

ツアイス製のプラネタリウム

山本一清



星の輝やく天そのまゝを人に見せて天文の實物教育をするのは、最も望ましい、又、最も有効な方法であるが、唯、一々の天體の運行が極めて緩慢であつて、肉眼で見える一通りの天體運動だけでも之れを完全に觀察するがためには三十年を要するのであるから、これではとても速成教育の間に合はない。

それで、むしろ、實物の天の模型を作つて、人々に天文の諸現象を教へなければ……さういふことを多くの教師たちは考へて見るのであるが、之れが又、中々の難事である。天體の運行上、最も根本的な現象は

1. 總ての天體の日週運行
2. 日月及び遊星の黃道運行

の二つである。此の内、日週運行は、天の南北兩極を中心として恒星と遊星なき悉くの天體がほゞ24時間に一週することである。自分は今より六年前、大阪の市民博物館主催の天文展覽會を幹旋した時、「天球大模型」と呼ぶものを計畫して、竹籠たけかご製の直径三間の大天球を作り、其の内面に孔を澤山開いて恒星の座を表はし、當時見えてゐた土星や金星なきをも並べた。出来ばえは可なり好い自分ながらうぬほれたこともあつたけれど、惜しいことに此の天球は動かないものであつたため、唯、固定したまゝ、いつまでも同じ夕刻の天を表はすに過ぎなかつた。

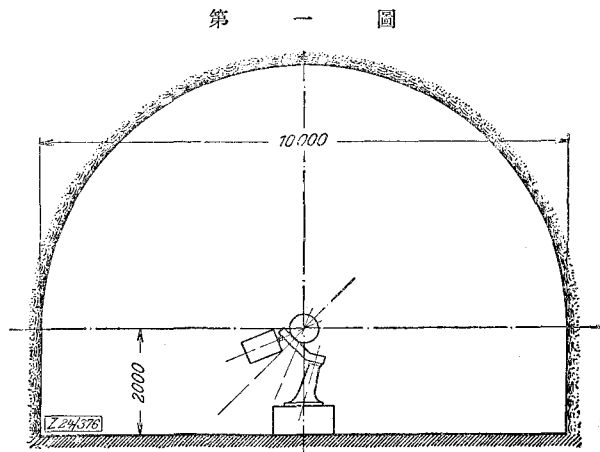
米國シカゴ市には、やはり、一種の天球模型があつて、之れは觀る者の眼を中心として回轉をする様になつてゐるから、大變興味深い者であるが、しかし之れは恒星天の日週運動だけを見せるのであるから、或る意味に於いて「星座早見」と同じ程度の教育品である。従つて、諸遊星の位置や運行を表はすことはとても出来ない。——實際、世界廣しき雖も、其の原理に於

いてシカゴの模型以上の天球模型があることを自分は聞いたことが無い。

しかるに、最近數年間に、ドイツ國に於いて天文教育の新しい設備に「プラネタリウム」なるものが作られるやうになつた。之れは専ら有名なツァイス會社のパウエルスフェルド博士の設計と製作とになるものであつて、精巧な構造により、殆んど完全に天體の諸運行を表はすことに成功してゐる。目下、ドイツ國內の諸都市に於いて多くの人士の興味を集めつゝある。

プラネタリウムの原理は、要するに精巧な幻燈映寫術なのである。——まづ、半球面形の大きな室を作り、其の内面を全體白色で一様にし、それに、幻燈装置で星の畫を映寫し、更に此の畫を運動せしめて、實物の天體運動を模倣するのである。此の映寫機其のものが實にすばらしいものなのであるが、しかし、要するに原理は上記の通りの幻燈である。だから、ほかの設備は極めて單純で済む。(天體模型に今まで多少の苦心と經驗を持つてゐる自分は、始めて此のプラネタリウムの原理を聞かされた時、其の思ひ付きの點に於いて先づ大いに感服し、次いで其の映寫機の構造を知るに至つて、其の精巧なるに眞に驚いた。)

プラネタリウムの最も重要な部分は即ち其の映寫機である。此の映寫機が、先づ、大體
 されほどの大きさであり、又、
 天球に對して如何なる位置に置かれるものであるかと言ふことは、第1圖によつて之れを見ることが出来る。
 ——この第1圖



はドイツ國ミュンヘン市の博物館にあるプラネタリウムの縦斷略圖である。即ち、球の直徑は10,000メートル(5間半)、其の中央にある映寫機の中心

の高さは2.000メートル(約1間)である。

映寫機はしつかりした臺の上に据えられた^{ひこ}一まごまりの機械であつて、
重に下記の部分から成り立つてゐる。

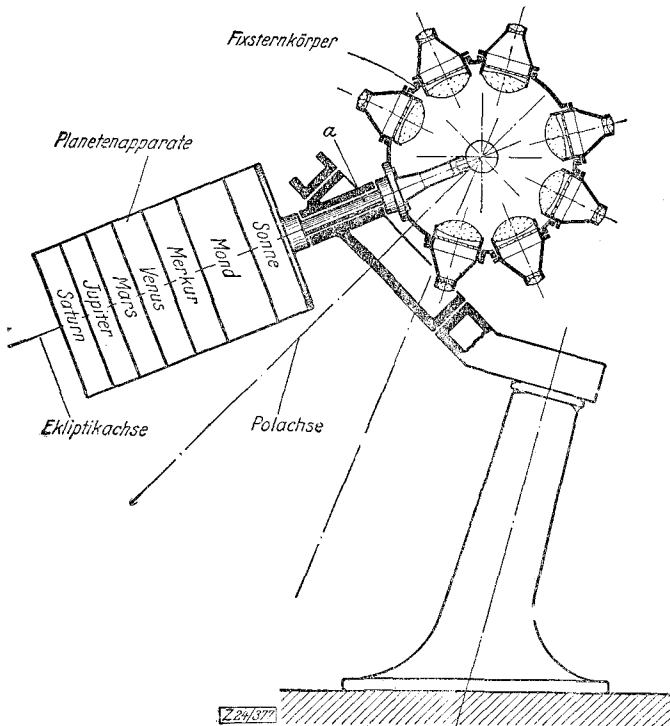
1. 映寫装置

- a. 恒星部
- b. 遊星部

2. 廻轉装置

3. 臺柱

まづ恒星部の映寫装置は、多くの幻燈器を一ヶ所に集め、それぞれ天球の異なる部分を分擔せしめるやうになつてゐる。此等の各個の幻燈器は皆一個の(200ワト)ニトラ・ランプミ、一組の投影玉ミ、一定の恒星畫ミから出來てゐる。天球全體は41253平方度の廣さがあるのであるが、此のプラネタリウムでは、南極附近の天を割愛してゐて、星は北極から南緯45°あたりま



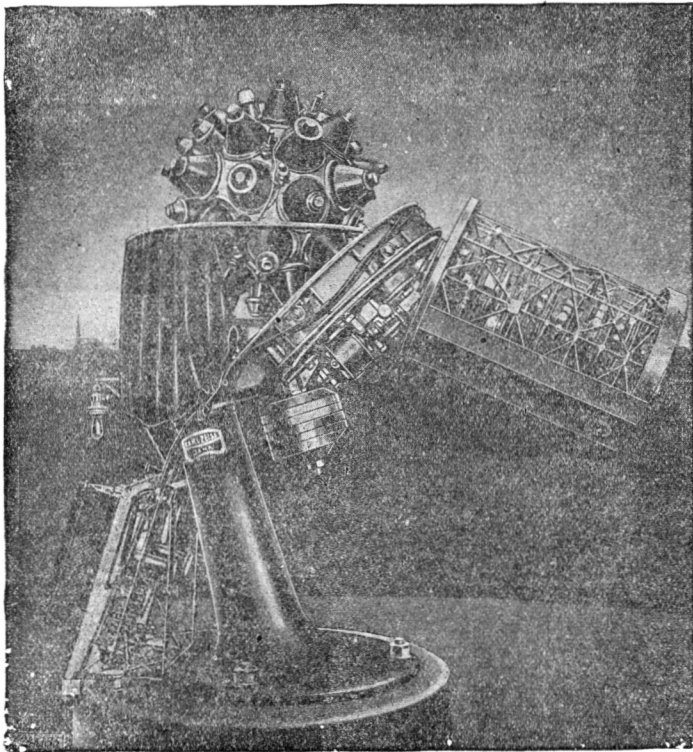
第 二 圖

でを映寫するやうに設計せられ、従つて、幻燈器は總計 31 個が用ゐられてゐる。故に各個の幻燈畫はそれぞれ約 1000 平方度の天を表はす。第 2 圖の最上部にある圓形の部分が此の恒星映寫部である。(圖では Fixsternkörper といふ字で示されてある。)

恒星映寫部は其のまゝ直接に廻轉装置に接續してゐる。此の廻轉装置の部はほゞ赤道平面に方向に延びた圓盤形であつて、其の中心を貫通して「極軸」(第 2 圖の Polachse)があり、此の極軸のまはりに全體が自動的に日週運動をするやうになつてゐる。極軸は地平面に對して、其の土地の緯度、例へば 45° だけ傾斜してゐる。

次に、此の廻轉装置には、其の極軸に對して 23 度半だけ傾いた尙一つの廻轉軸がある。之れが黃道軸 (第 2 圖の Ekliptikachse) である。此の黃

第
三
圖



道軸を中心として、遊星部の映寫装置が置かれてある。遊星部映寫装置は、第2圖では Planetenapparate として示され、廻轉部に對しては、恒星部と反對の側に置かれ、此の兩者は黃道主軸(第2圖の a)によつてつながつてゐる。

廻轉部は恒星部と遊星部とを上下兩側に載せたまゝ日週運動をするのであつて、従つて、或る

時は第3圖のやうに、黃道軸が極軸の上部に來るこゝろがあり、又或る時は第4圖のやうに黃道軸の下方に來るこゝろもある。土臺柱は此等の運動の妨げにならないやうに、すつ一方に偏してゐて、其の主軸は、水平面との間に

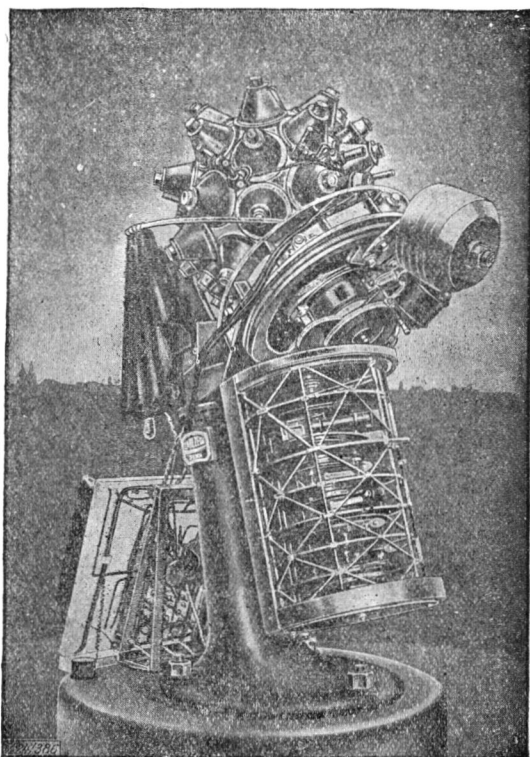
$$45^{\circ} + 23\frac{1}{2}^{\circ} = 68\frac{1}{2}^{\circ}$$

だけ傾いた角度になつてゐる。(第2圖を見られよ。)

遊星映寫装置は、太陽、月、水星、金星、火星、木星、土星の七つの部分から成り立つてゐて、此等七つのものが皆別々のものである。

まづ、太陽の部は此の遊星映寫装置の最上部にあつて、其の内部に望遠鏡のやうな形の映寫器を置き、ランプの光によつて、小さい圓形の太陽像を天球内面に寫すこゝろとし、それに、此の映寫器全體を黃道面に並行の一平面上に一定の速さを以つて廻轉せしめる。——此の運動は 365日 $\frac{1}{4}$ を週期

第 四 圖



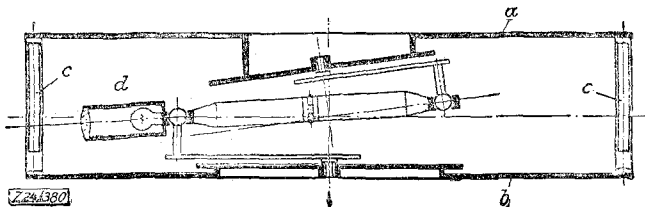
とする太陽の黄道運動(實は地球の公轉運動)に相當するものである。

次ぎの部に收められてある月の映寫器は、其の主要部が太陽の場合と同じで、只、黄道より $5^{\circ}9'$ だけ傾斜した平面上を、27日 $\frac{1}{3}$ の間に一廻轉するやうに作られてある。しかし、尙ほ其の外に、月の軌道面は(上記の $5^{\circ}9'$ の傾斜を保つたまゝ)其の方向を毎年 $19\frac{4}{10}$ 度づゝ東から西へ逆行させて行く——此の運動を表はす装置も此の内部には作られてある。更に又、月が $29\frac{1}{2}$ 日の間に盈虚して、形の變化を現はすこは誰でも知つてゐるこゝであるが、此の變化を見せる装置も設けられてある。……故に月の現象については非常に複雑な仕掛けがしてあるのである。そして、日蝕や月蝕の現象も、(現象其のものを表はすこは出来ないが)、日月の相對位置については見事に現はれるやうになつてゐる。

次ぎに水、金、火、木、土の五遊星の運動であるが、此等の遊星たちは、皆多少、黄道から傾斜した軌道上を動き、其れを吾人が地球から見てゐるのであるから、恒星天に投影された運動形式としては、順行や逆行、留、ループ(輪)、カスプ(光頭)等を表はすこは誰でも知つてゐる所である。之れ等の複雑な現象を此の映寫器によつて表はすため、第5圖に示すやうな特殊な構造が施してある。

此の第5圖は、一例として、水星映寫器の内部構造を示すものである。此の圖の a と b とは圓形の板であつて、a は映寫器の上面を掩ひ、b は其の

第 五 圖



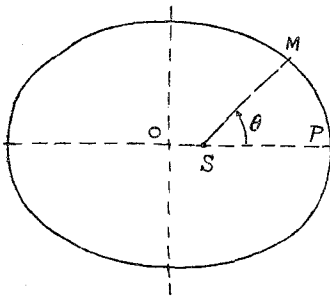
下面を掩ふてゐる。b面の中央に一つの廻轉軸があつて、之れにより映寫幻燈筒dが廻轉するやうになつてゐる。此の運動は黄道面に並行したもので其の廻轉週期は $365\frac{1}{4}$ 日に相當する速さである。次ぎに、a面の中央にも一つの廻轉軸があるが、此の廻轉軸は黄道軸に對して 7° だけ傾いてゐる。そして此の軸から出てる腕が幻燈筒(此れは自由に伸縮する)の一端に連

絡してゐる。要するに此の水星の映寫幻燈筒は、兩端が上下別々の廻轉軸に支へられてゐるから、天球上に水星像の寫る位置も二種の運動によつて支配せられる。従つて、本當の天體運動を正しく表はすこなる。圖の中の左右のcは單なる窓である。

水星と同様に、他の、金星、火星、木星、土星などの映寫幻燈器も、やはり、一は地球の運動、他は其の遊星の運動といふ風に、二種の廻轉装置の組合はせによつて作られてゐる。

尙ほ、こゝに一つ興味ある問題が表はされてゐる。それは、實際の遊星たちが皆橢圓形の軌道を畫いてゐるといふことである。橢圓運動であるが故に、各遊星の速度は決して一様でなく、皆、近日點の近くでは速く、遠

第 六 圖



日點の近くでは遅い。此の運動は即ちケプラーの第一、第二の兩法則によつて言ひ表はされてゐるものである。即ち、第6圖で言へば、Sが太陽、Oが橢圓軌道の中心、Pが近日點、Mが遊星である。今、此の遊星の公轉週期をTとし、PからMまで遊星が運動する間の時をtとし、eを橢圓軌道の離心率即ち

$$e = \frac{SO}{PO}$$

とし、θを角度PSMとするこ、

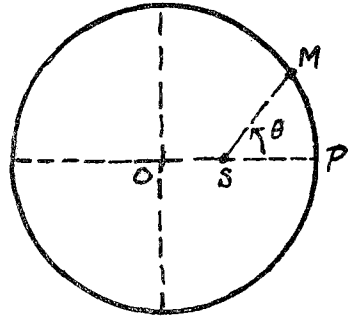
$$360^\circ \times \frac{t}{T} = \theta - e \sin \theta \dots\dots\dots (1)$$

といふ關係が成立する。之れが有名なケプラー方程式である。此のケプラー方程式は、昔しから多くの學者をなやましてゐるに拘らず、決して簡単に解くことの出来ない式であつて、従つて、圖や模型に表はすこも決して出来ない。しかし、こゝに第7圖を畫いて見るこ、之れはOを中心とした圓形であつて、其の半徑OPは第6圖のOPと等しく、又、OSは第6圖のOSと等しくする。さて、星が此の圓周の上を一定の速度で運動するこし、全週期をT、又、星がPからMまで運動する時間をtとするこ、tとθとの間には、殆んど正確に

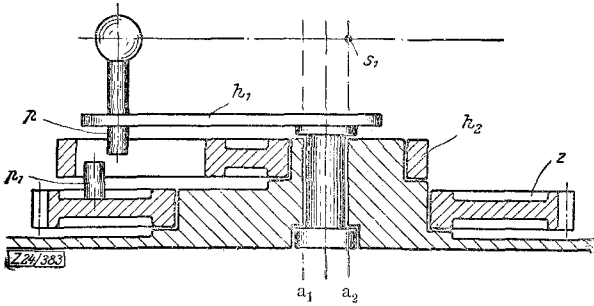
$$360^\circ \times \frac{t}{T} = \theta - 2e \sin \theta \dots \dots \dots (2)$$

こいふ關係が成立する。故に此の式(2)を表はすやうな模型を作れば、極めて橢圓形運動に近いものを表はすこゝが出来ゝ。プラネタリウムの模型では之れを第8圖のやうな装置で作つてゐる。即ち、まづ、zはa₁線を中軸として廻轉し、其のzに密着してゐるピン(p₁)によつてh₂を動かすのであるが、此のh₂の廻轉軸はa₂である。そして

第七圖



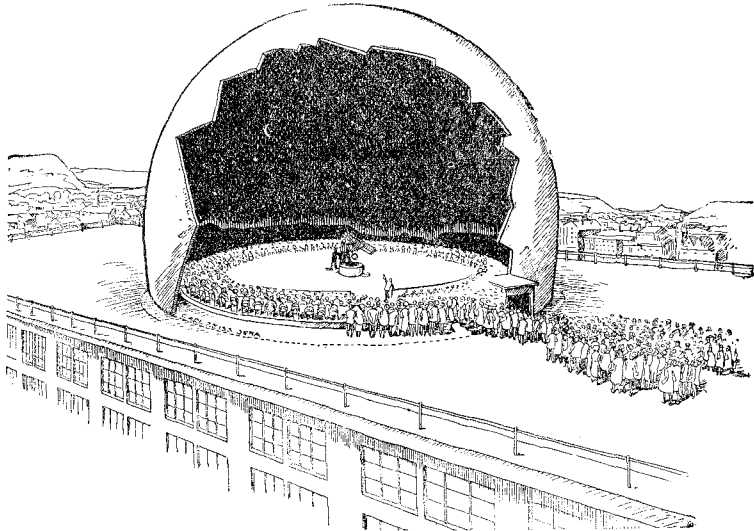
第八圖



此のh₂に附着したピン(p)によつて幻燈筒の一端が動くこゝゝなる。

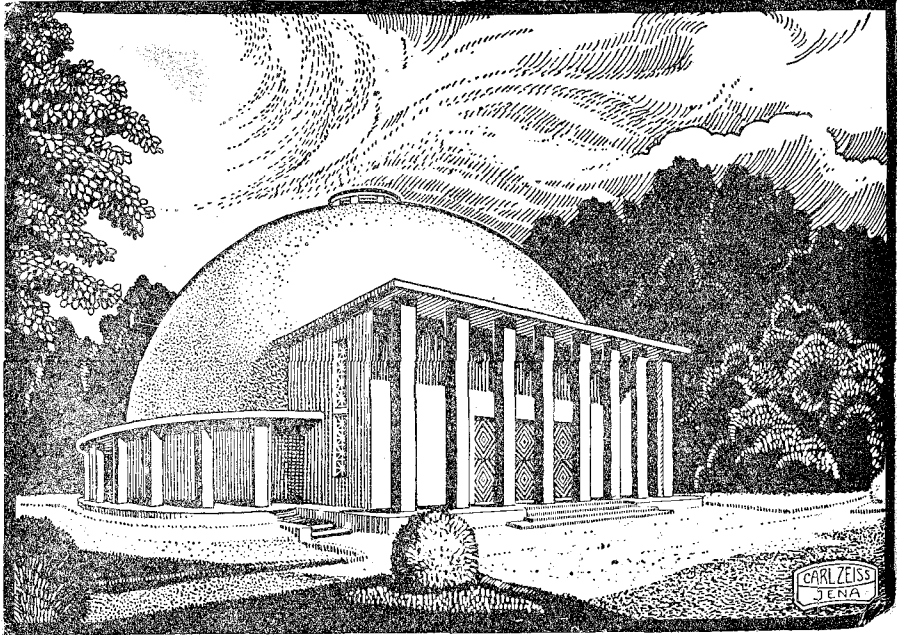
尤も此の如き精巧な装置によつて橢圓運動を

第九圖



模倣してゐるのは水星と火星の場合だけである。此の装置が無ければ、水星の位置は前後へ 19° も狂ふのであるが、此の装置によつて狂ひは $\pm 3.9^\circ$ に減少するこゝになつてゐる。火星の場合には狂ひは水星の $\frac{1}{5}$ ぐらゐである。火星や水星に次いで、月の軌道の楕圓率が最も大きいのである

第 十 圖



が、此の月の模型構造は上述の如く既に非常な複雑さになつてゐるので、(又、必要も無いので)、プラネタリウムには省略してある。

こうして、プラネタリウムは今の機械力によつて達し得る最も精巧な程度に天體運動を模型として表はしたものであつて、此の室内に入れば如何なる場合の天の現象でも人の目前に展開せしめるこゝが出来ゝ。——此の装置が電動力なきの作用によつて自由自在に運動を操るやうになつてゐるこゝは言ふまでも無い。プラネタリウムは1923年の末ミュンヘン市に於いて始めて作られたもので、其の後急に増した。ドイツ國では今此のプラネタリウムが、エナ、ミュンヘン、ベルリン、ライプチヒ、ヂュセルドルフ、バルメン、ハムブルグ、ハンノフア、マンハイム、ニユルンベルヒ、シトツトガルト其の他諸所に設立され、新しい天文趣味を促進してゐる。今年夏には澳國ギーン市にも建設される。第10圖はエナ市の公園にあるプラネタリウムビルデングである。