

## 二つのモデルが訴えるもの

### ——知識の新プラグマティズム素描——

西脇与作

#### 1. はじめに

まず、次のような要約を読んでほしい。

物理世界の古典的描像は決定論的で、確率が入り込む余地などないが、偶然に支配されているとしか実感できないのが私たちの生活する世界である。決定論的な力学モデルと偶然的な確率モデルは相容れないモデルであり、そのためニュートン力学を普遍化しようとしたラプラスは確率を信念の正しさの度合いという主観的解釈で捉え、決定論は物理世界の特徴、確率的な判断は心理世界の特徴と分け、両者の棲み分けを考えた。だが、19世紀末に確率・統計が気体分子の運動の説明に使われ出し、その後頻度解釈が統計力学で一般に採用され、それは現在も続いている。また、主観的解釈はベイズ主義として統計学で復活し、頻度解釈では不可能な個々の意思決定に言及するために主体の信念の信頼の度合いとして解釈され、重宝されてきた。頻度と信頼の度合いは異なる解釈であり、二つは両立しないというのが半ば定説だが、20世紀には量子力学で個別の物理的事象について確率が使われ、頻度ではない客観的解釈が必要になってきた。…

この要約の何が不自然かを明らかにし、異なる考えを提案してみたい。そのきっかけは、

力学モデルと確率モデルのいずれか一方が正しく、他方が誤りという択一的な判断に陥るのは、力学モデルと確率モデルが前提とする数学概念の違いによるものであり、そこから、いずれか一方だけが経験的に正しいといったことは出てこない。いずれか一方のモデルが使われる場合、他方は同時に使われることがなく、全く対立して見えるとしても、世界に両方の性質があるとすれば、二つのモデルを両立する仕方を使い分けなければならない、

という考えで、古典的世界観も、情報に基づく非古典的世界観も、その使用に関して同等と思えば、それぞれの場合に応じて使い分けことが肝要で、実際そうしているのが現実の姿である<sup>(1)</sup>。モザイク状の世界解釈で済ますところにプラグマティックな知識観の真髓

があり、世界はモザイクでなくてもそれを扱う知識がモザイクだと考えれば済むことである。

## 2. パルメニデスとゼノン：パルメニデス哲学の肯定とゼノンのパラドクスの否定

変化を不変のもので説明することに戸惑わなくても、変化の全面的否定には躊躇するものだが、それを最初に敢行したのがパルメニデスだった。存在するものはすべて不変で、生成も消滅もなく、運動変化は幻覚でしかない。この主張を文字通りに信じるには生命の進化や社会の歴史だけでなく、自分の誕生や死を含む生活経験を否定し、変化に翻弄される日常生活に眼をつぶらなければならない。パルメニデスの無謀とも思える主張を信じられないと思う人は多く、そのため彼の主張の証拠としてゼノンのパラドクスが考案された。昔からこのように言われてきた<sup>(2)</sup>。

だが、パルメニデスの主張とパラドクスを起こす運動の無限分割可能性の間には連関がない。パルメニデスもゼノンも運動を否定する。ゼノンが師の哲学を説得的に擁護するために考案したのがパラドクスで、運動を限りなく分割するとパラドクスが生じ、運動が否定される。だが、パルメニデスが否定する運動は「動いている運動」であり、「動き終わった運動」ではない。運動でも完結していれば存在できるのがパルメニデスの哲学である。完結した運動は分割でき、それゆえ分割でパラドクスが起こらないはずである。ゼノンの議論では完結、未完結にかかわらず、パラドクスが起きてしまうように見えるが、あくまで未完結の、動いている運動についてのパラドクスと考えなければならない<sup>(3)</sup>。そうではないと、ゼノンは師の哲学に背くことになる。

運動のもつ性質が矛盾することから運動を否定するのがゼノンだが、第一原因があると矛盾するゆえ、第一原因という性質をもつ神も存在しない、とは誰も推論しない<sup>(4)</sup>。パルメニデス哲学とゼノンの論証が運動を異なる仕方で否定することを使えば、パルメニデスの哲学を肯定しながら、ゼノンのパラドクスを否定できることになる。そして、それを実現したのが極限を使った近代的解決であり、そのような解決のできることが二人の主張の違いである。

パルメニデスの哲学は難解で、次のような思考と存在の関係に関する基本前提からなっている。

対象を考えることができるなら、それは存在でき、その逆も成立する。

対象が存在しないなら、それは存在できない。

これら二つの前提から、「存在しない対象について考えたり、語ったりすることはできない」ということになり、この命題から「存在する」 $\Leftrightarrow$ 「存在できる」 $\Leftrightarrow$ 「存在を知る」がそれぞれ同値であることが導き出され、様相（modality）の無視が明らかになる。そして、次の命題が導出される。

生成消滅や運動変化はない。

存在、存在可能性、思考可能性の間の区別をしない彼の哲学に近い現代的モデルとして Block Universe Model（巻物モデル、塊状モデル）を取り上げてみよう<sup>(6)</sup>。それが数学的モデルであることから、モデルの中では「存在していること $\Leftrightarrow$ モデルで考えられていること $\Leftrightarrow$ 数学的に可能なこと」が明らかに成立している。このような述語の同一視は様相の無視と言われてきた。可能性と必然性、信念と事実が同じと看做されることは、様相の無視と片づけるより、どのような表現が同義とされるかという視点からみた方がわかりやすい。可能なことと事実とが同じということは、可能な表現を使うことが禁止されることと同じである。変化がないことから、それを表す表現が全て禁止されることになる。それがパルメニデスの哲学が主張する世界である。どんな数学モデルも、そこで真の内容が物理的モデルになっていると考えれば、それが変化のないパルメニデスの世界ということになる<sup>(6)</sup>。

パルメニデスの前提が正しいとすれば、物理世界を相空間（Phase Space）で捉え、それに時間軸を加えたモデルと考えることができ、これは絵巻物のように世界のすべてがその時間発展に沿って記述されるモデルであり、時間の次元を加えることで絵巻物に描かれた対象はすべて静止した巻物モデルとなる。そこでは運動変化が動いている形態では存在せず、完結した仕方では軌跡として存在している。対象の生成消滅はなく、描かれた対象は存在であり、存在しないものが現れたり、存在するものが消えたりすることはない。このモデルには変化がなく、ユークリッドの幾何学的世界と同じである<sup>(7)</sup>。

過去のもの、現在のもの、未来のもの、あるいは可能的なもの、現実のもの、語りうるものの区別はこのモデルにはない。すべては「存在する」という語で表現され、存在しないものは描かれない。パルメニデスがこのモデルを採用したという証拠はないが、運動変化が幻覚に過ぎないという理由はこのモデルで十分説明できる。だが、このモデルを実際に使っている物理学では変化を扱っているし、扱わなければ話にならない。では、巻物モデルで運動変化の説明はどのようにして可能なのか。今までの説明からは、動いている運動は扱えないが、動き終わった運動は十分に扱える、というのが解答であり、その詳しい内容は後述の「次元の変換」を参照してほしい。

### 3. 幾何学的な再構成：点や線の絶妙な定義

ユークリッド幾何学では点から線をつくるのが定義上できるが、手を使って作図する以外の仕方ではどのように線をつくるのかを構成的に示せ、と言われるとできない。点の定義からして不思議で、部分がない、つまりサイズの無いのが点である、と言われて訝しく思わない人はいない。物理的対象にサイズがないなら、物理世界に存在することさえ覚束ないことが直ぐにわかる。物理世界に存在しないからこそプラトンの存在なのだ、と安堵する人もいないだろう。その上、サイズの無い点が集まって線ができ、その線も長さはあるとしても太さがなく、線からつくられる面は面積があっても厚みがないということになっている。こんな存在では物理世界を正しく表現などできる筈がないというのが理屈である。

だが、私たちはその幾何学をギリシャ以来不自然なものとは思ってこなかった。線に太さがあり、面に厚みがあったら、長さ、面積、体積の計算がうまくいかないことを十分承知している。幾何学的対象が存在し、しかるべき性質をもつためには、サイズの無い点、幅の無い線、厚みの無い面が不可欠である。物理的な対象がいつでも確定した性質をもつと言えるにはユークリッドの定義に従わなければならない。

以下に挙げるものはユークリッドの『原論』で述べられた定義の中の最初の三つである。

1. A point is that which has no part.
2. A line is breathless length.
3. The ends of a line are points.<sup>(8)</sup>

点にサイズがあり、延長をもつなら、点は部分をもつことになり、定義1に反する。それゆえ、点にはサイズがない。また、点にサイズがあれば線にもサイズ、つまり幅があることになる。だが、これは定義2に反する。よって、定義の1, 2いずれからでも「点にはサイズがない」ことが得られる。また、線を限りなく短くしていくと最後にはサイズの無い点に至る。この「サイズの消失」を量から質への転換などと考えるべきではない<sup>(9)</sup>。

次のような問いを使って、点について見直してみよう。

点から線はつくれるか。線を分割していくと点になるか。

[解答 1]

点には部分がなく、それゆえサイズがない。サイズの無い点をいくら集めてもサイズが

生まれる筈がない。点から始める限り、サイズの生まれる原因や理由がどこにも見当たらない。だから、「延長のないものから延長は生じない」、「何ものも理由なしに存在しない」といった形而上学の原理に従って、上の各問いについての答えはNoである。

#### [解答 2]

区間  $[0,1]$  が 0 と 1 の間にある個々の点を含んでいるように、実数の集合は個々の実数を含んでいる。点から線ができ、線は点に分解できる。線は点の集合であり、点は線の要素である。それゆえ、上の各問いについての答えはYesである<sup>(10)</sup>。

二つの解答を示されると、私たちはいずれが正しいか迷い始める。二つの正反対の解答を見て、古典的世界観が明瞭に理解され、共有されているのではないことを示す証拠だと思ふ人、古典的世界観より古い世界観がまだ残っているからだ、あるいは新しい世界観が侵入したからだと思ふ人、様々であろう。いずれにしろ、正解は[解答 2]で、その理由は「実数」概念にある。実数を使って線を解釈すれば、その線上の点の一つの実数値に対応する。例えば、区間  $[0,1]$  にある点をすべて集めれば区間  $[0,1]$  をつくることができるし、区間  $[0,1]$  を限りなく分割していけば点である個々の実数値に到達できる。具体的にどのように点を集めるか、どのように線を分割していくかの細部が曖昧だという漠然とした不安は残るが、点から線をつくることができ、線を分割し続ければ点に到ることは実数に関する定理として証明できる<sup>(11)</sup>。実数の性質を覚えていれば答えはYesとなる。私たちのように実数を使って点や線を考えるならYesが答えとなり、自然数を主に使い、実数は使わなかったギリシャ人なら答えはNoとなる。実数は連続的だが、自然数は離散的で、それが解答の違いを生んでいる<sup>(12)</sup>。

#### 4. 巻物モデルと運動のパラドクス

パルメニデス哲学の真髄は運動変化に代表される自然の変化を理解する最も重要と思われる仕方を他に先んじて述べた点にあり、その原理に従うモデルは現在の物理学が前提する巻物モデルと同じという結論を得た。ゼノンのパラドクスは形而上学の問題か、物理学の問題か、あるいは、運動の表現の仕方の問題なのか。その決着さえ一筋縄ではいかないが、論証の仕方を見よう<sup>(13)</sup>。

仮定：運動がある、  
運動は限りなく分割可能である、

アキレスはカメに追いつけない、  
だが、アキレスはカメを追い抜く、  
これは矛盾である、  
それゆえ、運動は存在しない、

というのがパラドクスの普通の理解だが、これは相当に乱暴な推論である。これが形而上学の大胆さだとしても、運動を認めた上での物理学的な推論とは随分異なる。帰謬法を使った推論であることに注目し、運動を捉える分割障害がパラドクスを引き起こしていると考え、それを直すために、

仮定：運動は限りなく分割可能である、  
運動がある、  
アキレスはカメに追いつけない、  
だが、アキレスはカメを追い抜く、  
これは矛盾である、  
それゆえ、運動は限りなく分割できない、

と考えてみよう。ここに登場する「限りなく」はギリシャ時代の常識から「可算無限 (countable infinity)」のことである。では、この論証の結論部分「運動は限りなく分割できない」はどのように解釈できるのか。「三角形の内角の和は 180 度である」の否定が「三角形の内角の和は 180 度より小さい」と「三角形の内角の和は 180 度より大きい」の二通りに分けられるように、次の二通りの解釈が出てくる。

#### <古典的解釈>

仮定：運動は限りなく分割可能である。  
運動がある。  
アキレスはカメに追いつけない。  
だが、アキレスはカメを追い抜く。  
これは矛盾である。  
それゆえ、運動は非可算 (uncountable) 回分割可能である。

#### <非古典的解釈>

仮定：運動は限りなく分割可能である。

運動がある。

アキレスはカメに追いつけない。

だが、アキレスはカメを追い抜く。

これは矛盾である。

それゆえ、運動は有限（finite）回分割可能である。

以上の議論から、ゼノンの論証は運動変化の否定に向けられたというより、運動の無限分割可能性に向けられたものと言うことができ、それゆえ、真っ向から運動を否定するパラドクスではないと考えることができる。どの前提がより信頼できる主張かといえば、運動の存在であり、運動のもつ性質としての分割性は確実性が低い<sup>(14)</sup>。それゆえ、以前に述べたパルメニデスの変化否定の理由とゼノンのそれが異なることが一層もっともらしくなる<sup>(15)</sup>。

## 5. 表象と情報

実在は自ら語らないが、それについて語られると情報として利用できる。そこで、実在と情報を比較しながら、それらに対する態度の違いを明らかにし、「不確定な実在」という概念を探ってみよう。

実在する対象を定義するにはその対象の表象や情報を使う。その情報が完全であれば、その完全情報を使って実在を定義できるだけでなく、構成することも原理的には可能となる。完全性はどのような理論を使うかに依存するので、知識に相対的なものである。それゆえ、完全情報による実在の定義は実在そのものではない。いつも完全な情報が手に入るわけではなく、むしろ不完全な情報に基づく場合がほとんどである。その「不完全な情報」という表現に対し、不完全な実在、不確定な実在となると、ほとんどの人が奇妙な表現という印象をもつ。それが証拠に、「粒子が 30%の確率で存在する」という確率的な表現は解釈無しには理解できない。私たちには不確定、不完全な対象の実在する姿を思い描くことができない。この実在観は古典的世界観に由来すると考えられてきたが、古典的世界観の前提と考えることもできる。だが、不完全な情報は容易に理解でき、それは不十分な知識で実在について語る際の工夫なのだという了解がある。

「確定していない実在」という概念の奇妙さは何に由来するのか。その根本にあるのは幾何学的な定義、前提である。既述のように、「いつでも、どこでも確定的な値をもつ」ということは幾何学によって保証され、それを認めるなら不確定な実在は存在することさえで

きない。それゆえ、確定性とは対象が元来もつ性質かどうかについて解答を探す前に、まずは幾何学的な数学モデルのもつ数学的な性質だと考えることができる。確定した値をもつ対象がそれに対応する確定した性質をもつかどうかについて形而上学的な判断をせねばならないということはない。同じことは連続性についても主張でき、連続する変化はまずは数学的な性質である。知覚レベルの連続性は曖昧ゆえに数学的な連続性に置き換えて議論される場合が多い。連続性も確定性も物理的な対象がもつべき性質ということになっているが、それを予め保証するのが対象を表現するために使われる幾何学である。二つの性質はいずれも古典物理学の前提であり、物理量のような物理的性質ではなく、それらを表現する幾何学がもつ数学的性質である。

実在の代理となる情報が実在と根本的に異なるのは、情報が分割可能で、しかも最小単位（ビット）をもてる点にある。それゆえ、「部分的な情報」とか「確定していない情報」といった表現が意味をもつ。一方、実在はそのようなことができず、複雑なものを単純にするのは私たちの思考の中でであって、実際の実在は分割すると意味を失ってしまう場合が多い。物体は分割されて分子や原子に戻るとしても、分割される前は椅子や机という対象である。実在が変容不可能な対象として与えられるのに対し、情報は私たちが自由に操作できるものと受け取られてきた。この違いは大きく、知識も操作可能だが、その操作は論理的、言語的な変形操作に限られ、情報の方が遥かに融通無碍である<sup>(16)</sup>。

表象は情報を使ってつくられる。勝手に操作できない実在や運動ではなく、それらの表象や情報を巧みに駆使することによって本物を使った場合とそれ程変わらない成果を挙げてきた。実在を探究するにはその表象や情報は不十分でも、実在を活用する場合はそれで十分間に合うのである。

## 6. サンプリング

個体や概念、集合は私たちの眼に見えない。見えないだけで、存在するのか。ほとんどの集合は私たちがつくったに過ぎない。しかし、中には存在するように見える集合もある。特に、個々の生物種は実在しているように思われる。むろん一つの種を包み込む膜自体は見えない。これが細胞膜とは違うところである。外延には膜がない<sup>(17)</sup>。そのため、外延は見えない。

数や図形が表現手段として使われてきたように、集合や概念も名辞を介して何かを表現するためにつくられ、使われてきた。集合や概念が自らの存在を主張しなければならないことが19世紀末に起こった。気体集団は概念であると同時に、眼前のフラスコに密封された物理的存在であり、集団として物理的性質を担うものだと思われた。だが、自然化や

物理化は個体の場合と集団の場合で違いがあるのか、集団のもつ性質は個体に還元できるのか、このような問が残ったままである。

サンプリングを使って自然選択と遺伝的浮動を考えてみよう。自然選択を人為選択とのアナロジーを使って説明しようとしたダーウィンの基本構想は見事だが、ダーウィンが考えつかなかった遺伝的浮動は自然の中で起こるサンプリングエラーだと考えられてきた。かつて、マクスウェルは観測誤差を処理する道具と見下されていた確率論を気体分子全体の運動を記述する新しい武器として使い、統計力学の礎を築いた。サンプリングをマクスウェルと同様に積極的に進化生物学に適用し、自然選択と浮動がサンプリングによって説明される進化過程であると考えてみよう<sup>(18)</sup>。

サンプリングは自然科学で本来使われない擬人化の一つである。自然科学の概念や装置を社会科学で援用するという通常の戦略（自然化）の逆になっている。自然科学の概念や装置をそれ以外で使う場合には、より豊富な文脈が用意されているのに対し、反対の場合はより貧弱な文脈しか用意されていないため、概念や装置を生かすための付加的な配慮が必要となり、物理的な対象や出来事間の因果過程だけでなく、情報の変換と伝達の過程も含まれることになる。人為選択とサンプリングは人間の行為やその意図が入った概念という点で物理学や生物学の通常概念とは異なり、科学的な活動の場面には煩瑣に登場しても、科学理論の中には滅多に顔を出さない。ランダムサンプリング（任意抽出）のために作為が働かない工夫、例えばコイン投げ、乱数表の利用等が考案されてきた。公平なサンプルを採ることが母集団の特徴を正しく知るために求められているためである。一方、人為選択は意図的に変異を起し、それを巧みに使ってある形質を固定することを目指している。この文脈は自然を客観的に扱う古典的な科学探求にはない文脈で、科学技術や科学利用を考察する際の文脈と同じである。人為選択もサンプリングも人が知識を使って世界に働きかける活動の一つである。

選択とサンプリングは極めて似ており、サンプリングを前提し、それを使って選択と浮動を統合的に説明することができる。選択と浮動についてサンプリングを使って考察することは、集団の物理現象を確率・統計を使って考察するのによく似ている。いずれも対象は集団現象であるが、集団の要素である生物個体と粒子には大きな違いがある。気体分子は位置や速度は違っても、みな同じ分子であるが、生物集団のメンバーは個体差をもつ、みな違った個体からなっている<sup>(19)</sup>。気体分子は同じ分子の集合で、各分子は位置と速度以外は全く同一のコピーと考えて構わない。多くのコピーからなる集団という特徴がある。一方、生物集団はみな異なる、個性溢れる集団で、しかも同じ集団に属するための共通の形質ももっている。この二つの集団の変化を考えるために、二つの集団の辿る過程を正し

く記述できなければならない。統計力学での気体分子の集団変化は、その分布や頻度を使って表現されるが、個体集団の変化は主に世代交代を通じた頻度変化を使って表現される。生死や世代交代はサンプリングと同じであり、生死の有無がサンプリングの有無と重なっている。同一分子の存続が分布や頻度の時間的変化に関心を向かわせ、異なる個体の生死がそこにサンプリングを介在させることになる。

存在することとその変化を語ることは、生きることとその変化を語ることは違って単純である。この単純さが生死より存在を中心にした哲学議論を賑わしてきた。確かに存在には生死をもつものの存在も含まれていることになっているが、その考察は決して十分ではない。

サンプリングも選択と同様に変異、遺伝を前提条件にする。変異の中には物理量として表される性質以外に、相手の存在や、相手の反応によって決まる性質、情報のやり取り等、生物的な性質が含まれている。また、遺伝は情報の遺伝であり、それゆえ、基本的な進化過程では物理的でない性質や情報が意味をもち、それらを十分反映したサンプリングの自然化が必要である。例えば、コミュニケーションという概念が認められるような過程でなければならない。

## 7. 次元の変換

古典的な解析幾何学的構図には人間の知覚経験が無視されていると信じられているが、この経験不在の客観的世界像は誤っている。座標系の原点の役割は観測者の視点の位置だということを思い出してほしい。観測者は原点に集約され、表現されている。点と同じく観測者はモデルのどこにも存在しないが、原点を任意に選び、そこから世界を表現できるという特権をもっている。対象や知識も原点で仮定され、擬人的想定さえ原点を通じて可能になる<sup>(20)</sup>。

視点の導入によって巻物モデルの中に変化を生み出すことができる。4次元の世界にある軌跡は、3次元ではその軌跡上の運動変化として現れることになる。時間軸を取り去るという次元の還元が運動を見る視点の導入によって知覚的な動きとして補完されるのである。また、3次元の空間上の直線は2次元では一点から延び続ける線としてその先端が動いているように知覚（＝補完）される。その動きはある視点から見た動きで、典型的な視点は「過去、現在、未来」と時制で表現される時間的な視点である。3次元世界で対象が運動する様子は「過去から現在まで描かれ終わり、未来はこれから描かれることになる」ように経験されるが、4次元世界ではこのような時制の区別は登場せず、その必要もない<sup>(21)</sup>。これを図式化すれば、次のようになる。

4次元世界の表象・記述  $\Leftrightarrow$  (3次元世界+視点) の変化の表象・記述  
 $n$ 次元世界の表象・記述  $\Leftrightarrow$   $((n-1)$ 次元世界+視点) の変化の表象・記述  
 (いずれも付加・還元されるのは時間軸)

上の $\Leftrightarrow$ の左右は同値だろうか。論理上は同値だが、意味上では異なるといったことは、物理学と日常生活を比べただけでも明らかである。異なることは明らかなで、私たちの経験に言及するかしないかという点だけ見ても異なっている。問題は違いではなく、共通点である。

私たちは左右、前後、上下と移動できるが、時間上の移動は不可能である<sup>(22)</sup>。こうして、「運動変化が幻覚に過ぎない」ことは、「次元(時間軸)の還元を補完するために知覚される運動変化が必要である」ことを意味している。完成された変化、完結した運動が記述・説明されるべきもので、それは時間軸を加えることで可能となる。運動変化を把握するには完結した運動変化でなければならず、運動変化の途中だけでは不十分である。次元を増やせば変化はなくなり、それゆえ、変化は次元の補完のための一方便であり、したがって変化は幻覚に過ぎない。

私たちは遠近法を使うことによって3次元の構造がわかる。これは私たちが3次元を知っているからで、同様に3次元でも運動の存在を経験することによって時間経過がわかる。遠近法と運動はいずれも高次の次元で表現できるものを巧みな工夫によって部分的に表現したもので、運動の経験は軌跡としての運動の不完全な表現と考えることができる。遠近法を駆使した絵が対象のすべての面を同一画面に表現できないという意味で不完全だとすれば、それと同じように運動経験も不完全である。運動変化を完全に理解するには少なくとも完結した形で捉えなければならない。

パルメニデスの主張はモデルの不変性、そして、対称性(symmetry)につながる。3次元のどこかで過去と未来を眺める際に、記憶や経験を全て取り去り、過去と未来に同じ条件で対峙すれば、過去と未来を区別することはできなくなるだろう。区別があるとすれば、その非対称性は物理的でない、視点や記憶、経験という認識的なものに求めることになるからである。ともあれ、パルメニデスの変化の否定はゼノンのパラドクスが主張する運動変化の否定とは異なっていた<sup>(23)</sup>。

力学モデルは当該の理論と関連する知識の組み合わせによってつくられ、俯瞰的な視点から眺めるという特徴をもつ。確率モデルは実験や観察と同じで、未来が操作的に探られ、試されるところにその特徴がある。確率モデルは自然への働きかけ、操作という「探り」

を入れる点で力学モデルと異なっている。サンプリングも選択もそのような操作からの結果であり、決めるための操作を前提にして、決める結果が予測されるという仕組みになっている。決ったことだけで成り立っている力学モデルが4次元の巻物世界を背後に前提しているのに対し、確率モデルはサンプリングや選択という決める操作を前提にして、決める結果を描いたものになっており、自然への働きかけが前提に顔を出しているという点で力学モデルと違っている。「何を決めるか」が仮説として表明され、決め方が仮設になっていても、決める具体的な手続きやプロセスは決める仕方の展開次第である。結果は決るのであり、決めるのではない。

一回だけのコイン投げは確率的な出来事ではない。数回投げ続け、その記録がとられ続けると、個人差はあれ、何回目かから、これは確率的な出来事だと思い始める。それを俯瞰的に、相当数投げたものとして全体を眺めると、確率的な出来事としてしか見ることができないように変わる。公平なコインは裏表の出方が50%であるにもかかわらず、3次元の主体には一回ごとの目の出方はわからず、心理的緊張の中で決断を迫られることになる。

運動変化と同じように、サンプリングの巻物モデルを考えた場合、サンプリングを運動変化の一つと見ると、バイアスは4次元モデルではどうなるのか。

経験的な変化なしーバイアスなし：4次元モデル

経験的な変化ありーバイアスあり：3次元モデル

上のような対応があれば、サンプリングをうまく特徴づけることができる。日常の経験の中ではバイアスが存在し、コイン投げやサイコロ振りはバイアスのほとんどない稀有な例でも、バイアスがないことを検証するのは厄介で、最終的には経験的ではない大数の法則が必要となる。公平なコイン投げの4次元像は大数の法則が成立する系列が完結した姿である。

確率の公理は確率測度の特徴づけであり、測度は連続的な実数値である。確率モデルの基本事象は通常の出來事であり、力学モデルでは点としての対象が運動するのに対して、確率モデルでは出来事が点として枚挙されることになる。確率モデルは枚挙が終わったときのモデルであり、それは文字通り枚挙の結果としての頻度や分布が確率であることを表現している。主観的解釈は展開されている途中の出来事に対する信念の確率を表現しているとみなされるが、客観的な頻度解釈は全ての出来事が完了したときの確率である。点としての出来事は一つひとつが確定的である。巻物モデルでわかる頻度解釈の完全な形式は、問題も含んでいる。ある地点、瞬間の状態の確率は、連続的な時空では常に0である。こ

の命題から、状態ではなく事象や出来事を確率値の付与されるものと見なければならないことがわかる。

バイアスを結果する原因がサンプリング以前のどこかに存在する。その原因を排除すればバイアスのないサンプリングが可能になる。バイアスは局所的な揺らぎやむらによって生じるが、この他に数学的なバイアスがある。それが浮動である。集団が生存と生殖を行う限り、サンプリングが存在し、その存在が不可避免的に浮動を帰結する。これは物理的なものではなく、そこから浮動が力でも過程でもないことになる。集団遺伝学のモデルが収支報告だけであるという主張は、収支報告であることが不可欠で、それが枚挙の場合の 4 次元モデルであることを意味している。経験内容ではなく、経験した結果の記述が 4 次元モデルで与えられる。

知ること、経験することは 4 次元では消えている。3 次元での復活は、しかし、経験するという動きの中でしか起こらない。それを記憶し、情報として再現できるが、それが本来の 4 次元の出来事と同じかどうかを確かめる術はない。だが、4 次元の世界（＝理論）の理解に抵触しない形で知識、認識を考えることはできる<sup>(24)</sup>。

## 8. 決定論と偶然の両立性瞥見

自由と決定の対立は、相対論と量子論の対立を認めているのと同じ仕方で認められてもいいのか。自由と決定の対立は、何かを実行するために必要な決定論的仕組みと未来が決まっているという決定論の主張が見かけ上対立しているだけと考えるべきで、相対論と量子論の対立とは根本的に異なっている。行為の実行には「決める」仕組みが求められ、未来が決まっているのは「決る」仕組みによって保証される。「決める」ために必要な決定論的仕組みと、「決る」ために必要な科学法則が同じとは考え難い。このような切り替えの芸当を可能にしているからくりは矢張り次元変換にある。

なぜ 4 次元では経験が掴めないのか。4 次元のモデルは対象を外部から俯瞰的に眺めた全体であり、視点もある瞬間の視点ではなく、時間軸全てに渡った視点である。だが、経験は経験する主体を外から眺めただけではないものをもっている。どこか主体の内側で知る、感じるものが起こり、それを表に出さないことや、その経験自体が世界に対象としては存在しないことを思い起こせば合点がいくだろう。

外から眺めるという経験しかできないのが 4 次元であるのに対し、3 次元では内に感じることを経験できる。外から見る自分と自分を内から見る場合、それぞれの見え方は当然異なっているが、いずれかに優劣をつけるものではない。デカルトが内を、行動主義者が外を強調してきたことは周知のことである。私たちの立場に関して、心の哲学ではデカル

トに対抗する行動主義として扱われる場合がほとんどだが、私たちの場合は次元の違いによるだけで、対立するものではない。

これと同じような議論を実無限と可能無限の違いに関しても展開できる。4 次元的な枠組みで無限を捉えるか、それとも 3 次元的な世界で無限を考えるかで、同じ無限が異なる理解のされ方をすることが容易に想像できる。動いている運動のように可能無限は限りなく枚挙が続くことを意味し、動き終わった運動のように実無限は枚挙し終わった無限である。ところで、「動いている」ことと「動き終わった」こととを私たちはどのように識別しているのか。運動が続いている状態の物体を無理に止めれば運動は終わる。だが、どこで止めた運動も運動していた瞬間や動いた地点の数は無限であるのに対し、枚挙している状態の動作を無理に止めれば枚挙の動作は同じように終わっても、そこまで枚挙した数は有限でしかない。それゆえ、実無限と可能無限の対立は運動の場合とは異なる側面をもっている、と言いたくなる。だが、これは一方が可算無限で、他方が非可算無限であることから生じた些細な違いに過ぎない。枚挙を連続的に行えば、運動と枚挙は同じように連続的となり、同じ内容の話であることになる<sup>(25)</sup>。

## 9. 最後に：新プラグマティズム素描

世界の本来の姿がわからなくても、そして本来の姿と違って、私たちが経験する世界像、つまり世界の表象や情報がその本来の世界を映し出していれば、それら表象や情報を生み出す知識は経験的に十分信頼できる理論とみなすことができる。これがその理論が世界についてのモデルになっているということであり、その限りで知識や理論は正しい。これは科学的な経験主義としてモデルこそが理論であると述べられてきた主張と基本的に同じであり、私たちはモデル間の対立を含む関係を二例考え、次のような結果を手にした。

$X$  と  $Y$  のいずれが正しいかという尋ね方で議論されてきた哲学の多くの問題が本当にまともな問題だったかと振り返ると、異なる立場からの異なる主張でしかなく、公平な議論からはほど遠く、それゆえ、いずれの結論が真なのかもはっきりしないままだった、というのが偽らざる事実である。この是正の例を本文で述べたが、その解決の仕方が新プラグマティズムの提唱につながっている。

表現レベルの議論と実在レベルの議論が巧みに組み合わされているのが通常の哲学の議論である。だが、それを細かく見ると、表現レベルの事柄が実在レベルの結論の主要な理由になっている場合が多い。影についての物理学が物理的対象についての物理学と異なるように、この結論も信用できない結論になる場合が多い。動画は 1 秒間に 20 枚程度の僅かに異なる静止画像からつくれるが、本物の運動を静止物体から物理的な力に頼らずにつく

ろうとすると、今の私たちにはつukれない。知覚される運動はつukることができるが、運動そのものはつukれない。理論も動画に似たところがあって、実際の出来事や過程のある側面を描き出すとしても、それは本物と違った仕組みで描き出し、描いた結果だけが符合しているということがある。ここにプラグマティズムの二番目の主張がある。それは、理論が知識だけでなく、情報に関わっている、という主張である。

使われる知識とは情報であると言ってもいいほどに、20 世紀以降情報という言葉は私たちの世界で氾濫を続けている。次の問いを比較してみよう。

これは何色か？

色とは何か？

これら二つの問いは哲学者の間では基本的に異なる問いと考えられてきた。そして、哲学は二番目の問いを専ら扱うとも思われてきた。だが、「色とは何か」がわからないと「これは何色か」に答えられないなどと考える人はいない。解答に対して「理解する」といった納得だけで終わる終わり方と、次なる目的や仕事のためにその解答がさらに使われ、推論や行為の一要素を構成する、といった終わり方とでは大変異なっている。知識は世界の出来事や現象を表現するだけではなく、世界やその中の対象について説明し、ものを生み出し、行為を実現する。表現することと使うことは異なっており、その区別が前の二つの問いの違いになっている。解答が世界の中の対象の性質や特徴を述べていることがプラグマティックな知識の最初の条件である。「色とは何か」は対象の性質を問うているのではない。色の本性を知りたいための問いであり、色が探求の的になっている。使われる知識と探求される知識はきわめて異なった役割をもっている。使われる知識は情報である。探求されているものが知識になる可能性をもつことはわかっている、それがどんな知識かはわからない。わかった時点とはそれが使われ、効力を発揮する機会を獲得する時点である。使うことによってわかることが保証されるだけでなく、その内容が明らかになるのである。わかるから使うというのではなく、わかったかもしれないので使ってみる、そしてそれが正しいかどうか確かめてみる、それらによってしっかりわかることになるのである。

このような特徴をもつ姿勢を新プラグマティズムと命名しても大した意味はないが、混迷する哲学議論にある程度の指針となるのではないか。そんな淡い期待がこの論文の結論というのは余りに淡い結論と言われれば、それを甘受しなければならないだろう。

#### 註

(1) このような主張の代表者が科学哲学者の van Fraassen である。

- (2) パルメニデス、ゼノンに関する研究は私には専門外であり、文献の講義ノートを主に参照した。
- (3) 20 世紀後半に登場する Supertask と総称されるパラドクスは到達点が定まってい、実無限を認めないとパラドクスそのものが語れない形になっている。
- (4) 通常は神からその厄介な性質を切り離し、神の存在を守るが、ゼノンの論証では神の存在を否定する仕方を取り、運動を否定する。この不自然さについては後述参照。
- (5) Block Universe Model に関する文献は Petkov のみを挙げてある。
- (6) 様相は論理の問題としてだけでなく、モデルの中の存在の仕方として考察する必要がある。私たちは経験世界を多彩に述べるが、それを存在だけで述べることは極端な禁欲を強いることになる。さらに、このモデルが 4 次元で、4 次元世界の対象を扱うとなると、4 次元特有の存在の仕方をもつことから、これを想像するのは簡単な図形さえ巧みな工夫と推論を必要とする。
- (7) パルメニデスの別の主張と言われている一と多の問題はモデルの世界全体が一つであり、相互につながり、全体論が成立していることから説明できる。運動はモデルの次元と深いかわりをもっている。運動を変化しない形で捉えるために次元が使われ、運動の「動いている姿」は次元を取り去ることによって現れる。次元と運動の関係は後述参照。相空間の次元は粒子の数  $n$  に対し  $3n$  次元であるが、これは時間を含まない空間であり、それゆえ、運動変化が空間内で変化する経過、動いている様として表現されることになる。空間の各次元は運動ではなく、延長に関係し、そのため、運動に関わっているのはもっぱら時間軸ということになる。
- (8) ユークリッドの定義は Heath の訳を用いた。
- (9) 自然に「サイズがあり、部分がない」ことは、自然に「サイズがあれば、部分がある」という主張と両立しない。ここでの違いは自然が「分割できない」ためである。原子論での原子の全体性と全体論での宇宙全体の全体性は異なっている。ユークリッドの定義を使った場合、原子が部分をもたないことから、分割性を使って原子がサイズをもたないことを証明した。宇宙は当然サイズをもつ。しかし、それは部分をもたないというのが全体論の主張である。すると、原子論では「サイズがあれば、部分がある」という主張が正しいのに、全体論では「サイズがあつて、部分がない」ことが正しい。分割可能性が両者を分けており、分割可能性が成立する原子論ではそれを使って「サイズがあれば、部分がある」が証明されているが、全体論では全体は分割できないという主張から分割可能性が使えない。それゆえ、サイズがあるのに、「部分がない」と仮定しても矛盾は生じない。だが、分割可能性が使えないことの代償は大きい。
- (10) [解答 1]の真意は「0 をいくら加えても 0 のままである ( $0+0+\dots+0+\dots=0$ )」という命題を思い起こせばわかるだろう。[解答 2]は「サイズの点を集めるとサイズ (長さ) のある線ができる」ことを納得できるかどうかである。ところで、 $0+0+\dots+0+\dots=0$  は、+ が無限個あるなら、無限の加法はなく、... が何か判明しないと何を述べているのか不明であり、見かけと違って意味不明な記号の系列である。
- (11) 細部が曖昧だという漠然とした不安は、これら一連の操作が「構成的 (constructive)」に可能か否かに関する不安である。この不安を重大と考えた直観主義者は、不安は不確定なものの存在にあり、それを無視できないと考えた。私たちが数学的対象を具体的に作り出せるか否かという認識上の不安はあるが、それを無視することによってより広い範囲が射程に入り、広大な無限の世界を扱うことができると考えたのが通常の数学者である。
- (12) 上の問いはいずれも点や線に対応するものが物理的には時間や空間だと考えると従来の議論の自然な解釈になるが、対応するものが物質の場合はどうか。物質はサイズや延長をもっている。デカルトでなくとも誰もそのように考える。ギリシャの原子論は物質の分割には終着があり、それがこれ以上分割できない、不可分の「原子」であるという仮説であった。自然のどんな物質もその数がどれ程多くても有限に過ぎないという確信は、物質についてのこの原子論に由来している。それゆえ、私たちは浜の真砂の数や見上げる夜空の星の数を莫大だが有限個しかないと信じている。原子論が正しいなら、本文の問いはつまらない問いとなり、点である原子から「原子線」も「原子面」もつくることができ、そこに興味を抱くことは何もない。点と線の本質的な区別がなく、点にも線にもサイズがあり、その長さは単に程度の違いに過ぎない。それゆえ、No と答えた人の答えとその形而上学的理由は時空については誤っているが、物質については正しいことになる。物質に関する原子論とその無限分割可能性は、したがって、両立しない概念であり、いずれも論理的に正しいわけではなく、その意味で正に仮説である。それゆえ、時空の量子化 (= 原子化) や物質の無限分割化はいずれも論理上は可能な仮説ということになる。

- (13) ゼノンのパラドクスの展開は 20 世紀に Supertask という新しい様相を示すが、それについては Huggett 参照。
- (14) 運動の否定の方が劇的效果は高く、パルメニデスの主張に合致しているが、パラドクスの論証での無限が可能無限であるという確たる証拠はない。無限分割可能性の否定の方が安全で、その上運動を救うために古典物理学において採用されたと考える方が適切だろう。
- (15) 私が思うに、ゼノンのパラドクスは時空の分割可能性に関するパラドクスである。すると、それはパルメニデスの哲学それ自体を擁護し、補強するのではなく、古典力学に直接繋がる時空に関する最初の哲学的な主張と考えることができる。
- (16) 情報理論、量子情報に関する情報は氾濫気味であるが、文献表には基本的なものだけ挙げてみた。
- (17) 生物種に膜があるかどうかは長年「種が実在するか」という問題として議論されてきた。両性生殖する種は交配可能性を膜にする場合が多い。
- (18) 浮動が実際に存在するか否は Rosenberg の議論を参照。
- (19) 二つの集団の現象的な違いを列挙してみれば、その違いは明らかである。
- ・位置と速度が異なる、同じ粒子のつくる集団 — 個体差をもつが、共通の性質ももつ集団
  - ・生成消滅のない粒子の集団 — 生成消滅を繰り返す個体の集団
  - ・情報の遣り取りのない集団 — 情報を活用する集団
  - ・空間を動く粒子の集団 — 環境に棲む個体の集団
  - ・進化しない（保存則の成り立つ）集団 — 進化する集団
- 二つの違いを比較していくと、最後に登場する大きな違いは最初の僅かな違いから始まっていることがわかる。その僅かな違いとは二つの集団の違いである。最後の大きな違いが最初の違いから説明できるためには、最後の説明の文脈と共通するものが最初の違いにもなければならぬ。進化の源が最初の違いに起因しなければならぬ。
- (20) 現在主義、4 次元主義の比較は興味深いが、ここでは検討できないため文献のみ挙げておいた。
- (21) しばしば時間と時制の違いが問題になるが、時間軸の還元された空間で補完される運動はマクタガートの言う  $A$  系列と  $B$  系列の区別に対して、いずれでの運動とも考えることができる。還元された時間軸を補完する仕方は特に決まっていない。それゆえ、日常生活では  $A$  系列を、物理学では  $B$  系列を使って補完される。補完は他の座標軸でも同じようにでき、 $A$  と  $B$  の系列に対応する区別をすることができる。物理空間と生活空間、空間と場所といった区別ができるが、混合した組み合わせはメートル法の一部に尺貫法を使うようなものになる。
- (22) 時間の場合の視点と空間の場合の視点の具体的な違いは例を通じて知るのが適切だろう。また、「視点」は自然主義とどのような関係にあるのか。この問題は座標系の導入自体が自然主義にとっては最初から問題であり、実はユークリッド幾何学での図形の位置や他の図形との関係を考える際に、図形を回転・移動させる場合に暗黙のうちに気づかれていた問題である。座標系や視点が主観的であるとすれば、それらは認識的である。だが、座標系や視点そのものがモデルや図形に主役として登場しないのも確かである。視点はあがるが、それはモデルの要素ではない。視点は座標系によって間接的に与えられ、次元の増減によってはっきり表現されるのは変化だけである。
- (23) 対称性と時間の向きの関係は時間や空間の哲学には欠かせない課題であるが、本論文では敢えて無視した。
- (24) Tye の経験の透明性に近い考えである。
- (25) 実無限と可能無限に関する文献の中で、教育の見地から APOS 理論を参照。

## 文献

- Balashov, Y. (1999), 'Relativistic Objects', *Noûs*, 33 (Issue 3), 644-662.
- Balashov, Y. & Janssen, M. (2003), 'Presentism and Relativity', *The British Journal for the Philosophy of Science*, 54 (2), 327-346.
- Bennett, Charles H. & Peter W. Shor (1998), 'Quantum Information Theory', *IEEE Transactions on Information Theory*, 44(6), 2724-2742.
- Cohen, S. Marc, 'Lecture Notes: Parmenides', University of Washington.  
<http://faculty.washington.edu/smcohen/320/parml.htm>.

- van Fraassen, B., (2002), *The Empirical Stance*, Yale University Press.
- Dubinsky, E. & M. A. McDonald (2001), 'APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research', in Derek Holton et al. (Eds.), *The teaching and learning of mathematics at University level: An ICMI study* (pp. 273-280), Kluwer, Netherlands.
- Heath, Thomas L. (1956), *The Thirteen Books of Euclid's Elements (3 vols.)*, New York, Dover Publications.
- Huggett, Nick, 'Zeno's Paradoxes', *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.  
<http://plato.stanford.edu/entries/paradox-zeno/>.
- Jaynes, Edwin Thompson (2003), *Probability Theory: The Logic of Science*, Cambridge University Press.
- McTaggart, J.M.E. (1993), 'The Unreality of Time', in Le Poidevin, Robin, and McBeath, Murray (Eds.), *The Philosophy of Time* (pp. 23-34), Oxford University Press.
- Petkov, Vesselin (2005), 'Is There an Alternative to the Block Universe View?', in Dieks, D. (Ed.) (2006), *The Ontology of Spacetime*, Elsevier, 'Philosophy and Foundations of Physics', 1, (pp. 207-228).
- (2007), 'On the Reality of Minkowski Space', *Foundations of Physics*, 37 (10), 1499-1502.
- (Ed.) (2007), *Relativity and the Dimensionality of the World*, Series: Fundamental Theories of Physics, 153.
- Rorty, Richard (1982), *Consequences of Pragmatism*, University of Minnesota Press.
- Rosenberg, Alexander (1994), *Instrumental Biology or the Disunity of Science*, Chicago University Press.
- Shannon, Claude E. & Weaver, Warren (1949), *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press.
- Sider, T. (2003), *Four-Dimensionalism: An Ontology of Persistence and Time*, Oxford University Press.
- Tolman, Richard C. (1938), *The Principles of Statistical Mechanics*, Oxford: Clarendon Press, Reissued (1979), New York: Dover Publications.
- Tye, Michel (2002), 'Representationalism and the Transparency of Experience', *Noûs*, 36 (Issue 1), 137-151.

[慶應義塾大学教授・哲学]