

ゲームの理論 (1) : ナッシュとフォン・ノイマン

1. ナッシュ

ジョン・ナッシュ (John F. Nash, 1928 ~) は「ゲームの理論」の進展に革命的貢献をしたとして 1994 年にノーベル経済学賞を受賞しました。彼が 1949 年に考案したナッシュ・非協力ゲームは現在では多くの経済学者のみならず政治学者や生物学者にも利用されています。その「ナッシュ」という名前は「経済学者でその名を知らないものは騙りだ」と言ってもよいほど知れ渡っていますが、一般の人にはほとんどその名は知られていませんでした。しかし 2001 年にこのナッシュを主人公とする『ビューティフル・マインド』という映画がラッセル・クロウ主演により制作され、イギリスの映画祭でラッセル・クロウが主演男優賞を獲得し、アメリカのアカデミー賞候補作品となると、「天才数学者ナッシュ」の名前が一般の人に知られるようになりました。私は 2000 年にヨーロッパの友人からこの映画が製作されているという情報を得て日本で知人の経済学者にこの情報の真否を尋ねたことがあります。誰も知りませんでした。そもそもノーベル賞受賞者であること以外に特徴を持たないナッシュが何故映画の主人公として取り上げられたのか全く不可解でした。しかしこの映画を見て映画監督であるロン・ハワードの慧眼に感服しました。

この映画はアメリカの大学の雰囲気をよく伝えていますが、日本の大学がレジャー・ランド化していると揶揄されているのに比べ、アメリカの大学では競争が厳しいといわれま。プリンストン大学に院生として入学したナッシュは鼻っ柱の強い学生として描かれ、交友関係の希薄な、どちらかといえば孤独な学生です。その彼にも友人が出来ます。しかし映画の後半でその友人が妄想上の友人であったことが分ります。ナッシュは統合失調症だったのです。前半部でナッシュ・ゲームを考案し、前途有望な天才と羨望されたナッシュが米ソ対立に巻き込まれそうになるサスペンス（これも妄想なのですが）があり、後半では統合失調症の治療に苦しむという明暗、夫人の献身的な愛情、および最後にノーベル賞を受賞するというドラマティックな構成は正にアメリカの求める理想的な映画と言えるでしょう。

この映画はシルビア・ナサーの書いた『ビューティフル・マインド：天才数学者の絶望と奇跡』（新潮社）に基づいています。しかしこの本は映画と異なり、ナッシュに対し冷静・客観的な態度をとり、時に辛らつな表現が目につきます。また、アメリカの経済学会の雰囲気、さらにはノーベル賞をめぐる駆け引きなどもリアルに描かれています。ですからアメリカのみならず日本の大学関係者にとっても大変面白い著書です。実際、アメリカの数学関係者にはナッシュが統合失調症だったというのは周知の事実であったかもしれません。

が、私も含め、日本の経済学者のなかでこのことを知っている人は多くなかったはずで、1940年代後半にナッシュ・非協力ゲーム、1950年代前半にナッシュ・協力ゲームを考案して以後、論文を発表していないナッシュを既に死亡していたと考えていた私は1994年にナッシュがノーベル経済学賞を受賞したと聞いて大変驚いたのを記憶しています。映画にも描かれているようにナッシュは統合失調症の治療を受けながらファインホールというプリンストン大学数学科が入っている建物のコンピューターの前に座るか、廊下を徘徊していたので「ファインホールの幽霊」と呼ばれました。現在では有効な薬剤が利用可能となり、症状も落ち着いてきたので世界中を講演旅行で駆け回っているほどです。2002年にはギリシャでナッシュのノーベル賞記念論文集が刊行されました。もっとも映画の面白さと比べ、専門的な内容も含んでいるこの著書を一般の人が読んでどれほど面白いと感ぜられるかは疑問です。

2. フォン・ノイマン

「ゲームの理論」はフォン・ノイマン (John von Neumann, 1904~1957) と Morgenstern (Oscar Morgenstern, 1902~1977) が1944年に書いた『ゲームの理論と経済行動』により考案されたと言われますがその本の大部分はフォン・ノイマンにより書かれています。ナッシュの貢献は彼らのゲーム理論を大いに進展させたことにあるのです。ナッシュとフォン・ノイマンはその他映画という観点からも奇妙な類似性を持っています。日本ではスタンリー・キューブリック監督の代表作としては1971年に公開された『2001年宇宙の旅』ということになるでしょう。今でもそのリアルな映像で古さを感じさせないこの映画の主人公の一人はHALというコンピューターでした。HALというのは当時の代表的なコンピューターメーカーであるIBMの一步先を行く「意思を持つコンピューター」です。(I, B, Mのつ前のアルファベットはH, A, Lです。) このコンピューターの開発にフォン・ノイマンは大きな貢献をしています。現在、コンピューターは並列型コンピューターの開発が積極的に行なわれています。これは現在のコンピューター・プログラムの特色であるコンピューターには1度に1つのコマンド(命令)しか実行させないという形式を乗り越えようというものですが、この現在の形式を提案したのがフォン・ノイマンであり、これをフォン・ノイマン型といいます。1940年代より現在まで続くこの命令形式が未だに完全に克服されていないという意味でフォン・ノイマンの偉大さがお分かりいただけるでしょう。

そのキューブリック監督の作品に1963年に発表された『博士の異常な愛情』がありますが、その主人公ストレンジラブ博士はフォン・ノイマンがモデルであるといわれました。ピーター・セラーズが大統領やストレンジラブ博士などいくつかの役をコミカルに演じた傑作ですがストレンジラブ博士の策動によりアメリカはソ連に核先制攻撃を行ない、米ソ核戦

争の場面で映画は終わります。フォン・ノイマンがストレンジラブ博士のモデルであるといわれたのは彼が 1943 年以来アメリカの核開発（マンハッタン計画）に関わり、1954 年にアメリカ原子力委員会の主力メンバーとなって核実験を支持し対ソ先制攻撃論に積極的に賛同していたからです。（『囚人のジレンマ』、ウィリアム・パウンドストーン、青土社、によるとフォン・ノイマンはストレンジラブ博士と同様に、晩年は車椅子で原子力委員会の会合に出席しました（p.17）。もっとも主演のピーター・セラーズは大統領特別補佐官として有名になったヘンリー・キッシンジャーを役作りの参考にしたと述べています（p.251）。）

フォン・ノイマンは 1904 年にハンガリーのブタペストで生まれ、ドイツで活躍しましたが 1933 年にプリンストン大学の高等研究所教授に迎えられました。1928 年に「茶の間のゲーム論」を書いてゲームの理論の研究を開始しました。彼はチェスやポーカーなどのゲームにおける戦略の重要性に注目し、社会における人間行動がゲームとして分析できると主張しました。社会において人々は他人の戦略を読みながら自らの戦略を選ぶと考えたのです。その影響からか彼の娘は著名な経済学者となっています。純粋数学にも物理学にも大きな貢献をし、プリンストン大学高等研究所で研究を続けました。ナッシュはプリンストン大学に院生として研究していたとき当時のプリンストン大学におけるゲーム研究熱に影響され、ナッシュ・ゲームを考案したのです。

3. スミスと「見えない手」

著書『ビューティフル・マインド』はなるほどナッシュに対して冷静・客観的な評価を下していますがその著者は必ずしも経済学者ではないので、経済学上の評価にはいささか疑問な点があります。その点を述べておきましょう。

著者はナッシュの貢献を「アダム・スミスの『見えない手』の比喩を否定した」点に求めています。すなわち、ナッシュ・ゲームが「個々人が自己の利益を追求するときに必ずしも全体の利益が促進されるとは限らない」（『ビューティフル・マインド』、p.171）という「囚人のジレンマ」を説明したことに求めています。しかしこのことは正確ではありません。そこで、アダム・スミスおよびクールノーの貢献を述べておきましょう。

1776 年といえばアメリカ独立戦争の年です。この年『諸国民の富』がアダム・スミス（Adam Smith, 1723～1790）により発表され、現代の経済学の礎が築かれました。そこでは「見えない手」（invisible hand）が社会に調和をもたらすと主張されました。しかし岩波文庫で 5 冊本となる膨大な『諸国民の富』のなかに「見えない手」という言葉は一回しか出てきません。この著書は理論の書であるだけでなく 18 世紀の貴重な経済史の書でもあるのです。当時の世界の貿易や国内取引の様子を克明に記録しています。アダム・スミスはもともとイギリス（スコットランド）の道徳哲学の教授でした。当時の世界のリーダーはフランスでした。イギリスでは今の日本と同様、子弟を世界のリーダー、当時はフラ

ンスに留学させることが流行していました。アダム・スミスはある貴族がその子をフランスに留学させるのに家庭教師を募集しているのを知り、応募したところ選ばれてフランスへ渡りました。そのフランスでは重商主義が深刻な問題を抱えていることが認識されていました。重商主義とは当時の通貨である金や銀を国内に蓄積するために関税をかけて輸入を抑制し、輸出補助金を与えて輸出を促進する政策を採っていました。このように商業を重視する政策は農業の疲弊をもたらすこととなります。重商主義とは基本的には政府規制政策ですから国内で農産物の自由な取引までも規制していたのです。地域を越えて農産物を運搬するのに税金が徴収されて農業の発展が阻害され、ルイ 15 世の侍医であったケネーやルイ 16 世の財務大臣を務めたチュルゴーなどが農業を重視せよと主張しました。この人々を重農主義者といいますが、彼らは自由貿易、国内の自由取引を主張しています。すなわち、関税や輸出補助金の廃止といった政府規制の廃止を求めたのです。

アダム・スミスはこれらの重農主義者との交流を通じて政府規制の廃止（小さな政府論）を主張するようになります。彼はもともと道徳哲学の教授ですから、人々が自分勝手に行動すれば社会的混乱（カオス）状態が生まれると考えそうなものですが、そこには「見えない手」（神の手）が働いて調和がもたらされると主張したのです。現代の経済学ではこの「見えない手」とは市場メカニズムであると主張されます。アダム・スミスの「小さな政府論」は 1930 年代の世界的不況時代には否定されました。ケインズ（John M. Keynes, 1883 ~ 1946）は市場メカニズムには欠陥があるとして不況克服には政府の拡張的財政政策・金融政策が必要であると主張しました。これはアダム・スミスとは対極に位置する「大きな政府論」です。第 2 次大戦後はケインズ経済学が隆盛を極め、「小さな政府論」は影をひそめました。しかし 1970 年代のオイルショックはケインズ経済学への信頼性を損なわせ、ケインズを批判するルーカス（Robert E. Lucas, Jr, 1940 ~ ）の合理的期待学派は再び「小さな政府論」に力を与えることとなります。この 18 世紀の小さな政府論の主張が現在の小泉内閣の基本哲学であることに注意が必要です。

「見えない手」が働くといっても『諸国民の富』のなかでそのメカニズムが働かない場合があることを示しています。その一つは独占経済の場合です。数多くの人々（商人たち）が市場で自由に活動している場合には調和がもたらされますが、市場をたった一人の商人が占めている独占状態では調和はもたらされないと主張します。現在、日本でも独占禁止法を強化すべきかという問題が財界と公正取引委員会、および学者の間で議論されていますが、アダム・スミスは独占禁止法を主張した初期の人々の一人といえるでしょう。（もっとも 1651 年にホッブス（Thomas Hobbes, 1588 ~ 1679）の書いた『リヴァイアサン』、岩波文庫、第 22 章、には「独占の弊害」についての論述があります。）

4. クールノーとナッシュ

このアダム・スミスの主張を数学的に基礎付けたのがフランスの数学者・経済学者クールノー (Antoine Augustin Cournot, 1801 ~ 1877) です。今でこそ経済学は微分・積分学といった数学的手法を多用しますが、彼が 1834 年に『富の理論の数学的原理に関する研究』を発表したとき微分法が多用されたので、その革新性に気付いた経済学者は皆無でした。彼の著作は長年にわたり無視されたのです。この著作は実はナッシュ・ゲームの原型であったことが後に明らかとなります。ある経済に数多くの企業が活動している状況を完全競争経済、一つの企業のみが活動しているとき独占経済というのに対し、3 とか 4 といった数少ない有限の数の企業が活動している経済を寡占経済といいます。完全競争経済では各企業の経済全体に占めるウェイトは無視できるほどですから各企業は他企業の行動・戦略を読む意味がありません。これに対し寡占経済では各企業は他企業の行動を読みながら戦略を立てます。そこでクールノーはこの経済における均衡戦略 (各企業のとる戦略のうちで、各企業がそれをとらざるを得ないと考えられる戦略) を巧妙な議論を用いて考えつきます。これをクールノー均衡 (戦略) といいますが、これは実はナッシュ・ゲームの均衡戦略 (あるいは「ゲームの解」) であることが分っています。その意味では、クールノーはゲーム理論の先駆者の一人といえるでしょう。もっとも、クールノーは寡占経済モデルを「ゲーム」として構築したわけではありません。しかしクールノーは有限個の企業が存在する経済では完全競争経済におけるような調和が実現しないことを示した点において「アダム・スミスの『見えない手』の比喻を否定した」人です。「個々人が自己の利益を追求するときにも必ずしも全体の利益が促進されるとは限らない」と主張したのです。

ナッシュの貢献はこのような寡占経済という「特殊ケース」におけるゲームではなくもっと一般的にゲーム理論を構築した点にあるといえます。ナッシュのより本質的な貢献はフォン・ノイマンのゲーム論を飛躍的に発展させた点にあります。フォン・ノイマンのゲーム論は二人定和ゲームといいます。まずゲームに参加するのは二人に限られます。社会現象をゲームと捉える場合、ゲームの参加者 (プレイヤー) が二人に限られるというのは大きな制約です。この制約から解放されたのは大きな前進でした。またフォン・ノイマンのゲーム論においてその二人のプレイヤーはどんな戦略を選んでも彼らの利得 (収入) を足せば一定の値でなくてはなりません。すなわちこのゲームでは二人で分け合えるパイは一定です。さらに深刻な制約があります。そもそも二人の利得を足すことができるというのは経済学者にとって大きな制約となります。経済学では個人は効用 (満足) の最大化を求めると仮定します。ですから経済現象をゲームと考えるときプレイヤーの利得は彼らの効用 (満足度) ということになりますが、「人は様々」ですから個人間の効用 (満足) は比較できないと仮定することが一般的です。どんな戦略をとっても結果として生ずる個人の効用の和が一定の数でなければならないというのではゲーム論の経済学への応用はほとんど不可能といわざるをえません。ナッシュはこのような制約を解放しました。1954 年にアローとデブリューは完全競争を仮定した一般均衡経済モデルに均衡解が存在することを証明してこれ以降経済学は大きな変貌を遂げることとなります。それまでは微分・積分学で事

足りていた経済学にトポロジーなどの高等数学が導入されます。アローは1972年に、デブリューは1983年にノーベル経済学賞を受賞しました。実は彼らは一般均衡経済モデルをナッシュ・非協力ゲームに置き換えて構築し、そのゲームの解が一般均衡経済モデルの解であることを示したのです。1950年代以降、経済学は極度に数学化しました。ここにはナッシュの影響が大きいといえます。すでに紹介したルーカスは1972年に一般均衡経済モデルを用いて大きな政府論を批判する合理的期待学派を打ち立て1995年にノーベル経済学賞を受賞しました。この意味ではナッシュはアダム・スミスの「小さな政府論」復興に理論的武器を提供したともいえるでしょう。言葉を換えると、著書『ビューティフル・マインド』の評価とは異なり「アダム・スミスの『見えない手』の比喩の社会的復興に貢献した」点がナッシュの大きな貢献といえるかもしれません。いずれにせよ、ナッシュ・非協力ゲームはその汎用性により現代の経済学にも大きな影響を与えているのです。

(『広島人』, vol.71, 2004年秋期号)