論証的学問の成立

村田　全

最初に考えておきたいこと

科学史は一人前の学問であるか

この本は『学問のすすめ』の一冊だから、科学史はここでは当然「学問」の一つと認められていることになる。しかし世間一般では、科学史はまだ一人前の学問とは考えられていないようで、たとえば数ある日本の大学の中でも、科学史についての講座があるとか、講義が定期的に行なわれているとかいうところは、ほんの少数である。したがって、多くの学問に見られるような、先生から弟子へと承け継がれていく学問的伝統なども、科学史の場合にはまだほとんど生まれていない。そこで、このようなものを「学問」として人に「すすめ」ようというからには、まず順序として、私自身がそれをどんな意味で学問と考え、またどんなつもりで人にすすめようとしているのかについて、多少の弁明をしておく方がよいと思われる。なお「科学（science）」とは、本来は、「学問」とほぼ同じ意味の言葉であるが、今日では普通それを自然科学の意味にとり、さらに数学をもその中に含ませることが多いので、以下でもその慣用に従う。

あるいは私の思い過ごしかもしれないが、今日、科学とか文化などの問題にかなり理解がある人たちの間でも、科学史というものの意義はさほど重くは見られていないようである。すなわちそれは、学問と縁のないただの好奇心の対象と考えられたり、せいぜい科学や科学教育の脇役として、人々の興味をつなぐとか、学問の通俗化に役立つ

とかという位に考えられる状態で、個々の科学が学問であり、歴史学もまた学問であるという意味で、科学史を学問と認めている人は決して多くないようである。

こういう考え方の背後には、いろいろなことが考えられる。たとえば、科学においては前進こそが問題であって、過去の出来事にかかずらう暇があったら、一歩でも前に進むべきだというような意見などは、その一つである。しかし――それこそ歴史をひもといてみると――「前進」しているつもりが、どうどう巡りの空舞いであったというようなことも時にはあるので、こういう点、科学史には科学の自己反省という態の役柄さえないわけではない。実際、科学が歴史を超えて成り立つ真理を求めていること――もっとも、この事自身も歴史の中で確立してきたことである！――に間違いはないが、人間がこの方面で今までに獲得した知恵や、それらを獲得するのに用いた方法などには、厳然として歴史があり、しかもわれわれはその「歴史」によって、考え方の上でも知識の上でも、ともにしばられていることを忘れてはならない。

以上は半ば科学の哲学に属するような大問題であるが、その他にも、科学史を軽く見る考え方の背後には、科学史が何かある既成の知識の集積で、たとえ物好き半分の仕事ではないにしても、必要とあれば権威ある書物を参照すればすむ、というような意識も働いているかもしれない。言うまでもなくわれわれは、こぼれ話はもちろんのこと、権威ある参考書を開けばすむことや、暗記だけで事足りる問題などを、「学問」とは呼ばない。しかし私は、以上のことを重々承知の上で、なおかつ科学史を「学問」として扱おうと思っている。その理由を次に述べよう。

「学問」の歴史を調べる

科学史は学問であるか。この問題を考える参考として、今日、正真正銘の「学問」であると思われているものについて、それらは昔からずっと「学問」として通ってきたかどうかを、まず考えてみる。

もちろんこれはなかなかの難問で、これに関する参考書は内外を問わず、ほとんど見つからないし、自分で調べ

るのはますます大変である。しかし大づかみな事を言うと、現代の大多数の学問はせいぜいここ数十年から二、三百年の間に、ようやく学問になったものであり、その反面、かつて「学問」であったもので、今ではもはや学問の中に数えられないものも少なくない。

たとえば、現代では花形のようになっている電子計算機関係の「学問」の直接の起源は、数年前、あるいはせいぜい二、三十年前である。これに比べると近代の数理的な物理学は大いに古いようだが、これとても、まず一六、七世紀以来のものと言ってよい。もちろんどちらの場合でも、しいて遡ればさらに古い時代にまでいたるけれども、今述べた判断も決して捨てたものではなく、むしろ大いに良識的な線なのである。またその半面、錬金術や占星学などにまつわる「学問」は言うに及ばず、宗教や神学に関する過去の「学問」の中には、今日では普通の意味での学問に入れにくいものも多い。

実はこれらの間で最も特異な位置を占める「学問」は「数学」である。詳しいことは後で述べるが、これはおそくとも紀元前四世紀には理論的な学問――今日の意味で見ても――となり、その後さまざまな変遷は経験するものの、その基本線をあまりくずすことなく、二〇世紀の今日においてもきわめて重要な学問になっている。ただ、この場合も「数学」ということの内容の移り変わりはなかなかむずかしい問題で、この辺まで来ると、今と昔との「学問」というものの違いをこそ考慮しなくてはならない。そして、これがさしあたって私の言いたいことだが、それはとりもなおさず、科学史というには幾分か哲学史に近寄り過ぎたことかもしれないが、「学問」に関する最も本質的な問いかけを、歴史の面から行なっていることに他ならない。

しかもすでに述べたように、この問題に対しては出来合いの参考書もないというのだから、これに立ち向かうためには自分でいろいろの事を調べねばならない。それには、たとえばあちこちの書物に散見する史実を参照することも必要だし、それではすまなくて、もっと基本的な史料に直接に当らねばならぬこともある。そしてこのような

学問的探索に際しては、そこで問題にしている「学問」自身への理解とともに、「歴史」というものへの理解が要求され、ひいてはそのための基本的訓練を伴った正しい学問的方法が要求されるに違いない。

さて私は、本当の意味の科学史とは、ここで「学問」の消長の歴史を調べるといったのと同じような意味で、科学の歴史のいろいろな問題に立向かう学問だと言いたい。もちろん「学問」の歴史ということを、単に「数学」とか「物理学」とかの歴史というふうに言い直すだけのことではなく、それよりも「科学」の中に潜み、科学を動かしてきた歴史的な要素について、自分の頭で考え、自分の手、自分の眼で調べることによって、いろいろなことを明らかにしていく学問、というふうに考えるのである。そしてこれこそ私が先刻来しきりに科学史を「学問」と呼んできた根本の理由であって、私にしてみれば、それがこのように内容的な深みを持ち、かつ未来に富んだ学問だと思えなかったとすれば、自分で打込んだり、まして人にすすめたりする気には、とてもなれないのである。

科学史における「正しい方法」をめぐって

ここで当然問題になるのは、「科学」の「歴史」を上記のような意味で研究するに当って、何が「基本的訓練」であり、何が「正しい方法」であるかという点である。もちろんこれも大変な問題だが、大まかに言えば、ここではまず、当面の「科学」に関する基本的知識と、併せて「歴史」ということについての基本的な知識や方法とを、ある程度までこなしておくことが要求される。特に理論的な問題に関しては言語の問題が大切で、西洋の歴史にしても東洋の歴史にしても、外国の科学史を調べる場合に、古典語を含むいくつかの外国語についての知識が必要だし、日本の科学史を調べる場合でも、日本の古文とならんで、漢文や、時としてオランダ語の知識などが要るはずである。もっとも、これはあくまで理想を言っているので、早い話が自分の非力は棚に上げている。

しかし問題は実はこれだけではない。というのは、特に何が「正しい方法」であるかという点については、「学問」観や「歴史」観の相違や、問題にしている個々の「科学」の性格などが、大いに反映してくるからである。正直な

ところ、科学史は学問としての経歴がまだきわめて浅く、固有の学問的方法を自らの中に確立しているとは言いにくいのだが、それにしてもこの学問には本質的にやっかいな問題がある。すなわち、科学史学は一方の足を、本来、歴史を越えた真理を求めるとされるところの数学や自然科学の上に置き、もう一方の足を、一見それらとは対照的な歴史学の上に置いているわけで、そのことがそのまま矛盾だとは言わないまでも、自然科学や数学の持つ学問的な多彩さと、歴史学に内在する複雑な立場や方法の問題とを、それは一身に担っている感がある。たとえば唯物論的立場にとっての「正しい方法」と、観念論的立場にとっての「正しい方法」とは大いに食い違うし、また、より「学問」の中に閉じこもった「歴史」にも、それなりの「正しい方法」がなくてはならない。そしてこの場合、数学史、物理学史、生物学史と並べてみるだけでも、内容、方法ともに大いに差別がありうることは想像に難くない。

　科学史という学問には、このように根底的な問題が潜んでいるわけだが、その割にこの種の学問的反省は従来あまり行なわれていない。今日の科学史がまだ本当の学問になりきっていないとすれば、筋の一本抜けたようなこの点に、一つの理由があるといってよいであろう。ただわれわれは単に旗印を並べてこの問題をあげつらうのではなく、実際上の成果によってその点を克服していかねばならない。ばかに威勢のいいことを言うようだが、考えてみれば、学問というのはすべてそうしたものなのである。

内的な科学史
外的な科学史

すでに述べたように、科学史は元来、「科学」の「歴史」という二つの分極を持っているため、そこにはどうしても、科学に重点を置いた型のものと、歴史に重点を置いた型のものとの区別が生まれる。もちろん科学史という以上、個々の科学であれ科学一般であれ、それを固定したものとは考えず、時の流れの中で変遷して来たもの、これからも変遷していくものとみなす点では共通なのだが、その際の重点の置き方に区別があるわけである。

　まず科学に重点を置いた科学史というのは、「数学」とか「物理学」とか、あるいはもっと細かく、それらの学問

の中の個々の分科、学説、理論などについて、その形成崩壊の様相を論ずるもので、以下では仮に、内的な科学史と呼ぶ。

これに対して歴史に重点を置いた科学史とは、個々の科学の内的な「歴史」に満足せず、それらの学問の置かれてきた文化的、社会的、経済的、政治的等々の環境に目を移し、その学問とそれらの環境との触れ合いの方に関心を集中する行き方である。これは外的な科学史とでも言うべきもので、これもまた本格的な科学史でありうる。

もちろん以上の二つは、必ずしも判然と区別できない場合もあるが、問題はむしろ、内的な科学史がともすれば科学の置かれた環境を忘れがちになる半面、外的な科学史は既成の歴史観にしばられるためか、時として科学自身にある種の先入観をもって対することである。しかもこの二つの傾向を調和することには、異質な二つの学問の融合を計るようなむずかしさがあって、従来のどんな科学史も、まずはそのどちらかに傾いていると言ってよい。別にそれが悪いというのではないが、それは一つの現実なのである。

私はこのあと、論証的学問の成立について紹介するわけだが、その場合にも、今述べた二つの傾向は、当然そこに現われるであろう。そこで私はむしろはっきりと、ここでは内的な科学史に重点を置いて話を進めると決めようと思う。すなわち私は論証的学問と呼ばれるものの成立について、その社会的経済的環境にあまり重点をおかずに考えていこうとするわけである。このような態度を取るのは、一つには私自身がどちらかと言えば内的な科学史（むしろ数学史）の方に、より深い関心を持っていることによるのだが、それとともに、少なくとも現在の私にとって、論証ということは本質上、まず内的な科学史の対象たるべき問題であって、外的な科学史にかかわる論点は、たとえ無視はできないまでも、間接的であり副次的であると思われるためである。

論証的学問とは何か

まず順序として論証あるいは論証的学問とは何か、ということを示しておく。もちろん論証とか論証的学問とかいうこと自身、歴史の中で少しずつ形をなしてきたのだから、あまり詳しく定義を

与えてしまっても困るが、その輪郭だけは掴んでおこうというわけである。

もっとも、それは格別やっかいなことではないように見える。というのは、論証、特にそれの最も典型的な型である幾何学については、すでに中学や高校で教えられているからである。しかしまた、中学や高校、あるいは大学を終えた人の中に、二、三の定理の証明はできるが、論証とは何かという点に明るくない人がいることも事実のようだから、念のため、次にその簡単な説明を与えておこう。中学の初めの、簡単な図形の観察の段階は別であるが、少し進んで、三角形の合同その他の証明が始まるようになると、それはもう論証的幾何学の世界に入っている。すなわちそこでは、まず「定義」によって術語の意味が確定され、「公理」によって推論の基礎になる事柄が確立され、その後はいくつかの基本的な論理の法則に従うだけで、さまざまの幾何学的事実がそれらの公理から導かれる。論証とは、定義および公理に始まるこのような導出の手続きのことである。

もっとも、どんな問題を持ち込まれても困らないだけの定義と公理を、あらかじめ用意しておき、そこから一切合財を導き出すというのは、なかなかむずかしい。そしてまたそれを論証の理想の形と見るのはいささか問題で、それよりも、ある事柄の中にあやふやなところが見出されたとき、その疑点が氷解するように、相手を説得し、あるいは自分で納得するための、一種の対話討論の法こそ、論証ということの本質だという方がよいかもしれない。すなわち甲がそのあやふやな点を疑うのに対し、乙はその疑問を解こうとして、甲が疑問視している術語の意味を説明し、同じく甲が疑問視している諸原則を納得あるいは許容させ、そのような共通の地盤を作った上で、これまた両者に共通な論理的語法に従って、甲の疑問を解き去ることを試みるこのような行き方こそ論証というものの本質だと考えられるのである。

一見、無味乾燥な幾何学の論証の背後にも、おそらくこのような精神が働き、それとともにそのような方法が確立されていったと推測するのは、決して無理ではないと思われる。そしてわれわれの場合には、「共通の論理的語

法」ということを含めて、このように論証ということの心と形がまとまるまでの経路が問題である。

なお、「公理」については、これを対話討論の出発点に置かれる「暫定的な規約」あるいは「仮定」と見る見方と並んで、「万人に共通な公の理」あるいは「絶対的な真理」と見る見方がある。この二つの見方をめぐっては、歴史的に見ても歴史抜きで見ても、非常に重大な問題があるのであるが、そのことは後で触れることにしよう。

論証のことはこれでよいとして、次に論証的学問ということだが、ここで誰もが思い浮べるのは幾何学（ユークリッド幾何学）であろう。しかしもちろんこれだけが論証的学問なのではなく、およそどんな学問でも、それが論証の形にまとめられているとき、すなわち初めにその用語が明確に定義され、その学問で用いられる原理が明記されていて、その学問におけるその他のことは、すべてそこから論理的に導き出されるとき、それは完全に論証的学問である。

早い話が、しばしば幾何学――図形の学問――だけの書物と誤解されるエウクレイデス（ユークリッド、Eukleides、B.C.300ごろ）の『原論』(Stoicheia) にしても、やがて述べるような理由で図形的な形は取っているものの、内容的には整数論や比例量論（現代の無理数論に対応する古代の理論）などを論証的学問の形で展開しているのだし、その他にも、古代ギリシアの音楽論や天文暦法に関して、論証的学問の組立てられた例はしばしば見られる。そこでこの章の問題は、そのような学問が太古の薄明の中から、どのようにして形をなしてきたかということになる。

論証的学問の起源を調べる意義

それにしても、この日進月歩の科学時代に、二千年あるいはそれ以上も昔のことである論証的学問の起源など、今さら取り上げるだけの意義があるのか、という疑問を持つ人もあるかもしれない。しかしこの主題には、今日のわれわれにとって決してよそごとでないだけの意味があると思われる。どうも脇道ばかりするようだが、この点について、もう少し述べておきたい。――そもそも、学問なるものは、少なくとも科学史の学問なるものは、ある意味において尊重すべき脇道に他ならないであろう。

私は先に科学史について内的と外的との二つを区別した。ところでここではその区別とは少し違った意味で、論証的学問の形成史を見る視点について、もう一度、二つのことを区別しておこうと思う。その二つは科学史一般を見る視点にも通ずることだが、ここでは仮に歴史を「眺める」立場と「組立てる」立場というふうに呼んでおく。

歴史を眺める立場というのは、論証的学問の歴史で言えば、その歴史に関する基本的知識がいかにして得られたものであるかは問わぬまま、その知識の内容や、その知識が科学史なり文化史なり、あるいは一般史なりの中で演ずる役割について考えることである。多くの人は科学史を、もっぱらこの面でだけ捉えてきたのではないかと、私は考えている。

もう一つの、歴史を組立てる立場というのは、前の立場でいう基本的知識がいかにして得られたかなどのことを吟味し、その結果によっては、従来、通説あるいは定説と思われていたことにまで、批判あるいは改革の手を加える事を辞さないという積極的なものである。

もちろんこの二つの立場は、実際にはこうまで判然と区別できるわけでなく、むしろ相伴って現われるのが普通だが、それにしても、科学史の研究ということについて、この第二の立場があるということは、十分注意しておいてよいであろう。

論証的学問の成立を考える場合にも、この二つの立場は当然区別される。やや詳しいことは後で触れるとして、ここではとりあえず全体の輪郭を示しておく。

まず歴史を眺めるという点からいうと、この場合には、論証の成立ということが、単に数学その他の方面における論理的説得術の成立という位のことではなく、後世の西欧における理論的学問一般——そこには、たとえばある種の神学なども入ってくる——の成立という意味を持つ点を、まず強調しなくてはならない。エウクレイデスの『原論』こそは、そのような学問一般のための最初の典型として、一七世紀のニュートン (Newton、1643–1727) の仕事

をはじめ、間接には現代の最も新しい数理諸科学にまで、きわめて広汎かつ深刻な影響を残したのである。

してみると、論証的学問の成立の歴史を考えるということは、西欧における理論的学問に、論証という筋金が入れられたのはいつであり、かつそれはいかにして今日にまで流れてきたかという、きわめて壮大な問いにつながっている。そしてやがて見るように、それは普通には、紀元前四、五世紀からせいぜい前三世紀にいたるギリシアでの出来事で、そこでは理論数学の形成ということが、どうやら決定的な役割を演じたものらしいと考えられている。

以上のことが西欧的学問と東洋的学芸との一つの根底的な違いであるらしいという点も、東洋人の一人であるわれわれには、見逃すことのできない論点である。もちろん、中国、インド、日本などを覆う広大で歴史も古く、人種、言語、文化などすべてが多種多彩な地域の傾向を、「東洋的」という一言で片づけるのは非常に危険だが（中国やインドはそれぞれヨーロッパ全体の何倍かである！）、それにしても、理論数学を中核として組立てられた西欧の理論的学問には、今挙げた「東洋」のどの文化の中にもない或る要素が確かに見出される。それはあるいは単なる論証的学問というだけのものではないかもしれない。論理だけならば、インドに起こって中国、日本にも伝えられた因明（いんみょう）というものがあったのだから、それだけで東西文化の違いなどと言うことはもちろんできない。それよりも問題はむしろ、いわゆるピタゴラス - プラトンの数理思想――数理の中に世界を知る鍵がある――に関連するのであろう。そのような考え方が論証的学問の形をとって現われたという点こそ、東洋の多種多様な諸文化を、かの西欧の文化と分つ第一の点ではないかと、私は考える。このようなわけで、われわれは論証的学問の成立を問題にするかたわら、今述べた数理思想の形成についても、大いに関心を払うことにする。

さて、以上はまことに規模雄大な設問であるが、それにしても、ただそれだけのことならば、それは適当な科学史の本を選んで推薦すればすむであろう。しかしわれわれは、まだ「科学史を組立てる」立場からの吟味が残っている。それは、以上の考察の基礎になった「史実」などについて批判的な目を向けることであって、正直に言うと、

私はまさにこの論証的学問の形成史に触発されて、はじめて「数学史を組立てる立場」というもののあることを悟ったのであった。

論証的学問の起源に関する知識の吟味

今度は、今まで述べてきた一連の事柄について、それらはどのような史料に基づいているか、またそれらはどのような考察や推論を経て得られたか、などのことを考える。特にそのような知識の根底に、どれほどの作業仮説——仕事を進めていく上で仮に前提する事柄——が置かれているかという点は、十分考慮してみなくてはならない。というのは、われわれが物を考える場合には、意識的にせよ、無意識にせよ、心の中にさまざまの仮定を立てているものであり、特に無意識の内にこうだと思い込んでいることは、もっともわれわれの目を曇らせるからである。

このような意味からすると、F・ベーコン (F. Bacon, 1561–1626) ではないけれども、学問というのは、われわれの心に巣くうところのさまざまの先入観念との、不断の戦いだという気がしてくるのだが、特に今考えている問題の場合には、まず対象が二千年以上も前の遠い異国のことであり、その上、問題の根本が、文字や遺物に残されるものよりも格段に抽象的な、いわば人間の思考の中にただよっていたようなことに係わるだけに、それを復元する問題は幾重にもむずかしいことだと思われる。

実際、言うまでもないことではあるが、古代の人たちが今日のわれわれと同じように豊富な語彙を持ち、抽象的な概念を縦横に操ることができたとは考えられない。しかしそれだからといって、われわれ自身が、そのような遠い御先祖様に残っていた精神的な尻尾を、すべて清算しきっているとも言いかねるから、われわれの物の考え方が古代人の考え方と、まるで異質だと決めつけるわけにもいかない。結局われわれは、なけなしの史料を頼りにしつつ、古代人への共感と不信感との両極端の間を、うまく舵を取っていかねばならないのである。

もちろんこのようなことは、決して論証的学問の成立史についてのみ言えるというわけのものではなく、それは

むしろ科学史という学問一般の持つ運命のようなものであるが、それにしてもわれわれの問題の場合、事はなかなか面倒である。実際、ある種の技術の歴史のように、何か目に見えるものに密着して考えられる歴史ならばいざ知らず、「論証」はほとんど目に見えない。そこでたとえば「論証」ということを、少し前で説明したように、対話・討論的説得の術として諒承するか、それとも天降り的な絶対の真理あるいは原理として押しつけられたものからの導出と考えるかによって、それにまつわる「歴史」もまた違った形を取りうるであろう。というのは、そのような「歴史」をまとめる個々の学者は、史料の探索や整理を、各自の考え方に従って行なうものだからである。しかも「論証」というようなことの理解の背後には、ある社会的な雰囲気があり、「論証」を「納得ずくの説得」だと考えるか、それとも「押しつけ」と考えるかという点について、そのような時代的雰囲気はその時代に生きる研究者の心理に、微妙な影響を及ぼしうるのである。

もちろんこういうことを心配していては、「歴史」を書くことなど永久にできなくなるかもしれない。しかしその反面、このような懐疑を知らぬ人の書く「歴史」には、どこか信用の置きにくいところがあると、私は思う。所詮、私には、ある時代的背景の下で表現される範囲での、すなわちその時代的制約の下で、自分の外側から、あるいは内側からと、こちらの目を曇らせにくるものを極力圧殺し、許される範囲での思考の自由をかちとりつつ、然るべき学問なり理論なりの形成崩壊を論ずる以外にない。しかもその事自体、どこまで信じてよいか、すでに全く心もとないのである……

以上いろいろなことを述べてきたが、これをまとめて言うと、論証的学問の成立史を考えるについても、実にいろいろな立場が考えられる、というわけである。すなわち一方ではそれを知識として捉え、それ自体の学問的な進路を考えたり、あるいはそれと文化史や一般史との交渉を問題にすることができるし、また他方では、その「歴史」の拠って立つ基盤——誰が、どのような時代的あるいは学問的背景の下で、どのような史料に基づいてそれを書いた

かなどのこと――への吟味反省を問題にすることもできる。しかもその最後の吟味反省の土台になるものには、われわれの個人的ないし社会的な、さまざまの先入観がついてまわる。それらを少しずつ切り開いて、本当にこれがありのままの歴史だと思われるものの方へ、たとえ一歩でも近づいていく事、しかもこれはことによると、真実への接近でなく全くの空舞いであったり、真実からの離脱だったりする可能性のある事も覚悟しておくことだ――そういう骨の折れて功の少ないところに、科学史という学問はある。

ずいぶんやっかいな学問だと思われるかもしれない。それでいてそれを「すすめ」ようとは何事かと言われるかもしれない。もちろんこの学問の意義について、私は今までいろいろ理屈を述べたてたし、あるいはさらにもっと多くのことを付け加えることもできるであろう。しかし結局のところ、人は理屈で動くものではなく、要するに好きでこそ、はじめて動くのである。そしてこの点に関する限り、おそらくどの学問も同じようなことであろう。ともかく、このように混沌とした、その代わり大いに未来に富んだ学問こそ、私の「すすめ」たい科学史である。

一　古代オリエントに論証的学問はあったか

古代オリエントの数理的技術　オリエント(Orient)すなわち「東方」というのは、オクシデント(Occident)、すなわち「西欧」に対立する言葉で、特に古代オリエントと言う場合には、エジプトやメソポタミアをさすのが普通である。細かくいうと、これらはいわゆるインド・ヨーロッパ語の系統の言葉で、前者は(太陽が)「昇る」、後者は「くだる」という意味の言葉(ラテン語では orior, occido)につながっている。ということは、これらの言葉を使った人たちは、もともとはエジプトやメソポタミアを日の出の方向に見る人たちだったのであろう。このことは、これだけならば別にどうという問題でもないが、これから話すエジプトやメソポタミアの歴史が、その直系の子孫でない別の地方の、遙か後代の人々の手で伝えられたものである点に、多少の注意をうながす位の役に

は立つであろう。

さて今日言うところの古代ギリシア文化の華が開く以前に、オリエントの地に高い文化のあったことはよく知られている。ピラミッドやスフィンクスに象徴される古代エジプトのことはあまりに有名だが、現在知られているところによると、メソポタミアの天文学の高さは、むしろそれより優れたほどのものであったらしい。

ところでわれわれの場合、ピラミッド等の技術の背後にあったであろう幾何学的知識、天文暦法の背後にあったであろう高度の算数的（むしろ代数的？）知識、ひいてはそのようなものを可能にした、当時の農耕中心の中央集権的社会組織と、それを支えた一種の数学的知識（よく言われるように、ここには定期的氾濫とそれに伴う課税のための土地配分の問題があり、当然、租税の問題がある）――このような一連の事柄がすぐにも思い浮んでくるであろう。というのは、それらの事柄と関連の深い「数学」というものこそ、先に述べた通り、論証的学問の成立と最も深い関係にある学問だからである。

しかしわれわれはここでいったん踏み止まって、数学と論証的学問とは、今でこそ確かに一体のものだし、後で述べるようにギリシア時代のある時期以後も確かにそうなってくるには違いないが、太古以来ずっとそうだったかどうかは疑問だ、とするだけの心の余裕を持っていたい。早い話が現代にしても、小学生の算数の中には別に論証は見られないであろう。もちろん、「集合で考えましょう」という型の「論証」は行なわれるらしいが、それはへたをすると「論証」という名の猿芝居になる。ともかく何も古代人を小学生扱いするわけではないけれども、これから歴史を考えようという時に、数学と論証とを短絡させるのは危険な先入観である。

古代オリエントの数学的知識は、すでに論証的学問になっていたのであろうか。この問いに対して、われわれは種々の理由から、今日までのところ、否定的な答えしかえられないのだが、その根拠を話すに当っては、まずいわゆるエジプトの「数学」やメソポタミアの「数学」について、簡単に説明しておく方がよいであろう。

エジプトの数学的学芸

古代エジプトにおける数学的学芸の様子を直接に示す史料というと、紀元前一八五〇年ごろのものと推定される、いわゆる「モスクワのパピルス」と、同じく前一六五〇年ごろのものと推定される、いわゆる「リンド・パピルス」などがある。この内ではリンド・パピルスの方が研究が行きとどいているようである。

リンドというのはこのパピルスを買った人の名前だが、後にアイゼンロールという学者の手で翻訳研究され、古代エジプト数学の水準を示す最も重要な史料となった。それによると、これは上記の時代にアーフ・メスという書記の集めた問題集で、そのため「アーフ・メスのパピルス」とも呼ばれている。問題の内容は、今日の幾何や代数(一元一次方程式や、ある種の二次方程式に相当する問題)などにわたっているというが、われわれの場合、そこに論証という性格が見出されるかどうかが問題である。

このような古い時代の数学について、特にその中に論理的証明らしい考え方があったか否かというような問題を考察するのは、きわめて困難なことである。すなわちその第一の理由は、前にも触れたように、「考え方」などというものが何らかの具体的な証拠を残すかということであるが、それとともに、時代があまりに古く、史料があまりに乏しいために、その史料がどの程度まで当時の実情を示しているかの見当がつきにくいためでもある。もちろんそれらの少数の史料は非常に詳しく調べられていて、特にその計算技術方面の事に就いては、詳しい研究が発表されている。しかしそれらの中から、今日までのところ、その中に「証明」ということは痕跡さえも見当らないとされている。

もっとも、少しつむじを曲げて言うと、それらの少数の史料の中にその種の考えが見当らないからといって、それが全然なかったと断定するのは早計かもしれない。また、リンド・パピルスの計算技術はかなり高度だから、そこには計算手続きだけしか書かれていないにせよ、何らかの「証明」らしきことはあっただろうとも推測できなく

はない。

特にこの後の方の推測は、「証明」ということの意味いかんによっては、一応考えてみてよいことかもしれなくて、私などはこれを、当時の一般の文章、特に彼らの世界観の反映としての神話などにおける論理らしきものの運び具合からでも、見当をつけることはできないものだろうかと考えたりする。もちろん私は象形文字も読めないし、古文書学の知識も皆無だから、見当違いなことを言っているのかもしれない。ただ私はこれと似た状況の下で、「証明」の概念がなかったとされていながら、結構いろいろな幾何学的定理らしきものを残した日本の和算のことを連想する。すなわち、私はまず和算の中に、今日言う方法や証明とは異質であるにもせよ、一種の「方法」や「証明」らしきものがあったであろうと思い、そしてそれらのものを掴むには、それに関する物の書き方・述べ方の語法などが手がかりになるのではあるまいかと考えている。

実は私は和算を、一つの「学問」としての「数学」の一種であるとは考えていない。「日本の数学」という呼称は、西欧の「数学」のある一側面に対応する日本的学芸に対して与えられたものであり、しかもその底には西欧的「数学」の概念が、ともかくもその基盤として働いていると考えている。言いかえれば、もし西欧数学というものがなかったとしたら、和算がともかくも「数学」――「世界」を理解するための最も根元的な学問――の一種だという認識自体、おそらく生まれてはこなかったのでないかとさえ思う。しかし私はこのように和算に対してきびしい見方をする半面、たとえ真正の論証的方法ではないにしても、そこに何らかの形の説得法があったであろうということも考えている。それはたとえば類推のような、およそ論証とは別のものであるかもしれないが、ともかく一つの独特の思考の型がそこに見出されないだろうかと考えているわけである。

このようなことを頭においた上で、私はエジプトの「数学」の場合にも、そういう事はありはしないかと思うわけである。もとより全くの思いつきで、本来はこういう無責任なことは言うべきでないと思うが、先に、学問とは

既成概念との不断の戦い、などと大きな事を言ったものだから、それについての可能性を示すという位のつもりでちょっと脱線してみた。

エジプトの数学、あるいは、より一般に古代人の考え方などについての参考書として、手近なところでは、メソポタミア数学を、楔形文字「文書」（粘土板）の解説によって文字通り「発掘」した学者、ノイゲバウエル (O. Neugebauer) の著書《The Exact Sciences in Antiquity》や、現代的な代数幾何学の専門家として著名なファン・デル・ワルデン (B. L. van der Waerden) の最近の著書（英訳本）《Science Awakening》などがすすめられる。日本語の本では戦前に高崎昇著『エジプトの数学』という書物があったが、私は中身を見ていない。別に、神話その他に表われた古代人の考え方については、フランクフォルト (H. Frankfort) 夫妻その他による《Before Philosophy》という論文集がペリカン叢書にあって、科学史を直接に扱ったものではないが、これはきわめて、おもしろい。

エジプトの数学的史料は必ずしもパピルスばかりとは限らない。実際、ピラミッドなどの建造技術をめぐっては、意外なほど高い数学的知識のあったことも想像される位である。ただそれにしても、それらの知識は計算技術や幾何学的知識とは結びついても、論証ということとは直ちにつながるわけでなく、数学的に見た場合、正しい知識もあるが、せいぜい近似的関係に過ぎぬものもあったのである。そこで結局、論証法の有無を考えようとは言っても、上記のように、語法を吟味するという、一種のからめ手から攻めるか、さもなければ新しい資料の発見を期待するか、実際にはその程度の道しかないであろう。

しかし一口に資料の発見と言ってみても、三千年も四千年も前のものがそう簡単に出てくるはずはない。砂漠という乾燥地の保存力は意外に強いものらしいけれども、たとえばアスワン・ダム建設のような事件があると、その辺の地下に眠っていた資料は一挙に覆滅してしまう。それやこれやを考えると、まずエジプトの「数学」については、現在ある知識が大幅に改められるような可能性は、あまり期待できないのではあるまいか。

なおパピルスに関しては、ケニオン(F. G. Kenyon)の『古代の書物』(高津春繁訳、岩波新書)が非常に有益である。

メソポタミアの数学的学芸　エジプトについて述べたことは、ある程度までメソポタミアについても当てはまる。すなわちこの地方にも、すでに古い時代にきわめて高度な数学的知識が得られていたのだが、ただ今日まで知られている限りでは、どうやら論証的学問と言えるほどのものまではできていなかったらしい。

よく知られているように、メソポタミアというのは、チグリス、エウフラテスの二つの河に挟まれた地域のことで(メソポタミアとはギリシア語で、河と河との間のこと)、特にエウフラテスの下流の都バビロンの名をとって、代表的にバビロニアの数学と呼ぶこともある。

バビロニアもエジプトも、ともに定着農業を基盤とする巨大な王国で、前にも述べた通り、一方で土地の分割、租税などの問題と、他方で天文および暦法の問題とが、数学的知識の発展をうながすもとになったと考えられているが、特にバビロニアの天文観測は卓越したものであったらしい(その事情は前記の Neugebauer や van der Waerden の書物などでよくわかる)。もっとも、これは海のない国での観測であるだけに、大地が球形であるというような考えはここでは生まれなかったらしい。その考えは、そのずっと後に地中海を越えて大西洋へ進出したギリシア人の中で初めて生まれたものではないかと思われるが、これは後の話にする。

実を言うと、ギリシアにおける数学の発達情況を、ともかくもまとめて述べた古代の書物となると、紀元五世紀ごろのプロクロス(Proklos)の「歴史概要」(『エウクレイデスの原論第一巻注釈』の序章第一部にある)ただ一つと言ってよいのであるが、エジプトの数学がギリシア数学の先祖であることは書いてあって、メソポタミア数学のことは書かれていない。そのため一九世紀ごろまではメソポタミアの「数学」のことはほとんど重きをおかれていなかったのであるが、一九世紀ごろからこの地方の楔形文字が次第に解読され、続いて二〇世紀のはじめころに楔形

文字文書で書かれた大量の数学的史料が解説されるに及んで、巨大な古代数学が復元された。上で挙げたノイゲバウエルというのは、この方面の学問をほとんど一人で開拓した学者である。

われわれはここでもこの「数学」の詳細に立入ることはしないが、ともかく今日の二次方程式の解法そのままを言葉でたどったような解答例があったり、数表を利用して、ある種の三次、四次の方程式を解いた例があったりというわけで、エジプトの数学よりかなり進んでいたことは確からしい。ただこの場合にしても、論証があったかと言われると、それがあったとすべき証拠は見当らないのである。上記の二次方程式の解法にしても、うっかりすると、彼らはその解の公式を知っていた、と言いたくなるが、それはあくまで解を得るための道すじの指示であって、そこにその解の正しさを論ずるような姿勢はなく、また「一般公式」の認識のあったことを示す手がかりもない（今日の記号代数は、その基本原理において、デカルトやライプニッツの影響下に生まれたものである）。ただ、もちろんある種の論理や証明の萌芽ぐらいはあったかもしれず、またそれを数学以外の文章的史料――たとえば神話その他――から探索することは可能かもしれない。ただそのようなことは前記の《Before Philosophy》の研究にも引っかかっておらず、いずれにしても、ここにこそ論証はあるという態の決定的な証拠は、今までのところ見出されてはいない。ちなみに楔形文字は前三一〇〇年ごろから、またエジプトの古文字は前三〇〇〇年ごろから、それぞれ使われ始め、ともに三〇〇〇年位も使われている。特に前者は前一六世紀ごろには当時の国際文字となっていたらしい（杉勇、『楔形文字入門』、中公新書）。

このようにメソポタミアに今のところ決定的な証拠がないのに対してギリシアにはそれがある。してみると、何としてもメソポタミアの旗色は悪くなるわけだが、ギリシアにおける証拠というのは、それこそ紀元前三〇〇年ごろに作られたと伝えられるエウクレイデスの『原論』である。ただわれわれはそこに行く前に、もう少し古い時代のことを見ておく必要がある。

現代において、ある事柄の起源をたずねられたら、「それはギリシアだ」と言っておけばたいてい当る。ところが古代ギリシアでは、同じような場合、「エジプトだ」とか、「バビロニアだ」という答えが返ってきたのではないかと想像される。たとえばギリシア文字にしても、楔形文字の一種であるフェニキア文字を基にして作られたものである。クレタ島出土の古い文字（線形B文字）が解読され、これが紀元前一三世紀前後の古いギリシア語であることがわかったのは、一九五三年のことである（チャドウィック『線文字Bの解読』大城功訳、みすず書房）。

ギリシア人――と後に呼ばれる人間――は、古くから地中海を舞台にして、多くの先進文化を吸収し、やがて世界文化史の中で不滅の業績を残したのであったが、文字とともに受け容れられたものの中に、エジプトやメソポタミアの数学的知識のあったことは、単にわれわれの書物の目的のためだけでなく、むしろ人間の文化一般の進路に関してきわめて重大なことである。われわれは次節以下、もっぱらこのことについて考えていこうと思う。

ギリシア的理論数学への道

なお事のついでに言っておくと、エジプトやメソポタミアの神話をはじめいろいろな文章から、その時代の「論理」の運びあるいは法則めいたものが探り出せないであろうかという考えに対応して、この後で述べるギリシアにおける論証法の形成以前を、当時の文学的作品であるホメーロス（Homeros）の叙事詩などから推測できないだろうかという問題があると私は考える。よく知られているように、ホメーロスの『イーリアス』と『オデッセイア』は、シュリーマンたちの力である程度まで史実であったことがわかっているが、その詩はもとより一人の「ホメーロス」の作ではなく、何代にもわたって語りつがれたものであるらしい。それが示している歴史は紀元前二千年近いころに始まり、同じく一二、三世紀に一つの頂点をおく侵略の歴史であるかもしれないが、詩としてほぼ確定する時期は前八、九世紀のことかと言われている。そういえば、より新しい時代の『ニーベルンゲンの歌』などでも、史実と歌謡の成立との間には数世紀の年月がはさまっている。日本の語り物についても似たような事が言えるらしいが、

してみると、この後に話そうと思う紀元前五、六世紀以後のことの前に、どの程度の「論理」や「論証」が用いられたかを知るのに、前八、九世紀に終わる数世紀の生きた歴史的過程は、何らかのものを潜めておりはしないであろうか。もっとも、私自身がそれらの書物の日本訳で予備的に眺めた限りでは、あまり「論証」らしいものはそこに見当らなかった。しかし「論証」という意味の取り方の問題もあるから、この問題はまだまだ捨てたものではないように思われる。

二　理論的「数学」はいかにして生まれたか

論証的学問の成立という場合、第一に取り上げるべき題目は理論的数学の形成であろう。ところがここに数学の形成をいやが上にもおもしろくする事情がある。それは「数学」すなわちMathematicsという言葉の源に当るギリシア語の「マテーマ」及びその複数「マテーマタ」が、元来決して数や図形の研究という意味でなく、むしろそれは「学問」一般を指す言葉だったということである。すなわち「マテーマタ」は初め、「学ばれるもの」、もっと平たく言えば「学科」というふうな意味の言葉であったが、その内に次第に意味が局限されて、今日の数論や幾何を含む特定の学科に対する総括的な呼称となり、その後も幾度かの変遷を経た後、ようやく今日言うところの「数学」の意味になったものである。そして古代ギリシアにおけるその変遷の中では、論証的学問の形が次第に確定し、むしろその呼び名自身がその種の論証的学問を示すものになっていくところが、われわれの現在の関心にとっては一番大切である。

「数学」の原語の意味

その間の事情をもう少し詳しく言うと、まず紀元前五世紀のピタゴラス学派においては、音楽、天文、幾何、数論の四科が「学科（マテーマタ）」と呼ばれ、ある初等的段階を終えてこれらが学べるようになった学生が「マテマティコイ」と呼ばれていたらしい。ところがこの名前の裏にある内容の点でも、この学派は論証的学問の成立に

最も重要な一歩を踏み出した一派であり、したがってこの事実と上記の呼び名との、多分に偶然的なつながりの中には、今日の「数学 (mathematics)」の運命がすでに胚胎していたと考えられる。

このピタゴラス学派の後、上記の四つの学科を、あるいはむしろそれらに共通に見られる論証的傾向をもった学問一般——今まさにそこに生まれ出てきたもの——を、「マテーマタ」の名で呼ぶ傾向は、前四世紀のプラトンの学派の中で次第に普通のこととなり、ついでアリストテレスの時代になると、「マテーマタ」といえば、もっぱら上の四つの学科を示すというふうに意味が固まってしまったらしい。現に、ピタゴラス学派における「マテーマタ」の有様を後世に伝えた第一の資料は、このアリストテレスの著書なのである (『形而上学』第一巻五章、第三巻二章など)。

古いギリシア語の「マテーマタ」が近代的な「マテマティクス」に変わるとともに、その内容ももちろん幾変遷を経ることになるが、その歴史は、日本ではもちろん諸外国においても、まだ十分には調べられていないように思う。私の狭い見聞の範囲で言うと、私は下村寅太郎先生の『科学史の哲学』によってこのことを知り、ついで同じ下村先生の『無限論の形成と構造』の注によって、ベッカー (O. Becker) の論文「数理哲学におけるいわゆる〝アントロポロギスムス (人類学) の説〟」(Über den sogenannten „Authoropologismus“ in der Philosophie der Mathematik) などのあることを知った。ただし最近では、ボホナー (S. Bochner) の『科学史における数学』(The Role of Mathematics in the Rise of Science, 1967 拙訳、みすず書房) の第 1 章にそのような一節がある他には、あまり参考にすべき資料を持たない。私自身が『数学の思想』という小冊子の中でこれについて書いたときには、ボホナーの書物はまだ出ておらず、またそこに収められたもとの論文のことは知らなかったため、私のその場所での記述は、下村先生の書物の知識の上に、自分でちょっと調査した結果を加えたのであった。すなわち私は、有名なM・カントル (M. B. Cantor, 1829–1920、集合論のカントルとは別人) の『数学史講義』(Vorlesungen über Geschichite der Mathematik, I~IV）によって、過去の目ぼしい数学書ないし論文について、その標題と内容の大要とを比べる一方で、言葉の変遷を見るのに信用すべき辞典である『オクスフォード英語辞典』（O.E.D.）全一三巻を用いて、《Mathematics》という言葉の実質的な意味の変遷を求めたのであった。この調査は決して十全のものではなかったが、それでも私には大いに有益であった。というのは、《O.E.D》ほどの辞典にしても、数学史関係の項目に関する限り、その編纂された時点の現在における「数学」の概念にしばられているらしく、その点に十分の批判的分析が行き届いているとは言い難いと思われたし、カントルの「歴史」の編纂についても、これまで一九世紀現在の「数学」の概念が根底に働いていて、たとえば“Mathematics”という名の占星書を、「例外的なこと」として取扱い、ことによると切捨てたりしているのではあるまいかとの疑いも持てる状況である。占星術そのものに意味はないけれども、歴史における、“Mathematics”のありのままの変遷を見るについては、その言葉にそのような意味があり、したがってそのような要素の混入やその清算の様子についての吟味が当然あってよいところだと思うのである。もっとも、それらよりは格段に本格的な、パウリ・ヴィソーヴァの『古典古代大辞典』（Real Encyclopedie der klasischen Altertum）などを調べてみたらどうなるか、なかなかおもしろい問題だと思うが、これにはまだ手をつけられないでいる。正直なところを言うと、私が本当に関心を持っている問題――無限論と連続論の問題――は、それとは少しずれているからである。

イオニアの自然哲学

一般に神話は、古代における一つの世界解釈であると見られるが、これに対する反逆が、一種の科学的世界解釈という形を取り始めるのは、小アジアのミレトスにおけるギリシア移民であるイオニア人の間でのことだったらしい。たとえばヘシオドスが神々についての『神統記』をまとめたのは前八世紀ごろのことだが、前六世紀以後になると、「万物は水である」というタレス（Thales, B.C.546ごろ歿）の説をはじめ、「一切はト・アペイロン（限定されぬもの）からなる」というアナクシマンドロス（Anaximandros, B.C.610–545ごろ）

の説、あるいはその「ト・アペイロン」を「アエール（気、空気）」とするアナクシメネス（Anaximenes, B.C. 588–24ごろ）の説、さらには、やや孤立した人なのかもしれないが、ヘラクレイトス（Herakleitos, B.C. 535–475ごろ）の「火」の説などの新しい型の世界解釈が現われてくる。ここでその詳細に立入る必要はないが、ただそれらの考えがいずれも、少し前までの神話的世界観を、いわば自然的モデルによる世界解釈に置きかえようとしたものである点は注目に値する。

もっとも、上の最後にあげたヘラクレイトスの説や、（こちらはもはやイオニアではないが）、それと相前後して起こったパルメニデス（Parmenides, B.C. 540ごろ）の論理的な存在論、ピタゴラス派の数の哲学などが、このイオニアの自然哲学の単純な延長上に現われたものか、それともむしろ、いわば物的なそれらの世界観に対する一種の反動と見るべきものであるか、この辺は大いに議論の分れるところであろう。しかしともかく、時代が変わりつつあるという感はすでに掩うことはできない。

さてこのイオニア学派の祖と称せられるタレスに、すでに、二等辺三角形の底角が等しい、という定理その他、二、三の幾何学的発見があったといわれているのは興味深い。というのは、自然を「水」によって一元的かつ合理的に解釈しようとする考えと、「二等辺三角形の底角はつねに相等しい」というような一般的表現ができるようになっている事実とは、たとえお互いに直接にはつながらないまでも、ともかくある種の親近性を感じさせるからである。もちろん、すべての抽象的名辞——きびしく言えば名前そのものがすでに一つの抽象だ！——は、ある意味では一般的表現だと言えないものではない。またこの定理のような「一般的」主張が神話的表現の中にもあるかどうかも、よく調べてみないとわからないことではある。しかしともかくこの辺で、人間の概念形成の形についても何らかの飛躍があったと見てよいのではあるまいか。

われわれにはそのような飛躍——それがあったとして——の原因が何であったかについて、もちろん何一つわ

かってはいない。しかしたとえば、ギリシア人がエジプトやメソポタミアの先進文化を継承したその上に、その先輩の持たなかった海洋民族としての経験を加えたことなども、そこに相当な力を及ぼしているかもしれない。実際、彼らはかなり昔から、すでに大西洋を南北に航海しており、したがって赤道から南では太陽が時として北から照るなどの事実も経験していたのであって、早い話が、論証の必要が生じた理由に関しても、そのような〝異常〟な経験の報告というようなことと、かなりの関係を持っていたのではないかと説く人もある。もちろんそれとともにギリシア演劇——そこにおける語法——の影響を説く人もあるし、またそれら以上に、例の有名なギリシア的民主主義の影響を強調する人もあって、この辺の評価はまことにむずかしい。したがってわれわれは初めの方針通り、この後こうした方面にまでは視野を拡大しないことにしたい。なおピタゴラス派などに大地や天体の球状を説く意見の見られる背後にも、上記のような〝経験〟はずいぶん物を言っているかもしれない。

さてこのイオニアの自然哲学の伝統は、やがて次の時代にギリシア本土やイタリア半島の方へ移動する傾向を持つのであるが、考えてみると、このイオニアの地は、エジプトからの文化とメソポタミアからの文化との交わる位置を占めており、しかも西南は地中海に向かって開いていて、まさに文化の十字路のようなところであった。この文化がどうして西漸し、中心がアテナイなどに移っていくのか、こういう点も、何か積極的な主張が立てられればおもしろいであろう。

ピタゴラス派の数の哲学

サモスのピタゴラス(Pythagoras)は紀元前六世紀の人。半ば伝説中の人物であるが、ともかくエジプトその他の先進諸国を遊歴した後、南イタリアのクロトンに移って、一つの宗教結社を創設したといわれる。オルフォイスの竪琴の名で今にその名を伝えているオルフィック教の一派で、その内容は秘密のヴェールに包まれているが、ギリシアにおける理論数学の成立を考えるに当って、この人とその学派のことは忘れることができない。

ピタゴラスと数学と言うと、人はすぐ直角三角形に関するピタゴラスの定理を思い出すかもしれない。しかし実を言うと、この定理をピタゴラスが発見あるいは証明したという証拠はない。というよりも、この定理の前ぶれらしいものは、すでにメソポタミアの粘土板の上に残っているし、また当否のほどは別として、一九世紀の歴史家の中には、エジプトの建築技術の中にその種の知識があったと推測した人もいて、いずれの場合にしても、それらはピタゴラスの時代より数百年あるいは千年以上も前のことになる。またその定理の一般的証明となると、ピタゴラスの時代から二百年以上もたったエウクレイデスの『原論』には、確かにそれがあるが、ピタゴラスの時代には、厳密な意味での説明はまだできていなかったと見る方が妥当であろう。それにピタゴラス学派の場合、その学派の業績がしばしばピタゴラス自身の業績とされている気味があって、ピタゴラスの定理とピタゴラスとは、どこまで本当につながるのか、いささか心もとない気さえするのである。

しかしそれでは、ピタゴラスと数学とはさほど縁が深くないのかというと、それはまるで反対で、「万物は数である」というこの学派の標語については、すでに御存知の方も多いであろう。ただ多少余談にわたるようだが、この標語がこのままの形で、元来どこに出ているのか、少なくとも私自身はまだ知りえないでいる。実際、一番頼りになるはずのアリストテレスの『形而上学』(“Metaphysica”)にも、これに似た言葉はともかく、ちょうどこの形のものはないように見える。ところがギリシア語で「数(アリトモス)」という言葉はもともと「多数」という意味なので、もしその文句が、虚心に読んで「万物はたくさんである」などと読めるようだったりすれば、後のいわゆるピタゴラス的数理思想なるものが本当にピタゴラス派にあったかどうかが、いささか怪しくさえなりかねないと思われるが、いかがであろうか。

少し話が脱線したが、ともかくアリストテレスの『形而上学』には、そのような記述に関連して、ピタゴラス派には「すべての物事は一つ一つが数のもつ或る属性である」という考えがあり、そこからさらに「数の構成要素を

すべての存在の構成要素であるとする」との判断が生じたと書かれている（第一巻第五章、また第一三巻第八章も参照）。これらの考えは、（ピタゴラスから二世紀近くも後の証言ではあるが、これを信用するならば）単に存在者の属性をというだけでなく、存在者の本質を「数」と見るということであって、仮にピタゴラスがそこまでは考えていなかったとしても——嘘から出たまこと！——、一七世紀の科学革命を経て今日にいたっている西欧的科学精神を底流するある基本的契機を、ここに見出すことができるように思われる。そしてわれわれのさしあたっての主題である論証的学問の芽生えもまた、どうやらこの辺に起こったことのようなのである。

ピタゴラス学派の必修学科が、音楽、天文、幾何、数論であったことは前に述べた。この内、最も重要だったのは音楽だという説があるが、上記の通り、この学派がオルフィック教の一派だったということを思い出していただけば、これはかなりうなずけることであろう。そしてここにアリストテレスは、上の引用の前後に、彼らが「音階の属性や割合（比）も数で表わされる」ことを認めたところから、やがて数を存在の構成要素とし、「天界全体を音階（調和）であり数であると考えた」と書いて、上の四科の相互のつながりを暗黙の内に支えている。そしてこの種の考えは、大なり小なり、近代あるいは現代の歴史学の考え方にもつながっていることである。

もっとも音階と数との関係にも、少し考えてみると、初めに考えるほど簡単ではない面が出てくる。というのは、そのような音階と数との関係を生み出した道具は何かという問題があるわけで、これを仮に（長さとの関係が笛などよりも直接的な）弦の長さの比だと言い切るためには、一定の太さの弦をとり、そこにかかる張力が一定であるようにしないといけない。張力一定という点では一弦琴が具合がよいが、この場合、和音の実験には困難がありそうだし、多弦琴だと弦の太さや張力について一応の系統だった実験的知識がなくてはならない。学者によっては、古い資料を参照しつつ、この辺の事情を考慮して、古代ギリシアには一種の音響学に関する理論的研究があり、かつ通説には反するがそれとともにかなりの実験物理学的研究の萌芽があったのではないかと推測している人もいる。

この内、理論音響学と縁つづきらしい数学的理論は、ある二つの長さの中間に、比例中項を挿入するというような問題に変形されて、たとえばエウクレイデスの『原論』の第八巻の中などに、その片鱗が残されている。しかしそれに先行したかと見られる実験的研究の方は、どうもそれほどまでは成長しなかったらしい。そしてその原因の一つとして、比較的最近のことであるが、反経験的な要素の強い論証学の成立ということが指摘されている。われわれは次にそのことについて考えてみることにしよう。

なおついでながら、ギリシア人の学問の経験的ないし実験的側面については、私は第一にアリストテレスの『動物誌』(Historia animalium)を挙げたいと思う(岩波版『アリストテレス全集』第七、八、九巻)。実際、これらの記述は単なる観察だけで得られるものでなく、ちょうどファーブルの『昆虫記』に実験的要素が見られるのと同じように、そこにも実験的要素は認められると思われるのである。

エレア学派の存在論と間接証明法

論証的学問の形成史を考えるに当って忘れることのできないのは、ピタゴラスの学派とあまり違わぬ時代に現われた、いわゆるエレア学派である。これは南イタリアのエレアを中心として興った学派で、パルメニデスとゼノン(Zenon, B.C.460ごろ活躍)の師弟がその代表である。もっとも、その派の創始者はコロフォン生まれのクセノファネス(Xenophanes, B.C.570–473ごろ)だと言われているが、少なくとも現在の問題についての関係は薄い。

エレア学派と関連あるいは対立する思想家としては、前に述べたアナクシメネスや、ピタゴラスなどが重要である。というのは、エレア学派の存在論は、多種多様な経験的現象の底にある(と彼らの主張するところの)唯一にして不動不変な存在そのものに関心を持つという意味で、アエール(気)の地水風火などへの変態生成を説くアナクシメネスの哲学や、一者に対する多者(アリトモス)(または数)の役割を説くピタゴラスの哲学などと、尖鋭に対立するからである。なお、同じ時代の人で「万物流転(パンタ・レイ)」を説いたヘラクレイトスの哲学との対立も当然考えられるところ

であるが、その対立を積極的に示唆する文献的証拠はない。その上、ヘラクレイトスの哲学を単純に、存在論に対する生成論と言って片づけるのにも問題があって、この学派に対するエレア派の批判という解釈は、一見かなり示唆的であるが、実際はいささか史実の裏付けを欠いているのかもしれない。

しかしわれわれは現在のところ、これ以上ギリシア哲学史に深入りするつもりはない。それよりも、問題は、エレア派がどの学派を相手にしたにせよ、その論敵に対して用いた論法の中にある。というのは、少なくとも現存する史料から推測されるところに関する限り、いわゆる帰謬法を用いた間接証明法が用いられたのは、このエレア派をもって始めとするらしいからであり、しかもそれは、同派の哲学の発展形態としての、理念的・論理的な存在論によく適合するからである。

なお論証的学問の形成におけるエレア派の意義は、ここ数年来、ハンガリーの優れた数学 - 哲学史の学者であるサボー (Á. Szabó) 教授の研究によって、大いに見直されてきた。次にその結果を頭において、簡単にその間の事情を一瞥したいと思う。

エレア派の論法、いわゆる対話・弁証の法（ディアレクティケ）においては、議論すべき事柄について、まずありうべき場合の整理分類が行なわれ、ついでそれらの場合のあるもの、あるいは時としてそのすべてについて、それが〝起こりえない〟ものであることが示される。すなわち、仮に場合Aを前提すると、そこから〝矛盾〟が導き出されるとして、前提Aの場合が拒けられるのだが、ここで、〝起こりえない〟〝矛盾〟などという言葉は、反経験的なエレア派の哲学を反映して、しばしば非経験的かつ論理的な形をとる。

実際、Aという仮定が成立しかねることを示すのに、Aからの帰結を経験的事実に対比するという行き方もあるわけだが、考えてみると経験的事実による判定には、あちらこちらに逃げ道の余地があって、その説得力は必ずしも強くない。それに反して決定的なのは、同じAという仮定から、結論BとBの否定とが、同等の資格で導き出せ

る場合であろう。もちろんこのような論法とともに、論理法則というもの自身への認識も次第に深まったものであろうが、いずれにしても、このような自家撞着を楯に取って押してくる論法の強さは、時代の新古を問わず十分認められることであろう。

エレア派の反経験的な哲学自身にしても、元来はこのような論法の強さに目覚めてのことだったかもしれない。ただ、これにはやはり、それなりの代償もあったわけで、論証的学問の形成を帰謬法的論法と結びつけてエレア派のものと説くサボー教授は、それとともにまた、そのような論法の強調されたことの影響として、たとえばピタゴラス派の中にあったかもしれないところの、ギリシアの実験的学問――少し前に触れたようなもの――の退潮が起こったのではないかと論じている。ありえぬこととは言えないであろう。

ゼノンの逆理と理論数学の形成　理論的な「数学」の形成に関するエレア学派の寄与については、第一に、いわゆるゼノンの逆理のことが考えられる。

ゼノンの逆理というのは、足の速いアキレスでも亀に追いつけないとか、飛ぶ矢は不動である、などという四つの議論のことで、元来はアリストテレスが、運動否定を論じた間違った議論として、後世に伝えたものである(『自然学』第六巻)。

しかしアリストテレスとゼノンとの間には百年に余る年月が流れている上、アリストテレスは個性ある優れた学者であるだけに、一般に、かえって史実までを自己流に解している例もないわけでない。したがって彼がゼノンの議論を、たとえば帰謬法的な間接論法としないで、詭弁あるいはまちがいと決めつけたことについても、その意見がつねに正しいとは、必ずしも断定できないのである。

それとは別に、ずっと現代に近い一九世紀のある数学史家のことだが、ゼノンの説を、アリストテレスのように運動否定論とは見ず、ピタゴラス派の「多者‐数」の哲学への反論と考え直し、当時あった(と一九世紀のその歴

史家が想定したところの）古代の無限小的「数学」への批判者として、ゼノンを高く評価した人もいた。しかしこの意見にも、古代の「数学」の水準や年代史的考察の点から見て、種々の無理のあることがわかっている。

一方、ゼノンの逆理の帰謬法的性格については、一八世紀の哲学者カントなどが然るべき評価を行なっているが、今までにそれとなく何回か触れたサボー教授の第一の仕事は、エレア学派の弁証法の研究を介して、その方面でのゼノンの逆理の意義を明らかにしたものである。すなわちこの逆理が、幻影的なピタゴラス時代の無限小数学などを持ち出すまでもなく、もっとも典型的な論証的学問であるエウクレイデスの定義や公理を生んだものだということを、当時の文献に基づく実証的方法によって、彼は論じている。そしてこの意味でいうと、エウクレイデスの論証的数学こそ、恐らくはピタゴラス派の「マテマティコイ（上級生徒？　数学者？　22ページ参照）」と、このエレア学派の論理学との、対立あるいは対立的協調作業の成果であると考えられるであろう。その事情を次に説明しよう。

今、「数 - 多者」について論じようとするピタゴラス派の学者に対して、「唯一者」的存在のみを学問の対象と見てそれに反論するエレア派の学者がいたとする。二人はいろいろ議論を繰返すであろうが、今考えている筋書きの下では、二人はやがて、暫定的な協定にもせよ、議論の共通の地盤になる仮定を立て、そこから「数」についての議論を展開していくはずである。もしそこに論理的矛盾が現われたら、その仮定は誤りとして捨てられ、それでエレア派の勝ちははっきりする。しかしさしあたり矛盾が出ないからといって、その仮定の正しさが保証されるわけではないから、少なくともエレア派の側では、その議論はあくまで暫定的な議論のつもりでいるかもしれない。以上が、エレア派の考えが生きていた時代の「定義」や「公理」という言葉の意味だったと、まず考えておくことにする。しかしたとえばアリストテレスのように、その時代からかなりの年月が経過すると、純理論的な学問に本来は既成事実などないはずだが、それらの暫定的仮定がいつしか「仮定」でなく「前提」となり、ついには「数学の原理」となるということも、一つの筋書きとしては考えられぬことではない。というよりも、この筋書きを、古い

文献の語法の研究をもとにして、実際に描いてみせたのが、度々述べたサボーの説である。

実際、エウクレイデスの『原論』第七巻（整数論に関する巻）のはじめには、

定義一　存在する個々のものは一者と呼んでよい。単位とはこの一者のことである。

定義二　数（多者）とは単位の集まったものである。

という「定義」があるが、これなども、エウクレイデスの二百年ばかり昔にあったある論争の名残りかもしれない、と言われている。

「数 - 多者」の他に、「運動」についても同じことが言われよう。すなわちピタゴラス学派の「数学」者たちは、整数論を一応処理した後、図形についても同じような取扱いをやろうとして、「運動」という問題にぶっつかったのではあるまいか。というのは、「図形」を「多数」の点の集まりとみるにせよ、点の「運動」の軌跡とみるにせよ、どちらにしても「多」や「運動」はエレア派の批判の対象になったはずだからである。なお『原論』第七巻の言葉づかいは、『原論』の中でももっとも古く、数学者としても数学史家としても有名なファン・デル・ワルデンなどは、これを古いピタゴラス学派の教科書の伝承であろうと推測している。

ところがこの「図形」学は、「数」の場合より格段に問題がむずかしく、前提もいろいろの形で提出されただろうし、したがって小さな理論体系もいくつか組立てられたことが想像される。そういえばプラトンより古い時代に、医聖と同名異人のキオスのヒッポクラテス（Hippokrates, B.C.460 ごろ–375 ごろ）をはじめ、二、三の学者が『原論』を組立てたことが伝えられているし、ゼノンと同時代のオイノビデス（Oinopides, B.C.5 世紀）という学者にも、それらしい仕事のあったことが伝えられている（大分前に触れた五世紀のプロクロスの『歴史概要』による）。特にサボーは、従来その区別について、とかくの議論のあった「定義」「公理」「公準」の関係を、エレア的弁証法の用語法の研究から、おそらくいずれもそのような小体系の出発点であるが、その用例にしばられて、「定義」と

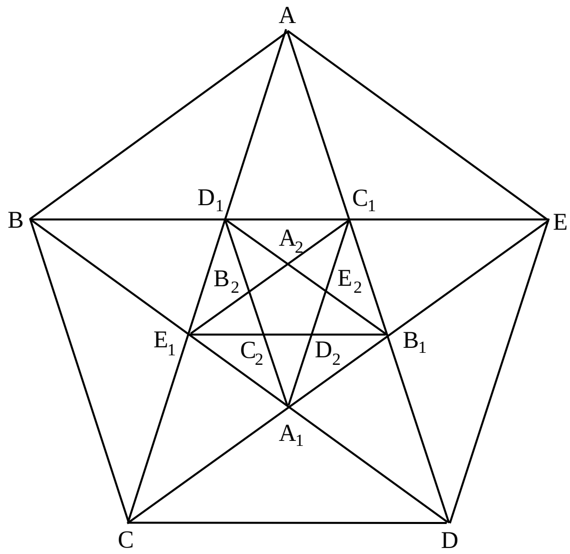
いう言葉は術語の説明、「公理」や「公準」も今日のような原理ないし前提、というふうに固まったのだろうと論じている。決定的な議論とは言えないにしても、示唆的な意見であろうと思われる。
もっとも、このような論証法が成立していく一方において、エウクレイデス的な理論数学がいかに形成されたかの過程を論じようという場合、エジプトやメソポタミアの先進文化の中での数学的学芸のことも考えておかねばならない。というのは、『原論』の中にはメソポタミア代数の成果を幾何学化したような定理が多数見出されるし、その他にもピタゴラス派の音楽論や比の理論などについて、同様の事が考えられるからである。しかし話がここまでくると、ギリシア人が、メソポタミアの代数のような先進「数学」を、（数論まで含めて）何故に幾何学化したのか、という点が問題になってくる。そしてこれは、一見、論証的学問の形成の本筋からは外れるようであるが、やはりわれわれには見逃せない論点なのである。

『原論』の論証はなぜ図形によって行なわれたのか

すでに述べた通り、エウクレイデスの『原論』がまとめられた背景には、ピタゴラス学派の音楽論あるいは比の理論と、エレア学派の間接証明法があり、さらにその背後にはメソポタミアの暦法や方程式の計算の成果などがあったと見てよい。しかしそれらの結果を、ギリシア人はなぜ幾何学という図形的方法によって整理したか、これがこのたびの問題である。特に前にも述べたように、エレア学派は「運動」という概念を学問の中に持ち込むことを批判していたのだから、わざわざ運動的要素を持つところの図形などが利用されたのには、然るべき理由がなくてはならないであろう。
ピタゴラス学派の「万物は数である」という標語については前に述べた。そういう点からみると、その学派の「数学」者たちは、元来は、「図形」を「点」の「多者（集まり）」とでもみて、数と図形との間に調和ある関係を認めていた、というようなことが考えられる。しかしその調和ある関係は、その比が自然数の比では表わせない二本の長さの発見によって、根底的にやぶれてしまった。しかも皮肉なことに、その発見はピタゴラス学派の中で行なわ

れたことと見られている。

そのような二線分の例としては、正方形の辺と対角線との比がよく話題になる。その証明は、もしその比が自然数の比 $m : n$ で表わされるとすると、これこれの矛盾が生じるという間接的方法で行なわれている。しかしここで考えてみると、「どんな自然数の比でも表わせない」という事態は、かなり想像を絶したことだったはずであり、一方、右の証明はむしろそうした事態の起こることを予測したもののようだから、この正方形における例が、この種の比の例の最初のものだと見る見方には、多少の無理があると言ってよい。



ここにおもしろいのは、今世紀の四〇年代のことだが、フォン・フリッツ (K. von Fritz) という学者が、正五角形の辺と対角線との間に、共通の約数に当る長さの見つからぬという事情を、まことにうまい形で説明してみせ、自然数の比で表わせぬ一組の量のあることに人々が気づいたのは、おそらくこの事情の下であろうと論じたことである。

実はピタゴラス派の人でも知っていたと思われる程度の簡単な事実を積み重ねると、

(ABとACとの公約量)

$=$(AE$_1$〔$=$AB〕とCE$_1$〔$=$AC$-$AB〕との公約量)

$=$(D$_1$E$_1$〔$=$AE$_1-$CE$_1$〕とE$_1$B$_1$〔$=$CE$_1$〕との公約量)

$=$(A$_1$B$_1$とA$_1$C$_1$との公約量)

ということが確かめられる。そこで結局、ABとACとの公約量を求めるには、図のように、正五角形ABCDEの対角線の作る正五角形A$_1$B$_1$C$_1$D$_1$E$_1$を作り、またその中に正五角形A$_2$

もちろんこの手続きはどこまでいっても終わらない。ということは、公約量は結局見つからず、したがって、AB、AC の比を表わす二つの自然数も見つからないという結果になるわけである。

線分の長さや面積などの量の比の中には、「数」すなわち自然数の比によっては表わせないものがある——この認識が、「万物は数である」とするピタゴラス学派に与えた衝撃は、非常に大きかったことと思われる。ところが一方、二つの数は二つの量（線分の長さ、面積等）で置きかえられ、数の比の論も容易に量の比の論の形に書き直せるため、この意味から言うと、理論的数学を表現する手段としては、「数」よりも「図形」の方がずっと有力だということになる。そしてこのことこそ、ギリシアの理論的数学に、幾何学という図形的学問の形を取らせた第一の原因であると考えられている。要するにギリシア人にとって、数の理論や、今日の無理数の理論に対応する彼らの理論を含めて、「数学」を幾何学の形で書くことは、一番有力であり、また厳密な道であったというわけである。

ギリシアの理論的数学の幾何学化の原因は、以上で一応明らかになったと思うが、ここで本節の主題と関連して私の言いたいことは、論証的学問の形成が、この理論的幾何学という学問の形成と相伴って起こったという事実である。実際、正方形の辺と対角線との比もそうであるが、上の正五角形の作図にしても、いちじるしく理想化された形で論じない限り、線の太さなどのために、ある程度以上の作図はできなくなってしまう。もちろん論理自身も、経験から生じていながら、本来、経験を超えたような性質のものであるが、その論理をあくまで貫くためには、対象の方も、何らかの意味で経験を超えた観念的・理想的な対象でなくてはならぬことを、この理論的数学の形成は示しているのではないか。そしてそのことを認めるとすれば、論証的学問の成立がまず理論的な数学の範囲で、特に理想化された図形学の範囲で、行なわれたことは、私には偶然と思われないのである。

三　その後のこと

論証的学問の成立をめぐっては、本来なお多くのことを述べねばならないが、ここではそれとの関連のなかで、プラトン、アリストテレスという古代最大の二人の哲学者、アルキメデスという古今を通じて最も発見的・創造的な数学者のことに触れ、そのあと簡単に後代へのその影響を一瞥して、この章全体のまとめにかえようと思う。

プラトン哲学と「数学」

従来、論証的学問の形成を論ずる場合に必ず挙げられた名前で、今まで伏せておいたものがある。それはプラトン(Platon, B.C.427–347)である。プラトンの名は、ソクラテス(Sokrates, B.C.470–399)の弟子として、またアリストテレスの経験論と並び立つ西欧的観念論(イデアリズム)の哲学の祖として、あまりにも有名であるが、その名はまた「数学」と固く結びついている。

プラトンは全く「数学」にとりつかれたようなところのあった人物で、アリストテレスの伝によると、「神々は幾何学す」という名文句を残しているし、また、ずっと後代(一二世紀)のアラビアの学者の伝なのだそうであるが、自分の学園であるアカデメイアの門に、「幾何学を知らざるもの、この門を入るべからず」と書いていたと言われている。実際、アリストテレスの世界観の原型がその驚くべく該博な生物学的知識であると見られるのに対して、プラトンの世界観の根底は「数学」なのである。こういうわけで、今日の科学史家の間では、プラトン主義といえば、「数学」をもって世界を理解するための鍵とする考え――すでにピタゴラス学派についてしばしば述べたもの――を指すこともあるほどである。

プラトンの哲学は、その著作(三五部の対話篇、一三の書簡が現存)によって知ることができるが、その中には論証の精神を伝えた場所のあるものも少なくない(たとえば『メノン』Menon、『国家』Politeia 等々)。また『テアイテトス』(Theaitetos)のように、無理量に関する最古の記述を残しているものもある。実を言うと、プラトン自身はこれといって「数学」内部での仕事を残していないのだが、それやこれやを考えた上で、ツォイテン(H. G. Zeuten)など二、三の一九世紀の数学史家は、プラトンこそ、古代の経験的な「数学」を、理論的な「数学」にまで

高めた人であるとして、数学史におけるその役割を高く評価している。

もちろんこれに対しては異論もあって、特に例のサボーの仕事の示している方向は、純粋数学の起源をプラトンにおくところのプラトン革命説に対する、エレア革命説であるということもできよう。このことは後でまた触れるが、その他にもプラトンが、「定規とコンパス」だけに作図器具を制約した点は、ギリシア幾何学を不当に制約し、やがてそれを不毛に終わらせた原因になったとして責められることがある。しかし私はこの後の説は、歴史の実際への配慮の足りない意見だと考えている。ギリシア幾何学の衰退については、もっと考えねばならぬ要素があるはずで、いずれにせよ、それは今日までまだ十分には論じられていないことだからである。

プラトン自身に対する評価はこのように種々あるけれども、ともかくプラトンの周辺に「数学」的雰囲気がただよっていたことに、まちがいはない。実際、先に述べた量の比の理論――ギリシア数学を幾何学化した決定的な一歩であり、考え方によれば、学問というものの中に、経験主義の範囲を超えざるを得ない契機があることを示した決定的な一歩と言えなくもないもの――が、エウクレイデスの『原論』第五巻に見られるように、今日見ても論理的に申し分ない形にまとめ上げられたのは、この学園のメンバーであったエウドクソス（Eudoxos, B.C.408ごろ–355ごろ）の功績であったと見られているし、『原論』第一〇巻の無理量の理論や、第一三巻の正多面体の理論なども、同じくこの学園に所属したティアイテトス（Theaitetos, B.C.415ごろ–369）の功績であったと考えられている（もっとも、特にこの最後の点には、サボーその他に有力な反対論がある）。

どうも歯切れの悪い話になってきたが、それは、この話の初めから断っている通り、科学史という学問の一つのくせと見ていただくことにして、ともかく以上のような点を考慮すると、プラトンの学園こそ、やがてエウクレイデスの『原論』に流入する学問的伝統の、重要な根拠地であったと言えるであろう。すなわちそれは、ピタゴラス学派の「数‐多者」の哲学と、エレア学派の観念的で論理的な「一者」に関する存在論の哲学とを契合し、あるいは

むしろ後者の伝統に立って、前者を何らかの意味で根拠づけようとしたもの、というふうに考えられるのではないか。そしてさらに私見をさしはさむことを許していただくならば、論証の方法による「数学」の根拠づけが、「数」（今日の自然数）とその比によるだけでは行なえないことが認識され、そこに（連続的な）「量」の助けをかりざるを得ないことが認識されたことこそ、ギリシア的理論的数学の誕生のきっかけになった事件であるとともに、プラトンのイデアリズム的哲学の進路を決する一つの重要な要素だったと見ることはできないであろうか。

ここで話を戻すようであるが、ツォイテンのプラトン革命説――ギリシアの論証的な理論数学の起源はプラトンの哲学の影響下に起こったことであるとする説――に関連することを述べてみよう。

プラトンの「数学」

それ以前の「数学」

第一に注意すべきことは、このプラトン革命説をとると、プラトン以前の「数学」がすべて、大なり小なり理論以前の段階のものとなってしまうことである。その場合、たとえばキオスのヒッポクラテスの『原論』（Stoicheia）その他、プラトン以前に得られた「数学」的成果の価値はかなり低下するであろう。そしてまたツォイテンたちは、それらの古いピタゴラス的「数学」を、一括して「ソフィストの数学」と呼び、これを、プラトン以後の真正の「数学」と区別したのであった。

しかしこの説に対して、「数学」的存在――「数学」の対象となるもの――の中に潜在する超経験的な契機、特にそれのエレア起源を主張するサボーなどは、プラトン以前、あるいはさらにヒッポクラテス以前にすら、なおかなり理論的な「数学」が作り上げられていたという考えを持っており、プラトン革命よりはむしろ、プラトン哲学に対するエレア学派の哲学の革命的影響力の方を強調する。そしてそれはそれなりに強い説得力を持った意見であり、それに対してわれわれがにわかに賛同できない気になるとすれば、それは一つには、われわれが従来持ってきたいわゆる「ギリシア哲学史」の常識のせいであろう。ところがその常識は、いったん一九世紀の哲学史家の研究

のところでまとまり、さらにさかのぼると、ルネサンス、アラビアという細々とした伝承の流れをたどって、結局、古典古代の諸著作、特にアリストテレスの作品にまで到達する。そしてサボーが、最も批判の対象にしている一つの問題も、実は、それらのアリストテレスの記事がどこまで信用できるかという、（どうやら二〇世紀の哲学史一般を通じてあるらしいところの）一つの学問的傾向の中にあると思われる。

私は今まで、まことにたびたびサボーのことを述べてきた。しかし私の指摘したいのは、サボー個人の仕事や、エレア派がどうこうという問題自身もさることながら、科学史という学問が、このような大きい問題に関係を持っているのだという事実なのである。

アリストテレスの論理学　アリストテレス（Aristoteles, B.C.384–22）はトラキアのスタゲイラの人、マケドニア王の侍医の子として生まれ、一八歳以後プラトンの弟子となったが、約二〇年たってプラトンが亡くなったとき、アカデメイアをはなれ、その後しばらくは、将来のアレクサンドロス大王である若い王子の師を勤めた後、アテナイ近郊のリュケイオンに学園を開いた。もっとも、アカデメイアが内容的な幾変遷はありながらも、その後約九百年も続いたのに対し、リュケイオンの生命は事実上アリストテレスの死去とともに終わったといわれる。しかしその講義録は弟子たちの手で保存され、古代末期以後も別にその伝承が絶えたわけではないが、特にその学問が盛んになったのはそれが古代末期の新プラトン派の手を経て、アラビアに移植された後、一三世紀のトマス・アクィナス（Thomas Aquinas, 1227–74）以後、神学と結びついて以後のことである。これがやがて一七世紀の数理的自然科学の勃興に際して邪魔になったとされ、最近でも自然科学畑の方ではアリストテレスへの風当りが強いが、公平に見て、おそらくそこには今後まだ発掘されるべき要素が残っているに違いないと、私は思っている。

さて話を戻して、アリストテレスはしばしば「万学の祖」と言われるが、実際、その学問的著作は論理学、形而上学、自然学、動物学、倫理学、美学、政治学などに及び、いかに古代の「学問」が未分化であったにしても、これ

ほどの例はちょっと他に見当らない。この内われわれに関係の深い論理学関係の著作は『カテゴリ論』(kategoriai)『分析論前書』(Analytica priora)『分析論後書』(Analytica posterioara) など六篇に及ぶが、その中心的問題は、正しい論法の形式――もっとも、実は三段論法に限られている――を確定すること、そしてそのための基本として、存在者に関する基本形式を分類すること(カテゴリ)、の二つであったと言ってよい。さらにこの分類はやがて『形而上学』の問題につながっていくが、それは目下の問題ではない。

アリストテレスの論理学は非常によく整ったもので、古代の論証的学問の形態はここで本当にまとまった感さえする。もっともこの感じ方に対しては、最近かなり異論もあるけれども、ともかく一八世紀の大哲学者カントなども、論理学はアリストテレス以来本質的な進歩は何一つしていない、という意味のことを言ったほどで、この点でアリストテレスの功績はきわめて大きいと言わねばなるまい。

ここで問題になるのは、アリストテレスが歴史家であるよりは自己の体系を組立てる型の独創的な学者だった点で、その論理学では、エレア派からプラトンにいたる弁証法の伝統が、かなり歪めて伝えられていると見られる節がある。実際、論証的学問の発端である定義、公理、公準ないし原理等についてのこの人の所説は、その時代以前の「数学」の実際と合わないばかりか、彼以後の時代の数学、たとえばエウクレイデスの『原論』や、古代最大の数学者であるアルキメデスの作品の実際とも、かなりの食い違いを見せているのである。このような点からみると、アリストテレスは、古代の論証的学問について最後の言葉を述べた人というよりは、それに関する一つの、ただしきわめて重大な、解釈を残した人という方がよいのかもしれない。ただそれにしても、今述べているような考察がわれわれにできるという事実自身、その最も重要な手懸りをアリストテレスに負っているという点で、その業績の大きさを物語っているともいえるに違いない。

アリストテレスの論理学の他にいくつかの「論理学」があったことは、上記のサボーのエレア派再評価を別とし

ても、たとえば最近のボヘンスキー(L. M. Bochenski)の研究などによって明らかにされている。それによると、エレア派やソクラテスの影響下で生まれたメガラ学派とか、それと似た傾向でアリストテレスの後に生まれたストア学派などの間で、今日の記号論理学でいう命題算に似たものが作られつつあったといわれる。ただこれらは、学問自身にさほど大きな発展がなかったせいか、あるいは然るべき後継者が得られなかったせいか(すなわち、必然的な理由によってか、偶然の事情によってか)、後世にほとんど伝わらず、したがってアリストテレスのような強大な影響力は持たなかったのであった。このような、今日からみて小さい学派と見られるものが、学問の本筋の中で本当に「小さい」ものであるのかどうか、「本筋」とは何かといい出すと事はまたやっかいになるが、いささか考えさせられることである。

なおここで一つ、私がちょっとおもしろいと思っていることを付け加えておく。それはアリストテレスの学問の性格にまつわる問題である。元来、プラトン的な意味における「数学」というのは、経験的世界と観念的(イデア)世界との中間に立って両者をつなぐところの、一種独特の学問である。少なくともプラトンはそのように考えて、しかもこれを世界を理解するための鍵と考えていたらしい。ところがアリストテレスはその考えを継承したとは決して見られないわけで、むしろ経験的な学問である生物学を基本として、そのモデルの上に世界像を打ち建てようとしたらしく思われる。私がおもしろいというのは、このアリストテレスが、おそらくは「数学」において初めて意識された論証的学問の体系を、やはり「数学」を手本としてのことであろうが、最初に創り上げたということである。これは彼がアカデメイアに学んだ時の知恵の名残りなのであろうか、それとも、名残りは名残りにせよ、そのころ以来の反エレア的思想が、はしなくもそこに結実したものだったのであろうか。彼がエレア学派流の詭弁を論じ、これをいかに克服しようかと苦心しているのを見ると(たとえば『自然学』Physica、『詭弁論駁論』Peri Sophistikon elenchon)、私などにはどうもこの後者ではないかと思われるのだが、いかがであろうか。

以上いろいろの事を述べてきたが、いずれにせよ、アリストテレスまで来ると、古代の論証的学問は一応一個のまとまった形を取ったといってよいであろう。われわれはしたがって、ここで話の本筋は終えることにして、この後、大ざっぱにその後のこの方向の学問の大づかみな変遷について述べることにしたい。

アルキメデスと発見的方法　アルキメデス（Archimedes, B.C.287ごろ–212）が古代最大の数学者、あるいはむしろ近代の数理的自然科学の学者に近い人物であったことはよく知られている。というよりも、この人は、今日までの「数学」の歴史を通じて、その域を超える人があるとすればニュートン位のものだという程の人物といってよいであろう。

この人に『方法』(Epodos) という著作のあったことも昔からわかっていたが、二〇世紀のはじめごろまでは、それは永久に失われたものと思われていたのであった。ところがエウクレイデスの『原論』の決定的な校訂本を作った古典学者であるハイベルク (J.L. Heiberg, 1854–1928) が、今世紀のはじめに、コンスタンチノポリスの寺院の古文書の中から——正確に言うと、後代に書かれた文字のかげに僅かに見えるさらに古い文字の形で——、その『方法』という本の写本を発見したため（一九〇七年発表）、今日ではその内容は広く知られるようになったのである。

この事件はそのままでもまことに珍しい事件で、今世紀における古代史の方面での最大発見の一つに数えられるほどのことであるが、さらに幸いなことに、その本は、アルキメデスが自分の証明した定理の発見法を述べたものであった（発見の発見！）。

すなわちそこでは放物線の断片（セグメント）の面積、回転楕円体の体積その他、近世の積分学の遙かな先駆と見られるような求積問題について、挺子の原理を応用した、いわゆる力学的な推定法ないし発見法が示されていたのであった。

元来、古今を問わず、数学者には自分の発見のからくりを明らかにしたがらない人が多く、発表される論文にし

ても、その完成までに用いられた足場の類は、すっかり取り払われた形になるのが普通である。こういうところへ、アルキメデスのような古今の大学者が、まことに示唆的なその方法を書き残してくれ、しかもそれが都合よく発見されたというのだから、これを珍しくも幸いな事件と言わなければ、言わない方がおかしい位である。

　ところでわれわれの現在の関心から言うと、そのような本を見た場合、改めて、論証的学問が、実はそれに先立つ発見――たいていの場合は不確かなところを持ったもの――によって支えられたものであることを、痛感させられる。そう言えば少し前にも、エレア派の帰謬法的な間接証明法が確立された前後から、ギリシアの実験物理学的伝統は衰えていったらしい、という推測のあることを述べたが、論証的学問の確立という出来事の裏には、案外、ギリシアの学問の新分野への前進力をそぐような力がかくされていたかもしれない。もちろんこのような学問衰退の動きを論ずるとなれば、別にいろいろ吟味すべき要因があるには違いないが、今述べた事項も確かに考えてよい要素であろうと思われる。

後代におけるギリシアの論証的学問

　ギリシアの論証的学問のその後の数百年における運命について、今までのようなやり方で論じていくことはきわめて困難である。それは、第一に私の知識不足のためであるが、また幾分かは、その時代の文献の極度の不足による。実際、古代ギリシアの歴史の中で、偶然か必然かはともかくとして、プラトンとアリストテレスとの著作は、そこだけに日が当っているように残っているが、その前後には、まとまった文献がほとんど残っていないのである。もちろんこの二人が群を抜いた学者であったのも事実であろうが、またそこに幸いな偶然の作用していたことも否定できないであろう。もっとも、プラトン、アリストテレスにしても、当時の書きものがそのまま残っているなどというのでは全くなく、後世の写本、そのまた写本のまた写本というような、したがって疑問の余地を多分に残したものであることは承知しておかねばならない。

　その時代の「数学」書について言うと、一番よく残っているのは（これまた後世の写本からの復元ながら）エウ

クレイデスの『原論』全一三巻、それにアルキメデスのいくつかの著作、あるいは論証的数学というのとは、いささか異質かもしれないが、ディオパントス (Diophantos, 250年ごろ) の『数論』(Arithmetika) などで、もっと間接的資料――古い記録の報告――まで加えても、紀元三世紀のパッポス (Pappos) の『(数学) 論集』八巻、それに当時の「歴史」らしいものの輪郭がわかるという点で貴重なプロクロス (Proklos, 410ごろ–485) の『エウクレイデスの原論注釈』の第一巻 (これのみ現存) の中にある『歴史概要』、そういったところが主だったものである。これらの乏しい史料を主軸にして、古人は、私の程度の学問の徒にも、この文章のような事がまとめられる程度にまで、客観的な「歴史」を曲りなりにも作り上げたわけである。この仕事は、多くの優れた学者にとっても、どんなにか大変なものだったであろう。それは一応想像できそうにも思えるが、実際はわれわれの想像を絶しているという方が本当であろう。

ただこうしたことを考えていると、そのたびに、いつも思い返されることは、今から二千年も前に数十万巻の書物を集めていたと伝えられるアレキサンドリア市の大図書館と、特にその焼失のことである。しかしわれわれとしては、実際は、そのような戦火をくぐり、さらにそれだけの年月を超えて、上の程度のものにもせよ、それが今日にまで伝えられてきた事を喜ばねばならぬのかもしれない。その事情を次に述べよう。

よく知られているように、古代ギリシアの学問的伝統は、キリスト教がローマの国教となったころから後、急速に衰えていった。上記のアレキサンドリアの図書館の焼失にしても、紀元前四八年のカエサルの軍隊のせいばかりでなく、それよりずっと後代のキリスト教徒を含む無知な民衆の手によることが少なくなかったのであって、時として言われるアラビアの回教徒による破壊というのは、どうもあまり根拠のあることではなく、彼らの侵入当時には、もう破壊するほどの書物はなくなっていたというのが真相らしい。

こういうわけで、ギリシアの優れた学問的伝統は、大筋においてはアラビア (サラセン) 文化の中に取り入れら

れて生き続けてきたのだが、一二、三世紀以降ヨーロッパに起こった知的目覚めに加えて、トルコ人によるコンスタンチノポリスの占領（一四五三）の前後、当時までその辺にあったギリシアの学問の一つの伝統がイタリアに移動したというような刺激もあり、このころから西欧の人々は、急激に古代の異教徒の高い文化に目を開かせられていくわけである。そういえば、一三世紀のダンテの『神曲』には、古代ギリシアの哲人たち——ソクラテス、プラトンからエウクレイデスまで——が、キリスト教の神を知らないため、辺境とはいえ地獄の一隅にとどめられていながらも、偉人として扱われているのもおもしろい。

一四世紀から一六世紀ごろまでにわたるルネサンスとは、実は何度かにわたる知的革命の波状攻撃のようなものだったということは、このごろしばしば注意されているが、われわれの主題である論証的な学問の方面でいうと、ルネサンスの一般史における波とは多少違った形かもしれないが、やはり何回かの波があるようである。特にその最後の波とみられるアルキメデスの数学への目覚めは、後の微分積分学の形成との関連から言って、最も重大なものであった。その他にも、記号代数の技法が普及し、元来はただのテクニカルな手段であったこの技法が、デカルトなどの手を経て、演算力とともに論証法を自らの中に持った「学問」として成長するに当って、ディオパントスの『数論』がある役割を演じたという意見もある。

ただそれにしても、ルネサンスから近世に対してのギリシア的「数学」の影響となると、狭い意味での論証的学問そのものの影響より、数学こそ世界の謎を解く鍵であるという、例のピタゴラス - プラトン的な考え方の影響の方が大きかったであろう。しかもこのたびは、メソポタミア以東のインドあるいは中国などという東方諸文化からの実験的学問の系統が、そこには共存していたわけで、ここに記号代数的方法と、アルキメデスに触発された方針ないし方法とを兼備した学問的動きが始まると、それは結局、解析学によって武装された古今未曾有の有力な数理的自然科学にまで成長せずにおかなかったのである。もちろん経験的な学問と、プラトン的な数理思想とは、今日

われわれが考えるほど、容易にまた自然に結びついたわけではなかったであろう。しかしともかく、ガリレイ、デカルト、ニュートン、ライプニッツと時代が移る間に、このようにして、その後の人類の運命を決するような巨大な学問が成長したということだけは、確かに言えるのである。

もっとも、ここでそれにつけても考えられることがある。それは、論証的学問なるものが、古代ギリシアの理論的「数学」とともに形成され、それが「数学」を鍛え、かつ逆に「数学」に鍛えられつつ、やがてそれなりの形にまとまっていくわけであるが、それだけではまだ「世界」は動かせなかったであろうという点である。すなわちそれだけでは、世界観の基盤に位置を占め、「宇宙」を、あるいは最も広い意味での「世界」を、理解し把握するための新しい道を示唆し、人をその道に駆り立てるデモニッシュな力となるまでには、いたらなかったであろうという点である。ここで私の個人的な推測をあえて述べるならば、私は、経験的世界とイデアの世界とをつなぐ一つの学問としての理論的「数学」が生じたところで、古代の論証的学問が今日に対してもつ最大の役割は終わったものと考えている。もちろん、よく言われるように、古代の論証的学問、特にエウクレイデスの『原論』は、後世の学問的叙述の手本となり、ニュートンの『プリンキピア』、スピノザの『エチカ』をはじめ、その形式を模して書かれた書物は非常に多いのではあるが、それはいずれも、一つの学問的創造を終えた段階に立って、説得の仕事にかかった時のものであり、その作品を動かしているものは、もとより決して『原論』の示している形式の中にはなかったのである。

そして言うまでもなく、これは今日のわれわれについても言える事である。

参考文献

まず、古代科学史全般に関するものからあげると、

（1）J・L・ハイベルク（平田寛訳）『古代科学』（鹿島研究所出版会、一九七〇）は、有名な古典学者による、簡潔的確なギリシア科学の概説書。訳書は戦前戦後に一度ずつ出たが、最近、また図版や注を加えて再刊された。

（2）B・ファリントン（出隆訳）『ギリシャ人の科学』上・下（岩波新書、一九五五）科学史の背景たる一般史的視点をもった優れた書物。唯物史観的立場から書かれている。

（3）G・サートン（平田寛訳）『古代中世科学文化史』ギリシア以前からアラビア科学にいたる概説書。原書の注および参考書は省かれている。

（4）O. Neugebauer: Exact Sciences in Antiquity, (Brown Univ. Press, 1957)

同じ著者には前に、

（5）O. Neugebauer: Vorlesungen über die Geschichte der antiken Mathematik, Bd. 1, (Vorgriechische Mathematik, Berlin, 1934)

があり、最近復刻された。なおこの第II巻は（一九七〇年現在）未刊である。

（6）B. L. van der Waerden (tr. by A. Dresden): Science Awakening, I., (P. Noordhoff, 1954)

ノイゲバウェルの研究の上に、著者自身の研究を積み重ねてなった優れた書物。最近第II部（天文学史、ドイツ語）も出版された。

（7）S・ボホナー（村田全訳）『科学史における数学』（みすず書房、一九七〇）

専門の数学者の手になる卓抜かつ真正の科学史書。ギリシア諸学を一七世紀以後の状況と比較する見方、特にアリストテレスに関する評価に、視野の広さと深さが見られる。

科学史あるいは数学史というより、もっと広く、文書を通しての古代文化への手引きとして、（８）杉勇『楔形文字入門』（中公新書、一九六八）（９）F・G・ケニオン（高津春繁訳）『古代の書物』（岩波新書、一九五三）は、ともにすぐれている。

つぎに、特に古代数学史に関係するものをいくつかあげると、

（10）T・L・ヒース（平田寛他訳）『ギリシャ数学史』上・下（共立出版、一九六〇）は、標準的な書物として有名。ただし、何分にも半世紀以上前に書かれたもので、内容的にはそれよりなお古いため、今日では修正の必要のあるところがある。また記号を現代化して書かれているのが、当時の真のすがたを歪める点もあって、それも欠点の一つになっている。

（11）N・ブルバキ（村田全・清水達雄訳）『数学史』（東京図書、一九七〇）

現代数学の立場から書かれた書物だが、古代を考えるについても得るところが多い。もっとも学問的な数学史の一つ。

（12）近藤洋逸・黒田孝郎『数学史』（中教出版、一九五三）

資料原典への参照のあるすぐれた書物。

（13）藤原松三郎『西洋数学史』（宝文館、一九五六）

は、原典を数多く渉猟して書かれており、資料がしっかりしているすぐれた書物である。古代から一八世紀オイラーまで。

(14)中村幸四郎『数学史』(新興出版社啓林館、一九六二)
小・中学校教材研究叢書の一冊だが、従来日本で書かれた数学史書のうちで、もっとも研究書的色彩のこい名著。
(15)村田全・茂木勇『数学の思想』(日本放送出版協会、一九六七)
サボーの業績その他、本書第一章の記述と相補う形の記述がある。
全般的な通史として、特に推奨できるものは、さしあたって見当らないが、
(16)C. Boyer: A Histroy of Mathematics, (John Wiley & Sons, 1968)
は、たとえばサボーの業績のような、新しい材料を取り入れている。
サボーということになれば、当然、
(17)Á. Szabó: Anfänge der griechischen Mathematik, (Kiado, 1969)
をあげねばならない。、高度の専門書だが、古代数学、哲学史再構成の意図を秘めた、きわめて識見構想の深遠な書物である。
なお、この種の研究論文を集めたものとしては、
(18)O. Becker (ed.): Zur Geschichite der griechischen Mathematik, (Darmstadt, 1965)
が大切である。一九世紀中葉以後、一九六〇年のサボーにいたる百年間の代表的論文を集め、かつ取り上げられた主題も古代ギリシアの全体にわたる。第一章で取り上げた正五角形に関する von Fritz の論文もここに収録されている。
ベッカーには、
(19)O. Becker: Grundlagen der Mathematik in geschichitlicher Entwicklung, (Munchen, 1954)
その他、数学の哲学と歴史に関するいくつかの著作がある。

つぎに哲学史、その他に関連するものをあげると、

（20）B・ラッセル（市井三郎訳）『西洋哲学史』上・中・下（みすず書房、一九五四～五六）

これは標準的な哲学史とはいえないかもしれないが、一つの独特なまとまった哲学史といえる。

（21）E・ツェラー（大谷長訳）『ギリシャ哲学史綱要』（未来社、一九七〇）

は、ギリシア哲学史として標準的かつ簡潔な古典的書物である。

一般的な歴史より、もう少し第一章の問題に立ち入ったところでは、

（22）下村寅太郎『科学史の哲学』（弘文堂、一九四一）

を第一にあげる。

（23）田中美知太郎『ソフィスト』（弘文堂、一九四一）

もまた、ある意味で示唆的な書物。サボーの一九六〇年の論文は、その全体的傾向からこの書物を想い起こさせるところがある。

哲学史というより論理学史になるが、

（24）J. M. Bochenski (tr. by I. Tomas): A Histroy of Formal Logic, (Univ. of Notredame Press, 1961)

も大切である。論理学史には他にも重要なものがあるが、それは右のボヘンスキーの書物について見られたい。

最後に、源泉的資料をいくつかあげよう。

（25）山本光雄編『初期ギリシア哲学者断片集』（岩波書店、一九五八）

（26）M. R. Cohen and I. E. Drabkin: A Source Book in Greek Science, (Harvard Univ. Press, 1966)

以上はこの種のものとしては最も手近かなものだが、本格的に勉強するための文献 (Pauly-Wilssow, Dielas-Kranz, etc.) もあげてあって有用である。

（27）ユークリッド（中村幸四郎・寺坂英孝・池田美恵・伊東俊太郎訳）『原論』（共立出版）
当然あるべくして、長らく日本版が出なかったが、ようやく今年中には出る由である。
　また哲学の方面では、
（28）『アリストテレス全集』全一八巻（岩波書店、一九六八～）
が進行中であるし、プラトンについても、
（29）（岡田正三訳）『プラトン全集』（全国書房、一九四七～五二）
の復刻も進行している（一九六九～）。また個々のプラトンの著作の中には、いく種類かのすぐれた邦訳がある。

広重徹編『科学史のすすめ』（筑摩書房、一九七〇年一〇月）所収。

PDF化にはLaTeX 2εでタイプセッティングを行い、dvipdfmxを使用した。

村田全氏のその他の著作については、
科学の古典文献の電子図書館「科学図書館」
http://www.cam.hi-ho.ne.jp/munehiro/sciencelib.html
に収録してあります。

「科学図書館」に新しく収録した文献の案内、その他「科学図書館」に関する意見などは、
「科学図書館掲示板」
http://6325.teacup.com/munehiroumeda/bbs
を御覧いただくか、書き込みください。