

## 科学史 1 科学のあけぼの—ギリシャ科学の成立

担当：三村 太郎

(taromimura@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

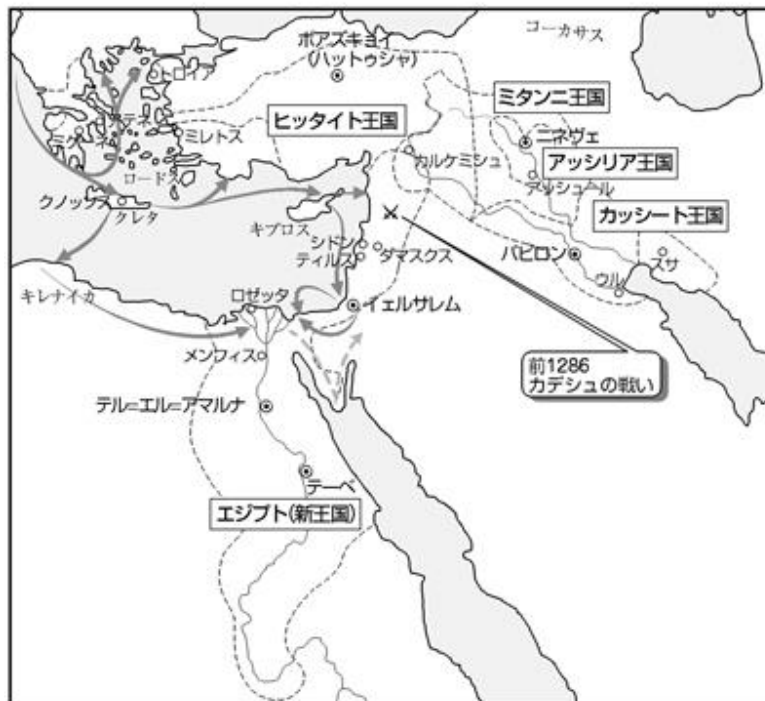
### 0. 科学とは何か？

とりあえず科学とは「自然現象を合理的に説明するもの」と定義する

### 1. ギリシャ科学の「科学」性

自然と超自然を分ける

#### ●前14～前13世紀(アマルナ時代)のオリエント



\*バビロニア（前 20 世紀頃）：体系化された宗教を持っていた

『エヌマ・エリシュ』冒頭

上にある天は名づけられておらず、  
下にある地にもまた名がなかった時のこと。  
はじめにアプスーがあり、すべてが生まれ出た。  
混沌を表すティアマトもまた、すべてを生み出す母であった。  
水はたがいに混ざり合っており、  
野は形がなく、湿った場所も見られなかった。  
神々の中で、生まれているものは誰もいなかった。

\*ギリシャ：中心となる宗教なし

紀元前 6 世紀 ミレトス

コスモスの概念：美しい、秩序だった世界・宇宙



## 『形而上学』第一卷第三章

ところで、(一)あの最初に哲學した人々のうち、その大部分は、質料の意味のそののみをすべての事物のものとのもの(原理)であると考えた。すなわち、すべての存在のそののように存在するものは、それからであり、それらすべてはそれから生成し來り、その終りにはまたそれにまで消滅し行くところのそれこそはその実体はそののままにそれらすべての基に「基体として」止まり、ただその受動態(屬性・様態)にのみその転化するすなわちその生滅變化が現われる。こゝうしたそれを、かれらは、すべての存在の構成要素(元素)であり、ものもの(原理)であると言っている。(三)それゆゑに、かれらの考えでは、なものもの(それ自らは)生成することもなく、絶滅することもなく、

い、というのは、その自然は常に自らの持前を保っているからである。たとえばわれわれは、ソクラテスが美的に成りまはたは教養的に成った(生成した)からといって、これをもって直ちに端的にソクラテスが生まれた(生成した)とは言わず、またソクラテスからこれらの属性が去ってなくなつた(美的または教養的でなくなつた)からといって、これをもって直ちにソクラテスがなくなつた(死滅した)とは言わないが(というのは、ソクラテス自らは去来するこれらの属性の基体として)常にこれらの基に止まっているからであるが)あたかもそのように、その他のなものにも、全くの生成とか全くの消滅とかは存しない。ただし、常になんかの自然が一つあるいは一つより多く存在していて、他のすべてはそれから生成するがそれ自らはどこまでも自らの持前を保っているからである、というのである。

て、タレス<sup>(12)</sup>は、あの知恵の愛受(哲學)の始祖であるが、「水」がそれであると言っている。(それゆゑに大地も水のうへにあると唱へた。)そして、かねがこの見解をいだくにいたつたのは、おそらく、すべてのものの養分が水氣のあるものであり、熱いものそのものささもこれから生じたことによつて生存しているのを見てであらう、しかるに、すべてのものがそれから生成するところのそれこそは、すべてのものの原理・始まり・もとだから、というのであらう。たしかにこうした理由でこの見解をいだくにいたつたのであらうが、さらにまた、すべてのものの種子は水氣のある自然性を持ち、そして水こそは水氣のあるものにとつてその自然の原理であるという理由からであらう。

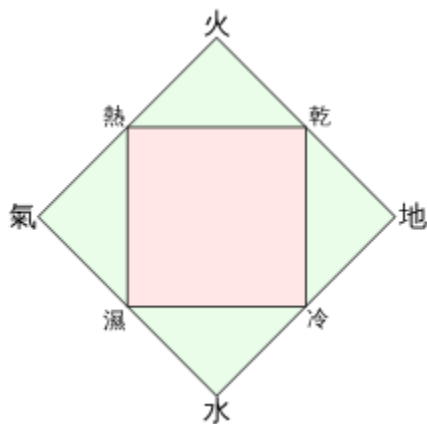
もつとも、或る人々の考へによると、今の時代よりも遙か以前の古い昔に、初めて神々のことを語った人々も

また、自然についてこれと同じような見解をもっていた。すなわち、この詩人たちは、オケアノスとテテュス  
を万物生成の父母であるとし、そしてまた神々の誓約には、その詩人たちの呼んでステュクタスと称するところ  
の水が使われたとしている<sup>13</sup>。それは、最も古いものは最も尊いものであり、最も尊いものは誓約に使われるもの  
だから、というのである。ところで、この意見が自然についての説として果たしてなんらか原始的なものであり  
古くからあったものであるか否かは明らかでないようであるが、しかしとにかく、タレスは、第一の原因につい  
てあのよう主張したものと言われている。(ただしヒポソをかれら(水を原理とした人々の列に加えるに価  
する)とみる者はひとりもないであらう、かれの思考はあまりにも低劣だから)。

しかしアナクシメネスは、そしてまたディオゲネスも、「空氣」を水よりも先のものであり、單純物体のうちで最も真にも、この「原理」であるとしている。だがメタボンテイオンのヒュパソスやエベソスのヘラクレイトスは、「火」をそれであるとしており、そしてエムペドクレスは、すでにあげられた三つのほかに、第四の單純物体すなわち「土」を加えて、四つをそうした原理であるとしている(ただしこれら四つの各々は、かれによると、いづれも常にそれ自らに止まらず存存してて生成することなく、ただそれらが、一つに結合しあるいは一つから分離することによって、多さあるいは少なさがおこるだけなのであった)。しかし、クラゾメナイのアナクサゴラスは、年齢においてはエムペドクレスよりも前であるがその業績においては後の人で、この人は原理を無限に多くあると主張している。かれによると、その原理とした「同質部分的なもの」は、ほとんどすべて、あの水や火がそうであったように、すなわちたゞ結合しあるいは分離する仕方でのみ生成しあるいは絶滅するものであって、それ以外の仕方では生成し絶滅しせず永遠にそれ自らに止まらず存存する、というのであった。

エンペドクレスー土；ヘラクレイトスー火

＊四元素説の成立



＊ヒッポクラテス（前460～370）：医学のはじまり

てんかんの「神聖性」を否定；四体液の不均衡によって説明

＊＊ヒッポクラテス『神聖病』冒頭

＊四体液説（ヒッポクラテス）

神聖病と呼ばれる病気についての事情は、つぎのとおりである。この病気は、他の病気とくらべて何ら神聖でもないければ神聖でもないと思われる。この病気も他の病気と同じように自然を原因とし、そこから生じるのである。ところが、この病気が他の病気と少しも似ていないことから、人々は自分たちの経験不足とこの病気の不思議な性質のために、この病気の性質や原因を何か神聖なものと考えた。そして彼らは、事の真相を知ることが難しいために、この病気をいまだに神聖なものとして通そうとしている。その反面、彼らの用いる治療法が安易であるため、つまり探めやまじないなどによって治療するために、この病気の神聖さがかえって損なわれている。この病気が、もし不思議であるということによって神聖なものと考えられているのなら、神聖な病気は決して一つではなく、たくさんあることになろう。実際、不思議で驚くべきものという点では少しもひけをとらないのに、誰も神聖とは見なしていない病気を私はほかにもいくつかあげることができる。たとえば、毎日熱、三日熱、四日熱は、彼らが少しも不思議なものを見なしていないが、それらが神聖で神によっておこるように見えるという点では、神聖病に少しもひけをとらないように私には思われる。

また、何らはつきりとした理由もないのに、気が狂って錯乱をおこし、多くの訳の分からないことをする人々を私は知っている。さらに、睡眠中に泣きわめいたり、叫び声をあげたり息をつまらせたり、急に起き上がった外に逃げ出したり、眠りから覚めるまでは錯乱状態がつづくが、ひとたび目覚めると、青白さや弱々しさは残るものの、元どおりの健康や分別を取り戻す人々がかなりいるのを知っている。しかも、これらのことは一度だけ



参考文献

ロイド『初期ギリシア科学』法政大学出版会（1994）

Andrew Gregory, *Eureka!: The Birth of Science*, Icon Books (2003)

大槻真一郎訳『ヒッポクラテス全集』エンタプライズ（1997）

## 1. プラトン (前 427～前 348)

ソクラテスを主人公とした対話篇

例：『ラケス』 「勇気とは何か」

の人についても、その点、つまり逃げることにについての知識の点で賞賛して、彼は「逃げの名人」であると言っています。

ラケス それもまた適切にね、ソクラテス。なぜなら、彼は戦車について語っているからだ。そして君もまたスキュタイ人たちの騎兵のことに関して言っているのだ。馬を使つての闘いは、そのようにして闘われるものだからね。しかし、重武装での闘いは、僕が言うような仕方では闘われるのだ。

ソクラテス ちようどスキュタイ人たちがまた、敵を追いかけるが闘うのに劣らず、逃げながら闘うと言われているようにです。ホメロスもまたどこかでアイネイアスの馬を称えて、「あちら、こちらときわめて素早く追いかけたり、逃げ去ったりする」ことをこれらの馬が心得ていると述べています。そしてアイネイアスそ

ラケス 少なくとも私としては、そう主張する。

ソクラテス 私も実際、そう主張します。しかし、こういう人はどうでしょう。その場に留まっていなくて、逃げながら敵と闘うような人は。

ラケス どういうふうな逃げながらね。

ソクラテス もし私にできるなら、説明しましょう。あなたもまたそうおっしゃるように、隊列に留まって敵と闘うような人もおそらく勇気のある人でしょう。

191a

ソクラテス よく、おっしゃってくださいました、ラケスさん。しかし、それを念頭において私がお尋ねしたことはなく、別のことをあなたが答えられたことについては、はっきり言わなかった私に責任があるのでしよう。

ラケス それはどういう意味かね、ソクラテス。

ソクラテス もし私にできるなら、説明しましょう。あなたもまたそうおっしゃるように、隊列に留まって敵と闘うような人もおそらく勇気のある人でしょう。

## ラケスの最初の答

ソクラテス ラケスさん、それではまず、<sup>e</sup>「勇気とは何であるのか」を言うべく、試みてみることにしようではありませんか。それからそのあとで、それ（<sup>e</sup>「勇気」が何かに励んだり学んだりすることから生ずる限りにおいて、<sup>e</sup>どのような仕方であるか）者たちにそれが備わり得るか<sup>e</sup>についても考察することとしましょう。それではさあ、私が言うところのもの、つまり、<sup>e</sup>「勇気とは何であるのか」を言ってみてください。

\*自らの定義を提示しない；問答を通じて対話者の考察を否定しつつ再考を迫る。

## 数学の重視—『国家』第7巻

## アイデアを知るための幾何学

く」だとか「加える」だとか、すべてこのような言い方をするからだ。実際には、この学問のBすべでは、もっぱら知ることと目的として研究されているはずなのにね」

「まったくそのとおりです」と彼。

「そこでもうひとつ、さらにこの点について同意を確認し合っておくべきではなからうか」

「どのような点についてでしょうか？」

「それが知ろうとするのは、つねにあるものであって、時によって生じたり滅びたりする特定のものではないということだ」

「それは容易に同意を得られる点です」と彼は言った、「なぜなら幾何学は、つねにあるものを知る知識ですから」

「それはどのような意味でしょうか？」と彼はたずねた。

「彼らの使っている言葉は、大へん滑稽で無理強いされたようなところがある。というのは、彼らはまるで自分たちが実際に行為しているかのように、そして自分たちの語る言葉はすべて行為のためにあるかのように、『四角形にする』だとか『与えられた線上に図形を沿えて置く』だ」

527A

「だから、実在を観想するように促すものであれば目的に適用し、生成を見るようにさせるものであればそうでない、ということになる」

「たしかにそれが、われわれの主張です」

「では、次の点だけは」と彼は言った、「少しでも幾何学を学んだことのある人々なら、われわれに異論をとなえるようなことはないだろう。すなわち、この学問のあり方は、それにたずさわっている人々がこの領域において口にしている用語とは、正反対のものであるということだ」

(520)E

部分で、あのそもその目的、すなわち、<sup>e</sup>「善の真相を観てとることを容易にする」という目的に対して、何らかの点で寄与するものであるかどうか、ということなのだ。しかるに、われわれの主張では、およそ魂を強制して、魂が何としてでも見なければならぬところの、かの最も祝福された実在がある領域へと魂を向け変えさせるかぎりの学問は、すべてその目的に寄与するものである」

D

「おっしゃることはほんとうです」と彼。

「だから、実在を観想するように促すものであれば目的に適用し、生成を見るようにさせるものであればそうでない、ということになる」

「たしかにそれが、われわれの主張です」

「では、次の点だけは」と彼は言った、「少しでも幾何学を学んだことのある人々なら、われわれに異論をとなえるようなことはないだろう。すなわち、この学問のあり方は、それにたずさわっている人々がこの領域において口にしている用語とは、正反対のものであるということだ」

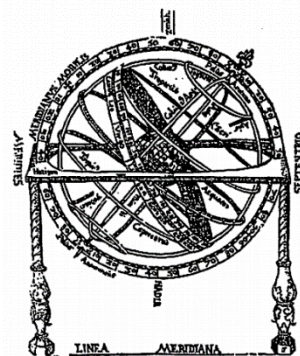


## 天球概念—デミウルゴス

### プラトン『ティマイオス』

そこで〔神は、〕組織全体を縦に二つに裂いて、それぞれの細きれの真ん中と真ん中を、ちょうど文字 $\chi$ のように相互にあてがい、各自が閉じた一つの円を作るように曲げ、各々が先の接合点の真向かいで、自分自身とも、互いに相手と結びつくようにしました。

アーミラー天球儀→



## 2. アリストテレス（前 384～前 332）

### 論証科学の体系化—論理学の整備

#### 論理学書「オルガノン」

『カテゴリー論』『命題論』『分析論前書』『分析論後書』『トピカ』『詭弁論駁論』  
問答法的推論 <エンドクサ→（三段論法）→結論> との差別化

\* エンドクサと公理の違い：

- 公理：「自明にして論証なしに真と受け取られる前提」（『分析論後書』第一巻第二章）
- エンドクサ：「すべてのひとたち、あるいは大多数の人たち、あるいは知者たちのすべてが大多数によって、あるいはもっとも知名で評判の人たちによって〔そうだと〕思われていることども」（『トピカ』第一巻第一章）

\*\* アリストテレス『天体論』第1巻第10章「宇宙は生成も消滅もしない」

## 第十章

で、以上の区別が明らかになったから、つぎにはこの宇宙が生成しないものか、生成しうるものか、消滅しないものか、消滅しうるものかを述べよう。それには先だってまず、他の人たちの見解を順次当てゆこう。というのも、一つの説の証明するところがそれと反対な説にとってはちょうど問題となるからである。それにまたこうして相対立する両説の主張をきけば、われわれがこれから述べようとするところがそれだけいよいよ信じられ

るものになるだろう、けだし、欠席裁判をしているという譏りもそれだけわれわれの側にはないことになるというものである。実際また、真理を十分に判別しようとのぞむなら、仲裁人になるべきであって、訴訟の当事者になつてはならないからである。

さて、宇宙は生成したものであるとは万人が主張するところである。ただ、生成したのちは恒常的（不斷にあるもの）だと言ふひとと、他方には、形成されるほかのものと同じように消滅するものと言ふひととがいて、さらにまた、アクラガスのエムペドクレスやエペソスのヘラクレイトスのように、或るときはこの仕方でのときは他の仕方でも交互に消滅する、そしてこのことはこのようにたえず繰り返されてゆくと言ふひとたちもいる。ところで、生成しはしたが、それでも恒常的であると主張することは不可能なことである。なぜかというところ、多くの場合、またはあらゆる場合われわれが観察しうる事実だけを仮定すべきであり、またそれが理にかなっている、しかも以上の諸主張が説く点についていえば、事實はまさしく反対になっているからである。つまり、生成したものはすべてまた現に消滅しているのである。さらにまた、現在ある状態がそのはじまりをもたず、以前にもしじゅう現在と別の状態をとりえなかったものは、転化することもできない。もし転化できるとすれば、それにはなにか原因があるはずだろうし、またもしその原因が以前にあったとすれば、他の状態になりえなかったものも他の状態になる（つまり転化する）ことができたわけであろう。だがしかし、前に他の状態であったものから宇宙が成立したとする場合、（一）もしも（他の状態であったものが）いつもその状態をたもって、その他の状態になりえないとすれば、宇宙は生成しなかったであろう。これに反して、（二）宇宙が生成したとするならば、かの（以前他の状態であった）ものは必然的に（さらにそれとは）他の状態になることができ、そしていつも同じ状態

a30  
あることができなかったのだから、これは明らかである、したがって成立したものは解体するであらうし、また解体したものは以前すでに成立していたのである。そしてこのことは限りなくなんどもそうであったか、あるいはそうでありえたのである。しかし、このようだとすると、宇宙は消滅しないもの（不滅）ではないであらう、またこのことは、かつて他の状態であったとしても、他の状態になりえたとしても、同じことである。また不滅ではあるが、生成したものであると主張するひとたちの一部のものが自分らのために持ち出す救済策も真実ではない。すなわち、かれらは言う、図形を描くひとたち（幾何学者たち）と同じような仕方でも自分らも生成について述べたのであって、それがかつて生成したというのではなく、図形のようにそれが生成するところを見れば、いっそうよく理解してもらえらるから、そうした教え（方便）のために述べたにすぎない」と。しかしこの両者の場合は、われわれも言うように、同日には論じられない。なぜなら、作図の場合は、すべてが描かれると同時に（求めた図形と同じものが出来上っているが、このひとたちの論証の場合には、その結果は同じものでないからである。むしろ同じであることは不可能である。というのは、前にとりあげられるものと後でとりあげられるものとは相対立するものであり、現にこれらも、かつて無秩序なものであり秩序づけられたものが生成したと主張しているからである。であれば、同じものが同時に無秩序でもあり秩序づけられたものでもあることは不可能であって、むしろこの二つを分離する生成と時間とが存在すること必然だからである。しかるに図形の場合には時間によってなにもも分離されていない。<sup>(17)</sup>

a10  
それゆえ、宇宙が生成したものであると同時に恒常的であることは明らかである。他方、宇宙は交互に成立したり解体したりすると説いても、それは宇宙が恒常的ではあるが形勢において転化するものだ

a20  
構想するのとなんらかわったことをしているのではない、これはあたかも子供が大人になったり大人から子供が生れたりする場合、それをときに消滅し、ときに存在すると考えるようなものである。なぜなら、元素が互いに集合すれば、おおよそ秩序と構成とが生まれるといったものでなく、そこには前と同じものが生成したにすぎないことは明らかだからである。この説を述べたひとたちによれば、それぞれの状態の原因は対立するものにあると言ふのだから、とくにそうなのである。したがって、物体全体は連続して、或るときはこの状態に、また或るときは別の状態になる、つまり秩序づけられる、そしてこの物体全体の構成が宇宙であり天界であるとするならば、生成したり消滅したりするのは宇宙ではなくて、むしろその状態にはかならないのである。<sup>(18)</sup>

a30  
また、もしも宇宙が一つであるとするならば、それが全体としてひとたび生成して、つぎに崩壊したら、それきりもどらないと考えることは不可能である、なぜなら、それが生成する前にはいつともそれ以前の構成が存在していたのであって、もしもその構成がなかったら、それが転化することもできないと、われわれは考えるからである。だがこれに反して、もしも宇宙が無数だとするならば、転化の可能性はいっそう大きいであらう。しかしとにかく、このことが可能か不可能か、いずれであるかは後述するところから明らかになるであらう、<sup>(19)</sup> というのも「ディマイオス」(20)におけるように、不生なものであっても消滅しうるし、また生成したものであってもやがて不滅となって存続することができるかと考えるひとたちもいるからである。すなわち、その事物のなかで、宇宙は生成したが、それにもかかわらず、そのものは常時存在するであらうと説いているからである。このひとたちの見解に対しては宇宙に関する点だけを（とりあげ）それにふさわしい仕方でも（自然学的に）述べたのであるが、あらゆる場合にわたって一般的に考察するならば、この点についても明らかとなるであらう。

280a  
b30  
あることができなかったのだから、これは明らかである、したがって成立したものは解体するであらうし、また解体したものは以前すでに成立していたのである。そしてこのことは限りなくなんどもそうであったか、あるいはそうでありえたのである。しかし、このようだとすると、宇宙は消滅しないもの（不滅）ではないであらう、またこのことは、かつて他の状態であったとしても、他の状態になりえたとしても、同じことである。また不滅ではあるが、生成したものであると主張するひとたちの一部のものが自分らのために持ち出す救済策も真実ではない。すなわち、かれらは言う、図形を描くひとたち（幾何学者たち）と同じような仕方でも自分らも生成について述べたのであって、それがかつて生成したというのではなく、図形のようにそれが生成するところを見れば、いっそうよく理解してもらえらるから、そうした教え（方便）のために述べたにすぎない」と。しかしこの両者の場合は、われわれも言うように、同日には論じられない。なぜなら、作図の場合は、すべてが描かれると同時に（求めた図形と同じものが出来上っているが、このひとたちの論証の場合には、その結果は同じものでないからである。むしろ同じであることは不可能である。というのは、前にとりあげられるものと後でとりあげられるものとは相対立するものであり、現にこれらも、かつて無秩序なものであり秩序づけられたものが生成したと主張しているからである。であれば、同じものが同時に無秩序でもあり秩序づけられたものでもあることは不可能であって、むしろこの二つを分離する生成と時間とが存在すること必然だからである。しかるに図形の場合には時間によってなにもも分離されていない。<sup>(17)</sup>

a10  
それゆえ、宇宙が生成したものであると同時に恒常的であることは明らかである。他方、宇宙は交互に成立したり解体したりすると説いても、それは宇宙が恒常的ではあるが形勢において転化するものだ

・エンドクサの列挙→検討→蓋然性の高いエンドクサの設定→エンドクサから結論へ

・さまざまな自然現象の体系化 『自然学』『形而上学』『動物論』『天について』

・世界の体系化—アリストテレス的世界像

四元素（軽重などを考慮した月下界）とエーテルによる宇宙

同心天球—地球を中心とした世界

### 3. アレクサンドリアを中心とした科学

アレクサンドロス大王（前356～前323）による領土拡大→ヘレニズム



アレクサンドリアを中心とした学問新興  
プトレマイオス朝  
アレクサンドリア図書館  
学問振興；文献学

エウクレイデス（前300頃活躍？）『原論』

『原論』：幾何学の諸命題に対する論証集

公理（例：「点とは部分を持たないものである」）→三段論法→結論

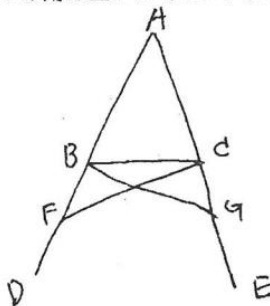
例：『原論』第1巻命題5

## 命題I-5

Τῶν ἰσοσκελῶν τριγώνων αἱ πρὸς τῇ βάσει γωνίαι ἴσαι ἀλλήλαις εἰσίν, καὶ προσεκβληθεισῶν τῶν ἴσων εὐθειῶν αἱ ὑπὸ τὴν βάσιν γωνίαι ἴσαι ἀλλήλαις ἔσονται.

二等辺三角形の底边上の二つの角は互いに等しい、そして、等辺を延長してできる底辺下の二つの角も互いに等しい。

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G



ABCを辺ABと辺ACが等しい二等辺三角形とし、BDとCEをABとACをそれぞれ延長した直線とする[公準P-2]。このとき、角ABCとACB、角CBDとBCEが等しいと主張する。

点FをBD上にとり、AGをAEからAF分切り取ったとする[命題I-3]。そして、直線FCとGBを描く[公準P-1]。

AFとAG、ABとACは等しいから、FA、ACはそれぞれGA、ABと等しく、その挟む角FAGを共有するから、底辺FCと底辺GBは等しく、三角形AFCと三角形AGBは等しい。さらに等辺に対する残りの角もそれぞれ等しい[命題I-4]。すなわち、ACFとABG、AFCとAGBは等しい。AFとAGは等しいから、そこから相等的なABとACを引いた差のBFとCGは等しい[公理A-3]。FCとGBは等しいから、BF、FCとCG、GBがそれぞれ等しく、角BFCとGCBが等しく、底辺BCが共有されている。したがって、三角形BFCと三角形GCBは等しく、等しい二辺に対する残りの角もそれぞれ等しい[命題I-4]。よって、FBCとGCB、BCFとCBGは等しい。角ABGと角ACFは等しいが、これからCBGとBCFを引いた残りのABCとACBは等しい[公理A-3]。これらは三角形ABCの底辺上にある。またFBCとGCBも等しく、これらは底辺下にある。

ゆえに、二等辺三角形の底边上の二つの角は互いに等しい、そして、等辺を延長してできる底辺下の二つの角も互いに等しい。これが証明すべきことであった。

## 参考文献

- ロイド『後期ギリシア科学』法政大学出版会（2000）  
山口義久『アリストテレス入門』ちくま新書（2001）  
野町啓『学術都市アレクサンドリア』講談社学術文庫（2009）  
斉藤憲『ユークリッド『原論』とは何か』岩波科学ライブラリー（2008）



#### 4. ローマ帝国と科学

プトレマイオス朝からローマ帝国（前 27）へ



■ 西暦115年頃のローマ帝国

出典：『イタリア食文化の起源と流れ』西村暢夫著 文流刊

アレクサンドロス大王のヘレニズム世界を受け継ぐ

「ローマ科学」のなさ

—学問語としてのギリシャ語

パイデア教育

（「市民になるための教養」）

—哲学と弁論術

#### 5. プトレマイオス（100 頃～175 頃）と天文学の体系化

アレクサンドリアで活躍

- ・『アルマゲスト』において惑星モデルを体系化

＊ ＊ 『アルマゲスト』序論

周転円モデル↓

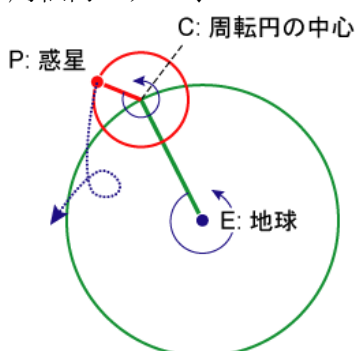


図 1：周転円の基本的な模型

親愛なる Syrus\* よ、正しい學問に於て理論と實地とが區別されたことは理由のあることと思われる。何となれば、實地は理論に先行することがあつたとしても、次の點では兩者の間に少なからざる差が存在するからである。即ち教養を受けないでは宇宙の體系について何も知り得ないにも拘らず、何も習得しなかつた多くの人々に數々の善行が存在する點や、さらに實地が仕事そのものに於ける不斷の修練により、理論がその従ふべき法則の發見への進歩によつて、それぞれ理論と實地とが最も大きな完成へと進むという點に於てである。この故にこそ我々は如何に小さな事物にも秩序と方法との美に貢獻し得るものを見失わないようにして我々の行動を原理に一致せしめ、また我々の思索の最も多くの部分をかくも美しく數多い原理の研究、ことに數學的科學を構成する諸原理の研究に付けることが適當であると判斷したのである。

實際アリストテレスが思索的な學問を大きく物理學、數學及び神聖なものとの學との三部門に分けたのは至當である\*\*。何となれば存在するものはすべて質料、形式及び運動とから成つており、對象に於てこれら三者が獨立しては目に見えないで、單に考えられるものであるにしても、もし特に宇宙の本源的運動の第一原因を求めるならば、それは目に見えぬが恒久不變

の神であることを発見するであろう。そして神學の對象であるこの部門は、物質世界の彼方にのみ求めらるべきものである。何となればそれについて我々の感覚に属するものと全く異なつた働きだけしか知らないからである。しかし白さ、熱さ、甘さ、柔かさそのほか常に變化する物質を包括する部門は物理學と呼ばれ、これらの物質は一般に地遠領域 (sublunaire) にある崩壊し易いものの中に含まれている。形や位置變化による運動に於ける性質を明らかにする部門、即ち形状、量、大きさ、場所、時間その他は我々の研究對象であり、この部門こそいわば神學と物理學との中間にあつて數學を構成する。蓋し數學は感覚により或は感覚の助けなしに得られるばかりでなく、さらに死を免れ得ないものと免れ得るものとに例外なく、すべての存在を包含する。前者の存在は形の變化と不可分であり、後者の存在は永久的で至高の性格を持ち、不斷の不變性を有するものである。故にこれらの推論から、その對象が内面的に感ぜられるほど明白でない二つの學問があることを知る。一は理解し難く、目に見えないが故に聖なるものを取扱い、他は物質の不安定性のためによく分らない——従つてこの學問について會て學者が一致した希望というものはない——自然の事物を研究するものである。數學こそそれを使用する人々に對し、確固として疑いのない知識を与え、その證明は計算と測定との確實な方式によつて行われる。それ故に數學を我々の思索と努力との對象としようと決心し、天體運動に關する學問を擇ぶことにした。蓋しこの學問の對象こそは永久不變のものであり、すべての變化から免れさせる明白、確實、そしてさらに秩序をもつてゐる。これがこの學問の性格である。この學問は二つの他の學問について、我々を教える點で貢獻する所が少なくない。何故ならばこの學問は、永久的で他のすべてから區別される力を与える知識によつて聖なるものへの道を開くからである。それはこの學問のみが、永久確固たる存在と、ある偶發

- 3 -

事によつて感じ動くものととの間に、運動の秩序と配置とを發見し得る關係である。物質をもつたものがその運動狀態によつて知られること、例えば直線運動によつて崩壊し易いもの、圓運動によつて不壞なるもの、中心に近づき或は遠ざかることによつての重さや輕さ、或は受働性と能働性が知られることに於て、この學問は物理學に役立つところが少なくない。次にこの學問は、道徳的行爲に善と美があることを一層よく認識させる點で、他のすべてのものより我々をさらに善くするに役立つであろう。何となれば研究者が、聖なるものとこの學問の命題の美しい秩序との間に見出す一致によつて、聖なるものの美を愛好し、魂の力と同化する一種の影響によつて聖なるものの美を行爲の規範として行くからに外ならない。

そして我々も亦、我々以前にこの學問に専念した人達の勞作によつて教えられ、永遠にして永久に同一なるものに對して持つ愛好を増大するように努力しよう。そしてこの部門で、過去になされた發見のなお集め得るものと、最も確認されたと思われるものを取り集め、それらのできるだけ簡単に且つ既に先鞭をつけた人々に従つて把握し易いように要約して示そうと思う。最後にこの著述の目的に到達するため、適當な順序で天體の理論に役立つことを述べよう。そして簡略にするため、古人によつて十分に解釋された事柄は單に引用するに止め、全力を擧げて精確に認められていないし、十分に證明されてもいない事柄を完全に示すよう努力するであらう。

## 第一章 定理の順序

この著述では始めに地球と全天空との一般關係を考察し、次に細部に入り先ず斜交圓の位置、地球上で我々が住んでいる地域、個々の地平線のい

- 4 -

## ・天文データの表『簡便表』の作成

『簡便表』→

## ・なぜ惑星モデルを精緻化したのか？

占星術への関心：バビロニア起源→エジプト

※証言：ディオドロス『歴史叢書』

しばしば予言することに成功しているし、農作物の被害とか、その逆の豊作、あるいは悪疫を予告することもまれではない。……彼らは地震や洪水、彗星の出現、そのほか常人には知ることができないと思われるすべての事柄について、事前の知識をもっている。

星々の位置や配列は、それらの運動とともに、世界のうちでもとりわけエジプト人たちのもとでいつもずっと注意深い観測の對象であつた。……彼らはこの上もない熱心さで各惑星の運動、軌道、停留を観測しただけでなく、それらが生き物すべてに及ぼす影響、つまりそれらが原因となつて生じる吉事や凶事をも観察した。彼らは人々にその生涯の間に降りかかる出来事について

ある種の合理的な現象の説明



## \*\*プトレマイオス『テトラビブロス』序論

「天文学 (*astronomia*) を通じて未来を予言する方法のうち、最も重要でかつ有力なものは2つある。ひとつは論理的にも実践的にも先行するものであり、それによってわれわれが、太陽、月、星相互の運動とそれらの地球に対する運動とによって生じる、常に変化する星位について知ることのできるものである。2番目は、それによってわれわれが、これらの星位における特定の自然の状態から世界に起こる諸変化を調べることのできるものである。前者にはそれ固有の理論と方法があり、たとえ後者と協力して得られるべき結果をもたらさないとしても、それ自体問題はない。そしてそれはすでに独自の著作(『総合』*syntaxis* - 『アルマゲスト』*Almagest*)で(可能な限り)体系的かつ科学的に説明されている。後者はそれほど自立したものではなく、哲学的に適合した方法を用いて本書で説明(ロゴス)を与えていこう。」

## 6. ガレノス(129~210頃)と医学の体系化

- ・パイデア教育を経た医師
- ・論証をめざす医者

## \*\*ガレノス『ヒポクラテスとプラトンの教説』第3巻第8章

実際に真実をもとめる者は、詩人が言っていることを考察しないほうがよいだろうと、私は考える。むしろ、私が第2巻で述べた学的な前提〔=公理〕を見出す方法を最初に学び、次に、この方法に従って訓練して、鍛えるべきである。そして、その訓練が十分に進んだときに、それぞれの問題に関して、それを論証するために必要とされる前提について考察すべきである。

## \*\*ガレノス『自然の機能について』1巻15章「腎臓の尿吸引能力」

(1)ここでは、小麦が水を吸引する機能のほうだが、水を蒸発させ太陽の熱より強力だと言われているわけであるが、この場合、空気は希薄なものであるから、水分は小麦に入って行くよりも、空気のほうへ入って行くだろうという、いわば物質粒子は希薄なほうへ向かうというような説明を、ガレノスがナンセンスだと言っている場面であろう。「蒸発理論では、小麦の現象を説明するに十分(プロク)なのである。」

(2)有機体の各部分も、さらに磁石の類のものも、「自分に親近性のある特定のものを吸引し、異質的なものを排除する機能を持っている」という点については、二九頁の註(1)を参照。  
(3)以下の議論の筋道については、補註Wを参照。  
(4)すなわち、この場合には、尿だけを選択して腎臓へと絞り出すことはなくなるだろう、ということである。

々につきあって、その活動(エネルギー)のあり方はどのようなものかを考察することにしよう。どう考えても、尿は自発的に——ちょうどわれわれがアゴラへと赴く場合のように、そのほうがよりよいと考えて——腎臓へと動いて行くか、あるいは、もしもそのことが不可能なら、尿のこの運動の原因として何か別のものを見つけないければならないか、どちらかである。するとその原因とは何なのか。もしも、ヒポクラテスが考えたように、腎臓に、このような特定の質を引き付ける吸引機能を与えないとすれば、他にはその原因は何も見つからないだろう。なぜなら、——とにかく尿が自発的に運動することがないとするならば——腎臓が尿を引き付けるほうがもともと妥当だったのか、あるいは、静脈がこれを送り出すほうが妥当だったのか、どちらかでなければならぬのは、誰が見ても明らかである。しかし、もしも静脈が収縮する際に押しやるのだとすると、それは尿だけではなく、尿と一緒に静脈内に含まれている血液全部をも、腎臓へと絞り出すことになるだろう。しかし次に示すように、これは不可能であるが、そうだとすると、残るのは、腎臓

われわれは愚にもつかない無駄口を存分に叩いたわけであるが、これは別段、そうしようと思っただけではなく、諺にあるように、「頭のおかしい連中と一緒にだ」と、こちらが頭がおかしくならないわけにはいかない」というわけだったので、ここで改めて、尿の分泌の問題に帰ることしよう。  
ここではアスクレピアデスの戯言は忘れることにして、尿が腎臓を通して濾過されることを信じている人

が引き付けるということになる。ではどうして静脈が尿を絞り出すことが不可能なのか。障害になるのは腎臓の位置である。というのは、腎臓は——鼻や口蓋の中にある篩状の通路「篩骨」が、脳からの余剰の廃物に<sup>(1)</sup>対して「それを受け取るべく、脳の下方に」置かれているというような位置関係をもつて——空脈「大静脈」の下方に位置しているわけではなく、むしろ腎臓は大静脈の両側に位置しているのである。その上、もしも腎臓が篩と同じように、より希薄で、完全に漿液状になっている部分は容易に通すけれども、より濃厚な部分は通さないのだとすると、空脈「大静脈」内に含まれている血液は全部——ちょうど葡萄酒全部が葡萄酒濾過器に注ぎ込まれる場合のように——腎臓へ行くべきだということになる。なおまた、チーズになるように凝固させられつつあるミルクの例も、私の言いたいことを明確に示してくれるだろう。つまりミルク全部が細い細工の籠に注ぎ込まれたとしても、全部が全部、濾過されて出て来るわけではなく、その細目の幅より微細な分だけが流れ落ちるのであって、これが漿液と呼ばれているものである。他方、これよりも濃厚で、これからチーズになる分は、細細工の孔がこれを受け入れないだろうから、流れ落ちることはないのである。したがってこれと同様に、血漿が腎臓を通じて濾過されるべきだとすると、血液は、その全部が腎臓へやって来るべきだということになり、部分によって来たり来なかつたりすることはない、というのでなければならなくなるだろう。

それでは解剖所見はどうか。空脈「大静脈」の一方の部分は上に向かつて心臓へと上昇しており、もう一方は脊椎に沿って走り、脊椎の全長にわたって伸びて、脚にまで及んでいる。したがって、一方は腎臓の近辺にすら来てはいないし、他方はたしかに近くまで来てはいるが、しかし、腎臓へと挿入されてはいないこ

とは確かである。ところが、もしも血液が、篩で濾過されるように、腎臓を通じて浄化されることになっていたらとすれば、血液全体が腎臓へと落ち込んで、その後、希薄な部分が下に流れ、濃厚な部分は上方に保持されるでなければならなかつただろう。しかし現実には、そうはなっていないのである。腎臓の位置は空脈「大静脈」の両側に平行したところにあるからだ。したがって、腎臓は、篩のように濾過するのではなく、血液を送るのは空脈「大静脈」のほうであって、腎臓そのものの機能がこの点に寄与していることは全くなく、腎臓は吸引しているのだという、このことは明らかである。つまりこれだけが可能な選択肢として残っているわけである。

では腎臓はどのようにして吸引するのだろうか？ もしエピクロスのように吸引はすべて、原子の跳ね返りと絡み合いによって起こることなだとすると、ほんとうは、腎臓が引き付けることは全くないと言ったほうがよかつただろう。というのは、エピクロスのこの議論は、ありのままでは、よく吟味してみると、少し前に述べたヘラクレイアの石「磁石」についての議論よりもはるかに馬鹿げていることがわかるだ

(1) プロックは註で、鼻粘液 (nasal mucus) は、脳に送られた養分のうちの利用できない部分だと考えられていたことに言及しているが、実際、第二巻第九章「三九」で「脳から流れ落ちる廃物」つまり「鼻汁」のことが語られている。

(2) 「漿液 (spissate orache)」は乳漿、乳清、上澄みなどのこと。

エピクロスやアスクレピアデス—吸引能力は否定；元素自身の反発と結合で説明  
ガレノス—解剖所見などを用いてヒッポクラテス説を擁護し、他派を論駁

・四体液説と動物解剖；瀉血

ヒッポクラテス著作への注釈—ヒッポクラテス著作の權威化

→それまでの著作の消滅

## 参考文献

ウォーカー『望遠鏡以前の天文学』恒星社厚生閣（2008）

薮内清訳『アルマゲスト』恒星社厚生閣（1993）

バートン『古代占星術』法政大学出版会（2004）

種山恭子訳『ガレノス 自然の機能について』京都大学学術出版会（1998）

## 7. プトレマイオス・ガレノス以後のギリシャ科学

ローマ帝国下での学問のカリキュラム化—パイデΙΑ教育

弁論術—プラトン；オルガノン—アリストテレス

哲学教授の担い手：新プラトン主義者たち

新プラトン主義とは

- アレクサンドリアの哲学教師アンモニオス・サッカス（175-242）によって始められ、その弟子プロティノス（205-270 頃）によってその基礎が築かれた学派
- 一者からの流出によって世界の創造を語る

教育内容：哲学入門—オルガノン；哲学本論—プラトン対話篇

### ・新プラトン主義哲学の神髄—「神働術」

降神術（神働術）：ある種の秘密の文字やシンボルを像のまわりなどに供えるなどして像に命を吹き込み神のお告げを得ようとするもの

### ・哲学教授の拠点：アテネとアレクサンドリア

アテネ：新プラトン主義者たちがアカデメイアの伝統を引き継いだ（と主張）

アカデメイア：前 387 年頃、プラトンが私財を投じることで設立された学園

プラトンの教育プログラムの下、プラトン教説を中心に哲学教育が施された。

降神術が原因で、異教弾圧を目指したユスティニアヌス帝（483-565）の勅令（529 年）によりアカデメイアは廃止に追い込まれた

アレクサンドリア：哲学教授センターとして存在

数多くのキリスト教徒たちがパイデΙΑを身に着けるため哲学教授に参加

## 8. ガレノス体系化以後の医学教育

ガレノス医学がカリキュラム化：主要著作に絞って教授

「アレクサンドリア要綱」

『初学者のための脈について』『ヒポクラテス『元素について』注釈』

『混合について』『自然の諸力について』『解剖学』『原因と兆候』

『影響を受けた（病気にかかった）患部について』『脈について』

『発作について』『分利日について』『治療法について』

ガレノス医学の要約者たち

アエギナのパウロス（7 世紀半ば）やオレイバセオス（400 頃）

証言：イスハーク・イブン・アリー・ルハーウィー（9 世紀末）『医者教養』

アレクサンドリアの人々—彼らはこの「医学という」技芸の担い手の中でも卓越した学者たちだが—が集まり、医学の学習者たちを集めた際、当時の若者たちの大半において、彼らの熱意が、こういう書物全般、とりわけガレノスの編んだものを読もうとするまでに達していないのを見て、医学生たちを医学に近づけようと、ガレノスの著作から 16 冊を選んで、要約によって、その「医学の」おおよそを包括するように、それら「16 冊」をつなげて、学校といった教授の場において読んだ。

\* 当時、ガレノスの原典を読まなくなっていた

## 9. プトレマイオス天文学のその後

パッポス（4世紀前半）やテオン（335頃～405頃）による注釈

オクシュリンコス・パピルス

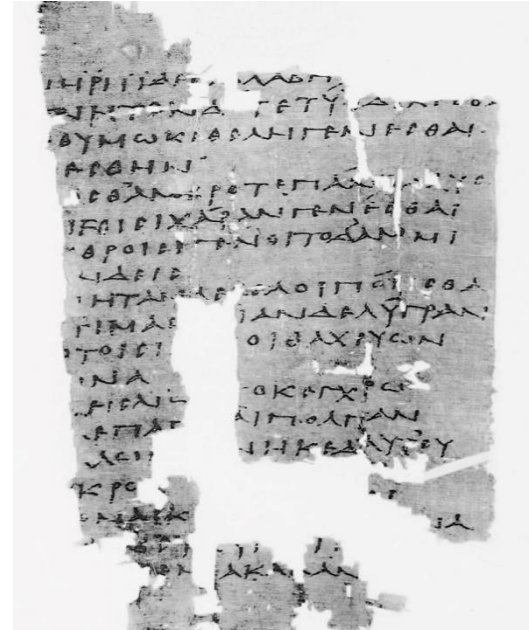
（エジプト東部、古代のゴミ捨て場）

パピルス例→

バビロニア天文学において編み出された計算法の継続利用

ジグザグ関数

計算のみで結果を導く；幾何学モデルを用いなかった



## 参考文献

Watts, *City and School in Late Antique Athens and Alexandria*, University of California Press (2007)

Nutton, *Ancient Medicine*, Routledge (2012)

Jones, *Astronomical Papyri from Oxyrhynchus*, American Philosophical Society (1999)

### 科学史 3 イスラーム科学とイスラーム王朝宮廷人—アッバース朝

担当：三村 太郎

(taromimura@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

#### 1. イスラーム文化圏におけるギリシャ科学研究：アッバース朝

610 年頃：ムハンマド（571～632）によってイスラームが始められる。

622 年：ムハンマドとアラブ人教友たちはメディナに移住しイスラームの教団国家を建設  
サーサーン朝ペルシャを滅亡に追いやる

→アラブ人を中心とした王朝ウマイヤ朝（661～750）が成立

750 年：非アラブ人イスラーム教徒たち（マワーリー）への差別

マワーリーの中でもとりわけペルシャ人たちの不満が蓄積

→ペルシャ人たちと協力することでアッバース朝（750～1258）成立

（アッバース朝以後、アッバース朝をモデルとした諸王朝（ブワイフ朝など）が成立）

アッバース朝宮廷でギリシャ語哲学・科学文献の大量翻訳

\* 文学は全く翻訳されない；プラトンは（『ティマイオス』を除き）全く翻訳されない

アッバース朝での科学研究

例：アッバース朝 7 代目カリフ・マームーン（在位 813～833）による地球の大きさの測定

\*\* ビールーニー（973～1050 頃）『占星術教程』

第 2 巻第 209 章「地球の大きさについて相違はあるか」

確かに相違はあるが、それは観点や情報に帰される問題である。各民族は、ギリシャ人のスタディオンやインド人のヨージャナのような各地域で用いられる距離<の単位>によって、それを知っている。こうして、アラビア語に翻訳された書物からは事実は得られないので、マームーン・イブン・<ハールーン・>アッ=ラシードはそのことを確認するように命じた。そこで学者集団はスィンジャール砂漠（メソポタミア）に向かう彼に同行し、1 度に相当する距離が 56 と 3 分の 2 ミールであることを発見した。彼らがこれを 360 に掛けると 20400 となった。これが地球の大円の円周のミールである。

\* 天文観測台—黄道の最大傾斜（23 度 35 分）；代数学の発展；球面三角法；星座

#### 2. なぜアッバース朝はギリシャ科学哲学を必要としたのか？

アッバース朝 2 代目カリフ・マンスール（在位 754～775）と翻訳活動

\*\* マスウーディー（10 世紀）『黄金の牧場と宝石の鉱山』

彼〔マンスール〕はムナッジムに近づき占星術を用いた最初のカリフだった。彼とともにいたのは、ゾロアスター教徒のムナッジムであるナウバフトだった。彼は、その〔マンスール〕の配下においてイスラームに改宗した人物で、かのナウバフト家の祖先である。また、ムナッジムのイブラーヒーム・ファザーリーもおり、彼は星についての韻文の担い手で、それ以外にも星や天の形状に関する学問についての担いでもあった。また、アストロラーブの製作者でムナッジムのアリー・イブン・イーサーもいた。

さらに、彼〔マンスール〕は、異国の言語からアラビア語へとさまざまな書物を翻訳させた最初のカリフでもあった。その中には、『カリーラとディムナ』や、『シン



ドヒンド』があった。そして、論理学書などのアリストテレスの書物も彼のために翻訳された。さらに、プトレマイオス『アルマゲスト』、エウクレイデスの書物、〔ニコマコス〕『数論』や、そのほかの古典ギリシャ語やローマの言葉、パフラヴィー語、ペルシャ語、シリア語の古代の書物が、彼のために翻訳された。

\*ムナッジム＝占星術師／天文学者

\*ナウバフト家 ペルシャ系占星術師一家

### 『カリーラとディムナ』

「ライオンと牛」「みみずくと鳥」など

サンスクリット文献『パンチャタントラ』に起源をもつ

\*「王の鑑」文献：王のとるべき姿勢を教える動物寓話集

6世紀頃、サーサーン朝ペルシャにおいてパフラヴィー語版が編まれる

\*散逸；ただし、570年頃編まれたシリア語訳版は現存

イブン・ムカッファウ（756没ペルシャ系）がパフラヴィー語訳からアラビア語版を作成

\*追加された寓話も存在

→ペルシャ王のとるべき姿勢を受け継ぐためアラビア語版を作成

### 『シンドヒンド』

インド天文学書（シッダーンタ）

占星術への関心の延長上で受容—サーサーン朝ペルシャにおける全般占星術への関心

→マンスールの頃、ギリシャの学問は、選択肢のひとつにすぎなかった

### 3. マンスール宮廷におけるインド天文学の導入

\*\*キフティー（1172～1248）『諸学者列伝』「ファザーリー」の項目に引用されているイブン・アダミー（925年頃活躍）のズィージュからの証言

〔ヒジュラ暦〕156年〔＝西暦772/3年〕、カリフ・マンスールの元に、あるインド人がやってきた。彼は二分の一度ごとに計算されたカルダジャ（半弦）による補正法や、二つの食（日食と月食）、黄道十二宮のアセンダント（上昇度数）などの天球に関することがらや、数多くの章からなる書物に載っているようなことどもに関する、「シンドヒンド」の名で知られている諸星の運動にかかわる計算に精通していた。

〔中略〕

マンスールは、この本〔『シンドヒンド』（？）〕をアラビア語に翻訳し、アラブ人が諸星の運動を決定する際の基礎とするような書物を、そこから編むように命じた。その任務に当たったのがファザーリーで、彼は、その〔本〕から、占星術師たちが『大シンドヒンド』と呼ぶ書物を編んだ。

\*「シンドヒンド」の内容を暗記したインド系学者が宮廷にやってきた。

→なぜインド天文学だったのか？

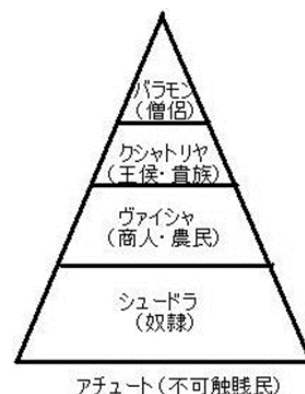
#### 4. インド天文学史概説

カースト制度とバラモン教—バラモンによる学問の独占

＊ヴェーダ：祭式のせりふ（マントラ）

勝利の賞をめざして、私は（今まさに）彼に向けてことばの使用を解き放った。

私の歓迎の歌たちを、川から生まれた〔彼〕は、気に入ってほしい。  
水たちの孫は速い者たちを駆りたてる者である。そうだろう？彼は。  
〔彼は〕〔歓迎の歌たちを〕よく飾られたものとなすがよい。彼は好むだろうから（マハ：彼は好むがよい）。



→ヴェーダの補助学

音声学、祭式規定、文法学、語源学、韻律学、天文学（ジョーティシヤ）

＊天文学：祭式日時決定に必要一日時計による決定

ギリシャ占星術・天文学伝来（後4世紀頃か）

『ヤヴァナ・ジャータカ』

→インド古典天文学時代（5～12世紀）

アールヤバタ（476～550頃）『アールヤバティーヤ』（499年完成）の登場

＊ギリシャ天文学の導入—天球概念の使用／周転円の利用

→「シッダーンタ」天文書の成立

＊「シッダーンタ」天文書の章立て

惑星計算の部

惑星の平均運動に関する章；惑星の実際の運動に関する章；  
方向と場所と時間との関係（いわゆる「三つの問題」）を扱う章；  
月食と日食に関する章

天球の部

天球の性質に関する章；天文器具に関する章

＊簡潔な韻をふんだ解答記述

例：ブラフマグプタ（598～670）『ブラーフマスプタ・シッダーンタ』第3章（「三つの問題の章」）第9節—春秋分時の正午の太陽が作るグノーモンの影の長さからその土地の緯度を決定する方法

グノーモン〔の長さ〕の平方と影〔の長さ〕の平方の〔それぞれ〕に掛けられて、その〔グノーモンの長さの平方と影の長さの平方の〕和で割られた単位円の半径の平方の根〔のそれぞれ〕が、その土地の緯度の余角の正弦とその土地の緯度の正弦である。

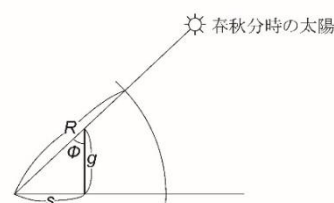
＊〔 〕内の言葉は補足→その記述は記憶を助けるため極度に圧縮

→暗誦すれば自ずと問題が解けるように組み立てられていた

この例は、

$$R \sin \phi = \sqrt{R^2 \cdot g^2 / (g^2 + s^2)} \text{ と } R \cos \phi = \sqrt{R^2 \cdot s^2 / (g^2 + s^2)}$$

を述べたもの。



＊なぜ暗唱を基盤とするのか？

→インドの学問教授スタイルが原因

口承による学問の教授—基礎的な内容を暗唱したのち、内容の説明

＊シッターンタは暗唱すべき内容を収録したもの

計算手順を簡潔に述べる一方、解法の根拠は暗唱しない。解説は口頭で行われた。

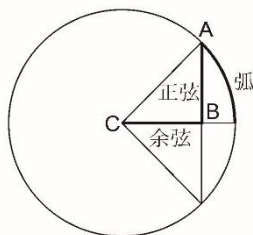
解説は、まれに「注釈書」として記録された。

例：バースカラ一世（600頃～680頃）『アールヤバティーヤ注釈』

＊計算法の改良

インド式計算法—ゼロの導入

三角法の考案



## 5. インド天文学の名声

＊インド天文学は問題解法能力・計算能力の点で最先端の天文学だという認識

例：六世紀頃に編まれたシリア語書簡

ここでは、私は、シリア人ではないインド人たちの学問について口をつぐんでおく。

また、天文学の研究での彼らの精妙な発見についても〔口をつぐんでおく〕。それらの

〔発見〕は、実際、ギリシャ人たちやバビロニア人たちのものよりも巧みなものである。

そして、彼らの計算の合理的な方法〔手順〕とその言葉を絶する計算、すなわち九つの記号によるもの〔についても口をつぐんでおく〕。

＊「九つの数字」に基づくインド式計算法と暗記に適した問題の解き方の簡潔な提示法を備えたインド天文学のすばらしさは、ギリシャ天文学を知っていたシリア人たちも認めるところだった。

→インド天文学は、占星術計算のために天文計算法を必要としたマンスールにとって最適の天文学だった。

→なぜギリシャ科学へ？

## 6. アッバース朝におけるギリシャ科学への関心の高まり

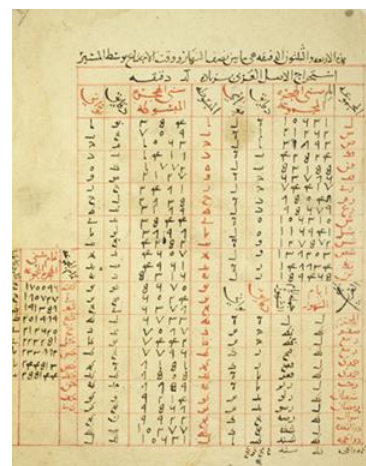
7代目カリフ・マームーン（在位813～833）期：ギリシャ科学へ関心が移行

ハバシュ（869年以降没）によるズィージュ（天文表）→

序文に当時のギリシャ天文学をめぐる様子が記載

＊＊ハバシュのズィージュ序文

マームーンは卓越した知の持ち主で、精妙なる事柄や深遠なる知の探求に熱心だった。とりわけ星に関する知を好み、彼はカノン〔正典、『アルマゲスト』〕などのギリシャ人たちの諸著作における内容と、『シンドヒンド』や『アルカンド』においてインド人たちの保持していた内容、『王のズィージュ』においてペルシャ人たちの保持していた内容とを比べた。すると、彼は、それらが互いに異なり、それぞれ、あるときは真なるものに合致し、あるときは真実から外れていることを見出した。以上の状況に陥



ったので、マームーンは、この〔星に関する〕学問の基礎を探求し、それを正しくするため、ヤフヤー・イブン・アビー・マンスール〔830年頃没〕に、星の学問についての諸著作の基礎に立ち戻り、この学問に精通している者たちや、当時の知識人たちを集めるよう命じた。というのは、プトレマイオスがすでに、これから知ろうと試みている星にまつわる学問に到達することは不可能ではないことを示していたからである。そのためヤフヤーは、その命令に従って、星の学問に精通している学者たちと。当時の配下の知識人たちを集めて。これらの書物の基盤の探求を開始し、それらに書かれている内容の精査と比較を行った。その結果、あらゆる書物の中で、アルマゲストと呼ばれているプトレマイオスの書物よりも正確なものはないという見解を得た。というのは、プトレマイオスは、そこにおいて、明白な推論と幾何学的論証によって、真の正しさへと至っていることを示しているからである。また、彼がいうには、太陽や月や諸星の運動を、天球におけるさまざまな位置として観測し、あらゆる状況下で、それら〔諸星の位置〕の吟味を行ったのだという。その観測と吟味の結果、彼以前に諸星の平均化を行った人々の観測における誤りへと喚起され、彼は、観測と吟味によって生じてきた、そういった全ての誤りを正したのだった。そうすることで彼は当時の観測と測定で見出したことに基づいて修正することで諸星の位置を決定し、その書を仕上げたのだという。それゆえ、彼ら〔マームーン宮廷の学者たち〕はこの書〔『アルマゲスト』〕をカノンとして受け入れ、アーミラリー天球儀などの観測器具を使って、プトレマイオスが述べている観測を開始し、バグダードにおいて、さまざまな期間、太陽や月の運動の吟味をするようになった。

＊厳密な議論の需要―論証への注目

＊論証の必要性→イスラーム擁護

## 7. イスラーム擁護における論証

サーサーン朝ペルシャとゾロアスター教、マニ教：二元論

世界が善悪（光と闇）の対立に基づいて成立しているという世界観

二元論論駁

＊＊カーシム・イブン・イブラヒーム（785-860）の議論

二元論者「この世には、〔まったく異なる〕善と悪が存在するのだから、これら両者は、二つの永遠なる元素（光と闇）から成り立っている。」

反論「善と悪が存在するということは、創造主が唯一だということを示している。その証拠に、善と悪は、それぞれ、善人と悪人に付随しており、それら両者〔善人と悪人〕は、創造されたものだからである。」

二元論者「光は善であり、闇は悪である。」

反論「光が完全に善であることはありえない。なぜなら、光は、時には利益を生み出し、時には害をなすからである。」

＊一神教論駁と違い「一人の神」という前提を共有できない

→万人が納得できる前提から出発する議論が必要

→論証に注目

## 8. キンディーの登場：宮廷占星術師の役割

キンディー（801頃～866頃）：「アラブ人初の哲学者」

哲学－『第一哲学についてのムウタシムへのキンディーの書』

論理学－『ポルフィリオス『エイサゴーゲー』要約』『論理学的論証序説』

算術－『算術入門』『インド数字の扱い方』

音楽論－『調和について大書簡』『メロディーの合成について』

天文学－『惑星の状況について尋ねられた問いに関する書簡』『諸天体の違いについて』

占星術－『天体の光線について』『占星術入門』

幾何学－『ユークリッドの書の目的について』『ユークリッドの書の改良について』

医学－『ヒポクラテスの医学について』『毒の解毒について』

論駁書－『二元論者論駁』『分割されない部分を主張する者たちの誤謬について』

宮廷における助言者としての学者の役割－マジュリス

→宮廷学者たちにとって二元論論駁は重要な課題

### ＊＊『世界の有限性についての書簡』序文

慣れ親しんだ第一のことどもを、示す必要のできた事柄への論証（ブルハーン）の前提とすると、多くの人々が、強情さと、真理への尻込みから、そういう慣れ親しんだ前提となることどもを否定し、彼らの意見を表明する必要がある際には、それら〔諸前提〕を訂正することで論証に対して疑問を呈してしまう。それゆえ、我々は、すでに我々が述べた事態の生じている者が考えているような事柄を考慮しつつ、無駄な言葉を加えることをやめるためにも、さらには、数学を修めていない多くの人々や、論理学的な三段論法を理解していない多くの者たち、自然の徴を理解していない多くの者たちがそう考えるように、世界には限りがないというのは不可能であるという、私があなたに提示したい事柄を示す方法が、単純で、曖昧さのないものであるためにも、全ての人、あるいはほとんどの人、もしくは傑出した人々にとって必要ない、そういう慣れ親しんだことどもへの論証を提出したい。

命題1 二つの等質な量が、互いに、大きくも小さくもなければ、両者は等しい。

命題2 ある等質な量に別の等質な量を加えると、その結果は、もとの等質な量とは異なる。

命題3 二つの限りない等質な量において、一方が他方より小さいことは不可能である。

命題4 有限な等質な量の和は有限である。

→世界の有限性の論証

### ＊二元論の無限世界論（永遠なる闇と光）を論駁

キンディーの強み：論証力

→論証力を武器にパトロン信頼を勝ち得て、さまざまな助言を求められるようになった。

### ＊論証への注目から、プトレマイオス『アルマゲスト』に再注目した

注意：アレクサンドリアでは要約でプトレマイオス天文学の概要を学ぶのみ；アッバース朝ではプトレマイオスのテキストの論証性に注目が集まったため、プトレマイオスのテキスト自身を読む必要が出てきた→アラビア語訳の必要性

＊『アルマゲスト』テキストの再発見



## 9. ガレノス主義からアリストテレス主義へ：宮廷医たちの役割

アッバース朝宮廷医クスター・イブン・ルーカー（キンディーと同時代）

数学 — 『エウクレイデス『原論』への疑問』『幾何学入門』

天文学 — 『天球儀の使い方』『星学入門』

機械学 — 『秤について』

哲学 — 『霊魂と精気の違いについて』『性格の違いについて』

医学 — 『しびれについて』『メッカ巡礼の医学』

宮廷医も様々な助言を求められる

例：タバリ（キンディーとおなじ宮廷に参加していた医学者）

イスラーム擁護者としてキリスト教論駁文書『キリスト教論駁』やイスラーム擁護文書『宗教と国家について』を残している。

→医学者も、より厳密な議論を必要とする

→医学の論証科学化を目指したガレノスのテキストに注目

## 参考文献

矢野道雄『インド数学の発想』NHK出版新書（2011）

矢野道雄『インド天文学・数学集』朝日出版（1980）

林隆夫『インドの数学』中公新書（1993）

辻直四郎訳『リグ・ヴェーダ讃歌』岩波文庫（1970）

グタス『ギリシア思想とアラビア文化』

Sayili, "The Introductory Section of Habash's Astronomical Tables Known as the Damascene Zij,"  
*Dil ve Tarih Cografya Fakultesi Dergisi* 13 (1955).

青木健『ゾロアスター教』講談社メチエ（2008）

Adamson, *Al-Kindi*, OUP (2006)

Pormann & Savage-Smith, *Medieval Islamic Medicine*, Georgetown University Press (2007)

## 科学史 4 イスラーム科学の展開

担当：三村 太郎

(taromimura@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

### 1. 論証主義からガレノス主義へ

医学の論証科学化を目指したガレノスのテキストに注目

＊ガレノスの論証主義

タバリー『知の楽園』

アリー・イブン・ラッバーン・タバリーは、この書を、知者ヒッポクラテスやガレノスなどの医学者の著作や、アリストテレスなどの哲学者たちによる医学に関する著作やそれ以外の著作、同時代の偉大なる医者ユーハンナ・バル・マーサワイフ（アッラーが力を与えん）や翻訳家フナイン〔・イブン・イスハーク〕などによる著作に基づいて編んだ。

→ガレノス主義の成立；ガレノスの著作のアラビア語訳への需要

注意：アレクサンドリアでは要約に基づいたガレノス医学教育

→ガレノスの医学の論証化においてガレノスに基づいたヒッポクラテスのテキスト、アリストテレスのテキストへの需要

フナイン・イブン・イスハーク（キンディーとおなじ宮廷に参加していた医学者）

翻訳グループの組織；

ガレノスの著作やプトレマイオスの著作などの翻訳；月給 510 万円

＊イスラーム擁護者としての役割を果たすために、論証科学を中心としたギリシャ科学・哲学の受容

### 2. ガレノス論駁からアリストテレス主義へ

論証を基盤にした「ガレノス主義」（アリストテレス哲学の延長上にガレノスを読む）

＊注意：ガレノス自身はプラトン主義者

→ガレノスとアリストテレスとの齟齬

＊＊イブン・マーサワイフ（キンディーと同じ）『医学箴言集』

ガレノスとアリストテレスが、ある概念で一致している場合は、それ〔でよい〕．  
相違している場合は、その真実を把握するのが大変難しい．

→ガレノス論駁

＊＊ラーズィー（864～925/932）『ガレノスへの疑問』序

医学や哲学は、権威たちに従い、受け入れることを認めず、彼ら〔権威たち〕にのみめりこみ、詳細に検討することをやめてしまうことも認めない．また、哲学者も、その弟子や生徒たちのそういう〔態度〕を好まない．実際、ガレノスが、『各部位の用途について』において、すでにこう述べている．「論証もなしに、彼ら〔権威たち〕に従い、彼らを信奉し、彼らを受け入れる者たちを非難する」と．

＊ ＊ ラービー 『ガレノスへの疑問』 序（ガレノス批判のきっかけ）

私は、かつて、バグダードにおいて誉れ高く、アリストテレスにより共感していた人物と、ガレノスの著作を読んでいて、彼は、こういう「あいまいな」箇所に行きつくと、その「ガレノスに」より共感していることについて、私への非難を強くした。そして、多くの場合、こういう箇所についての私に対する彼「バグダードの学者」の議論の整合性の高さゆえ、しばしば、私は困惑した。

＊ ガレノスのテキストを読む場の存在；論理を重視する立場からガレノス読解  
→アリストテレス主義の成立

2. ファーラービーの登場

ファーラービー「第二のアリストテレス」

＊ ＊ アリストテレス主義の成立についてのファーラービーの説明  
（イブン・アビー・ウサイビア（1203～70）『医学者列伝』より）

哲学の登場について、ファーラービーは、以下の言葉で語った。

アレクサンドリアにおいてアリストテレスが死んだ後、哲学にまつわる事柄は、ギリシャ王たちの時代、女王「クレオパトラ」の最後の日まで広まっていった。そして、「アリストテレスが」死んでから、その教授は、その状態で、その「アレクサンドリア」において維持され、その間、13人の王たちの統治と、12人の哲学教師たち。その一人が、アンドロニコスだった。

〔中略〕

その「王たち」の最後がその女王で、ローマ王アウグストゥスが彼女を敗北に追い込み、殺害してしまい、その支配を引き継いだ。そして、平定すると、彼は、図書館とその複製物を調べ、アリストテレスの時代やテオフラストスの時代に作られたアリストテレスの作品の写本や、アリストテレスが扱っているような事柄に関する諸著作を編んでいる教授たちや哲学者たちを見出した。そこで、彼は、そのアリストテレスとその弟子たちの時代に写された書物のコピーを命じた。

〔中略〕

そして、その「アレクサンドリアの哲学教師であるアンドロニコス」に、アレクサンドリアでの教授の地位を譲って、彼「アウグストゥス」とともにローマまで随行するよう命じた。その結果、その教授は、二つの場所で行われるようになった。

こういった状況は、キリスト教の到来まで続いた。実際、ローマにおいて、「キリスト教到来後、」その教授は終焉を迎えたのだった。一方、アレクサンドリアでは、継続していたが、キリスト教徒の王が気にするようになり、司教たちが、集まって、この教授のうち、何を残し、何を破棄するのかを協議することになった。その結果、存在命題の最後「『分析論前書』第1巻第7章の無様相命題」までを教授し、それ以降は教授しないという見解を得たのだった。というのは、そういった「『分析論前書』第1巻第7章以降の内容」はキリスト教に対する害を含む一方で、その教授を是認した「『分析論前書』第1章第7節までの」内容には、宗教擁護に役立つものが含まれているとみなされていたからである。それゆえ、この「哲学」教授のうち公的なものとして、こういった程度「『分析論前書』第1章第7節まで」のものが継続し、残りの内容の検討は、イスラームが登場するはるか後まで、私的なものとして存在した。

さらに、その教授は、アレクサンドリアからアンティオキアに移った。そして、長い年月を経て、一人の教師を残すのみとなり、彼から二人の人物が教えを受け、書物を持って去っていった。そのうちの一人はハッラーン出身で、もう一人はメルヴ出身だった。そして、そのメルヴ出身の人物について言うならば、彼から、二人の人物が教えを受けた。そのうちの一人が、イブラーヒーム・マルワズィーであり、もう一人が、ユーハンナー・イブン・ハイラーンである。

〔中略〕

ユーハンナー・イブン・ハイラーンについて言うならば、彼も、自身の宗教に従事していた。一方、イブラーヒーム・マルワズィーは、バグダードに移って、居を構えた。そして、彼に教えを受けたのが、マッター・イブン・ユヌスである。

また、当時、教授されたのは、存在命題の最後〔『分析論前書』第1巻第7章〕までだったという。一方、自身について、ファーラービーが言うには、ユーハンナー・イブン・ハイラーンから『分析論後書』の最後まで学んだという。

＊実際の古代末期の状況との違い―論証習得を強調；キリスト教徒の役割

注意：アリストテレス『自然学』は「弁証」に基づく

アリストテレス『動物部分論』第1巻第1章

動物学を遂行する際、ちょうど数学者が天文学に関することを示す場合のように、自然学者も、まず、動物に関して把握されるパイノメナ（現象＝エンドクサ）やその各々の諸部分を論じることから始める。

→自然学の論証科学化

＊前提の公理化―経験の役割

ファーラービー『人間の諸器官について』

そういう〔動物に関する事柄〕のうち、推論によらない事柄には、経験や試行錯誤によってではなく、また、その概念や形相や観察へ気をかけることによらない、第一原理として知られるものがある。また、その〔推論の必要のない事柄〕には、経験や試行錯誤や吟味によってしか、また感覚による観察に気をかけ、励むことによってしか、知られないものもある。

＊直観で把握できる公理（「天は部分のない存在」）と経験を経て把握できる公理

ファーラービー『人間の諸器官について』

〔人間の器官にまつわる原理には、〕吟味や、精査、それによって状況を簡潔化し固定するための解剖の必要でない、第一の事柄に属するものがある。他方、観察に際し、そういう〔事柄〕の精査あるいは解剖を、さらにはそういう〔事柄〕の吟味や状況の考察、また、以上述べたことへの努力や、観察が可能なものを全て観察し調査する欲求を必要とするものもある。

＊解剖という質的に制御された経験

ガレノス、プトレマイオス、アリストテレスの著作をもとにした論証科学の発展

→論証を基盤にしていたため、アリストテレス、ガレノス、プトレマイオスのテキストを権威化するのではなく、より厳密な論証科学を目指す

参考文献

Netton, *Al-Farabi and His School*, Routledge (1999)

Zimmermann, *Al-Fārābī's Commentary and Short Treatise on Aristotle's De Interpretatione*, OUP (1981)

## 科学史 5 イスラーム科学の終焉（？）

担当：三村 太郎

(taromimura@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

### 1. 科学・哲学研究：論理主義の視点からの権威批判

論理主義に基づいた科学哲学研究

＊アリストテレス自然学の論証科学化

＊ガレノス批判

例：血液循環

ガレノス「心中隔壁通孔説」

イブン・ナフィース（1213～88）「血液の肺循環」

＊プトレマイオス批判

『アルmagest』モデルの立体化；エカント

イブン・ハイサム（965～1040 頃）『プトレマイオスへの疑問』

### 2. 神学側からの科学・哲学批判

論理学批判：シーラーフィーとマッターの議論（932 年）

18 代目カリフ・ムクタディルの宰相イブン・フラートの邸宅（マジュリス）にて

シーラーフィー：イスラーム神学者、アラビア語文法学者

マッター・イブン・ユヌス：キリスト教徒、アリストテレスの著作の翻訳に従事

マッターの日頃からの主張「誤りから正しさを，偽りから真実を，悪から善を，あいまいさから確証を，確信から疑問を知るには，我々の身につけている論理学でしか不可能である」という発言が正しいのかどうかについて議論

シーラーフィー「では論理学とはいかなるものか」

マッター「論理学とは正しく述べるための道具である」

シーラーフィー「正しく述べる際に必要なのはアラビア語の文法であるはず」

マッター

これは文法学であって，文法学について，私は何も研究しておりません．というのは，論理学者にとって，文法学は必要ないからです．一方で，文法学者には，とりわけ論理学が必要です．なぜなら，論理学は意味を扱うのに対して，文法学は発話を扱うからで，そのため，論理学者が発話を扱う際は付帯的なものとなる一方で，文法学者が意味を探る際も付帯的なものとなり，加えて，意味は発話よりも高貴なもので，発話は意味よりも下等だからです

→意味と発話の分離；論理学の優位性を主張

### ・神学者ガザーリー（1058～1111）

バグダード・ニザーミーヤ学院教授、「最高のウラマー」

法学と神学の体系化；法学とは—『ハディース』に基づく；神学は法学の延長



## \*\* 自伝『誤りから救うもの』哲学の分類、占星術批判

知るがよい。彼らの学問は、われわれの探求する目的との関連で、六つに区分される。すなわち、数学・論理学・自然学・形而上学・政治学・倫理学である。

(一) 数学——これには、算術・幾何学・天文学が含まれる。これらの学問は、宗教上の事象からとは、否定的にも肯定的にも関係しない。それらは、論証に関わる事象であって、ひとたび理解されれば、それを否定することはあり得ないのである。しかし、それから時に二つの害悪が生まれる。

(a) 数学を学んだ人は、その正確さと証明の明晰さに驚嘆する。そのために、その人に哲学者に対する信頼が生まれ、この学問(数学)と同じように、形而上学者の学問のすべてが明晰であり、確実な論証に基づいていると考える。次に、巷間に伝わる彼らの不信仰、神の属性否定、聖法の軽視について聞き、まったくの隷従から自らも不信仰者となり、「もし宗教が真理であれば、この学問(数学)について精緻な研究をしている彼らに、そのことがわからないはずはないであろう」と言う。「91」彼は、噂によつて哲学者たちの不信仰と宗教否定を知ると、そこから真理は宗教否定にあると判断するのである。このようにして、またそれだけの理由で、真理から迷い出してしまう人を私は何と多く見たことか。

そこでこのような人々には、こう言うべきだろう、「一つの技芸に堪能な人が、かならずしもすべての技芸に堪能であるわけではない。また、法学や神学に熟達した人が、かならずしも医学に熟達しているわけではないし、理性的学問に無知な人が、かならずしも文法学に無知であるわけではない。各々の技芸には、その道で練達と抜群(「域」に達していても、その他の学問になると「時として」愚鈍・無知としか言いようのない人々がいる。数学に関する昔の人々の議論は論証的であるが、神学については憶測的であり、それを知るのは、これらの学問について経験を積み、それを深く究めた人だけである」と。

もっとも、単なる模倣によつて、(不信仰者となつた)このような者にそのようなことを説明しても、彼がそれを受け入れる余地はないであろう。むしろ、彼は欲望に支配され、英雄きどりの虜になり、秀才ぶりたい気持から、あらゆる学問において哲学者たちをいちずに買いかぶり続けるのである。

これが大きな害悪であるので、その学問に深入りすることは、すべて抑制する必要がある。この学問は宗教とは無関係であるとはいえ、哲学者たちの学問原理と同一であることから、彼らの害悪や悪弊に染まってしまうのである。したがつて、その学問に深入りして、なおかつ宗教から離れず、懼神の念に基づき自己抑制から解放されない人は稀である。(92)

(b) 第二の害悪は、イスラム教に忠実ではあつても、無知である人からくるものである。

彼は、哲学者の關係する學問をすべて否定することによつて、宗教は守られなければならないと考へる。そこで彼は、哲學者の學問をすべて否定し、そのような學問において、哲學者は無知であると主張し、ついには日食や月食についての彼らの理論までも否定し、彼らが言うことはすべて理性に反する、と主張する。

このような人のことが、そのような現象を確実な証明によつて知っている人の耳に届くと、彼はその証明について疑いをもつことはなく、むしろイスラム教は無知と、確実な証明の否定の上に成り立っていると信じ、哲学への傾斜とイスラム教への嫌悪が増すことになる。こうして、これらの学問の否定によつて、イスラム教は守られると考える人の、宗教に対する罪は大きいのである。ところが、これらの学問に対して、聖法はあえて否定も肯定もしていないのであり、またこれらの学問も宗教的な事象からについて、同様のことをしているわけではない。預言者(その上に平安あれ!)はこう言つておられる、「太陽や月は『至高なる』神の二つの御徴であり、それらは人の死や生によつて欠けるのではない。もし汝らがそれを見たならば、『至高なる』神の御名を唱え、『礼拝して』神に加護を求めることだ」と。

この中には、「93」太陽や月の運行、それらが一定の形式で重なり合つたり、向き合つたりするのを教えてくれる数学の否定を義務とするものは何もない。もっとも、この伝承に続いて、「しかし、神があるものに自己を顕現される時、それは神に従う」という預言者「その上に平安あれ!」の言葉があるが、この付加文は真正な伝承集の中にはないものである。以上が、数学についての評価とその害悪である。

(二) 論理学——この中には、否定的にも肯定的にも宗教に關係するものは何もない。それは、証明や推論の方法、証明の前提のための条件、諸命題の結合の様式、正しい定義の条件やその仕方についての考察である。それはまた、知識とは概念(Concept)と命題(Proposition)であり、概念を知る方法は定義(Definition)であり、命題を知る方法は証明(Deduction)である、といったことについての研究である。

\* 論理学は認める→哲学理解のため『哲學者の意図』を編む。

## →『哲学者の自己矛盾』

第三問題——神は世界の行為者・造物主であり、世界はその被造物・行為者である。との彼らの言説の欺瞞性、またそれは彼らにとって  
は比喩的表現であり、文字通りの真実ではないことの証明

唯物論者 (Atheist) を除いて哲学者たちは、世界には造物主 (God) が存在すること、神は世界の造物主・行為者 (God) であること、世界は神の行為 (God's act) である、その被造物であることで一致している。「しかし」これは、彼らの原則からみて欺瞞である。むしろ彼らの原則に立てば、世界が神の被造物であることは、三つの点からみて考えられない。すなわち、行為者の点からと、行為の点からと、行為と行為者の間の関係という点からである。

「まず」行為者について。意志の対象を造る者であることから、彼は意志する者 (willer) であり、選択する者 (chooser) であり、意志の対象について知る者 (knower) でなければならぬ。ところが、彼らのいう至高なる神は意志する者ではなく、神にはまったく属性がないのである。神から出るものは神から必然的かつ不可避的に出てくるのである。

第二に、行為 (act) の結果は生成するものであるのに、世界は無始である。

第三に、彼らによれば、神はあらゆる点で一であり、また一者からはあらゆる点で一なるものしか出ない。ところが、世界は多様なものから構成されている。どうしてそれらが神から出るものであろうか。

そこでこれら三つの点の各々を、それを弁護しようとする彼らの狂気とともに検討しよう。

### (I)

第一についてわれわれはいう。行為者とは、選択による行為の意志とその対象についての知とともに、そこから行為 (act) が出てくる者のことである。君たちによれば、至高なる神から世界が出るのは、原因から結果が必然的・不可避的に出るようなものである。太陽から影が、また太陽から光が必然的に出るように、神がそれを止めることは考えられないのである。これはけっして行為 (act) などではない。ランプが光を作る、個人が影を作るといふ者は、限度を超えた比喩的表現をしているのである。彼は同じ表現の中で借用語 (metaphor) と被借用語 (analogous term) の間に共通性があることに満足して、語を借用しているのである。つまり、行為者は一般的にいえば原因 (cause) であり、したがってランプは明かりの原因、太陽は光の原因であるとされる。しかし、行為者は単に原因であるがゆえに行為者・造物主であるのではない。それは特定の仕方において原因であるためである。それは、意志と選択に基づいて行為がそこから起こることである。したがって、誰かが壁は行為者ではない、石は行為者ではない、無生物は行為者ではない、行為はただ動物にのみあるといえ、それを誰も否定しないし、その言明は嘘ではない。「ところが」彼らによれば、石に行為がある。それは重力による落下、中心へ向かう傾向のことである。それは、火に燃するという行為 (作用) があり、塀に「地球の」中心へ向かい、また影を落とすという行為があるのと同じである。ところが、これらはすべて彼 (神) から出るものなのである。したがって、そのようなこと (単なる原因としての神) はありえないのである。

## \*論理的に哲学の教説を論駁

## →イブン・ルシュド (アヴェロエス、1126~1168) 『矛盾の矛盾』

### 第二問題

いと高き神は世界の行為者であり、制作者であり、世界は神の制作物であり行為の結果であるという彼ら (哲学者) の言葉における欺瞞の解明と、その言葉が彼らにおいては比喩であり真実ではないということの解明

ガザリーは言う。唯物論者 (Atheist) を除く哲学者は次のことで意見が一致した。すなわち、世界は制作者をもっている。神が世界の制作者であり、行為者である。世界は神の行為 (God's act) の結果であり、制作物である。しかし、これ (この意見) は彼らの原理に従うと欺瞞である。否、彼らの原理を進展させていくと、三つの側面において、世界が神の制作であるということは考えられない。すなわち、(1) 行為者についての側面、(2) 行為についての側面、(3) 行為と行為者が共有する関係についての側面である。さて、行為者についての側面に関しては、行為者とは意志・選択する者でなければならぬ。しかし彼らによれば、いと高き神は意志する者ではない。否、神は意志をもたない (無意志) 属性をまったくもたない。神から発出するものはすべて、神から必然的に帰結

するのである。第二の側面に関して言えば、哲学者によれば、世界は永遠であるが、行為とは生じるものである。それゆえ、哲学者によれば、世界は神の行為ではないことになる。第三の側面に関して言えば、哲学者によれば、神はあらゆる側面において一なる者であり、一なる者からは、あらゆる側面において一なるものしか発出しないということである。しかし、世界は異なった (複数) のものから構成されているのであり、(とすれば) どうして世界が神から発出することができようか。

私 (イブン・ルシュド) は言う。ガザリーの「行為者についての側面に関して言えば、行為者とは意志・選択する者でなければならぬ」という主張は自明的には知られない主張であり、(ガザリーによる行為者の定義は特に) 世界に転用することが正しいということでは、証明を行うか、あるいは行為者に対する現象界の判断を不可視界 (すなわち神的世界) に転用することが正しいということでは、認めることのできない定義である。つまり、行為 (作用) し、影響を及ぼす諸物には (以下) 二種類があるというのをわれわれは (現象界において) 観察する。(第一の) 種類は、一つのものしか造らない (行為者) であり、(二) のような行為者は、自己の本質によつて行為するのである。たとえば熱は熱を造り、冷は冷を造る。これら (この二種類に属する行為者) は、哲学者が「本性 (自然) による行為者」と呼ぶものである。第二の種類 (行為者) は、あるときにはあるものを造り、また別のときには (前に造ったものとは) 反対のものを造ることができ (る) 行為者である。これら (この二種類に属する行為者) は、(哲学者が) 「意志的・選択的行為者」と呼ぶものである。これら (行為者) は、知識と熟慮から行為する。それに対して第一行為者である神 (栄光あれ) 普通、神」の後に付けられる決まり文句——は、哲学者が、生成・消滅するものを叙述するときに使った、以上の二つの種類の行為者の叙述を超越している (つまり、神とはこれらの種類の行為者にも属さない)。つまり、(現象世界における) 選択者と意志者は、意志されるもの (意志・欲求の対象) を欠如している者であるが、神 (栄光あれ) は、自分が意志 (欲求) するものを欠いていない。

＊イブン・ルシュド スペイン・コルドバの法学者・哲学者

アリストテレス主義者として、アリストテレスの数多くの著作に注釈書を残す  
彼の注釈書がラテン語に翻訳され、ヨーロッパでのアリストテレス読解の基礎となる

＊ガザーリーの批判は影響力が大きかったが、それに対する哲学者の批判も存在  
論理学に基づいた議論の厳密性を共有していたため

→ガザーリー以後も科学哲学研究は継続

＊なぜ法学者であるアヴェロエスが哲学を身につけたのか？

マドラサにおける法学・神学教育の導入としてのギリシャ科学・論理学教育の採用  
→ギリシャ科学哲学のイスラーム化

#### 参考文献

Griffel, *Al-Ghazali's Philosophical Theology*, OUP (2010)

中村廣治郎訳『誤りから救うもの』ちくま学芸文庫（２００３）

中村廣治郎訳『哲学の自己矛盾』平凡社東洋文庫（２０１６）

竹下政孝『イスラーム哲学』平凡社（２０００）

## 科学史 6 ヨーロッパにおける科学：12世紀ルネサンスと大学の成立

担当：三村 太郎

(taromimura@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

### 1. ヨーロッパと科学

#### ローマ帝国下

科学・哲学教育—ギリシャ語による伝統

キリスト教の浸透：313年に公認→国教化（392）

1054年西方教会と東方教会の分裂→ラテン語ですべての管理を行う必要

ローマ法の復活；教会法の整備

自由学芸のラテン語化

三学：文法学、論理学、修辞学

四科：幾何学、算術、天文学、音楽

→四科の教師不足

レコンキスタ運動→イスラーム領域がキリスト教国下に

1085年 トレド陥落；1091年 シチリア占領

### 2. スペイン・マグリブ地域へのイスラーム領域の拡大

711年 ウマイヤ朝がローマ帝国下の北アフリカ地域（イフリーキーヤ）征服

714年 イベリア半島全体を制圧

→アル・アンダルス（スペイン）およびイフリーキーヤ（マグリブ）がイスラーム王朝下に



\*バグダードなどのイスラーム王朝の中心地と異なり、ローマ文化やユダヤ文化とイスラーム文化の融合が際立つ地域

ユダヤ教徒

66年 ローマに対して抵抗（ユダヤ戦争）→領土を失い、各地に離散（ディアスポラ）

### 3. ファーティマ朝宮廷におけるユダヤ人学者

ファーティマ朝（909～1071）：イスマール派によって建立された王朝

イスマール派—シーア派の一派

2代目カリフ・マフディー（893～947）宮廷におけるユダヤ人学者たち

イサーク・イスラエリ（832頃～932頃）

医学『熱について』；哲学『定義の書』

ドゥーナシュ・イブン・タミーム（950頃活躍）

宮廷医；天文学；哲学

### 3. ドゥーナシュ『諸天球の構造について』

#### 第1部のみ現存

アリストテレス元素論（1～6章）；気象・地質現象の説明（7～12章）；天球の性質（13～14章）；惑星の天球と運動（16～34章）；地球の性質（35～36章）；気象問題（37～39章）

#### \*アル・アンダルスやイフリキーヤで最初期の宇宙論書

アリストテレス元素論の便利な概説書

#### \*「神によるデザイン」説

第1章：天球は制御され創造されたものであることについて

...

諸星は、その上昇が知られることなしに昇ることはないし、その下降が知られることなしに沈むことはない。それらのすべての状況は知られており、変化することはない。

これらの事柄が、以下のことに対する誰も反論できない証拠である。すなわち、天球は、それからは逃れることも変えることもできない従者関係に従って、制御されていることである。それはまるで、彼〔神〕に対する召使で、その従者関係を変えることもできず、他の選択肢は存在しない。それゆえ、それ〔星〕は、彼〔神〕に従って、先行も退行もせず、速度を速くしたり、遅くしたりしない。

...

それゆえ、ここにおいて、それら〔諸天球〕が、それらとは全く異なる創造者によって制御され創造されたものである明白な証拠がある。彼以外に神はなし。

...

もしも、唯物論者たちがいうように、天球や星々が創造物に影響を与えたり、事物を創造するのならば、それら〔諸天体〕は相反するものどもや異なる諸運動を生み出してしまふ。いわば、それらは、一時間の長さの一年をもたらしたり、一年の長さの一日をもたらしたりする。それらのほどこす変化は知ることができない。

...

創造主の行うことはそれとは逆である。・・・創造物は、その創造者の創った運命に則った徴をもっている。・・・これは創造主、すなわち自らの欲することを行い、すべてを知る者の行動である。これらには四元素も含まれる。彼〔神〕のみがそれらを行うことができる。それはまるで、その創造主がその全能性と従属性においておこなうように。



### 4. トレド司教座学校での大量のアラビア語科学書哲学書翻訳—12世紀ルネサンス

#### クレモナのゲラルド（1114～87）—71点

アリストテレス、ユークリッド、プトレマイオス、キンディー、ファーラービーなど共同作業による

モサラベ（アラビア語を母語とするキリスト教徒）のガリップスが『アルマゲスト』を訳して（それを）ゲラルドがラテン語にした。

ドゥーナシュ『諸天球の構造について』の翻訳—ただしマーシャーアッラーフ

（アッバース朝2代目カリフ・マンスールの宮廷占星術師）を著者としている

#### \*トレドにとって身近なイフリキーヤの書物を選択して翻訳

例：コンスタンティヌス・アフリカヌス（1017～1087）によるイサーク・イスラエリ『熱について』翻訳—サレルノ医学教育の基礎となる

\*天文学の教科書として、のちに大学でも読み続けられる



\*ラテン語でアリストテレス自然学を最初期に伝えたもの—アリストテレス自然学と宇宙論を図解のものとしては最初のもの

\*「天文学や自然学を使った神の存在証明」

## 5. 「アラビアの学問」の新奇性—バースのアデラード（1080頃～1152頃）

スペイン各地を遍歴してイスラームでの科学哲学研究成果を学ぶ

さまざまなアラビア語で書かれた科学哲学所の翻訳を行う。

その知識をもとに独自の著作を編む；イギリス国王ヘンリー1世に捧げたものもある。

例：『自然の諸問題』—「神のデザイン」説

「少し前ウィリアム（征服王の子ヘンリー1世）の治世下に、私がイギリスへ帰ってきたとき——実は長い間私を（研究のため）母国から引き離しておいたのは他ならぬヘンリー王なのだが——友人たちと再会したのは、私にとって嬉しくも楽しいことだった。まず最初の出会いにおいて、常のようにお互いの安否をたしかめあった後、私の心は我々の同胞の生活ぶりやどんなものであるかを知りたいと願った。それを尋ねてみると、なんと首長たちは暴君で、僧侶たちは酒飲みで、裁判官たちは買収され、地主たちは気まぐれで、小作人たちはごまをすり、約束してもごまかし、友人たちはねたみ合い、ほとんどすべての人が打算的であることを知って、私は自らに、こういう悲惨な状態にもはや心を向けないようにする以外に手はないと悟った。」

「これから私が皆さんの知らないことを言い出しても、それは私の意見を言っているのではなく、アラビア人の学問の内容を述べているのだと考えてほしい。なぜなら、私のこれから言うことが知識の遅れた人には不快だとしても、私自身がそういう人たちの不興を被らないようにしたいからだ。真理の教師が大家からどういう目に会うか、私はよく知っている。だから私のではなくアラビア人の主張を述べます。」

「どんな理由によって草が地から生ずるのですか。もともと大地の表面は平らかで運動のないものですが、そこから動き出し、頭をもたげ成長し、葉を繁らせるのを見ると、一体どんな原因があるのでしょうか。お望みなら乾いた土を集め、細かくふるい、土製または銅製の壺の中に入れておけばよいでしょう。時間が経ってそこに草が生えてくるのを見たら、あなたはそれを神の驚くべき意志の驚くべき結果（mirabilis divinae voluntatis mirabilis effectus）という以外に何に帰すことができますか。」

するとアデラードは答える。

「土から草が生ずるには、神の意志がたしかに存在する。しかしそれは理由なしにあるのではない（……sed eadem sine ratione non est.）」

「私は神を引きずりおろそうとしているのではない。存在するすべてのものは神に由来し、神によって存在する。しかしそれは（自然は混乱してめちゃくちゃになっているわけではない。人間の知識（scientia humana）が説明しうるかぎり、この（自然の）秩序にも耳が傾けらるべきである。」

## 3. ペトルス・アルフォンシ（1060～1140）と自由学芸の重要性

ユダヤ教徒からの改宗

1106年改宗

1106～1116 イギリス・ヘンリー1世宮廷学者

## ＊＊『フランスの逍遙学派の人々に宛てた書簡』

2. わたくしは皆様方の多くが文法の学を研究していることを存じています。しかるに、この学問は七つの自由学科のうちのひとつに数えることはできません。というのも、この学科は、証明に基づく知識ではなく、また、あらゆる言語において等しいものではなく、それぞれの言語によって違いがあるからです。しかし、文法の学は、学術の研究にとって有効であって、また、なくてはならないものでもあります。卑俗な語彙は、文法の学を通して決まりや規則に基づくよう制御されるからです。また、文法の学がなければ、知性が言いたいと思うことを平易な形にして表現することができません。もし、文法の学がまったく存在しなかったとしたら、[ある語彙が]複数形なのか単数形なのか、その違いが理解できません。また、[その時制が]未来形なのか現在形なのか、どちらかもわかりません。そして、多くの事柄に対してしばしば疑問が抱かれることになるでしょう。
3. また、多くの方がたは、すべての学科のうちで第一に挙げられる弁証の学[論理学]を研究しておられます。まことに弁証の学はこの上なく高度な学科であり、また有益な学科でもあります。わたくしどもの知る限り、今日、皆様方は、この学科においては、鋭敏なる知性をもってあらゆる国の人びとやあらゆる言語を渡いでおられます。

5. 医術は、この世に生きる人びとや動物にとって、きわめて有用であって、必要不可欠なものです。医術は、現世において健康を維持することができる学科であり、また、長寿を可能ならしめる技術です。[ところで]、医術は、天文学によってのみ完全に理解できるものです。というのも、一年間の四つの季節が順次移り変わることを、それぞれの季節が到来する前にあらかじめ予測できるのは、天文学のおかげだからです。この四季の移り変わりに順じて、ひとや動物に迫りくる病を知ることができます。すなわち、四季の推移が予言できれば、病を治療する方法を見出すことができます。また、そうすることによって、病気を避けることができます。また、少なくともいっそう容易に病を癒すことができます。また、患部を焼灼するのに適切な時期、患部を切開するのに適切な時期、膿腫を穿つ時期、身

体の部位から必要な瀉血をしたり、必要な箇所吸引管を当てるのに適切な時期、薬種をあたえたり飲ませたりするのに適切な時期、また、発熱が続いた後、熱が下がる日数や時間を、天文学によって、知ることができます。さらに、コンスタンティヌス・アフリカヌスが自らアラビア語からラテン語に翻訳した書物において、根拠を挙げて示しているように、医術に関連する他の有益なことも、天文学によってのみ知ることができるのです。また、曇りあるいは晴れといった天候を予測することも、天文学によってできます。このことは[天文学が]海洋を航行する上で極めて有用であることを、たちどころに認識させる理由です。以下、[この]書簡では、天上界のことにに関する知識を得る魂の喜びに添えて、他にも多くのことを述べます。

6. わたくしが述べたように天文学は、医術にとって必要不可欠であり、また、他の学科にとっても、実際に必要なものです。ですから、天文学という学科そのものが、他の学科と比べてもいっそう有用であり、いっそう悦ばしく、また、より大きな価値を持つものだということは明らかです。わたくしは、ラテン世界のほとんどすべての方がたが、天文学という学科について知識を欠いていることに気がきました。わたくしはこの天文学という学科の一部を学び、実際に長期にわたってこの学科に携わってきました。そこで、わたくしは、皆様の御気に召すならば、この学科に関する知識を稀にしか見ることのできない甘く美味なる物として、親身になって、熱誠を込めて皆様と広く分かち合おうと心に決めました。
7. 相似たことを通して理解できるものによって知識の淵源を究めようとする方がだのうちのいく人かが、天文学の知識を包括的に得るために、遙かな境域を踏み越えて、また、彼方の地を渉って到来しようと準備をなさっているという噂がわたくしの耳に入ってきます。わたくしは、かの方がたに対して、躊躇うことなく、こう答えるでしょう。かの方がたが理解したいと切に望んでいるものは真理に他なりません。ですから、かの方がたは間もなく望みのものが得られるでしょう。

## 4. 修道院から大学へ

修道院附属学校や司教座聖堂附属学校

→各地に教師と学生の集団に形成→各地で商業ギルドに倣ってギルド化

自由七科と3学部 →教師の養成（教育免許）

講義：教科書は高価なため、教師のみ保持；あるいは写す

討論：問題提起→討論

自由七科の拡大

アリストテレス自然学、形而上学、倫理学→神学と医学に必要

→スコラ哲学の発展

例：ビューリダン（1295～1354）『天についての問題集』（パリ大学での討論）

自然に従っており、なにも自然から外れてはいない。だからそこできながひきすつていとか、天が火や空気を引つ張っているというのはいく方ではない。むしろ第一原因がすべてを同時に動かしているのである。

この問いにはこのようにいわれた。

第二問

第二番目に問われる。天には上下、左右、前後があるかどうか。

1 否と論じられる。というのは、それ自体の領域にある火は下ではなく、端的に上にあるといわれている。ところが天は火より上にある。だから天にあってはいかなるものも下におかれるべきではないからである。

2 さらにまた、天は球形であり、類似的な諸部分をもっている。ところが、これらの差異は、いかなるものに見出されようと、類似した諸本性ではなく、相異なる諸本性をもっていなければならない。それゆえ、これらの差異は天におかれるべきではない。

3 さらにまた、アリストテレスのいうように、上下は物体にその長さに応じて、左右は幅に応じて、前後は深さに応じて割り当てられる。しかし天がそうであるような球形にあっては、長さが他の伸張によりはむしろ或る伸張に基づくといいことはできない。したがって天においては長さ、幅、深さに違はない。それゆえ、天にあってはそれらの差異は、長さ、幅、深さに違はない。

天が或る方向よりもむしろ他の方向に動くという根拠はありえない。ところが天は偶然的なものではないので、それについての根拠があげられなければならない。それゆえ……

これらの差異について一般的にいっつかのことを注意すべきである。第一に注意すべきことは、これらの差異が或るものに端的に、相異なる能力をもつ相異なる諸部分に応じて帰属させられるということである。たとえば人間や完全な動物の場合にはそうである。実際、上は成長と滋養との発端であり、したがって頭が上である。というのは、口を通して養分が得られるからである。したがってまた、端的かつ絶対的には、植物にあっては根が上であるといわれるべきである。もっとも、諸元素の場所との関係では、根は下であるといわれる。したがって、左右というものはむしろ場所運動に関連する。というのは、『動物運動論』でいわれているとおり、動物は自然的には右から（場所運動を）始めるからである。また前はむしろ感覚運動に関連する。というのは、感覚はむしろ前の部分で強いからである。

さらにまた、人間にあっては、これらの差異は人間自体のありは完全な動物の場所運動と関連した諸特性と諸能力の違いに応じて異なる。というのは、上すなわち頭において感覚は最も強く、上に原動的な原理があり、『靈魂論』第三巻の

155 第2巻

論理主義の広がり（注釈・論理の点検）

インペトウス理論（慣性の概念）

→原典主義

→古代文化・ギリシャ語原典への興味→ルネサンスへ

参考文献

Freudenthal, *Science in Medieval Jewish Cultures*, Cambridge University Press (2012)

Altmann & Stern, *Isaac Israeli: A Neoplatonic Philosopher of the Early Tenth Century*, Univ. of Chicago Press (2009)

伊東俊太郎『十二世紀ルネサンス』講談社学術文庫（2006）

ハスキンス『十二世紀ルネサンス』みすず書房（1997）→講談社学術文庫

## 科学史 7 ルネサンス：コペルニクス以前のヨーロッパ科学

担当：三村 太郎

(taromimura@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

### 1. ルネサンスの時代（1300～1650）

イタリアで始まる「古典再生」運動

大学の発祥の地イタリア：ボローニャ大学（1088 頃）

大学での自由学芸（＝人文科目）にたずさわる教師を中心とした人文科目振興運動

はじめは文法、修辞、歴史、詩歌、倫理哲学の分野に注目

#### ペトラルカ（1304～74）

モンペリエ大学とボローニャ大学で法学を学ぶ→アヴィニオンに帰り、聖職者となる

キケロ（前106～前43）への傾倒→ラテン文学の模範

ローマ帝国の政治家；『義務について』

→ラテン文学への回帰、古典文学の再生→各地にラテン語写本の収集に赴く

キケロ弁論術関連写本の収集

→人文主義：古典文学振興→キケロを通じて「異教の哲学」の必要性

＊古代、中世との分離；反スコラ

のちにギリシャ語写本の収集もはじめる→プラトン対話篇やホメロス

→ギリシャ語古典収集は後継者たちによって続けられる

#### ボッカチオ（1313～1375）（『デカメロン』）

1360年：カラブリアの修道士レオンツィオ・ピラートを招き、フィレンツェ大学

ギリシャ語講座を開設（ただし数年で去る）

カラブリア：イタリア南部に位置し、ギリシャ文化が残存

#### サルターティ（1331～1406）

フィレンツェの書記官

1397年より東（の）ローマ帝国の外交官マヌエル・クリュソロラスを招いて、定期的なギリシャ語勉強会を開催；ギリシャ語教科書『ギリシャ語問答集』を執筆

東ローマ帝国はコンスタンティノープルへのトルコ侵入への援助を求めて、ヨーロッパ各地に外交使節を派遣→イタリアと接触

### 2. ギリシャ語教師の渡来とプラトン受容

マヌエル・クリュソロラスにつづいて東ローマ帝国とイタリアの交流が活発化

1438年：東西キリスト教会の合同会議→分裂について再考するための会議

#### ベッサリオン（1403～72）

東方教会の聖職者→枢機卿となりイタリア移住

ギリシャ語教育

『プラトン哲学を歪曲する人々への反論』

1453年 コンスタンティノープル陥落

ヨアンネス・アルギュロプロス（1415頃～87）

イタリア移住→1456年 フィレンツェ大学ギリシャ語教授

アリストテレス哲学教授；プラトン教授—ギリシャ語圏における「パイディア」

フィチーノ（1433～99）

コジモ・デ・メディチに見いだされる

プラトン全著作のラテン語訳の完成

『プラトン神学』：キリスト教とプラトンの融合

・大学設立先進地域イタリアなどに比べて、ドイツでの大学成立状況とルネサンスへの意識は異なっていた。

### 3. ドイツ大学における人文主義

イタリア：文法、修辞、文学への—祖国の古代文化としての古代ローマ

ドイツやオーストリア：大学教育後進地—世俗君主の創設

プラハ大学（1348年）クラクフ大学（1364年）ウィーン大学（1365年）

ハイデルベルグ大学（1385年）など

イタリアやフランス、イギリスは自然発生

ドイツの人文主義：数学四科への関心の高さ

ウィーン大学「詩人と数学者のカレッジ」の創設—天文学の重要性

プトレマイオス『地理学』への関心

東ローマ帝国からのギリシャ語写本の伝来

プトレマイオス天文学受容の中心地となる

ポイルバッハ（1423～1461）

1448年 ウィーン大学自由学芸部卒業→イタリアに留学

1453年 ウィーン大学自由学芸学部教授となってラテン文学を教える

1454年 神聖ローマ皇帝フリードリヒ3世（1414～1493）宮廷占星術師

1454年 ウィーン市民学校にて天文学に関する連続講演→『惑星新理論』として公刊

・それまでの大学における主要なラテン語天文学教科書

擬マーシャーアッラーフ『天球について』（クレモナのゲラルド訳）

（擬）クレモナのゲラルド『惑星理論』

＊アラビア語文献の翻訳（直訳）→ラテン語のみを解する学生にとって理解しにくい

ラテン語によって書かれた概説書の登場：サクロボスコ『天球論』

＊サクロボスコ（1256頃没）パリ大学数学教授

その内容は初等天文学で、惑星の記述は不十分

そこで、ポイルバッハはラテン語文学教授で培ったラテン語作文力を駆使して、『惑星理論』を書きかえる。さらに専門用語に定義を与えることで、惑星理論をより理解しやすくする。

＊伝統の連続性—イスラーム天文学の影響下

例 用語「遠地点」；月の交点に対する「竜の頭尾」使用

＊ポイルバッハはアラビア語版プトレマイオス要約の完全なラテン語化をなしとげた。

1460年 ベッサリオンからアルマゲスト要約の依頼

1175年 アラビア語訳からの直訳がクレモナのゲラルドによって編まれる  
→ラテン語のみからは理解しにくい

→イタリアへ『アルマゲスト』ギリシャ語写本収集の旅に出る矢先に死去

→完成せず；弟子のレギオモンタヌスに託される。

#### 4. レギオモンタヌスとプトレマイオス改良運動

##### レギオモンタヌス（1436～1476）

1452年 ポイルバッハの講義に参加し、ウィーン大学にて16歳で学士を取得  
以後、ポイルバッハの助手として活躍

主に、ポイルバッハのもとで、天文学関連写本の収集と筆写

1461年 ベッサリオンとともにイタリアに赴き、ギリシャ語を学ぶ。

1462年頃 『アルマゲスト要約』完成

自身の観測に基づいてプトレマイオスモデルの改良を行う

1464年頃 『三角形総説』完成—三角法について

1467年 ハンガリー王マーチャーシュ・コルヴィンの要請で宮廷占星術師となる  
天文台を建設して天体観測

1472年 レギオモンタヌスは独自の印刷所を設立

ポイルバッハ『惑星の新理論』印刷→数多く出回る

印刷術：1445年頃 ゲーテンベルグ活版印刷の発明

印刷の利点—大量複製；図版の正確な複製；数表の正確な複製

#### 参考文献

伊藤博明・編『哲学の歴史 4 ルネサンス』中央公論社（2007）

伊藤博明『ルネサンスの神秘思想』講談社学術文庫（2012）

山本義隆『世界の見方の転換1』みすず書房（2014）

Aiton, “Peurbach's Theoricae novae planetarum: A translation with commentary”,  
*Osiris* 3 (1987), pp. 5-44.



## 科学史 8 科学革命へ：コペルニクスが地動説へと至るまで

担当：三村 太郎

(taromimura@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

### 1. コペルニクスの生涯

#### コペルニクス (1473～1543)

1491年 クラクフ大学入学

何を専攻したのかは不明

天文学への興味—蔵書から明らか

『アルフォンソ表』、レギオモンタヌス『三角数表』

\*『アルフォンソ表』

スペイン・カスティーリャ王国アルフォンソ10世(1221～1284)の命を受けて編まれた天文表

ザルカーッル(1028～1087)による『トレド表』の改訂版

アルフォンソ10世は数多くのアラビア語天文書がカスティーリア語に翻訳

1495年 参事会員職(司祭の補佐)を得る

1496年 レギオモンタヌス『アルマゲスト要約』入手

→1497～1503までイタリア滞在

1497年 業務(教会法関連)に必要な法学の知識を得るためにボローニャ大学入学

天文学への関心の継続—1497年3月9日コペルニクスによる最古の観測記録

ギリシャ語の学習

1501年 医学の勉強のためパドヴァ大学入学

1503年 フェラーラ大学より教会法博士号を取得

→帰国し参事会員職として生涯を過ごす。

\*司教座管理官として多忙をきわめる；医師としての活動

\*出版活動

ギリシャ語書簡のラテン語訳『教訓、田園、恋の書簡集』(1509)

経済学関連の著作『貨幣鑄造の方法』(1528)

\*天文学関連の著作は公刊しなかった

### 2. コペルニクスの天文学研究史

コペルニクスは、天文学に関して3つの著作を編んだことで知られる。

1)『コメンタリオルス』(1510年頃)

3つの写本で現存；地動説の構想をはじめて記す。

2)ベルナル・ヴァポウスキー(地図製作者)宛て書簡(1524年)

ヴェルナー(1468～1522)『第8天球運動論』に対する批判

歳差に関して—トレピデーション；地動説には言及なし

3)『天球回転論』(没年1543年に出版)

## 歳差への関心—改暦

＊歳差：地球の地軸のずれにより、分点（春分と秋分）が西に移動する現象；72年に1度  
→恒星年（ある恒星を基準）と太陽年（春分点を基準）にずれ（約20分）

ヒッパルコスが発見とプトレマイオスは記録；100年に1度

イスラーム文化圏での改良

バッターニー（850頃～929）の改良：66年に1度

トゥースイー（1201～1274）の改良：70年に1度

→改暦の際に重要

＊ギリシャ天文学・イスラーム天文学でのずれ解消への工夫—トレピデーション

春分点が数年ごとに前後すると想定—この前後運動を支える「第8天球」の導入

＊改暦：1512～17年 第5回ラテラノ公会議にて改暦の話題

イースターを正確に決定するため

ユリウス暦からグレゴリオ暦へ

ユリウス暦 カエサルが前45年設置。閏年を4年に一回挿入

コペルニクスも改暦に関する意見を求められる

コペルニクス『天球回転論』序文

ではコペルニクスはなぜ地動説へと至ったのか？

＊＊コペルニクス『天球回転論』序文

→宇宙の体系性を目指して

こうして以下著述の中で私が大地に与えている諸運動をまさに私が仮定して、長年にわたる数多くの観測によってついに発見したものは、もし残りの諸惑星の運動が大地の回転運動に関連させられ、それらが各々の星の回転に応じて計算されるならば、それらの現象がそこから帰結するのみならず、またあらゆる星と天球の順序と大きさおよび天そのものが、そのどの部分において

も、他の諸部分と宇宙全体の混乱を引き起こさずには、何ものも決して移しえないほど〔緊密〕に結合されていること。そういうわけでまた、本書を〔書き〕進める際に、私は次の順序に従いました。すなわち、第1巻では、私が大地に与えている諸運動に加えて、諸天球のあらゆる位置を叙述し、その巻がいわば宇宙の一般構成を含むようにしました。そののち残りの諸巻で、私は残りの星々とあらゆる天球の運動を大地の可動性と関連させていますが、それは「残りの星々と諸天球との運動および現象が、もし大地の諸運動と関連させられるならば、どの程度まで救われるか」がそこから結論されうのを見るためです。才能も学識もある数学者たちが、もし——この哲学〔＝天文学〕がまず第1に要請していることですが——お座りではなく徹底的に深く、これらのことを論証するために私によりこの著述で提出されている事柄を知ろうとし、また熟考しようとするならば、彼らが私に賛同するであろうことを私は疑いません。私が何人の判断をも全く回避しようとしてはいないことを、学識ある人にもない人にも等しく見て取っていただくために、私は他の誰よりもまず聖下に私のこれらの労作を献呈したいと思います。加えて、私の住んでおりますこの地の最果ての一隅においてもまた、聖品の威厳においてもあらゆる文学とさらに数学への愛好においても、あなたは最も卓越しておられると見なされますので、あなたの権威と判断によって、鑑断する人々の諸々の咬みつきをあなたは容易に撃退することがおできになるからです。たとえ「阿諛者の咬むことに対しては治療なし」と諺にあるとしても。

おしゃべり屋ども<sup>20</sup>〔μαλακόλογοι〕がいて、数学のことなどまるで知らないのに、それについて自ら判断を下し、聖書の或る箇所を据にして自分の都合のよいように悪く歪曲<sup>21</sup>して、私のこの企てをあえて非難し嘲弄することがたとえあったとしても、私は彼らには全く構わないでおき、むしろ彼らの判断をいわば無分別として私は軽蔑することにします。なぜなら、他の点では有名な著述家ではあれ数学者とはいえないラクタンティウス<sup>22</sup>が、大地は球形をしていることを公けにした人々を嘲笑したとき、大地の形について子供じみた方法で頼ったことが知られていないわけではないからです。それゆえ、そうした人々がわれわれをもまた笑い物にするとしても、学者にとって驚くべきものとみる必要はないのです。数学は数学者のために書かれているのです。もし私の

意見が誤っていなければ、数学者たちにとっては、われわれのこれらの労苦が、いま聖下がその最高位を占めておられるキリスト教界にもまた、何かをもたらすことを見て取られるのでありましょう。なぜなら、それほど以前ではありませんが、レオ10世の治下、ラテラノ公会議<sup>23</sup>において教会暦改革の問題が扱われたとき、年・月の大きさおよび太陽と月の運動がまだ十分には測られていなかったという唯一の原因のために、それが当時未解決のままに留まったからです。当時その任に当たっておられ、非常に秀でた人であるセンプロニアの司教バウルス氏に勧められて、その時以来、私としてもそれらをもっと正確に観測すべく心を向けておりました。そのことにおいて私が何を成し遂げたかは、とりわけ聖下ならびにあらゆる他の学識ある数学者たちの判断に私は委ねます。本著述の有用性について、私が成し遂げうる以上のことを聖下にお約束していると認められるといけませんので、今や私は〔独自の〕企てに移りましょう。

ニコラウス・コペルニクスの5巻本『天球回転論』の各章の内容目次  
第1巻

1. 宇宙は球形であること。
2. 大地もまた球形であること。
3. どのようにして大地は水と共に1つの球状をなすのか。
4. 諸天体の運動は一律で円状・永続的であり、ないし複数の円（運動）から合成されていること。
5. 大地に円運動がふさわしいかどうか、および大地の場所について。
6. 地球の大きさに対する天の広大性について。
7. 地球が、いわば中心として、宇宙の真中に静止しているとなぜ古代人たちは考えたのか。
8. 前述の諸論議への論駁およびそれらの不十分性。
9. 地球に複数の運動が付与されうが、および宇宙の中心について。
10. 天球の順序について。
11. 地球の8重運動についての論証。

〔以下省略。第6巻までの目次が続く。付録1を参照。〕

## 天動説モデルと地動説モデル

幾何学的には等価  
→違いは惑星の順番

コペルニクス 水金地火木土  
プラトン 月太水金木土  
プトレマイオス 月水金太木土  
ビトルージ 月水太金木土

→プトレマイオスは公転周期＝軌道の大き  
さと想定

＊ ＊ コペルニクス『コメンタリオルス』冒  
頭

→同心天球説、周転円説、ピュタゴラス派  
エカント説批判

84

それゆえ、私は以上のことに気づいたときに、完全運動の原理が要求するよ  
うに、諸円すべてが自らにおいて一様に動かされると、あらゆる見かけの変則  
性が依存するような諸円のもっと合理的なやり方がおそらく発見さ  
れうるのかどうか、そのことに私はしばしば思索をめぐらしてきた。全く困難  
でしかもほとんど説明不可能な事柄を私が考究してみると、ついにその姿を現  
わしたの<sup>1)</sup>、人々が公理<sup>2)</sup>と称し、以下の順序で述べているいくつかの要請<sup>3)</sup>  
がもしも我々に容認されるならば、かつて提出されたものよりももっとわずか  
で、しかも遙かに適切な事柄によって、このことがいかなるにせよということ  
ことであった。

要請 1<sup>4)</sup> あらゆる天球ないし球の単一の中心は存在しないこと。

要請 2<sup>5)</sup> 地球の中心は宇宙の中心ではなく、重さと月の天球の中心にす  
ぎないこと。

要請 3<sup>6)</sup> すべての天球は、あたかもすべてのものの真中に存在するかの  
ような太陽の周りをめぐり、それゆえに、宇宙の中心は太陽の近くに存  
在すること。

要請 4<sup>7)</sup> 太陽・地球間の距離<sup>8)</sup>一対一天空の高さの比は、地球半径一対  
一太陽の距離の比よりも小さく、したがって天空の頂きに比べれば感覚  
不可能なほど〔小〕であること。

要請 5<sup>9)</sup> 天空に現われる運動は何であれ、それは天空の側にではなく地球  
の側に由来していること。したがって、近隣の諸元素とともに地球全  
体は、その両極を不変にしたまま、日周回転で回転しており、天空と究  
極天は不動のままである。

要請 6<sup>10)</sup> 太陽に関する諸運動として我々に現象するものは何であれ、そ  
れは太陽が機因となっているのではなく、地球および我々の天球——  
我々はあたかも或る他の1つの星によるかのように、太陽の周りをそれ  
によって回転している——が機因となっていること。かくして地球は複  
数の運動によって運ばれていること。

要請 7<sup>11)</sup> 諸惑星において逆行と順行が現われるのは、諸惑星の側にでは  
なく、むしろ地球の側に由来していること。したがって、天界における

ニコラウス・コペルニクスの小 論  
彼自身によって打ち立てられた天界運動の仮説〔＝モデル〕について

### 〔1 序説〕

私の見るところ、我々の先人たちは、星々<sup>1)</sup>の見かけの運動を規則性のもと  
に救済しようというまさにその理由によって、数多くの天球を仮定してしまっ  
た。というのも、天体がこの上なく完全な円状で常に一様に動くのではないと  
いうことが、非常に不合理なことに思われたからである<sup>2)</sup>。だが、規則的な諸運  
動をさまざまな仕方において合成したり組み合わせることによって、或るもの  
が任意の位置へ動くかに見えるようになることが実現可能なことに彼らは気が  
ついた。

カリッポスとエウドクソスは、同心的諸円を手段としてこのことを引き出そ  
うと試みたが<sup>3)</sup>、それらの手段によって<sup>4)</sup>彼らは、星の運動におけるあらゆる事  
柄——星々の回転について見受けられる事柄のみならず、星々が或る時は高い  
方へ登っていったり、或る時は我々の方へ下って来るように見えるということ  
についても——の説明を与えることができなかった。そういうわけで、そのこ  
とは離心円と周転円を手段としてなされるのがいっそう良い見解だと見なされ  
るようになってまい、ついにはその見解に知者の大部分が賛同しているのだ  
である<sup>5)</sup>。

しかしながら、プトレマイオスや他の多くの人々によって、それらについて  
至る所で提出されてきた事柄〔＝周転円理論〕は、たとえ数値的には〔見かけ  
の運動と〕対応しているとしても、小さからぬ疑問点をもたもつと見なされ  
てきた。なぜならそれらの理論は、さらにいくつかのエカント円<sup>6)</sup>を想定する  
のでなければ、不十分だったからであり、またこうした円のゆえに、星はその  
導円上をもその固有の中心においても常に一様な速さで動くわけでもないこと  
が明白だったからである。このゆえに、こうした思弁は十分に完全であるとも、  
また理性と十分に一致しているとも思われなかった。

数多くの変則的な現象に対しては、地球1つの運動で十分である。

さて以上のことを仮定して、運動の一様性がいかに秩序正しく保たれうる  
か<sup>12)</sup>、を私は手短かに明らかにしたい。しかしながら簡略化するために、私は  
諸々の数学的証明は省略し、大者<sup>13)</sup>に委ねることにした。だが、諸天球の円を  
説明する際に、それらの半径の大きさはここに提示されている。それによって、  
数学という学術に無知でない人は、諸円のそのような構成がいかに最も良く数  
値と観測に合致しているかを、容易に認めるであろう。

同様に、我々がピュタゴラス学派とともに地球の可動性を根拠なしに主張し  
たと難か考える人がいるかもしれないが<sup>14)</sup>、そうした人は、ここにおける諸円  
の説明において、すぐれた証拠<sup>15)</sup>を受け取るであろう。実際、自然哲学者たち<sup>16)</sup>  
は、地球の不動性をさらに付け加えようと主に努めている諸現象そのものに、  
大いに寄りかかっている。〔しかし〕それらすべて〔の現象〕は、ここにおいて  
初めて崩れさるのである。なぜなら、我々はまさに現象のゆえに地球を回転さ  
せようとするからである<sup>17)</sup>。

### 〔2〕天球の順序について<sup>18)</sup>

諸天球は以下の順序で互いに取り囲んでいる。最も高いのは不動の恒星天球  
であり、すべてを含み、かつ場所を与えている<sup>19)</sup>。その下に土星天球<sup>20)</sup>があり、  
それには木星天球<sup>21)</sup>が繞っている。それから火星天球であって、我々が運ばれ  
ている天球はその下にある。次は金星天球であり、最後が水星天球である。だ  
が、月の天球は地球の中心の周りを回転し、周転円のように地球と共に運ばれ  
ている。また同じ順序においてであるが、或る惑星は他の惑星を、それらが円  
上の大きな空間を進んでゆくか小さな空間を進んでゆくかに応じて、回転の速  
さにおいて凌駕している<sup>22)</sup>。かくして、土星は30年目に、木星は12年目に、火  
星は2年目<sup>23)</sup>に、地球は年周回転で元の位置に戻る。金星は9ヵ月目に、水星  
は8ヵ月目に回転し終える。

〔3〕太陽に関して現われる諸運動について  
地球は3重運動によって回転している。

## 参考文献

高橋憲一『コペルニクス・天球回転論』みすず書房（1993）

山本義隆『世界の見方の転換2』みすず書房（2014）

1. コペルニクス『天球回転論』出版の経緯—レティクスの説得による

レティクス（1514～1574）

1532年 ルター派の中心地ヴィッテンベルク大学（宗教改革の中心地）入学

1536年 メランヒトンに認められて数学教授となる。

\*ヴィッテンベルク大学

ルター（1483～1546）が神学教授をつとめていた大学

プロテスタント運動（1517年、聖書の俗語訳）→アリストテレス・スコラ哲学批判  
メランヒトン（1497～1560）

1518年 ヴィッテンベルク大学ギリシャ語教授に就任

ルター派教育改革—ドイツ各地にルター派大学を新設

マールブルグ大学（1527）、ケーニヒスベルク大学（1544）など

アリストテレス哲学教育の再導入—とりわけ自然哲学重視

ルター神学「全世界は神の意志によって支配」

→自然法則の卓越性の認識から神の偉大さを知る

→自然哲学や天文学教育の重視→数学教育も重視

1538年 シェーナーを訪れるためニュルンベルクに滞在

シェーナー（1477～1547）

メランヒトンに請われてニュルンベルクのギムナジウムの数学教授となる

メランヒトンよりシェーナーの天文学に関する名声を知らされたため滞在

1539年5月 コペルニクスを来訪—1541年まで滞在

シェーナーからコペルニクスの名声を知らされたため

コペルニクスのもとで地動説を学ぶ

1540年 『第一解説』出版

コペルニクス地動説の概説書→何度も再版されて読み続けられる

好評を博す→『天球回転論』出版への後押し

1541年 オジアンダーへコペルニクスのことを知らせる手紙を書く

→コペルニクスとオジアンダー間で書簡のやり取り

\*オジアンダー（1498～1552）：ルター派神学者

往復書簡の一部がケプラー『ウルスス論駁ティコ擁護』での引用によって伝わる

「計算の道具としての地動説」という位置づけ

→コペルニクス出版に同意

1542年 出版の最終作業をオジアンダーに託してライプツィヒ大学に赴任

→無記名「読者へ」を挿入

## ＊＊無記名「読者へ」

### 読者へ この著述の諸仮説について<sup>1)</sup>

動く地球と、さらに宇宙の中心にある不動の太陽とを打ち立てたこの著述の仮説の新奇さについてすでに噂も広まっているので、或る学者たちはひどく憤慨し、またすでに長らく正当に打ち立てられている自由学芸<sup>2)</sup>を混乱に陥れるべきではないと考えるであろうことを私は疑わない。しかしもし彼らが事柄を厳密に熟考しようとするならば、この著述の著者が叱責に値することを何もしなかったことを見出すであろう。なぜなら、天文学者の任務は、(1) 細心の熟達した観測により諸天界の運動法を蒐集すること、次に (2) 天界運動の真なる原因や仮説を(天文学者は)どんな方法によっても決して獲得することはできないのであるから、過去および未来にわたってそれらの運動が幾何学の諸原理から正確に計算されるような類の前提なら何であれ、そうしたものを考案し虚構することである。さて、本作者はそのいずれをも見事に成し遂げた。なぜなら、それらの仮説が真である必要はなく、また本当らしいということさえなく、むしろ観測に合う計算をもたすかどうかという一事で十分だからである。ただし、金星の周転円を本当らしい〔=実在的だ〕と見なしたり、あるいは金星が40部分〔=40度〕またはそれ以上に太陽より先になったり後になったりする原因がこれだと信じてしまうほど幾何学と光学とに無知な人でないとしたら、むしろ観測に合う計算をもたすかどうかという一事で十分だからである。ただし、金星の周転円を本当らしい〔=実在的だ〕と見なしたり、あるいは金星が40部分〔=40度〕またはそれ以上に太陽より先になったり後になったりする原因がこれだと信じてしまうほど幾何学と光学とに無知な人でないとしたら、むしろ観測に合う計算をもたすかどうかという一事で十分だからである。た

だし、金星の周転円を本当らしい〔=実在的だ〕と見なしたり、あるいは金星が40部分〔=40度〕またはそれ以上に太陽より先になったり後になったりする原因がこれだと信じてしまうほど幾何学と光学とに無知な人でないとしたら、むしろ観測に合う計算をもたすかどうかという一事で十分だからである。た

## ＊不可知論一人知の可能性の限界

1543年 『天球回転論』出版；コペルニクス没

## 2. コペルニクス説への反応

### 2-1 オジアンダー路線

自然学と数学の分離→『天球回転論』を実用的な天文学書として用いる

ヴィッテンベルク大学の学者たち—ラインホルト (1511~1553)

コペルニクス理論に基づく新たな天文表『プロシア表』の作成

## ＊＊『プロシア表』へのケプラーの評価

## ＊＊ ラインホルトによるポイルバッハ

### 『惑星新理論』新版序文

### ＊不可知論 →数学学習の奨励

ハンドブックの形で分離して出版することを決断したのである<sup>18)</sup>

この「コペルニクス」の著作「天球回転論」には証明が説明されているだけでなく表も付されているけれども、私の知る限り、今日ではその表を計算のために使用している者は少ない。コペルニクスはわずか数年後に、難解な事柄において有能で驚くほど明晰であるがゆえに、あらゆる種類の学問、とりわけ当然に数学に精通しているエラスムス・ラインホルトに引き継がれていったのである。ラインホルトはすでに物故せるコペルニクスの表を完成させる仕事に取り組んだ。彼はそれをプロシアの人コペルニクスもしくは自身の後継者であるプロシア公「アウグスティン」にちなんで「プロシア表」と名づけた。……ラインホルトがその仕事に取り組んだ理由は、その仕事そのものに見いだせるであろう。しかし、たしかにその理由の二つは隠されているように見える。……その表は、「ひとつには使いやすくなければならぬからである。」「アルフォンソ表」やその他の表の作成者たちは、数値の表をひとまとめにし、その頭にくる簡単な指示を付けることで、その表の形によっても使いやすくなるようにした。ところがコペルニクスの表は、ブレイメイオスの「算学集成」と同様、表が本文の証明のあいだのあちこちに散らばっている。いまひとつには、読者は本文によって気が散ってしまふことになる。本来の有用性を自分で損ねている。いまひとつには、読者を怒らせ驚かせるであろうとラインホルトが信じた「荒唐無稽な仮説」をコペルニクスが主張していることにある。そんなわけでラインホルトは、コペルニクスの体系の基礎におかれている基本的な観測とそれらの表がより正確に表現できるように、それらの表をより注意深く計算しなおして訂正したのちに、数多くの退屈な証明をもとよりその普通とは異なる仮説「なわち地動説」についてもいっさい言及せず、表そのものを

では決してなく、ただそれらが計算を正しく定めてくれるというためにだけ、工夫を凝らすのである。しかし、1つの同一な運動のさまざまな仮説が時折互いに対立するとき(たとえば、太陽の運動における離心円〔モデル〕と周転円〔モデル〕)<sup>19)</sup>、天文学者なら、理解するのに最も容易なものの方を特に取り上げるであろう。おそらく哲学者なら、本当らしい方をむしろ要求するであろう。しかし、もし神から啓示されたものでないならば、天文学者も哲学者も、確実なことを何ほどか理解することも、あるいは取り扱うこともないであろう。したがって、古代の少しも本当らしくない諸仮説と並んで、これらの新しい諸仮説も知られるようになることをわれわれは許すことにしよう。ことに、それらは賛嘆すべきであると同時に容易なものであり、またきわめて学識に満ちた観察の巨大な宝庫を自ら携えてくるからである。誰であれ、諸仮説に関連することで何か確実なことを天文学に期待することがないように、天文学は決してそうしたものを提供することができないからである。別の用途のために作られたものを真なるものとしてしまっ、入ったときよりもずっと愚かになってこの学問から出てゆくことになることのないように、さうなら

天の運動や(ギリシヤ人が「ファイノメナ」と呼ぶ)その現象の多彩さは圧倒的である。それゆえ天文学者たちは、まさにその多様な現象の原因を追究するために、細心の注意を払い、眠れない夜を何日も過ごし、うんざりするような努力を費やしてきた。……一般的に言うならば、惑星の運動に示されているこの多様な現象の原因を明らかにするために、修練を積んだ天文学者は離心的な諸運動やあるいは何層もの球面を仮定しあるいは構成してきた。こうして得られた数多くの天の球面は天文学者の技(techné)、ないむしろ私たちの知性の脆弱さ(βλάβη τῆς ἀνθρώπου γνώσεως)が生みだしたものに帰せられなければならない。多分、これらの「太陽と月と惑星の」七つの光る美しい星はそれ自身のうちに神から与えられたある内在的な力(ἐνδογενὴς δύναμις)を有し、その力によってそれぞれ星は、かかる球面の助けを借りることなくその固有の法則にのっとり、その変化に富み見かけ上の不等性をともなった運動をとおして永続的な調和を維持しているのだから。しかし私たちににとっては、この手の球面に訴えかけなければ、無秩序の中にこの種の秩序の合理的な足跡を確保することはきわめて困難であり、それを理解し、頭の中で追跡することはできなくなるのである。<sup>20)</sup>「現象の原因」の意味は解くことが

## 2-2 新しいタイプの地球中心説の提唱

ティコ・ブラーエ（1546～1601）による「ティコ体系」

## 2-3 コペルニクス路線：太陽中心宇宙の实在

宇宙の大きさの増大

＊コペルニクス体系での地球—土星の距離 10477（×地球半径）

天球の入れ子構造ではないのですき間ができる

プトレマイオス体系での地球—土星の距離 1210（×地球半径）

真空を否定することを前提としたプトレマイオス体系は

天球の入れ子構造のためすき間がない

→真空の扱い

→数学による宇宙像（自然）の決定

→ガリレオの自然学の数学化

## 参考文献

ホーイカース『最初のコペルニクス体系擁護論』すぐ書房（2006）

マクラクラン『コペルニクス』大月書店（2008）



## 科学史 10 コペルニクス後の科学：ガリレオ

担当：三村 太郎

(taromimura@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

### 1. ガリレオ・ガリレイ (1564～1642)

1581 ピサ大学医学部入学 (3年半で退学)

アルキメデスの著作に基づいた力学研究

『固体の重心について』貴金属の重さを量る天秤の改良

1589 ピサ大学数学教授

ユークリッド『原論』とプトレマイオス『アルmagest』についての講義

1592 パドヴァ大学数学教授

振り子の等時性、落体の法則—器具の工夫を通じた発見

1609 天文観測を始める

望遠鏡の入手—木星の衛星の発見しメディチ星と名付ける。

『星界の報告』

1610 メディチ家トスカナ大公国のトスカナ大公付き首席数学者兼哲学者

金星の満ち欠け

プトレマイオス体系 地 金 太

コペルニクス体系 太 地 金

### 2. ガリレオ裁判へ

ルター (1483～1546) の宗教改革→カトリック側の反宗教改革運動

宗教裁判：異端審問所で異教思想の持ち主を悔い改めさせる場

神学校でも天動説への疑問：ベラルミーノ枢機卿 (異端審問官) 講義

1613 弟子のひとりのピサ大教授カステリが招かれたトスカナ宮廷での朝食会

ピサ大哲学教授ボスカリアが「地球の運動が聖書の記述に反する」と発言

1613 カステリ宛て書簡

『旧約聖書』の『ヨシュア記』

10:12 主がアモリびとをイスラエルの人々にわたされた日に、ヨシュアはイスラエルの人々の前で主にむかって言った、「日よ、ギベオンの上にとどまれ、月よ、アヤロン谷にやすらえ」。10:13 民がその敵を撃ち破るまで、日はとどまり、月は動かなかった。

\* 神が太陽と月をとどめた→元来太陽は動いていたことを示唆。

1616 宗教裁判開始—訓告 (今後、本件について議論しないという約束)

カステリに教えを受けたバルベリーニ枢機卿 (1568～1644) が教皇に

選出される→ウルバヌス 8 世

ガリレオ『偽金鑑識官』刊行—ウルバヌス 8 世の支援で出版

1632 『天文対話』刊行—地動説を中心に；海の干満

教皇内にガリレオに味方する勢力がいなくなる

第二回、第三回→説得を受けて罪を認める

## 43

## 1. ティコ・ブラーエと天文観測所

ティコ・ブラーエ（1546～1601）

デンマークの貴族の旧家出身

1559年からコペンハーゲンやライプツィヒなどさまざまな大学で法学を学ぶ

プロテスタントゆえルター派大学で学ぶヴィッテンベルク大学をモデルにした大学  
個人的に天文学の学習と観測および観測器具の改良を続ける。

1570年 デンマークに戻り莫大な遺産を相続

1572年 新星の発見→天文観測にうちこむ

今まで予測されていなかった場所に星を発見→『新星について』執筆

※↓『新星について』での発見の経緯の記述 新星は肉眼での観測が可能だった

→新星は天上のものかどうか

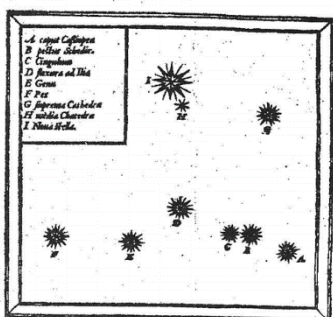


図 10.4 1572 年の新星 (図の I) とカシオペア座  
左上の図みの中の一番下には I Nova Stella (新星)  
とある。『新星について』(1573) より。

昨年の11月11日の夕刻、日没後、いつものように晴れた空の星を見つめていたとき、他を圧してひととき明るく輝いている新しく見慣れない星がほとんど頭上真上に光っているのに気がついた。私はほとんど少年時代から空のすべての星を完全に知悉しているので、そのような知識を得ることはそれほど困難なことではない、空のその位置には、このように目立って光っている星はもとより、はるかに小さな星でさえ存在していなかったことは私にはまったく明らかであった。私はこの光景に仰天したので、自分の眼がどうか変わったのかとさえ疑ったのである。しかし、他の人たちもまた私が

というのも、天のエーテルの領域においては生成であれ消滅であれいかなる変化も生じることはない、また天および天の物体は大きくも小さくもならず、その数や大きさや明るさその他においていかなる変化も受けず、年月を経てもあらゆる点で同一に留まる、ということはすべての哲学者が一致していることであり、事実が明らかに証明していることだからである。

指摘した位置に実際に星を見ることができたので、もはや疑いはなかった。奇蹟であり、それも世の初め以来、自然界全体に生じた中で最大の奇蹟であるか、または聖書に書かれているような、ヨシユアの願いに応じて太陽が逆行したときの奇蹟、あるいは十字架架刑のときに太陽が隠れたことにも比すべき奇蹟であった。

1575年 デンマーク王フレデリク2世からヴェン島と研究資金を与えられる。

→観測所を建設して膨大な観測を行う

※観測器具の改良、大量の観測記録の蓄積



## 1577年 彗星の出現—『彗星の起源』

発見時に関する記述→

視差が観測されない→月よりも遠くにある

←アリストテレス批判

\*新たな宇宙モデルの探求

天にはなにも新しいものが生じえないのであり、すべての彗星は空気の上層に位置するといふ、  
彗星がこれまでしばしば耳にしてきたアリストテレス哲学は、有効ではありえない。というのもこの  
彗星については、入念な観測と証明にもとづいて、そうではないことを私は明らかにしたからである。  
同様に、かれこれ四年前にカシオペア座に丸々一年間にわたって見ることのできた新しい星もまた、  
天になにか新しいものが生じうる (im Himmel etwas neues kan gemindert werden) ことの十分な証拠を  
与えている。というのもそれは天の低い部分ではなく最上部の第八天球にあって、視差も特有の運動  
も示さないからである。

救世主キリスト生誕1577年11月11日、日没直後の夕刻、天においてこの新しい誕生が見られた。  
すなわち、きわめて大きな尾を持ち、恒星のような明るい輝きはなく、その時点でそこからあまり離  
れていない所にあった土星と見掛けはほぼ同様のほの暗い輝きの白っぽい彗星の出現である。その尾  
は大きくて長く、真中のあたりでいくぶん湾曲し、煙をとおして見られる炎のような黒ずんだ赤色に  
輝いていた。この彗星の真の始まりは、私の見解では、11月10日の深夜のほぼ一時間後で、少し前に  
生じた新月にもなっている。何人かの船乗りたちがバルト海で11月9日の夕刻に見たと報告してい  
ることは確かではあるが、私はそれを裏づけることができなかった。私がそれを私の装置で最初に観  
測したのは11月13日であった。というのもその日まで、空はそのような観測にとっては十分なだけ  
晴れていなかったからである。この彗星は「翌年」1月26日まで二ヶ月以上わたって見られた。  
もっとも、その間連続的に光が弱まってゆき、日が経つにつれて小さくなり、1月13日には私の装置  
ではほとんど観測不可能になり、私が見た最後である1月26日前後にはそれはほとんど認められな  
く、

## \*コペルニクス理論の称賛—観測の重要性の指摘

ティコ書簡における  
コペルニクス評価→

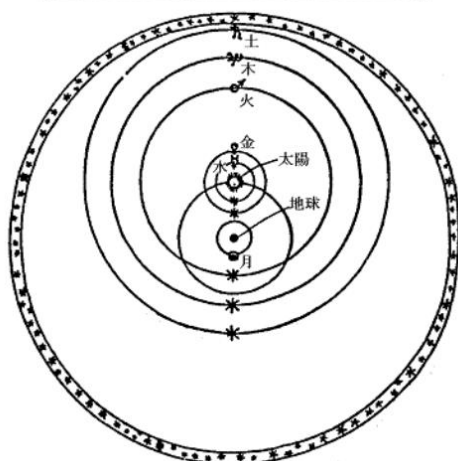
←ティコ書簡における「人知の限  
界」への言及

かぎられた地上的な理解に縛られている我々人間は、彗星の物質が何であるのか、それらが我々  
には不思議と思われないようなやり方でどのようにして生みだされたのか等を説明するための適切な  
足場や概念的枠組みを実際には持ちあわせていない。我々は、全天や太陽や月の物質や本質 (substan-  
ze) についても、その驚くべき精妙な運動の原因についても、それらが世のはじめから存在  
し目に見えていたにもかかわらず、万人の同意の得られる知識 (allgemeines Wissen) を持ち合わせ  
ていない。この地上にすら、我々が目で見て手で握ることのできるにもかかわらず、その自然本性  
(nature) については、決して満足のゆく理解に到達していない事物が数多く存在する。したがって  
哲学者は、解決しようのない事柄に無用に取り組むべきではなく、おのれの無知 (Ignoranz) を謙虚  
に受けとめて、彗星はその本質が隠されているある原因によって生じたのであり、神の特別の創造物  
としてそれがどのように生まれたのかを我々は知ることはできないと言わなければならない。

傑出した比類なき巨匠であるニコラウス・コペルニクスが、もしもこの仕事 (天文学の復興) に取  
り組むにあたって申し分の無い完璧な「観測」装置を手に入れたならば、彼はこの科学をはるかに  
完成された形で私たちに残してくれたであらう。というのも、この学問を作りあげるために  
必要とされる幾何学と算術を完璧に理解した卓越した人物というのがこの世にいないとすれば、それは  
かの人物だからであります。この点において彼はブトレマイオスに劣ってはいません。それどころか  
彼は、ある分野、とりわけ仮説における適切な工夫 (小周転円の使用) と包括的な調和にかんしては、  
ブトレマイオスを大きく凌駕しています。そして地球が回転するという彼の明らかに不条理な見解に  
よっても、この評価が引き上げられることはありません。というのも、太陽をのぞくすべての惑星に  
たいしてブトレマイオスの仮説に実際に見いだされる、円の中心以外の点 (等化点) のまわりに一様  
に動くように作られた円運動なるものは、私たちの学問のまさに基本原理に悖るものであり、それは  
地球にたいして自然運動として感知しえないいくつかの運動を付与することよりもはるかに不条理で  
我々には理解しえないことだからです。この「コペルニクスの」仮説からは、多くの人たちが考えているような  
いくつもの不適切な結果がもたらされることはありません。



1588年 『最近の現象』出版—「ティコ体系」の提唱



\*コペルニクス体系と数学的に等価；  
違いは太陽が中心か地球が中心か

\*天球の交差について  
彗星の運動→硬い天球の存在の否定

『最近の現象』での  
「天球の交差」への言及→

天には、天球のようなものは実際には存在しない (non sinit with Orbes realiter in Caelo)。……現代の哲学者たちは、固くて通り抜けることのできない物質でできたいくつもの天球 (球殻) に天が分割されていて、天体 (彗星) がそのいくつかに固着し、それらとともに周回していると考える古代人のほとんどすべてに見られる思い込みと同感している。しかし他の証拠がなくとも、彗星自体がこのような見解は正しくないということをきわめて明快に我々に信じさせている。<sup>(33)</sup>

1597年 ヴェン島を離れる 1601年 急死

## 2. ケプラーと新天文学

ケプラー (1571~1630)

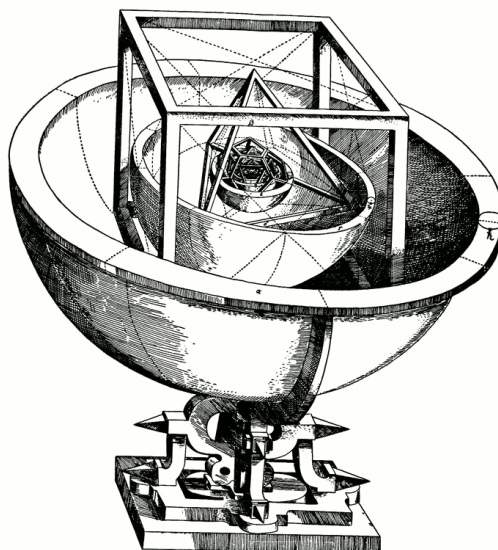
1589年 給費生としてチュービンゲン大学 (ルター派大学) 入学  
メストリン (1550~1631) の授業でコペルニクス理論に触れる  
聖職者となるための勉学を続ける

1593年 グラーツ州立学校に数学教師として赴任

1596年 『宇宙の神秘』出版

コペルニクス説の支持を公言 (『神秘』より) →

独自の理由付け—『神秘』での正多面体モデル



←神の作品としての自然 (『神秘より』)

自然という書物によつて認知されることを欲しておられる神の栄光を讃えるために、私はこの仕事をできるかぎり早く出版したいと切望しております。……かつて私は神学者になりたいと思い、長いあいだ煩悶してまいりましたが、しかし今では、天文学においても私の努力によつて神を讃えることができることに思ひました。<sup>(34)</sup>

旧来の仮説では、(「惑星の」) 逆行現象がどうしてそのような回数と大きさと時間を有するのか、なぜそれが太陽の位置や平均運動にぴったり符合しているのか、このことの説明がつかない。……コペルニクスの説は古代人には説明できなかった大部分の現象にたいして理に叶った説明を与えているのであり、そのかぎりではコペルニクスの説が誤っていることはありえない (non posse falsa esse Copernici principia)。<sup>(35)</sup>

1600年 ティコの助手となる  
 1601年 ティコ死去  
 →ティコの観測データを受け継ぎ新たな惑星モデルの研究を行う。  
 1609年 『新天文学』出版  
 楕円軌道の導入—データに合致するモデル→数学  
 天体間に働く遠隔力の導入→自然学  
 ＊ギルバート（1544～1603）：地球は巨大な磁石  
 →惑星間の磁力

『新天文学』第57章、

惑星の物体が巨大な球形の磁石であるとしたらどうであろうか。  
 （コペルニクスが惑星のひとつとした）地球については、疑いがない。  
 ギルバートがそのことを証明している。この作用をもっと明確に記すならば、惑星の球は両極を有し、その一方〔の極〕が太陽を求め、他方〔の極〕が太陽を忌避するのである。そこでこの種の軸を磁針を用いて描き、その先端が太陽を求めるとしよう。しかしその太陽に向かう磁氣的性質にもかかわらず、その球が移動しているあいだ、その磁針は平行を保つものとする<sup>12)</sup>。

＊数学を通じた神の似姿の認知

#### 参考文献

ギルダー『ケプラー疑惑』地人書房（2006）  
 山本義隆『世界の見方の転換3』みすず書房（2014）



## 1. デカルトの生涯

デカルト (1596～1650)

1606年 ラ・フレーシュ学院入学

イエズス会 (反宗教改革運動を担ったカトリック教団のひとつ) 系の寄宿学校

1615年 ポアティエ大学入学—法学専攻

1618年 軍隊へ—オランダに赴任

1619～1628年 ヨーロッパを遍歴

1628年以降 オランダに定住

## 2. デカルト自然哲学の形成

1618年から ベークマン (1588～1637) との交流

ステヴィン (1548～1620、小数の考案で有名) の数学論にふれる  
—幾何量と算術量の区別をなくす

→普遍数学の研究へ

ベークマン宛書簡 (1619年5月)

「連続量 (幾何学量)、非連続量 (離散量=算術量) を問わず、どんな類の量であれ、与えられうるすべての問題が一般的に解かれるまったく新しい学問を提出したい」

1628年 『精神指導の規則』出版

「普遍数学」としての解析幾何学の提唱—総合と解析→代数学；積と平面の対応

### \*量と数の関係性の変化

ユークリッド『原論』 (ピュタゴラスの定理) — 「総合」の例→

フワーリズミー (8世紀) 『アルジャブルとムカーバラの書』

ひとつの平方足す10の根が39ディルハムに等しい。

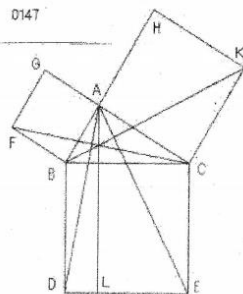
解き方：根の数を半分にする。この場合は5。それをそれ自身にかける。その結果は25。それに39を足す。その結果は64。その根をとると8。それから根

ユークリッド『原論』 (紀元前3世紀) における三平方の定理 (第1巻第47命題)

直角三角形において直角の対辺の上の正方形は直角をはさむ2辺の上の正方形の和に等しい。

ABCを角BACを直角とする直角三角形とせよ。

BC上の正方形はBA、AC上の正方形の和に等しいと主張する。



BC上に正方形BDECが、BA、AC上に正方形GB、HCが描かれ、Aを通りBD、CEのどちらかに平行にALがひかれたとせよ。そしてAD、FCが結ばれたとせよ。そうすれば角BAC、BAGの双方は直角であるから、任意の線分BAに対してその上の点Aにおいて同じ側でない2線分AC、AGが接角を2直角に等しくする。それゆえCAはAGと一直線をなす。同じ理由でBAもAHと一直線をなす。

そして角DBCは角FBAに、ともに直角であるがゆえに等しいから、双方に角ABCが加えられたとせよ。そうすれば角DBA全体は角FBC全体に等しい。そしてDBはBCに等しく、FBはBAに等しいから、2辺DB、BAは2辺FB、BCにそれぞれ等しい。

そして角DBAは角FBCに等しい。

したがって底辺ADは底辺FCに等しく、三角形ABDは三角形FBCに等しい。

そして平行四辺形BLは三角形ABDの2倍である。なぜならそれらは同じ底辺BDをもちかつ同じ平行線BD、ALの間にあるから。

そして正方形GBは三角形FBCの2倍である。なぜならこれらもまた同じ底辺FBをもちかつ同じ平行線FB、GCの間にあるから。

それゆえ平行四辺形BLは正方形FBに等しい。

同様にAE、BKが結ばれれば、平行四辺形CLが正方形HCに等しいことも証明される。ゆえに正方形BDEC全体は二つの正方形GB、HCの和に等しい。

そして正方形BDECはBC上に描かれ、GB、HCはBA、AC上に描かれている。

したがって辺BC上の正方形は辺BA、AC上の正方形の和に等しい。

よって直角三角形において直角の対辺の上の正方形は直角をはさむ2辺の上の正方形の和に等しい。これが証明すべきことであった。

の数の半分である 5 を引く。その残りは 3 で、これが求める平方の根であり、その平方は 9 である。

$$* x^2 + 10x = 39; (x + 5)^2 = x^2 + 25 + 10x = 39 + 25 = 64$$

## デカルト『幾何学』

〔平面的な問題とは何か〕

次に、問題が通常の幾何学によって解ける場合、つまり平面上に描かれた 20 直線と円だけを用いて解ける場合は、最後の方程式が完全に整理されたとき、たかだか 1 個の未知の平方が、方程式の根に或る既知量を掛けたものと、やはり既知の他の或る量との加法か減法によって生ずるものに等しい、ということになるであろう。

〔それはどうして解けるか〕

25

こうなれば、この根、つまり未知の線は容易に見いだされる。なぜならば、たとえば、

$$z^2 \propto az + bb$$

が得られたとすれば、直角三角形 NLM [第 3 図] を作って、辺 LM を既知量  $bb$  の平方根  $b$  に等しく、他の辺 LN を  $\frac{1}{2}a$ 、つまり未知の線と仮定す 30

6 幾何学

る  $z$  が掛かっていた他の量の半分にする。次に、この三角形の底辺 MN を O まで延長して、NO が NL に等しくなるようにすれば、全体 OM が求める線  $z$  である。そしてこの線は次のようにあらわされる。

$$z \propto \frac{1}{2}a + \sqrt{\frac{1}{4}aa + bb}$$

〔第 3 図〕

もし

$$yy \propto -ay + bb$$

10 が得られたとし、 $y$  が見いだされるべき量であるとすれば、同じ直角三角形 NLM を作り、底 MN から NL に等しい NP を除けば、残り PM が求める根  $y$  である。ここでは

$$y \propto -\frac{1}{2}a + \sqrt{\frac{1}{4}aa + bb}$$

が得られる。

15 同様に、もし

$$x^4 \propto -ax^2 + b^2$$

が得られたのであれば、PM は  $x^2$  であり、

$$x \propto \sqrt{-\frac{1}{2}a + \sqrt{\frac{1}{4}aa + bb}}$$

となるであろう。他の場合も同様である。

## 1630 年頃「永遠真理創造説」

数学的真理は人間知性のうちに神から生得的に与えられたもの

数学的観念が神によって自然のうちに自然法則を構成するものとして置かれている

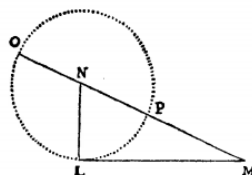
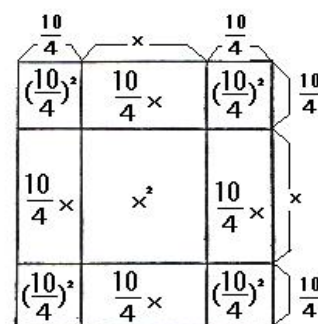
→幾何学的空間も神の創造物；アリステレス的経験論・目的論の排除—方法的懷疑

延長としての物体観；位置変化としての運動観—機械論的自然観—天上界と地上界の統一

最初の確実な知識＝そのように疑っている間はわれわれは存在しているということ

→「我は考える、ゆえに我はある」

\*精神と身体の分離



1644年 『哲学の原理』出版  
 デカルト哲学の体系化—粒子論  
 \*\*『哲学の原理』第4部203-4

あらゆる感覚をすり抜けてしまふほど微小なならぬかしくみだ、ほとんどつねに保存している。実際、機械学は自然学の一部ないし一種なのであって、機械学のうちの理論で自然学にも属さないものは何一つない。また、あれこれの歯車から組み立てられた時計の時をさし示すことは、あれこれの種子から生じた木がしかるべき果実を結ぶのに劣らず、自然なことである。このようなわけで、自動機械の考察に習熟した人が、ある機械の使用法を知っていて、その機械の至る部分を見るときに、それらの部分から容易に、他の見えない部分がどのようにしてつくられているかを推測するのと同じように、私は、自然の物体の、感覚可能な結果や部分から出発して、それらの物体の原因や感覚されない微小部分がどのようなものであるか、を探究しようと努めたのである。

三編 感覚不可能なものについては、それらがどのようなものであるか、それらが私が説明したのであれば、たとえそれらがそのようなものではないかもしれなくても、それで十分である、ということに  
 しかし、すべての自然の事物がどのようにして生じたか、ということ、このようなかたでおそらく理解されようが、だからといって、それらのものが実際にこのようにつくられ

これらの微小物体に重さを帰属させていたという理由。私は、いかなる物体においても、その物体が単独で考えられているときには、いかなる重さも理解せず、ただ、その物体が他の諸物体の位置と運動とに依存して、それら他の物体と関係づけられるかぎりにおいてのみ、その重さを理解する。最後に、彼の哲学は、微小物体の遭遇のみから個々のものがどのような生じたのかを示している。あるいは、たとえいくつものものを示しているわけではなかったとしても、その根拠のすべてが首尾一貫して残されたものから少なくとも、彼の見解のうちで監禁されたものから判断できるかぎりにおいては、——ということである。ところで、哲学について私がこれまで書いてきたことが、十分首尾一貫しているかどうかについては、他の人々に判断を委ねる。

三編 われわれはどのようにして感覚されない粒子の形や運動を認識するか  
 ところで、私は、諸物体の感覚されない粒子に、あたかも見てきたかのように、一定の形と大きさと運動とを割り当てることが、それにもかかわらず、それらの粒子が感覚されないことを承認している。それゆえ、おそらくなんらかの人は尋ねるであろう、それでは私はどこからそれらの粒子がどのようなものであるかを知るのであるのか、と。そういう人々に私は以下のように答える。私はまず、最も単純で最もよく知られた原理、すなわち、その認識が生みつけられたものの精神にそなわっている原理から出発して、たんに小さいというだけで感覚されない物体の、大きな形や位置の間にいかなる主要な相違がありうるか、そして、これら感覚されない物体のさまざまな集合からいかなる可感的な結果が帰結するか、を一般的に考察した。次に、これに似たなんらかの結果を可感的なものの中に認めたとき、これらの可感物は、さきほどのような感覚されない物体の、同じような集合から生じたのだ、と判定した。とりわけ、これらの可感物を説明するしかたがほかにもあったと考えられないと思われたとき、そのように判定した。このために少なからず私を助けてくれたのは、人工的につくられたもの、自然の物体との間に、ただ一つの差異しか認められないからである。その差異とは、人工的につくられたものはたゞらば、たいいていの場合、感覚によって容易に知覚しうるほど大きな道具によって果たされる——なぜならこのことは、それらが人間によって製作されうるために必要であるから——、ということである。これは進に、自然の結果は、たとえ結露すべきではない、というの、同一の職人によってつくられた二つの時計が、等しく正確に時をさし示し、外見はまったくそっくりなのに、内部では歯車の組み立て方が大きく異なる、ということがあるのと同じように、事物の至るの製作法、われわれの見るすべてのものを、数多くの相異なるしかたで作りだしたであろう、ということとは異いを容れないからである。このことは確かに真である、と私は心の底から承認する。そして、私の書いたことがすべての自然現象に正確に対応しうれば、私は十分努めを果たしたと思ふであろう。このこと、また、人生の用にとつては十分である。なぜなら、医学も、機械学も、自然学の助けを借りて完成される幾多の技術も、感覚されるもののみを、したがって、自然現象のうちに数えられるべきもののみを、その目的として、いるからである。それに、アリストテレス自身も、彼がこれ以上のことを何かなしよけたとか、なしよけたかと思つたとかを信じて人がひょっとして出てくることのないように、『現象学』の第一巻第七章の冒頭で、はっきりことわっている。感覚によって明白でないことについては、それらが彼自身の頭とおりには生じるといふことを示さずすれば、自分は十分な根拠と証明とを与えてゐることを考える、と。

感覚を超越した事物の把握—機械論的

参考文献

- 小林道夫『デカルト入門』ちくま新書（2006）  
 デカルト『幾何学』ちくま学芸文庫（2013）

1. ニュートン：ケンブリッジ大学教授就任まで

ニュートン（1643～1727）

1661年 ケンブリッジ大学トリニティー・カレッジ入学

独力でデカルトやガリレオの著作を読む。

1664年 特待生に選ばれる

1665年 ペストの流行のため大学閉鎖—1667年 再開  
閉鎖中に数学研究を進める ニュートンの回想→

1669年 ケンブリッジ大学ルーカス教授職

2. ニュートンの科学研究

1687年 『プリンキピア（自然哲学の数学的諸原理）』出版  
ペスト流行中の研究がもとになっている

—その成果を公表するには至っていなかった

1684年 ハレー（1656～1742、王立協会）の訪問

「もし太陽に向かう引力が太陽からの距離の二乗に反比例するならば、惑星の描く曲線の形は何であるか？」という問題について

→「楕円である」と即答

ハレーの回想→

\*引力の法則からケプラーの法則が導出できることを示唆

\*ケプラーの法則

第1法則：惑星は太陽をひとつの焦点とする楕円軌道上を動く。

第2法則：惑星と太陽とを結ぶ線分が単位時間に描く面積は、一定である（面積速度一定）。

第3法則：惑星の公転周期の2乗は軌道の半径の3乗に比例する。

→この法則を成り立たせている力とはなにか？について議論

注意 これらの法則はデータから帰納されたもので証明はされていなかった。

\*ホイヘンス（1629～1695）の振り子の研究

ガリレオによる振り子の等時性の原理

振動する振り子のふり幅が大きくても小さくても往復は同一

→この原理を利用した振り子時計の開発

振り子の長さで周期が決まる

1673 ホイヘンス『振り子時計』

中心引力は半径に比例し、周期の二乗に反比例

→この原理は地上の現象に関する原理

→天上界にも適用できるのではという着想

\*フック（1635～1703）：王立協会フェロー、「フックの法則」

1665年の初めに、私は近似級数の方法および任意次数の2項式をこのような級数に帰着させる方法を発見した。同じ年の5月にはグレゴリーとスリューズの接線法を、11月には流率法の直接的方法を発見した。また、翌年の1月には色彩の理論を発見し、5月には逆流率法の入口にまで到達した。同じ年に、月の軌道にまで広がっている重力について考え始めた。惑星の周期は軌道の中心からの距離の3/2乗に比例するというケプラーの法則から、球の内部を回転している天体がその球面を圧する力を計算する方法を発見したので、私は、諸惑星をそれらの軌道につなぎとめておく力は、それらの回転の中心からの距離の2乗に逆比例しなければならないと推論した。そして、これによって、月を軌道に保つために必要な力と地球の表面における重力とを比較し、それらがかなり近いことを発見した。これらのすべては、1665年と1666年のペスト流行の年になされた。この時期に、私の年齢は発明のためには最高の時にあり、また、それ以後のいかなる時よりも数学と哲学に打ち込んだ。<sup>15)</sup>

フック氏は『それを証明した。しかし、それを公にしたときに他の人達が——自分で試みて失敗した後に——その価値がわかるように、しばらくの間、秘密にしておく』と言った。<sup>7)</sup>

アイザックは直ちに「それは楕円になる」と答えた。博士は喜びと驚きに打たれ、「どうして知ったのか？」と聞いた。「何故？計算したのだ」と彼は言った。そこで

ハレー博士はすかさず、その計算について尋ねた。アイザックは手稿を探したが見つからなかった。しかし、彼はそれを書き直して送ることを約束した。<sup>8)</sup>

＊ ＊ 『プリンキピア』序文 →

31 自然哲學の数学的諸原理

[illegible][illegible][illegible]

### 3. ニュートン：ロンドン時代

1696年 造幣局監督官→のちに長官となる

1703年 フック死去；ニュートン 王立協会会長就任

1704年 『光学』出版

1660年代から行っていた研究、講義に基づく；英語での執筆  
「光の粒子説」の提唱—ホイヘンス「光の波動説」

### 参考文献

フォーベル編『ニュートン復活』現代数学社（1996）

河辺六郎『世界の名著31 ニュートン』中央公論社（1971）

### 4. フランス革命からエコール・ポリテクニク設立

17世紀 科学革命の時代

科学を通じて合理的な神によって設計された自然の法則を知る

18世紀 啓蒙主義の時代

理性を通じた自然の探求における神の存在の希薄化

→『百科全書』

ディドロ（1713～1784）とダランベール（1717～1783）によって編纂；  
全28巻

1776年 アメリカ独立宣言

1789年 フランス革命

革命の波及を恐れたヨーロッパ各国が反仏同盟を結成し、フランスに対して干渉戦争  
→戦争に必要な科学技術力を自国で維持する必要

1794年 公共事業中央学校（翌年にエコール・ポリテクニクと改称）創設

工学者の養成—ギルド的な職能伝統をこえた技術者

教授として、ラグランジュ（1736～1813）、モンジュ（1746～1818）、  
ラプラス（1749～1824）など

科学教育（数学、物理、化学など）と技術教育（土木、建築、軍事など）を組み合わせた  
カリキュラム；3年で修了、授業料は無料

\*技術のための科学

解析学→力学→機械

画法幾何学→地図作成、測量、機械製図→土木、建築

\*卒業生は高級官僚となる；科学者も多数輩出

ポアソン（1781～1842）、コーシー（1789～1857）など

1799年 ナポレオン（1769～1821）統領政府を樹立

教育改革を行う—阿学技術の制度化

中等学校リセの設置と、バカロレアの設置

国土を40に分けて、各地にリセと高等教育機関（ファキュルテ）を配備

ファキュルテに科学、文学、医学、法学、神学を設置

→科学の専門教育化

## 2. ドイツにおける研究型大学の創設

ドイツにおける科学者養成の立ち遅れ—旧来の大学の維持→閉鎖

1810年 ベルリン大学創設

ヴィルヘルム・フォン・フンボルト（1767～1835）による

フンボルト：言語学者

「教える自由」と「学ぶ自由」

大学の独立性—「孤独と自由」→学問の探求に邁進

フンボルト「ベルリン高等学問機関の内的及び外的組織の理念」

初代総長フィヒテ（1762～1854）

哲学部の専門化

ドイツにおける自由学芸部は哲学部と呼ばれていた

その一部に科学も含まれる

ゼミナールの形成

→学生実験を主体とした教育：ギーセン大学

\*リービッヒ（1803～73）による

## 参考文献

『世界の名著29 ヴォルテール、ディドロ、ダランベール』中央公論社（1970）

古川安『科学の社会史』南窓社（2001）