

科学革命初期の宇宙論と創造

高橋, 憲一
九州大学大学院比較社会文化研究院

<https://doi.org/10.15017/9494>

出版情報 : 比較社会文化. 14, pp.23-32, 2008-03-20. 九州大学大学院比較社会文化学府
バージョン :
権利関係 :

科学革命初期の宇宙論と創造

Cosmology and Creation at the Early Phase of the Scientific Revolution

高橋 憲 一*
Ken'ichi TAKAHASHI

キーワード：宇宙論、創造、科学革命、神、属性

ABSTRACT: Scientists nowadays, in their research, are not or less concerned with religious belief. But today's common sense is not simply true for those who were engaged in scientific research at the early phase of the Scientific Revolution. Especially as for the motives of their study of the universe, we can detect religious motives and their reflections in their theoretical contents. In this essay the author takes up representative cases -- Copernicus, Bruno, Kepler and Galileo -- and tries to investigate relationships between their theoretical setups and the creation doctrine of the Bible. For all of them it was, so to speak, the major premise that the universe was a work of God the creator. Consequently the scientific personality of each scientist may be clarified by looking at where to find God's hands of creation in this universe, or in other words, at what aspect of God's attributions was to be emphasized: for instance, His beauty, infinity, trinity, or His mathematical intellect.

§0 はじめに

今日、科学は宗教と無縁であるように思われている。確かに、科学者の宗教的信念が科学の理論的内容に影響することはまず無い。しかし科学者が研究に従事し、それを押し進める動機については、無いと言いきれるかどうかは一概に言えないかもしれない。だが、今日の常識をそのまま過去に当てはめることができないことは確かであり、今日の常識そのものを問い直すためにも、過去は繰り返し新たに呼び起こされる必要がある。いわゆる「科学革命」(the Scientific Revolution)によって近代自然科学は成立を見たのであるが、それを担った人々にとって、科学と宗教は無縁であるどころか(まして対立・抗争するどころではなく)、密接に関係していたのである。科学研究の動機については、宗教的動機が明確に存在したし、研究内容についても、濃淡の差はあれ、存在したと言えるだろう。

「科学革命」は、天文学の理論交代および宇宙論の変革として開始された、とはよく言われることである。後知恵からすれば、まさにその通りである。しかし、コペルニク

スが地球中心説(天動説)から太陽中心説(地動説)へと理論の転換を遂行したときに、革命の帰趨は明らかでなかったし、いやそれどころか、それがそもそも革命に至るかどうかすら不明であった。では、コペルニクスの行なった理論転換(「コペルニクスの革命」と言おう)のうちに含まれていた何が、「科学革命」(一般に「コペルニクス革命」とも言われる)を引き起こすに至ったのだろうか。そこには様々な要因が絡んでいる。この小論では、16世紀の中葉から17世紀初頭にかけて宇宙の理解を進めるのに貢献した人々——コペルニクス、ブルーノ、ケプラー、ガリレオ——をとりあげ、彼らの天文学・宇宙論が聖書の創造説とどの様に関連していたかに焦点を当てながら、考察することにしてしよう。彼らに限らず、この時代のすべての「科学者」にとって、この宇宙が創造者なる神の作品であることは共通の大前提であった。したがって、被造宇宙のどの側面に神の創造の御手を読みとるか、あるいはこう言ってよければ、神のどの「属性」に重きを置くかによって、個々の科学者の研究方向に個性が反映することになるだろう。

* 国際社会文化専攻・比較文化講座

§1 コペルニクス：美なる神

ニコラウス・コペルニクス (1473-1543) が如何にして太陽中心説に到達したかについては、他の所で詳論したので繰り返すことはせず、その要点のみをまず述べる⁽¹⁾。伝統的な天文理論は地球中心的であるが、そこには二つのタイプがあった。アリストテレス (前4世紀) の体系化した同心天球説と、プトレマイオスの体系化した周転円説である。天文学者としてコペルニクスが真摯に批判・超克しようとしたのは、後者の理論であった。クラウディオス・プトレマイオス (後2世紀) の『アルmageスト』は定量的にも満足できる理論を提出していたが、理論と観測データの一致を追求した結果として、惑星理論の中にエカント点の仕組みを導入するなど、ギリシャにおける天文理論構成の原則である「一様円運動の原理」に違反・逸脱した点があった (図1)。理論の細部におけるこの瑕疵を咎めたのがコペルニクスであった。エカント点を除去し、「一様円運動の原理」に忠実な形に理論を整備する、これがコペルニクスの主要な動機であった。周転円説の内部修正から始まったコペルニクスの努力は、太陽天球と火星天球の交差という自然学的不条理に直面する結果をもたらし、それを回避するために、太陽の静止と地球の公転運動が要請されることになった。こうして一旦地球を動かした人物は、その地球に更に二種類の運動——自転運動と地軸の首振り運動——を要請したのである。

コペルニクスが理論を革新した動機は、純粋に天文学的なもので、そこには思想的動機も宗教的動機も存在しなかった。例えばかつて言われたように、ピュタゴラス派の思想に触れたことによって、地動説のアイデアを得たのではない。また、新プラトン主義やヘルメス主義の影響もよ

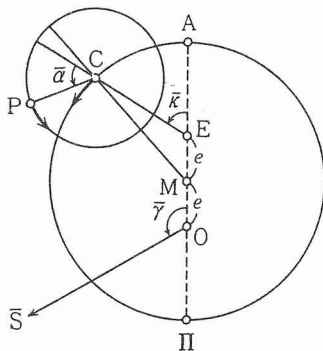


図1 プトレマイオスの惑星理論の最終モデル

(O：地球、M：導円の中心、E：エカント点、C：周転円の中心、P：惑星、S：平均太陽。点CはMを中心とする円周上にあるが、Mの周りではなくEの周りを一様角速度で回転するので、Cは円周上を不等な速度で動くことになる。)

く言われるが、それを立証する根拠は薄弱である。しかし、地球が動いているという科学的証拠に基づいて立論したわけではなかったため、新たに思いついた革新的な理論にコペルニクスが事後的に (post factum) 自ら納得し、また他の人々をも説得する場面では、様々な思想的・宗教的な理由が介入してきたと思われる。周転円説では各惑星の運動を説明するのに基本的に二つの円が必要とされていたが、コペルニクスは地球の公転軌道 (orbis magnus, 「偉大な天球円」と彼は称した) を導入し、それを一つで済ますことができた。こうして使用する円の数が1個減った分だけ、太陽中心説は定性的レベルではより単純になったのであり、新プラトン主義が理論の数学的単純性を志向したことと見事に対応していた。また彼の革新的な理論の最大の特徴は、伝統的な理論では全く不明であった宇宙の体系的な構成 (プトレマイオスの『アルmageスト』は個々の惑星理論の集積であり、いわゆる「プトレマイオスの宇宙体系」は提示されていない) つまり、惑星の周期、距離、配列順序を、観測データに基づいて初めて確立した点にあった。コペルニクス自身、地球が動いている証拠をもっていたわけではなく、また伝統的な地球静止説を論駁するに足る自然学的議論が展開できたわけでもなかったから、この宇宙の体系的秩序が提示可能となったことだけが、その理論の真理性を支える殆ど唯一の積極的論点だった。そしてこの論点は、彼の抱く創造神の観念と共鳴し、それを強化したのだと思われる。

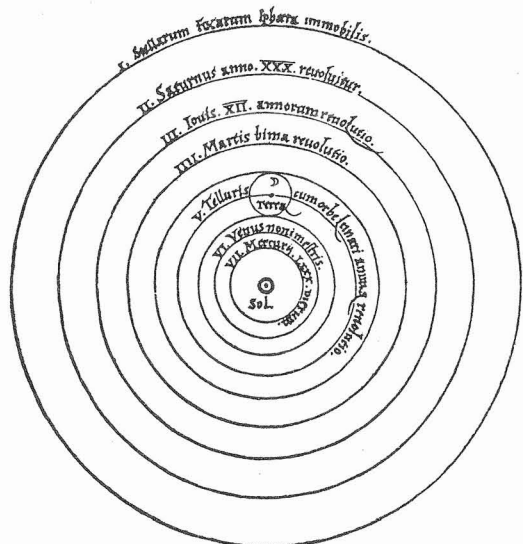


図2 コペルニクスの宇宙体系図

(ラテン語の訳：I 不動の恒星天球、II 土星は30年で1回転する、III 木星の12年の回転、IV 火星の2年の回転、V 月の天球を伴った大地の年周回転(●地球、☾月)、VI 金星は9ヵ月で、VII 水星の80日間の〔回転〕。◎太陽。)

コペルニクスの提示した宇宙体系は、太陽と地球の位置を入れ換えているものの、伝統的な階層的有限宇宙にとどまった。彼の描いた宇宙体系図において、恒星天球が最外天球として書き込まれていることからそれは明らかである(図2)⁽²⁾。しかしこの宇宙は、年周視差の問題を回避するために、とてつもなく巨大なものとなった。宇宙の大きさは、伝統的な周転円説のいう地球半径の約2万倍から、一夜にして750万倍にまでなったのである。この巨大化した宇宙が実は無限なのかどうかについて、コペルニクス自身は態度を保留にし、一種の逃げを打っていた。つまり、

「宇宙が有限であるのか、それとも無限であるのかを、われわれは自然学者の討論に任せておくことにしよう。」⁽³⁾

しかしながら、自分の理論に従う限り、この宇宙の途方もない広大性をも認めざるを得ないとなると、宇宙の巨大さは神の巨大な力能に相応しいこととして認められてくる。宇宙全体の構造と体系図を提示した第10章の最後の一節を見ておこう。我々には唐突に響くかもしれないが、最後の一文で、創造神への賛美の言葉が彼の口からほとぼり出ていることに注意されたい。

「しかし、以上の[惑星に特有な現象の]何一つ諸々の恒星中には現れないことは、年周運動の天球あるいはその反映すらも眼から消失させてしまうほどのそれらの広大な高さを立証している。……最も高い惑星である土星から恒星天球まで依然として非常に多く[の空間が]介在していることを、恒星の瞬く光が示しているからである。その手懸りによって、恒星は最もよく惑星から識別される。動くものと動かないもの間には、極めて大きな差異が存在すべきであったからである。至高至善[なる宇宙製作者]の神聖なこの建築物は当然ながら巨大である。」⁽⁴⁾

さらにコペルニクスは宇宙を「この最も美しい神殿」⁽⁵⁾とも形容したが、それは自らの理論によって初めて明かされた宇宙の体系的秩序を指している。その秩序とは、地球と太陽の間の距離(日心距離)を1単位とすれば、その何倍かという形で他の惑星の日心距離も決定されること(したがって、地球の日心距離の値が変化すれば他の惑星の日心距離も自動的に変化することになる、つまり地球の理論の変更は他の惑星の理論へと波及するという形で全体が一つの体系をなしている)、日心距離の大きな惑星ほど大きな周期で太陽の周りを回るようになったことであつた。そしてその秩序を最もよく表現する言葉として彼が選び出したの

は、ギリシャ語由来のキーワード——harmonia(調和)やsymmetria(均斉)⁽⁶⁾——であつた。これらの言葉が出てくる『天球回転論』の箇所を以下に見ておこう。

「重大な事柄、すなわち、宇宙の形態とその諸部分の確固たる均斉(partium eius certa symmetria)をもまた、彼ら[天動説にたつ周転円論者]は発見することも、それから結論することもできなかったのです。」

(パウロ三世宛のコペルニクスの序文)⁽⁷⁾

「もし今や我々が事柄そのものを(人々の言うごとく)両の眼でしっかり眺めさえするならば、諸惑星の互いに続いている順序の根拠および宇宙全体の調和(mundi totius harmonia)が我々に教えているのは、すべて以上のこと[つまり、地球が運動していること]なのである。」
(第1巻第9章)⁽⁸⁾

「[太陽中心の宇宙体系図を提示した後]したがって、我々は、この順序づけの下に、[1]宇宙の驚くべき均斉(admiranda mundi symmetria)と、[2]諸天球の運動と大きさの確かな調和的結合(certus harmoniae nexus)を見出す。こうしたものは他の仕方では[つまり、伝統的な天文理論では][決して]見出されえないのである。」
(第1巻第10章)⁽⁹⁾

語源的に言えば、symmetriaはsyn+metron、つまり「尺度を共有する」ことである。ギリシャの彫刻や絵画が示すように、「均斉がとれている」とは、人体でいえば、頭・腕・胴・足など部分相互の尺度・比率がきちんとしていることである。それと同じことが、コペルニクスの宇宙では、地球の日心距離が共通の尺度となることで実現されている。地動説によって初めて明らかにされた周期と日心距離の関係も、「調和」の具体例として言及されている。上の引用文から総じて窺えるのは、現実の宇宙の姿が「美しい神殿」として初めて捉えられた喜びである。「美しい神殿」としての被造宇宙の背後に「美なる神」が創造神として想定されているのは想像に難くない。

コペルニクスは自らの太陽中心説と聖書の関係をどう考えていたのだろうか。『天球回転論』(1543)においては、コペルニクスが明示的に述べたのは次の一箇所しかない。

「おしゃべり屋どもがいて、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、聖書の或る箇所を楯にして自分の都合の良いように悪くねじ曲げて、私のこの企てをあえて非難し嘲弄することがたとえあつたとしても、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」⁽¹⁰⁾。

コペルニクスが神学者の反応に懸念をもちながらも、ある種の聖書解釈を退けていることは明らかである。しかしその詳しい内容は不明である。だが近年、科学史家ホイカーズにより、散失したと思われていた「聖書と地球の運動に関する」レティクスの論考が発見された⁽¹¹⁾。ヨアキム・レティクス (1514-1574) はコペルニクスの唯一の直弟子であり、コペルニクスの親友ティーデマン・ギーゼが、『天球回転論』の無署名序文に代えてレティクスのこの論考を印刷すべきことを勧めた事実から、論考の内容はコペルニクス自身の考えに非常に近いものであったと推測される。

レティクスがコペルニクスの太陽中心説を擁護するために展開した戦略は、まず、地球の静止あるいは太陽の運動を述べているように思われる聖句に対して、字義的解釈を封じ込めることである。倫理と救済に関する聖書の中心的メッセージについては字義的に解釈すべきことが異論の余地なく認められるが、自然界の構造とその内部での出来事についてはそうではない。聖書はこうした非本来的な出来事に対しては、一般民衆の理解力に合わせて語っており、時には民衆の謬見にすら合わせた語り口を用いて自らを民衆に適応 (accommodation) させているのである。こうした適応主義的解釈を採用すれば、聖書の自然記述を科学的命題と切り離すことが一応可能となる。コペルニクス説は直ちに聖書と矛盾するわけではないのである。しかし、レティクスはこの適応主義的解釈の全面的使用を主張したのではなく、その限定的使用を唱えたのである。ということは、聖書の自然記述の中に、偽なるもののみならず、字義的にも真なる記述あるいはその象徴的記述があるということである。「地の基 (fundamenta terrae) はすべて揺れ動くであろう」(詩篇81:5, その他, ヨブ記38:6, 箴言8:29など)の聖句のように、地の基が複数形で語られているのは、レティクスに言わせると、コペルニクスのいう地球の三種類の運動の象徴的な表現なのである⁽¹²⁾。これがかなり強引な聖書解釈であることは明らかであるが、敢えてこのように解釈することで、コペルニクスの宇宙体系と聖書を整合させようとする意図を表明していることを見逃してはならないだろう。特に、伝統的な字義的解釈がアリストテレス自然学と不可分に結びついているときに、それに異を唱えて新解釈を提出するとき、そこには学問体系全体を変革する第一歩が踏みだされているのである。コペルニクスの太陽中心説が科学革命の端緒となり得たのは、自らの数学的天文理論と整合するようにアリストテレス自然学を改変し、また聖書の伝統的解釈を変更する方向にコペルニクスが歩んだからである。コペルニクスの理論が天文理論の内部修正に留まらず、他の分野に波及効果を及ぼす革命的性格をおびてくる所以はまさにそこにあった。

§2 ブルーノ：無限なる神

コペルニクス説の支持者は極めて少なかった。天文学者、神学者、自然哲学者、一般民衆のほとんどは、コペルニクスの主著『天球回転論』に付されたオジアンダーの無署名序文にしたがって、その天文理論を理解した。つまり、コペルニクスの理論は天体位置を予測するための便利な道具なのであり、極論すれば、たとえ誤った前提に立つものであろうと、天文表の作成という固有の目的に役立ちさえすれば許容可能な数学的虚構なのである。グレゴリオ改暦の責任者であり、「トスカナのユークリッド」との異名を取ったイエズス会士クラウィウスは、天文理論が単なる数学的虚構を越えて実在的真理性を獲得するには、まずアリストテレスの自然学、次に聖書の伝統的解釈という二つの基準に整合するものでなければならない、と主張していた⁽¹³⁾。

こうした趨勢にもかかわらず、コペルニクスの理論を宇宙の実在的描像と認め、敢然として支持したのがジョルダン・ブルーノ (1548-1600) であった。天界の不変性という伝統的なドグマは、1572年の超新星や1577年の彗星の出現などによって崩され始め、アリストテレス自然学に対する不信の念は増幅されつつあった。またコペルニクス天文学の数学的技巧や数値データも専門家間で一定の評価を得るようになっていた。ブルーノがコペルニクスの理論に初めて触れたのは、イギリスでトーマス・ディグズの『諸天球の完全な記述』(1576、『天球回転論』第一巻の英訳)を読んだときであろう、と推測されている⁽¹⁴⁾。(図3)

天文学者ではなかったブルーノの最大の貢献は、コペルニクスの宇宙体系の哲学的意味を更に展開した点に求められる。彼の議論の要となるのは、コペルニクスの巨大な有限宇宙を創造的に発展させた無限宇宙の観念である。『無限・宇宙・諸世界について』(1584)によれば、

「神の能力は内包としても展開としても無限であって、その活動と能力は区別されない。それ故にこの宇宙は無限であり諸世界は無数である。」⁽¹⁵⁾

神の無限性は宇宙の無限性を含意するのである。しかしこのことによってブルーノが汎神論者になるわけではない。対話者の一人フィロテオにこう言わせているからである。

「私に言わせれば、宇宙は全体の無限 (tutto infinito) です。なぜならば宇宙には縁も終りもありませんし、それをとり囲む表面もないからです。が宇宙は全的に無限 (totalmente infinito) なのではありません。宇宙から採り出すことのできるその各部分は有限のものであって、宇宙のなかに含まれている無数の諸世界もそ

A perfit description of the Cœstiall Orbes,
according to the most auncient doctrine of the
Pythagoreans, &c.

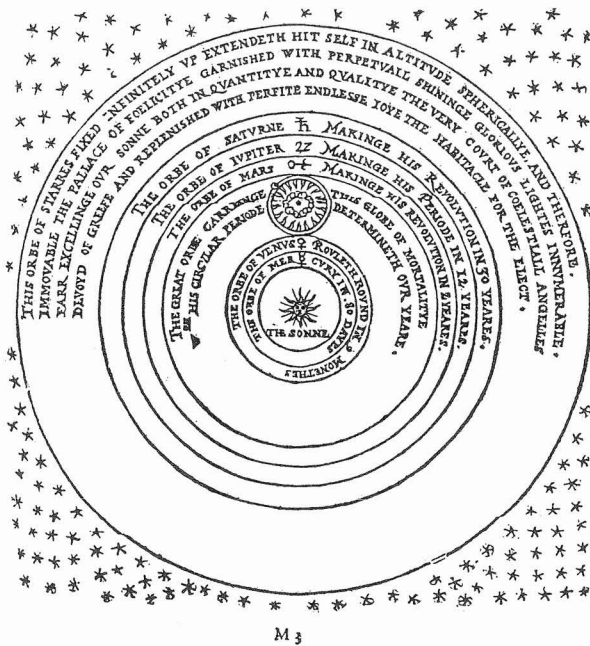


図3 トーマス・ディグズの宇宙体系図

(コペルニクスの宇宙体系図の恒星天球が消失し、無数の恒星が宇宙空間にばら撒かれていることに注意されたい。また図版上部のキャプションには「ピュタゴラス派等の最も古い学説による天球の完全な記述」とあり、「新しいコペルニクスの学説」とはなっていないことにも注意。)

(図版中の英語の訳：[外から順に]無限の高みに固定されたこの恒星天球は、高さにおいて自らを球状に延長しているゆえに、不動である。永遠に輝く無数の栄光の光で飾られた至福の宮殿は、質・量ともに我らの太陽を遙かに凌ぐ。まさに天の御使いたちの宮殿であり、悲しみのない永遠の全き愛に満たされている。選ばれし者の住居； 30年で1回転する土星天球； 12年周期をなす木星天球； 2年で1回転する火星天球； 死すべき者の球を運ぶ偉大なる天球 (the great orbe) で、その回転周期は我らの1年を決定する； 金星天球は9ヶ月で回転する； 水星天球は80日で[回転する]； 太陽。)

の一つ一つは有限のもので、また神は全体の無限です。なぜなら神はいかなる制限も属性も帰されることを拒絶する一にして無限なるものだからです。そしてまた神は全的に無限なるものともなっています。神は全世界にくまなく遍在し、そのそれぞれの部分のなかで無限かつ全的に存在しているからです。これは宇宙の無限性とは反対です。つまり宇宙の無限性は全体のなかではじめて全的に存在するものであって、宇宙のなかに我々が認めうるような特定の諸部分

(無限と較べてこれを諸部分と呼んでよければ) のうちにはないのです。』⁽¹⁶⁾

二種類の無限を周到に区別することによって、汎神論の危険を回避しているのであるが、我々にとって重要なことは、無限宇宙の観念がアリストテレス主義的な伝統的宇宙像と自然学とに決定的な打撃を与えることである。

彼のアリストテレス否定の情熱には、まことに凄まじいものがある。アリストテレスの空虚否定論に論駁を加えたのち、こう言い切っている。

「こうした詭弁が他のあらゆる問題について、運動、無限、質料、形相、論証、存在についても、行なわれているのです。……だから批判力を欠いた者でなければ誰でも、いかにこのアリストテレスという男が事物の本性に関する考察に於て皮相であり、またいかに誰にも認められず認められる価値もない自己流の偏見に執着しているか、容易に気づくことができます。彼の自然哲学に見られる偏見は、数学においてさえ誰も虚構しえなかつたほど架空のもので、」⁽¹⁷⁾

無限宇宙の視点は、「アルキメデスの支点」になぞらえれば「ブルーノの支点」と言うことができる。前者が世界を動かす支点であるのに対し、後者は世界を消滅させて新たに蘇らす支点である。宇宙が無限であれば、宇宙の中心はどこにもないし、また至る所が中心であるとも言える。唯一の絶対的な中心の否定は、それとの関連で定義されていた上・下の絶対的な方向の否定とあわせ、アリストテレス自然学に決定的な楔を打ち込むのである。それと共に、コペルニクスの宇宙体系で太陽の占めていた位置もその特権性を奪われ、太陽は無数の恒星のうちの一つにすぎなくなった。ブルーノの宇宙は、太陽型の星(元素の火が支配的)の周りを地球型の星(元素の水が支配的)が巡る無数の世界からなっており、星の運動原因は、天球が否定されたため、星という生命体のもつ内的原理=靈魂に帰せられている。

§3 ケプラー：三位一体なる神

ブルーノと対照的に、天文学の技術的詳細に通じていたコペルニクス主義者は、惑星の三法則で名高いヨハンネス・ケプラー(1571-1630)であった。第一法則(惑星の楕円軌道)、第二法則(面積速度一定)は、『新天文学』(1609)において、第三法則(調和法則)は『世界の和声学』(1619)において発表された。ケプラーの生涯は、コペルニクスの天文学を完成させることに費やされたのであるが、結果的

にはそれを破壊し、揚棄することになった。天文理論上の大革命は楕円軌道の法則の提出であり、これは、コペルニクスも含めギリシャ以来認められていた大原則「一様円運動の原理」の廃棄を齎すことになった。しかしこうした発見にのみ目を奪われてはならない。現代の観点からは何の理論的成果も含まないとされる処女作『宇宙誌の神秘』

(1596)に表明されているケプラー特有の観念に目を向けねばならない。「作家は処女作に向かって成長する」と言われるように、後代の著作の成果は『宇宙誌の神秘』に含まれていたものの開花に他ならないからである。

諸発見を貫き、ケプラーを終生探求へと駆り立てたものは、宇宙のコペルニクスの秩序が何に由来しているかの解明であった。秩序(コスモス)の背後にある「原型的法則性」の探求、あるいは、建築師たる神が宇宙という建築物を創造したときの設計理念を解読する試みであったといってもよい。「読者への序」において、ケプラーは自らの課題を次のように述べている。

「三つの事柄がいちばん基本的な問題だったから、なぜそれが現にある通りで別の在り方をしないのか、その原因を私は辛抱強く探求した。この三つの事柄とは、惑星軌道の数と大きさと運動である。私があえてこの問題に取り組むようになったのは、[コペルニクスの宇宙では] 静止しているもの、すなわち、太陽と恒星とそのあいだの空間が父・子・聖霊という [三位一体の] 神と対応して、そこにあの見事な調和があるからであった。」⁽¹⁸⁾

さらに第二章では、

「三位一体の神の姿は球面に、すなわち、父は中心に、子は表面に、聖霊は中心と表面のあいだの関係の相等性に」⁽¹⁹⁾

表現されていると述べられている。ケプラーにとり、神の三一性はその建築物のなかに明確に表わされているはずであり、コペルニクスの宇宙こそそれを明示するものに他ならなかった。この基本的スタンスに立った上で、惑星の数・日心距離・周期の課題に対する解答が次のように示されている。

「読者よ、私がこの小著で明らかにしようとしたのは、至高至善の創造主が、運行するこの宇宙を創造し天体を配列するにあたっては、ピュタゴラスやプラトンの時代から今日に至るまで最も称揚された五つの正立体に注目し、諸天の数と距離の比例関係と運動の比をそ

TABELLA III.
ORBIVM PLANETARVM DIMENSIONES, ET DISTANTIAS PER QVINQVE
REGVLARIA CORPORA GEOMETRICA EXHIBENS.

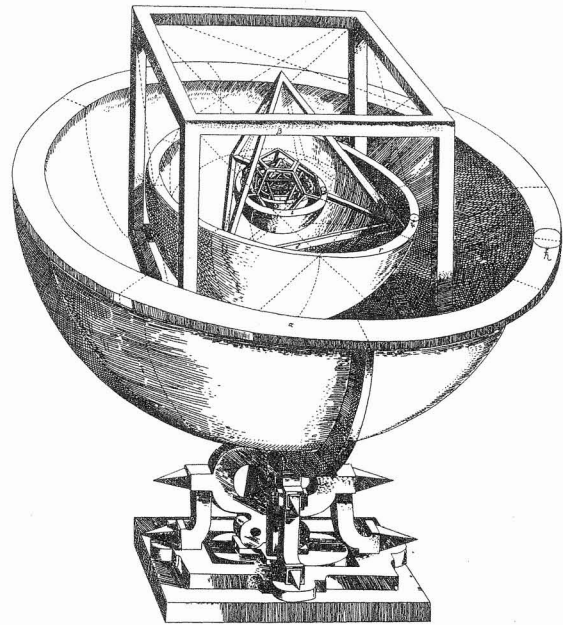


図4 ケプラーの正多面体仮説

(惑星天球を表す半球体の間に正多面体が挿入されている。外側から順に、土星—正6面体(立方体)—木星—正4面体—火星—正12面体—地球—正20面体—金星—正8面体—水星—そして中央に、太陽)

れら [正立体] の本性に適合させ給うたのだ、ということであった。」⁽²⁰⁾

これは科学史家が「ケプラーの正多面体仮説」と呼んでいるものである(図4)。惑星数について言えば、それが6個しか存在しないのは(18世紀に至るまで、惑星は水星から土星までしか知られていなかった)、正多面体が数学的に5個しか存在しないからだというのである。つまり、隣接する2つの惑星天球の隙間に正多面体が丁度1個だけ(外側の天球には内接し、内側の天球には外接しながら)入るように宇宙が設計されていれば、正多面体(つまり惑星間の隙間)が5個しか存在しないという数学的事実は、惑星が6個しかありえない事実を説明することになるのである。そればかりではない。こうして数学的に求められた各惑星の日心距離は、驚くべきことに、コペルニクスが観測データから求めた日心距離にほぼ一致していたのである。

しかしこの仮説を思いつくまでに、彼は様々な試みをしたことを読者に告げている。そもそもケプラーの課題は、経験的探求によって解答が得られる類のものではない。経験的探求によって示されるのは、コペルニクスの宇宙の秩序の姿であって、その秩序をもたらした背後にある「原型

的法則性」あるいは宇宙創造の設計理念ではないからである。ケプラーの探求は、先験的なものたらざるを得ない。まず最初に試みたのは、惑星の日心距離の数列あるいはその階差数列が簡単な比例関係になっているのではないか、という推測であった。しかしこれは直ちに捨てられた。観測データと不整合に陥ったからである。次に「驚くほど大胆な別の方法」として、木星と火星の間および金星と水星の間に新しい惑星を想定し、先の推測の可能性が再度探求された。しかしこれも失敗であった。そして、正方形とその一辺を半径とする四分円を使う運動力の考察による試みや、隣接する惑星の大会合の位置を結ぶ線の作る包絡線などを試みたあげくに、正多面体仮説に至ったのである。

その探求の途上において、数や線による考察をケプラーが否定するロジックは興味深い。かつてレティクスは『第一解説』(1540)において、惑星が6個なのは6という数が神聖であることにその理由を求めたが⁽²¹⁾、ケプラーに言わせると、それは理に叶っていない。

「なぜなら、宇宙自体の創造について論ずる者は、数から論証を導くべきではないからである。それというもの、数は、宇宙よりあとにできた事物のおかげで、ある特別な意味をもつようになったものなのだから。」⁽²²⁾

ケプラーは数の観点からする探求を放棄して、量の観点からの探求に切り替える。量についての独自の思想は、神の宇宙創造と密接に関係していたからである。

「私には幾何学図形が気に入っていた。これは量であり、天体より先にできたものだから。実際、量は立体と共に初めに創造され、天体は次の日に創られたのである。」⁽²³⁾

「立体こそ、神が初めに創造し給うたものであった。……私見では、神は量を創造しようとしたのである。だが、量を得るには立体に本質としてそなわるすべてのものが必要だった。……神がすべてのものに先立って量が存在することを望まれたのは、曲線と直線の比較対照〔前者は神に、後者は被造物にたとえられる〕が存在するようになるためであった。」⁽²⁴⁾

要するに、

「神は、宇宙の中に建設者であるご自身の神性をしるすために、曲線と直線を選び出した。そして曲線と直線を生み出すために、あらかじめ量を立てた。さらに量を得るために、何よりもまず立体を創造したのである。」⁽²⁵⁾

ということになる。

正多面体仮説に至るケプラーの方法は、コペルニクスの方法とまさに対照的である。「コペルニクスが数学的な根拠に基づいて」いたのに対し、自分は「自然学的、あるいはこう言ってよければ形而上学的な根拠に基づいて」おり、その結果、

「コペルニクスが、まるで杖で足取りを確かめる盲人のように、現象、結果、ア・ポステリオリな事柄をもとにして、……確実というよりもむしろ幸運な推論によって確定し、したがって自らのものとしたと信じた事柄、私に言わせればその事柄全ては、ア・プリオリな事柄、原因、創造者のアイデアから導かれる根拠に基づいて極めて正しく確定されると把握できる」⁽²⁶⁾

こととなった。

正多面体仮説は決してケプラーの若気の至りなどではなかった。惑星の楕円軌道が後に発見されたことによって、否定されることもなかった。1618年から1621年にかけて出版した『コペルニクス天文学綱要』(七巻分冊出版)は、ケプラーの天文学研究を集大成したような書物である。その中では、宇宙が三位一体の象徴的表現であることも、正多面体仮説も、天体音楽のイデーも再説されている。ケプラーにおいては、研究は処女作からすべて一貫しているのであり、それは、プロテスタントの牧師になることを志しながら天文学者に転じたケプラーが、「聖なる書物」ではなく「自然という書物」を通して、神の栄光を讃える道を歩んで来たことの証しなのである。

§4 ガリレオ：数学者なる神

コペルニクス説と聖書の関係については、1633年の宗教裁判が引き合いに出されるのが通例だが、ここにもみ焦点を当ててしまうと、両者の関係についてのガリレオ・ガリレイ(1564-1642)の考えを誤解することになりかねない。この裁判が科学と宗教の対立であったと単純に割り切れないことは、改めて言うまでもない⁽²⁷⁾。

まず留意すべきことは、ケプラーが天文学者であったという意味で、ガリレオが天文学者であったということではできないことである。ガリレオに言わせれば(『太陽黒点論』第1書簡)、天文学者には二つのタイプがある。「現象を救う」ために理論の技術的細部を数値的にも研究する「純粹天文学者」(i puri astronomi)と、大局的に宇宙の真の構成を探求する「哲学的天文学者」(gli astronomi filosofi)である。ケプラーは前者であり、自分は後者である、とガリレオはみなしている。ケプラーから『新天文学』を恵贈

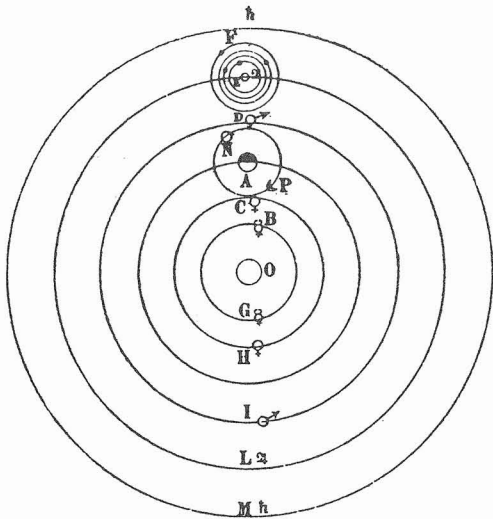


図5 『天文対話』第3日目におけるガリレオの宇宙体系図
(コペルニクスの図との違いは2点。まず、恒星天球が描かれていないこと [縮尺どおりに描くと、恒星天球は巨大すぎて、この紙幅では収まりきれないと弁明]。次に、木星の周りに、望遠鏡によって自ら発見した4個の衛星 [今日いうガリレオ衛星] を書き加えたこと。)

され、その礼状を認めながら(1597)、ガリレオが楕円軌道の考えを無視し、相変わらず円軌道と考え続けたことは、その端的な現れであろう。(図5)

ガリレオがコペルニクス説と聖書の関係を、ひいては科学と宗教(キリスト教)の関係を詳細に述べているのは、「クリスティーナ大公妃宛の手紙」(1615)である。これはガリレオが自ら望んで書いたものではなく、書かざるを得ない状況に追い込まれたために生まれた作品である。望遠鏡観測による様々な新発見を公表した『星界の報告』(1610)、『太陽黒点論』(1613)などにより、コペルニクスの宇宙像を自然の実在的構造と主張するガリレオに対して、科学的論拠で対抗できなくなった彼の論敵たちが「敬虔らしさのマントと聖書の権威で、自らの議論の虚偽を防衛しようとした」⁽²⁸⁾のである。ガリレオは心無くも神学的議論に立ち入らざるを得なくなった。論敵たちが、「地球の運動と太陽の静止」を断罪すべきだと主張する論拠は、聖書には「太陽の運動と地球の静止」を主張しているように読める聖句が多々あること、聖書は決して虚偽を語らず誤ってもいないことの二つである。聖句の真の意味が把握される限りにおいてなら、それらの論拠が正当であることをガリレオ自身も認めている。

しかし問題は、真の意味を定式化する「賢明な解釈者」が誰かということである。ガリレオによれば、聖書も自然も共に神の御手に由来する。前者は聖霊の口述したものであり、後者は神意の最も忠実な実行者である。従って、啓

示は聖書と自然で等しく為されており、両者が本来的に矛盾することは有り得ない。これがガリレオの根本的信念であった。しかし自然では一般民衆の理解力への適応(accommodation)が無いのに対し、聖書ではそれが為されており、本来的目的である敬神と救霊に係るものについては字義的解釈が認められても、自然現象の記述を含めそれ以外の場面では、必ずしも字義の意味に拘泥する必要はないことになる。ガリレオはパロニウス枢機卿の言葉を引用して次のように書いている。

「聖霊の意図は、どのように天国へ行くか(come si vadia al cielo)を教えることであって、どのように天界が動くか(come vadia il cielo)を教えることではない。」⁽²⁹⁾

賢明な解釈者の見出す聖句の真義は、明白な観察(il senso manifesto)あるいは必然的論証(le dimostrazioni necessarie)を通して確信される自然学の結論に合致するのである。ということは、聖書の自然記述に対する解釈権は神学者にあるのではなく、自然学者にあることになる。この権利移譲の暗黙の要請は、1546年のトレント公会議が聖書の私的解釈を禁じ、教父の一致した解釈を採るべきとした決定を揺るがしかねないものだった。そしてヨシュアの奇跡(『ヨシュア記』10:12-14)について、太陽の自転を止めることによって全惑星の運動が止まったとする新解釈(したがって私的解釈)をガリレオが提出したときに⁽³⁰⁾、それが現実のものとなったのである。ガリレオ事件の遠因の一つは、自然学が神学の領域を侵犯したことに求められるであろう。

ガリレオにとり、地球と太陽のいずれが動くか、大地は球形であるか否かは、蓋然的見解でもっともらしい推測しかできない自然学の命題ではなく、「実験、長期の観察、必然的論証に基づいて完全な確実さをもつもの、あるいはそれをもつことが可能であると堅く信じられるもの」⁽³¹⁾であった。そして「哲学的天文学者」としてガリレオが最も力を注いだ研究分野は運動学であり、必然的論証をもつ学問のスタイルは数学的自然学として結実した。ガリレオが「近代科学の創設者の一人」となったのは、「自然学的証明においては、幾何学的厳密さを求めるべきではない」⁽³²⁾とするアリストテレス的な一般的理解に抗して、自然法則を数学的に記述する実践を初めて成功裡に行ったからである。そしてその実践を支える有名なマニフェストが次の言葉である。

「哲学 [現在の用語なら、「科学」] は、眼のまえにたえず開かれているこの巨大な書物(私は、宇宙のこと

を言っているのです)の中に書かれているのです。しかし、まずその言語を理解し、そこに書かれている文字を分かつとして習得しないかぎり、理解できません。その書物は数学の言語で書かれており、その文字は三角形、円およびその他の幾何学図形であって、これらの手段がなければ、人間の力では、その言葉を理解できないのです。それなしには、暗い迷宮を虚しく彷徨うだけなのです。」⁽³³⁾

「自然という書物」が数学的言語で書かれているなら、その書物の著者である神は数学者であることになる。ケプラーも「神は常に幾何学する」⁽³⁴⁾との言葉を残しているが、ガリレオの数学的言語は、正確に言えば、幾何学図形そのものではなく、その量的側面を扱う当時の一般理論・比例論であった。現代的にいえば、時間・空間・速度の関数関係に注目したことが、その言語の特徴であった。

ガリレオが数学を自然学に適用する学問論の態度をとったことにより、自然に対する問いの形式が変わった。例えば、自由落下体の加速運動の原因(「なぜ」why)を問うべきではなく、むしろ加速がどのように生ずるか(「いかに」how)をまず問うべきことになった。アリストテレスの自然学が質的言語で複雑に理論武装し、その推論構造は不明確になりがちであったのに対し、量的言語の採用は自然学の推論構造を明確にただけではない、数学的知識のもつ確実性が自然学に移入されることにもなった。そしてその数学的知識に対し、ガリレオは独自の考えをもっていた。或る意味でそれは神の知識に匹敵するのである。たしかに、知識の獲得の仕方や知識の量(外延)から見れば、人間の理解力は神のそれと無限の隔りがある。

「しかし理解力ということの内包的にとれば、このことばがある命題を内包的すなわち完全に理解することを意味するかぎり、人間の知性はある命題を完全に——自然そのものが理解するほど——理解し、それについて絶対的確実性——自然そのものが有するほどの——を有することになります。そのようなものは純粋な数学的科学的です。すなわち幾何学と算術です。これらのものについても神の叡智はたしかにさらに無限の命題を知っています。というのは神は全知ですから。しかし人間の知性の理解した少数のものについては、その認識の客観的確実性は神の認識のそれに等しいでしょう。」⁽³⁵⁾

人間が自然の数学的言語を確実に読み取った限りにおいては、それは創造者の知識の高みにまで達するのである。

ガリレオという独創的な読者は、自由落下体の法則や投

射体の軌道決定にみられるように、自然の数学的言語の一端を見事に読み切った。そして宇宙の構造についても、読み取ったことを基にして、面白い着想を述べている。それは『二大世界系対話(日本での通称は、天文対話)』において、「ぼくらの学士院会員 [=ガリレオ] のもう一つの驚くべき観察」として披露されている。

「ぼくらは神的な棟梁のおきてのなかにつぎのような計画があったと想像しましょう。すなわちたえず回転運動をしているのが知られている天体を世界のうちに創造し、それらの回転の中心を固定し、そこに太陽を動かないようにおき、それから今述べた天体すべてを同じ場所で作くりあげ、そこから中心に向かって落ちてゆくように運動する傾向を与え、その結果としてこれらの天体と同じ神慮の考えていたような速さの度合を得るようにするという計画です。そしてそれぞれの天体はその速さを得ると自分の円[軌道]をそれぞれのすでに与えられた速さを維持しながら回転させられたのです。そこで、これらの天体のはじめに創造された場所が太陽よりどれほど高くまたどれほど遠いか、また一体それらが全て同じ場所で創造されたかどうかということが探求されます。」⁽³⁶⁾

つまり、神は天体を或る場所で創造した後、それを自由落下させ、そこで得られた速度でコペルニクスの宇宙を創出したのである。このガリレオの想像には運動論研究の諸成果が織り込まれている。まず自由落下法則。次に「円運動は永遠に斉一的である」とするガリレオの慣性運動概念(科学史家のいう「円慣性」)。そして「円運動はこれに先立つ直線運動がなければ決して自然的には得られない」⁽³⁷⁾とする考え。ガリレオの解答の正誤は重要な問題ではない。むしろ重要なのは、神の創造すらも、現在の秩序を出現させるために、現行の自然法則に則って行われたと考えていることである。

「神意の最も忠実な実行者」である自然は、人間の独創的な読解を待つテキストである。コペルニクスからガリレオまで、それぞれの読み手に応じて、自然は様々にその相貌を現してきた。宇宙全体の美的秩序、その無限性、また、その背後に隠された数学的法則性。それはまた、読み手の神概念に相即するかたちで出現してきたのである。こうした思考パターンは科学革命の後期にも根強く見られる。研究分野のフロントが天文学から運動学・力学へ移ってきたとき、デカルトやニュートンはその科学的思索を進めるに当たって、神の誠実性・単純性・不変性あるいは神の遍在性・主権性といった神の「属性(性質)」に依拠したのであ

る。

科学革命をその前後の時代と比較して目立つことは、科学革命を担った人々が、神学にも携わったことである（その典型は、ニュートン）。おそらくこれは偶然ではない。彼らは自然の探求に神の探求を重ね合わせていたのである。そしてこれは、そのような探求が可能となる人間そのものの創造の神秘に連なっている。コペルニクスが「神によって人間理性に許された限りで……真理を探究し……」⁽³⁸⁾と述べ、ガリレオが「われわれに感覚、議論する能力、知性を与えた神」⁽³⁹⁾と語ったとき、まさにそれは遥か後代にアインシュタインが「自然界に関する永久の謎は、その理解可能性である」⁽⁴⁰⁾と言ったことに他ならない。

註

- (1) 高橋憲一訳・解説『コペルニクス・天球回転論』、みすず書房、1993。特に、Ⅲ部「解説・コペルニクスと革命」の第5章「コペルニクスの天文学：地球中心説から太陽中心説へ」を参照。
- (2) 『天球回転論』第1巻第10章（邦訳39頁）を参照。
- (3) 『天球回転論』第1巻第8章（邦訳30頁）を参照。
- (4) 『天球回転論』第1巻第10章の末尾の一文（邦訳40頁）。
- (5) 『天球回転論』第1巻第10章（邦訳39頁）を参照。
- (6) 1992年出版の拙訳では *symmetria* を「均衡」としたが、ギリシャ美術史研究の伝統を受け継ぎ、訳語としては「均斉」が適切と考えるに至った。
- (7) 『天球回転論』序文（邦訳14頁）を参照。
- (8) 『天球回転論』第1巻第9章（邦訳34頁）を参照。
- (9) 『天球回転論』第1巻第10章（邦訳40頁）を参照。
- (10) 『天球回転論』、コペルニクスの序文（邦訳16頁）を参照。
- (11) R・ホイカーズ『最初のコペルニクス体系擁護論』（高橋憲一訳）、すぐ書房、1995
- (12) レティクスのテキストについては、前掲書の97頁以下、ホイカーズの注釈については169頁以下を参照。
- (13) P.Duhem, *To Save the Phenomena*, (trans. E.Doland and C.Maschler), The University of Chicago Press, pp.95f.を参照。
- (14) S.Drake, "Copernicanism in Bruno, Kepler, and Galileo," in *Vistas in Astronomy*, 1975, vol.17 [*Copernicus: Yesterday and Today*], pp.177-190. 特に、p.180を参照。
- (15) ブルーノ『無限、宇宙および諸世界について』（清水純一訳）、岩波文庫、1982、72頁。
- (16) 前掲書、64頁。
- (17) 前掲書、83-84頁。
- (18) ケプラー『宇宙の神秘』（大槻真一郎・岸本良彦訳）、
- (19) 前掲書、80-81頁。但し、訳文を少し改めた。
- (20) 前掲書、26頁。但し、訳文を少し改めた。
- (21) Georgii Joachimi Rhetici NARRATIO PRIMA, in *Studia Copernicana XX*, 1982, p.60; E.Rosen, *Three Copernican Treatises*, 1939; 3rd ed. 1971, p.147.
- (22) 前掲書（註18）、80-81頁。
- (23) 前掲書、33頁。
- (24) 前掲書、80頁。但し、訳文を少し改めた。
- (25) 前出箇所。
- (26) 前掲書、87頁。但し、訳文を少し改めた。
- (27) たとえば、渡辺正雄「宗教時代の科学」、『岩波講座・宗教と科学2：歴史のなかの宗教と科学』、1993、177-211頁参照。
- (28) Galileo, *Le Opere di Galileo Galilei*, vols.20, ed.A. Favaro, Firenze, 1890-1909; 4a ed. 1968, vol.V, "Lettera a Madama Cristina di Lorena, Granduchessa di Toscana," p.311.
- (29) *ibid.*, p.319.
- (30) *ibid.*, pp.346f.
- (31) *ibid.*, p.330.
- (32) ガリレオ『天文対話』（上）（青木靖三訳）、岩波文庫、1959、27頁。
- (33) ガリレオ『偽金鑑識官』（山田慶児・谷泰訳）、中央公論社『世界の名著・ガリレオ』所収、308頁（訳文を一部修正）。高橋憲一『ガリレオの迷宮——自然は数学の言語で書かれているか？——』、共立出版、2006の9.1.2節（414～431頁）の議論も参照。
- (34) ケプラー、前掲書（註18）、86頁参照。
- (35) ガリレオ、前掲書（註32）、159頁。
- (36) 前掲書、50頁。
- (37) 前掲書、49頁。
- (38) コペルニクス、前掲書（註1）、12頁。
- (39) Galileo, *ibid.*(n.23), p.317.
- (40) B・グレゴリー『物理と実在：創り出された自然像』（亀淵迪訳）、丸善、1993、280頁の引用による。