

時間概念の変遷

早稲田大学理工学部 足立恒雄

たいていの人は時間が（物質と同じように）我々の存在と無関係に、万物に対して平等に、そして一様に流れている、ある先験的・客観的な実在であると考えている。「時間が一様である」とは時間軸を取って、それを実数体と見なせるということである。「時間が客観的な存在である」とは、時間の前後関係・同時性が客観的に決定されていることを意味する。こうした時間に対する認識はどのようにして確立されたかを探ってみたい。従って、以下に論じる時間をめぐる議論は主観的内面的な時間の考察は対象にしておらず、単に時間の数学的把握の歴史に関する考察であることを初めにお断りしておく。

§1 ギリシア

時間の概念は自然界の現象の周期性の認識から始まったと考えられる。「日：月：年」を決定しようという努力が科学の始まりであり、この比は有理的、すなわち周期の最小公倍数を取れば一巡して初期の位置に戻ると信じられていた。例えば中国の古典『淮南子』によると、日は一日に1度ずつ運行して、年に余りが4分の1度あるので、4年間、1461日を経るとともに帰る。天一（月）の運行も考慮すると76年目に日月はもとに戻る。これを1紀とする。全20紀、1520年で大終となり、3終して日月星辰は甲寅の原始に戻るとされている。しかし、決して「馮馮翼翼、洞洞濔濔」たる太始（天地開闢）にまで戻るわけではない。

古代中国では時間に関する考察はこれ以上進むことはなかったようである。一方ギリシア人は、以下に見るように、時間に関してかなり深い議論をしていた。

プラトンの『ティマイオス』における時間に関する考察は次のように要約できる：

- (1) 永遠はアイデアで、時間はその不完全なモデルである。
- (2) 時間は宇宙とともに生じた。
- (3) 時間は数に即して円運動をすると言われている。
- (4) 惑星は時間の数を区分し、これを見張るものとして作られた。

一方、アリストテレスは『自然学』の中で次のように論じている：

時間とはまさに前後に関しての運動の数である。時間はただの運動ではなくて、数を持つものとしての限りにおける運動である。われわれは物の多い少ないを判断するのに数をもってするが、運動の多い少ないは時間で判別している。だから、時間はある種の数である。ところで、数というのにも二義あるが、すなわちわれわれは数えるものおよび数えられ得るものを数と言うとともに、またそれでもってわれわれが数えるところのそれも数と言うが、確かに時間は数えられるものとしての数であって、われわれがそれで数えるところのそれとしての数ではない。

こうした見解は中世をも支配している：たとえば、「時間とはより先とより後による運動の数である」（トマス・アキナス『神学大全』第10問）

アリストテレスの考察を要約すると次のようである：

- (1) 時間は運動ではないが、運動なしに存在しない。
- (2) 時間は運動の何かである。
- (3) 時間とはまさに前と後に関しての運動の数である。
- (4) 運動はその大きさ（長さ、距離）に対応し、そしてこの運動に、時間に対応する。
- (5) 時間が連続的であるからには大きさも連続的である。というのは時間と大きさには同じ分割がおこなわれるであろうから。…一方が無限であるという同じ意味で、他方も無限である。
- (6) 飛んでいる矢は止まっているということになるのは、時間が不分割的な今（瞬間）の寄り集まりであると見なす場合であり、それが認められなければ、この論法は成立しない。
- (7) 時間が運動の数だという、その運動とは何か。総じて時間は一つの種を成している。故に時間とは何か一つのものによって、計られる。なかでも均等的な円環運動が最も優れた尺度であろう。
- (8) 変化は規則的でないが、円環運動は規則的である。ゆえに、時間は天球の運動である。そして時間そのものがある種の円環であると考えられる。

アリストテレスが時間と距離という二つの概念に数直線に対応させ、その結果としてこの二つの関数関係を考えることができるという認識を持っていたとは言えない。そればかりか、時間の実在性を明確に認識しているようには思えない。どこか我々の時間概念とはずれがあるようである。

ギリシアの哲学者で時間に関するまとまった考察を残したのはアリストテレスの他にはプロティノス（AD.3C）だけである。『エネアデス』の第III巻7節「永遠と時間」におい

てプロティノスはプラトンの『ティマエオス』を発展させて時間論を展開する。プロティノスはプラトンの考えを継承して、(有限)時間を永遠の像と考えることから始める。「永遠は聖なる知性の生命であり、時間は魂の生命である。そして時間は永遠の像である。」

こうした永遠と時間との関係も中世に盛んに論じられた。例：『神学大全』

永遠や瞬間を有限時間間隔の(一種の)極限と見る、近代的な思想は近代、特にガリレオの時代に始まる。ガリレオが独創したのではないにしても、そう違わない時代に考え出されたのであろう。

§2 中世

時間間隔を線分で表すという思想を最初に表明したのはおそらくは中世最大の数学者とされるニコル・オレム(1320?-1382)であろう。次は彼の『質と運動の図形化』による。

測定され得るものは連続量の様態に即して把握される。…(点、線、面といった)幾何学的なものにおいてこそ、測定あるいは比が存在する。他のものにおいては、幾何学的なものへ関係づけられるときに初めて、測定あるいは比が認識される。たとえ点や線が実在しないとしても、ものを測定したり測定量間の比を認識するために、それらを数学的に仮定しなければならない。それゆえ、連続的に獲得され得るすべての内包量は基体の上に立てられた直線によって把握されなければならない。…

内包量とは、それに従ってより白いかより速いかと言われるものである。ところで、内包量は…(無限分割可能であるので)線を用いる以上に適切な表現方法は考えられない。(第1部第1章 内包量の連続性)

というようなことで、第1部では図形による研究の意義が述べられる。重要なのは第2部においてなされる、時間を線分として捉えることができるという認識である。「時間は、単純な実体として何かを意味するのではなく、他のものと一緒になって何かを意味するのであり、それも精神の中でのみそうするのである。時間は、アリストテレスが言うように、存在するものと言えるものではなく、時の副詞、つまり共義語(sin cathegorematica)によって表示されるのが適切である。…時間のような継続は、内包量において増加せず、前後の両方向に延長するだけである。…時間は、いかなる仕方にせよ、決して非均一であると言われたいし、厳密な意味では均一であるとさえ言われたい」といった時間の非実在的な本性を論じた上で、

速さはすべて時間において持続する。それゆえ、時間あるいは持続は速さの長さを構成し、速さの内包量は速さの幅で示される。時間と線は（類を異にするので）直接に比較はできないが、線と線の間に比があれば、時間と時間の間にも比があるし、逆も同様である。（第2部第8章）

と述べている。

一方、ガリレオ（1564-1642）が書いた『天文対話』や『新科学対話』ではまったく無造作に時間は線分と見なされていて、何の形而上学的な時間論も展開されていない。ニコル・オレムとガリレオの間の200年間にどういふ発展があつてそういうことになったのかを知りたいところである。ルネサンス期のイタリアにその中間的な思想が見られるだろうと思うのだが、まだ納得のいく文献に巡り会っていないので、現在のところ私には疑問のままになっている。

ところで、抽象的な、物の存在と無関係に流れる時間というものの持つ「驚くべき実在性」の認識には時計の果たした役割が大きいという話をリチャード・モリスの『時間の矢』という本で読んだ（社会史家ルイス・マンフォードの指摘だという）。「自然のリズムから時間を分離し、また科学の発達にとって不可欠の、数学的に測定可能な系列という独立した世界への信念を生み出させるのを助けた」時計というものは13世紀末に冠形脱進機が発明された時を機に本格的な発達を遂げることになったのだという。それまでは均一に時計を進ませる方法がなかったので、一日に数時間も狂うのが普通だったという。1時間を分秒に細分することは14世紀半ばに行われた。そして16世紀の末には時計が社会生活にも影響を及ぼすようになったという歴史を知れば、オレムとガリレオの間の断絶は、意外なことに時計という機械がもたらしたものである可能性があることになる。

一方、ガリレオとほぼ同時代のシモン・ステヴィンは小数と10進法の普及に貢献した（ちなみに、小数も10進法も中国文明圏では常識であったが、西欧では17世紀になって普及したのである。ただし、無限小数はずっと後の時代に導入された）。その結果、あらゆる数は線形順序に並んでいることが認識されるに至った。ステヴィン自身自分の仕事の意味を十分理解していたことが「不合理な数、無理な数、不可解な数などというものは無い。数には非常な整合性があるのである」と述べていることからわかる。

これによって実数体系の線形性の認識と時間の一様性・直線性の認識がほぼ同時期に起こったことが知られる。これが偶然なはずはない。従つて、時計の発達の貢献ということを中心に述べたけれども、どんな数も一列に並んでいるという認識も時間の実在性・一様性の認識に寄与したと見ていいのではないだろうか。

§3 ニュートン vs ライブニツ

空間が実在して、その中に物質があると見るか、物質が先に存在して、その入れ物として便宜的に空間を考えるか、は物理学史上の対立的主張の最たるものであろう。「空虚」に関するデモクリトスの先駆的考察を受けて、近代において空間の実在性を哲学的に考察したのはケンブリッジ・プラトン学派、特にヘンリ・モア（Henry More, 1614-1687）が最初であろう。しかし、空間の無限性や実在性はライブニツによって「幾人かのイギリス人の幻想」と批判されたにもかかわらず、実際にはスピノザ、マルブランシュなどによってもモアとほぼ同時期に共有された、広い範囲で見られる思想である。こうした空間の哲学的考察についてはコイレ『閉じた世界から無限宇宙へ』を参照していただくことにして、われわれは時間の実在性の認識へと歩を進めよう。

ニュートンの先生とされるバロウ（Isaac Barrow, 1630-1677）は微積分学の幾何学的考察によって数学史に名を残しているが、一方ではケンブリッジ・プラトン学派に属する神学者であった。ヘンリ・モアの影響を受け「天地創造の初めからすべての星が静止したままであったとしても、その間時間が流れていたのである」という、時間の実在性と見なせる考察を残している。さらに「線は点の並置から成ると考えるにせよ、運動から成ると考えるにせよ、また時間は瞬間の継起から生じると考えるにせよ、流動から生じると考えるにせよ、ともかく時刻は直線上の点と正確に対応する」とも書いている。このように明確に時間と直線上の点との対応を指摘したのはバロウが最初であろう。

ニュートンは科学者でありながらも、時間・空間に関する思想をケンブリッジ・プラトン学派から継承し、時間と空間の絶対性・実在性を信じた。

絶対的な、真の、数学的な時間はそれ自体でかつそれ自身の本性から、外界の事物とは何の関係もなく、一様に流れる。（『プリンキピア』注解）

絶対的な空間はそれ自身の本性において、外界の事物とは何の関係もなく、常に同形かつ不動なままでいる。（『プリンキピア』注解）

「静止」とか「一様な運動」とか言っても本来「何に対して静止しているのか、何に対して一様な運動をしているのか」が問われなければならない。従って、ニュートンが（たとえ、何に対して静止しているかというような表現をしていないにしても）絶対空間・絶対時間という概念を導入しなければならなかったのは理解できないことではない。

われわれ現代人ならば、ニュートンの主張は「空間に座標系を入れることができ、時刻を実数とみなすことができる。そして時間は、空間とその中に存在する物体から何の影響も受けなくて一定方向に流れているという意味で、独立である」という一種の仮説であっ

て、実験と観測によってその真理性が経験的に裏打ちされていると考えるであろう。しかしニュートン自身はそれは基本的な真理であると考え、『プリンキピア』で証明したと繰り返し述べている。しかし、実際にはそのようなことが証明されているとはライブニツでなくとも承服できない。「私は仮説を設けない」という信条とニュートンはこれをどうやって両立させていたのだろうか。

キリスト教に従うなら、神は、その存在を仮定すると森羅万象がうまく説明できるから存在するのではなく、絶対的に存在するのである。同様に、絶対空間と絶対時間はニュートン神学の教義だったからいささかも揺るがない信条であったのだというのが最も腑に落ちる説明ではなかろうか。

神は永遠にして無限、全知にして全能である。すなわち永劫より永劫にわたって持続し、無窮より無窮にわたって遍在する。…神は常時、いたるところに存在することによって、時間と空間を構成する。(『プリンキピア』一般的注解)

時間と空間は神の属性であるので、無限であり、存在する有限な事物とは独立なのである。ニュートンは自分の力学を絶対的な真理の体系であると信じたのであって、「現象をうまく説明している」学説であるとは思ってもみなかったのである（万有引力も例外ではなく、神の属性ないしは恩寵と考えられている）。

こうした事情を考えるなら、空間・時間の絶対性は、正に驚くべき主張と言うべきであるのだがニュートン力学の成功によって（つまり現象を説明するその精密さのおかげで）力学の根底に（本当に慣性系が存在するのだろうかという）不安を残しながらも、19世紀末に至るまで「時間・空間の相対性」派を圧倒し続けたのであった。これもニュートンの権威と言うべきであろう。同じような、根底に不安を残していたニュートンのもう一つの創造である微積分学の方は数学だったから、最終的には基礎付けに成功したけれども、力学の方はマッハの徹底的な批判を経て、最終的にはアインシュタインの相対性理論によって、その時間と空間の独立性という基礎が根本からひっくり返されたのであった。

ライブニツはクラークとの往復書簡においてニュートンの思想を厳しく批判した：

実在的絶対空間は当代の幾人かのイギリス人の偶像（共同妄想）です。…私は、空間は時間同様、純粹に相対的なものだと考えます。時間が継起の秩序であるように、空間は共存の秩序です。とうのも空間は、一緒に現実存在する限りでの同時に存在する諸事物の秩序を、可能性の言い方において示すものだからです。それら事物の存在の仕方に立ち入ることなくです。そして、いくつ

もの事物が一緒に見られるとき、私たちは事物相互間のこの秩序に気付くのです。…もし空間が物体相互間の秩序であるばかりでなく、それ自身で何ものであると仮定すると、物体相互の位置を同じに保ったままでは何故神が物体をこのように空間内に置いたのであって他のようにはなかったのか、そして例えば東と西とを交換してすべてを逆に置かなかったのは何故か、といったことの原因があり得なくなってしまう。…これら二つの状態、一つはあるがままの、もう一つは逆になった状態は、相互にまったく異ならないのです。それらの差異は空間それ自身の実在性という空想的な仮定の内にしか見出されません。けれども実際には、それら二つの状態が絶対的に識別不可能であるのですから、一方の状態は他方の状態と正に同じものでしょうし、従って一方よりも他方を選ぶ理由を問う余地はないのです。

時間についても同様です。何故神はすべてを1年前に創造しなかったのかを問う人がいるとします。そしてそこからその人物が、神はある事物を創ったが、それをそのように創り、むしろ別のように創らなかったのは何故かという理由があることは不可能だと推論したいとします。もし時間というものが時間的事物の外にある何ものかなのであれば彼の推論は正しいと私は答えるでしょう。というのも、事物の継起が同一なら、何故諸事物が他の瞬間にではなくその瞬間に充てられたのかの理由が存することは不可能でしょうから。しかし正にこのことが、事物の外にある諸瞬間は何ものでもなく、その瞬間は事物の継起的秩序の内にあることを証明しています。その秩序が同じであり続けるなら、二つの状態の内的一方である（すべてがさらに一年前に創られたと）想像された状態は、今の状態とまったく違いませんし、識別され得ないでしょう。（『第3書簡』より）

ライプニッツの主張を『往復書簡』から拾ってみると次のようになる：

（1）空間は時間同様純粋に相対的なものである。空間は共存の秩序であり、時間は継起の秩序である。秩序も量でありえる。

（2）厳密に言えば、完全無欠の静止状態にある物体など存在しないけれども、事物を数学的に考察する際には、それを考慮に入れないのである。

（3）私は物質と空間とが同じものだとは言わない。物質がないところに空間はないし、空間それ自体は絶対的実在ではないと言っているのである。空間が物質と異なるのは、時間が運動と異なるのと同じようなものである。これらは異なったものであっても、分かつことができない。

(4) 数学の基礎は矛盾律と同一律で、これによって幾何学や算術などの数学を論証できる。しかし自然学では（何物もそれがそのようであって他のようではないのは何故かという理由がなくては生じないという）充足理由律が必要である。絶対空間・絶対時間を認めると宇宙が現実のようである理由を説明できない。

(5) 時間や位置を違えて、まったく識別不可能な同じものが存在することはできない。だから、宇宙や創造が現実の通りであって、他のようではないのである。

(6) もし神だけが存在しても時間と空間はあるという主張は認められない。そういうときは、時間と空間は単なる可能性として観念の中にしかない。

ライプニツとクラーク（ニュートン）の論争は水掛け論であり、言葉の揚げ足取りに終始したように言われることがあるが、実際にそういう面はあるにしても、書簡はだんだん長く、精緻になっていっている。大体ライプニツ哲学は難解でまったくわけがわからないのだが、この場合は書簡であるためにいくらか理解しやすい。そして、いよいよ引力の原因にまで論争が及んできたときにライプニツが死亡したために終わりになったのは残念なことであったと、私は思う。