

國立交通大學
資訊科學與工程研究所
碩士論文

考量規範性社會影響之意見動態模擬



Opinion Dynamics Simulation : Take Normative Social
Influence into Account

研究生：鄒本然

指導教授：孫春在 教授

中華民國 九十七 年六月

考量規範性社會影響之意見動態模擬
Opinion Dynamics Simulation :
Take Normative Social Influence into Account

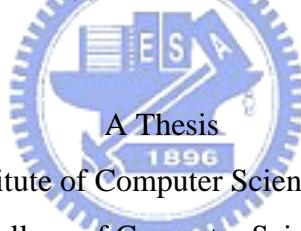
研究 生：鄒本然

Student : Pen-Jung Tzou

指 導 教 授：孫春在

Advisor : Chuen-Tsai Sun

國 立 交 通 大 學
資 訊 科 學 與 工 程 研 究 所
碩 士 論 文



Submitted to Institute of Computer Science and Engineering

College of Computer Science

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Computer Science

June 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年六月

考量規範性社會影響之意見動態模擬

學生：鄒本然

指導教授：孫春在 教授

國立交通大學

資訊科學與工程研究所

摘要

集體意見之動態是社會科學中一項重要的議題。二十世紀晚期，以多代理人為基礎之模擬逐漸被使用在研究意見動態上，企圖找出像投票、革命、流行風潮等社會現象背後淺在的法則。

本研究基於社會心理學的實驗以及理論來擴充過去的意見動態模型，在此新模型中的代理人和他人進行意見交換時會視情況考慮週遭的輿論，也就是所謂的「規範性社會影響」，而不像過去那樣不顧他人的看法任意表態。為了區分社會心理學中所謂的「表面順從」和「私下接納」這兩種效應，本研究將過去只有「意見」單一層的代理人擴充成含有「意見」和「態度」兩個層次，以期能更廣泛且真實地模擬社會上的意見互動情形。

經由模擬實驗，發現除了模擬基本的意見交換過程之外，我們的確能夠探討更複雜的議題，像是人眾無知、革命、少數者影響、新進者影響、思想控制、媒體等。相較於過去的模型，本研究模型率先嘗試以社會心理學之理論和實驗數據為依據來制定模型，以提高模型的參考價值，為社會科學領域的研究者提供一個觀察和實驗平台。

關鍵字：意見動態模型、規範性社會影響、從眾

Opinion Dynamics Simulation : Take Normative Social Influence into Account

Student : Pen-Jung Tzou

Advisors : Dr. Chuen-Tsai Sun

Institute of Computer and Information Science
National Chiao Tung University

ABSTRACT

Dynamics of collective opinion is an important issue in social science. In the late 20th century, agent-based simulation was gradually adopted in researching opinion dynamics. By simulation, researchers attempted to find the rules behind some social phenomenon such as voting, revolution, fashion etc. In this thesis, I expand previous opinion dynamics models base on experiments and theories of social psychology. In my model, when agents exchange their opinions, they consider not only his own opinion but also his neighbor's reception, which is the so-called "normative social influence". In the previous models, agent is described by a single variable "opinion". In order to separate the effect of "public compliance" from the effect of "private acceptance", I propose the second variable *attitude*. In addition to basic opinion exchanging process, my model can simulate more complex social phenomenon such as pluralistic ignorance, revolution, minority influence, newcomer influence, mind control, media etc. Compared to previous models, this is the first thesis that based on experiments and theories to increase factuality and generality, which provide the social scientists a platform to observe and experiment.

Keywords: opinion dynamics model, normative social influence, conformity

誌謝

在交大的兩年，日子過得非常的快，也非常充實，以前覺得很困難的論文，現在竟也已經接近完成階段了，首先要感謝孫老師的教導，讓我對於什麼是「做研究」有了一番體會，在老師身上我也看到了一個學者的涵養，讓研究所的這兩年不只是大學的延長而已，而有本質上的改變。第二個要感謝崇源學長的幫忙，這本論文從發想、文獻蒐集、模型的制定、實驗設計甚至是簡報的投影片，無一不是他的指導和不斷的討論，他以過來人的經驗讓我少走很多冤枉路，讓我的論文能夠順利完成。第三個要感謝實驗室的博班學長姊們，吉隆、佩嵐、家胤、宇軒、聖文，或多或少都跟他們討教過，各種不同觀點的建議，讓我的論文更完整。第四個要感謝可愛的同學們，瀚萱一學識淵博，雖然跟我做的是不同領域的東西，但每次都能提出很準確且精妙的意見，所謂「亦師亦友」大概就是如此吧；鈺瀅、思綿一做的領域最為相近，也因此最常一起討論，使我在摸索的過程中不至於孤軍奮戰；効儒、奕瑄一實驗室因為有你們多了許多笑聲啊；另外還有學弟妹和專班同學們，雖然相處的時間不長，但也感謝你們曾提供過的意見。最後則是要感謝我的家人，你們的支持是我追求進步的原動力。

行文至此，想到德國劇作家萊辛的一段話：「人之所以有價值，並不在於他擁有多少真理，或認為自己代表多少真理，而是他為了追求真理所做的努力。」這本論文算是我在追求真理道路上留下的足跡，不論是以上提到的或是我粗心漏掉的各位，感謝你們在這一路上給予的支持與幫助，僅以本論文獻給你們。

目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	viii
圖目錄.....	ix

第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究問題	2
1.3 研究目標	2
1.4 名詞解釋	3
1.5 論文結構	4
第二章 文獻探討	5
2.1 社會物理學(Social physics).....	5
2.2 社會心理學(Social psychology)	6

2.2.1 從眾(Conformity)	8
代表性的從眾實驗.....	9
影響從眾的因素.....	12
2.2.2 認知失調理論(Cognitive dissonance theory)	14
2.2.3 自我知覺理論(Self-perception theory)	16
2.2.4 認知失調論裡 vs. 自我知覺理論	17
2.2.5 理性行動理論(Theory of planned behavior)	18
2.2.6 人眾無知(Pluralistic ignorance)	19
2.3 意見動態模型(Opinion dynamics model).....	20
2.3.1 有界信心模型(Bounded confidence model).....	20
HK 模型	21
D 模型(又稱 relative agreement model; RA model)	22
2.3.2 口耳相傳模型(Word-of-mouth model).....	23
S 模型	23
2.3.3 表決模型(Voting model).....	24
G 模型	24
2.4 研究定位	24

第三章 模型設計	26
3.1 基本設定及理念	26
3.1.1 議題、代理人	26
3.1.2 虛擬社會	27
3.1.3 用語	28
3.2 模型進行流程	28
3.2.1 初始化	28
3.2.2 意見更新機制	29
3.2.3 Subroutine1—將鄰居分群	31
3.2.4 Subroutine2—計算輿論強度	32
3.2.5 Subroutine3—考量輿論頻譜	35
3.3 模型特色	38
第四章 模擬實驗	41
4.1 模型變數意義以及預設值說明	41
4.2 比較和 HK 模型的異同	42
4.3 探討意見和態度的落差	51
4.3.1 一般性結果	51

4.3.2 探討不確定度 u 的影響	59
4.3.3 探討參數 G 的影響	66
4.3.4 探討表面從眾門檻 red 的影響	68
4.4 探討代理人非同質之下的意見動態	69
4.4.1 少數極端者影響	70
4.4.2 意見的兩極化	76
4.4.3 人眾無知的打破	78
4.4.4 新進人口對社會規範的影響	80
4.5 實驗總結	83
第五章 結論	84
5.1 結論	84
5.2 未來展望	84
參考文獻	86

表目錄

表 1. 本研究提出的模型和主要意見動態模型比較	40
表 2. 本研究模型中出現的變數統整	41



圖 目 錄

圖 1. Sheriff 的實驗結果.....	10
圖 2. 判斷線段長度實驗	11
圖 3. Asch 的實驗結果	11
圖 4. 團體人數和從眾比例的關係圖	13
圖 5. 計畫行為理論模型	19
圖 6. HK model 中信賴範圍示意圖	21
圖 7. RA model 意見更新方式示意圖	22
圖 8. S model 意見更新示意圖	24
圖 9. 本研究涵蓋領域示意	25
圖 10. 本研究三個主要變項之間的關係以及引用的相關理論	26
圖 11. 二維環狀細胞自動機	27
圖 12. Moore neighborhood with range = 1	27
圖 13. 模型進行流程圖	28
圖 14. 意見更新機制就其社會意義上的流程圖	30
圖 15. 意見更新機制操作上的流程圖	31
圖 16. function A	33

圖 17. function B	33
圖 18. function C	34
圖 19. Subroutine 2.的流程圖	35
圖 20. 輿論頻譜示意圖	35
圖 21. Subroutine 3.之流程	37
圖 22. $u = 0$ ，極端確定者	37
圖 23. $u = 0.2$ ，高度確定者	37
圖 24. $u = 0.5$ ，一般人	38
圖 25. $u = 0.8$ ，高度不確定者	38
圖 26. $u = 1.0$ ，極端不確定者	38
圖 27. 典型意見動態模型和本研究模型考慮變項的比較	39
圖 28. Hk model 的實驗結果	44
圖 29. 本研究調動 u 的實驗結果	44
圖 30. $u = 0.12 \sim 0.18$ 形成的最終意見分佈情況比較.....	45
圖 31. Walking along the diagonal	46
圖 32. Walking along the diagonal in HK model	46
圖 33. Walking along the diagonal in this research(view point 1).....	47

圖 34. Walking along the diagonal in this research(view point 2).....	47
圖 35. 本研究和 HK model 的結果比較	48
圖 36. HK model 中最終意見兩極化的成因分析	50
圖 37. 意見動態	52
圖 38. 態度動態	52
圖 39. 用隆起高低來突顯意見和態度最終的分佈的差異	52
圖 40. 意見、態度兩者的動態比較	53
圖 41. 全體意見(藍線)、態度(綠線)標準差動態比較.....	54
圖 42. 週遭平均意見群數 vs. 時間($u = 0.7$).....	55
圖 43. 規範性影響次數 vs. 時間($u = 0.7$).....	55
圖 44. 平均輿論強度 vs. 時間	57
圖 45. 意見和態度的動態圖疊合比較	58
圖 46. 最終($t=200$)意見和態度的分佈	59
圖 47. 低不確定度之輿論頻譜	60
圖 48. 低不確定度時表面從眾次數比較	61
圖 49. 低不確定度時最終意見和態度的差異	61
圖 50. 中不確定度之輿論頻譜	62

圖 51. 中等不確定度下意見和態度落差的情形	62
圖 52. 中低不確定和中高不確定度的比較	63
圖 53. 時間 vs. 平均局部意見群數.....	64
圖 54. 調動不確定度對於表面從眾行為次數的影響	65
圖 55. $G = 2$ 和 $G = 3$ 時的規範性影響發生次數比較.....	66
圖 56. 不同 G 設定之下的意見動態比較(u 皆為 0.5).....	67
圖 57. 不同 G 的局部平均群數比較	67
圖 58. 在 $red = 0.7$ 之下 u 的變化對表面從眾次數的影響	68
圖 59. 不同 red 設定之下的表面從眾次數比較	69
圖 60. 少數者影響	70
圖 61. 少數者占 10%	71
圖 62. 少數者占 20%	72
圖 63. 少數者加上廣播能力後的意見動態	73
圖 64. 使少數者意見之重要性提高後的意見動態	74
圖 65. $G = 1$ 時的意見動態	75
圖 66. $G = 1$ 時且少數者有對全體傳播能力下的意見動態	76
圖 67. 最終的意見分布情形	77

圖 68. 加上極端媒體後	78
圖 69. 人眾無知的打破	79
圖 70. 新進人口加入前後的意見動態(意見最終又恢復一致)	80
圖 71. 新進人口加入前後的態度動態(態度的散亂度稍稍提高)	81
圖 72. 多次移入新進人口對於意見標準差的影響	81
圖 73. 多次移入新進人口對於態度標準差的影響	82



第一章 緒論

1.1 研究動機

意見交流是社會活動中重要的一環，小到洗衣粉，大至國家領導人甚至是全球暖化議題，我們都有自己的看法和主張，並且隨時可能受到他人言論或行為的影響，其動態深深地影響了整個社會的發展與脈動，日常生活中各式各樣的人際往來就包含了無數的意見交換，尤其現在的通訊科技十分發達，手機的普及化以及Web 2.0時代的到來，除了能輕易接收來自世界各處的資訊外，每個人也都能夠向世界發聲，大大改變了當代意見傳播的風貌。廣告商無時無刻不在研究怎樣行銷才能創造產品的流行；政治人物在選舉時想盡辦法提高自己的民調支持百分比。為什麼人民會集體行動引發革命？為什麼少數極端份子就能夠把整個國家帶領到戰爭？這些現象都屬於意見集體串聯的極端例子，影響整體社會甚鉅。

正因為意見傳播動態如此重要，卻又十分錯綜複雜，所以近年來許多研究藉由電腦輔助，建立以代理人為基礎的模型(agent-based model)來模擬意見在社會中傳播的動態[1-8]。然而，在以往研究意見動態的著名模型中，個體只是意見的蒐集者，和別人不斷地交換意見，對於週遭是否有多數形成的輿論缺乏感知，這樣雖然可以使模型變得十分簡單，但卻不符合社會心理學的理論以及一般的生活經驗，尤其相對於歐美個人主義文化而言，在較強調集體主義的東方文化中，遵從團體規範更是一個不可忽視的元素(Huang & Haris, 1973; Markus & Kitayama, 1991)。

生活中多數人所表達的意見和當下所處的輿論環境十分相關，俗話說「見人說人話，見鬼說鬼話」，為了人際上的考量，我們常會根據當下情境中的輿論來調整行為，所以表現的行為未必和態度一致。社會心理學的一些實驗結果顯示週遭輿論壓力的確會顯著影響個人當下表示的意見[9, 10]，許多理論也指出內心對特定議題的看法不一定會就此被永久改變[11, 12, 13, 14]，當輿論壓力解除或脫離該情境時，我們的行為便極有可能轉變成和態度一致。例如和一群喜好養生的

朋友聚餐，我們很有可能會表現得一付喜歡清淡食物的樣子，結果在聚餐結束之後因為飢餓難耐就獨自跑去大啖漢堡和炸雞；又如公眾人物在公開場合上說抽菸有害身體健康，但私底下卻被媒體拍到是個老菸槍；遵守交通規則似乎是一般人的共識，可是違規超車、超速行駛卻是屢見不鮮。類似的例子不勝枚舉，普遍存在於許多的人際互動中。

簡而言之，在意見交流的過程中，人並非力求完全正確的資訊蒐集者，除了自己固有的看法，也會考量當下所處的情境來發言，由於人是天生的群居動物，都有被同伴接納的需要，所以遵守團體和社會規範乃是意見互動過程中的常態，不可忽視之。

1.2 研究問題

根據研究動機，我們的研究問題如下所列：

- A. 在什麼條件下群體意見交流的結果會達成一致(consensus)? 什麼條件下會是兩極化(bipolarization)? 又什麼情況下會無法收斂而呈現散亂分佈(fragmentation)?
- B. 達成一致時是所有人內心也贊同這個意見嗎？抑或是心理學所提到的「人眾無知」(pluralistic ignorance)現象？各是在什麼條件下發生？
- C. 少數人在什麼情況下能夠漸漸地影響多數人的意見？



1.3 研究目標

本論文以過去幾個經典的意見動態模型為基礎，輔以數個當代社會心理學理論的發現，建立一個具有多代理人的單一議題意見動態模型。在此模型中，代理人對議題的看法會有態度(內心看法)和意見(外顯看法)兩個層次，在進行意見交換時不僅將個體的態度納入考量，也會視周遭的輿論來行動。我們將透過模擬實驗來觀察本模型呈現出的意見動態和以往模型有何異同，參數的微幅調整是否會造成不同的結果，並提出合理的解釋。

另外，在個體互動的過程中，觀察個體的態度和意見這兩個層面的動態有何

差異，其和模型的參數設定之間是否有關聯，提出對應的社會意義，對於集體意見對齊(opinion alignment)這樣的社會現象提出一些可能的淺在法則與解釋。最後將模型設定為幾個較接近現實生活的情況來進行模擬，檢視其結果是否合理。

1.4 名詞解釋

本研究涉及日常生活的常用字彙，像是意見、態度、輿論等。這些字彙的意義往往含糊不清，為了避免讀者混淆，對於本研究使用到的重要辭彙，我們先給予明確的定義，以區隔平日的習慣用法：

A. 態度(attitude)

以往探討意見動態的模型在用詞上多用「意見」來指稱一個人對於某議題的看法，本研究引用社會心理學中和意見近似卻有嚴謹定義的「態度」一詞。在社會心理學中，態度一詞的定義為：對人、事、物、理念等的評鑑(Eagly & Chaiken, 1993, 1998; Olson & Zanna, 1993; Petty, Wegener & Fabrigar, 1997; Petty & Wegener, 1998)。換言之，態度的意義是一種評鑑，指對某件事物持否定或肯定的反應。而在本模型中態度乃指個人內心對事物的評鑑，其他人無法直接感知得到。

B. 意見(opinion)

為了和過去的模型相容，本研究仍保留意見一詞，只是明確定義為：透過外顯行為所表現的評鑑，所謂的外顯行為包括語言、文字、表情、動作等，換言之，意見是內心態度和外界的介面，只有透過感知一個人的意見才得以知道他的態度，但在某些情況下意見未必等同於態度(例如受到團體規範制約時)。

C. 輿論(public opinion)

本研究的輿論指的是指個體感知範圍內其他人所表現的一致意見，其中意見一致程度是界定重點，若是意見太過分散則定義為沒有輿論；反之意見愈集中則代表輿論的強度愈強。

1.5 論文結構

本論文的結構如下：首先在第一章的「序論」中會說明研究動機、研究問題和目標，並且定義研究中會出現的關鍵名詞。第二章「文獻探討」是說名本研究中會用到的背景知識和過去的相關研究，包括多代理人社會模擬背後的思想基礎—社會物理學，和之後建模會用到的社會心理學理論，以及目前幾個被廣泛討論、擴充的意見動態模型。第三章「模型設計」將嘗試組合文獻中的各項社會心理學理論，賦予其可操作的定義，形成一個內部元件交互作用明確的複雜動態系統。第四章為「模擬實驗」，對制定好的模型進行敏感度分析，觀察在不同參數設定之下會產生何種結果，並針對研究問題及其假設進行實驗，接著會探討幾個比較貼近真實生活的情況，就實驗結果賦予實質社會意義，對於一些實際意見動態現象給予合理的解釋。最後第五章「結論」總結整個研究的過程、成果、貢獻等，並指出本研究未來擴充的方向。



第二章 文獻探討

在本章我將先簡述多代理人模擬方法背後的思想基礎—社會物理學的基本概念，然後引介支持本研究的社會心理學理論，最後介紹幾個著名的意見動態模型(opinion dynamics model)。

2.1 社會物理學(Social physics)

社會物理學把人視為眾多遵照著某些互動法則的社會原子，認為一般生活中的社會現象其實就像是這些社會原子互動所產生的巨觀結果。

實際上在十九世紀就有學者認為人類社會存在像物理學定律般的規則，像法國的社會學家兼哲學家Auguste Comte和英國的Thomas Buckle等人就曾經想替人類社會找到類似物理定律般的某種潛在規律[15]，然而因為當時的理論和技術尚未完備，這種想法僅止於哲學範疇的思考。在1970年代後期因為統計物理學有長足的進展，對於處理大量元素互相作用的複雜系統，開發出許多分析方法和工具，物理學家Serge Galam便提出將人也視為原子，利用這些方法來探討社會、經濟、政治等現象上的想法(例如拿物質的相變和社會中的思想革命類比)，然而當時受到幾乎所有物理學者的反對，認為將複雜的人類行為和原子類比是全然荒謬的[16]。

經過十多年的努力，上述概念逐漸得到認同，輔以計算機科學的突飛猛進，使研究者擁有更多研究複雜系統的能力，於是本學門在二十世紀90年代日漸萌芽。代表性的研究有德國物理學家Dirk Helbing等人[17] 建構的步行者模型，結果證實該模型有效地預測人們在熙熙攘攘的長廊及立交橋上的步行行為，另外他們還模擬了在火災發生濃煙密布戲院裡的人群、要怎樣才會加速疏散等[18]。

把人當成像原子，遵循一些模式來反應和行動(通常是簡單的幾條規則)，乍聽之下違反直覺，人的認知和行為牽涉複雜的機制，而其中有很多截至目前還未能完全了解，我們如何能只用幾條簡單的規則來代表呢？但實際上許多複雜系統，儘管其內部元素牽涉的細節十分繁雜、難以預測，但並不表示系統呈現的巨

觀現象也難以掌握。更明確地說，社會物理學並非要預測個人未來的行為，它關心的是整個社會集體的行為動向，正如同*Social Atom*(中譯:《隱藏的邏輯》)一書中所言：「...我們仍是完全自由的個體，可以隨意採取行動，但集合在一起之後的群體行為，卻是可以預測的。」[19]。例如：影響一個人壽命的因素很多，包括飲食習慣、作息、生活環境、遺傳基因等等，但這些複雜的因素並不妨礙政府對於全國國民每年死亡率的預測，如同我們不必知道每個水分子內部基本粒子(fundamental particle)的運作細節，卻一樣能預測水在攝氏零度時所發生相變的過程。

社會物理學師法統計物理學，適度簡化系統單一元素的特性而專注於系統整體結構的研究方式，不僅大大簡化複雜系統的研究，事實證明這種方式在許多情況下對於解釋社會現象帶來新的啟發，例如Thomas Schelling對於種族隔離現象的模擬[20]、Mark Granovetter的暴動門檻模型[21]，都是根據簡單的運作規則在虛擬社會中重現複雜的社會現象，暗示著看似複雜的集體行為背後可能隱藏著相對簡單的規則，且很多時候大量單元所湧現(emersion)的巨觀行為是反直觀的，必須從單元組成的結構層面去了解，而非單元本身的性質來推算。

2.2 社會心理學(Social psychology)

由於本研究在模型的制定上大量參考社會心理學的理論，且社會心理學是一門新興學科，所以在介紹相關理論前先簡要介紹此學門。

Allport(1985)定義社會心理學為「探討人們的想法、感覺及行為如何因他人真實或想像之存在而受到影響的科學研究」，其中的各式社會影響(social influence)則是社會心理學的核心主題。雖然其它學科也同樣關心人們如何受到社會影響，但社會心理學具有幾項特質：一、社會心理學關心的不是客觀的社會環境如何，而是人們主觀上如何知覺、理解或詮釋這樣的環境；二、社會心理學關心對社會環境會做某種特定認知的根源為何，什麼是決定想法與行為的因子？

和它的學術近親—社會學及人格心理學比較能夠幫助我們更加釐清社會心

理學的內涵，它和社會學一樣重視情境因素和社會因素對一個人行為的影響，但更重視個體在面對這些影響時的心理歷程一個體如何去解讀這些影響；另一方面，它和人格心理學一樣都重視個體的心理層面，但它注重的不是個體差異，而是那些普適性的心理歷程。舉例來說，在一般人的印象中，常常認為納粹德軍是一群喪心病狂、性格異常的人，他們在集中營屠殺了數以百萬計的猶太人，但社會心理學家 Stanley Milgram 於 1960 年代著名的服從權威實驗結果卻顯示一般人也會屈服於權威之下而對他人做出傷害他人的行為[22, 23]，種種跡象都顯示那些納粹士兵很有可能是再正常不過的人，只不過處於極端異常的社會情況罷了，任何人在那個情境之中都很有可能做出相同的行為，這和多數人的直觀—認為不正常的行為起因於不正常的人格恰恰相反。

1978 年震驚全球的瓊斯鎮(Jonestown)集體自殺事件，共計造成 914 人死亡(近三分之一是兒童)，整起事件肇因於人民聖殿教(The Peoples Temple)的創立者吉姆瓊斯(Jim Jones)在下令殺害前來調查的加州國會議員奧萊恩(Leo Ryan)及記者一行人之後，對於全體教徒下達集體殉道的命令，自願者服用氰化物(兒童被父母強灌)，少數反抗者被其餘會眾用槍射殺，整個小鎮頓時成了人間煉獄，究竟是什麼樣的力量令群眾陷入集體瘋狂之中？

另一個更晚近的例子是 1997 年加州聖塔菲天門教(Heaven's gate)教徒集體自殺事件，包含十八名男性及二十一名女性，看得出來他們是在相當平和的情況下死去。死前錄製了錄影帶，說明他們的信念和目的，他們相信當哈雷彗星出現之後會有一艘巨大的太空船來引領他們重生，讓他們成為一種更完美的型態，為此他們必須先拋棄現有的「容器」—即自己的肉體才行。我們可能會覺得那些教徒要不就是知識水準較低，要不就是精神方面有問題，然而實際上這些人裡面有很多是電腦和網路的專家，以架設網頁維生，許多和他們合作過的客戶都認為他們有不錯的智慧、天分和創意，而且鄰居們也都認為他們和善、親切、講理，種種跡象都顯示他們和正常人無異。

對於上述例子，社會心理學的觀點認為這些人的行為並非常人無法理解，會

造成這樣的結果只不過是人類某種正常傾向(自我辯護、維護自尊以及被他人接納等)的極端案例罷了。在錯綜複雜的社會影響中找出普適性的心理歷程，進而對人的行為有更深層的了解和更準確的預測，乃是社會心理學的目標。正因為本學門注重那些每個人都通用的原則，忽略枝節的個體差異，適於模型機制的設定，故本研究採用之。

2.2.1 從眾(Conformity)

從眾在社會心理學的定義是：因他人的影響，無論是真實的或想像的，而改變自己的行為。在社會心理學中，從眾被歸納出兩種動機，分別是受到資訊性的及規範性的社會影響：

A. 資訊性的社會影響(Informational social influence)

在生活中常常面臨我們不熟悉、不確定的狀況，例如初到異地，不知道當地的大眾運輸系統如何搭乘；或是欣賞舞台劇時在某個時刻該不該鼓掌；又如在看電影時看到某一處冒出濃煙等，此時我們很可能去詢問他人或是觀察他人的行為來幫助我們做決策，在這類情況下，我們順從眾人的動機是為了要知道怎麼做比較正確，而以他人作為正確訊息來源，這就是所謂「資訊性的社會影響」。

B. 規範性的社會影響(Normative social influence)

從眾除了出於蒐集資訊的動機之外，還有另一類的考量，即為了獲得別人的接納、不被他人排斥，此情況稱為「規範性的社會影響」。人有群居的天性，擁有同伴是人類的基本需求，所以儘管有時候我們對於某一議題擁有自己的固定的看法，當在團體中發表意見時，我們仍然會注意其他人的表述來調整自己的言論—我們大部分都不想被別人視為反常的份子。規範性的社會影響充斥於我們的日常生活，例如：青少年受到同儕影響而做出偷竊、鬥毆、飆車等原本他也認為不恰當的行為；和一群喜好棒球的朋友出去，為了不被冷落，我們往往也要能講上幾句棒球經；在出席重要場合時，為了不要受到

眾人異樣的眼光，平常穿慣涼鞋的人也會換上正式的皮鞋。

當我們從上述兩項從眾因素的動機來看，不難推測出資訊性的社會影響可以導致「私下接納」(private acceptance)，即真正相信他人行為的正確性而改變自己的想法和行為；相反地，規範性的社會影響造成的只是公開的從眾，個人私底下的看法不一定因此而改變，這正是兩種影響最根本的差異所在。以下將介紹驗證上述兩種不同效應的實驗。

代表性的從眾實驗

A. 暗房中的猜測(Muzafer Sherif, 1936)

本實驗的第一階段讓受測者單獨坐在暗房裡觀看一個遠處的光點，每個人事前均被告知此光點會移動，而他們的工作就是要估計它移動的距離有多遠，因為暗房中缺乏參考點，這個工作的難度很高，大部分的受測一開始會覺得光點常常是以不同的速度和方向在移動，但最終個人感受到的移動距離會趨於一致，達到穩定的數字估計。然而實際上光點並沒有移動，本實驗是利用一種名為自動效應(autokinetic effect)的視覺錯覺，企圖製造一種模糊不確定的情況，每個人的答案在此階段的差異性很大(從數吋到數百呎)。

第二階段把三個人編為一組，讓他們共處於相同的暗房中，每位受測必須大聲說出他們的估計，一開始答案還是分歧很大，但隨著回答次數的增加，每位受測聽到另外兩位的答案，他們的答案變得越來越相近，最終團體中的成員都會順從某一估計值，見下圖：

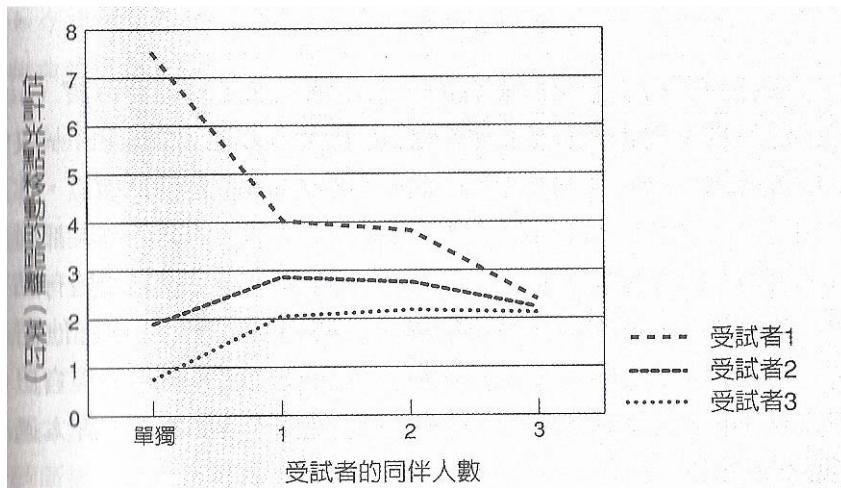


圖 1 Sheriff 的實驗結果。橫軸是和組員共處判斷的回合數，縱軸是組員判斷的距離(英吋)，摘自[29]。

為了判斷這樣的一致性是公開從眾或有私下接納，Sheriff 請參與過第二階段的受測者再次獨自判斷光點移動的距離，結果發現儘管不再有其他受測在場，他還是會依照之前團體達成的一致估計來給答案，而儘管過了一年以後再次單獨受測，他仍然會順從當初團體達成的一致估計(Rohrer, Baron, Hoffman & Swander, 1954)，可見在這種情境之下，受測者是參考彼此的答案來推測事實，導致了私下的接納，是為資訊性的社會影響。

B. 判斷線段長度(Solomon Asch, 1956)

Asch 相信從眾行為的範圍是有限的，在 Sheriff 的實驗中是因為狀況極度不明才會導致從眾，所以他設計了本實驗，企圖製造出一個極端明確的情況，而他預期在這種情況下，若團體的決策明顯違反事實，那麼受測者理當拒絕順從這樣的團體規範。

實驗前，受測者將被告知參與的是一個知覺實驗，而他將會和其他七名受測一起進行此實驗。實驗的進行過程中，研究人員會拿兩張卡片給每個人看，一張卡片上是單一線條，另一張有三條線，各都標明了編號，受測要做的工作就是判斷這三條線那一條和另一張卡片上的單一線條一樣長，然後大聲說出自己的答案，而這三條線的長度有很顯著的差異，所以這個

判斷工作應該是非常簡單明確的。

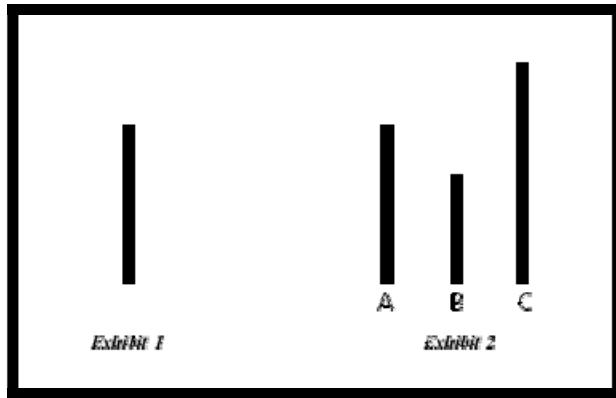


圖 2 判斷線段長度實驗，摘自
http://www.age-of-the-sage.org/psychology/social/asch_conformity.html。

一如預期的，前幾輪的判斷沒有任何一個人答錯，實驗的操弄就在第三輪判斷時介入，實際上其他七個共同受測者都是研究人員的同謀，負責給出錯誤的答案，看看回答順序是倒數第二個的實際受測者在聽了前面五個人的錯誤答案後會有什麼反應。多輪實驗下來，結果和 Asch 一開始所預測的相差甚遠，在這些視力和頭腦正常的受測者當中，只有 24% 的人從未從眾，有三分之一的人從眾了一到三次，更有十分之一以上的受測從眾了超過十次，如下圖：

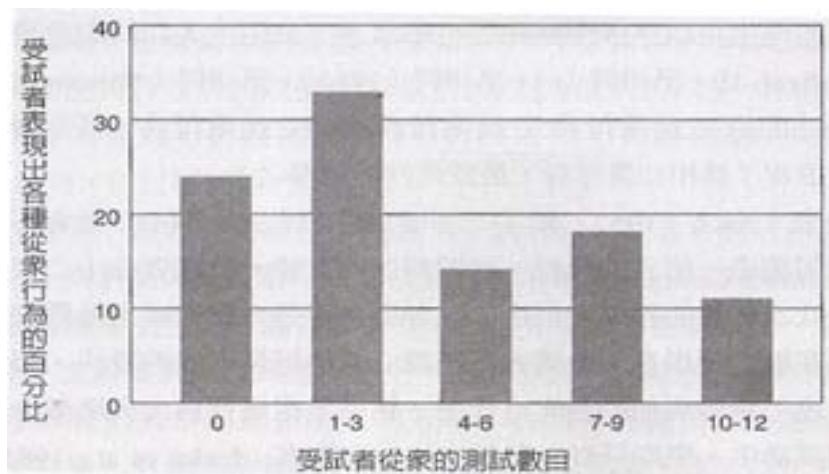


圖 3 Asch 的實驗結果，摘自[29]。

上述結果顯示，儘管在極端清晰的情況下，人們還是有相當顯著的從

眾，去接納一個自己認為是錯的看法，根據實驗後的訪談，這樣的行為多起因於不想被別人嘲笑或不想與眾不同，儘管其他受測者都是陌生人，可能永遠也不會再見面，他們對自己的觀感並不會對日常生活造成影響，這樣的團體規範壓力仍然相當顯著，這就是規範性的社會影響。另外值得一提的是實驗顯示這樣的影響只會造成公開的順從(意見上順應)，而不會造成私下的接納(態度改變)－實驗過後受測者表示仍然覺得自己心裡所想是對的，團體是錯的(Asch, 1955, p46)。

影響從眾的因素

影響是否從眾的決定因素有哪些，Bibb Latan'e(1981)的社會衝突理論(social conflict theory)提到了 一、團體對個人的重要性 二、團體在時空上和個人的接近程度 三、團體的人數 三項因素，並在一些研究上得到驗證。綜合諸多從眾行為的理論及研究，目前的社會心理學文獻上普遍整理出下列四點：

- A. 團體大小(Group size)：Asch(1956)在判斷線段長度的實驗中曾操弄過團體人數變項(2~15人)，結果如圖4。許多實驗也有類似的發現，當團體人數增加時，從眾的機率增加，直到某一個人數之後(在Asch的實驗中是四個)，再增加團體人數就不會對從眾有明顯的助長。儘管每個實驗的團體大小－從眾比例折線圖不盡相同，但在某個範圍之內增加團體人數會導致從眾量明顯增長、最終成長逐漸趨緩則是共通的結果。

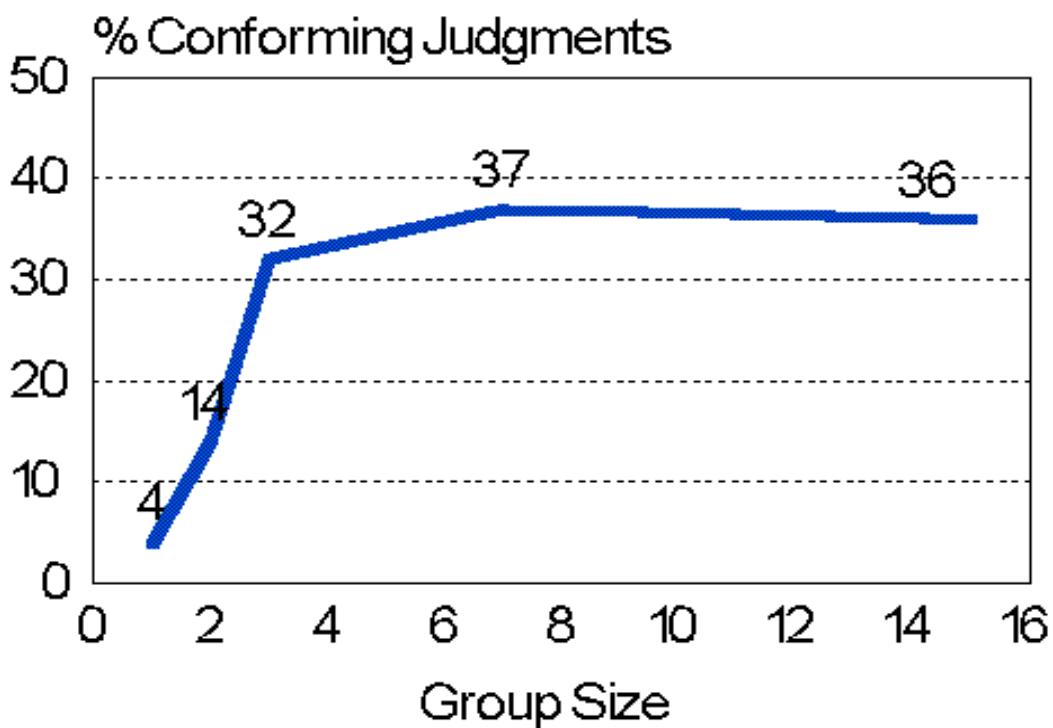


圖 4 團體人數和從眾比例的關係圖(Asch的實驗結果，摘自
<http://www.lermanet.com/exit/milgram/conform.htm>)。



B. 團體一致性(Group unanimity)：實驗顯示團體的意見一致性也是影響從眾與否的重要變項，即使只有一個人持不同意見也會導致從眾次數明顯降低，而且該異議者是誰、名氣大不大似乎沒有太大影響(Asch, 1955; Morris & Miller, 1975)，即使團體內只有小小的異議，仍會顯著地使一個人較容易說出自己的想法(Allen & Levin, 1971)。就資訊性影響的角度來看，另一個異議者代表團體所持的看法仍有懷疑空間，可能不是正確的；若從規範性影響的角度來看，有另一個異議者存在可以使表達不同的意見顯得不這麼突出，兩個人共同承擔團體規範壓力也較單獨一個人承擔來得小。

C. 對團體的承諾(Commitment to the group)：從眾也會受到和這個團體的關係強度所影響(Forsyth, 1990)，所謂承諾是指讓一個人留在某個團體的所有積極與消極力量，積極力量包括：喜愛其他團體成員、相信團

體成就是重要目標、期待可以從歸屬於該團體獲得好處、認同該團體的團體價值等等；消極力量則包含：沒有其他可以選擇的團體、已經在團體裡面付出很多捨不得放棄等。

D. 個人化之希求(Desire for individuation)：不同於前面三點著重的是團體的一些特性，這點涉及個體差異，心理學家 Christina Maslach 等人發展出一份問卷來測量一個人是否願意公開從事會將自己與他人區隔開來的行為，他們將此現象稱為「個人化之希求」，當一個人的個人化分數很高時，代表他比較容易在一群人中提出自己的意見，即使不確定正確與否，個人化分數低的人則反之。實驗顯示高個人化分數的人擁有比較不會附和大多數人的意見、比較不委婉、較多批判、較少規範性順從等特性。Asch 則是認為缺乏自尊心的人特別容易從眾，因為他們害怕被團體成員拒絕或懲罰；Mark Snyder 和 William Ickes(1985)也發現那些覺得自己十分需要別人認同的人，最有可能因為規範性的社會影響而從眾。



然而用人格特質來解釋容易從眾的程度在某些情況下會產生問題，有些研究發現兩者之間的關係很薄弱或根本不存在(Marlowe & Gergen, 1970)，他們發現在一些情境之下大多數人會從眾，而在另一些情境下卻不會，不論其人格類型為何。

2.2.2 認知失調理論(Cognitive dissonance theory)

Leon Festinger(1957)認為大多數的人基本上都將自己視為講道理、有道德、聰明的，故當我們遇到一些資訊暗示著我們的行為不講理、不道德或是愚蠢時(和我們對自己的良好認知相反)，會有一種不愉快的感覺，稱為「失調」(dissonance)，人會想辦法去減輕這樣的情緒，減輕的方法理論上有三種：改變自己的行為、改變認知來辯護自己的行為以及新增與行為一致的認知來辯護自己的行為。

本理論特別探討態度和行為不一致的問題，當我們的行為和態度不一時，會

威脅到心中的自我形象，進而產生失調，而人們最常用改變自己態度(改變或是新增認知，又稱合理化)的方式來解決這樣的失調，因為改變自己的行為等於公開承認自己過去行為的錯誤，這往往是令人難以忍受的。

佐證此一理論著名的實際範例是Festinger等人於1956年研究的一個飛碟教派，該教派的創辦人宣稱收到世界要滅亡的訊息，不久後的某一天這個世界會被洪水淹沒，唯有信奉該教派的信徒才會被飛碟營救到「天堂」，許多人變賣家產，將積蓄花光，為了世界末日那一天做準備，然而到了那天，並沒有如預期的洪水，也沒有飛碟來接他們，按理說教徒們應該會放棄他們的信仰，然而事實上他們卻選擇相信團體首領的話：因為信徒的信心所致，世界獲救了。這些教徒歡呼，而且比從前更加信心堅定。這看似不合理的反應卻完全符合認知失調論的預測，若是放棄這個信仰，他們之前的所作所為就成了無法忍受的愚蠢行為，而勢必經歷極大的失調，為了避免這樣的情形發生，他們選擇相信世界是因為自己而獲救的。類似的例子還有1997年發生的天門教派信徒集體自殺事件，導致了將近四十人死亡的慘劇。以上兩個例子均顯示人們為了消除失調時所做的行為，可能超乎一般所能想像的程度。

然而本理論也預測，做出和態度不一致的行為不必然導致失調，從而就不會有之後的態度改變，一個重要的判斷準則就是能否找到充分的外部理由(存在於己身之外的理由)來替自己辯解，稱為「外部辯正」(external justification)，好比在晚宴上朋友穿了一件不合時宜的衣服，還跑過來問你好不好看，身為朋友的你可能會說「還不錯！」這樣的話，但你很清楚這只是為了不要傷害友誼的善意謊言罷了，所以不會因此而有什麼不舒服的感覺，當然也就不會有什麼態度上的轉變(變得真的認為那件衣服好看)，只有當找不到充分的外部理由時，我們才會轉而進行「內部辯正」(internal justification)，即拉近態度和行為這兩種認知，讓之前的行为在自己的認知上的不合理程度降低(和自己的態度相差不那麼遠)，以降低失調程度。簡言之，若要促使態度改變，那麼外在誘因一方面要大到足以使一個人去表現和他態度不一致的行為；但如果這個誘因大到能提供充分的外部理

由，那麼態度也不會改變。

Leon Festinger和J.Merrill Carlsmith(1959)對於前述的預測進行一項實驗，受測者被要求花一個小時重複做一些無聊的工作，在實驗做完後，研究人員佯稱本實驗是要探討如果人們事先被告知工作內容有趣是否對工作的表現有幫助，而他是對照組(事先不被告知工作有趣與否)，下一位受測者是實驗組，所以儘管剛剛的工作很無聊，仍請他告知下一位受測者工作內容是有趣的(下一位受測者其實是研究人員)，半數的學生在說謊後可以得到二十美金的酬勞，另一半則得到一元美金，之後會有一位訪問者詢問說謊者有多喜歡實驗中所從事的工作，結果證實了認知失調論的預測，拿了美金二十元的受測者表示該工作相當無聊，而只拿了一元美金的人則說他們認為那些工作相當有意義。以認知失調論的說法，二十美金代表了足夠大的外部理由，所以即便那些拿了二十美金的人向下一位受測者說了謊，也不會相信自己所說的話，認為自己是為了那為數不少的酬金才說的；而拿了一元美金的人則顯然找不到充分的外部理由來為自己的說謊辯解，只有改變態度，打從心裡認為這個工作頗有意義(不論解釋出的意義是什麼)才能消除失調的不適感。

後續有諸多實驗仿照這樣的模式設計(Aronson & Carlsmith, 1963; Zimbardo, 1965)，其中不乏對重要議題的態度進行實驗，像是對大麻看法的實驗(Nel, Helmreich & Aronson, 1969)以及對警察鎮壓學生運動看法實驗(Cohen, 1962)，顯示本理論的預測並不只適用對於無關緊要小事的態度。

2.2.3 自我知覺理論(Self - perception theory)

關於行為如何影響態度，Daryl Bem 在 1967 年提出另一種理論加以詮釋，他主張我們通常無法直接得知自己的態度為何，只能從自己的行為和當時的情境來反推之，這就是自我知覺論的概念，例如吃自助餐時你從八樣主菜中挑了魚排，那麼你會如此自言自語推論：「我是出於自願選擇了魚排，沒有人強迫我，因此我應該喜歡吃魚排。」於是你就得出了自己對魚排的態度。

同樣的推論方式也可以套用在前述 Festinger 和 Carlsmith 的無聊工作實驗，受測者被問到對這工作的看法時，他會回憶當時的情境，即他收了一或二十元美金來告訴下一位受測者工作有趣與否，收了二十元的人會在心中如此推論：「二十元是一筆不小的錢，現在我只要動動嘴巴就有了，所以其實我並不相信這個工作有趣，我只是為了得到酬勞。」相對的，得到一元的人會這樣推論：「一塊錢是小錢，並不足以讓我說謊，而我卻告訴別人這個工作有趣，所以我一定真的認為這工作有趣。」看到這裡，應該不難發現一件事，那就是認知失調理論和自我知覺理論的預測竟是一樣的：說工作有趣的酬勞越多，受測者就越不真正相信該工作有趣。

2.2.4 認知失調理論 vs. 自我知覺理論

認知失調理論反映我們對態度的直觀觀點，認為態度是一個人固有的傾向，當一個人的行為違背他的態度時，他會經歷難受的失調過程，藉著修正自己的態度(朝著之前行為的方向)才能減輕這樣的不適感。而自我知覺論則提出另一種有趣的解釋，即一個人的行為和真正的態度並無太大關係，我們常常只是為了合理地對外在環境做反應而從事某種行為，對這樣的行為並沒有抱持著強烈的信念，所以可以輕易改變，當沒有顯著外在誘因時，我們才會推論該行為的確反映自己真實的態度。

儘管出發點不同，但兩理論的預測是相同的，即一個人做出某行為的誘因(不論是壓力、獎賞或懲罰)越大，他就越不會真正贊同該行為。這兩個看似衝突的理論在一開始的確引發相當的爭論，除了各有擁護者之外，也各自有研究支持。目前，社會心理學家普遍認為這兩個理論所描述的過程並不衝突，而是都會發生—當我們對於某件事的態度十分明確時，屬於失調論的解釋範圍；當我們的態度模糊不清時，則是自我知覺的成分偏多。這兩個理論將構成本研究模型制定的重要根據。

2.2.5 理性行動理論(Theory of reasoned action)

本理論由 Martin Fishbein 和 Icek Ajzen 在 1980 提出(根據他們在 1975 年發表的行為意向模型擴充得來)，企圖找出決定態度和行為之間一致性的因素。理論的核心概念是：一個人的行為取決於他的行為「意向」(intention)，即認為自己應該怎麼做，有某行為意向的人比沒有該行為意向的人更有可能做出那個行為，而行為意向被他對該行為抱持的態度和他的「主觀社會規範」(subjective norms)所共同決定。所謂的主觀社會規範是指人們認為他們所在乎的人會如何評價他們從事的某行為，如果評價是正面的就會助長此行為的意向，反之則降低行為意向，好比一個少年面對同儕的慾惠去吸毒，他可能會考慮他所在乎的人會如何想，例如他的父母親可能會很傷心，想到這裡他的行為意向就很低，進而就不太可能去吸毒；然而如果他並不怎麼重視他父母的看法，或是他更在意同儕的看法，那麼他就很可能跟著一起吸毒。

本理論後來又加入了「行為控制知覺」(perceptional behavioral control)，意指個人自認對於行為的控制程度，稱計畫行為理論(theory of planned behavior)，新加入的決定因素把能力或資源納入考量，因為有時候有正向的態度和社會規範並不足以導致行為的發生，例如一個想減重的女性，周遭的親友也都覺得太胖會影響健康，但實際上她意識到自己對於減重計畫的執行能力很低，她根本無力控制自己貫徹該計畫，則減重的行為可能就不會發生；又好比一個人想去非洲幫助難民，他的親友們也覺得這是一件很有意義的事，然而家裡並不富裕，必須要靠他微薄的薪水來支撐，在這種想做但沒有足夠資源的情況下，行為也無法產生。計畫行為理論所提出的行為模型如圖 5 所示。

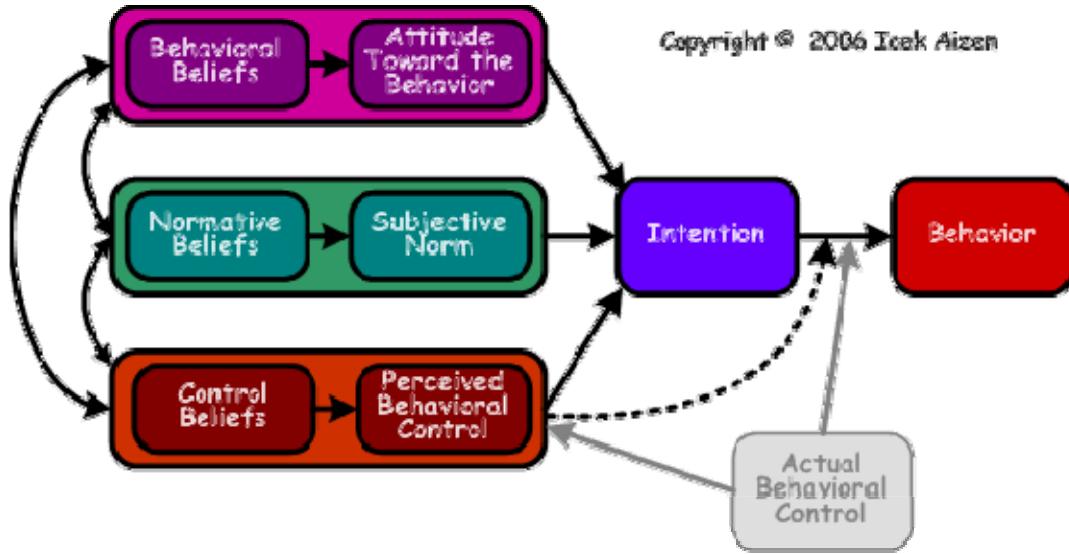


圖 5 計畫行為理論模型。摘自 <http://people.umass.edu/aizen/tpb.diag.html>。

理性行動理論用簡單的幾個變項來解釋廣泛的行為，獲得社會心理學家廣泛的使用，例如在預測懷孕婦女是否會餵哺母乳的研究(Manstead, Proffitt & Smart, 1983)中，他們以問卷方式對於態度和主觀社會規範進行測量，結果發現按照本理論的模型所得的預測和後來實際的結果相關程度高達 0.77。另外這個理論也成功地預測各種其它行為(Vallerand, Deshaies, Cuerrier, Pelletier & Mongeau, 1992)。

2.2.6 人眾無知(Pluralistic ignorance)

當團體籠罩在強大規範性社會影響之下時，往往就會產生下列這種現象：此時每個不贊同團體規範的人(或猶豫者)因為看到其他人好像都贊同的樣子，以為反對的只有他而已，在這種極高群體一致性的假象之下(有時反對者的生命甚至會受到威脅)，個人就會選擇跟著其他人行動，以遵從團體的規範，卻不知道群體中還有很多人跟他有一樣的想法。

人眾無知現象在德國作家 Sebastian Haffner 的回憶錄 *Defying Hitler*(中譯：
《一個德國人的故事》)中有傳神的描述：「在我們穿過村莊的時候，道路兩旁都舉起手臂像我們的旗幟致敬，或者迅速進入屋內。大家會這樣做，是因為知道如果不配合的話，一定會挨揍。我知道自己和參加遊行的人完全一樣，如果不是走

在隊伍裡，我一定會立刻找個通道閃避，而我們自己現在卻是潛在的威脅，隨時可能對旁觀者施暴，他們因為怕我們，或者說怕我，只好向旗子致敬或逃離現場。」對於人眾無知現象的研究顯示了看似行為一致的群體其成員的內心往往並非表面上看起來那樣。

人眾無知有時候也指團體中沒有人知道該如何反應，每個人你看我我看你的情況，例如看到有個人倒在路旁，但看到來來往往的人好像視若無睹，自己大驚小怪反而會被嘲笑，殊不知其他人也是這樣想，導致沒有人去處理，這種情況則和資訊性的社會影響有關。

2.3 意見動態模型(Opinion dynamics model)

意見動態模型主要想藉由模擬一群人的意見交流過程，來探討大眾一致的輿論是如何形成，又在什麼情況下卻不會形成，或是少數極端主義者在群體內的影響等問題。



在典型的多代理人意見動態模型中，意見通常被編碼成具有一個範圍的實數，而所有可能的意見集合稱為意見空間(opinion space)，意見空間在有些模型中是連續的，好比說 $[0,1]$ ；也可能是離散的，好比說 $\{-1, +1\}$ 。代理人則根據模型的社會網路結構互相連結，兩個代理人中間若有連結則存在意見交換的可能。模型初始化時會隨機(均勻隨機或呈現某種統計分布)指派每個代理人一個數值，代表代理人的初始持有意見，然後根據制定的意見交換機制讓代理人彼此進行意見交換，並觀察在這樣的過程中，群體內意見的動態如何演變，最後是形成意見一致、兩極或分散，測試重要參數的設定值變動對結果造成何種影響。以下介紹幾個目前被廣泛應用與擴充的意見動態模型。

2.3.1 有界信心模型(Bounded confidence model; BC model)

Friedkin和Johnsen(1990)基於古典的線性意見一致模型加上「信賴範圍」(confidence bound)的概念而提出了非線性的「有界信心模型」[24]。這一類的模型的制定是基於「有界信心」(model with bounded confidence)概念，簡而言之就

是「每個人只會和自己意見差不多的人交換意見」，所以當代理人要進行意見交流時，若兩代理人意見值的距離小於某信賴範圍，它們就會進行意見交換；否則不動作。

HK模型

在Hegselmann和Krause(2002)提出的模型[2]中，意見是 $[0,1]$ 閉區間範圍內的實數，最主要的參數是「不確定性」(uncertainty, 和信賴範圍意義相同，用符號 ϵ 表示)。為了簡化模型，每個代理人 ϵ 的設定值皆相同(稱uniform level of confidence)，在每一次意見溝通時被隨機選中的代理人會將所有和它意見差異在 ϵ 之內(稱為相容, compatible)的意見平均作為自己新的意見(每次隨機挑選代理人進行更新意見的方式稱Monte Carlo演算法)，如此重覆執行意見更新步驟，觀察最後會呈現怎樣的分布。

在此模型中，操作參數 ϵ 是模擬實驗的重點，該論文對於各種不同的 ϵ 值進行詳盡的實驗，並且討論非對稱的情況(asymmetric case)，意即每個代理人左右兩邊的 ϵ 擁有不同設定值的狀況(一個人如果意見偏向1，則它對傾向1那邊的意見接受範圍可能會大一些)這是使模型更符合現實的一個修正。另外值得一提的是本模型並無人際網路結構，只要兩代理人相容皆會交換意見。

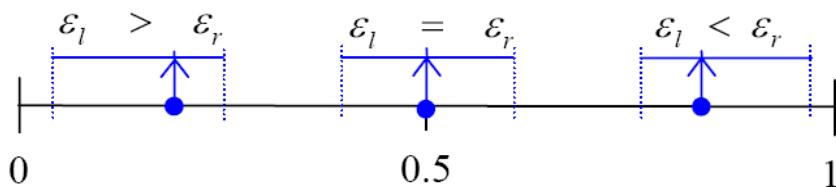


圖6 HK 模型中信賴範圍示意圖。中間為對稱情況，兩邊皆為非對稱情況，摘自[2]。

因為HK模型將有界信心的概念發揚光大，且十分簡單，後來的延伸研究頗多(許多論文中所謂的BC模型是指HK模型)，包括加入社會結構、從原本的靜態網路變成動態網路[3]、多議題的傳播動態[4]、加入大眾傳播媒體

的考量[8]、極端意見傳播探討[7]...等等。

D模型(又稱Relative agreement model; RA model)

由Deffuant等人於2002提出[1]，主要是為了研究極端主義在什麼情況下會流行的問題，和HK模型類似，也是基於有界信心的概念，意見空間定為 $[-1,+1]$ ，和HK模型最大的不同的是本模型的意見交流是雙向的，不只是單方面意見的改變，在每一次執行Monte Carlo演算法時，會隨機挑選一對代理人，然後檢查它們的意見距離是否小於固定參數 ε (即不確定度，這邊有時也解釋為對異議的容忍度)，如果沒有小於，則雙方意見沒有改變，若小於，則它們會向彼此移近，計算方式如下：

$$x_j = x_j + \mu \left(\frac{k_j}{m} - 1 \right) (u_i - x_j) \quad (1)$$

$$u_j = u_j + \mu \left(\frac{k_j}{m} - 1 \right) (u_i - u_j) \quad (2)$$

以上算式的意義等同於下圖：

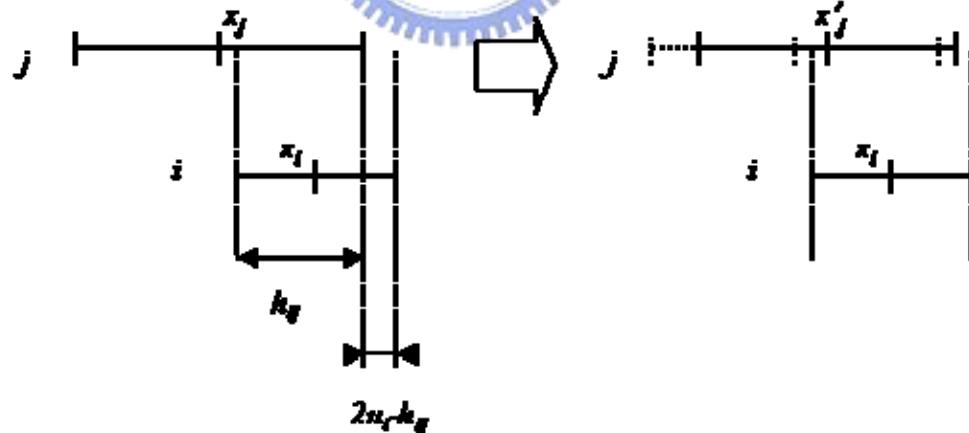


圖7 RA model意見更新方式示意圖。假設代理人i和j的意見和不確定度分別為 x_i, x_j, u_i, u_j ，在意見交換前如圖左，意見交換後如圖右。摘自[1]。

上圖中的 h_{ij} 是為兩代理人信賴區間(confidence interval, 指 $[x-u, x+u]$)的重疊長度，對代理人j而言非重疊長度則為 $2u_i-h_{ij}$ ，將重疊長度減去非重疊長度稱為一致度(agreement)，兩個一致度越大的人代表他們意見越一致，最後

再將一致度除以對方的信賴區間長度即稱為相對一致度，按此計算方式，代理人j對代理人i的相對一致度為 $[h_{ij} - (2u_i - h_{ij})] / 2u_i = h_{ij} / u_i - 1$ ，代理人i對代理人j的相對一致度為 $[h_{ij} - (2u_j - h_{ij})] / 2u_j = h_{ij} / u_j - 1$ ，而意見變化量是 $\mu^*(\text{相對一致度})*(\text{兩人意見距離})$ ，這樣設計是為了造成在一次意見交流中，意見不確定的人(u 較大的)會較意見確定的人改變得要多，意見堅定的人受到的影響不大。另外等式中出現的 μ 是整體參數，決定了意見交換的強度，會影響意見收斂到一致的速度。

和HK模型另一顯著不同的是此模型的不確定度也會隨著意見的交流而改變，且會朝著互動對象不確定度的方向移動。另外，由於是為了要研究極端主義的擴散，本模型內定義了極端者(extremists)和普通人(moderate)兩種代理人，所謂極端者在此模型內的定義是極低不確定度以及意見接近意見空間邊界的代理人，這和HK模型假設所有代理人皆為同質也有些許不同。

2.3.2 口耳相傳模型(Word-of-mouth model)

S模型



Sznajd在2000年將統計力學中常用的Ising spin model拿來模擬群體內意見動態進展的過程[25]，本模型的意見空間是離散的 $\{+1, -1\}$ 意即所有代理人只有兩種可能的意見，可以想成選舉中的兩個陣營，至於代理人意見互動機制依據的是「合則存，分則亡」(united we stand, divide we fall - USDF)這句俗諺，即當有兩個相鄰的代理人持有相同意見時，它們就會有足夠力量去改變它們鄰居的意見，不管它們鄰居原本持有的意見為何；反之則鄰居各採信其中一人，此機制操作化定義如下：考慮一條Ising spins chain(代理人存在於此一維虛擬社會) $S_i ; i = 1, 2, \dots, N$ ，若 $S_i S_{i+1} = 1$ ，代表他們意見相同，則鄰居 S_{i-1} 和 S_{i+2} 皆採和 S_i 及 S_{i+1} 相同的意見；否則 S_{i-1} 會採和 S_{i+1} 相同的意見而 S_{i+2} 會採和 S_i 相同的意見，如下圖：

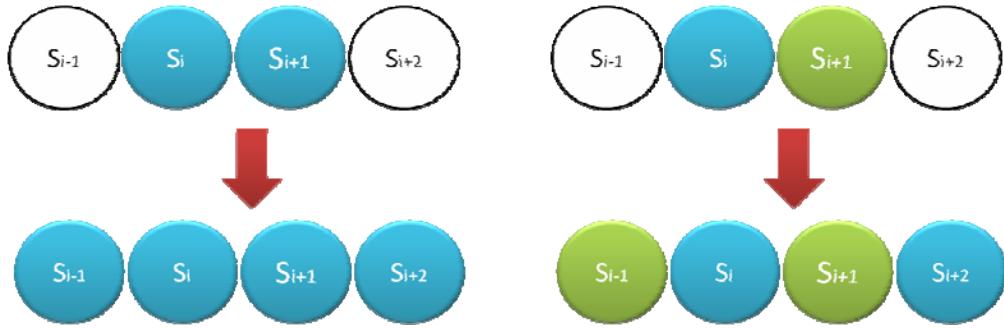


圖8 S 模型意見更新示意圖。左邊為 $S_i S_{i+1} = 1$ 之情況，右邊為 $S_i S_{i+1} = -1$ 之情況。

而本模型也稱為一種「口耳相傳模型」，因為每次意見更新所能夠影響的範圍僅限鄰居，不像前兩個模型是所有系統中的個體，較類似口耳相傳的意見傳遞模式。

2.3.3 表決模型(Voting model)

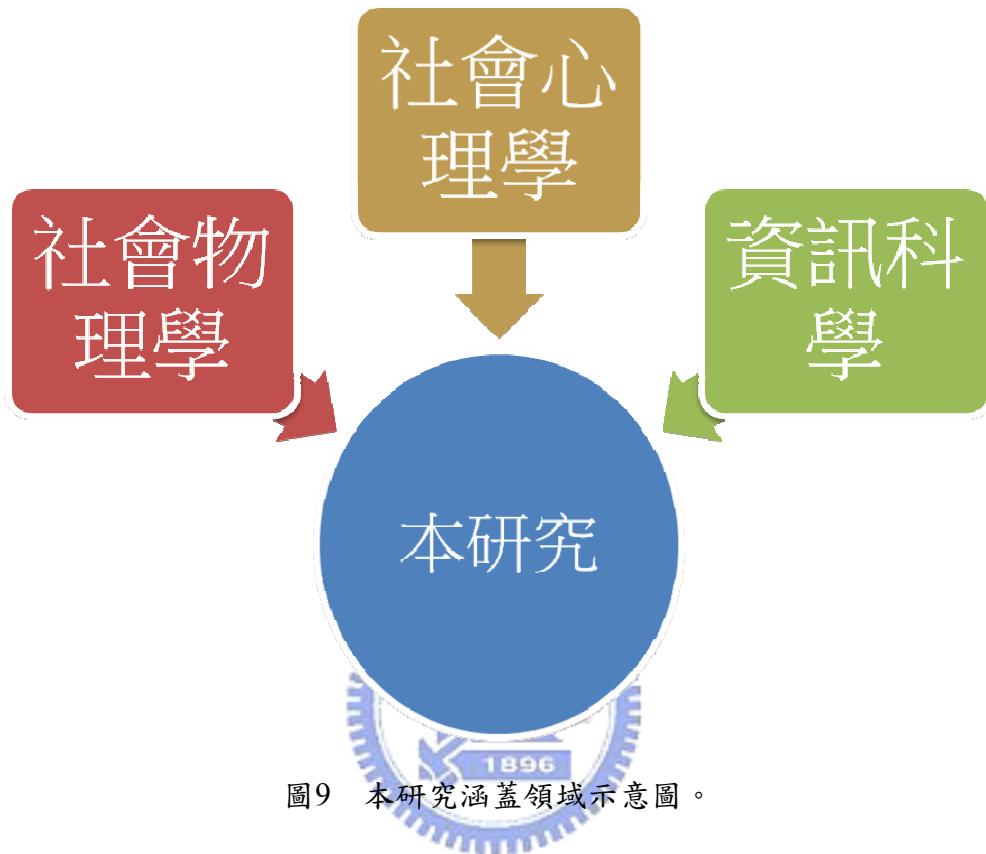
G模型

由Galam於1990年提出[26]，本模型較特別，並不涉及意見的改變，只是模擬集體意見串聯的過程。流程的第一步是把群體遞迴地分成小群體，採多數決的方式決定本群體的代表意見(意見只有兩種)，然後再遞迴地將這些小群體合併成較大的群體，也同樣採用多數決的方式決定較大群體的代表性意見，就像現實生活中的投票一樣。

2.4 研究定位

由以上的描述，不難發現過去的意見動態研究在制定模型上往往僅憑生活經驗、諺語，或是直接把統計物理的模型套在社會現象上，制定出的模型雖然簡潔，但是因為模型架構缺乏理論支持，是否足以模擬意見動態的過程令人存疑。本研究模型在架構制定上儘可能參照社會心理學的相關文獻，站在該學門的研究基礎上，跨出了嘗試性的一步，希望後續能引發有興趣的人基於更完備的社會學、心理學、社會心理學等學門的理論(目前蒐集到的理論主要是缺乏量化的數據，多為質化的描述)來修改本模型甚至是提出全新的模型，充實社會模擬這個領域。藉

由簡單且扼要的模型輔以電腦強大的資訊處理能力和視覺化工具，能提供從事社會研究的研究者們一些新的觀點和一個好的實驗平台，對於現今認為難以預測的社會現象有更佳的掌握。



第三章 模型設計

3.1 基本設定及理念

以下就本研究模型的基本制定及其背後的理念做介紹：

3.1.1 議題、代理人

本模型為單一議題(single issue)模型，所謂的議題其形式是像「你贊成廢除死刑嗎?」、「你對現任總統的支持程度?」、「你購買這項產品的意願如何?」這種答案可量化的問題，而個人的看法(泛指態度和意見)皆被編碼為屬於[0,1]的實數，0 代表極度負面的看法，1 代表極度正面的看法。

在本模型中，代理人帶有三個變數，分別是態度 att、意見 op 以及不確定度 u，皆介於[0,1]之間。態度是個體內心對議題的評價，意見則是外顯的評價，按照理性行動理論所述，個體在表述意見時會同時考慮態度和社會規範，所以意見和態度未必相等，擔負居外界輿論和自身態度之中協調的角色，本研究主軸就是圍繞著態度、意見和輿論(社會規範)，藉由理論釐清彼此之間交互影響的機制，以更真實地模擬意見在群體中的動態過程。



圖 10 本研究三個主要變項之間的關係以及引用的相關理論。

至於不確定度 u 則是沿襲 BC 模型的用詞，也可稱為信賴範圍(confidence bound)，其意義和在 BC 模型中相同，即對於議題的肯定程度， u 越低代表對於議題的態度越明確、肯定、較不易受他人意見影響；反之則代表對此議題沒有太多的看法，較仰賴他人的意見。另外，代理人具有決策函式，會視周遭情況來決定其態度和意見是否要更新，這部分詳細請見 3.2 節的描述。

3.1.2 虛擬社會

整個社會由 $N \times N$ 的二維環形細胞自動機(2D cellular automata with toroidal arrangement)來模擬，每個代理人在上面會佔有一個格子的空間，所以群體中共計有 N^2 個代理人，鄰居的定義採用範圍是 1 的 Moore neighborhood，如下圖：

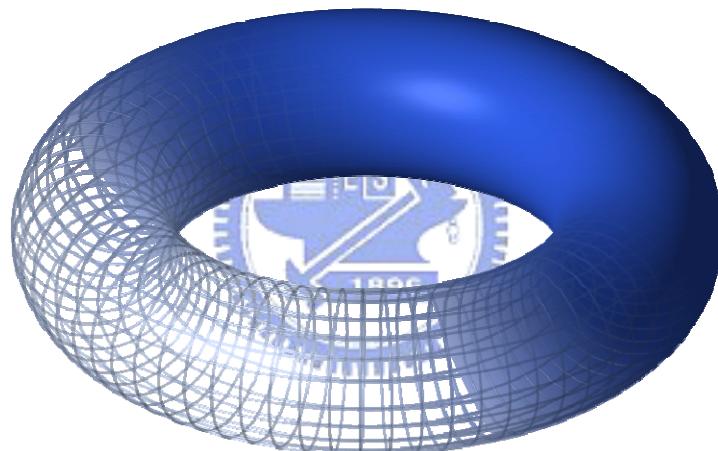


圖 11 二維環狀細胞自動機。

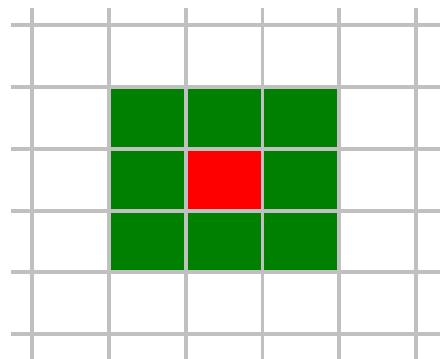


圖 12 Moore neighborhood with range = 1.

3.1.3 用語

為了往後描述方便以及和 BC 模型相容起見，本研究沿用了過去意見動態模型實驗上的慣用術語，在這邊列出：

- A. 對稱(Symmetric)：指代理人的左右信賴範圍相同；反之則稱為非對稱(asymmetric)。
- B. 相容(Compatible)：代理人 j 的意見若和代理人 i 的態度距離小於 i 的信賴範圍，則稱代理人 j 相容於代理人 i (agent j is compatible to agent i)。
- C. 同質(Homogeneity)：指所有代理人的信賴範圍皆相同。

3.2 模型進行流程

本研究之模型進行的粗略流程如下圖所示：

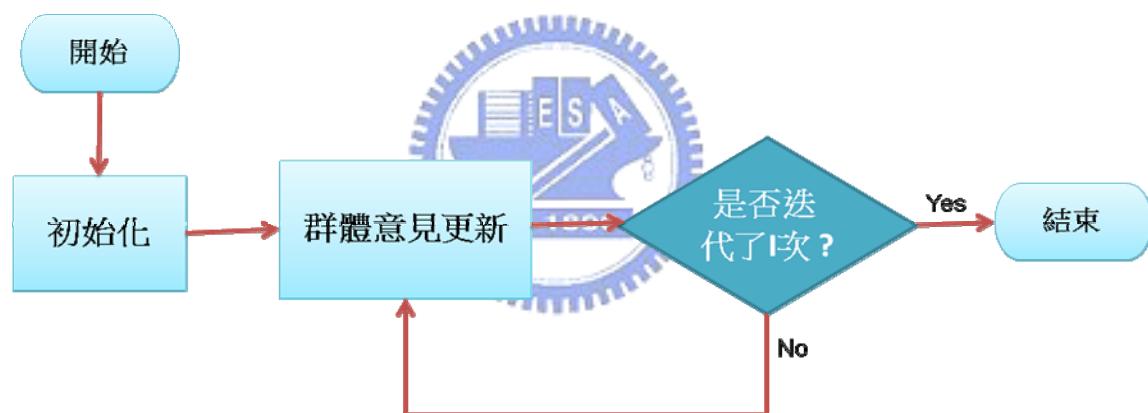


圖 13 模型進行流程圖。

以下就每一項步驟做詳細說明。

3.2.1 初始化

一開始會按照某種規則賦予每個代理人態度、意見以及不確定度的值(均勻隨機分佈、常態分佈或是全體一樣等，分佈的方式是往後實驗要操弄的變項)，原則上一開始設定每個代理人的意見等同於態度，代表尚未經過集體討論前所有人表述出來的就是心裡想的。

3.2.2 意見更新機制

每次的意見更新會從總人口裡面隨機挑選一個代理人出來執行意見更新程序(即觀察週遭的情況來決定是否更新其意見和態度的過程)，直到平均每個代理人都做過一次意見更新稱為一次群體意見更新，意見更新的步驟如下：

Step1. 利用 subroutine1 將周圍鄰居的意見分群，若分出來的群數在 G 群以下，則進入 Step2.，否則進入 Step3.。

Step2. 衡量自己的不確定度 u ，若 $u > u_{threshold}$ 則以人數最多的一群之群心(該群意見的平均值，即該代理人感知到的輿論值)做為自己新的意見和態度。否則進入 Step4.。

Step3. 先將意見改成和態度相同，再將所有相容鄰居的意見加上自己的意見做平均，以平均值做為自己新的意見和態度。

Step4. 以群中心和自己態度最相近的那群做為輿論來源，該群的群中心即輿論值，利用 subroutine2 計算輿論的強度，再利用 subroutine3 判斷此強度落入輿論頻譜的哪一段，並做出相對應決策。

此一意見更新機制的社會意義是：當周圍鄰居的意見群數多的時候，代表一致性的輿論尚未形成，代理人說出自己的態度並不會有成為少數異議者的壓力，此時只有資訊性的社會影響，所以沿用以往 BC 模型的機制，每個代理人都在他能夠接受的範圍內和鄰居交換意見；而當周圍鄰居意見只剩下少數幾群的時候，代表意見已經有相當程度的集中，形成特定的輿論，此時本研究強調的規範性社會影響就出現了，對於不確定度很高(大於 $u_{threshold}$)的代理人而言，這種情況並沒有差別，因為他沒有什麼自己的看法，本來就會順從群眾，所以此時他只是選擇那個最多人的團體來相信(跟著大多數人走，錯的機會比較低，仍是出於正確考量較多)；但對於不確定度不那麼高(有自己的態度)的代理人來說，在表示意見時除了考慮自己的態度偏好之外，也必須考慮社會規範

(根據理性行動理論)，此時他會選擇一個最接近自己態度的團體來做參考，但不一定會從眾，而是計算輿論的強度以做出適當的決策(例如：輿論強度太小則選擇不予理會，還是堅持自己原來的態度)，至於輿論的強度如何計算和相對應決策的細節在 3.2.4 和 3.2.5 有詳細的說明。為了更清楚地表示上述概念，給出意見更新機制的流程如下圖所示。

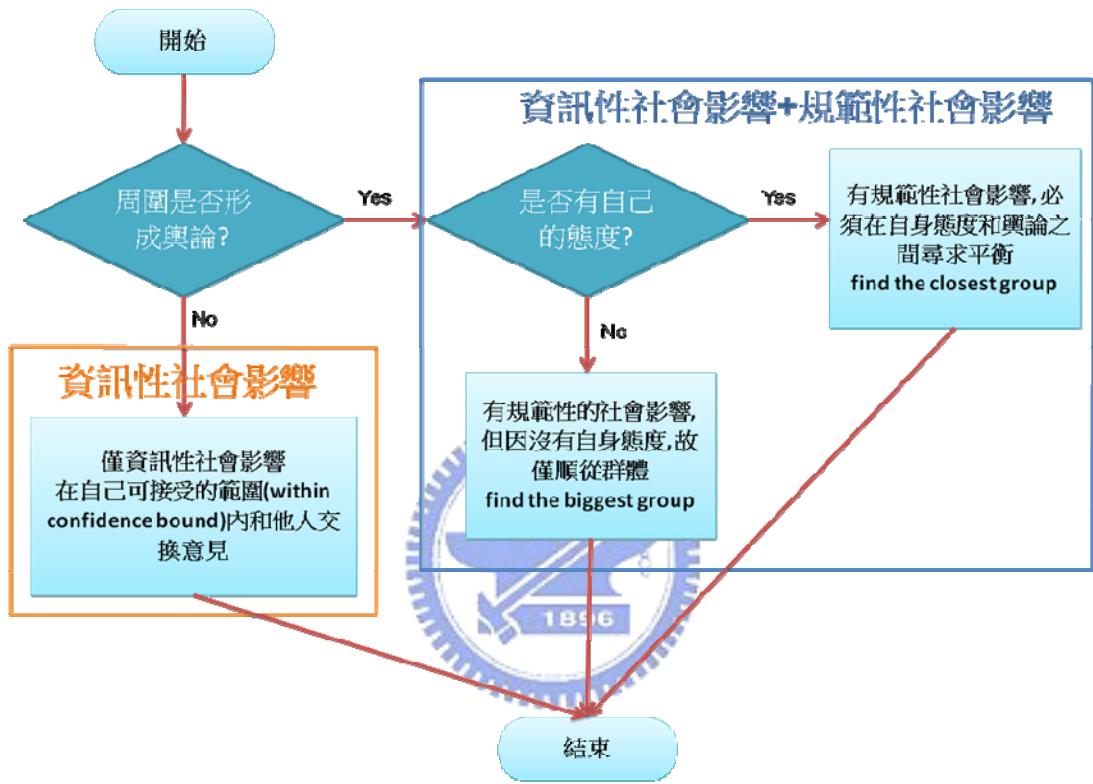


圖 14 意見更新機制就其社會意義上的流程圖。

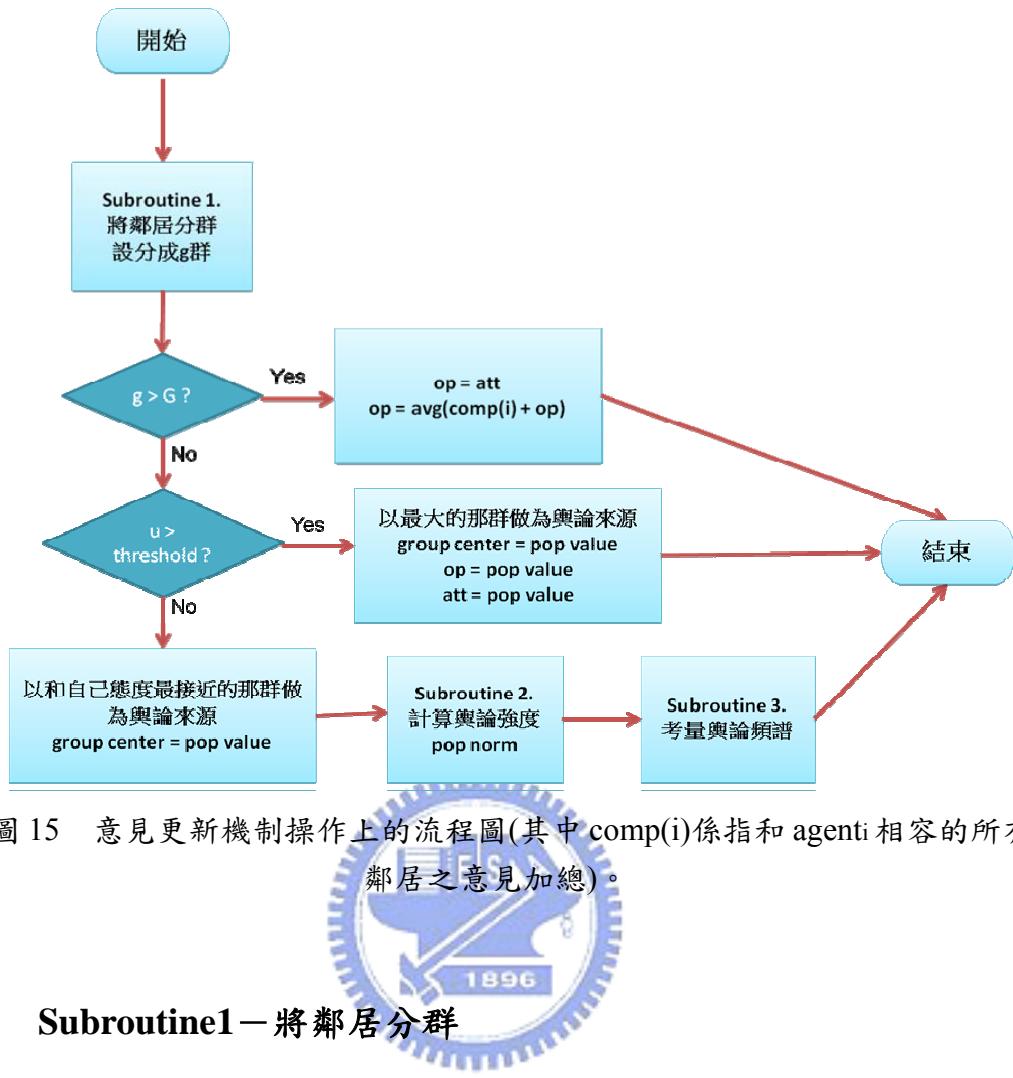


圖 15 意見更新機制操作上的流程圖(其中 comp(i)係指和 agent_i相容的所有鄰居之意見加總)。

3.2.3 Subroutine1—將鄰居分群

在介紹分群採用的方法之前，先介紹評斷分群方式的標準—平方誤差 (squared error)，一個分群方式的平方誤差的定義如下：假設分成 k 個群集

$S_1 S_2 \dots S_k$ ，其中 S_i 的群中心為 μ_i ，則平方誤差 V 值定義為：

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} (x_j - \mu_i)^2 \quad (3)$$

不難看出上述函式是把每一筆資料和其所屬群集之中心(組內資料之平均)距離平方的加總，做為一個成功的分群，必須盡量降低群內的誤差，所以平方誤差值較小代表分成這樣較好。

本研究使用 k-means 演算法將鄰居意見分群，而由於 k-means 需要事先給定想要分成的群數 k，另外考慮分群的對象只有 8 筆資料，分超過 5 群雖然

平方誤差很有可能會最小(最極端的狀況是分成 8 群，每一群只有一筆資料，此時平方誤差為零)，但已經失去意義，所以本研究的做法是將 k 用 1 到 5 帶入，各去執行數次 k-means，企圖屏除隨機初始群中心可能造成的結果不穩定(搜尋落在區域最佳解即告結束)，找出在指定 k 之下平方誤差的全域最佳解，最後比較在 k 為多少時得到的平方誤差最低，該 k 即為最終的最適群數。

3.2.4 Subroutine2—計算輿論強度

根據社會心理學對於影響從眾因素的觀察，影響從眾的因素有一、團體大小二、團體一致性 三、對團體的承諾 四、個人化之希求，在模型中我們假設從眾的容易程度只和輿論的強度有關，輿論強度越強，代理人就越有機會從眾。

為了簡化模型，我們假設每個代理人周圍的鄰居即為其親友，每個人對於其親友的連結強度皆相同(同樣重視此團體)，而每個人也就只有該輿論來源，所以「對於團體的承諾」這個變項每個代理人皆同，本模型將此省略之。至於「個人化的希求」，本模型也選擇省略社會心理學界尚無定論的人格部分考量，僅就能夠具體操作化的部分來考慮，給出的假設如下：當一個人的不確定度較低時(對此議題有較確定的看法)，其個人化的希求會比較高，也就是比較容易不顧輿論發表出自己的意見，這在 3.2.5 輿論的頻譜部分會有更詳細的解說。

根據上述考量，本模型中的輿論強度僅考慮兩項能夠具體量化的變項，即團體大小和團體一致性，在確定輿論來源團體之後，便可計算其人數以求得團體大小；計算其標準差以求得團體一致性，再將此二值分別帶入兩函數—function A 和 function B，求得兩個衡量強度的因子 factor A 和 factor B，均介於[0,1]之間，此二函數示意如下圖：

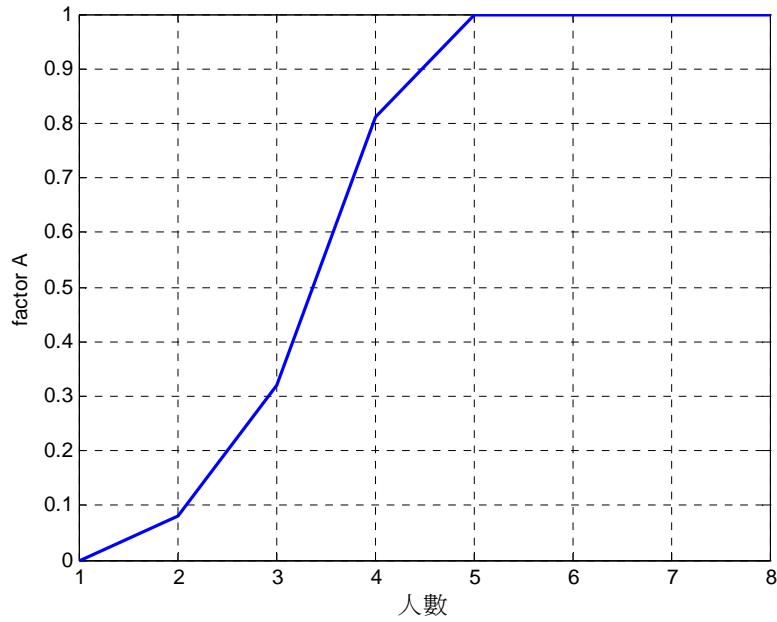


圖 16 function A(根據 Asch 線段判斷實驗的結果)

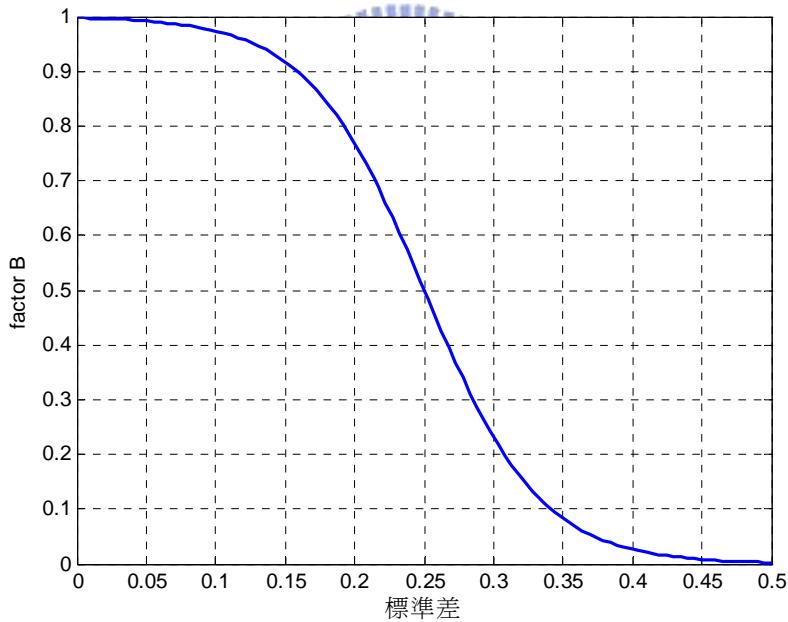


圖 17 function B(採用 sigmoid function 的變形, $f(x)=1/(1+e^{24x-6})$)

其中 function A 乃參照 Asch 的線段判斷實驗結果制定；function B 是根據意見一致性越高，標準差越小，輿論越強這樣的原則制定。

另外，考慮在相同的輿論環境之下，甲的態度和輿論非常接近，而乙的態度相距較遠，那麼可以預期應該是乙感受到的輿論強度比較大，因為乙若將自己真

正的態度表達出來便有成為異議者的懼怕，而甲沒有，這一點在 Asch 的衍生實驗裡可得到證實：如果當同謀都給出正確答案時，受測者也沒有任何壓力地回答了正確的答案，感受不太到什麼輿論，因為他心中本來的答案就是如此；當同謀都故意給出錯誤答案時，因為受測者和其他人的答案都不同，受測者便會開始回頭檢視自己的答案並且感受到輿論壓力。有鑑於以上的推測，本研究在這邊加入第三個考量—輿論和態度的差距 ($|pop\ value - att|$)，以 factor C 來代表，原則上是距離越大輿論強度越大，如下圖：

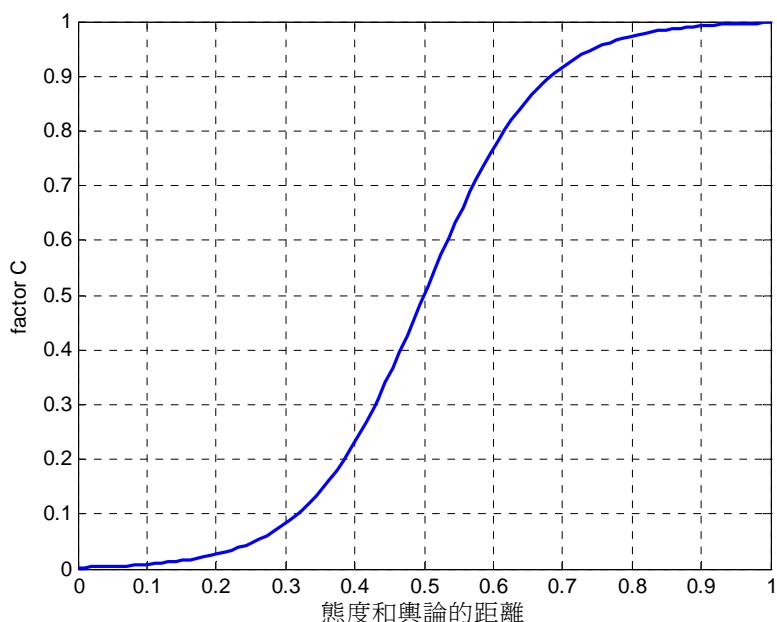


圖 18 function C (也採用 sigmoid function 的變形, $f(x)=1/(1+e^{-12x+6})$)

在計算了 factor A、factor B 和 factor C 之後，求三者的平均值即為輿論強度。由於輿論強度是三個包含於[0,1]的實數平均，故輿論強度本身也是包含於[0,1]的實數，計算輿論強度的流程圖如下：

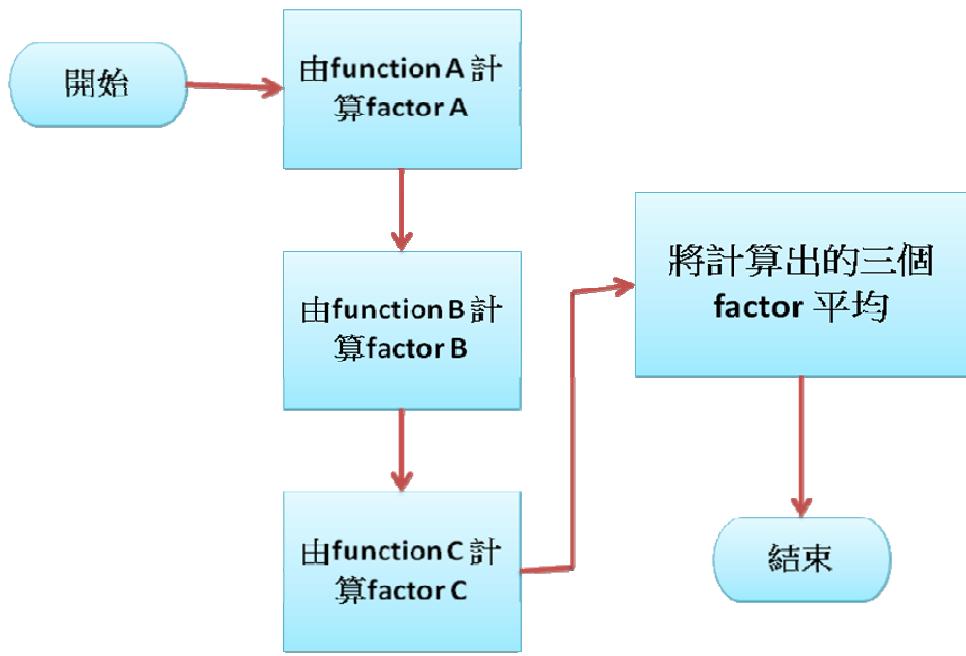


圖 19 Subroutine 2. 的流程圖。(注意：計算輿論強度的對象是選定的輿論來源團體，並非對所有鄰居)。

3.2.5 Subroutine3—考量輿論頻譜

「輿論頻譜」是為了實作認知失調論以及自我知覺論的機制而設計的，在實際操作上其實就是 $[0,1]$ 加上兩個門檻值—分別用 green 和 red 表示，見下圖：



圖 20 輿論頻譜示意圖。

這個頻譜決定了在給定的輿論強度之下代理人的意見和態度會不會有改變，以下分別就上圖中的三個線段代表的意義做說明：

Case C. 綠色區段：如果輿論強度小於 green，則落入此段，其意義是輿論強度過小，所以代理人不論在態度或是意見上都不會從眾。

Case B. 黃色區段：如果輿論強度大於等於 green 且小於 red，則落入此段，其意義是輿論強度中等。根據認知失調論(對那些不確定度較小，即對於議題

的態度較明確的代理人適用)，當輿論落於此段時，強度足以讓代理人順從輿論表現出和態度不一致的意見，但又不夠大到產生足夠的外部理由來進行外部辯正，為了解決失調，所以內部辯正的過程展開了，此時會有態度上的轉變，企圖轉變成和意見相同以減低原來的不一致。

而自我知覺論(對於那不確定度較大，即對於議題較無明確態度的代理人適用)的解釋如下：這樣的輿論強度足以促使代理人表現出和輿論相同的意見，但並沒有大到能夠讓他查覺，所以在代理人進行自我知覺時，他會認為自己表現出此意見並非受到外力迫使，進而推論他的態度應該就是如此(和他的表述意見相同)。由以上的探討中我們可以發現，不論是用哪一個理論解釋在操作上的結果都是相同的，即代理人的態度和意見皆趨於和輿論相同，也就是社會心理學中所說的「私下接納」。

Case A. 紅色區段：如果輿論強度大於等於 red，則落入此段，其意義是輿論強度過大，套用認知失調論的說法是有充分的外部理由供代理人進行外部歸因，在強大的輿論壓力之下，代理人很清楚地知道他表現出和輿論一致的意見只是為了不要被眾人排斥，此時態度上並不會受到衝擊。若套用自我知覺論的解釋，則是代理人推論他表述此意見是因為很多人也這麼認為，如果不表示相同的意見的話那麼很有可能會被排斥，所以他的真正態度應該不是如此，儘管他無法直接得知他的真正態度為何，但總而言之態度在這種狀況下是不會被改變的，這個情況即社會心理學中所謂的「公開順從」。

現在我們已經看了整個輿論頻譜的運作機制，下圖示意輿論頻譜決策的進行流程：

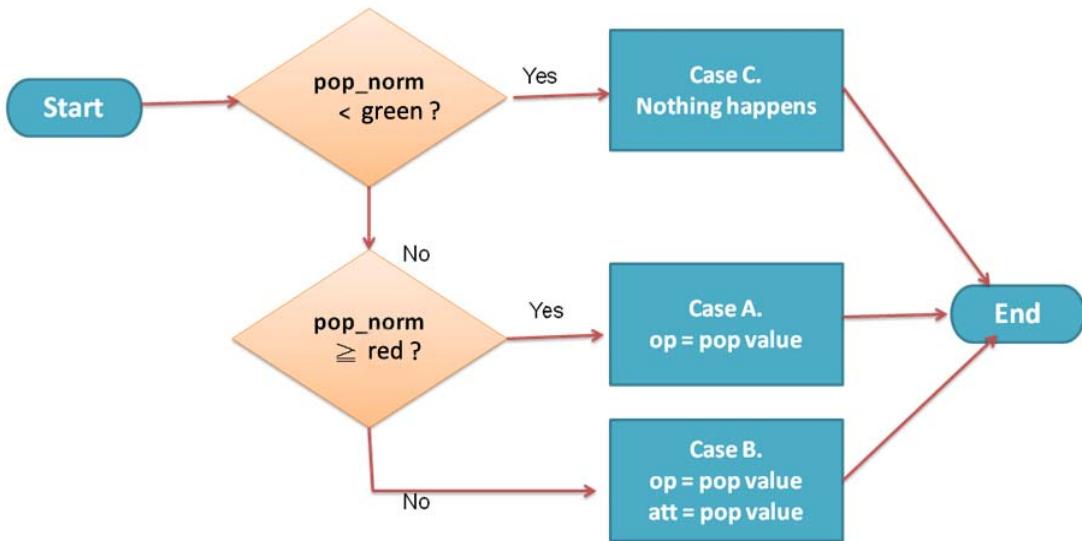


圖 21 Subroutine 3.之流程。其中 pop norm 代表輿論強度，而 pop value 代表輿論值。

另外，每個人的輿論頻譜不盡相同，隨著不確定度的變化而變化，對於不確定度較小的代理人，其綠色段會比較長(即 green 比較大)，代表該代理人對於此議題的看法比較確定，要較大的輿論強度才能促使他的改變；至於紅色段的部分，由於缺乏相關文獻參考，所以模型中設定 red 為一定值。為使讀者更清楚地了解此概念，下面幾張圖示意隨著不確定度的增加，輿論頻譜會有怎樣的改變：



圖 22 $u = 0$ ，極端確定者。對於自己的態度有極端強烈的堅持，不論輿論強度有多大皆無法改變此代理人的意見或態度。



圖 23 $u = 0.2$ ，高度確定者。對於自己的態度有高度的堅持，這種代理人只有兩種可能行動，即完全不改變或是受到規範性影響表面從眾。



圖 24 $u = 0.5$, 一般人，對於自己的態度有一定的堅持，但也有可能受到輿論的影響而改變態度(失調或自我知覺參雜)，當輿論過大時也有可能表面從眾。



圖 25 $u = 0.8$, 高度不確定者，只有一點點自己的態度，態度很容易就會受到輿論影響而改變(自我知覺成分偏多)，但當輿論過大時也有可能態度不改變。



圖 26 $u = 1.0$, 極端不確定者，對於此議題完全沒有自己的看法，任何的輿論強度都會導致其態度和意見的全盤改變(完全是自我知覺過程)。



由上圖所示的概念，給出本模型 green 及 red 的計算方式如下：

$$\text{green} = 1 - u \quad (4)$$

$$\text{red} = \begin{cases} \text{RED, if } \text{green} < \text{RED} \\ \text{green, else} \end{cases} \quad (\text{其中 } \text{RED} \in [0,1] \text{ 代表 red 的預設值}) \quad (5)$$

3.3 模型特色

由以上對本研究模型的描述可知，模型中代理人在與外界互動時會有兩大影響來源—資訊性社會影響和規範性社會影響，分別會造成「私下接納」和「公開順從」兩種結果，為了區分這兩種效應，本研究引入了一個新的變項—態度，特指內心對於議題的評價，有別於過去的意見動態模擬僅考慮意見這個單一變項(定義上也往往有模糊地帶)，本研究對於意見一詞也重新嚴格定義，特指藉由外顯行為表現出來對議題的評價，而在儘可能和過去幾個著名意見動態模型相容的考量之下，本模型和這些模型並沒有明顯衝突，甚至連用語上大部分也沿用之，加入社會規範的考量只是使能夠解釋的範圍加大，無礙於既有研究的發現。圖

27 及表 1 將過去的模型和本研究模型並列比較之：

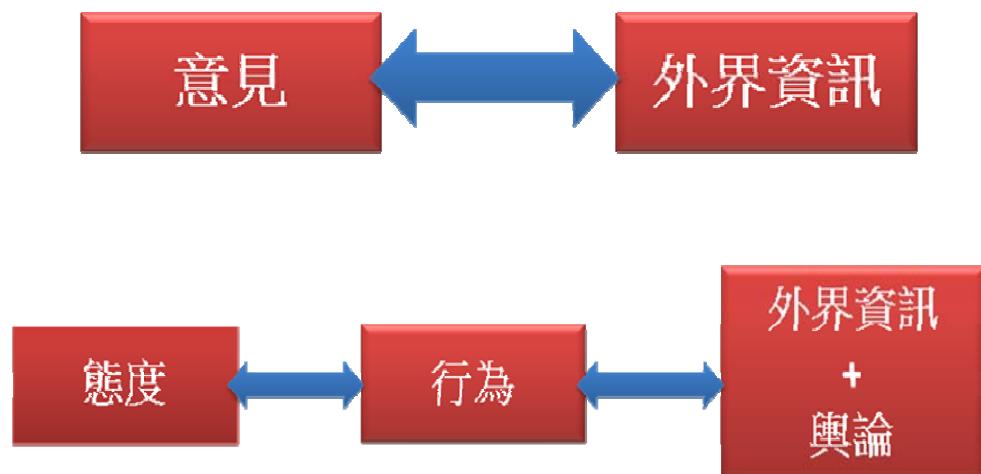


圖 27 典型意見動態模型和本研究模型考慮變項的比較。



表1 本研究提出的模型和主要意見動態模型比較。

項目 Models	HK model	D model	S model	model of this paper
提出者, 年份	Hegselmann R. and Krause U., 2002	Deffuant G., Amblard F., Weisbuch G. and Faure T., 2002	Szajd W. K. and Szajd J., 2000	Me, 2008
主要研究問題	When does opinion formation within an interacting group lead to consensus, polarization or fragmentation?	How can extremism prevail?	Opinion evolution in closed community.	Opinion dynamics. Pluralistic ignorance. Minority influence.
簡單程度	優	佳	優	普通
制定根據	Bounded Confidence	Bounded Confidence, relative agreement	Well Known sentence "united we stand divide we fall"	Theories of social Psychology, including : Cognitive dissonance theory, self-perception theory, theory of planned behavior... etc
意見空間	[0,1] Continuous	[-1, +1] Continuous	{-1, +1} Discrete	[0,1] Continuous
主要變數/參數	Agent方面: opinion -> x uncertainty -> u 整體上: 控制左右confidence bound 對稱程度的 m	Agent方面: opinion -> x uncertainty -> u 整體上: 控制互動強度的 μ	Agent方面: attitude -> S	Agent方面: opinion -> op attitude -> att uncertainty -> u 整體上: G -> 在幾群以下始有規範性影響 red -> 喻論強度在多少以上會產生充分外部理由 threshold -> 不確定度大於多少算是沒有既定態度
社會網路	無	無	Ising spin chain	2D cellular automata with toroidal shape
意見互動方式	選定agent被在其 confidence bound內的其他代理人影響, Inward	選定的兩個agents相互影響, interactive	選定的兩個agents 影響鄰居,outward	選定agent被其鄰居影響, Inward
主要限制	Bounded confidence 的概念不適用於有規範性社會影響的情況 Relative agreement 雖然合理但缺乏理論支持	Bounded confidence 的概念不適用於有規範性社會影響的情況 Relative agreement 雖然合理但缺乏理論支持	模型主要機制僅根據俗諺 意見僅兩種可能，無法模擬意見漸變的過程	參數制定上缺乏量化數據支持, 僅能嘗試幾個合理的值

第四章 模擬實驗

本章首先會對模型中的變數做表整理、說明其實質意義，接著先不考慮規範性影響，和代表性的意見動態模型—HK 模型的結果比較有何異同。然後檢驗加入規範性影響後的基本性質，包括意見和態度的落差是否存在、造成意見和態度落差的成因等，最後對數個實際現象進行探討。

4.1 模型變數意義以及預設值說明

為使讀者對於本研究的實驗有更好的理解，以下表整理模型中出現的變數：

表 2 本研究模型中出現的變數統整

項目 參數、變數	參數型態	參數範圍	預設值	意義
op	Real number	[0,1]	無	意見, 個人外顯對議題的評鑑
att	Real number	[0,1]	無	態度, 個人內心對議題的評鑑
u	Real number	[0,1]	無	不確定度, 越接近0代表此人對於議題的不確定程度越小, 對自己所持的態度越有信心, 越不會參照他人的意見, 也越不易順從輿論
G	integer	{0,1,2,3,4}	2	鄰居意見不超過G群會有輿論產生(規範性社會影響), 超過G群則是自由討論
red	Real number	[0,1]	0.8	輿論強度高於red則會有充分外部理由, 而使個人表面從眾
green	Real number	[0,1]	無, 由u計算得來	輿論強度低於green則輿論強度過小, 不足以改變代理人的意見, 一個人的信心越強則此門檻越高
u_threshold	Real number	[0,1]	0.8	個人的不確定度高於u_threshold 則算是一個沒有自身態度的人, 他亟欲聽取他人意見, 並完全接受, 沒有表面從眾的可能
pop_value	Real number	[0,1]	無, 由subroutine1的分群結果決定	個人感受到週遭的輿論為何
pop_norm	Real number	[0,1]	無, 由subroutine2計算得來	個人感受到周遭的輿論強度, 會決定他是要表面順從、私下接納或是根本不理會
AUTOMATA_SIZE	integer	[1,100]	25	決定社會中的總人數(AUTOMATA_SIZE^2)

其中 op、att 和 u 都是每個代理人帶有的私有變數，剛開始會隨著實驗的需要而指定之，其中 u 和先前相關研究中的「信賴區間」、「對異議的容忍度」意義相同；green、pop_value 和 pop_norm 皆由計算得來，不需要設定值；而 G、red、u_threshold 和 AUTOMATA_SIZE 為全域性質的參數，它們的值可能會對整個模型的動態產生影響，像是 G 代表的意義是規範性影響形成的門檻，例如說 G = 1 代表除非一個人周遭的輿論已經形成顯著的單一群體，否則都還可以自由討論；若 G = 2 則代表周圍有一群或兩群意見團體時，個體就已經感受到輿論壓力而無法自由地交換意見，必須選擇其中一個群體的意見為輿論來源。換言之，我們可以說 G 較小的社會就像是自由風氣盛行的社會，在絕大多數情形下個人能夠自由地決定是否要和他人交換意見；G 較大的社會就像是威權社會，社會規範較容易形成，一旦形成，大多數人就只能選擇順從(包含公開順從以及私下接納)這樣的規範(但未必單一，可能是數種主流價值之一)，我們在往後的實驗中有對 G 的探討。



4.2 比較和 HK 模型的異同

為了檢驗本研究模型是否和過去的模型相容，設定 G = 0，如此一來規範性的影響就不會發生(因為周圍鄰居的意見至少會是一群)，模擬一個意見完全自由交流、不必顧及任何輿論的環境(和之前的模型的意義相同)，觀察在這樣的一個特殊情況下展現的意見動態結果和代表性的 HK 模型有何異同。

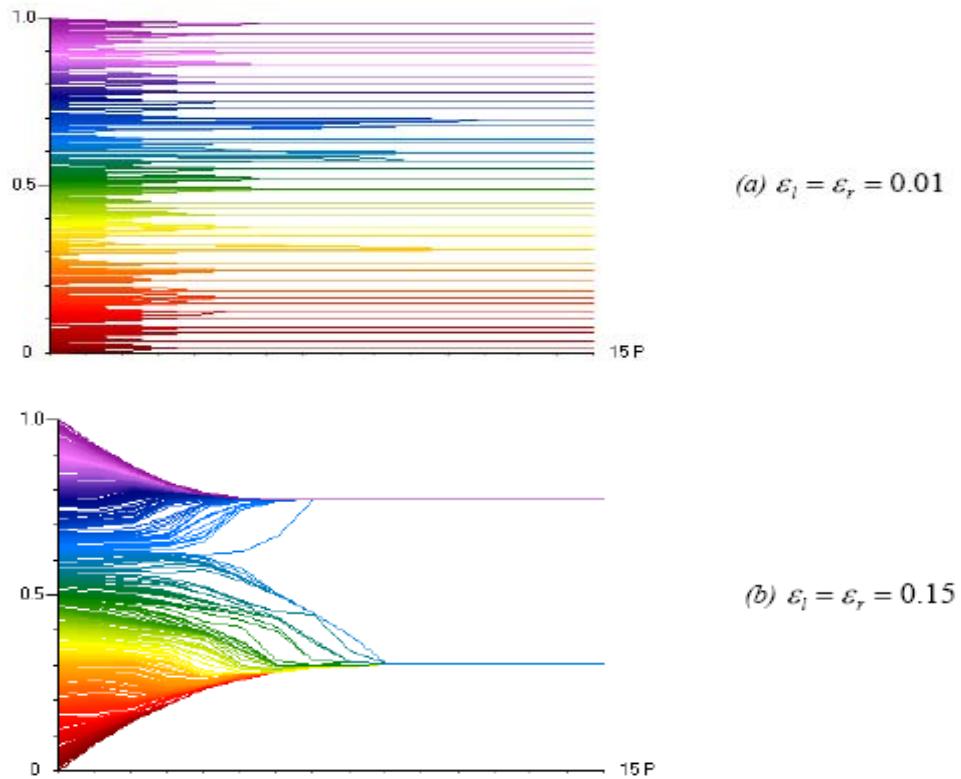
為了力求和 HK 模型的環境均等，這邊把模型參數做了以下設定：

- A. 在 HK 模型中總人口數為 625 人：將 AUTOMATA_SIZE 設為 25，如此總人口即為 $25 \times 25 = 625$ 。
- B. 在 HK 模型中初始意見分佈為均勻分佈：初始意見分佈為均勻隨機分佈。
- C. 在 HK 模型中所有代理人的信賴區間皆相同(homogeneity case)：初始指定意見時所有代理人的不確定度皆設為相同。
- D. 在 HK 模型中有分左、右信賴區間，未必等寬，而本模型的重點並不放在這

個上面，所以為了簡化起見設定所有的情況下左右信賴區間都等寬，而統一稱為不確定度，而之後比較結果也只會和 HK 模型中左右信賴區間等寬的情形來比。

由於本實驗完全只有資訊性影響，自始至終都只進行自由意見交換，沒有輿論存在，故不會產生意見和態度有差異的情況，所以實驗中只會關注意見層面的動態，不會去看態度層面，另外 red 和 u_threshold 這兩個只和規範性影響相關的參數也因為完全不會用到而可忽略其設定。

仿照 HK 模型實驗進行的步驟，調動整體信賴區間長度(uncertainty)使其從 0 到 1 逐次遞增(每次增加 0.01)，觀察群體意見交流的過程和結果是否隨此調動產生變化，首先給出 HK 模型的結果圖：



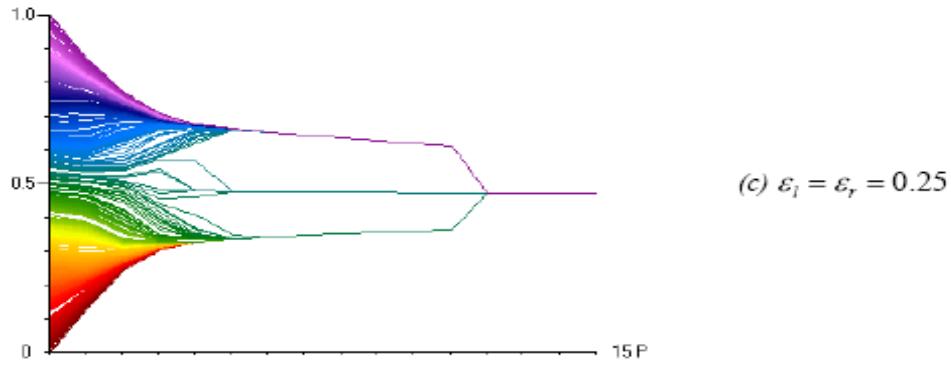


圖 28 HK 模型的實驗結果，衡軸代表時間，縱軸則是意見值，圖上的一點(x,y)即代表在時間 x 時有代理人的意見是 y。全體信賴區間是 0.01 時最終意見分佈是屬於散亂的(38 種不同意見)；全體信賴區間是 0.15 時最終意見分佈是兩極化；全體信賴區間是 0.25 時最終意見分佈是達成一致。摘自[2]。

而本研究的結果作圖如下：

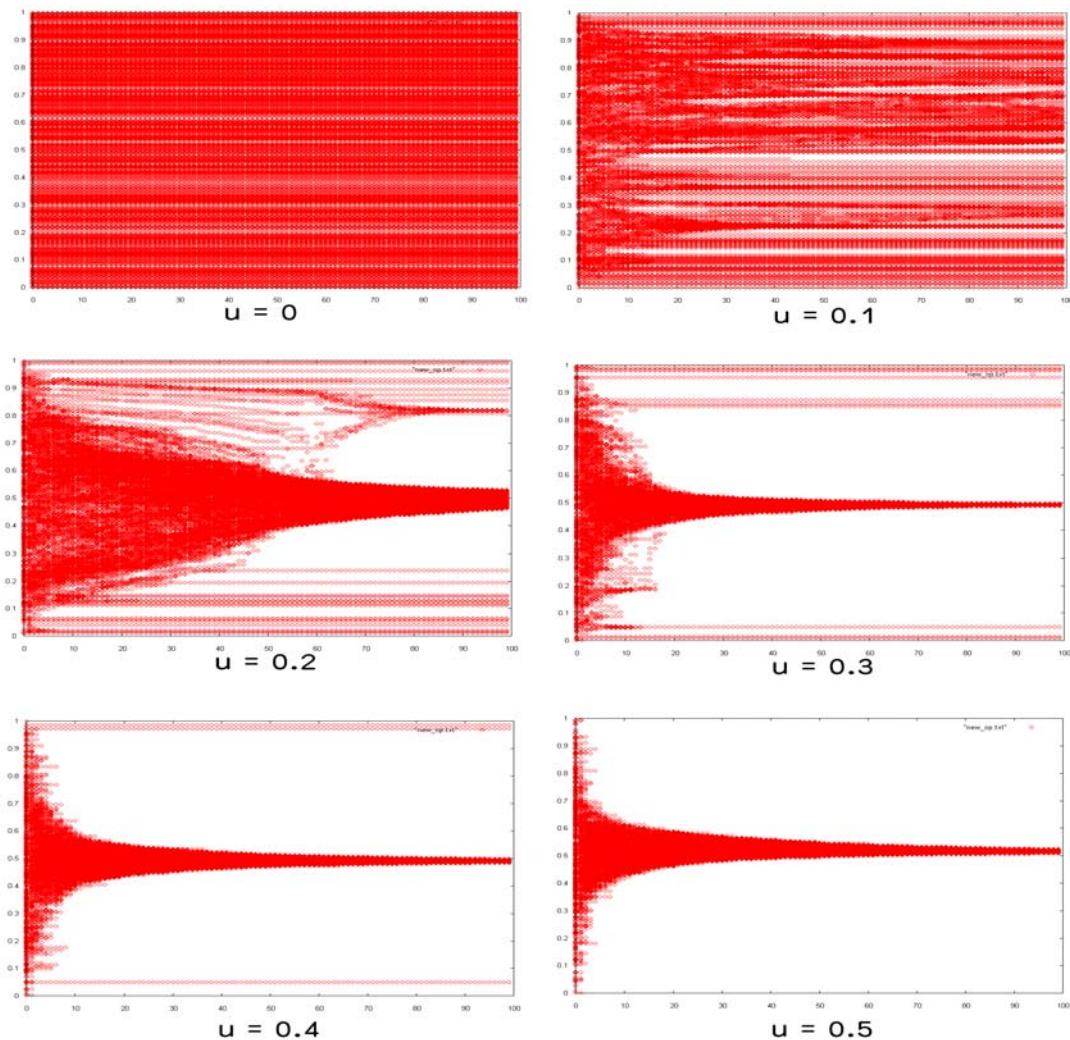


圖 29 本研究調動 u 的實驗結果。

從上面的圖我們可以觀察到 $u = 0$ 時，由於完全沒有任何意見交換，整體的意見分佈自始至終沒有改變，呈散亂狀； $u = 0.1$ 時稍微好一些，但仍是相當分散；從 $u=0.2$ 之後可以很明顯觀察出意見最終分佈於中央的趨勢越來越明顯、集中，而分佈於兩端的群集越來越稀疏，到 $u = 0.5$ 時完全消失。整體的趨勢是隨著 u 的增加，整體意見集中的速度愈來愈快，最終的意見也愈趨一致。 $u = 0.1 \sim 0.2$ 時經歷了較大的改變(從沒有顯著的意見群集到明顯可以看出三群)，所以我們再深入把這段區間分成五等份，將其最終意見分佈情況並列比較之，如下圖：

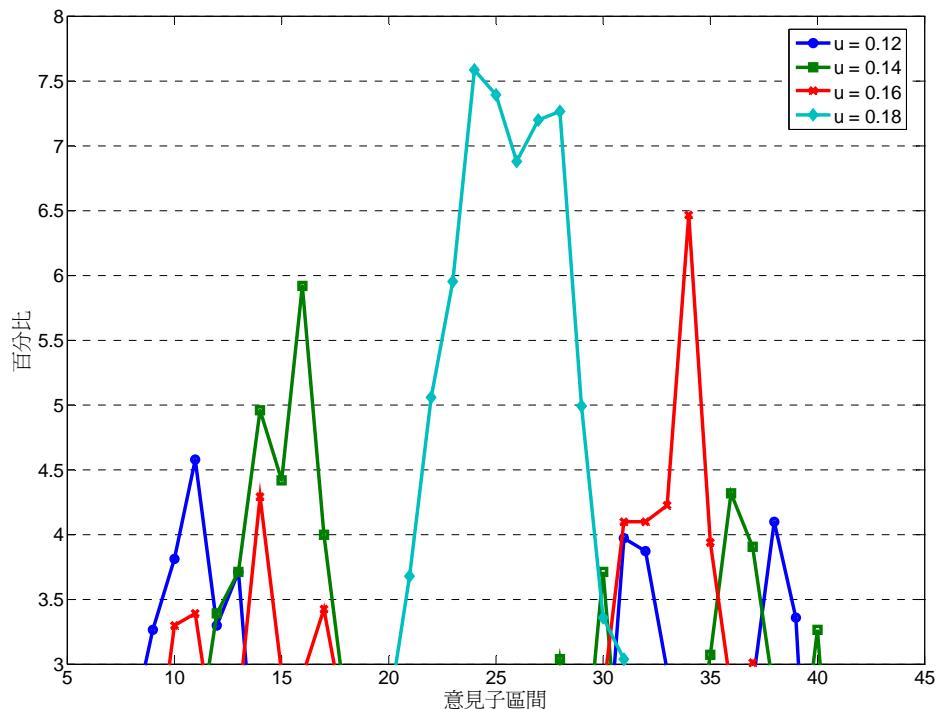


圖 30 $u = 0.12 \sim 0.18$ 形成的最終意見分佈情況比較(為使圖簡潔，若落在某一子區間的人口小於 3% 本圖不畫出)。

上圖的橫座標表示將 $[0,1]$ 分成 50 個等長的子區間編號，縱座標表示最終意見落在某個子區間的人數佔全體的百分比(例如: $x = 25, y = 7$ 代表經過意見交流後落在 $[0.25, 0.26)$ 的人有 7%)，由這張圖我們可以很明顯地看到 u 從 0.12 時的散亂分佈，慢慢往中間集中，到 $u = 0.18$ 幾乎集中意見於中央的漸進過程。

為了完整呈現逐步調整參數 u 對意見動態的影響，在 HK 模型中將此過程比

擬為為”walking along the diagonal”，這是因為該研究中考慮左右信賴區間構成的二維參數空間如下圖：

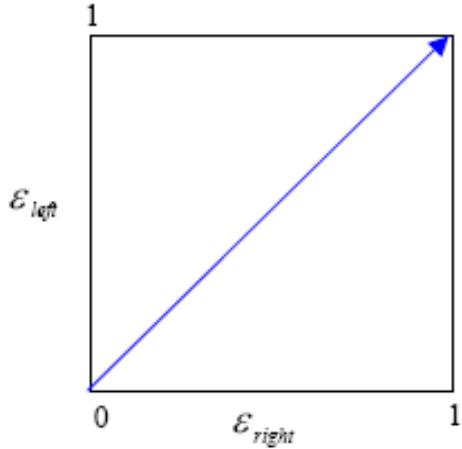


圖 31 Walking along the diagonal，摘自[2]。

而在左右對稱的情況下調升信賴區間就相當於其值由上圖中的座標(0,0)往座標(1,1)移動的過程，HK 模型將一步(one step)定為 0.01，共計走 40 步(因為走超過 40 步即代表 $\epsilon > 0.4$ ，由圖 30 得知必定導致意見一致)，給出的模擬結果圖如下：

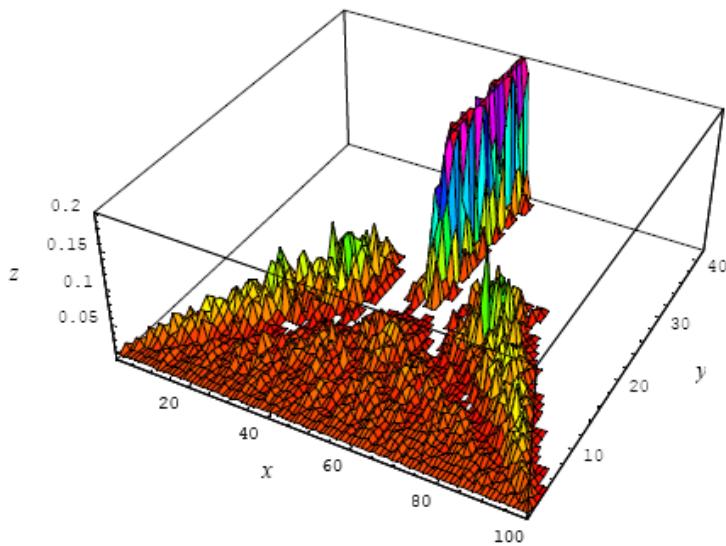


圖 32 Walking along the diagonal in HK model，摘自[2]。

上圖顯示了 40 種不同信賴區間寬度的模擬結果，其中 x 座標是將 $[0,1]$ 切成 100 個等長子區間的編號，y 座標是指跨出了第幾步，z 座標是指意見分佈的頻率，舉例來說 $y = 30$ 的橫截面代表了 $\epsilon=0.3$ 時的最終意見分佈狀況(50 次模擬的平均)，可以很清楚的看到只有 $x = 45 \sim 55$ 的中央地帶有顯著的隆起，即此時的

最終狀態意見非常集中的分佈在 $0.45 \sim 0.55$ 這個範圍內，是為達成意見一致。這樣的圖能夠很明確地將信賴區間的調動對最終意見分佈造成影響在一張圖裡面表現出來，本研究也同樣製作了這樣的圖如下：

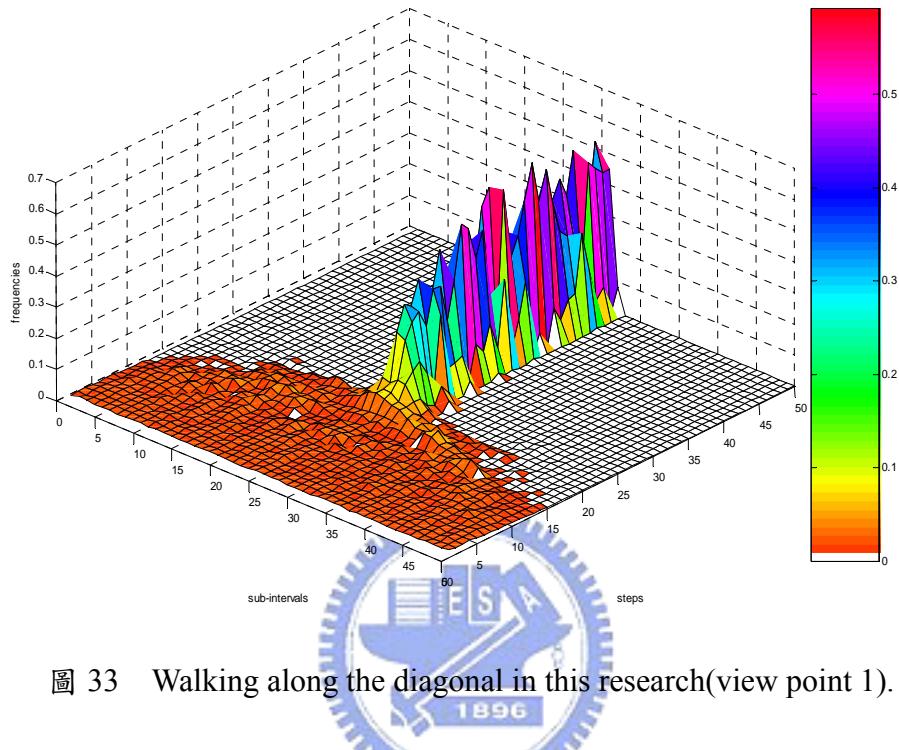


圖 33 Walking along the diagonal in this research(view point 1).

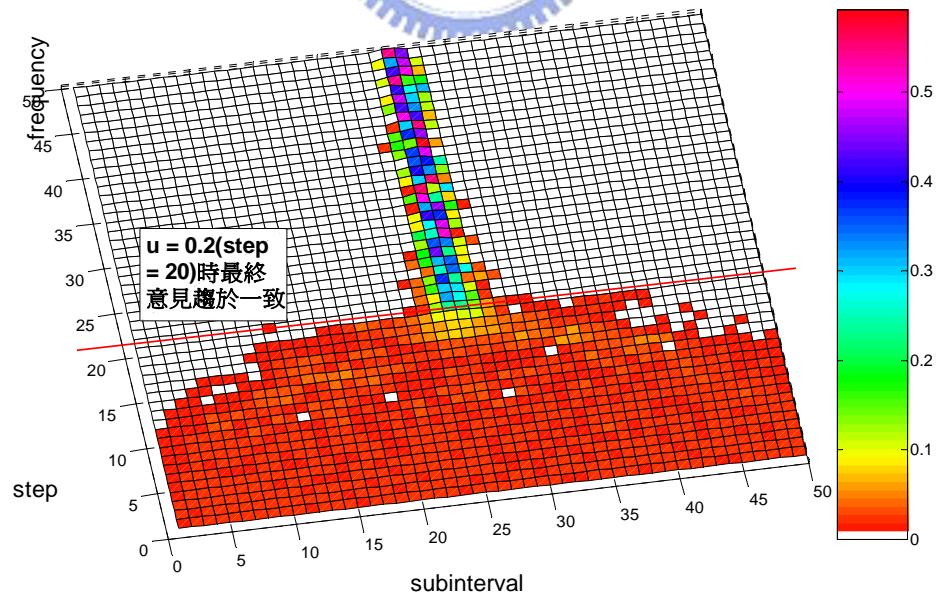


圖 34 Walking along the diagonal in this research(view point 2).

由上圖可以看出在本研究模型中 $u = 0.2$ 是一個分界線，若 u 小於 0.2 則最終

意見不會達成一致(且越小最終意見越分散)；當 u 大於等於 0.2 則意見就趨於單一(越大最終意見越集中)，將本研究和 HK 模型的結果並列可以更清楚地比較異同：

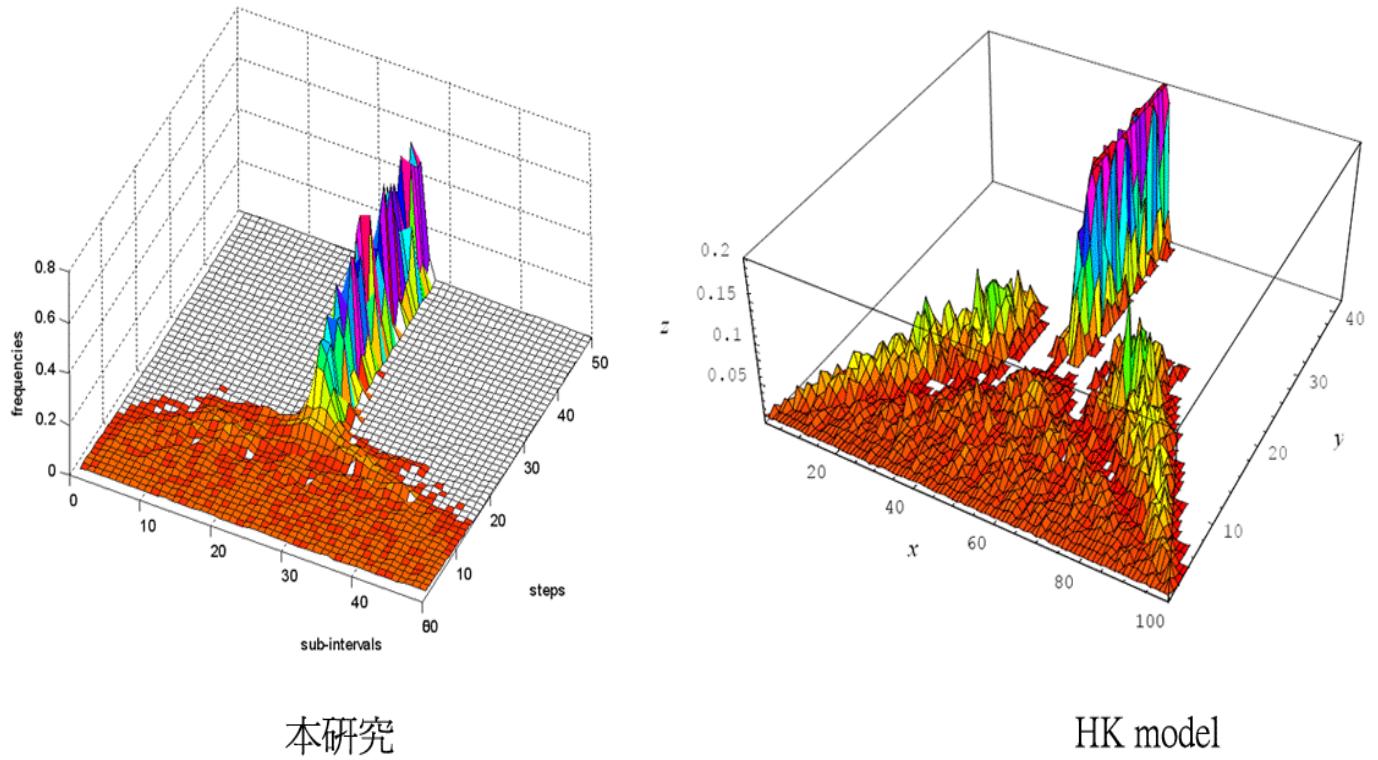


圖 35 本研究和 HK 模型的結果比較。

觀察左右兩圖，這邊歸納出相同處如下：

- A.** 一開始 u 較小的時候最終意見分佈極為散亂，隨著 u 慢慢的增加最終意見的分佈趨於集中而達成一致。
- B.** 形成一致都發生在中央的意見，即分佈在 0.5 的正負幾個單位之內。會有這樣結果上的相似並不意外，因為隨著 u 的增加，每個代理人採納的意見範圍越來越大，在 u 較小的時候本來沒有交換意見的鄰居，現在會採納彼此的意見(和自己的意見平均作為自己新的意見)，每個人的意見充分的和他人意見平均後，會形成一個集體的共同意見，而因意見的初始值為均勻隨機分佈，落在 0.5 兩端的人數大致相同，所以其平均大多落在 0.5 左右是相當合理的，

這也是所有有界信心模型的基本共通結果。

主要的相異處如下：

- A. 本研究並沒有顯著的群體意見兩極化區段，從一開始分佈得極廣，到 u 大於 0.15 之後分佈開始集中，最終在 u 跨過 0.2 後陡然達成意見一致；而 HK 模型則是從 $\epsilon=0$ 開始分佈在兩端的意見頻率越來越高(注意中明顯的兩側隆起)，終於在 $\epsilon=0.15 \sim 0.25$ 之間形成兩極化(或三群化)，直到 ϵ 大於 0.25 才形成意見一致。

這樣的差異和提出 HK 模型之論文的最後結論的一段話相吻合，即倘若將 HK 模型的意見互動對象限制在鄰居(無論是採 Moore 或 Von Neumann neighbourhood)，而不是整個群體，那麼意見兩極化的情況將會消失[2]。

究其原因，在 HK 模型中沒有社會網路結構，每個人都有機會交換意見(只要在自己的信賴區間內)，而一開始對於意見接近極端的人只會受到單方面的拉力(例如意見是 1 的人只可能和意見小於 1 的人做平均, 平均之後他的新意見必定小於 1)，意見在中間的人受到兩端的拉力則是一樣的(兩側意見的分佈密度相同)，故抵消，意見維持不變，所以剛開始會是極端者的意見被往中間壓縮、一般人意見不動的過程。但這樣的情況不會維持太久，因為當極端者被壓縮到一個程度後意見的分佈不再均勻(兩旁較密中央較疏)，所以一般人在平均的過程中採納了較多兩端的意見，會開始被往兩邊拉，移動的方向端看他比較靠近哪個極端，最終中間的意見產生「分裂」(split)，形成兩個不再有交流的陣營，見下圖：

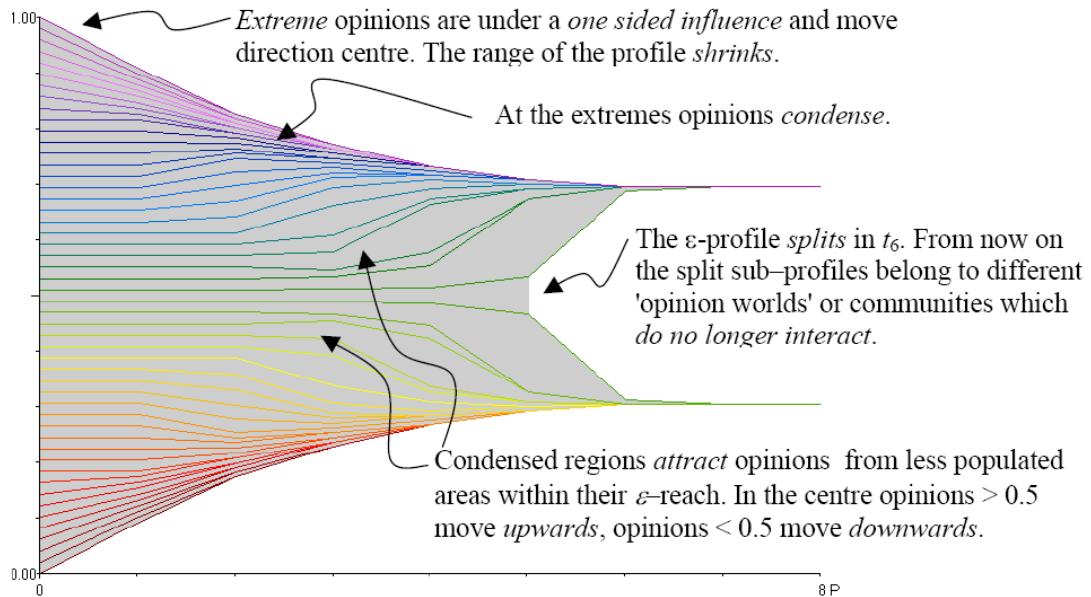


圖 36 HK 模型中最終意見兩極化的成因分析，摘自[2]。

而在本研究的模型中，一開始極端者向中間意見靠攏的情況也會發生，但由於有底層的社會網路結構，且每個代理人所處局部的意見分佈情況不會是完全的均勻(按照大到小對意見排序，每個相鄰意見的距離都相同)，故意見靠近中間的人一開始也會受到不均衡的兩側拉力而向某一方移動，換言之，極端意見雖然也會往中間移動，但中間意見也非靜止不動，而是往兩個極端的其中一個移動，相互靠近形成一局部性的共同意見，兩端意見不斷被壓縮的過程消除了，所以極端意見並不會靠攏到足以將中間意見人口分裂成兩群的情況。另一方面也不會有眾多極端者都集中在某區域，況且極端者的影響範圍也僅止於自己的鄰居，所以他們的意見不會像 HK 模型中同時被壓縮後一起對於所有可觸及的中間意見者施加力量，自然就不會造成整體意見的分裂。由以上討論得知本研究模型在 $G = 0$ 時展現的意見動態與 HK 模型的結果是不違背的，在納入了規範性社會影響的同時兼顧與過去模型的相容性。

4.3 探討意見和態度的落差

接下來要探討的是本研究模型的核心問題—意見和態度的差異，我們會先呈現本模型在一般參數設定下皆然的結果，主要是關注在相同初始值之下，意見和態度是否呈現不同的動態，隨後探討造成兩者差異的起因以及何種參數設定之下這種差異會達到最大，並且和 4.2 節中沒有加入規範性社會影響的情形做比較。

參數方面，我們把 G 設為預設值 2，也就是說當一個人的週遭意見形成一群或兩群時，他就會感受到群體輿論的規範(無論最後是否決定順從)而無法自由交換意見。 $u_{threshold}$ 設定為 0.8，意即當一個人的 u 大於 0.8 以上會視為沒有自身態度，故受到輿論壓力的規範時，由於他本來就沒有任何既有看法，所以並沒有表面順從的問題，只會去跟隨他周圍最大群體的意見(在意見和態度上皆然)。 red 設定為預設值 0.6，意義是如果個體感受到的輿論強度大於 0.6 的話，他就會選擇表面從眾，而態度並不改變。群體人數我們仍維持 25×25 。另外為了簡化及比較考量，所有代理人的 u 仍設定成一樣。

4.3.1 一般性結果



按上述的環境設定，我們整理了加入規範性社會影響後的一般性結果如下：

- A. 儘管初始意見和態度設定為相同，在模型的進行過程中意見和態度的確展現不同的動態，且最後意見較態度分佈得集中：這和預期中的結果相同，我們預測意見自由交換到了一個程度就會產生規範性影響，在規範性影響下有可能是意見改變態度不變的表面從眾情形。圖 37 及 38 是 $u = 0.7$ 時所展現的意見和態度動態圖(擷取出幾個時刻來呈現演變過程)，我們將環型的細胞自動機展開，每個格子的顏色代表一特定代理人的意見，顏色和意見、態度值的對應方式請見圖右方的色條：

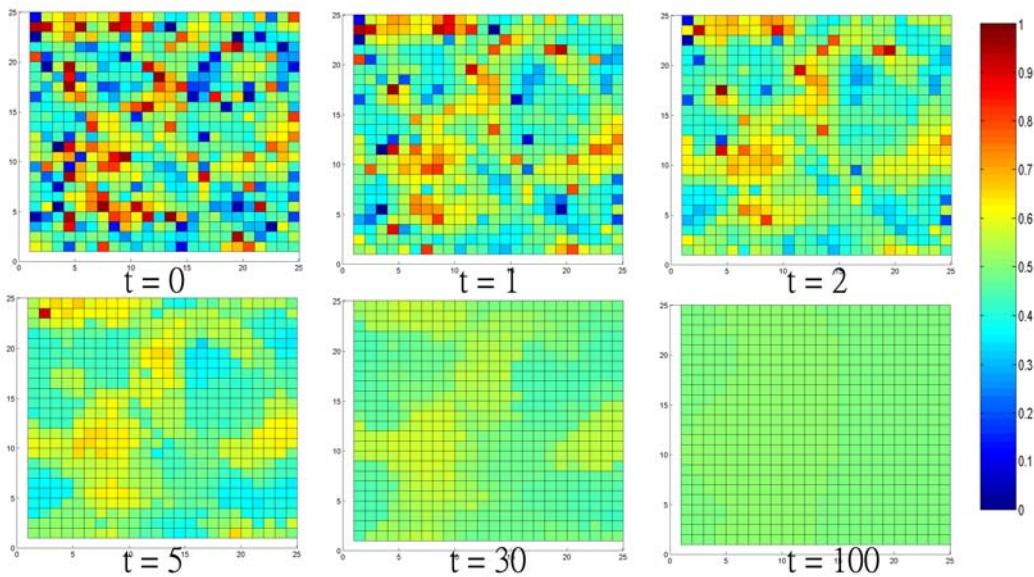


圖 37 意見動態。

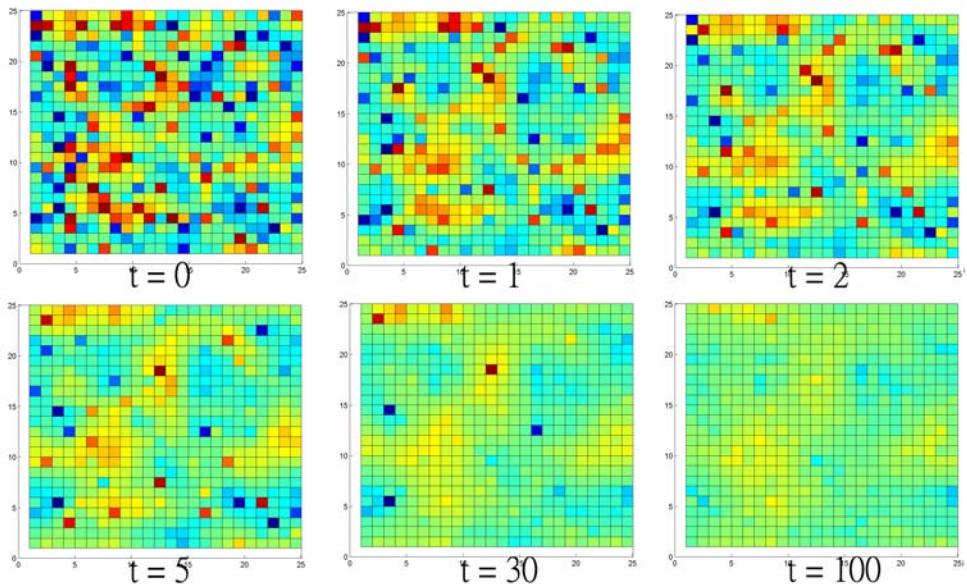


圖 38 態度動態。

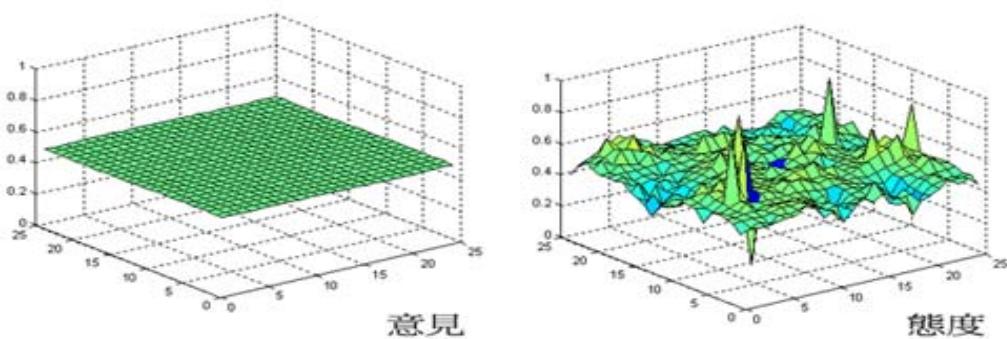


圖 39 用隆起高低來突顯意見和態度最終的分佈的差異。

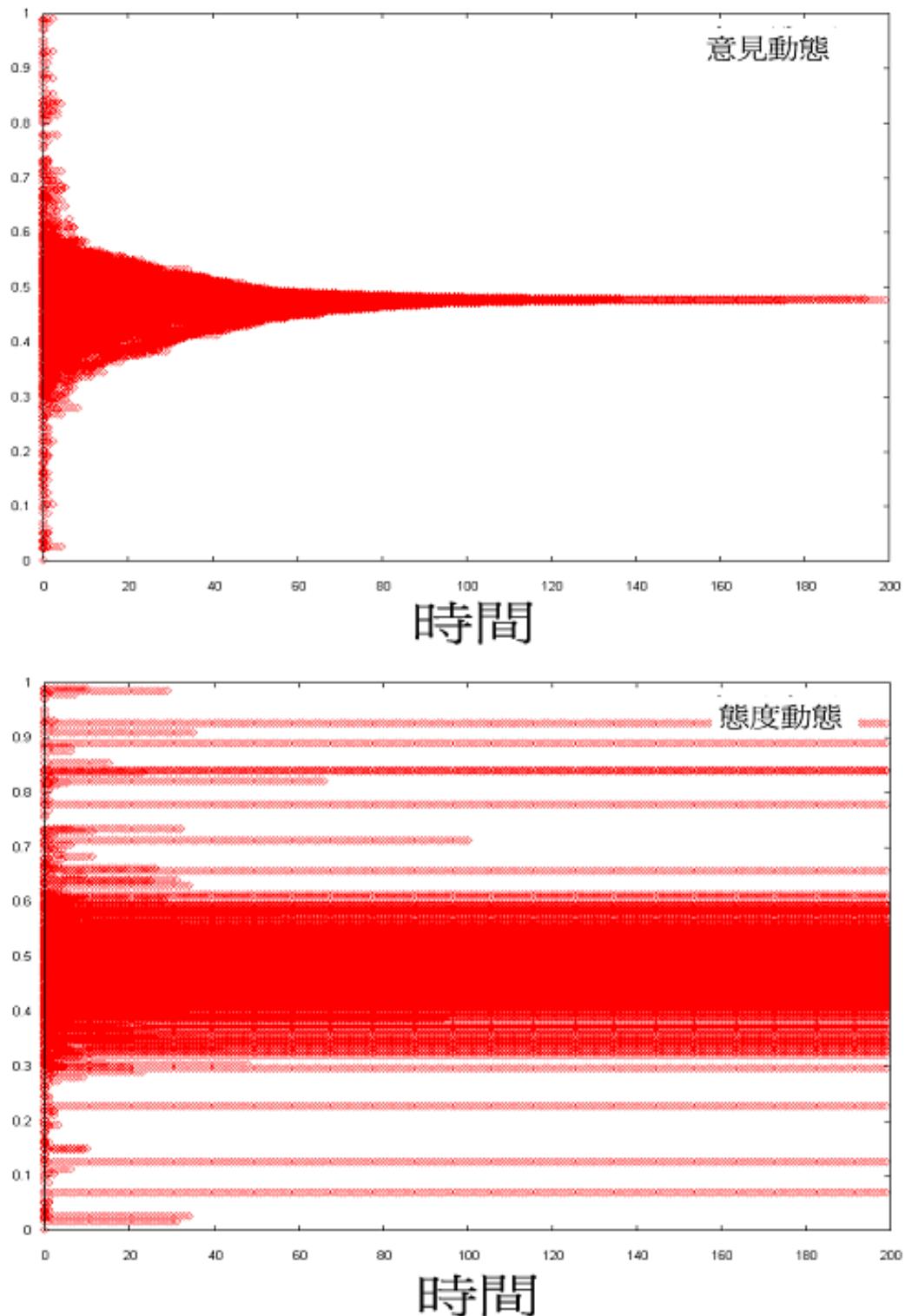


圖 40 意見、態度兩者的動態比較，可以很明顯的觀察到最後意見趨於一致，態度相對而言則分散得多，雖然也有往中間聚合的傾向，但不像意見那樣子持續聚合成單一值，而是在某時間之後就幾乎停止收斂。

圖 39 是以立體的方式呈現意見和態度最終的分佈情形， z 軸上的高低代表意見和態度的值；圖 40 是以紅點在垂直方向上的分佈表示每一時刻的意見態度分佈，不論由何種方式，我們皆可以觀察到同一個初始點下的意見和態度其動態有明顯差異。為了進一步比較意見和態度兩個層面的一致程度，我們在每次迭代時分別紀錄整體意見和態度的標準差，然後並列比較之：

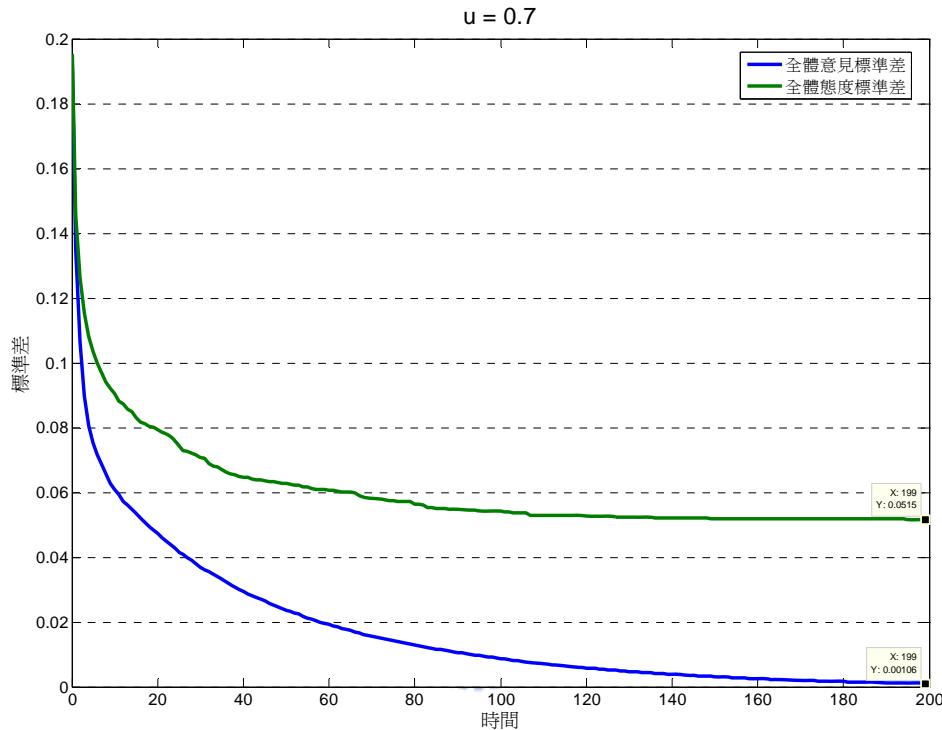


圖 41 全體意見(藍線)、態度(綠線)標準差動態比較，初始值相同，最終全體態度標準差為 0.0515，最終全體意見標準差為 0.00106。

上圖是 $u = 0.7$ 時的情況，比較藍色和綠色線段會發現不論是意見還是態度，整體的走勢都是逐漸降低的，降低到一個程度後漸趨穩定。但意見的標準差始終比態度高，以上圖為例，最後整體意見的標準差皆為整體態度標準差的將近 50 倍，也就是說若以標準差來量化一致程度，意見比態度集中的趨勢仍相當明顯。

B. 資訊性社會影響次數遞減，規範性社會影響次數遞增：此結果如同預期，因為初期意見散亂分佈，所以一個人週遭的意見多半大於兩群，而經過不斷

的意見交流(平均)，群體意見趨於一致，故週遭意見群體數量漸減，當多數人的周遭意見群體數降至兩群以下時規範性社會影響激增(兩者是一體的兩面)。這個推論可以由觀察代理人周圍的平均意見群體數量及規範性影響發生的次數隨時間的變化得到證實，如圖 42、43。

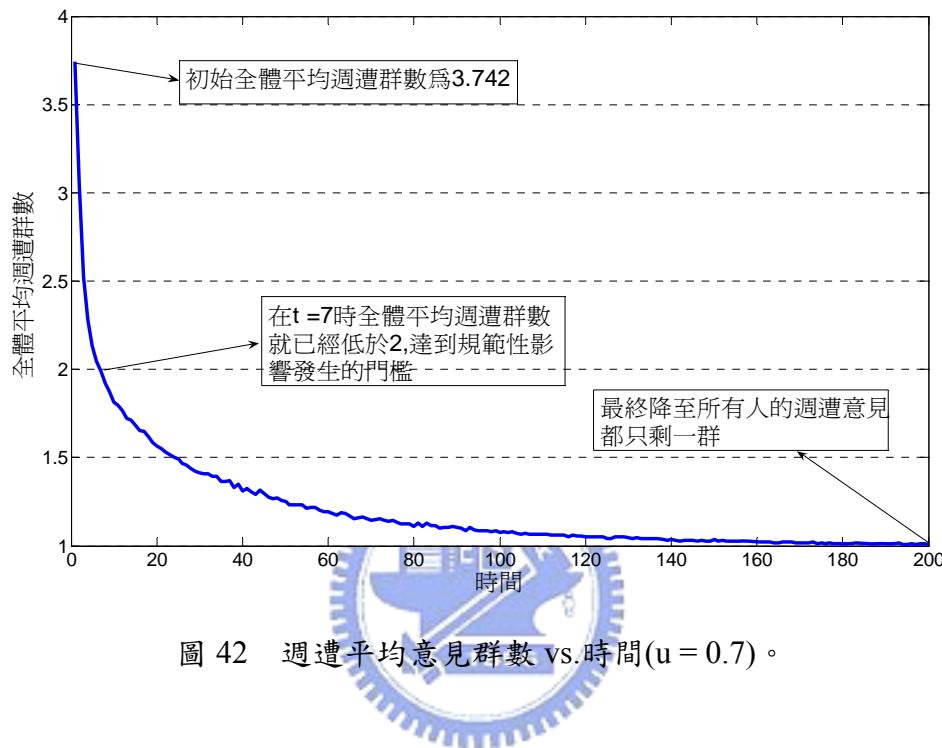


圖 42 週遭平均意見群數 vs. 時間($u = 0.7$)。

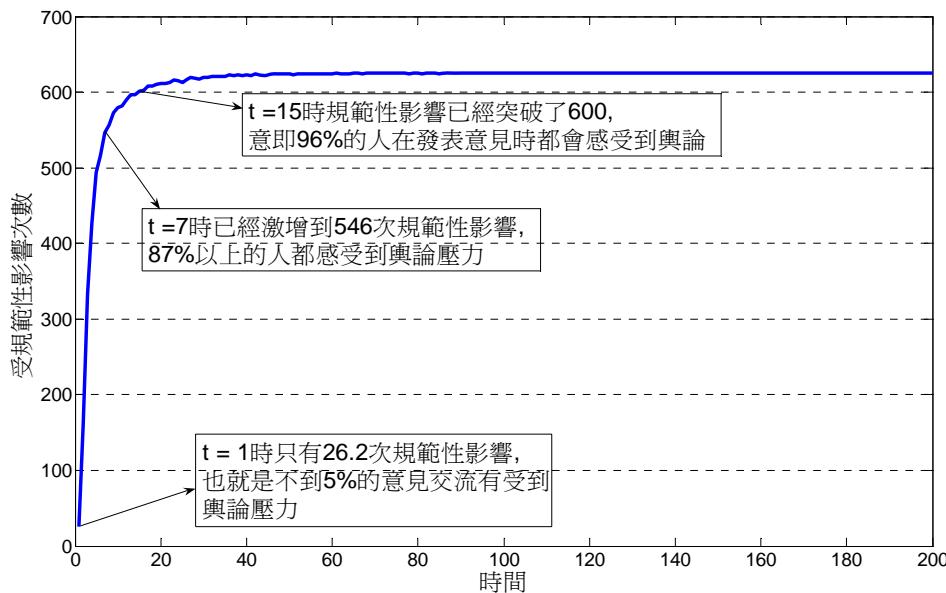


圖 43 規範性影響次數 vs. 時間($u = 0.7$)。

至此我們可以對本研究模型的動態有大致的掌握：在初始意見散亂分佈的情況下，每個人都週遭幾乎都有數量較多的意見群體，此時每個人都能夠表示出自己真正的態度，也能夠在自己可接受的範圍內和他人做意見交換，但這樣的意見交流沒過多久就會導致意見分佈越趨集中，所謂的規範性社會影響(輿論)開始形成，在這個時候每個人要發表意見時必須要考慮輿論，這時候人們會以週遭和自己看法最接近的群體為依歸，且如果輿論壓力太大的話會有表面順從的情形(在 red 設定成 0.6 時，這樣的情形常發生)，此時態度的改變不會再是漸進式，而是突然跳至和輿論相同或是根本不動，所以造成意見持續達到一致、態度大多維持不動的情況，這就是態度和意見之動態差異的主因。

考慮輿論強度隨時間的變化可以有更深入的了解，在形成輿論之後，周圍的意見團體處於兩群以下，所以衡量輿論強度的 factorA(一致度)和 factorB(團體人數)往往都接近 1，所以不論 factorC (態度和輿論的差異度)值為何，這三者平均下來的值都會大於或等於 0.66，略高於 red 設定的 0.6，故表面從眾的次數占絕大多數，意見會持續趨於一致而態度則不會。全體輿論強度平均隨時間的變化如下：



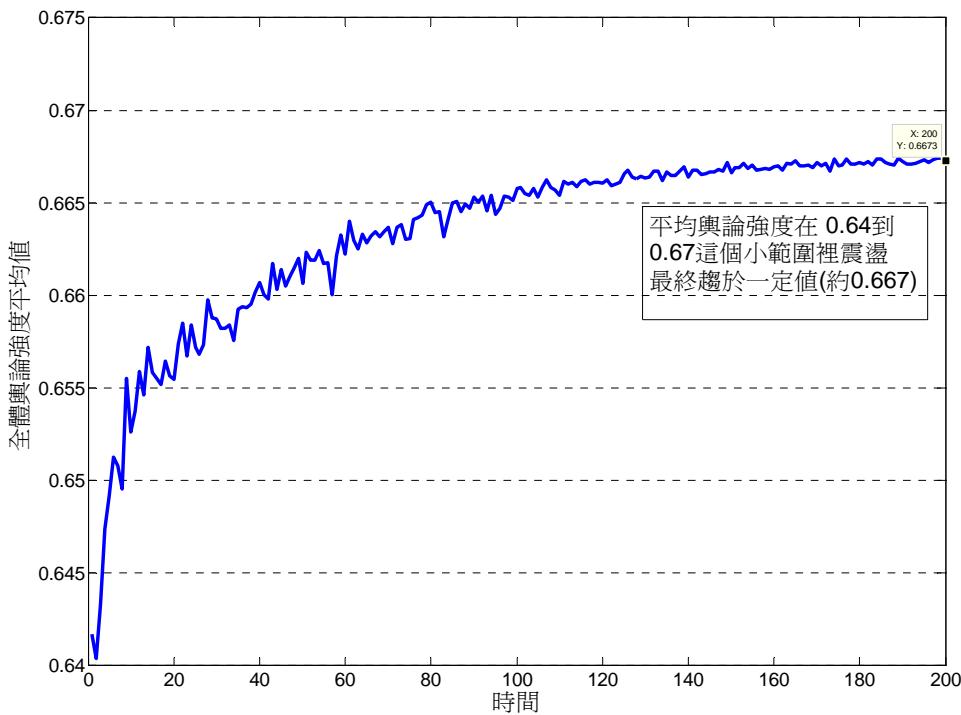


圖 44 平均輿論強度 vs. 時間。

C. 態度和意見的差異雖普遍，但不會太大：因為剛開始的意見散亂分佈，所以必定會有一段自由交換意見的時期，此時沒有受到輿論的壓力，是出於自主的和他人討論，所以意見和態度是同步的，都處於和鄰居靠攏的趨勢；然而彼此靠攏到一個程度時輿論就產生了，根據之前的分析，在 $red = 0.6$ 之下表面從眾的比例非常高，所以這時候態度大多維持著自由交換意見時期最後的狀態，鮮少更動，只有意見會更進一步的因為表面從眾而聚合。綜合上述推論，意見和態度動態的差異是可以預期的，但由於初期的同步變動，所以差異普遍不太大，如圖 45、46 所示。

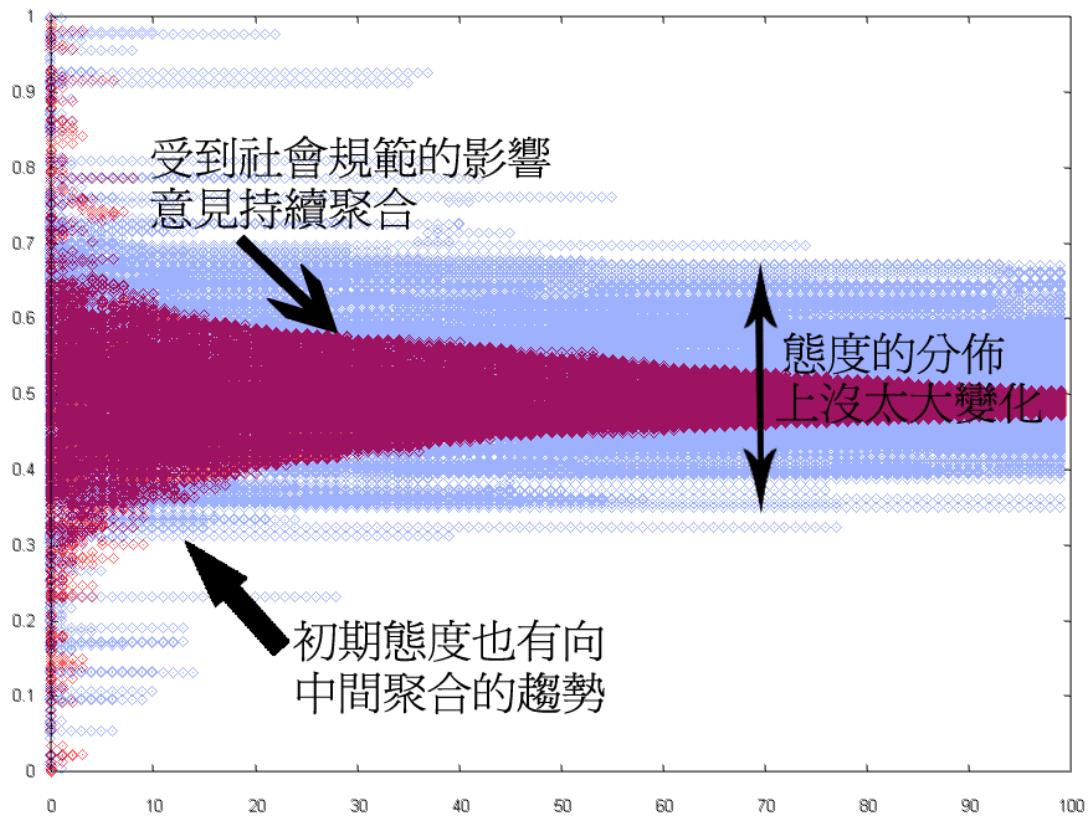


圖 45 意見和態度的動態圖疊合比較(藍色是態度動態, 紅色是意見動態), 由上圖更可以驗證 C.項中所述, 得知意見和態度雖有差異在, 但差異也不至於太大, 因為它們前半段動態相同, 差在後半段的意見持續往中間靠攏。

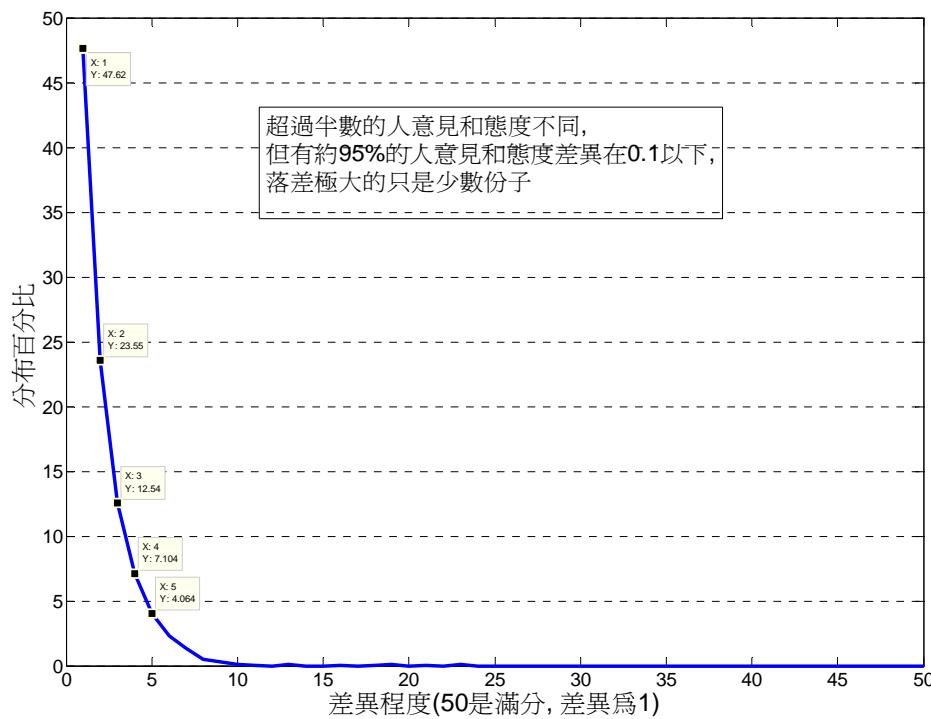


圖 46 最終($t=200$)意見和態度的分佈。

總結以上的幾點主要發現，我們發現這樣的結果和某些生活經驗相符，即一般社會上對於某些議題總會有些約定俗成的看法(因為經過一段時間討論)，是故個人在表達自己的意見時常常會考量到這些所謂的社會規範而順從之，但實際上內心的態度卻不見得和自己表達出的意見完全相同，往往有差異存在，然而對於大部分的人而言這樣的差異並不至於大到相互完全相反的程度，而是在大眾輿論的附近遊走。另一方面，模擬結果某種程度也展現了「人眾無知」現象，也就是說表面看起來意見十分一致的團體探究其成員內心的真實態度或許不如看起來那麼一致。

4.3.2 探討不確定度 u 的影響

在探討完本模型產生的一般性結果後，我們現在來比較在不同的整體不確定度 u 之下的意見動態，由於 u 代表的意義是個人的一種不確定性，所以在初始化模型時整體代理人設定不同的 u 就代表著不同的社會氛圍，例如說當全體代理人 的 u 都設定為 0.9(大於 $u_{\text{threshold}} = 0.8$)代表社會上每個人對於此議題不確定程

度都很高，每個人都沒有自己既定的看法，完全處於互相觀察以獲取資訊的狀態，所以當輿論開始形成時他們會傾向直接接受最多人持有的那個意見；而當全體代理人的 u 設定為 0.5 則代表社會上每個人對於此議題有自己一定的看法，會在一個範圍內蒐集他人意見，有輿論形成時他們傾向去附和和自己態度最接近的那個，當輿論力量過大時(大於 $red = 0.6$)他們則會選擇表面順從；如果全體代理人的 u 設定為 0.1，那麼整個社會上充斥著極端堅持自己看法的人，他們幾乎不太管他人意見為何，難以形成輿論，就算形成輿論其強度也很難跨過讓他們改變態度的門檻，所以可以想見不會形成一致的整體意見。由以上的推論，我們預測 u 過高或過低都不會有態度和意見的落差，當 u 不大不小時應該會有最多表面從眾的情形發生。本實驗將整體不確定度大致分為三群加以討論， $u \in [0,0.4)$ 為低不確定度， $u \in [0.4,0.8]$ 為中不確定度， u 大於 0.8 為高不確定度，下面是實際的實驗結果，本實驗中各個全域參數仍維持預設值。

A. 低不確定度： $u \in [0,0.4)$ 時由於其計算出的 red 較預設值 0.6 要大，所以 red 值被此較大的值覆蓋過去(模型規則)，此時代理人的輿論頻譜就像是圖 47：



圖 47 低不確定度之輿論頻譜。

且隨著 u 值越小上圖中的綠色段越長，也就是說要讓一個人表面從眾是非常難的(在 $u = 0$ 時是完全不可能)，實驗的結果也證實了這樣的預測，從下圖我們可以明顯的看到在三個不同的 u 設定之下每一時刻表面從眾的次數都非常少(總計 625 次意見互動中只有不到 4 次產生了表面從眾)，但仔細比較發現在 u 較大時還是比 u 較小時發生的次數略多。

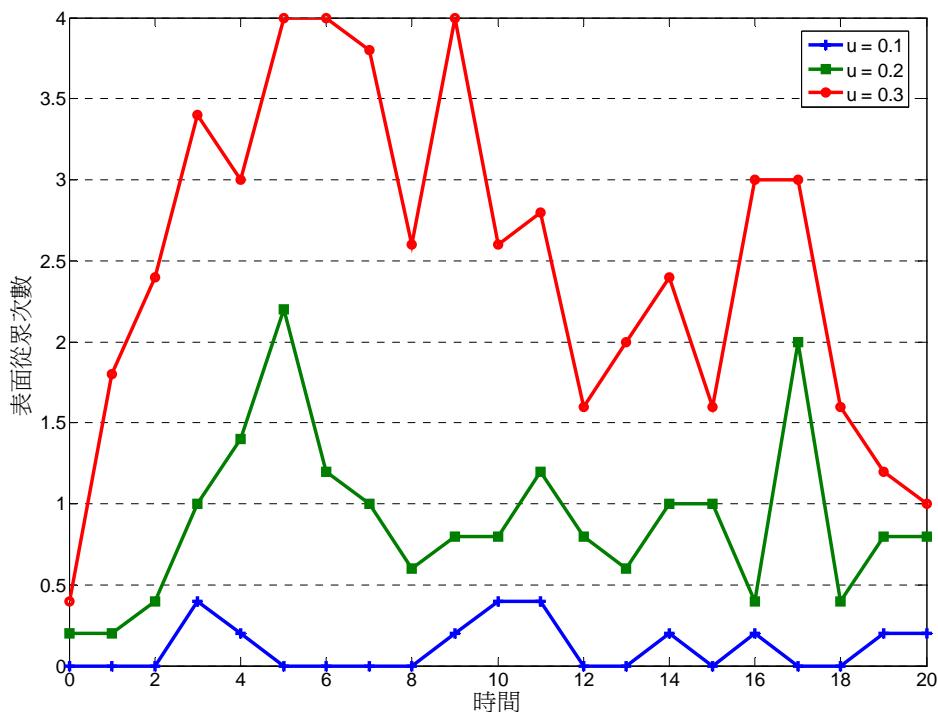


圖 48 低不確定度時表面從眾次數比較。

正因為表面從眾發生的次數如此少，所以意見和態度落差普遍來說都是完全沒有，如圖 49：

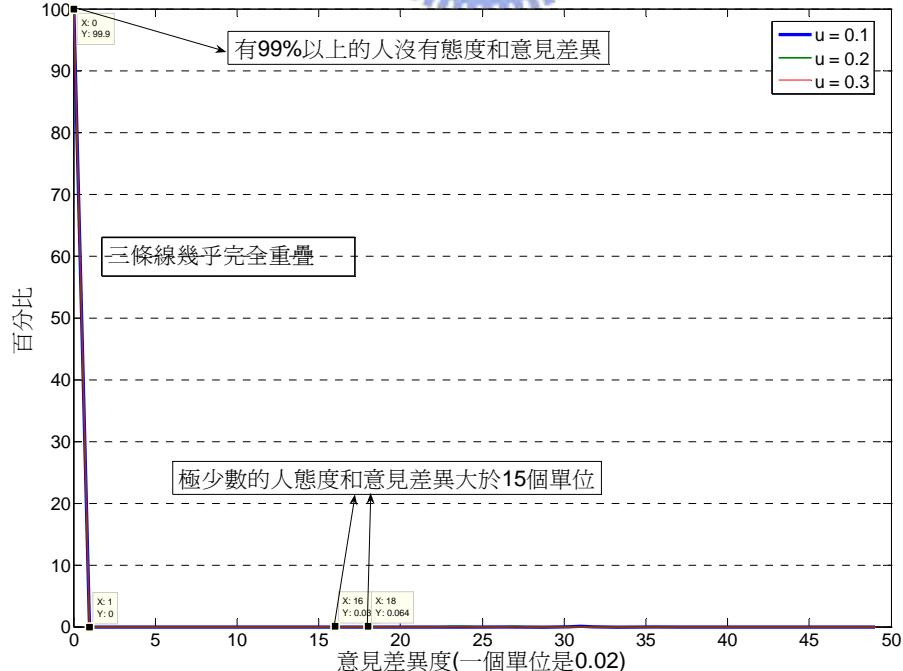


圖 49 低不確定度時最終意見和態度的差異。

B. 中不確定度： $u \in [0.4, 0.8]$ 不確定程度為中等，這時候 red 將會是設定值 0.6，所以代理人的輿論頻譜會像是下圖：



圖 50 中不確定度之輿論頻譜。

上圖中的黃色段會隨著 u 值的增加而增長(綠色段被壓縮)，代表不確定度越高的代理人越有可能順從輿論，但當輿論壓力超過 red 門檻代理人會選擇表面從眾。在這樣的情況下，可以預見的，當輿論形成時因為表面從眾、私下接納以及不從眾三種行為都很有可能發生，意見的動態將會最豐富，而意見和態度的落差在這個區段也最能清楚觀察到，如下圖：

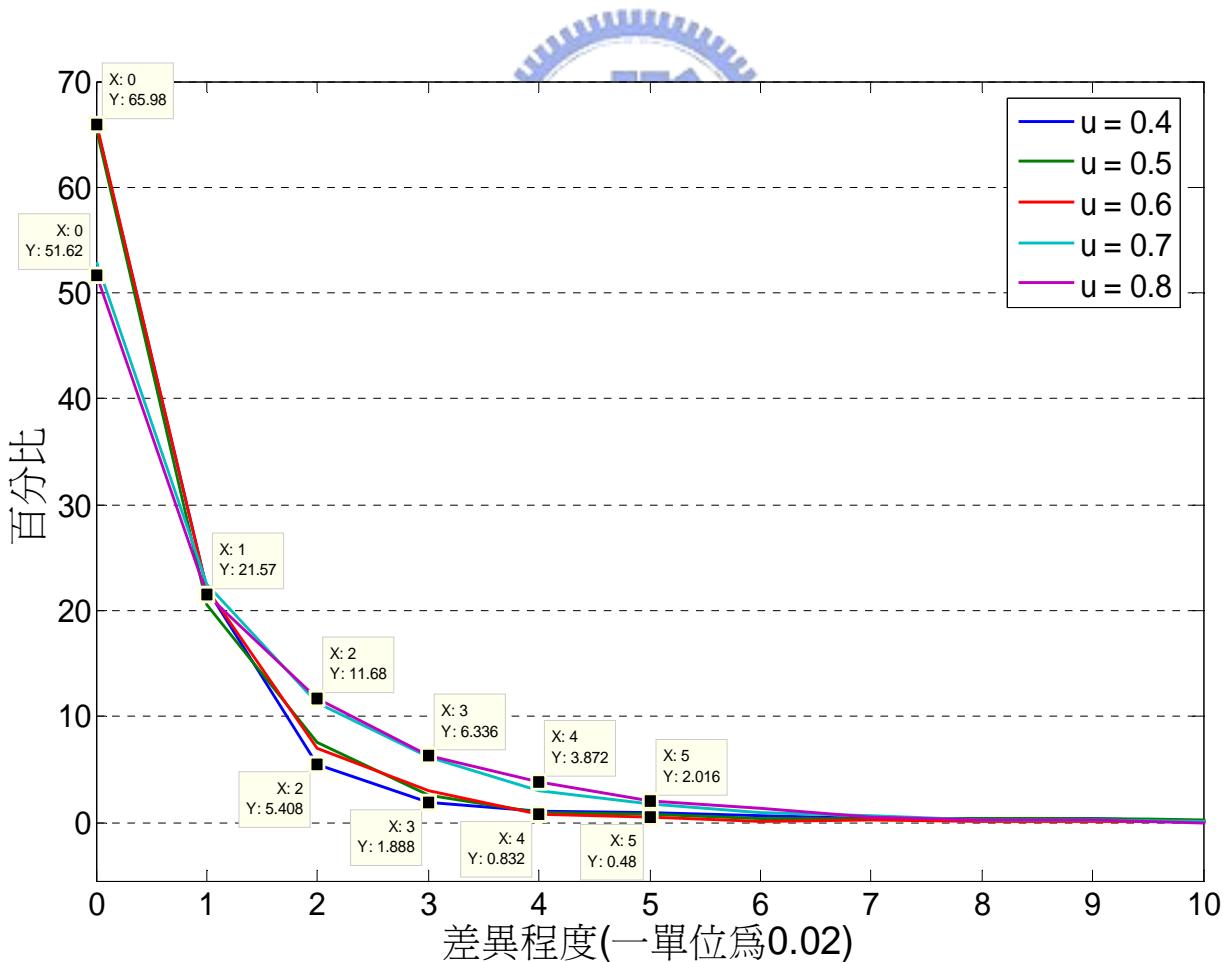


圖 51 中等不確定度下意見和態度落差的情形。

由上圖我們可以觀察到此時的確會有意見和態度的落差存在(在 $u=0.7$ 和 0.8 時有半數的人態度和意見存在差異)，但隨著差異程度的增加，有著這樣差異的人急速降低，如同前面的探討，這樣的現象和初期的自由意見交換有關係，那時意見和態度的動態是同步的，不斷地和他人的意見做平均，而在群體意見一致到某種程度後才開始進入規範性影響的階段，此時就算是表面從眾大致上也不會和自己的態度差太多，造就了上述的態度意見落差分佈。

另外值得注意的是雖然同屬中等不確定度，但可以發現不確定度為中等偏高($u = 0.7, 0.8$)和中等偏低($u = 0.4, 0.5, 0.6$)仍有差異，實驗結果顯示中偏高的那群造成的落差明顯大於中偏低時的落差(見圖 51，中等偏高的情況有近半數的意見和態度有差異，中等偏低的時候則只有三分之一)，這是一開始沒有預料到的情形，見圖 52 可以清楚地看到在 $u = 0.6$ 時最終意見的分佈仍為一個範圍，但到 $u = 0.7$ 時最終意見都集中在一點上面，以下將探討是何種因素造成中高不確定度時意見會持續靠攏，而中低不確定度下卻不會。

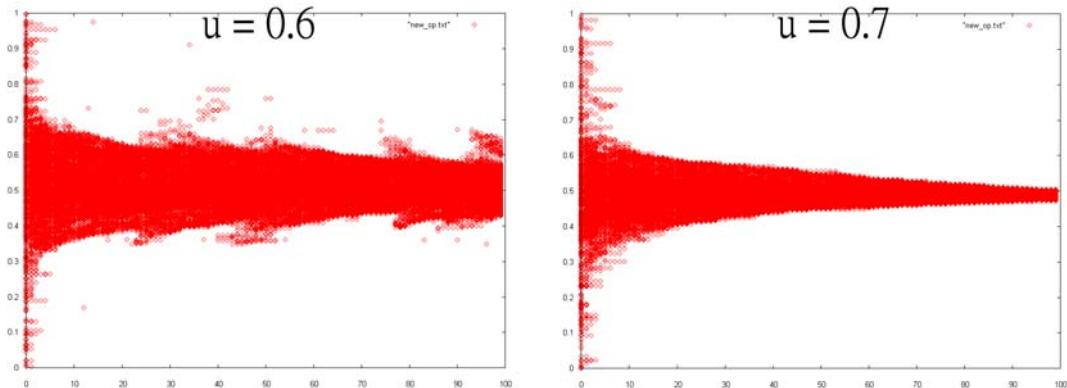


圖 52 中低不確定和中高不確定度的比較，橫軸為時間，縱軸是意見的分布。

我們猜測會有這樣的差異是因為不確定度大的情況下初期的意見交換較徹底(因為每個人的信賴區間較大，意見交流的對象比較廣)，所以到後來進入規範性影響盛行階段時多數人的週遭意見都因為夠集中而被判定為一群，導致每個人都會去順從該群的群中心(由群內成員平均而得)，也正因為意見的集

中導致輿論強度大於 red，造成意見改變態度不變，拉大意見和態度的落差；在不確定度較小的情況下，意見混合應該較不完全，所以進入規範性影響盛行的階段時會有兩群的意見團體存在，此時代理人只要選擇和他態度最相近的群體作為輿論來源即可(故就算表面從眾意見和態度落差也較小)，所以整體就維持這樣的兩群並存，意見分布較散，圖 53 是將數個 u 值造成的平均局部意見群數隨時間的變化並列比較。

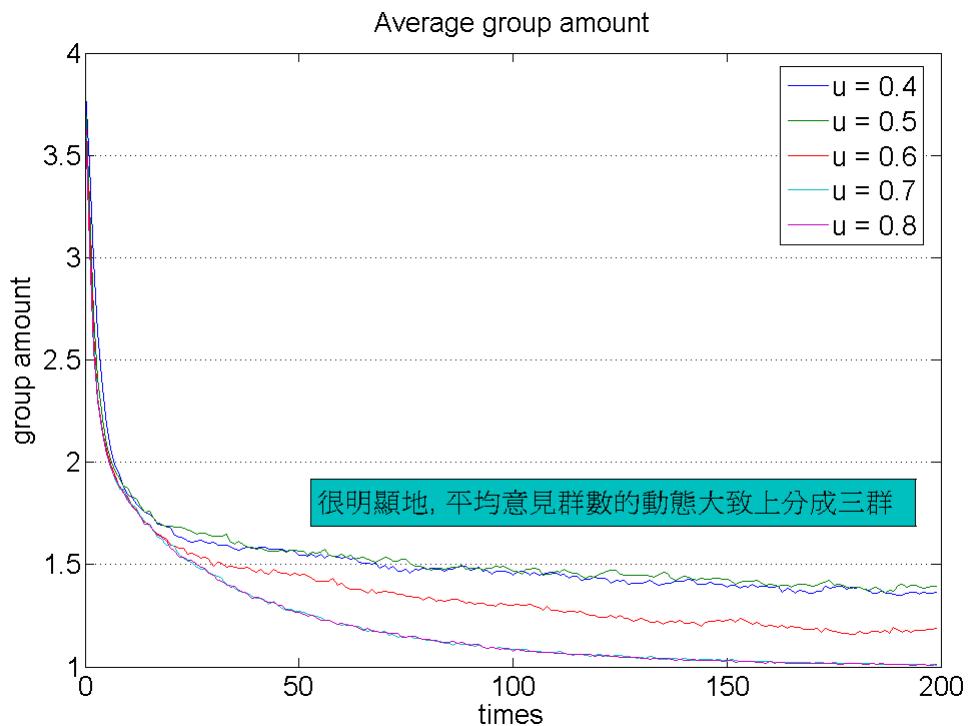


圖 53 時間 vs. 平均局部意見群數。

觀察上圖可以發現只有中高不確定度時最終意見會收斂到一群，不確定度為中低時雖然平均群數也有隨時間下降的現象，但都收斂在大於一群，可見仍有一定數量的人其周圍有兩個意見群體，前述的假設得到了證實，經過更進一步的實驗，發現最終意見會普遍被判定為一群的門檻是 $u = 0.64$ 。比較表面從眾次數會可再次印證上述事實，如圖 54。

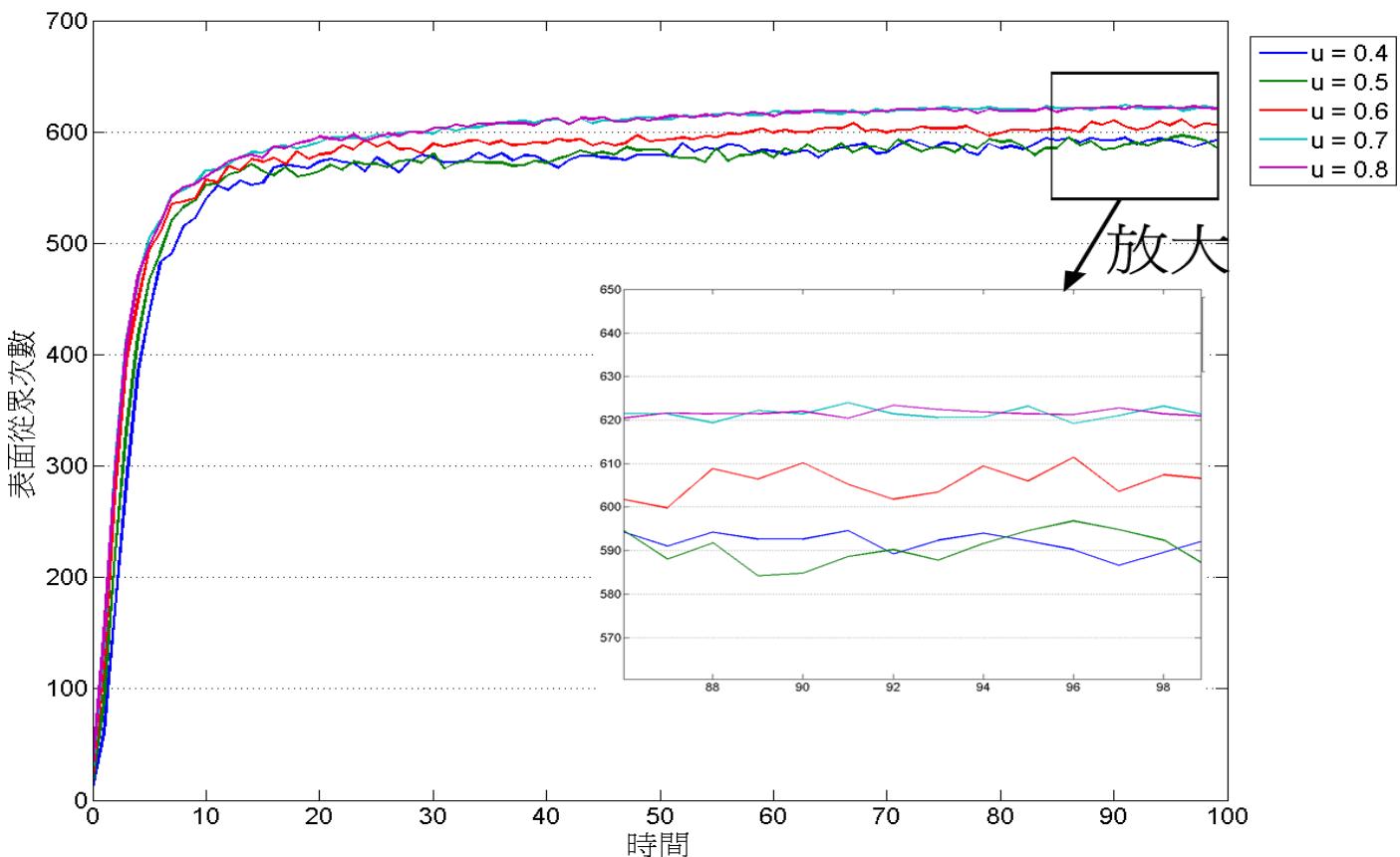


圖 54 調動不確定度對於表面從眾行為次數的影響。

觀察上圖，會發現雖然整體趨勢是相同的，但是在不確定度屬於中等偏高時，其表面從眾的次數略多，故此時意見和態度的落差較普遍。

C.高不確定度：當 u 大於 0.8 就屬於高不確定度，在面對輿論時，高不確定者並不會計算輿論強度，也就沒有輿論頻譜，他只是看看附近最多數的人持有哪個意見，然後順從之(包含意見及態度)，故態度和意見動態完全動步，不會有落差。

總結上面的三種情況，我們可以了解到在本模型中，態度和意見的差異在整體處於一個中等不確定程度時最甚，這和直覺相符，試想若一個社會中的人都毫無自己的意見時，他們總是聽到什麼就相信什麼，跟著大多數的人行動是唯一的準則，既然沒有自己的看法，當然也就沒有意見和態度落差的問題；相反的，當一個社會上充滿了很少參考他人意見的人，那麼大眾一致的輿論本身就很難形

成，就算局部形成了些許輿論，其強度也不足以強到迫使這些高度自信者來順從，所以這群人總是怎麼想就完全的表現出來；一個中等不確定程度的社會就很像我們日常生活中面臨的環境，大多數人對於一個複雜的議題沒有通盤掌握的能力，或是議題根本就沒有所謂的對錯，此時每個人或多或少有些自己的看法，在沒有顯著的輿論壓力之下我們也會和他人做意見交換，不過一旦遭受到過大的輿論壓迫時，大多數人反倒就不會打從心裡相信，而是選擇表面順從，就像認知失調論和自我知覺論所預測的那樣，造成意見和態度的差異。

4.3.3 探討參數 G 的影響

如同前面所提到的，全域參數 G 控制著自由討論發生的難易度，當 G 越大時越容易產生規範性影響而阻斷自由討論， $G = 0$ 的結果在 4.2 節已經呈現過，代表著一個完全不會發生規範性影響的社會，每個人能夠隨心所欲的發表和接收意見，較確定的人就少聽別人意見一些，較不確定的人就多聽一些。而 $G = 2$ 的初步結果目前也已經有初步的了解，現在我們再考慮另一種較極端的情況，即 $G = 3$ 之下的意見動態，這代表一個規範性影響極易發生的社會(只要一個人周遭的意見不超過三群)，較之 $G = 2$ 時更早進入規範性影響盛行的階段。

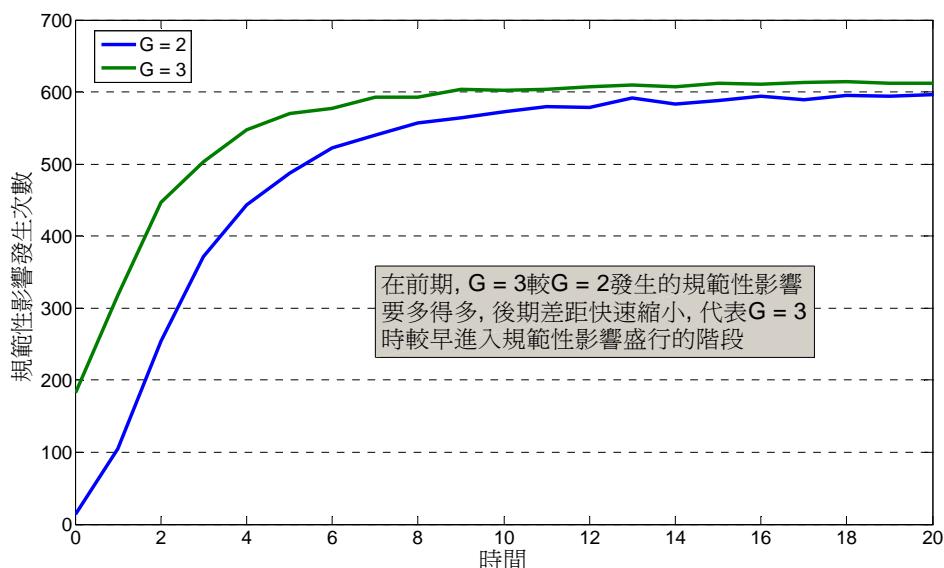


圖 55 $G = 2$ 和 $G = 3$ 時的規範性影響發生次數比較。

圖 56 顯示了不同 G 之下的意見動態，和只有資訊性影響($G = 0$)下的結果相比，在加入規範性影響雖然意見一樣會往中間靠攏(初期意見紛亂時的自由討論)，但到了輿論形成時，意見的彼此平均就會被阻斷，接下來只是數個現存意見群體的人數消長過程，每個人向周遭最接近自己態度的輿論靠近，但意見群體間不會再相互靠近(進入規範性影響後最主要的效應)，所以意見必定會比自始至終都不斷在做意見平均的純資訊性影響社會來得分散，且當 G 愈大時自由意見交流的過程就愈早結束，故意見分佈得愈散，圖 57 為局部平均群數的比較，發現的確是 G 較大時平均群數較多。另外，雖然 G 大時較早進入規範性影響階段，但因為有比較多的輿論群體可以選擇，所以意見和態度的落差並沒有更明顯。

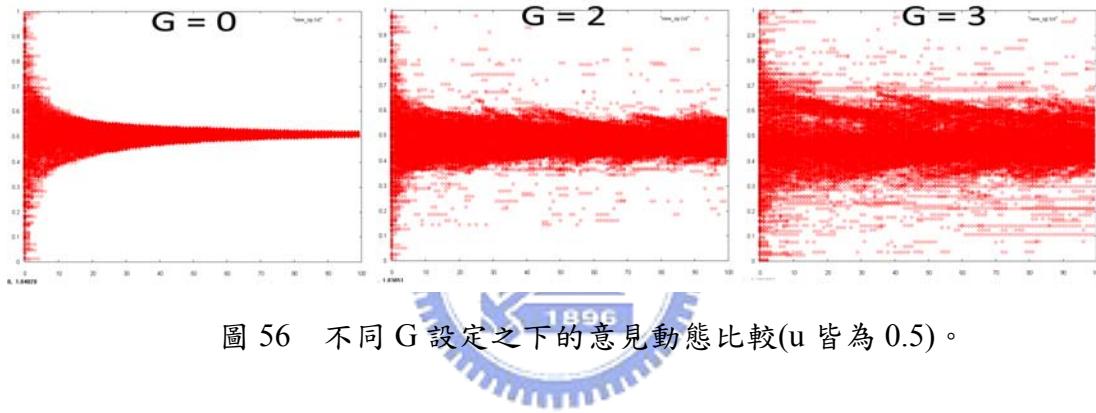


圖 56 不同 G 設定之下的意見動態比較(u 皆為 0.5)。

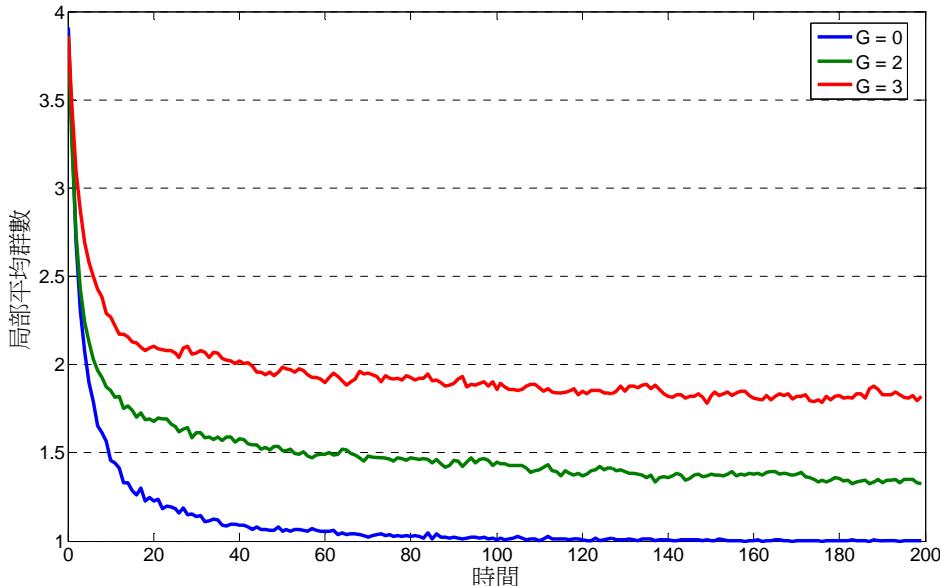


圖 57 不同 G 的局部平均群數比較。

4.3.4 探討表面從眾門檻 red 的影響

表面從眾門檻決定了輿論強度高於多少時代理人會選擇表面順從，而經由實驗，發現輿論強度對於參數設定不敏感，不論是調整 u 或是不同時刻下的觀察，絕大多數的時候始終在 $0.6 \sim 0.7$ 這個範圍內震盪，偶有幾次零星的落於此範圍之外也難以改變整體的動向，所以 red 設定在這個範圍內會造成最多樣性的意見動態(表面從眾和私下接納參雜)。輿論頻譜的設定是若 $green (= 1 - u)$ 超過 red ， red 則設定和 $green$ 值相同，所以儘管 red 訂得很低也不會使表面從眾更容易發生，例如：不確定度設為 0.3 時， $green = 0.7$ ，這時候 red 不論是 0.4、0.5 或是 0.6 其實都沒有差別，因為都小於 $green$ ，所以 red 值都會被重新設定為 0.7，結果當然都一樣(red 設定為 0.6 時若要發生普遍表面從眾，則不確定度得設定在 0.4 以上，而 red 設定為 0.4 時不確定度仍是必須要設定在 0.4 以上)。而在 red 設定成較大時，則是輿論強度要大到跨過 red 這個門檻變得非常難，下圖顯示出當 $red = 0.7$ 時，不論不確定度如何調動表面從眾的次數始終非常低。

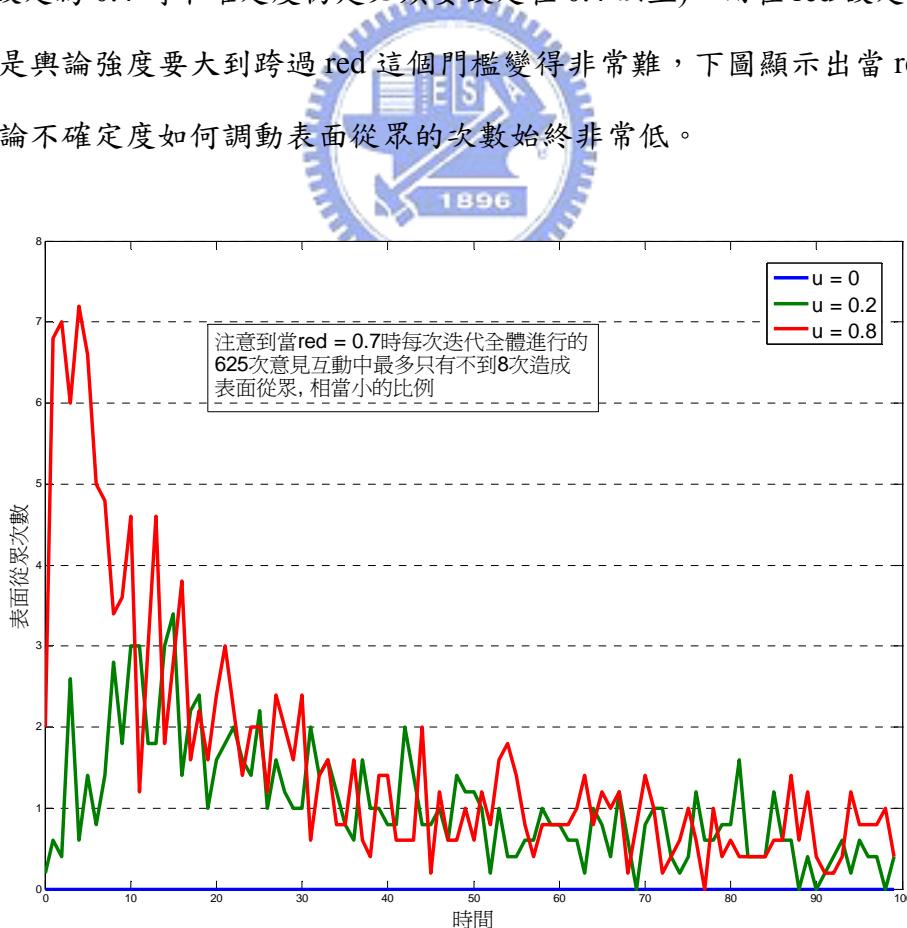


圖 58 在 $red = 0.7$ 之下 u 的變化對表面從眾次數的影響。

由以上的討論我們可以了解到 red 這個參數的有效調動範圍並不大，就其意義上來看，它代表了外在的誘因(懲罰、獎賞等，順從輿論是出於這些誘因)要超過什麼程度才會導致表面從眾，所以訂得過小是不合理的；就模型操作上來看，訂得太大會導致表面從眾門檻幾乎無法達到，意見和態度始終同步，而喪失了本模型提出的主要目的一探討意見和態度的落差。下圖將數種 red 設定之下的表面從眾發生次數做圖比較更加一目了然：

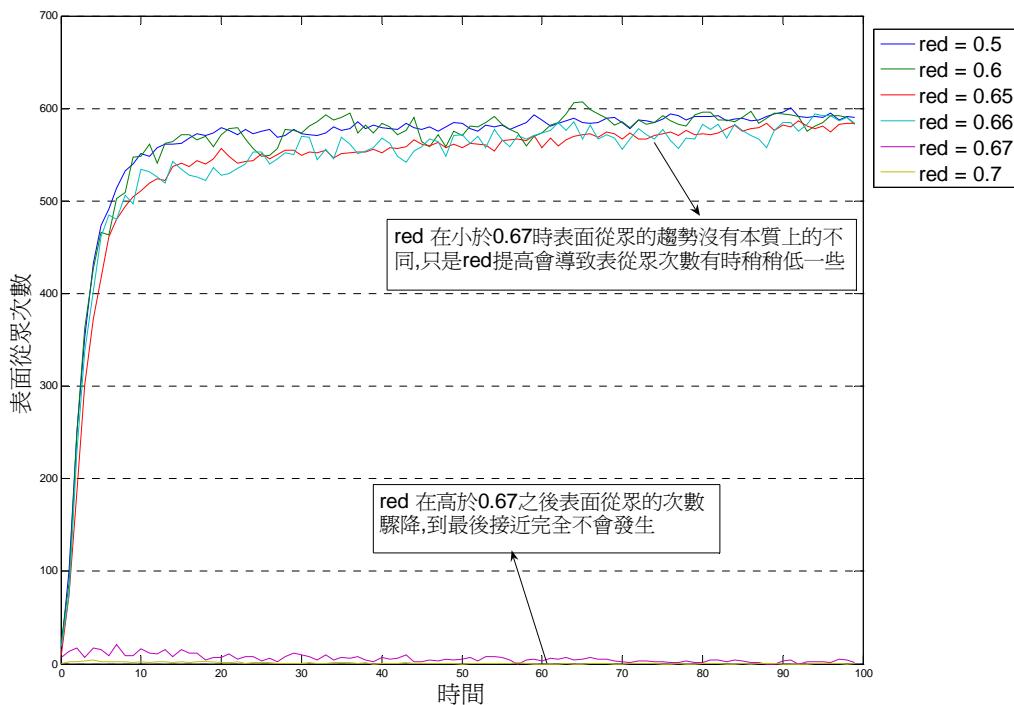


圖 59 不同 red 設定之下的表面從眾次數比較，由以上的討論和本圖的結果，我們得知 red 值的設定上以介於 0.6 ~ 0.67 為宜(到 0.67 以上的表面從眾驟降)。

4.4 探討代理人非同質之下的意見動態

在探討完本研究模型的基本性質後，接下來我們將更進一步研究較複雜且貼近真實社會的種種情形，例如：當代理人的初始設定(包括意見、態度和不確定度)不盡相同時模型呈現的動態會是如何？相較於之前將模型中所有代理人的不確定地程度設定成相同值，就生活經驗上來說社會上對於一個議題往往是有肯定一些，有人不確定一些，所以這樣的設定便可以探討更實際的意見動態現象，例

如：少數者的意見如何能撼動整個群體？在什麼條件下會將群體帶往兩極化？形成兩極化後兩個陣營的消長動態？另外，我們也會模擬革命的發起與響應以及新進人口對於固有社會規範的衝擊等現象。

4.4.1 少數極端者影響

為了探討少數極端者對意見動態的影響，我們參考過去 Deffuant 等人為了探討少數者的影響所提出的 RA model，將模型中少數的一群代理人設定成意見極端(0.9)、不確定度低(0.1)，是為少數極端者，而其他多數人設定為意見中庸(0.45 ~ 0.55)、不確定程度中等或高(0.6 或 0.9)，觀察模型的動態。

A. 一個極端者：首先我們先來嘗試一個極端者的情況之下是否能撼動全體的意見，實驗結果圖如下：

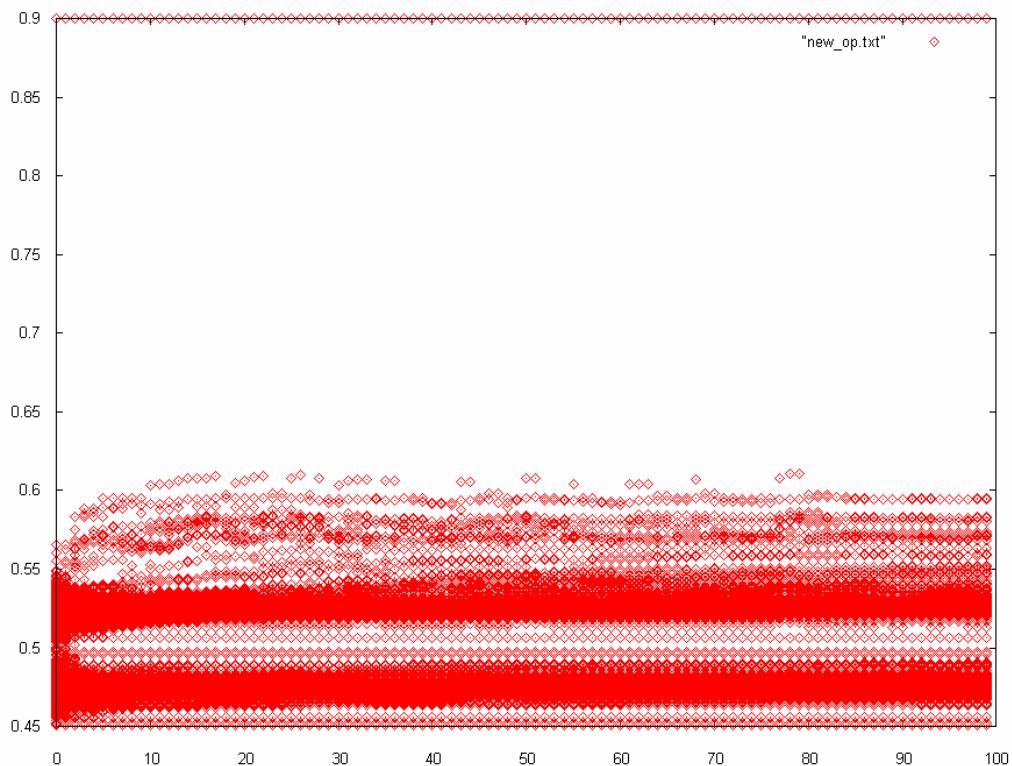


圖 60 少數者影響(橫軸為時間，縱軸為意見的分布)。

可以看到除了少數者之外，絕大多數人的意見都仍落在 0.45 ~ 0.55 間，單一極端者無法影響整體意見。這個結果很顯而易見，因為對於極端者周圍的人而言，他們大部分會觀察到周圍的意見有兩群(就算因為局部有較大的

意見不一致而被分成三群以致於進行自由意見交換，但七個意見中庸的人和極端者一人來平均，朝向極端移動的程度很有限)，所以進入規範性影響的判斷，而不論是高不確定度(跟隨周圍人數最多的群體)或是中等不確定度(跟隨和自己態度最相近的群體)的人，由於少數者既不是人數多的一方，也不是和他們態度相近的一方，所以其意見皆不會被採納，故無法影響整體意見動態。這樣的情形要到極端者約占一成才會對結果有顯著的改變，其數量足以將原本一致的意見打亂(或是局部的多數)，使整體又回復到資訊性影響盛行的態勢，進而使全體意見向極端方向移動，而這樣的移動會隨著少數者比例愈高而愈明顯。

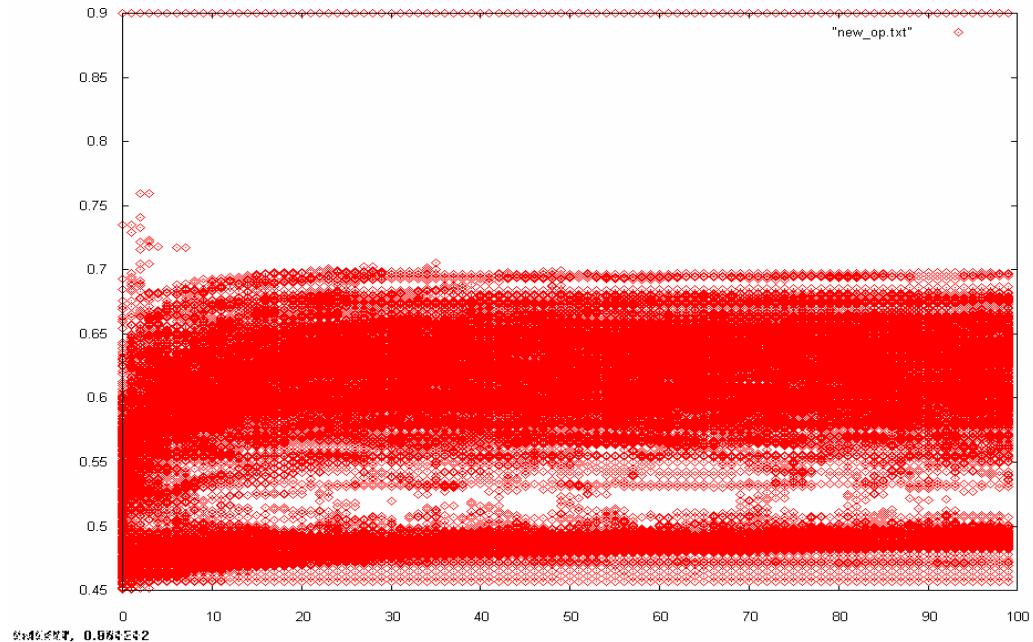


圖 61 少數者占 10%。

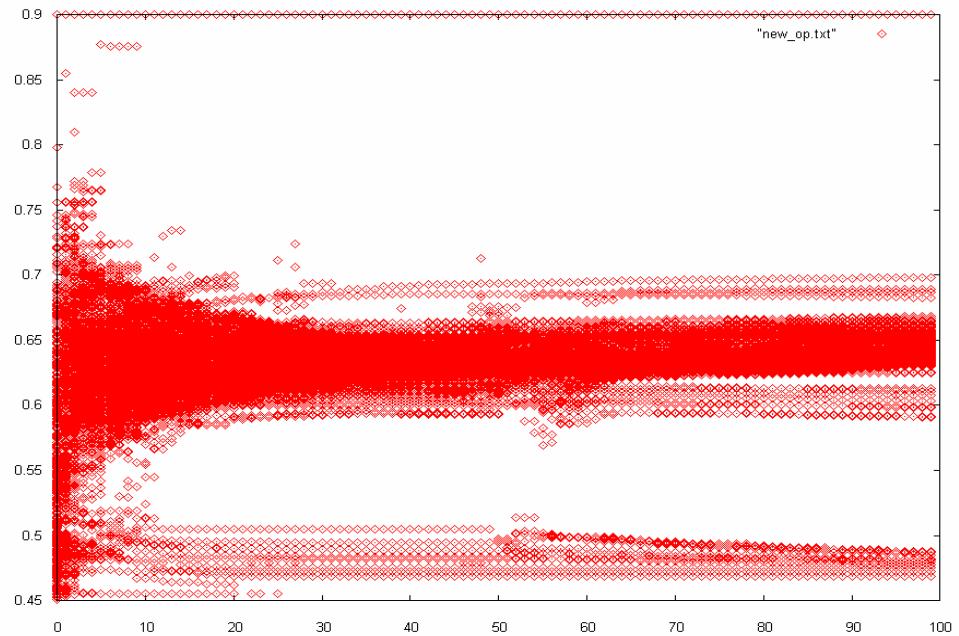


圖 62 少數者占 20%，此時意見沒有往極端移動的為少數。

B.極端者能夠對全體廣播：如果少數極端者具有能夠對群體發送其意見的優勢呢(例如:掌握了媒體)?我們推測即便每個人都可以接收到極端意見，仍然不會往極端方向移動，理由和前面相同，因為和社會上的普遍輿論比起來，極端意見既不是和大眾的態度相近，也不是多數，所以影響應該非常小，即使因為局部意見較散亂而進行自由討論，極端意見能發揮的影響力也很低(鄰居共八個意見，極端意見只有一個，平均下來只會往極端方向移動一點，到後期意見趨於一致後規範性影響盛行，占少數的極端意見就完全不會被考慮了)，經實驗證實上述推論，結果如圖所示。這好比在一個輿論存在且受到多數人贊同的社會中，即便有媒體播放偏激言論，仍然無法對於社會大眾造成影響，因為輿論有制約力且個人本來就不認同該極端言論。

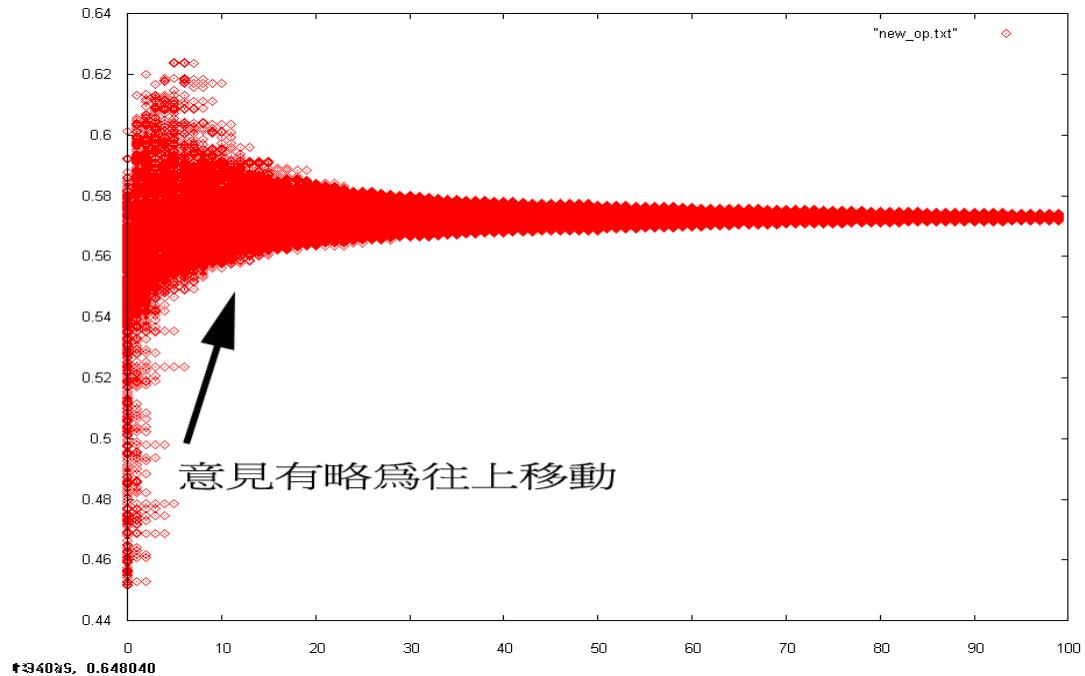


圖 63 少數者加上廣播能力後的意見動態，橫軸是時間，縱軸是意見的分布。

由以上的實驗，我們發現少數者很難撼動已達一致的全體意見，少數者對於整體的影響程度和極端者的人數是成比例的，但實際生活中這種例子仍然存在，所以我們提出幾個可能的假設，以這些假設對模型略為地修改，觀察是否會使少數者影響全體，以下分別敘述之：

A. 阻斷大眾的意見交換，使之只能接收少數者之意見：如果使每個人無法得知彼此的意見，只能接受到少數者的意見，那麼少數者的意見就成了唯一的意見來源，由於沒有其他的輿論可供選擇，所以輿論強度若達到從眾門檻，則至少在意見上就會順從極端意見，如此一來極端意見就會在群體中盛行起來。本方法類似極權政府控制人民意見的方法，不允許他們公開的談論一些敏感議題，以阻止人民集體意見的形成，並且以壟斷的媒體對人民不斷放送有利於統治的思想，造成少數者(統治階層)的意見盛行，若少數者意見的強度過強會發生表面從眾。

B. 使大眾延遲表態：如果大眾初始不表示意見，只有那些少數極端分子表態(極端分子其信念較強烈，在多數人都尚未清楚狀況時敢於表態)，那麼剛

開始大眾所接收到的訊息就只有那些極端者的意見，則原本和大眾意見相比為少數的意見現在反倒成了唯一的輿論來源，對於不確定度中等的大眾而言，輿論強度雖不強，但仍很可能促使他們意見和態度上的轉變，等到大多數人都採取極端意見時，新的社會規範形成，剩下的少數異議者難以撼動。本方法在模型操作上類似法 A.，其實質意義就好比大環境動盪時，一般人對於舊有的社會規範一時之間產生懷疑，不確定是否適用而保持沉默，此時少數極端分子若積極宣揚其理念，則多數人會選擇順從此唯一意見來源，到後來即使有人對環境的不確定度降低而有自己的態度，仍會因為看到周圍的人都持極端意見而選擇表面順從。

C. 使少數者意見之重要性提高：在本模型的基本設定中，每個人的意見都是同等的，當大眾的不確度高時純粹以持有該意見的人數決定要跟隨哪種意見，但實際上意見的重要性可能會因為一個人的社會經濟地位或對該議題專業程度高低而有不同，如果使少數極端意見的分量較之一般的意見還重要（例如一個少數者的意見相當於十個一般人的意見），那麼可以預期少數者意見就會對一般人造成影響。

由於 A. B. C.三種方式實際上都是使一般人選擇少數者意見為輿論來源，所以其結果大同小異，在此僅選擇其中之一呈現，如下圖所示。

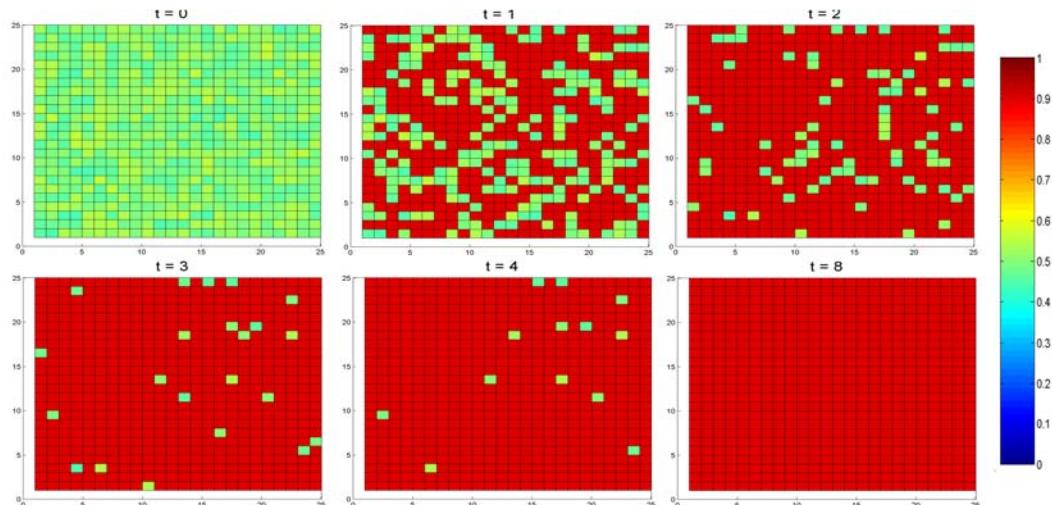


圖 64 使少數者意見之重要性提高後的意見動態(大眾意見分布為[0.45, 0.55], $u = 0.9$, 每次交流意見塞 10 個極端意見進 neighbors)。

D. 使社會變成自由討論：若設定 $G = 0$ ，則變成沒有規範性影響，完全自由討論的社會，此時只要有任何異議在意見交流時都會被納入考量(若在大眾的信賴範圍之內)，大眾在和極端意見平均的過程中漸漸被影響，被帶往極端。這就好比一個完全開放的社會中，一般人對不同意見都樂於去了解(只要不是彼此相差太多)，有任何不同的聲音都會被拿來討論，故當有少數異議者時，大眾會和其進行意見交換，之後或多或少看法會往新意見靠近，不過因為有社會網路，所以少數者的意見要透過鄰近的人一層層傳遞出去，要帶動整個群體非常緩慢(如圖 65)，若輔以對全體廣播的能力，則明顯增快(如圖 66)，可見在自由討論風氣盛行的社會中媒體扮演了重要的角色。

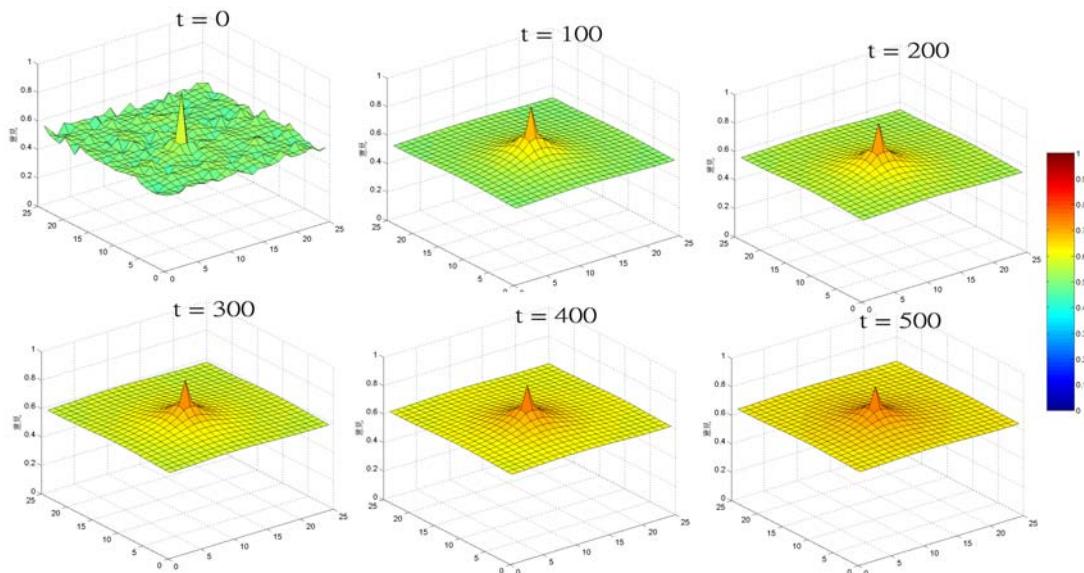


圖 65 $G = 1$ 時的意見動態。

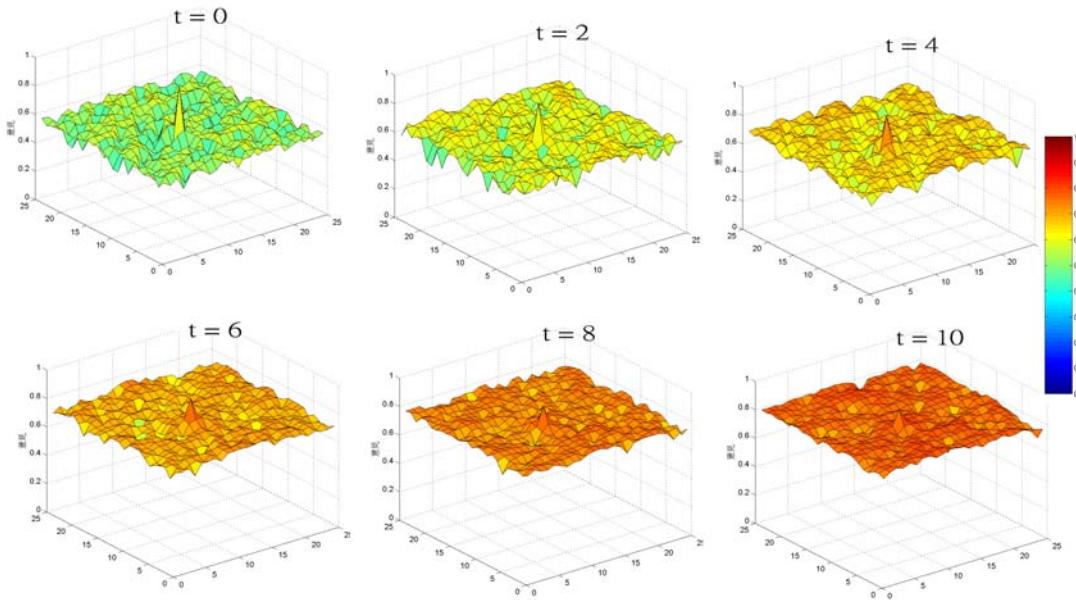


圖 66 $G = 1$ 時且少數者有對全體傳播能力下的意見動態，較之圖 65，少數者對全體之影響快了很多。

比較上述四種使少數者意見影響多數的方式，發現除了法 D.之外，其他方法都是迫使大眾以少數者的意見為輿論來源，只有法 D.是意見自由交流下造成的，也因此態度和意見同步改變而沒有落差，而其他方式都可能會造成人眾無知的情形。且 D.法造成的改變是漸進的，其他三種方式造成的改變相較起來十分突然。

4.4.2 意見的兩極化

意見分成兩大極端陣營也是一般生活中常見的現象，雖然在 4.2 節我們發現在初始意見隨機分布之下並不會造成顯著的兩極化，但那是因為初始全面性的意見自由交流所致(代理人接收所有鄰居的意見)，我們猜想如果代理人是選擇性的接收外來資訊(也就是意見較靠近 1 的就會傾向只聽那一方鄰居的意見，較靠近 0 的則反之)，那麼就有可能造成兩極化，以下為實驗的結果。

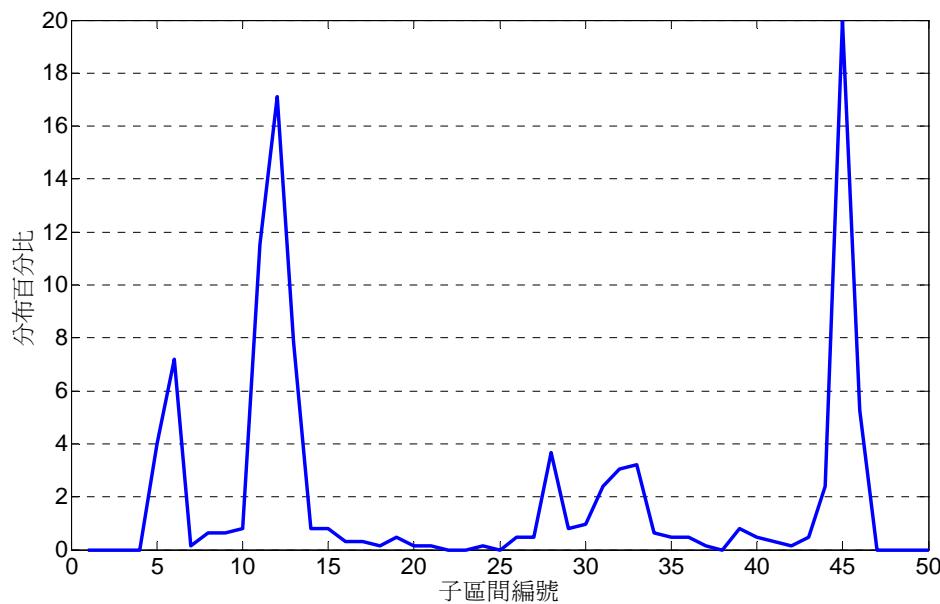


圖 67 最終的意見分布情形。

由上圖可以發現最終意見在兩端的人已經相當明顯，雖然每次的結果會因為初始的隨機意見分佈而不盡相同，但兩端意見占總人口的絕大多數(約八成)是共通的。會造成中間還有若干比例人口的原因是每個局部的意見分佈情形不同，如果某個體所處的位置周圍沒有跟他一樣傾向的鄰居，那麼他的意見就不會往極端移動，我們猜測如果再加上兩極意見各有媒體對全體放送，且個體一樣會依態度選擇性的接收媒體，會造成更明顯的兩極化，實驗結果如圖 68。另外值得一提的是在本模型中，一旦形成兩極化，那麼兩個團體的成員就會因為都找得到意見相近的同伴而停止和另一陣營交流，兩極化就一直持續下去。

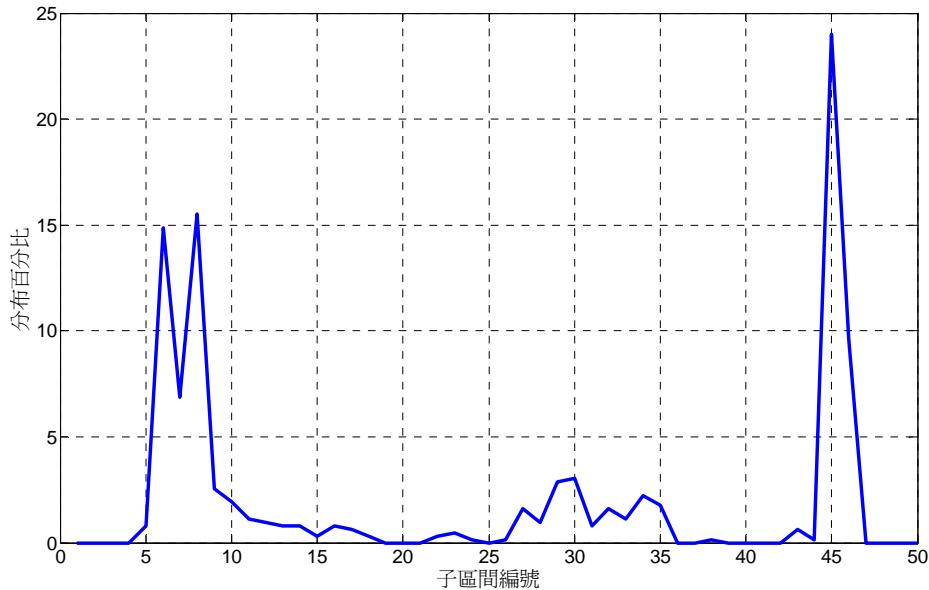


圖 68 加上極端媒體後。

4.4.3 人眾無知的打破

就生活經驗，人眾無知可能會因為一些挺身而出表達自己真實態度的人而打破，例如政府的施政效果不彰，人民早已怨聲載道，但看到其它人都沒有什麼行動故選擇繼續隱忍，此時若有人登高一呼，民怨可能就瞬間集結成一股不可忽視的力量；又例如路上有人車禍，路人在旁議論紛紛，沒有人採取行動，單看表面很有可能覺得他們是冷漠的大眾，但實際上也只是處於一個不確定的情況下彼此互相觀察的結果(其他人怎麼都沒有行動？那我也不要隨便行動好了)，這個情形很可能會因為少數幾個熱心者而改變，因為他們打破了群體的一致性，使大多數人原本就對集體行為存疑的人勇於表達真正的態度或認為少數者的意見比較正確而跟隨之。我們想測試本模型是否可以產生上述的現象，所以把初始環境設定為明顯的人眾無知(多數人的態度是 0.1 但意見是 0.9, 不確定度中等偏高)，只有一個代理人立場堅定表現出真正的看法(態度是 0.1 意見也是 0.1, 不確定度低)，實驗結果如下：

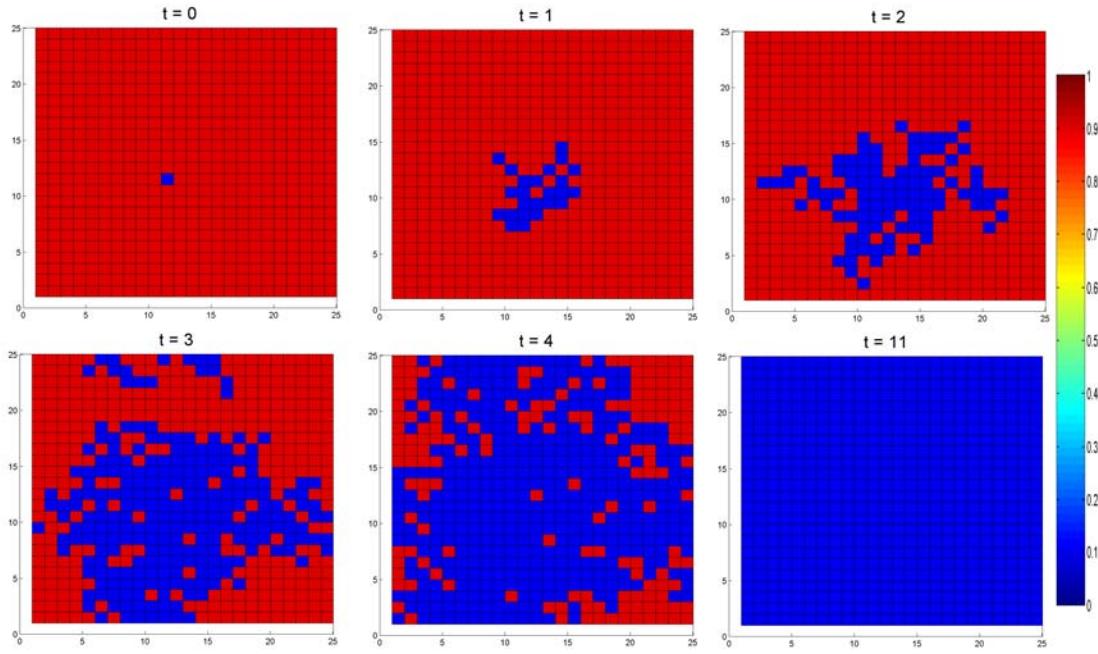


圖 69 人眾無知的打破。

可以看到群體意見在短時間內就完全翻轉，從剛開始多數人的意見都是 0.9，到最後沒有幾個人繼續持有該意見，這樣的結果從模型機制的設定上很容易了解，即多數人的不確定度都為中等偏高時，代表雖不確定，但還是有自己的態度(例如：應該伸出援手)，觀察周遭的人，發現全都表現出和自己態度相差甚遠的意見(例如：冷漠旁觀)，所以選擇表面順從，這樣彼此觀察的機制導致所有人維持穩定的平衡(都冷漠旁觀)；加入一個立場堅定的先鋒便可打破這種情況，因為他表現出其他人的態度，讓他人能夠跟隨(跟隨和自己態度最接近的群體)，先是影響附近的人，隨後影響慢慢擴散出去，最終導致意見翻轉的戲劇化效果。

由此我們可以看到一個人改變整個群體的可能性，單看外險的意見層面很難預料到會有這樣的驟變(在傳統 BC 模型中加入一個和眾人意見相差甚遠的代理人，應該是沒有任何影響，因為他的意見和其他人的距離超過信賴區間，故不交換意見，改變不了任何人)，這正是本研究之所以關注意見和態度落差的主因，這可以印證生活中發生的一些少數者造成突然且不成比例影響的現象，像是前面提過的大眾冷漠的打破，或是群眾暴力的遏止、革命的發起等。

4.4.4 新進人口對社會規範的影響

在 4.3 節中，初始的意見都是散亂分布的，群體經歷了一段意見自由討論的時期，到最後只剩少數的意見存在，形成輿論(社會規範)，正因為經過自由討論，所以發現意見和態度的落差並不太大。然而實際生活中對於許多議題我們常面對的是一個已然形成的社會規範，是時代演進中慢慢形成的，我們並沒有參與其討論過程(例如：紅燈行綠燈行、正式場合要穿西裝、對長輩要孝順等)；又例如外國的觀光客，他們來到本地，通常會入境隨俗地遵從當地社會規範。為了模擬上述現象，初始設定模型為一個社會規範已形成的社會(載入 4.3 節實驗結果記錄檔為初始狀態)，隨機選取其中 5% 的人做為新進人口，隨機重新設定其意見和態度(剛開始新進人口的意見設定成和態度相同)，其不確定度中等，觀察這一批人對意見動態的影響，結果如下圖：

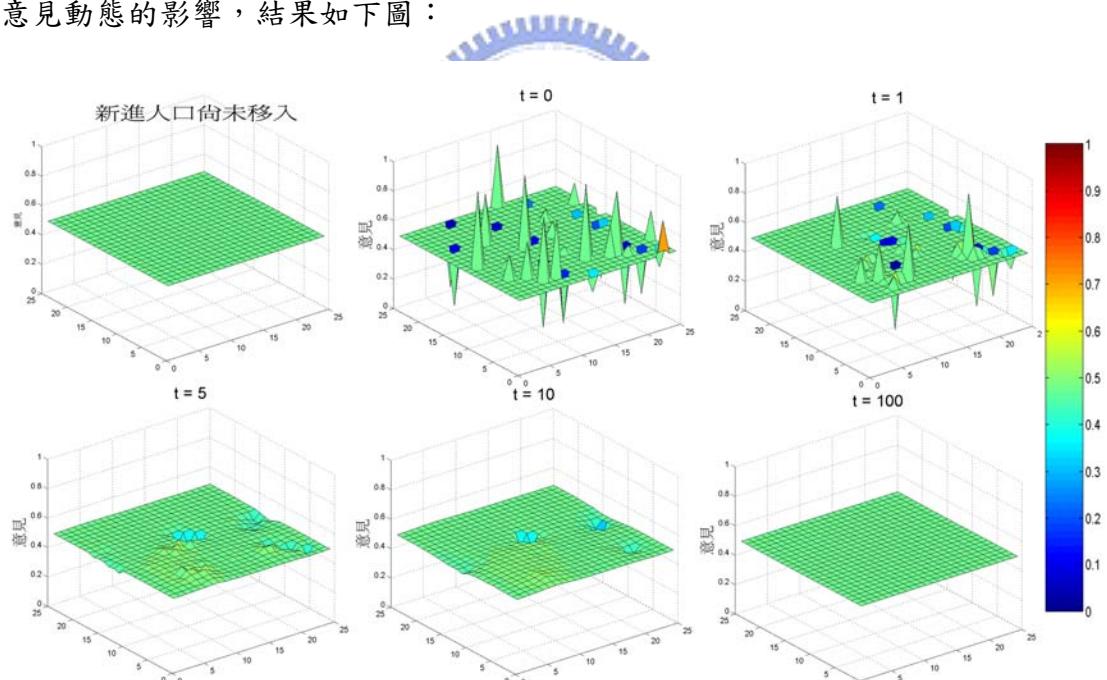


圖 70 新進人口加入前後的意見動態(意見最終又恢復一致)。

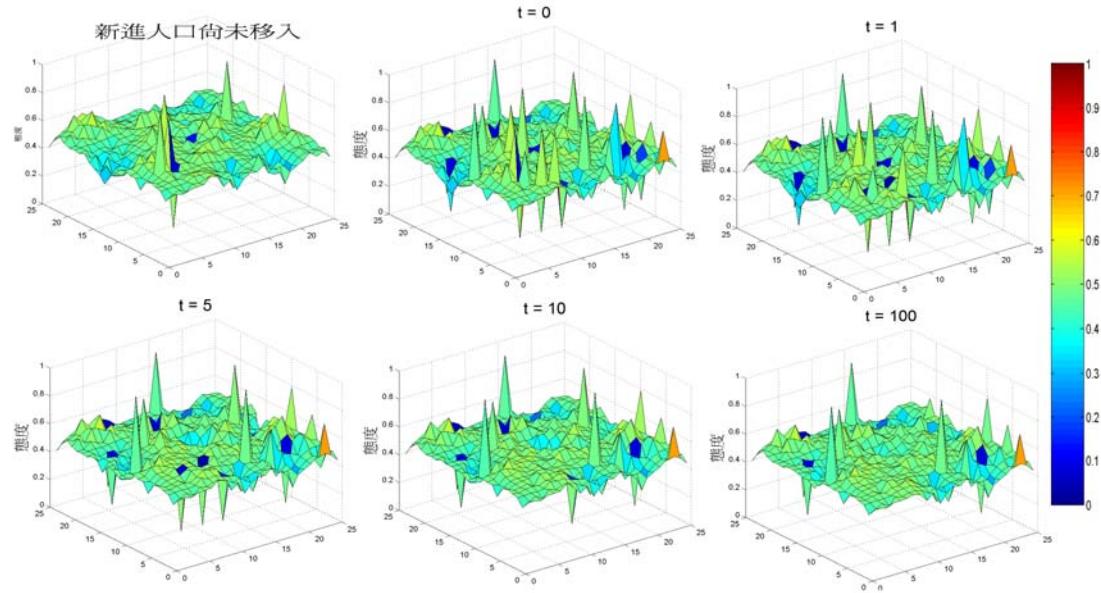


圖 71 新進人口加入前後的態度動態(態度的散亂度稍稍提高)。

在社會的高意見一致度之下，輿論強度非常的強，所以新進人口在短時間內意見就被同化了，整體意見又恢復了一致，有趣的是態度方面則不然，因為一定比例的表面順從，使得態度的混亂程度稍稍被提高了。若重複新進人口移入的過程，就會造成態度愈來愈散亂，但意見仍然一致的現象(圖 72 和 73)，使得兩者的落差被拉得更大，人眾無知更加明顯。

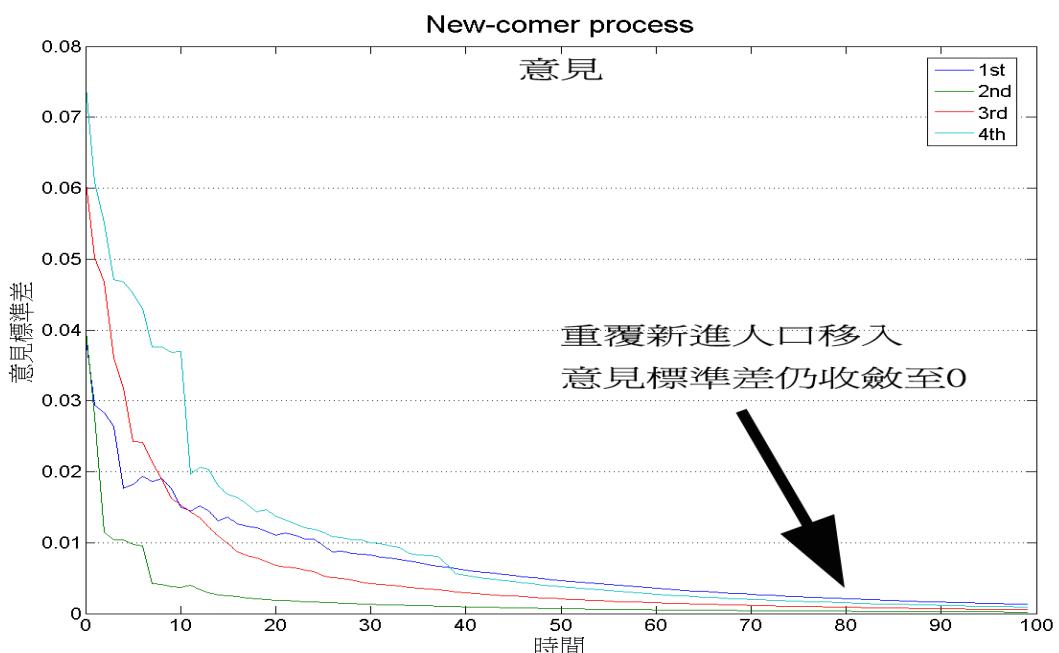


圖 72 多次移入新進人口對於意見標準差的影響。

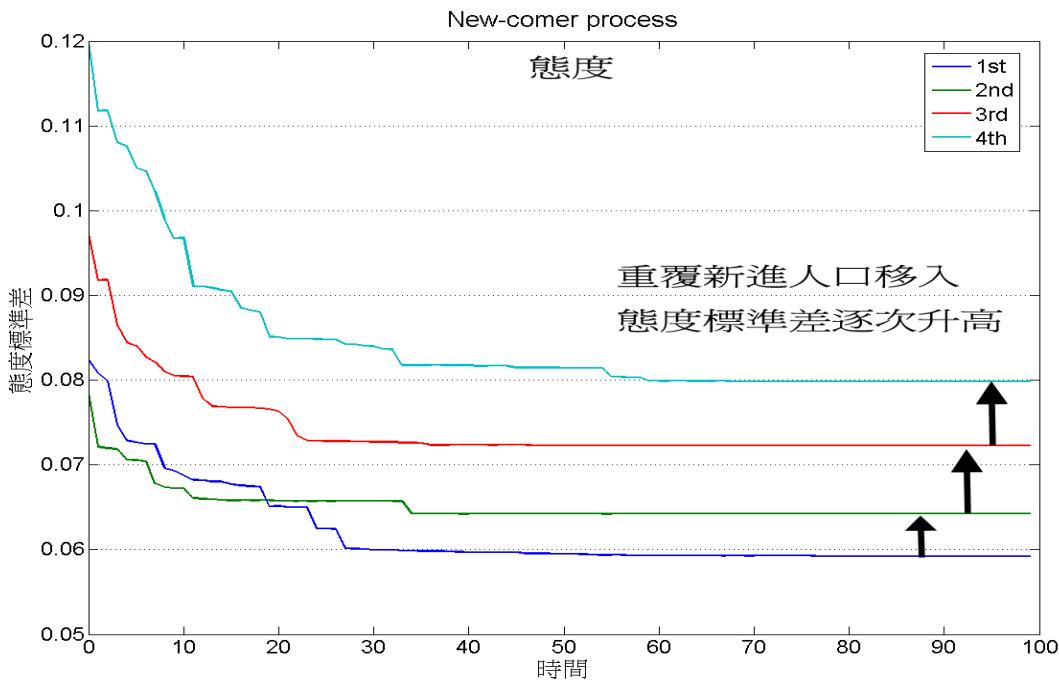


圖 73 多次移入新進人口對於態度標準差的影響。

這或許是我們在生活中普遍觀察到意見態度落差的起因，尤其是關乎道德的議題(例如：保護環境、遵守交通規則、婚外情、對弱勢族群的關懷等)，因為這類的議題以道德做為準則，單一社會規範早已形成，若公然違背就會被扣上不道德的帽子而被眾人排斥，所以在公開談論時多數人總是會以社會規範(道德)為準則表態，然真正的態度卻未必如此，所以在丟垃圾時我們可能會怕麻煩而懶得分類、在晚上沒什麼車的時候我們可能會無視紅綠燈、劈腿的消息時有所聞，顯示儘管被問起時我們大多會按照社會規範回答，但私下行動時我們並不一定是全然地以這些規範為依歸(當社會規範較小的情境下，態度決定了一個人的行為)。

另外若一次新進人口數量過大，在隨機選定新進者位置時，局部可能就不會只有一個新進者，局部意見超過兩群時候就不會有社會規範，而又開始自由意見交換，此時社會規範就會受到影響。另外一點是若重複移入新進人口，致使態度的散亂到了一定程度後，這時再移入新進人口，也會使社會規範產生改變，因為經過多次新進人口移入，意見和態度的落差普遍，那些原本態度和意見不一致的人便很有機會看到周遭有人和自己態度相近，促使他表現出態度，這樣的人所在

多有，足以造成集體意見的變化。以上模擬可以說明為何看似牢固的社會規範仍然不時會改變。

4.5 實驗總結

本章首先去除規範性影響的考量，和 HK 模型在相同條件下比較，發現兩者結果大致相同，並針對不同之處探討之。爾後加入規範性影響，發現如同預期地造成態度和意見兩層的動態差異，並探討哪些參數設定會影響此差異的大小。最後利用本模型探討數個實際的意見動態現象，包括少數者影響、人眾無知的打破和新進人口的影響等，甚至略微修改模型，將媒體、不表示意見等更真實的變因加入模型中討論。我們發現考量社會規範和態度之後，的確能夠解釋更多現象，例如在模擬人眾無知的打破時，加入態度層面便可製造出群起響應革命的效果，這種群眾意見短時間內翻轉是過去的模型難以解釋的；又例如考量社會規範解釋了為何大眾的集體意志不易撼動(在過去的模型裡容易受到擾動)，因社會不像過去的模型那樣無時無刻地自由交換意見，而是存在各個輿論，每個人表示意見時或多或少都會考慮之。畢竟，根據理性行動論，態度和社會規範是決定行為的兩大要素，若要預測一個人的行為缺一不可。

第五章 結論

5.1 結論

本研究基於社會心理學的實驗以及理論對過去的意見動態模型提出了修正，提出了一個新的模型，在此模型中的代理人和他人進行意見交換時會視情況考慮週遭的輿論，而不是像過去那樣自始至終都是完全的暢所欲言。為了區分社會心理學中所謂的「表面順從」和「私下接納」這兩種效應，本研究將過去只有「意見」單一層的代理人擴充成含有「意見」和「態度」兩個層次，以期更廣泛且真實地模擬社會上的意見互動情形。

經由模擬實驗，發現除了模擬基本的意見交換過程之外，我們的確能夠探討更複雜的議題，像是人眾無知、革命、少數者影響、新進者影響、思想控制、媒體等，且經由參數的設定，本模型能夠不考慮社會規範，轉變成和有界信心模型完全相同，和過去的模型相容度很高。另外，本模型的參數不多、主要概念單純、機制模組化，故擴充性高，要更改成不同的社會網路、不同的意見交流機制、輿論強度的計算方法都很容易。

社會上的意見動態向來是眾人關注的議題，如果能夠釐清其中的普適性原則，對於了解選舉、暴動、革命、流行等複雜的社會現象將有很大的助益，然而用電腦模擬意見動態仍處萌芽階段，過去多數的模型在制定上多半根據概念、生活經驗或諺語等等，本研究的貢獻是率先以社會心理學的相關理論和實驗數據為主要依據來制定模型，跨出了嘗試性的一步，希望藉此提高模型的實際參考價值，使本領域由純理論往實用的階段邁進。

5.2 未來展望

由於本研究的重點放在修正人的意見互動機制上，為了避免失焦，所以對於一個社會中的某些面向加以簡化，在本模型的基礎特性釐清之後，將來可以加入以使模型更加真實，以下列舉之：

- A. 更貼近真實的底層社會網路：模型的底層社會網路目前採取簡單的二維環狀

細胞自動機，而實際上近年來的研究發現人際關係網路是一種無尺度網路 (scale-free network)。

- B.** 動態連結強度：對於和自己持不同意見的人，我們很可能會選擇疏遠，也就是彼此之間的連結越來越弱，故對方的意見對我來說的影響力就越來越小。
- C.** 社會階級、傳播能力：現實中並非每個人說的話份量皆相同，一個專業人士在相關議題上可能比一個普通人更有說服力，另外公眾人物的言論因為有媒體的放送，作用的範圍較廣。

另外就模型機制的制定上來說，雖然儘可能參照理論，但以有限的時間和人力下仍有些理論根基薄弱之處，下列幾點是可以改進的地方：

- A.** 量化的社會心理學實驗數據或理論：目前蒐集到的社會心理學理論多為質化的描述，例如：認知失調論預測當一個人受到外在過大的誘因，那麼內心態度不會改變，但在制訂模型時我們必須知道多大的誘因叫「過大」，還有這樣的衡量標準是否會隨著每個人自信程度的不同而有差異。
- B.** 對於何時會(或能)保持沉默的理論：我們可以觀察到現實生活中有時當他人意見和自己不同時我們會選擇沉默，這樣我們就保留了彈性，可以當情況明朗後再來表態，但以上純粹是推論，目前沒有找到相關的理論或實驗描述人在何時會保持沉默而何時不會。
- C.** 動態的不確定程度：直覺上個人對於一個議題的不確定程度會隨著他討論的次數增長而增加，和它人交換越多次意見之後自己的看法應該會漸漸形成，對於議題越加的確定，也就越不會從眾，但是否會增加以及增加的程度為何目前無相關文獻。另一方面社會心理學對於不確定度和人格方面的關係尚未釐清，有時候我們很難說一個堅持己見的人到底是出於他對這個問題很了解，抑或是這個人的個性本就如此，就算對他不太了解的事情也一樣，這方面也仍待社會心理學方面的持續研究。

參考文獻

- [1] G. Deffuant, F. Amblard, G. Weisbuch and T. Faure, “*How can extremism prevail? A study based on the relative agreement interaction model,*” Journal of Artificial Societies and Social Simulation 5, issue 4, paper 1 (jasss.soc.surrey.ac.uk) (2002).
- [2] R. Hegselmann and U. Krause, “*Opinion dynamics and bounded confidence models, analysis and simulation,*” Journal of Artificial Societies and Social Simulation 5, issue 3, paper 2 (jasss.soc.surrey.ac.uk) (2002).
- [3] A.O. Sousa, “*Bounded confidence model on a still growing scale-free network,*” arXiv:cond-mat/0406766v2 [cond-mat.stat-mech], 2005.
- [4] S. Fortunato, V. Latora, A. Pluchino, and A. Rapisarda, “*Vector opinion dynamics in a bounded confidence consensus model,*” arXiv:physics/0504017 v1, 2005.
- [5] A. Pluchino, V. Latora, and A. Rapisarda, “*Compromise and synchronization in opinion dynamics,*” The European Physical Journal B 50, pp. 169-176, 2006.
- [6] J. Lorenz, “*Consensus strikes back in the Hegselmann-Krause model of continuous opinion dynamics under bounded confidence,*” Journal of Artificial Societies and Social Simulation 9, issue 1, paper 8 (jasss.soc.surrey.ac.uk), 2006.
- [7] G. Deffuant, “*Comparing extremism propagation patterns in continuous opinion models,*” Journal of Artificial Societies and Social Simulation 9, issue 3, paper 8 (jasss.soc.surrey.ac.uk), 2006.
- [8] G. McKeown and N. Sheehy, “*Mass media and polarisation processes in the bounded confidence model of opinion dynamics,*” Journal of Artificial Societies and Social Simulation 9, issue 1, paper 11 (jasss.soc.surrey.ac.uk), 2006.
- [9] S. Asch, “*Studies of independence and conformity: A minority of one against a unanimous majority,*” Psychological Monographs 70, 1956.
- [10] S. Asch, “*Opinion and social pressure,*” Scientific American 193, pp. 33-35, 1955.

- [11] I. Ajzen & M. Fishbein (1980). “*Understanding attitudes and predicting social behavior.*” Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- [12] D. J. Bem (1967). “*Self-perception: An alternative interpretation of cognitive dissonance phenomena.*” Psychological Review, 74, 183-200.
- [13] D. J. Bem (1972). “*Self-perception theory.*” In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 6, pp. 1-62). New York: Academic Press.
- [14] L. Festinger (1957). “*A theory of cognitive dissonance.*” Stanford, CA: Stanford University Press.
- [15] H. T. Buckle, “*History of civilization in England.*” (London: 1857).
- [16] S. Galam, “*Sociophysics: a personal testimony,*” Physica A 336, pp. 49-55, 2004.
- [17] D. Helbing, I. Farkas, and T. Vicsek, Physical Review Letters 84, pp. 1240-43, 2000.
- [18] D Helbing, I. Farkas, and T. Vicsek, Nature 407, pp. 487-90, 2000.
- [19] M. Buchanan, “*Social atom – Why the rich get richer, cheaters get caught, and your neighbor usually looks like you,*” pp. 14, 2007.
- [20] T. Schelling, Journal of mathematical sociology, 1, pp. 143-186 (1971).
- [21] M. Granovetter, “*Threshold models of collective behavior,*” American Journal of Sociology 83 (1978): 1420-43.
- [22] S. Milgram, “*Obedience to authority: An experimental view.*” New York: Harper & Row, 1974.
- [23] S. Milgram, “*Obedience of criminal orders: The compulsion to do evil.*” In T. Blass (Ed.), *Contemporary social psychology: Representative readings* (pp. 175-184). Itasca, IL: F. E. Peacock.
- [24] N. E. Friedkin and E. C. Johnson, “*Social influence and opinions,*” J.math. Soc. 15. pp. 193-206, 1990.

- [25] W. K. Sznajd, and J. Sznajd, Int. J. Mod. Phys. C 11, 1157-1166, 2000.
- [26] S. Galam, Journal of Statistical Physics 61, pp. 943-951, 1990.
- [27] H. Gleitman, “*Psychology*,” pp. 369-466, 1997.
- [28] S. E. Taylor, L. A. Peplau, and D. O. Sears, “*Social psychology*,” pp. 223-266, 1997.
- [29] E. Aronson, T. D. Wilson, R. M. Akert, “*Social psychology*,” pp.180-373, 2003.
- [30] D. Stauffer, “*How to convince others ? Monte Carlo simulations of the Sznajd model*,” arXiv:cond-mat/0307133 v1, 2003.
- [31] Muzafer Sherif, "A study of some social factors in perception: Chapter 3," Archives of Psychology, 27, No. 187, pp. 23 - 46, 1935.
- [32] D. J. Watts, “*Six degrees –The science of a connected age*,” 2003.
- [33] J. R. P. French, “*A formal theory of social power*,” Psychological Review 63, pp. 181 –194, 1956.
- [34] S. Haffner, “*Defying Hitler*,” (London: Weidenfeld & Nicolson, 2003)
- [35] M. Buchanan, “*Nexus: Small worlds and the groundbreaking science of networks*,” pp. 160-163, 243-247, 2002.
- [36] M. Gladwell, “*The tipping point: How little things can make a big difference*,” pp. 29-36, 2000.
- [37] A. Pluchino, V. Latora & A. Rapisarda, ”*Compromise and synchronization in opinion dynamics*,” Eur. Phys. J. B 50, 169-176, 2006.
- [38] D. Stauffer & M. Sahimi, “*Can a few fanatics influence the opinion of a large segment of a society?*” Eur. Phys. J. B 57, 147-152, 2007.
- [39] “*Nightmare in Jonestown*,“ Time, 1978
[\(<http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,912249-1,00.html>\).](http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,912249-1,00.html)