

國立政治大學社會科學院經濟學系

碩士論文

指導教授 陳樹衡博士

社會網路與貨幣政策:兼論「權衡」與「法則」

Social Network and Monetary Policy:

Rule versus Discretion



研究生 溫明昌

中華民國 101 年 7 月

謝詞

僅以本篇論文獻給我的父母，陪我一路走來的同學與朋友，以及用心教導我的師長們。我由衷地感謝你們，你們的支持與鼓勵，成為我求學路上重要的推手，在此致上十二萬分的敬意。最後，我想祝福那些曾經幫助過我的人，希望你們在未來都能幸福快樂。



溫明昌
2012 年夏
國立政治大學經濟系

摘要

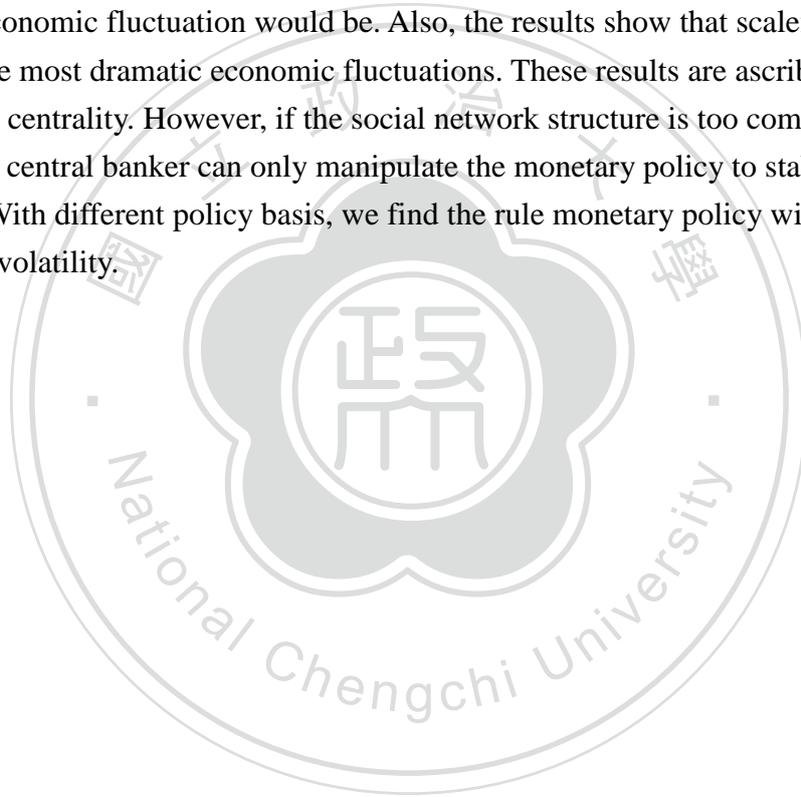
本文建構代理人基之社會網路新凱因動態隨機一般均衡模型(Social Network-Based DSGE model)，並分別使用權衡性門檻型泰勒法則與一般線型泰勒法則作為代理人基之社會網路新凱因斯動態一般均衡模型中的貨幣政策方程式，模擬產出缺口、通貨膨脹、利率等總體經濟變數資料，接著利用模擬資料，探討不同網路結構對產出缺口、通貨膨脹等總體經濟變數的影響，同時比較權衡性貨幣政策與法則性貨幣政策穩定經濟的有效性。

透過產出缺口與通貨膨脹的波動性分析，本研究發現某些特定社會網路結構的影響力大於貨幣政策的影響力，決定了經濟變數的波動程度。在完全連結網路(Fully)的結構下，通貨膨脹與產出缺口的波動度明顯低於其他結構，而無標度網路(Scalefree)的結構會使產出與通膨的波動程度最大。經過驗證，本研究發現群聚度大、平均路徑短的網路結構內節點之間資訊流通速度較快，對穩定經濟有正面助益；相反的，由於無標度網路強大的中心性，使該網路內指標性節點對其餘節點具有龐大影響力，增加節點內決策的不確定性，連帶造成經濟的大幅波動。另外，在相同的網路結構下比較權衡與法則貨幣政策，研究結果指出權衡性政策會造成較大的產出缺口波動，但對抑制通貨膨脹波動的效果較佳；相對的，法則性政策對產出缺口的穩定效果較好，但卻無法兼顧通貨膨脹的波動性。

關鍵詞: 社會網路、互動、新凱因斯動態隨機一般均衡模型、貨幣政策、權衡與法則、產出缺口、通貨膨脹、波動性

Abstract

We construct an agent-based New Keynesian DSGE model (Dynamic Stochastic General Equilibrium) with different social network structures to investigate the effects of the rule and discretion monetary policy. According to our simulation results, we find the economic stability depends on the specific social network structure rather than the monetary policy basis like rule and discretion. Generally speaking, the more average path length (the less average clustering coefficient) the network structure is, the more economic fluctuation would be. Also, the results show that scalefree network will lead the most dramatic economic fluctuations. These results are ascribed to scale-free's high centrality. However, if the social network structure is too complicate to control, the central banker can only manipulate the monetary policy to stabilize the economy. With different policy basis, we find the rule monetary policy will lead less output gap volatility.



Keywords: Social Network ∙ Interaction ∙ DSGE model ∙ Monetary policy ∙ Rule versus Discretion ∙ Output gap ∙ Inflation ∙ Volatility

目錄

摘要.....	i
Chapter 1 緒論	1
Chapter 2 文獻回顧	5
2.1 社會網路與總體經濟.....	5
2.1.1 社會網路簡介.....	5
2.1.2 社會網路與經濟學.....	6
2.1.3 新凱因斯動態隨機一般均衡模型.....	6
2.2 貨幣政策論證-權衡與法則.....	8
2.2.1 法則論.....	9
2.2.2 權衡論.....	9
Chapter 3 模型介紹	11
3.1 社會網路.....	11
3.1.1 網路結構定義.....	11
3.1.2 網路結構拓樸(Network Topologies)	11
3.1.3 網路結構統計指標.....	17
3.2 代理人基新凱因斯動態隨機一般均衡模型(DSGE)	21
3.2.1 模型介紹.....	21
3.3 易行模型 (Ising Model)	25
3.3.1 模型簡介.....	25
3.3.2 模型應用.....	26
Chapter 4 實驗設計	29
4.1 模擬變數資料.....	29
4.2 資料統計分析.....	31
Chapter 5 實驗結果	32
5.1 資料處理.....	32
5.2 討論-不同網路結構之下的波動性差異	36
5.2.1 網路特徵性分析.....	39

5.2.2	進階討論(一): 完全聯結網(Fully).....	41
5.2.3	進階討論(二): 無標度網路(Scalefree)	45
5.2.4	迴歸分析.....	46
5.2.5	最佳策略選擇.....	47
5.2.6	改變網路結構的可行性.....	49
5.3	討論-不同貨幣政策選擇下的波動性差異	49
Chapter 6	結論	56
6.1	網路結構與總體經濟.....	56
6.2	單一網路結構下的政策選擇.....	57
參考文獻	59
附錄	65



表目錄

表 3.1	社會網路統計指標.....	20
表 4.1	權衡式門檻模型貨幣政策(政策 A).....	29
表 4.2	固定施政目標的法則式貨幣政策(政策 B).....	30
表 5.1	產出缺口之平均變異數.....	34
表 5.2	通貨膨脹之平均變異數.....	35
表 5.3	利率之平均變異數.....	36
表 5.4	波動性排序比較($\lambda = 0.1$).....	37
表 5.5	不同 λ 下的波動性排序比較.....	38
表 5.6	網路結構特徵分析.....	40
表 5.7	新建構網路結構之統計指標.....	40
表 5.8	特殊網路波動性比較.....	41
表 5.9	產出缺口偏離百分比 (%).....	42
表 5.10	通膨缺口偏離百分比 (%).....	43
表 5.11	網路結構特徵分析.....	43
表 5.12	權衡政策之迴歸分析.....	46
表 5.13	法則政策之迴歸分析.....	46
表 5.14	降低產出波動的最佳與最差組合.....	48
表 5.15	降低通膨波動的最佳與最差組合.....	48
表 5.16	同時降低產出波動與通膨波動的最佳與最差組合.....	48
表 5.17	貨幣政策波動性比較-環狀網路(Circle).....	51
表 5.18	貨幣政策波動性比較-小世界 05(SW05).....	52
表 5.19	貨幣政策波動性比較-隨機網路(Random).....	52
表 5.20	貨幣政策波動性比較-小世界 03(SW03).....	52
表 5.21	貨幣政策波動性比較-無標度網路(Scalefree).....	53
表 5.22	貨幣政策波動性比較-小世界 01(SW01).....	53
表 5.23	貨幣政策波動性比較-小世界 07(SW07).....	53

表 5.24	貨幣政策波動性比較-小世界 09(SW09).....	54
表 5.25	貨幣政策波動性比較-規則網路(Regular).....	54
表 5.26	貨幣政策波動性比較-完全聯結網路(Fully).....	54
表 5.27	不同貨幣政策與變數波動性的關係.....	55
附表 1	網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.1$).....	65
附表 2	網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.3$).....	66
附表 3	網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.5$).....	66
附表 4	網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.7$).....	67
附表 5	網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.9$).....	67
附表 6	迴歸分析樣本之網路結構特徵統計量.....	68
附表 7	迴歸樣本之總體變數平均波動度計算.....	69



圖目錄

圖 2.1	社會網路圖.....	5
圖 3.1	Fully Connected Network.....	12
圖 3.2	Circle Network.....	12
圖 3.3	Regular Network.....	14
圖 3.4	Small-World Network: $p=0.1$	14
圖 3.5	Random Network: $p=1$	15
圖 3.6	ScaleFree Network.....	15
圖 5.1	產出缺口時間趨勢圖.....	32
圖 5.2	通貨膨脹時間趨勢圖.....	33
圖 5.3	利率時間趨勢圖.....	33



Chapter 1

緒論

真實社會中，個體的決策行為與其連結與互動程度息息相關。過去，在資訊傳播與交通技術落後的年代，人與人之間往來的機會並不多，個體之選擇行為受其他個體影響的可能性較小。現今，處於科技發達的數位時代，人與人之間的互動頻繁，為個體的最終決策增添了許多不確定性。究竟，互動性在個體行為選擇中扮演了什麼腳色？利用學理模型來解釋，社會網路是一個很好的思考方向。社會網路廣泛存在於世界上的每一個角落，由許多節點與連線組成，無形中隱含了互動的概念。簡單來說，社會網路中的節點就是現今的社會大眾，各節點透過連線與其他節點展開互動，傳遞各式各樣的訊息，形成複雜的網路結構圖形。因為社會網路中的節點具有相互影響，相互依存的性質，所以透過網路結構分析，研究者可以檢驗網路中資料訊息的傳遞模式，探討網路結構內各節點的互動關係。至今，社會網路之互動分析已被應用至眾多領域，如疾病傳播，經貿網路、交易選擇、工作機會、人民的投票選擇等，成為一項熱門研究。舉例，若相關單位想要了解金融危機或傳染病的傳播方式，網路技術就是一個很好的分析與研究途徑。從經濟學的領域出發，本研究好奇的是，當社會網路之分析技術與經濟學結合，會出現什麼樣的火花？

過去文獻曾經闡述網路結構與經濟學的關係，但截至目前為止，能同時涵蓋社會網路與總體經濟兩大領域的文獻並不多。為了同時研究社會網路與總體經濟議題，本文以代理人基經濟學(Agent Based Model)的角度出發，以代理人基經濟模型中的行為選擇機制模擬社會上不同個體的決策選擇與互動過程，將社會網路的互動概念加入總體經濟模型，建構出具有代理人基網路特色的總體分析工具；有了跨領域的整合模型，本文將熱門的網路結構分析技術應用於總體模型中的貨幣議題，試著尋找隱藏於社會網路與貨幣政策之間的脈絡。

參照以上架構，本文之研究方向有二：其一，討論不同網路結構對總體經濟的影響。隱藏在總體經濟模型內的網路結構，是否會影響貨幣政策的執行效果？有沒有特定的網路結構能夠穩定經濟情況，抑或加劇經濟波動？以上結果是否與

網路結構的特徵性有關?未來,是否有機會利用網路技術解決實質經濟問題?其二,在特定的網路結構中,探討權衡與法則貨幣政策對經濟的穩定效果。適當的貨幣政策可穩定經濟情況,進而刺激經濟成長;相反的,錯估之下執行不良的貨幣政策,往往為長期經濟衰退埋下致命的禍根。因此,貨幣政策的選擇成為總體經濟學家與中央銀行共同關心的重要議題。早年的文獻將法則政策奉為主臬,認為貨幣政策的時間落後性很長,執行權衡式政策最後只會讓經濟情況更不穩定。但,近期許多學者利用門檻型泰勒法則作為貨幣政策的實證依據,他們認為,為了因應日趨複雜的經濟金融衝擊,央行可能採用權衡性的貨幣政策,依循景氣循環或其他政治經濟因素改變政策方針。因此,本文延續權衡與法則的論證,以穩定產出缺口與通貨膨脹為前題,在分別載入不同網路結構的總體模型下重新檢視貨幣政策選擇與經濟穩定的關係。

往下,本文利用代理人基社會網路之新凱因斯動態隨機一般均衡模型作為中央銀行之貨幣政策操作工具,以原始線性泰勒法則代表法則性貨幣政策,另以非線性門檻型泰勒法則作為權衡性的政策代表,在不同貨幣模型選擇下分別載入十組網路結構,利用程式依序模擬總體經濟變數資料,再針對模擬資料分別計算通貨膨脹與產出缺口的變數波動性,做為兩階段分析的比較基礎。第一階段分析著重於社會網路。透過總體變數之波動性分析,可以了解不同網路結構對總體經濟波動的差異化影響。有了初步估計結果,本研究參考網路結構之統計指標,進一步歸納某些網路結構的特徵與結構性特色,推測網路結構影響經濟波動的真實原因,並找出有助於經濟穩定的網路結構與貨幣政策組合。第二階段為不同貨幣政策的效度分析,在相同的網路結構下討論權衡與法則孰優的議題,試著找出各網路結構下穩定經濟的最佳選擇。

為何選用新凱因斯動態隨機一般均衡模型作為社會網路與貨幣政策的分析模型?關鍵理由有二。其一,新凱因斯動態隨機一般均衡模型近年來為各國央行廣泛運用,成為貨幣政策的主要操作工具,是具有說服力的總體模型。透過模型中泰勒法則的結構或參數調整,本研究可建構出兩組代理人基之新凱因斯貨幣模型,模擬權衡與法則貨幣政策下的總體資料。其二,改良後的代理人基新凱因斯

動態隨機一般均衡模型具有異質性預期與個體互動的特色，可以同時表現網路互動與貨幣政策的內涵。模型修正的開始可追溯於幾年前的金融危機。金融海嘯發生後，新凱因斯動態隨機模型的估計能力開始受到質疑，因此許多學者重新以代理人基經濟學的角度出發，改變原先過於完美的模型假設，試著提升模型對總體經濟的解釋能力。有別於傳統經濟學理論，代理人基經濟模型考慮非理性預期的情況，強調個體異質性的行為選擇與預期，重視代理人之間行為的學習適應與互動過程，是具有獨到特色與解釋能力的經濟理論。

正因網路結構與節點之間的互動概念與代理人基經濟學欲探討之個體行為選擇的邏輯非常相似，所以本文利用易行模型(Ising model)內含的互動機制，載入不同的社會網路結構，模擬個體決策時彼此交互影響的情形，改良新凱因斯動態隨機一般均衡模型的部分假設，使其成為涵蓋異質性預期與代理人互動機制的貨幣模型。結合以上理由，本文以代理人基社會網路新凱因斯動態隨機一般均衡模型作為模擬實驗的參考依據。

完成模型設置與資料模擬後，緊接而至的是貨幣政策效果之分析討論，這也是本文的核心所在。如何定義貨幣政策的衡量標準？早年，貨幣當局將貨幣政策制定的重點圍繞在通貨膨脹，是否能有效降低通貨膨脹，成為貨幣政策優劣的一個重要判斷基準。Rogoff (1985)、Lohmann (1992)、Waller (1992)等認為雇用保守之央行總裁或建立制度加深央行決策之獨立性，可降低通貨膨脹之傾向。¹Persson and Tabellini (1993)、Walsh (1995)提出對授權之央行總裁簽訂契約薪資的作法，以消除通貨膨脹的傾向。但，在總體經濟中，通膨與產出在常存在負向的抵換關係；在頻繁的國際衝擊下，若央行一味追求通貨膨脹的穩定，將可能付出產出大幅震盪的代價。

觀察近年來的國際趨勢，各國央行在制訂貨幣政策時，其策略不單只是降低通貨膨脹，同時也將焦點放在維持實體經濟的穩定性，例如穩定產出缺口以及協助經濟發展等(Svensson, 1998, 2000, 2009; Svensson and Woodford, 2005)。因此，對於央行貨幣政策的效果評鑑，研究者必需同時考慮通膨及實體經濟的穩定性，

¹ Alesina and Summer(1993),Chkierman(1992)也認為，若央行有強大的獨立性，可以有效降低通貨膨脹的範圍。

才能顯示貨幣政策的內涵。除此之外，CGG DSGE 模型(Clarida, Gali and Gertler, 1999)與 Woodford (2003)也提到，在考慮福利極大化下(極小化產出缺口與通貨膨脹的波動性)，產出缺口與通貨膨脹的穩定性可作為貨幣政策的分析指標。有鑑於此，本文將穩定經濟的目標變數設定為產出缺口以及通貨膨脹，並將目標變數的波動大小作為穩定經濟的衡量標準。

往下，第二章為文獻回顧，先介紹網路結構與總體經濟的關係，再說明權衡或法則貨幣政策對經濟體系的影響。第三章為模型設定，先介紹社會網路的定義與應用概念，接著描述代理人基社會網路之新凱因斯動態隨機一般均衡模型的建構過程。透過泰勒法則的調整，本文建構出不同貨幣政策之代理人基社會網路新凱因斯動態隨機一般均衡模型。第四章為實驗設計，介紹參數設定及後續的資料分析方法。第五章為實驗模擬結果，本文分別就不同網路結構與不同貨幣政策切入，透過波動性分析，先將焦點鎖定於社會網路之結構性特徵，勾勒網路結構對總體經濟的特殊影響；接著將重心轉回政策面，於眾多網路結構與貨幣政策組合中，找出相對使通貨膨脹與產出波動性較低的策略，最後比較權衡與法則的利弊。第六章為結論。

Chapter 2

文獻回顧

2.1 社會網路與總體經濟

2.1.1 社會網路簡介

社會網路由許多節點與連線組成，節點通常指個人或組織，而連線代表各種社會關係的串聯；從偶然相識的泛泛之交，到緊密結合的家庭關係，人們透過網路結構連結彼此，不斷的傳遞著價值觀、個人理想、金融交流、友誼、血緣關係、衝突、貿易等眾多行為訊息。簡單來說，社會網路就像一張地圖，地圖中許多節點相互連結與依存，交織出複雜的網路結構(見圖 2.1)。近數十年來，社會網路成為一項熱門的研究，透過網路結構分析，研究者可以檢驗各種資料訊息的傳遞模式，如疾病傳播、經貿網路、交易選擇、工作機會、人民投票選擇等；至今，社會網路研究被應用至眾多領域，在高度科技、資訊傳播快速的經濟社會中扮演了重要腳色。

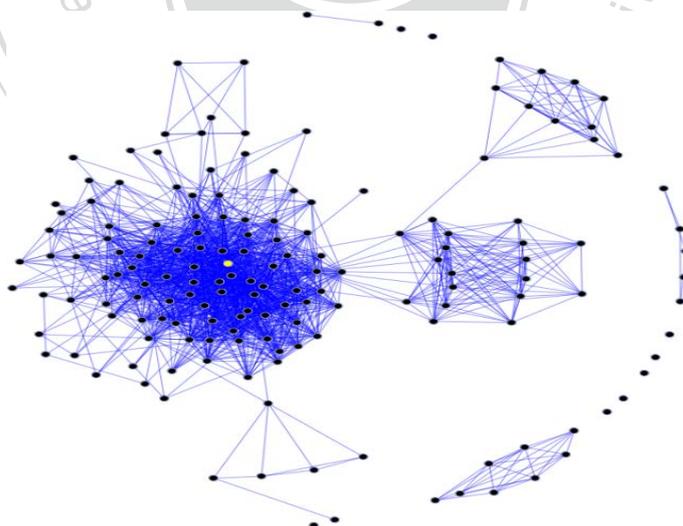


圖 2.1 社會網路圖

2.1.2 社會網路與經濟學

社會網路與經濟學的關係，最早可追溯至十八世紀。1758年，Quesnay's Tableau Economique 首先利用網路結構(network)與經濟體系做連結，利用網路結構一詞描繪經濟體系中資金循環流動(circular flow of funds)的情況。Wassily Leontief (1905-1999)在1950年代(Leontief, 1951)以Quesnay為基礎，提出著名的投入產出分析法(input-output analysis)。緊接著，Richard Stone (1913-1991)一般化投入產出分析法的內容，編制出社會會計矩陣(social accounting matrices)(Stone, 1961)。這一系列的發展，成為可計算一般均衡分析的基礎²。這些早年的代表性研究文獻，不僅反映出經濟體系內各參與者之間的互動與相依情況，同時也將網路研究的思考範疇延伸至經濟領域，在往後結合社會網路與總體經濟之研究中扮演承先啟後的腳色。

近期，Chen et al., (2012)利用大型總體經濟模型中的新凱因斯動態隨機一般均衡模型為基礎，建立涵蓋代理人基與社會網路特色的新凱因斯隨機一般均衡模型，在模型中模擬代理人互動的過程，成功示範結合社會網路與總體經濟的研究方法。為了進一步研究網路結構與總體經濟中貨幣政策的關係，本文參照Chen et al., (2012)的模型架構，同樣以資料模擬的方式進行研究。以下介紹新凱因斯動態隨機一般均衡模型的演進，以及選用該總體模型搭配社會網路研究的理由。

2.1.3 新凱因斯動態隨機一般均衡模型

新凱因斯動態隨機一般均衡模型(Dynamic Stochastic General Equilibrium, DSGE)，又稱新古典綜合(New Neoclassical Synthesis)或最適化新凱因斯模型(optimization-based New Keynesian)，源起於Kydland and Prescott (1982)的實質景氣循環理論(real business cycle, RBC)。實質景氣循環模型導入個體實證參數來模擬總體經濟狀況，著重最適化決策和理性預期，成為新凱因斯動態隨機模型的核心架構。新凱因斯動態隨機模型模型涵蓋了壟斷性競爭市場(monopolistic competition)，名目價格與工資僵固性(nominal rigidity)，結合了古典學派之長期貨幣中立性理論與凱因斯學派貨幣政策短期非中立的實質效果(short run

² 可計算一般均衡分析(computable general equilibrium analysis)是一種建構於個體基礎之上的總體經濟模型，首創於Herbert Scarf (1973)。

non-neutrality of monetary policy) · 為總體經濟模型提供了堅實的理論基礎。近年來 · 該模型受到學術界與各國央行的廣泛運用 · 成為貨幣政策分析與經濟預測的主要工具之一。

但 · 由於模型對經濟個體的行為施加了嚴格的限制 · 因此新凱因斯動態隨機模型的假設不僅成為該派學者面臨的主要問題(如代表性個人的同質性與過於完美的理性預期) · 也成為總體計量領域最具有爭議的部分。2007 年第三季 · 美國爆發次貸危機 · 緊接著擴散到全球 · 造成世界各國陷入景氣衰退的陰影 · 這樣的衝擊是經濟學家始料未及的 ; 因此 · 無法預測甚至解釋這次危機的新凱因斯動態隨機模型受到多方責難。許多學者認為 · 該模型中過於強大的理論假設 · 使模型設定偏離了真實世界的情況 · 成為預測失敗的原因之一。(Colander et al., 2008; Colander, 2010; Solow, 2010; Velupillai, 2011)。

為了修正模型現況 · 使其更加接近真實世界 · 近年部分學者在傳統凱因斯動態隨機一般均衡模型的框架之下 · 加入原始模型忽略的「有限理性」(bounded rationality)與「異質性」(heterogeneity) · 改良新凱因斯動態隨機一般均衡模型(Orphanides and Williams, 2007; Branch and McGough, 2009; Milani, 2009 ; Chen and Kulthanavit, 2010)。另一部分的學者跳脫傳統框架 · 將適應性系統(adaptive belief system, ABS)帶入新凱因斯動態隨機一般均衡模型 · 重新建構具代理人基特色的新凱因斯動態隨機模型(Bask, 2007; De Grauwe, 2010a, 2010b; Assenza et al., 2011; and Lengnick and Wohltmann, 2010)。

值得一提的是De Grauwe (2010)的文章 · De Grauwe改良傳統的新凱因斯動態隨機一般均衡模型 · 利用著名的波茲曼分配加入代理人基的特色(performance-based Boltzmann-Gibbs machine, Brock and Hommes 1997, 1998) · 模擬個體決策的記憶學習機制 · 以有限理性下的異質性預期(two-type agent-based model)取代原模型理性預期的概念 · 從介觀(mesoscopic)的角度描繪模型中代理人的互動情形(interactions)。該文獻在後續結合代理人互動與總體經濟模型的研究中扮演了承先啟後的腳色。Chen et al., (2012)參考De Grauwe (2010) · 利用Ernst Ising於 1924

提出的易行模型(Ising model)代替波茲曼分配³，以微觀(microscopic)的角度描繪社會網路結構下代理人的互動機制，進一步創造具代理人基特色的社會網路新凱因動態隨機一般均衡模型，探討網路結構中代理人之間的互動關係與決策選擇。

以上為新凱因斯動態隨機一般均衡模型的演進與修正。修正後的新模型(見 Chen and Chang, 2012)除了原有的貨幣政策分析功能，還可搭載各式各樣的網路結構，同時具備有限理性、異質性與代理人互動的特色，成為結合社會網路與總體經濟的研究工具。因此，本文沿用 Chen et al., (2012)的模型，利用資料模擬，嘗試研究不同社會網路結構對總體經濟的影響，以及各種網路結構下不同貨幣政策的有效性差異。關於不同貨幣政策的議題與文獻探討，將於下一節詳述。

2.2 貨幣政策論證-權衡與法則

本研究將第二階段的分析著重於政策議題，在涵蓋代理人基社會網路模型架構下討論權衡與法則政策的有效性。在討論政策選擇之前，本文先對權衡與法則的定義加以說明。法則式政策(rule)是指，施政當局依照一套簡單的、事先設計的原則或定律來實施貨幣政策，不論經濟情況如何改變，政策當局均遵循該套施政準則；所謂權衡式貨幣政策(discretion)是指，即使施政當局已擬定未來之施政方針與經濟目標，施政者還是會依據未來不同經濟情勢來調整貨幣政策，以期更有利的經濟情況(Simons, 1936)。根據以上定義，若政策當局採用法則式政策，人民會選擇相信其事先設計或公告的準則；若執政者採用權衡式政策，人們可能會對施政當局公布的準則產生質疑，進而導致經濟波動的發生。對政策定義有所了解後，緊接而至的是權衡與法則的論證。權衡與法則的爭論源起自經濟大蕭條時代，早年，凱因斯學派認為貨幣學派主張的貨幣乘數極不穩定，即使央行控制了強力貨幣，也無力精確控制貨幣供給，所以應採權衡性政策；而貨幣學派認為，由於貨幣政策的時間落後期很長，且變異性大，因此採取權衡政策會使經濟體系

³ 波茲曼分配為一間斷機率分配，De Grauwe (2010)用其描繪異質性代理人的預期選擇。Chen and Chang (2012)提到，由於易行模型的分配形式非常接近波茲曼分配，所以可以透過模型轉換，利用易行模型重新建立涵蓋網路結構與個體互動的異質性預期，結合新凱因斯動態隨機一般均衡模型作為模擬實驗的模型依據。詳細模型連結設定與作法將於第三章說明。

更不穩定。數十年來，支持法則論與權衡論的學者不斷利用理論模型與實證支持其論點。往下，本文以權衡與法則孰優的角度回顧相關文獻，彙整近年來學者們對該議題的闡述與實證結果。

2.2.1 法則論

Robert Lucas 於 1976 的文獻中提到，施政當局駕馭權衡政策的能力並沒有法則政策來的佳。Kydlund and Prescott (1977)、Calvo (1978)、Barro and Gordon (1983)指出，當政府當局存在擴充產出的動機時，考慮到政策執行的時間落差 (time inconsistency)，強調權衡性的貨幣政策容易導致較高的長期通貨膨脹。因此，若央行採行法則性政策，並信守其政策承諾，便能降低政策執行下的通膨偏差 (inflation bias)。Cho and Kasa (2003) 利用適應性預期 (adaptive learning) 取代理性預期建立模型，解釋金融危機發生的原因。該篇文章指出，若政府低估通貨貶值的緊縮效果，採即時性的權衡政策很可能引發金融危機。Taylor and Williams (2011) 整理近年來的相關文獻，認為一個簡單的貨幣「法則」，遠比某些最適化模型下的貨幣政策或者更複雜的政策組合來的有效。

Delli Gatti et al., (2005), Raberto et al., (2008) 以代理人基經濟學的角度出發，針對權衡與法則的議題進行研究。Delli Gatti et al., (2005) 建構涵蓋廠商、勞工、中央銀行的經濟體系，模擬央行採行權衡與法則兩貨幣政策的結果。模擬結果顯示，法則型的貨幣政策比權衡式貨幣政策更能有效地降低產出缺口的波動性。Raberto et al., (2008) 比較隨機性貨幣政策與法則政策對經濟的影響，結果也指出法則性政策較能夠穩定產出缺口以及通貨膨脹，增進社會福利。透過以上文獻，可歸納出法則優於權衡的論點，法則論者認為權衡政策不僅難以控制，還帶有引發經濟金融危機的風險。

2.2.2 權衡論

許多主張權衡論的學者們認為法則政策並不能應付詭譎多變的經濟情況；即使權衡性貨幣政策有缺失，配合彈性的調整機制，還是可發揮應有作用。近年，部分實證文獻認為某些國家的中央銀行還是使用偏權衡性的貨幣政策。什麼原因使得央行改採權衡式的施政策略？部分可歸咎於政治因素。Olmelo (2002) 提到，

當選舉將至，執政者可能會對貨幣當局施壓，強迫央行做出政策改變以影響選舉結果。Blinder (2000)表示，在貨幣獨立性不高的國家，央行容易受制於政治力量，隨著執政者的理念來更動貨幣政策。從總體經濟的角度來討論，使央行採行權衡式政策的另一個重要原因，可能是景氣循環。

景氣循環與貨幣政策的關係，一直是經濟學家關心的課題。究竟，央行是否會依據景氣現況，改變貨幣政策？Altavilia and Landolfo (2005), Castro (2008)發現，歐盟央行(ECB)和英國央行在不景氣時的行動比景氣擴張時積極，表示景氣循環在貨幣政策的決定過程中扮演了重要腳色。某些實證文獻指出，央行可能將某總體經濟變數做為景氣循環的指標，制定一門檻值作為貨幣政策的調整依據；門檻型的施政方法隱含了權衡特色，表示施政者會隨著景氣波動調整政策參數。一旦景氣過熱，使該經濟變數偏離門檻值，央行會使用較緊縮的貨幣政策來抑制通貨膨脹等情況；當景氣指標低於門檻值，經濟出現下波警訊，央行會改採溫和的貨幣政策來刺激產出，使國內經濟不致過度萎靡。

Blinder (1998), Taylor and Davradakis (2006)認定央行面對正向產出缺口與負向產出缺口時，會有不同的施政考量。Kazanas, et.al, (2011)考慮不對稱的非線性泰勒法則，將產出缺口做為為景氣循環的門檻型指標，實證結果顯示，當景氣繁榮，產出缺口大於門檻值，央行會調高泰勒法則的參數，使用緊縮的貨幣政策；當景氣轉壞，產出缺口低於門檻值，為了刺激產出，央行會調低政策參數，改採較寬鬆的貨幣政策。

總結以上可知，在不同模型基礎及不同經濟環境下，或許權衡與法則各有其適合的發揮空間。因此，為了將研究議題拓展至權衡與法則的論證，本文除了參考 Chen et al., (2012)的代理人基社會網路新凱因動態隨機一般均衡模型，另外加入 Kazanas et.al, (2011)的門檻實證設定，模擬權衡與法則政策下的經濟情況，在代理人基社會網路與新凱因斯總體模型的框架下比較不同政策選擇對產出缺口、通貨膨脹等經濟變數的影響。詳細設定將於第三章詳述。

Chapter 3

模型介紹

3.1 社會網路

3.1.1 網路結構定義

在學術文獻中，常以對稱矩陣(symmetric matrix)的型式來詮釋網路結構。簡單來說，網路結構(Graph)是眾多節點(node)與連線(Edge)的集合，每個節點都代表一個獨立的代理人(agent)，各節點之間的關係使用連線來表示。符號定義如下：

$$G = \{N, E\}, N = \{1, \dots, n\}, E = \{b_{ij} : i, j \in N\}$$
$$b_{ij} = b_{ji}$$

用 $G = \{N, E\}$ 表示某網路結構， N 為節點集合， E 為連線關係集合。假設有一個由 n 個節點組成的網路結構，令網路結構中其中一個節點為代理人 i (agent i)，剩餘的 $n-1$ 個節點都有機會與代理人 i 相連。若網路結構中某節點 j 與節點 i 互相連線，表示兩節點(代理人)可能存在某種關係(舉例:家人、朋友)，這裡定義 $b_{ij} = 1$ ；相反的，若節點 i 與節點 j 之間沒有連線，表示兩節點間不存在直接關係，代理人 i 與代理人 j 可能素不相識，因此定義 $b_{ij} = 0$ 。根據以上定義，代理人 i 與其他節點的關係可用一個 $1 \times n$ 的矩陣來描述。將每位代理人與其他節點的關係矩陣堆疊起來，會得到一個 $n \times n$ 的對稱矩陣。利用對稱矩陣，可以表達出不同結構的網路拓樸。以下介紹本次實驗所使用的網路結構。

3.1.2 網路結構拓樸(Network Topologies)

(1) 完全連結網路(Fully Connected Network)

假定某網路結構內共有 n 個節點(代理人)，若每個節點與其他節點的連線總數皆為 $n-1$ ，表示網路內每個節點都能彼此連線，連結程度百分之百，學理上稱作完全連結網路(Fully Connected Network)，如圖 3.1。

(2) 環狀網路(Circle Network): $k = 1$

假設網路結構內每個節點都在自己左右兩側尋找距離最近的節點做連線，連線數目為 k 。連線數量(k)的多寡可以決定網路結構的形態。若每個節點與兩側節點的連線數為 1($k=1$)，表示每個節點在兩側各有一個認識的人，該連結型態被稱為環狀網路(Circle Network)，如圖 3.2。

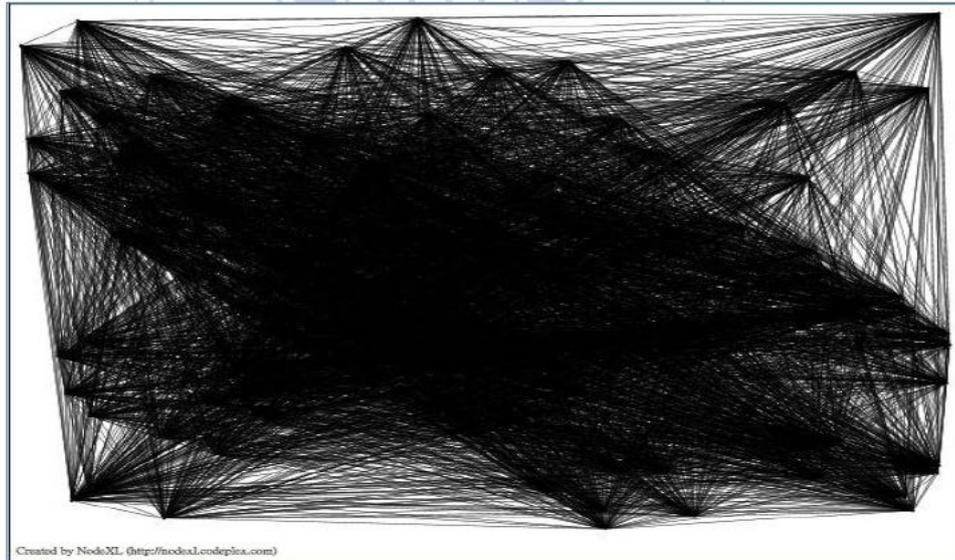


圖 3.1 Fully Connected Network

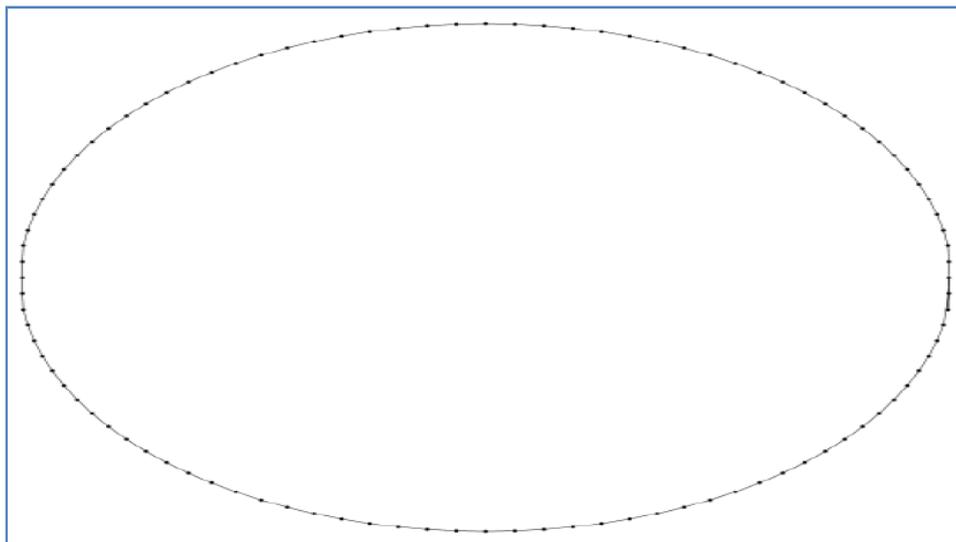


圖 3.2 Circle Network

(3) 規則網路(Regular Network): $k = 2$

比照前述概念，若每個節點與兩側節點的連線數為 2，表示每個節點在兩側各有兩位認識的人，此型態被稱作規則網路(Regular Network)。(圖 3.3)

(4) 小世界網路(Small-World Network)與隨機網路(Random)

小世界網路是由 Watts and Strogatz (1998)所提出，著重群聚度(Clustering Coefficient)與最短路徑長度(Path Length)的概念，是接近真實世界特色的網路結構。群聚度表示某代理人(agent)之連線節點之間的連線(熟識)程度，路徑長度表示兩節點之間的平均距離。一個理想中的網路結構應具有高群聚度與平均路徑短的特色。參照以上衡量標準，可發現規則網路(Regular network)的群聚度低，路徑長度短；隨機網路(Random network)的群聚度高，路徑長度大，兩者皆不盡理想。因此，Watts 與 Strogatz 以規則網路為基礎，提出介於規則網路與隨機網路的小世界網路結構(Small-World Network)。小世界網路結構與規則網路、隨機網路最大的不同之處，在於它具有高群聚度以及較短平均路徑的特色，是網路結構的理想型態。設定如下：

假設社會網路中有 n 個節點，每個節點對網路內其他節點的連線總數為 k ，各節點皆擁有一隨機機率 p ， p 代表該節點捨棄舊的連線節點，尋找新節點重新連線的機率(rewiring probability)。當 $p = 0$ ，網路形式為最原始的規則網路；若 $p = 1$ ，網路結構轉為隨機網路。在隨機網路中所有網路結構內的節點皆以隨機方式連結，沒有一定的規則，涵蓋了各式各樣的連結型態；因此，當某個網路連結形態過於複雜，無法使用單一網路結構來表達，就可以使用隨機網路來模擬。

調整重新連線機率值(p)，可建構出不同的小世界網路。本文實驗設計的 p 值依序為：0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1，可建構出規則網路(Regular)、小世界網路 01(SW01, $p = 0.1$)、小世界網路 03(SW03, $p = 0.3$)、小世界網路 05(SW05, $p = 0.5$)、小世界網路 07(SW07, $p = 0.7$)、小世界網路 09(SW09, $p = 0.9$)、以及隨機網路結構(Random)。小世界網路與隨機網路見圖 3.4、3.5。

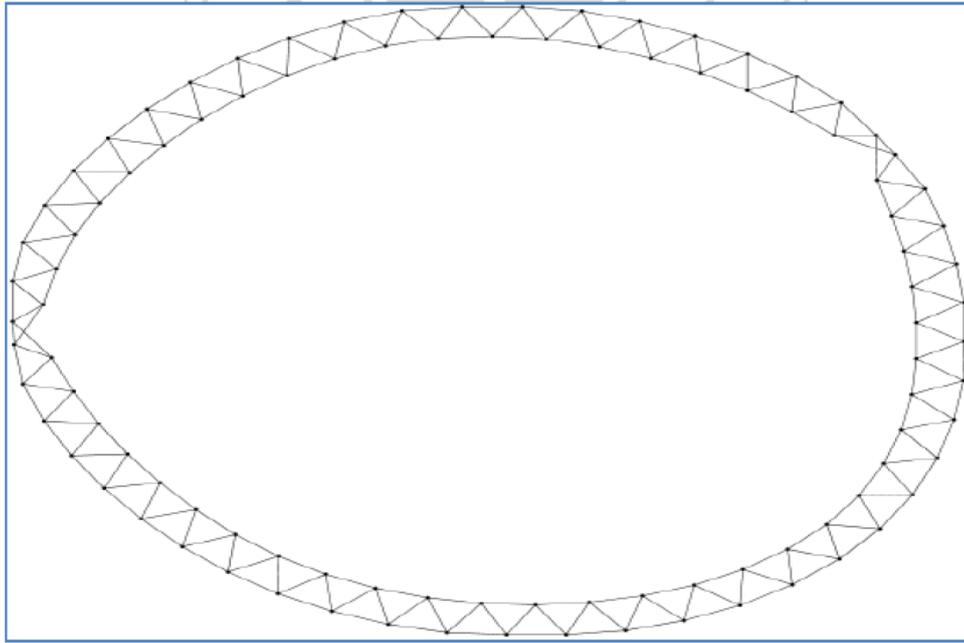


圖 3.3 Regular Network

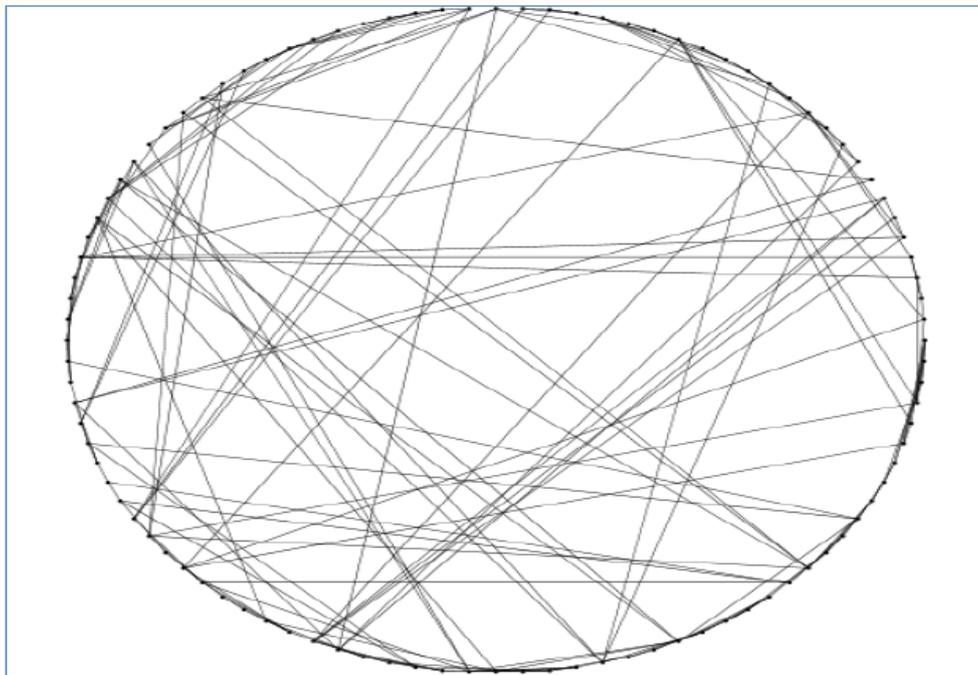


圖 3.4 Small-World Network: $p=0.1$

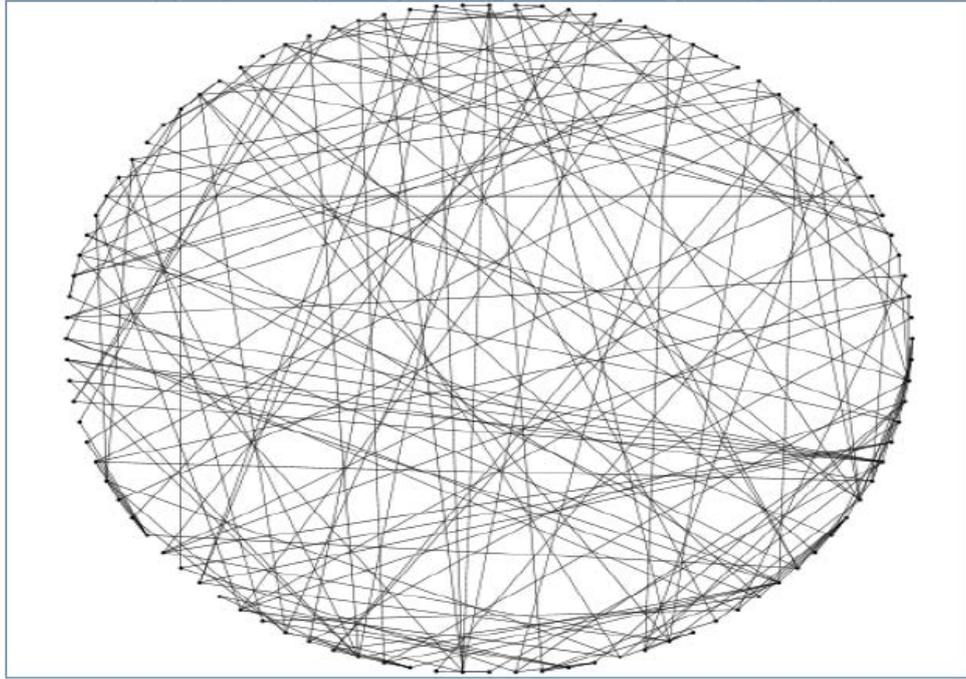


圖 3.5 Random Network: $p=1$

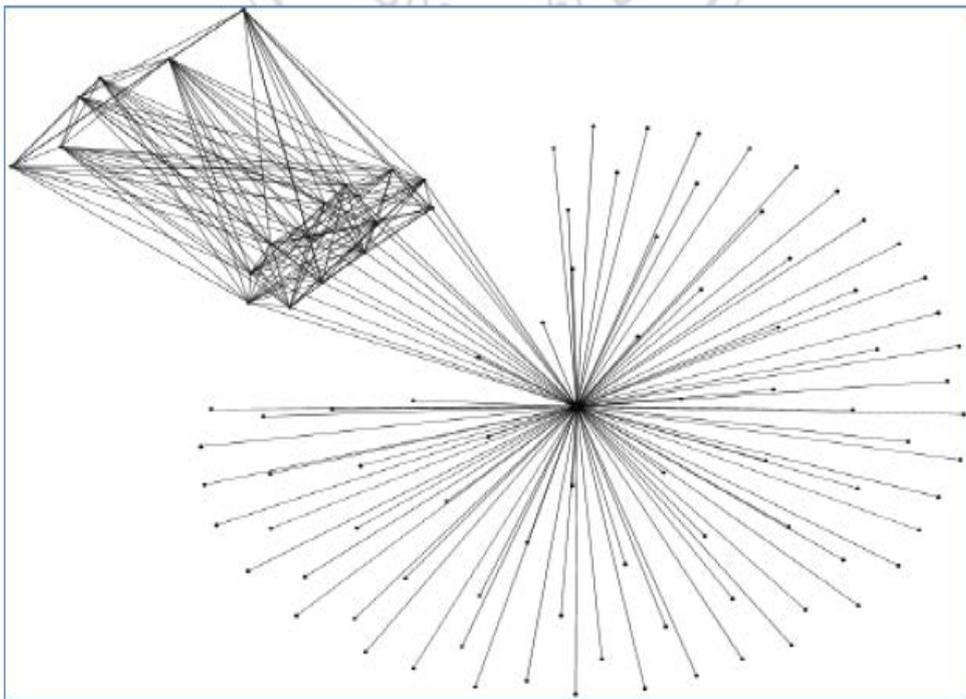


圖 3.6 ScaleFree Network

(5) 無標度網路(Scale-Free Network)

無標度網路(Scale-Free Network)的網路型態廣泛存在於現今社會，是非常普遍的網路結構。舉凡如全球通訊網路(WWW, Internet, 見Albert et al., 1999 ; Faloutsos et al., 1999)、電話網路與電子郵件網路(Aiello et al., 1999 ; Ebel et al., 1999)等，都可發現無標度網路的蹤跡。無標度網路有幾個重要特色：

一、節點間彼此連結的機率服從冪次法則(power law)⁴，因此網路結構中大多數節點的連線數都很少，只有少部分節點擁有較多的連線數。二、隨著時間流逝，無標度網路中會依序出現許多新節點，而新節點也會根據冪次法則與網路內部的原有節點相連。若原網路結構中某節點的連線數越多，就越有機會與新節點相連。這裡可用富者恆富的現象來解釋。見圖 3.6。

許多模型都可以模擬出無標度網路的概念，其中最著名的就是 Barabasi and Albert (1999)提出的 BA 模型(BA model)。定義如下：

$$p(\text{link to } i) = \frac{k_i}{\sum_j^{n-1} k_j} \quad (1)$$

模型中的 p 為新節點連結到代理人 i (agent i) 的機率， k_i 為節點 i 的連線數

總結以上，本次研究共使用環狀網路(Circle)、規則網路(Regular)、小世界網路(共五組, SW01、SW03、SW05、SW07、SW09)、隨機網路(Random)、無標度網路(Scalefree)以及完全連結網路(Fully)等 10 組網路結構載入代理人基之新凱因斯動態隨機一般均衡模型，進行資料模擬與分析。代理人基之新凱因斯動態隨機一般均衡模型將於 3.2 節介紹。

⁴ 冪次法則(power law)又稱長尾理論，為一種特殊的分配型態，概念如下：

$p(k) = k^{-r}$, k 表示某節點對外的連線數， $p(k)$ 表示某節點具備 k 條連線的機率。若網路結構內節點的連線型態滿足冪次法則，表示只有少部分節點可擁有較多的連線數，大部分節點的連線數都很少。

3.1.3 網路結構統計指標

網路結構統計指標為網路分析研究中重要的參考標準，研究者可以利用許多網路統計指標來衡量、比較不同網路結構的特性。前面已經簡單提過群聚度與平均路徑的概念，參考 Newman(2010)，本研究選出五個重要的網路結構統計指標作為後續分析的參考依據。依序介紹如下：

(1) 平均度(Average Degree)

平均度(AD)計算網路結構中平均一個節點(人)的連線數量。公式如下：

$$AD = \frac{\sum_{i=1}^N d(n_i)}{N} \quad (2)$$

$d(n_i)$:節點 i 的連線節點； N :網路結構內的節點數

(2) 平均群聚度(Average Clustering Coefficient)

群聚度表示某節點之連線節點彼此的相連程度，舉例來說，假設某節點 i 擁有兩個連線節點(i 與兩節點彼此認識)，若該節點的群聚度高，代表節點 i 之連線節點除了與 i 連線外，兩連線節點之間也會互相連接，形成一個關係密切的三角形，代理人 i 的連線節點之間形成小團體的機會高，因此資訊流通的速度可能比較快；若群聚度低，表示節點 i 的連線節點之間沒有連線，彼此的關係程度小，資訊流通速度慢。計算公式如下：

$$\theta_i = \{j : b_{ij} = 1, j \in G\} \quad (3)$$

$$C_i = \frac{\#\{(h, j) : b_{hj} = 1, h, j \in \theta_i, h < j\}}{\#\{j : j \in \theta_i\}} \quad (4)$$

θ_i 為節點 i 之連線節點的集合， C_i 為節點 i 的群聚度， $\#$ 表示加總集合內之元素數量， n 為網路結構內的總節點數量；利用各節點的群聚度，可算出網路結構的平均群聚度(ACC)。

$$ACC = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \quad (5)$$

(3) 最短平均路徑(Average Path Length)

最短平均路徑(APL)表示網路結構中兩節點之間連線的平均最短距離。平均路徑越短，表示兩節點之間經過少量連線就可以成功相連，資訊傳遞的過程很快。就現實生活舉例，人們上網查資料時，要點選幾次超連結才能連到目的地網站？一共要透過幾個人介紹，才能認識心目中的大人物或偶像明星？這些概念都可用平均路徑來解釋。一般而言，平均距離長短取決於社會網路的結構形式。平均路徑越大，表示網路結構中某代理人得穿越層層阻礙才能與其餘代理人連結，資訊流通速度慢；由此可知，路徑指標與前述的群聚度指標剛好呈反向作用，若群聚度越大，表示個體之間連結的效果越好，所以傳遞訊息需要的連結路徑較短，資訊流通速度快。以上的反向特性在隨機網路、小世界網路、無標度網路等網路結構中相當明顯，通常隨機網路、小世界網路以及無標度網路的平均路徑很小，群聚程度大。最短平均路徑之計算公式如下：

$$APL = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i,j} d(v_i, v_j) \quad (6)$$

令 v 為網路結構中的節點， n 為網路結構內的節點數量， $d(v_1, v_2)$ 表示 v_1, v_2 之間的最短距離；若 $v_1=v_2$ ，或 v_1, v_2 之間出現無法連線的情況，此時 $d(v_1, v_2)=0$

(4) 中介中心性(Betweenness Centrality)

前述的幾個網路統計指標大致涵蓋了連結性的概念。往下介紹網路分析指標中另一個重要概念：中心性(Centrality)。透過中心性分析，研究者可以不同的角度衡量節點的重要程度(Opsahl et al., 2010)。本文選用中介中心性(Betweenness Centrality)與相鄰中心性(Closeness Centrality)作為中心性指標的代表。

中介中心性指標可追溯於 Linton Freeman 的文章(Freeman, 1977)。中介中心性指的是某節點居中掌握兩非相鄰結點之間互動關係的能力。假設節點 j 與節點 k 為兩互不相鄰之節點，節點 j 與節點 k 之間存在一節點 i ，而節點 i 與節點 j 、節點 k 同時都有連結；若節點 j 欲與節點 k 進行交流互動或資訊傳遞，此時節點 i 就扮演了所謂的中介腳色，控制了節點 j 與節點 k 的互動關係。若網路結構中某節點位於許多非相鄰節點之可能連線的最短路徑中(geodesic)，統計上就認定

該節點具有很高的中介中心性。中介中心性很高的節點會同時與眾多節點連線，在資訊傳遞上的影響力很強，是網路結構中的重量級節點。公式定義如下：

$$C_B(i) = \sum_{j < k} \frac{e_{jk}(i)}{e_{jk}} \quad (7)$$

e_{jk} ：連結 j 與 k 的最短路徑數量； $e_{jk}(i)$ ：通過節點 i 之連結 j 與 k 的最短路徑數量； $\frac{e_{jk}(i)}{e_{jk}}$ ： i 擔任 j 與 k 之中介節點機率

(5) 相鄰中心性(Closeness Centrality)

相鄰中心性(Closeness Centrality)為另一個衡量網路中心性的指標(Freeman, 1978; Wasserman and Faust, 1994; Opsahl et al., 2010)。網路結構研究中以「鄰近」與「距離」來定義相鄰中心性。基於效率的經濟考量，若某節點與其餘所有節點的距離很近，表示某節點可能位於網路結構的偏中心位置，具有很強的相鄰中心性，可以迅速傳遞訊息給其他節點，以最快的速度與其他節點互動。該節點在直接資訊交換與協議中也比其他節點更具有力量。相鄰中心指標定義如下：

$$C_c(i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d(v_i, v_j)} \quad (8)$$

令 v 為網路結構中的節點， n 為網路結構內的節點數量， $d(v_i, v_j)$ 為節點 i 與節點 j 之最短連線路徑長度。將 i 與所有節點之連線距離加總後取倒數，可得節點 i 的相鄰中心性(C_c)。

參考上列統計指標，分別套入本次實驗選用的網路結構計算其統計量，列表如下：

表 3.1 社會網路統計指標

網路結構	平均度	平均群聚度	最短平均路徑	最大中介中心性	最大相鄰中心性
Network	A.D	A.C.C	A.P.L	M.B.C	M.C.C
Circle	2	0.00	25.2525	1200.50	0.0004
SW05	4	0.0027	23.3632	556.2843	0.0038
Random	4	0.036	3.4442	472.3707	0.0037
SW03	4	0.0979	3.5271	496.9631	0.0036
Scalefree	4.52	0.147	2.0513	4681.2521	0.0095
SW01	4	0.254	4.123	687.2087	0.0031
SW07	4	0.265	3.4489	611.5324	0.0038
SW09	4	0.27	3.4358	364.1322	0.0034
Regular	4	0.50	12.8789	588.00	0.0008
Fully	99	1.00	1	0.00	0.0101

*網路結構名稱以原文表示

**中介中心性與相鄰中心性皆以最大值為參考標準

由表 3.1 可初步了解各網路結構的特性。以完全聯結網(Fully)為例，該網路內節點連線非常密集，平均度與平均群聚度大，平均路徑短；而小世界網路的共同特性是平均群聚度與最短平均路徑呈負向關係，擁有大群聚度的小世界網路通常也具備較短平均路徑的特性。另外，相較之下可看出無標度網路(scalefree)的中心性特別突出，本文初步推測是該網路特殊的連線方式所致。

3.2 代理人基新凱因斯動態隨機一般均衡模型(DSGE)

為了研究社會網路對總體經濟與貨幣政策的影響，本文以帶有異質性預期的新凱因斯動態隨機一般均衡模型為基礎(De Grauwe, 2010)，利用易行模型加入前一節描述的網路結構，重新建構涵蓋代理人基之異質性預期與網路互動之新凱因動態隨機一般均衡模型，作為總體資料的模擬依據。

3.2.1 模型介紹

新凱因斯動態隨機一般均衡模型由家計單位、廠商及中央銀行三個部門組成，包含總合需求曲線(Aggregate Demand Equation, AD)、菲利浦曲線(Aggregate Supply Equation (New Keynesian Philips Curve, AS)及泰勒法則(Taylor's Rule)三條方程式，分述如下。

(I) 總和需求線與菲利浦曲線

$$y_t = a_1 \tilde{E}_t y_{t+1} + (1 - a_1) y_{t-1} + a_2 (r_t - \tilde{E}_t \pi_{t+1}) + \varepsilon_{y,t}, \quad 0 \leq a_1 \leq 1, a_2 < 0 \quad (9)$$

$$\pi_t = b_1 \tilde{E}_t \pi_{t+1} + (1 - b_1) \pi_{t-1} + b_2 y_t + \eta_{\pi,t}, \quad 0 \leq b_1 \leq 1, b_2 > 0 \quad (10)$$

y_t : 當期產出缺口(t期); $\tilde{E}_t y_{t+1}$: 對 t+1 期的產出缺口預期; $\tilde{E}_t \pi_{t+1}$: 對 t+1 期的通貨膨脹預期; π_t : 通貨膨脹; $\varepsilon_{y,t}$: 產出缺口之隨機衝擊; $\eta_{\pi,t}$: 通貨膨脹之隨機衝擊

(9)式為總和需求線(AD)，代表經濟體系的需求面，由代表性家計單位效用極大化後的尤拉方程式轉化而得，涵蓋了商品市場結清條件。 a_1 為下一期產出缺口預期與前期產出缺口的比例，介於 0 到 1 之間； a_2 為實質利率的參數，小於 0 表示實質利率與當期產出缺口呈負向關係；(10)式為新凱因斯菲利浦曲線(AS)，代表經濟體系的供給面，在名目價格僵固性與獨占性競爭的假設下，可透過代表性廠商生產之最終商品利潤極大化導出。 b_1 為下一期通膨預期與前期通膨的比率，介於 0 到 1 之間； b_2 為當期產出缺口的參數，大於 0 表示當期產出缺口與當期通膨呈正向關係。(9)與(10)皆涵蓋了產出缺口與通貨膨脹的異質性預期($\tilde{E}_t y_{t+1}$, $\tilde{E}_t \pi_{t+1}$)，兩預期之定義如下：

(1) 對產出缺口的異質性預期($\tilde{E}_t y_{t+1}$):

假設模型中某部分比例的代理人對未來產出缺口存在樂觀性預期，樂觀者預期未來一期之產出缺口為 g ($\tilde{E}_t^{opt} y_{t+1} = g, g > 0$)；而其餘代理人對未來產出缺口採悲觀預期心理，認為未來一期之產出缺口為 $-g$ ($\tilde{E}_t^{pes} y_{t+1} = -g, g > 0$)。將兩類型預期以加權平均形式合併：

$$\begin{aligned}\tilde{E}_t y_{t+1} &= \alpha_{o,t} \tilde{E}_t^{opt} y_{t+1} + \alpha_{p,t} \tilde{E}_t^{pes} y_{t+1} \\ &= \alpha_{o,t} g - \alpha_{p,t} g\end{aligned}\quad (11)$$

$$\alpha_{o,t} + \alpha_{p,t} = 1 \quad (12)$$

$\alpha_{o,t}$: 樂觀者占全體代理人之權重； $\alpha_{p,t}$: 悲觀者占全體代理人之權重

(2) 對通貨膨脹的異質性預期($\tilde{E}_t \pi_{t+1}$):

假設模型中某部分比例的代理人相信中央銀行的政宣告，故預期下一期通膨目標會繼續維持在 π^* ($\tilde{E}_t^{tar} \pi_{t+1} = \pi^*$)；而其餘代理人無視於央行的政策宣告，以前期通貨膨脹 π_{t-1} 作為未來一期之通貨膨脹預期($\tilde{E}_t^{ext} \pi_{t+1} = \pi_{t-1}$)。同樣將兩類型預期以加權平均合併：⁵

$$\begin{aligned}\tilde{E}_t \pi_{t+1} &= \beta_{tar,t} \tilde{E}_t^{tar} \pi_{t+1} + \beta_{ext,t} \tilde{E}_t^{ext} \pi_{t+1} \\ &= \beta_{tar,t} \pi^* - \beta_{ext,t} \pi_{t-1}\end{aligned}\quad (13)$$

$$\beta_{tar,t} + \beta_{ext,t} = 1 \quad (14)$$

$\beta_{tar,t}$: 相信央行施政者占全體代理人之權重； $\beta_{ext,t}$: 不相信央行施政者占全體代理人之權重。以上的權重比例($\alpha_{o,t}, \alpha_{p,t}, \beta_{tar,t}, \beta_{ext,t}$)在本文中是以易行模型搭配網路結構個別估算，詳細計算流程將於 3.3 節介紹。

⁵ 產出缺口與通貨膨脹之異質性預期設定方法參考 De Grauwe (2010)

(II) 泰勒法則

泰勒法則可表現央行對通貨膨脹與產出偏離情形所作出的系統化反應，是具有彈性的政策設定(Taylor, 1993)。若通貨膨脹或產出缺口偏離央行的政策目標，央行可透過利率工具來抑制通膨，穩定經濟。近年來，該法則被大量應用在新凱因斯動態隨機一般均衡模型中，用以描述貨幣當局之行為並進行政策評估(Christiano et al., 2005, Adolfson et al., 2008)。若能正確估計泰勒法則中之參數，可改善新凱因斯動態隨機一般均衡模型之設定，使該模型更貼切的描述整體經濟狀況。因此，本文參考 Kazanas et al. (2011)的實證方法，以非線性門檻型泰勒法則詮釋央行的「權衡性政策」，另以一般線性型態的泰勒法則作為「法則」的政策代表，建構涵蓋不同貨幣政策的代理人基社會網路互動新凱因斯動態隨機一般均衡模型。以下以政策 A 代表權衡政策，政策 B 代表法則政策，依序介紹兩政策之結構設定。

(1) 權衡基礎(政策A)-非線性門檻型泰勒法則⁶

$$\begin{aligned} r_t &= (1 - c_1)[c_2 + c_3^L(\pi_{t-1} - \pi_t^*) + c_4^L \tilde{y}_{t-1}] + c_1 r_{t-1} + \mu_{r,t}, \text{ if } \tilde{y}_{t-1} \leq y^* \\ r_t &= (1 - c_1)[c_2 + c_3^H(\pi_{t-1} - \pi_t^*) + c_4^H \tilde{y}_{t-1}] + c_1 r_{t-1} + \mu_{r,t}, \text{ if } \tilde{y}_{t-1} > y^* \end{aligned} \quad (15)$$

令 r_t 為短期名目利率，為央行在 t 期的貨幣政策工具； π_{t-1} 為前期通貨膨脹率， π^* 為央行設定之通膨目標， \tilde{y}_{t-1} 為 $t-1$ 期的實質產出缺口，同時為衡量門檻值的變數； y^* 為門檻變數的參數，預設為 0； $\mu_{r,t}$ for $r=1,2$ 表示貨幣政策衝擊， c_1 為平滑利率參數，介於 0 到 1 之間⁷， $c_2 > 0$ ，為泰勒法法則的截距項； c_3, c_4 為通膨與產出缺口參數。

依據門檻模型設定，央行會因應景氣變化改變貨幣政策。當前期產出缺口大於某門檻值($\tilde{y}_{t-1} > y^*$)，表示景氣處於繁榮狀態，因此央行有機會調高泰勒法則的參數(c_3^H, c_4^H)，以緊縮性貨幣政策抑制過熱的景氣；反之，若前期產出缺口小於某門檻值($\tilde{y}_{t-1} \leq y^*$)，表示景氣可能處於低迷情況，此時央行改採寬鬆性政策，調低政策參數以刺激景氣回春(c_3^L, c_4^L)。⁸

⁶ 非線性門檻型泰勒法則之參數設置($c_3^H, c_4^H, c_3^L, c_4^L, y^*$)參考 Kazanas et al. (2011)

⁷ Clarida et al. (1998)在利率的目標式加入部分調整機制，捕捉利率調整的平滑效果

⁸ Kim (1999)指出，許多國家在採取泰勒法則的貨幣政策時，均將通貨膨脹率之調整係數設定超

(2) 法則基礎(政策B)-線性泰勒法則⁹

$$r_t = (1 - c_1)[c_2 + c_3(\pi_{t-1} - \pi_t^*) + c_4\tilde{y}_{t-1}] + c_1r_{t-1} + \mu_{r,t} \quad (16)$$

央行向人民承諾，表示會維持同樣的貨幣法則，不因景氣循環改變政策參數 (c_3, c_4 維持不變)。將以上權衡政策 A 的非線性門檻模型與法則政策 B 的純線性泰勒法則作為新凱因斯動態隨機一般均衡模型中的貨幣政策方程式，便完成不同貨幣政策下之代理人基社會網路新凱因斯動態隨機均衡模型設置。將泰勒法則中的 r_t 代入(9)式的總和需求線(AD Line)，重新整理後可得以下兩式：

$$\pi_t = b_1\tilde{E}_t\pi_{t+1} + (1 - b_1)\pi_{t-1} + b_2y_t + \eta_{\pi,t} \quad (17)$$

$$y_t = [(1 - a_1) + a_2(1 - c_1)c_4]y_{t-1} + [a_2(1 - c_1)c_3]\pi_{t-1} + a_1\tilde{E}_ty_{t+1} - a_2\tilde{E}_t\pi_{t+1} + a_2c_1r_{t-1} + a_2(1 - c_1)c_2 + a_2\mu_t + \varepsilon_{y,t} \quad (18)$$

以矩陣方式表達：

$$\begin{bmatrix} 1 & -b_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 & 0 \\ -a_2 & a_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{E}_t\pi_{t+1} \\ \tilde{E}_ty_{t+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 - b_1 & 0 \\ a_2(1 - c_1)c_3 & (1 - a_1) + a_2(1 - c_1)c_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \pi_{t-1} \\ y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ a_2c_1 \end{bmatrix} r_{t-1} + \begin{bmatrix} \eta_t \\ a_2\mu_t + \varepsilon_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ a_2(1 - c_1)c_2 \end{bmatrix}$$

$$\text{令 } A = \begin{bmatrix} 1 & -b_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} b_1 & 0 \\ -a_2 & a_1 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 1 - b_1 & 0 \\ a_2(1 - c_1)c_3 & (1 - a_1) + a_2(1 - c_1)c_4 \end{bmatrix}$$

過 1，而非原始設定的 0.5，表示這些國家在執行貨幣政策時，較重視物價穩定的目標。King 將這類的泰勒法則稱為積極的泰勒法則，而將另一類通貨膨脹率調整權數設為 0.5 與原始泰勒法則相同者，稱為簡單泰勒法則。若負向缺口係數大於正向缺口係數，表示在景氣衰退時期央行會積極利用貨幣政策對負向的產出缺口做出寬鬆貨幣政策的反應，相反的，在景氣過熱時央行可能只選擇輕微干預。

⁹ 一般線性泰勒法則之參數設置 (c_3^L, c_4^L) 參考 Taylor (1993)

$$b = \begin{bmatrix} 0 \\ a_2 c_1 \end{bmatrix}, V_t = \begin{bmatrix} \eta_t \\ a_2 \mu_1 + \varepsilon_t \end{bmatrix}, CON = \begin{bmatrix} 0 \\ a_2 (1 - c_1) c_2 \end{bmatrix}$$

$$Z_t = \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \end{bmatrix}, Z_{t-1} = \begin{bmatrix} \pi_{t-1} \\ y_{t-1} \end{bmatrix}, \tilde{E}_t Z_{t+1} = \begin{bmatrix} \tilde{E}_t \pi_{t+1} \\ \tilde{E}_t y_{t+1} \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow AZ_t = B\tilde{E}_t Z_{t+1} + CZ_{t-1} + br_{t-1} + V_t + CON \quad (19)$$

$$Z_t = A^{-1}[B\tilde{E}_t Z_{t+1} + CZ_{t-1} + br_{t-1} + V_t + CON] \quad (20)$$

令矩陣 A 為非奇異矩陣，利用程式可模擬出矩陣 Z_t ，內含通貨膨脹 π_t 以及產出缺口 y_t ；接著，再將兩變數帶回泰勒法則式，決定當期利率 i_t 。透過參數與條件設定，可完整模擬不同政策基礎下之產出缺口、通貨膨脹與利率的連續資料。完成模型架構與政策設定後，下一節將介紹易行模型的行為轉換機制與網路結構的嵌入過程，說明「異質性預期」之權重比例的計算方法。

3.3 易行模型 (Ising Model)

3.3.1 模型簡介

為了研究網路結構中代理人之間的互動過程，本文參考著名的易行模型 (Ising model) 建構網路模型中的互動機制。易行模型為 Ernst Ising (1900-1998) 於 1924 年所發表，在物理學中被用來描述粒子之間的交互作用。模型中每個粒子都有兩個狀態，而相鄰兩粒子之間的交互作用就是由粒子的狀態來決定。除了物理學領域，數十年來，易行模型也被廣泛運用於生物學，以及社會科學等領域。

在經濟領域，首先使用易行模型的是 Follmer (1974)。近年，在金融市場模型 (Iori, 1999; Iori, 2002, Sornett and Zhou, 2006) 與節稅等領域 (Zaklan, Westerhoff, and Stauffer, 2009)，皆可見到該模型的蹤跡；回到經濟層面，Chen et al., (2012) 提到，若代理人的選擇行為可用間斷隨機分配表示，研究者就可利用易行模型模擬網路結構中代理人的互動情形，建立涵蓋網路結構與個體互動的異質性預期，將社會網路與總體模型結合，塑造具代理人基互動色彩的新凱因斯動態隨機一般

均衡模型。本文參考 Chen et al., (2012)的作法，同樣利用易行模型作為社會網路與新凱因動態隨機一般均衡模型的連結機制，完成資料模擬的模型架構。

3.3.2 模型應用

易行模型是一個間斷機率模型，可以描述代理人行為選擇的轉換。舉例，假設代理人(agent)的行為選擇模式分為兩種，分別為樂觀與悲觀，則代理人 i 選擇樂觀策略的機率可用以下的易行模型來表示：

$$prob(x(t) = o) = \frac{1}{1 + \exp(-2\lambda m_i)}$$

令 $p(x(t) = o)$ 為代理人選擇樂觀策略的機率， $p(x(t) = p)$ 為代理人選擇悲觀策略的機率，兩機率總合為 1；因為網路結構的選擇可以透過 m_i 反應於以上機率值，所以在個體數有限的情況下，本研究利用易行模型載入不同網路結構，計算每一期代理人預期心理的權重轉換，建構新凱因斯動態隨機模型中涵蓋個體互動機制的異質性預期。以下為模型中異質性預期之權重 $(\alpha_{o,t}, \alpha_{p,t}, \beta_{tar,t}, \beta_{ext,t})$ 計算：

(1) 針對產出缺口的預期權重 $(\alpha_{o,t}, \alpha_{p,t})$ ：

$$prob(Z_i = 1) = \frac{1}{1 + \exp(-2\lambda m_i(t))} = \alpha_{o,t}, \quad \alpha_{p,t} = 1 - \alpha_{o,t} \quad (21)$$

$$m_i(t) = \sum_{j \in N_i} w_{ij} Z_{j,t-1}, \quad w_{ij} = \frac{1}{\#\{j: j \in \theta_i\}} \quad (22)$$

$$Z_i = \begin{cases} 1, & \text{若代理人 } i \text{ 為樂觀者} \\ 0, & \text{若代理人 } i \text{ 為悲觀者} \end{cases} \quad (23)$$

令代理人 j (agent j) 為代理人 i (agent i) 的連線節點， N_i 代表代理人 i 的連線節點數，數量取決於網路結構的性質； w_{ij} 表示代理人 j 在代理人 i 心中的互動權重 (interaction strength)，計算上使用直接平均法，所以代理人 i 的每個連線節點分得的權重都相同；若代理人 i 擁有 k 條連線節點，那麼 k 個代理人在代理人 i 的

心中權重皆為 $\frac{1}{k}$ 。因此，若連線節點數(N_i)越多，每個連線節點獲得的互動權重可能就越小。 Z_i 是本文定義的虛擬變數，若代理人為樂觀者， $Z_i = 1$ ；若代理人為悲觀者， $Z_i = 0$ 。

在易行模型中，有兩個因子會影響代理人(agent)的預期權重計算：

A. 磁場效應(Magnetic field, m_i): m_i 可反應出不同網路結構的特色。在不同的網路結構下， N_i 的數量不盡相同，相對的 w_{ij} 也會隨之改變，創造出該網路結構下特有的 m_i 。一旦 m_i 改變，最終影響的會是預期權重的機率值。

B. 選擇轉換係數(Intensity of choice, λ): 表示個體轉換策略的敏感度。 λ 的大小決定策略轉換的頻率，原則上，若 λ 越小，表示代理人會頻繁的改變策略；當 λ 很大，代理人轉換決策的頻率降低，決策行為有機會快速收斂至某一個策略選擇。在本文的模擬實驗中， λ 的範圍是經由初步測試後決定。經測試後本研究發現，當 λ 介於 0 到 1 之間，最能有效反映個體選擇行為的轉換。若 λ 值大於 1，個體的選擇會快速的收斂至某一方，無法有效模擬策略改變的情形。考慮極端情況：

若 $\lambda \rightarrow \infty$, $prob(Z_i = 1) = 1$, 人們永遠採用某特定策略，無策略轉換空間

若 $\lambda \rightarrow 0$, $prob(Z_i = 1) = 0.5$, 策略轉換最頻繁，所以平均而言人們使用某策略的機率固定為 0.5

以上為易行模型的運作方式。透過易行模型，研究者可以利用 m_i 載入不同的網路結構，在新凱因斯動態隨機一般均衡模型中模擬不同的社會網路背景，或改變 λ 值來調整人們策略轉換的速度，求出新凱因斯動態隨機一般均衡模型中兩類型預期心理的權重比例 ($\alpha_{o,t}, \alpha_{p,t}, \beta_{tar,t}, \beta_{ext,t}$)。同理，通貨膨脹之預期權重也比照同樣概念計算：

(2) 針對通貨膨脹的預期權重($\beta_{tar,t}, \beta_{ext,t}$):

$$prob(Z_i = 1) = \frac{1}{1 + \exp(-2\lambda m_i(t))} = \beta_{tar,t}, \beta_{ext,t} = 1 - \beta_{tar,t} \quad (24)$$

$$m_i(t) = \sum_{j \in N_i} w_{ij} Z_{j,t-1}, w_{ij} = \frac{1}{\#\{j: j \in \theta_i\}} \quad (25)$$

$$Z_i = \begin{cases} 1, & \text{若代理人 } i \text{ 相信央行的施政宣告} \\ 0, & \text{若代理人 } i \text{ 不相信央行政策宣告} \end{cases} \quad (26)$$

完成兩類型預期心理的權重計算，緊接著可建構出不同社會網路結構與不同選擇轉換敏感度下的異質性預期，成功連結社會網路與新凱因斯動態隨機一般均衡模型。總結本章，本研究以 De Grauwe 的新凱因動態隨機一般均衡模型為基礎 (De Grauwe, 2010)，參考 Chen et al., (2012) 的架構，利用易行模型置入社會網路結構，計算模型中的異質性預期，最後將非線性門檻型泰勒法則與一般線性泰勒法則代表代理人基之社會網路新凱因動態隨機模型中的貨幣方程式，完成模型設置。下一章介紹完整模型的參數設定與模擬實驗的操作流程。

Chapter 4

實驗設計

4.1 模擬變數資料

本章介紹模擬實驗的參數設定與操作流程。改變社會網路參數設定，可模擬出 10 組不同的網路結構矩陣。本研究利用涵蓋非線性門檻型泰勒法則與一般線性泰勒法則之代理人基社會網路新凱因動態隨機一般均衡模型，載入 10 組網路結構矩陣，透過參數設定，模擬貨幣政策的執行結果¹⁰。政策A之參數可代表模型中的權衡式貨幣政策，政策B之參數可代表法則式貨幣政策。結合 10 組網路結構與兩貨幣政策，可得 20 組策略組合(舉例，Circle+A即為策略組合的一種)；再配合五組 λ 值(intensity of choice)，一共可得 100 組策略組合。接著，將每組策略組合各別進行 100 次的變數模擬，模擬結束後每組策略組合都可得到 100 批含有時間序列性質的總體變數資料。這裡假設各網路結構內的人口數(節點)為 100 人，實驗中時間序列期數設定為 300 期(代)，總體變數分別為利率、產出缺口，以及通貨膨脹。兩政策實驗參數設定參考Chen et al., (2012), Kazanas et.al, (2011)，列表如下：

表 4.1 權衡式門檻模型貨幣政策(政策 A)

參數名稱	參數值	定義
π^*	2	央行的通膨目標值，預設為 2
a_1	0.5	總和需求線中預期下一期產出缺口(Ey_{t+1})的係數, $0 \leq a_1 \leq 1$
a_2	-0.2	總和需求線中實質利率($r_t - E\pi_{t+1}$)的係數, $a_2 < 0$

¹⁰ 本次實驗主要模擬加入社會網路之簡化新凱因斯動態模型下貨幣政策的執行結果，並非實際國家之總體經濟情況的擬真；由於社會網路的思維是一種概念與發想，因此本研究並未參考任何國家的經濟情況作為具體的模擬依據。

b_1	0.5	新凱因斯菲利浦曲線中對下一期通貨膨脹預期($E\pi_{t+1}$)的係數, $0 \leq b_1 \leq 1$
b_2	0.05	新凱因斯菲利浦曲線中 t 期產出缺口的係數, $b_2 > 0$
c_1	0.8	泰勒法則中前期利率係數(r_{t-1}), $0 \leq c_1 \leq 1$
c_2	2	泰勒法則式中的截距項(常數), $c_2 > 0$
c_3^H	$1.35(y_{t-1} > y^*)$	泰勒法則中「前期通貨膨脹率與通膨目標之間差距」的係數($\pi_{t-1} - \pi_t^*$), $c_3 > 0$
c_3^L	$0.45(y_{t-1} < y^*)$	
c_4^H	$0.52(y_{t-1} > y^*)$	t-1 期產出缺口係數(y_{t-1}), $c_4 > 0$
c_4^L	$0.6(y_{t-1} < y^*)$	
y^*	0	產出缺口門檻值·預設為 0
g	1	樂觀者預期的產出缺口,比充分就業下的產出高出 1 個百分比
λ	0.1,0.3,0.5,0.7,0.9	選擇轉換係數(intensity of choice)
$\varepsilon_{y,t}, \eta_{\pi,t}, \mu_{r,t}$	0.5	總和需求線、新凱因斯菲利浦曲線、泰勒法則三式的隨機誤差項(單位為百分比)
Number of agent	100	模擬代理人的數量
Time	300	模擬時間長度(period)
Trial	100	實驗次數

表 4.2 固定施政目標的法則式貨幣政策(政策 B)

參數名稱	參數值	定義
π^*	2	央行的通膨目標值·預設為 2
a_1	0.5	總和需求線中預期下一期產出缺口(Ey_{t+1})的係數, $0 \leq a_1 \leq 1$
a_2	-0.2	總和需求線中實質利率($r_t - E\pi_{t+1}$)的係數, $a_2 < 0$
b_1	0.5	新凱因斯菲利浦曲線中對下一期通貨膨脹預期($E\pi_{t+1}$)的係數, $0 \leq b_1 \leq 1$

b_2	0.05	新凱因斯菲利普曲線中 t 期產出缺口的係數, $b_2 > 0$
c_1	0.8	泰勒法則中前期利率係數(r_{t-1}), $0 \leq c_1 \leq 1$
c_2	2	泰勒法則式中的截距項(常數), $c_2 > 0$
c_3	0.5	泰勒法則中「前期通貨膨脹率與通膨目標之間差距」的係數($\pi_{t-1} - \pi_t^*$), $c_3 > 0$
c_4	0.5	t-1 期產出缺口係數(y_{t-1}), $c_4 > 0$
y^*	0	產出缺口門檻值, 預設為 0
g	1	樂觀者預期的產出缺口, 比充分就業下的產出高出 1 個百分比
λ	0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9	選擇轉換係數(intensity of choice)
$\varepsilon_{y,t}, \eta_{\pi,t}, \mu_{r,t}$	0.5	總和需求線、新凱因斯菲利普曲線、泰勒法則三式的隨機誤差項(單位為百分比)
Number of agent	100	模擬代理人的數量
Time	300	模擬時間長度(period)
Trial	100	實驗次數

4.2 資料統計分析

得到模擬資料後，可對資料做進一步的比較與統計分析，分層探討 10 種不同網路結構與不同貨幣政策轉變對經濟變數產生的影響。Woodford (2003)提到，追求社會福利極大化的央行著重於產出缺口與通貨膨脹的穩定性，因此產出缺口與通貨膨脹的波動程度可作為衡量貨幣政策有效性的重要指標。參考以上概念，本文對模擬資料進行兩階段分析；首先，求出 100 組模擬資料的變異數¹¹，比較五組 λ 下不同網路結構造成通貨膨脹與產出缺口的波動大小；接著，以相同網路結構為基礎，各別比較不同貨幣政策造成的變數波動程度。實驗結果將於第五章詳述。

¹¹ 每跑一次實驗可得到一批延續 300 代的時間序列資料，先計算每批資料中產出缺口、通貨膨脹與利率的變異數，再將 100 批實驗的變異數取平均，就可以獲得一組含有三變數平均變異數的資料。經計算可得 100 組策略組合的平均變異數資料。

Chapter 5

實驗結果

5.1 資料處理

經過程式模擬，本研究得到 100 組含有產出缺口，通貨膨脹，利率三變數的時間序列資料，每組資料皆包含 100 次的模擬實驗結果。以環狀網路(Circle)搭配權衡式貨幣政策為例($\lambda = 0.5$)，圖 5.1,圖 5.2,圖 5.3 呈現某次模擬資料之時間趨勢圖。接著，利用 300 期的資料分別計算 100 組策略組合中產出缺口，通貨膨脹與利率的變異數，再將 100 次實驗中各變數的變異數取平均值。計算結果見表 5.1,表 5.2,表 5.3。

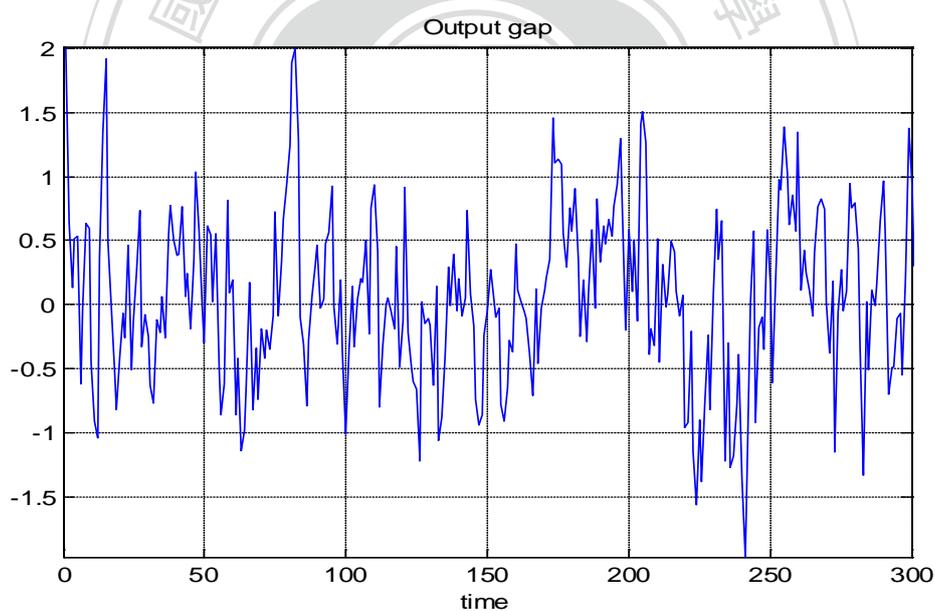


圖 5.1 產出缺口時間趨勢圖

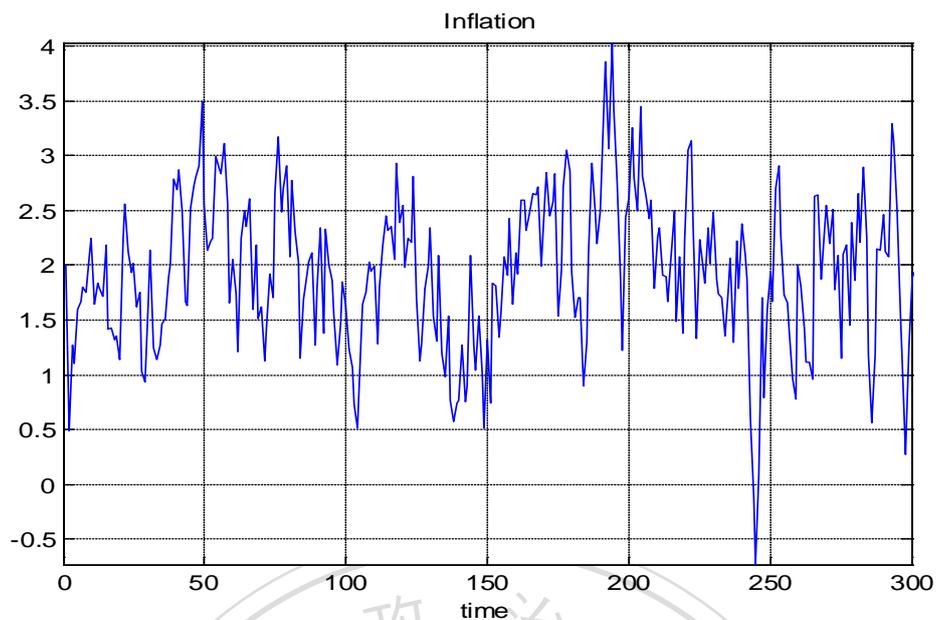


圖 5.2 通貨膨脹時間趨勢圖

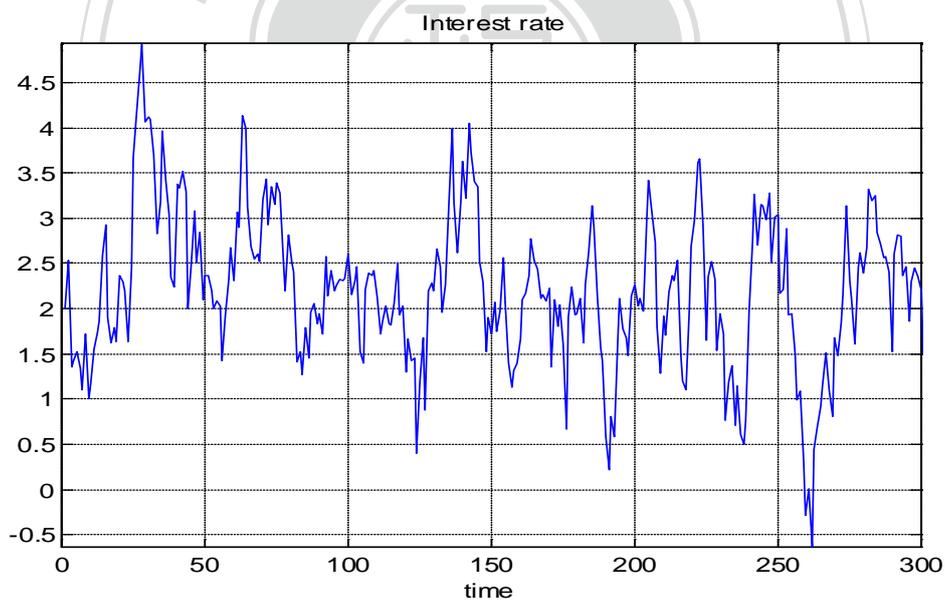


圖 5.3 利率時間趨勢圖

表 5.1 產出缺口之平均變異數

Network	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
Circle	A	0.44102	0.43839	0.43653	0.43464	0.43289
	B	0.43659	0.43320	0.43080	0.42803	0.42589
SW05	A	0.44116	0.43891	0.43616	0.43429	0.43258
	B	0.43682	0.43383	0.43035	0.42765	0.42557
Random	A	0.44103	0.43852	0.43612	0.43471	0.43199
	B	0.43668	0.43337	0.43029	0.42796	0.42494
SW03	A	0.44106	0.43889	0.43588	0.43475	0.43260
	B	0.43667	0.43376	0.42995	0.42799	0.42555
Scalefree	A	0.44120	0.44247	0.44640	0.45076	0.45012
	B	0.43692	0.43741	0.44059	0.44432	0.44333
SW01	A	0.44102	0.43838	0.43593	0.43431	0.43275
	B	0.43667	0.43321	0.43016	0.42766	0.42574
SW07	A	0.44111	0.43856	0.43616	0.43485	0.43249
	B	0.43674	0.43351	0.43028	0.42810	0.42543
SW09	A	0.44096	0.43873	0.43648	0.43442	0.43229
	B	0.43661	0.43358	0.43054	0.42769	0.42519
Regular	A	0.44119	0.43861	0.43601	0.43418	0.42507
	B	0.43678	0.43342	0.43022	0.42747	0.41718
Fully	A	0.44099	0.43847	0.43591	0.43445	0.43210
	B	0.43661	0.43335	0.42989	0.42761	0.42504

*上表網路結構皆以英文表示

表 5.2 通貨膨脹之平均變異數

Network	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
Circle	A	0.56049	0.51257	0.46834	0.43122	0.40245
	B	0.56285	0.51446	0.46980	0.43233	0.40334
SW05	A	0.56534	0.51622	0.47069	0.43238	0.40239
	B	0.56778	0.51815	0.47219	0.43352	0.40328
Random	A	0.56080	0.51222	0.46698	0.42885	0.39934
	B	0.56319	0.51412	0.46845	0.42996	0.40021
SW03	A	0.56063	0.51216	0.46713	0.42895	0.39926
	B	0.56300	0.51406	0.46859	0.43006	0.40013
Scalefree	A	0.56066	0.51322	0.47043	0.43480	0.40650
	B	0.56304	0.51512	0.47190	0.43595	0.40742
SW01	A	0.56063	0.51213	0.46664	0.42850	0.39923
	B	0.56300	0.51404	0.46809	0.42961	0.40010
SW07	A	0.56062	0.51201	0.46692	0.42901	0.39946
	B	0.56301	0.51387	0.46837	0.43011	0.40032
SW09	A	0.56058	0.51250	0.46713	0.42889	0.39950
	B	0.56295	0.51438	0.46858	0.42999	0.40038
Regular	A	0.56063	0.51207	0.46685	0.42859	0.39881
	B	0.56300	0.51396	0.46829	0.42970	0.39982
Fully	A	0.56061	0.51181	0.46553	0.42581	0.39581
	B	0.56299	0.51369	0.46698	0.42691	0.39666

表 5.3 利率之平均變異數

Network	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
Circle	A	0.81554	0.80271	0.78673	0.77395	0.76377
	B	0.68182	0.67071	0.66064	0.65270	0.64769
SW05	A	0.81760	0.80206	0.78779	0.77514	0.76281
	B	0.68302	0.67141	0.66131	0.65324	0.64752
Random	A	0.80223	0.80223	0.78631	0.77308	0.76159
	B	0.67046	0.67046	0.66032	0.65226	0.64693
SW03	A	0.81536	0.80146	0.78690	0.77426	0.76149
	B	0.68188	0.67037	0.66047	0.65249	0.64669
Scalefree	A	0.81613	0.80127	0.78865	0.77591	0.76564
	B	0.68163	0.67061	0.66172	0.65429	0.64873
SW01	A	0.81523	0.51213	0.78601	0.77356	0.76132
	B	0.68184	0.51404	0.66039	0.65247	0.64640
SW07	A	0.81516	0.80086	0.78592	0.77356	0.76145
	B	0.68175	0.67028	0.66011	0.65242	0.64673
SW09	A	0.81584	0.80162	0.78694	0.77344	0.76154
	B	0.68191	0.67050	0.66034	0.65236	0.64648
Regular	A	0.81525	0.80173	0.78673	0.77413	0.74410
	B	0.68179	0.67045	0.66042	0.65225	0.63353
Fully	A	0.81554	0.80142	0.78663	0.77308	0.76010
	B	0.68182	0.67046	0.66008	0.65185	0.64587

在不同貨幣政策，不同網路結構，以及不同 λ 值之下，可求出各策略組合之變數的平均波動值；往下以變數波動性作為分析指標，逐步討論網路結構、貨幣政策對變數波動性的影響。

5.2 討論-不同網路結構之下的波動性差異

在本文模型中，共有十組網路結構與兩類型貨幣政策，故每組選擇轉換係數(λ)皆包含 20 種策略組合，例如「Circle+A, $\lambda = 0.1$ 」就是策略組合的一種。為了方便比較不同網路結構下策略組合帶來的差異效果，本文依波動性高低為 10

個網路結構進行排序(1 至 10 名)·並特別標記出前三名的策略組合與倒數前三名的策略組合¹²。

表 5.4 波動性排序比較($\lambda = 0.1$)

	產出缺口平均波動性		通貨膨脹平均波動性	
	政策 A	政策 B	政策 A	政策 B
Circle	*	***	***	***
SW05	+	++	+++	+++
Random			++	++
SW03				
Scalefree	+++	+++	+	+
SW01				
SW07				
SW09	***	**	**	**
Regular	++	+		
Fully	**	*	*	*

符號說明: 在給定的貨幣政策下·若該組網路結構在十組網路結構中可使產出缺口(通貨膨脹)的波動性最小·該網路結構便以 *** 來註記;效果第二好的網路結構以 **表示·以此類推;相反的·在給定貨幣政策下·在十組網路結構中若某組網路結構造成的波動性最大·就註記為 +++·以此類推。以「降低波動性」作為比較依據·透過以上標記方式·可選出表現前三名與後三名的網路結構。

以表 5.4 為例·在 $\lambda = 0.1$ 時·就政策 A 來說數據上使產出缺口波動性最小的網路結構為小世界 09(SW09, ***)·使通貨膨脹波動性最小的網路結構為環狀網(Circle, ***) ; 以上為縱向的網路結構比較·從橫向的政策面來看·上表顯示在相同的網路結構下·權衡政策(A)與法則政策(B)的效果並沒有太大差別。因此·往下本文將排序式分析法聚焦於縱向的網路結構比較·並將不同 λ 的排序結果整理於表 5.5。

¹² 表 5.4 之網路結構皆以英文表示

表 5.5 不同 λ 下的波動性排序比較

	$\lambda = 0.1$		$\lambda = 0.3$		$\lambda = 0.5$		$\lambda = 0.7$		$\lambda = 0.9$											
	output gap		inflation		output gap		inflation		output gap		inflation									
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B								
Circle	*	***	***	***	**	***	+	+	+++	+++	+	+	+	+	++	++	++	++	++	++
SW05	+	++	+++	+++	++	++	+++	+++			+++	+++	**	*	++	++			+	+
Random			++	++													**	**		
SW03					+	+			***	**			+							
Scalefree	+++	+++	+	+	+++	+++	++	++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
SW01					***	**			*	*	**	**	*		**	**	+	+	*	*
SW07							**	**					++	++						
SW09	***	**	**	**					+	+										
Regular	++	+					*	*			*	*	***	***	*	*	***	***	**	**
Fully	**	*	*	*	*	*	***	***	**	***	***	***	**	**	***	***	*	*	***	***

上表之網路結構皆以英文表示。表中左方網路結構的排序是依據群聚度(ACC)由小到大排列，群聚度小代表網路結構中代理人之連線節點彼此的連線程度低；群聚度大代表連線節點之間的連結程度高；實驗中群聚度最低的網路結構為 Circle，群聚度最高的網路結構為 Fully。

表 5.5 列舉所有 λ 值之下各網路結構之產出缺口與通貨膨脹的波動度排序。由於本次實驗將 λ 的估計範圍定義在 0 到 1 之間，所以這裡取 0.1、0.3、0.5、0.7、0.9 作為 λ 的有效估計值來進行模擬。經過以上整理，本研究發現某些特定的網路結構會使經濟結構出現較大的波動性，而某些網路結構對於穩定經濟具有明顯助益。為了方便討論，這裡先將表 5.5 的網路結構分為上下兩組，表格前半部定義為 X 組(含有環狀網路(Circle)、小世界網路 05(SW05)、隨機網路(Random)、小世界網路 03(SW03)與無標度網路(Scalefree))，後半部定義為 Y 組(含有小世界網路 01(SW01)、小世界網路 07(SW07)、小世界網路 09(SW09)、規則網路(Regular)與完全連結網路(Fully))。透過表 5.5 可以清楚地發現，X 組出現 + 的情況居多，表示 X 組中的網路結構會使產出缺口與通貨膨脹產生較大的波動性；相反的，Y 組中的網路結構出現 * 的次數較頻繁，表示 Y 組中的網路結構對於穩定經濟變數有顯著的幫助。究竟是什麼樣的理由，使某些網路結構左右了經濟波動？往下，本文結合表 3.1 的網路統計指標進行比較分析，試著以網路結構的特徵性來解釋表 5.5 的波動結果。

5.2.1 網路特徵性分析

表 5.5 中左方網路結構的排列是順序參考平均群聚度的概念，由小到大陳列，表中群聚程度最小的是環狀網路(Circle)，群聚程度最大的是完全連結網路(Fully)。透過表 3.1 可歸納出某些網路結構的特性：X 組網路結構(環狀網(Circle)、小世界網路 05(SW05)、隨機網路(Random)、小世界網路 03(SW03)、無標度網路(Scale-free))的群聚程度偏小，平均路徑大，推測其資訊流通速度慢；Y 組網路結構(小世界網路 01(SW01)、小世界網路 07(SW07)、小世界網路 09(SW09)、規則網路(Regular)、完全連結網路(Fully))的群聚程度高，平均路徑短，資訊流通速度可能較快。統整網路結構特徵與表 5.5 之波動性比較，列表如下：

表 5.6 網路結構特徵分析

結構分類	平均群聚度 (A.C.C)	平均路徑 (A.P.L)	資訊流通速度	變數波動性
X 組	小	大	慢	大
Y 組	大	小	快	小

由表 5.6 推測，若社會網路的組成方式接近 Y 組等群聚程度較高的結構，其平均路徑短，資訊流通速度快，故產出缺口與通貨膨脹等經濟變數的波動性較低，經濟情況較為穩定；若實體社會充斥著群聚程度較低的網路結構(如 X 組)，由於平均路徑長，資訊流通速度慢，所以經濟變數可能會以較劇烈的形式波動。為了驗證前述推測，本研究以網路結構統計量中的群聚度與平均路徑為基礎，另外建構四個具有高(低)群聚度以及短(長)平均路徑的網路結構，並將其載入本文之代理人基社會網路新凱因斯隨機動態一般均衡模型，重新模擬實驗資料，接著以同樣方法求算總體變數波動性，作為驗證假設的依據。下表為新建構網路結構之統計指標：

表 5.7 新建構網路結構之統計指標

新建構網路結構	平均群聚度(A.C.C)	最短平均路徑(A.P.L)	平均度(A.D)
網路 A	0	264.938	2
網路 B	0.198	1.8	20
網路 C	0.612	1.3939	60
網路 D	0.999	1.0006	98.94

表 5.7 顯示，網路 A 的平均群聚度最低，往下網路 B、網路 C、網路 D 的群聚度依序遞增；反之，最短平均路徑以網路 A 開始依序遞減。在上列四個網路結構中，平均群聚度與最短平均路徑皆呈現反向關係，並呈現遞減(遞增)形式，符合前述推論條件。接著，利用網路 A、網路 B、網路 C 與網路 D 進行模擬實驗得到的總體變數資料計算通貨膨脹、產出缺口等總體變數波動性，列表如下：

表 5.8 特殊網路波動性比較

變數波動性	政策選擇	網路 A	網路 B	網路 C	網路 D
產出缺口(σ_y^2)	A	0.430580	0.428805	0.428798	0.428780
	B	0.425020	0.422147	0.422214	0.422195
通貨膨脹(σ_π^2)	A	0.504769	0.464828	0.464402	0.464400
	B	0.506916	0.466532	0.466125	0.466119

由表 5.8 可知，即使貨幣政策改變，以上四個網路結構對總體變數波動的影響力仍然符合某種潛在規則。若使用群聚度最低，平均路徑最長的網路 A 來模擬總體資料，會使產出缺口以及通貨膨脹的波動最為劇烈；與網路 A 相比，群聚度稍高，平均路徑遞減的網路 B 產生的波動程度明顯小於網路 A。同時觀察四組網路結構，其造成的波動度大小依序為：網路 A > 網路 B > 網路 C > 網路 D。以上結果顯示，群聚程度越大，平均路徑越短的網路結構，對總體變數造成的波動性越小，此結果也驗證了前述假設：從網路結構特徵性來看，擁有高群聚度以及低平均路徑的網路結構，有助於穩定經濟波動。

以上屬於全面性的歸納，仔細對照表 5.5，可以發現另一個有趣的現象：在十個網路結構之中，無論參數與貨幣政策如何調整，X 組網路結構中無標度網路(Scalefree)造成的波動性永遠居高不下；相反的，Y 組網路結構中完全連結網路(Fully)造成的波動性一直都很小，儼然成為指標性的網路結構，成為穩定經濟的首選。為了解釋無標度網路(Scalefree)與完全連結網路(Fully)的特殊情況，往下分別對其進行進階討論。

5.2.2 進階討論(一)：完全連結網(Fully)

本節嘗試以資訊流動性與結構性偏離的角度來解釋完全連結網路(Fully)的模擬結果。在古典經濟學理論中，往往假設個體之間的資訊是百分之百流通，也就是不存在資訊不對稱的情況。從網路結構統計指標來看，完全連結網路(Fully)的群聚程度最高，平均路徑最短，所以資訊流通速度最快，最接近古典經濟學資訊完全流通的假設；因此，完全連結網路在模擬實驗中可達到最佳的政策執行結果，大幅降低經濟波動的程度。根據以上推論，本研究進一步假設，若某社會網

的結構在某種程度上偏離了完全連結網路，該網路結構中的資訊流通速度相對緩慢，會使經濟變數有較大的波動性；反之，偏離程度較小的網路結構資訊流通速度較快，有機會降低經濟波動。

偏離程度如何衡量？由於網路結構的結構性差異沒有一定的衡量標準，為了驗證前述假設，本文參考表 5.1,表 5.2,以及表 5.3 的數據，以完全連結網路(Fully)為起始基準，利用已知的經濟變數波動性計算其餘網路結構與完全連結網路的偏離百分比，作為偏離程度的衡量標準。舉例，若完全連結網路在某策略組合中的波動度為 0.5，而環狀網路於相同策略組合中的波動度為 0.8，依據前述的偏離定義，環狀網路偏離完全連結網路的程度為 $60\%(\frac{0.8-0.5}{0.5} = 0.6)$ 。

計算列表如下：

表 5.9 產出缺口偏離百分比 (%)

Policy	$\lambda = 0.1$		$\lambda = 0.3$		$\lambda = 0.5$		$\lambda = 0.7$		$\lambda = 0.9$	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Scalefree	0.048	0.071	0.912	0.937	2.406	2.489	3.754	3.908	4.170	4.303
Fully	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C 組										
Circle	0.007	0.005	0.018	0.035	0.142	0.212	0.044	0.098	0.183	0.200
SW05	0.039	0.048	0.100	0.111	0.057	0.107	0.037	0.009	0.111	0.125
Random	0.009	0.016	0.011	0.005	0.048	0.093	0.060	0.082	0.025	0.024
SW03	0.016	0.014	0.096	0.095	0.007	0.014	0.069	0.089	0.116	0.120
組平均	0.018	0.021	0.056	0.061	0.064	0.106	0.052	0.070	0.109	0.117
D 組										
SW01	0.007	0.014	0.021	0.032	0.005	0.063	0.032	0.012	0.150	0.165
SW07	0.027	0.030	0.021	0.037	0.057	0.091	0.092	0.115	0.090	0.092
SW09	0.007	0.000	0.059	0.053	0.131	0.151	0.007	0.019	0.044	0.035
Regular	0.045	0.039	0.032	0.016	0.023	0.077	0.062	0.033	1.627	1.849
組平均	0.022	0.021	0.033	0.035	0.054	0.095	0.048	0.044	0.478	0.535
偏離程度	C<D	C=D	C>D	C>D	C>D	C>D	C>D	C>D	C<D	C<D

*以上網路結構皆以英文表示

表 5.10 通膨缺口偏離百分比 (%)

Policy	$\lambda = 0.1$		$\lambda = 0.3$		$\lambda = 0.5$		$\lambda = 0.7$		$\lambda = 0.9$	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Scalefree	0.009	0.009	0.275	0.278	1.053	1.054	2.111	2.118	2.701	2.713
Fully	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C 組										
Circle	0.021	0.025	0.148	0.150	0.604	0.604	1.271	1.270	1.678	1.684
SW05	0.844	0.851	0.862	0.868	1.108	1.116	1.543	1.548	1.662	1.669
Random	0.034	0.036	0.080	0.084	0.311	0.315	0.714	0.714	0.892	0.895
SW03	0.004	0.002	0.068	0.072	0.344	0.345	0.737	0.738	0.872	0.875
組平均	0.226	0.228	0.290	0.293	0.592	0.595	1.066	1.068	1.276	1.281
D 組										
SW01	0.004	0.002	0.063	0.068	0.238	0.238	0.632	0.632	0.864	0.867
SW07	0.002	0.004	0.039	0.035	0.299	0.298	0.752	0.750	0.922	0.923
SW09	0.005	0.007	0.135	0.134	0.344	0.343	0.723	0.721	0.932	0.938
Regular	0.004	0.002	0.051	0.053	0.284	0.281	0.653	0.654	0.758	0.797
組平均	0.004	0.004	0.072	0.073	0.291	0.290	0.690	0.689	0.869	0.881
偏離程度	C>D	C>D								

*以上網路結構皆以英文表示

表 5.11 網路結構特徵分析

結構分類	平均群聚度 (A.C.C)	平均路徑 (A.P.L)	偏離程度	資訊流通速度	變數波動性
C 組	小	大	大	慢	大
D 組	大	小	小	快	小

表 5.9,表 5.10 以完全連結網路(Fully)為基準，紅色代表固定貨幣政策下，偏離完全連結網路最遠的網路結構；藍色代表偏離最少的網路結構。由表 5.9 可知，不管參數 λ 如何改變，無標度網路(Scalefree)的偏離程度幾乎是最大的；在表 5.10 中，無標度網路的偏離程度仍然偏大(在 $\lambda = 0.1, 0.3, 0.5$ 之下僅次於偏離程度最大的小世界 05(SW05))¹³。這裡先排除容易產生極端值的無標度網路以及作為基準的完全連結網路，將餘下八組網路結構分為 C, D 兩組進行分析。C 組包含環狀網路(Circle)、小世界網路 05(SW05)、隨機網路(Random)與小世界網路 03(SW03)；D 組包含小世界網路 01(SW01)、小世界網路 07(SW07)、小世界網路 09(SW09)、以及規則網路(Regular)。

接著，以組為單位，分別先將各組的偏離百分比取平均值，接著再比較兩組平均偏離百分比，找出偏離程度較大的組別。經過觀察可知，D 組的平均偏離程度相對 C 組來的小，在某種程度上可定義為接近完全連結網路的一群。因此，按照本節假設，平均而言偏離幅度較小的 D 組網路結構，其資訊流通程度較高，可減緩經濟波動幅度；而 C 組偏離完全連結網路的程度較大，資訊流通速度慢，會使經濟波動加劇。以上皆為假設性推論，就實際情況又如何？

由於 C 組內的網路結構與 X 組非常接近(C 組少了無標度網路)，而 D 組也與 Y 組雷同(D 組少了完全連結網)，所以在此本文套用 5.2.1 的觀察結果¹⁴，驗證 5.2.2 的假設：偏離完全連結網路較遠的網路結構(C 組)，實際上資訊流通速度慢，波動性增加的機率高；而偏離程度較小的網路結構(D 組)能有效降低變數波動性。在此重新以表 5.11 呈現以上結論與表 5.6 的的整合結果。

¹³ 回顧表 5.5 中的波動性比較，可以發現小世界 05(SW05)在 $\lambda = 0.1, 0.3, 0.5$ 的波動性也很大；此結果符合本頁表 5.11 的網路特徵性分析。

¹⁴ 根據 5.2.1 的觀察，X 組網路結構屬於加劇經濟波動的一組網路結構，反之 Y 組網路結構屬於能緩和經濟波動的另一群。

5.2.3 進階討論(二)：無標度網路(Scalefree)

另外值得注意的網路結構是無標度網路(Scalefree)。為何無標度網路造成的波動性總是居高不下?與其他網路結構相比，無標度網路的群聚程度並不特別突出，排在中間範圍，但平均路徑很短，僅次於完全連結網路(Fully)。依照前述論點，平均路徑短的網路結構資訊傳遞的訊息很快，應該能降低經濟波動的程度，但最後卻不如預期。也許，群聚度與平均路徑並不能捕捉無標度網路的特性。因此，往下本文嘗試利用網路統計量的相鄰中心性與中介中心性，作為解釋其強烈波動性的依據。

中心性與網路結構中某節點對其餘節點的影響力息息相關。在中心性高的網路結構內，某些節點能與許多節點同時連線，該節點同時也有較高的機率位於網路結構中的中心位置，成為結構內強而有力的指標性節點(在此將指標性節點稱為大點，其餘與大點連結的節點稱做小點)。一旦某大點的決策或選擇行為改變，連帶影響的可能是一群為數眾多的節點(小點)；簡而言之，若某節點的中心性很高，表示該節點對其他小點具有相當大的影響力。

重新觀察表 3.1 的網路特徵性指標，本研究發現無標度網路(Scalefree)的最大中介中心性(M.B.C)遙遙領先其餘網路結構，位居首位，而最大相鄰中心性(M.C.C)在 10 個網路結構中也僅次於完全連結網路，同樣領先其餘網路結構，而這樣的特性可能源自於無標度網路特殊的連結方式¹⁵。由中心性指標可知，本次實驗中無標度網路內大點對小點具有相當程度的影響力，影響倍數也遠遠超過其餘網路結構。在中心性強過其他網路結構數倍的無標度網路中，網路內的指標性節點占地為王，各自主導許多小點的情況頻繁，使無標度網路內節點決策選擇的不確定性大幅高於其餘網路結構，重複這樣的循環模式，長期下來經濟體系呈現最劇烈的波動情況。

¹⁵ 在無標度網路中，節點之間的連結型態大部分以大點帶小點的方式出現，一個大點經常擁有為數眾多的小點，但小點與小點之間彼此連線的機會卻很少，因此某些指標性節點(大點)對其餘連線節點(小點)具有舉足輕重的影響力。

5.2.4 迴歸分析

本節利用簡單迴歸驗證前述網路結構特徵性分析的結論。將兩組貨幣政策參數設定下模擬計算而得的產出缺口平均波動與通貨膨脹平均波動作為被解釋變數，另以平均群聚度(ACC)、最短平均路徑(APL)以及最大中介中心性(MBC)作為解釋變數，便可建立兩組簡單線性迴歸，透過迴歸分析探討三變數影響總體變數波動的方向，印證網路特徵性與經濟波動的關係。

在資料選取過程中，除了上述累積的 14 組網路結構外，本研究擴大網路結構樣本數至 30 組，依序計算各網路之特徵統計量，並模擬計算總體變數波動資料，作為迴歸分析之樣本¹⁶。表 X 為迴歸分析之結果：

表 5.12 權衡政策之迴歸分析

PolicyA, $\lambda = 0.5$, 30 networks						
迴歸模型	output=f (ACC,APL,MBC)			inflation=f (ACC,APL,MBC)		
解釋變數	ACC	APL	MBC	ACC	APL	MBC
迴歸係數	0.0002873	-0.00002278	0.00000258	-0.00035815	0.00011714	0.00000104
係數方向	+	-	+	-	+	+
p-value	0.8445	0.0067	<0.0001	0.8843	<0.0001	0.2394
R^2	0.5350			0.8421		
Adj R^2	0.4814			0.8239		

表 5.13 法則政策之迴歸分析

PolicyB, $\lambda = 0.5$, 30 networks						
迴歸模型	output=f (ACC,APL,MBC)			inflation=f (ACC,APL,MBC)		
解釋變數	ACC	APL	MBC	ACC	APL	MBC
迴歸係數	0.00009012	-0.00002133	0.00000264	-0.00070656	0.00011858	0.0000001
係數方向	+	-	+	-	+	+
p-value	0.9547	0.0173	<0.0001	0.7756	<0.0001	0.2581
R^2	0.5107			0.8449		
Adj R^2	0.4543			0.8270		

¹⁶ 樣本資料詳見附錄之附表 6 與附表 7。為簡化分析過程，本節只針對 $\lambda = 0.5$ 之下模擬而得的樣本進行迴歸分析。

由表 5.12 與表 5.13 可知，兩貨幣政策迴歸分析的結果在變數解釋方向與顯著程度上非常接近，所以往下本文將比較重心放在產出缺口與通貨膨脹的迴歸差異。就方向性來比較，在通貨膨脹迴歸分析中，最短平均路徑(APL)、最大相鄰中心性(MBC)與波動程度皆存在正向關係，而平均群聚度(ACC)與波動度存在負向關係，三變數之估計方向皆與前述網路特徵性分析之結論相符。而在產出缺口迴歸分析中，平均群聚度(ACC)與波動程度為正相關、最短平均路徑(APL)與波動程度為負相關，與前述歸納的結論相反；最大相鄰中心性(MBC)與波動度為正相關，符合前小節之推測。另外，p-value 之分析結果顯示，三變數解釋能力的顯著程度並不穩定，但由於本次迴歸分析之比較主要以方向性為主，故顯著程度的結果暫不列入討論範圍¹⁷。最後， R^2 顯示通貨膨脹迴歸的解釋能力略優於產出缺口迴歸。

總結以上，本研究發現通貨膨脹迴歸分析的結果較能印證前幾節歸納的結論：平均群聚度小，平均路徑長，中介中心性大的網路結構容易加劇經濟波動。未來若能逐步擴大網路結構的樣本數再進行迴歸分析，或許可提升產出缺口迴歸的解釋能力，使迴歸分析的結果更精確(如顯著程度的提升)，增加前述論證可信度。

5.2.5 最佳策略選擇

前幾個小節利用網路結構之特徵性分析解釋影響總體經濟波動的原因。接著，本節加入政策面，同時考慮不同網路結構與貨幣政策，利用表 5.5 的排序符號，將擁有最多*的策略組合定義為一個「好的策略(best)」，相反的，擁有最多+的策略組合本文將其定義為最差的策略組合(worst)，進一步比較出最佳的策略組合。舉例，CircleA 表示在環狀網路的結構下，使用法則政策(政策 A)的模型模擬資料。整理如下：

¹⁷ 由於迴歸之樣本數不多，所以顯著程度的比較較無參考價值，在此不列入分析項目。

表 5.14 降低產出波動的最佳與最差組合

	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
Best	SW09A	SW01A	SW03A	RegularA	RegularA
	CircleB	CircleB	FullyB	RegularB	RegularB
Worst	ScalefreeA	ScalefreeA	ScalefreeA	ScalefreeA	ScalefreeA
	ScalefreeB	ScalefreeB	ScalefreeB	ScalefreeB	ScalefreeB

表 5.15 降低通膨波動的最佳與最差組合

	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
Best	CircleA	FullyA	FullyA	FullyA	FullyA
	CircleB	FullyB	FullyB	FullyB	FullyB
Worst	SW05A	SW05A	SW05A	ScalefreeA	ScalefreeA
	SW05B	SW05B	SW05B	ScalefreeB	ScalefreeB

表 5.16 同時降低產出波動與通膨波動的最佳與最差組合

	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
Best	CircleB	FullyA FullyB	FullyB	FullyB	RegularA RegularB
	SW05B	SW05A SW05B ScalefreeA ScalefreeB	ScalefreeA ScalefreeB	ScalefreeA ScalefreeB	ScalefreeA ScalefreeB

由表 5.5,表 5.14,表 5.15,表 5.16 可知，以穩定經濟變數波動性為前題，某些特定的網路結構左右了實驗結果。舉例，完全聯結網路(Fully)與規則網路(Regular)成為「最佳選擇」的頻率特別高，而無標度網路(Scalefree)與小世界網路 05(SW05)輪流墊底，是「最差選擇」的常客，以上結果可用前小節的網路特徵性解釋¹⁸。另外，本研究發現政策A與政策B頻繁的搭配相同的網路結構，出現在「最佳選

¹⁸ 完全聯結網路(Fully)與規則網路(Regular)擁有較高的平均群聚度，因此在該網路結構下執行貨幣政策的效果較好；小世界網路 05(SW05)的平均群聚度低，因此在該網路結構下的政策執行效果較差；另外，由於無標度網路(Scalefree)強大的中心性，使涵蓋該結構之策略組合的政策效果不盡理想。

擇」或「最差選擇」之中，例如FullyA 與FullyB、RegularA與RegularB、ScalefreeA 與ScalefreeB等，表示在本文的網路結構總體模型架構中，央行採用權衡式貨幣政策或者法則式貨幣政策的效果差距並不大。以上結果為後續研究增添了另一個思考空間：長久以來，權衡與法則孰優一直是文獻中爭論的議題，但結合社會網路與代理人基特色之總體模型的政策模擬卻顯示，權衡或法則可能不是影響經濟波動的主要因素；或許，隱藏在總體經濟社會背後的網路結構才是影響政策執行成功於否的先決條件。以上推論僅建構於本次代理人基模型與參數設定下的模擬結果，由於本次實驗的工具為簡化後的總體模型，參數設定上仍有諸多限制，若想強化「網路結構重於貨幣政策選擇」此論證的可信度，未來必須擴大模擬的模型範疇與嘗試更多可能的網路結構，並考慮多重參數設置來印證。

5.2.6 改變網路結構的可行性

就計算經濟學的角度來看，透過程式模擬，研究者可以隨心所欲改變網路結構的形式，利用多次實驗選出效果最佳的網路結構與貨幣政策組合。回到現實層面，當某國家、社會的網路結構並非理想情況，執政者有改變它的機會嗎？在學術領域，專家們能夠透過模擬與觀察，歸納出隱藏於各領域內多樣化的網路結構及其特徵，了解什麼樣的網路結構可減少經濟波動；但面對現實社會中已存的網路型態，卻不一定能透過技術由內而外的調整真實社會網路結構，以接近理想狀態。因此，往下本文將討論重心點轉向政策層面：討論在網路結構既定且無法調整的情況下，是否能透過央行的政策選擇，達成穩定經濟的目標。

5.3 討論-不同貨幣政策選擇下的波動性差異

5.2 節針對不同網路結構造成的波動度進行排序式分析，可歸納出幾個對經濟活動具有特殊影響的網路結構。但由於表 5.5 中政策 A 與政策 B 的效果差距很小，所以排序式分析主要能顯示的是不同網路結構造成的效果差異；為了詳細比較不同貨幣政策下的差異性，以下針對每一個網路結構分別比較權衡政策與法則政策下產出缺口、通貨膨脹與利率的波動性，探討在既定的網路結構下，什麼樣的貨幣政策有助於穩定經濟波動，並將結果與過去的論證文獻相對照。

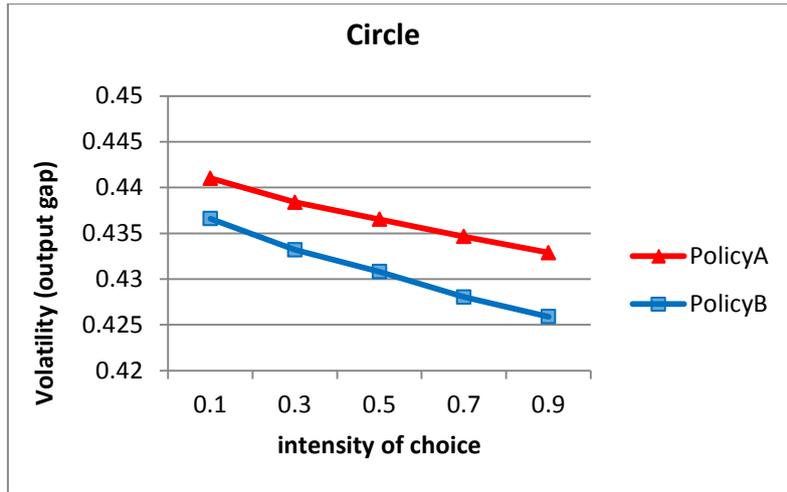


圖 5.4 環狀網路下的政策比較-產出缺口

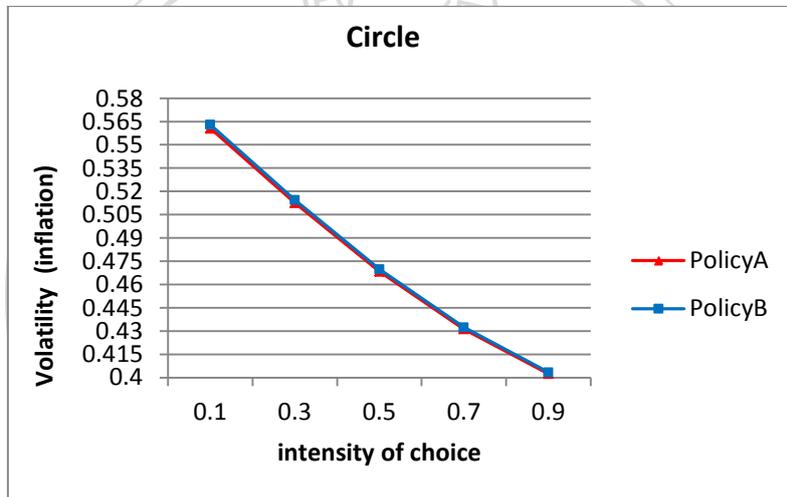


圖 5.5 環狀網路下的政策比較-通貨膨脹

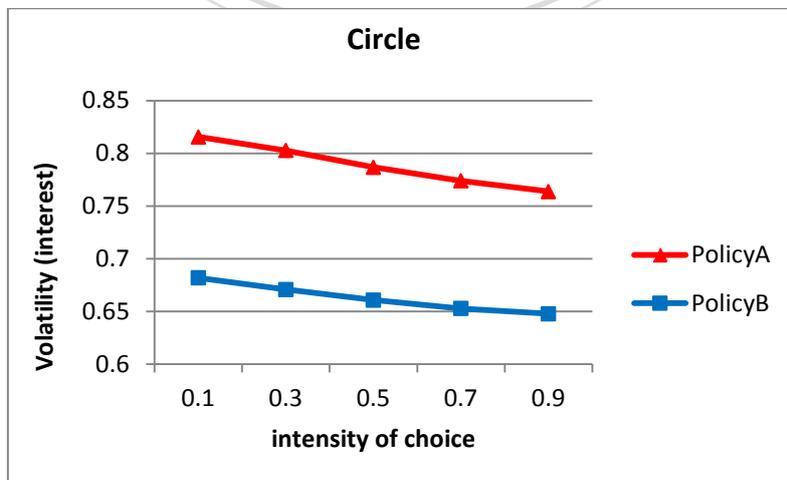


圖 5.6 環狀網路下的政策比較-利率

以下先以環狀網路之圖例作基本說明。由圖 5.4 與圖 5.5 可初步發現，法則政策 B 明顯在穩定產出缺口波動上領先權衡政策 A；而就穩定通膨波動目標來看，政策 A 的效果略勝於政策 B。另外，由圖 5.6 可知權衡政策會造成較大的利率波動，這樣的結果也在本次實驗的預期之內，因為權衡政策頻繁的調升(降)泰勒法則的參數，所以權衡政策下的利率波動性自然的大過於法則政策。有了初步了解，往下本文將變數鎖定於通貨膨脹與產出缺口，透過表格，在相同網路結構與固定 λ 之下，比較權衡政策(A)與法則政策(B)產生之變數平均波動值，造成較小波動值的政策用深色底色表示。完成兩政策之波動值比較後，本研究持續對兩組貨幣政策下的產出缺口與通貨膨脹之平均波動值進行檢定，在大樣本條件下以 p-value 判斷虛無假設 $H_0: \sigma_{y,A}^2 = \sigma_{y,B}^2$ (or $\sigma_{\pi,A}^2 = \sigma_{\pi,B}^2$) 是否為真。若 H_0 為真，該組合之波動值以斜體表示。比較結果列表如下：

表 5.17 貨幣政策波動性比較-環狀網路(Circle)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44102	0.43839	0.43653	0.43464	0.43289
	B	0.43659	0.43320	0.43080	0.42803	0.42589
p-value		0.5127	0.4403	0.3912	0.319	0.2892
σ_π^2	A	0.56049	0.51257	0.46834	0.43122	0.40245
	B	0.56285	0.51446	0.46980	0.43233	0.40334
p-value		0.8403	0.8522	0.8677	0.885	0.8966

以表 5.17 環狀網路(Circle)為例，上表顯示政策 B 降低產出缺口波動的效果較好，反之政策 A 降低通貨膨脹波動的效果較好；另外，統計上之平均波動度檢定的 p-value 很大，一致顯示 H_0 為真，所以就產出缺口與通貨膨脹波動來看，政策 A 與政策 B 的平均波動度並無顯著不同。往下依序呈現各網路結構之比較結果。

表 5.18 貨幣政策波動性比較-小世界 05(SW05)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44116	0.43891	0.43616	0.43429	0.43258
	B	0.43682	0.43383	0.43035	0.42765	0.42557
p-value		0.5222	0.4529	0.3828	0.3128	0.2869
σ_π^2	A	0.56534	0.51622	0.47069	0.43238	0.40239
	B	0.56778	0.51815	0.47219	0.43352	0.40328
p-value		0.8373	0.8504	0.8649	0.8821	0.8957

表 5.19 貨幣政策波動性比較-隨機網路(Random)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44103	0.43852	0.43612	0.43471	0.43199
	B	0.43668	0.43337	0.43029	0.42796	0.42494
p-value		0.5202	0.4446	0.3788	0.3104	0.2856
σ_π^2	A	0.56080	0.51222	0.46698	0.42885	0.39934
	B	0.56319	0.51412	0.46845	0.42996	0.40021
p-value		0.8391	0.8517	0.8661	0.8828	0.8968

表 5.20 貨幣政策波動性比較-小世界 03(SW03)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44106	0.43889	0.43588	0.43475	0.43260
	B	0.43667	0.43376	0.42995	0.42799	0.42555
p-value		0.516	0.4462	0.3747	0.3069	0.2815
σ_π^2	A	0.56063	0.51216	0.46713	0.42895	0.39926
	B	0.56300	0.51406	0.46859	0.43006	0.40013
p-value		0.8403	0.8518	0.8672	0.8831	0.8969

表 5.21 貨幣政策波動性比較-無標度網路(Scalefree)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44120	0.44247	0.44640	0.45076	0.45012
	B	0.43692	0.43741	0.44059	0.44432	0.44333
p-value		0.5276	0.4602	0.3989	0.3607	0.335
σ_π^2	A	0.56066	0.51322	0.47043	0.43480	0.40650
	B	0.56304	0.51512	0.47190	0.43595	0.40742
p-value		0.84	0.8525	0.8696	0.8848	0.8968

表 5.22 貨幣政策波動性比較-小世界 01(SW01)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44102	0.43838	0.43593	0.43431	0.43275
	B	0.43667	0.43321	0.43016	0.42766	0.42574
p-value		0.5204	0.4431	0.3873	0.3142	0.2877
σ_π^2	A	0.56063	0.51213	0.46664	0.42850	0.39923
	B	0.56300	0.51404	0.46809	0.42961	0.40010
p-value		0.84	0.8514	0.8686	0.8831	0.8965

表 5.23 貨幣政策波動性比較-小世界 07(SW07)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44111	0.43856	0.43616	0.43485	0.43249
	B	0.43674	0.43351	0.43028	0.42810	0.42543
p-value		0.5184	0.4524	0.3768	0.3136	0.2836
σ_π^2	A	0.56062	0.51201	0.46692	0.42901	0.39946
	B	0.56301	0.51387	0.46837	0.43011	0.40032
p-value		0.839	0.855	0.8676	0.8844	0.8985

表 5.24 貨幣政策波動性比較-小世界 09(SW09)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44096	0.43873	0.43648	0.43442	0.43229
	B	0.43661	0.43358	0.43054	0.42769	0.42519
p-value		0.5206	0.4456	0.3716	0.3091	0.277
σ_π^2	A	0.56058	0.51250	0.46713	0.42889	0.39950
	B	0.56295	0.51438	0.46858	0.42999	0.40038
p-value		0.8403	0.853	0.8673	0.8839	0.8963

表 5.25 貨幣政策波動性比較-規則網路(Regular)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44119	0.43861	0.43601	0.43418	0.42507
	B	0.43678	0.43342	0.43022	0.42747	0.41718
p-value		0.5202	0.4428	0.3866	0.3105	0.2136
σ_π^2	A	0.56063	0.51207	0.46685	0.42859	0.39881
	B	0.56300	0.51396	0.46829	0.42970	0.39982
p-value		0.8391	0.8521	0.8691	0.8834	0.8923

表 5.26 貨幣政策波動性比較-完全連結網路(Fully)

	Policy	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
σ_y^2	A	0.44099	0.43847	0.43591	0.43445	0.43210
	B	0.43661	0.43335	0.42989	0.42761	0.42504
p-value		0.5168	0.4457	0.3645	0.2971	0.2802
σ_π^2	A	0.56061	0.51181	0.46553	0.42581	0.39581
	B	0.56299	0.51369	0.46698	0.42691	0.39666
p-value		0.8394	0.8531	0.8671	0.8832	0.8979

根據上列十個波動性比較表，可得到一致性的結論：(1)就統計意義而言，各網路結構在所有 λ 值之下的平均波動值檢定皆顯示 H_0 為真，表示兩政策下的平均波動度無顯著性差異；這樣的結果可能與模擬參數之設定有關。為了分析比較兩貨幣政策的差異，往下略過統計上的顯著性討論，改由直觀的經濟意義著手。(2)就經濟意涵來看，權衡政策 A 可有效降低通貨膨脹波動，但對於產出缺口波動的穩定效果很差；法則政策 B 可有效穩定產出缺口的波動，但對通貨膨脹穩定的效果就沒有權衡政策 A 來的佳。以上結果顯示產出缺口與通貨膨脹存在某種程度上的抵換關係。將比較結果整理如下：

表 5.27 不同貨幣政策與變數波動性的關係

	產出缺口(Output)	通貨膨脹(Inflation)
Variance	$V_A > V_B$	$V_A < V_B$

由此可知，在本次實驗選用的各個網路結構下，權衡政策或法則政策皆無法同時兼顧產出缺口與通貨膨脹的穩定，沒有任何貨幣政策在單一網路結構中是絕對有效的；此結果也與 Taylor(1979)的實證結果相符。Taylor(1979)的實證文獻描述了產出缺口標準差(σ_y)與通貨膨脹標準差(σ_π)之間的負向關係。一般而言，產出缺口與通貨膨脹之間存在負向的抵換關係(tradeoff)，只要央行欲穩定其中某一變數之波動而採行單一政策，勢必會加劇另一個變數的波動情況。若央行願意犧牲其他經濟變數來穩定某單一經濟目標，大可使用單一的權衡或法則政策來施政，但這樣的做法同時也承擔了經濟巨變的風險。

因此，就同時穩定產出缺口與通貨膨脹的目標來看，本次實驗模型架構下的權衡與法則皆無法成為絕對有效的支配策略。未來，研究者可嘗試以不同的衡量標準，持續比較不同貨幣政策模擬效果的優劣性，在特定衡量基準下歸納出各網路結構中表現最佳的政策選擇。

Chapter 6

結論

為了研究社會網路與總體貨幣政策的關係，本文以 Chen et al., (2012)的結構出發，結合社會網路結構與改良後的新凱因斯動態隨機一般均衡模型(Social Network based DSGE model)，透過程式模擬總體變數資料，再進一步對不同網路結構與不同貨幣政策搭配下產生資料的波動性進行討論分析。整理第五章的實驗結果，本章將結論以兩階段方式呈現。

6.1 網路結構與總體經濟

首先，社會網路對總體經濟社會的波動影響，可能取決於該網路本身的結構與特徵。就網路統計指標之群聚性與平均路徑來討論，群聚性越高，平均路徑越短的網路結構，越有機會降低經濟體系的波動性。進一步考慮特定的社會網路結構，本研究發現完全連結網路(Fully)穩定經濟情況的效果最好。假定完全連結網路(Fully)接近古典經濟理論中資訊完全流通的形式，另將實驗中其他社會網路結構視為資訊不完全流通下所衍伸出來的經濟情況，透過網路結構偏離性比較可以發現，結構上偏離完全連結網路越遠的社會網路，資訊流通速度越慢，造成總體經濟波動的可能性也越大；若社會上存在的網路結構形式接近完全連結網路的設定，可能有較高的群聚程度，讓資訊能以更快速度傳遞，有助於經濟穩定。

另外考慮網路統計指標的中心性特徵(Centrality)，本研究推測，由於無標度網路(Scalefree)強大的中心性，故該網路為經濟體系帶來的波動幅度遠大於其他網路結構。這樣的結果可能與無標度網路內節點的特殊連線方式有關。在無標度網路內，某些節點擁有的連線數量特別多，容易成為擁有高度中心性的指標性節點；當網路中指標性節點的行為選擇改變，會連帶影響一群為數眾多的節點。當網路結構的中心性越大，其影響程度也越明顯。由於無標度網路的中心性大於其餘網路結構數倍，所以各個指標性節點占地為王，各自主導許多小點的情況頻繁，使無標度網路內節點決策選擇的不確定性大幅高於其餘網路結構，重複這樣的循

環模式，長期下來經濟體系呈現最劇烈的波動情況。結合理論與實際，未來研究者或許可用無標度網路結構強大的中心性特徵來解釋某些總體經濟的情況。

以上是關於網路結構特徵性的推論。由於本次模擬實驗的模型依據為簡化後的新凱因斯動態隨機模型，且實驗中載入的網路樣本並不多，故以上推論的效度與信度仍有許多改進空間；未來，透過擴大模擬實驗的網路樣本數與參數設定，配合迴歸分析等驗證方法，相信能有效地強化網路結構特徵分析的價值。

進一步觀察本次代理人基網路總體模型的模擬結果，本研究發現，在某種程度上央行採用權衡式貨幣政策或法則式貨幣政策的效果差距不大，表示貨幣政策的改變不一定是影響經濟波動的主要因素；實驗結果也指出，在某些特定的社會網路結構下執行政策，可以有效率的達成經濟穩定的目標。因此，隱藏在總體經濟社會背後的網路結構，或許才是影響政策執行成功於否的先決條件。但，同前段所述，由於本次實驗的模型依據與參數設定仍存在諸多限制，若想強化「網路結構重於貨幣政策選擇」此論證的可信度，未來必須擴大模擬的模型範疇與嘗試更多可能的網路結構，同時設置多組參數來印證。

6.2 單一網路結構下的政策選擇

本研究後半針對個別網路結構進行政策有效性分析，分析結果顯示，在本次實驗採用的十個網路結構中，沒有一個網路結構可讓本模型下的權衡與法則成為絕對有效的支配策略。只要央行欲穩定其中某一變數的波動，勢必會加劇另一個變數的波動情況，產出缺口與通貨膨脹波動性存在負向的抵換關係；因此，在本次模擬的模型架構下，權衡政策或法則政策只能鎖定單一變數的穩定性，無法同時兼顧產出缺口穩定與通貨膨脹穩定的目標。往後的研究可以嘗試運用不同的衡量標準，持續比較不同貨幣政策模擬效果的優劣性，在特定目標下歸納出各網路結構中表現最佳的政策選擇。

6.1.6.2 節闡述了本次研究的主要結論。未來，研究者可以建置更完整的社會網路與總體模型，透過參數設定模擬多組貨幣政策，擴大模擬實驗的範圍，並嘗試使用其他衡量貨幣政策有效度的方法與指標(舉例，考慮平均通膨率，針對變數設定比較權數等)，重新驗證或改良本次模擬實驗推得的假設與結論；一旦前述假設與結論得到充分的支撐與修正，後續研究便可建構於此基礎之上，延續社會網路分析與經濟議題的整合應用。



參考文獻

- Adolfson, M., S. Las´een, J. Lind´e, and M. Villani (2008), “Evaluating an Estimated New Keynesian Small Open Economy Model,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32, 2690–2721.
- Aiello, W., F. Chung, and L. Lu (2002), Random evolution of massive graphs, In: Handbook of Massive Data Sets, Abello J., Pardalos P. M., and Resende M. G. C. (Eds.), Kluwer Press, Dordrecht.
- Albert, R., H. Jeong, and A.-L. Barab_asi (1999), “Diameter of the world-wide Web,” *Nature*, 401, 130-131.
- Alesina, A. and Summers, L. H. (1993), “Central bank independence and macroeconomic performance: some comparative evidence,” *Journal of Money, Credit and Banking* 25, 151-162.
- Altavilla, C and Landolfo, L. 2005. “Do central banks act asymmetrically? Empirical evidence from the ECB and the Bank of England,” *Applied Economics*, 37, 507–19.
- Barab_asi, A-L. and R. Albert (1999), “Emergence of scaling in random networks,” *Science* 286, 509-512.
- Barro, R. J. and D. B. Gordon (1983), “Rule, Discretion, and Reputation in a Model of Monetary Policy,” *Journal of Monetary Economics*, 12, 101-21.
- Bask, M. (2007), “Long swings and chaos in the exchange rate in a DSGE model with a Taylor rule,” Working Paper.
- Blinder, A. S. (1998), “Central Banking in Theory and Practice,” Cambridge, MA: MIT Press.
- Blinder, A.S., 2000. “Central Bank Credibility: Why Do We Care? How Do We Build It?” *The American Economic Review* Vol 90, 5, 1421-1431
- Branch, W.A. and B. McGough (2009), “A new Keynesian model with heterogeneous expectations,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, 33, 1036-1051.
- Calvo, Guillermo A., (1978) “On the Time Consistency of Optimal Policy in a Monetary Economy,” *Econometrica*, 1411-28.

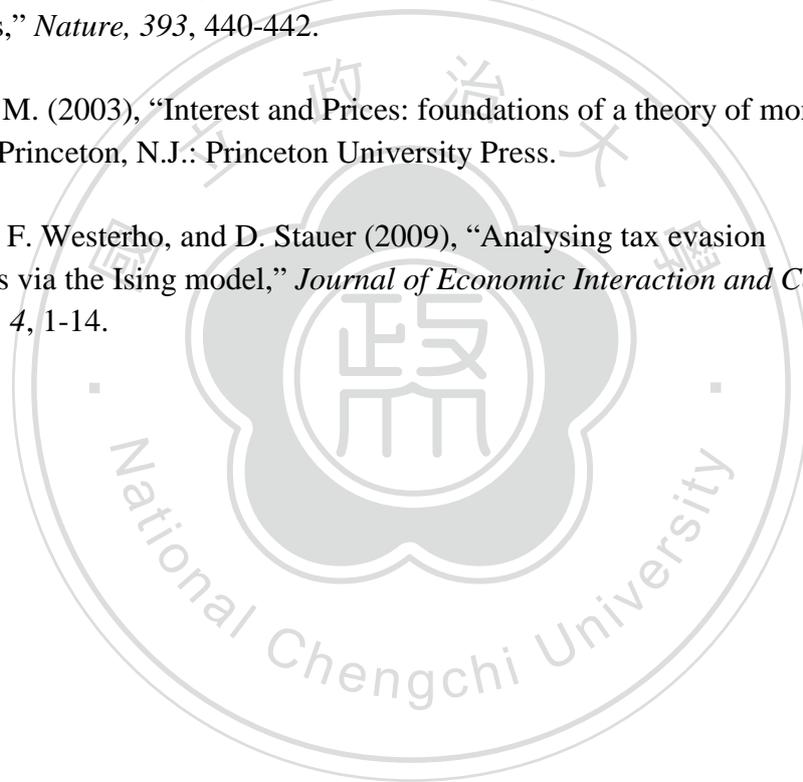
- Castro, V., (2008) “Are Central Banks following a linear or nonlinear (augmented) Taylor rule?,” University of Warwick, Department of Economics.
- Chang, C.-L. and S.-H. Chen (2012), “Interactions in DSGE Models: The Boltzmann–Gibbs Machine and Social Networks Approach”, *Economics E-Journal*
- Chen, S.-H., C.-L. Chang and Y.-H. Tseng (2012), “Social Networks, Social Interaction and Macroeconomic Dynamics: How Much Could Ernst Ising Help DSGE?”, *International Review of Business and Finance*.
- Chen, Y. C. and P. Kulthanavit (2010), “Monetary policy design under imperfect knowledge: An open economy analysis,” Working Paper.
- Cho In-Koo and Kenneth Kasa(2003), ”Learning Dynamics and Endogenous Currency Crises”, Tech.Rep.132, *Society for Computational Economics, Computing in Economics and Finance 2003*.
- Christiano, L., M. Eichenbaum, and C. Evans (2005), “Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy,” *Journal of Political Economy*,113, 1–45.
- Clarida, R., J. Gali, and M. Gertler (1998), “Monetary Policy Rules in Practice: Some International Evidence,” *European Economic Review*, 42, 1033–1067.
- Clarida, R., J. Galí and M. Gertler(1999), “The Science of Monetary Policy: A New-Keynesian Perspective”, *Journal of Economic Literature*, 37, 1661-1707.
- Colander, D., P. Howitt, A. Kirman, A. Leijonhufvud, and P. Mehrling(2008), “Beyond DSGE Models: Toward an empirically based macroeconomics,” *American Economic Review*, 98(2), 236-240.
- Colander, D. (2010), “The economics profession, the financial crisis, and method,” *Journal of Economic Methodology*, 17(4), 419-427.
- Cukierman, A. (1992) “Central Bank Strategy, Credibility, and Independence.” Cambridge, MA: *MIT Press*,
- De Grauwe, P. (2010a), “The scientific foundation of dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) models,” *Public Choice*, 144, 413-443.
- De Grauwe, P. (2010b), “Animal spirits and monetary policy,” *Economic Theory*, Volume 47, Numbers 2-3 (2011), 423-457

- Delli Gatti, D., E. Gaffeo, M. Gallegati and A. Palestrini (2005), “The Apprentice Wizard: Monetary Policy, Complexity and Learning”, *New Mathematics and Natural Computation*, 1, 109–128.
- Ebel, H., L.-I. Mielsch, and S. Bornholdt (2002), “Scale-free topology of e-mail networks,” *Physical Review E*, 66, 035103.
- Faloutsos, M., P. Faloutsos, and C. Faloutsos (1999), “On power-law relationships of the internet topology,” *Computer Communications Review*, 29, 251-262.
- Follmer, H. (1974), “Random economies with many interacting agents,” *Journal of Mathematical Economics*, 1, 51-62.
- Freeman, L. C. (1977), “A set of measures of centrality based on betweenness,” *Sociometry* 40, 35-41.
- Iori, G. (1999), “Avalanche dynamics and trading friction effects on stock market returns,” *International Journal of Modern Physics C*, 10, 1149-1162.
- Iori, G. (2002), “A micro-simulation of traders activity in the stock market: the role of heterogeneity, agents interactions and trade friction,” *Journal of Economic Behavior and Organization*, 49, 269-285.
- Ising, E. (1924), “Beitrag zur Theorie des Ferround Paramagnetismus,” Ph.D.thesis, *Hamburg University Press*.
- Kazanas, T., Philippopoulos, A. and Tzavalis, E (2011), “Monetary Policy Rules And Business Cycle Conditions,” *The Manchester School Volume 79, Issue Supplement s2*, 73–97
- Kim, S (1999), “Does Monetary Policy Shocks Matter in the G-7 Countries ? Using Common Identifying Assumptions about Monetary Policy across Countries,” *Journal of International Economics*, 47, 871-93.
- Kydland, F. E. and E. C. Prescott (1977), “Rules rather than Discretion: the Inconsistency of Optimal Plans,” *Journal of political Economy*, 85, 473-93.
- Kydland, F.E., and E.C. Prescott (1982), “Time to Build and Aggregate Fluctuations,” *Econometrica*, 50(6), Nov., 1345-1370.
- Lengnick, M. and H. C. Wohltmann (2010), “Agent-based financial markets and New Keynesian macroeconomics: a synthesis,” Working Paper.

- Leontief, W. (1951), "The Structure of the American Economy," *Oxford University Press*.
- Lohmann, S. (1992), "Optimal Commitment in Monetary Policy: Credibility versus Flexibility," *American Economic Review*, 82, 273-86.
- Lucas, Robert E., Jr. (1976), "Econometric Policy Evaluation: A Critique," *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, 1, 19-46.
- Milani, F. (2009), "Adaptive learning and macroeconomic inertia in the Euro area," *Journal of Common Market Studies*, 47, 579-599.
- Newman, M. (2010), "Networks: An Introduction," *Oxford University Press, Oxford, UK*.
- Olmedo, A., (2002), "Asymmetries in the Central Bank Behaviour," *THEMA (Théorie Economique, Modélisation et Applications)*, Université de Cergy-Pontoise.
- Opsahl, T., Agneessens, F., Skvoretz, J. (2010). "Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths," *Social Networks* 32, 245-251.
- Orphanides, A. and J. C. Williams (2007), "Robust monetary policy with imperfect knowledge," *Journal of Monetary Economics*, 54, 1406-1435.
- Persson, T. and G. Tabellini (1993), "Designing Institutions for Monetary Stability," *Carnegie-Rochester Series on Public Policy*, 39, 33-84.
- Quesnay, F. (1758), "Tableau Economique, Republished in 1972, Kuczynski M. and Meek R. L. (Eds.)," *Macmillan Press*.
- Raberto, M., A. Tegli and S. Cincotti (2008), "Integrating Real and Financial Markets in an Agent-Based Economic Model: An Application to Monetary Policy Design," *Computational Economics*, 32, 147-162, 10.1007/s10614-008-9138-2.
- Rogoff, K. (1985), "The Optimal Degree of Commitment to an Intermediate Monetary Target," *Quarterly Journal of Economics*, 100, 1169-89.
- Simons, Henry C. "Rules versus Authorities in Monetary Policy," *Journal of Political Economy* (February 1936), 1-30. Reprinted in Friedrich A. Lutz and Lloyd W. Mints, eds., *Readings in Monetary Theory* (Richard D. Irwin, Inc., 1951).

- Solow, R. (2010), "Building a science of economics for the real world," Prepared Statement to the House Committee on Science and Technology Subcommittee on Investigations and Oversight, July 20, 2010.
- Sornett, D. and W.-X. Zhou (2006), "Importance of positive feedbacks and overconfidence in a self-fulling Ising model of financial markets," *PhysicaA*, 370, 704-726.
- Stone, R. (1961), "Input-output and national accounts," *OECD, Paris*.
- Svensson, L. E. O. (1998), "Inflation Targeting as A Monetary Policy Rule," *Journal of Monetary Economics*, 43, 607-54.
- Svensson, L. E. O. (1999), "Inflation Targeting: Some Extensions," *Scandinavian Journal of Economics*, 101, 337-361.
- Svensson, L. E. O. (2000), "Open-Economy Inflation Targeting," *Journal of International Economics*, 50, 155-83.
- Svensson, L. E. O. (2009), "Evaluating Monetary Policy," NBER Working Paper, No. 15385.
- Svensson, L. E. O. and M. Woodford (2005), "Implementing Optimal Policy through Inflation-Forecast Targeting," *The Inflation-Targeting Debate*, University of Chicago Press, 19-83.
- Taylor, J. B. (1979), "Estimation and Control of Macroeconomic Model with Rational Expectations," *Econometric*, 47, 1267-86.
- Taylor, J. B. (1993), "Discretion versus Policy Rules in Practice," *Carnegie-Rochester Conference series on Public Policy*, 39, 195-214.
- Taylor, M. P. and E. Davradakis (2006), "Interest Rate Setting and Inflation Targeting: Evidence of a Nonlinear Taylor Rule for the United Kingdom," *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 10, 1-18.
- Taylor, J.B. and J.C. Williams (2011). "Simple and Robust Rules for Monetary Policy." *In Handbook of Monetary Economics*. Eds. B. Friedman and M. Woodford. USA: North-Holland.
- Velupillai, K. V. (2011), "DSGE and beyond: Computable and Constructive challenges," *ASSRU Discussion Papers*, 10-2011/II.
[http://www.assru.economia.unitn.it/les/DP 10 2011 II.pdf](http://www.assru.economia.unitn.it/les/DP%2010%202011%20II.pdf)

- Waller, C. J. (1992), "The Choice of a Conservative Central Banker in a Multisector Economy," *American Economic Review*, 82, 1006-12.
- Walsh, C. E. (1995) "Optimal Contracts for Central Bankers," *American Economic Review* 85, 1, 150-67.
- Walsh, C. E. (2003), "Monetary Theory and Policy," 2nd ed., London: The MIT Press.
- Wasserman, S., Faust, K., (1994) "Social Network Analysis: Methods and Applications," Cambridge University Press, New York, NY.
- Watts, D. J. and S. H. Strogatz (1998), "Collective dynamics of small-world networks," *Nature*, 393, 440-442.
- Woodford, M. (2003), "Interest and Prices: foundations of a theory of monetary policy," Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Zaklan, G., F. Westerho, and D. Stauer (2009), "Analysing tax evasion dynamics via the Ising model," *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 4, 1-14.



附錄

附表 1 網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.1$)

		$\lambda = 0.1$									
	Policy	Circle	SW05	Random	SW03	Scale-free	SW01	SW07	SW09	Regular	Fully
σ_y^2	A	0.44102	0.44116	0.44103	0.44106	0.44120	0.44102	0.44111	0.44096	0.44119	0.44099
	B	0.43659	0.43682	0.43668	0.43667	0.43692	0.43667	0.43674	0.43661	0.43678	0.43661
σ_π^2	A	0.56049	0.56534	0.56080	0.56063	0.56066	0.56063	0.56062	0.56058	0.56063	0.56061
	B	0.56285	0.56778	0.56319	0.56300	0.56304	0.56300	0.56301	0.56295	0.56300	0.56299
σ_i^2	A	0.81554	0.81760	0.81561	0.81536	0.81613	0.81523	0.81516	0.81584	0.81525	0.81554
	B	0.68182	0.68302	0.68180	0.68188	0.68163	0.68184	0.68175	0.68191	0.68179	0.68182

附表 2 網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.3$)

$\lambda = 0.3$											
	Policy	Circle	SW05	Random	SW03	Scale-free	SW01	SW07	SW09	Regular	Fully
σ_y^2	A	0.43839	0.43891	0.43852	0.43889	0.44247	0.43838	0.43856	0.43873	0.43861	0.43847
	B	0.43320	0.43383	0.43337	0.43376	0.43741	0.43321	0.43351	0.43358	0.43342	0.43335
σ_π^2	A	0.51257	0.51622	0.51222	0.51216	0.51322	0.51213	0.51201	0.51250	0.51207	0.51181
	B	0.51446	0.51815	0.51412	0.51406	0.51512	0.51404	0.51387	0.51438	0.51396	0.51369
σ_i^2	A	0.80271	0.80206	0.80223	0.80146	0.80127	0.80232	0.80086	0.80162	0.80173	0.80142
	B	0.67071	0.67141	0.67046	0.67037	0.67061	0.67060	0.67028	0.67050	0.67045	0.67046

附表 3 網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.5$)

$\lambda = 0.5$											
	Policy	Circle	SW05	Random	SW03	Scale-free	SW01	SW07	SW09	Regular	Fully
σ_y^2	A	0.43653	0.43616	0.43612	0.43588	0.44640	0.43593	0.43616	0.43648	0.43601	0.43591
	B	0.43080	0.43035	0.43029	0.42995	0.44059	0.43016	0.43028	0.43054	0.43022	0.42989
σ_π^2	A	0.46834	0.47069	0.46698	0.46713	0.47043	0.46664	0.46692	0.46713	0.46685	0.46553
	B	0.46980	0.47219	0.46845	0.46859	0.47190	0.46809	0.46837	0.46858	0.46829	0.46698
σ_i^2	A	0.78673	0.78779	0.78631	0.78690	0.78865	0.78601	0.78592	0.78694	0.78673	0.78663
	B	0.66064	0.66131	0.66032	0.66047	0.66172	0.66039	0.66011	0.66034	0.66042	0.66008

附表 4 網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.7$)

$\lambda = 0.7$											
	Policy	Circle	SW05	Random	SW03	Scale-free	SW01	SW07	SW09	Regular	Fully
σ_y^2	A	0.43464	0.43429	0.43471	0.43475	0.45076	0.43431	0.43485	0.43442	0.43418	0.43445
	B	0.42803	0.42765	0.42796	0.42799	0.44432	0.42766	0.42810	0.42769	0.42747	0.42761
σ_π^2	A	0.43122	0.43238	0.42885	0.42895	0.43480	0.42850	0.42901	0.42889	0.42859	0.42581
	B	0.43233	0.43352	0.42996	0.43006	0.43595	0.42961	0.43011	0.42999	0.42970	0.42691
σ_i^2	A	0.77395	0.77514	0.77308	0.77426	0.77591	0.77356	0.77356	0.77344	0.77413	0.77308
	B	0.65270	0.65324	0.65226	0.65249	0.65429	0.65247	0.65242	0.65236	0.65225	0.65185

附表 5 網路結構與不同貨幣政策組合之平均波動計算($\lambda = 0.9$)

$\lambda = 0.9$											
	Policy	Circle	SW05	Random	SW03	Scale-free	SW01	SW07	SW09	Regular	Fully
σ_y^2	A	0.43289	0.43258	0.43199	0.43260	0.45012	0.43275	0.43249	0.43229	0.42507	0.43210
	B	0.42589	0.42557	0.42494	0.42555	0.44333	0.42574	0.42543	0.42519	0.41718	0.42504
σ_π^2	A	0.40245	0.40239	0.39934	0.39926	0.40650	0.39923	0.39946	0.39950	0.39881	0.39581
	B	0.40334	0.40328	0.40021	0.40013	0.40742	0.40010	0.40032	0.40038	0.39982	0.39666
σ_i^2	A	0.76377	0.76281	0.76159	0.76149	0.76564	0.76132	0.76145	0.76154	0.74410	0.76010
	B	0.64769	0.64752	0.64693	0.64669	0.64873	0.64640	0.64673	0.64648	0.63353	0.64587

附表 6 迴歸分析樣本之網路結構特徵統計量¹⁹

Statistic	Average Clustering Coefficient	Average Path Length	MBC	MCC
<u>Network structure</u>				
Circle	0.00	25.2525	1200.50	0.0004
SW05	0.0027	23.3632	556.2843	0.0038
Random	0.036	3.4442	472.3707	0.0037
SW03	0.0979	3.5271	496.9631	0.0036
Scalefree	0.147	2.0513	4681.2521	0.0095
SW01	0.254	4.123	687.2087	0.0031
SW07	0.265	3.4489	611.5324	0.0038
SW09	0.27	3.4358	364.1322	0.0034
Regular	0.50	12.8789	588.00	0.0008
Fully	1.00	1	0.00	0.0101
NW1	0	179.4345	1948.167	0.25
NW2	0.435	1.8988	88.965	0.006
NW3	0.629	1.3939	26.868	0.008
NW4	0	143.5143	1956.833	1.000
NW5	0.240	1.8145	81.763	0.006
NW6	0.606	1.3939	28.130	0.008
NW7	0	264.938	1441.0833	1.0000
NW8	0.198	1.8	84.0847	0.0060
NW9	0.612	1.3939	34.8448	0.0084
NW10	0	160.0636	2150.167	0.500
NW11	0.200	1.8123	96.642	0.006
NW12	0.622	1.3939	30.738	0.008
NW13	0	86.001	2467.333	0.002
NW14	0.205	1.8121	91.047	0.006
NW15	0.638	1.3939	36.411	0.008
NW16	0.999	1.0006	0.031	0.01
NW17	0.998	1.002	0.102	0.01
NW18	0.997	1.003	0.153	0.01
NW19	0.996	1.004	0.205	0.01
NW20	0.995	1.0051	0.256	0.01

¹⁹ 網路樣本數共 30 組

附表 7 迴歸樣本之總體變數平均波動度計算

volatility	Policy A		Policy B	
	outputgap	inflation	outputgap	inflation
<u>Network structure</u>				
Circle	0.43653	0.46834	0.4308	0.4698
SW05	0.43616	0.47069	0.43035	0.47219
Random	0.43612	0.46698	0.43029	0.46845
SW03	0.43588	0.46713	0.42995	0.46859
Scalefree	0.4464	0.47043	0.44059	0.4719
SW01	0.43593	0.46664	0.43016	0.46809
SW07	0.43616	0.46692	0.43028	0.46837
SW09	0.43648	0.46713	0.43054	0.46858
Regular	0.43601	0.46685	0.43022	0.46829
Fully	0.43591	0.46553	0.42989	0.46698
NW1	0.4364403	0.47209	0.4307591	0.473604
NW2	0.43609452	0.465691	0.43006643	0.467141
NW3	0.43585023	0.465562	0.42991165	0.467003
NW4	0.43753437	0.488163	0.43203695	0.489831
NW5	0.43605467	0.465377	0.4300935	0.466809
NW6	0.435834	0.465578	0.4298275	0.467026
NW7	0.43058	0.50477	0.42502	0.50692
NW8	0.428805	0.46483	0.422147	0.46653
NW9	0.428798	0.4644	0.422214	0.46613
NW10	0.43764504	0.487893	0.43220952	0.489537
NW11	0.43604866	0.465765	0.43008952	0.467219
NW12	0.43590767	0.465585	0.42999321	0.467036
NW13	0.43695103	0.484489	0.43135328	0.486128
NW14	0.43571912	0.465807	0.42984128	0.467247
NW15	0.43598247	0.465612	0.43008001	0.467059
NW16	0.42878	0.4644	0.422195	0.46612
NW17	0.4361271	0.467632	0.42989776	0.466967
NW18	0.4359309	0.465512	0.42991134	0.466963
NW19	0.43593763	0.465513	0.42992779	0.466965
NW20	0.43587677	0.465503	0.42991276	0.466955