

囚犯的二難

陳玉芬

台北縣立明德高中國中部數學教師

書名：《囚犯的二難 — 賽局理論與數學天才馮紐曼的故事》(Prisoner's Dilemma: John von Neumann, game theory, and the puzzle of the bomb)

作者：William Poundstone

中譯者：葉家興

出版社：台北：左岸文化

出版年份：2007年3月初版三刷

出版資料：平裝，367頁，定價350元

國際書碼：ISBN 978-986-7174-76-5



一、前言

誠如本書封底《舊金山紀事報》所做的評論：這是一部引人入勝的馮紐曼傳記……同時也是一本絕佳社會史，探討賽局理論及其在冷戰和核武競賽中的角色。也可換成股票投資中的一個術語：這是一本『開低走高』的科普書籍，因為整本內容看似與數學無關，¹且全篇又以小說方式敘述，既無精美的繪本式插圖，

¹ 通篇未見任何的數學式子，有的只是一些賽局理論中的策略表格。

亦無引人入勝的動人標題。因此若對文字感到不耐的讀者，一開始可能就少了閱讀的動機，但是，一旦投入，那將令你仿如置身於時光的隧道中，冷眼看著那近一甲子的歷史、戰爭以及你所熟悉的知識菁英，一一在你眼前輕輕滑過。

當然，作者也舉了適當的例子來為本書名『囚犯的二難』正名：

兩名囚犯同時被捕，警方把二人分開審問令兩人無法互通串通。以下是二人的決策分析：

1. 如果兩人保持沉默，互不招供的話，警方就會因證據不足而各輕判一年。
2. 如果一人招供，而另一人不招。坦白一方會因在法庭指證別一人而不被起訴，而另一人卻會因為不招而被判以重判3年。
3. 如果兩人都招供，則會因為罪名成立而被判各2年。

在這種情況下，兩個犯人會怎樣？顯然最好的策略是雙方都保持沉默，那麼最後的結果大家都只被判一年。這是一個簡單的二元決策--合作或是背叛的問題，而這也正是「囚犯的兩難」之所以成為當代基本的哲學和科學的課題原因之一。但它是怎麼來的？如何地影響二十世紀？暢銷書《如何移動富士山》作者龐士東給了精采的描述。同時在冷戰與核武競賽的錯綜背景下，本書不僅是賽局理論誕生的發展史，也是賽局理論發明者——馮紐曼的精采小傳。即使對數學一竅不通的人，也能從本書中對邏輯思考的樂趣領略一、二。

二、內容簡介

這本書共有13個單元，基本上內容的安排約略是循著一個時間演進的，其內容分別簡述如下：

第1章「兩難的困境」，首先以發源於達荷美的波波族的經典兩難故事做為本書的開始：有個男人和母親、妻子一起過河，突然一隻長頸鹿出現在對岸，男人立即舉槍瞄準牠，卻聽到長頸鹿說話了：『如果你開槍，你母親就會沒命；如果你不開槍，你的妻子就會沒命。』他該怎麼辦呢？像這樣一個充滿哲學味道以及人性倫理的議題與數學又有何關聯？這是本書作者想要告訴讀者的。

第2章「約翰·馮紐曼」，即介紹約翰·馮紐曼傳奇的一生。這位出生於匈牙利布達佩斯的數學天才，從孩提時代就有著過人記憶的天賦，同時早在十歲前即已熟讀世界百科史，但由於成長中的大時代背景，使得馮紐曼仍是飽嚙艱困與迫害造成其在政治上的保守主義與對蘇聯的極度不信任。也正由於這樣的原因，使得他願意致力於核彈的發明。在這章中詳述了馮紐曼的個性，也被讚譽為擁有「世界上最優秀的腦袋」，²但也愛惡作劇。³

第3章「賽局理論」，說明「賽局理論」的形成，主要起源於戰爭遊戲，後來又改良演進成利用棋盤進行的策略。同時在本章中，也分析了誰應是最早提出賽局理論的人以及馮紐曼與摩根斯坦所著的《賽局理論與經濟行為》在二十世紀

² 要能體會這樣的讚譽，首先我們要記住馮紐曼不是普林斯頓研究院中唯一的天才，那裡還有愛因斯坦和哥德爾。

³ 佛拉德回憶起有一次愛因斯坦要去紐約，馮紐曼自告奮勇開車送他去普林斯頓火車站，卻故意把他送上一列駛往相反方向的火車。

所造成的影響。

第 4 章「原子彈」，敘述馮紐曼在原子彈內爆設計上的貢獻，因為正值二次世界大戰期間，因此這些數學界的菁英更是投入戰事的研究。然而當看到美國在廣島投下的原子彈所造成的傷害時，也促使了這些知識份子鼓吹建立「世界政府」。有趣的是，「比基尼」⁴卻意外地在此產生聯結。

第 5 章「蘭德機構」，介紹美國的一個重要國防組織——蘭德機構的歷史沿革，這裡的組織成員更是當時的世界菁英聚集地，同時在蘭德全職工作或擔任兼職顧問的社會科學家中，有許多是多為癡迷於賽局理論的經濟學家，所以說賽局理論的發展與壯大不是在學術界，而是在蘭德機構。

第 6 章「囚犯困境」，在這章中，則是闡述了各種賽局的可能性與各學者間的腦力激盪，也可算是這本書名「囚犯的二難」的正名運動。同時作者也說明這些專家學者對於此賽局理論所能運用的廣泛範圍。

第 7 章「一九五〇年」，這是一個看似極其不連貫的單元，但這卻是「預防性戰爭」⁵最沸沸揚揚的一年，而其間與「賽局理論」之糾葛，更非是一語所能道盡。

第 8 章「賽局理論及其不滿」，過了 1950 年之後，賽局理論專家漸漸解體，當然對於賽局理論些許不滿的學者也大有人在，在此時批評聲浪也如排山倒海而來。

第 9 章「馮紐曼的最後歲月」，這位在妻子眼中被視為相信思想能改變世界的男人，實為英年早逝，於 1955 年夏天得知罹患骨癌，1957 年八月巨星殞落，得年 54 歲。

第 10 章「膽小鬼遊戲和古巴飛彈危機」，在本章中，羅素的「膽小鬼賽局」、⁶馮紐曼的「囚犯理論」以及納許的「均衡理論」有了很完整的比較。同時作者也對於險些引起第三世界大戰的「古巴飛彈危機」⁷與「膽小鬼遊戲」之間作了微妙聯結。

第 11 章「其他的社會兩難」，在人類的互動中，究竟何種的賽局理論可以用來說明人類的理性或非理性行為模式？也許在這裡可以找到一些答案。

第 12 章「最適者生存」，正如書中所寫；「一九八〇年代，賽局理論改變到一個甚至連馮紐曼也從未料過的方向。生物學和社會學成了賽局理論最活躍的應用領域。許多生物之間各種形式的合作和競爭在過去無法解釋，現在賽局理論提

⁴ 法國有位服裝設計師巧妙地用原子彈的試驗地——環狀珊瑚島「比基尼」來命名一款新的泳衣，其大膽的設計象徵了瘋狂和現代化的原子能時代。

⁵ 1949 年，美國偵測到間接但無可懷疑的證據，顯示蘇聯擁有原子彈。至此，鐵幕內外都有原子彈了。此時，為免擴大蘇聯的軍事侵略，美國總統杜魯門決定製造氫彈，隨後的幾個月，東西方的緊張形勢急遽升高，似乎發動一場針對蘇聯的預防性戰爭無可避免。

⁶ 在電影中，被寵壞的洛杉磯少年駕駛著偷來的汽車到懸崖峭壁玩一種他們口中的「膽小鬼遊戲」：兩個孩子同時開車在懸崖邊緣疾馳，在車子跌下懸崖前看誰能最後跳出車子，先跳的就輸了，會被取笑「膽小鬼」。

⁷ 是 1962 年冷戰時期在美國、蘇聯與古巴之間爆發的一場極其嚴重的政治、軍事危機。事件爆發的原因，是蘇聯在古巴部署飛彈。這個事件被看作是冷戰的頂峰和轉折點。在世界史中人類從未如此近地站在一場核戰爭的邊緣。

供了富有說服力的答案。」

第 13 章「美元拍賣」，美國的原子彈迫使蘇聯也開始製造原子彈，接著又迫使美國製造氫彈，然後蘇聯也造氫彈.....最後的底線在哪？宛如一場舒比克的美元拍賣現場：一張一美元的紙幣從一美分開始競標.....最後是共創雙贏還是二敗俱傷？

三、評論

本書描述的時代背景大約是從 1940 年~1980 年左右，而其間正好經歷了二次世界大戰（1939~1945）、1945 年日本廣島的原子彈傷害、到美蘇之間的冷戰（1947-1991），作者用極其自然又令人無庸致疑的論點，將賽局理論的演進伴隨著大時代的發展，巧妙地作了聯結。因此，《洛杉磯時報》評論「本書用簡明易懂的方式闡述了賽局理論，揭露了戰後令人毛骨悚然的一些政府間的爾虞我詐，也把歷史上最重數學家的生平展現在我們面前」，所以說它是一部精采絕倫的社會史，實不為過。又誠如前一節所述，本章雖然分為 13 節，但基本上，我們可以作者所表達的內容分成四個面向來評論，分別是：賽局理論的大時代背景、天才數學家馮紐曼、賽局理論、以及被譽為現代智囊的「大腦集中營」的蘭德機構。

所謂「生活就是數學」，映照於本書可說是最恰當不過了。若未對該書的時代背景沒有熟悉的脈絡以及對「賽局理論」深刻的了解是無法將這二個看似毫不相干的概念混為一談的。舉例來說，從最早的二次大戰開始，可說是「賽局理論」派上用場的首次戰爭，因為正好被用來研究原子彈轟炸日本的問題；還有到了 1948 年左右，「賽局理論」蓬勃發展時期，遇到 1949 年蘇聯的原子彈激發了核武競賽，這使美國陷入了「戰爭的二難」，是要發動戰爭讓敵國在地球上消失？還是為了慈悲，寧讓自己退居老二？；或是 1960 年初，美蘇的冷戰在古巴飛彈一觸即發的危機之下，其緊張情節更猶如「賽局理論」中的「膽小鬼遊戲」；即便是到了 1970 年，舒比特提出的「美元拍賣賽局」，這樣一個逐步升級的競賽，從另一個方向來看，戰爭的武器正是這個故事的開端，正如同作者所說：「前所未有的可怕武器不但被人們使用，更刺激著軍備競賽」。這一切的發生，在作者的娓娓道來之下，處處驚奇！

當然，本書名的唯一主角馮紐曼自是作者要介紹的重點之一，在他的筆下，他是一個充滿智慧、幽默，偶而又愛惡作劇的不可多得的數學天才。生於匈牙利布達佩斯的馮紐曼（1903~1957），由於父親是個成功的銀行家，家庭的生活環境不虞匱乏，家中雇了德國和法國的保母，這使得馮紐曼能說得流利的德語和法語，這在當時的匈牙利社會中代表著功成名就雖不中，亦不遠矣！⁸同時作者也提到了馮紐曼的驚人記憶，⁹即便是在他即將走至人生盡頭的癌病昏迷階段，仍

⁸ 可參考第 2 章。

⁹ 6 歲即能用古希臘語與父親互相開玩笑，10 歲已讀完當代世界史，可以對當前發生的事件和歷史上某個事件做出對比。甚至將名著《雙城記》的內容將原文轉成英文後一字不漏、且不減速度地從第 1 章背至直到友人喊停。參考第 2 章。

可見識其驚人表現。¹⁰當然，對於被譽為「世界上最優秀的腦袋」的馮紐曼而言，其聰明才智早於青年時期就已展露無遺，1921年進入布達斯大學註冊，1925年取得學位，1926年獲得數學博士學位，從大學到博士學位，他只花了五年時間之後在偉大的數家希爾伯特（David Hilbert）的指導下進行研究（1926-1927），同時也認識了另一個數學天才歐本海默（J. Robert Oppenheimer），也就是說，在20多歲時，馮紐曼的名字已在全球數學界開了。隨後在1933年，馮紐曼被聘為普林斯頓高等研究所教授，而在此時期共事的知識菁英更猶如黑夜裡的繁星閃爍，諸如：尚·勒瑞（Jean Leray，法國數學家，拓樸學研究先驅）；愛因斯坦，狄拉克（P. A. M. Dirac，1933年諾貝爾物理學獎主）等。而馮紐曼與蘭德機構的正式關係始於1948年，即使到了他行將就木之期（1956年），美國艾森豪總統仍授予他自由勳章。而在巨星殞落之際，仍不改其幽默本性——「一天早晨他對克拉拉說，『我見神父。』他又補充一句，『但我要一位特殊的神父，他必須有足夠智識水平。』」最後這位巨星於1957年接受科學顧問委員會續聘的一週之後與世長辭！這一切的內容，藉由作者的描述，似乎更能讓讀者貼近馮紐曼精采的一生及其對當代社會與知識界的巨大影響！

當然，「賽局理論」是本書最重要的訴求內容，在書中作者提到：「賽局理論幾乎從一開始就被視為一個重要的新領域而受到推崇。對馮紐和摩根斯坦的著作，《美國數學會學報》有一篇書評預言：『我們的子孫會把這本書當作二十世前半葉最重要的科學成就之一，因為該書的作者們已經成功創建了一門真正的新科學——經濟科學。』在《賽局理論與經濟行為》出版以後，賽局理論及其術語成為經濟學家、社會學家和軍事戰略家口中十分流行的行話。」，可見「賽局理論」在當時期的重要性及其所風靡的現象，雖然書中對於「賽局理論」的發展是分散於不同的章節，¹¹但作者仍能緊扣其精神與發展脈絡。從一開始馮紐曼定義賽局參與者是完全有理性的「大中取小定理」，¹²到納許的參賽者有時是非理性的「非零和賽局」¹³，以至到俄亥俄實驗所研究出來的「賽局理論」，指參賽者會受到社會不同文化的影響而採取了合作或背叛的選項。¹⁴當然，書中還有一個羅素的「膽小鬼遊戲」，最為有趣，因為羅素將其理論應用於美蘇冷戰期間是否發動「古巴飛彈危機」的隱喻，讓我們看見數學真的無所不在，而這些理論隨著時間的發展，自然出現了更多的社會二難問題，像富有詩意的「圍捕公鹿」、

¹⁰ 可參考第9章，頁251。

¹¹ 本書的安排基本上是依循著時代的演進而佈局，自然對於「賽局理論」的發展也採相對應的模式來進行分析。

¹² 他的賽局理論容許精確的分析，也就是說，當你相信對手很理性又希望贏，而你自己在玩的時候也是要力爭最好的結果，這樣的遊戲才是賽局理論分析的對象。簡單地說，大中取小定理告訴我們，當兩個利益完全相反的人有定義精確的衝突時，其中總存在一種理性的解。所謂理性的解，就是在既定的衝突本質下，雙方都確信他們不可能有更好的結果了。可參看本書頁60-61以及頁72-85。

¹³ 納許對「非零和賽局」的分析方法強調的是「均衡點」，所謂均衡點，就是雙方對於結果都無怨無悔。納許合理地提出了一個論點：對於任何一個結果，如果參賽者被允許重來後願意改變策略，那麼，此結果就是不穩定的，因此，也不是理性的。參考本書頁130-134。

¹⁴ 參看本書頁225。

穩定策略，¹⁵以及美元拍賣.....等，全書中皆可見到作者與理論的精闢對話，值得讀者一再玩味。

最後，作者為我們介紹了美國於二戰期間進行「作業研究」發展出來的重要策略機構——蘭德機構，成立於1948年，屬於軍事為主的綜合性戰略研究機構。這個機構之所以重要、有名，是由於這裡面的成員皆來自世界各地的知識菁英，正如書中作者所寫的：在1940年代末和50年代初，賽局理論及其相關領域的最著名專家沒有一個不在蘭德工作過，不是全職人員，就是兼職顧問。除了馮紐曼，蘭德還聘用了亞羅（Kenneth Arrow，1972年諾貝爾經濟學獎得主）、丹齊希（George Dantzig）、德萊歇、佛拉德、魯斯、納許（John F. Nash，1994年諾貝爾經濟學獎得主）、拉波普特、夏普利和舒比克（Martin Shubik），他們幾乎同時在蘭德。它先以研究軍事尖端科學技術和重大軍事戰略而著稱於世，繼而又擴展到內外政策各方面，逐漸發展成爲一個研究政治、軍事、經濟科技、社會等各方面的綜合性思想庫，此外還有世界智囊團的開創者和代言人。而讀者們大可徜徉在這，欣賞過往菁英們的精湛演出。

四、結語

「你是否打過長途電話到一間業務很繁忙的公司，響了很久卻沒有人接，遇到這種情況你該怎麼辦？你可以掛掉，白費了昂貴的長途電話費。或者你可以耐心等著，每過一分鐘多付一分鐘的長途電話費，但最終無法保證是不是有人接聽.....不管怎樣，你很難決定要等多久！」這正是許多現實生活中的「賽局理論」，又如舒比克的美元拍賣，遊戲規則是1.鈔票歸最高報價者。2.報出第二高價者也要出他最後一次報價的款項，但什麼也得不到。於是許多人會喊1美分，當然也會有人喊2美分，這正如作者所說：「這怎麼收場？你也許想這張一美元的鈔票最終恐怕要以全額即一美元價落到某個人牛手裡了——多可憐沒有任何人賺到便宜。你如果這樣想，那就太樂觀了。」因爲這會使另一位報99美分的人被迫出價1.01美元.....。所以說，「賽局理論」不但是從戰爭、棋奕、或撲克等帶有競賽、對抗和決策性質的問題中所發展出來的，更可說「賽局理論」在現實生活中的應用是無所不在，不論是數學、哲學、資訊科學、生物學到各類社會科學都可發現其重要的影響。當然，若對「賽局理論」想有深入研究探討的讀者，那可能會有所失望，畢竟「賽局理論」可說是極其專業的一門學問，而本書的定位只是在於對「賽局理論」有個概略性的素描。

另外，作者對於普林斯頓高等研究所總部及蘭德機構的描述也是會令人特有感受之處，因爲在這樣一個看似不起眼的建築物中，看那來來往往的過客，真是可謂「談笑有鴻儒，往來無白丁」！所以，對於擁有這樣一個具有高文化、高知識殿堂入場券的馮紐曼而言，真能算是上帝給予他的最大禮物了（雖然他是一個無神論者，即便至死，也非一位虔誠的天主教徒）！

所以，若問：閱讀這本書的最大價值何在？正如作家唐諾在《閱讀的故事》

¹⁵ 參看本書頁284-300。

書中指出，閱讀的目的不在於怎麼讀，而是對一個更寬廣世界的嚮往。相信讀這本書會讓你有這樣的體認。

參考文獻

李國偉 (1996). 〈淺談囚徒困局現象的應用〉，《數學傳播》20(2)。

翁秉仁 (2001). 資料取自 2008.0802 <http://episte.math.ntu.edu.tw/people/>

楊照崑 (2000). 資料取自 摘麥穗問題 2008.08.22

http://episte.math.ntu.edu.tw/articles/sm/sm_03_05_1/index.html

優秀數學科普作品的指標

評價方式：指標以五顆星 ☆☆☆☆☆ 為最高品質。

1. 知識的實質內容

- 認識論面向：☆☆☆☆
- 歷史或演化面向：☆☆☆☆☆
- 哲學面向：☆☆☆
- 教育改革面向：不適用

2. 形式或表達

- 創新手法：☆☆☆
- 數學知識的洞察力：☆☆☆☆
- 忠實可靠的參考文獻：☆☆☆☆
- 歷史事實的洞察力：☆☆☆☆☆
- 敘事的趣味性、可及性與一貫性：☆☆☆
- 中譯本的品質：☆☆☆☆

3. 內容與形式如何平衡

- 青少年層次：☆☆
- 一般社會大眾：☆☆☆

4. 摘錄本書最精彩片段

普林斯頓高等研究所總部是一棟不起眼的建築物，但是新到此處工作的成員往往要經歷一個「心理衝擊」階段，因為他們發現，這裡大多數看來普普通通的人也非常有名（對於專家而言）。1984年，數學家勞爾·博特在一次演說中回憶自己剛進普林斯頓研究所的情形說：「在碰見名人時，我們常常要捏自己一下，確信不是在作夢而是真的。想像一下這麼一個地方吧，你會看到一個像流浪漢一樣十分可疑的人，警察想逮他卻發現他是尚·勒瑞（Jean Leray，編按：法國數學家，拓樸學研究先驅）；每天大約上午十一點鐘，你可以很容易和愛因斯坦聊起一些重大的問題，諸如天氣變化或者郵件來得太晚；還有，在一群年輕用餐者的喧鬧聲中，旁邊安詳而微笑坐著用餐的竟是狄拉克（P. A. M. Dirac，譯注：1933年諾貝爾物理獎得主）。如此等等。（p. 28）