

国際政治における協調関係の創発と維持に関する ゲーム論を用いた考察

——小集団における模擬実験と政策分析への応用可能性——

大 澤 淳

一 はじめに…問題の所在

1 国際政治理論とアナロジー、不可到達性

2 実験不可能性・非線形性とシミュレーションモデル

二 理論的背景と分析枠組み

1 囚人のジレンマ・ゲームと均衡点

2 有限回繰り返しゲームと均衡点

3 無限回繰り返しゲームと協調関係の出現

4 国際政治理論におけるネオ・ネオ論争と囚人のジレンマ・ゲーム

三 小集団（模擬実験）レベルにおける協調の創発の分析

1 ゲームの設計とルール

2 模擬実験

3 模擬実験結果

四 考察および今後の課題…政策分析への応用の可能性

1 政策と理論の間から

2 北朝鮮の核開発と危機、その収束

3 ゲーム論による分析と協調関係安定のためのインプリーク
ーション

4 おわりに

（補論）北朝鮮の核開発と地震規模からの核実験規模推計

一 はじめに…問題の所在

1 国際政治理論とアナロジー、不可到達性

国際政治理論は、様々な「アナロジー」を取り入れながら発展してきた学問分野である。「アナロジー」によって、アメリカや中国という国を、あたかも「個人」であるかのように考え、合理的な意思決定を行う行為体であるかのように見なす。これは、「国家」が「個人」と同じように合理的な意思決定をするアクターである、と伝統的に国際政治理論が考えてきたことによる⁽²⁾。本来、アメリカは多様な意思決定の団体やプロセスを持っているのに、国際関係を説明するときにはこのような見方をするのである⁽³⁾。

国際政治を理解する見方には様々な系譜が存在し、リアリズムはその中で最も有力な見方の体系である。リアリズムの特徴は、①国際政治の主たる行為者（アクター）は国家、②国家は単一のアクターとして合理的に行動する、③国家の行動原理は「パワー＝利益」の追求、④国家の生存に関わる安全保障が国際政治における第一義的問題である、という四つの要素である。

一九四八年初版の *Politics Among Nations* でリアリズムを洗練された概念として提示したモーゲンソーは、国家を「人間性」のアナロジーで分析することを提唱し、行為者としての合理的な国家、「パワー＝利益」の追求、勢力均衡による国際政治の安定、といった概念で国際政治を分析した⁽⁴⁾。モーゲンソーに代表される、国際政治を合理的な国家の行為として解釈する現実主義の考え方は、「アナロジー」によって国際政治を説明する国際政治理論の典型的な形である。

国際政治理論がこのような「アナロジー」を使って事象を説明するのには次のような理由がある。多くの自然科学では、対象が不可到達・不可観測であるため、理解し説明するためには、姿や仕組みを想像して描出するし

か方法がない。その姿や仕組みが「理論」であり、それをもとにした説明を実際の事象に当てはめて、その「理論」の正統性を検証する論理実証主義アプローチを採用している。まさに、国際政治もこれと同じで、研究者が直接「国家」に触れたり、観測したり、操作することはできない。研究者が観察できるのは、物理学と同様に運動の結果として起こること、例えば軍隊の派遣・条約の締結・制裁措置の発動等である。それが故に、伝統的に国際政治理論は、このような論理実証主義の学問的方法を採用してきた。国際関係の対象もまたこのように不可到達であるため、合理的な説明をするために、「アナロジー」を用いることが必要であったのである。⁵⁾

2 実験不可能性・非線形性とシミュレーションモデル

しかし、国際社会の動きという「マクロ」の現象の説明と予測に、「ミクロ」のアナロジーを用いなければならぬところに、経済学と同様に「合成の誤謬」を犯す危険を国際政治理論は内包している。

本来、理論による分析を実証するために、追実験が必要である。しかしながら、国際政治を含む社会科学では実験ができないと言われる。それは、「原則的に工学実験はやり直しがきく。(中略)社会実験はそう簡単に繰り返せない。それは、我々の相手とする対象はかけがえのないものだからだ。(中略)一般には社会とか人間に対して繰り返し実験するわけにはいかない。」⁶⁾という問題をそもそも社会科学がもっているからである。

さらに、国際政治を含む社会科学の分析対象が、物理学のような線形関係でない点も、問題を複雑にしている。ガブリエル・アーモンドは、「雲と時計と政治学」(一九七七)と題された論文⁷⁾の中で、自然科学の決定論的手法に偏重しつつある政治学研究の潮流を批判した。アーモンドは、カール・ポッパの「雲と時計」論文⁸⁾を引用し、機械時計のような決定論の世界と雲のような偶然による物理的非決定論の世界の間に、物理的な世界や行動をコントロールする人間の思想や精神活動があるとポッパが指摘したことを取り上げ、政治学の決定論的手法への

依拠が過度に行われていることを批判的に考察している。アーモンドが指摘したように、国際政治理論を含む社会科学が対象としている世界は、機械時計のような決定論的な世界ではない。そのため、単純な線形的な因果関係の分析が行いにくい世界なのである。

しかし、そのような問題を解決する一つの手法が、近年登場してきている。政策科学におけるシミュレーションである。⁽⁹⁾政策科学におけるシミュレーションとは、ある現実社会の状況を「擬態」したモデルを作成し、その各部分を変化させて社会システム全体の挙動を観察することである。通常はコンピュータの中にシミュレーションモデル⁽¹⁰⁾を作成し、変数を変化させることで繰り返し実験を行う。社会科学は自然科学と異なり、唯一無二の社会を相手にしているため繰り返し実験が困難と言われているが、シミュレーションモデルは、そのような弱点を補う有用な分析手法である。

人間社会をシミュレートする試みは、コンピュータの発達と共に進化しており、一九六〇年代には離散事象シミュレーション、一九七〇年代はシステムダイナミックス(世界モデル)、一九八〇年代にはセル・オートマトンモデル、一九九〇年代にはマルチエージェントモデル⁽¹¹⁾が考え出されている。

これらのシミュレーションモデルの発達に伴って、アーモンドの指摘する雲のような非線形システムの再現が容易にできるようになり、従来の社会科学で主流であった、変数間に線形の関係性(独立変数―従属変数)があると仮定した研究に疑問が呈せられるようになった。非線形システムでは、エージェント(行為者)にごく単純なルールを与えてシミュレートした場合でも、全体としての振る舞いは非常に複雑になることが明らかになったのである。

このような非線形システムの包括的な研究が複雑系理論として展開されていく中で、システム全体が集合行為やある種のパターンを生み出すように見える「創発(emergence)」現象が観察されるようになった。

国際政治においても、国家間の同盟の形成、バランス・オブ・パワー、民族の棲み分け、社会規範の形成等の研究が複雑系モデルを用いて行われており、現在では研究のフロンティアを形成している。⁽¹²⁾

本稿では、国際政治理論の大きな論点である「自然状態（アナキー）において自発的にプレイヤー同士の協調関係が生まれることがあるのか」を題材に取り上げ、ゲーム論を用いて、そのような協調関係が理論的にどう考えられ、実際に小集団を利用した模擬実験において「創発」現象という形で現れるのか否か、さらに、そのような枠組みが実際の政策分析にどのように応用可能であるのかについて、考察を行う。

二 理論的背景と分析枠組み

本稿で国際政治理論の分析モデルとして取り上げている囚人のジレンマ (Prisoners' Dilemma) は、一九五〇年に米ロランド研究所のメリル・フラッド (Merrill Flood) とメルビン・ドレッシャー (Melvin Dresher) が、人間社会の非合理性をゲーム理論で分析する過程で考案し、定式化したものである⁽¹³⁾。もともとは、米ソ冷戦期における軍拡競争の分析に使用されていたが、その後その含意の大きさから社会科学の様々な命題を考える上での基本的なモデルの一つとなっている⁽¹⁴⁾。

この囚人のジレンマは、国際政治理論においては、アナキーな状態において二国家間の協調関係が成立するか否かという命題に関して、一九八〇年代後半から一九九〇年代にかけて新現実主義 (neorealism) 学派と新自由主義 (neoliberalism) 学派の間で大きな論争（いわゆるネオネオ論争⁽¹⁵⁾）が行われた際の考え方のモデルとして使われた。

図 1 囚人のジレンマにおける
利得表

		プレイヤー 1 の 戦略	
		C ₁	D ₁
プレイヤー 2 の戦略	C ₂	S ₁ , S ₂	B ₁ , W ₂
	D ₂	W ₁ , B ₂	T ₁ , T ₂

1 囚人のジレンマ・ゲームと均衡点

囚人のジレンマ・ゲームとは、二人の行為者（プレイヤー 1 および 2）がいて、両プレイヤーが二つの異なる行動戦略 C（協調：Cooperate）、D（裏切り：Defect）を有するゲームにおいて、以下のような条件が成り立つときとされる。⁽¹⁶⁾

$$(1.1) B_i > S_i > T_i > W_i \quad i=1, 2 \quad (i \text{ はプレイヤー番号})$$

特に

$$(1.2) 2S_i > B_i + W_i, \quad 2S_2 > B_2 + W_2$$

を満たすときには、標準的囚人のジレンマ・ゲームとなる。

囚人のジレンマ・ゲームでは、プレイヤー 1 から見れば、

$$(1.3) D_1 C_2 > C_1 C_2 > D_1 D_2 > C_1 D_2$$

という順番で望ましい結果となり、逆にプレイヤー 2 から見れば、

$$(1.4) D_2 C_1 > C_2 C_1 > D_2 D_1 > C_2 D_1$$

という順番で望ましい結果になる。

このとき、プレイヤー 1 は、プレイヤー 2 が協調戦略（C₂）をとるならば、裏切り戦略（D₁）を採用した方が利得が高く、プレイヤー 2 が裏切り戦略（D₂）を採用した場合でも、裏切り戦略（D₁）で応じた方が利得を高く得られることとなる。同様にプレイヤー 2 は、プレイヤー 1 が協調戦略（C₁）をとるならば、裏切り戦略（D₂）を採用した方が利得が高く、プレイヤー 1 が裏切り戦略（D₁）を採用した場合でも、裏切り戦略（D₂）で応じた方が利得を高く得られることとなる。すなわち、プレイヤー 1 にとってもプレイヤー 2 にとっても、相手がどのような戦略を採用した場合でも、裏切り戦略（D）は協調戦略（C）に優越する戦略であり、支配戦略となっている。

したがって、囚人のジレンマ・ゲームでは、 D_2 が支配戦略均衡点となる。

また、ゲーム論で合理的行動となる最悪の中で最善の利得を選択する「ミニマックス定理（最悪利得の最小化）」⁽¹⁷⁾に基づいた場合でも、 D_1, D_2 は均衡点となる。プレイヤー1にとっては、それぞれの戦略（ C_1 および D_1 ）の最悪の利得を比べた場合 $T_1 \vee W_1$ となり、裏切り戦略（ D_1 ）が合理的な戦略となる。逆にプレイヤー2にとっては、それぞれの戦略（ C_2 および D_2 ）の最悪の利得を比べた場合 $T_2 \vee W_2$ となり、裏切り戦略（ D_2 ）が合理的な戦略となる。したがって、プレイヤー1にとってもプレイヤー2にとっても、 D_1, D_2 は合理的な戦略均衡点となる。

さらに、囚人のジレンマ・ゲームの場合、この D_1, D_2 は、ナッシュ均衡⁽¹⁸⁾にもなっている。プレイヤー1とプレイヤー2が複数の混合戦略をとり、それぞれ混合戦略 $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ 、 $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ を採るとき、プレイヤー1、2の利得の期待値 $E_1(x, y)$ および $E_2(x, y)$ について、一対の戦略 (x^*, y^*) があり、次の二つの式を同時に満たすとき戦略 (x^*, y^*) は、ナッシュ均衡と定義される。

$$(2.1) \quad E_1(x^*, y^*) = \max_x E_1(x, y^*)$$

$$(2.2) \quad E_2(x^*, y^*) = \max_y E_2(x^*, y)$$

(2.1) 式は、プレイヤー2の戦略を $y = y^*$ に固定して、プレイヤー1の戦略 x を動かしたときに $x = x^*$ の時にプレイヤー1の利得の期待値 $E_1(x, y^*)$ が最大値となることを示している。また、(2.2) 式は、プレイヤー1の戦略を $x = x^*$ に固定して、プレイヤー2の戦略 y を動かしたときに $y = y^*$ の時にプレイヤー2の利得の期待値 $E_2(x^*, y)$ が最大値となることを示している。

一般に、ナッシュ均衡は、他のプレイヤーの戦略を所与とした場合、他のどの戦略を採用してもそれ以上の高い利得を得ることができない戦略の組み合わせである。ナッシュ均衡 (x^*, y^*) では、どのプレイヤーもそれ以上

戦略を動かすインセンティブを持たないため、この点が均衡点となる。

以上のように囚人のジレンマ・ゲームでは、プレイヤー 1、2 が裏切り戦略をとる D_1D_2 が均衡点となる。では、囚人のジレンマ・ゲームにおいて、何がジレンマをもたらすのであろうか。

先の (1.3) 式および (1.4) 式にあるように、プレイヤーの選好からすれば、プレイヤー 1、2 ともに C_1C_2 、 V_1D_2 という選好を有している。したがって、両プレイヤーともに C_1C_2 という結果の方が望ましいということである(協調による合意) できる可能性がある。しかしながら、そのような協調による合意を相手が遵守してくれないために、ゲームの結果としては、お互いに望ましくない均衡点 D_1D_2 が選択されることとなる。囚人のジレンマでは、このことを指してジレンマとしている。

これを経済学的な角度から説明するならば、経済学では、社会の厚生を最大化させる状態をパレート効率性⁽¹⁹⁾と呼び、「他のいずれかの経済主体の効用を減らさずにはどの経済主体の効用も増加することのできない状態」、生産要素や財の配分に無駄のない状態⁽²⁰⁾を表すものとして定義されている。

プレイヤー 1、2 は、お互いに相手の効用を犠牲にする(すなわち相手の利得を減ずる) こと無しに、自分の効用を改善することができる ($T_1 \rightarrow S_1$, $T_2 \rightarrow S_2$) にもかかわらず、そのような改善が囚人のジレンマ・ゲームでは発生せず、パレート効率的でない状態となっている。これがジレンマの持つ経済学的な意味合いである。

2 有限回繰り返しゲームと均衡点

ゲーム論では、右記のようなジレンマ状態にあっても、繰り返しゲーム (multiple game) が行われることによって、協調行動が生まれる可能性があることが指摘されている。⁽²¹⁾ 囚人のジレンマ・ゲームでは、一回、一回のゲームでは、お互いのプレイヤーが非協調行動をとることが唯一のナッシュ均衡である。しかし、繰り返しゲー

ムが行われ、繰り返しがいっ終わるかについて将来的な不確実性 (Shadow of the Future) が存在するときには、互いに協調行動をとることがあり得るとされる。

このような繰り返しゲームの中で、ゲームの回数が決まっている有限回繰り返しゲームの場合の均衡点は、どのようになるであろうか。

n 回ゲームを繰り返し返す有限回繰り返しゲームにおいては、最終回のゲームが一回限りのゲームと同様の結果となる。すなわち、最終回の n 回目のゲームにおいては、双方が裏切る D_2 が必ず均衡点となる。最終回の 1 個手前の $n-1$ 回目のゲームでは、双方のプレイヤーは最終回の結果 (すなわち相手は確実に D を選択する) を予見してゲームが行われるため、やはり D_2 が均衡点となる。同様に、 $n-2$ 回目のゲームでも、 $n-1$ 回目のゲームの結論 (すなわち相手は確実に D を選択する) を予見してゲームが行われるため、やはり均衡点は D_2 となる。このように、プレイヤーの間で、ゲームの有限回性が認識されている限りにおいては、上記のような逆戻り推論 (遡及的帰納法) によって、n 回目から 1 回目までさかのぼることができ、毎회가 D_2 均衡点となるので、プレイヤーは双方とも非協調行動をとることになる。

3 無限回繰り返しゲームと協調関係の出現

これに対して、ゲームが無限に続く⁽²³⁾繰り返しゲームでは、左記のような逆戻り推論が不可能となり、それぞれのプレイヤーは、 $n-1$ 回目までのゲームの相手のとった行動を勘案した上で、他のプレイヤーの t 回目の決定とは独立に行動を選択することになる。したがって、無限回繰り返しゲームにおいては、様々な選択肢のパターンが想定可能となる。

一回限りの囚人のジレンマ・ゲームでは、プレイヤー 1 が C の選択肢を採ろうとした場合、プレイヤー 2 はよ

り高い得点をねらって D の選択肢をとる可能性が排除できず、逆にプレイヤー 2 が C の選択肢を採ろうとした場合にも、プレイヤーが D という選択肢をとる可能性が排除できない。このため、結果として均衡点 D_1D_2 に陥ってしまう。しかしながら、無限回繰り返しゲームにおいては、次のような考え方が成立するため、 CC_2 という協調関係が構築される可能性が出てくる。

このような協調関係は、何らかの強制制度をもった国家のような第三者が存在しないと永続しないが、プレイヤーが「裏切られたら裏切り返す」という「しつぺ返し」のような「引き金戦略」をもっている場合には、そのような第三者による強制が無くとも、協調行動を自発的に導き出すことが可能である⁽²⁴⁾。

いま、図 1 のような囚人のジレンマ・ゲームが無限回繰り返し返され、プレイヤー 1、プレイヤー 2 の間で t 回まで協力解を守り、仮に t 回目にとどちらかのプレイヤーが裏切れば $t+1$ 回目からプレイヤー 2 も裏切り帰す「しつぺ返し」のような「引き金戦略」をとるものと考ええる。単純化のため、 $B = B_1 = B_2$ 、 $S = S_1 = S_2$ 、 $T = T_1 = T_2$ 、 $W = W_1 = W_2$ と置く。

また、プレイヤーにとって、長期的な将来の利得は、不確定なものであり、無限回といっても、突然ゲームが終了することもあり得る。そのため、遠い将来に得られるであろう利得は、直近に得られる利得よりも軽くなるので、次回以降の利得は、あらかじめ今回の利得よりも割り引いて考える⁽²⁵⁾のが普通である。そのような割引率を将来への重み p とする (ただし $0 < p < 1$)。

このとき、プレイヤーの長期的な利得は次のように考えられる。

プレイヤーが裏切らず、ずっと協調関係が続くケース

$$(3.1) \quad E_{1c} = S + pS + p^2S + \dots + p^tS + p^{t+1}S + p^{t+2}S + \dots$$

② プレイヤーが t 回目に裏切り、以後 D_1D_2 という非協調になってしまうケース

$$(3.2) \quad E_{10} = S + pS + p^2S + \dots + p^{t-1}S + p^tB + p^{t+1}T + p^{t+2}T + \dots$$

ここで問題となるのは、何時プレイヤーが「裏切ろう」とするインセンティブを持つかである。

プレイヤーは、永久に協調したときの利得 E_{10} が、協調から離脱したときの利得 E_{11} より大きければ、協調にとどまり、「裏切り」の利得 E_{10} が協調を続ける利得 E_{11} より大きくなれば、「裏切り」を始めると考えられる。すなわち、 $E_{10} - E_{11} < 0$ ならば、 t 回目においてプレイヤーは協調を選択する。

$$E_{10} - E_{11} \\ = (S - B)p^t + (S - T)p^{t+1} + (S - T)p^{t+2} + \dots$$

$$= (S - B)p^t + \frac{(S - T)p^{t+1}}{1 - p}$$

$$= (S - B)p^t + \frac{(S - T)p \cdot p^t}{1 - p}$$

$$= \frac{(S - B) + (B - T)p}{1 - p} \cdot p^t$$

$0 < p < 1$ であるので、左式が $E_{10} - E_{11} < 0$ となるためには、

$$(S - B) + (B - T)p > 0$$

$$(B - T)p > B - S$$

$$4.0 \sim 4'$$

$$(3.3) \quad p > \frac{B-S}{B-T}$$

つまり、 $B > S > T < W$ であるのび、右辺は正であり、最初の p の定義から 1 より小さい数値となる。
したがって、プレイヤー 1 が、協調を続けるか、「裏切り」を行うか、という選択は、プレイヤー 1 が遠い将来に得られるであろう利得の重み p をどう感じるかによって決まってくるのである。

すなわち、プレイヤー 1 の感じる将来への重み p に $(C > D)$ 、 $p > \frac{B-S}{B-T}$ である時には協調を続け、 $p < \frac{B-S}{B-T}$ になれば、「裏切り」へのインセンティブが発生することとなる。

4 国際政治理論におけるネオ・ネオ論争と囚人のジレンマ・ゲーム

国際政治理論における先述のネオ・ネオ論争では、「国際関係はアナキーであるために協調を達成するのは困難である」とするネオリアリスト（構造的現実主義者）に対して、「国家の合理的な行動によって国際協調が導き出される」とするネオリベラリスト（新自由主義制度論者）の反論⁽²⁶⁾によって議論が行われたが、その論争の焦点がゲーム論を用いた論証であった。

国際関係において、国と国の間に立つ権力が存在しないアナキーな状態において、協調関係が出現するか否かについては、米国の国際関係の学者の間では一九八〇年代から論争⁽²⁷⁾となっていた。

アーサー・シュタインは、国際政治の様々な状況をゲーム論の中で検討し、国家が強制力によらず独立した利己的な意思決定をする場合でも、協調関係が均衡点として永続するパターンが存在し、仮に協調関係が均衡点とならない囚人のジレンマのような状況にあっても、共通の利益を確保する協働 (Collaboration) や最悪の結果を

避けるための協調 (Coordination) が発生し、レジームによる協調が自発的に発生することがあり得るとして⁽²⁸⁾いる。また、シュタインは、協調の条件として、右記の式 (3.3) のような将来の付き合いへの重み (Shadow of the Future) が重要であるとして⁽²⁹⁾いる。

また、ロバート・アクセルロッドは、国と国の間に立つ権力が存在しない状態において、協調関係が出現するためにどのような条件が必要であるのかを検討し、安全保障のような囚人のジレンマ状態であっても、協調関係は出現しうるとし、「将来の重み (未来係数)」が大きければ、互恵関係に基づく協調関係は安定であるとして⁽³⁰⁾いる。

これらのネオリベラリストの議論に対して、ジョセフ・グリーコは、国家は自己の利益 (絶対利得) だけでなく、他者の利益との差 (相対利得) を重視せざるを得ないため、国際社会における協調関係の構築は、それほど簡単ではないと指摘して⁽³¹⁾いる。

次章において、そのような理論で指摘されている協調関係が、小集団 (模擬実験) レベルにおいて出現するか否かについて、授業における模擬実験に基づいて、検討する。

三 小集団 (模擬実験) レベルにおける協調の創発の分析

筆者は、薬師寺泰蔵教授のTAとして、慶應義塾大学大学院法学研究科の国際政治特殊研究および国際政治理論特殊研究の演習を長年担当してきた。大学院の授業では、国際関係を学ぶ大学院生に対して、右記の囚人のジレンマ・ゲームを実際に体験してもらい、先述のネオ・ネオ論争にあったような、強制力のない状態でプレイヤーの合理的選択から協力関係が発生するか否かを学習してもらった。

次に述べるゲーム論の演習は、そのような国際政治理論の学習効果を得ると同時に、演習の結果から、三〇人ほどの小集団の模擬実験において、①協調関係が「創発」するの否か、②理論で想定されている「将来の重み（未来係数）」が協調関係にいかなる影響を与えるのかについて、検討を加えることを目的とした模擬実験でもあった。

1 ゲームの設計とルール

大学院の授業における囚人のジレンマ・ゲーム演習では、履修者の大学院生をそれぞれプレイヤーとし、次のようなルール下において、ゲームを行ってもらった。

(演習における囚人のジレンマ・ゲームのルール)

- ① 二人のプレイヤーでゲームを行う。
- ② プレイヤーは、協調 (C: corporate)、裏切り (D: Defect) という二つの選択枝のどちらかをとることができる。配布された「C」または「D」と書かれたカードを示すことによって、自分の選択枝を明らかにする。
- ③ プレイヤーは、それぞれ自己の利得を最大化するように、選択枝を決めなければならない。
- ④ プレイヤーは、独立した意思決定をするため、お互いに相談してはならない。プレイヤーが各回の選択枝決定にあたって利用できる情報は、その対戦相手のそのゲームにおける選択枝の履歴とゲームの利得表のみである。
- ⑤ ゲームは、同じ対戦相手 (プレイヤー) と二〇回行う。
- ⑥ ゲームは、同じ対戦相手との一〇回のゲームを一回戦とし、対戦相手を変えて複数回戦行われる。
- ⑦ 最終的に、総得点の高かったプレイヤーを勝者とする。

この四人のジレンマ・ゲームは、③のルールによって、アーサー・シュタインが指摘した「利己的な意思決定」を含む一方で、⑦のルールによって他のプレイヤーの利得との関係を勘案することとなり、グリーコが指摘した「相対利得」の要素もゲームを含むように設計を行っている。また、⑤のルールにより、一〇回のゲームを行うことから、有限回の繰り返し囚人のジレンマ・ゲームであるが、⑥のルールにより、対戦相手を変えて複数回戦ゲームが行われることから、「無限回繰り返し」囚人のジレンマ・ゲームの要素も含んでいる。ゲーム結果は、理論で想定される無限繰り返し囚人のジレンマ・ゲームと有限回繰り返し囚人のジレンマ・ゲームの間になることが、ゲーム理論上は予想される。

2 模擬実験

二〇〇五年一〇月二日に実施した演習におけるゲームは、以下の通りである。ゲームは、第三回戦まで三名(一五組)、第四回戦から第八回戦までは二八名(二四組)で行われた(図2)。

ゲームにおいて示された利得表は左記の通りであり、この利得表は、

$$B_i = 5, S_i = 3, T_i = 1, W_i = 0 \text{ となっている、}$$

$$(1.1) B_i > S_i > T_i > W_i, \quad i = 1, 2 \quad (i \text{ はプレイヤー番号})$$

および

$$(1.2) 2S_1 > B_1 + W_1, \quad 2S_2 > B_2 + W_2$$

を満たし、純粋な囚人のジレンマ・ゲームとなっている。

上記の利得表からこのゲームにおける各回の、理論上支配戦略均衡点、合理的意思決定による均衡点、ナッシュ

図 2 2005年のゲーム演習における利得表

		プレイヤー 1 の 選択肢	
		C ₁	D ₁
プレイヤー 2 の 択肢	C ₂	3, 0	5, 1
	D ₂	5, 0	1, 1

均衡点は DD_2 となる。また、プレイヤーが、協調を続けるか、「裏切り」を行うかの分岐点となる、将来への重み p については、利得表および (3.3) 式より、

$$(4.1) \quad p > \frac{5-3}{5-1} = 0.5$$

であり、次のゲームの期待利得に対する重み p を 0.5 より大きいとプレイヤーが感じる場合には、協調関係が継続し、それより小さいとプレイヤーが感じるときには「裏切り」が発生する可能性が高くなると予想される。

3 模擬実験結果

表 1 は、このゲームの結果を集計した一覧表である。この表の数字は、各回戦、各回毎に CC (プレイヤー 1、2とも協調)、 CD/DC (プレイヤーのどちらかが裏切り)、 DD (プレイヤーの双方が裏切り) の出現度数を表している。

この出現度数を各回毎に集計したグラフが次の図 3 である。この模擬実験の結果から、次のようなことが読み取れる。

各回のゲームは、囚人のジレンマ状態にあり、「利己的な意思決定」からすれば、 DD というゲーム結果が理論的には最適な均衡点であるが、実際には協調関係 (CC) がかなりの割合で出現している。

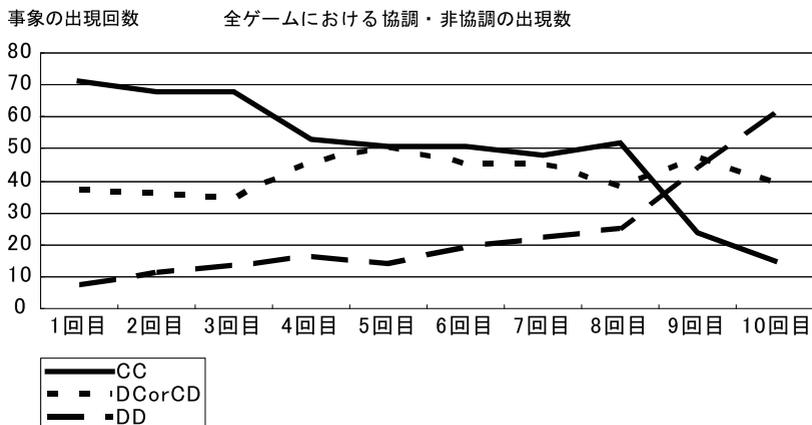
一〇回という有限回繰り返しゲームであるにも拘わらず、理論で想定されているような逆戻り推論による、 D という結果の連続にはならず、協調関係 (CC) が八回目までは維持されている。

表1 囚人のジレンマ・ゲームの結果

	1回戦			2回戦			3回戦			4回戦		
	CC	DC or CD	DD									
1回目	8	4	3	4	10	1	6	7	2	10	4	0
2回目	6	7	2	5	9	1	9	3	3	11	3	0
3回目	3	11	1	8	5	2	6	6	3	9	4	1
4回目	3	9	3	6	6	3	5	9	1	8	5	1
5回目	5	7	3	4	8	3	6	7	2	7	7	0
6回目	8	4	3	6	6	3	8	4	3	6	5	3
7回目	6	6	3	4	8	3	5	4	6	5	8	1
8回目	8	5	2	5	7	3	8	6	1	7	3	4
9回目	4	6	5	1	10	4	2	8	5	4	4	6
10回目	4	7	4	1	3	11	2	2	11	2	8	4

	5回戦			6回戦			7回戦			8回戦		
	CC	DC or CD	DD									
1回目	10	4	0	12	2	0	11	2	1	10	4	0
2回目	10	3	1	9	4	1	9	3	2	9	4	1
3回目	12	1	1	9	3	2	10	3	1	11	1	2
4回目	8	4	2	8	4	2	9	3	2	6	6	2
5回目	7	5	2	7	6	1	8	5	1	7	5	2
6回目	7	5	2	5	6	3	6	8	0	5	7	2
7回目	6	6	2	8	4	2	7	5	2	7	4	3
8回目	5	4	5	6	4	4	7	4	3	6	5	3
9回目	2	5	7	5	4	5	3	5	6	3	5	6
10回目	1	6	7	3	3	8	2	4	8	0	6	8

図3 全ゲームにおける協調・非協調の出現数



(グラフは、各回戦のCC,DC/CD,DDの出現数を足しあわせたもの)

九回目、一〇回目においては、協調関係 (C C) よりも非協調関係 (D D) が多く出現するようになった。このことは、双方のプレイヤーにとつて、ゲームの終わりが近づく (すなわち相手との関係の終焉が見えてくる) と、「裏切り」のインセンティブが増加することを意味しており、無限回繰り返しゲームの理論で想定されている、将来に得られるであろう利得の重み p が、ゲームの終わりに近づくにつれて低くなり、(F.7) 式の条件を満たせなくなった結果、非協調関係が出現すると理解される。

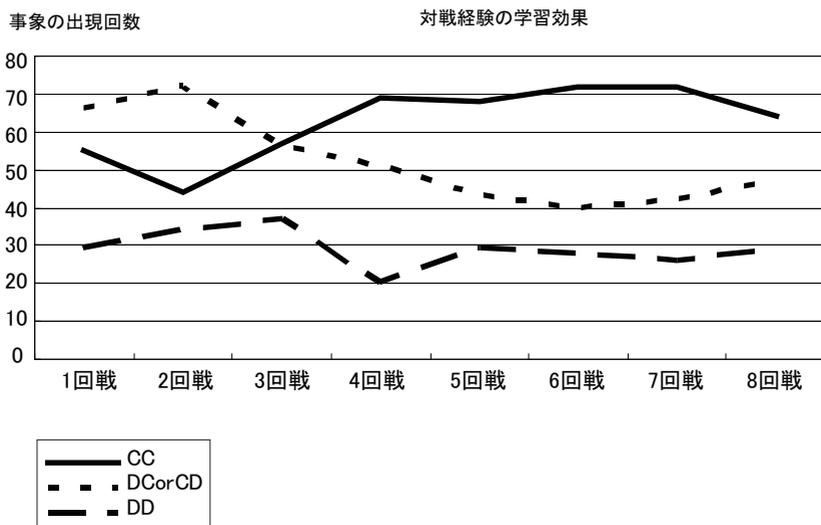
また、ゲーム全体では、次の図 4 にみられるように、ゲームを繰り返すことによつて、協調関係 (C C) が数多く出現することが観察された。

以上のように、模擬実験の結果は、おおむね国際政治理論のネオリベラリストが想定するような結果であり、小集団 (模擬実験) レベルにおいても、囚人のジレンマ状態で協調関係は出現し、さらに、アーサー・シュタインやアクセルロッドが想定しているように、将来の重み p が、協調関係の継続に重大な要素となっていることが明らかになった。

また、グリーンコが指摘しているように相対利得による協調の困難性については、自己の利益 (絶対利得) だけでなく、他者の利益との差 (相対利得) を考慮に入れたにも拘わらず、この模擬実験においては、そのような協調の困難性が出現することはなかった。

次章では、上記のような実験レベルにおける協調関係の創発とその安定のメカニズムを使い、実際の政策分析への応用の可能性という観点から、考察を加える。

図4 対戦経験の増加による学習効果



1 政策と理論の間から

筆者が大学の薬師寺ゼミに入った当時、薬師寺教授は筆者達ゼミ生に対して、「国際政治を学ぶものにはジレンマがある。国際政治に参画できるのは一部の人間であって、われわれには縁もゆかりもない世界である。それでも君たちは国際政治を学ぶのか」と、国際政治を学ぶ覚悟を試されたことがある。

そのようなゼミでの薫陶から一五年がたち、同級生やゼミの後輩、そして私自身が、その後そのようなジレンマを乗り越え、国際政治に直に「触れる」世界に身を置いて、国際政治に関わっていることは、幸甚である。

本章では、国際情勢分析、中長期の外交政策研究に携わった筆者の経験から、前章までに検討した、ゲーム論をベースとした国際政治における協調の創発が、政策分析に活用可能であるか否かについて、若干の考察を加えることとしたい。

四 考察および今後の課題… 政策分析への応用の可能性

筆者は、二〇〇四年から二〇〇五年にかけて、外務省国際情報統括官組織の専門分析員として、シンクタンクでの仕事と兼務で、国際情勢の分析に二年間携わった。また、二〇〇七年から二〇〇九年にかけて、外務省総合外交政策局政策企画室において、中長期の外交政策の研究に携わった。その際の国際情勢分析や政策研究の詳細は、保秘の観点から、やがて公文書が公開される日が来るまで詳細を明らかにすることはできないが、そのときの経験をベースとして、先述のような理論が、実際の政策分析にどのように応用可能であるか、検討したい。

2 北朝鮮の核開発と危機、その収束

対外情勢分析の現場である、国際情報統括官組織では、各国の地域情勢に並んで、国際テロ、大量破壊兵器の拡散、安全保障に関する分析が、組織としての関心の対象³³であった。安全保障の分野では、中国・ロシアなどの我が国の周辺の大国の軍事動向に並んで分析されていたのが、北朝鮮やイランといった国際社会との協調が難しい、いわゆる「ならず者国家」³⁴における大量破壊兵器の開発動向であった。

特に北朝鮮は、一九八六年に寧辺の 5MW_e 実験用黒煙減速炉の運転を始めて以降、プルトニウム型核爆弾の開発が疑われていた。その後、①一九九二年の米朝交渉に端を發し、一九九四年一〇月の米朝枠組み合意で収束した「第一次核危機」³⁵、②二〇〇二年のケリー国務次官補訪朝と高濃縮ウラン型核爆弾の開発に端を發し、二〇〇六年六月のミサイル実験と一〇月の核実験による緊張の高まりを経て、二〇〇七年二月の六者会合における「共同声明実施のための初期段階の措置」の合意によって収束した「第二次核危機」³⁶、③六者会合で合意された第二段階の「検証措置」をめぐる行き詰まりに端を發し、二〇〇九年四月と七月のミサイル実験および五月の核実験により緊張の高まりを見せ、現在進行中の「第三次核危機」を経て、確実に北朝鮮は核保有国としての道を歩んでいる(表2)³⁷。

表2 北朝鮮の核開発をめぐる動き

第一次核危機	1986年	寧辺の 5MWe 炉運転開始、以後1992年まで IAEA との保障措置協定拒否
	1992年	1月米朝交渉 (NY) 米側カウンター国務次官、北朝鮮側金容淳労働党書記、米側 IAEA 査察と核兵器開発放棄を要求 1月北朝鮮 IAEA との保障措置協定締結 5月プリクス委員長を団長とする査察団が北朝鮮入り、IAEA の特定査察で、プルトニウム組成に関する「重大な不一致」が判明
	1993年	1月 IAEA の「特別査察」通告に北朝鮮反発 3月北朝鮮が NPT 脱退を表明 5月国連安保理決議825号採択①NPT脱退宣言の撤回、②IAEA保障措置協定の遵守を北朝鮮に要求。 6月米朝協議第一ラウンド→米朝共同声明（北朝鮮は NPT 脱退を保留） 7月米朝協議第二ラウンド（軽水炉の導入援助と北朝鮮の査察受け入れを軸に協議）
	1994年	3月 IAEA 査察を実施 5月国連安保理、北朝鮮に完全査察受け入れを要求する議長声明を發出 5月北朝鮮、寧辺の 5MWe 黒煙実験炉から使用済み燃料棒約8000本を抜き取り、米側軍事措置を準備 6月北朝鮮 IAEA を脱退、カーター元大統領訪朝、金日成主席と会談（緊張緩和で一致） 7月金日成死去 8月米朝交渉第三ラウンド開始 10月米朝枠組合意
	1995年	12月 KEDO と北朝鮮の間で軽水炉提供協定調印
第二次核危機	2002年	8月軽水炉本体工事着工 9月小泉首相初訪朝 10月ケリー国務次官補訪朝し、高濃縮ウランを含む核開発の放棄を要求。これに対し北朝鮮は核開発の継続を認める（ウラン濃縮を認める）とともに、核兵器の保有を示唆 11月 KEDO 理事会で北朝鮮への重油の供給中段と軽水炉供給プロジェクトの見直し決定 12月北朝鮮、寧辺黒煙実験炉へ燃料棒1000本を挿入、IAEA 査察官を国外退去させる
	2003年	1月北朝鮮、NPT の即時脱退と IAEA 保障措置協定からの離脱を宣言 3月イラク戦争開始 8月第1回六者会合
	2004年	2月第2回六者会合 6月第3回六者会合
	2005年	2月北朝鮮外務省、核兵器保有と核兵器の増産の声明を発表 9月第4回六者会合で北朝鮮の核計画放棄と NPT の早期復帰、国交正常化などを約束する共同声明を採択 9月米財務省北朝鮮への金融凍結発表
	2006年	7月北朝鮮弾道ミサイル（計7発）発射 10月北朝鮮第1回核実験
	2007年	2月第5回六者会合（共同声明実施に向けた初期段階措置に合意） 3月米財務省金融凍結の一部解除を発表
	第三次核危機	2008年
2009年	4月北朝鮮長距離弾道ミサイル実験 5月北朝鮮第2回核実験 7月北朝鮮弾道ミサイル（計7発）発射	

出典：各種資料より筆者作成

一九九二年以降核危機は、北朝鮮による核兵器開発の新たな事実の発覚による安全保障上の緊張の高まりと、それを緩和する北朝鮮と国際社会（米国）の外交的合意による緊張の緩和、というプロセスをたどってきた。この間、国際社会および米国は一貫して北朝鮮の核保有に反対の立場をとっており、「第一次核危機」、「第二次核危機」を通じての米国側の要求は、核兵器開発の放棄であった。他方、米朝協議における北朝鮮側の要求は、米国による体制の保障と米朝国交正常化であった。

しかしながら、この外交交渉による合意は、結果的に一貫した北朝鮮の核開発の継続と、その発覚による米国側の合意破棄によって、たびたび破綻してきた。

米朝関係は、ヴィクター・チャラが指摘しているように、基本的に相手を信頼できない相互関係にあり、このような米朝間の交渉による「協調」の成立と「裏切り」による合意の破綻は、先の章で見てきたような、安全保障をめぐる囚人のジレンマ・ゲームと同様の構造を成していると考えられる。

3 ゲーム論による分析と協調関係安定のためのインプリケーション

米朝関係を一種のジレンマ・ゲームと見る見方として、アジア開発銀行総裁顧問であった河合正弘は、北朝鮮と米国の関係を囚人のジレンマ状態にあると分析し、米国の C 政策⁽³⁸⁾ 北の体制保障であり、D 政策⁽³⁹⁾ 敵対関係の継続、北朝鮮の C 政策⁽⁴⁰⁾ 核の放棄、D 政策⁽⁴⁰⁾ 核開発の継続としている。また、米国コリア研究所の J. J. Suh は米朝関係をセキュリティ・ジレンマの状態にあると指摘している。

第二章で理論的に検討したように、無限回繰り返し囚人のジレンマ・ゲームにおける協調の継続は、将来の期待利得に関する重み ρ によって左右され、

$$(3.3) \quad p > \frac{B-S}{B-T}$$

の時には協調関係が継続することとなる。したがって、協調を続けるか、「裏切り」を行うか、という選択は、プレイヤーが遠い将来に得られるであろう利得の重み p をどう感じるかによって決まってくることになる。

第三章で見てきたように、双方のプレイヤーにとって、ゲームの終わりが近づく（すなわち相手との関係の終焉が見えてくる）と、「裏切り」のインセンティブは増加する。無限回繰り返しゲームの理論で想定されている、将来に得られるであろう期待利得の重み p が、ゲームの終わりに近づくにつれて低くなり、(3.3) 式の条件を満たせなくなった結果、非協調関係が出現するからである。

これを、一九九三年から二〇〇八年にかけての北朝鮮と米国の交渉におけるジレンマに当てはめると、次のような考察が可能である。

表 3 は、米朝交渉における米朝双方の担当者と国の最高意思決定者の推移を一覧にしたものである。表から明らかのように、北朝鮮側は、一貫して姜錫柱第一外務次官が担当しているのに対して、米国側は、大統領選挙の四年おきのサイクルによって、担当者がほぼ四年おきに交代していることが見て取れる。

北朝鮮の交渉担当者および為政者にとっては、米国の担当者や国の最高意思決定者は、政治サイクルから四年おきに交代する可能性が高い。したがって、北朝鮮の側から見ると、交渉相手との関係の継続は四年間で終わってしまう可能性が高いことになる。

このことは、今まで見てきた将来の期待利得にたいする重み p が低くなることを意味し、米国との協調関係の継続に重大な影響を与えることとなる。

したがって理論上は、北朝鮮が感じる p の重みをできるだけ重く（ ∞ ）であるので、できるだけ 1 に近く

感じさせることが、北朝鮮との外交合意を遵守させる上で重要である、そのキーとなるのが、交渉担当者をしてできるだけ務めさせることである。すなわち、北朝鮮との交渉において交渉をできるだけ長く同じ担当者に継続させることが、北朝鮮による「裏切り」による合意の破綻を防ぐ上で重要な要素となる。

また、(3.3) $p > \frac{B-S}{B-T}$ は、協調を永続させるもう一つのインプリケーションを内包している。例え右記のよ

うな北朝鮮が感じる p の重さが低下 (すなわち 0 に近づく) したとしても、(3.3) の右辺 $\frac{B-S}{B-T}$ ができるだけ小さければ、協調継続の条件 $p > \frac{B-S}{B-T}$ が満たされるため、協調関係が継続されることとなる。

$\frac{B-S}{B-T}$ をひき算るだけ小さくするためには、分子の $B-S$ をできるだけ小さく、分母の $B-T$ をできるだけ大きくしてやればよい。いま、囚人のジレンマ・ゲームの初期条件は、(1.1) $B_i > S_i > T_i > W_i$ 、 $i=1, 2$ (i はプレイヤー番号) から、 $B-S$ をひき算るだけ小さくするためには、 S をできるだけ B に近い数値にすればよく、また、 T をなるべく小さな (マイナスであればできるだけ大きなマイナスの) 数値にすればよい。

図 1 にあるように、北朝鮮の S の利得をできるだけ B に近い数値にすると、双方が協調したとき C の北朝鮮にとっての利得をできるだけ大きくすることであり、それはすなわち北朝鮮が協力によって得られる対価を十分大きくすることに他ならない。

このように、外交交渉や国と国の協調関係の維持発展を図る実際の国際情勢分析や外交政策研究においても、ゲーム論から得られるインプリケーションは、非常に有益であると考えられる。

表3 米朝交渉の主な担当者

	米国			北朝鮮			
	大統領	国務長官	東アジア・太平洋担当 国務次官補	外務次官	第一 外務次官	外相	最高実力者
1993	クリントン	クリストファー	ロード*1	金桂寛	姜錫柱	金永南	金日成
1994							
1995							
1996							
1997		オルブライト	ロス			金正日	
1998							
1999							
2000							
2001	ブッシュ Jr.	パウエル	ケリー	白南淳			
2002							
2003							
2004							
2005		ライス	ヒル	朴宣春			
2006							
2007							
2008							

* 1 実際の米朝交渉は、ガルーチ次官補（政治・軍事担当）

* 実際の就任時期は、年をまたいでいるものもある。

特に第二章で見たように、協調関係が出現する可能性は、回数が決まっていない繰り返し囚人のジレンマ・ゲームの場合、付き合う相手と将来再びあいまみえるかもしれないということが、協調が生まれる可能性を引き出す。将来は不確定なので、現在の選択よりは相対的に重要でないが、次回得られるであろう得点は割引現在価値として重み p （ \parallel 未来係数）をかけることによって計算することが可能である。将来の期待利得の重み p が大きければ、（すなわち将来も付き合う可能性が大きければ）最善の戦略は存在せず、互恵主義に基づく協調関係が安定する可能性がある。将来の重み

が軽くなったときには、相手と協調することは、仮に相手がお返しに協調してくれるとしても、もはや得ではない。したがって、将来の重みがあまり大きくない場合には、あらゆるタイプの協調関係は安定しない。したがって、外交交渉などでは、互恵主義を効果的なものにするため、合意の段階細分化が有効である、と考えられる。

4 おわりに

国際政治理論の役割について論じた石井貫太郎は、理論の役割として、①現象の記述と説明および因果関係の考察、②政策提言と政治的動物の育成、があると指摘し、理論には「因果関係の把握によって現象の発生を「予測」することが求められる」としている。⁽⁴¹⁾

石井の指摘するとおり、実際の政策の現場では、常に「予測」が求められている。国際情勢がどのように展開するのか、この政策を実行した際の効果はどうか、中長期的な趨勢はどのようになるのか等々。このような「予測」の問題は、理論なしでは分析することも研究することも困難である。筆者は、実際に中長期の外交政策研究に携わり、二〇三〇年までの東アジアの国際情勢の分析を行ったが、その作業においては、石井が指摘しているように、国際政治理論を用いた思考枠組みが分析にあたり不可欠であった。

国際情勢の行方が我が国の将来に与える影響が大きくなる中、中長期の戦略策定の重要性はますます増しており、政策策定を行う上で国際政治理論に立脚した分析は役割を増しつつある。今後理論を理解した上で政策が立案できる人材の育成が望まれる。

表4 北朝鮮の核実験と推定規模

観測機関	第1回 (06年10月9日)		第2回 (09年5月25日)	
	地震規模	推定爆発力	地震規模	推定爆発力
米国 地質研究所	M4.2	0.8～0.9KT	M4.7	3KT
日本 気象庁	M4.9	4.6KT	M5.3	10KT
韓国 地質資源研究院	M3.9	0.5KT	M4.5	1～2KT

出典：観測データより筆者推計

(補論) 北朝鮮の核開発と地震規模からの
核実験規模推計

二〇〇九年五月二五日、北朝鮮の朝鮮中央通信は「地下核実験を成功裏に実施した」と発表し、地下核実験に成功したと速報した。同通信は、「爆発力などにおいて、新しく高い段階で行われた。この実験で核兵器の威力をより高め、核技術を発展させる。」と報道し、今回の実験が前回よりも規模の大きいものであることを示唆した。

韓国政府報道官によると、韓国は、午前九時五四分、北朝鮮北部咸鏡北道吉州郡豊溪里付近でマグニチュード四・五の人工起源の地震波を観測した。我が国気象庁も同時刻北朝鮮北部を震源とするマグニチュード五・三の地震を観測している。また米地質研究所は、同時刻北朝鮮でマグニチュード四・七の地震を観測している。

米国は、一九六一年から世界規模の地震波標準観測網 (WWSSN: World-Wide Standard Seismograph Network) の整備を進めており、この観測網の整備に伴って、地下核実験の地震波による検知が可能となっている。一九七〇年代までに、核爆発によって生じた地震は、実験実施地点の地質構造および遠隔地地震観測施設の設置場所に依存することが判明している。一九九〇年に発効した(一九七四年署名)の米ソ地下核実験制限条約

TTBT (150KT 以上の地下核実験を禁止) では、検証に伴う地下核実験の規模の測定が焦点となり、一九八八年に、米ソは地震波の測定による地下核実験規模測定のための共同実験を行っている。それらの一連の実験の結果、核爆発規模 $Y(kT)$ と地震規模 M の関係は、

$$\text{(数式番号)} \quad M = A + B \cdot \log Y$$

で求めることが可能であることが検証されている。右の式で、 A および B は、実験地の地質学的、地球物理学的特性、実験場と遠隔地観測地点の距離と地震波の伝播経路、そして地震計の特性によって定まる定数である。

一般的には、地下核実験による爆発規模 $Y(kT)$ と地震規模 M の関係は、120KT 以上と以下では推定式が異なり、今回のような小規模な核実験で、実験場所が固い岩盤の場合、

$$\text{(数式番号)} \quad M = 4.262 + 0.973 \log Y$$

によって近似的に求めることが可能である⁽⁴²⁾。

今回の核実験規模および第一回の核実験をそれぞれの観測機関のデータによって推計するならば、表 4 のように求めることができる。

これらの情報を総合すれば、北朝鮮が行った第二回の核実験は、前回の規模を上回っており、2KT ~ 10KT の規模と推定 (簡易推計) される。前回の実験が 1KT 以下で失敗したとみられているのに対して、二〇〇九年の実験は、一定の成功をおさめたものと推測される。

(1) 国際関係の方法論に関する見方として以下を参照。葉師寺泰蔵「プログラム国際政治学」添谷芳秀、赤木完爾編『冷戦後の国際政治：実践・政策・理論』(慶應義塾大学出版会、一九九八年)。

(2) 例えば Kenneth N. Waltz, *Man, the State, and War: A Theoretical Analysis*, Columbia University Press,

- 1959.
- (3) このような見方として以下を参照。Allison, Graham T., *Essence of Decision: Explaining the Cuban Missile Crisis*, New York: HarperCollins, 1971. (宮里政玄訳『決定の本質』(中央公論社、一九七七年))。
- (4) Hans J. Morgenthau, *Politics Among Nations*, Alfred A. Knopf, 1985 (モーゲンソー著／現代平和研究会訳『国際政治―権力と平和』(福村出版、一九九八年))。
- (5) この不可達性の議論は、社会科学のあり方に関わる哲学的な問題を多く含んでいる。このような議論については、本稿では詳述しないが、以下を参照。薬師寺泰蔵『公共政策』(東京大学出版会、一九八九年)特に第一章一〇―一九頁、榊原英資・薬師寺泰蔵『社会科学における理論と現実』(日本経済新聞社、一九八一年)序章及び第三章、Eyster, Jon, *Nuts and Bolts for the Social Sciences*, Cambridge University Press, 1989 また、国際関係との関係については以下を参照。山影進「国際関係論：その一つのあり方」岩田一政他編『国際関係研究入門』(東京大学出版会、一九九六年)一一―一六頁、渡辺昭夫「国際政治理論と行為主体」山本吉宣他編『国際関係論の新展開』(東京大学出版会、一九八四年)一一―二三頁。
- (6) 薬師寺泰蔵『公共政策』(東京大学出版会、一九八九年)八一―八二頁。
- (7) G. A. Almond and S. J. Genco, "Clouds, Clocks, and the Study of Politics", *World Politics*, vol.24, no.4, 1977, pp.489-552.
- (8) カール・ポッパー Karl R. Popper は、必要十分な先行条件が与えられれば結果が出る機械論的な決定論を「アイアンコントロール (iron control)」の世界と呼び、思想や意思など雲のようにほんやりした物が行動に影響を与えることを「プラスチックコントロール (plastic control)」の世界と呼んだ。Karl R. Popper, *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*, Oxford University Press, 1972. (カール・ポッパー著／森博訳『客観的知識：進化論的アプローチ』木鐸社、一九七四年)。
- (9) Nigel Gilbert and Klaus G. Troitzsch, *Simulation for the Social Scientist*, Open University Press, 1999. (ナイジェル・ギルバート／クラウス・G・トロイチュ著／井庭崇他訳『社会シミュレーションの技法：政治／経済／社会をめぐる思考技術のフロンティア』日本評論社、二〇〇三年)。

- (10) シミュレーションモデルには、以下の三タイプが存在する。Ⅰ「数量型政策シミュレーション」一九七二年にローマ・クラブの「成長の限界」に用いられたシステム・ダイナミックス、ワークフローなどを分析する待ち行列モデルや離散事象モデルが代表的。時間経過に伴う変数の変化を差分方程式によるモデルを作成して分析する。Ⅱ「記述型政策シミュレーション」文章による政策分析を行う認知構造図が代表的。グラフ理論を用いて合理的政策決定の論理構造をシミュレートする。Ⅲ「人工社会/マルチエージェントモデル」一九九〇年代に入って発達したマルチエージェントモデルが代表的。単純なルールに基づくエージェントの行動が、システム全体としては非常に複雑な振る舞いを発生させることをシミュレートする。これらのシミュレーションモデルは、非線形システムに関する考察を促し、複雑系理論を発達させた。
- (11) 例えば以下を参照。Joshua M. Epstein and Robert Axtell, *Growing Artificial Societies—Social Science from the Bottom Up*, Cambridge, MA: MIT Press, 1996 (エプシュタイン他著/服部正太他訳『人工社会：複雑系とマルチシミュレーション』構造計画研究所、一九九九年)。
- (12) 例えばそのような一例として Robert Axelrod, *The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration*, Princeton University Press, 1997. (アクセルロッド著/寺野隆雄監訳『対立と協調の科学：エージェント・ベース・モデルによる複雑系の解明』ダイヤモンド社、二〇〇三年) 参照。
- (13) William Poundstone, *Prisoners' Dilemma, Doubleday*, 1993. (松浦俊輔他訳『囚人のジレンマ』：フォン・ノイマンとゲームの理論』(青土社、一九九五年)) 邦訳一三九—一七一頁参照。
- (14) そのようなゲーム論を用いた社会問題分析の礎を築いた文献として Thomas C. Schelling, *The Strategy of Conflict*, Harvard University Press, 1960.
- (15) ネオネオ論争の詳細については David A. Baldwin, ed., *Neorealism and Neoliberalism: The Contemporary Debate*, Columbia University Press, 1993. を参照。
- (16) 鈴木光男『新ゲーム理論』(勁草書房、一九九四年) 五一—六頁。
- (17) ニヒマックス定理については James D. Morrow, *Game Theory for Political Scientists*, Princeton University Press, 1994. 八九—九一頁参照。

- (18) ナッシュ均衡については、Morrow, *ibid.*, pp.89-94 および鈴木前掲二七—三一頁を参照。
- (19) パレート効率はかつては「パレート最適」と呼ばれていたが、社会の資源配分の「効率性」を示す状態に「最適」という価値を含む表現を使うことが好ましくないとして、近年「パレート効率性」という言葉に表現が統一される。
- (20) パレート効率性の定義は、西村和雄『ミクロ経済学入門』（岩波書店、一九八六年）三—四頁による。
- (21) 例えが、Shaun P. Hargreaves Heap and Yannis Varoufakis, *Game Theory: A Critical Introduction*, Routledge, 1995.（荻沼隆訳『ゲーム理論』（多賀出版、一九九八年）邦訳二四—二五六頁参照。
- (22) R. Duncan Luce and Howard Raiffa, *Games and Decisions*, Dover Publications: Reprint edition, 1989.
- (23) こうで言う「無限」とは数学的な無限を意味せず、人間の認知における「無限」を意味している。したがって、五〇回とか一〇〇回とか、人間の感覚からしてかなり大きな回数ものは、「無限」として認知される可能性がある。
- (24) Heap and Varoufakis' 前掲邦訳二四六頁および Morrow, *op. cit.*, pp.262-268 参照。
- (25) Marin Shubik, "Game Theory, Behavior and the Paradox of the Prisoners' Dilemma—Three Solutions", *Cowles Foundation Discussion Paper*, No.274, Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University, May 1969, pp.11-12
- (26) 古城佳子「新自由主義制度論」猪口孝他編『国際政治事典』（弘文堂、一九九五年）四八一頁および大澤淳「リズム」猪口孝他編『国際政治事典』（弘文堂、一九九五年）一〇二—四頁参照。
- (27) 例えが、Robert O. Keohane ed., *Neorealism and its Critics*, Columbia University Press, 1986. Kenneth A. Oye, *Cooperation under Anarchy*, Princeton University, 1986. 参照。
- (28) Arthur A. Stein, *Why Nations Cooperate: Circumstance and Choice in International Relations*, Cornell University Press, 1990. 特二 pp.25-54. 参照。
- (29) Stein, *ibid.*, pp.87-112. 特二 p.111 参照。
- (30) Robert Axelrod, *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, 1984.（松田裕之訳『ごきあう方の科学』（ミネルヴァ書房、一九九八年））。

- (31) Joseph M. Grieco, *Cooperation among Nations: Europe, America, and Non-Tariff Barriers to Trade*, Cornell University Press, 1990. ㄱㅇㅇ Joseph M. Grieco, "Anarchy and the Limits of Cooperation: A Realist Critique of the Newest Liberal Institutionalism", *International Organization* Vol.42 (Oct 1985), pp.226-254. 参照。
- (32) そのジレンマについて、詳しくは、薬師寺泰蔵「公共政策と国際政治」猪口孝他編『国際政治事典』(弘文堂、二〇〇五年)三〇六頁参照。
- (33) 外務省ホームページ(国際情報統括官組織) <http://www.mofa.go.jp/mofaj/annai/honsho/sosiki/koku-j.html> 参照。
- (34) ならず者国家の定義については、以下を参照。大澤淳「ならず者国家」猪口孝他編『国際政治事典』(弘文堂、二〇〇五年)七二四頁および Robert S. Litwak, *Rogue States and U.S. Foreign Policy: Containment after the Cold War*, Woodrow Wilson Center Press, 2000.
- (35) 「第一次核危機」に関しては、以下を参照。Don Oberdorfer, *The Two Koreas*, Basic Books, 1997. (菱木一美訳『二つの 코리아』(共同通信社、一九九八年))。
- (36) 「第二次核危機」に関しては、船橋洋一『ザ・ペンシニョラ・クエスチョン』(朝日新聞社、二〇〇六年)、Charles L. Pritchard, *Failed Diplomacy*, Brookings Institute Press, 2007. ㄱㅇㅇ Mike Chinoy, *Meltdown: The Inside Story of the North Korean Nuclear Crisis*, St. Martin's Press, 2008. ㄱㅇㅇ 参照。
- (37) 北朝鮮の核開発・核実験の意味については、補論参照。
- (38) Victor D. Cha and David C. Kang, *Nuclear North Korea: A Debate on Engagement Strategies*, Columbia University Press, 2003. p.68.
- (39) Masahiro Kawai, "Economic Transition of North Korea and International Assistance: Implications of Japan- DPRK Normalization", US National Bureau of Asia Research Conference Paper, 2006 June.
- (40) Suh, J.J. "Producing Security Dilemma out of Uncertainty: The North Korean Nuclear Crisis" Paper presented at the annual meeting of the International Studies Association 48th Annual Convention, Hilton Chicago, CHICAGO, IL, USA, Feb 28, 2007.

- (41) 石井貫太郎 『国際政治分析の基礎』 (晃洋書房、一九九三年) 一八一—二〇頁。
- (42) Lynn R. Syres and Goran Ekstrom, "Comparison of seismic and hydrodynamic yield determination for the Soviet joint verification experiment of 1988," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, Vol. 86, May 1989.