

コペルニクスの転回の動因について

— J. E. Ravetz の論文から —

坂本信太郎

はじめに

私は昭和31年3月発行の早稲田商学第121号の誌上に“コペルニクスの転回”と題して、その意義とそれを論ずる彼の原理と方法について、コペルニクスの偉大な古典、“天体の回転について”（矢島祐利訳・岩波文庫・昭和28年発行）を基にして記した。そしてその原理・方法としてそこに示したものは、

- (1) 天体の実体性に基づく真の天文理論建設への意欲。
- (2) 新科学の精神。
 1. 権威を排し、事実に照らしての考察。
 2. 現象に対する正しい批判的態度。
- (3) 運動の相対性。
- (4) 自然における単純性の原理。

であった。しかしこの中からは、彼にこの革新を直接に思いつかせるにいたったのは、どのような天文学の事実と困難であったのか、どんな動機によるものだったかを明確にすることは出来なかった。従って彼の明晰さと、その辛酸を理解することは難しく、ともすれば彼の偉大さは影を潜めてしまい、単なる古代の回転説を巧みに整理し理屈づけたにすぎない再生者の姿になってしまう恐れがあったことは否めないことだった。その主著の序文に見られる数行の句にその動因らしいものを僅かに窺えるとはいえ、正に靴の裏から足を掻く感じであった。この点にふれた著書文献は非常に少ないのであるが¹⁾、1966年10月発行の

Scientific American, Volume 215, Number 4 の誌上に J. E. Ravetz 博士の論文, The Origins of the Copernican Revolution にそれを見ることが出来た。ここに革新の動因にするどく肉迫しているこの論文のあらましを紹介し、コペルニクスを改めて考えていただきたいと思うのである。同時に、科学における難しさは第1に想像力を駆使して、どこに問題があるかを見つけること、第2にその解釈にあたって伝統的な観念から脱けだすことにあるということを知っていただきたいと思うのである。

Jerome. R. Ravetz 博士は Philadelphia に生まれ、Swarthmore, Cambridge, 大学に学び Durham 大学の数学教師を経て、現在 Leeds 大学で科学史、科学哲学の研究をしている助教授であることを附記しておく。尚大方の参照の資として、コペルニクスに関する著書を最後に記しておいた。

I

古代から中世を通じて、人々を支配してきた宇宙像は、不動の地球を中心にした秩序整然たる閉じた体系だった。この限られた体系としての宇宙に代えて、無窮の世界と不動の太陽を中心に据えた宇宙を唱えたのがコペルニクスであった。この1543年のコペルニクスの革新が、人類思想史上のあらゆる変革の中で最も重大なものの一つであることは、多くの人々の一致して認めるところである。またこの変革が簡単に成立したものではなく、長期にわたる幾多の道を経てのちに成立したものであることもよく知られていることである。

そして、これが発展し、人々の中に確立するには、この考えを新科学の基礎においたガリレオやケプラー、最後にはこれが万有引力に基づく力学的世界像と同等であることを明らかにしたニュートン等の手を必要としたのである。

このような歴史的発展の中におけるニコラス・コペルニクス (Nicolaus Copernicus) は、地動説に感銘してこれを絶叫しつつ焚殺されたジョルダノ・ブルーノやこれを信奉した故に幽閉されたガリレオ、この新説に対する非難と

疑惑の渦の中に敢然とこれに基づいて惑星運動の三法則を樹立したケプラーに比べると全く保守的な人間として見える。亦地球の運動についてより早い時機に唱えられていたいろいろの思索を見い出すとき、コペルニックス自身の役割や意義は次第に後方に退いてしまい、その業績はほんの鎖の一駒、それも余り感銘的でない一駒にすぎなくなってしまうように思える。そして近代科学思想の創立期における一大立役者という当初の評価に代って、古典古代の単なる再生者、復活者にすぎないとする評価の引きおろしが近時現われはじめてきているのである。

こうした評価のゆきすぎと買いたたきという変化・動揺が生じてきたのは何故であろうか？ それは彼の著作“天球の回転について”(De Revolutionibus Orbium Coelestium)において、地球が間違いなく自軸の周りに回転しつつ太陽の周りの軌道上を公転しているものであることを、彼自身に確信せしめたものが何であったかを明確に書き記るさなかつた結果によるものと思われる。そして私達がコペルニックスが本当に成し遂げたものが何であったのかを十分に認識し得ない為に生じたといえる。事実彼の研究の中から数学的的技巧部分と通俗化している部分を取り除いて、仔細に調べてみても、そこには少しでもこの判断に役立ちそうな、はっきりした根底を見つけることは出来ない。更に彼の著書の出版に最終的に携わった気の弱い牧師アンドレアス・オジアンダー(Andreas Osiander)が、“天球の回転について”に挿入した序文の為にコペルニックスの真の意図は全くもうろうとされているのである。その序文とは、地球の自転と公転とは諸惑星の運動を簡単に記述するための数学的便宜という一箇の仮説以外の何ものでもない、という断言である。

コペルニックスが心中に抱いていた革新の動因をめぐっての不明確を若し解明し得るならば、地動説における彼と先人達との関係や彼とこの説の継承者との関係を正しく評価し得るだろう。そして近時における彼への再評価に答えることが出来ることと思うのである。

この為に今ここで為すべきことは、“プトレマイオス体系における如何なる不規則性をコペルニクスは取り除いたのであるか？”或いは“彼に真理を見い出させた驚くべき直観はどこからやってきたのか？”を尋ねることではない。このような問題の設定は何の解決を示さないばかりか全く思弁的な答をもたらすことになるだろう。“どんな現実の問題が、コペルニクスをあの新しい宇宙観を招来する研究に没頭させたのであったか？”をこそ尋ねるべきなのである。こうした問題意識を通してはじめて現存する文書の中から何か真実なものを掴み得るだろう。亦単なる思想の遊戯ではなかったあの明確で有益な革命的宇宙論を樹立するのに何故彼のような偉大な天文学者を必要としたかをも理解することが出来るであろう。コペルニクスの業績は15世紀末の時流に基礎を置いているから、その範囲において保守的であることは当然である。しかし彼は当時の人々や、彼が範としたいかなる人々よりも遙かに遠くを、そして万事をより深く見透し得ていたのである。

コペルニクスを待ちうけていた問題、そして彼が採り上げた問題は、当時の天文学を支えている土台の不合理がおのずからかもし出してきたもので、この問題を真に解決することが同時に天文学を一新せしめるようなものであった。この問題を処するに当って彼にはしっかりした方法論の原理があった。その原理のうち一番大切なものは天文学者は唯単に“現象を救済する”だけであってはならない。それ以上の事を為すべきである。即ち天の実体的構成を創設すべきであるという事であった。

ここに言う“現象を救済する”とは、観測の諸結果をうまく説明出来るように仮説模型に一時的な、間に合わせ的な繕い直しをすることに対して使用された言葉である。

II

コペルニクス (1473~1543) が活動した時機は、丁度天文学の分野に幾分

か合法的な手法が現われ始めたところであった。なかんずく天文学における基本的な論著であるプトレマイオスのアルmagest (Almagest) が13世紀に入って、ギリシヤ語からラテン語に翻訳されてヨーロッパの地に知られ始めたという状況の時だった。しかしこの理論を十分に理解して使用し得るほどの人はまだ極めて少数でしかなかった。世間一般の人々にとっては、天文学は暦や蝕の表を作る際に役立つものだという程度にしか過ぎず、亦大学に於てはといえば、数学的自然学や占星術・医療の基礎として扱われる程度以上に出ることはなかったのである。だから世間も大学もいづれもが天文学理論の一層の正しさを求めようとしなかったし、また真実な理論を創り上げるための準備を心がけるようなこともなかった。

ところで教会においては天文学の改善は大きな、しかも焦眉の問題として採り上げられていた。太陰太陽暦に基づいている教会暦は現実と合わなくなっていたのである。325年に開かれたニケア (Nicaea) の宗教会議での決定事項。即ち第1に復活祭を最初の満月或いは春分後の第1日曜日とする。第2に復活祭の日時算定基準となる春分を3月21日とする、が定められた。そして満月は19年周期によって計算することになっていた。(月が天空中を完全に1サイクル運動する時間は18・6年を要することが今日では知られている。即ち月の昇交点が一度春分点に一致し再び春分点に来るのに18・6年を要するのである。) 12世紀、13世紀頃になると春分点は3月11日か12日かのいずれかにぐらついてきていた。このことは多少天文学を知ってる人々には皆気づかれていた。そして伝統的な教会の定めるによる算定法からの毎々の満月は観測の結果と一致してないことも知られていた。従って暦算表の上での復活祭、つまり実際に祭が祝われる日は宗教会議の席上で決定し、教会が採っている復活祭とは何の関りを持たなくなっていたのである。だから“改暦”の問題は唯単に2、3世紀毎にうるう年を移動させてすませるような単純なものではなく非常に混み入った問題だったのである。

月の運動が複雑なことはよく知られていたし、太陽の運動も同じように混み入ったものとされていた。例えば一太陽年の長さが数世紀の間に変化することに見られるように。

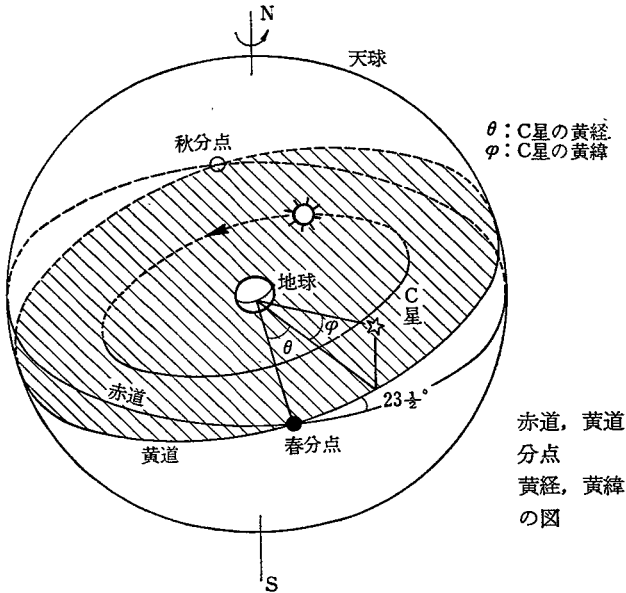
これらの諸変化についての理由も分らぬままにしておいて、改善への努力が企てられたことは大きな不幸であった。天文学者達は改暦に必基な基礎原則を確立しようとしばしば努力したが、コペルニクスが研究に着手するまでは全然何の希望も見い出せない状態であった。

改暦に際して生ずるいろいろの問題は当然観測天文学の進歩向上と密接に関係してくる。

惑星の位置の予測はすべてアルフォンソ (Alfonso) の星表によって行われていた。アルフォンソ星表はカスティールのアルフォンソ10世の為に製作され、1272年に出版されたものであるが、少々不正確であることは知られていた。しかしコペルニクス以前において、これを改良出来るような人はいなかったのである。星表を正し、天文学を向上させるには、例えば天文諸要素（惑星の黄緯・黄経・速さ等）のゆっくりした変化を調べたり、基本的諸性質や太陽軌道を推定する研究をしなければならないが、これらはしっかりした観測値なしには充分に行うことが出来ないものである。

III

天文学における時間単位のうち、大きいほうの基本単位は1年である。工合の悪いことには、この基本単位はいろいろに定義され得るし、更にこれらは相互に全く関係なく測ることが出来るのである。古代からよく知られている定義に二種類ある。一つは一太陽年である。太陽がその軌道上の特定の点（太陽軌道即ち黄道と天の赤道との交点である春分点が普通用いられる。）に回帰するに要する時間で計られるものである。他は一恒星年で、太陽が特定の恒星に回帰するまでの時間で計られるのである。この場合その特定の恒星に太陽が接近



するとき、太陽光の為に私達からは見られなくなるので、恒星年の定義は間接的にしか計ることが出来ないことになる。プトレマイオスは恒星年を使用することを避けたがそれは他の理由はともかく、間接的にしか計り得ないことが最大の理由だった。さてこの二種類の1年は異なる現象によっているので、その長さは当然異なってくるのである。

恒星の黄経（天の赤道と黄道の交点である春分点から黄道にそって測られる。）の見掛上の変化現象も亦いろいろに解釈される困難な問題であった。プトレマイオスは、1年を通して太陽が画く見掛上の軌道運動と同一の方向に黄道にそって恒星天球がゆっくりと回転する結果として生ずるのだと考えていた。つまり不動であるべき“恒星天球の運動の帰結”であった。

この現象を最初に発見したヒパルコス（Hipparchus）にとっては、天の見掛の日周運動と同一方向に分点（春分点・秋分点をあわせて分点という。）が移

動する現象であった。分点が前進する運動、即ち分点の歳差であった。

これらどちらの説においても、恒星の黄経変化の割合が太陽年の長さに影響を与えてくる。もし恒星天球が太陽軌道を伴ってゆっくり回転するならば、太陽はより早く春分点に回帰させられることになるだろう。かくして1年は恒星天球の回転速度に比例して短縮することになるだろう。

一方もし分点それ自身が動くのであれば、太陽が1周して戻ってくる時、太陽を迎へるような向きに分点が動くので、同様に1年を縮めることになる。従って1年の長さを決定する理論並びに計算は、恒星の黄経の変化に関する理論・計算とに密接に関係してくるわけである。

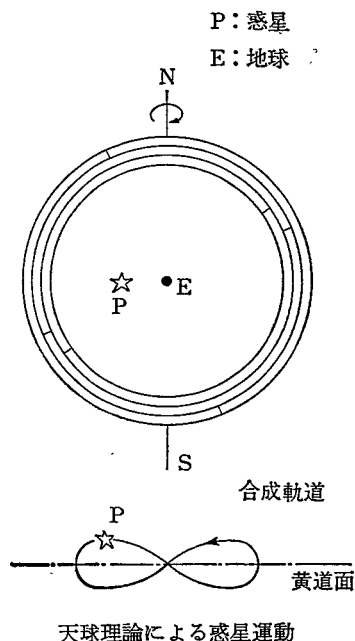
ここに述べた二つの説は決して同等同価なものではない。天空の構成に関する原理が全く異なっており、異なる宇宙観を持っているものなのである。この二説の間に見られる相違は17世紀迄は良く知られていたのであるが、天動説が決定的に放棄されてからは忘れられてきているように思える。

コペルニックスは自分の宇宙体系の正当性の根拠として、曆における諸種の問題と、これに関連してくる天の構成とを最も重要なものとしていた。こうした問題を研究する中からコペルニックスが、どのような経移で一步一步、地球の回転を自然的事実として受容していったかを、彼の初期の著作を通じて推量することにしよう。

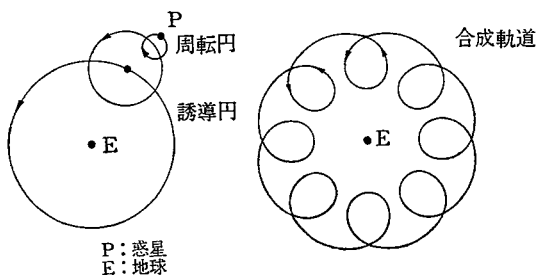
IV

コペルニックスの当時盛んに討議されていたもう一つの天文学上の問題に、今日では天体物理学部門に属している天の形、天の構造や惑星運動についての機構問題があった。そして天球理論がその主流であった。この理論はあらゆる面で複雑化し混乱してきているのは明らかであったが、それでも天球は依然として、その与えられた性質と、厳格な配位に従って一つ一つ明確に分離して並べられ、天空中に座を占めていた。天球についての伝統的な教義はアリストテ

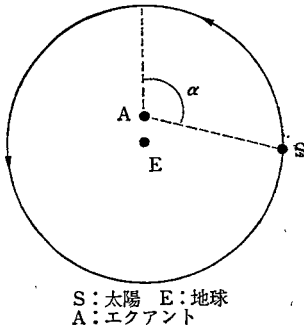
レスに由来している。各天体（太陽・月そして五惑星）に一連の同心球の体系が具っていて、各同心球はその外側の球にとりつけられている軸の周りに一様に回転する。その結果、最も内側の球（この球にその天体が附着されている。）の運動は合成されて、私達が観測するような運動が作り出されるのである。惑星においてはこの合成運動は8の字型になってくる。そして更にその惑星に特有な逆行運動が合成されてくるまで、次々とこのような様な運動が加えられてゆくのである。このやり方は論理的には妥当であるが、最も規則正しく運行する惑星の場合を除いては、定性的にさえその運行を再現することは殆んど不可能であった。



もう一つの重要な理論と方法は、アラビアを経て入ってきたプトレマイオスの“惑星についての理論” (Hypotheses of the Planets) からのものだった。各惑星は地球に対して偏心している中空の球殻を持っており、その殻の内側を惑星を乗せている小さい球がころがりながら移動してゆくものであった。惑星はこの結果エピサイクル軌跡を画き出すことになる。この構造を取り入れたアルmagest（彼の



著)での数学モデルは非常によく実際と適合し、その当時の観測者が行う精



SはEに対し季節によって不規則な速さをもつがAに対しては一定時間に画く角 α はいつでも等しいように動くのである

エクアント

度の範囲内での惑星運動を導き出すことが出来た。しかしこのアルマゲス・モデルをより一層天体運動に適合させるためにはエクアント（擬心）といわれるものが必要であった。原則上では一様な速さで動いている筈の惑星に、観測に見られるような不等速運動を、外見につくり出すためにやむをえず導入してきた苦しい技巧がエクアントであり、宇宙の中心からづれた所に位置して、この周りを等角速度で惑星が回転するとした仮想的な点なのである。このようにエクアント等の存在を持ちこまれて、つぎはぎだらけの天空が天文

学者達の前に据えられている不満足な状態であった。

これら二つの宇宙論は、共に不備だらけでありながらしかも張り合っていた。しかし天空全般の構成を考える必要がある時には、組み合わせて使用しなければならなかった。更に恒星の黄経変化を説明するために、不動であるべき“第8番目の天球”（恒星天球）に運動を止むを得ず許し、その運動を何とか創り出さねばならなかったが、これは惑星運動についての不規則性を取り除く問題以上に15、16世紀の天文学における大問題であった。

そしてこの為には余分の数々の天球を作り出さねばならず煩雑なことであった。この天球は非常にゆっくり動くとはいえ、天の位階制の中で、第一原動者（Primum mobile）の次位に置かれた。第一原動者の天球は、地球半径の約1万倍の距りにある非常に大きな球で、24時間で地球を1周するのである。

恒星天球より下位の方に存在する天球についても、あらゆることは簡単にはゆかなかった。火星（Mars）・木星（Jupiter）や土星（Saturn）の外惑星は太陽より上位（遠方）に位置した。月は太陽より下方にあることは勿論であるが、

水星 (Venus) や金星 (Mercury) はどこに位置せしめたらよいのか？ これらを太陽のすぐ下位に位置させれば、月と太陽の間の広大な空間を満すのには都合がよいが、そうすると実測の運動に合致させるために、水星に巨大なエキサイクル (周転円) を与えねばならなくなる。亦金星・水星の太陽面通過という現象が起ることになり、観測される筈であるがいまだ誰も観てはいない。亦、古代から水星、金星の軌道は太陽を中心にしていないと言われていたが、そうすると水星、金星は他の惑星と調和のない変則的なものになってしまう。

其の他の事も相俟って、このような難問や困難は体系を複雑なものにしたので、コペルニクスがこの状態を指して“怪物”とか“体系の混乱”と言うに充分であった。けれどもコペルニクスは、よりうまく実際に合致出来るようにと愈々複雑化されてゆくアルマゲストの数学モデルに対して直接的な非難をあげているのではない。この数学モデルが錯雑さの上にたって精妙さを加えていったのはコペルニクスの死後しばらくしてからのことだったのだから。宇宙構造について生じてきたこれらの問題を考えることが、宇宙の中心に自転する地球という初期の体系から、完全な太陽中心の体系にコペルニクスの信念を導いたのである。

V

青年時代、コペルニクスはクラカウの Jagiellonian 大学 (1966年創立 6百年祭が祝われた。) に学んだ。この大学はヨーロッパにおける進歩的な大学の一つで、多数の外国人留学生が学んでいた。亦イタリアの人文主義者達とも密接な関係を持っていた。更に天文学では非常に活潑な、中心的役割を持った大学であった。それだけに天文学上のすべての問題がここで討議されていた。コペルニクスは、規定の全教科過程を直ちに学び了え、大学が与え得るものはすべて身につけてしまった。しかしながらアルマゲストについては、当時ま

だ印刷された教本もなかったし、広く伝えられてさえいなかったので、全然親しみ通ずることは出来なかった。事実ゲオルグ・プールバッハ (Georg Peurbach) やヨハン・ミュラー (Johann Müller; またの名をレギオモンタヌスという。) が作成したアルマゲスト摘要 (Epitome in Almagestum) (ミュラーの死後写本が残された。) できえクラカウでは入手することは不可能な状態だった。だからコペルニックスは1497年にこの摘要が印刷出版されるまで知らなかった。このことはコペルニックスが最初の研究を何時頃始めたのかを知るのに有力な物的根拠となる。コペルニックスの宇宙論の最初の草案である“コンメンタリオルス” (概要・Commentariolus; これは印刷されなかった。) には摘要を知っていた根拠は見られない。コンメンタリオルスでの星表はすべてアルフォンソ表から採用されているが、この観測数値は摘要に使用されているものよりも精密さと正確さにおいて劣っている。従ってコペルニックスがクラカウ滞在中にあの深遠な革新的理論を思いつき仕上げたのだと十分な確信をもって言えそうである。この時機こそが以後その完成に生涯をかけた青年の偉大な、天才的な第一歩だったのである。

コンメンタリオルスの冒頭でコペルニックスは恒星の黄経変化の問題と1年の定義とを論じている。先づ太陽年の長さについてのいろいろな概算値を再検討することから始め、次いコペルニックス自身の観測した一恒星年の長さについて分ったことを記している。そして彼が観測した長さは古代エジプトでの観測値と全く同一であることを発表している。この発表に含まれている明白な意味は、一恒星年の長さは常に一定不変であるということなのである。これはコペルニックス理論成立過程の推測に当って先づ第1に採り上げなければならない重要な事実である。明らかに天文学の真の時間基準は、変動する一太陽年ではなく一定不変の一恒星年にとるべきである。さて、これを基準尺度として選ぶとしても、恒星の黄経に見られる不規則な変化はどのように理解したらよいのであろうか？ 若しプトレマイオスの言うように太陽軌道の属する天球に

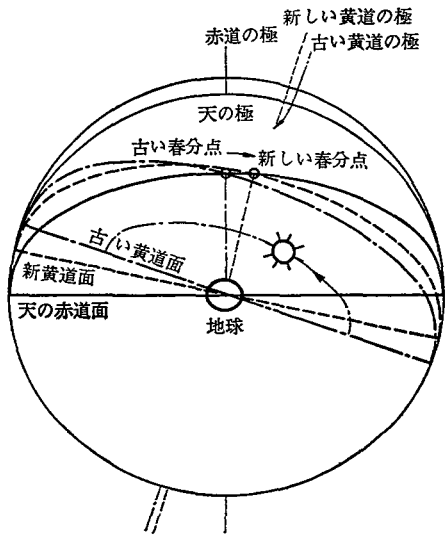
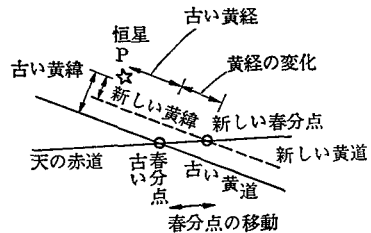
引きずられて、恒星天球が不規則に動く結果とするならば、時間の基本尺度（一恒星年）も同時に不規則運動する軌道に伴って変化することになる。このことは全くつちつまとの合わないことである。コペルニックスが時間について“測定の結果と測定されるものとは相互交換的である”といっているように、測定される恒星が不規則に動けば、恒星年も不規則に動揺する筈である。しかし恒星年は一定不変である。だから恒星天球が持ちうる運動は日周運動のみであって、恒星黄経の変化は分点の移動で説明されなければならないことになる。この極めて重要な問題をコペルニックスは初期の研究の中で可成り詳細に論じている。

分点の移動を生起させるのに、二つの簡単な方法がある。一つの方法は、天の赤道面が固定されていて黄道面が移動する場合である。

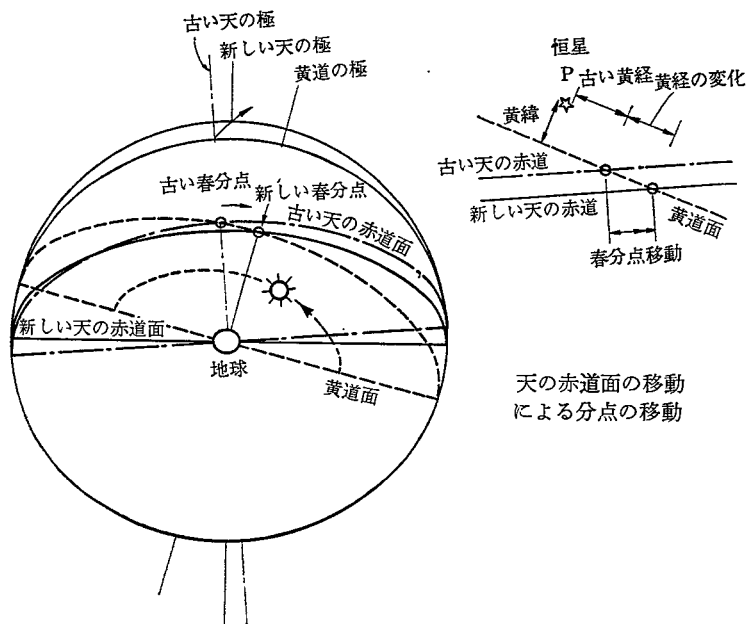
もう一つは丁度これとは逆の関係が生ずる場合、つまり黄道面が固定されていて赤道面が移動する場合である。第1の場合、もし黄道がその面内で回転するだけであるならば、赤道との交点である分点は勿論一定の点に停る。

このうちのどちらを採択すべきかはコペルニックスにとってもう明らかかなことであっただろう。

最初の可能性では、黄道面の運動が恒星の黄緯（黄道面から測った高度）に非常に大きな変化をひきおこ



黄道面の移動による分点の変化



天の赤道面の移動
による分点の移動

すことになるのをコペルニクスはすぐに理解したと思われる。亦事実そのような変化は全然現われていないのであるから、そこでコペルニクスは移動すべきは天の赤道でなければならないと結論せざるを得なかったであろう。もし天の赤道が移動する（勿論その面内での移動ではない。）とするならば、そのときは同様に天の赤道の極も移動しなければならない。地球が不動であるとする体系から言えば、この天の赤道の極は天の日周運動の極でもある。従ってこの場合分点の移動は天の極が数世紀の期間に、その高度や方位に可成り目立った変化をひき起すようになってくる。天の回転の中心が地球の北極の真上の点からゆっくりと位置を変えることになるのである。この様な変化は、もし生じているのならば観測され記録されてきてる筈だが、全然何もなされてきていないのであった。

この問題について私達は前述のようにあれこれ推測してきたが、もしコペルニクス自身、実際にこのように辿ってきたとすれば、彼は古代宇宙論と新宇宙論の分岐点に、今やここにおいて立つにいたったのである。分点の歳差運動について矛盾が生ずるからといって、これを棄て去ることは出来ない。何故ならそうすることは天文学を合理的科学たらしめようとする望みを彼に放棄させることになるからである。当面した矛盾をどのように打開したらよいであろうか？ コペルニクスにとっては地上の観測者に対しては天の極を固定しておいて、天の赤道が天球に沿って移動する方法を採ることが必要だった。つまり観測される天の極〔観測した天空の日周運動の軸であって、或る特定の恒星の日周運動の軸（天の極に一致するかも知れない。）ではない。〕は、自・転・する地球上の観測者に固定されていて、その代りに地球の日周運動軸がゆっくりその方位を変えるのである。そしてそれにつれて天の赤道（地球の赤道を外に向って投影したもの。）が移動するのだ。かくして分点の移動が矛盾なく導出されるという見事な創像がひらめいたのである。宿願は解決に向ったのである。だからゆっくり傾いてゆく軸の周りに地球が回転することは、天文学を理路整然とした科学に据えつける為に必要にして十分な論拠であったのだ。地球の自転はコペルニクスにとって単に仮説的な或いは思弁的なものではなく、自然的世界の必然的な事実だったのである。

地球の自転を考えたのは確かにコペルニクスが唯一人ではなかった。解決に接近し得たにも拘らず途中で希望を失い、混乱し、そして放棄してしまった人々が、同時代の天文学者の中にも亦古い時代の中にも存在していたことを示す文書や証拠がある。当時の科学者の周辺には、この問題の研究につきまとうわなや迷路、危険が数多く散在していた。このことが唯一人の名工、コペルニクスにのみ理路整然とした解決への路を独自に進ませたのだった。

天文学の歴史の殆んどの研究家達はコペルニクス体系とプトレマイオス体系とは観測という立場からは同価であって何れが真であるとは言えないとして

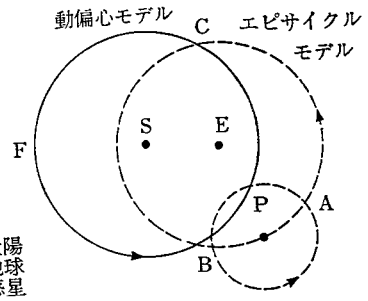
いる。従って地球からの観測諸結果が地球の回転という結論を引き出せる筈がないと考えるかも知れない。もっとも極く短期間内での惑星運動についてならばその数学モデルは同価である。つまりこの場合は平面内における回転ベクトルの合成であって“Commutate”即ち交換可能な場合なのだから。しかしここで取扱っている現象は既に見たように交換可能ではない球の回転を用いて論じられているのである。

VI

自転する地球を基礎にコペルニックスは宇宙構造問題に新しい視点から接近することが出来た。コンメンタリオルス序文の一節には彼がこの新しい着想を抱いたとはいえ、新宇宙論が仲々意に満たず苦心したことが記されている。がしかし、“天球の回転について”にいたると、その第1巻第10章の中に完璧な太陽中心理論構築への着々とした見事な議論が出現するのである。

この議論は、天の構造の諸問題（特に水星と金星の天空での位置）は一般に容認されている地球中心の天動説の枠によってはどんなに努力しても、合理的構造は創れないで支離滅裂になってしまうだけであるという彼の意見の説明で始まるのである。そして既に知れわたっている見解、水星・金星は太陽を中心とした軌道を持っているが採り上げられ、更に進んで外惑星（火星、木星、土星）の考察が行われる。外惑星は明るさを変えることが分っているから、これらも亦太陽を周る軌道にあると考えても差支えないと論ずる。そしていうまでもなく軌道半径は太陽と地球の間の距離よりも大である。内惑星に関しては新理論になっても軌道の数学的モデルは實際上何の相違も生じないが、外惑星については周転円のモデル（epicycle model；大きくてゆっくり回転する動径上に、それより小さくて速くまわる動径が乗っている機構）は、動偏心モデル（movable eccentric model；速く回転する小さい円に中心を持ち、それと逆向きにゆっくり回転する大きな動径の機構）に置き換えられねばならない。この二

つのモデルを単純化して書き表わしたものは数学的に同等であることは古くから既に分っていることだった。其の後になってティコ・ブラーエが創り出した妥協的な宇宙像（太陽は地球の周りを回り、他の諸惑星は太陽を回る。）は正にこの仕掛に基づいたものだった。



た。この点だけを見ればコペルニクスモデルはティコのモデルと同等であるとしても、コペルニクスの場合は、ティコの系ではあいまいにされているすべての惑星軌道に共通した特徴を発見しているのだ。つまりコペルニクスがこの段階で心に画いていた体系では、諸惑星の軌道は皆地球に中心を置いていて太陽と共に回転しているのである。そして水星軌道の半径は第2番目のもので、これは速く回転する。続く金星の半径は少し遅く、そして火星に対しては一層ゆっくり回転する半径を、という工合に外側の惑星になるにつれ順次遅くなってゆき、遂に不動の恒星球にまでいたるのである。（日周運動並びにゆっくりと移動するこれら惑星の見掛上の運動は、今や地球の公転と自転の結果に他ならないのである。）惑星の距離と速さについてのこうした配列は、ユークリッドの発見とされている惑星の原理によく適合していた。（現在では惑星の距離と速さの関係はケプラーの第三法則というよりの確かな法則に依っている。）こんなびったりと良く合う体系は他には無かったので、宇宙を論ずる際このモデルは揺がし得ない事実として歓迎され取扱われたことだろうと思う。

こうしたモデルを考える際はいつでも太陽軌道が基準となった。コペルニクスも亦恐らく太陽軌道を特別視し、特殊の位置を与へたと思われる。しかし其の後のコペルニクスの太陽中心理論になると反転して、太陽を回る地球軌道に“偉大な円”という、異例の特権的称号が与えられ、特別扱いをするのである。この反転の理由は正にこの点に、即ち太陽軌道を特別視する処にあった

のかも知れない。亦反転への追究の中から、惑星が太陽を中心に回るならエカントは不要になってしまうとしてプトレマイオスのエカントを取り除く動機も出てきたのかも知れない。理論構成の最終段階に現われてきた障害も構造問題につながるものであったと思われる。“天球の回転”のこの部分で、コペルニックスは金星と火星の間に存在する大きな空間—この空隙は埋められねばならない。しかも地球一月の体系でもって—に注意を向けるのである。私達がここに想像したような、準太陽中心体系にたどりついたコペルニックスは、この空隙を月を伴った安定した地球で埋めたのだった。

ここにおいて地球に公転運動を与えることが、ここまで創り上げてきた自身の体系を理論的にすっきりとさせるに違いないという直観がコペルニックスにひらめいたのかも知れない。或いは亦遠くなるほど速さが減ずるといふ古代からの原理がそのなすべき方向を指示したのかも知れない。そのいづれにせよこの完成途上の体系の中で、惑星の平均速度の減少が調和的な一列を示していることが太陽の周りの年周運動に結実していったのである。そうなると金星と火星の間に不動な地球が存在することになる。

このことは明らかに異常といわねばならない。従って、地球は、金星が9ヶ月、火星が2年という公転周期の中間に入る或る公転周期を持たねばならない。

選ばれるべき周期は？ いうまでもない。1年こそがそれである。地球の公転周期が1年であることは、太陽が静止していることを意味する。そして一挙に諸惑星の年周運動は解決され、調和が完成されるのである。もしこのような手順による推測が地球の自転、公転にコペルニックスを引っぱっていったとすれば、彼は亦太陽中心説から導き出される無数の利点を既座に見出しに相違ない。

この体系こそが自然の真実を示すものであるとするコペルニックスの確信は愈々不動のものとなり、彼の一生の仕事は完成されたのだった。

VII

コペルニックスは彼自身の手になる観測値の記録が非常に少いことから、一般には観測天文家としては認められていない。しかし新体系を創り上げるのに必要な最小限の観測はやっていた。亦太陽の位置を測定する為の器械の考案もしている。彼が実施した惑星の観測結果は先人達が見逃してしまっていた不規則性を十分に明かにすることが出来るものだった。

正しい天文学体系を創り出す辛酸は発見の為の偉大な努力とは全然違うものである。彼の“天球の回転について”は、アルマゲストと同じように世界についての思想体系だった。

そして完全で整然とした体系であった。しかも天文観測の実測値でいちいち裏付されている宇宙仮説から論理的に創り出された体系であり、現象を予知し演繹し得る数学モデルに基づいたものだった。

私達は宇宙論の改革が“天文学中興の祖”とか“現代の-ptolemy”と呼ばれて、尊敬されている人のがっちりした手を煩わせねばならなかった姿を見てきた。もし太陽中心の宇宙論が単に形而上な思弁にすぎないものであったなら、彼もその宇宙論も観測天文学や基本天文学の研究から忘れられてしまったであろう。この課題を見事に押し進め得るのは、そこらに居るような単なる科学の技能者や科学の職人ではなくて、それ以上の人、真の科学者でなければならなかった。この課題のためには科学の基礎そのものを作り変えることが出来るような人物を必要としたのだった。

この問題の研究の中で彼は形而上的な言い回しを使用しなければならなかったが、それらは無益な太陽崇拜とか円の秘密といった意味は持っていなかった。天文学者達が単に“現象を救済する”以上のことを行う為持つべきは信念であった。即ち神の創造物の中に見られる合理性と調和性を説くべき信念であった。

このような天文学者がニコラス・コペルニックスその人であった。彼の手の
中から単なる古代天文学の再生ではない新しい世界の誕生がおとずれたのであ
った。 (1970. 5. 7)

参照文献

- コペルニックス, 天体の回転について 矢島祐利訳 岩波文庫
 A・アーミティジ, 太陽よ, 汝は動かさず 奥住喜重訳 岩波新書
 I・B・コーエン 近代物理学の誕生 吉本市訳 河出書房
 ダンネマン 大自然科学史 1, 2, 3巻 加藤, 安田訳 三省堂
 バナール 歴史における科学 第2巻 鎮目・長野訳 すずさ書房
 島村福太郎 科学史大系 第7巻 天文学史 中教出版
 近藤洋逸 科学思想史 青木書店
 広瀬秀雄 コペルニックス 牧書房
 ギリスピー 科学思想の歴史 島尾・永康訳 みすず書房
 A・C・クロムビー 中世から近代への科学史(下巻) 渡辺・青木訳 コロナ社
 Thomass s. Kuhn, The Copernican Revolution, Harvard U. Press 1957
 Edward Rorn, Three Copernican Treatises, Dover Publications. 1959
 (この著書は何故地動説をとるにいたったかを詳しく記してあると言われているもの
 だが, 残念乍ら私の手許にはまだ無い。)