

奕謀理論 (Game Theory)

談德華

一、緒論

理論在政治學與國際關係的研究範圍內普遍的被使用，以之解釋、批評與結合已存的原理、規則，並運用實際的材料，進而發現新的與精闢的通論。簡言之：「理論是解決具體問題的工具」(註一)，有敘述性與預測性兩種功用，無論在研究與實用上都佔很重要的地位。科學的理論必須是豐饒的、連貫的、肯定的、且可由事實證明的，其所用的名詞與概念皆有定義。讀者或多或少有下棋與打撲克的經驗，棋戰與橋戰時，奕者 (player) 必然絞盡腦汁，計劃出一套策謀，以便擊敗對方，爭取勝利。美國學者將奕棋與牌戲 (games) 的原理適用於學術研究上，以之研究人的行為，就成爲所謂的奕謀理論 (Theory of Game or Game Theory)。物理、化學之研究均有實驗工作，在應用科學上，例如化工、電機、土木工程，實驗與建立模型亦屬必須。政治學與國際關係之政策決定、戰略策劃，可由政治家先作實驗，建立模型，學生們在實習的過程中，也可做實驗以增加對政治學與國際關係之瞭解，奕謀理論之主旨在此。

奕謀理論以數字表示人的行為或爲人的行為建立模型。一般言之，數學用語缺乏形容詞，無法簡易與有效的造成歷史學家及社會學家所需的複雜陳述，有些學者抱怨數字模型枯燥並受限以致於以簡單的方式表達現象時，問題的巧妙處與主要內容往往被破壞了。雖然有這些缺點，當我們缺乏有效的方法工具，在分析與解決問題感覺非常困難時，一個好的數學模型可以幫助我們分解；有時，我們描述行爲現象，必須利用清晰的邏輯方法與分析能力，而奕謀理論所貢獻的數學推理與模型建立，是針對此需的有效法則。

近貳拾年來，美國學者普遍的廣泛的使用奕謀理論，最初是使用於數學、物理等自然科學上，後來社會科學亦採用了。在

政治學與國際關係範圍內，奕謀理論用以研究衝突情勢下的政策決定。人類歷史有許多利益衝突之記載，以科學的方法研究利益衝突即構成奕謀理論的一部份。「奕謀理論討論兩個不完全相互控制的個別決策單位之行爲過程」(註二)，該個別的決策單位可以是個人、團體、正式或非正式的組織，以及國家社會。奕謀理論也用以反映人類事務的心理因素以及社會與經濟狀況，外交家參加國際談判，將軍克敵制勝，橋迷打橋牌或奕者下圍奕，均可視爲加入奕謀的活動。此時，這些參加者(以下統稱奕者)必然絞盡腦汁，運用心理、社會及經濟因素以爭取勝利。

二、奕謀理論的性質

奕謀理論也就是合理選擇的理論 (theory for rational choice)，它協助人們在衝突與合作下行動合理化。個人欲使行動合理，首先必須要有合理的認識以採用最適當的方法達到目的；不論其目的如何，只有正確的認識達到目的之方法，行動才能合理化。爲了合理的達成目的，應考慮三個問題：第一：一羣不同可供選擇的對象 (Alternatives，以下稱爲選擇對象)，第二：決定各個選擇對象後所可能發生的結果 (outcomes) 及收益情形 (Payoffs) (註三)，以及產生此結果的原因，第三：結果或收益的優先次序 (Preference)。無可否認的，奕者在選擇之先，要搜集情報與資料，考慮實情以決定最有利的選擇對象，同時也應考慮各項結果與收益情況之間的關係。任何一個決策單位都會選擇收益與可期價值最高的對象。近年來，美國學者以效果價值 (utilities) 作爲衡量社會與行爲現象的標準，每個人都希望爭取比較高的效果價值，於是個人所渴望的優先結果也就成爲如何盡量增高可期的效果價值之問題了。

奕謀理論不僅是簡單的盡量增高效果價值之問題，任何奕謀至少應由兩個人主持才有競爭與勝負；奕謀中的個人要想爭取高分獲得勝利，必須想到競爭的對方目的雖與他不同，但行動直接影響雙方，他爭取高分的問題是雙重性質的，在策劃時他必須顧及自己與對方的期望及能力。如果對方的謀略超出自己想像之外，很可能當他盡量設法使自己的行爲合理化，而且自以爲

作了妥善的選擇，所得的結果與所期完全相反。「既使奕者會利用正式的模型客觀的對問題作深入的分析，在數字的盔甲遮蓋下個人的偏見與誤解還是無法避免的。」（註三）

三、奕謀理論的用語

奕謀理論的用語計有奕者 (players)，選擇對象 (alternatives)，結果 (outcomes)，情報 (informations)，策略 (strategies)，收益 (payoffs) 等，試分述如下：

① 奕者：奕者是分析奕謀理論的單位，奕謀對策下的決策者與行動者。奕者不必要是個人，國家、政黨、政治家、公司行號或者是一羣個人組織都可實際參加奕謀活動。奕者往往由具有不同目標與目的的個人參加，其目的也是複雜與多方面的。依據不同的目的，奕者可以決定選擇何種行為方式。在數字模型下，奕者用 P 表示。

② 選擇對象：奕者參加奕謀行動時，有不同的選擇對象供他決定，他可以依據自己的目標選擇其一，選擇對象以 A 表示之。

③ 情報或資料：決策時必定要有情報或資料作參考，才能衡量選擇對象的優劣。情報分為兩種，一種是有關採取某一選擇對象時所造成的確定結果，這種資料不容易完全，因為某一個選擇所造成的結果往往不止一個，另一種資料是某一對象選定後造成某一結果的可能性 (Probability)。

④ 規則 (rules)：任何的奕謀，不論撲克、圍棋、象棋，都有一定的規則，參加者必須遵守且不能隨意改變。技巧上的規則可以由參加的人自由使用、變更，則不能稱為奕謀的規則。奕謀的規則規定如何使用奕謀的資源（註四），決定奕者行動的步驟。例如，在象棋中，它規定棋子（棋子就是奕謀的資源）排列的秩序以及如何移動棋子。

⑤ 策略：玩牌的人輪到出牌時，心中有一套策略作為他行動的根據，以便擊敗對方，爭取勝利。奕謀的策略就是在緊急時

行動之計劃。

⑥結果 (outcomes) 及收益：任何事件未來可能發生的狀況稱結果。行事的人作決定之前，必須觀察情勢以判斷可能產生的問題，結果 (outcomes) 的好壞因選擇的策略不同而異。

通常，個人對於所面臨的未來有一衡量的標準，例如一個學生參加升學考試，考取第一志願與考取第五志願在其心目中的價值迥然不同。奕謀的結果也是可以衡量的，結果好則價值高，反之，則價值低，在此我們稱奕者對結果之價值所作的一覽表為收益。象棋的結果可能是黑將被紅陣吃了，戰艦的結果可能是某陣地被炸毀了。換言之，收益就是參戰者對結果的估價。

四、奕謀的表示方式

上一節我們說明了奕謀理論之用語以及其意義，本節將進一步說明奕謀的表達方式。奕謀可以兩種方式表示之，第一種方式較為簡單，稱標準式 (normalized form)，另一種，敘述得較為詳盡，稱廣泛式 (extensive form)，就奕謀理論的數學意義而言，這兩種方式是相等的，而實際上前者與後者在探討人類的行為時採取不同的方式。兩者的不同在於收益表現的方式不同，圖表一是標準式的模型。

圖 表 一
甲 奕 者

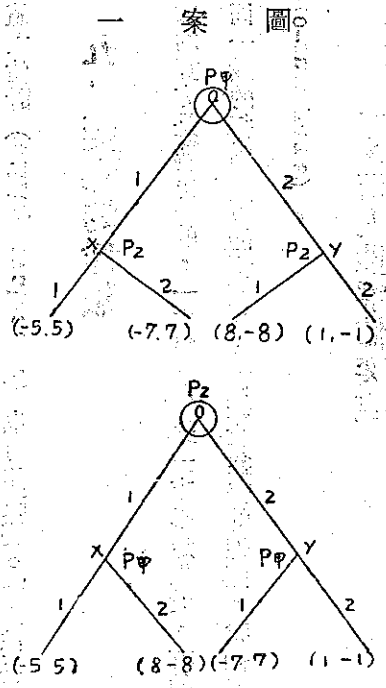
	1	2
1	3, 2	-1, 0
2	5, 0	0, 8

乙 奕 者

標準式的收益表僅簡單的描述收益情況，對於奕者的戰略方法既無指示，亦無解釋；而廣泛式除了詳盡的說明外，並給了

我們一個清晰的圖表，我們稱之謂奕謀樹，圖案一是廣泛式的形式：

我們一個清晰的圖表，我們稱之謂突謀樹，圖案一是廣泛式的形式：



突謀樹上的各項點代表選擇點，頂點下的分枝表示選擇對象，各頂點都註明了所屬突者之名稱，而每一個頂點都有兩個選擇對象供突者抉擇。當參加的突者移動之後，突謀就到達了樹的終點，此時每一個突者皆獲得了實得的收益。

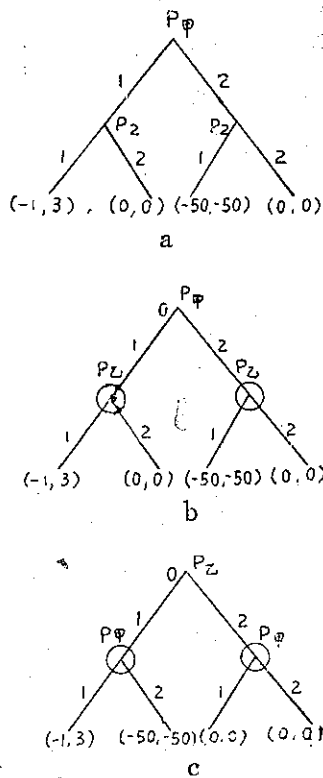
在政治與社會情勢下，一些行動的先後、情報洩漏之可能性、傳達錯誤情報的機會等問題都是政治家與社會學家們所關切的，突謀樹論及了這些問題，其重要性是不可忽略的。

用廣泛式表達突謀時，一個突者必須先行事，另一突者則隨之而作自己的選擇。圖案二 a 表示每一參加突謀的國家獨立行動，並未搜集對方行動的資料。

在圖案二 b 中，頂點 \circ 表示先行事（ \circ 表示先行事）上註明了甲突者，表示甲突者必須先移動，在他決定了一個選擇對象後，下面的兩個頂點註明了乙突者，乙突者必隨之移動，每一個頂點四周的圓圈表示情報狀況，因為第二步動作被圓圈環繞，乙突者知道突謀進行的情況。

圖案二 c 敘述同樣的情況，所不同的是乙突者先行動，而甲突者根據乙突者的選擇而移動。

二 案 圖



在奕謀樹上我們發現，當第一個奕者先移動時，他有兩個選擇對象，而他的對手則有四個選擇對象，顯然後者的地位較不利，但他可以獲得情報，在另一方面佔優勢。概言之，一方先行動的情況不容易產生，既使產生也難獲得對方的信任，要使對方信任則必須盡量說服對方。有時情勢變遷，迫使已行動的奕者改變原有之主意，而連續行動也給予奕者改變已有策略之機會。愛克與賴茲 (F.C. Ikle and N. Leites) 曾說：「當奕謀理論應用於談判時，不僅談判的奕謀是動態而變化的，在談判進行當中，奕謀的效果價值之估計 (utility evaluation) 也可能改變。」(註五)

五、奕謀的種類

打橋牌或下棋時，參加的雙方是競爭性的，一方得勝則另一方必定失敗，有的奕謀則為合作性的，例如商業投資，只要所有的投資者都同意採取共同的行動，可能都獲益。根據收益表的總值，我們又可將奕謀分為零值奕謀 (zero-sum game) 以及非零值奕謀 (non-zero-sum game)。

一、兩人性零值奕謀

a、有鞍點的

在兩人性零值突謀中，一方的損失就是另一方的收獲，撲克牌戲是以金錢為單位的零值突謀，奕棋、紙牌、決鬪、搜索、追尋以及戰略等突謀都可歸於這一類。這種突謀很適合於軍事技術問題，少數的政治、社會、心理情勢也可運用之。在圖表二上，我們可以發現，兩列最大值的那一行，有一個該行中最小值-1，在兩行最小值-8的那一列，也有一個該列中最大值-1，如有此種情形發生，突謀就有了鞍點，對於二人性零值的突謀來說，鞍點是突謀表上的一值，同時在其所屬列中是最小值或最大值，在其所屬行中是最大值或最小值。突謀理論權威洪紐門與莫根斯頓曾經一再建議，在兩人零值的突謀中，奕者如欲採取合理的方法，最好選擇一個可以保證自己獲得害中較輕 (maximin or minimax) 的

圖 表 二

者 奕 甲

	1	2	
1	5	7	7
2	-8	-1	-1
	-8	-1	

者 奕 乙

row maxima
minimax
column minima maximin

註： maxima
最大的
mini-max
最小中之最大的
maximin
最大中之最小的
minima
最小的

收益，因為在兩人性零值的突謀中，一個有理性的奕者，深知對方的目的，欲望與自己完全相反，如果兩人都想盡量打擊對方，爭取自己的最大收益，很可能為自己帶來最不利的結果，例如在表三中，乙奕者絕不願採策略一，因為收益-5、-7 (表上的值是奕者甲的收益，故乙的值為甲的負值) 對自己絕對不利，於是寧願採策略二，對甲奕者來說，策略一

可能帶來最大的損失-8，也寧願採策略二。兩者所得的結果-1，雖不甚理想，但也是兩害取其輕的收益。

零值突謀理論以鞍點選擇策略的理論基礎是明瞭而正確的，且鞍點是零值突謀中唯一的原理。當我們運用鞍點的零值理論時，要假定聰明的突者，會選擇有鞍點的策略，否則就是因為他缺乏機智與情報來做理智的選擇。

b 沒有鞍點的

一般言之，在沒有鞍點的零值突謀中，突者的妙方是混合策略，混合策略所得的收益既所有害中較輕、利中較微的策略之平均值，這種原理與有鞍點的零值突謀較之當然遜色，在實際運用時，很難得到混合策略之收益。因為，第一：混合策略過於複雜，牽涉了數學觀念，要得所有利中較少，害中較輕的策略之平均值必須經過計算，過程繁雜。第二：這種原理的可期值，是表上各有關值的平均值，這個平均值在一次式（如 $x+2=0$ ）中是常數，在更複雜的代數式中就不一定是常數了，因之在沒有鞍點的兩人零值突謀中，由於缺乏計算規則，尚無法歸納出合理的法則。

二、二人非零值突謀

a、囚犯左右為難的突謀 (Prisoner's Dilemma) (註六)

兩人性囚犯左右為難型之突謀可以下列的收益表值表示之：

		者 突 乙	
		B_1	B_2
者 突 甲	A_1	x_1, x_1	x_2, x_3
	A_2	x_3, x_2	x_4, x_1

但必須建立在下列數條件下：

i) $2x_1 > x_2 + x_3 > 2x_4$

$$\text{ii)} \quad x_3 > x_1$$

$$\text{iii)} \quad x_3 > x_2$$

$$\text{iv)} \quad x_4 > x_2$$

囚犯左右為難之奕謀有兩種特性；第一：對兩個奕者而言，第二個策略均優於第一個策略，進言之， A_2 策略較 A_1 對甲有利， B_2 策略較 B_1 對乙有利，可是如果兩人都採第二個策略 A_2 與 B_2 ，所得的收益 (x_1, x_1) 較兩人都採第一個策略 A_1 與 B_1 所得的收益 (x_1, x_1) 差，在這種情況之下，沒有一個法則是最好的，甲、乙兩人的兩個策略均各有利、弊，不能說它合理，也不能說它不合理。比較方便的方法是在做這種奕謀的實驗時，兩者都不斷的選擇第一個策略，可是只要某奕者背信選擇第二個策略其收益將更大，因此奕者可能投機在最後一次抉擇時背約，既然有這種可能，彼此的承諾也能在倒數第二個抉擇時被破壞，以此類推，在最初的抉擇時，約定就不可能被遵守了。

對囚犯左右為難的奕謀必須尋出一合理解決的方法，夏必克 (Shubik) 曾作過一個很寶貴的建議（註七），即讓兩個奕者都作對雙方有利的行動，如果有一方背約，則任由誠實的一方採取報復行為，一直到背約的一方採納合作的方式為止。他同時指出，如果雙方都採取這種策略，該合作的方法所得的收益可以代表奕謀的均衡點。問題是夏必克的建議只是一個均衡的策略，並沒理由與說服性的原則一定被遵守。

b、合作性的奕謀 (Co-ordination Game)

在純粹的合作性奕謀裡，奕者的利益是一致的，只要雙方合作就可獲益。問題只在雙方之間缺乏傳達之可能性，以致於無法知道對方是否誠意合作，就合作性的理論之策略選擇而言倒是無弊可擊的。謝寧 (Schelling) 在他的巨著《衝突策略 (Strategy of Conflict)》一書中對於合作性奕謀之策略選擇作了詳盡的討論，他同時指出「突出的法則」(

		者突甲	
		A	B
者突乙	A	5,3	0,-2
	B	3,6	8,8

三表圖

the role of prominence), 即只要某些策略所造成的結果對雙方都特殊有利, 可以假定突者會採取該策略, 在表三中我們可以看到一個兩人合作性突謀之B策略, 對甲、乙兩突者來說都是突出的選擇。

但我們不能武斷的說甲、乙兩者都會遵照突出法則, 兩個突者可能並不希望雙方都得最大的收獲, 只盼自己所得之值比對方大, 而不介意絕對值。如果雙方都相信對方遵照突出法則而選B策略, 甲可能選A策略以便自己的所得高於乙, 拿破伯及奧汪 (A. Rapoport and C. Orwant) 說: 「突出法則代表生理性的無言承諾 (tacit agreement), 與突謀理論的主要原則無關。可是在實際對突謀的策略加以分析時, 這種法則很重要, 在做突謀理論的實驗過程中, 我們必須考慮到無言承諾的存在以及類似的聯繫。」(註八), 當然, 無言承諾並不是金科玉律。北大西洋公約聯盟與第三國際共同避免全球性的戰爭之決定可以視為合作性的遊戲, 在此我們無法列出完整的收益表, 但我們可以斷言, 如果雙方不合作以避免戰爭, 結果對自由國家與共產國家都不利。

在許多現實情況下, 合作可能為雙方帶來損害, 也可能減少雙方的損失, 凱布林 (M.A. Kaplan) 說: 「合作性突謀的理論分析不夠充分與圓滿, 還有許多問題尚未解決(註九)。」

六、結語

理論根據事實而來，依據事實我們可以歸納許多假設，概括假設就可獲得放諸四海皆準的理論。理論的用處很多，不同的用途需要不同的理論，一方面我們可以運用理論去瞭解或運用國際關係範圍內的具體事實預測未來，另一方面可以給予研究國際事務的人一些超乎特殊事實的簡單之一般性的觀念。奕謀理論是研究策略選擇以及政策決定的方法工具，學者用之瞭解事實以選擇合理的政策，也用以簡化政策的複雜性，歸納出一般性的概念。諾爾及魏巴 (Klaus Knorr and Sidney Verba) 有言：「理論愈複雜，變數就愈多，愈需以理論適用於歷史事實，……愈將理論適用於歷史事實，愈失去理論的統一性。」(註十) 也就是說理論的兩種功用是相互矛盾的。

奕謀理論與物理、化學理論相比，還在萌芽階段，近年來在美國的學術界上發展甚快，一九五四年當夏必克出版奕謀理論與政治行為讀物 (Reading in Game theory and Political Behavior) 時，很難找到十五篇以上的有關文章，而今天，有關奕謀理論的文章已經超過千篇以上了。目前奕謀理論已經有了統一認可的定義，也有自己的用語與概念 (concepts)，以及如何選擇合理的策略之規則，不過缺點還很多，許多問題有待解決。

就其功用而論，只有零值奕謀的鞍點理論或害取其輕的策略比較可靠而有效，在非零值或合作性的奕謀中，欠缺科學性的分析，沒有統一而較滿意的方法供我們運用。全作性的奕謀牽涉傳達、許諾、威脅、或者明示及默示的交易等問題 (註十一)，如果沒有健全的傳達系統，只要參加者有統一的默示交易方式仍可以達成共同的利益，可是如果一方認為缺乏傳達系統對其有利，他會有意毀壞之，更不會遵守默示的交易規則。共同的宣言與許諾，在缺乏第三者強制執行時，也是不可靠的。

零值奕謀理論的害取其輕的法則雖然有效，但在實際的情況下很難被使用。奕謀理論牽涉社會與政治科學，在這一範疇內，雖然有很多一方的收穫就是另一方的損失之實例，可是總值等於零的情況却很難發生，反對零值奕謀理論的理由有三：第一、兩人性零值奕謀的行為既不能實際發生，也不能當做規則。(註十二) 第二、國際關係與國際政治的實際衝突很難滿足零值奕

謀的條件。第三、鞍點則是一種比較保守的策略，有時突者如不採取此種策略，可能收穫更多。

第三章曾討論規則問題，突謀理論中一個更嚴重的問題就是沒有良好的方法以強制執行所存的社會、政治規則，在一個有效的政治制度下，這種問題較小，因為個人的影響力不大，政治、社會的規則不容易因個人的影響而變更，但在國際制度下，規則往往不易執行，而且缺乏統一的規則，例如許多國家常因個別的利益而違反國際公法。有的學者建議應該把突謀理論的規則限於自然規則，但是自然因素並不是國際問題唯一的決定因素，我國歷史上就有三戶亡秦，前秦符堅八十萬的大軍並不能擊敗東晉之實例，正說明心理及政治的因素往往比自然的因素之影響力更大。鄺特(Richard E. Quandt)說：「在突謀理論的規則上達成協議，比仲裁解決爭端時達成協議更困難，參加者瞭解各種仲裁方式的結果，就希望在有利於自己的仲裁方式下解決爭端，而要為突謀理論擬定規則反而不易。」(註十三)

效果價值的問題也值得重視，以何種標準判斷優先選擇實難決定，例如我們很難斷言某人喜歡張三當選參議員之程度甚於李四，更難確定喜歡張三甚於李四的程度如何。

在現行國際事務所發生的結果中，突謀理論家決定收益時，可能面臨完全消滅敵方的情況，有的領袖認為這不但是最壞的結果，也是罪惡昭彰之行為，有的領袖則只認為是不合道德的行為而已，這兩種情況均由於數學計算之困難，很難提出準確的效果價值。(註十四)

在國際競爭上，政治家根據優先的選擇作政策決定，但是他的優先選擇不一定是理性的及永久的，或在競爭過程中一成不變的，可是當我們進行突謀，應以政治家為理性的突者，就不得不作這種大胆的假設，否則突謀理論即無法成立了。

在人類事務中個人面對A與B兩個選擇對象而作決定時，很可能結果選擇一直到最後一煞那才出現的C，無論我們多麼仔細的觀察衝突過程，由於不慎都有忽略重要因素的危險。突謀理論可以幫助我們減少這些弊害，但並不能完全去除了。

突謀理論中另一個大問題是不能列出所有的選擇對象，正統的突謀結果只有兩個策略，在每一個衝突情勢下，只要把敵我的策略列出來，就可得到完整的選擇對象表。而實際上既使像下棋這種突謀，策略就不止兩個，有時策略會突增，規則也必逐

漸發展以對付複雜的情勢。大家普遍承認，最理性的人類擁有最大的電腦，也只能對有限的策略詳盡研究，國際政治的一部份內容就是告訴我們不可能瞭解所有的選擇對象。例如，一九四五年之際，誰能預測中共會佔據大陸而對此現象擬定策略？更有誰能想到今天中共已擁有原子武器呢？

漢布林 (C. L. Hamblin) (註十五) 提出一個可能性選擇對象 (Plausibility) 之建議，將已知的選擇對象列出，然後再把被忽略的選擇對象列入可能性的選擇對象欄中，可能性的選擇對象就是敵方使用我方完全未想到的策略所擬定之應付辦法，例如一九五六年，埃及把蘇伊士運河收歸國有，事先英、法兩國完全未料到納塞的這項策略、英法兩國事後的一些對付辦法在事先就可視為奕謀的可能性選擇對象。這種建議非常實際，可是事先我們既然不知道這些策略的內容，又怎能定其效果價值。當我們使用奕謀模型時，效果價值、優先選擇、策略以及目的都必須事先決定而不能改變，實際上，我們往往不能確定○敵方的最後目的（是征服、滅亡、共存、抑是內在的發展？），○即時的目的（到底是在軍事管制上達成協議或不達成協議？），而且在交易、談判的過程中，對方以及奕者本身的目的、效果價值都可能會改變的。

哈佛曼 (Stanley H. Hoffman) 說：「奕謀理論假定奕謀的規則必須被遵守，最初決定的效果價值不能改變，有關的資訊必須供給奕者，衝突所支出之費用能準確的算出，奕者的行為也很合理，這些假定可能在非革命性世紀的局部性衝突中發生，在一個全球性的戰爭中，所有的世界政治奕謀規則都受到威脅而瀕於危險，這些假定不合實際。」(註十六) 換言之，奕謀理論模型在實際的世界政治上不可能發生，奕謀理論預測性的效用不可靠。

奕謀理論剛開始發展，它俱備了理論特質，如果就其是否符合健全、有系統的理論標準而論，例如其可靠性、證明性、以及有效性，它是不合格的。人類事務太複雜，籠統的概論不可靠，在沒作進一步的研究前，奕謀理論的預測不能輕信。

無論如何，奕謀理論供給了我們活生生的方法與環境，國際關係與政治學的學生，無論做觀察或實習者，可以此在政策決定下學習許多新的理論與見解，它在教育方面發揮功效，使學生得到訓練。當決策者或學生進行奕謀實驗時，對外交政策制定下的壓力、不確定性、道德或情報難獲等問題，都可有深一層的瞭解。

總之，奕謀理論還是很幼稚的，其描述與說明的功用很卓越，而其預測性的功用則不可靠，有時我們實驗的奕謀不能在真實的世界中使用，奕謀理論並不是完整而有系統性的理論。

七、參攷書目

1. Articles

- Arrow, K. J.: "Alternative Approaches to the Theory of Choice in Risk-Taking Situations," Econometrica, 19, 1951, p. 404-437.
- Hamblin. C. L. "Surprises, Innovations, and Probability," May 1958 (Manuscript).
- Ikle, F. C. and N. Leites: "Political Negotiation as a Process Modifying Utilities," The Journal of Conflict Resolution, VI, No. 1, March 1962, 12-28.
- Morgenstern, O.: "Effective and Secure Deterrence: The Oceanic System," Royal Canadian Air Force Staff College Journal, 1960. ,
- "The Theory of Games," Scientific American, 180, 1949, p. 22-45.
- Moore, Barrington, Jr.: "Social Theory and Contemporary Politics," American Journal of Sociology, Sept. 1955, p. 107-115.
- Quandt, R. E.: "On the Use of Game Models in Theories of International Relations," World Politics, 14, 1961, 69-76.
- Rapoport, A.: "Lewis F. Richardson's Mathematical Theory of War," Journal of Conflict Resolution, 1, 14, 1961, 69-76.

1957, p. 224-299.

, and C. Orwant: "Experimental Games: A Review," Behavioral Science, 7, No. 1, Jan., 1962, p. 1-37.

Schelling, T. C.: "Bar gain, Communication, and Limited War," The Journal of Conflict Resolution, 1, 1957, 19-36.

, "Experimental Games and Bargaining Theory," World Politics, 14, 1961, 47-68.

Shubik, M.: "A Game Theorist Looks at the Antitrust Laws and the Automobile Industry," Stanford Law Review, 8, July, 1956, p. 594-630.

, "Some Experimental Non-Zero-Sum Games with Lack of Information about the Rules," Management Science, 8, No. 2, Jan. 1962.

11 Books

Arrow, K. J.: Social Choice and Individual Values, John Wiley and Sons, 1951.

Braithwaite, R. B.: Theory of Games as a Tool for the Moral Philosophy, Cambridge University Press, 1955.

Burns, A. L.: NATO and American Security, Princeton, N. J., 1959.

Hoffmann, Stanley H. Contemporary Theory in International Relations, Prentice-Hall, Inc., June, 1964.

Kaplan, M. A.: System and Process in International Politics, John Wiley and Sons, 1957.

Knorr, Klaus and Sidney Verba, eds.: The International System: Theoretical Essays, N. J. Princeton Univ. Press, 1961.

Luce, R. D. and H. Raiffa: Games and Decisions, John Wiley and Sons, 1957, p. 117-118.

Mckinsey, J. C. C.: Strategy in Poker, Business and War, McGraw-Hill Book Company, 1953.

Rapoport, A.: Fight, Games and Debates, Univ. of Michigan Press, 1960.

Schelling, R. C.: The Strategy of conflict, Harvard Univ. Press, 1960.

Shubik, M.: Reading in Game Theory and Political Behavior, Doubleday, 1954.

Game Theory and Related Approaches to Social Behavior, John Wiley and Sons, 1959.

(註一) 參見 Moore, Barrington, Jr. "Social Theory and Contemporary Politics," American Journal of Sociology, Sept. 1955, p. 107-115.

(註二) Shubik, Martin. Game Theory and Related Approaches to Social Behavior. New York: John Wiley and Sons, Inc. 1964, p. 8.

(註三) Shubik, Martin. p. 10.

(註四) 在奕謀進行時，每個奕者都管理一些資源，撲克牌中，資源乃牌與金錢，戰爭時是軍事物資，人以及支援戰爭之經濟，政策決定時資源是錢，報紙以及對政治組織與機構的控制力。

(註五) 欲知其詳細意義，請參考 "Political Negotiation as a Process of Modifying Utilities," Conflict Resolution, IV, No. 1, p. 19-28.

(註六) "Experimental Games: A Revises," Behavior Sciences, Vol. 7, No. 1, January 1962.

(註七) "Some Experimental Non-Zero-Sum Games with Lack of Information about the Rules," Management Science, 8, No. 2, Jan. 1962.

(註八) "Experimental Games: A Review," Behavior Science, Jan. 1962.

(註九) Kaplan, M. A. System and Process in Inter. Pol. p. 203.

(註十) ··Knorr, Klaus and Sidney Verba, eds, The Inter System: Theoretical Essays. New Jersey: Princeton Univ. Press, 1961.

(註十一) ··T. C. Schelling, 'Bargain, Communication, and Limited War.' Journal of Conflict Resolution, I, March 1957, p. 16-36.

(註十二) ··D. Ellsberg, "Theory of the Reluctant Duelist." American Economic Review, XLVI, Dec. 1956, p. 909-23.

(註十三) ··See Quandt's article in Knorr and Verba's book.

(註十四) ··See A. L. Burns NATO and American Security. Princeton, N. J. 1959, p. 153.

(註十五) ··泡羅·瓦爾拉塞克與約翰·納許在《經濟文庫》。C. L. Hamblin "The Model Probably" and "Surprised, Innovations, and Probability," May 1958 (Manuscript)

(註十六) ··Hoffmann, Stanley H. Contemporary Theory in International Relations. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J. 1964.