

フォン・ノイマン、モルゲンシュテルンとゲーム理論の世界 ——ゼロ和ゲームの批判的再評価（その1）

酒井泰弘

Von Neumann, Morgenstern, and
Theory of Games: Critical
Reassessment of Zero-Sum Games
Yasuhiro Sakai

目次

1. ゲーム理論という名の妖怪——はじめに
2. ゲーム理論の誕生小史——同盟と抗争の時代
3. コナン・ドイルの解決法とモルゲンシュテルンの異論
——ホームズとモリアッティ一味の対決ゲーム
4. フォン・ノイマンとゼロ和二人ゲーム
——コイン合わせゲームと利害対立（4-2まで本号，以下次号）
5. じゃんけんゲーム——もう一つの重要なゼロ和二人ゲーム
6. 初心忘れるべからず——おわりに

1. ゲーム理論という名の妖怪——はじめに

「ヨーロッパに妖怪が徘徊している。それは共産主義という妖怪である」

これは、マルクスとエンゲルスの名著『共産党宣言』（1848年）の冒頭を飾る有名な文章である。これと同じような現象が、現代の経済学界に発生しているようである。

「経済学界に妖怪が徘徊している。それはゲーム理論という妖怪である」

欧米や日本のいろいろな経済学会に出席すると、ゲーム理論関係のセッションが数多く開かれ、しかも多数の研究者が活発な議論を交わしている。ゲーム理論は今やまさに花盛りであり、慶賀に堪えない。だが、「好事、魔多し」という諺が教えるように、花盛りの現状にただ甘えているだけでは、一層の発展が望みようがないだろう。花が満開になれば、その後に来るのは突然の落花である。落花の時期を遅らせるためには、花を大切にし、できるだけ長持ちさせるように努力しなければならない。

ゲーム理論は、数学者フォン・ノイマン (Johann Ludwig von Neumann) と経済学者 Morgenstern (Oskar Morgenstern) の二人が1928年ごろに各自独立に研究を始め、1944年出版の共著『ゲーム理論と経済行動』によって確立したとみなされている。

「後世の史家は、この本を20世紀前半を代表する主要な科学業績のひとつとみなすかもしれない」

これは、当時の権威ある『アメリカ数学会報』 (*American Mathematical Society Bulletin*) に掲載された書評の言葉である。また、次のような書評も、他の有力学会誌に掲載された。

「人は本書のほとんどすべてのページに、大胆なヴィジョン、厳密な分析および深遠な思想があるのを知り、驚嘆せざるをえない」 (*American Economic Review*)

「本書の主たる業績は、さまざまな結果を具体的に導出したというよりも、

現代論理の分析用具を経済学に導入し、それによって一般的分析の威力を開陳したことにある」(*Journal of Political Economy*)

「読者は本書を読破することによって、社会科学への応用のためのアイデアや、理論の発展のための基本的な分析用具を潤沢に獲得できるであろう」(*American Journal of Sociology*)

上の引用文に見られるように、バイブルともいえる原書『ゲーム理論と経済行動』(1944年)への期待は、出版当時において異常に高かった。ところが、1960年代や70年代を通じて、ゲーム理論への興味が次第に薄くなり、学会の「お荷物」として軽んじられるようになっていった。日本におけるゲーム理論のパイオニアであられる鈴木光男教授によると、「ゲーム理論などは、研究しても意味がない」と批判されることも少なくなかったようである。¹⁾

ところが、1980年代から90年代に入ると、学会の思潮は再び大きく変化した。研究者の間に、ゲーム理論への興味が復活し、われわれは飛躍の時代を迎えることになった。1988年の理論計量経済学会(京都大学)では、プログラム委員の一人であった筆者自身が「情報の経済学とゲーム理論」というセッションを設けた。このセッションでは、ゲーム理論を用いた多くの論文が発表されたが、これが「ゲーム理論」という名の付いた恐らく最初のセッションであっただろうと思う。このとき病气入院中の鈴木先生には、「生きていて良かった」とおっしゃっていただいて、筆者も喜びを分かちることができたものだった。

あれから10年以上の星霜が流れた。現在では、ゲーム理論抜きの理論経済学とは、あたかも英語の慣用句“Hamlet without Prince”(王子様でない只の

1) この間の事情については、鈴木光男教授の近著(1999)が詳しい。ゲーム理論は長い間「異端の学問」であり、「広く世間に認められるようになるまでは長い年月を要し、理解されること少なく、批判されることの多い理論として生まれてきました」(同著、7ページ)と感慨を漏らされている。鈴木先生は東北大学や東京工業大学において、早くからゲーム理論に注目され孤軍奮闘されてきた、希代の碩学である。

人ハムレット)のような感じすらする。理論のペーパーのあるところ、ゲーム、ゲームのオンパレードである。まことに、学問分野の栄枯盛衰の激しさには、目を見張る思いである。興味ある問題は、新しいミレニアムを迎えて、ゲーム理論が過去20年の爆発力を維持できるかどうかである。バブルは膨脹し、必ず崩壊する運命にある。私見では今や、ゲーム理論の原点に立ち戻り、その有効性と限界を批判的に検討する好機である。そして、これこそが本稿執筆の最大の動機である。

古典とはただ崇めるだけで、実際には読まれないことが多い。原著『ゲーム理論と経済行動』も、その例外ではないようだ。それはドイツなまりの英語で書かれた、600ページ以上に及ぶ大著である。しかも、プロとしての著者たちの一途な思い込みが余りにも大きいため、一般読者を説得しようとする「販売努力」にはいささか欠ける書物である。幾つかのトピックに至っては、あるページで論じられたと思えば、その続きが40ページ先に飛ばされ、さらなる続論がまた50ページ先に延ばされるというような按配である。要するに、原著は「文章の流れ」がそれほど良くない。だから、現代のゲーム理論家といえども、ノイマンやモルゲンシュテルンの原典を敬遠して、ナッシュ、ハーサニ、ゼルテンというノーベル賞三羽ガラスの著作から読み始める人も多いようだ。²⁾

しかし、古典には古典にしか味わえない「何者か」がある。難渋な古典を根

2) 原著『ゲーム理論と経済行動』(1944年)は、一部の専門家から注目されながら、一般には売れゆきの良くない〈こわもての書物〉であった。出版社のプリンストン大学出版局は、この書物の発売5周年記念にあたって、『アメリカン・サイエンティスト』(American Scientist)に、次のような広告文を載せている。

「立派な書物は往々にして、認められるには時間がかかる。・・・そして後になって、本書が世間に知られるとき、その影響力は読書層をはるかに超えるだろう」

実際のところ、1949年まで5年間の販売数は4000部にすぎなかった。原著は経済学者によってほとんど読まれることなく、多くの図書館では蔵書にさえも入っていなかった。ただし、原著のタイトルに魅了された物好きのギャンプラーが若干いたらしく、上記の広告文は「何部かはプロのギャンプラーが購入した」といささか誇らしげに記している。詳しくは、パウンドストーン著、松浦俊輔訳『囚人のジレンマ』、1992年、63ページを参照のこと。

気よく読んでいくと、著者自身の熱気・意気込みや思想の格闘の跡が残っている。さらに私見では、今こそ原著『ゲーム理論と経済行動』を再吟味すべき事情があるのだ。その事情とは、最近におけるゲーム理論の思想や発展が、元祖ノイマンやモルゲンシュテルンの意図から相当離れてきているのではないか、ということである。

かつて、『資本論』(*Das Kapital*, 1868)の著者マルクスはマルキシストの俗流的な解釈にうんざりして、「わしはマルキシストではないぞ！」と一喝したと伝えられている。たしかに、「マルクスの経済学」(Marx' economics)と、「マルキシストの経済学」ないし「マルクス経済学」(Marxian economics)の間には、深く大きなギャップが横たわっているのだ。また、J. M. ケインズの高弟ジョン・ロビンソンは、アメリカの自称ケインジアンたちの俗流解釈を揶揄して、「あの人たちは〈スタンダード・ケインジアン〉(standard Keynesian)ではなく、〈バスタード・ケインジアン〉(bastard Keynesian)にすぎないのよ」と一蹴したとも言われる。スウェーデン生れの異才レイオンフーブドによる力作『ケインズ経済学とケインジアンの経済学』(*Economics of Keynes and Keynesian Economics*, 1968)は、このような反省の上になつて執筆された力作である。

これと多少とも似たような事情が——筆者の見るところ——現在のゲーム理論にも発生しているようである。仮にノイマンの俗流解釈者たちを「ノイマニアン」(Neumanian)と呼んでおこう。すると、わが愛すべきノイマン先生は墓の中からおもむろに抜け出してきて、「我輩はノイマンなり、ノイマニアンにあらず」と静かだが力強い抗議の声を上げるかもしれない。ノイマンがノイマニアンと違うのは、一体どこなのか——この点を知るためには、原典にまで立ち戻り、元祖ノイマンの意図を正確に読みとらねばならない。だが、原典を忠実に読み解き、そこから現代に生かす道を見つけるような仕事は、「言うは易く、行ふは難い」種類の仕事である。本稿は、このような大事業のための

第一期工事にすぎない。大事業の完成のためには、第二期工事，第三期工事，・・・と幾多の難工事が必要だと覚悟している。

要するに，ゲーム理論という名の妖怪は現代に闊歩している。問題は，妖怪の闊歩の姿が正常かどうかである。妖怪が正規の大道を外れて，異端な邪道のほうに踏み込んでいるかもしれない。もしそうなら，妖怪を邪道から大道に引き戻す努力が必要だろう。本稿がそのためのささやかな一助とでもなれば，筆者として望外の喜びである。

本稿の構成について一言する。次の第2節において，ゲーム理論の誕生の歴史を鳥瞰する。第3節ではモルゲンシュテルンの「完全予見」の論文を批判的に紹介し，プリンストンでのノイマンとの出会いと共同研究の実像を再現する。第4節は，二人の共著『ゲーム理論と経済行動』の内容を紹介しながら，ゼロ和ゲームの意義を批判的に検討する。この節が本稿の中核部分である。第5節では，じゃんけんゲームを取り上げ，ゼロ和三人ゲームの問題点を明らかにする。第6節では，本稿の結果を総括したうえで，次に来るべき研究発展のための示唆を述べる。

2. ゲーム理論の誕生小史——同盟と抗争の時代

2-1. 破局と転換の時代

ゲーム理論は，20世紀の社会科学の歴史を飾る一大知的建造物である。この建造物建設の歴史を調べることは，西欧社会の変動にかんする重大な教訓を示すだろう。

ゲーム理論の生みの親は，フォン・ノイマンとオスカー・モルゲンシュテルンの二人である。ノイマンは1903年12月28日生まれであり，モルゲンシュテルンは1902年1月24日生まれである。だから厳密には，ノイマンのほうがモルゲンシュテルンより二歳ほど若いことになるが，二人はほとんど同年齢であると

みなしてよかろう。ノイマンの寿命は比較的短く、1957年2月8日に亡くなっている。享年54歳である。二歳年上のモルゲンシュテルンはノイマンよりずっと長生きし、ノイマンの死から20年後の1977年7月26日に他界している。享年は75歳だから、彼の寿命は普通の人程度であった。

フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンは、ともに「ヨーロッパの破局と転換の時代」を必死に生き抜いた人間である。この点からいえば、二人が協力して生み出したゲーム理論は「破局と転換の時代の申し子」である。以下、この点を詳しく述べよう。

フォン・ノイマンはハンガリーのブダペストで、裕福なユダヤ人銀行家の長男として生まれた。洗礼名は「ヤノシュ」であり、「ヤンシー」という愛称で呼ばれていた。ノイマンの父マックスは大金をはたいて、当時のフランク・ヨーゼフ皇帝から「マージタイ」という貴族の称号を買っている。息子のわがノイマンはチュッリッヒ大学とベルリン大学にいたころ、ドイツ風に変えた名前を好んで用い、「ヨハン・ノイマン・フォン・マージータ」と称していたが、後にドイツの慣習に従って姓を短縮し、単に「フォン・ノイマン」とした。そして後年アメリカに渡ってからは、フォン・ノイマンの名前が「ヨハン」から英語風に「ジョン」に変化し、愛称も「ジョニー」へと変化した。

ノイマンが生まれた当時のブダペストは、中央ヨーロッパの大国「オーストリア・ハンガリー帝国」の第二の首都であった。その都会は、第一の首都ウィーンや、「ドイツ帝国」の首都ベルリンに並ぶ〈繁栄〉を謳歌していた。だが、この〈繁栄〉はうわべだけで、20世紀初頭前後のブダペストやウィーンやベルリンをめぐるヨーロッパ社会体制は相当に〈ガタ〉がきていた。このガタがどれほどひどかったか、その様子を知るために、図表1を作成し、同盟・破棄・戦争・講和に関する目まぐるしい史実を列挙しておこう。³⁾

3) 当時のヨーロッパの国際関係については、東京図書編集部『世界史図説』（1996）を参考にさせていただいた。

図表 1 20世紀初頭前後のヨーロッパ——同盟と抗争の時代

年 月	事 件—— 同盟・離脱・戦争・講和関係
1867年	オーストリア・ハンガリー二重帝国の成立
1871年	ドイツ帝国の成立（皇帝ヴィルヘルム一世、宰相ビスマルク）
1873年	ドイツ・オーストリア・ロシア三国間で「三帝同盟」
1879年	ドイツ・オーストリア同盟（ロシアの離脱）
1881年	三帝同盟の復活
1884年	アフリカ分割に関するベルリン会議，ベルリン条約の採択
1886年	ロシアがベルリン条約を破棄
1887年	シュネブレ事件（仏独間が緊張）
1887～90年	独露再保障条約
1891年	露仏同盟
1898年	米西戦争
1899～22年	イギリスの南ア戦争
1902年	日英同盟
1904～05年	日露戦争
1904年	英仏協商
1907年	英露協商（英仏露間の「三国協商」の成立）
1911年9月～12年	伊土戦争
1912年10月～13年	第1次バルカン戦争
1913年6月～8月	第2次バルカン戦争
1914年7月～8月	第1次世界大戦始まる（独・墺 対 英・仏・セルビア・露）
1914年10月	トルコが同盟国側で参戦
1917年4月	アメリカがドイツに参戦
1917年11月	ロシアにソビエト政権成立
1918年3月	ブレヒト＝リトフスク条約（ロシアの対独単独講和）
1918年11月11日	第一次世界大戦の終結（ドイツの降伏）
1919年1月～6月	パリ講和会議
1919年6月28日	ヴェルサイユ条約調印（ヴェルサイユ体制の確立）
1919年6月	ワイマール憲法の制定（ドイツ共和国の成立）
1919年9月	サン＝ジェルマン条約（二重帝国の解体）
1920年1月	国際連盟の成立（本部ジュネーブ，アメリカは不参加）

図表1を一見すると、これは記憶するのも空恐ろしいほどの離合集散の姿のようである。しかし、よく観察すると、20世紀初頭におけるヨーロッパ政治経済の対立軸は案外簡単である。勢力の一大中心地は地続きの中央ヨーロッパであり、主力はドイツ帝国、オーストリア＝ハンガリー帝国、オスマン（トル

コ) 帝国などの〈同盟国諸国〉である。これを東西から挟む形で別の一大対抗勢力があり、その主力はフランス共和国、イギリス王国、イタリア王国、ロシア帝国などの〈連合国諸国〉であり、その背後にアメリカ合衆国が外野応援団の役割を演じていた。これをもっと単純化すれば、〈ゲルマン文化圏〉対〈非ゲルマン文化圏〉というのが、当時のヨーロッパ社会経済の主要対立図式なのであった。それにマイナーな形でクロスするのが、〈オスマン〉対〈ロシア〉という旧来の宿敵同志であり、オスマンはゲルマンに組し、ロシアは仏英伊との間で同盟関係を便宜的に結んでいた。

さて、話を主役の二人ノイマンとモルゲンシュテルンの個人史に戻そう。上述の対立図式によれば、この二人はともにゲルマン文化圏の中で生まれ成長した。しかし、以下に述べるように、両人はゲルマン文化圏の中で、主流の〈インサイダー〉として平穏な生活を送れたわけでは決してなかった。

一方において、ジョン・ノイマンは裕福な家庭の子として生まれたものの、ユダヤ人として常に〈アウトサイダー〉であることの宿命を背負わされた。多くのユダヤ人の例にもれず、自分にとって頼れるものは金力か知力かしかなかった。父親のマックスはオカネの力で貴族の称号を買ったが、息子のジョンはアタマの力で一流学者の道を歩んだ。すなわち、ジョンは1921年にブダペスト大学に入学したが、授業に出席せず試験だけ受けてAの成績を得た。彼は同時にベルリン大学にも入学し、1923年まで化学を専攻した。その後、チューリッヒのスイス連邦工科大学にて化学工業を学び、1925年に学士の学位をとった。そして、1926年、母校のブダペスト大学に戻って、数学の博士号の学位を取得した。その時の副専攻科目は物理学と化学であったという。⁴⁾

フォン・ノイマンは博士号の取得後、ベルリン大学にて1929年まで員外講師、その後ハンブルグ大学に移って1930年まで員外講師を務めた。1930年、アメリ

4) フォン・ノイマンの生涯と業績については、パウンドストーン(1992)が詳しい説明を与えている。本稿の随所において、この名著のお世話になっている。

カのプリンストン大学からの招きに応じて、非常勤講師として量子論の講義を行った。彼のプリンストン大学での地位はまもなく常勤講師に格上げされ、1930年から33年までの3年間は客員教授であった。そして、1933年、有名な「プリンストン高等研究所」が開設されたとき、フォン・ノイマンは正教授に任命された。弱冠30歳足らずの最年少教授であった。

これに対して、モルゲンシュテルンはドイツのシレジアなるゲーリッツという町に生まれた。ゲーリッツは当時ではオーストリア領の小さな町であったが、現在ではドイツとポーランドの国境に位置している。モルゲンシュテルンはその後、首都ウィーンのギムナジウムを卒業して、名門ウィーン大学に入学し、そこで1925年に経済学博士の学位を受けた。その後直ちに、モルゲンシュテルンはロックフェラー基金の援助を受け、ロンドン、パリ、ローマ、ハーバード、コロンビアの各大学に留学した。彼は1929年にウィーンに戻って、母校ウィーン大学の私講師となり、1935年に33歳の若さで正教授に就任している。この間、彼はオーストリア景気研究所所長になっている。

モルゲンシュテルンは1938年1月、ウィーンを離れ、アメリカ旅行をした。旅行の目的は、カーネギー国際平和基金からの招待を受け、アメリカの4つの大学で客員教授をすることであった。彼はこの機会を利用して、プリンストン大学に寄ったが、ノイマン教授に会うことはできなかった。ところが1938年3月、ヒットラーの率いるナチス軍がウィーンに進駐し、オーストリアを併合したとき、アメリカに滞在中のモルゲンシュテルンは、ウィーン大学および景気研究所から突然解雇される憂き目にあった。解雇の理由は、彼が「政治上の危険人物」(politically unbearable) という無茶苦茶な理由であった。この間の事情をもう少し詳しく述べると、オーストリア景気研究所長のモルゲンシュテルンがアメリカ旅行をしている間、研究所の運営を臨時に任していた部下の副所長がナチス党員の幹部となり、上司の所長の解雇という強行手段を通じて研究所を乗っ取ってしまったのである。⁵⁾

モルゲンシュテルンはこの失意の時期、アメリカの多くの大学から研究教育職に付くように勧誘を受けたが、最終的にはプリンストン大学からの誘いに応じた。その理由はもちろん、フォン・ノイマンがプリンストンにいたからである。

こうして、ゲルマン文化圏に生まれ育ったノイマンとモルゲンシュテルンの二人は、知的な〈アウトサイダー〉としての学究生活を過ごすことを余儀なくされた。そして二人は、1930年代の終りに、ようやく海をはるかに隔てたアメリカのプリンストンにおいて、念願の出会いを果たすことになったわけである。

2-2. 1928年と1944年——ゲーム理論の「誕生年」と「成人年」

ゲーム理論の誕生と成立の歴史にとって、記念すべき重要な二つの節目の年がある。それは、1928年と1944年の二つである。というのは、図表2が示すように、ゲーム理論は1928年が「誕生年」であり、1944年が「成人年」と考えられるからである。

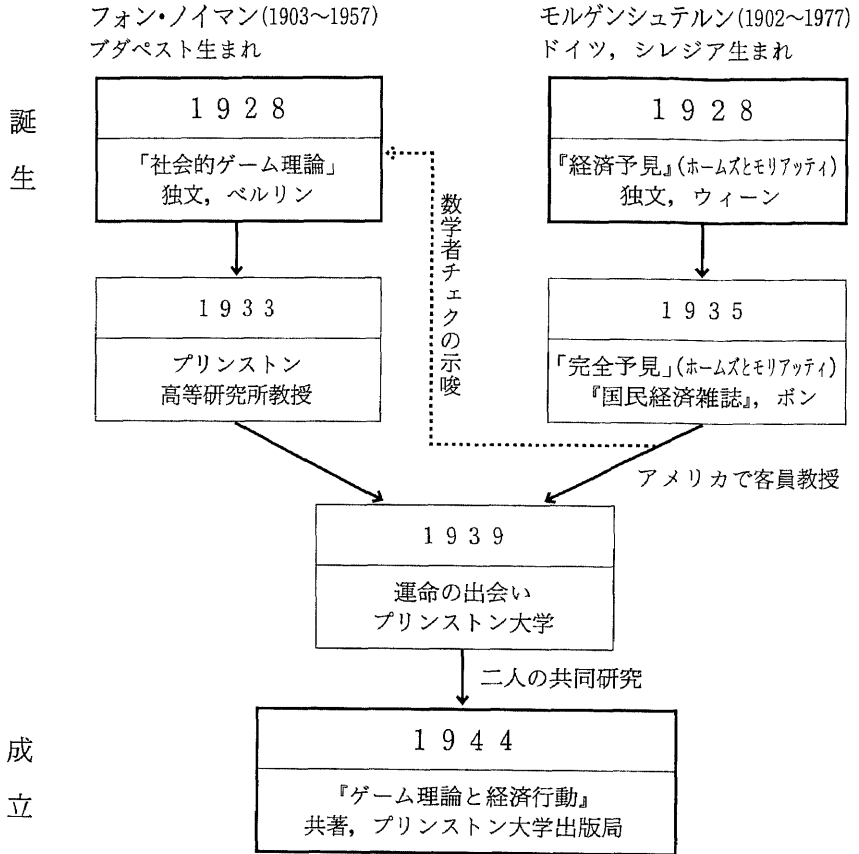
時は1928年のことである。25歳の俊英フォン・ノイマンが、「社会的ゲーム理論」に関する次のような独文の論文を発表した。

Von Neumann, "Zur Theorie der Gesellschaftsspiele," *Mathematische Annalen*, Vol.100, 1928. (「社会ゲームの理論」)

フォン・ノイマンによるこの論文によって、ゲーム理論は誕生したと言われている。この論文は、一流学術雑誌『数学年報』に掲載された数学の論文であった。この論文において、フォン・ノイマンは「ゼロ和2人ゲーム」における「ミニマックス原理」を明確に導入し、「混合戦略」による解が必ず存在する

5) モルゲンシュテルンの生涯およびノイマンとの出会いについては、モルゲンシュテルン(1976)や鈴木光男(1994)を参考にさせていただいた。

図表 2 フォン・ノイマンとモルゲンシュテルン
——ゲーム理論の誕生と成立——



ことを厳密に証明した。さらに、3人ゲームや一般の n 人ゲームについても、考察が加えられている。筆者がなによりも注目したいのは、その論文の注のところで控え目ながら述べている、次のような文章である。

「このような問題は古典派経済学の主要問題である。私的利益を追求する経

済人は、与えられて外的環境のもとで、どのような行動をとるのであろうか」

フォン・ノイマンの頭の中では、ゲーム論的状况は数学的に興味ある問題だけでなく、経済学的にも重要な問題であると当初から認識されていた。しかし、残念ながら、この論文は一部の数学者を除いてさしたる反響を呼び起こさず、経済学界では完全に黙殺される運命にあった。考えてみれば、1920年代半ばには、ヨーロッパ数学界でのフォン・ノイマンの活躍はめざましく、「若き天才」としての名声をほしいままにしていたが、上記の論文だけは例外的に無視されたわけである。

歴史の偶然だろうか。奇しくも同じ1928年に、俊秀 Morgenstern もまた、「経済予見」の関する次のような著書（独文）を出版し、その中で均衡理論からゲーム理論への橋渡しをする重要な役割を果たしている。⁶⁾

Morgenstern, *Wirtschaftsprognose, eine Untersuchung ihrer Voraussetzungen und Möglichkeiten*, Vienna, Springer Verlag, 1928. (『経済予見——その仮定と可能性に関する考察』)

Morgenstern はこの著書において、一般均衡分析において将来を完全に予見するという仮定を置くことはどういう結果をもたらすかを論じ、その中で完全予見の可能性に重大な疑問を提出した。特に Morgenstern が、文学史の中で有名な「最後の事件」に出てくる〈シャーロック・ホームズ探偵とモリアッティ教授の対決〉を取り上げたことは特筆に値する。というのは、こ

6) 1928年は干支でいうと「辰年」にあたり、日本の著名な学者が生まれた年である。その中には、一般均衡理論・成長理論・公共経済学で著名な宇沢弘文教授や、日本におけるゲーム理論の先駆者鈴木光男教授がおられる。歴史の偶然とはいえ、面白い事実であろう。ちなみに、筆者自身も一回り遅れの「辰年男」である。

の二人の対決の物語が後に「二人ゼロ和ゲーム」へと一般化され、ゲーム理論成立のための礎石の役割を演じているからである。後になって、モルゲンシュテルン自身がこの論文を回想して、興味深い意見を述べている。

「私がとりわけ詳論しなかったことは、次のことである。すなわち、ホームズとモリアッティの間の対決は、そのひとりが他のひとりを裏読みで勝る（つまり、《私が考えることを彼が考え、そのことをまた私が考える、云々…！》）という前提を下にしては解決不可能であるということである。そして、その解決のためには、《[確率的な]恣意的意思決定》という概念を導入する必要がある、それは[混合]戦略の問題に帰着するということである」（モルゲンシュテルン（1976）、806 ページ、[・]は筆者が挿入）。

このような裏読みの問題は、それがゲーム理論の誕生に果たした重要な役割を考えると、節をあらためて詳論するのが妥当だろう。ただここでは、同じ問題が7年後の1935年に、モルゲンシュテルンの論文によって再び論じられ、その中で〈シャロック・ホームズとモリアッティの対決の物語〉が言及されたことを記録しておきたい。⁷⁾

1935年論文の発表後、モルゲンシュテルンは有名な「ウィーン研究サークル」（Vienna Circle）に招かれ、同論文を詳しく論じる機会を与えられた。

7) モルゲンシュテルンの1935年論文を読んでいくと感激した人間の中に、いわゆる「シカゴ学派」の祖フランク・H. ナイトがいる。ナイトはドイツ語で書かれた原文をわざわざ英語に翻訳する労をとり、それを講義の材料として愛用した。ただし、この英語版の公表自体は大幅に遅れ、A. ショッター編集の『オスカー・モルゲンシュテルン選集』（ニューヨーク大学出版局、1976年）において始めてなされた。そのときのタイトルは「完全予見と経済均衡」（Perfect Foresight and Economic Equilibrium）である。

ナイトは経済学におけるリスクや不確実性の問題を専門としていたから、ゲーム論的状况に興味を寄せたことは、ある意味で当然かもしれない。ナイトとゲーム理論の関係に分析の光を照らすことは、今後に残された重要課題であると思う。

この研究サークルには、カール・メンガー、ゲーデル、ポパーなど、当代一流の学者が参加した。さらに、モルゲンシュテルンはメンガーが主宰する「研究コロキウム」(Colloquium)に度々参加したことが、彼とフォン・ノイマンを結ぶ「赤い糸」を提供する機会を作った。というのは、モルゲンシュテルンが報告したある日のこと、E. チェク (Eduard Ceck) という名の若き数学者が歩み寄り、次のように語ったからである (図表 2 を見てほしい)。

「オスカー、君が提起した問題は、フォン・ノイマンが1928年のゲーム理論の論文で取り扱った問題と全く同じですよ」

チェクはその時モルゲンシュテルンに対して、フォン・ノイマン論文の概要を説明し、「この論文を是非読みなさい」と熱心に勧めた。モルゲンシュテルンはチェクの助言に心が動いたけれども、動乱とナチ侵攻の恐れの中で景気循環研究所長としての業務に忙殺されるとともに、国際連盟の仕事のために本部のジュネーブやパリ・ロンドンなどの各地に出かけたために、同論文を読む余裕が全くなかった。

モルゲンシュテルンとフォン・ノイマンとの間の出会いの「ニア・ミス」は、その後もしばらく続いた。フォン・ノイマンが1937年、アメリカからヨーロッパへの旅行の途中で、カール・メンガー主宰の「研究コロキウム」において論文を報告することになった。メンガーはもちろん、友人モルゲンシュテルンに出席するように勧めた。だが不幸にも、モルゲンシュテルンは国際連盟の委員会出席のために、ジュネーブに出かけねばならず、フォン・ノイマンと直接出会う絶好の機会を逸した。

1938年1月、前節で述べたように、モルゲンシュテルンはアメリカの各大学を訪れる機会を持ち、フォン・ノイマンが1933年以来教授を勤めるプリンストン大学にも一時立ち寄った。だが、このときもモルゲンシュテルンはフォン・

ノイマンに会えずにいた。だが、ナチズムの狂気がウィーンの研究所を席卷したとき、モルゲンシュテルンはアメリカの大学に職を得る決心をし、数多くの大学の中からプリンストン大学を選んだ。

1938年9月に大学の授業が開始された直後、モルゲンシュテルンはフォン・ノイマンと出会ったはずである。だが、不思議なことに、両者ともにこの最初の出会いのことをよく覚えていない。しかし、2回目の出会いのことは、二人は鮮明に覚えている。それは1939年2月1日、モルゲンシュテルンが大学のクラブの「アフター・ランチ・トーク」として、景気循環のことを語った時のことである。トーク終了後、モルゲンシュテルンはフォン・ノイマンと物理学者ニールス・ボーアと別のホールでお茶を飲みながら、ゲーム理論や物理学の観測問題のことについて数時間議論する機会を得た。

モルゲンシュテルンとノイマンはその後、共通に関心のある色々な問題について議論をした。モルゲンシュテルンがフォン・ノイマンのゲーム理論の論文に大変興味を持っていると語ったとき、フォン・ノイマンは「実は、1928年以来、ゲーム理論の仕事を何もしていないんだよ」と答えたという。そこで、モルゲンシュテルンはフォン・ノイマンの1928年論文を本格的に読み直し始めたところ、その面白さにますますはまってくるばかりだったので、ゲーム理論の重要性を経済学者に教える論文を書くことを決心した。モルゲンシュテルンはフォン・ノイマンから意見を求めては、その論文を次第に膨らませていった。1940年秋のことである。フォン・ノイマンはある日突然、モルゲルシュテルンに提案をした。

「二人でこの論文を書き上げたらどうかね？」

こうして、ゲーム理論に関する二人の共同研究が始まった。二人の議論は毎朝、研究所の研究室から、近くの散策へと続き、ときには遠くの海辺にまで行

っても止まることがなかった。会話はつねにドイツ語で行なわれ、文章は英語で書く、という離れ業だった。

共同論文は当初の予定では100ページ程度の「パンフレット」として公表する予定であったが、計画通り行かないのが世の常である。二人がプリンストン大学出版局に持ちこんだ時は、タイプで1200ページの論文にまで膨張していた。本の執筆の下働きをした人間のひとりが、「敵性外人」(enemy alien) と呼ばれた若き日本人数学者、角谷静男氏であったことは面白い歴史的事実である。

時に1944年9月18日——ゲーム理論、いな経済学全体において、歴史的な瞬間の時を迎えた。というのは、まさにその年月日において、フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンの共同研究の結晶『ゲーム理論と経済行動』が正式に出版されたからである。これにより、1944年という年は、ゲーム理論の〈成立年〉として永久に記録されることになった。

3. コナン・ドイルの解決法とモルゲンシュテルンの異論

——ホームズとモリアッティ一味の対決ゲーム

3-1. 「最後の事件」——ホームズ探偵とモリアッティ教授の対決

ゲーム理論の誕生と成立の歴史を眺めると、それに著しく貢献した一つの推理小説がある。その推理小説とは、作家コナン・ドイル (Sir Arthur Conan Doyle) の短編「最後の事件」(The Final Problem) である。この作品はもともと、雑誌『ストランド』、1893年12月号に掲載されていたが、その後他の短編「マスグレイブ家の儀式」(The Musgrave Ritual)、「海軍条約文書事件」(The Naval Treaty) など10編とともに、第2短編集『シャーロック・ホームズの思い出』(The Memoirs of Sherlock Holmes) として1894年に出版された。

図表3に見られるように、作家コナン・ドイル (1859-1930) はフォン・ノイマン (1903-1957) やモルゲンシュテルン (1902-1977) より40歳以上も年長で

ある。ドイルが生み出した名探偵ホームズは架空の人物だとはいえ、イギリス海峡を超えてヨーロッパ大陸の至る所で名前の知れた人間だったに違いない。名作「最後の事件」では、シャーロック・ホームズ探偵とモリアッティ教授の対決が一番の見どころであり、両人ともにスイスのライヘンバッハの滝壺へと落下していく。この作品でもって、ドイルはホームズ物語の執筆を打ち切る予定であった。だが、「ホームズをもっと読みたい！」という読者の要望が無視できなくなったために、ドイルは10年後の1903年10月号の『ストランド』誌上に作品「空家の冒険」(The Empty House)を発表し、その中で名探偵ホームズを「復活」させることに見事成功した。1905年に出た第3短編集に『シャーロック・ホームズの帰還』(The Return of Sherlock Holmes)というタイトルが付いているのは、そういう事情によるものである。⁸⁾

モルゲンシュテルンは当時すでに「シャーロッキアン」(Sherlockian)の一人であったようで、とりわけ名作「最後の事件」を読んで深く感動したらしい。というのは、彼はこの作品を彼の著作の中で二度までも取り上げているからである。第1回目は1928年出版の著書『経済予見——その仮定と可能性に関する考察』の中であり、第2回目は1935年発表の論文「完全予見と経済均衡」の中である。そして、1944年に公刊されたフォン・ノイマンとの共著『ゲーム理論と経済行動』の中で、同じ名作は再び復活して、詳細な分析が行われている。以下、この点を立ち入って分析しよう。

「論より証拠である」という。モルゲンシュテルンの1928年著書から関係箇所を引用すれば、次の通りである。なお、全く同一の文章が1935年論文の中で再現されている。

8) 作家コナン・ドイルはロンドン生れではなく、その母校はエジンバラ大学医学部である。序ながら、経済学の父アダム・スミスもロンドン生れでなく、母校ははるかグラスゴー大学である。スコットランドの土地には、ケルトの血が流れている。ケルトの伝統と文化は、「生身の人間の研究」の進展に大いに寄与しているようである。

図表 3 作家コナン・ドイルと探偵シャーロック・ホームズ

年 月 日	作家の略歴と著作
1859年	コナン・ドイルがエディンバラに生まれる
1881年	ドイルがエディンバラ大学医学部卒業
1882年	ドイルが捕鯨船の船医になる
1882年	ドイルが開業（専門は眼科）
1887年	最初の長編『緋色の研究』 （名探偵ホームズと医師ワトソンの最初の出合い）
1890年	第2の長編『四つの署名』
1891年	最初の短編集『シャーロック・ホームズの冒険』 （「ボヘミアの醜聞」、「赤髭組合」、「まだらの紐」など）
1894年	第2短編集『シャーロック・ホームズの思い出』 （「マスグレイベ家の儀式」、「海軍条約文書事件」、「最後の事件」〔モリアッティ教授との対決〕など）
1902年	第3の長編『バスカヴィル家の犬』
1905年	第3短編集『シャーロック・ホームズの帰還』 （「空家の冒険」、「踊る人形」、「第二の汚点」など）
1915年	最後の長編『恐怖の谷』
1917年	第4短編集『シャーロック・ホームズ最後の挨拶』 （「ウィスタリア荘」など）
1927年	最後の短編集『シャーロック・ホームズの事件簿』 （「高名の依頼人」など）
1930年7月7日	ドイルが死去

「シャーロック・ホームズは宿敵モリアッティに追跡されており、ロンドンを去ってドーバーへと向かおうとする。列車は中間の駅に停車する。ホームズはドーバーへの直行をあきらめ、中間駅で途中下車する。出発駅でモリアッティの姿をすでにチラッと見ていたホームズは、相手が非常に頭の良い人間なので、ドーバーで自分に追いつくために快速の特別列車に乗り込んでくるだろうと予測する。このホームズの予測が正しいことが判明する。だが、もしモリアッティの頭が一層良ければ、すなわち、モリアッティがホームズの知力を一層正確に読み相手の行動を予見していたならば、事態はどう展開しただろうか。その場合には、モリアッティは中間駅で途中下車したただろうことは間違いない。

ホームズはホームズのほうで、そのことを事前に計算し、ドーバーまでの直行を決定しただろう。もしそうならば、モリアッティはモリアッティのほうで、また別の〈反応〉を示したことだろう。敵対する二人がこのように予測に予測を重ねる結果、二人は初めから旅行を全然行わないか、それともヴィクトリア駅において頭の悪い人間が頭の良い人間に捕まっていたらう。というのは、列車に乗ること自体がもともと不必要だったろうからである。この種の例は、現実に至る所に見られるのである」(1928年, 1935年)。

1928年から1935年頃のモルゲンシュテンの意見によれば、ホームズとモリアッティの対決は、次のような「裏読み」の果てしなき連鎖を作り、「解決不能なパラドックス」を生む。まず、ホームズが〈相手がこうするだろう〉と予測するとしよう。すると、モリアッティは対抗して、〈自分がこうすると相手が予測するだろう〉ことを予測する。ホームズはなおお負けずに、〈相手がこうすることを自分が予測することを相手が予測するだろう〉ことを予測する。モリアッティは一層なお頭脳を使って〈自分がこうすると相手が予測することを自分が予測することを相手が予測するだろう〉ことを予測する、云々、云々。

要するに、二人の間の〈裏読み〉、〈裏読みの裏読み〉、〈裏読みの裏読みの裏読み〉、・・・の連鎖は、永久に終了することがない。これに反して、従来の経済均衡分析は市場の需給均衡を扱うものであり、いったん市場均衡が達成されると、取引価格と取引数量は一点に静止する。したがって、無限連鎖の「完全予見」と、静止状態の経済均衡とは、互いに両立できないものである。完全予見を経済均衡に接続すれば、均衡概念自体がおかしくなってしまう。モルゲンシュテンによれば、このような無限連鎖を中断し、経済均衡の概念との調和をはかるためには、「何か新しいアプローチ」の導入が必要である。これこそが、1928年論文におけるモルゲンシュテンの鋭い問題提起であった。だが残念ながら、問題提起は問題提起だけにおわり、「完全解決」に向かうためには、

後日プリンストン大学でのフォン・ノイマンとの出会いが必要だったのである。

ホームズとモリアッティの対決をめぐる「最後の事件」は，なかなか「これにて着落！」というわけにいかなかった。事実，それはフォン・ノイマンとモルゲンシュテルンの1944年出版の共著『ゲーム理論と経済行動』において，次のように念入りに「再審議」されることになった。

「ここで問題となるゲームは、『シャーロック・ホームズの冒険』にある物語である。

シャーロック・ホームズは，モリアッティ教授の追跡から逃れるために，ロンドンを離れてドーバーへ，さらには大陸へと行きたいと願っている。列車に乗ったホームズは，列車が駅から出発するとき，ホームの一角にモリアッティ教授の姿をチラッと見る。ホームズが当然のこととして予想することは（そしてこの予想が正しいことは全面的に証明されるのだが），ホームズの姿をチラッと見た宿敵モリアッティが特別列車を仕立ててホームズを追い越すだろう，ということである。ホームズが直面する選択は，ドーバーへ直行するか，それとも中間駅のカンタベリーで途中下車するかのどちらかである。モリアッティは（こういう可能性を考え付くに十分な知力を持っていると仮定されているので），同様な選択を行う。二人はそれぞれ，相手の意思決定を知らないままに，自分が下車する場所を選択しなければならない。もし二人が選択行動の結果として，結局同じ駅のホームにいることになる場合には，ホームズはモリアッティによって殺されることは100%確実である。他方，もしホームズがドーバーまで無傷で逃げ延びる場合には，その逃避作戦は成功する」（1944年）。

このようなわけで，シャーロック・ホームズとモリアッティの対決はゲーム論的状况にあると考えられる。つまり，各人には相手がいる。自分の利害は相手の行動によって影響を受けるだろう。利害対立状況を図示すれば，**図表4**の

図表 4 最後の事件——シャーロック・ホームズとモリアッティの対決

		ホー ム ズ	
		ドーバーへ 直行	カンタベリーで 途中下車
モ リ ア ッ ティ	ドーバーへ 特別列車で 直行	二人はドーバー で対面	二人は対面しない ホームズは国内に とどまる [小説の進行]
	カンタベリーで 特別列車から 途中下車	二人は対面しない ホームズは大陸へ 無事逃げる	二人はカンタベリー で対面

ごとくである。ホームズとモリアッティにとって、採用できる戦略はともに、ドーバーへ直行か、カンタベリーで途中下車かの二つである。分析の便宜上、追いかけるモリアッティを第1プレーヤー、逃げるホームズを第2プレーヤーとみなそう。すると、可能な戦略の組み合わせは、〈直行、直行〉、〈直行、下車〉、〈下車、直行〉および〈下車、下車〉の四つである。

なるほど、図表4のような状況は一見ゲーム論的である。だが、小説で描かれた「柔軟な人間行動の世界」に、ゲーム理論のような「硬直したロボットの人間像」を接続するときには、細心の注意が必要である。というのは、その接続を間違えれば、「フランケンシュタインの怪物」が登場する危険性があるだろうからである。もっと具体的に述べると、次のような幾つかの問題点が、たちどころに浮かび上がってこよう。

第1の問題点は、ホームズやモリアッティの知的な判断能力の程度である。一方において、ホームズは化学の研究に没頭し、探偵としての推移能力は天才

的なひらめきを見せる。だが、ホームズはヘビースモーカーにして、恋愛に不器用な男性であり、犯罪捜査活動も決して100%完璧とはいえない。ホームズの推理力が多少とも鈍ったり、部分的に間違ふこともあり、さらに事件が未解決のままで終わることすらある。たとえば、名作「ボヘミアの醜聞」においては、ホームズの巧妙な計画が、アイリーンと呼ばれる若き女性の機知によって見事に打ちひしがれている。⁹⁾

他方において、モリアッティ教授は21歳の若さで二項定理に関する論文を書くほど数学的才能を持っている。モリアッティはホームズによって、「こいつは自分と同等の知力のある相手だわい」と思わず舌を巻かせるほどの「悪の天才」であるが、時に計画につまずき、しっぼを出すことがある。たとえば、名作「最後の事件」の中で、モリアッティはホームズに対して、次のような激しい抗議の声を発している。

「1月4日に、貴様は我輩の邪魔をした。同じく23日にも妨害をした。2月中旬には、ひどい迷惑をかけた。3月末には、我輩の計画が全く狂わされた。そして今度また、4月末になって、我輩は自由を失いそうな明白な危険を感じてきた。事態はもはや堪えられないものになってゆく」¹⁰⁾

要するに、ホームズやモリアッティがいかなる天才であり、神業に近い才能を持っておろうとも、全知全能の神仏そのものではない。また、ホームズはモ

9) シャーロック・ホームズは名探偵であるが、時には人間らしい失敗をする。ホームズの動きをいち早く察知し、捜査の網を見事にすり抜けた人間も若干いるのだ。アイリーンはそのような才人の一人であり、ホームズによって「あの女」(that woman)と呼ばれている。シャローキアンによれば、アイリーンはホームズが愛した数少ない女性の一人だという。

10) ドイルの推理小説によれば、ルーブル美術館に所蔵されているダヴィンチの名画「モナリサ」が盗難の被害にあった。早速、フランス政府はシャーロック・ホームズ探偵を呼び寄せ、極秘の捜査を依頼した。ホームズは、盗難事件の背景には、モリアッティとをリーダーとする悪の一大組織が存在することを見抜き、名画の取り戻しに成功した。モリアッティにとっては、ホームズのこの快挙は大打撃であり、「事態はもはや堪えられないもの」になってしまったわけである。

リアッティの知力を自分とほぼ同等とみなしているが、100%完全に同等とは考えていないだろう。両者の知力の差がいかに接近していようとも、そこにほんの僅かの差があるはずだ。さすればこそ、探偵が悪人にきわどく競り勝つ余地が生まれ、探偵小説の読者がわくわく心を踊らせることになる。

第2の問題点は、ホームズやモリアッティの物理的な闘争能力の程度である。二人が直接対決するとき、どちらが有利な立場に立つだろうか。ホームズは日本の武術の達人であるから、「一対一の対決」では、モリアッティより身体的に有利といえる。事実、作品「空家の冒険」が教えるように、ライヘンバッハ滝の上での二人の間の有名な決闘シーンでは、ホームズは巧みに武術を利用して、モリアッティを滝壺へと投げ飛ばしている。

ただ、モリアッティにはホームズより勝る点がある。それは、もしモリアッティを支援する大きな犯罪集団が束になってフル稼働すれば、ホームズの個人技を凌ぐかもしれないからだ。なにしろ、モリアッティの配下がヨーロッパ各地に多数おり、整然と組織化されている。だから、ホームズが犯罪組織に打ち勝つためには、ロンドン警察などの支援を得ながら、時間をかけて「各個撃破」していくほかないだろう。

したがって、ホームズとモリアッティの対決では、どちらが勝つかは予断を許さないだろう。すべて状況によりけりである。図表4の「最後の事件」に戻ると、場合によっては、ホームズとモリアッティの二人がドーバーまたはカンタベリーで直接対面する可能性がある。このとき、フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンによれば、「ホームズはモリアッティによって殺されることは100%確実である」とされているが、この仮定は正しくないと思う。一般論として追いかける者の方が逃げる者よりやや有利な立場に立つとはいえ、その仮定は「50%を少し上回る程度」と改めるべきである。実際、小説の進行によれば、同行のワトソンが「もし僕たちに追いついたら、どうする気なのだろう？」という問いに対して、ホームズは「我輩に対して襲撃を加えることは疑いをいれ

ないね。もっともこっちだって、むぎむぎとは殺されやしない・・・」と逆襲の可能性に言及している。

こういうわけで、モリアッティの襲撃が成功するか、ホームズの逆襲が成功するか——図表4の段階では予断を許さない。そして、ホームズの逆襲をどれほど認めるかは、ゲーム理論による分析結果に大きな影響を及ぼす。だが、この点の分析はテクニカルになるので、詳細は次節に譲るのが賢明策だろう。

第3の問題点は、二つの戦略の確率的な組み合わせの妥当性に関係する。図表4のような状況において、モリアッティやホームズが採るべき「最適戦略」とは何であろうか。この点に関しては、ドイルの小説の進行と、フォン・ノイマンやモルゲンシュテルンの解決法との間には、大きな違いが見られる。

ドイルの小説「最後の事件」においては、〈進行，途中下車〉がそういう最適戦略の組み合わせである。そして、モリアッティの特別列車がひたすら進行するのを途中下車駅から眺めたホームズは、「あの男の知恵も底が知れているね。我輩の考えることを考えついて、それによって行動したら、それこそ大したものなのだがねえ」と得意気でしゃべっている。ところが、フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンは、このような小説の進行に異議を唱えて、次のように反論している。

「コナン・ドイルは——いかにも弁解がましく——混合戦略のことを無視し、現実は何が起こったかの説明に終始している。ドイルの説明によると、中間駅で下車したシャーロック・ホームズは、モリアッティの特別列車が轟音をあげてドアーへ進行するのを見て、勝ち誇った様子を見せる。ドイルの解決法は（純粹戦略に限るという）限定条件の下では最善の解決法である。すなわち、ドイルが各人に蓋然性の大きい選択肢をとらせるようにする（つまり、60%の確率を100%の確率に代えさせる）限りにおいては、最善の解決法である。しかしながら、このような選択行動の結果、ホームズが完全勝利をおさめるとい

うのは、いかにもおかしな話である。しかるに、上述のように、当面の状況のオッズ（プレイの価値）は、モリアッティのほうが有利であるのは明らかだ」（ノイマン、モルゲンシュテルン(1944), 178ページ, 脚注1）。

この点について、鈴木光男教授はノイマンとモルゲンシュテルンの考え方を支持されて、次のように明快に述べておられる。

「モリアッティは5分の3、ホームズは5分の2の確率でドローに直行した方がよいということになる。したがって、モリアッティは5本の中3本がドロー行、2本が途中下車というクジを作って、それを引いてドロー行か途中下車を決めればよい」（鈴木光男(1959), 55ページ）

なぜ「5分の3」（60%）や「5分の2」（40%）という確率が問題になるかは、後に詳説する。ただここで問題にしたいのは、モリアッティが適当に「クジ引き」を作り、それを引いてドロー行きか途中下車を決めるという「混合戦略」の考え方の現実的妥当性である。読者がいま探偵小説に夢中になっているとしよう。探偵と悪人の一騎打ちになり、いよいよ対決という大詰めシーンになって、探偵や悪人が己の戦略を「クジ引き」で決めるとなると、読者は恐らく興奮めになるだろう。探偵は己の信じる「純粹戦略」を採り、敢然と悪人に立ち向かうほうが、明らかにカッコがいい。しかも、現実には「一寸先は闇」のことが多く、正確な確率自体が分からず、「真の不確実性」の中で決断を迫られるかもしれない。この不確実性の場合に威力を発揮するのは、ケインズやフランク・ナイトが力説するように、数学的期待値ではなく、何かを成さんとする「血氣」ないし「胆力」である。¹¹⁾

11) 最近において、ケインズやナイトの「血氣」や「胆力」が注目を浴びている。この点については、酒井泰弘（2000）を参考にして欲しい。

したがって、筆者はノイマンやモルゲンシュテルンの異論にあまり賛成できず、ドイルの解決法のほうにむしろ現実的意味があると思う。ましてや、名探偵ホームズや悪の天才モリアッティが「クジ引き」をして意思決定する姿は、あまりカッコが良いとはいえない。希代の奇才や鬼才ならば、どちらかひとつの純粹戦略に絞り、結果に潔く従う態度をとるだろう。この点からいえば、世の探偵小説の中に、「クジ引き」の話が出てこないのは当然であろう。

第4の問題点は、第3の点と深く関係するが、二人の対決ゲームは何度繰り返し可能か、ということである。ホームズとモリアッティの対決は文字通り「最後の事件」であるから、繰り返しが不可能なゲームである。たしかに、ホームズはモリアッティの手下もとの小競り合いを以前に何回かしていた。だが、**図表4**において描かれるような二人の直接対決は、宮本武蔵と佐々木小次郎の巖流島決闘と同じく、生命を賭けた「一回きりのゲーム」である。というのは、相手に負けることは死を意味するから、次のゲームなど存在しないからである。

これに対して、トランプ・将棋などの室内ゲームや、テニス・サッカーなどのスポーツは、「生死を賭けた闘い」ではなく、しかも朝から晩まで何回もプレーすることが可能なゲームである。このような「繰り返しゲーム」では、時間の経過とともに複数の戦略を適当にミックスさせるといような「混合戦略」が有効だろう。しかし、「一回きりのゲーム」では、状況が一変し、「純粹戦略」のほうが意味を持ってくる。もし当該ゲームが一回きりであり、生死を賭けたものである場合には、プレーヤーはクジ引きで決めるというよりも、むしろ気力や胆力によって戦略決定を行うだろう。

以上をまとめると、ホームズとモリアッティの対決をゲーム論的に解釈する場合には、細心の注意が必要である。筆者の意見では、コナン・ドイルの解決法に対して、モルゲンシュテルンは異論を述べているが、この異論はあまり成功していないと思う。もし人が当該ゲームの具体的内容を吟味せず、抽象的な

議論に走る場合には、ゲーム理論が現実妥当性を失い、「議論のための議論」に成り下がる危険がある。ゲーム理論は万能薬ではない。「薬」の服用が過度になると、「毒」にもなりかねないだろう。

3-2. 「空家の冒険」——ホームズ探偵とモーラン大佐の対決

「最後の事件」(1893年12月発表)は——図表4が示すように——コナン・ドイルの第2短編集『シャーロック・ホームズの思い出』(1894年)に収められた最後の作品である。この作品によると、ホームズは1891年5月に行方不明になっており、作家ドイルはこの一冊限りでホームズ物語の筆を折るつもりだった。だが幸か不幸か、ドイルは「完全予見」の持ち主ではなかった。ドイルの予想に反して、一般読者から「もっとホームズ物語を書け」という願望や脅迫の投書が殺到した。

そこで、ドイルはしぶしぶ(?)ホームズを「復活」させるべく、ほぼ10年ぶりに、続編「空家の冒険」(1903年10月発表)を執筆する羽目になった。この続編は後に、第3短編集『シャーロック・ホームズの帰還』(1905年)の巻頭を飾る名品である。

以下では、続編『空家の冒険』をゲーム論的に分析し、そこにどのような問題点があるかを吟味しよう。不思議なことに、従来のゲーム理論家は前編「最後の事件」を度々取り上げているが、この一編限りでゲーム論的分析を止めているのだ。

続編「空家の冒険」の中で興味を引くのは、シャーロック・ホームズ探偵とモーラン大佐との対決である。ライヘンバッハの滝の上での決闘で、ホームズはモリアッティ教授に勝ったものの、凶悪な手下どもからの復讐を恐れて、国の内外で10年近く身を潜めていた。だが、ホームズはロンドンで空気銃による奇怪な殺人事件が発生したのを知って、ベーカー街の旧居に再び姿を表した。その際、ホームズの帰還は見張り役の一人に見られてしまう。

ホームズにとって最も恐るべき危険人物は、この見張り役ではなくて、英国軍人として立派な経歴を持つモーラン大佐である。モーラン大佐はやがて悪の道に入り、モリアッティの幕僚長の地位を勤めた。ホームズの推測では、モーランは空気銃の使い手であるので、帰還したホームズを屋外から狙撃しようと企てるにちがいない。それに対するホームズの対策は、身代わりの人形を旧居に置き、自分は向かいの空家に逃げ込むことである。このように相手の目を欺くホームズの作戦は果たして効果を発揮するだろうか。¹²⁾

モーラン大佐とホームズ探偵の対決を図示すれば、図表5のようになる。便宜上、モーランを第1プレイヤー、ホームズを第2プレイヤーとする。モーランの採りうる戦略は、旧居を道路から狙撃するか、空家から狙撃するかの二つである。ホームズの採りうる戦略は、ベーカー街の旧居で待機するか、空家で待機するかの二つである。

問題は、二人の予見が違っていたということである。モーランは単純な人間であるので、窓から映る人形の影を見て、それがホームズ本人であると信じて疑わなかった。したがって、モーランにとって、ホームズが「旧居で待機」することは予見されているが、「空家で待機」することは全くの想定外であった。これに対して、ホームズは世紀の名探偵であったが、それでも彼の予見が100%完全に正しいというわけにはいかなかった。事実、ホームズはモーランが人形めがけて外部から狙撃するだろうとは予想していたが、狙撃のために空家を利用するだろうとまでは読んでいなかった。すなわち、ホームズにとって、モーランが「道路から狙撃」は予見されているが、「空家から狙撃」は少し想定外だったのである。

12) モーラン大佐は、ホームズによれば「ロンドンで第2番目に危険な人物」(the second most dangerous man in London)である。筆者の意見では、ホームズとモーランの対決は、ホームズとモリアッティの対決と同様に興味深いものである。フォン・ノイマンやモルゲンシュテルンが後者の対決ばかりに気をとられ、前者の対決を無視したのは、まことに残念なことである。

図表 5 空家の冒険——シャーロック・ホームズとモーランの対決

		ホー ム ズ	
		ベーカー街の旧居 で待機	空家 で待機
モ ー ラ ン	旧居を 道路から狙撃	モーランの予見 ホームズの予見	モーランの想定外 ホームズの予見
	旧居を 空家から狙撃	モーランの予見 ホームズの想定外	モーランの想定外 ホームズの想定外 [小説の進行]

小説「空家の冒険」によれば、話の展開は〈空家から狙撃、空家で待機〉という意外な方向に進んだ。モーランはホームズの仕掛けた人形に完全に騙され、ホームズも相手の狙撃の位置を少し間違えるというミスを犯した。ホームズのミスが致命傷に至らず、モーランの逮捕ということで「一巻の終り」となったことは、シャーロッキアンにとって「もっけの幸い」であった。

ゲーム論的に見るとき、図表5で示される状況は図表4の状況とは全く異なっている。「最後の事件」においては、各プレイヤーはともに天才的な頭脳を持っており、自分および相手の採りうる戦略の集合を予め読んでいた。ただ、相手はその集合の中のいずれを実際に採るかを知るすべはなかった。換言すれば、すべての戦略は想定内であり、そこに想定外の出来事が起こるよしがなかった。これは「リスクの世界」であり、ゲームの「均衡」という概念が一応意味を持つだろう。

ところが、「空家の冒険」においては、二人のプレイヤーの知能指数には天地の差がある。その一人は海千山千の才子であるが、もう一人は騙されやすい

単細胞である。だが、程度の差こそあれ、各人は相手の「手の内」を正確に読めず、兩人にとって多少とも想定外の出来事が発生してしまう。これは「不確実性の世界」であり、ゲームの「均衡」を論じるのがどれほど意味を持つかは大いに疑問である。¹³⁾

現実の世界を見ると、われわれが直面する状況は「最後の事件」というより、「空家の冒険」により近いといえる。プレイヤーの知的能力が不完全であり、しかも二人の間で至って不平等に分布されているのが、この世の悲しき姿である。この点で、既存のゲーム理論はあまりにも「きれいごと」に終わっているのではないだろうか。

4. フォン・ノイマンとゼロ和二人ゲーム——コイン合わせゲームと利害対立

4-1. 共著『ゲーム理論と経済行動』の内容

1944年は、ゲーム理論の歴史にとって最も記念すべき年である。というのは、この年に、プリンストン大学におけるフォン・ノイマンとモルゲンシュテルンの共同研究がようやく結実し、大著『ゲーム理論と経済行動』として公刊されたからである。

1944年といえば、日本の暦でいえば昭和19年である。第2次世界大戦の戦局は、英仏米などの連合国側に大きく傾き、日独伊などの枢軸国側は敗戦必至の情勢であった。事実、大西洋戦線においては、1944年6月には連合国軍がいわゆる「史上最大の作戦」を行い、ノルマンディ上陸に成功し、8月にはパリを

13) フランク・ナイト (1885-1972) によれば、「リスク」と「不確実性」とは全く次元の異なる概念である。リスクの世界では、人々は一定の確率分布が利用できるから、ゲーム理論の戦略の考え方が意味を持つ。ところが、不確実性の世界では、確率分布自体が分からないので、想定外の事象が発生する。こういう「サプライズ」(surprise)の事態を処理するためには、既存のゲーム理論はまだ無力であるので、それを乗り越える「新しい理論」が是非必要である。

解放した。太平洋戦線では、1944年6月に米軍がサイパン島を占領し、11月には爆撃機B29による日本本土への空襲が激化した。筆者は当時3歳少して、灯下管制下の大阪の防空壕の中にいて、B29の爆音と焼夷弾投下をあたかも「戦争子守歌」のように聞いていた。

経済学者の研究活動は世界大戦の影響を受けないわけにはいかなかった。京都帝大の高田保馬教授は学徒動員に心痛めながらも、『利子論』（1937年）、『新利子論研究』（1940年）、『民族と経済（1，2集）』（1940-43年）、『経済と勢力』（1941年）、『民族耐乏』（1942年）、『第二経済学概論』（1942年）、『統制経済論』（1944年）など、力作を続々と出版していた。日本の高田先生は国力と逆比例して知的生産力を上げることに専念され、「国運傾けども、高田滅びず」という気概を持って¹⁴⁾おられた。

海の彼方の「敵国」アメリカでは、有名な（悪名高い？）マンハッタン計画（原爆製造計画）が作成され、フォン・ノイマンは他の科学者とともに積極的に参加した。フォン・ノイマン自身は、ゲーム理論の研究よりも、戦争遂行に不可欠な電子計算機の製造のほうに大きな関心を寄せていった。生粋の経済学者モルゲンシュテルンとは異なり、多才な応用数学者フォン・ノイマンにとっては、ゲーム理論は決して「本業」の仕事でなく「片手間」にやっているに過ぎなかった。したがって、フォン・ノイマンの片手間の仕事をそれだけに終わらせず、本業並みの仕事として完遂させるためには、モルゲンシュテルンの情熱と献身が必要だった。ゲーム理論が完成されるまでの間、分野も性格も異なる二人の学者の間で、長期間にわたる「知的ゲーム」が繰り返し実行されたのである。¹⁵⁾

14) 高田保馬教授は（1883-1972）、「勢力理論」という独創的な世界的業績を残された希代の社会学者である。高田先生がゲーム理論をどう評価されていたかは、今では知る由もない。高田先生の心意気を知るためには、『ケインズ論難』（1955）の「序文」を読むのがよい。後代のわれわれに残された仕事のひとつは、勢力理論の立場からゲーム理論を再構築することであると信じる。

こういう背景を念頭に置きながら，原著『ゲーム理論と経済行動』（初版1944年，第2版1946年，第3版1953年）を今あらためて読み直してみると，筆者はいろいろな感慨を覚えざるをえない。原著は600ページを優に超え，怪しげな記号と数式で完全武装された「知的妖怪」である。現在の家屋建築では「バリア・フリー」という様式が流行っているが，原著は至る所一見バリアだらけである。だが，それは読者が敢然とバリアに対峙し，突破を試みるだけの価値がある《ゲーム理論の聖典》である。

以下において，この聖典に現代の光を投げかけて見よう。その際，筆者が第1に衝撃を受けるのは，「初版序文」（1943年1月執筆）の異様なまでの簡潔さである。実際，それは次のように，印刷にしてわずか半ページほどの長さである。

「本書において，われわれはゲームの数学理論を概説し，いろいろな応用を行う。ゲーム理論は，著者のひとりによって1928年以来発展してきたが，その全貌の出版が今や初めて可能となった。次のような二種類の応用が問題となる。第1はゲーム固有の領域への応用である。第2は経済社会問題への応用であり，これはゲーム理論の方向から分析するのが最善だろうと期待している。

われわれはゲーム理論をいろいろ応用することによって，各ゲームの説明だけでなく，理論そのものの究明が可能となる。このように具体例と理論が相互

15) フォン・ノイマンが「知」の人であるとすれば，モルゲンシュテルンは「情」の人であった。そして，二人の出会いによって，第三の気質「意」が醸成された。

フォン・ノイマンは，時には冷徹なほど「知」を貫き通す人であった。ノイマンは，日本のどこへ原爆投下をしたらよいかという選択問題について，L. R. グロウヴス將軍に助言をしたことがある。ノイマンの解答は今では正確に分からないが，1945年5月10日の日付が入った一枚の紙片には，ノイマンの筆跡による「京都，広島，横浜，小倉」という投下候補都市リストが書かれているという。こうして，ノイマンは原爆投下問題でも日本と重大な関係を持つことになった。詳しくは，パウンドストーン（1992）を参照されたい。

に影響し合うことは、われわれの研究が進みにつれて明らかになるだろう。われわれが主要な関心を持つのはもちろん、経済社会問題への応用である。この応用で本書が分析できるのは、最も単純な問題に限られているものの、それでも基本的な問題ばかりである。本書の目的はさらに、利害一致であれ利害対立であれ、完全情報であれ不完全情報であれ、また合理的意思決定であれ確率的意思決定であれ、これらの諸問題に対して統一的で厳密な分析方法が存在することを示すことである」

序文の簡潔さは、初版だけに限らない。「第2版序文」(1946年9月執筆)や「第3版序文」(1953年1月執筆)の長さも、それぞれ1ページと2ページに満たない短さである。第2版序文では、加測効用の数学的導出に関する「付録」を新たに加え、若干のミスプリを訂正したということを言及しているだけである。第3版序文では、若干のゲーム理論文献を紹介し、新たに見つかったミスプリの訂正を行ったと述べている。

このように序文はまことに淡泊であるが、本文の方は非常に濃密である。もしわれわれが原書の構成を西洋料理のフルコースに例えるならば、それはごくあっさりしたアピタイザー [序文] の後に、たっぷりとボリュームのあるメイン・ディッシュ [本文] が続き、そしてこってりしたデザート [数学付録] で終ることになる。そしてこれこそが、原書の第2の特徴と筆者が感じる点である。もっと具体的に、本文の構成を述べると、**図表6**のようになる。

私見によると、本文は三部構成と考えてよい。第1部は、第1章と第2章の2章から成る「総論」である。第2部は、第3章から第10章までの8章から成り、「ゼロ和ゲーム」を取り扱う。第3部は、第11章と第12章の2章から成り、「非ゼロ和ゲーム」を議論している。計算すると直ぐ分かるように、第1部、第2部および第3の割合はそれぞれ、13.64%、68.02%および18.34%である。したがって、本文のほぼ7割がゼロ和ゲームの議論に当てられ、非ゼロ和ゲー

図表 6 原著『ゲーム理論』の構成——ゼロ和ゲームが中核

内 容	章	ページ	タ イ ト ル	
総 論	1	1-45	経済問題の定式化	
	2	46-84	戦略ゲームの一般的説明	
ゼ ロ 和 ゲ ー ム	3	85-168	ゼロ和2人ゲーム：理論	
	4	169-219	ゼロ和2人ゲーム：例	
	5	220-237	ゼロ和3人ゲーム	
	6	238-290	一般理論の定式化：ゼロ和 n 人ゲーム	
	7	291-329	ゼロ和4人ゲーム	
	8	330-338	人数 $n \geq 5$ の場合に関する注釈	
	9	339-419	ゲームの各因子への分解	
	10	420-503	単純ゲーム	
	非 ゼ ロ 和 ゲ ー ム	11	504-586	一般非ゼロ和ゲーム
		12	587-616	支配と解の概念の拡張

ムの部分は2割弱に過ぎない。これより，原典の主役はゼロ和ゲームである。その中でも，ゼロ和2人ゲーム（およびゼロ和3人ゲーム）は，共著者の二人が特に興味を持ったゲームである。これが原著の第3の特徴と言える。

それでは，共著者たちが（非ゼロ和ゲームよりも）ゼロ和ゲームにかくも拘った理由は何であろうか。それには二つの理由があると思う。第1の理由は，共著者たちの生まれ育った時代背景である。第2節で詳述したように，二人はヨーロッパの「破局と転換の時代」の波に翻弄され，新天地を求めて大西洋を

渡った。当時のヨーロッパは、〈ゲルマン文化圏〉対〈非ゲルマン文化圏〉という抜き差しならない主要対決によって特徴づけられ、それに〈オスマン〉対〈ロシア〉という旧来の宿敵関係が絡んでいた。二つの勢力圏の力関係についていえば、一方の勝利は直ちに他方の敗北を意味したものであり、双方ともに「ごつつあんです」というような呑気な情勢ではなかった。

その上、第1次世界大戦前後の時代には、ヨーロッパ社会において階級対立が激化し、富める者はますます富み、貧しいものはますます貧しくなっていた。これがいわゆる「資本家・労働者間の階級対立」である。1917年11月8日には、ロシアにソヴィエト政権が樹立され、1922年12月にはマルクス・レーニン主義に基づく世界初の社会主義国が誕生している。ドイツ帝国では、ヒットラーの率いるナチズムが政権を握り、恐怖のユダヤ人排斥運動が起こった。

こういう時代背景の中であって、ヨーロッパを脱出しアメリカへ渡ったノイマンとモルゲンシュテルンの二人が、利害対立が鮮明となるゼロ和ゲームに最大の関心を抱いたのは当然であろう。「相手をやらなければ、自分がやられる」、「そのためにはどうするのが最も効果的なのか」——二人はこのような問題に答えるために日夜腐心したわけである。要するに、ゲーム理論の原典の裏には、国家間・階級間・民族間にあける対立抗争などが大きく影を落としているのだ。

第2の理由は、もっと形式的なものである。フォン・ノイマンやモルゲンシュテルンによれば、ゼロ和ゲームと非ゼロ和ゲームは、見掛けほど相対立する概念ではない。たとえば、第3の「仮想プレイヤー」を追加的に想定することによって、二人非ゼロ和ゲームを3人ゼロ和ゲームに「拡張」することが可能である。つまり一般に、 n 人非ゼロ和ゲームは、人数が一人多い($n+1$)人ゼロ和ゲームの中に「埋め込む」ことが可能である。たとえば、フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンは次のように述べている。

「われわれが [本書において] 主として構築するのは、ゼロ和ゲーム理論で

ある。だが、ゼロ和ゲーム理論の助けを借りれば、ありとあらゆるゲームは無条件に処理可能となることが明らかになるだろう。もっと正確に言えば、一般 n 人ゲーム（故にとくに非一定和 n 人ゲーム）はゼロ和 $n + 1$ 人ゲームに転形可能なことが示されるだろう」（原著，47ページ）。

私見によれば、上述の「拡張」ないし「埋め込み」の仕事は非常に重要である。だが不思議なことに、それは最近のゲーム理論では全くといいくらい、ほとんど完全に忘れられている。思うに、この点はややテクニカルな性格を持つとともに、別個に論じられるべき性質のものである。したがって、この問題は本論文ではこれ以上深く立ち入らず、その詳細を別個の論文に譲りたいと思う。

4-2 ゼロ和2人ゲーム——純粋戦略と確定ゲーム

原書『ゲーム理論および経済行動』の中で主役の座を担うゲームは、「ゼロ和2人ゲーム」である。ただし、われわれはゼロ和2人ゲームに限定するにせよ、次の2種類のも存在することに留意しなければならない。第1は、「純粋戦略」(pure strategy)の範囲内で均衡解が存在する「確定ゲーム」(strictly determined game)または「閉じたゲーム」(closed game)である。第2は、純粋戦略だけでは均衡解がもはや存在せず、解の存在確保のために戦略集合の幅を確率的な「混合戦略」(mixed strategy)にまで拡張する必要があるような「非確定ゲーム」(non-strictly determined game)、または「開いたゲーム」(open game)である。

フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンの二人は、確定ゲームよりも非確定ゲームの方に分析の力点を置いている。しかし、より重要な非確定ゲームの理解のためにも、話の順序として確定ゲームから分析を始めることが好都合である。そこで以下では、2人ゲームの一般的構造をまず論じ、それから具体例を紹介することにしたい。

図表 7 ゼロ和2人ゲーム——確定ゲームとその値

	B	β_1	β_2	行の最小 (保証水準)	
A					
α_1	a_{11}	a_{12}		$\text{Min}_j a_{1j}$	$\left. \begin{array}{l} \text{Min}_j a_{1j} \\ \text{Min}_j a_{2j} \end{array} \right\} v_A = \text{Max}_i \text{Min}_j a_{ij}$
α_2	a_{21}	a_{22}		$\text{Min}_j a_{2j}$	

列の最大 (保証水準)	$\text{Max}_i a_{i1}$	$\text{Max}_i a_{i2}$	
	$\underbrace{\hspace{2em}}$		
	$v_B = \text{Min}_j \text{Max}_i a_{ij}$		

AさんとBさんという二人のプレーヤーが何かのゲームを行っている。いまAさんの戦略が α_1 と α_2 の二つ、Bさんの戦略が β_1 と β_2 の二つであると想定する。二人の利害関係は入り組んでいるので、各人の利得は自分の戦略および相手の戦略の組み合わせによって左右される。Aさんが戦略 α_1 を採り、Bさんが戦略 β_1 を採るときに、Aさんが獲得可能な利得量は a_{11} である。当該のゲームはゼロ和ゲームなので、Bさんの利得量はもちろん $(-a_{11})$ である($i, j = 1, 2$)。これを表記すれば、図表7のごとくなる。

各プレーヤーは非常に臆病で、安全第一を尊ぶ人間である。Aさんが戦略 α_1 を採るとき、相手のBさんがどういう戦略を採るかは、予め分からない。Aさんの利得は、相手の戦略が β_1 であれば a_{11} 、 β_2 であれば a_{12} となる。したがって、相手の戦略がどうであれ、戦略 α_1 を採るAさんには、最低限 $\text{Min}_j a_{1j}$ だけの利得が保証される(これを「保証水準」という)。同様に、戦略 α_2 を採るAさんの保証水準は、 $\text{Min}_j a_{2j}$ である。Aさんの行動目的は、このよう

な保証水準を出来るだけ大きくするような戦略を選ぶことである。換言すれば、Aさんの行動原理は、いわゆる「マックス・ミニ戦略」であり、「Aさんにとってのゲームの価値」は、次のようになる。

$$v_A = \text{Max}_i \text{Min}_j a_{ij}$$

これに対して、相手のBさんの行動原理はAさんのそれと全く対称的である。戦略 β_1 を採るAさんには、相手の戦略がどうであれ、最大限 $\text{Max}_i a_{i1}$ を超える損害を被らないことが保証されている（これも「保証水準」という）。同様に、戦略 β_2 を採るBさんの保証水準は、 $\text{Max}_i a_{i2}$ である。Bさんの目的は、このような保証水準を出来るだけ小さくすることである。つまり、Bさんの行動戦略は「ミニ・マックス戦略」であり、「Bさんにとってのゲームの価値」は、次のごとくになる。

$$v_B = \text{Min}_j \text{Max}_i a_{ij}$$

直ちに分かることだが、一般に $v_A \geq v_B$ が成立する。もしゲームの価値がAさんにとってもBさんにとっても等しい場合には、「ゲームの解」 v が存在する。従って、次式が成り立っている。

$$v = v_A = v_B$$

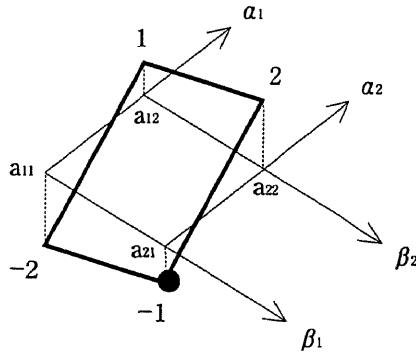
任意のゼロ和2人ゲームについて、純粋戦略だけで解が存在する保証は一般にない。存在する場合もあれば、存在しない場合もある。原書を読めば、解が存在する数値例が一つだけ挙げられている。その唯一の例を示すと、図表8のごとくである。

図表 8 確定ゲームの数値例——解の存在

(A) 純粋戦略と利得行列

		B		行の Min
		β_1	β_2	
A	α_1	-2	1	-2
	α_2	-1	2	-1 Max
列の Max		-1 Min	2	

(B) 原ゲームの図示



まず、図表 8 のチャート (A) を眺めよう。利得行列の欄外の右側において、行の Min の Max，下側において列の Max の Min が求められており、各該当値が点線の円によって囲われている。明らかに、 $v_A = v_B = -1$ であるから、この共通値がゲームの値なのであり、図表上では実線の円によって囲われている。ここで筆者独自の工夫によって、チャート (A) を三次元の曲面として図

示することを試みよう。すると、それは下のチャート（B）のようになろう。手前側から向こう側へ α_1 と α_2 の 2 方向があり、左側から右側に β_1 と β_2 の 2 方向があることに注意しよう。すると興味深いことには、黒丸●の点 a_{21} は α の方向で最小、 β の方向で最大な点であるという意味で「鞍点」（saddle point）となっている。それ故に、ゲームの解は鞍点というユニークな性質を持つわけである。

読者によっては、チャート（B）の図形だけからでは点 a_{21} が鞍点であることを直ちに了解されないかもしれない。というのは、4 点 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} および a_{22} がすべて「端点」であるため、鞍点らしい凹凸の形状が十分表現できていないからである。

思うに、「鞍点らしい鞍点」とはやはり、二つの山頂に挟まれ、その谷間に位置する「峠点」のことであろう。この点をはっきりと明示するため、一つの工夫をしてみよう。そのため、二人のプレイヤーの戦略数を一つずつ新たに追加する。すなわち、図表 9 におけるごとく、A さんの戦略として α_3 、B さんの戦略として β_0 を新たに追加する。明らかに、A さんにとって、戦略 α_3 は戦略 α_1 より「劣位な戦略」であり、戦略 β_0 は戦略 β_1 より「劣位な戦略」である。従って、かかる劣位戦略の導入によって「拡大されたゲーム」の構造は、元のゲームの構造と本質的に変わるものではない。この拡大ゲームを図示すれば、下のチャート（B）のようになる。ここでは、点 a_{21} が「鞍点らしい鞍点」であることは、誰の眼にも明らかである。

[以下の本文は、次号（その 2）へと続く。]

図表 9 戦略の追加的導入による「拡大ゲーム」

(A) 新戦略 α_3 と β_0 の導入

		B			行の Min
		β_0	β_1	β_2	
A	α_1	-1	-2	1	-2
	α_2	0	-1	2	-1
	α_3	-1	-2	0	-2
列の Max		0	-1	2	

Min

(B) 拡大ゲームの図示と鞍点の存在

