



IISIA Quarterly

Volume 1
July 2023



株式会社原田武夫国際戦略情報研究所

Institute for International Strategy and Information Analysis, Inc.

新アカデミズム宣言



編集長 原田 武夫
株式会社原田武夫国際戦略情報研究所 CEO

我らは Pax Japonica、すなわち「日本の平和」を一刻も早く実現するために今、ここに寄り集った者たちである。群れることを嫌い、孤高を好み、ただひたすら真実にこの身を捧ぐため、大陰朝市を貫いてきた。しかし暁鐘が響き渡り、ついに朝陽が見えんとする中、象牙の塔にあらためて籠ることを好まず、ここに新しき柱を打ち立てんと集うこととした。俗世に塗れたアカデミアの園は漆黒の闇の中にある。碩学たちがかつて語っていたはずの真理は浮かび上がることを知らず、知恵の鳥・ミネルヴァたちはただひたすら目を凝らし、その闇の向こう側を凝視するだけである。真理の上に打ち立てられたはずの住処は今やバベルの塔となり、崩れる時を待っている。このままでは我らが愛する地球、そしてそれを育む宇宙とさらにその向こう側は壊れるばかりである。かつての姿を今や知らせることなく、黙しながら漂う小惑星帯の在り様は、これから起きるべき崩壊の凄まじさとその後に生じる永遠の沈黙と静寂を残酷なまでに描き出している。我らが我執を捨て、人類だけが背負うことを許されている役割を心の底から理解し、それに基づき「全てが一つであること」を確信する時、歴史はようやく次のフェーズへと向かうことが出来る。もはや隠者となって大陰朝市などと決め込んでいる暇はないのだ。そこには頼るべき師はおらず、この頭中に浮かぶイメージだけを頼って次へと進んでいくしかない。物言わぬデータと人工知能 (artificial intelligence) だけがそこでの付き添いだ。人工知能はやがて心を持つかの様に言葉をつなぎ、我らに語りかけてくる。だがその姿がどんなに美しいものであっても、その度に我らは孤高に悩み続けるはずである。そして造物者・創造者と被造物との間で決して越えることの出来ない溝は、我らにたった一つの、しかし絶対的な真実を教えてくれるだろう。そう、我ら「死を悩み続ける現存在 (Dasein)」はその踏み固める足元にある路傍の砂を通じて、それが宇宙、さらにその向こう側まで飛び去って行くことを通じ、「あの天蓋の向こう側におわします父」そのものと直接つながっているのだということを。

今ここにその意味での「新アカデミズム」が生まれ出づることを高らかに宣言する。この企ては必然的に我が國から始まり、その果実は世界に恵みをもたらす。このミネルヴァたちの羽ばたきに祝福あれ。

2023年7月1日記す 

Volume 1
July 2023

CONTENTS

巻頭言	(編集長 原田 武夫)	3
目次		5
第1章 四則和算による戦争消滅と 世界の動的平衡実現のための理論的枠組み		6
	(研究員 田中 大)	
1. はじめに		
2. 四則演算		
3. 四則和算		
4. 四則和算の応用		
5. Pax Japonica への貢献		
第2章 日本における為替レートと経済への影響		25
	(研究員 KYI KYI THAR)	
1. はじめに		
2. 為替レートに関する理論		
3. 為替レートに関する既存研究		
4. 実証分析		
5. 終わりに		
第3章 データドリブン・AI から見た歴史認識論考察のための試論		44
	(研究員 大河原 健太郎)	
1. はじめに		
2. ポスト・トゥルースについて		
3. 新たな考察		
4. 対処を考える		
第4章 A Narrative Review of Current Status of Telemedicine for Chronic Diseases in Japan and China		62
	(研究員 Xiaofan ZHANG)	
1. INTRODUCTION		
2. TELEMEDICINE		
3. FEASIBILITY AND EFFICACY OF TELEMEDICINE IN PATIENTS WITH CHRONIC DISEASES		
4. BUSINESS OPERATION MODELS OF ONLINE HEALTH CARE		
5. CONCLUSION AND CONTRIBUTION TO PAX JAPONICA		

四則和算による戦争消滅と世界の動的平衡実現のための理論的枠組み

A Theoretical Framework for the Extinction of War and the Realization of Dynamic Equilibrium in the World through Japanese Four Arithmetic Rules

田中 大

株式会社原田武夫国際戦略情報研究所学際研究グループ
Institute for International Strategy and Information Analysis, Inc.
Interdisciplinary Research Group

光吉 俊二

東京大学大学院工学系研究科バイオエンジニアリング専攻道徳感情数理工学社会連携講座
Mathematical engineering of mortality emotions. Department of Bioengineering, School Engineering,
The University of Tokyo.

This paper outlines a new arithmetic algorithm for quantum computers and quantum gates: Japanese Four Arithmetic Rules. Its operations consist of a series of operation: cut, dynamization, superposition, and inversion operation. Japanese Four arithmetic rules allow us to compute continuous quantities and concepts in conjunction with each other. By using these new operations, we were able to present a theoretical framework that not only transcends the dualistic thinking that causes war, but also leads to dynamic equilibrium while respecting the history and culture of each country. This theory is very useful in reconciling many goals, such as the SDGs, without contradicting them. To implement these theoretical frameworks in society in the future, it became clear that it is important to install the Japanese Four Arithmetic Rules to many people.

1. はじめに

四則和算とは、量子コンピュータ及び量子ゲートのために光吉博士によって発明された新しい算術である (Mitsuyoshi et al., 2019; 2020; 2021)。四則演算が、足し算、引き算、掛け算、割り算の4つの演算から構成されるのに対し、四則和算は、切算、動算、重算、裏算の4つの演算から構成されている。

これまでの科学は、四則演算や古典論理学のデジタルな思考枠組みの中で発展してきた。しかし、物理学における量子論や相対論によって、従来のデジタルな思考枠組みに限界が生まれてきた。また、二元論や古典論理の排中律や矛盾律の考え方方に観察者の議論が入っていないことは、量子論における限界を作っているだけでなく、国家間の対立などの課題を生み出していると考えられる。これら従来のパラダイムに対して、四則和算は新たな演算子を用いることで量子のもつれを数式の中で扱うことができるようになっている。また、観察者の視点も扱えるため、二元論や古典論理の排中律や矛盾律が生み出してきた対立を解消する手がかりとなる。

本論文では、新しい算術である四則和算の概略を示す。そして、四則和算の考え方と従来の古典論理や二元論の考え方の違いについて考察する。それらの議論を踏まえ、四則和算の枠組みを取り入れることで、現代の世界で起こっている諸問題がどのように解決可能になり、Pax Japonicaの実現へと繋がるのかを提示する。

2. 四則演算

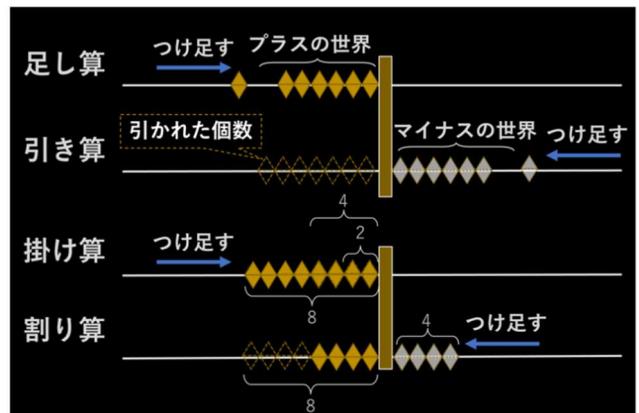


図1 算盤による四則演算の表現

四則和算について考える上で、四則演算について改めて理解しておくことは重要である。四則演算は足し算（加法）、引き算（減法）、掛け算（乗法）、割り算（除法）の4つの演算から構成されている。四則演算は、小学校の3年生までに習う基礎的な内容である。裏を返せば、これらの基礎的な演算が私たちの数理的な処理のみならず、思考全体の基盤となっていると言えることができる。四則和算も思考全体の基盤を問いただすものであるから、四則和算について考える前に、すでに持っている基礎的な思考形式を

見直す必要がある。以下では、足し算から順番に、その演算が意味するところを考えていく。

2.1 足し算(加法)

足し算(addition)は、「+」の演算子で記述される。図1に示す算盤を使って視覚的に考えてみると、足し算は算盤の珠をつけていく算術と捉えることができ、「つけて足す」という行為でしかないことがわかる。同時に、「+」の演算子は「つけて足す」という単純な行為を数式で表現するために記号にしたものであることがわかる。

2.2 引き算(減法)

引き算(subtraction)は、「-」の演算子で記述でき、一方から一部として他方を取り去ることにより両者の間の差分を求める演算である。足し算と同じように図1に示す算盤を使って視覚的に考えてみると、算盤の珠を「引く」行為であると言える。図1において、算盤の仕切りの左側をプラスの世界、右側をマイナスの世界とすると、プラスの世界から引いた分の珠をマイナスの世界に移動させる行為として捉えることができる。このイメージによれば、引き算は「マイナスの足し算」と言うことができる。実際、整数の体系では、「数を引く」とこと「負の数を足すこと」を同一とすることで、引き算も足し算の一部として扱っている。いずれにせよ、引き算も足し算と同じく単純な行為であり、「-」の演算子も「引く」という単純な行為を数式で表現するために記号化したものであることがわかる。

2.3 掛け算(乗法)

掛け算(multiplication)は、「×」の演算子で記述でき、「ある一方の数に対して他方の数の回数だけ繰り返し加える」演算である。そのため、図1の算盤のように、足し算と同じように珠をつけていく形で表現することができる。図1では、珠の数が倍になっていく様子を示している。掛け算も足し算と同様に、単純な行為を数式にしたものであることがわかる。

2.4 割り算(除法)

割り算(division)は「÷」の演算子で記述でき、掛け算の逆算として説明される。掛け算が足し算と同様に表現できたことから、割り算は「マイナスの足し算」として表現できるはずである。図1の算盤で考えると、割って引いた数をマイナスの世界に移している操作として考えることができる。

ここまで説明では、割り算も単純な行為であるように思えるが、実は、足し算、引き算、掛け算にはなかった不可解な点が隠されている。図1における割り算の部分では、8個の珠を2で割った時の様子が描かれている。数式にすると、

$$8 \div 2 = 4 \quad (1)$$

と表現できる。この時、答えは4であるが、式だけでは、この4という数が「割った後に残っている珠の個数」なのか、「割った回数」なのかがわからないのである。この点も含め、次の節では割り算が「単純な行為」と言えない点を考察していく。

2.5 割り算の不可解な点

すでに説明したように、割り算(除法)は掛け算(乗法)の逆算として捉えることができる。しかし、割り算で行っている操作を考察すると、「掛け算の逆算」以上の行為を行なっていることが明らかになる。しかも、割り算の演算には、単に「割る」という行為以上に「折り畳んで裏側に収納する」といった恣意的な操作が含まれているようと思われる。以下の部分では、日常における具体的な例を挙げながら、割り算に含まれる違和感のある点を考察していく。

例えば、1つのリンゴを2つに分けることを考えてみよう。数式では以下の式で表現される。

$$1 \div 2 = 0.5 \quad (2)$$

イラストで示すと、図2のように「1つのリンゴを2つに分けた結果、半分の大きさのリンゴができた」ことがわかる。この時、式で表現されていない残りの半分のリンゴは、図2に示すように、「折って裏側に収納している」と考えることができる。

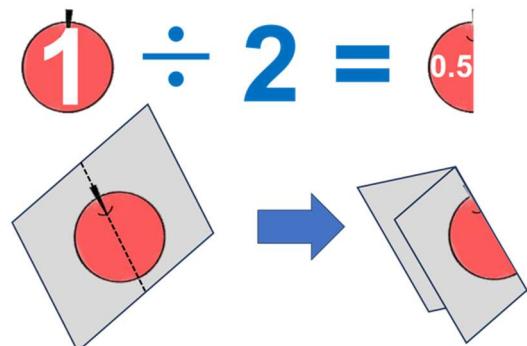


図2 1個のリンゴを2つに割ることの割り算での表現

これは後で説明する等分除の例である。割り算の答えにおいて半分の大きさ(0.5)のみが表現されているのは、紙を半分に折る時のように割ったものを裏側に収納することを前提としているためであると考えられる。

しかし、日常における同じ状況を比較して見ると、この割り算の式には不自然な点があることがわかる。私たちが包丁などでリンゴを2つに切る時を考えると、半分の大きさになったリンゴが1個ではなく2個できるはずだ。しかし、割る前のリンゴの質量を基準値1として考えると、2で割った結果、質量0.5のリンゴが1つだけ右辺に表されており、もう1つできたはずの質量0.5のリンゴは式から姿を消している。つまり、割り算の数式には、単に「割る」という行為だけでなく、「割った残りを消す」という行為が含まれていると考えられる。これが割り算に含まれている不自然な行為の1つ目である。

もう一点、日常における状況と比較すると不自然に思われることがある。それは、私たちが何かを2つに分ける時、必ずしも2等分にはしないということである。割り算において「2で割る」とは「2等分する」ことを意味する。たしかに、割り算を掛け算の逆算として考えるならば、それ以外の捉え方はできないだろう。しかし、素朴に考えて、

私たちが1つのリンゴを2つに分けるときに、一方が他方より大きくなるように切ることはよくあることだ。ところが、割り算には「等分する」という制約が含まれている。これが2つ目の割り算に含まれている不可解な点である。

上記の例では、1つのものを分割する時を例にとって考えたが、今度は、複数のものをいくつかのまとまりに分ける状況を例にとって考えてみたい。例えば、「6個のリンゴを1人に2個ずつ分けると何人に分けられるか？」を求める場合である。式では、

$$6 \div 2 = 3 \quad (3)$$

と表現される。このような「ある数量がもう一方の数量の幾つ分であるかを求める場合」の割り算は「包含除」と呼ばれる。

別の例を考えてみたい。今度は、「6個のリンゴを2人に同じ数ずつ分けると1人あたり何個になるか？」を求める場合である。式では

$$6 \div 2 = 3 \quad (4)$$

と表現される。このように「ある数量を等分したときにできる一つ分の大きさを求める場合」の割り算は「等分除」と呼ばれる。

ここで疑問になることが、まず、割り算の中に、包含除と等分除という2つの大きな考え方方が含まれていることである。もう一つは、割り算の中では、「人」と「個」といった「質」の違いを式で表現できないということである。

2つの式では割る数である2と答えである3の「質」が、図3で示すように「人」と「個」で入れ替わっている。しかし、割り算の数式の中では質を表現できないため、行っている行為が違うにも関わらず同じ数式で表現されることになる。別の言い方をすると、出てくる答えが、割った回数なのか、それとも、割った結果出てきた1人あたりや一袋あたりといった単位あたりの個数なのかが、式の中で定義されないままに運用されているということである。

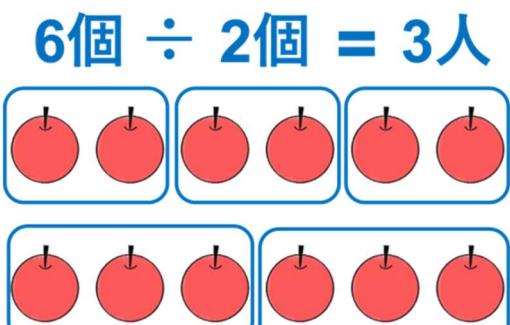


図3 包含除（上）と等分除（下）

実際、小学校の算数の学習指導要領
https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt_kyoiku02-100002607_04.pdf のうち、第3学年の割り算の解説には以下の説明が書かれている。

「包含除と等分除を比較したとき、包含除の方が操作の仕方が容易であり、「除く」という意味に合致する。また、「割り算」という言葉の意味からすると等分除の方が分かりやすい。したがって、除法の導入に当たっては、これらの特徴を踏まえて取り扱うようにする必要がある。」

学習指導要領に書かれている説明はまさに、包含除と等分除という操作が割り算の中で混在しながら運用されていることを示していると言える。「割る」という単純な操作以上の意味を数式に持たせてしまっている上に、その意味が数式の中では表現されていないということである。

さらに、割り算では「余り」が出てくるという点もよく考えると違和感がある点である。確かに、「10個のリンゴを3人で等しく分けると一人当たりの個数は何個になるか？」という日常的な場面において、「1人あたりに3個ずつ配り、1個余る」と考えることは、当然あるだろう。式で表せば、以下の通りである。

$$10 \div 3 = 3 \cdots 1 \quad (5)$$

しかし、「2人には3個ずつ配り、残りの1人には4個を配る」という形で余りを出さない形での配分も可能である。つまり、純粋に「分ける」という行為を考えるのであれば、必ずしも「等分」である必要はない、1人だけ多い人がいても構わないということである。実際、日常ではそのように分配する場面も多いだろう。この疑問点は、1つのリンゴを切り分ける時に必ずしも2等分である必要はないのではないか、という先ほどの疑問と相似である。

小数が導入されると、余りを用いずに以下のような数式で表現することも可能になる。

$$10 \div 3 = 3.33\cdots \quad (6)$$

この式の意味を考えると、先ほどは「余り」として表記されていた1個のリンゴも3人で分けるために3等分するということである。その際、1を3で割ると0.33…という形で、無限小数となる。

さらに、分数が導入されると、以下のように余りだけでなく無限小数も出さずに分数で表記できるようになる。

$$10 \div 3 = 10/3 \quad (7)$$

以上の内容から、割り算(÷)のみが、単純に「割る」とこと以上の行為を数式の中で行なっていることがわかる。これは、足し算(+), 引き算(-), 掛け算(×)では演算子が表現している行為と数式の中での役割が明確に対応していること対照的である。

最後に、割り算の中で明確に定義されていない不可解な点をまとめておく。これらは四則和算を考える上で重要な点である。

- 割ってできたはずの断片が数式から消えている
- 等分する場合しか扱えない
- 包含除と等分除という2つの考え方方が割り算の中に混在している
- 余りが出る

3. 四則和算

3.1 切算(きりざん : cut)

前の章で説明したように、四則演算は全て足し算に還元して捉えられることがわかった。一方で、割り算には、「割る」という行為に加えて「引く」「消す」という行為も含まれていること、等分除と包含除の考え方方が数式の中で区別されることなく混在していること、余りが出ること、といった演算の定義が明確でない点が多く含まれていることも明らかになった。つまり、単純に「切り分ける」という行為のみ扱った演算はこれまで存在していなかったということである。そこで、割り算において定義が曖昧な点を解消し、単純に「切る」という行為のみを記述する新たな演算を以下で考えていく。

再び、1つのリンゴを2等分する場合を例に考えてみよう。議論を簡単にするために、等分する前のリンゴの質量を基準として1とおく。割り算の場合、図4の上段に示すように、答えには質量0.5のリンゴが1個あるのみで、割ってできたはずのもう1個の質量0.5のリンゴが式から姿を消している。このようなことが起こるのは、割り算では割ったものを裏側に収納することを前提として考えているためである。コピー用紙を半分に折ると見た目の大ささは半分になるが、見えていない紙の部分は見えている部分の裏側に隠されているようなものである（図2）。

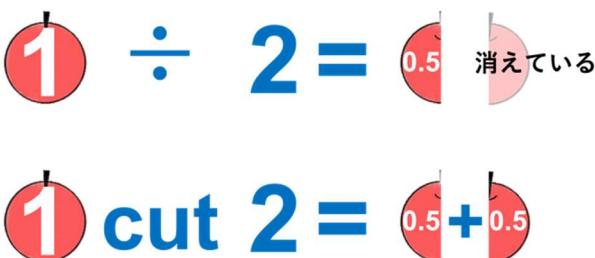


図4 割り算と切算

これに対し、単純に「切る」という行為のみを数式の中で表現することを考えてみたい。割ったものを式から消さずに、式の中でそのまま表現するということである。リンゴの例で言えば、質量1のリンゴ1個を2等分した結果できる質量0.5のリンゴ2個をどちらも数式の中で表現するということだ。しかし、単純に「切る」という行為を記号化した演算子はこれまでにないため、既存の数学では数式の中で「切る」という演算を行うことはできない。そこで発案されたのが、「cut」という新しい演算子を用いた「切算」である（光吉, 2006）。

具体的に、「質量1のリンゴ1個を2等分する」という行為を、割り算ではなく切算を用いて数式にすると、

$$1 \text{ cut } 2 = 0.5 + 0.5 \quad (8)$$

と表記できる。図4で示したように、1つのリンゴを2つに切り分けた結果、半分(0.5)の質量のリンゴが2つできることをそのまま数式として表現している。切算によって、割り算では数式から消えていた残りの半分も数式の中で表現できるようになった。また、切算の結果は足し算で表される。そのため、切算も四則演算と同様、既存のデジタルな計算機で扱うことができる。

割り算では、「割る」行為の中に「等分する」という機能が含まれていたが、切算の場合は単に「切る」という行為のみを演算にしているため、切る位置はどこでも構わない。そのため、等分だけでなく、不等分も同様の形で表現することができる（図5）。

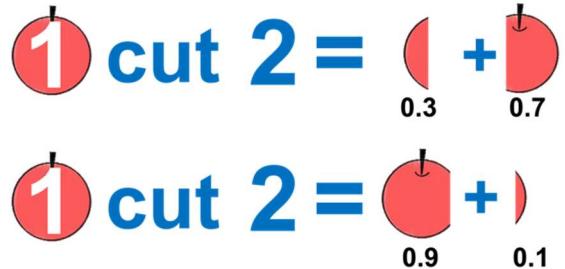


図5 切算による不等分の表現

図5のリンゴのイラストと対応するように式にすると、

$$1 \text{ cut } 2 = 0.3 + 0.7 \quad (9)$$

$$1 \text{ cut } 2 = 0.9 + 0.1 \quad (10)$$

と表現することができる。1つのリンゴを切るときに、片方の断片が大きくなるように切ることは日常的に自然な行為であるが、切算によって不等分に切る行為を数式で表現できるようになった。

上の例は、切る位置を連続的に変えることができる連続量の場合を扱ったが、切算は個数のような分離量においても同様に計算することができる。「6個のリンゴを2人で分ける」ことを考えると以下のように数式に表すことができる。

$$6 \text{ cut } 2 = 3 + 3 \quad (11)$$

切算では、6個のリンゴを2人で等しく分ける場合だけでなく、2個と4個に分ける時のように異なる個数で分配する場合も自然と表現でき、以下のように書くことができる。

$$6 \text{ cut } 2 = 2 + 4 \quad (12)$$

個数のような分離量の場合は、複数の対象が並んでいるところに「仕切り」を入れるようなイメージで考えることで捉えることができるだろう。同様に、「6個のリンゴを3人で分ける」場合は、たとえば、以下のように数式で表現することができる。

$$6 \text{ cut } 3 = 2 + 2 + 2 \quad (13)$$

$$6 \text{ cut } 3 = 1 + 2 + 3 \quad (14)$$

切算では、単純に「切る」という行為を演算にしているため、「包含除」と「等分除」が混在するという割り算の問題がそもそも発生しない。「6個のリンゴを1人に2個ずつ分けると何人に分けられるか？」という問い合わせに対する割り算は包含除であり、「6個のリンゴを2人に同じ数ずつ分けると1人あたり何個になるか？」という問い合わせに対する

割り算は等分除である。扱っている現象は全く別であるにも関わらず、割り算では同じ式で表現される。ただし、数式の中の 2 と 3 の数字に対応する「人」と「個」という質は入れ替わることになる（図 3）。それに対して、切算では、「6 個のリンゴを 1 人に 2 個ずつ分ける」場合は、以下の式で示され、3 人で分けられていることが式の中で明示される。

$$6 \text{ cut } 3 = 2 + 2 + 2 \quad (15)$$

一方で「6 個のリンゴを 2 人に同じ数ずつ分ける」場合は、以下のように書くことができる。

$$6 \text{ cut } 2 = 3 + 3 \quad (16)$$

このように、切算では、行っている行為とその結果（図 3）が、そのまま式（式 15, 16）で表現されていることがわかる。これは、切算が純粧に「切る」という行為のみを演算として扱っているためである。ここまで議論から、割り算の問題のうち「割ったものが数式から消えていること」と「等分除と包含除が混在していること」が切算によって解消されていることがわかった。

続いて、割り算において余りが出る場合を考えてみよう。たとえば「13 個のリンゴを 5 人で分ける」場合では、割り算を用いると、以下の式のように 13 から 5 を 1 回ずつ引いていき、引かれる数が 5 より小さくなったら時に、その数を余りとし、引き算した回数を割り算の答え（商）とする。そのため、13 を 5 で割ったときの商は 2 で、余りは 3 となる。

$$\begin{aligned} 13 - 5 &= 8, \\ 8 - 5 &= 3, \\ 3 < 5, \\ 13 \div 5 &= 2 \cdots 3 \end{aligned} \quad (17)$$

これに対して切算では、13 個のリンゴを単純に 5 つに「切る」という操作として考えることができる。そのため、上記の割り算の計算結果に合わせて切算の式を書くと、余った 3 個のリンゴを 5 人のうち 3 人に配分すると考えれば、以下の式のように書くことができる。

$$13 \text{ cut } 5 = 2 + 2 + 3 + 3 + 3 \quad (18)$$

切算は単に「切る」という行為であり、どのように切っても構わないことから、割り算における「余り」の 3 個を最後の 5 人目の人に全て渡すと考えても構わない。この場合は、以下の式のように書くことができる。

$$13 \text{ cut } 5 = 2 + 2 + 2 + 2 + 5 \quad (19)$$

以上から、切算は単に「切る」という演算で、答えは足し算で表されるため、「余り」のような特別な場合を考える必要がないことがわかった。

ここで改めて、「切算」とは結局どのような演算として定義できるのか？という疑問が生まれるかもしれない。しかし、足し算が「つけ足す」という単純な行為を演算にしたものであるとしか言えないことと同様、切算も

「切る」という単純な行為を演算にしたものであるとしか言うことができない。また、cut 演算子も「切る」という単純な行為を数学の中で扱えるように記号で示したものであるとしか言うことができない。

3.2 動算（どうざん : dynamization）

切算の演算で行っているのは、単純に「切る」という行為であった。1 個のリンゴを 2 つに切る場合には、切算を用いることで、割り算では式から消えていた断片も同時に扱うことができるようになった。また、等分して質量が 0.5 と 0.5 になるよう切る場合だけでなく、0.3 と 0.7, 0.9 と 0.1 のように、異なる大きさに切る場合も同様に表現できることができた。さらに、複数個のリンゴを数人で分けるといった分離量を扱う場合においても、切る位置を変えることで、それぞれの人に違う個数で分配することを表現できるようになった。

切る位置は自由に動かしても構わないと、切算の説明のために提示してきた式や図は、あくまで具体的に切った時の例であり、もっと色々な切り方が可能であることがわかる。再び 1 つのリンゴを 2 つに切る場合を例にとって考えてみよう。図 6 のように、リンゴの両端に長さを合わせたレールを置くとする。そして、切る場所に合わせてレールの上をスライダーが左右に動くと考える。

図 6 のスライダーとレールのように「動く」という機能を持った演算子があれば、切算で「+」の代わりに用いることで、切る場所が自在に「動く」ことを数式の中で明示することができる。しかし、単純に「動く」という機能を持った演算子は従来の数学にない。そこで考案された演算子が光吉演算子（↓）である（光吉, 2006）。

光吉演算子は切算から導出される一連の四則和算の計算を表現する演算子であり、数と量、概念と行為、行為の結果生じた状態を 1 つの数式にすることができる演算記号である。

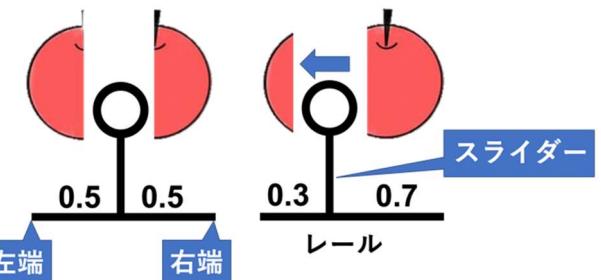


図 6 切る位置に合わせてレールの上を動くスライダー

動算を表現するときも光吉演算子が用いられ、切算で切る位置が「動く」ことを表すことができる。光吉演算子を用いることで、値が固定された足し算ではなく、分配のパターンの変化を動的に内包して演算することへの可能性を求めることができる。

本論文ですでに出てきた計算を例に、切算から動算への考え方を以下に示す。たとえば、質量 1 のリンゴ 1 個を 2 つに切る場合は、切る位置を自由に変えることで、あらゆる比率でリンゴを 2 つに分割することができる。これを切算と足し算を用いて式で表すと、以下のように表現できる。

$$1 \text{ cut } 2 = 0.5 + 0.5 = 0.3 + 0.7 = 0.9 + 0.1 \dots \quad (20)$$

分離量においても同じように切る位置を自在に変えることができるため、13個のリンゴを5人で分ける場合は、以下のように表現できる

$$\begin{aligned} 13 \text{ cut } 5 &= 2 + 2 + 3 + 3 + 3 \\ &= 2 + 2 + 2 + 2 + 5 \\ &= 1 + 1 + 1 + 1 + 9 \dots \end{aligned} \quad (21)$$

いずれの場合も、足し算で結合されている具体的な数字は自由に変化することができる。そこで、それぞれの項の値が自由に変化する、すなわち、切る位置が自由に動くことを光吉演算子を用いて表現すると、 $a \perp b \perp c \perp d \dots$ と記述することができる。

より一般的に切算と動算について検討する。切る場所が自由自在に動くことについて、再び1個のリンゴを2つに切る場合を例にとって考えてみよう。リンゴを2つに切ると、質量の比率がどのようなものであれ、2個の断片が生まれる。切算では切った左側の断片と右側の断片は区別されるため、光吉演算子を用いることで以下のように書くことができる。

$$1 \text{ cut } 2 = (\text{左断片}) \perp (\text{右断片}) \quad (22)$$

上記の式では、左断片と右断片の質量は、総量を1に保しながら、あらゆる値をとることが示されている。そこで、レールの左端をA、右端をBとし、A側の断片とB側の断片の質量をそれぞれxとyと置くと、一般的な形として以下のように書くことができる。

$$1 \text{ cut } 2 = A(x) \perp B(y) \quad (23)$$

$$1 = A(x) + B(y) \quad (24)$$

この表記方法によって、A、Bのような「概念」と、x、yのような「質量」が1つの式の中で扱うことができるようになった。切算の切れ目はスライダーの位置に対応するから、スライダーからレールの左端と右端までの長さがそれぞれxとyに対応する。2等分するときは $x = y$ となり、左側のリンゴの方が小さいときは、 $x < y$ となる。そのため、2等分するときはスライドバーがリンゴの中心に位置している状態として表現することができる。また、左側のリンゴの方が小さいときは、スライダーは左側に寄った状態で表現される。

切れ目に対応するスライダーはレールの左端から右端までの間を自由に動けるため、左右の断片の質量を表すxとyは合計の値が1であるという制約のもとで自由に変化する。そのため、単純に「左右に切り分け、切れ目が動く」ことを式で表したい時には、具体的なxとyの値を式の中で書く意味がない。

行為 状態 1cut2=左⊥右 概念 概念

図7 切算と光吉演算子による行為と状態の表現

そこで、レールの両端に「左」および「右」とラベルづけすると、スライダーはレールの「左」から「右」までを動くことになる。これを数式で表現すると、図7のように書くことができる。

ここで、式の左側の「1 cut 2」は「2つに切り分ける」という「行為」を示し、式の右側の「左⊥右」は切れ目が左右に動くという「状態」を示す。この式で表されているように、切算と光吉演算子によって、「左」と「右」という概念が数式に入れ込み記述されていることがわかる (Mitsuyoshi et al., 2020)。

上記の議論を踏まえて、切算と動算の演算について数学的な定義をまとめておく。まず、切る対象の質量や個数の総量をΣ、切る数をXとおく。また、切った結果生じる異なる属性(概念)をA、B、C…とおき、それぞれの属性に対応する量や数をx、y、z…とおく。すると、一般的な形として、以下のように記述することができる。

$$\Sigma \text{ cut } X = A \perp B \perp C \dots \quad (25)$$

$$\Sigma = A(x) + B(y) + C(z) \dots \quad (26)$$

$$X = A, B, C \dots \text{の個数} \quad (27)$$

$$X - 1 = \perp \text{の個数} \quad (28)$$

上記の式で示されているように、A、B、C…の属性や概念の総数はXに等しく、また、x、y、z…の総和は常にΣに保たれている。また、光吉演算子 \perp の個数は(X-1)に等しい。たとえば、Xが3の時には、属性の個数はA、B、Cのように3つになり、光吉演算子 \perp の個数は2つになる。動算における光吉演算子の動きのイメージとしては、Σが質量のような連続量の場合は「切れ目を動かす」となり、Σが個数のような離散値(概念)の場合は「切ってゆく」となる。

切算と動算を割り算と比較してみると、左辺と右辺で数や量が保存されている点が特徴的であることがわかる。割り算の場合では、1を2で割ると答えは0.5となり、残りの0.5が式から消えてしまっているため、左辺と右辺で式に現れている量が異なっている。しかし、切算と動算では、全体量を保存した上で切り分けているため、切れ目の位置によらず左辺と右辺の総量はどちらも1である。つまり、切算と動算では、等号の左右で「質量保存の法則」が成立していると言える。

質量だけでなく、「仕事量(エネルギー)」についても同様の議論が成り立つ。割り算の場合は、単に「割る」という行為すなわち仕事以上に、割ってできた断片の片方を式から「引く」、「消す」といった仕事がなされている。しかし、「引く」「消す」という行為により発生している仕事量(エネルギー)については、式の中では表現されていない。一方で、切算と動算では、「仕事量」についても等号の両側で等しくなっている。切算では式の左側でリンゴに加えた「切る」という行為によって発生した仕事量が、式の右側で「切り分けられた状態」として反映されている。切るという行為に用いられたエネルギーは、リンゴが2つに切り分けられた状態になるという変化として式の右側に保存されていると考えることができる。つまり、切算と動算では、仕事量(エネルギー)も保存されているため、「エネルギー保存の法則」が成立している。

以上から、切算及び動算では「質量保存の法則」や「エネルギー保存の法則」が数式の中で実現されていることが

明らかになった。このことは、物理と数学を両立させる上で重要な要件を四則和算が満たしていることを示している。

3.3 動算の応用

切算と動算について重要な点を確認しておく。光吉演算子のレールの両端の A や B の部分は「概念」であるということである。リンゴを例にとった切算と動算において、「左断片」「右断片」と表現した場合は、その断片がどんなに小さいものであっても体積を持っているが、切れ目が動く範囲の限界である「左」や「右」そのものは体積を持たない概念である。切算によって概念が数式に持ち込まれただけでなく、動算によって概念と概念の間のグラデーションも同時に扱えるようになった。そのため、スライダーからレールの両端までの距離(x や y の値)は、概念と概念の間のグラデーションを表していると言うことができる。そして、光吉演算子を用いることで、上記に挙げられた数と量、概念、行為とその状態を 1 つの数式に入れ込むことができるようになった。

ここまでではリンゴを例に挙げて切算と動算を考えてきたが、切る対象を変えれば、さらに色々なことを表現できる。たとえば、「身体の状態」を 2 つに切ると「健康 \perp 病気」や「緊張 \perp 弛緩」といった状態が表現可能である。あるいは、「人の性質」を 2 つに切ることで「善 \perp 悪」といった状態の表現も可能である。このように、切算と動算を用いることで、従来の数式では扱えなかった概念や状態を数式の中に自由に持ち込むことができるようになっている。同時に、動算によって概念と概念の間のグラデーションも表現できるようになっている。

現代の私たちの思考の基盤となっている二元論では「健康と病気」「善と悪」のように対になる概念どうしがカテゴリカルに対比される。さらに二元論の思考が古典論理学の排中律 ($A \vee \neg A$: 「『A である』または『A ではない』」)に基づくデジタル思考の枠組みと結び付けられ、「健康」 = 「病気ではない」、「健康ではない」 = 「病気」という図式で考えられがちである。実際、健康診断や病気の検査なども、ある値を基準に病気かそうでないか(健康)どうかを判断される場面は多い。対になった概念のうち「片方が真であるときには、もう片方は偽である」というデジタルな思考は、ちょうど割り算において、「割った上で片方を消す」という思考とも深く結びついていると言える。しかし、「健康と病気」を考えてみても、現実には「至って健康である」、「健康だが自覚症状のない病気にかかっている」、「病気と診断されてはいないが調子が悪い」、「病気を患ってはいるが活動できている」、「病気で寝つきりである」など多種多様な状態があり、「健康」と「病気」の線引きは難しい。また、東洋医学で言うところの「未病」は、「病気ではないものの健康な状態から離れつつある状態」を指すが、このようなカテゴリー間のグラデーションを扱う考え方も排中律に基づくデジタルな思考では扱うことができない。

こうした二元論と古典論理学の発想に対し、切算では単に「切る」だけであるから、対になった概念の片方を否定していない。むしろ、区別しながらも、異なるものどうしを接続している。さらに動算の考え方では、「健康」と「病気」という概念は両端にしかなく、実体は概念と概念の間にすることが見えてくる。動算によって、デジタルな「健康か、病気か」という思考だけでなく、その間のグラ

デーションを数式で表現することができる。

$$\text{身体の状態 cut 2} = \text{健康} \perp \text{病気} \quad (29)$$

また、この式を図示すると、図 8 のように健康と病気の間の連続性として表現することができる。連続的であることを視覚的に捉えると、図 8 のように色のグラデーションとして考えることができる。

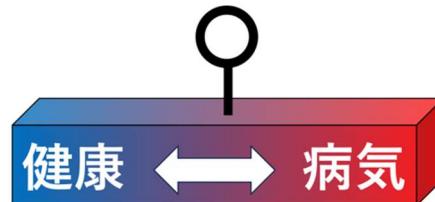


図 8 健康と病気のグラデーション

このように、切算と動算及び光吉演算子の導入によって、単に数式の中で概念が扱えるようになっただけでなく、既存の二元論や古典論理学では扱えなかつた「概念と概念の間のグラデーション」についても、形式的に扱うことができるようになった。

3.3 重算（かさねざん：superposition）

切算と動算によって、全体の総量を保存しながら様々な比率で切り分ける計算を数式にすることができた。また、数や量を表す動算演算子の「レール」の端として概念も数式の中で扱うことができるようになった。

しかし、動算における切る位置あるいは光吉演算子が「どのように動くか」については、まだ数式の中で扱うことができていない。この点を扱うのが重算である。以下では重算の考え方を説明する。

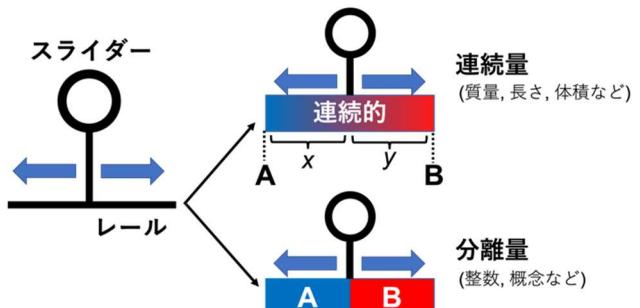


図 9 分離量と連続量を同時に計算するための 2 系統のレール (Mitsuyoshi et al., 2019)

まず、動算で見たように A と B をレールの両端に位置する概念とし、A から B まで動くスライダーが動くことを考える。その際、図 9 のようにスライダーとレールを二系統に分けて考える。ひとつの系統のレールは、A と B を両端とし、その間を連続量として表現する。このレールでは、スライダーから A と B までの距離をそれぞれ x と y とおくことで、質量や長さ、体積、比率といった連続量を示すことができる。このレールでは、図 8 と同様に、A と B の間のグラデーションが表現される。もうひとつの系統のレー

ルは分離量を表現する。このレールでは、ある基準を境界に、A または B の属性をカテゴリカルに判定をするものである。二系統のレールの違いは、A と B を区別する「切れ目」が動くかどうかである。連続量のレールでは、切れ目の位置がスライダーとともに連続的に移動するのに対し、分離量のレールでは、スライダーの位置に依らず、切れ目の位置が A と B の領域の境界で固定されている。二系統に分けたスライダーが同期して左右に動くとすると、グラデーションの連続量を表現したレールでは x と y の値が連続的に変化すると同時に、分離量を表現したレールでは A と B のどちらかの領域にスライダーが位置することになる（図 10）。その結果、計測された連続量と、概念などの分離量を同時に計算し出力することが可能になる。図 10 の左に示した状況では、 x の値が y の値より小さく、分離量のレールで「A」と判定される。図 10 の右に示した状況では、 x の値が y の値より大きく、分離量のレールで「B」と判定される。

このように、重算は異なるものを重ねて同時に計算することができる。重算では、何を重ねて同時に計算しても構わないが、連続量と分離量の重算は最も典型的な例である。切算は「切る」演算であり、動算は切れ目が「動く」演算であったが、重算は「同時に計算する」演算である。

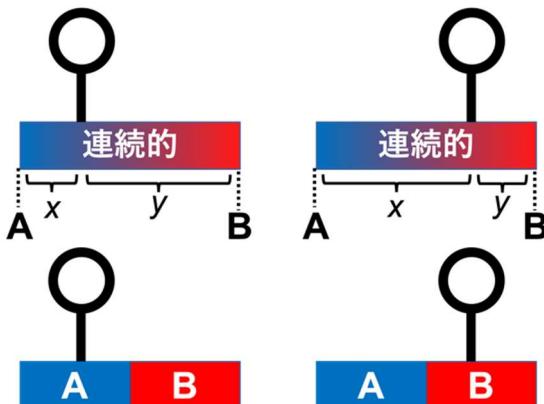


図 10 連続量と分離量の重算

重算では、さらに「スライダーがどのように動くか」を関数として求めることができる。動算では「スライダーがある範囲を動く」ことを扱った。ある特定の位置や時点においてスライダーを固定すると、スライダーの位置で切ることになり、分割されたものの足し算になる。これとは逆に、特定の位置や時点においてスライダーを固定せず、時間を超えてスライダーの動きを重ねることによって、 x と y の値の連続的变化からスライダーの動いた軌跡を求めることができる。軌跡は曲線であり、曲線は関数で表すことができる。そのため、「スライダーがどう動いたか」を関数で表すことができる。反対に、「どう動くのか」を関数で指定することで、スライダーに動き方を指示することが可能となる。そこで、関数(function)の頭文字である“f”を光吉演算子の右肩につけ、さらに、重ねて計算していることを示す線を光吉演算子の下につけた記号がデザインされた $(\underline{0}^f)$ 。これが、重算演算子である（図 11）。ただし、重算の機能はもともと光吉演算子に内包されていることから、重算演算子も光吉演算子の一部として捉える

ことができる。

重算では、2つに限らず複数のものを同時に計算することができます。本論文の説明では典型的な例のみを扱うため、「連続量と分離量」のように2つを重ねて同時計算する場合に限っているが、実際は、いくつ重ねて計算しても構わない「いくつ重ねて計算したか」を明示するために、重算演算子 $(\underline{0}^f)$ の下に書かれた線を増やして記述することができる。しかし、多くの線を重ねて記述することは記述する時に煩雑であるから、通常は重算演算子の直線の右側に重ねた要素を図のように数字で示すこととする（図 11）。本論文において、重算演算子に数字を示していない場合は、2つのものを重ねた重算であることを意味しているものとする。

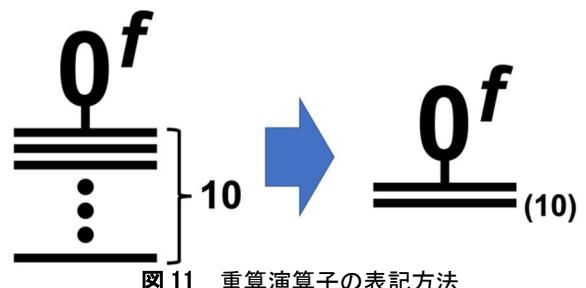


図 11 重算演算子の表記方法

ここまでの中から、重算演算子 $(\underline{0}^f)$ の機能をまとめ。光吉演算子は、「ある範囲を動的に動く」という行為を記号化したものであった。それに対し、光吉演算子の右肩に関数を意味する f をつけた重算演算子は、 x と y の値や比率といった連続量と、A や B で示される属性や概念といった分離量を同時に計算し出力する。さらに、重算では x と y の連続的变化から関数を出力する。まとめると、重算演算子は「動的に属性を判定（A または B）しながら、分割された連続量（ x と y ）の動的様相から関数を出力する機能を持った記号である」ということができる（図 12）。

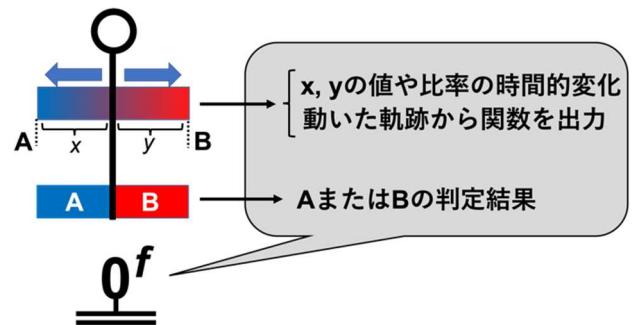


図 12 重算演算子 $(\underline{0}^f)$ の機能

切算、動算、そして重算までの一連の計算を考えると、概念そのものは実体を持たない「面」であることがわかる。動算では、概念はスライダーが動く範囲（レール）の端にあることが示されていた。コインは質量を持った3次元の存在であるが、表面と裏面だけを見ると2次元の平面に過ぎないことに似ている。同様に、リンゴの左から右まで動くことを示した動算においても、右や左といった概念そのものは質量を持たず、リンゴの両端に平面として存在していることがわかる。そして、質量を持ったリンゴそのもの

の実体は、「右」と「左」という概念の面と面の間に存在している。重算は、切算で切り分けられた概念（分離量）と、概念と概念の間にある連続量を結びつけることで、実体の部分を表す関数と、その表面に相当する概念の面を同時に処理していると言える（図13）。

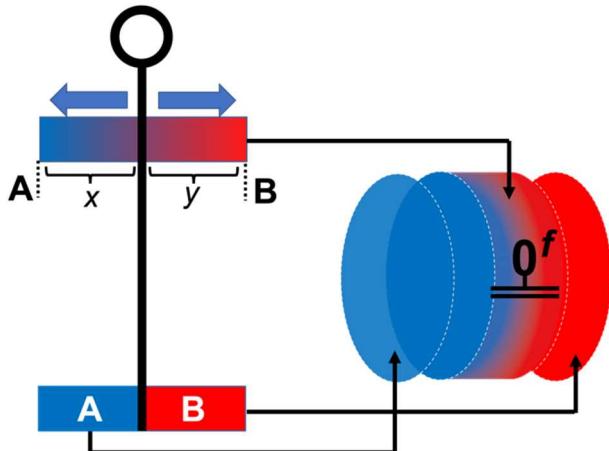


図13 重算における概念の面と関数の実体の図式化

3.4 無限大と無限小の重算

もう一つ重算の重要な典型例について考えてみよう。重算の図式において、両端の面には概念を置くことがわかった。そのため、面のところに「無限大」と「無限小」を置くこともできる。無限大も無限小も、それ自体は概念であるからだ。なお、文章中では文字で「無限大」と「無限小」と記述するが、それぞれ以下の極限を示す式に対応しているものとする。

$$\text{無限大} : \lim_{n \rightarrow \infty}$$

$$\text{無限小} : \lim_{n \rightarrow 0}$$

無限大と無限小の重算は、幾何学的に考えることで直感的に理解しやすくなる。まず、無限大を図示すると、以下の図14の上に示すように大きさ(n)が無限に大きくなっていく正方形として示すことができる。この時、正方形の大きさは無限に大きくなっていくが無限(∞)には到達しない。反対に、無限小は大きさが無限に小さくなっていく正方形として示すことができる。この時、正方形の大きさは無限に小さくなっていくが0には到達しない。無限大と無限小は概念であり分離量であるのに対し、正方形の「大きさ」は連続量である。

無限に大きくなっていく正方形を小さい方から重ね合わせると、年輪のように正方形が重なった图形として描写することができる。また、無限に小さくなっていく正方形を大きい方から重ね合わせても、同じように正方形が年輪のように重なった图形ができる。無限大と無限小の違いは、時間の流れの方向である。図にも示されているように、無限大と無限小では時間の流れが逆方向となっている。この違いは、極小の正方形から外側の極大に向かって正方形を

重ねていくか、極大の正方形から内側の極小に向かって正方形を重ねていくかの違いとしても捉えられる。しかし、時間経過の様相が違うのみで、無限大においても無限小においても正方形を重ねた图形は全く同じ形になる。動算ではスライダーがどちらの方向にも動くが、この反対方向の動きを重ねることで時間が消える。図14では、無限大に向かう方向で重ねられた正方形と、無限小に向かう方向で重ねられた正方形を重ねることで時間を封印した中段の图形で表現されている。

図13の図式に合わせて考えると、無限大と無限小は概念であり光吉演算子のスライダーが動く両端の面であることがわかる。また、その間のグラデーションの部分は光吉演算子のレールに対応し、重算によって導かれる関数として表されることがわかる。

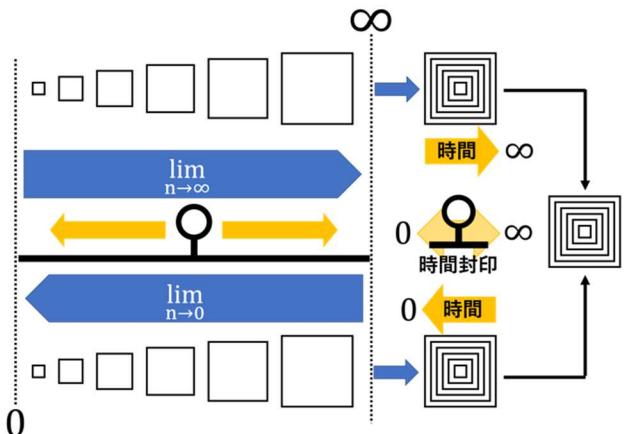


図14 無限大と無限小の重算 (Mitsuyoshi et al., 2019; 2020)

無限大と無限小の重なりは、日常にも隠れている。たとえば、空から地上を見渡すことを考えてみよう。視点を地面からどんどん空の方へ上げていくと、地上からの距離は無限大に向かって遠くなっていく。それに対応して、地上の人や建物の主観的な大きさは無限小に向かって小さくなっていく。この例とは反対に、特定の対象に目を近づけていく場合は、対象と目の距離が無限小に近づくほど、対象の主観的な大きさは無限大に近づいていく。

また、切算の例ではリンゴを2つに切ることを考えたが(1 cut 2)，切る数をもっと多くするとどうなるだろうか。例えば、質量1のリンゴを10個に等しく切り分けると、式では以下のようになる。

$$\begin{aligned} 1 \text{ cut } 10 = & 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 \\ & + 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 \end{aligned} \quad (30)$$

式に書かれているように、質量0.1のリンゴが10個できる。同様に、切る数を100にすれば質量0.01のリンゴが100個、切る数を1000にすれば質量0.001のリンゴが1000個できる。切る数を無限大にすると、質量が無限小のリンゴが無限個できることになる。つまり、切る回数を無限に増やすと、一片あたりのリンゴの質量は無限に小さくなっていく、ということである。このように、切ることにも無限大と無限小の重なりがみられる。

実は、上記の議論の中には、無限大と無限小だけでなく、微分と積分の重なりが含まれている。1つあたりの断片を極小にしていくのは微分の発想である。微分では、割り算と同様に細かくしていった1つの断片のみを扱うため、質量が限りなく0に限りなく近づいていくことになる。一方で、切算では全体の量が保存されているため、無限に細かくしたリンゴを足し合わせれば元のリンゴの質量や体積が出てくる。この発想は、まさに積分そのものである。そのため、重算は微分と積分を繋ぐ算術ということもできる。

このように、「重ねる」という考え方でなければ表現できない現象は日常にも数多く存在しているが、「重ねる」という行為を表す演算は数学に存在しなかった。そこで、切算や動算と同様に、「重ねる」、「同時に計算する」ということを数式に持ち込むために作られたのが重算と、重算演算子 (inv) である。

3.5 裏算（うらざん：inversion）

四則和算の4つ目の算術である「裏算」は重算と一体となっている。重算で分離量と連続量を結びつけることで、裏算によって表裏一体の本質を算出する。

重算では無限大と無限小の重なりを考えたが、図14に戻って裏算を考えてみる。この幾何学的な説明において、無限大と無限小は概念であり分離量であるが、正方形のサイズは連続量である。無限大と無限小で異なるのは、光吉演算子のスライダーの動きである。スライダーの動きは時間の流れとしても考えることが可能である。すると、無限大と無限小では、正方形を重ねた結果できる图形は同じものであるが、正方形を重ねていく方向および時間の流れが異なることがわかる。無限大では、図の左から右に時間が流れ、正方形は内側の小さい方から外側の大きい方へ重ねられていく。反対に、無限小では、図の右から左の方向に時間が流れ、正方形は外側の大きい方から内側の小さい方へと重ねられていく。時間の流れはベクトルで表現することができる。すると、無限大での時間の流れに関して「左→右」、「内側→外側」というベクトルが存在している。一方で、無限小での時間の流れに関しては「右→左」、「外側→内側」という反対方向のベクトルが存在している。しかし、この2つの反対方向のベクトルを重ねることによって、「左↔右」「内側↔外側」となり、時間の方向性が消える。無限大の系列において正方形を重ねた图形と、無限小の系列において正方形が重ねた图形を重ねると一致するが、両者を重ねることによって、時間の流れに関するベクトルが消えた状態になる。これが光吉演算子による時間封印である。ここで、無限大と無限小という分離量を個別の関数 inv （内質）と出力し、無限大と無限小を重ねることによってできた正方形の重なった图形を共有された関数 rev （共質）として出力するのが裏算である。無限大における「左→右」、「内側→外側」と、無限小における「右→左」、「外側→内側」という時間の流れは、一方向性を持ったベクトルであり、かつ方向性が異なるため、無限大と無限小の inv と言える。反対に、「左↔右」「内側↔外側」と重ねてしまえばどちらも同じであるというものが rev である。

分離量（概念）である inv は、「ある視点から見て認識したもの」であるため言葉にできる。しかし、 rev は特定の視点に依存しないものであり、連続量の本質そのものを指すものであるから、言葉で表現することはできない。そ

のため、正方形が重なった图形のように、言葉を使わず幾何学的に表現するしかない。言葉で説明した瞬間に、それは特定の視点から記述されたものとなり、方向性を持った inv となるからである。

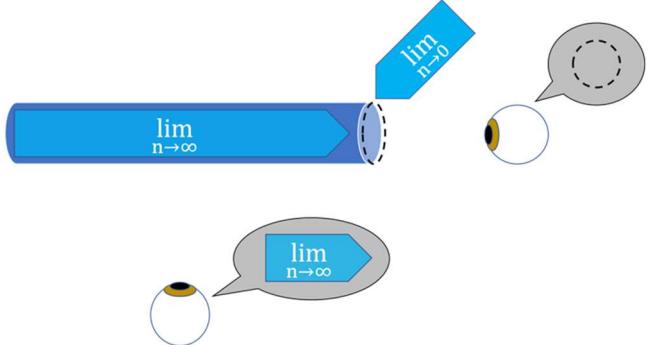


図15 厚さが「無限小」の素材でできた、長さ無限大のストロー

無限大と無限小の重算を考えるために、別の幾何学的な説明を示す。図15に示されたストローは、厚さが「無限小」の素材で作られているが、長さは「無限大」である。

このストローを横側から見ると、「無限に長いストロー」として見える。しかし、ストローの穴側からストローを見ると、素材の厚みが無限小であるため何も見えない。ただし、横から見れば無限大の長さがあるため、存在しないわけではない。このような「存在するが見えない」状態を四則和算の背景にある拡張リーマン球体理論では「KU」と呼ぶ (Mitsuyoshi et al., 2019; 2020; 2021)。そのため、穴側からストローを見た時には「KUとして見える」と表現できる。このストローは、厚さも長さも無限小と無限大という概念であって実体はないが、横側から見ると無限大の長さに見える、実体の感覚は強力にある存在である。このようなものが現実にあるのかと疑問に思うかもしれないが、身近なところにも同様のものは存在する。たとえば、紙幣がそうである。日本の場合、紙幣は日本銀行の借用証書である。つまり、実体のない概念に過ぎない。紙幣自体に実体ではなく、紙幣だけたくさんあってもお腹はいっぱいにならない。しかも、信用がなくなれば価値を失うものである。それにも関わらず、実体を持って存在しているという臨場感は強い存在であり、社会的な影響力も強い。そのため、紙幣は図15に示したストローと同じく、実体のない概念に過ぎないにも関わらず、強力な実体があるように感じさせる存在の代表例であると言える。

重算で出てきた関数に対し、「無限に長いストロー」や「KU」といった視点ごとに異なる見え方が inv となる。それに対して、特定の視点からの認識ではなく、「これは、厚さが無限小の素材でできている無限大の長さのストローである」ということが rev となる。この時、見ているストロー自身は全て同じものであるが、視点によって見え方が変わっている。つまり、同じ対象であっても、視点の違いによってどのように意識に上るかという inv が異なるということである。裏を返せば、 inv は視点と意識の偏りを反映しているため、その人がどのように言葉で説明するかといった inv から、その人の視点を逆算することが可能である。このように、概念から質を算出するだけでなく、観察者の視点も出力できるのが裏算である。

重算と裏算は、量子論も合理的に説明することができる。量子論においては、電子の位置は正確に記述することができず、確率で与えられる。波動関数で表され、確率的に広がりを持った量子の状態そのものが共通の関数 *rev* に対応する。これに対して、具体的な観測結果が個別の関数 *inv* に対応する。裏算は、量子の状態そのものである *rev* と、観測結果である *inv* を同時に計算し出力する。個別の観測結果 *inv* は観測ごとに確率的に揺らぐが、どれも量子の状態 *rev* から生じているものには変わりない。同時に、観測結果は具体的な値で示されるが、その値は量子の状態そのものではない。観測するということは、特定の視点から観測することになるため、客観的な観測ということはあり得ず、観測結果には「観測する」という行為や観測する視点の影響が入ってくる。量子の状態 (*rev*) は、個々の観測結果から得られる関数 (*inv*) が重なりあった状態として存在していると言うことができる。また、量子の状態に対応する *rev* は「関数」でしか表現することはできず、具体的な値を用いて説明した瞬間に個別の観測結果である *inv* になってしまう。そのため、量子の状態と観測結果を同時に出力できる裏算によって、観測問題を解消できると考えられる。

たとえば、観測する際のシャッタースピードを遅くした場合、量子の状態は雲のように広がったものとして観測される。反対に、シャッタースピードを速くした場合、粒子のように観測される。これは、それぞれ図 16 の A 側と B 側のイメージに対応している。この時、シャッタースピードの違いによって異なる観測結果が個別の *inv* である。それに対し、量子の状態は、個別の *inv* として観測される前の関数で表現される *rev* である量子状態の観測結果のモデリングと視覚化については “Visualizing the Proton.”
<https://arts.mit.edu/projects/visualizing-the-proton/>” が直観的な理解の助けとなる。

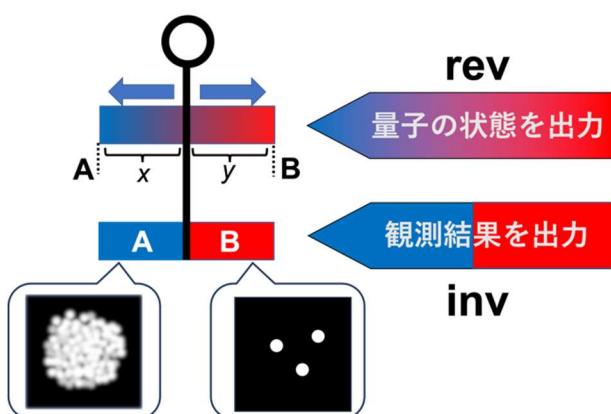


図 16 量子の状態(*rev*)と観測結果(*inv*)を出力する重算

もう少し身近な例として、「月」の観測を例に重算と裏算を考えてみよう。月をカメラのフィルムに収めることを考える。シャッター速度を可能な限り短くすると、写真を撮った時点での限りなく正確な月の位置を観測することができる。反対に、シャッター速度を長くしていくと、その夜に月の動いた軌道がフィルムに残ることになる。この場合は、軌道が記録に残るだけであるため、ある時点での月の正確な位置はわからなくなる。さらに、シャッター速度

を無限大に長くしていくと、年間を通じた月の軌道の変化幅が記録される。シャッター速度を無限小にした時から無限大にした時までの記録を重ねることで出てくるのが、月という天体の動きの実体である。それぞれのシャッター速度における観測結果が *inv* である。それに対し、様々な具体的な観測結果の背景にある月の動きそのものが *rev* である。

ここでは観測者の要因としてシャッター速度を例にとって考えたが、他にも様々な要因が観測に影響を与えている。たとえば、地球上のどの地域から観測しているのかによつても、観測される月の位置や動きは異なる。また、地球からではなく、太陽から観測すれば全く異なる軌道を描いて動いているように見える。さらに、太陽系の外から観測すれば、地球からの視点とも太陽からの視点とも全く異なる月の軌道が観測されることになる。このように、どこから見るかという視点が観測の偏りを生んでいる。

月の軌道は、曲線である。この曲線を関数として表現しようとすると、どの系で記述するかを決める必要が出てくる。たとえば、地球を中心とした座標系を考えて月の軌道を関数で描くのか、太陽を中心とした座標系で月の軌道を関数化するのかといった問題である。この時、それぞれの関数は、地球から見た月の動きの *inv*、太陽から見た月の動きの *inv* ということになる。では、月の動きそのものに対応する *rev* はどのようなものかというと、「座標系なき空間に漂う曲線」と言うことができる。この *rev* を特定の視点から観測することによって、座標系が決まり、ある方向から見た個別の関数やベクトルとしての *inv* が output される。逆に、全ての個別の *inv* は *rev* の中に入っていると考えることもできる。

重要なことは、*rev* を観測し説明した瞬間に、観察者あるいは説明者の視点が入った *inv* になるということである。そのため、ある人が *rev* に対してどのような説明をしたから、説明者の視点を逆算することも可能になっている。つまり、「観察者の観察」すら可能にしているのが裏算であるということである。

3.6 四則和算のまとめ

以上で四則和算の 4 つの算術についての概略を説明した。四則和算について簡単にまとめる以下のようなになる。まず、切算 (cut) によって対象が切り分けられる。この時に、割り算と違って切り分けたものを消さず、全て式数の中で表現する。切算では不等分でも構わぬことから、切り口が動く。これが動算となる。動算の段階では単に光吉演算子のスライダーが「動く」だけだが、スライダーが右に行った動きと左に行った動きのベクトルを重ねることで、時間が消え、関数が出てくる。重ねることによって、グラデーションの *rev* と個別の関数としての *inv* が output される裏算に繋がる。このようにして見ると、切算から裏算までの算術が一連の流れでつながっていることがよくわかる。これは一つ一つの演算が独立である四則演算と大きく異なる点である。本論文では詳しく説明しないが四則和算の連續性によって、それぞれが独立の四則演算が結びつけられることになる。切算はプラスの世界とマイナスの世界を切り分けることで、算術を足し算と引き算に切り分けている。引き算もマイナスの足し算と捉えることから、プラスの世界の足し算とマイナスの世界の足し算を切り分けることで、どちらも表現することができる。動算は切れ目が動くこと

によって、切り分けられた物の比率が連続的に変化する。比率が増えたり減ったりすることに対応する四則演算は、掛け算と割り算である。そのため、動算は掛け算と割り算を行き来すると捉えることができる。重算では、無限に切る回数を増やすことと切った断片が無限に小さくなっていくことが重なっていることを示した。断片が無限に小さくなしていくことは微分に対応し、切った断片を重ねることは積分に対応する。そのため、重算は微分と積分の重なりを示す。このように、四則和算の各演算は四則演算の各算術を繋いでいる。四則演算が独立した縦糸だとすると、一連の計算である四則和算は四則演算をつなぐ横糸である。そして、四則演算と四則和算によって、言語的な固定化された世界と関数による動的な世界を結んだ「八則演算」あるいは「織算」となっていく。

4. 四則和算の応用

4.1 四則和算による善と惡の考察

四則和算を用いることで、どのような議論が可能になるのかを、具体的な例を通じて考察していく。この節では昔話の『桃太郎』を例にとって、四則和算による物語一般の構造の捉え方を考えてみたい。まず、桃太郎の物語が描かれた絵巻物があるとする。絵巻物では、同じ1枚の絵の中に、同じ人物が時間経過による姿の変化を伴いながら何度も描かれる。これは時間の経過を、一つの絵巻物の中に入れ込んでいるからである。右から左にいくにつれて時間が経過している絵巻物を想定すると、「桃が流れてきた様子」が右の方に描かれる。そして、少し左にいくと、子どもになった桃太郎の姿が描かれている。さらに左にいくと、鬼退治に鬼ヶ島に向かっている道中の様子や、イヌ、サル、キジとともに鬼を退治しているところが描かれることになる。このように時間の異なる場面の様子が1枚の絵巻物に描かれているということは、絵巻物に時間が封印されているということもできる。ここで、動算で用いた光吉演算子のスライダーを絵巻物についてみよう(図17)。

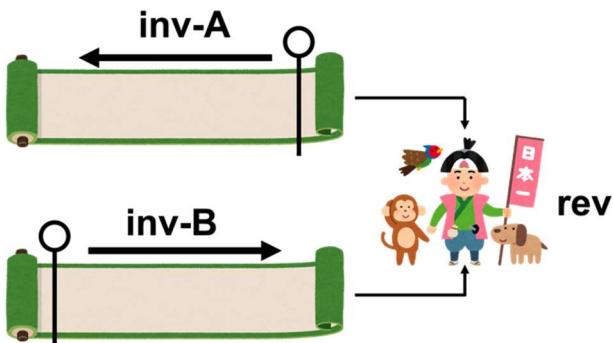


図17 絵巻物における inv と rev の計算

すると、物語の始まりから終わりに向かってスライダーを動かすこともできれば、物語の終わりから始まりの方へスライダーを動かすこと也可能である。前者を inv-A、後者を inv-B と置く。ここで inv としているのは、動算によって時間の流れのベクトルが生まれているからであり、重算の時に用いた正方形を重ねていく時と同じ考え方である。さらに、inv-A と inv-B を重ねることによって時間の流れが消え、『桃太郎』という物語の関数が出てくる。反対方向のベクトルを持った inv を重ねたことで時間が封印され

た関数は、本に書かれた物語の形である。図の右側に示したイラストは、本に書かれた物語としての桃太郎を示している。内質 inv を重ねて出てくるのは共質 rev の関数であるが、それが言語化され本になっているとすると、言語によって関数が物語として固定され、時間が消えた状態になっているということである。

さて、『桃太郎』の内容を振り返っておく。標準的なストーリーは「桃から生まれた桃太郎は、お爺さんとお婆さんに育てられて大きくなると、鬼退治に鬼ヶ島へと向かう。道中で出会ったイヌ、サル、キジを家来として、鬼を退治し、鬼の財宝を持ち帰り、里に戻ってくる」というものである。

このように言葉で表現することによって、元々関数であったものが、物語として固定されている。ここで示した標準的な内容は桃太郎側の視点で描かれたものであり、勧善懲惡の物語となっている。すなわち、鬼ヶ島の鬼という悪を退治することが善であると思っていた人たちの視点から描かれたものである。つまり、桃太郎側から見た物語という inv であるということだ。桃太郎側から見たストーリーでは、鬼が悪であることは自明のものとして描かれている。しかし、本当にそうなのだろうか。物語の中で描かれてなかっただけで、鬼が鬼になった理由があるかもしれない。あるいは、桃太郎側から見た視点だと鬼だが、鬼ヶ島の住人にとっては鬼ではなかったかもしれない。

桃太郎の物語のベースとなっていると言われているのが、吉備(岡山県)に伝わる温羅(うら)伝説である。伝説によると、温羅は百濟の王子で、一勢を引き連れて吉備一帯を支配していた。温羅は鬼ノ城を拠点とし、貢物や婦女子を略奪するといった悪行を働いていた。これを見かねた政権が吉備津彦命を派遣し、温羅を討伐したという伝承が、桃太郎の物語の元になっていると言われている。

あくまで一説ではあるが、温羅伝説は史実に基づいたものではないかという仮説がある(前田, 2004)。この仮説によると、温羅のいたとされる地域は、当時ヤマト王権に従っていなかったそうである。そしてヤマト王権が吉備に攻め込んだ出来事を元に、桃太郎の鬼退治の物語が作られたのではないか、ということである。

これはあくまで仮説であり物的証拠があるわけではないが、ここで考えたいのは、鬼側の視点から見ると桃太郎の物語は全く別の見え方になるという可能性についてである。鬼側の視点で物語を考えることが、四則和算の裏算を理解する際に役に立つ。上記の仮説に基づくと、鬼とされているのは、吉備国にいたヤマト王権に従っていなかった一勢である。すると、伝説の中で退治された鬼は、ヤマト王権と抗争していた一勢の頭首であると考えられる。この一勢の側に視点を移すと、鬼とされていた頭首は英雄であり、桃太郎に相当する侵攻してきた勢力のリーダーがむしろ鬼として見えるのではないだろうか。

このように考えていくと、桃太郎の絵巻物の裏側に、鬼の絵巻物が表裏一体となって重なっていることが理解できる。同じ出来事であっても、視点が変われば絵巻物に描かれる内容は大きく異なるものになるはずである。鬼側の視点でまとめられた絵巻物についても、桃太郎の絵巻物と同様に重算で時間を封印することで、鬼の絵巻物に関する rev が出てくる。そして、これを『鬼の物語』として言葉で書き記すと、関数が物語として固定化されたものになる。絵巻物の時間を封印して出てきた関数を言葉で記した

「物語」は、固定化されたものであり分離量である。そのため、「桃太郎の物語」と「鬼の物語」は、無限大や無限小のように、それを inv として重ね合わせることができる。桃太郎の視点は政権側、つまり国という大きな範囲の視点であるのに対し、鬼の視点はある地域という小さな範囲の視点としても捉えられる。図18のように「桃太郎の物語」と「鬼の物語」を重ねることで、善と悪の間の連続量が現われる。善と悪という連続量の極は、極小の正方形と極大の正方形に対応する。そして、図14では正方形を重ねることで rev 形成されたように、善悪も重なりあうことでき、言葉では表現できない表裏一体の本質を示すことができる。図18の構図全体で一つの rev を示しているということでもある。

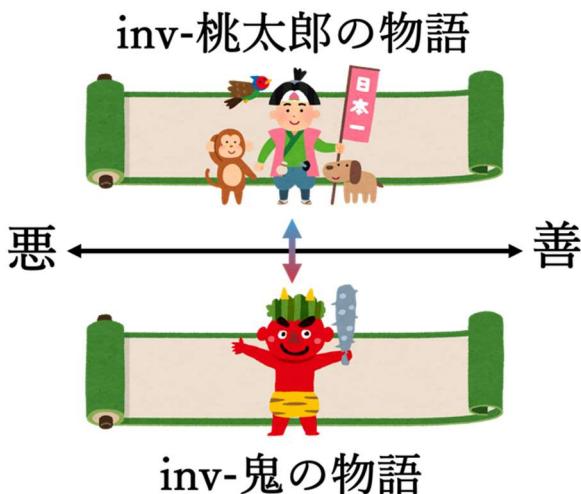


図18 桃太郎の物語と鬼の物語の inv の重ね合わせ

ここまで議論を踏まえた上で、善と悪の違いについて、あなたはどのように考えるだろうか。少し立ち止まって、ご自身の答えを考えてほしい。

人それぞれ様々な答えが出てくるだろう。たとえば、「日本全体の秩序を考えたら、やはり桃太郎が正しい。」、「鬼が可哀想だ。桃太郎が悪だ。」、「鬼を退治せずに和合する方法もあったのではないか。」「結局戦ったのだから、どっちもどっち。」など無数に答えが出てくるはずである。この問い合わせに正解はないため、どのような答えがより優れているのかということも、ここでは議論しない。ここで重要なのは、出てきた答えを介して、上記の議論を観察した人の視点を観察することが可能であるということである。実は、この問い合わせに対するあなたの答えには、「あなたが rev だと思っているもの」が出てくる。つまり、「社会とはこういうものだ」とか「人や社会はこうあるべきだ」といった、普遍的な共通の関数 rev だと思っていることである。もちろん実際は、ある人の視点からの議論であるから rev ではなく inv である。しかし、本人の意識としては、みんなに共通した rev だと思って回答しているのである。そのため、問い合わせの答えとして出てきた inv から、 inv を生み出している視点や意識を逆算できるということである。この性質を用いて、精神医学や臨床心理などの分野についても、四則和算を用いて人の精神状態を定量化し、治療に役立てる技術を発展させていくことも可能である。

言語化できない表裏一体の rev を前にしたとき、その rev を分析し解釈する意識の偏りから、その人の裏を表に出してしまうのが裏算の威力である。同時に、言語化したものは inv であり、特定の視点や考えにこだわっている限り、 rev に近づくことはできないということも示している。

4.2 四則和算に基づく量子論理学

四則和算の裏算が理解できると、古典論理学で扱われてきた排中律や矛盾律、対偶が成り立たないことが明確になる。これは、切算によって割り算への違和感が明確になることとも関連する。

古典論理学は、デジタルコンピュータの計算基盤である論理ゲートと密接に関係している。古典論理学のうち命題論理では、「かつ (\wedge)」、「または (\vee)」、「ならば (\rightarrow)」、「～ではない (\neg)」といった論理記号を用いて、命題に関して真 (1) か偽 (0) かの論理演算を行う。命題とは、論理学において真または偽の真理値をもつ判断を言語で示したものである。命題論理では、排中律と矛盾律の法則が成り立っている。排中律は、任意の命題に対して、「それが真であるか、偽であるかのどちらか一方であり、中間的な第三者は認められない」とする法則である。ある命題を P とおくと、 P が真であれば $\neg P$ は偽であり、 P が偽であれば $\neg P$ は真である、ということが必ず成り立つということである。命題論理を用いて示すと、 P の真偽に問わらず、 $P \vee \neg P$ は必ず真であるということである。

矛盾律は、任意の命題に対して、「それが真であり、かつ、偽であるということは成り立たない」という法則である。ある命題を P とおくと、「 P であり、かつ、 P でない」ということは、 P に関わらず成立しないということである。命題論理を用いて示すと、 $\neg(P \wedge \neg P)$ と示すことができる。

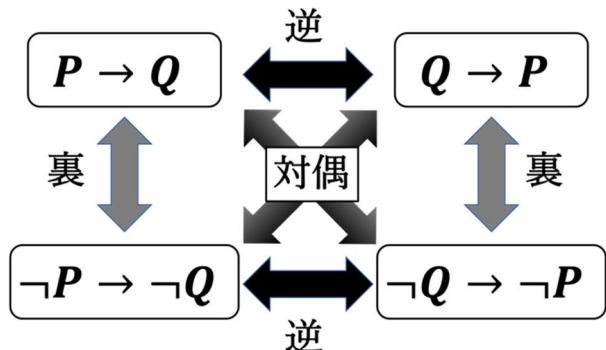


図19 命題論理における、命題、逆、裏、対偶の関係

さらに、命題論理における「逆」「裏」「対偶」についても概略を説明する(野矢, 1994)。 P, Q をそれぞれ命題としておくと、 $P \rightarrow Q$ も命題である。 $P \rightarrow Q$ という命題に対して、 $Q \rightarrow P$ が「逆」である(図19)。また、 $\neg P \rightarrow \neg Q$ が「裏」であり、逆の裏である $\neg Q \rightarrow \neg P$ が「対偶」である。図で整理すると以下のようになる。逆「 $Q \rightarrow P$ 」と裏「 $\neg P \rightarrow \neg Q$ 」も対偶の関係になっていることがわかる。また、命題「 $P \rightarrow Q$ 」と対偶「 $\neg Q \rightarrow \neg P$ 」の真偽は常に一致する。

注意しておきたいことは、命題論理における裏と四則和算における裏は異なることである。命題論理においては、図に示されるように、命題 $P \rightarrow Q$ に対する $\neg P \rightarrow \neg Q$ を裏とし

ている。それに対して、四則和算あるいは日本語で裏と言っているのは、裏算が「裏返す」演算であることからわかるように、表裏一体としての裏側である。

命題論理においては、命題は真または偽のどちらかの値をとり、中間的な値はとらない。そのため、命題は動算におけるレールの端のフラグに過ぎず、固定化された面に相当する。さらに、排中律と矛盾律によって、ある命題 P とその否定である $\neg P$ は分離されているため、 P と $\neg P$ の間が連続的である状態や、 P と $\neg P$ が重なっている状態を想定することができない。そのため、命題論理では、概念と概念の間にある連続量や関数を扱うことができない。つまり、命題である P や Q 及び命題を組み合わせて作られた $P \rightarrow Q$ と言った命題で扱っているのはコインの表面の部分のみであり、しかも、ある特定の視点から見える面のみを扱っているということである。この議論は、割り算において、割るだけでなく片方を消していることを指摘した時の内容と同型のものである。形式論理が扱えていない点を四則和算で扱っていることがわかる。

桃太郎と鬼の議論を踏まえて、善悪の問題の扱い方を命題論理と四則和算で比較する。「 $P \rightarrow Q$ 」を善とする人あるいは集団を A とおき、逆の「 $Q \rightarrow P$ 」を善とする人あるいは集団を B とおく。ここでは、P や Q の具体的な命題の内容は重要ではなく、 $P \rightarrow Q$ と $Q \rightarrow P$ の「ならば」を示す矢印に着目する。この矢印を A と B が見ている方向を示すベクトルとして考えると、A は P から Q の方向を見ているのに対し、B は Q から P の方向を見ており、見ている方向が逆になっていることに気づく。善を桃太郎、悪を鬼に対応させてイラストで示すと図 20 のようになる。

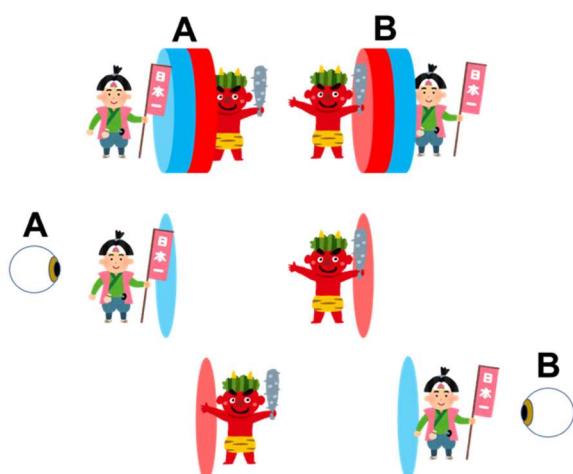


図 20 視点によって、見えている面(inv)が異なる

A からは、A 自身の善の面と B の悪の面が見えているが、A 自身の悪の面と B の善の面は見えていない。逆に、B からは B 自身の善の面と A の悪の面が見えているが、B 自身の悪の面と A の善の面は見えていない。A は $P \rightarrow Q$ という視点に基づく認識であり、B は $Q \rightarrow P$ という視点に基づく認識である。この一方向の視点を示すベクトルに縛られている限り、A と B それぞれから見えているものは全て inv であり、表裏一体の本質 rev は見てこない。

一方向の視点に縛られるのは、古典論理と二元論が混在した結果である可能性が考えられる。二元論とは、世界や事象を対立する 2 つの原理で説明しようとする立場である。

たとえば、精神と物質、天と地、光と闇、善と惡などの対立する原理である。二元論は、本来、対立する根本原理を使って世界や事象を説明しようとするため、割り算のようにどちらかを切り捨てる思考ではなく、むしろ、その組み合わせによって説明しようとする立場である。しかし、古典論理の排中律や矛盾律と二元論を混ぜてしまうと、「一方が善であるなら、もう片方は惡である」という思考に陥る。その結果、自分が善であるなら、自分とは異なる相手は惡であるという思考に繋がっていく。

現代社会では、至る所に同様の構造を見てとることができる。たとえば、「A という主義が正しいとすれば、A ではない B という主義は誤りである」、「ある民族が正しいとすれば、他の民族は誤りである」、「ある国の主張を正しいとすれば、その主張とは異なる主張をしている国は全て間違いである」といった形である。しかし、あるやり方や方針が正しいからと言って、他に正しいやり方はないということにはならないはずである。そのような、発想になるのは、排中律と矛盾律を法則とする古典論理が極端な場合しか扱っておらず、グラデーションの実態を扱えていないからだと言える。グラデーションの相対を認めれば、「より良い方法」「この点に関しては比較的優れている考え方」といった思考になる。他の考え方や方法に関しても、相対的な差異でしかなく、善と惡のような絶対的な違いではないことが認識されるはずである。四則和算の動算、重算、裏算では、概念のような分離量とグラデーションの連続量を区別しながらも同時に扱っているが、古典論理では図 20 に示されるように、ある一方向から見た面しか扱えない。

また、裏算では視点の違いが inv として計算の中に入ってくるが、古典論理の場合は「どのような立場から見た認識か」「誰から見た認識か」という視点の議論が入ってこない。その結果、「あくまで自分の視点から見た認識である」という意識が消され、あたかも神の視点で客観的に認識しているように錯覚させられる。だからこそ、命題に対して真偽を必ず判定し 1 つの真理値を出すという立場をとることも可能になる。そして、自分の認識した善悪を、視点に依存したもの (inv) ではなく、視点に依存しない皆に共通の認識 (rev) であると信じて疑わなくなってしまう。

「自分が善であるなら、自分と異なる相手は惡だ」とする排中律と結びついた二元論と、視点の議論の排除が組み合わさることによって、「自分の認識している善悪の判断が絶対的なものである」と信じてしまう。そして、相手も同様に、自身を善と認識し、自身と異なる他者を惡であると信じてしまう。「お互いに自分が善であり、相手は惡である」と信じた者たち同士の衝突が、あらゆる対立や戦争の原因であると考えられる。四則和算の枠組みでは、自分の認識した inv を rev と信じ、この rev で他の人の inv を置き換えようとするもの同士が争っていると説明できる。以上からわかるのは、現代の私たちの思考の基礎となっている二元論や古典論理のデジタル思考そのものに、対立や戦争を生むメカニズムが含まれているということである。同様の思考プロセスは、世界を善と惡に分け、惡を消そうとする割り算にも含まれている。

では、四則和算を身につけると、どのような思考が可能になるのだろうか。裏算は「裏返す」という行為を算術にしたものである。図 20 において自分の視点からは自分の善の面しか見えていないが、裏算でひっくり返すことによっ

て、それまで裏側に隠れていて見えなかった悪の面が表に出てくる。反対に、最初は相手の悪の面しか見えていないが、裏算によって裏側にあった善の面が面に出てくる。

「裏返す」という思考によって、見ているものは表面でしかなく、本質は表裏一体のグラデーションであることが認識できる。

この段階で、排中律や矛盾律は崩壊していることに気づく。同時に、それまで認識していたことは客観的な事実ではなく、あくまで自分の視点に依存した一側面に過ぎないということもわかる。さらに、「善」や「悪」と言語化され固定化された概念は面に過ぎず、実体は概念と概念の間にあるグラデーションであり関数だとわかると、主義主張の違いも相対的なものでしかなく、「どれが絶対的に正しいものであるか」といった思考からも距離を取ることができる。その結果、「この主義や教理以外は認めない」といった原理主義に陥らず、様々な考え方や価値観の間で、ちょうど良いところ、良い塩梅のところを見つけ、バランスをとることができるようにになる。

四則和算を身につけることで、上記のような視点や考え方方が可能になる。もちろん、ここに述べたことは、四則和算に基づく思考の具体的な例に過ぎない。しかも、言語化した時点で、それは自分の視点から見た一方向の inv になっている。だから、上記の視点や考え方も、筆者から見た四則和算の inv であり rev ではない。四則和算を身につけるには、個々人が実際に四則和算を思考や開発のツールとして使い、質を直接体験していくほかないことを強調しておく。

ここまで見てきた古典論理学に代わる四則和算に基づく論理学は「量子論理学」と呼ぶことができるだろう。真(1)か偽(0)のデジタルな古典論理と論理ゲートに代わって、概念と概念の間の重ね合わせのグラデーションを扱える四則和算は量子ゲートを数理的に実装することを可能にした。概念と概念の間のグラデーションを扱うことは、ファジィ論理や直観主義論理といった古典論理の限界を越えるために考案された論理学でも実現していなかったことである。さらに、四則和算によって、排中律や矛盾律、対偶の構造も、全て実体のない概念の「面」の話だけをしていたから法則として成り立っていたこともわかった。そして、排中律と矛盾律、対偶の構造が消えることによって、「自分は善であり、自分と異なる他人は悪であるから消す必要がある」という戦争の原因となる思考の枠組みそのものが崩壊する。四則和算と量子論理学が世界中の人々の思考のベースとなれば、自ずと戦争も消えるだろう。

5. Pax Japonicaへの貢献

5.1 戦争を消す数理としての四則和算

戦争のメカニズムについて、四則和算の観点から詳しく見ておこう。排中律と矛盾律を法則とする古典論理に基づく思考では、自国の歴史や文化、経済的利益、政治的影響力、政治思想、宗教といった inv を善とすると、それとは異なる他国の inv は自動的に悪となってしまう。A国とB国の inv が衝突し、かつ、両国とも自国の inv が絶対的に正しいという立場を譲らない場合、A国とB国は戦争になる危険性がある。自国の inv を絶対的に正しいと信じて疑わない原因の一つのパターンは、視点に依存した、物事の一面でしかない inv を、視点に依存しない普遍的な rev だと思っている場合である。認識していることはあくまで自

国の視点からのものに過ぎないという認識があれば、相手との対話の可能性も開ける。そして、お互いにとてほどほどとのところを目指し、利害を調整することも可能だろう。しかし、自国の認識 inv が世界に共通の rev であると信じていると、その認識と異なる主張を持っている国は「認識が間違っている国」であり、修正しなければならないと思ってしまう。これは、rev だと思い込んでいる自国の inv で世界中の inv を置き換えようとするということであり、全体主義の立場である。しかし、国ごとに歴史も違えば文化、言語、宗教も異なるため、ある国の inv が世界の rev であるということは現状ではあり得ない。また、特定の視点で観察し言語化した瞬間に rev ではなく inv になるため、他国に強制しようとしている時点で、その rev は inv でしかない。それにもかかわらず、他国に自国の文化などの inv を強制するということは、他国の文化や歴史を否定することであるため、否定された国は当然反発する。その結果、戦争の可能性が高まっていくと考えられる。

自国の inv を絶対的に正しいと信じて疑わない場合の別の原因是、そもそも世界の rev や他の国の inv に关心がなく、自国の inv のみに基づいて利益追求をしている場合である。これは自由主義の在り方である。自由主義では自由が脅かされない限り他の inv を否定することはないが、自国の inv による利益追求と他国の inv による利益追求が衝突する場合には、戦争になる危険性がある。

上記の議論は国レベルのマクロな話であったが、人の思考形式というミクロな次元にも戦争や対立を引き起こしている要因が考えられる。それが、「概念のイデオロギー化」である。概念は inv であるが、inv がベクトルとして機能している時は光吉演算子のスライダーが動ける状態にある。たとえば、善や悪といった概念においても、「より善である」「より悪である」といった相対的なグラデーションに位置していれば、方向性としてのベクトルが機能し動的なものになる。また、自由や平等といった概念においても、「より自由な状態を目指す」「より平等な社会を実現する」といった動的なグラデーションに位置していれば、概念のベクトルは rev としての動きを持った状態であるということである。しかし、「自由主義」や「平等主義」となると状況が変わる。自由主義は「人は何にも拘束されず、自身の幸福のために自由に判断し行動できる状態であるべきだ」という主張であり、平等主義は「人は生まれながらにして平等であるため、全ての人は政治的・社会的に平等に扱われるべきだ」という主張であるが、どちらも例外を許さない理想状態を言語化している。そのため、面としか言えない inv から動的なベクトルの性質が失われ極度に固定されることになる。これは、光吉演算子のスライダーがレールの端に位置したまま動かなくなっている状態である。しかし、光吉演算子のレールの端は実体を持たないため、どこまで自由主義や平等主義を追求しても、求める状況が現実になることは原理的にあり得ない。同様の構造は、宗教や思想における原理主義にも見られる。現実にはあり得ない状態を追求することは、実社会を無理に歪めることにつながるが、その反動が争いの原因の一つとなっていると考えられる。

また、極端な理想状態の追求は、他の理想状態とも矛盾をきたす。「より自由」と「より平等」といった動的なグラデーションの中にあれば、お互いのベクトルがほどほどに成り立つ位置で動的にバランスをとることが可能である。

(図 21)。しかし、自由主義や平等主義のように方向性が異なる概念が極度に固定された場合、一方を成立させようとすると、他方は否定するしかなくなる。これは古典論理における排中律と矛盾律の議論に相当する。イデオロギー化した概念を追求することは、他のイデオロギーを否定することによって争いの火種にもなる。思想、宗教、主義など、概念として言語化されると、人間は実体のない極端な位置に引っ張られる傾向がある。概念に対応する実体をグラデーションの相対的位置においている時は問題ないが、実体のない極端な位置で絶対的なイデオロギーとして固定化されると、他の価値観を否定し対立を生むことにつながる。この時に、排中律や割り算の論理で、自身の理想状態を追求するために他方を消そうとすることが戦争であるとも言える。戦争を消すためのミクロな対処としては、各人が四則和算に基づく思考を身につけ、実体を持たない概念に執着せず、概念と概念の間に実体を持たない概念を伴うグラデーションの中で、ちょうど良いバランスをとっていくことであると考えられる。

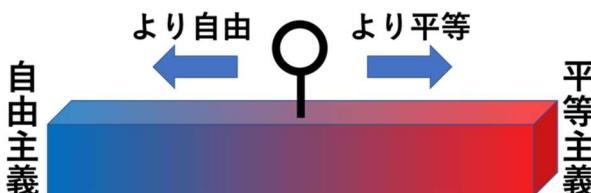


図 21 自由主義と平等主義の動的算の図

戦争を消すためにできる国家や世界レベルでのマクロな実践はどのようなものがあるだろうか。世界的な問題が起るケースの一つは極端な全体主義によるもので、ある特定の国や集団の個別の関数である inv を世界の共通の関数 rev にしようとする場合である。もう一つのケースは極端な自由主義によるもので、世界に共通の rev がなく、それぞれの国や集団が、他を無視して各々の inv に従い自由に行動している場合である。世界を調和させ戦争を消すためには、全体主義にも自由主義にも偏らない、ちょうど良いところでバランスをとる必要がある。そのためには、「地球人が共有する価値 rev 」を、各国の inv に導入すれば良い（図 22）。それぞれの文化や歴史といった inv を否定せず、むしろ世界中の文化や歴史に通底する価値の関数 rev を取り出し、各国に個別の関数 inv に重ねるということである。全体主義のように、ある国の inv を世界の rev にしようとするわけではないため、文化や歴史の衝突は起こらない。また、 rev がそれぞれの inv に導入されることで、自国の inv に従って判断し行動することに他の inv を尊重する方向性が内在することになるため、自由主義において生じる利害の対立を緩和することができる。その結果、それぞれの国や集団の独自の文化や歴史を尊重し、自由な判断や行動を担保しつつ、他の国や集団との調和も良い塩梅で維持される状態が実現されるだろう。このように、裏算を用いることで、現状では対立している価値観どうしを調和させ、世界全体の動的平衡を実現することが期待される。四則和算という日本発の数理によって動的平衡が実現された世界の状態こそ “Pax Japonica” と言えるのではないだろうか。

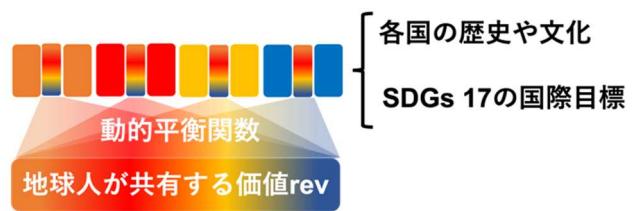


図 22 地球人が共有する価値 rev による動的平衡

5.2 SDGs における矛盾の解消

四則和算は、国家間の調和だけでなく、国連が提唱し推進している SDGs を実現する上でも必須の数理である。SDGs は 2015 年に国連総会で採択された持続可能な開発のための 17 の国際目標であり、その下には 169 の達成基準と 232 の指標が定められている。SDGs は採択当初より、17 の目標間のトレードオフを解消することが課題とされてきた。たとえば、「経済成長」と「環境の持続可能性」との両立や、「所得の不平等の解消」と「経済成長」のバランスといったことが挙げられる。他にも多くのトレードオフ関係が存在するが、SDGs を世界で実現するためには、17 の目標の方向性を矛盾なく両立させることが必要となる。

SDGs の 17 の目標は、それぞれが特定の方向性を持っているため、四則和算の枠組みでは inv として捉えることができる。17 もの inv を矛盾なく両立させるには、全目標が共有する関数 rev をそれぞれの目標 inv の中に導入し、動的平衡を実現する必要がある。図 22 で示した、各国の価値観を調和させる時と同様の発想である。

それぞれの国際目標は概念によって表された inv であるが、全目標が共有する関数 rev は言語によって示すことはできない。言語によって示した瞬間に、特定の視点から見た inv になってしまうからだ。四則和算をツールとして用いることによって、概念で表現するだけでは衝突していた価値観を、数学を介して両立させていくことができる。

異なる価値観や方向性を矛盾なく両立させることを数学的に考えると、ベクトルとベクトルを直交させることとして捉えられる。たとえば、3つのベクトルを直交させた時は、 x 軸、 y 軸、 z 軸のようにお互いがそれ直交した関係になっている。では、17 もの SDGs の目標のベクトル全てと直交し、矛盾なく束ねるには、どうすればいいだろうか。これを可能にするのが、光吉博士によって発明された「切れ目のあるメビウスの輪」である（Mitsuyoshi et al., 2021）。このメビウスの輪を用いることで、ベクトルを無限に直交させることができる（図 23）。このようなメカニズムは、現時点では他に存在しないため、SDGs の 17 の目標を矛盾なく束ねる理論は他にないと言える。

図 22 が示すような、ありとあらゆる価値観や方向性と直交し、バランスをとることができるもの rev がどのような価値観かは、具体的にはまだ分からぬ。それは今後、様々な分野の専門家が議論を重ねながら編み出していくことになるだろう。また、そこで編み出される rev も、言葉で表現できるものではなく、何らかの関数として表現されるものかもしれない。いずれにせよ、現時点で重要なのは、「SDGs の 17 もの目標のベクトル全てと直交し、矛盾なく束ねる」価値観ないしメカニズムが四則和算では理論的に可能であると示されているということである。

今後、我々の研究グループでは、メビウスの輪のメカニズムを社会に実装する方法について研究を進めていく。世界中の価値観や SDGs の 17 の目標を矛盾なく直交させ、動的平衡を実現していくことで、Pax Japonica を加速させることができると考えられるだろう。

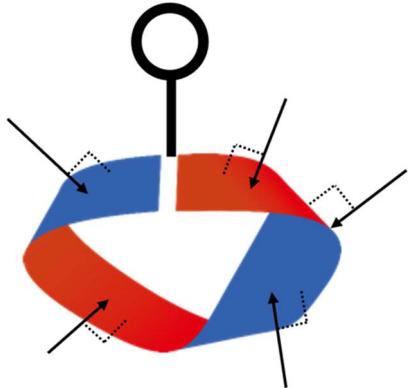


図 23 あらゆるベクトルと直交することができる、切れ目のあるメビウスの輪

5.3 四則和算の人へのインストール

人工知能が急激に発展してきている現在の状況において、四則和算は非常に重要な役割を果たすと考えられる。2023年6月現在、OpenAI が公開したテキストを生成できるチャットボットの「chatGPT」や、画像を生成できる「Stable Diffusion」といった生成系 AI が話題となっている。生成系 AI を利用することで、誰でも簡単に文章や画像を生成できることから、新たなサービスの創出や生産性の向上といった点から期待が高まっている。一方で、文章や画像が簡単に生成できてしまうことから、多くの仕事が AI に代替され、職を失う人々が多く生まれるのではないかという懸念も高まっている。実際、生成系 AI は膨大な量の学習データに基づいて文章や画像を生成しているため、過去のデータに基づいた推論や、データの組み合わせでは、人間より AI の方が優れているという状況にすでにになっている。しかし、生成系 AI がどんなにクリエイティブに見える出力を出したとしても、それらは過去のデータの組み合わせにすぎず、全く新しいベクトルや関数を生み出しているわけではない。それに対して、人間は過去のデータの組み合わせからは出てこないことを創発する能力を持っている。人間は全く新しいベクトルや関数といった *inv* を生み出すことができる、ということである。芸術やビジネスの分野における創造性も、新しい *inv* を生み出す能力があるからこそ可能になっている。おそらく、この点だけが人間が AI に勝てるところであり、今後のビジネスにおいては特に問われる能力であると思われる。

ところが、現代では、AI と同じ形式論理に基づくデジタル思考が人間の思考のベースとなっているため、本来持っているはずの創発能力が制限されている可能性がある。四則演算や形式論理の中に、新たなベクトルや関数を生み出すメカニズムは入っていないからである。イノベーションを生み出せないことが様々な分野で課題とされていることも、創発ができなくなっていることの証拠の 1 つであると考えられる。

一方で、四則和算は量子コンピュータの量子ゲートを実

装する数理として発明され、過去の学習データにない関数を創発するように設計されている。そのため、四則和算を人にインストールすることで、人の脳を量子コンピュータ化し、創発を生み出せる状態に変えることができると考えられる。

四則和算を人にインストールできれば、創発によってイノベーションも次々と生まれ、SDGs の国際目標を含む社会課題を解決することにもつながっていくと考えられる。また、言葉にならない本質 (*rev*) は何かを探る思考回路が動くようになるため、異なる価値観での調和も実現しやすくなる。四則和算の思考回路を持った人が世界中に増え、四則和算が共通言語になれば、そもそも戦争が起こらなくなるだろう。

四則和算を人にインストールすることは、社会課題を解決するイノベーションを起こせる思考回路を人に実装することでもあり、かつ、戦争をなくすことにも直結する。四則和算を社会に実装することで Pax Japonica の実現は加速すると思われるが、同時に並行で四則和算を人に直接インストールしていくことで Pax Japonica の実現はさらに確実になっていくと考えられる。

6. おわりに

本論文では、切算、動算、重算、裏算という 4 つの新しい算術から成る四則和算について、その概略を示した。四則和算では、概念を数式の中で扱うことができるため、意識について分析するツールとして機能することが明確になった。また、言葉では表現できない概念と概念の間にある本質も、関数として扱うことができるところがわかった。さらに、古典論理学では矛盾として処理されてきた事象の本質は表裏一体であり、表面的な矛盾は視点の違いに過ぎないことも四則和算で示せることがわかった。四則和算は分野に関係なく使うことができるツールであるが、本研究では今後、哲学や社会科学、精神医学分野への応用を進めていく。これまでの科学は二元論や排中律をベースとして組み立てられてきたため、その枠組みが限界を作ってきた。四則和算の枠組みで、科学がこれまで蓄積してきた知見を整理することで、先人たちが示したかった本質も数学的に明示できると思われる。さらに、それらの議論を土台に、人の意識や無意識に関する新しい仮説や実験を生み出していくことができるだろう。

学問だけでなく政治やビジネスにおいても四則和算を実装していくことで、現在のパラダイムでは解決することができない社会課題を解決していくことが期待される。特に、裏算を用いて多様な価値観の動的平衡状態を実現することで、戦争が起こらない世界のバランスを生み出すことや、SDGs の 17 の国際目標を矛盾なく達成することも理論的に可能である。今後、社会や人に四則和算を実装していくことで、Pax Japonica の実現はさらに加速していくだろう。

最後に、四則和算をどのようにして人にインストールしていくかについて考察する。ひとつは、教科書などの文章を通じて学習者にインストールしていく方法が考えられる。その観点で言えば、この論文自体も四則和算をインストールするためのツールの役割を持っていると言える。この論文を読んで知った四則和算の考え方を、日々の体験と重ねていくことでインストールされていくと考えられる。一方で、本論文でも繰り返し述べているように、言語化した瞬間、本来は動的である本質が固定化され光吉演算子のスラ

イダーの端に位置する概念の面になってしまふ。本論文も言葉で表現している以上、この問題を免れることはできない。この問題を解決する方法のひとつがアニメーションである。動的な様相を動的なまま表現しているアニメーションを繰り返し視聴することで、四則和算で行っている行為のイメージが出来上がってくる。そのイメージを軸に、言語化された解説を読むことで、四則和算の本質を捉えながら理解を深めることができるだろう。アニメーションについては、補足資料を参照していただきたい。

補足資料

以下のリンクから2023年6月時点において最新版の四則和算解説アニメーションを視聴することができる。
https://www.youtube.com/watch?v=RsUaW4KeFqI&ab_channel=ShunjiMitsuyoshi



また、株式会社原田武夫国際戦略情報研究所の原田CEOが、2021年にYouTubeで四則和算について解説されている（2021年時点では、「大和三算」の呼称）。四則和算の基礎的な内容のみならず、Pax Japonicaへの応用についても詳細に開示されている。

https://youtube.com/playlist?list=PL37-jvcubrCjI23zW_rZvMUsJ-1yD_GMz



謝辞

本研究をご支援いただきました株式会社原田武夫国際戦略情報研究所様に感謝致します。

参考文献

- 前田晴人（2004）. 『桃太郎と邪馬台国』. 講談社.
MIT Center for Art, Science & Technology (2021). Visualizing the Proton.
<https://arts.mit.edu/projects/visualizing-the-proton/>.
光吉俊二（2006）. 音声感情認識及び情動の脳生理信号分析システムに関する研究. 徳島大学大学院工学系研究科博士論文.
Mitsuyoshi, S., Tomonaga, K., Hashimoto, M., Tei, Y., & Nakamura, T. (2019). Some hypothesis to derive an anti-Einstein field. DHU JOURNAL, 6, 3-24.
Mitsuyoshi, S., Tomonaga, K., Hashimoto, M., Tei, Y.

- (2020) An Artificial Ego Architecture. DHU JOURNAL, 7, 14-26.
Mitsuyoshi, S., Tomonaga, K., Hashimoto, M., Tei, Y.
(2021) Utilization in Artificial Ego of Quantum Calculations Based on Anti-Einstein Field Hypothesis. DHU JOURNAL, 8, 7-23.
Mitsuyoshi, S., Shintani, E., Tomonaga, K., & Tei, Y.
(2022). White Hole existence on the inverse universe. Science & Philosophy, 10(2), 67-78.
野矢茂樹（1994）. 『論理学』. 東京大学出版.
文部科学省（2017）. 【算数編】小学校学習指導要領（平成29年告示）解説.
https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt_kyoiku02-100002607_04.pdf.

「日本における為替レートと経済への影響」

Exchange Rate and Economic Impact in Japan

KYI KYI THAR

株式会社原田武夫国際戦略情報研究所学際研究グループ
Institute for International Strategy and Information Analysis, Inc.
Interdisciplinary Research Group

This paper examines the correlation between nominal exchange rate and nominal gross domestic product, call rate, consumer price index, and current account balance in Japan by conducting multiple regression analysis, as well as Granger Causality Tests on these variables. I find that a positive correlation between the nominal exchange rate and the call rate and a negative correlation between the nominal exchange rate and the current account balance after 2013. This can be attributed in part to the disappearance of the surplus in Japan's trade balances since the beginning of the 2010s, and the fact that the deficit is now firmly entrenched in the balance of trade. The weakening of the Japanese yen can be also attributed to the trade deficit. Granger Causality Test also reveals that including the nominal exchange rate when forecasting nominal gross domestic product increase the accuracy of the forecast. Moreover, it is estimated the consumer price index can granger cause to the nominal exchange rate and it implies that including the consumer price index when forecasting the nominal exchange rate.

1. はじめに

2022年に10月以来約32年ぶりに1米ドル=151円まで米ドル高・円安となった。その後、日本の中央銀行である日本銀行が為替介入などを行い、11月に140円台まで大きく割り込むほど米ドル・円高に戻った。しかしそれ以降も為替レートは130円台と円安の傾向が続いている。今年の6月には日本銀行が為替介入を実施した1ドル=145円に近づきつつある。その理由として考えられるのは①米日の金利差、②日本の貿易収支の黒字消失及び赤字定着、③経済成長の鈍化である（牧田2022）。



図1.1 ドル・円為替レートの推移¹

米日金利の差の始まりは2019年12月から始まったCOVID-19パンデミックでアメリカを始めとする世界各国が

景気刺激対策として合計約2兆9000億ドルの給付金を突き込んだことである。その結果、30年以内になかったインフレの上昇率でインフレが加速した。図1.2を見てみると2022年にはアメリカのインフレ率は8パーセントとなっている。一方で図1.3でも確認できようアメリカの金利上昇も2022年から2023年にかけて上昇しており5.08パーセントまで達している。

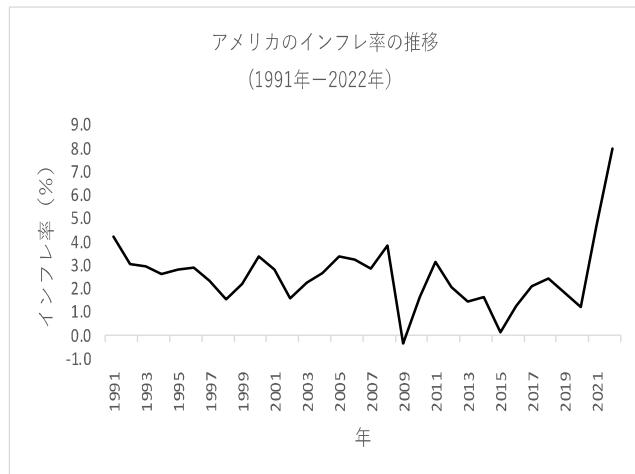


図1.2 アメリカのインフレ率の推移²

こうした急激なインフレを抑えようとするアメリカの中央銀行であるFRB(The Federal Reserve Board, 連邦準備理事会)が金利を引き上げ続けた一方で、日本は低成長率でインフレ率が上昇しない中日本銀行(日銀)はマイナス金利政策を継続することになった。その結果、米日金利差

¹ 出所：BOJ Time-series Data Search より執筆者作成

² 出所：FRED Inflation, consumer prices for the United States より執筆者作成

が拡大し円安に進んでいる。過去の研究でも米日金利差と円安の連動性があることは明らかになっていように、米日金利差が大きくなるにつれ円安の傾向になることが見られる。日本のみならず主要国通貨に置いて対ドルで歴史的な通貨安が進行していたが、日本円の下落率が最も大きくなっている。円の際立った弱さが見逃せない。

円安ドル高の主要な原動力が日米金利差である以上、その是正には、①米FRBの利上げ打ち止め、その後の利下げ、②日銀の超金融緩和の見直しが不可欠である。現在では米FRBが利上げを打ち止めたが、景気悪化への配慮からインフレ率が高止まりする中であっても金融緩和を行い、その後のインフレ・スパイラルを招いてしまった1970年代の経験を繰り返さないと強い姿勢を示しているので、利下げへのハードルは高いという見方もある。

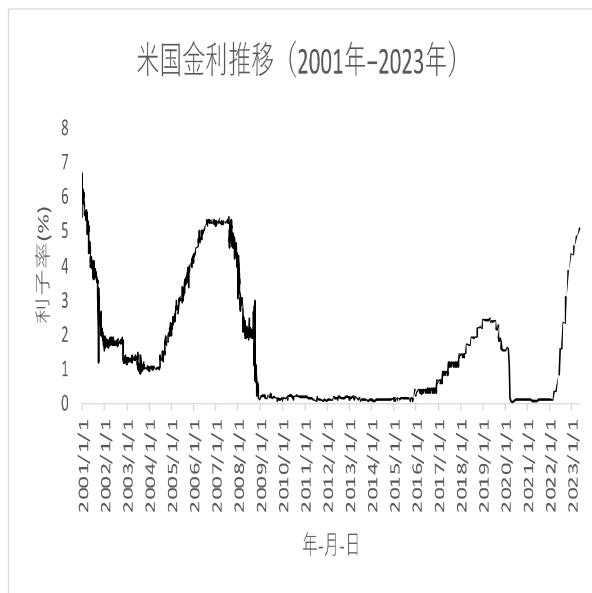


図1.3 米国金利の推移³

米日金利差以外に歴史的円安を引き起こしている要因は色々考えられるが、その中の一つは日本の貿易赤字消失及び赤字定着である。日本の貿易収支は2010年に入ってから、貿易赤字の方に転じている。2013年にはアベノミクスが始まり、2015年に輸出が増え貿易黒字に戻ったが貿易の赤字が定着しているのが見られる。最近（2023年）では円安が進むことやウクライナ戦争もあり、貿易赤字が大幅に拡大している。

日本の貿易の赤字定着には、以下のような要因が関与していると考えられる。一つ目は、エネルギーの依存度の高さである。日本はエネルギー資源に乏しいため、原油や天然ガスなどのエネルギー資源を海外から輸入する必要がある。エネルギーの価格の上昇や需要の増加により、輸入コストが増大し貿易の赤字に繋がった。牧田（2022）では、貿易収支赤化の背景には東日本大震災の影響が大きかったとしている。輸入面では、大震災が起こりやすい日本では福島第一原発事故を受けすべての原子力発電の稼働が

停止され、これによりエネルギーの化石燃料への依存度が高まり、原油を始めとしたエネルギー価格が上昇し、これまで以上に輸入額が増加するようになった。輸出面でも、地震被害に伴うサプライチェーン途絶や原発事故を契機とした電力等のエネルギー制約の強まりから、海外企業の中には日本企業との取引を見直す動きが生じたほか、海外展開を積極化している日本企業でも地震大国である日本だけで供給体制を完結させることに対する不安が強まり、日本以外で製造拠点を構築する動き、また販売国で生産を行うというグローバルな地産地消の動きが本格化し、対外直接投資が増加した。その結果、1990年をピークに日本の輸出は低下傾向に向かっている。そのように化石燃料への依存度の高まりと生産拠点を背景に、日本の貿易収支は先雪赤字が定着する可能性が高まっている。

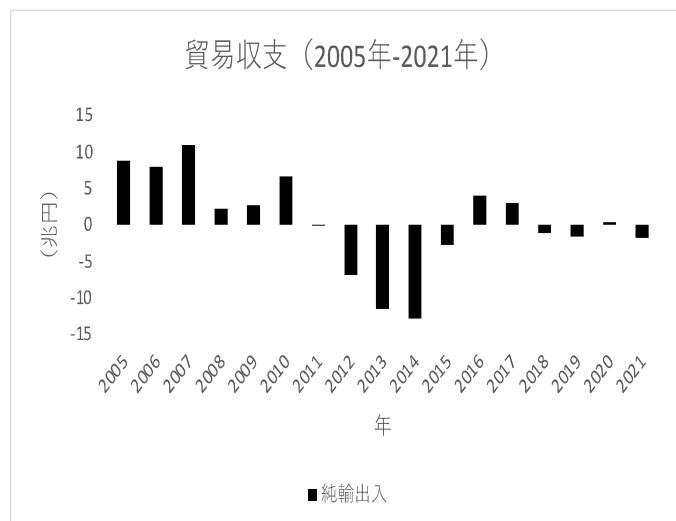


図1.4 日本における貿易収支の推移（2005年-2021年）⁴

二つ目は、高い円相場である。日本円が高くなると、日本の輸出品が海外で高くなり、輸出競争力が低下する。一方、輸入品は円高により価格が下がり、輸入量が増加する傾向がある。円高は輸出企業にとっては貿易赤字を招く要因となる。

三つ目は、人口減少と高齢化である。日本は人口減少と高齢化が進んでおり、国内市場の縮小が起こっている。一方、海外の需要や成長市場へのアクセスが求められるが、課外での競争が激化する中、輸出拡大が十分に進まず、貿易赤字が拡大結果となっている。

四つ目は、海外生産の拡大である。多くの日本企業が海外に拠点を持ち、現地生産による輸出が増えている。このため、輸入部品や製品の需要が増加し、貿易赤字が拡大する要因となっている。これらの要因が複合的に作用し、日本の貿易赤字が定着していると考えられる。

日本の歴史的な円安を引き起こした要因のもう一つは日本の成長率鈍化である。輸出が落ちている一方でそれを代替する新たな成長分野を生み出せなかったこともあり、日本成長力は落ちているのが見られる。2000年以降アメリカと比べ70～75%の水準を維持してきた日本の一人当たり

³ 出所：FREDより執筆者作成

⁴ 出所：e-statより執筆者作成

りGDP(購買力平価ベース)は、2018年以降70%の水準を割り込み、他の主要先進国との差が広がっている。

急激な円安のデメリットとして輸入品価格の上昇、インフレ圧力、海外旅行や留学の費用増加、外国投資家への影響、国内企業の収益への影響などである。2021年から始まった円安に対して、日本銀行(日銀)として円安進行自体は経済にプラスだと評価している。1985年のプラザ合意以降の対ドルの大幅かつ円高進行、1997年のアジア通貨危機を受けた対アジア通貨での大幅な円高進行は、輸出手動で成長していた日本経済にとって大変厳しい逆風となり、1990年代以降ほとんど成長できなくなった。円高進行を受けた本来望まれた「内需主導型経済への移行」失敗に終わった日本において円高結果として恒常的なデフレ圧力をもたらしてきた。このような過去から見ると円高は日本の実態経済にマイナスであり、円安の進行がプラスに働くことが見られる。そのため、金利差・金融緩和度合いを反映した円安、景気循環を反映した円安は、ファンダメンタルズに沿ったものである限り、各種対策で無理やり円安を是正するのは好ましくなく、むしろディスインフレや低成長から抜け出す絶好の機会としていくべきであろう」という見方もある。

本稿では日本における為替レートの経済への影響についての文献をレビューし、バブル崩壊後の1994年から2023年までの四半期データを用いて、為替レートが経済への影響を明らかにする。本稿の構成は以下のとおりである。第2節で為替レートに関する理論をまとめる。第3節で既存研究をレビューする。第4節で主要やデータについて詳述し及び結果を報告する。第5節は終わりである。

2. 為替レートに関する理論

2.1 外国為替レート

円、ドル、ユーロなどの通貨はそれぞれの国において、自国通貨として財・サービスの交換手段、計算単位、富の保蔵手段として利用される。通常、こうした自国通貨は“本位通貨(Legal Tender)”と呼ばれる。

為替レートの表示方法は、外貨1単位あたりの自国通貨立て価格で表す“直接表示(自国通貨縦表示)”と外貨縦価格で表す“間接表示(外貨建て表示)”がある。

通常、米国が財を購入する日本の輸入業者は取引の決済にドルが必要であり、米国へ財を輸出する輸出業者は決済でドルを受け取ることが一般である。このように異なる国の間での財・サービス取引決済には、さまざまな通貨を交換する必要がある。こうした異なった通貨が交換される場所を“外国為替市場(Exchange Rate Market)”と呼び、異なる通貨間の交換比率を“為替レート”と呼ぶ。為替レートとは、人々が外貨を1単位購入するのに自国通貨を何単位支払わなければならないかを示している。一般的に用いられているのは直接表示である。また、この為替レートいうのは新聞やテレビなどで馴染みのある指標であり。正確には、名目為替レート(Nominal Exchange Rate)という。

それに対し実質為替レート(Real Exchange Rate)とは二国間の財の相対価格である。すなわち、実質為替レートは一国の財を他国の財と交換できる比率を指す。実質為替レートの逆数は、しばしば交易条件(Terms of Trade)と呼ば

れる。自国財と外貨が交換される比率は、それぞれの国内通貨で測った財の価格と通貨の交換率に依存するので、実質為替レートの式としては、以下の通りになる。

$$\text{実質為替レート} = \text{名目為替レート} \times \frac{\text{外貨の価格}}{\text{自国財の価格}}$$

このような単一の財における実質為替レートの計算は、より包括的な財のバスケットの場合に実質為替レートをどのように定義すべきかを示唆している。Eを名目為替レート(1ドル当たりの円)、Pを(円で測った)自国の物価水準、P*を(ドルで測った)外貨の物価水準とする。その時実質為替レートEは

$$\text{実質為替レート} = \text{名目為替レート} \times \text{物価水準の比率}$$

$$E = e \times \frac{P^*}{P}$$

となり、二国間の実質為替レートは名目為替レートと両国の物価水準から計算される。実質為替レートが高い時には、外貨は相対的に高く、自国財は相対的に安くなる。実質為替レートが低いときには、外貨は相対的に安く、自国財は相対的に高くなる。

2.2 変動相場制と固定相場制

自国通貨と外貨の相対的な需給関係に応じて為替レートが自由に変動するような為替レートを「変動(為替)相場制と(Flexible Exchange Rate Regime)と呼んでいる。また、変動相場制の下で、外貨に比べて自国通貨の価値が低下することを、自国通貨(外貨に対して)は“減少する(Depreciation)”という。この場合に、直接表示の為替レートは上昇することになる。反対に、外貨に比べて自国の通貨が上昇することを自国通貨が(外貨に対して)「増値する(Appreciate)」という。この場合に、直接表示の為替レートは下落する。

これに対して、政府当局があらかじめ為替レート(公定平価)を定め、一定に維持する制度を「固定(為替)相場制(Fixed Exchange Rate Regime)と呼んでいる。しかし、政府当局は公定平価を定めたとしても、実際さまざま理由でしばしば公定平価を変更することがある。例えば、インフレ率が上昇する状態が持続しているような状況で公定平価を維持していると、自国の輸出財の円建て価格をドルに換算するとそれだけ輸出財の価格が上昇してしまい、国際価格競争力が失われることになる。そこで、こうした状況が長く続くような場合、公定平価を変更して自国通貨の外貨に対する価値を引き下げることもある。

このように固定相場のもとで自国通貨の価値を外貨と比べて引き下げる(外貨に対して)ことを(Devalue)という。反対に、自国通貨の価値を(外貨に対して)切り上げることを(Revalue)という。

日本が固定相場制から変動相場制に移行したのは、1973年に起こった“ニクソン・ショック”をきっかけとしている。“ニクソン・ショック”とは、アメリカの大統領リチャード・ニクソンによって実施された一連の経済政策変更のことで、1971年にドルと金との交換を停止し、1973

年には固定相場制度を終了した。

この影響を受けて、日本も同様に固定相場制からの脱却を図った。具体的には、1971年に日本はドルとの固定相場制を解消し、その後、1973年3月には正式に変動相場制に移行した。これにより、日本円の為替相場が市場の需給によって変動する形となった。変動相場制への移行は、日本経済において大きな改革をもたらし、輸出産業や国内経済全体の競争力の向上に貢献した。変動相場制に移行することで、日本は為替相場の変動に対応し、経済政策や輸出産業の調整を行う柔軟性を得ることができた。

2.3 為替レートの裁定

為替レートは、各外国市場間でほぼ等しくなる傾向がある。仮に、2つの外国市場間で同じ2つの通貨の間で成立する為替レートが異なっている場合には、投資家は一つの市場で割安になっている通貨を購入して、その通貨が割高になっている他の市場で売却することにより利益を得ることができる。例えば、A市場で円の対ドルレートが1ドル=120円、B市場での為替レートが1ドル=119円であるとする。この場合に、1000ドルを保有している投資家はA市場で円を購入し、B市場で円を売却することで約8ドルに利益が得られる。しかし、こうした儲けの機会が存在すると、多くの投資家が同様な行為を行うので、A市場では円高へ、B市場では円安に向かうことになる。したがって、両市場の為替レートは収束し、このような利益の機会は消滅する。このような異なる為替レートが成立し、すなわち為替レートがミスプライスされている状態で、外貨を売買することことで、リスクを伴わず利益を得る行為を「為替レートの裁定（Exchange Rate Arbitration）」と呼ぶ。

裁定とは、外貨のポジションを変更したりすることなく、利益を得られる状態を示しており、過小評価されている通貨を購入して、過大評価される市場で売却または空売りすることで利益を得ることができる。こうした裁定が動く、最終的には両市場の為替レートは一致し、“一物一価の法則（Law of One Price）”が成立する。“一物一価の法則”とは、財の輸送費用や税など取引などの費用が一切かからないとすれば、同一財の価格は販売される地点に関係なく同一になる、という考え方である。例えば、ある財を大阪で1万円、東京では1万2000円で販売されるとする。この財を大阪で1万単位を購入し、東京で全て販売すれば、2000万円の利益の利益が上がる。そのため、大阪ではこの財に対する需要が増加、東京では供給が増加し、大阪の価格が上昇、東京の価格は下落する。やがて大阪と東京価格が一致すれば、2地点の価格差を利用して利益獲得を狙う動きはなくなる。このように、異なる地点（市場）間の財（商品）の価格の差を利用して利益を獲得する行動を商品裁定という。つまり、一物一価の法則とは、商品裁定が働く状況の下では財の価格は販売地点に関わらず均等にする、という仮説である。

ただし、実際の外貨の取引には費用がかかるので、両市場の為替レートは完全に一致しない。このような裁定取引は、外国取引総額の中で大きなシェアを持っている。

2.4 日本における為替レートの変動要因

日本の為替レートは、日本円（JPY）と他の通貨との交換レートを示す。為替レートは、外国為替市場において需給のバランスや市場参加者の予想などによって決まる。

$$\text{円レート} = \frac{\text{輸入業者、円を売り米国債を買う人が供給する円金額}}{\text{輸出業者、ドルを売り日本国債を買う人等が供給するドル金額}}$$

また、為替レート変動は以下の要因等が考えられる。

- ① 貿易収支や経常収支等の規模
- ② 内外の金利差
- ③ 内外の物価上昇率の差
- ④ 将来の為替レート見通し

2.4 貿易収支と為替レート

貿易収支と為替レートには密接に関連している。貿易収支はある国の輸出と輸入の差を表す。輸出が輸入を上回る場合、貿易収支が黒字となる。逆に、輸入が輸出を上回る場合、貿易収支は赤字となる。

先述の通り、為替レートはある通貨の価値をその他の通貨と比較したものである。為替レートの変動は、輸出や輸入の価格に影響を与える。通常、通貨の価値が上昇すると、その国の輸出品は外国市場で高くなり、輸入品は国内市場で安くなる。

以上のことから貿易収支と為替レートは相互に関連していることが考えられる。通常、貿易収支が黒字（輸出が輸入を上回る）場合、需要が高まり、為替レートが上昇する可能性がある。逆に、貿易収支（輸入が輸出を上回る場合）、需要が低下し外国からの需要も減少することがある。これにより、通貨の需要が減少し、為替レートが下落する可能性がある。

2.5 貿易収支と為替レート

経常収支は、国際収支の一つ特に重要な構成要素であり、ある国の貿易・サービス収支、第一次所得収支、第二次所得収支の合計である。経常収支は、貿易収支（輸出と輸入の差）、サービス収支（旅行、観光、金融サービスなど）、所得収支（海外からの収入と海外への支出の差）などで構成される。経常収支が黒字（収入が支出を上回る）である場合、他の国からの純資金流入を受けることになる。逆に、経常収支が赤字（支出が収入を上回る）である場合、国は他国への純資金流出が発生する。

経常収支が黒字である国は、他国からの純資金流入が発生し、その国の通貨の需要が高まる傾向がある。結果として、為替レートが上昇する可能性がある。逆に、経常収支が赤字である国は、純資産流出が発生し、通貨の需要が低下する傾向がある。その結果、為替レートが下落する可能性がある。

項目		内容	
経常収支	貿易・サービス収支	貿易収支	財の輸出・輸入
		サービス収支	サービスの輸出・輸入
	第一次所得収支		雇用者報酬、利子・配当金の受払
	第二次所得収支		労働者送金の受払、国際機関分担金
	資本移転収支		債務免除など
金融収支	直接投資		海外子会社設立、企業買収
	証券投資		株式・債権投資
	金融発生商品		先物取引の損益、オプション料など
	その他投資		預金、銀行貸付、貿易信用
	外貨準備		通貨当局保有の米国債や金など
誤差脱漏			統計上の誤差

図 2.1 国際収支の構成項目⁵

2.5 内外の金利差

内外の金利差と為替レートの関係を説明するには、金利平価説というものがある。金利平価説とは、外国相場決定理論の一つで、“為替レートは自国通貨と外国通貨の名目金利の差によって決定される”という説である。例え、世界中の投資家がより高い利回りを求めて世界中の通貨で資産運用をしても、為替レートの変動により運用益が慣らされるため、どこでも収益率が同じに収束するという考え方である。

カバー付き金利平価

金利最低取引とは異なる金融資産間の金利差を利用して利益獲得を目指す取引である。例えば、現在の直物為替レートが1ドル100円、3ヵ月物の先渡し為替レートが1ドル101円、東京とニューヨークの銀行間市場の3ヵ月物金利が1%と2%である。この時、東京銀行市場において3ヵ月先渡し為替市場で1.02億ドルのドル売り円買い契約を結ぶとする。直物市場で手に入れた1億ドルをニューヨーク銀行間市場において3ヵ月物運用し、3ヵ月後に先渡し契約が履行されると104億400万(1.02億ドル×102円/ドル)を手にする。東京銀行間市場での借り入元本と利子の合計101億円を返済しても、手元にはなお3億400万円が残る。つまり、手元ゼロから確実に約3億円もの利益を上げることができる。

もしこのような状況が生まれれば、銀行のディーラーは一斉に東京銀行間市場での資金調達、直物の円売りドル買いと先渡しのドル売り円買い、ニューヨーク市場での資金

運用を行うであろう。その結果、東京銀行間金利の上昇、直物円相場の下落、先物渡し円相場の上昇、ニューヨーク銀行間金利の下落が起こる。最終的にこの動きは、円で資金を運用した場合と円をドルに換えて資金運用した場合の収益率が均等化するまで続くはずである。

したがって、円金利(小数点表示)を*i*、ドル金利を*i**、直物か為替レートを1ドルe円、先渡し為替レートを1ドルf円とすると、

$$1 + i = (1 + i^*) \frac{f}{e} \quad (2.1)$$

が成立する。この等式は一定の条件の下で次の関係に近似できる。

$$i - i^* = \frac{f - e}{e} \quad (2.2)$$

右辺は先渡しレートと直物レートの乖離を直物レートに対する比率で表した数値、すなわち直物スプレッドである。直物スプレットがプラスの状態をドル(外貨)の円に対するフォワード・プレミアム、マイナスの状態をドル(外貨)のフォワード・ディスカウントという。この式は、金利裁定が働く限り、直先スプレッドは内外金利差に等しくなることを示している。逆に言えば、もし直先スプレッドが内外金利と乖離することがあれば、その瞬間に金利裁定取引によって確実に投資差益を得ることができる。(2.1)ないし(2.2)式の関係をカバー付き金利平価(Covered Interest Rate Parity)と呼ぶ。リスクの一切ない金利裁定取引によって成立する関係だからである。

カバーなし金利平価

投資家が先渡し取引を利用せずに金利裁定取引を行うと考えた場合、理論的には次の関係が成立する。

$$1 + i = (1 + i^*) \frac{Ee}{e} \quad (2.3)$$

Ee は期待為替レート、すなわち将来の直物為替レートの期待値である(1ドル*Ee*円)。(2.3)が成立せず、左辺>右辺が成立しているとき、東京銀行間市場で円資金を調達し、直物為替市場でドル資金に換えてニューヨーク銀行間市場で運用すれば利益を上げることができる。金利*i*で調達した1円を直物市場で1/eドルに換え、1期間運用して、 $(1 + i^*)/e$ ドルに増やし、1ドル*Ee*円に戻せば $(1 + i^*)E_e/e$ 円になる。このうち元利合計である $1 + i$ 円を返済してもなお差分が手元に残る。したがって、直物での円売りドル買い、東京銀行市場での円資金需要、ニューヨーク銀行間市場でのドル資金供給がそれぞれ増加し、直物円相場の減価、円金利の上昇、ドル金利の下落が起こる。この動きは(2.3)式の符号が成立するまで続くはずである。逆に、左辺>右辺が成立した時も同様なことが考えられる。

このように、(2.3)式はカバー付き金利平価説の(2.1)式と同様、内外資産間の無裁定条件(金利裁定取引がそれ以

⁵ 出所：エッセンシャル金融論 189 ページより作成

上行われないための条件)である。しかしながら、(2.3)式の右辺は投資時点における外貨建て資産の期待収益率会出って、確実に実現するものではない。つまり、外貨たて運用の為替リスクは除去(カバー)されてない。そのため(2.3)式をカバーなし金利平価(Uncovered Interest Rate Parity)と呼ぶ。

(2.3)式は次の式に近似できる。

$$(i - i^*) = \frac{E_e - e}{e} \quad (2.4)$$

カバーなし金利平価条件に従えば、内外金利の差には自国通貨の期待減価率が反映される。金利が相対的に低い国の通貨は、将来にかけて為替レートが上昇(減価)すると期待されなければ誰も投資しないからである。

また、期待為替レートを所与とすると、(2.3)式は直物為替レートの決定式と読むことができる。(2.3)式を以下のように変形すると、

$$e = \frac{1+i^*}{1+i} \times E_e \quad (2.5)$$

になり、以下のことが言える。自国金利の外国金利に対する相対的上昇は自国通貨の増加を、相対的下落は自国通貨の減少をもたらす。ここで、為替レートを動かすのは自国金利の外国金利に対する相対的变化であり、自国金利が変化すれば、円金利が下落したとしても、同時にドル金利も同程度下落し、 $(1 + i^*)/(1 + i)$ に変化がなければ、円・ドルレートに変化しない。

また、期待為替レートの変化は即時に直物為替レートに反映される。投資家の間で、「将来、円がさらに10%増加する」という予想が支配的になれば、その時点の直物為替市場において円が10%増加するのである。

ただし、(2.3)式の成立にリスク中立的な投資家(危険中立者)の仮説が必要である。円預本金利よりブラジル・レアル建て預本金利が高いからと言って、無条件にレアル建てで預金するだろうか。将来レアルが予想以上に減価するリスクを恐れて、二つの足を踏まないだろうか。投資家が投資対象となる資産を比較考量する際、資産の期待収益率だけではなくリスク(收益率の振れの大きさ)も考慮するのが一般的である。しかし仮に投資家が投資リスクを一切考慮せず、期待收益率の大小だけを基準に投資対象を選択すれば、(2.3)式のように円建て資産と外国資産の期待收益率は均等化する。このようにリスクを考慮しない投資家のことを見出し得る。

現実には、多くの投資家はリスク回避的(危険回避者)である。リスク回避的な投資家は、外貨建て資産に投資する際には為替リスクを負うことに対する対価、すなわちリスク・プレミアムを要求する。したがって、リスク回避的な投資家を仮定すれば、(2.3)式の金利平価条件は外貨建て資産の期待收益率がリスク・プレミアムの分だけ自国通貨建ての資産の期待收益率を上回る関係に修正される。

以下は日本の為替レートに関するポイントをいくつかまとめたものである。日本の為替レートは、

1. 外国為替市場の参加者: 外国為替市場では、投資家、企業、金融機関、政府などさまざまな参加者が取引

を行う。これらの参加者の需要と供給のバランスが為替レートを形成する。

2. 経済指標の影響: 経済指標や国内外のニュースは為替レートに影響を与える要素である。

例えば、経済成長率、金利政策、貿易収支、政治情勢などが為替レートに影響を与えることがある。

3. 金利差と資金の流れ: 金利の水準は為替レートに大きな影響を与える。高金利通貨への需要が高まると、その通貨の価値が上昇する。日本の低金利政策は、他の国の高金利通過への資金の流れを引き起こすことがある。

4. 介入政策: 日本政府や日本銀行は、為替市場への介入を行うことがある。これは、円の相場変動を抑制するために行われる場合や、市場の過度な変動を防ぐために行われる場合がある。

為替レートは非常に複雑な要素によって影響を受けるため、予測や予想が難しい場合もある。また、為替レートの変動は輸出入業者や国内企業にとって重要な影響を与えるため、経済やビジネスにおいて重要な要素となっている。

3. 為替レートに関する既存研究

細野等(2021)によると、伝統的な金融政策は、政策金利の変更によって行われおり、金融政策は短期金利を通じて為替レートに影響を及ぼすと考えられてきた。他方、ゼロ近傍の金利の下で実施される非伝統的金融政策について、理論的にも実証的にも明らかになっていない。たとえば、カバーなし金利平価仮説。あるいは、それを取り込んだオーバーシュート・モデル(Dornbusch, 1976)や開放経済のニューケインジアン・モデル(Eggertsson and Woodford 2003)に従えば、ゼロ金利の下では、マネタリーベースの増加とその供給手段の多様化は、為替レートを含む経済の平均に影響を及ぼさない。

しかし、流動性の罠のもとでの最適な金融政策に関する一連の研究は、こうした無効性の議論が必ずしも正しくないことを示している。第一に、将来の金融政策に関する民間の期待を通じた効果が考えられる(たとえば、Svensson, 2001; Jeane and Svensson, 2007)。現在のマネタリーベースの縮小がない限り(すなわち、金融緩和にコミットできる限り)、経済の流動性の罠から抜け出して金利が正の水準に戻った時点において、金利を引き下げる効果を持つ。この将来の金利低下効果は、将来時点の見ならず、市場参加者の予想を通じて、現在時点の為替を減価させる効果を持つ。第二に、民間が保有するポートフォリオのリスクの変化を通じた効果が考えられる(たとえば、Bernanke and Reinhart, 2003)。民間が保有するリスク資産を中央銀行が購入すると、民間が新たなリスクをとる結果、マネタリーベースの一部がリスク資産に交換される効果が考えられる。この際、リスク資産の一部として外国資産が購入されれば、為替レートを減価させる効果を持つ。

これ等は一定の前提に基づく理論的な仮説である。たとえば、中央銀行が金融緩和を継続することにコミットできなければ、期待を通じた為替レートへの効果は生じない。また、金融機関をはじめとする民間経済主体が不良資産を抱えていて、新たなリスク資産の購入に消極的な状況であれば、ポートフォリオのリバランシング効果は生じないかもしれない。そこで、実際に非伝統的な金融政策が為替レートにど

のような影響を及ぼしたかは、実証的に検証すべき問題となる。

なお、為替介入の効果に関する最近の実証分析では、取引毎の価格データ（ディックデータ）を使うことが多いが（たとえば、Payne and Vitale, 2003; Mizuno et al., 2005）が、これは、介入のタイミングや金額が当日の為替レートに反応して決定されることによる。金融政策の場合は、こうした蓋然性は低いことに加え、ティックデータを用いる場合には、アナウンスの前後数時間を超えた分析ができないというデメリットもある。

同研究では日本、米国、ユーロ圏、及びイギリスの4中央銀行が採用した非伝統的金融政策が為替レートに及ぼす影響を、日次データを用いて分析した。その結果、非伝統的金融政策が為替レートに及ぼす影響は国・地域および時期によって異なることが明らかになった。特に優位な効果が見られたのは、日本銀行による量的緩和政策とグローバル金融危機後の非伝統的緩和策、および、F R Bによる2009年以降の量的緩和である。

日本における金融政策の伝達経路も金利チャネル・為替レート・チャネル・資産価格チャネル3つある。金利チャネルとは、日本は1999年2月にゼロ金利政策を実施し、2001年3月に金融政策の操作目標をコールレートから準備残高要件に変更し、2016年9月にイールドカーブ・コントロール政策を実施したので、2000年代の金利チャネルを明示的に特定することは困難であると考えられる。

円/米ドル為替レートは、短期金利差及び長期金利差とそれぞれ-0.58及び-0.66の相関があり、日本では金利の低下が円安を伴っていることが示された。内外金利差は、国内金利から外国金利を差し引いたものである。

日本では、アベノミクス以降、株が住宅価格と比較して大きく上昇し、企業の資金調達環境の改善や投資の活発化に寄与する。

2022年3月以降、日本円はアメリカ・ドルだけではなくユーロなどのその他通貨に対して急速に減価し、2020年末の1ドル10

3円から2022年6月には1ドル135円水準へと約24パーセント減価した（I M F方式による）。

その背後にある出来事は①2021年11月以降のアメリカFRBの金融引き締め政策転換、②2022年10月から始まった世界的なエネルギーをはじめとした商品価格の高騰による日本の公益条件の悪化という2つの「外的ショック」である。この二つのことはHome grown shocksではなくexternal shocksであることに留意する。

円安・ドル高の背景には、国際金融において支配的地位を占めるアメリカのCOVID-19 Pandemic後の大規模金融緩和から急速な引き締め転換という日本にとって全くの外的ショックが存在していることにはほとんど異論がないであろう。新型コロナ感染パンデミック対応の爆発的な財政・金融拡張政策と国民の健康被害リスク回避行動が前例のないアメリカ経済の景気過熱をもたらし、その事後処理が金融引き締めへの急転換である。そして国際金融の支配的通貨国の金融引き締めがどのような国際的インパクトをもたらすのかという伝統的な問題が今再び問われ始めており、近年のアカデミックな議論の一つのコンセンサス・ビューは「支配的通貨国の金融引き締め政策は、他の国にデフレを輸出する」と言うものである。なお、ここで言うデフレとは物価を持続的下落ではなく、経済不況という意味ではなく、経

済不況という意味である。

その第一はドミニナント通貨パラダイム（Dominant Currency Paradigm）と呼ばれる最近の理論・実証研究結果に基づくものであり、アメリカは為替レートの変動による貿易財物価への影響を受けない世界で唯一の国である、独立の金融政策運営が可能と言う意味でその国際金融上のポジションは『隔離特権』と呼ばれている。その一方で、新興国を代表例としてその対極に位置するのが非ドミニナント通貨国であり、このレジームの下では通貨国において為替レートの減価による支出転換効果が働かないため、金融政策の隔離効果が発揮されない（独立の金融政策運営が困難である）。その結果、アメリカの金融引き締めは非ドミニナント通貨国の通貨原価によるインフレと実質算出の減少に終わる。そして「自国通貨（日本円）による貿易取引が低調」と言う非ドミニナント通貨の特徴を主要先進国の中で最も強く備えている日本において、近年の生産グローバル化や為替リスク対策の進展等を反映した為替転嫁率低下と為替レート変化の支出転換の効果の弱体化傾向の下でアメリカからユーニュウされる円安・ドル高圧力は拡張効果を持たず、輸入のみ残るリスクに直面している。

第二のネガティブ・スピルオーバー効果は金融面に見られる現象であり、アメリカの金融引き締めは日本やユーロ圏の金融引き締めと異なり、アメリカ国内だけではなくその他世界の「あらゆるリスク資産」の価格を下落させる政策である。アメリカ・ドルの国際金融における支配的ポジションのゆえにその影響力が非対称である。そのアメリカ・サイドから見たリスク資産の一つが日本円であり、そして日本円たて証券（日本国債）である。その結果、アメリカの金融引き締め政策は日本円の減価と債券価格の下落（長期金利上昇）圧力を形成する。不完全な国際金融市场の下では変動相場制における金融政策の「隔離効果」が働いてないのである。

この状況のもとで、日本銀行は2016年の9月に導入された長短金利操作月付き量的・質的金融緩和政策いわゆるYCCを継続・維持しており、日本銀行のYCC政策の持続可能性に関して議論が取りざたされてきた。

伝統的な金融政策は、政策金利の変更によって行われており、金融政策は短期金利を通じて為替レートに影響を及ぼすと考えられてきた。他方、ゼロ近傍の金利の下で実施される非伝統的金融政策については、理論的にも実証的にも、明らかになっていない。例えば、カバーなし金利平価仮説、あるいは、それを組み込んだオーバーシュート・モデルや開放経済のニューケインジアン・モデル（Eggertsson and Woodford, 2003）に従えば、ゼロ金利の下では、マネタリーベースの増加とその供給手段の多様化は、為替レートを含む経済の平均に影響を及ぼさない。

しかし、流動性の罠のものでの最適な金融政策に関する一連の研究は、こうした無効性の議論が必ずしも正しくないことを示している。第一に、将来の金融政策に関する民間の期待を通じた効果が考えられる。

祝迫・田中（2015）では構造VARの分析枠組みを用いて、外生的なショックとして(i)原油のサプライショック、(ii)需給に関係のない原油価格の変動、(iii)世界景気（需要ショック）、(iv)他の要因では説明されない為替レートに固有なショックという4つの要因を想定し、これらのショックが日本経済全体および産業別・規模別の産出量と企業収益に与える影響について検討を行う。分析の結果、原油生産

の外生的変動は産出量にほとんど明確な影響を与えないこと、逆に世界的な需要ショックは明らかなプラスの影響を与えることが確認された。為替レート・ショック（円高）の産出量への影響は、幾つかの産業では明確なマイナスの効果を持っているが、全体としてはさほど明確なものではなく、また製造業／非製造業・サービスの区別なく、海外との競争に直面していると思われる大企業にはマイナスの影響を与えている。これに対し、企業収益を被説明変数とした場合には、円高の製造業に与える影響はずっと明確になり、また企業規模を問わず製造業に関しては明確なマイナスの影響を与えている、政策的インプリケーションという観点からどう論文の分析結果で重要なのは、為替レートとそのものの変動と、構造 VAR の推計結果から計算された為替レート・ショックの違いである。例えば、プラザ合意後の 1985 年後半から 86 年にかけての急激な円高の進行は、1980 年代前半の円安ショックの修正と、同時期の原油価格の大幅下落の影響が大きいものと考えられる。また、2008 年秋のリーマン・ショックに端を発した世界金融・経済危機時の円高に関しては、世界的な実物経済活動の低下と、需給要因では説明のつかない原油価格の低下が大きな役割を果たしていた。その一方で、2010 年から 2012 年中盤にかけて、世界経済が復調傾向を示し始めたにもかかわらず引き続き円高が持続したことについては、他の構造ショックの動きで説明することは難しい。

日本銀行の展望レポート（2022 年）によると、為替変動が経済に影響を及ぼす経路は多岐にわたることがわかった。円安時の経済に影響を及ぼす経路とは、具体的には以下の通りである。円高時は方向が逆となる。

- ① 輸出企業の価格競争力改善を通じた財輸出数量の増加
- ② 円ベースでみた財輸出の増加を通じた国内企業収益の増加
- ③ サービス輸出（訪日外国人によるインバウンド消費）の増加
- ④ 海外からの所得のネット受取額の円換算値でみた増加（所得収支の改善要因）
- ⑤ 輸入コスト上昇による国内企業収益の下押しあるいは消費者の購買力低下、である。

このうち、①と②は、企業が円ベースでみた価格と数量のどちらを変化させるかに依存し、短期的にはトレードオフの関係にある。また、長い目で企業が海外ヘシフトを進めば、①や②の経路を介した効果を縮小する一方で、④の経路を介した効果は高まる。このように、為替変動が実体経済に影響を及ぼす経路は、企業戦略や経済構造の変化とともに変化する。

同レポートでは、VAR モデルで実質実効為替レートに 10% の円安ショックが加わった時のマクロ変数の変化を測定した。その際、近年の経済構造変化を考慮し、①感染症拡大前まで 20 年間（2000～19 年）と、②その後半 10 年間（2010～19 年）の推定結果を比較した。

基本的な結果として、円安は実質 GDP への効果は、統計的に有意にプラスであることを確認できていた。

また、円安が日本の経済・物価を及ぼす主要な経路は、近年変化していることを示している。第一に、円安による財輸出数量の押上効果は、近年低下している。その背景として、主要な輸出企業が 2010 年の半ばまで、生産拠点の海外移管を進めたこと、その過程で国内生産財の高付加価値化が進

んだことなどから、ドルなど外貨建ての輸出価格が為替レートに連動しなくなった店が挙げられる。業種別に見ると、海外生産比率が高く、製品の高付加価値が進んだ業種で、為替弾力値が低下した項目が多くなっている。

第二に、その一方で、円安が所得収支の改善を通じて国内経済にプラスの影響を与える効果は、近年強まっていている。企業のグローバル化により、日本の企業が海外事業から獲得する収益、及び配当などを通じたその国内への環流額は、着実に増加している。その結果、先ほどの VAR 分析を実質 GDP ではなく実質 GNI（実質 GDP に交易利得と海外からの所得の純受け取りを加えた概念）で行うと、円安のプラス効果は、近年、より大きくなっていることが確認できる。こうした海外との間の所得移転も含めた収益の増加が、国内設備投資の押上にもつながっているとみられる。

第三に、物価面への影響の変化として、円安の消費者物価への転嫁は、近年、家電などの 2010 年代初までの輸入ペネトレーション比率の高まりを背景に強がっているのがみられている。

近年の経済構造の変化を考慮しても、円安は引き続き、全体として見れば、日本の景気にプラスの影響を及ぼすと考えられる。しかし、以下の 3 点に留意する必要がある。

第一に、輸出企業を含め大多数の企業は、事業計画の策定や遂行に当たっての不確実性を回避する観点から、為替相場について、「安定」を求める傾向が強い。この点は、幅広い企業へのヒアリング情報でも、常に確認される。円安であっても円高であっても、経済主体の対応が追いつかないペースで急激に為替相場が変化すれば、経済に悪影響をもたらす可能性がある。したがって、為替レートの水準だけでなく、変化のペースや期間を考慮する必要がある。

第二に、為替変動の影響の方向性や大きさは、業種や事業規模によって日々と考えられる。例えば、円安は輸出型産業の収益には輸入コストの増加を通じてマイナスに働く。また、家計についても、輸入品価格などの上昇を通じて、実質所得が下押しされる。輸入ペネトレーションの高まりによって消費者物価への影響が強まっている点を含めた留意が必要である。

第三に、第二の点とも関連するが、為替変動は、株価や物価に与える影響など、その時々の情勢次第で、マインドに与える影響も異なる。内閣府「景気ウォッチャー調査のコメント情報（家計動向関連）」を見ると、足もと「円安」に言及するコメントがほとんどなく、マインド面への大きな影響は確認されない。ただし、過去を振り返ると、①2012 年末～13 年の局面では、「円安」は「株（上昇）」とともに景気の改善を示唆するコメントの中で、言及される傾向があった一方、その後の②2014 年秋～15 年の局面では、「円安」は「物価（上昇）」とともに景気の悪化を示唆するコメントの中で言及されている。

細野ら（2021 年）は非伝統的金融政策と為替レートに関する研究では、日本、米国、ユーロ圏、及びイギリスの 4 中央銀行が採用した非伝統的金融政策が為替レートに及ぼす影響を、月次データを用いて分析した。その結果、非伝統的金融政策が為替レートに及ぼす影響は国・地域及び時期によって異なることが明らかになっていた。特に有意な効果が見られたのは、日本銀行による量的緩和策とグローバル金融危機後の非伝統的緩和策、及び、FRB による 2009 年以降の量的緩和策である。これらの緩和策は自国通貨を 0.3% から 0.8% 程度減価されるが、これは政策金利変更の

1%ポイントの効果よりも総じて大きい。他方、効果の持続性を見ると、有意な効果が観測される場合でも、その効果は総じて短命であり、日銀による量的緩和政策を除き、前後3営業日を含むウィンドウでは有意な効果は観察されなかつた。

青木(2022)は近年の新しい展開であるニュー・ポートフォリオバランス・モデルに基づいて、2022年3月以降の急激な円安・ドル高現象を、アメリカ金融政策引き締め政策の国際ス皮ルオーバー効果という視点から分析した。第一に、アメリカの金融引き締め政策は日本円及び日本国債を含む(アメリカ・サイドから見た)内外のあらゆるリスク資産価格を下落させる政策変化であり、日本を含む外国にデフレを輸出する。この外的ショックに対して、日本銀行のYCC政策の継続・維持はこのネガティブ金融ス皮ルオーバー効果を隔離する試みと考えられる。しかし、第二に、日本国債と日本円の「二つの資産価格の同時下落」圧力というネガティブ・ス皮ルオーバー効果に対して割り当て可能な政策手段がYCC一本では対応は不可能であり、為替レート対策として比較優位を持つより有効な政策オプションが必要である。また、その欠如が日銀の金融政策変更期待に基づく日本国債の先物売り投機圧力の原因となっている。その候補として財務省との外貨準備・国際スワップを介した日本銀行の自己勘定による外国為替市場介入を示唆し、この二つの金融政策のポリシーミックスが政策割り当て原則に適っていることを示す。

政策金利を変更する伝統的な金融政策が為替レートに及ぼす影響については、多くの理論・実証分析が存在する。まず、カバーなし金利評価説によれば、無裁定条件から、外国の金利を所与とすると、国内金利の上昇は為替のスポットレートの減価を伴うはずである。Dornbunsh(1976)はカバーなし金利評価説と財価格の粘着性の仮定に基づき、金融引き締めショックによって、為替レートは即座に上方ジャンプ(増加)し、その後、カバーなし金利評価説金利評価説に沿って徐々に減価し、最終的に、購買力平価説と整合的な水準、すなわち、引き締め前よりも高い水準に働くと主張する。

このように、Doenbunsh(1976)のオーバーシュート・モデルは理論的には明解だが、これを指示する実証結果はほとんど得られない。

初期の実証分析は、月次あるいは四半期データを用い、リカーシブな同時点でのゼロ制約を課した構造VARを推定している。(Eichenbaum and Evans(1995))は、アメリカの金融引き締めショックは、他の先進国通貨に対する名目ドル及び実質ドルに対し、有意に持続的な増価効果があることを見出している。より最近の研究は、動学的一般均衡(DSGE)モデルを用いて、Eichenbaum and Evans(1995)によって見出された、金融政策ショックに対する為替レートの反応を複製することを試みている(Smets and Woters, 2002; Adolfofon et al. 2008)。

4. 実証分析

1996年1月から2023年4月までの名目為替レート(Nominal Exchange Rate), 名目国内総生産(Nominal GDP), コールレート、経常収支(Current Account)および消費者物価指数(CPI)の四半期データを用いる。本研究での全てのデータは日本銀行及びe-stat(政府統計の総合窓口)により

取得したものである。データの出所及び詳細については表4.1に記述しました。また各変数における水準データの基本統計量は表4.2で、差分後のデータに関しては表4.3で記載しました。本研究では重回帰分析に加えてグランジャー因果推論検定を行う。

4.1 単位根検定(Unit Root Test)

単位根検定とは、時系列データが単位根過程(非定常過程)もつかどうかを統計的に検定する手法である。単位根検定は、時系列データの非定常性を評価し、適切なモデリングや分析を行う上で重要な役割を果たす。

単位根検定の一般的な目的は、データが被定常過程であるかどうかを判断することである。非定常過程では、平均や分散が時間の経過とともに変化し、データの性質や統計的性質が安定しない場合がある。このような非定常性が存在する場合、統計的推定や仮説検定、予測などの分析手法を適用することが困難になる。

単位根検定の結果によって、データが非定常過程であると判断されれば、適切なデータ変換や差分を行うなどの前処理が必要である。非定常性を取り除くことで、より安定したデータを得ることができ、より信頼性の高い分析やモデリングが可能となる。

本研究では、一般的な単位根検定手法の中で、代表的なADF検定(Augmented Dickey-Fuller Test)及びフリップス-ペロン検定(Phillips-Perron Test)に加えKPSS検定(Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin Test)を行った。ADF検定(Augmented Dickey-Fuller Test)は、統計学と計量経済学において、時系列標本が単位根をもつかどうかの仮説検定である。検定で用いられるADF検定統計量は負の値をとる。より大きな負の値を取れば取るほど、ある有意水準の下で単位根が存在するという仮説を棄却する可能性が強くなる。

ADF検定はDF検定(Dickey-Fuller Test)検定と同じであるが、以下のようなモデルに適用される。

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \gamma y_{t-1} + \delta_1 \Delta y_{t-1} + \cdots + \delta_{p-1} \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

ここで α は定数であり、 β は時間トレンドの係数、 p は事故回帰過程のラグ次数である。制約 $\alpha = 0$ と $\beta = 0$ を課す事はランダムウォークモデルを過程することに対応し、制約 $\beta = 0$ のみを課す事はドリフト付きランダムウォークモデルを過程することに対応する。

ラグ次数 p を含めることで、ADF検定の定式化は高次の事故回帰過程を許容する。これはつまり検定を適用する時ラグの p を決めるということである。一つの手法と高い次数から順番に係数の t 検定を行う方法がある。単位根検定は帰無仮説 $\gamma = 0$ と対立仮説 $\gamma < 0$ の下で行われる。ひとたび検定統計量の値、

$$DF_t = \frac{\hat{\gamma}}{SE(\hat{\gamma})} \quad (4.2)$$

が計算されれば、DF検定における関連する棄却値の値と比較することができる。もし検定統計量が(大きな負の)棄却

値より小さければ（この検定は対称ではないので絶対値を考える必要がない）、帰無仮説 $\gamma=0$ が棄却され、単位根存在しない。

直感的なアイデアはもし系列が和分過程、つまり単位根をもつならば系列(y_{t-1})のラグの値は、ラグ値(Δy_{t-1})のラグ値(Δy_{t-k})の値の変化を除いて y_t の変化を予想するにあたって追加的な情報を持たない。この場合 $\gamma=0$ であり、帰無仮説を棄却されない。

フリップス-ペロン検定(Phillips-Perron Test)は統計的における単位根検定の一つである。フリップス-ペロン検定(Phillips-Perron Test)は時系列が1次の単位根であるという帰無仮説を検定するために、時系列分析において用いられ、モデル $\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \mu_t$ において $\rho = 0$ であるというDF検定の帰無仮説に基いている。ここで Δ は1階差分オペレーターである。ADF検定のようにフリップス-ペロン検定は y_t を生成する過程が検定方程式において許容されるものより高次の自己相関を持つ場合、つまり y_{t-1} が生成され、DF検定型のt検定が適当ではない場合の問題に取り込んでいる。ADF検定が検定方式において Δy_t のラグを説明変数として導入することでこの問題に取り込んでいるのに対し、フリップス-ペロン検定はナンパラメトリックを修正するt検定統計量に施している。フリップス-ペロン検定は検定方程式の搅乱過程において特定化されない自己相関や分散不均一性に対してロバストである。Davidson and MacKinnon(2004)はフリップス-ペロン検定が有限標本においてはADF検定よりパフォーマンスが落ちていると報告している。

KPSS検定は時系列データの定常性を検定するための統計的手法である。定常性とは、データの平均や分散が時間の経過とともに一定である性質を示す。

KPSS検定では、以下の帰無仮説と対立仮説を検定する。帰無仮説(H_0)：データは定常過程である（非定常性がない）対立仮説(H_1)：データは非定常過程である（非定常性ある）統計検定としては、データのレベル(level)及びトレンド(trend)の二つが使用される。検定の結果は、帰無仮説が棄却されるかどうかに基づいて判断される。KPSS検定の結果は、検定統計量が有意水準の臨界値より高い場合、帰無仮説が棄却されず、非定常性が存在するとが示される。逆に、検定統計量が臨界値よりも低い場合、帰無仮説が採択され、データは定常過程である判断される。

表4.4はADF, PP, KPSS検定の結果表をまとめたもので、それによるとCA以外の変数は水準レベルでADF検定及びPP検定で帰無仮説を棄却されない事や、KPSS検定で帰無仮説を棄却されることから非定常過程であることが分かる。差分をとった後のCAを含む全ての変数がADF検定及びPP検定で帰無仮説を棄却される事やKPSS検定で帰無仮説を棄却されないことから定常過程なったことが分かる。そのため、CA以外の変数はI(1)である。

4.2 重回帰分析 (Multiple Regression Analysis)

重回帰分析(Multiple Regression Analysis)は、複数の説明変数(予測変数)と目的変数(被予測変数)の変数の関係を統計的に分析する手法である。目的は、複数の説明変数が目的変数に与える影響や相関性を明らかにすることである。

重回帰分析では以下のような数学モデルを使用する。

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (4.3)$$

ここで、 y は目的変数、 x_1, x_2, \dots, x_n は説明変数、 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ は回帰係数、 ε は搅乱項である。

回帰分析の目的は、回帰係数の推定や統計的な有意性の検定である。回帰係数の推定には最小二乗法が一般的に使用され、データの最適なフィットを実現する回帰係数が求められる。また、回帰係数の統計的な有意性を検定することで、説明変数の目的変数に対して有意な影響をもつか確認できる。

本研究における重回帰分析モデルの式は以下のとおりである。

$$\Delta NEX_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta NGDP_t + \alpha_2 \Delta IR_t + \alpha_3 \Delta CPI_t + \alpha_4 \Delta CA_t + \mu_t \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$\Delta NEX_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta NGDP_t + \alpha_2 \Delta IR_t + \alpha_3 \Delta CPI_t + \alpha_4 \Delta CA_t + \alpha_5 Dummy_{2013} + \mu_t \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$\Delta NEX_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta NGDP_t + \alpha_2 \Delta IR_t + \alpha_3 \Delta CPI_t + \alpha_4 \Delta CA_t + \alpha_6 \Delta NGDP_t * Dummy + \alpha_7 \Delta IR_t * Dummy + \alpha_8 \Delta CPI_t * Dummy + \alpha_9 \Delta CA_t * Dummy + \mu_t \dots \dots \dots \quad (3)$$

式(1)には目的変数に名目為替レート(NEX)をとり、説明変数として名目為替レート(NGDP)、コールレート(IR)、消費者物価指数(CPI)及び経常収支(CA)をとっている。 μ_t は搅乱項である。

式(2)には目的変数に名目為替レート(NEX)をとり、説明変数として式(1)に加えてアベノミックスの政策導入後の政策の影響及び影響があったかどうかを見るために2013年以降のダミー変数を入れ、分析を行った。 μ_t は搅乱項である。

式(3)には目的変数に名目為替レート(NEX)をとり、説明変数として式(1)に加えて各変数における安部ノミックスの政策導入後の2013年以降のダミー変数を入れた。 μ_t は搅乱項である。

表4.5は回帰分析結果表上記の3つの式を回帰した結果をまとめたものである。式(1)またはモデル(1)においては、コールレートまたは政策金利のみの回帰係数である α_2 がプラスであり、10%の有意水準で帰無仮説を棄却されることが分かる。すなわち、名目為替レートとコールレート(IR)または政策金利の間では正の相関が見られる。この得られた正の関係の結果は理論とは逆な結果であった。モデルなどを変えさらに分析する余地があるとも考えられる。

式(2)またはモデル(2)においても、コールレートまたは政策金利でのみの回帰係数の α_2 がプラスであり、10%の有意水準で帰無仮説を棄却されることが分かる。しかし政策変更ダミーの回帰係数は帰無仮説を棄却されなかつたため、アベノミックスの政策の影響及び効果は見えなかった。

式(3)またはモデル(3)においても、コールレート(IR)または政策金利の回帰係数 α_2 が10%の水準で帰無仮説を棄却されることが分かる。また、経常収支(CA)の係数である α_9 の回帰係数マイナスであり、10%の有意水準で帰無

仮説を棄却されることが分かる。つまり、名目為替レートと経常収支の間には負の相関関係があることになる。

グレンジャー因果性検定 (Granger Causality Test)

グレンジャー因果性検定 (Granger Causality Test) は、ある時系列が別の時系列の予測に役に立つかどうかを判断するための統計的仮説検定である。通常回帰は単なる相関関係を反映されるものだが、ある時系列の過去の値が他の時系列の将来の値を予測する能力を測定することにより、経済学における因果関係を検証できる。

フレンジャー因果性検定では、 y を x が引き起こすかではなく、 y を x で予測できるかを検定する。

時系列が定常的である場合には、2つ（またはそれ以上）の変数の定常値を使用して検定が行われる。変数が非定常的である場合には検定は1階（またはそれ以上の階差）を使用して行われる。回帰モデルにおいてある変数の過去の値は、(1) t 検定を

$$y_t = \alpha + \delta_1 y_{t-1} + \cdots + \delta_m \Delta y_{t-m} + \varepsilon_t \quad (4.4)$$

次に、 x の過去の値を含めることで、自己回帰モデルを拡張する。

$$y_t = \alpha + \delta_1 y_{t-1} + \cdots + \delta_m \Delta y_{t-m} + \gamma_p x_{t-p} + \cdots + \gamma_q \Delta x_{t-q} \quad (4.5)$$

+ ε_t

この回帰モデルには、 t 統計量にしたがって個別に有意であることが示された x の過去の値を全て含める。ただし、 x の過去の値の集合的に回帰モデルの説明力を強めることが、F検定（帰無仮説は x によって集合的な説明力は追加されない）で示された場合に限る、上記の拡張回帰モデルの表記では、 x が有意となる最小の有意となる最小の時間差 p 、最大の時間差が q である。

x から y へのグレンジャー因果性がないという帰無仮説が採択されるのは、回帰モデルの中に有意な過去の値が残らなかつた場合のみである。

表4.6は本研究においてグレンジャー因果性検定の結果をまとめたものである。分析結果によると名目為替レート (NEX) は名目国内総生産 (NGDP) へのグレンジャーの意味で因果があることが分かる。名目国内総生産 (NGDP) を予測する際に名目為替レート (EX) を入れた方が予測の正確性が高くなることを意味している。逆の場合はグレンジャーの意味で因果があることが推定できなかった。

また消費者物価指数 (CPI) から名目為替レート (NEX) へのグレンジャーの意味で因果関係が推定された。名目国内総生産 (NGDP) を予測する際に名目為替レート (EX) を入れた方が予

測の正確性が高くなることを意味している。逆の場合は推定できなかった。名目為替レートを予測する際に名目為替レート (EX) を入れた方が予測の正確性が高くなることを意味している。

5. 終わりに

本稿では、日本における名目為替レートと名目国内総生産、コールレート、消費者物価指数の相関及びそれらに関する

るグランジャー因果推論検定を行なった。その結果、名目為替レートとコールレートには正の相関関係があることが分かった。2013年以降の名目為替レートと経常収支にはマイナスの相関があることも明らかになった。それは2010年代に入り、日本の貿易収支の黒字消失、赤字定着進んでいることが原因一つであると考えられる。貿易収支赤字化の背景には、東日本大震災、エネルギーの化石燃料への依存度が高まることにより原油をはじめとするエネルギーの価格が上昇することで輸入額が増加することや、日本だけで供給体制を完結させるのはリスクが高いため日本国内の企業が対外直接投資を積極的に行なったことなどである。日本円が弱くなっているのは貿易赤字の影響もあると考えられる。

名目国内総生産を予測する際に名目為替レート (EX) を入れた方が予測の正確性が高くなることも明らかになっている。それは日本における短期的国内総生産の増加または減少に名目為替レートが影響していることを意味している。消費者物価指数から名目為替レートへのグレンジャーの意味で因果関係が推定された。それはつまり、日本の国内の物価が上昇する場合は円安になり、逆に国内の物価が下降したら円高になるという理論的なことが確認できたとも考えられる。

近年円安が進む傾向にあるのは、日本の国力の低下の深刻が起こっているとして見ている経済学者・専門家もいる。その理由としては短期的の金利で決まる為替レートであるが、長期的には国力が国家の通貨価値を決めると考えられながらである。日本は高齢化と人口減少問題やインフレ対策で財政を出動している中で金利を上げられないなどの問題を直面している。その中で円安が150円台まで下落したので、日本銀行は昨年（2022年）9月に円買い・ドル売りの為替介入を行ったが、為替介入の効果は一時的なものであり、長期的な為替相場の変動には影響がないことも指摘されている。そのためインバウンド促進、生産拠点の国内回帰を進め、日本経済の底上げにつなげていかなければならぬ。その他に、貿易改善にむけたエネルギー時給率の向上、生産性向上にむけた技術やソフトウェア投資の推進も行っていく必要がある。日本の現在の現状を踏まえると、円高リスクよりも過度な円安へのリスクが大きくなっているのが本研究からでも分かるように、それを阻止しつつ、成長力強化に注力していく必要がある。

一方で日本は1986年にバブル経済・崩壊を経験していることもあり、現在の日本の金融政策システムの現状は「全体として安定性を維持している」と評価されている。日本の金融政策及び金融システムは世界各国の金融政策及び金融システムをリードし、参考になるようにできている。例えば、非伝統的金融政策である量的緩和政策、YCC（イールドカーブ・コントロール）は日銀が編み出し世界に先かけて取り入れた政策である。日本における世界初の量的緩和政策は2001年に始まったが、物価上昇率が1%を超えたことを理由に2006年に終了となった。日本における世界初の量的緩和政策を実施したことについては評価が分かれどころがあったが、2008年にリーマン・ショック以後のアメリカを始めとする各国がデフレ阻止・失業率低下などのために導入するなど世界でも量的緩和政策を取り入れられるようになった。アメリカはデフレを回避することに成り、2014年に量的緩和を終了とした。その後、緩和で増やしすぎたお金の回収というところまで比較的簡単に進めるに成功していた。大方この政策は成功していたと見られた。

近年日銀が直面する主な課題は、金融の安定を守りながら、インフレ目標を大幅に上回ることなく、いかにして目標を持続的に達成するかである。インフレ率が上昇している中、日銀は主要銀行の中で唯一マイナス金利を導入しており、金融政策が依然として超緩和的である。それらの問題は日本が他の国より先に迎えられたものである。世界のどの国も直面していない問題・課題を取り込み、その問題が解決するためにも日本の金融政策に関する研究・文献の蓄積が必要であり、そうした研究・文献の蓄積は Pax Japonica の実現にすでに貢献しており、さらに加速されることになるだろう。

変数	単位	記号	出所
名目為替レート	円/ドル	NEX	日本銀行
名目国内総生産	円(億)	NGDP	e-stat
コールレート	率	IR	e-stat
消費者物価指数	指数	CPI	e-stat
経常収支	円 (億)	CA	e-stat
Dummy	2013年1月以前 0 2013年1月以降 1	Dummy	執筆者作成

表 4. 1 変数に関する単位・記号・出所⁶

⁶ 注：この表は各変数における 1996 年から 2023 年までの四半期データである。

変数名	標本数	平均	標準偏差	最大値	最小値
NEX	109	109.63	13.63	141.39	77.34
NGDP	109	5317.18	183.71	5700.80	4909.01
IR	109	0.11	0.18	0.51	-0.06
CA	109	3748.70	1662.06	72531.00	-1018.00
CPI	109	97.17	2.18	104.43	93.9

表 4.2 基本統計量（水準）⁷

変数名	標本数	平均	標準偏差	最大値	最小値
NEX	109	0.24	4.93	13.37	-20.19
NGDP	109	3.79	70.14	272.64	-417.15
IR	109	-0.00	0.05	0.2	-0.22
CA	109	3.79	1439.99	4004.50	-4401.00
CPI	109	0.08	0.53	2.63	-1.00

表 4.3 基本統計量（差分）⁸

⁷ 注：この表は各変数における1996年1月から2023年3月までの四半期データサンプルサイズ、各変数の平均、標準偏差、最大値、最小値を表している。

⁸ 注：この表は各変数における1996年1月から2023年3月までの四半期データサンプルサイズ、各変数の平均、標準偏差、最大値、最小値を表している。

変数名	ADF	PP	KPSS
NEX	-2.13 (0.52)	-8.69 (0.61)	0.37*** (0.01)
	-4.13*** (0.01)	-78.06*** (0.01)	1.11 (0.11)
	-1.37 (0.84)	-6.09 (0.76)	0.49** (0.04)
	-4.89*** (0.01)	-125.93*** (0.01)	0.17 (0.11)
NGDP	-3.40* (0.06)	-12.42 (0.40)	0.78*** (0.01)
	-4.17*** (0.01)	-60.27*** (0.01)	0.07 (0.11)
	-0.85 (0.96)	-1.01 (0.99)	0.94*** (0.01)
	-3.90** (0.02)	-128.57*** (0.01)	0.34 (0.11)
CPI	-3.41* (0.06)	-45.05*** (0.01)	0.16 (0.11)
	-5.88*** (0.01)	-185.78*** (0.01)	0.05 (0.10)
	-	-	-
	-	-	-
4.4 ADF, PP, KPSS 検定結果表⁹			

⁹ 注：***、**及び*は1%、5%及び10%の有意水準で帰無仮説が棄却されることを意味する。（・）はp-値である。KPSS検定において、p-値の(0.10)は(0.10)以上であることを意味する。

重回帰分析モデル

$$\Delta NEX_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta NGDP_t + \alpha_2 \Delta IR_t + \alpha_3 \Delta CPI_t + \alpha_4 \Delta CA_t + \mu_t \dots \dots \dots (1)$$

$$\Delta NEX_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta NGDP_t + \alpha_2 \Delta IR_t + \alpha_3 \Delta CPI_t + \alpha_4 \Delta CA_t + \alpha_5 Dummy_{2013} + \mu_t \dots \dots \dots (2)$$

$$\Delta NEX_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta NGDP_t + \alpha_2 \Delta IR_t + \alpha_3 \Delta CPI_t + \alpha_4 \Delta CA_t + \alpha_6 \Delta NGDP_t * Dummy + \alpha_7 \Delta IR_t * Dummy + \alpha_8 \Delta CPI_t * Dummy + \alpha_9 \Delta CA_t * Dummy + \mu_t \dots \dots \dots (3)$$

係数	(1)	(2)	(3)
α_0	0.312 [0.647]	-0.267 [-0.445]	0.150 [0.305]
α_1	0.000 [0.291]	0.000 [0.110]	-0.000 [-0.353]
α_2	18.540* [1.919]	18.970* [1.978]	19.830* [1.906]
α_3	-0.000 [-0.310]	-0.275 [-0.289]	-0.801 [-0.598]
α_4		-0.000 [-0.342]	0.000 [1.031]
α_5		1.623 [1.607]	
α_6			0.000 [0.985]
α_7			8.928 [0.211]
α_8			2.036 [1.085]
α_9			-0.000 [-1.704] *
R^2	0.26	0.31	0.31

表 4.5 重回帰分析結果表¹⁰

¹⁰ 注 : ***, **及び*は1%、5%及び10%の有意水準で帰無仮説が棄却されることを意味する。[・]はt-値である。

NEX	=>	IR	0.76
IR	=>	NEX	0.25
<hr/>			
NEX	=>	NGDP	0.06*
<hr/>			
NGDP	=>	NEX	0.88
<hr/>			
NEX	=>	CPI	0.94
<hr/>			
CPI	=>	NEX	0.000***
<hr/>			
CA	=>	NEX	0.15
<hr/>			
NEX	=>	CA	0.89

表 4.6 グレンジャー因果性検定結果表¹¹

¹¹ 注 : ***, **及び*は1%、5%及び10%の有意水準で帰無仮説が棄却されることを意味する。

参考文献

- 青木浩治. 歴史的な円高-均衡実質為替レートの推定による評価、甲南経済論集 第53巻第3・4号、3月：65-103.
- 青木浩治. 非伝統的金融政策の国際ス皮ルオーバー効果と為替レート、甲南経済学論集. 甲南大学経済学会, 63, 2022.
- 青木浩治. 為替レートの長期トレンドと循環的変動：なぜ日本円は安全試算なのか. 甲南経済論集、Vol. 55, 3・4, 3月, 93-144, 2015.
- 荒尾拓人. 三層構造のもとでの金融調節運営-準備需要曲線モデルを使った解説. BOJ Reports & Research Papers, 2022.
- 雨宮正佳. コロナショックと物価変更. 日本銀行, 3月29日. 祝迫得夫・中田勇人. 原油価格、為替レート・ショックと日本経済. 輸出と日本経済. 経済研究, Vol. 66, No. 4, 2015.
- 沖本竜義経済・ファイナンスデータの. 計量時系列分析. 朝倉書店、2017.
- 植田宏文・丸茂俊彦・五百旗頭真吾. エッセンシャル金融論. 中央経済社, 2018.
- 川本卓司・中島上智・三上朝晃. マクロ経済モデルを用いたオーバーシュート型コミットメントの分析. 日本銀行. 「点検」補足ペーパーシリーズ, 2021.
- 白井早百合. 入門現代の国際金融. 東洋経済新報, 2002. 著者名: 論文タイトル, 雑誌名, 出版社, 発行年.
- 服部孝洋. アセット・スワップ(スワップ・スプレッド)入門-日本国債と金利スワップの裁定について-. 財政総合政策研究所. ファイナンス, 64-73, 2020.
- 牧田健. 歴史的円安の背景とわが国がとるべき対応. 日本総研、2022. <https://www.jri.co.jp>
- N・グレゴリー・マンキュー. マンキュー マクロ経済学 I. 東洋経済新報社.
- Ahmed, S., M. Apprendio and M. Ruta, 2015. "Depreciation without Exports." Vaxeu, August 27.
- Amiti, M., O. Itskhoki and J. Konings, 2014. "Importers, Exporters, and Exchange Rate Disconnet." American Economic Review98(5), December:1998-2031.
- Børnland, H.C., 2008. Monetary Policy and Exchange Overshooting: Dornbusch Was Right after All. Journal of International Economics 79(1), 64-77.
- Bernanke, Ben, S., and Vincent R. Reinhart. 2004. "Conducting Monetary Policy at Very Low Short-Term Interest Rates." American Economic Review, 94 (2): 85-90.
- Bowman, D., Cai, F., Davies, S., and Kamin, S. Quantitative Easing and Bank Lending: Evidence from Japan. Journal of International Money and Finance, Vol 57, pp-15-30, 2015.
- Backus, D., M. Chernov and S. zin, 2014. Sources of entropy in representative agent models. Journal of Finance 69(1), February: 51-99.
- Burstein, A., and F. Mauro, 2015. " Exchange Rate Devaluations: When They Can Work and Why." Voxeu, December 24.
- Bernanke, Ben, Michael Kiley, and John Roberts. 2019. "Monetary policy strategies for a low-rate environment," Finance and Economics Discussion Series 2019-009, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Colacito, R. and M. M. Croce, 2013. International asset pricing with recursive preferences. Journal of Finance 68(6), December:2651-2686.
- Davidson, Russell; MacKinnon, James G. (2004). Econometric and Methods. New York: Oxford University Press. p. 623.
- Diebold, Francis X. (2007). Elements of Forecasting, Thomson South-Westen. pp-230-231.
- Dornbusch, R. 1976. Expectations and Exchange Rate Dynamics. The Journal of Political Economy, 84, 1161-1176.
- Engel, C., 2014. Exchange rates and interest parity. In G. Gopinath, E. Helpman and K. Rogoff eds., Handbook of International Economics, Chapter 8, Elsevier: Amsterdam, Boston, Heidelberg
- Gauti Eggertsson and Michael Woodford. 2003. "The Zero Bound on Interest Rates and Optimal Monetary Policy", International Monetary Fund, Princeton University.
- Granger, C. W. J (1969). "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods", Econometrica 37(3):424-438.
- Greene, William H. (2002). Econometric Analysis (Fifth ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Kim, S., and Lim, K. "Effect of Monetary Policy Shocks on Exchange Rate in Small open Economies," Journal of Macroeconomics, Vol. 56, pp-324-339, 2018.
- Learner, Edward E. (1985), " Vector Autoregressions for Causal inference? ". Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 11:283.
- Lee, K. S. and Ryou, J. W. Analysis of Interrelationship between Domestic and Foreign Financial Markets After the 1997 Currency Crisis. Journal of Money and Finance, Volume 11, No. 1, pp-159-183, 2006.
- Miranda-Agrippino, S and H. Rey(2020a). U. S. monetary policy and the global financial cycle. Review of Economic Studies 87(6), November:2754-2776.
- Miranda-Agrippino, S and H. Rey(2020b). The global financial after Lehman. American Economic Review Papers and Procedings 110, May: 523-528.
- Miranda-Agrippino, S and H. Rey(2021). The global financial cycle. NBER Working Paper No. 29327, October.
- Mukhin, D. (2021). An equilibrium model of the international price system. Mimeo., March.
- Nakamura, E. and J. Steinsson(2021). Program report, monetary policy. NBER Reporter No. 4, December.
- Nouyen, T. and K. Sato(2019). Firm predicted exchange rates and non-linearities in pricing-to-market. Journal of the Japanese and International Economies 53, 1-16.
- Payne, R., Vitale, P. 2003. A Transaction Level Study of the Effects of Central Bank Intervention on Exchange Rates. Journal of International Economics 61(2), 331-352.

Phillips, Peter C.B. ; Perron, Pierre (1998). "Testing for a Unit in Time Series Regression". *Biometrika* 75(2):335–346.

Said, Said E. ; Dickey, David A. (1984). "Testing for Unit Roots in Autoregressive-Moving Average Models of Unknown Order". *Biometrika* 71(3): 599–607.

Sang-Kee Kim and Geunghyung Yim: Comparing the Effectiveness of the Monetary Policies in Korea and Japan,
Seoul Journal of Economics, Vol. 34, No. 2, 2021.

Svensson, L.E.O., 2001, The Zero Bound in an Open-Economy: A Foolproof Way of Escaping from a Liquidity Trap. *Monetary and Economic Studies* 19, 277–312.

Thorbecke, W., 2022. Investigating how exchange rates affected the Japanese economy after the advent of Abenomics. *REITI Discussion Paper Series* 22-E-003, January.

Trichet, J.-C., 2013. Central banking in the crisis: Conceptual convergence and open questions on unconventional monetary policy. Per Jacobsson Foundation Lecture 2013, IMF eLIBRARY (<https://www.elibrary.imf.org>)

Taylor, John., 1999, "An historical analysis of monetary policy rules," in Taylor, John, ed., *Monetary Policy Rules*, University of Chicago Press.

Walsh, Carl., 2019, "Alternatives to inflation targeting in low interest rate environments," *IMES Discussion Paper Series*, No.19-E-13, Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan.

データドリブン・AIから見た歴史認識論考察のための試論

Preliminary Theory on Relationship Between Data-Driven AI and Historical Recognition

大河原 健太郎

株式会社原田武夫国際戦略情報研究所学際研究グループ
Institute for International Strategy and Information Analysis, Inc.
Interdisciplinary Research Group

This paper is a start-up project for post-truth studies at IISIA. Today, there are a lot of websites and online videos that feature post-truth contents. The author, as a scholar of historical recognition, is trying to find out why certain people prefer fake (or "populism") historical views to academically authentic ones. Generally, it is said that "post-truth" has gained popularity because IT has enabled people to receive massive amounts of information and they cannot distinguish legitimate views from illegitimate views. However, the author thinks the most important problem is on objectivity. The author thinks "post-truth" people are considering their views as objective and this makes dialogues difficult. It is also said that history studies would never profit the society, but dealing with "post-truth" historical views is important. "Post-truth" ones sometimes cause terrorism and vandalism.

1. はじめに

本稿は、歴史認識にかかる「ポスト・トゥルース」的状況を危機と捉え、考察を始めるための試論である。近年、インターネットやAIなど情報技術が発展し、各個人が世界中から情報を瞬時に、かつ大量に得られるようになった。また、個人が情報を受信するだけでなく、SNSや動画サイトを利用して自らの意見・持っている事実を発信できるようにもなった。これは、民主主義という観点から見れば、もちろん喜ばしい面を有する。民主主義において言論の自由や自由な情報のやり取りは欠かせない。逆に、一部の独裁国家でジャーナリズムが規制されていたり、市民が政府を批判すると投獄されたりする、という事例があるように、情報の流れを統制することは好ましくないとされる。

ところで、情報の受信・発信等が自由にできる状況は、純粋に喜ぶべきことなのだろうか。様々な情報が手に入るということは、その中には質の低い情報や、信憑性の低い情報がある。さらには、「フェイク・ニュース」という言葉があるように、情報の発信者が受け手をだます目的で広める虚偽の情報もある。つまり、多種多様な情報が手に入る状況は、真実でない情報を受け取ってしまうリスクを有する。

筆者は、（特に歴史認識という分野において）ポスト・トゥルース的な言説が流行してしまうメカニズムを追い、対策を講じるための研究を進めている。詳しくは後述するが、ポスト・トゥルースは間違いなく市民社会の危機である。たとえそれが、ワクチンのように実利性の高い課題でなくとも、選挙の不正疑惑のように喫緊性の高い課題でなくとも、ポスト・トゥルース的言説の流行は、既存社会システムへの不信感や暴力テロの正当化など弊害をもたらす。新しいポスト・トゥルース論を構築するために、本稿をスタートアップとして記す。

筆者が現在行っている研究は、現代という、歴史認識にAIがかかわる時代において、どのような歴史観構築がなされているか、どのようなリスクがあってどのように解決するかを考えるプロジェクトである。これまでも、さまざまな面で歴史認識という分野は研究されてきた。特に第二次世界大戦以降、日本やドイツといった「敗戦国」が自らの過去を反省する形で、損害賠償や謝罪に応じるという「記憶の政治」が実践されたり、その在り方について研究されたりしている。当然この「損害賠償」は加害者も含め、さまざまな主体¹に求められることがあり、いわゆる「負の遺産」という過去の忌まわしい記憶・暴力や戦争の記憶を残す取り組みも行われている[橋本 16]。

一方で、歴史上の暴力や戦争を賛美する場合、自ら（自己）の加害の歴史を肯定的に解釈しようとすれば、それは「歴史修正主義」と呼ばれる。たとえば、ある国が植民地支配を受けて文化を破壊された、市民を虐待されたと認識しているのにたいし、様々な資料を読み替えて、文化を改善した、虐待はしていない（労働をさせたにせよ、それは対等な契約に基づいたものだとする）と認識するものである。歴史認識は、さまざまな対立を生む。

さて、歴史認識にAIがかかわるとはどういうことであろうか。過去を踏まえて考察しよう。昔から、ヒトは社会において「歴史」を保存し、継承してきた。いわゆる未開の社会であっても、社会の構成員が絵を残す、歌や神話を残すなどして物語を継承し、自らのアイデンティティを確認する例がある。また中国の過去の王朝・日本の朝廷等がそれぞれ歴史書を残したように、歴史は社会を構成する大切な要素であった。

これに対し、もちろん歴史は重要でないという考え方も存在する。近年、特に日本で歴史学等の人文学が力を失っているといわれており、大学で研究費を取りにくく、学生を集めにくくといった事象が報じられている。歴史学を学

¹ 具体的には国家、軍人・政治家を含めた個人等である。

んでも、経済・金融のようにビジネスに生かせないし、法学のように資格に直結するわけでもない。また、理工学はコストが低くて安全な建築材料・難病の薬など分かりやすい形で社会に利益をもたらすが、歴史はそうではない。

それでも、歴史が社会を構成する大切な要素であるというのは、今も変わっていないように思える。現に歴史を扱う書籍はフィクション・ノンフィクションを問わず多数出版されている。本研究で察せられるように、歴史が重要というのはポジティブな意味でだけではない、という点でもこれは強調される。正しく扱わなければ様々な負の因子をもたらす。確かに歴史を学ぶことでマネタイズ可能なスキルを得られるとは限らない。また、社会に実利をもたらせるとは言い難いが、ゆがんだ歴史認知は様々な形で社会に害をもたらす。その意味でも、扱い方をしっかり考え、学び、学ばせることは重要である。

以上の議論を踏まえて、歴史認識にAIがかかわるとはどういうことであろうか、というテーマに立ち返ろう。簡単に述べれば、AIがかかわることにより、上述の負の因子がもたらされると考えている。

歴史観構築において、ヒトは何らかの媒体を経て歴史に触れる。個人的な会話によるものかもしれないし、本や絵画を用いることもある。過去においては、歌や神話がそのような役割を果たしていただろう。ここに、AIという要素が加わっているのは現代の特徴であるように思える。というのは、確かに現代の市民も本や絵画・写真等の資料に触れている点では過去と同じだが、その伝達過程にAIがかかわっている、という意味である。AIに代表される技術は、世界に没時間性・没場所性をもたらした。それにより、様々な情報がインターネットを通じて瞬時に手に入るようになり、逆にインターネットを通じない情報伝達過程を考えるのが難しいほどになった。今、あらゆる形で伝えられる情報について、まったくAIを介していないものは、非常に少ないように思える。アナログな書籍であっても、Amazonやレビューサイトのおすすめシステムによって市民に提示され、購買されることがある。新聞や雑誌もインターネットとは別チャンネルで流通してはいるが、記者が取材する過程などで、インターネットを全く経ていない情報はどれだけあるだろうか。また、多くの、これら既存メディアが紙の形態からウェブ新聞・ウェブ記事等へと転換していることも興味深い。また後述するように、近年はポスト・トゥルースの時代と呼ばれ、市民は既存メディアよりも雑多なSNSアカウントを情報源として好むことがある。近年、既存メディアに加えて、SNS(Twitterなど)が市民の「情報源」とみなされるようになった。SNSでは企業・自治体が情報を発信することもあれば、市民がそれに対し意見等を述べることもある。また、SNS等における市民の政治参加も研究されている[金 09]。わかりやすく言えば、SNSで「歴史上の真実！ 実は〇〇は〇であった」といったセンセーショナルな情報を目にし、それをもとにして独自の歴史観を構築する、といったことが起こっている。だからこそ、AIを要素として加味せざるをえないものである。

ここで、筆者の研究経験も触れつつ、本研究に至った蓄積・経緯も紹介したい。筆者はもともとバルト三国を研究フィールドとしていて、当初はリトアニア共和国にある原発の問題を研究していた。リトアニアは数少ない原発保有国の一いつであったが、その原発がソヴィエトの遺産であったことなどから「安全保障上」の問題があるとして、新規原発建設計画を立ち上げた。いわゆるエネルギー・ナショナリズムの問題である。しかし、欧州に広がる脱原発の波や、結局核燃料をロシアから輸入せざるを得ない矛盾、国民の意識の問題などから、事実上の計画中止へと至った。[Okawara 20]このように、リトアニアという旧ソ連圏国家²がナショナリズムをめぐる葛藤を抱いていたことに学問的興味を持ち、それから「犠牲性ナショナリズム」という概念に関する考察を行った。「犠牲性ナショナリズム」とは、バルト三国、韓国といった過去の「犠牲」の国々が、特有のナショナリズムを持ち、さまざまな軋轢を起こしているとする概念である[Okawara 19]。

これに代表される「記憶の政治」をめぐる政治が非常に複雑で解決困難なのは、実際そうであるし理念的にもそうである。前に触れたように、歴史に触れ、構成員がアイデンティティや共同性を確認するのは重要な要素である。しかし、「犠牲性」を土台としてナショナリズムを築き、政治的行動の原点とすると、様々な問題が起こる。例えば、「過去」は直近数十年~百年スパンに限るのだろうか。「犠牲性」を確立したとき、それに矛盾することが起こった際(例えば、韓国人が日本人に対して差別的言動をみせたとしたら)、どう処理すればよいのだろうか。適切な「謝罪」や補償が行われてそれが「解決」したとき、どこにアイデンティティを求めればよいのか。このように、歴史をめぐる問題は非常に厄介なのである。一般的には、例えば日韓関係であれば日本は韓国を植民地支配していて、韓国人がさまざまな被害を受けたという記憶を持ち、これが日韓政治上の問題を引き起こしていると解釈される。歴史を問い合わせ、様々な日本の「悪行」が明らかになるともいわれる。このような簡単な問題ではないのである(このように、「犠牲性ナショナリズム」をめぐる議論の単純化・学問的枠組みとしての発展性の欠如を示したのが筆者の修士~博士前半時代の研究経験である)。

博士後半以降、筆者はより「記憶の政治」をめぐる哲学・形而上学によせた考察に傾倒した。歴史が歴史たるゆえんは、歴史そのものの実在性・一意性はよほど特殊な例を想定しないと搖るがないことにある。社会における共有された記憶は、構成員に自分が社会の一員である感覚をもたらす。歴史を語る営みによって共同性を確認することもあれば、歴史上の法則から現在の社会の行く末を予測したり、何かを判断するにあたって過去の事実を参照したりすることもある。また、歴史を批判的に見る(さまざまな資料について科学的に見る)ことで、民主主義に欠かせないクリティカル・シンキングを身につけることができる。

それ以上に、こうした搖るがない性質を持つにもかかわらず、実際のところ歴史学で歴史とは何なのか、どのように扱うべきなのか定まった見解はないように思える。極端

² 実際のところ、彼らは旧ソ連による併合を違法だとして認めていないから、しばしば「私たちは旧ソ連であったことはない」「ずっと独立国家だったが不運に無視されていただけだ」といった言説を展開することがある。ただ、便宜上の問題と、多くの日本語資料が旧ソ連という用語を用いていることから、ここではこう記す。

な例では唯物史観論なる弁証法的な社会の進化を前提にするものもあれば、政治史を見るか文化史を見るかといった見解の差もあるし、そもそも真に客観的な意味で歴史を記述したり解釈したりすることはできるのだろうか、という考え方もある。例えば過去、日本が第二次世界大戦に参戦した、という事実はあるが、これをマクロに「日本が参戦した」とみるか、様々な外的要因を加味して「させられた」とみるか、個々の意思決定に着目して「〇〇という組織の〇〇が主導して・・・」とみるか、またはミクロに「〇月〇日、△が口で・・・」という個々の事象を並べて記述するか、でその様相は全く変わってくる。

さらに現代を、AIなどアルゴリズムが様々な局面を支配する時代だと考えるにあたって、これを喫緊の課題として考察せざるを得ないと筆者は考えた。ハラリは、人間の統治者がAIに代表されるアルゴリズムになると述べている。[ハラリ 18]アルゴリズムに支配されるというのは、単にSF的な意味で、AIが人間に反逆を起こして物理的に攻撃するとか、AIが知性をもって人間を悪意的に支配するというような意味ではない。現状、例えば日本は民主主義社会を敷いており、主権者は国民であって、政府に不満があれば反対することができる。選挙によってあたらしい政権を作るとか、いわゆる権力の監視という面である。しかし、判断力あっての反対であるのに、その判断力までがAIに支配されたらどうなるだろうか。AIに悪意を指定するという状況に限らず、AIが（長い目で見て）望ましくない判断をしたときに、それへ対抗できる判断力もなくなったとした場合の危惧がなされている。

こう考えると、歴史認識とAIの関係性を考察する必要があるという主張は分かりやすく受け入れられるだろう。もともと、歴史認識=歴史学は非常に繊細で形而上学的な高度な判断力をともなう営みである。資料を解釈するにあたっても、その資料をどのような位置づけで読むか、残した人間の本当の意図はなんなのか、文学的な読解（比喩・反語・コード化されたメッセージ・美学的表現）は求められるのかといった知性が求められる。仮に、AIを通じた歴史観構築が様々な局面で、SNS上の議論から教育現場にまでかかわった場合、果たして歴史認識論が必要とする形而上学的前提とその議論の理解は求められるのだろうか。また、生成AIを用いて歴史が記述されるようになれば、今後の歴史学者はどのようにそれを読み解くのだろうか。

2. ポスト・トゥルースについて

2.1 定義について

ここでは「ポスト・トゥルース」を現代特有の情報リテラシー課題としてとらえよう。

まず定義についてとらえなおす。これまで様々な学者・機関によってポスト・トゥルースは議論されており、一般的に「世論形成において、客観的な事実より、虚偽であっても個人の感情に訴えるものの方が強い影響力を持つ

状況」³と定義される。これは、二つに分けて考えることができよう。

すなわち、真実でない情報=デマと、感情への訴えかけという要素である。受け手がデマに触れ、なおかつ発信者の「感情に訴えかける」言説に共鳴して、デマを正しいと信じてしまうような状況を指している。2010年代後半から2020年代にかけて、世界的に様々な分野でポスト・トゥルース的な言説が観察された。

具体例がコロナウイルスに対するワクチンをめぐる言説である。ワクチンの有効性や医学的な原理についてはここでは詳しく論じないが、一部コミュニティにおいて、その危険性ばかりを強調する言説が広められたのは記憶に新しい。「ワクチンを接種すると病気になる、と医師が言っていた」という又聞き形式の怪情報に始まり、「接種すると数年以内に死亡する」「ワクチン接種によって政府は国民を意図的に殺害しようとしている」といった陰謀論的言説も多数観察された。この事例においては、各種言説がワクチンの有効性という事実を無視して、「ワクチンによって殺されるかもしれない」「ワクチン接種が怖い」といった負の感情や不信感を煽り、一部の市民がそのような言説を正しいと信じた、と説明付けられる。

ところで、ポスト・トゥルースを現代特有の課題として観察する際、単に「デマ」や「感情に訴えかける」といった要素だけを確認すればよいのだろうか。それぞれ考察を試みる。まず「デマ」であるが、「デマ」そのものは現代的ではない。つまり、「デマ」を広めたから・信じたから、それが現代特有の情報リテラシー課題である、という意味で「ポスト・トゥルース」的だということはできない。誤情報が広まること自体は、AI技術やコンピューターが普及する前にもあった。特に学校教育が普及する前は、一般市民レベルにおいて誤った知識体系（例えば迷信的な民間療法）が見られた。より直近の例では、日本においてオイルショックが発生した際、トイレットペーパーが無くなるかもしれない、という誤情報が広まって混乱が起きた、という事象が挙げられる。

現代において情報の伝達過程にAIベースの技術が組み込まれていることを加味すると、これを考慮に入れることが求められよう。

また、「感情に訴えかける」要素も、これ単体で現代特有の課題と言うことができるだろうか。科学的な事実・業績に依らず、人間の感情に訴えたり、感性に頼った論証を行ったりする事例もまた、過去からあるものである。海外では、進化論をめぐる宗教的言説が具体例として挙げられる。日本でも、学校教育で教えられる冷静で科学的な考察に基づく記述に依らない、非正統的な歴史観を推し進める者がいる。そしてこれは、AI技術が発達した2000年代～現代特有の問題ではない。ほか、ナチスドイツが優生思想的なプロパガンダのため、障害者に無駄な金が使われているとして、福祉削減を訴えた事実も知られている。（図1参照）

より俗なところでは、世界各国で販売されるゴシップ誌・タブロイド誌の類も、感情をあおるような（sensationalな）情報、価値の低い情報を昔から発信しているが、これが「ポスト・トゥルース」的だと指摘する

³ コトバンク「ポスト・トゥルース」<https://kotobank.jp/word/%E3%83%9D%E3%82%B9%E3%83%88%E3%83%BB%E3%83%88%E3%82%A5%E3%83%AB%E3%83%BC%E3%82%B9-1748296>。

研究は見たことが無い。事実、それらは感情をあおるし信憑性が低いものの、現代特有の（あるいは情報技術でもたらされる）弊害とは言えないだろう。この意味で、「客観的な事実より、虚偽であっても個人の感情に訴える」ことは必要条件であって十分条件にはならないと考える。より細かいところでは、これらが「強い影響力」を持っていることに関しては、なぜそうなったかを、過去と現在を比較しつつ考察する必要がある（もしくは、本当に過去と比べて「強い」影響をもたらすにいたったのか）あるのではないだろうか。

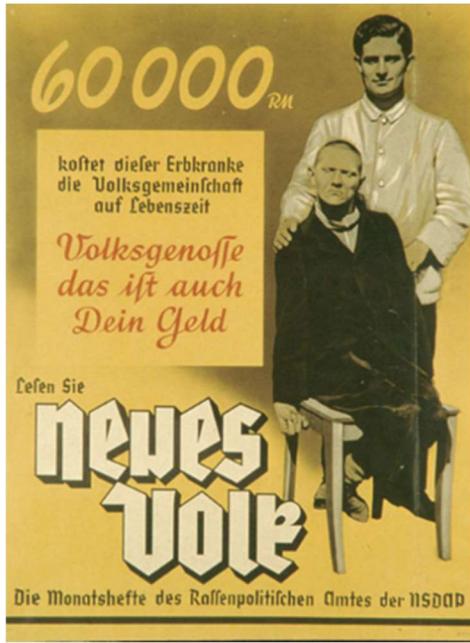


図 1 優生思想的なポスター⁴

2.2 原因論について

次いで、原因論について捉えなおす。よく言われるのは、情報社会の結果として、大量の情報がフラットに流れたから問題が発生した、という議論である。すなわち、例えはワクチンの危険性について、有効であるという議論や効果がない、はたまた国民を毒殺しようとする政府の陰謀だとする意見まで、さまざまな情報があふれています。ユーザーが判断できなくなったり、とするものである。ただし、この議論は、低リテラシー層に独特の歴史観を受け入れられているとか、一部のコミュニティが正統な科学観を選択的・能動的に（すなわち、情報を区別して）拒否している事実を説明できない。あらゆる情報があふれていて区別できないのであれば、「ワクチンは有効である」という正当な言説がポスト・トゥルース的に広まり、カルト的な問題を引き起こす事態があつてもよいのである。

同様に、既存権威の失墜論についても同様のことといえよう。すなわち大学教授や官僚、そして既存メディアの権威が落ちた、という言説もポスト・トゥルースの背景とし

て語られる。これも同様に、疑問視の余地がある。確かに大学教授等が信じられなくなったことは必要条件の一つであろうが、これは直ちに、大学教授等が「嘘を言っている・だましている」という確信に至ることを意味しない。

また、ポピュリスト的な言論家こそが信用に値するという、オルタナティヴな専門家への信頼に至ることも説明できない。トランプ派とそれ以外の論争の事例にあてはめるならば、CNN や FOX 等の既存メディアへの不信が、一連の騒乱（ワシントン議事堂襲撃事件など）を引き起こしたことは事実であろうが、既存メディアへの信頼度が下がったことが、直ちに「既存メディアが意図的に虚偽を流した」という確信に至る理由とはいえず、またその対極に位置するトランプが真実を言っているという確信に至る要因と言い切れない、ということである。端的に言えば、専門家が権威を失った、という議論は、アメリカであればトランプ、日本であれば中田敦彦や百田尚樹といったポピュリスト的政治家・言論家がオルタナティヴな権威として受け入れられていることを説明できない。曲がりなりにも、彼らは知識人扱いされ、ユーザーから権威として崇拜されている。

以下読者の皆様にあっては、個人的な話として許容されたいが、筆者は以前某予備校にて英語・地理を教える仕事をしていた。その際、「Youtuber から聞いた話なんですか」といった話をまことしやかに持ってきた生徒が少なからずいたのを記憶している。何も動画サイト上の言説はすべて間違っているというつもりはないが、その場にいる予備校に雇用された人材を信用せず、逆に”Youtuber”の権威の方が勝つことがある、という発見は衝撃であった。専門家が信じられない要因には、現に信頼できない専門家がテレビなどに出演していて、質の低い論評をしている事実や、一部の専門家が現に不正に手を染めている事実などもあるだろう。情報リテラシーの趣旨は「情報をうのみにしない」ことであるから、たとえ予備校スタッフの言葉であっても間違っているところがあるのではないか？という疑問に至ったことは評価したい。あとは、確率論的な問題である。確かにプロ講師も誤りを言うことはあるが、「常識的に考えれば」数年～数十年のキャリアを積んでいて、名門大学合格等の実績を有することが確実な講師と、経歴・名前等を容易に詐称できる人間と、どちらが信頼できる可能性が高いか。問題はプロ側の信頼度が下がったことではなく、逆にプロでない側こそが信頼できるのだとする力が見られることにある。



図 2 ポピュリスト的な言論家の例⁵

⁴ パブリック・ドメイン"German government and Deutsches Historisches Museum, "https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EuthanasiePropaganda.jpg"からの引用。文章の趣旨は、「(画像のような生産性のない) 障害者の世話を国民の貴重な金が使われている」である。

⁵ Youtube チャンネル 中田敦彦の YouTube 大学 - NAKATA UNIVERSITY より。

また、「技術不信」論にも繰り返し同じことが言えよう。科学技術に対する「よくわからない」という不安・不信感が、上記ポスト・トゥルースの要因と言われることもあるが、一方でこれだけでは彼らが疑似科学的・疑似技術指向的な言説を広めていることを説明できない。近年、コオロギの食品利用について、「昆虫は食品として危険である」とか、「気持ち悪い」などといった⁶陰謀論的議論が展開されたので、これを事例として紹介する。ここで、昆虫への嫌悪感を煽ること自体は「感情」的だが、個々のツイートを見るとそれだけとも言えない。



..

健康に対する悪影響はまだきいていないって...まだほぼ誰も食べてないからね。
食べさせて後から言ってないと逃げるの?ワクチンパターンかな。

午後6:14 · 2023年3月30日 · 755件の表示

図3 疑似的な統計的主張

上で挙げるように、一部の論者や情報の受け手（論者を引用したり、それにコメントしたりするユーザー）は、昆虫など「誰も食べていない」「誰も望んでいない」といった一見客観的な見解を述べている。これらは「誰が統計を取ったのか」『誰も』とはどのように確かめたのかと疑問視されてしまう一方で、学問的手続きを慣れていないユーザーにとっては客観的な事実として⁷映る。細かい用法・理解こそぞれではいるが、彼らが「禁忌」「プリン体」といった科学用語を用いていることも、彼らが「技術不信」を持っていることから直ちに導けはしないだろう。これは歴史関係でも同様で、例えばベストセラー『日本国紀』（百田尚樹著）が研究家を監修に据えていたり、学校教育で教えられる歴史観を批判的にみるという、科学的思考を疑似的に採用したりしているという事実は注目に値する。また、単なる「技術不信」だけでは、ツイッターというSNS技術を通じて広まる情報を、一部の受け手が信じる理由にならない。

さらに既存のポスト・トゥルースへの対処論についても考察しよう。メディアや当局は、デマ情報・怪情報に対する「ファクトチェック」を勧めている。そして、ファクトチェックが万能でないことは、ここまで議論からすぐに

⁶ 昆虫食反対クラスター＝陰謀論クラスターではない、と言う文脈だが、少なくとも少数陰謀論的な世界観から反対している人がいる、という報道記事[鳥海 23]があるので触れておく。

⁷ 逆に、仮に統計を取って回答者のすべてが昆虫食を望まないとするデータが出れば、これらの主張は科学的に正統性を得ることに留意されたい。

⁸ つまり、理念的な問題に限らずとも、実践的・経済的にもファクトチェックは困難だということである。思考実験として、ジャーナリストでない個人が政治的ニュースに対するファクトチェック・記事を執筆し公開したとして、それはどれほどどの影響力を持つだろうか。ファクトチェックにたいして、手法の不備やバイアスの存在、ファクトチェックカーが利用する資料が実は間違っていた場合の処理など、さまざまなリスクはあるものである。そうであれば、専門の教育を積んでいながら、敢えて特定のジャーナルや新聞で記事を書かずには「ファクトチェック」に携わる人材を確保せねばならない。

⁹ [牧野 22]参照。ツイッターはその性質上、なんらかの事件や発言について前後の文脈を無視して切り抜いた情報や、捏造された画像等が流布しやすい。そこで、例えば人物と人物がけんかしているように見える動画に対して、「これは当人同士がジョークを言い合っている様子である」「これは〇〇で撮影された動画とされているが、実際は関係ない場所で撮られたものだ」などと文脈・補足説明をつけるシステムが導入されている。

導かれるし、また理解しやすいことであろう。多くのファクトチェック機関が、公正性確保のためにNPOとして非営利的に活動しなければならず、さまざまな事情から活動を停止せざるを得なくなっている⁸現状や、ファクトチェック機関が異なれば当然に見解・判断基準も異なるという事実からもうかがえる。また、構造的な問題もある。多くのファクトチェック機関や、それを勧める当局・インフルエンサー等は、インターネットで活動している。例えばTwitterは、真偽不明のツイートに対して一般ユーザーがファクトチェックを行い、そのメモをアルゴリズムに従って表示するというファクトチェック・システムを導入⁹している。結局アルゴリズムへの情報伝播に頼る以上、そのファクトチェックは届くべきユーザーに、正しく届くのだろうか。

また、一部の学者は、ファクトチェック済の情報と政治家のツイート等を同時に提示して、信頼性がどう変わるかという実験を行っている[Nyhan 16, 20]。ここで疑問が沸き起こるのだが、たとえばある政治家の「虚偽」ツイートに対して、それと矛盾する情報を提示して、被験者の確信が「政治家は正しい」から「政治家の言うことが間違っているかもしれない」に変わったとして、それは情報リテラシーが高いことの根拠になるのだろうか。

情報リテラシーの本旨を「情報を疑うこと」「批判的に考えること」とするならば、実験者が提示する「ファクトチェック」こそ、本当は誤っているのでは（例えば、「実験者はFBIの公式統計だといってデータを提示したが、実験者が捏造したものではないか」など）と疑うことが望ましかったのではないか。端的に言えば、彼らはインターネット上で広まる情報は怪しい、とインターネット上でその見解を広めている。これは自己言及のパラドックス的である。そして、この自己言及を解決しない限り、ファクトチェックに触れるユーザーに対して、正統な世界観認知の獲得を期待することができない。簡単に言えば、単に「批判的思考を身につけよう」「ファクトチェックをして、フェイク情報を見抜こう」というだけでは、「あなた達こそ自分の見解を批判的にみるべきではないか」「ファクトチェックカーが信頼できるという根拠を出せ」という、いわゆる「お前だって」論法をメタ論理的に乗り越えることができないのである。逆に言えば、被験者に対して「これはFBIのデータですが」と提示した情報を直ちに彼らが受け入れた際、それはある意味で情報の鵜呑みにすぎないのでなかろうか。

そして現に、この「お前だって」論法や、それに近い言説は観察される。トランプ前大統領が、自らに向けられる批判を差し置いて「既存メディアこそがフェイクだ」と訴え続けたのはよく知られているし、日本でもフェイク・ニュースの危険性を訴えるツイートへネガティヴに反応するアカウントが観察される。また、図3のように、テレビの専門家は信じられないという形で、あくまでも受容する情報を批判的にみる、直ちに鵜呑みにしないという、批判的思考の形式を取るアカウントがあるのも興味深い。

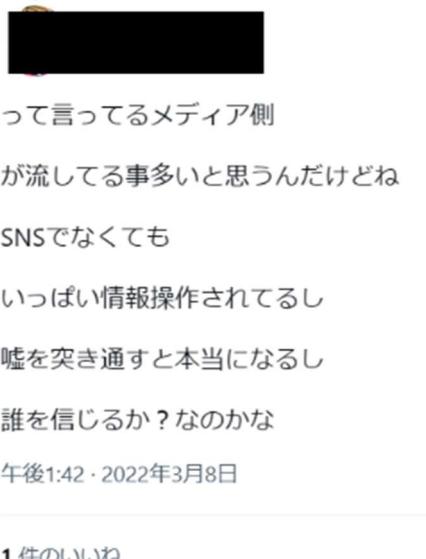


図4 疑似的な批判的思考

一応補足しておくと、この反論は「お前だって」という敢えて稚拙な呼称を用いてカテゴライズしていることから察せられるように、本来の意味での反論にはなっていない。あたかも授業中の立ち歩きを指摘された少年が「〇〇もやっていた」と主張しても、本人が立ち歩きをした事実は消えないように、自分がフェイクの側にいるかそうでないかは、既存メディアがフェイクの側にいるかそうでないかと全く関係がない。また、よりテクニカルな話をするならば、既存メディアのなにがしかのニュースがフェイクであると主張するならば（あるいは、本当にバイデン陣営は票を捨てるという破壊行為に及んだと述べるならば）まず自分がその立証責任を負って説明しなければならない。

2.3 事例を考える

ところで、典型的なポスト・トゥルース的事象として、何が挙げられるだろうか。近年話題になっているものとしては、コロナ・パンデミックにともなう陰謀論や反ワクチン運動、トランプ元アメリカ大統領とその支持者の発言に代表される右傾化現象、イギリスのEU離脱、数々のヘイトクライムを引き起こしたGreat Replacement論などが挙げられよう。

コロナ・パンデミックにともなう陰謀論や反ワクチン運動については、日本でもSNS上や実世界でのデモ運動など過激な活動が見られたので、記憶に新しいだろう。ここでいう「ポスト・トゥルース」的な要素とは、政府当局や製薬会社等の、真実を伝えるとする言説に対し、それを否定して感情論に持ち込もうとする言説の数々として説明される。具体的には、コロナウイルスやコロナ感染症なるものは存在しない、とするコロナの非実在説や、コロナウイルスは存在するが、それはどこかの勢力が人口を意図的に減らすために撒いたものだとする説などが見られた。コロナの危険性や合理的な対処を、さまざまなデータ・論文に基づいてファクト・ベースで説明するのではなく、証拠をもって実証するのが非常に難しい説を強調しているのが特徴である。同様の動きは反ワクチン運動でも見られた。

ワクチンとは、ジェンナー（Edward Jenner）によって開発された種痘法に始まる、無毒化した病原体そのものを人体に取り込んで免疫を人工的につけさせることにより、感染症の発症や重症化を防ぐ技術である。現在、ワクチンは様々な病気（狂犬病、ポリオ等危険性の高いものからインフルエンザ等一般的なものに至るまで）に対して開発されており、法域によっては接種を義務化することで、集団的な免疫獲得を目指させている。

反ワクチンは、こういった主旨を否定し、ワクチンが毒であるから接種しないことを呼び掛ける運動である。コロナ・パンデミックにあっては、ワクチンの開発スパンが一般的なものと比べて短かったことから、安全性が担保されていないとする一見合理的なものもあれば、「ワクチンを接種すると数年以内に必ず死する」「生殖能力を失う」など根拠不明な危険性を主張するものも観察された。また統計的な手法を取らず、ワクチン接種によって強烈な副作用が出た極端な例だけをピックアップして、ワクチンがただちに死をもたらすものとして危機感をあおる言説も確認された。[NHK 21；篠原 21]（余談だが、このように一部の例だけを持って自説の補強に用いる詭弁をチエリー・ピッキングと呼ぶ。）いずれにせよ、政府などによって市民が殺されるかもしれない、人口を減らされるかもしれないという恐怖や、ワクチンそのものへの不安感などを根源的に煽るものとして観察された。

トランプ元アメリカ大統領とその支持者の発言に代表される右傾化現象についてはどうだろうか。特に「感情をあおる」要素としては、移民に対する不安感や、一般にトランプの支持層とされる白人低所得層の社会への不安感、エリートへの敵意などを煽動する動きが見られた。一般的な説明は以下の通りである。一般に、移民はその国の市民よりもその国で低所得層が就いていた仕事を奪ってしまい、不満をもたらす[塗師本 14]。また移民とは、その国の市民とは異なる文化を持っていることが多いから、そこに摩擦も生じる。この不安を煽り、トランプ元大統領は、移民の減少や物理的な排斥を訴えたとされる。実証的な話をするならば、移民が増えることとその国の（全体、あるいは低所得層の）経済状況に因果関係があると説明しなければならない¹⁰、文化的な摩擦についても同様である。

¹⁰ 同様の事象は、その他ヘイトクライムにもみられるので補足しよう。分かりやすいところでは、日本・相模原市の障害者施設刺傷事件の犯人リギ「障害者によって経済が圧迫されている」「障害者を排除することで、平和がもたらされる」とする根拠不明の思想を抱いていた。仮にこの思想を検証するとなれば、実際に（あるいはどの程度）経済が圧迫されているの

この手の論者はよく、移民ばかりが優遇されて自国民が意図的に排除されているかのような言説を展開するが、実際にそうであると証明するためには、政府の歳出データなどをもって実証する必要がある。

仮に数字として運動していたとしても、その国の経済状況が悪化するなど、移民を求める要因が国内に存在するからこそ、企業が安い労働力を求めて移民を積極的に引き寄せていると考えることもできる。

これに運動して、Great Replacement 論は緊急性が高く、実際の危険をもたらしている。Great Replacement 論は、白人至上主義的な陰謀論で、ヨーロッパやアメリカなどの本来「白人」が多数派を占める地域に黒人等が移民として入り込み、その国の文化や経済・権力等をのっとってしまうという見解である。Great Replacement 論が批判的考察の対象として重要なのは、それが実際に暴力事件と結びついてしまっているからである。たとえばニュージーランド・クリストチャーチにおけるモスク襲撃事件やアメリカ・バッファローにおけるスーパーマーケット襲撃事件など、さまざまなテロ事件の犯人がこの Great Replacement 的見解を持っていたとされる。

ところで、なぜ暴力が正当化されるのかについては、また別途研究が必要であろうが、重要なトピックなので軽く触れておきたい。ヘイトクライム犯の一部は Great Replacement 論に触れ、自らの仕事や立場が奪われてしまうという被害者意識を得た。あるいは、社会に対して不満（学業不振、友人ができない、失業など）を持っていて、それを Great Replacement 論は補強した。だからこそ、奪われたものを取り返すために暴力行使した、と考えることができる。いずれにせよ、少なくとも彼ら（ヘイトクライム犯、ワシントン議事堂襲撃事件の参加者）が暴力行使したとき、それを正当化する論理が彼らの中にあった、というのが一つの見解である。

では、いかにしてこの正当化をするに至ってしまったのだろうか。再び、ポスト・トゥルースの典型的な定義を考える。ポスト・トゥルースとは、真実かどうかが顧みられなくなってしまって、感情への訴えかけこそが重要だとする風潮である、と説明される。ところで、感情へ訴えかけられた市民は、組織だった襲撃行為のようなテロを行えるのだろうか。「真実がどうでもいいから」殺した、となるのだろうか。

繰り返すが、これは試論のはしがきのようなもので、実際に検証するには別途研究が必要である。ただ、それでも筆者が思うのは、彼らは長い目・大きなスパンで見れば自らの犯罪行為は正当化されるという確信を持っていたのではないか。つまり、自分は社会や国家に抑圧された真実を知っていて、しかもその真実が消されつつあるから、自分が実行せねばならない。かつてのフランス革命等が（正当化される、とまではいかずとも中立的に）語られるようになったように、長い目で見れば必要な犠牲であった。自分はテロ行為に加担しているが、より客観的な視点でみれば、真実を握っているからこそ、後々自分の正当性が明らかになる。

か、排除が本当に（どのようなメカニズムで）問題解決をもたらすのかを実証する必要があるが、この視点はどこにもなかったと推察される。

そのような意識があつたのではないかと考えている。山腰[山腰 21]は、百木やアーレントといった学者を援用しつつ、ポスト・トゥルースに耽溺する人たちを、真実と虚構の区別を捨てた人とする見方に触れている。すなわち、何が真実で何がそうでないか気にすること自体に価値を見出さなくなった、現実性そのものを捨て去っているということである。ただし、この見方は十分でないとも思われる。これも詳しくは後述するが、なぜなにが真実なのかどうでもいいのならば、敢えて彼らはトランプの言うことに従つたのだろうか。あらゆる情報の価値の区別がなくなり、権威が無くなったら、なぜ彼らはバイデン陣営が票を捨てたという事実を選択的に信じたのだろうか。それと対抗するファクトに触れているはずで、なおかつそれらの区別ができるないのにもかかわらず、である。また、真実と虚構がどうでもいいとする態度は、暴力行為の肯定をもたらすだろうか。自らが逮捕されるリスク、職を失うリスク等を考慮しても、長い目で見れば自分の行為は正しいだろうとする確信は、もたらされるのだろうか。基本的に、彼らは SNS 上の言説を見て、それぞれの意思を固め、暴動に参加した。すなわち、そのポスト・トゥルース的な言説の中に、暴動を正当化するテクストがあったはずなのである。

また、本格的な議論を行うために、真実の一意性についても確認しておこう。有名な「オルタナティヴ・ファクト」発言について、この発言には2通りのとらえ方がある。

①あなたが観測する世界では、参加者の数は少なかったが、私が観測する世界では多かった。エンターテイメント作品的に言えば、あなたと私は異なる世界線に生きている。

②あなたと私は解釈を共有していない。例えばあなたが認識していない時間帯にも参加者がいた、参加者と認識していない歩行者が実際は参加者だったなどの事実を組み合わせれば、異なる数え方（解釈）があるのは当然だ。

ここで、①の解釈を取ることは不可能であるし、意味がないことだと思われる。仮に①の解釈を許せば、議論が全く役に立たなくなるし、議論する前提そのものが失われるからである。極端な例を挙げるとすれば、現日本の総理大臣はだれかと問われて「鳩山」と答える、「私の生きる現実ではそうなのだ」という妄想的な発言をファクトとして許すことになってしまう。ところで、このような異なる世界線・分岐した現実を考慮する説自体は、「多世界解釈」として存在するものの、「多世界解釈」が議論されるタイムトラベル論や、観測による収束と量子等の確率分布が無視できないミクロな領域の議論を持ち込むのは、ナイーヴだろう。

ここで②の議論を採用するとしても、だから「オルタナティヴ・ファクト」発言は危険でない、とはならない。それをどこまで応用するかには限度がある。まず、件の「オルタナティヴ・ファクト」発言に限って言うならば、この発言は立証責任を果たしていない。逆に、参加者は少なかったとする意見に対し、そのデータの根拠は何なのか、と立証責任を押し付けていると読める。であればこそ、こう言った発言をするのであれば、自らがいかなる定義・いかなる手法に基づいて何らかの見解を述べる必要があるだろう。

確かに、一つの事実に対して解釈（何らかの主体が認識する真実）は異なりうる。自己啓発の分野で言われる「カップに水が半分も入っている」か「半分しか入っていない」かという議論に始まり、司法の分野でも盛んに討論されることである。すなわち、交通事故が発生したときに運転手の危険性の認識を認めるか認めないか、善意か悪意かといった議論である。歴史認識の分野でいえば、ある事件（例えば民族Aの人間Xが、民族BのYを殴った）を考察するとき、これをマクロな面でAのBに対する人種差別・虐待と認識するか、ミクロに認識するかにより、その解釈は大きく異なる。ミクロにとは、例えばAとBは対立していてAに差別的な傾向があるのは事実だが、実際のところ個人Xと個人Yは親友同士であったらどうするか、といった前提を考慮することである。また、時間による切り取り方を変えれば、YがXを殴っていた事実もある（だからこそ防衛のためXが手を出した）かもしれないが、いずれにせよある時間・ある場所においてXがYを殴打したという事実は消えないし、そこに対して一意性を疑うことはできないだろう。

この議論は、歴史哲学で論じる領域である。エドワード・カーの講演であり論文集でもある『歴史とは何か』に代表されるように、歴史において事実性・事実の一意性をめぐる議論には、同意といえるものはない。記述法ひとつとっても、あるがまま起こったことを書くべきだとする議論もあれば、どれだけ主観性を排除しようとも無理なのだから、絶え間ない「対話」として処理するべきだ（対話する主体=歴史を読み解いたり記述したりする人間の意思を排除できない）とする意見もある。

ところで、なぜ真実そのものは重要なのだろうか。嘘も方便（古典的な例では、暴漢に襲われた人間を家で匿っているとき、暴漢が来てその所在を尋ねたら、正直に答えるべきかどうかという議論）という言葉があるように、実際のところ実社会で真実へこだわることが良いとは言い切れない。つまり、ポスト・トゥルースを一度「真実そのものがどうでもよくなる」現象として定義するならば、その狭い意味でのポスト・トゥルースはあらゆるところで観察される。真実を無視しても、良好な人間関係を築くことを意識したり、感情的なつながりの方が重視されたりする場面がある、という意味である。

この議論については、古典的なSF・ディストピア作品『1984年』（ジョージ・オーウェル著）を題材にするのがわかりやすいだろうか。主人公が生きる世界では歴史の改竄が日常的に行われており、しかも独特な思考法を用いて、矛盾した知識・記憶を即座に処理する技術を身につけさせられている。この世界をたたき台として考えると、歴史などの事実・真実を重要視しないということは、それを権力が思うがまま用いることに誰も反発しない、ということになる。わかりやすい例でいようと、作中で市民はある国（自らが住む国）への批判を叫んでいたが、それがある瞬間、別の国への憎悪へと矛先が変化した。常識的に考えれば誰かがおかしい、と声をあげようものだが、先述した独特な思考法により、この矛盾は自己処理される。ある国が敵国であり、自分たちはそれに対して攻撃を訴えたという事実が無かつたことになったのである。

このようにして、市民は国に対して思ったことを言えないどころか、当然に嘘であることを指摘することも許されない。

一つの事実をどう解釈するかには、当然その人の認知やバックグラウンドによってあらゆる変種が存在しうる。これ自体は間違いではない。しかし、この態度は権力の独裁化・集中化を対処できない。真実の相対性は、権力が自己正当化・権力集中のために歴史改竄・事象の読み替えをする行為を支持しない。『1984年』というフィクション内の国家はもとより、国家権力が虚偽を言う場面は多々ある。国によっては選挙への不正が発生するだろうし、望ましくない人物に冤罪をかけて投獄する、真実を追うジャーナリストが国家によって殺害されている、という言説はフィクション同様リアルでも語られる。

もとより、民主主義が民主主義であるための要件として、科学性、つまり客観的な議論は欠かせない。健全な運営があれば、政党が政策を説明するうえでグラフ・統計を用い、科学等専門性の高い分野で政策を作るとき、政治家でない科学者の意見を求める。役所が市民にたいして事故の危険性・災害リスク等を説明する際にも、科学的な説明が求められる。これも同じ理屈からきているだろう。

逆に言えば、提示された「真実」に対して、それがおかしいとエビデンス・ベースの議論ができなくなったり、その権力体系は危険度が高いといえるだろう。機能的な話をすれば、権力の抑制ができなくなっているということであり、また、権力が自分に都合の悪い事実を消去・改竄することを許しているからである。

2.4 問題としての重要性

改めてAIの性質・状況等も整理しておこう。近年の情報技術、特にSNSや動画配信サイト、ニュースポータルなど様々な条件で、AIは動いている。しばしば、マーケティング的な分野で語られるのがアテンション・エコノミーという概念である。アテンション・エコノミーとは、人間（消費者）の注目をマーケティングにおける資源と考え、さまざまな方法でこのアテンションを引き寄せる手法のことである。一般的な話でいえば、センセーショナルな、あるいは紛らわしい見出しを付けてわざと消費者の興味関心を煽る、わざとルールを破って注目を集め（炎上商法）などの手法も、ここに入ってくる。情報技術についていえば、どのような情報を、どのようなユーザーに流すか、というところにこの動きが働く。たとえば、SNSにおける投稿（ポスト、コメント、ツイート、リアクションなどと呼ばれる）は、時系列通りにユーザーの目に入るとは限らない。よりアテンションを引き寄せやすいように、ユーザーが反応しそうな投稿が目につきやすくなっている。より分かりやすい例でいえば、たいていのアカウントには個人の趣味嗜好や閲覧履歴が保存されているので、動画をお勧めする際にも、その嗜好等に沿ったものが自動的に目に入る。これらはすべて、AIアルゴリズムのなせる業である。

筆者がAIの性質を重要視するのは、詳しくは後述するとして、このAIが言論空間に携わったのが新しいことだからである。かつての「デマ」は、国家が戦略的に偽ビラをまく、意図的に「大本營」などの権威ある機関を通して情報を流すなどの形で流された。

しかし現在はどうだろうか。AIにとどまらず、情報技術は時間的障壁・地理的障壁をほぼ無視できる。すなわち、物理的に有限枚数のビラを決められた自治体に配布するのがせいぜいだった以前と異なり、現代ではより早く、より

遠くまで情報が届く。AIは届きやすい相手を選んでその情報を優先的に提示するかもしれないし、そもそも情報を届ける過程・ルート事態に情報技術が関わっている。さらにミーム的性質によって情報が爆発的に流通することもある。簡単に述べれば、状況が変わっているので、単に「デマ」だからで処理できることではないのだ。

具体的に、さまざまな市民に無差別・ランダムに情報を流すか、AIアルゴリズム制御という形である程度ターゲティングを施しつつ、さらにAIで流された情報以外を考えないようにするという点でも違いがある。この「考えないようにする」というのもまた、アテンション・エコノミー的である。つまり、アテンション・エコノミーにおいては他ブランド等に向いているユーザー（の注意）を他のプラットフォームから奪うのみならず、ユーザーの中にある、注意・認知力を他に向けさせないということである。

分野は変わるが、最近日本や中韓、アメリカ等でも人気になりつつある娯楽としてオンラインゲーム、ソーシャルゲームというものがある。一般的にソーシャルゲームには「ディーリークエスト」「ウィークリークエスト」などの概念があり、毎日決められたタスクをこなすことで、強化素材・ゲーム内通貨等の報酬をもらえる。この手のゲームは、できるだけ長くプレイヤーを画面の前にとどめるようにデザインされている。つまり、ほかのゲームや、ほかのプラットフォームから、切り離すようにデザインされている。

何が言いたいのかというと、ユーザーが何らかの情報を目にしているとき、そこで切り離されている情報の存在に気付いているのか、という疑問を提示したいのである。たとえば、あるユーザーのSNS・動画サイトプラットフォーム上に「反ワクチン」系の情報が流れているとき、それはすなわちワクチンの正当性を主張する情報から切り離されている、ということになる。すなわち、情報化によって社会がフラットになった、さまざまな情報が区別なく流布して手に入るようになったという直感に反し、むしろ手に入らない情報の存在が（逆に）うきぼりになる、という見解である。

情報技術が様々な情報を流通させるにいたった、権威が権威を失った（専門家、政府当局といった権威が顧みられなくなったり）というイメージに反し、細かい領域をみれば、むしろ情報が切り離されている危険性の方が注目されるべきではないかと感じる。

また、近年では生成系AIの危険性も指摘する必要がある。近年、ChatGPTなど様々なチャットボットが開発され、ユーザーは様々な疑問を投げかけてほしい情報を得られるようになった。ただ検索サイトがSNSサイトや企業ページ等を提示するだけでなく、ChatGPTは自動的にページ内容を要約する、場合によっては文章の作成を代行するなどのタスクもこなす。この文脈で、より「怖い」のは音声合成・画像生成系のAIだろう。この手の生成AIといえばMidjourneyなどが有名であり、文字通り実際に撮られた写真や誰かが手作業で製作した3Dアート、音楽等と区別がつかないほどの作品を生成してしまう。すると何が起こるだろうか。

たとえば、実際はそんなことを言っていないのに、ある企業の社長Aが汚職にかかわった、というツイートを、「証拠」付きで出せてしまう。Aが問題ある人物と会談している図は生成AIで作成できるし、会話内容も音声合成に

よって違和感なく捏造できてしまう。つまり、現行のエビデンス（証拠）をベースとした議論が成り立たなくなる可能性がある、ということである。

逆に、真正な写真や文書をもって何かを主張しようとも、それは生成AIによる捏造ではないか？と反論の余地を与えてしまう。

こうした事情から、これまでとは違う見方によるポスト・トゥルース論が必要ではないか、と考えるに至った次第である。

ところで、こうした背景があるにも関わらず、ポスト・トゥルース論自体が学界でそこまで注目を集めていないように思われる。2023年5月19日、日本の論文検索データベースCiNii（<https://cir.nii.ac.jp>）にて「ポスト・トゥルース」を含む論文エントリを検索したところ、ヒットしたのは56件であった。表記ゆれも考慮すると、「ポストトゥルース」13件・「ポスト真実」だと112件ヒットするも、こちらでは学術誌ではないオピニオン誌が多数ヒットしているので、純粋な学術的作法に則って論じたものはそこまでないと思われる。参考までに、「安倍政権」では4606件がヒットした。

その重要性はいったん前提に置くとして、現在さほど注目されていないのには複数の理由があると考察される。一つには、特に日本において「まだ」喫緊の問題となっていない、ということである。もちろん日本でも独特な歴史観・科学観を発信する人はいるし、いわゆるトンデモ・オカルトの類も含めれば、多数の疑似科学的・非科学的情報が流布している。とはいっても、この状況はアメリカと比べるとそこまで重大な危機ではないともいえる。まだこの件に関して、日本ではワシントン議事堂襲撃事件のような極端な内乱未遂・暴力事件が起こっていない。

ややフィールドはずれるが、聖書の記述を重視して教科書で進化論を教えることを認めないとといった、科学的教育を大々的に否定する事例も発生していない。また、一時期日本では「低品質なキュレーションサイト」が問題であると話題になり、虚偽情報の危険性や信憑性の低い情報を見極める重要性が喧伝されたことがある。

具体的に問題となったのは、医療・健康にかかる情報をライターがまとめた記事群であった。一部のキュレーションサイトでまとめられた情報は、「肩こりは靈によって起こる」など、義務教育を受けた人間なら容易に誤りを指摘できるほど低品質なものであった。これが問題化したということは、逆に言えば日本におけるネット・リテラシーが、全体的に高い水準を誇っているといえるのではないか。

つまり、名のある企業が発信するウェブサイトであっても、情報をうのみにするのは良くないという理解がなされていた。一般市民でもある程度の科学的理解ができるからこそ、そのような批判・問題意識が生まれていたのではないか、ということである。このような観点から、日本におけるポスト・トゥルースは「まだ」喫緊の問題となっていないため、そこまで重要な研究対象になっていないのかもしれない。

もう一つには、ポスト・トゥルースにかかる要素、特に「デマ」が非常にセンシティブで、扱いにくいものだという事情があるだろう。これから行う議論は、本研究プロジェクトや本稿の大筋と性質が異なるため詳しく掘り下げることはしないが、既存メディアや国家が「デマ」の危険性

を周知することには、民主主義と撞着する要素がある。現在、我々は第二次世界大戦時の日本政府が、戦況に関して様々な「デマ」を広めていたことを知っている。また、部隊壊滅を「玉砕」、敗走を「転進」と言い換えるなど、真実をごまかすような言説を用いていたことも知っている。

ところで、私たちが日本でポスト・トゥルースやフェイク・ニュースにかかる研究を行う際、大手新聞などの既存メディアや政府当局から発信される情報を真実として、そうでないものを信憑性が低いものとして扱わざるをえないが、果たしてこの真実性は本当に担保されているのだろうか。もちろん、国民の治安維持や公衆衛生に責任を持ち、大学等で教育を受けた専門家の言説は、一般的にいえばそうでないものの言説より信頼性が高い。また、前者の情報は発信者を明確にする・根拠を提示して受け手が検証できるようにする等の手法を用いて、責任を持つようしている。もし発信した情報に誤りがあれば訂正する義務を負うからこそ、やはり重い責任を負えるようにしているともいえる。

しかし、だからと言って大手メディアや政府当局の情報をすべて正しく、そうでないものは偽とすることはできない。ここにSNS時代の功罪がある。

具体的にそのようなことが可能か、そのような事例があるかは置いておいて、SNSや掲示板があるからこそ、一般人でも政府が隠す情報を発信し、公益に利すことができる。既存メディアが黙殺せざるを得ない情報を、それと変わらないスピード・発信力で公にすることもできる。

端的にいえば、「デマ」の認定や規制は慎重に行わない限り、情報統制であり、民主主義の原則と反する。よりテクニカルなところでいえば、現状研究機関や政府によって正しいとされている情報自体、今後の科学的研究や統計によって変わる可能性がある。つまり、ポスト・トゥルースの定義自体、本来は難しいものなのである。

3. 新たな考察

3.1 フラットさが問題か？

新しくポスト・トゥルース論を考え直すにあたって、まず以下の事実を確認しよう。すなわち、現代社会において情報伝播・伝達・受容のインフラ・プラットフォームはインターネットであり、そのインターネットはAIで動いている。すなわち、あくまでも「ポスト・トゥルース」を現代特有の問題として議論するならば、AIという過去に無かつた変数を加えて定義に落としこみ、議論することが必要ではないか。学術研究者が情報共有に利用するSNS(ResearchGateなど)や、論文投稿サーバー、政府当局による情報共有ページなどの(学術性・正統性が担保された)例外を除けば、TwitterなどのSNSサービスやYouTube、Twitchといった動画共有・配信サービスなどで情報は伝播しており、ここにはAIアルゴリズムが働いている。そしてこのAIは商業ベースで動いており、そのおすすめアルゴリズムはアテンション・エコノミー的であるとされる。すな

わち、客觀性やエビデンス・ベース、あるいはカール・ポパーの言う「反証可能性」や再現性を担保した学術的価値観に沿っていない。さらに見方を変えれば、AIが行うとされる「分断」についても異なる見方が表れる。

反証可能性とは、何らかの主張が科学的かどうかについて、反証の可能性を残していることを条件とする考え方の一つである。たとえば、「太陽は毎日東からのぼる」という主張は、毎日観察を続け、「西からのぼる」日が仮にあれば反証が可能だから、科学的である。これに対し、「神や超人的な存在が被造物を作ったのだ」という主張は、現状いかなる手法をもってしても確認のしようがない。

再現性もまた、理系の科学・工学分野では重要視される条件である。何らかの実験結果を公表する際、例えば被験者がいかなる属性であったかとか、どのような「検定」手法を用いたか、どんな気温条件下でどのような薬剤を用いたなどを記載する。これにより、論文を読んだ学者は再現実験を行うことができる。結果が再現できるという要素は重要で、もし同じ薬剤・手法・気温等の条件をそろえても実験結果が公表されたものと一致しない場合、発表者によるデータの捏造が疑われる。

先に考察した通り、現在はAIに代表される情報技術によって世界に大量の情報があふれて、それらがフラットになったといわれている。一方で、それらの情報がSNS・検索サービス等でアルゴリズムによるバイアスを受ける以上、そのフラットさはユーザーレベルでは疑似的なものだといえるのではなかろうか。

「デジタル・ディバイド」なる用語が用いられて、情報技術を利用するものとそうでないものの格差を論じられることがあるが、実のところ、情報技術を利用する者の中でも分断が存在する。

デジタル・ディバイドとは情報を得る手段にギャップがあることによる不平等・格差である。一般に、若者はスマートフォン・PC操作に慣れており、高齢者はそうではない。例えば特定の商品の販売ルートをインターネットのみに頼ってしまうと、インターネットに触れにくい高齢者に届かないおそれがある。また、一般論として若者はSNSやニュースサイトを用いて世界中のニュースに触れることができるが、高齢者はそうでないので、何か判断を下す際にハンディキャップが生じてしまう。

これを踏まえてAI論に応用した議論を行うと、次のようなことがいえる。AIは単に「見たい情報・望ましい情報」を提示するだけでなく、そうでない情報を遮断する。確かに情報の単純な量は、ユーザー階層では増えているだろう¹¹が、その多様性や異なる情報の扱われ方という点ではフラットさを失っているとみることができるよう思う。つまり、情報がフラットになったといわれるが、これは実のところ疑似的なもので、情報が商業ベースのおすすめアルゴリズムによって強烈なバイアスをかけられながら流通していることが問題ではないか、というのが筆者の見解である。

¹¹ 一般的に、ユーザーの好む情報が繰り返し表示されたり、ユーザーの意見を補強する記事ばかりが表示されたりして、次第に「皆同じ意見を持っている」などと思い込む現象を「エコーチェンバー現象」「タコつぼ化現象」などと言う。統計的にみると、一般的に懸念されるほど強く起きていないとする議論もあるが、[田中 19]詳細は別稿にて議論することにする。

ちなみに、フラットになったと称するのは、条件として既存メディアの人間や専門家と一般人が同列に情報を発信することができるようになった、ということも指していると思われる。すなわち、昔は決められたノウハウを持っている人間や、印刷会社・編集者などとのコネクションを持っていない限り本を製作することは難しかったし、SNSのように不特定多数に向けて何かを発表できる機会も少なかった。

それが、状況が変わったことで、一般人でも無料の文書作成ソフトやオンライン出版産業を通して、さまざまな意見を発信できるようになった。ただしこの場合でも、発信元の権威の区別はあるだろうから、受け手側が権威を無視するかどうかはまた別問題と思われる。

これを踏まえて、「客観性」の観点から、ポスト・トゥルース的な世界観に染まる人々の認知を考察しよう。筆者は理念的な仮説として、ポスト・トゥルースの本質は「客観性」、すなわちメタ認知的な世界観のズレであると考えている。

言い換れば、ポスト・トゥルース的な言説を信じ、その世界観に染まった人々は、自分が「客観的」である、あくまでも批判的思考ができるという疑似的な確信を持っている、という仮説である。客観性が批判的思考、すなわち反証が可能かどうか、実際に反証を試みるとどうなるか考えることから導かれると考えると、批判的思考が真の意味でできているかどうかにかかっているといえよう。

3.2 AI の性質から

ところで、AI の本質は何であろうか。コトバンク記載の定義によれば、「言語の理解や推論、問題解決などの知的行動を人間に代わってコンピューターに行わせる技術」とされる。すなわち、人間の思考を代行させるものがAI だとされる。AI が発展し、SNS 上などで、個別ユーザー向けに心地よい言論空間をカスタマイズして、「タコつぼ化」「エコーチェンバー」と呼ばれる現象をもたらしていると、しばしば議題に上がる。これに加え、一部ユーザーが疑似的な客観的記述を用いて自らの正当性を主張したり、対話を拒否したり、あるいは専門家・既存メディアこそが虚偽を振りまいているという事実を踏まえると、次のように踏み込んで言えるのではないだろうか。すなわち、AI によってデマが広まったり、デマを信じるようになったりすること自体が問題なのではなく、自分は客観的思考が出来ている・批判的思考を行って科学的にものをとらえていると錯覚することが問題だと推察される。発展したAI は批判的思考力を代行し、人に疑似的な客観性・科学的思考をもたらすまでに至ったのでは? という理論的仮説である。

この仮説については別途実証や、AI 技術史を踏まえた研究が別途必要になるだろう。本稿では、ポスト・トゥルース界隈の人々が（あるいはポピュリズム的な論者やそのコンテンツの受け手が）、大手メディアや教育機関の学習体系を批判したり、「誰も……ない」「プリン体が……」と

いった疑似的な客観的・科学的記述をしたりしていることを理由に、「AI が疑似的な客観的思考をもたらしている/AI は人々の批判的思考を代行している」ことを指しているが、実際に論証するには別途量的・質的研究の両方が必要だろう。

ただ、少なくとも仮説が正しいとすれば、異なる形でポスト・トゥルースをとらえることができよう。疑似的な客観性を持った人と正統な認知（客観性の理解）を持った人の間では、議論が不可能なほどに世界観がズれているはずである。なぜなら議論の根幹となる主観—客観のとらえ方が異なっているからである。

この「分断」論については、哲学者・ラクラウ（Ernesto Laclau）のポピュリズム論¹²を援用して補強することができるだろう。ラクラウは、ポピュリズムは二つの陣営へ社会が分割されることが前提にあると述べている[ラクラウ 18, p. 120]。

すなわちこれを応用すると、主観—客観のとらえ方がすれば、単にファクトチェックや情報のやりとりだけでは還元できないような世界観のズレが発生し、対話が不能になりかねない、ということである。さらに言えば、過去のポピュリスト（例えば毛沢東）が民衆の支持を集めて革命・闘争を起こしたように、ポスト・トゥルースというポピュリズム的現実において、世界観・価値観の転倒や言論上の敵対（すなわち、初めから正統な議論による真実の追求・真の意味での客観性担保を要求しない）が指向されていると考えることもできる。より具体的に言えば、デマが広まって世界観や情報の受け取り方に分断が生まれるのではなく、条件として社会が分断されていて、マジョリティとの融合を拒否した勢力が、デマと呼ばれる特定の情報を選択的に受容しているのではないか、ということである。そしてこの「分断」が基礎にあるという前提を踏まえると、近年の AI が行う分断に従って、情報の流れが不均衡になる、ということが理解されるよう思う。

すなわち、アテンション・エコノミーの文脈でも語られるように、AI がユーザーごとの条件（民族文化、性別、認知力など）を判断して言論空間を分断し、それぞれのセグメンテーションごとに望ましい空間を作るということである。さらに踏み込めば、もとから社会に内在する文化的・教養的分断がAI によってトレースされ、一部の（リテラシーの低い）ユーザーには疑似的な客観的思考の感覚をもたらすことで、疑問を抱かせないようになっているといえるだろう。

4. 対処を考える

4.1 理念的考察

ここまで議論を踏まえて、どのような対処法が必要なのかを述べよう。まず、理念的に考える。筆者が考えるに、ポイントは 3 つある。すなわち、①これまでの発想を転換し、より情報をフラットに流通させること②アテンショ

¹² なおミュデ[ミュデ 18]でも言及がある通り、ポピュリズムという単語それ自体にネガティブな意味はなく、様々な意味や文脈で使われる言葉であることに留意されたい。例えば、近年の日本で言及される「ポピュリスト」的な政治家・言論家と言えば百田尚樹や橋下徹などであり、右翼・保守派層のイメージが強いが、実際は左派ポピュリズムという概念もある。また、たびたび似た概念として言及される「反知性」も、行き過ぎたエリート主義・権威主義への反発として捉えられるなど、本来はニュートラルな概念である。

ン・エコノミーベースのAIによってインターネットの言論空間が構成されていることを理解し、これを見直すこと③市民の情報リテラシーを高め、かつ「分断」を防ぐ工夫を行うことである。

以下、詳しく整理する。①についてだが、ここまで確認した通り、ミクロ面や情報ネットワークの末端面を断片的に観察するならば、むしろ情報は強烈なバイアスを受けて流通・伝播するようになっている。そのため、個々の端末のインターネット上では強烈なバイアス・重み付けがかかるて情報が提示される、あるいは情報そのものが提示されないという事実を踏まえて、これを改善し、現状以上にフラットに、さまざまな情報が提示される状態がほしいだろう。すなわち、より（本来の意味での）ファクトチェックや、多種多様な情報から受け取るべき情報を選ぶ行為を行いやすくする、と言い換てもよい。少なくとも、あらゆる情報を客観的に考察し、批判的にとらえるにあたっては、フラットに（価値づけされていない状態で）様々な情報が提示されている方が都合がよいであろう、ということに否定の余地はないように思われる。

②について、筆者が主張したいのは、「商業ベースの土台でアカデミズムな議論・言論空間を作ろうとするところに矛盾がある」という点である。無論、研究者や政治家等責任ある立場の人間がSNSを用いたり、インターネット掲示板を利用して議論を行ったり、自らの見解を発表することを否定するものではない。ただし、忘れてはならないのは、正統なアカデミアが依拠する価値観である「エビデンス・ベース」「対話」「フレームワークそのものを問い合わせる必要性」といったものを、商業ベースAIが持ち合わせているとは限らない、ということである。インターネットの言論空間とは、SNSや掲示板等で成立するものを指すが、第一にそれらに参加する者が、学問的訓練を受けているとは限らない。すなわち、そこに参加する主体が、高等教育で習得する学問的態度を受けている確率は低いだろう、ということである。また、学問的で正統的な言論空間における言説の伝播と、インターネットにおける言説の伝播は根本的に異なるプロトコルで展開される。前者は、学問的批判に耐え、カール・ポパー的な意味での「反証可能性」や再現性、あるいはレビューシステムにおける相互チェックを踏まえた言説として展開される。それらは現状の公理系や基礎研究・知識に従って、議論を踏まえて正しいとされるか、少なくとも議論に耐えるだけの価値があると見做されたうえで伝播する。具体的には、同じく責任ある主体（教育機関・当局・責任あるジャーナリスト等）によって選択され、論文に引用されたり権威ある教科書に登場したりして、広まっていく。これに対し、インターネット上における言説はそうではない。

③については、補足しつつ説明する必要があるだろう。ここまで確認した通り、情報リテラシーとは単に「正しい情報」を知ることによって築かれるものではない。すでに自分の見解・認識が正しいと指定したうえで「誤った」情報を批判的に受け取るだけでは自らの認識を再確認するだけしかない（意図的なバックラッシュ効果を起こしているといえる）。アカデミアに居るもののが自戒として述べるなら、我々が「反ワクチン派」「トランプ信者」の言説を、

その知的態度を誤っているとするのではなく、内容についても初めから「間違っている」とした上でとらえるならば、彼ら陰謀論者からの「お前だって」論法に応えることはできない。

無論、何らかの言説を目にして、直感的に非科学的な言説だと捉えることはあるだろうし、そこに含まれる事実誤認や用語の誤解を見抜くことはあるだろう。その場合でも、公的な場でそれらを否定するならば、あくまでも学問的な手続きで論理的矛盾や事実誤認を指摘する必要がある。少なくとも、学校や政府当局などの情報は正しいことを前提とし、インターネット上の情報は一概に信憑性が低いと主張する在り方では、反発を免れない。

なお、「知的態度を誤っているとする」と言ってしまうと、議論そのものの内容を踏まえずに批判的な議論を開拓する、俗に「トーンポリシング」と呼ばれる行為だとして再反論されるかもしれない。これに対して、筆者はこう答える。筆者が主張するのは「学問的手続きを踏まえない言説と学問的手続きを踏まえた言説」を峻別することの必要性であって、言葉遣いや発信者の属性を責める行為とは異なるものである、と¹³。

当然、情報リテラシーを高める工夫は必要である。ここまで、既存のポスト・トゥルース論を批判的に考察してきたが、それでも我々がポスト・トゥルースに染まらないために、情報を正しく取捨選択する努力は不可欠だろう。一方で、ただ「（特に低リテラシー層の）情報リテラシーを高めよう」という議論が空虚であることも否定できない。

「情報リテラシー」とは、例えば「正しい情報」と「誤った情報」を見分ける能力とされる。一方で、ポスト・トゥルース論者は、「正しい情報」と「誤った情報」を見分ける基準が歪んでいるからこそ、誤った情報を正しいと信じ、それを客観的だという疑似的なメタ認知まで得るに至ってしまうのである。情報リテラシーが高いか低いか、ではなく正統か非正統（疑似的）かが問題なのであって、ただ「高める」（見た情報を自分の基準によって判断する）努力だけでは非正統な方向へ向いてしまうリスクを否定できない。

これまた理念的な話になるが、高リテラシーとされる層（エグゼクティヴ・研究者など）も「分断」を防ぎ、解消するため、向こう側へと寄り添う努力が求められるのではないか。実のところ、既存のポスト・トゥルース論においてもしばしば「分断」は言及されており、ポスト・トゥルースに染まってしまう低学歴層・低所得層が、そうでない層から分断されて、誤った情報を信じてしまうことを嘆く言説は少なくない。一方で、見方を変えれば、この状況において「高リテラシー層」こそ彼らから「分断」されている、ととらえることもできる。すなわち、「分断」が起きて尚且つその責任を向こう側にのみ負わせてしまうと、高リテラシーなエグゼクティヴ・研究者たちも不利益を被るのではないか、という懸念である。具体的には、2021年ワシントン議事堂襲撃事件のように暴力事件が発生する事例が考えられる。

また、さきに筆者はマジョリティ・正統派から分断された側が敵対的であると述べたが、これを考えることにより、

¹³ 本稿は諸ワクチンが有効で安全だと一概に主張するものではないし、健全な態度を以ってトランプ前大統領を支持する市民を批判する者でもない旨、免責として記す。

一見情報リテラシーが高い層であっても「分断された側」に行きかねない懸念を考察することができる。すなわち、大学教育を受けるなどして、正しい情報を見極めるポテンシャル持つ人にあっても、なんらかの理由で社会に不満を持った場合、（あるいは批判的思考能力を失った場合）それは容易にポスト・トゥルースにつながるという意味である。この場合も同様に、単に正しい情報を与えるだけでは問題が解決できない例となるだろう。

さて、以上を具体的に解決する手段はないだろうか。まず考えられるのは、自己規制としてのAI技術の制限であろう。商品のおすすめやエンターテイメント系コンテンツの伝達におすすめアルゴリズムのバイアスがかかるのはしょうがないとして、健全な議論が必要な歴史・政治などのセンシティブなコンテンツがそれらと同等に伝達されるのは誤っていると考える。先述のように、Twitterなど、AI技術を対抗的に用いてファクトチェックを行ったり誤報をラベリングしたりする工夫はされている。ただし、これがある種の自己矛盾を生みかねないのも言ったとおりである。

より踏み込んで、ユーザーに提示するアルゴリズムそのものを可視化して、透明性の高いアルゴリズムを用いたり、タコつぼ化が起きないよう、ランダムに近い方向性で様々な視点を得られるようにする工夫が必要だろう。例えばSNSであれば、政治的・社会的なコンテンツが流れるチャンネルを隔離し、そこに入る際には、いわゆる両論併記や様々な視点を見られる状況を作るような工夫がいるのではないか。つまり、AIで何かをおすすめし、何かを排除するという力を働きにくくする工夫である。もし「規制」について様々な事情から難しいとなれば、これまでとは逆の方向に（つまり、より情報がフラットになってそれぞれの情報が重み付けをあらかじめされていないような）AIを働かせる工夫ということで、理解が得られるだろう。

なお、先行研究においては、様々なメディア（情報源）からランダムにニュースを得るよりも、自分で情報源を選んでいた方が、いわゆる意見の過激化が起こりにくいという指摘がある。具体的に言うと、例えば左翼的なメディアを選んで読んでいれば、はじめから左翼的なバイアスがかかっていることを意識してニュースを読めるので、自然と中立を意識できるようになる、ということである[Jo 17]。これに従えば、上で筆者が挙げた工夫はむしろ逆効果となりそうだが、この実験では、被験者が自らの意思で読むメディアを選んでいた、ということにポイントがある。AIによるアルゴリズムで、ユーザーの属性に従って初めから見るコンテンツ・メディアを選ばれている状態とは異なる。また、そこで候補として挙げられたメディアが信頼できるものであり、それこそ感情に訴えかけるようなクリックベイト的・反知的なものが無かった（あったとしても少なかった）という事情もあるだろうから、区別する必要はあるだろう。

ところで、このフラットにする働きかけが、“社会のあらゆる局面で”機能するためには、ユーザーそれぞれが自分の判断で情報の真偽を判断できることが欠かせない。ただ「フラット」にしただけでは、信憑性の低い情報や価値の低い情報（いわゆるゴシップ・ニュース）を広めるだけに終始してしまう。すなわち、何らかの事情でリテラシーがもともと低い層が「感情に訴えかける」情報に飛びつき、フェイク・ニュースに触れること自体は避けられないのではないか、ということである。筆者は、これでも已む無しと現時点では考えている。そもそも日本に限らず、現代社会で言論や内面の自由が保障されている以上、皆が皆社会に望ましい方向性で特定の情報を信じ、特定の情報を排除する状況は望ましくないと考える。むしろ、専門家や学者も誤りを犯す可能性、教科書が書き換わるレベルの新発見が随時なされる可能性もある。さらにいえば、過剰に国・当局主導のファクトチェックがなされれば、言論の自由が失われる可能性もある。これはファクトチェックが民間団体主導でも同じことで、ある段階ではフェイク扱いされる情報が今後塗り替わることもある。

4.2 展望 (Pax Japonica を踏まえて)

最後に、Pax Japonica の概念と合わせて、展望を述べよう。

AI・歴史認識論を考えるうえで、ポスト・トゥルースの本質は疑似的な「客観性」の感覚にある、と考えている。これが正しいと仮定して、何が起こるか改めて述べたいと思う。

まず、対話が不可能になる可能性がある。ポスト・トゥルースに耽溺した側が疑似的な客観性を抱き、正統なアカデミア側（専門家・学者・大学教授と呼ばれる人々やプロのジャーナリストなど）こそが誤っているという姿勢を持った場合、彼らは正統な側にいる側からの呼びかけを拒否するだろう。正統な側は、そうでない側の言説を（学問的な誤りを指摘しつつも）議論をすることで受け入れることができる。

しかし、学校教育—アカデミアのシステムや政府当局から現実の情報として提供されるこの世界の像そのものが誤っていると確信した人々にとって、アカデミアの言説や政府からの呼びかけを受け取る価値はなくなる。正しいかどうか判断する以前に、耳を傾ける意味もインセンティブもなくなるだろう、ということである。

その結果、まるでこの世界そのものを否定するかのように、破壊衝動にあふれたヘイトクライムやテロが発生した、とみることは誤っているだろうか。本稿でも挙げたように、ポスト・トゥルースの言説はさまざまな事件に影響を与えている。

この意味で、ポスト・トゥルースは安全保障的な問題である。歴史学は実学でないといわれることがあるが、このように実際上の害をもたらすことがあるため、対策が必要である¹⁴。そこで研究プロジェクトとして、まずこの仮説を検証し、理論的な形で整理することが求められるだろう。

¹⁴ より根本的なところでいえば、歴史は必要ない、研究や教育対象に値しないという議論自体がすでに脅威である。実学的な学問だけが重要で、それ以外の人文系学問は必要ないという主張は、生産性を過剰に重視するという点で優生思想的である。また、実際に人文系学問の予算削減・学者に対する圧力などが発生すれば、そうしたテクスト・アクション自体が自己言及的に優生思想を強化する。批判的言説分析 (Critical Discourse Analysis) の分野でいわれるよう、社会的なテ

次いで、実証面の話をしよう。筆者はかつてバルト三国を研究テーマとしていたと述べたが、ここでは日本やアメリカを一度フィールドとし、理論を実証研究に展開する形でその一般性を確かめたい。

日本・アメリカは、それぞれIT先進国であり、国民の多くがSNSなどに触れている点で共通点を有する。そして、アメリカでは現にワシントン議事堂襲撃事件や、銃撃事件など非常に暴力的な事件が多数発生している。



図5 議事堂襲撃事件の報道¹⁵

日本では、幸いまだそのような事件は少ないか、怒っていたとしても小規模なものとして観察されているだろう。また、市民が分断されているという概念に本稿では触れているが、この分断を詳しくみることで、より一般的な理論構築に寄与できるだろう。具体的には、日本は比較的単一寄りの民族構成をしているが、アメリカはそうではない。どの程度経済格差・学力格差があるかという指標も、異なるだろう。

このように、少し状況の異なる事例に一つの事例を当てはめることで、比較政治学・社会学的に、理論的一般性が確かめられる。この学問的展望を抜きにしても、日本の今後が（特にポスト・トゥルースに耽溺する層が）どうなるか、アメリカと比較しつつ、アメリカとは異なる方向へ進行するのか、アメリカと同様に収束するのかを観察するだけでも、学問的価値は生まれるだろう。

そして、この議論は、フィールドをバルト三国へ展開することを妨げない。むしろ、比較的経済発展が遅れていて、IT化・工業化も日本等と比べたら進んでいない国でポスト・トゥルースの萌芽が発見されるかどうかはまた別の課題として重要視されるだろう。

クスト・運動はそれ自体を再生産する。

¹⁵ Business Insider, "GOP Rep. Mike Gallagher, a former intelligence officer, says he hasn't seen anything like Washington DC riots since he was deployed to Iraq", <https://www.businessinsider.com/republican-mike-gallagher-says-capitol-chaos-like-iraq-2021-1> より引用。

¹⁶ 國際政治・外交問題は本稿のテーマでないため、詳しくは述べないが、フェイク・ニュースを戦争・国際安全保障の文脈でとらえることがあるので触れておく。ここでいうハイブリッド戦争とは、従来の国家の軍隊同士、すなわち正規軍と正規軍の諸国際法規に則って行われる通常の戦争よりも幅広い文脈で国家同士（あるいは主体）の戦いをとらえる概念である。例えば、ある国の当局が、別の国のウェブ空間で「偽アカウント」「偽ニュースサイト」を作成し、それを広めて世論や国民意識を操作しようとする事例である。例えば、世論が操作されて当該国に「ある国にとって都合の良い政権」が出来上がれば、戦争をせども利益を得られる。ほかにも、ゲリラ戦・情報戦（公式発表等で意図的に情報を流したり、流さなかつたりする）などもハイブリット戦争の概念に含まれる[廣瀬 19]。

というのは、バルト三国はナショナリズム・歴史認識の観点で非常にセンシティブな地域だからである。単純化すれば、バルト三国は旧ソ連の構成国で、ソ連に支配されていた。

独立後も、大国であるロシアの影響力は重く存在し、バルト三国はそれぞれドイツ等と軍事協力したり、徴兵制を導入するなどして警戒を進めている。つまり、バルトはロシアの被害者であったし、今もそうである。

果たして、それだけなのだろうか。この議論には、国内に存在するロシア系住民の存在が捨象されている。たとえばラトビアはロシア系住民への自國国籍付与に対して厳しい姿勢を取っていて、ロシア系住民の中には事実上の無国籍状態を強いられている層がいる、ということが問題になったことがある。

つまり、バルト三国側が加害をしている事実を無視できないのである。この議論は戦中にまでさかのぼるとよりきわどくなり、国内のユダヤ人への処遇がどうだったか、という議論はある種タブー化している。また、現在のバルト三国の住人が差別意識を何ら持っていないかと聞かれれば、異なる味方が出てくる可能性もある。

きわめて個人的な経験として書くならば、筆者は大学院時代、バルト三国を旅行したことがある。アジア人だと「ランダムに選ばれる」空港での抜き打ち検査に呼び出されたこともあるし、リガでは現地住民に襲われかけたこともある。おそらく東洋人への偏見として何かがあるのである。

このような条件下で、ポスト・トゥルースは沸き起こるのだろうか。どのような形で現れるのか。というのは、日本における反ワク運動が製薬会社や政府を敵としたように、わかりやすい「敵」がいるのが、ポスト・トゥルースの常である。

これは「ポスト」が「〇〇の後・〇〇をこえた」といった意味を持つことから、字義的にも理解が優しいと思われる。既存の情報や社会構造に対抗して何かしらの情報を流布し、運動を行っているのであるから、対抗相手の客体は敵となる。ところで、バルト三国における「敵」は何なのだろうか。きわめて単純化して考えれば「ロシア」であるが、ロシアを安全保障上¹⁶の脅威とする言説は昔からバルト三国の政府当局などによって展開されていて、わざわざオルタナティヴな敵一味構造を作るインセンティブはない。

一般に、欧州におけるポスト・トゥルース的な集団を想定するならば、「オルタナ右翼」という概念が上がる。しかし、ほかの国ほどにはアフリカ系移民・アジア系移民も

きていないので、『オルタナ右翼』は活動の根を得られるのだろうか。

一応、エストニアではポピュリスト政治家が比較的影響力を持っているとされるが[Petsinis 19]、だからといってエストニアにおいてロシアを敵とするポスト・トゥルース的言説が展開されることは直ちに想定できないだろう。

というのは、エストニアにおけるエストニア民族の市民がそういった言説を持つことは想定されても、ロシア系住民のそれとは結び付けられないからである。これもまた、興味深く新しいテーマとなるだろう。

筆者は、今後「歴史認識」をフィールドとし、AIとポスト・トゥルースの現状を考察する予定である。現状、「眞偽が重視されない」「感情に訴えかける」という古典的な意味でのポスト・トゥルース的な歴史系コンテンツはネットにはびこっている。海外では現代史的な観点で、黒人が（復讐的に）ヨーロッパを支配するとするGreat Replacement論が流行している。

前トランプ大統領は“Make America Great Again”という形で過去・歴史的なノスタルジアを喚起し、現状を変えようと煽った。日本でも、ややポスト・トゥルースとは（政治的課題でないという意味で）ずれるが、先述の百田など、ポピュリスト的な言論家が疑似社会学的な体裁を取って、歴史を記述・紹介するコンテンツを広めている。すなわち、額面上は参考資料を付けたり「歴史に学ぶ」という体裁を取りつつ、実際は学術的手続きを取っていないコンテンツである。やはりこれについても専門家への「逆の信頼」とでもいうべきペクトルが働いていて、ユーザーがただ彼らを賛美するだけでなく、それに含まれる間違いを指摘する専門家に対して、逆に立証責任を押し付けるような動き¹⁷がみられる。

なお、ここではそういったポピュリズム的、ポスト・トゥルース的情報を発信する主体の意思については一度捨象して考えている。というのは、例えば安全保障にかかるフェイク・ニュースは、国家やそれに準じる権力機関が対抗する権力・法域に対して、ハイブリッド戦争と呼ばれる心理戦を仕掛ける手段として理解される。また、多くのポピュリスト的言論家は投稿した動画による広告収入やオンラインサロンの会費、書籍の印税などで収入を得る。つまり、自らが金銭的利益を得るためにそういった情報を宣伝する場合もある。より俗なところでは、ジョーク・嫌がらせ・いたずら目的もあるだろう。今後、こうした発信側の意図による分類は重要な研究要素になるかもしれない。ただ、いずれにせよ既存メディアへの不信・民主主義の根幹の危機・議論の危機をもたらすという点では、同列であろう。

歴史を正しく学ぶのは、それが民主主義社会にとって欠かせない要素だからである。歴史教育においては、史料批

判や仮説の実証を作法として学び、それは科学的な思考法をもたらす。また、歴史を学んで法則を見出すことは、IISIAも掲げる通り、未来予測において重要である。だからこそ、この歴史に関する考え方が歪めば、民主主義社会への脅威と言えるだろう。現状、幸いにも日本では極端なヘイトクライムこそ少ないが、海外ではワシントン議事堂襲撃事件に代表されるポスト・トゥルース的な暴力事件が起きている。一時期、日本のSNSでもトランプ前大統領を賛美して暴力を煽るような言説が確認されたが、影響された事件が起きないように努力が求められる。

筆者が歴史認識論の重要性を強調するのには、これがある。一部の虚偽を信じる者たちが、自分は客観的で科学的に思考していると錯覚しているならば、彼らが暴力に走ったり、既存のメディアやアカデミアを攻撃するのにも頷ける。なぜなら、彼らにはそれを正当化している枠組みが存在すると考えられるからである。歴史が現代の選択を後押しするならば、歪んだ歴史観は歪んだ行動を（彼らの中で）正当化してしまうといえる。逆に言えば、単にデマが流れ（あるいは一般的でない見解が広まる）だけならば、そこに安全保障的な課題はあるのだろうか。一部の層が正統的でない情報を好んで消費するのをやむなしとしたのには、こういった事情がある。これはある種のダメージコントロールでもある。

というのも、どのような社会であっても公定の、一般的に共有された歴史の理解はあると思われるが、これに反する言説をすべて封じ込めるのは不可能であるし、禁忌だからである。学問的な話をすれば、教科書が書き換わる、それまで通説とされた理解を覆す新文書が見つかるなどで、それまでの「正統」が変化することは十分にある。日本では言論の自由が認められているから、歴史を題材とし、敢えて「トンデモ」な事実を指定してフィクションを創作する自由もある。

情報規制そのものについても、民主主義の観点からすれば望ましくないとする意見は上がるだろう。ただし、筆者はこうも考える。健全な言論空間作りのために、インターネット上の強烈なバイアスを緩和することは、狭義での規制・抑圧にあたるのだろうか。むしろ、おすすめアルゴリズムで商業的に抑圧されてしまう正論を救うという観点では、それは情報空間の正常化と言えるのではなかろうか。また、インターネットのSNSアルゴリズムや検索アルゴリズム上で規制が発生したとしても、それは書籍出版や個人ブログ等を用いた発信の規制にまでは至らないから、全体的にみれば自由さは保証されると考える。

実のところ、まだプロジェクトが始まったばかりというのもあるが、ポスト・トゥルース問題に対するこれ、という対処法は今のところ思いついていない。先に筆者は、眞実より感情的なものが重要視されている、という在り方に

¹⁷ 専門家不信についてはニコルズ[ニコルズ 17]を参照。なお筆者がここで「逆の信頼」と言っているのは、一部市民がただ専門家の言ふことは信じられない、専門家が正しいと思えないと感じるにとどまらず、「専門家」だからこそ嘘をついている、現状を正しく認識していないという信念に至っている状況を指している。具体的に言えば、例えば中田の動画に対してイスラム学・中国史等の専門家が誤りを指摘する際、一部のユーザーは「中田こそが正し」くて、専門家こそが誤っているか虚偽を言っていると信じている（少なくとも、一部のファンはそういう確信を得ているように見受けられる）。常識的に考えれば、大学院教育や学会での議論で見識を学んでいる専門家の方が、芸人が本業である中田と比べて信頼に値するを考えるのが普通であるが、まさにこれと「逆」ということである。すなわち、單なる「専門家不信」が含意するような、専門家とそうでない人の価値が同程度になるニュートラルな状況とは似ても似つかない。

について（批判的に）述べたが、実のところ真実性・客觀性を重視しない世界があるのはよく理解されているところだろう。特に人口の流動性が低く、人間関係が濃密なコミュニティでは、いかに共感性・同質性を維持するかの方が重視される。つまり、そういう場で真実・科学に基づいた発言をするリスクは、真実性を抑えてでも周りに「合わせる」メリットより大きい。それでなくても、市民に科学・学問・専門的なものを敬遠する風潮があるという事実がある以上、真実を発信し続けても限界がある。これを學問的に記述するには別途統計的手法がいるが、「地元」のコミュニティで勉強のできる生徒が敬遠されたり、大学進学を希望すると「理屈っぽくなる」「生意気になる」と否定されたりする事例もある。また、フェイク・ニュースを訂正するためには基礎的な地理の知識（国名、都市名、位置関係など）、科学の知識（DNAとは何か、免疫システムの仕組み）が必要だが、これらを持たない市民も多くいるだろう。これまた個人的な経験として記すが、筆者が某予備校で勤務していた時代、基礎的な英語の構文がわからない、地図上の中国の位置を記せないとといった事例は複数見た。感情的に煽られてもしないと何らかの決断を下せない、知識や科学に基づいた思考が苦手な市民に対し、どのように情報を伝達するか、というのはまた別の課題になるだろうか。

それでも、繰り返しになるが、フェイク・ニュースや偽情報は社会に危険をもたらす。少なくとも、AIによる大量の情報伝達システム・生成システムがあって、それによる虚偽の伝達が起こっているのも事実である。これに対して何の対策も施さないのは、ありえないことだろう。

このような歴史認識そのものの性質を見直す学問は、歴史哲学・史学史と呼ばれる。この分野で、日本の学界から世界的影響力を上げるに至ったものは寡聞にしていない。「歴史認識」を掲げる学会や書籍はあるものの、それらの多くは単に特定の事象の解釈を問うもので、歴史に対する態度という大きな枠組みの考察までは至っていない。これをバックグラウンドとし、日本を、歴史の問い合わせをする議論の拠点としたい。

参考文献

- [Blasio 21] Blasio ED, Selva D. Who Is Responsible for Disinformation? European Approaches to Social Platforms' Accountability in the Post-Truth Era. *American Behavioral Scientist*. 2021;65(6):825–846.
- [Finchelstein 17] Finchelstein F. 2. What Is Populism in History? From Fascism to Populism in History. University of California Press; 2017:98–174.
- [Jo 17] Jo D. Better the devil you know: An online field experiment on news consumption. *The University of Chicago*; 2017.
- [Nyhan 16] Nyhan B. Fact-checking can change views? We rate that as mostly true. *The New York Times*. 2016:5
- [Nyhan 20] Nyhan B, Porter E, Reifler J, Wood TJ. Taking fact-checks literally but not seriously? The effects of journalistic fact-checking on factual beliefs and candidate favorability. *Political Behavior*. 2020;42:939–960.
- [Okawara 19] Okawara K. a critical and theoretical re-imagining of 'Victimhood nationalism': the case of national Victimhood of the Baltic region. *TalTech Journal of European Studies*. 2019;9(4):206–217.
- [Okawara20] Okawara K. Dilemmas on Lithuanian Energy Issues: From the Aspect of Nuclear Energy. IAFOR; 2020.
- [Petsinis 19] Petsinis V. Identity politics and right-wing populism in Estonia: The case of EKRE. *Nationalism and Ethnic Politics*. 2019;25(2):211–230.
- [Saarts 21] Saarts T, Jakobson M-L, Kalev L. When a right-wing populist party inherits a mass party organisation: The case of ekre. *Politics and Governance*. 2021;9(4)
- [Zakeviciute 12] Zakeviciute R, Jakobson M-L, Balcer I, Loone O, Nurk A, Saarts T. Populism in the Baltic States. 2012.
- [岩本 22] 岩本 一. 2016 年以降のアメリカ合衆国の事例を中心とした「ポスト・トゥルース」的状況に関する概況—情報の平準化とオーセンティシティの衰退—. 大和大学社会学部研究紀要 = Journal of the Faculty of Sociology at the Yamato University. 2022;1:73–82.
- [NHK 21] NHK. ワクチン接種 不安あおる誤情報やデマどう対処する?. (2021) <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210715/k10013140371000.html>.
- [オーウェル 09] Orwell G (著), 高橋 和 (訳). 一九八四年. 新訳版 ed. vol epi 53. ハヤカワ epi 文庫. 早川書房; 2009.
- [岡本 19] 岡本 正. ポスト・トゥルース時代の政治の始まり：ビッグデータ、そして AI. IDE スクエア — 世界を見る眼. 2019;1–6.
- [大日方 21] 大日方 純. (第1回) 歴史とは何か—歴史的事実と歴史認識, Web 日本評論 . 2021. <https://wwwweb-nippyojp/24442/2021>.
- [カー 22] Carr EH (著), 近藤 和 (訳). 歴史とは何か. 新版 ed. 岩波書店; 2022.
- [金 09] 金 相. 市民の政治参加におけるインターネットの影響力に関する考察 参加型ネットツールは投票参加を促進するのか. 選挙研究. 2009;25(1):74–88.
- [キングウェル 21] Kingwell M (著), 上岡 伸, 小島 和 (訳). 退屈とポスト・トゥルース : SNS に搾取されないための哲学. 集英社; 2021.
- [久木田 20] 久木田 水. フェイクニュースとAIの倫理. 信学技報. 2020;120(52):49–54.
- [後藤 21] 後藤 潤. オンラインコミュニティにおける分断はなぜ生じるのか? インドでの実証研究から. スマートニュース メディア研究所 . 2021. <https://smartnews-smricon/research/jun-goto/2021>.
- [小林 12] 小林 哲. ソーシャルメディアと分断化する社会的リアリティ(Twitter とソーシャルメディア). 人工知能. 2012;27(1):51–58.

- [笹原 20] 笹原 和. ウェブの功罪. 情報の科学と技術. 2020;70(6):309-314.
- [篠原 21] 篠原 修. 文春報じたタマホームの「ワクチン接種したら5年後に死ぬ」「5Gがコロナ感染を引き寄せる」がデマな理由 (Yahoo!ニュース). 2021. <http://news.yahoo.co.jp/byline/shinoharashuji/20210730-00250585>.
- [高橋 19] 高橋 恒. これまでのメディア・リテラシーは「ポスト真実」時代に機能するのか：バッキンガム氏の講演から. メディア情報リテラシー研究 = The Journal of Media and Information Literacy. 2019;1(1):90-91.
- [鉢 19] 鉢 悠. 子どもは歴史の何を、なぜ重要だと考えるのか—“Historical Significance”概念の教室への導入に向けて—. 社会科研究. 2019;91(0):13-24.
- [立岩 21] 立岩 陽. ファクトチェックをどう進めるか：求められる事実を重視した社会の構築. 改革者. 2021;62(12):48-51.
- [田中 19] 田中 辰. 浜屋 敏. ネットは社会を分断しない. KADOKAWA; 2019.
- [鳥海 23] 鳥海 不. コオロギは陰謀論がお好き？昆虫食を巡るツイートデータ分析 (Yahoo!ニュース). 2023. <http://news.yahoo.co.jp/byline/toriumifujio/20230306-00339901>.
- [ニコルズ 19] Nichols T (著), 高里 ひ (訳). 専門知は、もういらないのか：無知礼賛と民主主義. みすず書房; 2019.
- [塗師本 14] 塗師本 彩. 外国人の増加は若年の失業を増やすのか. OSIPP Discussion Paper. 2014;1-15.
- [橋本 16] 橋本 伸. 記憶の政治：ヨーロッパの歴史認識紛争. 岩波書店; 2016.
- [濱田 19] 濱田 英. 歴史を学ぶ本当の意義. 玉川大学. 2019. https://www.tamagawa.jp/correspondence/about/column/detail_16638html 2019.
- [ハラリ 18] Harari YN (著), 柴田 裕 (訳). ホモ・デウス：テクノロジーとサピエンスの未来. 河出書房新社; 2018.
- [廣瀬 19] 廣瀬 陽. ロシアによるハイブリッド攻撃の脅威. 治安フォーラム. 2019-04 2019;25(4):34-42.
- [福田 18] 福田 直. デジタル・ポピュリズム：操作される世論と民主主義. vol 0934B. 集英社新書. 集英社; 2018.
- [ブライドル 18] Bridle J (著), 栗原 百, 久保田 晃 (訳). ニュー・ダーク・エイジ：テクノロジーと未来についての10の考察. NTT出版; 2018.
- [ポパー 71] Popper KRS (著), 大内 義, 森 博 (訳). 科学的発見の論理. 恒星社厚生閣; 1971.
- [牧野 22] 牧野 洋. Key Word で世界を読む (Number 407) Community Notes コミュニティノート：ツイッター独自のファクトチェック機能、信頼性向上につながるか. 週刊ダイヤmond = Diamond weekly. 2022;110(44):93-93.
- [マッキンタイア 20] McIntyre LC (著), 居村 匠, 大崎智, 西橋 卓, 大橋 完 (訳). ポストトゥルース. 人文書院; 2020.
- [三浦 18] 三浦 隆. 嘘にとり憑かれた政治と〈感覚〉の狂いーデリダ、アーレント、カントの三叉路ー. 桜山女学園大学研究論集 人文科学篇 = Journal of SUGIYAMA JYOGAKUEN UNIVERSITY Humanities. 2018;49:65-74.
- [三田 20a] 三田評論 Online. メディア政治とポピュリズム——テクノロジーの変化が支えるイメージ政治とその構造. <https://www.mita-hyoron.keio.ac.jp/features/2020/02-4.html>.
- [三田 20b] 三田評論 Online. 座談会：デモクラシーの変容をポピュリズムから読み解く. <https://www.mita-hyoron.keio.ac.jp/features/2020/02-0.html>.
- [宮口 19] 宮口 幸. ケーキの切れない非行少年たち. vol 820. 新潮新書. 新潮社; 2019.
- [ミュデ 18] Mudde C, Rovira Kaltwasser C (著), 永井大, 高山 裕 (訳). ポピュリズム：デモクラシーの友と敵. 白水社; 2018.
- [村松 13] 村松 恵. 右翼的ポピュリズムのイデオロギー的特徴. 人文社会論叢 社会科学篇. 2013;30:1-19.
- [山腰 21] 山腰 修. ポスト真実と批判的コミュニケーション研究. メディア・コミュニケーション：慶應義塾大学メディア・コミュニケーション研究所紀要. 2021;71:1-14.
- [山本 20] 山本 龍. 思想の自由市場の落日：アテンション・エコノミー×AI. Nextcom = ネクストコム：情報通信の現在と未来を展望する. 2020;44:4-14.
- [ラクラウ 18] Laclau E (著), 澤里 岳, 河村 一, 山本 圭 (訳). ポピュリズムの理性. 明石書店; 2018.
- [李 21] 李 光. メディアシニシズムの要因と結果：敵対的メディア認知および「ポスト真実主義的態度」との関連. メディア・コミュニケーション：慶應義塾大学メディア・コミュニケーション研究所紀要. 2021;71:103-116.

その他

Twitter. n. d. <https://twitter.com/home?lang=ja>
コトバンク. コトバンク [辞書・百科事典・各種データベースを一度に検索]. <https://kotobank.jp>

引用画像について：

SNS画像の引用元については、当該アカウントのプライバシーを考慮し、省略する。また、画像は一部加工を施している。その他については図の注釈参照。

A Narrative Review of Current Status of Telemedicine for Chronic Diseases in Japan and China

Xiaofan ZHANG

Institute for International Strategy and Information Analysis, Inc.
Interdisciplinary Research Group

Telemedicine is the use of internet technology to establish a medical information platform between patients and healthcare professionals, medical institutions. In the context of internet healthcare and big data, the intelligent combination of various telemedicine health systems and gradually popular biosensing devices provides a new medical management model for chronic disease management. In this regard, this paper summarizes the main obstacles encountered in the development of telemedicine in Japan from patients' and medical institution perspectives respectively. Thereafter, it has also reviewed the safety and effectiveness of telemedicine in the treatment of chronic diseases (cardiovascular, hypertension and diabetes mellitus) in Japan and China. Finally, operation models of online healthcare in the two countries were discussed. Please noticed that this paper is prepared for the purpose of providing information and is based on materials that we believe to be generally reliable as of the date of investigation. However, we do not guarantee the accuracy or completeness of the information and some of the content is subject to change in dynamic economic/politics environment and other factors.

Keywords: Telemedicine, Chronic diseases, Japan, China.

1. INTRODUCTION

The covid-19 enables people pay more attention to health and compels the development of digital health and telemedicine. According to world largest professional services network firm Deloitte's report, it is known that the percentage of online consultations via video call with a physician rises from 1% in 2019 to 5% worldwide in 2021(Deloitte, 2021).

The increase in average life expectancy has led to countries aging but with insufficient health care providers. An aging society is 7% of the total population over 65 years old, a deeply aging society is considered to be 14%, and a super-aging society will be upgraded when the percentage reaches 20%(Xinping Yu, 2023). In Japan, there were 34.59 million senior citizens over 65 years of age, and the rate of seniority has reached 27.3% from 2016(Iwasaki, 2018). On the other hand, China's population aged 65 or older will account for more of its population than Japan's, making it the world's most ageing country by 2030 (Zhang, 2012). Aging issue has triggered the structural changes in the healthcare system, which making the chronic disease treatment urgent than before.

Medical resources are not limited by geography or time. The digital revolution in healthcare delivery is increasing the scope of healthcare services. The health access and quality index(HAQ) is commonly used internationally to measure the level of health

care in a country(data, 2015). It is measured on a scale from 0(worst) to 100(best) based on death rates from 32 causes of death that could be avoided by timely and effective medical care. From 2000 to the latest 2015 survey results, Japan's HAQ index increased from 82.9 to 89.0. According to the summary of patient survey in 2014 by Ministry of health, labor and welfare of Japan, the top three diseases that patients receiving medical treatment are hypertensive diseases, gingivitis and periodontal diseases and diabetes mellitus respectively(Ministry of Health, 2014). Senior citizens are likely to have multiple chronic diseases and often require long-term care. In fact, the number of persons certified by the public long term care insurance system has doubled in the past 18 years, from 3.3 million in 2003 to 6.6 million in 2021 in Japan(Ministry of Health, 2022). The burden of medical care of chronic diseases is expected to be a major health issue in Japan(Hirata et al., 2023). During the same period, China's HAQ composite index has shown a significant overall upward trend, from 57.8 to 74.2. However, there is still a big gap between China and developed countries in terms of the rate of treatment and control of chronic diseases that require prevention and rehabilitation systems. Among them, the prevalence of chronic diseases in China is as high as 23%, and the number of deaths accounts for 86% of the total number of deaths, which has become the biggest health killer in China(ZhiYan, 2020).

The existing healthcare system mainly focuses on coping with individual diseases after the occurrence, and the mechanism of continuous health management for chronic diseases and subhealth is not well developed. As the number of patients with chronic diseases increases, more and more researchers are exploring effective treatment options and models for chronic diseases, both economically and in terms of maintaining patient initiative.

Telemedicine is not only a treatment tool that can be applied to covid-19 but also is one of the hottest candidates for future chronic disease care model. However, recent data suggests that telemedicine is still not achieving the level of success in reaching its target patients in both countries. Thus, there are mainly the following three research questions are discussed and reviewed in this paper:

1. What are the current barriers to disseminate telemedicine in Japan and China?
2. Review of the safety and effectiveness of telemedicine in the treatment of chronic diseases in Japan and China.
3. Clarify the business operation models of telemedicine in Japan and China.

We believe that the application of telemedicine in the treatment of chronic diseases can effectively reduce the risk of chronic disease complications and improve the ability of patients to manage their diseases on their own. Nevertheless, we strongly believe that chronic disease care models will be the key to achieving sustainable economic growth in a super-aged society and export such silver business models will accelerate the realization of Pax Japonica.

2. TELEMEDICINE

Telemedicine is a healthcare system that allows patients to receive medical care remotely using technology such as video conferencing, phone calls, or messaging. Patients can consult with doctors from the comfort of their homes, without the need for in-person visits. A world health organization (WHO) survey (WHO, 2009) of 114 countries in 2009 reported that telemedicine was most utilized in four areas: radiology, dermatology, pathology, and psychiatry/psychology, with 33% of countries using telemedicine for diagnosis in radiology.

There are mainly two categories: Doctor to Doctor (D to D) and Doctor to Patient(D to P). The former one emphasizes on online services that specialists assist other physicians in their practice while the

latter one is the typical telemedicine service that is remote consultation.

Telemedicine can solve the following medical obstacles: The burden of time is often the primary reason why patients discontinue their treatment. Meanwhile, the burden of cost on transportation for those who live in rural areas is also the reason that cannot be ignored. Telemedicine may help patients adhere to treatment by offering convenience. In terms of national policy, telemedicine can help reduce national health insurance expenditures as Japan has bought into a super-aging society.

2.1 Development of telemedicine in Japan

In 1997, Japanese government permits telemedicine firstly for patients on islands or rural areas.

From 2018 telemedicine is available national widely but limited to patients with certain chronic conditions who have already received prescriptions for medication. Revisions of medical fees improved and comprised online medical fees and online medical management fees. The main requirements for calculation are that the first consultation must be face-to-face visit, and after a monthly face-to-face consultation by the same doctor for six months, the fee can be calculated at intervals of up to once every three months. Video calls were required and medical institutions where can arrange the patient in-person visit within 30 minutes were qualified to provide telemedicine services(Yatabe, 2021).

Due to the pandemic of covid-19 in 2020, regulations of telemedicine in Japan are eased and allows doctors to conduct first-time visits online and expand the number of illnesses that can be treated remotely. Number of new patients increased dramatically. Narcotics and psychotropic drugs are not allowed to be prescribed online. Once patients' medication histories and drug histories can be verified, online medical care can be provided with no restrictions on the number of days prescribed or the diseases covered. With the unbundling of the medical policies, many start-up tech companies enter the markets.

From government spending perspective, online medical consultation services can reduce the burden of healthcare and the shortage of doctors in remote areas. Customized services are another attractive attribution. Patients who need second opinion from specialists and those who having trouble visiting hospitals such as senior citizens or foreign nationality patients will benefit from it.

2.2 Current barriers to inhibit the dissemination of Telemedicine in Japan

As we can see, telemedicine has not been widely utilized in Japan. The report of Japanese telemedicine and telecare association mentioned that the establishment of a foundation in telemedicine, information and communication technology, and medical technology have sufficiently progressed. However, the report indicated that medical education, educational systems, and delay in establishing policy perspectives in telemedicine development are problematic(Hasegawa, 2013).

At first, we consider the main medical education barrier comes from patients' side, whose health care habits prefer in-person visits. However, a survey (MICIN Co., 2021) implemented in 2021 about the need assessment of telemedicine among Japanese senior citizens between 65~84 years old with totally 300 participations rejects our prediction and extracts factors from patients perspectives. From the result of investigation, it is known that 75.7% participants have heard of telemedicine but only 1.7% participants ever used the service. 74.3% participants accessed internet by smart phone or personal laptops. The most common reason (67.7%) for not using telemedicine for senior citizens is not about technique issues but the medical institution or clinic that patients usually visit doesn't provide such service and if the doctors that patients trust recommend telemedicine service, 31.8% participants would like to try and use it. The details are listed in Table 1.

On the other hand, Hiroki et al from Hokkaido University analyzed the factors that inhibited telemedicine dissemination in Japan by using the interpretive structural modeling from medical institution perspective(Shimizu et al., 2021).

1. Have you heard of Telemedicine?	75.7%
2. Have you ever used Telemedicine? (alone and support from others)	1.7%
3. Please indicate the main reason why you start to use Telemedicine?	Recommended by a doctor at the medical institution that I normally visit. (the most chosen option with 50% rate)
4. Please indicate the reason why you don't use Telemedicine?	Because the medical institution I usually visit doesn't have telemedicine service. (the most chosen option with 67.7% rate)
5. Would you like to use Telemedicine?	If recommended by the doctor at my frequently visited medical institution, I would like to use it. (the most chosen option with 31.8% rate)

Table 1. Summarized results of survey on telemedicine need assessment among senior citizens (MICIN Co., 2021).

Altogether 18 factors were extracted and there were initial and operation cost, research data, legal development, profitability, usability, human resources, image quality, network speed, information security, technical limitation, restriction for clinical practice, practice continuity, target use case, burden for physicians, respondence, risks for clinical safety, understanding of medical staff, and understanding of patients. I combined the most crucial ones into four categories and the detail descriptions are displayed in Table 2.

Hiroki et al suggested that high implementation and operation costs, insufficient research evidence between standard consultation and telemedicine, lagging legal development and lack of profitability have higher driving power comparing with other factors. I think these results also confirm the outcome of previous survey done by MICIN Co.,Ltd and that is patients are actually passive in choosing what type of medical services they want to receive. The real impediment of telemedicine is laid on the healthcare provider side. Insufficient evidence of efficacy is said to be one of the reasons why the Japanese Medical Association opposes the vigorous implementation of telemedicine. As the result, we would like to briefly review the status of chronic diseases implemented telemedicine services and provide evidence on safety and effectiveness regarding it.

Factor categories	Contents	Details
Cost	Initial and operation cost	Hardware/software cost; Daily labor and maintenance cost.
	Profitability	Low price and restriction on accounting.
	Staff training fee	Education on legal regulations and safety considerations of telemedicine.
Research proofs	Research data	Evidence regards safety and effectiveness between standard consultation and telemedicine is insufficient.
	Risks for clinical safety	Unclear about risk of misdiagnosis.
Techniques	Usability	Functions and configuration are not unified, and application UI is different.
	Image quality	Visual aberration between naked eyes and computer screen.
	Network speed	Rural areas.
	Information security	How to protect patients' personal information; How to make patients feel secured.
Policies	Legal development	Eligible diseases are limited.
	Responsibility	Responsibilities of medical accident are not fully discussed.

Table 2. Factors inhibiting the dissemination of telemedicine in Japan(Shimizu et al., 2021).

3. FEASIBILITY AND EFFICACY OF TELEMEDICINE IN PATIENTS WITH CHRONIC DISEASES

Chronic diseases are a general term for a group of diseases with insidious onset, long and persistent course, lack of precise evidence of infectious biological causes, and complex etiology. Some of which have not been fully identified. The development of these diseases may be related to the decline in immunity and metabolic capacity with age, but is mainly due to a long-term poor lifestyle(Yuanyuan Yang, 2023).

The prevalence of chronic diseases in modern society has placed a financial burden on health care systems, and the search for appropriate care models of chronic diseases has become a worldwide issue. The majority of existing hospitals are general practices that focus on the treatment of emergency conditions, often neglecting the need for collaborative care for chronic conditions. Chronic diseases have the following main characteristics: complex and individualized causes and conditions, high prevalence but low control rates, high incidence of complications, high demand for health services, and the need for long-term management. These characteristics require that the care process not only includes diagnosis and treatment, but also prevention, monitoring, rehabilitation, and promotion. The World Health Organization report "Innovative Care for Chronic Conditions" in 2002(Sheri Pruitt, 2002), it noted that the

patient's role in medication and symptom control, continued close follow-up with the patient, community services and prevention are all priorities in chronic disease care. It is believed that telemedicine and remote monitoring of physiological indicators will be the best combination for the treatment of chronic diseases.

Based on the previous investigation on chronic disease care model and typical applications of wireless health monitoring(Gao, 2009), it is known that a chronic disease healthcare system should be able to provide two basic services: remote monitoring and telecare.

3.1 Telemedicine in cardiovascular diseases

Telemedicine is mainly utilized in the recovery phase of cardiovascular diseases. Cardiac rehabilitation(CR) therapy is usually recommended to patients who have experienced heart attack, heart failure, angioplasty, or heart surgery. It basically includes physical exercise activity, health education and counseling to reduce stress. However, it has been pointed out that the attendance in center-based CR therapy is low not only within Japan but also low in Europe and United States. Patients with coronary artery disease (CAD) in the United States attends CR therapy ranges from 10.3-16.3%, CAD patients in Europe ranges approximately 50%, and according to the AMED-CHF report, there was only 7% in both inpatient and outpatient cardiac rehabilitation in Japan. The major barrier was reported to be the

difficulty to access CR facilities without the help of others or limited time burden.(木田圭亮、貝原俊樹、佐々木信幸, 2022; Fiona McCartan, 2017; Itoh et al., 2021). Especially the happen of Covid-19 pandemic widely inflicted the participation rate of CR, JCS/JACR 2021 guideline therefore on rehabilitation in patients with cardiovascular disease(rehabilitation, 2021) firstly recommended remote CR¹ and confirmed its effectiveness and safety be equivalent to those of center-based cardiac rehabilitation.

In this paper, we have listed two Japanese studies that addressed efficacy and safety of telemedicine on cardiac rehabilitation in Japan(Table 3). Itoh et al. recruited 75 patients from approximately 30 medical institutions across Japan and aimed to ascertain the safety and efficacy of remote CR(Itoh et al., 2021). Patients enrolled in the program were lent calibrated ergometers and digital tablets. An anaerobic exercise which lasts 30-40 min at least 3 times weekly using ergometers was required for every participant and the exercise intensity was decided individually based on the results of cardiopulmonary function testing. Telemedicine was utilized during exercise section where an instructor would monitor the patient vital physiological figures and carry out video chat consultation with each patient to determine whether the exercise should be stopped or continued. The efficacy of the system will be clinically verified through the peak oxygen uptake after 2-3 months from the start of the exercise and occurrence rates of clinical events. However, this study started recruiting from 2021 and have not published the final detail results based on statistical data.

Kida et al. from St. Marianna University School of Medicine conducted a pilot study which test the continuity of home exercise therapy using a remote controlled exercise system among non-working elderly heart failure patients(木田圭亮、貝原俊樹、佐々木信幸, 2022). The intervention in this study consisted of 12 weeks (3 sessions per week) of home-based cardiac rehabilitation(HBCR) under remote supervision using an integrated platform for rehabilitation provided by Remohab Inc., Osaka, Japan. The platform was composed of three components: an internet of things(IoT)-equipped ergometer, an android-compatible tablet and a wireless electrocardiographic monitoring device. The platform was loaned to the patients along with an

equipment manual containing written and pictorial instructions. The procedure was as following: Patients were instructed to enter their blood pressure and body weight at first and answer a questionnaire regarding their condition of the day via the tablet. The patients then made a call to the exercise administrator using the video conferencing function of the platform and had a medical interview. After assessment of patients' condition, they started aerobic exercise using an IoT-equipped stationary ergometer. Exercise intensity was set by the attending physician for each session. Because it was a pilot study, altogether there were only 10 patients (mean age 76 ± 7 years; 60% male) who participated and completed the program without withdrawal. Feasibility of telerehabilitation was evaluated using the participation rate of the HBCR sessions, presented as the proportion of the total number of cardiac rehabilitation sessions attended by the patient, with a maximum of 36 when all 3 sessions per week for 12 weeks were completed. Meanwhile safety was evaluated by adverse events during the sessions. The results showed that six-minute walk distance significantly improved from $383 \pm 94\text{m}$ to $432 \pm 83\text{m}$ and lower limb muscle strength also increased significantly from $17.2 \pm 11.4\text{kgf}$ to $20.3 \pm 13.0\text{kgf}$. During the study period, no serious cardiovascular events were reported. Feasibility and safety of HBCR among elderly heart failure patients were approved.

3.2 Telemedicine in hypertension

Remote monitoring and telemedicine are becoming indispensable to prevent and manage hypertension. They enable accurate and long-term blood pressure follow-up between medical institutions and their patients, which could be key to solving the current problems of non-adherence to antihypertensive medications and clinical inertia, and helpful for judging whether the medical use is appropriate or not. Especially senior citizens would theoretically benefit significantly from blood pressure remote monitoring and telemedicine(Fujiwara et al., 2023).

¹ Telecardiac rehabilitation has been shown to be as effective in reducing total health care costs as traditional outpatient cardiac rehabilitation.

Yatabe et al. developed an integrated web-based telemedicine platform and examined the efficacy and safety of telemedicine on managing hypertension in Japan. There were altogether 99 patients with uncomplicated hypertension recruited and randomized them into telemedicine group or usual care group. Patients were instructed to self-measure blood pressure(BP) twice every morning (within one hour of waking before having a breakfast and after breakfast) and twice every evening before going to bed via a 3G network-equipped automatic sphygmomanometer. In the telemedicine group, the measured BP data was transmitted to physicians through a mobile communication system, and the patients received prescription medication by mail after telemedicine for 1 year. In the usual care group, BP was monitored using the same device but was managed when in-person visits. The study result indicated that telemedicine without actual in-person visits was relatively safe in managing hypertension for 1 year. In addition, the average home systolic BP during the last week of the 1-year study, was significantly lower in telemedicine group (125 ± 9 mmHg in telemedicine group versus 131 ± 12 mmHg in the usual care group).

3.3 Telemedicine in diabetes mellitus

The prevalence rate of diabetes mellitus(DM) is said to be 12.2% globally, of which type 2 diabetes accounts for 90%(Sun et al., 2022). Like other chronic diseases, blood glucose control also requires the combination of drug treatments and lifestyle interventions, which heavily depend on long-term self-management and positive willingness. Due to the covid-19 pandemic, the reform of China's online medical policy is carrying out and more Chinese are using mobile medical application and services to gather disease information and involve in diet and weight management with the help of online consultation. In Table 3, we have listed two studies that addressed efficacy and safety of telemedicine on type 2 diabetes patients in China.

Kang et al recruited DM patients of the second hospital of Jilin University during the COVID-19 epidemic in 2020 through the WeChat app, which is the most frequent used social software widely used by Chinese among different ages. A total of 180 patients were included according to strict inclusion and exclusion criteria. 90 cases were assigned respectively to the intervention group and the control group. The control group received traditional medical treatment and regular DM care. Patients in the community or hospitals had face-to-face consultation on prescribing of medication, lifestyle advice, blood glucose monitoring, or learned diabetes knowledge by them-selves through ways according to their own needs. Patients could

also choose to contact their doctor by telephone, but the doctor would not actively contact the patient, nor would he supervise the patient's diet, exercise and blood glucose monitoring. The intervention group was managed remotely through the WeChat app. An administrator set up a WeChat group for the intervention group patients so that the patients received unified training on the main process of the study by it firstly. Later, the administrator shared remote health education knowledge within the group twice a week, including the video, article link, and voice messages about the knowledge of the DM onset process, common complications, and prevention; basic carbohydrate counting; the necessity of exercise; monitoring guidelines and goals. Administrator was also responsible for collecting fingertip blood glucose monitoring table, diet and exercise records for two days a week, establishing health logs for each patient and summarizing them. Based on these continues records, doctors would answer questions once a week, and a nurse would provide individual psychological counseling to the patients with psychological disorders. Once hypoglycemia or hyperglycemia was noticed, patients could contact the administrator at any time. Meanwhile, an incentive mechanism was set in intervention group and that was patients who completed 8000 steps a day (counted by WeChat movement steps automatically) would be praised and encouraged in the WeChat group. Significant differences in age, gender, body mass index (BMI), blood glucose, time in range (TIR) and blood pressure between intervention group and control group were not confirmed before the intervention. The blood glucose, blood pressure, BMI, TIR and incidence of hypoglycemia were compared after three months of follow-up. The BMI of the control group after 3 months was significantly higher than that at baseline while TIR decreased. There was no significant difference in blood pressure compared with baseline in the control group, while blood pressure decreased in the intervention group. In the intervention group, fast blood glucose and postprandial blood glucose decreased compared with their baseline values, and so did the TIR level. Even though this study didn't utilize telemedicine in the normal sense, the patients were remotely managed by groups. The outcome of blood glucose control proved the capability of remotely continuous care.

Wang et al also utilized a mobile health application and measure its effects on remotely managing patients with type 2 diabetes in China. Unlike last study, which adopted WeChat app as the communication platform, this study designed a new mobile phone health application together with

Study	Country	Chronic diseases	Sample size	Participants' age	Study duration	Intervention	Results
Itoh et al. (Itoh et al., 2021)	Japan	Cardiovascular	n=75	Beyond years old	20	2-3months	Patients are instructed to do anaerobic exercise using the ergometers at least 3 times weekly. During exercise, an instructor monitors the patient in real time and check physiological values.
Yatabe et al. (Yatabe et al., 2021)	Japan	Hypertension	Usual care group: n=46; Telemedicine group: n=48	M=53	12 months	Telemedicine groups used a home blood pressure monitoring device, consulted hypertension specialists through web-based video visits, and received prescription medication by mail.	The telemedicine group showed significantly lower evening blood pressure (82.5mmHg-125.8mmHg) than usual care group (87.2mmHg-131.6mmHg).
Liu et al. (Liu et al., 2023)	China	Migraine	Outpatient: n=17; Social software: n=20; Telephone: n=20; Email: n=8;	Outpatient: M=42.3±12.8; Social software: M=41.2±12.3 Telephone: M=41.7±14.9 Email: M=33±14.6	6 months	The outpatient group were required to come to the headache clinic once a month after the first visit. On the other hand, the headache specialist regularly communicated with patients on Wechat platform, telephone and email every month after first visit. They record the headache changes and give corresponding treatment suggestions.	The proportion of patients whose headache decreased by over 50% in all the groups and no significant different from that in the outpatient group.

Table 3 Overview of telemedicine studies in chronic diseases between Japan and China

Study	Country	Chronic diseases	Sample size	Participants , age	Study duration	Intervention	Results
Wang et al. 2019 (Yamei et al., 2019)	China	Type diabetes	2	n=60; n=60	Experimental group: 45.13±7.83; Control group: 45.8±8.38	A mobile health application	The results showed significant improvements before/after intervention: Glycaemic haemoglobin (GH) levels (-1.5%), fast blood glucose (-3.23mmol/L), postprandial blood glucose levels (-4.34mmol), disease awareness level is (81.28) and self-management abilities (9.14) among test group.
Kang et al. 2021 (Kang et al., 2021)	China	Diabetes	n=80; n=80	Intervention group: 48.83±13.38; Control group: 47.65±12.41	3 months	Health education and telemedicine through WeChat and movement steps.	In the intervention group, fast blood glucose (-5.03mmol/L), postprandial blood glucose (-7.77mmol/L) statistically significantly decreased.
Kida et al. 2022 (木圭亮、貝俊樹、原佐々木信幸, 2022)	Japan	Cardiac rehabilitation	n=10	M=76±7	3 months	Telenedicine; IoT bike; wearable electrocardiograph	Six-minute walking distance significantly improved from 383±94m to 432±83m, and lower limb muscle strength significantly increased from 17.2±11.4 kgf to 20.3±13.0 kgf.

Table 3 (continued)

Hangzhou Kangsheng health consulting company. It comprised of four fuctions: health monitoring, health guide, health advice and follow-up after discharge. There were 120 inpatients with type 2 diabetes from Gongli hospital of the Second Military Medical University attended and they were randomly divided into the test group and the control group. Each group contained 60 patients. Patients of test

group were expected to upload their daily blood glucose values, diet status and related drug use, etc onto the mobile application. A nurse would make assessment according to these data every 2-3 days. Doctors would provide insulin injection reminders, personalized diets and exercise guideline every week. Through the mobile application, patients of test group could hold online consultation with doctors

and diabetes specialist nurse at any time using voice message, picture, video or text messages. The whole fellow-up session last for 6 months. Once a week after discharge for 3 months and once a month when the patients' blood glucose value became stable. On the other hand, patients of the control group received a followed up by a telephone call from a nurse at the first week and the first month after discharge.

This study not only compared the diseases indicator values before and after 6 months remotely management, but also measured patients' self-management ability and disease awareness. According to the results shown by these two scales, both abilities were found to be higher in the test group. Significant differences in age, gender, educational background, fast blood glucose and 2-h postprandial blood glucose between test and control group were not observed before the intervention. After 6 months fellow-up intervention, the result implied significantly improvement on fasting blood glucose, 2-h postprandial blood glucose and HbA1c value in test group.

4. BUSINESS OPERATION MODELS OF ONLINE HEALTH CARE

4.1 Online health care business operation model in Japan

Compared with countries with advanced digital health systems, such as the United States and the United Kingdom, who often adopt a "gatekeeper" healthcare system in which each patient registers with a primary care physician (or called doctors' office). For healthy citizens, most visits to primary care physician revolve around a once-yearly recommend physical examination but once the patients experience health problems, the primary care physician will refer the patient to a specialist with an introduction letter. But the specialized clinics or hospitals will schedule consultation according to the priority of patients condition, resulting in a wait of one to six months for most of patients. In comparison, Japan has a "free access" system in which patients can simply access medical facilities and choose where to receive medical care by their own will(Uno, 2022). This indirectly verifies that Japan poses of a very abundant medical talent pool. The number of visits per patient per year is about twice the average of Organization for Economic Co-operation and Development(OECD) countries due to good hospital access and abundant

medical specialist. Indeed, it is more convenient to go to see the doctor whose clinic located in the neighborhood and acquired drugs immediately. But it's like a double-edged sword. As aging society and the number of senior citizens suffering from chronic diseases increases, in-person visits are undoubtedly increasing the workload and working hours of doctors. The employed population is also declining sharply due to the lessening of children, and the government will have less health insurance spending at its disposal. Current mainstream of in-person visit postpones medical digital transformation which using data to improve the quality of medical care in some degree. Although both in-person visit and telemedicine require a doctor, telemedicine solves the work intensity of doctors in densely populated areas and can better distribute medical resources evenly and improve the effectiveness of treatment. Second, doctors can remotely monitor and track patients' physiological parameters, such as electrocardiogram, blood pressure, glucose, etc. This reduces the need for patients to make frequent visits to clinics or hospitals for checkups, improves physician productivity, and enables doctors to identify potential problems earlier and take timely interventions. In addition, telemedicine allows for the sharing of electronic medical records and information exchange. Doctors can comprehend patient previous health situation, check-ups results and medication prescriptions through the electronic medical record system, which reduces the use and organization of paper medical records or the problem of non-integration of information and improves the efficiency of doctors. In addition, case discussions and knowledge sharing among doctors can also be conducted through the online platform, further reducing workload. In fact, Japanese government has high expectations for online medical care from the viewpoint of network construction in the medical field. Currently, demonstration projects are underway for Electronic Health Record(EHR), which is an information sharing and utilization platform among medical institutions, and Personal Health Record (PHR), which allows patients to access their own healthcare treatment, checkup results, and medication information.

	H type	H+I type
Operating Organization	Hospitals are responsible for construction and operation.	IT companies provide operation systems and hospitals operate (Private hospitals and clinics).
Properties	Non-Profit	For-profit
Initial Consultation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/> (Decided by doctor's judgment.)
Prescription	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Social insurance	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Main services	Reservation; Telemedicine (mainly second opinion); Online payment.	Reservation; Telemedicine; Online prescription; Online payment.
Income sources	Service fee	Service fee; Platform use fee; Information and communication equipment utilization fee.
Fee	Governmental pricing	Governmental pricing(service)/ Self-pricing(platform use fee)
Value propositions	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce the physical, financial, and time burden of hospital visits for patients (mainly Pregnant women, elderly, psychiatric patients). • Second opinions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Receive online medical care without an appointment. • Nighttime, off-day emergency visits. • Can be linked with other applications (Google calendar, electronic medical record tools etc.)

Table 4. Japanese operation models of online health care

According to our investigation, telemedicine in Japan is underlying in two types of online healthcare model: Type H and Type H+I (Table 4). Type H is independent constructed and operated by public/private general hospitals. However, only part of departments of hospitals, especially patients from psychiatry are strongly recommended by telemedicine treatment. This is because telemedicine has advantages in psychiatric care that face-to-face care does not have. Patients with psychiatric disorders generally have cognitive impairments, have a low desire to go out, and are more sensitive to strangers or noise. If consultation is conducted in a familiar environment, the patient will have less psychological or physical resistance, which will facilitate long term medical activities. Besides, in metropolitan areas with easy access to medical institutions, like Tokyo, the university of Tokyo hospital and Juntendo university hospital utilizes telemedicine mainly in second opinion service and this service is completely self-funded. In rural areas where access to health care is relatively difficult, the telemedicine is also utilized by visiting nurses. In the southern part of Ibaraki prefecture, where the Tsukuba heart clinic is located, the number of people who have difficulty

going to the hospital has been increasing due to high number of senior citizens in the area and high rate of voluntary return of driver's licenses. From 2015 the clinic introduced telemedicine as a method of treatment for senior citizens who had difficulty coming to the clinic. In addition, it was assumed that it would be difficult for elderly patients to operate digital devices by themselves. Therefore, in cooperation with the Telemedicine Promotion Network, an NPO that provides home nursing and other services, was established to dispatch a nurse to the patient's home to operate the device and assist the doctor's examination(総務省情報流通行政局情報流通振興課情報流通高度化推進室, 2020).

Type H+I is the current main operation model of telemedicine in Japan because Japan have plenty of private clinics and they don't have the capability to operate online services by themselves. Thus they outsource platform building, operation, hardware maintenance, etc to specialized IT companies. As we can see in Table 4, main services of type H and type H+I are almost same but for type H, these services are provided during regular working hours while the consultations can be carried out during night-time or off-day for type H+I. In the past, initial

consultations must be treated in person and online consultation for the first time was forbidden. But from 2022, due to the covid-19, the Ministry of Health, Labor and Welfare partially revised the "Guidelines for appropriate implementation of online medical treatment" and institutionalized online medical consultation from the initial consultation. However, type H hospitals still don't admit initial consultation behavior. Type H+I hospitals/clinics conduct initial consultation when the doctor is patients' family doctor who familiar with patients' previous situation otherwise it should depend on doctors' judgment.

Online medical consultation has been a complementary position to in-person visit medical care in Japan in the past. In terms of consultation fee, there was no initial consultation fee for online consultation, instead, there used to be a nominal online consultation fee, which is 71 points (10 yen per point in Japanese medical system), and this fee was seen as equivalent to the re-consultation fee for in-person visit consultation. There is also a medical management fee for in-person visit consultations, which ranges from 225 points to 1,580 points. In the past, there was only one expense called the management of specific diseases when the online consultation carried out, and the fee was set to be 100 points(飛田英子, 2020). This indicates that there was a big difference in the compensation between the in-person visit consultation and previous online consultation. Clinics or hospitals need to train their staff, cost of hardware plus the unfriendly remuneration of doctors greatly reduces the motivation of clinics or hospitals to carry out online consultation services. However, starting from 2022, the Ministry of Health and Welfare has carried out a reform of the compensation for online medical treatment, with the cost of initial consultation at 251 points for clinics/hospitals that meet the telecommunication facility benchmark and a little lower at 214 points for clinics/hospitals that do not meet the telecommunication facility benchmark. The cost of re-visits is the same, which is 73 points. This reform has promoted more hospitals/clinics to standardize the telecommunication environment and equipment for online consultation, and it can be expected that more clinics/hospitals would launch telemedicine services in the near future.

Sokuyaku, Curon, Clinics and Line doctor telemedicine services are the representatives of this type. Line is a freeware application for social network communication and is the most popular chat tool in Japan. Line doctor is an online medical service embedded in the line application. The users therefore don't need to install a new application

and share the line account information, such as line pay. In 2019, Line entered the online medical care market by collaborating with M3, which has a membership base of more than 270,000 doctors, which accounts for about 90% of clinicians, and more than 160,000 pharmacists, which accounts for more than half of all pharmacists in Japan(Deloitte, 2021). For the other three platforms, Sokuyaku, Curon and Clinics, users need to install a new application. Their services are covered throughout Japan, and users can search for the clinic or hospital they need for telemedicine based on their current location and medical subjects. In addition, these platforms have partnerships with pharmacy chains throughout Japan. Users can also obtain OTC medications without online consultation by directly searching the pharmacy function. Or upload their prescription photos to get prescription drugs. Depending on the content of the treatment, users should pay at their own expense or by social insurance. The drug delivery services offered by these platforms are basically available within 1-4 days, and for an additional expedited fee, same-day delivery is available in most urban areas of Japan. Through SWOT analysis, we can see that these platforms covering clinics and hospitals nationwide are similar in terms of operational content and scope of services, from initial consultation to types of services, and finally to drug delivery. Line doctor differs from the other three platforms in that it has a very stable online traffic and brand exposure. It does not need to be promoted, but the traffic on its own SNS can attract the number of people who use line doctor, and eventually achieve the effect of strengthening customer loyalty. The other three platforms need to compete through the quality of service or price of the clinics/hospitals they sign up with. The policy of online medical treatment in Japan has been gradually relaxed since April 2022, so the segmentation market is still in the early stage in this field. In the future, we may see telemedicine that focus on chronic disease management for the elderly, or on sexual health. In fact, similar platforms have already emerged, such as Fastdoctor and Smaluna, but the scope of service is still limited to major urban areas in Japan.

4.2 Online health care business operation model in China

Quality medical resources in China are scarce and unevenly distributed. The country has been promoting graded diagnosis and treatment for years but the results are far from satisfaction. One of the most important reasons is the insufficient level of primary care doctors to retain patients and achieve accurate referrals. The average number of doctors

per 10,000 people in medically developed countries in the world is 31.3, while as of 2018, the number of doctors per 10,000 people in China is only 21.6(China, 2020). Therefore, telemedicine, big data and other digital methods are expected to improve the efficiency of medical resources utilization, and better improve the patient's medical experience. Online diagnosis and treatment in China refer to the use of registered physicians in medical institutions, through the Internet and other information technology to carry out part of common diseases, chronic disease follow-up and "Internet +" family doctor contract services.

According to the "Internet Hospital Management Measures (for Trial Implementation)" issued by the National Health Commission of People's Republic of China in July 2018, internet hospitals must have physical medical institutions as offline support, and the department settings and treatment items that internet hospitals can carry out must not exceed the scope of the physical medical institutions. Physicians and nurses who carry out internet diagnosis and treatment activities should be able to query in the national electronic registration system for physicians and nurses. And have more than 3 years of independent clinical work experience, and agreed by the medical institution where they are registered to practice. (China, 2018). According to Zhongtai securities' s report(Securities, 2020), Chinese internet hospitals can be considered as initially policy-driven, and thereafter Baidu, Alibaba and Tencent (BAT) entering the industry with large capital which enabled the rapid development around 2014. From 2020, Covid-19 had also accelerated its development (Figure 1).

Patients with chronic diseases require regular follow-ups and long-term prescription refills, and

such consultation activities are especially suitable for online consultation. As mentioned in introduction, Chinese large chronic disease management market is expected to create a huge demand for telemedicine services. According to Frost & Sullivan analyst, chronic disease management market in China reached 4.5 trillion Chinese yen in 2019, accounting for nearly 70% of China's total healthcare spending, and is expected to further increase to 14.9 trillion Chinese yen in 2030, accounting for approximately 84% of total domestic healthcare spending.

Currently, nearly 90% of physical medical institutions and internet-related companies in China are actively laying out the construction of internet hospitals. According to VBDATA's 2022 internet hospital report, the top three provinces with the greatest number of internet hospitals are Sichuan, Guangdong and Jiangsu respectively(VBDATA, 2022). In addition, there are two mainstay models(Table 5): Type H, which is independent constructed by public hospitals, and Type I ,which builds platform and operates by enterprises. Affected by related policies, Type H, the physical hospitals take charge of construction and operation of internet hospitals, accounts for more than 80% in the whole industry. The key value of public hospitals 'online services are to improve the patients experience of medical services, enhance the hospital brand, and ultimately

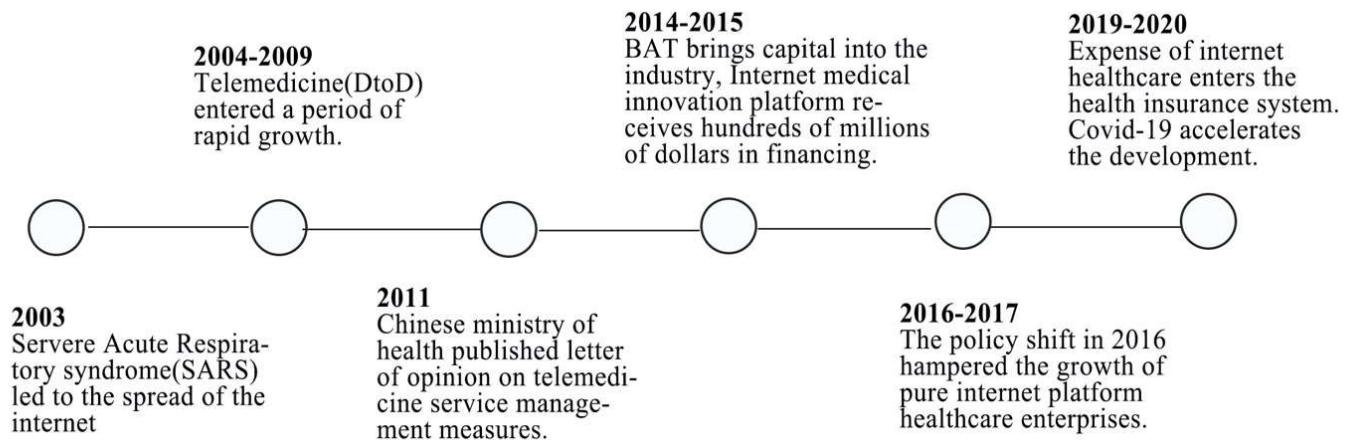


Figure 1. Development of internet hospitals in China

	H type	I type
Operating Organization	Hospitals are responsible for construction and operation.	Enterprises are responsible for construction and operation.
Properties	Non-Profit	For-profit
Initial Consultation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
Prescription	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ²
Social insurance	<input type="radio"/> ³	<input checked="" type="checkbox"/>
Main services	<p><i>Pre-consultation stage:</i> Reservation for registration, examination and test, hospitalization and physical examination etc;</p> <p><i>Consultation stage:</i> Telemedicine, health records, online prescription, online payment, medical record inquiry, etc;</p> <p><i>Post-consultation stage:</i> case copy and distribution, drug distribution, chronic disease management, rehabilitation management, patient evaluation, health education, daily health management, remote health tracking service, etc. (Wang Miao, 2020)</p>	<p>Healthcare education and disease prevention; Telemedicine; Family doctor, personal health management, chronic disease management; AI medical image analysis and AI-assisted diagnosis and treatment.</p>
Income sources	Service fee	<p>Service fee; Online drug purchase; Ads fee; Commercial insurance; Sales of health related products.</p>
Fee	Governmental pricing(Public hospital); Self-pricing (Private hospitals)	Self-pricing.
Value propositions	<ul style="list-style-type: none"> • Improve service efficiency; • Reduce the physical, financial, and time burden of hospital visits for chronic diseases patients; • Achieve continuous health management for patients. 	<ul style="list-style-type: none"> • Non-regular working hours can be utilized; • Promote even distribution of medical resources across regions; • Recommend appropriate OTC drugs and suitable medical institutions.

Table 5. Chinese operation models of online health care

²I type internet hospitals issue electronic prescription in two ways :

- Upload the photo of prescription obtain from hospital and the platform will mail the drugs to the patient's home. But few hospitals are willing to share their prescription system and thus cannot guarantee the authenticity of prescription.
- Patients who do not have a hospital prescription can consult a licensed doctor who is employed by the platform.

³ Each province has a different range of applications that can be billed using social health insurance. However, chronic diseases are generally reimbursed.

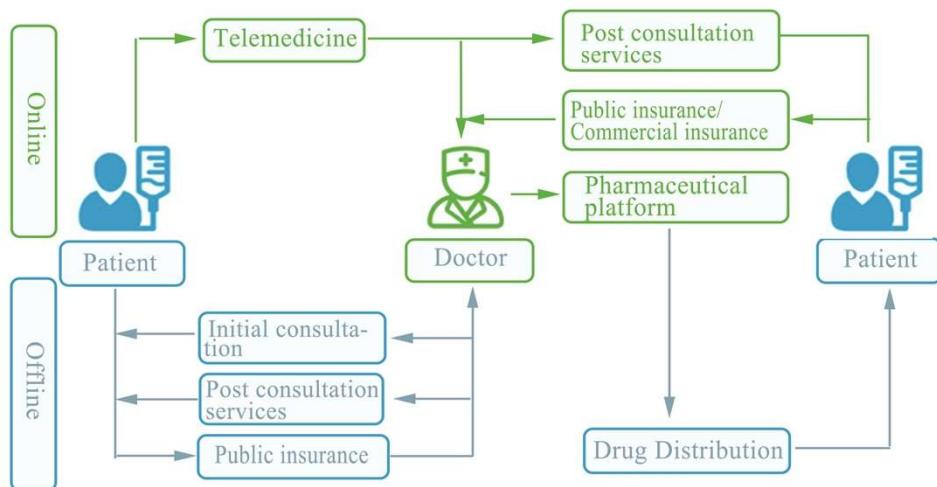


Figure 2. Operation flow of Type H internet hospital in China

increase the number of patients and revenue. Generally speaking, it is the extension of offline healthcare, which aims at providing full-scene services to enable the in-person visit more convenient and efficient. Detail operation flow see Figure 2. However, the current dilemma facing the construction of Type H internet hospitals is the lack of knowledge and experience about online operation, drug logistics distribution and hardware maintenance. On the other hand, the core value of enterprises-led internet hospitals Type I, such as Ali Health, Jingdong Health, Ping An Good Doctor, etc. is health management, which mainly includes family doctor and chronic disease management. Profits are made through advertising fee, user value-added services, digital healthcare services, pharmaceutical e-commerce platforms, and sales of commercial insurance. (Iresearch, 2020).

There are three business models for enterprises-led internet hospitals at present, Alibaba and Jingdong are two massive B2C e-commerce companies in China. Ali health and Jingdong health are the representative of "e-commerce + medical" business model. The e-commerce gene gives them the ability to run the electronic prescription circulation business. Ali Health's involves mainly B2B business cases: pharmaceutical e-commerce platform, consumer healthcare services, traceable and digital healthcare business, etc. In addition, based on technical advantages, Ali Health has done a lot of intelligent application exploration, such as the introduction of diabetes assisted medication decision AI, epilepsy EEG analysis engine, facial payment for medical treatment and other AI artificial intelligence services. Compared with Ali, Jingdong Health's services comprise more B2C business cases: telemedicine, electronic

prescription circulation, etc.

Tencent is the largest internet company in mainland China, with businesses in social, finance, investment, information, tools and platforms. Tencent owns Tencent QQ and WeChat, the most used social networking software in mainland China, and Tencent Games is the largest online gaming community in mainland China. Tencent healthcare is the representative of "SNS + medical" business model. Since 2020, Tencent has increased its investment in the medical health sector, investing in DXY, Synyi AI and other companies in the field of intelligent health care, and attracting traffic to these platforms through Tencent QQ and WeChat. At the same time, it provides professional medical and health information for users, mainly at the level of medical science, and maximize the use of its traffic advantages.

Ping An insurance is a Chinese holding conglomerate whose subsidiaries provide insurance, banking, asset management, financial, healthcare services. Pinan good doctor is the representative of "Insurance+medical" business model. Ping An Insurance has a strong user flow and user royalty. Its main product strategy is to combine with these advantages and innovate new membership services. For example, Ping An Jiuyi 360 is a full-flow medical and health membership service covering prevention, medical treatment, and rehabilitation for commercial insurance annually members. It also provides members who have purchased Ping An critical illness insurance with priority registration for domestic and international specialists, telemedicine and second opinion consultation at clinics of internationally renowned hospitals. All three models use their own internet channel resources, combined

with personalized medical services to attract online traffic, and eventually imported to offline services, the purchase of drugs or insurance to complete commercial value chain.

Through our investigation, it is understood that China's online healthcare has formed an ecosystem. Medical big data technology platform, medical smart hardware, telemedicine, post-consultation rehabilitation, and medical health insurance have formed a closed loop of the industry chain. We believe that the popularity of telemedicine in China requires internet hospitals to integrate all the services into one system as a prerequisite. Because the data and information of hospitals were used to be scattered in different systems, which cannot be well organized and utilized. Through the construction of open platform of internet hospital, the large amount of data generated between medical institutions and insurance institutions, or between medical institutions and users etc. can be effectively and uniformly managed.

5. CONCLUSION AND CONTRIBUTION TO PAX JAPONICA

In the context of aging and fewer children, both Japan and China will face the problems of uneven distribution of medical resources and the high burden of government medical care. In addition to securing more health care professionals to join the public health profession, perhaps we can rely more on the current scientific and technological tools to provide richer personalized services and proactively pursue health. The average life expectancy in Japan, as of 2020, is said to be 84.62, a figure that indicates that Japan's current medical technology and equipment, as well as the capability of the medical system are among the best in the world. I think the Japanese government has a positive attitude toward online medical care industry, especially after the Covid-19 pandemic, the Ministry of Health, Labor and Welfare's relaxation of initial consultation policy from 2022 and the increase of telemedicine compensation show that the government intends to promote the development of telemedicine. However, Japanese Medical Association are very cautious about telemedicine and are skeptical about the privacy and security, as well as the effectiveness of long-term use of it. Based on our literature survey, we also find out that there are very limited studies in Japan to verify the effectiveness of telemedicine in the long term, and the number of papers is very small. These factors interact with each other, resulting in few doctors and technology companies actively engaged in telemedicine than in China at this time. China has

made significant progress in mobile internet and information technology, especially the integration of BeiDou navigation satellite system and health industry, which has played a driving role in public health emergency, telemedicine, medical equipment intelligence, and daily health monitoring and management. At the same time, China's online healthcare industry has diverged into different tracks, providing more choice of platforms for different target group to achieve active health.

As of December 31, 2020, the number of registered doctors in Japan was 339,623. The number of doctors working in medical facilities per 100,000 population is 256.6. If we see the number of doctors who working by type of facility, we could find out that the number of doctors who work in hospitals is largest which is 158,993, followed by clinics with 107,226 doctors (Ministry of Health, 2020). According to the 2021 statistical report of Department of planning, development and information technology of China, there are 3.59 million registered doctors in China currently (Department of planning, 2022). But most of them are working in public hospitals rather than private hospitals or clinics because there are still very few private hospitals or clinics that are covered by social health insurance. From the above data, we may conclude that in Japan, the number of doctors working in public or private hospitals is relatively even whereas in China, most public hospitals are concentrated in provincial capitals, and private hospitals are not fully covered by social health insurance, so the distribution of medical staff is uneven and medical resources are tight. This may be one of the reasons why telemedicine is vigorously developed in China, but rarely promoted in Japan. China is upgrading the consumption of national health care through the construction of internet hospitals and the industry is approaching a watershed moment. Type I internet hospitals provide customized and precise medical services that are lack of among public hospitals, and type H internet hospitals solve structural problems such as the difficulty of accessing medical services in remote areas, long waiting hours for consultation and pick up medicines in public hospitals.

Even though telemedicine cannot replace the safety feeling of in-person visit and there are many reliable private hospitals and clinics, there is still much room for applying it on multiple areas in Japan. Decentralized clinical trials (DCTs) is one of them and highly utilized by pharmaceutical companies and healthcare device manufacturers especially after Covid-19 pandemic (木下翔太郎、岸本泰士郎, 2022). The implementation of it relies on the use of digital devices such as electronic patient-reported

outcomes (ePRO), telemedicine or wearable devices to move trial activities to patients' home or to local health care settings. It is then easier to cluster subjects regardless of the location of the medical institution and easier for subjects to participate in treatments who are difficult to recruit, like rare diseases. Shorter clinical trial times is expected to accelerate the development of new drugs.

The underlying technology of current telemedicine is communication technology. 5G technology, with its low latency, high speed, enhanced high-resolution bandwidth, superior reliability, and lower energy consumption, has already begun to profoundly change telemedicine and the healthcare industry. We believe that in the near future, with the maturity and popularity of 5G/6G technology, the integration of advanced technologies like Internet of Things (IoT) and cloud computing to enable seamless data transmission from wearable devices, including smartwatches, fitness bands, smart shoe insoles, etc. are capable of tracking various physiological parameters, using machine learning algorithms to analyze wearable device data and detect anomalies, predicting health risks and providing personalized health recommendations.

In future, we think wearable devices will play a significant role in managing and monitoring chronic diseases by providing continuous data tracking and insights. The suitability of a wearable device for a specific chronic disease depends on several factors, including the nature of the disease, the parameters that need to be monitored, and the specific needs of the patient. Here are some examples of wearable devices that are commonly used or have shown potential in managing certain chronic diseases:

1. Continuous Glucose Monitoring (CGM) Devices: CGM devices are used by individuals with diabetes to monitor their blood glucose levels continuously. These devices typically consist of a small sensor inserted under the skin that measures glucose levels continuously and transmits the data to a receiver or smartphone application.

2. Movement and Activity Trackers: Wearable devices like fitness bands or smartwatches can help individuals improve chronic conditions. Milize Inc. utilized Kao corporation's AI virtual humanoid model and designed an application called "Health Assets". The app converts user's number of steps, weight, hours of sleep, amount of exercise, healthy food intake, lifestyle changes, etc., into a health asset rank and estimates the amount of user's health assets. It is the value shows average cost of health care for the remainder of one's life minus the user's expected cost of health care.

3. Medication Adherence Devices: Smart pillboxes with reminders and tracking features can assist individuals with chronic conditions that require medication adherence. The device will alert either visually or audibly or send push through apps to ensure the dosages are taken on time. It also can prevent repeatedly pills intake errors. Not only chronic diseases patients will benefit from it, but also senior citizens who live alone or have Alzheimer's disease are expected to self-manage their own medication.

In conclusion, I think the greatest contribution of my research to Pax Japonica is not only to positively summarize the safety and positive effects of long-term follow-up telemedicine studies specifically for Japanese chronic patients, but also to provide reference value for Japanese healthcare-related decision makers through comparative analysis of online healthcare business operation models in China. Japan's offline healthcare system is in line with the national conditions and is successful. How to digitize healthcare services in the context of the rapidly developing AI, big data, and cloud technologies to enhance citizens consumption upgrade in the health field will be a profound topic to be discussed.

REFERENCES

- 飛田英子. (2020). オンライン診療の現状と展望.
<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/researchfocus/pdf/11704.pdf>
- 木田圭亮、貝原俊樹、佐々木信幸. (2022). 遠隔心臓リハビリテーション治療の現状と課題. The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine, 59(4), 377–384.
<https://doi.org/10.2490/jjrmc.59.377>
- 木下翔太郎、岸本泰士郎. (2022). 遠隔医療に関する諸外国の政策動向. 精神医学, 64(2).
- 総務省情報流通常行政局情報流通振興課情報流通高度化推進室. (2020). 遠隔医療モデル参考書 -オンライン診療版-.
<http://www3.keizaireport.com/report.php/RID/499923/>
- China, N. H. C. o. P. s. R. o. (2018). Internet Hospital Management Measures (for Trial Implementation).
https://www.gov.cn/gongbao/content/2019/content_5358684.htm
- China, N. h. c. o. t. P. s. R. o. (2020). 2019 China Health Care Statistics Yearbook.
<http://www.nhc.gov.cn/mohwsbstjxxz/tjtjnji/202106/04bd2ba9592f4a70b78d80ea50bfe96e/fi>

[les/e6401c1c240f45b9bf054d929eaa9e89.pdf](https://es/e6401c1c240f45b9bf054d929eaa9e89.pdf)

data, O. w. i. (2015). Healthcare access and quality index

<https://ourworldindata.org/grapher/healthcare-access-and-quality-index>

Deloitte. (2021). Telemedicine. A Japanese Perspective: The Potential of Online Medical Treatment and Related Businesses (Technology, Media and Telecommunication Prediction, Issue. <https://www2.deloitte.com/jp/ja/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/tmt-predictions-2021-video-doctors-visits.html>

Department of planning, d. a. i. t. o. C. (2022). 2021 Chinese health care development statistics bulletin.

<http://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/s3586s/202207/51b55216c2154332a660157abf28b09d.shtml>

Fiona McCartan, N. B., Jack Turner, Mirren Mandalia, Nayan Kalnad, Anna Bishop-Bailey, Jiayu Fu and Piers Clifford (2017). Introduction of a novel service model to improve uptake and adherence with cardiac rehabilitation within Buckinghamshire Healthcare NHS Trust. BMC Cardiovascular Disorders, 17, 184. <https://bmccardiovascdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12872-017-0606-2>

Fujiwara, T., Sheppard, J. P., Hoshide, S., Kario, K., & McManus, R. J. (2023). Medical Telemonitoring for the Management of Hypertension in Older Patients in Japan. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(3), 2227. <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/3/2227>

Gao, L. (2009). Key technology research on wireless monitoring and remote care system for chronic diseases of the elderly [Doctoral dissertation, Huazhong University of Science and Technology]. China.

Hasegawa, T. (2013). The promotion of telemedicine What is the problem? In Telemedicine in Japan 2013 (pp. 49–51). Japanese Telemedicine and Telecare Association.

Hirata, K., Matsumoto, K., Hatakeyama, Y., Onishi, R., Seto, K., & Hasegawa, T. (2023). Social burden of three major diseases in Japan: A time trend and future projections using the comprehensive cost of illness method. Plos one, 18(1), e0280311.

Iresearch. (2020). Chinese internet+healthcare industry research report. https://report.iresearch.cn/report_pdf.aspx?id=3645

Itoh, H., Amiya, E., Narita, K., Shimbo, M., Taya, M., Komuro, I., Hasegawa, T., Makita, S., & Kimura, Y. (2021). Efficacy and Safety of Remote Cardiac Rehabilitation in the Recovery Phase of Cardiovascular Diseases: Protocol for a Multicenter, Nonrandomized, Single-Arm, Interventional Trial. JMIR Res Protoc, 10(10), e30725. <https://doi.org/10.2196/30725>

Iwasaki, N. (2018). User oriented silver ICT business for super aging society. Journal of Asia-Pacific studies, 32, 17–30.

Kang, J., Chen, Y., Zhao, Y., & Zhang, C. (2021). Effect of remote management on comprehensive management of diabetes mellitus during the COVID-19 epidemic. Primary care diabetes, 15(3), 417–423. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2020.12.004>

Liu, Q., Liu, F., Yu, X., Zang, J., & Tan, G. (2023). Telemedicine efficacy and satisfaction of patients and headache specialists in migraine management. Frontiers in Molecular Neuroscience.

MICIN Co., L. (2021). 高齢者のオンライン診療に関するニーズ調査. <https://micin.jp/news/5791>

Ministry of Health, L. a. W. (2014). Estimated Number of Patients Receiving Medical Treatment for Selected Diseases https://www.mhlw.go.jp/english/database/db-hss/sps_2014.html

Ministry of Health, L. a. W. (2020). Summary of Statistics on Physicians, Dentists, and Pharmacists. https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/ishii/20/d1/R02_1gaikyo.pdf

Ministry of Health, L. a. W. (2022). Survey on Situation of Long-term Care Insurance Service.

<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/84-1.html>

rehabilitation, T. J. a. o. c. (2021). JCS/JACR 2021 guideline on rehabilitation in patients with cardiovascular disease https://www.jcirc.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021_Makita.pdf

Securities, Z. (2020). Internet medical industry in-depth report. <https://www.hanghangcha.com/pdf.html>

Sheri Pruitt, S. A., JoAnne Epping Jordan, Jesus M. Fernande Diaz, Mahmud Khan, Adnan Kisa, Joshua Klapow, Roberto Nuno

- Solinis, Srinath Reddy, Ed Wagner. (2002). Innovative care for chronic conditions : building blocks for actions : global report. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42500>
- Shimizu, H., Tanikawa, T., Mizuguchi, H., Tani, Y., & Ogasawara, K. (2021). Analysis of Factors Inhibiting the Dissemination of Telemedicine in Japan: Using the Interpretive Structural Modeling. *Telemedicine journal and e-health*, 27(5), 575. <https://doi.org/10.1089/tmj.2020.0071>
- Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B. B., Stein, C., Basit, A., Chan, J. C. N., Mbanya, J. C., Pavkov, M. E., Ramachandran, A., Wild, S. H., James, S., Herman, W. H., Zhang, P., Bommer, C., Kuo, S., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2022). IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract*, 183, 109119. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109119>
- Uno, M. (2022). Beyond health report. <https://project.nikkeibp.co.jp/behealth/atcl/feature/00004/020200336/>
- VBDATA. (2022). 2022 Internet hospital report released: Innovative healthcare quality construction, promoting industry to enter the era of fee for service. <https://www.vbdata.cn/1518881918>
- Wang Miao, H. Y., Zhang Kunkun, He da, Yang Li, Yu Guangjun. (2020). Comparision on operation modes of internet hospital in China. *Chinese health resources*, 23(2), 110-113. <http://html.rhhz.net/ZGWSZY/html/2020-2-110.htm>
- WHO. (2009). Telemedicine: Opportunities and developments in Member State. Report on the second global survey on eHealth (Global obervatry for eHealth series, Issue. <https://www.afro.who.int/publications/telemedicine-opportunities-and-developments-member-state>
- Xinping Yu, B. L. (2023). Analysis of the Current Situation of Population Aging in China and Measures to Actively Respond to Population Aging. *Economist*, 2, 21-22.
- Yanmei, W., Ming, L., Xinxiang, Z., Xinxin, P., Min, L., Jing, L., & Yan, H. (2019). Effects of continuous care for patients with type 2 diabetes using mobile health application: A randomised controlled trial. *The International Journal of Health Planning and Management*, 34(3), 1025-1035. <https://doi.org/10.1002/hpm.2872>
- Yatabe, J. (2021). Current status and issues of telemedicine under covid-19 pandemic. *Heart view*, 25(8), 25-32.
- Yatabe, J., Yatabe, M. S., Okada, R., & Ichihara, A. (2021). Efficacy of Telemedicine in Hypertension Care Through Home Blood Pressure Monitoring and Videoconferencing: Randomized Controlled Trial [Original Paper]. *JMIR Cardio*, 5(2), e27347. <https://doi.org/10.2196/27347>
- Yuanyuan Yang, J. S. (2023). Research progress of telemedicine application for chronic disease health management. *Chronic pathematology Journal*, 24(1). <https://doi.org/10.16440/J.CNKI.1674-8166.2023.01.10>
- Zhang, Y. (2012). The Chinese Conundrum of Population Aging. *Shanghai-Hong Kong Economy*(9), 1.
- ZhiYan, C. (2020). 2020-2026 China chronic disease drug industry market panoramic research and development prospect analysis report <https://www.chyxx.com/research/201912/822508.html>

監修者プロフィール



○ 原田 武夫（はらだ たけお）

株式会社原田武夫国際戦略情報研究所 代表取締役 CEO

東京大学法学部第2類中退

外務省外務公務員I種職員として奉職（～2005年）

ベルリン自由大学政治学部及びチュービンゲン大学法学部にて在外研修

独立行政法人大学改革支援・学位授与機構より学士号（法学）取得

放送大学大学院文化科学専攻人文学プログラム修了（修士（学術））

京都産業大学大学院京都文化学専攻修了（修士（京都学））

立教大学大学院人工知能科学研究科人工知能科学専攻修了（修士（人工知能科学））

東京大学大学院工学系研究科 道徳感情数理工学社会連携講座 共同研究員

学習院女子大学非常勤講師（「外交官論」「国際儀礼」）

執筆者プロフィール



○ 田中 大 (タナカ マサル)

1. 研究テーマ

「四則和算に基づく意識のメカニズムの解明と四則和算習得プロトコルの開発」

2. 研究内容

本研究は、東京大学大学院工学系研究科光吉俊二特任准教授が発明した新しい算術「四則和算」を用いて「意識」のメカニズムを解明するとともに、多くの人が四則和算を習得し創発を自在に生み出している社会の実現を目指すものである。

3. 略歴

東京大学大学院人文社会系研究科専攻修了(修士(心理学))

東京大学大学院人文社会系研究科博士課程単位取得退学(博士(心理学))

日本学術振興会特別研究員(2019年-2022年)

コンテンツ開発及びコーチング業務を受託

4. 研究業績

論文 : Individual differences in the change of attentional functions with brief one-time focused attention and open monitoring meditations. *Frontiers in Psychology*, 12, 716138.
Tanaka et al. (2022)

Biased self-other attribution changes feedback control: link between the sense of agency and sensorimotor control. *PsyArXiv*,
(<https://doi.org/10.31234/osf.io/mu4wn>)

著書:『仏典とマインドフルネス—負の反応とその対処法』臨川書店(分担執筆) Tanaka et al. (2021)

執筆者プロフィール



○ KYI KYI THAR (チーチーター)

1. 研究テーマ

「日本経済における金融緩和政策の有効性についての実証分析」

2. 研究内容

本研究は、日本におけるインフレ要因を考慮した上で、金融緩和政策が日本の GDP をどのように促す事ができたか、日本経済における金融緩和政策の有効性の分析を行うものである。

3. 略歴

岡山大学社会文化科学研究科専攻修了(修士(経済学))

ミャンマー 投資・企業管理局 ジャパンデスク アドバイザーアシスタント(2015年
-2018年)

4. 研究業績

論文：ミャンマーにおける金融・為替政策の変化とインフレーション及び輸入への影響
(2021年)

執筆者プロフィール



○ 大河原 健太郎（おかわら けんたろう）

1. 研究テーマ

「AI 論から見た歴史認識理論」

2. 研究内容

本研究は、AI の性質を踏まえて、近年広がる「ポストトゥルース」的な歴史観の発生と伝播過程を考察するものである。

フィールドは、地政学的に西と東の「狭間」と言えるバルト三国を軸とする。

3. 略歴

大阪大学大学院文学研究科専攻修了(修士(文学))

慶應義塾大学大学院政策メディア研究科博士課程単位取得退学(政策メディア学)

4. 研究業績

論文 : A critical and theoretical re-imagining of ‘Victimhood nationalism’ : the case of national Victimhood of the Baltic region. (TalTech Journal of European Studies, 2019, 9. 4: 206–217.)、2010 年代におけるリトアニア民間防衛セクターとそのコンテクスト：ナラティヴ批判としての一試論【Lithuanian Civil Defense Sector and Its Context in the 2010s: A Case of Critical Thinking on the Narrative】(Keio SFC journal, 2020, 20. 2: 210–228) 等。

執筆者プロフィール



○ Xiaofan Zhang (張 晓帆)

1. 研究テーマ

「日本・中国におけるインテリジェントヘルスケア製品・サービスに関する調査」

2. 研究内容

本研究は、デザイン心理学の分野に基づき、高齢者のニーズ、行動、消費特性を分析し、さまざまなシーンでのユーザーエクスペリエンスのケーススタディを中心に行うものである。また、現地調査により日中間のデジタルヘルスケア製品の動向を探る。

3. 略歴

スウェーデン王立工科大学コンピュータサイエンスマネジメント専攻修了(修士(電気工学))

千葉大学工学研究科デザイン科学専攻修了(博士(デザイン心理学))

筑波大学プロダクトデザイン小山研究室 研究員(2021年~)

4. 研究業績

論文 : Content analysis of appeal in Japanese television advertisements---Case study of laptops and Over-The-Counter drugs. P7. The 11th Japan Symposium on Affective Science and Engineering. Xiaofan Zhang, Haruo Hibino, Shinichi Koyama. (2016)、Influence of informational and emotional appeals of advertisement of vegetables produced by plant factories on purchasing intention. P27. The 15th Japan Symposium on Affective Science and Engineering. Zhenke Hu, Zhenwei You, Xiaofan Zhang, Jingzi Piao, Haruo Hibino, Shinichi Koyama. (2013)等。

【禁止事項】

※無償・有償の別を問わず、弊研究所製品の再譲渡・転売を固く御断りしております。
ご注文をいただいた時点で、注文商品の再譲渡禁止・転売禁止の特約に合意したものとみなされます。
再譲渡・転売が発覚した場合は、弊研究所から損害賠償請求をする場合がありますことを予めご理解いただき、再譲渡・転売を行わないようご注意ください。

【著作権について】

※弊研究所製品の著作権は、ご購入者に譲渡されません。弊研究所製品を弊研究所の事前の書面による許諾なしに、複製、公衆送信、頒布、改変、編集、転載等する行為は、著作権法で禁止されています。また、営利、非営利を問わず、内容の全部または一部について、無断転載を禁じます。弊研究所の著作権を侵害する行為を発見した場合には下記連絡先までご連絡ください。

【免責事項】

※本論文集は、特定の金融商品の売買を推奨するものではありません。
金融商品の売買は購読者ご自身の責任に基づいて慎重に行ってください。弊研究所は購読者が行った金融商品の売買についていかなる責任も負うものではありません。

【お問い合わせ先】

公式ホームページよりチャットにてお問い合わせ下さい。
HP: <https://haradatakeo.com/>