

# 「ゲーム理論教育」についての分析—1 —囚人のジレンマとパレート最適を中心に

森田 英樹

(2023年12月4日受理)

## An Analysis of Game Theory Education Part1 —Focus on Prisoner`s Dilemma and Parato Optimality

Hideki Morita

Abstract: This paper insists on the importance of game theory education to incorporate into the teacher education. The concept of domination strategy, Parato optimality and Nash equilibrium are exexplained by using prisoner`s dilemma model.

Key words : game theory, prisoner`s dilemma, Parato optimality, Nash equilibrium

### 1. はじめに

本稿は、筆者が広島大学教育学部の経済学担当者として着任以来取り組んでいる教員養成のための経済学教育に関する論稿の一環と位置付けている。本稿のメイン考察テーマであるゲーム理論は独特の数学であると言える。そして、おそらくは、日本の高等学校の数学の教科書にも公民科の教科書にも登場していないと思われる。にもかかわらず、冒頭に記したように、教員養成のための経済学、更には教師教育のための経済学教育の一環として高等学校の教科書には登場しないゲーム理論を取り上げるには筆者なりの理由がある。最大の理由は、センター試験にゲーム理論を用いた問題が複数回出題されているからである。筆者が今よりも若くセンター試験の教室内試験監督業務に携わっていた2000年頃から2008年頃の時代の期間でたまたま公民科の試験日である1日目の担当となった際に、2回、ゲーム理論を用いた出題がなされていた。それも経済系の問題ではなく、国際関係(政治)系の問題であった。大変驚いた。当時30歳代であった筆者よりも10歳程度年長であり、広島大学教育学部卒業後20年近く広島の高等学校にて公民科の教員として教壇に立たれていた現職教員の方が県教委の内地留学生として大学院に在学されており、筆者の講義も受講されていたことから、ゲーム理論の件について早速尋ねてみると驚かれたとのことであった。その方自身も、ゲーム理論に

ついては学んだことがなかった模様で、よく読めばわかるが、過去問などが一切なく、初見では高校生を主とする受験生は相当面食らったのではないのかと言われていた。そこで、私も急遽、ゲーム理論についての講義をその先生相手に行ったことを記憶している。

センター試験などでのゲーム理論の出題などの件については、別途分析していく予定であるが、本稿では、経済学出身の筆者が、なぜ、ゲーム理論について経済学教育の一環として取り上げるのかについて述べることにする。詳細は、本稿でも後述することになるが、ゲーム理論は独特の数学であると述べた。独特という意味には、既存の数学の領域である解析、代数、幾何、トポロジー、統計学などは異なる全く新しいと言っても過言ではない学問であるということ、並びに、最初から経済現象をはじめ、人間や社会システムを全く新しい切り口で分析していく道具として生み出され、進化してきた学問であるという点である。ゲーム理論が生み出された際に、数理経済学者がかかわっていたこともあってか、その後、ゲーム理論は主として、経済学、その中でもミクロ経済学の中で発展・進化していった。よく、日本の経済学は最先端であるアメリカの研究・教育現場よりも20年近く遅れていると筆者が学生の頃は聞かされていたが、筆者が慶應義塾大学の経済学部生であった昭和末の時代、講義においても、当時は今よりも種類は少なかったがミクロ経済学の概説書においても、ゲーム

理論は、既存のミクロ経済学とゲーム理論の接点とも言える寡占市場の分析の際のクールノー均衡の際に、新しい別の切り口として紹介される程度であった。慶應義塾大学の経済学・商学部の講義においても、ゲーム理論に特化した講義はなかった。そして、平成時代となり、筆者が大学院に進学した頃に、筆者が学部生時代に助手や院生でアメリカに長期留学されていた方々が Ph.D を取得されて帰国し、助教授などとして教壇に立たれた頃から、ゲーム理論を主役とした講義やゼミがスタートするようになった。

ミクロ経済学の入門と言えば、効用関数、生産関数、限界費用曲線など微分のオンパレードであると思ひ浮かべる方も多いのではないと思われるが、最近のミクロ経済学の入門書の後半の1/3から半分近くはゲーム理論について割かれている。筆者が学部生の頃は目にすることもなかったゲームの木を用いた展開ゲームも当然のごとく解説されている。ゲーム理論をそれなりの分量、学ぶことなくしてミクロ経済学の入門・概説を学んだことにはならない状況になるほど、経済学においてはゲーム理論の比重が大きくなっている。

筆者は、経済学の中でも歴史学に近い経済史が専門であること、筆者の所属する広島大学教育学部には筆者以外に経済学（や国際関係論）の専門家がいないこと、コロナの影響他もあり近年他大学の他の領域の大学教員との交流もないことなどもあり、最先端の経済学教育の状況について把握できない面もあるが、筆者の母校である慶應義塾大学経済学部のホームページを見ると筆者が広島大学赴任後には、ゲーム理論そのものを専門としている教員が多数、慶應義塾大学経済学部に着任している。更に、筆者にとっては謎の領域である行動経済学やメカニズムデザイン論という領域を専門とした教員が次々と採用されている。直接、教えるを受けることはできないために、それらの分野の日本語の入門書などをいくつか購入し、読んでみると両者ともにゲーム理論が分析ツールとして不可欠であることが分かった。

更に、筆者として衝撃であったことは、行動経済学やメカニズムデザイン論とともに、既存のミクロ経済学、マクロ経済学の時に登場する効用関数、費用関数、需要関数、供給関数、45度線分析など微分のオンパレードに基づいた理論やグラフが一切と言っても過言でない程登場せず、ゲーム理論だけで完結しているという点である。20世紀に日本でのみ経済理論の教育を受けた者としては、これが

経済学なのかと思えるほどであった。ゲーム理論は、ミクロ経済学の一領域ではなく、既存のミクロ経済学抜きで、独立し完結した経済学の一部門に発展・進化したと言える状況である。

ゲーム理論は、経済学の世界において花開いた学問であるが、当然、他の学問領域・経済現象以外に対しても適用でき、有用な分析ができる。経済学以外でも、政治学、特に国際関係論や社会学、生物学の世界においても分析に用いられているとのことである。国際関係論においては、ゲーム理論を用いた専門家もおり、広島大学法学部においても、以前在職された先生の講義においては、ゲーム理論そのものの講義もされていたとのことであった。そして、筆者が2000年代初頭に遭遇したセンター試験の公民科に登場したゲーム理論を用いた問題も国際関係論であったことから、国際関係論の分析にゲーム理論が不可欠な分析ツールとなっていることが窺える。

平成以降に大学に入学した経済学部卒業者や、国際関係論のスタッフが充実した法学部政治学科などの卒業者であれば、学部時代にゲーム理論を専門家からしっかりと学んでいると思われるが、高等学校公民科を主担当としている教員ではその比率はかなり低いと思われる。ゲーム理論を全く学んだことがない教員の方が多く可能性が高い。たとえ受験対策であろうとゲーム理論を活かした教育を公民科、特に政治経済や公共などで行っておくことは、将来、経済学部などに進学する生徒にとっても有意義であろう。そして、受験やお勉強そのものと離れても、一個人としていろいろな場面において意思決定を行っていくに際しても、ゲーム理論に基づく発想や行動は、それを考慮することなく行動するよりも有益な結果を生む可能性が高いとも思われる。

そこで、教員養成・教師教育のための経済学教育の一環として、本稿では、ゲーム理論について、経済学を学んだ者の視点から述べていく。

## 2. 経済学史としてのゲーム理論

フォン・ノイマン（1903-1957）という人物をご存知だろうか。20世紀の理系での大天才と言えば、誰もが、アインシュタインを思い浮かべるであろう。ノイマンは、そのアインシュタインと同時代に生き、共同研究にてかかわったこともある人物である。アインシュタインは、同時代の最も頭がよい人物としてノイマンを挙げ、そのノイマンは、

アインシュタインを挙げるといのように、人類史上に残るような頭脳の持ち主である。

ノイマンは、1903年にハンガリーで生まれ、ベルリン大学ほか複数の大学において、数学、化学、物理学などを学び、ベルリン大学講師を経て、ナチス・ドイツから逃れるために、家族とともにアメリカに渡り、最終的には、プリンストン大学の教授に就任した。

経済学史・思想史の概説書には、ノイマンをはじめ、ゲーム理論の関係者についての記したものは、皆無と言っている状態である。彼らが、純粋な経済学者でなかったこともあるが、ゲーム理論自体が、新古典派系の数理経済学とも全く異なり、ミクロ・マクロ・マルクス経済学とは全く異なる1つの独立した学問領域であり、ある程度、それを専門的に学んだ者でないとわからないという面が大きい。

ゲーム理論は、数学そのものや統計学そのもののように1つの独立した学問であるため、更に、50歳台以上の者は、専門でもない限り、大学時代にゲーム理論そのものの教育を受けていないこともあり、経済学史・思想史の概説書には、ノイマンらは取り上げられていないのであろう。

ノイマンは、レオナルド・ダ・ヴィンチのように多方面において、能力を発揮した。経済学に限っても、ゲーム理論の開発者であり、更に、一般均衡理論について、ブラウアーの不動点定理(角谷の不動点定理はブラウアーの不動点定理をより精緻化したもの)を用いて最初に証明した人物として有名であるが、一般社会において、有名であるのが、今日の計算機・コンピューターの原理を築いたことであろう。今日のコンピューターの大半は「汎ノイマン型」と分類されているとのことであるが、そのノイマンが、ゲーム理論の生みの親であるフォン・ノイマンである。とにかくノイマンは、暗算での計算能力がずば抜けていたそうであり、子供のころから、8桁×8桁の計算も暗算でできたそうであり、計算機・コンピューターが開発された際も、「これで俺の次に計算が早い奴が現れた」と言っていたとのこと。とにかく、人間離れした計算能力の持ち主であった。

そのノイマンが、同じくナチスから逃れるためにオーストリアからアメリカに渡りプリンストン大学教授に就任したO・モルゲンシュテルン(1902-1977)と共同で開発した学問がゲーム理論である。尚、モルゲンシュテルンには、限界革命トリオの一人のC・メンガーの息子である数学者

のK・メンガーとの数理経済学の共同研究・論文がある。同世代のノイマンが共同研究の相手としたのだから、モルゲンシュテルンも、相当、数学の能力が高かったのであろう。そして、その最初の研究成果が「ゲームの理論と経済行動」として1944年に刊行されたのであった。ゲーム理論が学問として本格的に登場したのであった

経済学としてのゲーム理論を語る上で、創始者のノイマンに続き、もう一人、必ず取り上げられなければならない人物がいる。その人物は、ジョン・ナッシュ(1928-2015)である。ノイマンが欧州からの移民であり、且つ、数学に限らず、多様な分野で業績を残した多才な人物であったのに対して、ナッシュは、アメリカ生まれの純粋数学者であった。ナッシュは、カーネギーメロン大学にて学部・修士を過ごし、博士課程からプリンストン大学へ進み、ゲーム理論の論文で1950年に博士号を取得した。尚、プリンストン大学への進学に際しての修士時代の指導教授からの推薦状には、「彼は数学の天才である」と記されていたという程の頭脳の持ち主であった。尚、ノイマンは、ナッシュのゲーム理論に関する論文を見た際には「大したことは無い」と一笑に付したと言われている。

ナッシュは、その後、ゲーム理論だけではなく、「普通の」数学の研究にも邁進し、後に大きな賞を受賞するような大業績を残していった。ただ、その過程で、頭が良すぎた故か、統合失調症を患い、長年、大学の教壇に立てるような状態ではなくなってしまった。よって、「ナッシュのことは誰でも知っているが、誰もナッシュのことは知らない」と言われる時代が続いたとのこと。すなわち、若くして大業績を上げていたので、ナッシュという大数学者がいることはみな知っているが、精神病になってしまい大学の教壇に立っていないため、誰もナッシュと会ったことは無いという意味である。ただ、治療と家族、プリンストン大学の支えなどもあり、回復した。その過程は、「ビューティフルマインド」という映画で描かれているとのことである。そして、1994年に他の2人ともにナッシュは、ノーベル経済学賞を受賞した。その後、2015年に、数学の業績に対する数学の大きな賞の授賞式に出席し、ノルウェーから帰国し、ニューヨークの空港からタクシーにて自宅に向かっている途中の高速道路上にて、タクシーが事故を起こし、ナッシュとその妻は車外に投げ出されて死亡した。90歳近くであったが、悲劇であり、残念である。因みに、ノイマンは、53歳という若さでこの世を去っているが、

癌であった。ノイマンは、優秀すぎるが故に「マンハッタン計画」にも参加しており（アインシュタインともこの時に一緒に研究したのであろう）、研究のプロセスで被爆し続けたのが原因ではないかとも言われている。

### 3. ゲーム理論とは

ゲーム理論とは、どのような学問であるのかを見ていく必要がある。いろいろな文献を読んでみて筆者なりに整理すると「相互依存関係にある人や組織の間の意思決定を分析する」学問と筆者は考えている。そして、経済活動では市場を、国家間では外交や軍事を、生物間では自然環境を、ゲームの場とみなし、それへの参加者である人や国家などをプレイヤーとみなして、独特の枠組みで意思決定のプロセスとその結果(均衡点)を分析していく学問である

ゲーム理論は、「プレイヤーの行動の仕方」と「ゲームの仕方」という2つの要素で、各々2分類される。

#### a・「協力ゲーム」と「非協力ゲーム」

読んで字のごとし、プレイヤー同士が協力してゲームを展開していくか、全く非協力でゲームを展開していくかの相違である。

ゲーム理論の専門家の著作を見ると、元々、ノイマンやモルゲンシュテルンは、協力ゲームを中心に研究していたとのことであるが、ナッシュが非協力ゲームの研究で後述する「ナッシュ均衡」の概念を見出してからは、特にそれがミクロ経済学の寡占市場の理論とマッチングしたこともあり、ゲーム理論の研究の主流は、非協力ゲームになっていったとのこと。その後、協力ゲームの研究も盛り返し、最近では、協力ゲームの研究者の方が数的には勢いがあるとのことである。「協力ゲーム」と「非協力ゲーム」は、ある程度、別物であるということであろう。

#### b・「同時ゲーム」と「交互ゲーム」

こちらは、ゲームの仕方の相違である。表現は、本によって異なることもあるが、筆者は、「同時ゲーム」と「交互ゲーム」という言い方を用いる。具体的に記せば、「同時ゲーム」の代表例が、じゃんけんである。そして、「交互ゲーム」の代表例が、

囲碁・将棋・チェスなどである。真剣勝負のじゃんけんは、非協力ゲームの同時ゲームの典型であろう。

経済学の世界におけるゲーム理論としては、後述するナッシュ均衡の存在があるために、非協力の同時ゲームが最初に取り上げられる。協力ゲームについては、入門書においても取り扱われていないこともある。そのため、本稿では、非協力の同時ゲームの入り口部分のみ分析していくこととする。

### 4・非協力の同時ゲーム ～「囚人のジレンマ」モデル～

ゲーム理論を学んでいく上で、おそらくは最初に登場する有名なモデルである。ゲーム理論は、アメリカ生まれの学問であるため、例えなどはアメリカ風である。

ゲームの設定としては、二人組の凶悪な強盗犯がいる。実際に、強盗犯なのであるが、警察としては、決定的な証拠がないため、彼らが犯した恐喝などの容疑で別件逮捕した。強盗犯A・Bの二人は、別々に留置され、両者は一切、連絡が取れない状況にあるとする。すなわち、相手の行動・意思決定が一切わからない状況で、自身の意思決定を行わなければならない。よって、典型的な非協力の同時ゲームである。そして、如何にもアメリカ風であるが、各々に司法取引を持ちかけたという状況というのが、このゲームの設定である。

その上で、両者に対して、「本件」である強盗事件への関与について「自白」か「黙秘」を意思決定させるという設定である。数値については、当然、例えであるが、このケースでは、二人とも黙秘しとおした場合は、直接の逮捕容疑である脅迫の罪だけで、二人とも懲役1年（ここではその利得を-1と表記）、二人とも自白した場合は、強盗の罪も加味し懲役5年（-5）、片方が強盗事件を自白し、他方が黙秘した場合、司法取引により、自白した方は、釈放（利得0）、黙秘し続けた方は懲役10年（-10）という刑が科せられることとする。ゲーム理論の世界の用語では、プレイヤーの利益のことを「利得」と表現する。

まずは、囚人のジレンマモデルを説いていく際のゲームの表記の仕方である。図1のような表を作成し、プレイヤー名と戦略を記入する。続いて、図2のように、表に各プレイヤーの戦略ごとの利

得を記載していく。各マスの中の数字、左側に A の利得を、右側に B の利得を記している。これが「普通」の表記と思われるが、私が参考にした文献の中で、一つだけ逆表記のものがあつた。念のために記しておく。本稿においては、「普通」の表記で分析していく。

		B ← プレイヤ名	
		自白	黙秘
プレイヤー名 A	自白		
	黙秘		
		B の戦略	
		A の戦略	

図 1

		B ← プレイヤ名	
		自白	黙秘
プレイヤー名 A	自白	-5, -5	0, -10
	黙秘	-10, 0	-1, -1
		B の戦略	
		A の利得	

図 2

次に、各プレイヤーの行動様式である。ゲーム理論を分析していくに際しては、各プレイヤーは、以下に記す意味で合理的な行動をとることを前提として分析していく。それは、「支配戦略」を常に取っているということである。支配戦略とは、相手の如何なる戦略に対しても、常に自身の利得が最適（最高）になる戦略である。

では、図 3 で具体的に見ていくこととする。

A の意思決定過程について。

- B が自白した場合について考える。
  - 自身が自白した場合の利得は懲役 5 年という -5。
  - 自身が黙秘した場合、司法取引により B は釈放され、自身は B の分の罪も被り懲役 10 年と

いう -10。

その結果、 $(-5 > -10)$  より B の行動にかかわらず、「自白」を選択する

- B が黙秘した場合について考える。
  - 自身が自白した場合、司法取引により釈放。すなわち、利得は 0。
  - 自身が黙秘した場合、本件の強盗の罪には問われず、微罪の恐喝の罪のみの受刑となり懲役 1 年という -1。

その結果、 $(0 > -1)$  より B の行動にかかわらず、「自白」を選択する。

① B が自白したケース  
⇒ A の利得を比較  
 $-5 > -10$   
自白 黙秘  
∴ 「自白」を選択

② B が黙秘したケース  
⇒ A の利得を比較  
 $0 > -1$   
自白 黙秘  
∴ 「自白」を選択

図 3

A は、B が「自白」した場合、A 自身は「自白」「黙秘」のどちらの戦略をとった方が、自身の利得が最適（最高）になるのかを比較し、戦略を決定する。

このケースでは、A にとって、B が自白した場合の A の利得を比較すると A は自白した方が利得が大きくなるため、自白という戦略を選択することとなる。続いて、B が「黙秘」した場合、A は「自白」した方が利得が大きくなるため、「自白」を選択する。これが、このケースの A の支配戦略となる。

① A が自白したケース  
⇒ B の利得を比較  
 $-5 > -10$   
自白 黙秘  
∴ 「自白」を選択

② A が黙秘したケース  
⇒ B の利得を比較  
 $0 > -1$   
自白 黙秘  
∴ 「自白」を選択

図 4

図4に記したように、当然、Bも同様に、Aが自白した場合の支配戦略、Aが黙秘した場合の支配戦略を決定する。

そして、図5に記したように各々4つの支配戦略の時の利得に○を付けることとする。

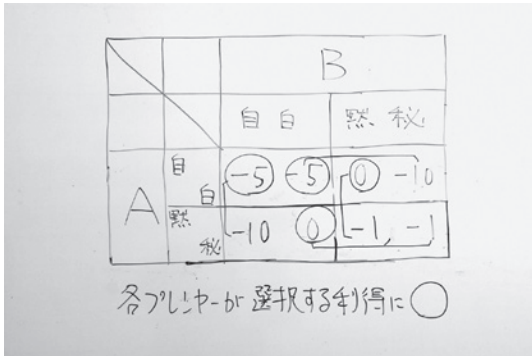


図5

上述のように、このケースでは、A、Bともに「自白」「自白」のマスに双方の○がついた。その点は、両者の支配戦略が一致したこのケースでは唯一の点である。この非協力ゲームで、(ここでは2人だけが)参加全プレイヤーの支配戦略が一致した点を図6に記したように「ナッシュ均衡」と呼ぶ。別の表現をすると自分だけ戦略を変えると損をってしまう状態である。この点が、このゲームの均衡点となる。

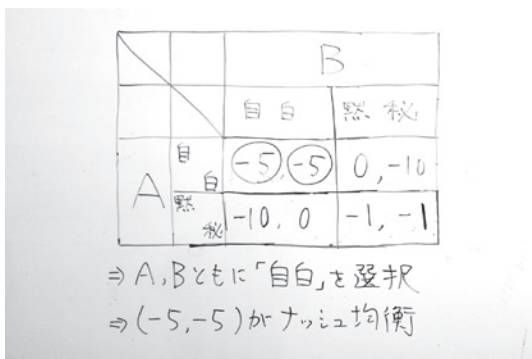


図6

それでは、このゲームは、なぜ、囚人のジレンマゲームと呼ばれているのであろうか。その理由は、両者ともに黙秘・黙秘を選択すれば、両者ともに恐喝での懲役1年という双方にとって最大利得が得

られる解があるにも関わらず、非協力であり、相手が裏切った際の自身のリスクを回避するという合理的な支配戦略を双方がとった結果、双方ともに自白・自白で、共に懲役5年という行動を取ってしまったからである。

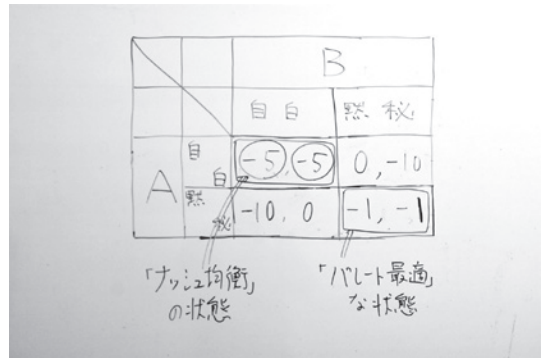


図7

経済学的に見ると黙秘・黙秘の選択の時の解は「パレート最適」な状態である。ミクロ経済学にとって最も望ましい状態である完全競争市場における需給均衡状態、すなわち、資源が最適配分されている状態が「パレート最適」な状態である(厚生経済学の第一定理)。このパレート最適な状態があるにも関わらず、そうではない解を選択したところがジレンマなのである。この点が重要である。

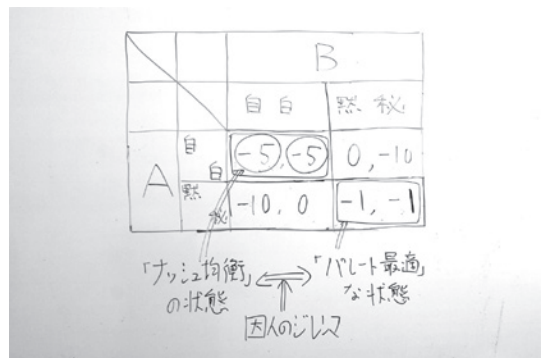


図8

パレート最適な状態とは、他の者の資源を減らすことなく、自身の資源を増やすことが出来ない状態である。すなわち、資源が最適配分されているから、誰かが動かすと他人の利害が変化してしまうのである。このケースでは、-1という懲役1年よりも大きな利得0得るためには司法取引に応じ

て相手を警察の「売る」しかなく、それを実行すると相手の利得は-10に減少してしまう。よって、この黙秘・黙秘の組み合わせはパレート最適な状態なのである。

ゲーム理論が経済学において積極的に取り入れられていった背景の1つには、ミクロ経済学の価格理論に基づく均衡とは別の均衡が世の中には存在するという点の発見にあるとも言われている。完全競争市場に基づく需給均衡では、解は、パレート最適な状態になるはずだが、非協力ゲームでは、パレート最適ではない、ナッシュ均衡の点が解となる。この点が両学問を比較していく上で重要な点となっていく。

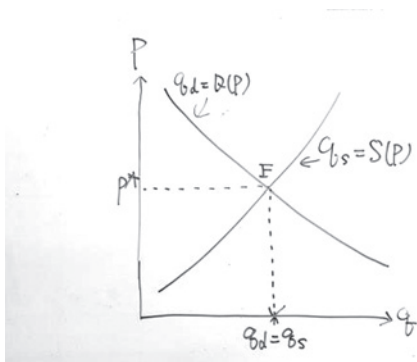


図9

確認のため記すと完全競争市場における需給均衡点においては、均衡価格においてある財の需要量と供給量が一致し、過不足なく資源が最適配分されているのである。有限な資源が最適配分されているため、他人の資源を減らすことなく自身の資源をこれ以上増やせない状態である。まさにパレート最適な状態である。

尚、このケースでは、ナッシュ均衡の解が1つのみ存在するケースであるが、当然、2つ以上存在するケースやナッシュ均衡が存在しないケースもあることを付記しておく。

### 5・国際関係論への適用

本稿でのこれまでの展開を踏まえて、国際関係論において、この囚人のジレンマ・モデルがどのように活用されるのかを具体例を挙げて分析していく。

筆者は、国際関係論・政治学の専門家ではないために、ここでのゲームの設定は、あくまでも、囚

人のジレンマモデルの典型的な例として設定している。例えば、隣国同士で、軍事力、経済力などの国力が拮抗しているA国とB国の行動について、非協力同時ゲームで分析していく。

まず、図1同様に、図10を作成する。

		B 国	
		軍 縮	軍 拡
A 国	軍 縮		
	軍 拡		

図10

続いて、戦略とそれにもなう利得について定義する。

		B 国	
		軍 縮	軍 拡
A 国	軍 縮	2, 2	-5, 5
	軍 拡	5, -5	-2, -2

図11

図11について解説すると

- ・両国ともに軍縮した場合は、これまで軍拡に充てていた予算を軍事関係以外の公共財の供給や社会保障などに充てることができ、経済面での国力が向上し、それに伴う利得を2とする。
- ・両国ともに軍拡した場合は軍事関係以外の公共財の供給や社会保障などに充てられる予算が減少し、その分、国力はマイナスとなる。利得は-2とする。
- ・一方の国が一方的に軍縮した場合、他方の国から軍事的な侵攻を受けたり、軍事バランスの崩壊により各所で圧力をかけられることにより、軍縮し

た方の国の国力は下がり,利得は-5とする。他方,軍縮をせずに軍拡を行った国の国力は上がり,その利得を5とする。

		B 国	
		軍縮	軍拡
A 国	軍縮	2, 2	-5, 5
	軍拡	5, -5	-2, -2

∴ A, B国ともに「軍拡」を選択  
↑ ナッシュ均衡

図 12

両国がともに合理的な行動,すなわち,支配戦略をとった場合,図 12 に記したように,両国とも「軍拡」の戦略を選択することとなる。

本音では両国ともに,軍縮を実施し,その分の予算を軍事関係以外の公共財の供給や社会保障などに充てたいと考えているが,非協力であるが故に,一方的に軍縮し,軍事バランスが崩れた際のリスクを考慮すると軍縮できず,軍拡せざるを得ないのである。

		B 国	
		軍縮	軍拡
A 国	軍縮	2, 2	-5, 5
	軍拡	5, -5	-2, -2

↑「パレート最適」状態  
↑ ナッシュ均衡

図 13

その結果,図 13 に記したように,ともに軍縮を実施すれば,ともに+2 ずつの利得が得られるパレート最適解が存在するにも関わらず,ともに軍拡し,利得は-2 ずつにならざるを得ないというジレンマに陥ったのである。

図 14 をもとに総括すると,両国が協調して軍縮を選択し,そして,実行すれば,(2,2)のようなパレ

ート最適解を実現できるにも関わらず,非協力ゲームにおいては,自国が軍縮しても,相手国が裏切り,軍拡した場合は,相手国の軍事力による各種圧力・実行力が強まることにより,相手国の利得が増加し,自国の利得がマイナスになってしまうことが予測されるため,両国ともに軍拡を選択せざるを得なくなり,そこがナッシュ均衡になってしまうのである。パレート最適解があるにも関わらず,そうでない選択をするというジレンマに陥ったのである。

		B 国	
		軍縮	軍拡
A 国	軍縮	2, 2	-5, 5
	軍拡	5, -5	-2, -2

↑「パレート最適」状態  
↑ ナッシュ均衡  
↑ ジレンマ

図 14

## 6.小括

本稿ではゲーム理論,特にミクロ経済学に大きな影響を与えたナッシュ均衡,囚人のジレンマモデルについて考察してきた。ミクロ経済学や国際関係論においては不可欠な分析ツールであり,メカニズムデザイン論など社会の制度設計などの政策決定の場でも用いられていること,センター試験などでも出題されていること,一個人として意思決定を行う際にも,展開ゲームも含めてゲーム理論の発想に基づき自身の行動を決定していく際にも有用と思われることなどから,教員養成・教師教育においてゲーム理論教育を積極的に行っていくことを強く提言する。更に,中等教育の現場においてもゲーム理論を取り入れた教育の導入も推奨していきたい。

### 主要参考文献

天谷研一「ゲーム理論入門」

日本能率協会マネジメントセンター2011年  
船木由紀彦「はじめて学ぶゲーム理論」

新人社社 2014年

中山幹夫「はじめてのゲーム理論」

有斐閣 1997年