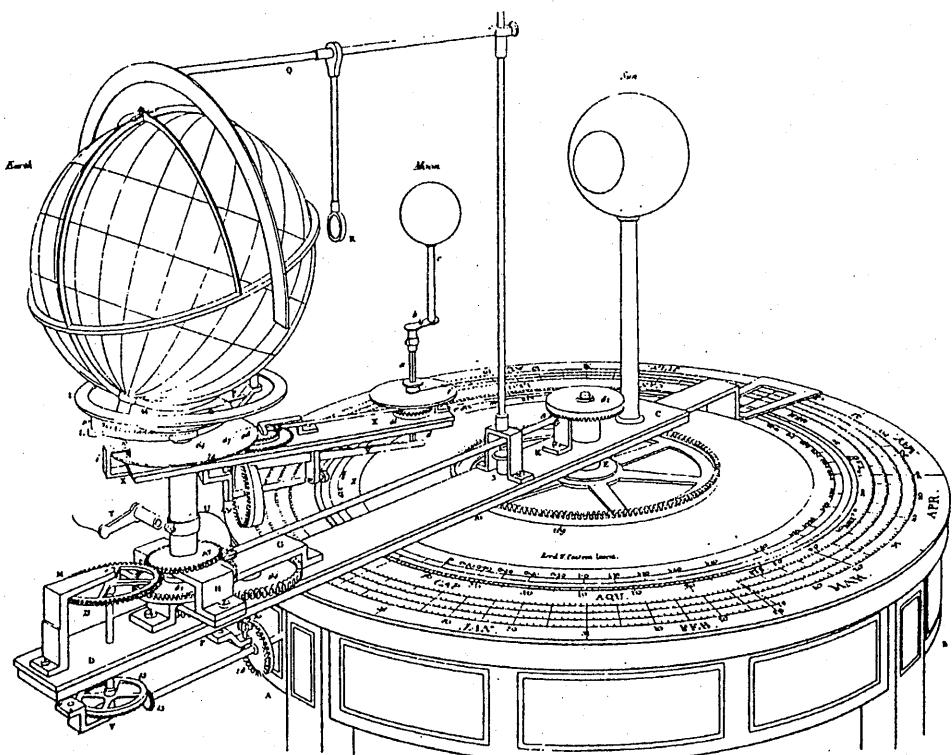


プラネタリウムのうまれと育ち

山田卓



W.パーソンズのオーラリイ。"Cycl opedi a vol. 27"より。

プラネタリウムの生まれと育ち

山 田 卓

●あした晴れますか？

第二次世界大戦以前、日本の大型プラネタリウムは、大阪と東京にしかなかった。東京のそれは空襲で姿を消してしまったが、戦後、1957年に新しく東京に導入され、1960年に明石、1962年の名古屋と続いた。その頃の日本では、プラネタリウムがまだ珍しい存在だった。

一般市民のなかには、丸いドームの中にあるプラネタリウムを、天文台の観測機器と勘違いする人もいて、解説の後、「雨が降っても星が観測できるんですか」とか、「やっぱり明日は晴れますか？」というようなトンチンカンな質問がでることすらあった。全国に大小300近くのプラネタリウムが設置されたこの頃では、とうてい考えられないことだ。

もちろん、周知のごとく、プラネタリウムは観測用機器ではなく、スクリーンに星を投影するライドプロジェクターの一種である。

プラネタリウムは、天文教育用機器としてもっとも有用で、数多くの機能を合わせ持っている。なかでも素晴らしいのは、天球にみたてた丸天井をスクリーンに、まるで本物の夜空と錯覚するほどの、見事な星空を再現して見せることだ。プラネタリウムという動くプロジェクターは、丸い地球上のどの緯度で仰ぐ星空でも、過去、現在、未来、いつの星空でも見られるし、地球の自転による星空の日周運動はもちろん、公転や歳差による変化も、そして、太陽の年周運動や、月の公転によるみかけの動きや形の変化も、そしてさらに、惑星のみかけの運動だって、時間を短縮して自由自在に見られる。プラネタリウムが持つもっともプラネタリウムらしい機能は、このたいへん複雑で分かりにくい惑星運動が簡単に見られることだろう。

そもそも、プラネタリウム Planetarium という名称は、プラネット Planet、つまり、惑星のしくみを見せる機械という意味を持っていて、直訳すれば、“惑星運行儀”か“惑星儀”ということになる。

天球儀を内側から見るために、丸天井に星空を投影するという現代プラネタリウムのアイディアは、ドイツで生まれた。その生みの親ドイツでも、この機械の命名にはてこずったようだ。例えば、“恒星儀”とか“星空儀？”という意味で、“ステラリウム Stellarium”といった案もあったが、ただ星空を投影するだけでなく、複雑な星の運行を表現する、もっと高度な天体運行儀というイメージを強調したいということで、“プラネタリウム Planetarium”におちついたという。

天球上の動かない星の位置を示した“天球儀”と、学校の理科室などに見られる三球儀のようなくみで太陽系の星々の動きを表現する“惑星儀”は、どちらもかなり古くからあったが、それぞれが別のルートで発達した。近代プラネタリウムはこの両者をドッキングさせたものだ。さらに近年のプラネタリウムは、各種の付属投影機が多く付け加えられ、地球から見られるあらゆる天体现象が表現できる“万能天体现象投影機”といえるものになった。いや、それどころか、地球以外の星や宇宙空間から見た星空まで表現できるようになった。

日本では“天象儀”と意訳され、日本初のプラネタリウムが設置された大阪市電気科学館のプラネタリウムホールは“天象館”と呼ばれた。惑星儀という直訳に比べて、天象儀は、この機械の能力をかなりうまく表現しているように思う。

●丸い宇宙が天球儀になった

人間は古くから、自分たちの住む宇宙の模型づくりに挑戦してきた。あの広大な星空を、狭い室内に閉じ込めようというとてつもない計画は、プラネタリウムが完成して一応の成功をみたわけだが、こういった試みは今に始まったわけではない。

宇宙は、常に人間の知的好奇心をくすぐり続けてきた。人は、宇宙のしくみを不思議に思い、問いかけ、その解明を試みた。紀元前2000年頃、エジプト人は宇宙を四角い箱の中に閉じ込めようとした。宇宙観は、民族によってさまざまだったが、しだいにまとまって、ギリシャ時代には、地球を中心とした巨大な球であると考えられるようになった。星空が丸天井に見え、月食時に地球の丸い影を見た経験もあって、中心に静止した丸い地球と、その外側に、一日に一回転する天球があるという天地二球宇宙観が確立したのだろう。宇宙観の変遷と共に、その機構の視覚的、あるいは教育的な模型づくりの変遷を見ることもできる。おそらく、タレス Thales (640~546 B.C.) や、アナクシマンドロス Anaximandros (611~547 B.C.) 等によって、初めての天球儀がつくられ、その表面には星空が描かれたに違いない。

ギリシャの詩人アラース Aratus (315~240 B.C.) は、その 100 年ほど前の天文学者エウドクソス Eudoxos (408~355 B.C.) の天文学書をベースに、天文詩ファイノメナ Phainomena (270 B.C.) をまとめた。この中に、現在の星座の原形となるいくつかが登場するのだが、それらは星座絵とともに、当時の天球儀の表面に描かれたはずだ。アラース自身が天球儀をつくったかどうかは定かでないが、アラースの星座を描いた天球儀は多くつくられた。天の赤道、黄道なども描かれ、木製、青銅、石こう、大理石など、素材もいろいろで、現存するものもいくつかある。有名なファルネーゼ Farnese の天球儀(1世紀、大理石、直径 26 インチ)もその一つだが、神話に基づいて巨人アトラスの肩にかつがれている。

● プトレマイオスの動く天球儀

アラースの天球儀は星空の動きを見ることができない。動く天球儀は、2世紀のギリシャの天文学者プトレマイオス Ptolemaeus(トレミー Ptolemy)によるものがある。

現物が残っているわけではないが、著書メガレ・シンタクシス Megale Syntaxis tes Astronomias (アルマゲスト Almagest) の、第八巻・第三章の“天球儀の構造”に詳しく記述されている。それはかなり精巧なすぐれたものであったと思われる。

プトレマイオスの天球儀の表面は、薄暗い夜の色が塗られ、黄色あるいは光度によって選ばれた色で星が描かれている。その天球は、二つの円環をとりつけ、内環は黄道の極に軸があって、天球とつながっている。したがって、この軸を中心に天球を回転させることで歳差運動が表現される。内環と天球がぴったり接しているので、回転させるとき、クランプを緩めたり締めたりする必要がなく、フリーストップになっている。内環と外環は極軸でつながっていて、この軸を中心に回転させることで、天球の日周運動をみることができる。外環(子午環)は、地平線をあらわす地平環の南北にある凹みにはめこまれている。外環をレールのようにすべらせて、世界中のどの緯度で見る星空でも表現できるというわけだ。

日周運動、歳差運動、そして緯度変換を可能にしたプトレマイオスの天球儀は、すでに現代プラネタリウムの基本機能を備えていたといえる。

この天球儀には赤経、赤緯の目盛りがない。それは歳差運動によって分至点が変わってしまうからだ。もっとも、それでは星の位置が決められないので、黄道とシリウスを通る黄経線だけが描かれている。

●アルキメデスの天体運行儀

天球儀の欠点は、天球を外側から見ることになるので、星の配置が裏返しになってしまふこと、そしてもう一つ、みかけの位置が変化する太陽、月、惑星の動きが見られないことだ。

実は、紀元前3世紀に、この問題に挑んだ天球儀がつくられたらしい。有名な数学者 アルキメデス Archimedes (287~212 B.C.)によるものである。王冠を水に沈めて比重を計ったり、複滑車を使って大きな船を一人で吊り上げたり、アイディアマンのアルキメデスが考へた天球儀がどんなものであったかは、とても興味があるところだが、残念ながら、現物が残されていないので詳細を知ることができない。

ローマの詩人キケロ Cicero(43 B.C.没)が書き残した記録が、それを知る唯一の手掛かりとなっている。

アルキメデスの天球儀は、大きな中空の金属ボール(透かし細工)で、内側が見えるようになっていて、少なくとも黄道星座は着色して描かれていたらしい。

地球は中心から少し外れたところにあり、その周りを月と太陽と五つの惑星が、真ちゅうの車輪の回転によって、それぞれ違うスピードで回る。輝く太陽は、毎日少しづつ、角度で区切られた黄道を移動し、月は当然太陽や惑星より速く回り、太陽との重なりで日食を表現することもできた。日食はこの天球儀の呼び物の一つだったというから、おそらく、月の軌道は別の傾きをもった長円板によってコントロールされ、毎月必ず日食と月食が起きてしまうことをさける工夫があったのだろう。キケロはアルキメデスのこういった計算機的能力を驚異的と表している。

アルキメデスの天球儀は、教育器具としてだけでなく、太陽や、月、惑星のある限られた位置の計算にも、そして、当時の人々のもっとも大きな関心事であった星占いにも使われたのだろう。

もう一つの驚異はその駆動装置だ。てこ、滑車、斜面、車輪、歯車などをフルに使い、水の流れや落下の力を動力源に、アルキメデスらしいオート機構が盛り込まれていたに違いない。ローマの皇帝マルケルスが、シラクサを攻略したとき、アルキメデスは不幸にも一兵士に殺された。問題の天球儀はローマにもち去られたらしいが、以後、この世から姿を消してしまった。

彼の死後、同じようなものがいくつも製作されたが、いずれもオリジナルには遠く及ばなかったようだ。1901年、ギリシャのアンティキセラ Antikytheraという小島の沖で沈没船が見付かった。その中から、そういったものの一部と考えられる部品が発見された。それは 83 B.C.頃製作され、ブロンズの歯車を使った精巧な天文時計だったらしいということ以外、詳しいことはよくわからない。アルキメデスの貴重なオリジナルが失われたことは、かえすがえすも残念である。

ローマの皇帝ネロは、ローマ大火のあと、ゴールデンハウスと呼ばれる古代ローマ建築らしくない建物をつくらせた。そしてその中の居間の一つが、夜と昼を交互に見られる不思議な部屋だったという。おそらく、アルキメデスのアイディアが生かされて、星座が描かれた天井が回ったのだろう。天球儀の中から天球を見るという近代プラネタリウムの原形がこんなところに見られるのは驚きである。

●各種天文時計の発達

ギリシャ時代は、アルキメデスやプトレマイオスの天球儀など、近代プラネタリウムにつながる数多くのアイディアが生まれた。しかし、ローマ時代以後、ヨーロッパの天文学は暗黒時代をむかえ、宇宙観が凍結されたため、それを模型にして表現しようという天球儀にも、格別の進歩が見られなくなった。

一方、星占いは盛んで、星空の中の太陽、月、惑星たちの動きを知るための、天象時計とか、月・惑星時計、あるいは太陽系運行儀といった、各種の天文時計の開発に力が注がれた。

機械時計の技術の進歩は、そのまま天文時計の進歩につながった。多くの優秀な時計技術者と共に、天文学者や物理学者たちが、何らかの形で製作にかかり、その発達に貢献した。そして、暗黒時代に光がさしこみはじめた16世紀以後、コペルニクスの天動説の出現、ガリレオの振り子の等時性の発見、そして、近代時計の父、オランダのホイヘンスの振り子時計の発明などがあって、さらに高度な天文時計の開発をうながすことになった。

1678年、ホイヘンス Huygens の友人だったフランスのレーマー Roemer は、円錐形の歯車と多くの歯車を組み合わせて、正確な計算のもとで各惑星の動きを見せる天文時計をつくった。それは経度で分割された黄道が天井に描かれ、それぞれの惑星が太陽を中心に回り、地球から重りがぶら下がっていて、見学者は、地球から見た惑星のみかけの位置を知ることができるというものだ。

これをフランスの科学アカデミーで見せたとき、メンバーたちは、惑星の位置計算の手間がかなり省略できることに、大いに興味を持ったという。

レーマーは、別に土星儀や、木星儀もつくっている。惑星とその周りを回る衛星の動きを見せるものだ。彼は、木星の衛星の食の周期と、地球と木星の距離の変化から、光の速度を導き出したことで有名だが、彼の発見の原理は、この木星儀を動かして解説したという。残念だが、これらも現在残っていない。

18世紀の初め、イギリスではジョージ・グラハム George Graham が、叔父トマス・トムピオンと共にかなり精巧な天文時計をつくった。そしてさらに、1712年、ジョン・ロウレイ John Rowley は、オーラリイの大守チャールス・ボイルのために、それを改良した新型をつくった。リチャード・スティール卿はこの天文時計をオーラリイ Orrery と命名したが、以後、この種の天文時計はすべてオーラリイと呼ばれるようになった。ジョン・ロウレイは、プトレマイオス式(天動説)のオーラリイと、コペルニクス式(地動説)のオーラリイの両方をつくっている。

1770年、アメリカのデビット・リッテンハウス David Rittenhouse は、惑星の長円軌道をとり入れた高精度オーラリイをつくった。1813年には、イギリスのウイリアム・ピエールソン William Pearson が、天王星までの七つの惑星と、それぞれの衛星たちの運動、そしてさらに、セレス、ベスタ、ジュノー、パラスの四つの小惑星たちの運動まで加えている。

オーラリイ Orrery は、いうなれば理科室にある三球儀のようなものだが、いくつかの惑星運動に小惑星や衛星の運動も加えて、かなり複雑な機構を持ったものがつくられるようになった。オーラリイは、この種の太陽系運行儀の総称として使われた。

●天井に上ったオーラリイ

オランダの北部にフランケル Franker という小さな町がある。その町の小さなレンガ造りの建物の中に、風変わりなオーラリイがある。1781年に、アイゼ・アイシンガ Eise Eisinga という青年がつくったのだが、このオーラリイは彼の居間兼寝室の天井につくられている。

中心に太陽があって、六つの惑星がそれぞれ中心を外して回るのだが、それらの軌道は、正しい間隔で溝がきってあり、金属板で補強されている。惑星をあらわす金属ボールが、溝にそって動くのだ。

外側に12分割された黄道星座が描かれ、地球と太陽から金属ボールがぶらさがっている。見学者は、地球ボールの下に立って、地球から見た惑星や太陽がどの星座に見えるかを知ることができるのだ。

このアイディアは、彼の相談を受けたヘンドリック教授の助言によるものだといわれるが、すでに70年ほど前、レーマーが同じ方式を使っているので、おそらくその情報が伝えられたのだろう。惑星システムの他にも、天井の周辺や壁に、各種の天文時計がある。その中に、月の出、月の入りの時刻や、黄道と白道の交点の移動が分かるもの、一日に3分56秒ずつ太陽より早く回る星の日周運動が見られるものなどもある。

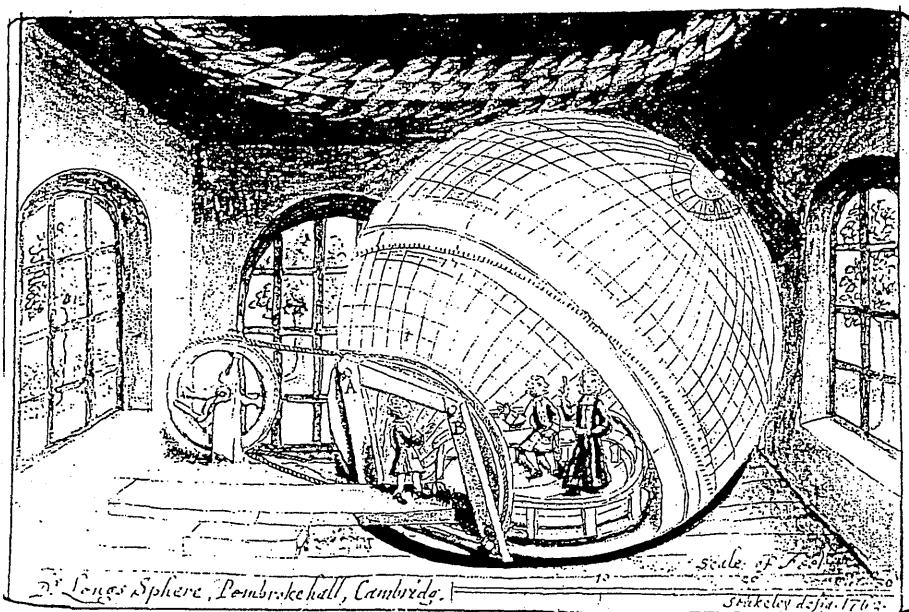
駆動装置は天井裏におさめられているが、動力源はおもりが使われた。大きなおもりが少しずつ下がることで、時計の振子を動かすしくみだ。力を各部に伝えるのは、なんと手作りの木製歯車が使われている。この運転時計は、必要があれば、簡単にオート運転から手動運転に切り替えられ、もっと速く回したり、未来を見たり、過去にさかのぼるなど自由自在である。

この部屋の片隅に、収納式のベッドがある。彼は、毎夜このベッドで、天井の宇宙ショウを楽しみながら眠りについたのだろう。

このみごとなマシンの評判は、たちまち国中に伝わり、多くの見学者が訪れ、はからずも彼の小さな家は、小さな科学館として親しまれることになってしまった。戦後、1882年、オランダ政府はアイシンガのオーラリイを公式に買い上げ、広く公開することにした。そして、彼の家族たちには1922年までそこに住むことを許可したという。

レーマーのオーラリイと、アイシンガのそれは、たいへんよく似ているが、レーマーは、このマシンを観測のための計算機、あるいは実験用機器として製作したのに対して、アイシンガは天文教育機器として製作した点は大いに違う。後者は、近代プラネタリウムの製作意図により近付いたものだといえる。

この方式は、その後ドイツでさらに精度の高いものに改良された。



R. ロングの天球儀。1762年。

●内側から見た天球儀

天球儀はいかに優れた機能をもっていても、外側から見る限り、我々が見上げる星空とは、文字通り裏と表ほどの違いがあるわけだ。

天球儀を内側から見るという試みは、すでに、ローマの皇帝ネロ Nero がつくらせたゴールデンハウスに見られる。

1664年、ドイツで、内側から見られるドームタイプの巨大天球儀がつくられた。

ホルスタイン＝ゴットルプの大守フレデリック Duke Frederick が、アダム・オレアリウスに設計を依頼し、アンドレアス・ブッシュによって製作されたというものが、直径10フィート（約3m）、重さ3トンの天球は、地軸と平行に傾けた軸にとりつけ、水力で回転させた。これはゴットルプ Gottorp の公園に設置して公開されたという。

外側は、地図が描かれ地球儀になっていて、周りに見学者が歩けるように回廊がつくられた。南側に小さな扉があって、中に入ると、中央に12人の見学者が収容できる台が軸から吊り下げられている。見学者たちは、水平線の位置で椅子つきの円形テーブルの前で、内側に描かれた星空が太陽や月を伴って回る様子を楽しんだのだろう。

このゴットルプ天球儀が、たいへん気にいったロシアのピョトル大帝は、1715年にこれを譲り受け、ペテルスブルグ Petersburg に移転させた。なんと、漂流してロシヤについた日本の漁師たちが、拘留中（1794～1804）に、ペテルスブルグに連れて行かれ、この天球儀を見学したという記録（環海異聞）もある。現在は復元したものがペテルスブルグのロマノスク博物館で見られる。

ゴットルプの天球儀について、同じドイツでイエナ大学のエルハルド・ウエイゲル Erhard Weigel は、直径11フィート（約3m）の天球儀をつくった。星は明るさを3段階に変えて描かれ、太陽、月、惑星は黄道上を移動したというが、それがどういう仕組みだったのかは、現存していないのでよく分からぬ。

見学者の収容能力は数人程度だが、ウエイゲルは、人工の雨を降らせたり、稲光を見せたり、雷鳴をとどろかせたりして、感動的な星空ショーを試みたという。演出効果をねらった映像は、マジックランタンと呼ばれるプロジェクターが使われた。長方形のランタン風ボックスに光源が入っているのだが、オイルランプの一方ミニラーを置いて、光を強めるといったものだったのだろう。

現代のプラネタリウムが、数多くの付属投影器を駆使して、臨場感溢れる迫力のある演出をめざしているわけだが、その原形がすでにここで見られるのも面白い。

ウエイゲルの一世紀あと、1758年に、ケンブリッジ大学のロジャー・ロング Roger Long が、直径18フィート（約5.5m）のドームに、30人の見学者をのみこむ大天球儀を完成した。彼は回転軸をとりのぞき、天球を外側から回す工夫をして、収容能力を高めている。

真鍮板をはった内壁に星空を描き、光度別にサイズの違う穴を開けたので、外側から光をあてることで、星は輝いて見えたという。惑星は、毎日ポジションを計算して、ワイヤーにとおしたカラービーズを動かしてセットした。ロングはこの手動式天球儀がたいへんお気にいりで“ウラニウム Uranium”と名付けた。以後、ロングの天球儀は天文学の講義に活用され、1874年に役目を終えて廃棄された。

1912年、シカゴのアトウッド Wallace W. Atwood が作った直径15フィート（約4.5m）の天球儀が、この種の最後のモデルとなった。

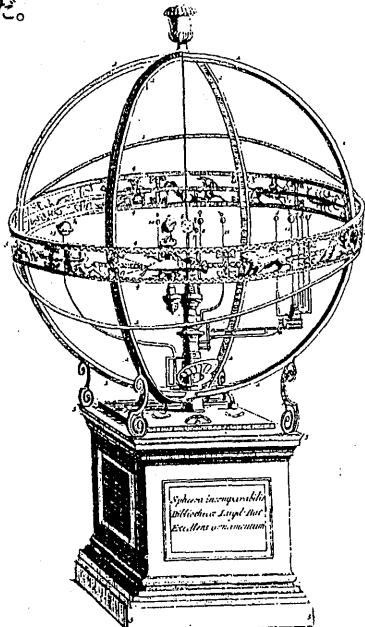
亜鉛引きの鉄板でつくられたアトウッド天球儀は、692個の星の位置に、光度別に4段階に大きさをかえた穴を開けて、輝く星を見せた。

惑星は、黄道上にあることを条件に、たくさんの穴をあけておいて、それを塞いだり開けたりして位置をあらわした。太陽と月は、電球を点灯させ、内壁にしいたレール上を移動させた。月はその日の位相にあわせたマスクを前に置いたのだろう。

この天球儀も、ロングのそれと同じように中央の軸を省いて、天球の外側にレールをとりつけ、車の上を回すようにした。ロングの天球儀が人力で回したのに対して、電動モーターを使ったこと、星が輝き、太陽も月も星空のなかを移動したなど、アトウッド天球儀は、近代プラネタリウムの機能のほとんどを兼ね備えていた。

●元祖投影式プラネタリウムの登場

1900年代の初め、世界各国で、天文教育の助けとなる新しい天文教具の出現が望まれていた。近代プラネタリウムの誕生のためには、もう一つどうしても解決されなければならない大問題があった。それは地球から見た惑星の複雑なみかけ運動を自在に表現することだ。つまり、まるで本物のような星空をつくるのに、巨大天球儀と、オーラリイをどのようにドッキングせたらいいかという問題だ。



1913年、シカゴでアトウッドの天球儀がつくられた同じ頃、スイスのヒンデルマン Eduard Hindermannは、地球から見た惑星の奇妙な動きを、投影方式を使って簡単に表現する方法を考えた。

天井から吊した太陽の真下に、彼の投影式プラネタリウム？の主軸をセットするのだが、惑星と地球は、それぞれ垂直ロッドに支えられて、太陽の周りを回転するようになっている。地球は電球が使われた。機械の周りに12分割した黄道と星座を描いたスクリーンをおき、部屋を暗くして地球電球を点灯させると、太陽と水星の影がスクリーンに投影される。ハンドルを回すと、太陽の影はスクリーンの黄道上を移動し、水星は黄道星座の中をループを描きながら移動し、順行、留、逆行といった惑星が見せる複雑な動きをいとも簡単にやってみせるのだ。

同じしくみで、他の惑星の軌道についてもつくられたが、輝くべき惑星を影で表現したこの方式は、ここまでが限界だった。しかし、地球から見た惑星運動を、正確に、かつドラマチックに見せようとする近代プラネタリウムの誕生に、なくてはならない基礎的なテクニックを示した功績は大きい。元祖近代プラネタリウムといってもいい過ぎではないと思う。ハインデルマン自身はこの機械を“オービットスコープ Orbit-scope(軌道眼鏡？)”と呼んだ。

●宇宙を展示室に閉じ込みたい

1903年、ドイツでは、オスカー・フォン・ミラー Oskar von Miller博士が、自然科学と科学技術を展示するドイツ科学館を、ミュンヘンに創設した。

この科学館は“模型や図面でなく、できる限り実物を展示したい”という博士のコンセプトにしたがって建設されたのだが、宇宙だけは実物を展示室に閉じ込めることはできない。したがって、ミラー

は、最新の天球儀とオーラリイを製作したい、できれば両者をドッキングさせたい、というプランを、製作発注したセンドタナー社に伝えた。

難しい注文に答えて、1912年にやっと完成した作品は、星をエッチングしたガラスの天球儀の中央に、オーラリイを閉じ込めるといったものだった。L型ハンドルを左に回すと、星空(天球)も、太陽も月も惑星も、すべてが地球の周りを回り、右に回すと惑星だけが回るという苦心の作品で、コペルニクス宇宙とトレマイオス宇宙をうまく融合させようとしたものだった。

しかし、ミラーは、これでは満足しなかった。ミラーがもっとも不満だったのは、星が輝かなかったことだ。

1913年、ミラーは、星の動きにモーターを使うこと、星は電灯の光を使って輝かせて、ミュンヘンの星空と同じ状態が再現できることなど、コペルニクスタイプ(オーラリイ)のものも、トレマイオスタイプ(天球儀)のものも、それぞれ彼の意図を満足させるものにしたいという条件をつけて再発注することにした。

設計・製作を依頼されたツアイス社は、二つのタイプについて、それぞれ前者はフランツ・メイヤー Franz Mayerを、後者はウォルター・バウアスフェルド Walther Bauersfeldを中心にプロジェクトチームをつくった。ツアイス社は、ミラーのプランを検討した結果、コペルニクスタイプ(オーラリイ)については、より精度を求めるため、惑星の軌道を長円軌道にしたいという設計変更を申し入れた。

この仕事は、第一次世界大戦(1914~1918)のため一時中断し、戦後再開されたのだが、トレマイオスタイプ(天球儀)について、ツアイス社は、さらにすばらしい画期的なアイディアを含んだ設計変更を提案した。

白い丸天井を天球にみたて、星は中央からマルチプロジェクターで投影するという案だった。プロジェクターを回転させることで星空の動きが表現でき、問題の惑星も、それぞれ別のプロジェクターを使って投影するので、恒星たちの間を動き回るようすもうまく表現できるというものだった。

1920年に完成したメイヤーによるオーラリイは、この種のコペルニクスタイプのプラネタリウムとしては最高の出来栄えといつていよいものだった。

その1号機は1923年にドイツ博物館の直径12m、高さ2.8mの円形の部屋におさめられた。天井に惑星の長円軌道と一致する鉄レールが敷かれ、それぞれのレールからぶら下がった支持棒の先に、土星までの六つの惑星をあらわす電球がついていて、レールにそって公転運動をするのだが、惑星の周りにはそれぞれの衛星も回るという精巧なものだ。動力はもちろんモーターを使っていて、スピードアップすると、1年間の動きをなんと12分で見てしまうこともできるのだ。

面白いのは、地球の下にかご型の台がぶら下がって、地球と共に公転運動するようになっていることだ。台に乗った見学者は、地球と共に回りながら、地球の位置にセットされた潜望鏡のようなぞき眼鏡で、太陽や月や惑星を観察するのだ。周囲の壁に、黄道と黄道付近の星空が描かれていて、地球から見た惑星たちが、それぞれどの星座で輝くか、どのような動きをするかなどが見られ、トレマイオスタイプのプラネタリウムの機能をも合わせ持つすぐれものである。

ところが、このモデルは、素晴らしい出来栄えにもかかわらず、ミュンヘンのドイツ博物館のほかに、ニューヨークのアメリカ自然史博物館のヘイデン・プラネタリウムと、チャペルヒルのモアヘッド・プラネタリウムに導入されたものの、それが最後のモデルとなった。それはほとんど同時期に完成したプロジェクタータイプのプラネタリウムが、あまりにも素晴らしい、多くの注目と賞賛を浴びたからだ。

● ドイツで誕生した近代プラネタリウム

ウォルター・バウアスフェルドを中心としたプロジェクトでは、最初の計画とは逆に、星を動かすのではなく、星のプロジェクターを動かすという方式を採用し、さらに多くのアイディアを盛り込んで、ついに、プロジェクター方式の近代プラネタリウムの第一号機を誕生させたのだ。

それは恒星投影機と、太陽・月・惑星投影機がドッキングしたものだった。光源の200W電球が真ん中に恒星球と呼ばれる直径50cmの金属ボールに、31のプロジェクターが組み込まれてミュンヘン(北緯48°)で見られる4500個の恒星すべてを映しだし、太陽・月・惑星投影機は、地動説にもとづいてつくられたオーラリイ(太陽系運行儀)にプロジェクターをとりつけたようなものだった。

第一号機は、1923年の8月に、ツアイス社の工場屋上(Jenaイエナ)の16mドームに招待者を集め、続いて10月に、ドイツ博物館の10mドームに一般市民をあつめてデモンストレーションが行われた。見学者たちは、昼間なのにまるで本物そっくりの星空を見せられて驚いたことはいうまでもない。

数々の賞賛の声が集まり、デモンストレーションは大成功だったが、機械は、再び工場に引き上げられ、さらに改良とテストが繰り返された。テストが終わったツアイスI型プラネタリウムの第一号機は、再びドイツ博物館の10mドームにおさまり、1925年5月に華々しくデビューした。I型プラネタリウムは同じものがもう一台つくられた。第二号機は、デュッセルドルフと、リグニーツアでデモンストレーションをおこない、最後はオランダのハーグの12mドームで常設公開された。

ツアイスプラネタリウムの大評判は遠く海外へも聞こえた。

しかし、この大評判にもかかわらず、ツアイス社の天文部長ウォルター・フィリガー Walter Villigerは、ドイツの星空しか見られないI型機に満足せず、ツアイスの技師たちは、さらにいくつかの改良を加えた。

新しく誕生したII型機は、まさに“天象儀”というふさわしいプラネタリウムに変身した。一つだった恒星球を北半球と南半球の二つに分けて、太陽・月・惑星投影機をサンドイッチさせた。まるで巨大な鉄亜鉛のような形になったが、東西の水平軸を中心に回転させることで、緯度変換が可能になった。いながらにして、世界のどこの星空でも簡単に再現できるようになったのだ。

ツアイスII型プラネタリウムは、光源が1kwにパワーアップされ、光度6.5等以上の8,900個の星を大型ドームに映し出すことができるようになった。その設置計画は、ドイツ国内に留まらず世界各国ですすめられた。そのII型プラネタリウムが、日本のプラネタリウム第一号機として、大阪へ上陸したのは1937年(昭和12年)の春だった。

日本に第一号のプラネタリウムが誕生した時、すでに世界に24のプラネタリウムが活動を始めていた。II型機がミュンヘンと、ハーグに設置されたほかは、すべてツアイス□型プラネタリウムが、18~30mの大型ドームに設置された。

● 大阪市の大英断

大阪にプラネタリウムが誕生するきっかけは、少し変わっている。

明治40年に大阪に電灯会社ができて、一般への電気の供給が始まったが、電気需要はうなぎのぼりに増大し、公共性が強く要望されるようになった。大正12年、事業は大阪市に引き継がれ、市は電気局をつくって、積極的に需要拡大と電気知識の普及に努め、事業は順調にのびた。そして、10周年記念事業として、四つ橋に一大サービス施設の建設が計画された。それが電気科学館だった。

地上9階、地下1階という、当時としては画期的な建築物だった。工事は昭和9年に始まったが、このときプラネタリウムが設置される予定はなかった。翌10年、欧米視察にてた当時の電灯部長が、すでに公開されていたプラネタリウムをみて、その素晴らしさに魅了されて帰国した。

十津谷部長は、プラネタリウムを電気科学館に設置すべきだと提案した。形式を重んじる市役所では、とても考えられないことだが提案は採用された。旧きよき時代のせいか、部長の説得力のせいか、当時の市役所には諸外国に後れをとるまいとする明治の氣骨があったのか、電気局長や市長に先見の明があったのか、いずれにしても、大阪市の大英断は、工事を一時中断させ、5階以上を天象館にしてプラネタリウムを設置するよう、設計変更することを決めた。

世界で25番目となった大阪のプラネタリウムは、市立電気科学館の屋上に設置された18mドームの中におさめられた。ドームの外側には、かつてのゴットルプ天球儀のように世界地図が描かれた。

大阪のプラネタリウムは、昭和12年3月13日、電気科学館開館と同時に一般に公開された。同年6月、フランスのパリにも1台登場した。翌13年9月、大阪のノウハウをそのまま導入して、東京・有楽町の東日会館の屋上に、東日天文館が開館した。

日本の2台のプラネタリウムは、星空の神秘や感動をうったえ、多くの日本人の心を捕らえ、入館者は年を追うごと増え続けた。

東京の後、昭和14年(1939)のアメリカ・ピッツバーグを最後に、第二次世界大戦のため、プラネタリウムの製作は一時中断された。II型プラネタリウムは、ドイツ11台、アメリカ5台、イタリア2台、ソ連1台、スエーデン1台、ベルギー1台、フランス1台、オーストリア1台、日本に2台と、合計25台が製作されたが、戦争中にその内11台が、一部あるいは全部破壊され、使用不能になったという。

東京のプラネタリウムは、昭和20年の大空襲で、アメリカ空軍の爆撃によって破壊された。ところがなんと、大阪のそれはあのひどい戦火を無傷でくぐりぬけた。科学館の周りは一面の焼け野原となつたが、直撃を免れた科学館は、展示品のすべてを焼失したもの、建物とプラネタリウムだけは奇跡的に生き残ったのだ。

それは、敗戦後の日本にとってたいへん幸運だった。昭和31年(1956)、渋谷に東京プラネタリウム第二世が誕生するまでの約10年間、日本唯一のプラネタリウムとして大活躍してくれたからだ。

見学者は、大阪市民に限らず、遠くは北海道や九州からも訪れ、年間入場者数は、一時期40万人を越える大盛況であった。戦後の貧困と混乱のなかを生きて、日本を立て直そうと必死で頑張った当時の日本人の心を、このプラネタリウムの星が和ませ、そして勇気づけてくれたに違いない。

●アメリカのプラネタリウム事情

第二次世界大戦後、ツアイス社は東西ドイツに二分され、両社でそれぞれ製作されることになった。アメリカでは、日本に先駆け、いくつかのカスタムタイプのプラネタリウムが試作された。ツアイスモデルを参考に設計されたことはいうまでもないが、大型プラネタリウムでは、代表的なもの一つにモリソン・プラネタリウムがある。

1940年代も終ろうとする頃、サンフランシスコのカリフォルニア科学アカデミーに、大型プラネタリウムをつくろうと、モリソン財団で基金募集のキャンペーンが始まった。製作は、東ドイツ・ツアイス社に依頼したが、輸送の保証ができないと断られ、その結果、科学アカデミー内の工場で自主製作することに決まった。担当した同アカデミーのゲッテン A. S. Gettenと、ハンナ G. D. Hannaは、基礎的なデザインを、ロサンゼルスのグリフィス天文台にあるツアイス・プラネタリウムから学び、ユニー

クな設計に仕上げた。製作には、同アカデミーの大勢のスタッフと、電気会社の腕の良い技師たちが力を貸したという。

1952年、モリソン・プラネタリウムは、かなり予算オーバーして完成した。ツアイスモデルと大きく違ったところは、バランスを良くするために、二つの恒星球を中央に寄せ、外側に各太陽系の星々の投影機をくっつけたことだ。

小型のプラネタリウムについては、もっと多くの人が試みた。古くは1943年、カナダの学校の先生だったパーク W. Parkが、ピンホールの星空投影機をつくった。これが意外に面白く、さらに改造して、1946年にピアレス・プラネタリウム Peerless Planetariumという名前で売り出した。ピンホール式にしては恒星球を二つもつ本格派だったが、2~3台売れただけで終わってしまった。光源が暗いこと、星像が大きいこと、ピンホールなのでフィラメントの形の星が映ること、そして最大の欠点は4000ドルという価格にあった。あまりにも高すぎたのだ。

1945年にアメリカのスピッツ A. Spitzは、もっと安価でだれでも手に入れられるプラネタリウムの製作を試みた。その結果、直径51cmの十二面体のボールに、3等星までの500のピンホールを開けて、光源に10W電球をセットした簡易プラネタリウムが

完成した。1947年、スピッツは、それを Model Aとして、学校、図書館、博物館、クラブ活動、そして家庭にも一台どうぞと、なんと500ドルで売りだした。それはフィラデルフィアの科学クラブを皮切りに飛ぶように売れ始めた。2年後、彼は23個の明るい星だけは、一つずつ別々にレンズ付きの小さな投影機で映すように改造した。

スピッツ社は、その後、次々と改造を繰り返し、多くの小型、中型機の製作に力を入れた。1950年には、大型プラネタリウムにも挑戦して、Model Bを完成させた。

Model Bは、ツアイス社の大型プラネタリウムと同じ方法で、太陽系の星々の動きを投影できたが、違うのは、5.8等星までの3050個の恒星については、レンズを使った54個の輝星を除いて、すべてピンホールで投影したことだ。恒星球の直径が91cmもある大型プラネタリウムなのに、ピンホール式のせいで総重量はたった500kgという軽さだった。明るくて小さな星像を得るために、ジルコニウム・アーク灯を使い、下にセットされた凸面鏡に反射させて点光源をつくるという工夫もした。

このモデルは、1954年にウルグアイのモンテビデオ・プラネタリウムに、1958年にミシガン州のロングウエイ・プラネタリウムに、続いて1959年に、コロラド州のアメリカ空軍アカデミーに設置されたが、それが最後となった。安価で、軽量であることを除くと、残念ながら、その機能的な内容では、すべてツアイス・プラネタリウムに及ばなかったからだろう。

価格から考えれば当然のことだが、導入する側からみれば、小型なら許せるが、大型プラネタリウムでは…と、大型ピンホール式は、レンズ式の敵ではなかったようだ。しかし、スピッツ社の小型ピンホール式プラネタリウムは、全米各地の学校や博物館に導入され、アメリカのプラネタリウムブームの立て役者といえるほどの大成功をおさめ、その後もいくつかの新型モデルがつくられた。アメリカでは、スピッツ社だけがプラネタリウムメーカーとして生き残った。スピッツ社の成功は、当時、宇宙開発競争でソ連に遅れをとったアメリカが、天文教育の必要を感じていたことと、国民の宇宙開発競争への関心が大いに高まっていたことと、決して無関係ではない。

スピッツ社は、大型プラネタリウムの製作をあきらめたわけではない。1973年(昭和48年)に大型 Model STSを完成し、それはサンディエゴのリューベン・H. フリー・スペースシアターに設置された。Model STSは、直径1.2mの一球式のピンホールプラネタリウムだが、光源に150Wのクセノン・アーク灯を採用し、10048個の恒星を映し出した。その内4000個の輝星にレンズ式を採用し、より自然な光度差を表現することにも努めた。

R.H.F.スペースシアターは、直径23mのドームを25°傾斜させて、座席を一方向に向けた。カナダで開発された巨大画面映画を映写するためだったが、星と巨大映画をドッキングさせた宇宙ショーは、大当たりで年間40万人を越える見学者がつめかけた。

スピッツ社は、現在、レンズ式の一球式大型プラネタリウムの製作に取り組んでいる。もちろん、スピッツらしくピンホールを一つずつレンズ式に変えるというユニークな方式をとっている。フランス・パリの科学館と、シンガポールの科学館で採用されたが、今後さらに活動が期待されるプラネタリウムである。

●日本のプラネタリウム

スピッツ社の小型ピンホール式プラネタリウムは、1951年(昭和26年)に、奈良県・生駒山の天文館で初めて公開された。星が暗いので、ドームの中を暗くして、しばらくしないと星が見えてこないというものだったが、見学者は長蛇の列をつくった。

小型プラネタリウムは、東ドイツ・ツアイス社でもつくられた。これは小型ながらレンズ式を採用した本格派だったが、その第1号機は、1959年(昭和34年)に、岐阜市の水道山の遊園地の一角に設置された。名古屋に大型プラネタリウムが設置されまでの約3年半は、岐阜、名古屋をはじめ、東海各地から多くの見学者が訪れ、日曜日などは、入場待ちの行列ができて、何時間も待たされるほどの盛況だったという。4年後、同じものが旭川の天文台にも設置され活躍した。岐阜のそれはリタイヤして、現在、岐阜市科学館に展示してあるが、旭川ではまだ現役で活動している。

待望のツアイス大型プラネタリウムが、戦後初めて、東京・渋谷の五島天文博物館に登場したのは1956年(昭和31年)だった。翌1957年にはソ連が初めての人工衛星スプートニクの打ち上げに成功、1962年には初めての有人衛星がガガーリンを乗せて地球を回った…というように、一連の宇宙開発競争が始まったのもこの頃だ。

1960年に明石、1962年に名古屋と続いたが、東京と名古屋は西ドイツ、明石は東ドイツのツアイス社製が導入された。そして、以後、大型も小型も、すべて国産のプラネタリウムが代わって健闘することになった。

大型プラネタリウムが、大阪に加えて、東京、明石、名古屋と続いて公開されたことと、同時期に宇宙開発計画の成功が相次いだことが、人々の関心を天空に向けさせ、日本のプラネタリウム・ブームの火付け役になったことはいうまでもない。しかし、その後のブームをささえたことでは、日進月歩の国産プラネタリウムの活躍によるところが大きい。その国産プラネタリウムが生まれ育つのに、戦後の日本復興に科学教育は必須と、理科振興法により、簡易プラネタリウムが学校に導入されるようになったことが、大いに役立ったことも見逃せない。

スピッツ社のピンホール式プラネタリウム Model Aが500ドルで売り出された1947年(昭和22年)から、遅れること4年、日本にもピンホール式プラネタリウムが登場した。豊橋の金子功さんの手作りプラネタリウムが、私設天文台の4mドームにおさまった。以後、五藤光学をはじめ、渡辺教具など、いくつかの理化機器会社や、教材教具会社でも製作され、多くの学校に設置された。金子式ピンホールプラネタリウムは、光源にジルコニウム・アーク灯を採用して、さらに大型化をはかり8mドーム用を製作したが、年々、科学館など社会教育施設に設置されるプラネタリウムが大型化することで、ピンホール式プラネタリウムの役割は終わった。

レンズ式のプラネタリウムも、いくつか製作された。五藤光学は恒星球を内側にもってきたモリソン式を採用し、ミノルタはツアイス式をそっくりそのまま採用してスタートした。現在はこの両者が全国を二分してしのぎを削っている。

五藤・ミノルタのほかに、興和光機でも中型機が2台つくられた。1台は蒲郡市の三ヶ根山山頂の三谷温泉プラネタリウムに、もう1台は浜松の児童館に設置されたが、前者は姿を消し、後者は新設された科学館の展示室におさまっている。もう一つ、西村製作所がたった1台だけつくった小型機が、津山科学博物館にある。大阪のツアイス・プラネタリウムをモデルにつくられた西村式プラネタリウムは、小さいながらもツアイス式そっくりのスタイルが可愛い。1995年まで現役でがんばったが、ついにこれも展示室におさめられた。

1984年(昭和59年)に五藤光学が横浜こども科学館に、1985年(昭和60年)にミノルタが筑波エキスポセンターに、恒星球から太陽・月・惑星投影機を外してコンピュータ制御で投影する新しいタイプの大型プラネタリウムを登場させた。いずれも、10年前のサンディエゴ方式を採用して、大型画面映画との併用を考えた傾斜ドームに設置された。近年の大型プラネタリウムは、五藤・ミノルタとともに、ほとんどこのサンディエゴ方式が採用されている。

20世紀後半になって、まったく新しいプラネタリウムがアメリカのエバンス・アンド・ザザランド社で誕生した。コンピュータ・グラフィックスで描かれた星空を、そのまま魚眼レンズで投影するという画期的なプラネタリウムだ。『デジスター(DIGISTAR)』と名付けられ、すでにアメリカでは、ピッツバーグ、フィラデルフィア、ソルトレイクなどの科学館で活動を始めている。これまでのプラネタリウムにできなかった恒星の動きも自由自在に表現でき、固有運動はもちろん、恒星間旅行も、準光速で飛ぶロケットから見える光行差すら簡単に見せられる。シャープさに欠ける星像などいくつかの問題を抱えてはいるが、未来の可能性は大きい。

ドイツのツアイス社では、恒星一つずつを光源から引っぱったグラスファイバーを使って投影することで、直径100mのドームでも十分輝くほどの明るい星像をつくることに成功した。すでにミュンヘンのドイツ博物館の20mドームに、VII型機として登場したが、今後60m~100mクラスの巨大ドームでの活躍が、私にとって大いなる楽しみである。21世紀のプラネタリウムはますます面白くなりそうだ。

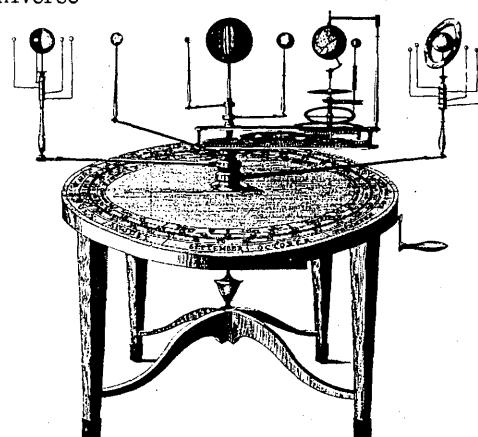
参考文献

Helmut Werner FROM THE ARATUS GLOBE TO THE ZEISS PLANETARIUM

Charles F. Hager PLANETARIUM : Window to the Universe

Henry C. King GEARED TO THE STARS

Lattin STAR PERFORMANCE



G. アダムズ Jr. のオーラリイ。1789年。