



國立中山大學管理學院 高階經營碩士學程在職專班

碩士論文

College of Management

(Executive Master in Business Administration)

National Sun Yat-sen University

Master Thesis

線上遊戲多人囚徒困境與社群結構之研究

A Study of Multi-Person Prisoner's Dilemma and Social Structure in Online
Games

研究生：曾亭翰

Ting-Han Tseng

指導教授：吳偉寧博士

Dr. Wei-Ning Wu

中華民國 105 年 7 月

July 2016

國立中山大學研究生學位論文審定書

本校管理學院高階經營碩士學程在職專班
研究生 曾亭翰 (學號：N034510108) 所提論文

線上遊戲多人囚徒困境與社群結構之研究

A Study of Multi-Person Prisoner's Dilemma and Social
Structure in Online Games

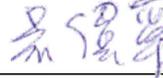
於中華民國一零五年六月四日經本委員會審查並舉行
口試，符合碩士學位論文標準。

學位考試委員簽章：

召集人 黃明新博士



委員 吳偉寧博士



委員 吳基逞博士



委員 蕭 櫓博士



指導教授 吳偉寧博士



誌謝

回首這兩年來，往返於北高兩地之間的求學歷程，我受到諸位長官、師長、同學、朋友與家人的幫助與鼓勵，心中充滿無限感激。這篇論文之所以能完成，要感謝的人實在是太多，而其中每一個人對我的幫助都是無比重要，缺一不可，為此，我只好依照事情先後順序來表達我的感謝之意。

首先，我想要感謝父母給了我進修的動機，並鼓勵我一步步朝向目標前進；接著我想要感謝公司的長官，給了我一個機會，讓我能夠參加EMBA的考試；然後我想要感謝中山大學EMBA的老師，謝謝你們給我這個學習的機會，並且用你們寶貴的兩年時光，對我們每一個學生循循善誘、諄諄教導，讓我學到許多寶貴的知識，滿載而歸。同時，我也想要感謝中山大學EMBA的每一位學長和學姊們，讓我擁有一個如此溫暖與美好的學習環境，能夠跟大家一起分享學習與成長的喜悅。此外，我也要感謝我的團隊夥伴，因為有你們的協助，我才能順利收集到這篇論文所需的資料。當然，真正最重要的是要感謝我的指導教授吳偉寧老師，謝謝您在整個過程中不厭其煩地耐心指導，引領我完成這篇論文。

這兩年來，我從許多人那兒獲得了寶貴的回憶，希望我也為你們帶來快樂，使我們彼此的生命都變得更加精采與圓滿，也希望未來能夠有機會將這段時間的所學，傳達給每一個玩到我所設計的遊戲的玩家，讓遊戲能發揮「寓教於樂」的價值，為這個產業和這個社會貢獻一點心力。

最後，我想要再次感謝我的父母和妻子，謝謝你們這一路上給予我的支持和鼓勵，讓我能夠順利完成這一趟精彩的旅程。

曾亭翰 謹誌於
中山大學EMBA

摘要

近年來，電玩遊戲從個人電腦轉往智能手機發展，遊戲生命週期顯著縮短。主要是因為遊戲開發門檻降低，許多新進競爭者進入，改變了手遊市場的特性。另一方面是因為智能手機與個人電腦的使用環境不同，玩家的遊戲習慣也不同。面對激烈的競爭，一些遊戲廠商為提升產品獲利能力，透過一連串的機制設計，使玩家陷入互相爭奪競爭優勢的迭代性多人囚徒困境。

囚徒困境往往被定義為兩個理性自利的參與者之間的賽局理論，但現實生活中的行為研究則需考量多人賽局的架構，以便瞭解真實社會的問題。過去有許多關於雙人囚徒困境賽局的研究論文發表，即使多數研究報告宣稱，多人賽局情境的模擬通常奠基於參與者間的二元互動，然而一個由 Macy 開發的隨機學習模型卻指出，在臨界狀態下，門檻效應可能導致參與者由背叛轉往合作模式。

本研究試圖透過代理人基模型 (Agent-based model, ABM) 來模擬由使用者定義的各種參數 (收益曲線、參與者個性、鄰人範圍、迭代次數) 對迭代性多人囚徒困境賽局的影響。呈現不限數量且具有不同個性的參與者在迭代性多人囚徒困境賽局中的多重互動行為，試圖找出使參與者由奈許均衡 (Nash equilibrium) 轉往合作的臨界點。該臨界點代表了遊戲內合作者人數與整體人數之最終比例，即合作者與背叛者之最終比例，同時也代表了遊戲的終局，因此達到臨界點所需的迭代次數可視為產品生命週期。

研究結果顯示，當背叛者收益曲線與合作者收益曲線之間的相差值越大時，臨界點越低並且產品生命週期越短；鄰人範圍越小，產品生命週期越長；參與者個性與初始分佈狀況對產品生命週期有明確的影響，並且會影響參與者的最終分佈狀況。遊戲的產品生命週期與上述各項參數的設計有明確的關聯性，可透過上

述參數的調整來達到延長產品生命週期的目的。此外，本研究可能讓我們進一步了解社會體系中刺激或抑制合作的因素，而這幾乎涵蓋所有社交行為的本質。

關鍵字： 多人囚徒困境、賽局理論、奈許均衡、收益曲線、代理人基模型

Abstract

In recent years, the development of computer games have moved toward mobile devices, but the life cycle of a game is significantly decreasing. Because of lowering the threshold for game development, many new entrants would join the competition and change the market with less cost. On the other hand, because of the different environment and characteristics of smartphone and personal computer, the player's gaming habits has also been changed. Faced with such fierce competition, some game designers try to adopt a series of mechanisms to improve product profitability, enable these players to compete with each other, and guide the players to an iterative multiplayer prisoner's dilemma.

The Prisoners' Dilemma is usually viewed as a Game Theory and emphasize on the rational interaction among players. However, investigations require a multi-person model of the game to understand what the problem that people have had. Much has written about the two-agent iterated Prisoners' Dilemma game. Some studies claim the simulation of multi-agent games are based on mutual interactions among the agents. A stochastic learning model that Macy created has asserted that threshold effects would shift the relationships of agents from a defective equilibrium to cooperation.

This study attempts to use Agent-based model to examine the effect of various user-based parameters (payoff curve, participant personality, neighbor rang, iteration numbers) in an iterative multiplayer prisoner's dilemma game. This tool is suitable for an unlimited number of participants with various personalities, and can be used to try to figure out the critical point of the participants' strategy transferred from Nash equilibrium to cooperation. The critical point represents the final ratio of cooperators in

the game, and also represents the end of the product life, so the iteration number required to reach the critical point can be considered as the product life cycle.

When the gap between the traitor's payoff curve and the cooperator's payoff curve is greater, the critical point is lower, and the product life is shorter. In addition, when the neighbor range is smaller, the product life is longer; the participant personality and the initial distribution have significant effect on the product life, and it will significantly affect the final distribution of participants. The product life of a game has a clear relevance with the design of these parameters. A game designer would extend the product life by adjusting these parameters. In addition, this study asserts that social behaviors are the catalysts to the social system cooperation.

Keywords: Multi-person Prisoner's Dilemma, Game Theory, Nash Equilibrium, Pareto Optimality, Payoff Curve, Agent-based model

目錄

論文審定書.....	i
誌謝.....	ii
摘要.....	iii
Abstract.....	v
目錄.....	vii
表次.....	viii
圖次.....	viii
第一章 緒論	01
第一節 研究背景與動機.....	01
第二節 研究目的與問題.....	01
第三節 研究流程與論文結構.....	03
第二章 文獻探討	04
第一節 囚徒困境.....	04
第二節 奈許均衡.....	06
第三節 帕雷托最適.....	07
第四節 線上遊戲的社群結構.....	09
第五節 線上遊戲的參與者個性.....	15
第六節 代理人基模型.....	20
第三章 研究設計	22
第一節 研究結構.....	22
第二節 研究模式.....	22
第三節 研究方法.....	24
第四章 實證分析	28
第一節 收益函式.....	28
第二節 鄰人範圍.....	33
第三節 參與者個性.....	33
第五章 結論與建議	41
第一節 收益函式對遊戲產品生命週期之影響.....	41
第二節 鄰人範圍對遊戲產品生命週期之影響.....	42
第三節 參與者個性對遊戲產品生命週期之影響.....	42
第四節 後續研究建議.....	43
參考文獻	44

表次

表 2-1、囚犯的博弈矩陣.....	07
表 2-2、端遊與手遊社群特性比較.....	11
表 2-3、對遊戲產生興趣的原因.....	11
表 2-4、持續付費玩線上遊戲的原因.....	12
表 2-5、巴特爾測試遊戲玩家分類表.....	15
表 3-1、端遊與手遊社群結構組成.....	25

圖次

圖 1-1、多人囚徒困境與遊戲社群結構之研究流程.....	03
圖 2-1、合作者(C)與背叛者(D)的收益曲線.....	05
圖 2-2、巴特爾測試遊戲玩家分類圖.....	16
圖 3-1、研究結構.....	22
圖 4-1、收益曲線圖 A.....	28
圖 4-2、收益曲線圖 B.....	29
圖 4-3、收益曲線圖 C.....	29
圖 4-4、收益曲線圖 D.....	30
圖 4-5、收益曲線圖 E.....	31
圖 4-6、ABM 模擬結果圖 A.....	34
圖 4-7、ABM 模擬結果圖 B.....	35
圖 4-8、ABM 模擬結果圖 C.....	37
圖 4-9、ABM 模擬結果圖 D.....	38
圖 4-10、ABM 模擬結果圖 E.....	39
圖 4-11、ABM 模擬結果圖 F.....	40

第一章 緒論

本章分為三節。第一節描述本研究的背景與動機；第二節據此提出本研究的問題與研究目的；第三節簡述本研究的研究流程，以及本研究的章節配置結構。

第一節 研究背景與動機

近年來，韓國由於政府大力推行寬頻網路，並立法支持遊戲軟體產業發展，例如遊戲開發工程師可免服兵役，或者在國際比賽中取得好成績的職業玩家也可免服兵役。這些政策吸引了大量優秀人才進入遊戲產業，使韓國在短短幾年內便擺脫亞洲金融風暴所帶來的創痛。根據 2014 年全球遊戲產業調查統計報告顯示，韓國遊戲產業的年產值為 33.6 億美元，位居全球第六。韓國遊戲出口額佔了整個韓流文化輸出的 50%，成為國家的重要經濟支柱。

台灣由於人力及土地成本較高，製造代工方面的優勢已逐漸被大陸與東南亞各國取代，需要轉型發展具高價值之研發創新產業。目前，數位內容已成為我國兩兆雙星發展重點之一，而遊戲軟體則在數位內容產業中扮演著十分重要的角色（張玉佩，2012）。過去，國內教育體系缺乏培育專業遊戲人才的環境，因此，國內遊戲軟體公司的創業團隊大多都是基於本身對於遊戲的熱愛，從其他領域轉投入遊戲產業。若想急起直追，必須先瞭解遊戲產業的發展現況，這便是筆者的研究動機。

第二節 研究目的與問題

以個人電腦遊戲（PC Game）為例，過去一款單機遊戲的產品生命週期平均為 3 至 5 個月，而線上遊戲的產品生命週期平均為 2 至 4 年。近年來，隨著行動裝置普及，電玩遊戲逐漸轉往手機遊戲（Mobile Game）發展。調查結果顯示，一款手機遊戲的產品生命週期平均只有 1 至 2 個月，其中 39% 用戶對一款手機遊

戲的使用週期更只有短短 2 週以內。電玩遊戲轉往手機遊戲發展後，產品的生命週期顯著縮短。

形成此一現象的主要原因可分別從市場端與客戶端來說明。從市場端來看，過去個人電腦上的線上遊戲內容豐富，製作期較長、成本較高且資金周轉率低，需要足夠的人力和資金規模才能開發。而手機遊戲受到硬體限制等因素的影響，產品規模小，製作期較短且成本較低，只需要小型團隊和較少的資金就能開發。手遊市場進入門檻遠低於傳統線上遊戲，使手遊市場出現許多小規模的新進企業（傅鏡暉，2003）。

然而，一些新進企業缺乏雄厚資金的支持，為了快速收回成本，只能將有限的資金投入推廣行銷，疏於對遊戲產品的後期運營和維護。此外，手遊市場熱點變化快速，廠商為了跟上熱點而縮短遊戲研發週期，造成遊戲品質下降。當熱點變換到下一個遊戲類型時，往往會選擇戰略性放棄先前的產品。這些因素使手遊市場上充斥許多劣質產品，無形中降低了產品生命週期平均值（汪宗憲，2003；蕭文娟，2004）。

從客戶端來看，由於智能手機以「便於隨身攜帶」為主要的設計目的，很難像個人電腦那樣提供一個可長時間操作、連線品質穩定且使用體驗良好的環境。因此，手遊無法確實重現過去線上遊戲的玩家體驗。在這樣的環境下，許多廠商為求生存，只好用短期獲利的商業模式來維持利潤，簡單說就是在短時間內衝高人氣，賺足利潤後快速退場。常見做法是以玩家之間的競爭為核心，讓玩家為了獲取競爭優勢而付費（邱惠筠，2009）。

付費獲得競爭優勢的玩家，可透過遊戲內的排名或競賽機制獲得更多獎勵，而不付費的玩家由於排名下降或在對戰中輸給付費玩家，使得獲得的獎勵變少。

然而，當每個玩家都付費時，實際上並沒有任何玩家會因付費而獲得競爭優勢，這種付費與不付費之間的選擇，與囚徒困境中背叛與合作的選擇狀況極為相似。此外，遊戲廠商為了刺激消費，會重覆舉辦各式各樣的特惠活動，進一步使玩家陷入迭代性的多人囚徒困境。然而，這種商業模式卻可能會進一步縮短產品生命週期，形成惡性循環，最終導致整體遊戲市場的萎縮。

本研究從社群結構觀點出發，比較與分析線上遊戲和手遊的社群結構差異。使用代理人基模型(agent-based model, ABM)來模擬線上遊戲和手遊的社群結構。探討收益曲線、鄰人範圍與參與者個性等因素對社群結構的影響。試圖尋找透過收益曲線與鄰人範圍的調整來達到延長產品生命週期的可能解法，作為日後遊戲在設計社群結構時的參考。

第三節 研究流程與論文結構

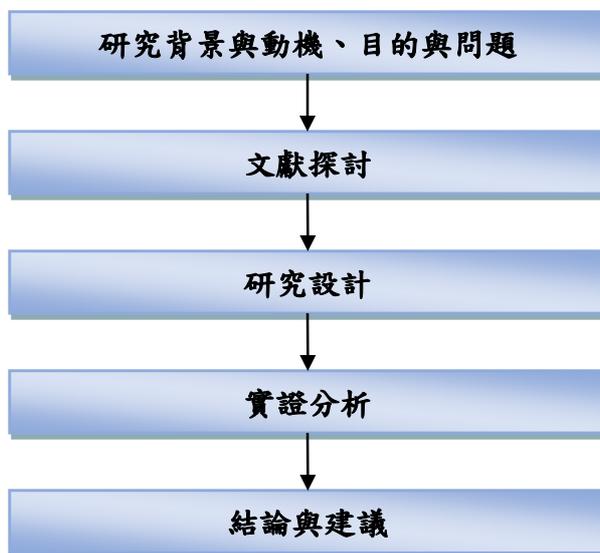


圖 1-1、多人囚徒困境與遊戲社群結構之研究流程

第二章 文獻探討

第一節 囚徒困境

囚徒困境 (Prisoner's Dilemma) 是賽局理論 (Game Theory) 的非零和賽局中最具代表性的例子之一，反映了個人最佳選擇有時與團體最佳選擇不符的情況。意思是，在一個團體中的個人根據理性所做出的最佳選擇，卻可能使得整個團體呈現非理性的結果。雖然囚徒困境本身只是一種模型，然而商場上的價格競爭、國與國之間的軍備競賽，以及關稅戰爭等各方面都經常出現類似的狀況。因此，研究囚徒困境有助於理解和解決真實世界的一些問題。

囚徒困境假設賽局中的每一位參與者都是理性而自利的，這表示參與者會以追求自身利益的最大化為主要目的，對於其他參與者的利益變化則並不關心，即古典經濟學中的理性人假設 (hypothesis of rational man)。如果參與者選擇某一策略所得之利益，在任何情況下都低於選擇其他策略所得之利益，該策略即被稱為嚴格劣勢策略 (strictly dominated strategy)，理性自利的參與者絕對不會選擇這種策略。此外，沒有任何外力干預個人決策，參與者可完全按照自身的意願來選擇策略 (Myerson, 1997；陳建良 譯，2006)。在囚徒困境中，每一位參與者都有合作或背叛兩種選項。根據參與者的選擇與其它參與者的選擇之間的相互關係，每一位參與者將會獲得獎勵或受到處罰。參與者可以是個體、群體、組織甚至是電腦程式。

囚徒困境的概念是，若囚徒彼此合作，拒不認罪，可為全體帶來最佳利益，(Sanfey, 2007)。然而，在囚徒彼此之間無法溝通的前提下，由於出賣同夥將會替自己帶來利益，並且如果同夥出賣自己也會為他帶來利益。因此，出賣彼此雖然違反了整體的共同最佳利益，卻反而是自己最大利益所在。此時，沒有任何一

個參與者可以透過獨自行動來增加利益，這種策略狀態被稱為奈許均衡 (Nash equilibrium)。

典型的囚徒困境賽局所考慮的是兩名參與者在一次性賽局中的狀況。然而，在反覆進行的迭代性賽局中，每一個參與者都有機會去「懲罰」另一個參與者在上一個回合中的背叛行為，此時，合作便有可能作為均衡的結果出現，而背叛的動機此時可能被受到懲罰的威脅所抵消，從而導向一個合作的較佳結果。若囚徒們彼此合作，為全體帶來最佳利益（在不損害其他人的利益的前提下，使自身利益獲得改善），這種策略狀態被稱為帕雷托最適 (Pareto optimality)。在一個迭代接近無限次的賽局中，奈許均衡可能會隨著迭代次數的增加而逐漸趨向於帕雷拖最適 (Weirich, 2007)。

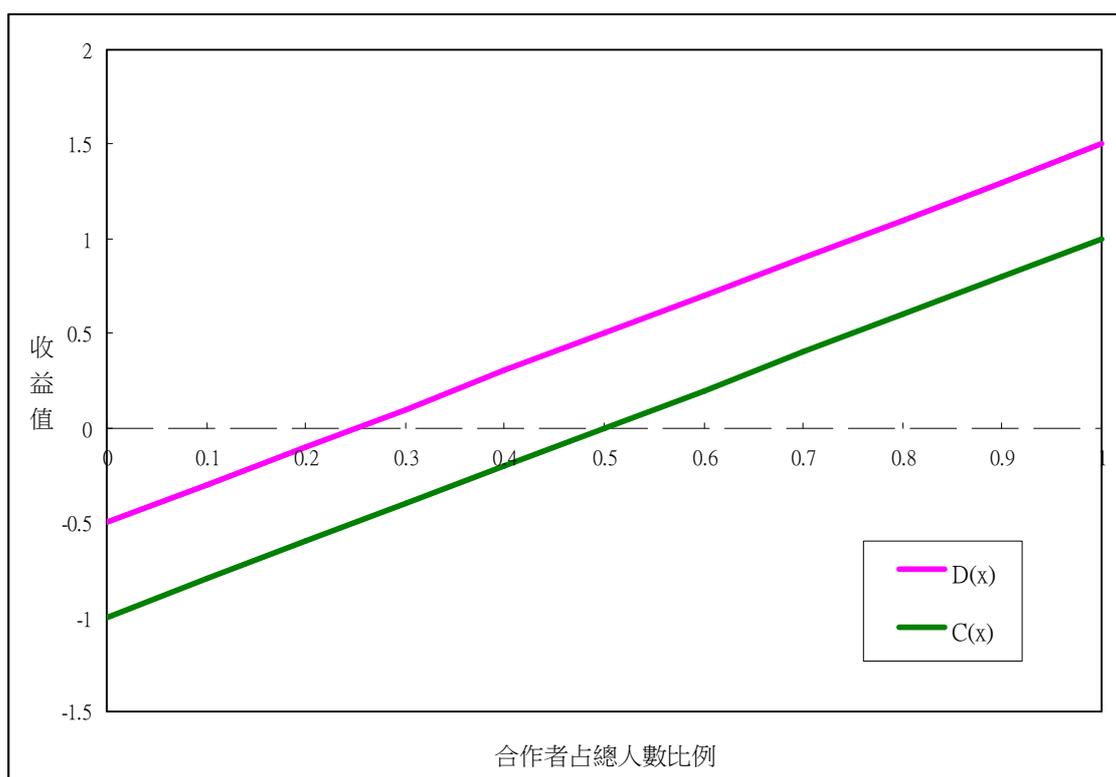


圖 2-1、合作者(C)與背叛者(D)的收益曲線，水平軸代表合作者佔總人數的比例，垂直軸代表環境所給予的收益比例。在這張圖中：

背叛者收益函式 $D(X) = -0.5 + 2X$

和作者收益函式 $C(X) = -1 + 2X$

此囚徒困境定義如下：

- A. 無論其它參與者的選擇為何，個體選擇背叛的收益永遠會高於選擇合作。
- B. 若所有參與者全都選擇背叛，所有人的整體收益將會低於全部選擇合作。
- C. 若 N 個參與者中有 m 個人選擇背叛， $C(m)$ 與 $D(m)$ 分別代表合作者與背叛者的收益函式，則上述情況可表示如下：

$$D(m) > C(m) \tag{1}$$

$$C(N) > D(0) \tag{2}$$

第二節 奈許均衡

奈許均衡也被稱為非合作賽局平衡，是非合作賽局 (Non-cooperative game) 狀況下的一個概念解，以約翰·奈許 (John Nash) 命名。在一個賽局的過程中，無論對手的策略選擇如何，若當事人這一方都會選擇某個確定的策略，則該策略稱為占優策略 (Dominant Strategy)。若賽局中所有參與者所選擇的策略都是各自的占優策略，那麼此組合就被定義為奈許均衡 (Camerer, 1997)。在這個狀況下，賽局中的每一個參與者所選擇的策略，都是為了達到自己期望收益的最大值，而其它所有參與者也遵循這樣的策略 (清水武治, 2008; 謝育容 譯, 2010)。

奈許均衡的典型例子便是囚徒困境：警察逮捕了一樁刑案的兩名嫌疑犯，並且將兩人分開審問，警察分別告訴兩名嫌疑犯：如果你認罪，但對方卻不認罪，你將會立即被釋放，而對方將會被判刑關十年；如果你們兩個人都認罪，兩個人都會被判刑關兩年；如果你們兩個人都不認罪，則兩個人都只會被判刑關半年。於是，兩名嫌疑犯同時陷入要招供或不招供的兩難困境。由於兩名嫌疑犯被分開審問，彼此無法溝通，因此從各自的利益角度出發，兩名嫌疑犯都會依照各自的理性利益而選擇招供，這種情況就稱為奈許均衡。在這個情況下，個體基於理性

利益所做出的選擇，與整體基於理性利益所做出的選擇並不一致(Camerer, 1997；梁暉昌、葉子嘉，2006)。

表 2-1、囚犯的博弈矩陣

囚犯的博弈矩陣		囚犯 A	
		招供	不招供
囚犯 B	招供	A 和 B 都會被判刑 2 年	A 會被判刑 10 年 B 會被立即釋放
	不招供	A 會被立即釋放 B 會被判刑 10 年	A 和 B 都會被判刑半年

基於古典經濟學的理性人假設，對這兩名嫌疑犯來說，符合自身利益的最佳選擇都是坦白招供。原本對雙方最有利的策略「兩人都不招供，各被判刑半年」的結果並不會出現。這種兩人都選擇坦白的策略，以及兩人都因此被判刑兩年的結果，便稱為「奈許均衡」(也稱為非合作均衡)。這個情況下，沒有任何參與者可透過「獨自行動」(即單方面改變決定)來增加收益(Camerer, 1997；巫和懋、夏珍，2002)。

第三節 帕雷托最適

帕雷托最適又稱為帕雷托效率(Pareto efficiency)，是經濟學中的重要概念，在賽局理論、工程學以及社會科學中有著廣泛的應用，以義大利經濟學家維弗雷多·帕雷托的名字命名，帕雷托在他的一項關於經濟效率與收入分配的研究中使用了這個概念。帕雷托最適是指一種理想的資源分配狀態，與其密切相關的另一個概念則是帕雷托改善(Pareto improvement)。假設有一群固定的人與固定可分配的資源，若從一種資源分配狀態轉變至另一種資源分配狀態，在不使任何人的境況變壞的前提下，使至少一個人的境況變得更好，此即帕雷托改善。而帕雷托

最適狀態則是指已經無法再有更多帕雷托改善的狀態；意即，無法在不使任何人的境況受損的前提下繼續改善某些人的境況（Camerer, 2003；Weirich, 2007）。

要注意的是，帕雷托最適只是一種「最低標準」的理想狀態。這個意思是，若一種狀態尚未達到帕雷托最適，那麼這種狀態必定是不理想的。因為這個狀態還有改進的空間，能夠在不使任何人的境況受損的前提下，使某些人的境況獲得改善。然而，一種已經達到帕雷托最適的狀態卻不一定真的是很「理想」的狀態（梁暉昌、葉子嘉，2006；Sanfey, 2007）。

舉例來說，一個社會裡只有一個快要餓死的乞丐和一個億萬富翁。如果這位百萬富翁願意捐出自己財產的百萬分之一，就能使這個乞丐免於餓死。但是這種無償的財富轉移會損害這個富翁的境況（假設乞丐沒有任何資源或服務可以用來回報這個富翁），因此進行這種無償的財富轉移並不是一種帕雷托改善。然而這個只有一個快要餓死的乞丐和一個億萬富翁的社會卻可以被視為是帕雷托最適的。

如果依照功利主義的標準，理想狀態是使所有人的福利總和最大化的狀態。倘若這名億萬富翁只損失很少的福利，便能夠極大地增加乞丐的福利，使其免於餓死，那麼社會的福利總和就會增加。因此，從功利主義的角度看，這種無償的財富轉移的確是一種改善。一開始的極端不平等狀態並不是理想的，因為所有人的福利總和較低。

當一個經濟體並非帕雷托最適的狀態，就存在能夠在不使其他人的境況變壞的情況下，使自己的境況變好的可能。一般認為，這種資源分配效率不佳的狀況是應該避免的。因此，帕雷托最適也是用來評量一項政治方針或一個經濟體狀態的一項重要標準（楊建成，2007；徐文，2010）。

第四節 線上遊戲的社群結構

此處所謂的線上遊戲，指的是個人電腦上的傳統大型多人線上角色扮演遊戲（Massive Multiplayer Online Role Playing Game，簡稱為 MMORPG）。MMORPG 的社群結構與現實生活十分類似，玩家可以在 MMORPG 中扮演一個或數個虛擬角色，並操控這些虛擬角色在遊戲世界中的各種活動與行為。MMORPG 與單機遊戲和其他小型的、可供多人參與的角色扮演遊戲的主要差別在於，MMORPG 有一個持續運行的虛擬世界。即使玩家離開遊戲，這個虛擬世界仍會持續存在，並且不斷演化，直到遊戲停止營運（終止運作）為止。

MMORPG 通常分成用戶端（Client）與伺服器端（Server）兩個部分。玩家透過用戶端軟體連線至遊戲的虛擬世界並且扮演其中的角色。而伺服器端則負責控制玩家所處的虛擬世界。當一名玩家登入 MMORPG 的虛擬世界，便能與來自世界各地的玩家進行多采多姿、各式各樣的實時互動。

MMORPG 的虛擬世界通常十分龐大，為了確保能夠獲得良好的遊戲體驗，玩家通常必須事先下載並且安裝專屬的用戶端軟體才能夠順利進行遊戲。因此這類遊戲也被稱為用戶端遊戲，簡稱為端遊（Client Game）。此外，也有一些 MMORPG 只需要玩家開啟網頁瀏覽器並連結至特定網址即可進行遊戲，這類遊戲稱為網頁遊戲，簡稱為頁遊（Web Game）。而讓玩家透過移動裝置（如智能手機、智能平板）來進行遊戲的，則稱為手機遊戲，簡稱為手遊（Mobile Game）。

在傳統 MMORPG 中常見分散式專精（Distributed Expertise）的社會結構（Hollenbeck et al. 1995）。所謂分散式專精結構，是指將專長與知識分散在多種不同的職業和種族身上，甚至是在工具或物品上，讓參與者可以透過討論、教授或利用專門的工具來分享原本散落在各處的知識，並藉此來逐漸提昇知能水平。

此外，在遊戲中極端化各職業專精範疇，也會使遊戲同時產生和提供一個位置，讓玩家得以發揮自身角色的技能和專長。這些擁有不同技能與專長的玩家角色，在團隊中負有使命地履行著各自的職責，為社群做出貢獻，這個過程會催化玩家訓練角色成為社群中適合該位置的一員。

此外，MMORPG 往往在遊戲中明示團隊合作的必要性，使組團成為必須。遊戲設計者認為，擁有一起進行遊戲的夥伴或團隊會提升玩家對遊戲的忠誠度，這個想法反映在遊戲設計上，就是強迫玩家必須透過團隊合作才能破關。為此，玩家不得不加入特定的組織，也就是所謂的公會（Guild）。不加入公會的玩家，幾乎不可能達到遊戲的最終階段，成為值得尊敬的高等級人物。

在齊默爾（Georg Simmel）的「社會如何可能（How is Society Possible?）」一書中談到，社會的存在透過人與人之間有意義的互動而實現，社會透過互動而結合在一起。MMORPG 透過分散式專精的社群結構以及公會機制的存在，實現了人與人之間有意義的互動關係，形成了穩定的社會結構（Symons, 2009）。換句話說，穩定的社群結構奠基於人與人之間的專業分工與頻繁的實時互動。因此，專業分工的程度與實時互動的頻繁度，會影響社會結構的穩定度。

與端遊相比，手遊受到行動裝置硬體效能以及網路傳輸品質不穩定的限制，加上手遊玩家時間的碎片化，使玩家之間的實時互動不易實現。因此，手遊往往會採用非實時互動性的設計，即便是具有實時互動機制的手遊，玩家的平均互動時間和頻率也遠遠低於端遊。在這個前提下，若採用分散式專精的社群結構並且強迫玩家團隊合作才能過關，其結果就是玩家往往沒辦法達成遊戲的最終階段。因此，手遊通常會採用非分散式專精的社群結構，意思是盡可能減少玩家之間的角色技能與專長的差異性，避免玩家因為找不到合適的夥伴而無法過關的狀況。

表 2-2、端遊與手遊社群特性比較

	社群結構	互動型態	社交性	互動頻率
端遊	分散式專精	以實時互動為主	高	高
手遊	非分散專精	偏向非實時互動	低	低

此外，雖然手遊中也存在公會機制，但由於團隊合作通常不是必須的，玩家只要付出足夠的時間（或金錢）就能達成遊戲最終階段。因此，手遊的公會結構強度以及對公會成員的約束力通常比不上端遊。玩家之間的「夥伴」或「團隊」感較弱，對玩家忠誠度的影響也較小。除非未來行動裝置的硬體效能和網路傳輸品質獲得改善，且手遊玩家的休閒時間不再碎片化，玩家之間的互動增強，否則手遊社會結構不穩定的問題不容易獲得根本的改善。

根據資策會產業情報研究所（MIC，2009）對 6,871 名線上遊戲玩家進行的調查，結果顯示玩家對線上遊戲產生興趣的主要原因為「口碑效應」，也就是身邊朋友的討論與推薦。與熟識的朋友一起玩同一款遊戲是玩家願意持續付費的主要原因。這項調查的結果顯示，遊戲的社群結構與遊戲的產品生命週期有明顯的關聯性。換句話說，手遊產品生命週期的縮短，可能與手遊社群結構的改變有關。

表 2-3、對遊戲產生興趣的原因

原因	比例	原因分類
身邊朋友的討論推薦	(80.6%)	口碑效應
網路社群的討論推薦	(55.5%)	口碑效應
專業遊戲網站的評價	(34.6%)	口碑效應
遊戲開發商的知名度	(31.7%)	品牌效應
遊戲討論網站廣告	(28.8%)	廣告效應

表 2-4、持續付費玩線上遊戲的原因

原因	比例	原因分類
與認識的朋友一起玩	(58.7%)	社群力量
遊戲中有認識的人	(42.6%)	社群力量
遊戲故事性強深度夠	(36.7%)	產品質量
喜歡該遊戲的風格類型	(35.1%)	產品質量
遊戲好玩又可以輕鬆玩	(28.6%)	產品質量

為了彌補玩家之間實時互動性的不足，有一些手遊開始以玩家之間的競爭為核心，透過競爭感來加強玩家之間的互動。這些手遊產品提供大量的競爭機制，用各種方法鼓勵玩家消費以獲得競爭優勢。玩家可以選擇不付費（合作）與眾人保持相等的競爭優勢，或付費（背叛）讓自己獲得更多競爭優勢。由於玩家人數眾多且實時互動不易，又缺乏有效的溝通管道，理性自利的決策便是付費使自己獲得競爭優勢。

然而，當每一個玩家都選擇付費獲取競爭優勢時，事實上沒有任何玩家將會因此獲得競爭優勢。玩家先前付出的費用將會轉變為沉沒成本，而基於損失規避（Loss aversion）的心態，已付費的玩家會傾向付出更多費用以獲得競爭優勢。當每一個玩家都追求自身利益，反而使群體利益受損（張祐銘、張弘毅，2011），此時，沒有任何一個玩家能夠透過獨自行動來增加利益，形成奈許均衡。當這種狀況反覆發生時，玩家便陷入迭代性的多人囚徒困境。

在迭代性賽局中，隨著迭代次數的增加，參與者的最佳策略可能從奈許均衡逐漸趨向帕雷托最適。選擇了背叛的參與者，可能會在下一次迭代中受到懲罰，背叛的動機受到抑制，使部分參與者開始傾向選擇合作。然而，隨著合作者人數

增加，背叛者獲得的利益也會提升，吸引更多參與者選擇背叛。此時，整個賽局中的背叛者與合作者人數，將會動態平衡地維持在特定的比例。

在這個平衡的狀態下，背叛者的群體利益與合作者的群體利益會是相等的。任何一個新的背叛者都會導致背叛者的群體利益受損，使得背叛者的群體中出現一個新的合作者，讓背叛者的群體利益與合作者的群體利益再次獲得平衡。這個狀態可視為一種帕雷托最適狀態，意即無法在不使任何人的境況變壞的前提下，使得至少一個人的境況變得更好。對於以玩家間的競爭為付費核心的遊戲而言，這意味著無法吸引更多玩家付費。

這些以玩家間的競爭為付費核心的遊戲通常有一個共通點，就是以時間作為衡量競爭優勢的依據。這個意思是，玩家付費獲得的競爭優勢能被簡單地換算成領先了其他玩家多少天的遊戲進度。因為玩家每天玩遊戲時都會累積遊戲進度，而付費取得的強度相當於累積好幾天的進度。因此，這種類型的遊戲進行了一段時間後，幾乎不會再有新玩家加入。

因此，這種類型的遊戲進行一段時間後，就會面臨無法繼續增加競爭者人數的問題。這個問題就彷彿高齡化的社會一般，將會逐漸減少整個環境的競爭性，使得原先付費的玩家也會逐漸降低付費意願。當遊戲無法繼續產生營收時，最終的結果就是產品生命週期的結束。雖然遊戲開發商會用開放新伺服器（聚集新的參與者，開始一場新的賽局）的方式來延長一款遊戲的產品生命週期，但隨著市面上相同類型手遊的增加，玩過相同類型手遊的玩家越來越多，而相同類型手遊帶給玩家的遊戲體驗相似，因此所有相同類型的手遊可以視為是一個是規模更大的賽局，其最終結果並不會改變。

現實生活中的囚徒困境經常演變成集體災難，例如竭澤而漁、環境破壞等，對手遊產品來說則反映在產品生命週期的縮短上。後續推出的相同類型遊戲將會越來越難產生營收，除非設計者願意改變想法，推出不同類型的遊戲，否則最終可能導致整體遊戲市場的萎縮。雖然玩家進入奈許均衡狀態就長期來說並不是件好事，但這並不表示帕雷托最適狀態就比較好。

帕雷托最適狀態代表了整體環境經濟效率的最大化，通常這意謂著人們放棄持續減損彼此利益，轉而尋求能夠使彼此利益最大化的合作可能性。然而，一個帕雷托最適狀態的遊戲也有可能是一個缺乏競爭，令玩家覺得無趣的遊戲。因為整體環境的經濟效率已達到最大化，此時即使推出新裝備、新機制供玩家追求，玩家也不見得願意為此付出努力，因此也無法獲得角色變強所帶來的樂趣，而這同樣會對生命週期造成負面影響。因此，遊戲設計者需要瞭解的是如何透過機制的設計，讓玩家在奈許均衡狀態與帕雷托最適狀態之間移動，並確保玩家在這個過程中獲得充分的娛樂價值，如此才能真正達到延長產品生命週期的效果。

第五節 線上遊戲的參與者個性

本研究採用的參與者個性分類法是以 Richard Bartle 提出的遊戲玩家心理學測試 (Bartle Test of Gamer Psychology) 為基礎。此分類法是透過觀察與分析玩家在多人線上遊戲中所表現出的行為，針對玩家「關注的重點」與「行動的方式」將玩家區分為四種不同的類型，簡稱為巴特爾測試 (Bartle Test) (Bartle, 2004)。關注的重點指的是玩家在遊戲中主要感興趣的對象或者讓玩家獲得樂趣的主要來源，此處所指的對象或來源可能是遊戲世界中的其他玩家或整個遊戲世界本身。行動的方式則是指玩家會用什麼方式對關注的重點採取行動以獲得他們想要的樂趣，這個方式可能是單方面對目標採取行動或者與目標進行雙方面互動。

表 2-5、巴特爾測試遊戲玩家分類表

Bartle 遊戲玩家心理測試	關注的重點	行動的方式
成就型玩家 (Achiever)	世界	單方面採取行動
探索型玩家 (Explorer)	世界	雙方面進行互動
社交型玩家 (Socializer)	玩家	雙方面進行互動
殺手型玩家 (Killer)	玩家	單方面採取行動

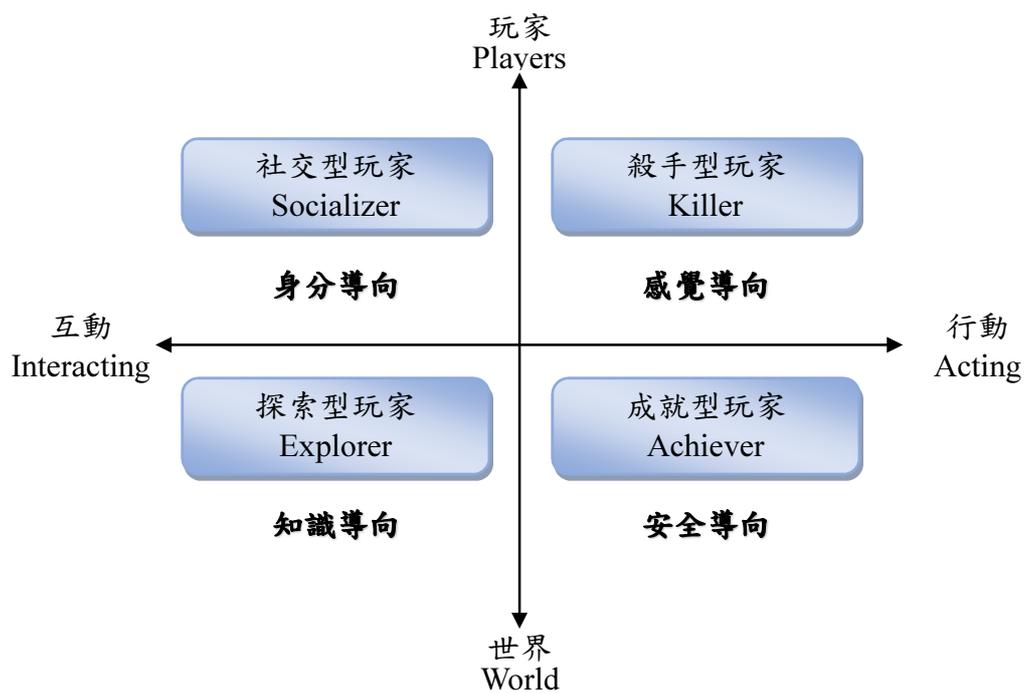


圖 2-2、巴特爾測試遊戲玩家分類圖

一、成就型玩家 (Achiever)

成就型玩家喜歡在遊戲中做些什麼，也就是單方面對遊戲世界採取一些行動 (Acting on the world)。線上遊戲的環境是一個多采多姿的世界，而與其他玩家之間的互動更增添其真實性，同時也帶來了競爭的可能性。成就型玩家通常會替自己設定一些遊戲內的目標，並精力充沛地完成它們，通常這意味著累積大量的高價值寶物或者解決大量的棘手問題並且出盡風頭。具體而言，成就型玩家喜歡獲取點數、等級、裝備或其他能代表他們在遊戲內的成功的具體測量指數。

成就型玩家對自己能夠在等級制度森嚴的遊戲世界佔據正統地位感到自豪，為自己能在這麼短的時間內便達成目標而感到驕傲。升級和累積大量寶物等行為受到安全導向型動機的驅使，而其他動機，例如強大的覺察力或者對自我成長的理解則沒有這樣的激勵效果，這解釋了為什麼成就型玩家熱衷於「重複刷任務」的行為，而其他玩家卻絲毫看不出這種行為的樂趣所在。對於成就型玩家來說，一分耕耘代表一分收穫，獎勵應該與投入成正比，若一款遊戲圍繞著簡單明確的、能夠累積地位標誌的任務而設計，必定能吸引成就型玩家。成就型玩家在遊戲中經常比其他玩家更快升級或達成某些成就，他們也被比喻為撲克牌的「方塊 (Diamonds)」(象徵財富：總是在累積財寶) (Bartle, 1996)。

二、探索型玩家 (Explorer)

探索型玩家喜歡在遊戲中感受各種令人驚奇的事情，也就是與遊戲世界互動 (Interacting with the world)，這意味著去感受虛擬世界中的各種奇妙現象。其他玩家的存在為這個遊戲世界增添了深度，但不值得關注，除非這些玩家可能成為他們進入一個新區域時必需依靠的東西。探索型玩家會嘗試在遊戲世界中尋找一切他們所能找到的東西，他們會不斷探索遊戲世界的廣度與深度，並試著建構出整個世界的拓樸圖。探索遊戲世界和收集資料等行為受到知識導向動機的驅使，一旦這些資料背後的規則水落石出，對他們來說就是最大的獎勵。

對探索型玩家來說，獲取點數、提升等級只是探索過程中獲得的副產物或者進入新區域所需的條件，並不值得花費額外的時間，因為這不符合他們的初衷。具體而言，探索型玩家喜歡探索遊戲世界中的未知，包括遊戲的運作規則。他們喜歡按照自己的步調來探索，對於與其他玩家之間的競爭不太感興趣，他們也被比喻為撲克牌的「黑桃 (Spades)」(象徵鐵鎚：總是在挖掘線索)。

三、社交型玩家 (Socializer)

社交型玩家喜歡在遊戲內與其他玩家互動 (Interacting with other players)，通常這意味著交談以及其他由此衍生的行為。對社交型玩家來說，尋找不同玩家並且了解他們遠比指揮他們以達成特定目標或者將他們當成狩獵要來得更有價值。具體而言，社交型玩家善於利用遊戲中的各種通訊工具以及角色扮演的特性去結識其他玩家。社交型玩家喜歡透過各種方式來了解他人並與其建立某種形式的關係，而大多數社交行為都受到身份導向動機的驅使。

社交型玩家的最終目的是透過與其他人之間建立的關係，來確立自己在這個世界上的身份／地位。他們享受遊戲世界中的社會關係勝過遊戲本身，他們最大的樂趣來自與遊戲中與其他玩家的互動，某些情況下甚至包含電腦控制的角色。社交型玩家最大的資本來自他們的朋友、關係與影響力。線上遊戲對社交型玩家來說只是一種社交工具，他們也被比喻為撲克牌的「紅心 (Hearts)」(象徵愛心：總是樂於助人)。

四、殺手型玩家 (Killer)

殺手型玩家喜歡對其他遊戲玩家做些什麼，意即對其他玩家單方面採取行動 (Acting on other players)，而且不打算徵求其他玩家的許可，即便有時候他們的行為在客觀上可以被視為是一種干擾性的幫助。殺手型玩家從不關心其他玩家的

想法，他們善於利用遊戲中提供的各種工具令其他玩家感到痛苦（或者，某些情況下幫助其他玩家）並且以此為樂，他們的快樂建築在將自身行為強加於它人的基礎上。殺手型玩家透過各種行為來展示自己相對於其他玩家的優勢，即使這些行為在現實生活中可能被視為犯罪行為。殺手型玩家通常是自我中心的，他們的行為受到感覺導向動機的驅動，目的是為了保障最大限度的個人自由（統治自己的個人世界）。

具體而言，殺手型玩家熱衷於與其他玩家之間的競爭。大多數殺手型玩家的樂趣源自於競賽精神，他們覺得自己是在從事一項運動：試著洞悉對手的行動並且採取行動，無論何種狀態下，找到並表現出優勢幾乎是他們的本能。累積知識對殺手型玩家是無用的，除非這些知識能夠幫助他們影響到現實世界中的真人。他們也被比喻為撲克牌的「梅花（Clubs）」（象徵棍棒：總是攻擊或威嚇他人）。

第六節 代理人基模型

代理人基模型 (agent-based model, ABM) 又稱為個體為本模型或多元代理人系統 (multi-agent system, MAS)。這是一種可用來模擬大量有自主意識的智能體的行動以及智能體彼此之間的相互作用的計算模型，並透過圖像化的方式來呈現和評估智能體在整個系統中產生的作用。代理人基模型結合了多種其他的思想，例如賽局理論、複雜系統、計算社會學、演化計算、湧現現象與多智能體系統，並採用蒙特卡洛法 (Monte Carlo method) 產生隨機性。最早的代理人基模型概念是托馬斯·謝林 (Thomas Schelling) 在 1971 年所提出的分隔模型 (segregation model)，該模型體現了自主代理人在二維環境中互動所產生的湧現結果，這也是 ABM 的基本概念。

代理人基模型透過模擬複數智能體的同時行動與智能體彼此之間的相互作用來再現和預測複雜現象，整個過程是一種從微觀層次 (低層次) 到宏觀層次 (高層次) 的湧現現象 (Emergence Phenomena)。換句話說，簡單的行為規則能產生複雜的結果，這也是建模領域廣泛採納的 K.I.S.S (Keep It Simple, Stupid) 原則。代理人基模型的另一項原則是「整體大於部分的總和」。意思是，單獨看起來覺得瑣碎平凡的現象，一旦彙總起來並經過各種演算法的分析後，便能展現出從資料的任何一部分都看不出來的高價值情報。(Rand & Rust, 2011)

舉例來說，假設每個單獨個體是有限理性的，會為了個體利益而行動，例如繁殖、積極利益或社會地位，並且只能透過試探性的或者簡單的規則來進行決策 (基於過去的經歷進行學習與適應)。我們觀察單獨個體的行為時，只會看見一些瑣碎平凡的現象，但觀察整體的行為時，卻會獲得一些原本看不見的情報，這種特性在巨量資料 (Big data) 中也存在。

大多數代理人基模型包含下列要素：

1. 有各種不同指標的大量智能體（代理人，Agent）
2. 智能體具有試探性的決策模式
3. 智能體有學習規則或適應過程
4. 有一個交流的拓樸網路
5. 有一個非智能體的環境

代理人基模型主要應用於計算機模擬（Computer simulation），通常透過專門的軟體或 ABM 工具包來進行，也能用來測驗個體行為的改變如何影響系統整體行為結果的湧現現象。自從 90 年代開始，代理人基模型開始被廣泛地作為有效的社會科學研究工具而使用，並且被用於解決各種商業和科技問題，例如組織行為與認知、團隊合作、供應鏈優化、物流、消費行為建模，包括口碑、社交網路的影響、分配，人力資源管理和投資組合管理...等。

第三章 研究設計

本實驗分析端遊和手遊的社群結構差異（巴特爾測試中四種不同類型的玩家的組成比例），並透過代理人基模型進行模擬，探討收益曲線、參與者個性與鄰人關層數對於遊戲整體的影響，期望找出能夠延長產品生命週期的可能做法。

第一節 研究結構

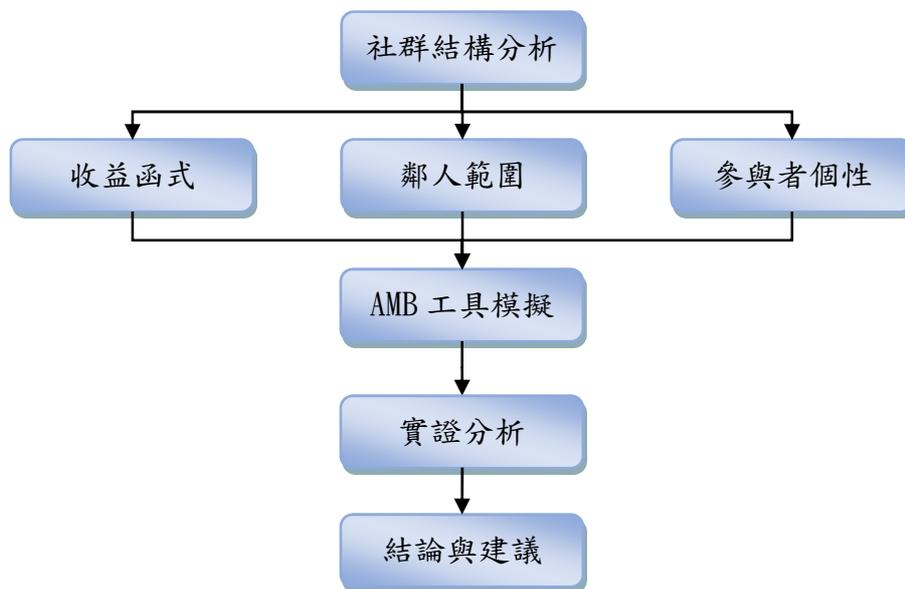


圖 3-1、研究結構

第二節 研究模式

本實驗所使用的 ABM 模擬工具是一個真正的多參與者模型，而非不斷重複的雙人賽局。它是一個總體研究框架，包括環境特性、參與者人數等，都是可由使用者自定義的參數。能夠參與互動的參與者數量理論上是無限的，並且參與者可以被賦予有著明顯不同，由使用者定義的人格特質。

本實驗的參與者被描述為隨機學習細胞自動機（Stochastic Learning Cellular Automata, SLCA），即細胞自動機（Cellular Automata, CA）與隨機學習自動機（Stochastic Learning Automata, SLA）的組合。

細胞自動機又稱為格狀自動機或元胞自動機，這是由無數個有規律、堅硬的方格所組成的格網，每一格都代表一位參與者，每一格均處於一種有限的狀態，每一格的狀態會受到上一次迭代時的鄰近格的狀態的影響，每一次迭代時，所有格子會遵循相同規矩一齊演進。

形式上來說，細胞自動機具有三個特徵：

1. 平行計算（Parallel Computation）：每一個細胞個體都同時同步的改變。
2. 局部的（Local）：每一個細胞的狀態變化只受到鄰近細胞的影響。
3. 一致性的（homogeneous）：所有細胞均受同樣的規則支配。

在我們所使用的模型中，互動範圍並不僅限於參與者的近鄰（相鄰的格子），參與者可同時與其他參與者互動（以參與者為中心，向外延伸一定的格數），這個互動的範圍稱為鄰人範圍。而隨機學習規則提供了比一般 CA 常用的決定性規則更強大、更擬真的效果。隨機學習意味著參與者的行為不是絕對的，僅取決於其後果。意即，當環境給予特定的有利回饋時，參與者將更有可能（但不必然）採取某種行動。

一個逼真的多人賽局模擬模型必須包含模擬環境的尺寸和形狀、收益函式、影響後續行動的更新方案、參與者個性，以及鄰人範圍的定義。本實驗的模擬環境是一個由許多參與者構成的二維陣列，其尺寸只受限於電腦的虛擬記憶體，所有參與者之間的互動可輕易在電腦螢幕上觀察。

收益（獎懲）函式有兩條曲線：曲線(C)是合作者的收益曲線，曲線(D)是背叛者的收益曲線。每位參與者的收益取決於他的選擇、其他參與者中合作者與背叛者的分佈比例以及環境特性。收益曲線與合作者佔總人數的比例有關(如圖 2-1)。我們可以在獎勵／懲罰系統中自由使用任意函數，以便模擬各種困境和社交情境，包括兩條曲線相交的情況。

在一個迭代性的賽局中，群體的合作比例會隨時間改變，意即隨著後續迭代的進行而變化。參與者會根據他們前一次行動的獎勵／懲罰與個性所決定的概率而採取行動。後續行為的改變方式可能會因參與者而異，這代表擁有不同人格特質的參與者可以在同一個實驗中互動。擁有不同人格特質和初始狀態的參與者可被配置在陣列上的任意位置，而環境的反應會受到所有參與者的行動所影響。

環境的獎勵／懲罰概率的更新會影響參與者的決定。在每一次迭代中，軟體工具在電腦螢幕的一個視窗中繪出參與者陣列，陣列中的每個參與者會根據最近採取的行動而被標上特定的顏色。實驗者可以查看和記錄這個參與者社會隨時間進行的發展。賽局結果取決於參與者的個性，例如：短視理性的參與者總是選擇背叛，仁慈的參與者則會無視他們的短期利益而選擇合作...等。

第三節 研究方法

本實驗透過 ABM 模擬工具對端遊與手遊的社群結構進行迭代性模擬，觀察不同的收益函式、鄰人範圍與參與者個性對於整體環境的變化影響。

一、端遊與手遊的社群結構

端遊與手遊的社群結構差異主要源自於手遊玩家之間的實時互動不易實現，以及手遊相對較小，缺乏廣度與深度的遊戲世界。這些原因使得手遊社群結構中的探索型、社交型與殺手型玩家的比例相對較低，成就型玩家的比例相對較高。

雖然實際的玩家組成比例可能會因遊戲而異，然而本實驗的目的是找出社群結構中的玩家組成比例對於產品生命週期的影響，而非不同遊戲之間的社群結構差異與其產品生命週期之間的關聯。為了方便管理本實驗，以下假設端遊與手遊的社群結構比例如下：

表 3-1、端遊與手遊社群結構組成

	成就型玩家	探索型玩家	社交型玩家	殺手型玩家
端遊	40%	35%	15%	10%
手遊	80%	10%	5%	5%

二、收益函式

假設 x = 合作者人數佔總參與者人數的比例，則：

$C(x)$ = 合作者獲得的個人獎勵

$D(x)$ = 背叛者獲得的個人獎勵

$C(x) * x$ = 全體合作者獲得的整體獎勵

$D(x) * (1-x)$ = 全體背叛者獲得的整體獎勵

三、鄰人範圍

鄰人範圍 x 代表以參與者為中心，向外延伸 x 格所涵蓋的範圍，當參與者的行動策略需要考慮鄰人的反應時，便以此範圍內的鄰人為基準。

四、參與者個性-成就型玩家

成就型玩家喜歡獲取點數、等級、裝備或其他能衡量他們在遊戲內的成功的具體測量指數，他們喜歡比其他玩家更快達成某些成就。成就型玩家喜歡與其他玩家競爭，並且重視每一個能獲得競爭優勢的機會。他們的行動策略以獲得最多獎勵為目的。

初始合作機率： $P=0.4$ （以自身利益為優先，輕微背叛傾向）

迭代行動策略：模仿上一次迭代中獲得最多獎勵的鄰人的行動。

五、參與者個性-探索型玩家

探索型玩家喜歡探索未知，與其他玩家合作通常有助於他們對世界的探索，但這並非他們關注的重點。探索型玩家對於跟其他玩家間的競爭不感興趣，他們對合作或背叛的抉擇會視其他玩家對他們造成的影響而定，他們的行動策略會跟據上一次行動的結果而定。

初始合作機率： $P=0.6$ （合作通常有助於達成目的，輕微合作傾向）

迭代行動策略：古典制約行為（採取特定行動的機率 P 正比於環境所給予的獎勵／懲罰量，此行為模式來自於 Pavlov 的實驗以及 Thorndike 效果法則：若一個行動伴隨令人感到滿足的狀態，那麼參與者採取相同行動的傾向將會增強）。

六、參與者個性-社交型玩家

社交型玩家最大的樂趣來自在遊戲中與其他玩家的互動，遊戲對社交型玩家來說只是一種社交工具。社交型玩家對於跟其他玩家間的競爭並不感興趣。依照玩家的迭代行為策略的不同，此處進一步將社交型玩家分成合作者與跟隨者兩類。

- 合作者

初始合作機率： $P=1.0$ （玩遊戲是為了交朋友，高度合作傾向）

迭代行為策略：高度合作傾向（合作機率 $P=1.0$ ）。

- 跟隨者

初始合作機率： $P=1.0$ （玩遊戲是為了交朋友，高度合作傾向）

迭代行為策略：模仿上一次迭代中多數鄰人的行動。（想與多數人一樣）

七、參與者個性-殺手型玩家

殺手型玩家熱衷於與其他玩家間的競爭，他們喜歡展現自身相對於其他玩家的優勢，並享受操弄其他玩家所帶來的滿足感。他們的所作所為是為了保持最大限度的個人自由（統治自己的個人世界），因此除非是為了對抗比他們更加強大，甚至侵犯到他們個人自由的對手，否則他們極少或者從不與其他玩家合作。

初始合作機率： $P=0.1$ （將操弄其他玩家視為樂趣，高度背叛傾向）

迭代行為策略：高度背叛傾向（合作機率 $P=0.1$ ）。

第四章 實證分析

第一節 收益函式

根據囚徒困境的定義：

1. 無論其它參與者的選擇為何，個體選擇背叛的收益永遠會高於選擇合作。
 2. 若所有參與者全都選擇背叛，所有人的整體收益將會低於全部選擇合作。
- 因此，理性自利的參與者會傾向選擇背叛，以獲取更多獎勵。

由於合作者收益函式與背叛者收益函式的差距可能會影響參與者選擇背叛的人數比例（合作者與背叛者的獎勵差距越大，選擇背叛的參與者可能越多），使得收益函式的影響變得太複雜，因此我們先假設每一次迭代都會有固定比例的合作者選擇背叛，直到所有合作者都選擇背叛為止，並在這個前提下檢視收益函式對於迭代次數的影響。

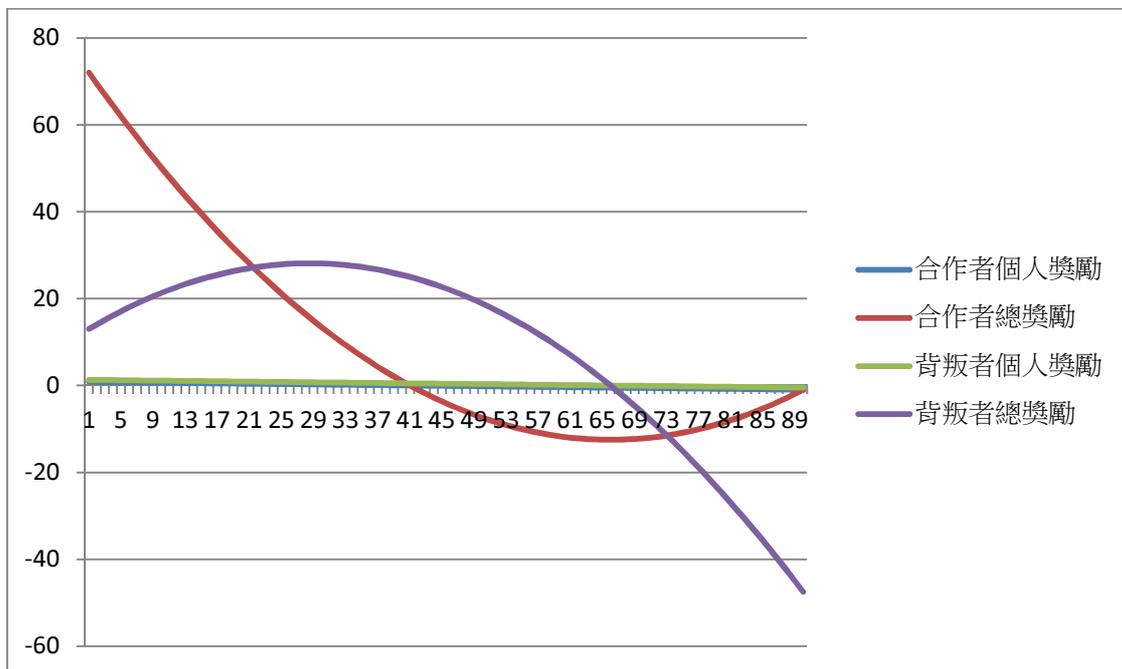


圖 4-1、初始合作者比例 0.9，每次迭代合作者比例-0.01，收益函式 $C(x)=-1+2x$ ， $D(x)=-0.5+2x$ 。橫軸為迭代次數，縱軸為收益。合作者與背叛者總獎勵在第 20~21 次迭代間（合作者比例 0.69~0.70）與第 72~73 次迭代間（合作者比例 0.17~0.18）達成等式。

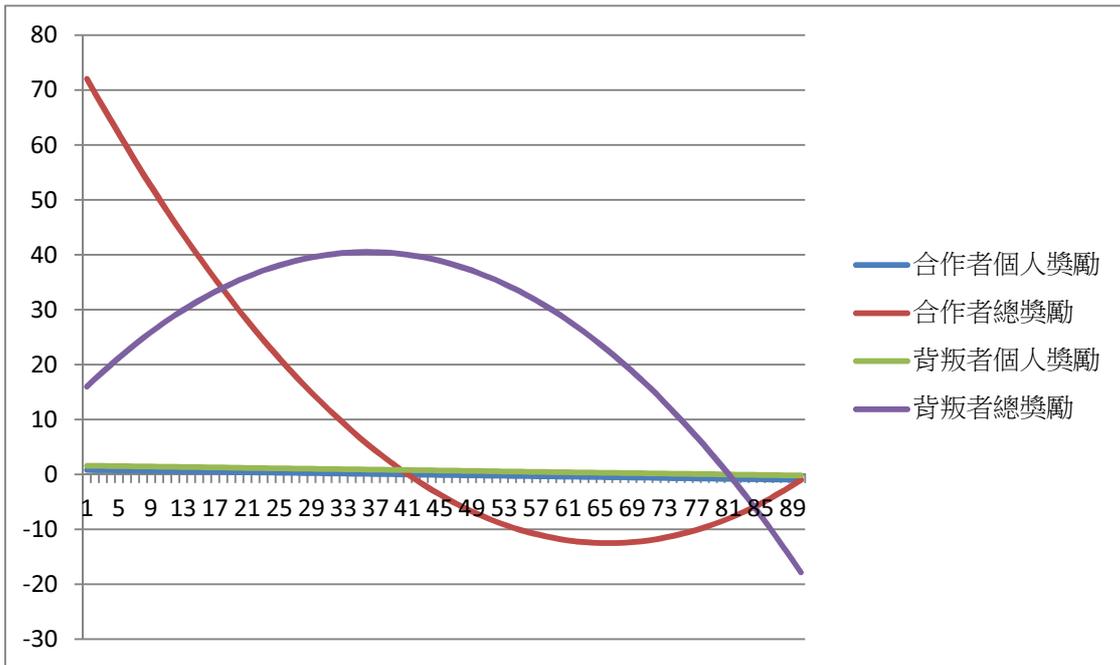


圖 4-2、初始合作者比例 0.9，每次迭代合作者比例-0.01，收益函式 $C(x)=-1+2x$ ， $D(x)=-0.2+2x$ 。橫軸為迭代次數，縱軸為收益。合作者與背叛者總獎勵在第 16~17 次迭代間（合作者比例 0.73~0.74）第 83~84 次迭代間（合作者比例 0.06~0.07）達成等式。

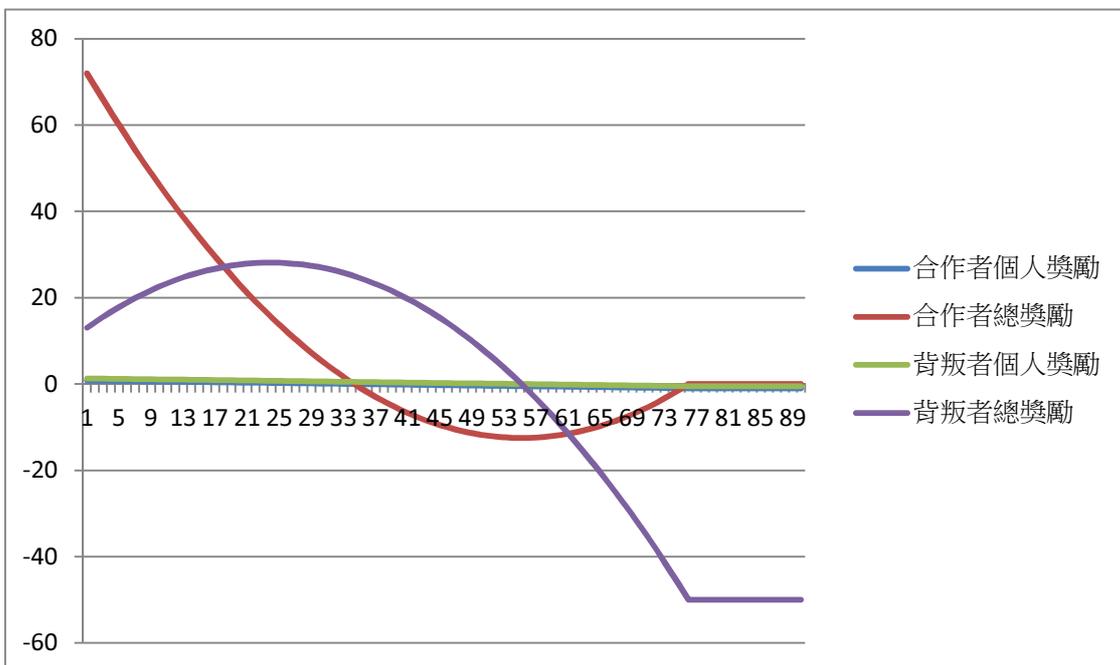


圖 4-3、初始合作者比例 0.9，每次迭代合作者比例-0.012，收益函式 $C(x)=-1+2x$ ， $D(x)=-0.5+2x$ 。橫軸為迭代次數，縱軸為收益。合作者與背叛者總獎勵在第 17~18 次迭代間達成等式。

次迭代間(合作者比例 0.684~0.696)與第 60~61 次迭代間(合作者比例 0.168~0.180)達成等式。

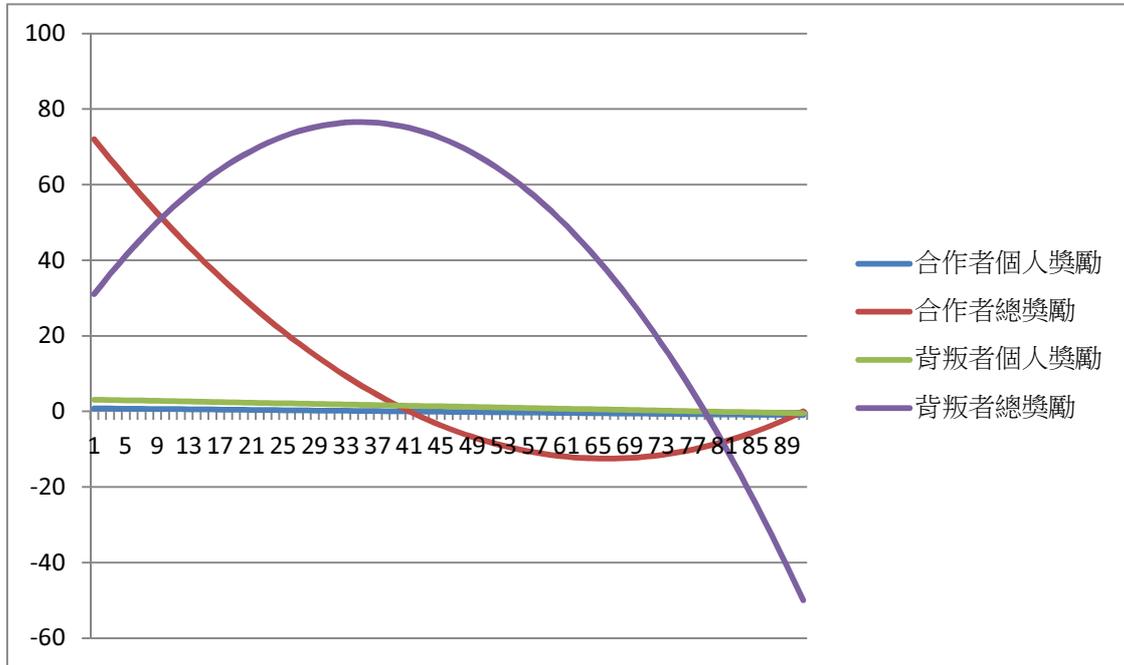


圖 4-4、初始合作者比例 0.9，每次迭代合作者比例-0.01，收益函式 $C(x)=-1+2x$ ， $D(x)=-0.5+4x$ 。橫軸為迭代次數，縱軸為收益。合作者與背叛者總獎勵在第 8~9 次迭代間(合作者比例 0.81~0.82)與第 79~80 次迭代間(合作者比例 0.10~0.11)達成等式。

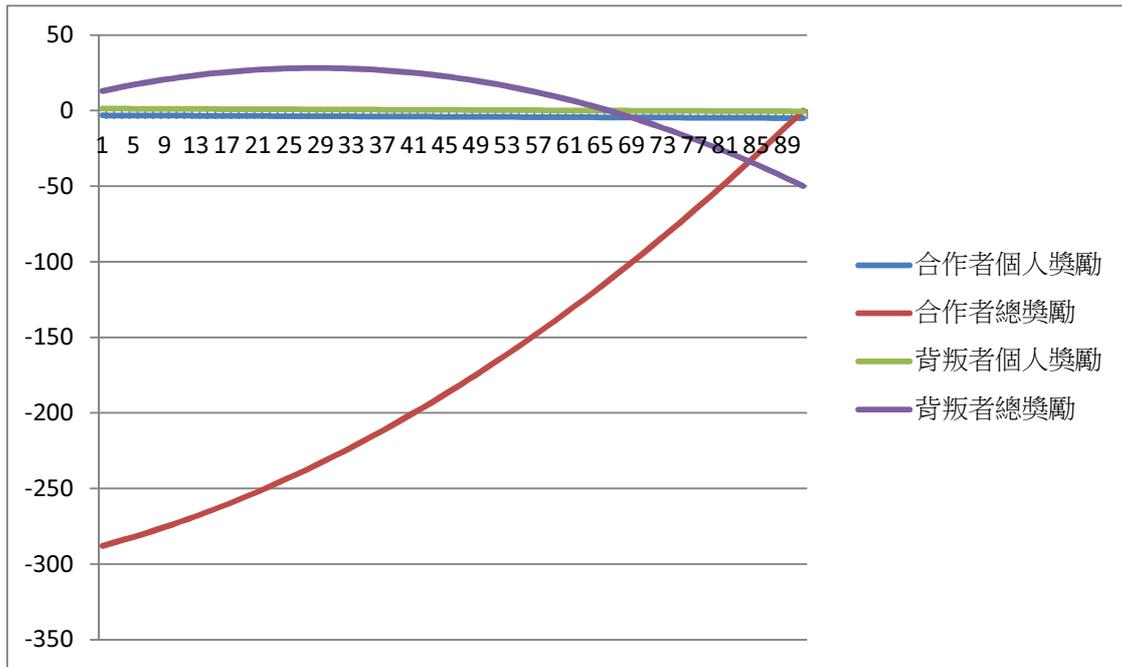


圖 4-5、初始合作者比例 0.9，每次迭代合作者比例-0.01，收益函式 $C(x)=-5+2x$ ， $D(x)=-0.5+2x$ 。橫軸為迭代次數，縱軸為收益。合作者與背叛者總獎勵在第 83~84 次迭代間（合作者比例 0.06~0.07）達成等式。

從圖 4-1、圖 4-2、圖 4-3 和圖 4-4 可以看出，背叛者與合作者的整體獎勵可能在兩者皆為正值或皆為負值時達成等式。在兩者皆為正值的情況，多數合作者獲得少量獎勵，少數背叛者獲得大量獎勵，形成一個不穩定平衡（因為少數人的行為受到鼓勵，而多數人的行為受到懲罰）。而在兩者皆為負值的情況，少數合作者受到嚴厲懲罰，多數背叛者受到輕微懲罰，形成穩定平衡（多數人的行為受到鼓勵），此穩定平衡代表該環境的最終合作者比例。

從圖 4-1、圖 4-2 以及圖 4-4 可以看出，當收益函式 $C(x)$ 與 $D(x)$ 差距越大時，達成穩定平衡所需的迭代次數也越多。而在圖 4-5 的情況，合作者的整體獎勵只有負值的狀況，因此只有穩定平衡狀態。

上述結果顯示，當收益函式 $C(x)$ 與 $D(x)$ 差距較小時，最終合作者比例較高，達到穩定平衡所需的迭代次數較短。而兩者差距較大時，最終合作者比例較低，達到穩定平衡所需的迭代次數較長。由此可知，設計者可以透過收益函式的設計來控制遊戲環境的最終合作者比例，以及達到最終合作者比例所需的迭代次數。

對線上遊戲來說，最終合作者比例代表遊戲中合作者與背叛者人數比例達到一個穩定狀態。此時，合作者與背叛者整體收益是相同的，倘若群體之中有一個玩家選擇背叛，通常很快會有另一個玩家選擇合作使整體收益維持均衡。此時，無論個體玩家的選擇為何，所獲得的收益將會相近，這表示玩家會停止繼續透過付費獲取競爭優勢的行為。對線上遊戲來說，這就代表了產品生命週期的結束。

實驗結果顯示，增加付費與不付費玩家之間的收益差距，可以延長遊戲產品生命週期，而減少付費與不付費玩家之間的收益差距會縮短遊戲產品生命週期，還會降低玩家付費意願，減少遊戲的營收。

然而，比較圖 4-1 和圖 4-3 可以發現，真正縮短遊戲產品生命週期的關鍵其實是每一次迭代中的合作者比例下降幅度。在圖 4-1 中，每一次迭代的合作者比例減少 0.01，達到穩定狀態所需迭代次數為 72~73 之間。而在圖 4-3 中，每一次迭代合作者比例減少 0.012，達到穩定狀態所需迭代次數明顯降至 60~61 之間。

雖然沒有足夠的數據顯示付費與不付費玩家之間的收益差距與合作者比例下降幅度之間的關聯性，然而從遊戲營運的角度來看，提昇付費的 C/P 值通常也會提升玩家的付費意願，從而使更多玩家願意付費。因此，設計者應該考慮如何讓玩家願意付費的同時，使付費與不付費的收益差距看起來不這麼明顯。例如增加對角色強度影響較少的外觀性商品，或者在玩家付費獲得競爭優勢的同時，也讓其他玩家能獲得獎勵。

第二節 鄰人範圍

實驗結果顯示，鄰人範圍越大，達到穩定狀態所需的迭代次數越少，並且越趨近於收益函式所預期的迭代次數；而鄰人範圍越小，達到穩定狀態所需的迭代次數越多，這是由於每一位參與者所獲得的資訊與整體資訊之間的不對等所致。當鄰人範圍只有一層時，環境內所有參與者可被視為許多各自獨立的小型群體，每個群體將會獨立成長，直到與其他群體接觸時才互相影響。此迭代過程與人類社會發展過程十分相似，從個人到群體，從群體到村落，從村落到國家。

由上述結果可知，設計者可透過限制或縮小鄰人範圍（讓社群訊息溝通變得比較不方便）來延長產品的生命週期。實際上，著名的 MMORPG 魔獸世界（World of Warcraft）就曾採用將玩家分成「聯盟」與「部落」兩個陣營，並且讓雙方玩家語言不互通的設計。而真實世界中也經常發生由於國家與國家之間無法溝通，導致雙方陷入軍備競賽的迭代性囚徒困境中。

第三節 參與者個性

一、成就型玩家

成就型玩家會模仿周圍獲得最多獎勵的參與者的行動。若所有參與者都是成就型玩家，且鄰人範圍涵蓋整個社群，則他們會在第 2 次迭代時全部背叛，因為他們會模仿上一次迭代中獲得最多獎勵的參與者的行為。當鄰人範圍只有一層時，情況則沒有如此絕望，整體來說行為會趨於穩定，但合作者數量相對較少。

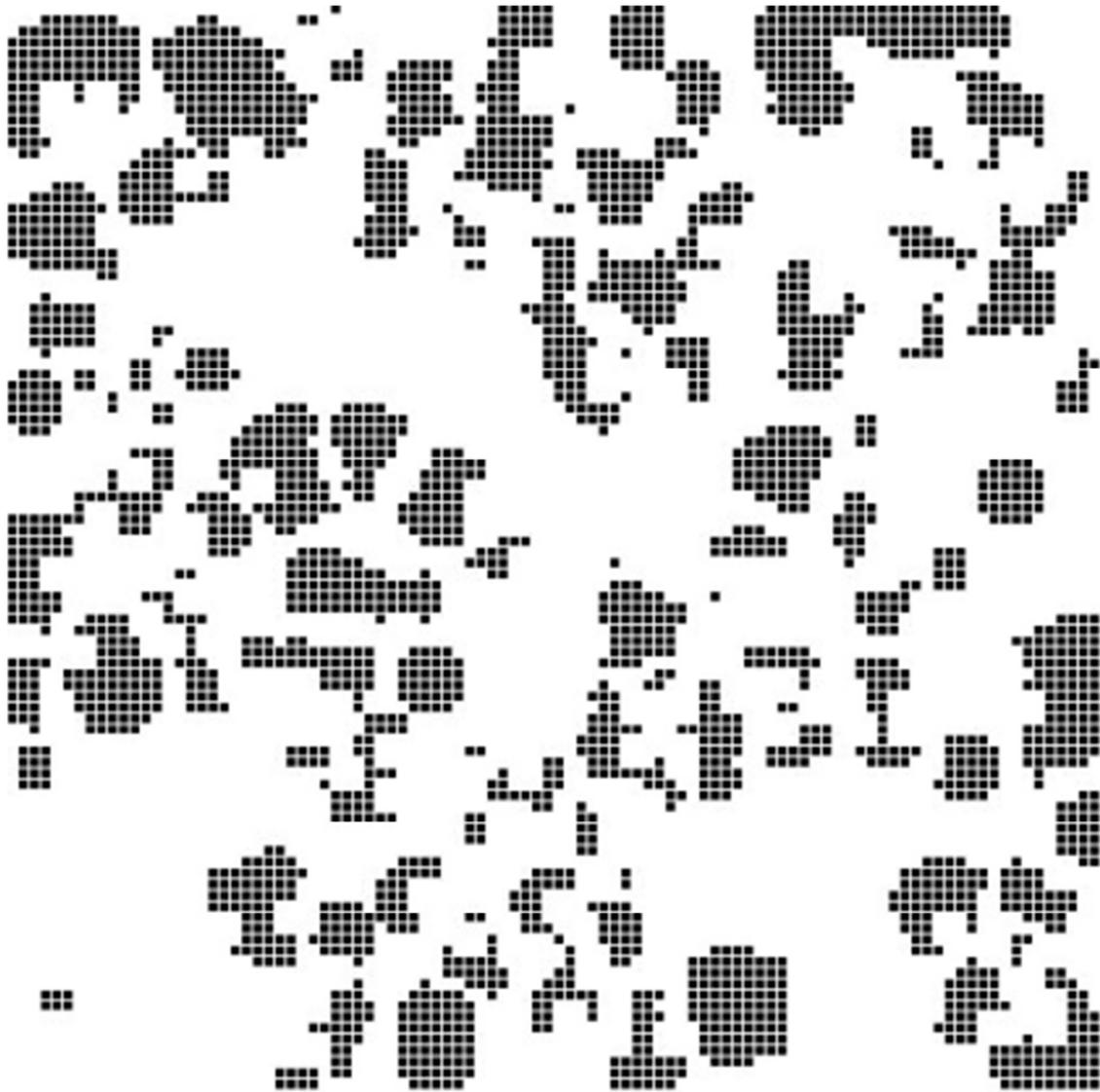


圖 4-6、所有參與者都是成就型玩家，收益函式 $D(x) = 1.65x$ 、 $C(x) = x$ ，鄰人範圍為一層，迭代 1000 次之後的狀況。黑點代表合作者，白點代表背叛者。初始合作者比例為 0.90，最終合作者比例為 0.29，背叛者比例隨迭代次數逐漸增加。

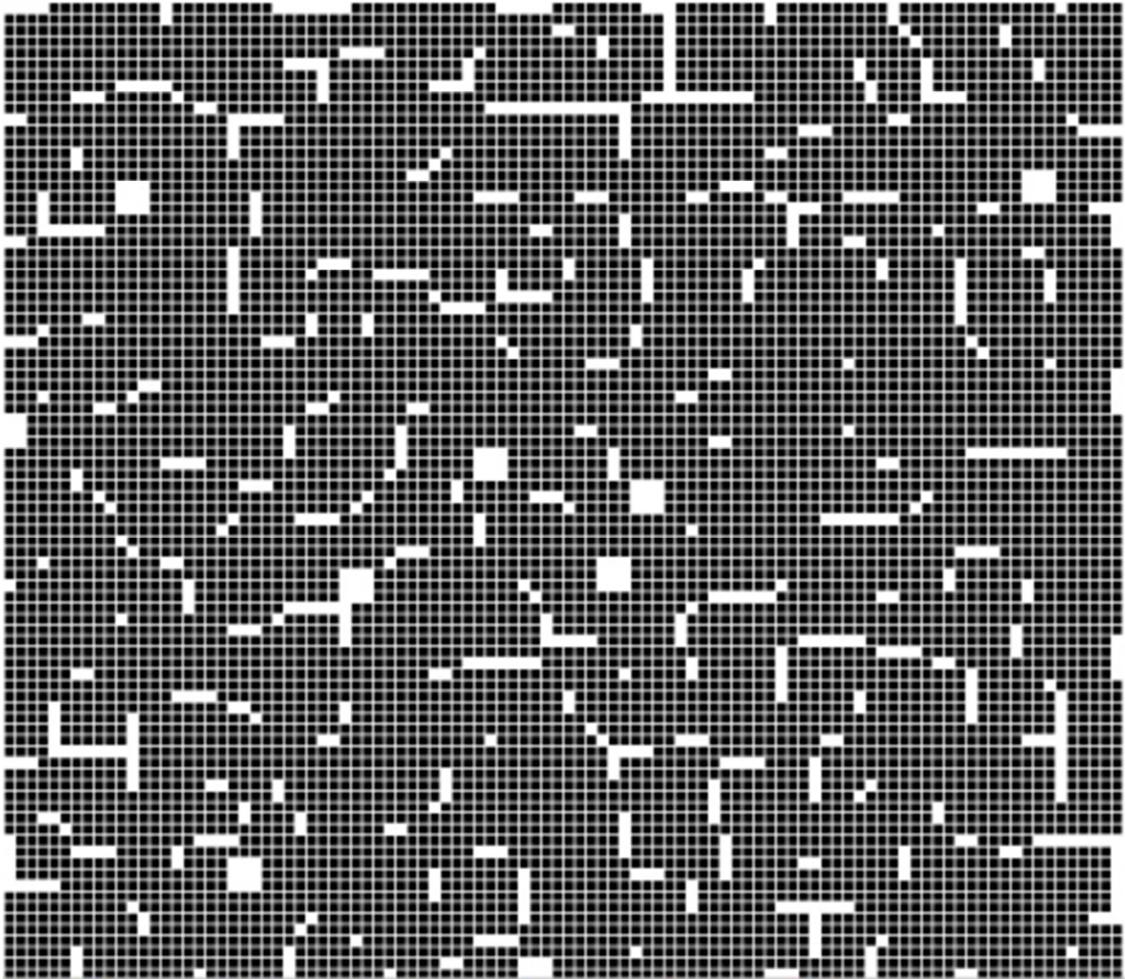


圖 4-7、所有參與者都是成就型玩家，收益函式 $D(x) = 5x$ 、 $C(x) = 5x-1$ ，鄰人範圍為一層，迭代 120 次之後的狀況。黑點代表合作者，白點代表背叛者。初始合作者比例為 0.90，最終合作者比例則介於 0.91~0.92 之間振盪。與上圖比較，可知當 $D(x)$ 與 $C(x)$ 的差距減少，背叛者比例也會降低。

二、探索型玩家

探索型玩家的合作機率 P 與環境的獎勵／懲罰概率有一定比例（比例係數稱為學習率）的關係。起初這些玩家並不知道他們的理性抉擇為何，但根據桑代克效果法則（Thorndike's Law of Effect, 1898），他們有足夠的能力去學習。

探索型玩家在迭代過程中的行動策略遵守一個線性的更新規則：重複上一次行動的概率與環境給予的獎勵／懲罰（收益曲線）具有一定的比例關係，概率的範圍介於 0 與 1 之間。

假設一個由 N 名古典制約者組成的社會，特定時間的合作者比例 $x = m/N$ ，背叛者比例為 $(1-x)$ ，當合作者獲得與背叛者相同的收益時，意即下列等式成立時會達成平衡：

$$x * C(x) = (1-x) * D(x)$$

上述平衡可能發生在 $C(x)$ 與 $D(x)$ 均為正值或均為負值時。前者的情況，一小部分合作者會受到嚴厲懲罰，大部分背叛者會受到輕微懲罰，形成一個穩定平衡（少數人受到嚴厲懲罰）。在後者的狀況，大部分合作者會獲得輕微獎勵，小部分背叛者會獲得極大利益，形成一個不穩定平衡（少數人獲得極大利益）。

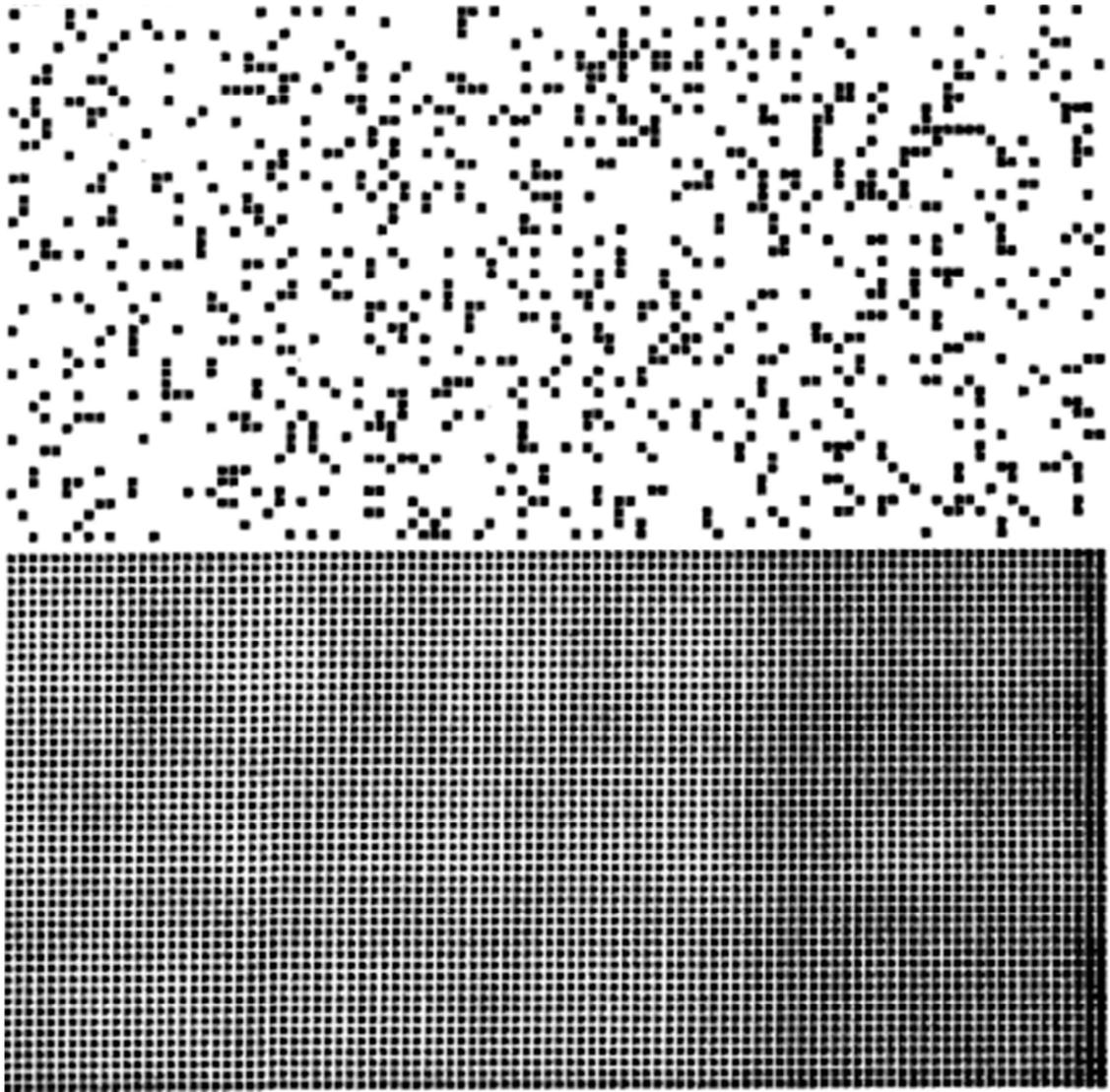


圖 4-8、所有參與者都是探索型玩家，收益函式 $D(x) = 2x$ 、 $C(x) = 2x-1$ ，鄰人範圍為一層，迭代 500 次之後的狀況。黑點代表合作者，白點代表背叛者。依照參與者的初始選擇分為上下兩邊，上半部參與者的初始選擇為背叛，下半部參與者的初始選擇為合作。若初始分布是隨機的，那麼將會形成數個集群，在集群邊緣的合作者獲得的獎勵會越來越少，最終趨向選擇背叛，繼續迭代一定次數後，所有玩家終將選擇背叛。

三、社交型玩家

依照迭代行動策略的不同，社交型玩家又分為合作者與跟隨者兩類。

合作者的行為模式是固定的，他們總是選擇合作。跟隨者會模仿多數人所採取的行動，當所有玩家都是跟隨者，且鄰人範圍涵蓋整個社群時，其結果會取決於合作者與背叛者的初始數量：每個玩家會立即模仿多數人的行動並且維持不變（全部合作或全部背叛）。

當鄰人範圍只有一層時，雖然合作者的比例基本上不會改變，但分佈狀況會隨迭代而改變。合作者（黑點）與背叛者（白點）會形成相互交織的集群。

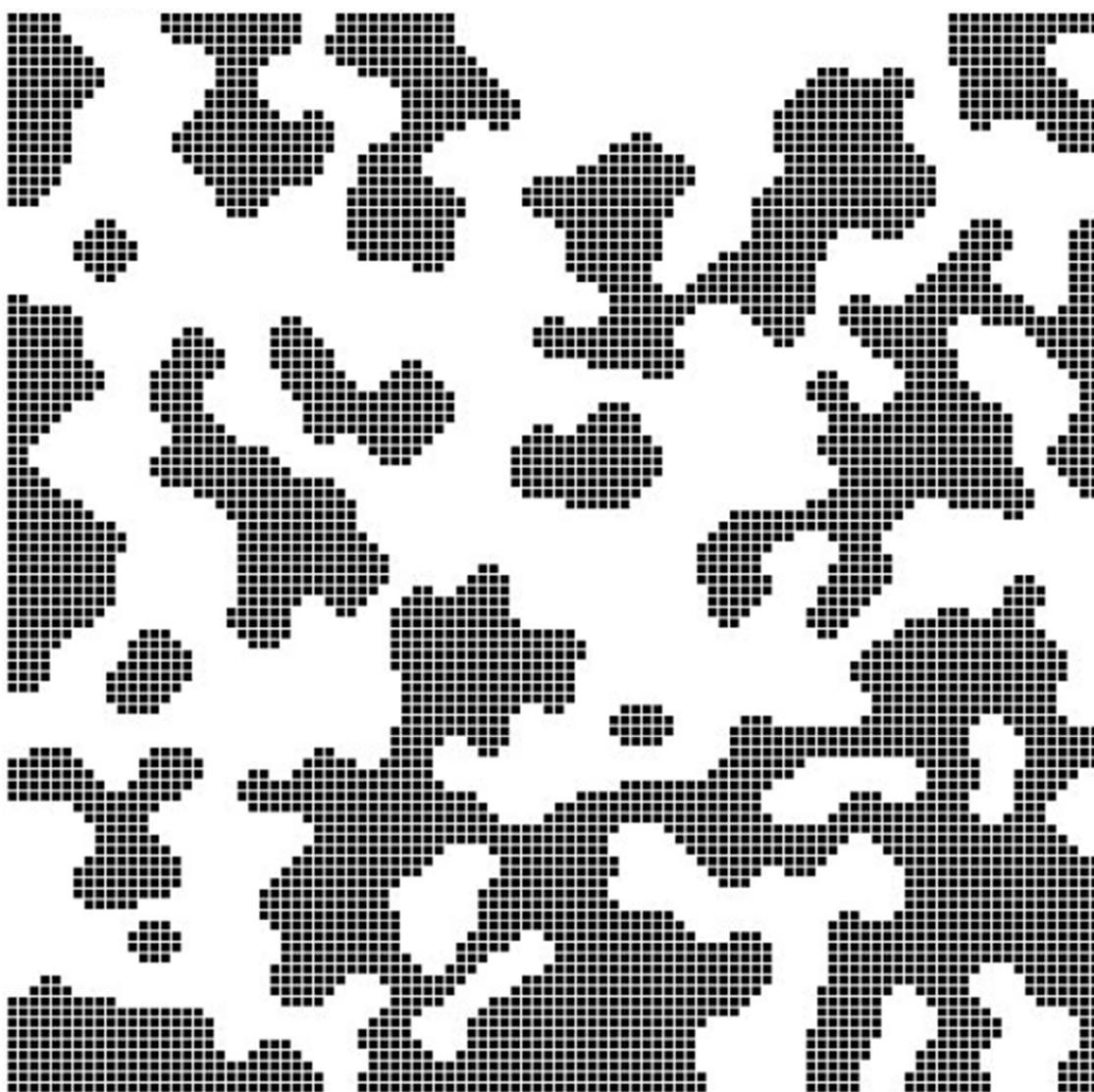


圖 4-9、所有參與者都是社交型玩家（合作者與跟隨者各 50%），收益函式 $D(x) = 5x$ 、 $C(x) = 5x-1$ ，鄰人範圍為一層，迭代 100 次之後的狀況。黑點代表合作者，白點代表背叛者。初始的合作比例為 0.50，最終的合作比例為 0.49。

四、殺手型玩家

殺手型玩家的行為模式是固定的，他們只有極低的機率會選擇合作。殺手型玩家的迭代行動策略與收益函式或鄰人層數沒有任何關聯性。若所有參與者都是殺手型玩家，則背叛者的數量會佔大多數，並且收益函式與鄰人範圍對整體環境的變化不具有影響力。無論初始的合作者比例是多少，最終合作者比例都會趨近於 0.1（也就是迭代行為策略中預設的合作者比例）。

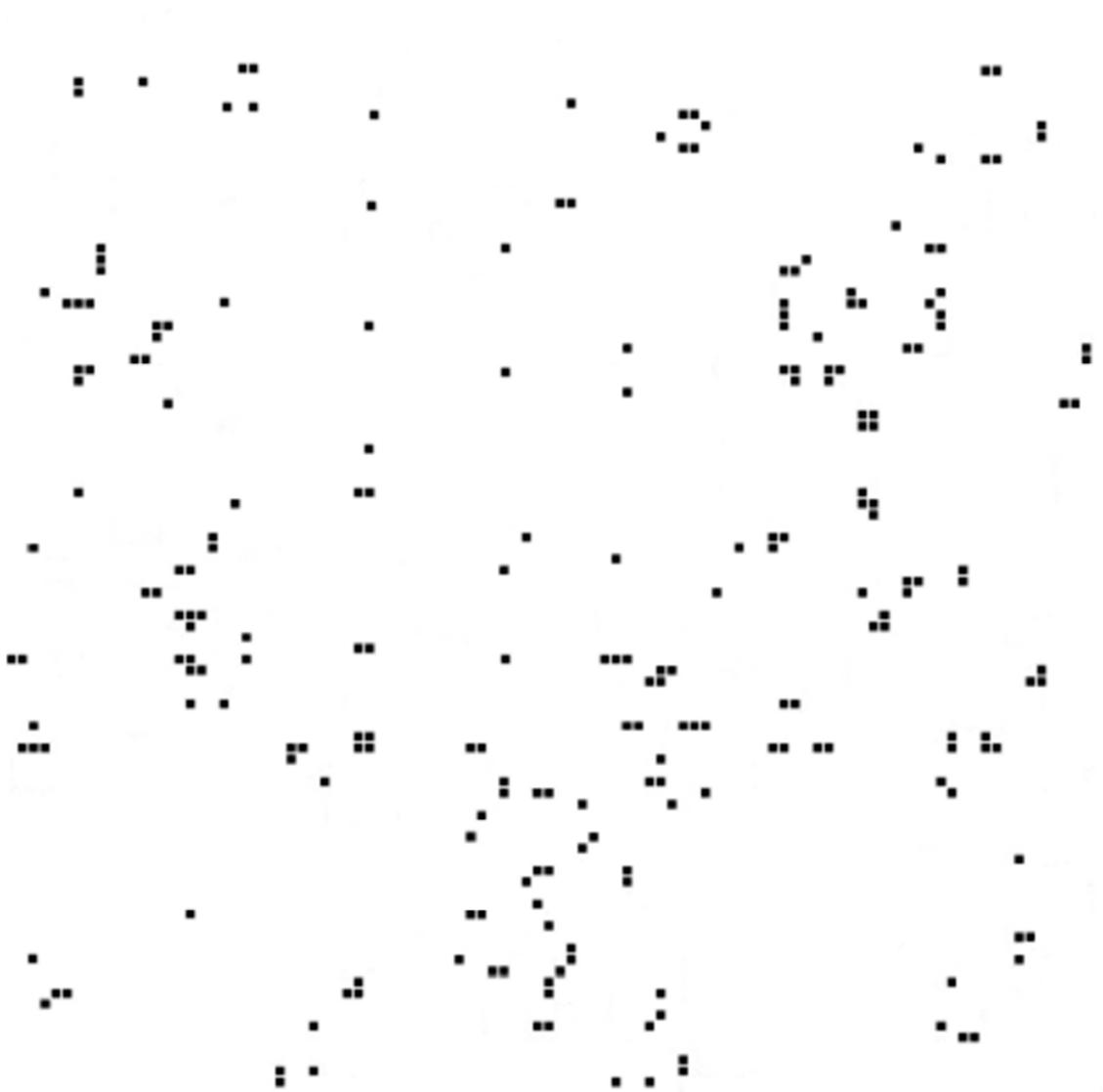


圖 4-10、所有參與者都是殺手型玩家，收益函式 $D(x) = 3x$ 、 $C(x) = 3x-1$ ，鄰人範圍為一層，迭代 100 次之後的狀況。黑點代表合作者，白點代表背叛者。初始的合作比例為 0.10，最終的合作比例為 0.09。

五、不均勻分布的社群結構

實驗結果顯示，參與者個性的分佈比例會影響整個賽局的初始合作者比例、每一次迭代的合作者下降比例以及最終合作者比例，而每一次迭代的合作者下降比例會影響達到穩定狀態所需的迭代次數，即產品生命週期。

從下圖中可以看出，當參與者個性分布比例為 45%成就型玩家、45%跟隨者及 10%探索型玩家（最上面那條線）時，在很少的迭代次數內就達到穩定狀態。而比較圖 4-1 和圖 4-3 也可以發現，當環境的收益函式以及鄰人範圍均相同時，每一次迭代合作者比例下降得越多，達到穩定狀態所需的迭代次數會越少。

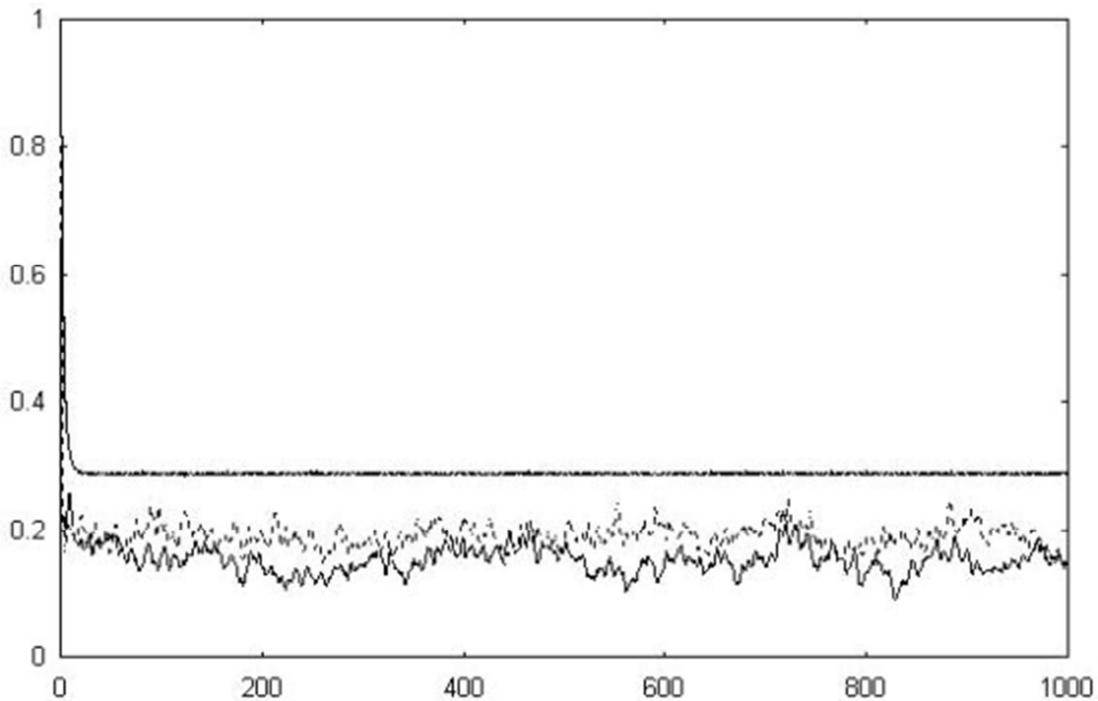


圖 4-11、收益函式 $D(x) = 1.65x$ ， $C(x) = x$ ，鄰人範圍只有一層時的賽局演化結果，本圖顯示合作者比例與迭代次數有關。上面那條線代表 45%成就型玩家、45%跟隨者與 10%探索型玩家，中間那條線代表 97%成就型玩家與 3%跟隨者，下面那條線代表 97%成就型玩家與 3%探索型玩家，初始合作比例為 0.90。

第五章 結論與建議

研究結果顯示，收益函式和鄰人範圍與遊戲產品生命週期有顯著的關聯性。參與者個性分佈比例與遊戲產品生命週期雖然沒有顯著關聯性，然而傾向背叛的參與者越多，每一次迭代的合作者比例減少幅度可能會提升，進而縮短遊戲產品生命週期。遊戲設計者可以透過對合作者與背叛者收益函式的設計，以及對鄰人範圍的設計來延長遊戲的產品生命週期。

第一節 收益函式對遊戲產品生命週期之影響

研究結果顯示，當合作者收益函式 $C(x)$ 與背叛者收益函式 $D(x)$ 之間的差距較小時，最終合作者比例較高，達到最終合作者比例所需的迭代次數較短。當兩者的差距較大時，最終合作者比例較低，達到最終合作者比例所需的迭代次數較長。因此，設計者可透過擴大合作者與背叛者收益函式的差距來延長遊戲的產品生命週期（例如在遊戲中設計PvP獎勵機制或排名獎勵機制，鼓勵玩家背叛而獲得競爭優勢）。

然而，必須注意的是，如果從遊戲營運的角度來看（意即收益函式的差距與玩家付費與否有關），擴大付費玩家與不付費玩家之間的收益函式差距（意即推出更高C/P值的優惠方案，吸引更多玩家付費）可能會加速合作者比例的下降，這會顯著縮短遊戲的產品生命週期。

因此，設計者必須考慮如何讓玩家願意付費的同時，避免合作者比例下降的太快，縮短遊戲產品生命週期，進而影響產品整體獲利。

具體作法例如降低促銷活動的頻率（降低迭代的頻率），或者當玩家付費獲得競爭優勢的同時，也讓該玩家所屬社群中的合作者獲得少量的獎勵（緩和玩家因失去競爭優勢而選擇背叛的可能性）。

第二節 鄰人範圍對遊戲產品生命週期之影響

研究結果顯示，鄰人範圍越大，達到最終合作者比例所需的迭代次數越短；鄰人範圍越小，達成最終合作者比例所需的迭代次數越長。

因此，設計者可透過縮小鄰人範圍來延長產品的生命週期，具體作法例如將玩家分成多個不同陣營，並設計語言不互通的機制，讓不同陣營的玩家之間無法進行溝通。由於遊戲內的角色名稱通常是假名，如果無法交換與真實世界的玩家身份相關的資訊，不同陣營的玩家其實很難彼此溝通。

第三節 參與者個性與分佈比例對遊戲產品生命週期之影響

研究結果顯示，在四種不同的參與者個性中，殺手型、成就型、探索型玩家在遊戲環境中的比例越高，最終合作者比例越低，其影響程度為殺手型 > 成就型 > 探索型玩家，社交型玩家在環境中的比例越高，最終合作者比例越高。

研究結果顯示，參與者的個性分佈比例會影響初始合作者比例、每一次迭代的合作者下降比例，以及最終合作者比例。每一次迭代的合作者下降比例會影響達到穩定狀態所需的迭代次數（即產品生命週期）。

因此，如果環境中的背叛傾向較高的參與者（成就型、殺手型）數量較多，每一次迭代的合作者比例下降幅度可能較快，遊戲產品生命週期可能較短。如果

合作傾向較高的參與者（探索型、社交型）數量較多，每一次迭代的合作者比例下降幅度可能較慢，遊戲產品生命週期可能較長。

建議遊戲設計者可在遊戲內增加適合探索型玩家與社交型玩家的機制來延長遊戲的產品生命週期。

第四節 後續研究建議

本研究針對各種玩家類型所設定之參數，主要是為了凸顯不同的參與者個性對遊戲整體環境之影響，並非針對特定遊戲產品或特定市場的調查結果。若要將本研究之成果實際應用，建議先針對目標產品或市場進行調查分析，找出更貼近目標產品或市場現況之玩家類型與參數後，再進行研究與實際運用。

此外，當鄰人範圍為只有一層時，隨著迭代的進行，參與者個性與分佈比例對於合作者與背叛者的集簇分佈（clustered distribution）情況以及演化的過程具有顯著影響，但這與本研究的目的不同，故有待後續研究者繼續進行研究。

參考文獻

一、中文

- 汪宗憲，2003，「線上遊戲產業發展概況」，產業經濟，260，1-15。
- 巫和懋、夏珍，2002，賽局高手—全方位策略與應用，臺北：時報出版。
- 邱惠筠，2009，不同付費方式下線上遊戲消費者行為之研究，國立交通大學管理科學系所碩士論文。
- 徐文，2010，生活中的博弈，臺北：海鴿文化。
- 陳建良譯，2006，賽局理論，臺北：智勝文化有限公司。(McCain, R. A. 2004)
- 張玉佩，2012，「台灣線上遊戲的在地情境與全球化文化流動」，新聞學研究，113，77-122。
- 張佑銘、張弘毅，2011，「非休閒遊戲的玩家動機—以任天堂 DS 為例」，資訊傳播研究，2(1)，81-98。
- 許思得譯，2004，競合策略:賽局理論的經營智慧，臺北：臺灣培生教育。(布蘭登柏格、奈勒波夫，2004)
- 梁暉昌、葉子嘉，2006，賽局理論初探，哲學與文化，33(3)，165-181。
- 傅鏡暉，2003，線上遊戲產業 Happy 書：帶你深入了解 on-line game 產業，臺北：遠流出版社。
- 黃嘉文，2012，囚徒困境賽局下性別與人格特質對企業決策行為之影響—以金融業為例，銘傳大學國際企業學系碩士論文。
- 楊建成，2007，「最後通牒賽局理論與研究」，社會科學論叢，1 卷 2 期：1-22。
- 楊馥翎、廖長彥，2009，「從 MMORPG 中的玩家動機看社群形成與認同航道」，資訊社會研究，17 卷：185-204。
- 葉家興譯，2011，囚犯的兩難：賽局理論與數學天才馮紐曼的故事，臺北：左岸文化。(威廉·龐士東，1992)
- 鄭朝誠，2004，線上遊戲玩家的遊戲行動與意義，世新大學傳播研究所碩士論文。
- 蕭文娟，2004，「華文區數位內容產業共同發展趨向--以線上遊戲為例」，玄奘資訊傳播學報，1 卷：71-97。
- 謝育容譯，2010，賽局理論圖解，臺北：城邦文化出版。(清水武治，2008)

二、英文

- Bartle, R. A. 2004. *Designing Virtual Worlds*. Indianapolis: New Riders Publishing.
- Camerer, C. F. 1997. Progress in Behavior Game Theory. *Journey of Economic Perspectives*, 11(4), 167-188.
- Camerer, C.F. 2003. Behavioural studies of strategic thinking in games. *TRENDS in Cognitive Science*, 7(5), 225-231.
- Epstein, J. M. 2002. Modeling civil violence: An agent-based computational approach. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(3), 7243-7250.
- Hollenbeck, J. R., Ilgen, D.R., Sego, D.J., Hedlund, J.; Major, D.A.; & Phillips, J. Multilevel theory of team decision making: Decision performance in teams incorporating distributed expertise, *Journal of Applied Psychology*, 80(2), 292-316.
- Miklos, N. S. 2003. An Investigation of N-person Prisoners' Dilemmas. *Complex Systems*, 14, 155-174.
- Myerson, R. B. 1997. *Game Theory: Analysis of Conflict*. USA: Harvard University Press.
- Nicholas, M. 2014. *The Basics of Game Theory and Associated Games*. Retrived 11.
- Sanfey, A. G. 2007. Social Decision-Making: Insights from Game Theory and Neuroscience. *Science*, 318(5850), 598-602.
- Schelling, T. C. 1971. Dynamic models of segregation. *Journal of mathematical sociology*, 1(2), 143-186.
- Rand W., Rust, R. T. 2011. Agent-based modeling in marketing: Guidelines for rigor. *Intern. J. of Research in Marketing*, 28(3), 181-193.
- Thorndike, E. L. 1898, *Animal intelligence: an experimental study of the associative process in animals*, New York: Macmillan.
- Weirich, P. 2007. *The lesson of the Prisoner's Dilemma*. Cambridge University Press.

三、網路

Agent-Based Modeling in the Social Sciences.

<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/abmread.htm>, August 26.

Bartle, R.A. 1996. *Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit Muds.*

<http://mud.co.uk/richard/hcds.htm>, August 28.

Game Theory. 2015. *Multi-person Prisoner's Dilemma.*

<http://cs.stanford.edu/people/eroberts/courses/soco/projects/1998-99/game-theory/npd.html>, August 26.

Hendricks, V. & J. Symons, 2009, *Epistemic logic*, Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2009 Edition)

<http://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/logic-epistemic/>, January 2016

Robert A., & Leigh T. 2015. *On-Line Guide for Newcomers to Agent-Based Modeling in the Social Sciences.*

<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/abmread.htm>, August 26.

Wikipedia. 2015. *Agent-based model.*

https://en.wikipedia.org/wiki/Agent-based_model, August 26.

Wikipedia. 2015. *Massively multiplayer online role-playing game.*

https://en.wikipedia.org/wiki/Massively_multiplayer_online_role-playing_game, October 12.

Wikipedia. 2015. *Prisoner's dilemma.*

https://en.wikipedia.org/wiki/Prisoner%27s_dilemma, August 26.

Wikipedia. 2016. *Nash equilibrium.*

https://en.wikipedia.org/wiki/Nash_equilibrium, March 06.

Wikipedia. 2016. *Pareto efficiency.*

https://en.wikipedia.org/wiki/Pareto_efficiency, March 10.

魔方網.2015.探索性格模型分類對遊戲設計的指導作用

<http://c.mofang.com/guonei/122-527020-1.html>, September 06.

MBA Lib. 2016. 納什均衡

<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/納什均衡>, May 06

資策會.2009.線上遊戲兩大影響力-口碑效應、熟識玩伴

https://mic.iii.org.tw/micnew/IndustryObservations_PressRelease02.aspx?sqno=155, April 05