篇名：

爾虞我詐的「賽局理論」

作者：

胡欣瑜。私立致用高中。普通科三年乙班

指導老師：

鄭銘峰

壹●前言

在今年暑假中，我讀了龐士東所著的「囚犯的兩難—賽局理論與數學天才馮紐曼的故事」，作者在書中使用淺顯易懂的方式，讓我對賽局理論（game theory）有初步的認識並且想要更進一步的研究，在之後我稍稍查了一些資料，發現「賽局理論」的例子俯拾皆是。曾幾何時，賽局理論的字眼已經悄悄的「蔓延」在你我的周遭，在報章雜誌上，政論家大聲疾呼兩岸競爭不是「零和賽局」，應該追求雙贏，甚至讀者投書都出現了「納許均衡」這種專業術語了，也知道賽局理論如何分析發生在我們周遭的人、事、物，並且提供何種改善、解決我們生活環境問題的見解。其實，了解「賽局理論」之後，會覺得它沒有那麼嚴肅，也沒有那麼難以親近，它就在我們的周圍，應用甚廣，在政治學、軍事學、法律學甚至生物學各領域，賽局理論也都已經是被普遍接受的分析工具和語言，因此我決定將「賽局理論」做為我第一次寫小論文的主題。

有關賽局的書很少，因此所找的相關資料來源網路會略多於書籍，再來，由於版面有限，所以在分析上沒有表格、賽局樹的輔佐，請各位諒解。

貳●正文

一、淺談賽局理論（game　theory）

賽局理論，有人稱為博弈理論或是對策論，從架構來看，賽局理論屬於一種研究方法，研究策略的理性選擇，它提供了一套系統設定的數理分析方法，尋求在利害衝突下的最適因應策略，鑽研過程普遍使用數學以及統計的概念，所以被視為數學的分支。透過策略推估，尋求自己的最大勝算或利益，從而在競爭中求生存。

在社會科學上應用極為廣泛，不管是人際關係的互動或是玩牌的策略、股市的投資，甚至可以運用在國際間的戰事上。它是研究有思想、可能彼此會去欺騙對方的衝突，聽起來像是心理學的一個分支，而不是數學的分支，其實並不盡然，因為在賽局中的參與者總是不被假設是完全

有理性的，所以賽局理論容許精確的分析。更確切的說，賽局理論是數理邏輯學的分支，以並非總是理性的人們之間的衝突為研究課題。

二、賽局的發展歷史

對於賽局理論的研究，開始於策墨洛（Zermelo），接著依序是法國數學家波萊爾（Borel）、馮紐曼 (John von Neumann)，後來馮紐曼和摩根斯坦（Morgenstern）合著「賽局理論與經濟行為」一書，是賽局理論的開山之作，也是二十世紀最具有影響力、卻也是最少人讀過的書之一，繼而由約翰‧納許（John F. Nash）利用不動點定理證明了均衡點的存在，為賽局理論奠定了堅實的基礎。最後，就是 2005 年的諾貝爾經濟學獎得主湯瑪斯‧謝林（Thomas C. Schelling）和羅伯特奧曼（Robert J. Aumann）了，他們都專注於研究動態和多次重複的不合作賽局。謝林在冷戰時期利用賽局理論解釋了那時最重要的問題—全球安全和武器競賽，並著有「衝突的策略」一書，這本書是謝林主要獲獎的原因；而奧曼以謝林的論點為基礎，利用數學分析工具來指出在衝突發生時，自己的國家與敵對的一方所擁有的各種選擇。

1. 波萊爾（Borel）在一九二一年就開始陸續發表幾篇「遊戲理論」的論文，他的研究幾乎是跟接下來要介紹的馮紐曼一樣的（都是用撲克牌做例子），波萊爾也重視賽局理論在軍方以及經濟方面的潛在應用價值。事實上，他曾警告不要將賽局理論過分簡化後用在戰爭問題，之後他就沒有針對此課題在繼續發表深入的論文，因為他是公職人員，且在一九二五年當上了法國的海軍部長，不過最重要的是－－他已經提出了賽局理論的一些問題。

2. 馮紐曼(John von Neumann) 是出生於匈牙利的美國籍猶太人數學家，現代電腦創始人之一。他在電腦科學、經濟、物理學中的量子力學及數學領域都有重大貢獻。二十多歲時，馮紐曼的名字早就已在全球的數學界傳開了，他是個撲克牌玩家，以研究撲克牌和其他遊戲的數學結構來自娛，在 1928 年觀察撲克牌賭局，提出賽局理論概念，以邏輯和數理規則來分析人類競爭行為。馮紐曼用數學證明了在雙人賽局中，只要彼此的利益完全對立，就永遠存在一個理性的行動策略，這證明被稱為「大中取小」（也有人稱之為壞中取小）定理，關於此我將會在後面再進一步討論。一九九四年，隨著他與摩根斯坦合著的「賽局理論與經濟行為」問世，將賽局理論應用於經濟行為的分析上，因此被稱為「博弈論之父」。

3. 約翰・納許（John F. Nash）是電影「美麗境界」主角，被譽爲是 20 世紀下半葉「最傑出的數學家」。『**在理性之後恢復理性，又恢復正常生活，這是很棒的事。但又也許不是那麼棒。……**』（註一）在一九九五年剛拿到諾貝爾經濟學獎時，納許在馬德里一場演講後，是這樣回答聽眾問題的，且形容自己「逃脫了時間的魔掌」。然而實情並非像南柯一夢般的夢幻，他不是科幻小說中冰凍多年的甦醒者，也不是擁有小叮噹、能穿越時空的大雄，他困頓於現實生活，輾轉於虛實交雜的幻想之中。納許二十二歲時，在他的博士論文中就已證明了，多人、非合作、有限策略的賽局都有至少一組均衡（平衡）解，並提出「納許均衡」（Non-cooperative Games）的概念。在後面將有詳細的介紹。

4. 湯瑪斯・謝林（Thomas C. Schelling）是馬里蘭大學經濟學系教授，也是哈佛大學榮譽教授。他藉由賽局理論，成功闡釋衝突與合作，獲得2005年諾貝爾經濟學獎。他證明擁有報復能力遠較擁有抵抗攻擊能力有用，且讓敵人摸不透報復的可能結局更佳，曾於一九五零年代任職美國白宮和參與二次大戰後協助歐洲自廢墟中復興的馬歇爾計畫，他是檢視美蘇超強核子對峙背後根本理由的不二人選。謝林從觀察實際社會運行得到啓發，再經由賽局理論的嚴謹分析發展出「邊緣運用策略」（Brinkmanship），是賽局理論一個重要的應用，其特色是利用「不確定的威脅」來與對方進行溝通，其威脅不能太過或不夠，否則有沒有用了。接著，我們應該提到謝林在「談判理論」上的貢獻。謝林在一九五六年提出以不合作賽局來分析談判過程，討論在談判中如何建立「可信的承諾」(credible commitment) 他也討論在談判過程中，當未來互動的機會越頻繁，就越有可能建立互信達到雙贏，提供後來證明「無名氏定理」(Folk Theorem)的直覺基礎。除了credible commitment理論外，他也提出了「有效的阻嚇」（credible deterrence）理論，進而推論阻嚇對方突襲的關鍵在於：如何保有第二次反擊的力量，讓美國和蘇聯維持戰後五十年的和平。謝林一生關注的研究題目多彩多姿，從戰爭到和平，從邊緣運用到談判，都是他關心的問題。後來又關懷種族隔離、吸毒者自制和全球溫室效應等問題，他的分析不但改變了經濟學的思考，也影響了國際政治的思維。

5. 羅伯特奧曼（Robert J. Aumann）是出生於德國的猶太人，擁有美國和以色列的雙重國籍，

他是創立「重覆賽局」分析（infinitely repeated games）的第一人，這種分析有助於了解爲何某些人或社群之間的合作關係會比較好。他的研究指出在重複賽局中有相當豐富的策略，可依對手過去行動而制定相應的獎勵或懲罰，重複賽局的納許均衡報酬也因此大幅擴充，可以包含單次賽局中的合作解報酬，雙方合作在長期中可能獲得更佳的報酬。這個由衝突走向可能合作的結果，由奧曼首度寫入他一九五九年的論文，他認爲這個結果在學界已廣爲流傳，在文章中謙虛的命名爲「無名氏定理」(Folk Theorem)，用來表示：任何在單次賽局中優於個人最低報酬的報酬組合，均可成爲重複賽局中的納許均衡。不久後便在研究美蘇的限制核武談判當中，發展出「不完全訊息的重複賽局」理論，因此成爲重複賽局最重要的理論家。

三、賽局種類介紹、名詞解釋

由於賽局的種類繁多，因此我們依照賽局的條件，大致地將它們分類。並將一些專有名詞作解釋。

（表一）

分類性質	賽局類型
依参賽人數	兩人賽局
	N 人賽局（須考慮聯合結盟的情況）
依參賽者是否有協議	合作賽局
	不合作賽局
依報酬分類	零和賽局
	非零和賽局
依參賽者互動關係	靜態賽局（參賽者同時出招，一翻兩瞪眼）
	動態賽局（參賽者先後出招）

資料來源：謝淑真，1999（註二）

1. 合作賽局：又稱爲正和博弈。這種賽局的重點在於能協商出有拘束力的契約使所有玩家都遵守，以達成共同的目標，因此，形成聯盟是在合作賽局裡的第一件事，而接著成員會不斷檢討聯盟運作跟分配到的利益是否公平，這涉及到聯盟是否穩定而不至輕易破裂，如果都可以接受，合作賽局就會持續下去，如果有一方無法接受就會退出，大部分成員都退出時聯盟就會瓦解掉。

2. 非合作害局：玩家彼此的利益互相對立，大家都從自身利益出發，有一方得，另一方就有失，雙方不可能有合作情形存在，也就是說「自己的利益是建立在他人的損失上」，但是兩人的總報酬不一定爲零。在維基百科上有個幽默的說法：**「零和博弈被引申爲『快樂守恆定律』**（Conservation of Happiness）**，意思是『有人快樂，就必定有人失落』**』（註三）。

3. 零和賽局：是非合作賽局的一部分，自己的利益即對方的損失，如果有一方得益，則另一方必有損失，兩人的總報酬爲零。所以這種賽局白話一點就是只有一塊固定的大餅，由雙方一起吃，一人多吃就一人少吃，其利益衝突明顯直接，「你死我活」特徵十分突出。

4. 大中取小定理：我想有一句話能充分地說明大中取小策略，那就是——『**你知道，你能期盼的最好結果是避免最壞的情況。**』（註四）如果一定有損失的話，要挑損失最少的，就像在一堆爛蘋果中拿一個受損的部分比其他輕微的。更嚴謹來說，當兩個利益完全相反的人有衝突時，在既定的衝突本質下，雙方都確信他們這就是最好的結果，不可能會有其他更好的結果了。

5. 動態賽局：一前一後出招，先行動的一方會影響後來行動的另一方，前者想要制敵機先，後者則是見招拆招。下棋便是如此，「我走這一步，對方會怎麼行動？而一旦對方這樣行動，我又該怎麼因應？」一定要先觀察對方的動作、了解對方怎麼反應後，再決定自己的最佳策略。這類賽局的主要分析工具爲樹枝圖，用來記錄參賽者在每一回合的行動並且分析。

6. 納許均衡：是非合作賽局中的求解觀念，每個參賽者取其最佳反應，對每一個參賽者皆成立，則此策略組合稱爲納許均衡。納許在他的論文中提出——『**在非零和不合作的賽局中一定有均衡解存在，只要對手的策略確定，另一方就會有最適反應，則一定可以找得到任**

一參賽者均無誘因偏離的均衡，儘管均衡解不可能只有一個。』（註一），其求解的精神是基於對對方策略的某種設定，而此設定在均衡時正好亦爲對方的最佳反應。至於如何去協調或規範上述的策略設定，納許均衡解値並無交待。如果參賽者可以事前協商，自然我們可以安排如同納許均衡的玩法。或者參賽者可以重覆地共賽，那麼經由試誤的過程，他們之間或許曾發展出某種默契。再不然，他們亦可從社會慣例或有關線索預期他人如何反應。只要這種慣例或線索可以建議參賽者如何行動，便可組成納許均衡的行爲模式。

7. 不完全訊息賽局：玩家對自己跟對手的行動和報酬都了然於胸，沒有不確定性，就稱爲「完全訊息賽局」；反之，如果有其中一項資訊不確定，則是不完全訊息賽局。在不完全訊息賽局裡，由於條件的缺乏，要分析就更加的困難了，因此它是賽局理論目前遇到的瓶頸。常應用於商業、戰爭上。

8. 重複賽局：可以分爲有限重複賽局以及無限重複賽局。一般來說，我們可以依照對手在上局的反應來決定我們的行動，因此在重複賽局中「報復」是可能存在的，所以在此種賽局有多重均衡，而其中「合作」是最好的選擇。

四、賽局的應用

1. 囚犯困境（非零和不合作賽局）囚犯困境賽局堪稱是發展最成功、應用最廣泛的賽局模型，例子在你我周遭俯拾可得。假設有兩個共犯被當嫌疑人隔離審問，在警方「坦白從寬、抗拒從嚴」的條件下（雙方都否認則只關一個禮拜，而雙方坦承就關兩年，但是如果一方承認而另一方不承認，顯得不承認的那個人說謊，因此承認的那一方馬上就可獲得自由，而說謊的那一方不只要擔負罪名且欺騙警方罪加一等，結果要關五年之久），兩人先前協定好的策略（都否認）會因此而被打亂，因爲彼此是聽不到對方給警察的答案，又由於對彼此的不信任，深怕自己會被對方出賣，而受到更長的刑期，因此兩人就會都對警方承認。反而造成「雙輸」的局面，由此可見「雙贏」的結果是建立於「互信」上。

2. 搭便車問題，是囚犯困境的一種，特別的是－－這有許多的人同時參與其中維基百科是這麼定義的：『**一些人需要某種公共財，但事先宣稱自己並無需要，在別人付出代價去取得後，他們就可不勞而獲的享受成果。』**（註三）。人們總是想要搭乘著「免費的便車」，不想多花一毛錢；然而如果大家都存在著搭便車的想法，那麼又有誰要當傻瓜、付出勞力

來開車呢？我們就會沒有便車可搭了吧！因此，比起兩人囚犯的困境，搭便車的難題又更難解決了。以一個常見的例子來做說明：假設現在搭火車時沒有人在剪票口，在車上也不會查票，那麼你還會買車票嗎？我想，大多數人的回答是：「不會」吧。既然有免費的火車可以坐，爲何又要花錢買票呢？但是如果每個人都這麼想，都不買票的話，那經營鐵路系統的費用要從何而來？大家就會偷雞不著蝕把米，爲了省一些錢，卻產生了交通上的不方便。

3. 黔驢技窮(不完全訊息下的賽局)中國的貴州省境內沒有驢子，所以當地的人不認識驢子，更不知道驢子是怎樣的動物。後來，有人從外地運來了一頭驢子，把牠放在山下。當地的老虎看到了，也覺得很好奇。老虎因爲從未見過這種動物，怕自己不是驢子的對手，所以不敢走近驢子的身邊，驢子偶爾鳴叫幾聲，就會把老虎嚇得半死，慌忙地逃跑。日子一久，老虎看慣了驢子的模樣，也聽慣了驢子的叫聲，不再感到害怕；於是，走到驢子的身邊，故意碰碰牠，試探牠有什麼本領。驢子被激怒了，便舉起腳來，朝老虎踢去。「原來牠的本領不過如此！」老虎看了，大爲歡喜，知道驢子雖是龐然大物，但實際上沒什麼本領，便大膽地走近驢子，把驢子一口吃掉了。在故事中黔驢露出實力有限的驢腳，便難逃落入虎口的命運。剛開始，老虎還弄不清楚黔驢的底細，不敢輕舉妄動，一旦知道牠的本領有限，且遠遜於自己，當然會不客氣得吞了牠。所謂欺善怕惡，當不熟悉兩人遇見，彼此都會判斷對方是強者的機率，影響自己要不要欺之以弱的決定。

4. 百貨公司周年慶（動態、重複賽局）年底到了，最開心的是許多百貨公司也推出周年慶來刺激買氣，常常說下殺幾折，或者買多少送多少，這些都是業者們的手法，除了要吸引顧客的注意，還要避免同業你來我往的競爭危險，爲了追求雙贏只好同業間的檔期錯開，否則如果一起舉辦的話，消費者就會有比較，就會買最低價的，而業者只好彼此互相低價競爭，彼此減少獲利甚至賠本。

5. 如何才能公平分蛋糕呢？（零和賽局）（大中取小定理）在小時後，不管父母多小心翼翼，我們總是覺得自己的那一塊比較小，那要如何才能解決呢？在了解賽局後，我發現其實解決這個問題的方法可以利用「大中取小」策略，我們可以請其中一個小孩來切蛋糕，而另一個小孩來選蛋糕。選蛋糕的小孩一定會選擇看起來最大的，而切蛋糕的小孩爲了不要讓自己吃到小塊的蛋糕，他會盡量的將蛋糕切的平均一點，因爲如果切的一大一小，大塊的

絕對會被選蛋糕的小孩拿走，因此他只好將自己的損失最小化－－公平的將蛋糕兩等份，這便是大中取小的應用。

6. 談判，是彼此協調的一種方式，為了取得彼此之間最佳的結果。由於賽局是一種競爭合作的關係，可以創造雙贏甚至多贏的結果，只要策略運用得恰當，對手就有機會成為夥伴，讓談判妥協成為非常重要的策略。在真實談判中，參予者不知道對方的威脅點確切位置，或者對方的耐心程度，所以真實的談判是一個不完全訊息的賽局，雙方都想隱藏自己的缺點也想強調自己的威脅點對自己如何有利，這牽涉到傳遞訊息與篩選這些機制的使用，在談判問題的實際案例中，因為訊息不對稱，對談判破裂的恐嚇成為參予者使用，但有時候可能達到目的，有時也可能完全失敗。這時就可使用「邊緣運用策略」，但是使用邊緣運用策略有個很重要的原則，就是要能提出可信的威脅，要製造出一個災難邊緣，可讓雙方同時墜落，以迫使對手退讓或妥協，但一個災難邊緣最好不是一個立即墜落的峭壁邊緣，否則一失足成千古恨，就再也沒有用運用策略的空間了，其要能成功，沒有一個固定的公式，靠的是藝術，而自一九九八年的六四天安門事件是個失敗的例子。政府和學生團體都在使用災難來迫使對手讓步，當威脅成為不得不讓的情況時，學生、民眾沒有一個緩坡可以即時離開災難的威脅，面臨極大的威脅，在廣場周遭的學生卻沒有反應的空間與時間，就造成了六四的悲劇。由此可知，不恰當的策略使用，會造成談判破裂，造成「雙輸」的局面。

五、是敵是友？合作，還是背叛？

有時候賽局中的對手卻有可能成為勾結的最佳夥伴，當對手偏離有利的均衡時，得採取有效的保護措施來讓自己不會在下一回合落入不利處境。越早判準對手的策略，越容易採取有利於己的策略，當你的選擇有限的時候，可能要盡速做出妥協，以免當對手願意給你嘗一口冰淇淋時，你聲高對立，企圖得到更多報酬時，冰淇淋卻融化了，最一口冰淇淋也嘗不到。

參●結論

經由撰寫小論文的過程中，我學習到－－不同的情境，要有不同的策略選擇，然後透過策略的推估，尋求自己最大利益或勝算，從而在競爭中求生存。
我也發現賽局理論像是個萬花筒，它能反映使用者的價值觀，在任何複雜的事物中，我們都可以預期不同人對可能的結果有不同的評價，像是：「O」在一個數學家的眼裡，代表一個零，但在一個英文老師的眼裡是個字母，而在一個國文老師的眼裡，卻是個句號。以上的結論都是對的，但是由於他們的身分不同，所看待事物的角度也會不同。

了解賽局，不一定是爲了成爲謀略家，或者機巧得面對各種人際關係，都招招推演，制敵機先；了解賽局可以加強人性與現實，理解周遭的人碰到不同處境時，爲什麼會有這樣的反應和策略的選擇，不一定要用在爭輸贏，卻有助於對輸贏坦然視之。

肆●資料來源

一、引註資料

1. 巫和懋、夏珍（2002 年）。**賽局高手－全方位策略與應用**。時報文化出版社
2. 謝淑真（1999 年）。**賽局理論**。三民書局
3. 維基百科 http://zh.wikipedia.org/zh-tw/Wikipedia:%E9%A6%96%E9%A1%B5
4. 卡爾維諾（Italo Calvino）（1993 年）。**如果在冬夜・一個旅人**。時到文化出版社

二、參考資料

1. 龐士東（William Poundstone）（2008 年）。**囚犯的兩難－賽局理論與數學天才馮紐曼**。左岸文化事業股份有限公司
2. 胡均立（2007）**賽局理論初探** http://www.cc.nctu.edu.tw/~jinlihu/gameintro.pdf
3. Roger A. McCain（2006）。**賽局理論**。智勝出版社
4. 張振華（2009）。**賽局好好玩。**雅博書屋
5. 巫和懋（2005）**賽局理論的光輝** http://www.mba.ntu.edu.tw/~homouwu/articles/a2.pdf
6. 彭立人（2006）**賽局理論** http://blog.roodo.com/joinjoin/archives/1497792.html
7. 張振華（2007）**人生無處不賽局** http://www2.wunan.com.tw/download/preview/3m45.pdf
8. 楊正敏、李承宇、陳智華（2009）**賽局科學解析（下）／網拍設計 內藏賽局玄機** http://mag.udn.com/mag/campus/storypage.jsp?f_MAIN_ID=13&f_SUB_ID=1219&f_ART_ID=201080