

國立政治大學經濟學系博士學位論文

R&D 經濟成長與政府最適政策的三個議題
Three essays on R&D-driven endogenous growth
and optimal policy

指導教授：賴景昌 教授

研究生：余博揚 撰

中華民國一百一十年六月

謝辭

我在取得博士資格的過程中，有幸獲得許多幫助，在此致上最真摯的感謝。首先，感謝賴景昌老師無私地指導，在博士班就讀期間，傳授學生完整的研究方法與知識，給予最先進的研究視野，帶領學生進入國際學術殿堂。在學術指導之外，賴老師也培養學生待人處事應有的嚴謹態度，學生獲益良多，謹此向賴老師致上最誠摯的感謝。

感謝口試委員陳明郎教授、洪福聲教授、翁永和教授與朱巡教授不辭辛勞地閱讀學生的論文，並提供非常具有見地的意見，讓這篇論文的品質更加地完善。

感謝學長姐及同學們，劉世夫學長、黃偉奇學長、胡玫英學姐、蔡守容同學及陸友勛學弟，不吝分享他們在各自學術領域累積的專業知識與經驗，提供更廣泛地研究視野，使論文的內容更加地豐富及完整。

感謝家人提供安心的環境及有力的後盾，讓我能順利的取得博士學位，在求學過程遇到的逆境，他們都給予我最大的鼓勵與支持。最後，謹將此學位獻給父親余華林先生與母親黃素盡女士。

博揚 2021/06/26

摘要

鑒於近期經濟成長的研究大多認為一國研究發展的投入對於該國的經濟成長有著關鍵的影響，因此何種政府政策能有效的調整該國研究發展的投入達到最佳的社會福利，即成為近年熱門的研究議題。本論文嘗試建立一系列品質階梯式提升的 R&D 成長模型，用以探討過去鮮少於 R&D 經濟成長領域中被提及的政府政策，重新審視其政策於經濟體運行的機制與經濟邏輯，並提供政府不同於過去研究面向的政策建議。博士論文中的第二章節，我們建立一個具 R&D 驅動成長特性的動態一般均衡經濟模型進行民營化政策的分析，並提出合理的經濟邏輯解釋為何國營企業的生產力低於民營企業。我們發現部分民營化政策可以是政府最適的民營化政策，且國營企業的生產力低於民營企業為廠商決策行為的結果。第三章節則是建構一個開放的南北國 R&D 驅動成長特性的成長模型，並討論貿易自由化後進口關稅的降低如何影響兩國的經濟變數。有別於過去文獻的設計，政府可將進口關稅收入投入於有利於廠商生產力的基礎建設之中，我們發現北國降低進口關稅會使得兩國的相對工資惡化。接續我們使用數值模擬的方式發現兩國的最適進口關稅取決於基礎建設的外部性大小而定，且加強智慧財產權保護政策不一定會傷害發展中國家的社會福利。第四章節我們拓展貨幣型的 R&D 經濟成長模型，藉由 R&D 廠商可自由選擇研發規模下，內生化廠商加成訂價比例，重新審視智慧財產權保護政策與貨幣政策於經濟體系所扮演的角色。在此模型下，提高智慧財產權保護程度對於經濟成長率的影響是不確定的。當政府考量社會福利下，制定的最適名目利率不會趨近於零，因此傅利曼法則不會成立。

關鍵字: 經濟成長、智慧財產權、民營化、貿易自由化、貨幣政策。

Abstract

This dissertation constructs three distinct models of R&D-driven endogenous growth and employs them to analyze the effects of government policies on economic growth and social welfare. Chapter 2 builds up an R&D-driven endogenous growth model featuring state-owned enterprises in R&D sectors. We find that privatization is favorable to economic growth while the effect of privatization on social welfare is ambiguous. As a result, a partial privatization could be an optimal policy in our analysis. Moreover, we clearly interpret why private enterprises have higher productivity than state-owned enterprises. Chapter 3 sets up an R&D-driven endogenous growth model featuring North-South trade and technology transfer that is able to examine how the trade liberalization policy affects relative wage and social welfare between two countries. We show that the trade liberalization policy of the north country will lead to a decrease in relative wages, and that optimal tariffs imposed two countries are crucially related to public spending externalities. In addition, we show that the effect of expansion of patent protection on social welfare of the south country is ambiguous. Chapter 4 constructs a monetary R&D-driven endogenous growth model featuring endogenous innovation scales and the price-marginal cost markup. Under this model, an increase in the nominal interest rate decreases economic growth and the effect of expansion of patent protection on economic growth is ambiguous. Our analysis reveals that the Friedman rule fails to be optimal in view of the social welfare maximum. Moreover, we also discuss that how the optimal monetary policy is related to endogenous innovation scales and the price-marginal cost markup.

Keywords: Economic growth; Intellectual property rights; Privatization; Trade liberalization; Monetary policy.

目錄

第一章 前言.....	1
第二章 R&D 經濟成長模型與最適民營化程度.....	5
第一節 緒論.....	5
第二節 理論模型.....	9
2.1 家計單位.....	10
2.2 最終財生產部門.....	12
2.3 R&D 部門.....	12
2.3.1 一般型 R&D 廠商的中間財生產決策(第二階段).....	13
2.3.2 一般型 R&D 廠商的研發決策(第一階段).....	14
2.3.3 混合型 R&D 廠商的中間財生產決策(第二階段).....	16
2.3.4 混合型 R&D 廠商的研發決策(第一階段).....	18
2.4 政府部門.....	19
第三節 總體均衡.....	19
第四節 靜止均衡解.....	20
4.1 靜止均衡下的勞動配置與經濟成長.....	21
4.2 靜止均衡下民營化與經濟成長.....	23
4.3 靜止均衡下民營化與廠商生產力.....	24
4.4 靜止均衡下智慧財產權保護與經濟成長.....	25
第五節 民營化與社會福利.....	26
5.1 垂直民營化與社會福利.....	26
5.2 水平民營化與社會福利.....	28
第六節 結論.....	29
第三章 貿易自由化、經濟成長與智慧財產權-南北國品質驅動的 R&D	
經濟成長模型.....	33
第一節 緒論.....	33
第二節 理論模型.....	36
2.1 家計單位.....	37

2.2	複合性最終財生產部門.....	38
2.3	最終財組裝部門.....	40
2.4	中間財部門.....	43
2.5	創新與模仿.....	47
2.6	政府部門.....	48
2.7	貿易平衡條件.....	49
2.8	廠商組成及品質動態.....	49
2.9	資本市場.....	51
2.10	勞動市場.....	51
第三節	總體均衡.....	52
第四節	靜止均衡解.....	53
4.1	靜止均衡解與平衡成長路徑性質.....	53
4.2	政府政策與北國商品平均品質.....	56
4.2.1	關稅政策與北國商品平均品質.....	57
4.2.2	智慧財產權保護政策與北國商品平均品質.....	57
4.2.3	全球化與北國商品平均品質.....	58
4.3	貿易自由化與兩國相對工資.....	58
第五節	關稅政策與社會福利.....	60
5.1	社會福利.....	60
5.2	貿易自由化與社會福利.....	61
5.2.1	北國進口關稅與北國社會福利.....	61
5.2.2	南國進口關稅與南國社會福利.....	62
5.3	數值分析.....	63
5.3.1	智慧財產權保護政策與兩國相對工資.....	63
5.3.2	最適進口關稅.....	64
5.3.3	智慧財產權保護政策與社會福利.....	65
第七節	結論.....	66
第四章	內生化研發規模下的最適貨幣政策.....	68

第一節	緒論.....	68
第二節	理論模型.....	72
2.1	家計單位.....	73
2.2	最終財生產部門.....	74
2.3	中間財部門.....	75
2.4	R&D 部門.....	76
2.5	貨幣當局.....	80
2.6	勞動市場.....	80
2.7	借貸市場.....	81
第三節	總體均衡.....	81
第四節	靜止均衡解.....	82
4.1	靜止均衡的勞動配置.....	82
4.2	R&D 勞動配置的比較靜態.....	83
4.3	經濟成長的比較靜態.....	85
第五節	貨幣政策與社會福利.....	89
5.1	引入踩腳趾效果下的最適政策.....	89
5.2	數值分析.....	91
第六節	結論.....	93
第五章	結論.....	97
	參考文獻.....	100

第一章

前言

在 R&D 經濟成長模型出現之前，大多研究認為人口成長率與資本的累積為驅動經濟成長的主要因素(Ramsey (1928); Solow (1956); Barro (1990))。有別於以往發展的經濟成長模型，R&D 經濟成長模型強調 R&D 的投入為驅動經濟成長的主要因素。Romer (1990)首次提出產品多樣性的 R&D 經濟成長模型，將 R&D 的投入與經濟成長率連結上關係，藉此分析政府政策對 R&D 投入的影響，進而改變經濟成長率。我們可將 R&D 成長模型分為兩類，第一類為 Romer (1990)所提出的產品多樣性 R&D 經濟成長模型(expanding variety model)，其模型設計為隨著增加 R&D 的投入使得市場上的中間財種類增加，藉此可提高最終財的生產效率提高，而生產效率的提高則有利於經濟成長。第二類為 Grossman and Helpman (1991)與 Aghion and Howitt (1992)所提出的品質階梯式提升模型(quality ladder model)，其模型強調的是 R&D 的投入可提高中間財的品質，而較差品質的商品會被淘汰出市場，這種「創造性毀滅(creative destruction)」的特色可以提高最終財廠商的生產效率，有利於經濟成長。

既存的實證文章也支持上述模型設計的概念，其中 Aghion and Howitt (2009, p109)整理 Jorgenson and Fraumeni (1992)與 Heston et al.(2009)文章中的資料，將其整理成表格展示出 OECD 國家之經濟成長率的貢獻來源，指出平均經濟成長率有 68%的貢獻來自 R&D 的投入(生產技術的提升)，其中日本的經濟成長率更高達 85%的貢獻來自 R&D 的投入，美國則是 58%。上述實證資料確實支持 Romer (1990)所提出的 R&D 經濟成長模型的概念 R&D 為驅動經濟成長的關鍵因素。因此，晚近有許多研究著重於討論不同的政府政策如何影響 R&D 的資源配置、經濟成長與社會福利。

Segerstrom(1998)的研究使用品質階梯式提升模型的觀點提出三種可能的因素解釋各國會出現 R&D 投資不足(underinvestment)或過度投資(overinvestment)的

原因，藉以提供政府制定政策的依據。第一種原因為消費者剩餘效果(consumer surplus effect)，隨著 R&D 廠商成功的研發可提高市場商品的品質，消費者可藉由消費行為買到更高品質的商品，有利於提高消費者的效用。但 R&D 廠商決策的過程並未考慮到對消費者效用提高的效果，因此依社會福利的觀點 R&D 廠商存在投資不足的問題。第二種原因為獨占性競爭廠商的定價決策所導致的市場扭曲，獨占性競爭廠商的商品定價高於邊際成本，此定價會使的市場商品的產量過少，依照社會福利的觀點會使 R&D 廠商存在過度投資的問題。第三種為商業竊取效果(business stealing effect)，當 R&D 廠商投入研發且研發成功後，會造成既有生產廠商因為競爭對手的增加造成利潤的損失。但 R&D 廠商決定投入多少資源於研發時，未考慮對於既有生產廠商利潤造成的傷害，因此依社會福利的觀點會使 R&D 廠商存在過度投資的問題。根據上述觀點，政府欲執行刺激 R&D 投入的政策或抑制 R&D 的投入的政策必須考量經濟體三者力量的大小而定。

Jones and William (1998)則使用實證資料，並提出創新的方法來衡量 R&D 對整體社會的貢獻，發現專利權保護、廠商壟斷的力量及政府課稅皆會扭曲 R&D 的資源投入，且大多數的國家皆有嚴重投資不足的問題，因此政府應採取刺激 R&D 投入的政策矯正市場的扭曲。

此後諸多文獻致力於研究政府的最適政策，例如：政府補貼、智慧財產權保護政策與貨幣政策...等，雖然政府可以透過許多政策來刺激廠商投入 R&D，藉此提高社會福利，但這些政策往往也會對社會福利帶來負向的效果，故政府不應該一味著激勵 R&D 投入，取而代之的是尋找最合適的 R&D 投入激勵政策，藉以極大化社會福利。在智慧財產權保護政策的議題中，O'Donoghue and Zweimuller (2004)分析智慧財產權在 R&D 經濟成長中扮演的角色，加強廣度(patent breadth)的智慧財產權保護可以提高廠商 R&D 的投入，但同時會使得商品的價格提高，增加獨占性競爭的價格扭曲，兩個相反的方向左右著社會福利。政府對 R&D 廠商補貼政策的文章中，Minniti et al.(2013)使用研發規模異質下的品

質階梯式提升經濟成長模型分析 R&D 的最適補貼，政府補貼 R&D 廠商降低 R&D 廠商的生產成本，雖可提高 R&D 的投入有利於社會福利，但 R&D 部門與生產部門使用相同的投入要素下，過度的 R&D 投入會排擠商品的生產，不利於社會福利，因此此篇研究分析政府追求社會福利之下最適的 R&D 補貼。

晚近，最為熱門的議題則是貨幣政策於 R&D 模型的應用，分析中央銀行的最適貨幣政策與「傅利曼法則」(Friedman rule)是否成立，「傅利曼法則」指的是政府追求社會福利下，制定最適的名目利率應該非常趨近零。Chu and Cozzi(2014)設計 R&D 廠商必須向家計部門借款(需支付利息)用以支付其營運資金，其模型指出中央銀行提高名目利率會提高 R&D 的成本，不利於社會福利，但提高名目利率可以增加民眾的利息收入，此效果有利於社會福利，兩者相反的力量左右社會福利，其研究發現政府追求社會福利下中央銀行制定的最適名目利率不一定為零，換句話說，「傅利曼法則」不一定成立。近期也許多文章使用進階的 R&D 經濟成長模型分析最適貨幣政策，我們將於後面章節一一詳細說明。

在本博士論文中，將透過擴展後的品質階梯式提升的 R&D 經濟成長模型分別分析三種不同的政府最適政策，第一篇為分析民營化的議題，使用與過去部分均衡不同的模型架構，分析政府最適民營化的比例。既有文獻大多使用部分均衡的方式並且假設國營企業的生產力低於私人企業的生產力下，討論最適民營化的比例。¹但我們的模型不僅可以在動態一般均衡的成長模型下討論政府的最適民營化比例，還可以詳細且清晰的解釋為何民營企業的生產力會高於國營企業。再根據此模型下分析民營化對於 R&D 投入及經濟成長率的影響為何，藉此以不同於傳統民營化研究的角度切入，使既有的民營化文獻更加的完整。

第二篇則是將 R&D 成長模型推廣至開放的經濟體，使用 Dinopoulos and Segerstrom (2006)南北國品質階梯式提升的 R&D 經濟成長模型，分析兩國政府將進口關稅政策的互動關係。在我們使用的模型中，北國用以刻畫先進國家，其

¹ 可參照 DeFraja and Delbono (1989,1990); Matsumura (1998); Matsumura and Matsushima (2004); Wen and Yuan (2010); Chang and Ryu (2015)。

從事創新的 R&D 研發，而南國用以刻畫發展中國家，其從事模仿北國商品的 R&D，以此設計出產業在兩國間循環的特性。此模型下我們加入進口關稅的設計，且與過去文獻不同的設計在於，政府將關稅收入用於有利於生產的基礎建設中，進一步分析進口關稅會如何影響兩國的相對工資、市場的品質與社會福利。最後再分別尋找兩國政府最適的進口關稅政策，並賦予其經濟邏輯。

第三篇則是修改傳統的品質階梯式提升的 R&D 經濟成長模型，將研發的規模與加成訂價比例(markup)內生化，並使用修改後的模型探討政府最適的貨幣政策與「傅利曼法則」成立與否的經濟邏輯。過去的 R&D 成長模型皆假設研發規模與加成訂價比例為固定的，此假設意味著 R&D 廠商沒有自主選擇研發方案的能力，違反實際經濟體 R&D 廠商的決策過程。²我們嘗試放寬此項假設，透過 R&D 廠商內生化研發規模的決策過程，進而內生化廠商的加成訂價比例。緊接著，在此修正後的 R&D 成長模型下引入貨幣的特性，藉以分析內生化研發規模與加成訂價比例下，如何影響政府制定最適的貨幣政策。貨幣政策雖於近年成為極為熱門的議題，許多學者於 R&D 成長模型中加入貨幣進行分析，其中較具指標性的文章為 Chu and Lai (2013)、Chu and Cozzi (2014)、Chu et al. (2015)與 Chu et al. (2019)，但卻無相關文獻於 R&D 成長模型下分析內生化研發規模與加成訂價比例，並討論內生化研發規模與貨幣政策之間的關係。準此，本篇文章欲提供一個簡潔與清晰的內生化研發規模的 R&D 成長模型進行貨幣政策的分析。

² Shenhar (1993)與 Robertson and Gatignon (1998)指出不同類型的企業會選擇不同難度的研發，越高難度的研發會面臨越高的研發風險，但一旦研發成功後未來可為企業帶來越高的價值。

第二章

R&D 經濟成長模型與最適民營化程度³

第一節 緒論

於 1989 年柏林圍牆倒塌與 1991 年前蘇聯國家 (Former Soviet Union) 解體後，許多專制國家加速了民營化的進程。截至 1995 年中東歐 (Central and Eastern Europe) 與獨立國家國協 (Commonwealth of Independent States) 已將 50% 以上的國有企業民營化。但 2000 年後，政府將國營廠商民營化 (privatization programs) 的目的已經改變，我們可大致分為三個主要的目標，(1) 出售政府持股藉此改善政府赤字，(2) 引入私人股東藉此改善經營及生產上的效率，(3) 引入外部投資者的資金資以提高國營廠商 (SOE) 的財務彈性。因此國營企業的民營化不管在已開發國家或開發中國家皆為持續進行且為重要的議題。

由 OECD (2009) 的資料可得知於 2000-2007 年間，民營化的產業主要集中於電信產業 (telecom sector)、運輸產業 (transport and logistics sector) 與公用事業 (utilities sector)，占總民營化的比例分別為 30%、19% 與 17%，且許多產業仍持續進行民營化中。在 2000-2007 年間民營化 (privatization programs) 大多集中於歐洲國家，前三名的國家分別是法國、義大利與德國。而 OECD 外的國家，例如中國於 1999-2004 年間接近 20% 的國營廠商進行私有化，其中 69% 的國營企業完全民營化，31% 的國營廠商部分民營化。中國 2007 年民營化造成的政府收入更高達 370 億美元，超過當年度所有歐洲國家民營化的金額，甚至中國政府於 2013 的中國共產黨代表大會上宣布會持續降低中國國營企業產出占中國總產出 (GDP) 的比例，因此民營化的議題對於全球的經濟直至今日還是非常重要的議題。

³ 本章內容已以英文格式投稿至國際期刊，經嚴謹審查後，刊登於 Journal of Macroeconomics，請參照 Yu and Lai (2020)。

我們可進一步透過中國的產業資料簡單得知多數進行民營化的國營廠商同時也投入大量的 R&D 支出，Bai et al.(2009)的文章將中國的國營產業分類，並整理出 1999-2004 年間每種產業第一次民營化的比例，例如：電子與電信產業 (Electronic and Telecommunications)、醫療製藥產業 (Medical and Pharmaceutical Products)、化學原料與產品 (Raw Chemical Materials and Chemical Products)，民營化的比例分別 26.6%、37.8%、29.6%。同時地，Liu and Buck(2007)的文章中特別列出 1997-2002 年間中國高技術產業的 R&D 投入，其中電信相關產業 (Telecommunications)、化學產業 (Chemical manufacturing)、飛機製造產業 (Aircraft manufacturing)，每年平均的 R&D 投入占總銷售額的比例分別為 4%、1.5%、3.4%。

⁴由上述文章可以得知這些民營化的產業，同時也投入相當大量的 R&D 支出，故政府民營化的過程如何影響國家整體的 R&D 投入至關重要。而如前所述，國家整體的 R&D 投入為驅動一國經濟成長率的最關鍵因素，因此政府在決定民營化程度的同時也應該考慮到對經濟成長率與社會福利的影響。

最早提及民營廠商與公營廠商之間的互動的文章為 Merrill and Schneider (1966)，他們認為公營廠商的存在可以讓經濟體有更好的表現，並且分析兩種廠商在市場上的競爭行為。在此篇研究之後，有許多的經濟學家認為公營廠商與民營廠商之間的生產效率應該有所不同，因此開始有大量的學者開始修改 Merrill and Schneider (1966)原始模型的設定，透過不同的方式捕捉政府在生產上的不效率，並研究公營廠商與民營廠商之間的互動，但當中只有少數文章研究民營化對社會福利的影響。DeFraja and Delbono (1989) 的文章使用混合寡占的模型，假設公營廠商以極大化社會福利為目標，且民營廠商以極大化利潤為目標，在某些競爭的形態之下，公營廠商將其目標改變成極大化利潤，反而有利於整體的社會福利，此結果支持了政府民營化公營事業的想法，此篇研究開啟了政府是否將公營

⁴ Liu and Buck(2007) 文章 table 1 中的 Telecommunication terminals、Telecommunication exchange 與 Telecommunication transmission，將上述產業分類為電信相關產業。

產業民營化的議題。其中最具代表性的文章是 Matsumura (1998) 的研究，其文章引入遞增的成本函數來捕捉公營廠商的生產不效率的行為，分析民營化如何影響社會福利，此研究得到一個重要且有趣的結果，政府的最適民營化決策可以是部分持有公營事業，即為部分民營化。由許多實證文章可看出此結果更加符合現實的經濟現象，例如：Jones et al. (1999) 使用 59 個國家在 1977-1997 的資料，發現有 28.9% 的公營廠商出售超過 50% 的股份進行民營化 (share issue privatizations; SIPs)，只有 11.5% 的公營廠商出售所有的股份。故此後部分民營化成為研究民營化進程中的主流議題。

既有文獻皆使用部分均衡的模型分析民營化對社會福利的影響，本研究主要運用熊彼得式的經濟成長模型 (Schumpeterian growth model) 並且引入政府持股的特性討論民營化如何影響長期的社會福利與經濟成長。由於我們使用的模型為動態一般均衡型，因此相較於部分均衡分析，我們可以討論民營化如何同時影響不同的市場與市場之間的交互作用。本篇研究沿用 Matsumura (1998) 的方式利用政府持股的比例來捕捉民營化的程度，並將此方式引入由 Grossman and Helpman (1991) 所提出的熊彼得式的經濟成長模型當中，藉此分析民營化對經濟造成的長期效果。

接著我們將會簡單點出我們文章與過去文章的不同之處與增加的貢獻。首先，過去只有少數理論文章研究民營化與 R&D 投入之間的關係，例如：Poyago-Theotoky (1998)、Matsumura and Matsushima (2004) 與 Ishibashi and Matsumura (2006)。其中，Matsumura and Matsushima (2004) 使用 Hotelling-type spatial 模型並且引入降低成本的行動 (cost-reducing activities)，其文章將降低成本的行動當作從事 R&D 帶來的好處，他們的研究發現民營廠商會有誘因投入更多的降低成本的行動 (cost-reducing activities)，因此民營廠商的生產成本會低於公營廠商。相反的，Ishibashi and Matsumura (2006) 延伸 O'Donoghue (1998) 專利權競爭的基本模型，他們發現公營廠商投入過多的 R&D，因為公營廠商投入的 R&D 有正的外部

性。⁵而我們的研究引入經濟成長領域對於 R&D 投入的觀點，過去文獻刻畫的 R&D 投入僅止於降低廠商的生產成本，而我們模型中所闡述的 R&D 投入不僅能降低廠商的生產成本，同時也可以提高商品品質，進而提高消費者的終身效用。在此架構下結合民營化的議題，並清楚地闡釋民營化與 R&D 投入之間的關連。

第二，在討論民營化議題中，民營廠商與國營廠商間的生產力差距為一重要的議題，並且左右政府決定民營化的程度。大多實證文章支持民營廠商的生產力高於國營廠商，⁶因此過去理論文獻對於民營廠商與國營廠商間的生產力差距皆為外生給定，即直接假設民營廠商的生產力高於國營廠商，並提供合理的經濟邏輯加以解釋。但在本篇研究中將兩種廠商的生產力內生化，清楚地解釋為何民營廠商的生產力會高於國營廠商，且民營化的比例與廠商的生產力之間為正相關。

第三，既有理論文章皆使用部分均衡模型，但我們的研究使用的熊彼得式的經濟成長模型為一般均衡模型，透過此模型我們可以分析民營化如何同時影響不同市場，包括：商品市場、資本市場、勞動市場與政府部門。由於我們使用的為經濟成長模型，因此可以捕捉經濟變數成長的特性與消費者的跨時行為，故我們著重於分析民營化對經濟變數的「長期」影響，與過去文獻分析民營化對經濟變數的「短期」影響有很大的不同。

最後，在我們目前能力範圍內所瞭解的文章中，尚未有理論模型討論民營化與經濟成長之間的關係，過去大多理論文章著重於民營化對社會福利的影響。⁷

本篇文章建立一簡潔且清晰的理論架構，分析民營化政策與經濟成長之間的關係，

⁵ 實證文章中對於民營化如何影響 R&D 投入有不同的看法，例如：Gupta (2005) 針對印度民營化的資料作完整的研究，發現民營化有助於 R&D 的投入、勞動的生產力與廠商的業績。上述研究與我們的研究有相同的結果。但 Munari (2002) and Munari and Oriani (2002) 卻有不同的實證結果，他們使用西歐的資料發現民營化反而不利於 R&D 的投入。

⁶ Boardman and Vining (1989) 使用 1983 年非位於美國的 500 大企業，其研究指出民營廠商的生產力高於公營廠商的生產力。Bozec and Laurin (2001) 比較兩大家加拿大的零售廠商，其中一家為民營廠商，另一家為公營廠商。他們發現公營廠商在民營化後，其生產力慢慢追趕上民營廠商的生產力。Brown et al. (2006) 使用東歐的資料，發現在民營化之後公營廠商的生產力會提高，但是不同的產業提升的幅度有非常大的不同。

⁷ 參考下列文章：DeFraja and Delbono (1989,1990); White (1996); Fjell and Pal (1996); Matsumura (1998); Poyago-Theotoky (1998); Matsumura and Matsushima (2004); Wen and Yuan (2010); Chang and Ryu (2015)。

並與實證文章進行呼應。其中 Plane (1997)、Barnett (2000)、Megginson and Netter (2001)與 Boubakri et al. (2009)皆認為民營化與經濟成長有正相關，上述實證結果與我們模型所分析的結果具有高度的相似。

我們將此篇文章粗略的分為以下架構：(1)擴展熊彼得成長模型 (Schumpeterian growth model)並且加入政府持股的特性。(2)推導總體均衡，並且分析民營化與經濟成長的關係。(3)分析不同的民營化方式如何影響經濟成長率與長期的社會福利，並且尋找出最適的政府民營化比例。

第二節 理論模型

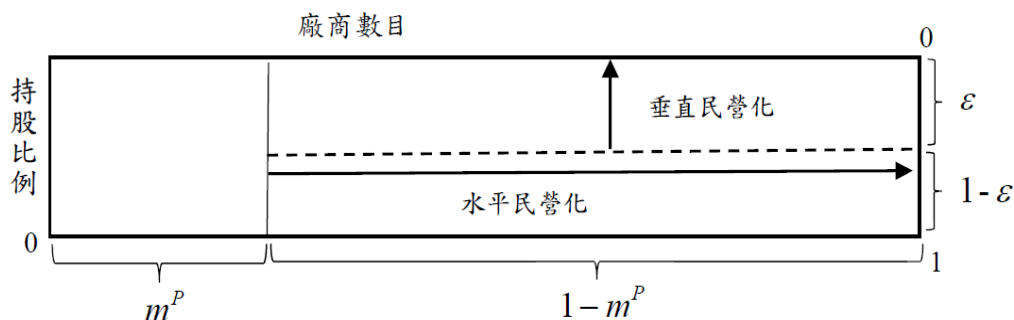
本篇文章修改 Barro and Sala-i-Martin (2004)與 Aghion and Howitt (2009)的品質提升模型的設定，我們將模型修改為不僅家計部門可以持有 R&D 廠商的股份，同時政府也可以持有 R&D 廠商的股份，此政府持有廠商股份的設定參照 Matsumura (1998)的文章藉此捕捉政府民營化的程度。在此設定之下，政府可以透過持有 R&D 廠商的股份調整公營廠商民營化的程度，進而控制被持股 R&D 廠商的商品訂價。透過此模型，討論民營化政策如何影響經濟成長與社會福利。

本文特別定義兩種不同的 R&D 廠商藉以突顯政府持股的特性，第一種為一般型 R&D 廠商，此種 R&D 廠商的資金來源全部來自家計部門。第二種為混合型 R&D 廠商，此種 R&D 廠商的資金來源來自家計部門與政府部門。⁸換句話說，政府的政策會影響到混合型 R&D 廠商的決策，但是不影響一般型 R&D 廠商的決策。

本篇研究也提出兩種指標衡量民營化的程度，我們可以透過<圖 1.1>分別解釋兩種衡量指標的差異，<圖 1.1>中縱軸為政府對個別廠商的持股比例(ε)，橫軸為完全由私人持股廠商的數量(m^p)，並假設市場上廠商數量的總和為 1。第一種為傳統模型衡量民營化的方式，政府透過降低個別廠商持股的比例(ε)進行民營

⁸ 本文中一般型 R&D 廠商數與混合型 R&D 廠商數為政策參數(外生變數)，且假設總合為 1。

化，在<圖 1.1>中為垂直方向的變化，因此我們稱為「垂直民營化」。第二種衡量民營化的方式為政府透過降低持有廠商的數量($1-m^P$)進而達到民營化的目的，在<圖 1.1>中為水平方向的變化，因此我們稱為「水平民營化」。⁹



<圖 1.1>

我們可將此模型分為四個部門。第一個部門為 R&D 部門，R&D 廠商投入勞動進行研發最新品質的商品，一旦研發成功後，立即成為生產中間財的製造商，並且進行生產中間財。¹⁰第二個部門為最終財部門，最終財廠商組裝中間財商品，並將組裝好的商品出售給家計部門。第三個部門為家計部門，家計部門在預算限制下，選擇消費組合極大化其效用水準。最後為政府部門，政府部門持有 R&D 廠商的股份，並且將持有 R&D 廠商的股份的報酬分配於家計部門。根據賽局結構，我們將依照由後往前解的順序求解，順序分別為：家計部門、最終財部門、R&D 部門與政府部門。

2.1 家計單位

假設家計單位只考慮消費，因此家計部門的終生效用函數為：

⁹ Garnaut et al.使用中國 CEIC (China Entrepreneur Investment Club)的民營化資料，可以發現 1999 年至 2001 年間政府持有股份的產業比例由 37%下降至 28%，上述此種民營化的形式即為我們模型中所刻劃的水平民營化程度。再者，他們也發現在 1999 年至 2001 年間政府對於國有產業的持股比例由 56%下降至 40%，此種民營化的形式即為我們模型中所刻劃的垂直民營化程度。

¹⁰ 我們假設 R&D 廠商一旦研發成功後，即可生產中間財出售給最終財廠商。由 Barro and Sala-i-Martin (2004)的文章所敘述，若將 R&D 廠商與中間財廠商拆開為兩種不同的廠商，R&D 廠商成功研發後，出售藍圖給中間財廠商，中間財廠商購買藍圖後再進行生產中間財出售給最終財廠商，兩種不同的設計可以得到相同的結果。

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \ln c_t dt, \quad (1.1)$$

上式中 U 為家計單位的終身效用， c_t 為家計單位的消費， ρ 代表家計單位的時間偏好率。

為了方便以下模型的分析，我們使用上標 P 表示一般型 R&D 廠商，上標 M 表示混合型 R&D 廠商。依據我們模型的設定，家計部門可以持有一般 R&D 廠商的股票也可以持有混合型 R&D 廠商的股票，故將家計單位的預算限制式寫成：

$$\dot{A}_t^P + \dot{A}_t^{M,H} = r_t^P A_t^P + r_t^M A_t^{M,H} + w_t - c_t + T_t. \quad (1.2)$$

上式中 A_t^P 為家計部門持有一般 R&D 廠商的實質財富， $A_t^{M,H}$ 為家計部門持有混合型 R&D 廠商的實質財富， r_t^P 為持有一般 R&D 廠商的無風險利率， r_t^M 為持有混合型 R&D 廠商的無風險利率， w_t 為工資，¹¹ c_t 為消費， T_t 為政府的移轉性支付，我們將最終財價格 P_t 單位化為 1。變數上方的上標“ \cdot ”表示該變數的時間變化。家計單位的最適決策可表示成：

$$\begin{aligned} & \text{Max} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \ln c_t dt, \\ & \text{s.t.} \quad \dot{A}_t^P + \dot{A}_t^{M,H} = r_t^P A_t^P + r_t^M A_t^{M,H} + w_t + c_t + T_t. \end{aligned}$$

由上式可求得家計部門的一階條件為：

$$\frac{1}{c_t} - \xi_t = 0, \quad (1.3)$$

$$r_t^P \xi_t = -\dot{\xi}_t + \rho \xi_t, \quad (1.4)$$

$$r_t^M \xi_t = -\dot{\xi}_t + \rho \xi_t. \quad (1.5)$$

其中 ξ_t 為實質財富的影子價格。由(1.4)式與(1.5)式可得知 $r_t^P = r_t^M$ ，表示不同產業的股份必須有相同的報酬，因此我們令 $r_t^P = r_t^M = r_t$ ，由(1.3)與(1.4)可得消費者

¹¹ 本篇文章假設勞動在不同部門可以自由地移動，因此不同部門間提供相同的工資為 w_t 。

的跨時最適決策為:

$$\frac{\dot{c}_t}{c_t} = r_t - \rho \quad (1.6)$$

由(1.6)顯示，當市場利率 r_t 大於時間偏好率 ρ 時，消費會持續成長。

2.2 最終財生產部門

最終財廠商為完全競爭市場，並且將中間財組裝成最終財後，再出售給家計部門，因此最終財廠商決定每種中間財要購買多少的數量。最終財廠商的生產函數為:

$$y_t = \exp\left(\int_0^1 \ln x_t(j) dj\right) \quad (1.7)$$

上式中 y_t 為最終財， $x_t(j)$ 為第 j 種中間財的投入，中間財產品的種類假設為 1。

令 $p_{x,t}(j)$ 為第 j 種中間財的價格，則最終財廠商的利潤函數 $\pi_{y,t}$ 可寫成:

$$\pi_{y,t} = y_t - \int_0^1 p_{x,t}(j) x_t(j) dj \quad (1.8)$$

上式中 y_t 為最終財廠商的總收入， $\int_0^1 p_{x,t}(j) x_t(j) dj$ 為最終財廠商購入中間財的總成本。將(1.7)帶入(1.8)可推得最終財廠商對中間財的需求函數:

$$x_t(j) = \frac{y_t}{p_{x,t}(j)} \quad ; \quad j \in [0,1] \quad (1.9)$$

上式中，可得知隨著第 j 種中間財價格的提高，會降低對 j 種中間財的需求量。

2.3 R&D 部門

依循 Barro and Sala-i-Martin (2004)與 Aghion and Howitt (2009)所設定，R&D 部門做兩階段決策，第一階段為 R&D 廠商決定投入多少勞動進行研發，第二階段為 R&D 廠商生產中間財，且決定中間財的訂價。依據賽局結構由後往前解，

所以我們先決定第二階段中間財的訂價，再決定第一階段投入多少的勞動進行研發。由於我們將 R&D 廠商分為兩種，一般型 R&D 廠商與混合型 R&D 廠商，兩者有不同的決策目標，因此必須分開討論，我們首先分析一般型 R&D 廠商的決策接著分析混合型 R&D 廠商的決策。

2.3.1 一般型 R&D 廠商的中間財生產決策(第二階段)

假設 R&D 廠商中間財生產只需要使用勞動投入，因此一般型 R&D 廠商生產函數為：

$$x_t^P(j) = z^{n_t(j)} L_{x,t}^P(j); j \in [0, m^P], \quad (1.10)$$

上式中 $x_t^P(j)$ 為第 $j \in [0, m^P]$ 種一般型 R&D 廠商所生產的中間財， z 是每種中間財品質提升的幅度， $n_t(j)$ 為第 $j \in [0, m^P]$ 種中間財品質提升的次數， $L_{x,t}^P(j)$ 為第 $j \in [0, m^P]$ 種一般型 R&D 廠商所投入生產中間財的勞動。由(1.10)式可推得第 $j \in [0, m^P]$ 種一般型 R&D 廠商所生產中間財的邊際成本為：

$$MC_t^P(j) = \frac{w_t}{z^{n_t(j)}}, \quad (1.11)$$

上式中 w_t 為完全競爭下的勞動市場所決定出來的工資。由(1.11)可推得，當品質 ($z^{n_t(j)}$) 提升時可以降低廠商的邊際成本。接著，假設第 $j \in [0, m^P]$ 種中間財之間進行價格競爭(Bertrand competition)，為了讓舊的一代的產品無法在市場上存活，所以訂價不可以超過 $zMC_t^P(j)$ ，因此一般型 R&D 廠商會將價格訂在可將舊一代商品逐出市場的最高價格 $zMC_t^P(j)$ 。最後，我們引入智慧財產權(patent breadth)的討論，不同的智慧財產權會影響加碼訂價的大小，第 $j \in [0, m^P]$ 種一般型 R&D 廠商所生產中間財的訂價為：

$$p_{x,t}^P(j) = \mu MC_t^P(j) = \mu \frac{w_t}{z^{n_t(j)}}; \mu \in (1, z]。 \quad (1.12)$$

上式中 μ 為中間財廠商的加碼係數，同時也可以反映「專利廣度」的參數。若政府智慧財產權保護的越嚴格 μ 會越大且越接近 z ，若政府智慧財產權保護的越寬鬆 μ 會越小越接近完全競爭下的訂價，因此越靠近 1。此設定依循 Li (2001) 的設計，而 Grossman and Helpman (1991) 原始的品質提升模型中隱含慧財產權完全保護，即 $\mu = z$ 。由上述設定可推知第 $j \in [0, m^P]$ 種一般型 R&D 廠商生產中間財的利潤函數為：

$$\pi_{x,t}^P(j) = p_{x,t}^P(j)x_t^P(j) - \frac{w_t}{z^{n_t(j)}}x_t^P(j),$$

將(1.9)與(1.12)帶入上式，可整理成：

$$\pi_{x,t}^P(j) = \frac{\mu - 1}{\mu} y_t. \quad (1.13)$$

由(1.13)式可以得知每一家一般型 R&D 廠商的中間財部門利潤皆相同，即

$$\pi_{x,t}^P(j) = \pi_{x,t}^P. \quad (1.14)$$

接著使用(1.10)式與(1.9)式可以求得第 j 種一般型 R&D 廠商中間財部門的勞動需求為：

$$w_t L_{x,t}^P(j) = \frac{1}{\mu} y_t. \quad (1.15)$$

(1.15)式表示每家一般型 R&D 廠商對於生產中間財的勞動支出，同時也可以看出每一種一般型 R&D 廠商中間財部門的勞動需求皆相同，即

$$L_{x,t}^P(j) = L_{x,t}^P. \quad (1.16)$$

2.3.2 一般型 R&D 廠商的研發投入決策 (第一階段)

我們假設 R&D 廠商可以自由進出市場(free entry)，並且一般型 R&D 廠商的非套利條件為：

$$r_t v_t^P(j) = \pi_{x,t}^P + \dot{v}_t^P(j) - \lambda_t^P(j) v_t^P(j); j \in [0, m^P]. \quad (1.17)$$

上式中 r_t 為無風險利率， $v_t^P(j)$ 為一般型 R&D 廠商的價值，因此 $r_t v_t^P(j)$ 為無風險

的報酬， $\pi_{x,t}^P$ 為一般型 R&D 廠商生產中間財的利潤， $v_t^P(j)$ 為資本利得， $\lambda_t^P(j)$ 代表第 $j \in [0, m^P]$ 種一般型 R&D 廠商新一代藍圖研發成功的機率， $\lambda_t^P(j)v_t^P(j)$ 即為新一代藍圖成功研發後，舊一代的商品無法繼續在市場上生產的損失。(1.17) 式為將中間財部門未來的的利潤折現至當期推得的 R&D 廠商的非套利條件。潛在 R&D 廠商可以自由進出市場的條件之下，R&D 廠商會將生產中間財利潤的折現值全部投入創新研發，因此可以得到下式：

$$\lambda_t^P(j)v_t^P(j) = w_t L_{r,t}^P(j); j \in [0, m^P], \quad (1.18)$$

上式中 $\lambda_t^P(j)v_t^P(j)$ 為一般型 R&D 廠商的預期收入， $L_{r,t}^P(j)$ 為一般型 R&D 廠商的勞動投入。假設成功研發新一代的藍圖的機率 $\lambda_t^P(j)$ 與研發廠商投入的勞動數量 $L_{r,t}^P(j)$ 有正相關：

$$\lambda_t^P(j) = \psi L_{r,t}^P(j); \psi > 0; j \in [0, m^P], \quad (1.19)$$

上式中 ψ 為 R&D 廠商研發生產力的參數，¹²將(1.19)帶入(1.18)式，可得到：

$$v_t^P(j) = \frac{w_t}{\psi} \quad (1.20)$$

由(1.20)式可以看出一般型 R&D 廠商中每一家廠商的價值皆相同，即

$$v_t^P(j) = v_t^P \quad (1.21)$$

我們使用(1.21)式 $v_t^P(j) = v_t^P$ 與(1.19)式 $\lambda_t^P(j) = \psi L_{r,t}^P(j)$ 及(1.17)式可以推知一般型 R&D 廠商中每一家廠商的勞動雇用數量皆相同，即

$$L_{r,t}^P(j) = L_{r,t}^P \quad (1.22)$$

由(1.22)與(1.19)式也可推得：

$$\lambda_t^P(j) = \lambda_t^P \quad (1.23)$$

¹² 為了簡化分析，我們假設一般型 R&D 廠商與混合型 R&D 廠商的研發生產力參數相同。

2.3.3 混合型 R&D 廠商的中間財生產決策(第二階段)

接者討論混合型 R&D 廠商的決策，使用同樣的討論方法，但是混合型 R&D 廠商有一部份的資金來自政府部門，即政府持有混合型 R&D 廠商的股份。因此政府的政策會影響混合型 R&D 廠商的訂價。假設 R&D 廠商中間財生產只需要使用勞動投入，因此混合型 R&D 廠商生產函數為：

$$x_t^M(j) = z^{n_t(j)} L_{x,t}^M(j); j \in (m^P, 1]。 \quad (1.24)$$

上式中 $x_t^M(j)$ 為第 $j \in (m^P, 1]$ 種混合型 R&D 廠商所生產的中間財， z 是每種中間財品質提升的幅度， $n_t(j)$ 為第 j 種中間財品質提升的次數， $L_{x,t}^M(j)$ 為第 $j \in (m^P, 1]$ 種混合型 R&D 廠商生產中間財所投入的勞動。第 $j \in (m^P, 1]$ 種混合型 R&D 廠商所生產中間財的邊際成本為：

$$MC_t^M(j) = \frac{w_t}{z^{n_t(j)}}, \quad (1.25)$$

上式中 w_t 為完全競爭下的勞動市場所決定出來的工資。由(1.25)可推得，當品質 ($z^{n_t(j)}$) 提升時可以降低廠商的邊際成本。混合型 R&D 廠商的中間財訂價較為特殊，因為混合型 R&D 廠商的資金來源為政府與家計部門，雙方皆為混合型 R&D 廠商股東，但雙方的訂價策略有所不同。家計部門股東的訂價策略是 Bertrand 競爭下的訂價，即可以將舊一代的產品逐出市場的最高訂價(同一般型 R&D 廠商的中間財廠商)為：

$$p_{x,t}^{M,P}(j) = \mu MC_t^M(j) = \mu \frac{w_t}{z^{n_t(j)}},$$

而政府的訂價策略則是希望降低市場的上的價格扭曲，因此將價格訂在邊際成本，此設定類似 Merrill and Schneider (1966) 的設計：

$$p_{x,t}^{M,G}(j) = MC_t^M(j) = \frac{w_t}{z^{n_t(j)}},$$

我們簡單假設政府股東與家計部門股東的議價能力即為其持股的比例，分別為 ε 與 $1-\varepsilon$ ， $\varepsilon \in [0,1]$ ，此設計可參考 Matsumura (1998)、Chang and Ryu (2015) 與 Wu et al.(2016)的文章。股東議價協商後混合型 R&D 廠商的訂價 $p_{x,t}^M(j)$ 為：

$$p_{x,t}^M(j) = \varepsilon MC_t^M(j) + (1-\varepsilon)\mu MC_t^M(j); j \in (m^P, 1],$$

廠商將邊際成本 $MC_t^M(j) = w_t / z^{n_t(j)}$ 帶入後，可改寫成：

$$p_{x,t}^M(j) = [\varepsilon + \mu(1-\varepsilon)] \frac{w_t}{z^{n_t(j)}}; j \in (m^P, 1], \quad (1.26)$$

令 $\varepsilon + \mu(1-\varepsilon)$ 為 μ^M ， μ^M 即為混合型 R&D 廠商的中間財部門的加碼係數，當政府議價能力 (ε) 越高時，混合型 R&D 廠商生產的中間財訂價越接近完全競爭廠商的訂價 $p_{x,t}^M(j) = MC_t^M(j)$ ，而政府議價能力 (ε) 越低時，則混合型 R&D 廠商生產的中間財訂價越接近完全由私人持股中間財廠商的訂價 $p_{x,t}^M(j) = \mu^M MC_t^M(j)$ 。我們將(1.26)表示成：

$$p_{x,t}^M(j) = \mu^M \frac{w_t}{z^{n_t(j)}}; j \in (m^P, 1]. \quad (1.27)$$

由上述設定可推知，第 $j \in (m^P, 1]$ 種混合型 R&D 廠商生產中間財的利潤函數為：

$$\pi_{x,t}^M(j) = p_{x,t}^M(j)x_t^M(j) - \frac{w_t}{z^{n_t(j)}}x_t^M(j),$$

將(1.27)與(1.9)帶入上式，可將利潤函數寫成：

$$\pi_{x,t}^M(j) = \frac{\mu^M - 1}{\mu^M} y_t. \quad (1.28)$$

由(1.28)式可以看出每一種混合型 R&D 廠商的中間財部門的利潤皆相同，即

$$\pi_{x,t}^M(j) = \pi_{x,t}^M. \quad (1.29)$$

接著使用(1.24)式與(1.9)式可以求得第 j 種混合型 R&D 廠商的中間財部門的勞動需求為：

$$w_t L_{x,t}^M(j) = \frac{1}{\mu^M} y_t \quad (1.30)$$

(1.30)式表示每家混合型 R&D 廠商對於生產中間財的勞動支出，同時可看出每一種混合型 R&D 廠商的中間財部門的勞動需求皆相同，即

$$L_{x,t}^M(j) = L_{x,t}^M \quad (1.31)$$

2.3.4 混合型 R&D 廠商的研發決策(第一階段)

我們假設 R&D 廠商可以自由進出市場，並且混合型 R&D 廠商的非套利條件為：

$$r_t v_t^M(j) = \pi_{x,t}^M + \dot{v}_t^M(j) - \lambda_t^M(j) v_t^M(j) ; j \in (m^P, 1] \quad (1.32)$$

上式中 r_t 為無風險利率， $v_t^M(j)$ 為混合型 R&D 廠商的價值，因此 $r_t v_t^M(j)$ 為無風險的報酬， $\pi_{x,t}^M$ 為混合型 R&D 廠商生產中間財的利潤， $\dot{v}_t^M(j)$ 為資本利得， $\lambda_t^M(j)$ 代表第 $j \in (m^P, 1]$ 種混合型 R&D 廠商新一代藍圖研發成功的機率， $\lambda_t^M(j) v_t^M(j)$ 即為新一代藍圖成功研發後，舊一代的商品無法繼續在市場上生產的損失。(1.32)式為將中間財部門未來的的利潤折現至當期推得的 R&D 廠商的非套利條件。潛在 R&D 廠商可以自由進出市場的條件之下，R&D 廠商會將出售中間財所得到的未來利潤的折現值全部投入創新研發，因此可以得到下式：

$$\lambda_t^M(j) v_t^M(j) = w_t L_{r,t}^M(j) ; j \in (m^P, 1] \quad (1.33)$$

上式中 $\lambda_t^M(j) v_t^M(j)$ 為混合型 R&D 廠商的預期收入， $L_{r,t}^M(j)$ 為混合型 R&D 廠商的勞動投入。假定成功研發新一代的藍圖的機率 $\lambda_t^M(j)$ 與研發廠商投入的勞動數量 $L_{r,t}^M(j)$ 有正相關：

$$\lambda_t^M(j) = \psi L_{r,t}^M(j) ; \psi > 0 ; j \in (m^P, 1] \quad (1.34)$$

將(1.34)帶入(1.33)式，可得到：

$$v_t^M(j) = \frac{w_t}{\psi}; j \in (m^P, 1] \text{。} \quad (1.35)$$

由(1.35)式可以看出混合型 R&D 廠商中每一種廠商的價值皆相同，即

$$v_t^M(j) = v_t^M \text{。} \quad (1.36)$$

我們使用(1.36)式 $v_t^M(j) = v_t^M$ 與(1.22)式 $\pi_{x,t}^M(j) = \pi_{x,t}^M$ 及(1.32)式可以推知混合型 R&D 廠商中每一種廠商的勞動雇用量皆相同，即

$$L_{r,t}^M(j) = L_{r,t}^M \text{。} \quad (1.37)$$

由(1.37)與(1.34)式也可推得：

$$\lambda_t^M(j) = \lambda_t^M \text{。} \quad (1.38)$$

2.4 政府部門

如模型架構所敘述，混合型的 R&D 廠商由私人與政府共同持有。政府期初稟賦即擁有混合型 R&D 廠商的股份，因此接下來每期的政府預算平衡式為：

$$r_t A_t^{M,G} = \dot{A}_t^{M,G} + T_t \text{。} \quad (1.39)$$

上式中 $A_t^{M,G}$ 為政府部門持有混合型 R&D 廠商的實質財富，¹³ T_t 為政府的移轉性支付。(1.39)式表示政府的持股收入 $r_t A_t^{M,G}$ 用來增加混合型 R&D 廠商的實質財富 ($\dot{A}_t^{M,G}$)，剩下的部分即移轉給家計部門。由於政府的持股比例為外生變數，故移轉性支付為內生變數。

第三節 總體均衡

本章節為求解一般均衡，我們假設一般型 R&D 廠商有 m^P ，混合型 R&D 廠商有 $(1-m^P)$ 進行求解。待求解的變數可分為分配序列與價格序列。首先，分配

¹³ 根據我們模型的定義， $A_t^{M,G} = \varepsilon A_t^M$ 與 $A_t^{M,H} = (1-\varepsilon)A_t^M$ ， A_t^M 為混合型 R&D 廠商的實質財富。

序列為 $\{c_t, Y_t, x_t(j), L_{x,t}^P(j), L_{x,t}^M(j), L_{r,t}^P(j), L_{r,t}^M(j)\}_{t=0}^{\infty}$ ，接著我們將價格序列表示為

$\{w_t, p_t^P(j), p_t^M(j), r_t, v_t^P(j), v_t^M(j)\}_{t=0}^{\infty}$ ¹⁴與政策變數 $\{T_t\}_{t=0}^{\infty}$ ，每個部門決定的變數為：

- 在給定 $\{w_t, P_t, r_t\}$ 之下，家計部門決定 $\{c_t\}$ 使效用極大。
- 在給定 $\{p_t^P(j), p_t^M(j)\}$ 之下，最終財部門決定 $\{x_t(j)\}$ 極大化最終財廠商利潤。
- 在給定 $\{w_t\}$ 之下，一般型 R&D 廠商決定中間財的勞動投入與價格 $\{L_{x,t}^P(j), p_t^P(j), L_{r,t}^P(j)\}$ 在 Bertrand 競爭下使其利潤最大。
- 在給定 $\{w_t\}$ 之下，混合型 R&D 廠商決定中間財的勞動投入與價格 $\{L_{x,t}^M(j), p_t^M(j), L_{r,t}^M(j)\}$ 在 Bertrand 競爭下使其利潤最大。
- 最終財市場結清式 $c_t = y_t$ 。
- 勞動市場結清式 $m^P L_{x,t}^P + (1-m^P)L_{x,t}^M + m^P L_{r,t}^P + (1-m^P)L_{r,t}^M = 1$ 。
- 政府預算平衡式 $r_t A_t^{M,G} = \dot{A}_t^{M,G} + T_t$ 。

在附錄 A 中我們證明此模型具有唯一解，且為安定的動態。

引理 1 此模型具有唯一均衡，且具備動態安定性。

第四節 靜止均衡解

此模型具動態安定性，且存在唯一均衡，因此本節將求解經濟體處於平衡成長路徑 (balanced growth path; BGP) 上的經濟變數，再接再續探討政府在不同的民營化政策下，廠商生產力、經濟成長率、R&D 投資、與社會福利將如何因應的變化。

¹⁴ 總體均衡下，由(1.21)式及模型定義，可以得知 $A_t^P = m^P v_t^P$ ，同理由(1.36)式及模型定義可得知 $A_t^M = (1-m^P)v_t^M$ 。

4.1 靜止均衡下的勞動配置與經濟成長

首先推導經濟成長的關係式，將中間財生產函數(1.10)及(1.24)，帶入最終財的生產函數(1.7)式可得：

$$y_t = (L_{x,t}^P)^{m^P} (L_{x,t}^M)^{1-m^P} Z_t^M Z_t^P, \quad (1.40)$$

上式中 $Z^P = e^{\int_{-m^P n_t(j) \ln z} dj}$ ， $Z^M = e^{\int_{m^P n_t(j) \ln z} dj}$ 由上式可以推導出 \dot{y}/y 為：

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Z}_t^P}{Z_t^P} + \frac{\dot{Z}_t^M}{Z_t^M}. \quad (1.41)$$

再由 Z_t^P 與 Z_t^M 的定義式與(1.19)、(1.34)式可以推得：

$$\frac{\dot{Z}_t^P}{Z_t^P} = \psi m^P L_{r,t}^P \ln z, \quad (1.42)$$

$$\frac{\dot{Z}_t^M}{Z_t^M} = \psi (1-m^P) L_{r,t}^M \ln z. \quad (1.43)$$

將(1.42)式、(1.43)式帶入(1.41)式中可得到經濟成長率為：

$$\gamma = \frac{\dot{y}}{y} = (\psi \ln z) [m^P L_{r,t}^P + (1-m^P) L_{r,t}^M]. \quad (1.44)$$

上式中 γ 定義為經濟成長率，由(1.44)式可以看出經濟成長率為兩種 R&D 廠商的 R&D 勞動投入的加權平均。接著將一般 R&D 廠商的非套利條件(1.17)式帶入(1.19)式 $\lambda_t^P(j) = \psi L_{r,t}^P(j)$ 、(1.13)式 $\pi_{x,t}^P(j) = (\mu-1)Y_t/\mu$ 、(1.20)式 $v_t^P(j) = w_t/\psi$ 與(1.6)式、(1.44)式所推導出的 $\gamma = r_t - \rho$ 可以得到：

$$r_t - \gamma + \psi L_{r,t}^P = \psi(\mu^P - 1)L_{x,t}^P. \quad (1.45)$$

接著利用(1.15)式 $w_t L_{x,t}^P(j) = Y_t/\mu$ 與(1.30)式 $w_t L_{x,t}^M(j) = Y_t/\mu^M$ 相除可得到兩種 R&D 廠商投入生產中間財的勞動比例為：

$$L_{x,t}^P = \frac{\mu^M}{\mu} L_{x,t}^M, \quad (1.46)$$

將(1.46)帶回勞動市場均衡式可推得：

$$L_{x,t}^P = \frac{\mu^M}{\mu} \beta \left[1 - (1 - m^P) L_{r,t}^M - m^P L_{r,t}^P \right] \quad (1.47)$$

上式中 $\beta = \left(1 - m^P + \frac{\mu^M}{\mu} m^P \right)^{-1}$ ，再將(1.47)式帶入(1.45)式可得：

$$r_t - \gamma + \psi L_{r,t}^P = \psi(\mu - 1) \frac{\mu^M}{\mu} \beta \left[1 - (1 - m^P) L_{r,t}^M - m^P L_{r,t}^P \right], \quad (1.48)$$

使用上述相同方法，將混合型 R&D 廠商的非套利條件(1.32)式帶入(1.34)式

$\lambda_t^M(j) = \psi L_{r,t}^M(j)$ 、(1.28)式 $\pi_{x,t}^M(j) = (\mu^M - 1)Y_t / \mu^M$ 、(1.35)式 $v_t^M(j) = w_t / \psi$ 與(1.6)

式、(1.44)式所推導出的 $\gamma = r_t - \rho$ 可以得到：

$$r_t - \gamma + \psi L_{r,t}^M = \psi(\mu^M - 1) L_{x,t}^M \quad (1.49)$$

由(1.46)與勞動市場結清條件可推得：

$$L_{x,t}^M = \beta \left[1 - (1 - m^P) L_{r,t}^M - m^P L_{r,t}^P \right] \quad (1.50)$$

將(1.50)帶回(1.49)可得：

$$r_t - \gamma + \psi L_{r,t}^M = \psi(\mu^M - 1) \beta \left[1 - (1 - m^P) L_{r,t}^M - m^P L_{r,t}^P \right] \quad (1.51)$$

式(1.6)、(1.44)、(1.48)、(1.51)解四個變數 r_t 、 γ 、 $L_{r,t}^P$ 及 $L_{r,t}^M$ 。

經過簡單計算，可求得靜止均衡下的解。靜止均衡下的勞動配置為

$$\tilde{L}_r^P = \left(\mu - 1 - \frac{\rho}{\psi} \right) / \mu, \quad (1.52)$$

$$\tilde{L}_r^M = \left(\mu^M - 1 - \frac{\rho}{\psi} \right) / \mu^M \quad (1.53)$$

我們使用上標“~”表示靜止均衡的解。為了確保混合型 R&D 廠商能持續地存在

市場上，因此要求混合型 R&D 廠商的勞動投入必須大於 0 ($\tilde{L}_r^M > 0$)，所以由(1.53)

式可以得到，政府持股必須小於政府持股的上限($\bar{\varepsilon}$)， $\bar{\varepsilon} = (\mu - 1 - \rho/\psi)/(\mu - 1)$ ，所以 $\varepsilon \in [0, \bar{\varepsilon}]$ 。同樣的，確保一般型 R&D 廠商能持續地存在市場上($\tilde{L}_r^p > 0$)，因此要求 $\psi > \rho/(\mu - 1)$ 。

4.2 靜止均衡下民營化與經濟成長

首先分析“垂直民營化”如何影響經濟成長。我們將靜止均衡下的經濟成長率($\tilde{\gamma}$)對政府持股比例(ε)偏微分可得：

$$\frac{\partial \tilde{\gamma}}{\partial \varepsilon} = (\psi \ln z) \left[\underbrace{m^p \frac{\partial \tilde{L}_r^p}{\partial \varepsilon}}_0 + (1 - m^p) \underbrace{\frac{\partial \tilde{L}_r^M}{\partial \varepsilon}}_{-} \right] < 0。 \quad (1.54)$$

由(1.54)可得知，隨著政府持股比例(ε)的增加，會使得經濟成長率($\tilde{\gamma}$)下降。當政府持股比例(ε)提高時，會降低混合型 R&D 廠商所生產之中間財的訂價，因此會降低混合型 R&D 廠商生產中間財的利潤，促使混合型 R&D 廠商減少投入 R&D 的勞動數量。在我們的模型當中，經濟成長率為兩種 R&D 廠商的 R&D 勞動投入的加權平均，因此在政府持股比例(ε)不影響一般型 R&D 廠商的 R&D 勞動投入下，隨著政府持股比例(ε)的增加，會使得經濟成長率($\tilde{\gamma}$)下降，即垂直民營化有利於經濟成長。

接著討論“水平民營化”如何影響經濟成長，依據我們對水平民營化的定義，將靜止均衡下的經濟成長率($\tilde{\gamma}$)對非政府持股的廠商家數(m^p)偏微分可得：

$$\frac{\partial \tilde{\gamma}}{\partial m^p} = \frac{(\mu - \mu^M) \left(1 + \frac{\rho}{\psi} \right)}{\mu \mu^M} > 0。 \quad (1.55)$$

根據前述假設，政府持股的廠商家數與非政府持股的廠商家和為 1，因此由(1.55)式可以推得，隨著政府持股的廠商家數($1 - m^p$)的下降，會使得經濟成長率($\tilde{\gamma}$)提高。由(1.13)式與(1.28)式可得知，一般型 R&D 廠商生產中間財的利潤高於混合

型 R&D 廠商生產中間財的利潤，隱含一般型 R&D 廠商投入 R&D 的勞動數量高於混合型 R&D 廠商投入 R&D 的勞動數量。隨著政府持股的廠商家數 $(1-m^p)$ 的下降，意味著一般型 R&D 廠商數量的提高，混合型 R&D 廠商數量下降，因此總的 R&D 勞動投入也隨之上升。換言之，水平民營化有利於經濟成長。

命題 1 不論是垂直民營化或是水平民營化，皆有助於經濟成長。

4.3 靜止均衡下民營化與廠商生產力

首先，根據(1.11)式可得知，隨著 $z^{n_t(j)}$ 的提高，代表一般型 R&D 廠商生產力的提高，使用廠商間對稱的特性可以計算出一般型 R&D 廠商的平均生產力為 $Z_t^{P,Avg.} = \exp\left(\frac{1}{m^p} \int_0^{m^p} n_t(j) \ln z \, dj\right)$ ，且一般型 R&D 廠商生產力的平均成長率為

$\dot{Z}_t^{P,Avg.} / Z_t^{P,Avg.} = (\psi \ln z) \tilde{L}_t^P$ 。同理可以推導出混合型 R&D 廠商的平均生產力為

$Z_t^{M,Avg.} = \exp\left(\frac{1}{1-m^p} \int_{m^p}^1 n_t(j) \ln z \, dj\right)$ ，且混合型 R&D 廠商生產力的平均成長率為

$\dot{Z}_t^{M,Avg.} / Z_t^{M,Avg.} = (\psi \ln z) \tilde{L}_t^M$ ，接著根據(1.52)式與(1.53)式可得知 $\tilde{L}_t^P > \tilde{L}_t^M$ ，因此

$\dot{Z}_t^{P,Avg.} / Z_t^{P,Avg.} > \dot{Z}_t^{M,Avg.} / Z_t^{M,Avg.}$ ，即一般型 R&D 廠商生產力的平均成長率高於混合型 R&D 廠商生產力的平均成長率。最後根據傳統熊彼得式的經濟成長模型的設定，期初 $(t=0)$ 下， $Z_0^{P,Avg.} = Z_0^{M,Avg.} = 1$ ，因此可以推得期初外 $(t>0)$ ，任何一期一

般型 R&D 廠商的平均生產力皆高於混合型 R&D 廠商的平均生產力。並且由(1.53)式與(1.54)式可以看出 $\partial \tilde{L}_t^M / \partial \varepsilon < 0$ 與 $\partial \tilde{L}_t^P / \partial \varepsilon = 0$ ，表示隨著垂直民營化的比例越高，一般型 R&D 廠商的平均生產力與混合型 R&D 廠商的平均生產力差距越小。

其經濟邏輯為一般型的 R&D 廠商生產中間財的利潤高於混合型 R&D 廠商生產中間財的利潤，因此潛在的一般型 R&D 廠商比起潛在的混合型 R&D 廠商有誘因投入更多的研發，由(1.10)式與(1.24)式可得知 R&D 廠商研發的投入是提升 R&D 廠商生產力的關鍵因素，因此一般型 R&D 廠商的平均生產力皆高於混合型 R&D 廠商的平均生產力。且隨著垂直民營化的比例越高，兩種類型廠商生產

中間財的利潤會越接近，因此其兩種 R&D 廠商的生產力差距會越小。我們將上述結果整理為命題 2

命題 2 一般型 R&D 廠商的平均生產力高於混合型 R&D 廠商的平均生產力，且隨著垂直民營化程度的提升，混合型 R&D 廠商的平均生產力與一般型 R&D 廠商的平均生產力的差距會縮小。

4.4 靜止均衡下智慧財產權保護與經濟成長

根據 2.3.1 與 2.3.3 所定義中間財訂價的加碼係數 (μ) 為衡量智慧財產權的保護的程度，加碼係數越大，表示智慧財產權的保護更加嚴格。首先將靜止均衡下的 R&D 勞動投入對加碼係數偏微分可得：

$$\frac{\partial \tilde{L}_r^P}{\partial \mu} = \frac{1 + \frac{\rho}{\psi}}{\mu^2} > 0, \quad (1.56)$$

$$\frac{\partial \tilde{L}_r^M}{\partial \mu} = \frac{\left(1 + \frac{\rho}{\psi}\right)(1 - \varepsilon)}{(\mu^M)^2} > 0. \quad (1.57)$$

由(1.56)與(1.57)可得知，隨著智慧財產權的保護越強，不管是一般型 R&D 廠商或混合型 R&D 廠商的 R&D 勞動投入皆會增加。由於增加智慧財產權的保護可以提高一般型 R&D 廠商與混合型 R&D 廠商對中間財的訂價，進而提高出售中間財的利潤，因此兩種 R&D 廠商皆提高 R&D 的勞動投入。接著將靜止均衡下的經濟成長率對加碼係數 (μ) 偏微分可得：

$$\frac{\partial \tilde{\gamma}}{\partial \mu} = (\psi \ln z) \left[\underbrace{m^P \frac{\partial \tilde{L}_r^P}{\partial \mu}}_+ + \underbrace{(1 - m^P) \frac{\partial \tilde{L}_r^M}{\partial \mu}}_+ \right] > 0. \quad (1.58)$$

由(1.58)得知，加強智慧財產權的保護可增加市場上總 R&D 勞動投入的數量，因此有助於經濟成長。

命題 3 加強智慧財產權的保護，不論一般型 R&D 廠商或是混合型 R&D 廠商皆

會提高出售中間財的利潤，進而提高研究發展的勞動投入，因此有利於經濟成長。

第五節 民營化與社會福利

本節將分析兩種民營化的方式如何影響社會福利，並且嘗試尋找最適的民營化程度。由(1.1)可以推導出靜止均衡下的家計部門終身效用函數為：

$$U = \frac{1}{\rho} \left(\ln c_0 + \frac{\tilde{\gamma}}{\rho} \right) \quad (1.59)$$

上式中 c_0 為家計部門期初的消費，由(1.59)可以看出隨著期初的消費提高 (c_0)，或是經濟成長率 ($\tilde{\gamma}$) 的提高皆可以提高家計部門的終身效用。

5.1 垂直民營化與社會福利

接著討論垂直民營化如何影響社會福利，並尋找政府民營化的最適比例。為了分析垂直民營化如何影響社會福利，將家計部門的終身效用函數(1.59)對政府持股比例 (ε) 偏微分可得：

$$\frac{\partial U}{\partial \varepsilon} = \frac{1}{\rho} \frac{1}{c_0} \frac{\partial c_0}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial \tilde{\gamma}}{\partial \varepsilon} \quad (1.60)$$

由(1.60)式顯示，垂直民營化對社會福利同時帶來「好處」與「壞處」。首先，(1.60)式等號右邊的第一項為政府垂直民營化後，使得混合型 R&D 廠商對中間財的訂價提高，因此降低家計部門期初的實質消費，此效果為民營化對社會福利帶來的壞處。另一方面，(1.60)式等號右邊的第二項為政府垂直民營化後，對經濟成長帶來的好處，當政府持股比例下降，使得混合型 R&D 廠商生產中間財的利潤提高，因此增加 R&D 勞動的投入，進而提高經濟成長率。上述兩種相反的效果導致垂直民營化對社會福利的影響無法確定，因此我們可透過令(1.60)式為零尋找最適的垂直民營化程度為：

$$\varepsilon^S = \begin{cases} \bar{\varepsilon}; \\ \frac{\mu - \left(\frac{\rho + \psi}{\rho}\right) \ln z}{\mu - 1}; \\ 0; \end{cases} \quad \text{如果} \quad \begin{cases} \mu > \left(\frac{\rho + \psi}{\rho}\right) \ln z \text{ and } \ln z \leq \frac{\rho}{\psi}, \\ \mu > \left(\frac{\rho + \psi}{\rho}\right) \ln z \text{ and } \ln z > \frac{\rho}{\psi}, \\ \mu \leq \left(\frac{\rho + \psi}{\rho}\right) \ln z. \end{cases}$$

ε^S 為最適的政府持股比例(最適的垂直民營化程度)。根據政府持股比例(ε)的定義與 $\tilde{L}_r^M > 0$ 的條件, 因此 $\bar{\varepsilon} > \varepsilon > 0$ 。上述條件可推得三種政府最適持股的情況, 第一種情況, 若 $\mu > (\rho + \psi) \ln z / \rho$ 且 $\ln z \leq \rho / \psi$, 則在 $\bar{\varepsilon} > \varepsilon > 0$ 時 $\partial U / \partial \varepsilon > 0$, 表示在 $\bar{\varepsilon} > \varepsilon > 0$ 範圍內時, 政府提高持股比例的「好處」大於「壞處」, 因此時政府的最適持股比例 (ε^S) 為 $\bar{\varepsilon}$ 。第二種情況, 若 $\mu > (\rho + \psi) \ln z / \rho$ 且 $\ln z > \rho / \psi$, 則在 $\bar{\varepsilon} > \varepsilon > 0$ 時 $\partial U / \partial \varepsilon$ 正負號不確定, 因此可以推得政府的最適持股比例為 ε^S , 即為部分垂直民營化。第三種情況, 若 $\mu \leq (\rho + \psi) \ln z / \rho$, 則在 $\bar{\varepsilon} > \varepsilon > 0$ 時 $\partial U / \partial \varepsilon < 0$, 表示在 $\bar{\varepsilon} > \varepsilon > 0$ 範圍內時, 政府提高持股比例的「壞處」大於「好處」, 因此政府的最適持股比例 (ε^S) 為零, 即完全垂直民營化。

命題 4 若 $\mu > (\rho + \psi) \ln z / \rho$ 且 $\ln z > \rho / \psi$, 則政府的最適政策為部分垂直民營化。若 $\mu \leq (\rho + \psi) \ln z / \rho$, 則政府的最適政策為完全垂直民營化。

接著我們分析智慧財產權的保護如何影響政府垂直民營化的意願。將政府最適的持股比例 (ε^S) 對衡量智慧財產權保護程度的 (μ) 偏微分可得:

$$\frac{\partial \varepsilon^S}{\partial \mu} = \frac{\rho^2(\mu - 1) - \rho^2\mu + \rho(\rho + \psi)\ln z}{\rho^2(\mu - 1)^2} > 0. \quad (1.61)$$

由上式可得知, 智慧財產權保護與最適的政府持股呈正向關係。隨著智慧財產權保程度的提高, 表示不管何種 R&D 廠商皆會提高對中間財的訂價, 因此對市場的扭曲增加。政府為了矯正此項市場扭曲, 會偏好持有更多混合型 R&D 廠商的股份, 也就是降低垂直民營化的程度。因此增強智慧財產權的保護, 會使政府更無誘因進行垂直民營化。

命題 5 隨著智慧財產權保護的程度越高，政府為了修正市場價格的扭曲，因此越沒有意願進行垂直民營化。

5.2 水平民營化與社會福利

如第二節所敘述，我們所使用的模型有另一個指標來衡量民營化的程度，在固定政府持有混合 R&D 廠商股份下，透過降低政府持有混合 R&D 廠商的家數進行民營化。我們將家計部門的終身效用函數(1.59)對非政府持股廠商家數(m^P)偏微分可得：

$$\frac{\partial U}{\partial m^P} = \underbrace{\frac{1}{\rho} (\ln \mu^M - \ln \mu)}_{-} + \frac{\psi}{\rho^2} \left[\underbrace{\frac{\mu - 1 - \frac{\rho}{\psi}}{\mu}}_{+} - \frac{\mu^M - 1 - \frac{\rho}{\psi}}{\mu^M} \right] \ln z。 \quad (1.62)$$

由(1.62)式顯示，水平民營化對社會福利同時帶來「好處」與「壞處」，首先(1.16)式等號右邊的第一項為水平民營化之後，一般型 R&D 廠商數量提高，混合 R&D 廠商數量下降，而一般型 R&D 廠商對中間財的訂價高於混合 R&D 廠商對中間財的訂價，因此在水平民營化之後，會降低初期家計部門的實質消費，此項效果為水平民營化對社會福利帶來的壞處。接著(1.62)式等號右邊的第二項為水平民營化之後，一般型 R&D 廠商數量提高，混合 R&D 廠商數量下降，而一般型 R&D 廠商出售中間財的利潤高於混合 R&D 廠商出售中間財的利潤，由此可推知，一般型 R&D 廠商投入 R&D 的勞動量也大於混合型 R&D 廠商投入 R&D 的勞動量，因此在水平民營化之後，市場上投入 R&D 的總勞動量也會提高，進而提高經濟成長率，此項效果為水平民營化對社會福利帶來的好處。最適的水平民營化程度端看兩項效果的大小而定，若水平民營化對初期家計部門實質工資的傷害大於提高經濟成長率的好處時，政府最適的水平民營化政策為政府持有所有 R&D 廠商的股份($m^P = 0$)。相反的，若水平民營化對初期家計部門實質消費的傷害小於提高經濟成長率的好處時，政府最適的水平民營化政策為完全水平民營化，即

不持有任何 R&D 廠商的股份 ($m^P = 1$)。

命題 6 當水平民營化對期初家計部門實質消費的傷害大於提高經濟成長率的好處時，政府最適的水平民營化政策為持有所有 R&D 廠商的股份 ($m^P = 0$)，相反的，當水平民營化對期初家計部門實質消費的傷害小於提高經濟成長率的好處時，政府最適的水平民營化政策為不持有任何 R&D 廠商的股份 ($m^P = 1$)。

第六節 結論

本篇文章著重在分析民營化對經濟成長與社會福利的長期效果，我們使用 Grossman and Helpman (1991) 所設計的 R&D 經濟成長模型進行分析民營化的長期效果，此討論方式與過去研究有非常大的不同。同時本篇文章也引入兩種不同衡量民營化的指標，分別是“垂直民營化”與“水平民營化”，垂直民營化為過去研究常使用於衡量民營化的指標，例如：Matsumura (1998)。而水平民營化指標為本文所使用的模型可刻化民營化程度的另一種方法。本文利用上述架構分析政府最適民營化的程度，並且研究智慧財產權及其他重要的外生變數如何影響最適民營化的程度。本文的分析大致可獲得以下幾點結論：

1. 不管是垂直民營化或水平民營化皆可以提高經濟成長率。垂直民營化可提高混合型 R&D 廠商出售中間財的利潤，因此 R&D 廠商投入更多的 R&D 勞動量，使得經濟成長率提高。水平民營化使得一般型 R&D 廠商數增加，混合型 R&D 廠商數減少，然而一般型 R&D 廠商投入的 R&D 勞動量高於混合型 R&D 廠商投入的 R&D 勞動量，因此整個經濟體的 R&D 勞動總量會提高，進而提高經濟成長率。
2. 本文將 R&D 廠商的生產力內生化，發現一般型 R&D 廠商的平均生產力會高於混合型 R&D 廠商的平均生產力。隨著民營化的比例提高，兩種廠商的平均生產力差距會縮小。
3. 本文發現部分垂直民營化可以是政府最適民營化的政策，此結果與 Matsumura (1998) 相同，但是本模型傳導的機制卻與其文章有所不同。

Matsumura (1998)的文章指出民營化雖然會提高社會福利，但同時也會降低廠商生產力，因此兩個對社會福利相反的效果，使部分民營化可以是政府最適民營化的政策。但本篇文章，對社會福利兩種相反的效果，分別來自對家計部門期初消費的傷害與對經濟成長帶來的好處，因此我們雖與 Matsumura (1998)及過去文獻有類似的結果，但傳導機制有所不同。

4. 本篇文章分析智慧財產權保護政策對政府最適垂直民營化政策的影響。我們發現隨著智慧財產權保護更嚴格，政府會越無誘因進行民營化，因為智慧財產權的保護會提高廠商對中間財的訂價，政府為了矯正此項價格扭曲，政府會降低垂直民營化的意願。
5. 水平民營化會提高中間財的價格，進而降低家計部門期初的實質消費，但同時水平民營化也會提高整體經濟對 R&D 勞動投入的總量，促進經濟成長。最適水平民營化的程度必須依據兩者力量的大小而定，在給定持股比例下，若水平民營化對家計部門期初的實質消費的傷害大於對經濟成長帶來的好處時，政府的最適水平民營化的政策為完全水平民營化，即完全不持有所有 R&D 廠商的股份。相反的，在給定持股比例下，若水平民營化對經濟成長帶來的好處大於對家計部門期初的實質消費的傷害時，政府的最適水平民營化的政策為持有所有 R&D 廠商的股份。

附錄 A

我們定義轉換變數 $\Phi_t = y_t/v_t^P$ ，根據定義可以得到下式：

$$\frac{\dot{\Phi}_t}{\Phi_t} = \frac{\dot{y}_t}{y_t} - \frac{\dot{v}_t^P}{v_t^P} \quad (\text{A1})$$

在使用 $y_t = c_t$ 與(1.6)式可推得：

$$\frac{\dot{y}_t}{y_t} = \frac{\dot{c}_t}{c_t} = r_t - \rho \quad (\text{A2})$$

接著整理一般型 R&D 廠商的非套利條件(1.17)式可得：

$$\frac{\dot{v}_t^P}{v_t^P} = r_t + \lambda_t^P - \frac{\pi_{x,t}^P}{v_t^P} \quad (\text{A3})$$

將(A3)、(A2)、(1.19)式 $\lambda_t^P(j) = \psi L_{r,t}^P(j)$ 與一般型 R&D 廠商中間財部門的利潤

式(1.13)，帶入(A1)，可得：

$$\frac{\dot{\Phi}_t}{\Phi_t} = \left(\frac{\mu-1}{\mu} \right) \Phi_t - \psi L_{r,t}^P - \rho \quad (\text{A4})$$

接下來我們尋找 $L_{r,t}^P$ 與 Φ_t 的關係，首先我們使用一般型 R&D 廠商的非套利條件

(1.17)、混合型 R&D 廠商的非套利條件(1.32)、(1.20)式 $v_t^P(j) = w_t/\psi$ 與(1.35)式

$v_t^M(j) = w_t/\psi$ ，可得：

$$L_{r,t}^P = \zeta L_{r,t}^M + \frac{\rho}{\psi} (\zeta - 1) \quad (\text{A5})$$

令 $\zeta = \mu^M(\mu-1)/\mu(\mu^M-1)$ ，接著將(A5)式、(1.46)式與勞動均衡式可以推得下

式：

$$L_{r,t}^P = \frac{\phi_3}{\phi_2} - \frac{\phi_1}{\phi_2} L_{x,t}^P \quad (\text{A6})$$

$\phi_1 \equiv m^P + \mu(1-m^P)/\mu^M$ 、 $\phi_2 \equiv m^P + (1-m^P)/\zeta$ 與 $\phi_3 \equiv m^P + \rho(1-m^P)(\zeta-1)/\psi\zeta$ 。

接著由(1.15)式可以得知：

$$L_{x,t}^P = \frac{1}{\mu\psi} \Phi_t \quad (\text{A7})$$

由(A7)式帶入(A6)式可以推得 $L_{r,t}^P$ 與 Φ_t 的關係式:

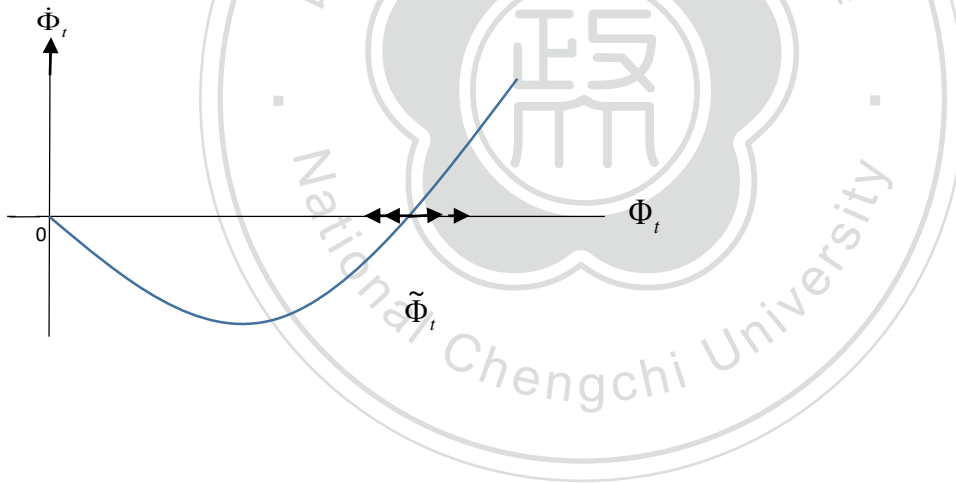
$$L_{r,t}^P = \frac{\phi_3}{\phi_2} - \frac{\phi_1}{\phi_2} \frac{1}{\mu\psi} \Phi_t \quad (\text{A8})$$

最後將(A8)式帶回(A4)式可以得到:

$$\dot{\Phi}_t = \left(\frac{\mu-1}{\mu} + \frac{\phi_1}{\phi_2} \frac{1}{\mu} \right) \Phi_t - \left(\psi \frac{\phi_3}{\phi_2} + \rho \right) \quad (\text{A9})$$

由 $(\mu-1)/\mu + \phi_1/\mu\phi_2 > 0$ ，可以得知有一正根，所以 Φ_t 會直接跳到均衡點。圖中

的 $\tilde{\Phi}_t$ 為 $\dot{\Phi}_t = 0$ 下的 Φ_t ， $\tilde{\Phi}_t = (\psi\phi_3/\phi_2 + \rho) / ((\mu-1)/\mu + \phi_1/\mu\phi_2)$ 。



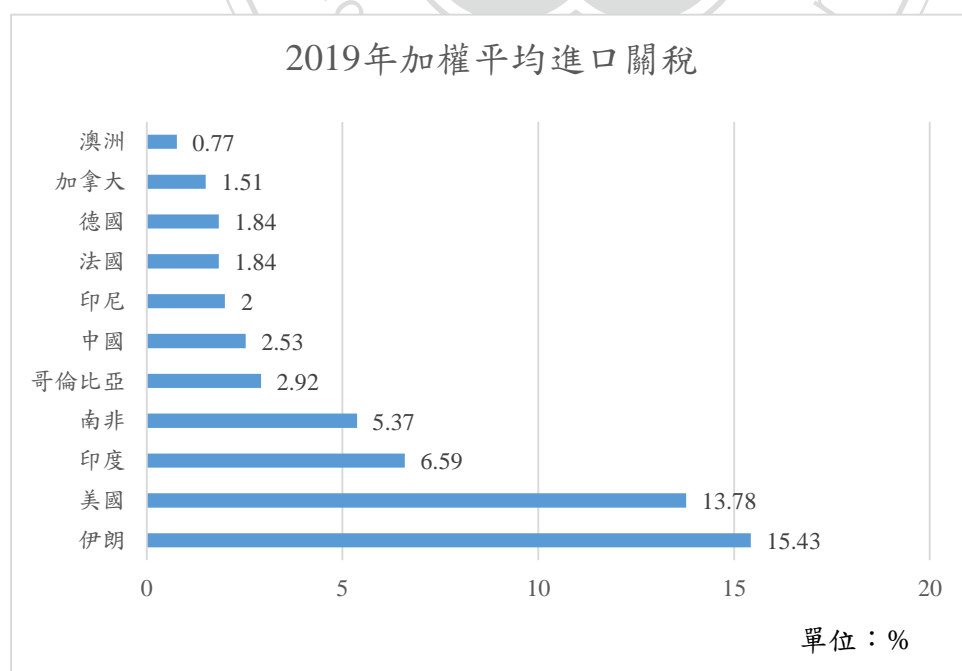
第三章

貿易自由化、經濟成長與智慧財產權-南北國

品質驅動的 R&D 經濟成長模型

第一節 緒論

自 1948 年關稅暨貿易總協定(General Agreement on Tariffs and Trade)簽訂迄今近 70 年，世界各國積極推動貿易自由化，針對降低貿易壁壘進行談判，包括降低關稅、配額與法規鬆綁…等，在世界貿易組織(World Trade Organization;WTO)的架構下已簽訂多項區域貿易協定(Regional Trade Agreements; RTAs)。其中，美國已簽訂 14 個區域貿易協定，中國簽訂 16 個區域貿易協定。雖然各國的貿易量在簽訂大量的區域貿易協定後大幅提高，但是由世界銀行(World Bank)2016 年的資料，發現各國間的加權平均關稅並無降低到零關稅，而是穩定的維持在某一水準，我們將各國的加權平均關稅整理於〈圖 2.1〉。



〈圖 2.1〉

同時〈圖 2.1〉我們也能簡單的看出未開發國家與開發中國家的加權平均關稅水準高於已開發國家。由我們的觀察可以粗略的推論，此現象意味著進口關稅對政府部門的貿易策略及政府收支來說扮演重要的角色，且不同類型的國家，政府會制定不同的關稅政策。¹⁵

特別值得一提的是，從 2018 年至今尚未達成協議的中美貿易爭端，進口關稅成為國與國之間角力的工具。美國於 2018 年 3 月宣布要對中國進口中 600 億美元的商品課徵關稅，同年 7 月對中國輸入價值 340 億商品課徵 25% 的進口關稅，甚至隔年的 5 月美國擴大對另外 2000 億的中國輸美商品同樣課徵 25% 的關稅，中國也做出相對的反應，同月宣布對原產地於美國價值 600 億美金的商品提高關稅至 25%，雖然於 2020 年 1 月 16 日雙方達成第一階段的協議，但進口關稅仍然是雙方談判重要的利器。故課徵進口關稅對於雙方經濟體的影響為何，勢必成為政府談判過程中重要的考量，藉由本篇模型的分析可以更清晰的瞭解課徵進口關稅對兩國 R&D 投入、經濟成長與社會福利的變化。

既有的實證研究中，有許多文章討論貿易自由化對總體經濟變數的影響。例如：Pavcnik (2002)、Baldwin and Gu (2004)與 Amiti and Konings (2007)的文章發現，在貿易自由化後可提高廠商的技術與市場上商品的品質。Davis (1992)、Hanson and Harrison (1999)與 Robertson (2004)的實證研究皆認為在貿易自由化後，貿易兩國的相對工資會降低，換句話說，貿易自由化會使得兩國的工資水準趨於一致。而 Backus et al. (1992)、Bach et al. (1996)、Jones (2005)與 Nicita (2009)則是針對貿易自由化如何影響社會福利及總產出進行研究。其中 Nicita (2009)的文章使用墨西哥的資料，發現降低關稅可以提高消費者購買力，且同時會提高與外國工資的差距，但前者力量大於後者，因此降低關稅可以提高社會福利。Bach et al. (1996) 則是使用中國的資料分析，認為在貿易自由化之後不管是中國或與其

¹⁵ 〈圖 2.1〉美國的加權平均進口關稅較高導因於中美貿易爭端，美國自 2018 年開始對中國部分商品課徵高額的進口關稅，因此美國的加權平均進口關稅由 2016 年的 1.66% 快速提高至 2019 年的 13.78%。

貿易之國家皆可提高社會福利。

然而，貿易自由化如何影響經濟成長率的議題，在實證上卻有相異的結果，Harrison (1996)與 Frankel and Romer (1999)指出某些國家確實因為關稅的降低進而提高經濟成長率。但 Backus et al. (1992)與 Jones (2005)的文章則抱持相反意見，他們認為雖經歷許多貿易開放等政策變動，但經濟成長率相對穩定，許多國家都出現上述現象，因此認為貿易自由化對經濟成長沒顯著的影響。

既有的理論文章中，貿易理論大多著重於分析關稅對個體經濟變數的影響，早期如 Kaldor (1940)、Södersten and Vind (1968)、Jones (1969)、Mayer (1984)、Gros (1987)、Flam and Helpman (1987)，以及較近期的文章如 Felbermayr et al. (2013)，皆採用個體經濟模型進行分析，因此無法描繪出經濟變數成長的特性。相較於上述文章 Rivera-Batiz and Romer (1991)、Dinopoulos and Segerstrom (2006)、Beladi et al. (2021)則使用 R&D 經濟成長模型，並引入進口關稅，藉此描繪出進口關稅與經濟成長之間的關係。其中與本篇論文較為相似的設計為 Dinopoulos and Segerstrom (2006)、Gustafsson and Segerstrom (2010)與 Beladi et al. (2021)。Beladi et al. (2021)使用產品多樣性的 R&D 經濟成長模型，且假設兩國為兩對稱大國進行貿易，分析關稅對社會福利的影響。Dinopoulos and Segerstrom (2006)與 Gustafsson and Segerstrom (2010)分別使用品質驅動的 R&D 經濟成長模型與產品多樣性的 R&D 經濟成長模型，¹⁶並假設一國為先進國家與一國為發展中國家進行貿易，其文章中指出，模型內刻劃跨國運費成本的參數也可視為關稅，分析運費成本(關稅)如何影響社會福利及總體變數。但其模型假設兩國的跨國運費成本相同，並將此運費成本視為經濟體的損失，即為浪費掉的資源。若如既有文章所述將跨國運費成本視為關稅則關稅設定將過為簡化，除了無法將政府的關稅收入帶來的效益展現於模型之中，也無法分別地討論兩國政府制定的關稅政策對社會

¹⁶ Dinopoulos and Segerstrom (2006)所使用的南北國品質驅動的 R&D 經濟成長模型為延伸 Grossman and Helpman (1991)所提出品質驅動的 R&D 經濟成長模型，將其模型修改為開放的經濟體，並且引入產品循環的設定，而建構出來的模型。其中北國定義為已開發國家，南國定義為未開發國家或開發中國家，且兩種不同的國家類型從事不同的研發行為。

福利及總體變數的影響。

據此，本章擬修改 Dinopoulos and Segerstrom (2006)南北國品質驅動的 R&D 經濟成長模型引入進口關稅的設計，且兩國政府可將關稅收入投入有利於中間財生產的基礎建設，非當作經濟體浪費掉的資源。在此設定之下，南北國政府可以有不同的關稅政策，藉此分析進口關稅對相對工資與社會福利的影響，並尋找政府的最適進口關稅政策。同時地，相較過去研究多使用兩對稱大國(北北國)貿易的經濟成長模型，此章節使用南北國貿易的經濟成長模型更能捕捉以下特性。第一，根據我們上述世界銀行的資料發現，開發中國家與已開發國家的關稅有明顯的差距，因此使用南北國的模型較能刻劃出兩種國家類型的政府關稅政策有何不同。第二，基於兩國間不同的工資水準，模型中北國為已開發國家，因此有較高的工資水準，南國為開發中或未開發國家，相對北國具有低廉工資的優勢，此設定利於分析進口關稅如何影響兩國間的相對工資。第三，由於產品跨國間循環的特性，此模型設定開發中或未開發國家模仿已開發國家的技術，而已開發國家則投入創新技術的研發，因此可捕捉兩國家的產業種類會有跨國循環的現象。而我們所建立的模型修正 Dinopoulos and Segerstrom (2006)使其模型更加完整，並讓貿易自由化的分析更加的完善且具經濟意涵。

第二節 理論模型

我們使用南北國品質驅動的 R&D 經濟成長的模型討論進口關稅對相對兩國工資與社會福利的影響。首先北國與南國皆可將廠商分為 R&D 廠商、中間財廠商、最終財廠商與複合式最終財廠商。北國 R&D 廠商從事創新的研發，研發成功後將藍圖賣給北國中間財廠商，進行生產中間財。而南國 R&D 廠商則從事模仿北國技術的研發，在成功模仿北國技術後，南國 R&D 廠商將模仿來的藍圖賣給南國中間財廠商，進行生產中間財。一旦被南國 R&D 廠商模仿走的商品，北

國即無法生產，直到北國 R&D 廠商再次成功研發出較高品質的商品。¹⁷而我們假設資金不可跨國移動，因此北國 R&D 廠商的資金由北國家計部門提供，南國 R&D 廠商的資金由南國家計部門提供。

為了刻劃中間財貿易的特性，假設北國中間財廠商取得藍圖後，可生產中間財並且出售給國內的最終財組裝廠或出口至南國最終財組裝廠。同樣地，南國中間財廠商同樣取得模仿的藍圖後，可生產中間財出售給國內的最終財組裝廠或出口至北國最終財組裝廠。

北國與南國的最終財廠商皆可以分為兩類，第一類為購入北國中間財並且組裝成最終財出售於複合性最終財廠商，¹⁸第二類為購入南國中間財並且組裝成最終財出售於複合性最終財廠商。為突顯中間財貿易的特性，因此我們假設除了中間財外不可跨國銷售。且北國與南國政府分別將收到的關稅收入投入國內的基礎建設，此基礎建設有利於國內中間財廠商的生產力。

最後北國複合性最終財廠商將北國最終財組裝廠提供之商品進行組裝成最終商品賣給北國家計單位。同理，南國複合性最終財廠商也將南國最終財組裝廠提供之商品進行組裝成最終商品賣給南國家計單位。

以下我們先解家計部門決策。再依據賽局結構由後往前解的特性，依序先解複合性最終財廠商、最終財組裝廠商、中間財廠商，最後則是 R&D 部門。

2.1 家計單位

我們假設家計單位只考慮消費，且將家計部門分為北國家計部門與南國家計部門分開討論。首先，北國家計部門的終身效用函數(U^N)可以表示為：

$$U^N = \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \ln c_t^N dt \quad (2.1)$$

¹⁷ 參照 Dinopoulos and Segerstrom(2006)文章的產品循環的設定。

¹⁸ 我們於模型中加入複合性最終財廠商可以簡化模型的計算，使得後面章節的經濟分析更加地清晰與完整。由於複合性最終財廠商只負責組裝最終財，且為完全競爭市場，因此加入複合性最終財廠商後不會改變原南北國品質驅動的 R&D 經濟成長模型的主要架構與分析結果。

模型中使用上標「 N 」代表北國， c_t^N 代表北國消費的複合性最終財， ρ 代表時間偏好率，人口成長率為 n 。北國家計部門的預算限制式可表示為：

$$\dot{a}_t^N = (r_t^N - n)a_t^N + W_t^N - P_t^N c_t^N \quad (2.2)$$

a_t^N 為北國民眾的實質財富， r_t^N 為北國的無風險利率， W_t^N 為北國的工資， P_t^N 為北國複合性最終財的價格，上標「 \cdot 」表示該變數的時間變化。根據(2.1)、(2.2)式可解得消費者的跨時最適決策為：

$$\frac{\dot{c}_t^N}{c_t^N} = r_t^N - \frac{\dot{P}_t^N}{P_t^N} - \rho \quad (2.3)$$

我們將 P_t^N 單位化為 1，為了清楚表示我們先將其符號保留。

接著，南國家計部門的終身效用函數 (U^S) 可以表示為：

$$U^S = \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \ln c_t^S dt \quad (2.4)$$

模型中使用上標「 S 」代表南國， c_t^S 代表南國消費的複合性最終財， ρ 代表時間偏好率， n 代表人口成長率。家計部門的預算限制式表示為：

$$\dot{a}_t^S = (r_t^S - n)a_t^S + W_t^S - P_t^S c_t^S \quad (2.5)$$

a_t^S 為南國民眾的實質財富， r_t^S 為南國的無風險利率， W_t^S 為南國的工資， P_t^S 為南國複合性最終財的價格，上標「 \cdot 」表示該變數的時間變化。根據(2.4)、(2.5)式解得消費者的跨時最適決策為：

$$\frac{\dot{c}_t^S}{c_t^S} = r_t^S - \frac{\dot{P}_t^S}{P_t^S} - \rho \quad (2.6)$$

2.2 複合性最終財生產部門

本模型假設複合性最終財廠商為完全競爭市場，複合性最終財廠商為組裝本國購入及進口的最終財進行組裝成複合性最終財，再出售給本地的家計部門。我們將北國複合性最終財廠商與南國複合性最終財廠商分開討論。北國複合性最終財廠商的生產函數如下：

$$Y_t^N = \frac{(Y_t^{NN})^{1-\alpha} (Y_t^{NS})^\alpha}{(1-\alpha)^{1-\alpha} \alpha^\alpha} \quad (2.7)$$

Y_t^N 為北國複合性最終財。下述模型中，若上標有兩個字母，第一個字母表示最終財生產廠商所在的國家 (N 代表北國， S 代表南國)，第二個字母表示中間財廠商所在的國家 (N 代表北國， S 代表南國)，因此 Y_t^{NN} 為北國最終財組裝廠購入北國中間財並且加以組裝後所生產出來的最終財， Y_t^{NS} 為北國最終財組裝廠進口南國中間財並且加以組裝後所生產出來的最終財。由(2.7)式可以看出北國複合性最終財廠商購入北國最終財廠商的商品 Y_t^{NN} 與 Y_t^{NS} ，並組裝成複合性最終財出售給北國家計單位， α 為北國複合性最終財廠商對使用南國中間財組裝成的最終財進入生產函數的份額，因此北國複合性最終財廠商最適生產配置問題可表示成：

$$\text{Max } \Pi_t^N = P_t^N Y_t^N - (P_t^{NN} Y_t^{NN} + P_t^{NS} Y_t^{NS}) \quad (2.8)$$

$$\text{s.t } Y_t^N = \frac{(Y_t^{NN})^{1-\alpha} (Y_t^{NS})^\alpha}{(1-\alpha)^{1-\alpha} \alpha^\alpha} \quad (2.9)$$

Π_t^N 為北國複合式最終財廠商的利潤， P_t^{NN} 為前定義 Y_t^{NN} 的商品價格， P_t^{NS} 為前定義 Y_t^{NS} 的商品價格。根據上述最適問題可以推導出北國複合性最終財廠商的最適條件(對最終財組裝廠的需求函數)：

$$Y_t^{NN} = \frac{(1-\alpha) P_t^N Y_t^N}{P_t^{NN}} \quad (2.10)$$

$$Y_t^{NS} = \frac{\alpha P_t^N Y_t^N}{P_t^{NS}} \quad (2.11)$$

南國複合性最終財廠商的生產函數如下：

$$Y_t^S = \frac{(Y_t^{SN})^{1-\alpha} (Y_t^{SS})^\alpha}{(1-\alpha)^{1-\alpha} \alpha^\alpha} \quad (2.12)$$

Y_t^S 為南國複合性最終財。上標定義同上，因此 Y_t^{SN} 為南國最終財組裝廠購入北國中間財並且加以組裝後所生產出來的最終財， Y_t^{SS} 為南國最終財組裝廠購入南國中間財並且加以組裝後所生產出來的最終財。由(2.12)式可以看出南國複合性最終財廠商購入南國最終財廠商的商品 Y_t^{SN} 與 Y_t^{SS} ，並組裝成複合性最終財出售給南

國家計單位， α 為南國複合性最終財廠商對使用南國中間財組裝成的最終財進入生產函數的份額，南國複合性最終財生產部門最適生產配置問題可表示成：

$$\text{Max } \Pi_t^S = P_t^S Y_t^S - (P_t^{SN} Y_t^{SN} + P_t^{SS} Y_t^{SS}) \quad (2.13)$$

$$\text{s.t. } Y_t^S = \frac{(Y_t^{SN})^{1-\alpha} (Y_t^{SS})^\alpha}{(1-\alpha)^{1-\alpha} \alpha^\alpha} \quad (2.14)$$

Π_t^S 為南國複合式最終財廠商的利潤， P_t^{SN} 為前定義 Y_t^{SN} 的商品價格， P_t^{SS} 為前定義 Y_t^{SS} 的商品價格。據上述最適問題可以導出北國複合性最終財廠商的最適條件（對最終財組裝廠的需求函數）：

$$Y_t^{SN} = \frac{(1-\alpha) P_t^S Y_t^S}{P_t^{SN}} \quad (2.15)$$

$$Y_t^{SS} = \frac{\alpha P_t^S Y_t^S}{P_t^{SS}} \quad (2.16)$$

2.3 最終財組裝部門

我們將北國與南國最終財廠商分開討論。首先，假設北國最終財廠商為完全競爭廠商，並且可分為兩種類型，(1) 購入北國生產的中間財後進行組裝，(2) 進口南國生產的中間財進行組裝。北國第(1)類最終財廠商生產函數如下：

$$Y_t^{NN} = \left\{ \int_{m_N} [Y_t^{NN}(j)]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2.17)$$

Y_t^{NS} 為北國最終財組裝廠購入北國中間財並且加以組裝後所組裝出來的產品。上標定義如前述， $Y_t^{NN}(j)$ 為北國中間財廠商生產並銷售給北國最終財廠商的中間財， m_N 表示北國生產中間財的廠商數， $\sigma > 1$ 為中間財間的替代彈性。北國最終財組裝部門(type 1 廠商) 的最適問題可寫成：

$$\text{Max } \Pi_t^{NN} = P_t^{NN} Y_t^{NN} - \int_{m_N} P_{y,t}^N(j) Y_t^{NN}(j) dj \quad (2.18)$$

$$\text{s.t. } Y_t^{NN} = \left\{ \int_{m_N} [Y_t^{NN}(j)]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2.19)$$

$P_{y,t}^N(j)$ 為北國所生產的第 j 種中間財的價格。由上述最適問題，可以得到北國第

一類最終財廠商對北國中間財的需求函數為：

$$Y_t^{NN}(j) = \left(\frac{P_{y,t}^N(j)}{P_t^{NN}} \right)^{-\sigma} Y_t^{NN} \quad (2.20)$$

接著，北國第(2)類最終財廠商生產函數如下：

$$Y_t^{NS} = \left\{ \int_{m_S} [Y_t^{NS}(j)]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2.21)$$

Y_t^{SN} 為北國最終財組裝廠購入南國中間財並且加以組裝後所組裝出來的產品。

$Y_t^{NS}(j)$ 為由南國中間財廠商生產並銷售給北國最終財廠商的中間財， m_S 表示南國生產中間財的模仿廠廠商數， $\sigma > 1$ 為中間財間的替代彈性。北國最終財組裝部門(type 2 廠商)的最適問題可寫成：

$$\text{Max } \Pi_t^{NS} = P_t^{NS} Y_t^{NS} - (1 + \tau_t^N) \int_{m_S} P_{y,t}^S(j) Y_t^{NS}(j) dj \quad (2.22)$$

$$\text{s.t. } Y_t^{NS} = \left\{ \int_{m_S} [Y_t^{NS}(j)]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

$P_{y,t}^S(j)$ 為南國所生產的第 j 種中間財的價格。由於北國第二類最終財廠商向南國中間財廠商進口中間財，因此會被北國政府課徵進口關稅 τ^N ，由上述最適問題，可以得到北國第二類最終財廠商對南國中間財的需求函數為：

$$Y_t^{NS}(j) = \left(\frac{(1 + \tau_t^N) P_{y,t}^S(j)}{P_t^{NS}} \right)^{-\sigma} Y_t^{NS} \quad (2.23)$$

接著討論南國的最終財廠商，同北國的設定，南國的最終財廠商為完全競爭市場，並可分為兩種類型，(1)進口北國生產的中間財後進行組裝，(2)購買南國中間財廠商生產的中間財進行組裝，南國第一類最終財廠商的生產函數如下：

$$Y_t^{SN} = \left\{ \int_{m_N} [Y_t^{SN}(j)]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2.24)$$

Y_t^{SN} 為南國最終財組裝廠購入北國中間財並且加以組裝後所組裝出來的產品。

$Y_t^{SN}(j)$ 為由北國中間財廠商生產且銷售給南國最終財廠商的中間財， m_N 表示北國生產中間財的廠商數， $\sigma > 1$ 為中間財間的替代彈性。南國第一類最終財廠商最適問題可寫成：

$$\text{Max } \Pi_t^{SN} = P_t^{SN} Y_t^{SN} - (1 + \tau_t^S) \int_{m_N} P_{y,t}^N(j) Y_t^{SN}(j) dj \quad (2.25)$$

$$\text{s.t. } Y_t^{SN} = \left\{ \int_{m_N} [Y_t^{SN}(j)]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2.26)$$

$P_{y,t}^N(j)$ 為北國所生產的第 j 種中間財的價格。由於南國第一類最終財廠商向北國中間財廠商進口中間財，故會被南國政府課徵進口關稅 τ^S 。由上述最適問題，可以得到南國第一類最終財廠商對北國中間財的需求函數為：

$$Y_t^{SN}(j) = \left(\frac{(1 + \tau_t^S) P_{y,t}^N(j)}{P_t^{SN}} \right)^{-\sigma} Y_t^{SN} \quad (2.27)$$

接著南國第(2)類最終財廠商的生產函數如下：

$$Y_t^{SS} = \left\{ \int_{m_S} [Y_t^{SS}(j)]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2.28)$$

Y_t^{SS} 為南國最終財組裝廠購入南國中間財並且加以組裝後所組裝出來的產品。 $Y_t^{SS}(j)$ 為由南國中間財廠商生產且銷售給南國最終財廠商的中間財， m_S 表示南國生產中間財的模仿廠廠商數， $\sigma > 1$ 為中間財間的替代彈性。南國第二類最終財廠商根據上述的生產函數，可將最適問題可寫成：

$$\text{Max } \Pi_t^{SS} = P_t^{SS} Y_t^{SS} - \int_{m_S} P_{y,t}^S(j) Y_t^{SS}(j) dj \quad (2.29)$$

$$\text{s.t. } Y_t^{SS} = \left\{ \int_{m_S} [Y_t^{SS}(j)]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2.30)$$

$P_{y,t}^S(j)$ 為南國所生產的第 j 種中間財的價格。上述最適問題，可以得到南國第二類最終財廠商的需求函數為：

$$Y_t^{SS}(j) = \left(\frac{P_{y,t}^S(j)}{P_t^{SS}} \right)^{-\sigma} Y_t^{SS} \quad (2.31)$$

2.4 中間財部門

假設北國與南國的中間財部門皆為獨占性競爭廠商，我們將北國中間財廠商的決策與南國中間財廠商的決策分開討論。首先北國的中間財廠商的利潤可分為(1)銷售給國內最終財廠商，(2)出口至南國最終財廠商。北國中間財廠商銷售給北國最終財廠商的生產函數為：¹⁹

$$Y_t^{NN}(j) = (G_t^N)^\psi z^{n_t(j)} L_{y,t}^{NN}(j) \quad (2.32)$$

G_t^N 為北國政府的基礎建設， ψ 為基礎建設的外部性程度。 z 為研發規模的參數 ($z > 1$)， $n_t(j)$ 為第 t 期創新的代數。 $L_{y,t}^{NN}(j)$ 為生產 $Y_t^{NN}(j)$ 需投入的勞動，即為北國第 j 種中間財廠商生產中間財所使用的勞動，且此中間財銷售於北國最終財廠商。由上述生產函數可以得到其邊際成本為：

$$MC_t^{NN}(j) = \frac{W_t^N}{(G_t^N)^\psi z^{n_t(j)}} \quad (2.33)$$

中間財廠商為獨占性競爭廠商，訂價使用加成訂價法，價格為：

$$P_{y,t}^{NN}(j) = \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{W_t^N}{(G_t^N)^\psi z^{n_t(j)}} \quad (2.34)$$

$\sigma/(\sigma-1)$ 為廠商的加成訂價，由上式可以看出當品質越好、北國政府基礎建設投入越多和政府基礎建設的外部性 ψ 越高時，其邊際成本越低，訂價也越低。²⁰ 將上述生產函數與廠商定價，帶入最終財廠商的需求函數，可以得到北國中間財廠商的勞動需求為(銷售於國內)：

¹⁹ $Y_t^{NN}(j)$ 與 $Y_t^{SN}(j)$ 皆為北國中間財廠商所生產之商品，只是將同種類商品同時賣給國內與出口，因此有相同的生產函數與訂價，但北國中間財廠商面對不同最終財廠商所以有不同的需求函數，故我們特別分開討論。參照 Dinopoulos and Segerstrom(2006)文章。

²⁰ 此南北國模型只要符合 $W_t^N / (G_t^N)^\psi > (1 + \tau_t^N) W_t^S / (G_t^S)^\psi$ 的條件廠商即可使用利潤極大的方式訂價，且此訂價可以將舊一代的商品驅逐出市場。參照 Chu et al.(2019)文章。

$$L_{y,t}^{NN}(j) = q_t(j) (G_t^N)^{\psi(\sigma-1)} \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} W_t^N \right)^{-\sigma} (P_t^{NN})^\sigma Y_t^{NN} \quad (2.35)$$

其中 $q_t(j) \equiv z^{n_t(j)(\sigma-1)}$ 。

北國中間財廠商出口至南國最終財廠商的生產函數為：

$$Y_t^{SN}(j) = (G_t^N)^\psi z^{n_t(j)} L_{y,t}^{SN}(j) \quad (2.36)$$

G_t^N 為北國政府的基礎建設， ψ 為基礎建設的外部性程度。 z 為研發規模的參數 ($z > 1$)， $n_t(j)$ 第 t 期創新的代數， $L_{y,t}^{SN}(j)$ 為生產 $Y_t^{SN}(j)$ 需投入的勞動，即為北國第 j 種中間財廠商生產中間財所使用的勞動，且此中間財銷售於南國最終財廠商。由上述生產函數可以得到其邊際成本為：

$$MC_t^{SN}(j) = \frac{W_t^N}{(G_t^N)^\psi z^{n_t(j)}} \quad (2.37)$$

中間財廠商為獨占性競爭廠商，訂價使用加成訂價法，價格為：

$$P_{y,t}^{SN}(j) = \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{W_t^N}{(G_t^N)^\psi z^{n_t(j)}} \quad (2.38)$$

根據(2.34)式與(2.38)式可知 $P_{y,t}^{SN}(j) = P_{y,t}^{NN}(j)$ ，因此我們定義 $P_{y,t}^N(j) \equiv P_{y,t}^{SN}(j) = P_{y,t}^{NN}(j)$ 。

將上述生產函數，並且帶入最終財廠商的需求函數，可以得到北國中間財廠商的勞動需求(出口)為：

$$L_{y,t}^{SN}(j) = q_t(j) (G_t^N)^{\psi(\sigma-1)} (1 + \tau_t^S)^\sigma \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} W_t^N \right)^{-\sigma} (P_t^{SN})^\sigma Y_t^{SN} \quad (2.39)$$

其中 $q_t(j) \equiv z^{n_t(j)(\sigma-1)}$ 。

接著將(2.35)式加(2.39)式，即為北國中間財廠商的總勞動需求：

$$\begin{aligned} L_{y,t}^N(j) &= L_{y,t}^{NN}(j) + L_{y,t}^{SN}(j) \\ &= q_t(j) (G_t^N)^{\psi(\sigma-1)} \left(\frac{\sigma W_t^N}{\sigma-1} \right)^{-\sigma} \left[(P_t^{NN})^\sigma Y_t^{NN} + \left(\frac{P_t^{SN}}{1 + \tau_t^S} \right)^\sigma Y_t^{SN} \right] \end{aligned} \quad (2.40)$$

$L_{y,t}^N(j)$ 為北國中間財廠商所使用的總勞動。我們將北國中間財廠商勞動總需求用

市場平均品質的方式表示：

$$\begin{aligned}\tilde{L}_{y,t}^N &= \tilde{L}_{y,t}^{NN} + \tilde{L}_{y,t}^{SN} \\ &= Q_t \left(\frac{\sigma W_t^N}{\sigma - 1} \right)^{-\sigma} (G_t^N)^{\psi(\sigma-1)} \left[(P_t^{NN})^\sigma Y_t^{NN} + \left(\frac{P_t^{SN}}{1 + \tau_t^S} \right)^\sigma Y_t^{SN} \right]\end{aligned}\quad (2.41)$$

上標「 \sim 」表示用平均品質所表示的變數， $Q_t = \int_0^1 q_t(j) dj$ ，表示為整個中間財市場的平均品質。接著我們將(2.40)式與(2.41)式帶回利潤函數可以得到北國中間財廠商的利潤函數為：

$$\Pi_{y,t}^N(j) = \Pi_{y,t}^{NN}(j) + \Pi_{y,t}^{SN}(j) = \frac{W_t^N}{\sigma - 1} L_{y,t}^N(j) = \frac{W_t^N}{\sigma - 1} \frac{q_t(j)}{Q_t} \tilde{L}_{y,t}^N \quad (2.42)$$

接著討論南國的中間財生產部門，南國的中間財廠商的利潤同樣可分為(1)銷售給國內最終財廠商。(2)出口至北國最終財廠商。南國中間財廠商銷售給國內最終財廠商的生產函數為：²¹

$$Y_t^{SS}(j) = (G_t^S)^\psi z^{n_t(j)} L_{y,t}^{SS}(j) \quad (2.43)$$

上式中 z 為研發規模的參數 ($z > 1$)， $n_t(j)$ 為第 t 期創新的代數。 $L_{y,t}^{SS}(j)$ 為生產 $Y_t^{SS}(j)$ 需投入的勞動，即為南國第 j 種中間財廠商生產中間財所使用的勞動，且此中間財只銷售於南國最終財廠商。 G_t^S 為南國政府的基礎建設， ψ 為基礎建設的外部性程度。由上述生產函數可以得到南國中間財廠商的邊際成本為：

$$MC_t^{SS}(j) = \frac{W_t^S}{(G_t^S)^\psi z^{n_t(j)}} \quad (2.44)$$

中間財廠商為獨占性競爭廠商，訂價使用加成訂價法，價格為：

$$P_{y,t}^{SS}(j) = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{W_t^S}{(G_t^S)^\psi z^{n_t(j)}} \quad (2.45)$$

根據上述生產函數與廠商定價，帶入最終財廠商的需求函數，可以得到南國中間財廠商的勞動需求為(銷售於國內)：

²¹ $Y_t^{NS}(j)$ 與 $Y_t^{SS}(j)$ 皆為南國中間財廠商所生產之商品，只是將同種類商品同時賣給國內與出口，因此有相同的生產函數與訂價，但南國中間財廠商面對不同最終財廠商所以有不同的需求函數，故我們特別分開討論。參照 Dinopoulos and Segerstrom(2006)文章。

$$L_{y,t}^{SS}(j) = q_t(j) (G_t^S)^{\psi(\sigma-1)} \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} W_t^S \right)^{-\sigma} (P_t^{SS})^\sigma Y_t^{SS} \quad (2.46)$$

其中 $q_t(j) \equiv z^{n_t(j)(\sigma-1)}$ 。

接著南國中間財廠商出口至北國最終財廠商的生產函數為：

$$Y_t^{NS}(j) = (G_t^S)^\psi z^{n_t(j)} L_{y,t}^{NS}(j) \quad (2.47)$$

$L_{y,t}^{NS}(j)$ 為生產 $Y_t^{NS}(j)$ 需投入的勞動，即為南國第 j 種中間財廠商生產中間財所使用的勞動，且此中間財只銷售於北國最終財廠商。由上述生產函數可以得到其邊際成本為：

$$MC_t^{NS}(j) = \frac{W_t^S}{(G_t^S)^\psi z^{n_t(j)}} \quad (2.48)$$

中間財廠商為獨占性競爭廠商，訂價使用加成訂價法，價格為：

$$P_{y,t}^{NS}(j) = \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{W_t^S}{(G_t^S)^\psi z^{n_t(j)}} \quad (2.49)$$

$\sigma/(\sigma-1)$ 為廠商的加成訂價，由上式可以看出當品質越好、南國政府基礎建設投入越多和政府基礎建設的外部性 ψ 越高時，其邊際成本越低，訂價也越低。根據 (2.45) 式與 (2.49) 式可知 $P_{y,t}^{SS}(j) = P_{y,t}^{NS}(j)$ ，因此我們定義 $P_{y,t}^S(j) \equiv P_{y,t}^{SS}(j) = P_{y,t}^{NS}(j)$ 。將上述生產函數與廠商訂價，帶入最終財廠商的需求函數，可以得到南國中間財廠商的勞動需求(出口)為：

$$L_{y,t}^{NS}(j) = q_t(j) (G_t^S)^{\psi(\sigma-1)} (1 + \tau_t^N)^{-\sigma} \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} W_t^S \right)^{-\sigma} (P_t^{NS})^\sigma Y_t^{NS} \quad (2.50)$$

其中 $q_t(j) \equiv z^{n_t(j)(\sigma-1)}$ 。

我們將南國中間財廠商生產銷售於國內的勞動使用量(2.46)式加上生產出口至北國的勞動使用量(2.50)式，即為南國中間財廠商的總勞動需求：

$$\begin{aligned}
L_{y,t}^S(j) &= L_{y,t}^{SS}(j) + L_{y,t}^{NS}(j) \\
&= q_t(j) \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} W_t^S \right)^{-\sigma} (G_t^S)^{\psi(\sigma-1)} \left[(p_t^{SS})^\sigma Y_t^{SS} + \left(\frac{p_t^{NS}}{1+\tau_t^N} \right)^\sigma Y_t^{NS} \right]
\end{aligned} \tag{2.51}$$

$L_{y,t}^S(j)$ 為南國中間財廠商所使用的總勞動。我們一樣將南國中間財廠商勞動總需求用市場平均品質的方式表示：

$$\begin{aligned}
\tilde{L}_{y,t}^S &= \tilde{L}_{y,t}^{SS} + \tilde{L}_{y,t}^{NS} \\
&= Q_t \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} W_t^S \right)^{-\sigma} (G_t^S)^{\psi(\sigma-1)} \left[(p_t^{SS})^\sigma Y_t^{SS} + \left(\frac{p_t^{NS}}{1+\tau_t^N} \right)^\sigma Y_t^{NS} \right]
\end{aligned} \tag{2.52}$$

上標「 \sim 」表示用平均品質所表示的變數， $Q_t = \int_0^1 q_t(j) dj$ ，表示為整個中間財市場的平均品質。接著我們將(2.51)式與(2.52)式帶回利潤函數可以得到北國中間財廠商的利潤函數為：

$$\Pi_{y,t}^S(j) = \Pi_{y,t}^{SS}(j) + \Pi_{y,t}^{NS}(j) = \frac{W_t^S}{\sigma-1} L_{y,t}^S(j) = \frac{W_t^S}{\sigma-1} \frac{q_t(j)}{Q_t} \tilde{L}_{y,t}^S \tag{2.53}$$

2.5 創新與模仿

如前模型介紹所述，北國 R&D 廠商從事創新研發，而南國 R&D 廠商從事模仿北國品質的研發。且北國及南國的 R&D 廠商皆可自由進出市場。因此，以下我們分別針對北國及南國的 R&D 廠商分別討論。首先我們討論北國 R&D 廠商的決策行為，依循 Dinopoulos and Segerstrom(2006)的文章對創新研發成功機率的設計，因此可將北國創新研發成功的機率表示成：

$$I_t(j) = \frac{L_{r,t}^N(j)}{\gamma q_t(j)} \tag{2.54}$$

$I_t(j)$ 為北國 R&D 廠商研發成功的機率， $L_{r,t}^N(j)$ 為北國 R&D 廠商投入創新 R&D 的勞動， $\gamma > 0$ 為北國創新研發的生產力參數， $q_t(j) \equiv z^{n_t(j)(\sigma-1)}$ 可視為研發的困難程度，隨著品質越高研發的難度也越高。北國 R&D 廠商的利潤函數可寫成：

$$\Pi_{r,t}^N = v_t^N(j) I_t(j) - W_t^N L_{r,t}^N(j) \tag{2.55}$$

式中 $v_t^N(j)I_t(j)$ 為北國 R&D 廠商的預期收入， $W_t^N L_{r,t}^N(j)$ 為投入創新研發的成本。

在 R&D 廠商可以自由進出市場的條件下，將(2.55)式改寫成：

$$v_t^N(j)I_t(j) = W_t^N L_{r,t}^N(j) \quad (2.56)$$

將研發成功的機率(2.54)式帶入廠商自由進出市場的條件(2.56)式可得：

$$v_t^N(j) = W_t^N \gamma q_t(j) \quad (2.57)$$

接著討論南國從事模仿研發的 R&D 廠商，同樣使用 Dinopoulos and Segerstrom(2006)對研發成功機率的設定，南國模仿研發成功的機率表示成：

$$C_i(j) = \frac{L_{r,t}^S(j)}{\beta q_t(j)} \quad (2.58)$$

$C_i(j)$ 為模仿成功的機率， $L_{r,t}^S(j)$ 為投入模仿 R&D 的勞動， $\beta > 0$ 為南國模仿研發的生產力參數或是智慧財產權的保護程度（ β 越大表示智慧財產權保護越強）， $q_t(j) \equiv z^{n_t(j)(\sigma-1)}$ 可視為研發的困難程度，隨著品質越高研發的難度也越高。南國模仿廠商的利潤函數可寫成：

$$\Pi_{r,t}^S = v_t^S(j)C_i(j) - W_t^S L_{r,t}^S(j) \quad (2.59)$$

$v_t^S(j)C_i(j)$ 表示南國 R&D 廠商的預期收入， $W_t^S L_{r,t}^S(j)$ 為投入模仿研發的成本。在南國模仿廠商自由進出市場的條件下，將(2.59)式改寫成：

$$v_t^S(j)C_i(j) = W_t^S L_{r,t}^S(j) \quad (2.60)$$

將(2.58)式帶入(2.60)式可得：

$$v_t^S(j) = W_t^S \beta q_t(j) \quad (2.61)$$

2.6 政府部門

根據本篇文章的設定，北國及南國政府皆將進口關稅收入投入基礎建設中。因此我們可將北國政府與南國政府的預算限制式分別表示如下，北國政府的

預算限制式表示為：

$$P_t^N G_t^N = \tau_t^N \int_{m_S} P_{y,t}^S(j) Y_t^{NS}(j) dj \quad (2.62)$$

(2.62)式等號的左邊為北國政府基礎建設的支出，等號右邊為北國政府的進口關稅收入。南國政府的預算限制式表示為：

$$P_t^S G_t^S = \tau_t^S \int_{m_N} P_{y,t}^N(j) Y_t^{SN}(j) dj \quad (2.63)$$

(2.63)式等號的左邊為南國政府基礎建設的支出，等號右邊為南國政府的進口關稅收入。

2.7 貿易平衡條件

由於我們假設資金完全不移動，所以南國及北國的進口必須等於出口。北國的出口等於進口條件可以表示成：

$$\int_{m_N} P_{y,t}^N(j) Y_t^{SN}(j) dj = \int_{m_S} P_{y,t}^S(j) Y_t^{NS}(j) dj \quad (2.64)$$

上式中等號左邊的 $Y_t^{SN}(j)$ 為北國出口至南國的中間財， $P_{y,t}^N(j)$ 為 $Y_t^{SN}(j)$ 的價格，因此(2.64)式等號的左邊為北國出口至南國的中間財的總額。(2.64)式等號右邊的 Y_t^{NS} 為北國從南國進口的中間財， $P_{y,t}^S(j)$ 為 Y_t^{NS} 的價格，因此(2.64)式等號的右邊為北國從南國進口的中間財的總額。使用北國及南國最終財廠商極大化利潤的一階條件，可以將上式改寫成

$$\frac{P_t^S}{P_t^N} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{1+\tau_t^S}{1+\tau_t^N} \frac{Y_t^N}{Y_t^S} \quad (2.65)$$

上式即為貿易條件(TOT)。

2.8 廠商組成及品質動態

根據模型假設一旦北國成功創新後，此產業即回到北國中間財廠商生產，南國當期無法生產。若下期被南國模仿成功後，此產業即由南國中間財廠商生產，

北國當期無法再生產。在靜止均衡之下不管是南國或北國，產業數量在兩國間的進出必須相等，²²因此北國 $m_N C = m_S I$ 。²³北國產業數為 m_N ，南國的產業數為 m_S ，

假設 $m_N + m_S = 1$ 。上述等式可以整理成：

$$m_N = \frac{I}{I+C}; m_S = \frac{C}{I+C} \quad (2.66)$$

(2.66)式為靜止均衡下的南北國產業數。

接著討論品質的動態， Q_t 為市場的平均品質，其定義為：

$$Q_t = \int_0^1 q_t(j) dj = \int_0^1 \lambda^{n_t(j)} dj$$

其中 $\lambda = z^{(\sigma-1)}$ 。市場平均品質的動態為：

$$\dot{Q}_t = \int_0^1 [\lambda^{n_t(j)+1} - \lambda^{n_t(j)}] I dj = (\lambda-1)IQ_t \quad (2.67)$$

(2.67)式表示市場平均品質的成長來自新一代產品的成功研發。整理(2.67)式可得到：

$$\frac{\dot{Q}_t}{Q_t} = (\lambda-1)I \quad (2.68)$$

我們將市場平均品質拆解成北國平均品質加上南國的平均品質：

$$Q_t = \int_0^1 q_t(j) dj = Q_t^N + Q_t^S = \int_{m_N}^1 q_t(j) dj + \int_{m_S}^{m_N} q_t(j) dj$$

北國生產的商品平均品質的動態可以表示成：

$$\begin{aligned} \dot{Q}_t^N &= \int_{m_N}^1 [\lambda^{n_t(j)+1} - \lambda^{n_t(j)}] I dj + \int_{m_S}^{m_N} \lambda^{n_t(j)+1} I dj - \int_{m_N}^1 \lambda^{n_t(j)} C dj \\ &= (\lambda-1)IQ_N + I\lambda Q_S - CQ_N \end{aligned} \quad (2.69)$$

等號右邊的第一項是北國尚未被模仿走的商品新一代品質研發成功所帶來的品質提升，第二項為被南國模仿走的商品研發成功，回到北國生產，使得北國平均品質的提升，第三項為北國商品被南國中間財廠商模仿走，改由南國生產使得品

²² 參照 Dinopoulos and Segerstrom (2006)的文章，靜止均衡下北國外移的產業數量要等於北國移入的產業數量，同理適用南國。

²³ 此模型的研發機率與模仿機率假設為對稱，故 $I_t(j) = I$ ， $C_t(j) = C$ ，參照 Chu et al.(2019)的文章。

質流出北國。

南國生產的商品平均品質的動態可以表示成：

$$\dot{Q}_t^S = \int_{m_N} \lambda^{n(j)} C dj - \int_{m_S} \lambda^{n(j)} I dj = CQ_N - IQ_S \quad (2.70)$$

等號右邊的第一項是南國中間財廠商成功模仿北國廠商使得品質提升，第二項為北國廠商前期被南國模仿走並且生產的商品，在本期時北國廠商成功研發，因此被果廠商拿回生產，故為品質的減項。

2.9 資本市場

為了突顯中間財貿易的特性與效果，因此假設資本完全不移動。由於此項設定我們將北國與南國的資本市場分開討論。北國 R&D 廠商的資金全來自於北國家計部門，故北國資本市場的非套利條件為：

$$r_t^N v_t^N(j) = \Pi_{y,t}^N(j) + \dot{v}_t^N(j) - I_t(j) v_t^N(j) - C_t(j) v_t^N(j) \quad (2.71)$$

$r_t^N v_t^N(j)$ 為無風險的報酬，等號的右邊為投資北國 R&D 廠商的報酬。 $\Pi_{y,t}^N(j)$ 為中間財廠商的利潤， $\dot{v}_t^N(j)$ 為資本利得， $I_t(j) v_t^N(j)$ 為新一代品質的提升造成這一代商品無法生產的損失， $C_t(j) v_t^N(j)$ 為北國產品被模仿走的損失。

同理，南國 R&D 廠商的資金全來自於南國家計部門，故南國資本市場的非套利條件為：

$$r_t^S v_t^S(j) = \Pi_{y,t}^S(j) + \dot{v}_t^S(j) - I_t(j) v_t^S(j) \quad (2.72)$$

$r_t^S v_t^S(j)$ 為無風險的報酬，等號的右邊為借錢給南國做模仿廠商的報酬。 $\Pi_{y,t}^S(j)$ 為中間財廠商的利潤， $\dot{v}_t^S(j)$ 為資本利得， $I_t(j) v_t^S(j)$ 為新一代品質的提升造成這一代商品無法生產的損失。

2.10 勞動市場

本篇模型假設勞動無法跨國移動，只能在國內不同部門間移動。因此北國的

勞動市場均衡可表示成：

$$L_t^N = \int_{m_N} L_{y,t}^N(j) dj + \int_0^1 L_{r,t}^N(j) dj \quad (2.73)$$

等號右邊第一項為北國中間財廠商的總勞動投入，第二項為北國創新 R&D 的勞動投入。同樣地，南國的勞動市場均衡可表示成：

$$L_t^S = \int_{m_S} L_{y,t}^S(j) dj + \int_{m_N} L_{r,t}^S(j) dj \quad (2.74)$$

等號右邊第一項為南國中間財廠商的總勞動投入，第二項為南國做模仿 R&D 的勞動投入。

第三節 總體均衡

本章節為求解一般均衡，待求解的變數可分為分配序列與價格序列，分配序列為： $\{c_t^N, c_t^S, Y_t^N, Y_t^S, Y_t^{NN}, Y_t^{NS}, Y_t^{SN}, Y_t^{SS}, Y_t^{NN}(j), Y_t^{NS}(j), Y_t^{SN}(j), Y_t^{SS}(j), L_{y,t}^{NN}(j), L_{y,t}^{NS}(j), L_{y,t}^{SN}(j), L_{y,t}^{SS}(j), L_{r,t}^N(j), L_{r,t}^S(j)\}_{t=0}^{\infty}$ ，價格序列為 $\{w_t^N, w_t^S, P_t^N, P_t^S, P_t^{NN}, P_t^{NS}, P_t^{SN}, P_t^{SS}, P_t^{NN}(j), P_t^{NS}(j), P_t^{SN}(j), P_t^{SS}(j), r_t^N, r_t^S, v_t^N(j), v_t^S(j)\}_{t=0}^{\infty}$ 與政策變數 $\{\tau_t^N, \tau_t^S\}_{t=0}^{\infty}$ ，每個部門需決定的變數為：

- 給定 $\{W_t^N, P_t^N, r_t^N\}$ 之下，北國家計部門決定 $\{c_t^N\}$ 使效用極大。
- 給定 $\{W_t^S, P_t^S, r_t^S\}$ 之下，南國家計部門決定 $\{c_t^S\}$ 使效用極大。
- 給定 $\{P_t^{NN}, P_t^{NS}\}$ 之下，北國複合性最終財部門選擇產量 $\{Y_t^N\}$ 極大化複合性最終財廠商利潤。
- 給定 $\{P_t^{SN}, P_t^{SS}\}$ 之下，南國複合性最終財部門選擇產量 $\{Y_t^S\}$ 極大化複合性最終財廠商利潤。
- 給定 $\{P_t^N(j)\}$ 之下，北國第一類最終財組裝部門選擇產量 $\{Y_t^{NN}\}$ 極大化利潤。
- 在給定 $\{P_t^S(j), \tau_t^N\}$ 之下，北國第二類最終財組裝部門選擇產量 $\{Y_t^{NS}\}$ 極大化利潤。

- 在給定 $\{P_t^S(j)\}$ 之下，南國第一類最終財組裝部門選擇產量 $\{Y_t^{SN}\}$ 極大化利潤。
- 在給定 $\{P_t^S(j)\}$ 之下，南國第二類最終財組裝部門選擇產量 $\{Y_t^{SS}\}$ 極大化利潤。
- 在給定 $\{W_t^N\}$ 之下，北國中間財廠商選擇中間財價格 $\{P_t^N(j)\}$ 與產量 $\{Y_t^{NN}(j), Y_t^{SN}(j)\}$ 極大化利潤。
- 在給定 $\{W_t^S\}$ 之下，南國中間財廠商選擇中間財價格 $\{P_t^S(j)\}$ 與產量 $\{Y_t^{NS}(j), Y_t^{SS}(j)\}$ 極大化利潤。
- 在給定 $\{W_t^N, r_t^N, v_t^N\}$ 之下，北國從事創新的 R&D 廠商選擇 R&D 的勞動投入 $\{L_{r,t}^N(j)\}$ 。
- 在給定 $\{W_t^S, r_t^S, v_t^S\}$ 之下，南國從事模仿的 R&D 廠商選擇 R&D 的勞動投入 $\{L_{r,t}^S(j)\}$ 。
- 最終財市場結清條件成立。
- 北國政府預算平衡式
$$P_t^N G_t^N = \tau_t^N \int_{m_S} P_{y,t}^S(j) Y_t^{NS}(j) dj。$$
- 南國政府預算平衡式
$$P_t^S G_t^S = \tau_t^S \int_{m_N} P_{y,t}^N(j) Y_t^{SN}(j) dj。$$
- 貿易平衡式
$$\int_{m_N} P_{y,t}^N(j) Y_t^{SN}(j) dj = \int_{m_S} P_{y,t}^S(j) Y_t^{NS}(j) dj。$$
- 北國勞動市場平衡式
$$L_t^N = \int_{m_N} L_{y,t}^N(j) dj + \int_0^1 L_{r,t}^N(j) dj。$$
- 南國勞動市場平衡式
$$L_t^S = \int_{m_S} L_{y,t}^S(j) dj + \int_{m_N} L_{r,t}^S(j) dj。$$

第四節 靜止均衡解

本節將求解經濟體處於平衡成長路徑(BGP)上的經濟變數，再接續探討政府在不同的進口關稅政策下，兩國商品平均品質、兩國相對工資、與社會福利將如何因應的變化。

4.1 靜止均衡解與平衡成長路徑性質

首先我們使用(2.40)、(2.41)、(2.54)代入北國的勞動市場平衡式(2.73)可得，

$$L_t^N = \frac{Q_t^N}{Q_t} \tilde{L}_{y,t}^N + I\gamma Q_t$$

接著再將北國中間財廠商的利潤(2.42)式、北國 R&D 廠商自由進出的條件(2.57)式及北國資本市場的非套利條件(2.71)式代入上式中可得：

$$\tilde{L}_{y,t}^N = (\rho + I + C)(\sigma - 1)\gamma x_N L_t^N$$

結合上述兩式，可推得北國市場均衡式，

$$1 = \gamma x_N \left[\frac{Q^N}{Q} (\rho + I + C)(\sigma - 1) + I \right] \quad (2.75)$$

我們將(2.75)稱為 NN 線。

使用相同方式可以推得南國市場均衡式，

$$1 = \beta x_N \frac{L_t^N}{L_t^S} \left[\frac{Q^S}{Q} (\rho + I)(\sigma - 1) + \frac{Q^N}{Q} C \right] \quad (2.76)$$

我們將(2.76)稱為 SS 線。 x_N 為轉換變數 $x_N \equiv Q_t/L_t^N$ ，靜止均衡下 $\dot{x}_N/x_N = 0$ (可由勞動市場均衡條件推得)，因此

$$\frac{\dot{Q}_t}{Q_t} = (\lambda - 1)I = n \quad (2.77)$$

由(2.77)式即可決定創新 R&D 的機率為：

$$I = \frac{n}{\lambda - 1} \quad (2.78)$$

從(2.78)式可得知，研發的機率只與人口成長率有關。由(2.75)式與(2.76)式求解兩個變數 x_N 與 C ，後面章節我們將使用這兩條均衡式進行比較靜態分析。

由(2.75)式與 Q 的定義式可以推得 $(\dot{Q}^N/Q^N) = (\dot{Q}^S/Q^S) = (\dot{Q}/Q)$ ，將上述條件式帶入(2.77)式與(2.78)式可推得：

$$\frac{Q_t^N}{Q_t} = \frac{\lambda I}{\lambda I + C} \quad (2.79)$$

$$\frac{Q_t^S}{Q_t} = \frac{C}{\lambda I + C} \quad (2.80)$$

由(2.78)式得知 I 為固定常數，因此只有 C 與 x_N 為待解變數。²⁴

²⁴ 由(2.79)式、(2.80)式與(2.66)式推得北國與南國的商品品質成固定比例為 $Q^S/Q^N = m^S/\lambda m^N$ 。

接續推導北國 BGP 性質，我們將 P_t^N 將單位化為 1，因此 $\dot{P}_t^N/P_t^N = 0$ ，接著分別推導 \dot{W}_t^N/W_t^N 與 \dot{Y}_t^N/Y_t^N 。首先將北國最終財價格、北國中間財價格與南國中間財價格代入北國物價指數(price index)式中，可以得到靜止均衡下北國的物價指數如下：

$$P_t^N = (G_t^N)^{-\psi(1-\alpha)} (G_t^S)^{-\psi\alpha} \left(\frac{\sigma(1+\tau_t^N)^\alpha}{\sigma-1} \right) \frac{(W_t^S)^\alpha}{(W_t^N)^{\alpha-1}} Q^{\frac{1}{1-\sigma}} \left(\frac{Q^N}{Q} \right)^{\frac{1-\alpha}{1-\sigma}} \left(\frac{Q^S}{Q} \right)^{\frac{\alpha}{1-\sigma}} \quad (2.81)$$

我們重新整理(2.81)式，可得北國的實質工資為：

$$W_t^N = \frac{(\sigma-1)(1+\tau_t^N)^{-\alpha} \omega^\alpha Q^{\frac{1}{\sigma-1}} \left(\frac{Q^N}{Q} \right)^{\frac{1-\alpha}{\sigma-1}} \left(\frac{Q^S}{Q} \right)^{\frac{\alpha}{\sigma-1}}}{\sigma} (G_t^N)^{-\psi(1-\alpha)} (G_t^S)^{-\psi\alpha} \quad (2.82)$$

ω 為相對工資 (W_t^N/W_t^S)，將北國政府基礎建設(2.62)式與南國政府基礎建設(2.63)式帶入(2.82)式，取對數並且對時間微分，可得：

$$\frac{\dot{W}_t^N}{W_t^N} = \psi \left((1-\alpha) \frac{\dot{Y}_t^N}{Y_t^N} + \alpha \frac{\dot{Y}_t^S}{Y_t^S} \right) + \frac{1}{\sigma-1} \frac{\dot{Q}_t}{Q_t} \quad (2.83)$$

由於 W_t^N 與 W_t^S 有相同的成長率，所以相對工資 ω 為固定常數。經過前述均衡條件可以推得：

$$\frac{\dot{W}_t^N}{W_t^N} = \frac{\dot{Y}_t^N}{Y_t^N} - n \quad (2.84)$$

藉此可推導出北國產出的成長率：

$$\frac{\dot{Y}_t^N}{Y_t^N} = \frac{\psi\alpha}{1-\psi(1-\alpha)} \frac{\dot{Y}_t^S}{Y_t^S} + \frac{1}{[1-\psi(1-\alpha)]} \frac{\sigma}{\sigma-1} n \quad (2.85)$$

上式可以看出，北國產出的成長率為南國產出的成長率的函數，我們也可以解出南國產出的成長率為北國產出的成長率的函數，因此必須由兩國的產出成長率解聯立才能求出個別的產出成長率。

接著求北國家計部門資產的成長率 \dot{a}_t^N/a_t^N ，根據定義 $v_t^N/L_t^N = a_t^N$ ，可推得：

$$\frac{\dot{a}_t^N}{a_t^N} = \frac{\dot{W}_t^N}{W_t^N} \quad (2.86)$$

最後求出北國家計部門消費的成長率 \dot{c}_t^N/c_t^N ，整理北國家計部門的限制(2.2)，可得：

$$\frac{\dot{c}_t^N}{c_t^N} = \frac{\dot{W}_t^N}{W_t^N} \quad (2.87)$$

北國的利率為：

$$r_t^N = \frac{\dot{W}_t^N}{W_t^N} + \rho \quad (2.88)$$

使用相同的方式可以推導出南國的平衡成長路徑的性質如下：

$$\frac{\dot{G}_t^S}{G_t^S} = \frac{\dot{Y}_t^S}{Y_t^S} \quad (2.89)$$

$$\frac{\dot{Y}_t^S}{Y_t^S} = \frac{\psi(1-\alpha)\dot{Y}_t^N}{1-\psi\alpha Y_t^N} + \frac{1}{1-\psi\alpha} \frac{\sigma}{\sigma-1} n \quad (2.90)$$

$$\frac{\dot{c}_t^S}{c_t^S} = \frac{\dot{W}_t^S}{W_t^S} = \frac{\dot{a}_t^S}{a_t^S} \quad (2.91)$$

$$r_t^S = \frac{\dot{W}_t^S}{W_t^S} + \rho \quad (2.92)$$

將南北國的平衡成長路徑求聯立解可得以下性質：

$$\frac{\dot{Y}_t^N}{Y_t^N} = \frac{\dot{Y}_t^S}{Y_t^S} = \frac{\sigma}{(1-\psi)(\sigma-1)} n \quad (2.93)$$

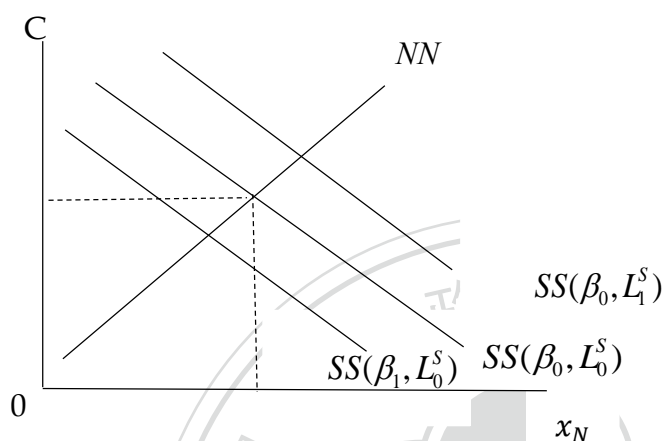
$$\frac{\dot{c}_t^N}{c_t^N} = \frac{\dot{W}_t^N}{W_t^N} = \frac{\dot{a}_t^N}{a_t^N} = \frac{\dot{c}_t^S}{c_t^S} = \frac{\dot{W}_t^S}{W_t^S} = \frac{\dot{a}_t^S}{a_t^S} = \frac{1+\psi(\sigma-1)}{(1-\psi)(\sigma-1)} n \quad (2.94)$$

$$r_t^N = r_t^S = \frac{1+\psi(\sigma-1)}{(1-\psi)(\sigma-1)} n + \rho \quad (2.95)$$

4.2 政府政策與北國商品平均品質

根據模型設計，北國 R&D 廠商進行創新研發，南國 R&D 廠商進行模仿北國商品的研發，我們使用與 Dinopoulos and Segerstrom (2006) 相同的方式，利用圖形分析政府政策變動如何影響北國商品平均品質 (x_N^*)，上標「*」代表靜止均衡下的變數。首先，我們將北國商品平均品質 (x_N) 設為橫軸，南國模仿研發成功

的機率 (C) 設為縱軸，為確保此模型具有唯一均衡，必須符合以下參數條件 $(\rho + I + C)/(\lambda + C) > \lambda$ 。在此參數條件下，可得(2.75)式 NN 線的斜率為 $\left. \frac{\partial x_N}{\partial C} \right|_{NN} > 0$ ，而(2.76)式 SS 線的斜率為 $\left. \frac{\partial x_N}{\partial C} \right|_{SS} < 0$ 。將(2.75)、(2.76)畫成〈圖 2.2〉，藉由〈圖 2.2〉分析政府政策如何影響市場品質。



〈圖 2.2〉

4.2.1 關稅政策與北國商品平均品質

由(2.75)、(2.76)可以看出不管南國或北國的進口關稅變動並不會影響南北國勞動的配置，因此不會影響北國市場的商品平均品質 (x_N^*) 與模仿的投入。在此模型設計下，工資提高會提高中間財廠商的利潤同時也會提高 R&D 廠商的成本，互相抵消的結果會使 R&D 勞動的投入不受進口關稅的影響。

4.2.2 智慧財產權保護政策與北國商品平均品質

我們可以使 β 的大小來衡量智慧財產權的保護程度，若智慧財產權保護加強，則 β 會上升 ($\beta_0 \rightarrow \beta_1$)，由(2.58)式可以看出來 β 越高模仿成功的機率就越低，由(2.76)式可以看出〈圖 2.2〉南國的勞動線會由 $SS(\beta_0, L_0^S)$ 左移至 $SS(\beta_1, L_0^S)$ ，使得北國的商品平均品質 (x_N^*) 下降。主要的原因是，在提高智慧財產權的限制之後，南國的中間財產量移向北國，故北國的中間財勞動需求提高，北國工資提高並且

會搶走北國投入 R&D 的勞動投入，所以北國的商品平均品質 (x_N^*) 會下降。

命題 1 提高智慧財產權保護的廣度，會降低北國商品的平均品質。

4.2.3 全球化與北國商品平均品質

最後我們討論 L^S 的提高， L^S 的提高可以當作全球化的指標，表示越多的開發中國家加入世界貿易市場，由(2.76)可看出 L^S 的提高 ($L_0^S \rightarrow L_1^S$) 會使得〈圖 2.2〉南國線由 $SS(\beta_0, L_0^S)$ 右移至 $SS(\beta_0, L_1^S)$ ，讓北國市場的商品平均品質 (x_N) 與模仿成功機率提高。因為南國勞動的增加會使得投入模仿 R&D 的勞動提高，因此模仿的成功機率提高了。當 L^S 提高也讓北國的中間財生產移向南國，因此北國有更多的勞動可以投入 R&D 創新，故北國的商品平均品質 (x_N^*) 會提高。

命題 2 增加開發中國家加入世界貿易市場，可以提高北國商品的平均品質。

4.3 貿易自由化與兩國相對工資

我們將北國中間財廠商的勞動需求與南國中間財廠商的勞動需求相除，可得：

$$\frac{\beta(\rho+I)}{\gamma(\rho+I+C)} = \frac{\tilde{L}_{y,t}^S}{\tilde{L}_{y,t}^N} \quad (2.96)$$

我們可以帶入(2.41)式與(2.52)式求得相對勞動比例 $\tilde{L}_{y,t}^S / \tilde{L}_{y,t}^N$ 為：

$$\frac{\tilde{L}_{y,t}^S}{\tilde{L}_{y,t}^N} = \frac{Q_t \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} W_t^S \right)^{-\sigma} (G_t^S)^{\psi(\sigma-1)} \left[\left(\frac{1}{1+\tau_t^N} \right)^\sigma (p_t^{NS})^{\sigma-1} \alpha P_t^N Y_t^N + (p_t^{SS})^{\sigma-1} \alpha P_t^S Y_t^S \right]}{Q_t \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} W_t^N \right)^{-\sigma} (G_t^N)^{\psi(\sigma-1)} \left[(p_t^{NN})^{\sigma-1} (1-\alpha) P_t^N Y_t^N + \left(\frac{1}{1+\tau_t^S} \right)^\sigma (p_t^{SN})^{\sigma-1} (1-\alpha) P_t^S Y_t^S \right]}$$

整理上式，並且代入貿易平衡條件與最終財價格可改寫成：

$$\frac{\tilde{L}_{y,t}^S}{\tilde{L}_{y,t}^N} = \omega \frac{Q_t^N}{Q_t} \frac{Q_t}{Q_t^S} \frac{\alpha}{1-\alpha} \left(\frac{1}{1+\tau_t^N} \right) \left[\frac{1 + \frac{\alpha}{1-\alpha} (1+\tau_t^S)}{1 + \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{1}{1+\tau_t^N}} \right] \quad (2.97)$$

將(2.97)式帶回(2.96)式可得相對工資為：

$$\omega = \frac{W_t^N}{W_t^S} = \frac{\beta(\rho+I)}{\gamma(\rho+I+C)} \frac{Q_t}{Q_t^N} \frac{Q_t^S}{Q_t} \frac{1-\alpha}{\alpha} \left[\frac{(1+\tau_t^N) + \frac{\alpha}{1-\alpha}}{1 + \frac{\alpha}{1-\alpha} (1+\tau_t^S)} \right] \quad (2.98)$$

由(2.98)式可看出 $\partial\omega/\partial\tau_t^N > 0$ ，當北國政府降低進口關稅 τ_t^N 時，相對工資會降低(北國相對工資惡化)，原因是當 τ_t^N 下降時(給定 τ_t^S)產生以下兩種效果：

- (1) 中間財需求效果，當 τ_t^N 下降會讓北國最終財廠商對南國的中間財需求提高(進口成本降低)，因此增加南國的勞動需求，相對工資會下降。
- (2) 基礎建設效果 τ_t^N 下降會使得北國政府基礎建設下降，中間財邊際生產力相對南國下降，故而北國勞動的需求下降，相對工資會下降。

上述 2 者效果， τ_t^N 下降時，北國的相對工資會下降(相對工資下降惡化)。²⁵

命題 3 北國政府降低關稅(給定南國的關稅)後，會使得北國的相對工資下降。

相對地，當南國政府降低進口關稅 τ_t^S 時，相對工資會提高($\partial\omega/\partial\tau_t^S < 0$)，原因是當 τ_t^S 下降時(給定 τ_t^N)產生以下兩種效果：

- (1) 中間財需求效果，當 τ_t^S 下降會讓南國最終財廠商對北國的中間財需求提高，因此增加北國的勞動需求，相對工資會提高。
- (2) 基礎建設效果 τ_t^S 下降會使得南國政府基礎建設下降，中間財的邊際生產力相對北國下降，因此南國勞動的需求下降，相對工資會提高。

²⁵ 由(2.75)式與(2.76)式可得知進口關稅並不會影響均衡的 x_N 與 C ，因此進關稅的變動不影響 Q_N/Q 與 Q_S/Q 。

上述 2 者效果， τ_t^S 下降時，相對工資會提高。

命題 4 南國政府降低關稅(給定北國的關稅)後，會使得相對工資(ω) 提高。

第五節 關稅政策與社會福利

5.1 社會福利

根據消費者的終身效用函數(2.1)式，可以推導出靜止均衡下北國的社會福利函數為：

$$U^N = \frac{1}{\rho - n} \left(\ln c_0^N + \frac{g_c}{\rho - n} \right)$$

其中 $g_c = \dot{c}_t^N / c_t^N = n[1 + \psi(\sigma - 1)] / (1 - \psi)(\sigma - 1)$ ，使用北國家計部門的預算限制式，

可以推導出 c_0^N ，如下：

$$c_0^N = w_0^N \left\{ \gamma \frac{Q_0^N}{Q_0} x_N \left[r_0^N - n - \frac{1 + \psi(\sigma - 1)}{(1 - \psi)(\sigma - 1)} n \right] + 1 \right\} \quad (2.99)$$

其中 w_0^N 為：

$$w_0^N = \phi_0^N \Psi_1 \Psi_2 \quad (2.100)$$

$$\phi_0^N = \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma} \right) Q_0^{\frac{1 + \psi(\sigma - 1)}{(\sigma - 1)(1 - \psi)}} \omega^\alpha (1 + \tau^N)^{-\alpha} \left(\frac{Q_0^N}{Q_0} \right)^{\frac{1 - \alpha}{\sigma - 1}} \left(\frac{Q_0^S}{Q_0} \right)^{\frac{\alpha}{\sigma - 1}} \kappa_4^{\frac{\psi}{1 - \psi}} \alpha^{\psi(1 - \alpha)} (1 - \alpha)^{\alpha \psi}$$

同理，使用南國家計部門的預算限制式，可以推導出 c_0^S ，如下：

$$c_0^S = w_0^S \left\{ \beta \frac{Q_0^S}{Q_0} x_N \frac{L_0^N}{L_0^S} \left[r_0^S - n + \frac{1 + \psi(\sigma - 1)}{(1 - \psi)(\sigma - 1)} n \right] + 1 \right\} \quad (2.101)$$

其中 w_0^S 為：

$$w_0^S = \phi_0^S \Psi_1 \Psi_2 \quad (2.102)$$

$$\phi_0^S = \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \right) Q_0^{\frac{1+\psi(\sigma-1)}{(\sigma-1)(1-\psi)}} \omega^{\alpha-1} (1+\tau^S)^{\alpha-1} \left(\frac{Q_0^N}{Q_0} \right)^{\frac{1-\alpha}{\sigma-1}} \left(\frac{Q_0^S}{Q_0} \right)^{\frac{\alpha}{\sigma-1}} \kappa_4^{1-\psi} \alpha^{\psi(1-\alpha)} (1-\alpha)^{\alpha\psi}$$

$$\Psi_1 = \left(\frac{\tau^N}{1+\tau^N} \right)^{\frac{\psi(1-\alpha)}{1-\psi}} \left(\frac{\tau^S}{1+\tau^S} \right)^{\frac{\psi\alpha}{1-\psi}}, \Psi_2 = (\kappa_1^N \kappa_2^N)^{\frac{\psi(1-\alpha)}{1-\psi}} (\kappa_1^S \kappa_2^S)^{\frac{\psi\alpha}{1-\psi}} \text{ 其中}$$

$$\kappa_1^N \equiv \left[\left(\frac{Q_t^N}{Q_t} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \frac{1}{\Phi^N} \gamma (r_t^N + I + C) (\sigma-1) \right]^{1-\alpha}; \kappa_2^N \equiv \left[\left(\frac{Q_t^S}{Q_t} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \left(1 - \frac{1}{\Phi^S} \right) \beta (r_t^N + I) (\sigma-1) \right]^\alpha$$

$$\kappa_1^S \equiv \left[\left(\frac{Q_t^N}{Q_t} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \left(1 - \frac{1}{\Phi^N} \right) \gamma (r_t^N + I + C) (\sigma-1) \right]^{1-\alpha}; \kappa_2^S \equiv \left[\left(\frac{Q_t^S}{Q_t} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \frac{1}{\Phi^S} \beta (r_t^N + I) (\sigma-1) \right]^\alpha$$

$$\Phi^N \equiv \left(1 + \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{1}{1+\tau^N} \right); \Phi^S \equiv \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \frac{1}{1+\tau^S} + 1 \right); \kappa_4 \equiv \alpha^{\psi(1-\alpha)-\alpha} (1-\alpha)^{\alpha(\psi-1)-1}$$

5.2 貿易自由化與社會福利

5.2.1 北國進口關稅與北國社會福利

北國政府可決定最適進口關稅來極大化社會福利(次佳體制),由(2.99)式可以看出,關稅只會影響到北國工資(w_0^N),因此我們將北國的社會福利函中的 $\ln(w_0^N)$ 對 τ_t^N 做一階微分(給定南國的進口關稅 τ_t^S):

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln w_0^N}{\partial \tau^N} &= \frac{-\alpha}{1+\tau^N} + \frac{\psi(1-\alpha)}{(1-\psi)\tau^N(1+\tau^N)} + \frac{\psi\alpha(1-\alpha)}{(1-\psi)(1+\tau^N)^2} \left[1 + \frac{\alpha}{(1-\alpha)(1+\tau^N)} \right]^{-1} \\ &+ \frac{\alpha}{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial \tau^N} - \frac{\psi\alpha(1-\alpha)^2}{\alpha(1-\psi)} \left[1 + \frac{1-\alpha}{\alpha} (1+\tau^N) \right]^{-1} = 0 \end{aligned} \quad (2.103)$$

(2.103)式等號右邊中的第一項為北國關稅對物價(price index)的影響,即為實質購買力的影響,當北國進口關稅提高時會讓北國實質購買力下降,此項效果為負。第二項與第三項為關稅對政府基礎建設的效果,進口關稅提高,會提高關稅收入,因此基礎建設的投入也會提高,可降低廠商的生產成本,有利於期初北國工資,此項效果為正,且隨著基礎建設的外部性 ψ 越大,廠商生產成本降低的幅度也越

大，因此越有利於期初北國的工資。第四項為相對工資效果，北國進口關稅提高從相對工資(2.98)式可以看出，相對工資會提高，此項效果為正。第五項為跨國政府支出的間接效果，北國提高進口關稅會降低北國最終財產商對南國中間財的需求，因此會降低北國的進口，相對地，貿易平衡成立之下，南國的進口也會下降(南國進口關稅不變)，因此會降低南國的關稅收入，進而降低南國的政府基礎建設，造成北國福利的下降，此項效果為負。其總效果的方向須看政府基礎建設外部效果的大小 ψ 而定。

5.2.2 南國進口關稅與南國社會福利

南國政府可決定最適進口關稅來極大化社會福利，由(2.101)式可以看出，關稅只會影響到南國實質工資(w_0^S)，因此我們將南國的社會福利函中的 $\ln(w_0^S)$ 對 τ_i^S 做一階微分(給定北國的關稅 τ_i^N)：

$$\frac{\partial \ln w_0^S}{\partial \tau^S} = \frac{-(1-\alpha)}{1+\tau^N} + \frac{\alpha\psi}{(1-\psi)\tau^S(1+\tau^S)} + \frac{\alpha^2\psi}{(1-\psi)(1+\tau^S)} \left[\frac{\alpha(1+\tau^S)}{1-\alpha} + 1 \right]^{-1} + \frac{(\alpha-1)}{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial \tau^S} - \frac{\psi\alpha^2(1-\alpha)}{(1-\psi)(1-\alpha)} \left[\frac{(1-\alpha)(1+\tau^S)}{\alpha} + 1 \right]^{-1} = 0 \quad (2.104)$$

分析方法同北國，(2.104)式中，等號右邊的第一項為南國進口關稅對物價的影響，即為實質購買力的影響，當南國進口關稅提高時會讓南國實質購買力下降，此項效果為負。第二項與第三項為關稅對政府基礎建設的效果，進口關稅提高，會提高關稅收入，因此基礎建設的投入也會提高，可降低廠商的生產成本，有利於期初南國工資，此項效果為正，且隨著基礎建設的外部性 ψ 越大，廠商生產成本降低的幅度也越大，因此越有利於期初南國的工資。第四項為相對工資效果，南國進口關稅提高從相對工資(2.98)式可以看出，相對工資會下降，此效果為正的。第五項為跨國政府支出的間接效果，南國提高進口關稅會降低南國最終財產商對北國中間財的需求，因此會降低南國的進口，相對地，貿易平衡成立之下，

北國的進口也會下降，因此會降低北國的關稅收入，進而降低北國的政府基礎建設，造成南國福利的下降，此項效果為負。其總效果的方向須看政府基礎建設外部效果的大小 ψ 而定。

命題5 進口關稅對社會福利的影響，端看政府基礎建設外部性 ψ 的影響。

5.3 數值分析

此小節我們將使用實際經濟體的參數進行模擬分析進口關稅對南北國社會福利的影響。首先，我們用以模擬實際經濟體情況的參數值為 $\rho=0.07, n=0.014, L_0^N=1, L_0^S=2, \sigma=1.5, \gamma=1, \beta=3.5, \alpha=0.6$ ，上述參數根據Dinopoulos and Segerstrom (2006)的文章所提供的資料。 $\psi=0.05$ 則是依照Ercolani and Valle e Azevedo (2014)所提供資料。根據世界銀行的資料，使用美國的關稅代表 $\tau^N=0.013$ ，中國的關稅代表 $\tau^S=0.02$ 。將參數整理為下表，

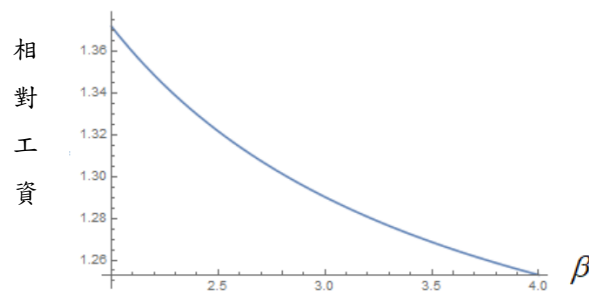
ρ	n	L_0^N	L_0^S	σ	γ	β	α	ψ	τ^N	τ^S
0.07	0.014	1	2	1.5	1	3.5	0.6	0.05	0.013	0.02

<表 2.1>

在此組參數下釘住經濟成長率為3%。

5.3.1 智慧財產權保護政策與兩國相對工資

根據上述參數，使用模擬的方式分析，智慧財產權保護如何影響兩國相對工資。將相對工資畫在縱軸，智慧財產權參數(β)為橫軸可得<圖 2.3>:

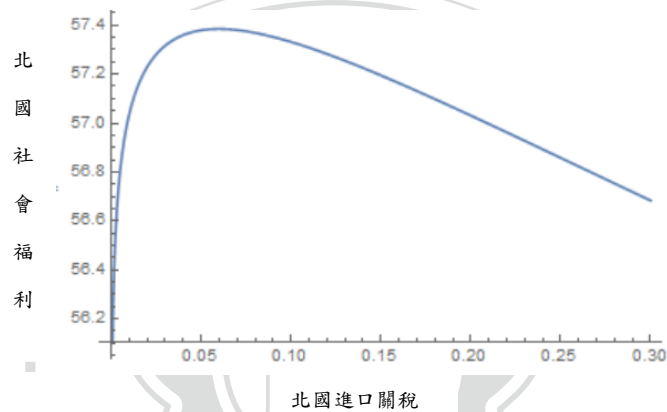


<圖 2.3>

由〈圖 2.3〉可以看出，隨著智慧財產權的強度提高，反而會降低相對工資。主要是因為加強智慧財產權保護時($\beta \uparrow$)不但會影響兩國的勞動需求，也會改變兩國的最終財需求，同時也會改變兩國的政府基礎建設，上述三項變動皆會影響相對工資，模擬出來的結果會使相對工資降低。

5.3.2 最適進口關稅

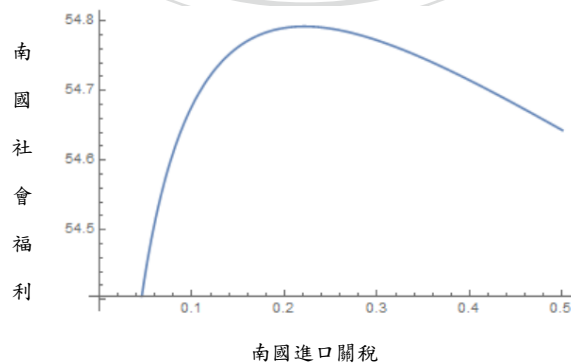
根據上述數據，可求得北國政府的最適進口關稅，我們將北國的社會福利畫在縱軸，北國進口關稅為橫軸可得〈圖 2.4〉：



〈圖 2.4〉

由〈圖 2.4〉可以看出北國的最適關稅約為 5%。

接著尋找南國政府的最適進口關稅，同樣地，將南國的社會福利畫在縱軸，南國進口關稅為橫軸可得〈圖 2.5〉：

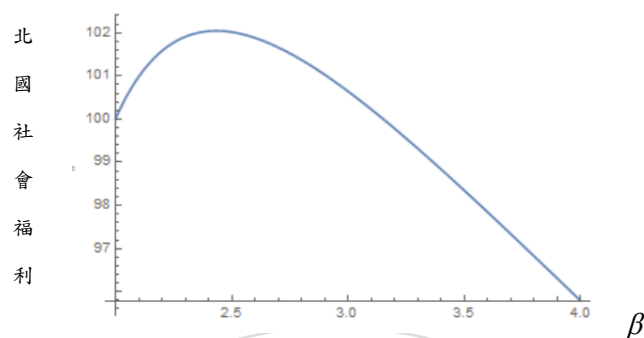


〈圖 2.5〉

由〈圖 2.5〉可以看出南國的最適關稅約為 20%。

5.3.3 智慧財產權保護政策與社會福利

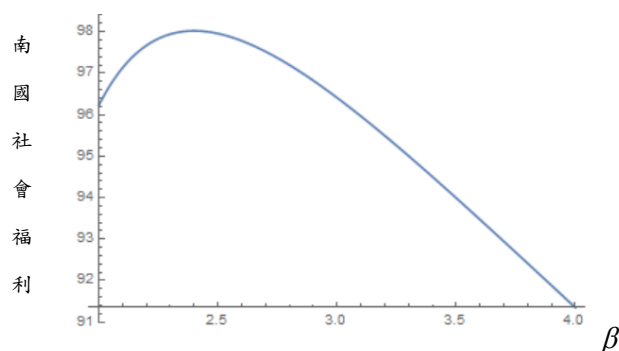
使用上述參數，討論智慧財產權的變動如何影響社會福利與相對工資，我們將北國的社會福利畫在縱軸，智慧財產權參數(β)為橫軸可得〈圖 2.6〉:



〈圖 2.6〉

智慧財產權對北國社會福利的影響為倒 U 型，其經濟邏輯為，當智慧財產權保護程度提高時同時為北國社會福利帶來好處與壞處。首先，第一個效果為降低北國平均品質(如 4.2.2 節所分析)，邊際成本的提高，進而提高商品價格，因此降低兩國期初的實質工資，不利於社會福利。第二個效果為產業移向北國後，北國進口下降，因此降低進口關稅收入，不利於北國基礎建設的投入，進而提高北國的邊際成本，此項效果不利於社會福利，前兩個效果不利於社會福利。第三個效果則是有利於社會福利，當智慧財產權保護程度提高時，產業移向北國會提高北國的勞動需求，因此有利於北國期初的實質工資，此效果有利於社會福利。上述三項效果使得智慧財產權保護程度與北國社會福利呈現倒 U 型的關係。

接著，將南國的社會福利畫在縱軸，智慧財產權參數(β)為橫軸可得〈圖 2.7〉



〈圖 2.7〉

智慧財產權對北國社會福利的影響為倒 U 型，其經濟邏輯為，當智慧財產權保護程度提高時同時為南國社會福利帶來好處與壞處。首先，第一個效果為降低北國平均品質(如 4.2.2 節所分析)，邊際成本的提高，進而提高商品價格，因此降低兩國期初的實質工資，不利於社會福利。第二個效果則是有利於社會福利，當智慧財產權保護程度提高時，產業移向北國會降低南國的勞動需求，因此不利於南國期初的實質工資，此效果不利於社會福利，前兩個效果不利於社會福利。第三個效果為產業移向北國後，南國進口提高，因此提高進口關稅收入，有利於南國基礎建設的投入，進而降低南國的邊際成本，此項效果有利於社會福利。上述三項效果使得智慧財產權保護程度與南國社會福利呈現倒 U 型的關係。

特別一提，Dinopoulos and Segerstrom (2006) 的文章不存在政府基礎建設的效果，因此其文章加強智慧財產權保護政策對北國社會福利的影響是不確定的，但是加強智慧財產權保護政策不利於南國的社會福利，後者與本篇文章有不同的結果。

第七節 結論

本篇文章使用與過去文章對於進口關稅不同的觀點，並且將此觀點引入品質提升的南北國 R&D 經濟成長模型之中。藉此分析當進口關稅的收入可投入有利於生產中間財的基礎建設中，先進國家與發展中國家如何制定最合適的進口關稅。並在此模型下分析進口關稅，智慧財產權保護政策與人口的移動如何影響市場的商品品質與兩國的相對工資。本文的分析大致可獲得以下幾點結論：

1. 提高智慧財產權保護的廣度，會使得南國的模仿變得困難，因此留在北國生產的中間財產業數增加。北國與南國的勞動無法跨國移動之下，北國的勞動會由投入 R&D 移向生產中間財，因此不利於北國的研發，進而降低市場商品的品質。
2. 南國的勞動增加，我們可以將此看作是發展中國家勞動的移入，會增加

南國投入模仿的勞動，因此有較多的中間產業移向南國。此時北國的勞動可由生產中間財移向投入 R&D，因此可提升市場的品質。

3. 北國降低進口關稅對於相對工資的影響，可分為兩種效果分別如下：(1) 北國最終財廠商對南國的中間財需求提高，進而提高南國中間財的勞動需求，使南國工資提高，相對工資降低。(2) 北國投入基礎建設支出降低，不利於北國中間財廠商的生產力，提高北國中間財廠商的邊際成本，故對北國中間財需求下降，進而北國勞動的需求下降，相對工資會降低。綜合上述效果可得到北國降低關稅不利於相對工資。
4. 南國降低進口關稅對於相對工資的影響，也可分為兩種效果分別如下：(1) 南國最終財廠商對北國的中間財需求提高，進而提高北國中間財的勞動需求，使北國工資提高，相對工資上升。(2) 南國投入基礎建設支出降低，不利於南國中間財廠商的生產力，提高南國中間財廠商的邊際成本，故對南國中間財需求下降，進而南國勞動的需求下降，相對工資會提高。綜合上述效果可得到南國降低關稅有利於相對工資。
5. 最後我們使用實際經濟體的參數進行模擬分析，分析智慧財產權保護如何影響相對工資，並尋找兩國的最適進口關稅政策。

第四章

內生化研發規模下的智慧財產權保護政策

與最適貨幣政策

第一節 緒論

Romer(1990)首度提出 R&D 經濟成長模型，廠商投入研發可增加中間財在市場上產品的多樣性(expanding variety model)，最終財廠商可以購買的中間財種類越多，也意味著最終財廠商可以透過使用更多樣的中間財，進而提高最終財廠商的生產效率，而生產效率的提高則有利於經濟成長。Grossman and Helpman (1991) 與 Aghion and Howitt (1992)則使用與 Romer (1990)相同的概念，提出另一種闡述 R&D 投入與最終財廠商生產效率的關聯性，其模型的設計為隨著 R&D 的投入可以提高市場上商品的品質，進而提高最終財廠商的生產效率，進而有利於經濟成長率，此類模型稱為「品質階梯式提升模型」。而品質階梯式提升模型有一特性，一旦潛在 R&D 廠商成功研發新一代的藍圖後，持有新一代藍圖的廠商可使用訂價的方式，將生產舊一代商品的廠商驅逐出市場，此市場競爭特性，具有「創造性毀滅」的特性。

因上述品質階梯式提升模型的訂價模式，R&D 廠商研發的規模(品質提升幅度)即「直接」影響中間財廠商的加成訂價比例，愈大的研發規模表示與舊一代商品的品質差距愈大，因此可以訂定愈大的加成訂價比例，賺取更高的利潤，進而影響 R&D 部門的投入配置。換句話說，在傳統的品質階梯式提升模型下，內生化研發規模即等同於內生化加成訂價比例。但既存的品質階梯式提升模型文獻中，皆將 R&D 廠商的研發規模視為外生變數，R&D 廠商並無能力決定自己的研發規模，故廠商的加成訂價比例為外生給定。除此之外，傳統品質階梯式提升模型對於研發成功機率的設計也過於簡化，其假設研發規模愈大(愈創新的研發或難

度越高的研發)並不會影響成功研發的機率，此項假設並不符合實際 R&D 廠商運行的過程。

我們可由企業治理及財務管理的相關文獻得知企業對於選擇研發計畫有完全的自主性，且不同的研發創新規模所面臨研發成功的機率也有所不同。Shenhar (1993)與 Robertson and Gatignon (1998)的文章指出，我們可將研發創新的規模大致分為四種類型，研發規模愈高(難度愈高)的創新所面臨的研發成功機率也有所不同，分類如下:第一種為低技術不確定性(low technological uncertainty)的研發，指的是依賴現有的基礎技術進行研發，並無使用到新的技術，因此研發的不確定性幾乎為零。第二種為中技術不確定性(medium technological uncertainty)的研發，指的是依靠現有的技術進行研發，並需要一兩種新技術的配合，且可賦予產品一些新的功能，此種研發具有中度的不確定性。第三種為高技術不確定性(high technological uncertainty)的研發，指的是使用市場上最新的技術進行研發，多數的高科技產業皆為此種類型，此種研發具有高度的不確定性。第四種為超高技術不確定性(super high technological uncertainty)的研發，此研發涉及高風險，研發所需使用的技術皆為目前不存在的技術，研發成功的機率非常低，只有少數機構可以執行，例如:阿波羅任務…等。據此，不同的研發規模或難度，應該面臨不同的成功機率，但過去的文獻 R&D 廠商無法選擇投入的研發規模，同時不同的研發規模也不影響研發的成功機率。

回顧過去的文獻，在既有的經濟模型中，具有獨占性競爭廠商特性的模型，如何內生化加成訂價比例為個體及總體經濟學中熱門的議題。因為獨占性競爭廠商定價的改變，不只影響到廠商的利潤同時也影響消費者對商品的需求，而過去大多數的文獻皆假設所有獨占性競爭廠商具有相同的加成訂價比例且視為外生變數，此假設與現實的經濟現象有所不同，因此許多學者致力於修改原始模型將加成訂價比例異質化或內生化。如何設計具有經濟意涵的方式內生化或異質化加成訂價比例又不會過於複雜成為許多文章重要的貢獻。

其中內生化消費者的需求彈性為一經典的方式，由於獨占性競爭廠商會依據消費者對其商品的彈性選擇利潤最大的加成訂價比例，過去模型大多假設消費者的需求彈性為固定的常數，因此加成訂價比例即為固定常數。Melitz and Ottaviano (2008)使用二次式(quadratic form)的效用函數，且異質的廠商生產力，使得需求彈性與廠商訂價有關，藉此內生化加成訂價比例。Ferguson (2015)則使用一般化的CES 效用函數，獨占性競爭廠商可透過廣告或增加其商譽的方式改變消費者的需求彈性，但是改變消費需求彈性的同時必須付出額外的成本(例如:廣告費用)，藉由上述方式內生化加成訂價比例。另外，Cook (2002)與 Davis and Huang (2011)，使用實質景氣循環模型，廠商間進行庫諾競爭，因此廠商加成訂價比例與廠商數有關，藉此內生化加成訂價比例。

在 R&D 成長模型的文獻中，嘗試內生化研發規模與加成訂價比例為 Li (2001) 與 Chu and Pan (2013) 的文章。Chu and Pan (2013) 使用阻礙式智慧財產權保護 (blocking patent) 的方式內生化研發規模，提升研發規模時對 R&D 廠商同時帶來好處與壞處，好處為可以降低支付給舊一代廠商的技術移轉費用，壞處則是愈高的研發規模，成功研發的難度愈高，因此廠商可以決定最適的研發規模。但此篇文章對於智慧財產權的設計，即使在品質階梯式提升的成長模型下內生化研發規模卻無法內生化加成訂價比例，廠商在選擇研發規模時並未考慮到提高加成訂價，可提高未來廠商的利潤，故此篇文章只達到內生化研發規模，並未處理內生化加成訂價比例的問題。Li (2001) 則是使用「隱函數」的方式提出一個可能的方法內生化研發規模與加成訂價比例，其設計為提高研發規模的同時可提高廠商的內生化加成訂價比例，進而增加廠商的利潤，但選擇較高的研發規模，則會面臨較高的研發風險，藉此廠商可以決定預期收入最大的研發規模。但是此篇文章並非著重在分析內生化研發規模或內生化加成訂價比例，因此並未詳細討論內生化的過程與對總體經濟變數的影響，只是提供一個可行的方法。我們將依循 Li (2001) 的概念，修正傳統品質階梯式提升模型，同時內生化研發規模與加成訂價比例，並

進行詳細的經濟分析。

據此，本篇文章修改傳統的品質階梯式提升模型將內生化研發規模，即 R&D 廠商有自主的能力選擇研發的規模(研發計畫)。並且改變原先模型對研發成功機率的設計，使得愈大的研發規模需面臨愈低的研發成功機率，藉此內生化加成訂價的比例，且使得品質階梯式提升模型更符合實際經濟體的運行。

最後，我們使用上述修改後更完善的品質階梯式提升模型，再進一步分析貨幣政策在經濟體所扮演的角色。許多既有的實證文獻分析貨幣政策與廠商 R&D 投入之間的關聯，大多數文獻認為 R&D 投資相較於機器設備的投資更具彈性，因此 R&D 投資對於貨幣政策的敏感度較高(借款成本的提高)，例如:Aghion et al. (2012) 使用 OECD 的國家進行分析，提出 R&D 投資對貨幣政策的敏感度高於實物型的投資。Falato and Sim (2014) 使用使用廠商資料分析，發現企業持有的現金與 R&D 投資稅的減免有明顯的正相關。同時，Hall (1992)、Himmelberg and Petersen (1994)與 Opler et al. (1999)皆使用資料分析現金流動性與 R&D 投之之間的關係，發現兩者之間為正相關。換句話說，若政府的貨幣政策為提高名目利率時，會降低 R&D 廠商籌資現金的流動性，進而降低對 R&D 的投入。

然而，既存的 R&D 經濟成長模型大多分析實質面的經濟體系，並無加入貨幣分析名目面的經濟體系，無法進一步討論貨幣政策如何影響通貨膨脹、經濟成長率及社會福利。因此，近年來建構 R&D 經濟成長的貨幣內生成長模型分析貨幣政策如何影響通貨膨脹、經濟成長率及社會福利成為熱門的議題。Chu and Lai (2013)為第一篇將貨幣政策加入 R&D 經濟成長模型當中，其設計以貨幣加入消費者的效用函數分析貨幣政策和經濟成長的關係，他們發現貨幣成長率有促使 R&D 廠商減少投資，導致有害於經濟成長率。緊接之後，Chu and Cozzi (2014)的經典文章設計 R&D 廠商的營運資金必須向民眾借款且支付利息費用，此設計之下發現央行提高名目利率會提高 R&D 廠商的成本，因此不利於經濟成長，此篇文章的設計也成為分析貨幣政策與 R&D 經濟成長之間關係的標準模型設計。

隨後，Chu et al. (2015)將貨幣政策的分析拓展至開放的 R&D 經濟成長模型中，分析兩對稱大國(北北國)各自有自己的中央銀行制訂其貨幣政策，且兩國互相貿易之下，貨幣政策如何改變兩國的經濟成長率及社會福利。Chu et al. (2019)則是運用南北國 R&D 經濟成長模型分析貨幣政策，北國代表先進國家，且北國的 R&D 廠商從事創新研發，南國代表開發中國家，且南國的 R&D 廠商則是從事模仿先進國家的技術，在此架構下分析先進國家及開發中國家的中央銀行如何制定貨幣政策，並分析貨幣政策對兩國經濟成長率與社會福利的影響。

Chu et al. (2019) 則使用 R&D 廠商研發規模異質的特性，並加入貨幣政策的設計與廠商進出的特性，分析貨幣政策對於 R&D 廠商進出市場的影響，發現通貨膨脹率與經濟成長率為倒 U 型的關係。上述結合貨幣政策與 R&D 經濟成長模型，皆使用品質階梯式提升模型，但皆假設 R&D 廠商無能力自行選擇研發規模(外生變數)，且研發規模的大小並不影響研發成功的機率。

上述研究皆無分析在內生化研發規模下貨幣政策在經濟體中所扮演的角色。準此，本篇研究使用類似於上述研究刻劃貨幣政策的方式，於內生化研發規模的 R&D 模型中加入貨幣的元素，探討內生化研發規模下，擴張性貨幣政策如何影響 R&D 廠商的資源配置、經濟成長、社會福利與最適貨幣政策，並且探討「傅利曼法則」是否成立與影響其成立與否的關鍵因素為何。

第二節 理論模型

本篇文章擬擴展 Chu and Cozzi (2014)所提出貨幣型的 R&D 經濟成長模型，使得 R&D 廠商可自主性的選擇研發的規模，進而影響商品的加成訂價比例。當 R&D 廠商選擇較大的研發規模，研發成功後，未來可以產生較高的價值，但同時越大的研發規模研發成功的機率越低。在此設計下 R&D 廠商可根據不同的經濟環境採取不同的研發策略。

我們可將此模型分為五個部門。第一個部門為 R&D 部門， R&D 廠商選擇

投入多少勞動進行創新的研發，並且選擇研發的規模。第二個部門為中間財部門，中間財部門為獨占性競爭市場，中間財廠商向 R&D 廠商購買藍圖後投入勞動進行生產中間財，並賺取正的利潤。第三個部門為最終財部門，最終財廠商組裝中間財，並將組裝好的商品出售給家計部門。第四個部門為家計部門，家計部門在預算限制下，選擇消費數量與休閒時間以極大化其效用水準。最後為政府部門，政府部門以社會福利為目標，制定最合適的貨幣政策。根據賽局結構，由後往前解，順序為：家計部門、最終財部門、中間財部門、R&D 部門與政府部門。

2.1 家計單位

假設每家計單位有 N_t 的人口數，且人口成長率為 n ($n \geq 0$)，因此 $\dot{N}_t = nN_t$ ，經濟體中每個家計部門皆相同。接著每個家計單位皆考慮消費與休閒，因此家計單位的終生效用函數為：

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} [\ln c_t + \theta \ln(1-l_t)] dt, \quad (3.1)$$

上式中 U 為每人的終生效用， c_t 為每人的消費， l_t 為每人提供的勞動供給量， ρ 代表時間偏好率， θ 表示對休閒的偏好。每個家計部門極大化效用函數(3.1)且受限於限制式：

$$\dot{a}_t + \dot{m}_t = (r_t - n_t)a_t + w_t l_t + \tau_t - c_t - (\pi_t + n_t)m_t + i_t b_t. \quad (3.2)$$

a_t 為每家計成員(每人)持有的實質的資產， r_t 為實質利率。 w_t 為實質工資， τ_t 為實質的政府移轉性支付， π_t 為通貨膨脹率(持有貨幣的成本)， m_t 為每家計成員(每人)持有的實質貨幣。接著我們引入預付現金限制式(CIA constraint)， $\xi c_t + b_t \leq m_t$ ，且 $\xi > 0$ ，表示持有貨幣有兩種目的，第一用於消費最終財 c_t ， ξ 為消費必須持有貨幣的比例。第二為借給 R&D 廠商 b_t ，若借給 R&D 廠商可賺取名目利率 i_t 的報酬。根據上述極大化問題，可推得以下一階條件：

$$c: \frac{1}{c_t} - \lambda_t(1 + i_t \xi) = 0, \quad (3.3)$$

$$l: \frac{-\theta}{1-l_t} + \lambda_t w_t = 0, \quad (3.4)$$

$$a: \lambda_t (r_t - n_t) = -\dot{\lambda}_t + \rho \lambda_t, \quad (3.5)$$

$$m: \lambda_t (i_t - \pi_t - n_t) = -\dot{\lambda}_t + \rho \lambda_t. \quad (3.6)$$

其中 λ_t 為實質財富的影子價格。由(3.5)與(3.6)可推得名目利率等於實質利率加通貨膨脹率 ($i_t = r_t + \pi_t$)。由(3.3)與(3.5)是可以推得跨期消費的最適條件為：

$$\frac{\dot{c}_t}{c_t} = r_t - \rho - n_t. \quad (3.7)$$

結合(3.3)與(3.4)式重新整理勞動供給的最適條件為：

$$w_t(1-l_t) = \theta c_t(1+i_t\xi) \quad (3.8)$$

2.2 最終財生產部門

最終財廠商為完全競爭市場，並且將中間財組裝成最終財後，再出售給消費者，因此最終財廠商決定每種中間財購買的數量。最終財廠商的生產函數為：

$$y_t = \exp\left(\int_0^1 \ln x_t(j) dj\right), \quad (3.9)$$

其中 y_t 為最終財， $x_t(j)$ 為第 $j \in [0,1]$ 種中間財的投入。令 $p_{x,t}(j)$ 為第 j 種中間財的價格，則最終財廠商的利潤函數 $\Pi_{y,t}$ 可寫成：

$$\Pi_{y,t} = y_t - \int_0^1 p_{x,t}(j) x_t(j) dj, \quad (3.10)$$

上式中 y_t 為最終財廠商的總收入， $\int_0^1 p_{x,t}(j) x_t(j) dj$ 為最終財廠商購入中間財的總成本。將(3.9)帶入(3.10)可推得最終財廠商對中間財的需求函數：

$$x_t(j) = \frac{y_t}{p_{x,t}(j)} \quad ; \quad j \in [0,1]. \quad (3.11)$$

上式中，可得知隨著第 j 種中間財價格的提高，會降低對 j 種中間財的需求量。

2.3 中間財部門

市場中有 j 種產業，且 $j \in [0,1]$ 。每個產業有一家持有最新技術的中間財廠商從事生產，中間財廠商所在的市場為獨占性競爭市場，因此可以賺取正的利潤。直到新的技術被研發成功，此時此中間財廠商的技術已不是最新技術，因此被迫退出市場。勞動為中間財廠商生產中間財必須投入的成本，故可將中間財廠商生產函數表示為：

$$x_t(j) = z^{n_t(j)} L_{x,t}(j); j \in [0,1], \quad (3.12)$$

上式中 $x_t(j)$ 為第 j 種產業的中間財廠商所生產的中間財， $L_{x,t}(j)$ 為第 j 種產業的中間財廠商所投入生產中間財的勞動。 $z > 1$ 為在研發成功後中間財品質提升的幅度， $n_t(j)$ 為第 j 種產業的中間財品質提升的次數。由(3.12)式可推得第 j 種產業的中間財廠商所生產中間財的邊際成本為：

$$MC_t(j) = \frac{w_t}{z^{n_t(j)}}, \quad (3.13)$$

上式中 w_t 為完全競爭下的勞動市場所決定出來的工資。由(3.13)可得知，當品質 ($z^{n_t(j)}$) 提升時可以降低廠商的邊際成本。中間財廠商之間進行價格競爭(Bertrand 競爭)，因此第 j 種產業的中間財廠商的訂價為：

$$p_{x,t}(j) = \beta z MC_t(j) = \beta z \frac{w_t}{z^{n_t(j)}}; \beta \geq \frac{1}{z}, \quad (3.14)$$

我們使用 Li (2001) 智慧財產權保護的設定， β 代表智慧財產權的保護程度，若 $\beta = 1/z$ 表示無智慧財產權保護，因此中間財廠商的定價為廠商的邊際成本 $p_{x,t}(j) = MC_t(j)$ ，若 $\beta = 1$ 則回到 Grossman and Helpman(1991)的模型。我們的模型只限定 β 的範圍大於 $1/z$ 即可，並未限制其上限為 1，主要是根據 Howitt (1999)、 Segerstrom (2000)、 Chu and Cozzi (2014) 與 Chu et al. (2015) 的解釋，一旦舊一代的廠商退出市場後，即無法再次回到市場中重新開始生產，因此要求 $\beta \geq 1/z$ 即可。

由上述中間財廠商的訂價可將其利潤函數表示成：

$$\Pi_{x,t}(j) = \left(\frac{\beta z - 1}{\beta z} \right) y_t. \quad (3.15)$$

接著使用(3.12)式、(3.14)式與(3.11)式可以求得第 j 種產業的中間財廠商的勞動支出為：

$$w_t L_{x,t}(j) = \frac{1}{\beta z} y_t. \quad (3.16)$$

2.4 R&D 部門

R&D 廠商面臨兩階段決策，第一階段決定投入多少數量的勞動進行研發，第二階段決策即決定研發的規模 (z)，此決策順序類似於 Li (2001)。²⁶ 本模型假定勞動為唯一投入研發的要素。首先 R&D 廠商成功研發出新的藍圖的價值可表示成：

$$v_t(j) = \frac{\Pi_{x,t}(j)}{r_t + I_t(j) - \dot{v}_t/v_t} \quad (3.17)$$

$I_t(j)$ 為第 j 種產業成功研發的機率，(3.17)表示中間財未來所賺取的利潤折現回當期，即為成功研發新一代藍圖的價值。接著，成功研發的機率可表示成：

$$I_t(j) = \frac{\varphi L_{r,t}(j)}{z^\phi N_t} \quad (3.18)$$

(3.18)式中， φ 為 R&D 廠商的生產力參數， $L_{r,t}(j)$ 為 R&D 廠商投入研發的勞動數量， z^ϕ 代表每提高一單位的研發規模研發成功機率下降的程度，可將其視為多增加一單位的研發規模所提高研發成功的難度，參數 $\phi > 0$ 為衡量每增加一單位研發規模難度增加的程度，此設計類似於 Li (2001)。為使研發成功機率不隨時間

²⁶ 可參考獨占性競爭的定價方式，首先解利潤極大的定價，接著再解廠商自由進出的條件(利潤為零)決定最適的產量，可以參考 Ferguson(2015)的求解方式。

而成長因此分母加入 N_t ，抵消 $L_{r,t}(j)$ 的成長。接著我們可將 R&D 廠商的利潤函數表示成：

$$\Pi_{RD,t}(j) = I_t(j)v_t(j) - (1+i_t)w_tL_{r,t}(j) \quad (3.19)$$

等號右邊的第一項為 R&D 廠商的預期收入，第二項為 R&D 廠商的研發成本，我們假設研發的成本皆於期初向家計部門借款取得，因此必須多負擔利息費用 ($i_t w_t L_{r,t}(j)$)。在上述的設定之下，R&D 廠商的第二階段決策為選擇最適的研發規模 (z)，將(3.17)、(3.18)與(3.15)代入(3.19)可將(3.19)改寫成：

$$\Pi_{RD,t}(j) = \frac{\phi L_{r,t}(j) \left(\frac{\beta z - 1}{\beta z} \right) y_t}{z^\phi N_t (r_t + I_t(j) - \dot{v}_t/v_t)} - (1+i_t)w_tL_{r,t}(j) \quad (3.20)$$

由(3.20)式可以看出 R&D 廠商選擇較高的研發規模 (z) 可以提高中間財的訂價，進而增加中間財廠商的利潤，提高藍圖的價值，此效果為選擇較高的研發規模 (z) 的好處。選擇較高的研發規模 (z) 的壞處則是，隨著研發規模 (z) 的提高成功機率會降低。需特別解釋的是，其中(3.20)式中的分母 $r_t + I_t(j) - \dot{v}_t/v_t$ 來自對未來中間財廠商利潤的折現因子，為未來廠商的決策變數，因此非本期 R&D 廠商可決定的變數，故視為定值。而中間財廠商為獨占性競爭廠商，廠商家數介於 0 到 1 之間，可視為非常多家的中間財廠商於市場中進行生產，因此個別中間財廠商的決策無法影響市場的總產量，故我們將總產出 (y_t) 視為定值。接著我們可以透過對(3.20)的研發規模 (z) 微分並令其等於零，尋找出最適的研發規模 (z)，我們可將尋找最適研發規模 (z) 的一階條件表示為：

$$z^{-\phi} \frac{1}{\beta z^2} = \frac{\phi}{z^{\phi+1}} \left(\frac{\beta z - 1}{\beta z} \right) \quad (3.21)$$

等號的左邊為提高一單位研發規模對 R&D 廠商帶來的好處，右邊為提高一單位研發規模對 R&D 廠商帶來的壞處。透過(3.21)可解得最適的研發規模 (z) 為：

$$\tilde{z} = \frac{1+\phi}{\beta\phi} \quad (3.22)$$

上標“~”表示長期均衡下的值，(3.22)式可以看出最適的研發規模(z)皆為外生參數的函數，因此(3.22)式即為長期均衡下的研發規模。由(3.22)式可得知，研發難度參數 ϕ 的提高，意味著每提升一單位的研發規模，導致研發失敗的機率會提高，因此提升研發規模的邊際壞處隨之提高。同時，研發難度參數 ϕ 的提高也會降低研發成功的機率，使得提升研發規模的邊際好處隨之下降。故研發難度參數 ϕ 的提高，R&D 廠商會選擇較小的研發規模(\tilde{z})。再者，智慧財產權保護的提高，會提高 R&D 廠商藍圖的價值。若 R&D 廠商選擇較大的研發規模會提升失敗的風險，因此研發失敗下 R&D 廠商將面臨較大的藍圖價值損失。故隨著智慧財產權保護的提高，R&D 廠商會選擇較小的研發規模(\tilde{z})，藉以降低研發風險所帶來的損失。

根據 R&D 廠商第一階段的決策(\tilde{z})，我們可以做以下比較靜態的分析，首先中間財廠商的訂價(3.14)中的 βz 為定價高於邊際成本的部分，即為「加成」比例，將最適的研發規模(\tilde{z})代入後，可得加成比例為：

$$\beta \tilde{z} = \frac{1+\phi}{\phi} \quad (3.23)$$

由(3.23)式可以得知，加成比例只受研發難度參數 ϕ 有關，隨 ϕ 提高而下降，進而降低中間財廠商的利潤，但與智慧財產權保護的程度無關，此結果與過去研發規模外生的文章非常的不同。原因如上述，隨著智慧財產權保護的下降，R&D 廠商會因應的提高研發規模(\tilde{z})，因此一增一減抵消智慧財產權對加成比例的影響。再者，當智慧財產權保護程度的變動不影響加成比例時，由(3.15)式可以看出智慧財產權保護程度的變動也不影響中間財廠商的利潤。

接著如(3.18)式所述， z^ϕ 為研發成功的難度，我們令 $\kappa = \tilde{z}^\phi$ ，並討論衡量難度參數 ϕ 與智慧財產權 β ，在內生化研發規模(z)後，如何影響研發成功的難度(κ)，首先討論智慧財產權如何影響 κ ，我們將 κ 對 β 微分可得 $\partial\kappa/\partial\beta < 0$ ，如前所述，隨著降低智慧財產權的保護，R&D 廠商會想提高研發的規模維持其藍圖

的價值，因此研發成功的難度會提高($\kappa \uparrow$)。接著討論衡量難度參數 ϕ ，在內生化研發規模(\tilde{z})後，如何改變研發成功的難度(κ)，我們將 κ 對 ϕ 微分可得：

$$\frac{\partial \kappa}{\partial \phi} = \left(\frac{1+\phi}{\beta\phi} \right)^\phi \left[\ln \left(\frac{1+\phi}{\beta\phi} \right) - \frac{1}{1+\phi} \right] \quad (3.24)$$

上式中我們將效果(a1)稱作直接效果，當難度參數 ϕ 提高時，每增加一單位研發規模的難度會提高，因此會使研發成功的難度(κ)提高。我們將效果(a2)稱作間接效果，當難度參數 ϕ 上升時，由(3.22)式可得知 R&D 廠商會降低最適的研發規模(\tilde{z})，此效果會降低研發成功的難度(κ)。因此難度參數 ϕ 提高，在內生化研發規模下，如何影響研發成功的難度，必須端看兩個效果的強弱。此根據(3.24)可以歸納以下智慧財產權保護 β 與難度參數 ϕ 的參數條件：

$$\begin{cases} \frac{\partial \kappa}{\partial \phi} \geq 0 & \text{if } \frac{1+\phi}{\phi} \frac{1}{e^{1/(1+\phi)}} \geq \beta \\ \frac{\partial \kappa}{\partial \phi} < 0 & \text{if } \frac{1+\phi}{\phi} > \beta > \frac{1+\phi}{\phi} \frac{1}{e^{1/(1+\phi)}} \end{cases} \quad (3.25)$$

由於研發規模($\tilde{z} > 1$)，因此 $\beta < (1+\phi)/\phi$ 。由(3.25)式可得知隨著智慧財產權保護愈弱($\beta \downarrow$)，最適的研發規模(\tilde{z})愈大，因此直接效果越強， $\partial \kappa / \partial \phi > 0$ 的機會越大。特別強調的是，智慧財產權保護 β 與難度參數 ϕ 為外生給定的參數，所以(3.25)的條件只是表達參數的範圍值。

接著第一階段 R&D 廠商決定最適的 R&D 勞動投入，假設 R&D 廠商所在的市場可自由進出，因此 R&D 廠商被迫將其所有預期收入投入研究發展，故 R&D 廠商自由進出市場的條件式為：

$$v_t(j) = \frac{\tilde{z}^\phi (1+i_t) w_t N_t}{\phi} \quad (3.26)$$

2.5 貨幣當局

我們假設政府發行貨幣 (M_t) 並以移轉性支付 (τ_t) 的方式移轉給民眾。且名目利率 (i_t) 為政府的政策參數，政府藉由調整名目利率來調整經濟變數，我們將在後面的章節試著尋找政府在極大化社會福利下的最適的名目利率。透過通貨膨脹的關係式 ($\pi_t = i_t - r_t$)，名目利率為外生的政策參數，因此通貨膨脹率 (π_t) 為內生變數。

首先定義 M_t 為名目貨幣供給， \dot{M}_t/M_t 為貨幣供給的成長率，根據上述定義可將每人持有實質貨幣 (m_t) 與名目貨幣 (M_t) 的關係式表達成：

$$m_t N_t = M_t / P_t \quad (3.27)$$

P_t 為最終財價格。接著對(3.27)式取對數並對時間微分，可得：

$$\frac{\dot{M}_t}{M_t} = \frac{\dot{m}_t}{m_t} + \pi_t + n \quad (3.28)$$

其中 $\pi_t = \dot{P}_t / P_t$ 。

根據前述假設，政府發行貨幣並以移轉性支付的方式移轉給民眾，因此可將政府發行貨幣的限制式表示成：

$$\tau_t N_t = \dot{M}_t / P_t \quad (3.29)$$

將(3.28)式代入(3.29)式可重新表示成：

$$\tau_t N_t = [\dot{m}_t + (\pi_t + n)m_t] N_t \quad (3.30)$$

(3.30)式為使用實質貨幣所表示的政府發行貨幣的限制式。

2.6 勞動市場

在我們的模型中，民眾提供的勞動用於生產中間財與投入研發，因此我們將勞動均衡條件式表示成：

$$N_t l_t = L_{x,t} + L_{r,t} \quad (3.31)$$

(3.31) 式中 $L_{x,t} = \int_0^1 L_{x,t}(j) dj$ 表示市場中投入生產中間財的總勞動量，

$L_{r,t} = \int_0^1 L_{r,t}(j) dj$ 表示市場中投入研發的總勞動量。我們可將(3.31)式改寫成：

$$l_t = l_{x,t} + l_{r,t} \quad (3.32)$$

$l_{x,t} = L_{x,t}/N_t$ 為生產中間財的勞動占總勞動的比例。同理， $l_{r,t} = L_{r,t}/N_t$ 為投入研發的勞動占總勞動的比例。

2.7 借貸市場

如前假設，R&D 廠商投入研發的成本，期初向民眾借款，因此借貸市場的均衡條件為：

$$b_t N_t = w_t L_{r,t} \quad (3.33)$$

(3.33)式左方為民眾借給 R&D 廠商的的總量，等號右方為 R&D 廠商需借款的總量。

第三節 總體均衡

本章節為求解一般均衡，待求解的變數可分為分配序列與價格序列，首先分配序列可表示為： $\{c_t, l_t, m_t, y_t, x_t(j), z, L_{x,t}(j), L_{r,t}(j)\}_{t=0}^{\infty}$ ，接著將價格序列表示為 $\{w_t, p_t(j), v_t(j), r_t, i_t\}_{t=0}^{\infty}$ 與政策變數 $\{i_t\}_{t=0}^{\infty}$ ，每個部門需決定的變數為：

- 在給定 $\{i_t, r_t, w_t\}$ 之下，代表性家計部門決定 $\{c_t, l_t, m_t\}$ 使其效用極大。
- 在給定 $\{p_{x,t}(j)\}$ 之下，最終財廠商決定 $\{y_t\}$ 使其利潤極大。
- 在給定 $\{w_t\}$ 之下，中間財廠商決定其定價 $\{p_{x,t}(j)\}$ 與產量 $\{x_t(j)\}$ 使其利潤極大。
- 在給定 $\{w_t, i_t, v_t(j)\}$ 之下，R&D 廠商首先決定研發規模 $\{z\}$ ，在決定投入 R&D 的勞動 $\{L_{r,t}(j)\}$ ，使其預期利潤極大。

- 勞動市場平衡式 $N_t l_t = L_{x,t} + L_{r,t}$ 。
- 商品市場平衡式 $y_t = c_t N_t$ 。
- 借貸市場平衡式 $b_t N_t = w_t L_{r,t}$ 。
- 政府預算平衡式 $\tau_t N_t = [m_t + (\pi_t + n)m_t]N$ 。

在附錄 A 中我們證明此模型具有唯一解，且為安定的動態。

引理 1 此模型具有唯一均衡，且具備動態安定性。

第四節 靜止均衡解

此章節為求解經濟體處於平衡成長路徑 (BGP) 上的經濟變數，以下我們使用上標「~」表示靜止均衡下的經濟變數。

4.1 靜止均衡的勞動配置

首先，透過(3.15)式、(3.16)式與(3.26)式可推得， $\Pi_{x,t}(j) = \Pi_{x,t}$ 、 $L_{x,t}(j) = L_{x,t}$ 與 $v_t(j) = v_t$ ，並假設對稱解 $I_t(j) = I_t$ ，可推得 $L_{r,t}(j) = L_{r,t}$ 。接著使用 R&D 廠商的自由進出條件(3.26)可推導出 $\dot{v}_t/v_t = \dot{w}_t/w_t + n$ ，使用中間財廠商的勞動支出式(3.16)可推導出 $\dot{y}_t/y_t = \dot{w}_t/w_t + n$ ，且總體市場資源限制式 $y_t = c_t N_t$ 可以推得 $\dot{y}_t/y_t = \dot{c}_t/c_t + n$ ，因此綜合上述 BGP 性質，可以推得 $\dot{v}_t/v_t = \dot{c}_t/c_t + n$ ，最後代入民眾的跨期消費的最式條件(3.7)，可得：

$$\dot{v}_t/v_t = r_t - \rho \quad (3.34)$$

將(3.34)式、R&D 廠商的自由進出條件(3.26)式與中間財廠商的利潤(3.15)式代入非套利條件(3.17)式，可得：

$$(\beta \tilde{z} - 1)l_{r,t} = (1 + i_t)(l_{r,t} + \frac{\tilde{z}^\phi \rho}{\phi}) \quad (3.35)$$

接著將中間財廠商的勞動支出(3.17)式與總體市場資源限制式 $y_t = c_t N_t$ 代入勞動供給的最適條件(3.8)式中，可將勞動供給的最適條件(3.8)整理成：

$$l_t = 1 - \beta \tilde{z} \theta (1 + i_t \xi) l_{x,t} \quad (3.36)$$

我們可透過(3.34)式、(3.35)式與勞動均衡條件(3.32)式求解三個變數 $\{l_{x,t}, l_{r,t}, l_t\}$ ，

分別為：

$$\tilde{l}_r = \frac{(\beta \tilde{z} - 1) - (1 + i_t) \frac{\tilde{z}^\phi \rho}{\phi} [1 + \beta \tilde{z} \theta (1 + i_t \xi)]}{(\beta \tilde{z} - 1) + (1 + i_t) [1 + \beta \tilde{z} \theta (1 + i_t \xi)]}$$

$$\tilde{l}_x = \frac{(1 + i_t) \left(1 + \frac{\tilde{z}^\phi \rho}{\phi} \right)}{(\beta \tilde{z} - 1) + (1 + i_t) [1 + \beta \tilde{z} \theta (1 + i_t \xi)]}$$

$$\tilde{l} = \frac{(\beta \tilde{z} - 1) - (1 + i_t) \left[\frac{\tilde{z}^\phi \rho}{\phi} \beta \tilde{z} \theta (1 + i_t \xi) - 1 \right]}{(\beta \tilde{z} - 1) + (1 + i_t) [1 + \beta \tilde{z} \theta (1 + i_t \xi)]}$$

我們將均衡的研發規模 $\tilde{z} = (1 + \phi) / b\phi$ 代入上式，可將均衡的勞動配置改寫為：

$$\tilde{l}_r = \frac{\frac{1}{\phi} - (1 + i_t) \left(\frac{1 + \phi}{\beta \phi} \right)^\phi \left(\frac{\rho}{\phi} \right) \left[1 + \frac{\theta(1 + i_t \xi)(1 + \phi)}{\phi} \right]}{\frac{1}{\phi} + (1 + i_t) \left[1 + \frac{\theta(1 + i_t \xi)(1 + \phi)}{\phi} \right]} \quad (3.37)$$

$$\tilde{l}_x = \frac{(1 + i_t) \left[1 + \left(\frac{1 + \phi}{\beta \phi} \right)^\phi \left(\frac{\rho}{\phi} \right) \right]}{\frac{1}{\phi} + (1 + i_t) \left[1 + \frac{\theta(1 + i_t \xi)(1 + \phi)}{\phi} \right]} \quad (3.38)$$

$$\tilde{l} = \frac{\frac{1}{\phi} - (1 + i_t) \left[\left(\frac{1 + \phi}{\beta \phi} \right)^\phi \left(\frac{\rho}{\phi} \right) \left[\frac{\theta(1 + i_t \xi)(1 + \phi)}{\phi} \right] - 1 \right]}{\frac{1}{\phi} + (1 + i_t) \left[1 + \frac{\theta(1 + i_t \xi)(1 + \phi)}{\phi} \right]} \quad (3.39)$$

4.2 R&D 勞動配置的比較靜態

本小節討論 R&D 勞動配置的比較靜態，首先分析智慧財產權保護如何影響

R&D 的勞動配置 (\tilde{l}_r)，將(3.37)式對 β 微分，可得：

$$\frac{\partial \tilde{l}_r}{\partial \beta} > 0 \quad (3.40)$$

隨著智慧財產權保護的降低，R&D 廠商的勞動投入會下降。其經濟邏輯我們使用(3.22)式 $\beta \tilde{z} = (1+\phi)/\phi$ 得知智慧財產權保護的變動並不影響中間財廠商的定價，因此不影響其利潤，也不影響 R&D 廠商的勞動投入，此效果與過去研發規模外生的文獻有所不同。但隨著智慧財產權保護降低，均衡的研發規模 $\tilde{z} = (1+\phi)/\beta\phi$ 會提高，此效果為內生化研發規模下，R&D 廠商會因應智慧財產權的下降進而提高研發規模，進而使得研發成功的難度 $\kappa = \tilde{z}^\phi$ 提高，因此會降低 R&D 廠商的勞動投入(\tilde{z} 與 R&D 勞動投入不同階段決策)。

命題 1 降低智慧財產權的保護程度，會使得研發難度提高，進而降低勞動資源分配至 R&D 部門的比例。

接著討論政府的貨幣政策(i_t)如何影響 R&D 的勞動配置(\tilde{l}_r)，將(3.37)式對 i_t 微分，可得：

$$\frac{\partial \tilde{l}_r}{\partial i_t} < 0 \quad (3.41)$$

名目利率的提高會增加 R&D 廠商的借款成本，進而降低 R&D 廠商的勞動投入。

命題 2 提高市場的名目利率，會使得研發部門的借款成本提高，進而降低勞動資源分配至 R&D 部門的比例。

最後，我們討論研發難度參數 ϕ 如何影響 R&D 的勞動配置(\tilde{l}_r)，由於不同的研發難度參數 ϕ ，會影響最適的研發規模 $\tilde{z} = (1+\phi)/\beta\phi$ 與研發成功的難度 $\kappa = \tilde{z}^\phi$ ，進而影響中間財廠商的利潤及 R&D 廠商的勞動投入，因此研發難度參數 ϕ 為重要的參數，將(3.37)式對 ϕ 微分，可得：

$$\frac{\partial \tilde{l}_r}{\partial \phi} > 0 \quad (3.42)$$

其效果無法確定，因為研發難度參數 ϕ 增加有四個效果在左右 R&D 的勞動配置 ($l_{r,t}$)，第一項效果為研發難度參數 ϕ 提高時會降低中間財廠商的利潤(廠商的加成比例下降)，因此降低 R&D 廠商的勞動投入，此效果對 R&D 廠商的勞動投入比例為負的效果。第二項效果為 R&D 廠商的成本效果，當研發難度參數 ϕ 提高時(廠商的加成比例下降)，最終財的價格會下降，因此實質工資會提高，故 R&D 廠商的成本提高，不利於 R&D 廠商的勞動投入。第三項效果為所得效果，當研發難度參數 ϕ 提高時(廠商的加成比例下降)，最終財的價格會下降，因此實質工資會提高，家計單位會增加工作時間替代休閒時間，提高勞動供給，此效果對於 R&D 廠商的勞動投入比例為正的效果。在模型上總和前述三個效果為負，表示當研發難度參數 ϕ 提高，對 R&D 廠商的勞動投入比例會下降。第四項效果為隨著研發難度參數 ϕ 提高時，根據 2.4 節的分析我們無法確定會提高或降低研發成功的難度 $\kappa = \tilde{z}^\phi$ 。若 $\partial\kappa/\partial\phi \geq 0$ 表示隨研發難度參數 ϕ 提高時會提高或是不影響研發成功的難度 $\kappa = \tilde{z}^\phi$ ，因此研發難度參數 ϕ 提高對 R&D 廠商的勞動投入為負的效果，此種情況下，四個效果總和不利於 R&D 的勞動投入，因此 $\partial\tilde{l}_r/\partial\phi < 0$ 。若 $\partial\kappa/\partial\phi < 0$ 表示隨研發難度參數 ϕ 提高時會降低研發成功的難度 $\kappa = \tilde{z}^\phi$ ，在此種情況下，第四項效果即有利於 R&D 的勞動投入，因此必須端看前三項加總的負向效果與第四項正向效果的力量決定研發難度參數 ϕ 如何影響 R&D 的勞動投入。

命題 3 研發難度參數對於 R&D 的勞動投入的影響是不確定的，取決於研發難度參數如何影響研發成功的難度而定。

4.3 經濟成長的比較靜態

本小節將討論智慧財產權保護(β)、貨幣政策(i)與研發難度參數(ϕ)如何影響經濟成長。首先我們透過中間財的生產函數(3.12)式代入最終財廠商的生產函數(3.9)式可得：

$$y_t = L_{x,t} \exp\left(\int_0^1 n_t(j) dj \ln(\tilde{z})\right) \quad (3.43)$$

令 $Z_t = \exp\left(\int_0^1 n_t(j) dj \ln(\tilde{z})\right) = \exp\left(\int_0^t I_s ds \ln(\tilde{z})\right)$ 。接著對(3.43)式取對數再對時間

微分可得：

$$\frac{\dot{y}_t}{y_t} = \frac{\dot{Z}_t}{Z_t} + n \quad (3.44)$$

上式中 \dot{Z}_t/Z_t ，可透過 z 的定義式與總體市場資源限制式 $y_t = c_t N_t$ ，整理成：

$$\tilde{g} = \frac{\dot{Z}_t}{Z_t} = I_t \ln(\tilde{z}) = \frac{\varphi}{\tilde{z}^\phi} \tilde{l}_r \ln(\tilde{z}) \quad (3.45)$$

我們將經濟成長率(3.45)拆解為三個部分如下：

$$\tilde{g} = \varphi \underbrace{\frac{1}{\tilde{z}^\phi}}_{(b1)} \underbrace{\tilde{l}_r}_{(b2)} \underbrace{\ln(\tilde{z})}_{(b3)} \quad (3.46)$$

(3.46)式的第一個部分表示為(b1)，如前所述其為研發成功的難度效果，研發成功的難度越高，代表研發成功的機率越低，因此越不利於經濟成長，因為在品質提升的 R&D 模型中，研發成功進而提高商品品質為驅動經濟成長的要素。(3.46)式的第二個部分表示為(b2)，來自 R&D 的勞動投入越多研發成功機率越高，此項效果有利於經濟成長。(3.46)式的第三個部分表示為(b3)，其為研發規模效果，由商品品質的定義式 $z^{n_t(j)}$ 可得知，品質的提升除了品質提升的次數之外也與研發的規模有關，因此隨著研發規模(\tilde{z})越高經濟成長率也會越高。

接著討論智慧財產權保護(β)如何影響經濟成長率，將(3.46)式對 β 微分可得：

$$\frac{\partial \tilde{g}}{\partial \beta} = \tilde{l}_r \left(\frac{1+\phi}{\beta^2 \phi} \right) \left(\frac{\varphi}{\tilde{z}^{\phi+1}} \right) \left[\phi \varphi \ln(\tilde{z}) + \frac{(1-\phi)\Omega \ln(\tilde{z})}{\Omega} - 1 \right] \begin{matrix} > 0 \\ < 0 \end{matrix} \quad (3.47)$$

$\Omega = \left\{ \frac{1}{\phi} - (1+i) \frac{\rho \tilde{z}^\phi}{\varphi} \left[1 + \frac{1+\phi}{\phi} (1+i\xi) \right] \right\}$ ，由 $\tilde{l}_r > 0$ ，可推得 $\Omega > 0$ 與 $(1-\phi\Omega) > 0$ 。根

據(3.47)我們無法確定智慧財產權的保護如何影響經濟成長率，首先等號右邊中括弧中的第一項來自智慧財產權保護對(3.46)式中(b1)的影響，隨著智慧財產權保護的提高，R&D 廠商會降低研發的規模($\tilde{z} = (1+\phi)/\beta\phi$)，因此降低研發成功的

難度($b1\uparrow$)，此效果有利於經濟成長率。等號右邊中括弧中的第二項來自智慧財產權保護對(3.46)式中(b2)的影響，隨著智慧財產權保護的提高(同(3.40)式的解釋)，R&D 廠商會降低研發的規模，(3.46)式的進而降低研發成功的難度，使 R&D 廠商願意投入更多的勞動($b2\uparrow$)，因此有利於經濟成長率。等號右邊中括弧中的第三項來自智慧財產權保護對(3.46)式中(b3)的影響，隨著智慧財產權保護的提高，R&D 廠商會降低研發的規模，同前所述，經濟成長率取決於品質的提升，而品質的提升又可分為研發規模與品質提升的次數，而此效果會降低研發規模($b3\downarrow$)，因此不利於經濟成長率。

前兩項的效果為有利於經濟成長，但第三項的效果不利於經濟成長率，所以我們無法確定智慧財產權的變動如何影響經濟成長率。過去的文獻中提高智慧財產權，會提高中間財廠商的利潤，進而使得 R&D 廠商願意投入更多的 R&D 勞動，因此有利於經濟成長率，而本篇文章得到與過去文獻不同的結果。

命題 4 提高智慧財產權的保護對於經濟成長率的影響是無法確定的，取決於智慧財產權保護提高後，R&D 廠商對於研發規模降低的程度而定。

接續討論貨幣政策(i_t)如何影響經濟成長率，將(3.46)式對 i_t 微分可得：

$$\frac{\partial \tilde{g}}{\partial i_t} = \varphi \frac{1}{\tilde{z}^\phi} \ln(\tilde{z}) \frac{\partial \tilde{l}_r}{\partial i_t} < 0 \quad (3.48)$$

由(3.41)式可以得知 $\partial \tilde{l}_r / \partial i_t < 0$ ，因此政府提高名目利率(i_t)，會降低 R&D 勞動的投入，進而降低經濟成長率。

命題 5 提高名目利率會增加 R&D 廠商的借款成本，因此不利於 R&D 投入，進而降低經濟成長率。

最後分析研發難度參數(ϕ)如何影響經濟成長率，由前章節分析得知研發難度參數(ϕ)對於研發成功難度($\kappa = \tilde{z}^\phi$)的影響是不確定的，所以為方便以下分析我們分為兩種情況：第一種情況為 $\beta \leq (1+\phi)/\phi e^{1/(1+\phi)}$ ，第二種情況為

$(1+\phi)/\phi > \beta > (1+\phi)/\phi e^{1/(1+\phi)}$ ，並將經濟成長率(3.46)式中 \tilde{z}^ϕ 使用 κ 取代：

$$\tilde{g} = \phi \frac{1}{\kappa} \tilde{l}_r \ln(\tilde{z}) \quad (3.49)$$

首先將(3.49)式對研發難度參數(ϕ)微分可得：

$$\frac{\partial \tilde{g}}{\partial \phi} = \frac{-\phi \tilde{l}_r \ln(\tilde{z})}{\kappa^2} \frac{\partial \kappa}{\partial \phi} + \frac{\phi \ln(\tilde{z})}{\kappa} \frac{\partial \tilde{l}_r}{\partial \phi} - \frac{\phi \tilde{l}_r \ln(\tilde{z})}{\kappa z \beta \phi^2} \quad (3.50)$$

等號右邊的第一項的效果來自研發難度參數(ϕ)對於(3.46)式中的(b1)的影響。等號右邊的第二項的效果來自研發難度參數(ϕ)對於(3.46)式中的(b2)的影響。等號右邊的第三項的效果來自研發難度參數(ϕ)對於(3.46)式中的(b3)的影響。

根據 4.2 節的分析可得知，在第一種情況之下 $\partial \kappa / \partial \phi > 0$ ，且 $\partial \kappa / \partial \phi \geq 0$ 時 $\partial \tilde{l}_{r,t} / \partial \phi < 0$ ，因此 $\partial \tilde{g} / \partial \phi < 0$ 。經濟邏輯為隨著研發難度參數(ϕ)提高會提高研發的難度(b1↓)，因此不利經濟成長率。隨著研發難度參數(ϕ)提高也會降低 R&D 廠商的勞動投入(b2↓)，因此降低研發成功的機率，不利於經濟成長率。最後隨著研發難度參數(ϕ)提高，R&D 廠商會降低研發的規模(b3↓)，同前所述，經濟成長率取決於品質的提升，而品質的提升又可分為研發規模與品質提升的次數，而此效果會降低研發規模，因此不利於經濟成長率。三項效果皆不利於經濟成長率，因此研發難度參數(ϕ)提高不利於經濟成長率。

接著討論第二種情況，根據 2.4 節的分析可得知，在第二種情況之下 $\partial \kappa / \partial \phi < 0$ ，由 4.2 節所分析可得知 $\partial \kappa / \partial \phi < 0$ 之下，無法確定 $\partial \tilde{l}_{r,t} / \partial \phi$ 是否大於零，因此在第二種情況之下無法確定研發難度參數(ϕ)如何影響經濟成長率。經濟邏輯為隨著研發難度參數(ϕ)提高會降低研發的難度(b1↑)，因此有利經濟成長率。隨著研發難度參數(ϕ)提高無法確定 R&D 廠商的會增加或減少勞動投入(b2↑↓)，不確定是否有利於經濟成長率。最後隨著研發難度參數(ϕ)提高，R&D 廠商會降低研發的規模(b3↓)，同前所述，經濟成長率取決於品質的提升，而品質的提升又可分為研發規模與品質提升的次數，而此效果會降低研發規模，因此不利於經

濟成長率。第一項效果有利於經濟成長率，第二項效果不確定是否有利於經濟成長率，第三項效果不利於經濟成長率，因此無法確定研發難度參數(ϕ)如何影響經濟成長率。

命題 6 研發難度參數的提高對於經濟成長率的影響是不確定的，取決於研發難度提高如何影響 R&D 的勞動投入而定。

第五節 貨幣政策與社會福利

本章節將討論若政府以極大化社會福利為目標時，如何訂定最適的貨幣政策(i_t)，首先我們先計算最佳社會福利下的勞動配置與研發規模，透過(3.3.1)式可將終身效用函數寫成：

$$U = \frac{1}{\rho} \left[\ln c_0 + \frac{g}{\rho} + \theta \ln(1-l) \right] \quad (3.51)$$

5.1 引入踩腳趾效果下的最適政策

我們將引入踩腳趾效果(stepping on toes effect)，如同 Jones(1995)與 Jones and Williams (2000)的文章所表示，隨著 R&D 廠商勞動投入的增加，可能出現重複或是重疊的研究，因此不利於研發，產生研發負的外部性，令 $\psi \in (0,1)$ 為衡量此外部性的程度。我們可將研發成功機率(3.18)式改寫成：

$$I_t(j) = \frac{\phi L_{r,t}^{\psi-1} L_{r,t}(j)}{z^\phi N_t^\psi} \quad (3.52)$$

當 $\psi=1$ ，表示無踩腳趾效果即回到原模型，當 ψ 越小時代表踩腳趾效果越強。此設定並不會改變 R&D 廠商第一階段最適研發規模的決定，最適研發規模為：

$$\tilde{z} = \frac{1+\phi}{\beta\phi} \quad (3.53)$$

R&D 廠商第二階段決定 R&D 勞動投入一樣必須符合廠商自由進出條件，可將 R&D 廠商自由進出市場的條件式表達成：

$$v_t(j) = \frac{\tilde{z}^\phi (1+i_t) w_t N_t^\psi}{\varphi L_{r,t}^{\psi-1}} \quad (3.54)$$

使用非套利條件(3.17)式、中間財廠商利潤(3.15)、中間財廠商勞動支出(3.16)式、勞動供給最適條件(3.8)式與勞動資源限制式(3.32)可推得 R&D 勞動投入式：

$$\frac{\beta\tilde{z}-1}{\beta\tilde{z}\theta(1+i\xi)+1} = \left[(1+i) + \frac{\beta\tilde{z}-1}{\beta\tilde{z}\theta(1+i\xi)+1} \right] l_{r,t} + (1+i) \frac{\rho \tilde{z}^\phi}{\varphi} l_{r,t}^{1-\psi} \quad (3.55)$$

$\tilde{z} = (1+\phi)/\beta\phi$ ，我們可由(3.55)式解出 R&D 勞動投入 \tilde{l}_r 。雖然無法解出分析解，但我們可以得到與前述相同的比較靜態結果， $(\partial\tilde{l}_r/\partial i) < 0$ 與 $(\partial\tilde{l}_r/\partial\beta) > 0$ 。接著我們對(3.55)全微分，可得知踩腳趾效果 ψ 與 R&D 勞動投入 \tilde{l}_r 的關係為：

$$\frac{\partial\tilde{l}_r}{\partial\psi} > 0 \quad (3.56)$$

表示隨著踩腳趾效果越強 ($\psi \downarrow$) 會降低 R&D 勞動投入 \tilde{l}_r 。

使用 5.3.3 節相同方法可求得經濟成長率為：

$$\tilde{g} = \varphi \frac{1}{\tilde{z}^\phi} \tilde{l}_r^\psi \ln(\tilde{z}) \quad (3.57)$$

分析同 5.3.3 節 $(\partial\tilde{g}/\partial i) < 0$ 與 $(\partial\tilde{g}/\partial\beta)$ 方向不確定。將(3.57)式對踩腳趾效果 ψ 微分可得：

$$\frac{\partial\tilde{g}}{\partial\psi} = \frac{\varphi}{\tilde{z}^\phi} \tilde{l}_r^\psi \left[\ln(\tilde{l}_r) + \frac{\psi}{\tilde{l}_r} \frac{\partial\tilde{l}_r}{\partial\psi} \right] \ln(\tilde{z}) > 0 \quad (3.58)$$

表示越強的踩腳趾效果越強 ($\psi \downarrow$) 會降低經濟成長率。

命題 7 越強的踩腳趾效果會，降低 R&D 廠商研發成功的機率，因此不利於經濟成長。

最後討論社會福利函數，可將(3.58)式改寫成：

$$U = \frac{1}{\rho} \left[\ln \tilde{c}_0 + \left(\frac{\varphi \ln(\tilde{z})}{\rho \tilde{z}^\phi} \right) \tilde{l}_r^\psi + \theta \ln(1-\tilde{l}) \right] \quad (3.59)$$

根據前述分析，政府提高名目利率 (i) 會降低經濟成長率，不利於社會福利，但是

由消費者的預算限制式(3.2)，可得知提高名目利率(i)可增加民眾的利息收入，因此 $\partial U/\partial i$ 大於零或小於零取決兩者的力量大小而定。接下來我們透過模擬的方式尋求政府最適貨幣政策(i)。

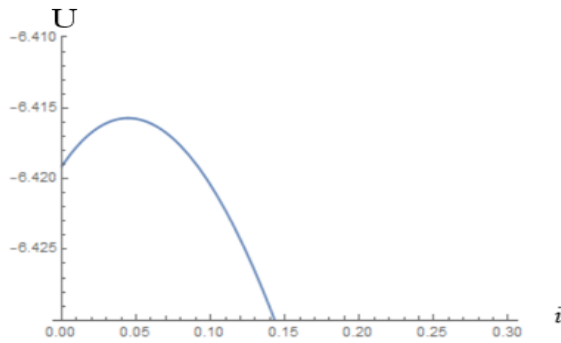
5.2 數值分析

為尋找最適的貨幣政策，我們使用美國的資料進行數值模擬，並將參數值整理於〈表 3.1〉。據此，可透過(3.59)式尋找極大化社會福利(second best)下最適的貨幣政策。〈表 3.1〉中研發難度參數(ϕ)為根據(4g)式加成比例 $(1+\phi)/\phi$ 所校準之參數，Jones and Williams (2000)文章中所提供資料加成比例介於 1.05 至 1.4 之間，我們選用中間值 1.33，因此可推得 $\phi=3.03$ 。智慧財產權的保護程度則是根據 Chu and Cozzi (2014)所使用研發規模(z)為 1.05，由(3.23)式 $(\beta \tilde{z} = (1+\phi)/\phi)$ ，可校準參數 $\beta=1.267$ 。經濟成長率使用 Chu et al. (2012)與 Yang (2018)所使用的美國經濟成長率為 1.5%，藉此推得 R&D 廠商生產力參數 $\varphi=0.852$ 。勞動供給根據 Chu and Cozzi (2014)所使用的 0.3，藉此可推得勞動對休閒的偏好 $\theta=0.177$ 。

參數	定義	數值	參考來源
ρ	時間偏好率	0.05	Acemoglu and Akcigit (2012)
i	名目利率	0.08	Chu and Cozzi (2014)
ξ	消費需持有現金比例	0.2	Chu and Cozzi (2014)
ψ	踩腳趾效果參數	0.5	Jones and Williams (2000)
ϕ	研發難度參數	3.03	校準加成訂價比例為 1.33
β	智慧財產權保護程度	1.267	校準研發規模為 1.05
φ	R&D 廠商生產力參數	0.852	校準經濟成長率為 0.015
θ	勞動對休閒的偏好	0.177	校準勞動供給為 0.3

〈表 3.1〉

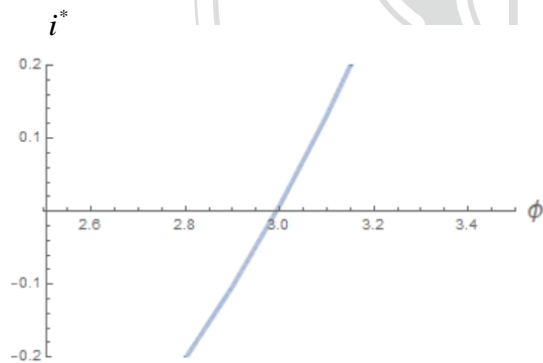
根據上述參數我們可以尋找極大化社會福利下最適貨幣政策如〈圖 3.1〉:



<圖 3.1>

<圖 3.1>的縱軸為社會福利，橫軸為名目利率，最適的貨幣政策為 $i^* = 4.44\%$ 。接著討論傅利曼法則是否成立，Friedman(1969)的文章認為，政府在追求社會福利極大時，政府的最適貨幣政策為盡可能的使名目利率接近零的水準，此觀點稱為傅利曼法則。在我們的模型可以清楚的看到，名目利率的提高同時帶來好處與壞處，好處是民眾的利息收入會增加，壞處則是 R&D 廠商的借款成本會提高，在兩者權衡之下，最適的名目利率為 4.44%，因此傅利曼法則「不成立」。

最後<圖 3.2>表達出難度參數(ϕ)如何影響最適貨幣政策:



<圖 3.2>

隨著研發難度參數(ϕ)提高會提高最適的名目利率(i^*)。研發難度參數(ϕ)提高會降低 R&D 勞動投入有助於提高研發成功機率的邊際好處，因此政府可以透過提高名目利率(i^*)降低市場 R&D 勞動的投入，藉此將市場的 R&D 勞動投入數量調整至經濟體最適的投入數量。根據上述分析可以得知，研發難度參數(ϕ)越高，傅利曼法則越容易成立。

第六節 結論

本篇文章著重於修改傳統的品質階梯式提升模型，且將貨幣加入模型中，分析政府貨幣政策與智慧財產權保護政策如何影響經濟成長與社會福利。首先，我們放寬傳統品質階梯式提升模型對於 R&D 廠商決策行為的假設，使得 R&D 廠商可以自行決定其研發的規模，透過 R&D 廠商的決策行為內生化加成訂價的比例。在此修正後的模型下，引入 Chu and Cozzi (2014) 將貨幣加入 R&D 模型的方式進行分析，並比較既有文獻對於智慧財產權與貨幣政策對經濟成長與社會福利的影響與我們修正後模型的差異。在此修正後的模型下，我們發現一些與既有文獻不同結果，並更進一步地提供詳細的經濟邏輯。大致可將分析結果分別整理為以下幾點：

1. 降低智慧財產權的保護程度，會降低勞動資源分配至 R&D 部門的比例。此結果雖與過去文獻相同，但其背後的機制有所不同。隨著智慧財產權的降低，會使得 R&D 廠商的利潤降低，R&D 廠商為因應利潤的下降，因此會選擇從事更高難度的研發。此決策行為雖會抵消智慧財產權保護降低造成的生產中間財利潤損失，但是會造成研發成功機率的下降，因此 R&D 廠商自由進出市場的條件下會降低 R&D 廠商對於勞動的投入。
2. 降低智慧財產權的保護對於經濟成長率的影響是無法確定的，雖然降低智慧財產權的保護會降低 R&D 廠商的勞動投入不利於經濟成長，但是同時 R&D 廠商會提高研發的規模，有利於經濟成長，因此取決兩者力量的大小而定。
3. 在我們的模型中利用難度參數來衡量 R&D 廠商提高研發規模下研發難度提高的幅度。當難度參數提高時，R&D 廠商會相對應的降低研發的規模，因此研發難度參數對影響 R&D 的勞動投入影響是無法確定的。
4. 研發難度參數的提高有可能有利或不利於經濟成長，取決於研發難度參數的提高如何影響 R&D 廠商的勞動投入而定。

5. 政府提高名目利率，會使得 R&D 廠商的借款成本提高，進而降低勞動資源分配至 R&D 部門的比例，因此不利於經濟成長。
6. 最後我們使用實際經濟體的參數進行模擬分析，發現政府訂定的最適名目利率不為零，因此傅利曼法則不會成立。且我們發現研發難度參數越高，傅利曼法則可能成立。



附錄 A

此附錄將證明此經濟體存在唯一解且動態穩定。首先令一轉換變數 $\Phi_t = y_t/v_t$ ，將其轉換變數取對數再對時間微分：

$$\frac{\dot{\Phi}_t}{\Phi_t} = \frac{\dot{y}_t}{y_t} - \frac{\dot{v}_t}{v_t} \quad (\text{A1})$$

接著使用市場資源限制式 $y_t = c_t N_t$ 取對數再對時間微分與(3.3)式可得：

$$\frac{\dot{y}_t}{y_t} = \frac{\dot{c}_t}{c_t} + n = r_t - \rho \quad (\text{A2})$$

將(3.17)式、(3.15)式、(3.18)與(A2)代入(A1)式可得：

$$\frac{\dot{\Phi}_t}{\Phi_t} = \left(1 - \frac{1}{\beta z}\right) \Phi_t - \frac{\varphi r_t}{z^\phi} - \rho \quad (\text{A3})$$

由(3.16)與自由進出條件(3.26)可得：

$$l_x = \Phi_t \frac{1}{\beta z \varphi} (1 + i_t) z^\phi \quad (\text{A4})$$

接著求 l_x 與 l_r 的關係式，使用(3.5)式、(3.8)式與勞動均衡條件 $l_t = l_x + l_r$ 可推得：

$$l_r = 1 - [\theta(1 + i_t \xi) \beta z + 1] l_x \quad (\text{A5})$$

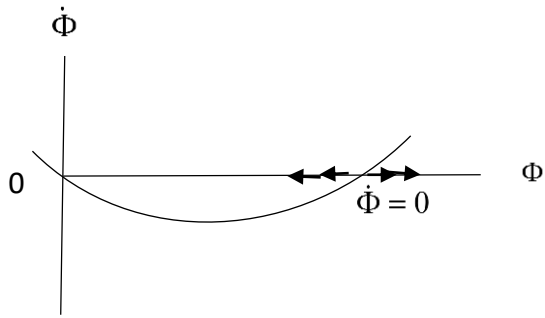
將(A4)代入(A5)，可得：

$$l_r = 1 - [\theta(1 + i_t \xi) \beta z + 1] \Phi_t \frac{1}{\beta z \varphi} (1 + i_t) z^\phi \quad (\text{A6})$$

將(A6)代入(A3)可得：

$$\frac{\dot{\Phi}_t}{\Phi_t} = \left\{ \underbrace{\left[1 - \frac{1}{\beta z} + \frac{\varphi}{z^\phi} [\theta(1 + i_t \xi) \beta z + 1] \frac{1}{\beta z \varphi} (1 + i_t) z^\phi \right]}_{+} \right\} \Phi_t - \left(\frac{\varphi}{z^\phi} + \rho \right) \quad (\text{A7})$$

最後我們將(A7)式依圖解方式畫於下圖：



由上圖可得知，本模型有唯一解且為安定的動態。



第五章

結論

本論文試圖使用 Aghion and Howitt (1992)所提出的品質階梯式提升模的 R&D 成長模型重新檢視三種政府政策，分別是民營化政策、進口關稅政策與貨幣政策。首先，基於大多數民營化的文獻著重於部分均衡的分析，且無法刻劃經濟變數成長的特性，因此本論文第二章嘗試建立一個品質階梯式提升模的 R&D 成長模型，並引入政府持股的特性，用以描述政府民營化的過程如何影響 R&D 投入、經濟成長與社會福利。我們發現政府民營化的過程可以提高經濟成長率，可是商品的價格會提高，不利於代表性個人的期初消費，前者有利於社會福利，後者不利於社會福利，此兩股力量左右著政府的民營化決策，因此部分民營化可以為政府最適民營化政策，而此項結果確實符合實際經濟體的實證資料。上述模型的結果與既有的理論文章相同，但背後的機制卻完全不相同，因此我們提供一個可能的經濟邏輯分析民營化在經濟體中扮演的角色。再者，我們清晰的解釋為何國營企業的生產力低於民營企業的生產力，既有文獻中皆使用外生給定的方式假設國營企業的生產力低於民營企業的生產力，但在我們的模型中為內生結果，並賦予其合理的經濟邏輯加以解釋。

接著，本篇論文的第三章則是將品質階梯式提升模的 R&D 成長模型推廣至開放的經濟體，藉由 Dinopoulos and Segerstrom (2006)的南北國品質階梯式提升模的 R&D 成長模型，並且加入進口關稅的設計刻劃中間財貿易的特性。政府不僅可以對外國中間財商品課徵進口關稅，且將關稅收入運用於有利於本國中間財生產的基礎建設當中。在此模型下，可以探討已開發國家(北國)與開發中國家(南國)課徵進口關稅後，相對工資的變化，並分析兩國政府應制定的最適的進口關稅。過去大多文獻將進口關稅視為資源的浪費，而此篇論文將進口關稅的收入投入基礎建設的設計，相較過去 R&D 經濟成長模型對於進口關稅的設計有很大的不同。在此模型下分析進口關稅與基礎建設對 R&D 投資與社會福利的影響，可

使 R&D 經濟成長模型與貿易自由化相關的研究領域更加完整。我們發現提高智慧財產權的保護，會使先進國家的勞動由研發部門移動至生產部門，因此使得市場的商品品質下降。而當發展中國家的人口增加時，可讓先進國家可以專注於研發，因此提高市場商品的品質。再者，當先進國家降低進口關稅時，北國的勞動需求下降，因此兩國的相對工資會惡化。接續我們分析政府如何制定最適的進口關稅，提高進口關稅雖會提高市場商品的價格，但同時也會提高基礎建設的投資，前者不利於社會福利，後者有利於社會福利。因此兩國進口關稅的制定取決於基礎建設的外部性大小而定，最後我們使用數值模擬的方式分別尋找兩國最適的進口關稅。

最後，本篇論文的第四個章節則是拓展 Chu and Cozzi (2014)提出的貨幣型品質階梯式提升 R&D 經濟成長模型。首先，我們放寬過去文獻皆假設 R&D 廠商無法自行選擇研發規模的設定，在我們的模型中 R&D 廠商不僅僅能自行選擇研發的規模，且可以透過可以自行選擇研發規模的行為影響廠商的加成訂價比例，我們利用此特性，藉以內生化加成訂價比例。在此模型下，討論 R&D 成長模型經常探討的議題，包括智慧財產權保護政策與貨幣政策，並尋找政府的最適貨幣政策，再進一步分析最適貨幣政策與 R&D 廠商研發規模決策間的關聯性。我們發現降低智慧財產權保護，會使得 R&D 廠商藉由提高研發規模以彌補因智慧財產權保護降低造成利潤的損失，但同時也會提高研發的難度，故在 R&D 廠商自由進出的情況之下，會降低 R&D 的勞動投入。然而，雖降低智慧財產權保護會降低 R&D 的勞動投入不利於經濟成長，但 R&D 廠商提高研發規模有利於經濟成長，因此智慧財產權保護政策如何影響經濟成長是不確定的，此結果與過去文獻對於智慧財產權保護的分析有很大的差異。接著我們分析貨幣政策在經濟體中所扮演的角色，當政府提高名目利率時會提高 R&D 廠商的借款成本，因此 R&D 廠商會降低勞動的投入，不利於經濟成長。但對於社會福利的影響是不確定的，雖然名目利率提高會降低經濟成長率，不利於社會福利。但同時會提高代表性個

人的利息收入，此項效果有利於社會福利，因此我們試圖使用數值模擬的方式尋找最適的名目利率。我們發現最適的名目利率不為零，意味著傅利曼法則不會成立，且研發難度的參數越高，傅利曼法則越可能成立。

文末，本博士論文的第二章節民營化政策的探討著重於政府持有 R&D 廠商的目的為降低市場的價格扭曲，但我們知道實際經濟體下政府可能因應不同的時期會有不同的政策目標，因此未來的研究中我們將嘗試討探政府持有 R&D 廠商有不同的目的下，分析政府最適的民營化政策。再者，近期的民營化文獻中開始討論跨國的民營企業進入本國市場後，如何影響本國政府民營化的政策，因此將本篇博士論文推展多國的經濟模型也是未來重要的研究方向。

第三章節則著重於中間財貿易下的貿易自由化議題探討，意味著我們只允許中間財商品可以貿易，且政府使用從價稅的方式課徵進口關稅，進而分析進口關稅之效果。未來我們將延伸本篇論文的模型，進一步的探討國際貿易議題中經常談論的有效關稅 (effective protection rate) 議題，我們將同時讓最終財商品也可以在國際市場上自由貿易，並且比較課徵中間財的進口關稅與課徵最終財的進口關稅之間對於經濟成長、相對工資與社會福利的差別，甚至更進一步地分析政府課徵從價稅與從量說之間的差異。藉此使關稅議題於 R&D 成長模型的應用更加的完整。

第四章節則是提供一個更完整的貨幣型品質階梯式提升 R&D 經濟成長模型，透過 R&D 廠商選擇研發規模的方式，藉此內生化加成訂價比例。而本章節著重於智慧財產權保護政策與貨幣政策的分析，未來的研究將借用此模型探討 R&D 成長模型中常被提及的議題，例如：補貼政策、異質廠商與專利授權等，並比較與傳統品質階梯式提升 R&D 經濟成長模型間的異同，提供政府部門更細緻的政策建議。

參考文獻

- Adams, S. (2006), "The Impact of Privatization on Economic Growth and Income Inequality in Sub-Saharan Africa," *The Journal of Social, Political, and Economic Studies* 31: 295-320.
- Aghion, P., Askenazy, P., Berman, N., Cetto, G. and Eymard, L. (2012), "Credit Constraints and the Cyclicalities of R&D Investment: Evidence from France," *Journal of the European Economic Association* 10: 1001-24.
- Aghion, P. and Howitt, P. (1992), "Model of Growth Through Creative Destruction," *Econometrica* 60: 323-51.
- Aghion, P. and Howitt, P. (2009), *The Economics of Growth*. Mass., Cambridge: MIT Press.
- Amiti, M. and Konings, J. (2007), "Trade Liberalization, Intermediate Inputs, and Productivity: Evidence from Indonesia," *American Economic Review* 97: 1611-38.
- Bach, C. F., Martin, W. and Stevens, J. A. (1996), "China and the WTO: Tariff Offers, Exemptions and Welfare Implications," *Weltwirtschaftliches Archiv* 132: 409-31.
- Backus, D. K., Kehoe, P. J. and Kehoe, T. J. (1992), "In Search of Scale Effects in Trade and Growth," *Journal of Economic Theory* 58: 377-409.
- Bai, C., Lu, J. and Tao, Z. (2009), "How Does Privatization Work in China?" *Journal of Comparative Economics* 37: 453-70.
- Baldwin, J. R. and Gu, W. (2004), "Trade Liberalisation: Export-Market Participation, Productivity Growth and Innovation," *Oxford Review of Economic Policy* 20: 372-92.
- Barnett, S. (2000), "Evidence on the Fiscal and Macroeconomic Impact of Privatization," *IMF Working Paper* No.130.

- Barro, R. J. (1990), "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth," *Journal of Political Economy* 98: 103-25.
- Barro, R. J. and Sala-i-Martin, X. (2004), *Economic Growth*, Second Edition. Mass., Cambridge: MIT Press.
- Beladi, H., Chen P., Chu H., Lai C. and Lai T. (2021), "Optimal Tariffs in a Two-country R&D-based Growth Model," *Macroeconomic Dynamics*, forthcoming.
- Boardman, A. and Vining, A. R. (1989), "Ownership and Performance in Competitive Environments: A Comparison of the Performance of Private, Mixed, and State-Owned Enterprises," *Journal of Law and Economics* 32: 1-33.
- Boubakri, N., Smaoui, H. and Zammiti, M. (2009), "Privatization Dynamics and Economic Growth," *Journal of Business & Policy Research* 4: 16-44.
- Brown, J. D., Earle, J. S. and Telegdy, A. (2006), "The Productivity Effects of Privatization: Longitudinal Estimates from Hungary, Romania, Russia, and Ukraine," *Journal of Political Economy* 114: 61-99.
- Chang, W. W. and Ryu, H. E. (2015), "Vertically Related Markets, Foreign Competition, and Optimal Privatization Policy," *Review of International Economics* 23: 303-19.
- Chu, A. and Cozzi, G. (2014), "R&D and Economic Growth in a Cash-in-Advance Economy," *International Economic Review* 55: 507-24.
- Chu, A., Cozzi, G., Furuakwa, Y. and Liao, C. H. (2019), "Inflation and Innovation in a Schumpeterian Economy with North-South Technology Transfer," *Journal of Money, Credit and Banking* 51: 683-719.
- Chu, A., Cozzi, G. and Galli, S. (2012), "Does Intellectual Monopoly Stimulate or Stifle Innovation?" *European Economic Review* 56: 727-46.
- Chu, A., Cozzi, G., Lai, C. and Liao, C. H. (2015), "Inflation, R&D and Growth in an Open Economy," *Journal of International Economics* 96: 360-74.
- Chu, A. and Lai, C. (2013), "Money and the Welfare Cost of Inflation in an R&D

- Growth Model,” *Journal of Money, Credit and Banking* 45: 233-49
- Chu, A. and Pan, S. (2013), “The Escape-Infringement Effect of Blocking Patents on Innovation and Economic Growth,” *Macroeconomic Dynamics* 17: 955-69.
- Cook, D. (2002), “Market Entry and International Propagation of Business Cycles,” *Journal of International Economics* 56: 155-75.
- Cook, P. and Uchida, Y. (2003), “Privatization and Economic Growth in Developing Countries,” *Journal of Development Studies* 39: 121-54.
- Davis, J. S. (1992), “Cross-Country Patterns of Changes in Relative Wages” NBER Macroeconomic Annual 1992, ed. by O. J. Blanchard and S. Fischer. Mass., Cambridge: MIT Press.
- Davis, J. S. and Huang, K. X. (2011), “International Real Business Cycles with Endogenous Markup Variability,” *Journal of International Economics* 85: 302-16.
- DeFraja, G. and Delbono, F. (1989), “Alternative Strategies of a Public Enterprise in Oligopoly,” *Oxford Economic Papers* 41: 302-11.
- DeFraja, G. and Delbono, F. (1990), “Game Theoretic Models of Mixed Oligopoly,” *Journal of Economic Surveys* 4: 1-17.
- Dinopoulos, E. and Segerstrom, P. (1999), “The Dynamic Effects of Contingent Tariffs,” *Journal of International Economics* 47: 191-222.
- Dinopoulos, E. and Segerstrom, P. (2006), “North–South Trade and Economic Growth,” Stockholm School of Economics, mimeo.
- Dinopoulos, E. and Segerstrom, P. (2010), “Intellectual Property Rights, Multinational Firms and Economic Growth,” *Journal of Development Economics* 92: 13-27.
- Ercolani, V. and Valle e Azevedo, J. (2014), “The Effects of Public Spending Externalities.” *Journal of Economic Dynamics and Control* 46: 173-99.
- Falato, A. and Sim, J. (2014), “Why do innovative firms hold so much cash? Evidence from changes in state R&D tax credits,” *FEDS Working Paper No.2014-72*.

- Felbermayr, G. J., Jung, B. and Larch, M. (2013), "Optimal Tariffs, Retaliation and the Welfare Loss from Tariff Wars in the Melitz Model," *Journal of International Economics* 89: 13-25.
- Ferguson, S. M. (2015), "Endogenous product differentiation, market size and prices," *Review of International Economics* 23: 45-61.
- Filipovic, A. (2005), "Impact of Privatization on Economic Growth," *Issues in Political Economy* 14: 1-22.
- Fjell K. and Pal, D. (1996), "A Mixed Oligopoly in the Presence of Foreign Private Firms," *Canadian Journal of Economics* 29: 737-74.
- Flam, H. and Helpman, E. (1987), "Vertical Product Differentiation and North-South Trade," *American Economic Review* 77: 810-22.
- Frankel, J. A. and Romer, D. (1999), "Does Trade Cause Growth?" *American Economic Review* 89: 379-99.
- Friedman, M. (1969), *The Optimum Quantity of Money and Other Essays*, London: Macmillan.
- Garnaut, R., L. Song, S. Tenev and Yao Y. (2005), *China's Ownership Transformation: Process, Outcomes, Prospects.*, Washington, D.C.: The International Finance Corporation (IFC) and the World Bank.
- Gros, D. (1987), "A Note on the Optimal Tariff, Retaliation and the Welfare Loss from Tariff Wars in a Framework with Intra-Industry Trade," *Journal of International Economics* 23: 357-67.
- Grossman, G. M. and Helpman, E. (1991), "Quality Ladders in the Theory of Growth," *Review of Economic Studies* 58: 43-61.
- Gupta, N. (2005), "Partial Privatization and Firm Performance," *Journal of Finance* 60: 987-1015.
- Gustafsson P. and Segerstrom, P. (2010), "North-South Trade with Increasing Product

- Variety,” *Journal of Development Economics* 92: 97-106.
- Hall, B. (1992), “Investment and R&D at the firm level: does the source of financing matter?” *NBER Working Paper No. 4096*.
- Hanson, G. and Harrison, A. (1999), “Trade Liberalization and Wage Inequality in Mexico,” *Industrial and Labor Relations Review* 52: 271-88.
- Harrison, A. (1996), “Openness and Growth: A Time Series, Cross-Country Analysis for Developing Countries,” *Journal of Development Economics* 48: 419-47.
- Heston, A., R. and Aten, B. (2009), *Penn World Table Version 6.3*, Center for 21 International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania.
- Himmelberg, C. and Petersen, B. (1994), “R&D and Internal Finance: A Panel Study of Small Firms in High-Tech Industries,” *Review of Economics and Statistics* 76: 38-51.
- Howitt, P. (1999), “Steady Endogenous Growth with Population and R&D Inputs Growing,” *Journal of Political Economy* 107: 715-30.
- Ishibashi, I. and Matsumura, T. (2006), “R&D Competition Between Public and Private Sectors,” *European Economic Review* 50: 1347-66.
- Jones, R. W. (1969), “Tariffs and Trade in General Equilibrium: Comment,” *American Economic Review* 59: 418-24.
- Jones, C. I. (1995), “Time Series Tests of Endogenous Growth Models,” *Quarterly Journal of Economics* 110: 495-525.
- Jones, C. I. (2005), “Growth and Ideas,” in *Handbook of Economic Growth, Volume 1*, ed. by P. Aghion and S. N. Durlauf. Amsterdam: Elsevier, 1063-111.
- Jones, S. L., Megginson, W. L., Nash, R. C. and Netter, J. M. (1999), “Share Issue Privatizations as Financial Means to Political and Economic Ends,” *Journal of Financial Economics* 53: 217-53.

- Jones, C. I. and Williams, J. C. (1998), "Measuring the Social Return to R&D," *Quarterly Journal of Economics* 113: 1119-35.
- Jones, C. I. and Williams, J. C. (2000), "Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D," *Journal of Economic Growth* 5: 65-85.
- Jorgenson, D. W. and Fraumeni, B. M. (1992), "Investment in Education and U.S. Economic Growth," *Scandinavian Journal of Economics* 94: 51-70.
- Kaldor, N. (1940), "A Model of the Trade Cycle," *Economic Journal* 50: 78-92.
- Laurin, C. and Bozec, Y. (2001), "Privatization and Productivity Improvement: The Case of Canadian National," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 37: 355-74
- Li, C. (2001), "On the Policy Implications of Endogenous Technological Progress," *Economic Journal* 111: C164-79.
- Liu, X. and Buck, T. (2007), "Innovation Performance and Channels for International Technology Spillovers: Evidence from Chinese High-Tech Industries," *Research Policy* 36: 355-66
- Matsumura, T. (1998), "Partial Privatization in Mixed Oligopoly," *Journal of Public Economics* 70: 473-83.
- Matsumura, T. and Kanda, O. (2005), "Mixed Oligopoly at Free Entry Markets," *Journal of Economics* 84: 27-48.
- Matsumura, T. and Matsushima, N. (2004), "Endogenous Cost Differentials Between Public and Private Enterprises: A Mixed Duopoly Approach," *Economica* 71: 671-88.
- Mayer W. (1984), "Endogenous Tariff Formation," *American Economic Review* 74: 970-85.
- Meggison, W. L. and Netter, J. M. (2001), "From State to Market: A Survey of Empirical Studies on Privatization," *Journal of Economic Literature* 39: 321-89.

- Melitz, M. J., and Ottaviano, G. I. P. (2008), "Market Size, Trade, and Productivity," *Review of Economic Studies* 75: 295-316.
- Merrill, W. C. and Schneider, N. (1966), "Government Firms in Oligopoly Industries: A Short-Run Analysis," *Quarterly Journal of Economics* 80: 400-12.
- Minniti, A., Parello, C. P. and Segerstrom, P. S. (2013), "A Schumpeterian Growth Model with Random Quality Improvements," *Economic Theory* 52: 755-91.
- Munari, F. (2002), "The Effects of Privatization on Corporate R&D Units: Evidence from Italy and France," *R&D Management* 32: 223-32
- Munari, F. and Oriani, R. (2002), "Privatization and R&D Performance: An Empirical Analysis Based on Tobin's q," *FEEM Working Paper* 63: 1-34.
- Nicita, A. (2009), "The Price Effect of Tariff Liberalization: Measuring the Impact on Household Welfare," *Journal of Development Economics* 89: 19-27.
- O'Donoghue, T. (1998), "A Patentability Requirement for Sequential Innovation," *RAND Journal of Economics* 29: 654-79.
- O'Donoghue, T. and Zweimüller, J. (2004), "Patents in a Model of Endogenous Growth," *Journal of Economic Growth* 9: 81-123.
- Opler, T., Pinkowitz, L., Stulz, R. and Williamson, R. (1999), "The Determinants and Implications of Corporate Cash Holdings," *Journal of Finance Economics* 52: 3-46.
- Pavcnik, N. (2002), "Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvements: Evidence from Chilean Plants," *Review of Economic Studies* 69: 245-76.
- Plane, P. (1997), "Privatisation and Economic Growth: An Empirical Investigation from a Sample of Developing Market Economies," *Applied Economics* 29: 161-178.
- Poyago-Theotoky, J. (1998), "R&D Competition in a Mixed Duopoly under Uncertainty and Easy Imitation," *Journal of Comparative Economics* 26: 415-28.
- Ramsey, F. P. (1928), "A Mathematical Theory of Saving," *Economic Journal* 38: 54-

9.

Rivera-Batiz, L. A. and Romer, P. M. (1991), "Economic Integration and Endogenous Growth," *Quarterly Journal of Economics* 106: 531-55.

Robertson, R. (2004), "Relative Prices and Wage Inequality: Evidence from Mexico," *Journal of International Economics* 64: 387-409.

Robertson, T. S. and Gatignon, H. (1998), "Technology Development Mode: A Transaction Cost Conceptualization," *Strategic Management Journal* 19: 515-31.

Romer, P. M. (1990), "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy* 98: S71-S102.

Segerstrom, P. (1998), "Endogenous Growth without Scale Effects." *American Economic Review* 88: 1290-310.

Segerstrom, P. (2000), "The Long-Run Growth Effects of R&D Subsidies," *Journal of Economic Growth* 5: 277-305.

Shenhar, A. J. (1993), "From Low to High-Tech Project Management," *R&D Management* 23: 199-214.

Södersten, B. and Vind, K. (1968), "Tariffs and Trade in General Equilibrium," *American Economic Review* 58: 394-408.

Solow, R. M. (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics* 70: 65-94.

Wen, J. and Yuan, L. (2010), "Optimal Privatization of Vertical Public Utilities," *Canadian Journal of Economics* 43: 816-31.

White, M. D. (1996), "Mixed Oligopoly, Privatization and Subsidization," *Economics Letter* 53: 189-95.

Wu, S. J., Change, Y. M. and Chen, H. Y. (2016), "Imported Inputs and Privatization in Downstream Mixed Oligopoly with Foreign Ownership," *Canadian Journal of Economics* 49: 1179-207.

Yang, Y. (2018), “On the Optimality of IPR Protection with Blocking Patents,” *Review of Economic Dynamics* 27: 205-30.

Yu, P. and Lai C. (2020), “Optimal Privatization and Economic Growth in a Schumpeterian Economy,” *Journal of Macroeconomics* 64: Article 103205.

