

論文

Airpower 概念の整理に関する一考察
-ゲーム理論を利用した考察-

山口顕秀*1

キーワード： Airpower 囚人のジレンマ 個人合理性 社会合理性 古流武術との類似性

1. はじめに

本稿ではゲーム理論の戦略的状況を説明する「囚人のジレンマ」を利用して、Airpower 概念の整理を試みる。まずは Airpower について全般的な整理をし、本稿で利用する形で「囚人のジレンマ」を概観する。「囚人のジレンマ」には個人合理性の結果としての Nash 均衡と社会合理性の結果としての Pareto 最適解が異なることを示唆する事例であるが、Airpower の政治的な役割や意義の 1 つに、Pareto 最適な状況を相手側に強制することがあることを示す。加えて、一見遠いような新陰流の「合撃（合打）」にも間合いを詰めながら同じく Pareto 最適な状況を相手側に強制することで勝ちを得る状況設定があることを確認し、究極的な戦略的相互作用のある状況における 2 つの類似性を確認する。

次に、核の 3 本の矢の移動性・残存性に注目して、陸海とは違う空宙のプラットフォームとしての Airpower 投射能力が陸海とは違う政治的な意思決定に役に立つこと（事態の進展に意味を成すこと）を確認する。

2. Airpower の整理

まずは Airpower について概観する。Airpower とはどのようなものと整理できるだろうか。1 つは、「空や宇宙からパワーを行使する能力」と定義できる。この能力は非常に資本集約的で、資本形成、資源の蓄積のためにある程度資金力が必要で、これまで Airpower はどちらかといえば先進国ないし国内資源を Airpower に振り分ける事が可能な国のもの、といえる。一方で「比

較的安価で効果的で政治的実効性の高い、目的のための力の行使」とも定義できる。本稿で注目したいのはこの 2 つ目の定義である。

「比較的安価で効果的で政治的実効性の高い、目的のための力の行使」は Landpower や Seapower のように独立した戦略的資源では不可能であろうか。もちろん時と場合によるだろうが、本稿では Airpower の 3 次元性（Landpower が面の制圧、Seapower は点の制圧に強みを有する）、そこから来る移動性、残存性の高さ（この点は後段で触れる）により「安価」、「効果的」、「政治的実効性が高い」という特性を持つと考える。例えば「核の 3 本の矢」、ICBM や SLBM などの「ミサイル」に比較して、航空機をプラットフォームとして運搬する核爆弾は運搬までの時間がとれるからこそ、中止も含めた意思決定のグラデーションが可能になる。その中止可能性があるからこそ、「安価」、「効果的」、「政治的実効性」を挙げることができる。

Airpower の概念化は Douhet や Mictchel らにより戦間期に切り開かれるが、そこでは「防衛不可能」で「攻撃的なもの」と整理された。しかし、1960 年以降、核戦略の世界においては、第 1 撃（戦略兵器施設（ミサイルサイロ、核搭載航空機の空軍基地、戦略原潜基地）、指揮統制施設、核弾頭貯蔵施設などの軍事施設の無力化）で終わらず、第 2 撃（残存した戦略兵器で、相手国に報復的な核攻撃を行う。目標としては都市や産業基盤など）のリスクがあることから Airpower は柔軟的でなければならないと考えられるようになった。先に触れたように、Landpower が面で、Seapower が点をコ

*1 至誠館大学 現代社会学部

ントロールすると定義するのであれば、Airpower は一様分布でコントロールすることが役割といえる。

Airpower は Seapower や Landpower に比べて迅速に展開することが低コストで、また撤退も低コストであること、精密であり、政治的管理がしやすいということを長所として挙げられる。一方で、基盤インフラとなる、例えば 航空基地や、燃料といった脆弱性を有するという弱点がある。燃料から来る時間制約はあることにより、Seapower や Landpower に比べて永続性が無いという特性につながる。

Airpower はまた、航空優勢という言葉とともに使われるが、我が方は自由、ないしは安全で、敵方は抵抗できない、不自由な状態をいう。これは時間、空間に制約を設けると考えてもよい。ただし、これは絶対的であることもあるが、地域的 (locally) であることもあるし、作戦限定的である場合や、自由・不自由のどちらでもないという意味で中立的な場合もあるなど、相対的に決まる。そのため論理的に

航空優勢 ⇒ 勝利

と考えることはできない。むしろ航空優勢を創り出せるのは大国であるため、

大国である ⇒ 航空優勢 ⇒ 勝利

という方が正しい説明になりうる。よって Airpower はどうしても「何をすべきか」よりも「何ができるか」を論ずる方が建設的となる。

ドローンの登場により、国家だけではなく非国家もまた Airpower を行使することができるようになってきている。2022年2月から始まったロシアによるウクライナ侵攻とウクライナによる国土奪還のための自衛戦闘では、国家同士の正規戦であるが、戦場には非国家の民間軍事会社 (例えば *Группа Вагнера* が有名) でさえ、気軽に (低コストで) Airpower の行使、すなわち自爆を含む攻勢、情報収集、観測を含む空域管理、陸地や海上での航空作戦支援、そして徐々に増え始めているロジスティクスへの利用が見られる。経空防衛、戦場航空阻止こそまだまだでも、これまで国家や資源に比

較優位がある大国のものから、比較劣位にある非国家、開発途上国でさえ Airpower の行使を可能にしている。敵方の減滅、行動の中断、集中に対するハラスメント、隔離、偵察は可能であり、これが軍事規格でなくとも既製品と 3D プリンターの応用で瞬時にイノベーションを起こしうる点は新しい流れといえる。

3. モデルによる考察

3-1 「囚人のジレンマ」を利用した考察

ここでは Axelrod の議論に基づく囚人のジレンマを利用して Airpower について考察したい^{1) 2)}。ゲーム理論における「囚人のジレンマ」は典型的には次のような利得表によって表される 2 人ゲームである。

		B 国	
		協調 C	裏切り D
A 国	協調 C	(R, R)	(S, T)
	裏切り D	(T, S)	(P, P)

表1 「囚人のジレンマ」が発生する利得行列の例

各プレイヤーはそれぞれ「協調 (Cooperation ; C)」「裏切り (Defection ; D)」のどちらかを選択し、両者とも「協調 C」を選択した時、R の利得を、片方が「協調 C」片方が「裏切り D」を選んだ場合、「協調 C」を選んだ側が S、「裏切り D」を選んだ側が T の利得を、そして両方とも「裏切り D」を選択した場合に P の利得を得るとする。一般に、これらの利得について、

$$T > R > P > S$$

の関係が成立するとき、「囚人のジレンマ」と呼ばれる。

通常これには

$$2R > (T + S)$$

という条件が加えられる。

この「囚人のジレンマ」では、相手が「協調 C」を選択する場合でも「裏切り D」を選択する場合でも、自分が「裏切り D」を選択する方が高い利得が得られ

る。このために（裏切り D, 裏切り D）という戦略の組み合わせが唯一の均衡解（Nash 均衡）となる。しかし、両方とも「裏切り D」を選択した場合に得られる利得は両方とも「協調 C」を選択した場合に比べ低くなっており、（協調 C, 協調 C）という戦略の組み合わせは、（裏切り D, 裏切り D）という戦略の組み合わせよりも両者ともに利得が大きくなるという Pareto 改善が可能な組み合わせになっている。

「囚人のジレンマ」は、社会における様々なジレンマ的状况を上手く表現し、個人合理的（Nash 均衡）な選択の結果が社会合理的（Paretian optimum）と必ずしも一致しないことを示す。なお、Nash 均衡の決定は以下の手順で決定する。

- ・B 国が「協調 C」を選ぶと仮定した場合、A 国は「裏切り D」が合理的で、利得 T に下線で示す。
 - ・B 国が「裏切り C」を選ぶと仮定した場合、A 国は「裏切り D」が合理的で、利得 P に下線で示す。
- A にとり「裏切り D」が支配戦略

- ・A 国が「協調 C」を選ぶと仮定した場合、B 国は「裏切り D」が合理的で、利得 T に下線で示す。
 - ・A 国が「裏切り C」を選ぶと仮定した場合、B 国は「裏切り D」が合理的で、利得 P に下線で示す。
- B にとり「裏切り D」が支配戦略

・結果的に、両者ともに、「裏切り D」が Nash 均衡で支配戦略均衡になりうる。

		B 国	
		協調 C	裏切り D
A 国	協調 C	(R, R)	(S, T)
	裏切り D	(T, S)	(P, P)

表2 Nash 均衡を求める

この「囚人のジレンマ」を利用して Airpower の意義を考えてみよう。

		B 国	
		協調 C	裏切り D
A 国	協調 C	(R, R)	(S, T)
	裏切り D	(T, S)	(P, P)

表3 Nash 均衡 (○) と Pareto 均衡 (□)

上記の利得行列において、A と B の利得から $R > P$ なので両者ともに「協調 C」の方が「裏切り D」有利だが、変更のインセンティブがないことは先に確認した。いま、何らかの強制力をもって相手に「協調 C」を強制することが出来れば、利得 P より高い価値がある利得 R を獲得できる Pareto 改善（表の□でくくられているセル）に持ち込む可能性が出てくる。

そこで国家がなすうる強制の行使として Airpower を挙げる事が出来る。Airpower の効力は、相手の選択肢を減らし、支配戦略を選択させないようにしまうことにある。

		B 国	
		協調 C	裏切り D
A 国	協調 C	(R, R)	
	裏切り D	(T, S)	

表4 支配戦略を消滅させ Pareto 均衡 (□) に持ち込む

力の強制、たとえば何らかの耐え難いコストを支払わせたり、支払うと予想させることで相手の「裏切り D」という支配戦略を無くし、「協調 C」のみしか選択できなくすることで、パレート最適な均衡を生じさせることが Airpower の役割といえる。これに準じたものとして Seapower を挙げられるが、Airpower に比べて

実施のコストが大きく、Airpowerほど気軽に行使できない。Landpowerの場合、前2者以上にコスト高となるため、やはり行使が難しいといえる。

3-2 武術にみられる同様の考察

興味深いのは日本の古流武術でも同じようなことを行っている。例えば広く文献が公開されている新陰流(尾張伝)「合撃(がっしうち。合し打、とも)」を見てみよう。

柳生延春は清水(1996)における鼎談の中で「合撃」とは、互いに上段に構えて遠くの間合いから詰めて、相手が上段より真っ直ぐ切り下してくるのに対して、自分も自分の人中路(頭上から足の裏まで身体の中心を貫く仮想線)を真っ直ぐ切り下す、ことをいい、相討ちを狙うものではないが、打ち防ぐことなく、敵にすべてを捧げて使うことを強調している³⁾。

また同じく尾張伝の新陰流を併伝している尾張貫流(春風館)の加藤伊三男は赤羽(2011)の中で、「まっすぐ切ってください。案外、打ちながら受ける人がいる。受けたら駄目です。お互い捨て身になって切りあう。」⁴⁾といっている。両者に共通するのは相手が小手斬りや胴払い等の上段からの切り落とし以外の選択肢がなくなるように切り下ろすことで、相手の選択肢を単一化、その上で自分の確実に勝てる手を使っていることにある。

		敵	
		切り下し	その他
我	切り下し	(R, R)	(S, T)
	その他	(T, S)	(P, P)

表5 合撃の利得表 Nash均衡(○)、Pareto均衡(□)

		敵	
		切り下し	その他
我	切り下し	(R, R)	(S, T)
	その他	(T, S)	(P, P)

表6 「切り下す」のみしか選択できなくされた後の合撃の利得表 □はPareto均衡

ここで見られるのは物理的な強さや早さで勝つ、でも、選択肢が多いほうが勝つ、でもなく、むしろ選択肢を減らすことで勝ちを得ている(仕掛ける方も減らしている)点である。自分にとり望ましい結果を得るために、自ら選択を減らす事により「死中に活を見出し」ており、先にみた「協調C」を強制し、支配戦略の選択を消し去りPareto均衡(□と示している)持ち込む」と同じ状況を産み出している。一対一の究極の命のやり取りである剣術とAirpowerの行使とがともに同じ方法で利得や活を得ているのは興味深い。なお、ここでは立ち合いを前提としているので「繰り返し」ではなく一回限りの「囚人のジレンマ」を基に検討している。

4. 「3本の矢」とAirpower

前節では「囚人のジレンマ」を利用してAirpowerのコミットメントがこちらの望ましい結果を得るという力の行使について見てきた。本節では核の3本の矢とその投射能力とAirpowerとの関わりを考えていきたい。下の図は核戦力の投射能力を移動性・残存性の高さで整理したものである。

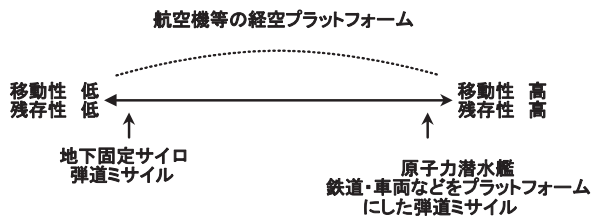


図1 核の3本の矢と移動性・残存性の関係

左側は移動しにくく、ゆえに残存性が低く、右側は移動しやすく残存しやすいものになる。具体的には左側は地下などに格納された固定サイロのように移動性がない弾道ミサイル等、右側は原子力潜水艦、鉄道や車両移動式弾道ミサイルが挙げられる。

Airpowerの一部を形成する「航空機」は航空基地（飛行場）の制約を他のプラットフォームに比べて受けるが、任意の移動性と残存性を誇ることで、左右両端が「発射」してしまうとそのあとの選択肢のグラデーションがないのに対して、航空機には「中止」を含めて投射能力の行使の任意性が非常に高いことが言える。こうした性格を有するがゆえに、為政者をして前節に見られるような、望ましい状況の強制を可能にして頼れる力、多用される力としての役割が与えられている^{註1}。

5. まとめと課題

本稿では、ゲーム理論の戦略的状況を説明する「囚人のジレンマ」を利用して、Airpower概念の整理を試み特に、囚人のジレンマの利得表を通じて、Airpowerがいかんにして国家の戦略に影響を与えうるかを分析した。また、新陰流を例に古流武術との類似点を指摘することで、戦略の普遍性を示唆した。Airpowerの「比較的安価で効果的で政治的実効性の高い、目的のための力の行使」との定義に基づき「囚人のジレンマ」を用いて、Airpowerの意義を考察したが、国家が強制力を行使する手段としてAirpowerを行使することによ

ってNash均衡ではなく、Pareto均衡に持ち込む点を指摘した。また、核の3本の矢とAirpowerとの関連性について考察してきた。しかし、ドローンの登場と3Dプリンター、耐久性の高い民間規格品同士の組み合わせはこれまでAirpowerの強制力を国家（主に大国や先進国と呼ばれる国々）に独占させてきたものを大きく変える可能性があることを示唆している（2023年のイスラエルとハマスの攻防やフーシ派による海上でのハラスメントなど）。

より安価なAirpowerの行使は防衛側を大きく翻弄させる可能性が高い。戦略価値の高い施設等の分散や、あえて経空攻撃を引き受ける偽目標の設置（これもまた3Dプリンターが費用低減に一役も二役も買うことになる）と予想される）が重要になるであろう。

[註]

註1) シェリングもSchelling(1966)で攻撃的、先制、目標といった核戦略との結合しやすさからAirpowerについて「エスカレーション回避のシグナル」として「段階的エスカレーション (theory of gradual escalation)」として触れている。また、Schellingは『The Strategy of Conflict』(1960) (邦訳は2008)の中でStrategic Behaviorという概念に触れている。これは相手側の予想や選択に影響をあたえ、自分に有利な方向にもっていくような行動であり、本稿で触れた概念に近い。成立の要件は観測可能であることと、コミットメントとなって容易に変更できない性質を持っていることであり、自分をいかに抜き差しならない状態に制約できるか、自分への拘束力に依存するといえる。

[引用文献]

- 1) 松原望(1997)『計量社会科学』東京大学出版会, 46 - 53
- 2) 小島寛之・松原望(2011)『戦略とゲームの理論』東

京図書, 76-79

3) 清水博 (1996) 『生命知としての場の論理-柳生新陰流に見る共創の理-』中央公論新社, 162-166

4) 赤羽根龍夫 (2007) 『江戸武士の身体操作 柳生新陰流を学ぶ』スキージャーナル, 32-33

[参考文献]

1) Ångström, J 他 (2021) 『軍事理論の教科書：戦争のダイナミクスを学ぶ』勁草書房

2) Blattman, C 他 (2023) 『戦争と交渉の経済学』草思社

3) Echevarria, A 他 (2019) 『軍事戦略入門』創元社

4) Gibbons, R (2020) 『経済学のためのゲーム理論』岩波書店

5) 井堀利宏 (2004) 『リスク管理と公共財供給』清文社

6) 石黒馨 (2019) 『グローバル政治経済のパズル』勁草書房

7) 石津朋之 他 (2005) 『Airpower その理論と実践』芙蓉書房出版

8) 石津朋之 他 (2006) 『21世紀のAirpower』芙蓉書房出版

9) 石津朋之 他 (2019) 『Airpower 空と宇宙の戦略原論』日本経済新聞出版社

10) 松原望 他 (2012) 『国際政治の数理・計量分析入門』東京大学出版会

11) 岡田章 (2011) 『ゲーム理論』有斐閣

12) Poast, P (2007) 『戦争の経済学』バジリコ

13) Sandler, T 他 (1999) 『防衛の経済学』日本評論社

14) Schelling, T (1966) 『Arms and influence : with a new preface and afterword』Yale University Press

15) Schelling, T 他 (2008) 『紛争の戦略：ゲーム理論のエッセンス』勁草書房

A Study on the Organization of the Airpower Concept: An Examination Using Game Theory

Kenshu YAMAGUCHI

abstract : In this paper, we utilize the "Prisoner's Dilemma," a strategic situation in game theory, to organize the concept of Airpower. We analyzed how Airpower could influence national strategies through the payoff matrix of the Prisoner's Dilemma. By using Shinjin-ryū as an example, we pointed out similarities with traditional martial arts, suggesting the universality of these strategies. Based on the definition of Airpower as "the exercise of force for a specific purpose, which is relatively inexpensive, effective, and politically viable," we examined its significance using the Prisoner's Dilemma. We noted that the use of Airpower as a means of state coercion leads to a Pareto equilibrium rather than a Nash equilibrium. The paper also explored the relationship between the nuclear triad and Airpower.

However, the emergence of drones and 3D printing, along with the combination of durable civilian-standard products, suggests a significant shift in the monopoly of Airpower's coercive force, which has traditionally been held by major and developed nations. This is exemplified by the 2023 conflict between Israel and Hamas. The use of more affordable Airpower could significantly disrupt the defense side. The dispersion of strategically valuable facilities and the deliberate creation of decoy targets to attract aerial attacks (which 3D printing could further facilitate in cost reduction) are expected to become crucial strategies.