

156 「ロシアとウクライナ」

知人のN氏から「ロシアーウクライナ戦について」という小論文が送られてきた。
以下、その内容を記す。

- I 2022年2月24日に始まったロシアのウクライナ侵攻は、現在も続く長期戦となった。
両国の軍拡競争は、一進一退を見せ、出口は見透せない。
以下では、軍拡競争をモデル化して、この戦争を分析してみたい。
モデルは、リチャードソン (Richardson) モデル (1939) を使う。

II 分析

ロシア(X) : 軍事力 $x(t)$ 軍拡 $\frac{dx}{dt}$

ウクライナ(Y) : 軍事力 $y(t)$ 軍拡 $\frac{dy}{dt}$

Richardson は、第一次世界大戦をはさんで、軍拡モデルを設定した。(1939) その基盤となる戦力の増大の数理化は、次の3つによる。

- ① 相手国の戦力
- ② 自国の戦力
- ③ 征服の野望 以下、分説する。

- ① 「自国の戦力増加率は、相手国の戦力の大きさに比例する」

$$\text{すなわち} \begin{cases} \frac{dx}{dt} = ky \\ \frac{dy}{dt} = lx \end{cases} \quad k, l > 0 \text{ (防衛係数)}$$

- ② 「自国の戦力が大きい程、その拡大が抑制される」

$$\text{すなわち} \begin{cases} \frac{dx}{dt} = -\alpha x \\ \frac{dy}{dt} = -\beta y \end{cases} \quad \alpha, \beta > 0 \text{ (疲弊係数)}$$

- ③ 「自国の戦力の増加率は、相手国に対する負の感情の大きさに比例する」

$$\text{すなわち} \begin{cases} \frac{dx}{dt} = g \\ \frac{dy}{dt} = h \end{cases} \quad g, h > 0 \text{ (不平因子)}$$

- ① ② ③より、次式が得られる。

リチャードソンの軍拡競争モデル

$$\left[\begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = ky - \alpha x + g \\ \frac{dy}{dt} = lx - \beta y + h \end{array} \right. \dots\dots\dots (1)$$

$$\dots\dots\dots (2)$$

III 均衡状態の計算

(1) より、 $x = \int \frac{dx}{dt} dt = \int ky dt - \int \alpha x dt + \int g dt = \frac{1}{2}(ky^2 - \alpha x^2 + 2gt)$ (3)

同様に、 $y = \int \frac{dy}{dt} dt = \int lx dt - \int \beta y dt + \int h dt = \frac{1}{2}(lx^2 - \beta y^2 + 2ht)$ (4)

(3), (4) より、 $2(x - y) = (-\alpha - l)x^2 + (k + \beta)y^2 + 2(g - h)t$ (5)

(3), (5) より、 y, y^2 を x で表わす。

$$y^2 t = \frac{1}{k}(\alpha x^2 + 2x - 2gt) \dots\dots\dots (6)$$

$$yt = \frac{1}{2} \left[\left(l - \frac{\alpha\beta}{t} \right) x^2 - \frac{2\beta}{t} x + 2t \left(\frac{\beta}{t} g + h \right) \right] \dots\dots\dots (7)$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{1}{2} \left[2x \left(l - \frac{\alpha\beta}{t} \right) + 2 \left(\frac{\beta}{t} g + h \right) \right], \quad \frac{dx}{dt} = 0 \quad (\text{均衡状態}) \quad \text{ゆえ、(7) 右辺第 2 項} = 0 \text{ に注意}$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{1}{2} \left[2x \left(l - \frac{\alpha\beta}{t} \right) + 2 \left(\frac{\beta}{t} g + h \right) \right] = 0$$

$$x \left(l - \frac{\alpha\beta}{t} \right) = - \left(\frac{\beta}{t} g + h \right) \quad x = \frac{kh + \beta g}{\alpha\beta - kl} = x^*$$

同様にして、 $y = \frac{gl + \alpha h}{\alpha\beta - kl} = y^*$ を得る。

均衡状態 (x^*, y^*) 但し、分母の $\alpha\beta \neq kl$, $\frac{dx}{dt} = 0, \frac{dy}{dt} = 0$

※ $\alpha\beta < kl$ のとき、これは X, Y 両国は、軍拡による疲弊に耐えるだけの国力が出るが、相手国の戦力に大きな不安を抱いているか、あるいは両者を意味する。

このとき、 $x^* < 0, y^* < 0$ となるが、定義上 $x, y > 0$ であるから、均衡自体が存在しない。すなわち、軍拡競争に突入する。

※ $\alpha\beta > kl$ のとき、 $x^* > 0, y^* > 0$ となり、安定な均衡が常に存在し、平和が保たれる。

※ なお、安定性は

$$\left[\begin{array}{ll} \alpha\beta < kl & \Leftrightarrow \text{不安定 } x^* < 0, y^* < 0 \quad \dots\dots\dots \text{軍拡競争に突入} \\ \alpha\beta > kl & \Leftrightarrow \text{安定 } x^* > 0, y^* > 0 \quad \dots\dots\dots \text{平和が保たれる} \end{array} \right.$$

※ あとは、 α , β , k , l , g , h に適当な数値を代入することにより、戦争の行方、あるいは平和をもたらす方策が与えられる。

IV 結論

今般のロシアによるウクライナ侵攻は、「プーチンの戦争」と言われるように、プーチンの心理を分析することなしに理解できない。NATOの東進、ロシアの南下政策がクロスしたところがウクライナである。しかし、当初のギブアップはなく、目論見はずれ、両国とも軍拡を進めている。東欧という歴史や地勢学位置に身を置かないと理解は難しい。君主プーチンの資質も問題であろう。早期の解決を願う。

V 筆者後記

本稿は、図書館で借りた本から抽出した論考である。本稿は、いわゆる連立微分方程式モデルであり、数学の書によれば「この世の神羅万象は微分方程式で理解できる」との言を確認した次第である。本稿は、「軍拡モデル」であり、ヤクザの抗争にアナロジーしないで欲しい。

何より、Richardson に失礼である。Richardson は物理学、心理学を修めた学者である。

戦争はしない方がベストであるが、今般のウクライナ侵攻のように、国家防衛するのも我々国民の姿勢である。平和を希求しながら本稿を終える。

VI 参考文献

数理社会学会、数理社会学事典 2022、丸善出版株式会社 172~173 中井 豊

※ 知彼知己、百戦不殆（孫子）

(引用終わり)

以下、友永昌治氏の論文を参考に考察を行う。

Richardson は気象学の専門家であり、数学的な手法を用いた気象予報を行ったのは彼が最初といわれている。気象研究の傍ら、国家間の軍拡競争、紛争、戦争などに伴う国民感情の変化の問題を研究し数理モデルを組み立てて解析を試みた。その1つが Richardson の軍拡競争モデルである。そのモデルでは、対峙する2国の戦力を x , y とし、ある時点における戦力の状況 (x, y) が行く末どのような結末を迎えるかを分析する。

① 「自国の戦力増加率は、相手国の戦力の大きさに比例する」

$$\text{すなわち} \begin{cases} \frac{dx}{dt} = ky \\ \frac{dy}{dt} = lx \end{cases} \quad k, l > 0 \text{ (防衛係数)}$$

この式は、敵対国の戦力が增強されるに従って、それから受ける自国の脅威や不安感も高まり、自国の戦力増強の進度も加速されることを表す。ここで、戦力とは兵力、武力、戦闘能力、軍事施設等をいう。 k, l は防衛係数で、相手国の戦力が単位量だけ増えたとき、それに応じて自国の戦力がどれくらいの割合で増えるかを表す。

② 「自国の戦力が大きい程、その拡大が抑制される」

$$\text{すなわち} \begin{cases} \frac{dx}{dt} = -\alpha x \\ \frac{dy}{dt} = -\beta y \end{cases} \quad \alpha, \beta > 0 \text{ (疲弊係数)}$$

無制限な戦力への支出を容認しては、そのしわ寄せとして国民の社会、文化、生活、経済などが疲弊し自国の体制をも揺るがす結果を招きかねない。戦力への支出は、相手国の戦力をにらみながらも、自国の極端な疲弊を抑える程度に遂行されなければならない。そこで、強大な戦力は逆にその増強を抑制すると仮定し、戦力規模に伴う社会的、経済的な疲弊、消耗、疲労を表すものとして疲弊係数 α, β を含めた修正項を加える。

③ 「自国の戦力の増加率は、相手国に対する負の感情の大きさに比例する」

$$\text{すなわち} \begin{cases} \frac{dx}{dt} = g \\ \frac{dy}{dt} = h \end{cases} \quad g, h > 0 \text{ (不平因子)}$$

民族的な理由から、過去の政治的因縁から、その他もろもろの理由から相手国に対して恒常的な憎しみ、偏見、征服心、絶滅願望を抱くことはよくみられる。そこで、国家国民の心中にくすぶる相手国に対する不平不満をモデルに取り込み、定数を g, h とする。

① ②③をまとめたものが、前記 (1) (2) 式、リチャードソンの軍拡競争モデルである。

$$\left[\begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = ky - \alpha x + g \\ \frac{dy}{dt} = lx - \beta y + h \end{array} \right. \dots\dots\dots (1)$$

$$\dots\dots\dots (2)$$

ここからは、第一次世界大戦前 1909 年から 1913 年にわたるヨーロッパ軍拡競争について、2 国間軍拡競争モデルを適用して解析した例を記す。

当時、フランスはロシアと同盟を結び、ドイツはオーストリアーハンガリーと同盟を結んでいた。イタリアとイギリスはいずれもこれらの国とは同盟を結んでいない。そこで、X国はフランスとロシアの同盟を、Y国はドイツとオーストリアーハンガリーの同盟を表すものとする。

2つの同盟に属する国では人口増加率も工業生産性もほぼ等しい状態であり、防衛係数 k , l は人口増加率や工業生産性に比例すると考えられるので、 $k = l$ と仮定する。また、各国同盟の人口増加率や工業生産性はドイツの約 3 倍であったから、 $k = l = 0.9$ と仮定する。

疲弊係数 α , β については、 $\alpha = \beta = 0.2$ と仮定する。

以上より、2 国間軍拡モデルは次式で表される。

$$\left[\begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = 0.9y - 0.2x + g \\ \frac{dy}{dt} = 0.9x - 0.2y + h \end{array} \right. \dots\dots\dots (a)$$

この唯一の平衡点は、 $\left(-\frac{0.9h + 0.2g}{0.77}, -\frac{0.9g + 0.2h}{0.77} \right)$ であるが、

この点は、 $\alpha\beta - kl = 0.04 - 0.81 = -0.77 < 0$ より不安定。このことは 2 同盟に属する国が互いに戦争に突入した、という歴史的な事実に符合する。

次に、この 2 国間軍拡モデル (a) の検証を行う。

今まで x , y は戦争可能な包括的な戦力と意味付け、常に非負値をとるとしてきたが、 x , y が負値をもとり得るとした場合、それにはどのような意味付けを与えるべきであろうか。

x , y の正值性が戦闘などの攻撃的な側面を表すのに対し、その負値性は貿易などの協調的な側面を表すといえる。つまり、国家間（または同盟間）の関係は攻撃的なものばかりでなく、貿易などの協調的な側面も重要であり、むしろ相手国に対する戦力は攻撃的な側面と協調的な側面のバランスで定まると考えられる。そこで戦力を（攻撃的側面）－（協調的側面）とおき直すことにする。

リチャードソンは「ここで古典的なアンチテーゼ “戦争か平和か” は当たらない。というのは、戦争は激しい積極的な行為であるのに反し、平和は少なくとも他国の行為に対して平静ではほとんど注意を払わないという意味で、負の量というよりは 0 に近い。従って、戦争に対する負の軍備とは、相手国にいらだちを与えるものではなく、相手に喜ばれるような行為となるものでなければならない。それに対する適当なものは協調である。その中で最も広い範囲の国際的協調は外国貿易である。」

リチャードソンは (1), (2) 式のままでは実証分析せず、 $k = l$, $\alpha = \beta$ と単純化し、さらに 2 式を加えた形で $(x + y)$ を 1 つの変数とみなした。

ヨーロッパ軍拡競争に適用したモデルの式 (1)、(2) の両辺を加えると、

$$\frac{d(x+y)}{dt} = (k-\alpha)(x+y) + (g+h) \text{ を得る。} \dots\dots\dots (b)$$

u と v を 2 つの同盟に属する各国の年間防衛予算とし、 u_0 と v_0 を一方の同盟に属する国から他方の同盟に属する国への商品輸出総額とする。 u, v, u_0, v_0 は全て同一の貨幣単位に換算されているものとする。これにより u, v を攻撃的側面、 u_0, v_0 を協調的側面と考え、 $x = u - u_0, y = v - v_0$ と置き (b) に代入すると、

$$\frac{d(u+v)}{dt} = (k-\alpha) \left[(u+v) - \left\{ (u_0+v_0) - \frac{g+h}{k-\alpha} - \frac{1}{k-\alpha} \frac{d(u_0+v_0)}{dt} \right\} \right] \text{ となる。}$$

ここで、 $\Delta t = 1$ (年) として微分を差分近似すると、

$$\Delta(u+v) = (k-\alpha) \left[(u+v) - \left\{ (u_0+v_0) - \frac{g+h}{k-\alpha} - \frac{1}{k-\alpha} \Delta(u_0+v_0) \right\} \right] \text{ を得る。} \dots\dots\dots (c)$$

表 1 は 1909 年から 1913 年までの 4 ケ国の軍備予算の推移である。 Δw 欄は軍備予算総額の増分、 w 欄は軍備予算総額の 2 ケ年の移動平均である。

	1909	1910	1911	1912	1913
フランス	48.6	50.9	57.1	63.2	74.7
ロシア	66.7	68.5	70.7	81.8	92.0
ドイツ	63.1	62.0	62.5	68.2	95.4
オーストリア-ハンガリー	20.8	23.4	24.6	25.5	26.9
軍備予算総額	199.2	204.8	214.9	238.7	289.0
Δw	5.6	10.1	23.8	50.3	
w	202.0	209.8	226.8	263.8	

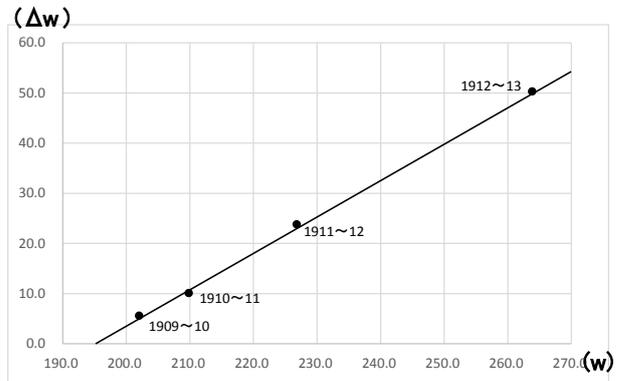


表 1 1909~1913 年における各国軍備予算(単位:10⁶ポンド)

グラフ1 (w, Δw) の散布図と回帰直線

w を説明変数、 Δw を被説明変数とする回帰直線は、 $\Delta w = 0.73(w - 194)$ となるが $(w, \Delta w)$ の散布図上にこれを描いたものがグラフ 1 で、 $(w, \Delta w)$ はほぼ回帰直線上に乗っている。(重相関=0.9996) さて、 $\Delta w \leftrightarrow \Delta(u+v), w \leftrightarrow u+v$ を対応させると (c) は、 $\Delta(u+v) = 0.73(u+v - 194)$

となり、更に微分に戻して、 $\frac{d(u+v)}{dt} = 0.73(u+v - 194)$ を得る。……… (d)

ここに、 $k - \alpha = 0.73, (u_0 + v_0) - \frac{g+h}{k-\alpha} - \frac{1}{k-\alpha} \frac{d(u_0+v_0)}{dt} = 194$ である。

前者の値は先程の推定値による $k - \alpha = 0.9 - 0.2 = 0.7$ にほぼ一致しており、リチャードソンの推定値は現実のデータからも支持されるといえる。(d) より、2 つの同盟の軍備予算総額 $u + v$ が 194×10^6 ポンドを超えると軍備予算総額が増加状態になり、超えないと減少状態になることがわかる。

リチャードソンは、「敵対する同盟国間にもし善意があったならば、同盟 4 ケ国にとってまさしく 194×10^6 ポンドもの防衛費を覆うことができたであろうに」と嘆く。1909 年における同盟国 4 ケ国の軍備予算総額は 194×10^6 ポンドよりも多い 199.2×10^6 ポンドであった。

結局、同盟国の軍備予算は増加の一途をたどり、ついには第一次世界大戦へと突入することになる。

リチャードソンは20世紀前半に発生したいくつかの軍拡競争を問題とし、微分方程式モデルによる解析を行った。1909年から1913年にわたるヨーロッパの軍拡競争については、これまでみた通りであるが、それ以降の軍拡競争の解析についてはこれ程までにうまくいっていない。

リチャードソンは「強大な軍事力を持つ国は弱小な軍事力しか持たない国を威嚇制圧し、ほぼ等しい強大な軍事力を持つ国同士の間では力の均衡が保たれる」という状況に注目し、これまでのモデルに「威嚇に対する服従の効果」を反映させる改良を行い次式を提示した。

$$\frac{dx}{dt} = ky[1 - \sigma(y - x)] - ax + g$$

$$\frac{dy}{dt} = lx[1 - \rho(x - y)] - \beta y + h$$

威嚇に対する服従の効果は σ 、 ρ として組み込まれている。

このモデルに基づき、1951年当時共産主義陣営と資本主義陣営との間にみられた世界的な緊張状態の解析を試みる。そして「両陣営の軍事力は増加の一途をたどるが、ある時点から威嚇に対する服従の効果が現れ、軍事力の縮小が始まる」とした。リチャードソンはこれを“Nature”（1951年9月, vol. 1681）に発表し、「私の知る限り、事実は決してそうならなかった。（中略）軍拡が既成事実となる前に、討論の話題としてモデルを発表しておくのもよいと思う」と述べている。その後、しばらくしてリチャードソンは永眠、Natureの論文に遺されたリチャードソンの遺志は、同国の若い研究者ポール・スモーカーを刺激し、彼の手により一応の成果を得ることになる。

リチャードソンモデルが発表されて以降、戦争を数学的に解析するための研究が進んだ。戦争における戦闘員の減少度合いを解析するランチェスターの法則は、現在でも交戦理論の基礎として研究されている。ランチェスターの法則とは、敵と味方が交戦する過程で発生する損耗を、交戦の様相、武器の性能、兵力の規模を組み入れた方程式で説明した数理モデルである。

第二次世界大戦以降、戦争に伴う作戦、戦術の運用解析などの問題を解決するため、オペレーションズ・リサーチの理論が発達し、戦争を理論的に解析する動きが加速した。

ここからが本論である。

リチャードソンモデルは、勢力が拮抗している2つの国の軍備増強の状況を微分方程式で表したものである。リチャードソンの関心は、 $\alpha\beta$ と kl によって決まる安定性であった。

以上の前提から、勢力が大きく異なるロシアとウクライナの軍拡競争を、このモデルを適用して分析することは極めて難しい。

リチャードソンモデルは、自国と相手国に対し以下の項目、

- ① 防衛係数（自国の軍備の増加率は、相手の軍備の大きさに比例する）
- ② 疲弊係数（自国の軍備のために、どれほど社会的、経済的な疲弊、消耗が生じるか）
- ③ 不満因子（それぞれの国の社会が軍備の増強を要求する程度）
- ④ 威嚇に対する服従の効果（後に付け加えられた修正項）

をもとに計算される軍備拡張が、戦争に至るか否かを推定するものである。

ロシアによるクリミア半島併合までは、ウクライナはロシアに対し決して敵対的ではなかった。従って、検討の前提として、ウクライナの軍備増強の動きは 2014 年 3 月のロシアによるクリミア半島併合から始まったものとする。

1. 防衛係数の推定（～2014 年）

ウクライナの戦力を x ロシアの戦力を y とする。

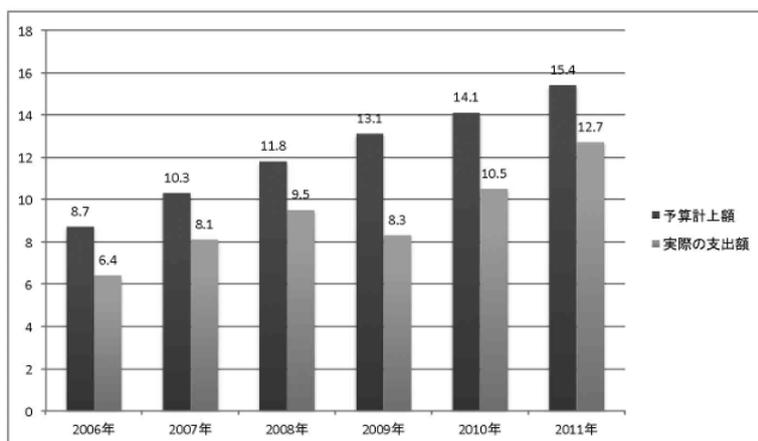
2014 年まではロシアの戦力が一定で、ウクライナはロシアに対し不平不満を感じていないとして、

(1) 式 $\frac{dx}{dt} = ky - \alpha x + g$ において、 $y = C$ (定数), $g = 0$ とすると、 $\frac{dx}{dt} = kC - \alpha x$

$x = 0$ のときは、 $k^{-1} \frac{dx}{dt} = C$ となる。この式は、 k^{-1} がウクライナの戦力が 0 から始めてロシアの戦力に追いつくまでの時間を示している。この k^{-1} を推定する。

2001 年から始まったウクライナ軍改革 (NATO 式の軍改革) は、国防方針として 2006 年までは局地紛争以下のごく小規模な紛争への対処を主眼とし、2006 年～2011 年までの「ウクライナ軍発展国家プログラム」では、指揮命令系統を低烈度紛争に最適化させることを掲げ、大規模侵略の脅威は大きくないとの情勢判断から兵力削減が進められた。2006 年～2011 年の軍事費は図 2 のとおりである。

図1 「2006 年から 2011 年までのウクライナ軍発展国家プログラム」の各年度予算と実際の支出額 (単位: 10 億フリブニャ)



(出典) 2012 年度版ウクライナ国防白書より。

2011 年の軍事費は 127 億フリブニャ (15 億ドル) だったが、2013 年には 3.36 倍の 426 億 6600 万フリブニャ (50 億ドル) に達している。急激な増加は、ロシアの動きに対応したものと考えられる。

一方、2013 年のロシアの軍事費は、前年比 4.8% 増の 878 億ドルだった。ウクライナが上記の割合 (2 年で 3.36 倍、前年比 82.5%) で増加するとし、ロシアが毎年 4.8% で増加すると仮定したとき、5 年後の 2018 年にそれぞれ、1014 億ドルと 1110 億ドルとなりほぼ同額となる。

従って、 $k^{-1} = 5$ から、 $k = 0.2$ と仮定する。(あくまで計算用の推定値である)

【2014 年 3 月にロシアによるクリミア半島併合があり、不平因子 $g = 0$ ではない。また実際には、ウクライナは 2021 年度において、国家予算の 5.5% に相当する 2670 億フリブニャ (約 91 億ドル) を国防及び安全保障に割り当て、2022 年は 3194 億フリブニャ (約 108 億ドル) (対 GDP 比約 6%) に増額し

ているが、2013年のロシアの軍事費878億ドルに比べ1/8程度であることを考えると、現実的にはウクライナがロシアと並ぶ軍事力に達することは非常に難しいと考えるのが妥当である】

次に、ロシアの防衛係数については、ウクライナの増加率0.825とロシアの増加率0.048による増加

比を $k = 0.2$ に乗じたものとして、 $l = 0.2 \times \frac{1 + 0.048}{1 + 0.825} = 0.115$ とする。

2. 疲弊係数の推定（～2014年）

無制限な戦力への支出を容認しては、そのしわ寄せとして自国の国民の社会、文化、生活、経済などが疲弊し自国の体制をも揺るがす結果を招きかねない。戦力への支出は、相手国の戦力をにらみながらも、自国の極端な疲弊を抑える程度に遂行されなければならない。そこで、強大な戦力は逆にその増強を抑制すると仮定し、戦力規模に伴う自国の社会的、経済的な疲弊、消耗、疲労を表すものとして疲弊係数 α 、 β を含めた修正項を加える。

戦力 x 、 y の単位を「ユニット」としたとき、 $\frac{dx}{dt}$ と $\frac{dy}{dt}$ の単位は $\frac{\text{ユニット}}{\text{時間}}$ である。

従って、疲弊係数 α 、 β の単位は1/時間、すなわち α^{-1} と β^{-1} の単位は時間である。

2014年ロシアによるクリミア半島併合までは、ウクライナが、ロシアに対して脅威となる戦力を保持せず、ロシアもウクライナに対して何ら不平不満を感じていないと仮定したので、 $x \equiv 0$ 、 $h = 0$ とする。

$\frac{dy}{dt} = lx - \beta y + h$ において、 $x \equiv 0$ 、 $h = 0$ とすると、 $\frac{dy}{dt} = -\beta y$ これを解いて、

$\log y(t) = -\beta t + c$ (c は任意定数)、 t に t 、 $t + \beta^{-1}$ を入れて差を取り、 \log を払うと、

$y(t + \beta^{-1}) = y(t)e^{-1}$ この式から、 β^{-1} はロシアの戦力が $e^{-1} (= 0.3679 \dots)$ 倍となるのに要する時間である。ロシアの戦力が減少することは非常に考えにくい、計算を行う上で社会的、経済的な疲弊を考慮し、 $\beta^{-1} = 10$ (年) と仮定すると、 $\beta = 0.1$ となる。

ウクライナの防衛係数の推定において、2011年から2013年にかけての軍事費の急激な増加を前提とした。それは、ロシアの動きに対応したものと考えられ、このことを考慮すると、徐々に増すロシアの脅威に対し、ウクライナの社会的、経済的な疲弊、消耗はあったとしても軍備を縮小することは考えにくい。従って、 $\alpha^{-1} = 100$ (年) と仮定すると、 $\alpha = 0.01$ となる。

3. 不平因子は既に考慮済み

4. 威嚇に対する服従の効果 σ 、 ρ についてはウクライナ、ロシアとも0とする。

以上より、2国間軍拡モデルの式は次のとおりとなる。

$$\frac{dx}{dt} = 0.2y - 0.01x + g \quad \frac{dy}{dt} = 0.115x - 0.1y + h$$

これから平衡点は、

$$x^* = \frac{hk + \beta g}{\alpha\beta - kl}, \quad y^* = \frac{gl + ah}{\alpha\beta - kl} \quad \text{より、} \quad x^* = \frac{0.2h + 0.1g}{0.1 \times 0.01 - 0.2 \times 0.115}, \quad y^* = \frac{0.115g + 0.01h}{0.1 \times 0.01 - 0.2 \times 0.115}$$

$\alpha\beta - kl = 0.1 \times 0.01 - 0.2 \times 0.115 = -0.022 < 0$, 不平因子 g , h はいずれも $g > 0$, $h > 0$ であるから軍拡競争は悪化するという結果が導かれた。

2014年2月ロシアがウクライナ領クリミア半島へと侵攻し、同年3月にはこれを強制併合したことは、ウクライナの国防政策を大きく変えた。それまでの最友好国であったロシアが、突如として敵国になったのである。さらに同年春以降には東部のドンバス地方でもロシアの後押しを受けた親露派武装勢力との紛争が始まり、夏以降にはロシア軍による直接介入が始まったことで、小規模紛争を念頭に置いた従来の国防政策は完全に破綻することになった。

また、実際にロシアからの侵攻を受けてみると、ウクライナ軍の態勢は到底実戦に耐えるものではないことも明らかになった。

ウクライナ軍は2014年以降、急速な兵力増強と一定の組織改編には成功したものの、装備更新には大きな難点を抱えたままである。英 国際戦略研究所 (IISS) の発行する『ミリタリー・バランス』2021年度版等を見ても、ウクライナ軍の装備の大部分はソ連時代に生産された旧式兵器で占められている。

こうした中の2022年2月、ゼレンシキー大統領は、ウクライナの軍事体制を大きく変革させる決定を下した。同月1日付の大統領令で、2024年1月1日までに徴兵制を廃止するとともに、2022年から2025年の間にウクライナ軍の兵力を10万人増加させる方針を打ち出したのである。これと併せて、ウクライナ軍人の給与を最低賃金の3倍まで引き上げ、契約軍人の勤務期間を延長すること、徴兵に代わる国民の軍事訓練制度を導入して予備役動員能力を確保することも定められた。

このような状況下でウクライナ軍近代化に重要な役割を果たしているのが NATO 加盟国からの軍事援助、米国からのウクライナ向け軍事援助である。

ロシアの軍事圧力が強まった2021年以降にはその他の NATO 加盟諸国からもウクライナ向け軍事援助が強化されているが、これらの軍事援助がそれなりの規模ではあっても、ロシア軍の侵攻を阻止するには明らかに不十分である。2021年以降、ロシア軍がウクライナ周辺に集結させているのは精鋭の第1戦車軍をはじめとする非常に大規模かつ機械化された兵力であり、しかも強力な航空戦力、長距離火力、電子戦システムなどの支援部隊を伴っている。

西側からの軍事援助には装甲戦闘車両や航空戦力が含まれていないことを考えるならば、ウクライナ軍が組織的な戦闘で正面からロシア軍と交戦し、首都キエフなどの主要都市を防衛しきれない見込みは低いと判断せざるを得ない。

以上のように、大規模国家間戦争を想定しない、コンパクトな軍事力を志向していたウクライナ軍は、2014年のロシア侵攻という事態に際して大幅な方針転換を強いられてきた。

これは当初、予備役の大量動員と徴兵制の再開という形で開始されたが、上述のゼレンシキー大統領による決定は、兵力規模を維持しながら志願制への完全移行によって質的水準をも確保しようとするものと理解できる。既に述べたように、現状でもウクライナ軍は旧ソ連第2位の兵力を有する。全面戦争となればロシア軍といえども相当の損害を覚悟せねばならないと見られているから、この計画が完成した暁には、ロシアの軍事的圧力に対しても一定の抑止力となることが期待できよう。

しかし、この決定は、ロシア軍がウクライナ国境に大挙して集結し、全面侵攻さえありうるのではないかという状況の下でなされたものである。したがって、ロシアが実際に侵攻に踏み切った場合には、ウクライナは中期的な軍事力増強を一時的に放棄して当面の戦争に敗北しないことに集中せざるを得

なくなる可能性が非常に高い。

このような事態に関しては、米戦略国際関係研究センター（CSIS）のエミリー・ハーディングによる6つのシナリオ分析がひとつの指針となろう。ロシアが行う軍事作戦の規模と NATO による支援の有無を基準としたものであり、これによると、NATO による支援（武器援助・情報支援等）が得られる状況下でもウクライナ軍は正面からロシア軍と交戦することを放棄し、ゲリラ戦による抵抗へと戦略をシフトせざるを得ないと想定されている。

他方、NATO がロシアとの対立を懸念して支援を手控えた場合には、ウクライナはいずれにしてもロシアに対して効果的な抵抗を展開できず、最も大規模な侵略（ウクライナ全土への侵攻）が行われた場合には完全に従属状態に置かれる可能性がある。

もちろん、これは多くの留保を付した上での想定シナリオに過ぎない上、ロシアが本当に侵攻に踏み切るのか、そうだとすればどれほどの規模で作戦を展開するのかは全く明らかでない。ただ、ロシアがウクライナ周辺に展開させている兵力は 15 万人ともそれ以上とも言われている限り、最悪のシナリオは常に検討されねばならないだろう。

この危機を乗り切ったウクライナがロシアに対抗しうる軍事力建設へと乗り出すことができるのか、あるいはハーディングのいうゲリラ戦を主体とした抵抗戦略へと本当に舵を切らねばならなくなるのか。このような大きな岐路にウクライナが立たされていることを指摘しておきたい。

2022年2月24日ロシアはウクライナへの軍事侵攻を開始、それ以後の状況は連日の報道により人々の知るところである。ウクライナに対し、NATO 諸国から支援が行われ、関連データとともにまとめると、以下の表のとおりである。

2024年度 ウクライナ国家予算		93,940,000,000	939.4億ドル
2024年度 ウクライナ軍事費（国家予算の1/3）		31,313,333,333	313.1億ドル
NATO 支援額	2024年度 アメリカのウクライナ支援額	6,000,000,000	735.4億ドル
	2024年度 EU支援額	52,083,333,333	
	2024年度 ドイツ支援額	8,333,333,333	
	2024年度 イギリス支援額	3,166,666,667	
	2024年度 フランス支援額	3,958,333,333	
2024年度 ロシア国家予算		662,796,400,000	6,628億ドル
2024年度 ロシア軍事費		302,400,000,000	3,024億ドル
2024年度 日本の国家予算（一般会計）		751,446,666,667	7,514億ドル
2024年度 日本の防衛費		52,997,333,333	529.9億ドル
アメリカのウクライナ支援総額		113,000,000,000	1,130億ドル
日本のウクライナ支援総額		12,100,000,000	121億ドル
ロシア軍事支出総額		211,000,000,000	2,110億ドル
2026年までのロシア経済損失		1,300,000,000,000	1兆3,000億ドル

単位（ドル）

- ・2024年度のウクライナ軍事費と NATO 支援額の合計 1,049 億ドルは、ロシアの軍事費 3,024 億ドルの 35%にあたる。ロシアの軍事費は国家予算の 46%を占める
- ・2024年度、EUのウクライナへの巨額の支援 520 億ドル（500 億ユーロ）は、G7 がロシア凍結資産を支援にあてるとの合意による
- ・2026年までのロシア経済損失 1兆3,000 億ドル（195 兆円）は、ロシア国家予算の 2年分にあたる額であり、戦争による損失が如何に巨額であるかを示している

・日本の国家予算は、一般会計だけでもロシアの国家予算を上回っている。なお、日本の額は1 \$ 150 円換算の値である。また、日本の防衛費比率は一般会計の7.1%に相当する

以下、小泉 悠氏のネット掲載記事「軍事・安全保障研究から見るロシア・ウクライナ戦争」より抜粋
今回の戦争は、ロシアの軍事力を考え直す上でも非常に興味深い契機だと思います。これまでロシアの軍人たちは、米軍にどうやって対抗するかは真剣に考えますが、ウクライナやジョージアといった旧ソ連の国々が相手なら楽々勝てると思ってきたフシがあります。通常戦力ではもちろん優勢だし、最近では偽情報やテロ、限定的な空爆を組み合わせると相手国内で内乱を引き起こせば、公的な戦争に訴えずして勝てるという議論が隆盛を極めていました。

「新世代戦争」理論とか「新型戦争」理論と呼ばれるこれらの非在来的闘争理論は、旧ソ連諸国が標的だと名指しはしないのですが、2008年のジョージアとの戦争や2014年の最初のウクライナ侵攻を契機として登場してきたものなので、要は旧ソ連諸国への介入戦略という性格が強いものと言えるでしょう。ところが実際に戦争を始めてみると、勝てない。偽情報戦やサイバー戦ではウクライナは屈服しなかったし、全面的な武力侵攻になっても負けずに抵抗を続けた。これはロシア軍にとっても、外部の観察者にとっても、予想外の展開だったと思います。ウクライナ自身もここまでやれるとは思っていなかったかも知れません。

それは、やはりウクライナがある程度自力で戦えるだけの軍事力を持っていたこと、そしてロシアに屈しないという国民の士気があることが大きいと思われます。ウクライナ軍は、最初の1ヶ月間たいした軍事支援もない中で持ちこたえ、首都キーウと第二の都市ハルキウを守り抜きました。

西側諸国は最初は冷淡でしたが、ウクライナ軍が持ちこたえたので、3月末になって榴弾砲や装甲車、防空システムを供与する方針を決めました。もう一つ大きかったのは、ゼレンシキー大統領が逃げずに踏みとどまったことです。その国の指導部に、徹底して抵抗するという覚悟があり、その覚悟をうまく国民に伝えるコミュニケーション能力があったことは非常に大きな要素です。

逆にロシア側は、あると思っていた実力がなかった、という現実を受け入れられないでいます。それなのに、ロシアの考える秩序が実現されない場合は、力を使ってでも果たさなければならないという考えにとらわれ、そのために不釣り合いな軍事力を持つようとして、よけいに自分の首を絞めています。

開戦前すでにロシアの国防費はGDP比2.6%、連邦予算の15.1%にもものぼる約3兆8000億ルーブルに達しており、今年度は補正分を入れて5兆ルーブル以上、GDP比4%近くにもなるとみられています。

ロシアは広大な国土を持っていて、天然資源も豊かだしエリートの教育レベルは高い。帝国であろうとさえしなければ十分幸せに暮らしていける国だと思うのですが、自らが帝国でないことはやはり我慢がならない、という矛盾を抱えているように思います。

ロシアがその幻想から解放されたとき、我々はようやくまともに付き合えるようになると思うのですが、どうすればそうなるかは非常に難しい問題です。

【参考文献】

1. L. F. リチャードソンの軍拡競争モデル (友永昌治)
2. 日本国際問題研究所 ウクライナの軍事力 (小泉 悠)
3. 軍事・安全保障研究から見るロシア・ウクライナ戦争 (小泉 悠) (2024. 07. 05)