



# 経済行動の解明に应用される ゲーム理論とは？

おかだ あきら  
岡田 章

一橋大学大学院経済学研究科

## ゲーム理論は経済学の基本理論

毎年10月上旬に発表されるノーベル賞は、理科系の研究者や学生の方がたにとって大きな関心事だと思う。こうした事情は経済学の分野でも同様であり、経済学は社会科学のなかでただ一つノーベル賞が授与される分野である。

2005年のノーベル経済学賞は、ゲーム理論の分野で顕著な業績をあげてきたRobert J. Aumann氏（ヘブライ大学教授、イスラエル）とThomas C. Schelling氏（メリーランド大学教授、アメリカ）が受賞した。受賞理由は、「ゲーム理論の分析を通じて対立と協力に関する人類の知の進歩に貢献した」ことであり、ゲーム理論の分野にノーベル経済学賞が授与されるのは、1994年のJohn C. Harsanyi氏、John F. Nash, Jr.氏（以上、アメリカ）、Reinhard Selten氏（ドイツ）に続き2回目となる。また、それ以後ほぼ1年おきに授与されている分野はいずれもゲーム理論と深く関係し、ゲーム理論がその分析に大きく貢献していることがわかる（表1）。

ノーベル経済学賞の受賞分野が示すように、現在、ゲーム理論は経済学のほとんどあらゆる分野に应用され、経済学の基本理論となっている。この事情を反映して、海外はもちろんわが国でもほとんどの大学の経済学部ではゲーム理論が講義されている。

一般の方がたにとって馴染みのある「ゲーム」とは、コンピュータゲームや囲碁、将棋、トランプなどであろう。パソコンゲームや囲碁、将棋の必勝方法を研究する（と思われる）理論がなぜこんなに経済学のなかに浸透したのだろうかと思惑に思っている方も多いと思う。また、ゲーム理論という名前

はよく耳にするし、書店でもゲーム理論に関する専門書やビジネス書を多く見かけるが、今一つその内容がよくわからないと思っている方も多いのではないだろうか。ここでは、そのような疑問を抱く方を対象に、ゲーム理論の基本的な考え方や経済学との関係、今後の可能性などについて解説したい。

## ゲーム理論とはどんな学問？

ゲーム理論は、20世紀を代表する数学者のJohn von Neumann氏と経済学者のOskar Morgenstern氏による共著『ゲームの理論と経済行動』（1944年）がプリンストン大学から出版されることによって始まった。コンピュータゲームなど1人でするゲームを除き、室内ゲームやスポーツなど一般にゲームと呼ばれるものの特徴は、2人以上のプレイヤーがゲームのルールを守って、それぞれの目的を達成しようとすることである（多くの場合は、ゲームに勝つことが目的となる）。目的が達成できるかどうかは、自分の行動だけでなく相手の行動にも関係し、このような特徴は社会や経済にもいえる。

私たちの社会や経済は、個人や企業、組織、政府など、多くのプレイヤーが社会のルール（制度、法律、慣習、文化、道徳、マナーなど）を守りながら、それぞれの目的を実現するため、ときには競い合い、ときには協力する。社会において、人びとは他と無関係に存在しているわけではない。私たちの行動はほかの人びとの行動に影響を与え、また、ほかの人びとの行動は私たちの行動に影響を及ぼしている。社会や経済の本質は、互いに影響を及ぼし合う複数のプレイヤーが存在することである。このような人間社会と「ゲーム」の類

表1 ゲーム理論と関係するノーベル経済学賞

授賞年	受賞者	授賞分野と理由
1994	J. C. Harsanyi J. F. Nash, Jr. R. Selten	ゲーム理論、非協力ゲームにおける均衡理論の先駆的貢献。
1996	J. A. Mirrlees W. Vickrey	インセンティブの理論、非対称情報下でのインセンティブの経済理論への基礎的貢献。
1998	A. Sen	厚生経済学、厚生経済学への貢献。
2001	G. A. Akerlof A. M. Spence J. E. Stiglitz	非対称情報の経済学、非対称情報の市場分析への貢献。
2002	D. Kahneman	行動経済学、経済科学への心理学的研究、とくに不確実性下での人間の認知と意志決定。
2002	V. L. Smith	行動経済学、実証経済分析としての実験研究の確立、とくに市場メカニズムの研究。

似に着目して、社会におけるプレイヤーの意思決定の相互依存関係を研究する学問がゲーム理論 (game theory) である。そして、このような意思決定や行動の分析を通じて、より根本的な問いとして人間のあり方や社会や経済の成り立ちを探求することを目指している。

### ゲームで学ぶ“ゲーム理論”の基礎

では、簡単なゲームの例を用いてゲーム理論の基礎となる考え方を解説しよう。「囚人のジレンマ」(prisoner's dilemma) というゲームがある。銀行強盗の罪を犯した2人の囚人がその容疑について検事の取り調べを受けており、それぞれの囚人の選択は、罪を自白するか黙秘するかの二つである。図1では2人の囚人の選択と刑期の関係を示している。表の各成分の数字は、左が囚人Aの刑期、右が囚人Bの刑期を示す。

もし2人がともに黙秘すれば、銀行強盗の罪は確定しないが、拳銃の不法所持などの余罪で起訴され刑期はともに1年となる。もし2人がともに自白すれば、銀行強盗の罪が確定し刑期はともに8年となる。もし1人だけが自白すれば、他方が黙秘しても銀行強盗の罪は確定する。このとき、自白した囚人の刑期は司法取引により3か月だけで済むが、黙

秘を続けた囚人の刑期は10年という最悪の結果となる。


2人の囚人は、別べつの部屋で取り調べを受けていて、互いがどう行動するかについて相談することはできない状況にある。それぞれの囚人にとって合理的な行動とは何かを考えてみよう。そのためには、まず意思決定の背後にある囚人の動機(または目的)を明確にしなければならない。現実には、囚人は刑期を短くしたいという欲求のほかに、共犯者を裏切ることの心理的抵抗や裏切りに対する相手からの報復の心配など、さまざまな動機をもつと考えられる。しかしここでは、簡単にそれぞれの囚人の目的は自分の刑期を最小化することであるとす。

今、囚人Aの立場になって考えてみよう。囚人Bが黙秘するとき、自分も黙秘すれば刑期は1年であるが、自白すれば刑期は3か月で済むので、囚人Aの最適な行動は自白することである。このとき、囚人Aの「自白」戦略は囚人Bの「黙秘」戦略に対する「最適応答 (best response)」であるという。

では、囚人Bが自白するときはどうであろうか？ このときも、囚人Aの「自白」戦略は囚人Bの「自白」戦略に対する最適応答であることがわかる。つまり、囚人Aにとって、相手の行動がなんであろうと「自白」戦略が最適である。同様のことは、囚人Bについても成り立つ。それぞれの囚人にとって合理的な戦略は自白することであり、この意味から「自白」戦略は囚人の「個人合理的な行動」となる。

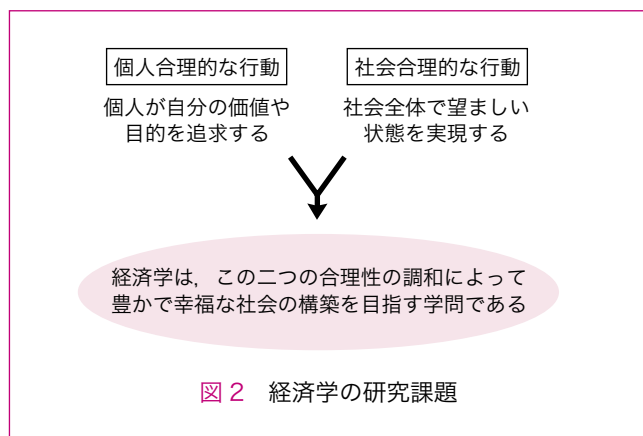
### 二つの合理性の対立と調和

2人の囚人がこのような推論に従って行動を選択するとき、個人合理的な行動の組(自白する・自白する)が選ばれる。この行動の組では、相手の行動に対して各囚人は最適に応答している。このような行動の組を「ナッシュ均衡 (Nash equilibrium)」という。言い換えると、ゲームにおけるナッシュ均衡とは、自分以外のすべてのプレイヤーが均衡行動を



		囚人 B	
		黙秘する	自白する
囚人 A	黙秘する	1年, 1年	10年, 3か月
	自白する	3か月, 10年	8年, 8年

図1 囚人のジレンマ



選択する限り、どのプレイヤーも1人だけ均衡行動から離脱する動機(インセンティブ)をもたない行動の組合せのことである。ナッシュ均衡は、1994年のノーベル経済学賞を受賞したJohn F. Nash, Jr.氏によって提唱された均衡概念で、ゲーム理論の最も基本的な概念である。彼の生涯を描いた映画『ビューティフル・マインド』が2001年のアカデミー賞候補作品になり、わが国でも大きな話題となったので、この映画を観た方も多いと思う。

もし2人の囚人が個人合理的な戦略をとれば、2人とも自白し銀行強盗の罪は確定して刑期はともに8年となる。この結果は、検事にとって望ましいことであるが、囚人にとっては望ましいことではない。もし2人がともに黙秘すれば、刑期を8年から1年に減らすことができるので、両方にとっての合理的な行動は黙秘することである。すなわち、「黙秘」戦略は2人から構成される社会にとって合理的であり、「社会合理的な行動」という。経済学の用語では、「パレート最適な行動」と呼ばれる。パレート最適な行動の組とは、社会にいるすべてのプレイヤーの利得がそれ以上増加することがない行動の組のことを指す。

以上のように、囚人のジレンマでは、個人合理的な行動(自白)と社会合理的な行動(黙秘)が一致しない。このとき、囚人にとって何を選択すべきかはたいへん難しい問題になり、囚人は黙秘すべきか自白すべきか、行動のジレンマに直面する。ともに協力して黙秘すれば、刑期は1年だが、相手が裏切れば、自分だけが10年という最悪の結果となる。そのときは、こちらも自白すべきである。また、自分だけが自白すれば3か月で済むので、どちらの場合でも自白するほうが有利である。したがって、自白することが個人合理的な行動であるが、互いが自白するとその結果罪が確定し、刑期は

8年となってしまう。やはり、相手と協力して黙秘すべきだろうか？でも、もし相手が裏切ったらどうしようか？議論は限りなく続いていく。囚人のジレンマによって定式化されるプレイヤーの対立と協力の可能性は、社会生活での人間関係、ボランティア活動、環境保護、グループ行動、企業間協力、チーム内の協調行動、自由貿易協定や軍縮といった国際協力など、現実の経済社会に数多く見られる。

囚人のジレンマは、二つの合理性が対立するという人間社会の一つの本質を示している。一つの合理性は、社会を構成する各個人が自分の目的を可能な限り追求するという個人合理性であり、もう一つの合理性は、社会全体として望ましい状態を実現しようとする社会合理性である。この二つの合理性をいかに調和させるかが、経済学やゲーム理論の大きな研究課題である(図2)。そのためには、プレイヤーが対立を克服していかに自発的に協力するかを解明する必要がある。今回、ノーベル経済学賞を受賞したAumann氏とSchelling氏はこの分野で大きな貢献をした。

Aumann氏は、囚人のジレンマの状況でもゲームを繰り返しプレイすることによって個人合理的な行動の帰結としてパレート最適な状態が実現することを示し、繰り返しゲームの理論の基礎を築いた。繰り返しゲームではプレイヤーたちが「協力には協力、裏切りに裏切り」という互恵的戦略を用いることで対立を回避し協力を実現することが可能となる。Schelling氏は国際政治経済へのゲーム理論の応用で先駆的な研究を行い、国家間の交渉における戦略の重要性を分析した著作は国際紛争研究のバイブルとして多くの研究者に読み継がれてきた。

### ゲーム理論で現代経済を解明する

理科系の方でも「自由競争を通じて経済の効率性が実現する」という経済学の命題を聞いたことがあるのではないだろうか。この命題は、経済学の専門用語でいうと、(完全)競争市場での一般均衡理論によって導かれるものである。市場では、価格を所与としてそれぞれのプレイヤーが最適な消費と生産を行うとき、市場メカニズムという「見えざる手」によって財の需要と供給は一致し、効率的な資源配分が実現するというのが経済学の基本定理である。つまり、競争市場では、プレイヤーの個人合理的な行動が効率的な資源配分という社会合理的な結果をもたらすということである。この「市場均衡の理論」は経済学のイロハともいえるべき基礎理論であり、物理学におけるニュートン力学に対応するといっても過

言ではない。これまで経済学の研究者は、市場均衡の理論を厳密な科学として完成させるためにたいへんな労力を費やしてきた。その結果、上述の基本定理が成立するためには、経済は(ある意味で)理想的な条件を満たす必要があることがわかった。たとえばその条件として、経済には非常にたくさんの消費者や企業などのプレイヤーが存在し、それぞれの行動は財の価格や互いの行動に対する影響力をもたないこと、さらに、経済には不確実性や情報の不完全性は存在しないことなどである。

一方、現代の経済はますますグローバル化と情報化が進み、経済のプレイヤーの相互依存関係は一層緊密で複雑なものになっている。企業は国境を越えて活動し、技術革新や研究開発投資などさまざまな提携が行われており、金融市場などでは不確実性や情報の不完全性が取引に大きな影響を与えている。また、地球環境などのグローバルな問題も生じている。このように、現代経済を解明するには従来の市場理論だけでは十分でなく、戦略的相互依存性、不確実性、情報の不完全性などの新しい問題を分析する理論の枠組みが必要であり、ゲーム理論が市場理論とともに経済学の基礎理論を提供でき

ると多くの研究者が認めている。

### ゲーム理論の将来

現在、ゲーム理論は経済学の範囲にとどまらず、政治学や哲学、社会心理学、さらに生物学、情報科学などの広範囲な学問分野を横断する学際的な基礎科学として活発な研究が行われている。これは、複数の個体の相互作用という問題構造が多く、多くの学問分野に共通に見いだされるからである。今後、ゲーム理論が人文社会科学や自然科学を総合する一つの学際科学として、さらに発展することが期待されている。

#### 参考文献

本誌読者のために、日本語で書かれたゲーム理論の文献を紹介したい。(1)と(2)は気軽に読めるゲーム理論の啓蒙書。(3)はコンパクトにゲーム理論の内容を紹介。(4)はゲーム理論の考え方をていねいに説明。(5)は大学院レベルの教科書。(6)と(7)は、研究者や大学院生を対象として、ゲーム理論の最近の発展を理論・応用について解説した論文集である。

- 1) 渡辺隆裕 著、『図解雑学 ゲーム理論』、ナツメ社 (2004)。
- 2) 梶井厚志 著、『戦略的思考の技術——ゲーム理論を实践する』、中央公論新社 (2002)。
- 3) 武藤滋夫 著、『ゲーム理論入門』、日本経済新聞社 (2001)。
- 4) 鈴木光男 著、『ゲーム理論の世界』、勁草書房 (1999)。
- 5) 岡田 章 著、『ゲーム理論』、有斐閣 (1996)。
- 6) 今井晴雄、岡田 章 編、『ゲーム理論の新展開』、勁草書房 (2002)。
- 7) 今井晴雄、岡田 章 編、『ゲーム理論の応用』、勁草書房 (2005)。