

381

18

8 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10<sup>18m</sup> 1 2 3 4 5

始



38/-18

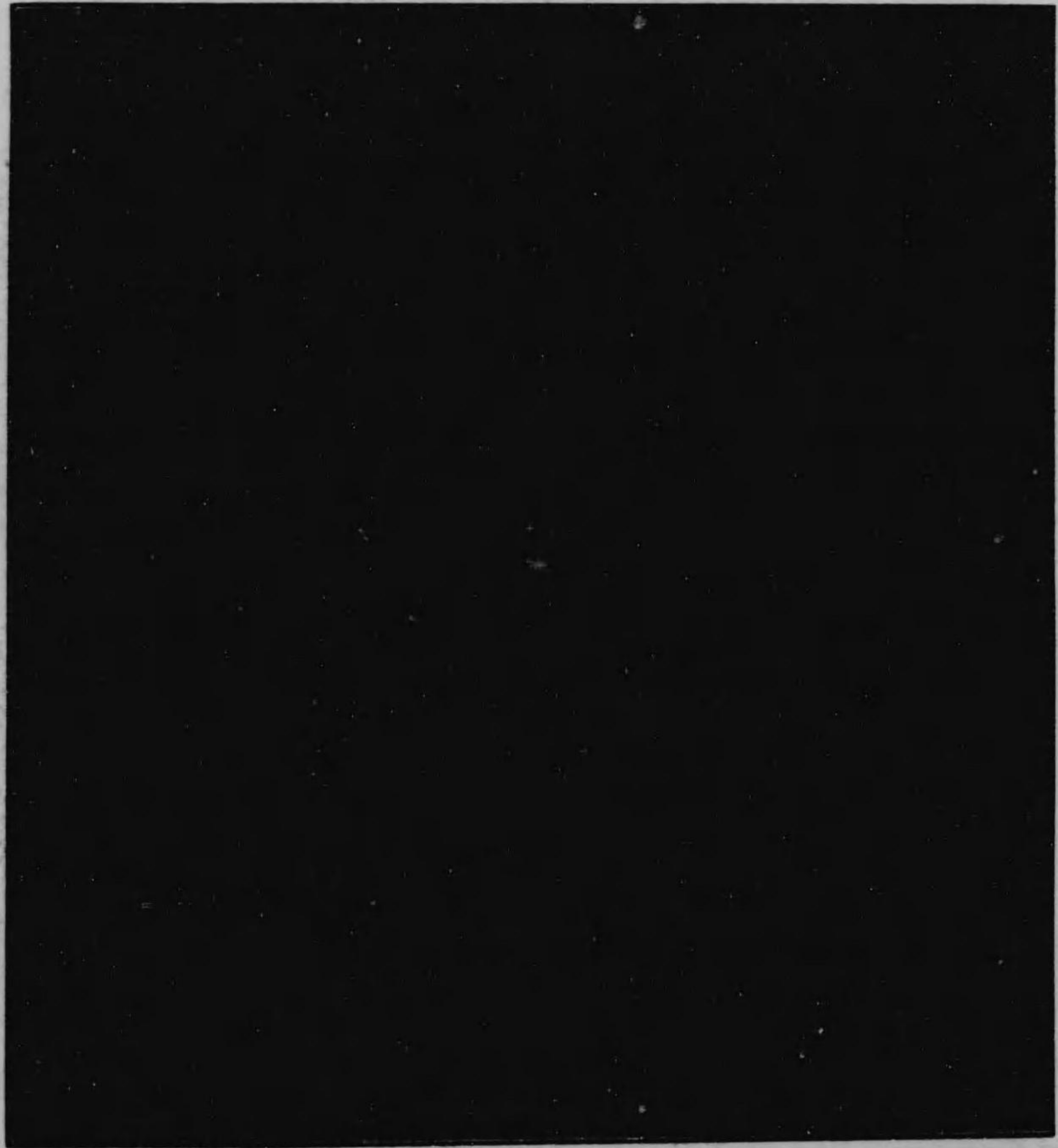


理學博士 新城新藏著

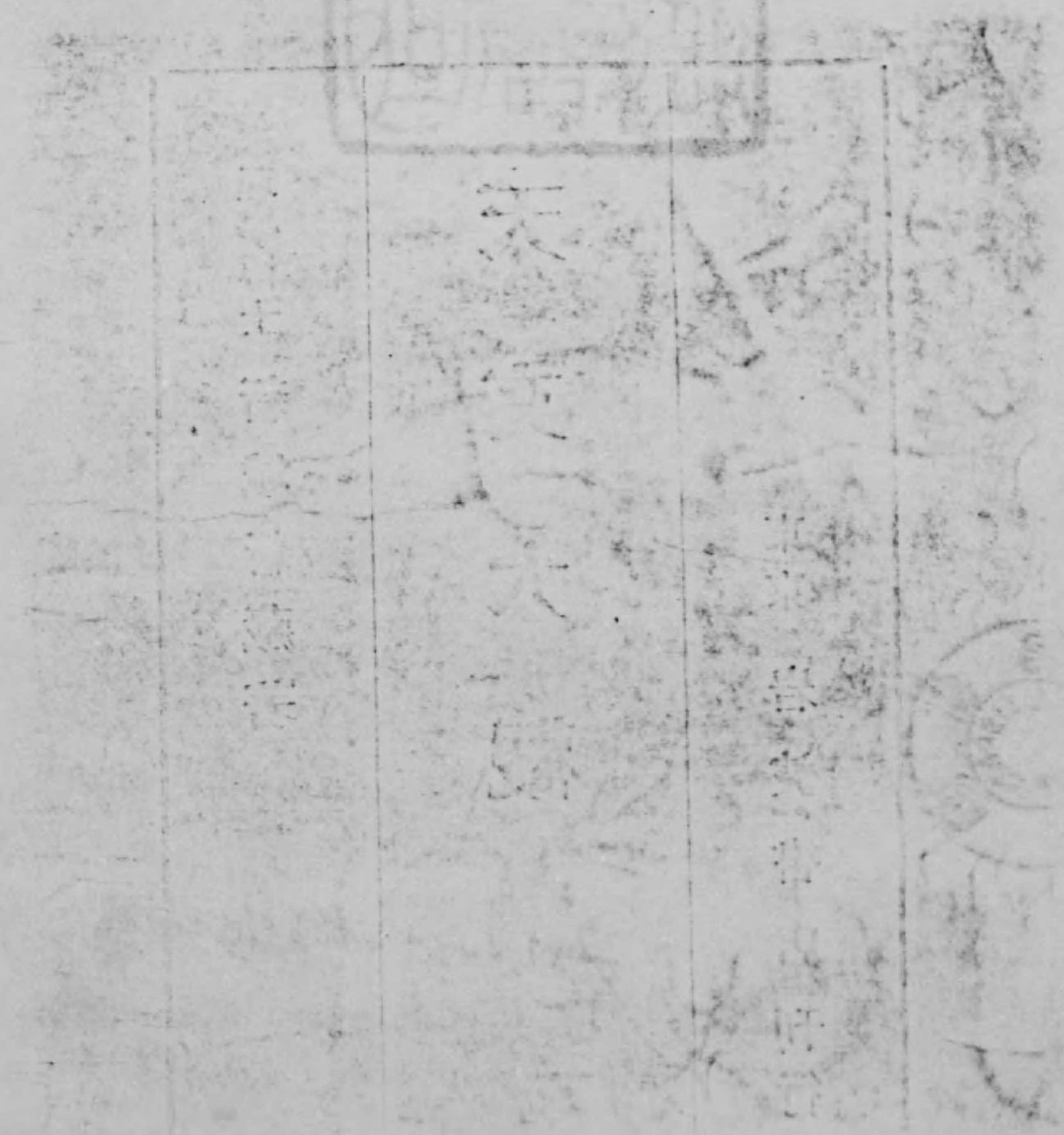
天文大觀

東京 岩波書店 刊行

大正  
8. 6. 25  
内交



大熊星座の渦状星雲M101號



## 緒言

天文学の大體を通俗的に廣く一般に紹介することは極めて必要なることゝ信ずるので、機會ある毎に一二の問題に就きて、或は新聞雜誌に掲載し或は講演を試みたものが、次第に蓄積してほゞ天文学の各方面に行き渡る程になりたるを以て、更にこれを一冊に纏めたるものがこの書である。

編纂は執筆の順序によらず其内容の如何によりて排列することゝし、天文の全體に亘れるものを始と終とに置き、其中間に、大體地球に關するもの、太陽及び太陽系に關するもの、星辰界に關するものと云ふ順序に挿入したが、元來各篇みなそれ〴〵單獨に執筆したものであるが故に、前後相重複する所が尠なくない

のは止むを得ない。

殊に我が宇宙は宇宙引力のための密集によりて成立せるものなりとの考は到る處に反覆して見えて居るが、これは蓋し微意の存する所である。この説を十分に高唱して一般常識に普及せしめんことは、本書編纂に際しての著者の願である。

大正八年六月

著者識

### 天文大觀目次

(1) 天文大觀……………一—二四

緒言 曆 經緯度測定 太陽の熱 宇宙觀 宇宙構造論 宇宙  
 引力 宇宙進化論 人生觀……………一—二四

和歌一首 堯典 天學初學問答

(2) 宇宙と人生……………二五—四四

序言 宇宙は不可解なりや 自然は征服し得べからざるか 地  
 球 雰圍氣 太陽 虚空 時 結論……………二五—四四

和歌一首 英文(Swedenborg) 英文(Gill)

(3) 宇宙の大法……………四五—五三

宇宙引力の法則 太陽系 星辰界 引力による宇宙進化論 人  
 間界……………四五—五三

(4) 時……………五四—六八

時の先後 晝夜 航海術 月 季節 紀年 進化發展

二十四節と七十二候 漢書制通傳

(5) 重力の話 ..... 六九—七八

宇宙引力の法則 地球上に於ける重力 緯度による重力の差

重力測定法 高さによる重力の差 地方的偏差 地盤の構造

宇宙引力

(6) 水 ..... 七九—八九

水と陸 大氣中の水 地下の水 地質時代 地球の進化

和歌一首 淮南子

(7) 秋の夜の月に對して ..... 九〇—九九

觀月 潮汐進化 月世界 地球の將來

(8) 初日の出 ..... 一〇〇—一一一

新年 太陽の熱 太陽表面の活動

和歌三首 淮南子 漢書五行志

(9) 太陽の熱 ..... 一一二—一二八

太陽熱の量 太陽の熱の根源 過去の壽命 比較研究

(10) 太陽系 ..... 一二九—一三四

公轉の軌道 各個の自體

(11) 流星論 ..... 一三五—一四七

小遊星 土星の輪 流星の集團 彗星 黃道光 地球に落下す

る流星 上層大氣の電氣傳導 地磁氣の永年の變化 新星の出現

列子天瑞篇

(12) 流星の大きさ ..... 一四七—一五四

落下の現象 流星の發する光の量に依る推定其一 其二 其三

大氣の最高層に於ける逆流 流星の大きさの計算

春秋記事二項 晉書天文志

(13) 牽牛織女 ..... 一五五—一六七

七夕の話 銀河系 宇宙引力 銀河系の生成 人間界 餘談

英文 (Hearn)

(14) 銀河の光と宇宙構造論……………一六八—一八一

宇宙構造論 銀河の境界 銀河の明るさ 銀河の混成スペクトル 餘論

(15) 天體の廻轉運動……………一八二—一九三

廻轉 廻轉運動量 廻轉運動の起原 理論上の計算 推論

(16) 法華と天文……………一九四—二〇六

光 須彌山説 現代天文學 法華經と天文

立世阿毘曇論 俱舍論 法華經如來壽量品

(17) 宇宙觀と人生觀……………二〇七—二三六

天文と人事 太陽系 太陽系の生成 星辰界 星辰界に於ける生物の分布

易象辭 天文學の歴史上主要なる年代 ガリレオの宗教裁判

# 天文大觀

新城新藏著

## (1) 天文大觀

天文學によりて我々の  
學び得たるものは何か



日月星辰は天の文章である。大文學はこの天の文章を論ずる學問で、人間の歴史と共に古い學問である。幾千年の間我々人間はこの文章を觀て何を學び得たであらうか。凡そ自然界を研究する學問は、學び得たる自然界の現象を人生に利用して始めて意義あるものであるだらうが、天文を觀て我が人生に利用し得たるものは果して何者なりや。畢竟天文學は如何なる學問で、何を目的とし、如何様に

天文大觀

發達し來つたか、これは便宜上、天文の現象それ自身に關するものと、現象の説明に關するものとの二つの方面から觀察して見やう。

## 二

第一の方面、即ち天文を觀て其現象を研究し、これを人生に利用しつゝあるものの主なるものは、曆と經緯度測定法と太陽の熱の研究との三つで、昔しからの天文學の研究はこの三つの順序で發達し來つたのである。

云ふまでもなく、我々は太陽の熱と光とによりて生きて居るので、四季の交替、氣象の變化、動植物の生長等、みな太陽の熱と光とによるものなるが故に、天の時節、季節の變化を知りて、これを適當に利用することは人生に最も肝要なることである。春夏秋冬の循環交替は極めて明白で、従つて霜を履んでやがて堅氷の至らんことを察し、陰極れば一陽のやがて來復せんことを期するのは誰れにでも出来るが、今より何日の後に立春になるか、何日の後に彼岸になるかを知るのは決して簡單ではない。單に周圍の風物氣象から判斷したのでは曖昧を免れぬ、必ずや天文

の觀測によらなければならぬのであるが、今日の如く精密なる觀測法もなく、又正確に一年の長さを知らぬ古代にありては、正しく季節を知ると云ふことは頗る困難な問題であつたに相違ない。しかも人生に至大の關係ある問題なので、正しき曆を人民に頒ち、適當なる時期に農業の準備をなさしむると云ふことは、古代に於ける政治の主なる部分をなして居つたのである。この事は、今より四千餘年前の堯の事蹟を記せる堯典の主なる部分が天文に關する事項であることや、其後に至りても、毎月の朔を廟に告ぐると云ふこと、天子の正朔を奉ずると云ふことが、頗る重き意味を持つて居つたこと等によつても明かである。此時代に於ける天文曆法の學問は、云はゞ帝王の學であつたと云ふてもよい。

紀元前六七世紀の春秋時代に至つても、曆面の時日と眞の季節との差が、一ヶ月乃至二ヶ月も前後した例が乏しくない様だが、しかし多年の研究の結果、觀測法も次第に精密になり、一年の長さも正しく知れて來たので、この曆法の問題は、支那では前漢の太初以後、西洋では紀元前四十六年ジュリアン曆施行以後は、大體に於て解決されたと云ふてよい。支那では太初曆以後近年に至るまでに約四十五回の



曆法改正あり、西洋では一五八二年にグレゴリオ曆に改めたが、是等の改正は比較的僅少なる修正である。我國では今日でも編曆と云ふことが東京天文臺の仕事の一になつて居るが、これは強て完きを求むるのと、特種の目的のためとで普通の生活に對しては、殆ど願曆の必要はないと云ふてもよい程である。一年の長さは三六五・二四二二日で、それに合ふ様に作つたグレゴリオ曆を用ひて居れば、毎年二月四日は立春、三月二十一日は春分で、曆日を數ふれば、自ら季節が知れ、一日以上の差はない。要するに、古代に於て非常に重要であつた觀象授時と云ふ問題は、今日に至りて見れば、完全に解決され、充分に利用され、既に卒業したる問題である。

## 三

觀象授時の問題を大體に於て解決し得た天文學は、其後千四五百年の間、殆ど何等注目し値するほどの發達をせず、其まゝの程度で停止して居つたが、十五六世紀に至り、遠洋航海の發達に伴ひて、更に一段の進歩を促さるゝに至つたのである。

大洋の中に於ける船の位置を知るためには、天文の觀測によりて其點の經度緯度を測定しなければならぬ。其中緯度の方は、或は北極星の高度、或は日中の太陽の高度を測りて、比較的容易に求むることが出来るが、經度を求むることはそれほど簡單でない。例へば一四九二年にコロンブスがアメリカを發見した時は、今の西印度のバハマ島へ到着したので、出發點より西へ經度で漸く六十六度程も行ったのに過ぎないが、コロンブス自身は、地球を二百三十度も廻つて、支那海若くは日本附近へ來たと思ふたと云ふことで、つまり東西經度の測定が少しも出來て居ない。

東西經度を異にせる兩地點に對しては、ほゞ同様なる現象が東から西へ次第に移り行くのであるから、其間の經過時間を知ることが出來れば、二點間の經度の差を知ることが出来る。例へば今某地では丁度正午であるときに、英國グリーンニッチでは午前三時であるとするれば、其地はグリーンニッチより東へ九時間、即ち二十四時間を三百六十度の割にて換算すれば、東經百三十五度の地點であると云ふことになる。要するに船が乙地にあるときに甲地の時刻を知ることが出來れば、それを乙地の時刻と比較して直に乙と甲との經度の差を知ることが出来るのである。

船は乙地にありて、甲地の時刻を知るためには、(一)甲地の時に合はせたる精確なる時計を船中に携帯するもよし、又は、(二)月の恒星に對する位置の變更を時計の



第一圖  
グーリニ天文臺

指針の如く見做し、月が某々星より何程の距離にあるときは甲地の何時何分に當ると云ふことを前以て計算しおき、それを利用するもよし、又は最も簡單には、(三)隨時甲地より無線電信にて時刻の通知を受くるもよい。(一)のためには非常に精巧なる時計が必要であり、(二)のためには前以て精密に月の運動を研究し、一二年宛前に月の位置を推算し、見易き表にして出版して置くことが必要である。

千七百十四年に英國の航海法調査會では、

(一)(二)を引きくめて懸賞問題とし、洋上に於て船の位置を六十哩まで、四十哩まで、若しくは三十哩まで正確に定め得る方法を發明した人に對して、一千磅、一萬五

千磅又は二萬磅の賞を懸けることを發表した。これはそれより四五十年の後千七百六十五年に、正確なる時計を作つた人があつてこの懸賞に合格したが、今から二百年も前の時代に二萬磅の懸賞をしたと云ふことは、如何に當時の航海に對して天文學の必要が痛切に感ぜられて居つたかが想像される。有名なるグリーンニツチ天文臺は千六百七十五年に創設されたものであるが、創設の根本動機は、月の運動を精密に研究し、(二)の方法によりて航海術に應用せんがためである。今日でも年々航海曆を出版し、獨り航海者のみならず學術界に珍重せられて居る。

(三)の方法は漸く近年行はれ得る様になつたものであるが、無線電信の到達し得る距離が次第に大きくなりつゝあるを以つて見れば、近き將來には如何なる方面の洋上にありても陸地からの通信を受け得る様になるであらう。さすれば船の經度を求むることは誠に容易な簡單な問題である。

要するに經緯度を測定して船の位置を定むると云ふ問題も、今日よりして見れば、完全に解決され既に卒業した問題である。

月の運動の研究に刺激せられて、理論の方面では、ニュートンの宇宙引力の發見

となり、觀測の方面では、恒星の位置、運動、分布等が精確に研究されて、星辰界の構造が次第に明瞭になるに至つたので、當初の目的以外に非常に重要な發達をなしたことは、後段第二の方面からの觀察に於て、更に詳しく論及しやう。

たことは、後段第二の方面からの觀察に於て、更に詳しく論及しやう。

#### 四

グリーニッチ天文館新臺



十九世紀の前半に於ける物理学の發達に伴ひ、エネルギーは不増不減、不滅のものであることが次第に明かになつて來たのであるが、我が地球上に於ける多くの現象を吟味して見れば、殆ど一切の活動の根源は太陽の熱であると

云ふてもよい。風雨雷霆の如き氣象變化は云ふまでもなく、燃焼によりて熱を生ずる薪炭、石炭や、流れて水力を生ずる高地の水源なども、其エネルギーの、根源は皆

第二圖

太陽の熱から出て居る。

現に地上に受けつゝある太陽の熱は、若し途中にて大氣に妨げられず、其地面に直射すると假定すれば、一時間毎に厚さ五分の氷の層を融かし去る程の量である。ひとり地球へのみならず、四方へ斯くの如く多量の熱を發散する太陽の表面の溫度は、計算によれば約六千度でなければならぬ筈で、其内部は定めし幾千萬度以上にも及び、全部白熱の瓦斯體状のものであらうと推察されて居る。尙ほ地球表面の地質學的調査によりて明かなる如く、我が太陽は過去幾千萬年の昔から斯様な熱を發散して居るであらうが、斯の如き多量の熱エネルギーの源は何であらうか。太陽は何所からこの熱を得來つたか、如何にして補給しつゝありや、抑も太陽の實體は如何様に出來て居るか

大體に於ては、太陽を構成して居る物質各部が相互引力のために次第に密集しつゝあるので、このために引力の位置のエネルギーが變じて熱エネルギーになるのであるが、これだけでは太陽の熱量は説明が出來ぬ。太陽の熱の一部は、原子内部の變化に基くものと見なければならぬ。

太陽の表面には時々黒點が現はれる。其大小増減は約十一年の週期にて變化するが、一見不思議なことは、黒點の多い時は太陽の熱も光も強い。畢竟黒點は太陽の表面に發生せる渦卷で、渦狀運動によりて、表面より少く内部まで立入りて攪亂するが故に、内部の高熱を表面に傳ふることが多くなるためであらう。なほ詳しく吟味すれば單に熱量が多くなるのみならず、殊に短波徑の部が多くなるらしい。

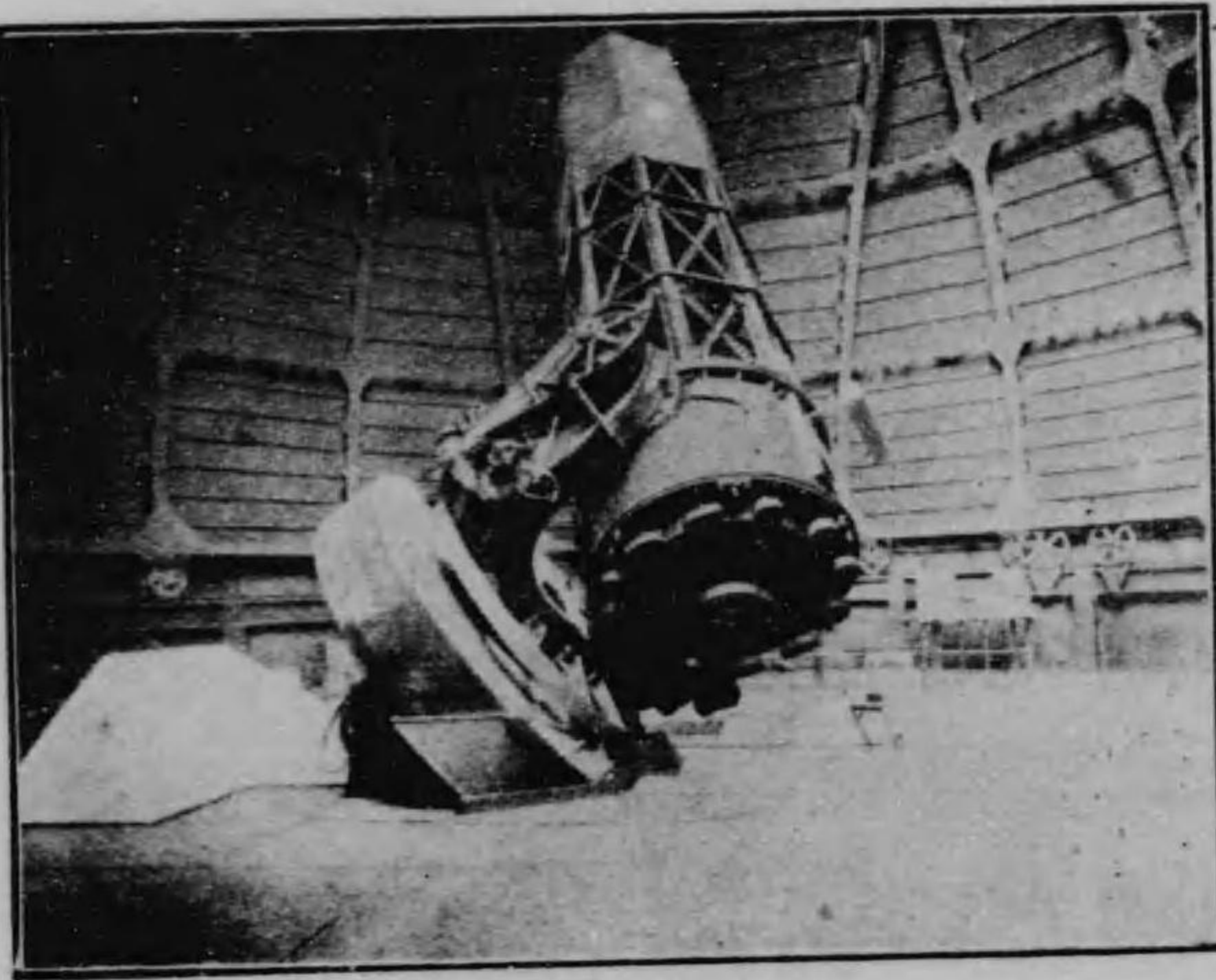


所測觀陽太山ソルイウ  
景 全 一 共

に重さを置かざるべからざるに至るのは自然の勢で、かゝる觀察よりすれば、太陽の熱を受くること多き熱帶地方、アフリカ、南米の如きは將來の文化に對し重要な

人類の活動が次第に盛になり、動力を用ふること愈多くなるにつれて、石炭や水力が次第に缺乏を告ぐるに至るのは免れ難き運命である。貯蓄が漸く乏くなれば、日々の補給

圖 四 第

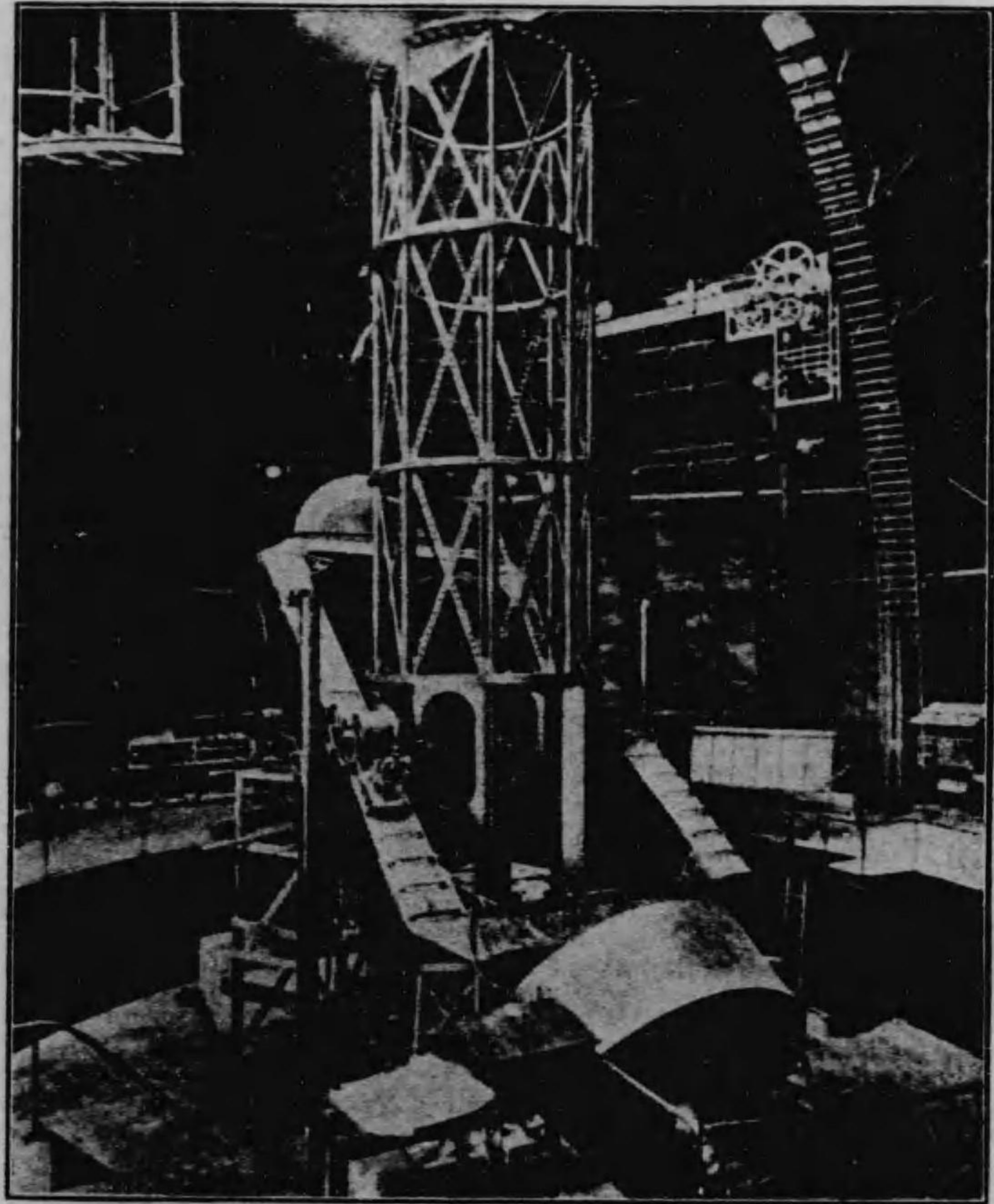


所測觀陽太山ソルイウ  
鏡遠望射反時十六

て創設された天文臺である。

る地位を占むるに至るであらうと思はれるが、それに就ても、太陽熱の利用に就きて、其スペクトルの如何なる部分は如何なる作用を有するか。又其量は十一年の週期以外にも長期に亘りて變化することなきか。是等の變化が氣候及び人文に及ぼす影響如何。是等は何れも重要な問題ではあるが、研究漸く其緒に就き、これから將來の努力に待たなければならぬ問題である。現今世界最大で、口径百吋の望遠鏡を有するウイエルソン山天文臺や、口径七十二吋の望遠鏡を有するガイクトリヤ天文臺の如き、孰れも太陽の研究を目的とし

第五圖



ウイソルン山太陽観測所  
其三一 百吋反射望遠鏡

以上は第一の方面に属する曆航海術及び太陽の研究に就て其大略を述べたのであるが、是等は孰れも人生に至大の關係を有する問題で、

天文学の利用厚生の方面であり、重要な部分である。乍併天文学によりて我々の學び得たる所のものは、決して是等の實用的事項のみではない、第二の方面は寧ろこれ以上に重大なる意義を有するものであると思はれる。

莊子の寓言によれば、牛を割くに妙を得たる庖丁は、其技の至れることを推奨されたるに對し、「臣の好む所のものは道なり。技より進めり矣」と云ふて氣焰を擧げて居るが、屠牛の末技にして猶且つ然り、況や幾千年の昔から、帝王の學、利用厚生の大法として研究されたる天文学に於ておやである。日月未だ地に墜ちず、星辰長へに天に輝きて、我々に教ふる所のものは、決して形而下のみには止らない、必ずや技より進めるものがなくてはなるまい。

我々か現に見る如き天象は如何なる仕組によりて起るか、又かゝる仕組は如何にして成立するに至つたか。是等は即ち宇宙構造論及び宇宙進化論であるが、是等の問題も亦古くから何等かの程度にて論議せられ、しかも其見解即ち宇宙觀には必ずそれに相應したる人生觀か伴なふて居る。

天象の中で、動くもの變化するものとして、古代から知られて居るのは、日月と水、

金、火、木、土の五遊星とであるので、晝夜四季の變化及びこの五星の運動を何等かの仕組にて説明しなければならぬのであるが、其最も原始的なるものは、日月を陰陽に、五星を五行に配當し、ひとり天象のみならず、百般の人事をも含みて、天地間一切の現象を、凡て陰陽の交替と五行の消長とによつて定まるものとして説明せんとしたもので、支那の陰陽五行説、西洋の星占術、印度の宿曜法などは、それ／＼多少の差はあるが、其起原はかゝる考に基いて居るものと思はれる。これに次ては、支那の蓋天説、渾天説、印度にては佛經中所々に散見し、定めし佛教以前より印度にありし説ならんと思はるゝ、須彌山説、西洋にては、紀元後二世紀より十六世紀にコペルニクス、の天動説の現はるゝまで行はれたるトレミー系の説の如き、孰れも天象の變化を説明する仕組として提出されたるもので、夫れ／＼の時代には相應の役に立つたものであらうが、今日よりして見れば幼稚不完全なる説であることは一々批評するまでもない。

## 六

我が太陽系は、中央に太陽があり、そのまわりを水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星の八大遊星が殆ど圓に近き軌道にて廻つて居り、なほ其外に、火星と木星との間でまわつて居る約八百餘の小遊星、長き楕圓軌道にてまわつて居る多くの彗星及流星群、地球以下の遊星に附屬して居る二十六個の衛星、及び太陽系の内外に亘り浮流して居る無数の浮浪流星等より成り、是等が相集つて、太陽系なる一の集團をなして居るのである。地球の半径は約六千四百軒、太陽までの距離はその二萬四千倍で約一億五千萬軒、この距離を單位として、太陽系の最外方の海王星までは約三十倍、最も遠き彗星の軌道は幾百倍に及ぶものもあるであらう。太陽の質量は地球の三十萬倍で、これに比すれば木星は約千分一で、其他はなほ小さい。小遊星に至つては、其直徑僅に二三十軒位のものあり、八百個の質量合計が地球の二千分一位であらう。無数の浮浪流星は、全體としては太陽の光を反射して黄道光として見え、我が地球上に落下するもののみにも一晝夜に約二千萬もある程であるが、一つ／＼の大きさは幾匁又は幾百匁と云ふ程度のものらしく、其總質量は我が地球の十分一以下であらうと推定されて居る。

天に見ゆる無数の星は、我が太陽系に属する少数のものを除けば皆一つ／＼我が太陽若くは太陽系に比類すべき程のものである。肉眼にて一つ／＼見分け得るものは約六千、望遠鏡にて見れば、其口径を増すに従つて見ゆる星の数は非常に増大するが、乍併、假に望遠鏡の口径を非常に増大し、最微の星までを見得るとしても、其總數は決して無限ではない、今日信ぜられて居る所によれば、星の總數は約十億乃至二十億で、最も近き星までが地球太陽の距離の約三十萬倍、最も遠き星までは其千倍もあるであらう。是等が相集つて、銀河の方面に延びたる扁平楕圓體狀の大集團をなし、我が星辰界を形成して居る。銀河は畢竟遠くまで延びたる多くの星の微弱なる光の集積して見ゆるものに外ならぬので、これに因んで我が星辰界を又銀河系と稱へる。

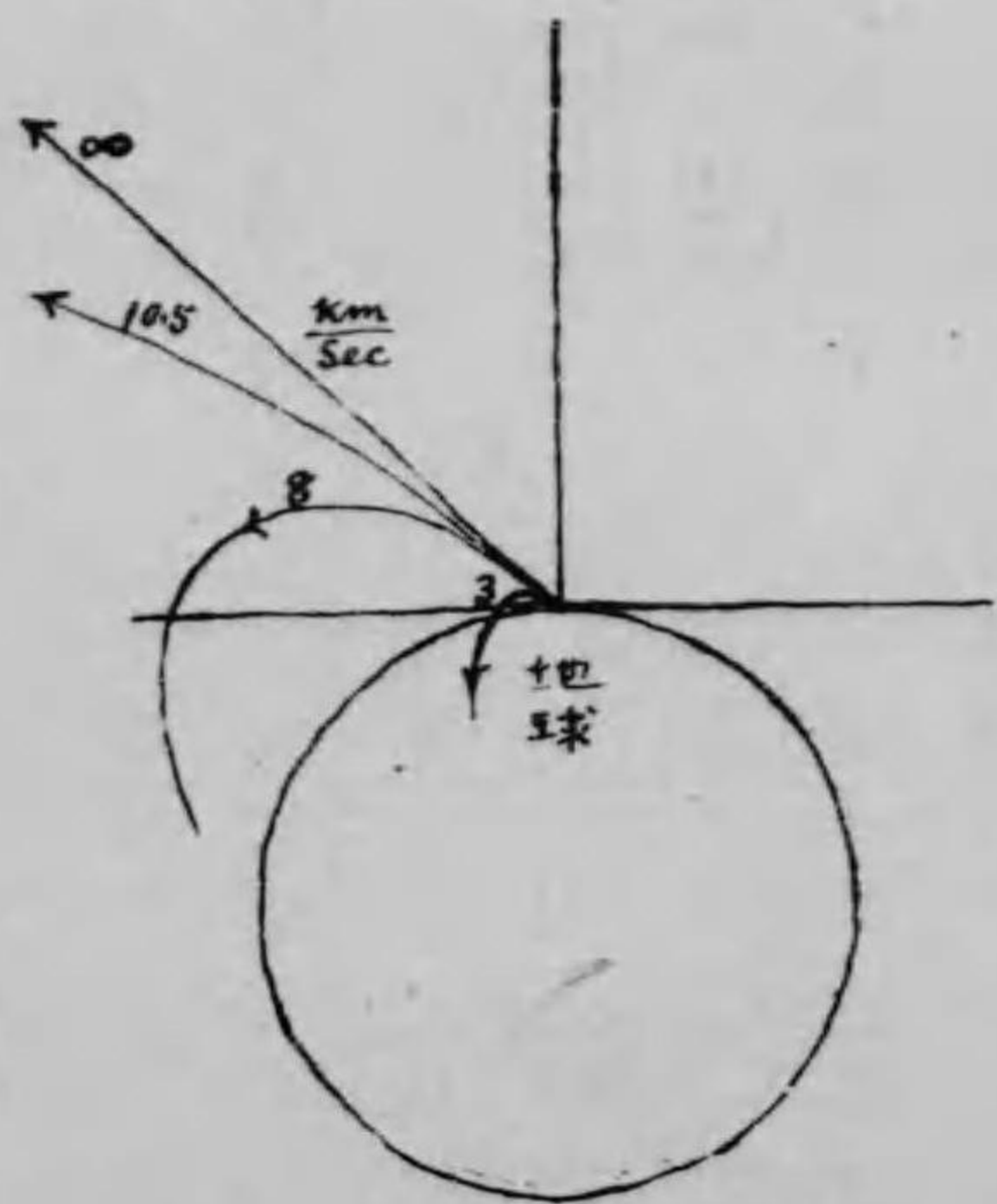
想像を以て補へば、我が銀河系の如きものが、更に廣大なる空間に多數相集つて、歴大なる高次の宇宙を形成して居るであらうと思はれる。現に今日最大の望遠鏡にて見ゆる渦狀星雲なるものが幾十萬と云ふ程あるが、是等は我が銀河系に比類すべき他の星辰界が見えて居るのであらうと疑はれて居る。

## 七

我が太陽系若くは銀河系が、それ／＼一の集團を形成して居るのは、決して偶然相集つて出来て居るのではない。集散常なき烏合の團體ではない。團體を形成して居る各個體相互間の引力によつて、永久離れざる恒久的團體をなして居るのである。

千六百八十七年に千古の大理學者ニュートンに依て發表せられたる宇宙引力の法則によれば、凡そ宇宙間にある物體は互に相引き合ふものであり、其引力の強さは相互の質量の相乗に比例し、距離の自乗に逆比例するのであるが、多くの個體から成立して居る集團に於て、個體相互間の引力に比して、各個體の運動が或る程度以上に大きくあれば、各個體は次第／＼に集團以外に飛散し去り、長き時の間に集團は遂に離散し消滅する筈であり、之に反して、各個體の運動が引力に比して一定の極限以下であれば、各個體は永久離散することなく、その集團は引力に支持さるゝ恒久的團體を成すのである。

第六圖

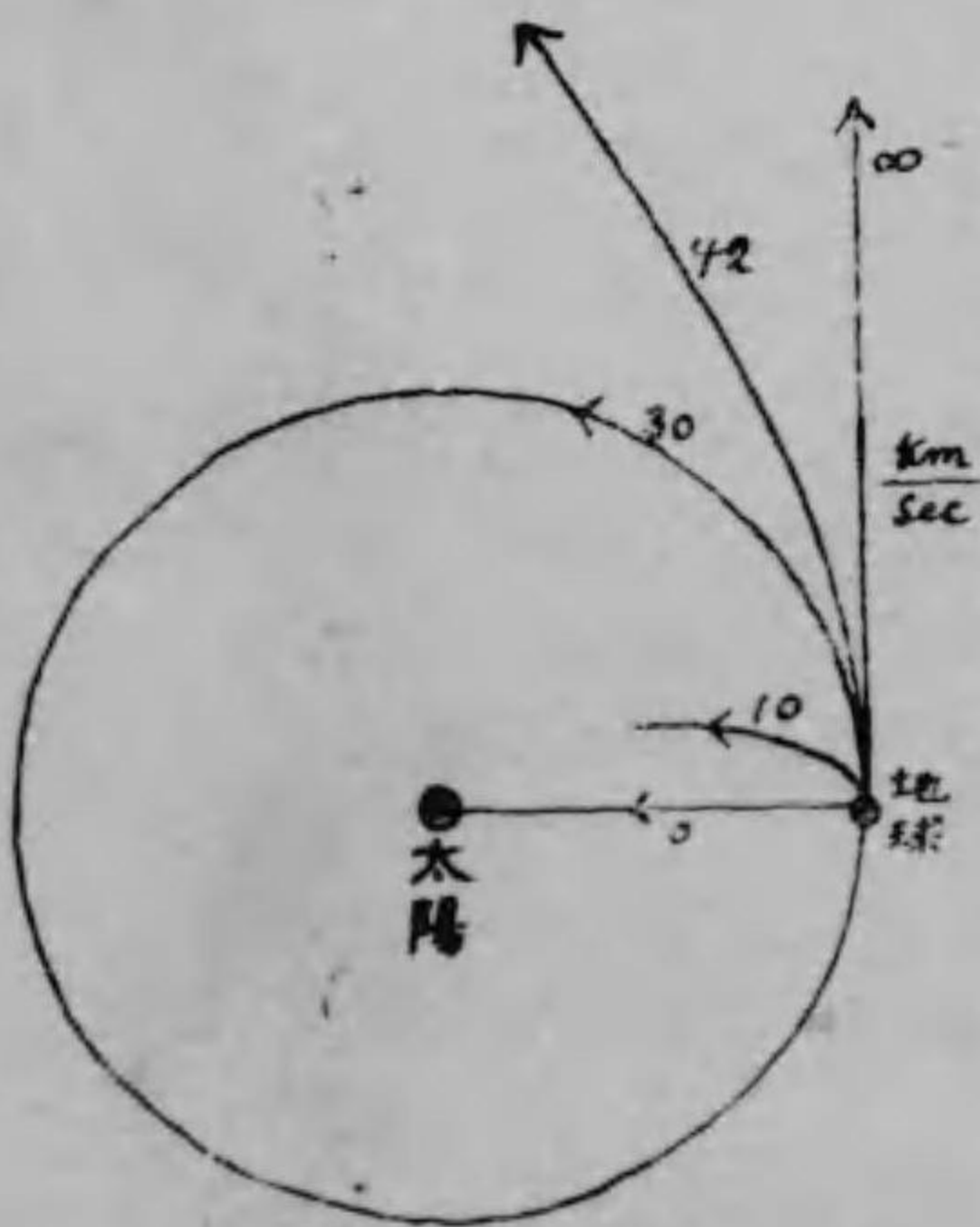


地球の引力の範圍に於ける運動

計算によれば、地球の表面にて、其運動一秒十一糎以下のものは、永久地球の引力範圍を脱出することなく、又太陽から地球ほどの距離にて其運動一秒四十二糎以下のものは、永久太陽系を飛び去ることがない筈である。地上にある物體、太陽系を形成せる各個體の運動は、殆ど

皆極限の大きさ以下であるから、我が地球も我が太陽系も皆共に恒久的集團である。銀河系に就ては、計算に要する數量に確かならざるものがあるが、大抵一秒百糎以下のものは永久銀河系から離散することがないであらうと思はれる。多くの星の中

第七圖



太陽の引力の範圍に於ける運動

には稀に其運動が一秒三百糎以上に及ぶものもあり、是等は或は銀河系の大を以てしても遂に包容し得ざる天界の浪人であるかも知れないが、大多數の星の運動は一秒百糎以下で、多くは一秒二十糎位である。これに依て見れば、我が銀河系も亦相互引力に支持せられて居る恒久的團體である。

八

更に一步を進めて、現在見る如き天地宇宙、即ち銀河系なり太陽系なり乃至我が地球の如きものが如何様にして成立するに至つたか。この問題は即ち宇宙進化論若くは宇宙開闢論である。古代の人民には、民族毎にそれ／＼特有の天地創造説若くは天地開闢説を有して居ると云ふてもよい程であるが、多くは古代の幼稚な考から出来たもので、荒唐無稽眞面目なる考究を値する程のものはない。是等を除外し、近時に至り學界に提出されたる説のみを考ふるもなほ二三に止まらず、甲論乙駁、未だ學界に一定の確説と稱し得るものはないが、予の信ずる所によれば我が天地宇宙の今日の如く成立するに至つたのも、亦全く宇宙引力のためである



と思はれる。

其始め無数の流星が、雲霞の如く、微塵の如く、混沌として普ねく虚空に瀾漫して居つたのが、長き時の間に、相互引力のために、次第くゝに密集し、其所此所に手頃の大きさの部落的集團を作るに至つたものが、我が太陽を始めとし幾十億の恒星となり、更に其部落内に於ける密集の進むに従つて、中央に太陽、少しく離れて或は地球或は木星の如き大小幾多の團體をなして、我が太陽系の如きものを形成するに至つたのである。

密集に伴なふて、引力のための位置のエネルギーは運動のエネルギーとなり熱エネルギーとなるので、大なる集團は非常に多量の熱を發生し、我が太陽及び恒星の如きは、遂に光明赫耀として四方に輝くに至つたのである。密集の爲高熱を發生するに至れば、或は分子、或は原子電子の運動のために、瓦斯體壓、輻射壓を生じ、噴出、膨大等、引力の作用に反する現象を呈するに至ることがあるが、是等は長き進化の全體より見れば、一時的若くは局部的の反動と見るべきであつて、大勢は終始一貫、常に密集的であることは疑ふべくもない。

## 九

見來れば一切を貫いて宇宙引力の作用が著しい。我々人間を始め地上の森羅萬象が各其所を得て居るのも、日月星辰が天に輝いて居るのも、皆宇宙引力のためであり、斯の如き世界が現出するに至つたのも、引力による進化に外ならぬ。畢竟宇宙物質界の大勢は引力による密集である。幾千年の間天文を觀て、我々の學び得たるものは實にこの宇宙引力の教である。

翻つて人事界を見れば如何、人の心と心とは常に相引き合ふものに非る乎。人の集團は相互仁愛の念によつて支持され進化するものに非る乎。正確に觀測し數量的に論議し得る物質界の現象は、其研究の結果を移して、人事界の考察に資することが出来ないであらうか。

淺みとり澄み渡りたる大空の

ひろきをおのか心ともかな

(明治天皇御製)

乃命義和欽若昊天。曆象日月星辰。敬授人時。分命義仲。宅嵎夷。曰暘谷。寅賓出日。平秩東作。日中星鳥。以殷仲春。厥民析。鳥獸孳尾。申命義叔。宅南交。平秩南訛。敬致日永星火。以正仲夏。厥民因。鳥獸希革。分命和仲。宅西。曰昧谷。寅饒納日。平秩西成。宵中星虛。以殷仲秋。厥民夷。鳥獸毛毳。申命和叔。宅朔方。曰幽都。平在朔易。日短星昴。以正仲冬。厥民隩。鳥獸氄毛。帝曰。咨汝義暨和。替三百有六旬有六日。以閏月定四時成歲。允釐百工。庶績咸熙。(尙書堯典)

天學初學問答

或初學問テ曰ク天學ヲ習得テ何ノ用有ル乎。答曰ク天學ヲ習得テハ大略天地ノ理ヲ窮ル也。聖人ノ道ハ格物ヲ以テ初トス。格物ハ何ゾ萬物ノ理ヲ窮ル也。萬物ノ理ヲ窮ルコト天地ノ理ヲ窮ルヨリ大ナルハナシ。

問然ルニ堯舜ハ天學ヲ宗トシ欽敬シ玉ヒテ授時ヲ以テ布政ノ最初ト爲ト雖ドモ前聖ノ道ヲ大成シ玉ヒシ孔聖ハ終ニ天學ヲ説玉ハザルハ何ゾヤ。曰ク孔子モ天學ヲ説玉ハザルニ非ズ。夫レ天學ニ二義アリ。命理ノ天學ト形氣ノ天學トナリ。性命五常ノ道理ヲ窮ル是レ命理ノ天學也。日月五星ノ運行推步測量ヲ修ル是レ形氣ノ天學也。命理ト形氣ト本二ツニ非ズ。天ハ虛ニシテ大氣充塞運動シテ體質ナシト雖ドモ日月ノ形象南北ニ運行シテ四時行レ春溫夏熱秋冷冬寒ト四季ノ土旺ト共ニ五氣アリ。又天ニ衆星多シト雖ドモ辰星太白星熒惑星歲星鎮星ノ五星ハ衆星ニ異リ光映五行ノ色ヲ顯シ運行モ亦日月ノ如ク各々ニシテ遲速同ジカラズ是レ即チ天ノ五行也。此ノ五氣ヲ地ニ與ヘテ五物ヲ生ズ。地ハ實ニシテ土質凝聚靜定シ金木水火ノ四ツ土ニ依リ附キ五行ヲ以テ地ノ體質ヲ成シ。天ノ五氣ヲ稟テ五物生ジ五物生々變化シテ萬物トナリ一物各々命理ヲ具ス。人ハ天氣地質ノ間ニ生ジ骨肉血毛溫ノ五體。心肝腎肺脾ノ五臟ヲ以テ體質ヲ成シ。此ノ身體ノ内ニ天ノ五氣呼吸ニ隨ヒ呼ニ出テ吸ニ入り地ノ五物五味飲食ニ入り二便ニ出ツ。又人心ハ命理ノ居所。一身ノ主宰タルニ依テ天ノ虛ナルガ如ク

心理モ亦虚也ト雖ドモ、天ノ五氣四時ニ依テ發顯著キガ如ク心理ノ五常モ亦四端ニ依テ顯ル。此ノ如キノ三才一貫ヲ窮ル是ヲ命理ノ天學ト云。又日月五星ノ運行ヲ推步測量シテ四時ヲ定メ時ヲ授ケ或ハ世界ノ萬國ニ行舟シ或ハ邦國山川ノ地理ヲ窮ル是ヲ形氣ノ天學ト云。形氣ナケレバ命理モナク、命理ナケレバ形氣モナシ。天地形體アルガ故ニ理ト氣ト形體ノ中ニ具リ、人間形體アルガ故ニ人氣ト心理ト形體ノ中ニ具リ、萬物形質アルカ故ニ氣味ト功能ト形質ノ中ニ在テ、理氣形ノ三ノ者ハ相離レズ。聖人ハ教ヲ以テ主トス、一人ノ命理味ケレバ億兆ノ人ヲ殘虐シ一人ノ命理明ナレバ億兆ノ人ヲ救恤ス。是故ニ孔子ハ專ラ命理ノ天學ヲ以テ人ヲ教ユ、孔子若シ位ヲ得テ天下ヲ治メ玉ハ堯舜ノ如ク日月星辰ヲ曆象シテ時ヲ授ケ禹王周公ノ如ク邑國山川ノ地理ヲ修メ夏ノ時ヲ行ヒ玉ヘルコト必定也 (西川正休)

## (2) 宇宙と人生

### 一 序 言

宇宙と人生と云ふ様な問題は、形而上の事柄で哲學者の領分としてあるやうだが、その問題の大部分は形而下にて解決が出来るではあるまいか。是等の事を少しく物理学、天文学の方面から論じて見たいと思ふ。無論形而下の物質的方面からだけ見るのであるから、問題の一部にしか觸れて居まい。斯く吟味し見た後に、なほ何程かあとに残つて居る部分があつたら、それは所謂哲學者の考究に任せたい。

### 二 宇宙は不可解なりや

宇宙は無限にして解すべからず、限りあるの人生を以てこの間に處し、甲是乙非一を加へて二とし三とするも、到底賽の河原に小石を弄するに異ならず、人生は畢竟無意味なりと云ふ様な考が往々見える。近年屢々人の視聽を牽ける青年の自

殺中にも斯る懷疑的煩悶に起因するものが少くないようである。その思慮の足らざるは憐むべきであるが、その煩悶には同情すべき點があると思ふ。偶々机上にある「人生と宗教」と云ふ本の左の廣告文の如きも一派の人々の考を表はして居ると思はれる。

仰いて茫漠たる天界を見伏して悠久なる地を思ふ時、誰れか宇宙の廣大無邊にして人生の最小なる、人智の淺薄なるを感ぜざるものあらんや。宇宙は無限なり。人生は有限なり。有限を以て無限に對する窮極する所を見ず。於是乎吾人は不可思議の存在を信ぜざる能はず。不可思議之を神と云ひ、佛と云ひ、天と云ふ、宗教此處にあり。依て之を見れば宗教は人生の小を以て宇宙の大に合致せしむるもの也。唯一の人生の解決者也、慰安者也、煩悶勞苦、哀痛、悉く之を俟て解決す云々。

宇宙は果して無限にして人智を以て測り得べからざるものであらうか。若し果して無限ならばそれは眞に畏るべきであらう。深山大澤龍蛇を生ず、無限の奥底には如何なる魔物が潜み居るかも知れないからである。我々が今まで經驗し

たる範圍、知り得たる部分にて認めたる因果律やら物理的法則に従はぬ怪物が、何時出現して來ないとも限らないからである。例へば古代の未開民族では、その智識の及ぶ所極めて卑近の範圍に限られ、少しく廣遠なる所は彼等には全く無邊際の如くであつたが故に、大空にては風雨、雷霆、乃至日月の蝕、彗星の出現、脚下にては地震、噴火、怒濤、津浪、凡て不可思議の怪物にして恐ろしきものばかりである。斯く四方から絶えず脅かされ通しでは、宗教的慰安の必要なるのも尤もである。宇宙は到底不可解なりとし、成る儘になれと、成り行きに任かせるあきらめも必要であらう。併し我々よりして見れば、これは止むことを得ずして据えた度胸である。最後の處置に移る前にも、少し科學的に考慮を廻らす餘地はないであらうか。重ねて問ふ。宇宙は今日文化の進歩、我々の智識より見てもなほ無限なりや、到底不可解なるべきか。

### 三 自然は征服し得べからざるか

たゞに精神的煩悶の問題であるのみならず、之に加ふるに更に現實的の問題が

逼つて居る。それは人間生活の問題である。今日歐洲の大戦亂は開始以來既に一年有半、死傷幾百萬、財を費すこと幾百億、あらゆる文明の智識を利用して互に殺傷破壊を事として居ると云ふのは何と云ふ悲惨なことであらう。抑もかゝる戦争の起る原因は何か、戦争は必然にして避くべからざるものなりや否や。軍國主義者は答へて云はん、自己發展は人の性なり、民族發展は世界の勢である、勢の趨く所衝突は免るべからず、結局戦争は必然にして避くべからざるものであると。生物學者は一步を進めて云はん、戦争は生物界の常態である、優勝劣敗、弱肉強食は自然の勢で、生物は各自生存のために競争するが故に進化し行くのであると。思ふに勢の趨く所は如何にも是等の論者の云ふ如くである。生物の根本義たる自己發展を飽くまでも推し擴げれば、衝突は避くべからざることであり、その結果は競争となり戦争となるであらう。それは自然の勢であるが、併し我々は手を束ねてその成行に放任せなければならぬであらうか。一般の生物と同じ様に我々人類も弱肉強食の法則に従て進化し行くものならば、我々の心の中に道義の念が次第に發達し來りたるは何故であらうか。此世を修羅の巷となし、畜生道に輪廻する

ことを淺ましいと思ふ念慮が我々の衷心にある以上は、我々は弱肉強食以外に進化の道を求むべく努力すべきではなからうか。先帝の御製に

四方の海みなはらからと思ふ世に

など浪風の立ちさわぐらん

誰れ人の心にもこの惻隱忍びざるの心はある。縁あれば親子となり兄弟となり夫婦となり朋友となるべき同じ人類が、互に殺戮の多きを以て誇るとは何と云ふ情けなきことであらうか。右の手と左の手と相搏ち、右の足と左の足と相蹴ると云ふのは何と云ふ淺ましいきことであらうか。古來宗教家、平和論者は口を極めて人道を説き平和を唱ふれども、今に至りて寸効なきは如何。理想と現實と斯くも相懸隔せるは何故であらうか。思ふに争の根源は自己發展のためである。生存のためである。單に精神的に人道を鼓吹することによりてこの争を絶滅せしめんとするは、恰も隻手を以て江河を決せんとする様なもので頗る無理な話である。「衣食足つて禮節を知る」現實的に實効ある方法としては、先づ第一に衣食を足すの道、人類をして幸福ならしめ得べき物質的方法を講ずべきではあるまいか。

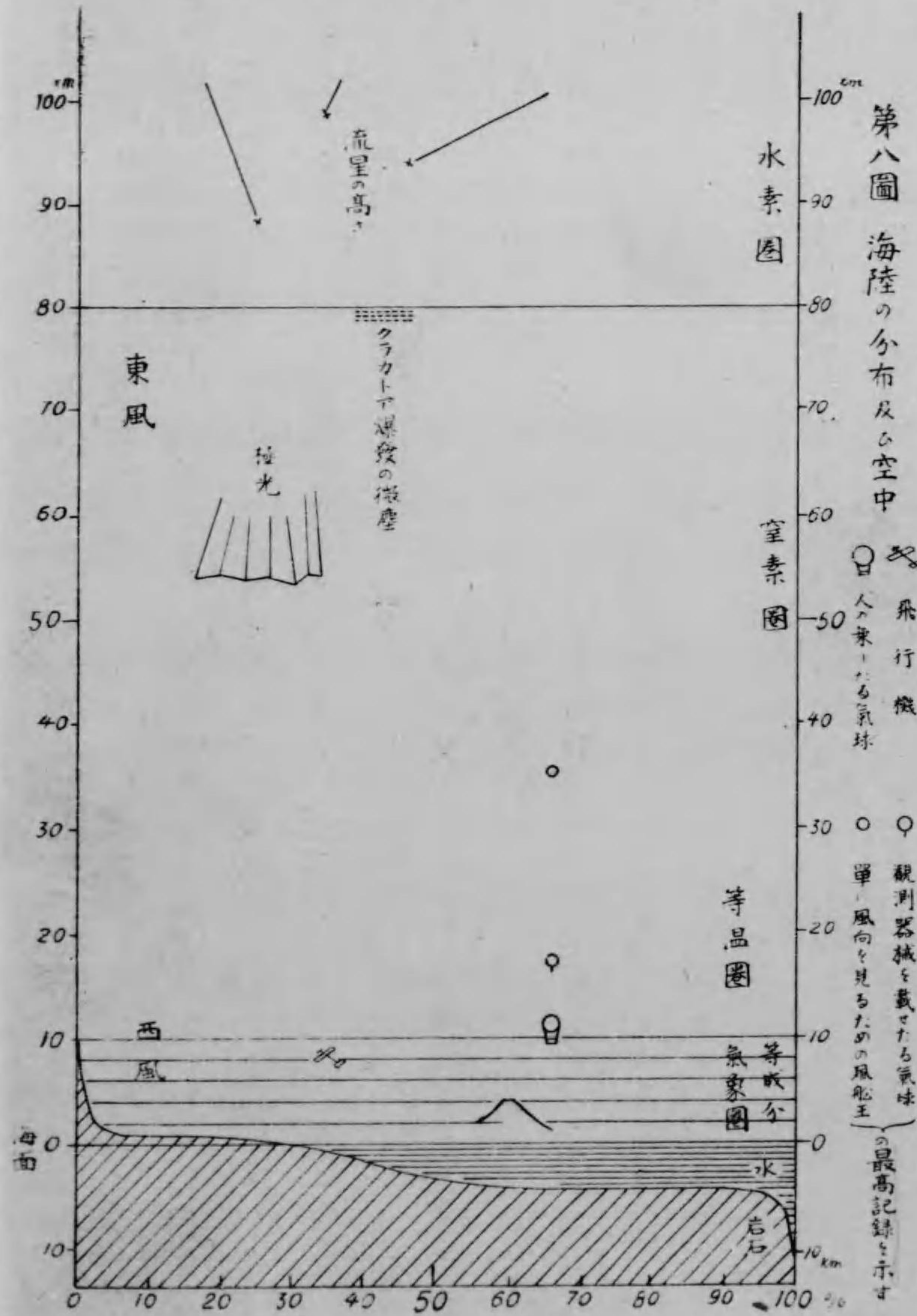
衣食を足すの道は他なし、人類相争ふの愚を止め、共に相携へて自然と戦ひ、自然界を征服するにあるのである。若し斯くの如くにして此世界を我々人類に最もよく適應する様に改造することが出来たならば、萬民みな塔に安んじその生を樂しむことが出来る様になるであらう。我々の理想と現實とが適確に一致し得るに至ることは疑もないのである。そこで問題は「我々は努力により果して自然界を征服し得べきや」と云ふことになる。「自然は服従することによりてのみ征服し得べし。」自然は果して秩序整然、我々は安んじてこれに服従することが出来るであらうか。我々は因果の法則、物理的法則をたどつて徹底的に自然界に適應することが出来るであらうか。自然界には決して一の不可思議も、一の神秘もないであらうか。更に繰り返して問ふ宇宙は無限なりや、我々の知識にて理解し得べからざるものなりや。

#### 四 地球

我々の周圍に不可思議の存在し得べき餘地ありや否や、先づ手近かに我々の立

つて居る地球から調べて見やう。地球の表面は山岳重疊、海洋萬里。人跡未到の地の多かつた時代にはこの表面だけでも奥行の知れないものであつたらうが、今日では地球は半徑約六千四百軒、南北の方向にて少しくつぶれたる扁平楕圓體であつて、その表面に、山の最高は八千八百米、海の最深は九千六百米、つまり十軒以下の極めて僅かなる凸凹を有して居るものなるとは、普通に知れて居る事柄である。なほ近年地球物理学の進歩によつて地球内部の状態も次第に明瞭になつて來た。一體地球はこれを形成せる物質が相互の引力によりて集合せる一大塊であるが、全體としてどれ位の固さであるであらうか。これは三つの方法にて知る事が出来る。第一には餅の堅き軟きはこれを指先きにて壓して見てそのつぶれ方にて知り得る如く、月又は太陽の起潮力に壓されて地球がどれ位變形するかを驗する。第二には陶器の堅き脆きを知るために叩いてその響きを見る如く、地震の際の地球の振動し方を驗する。第三には生卵子とやで卵子とを判定するにはこれを回轉せしめてその回り具合を見る如く、地球の廻轉の具合、主として廻轉軸の變更の具合即ち緯度變化の状態を研究する。以上三様の方法によりて、地球全體として

第八圖 海陸の分布及び空中



石層にて約千五百呎の厚さに包めるものである。表面に於ける海陸凸凹の分布の影響は約深さ百二十呎の間にて消滅し、それより下は、海の下も陸の下も全く同様である。それだから表面に海陸凸凹があるために地盤内に生ぜる缺陷、無理な弱き箇所等は多くは地面以下五六十呎までの間で、地震、噴火などの原因は凡てこの間に存在する。地球の内部は高熱の状態にあつて、温度は地面以下約三十米を下る毎に攝氏一度、乃ち一呎毎に約三十度、十呎で約三百度の割で上昇するが故、海洋の底及び陸地面から時々刻々間断なく浸潤し行く水は、十呎、二十呎の深さにては非常に高温度、高壓の水蒸氣となつて、地盤内に弱き箇所、缺陷ある箇所を求めて噴出せんとする。これが即ち噴火、地震乃至地盤の隆起、陷没、山岳形成等の主なる原因である。一々の噴火、一々の地震に就て、その現象の詳細を説明し、又はその發現を豫言することは、まだ出来ないが、これらの現象の大體は上述の如くであつて我々の知識に了解の出来ぬ不可思議力は少しも存在しないのである。神秘的なる餘やら、恐ろしき地獄などの存在する餘地は地中にあり得ないのである。

## 五

地球を包む大氣の層は、上層に至るに従て次第に稀薄になり、極めて稀薄なる状態にては四五百呎の高さまでも上昇して居るが、我々人間に密接の關係あるはその下層、地表より約十呎の高さに至るまでの間で、風、雲、雨、雪等一切の氣象變化はこの間に起るが故に、この部分を氣象圈又は對流圈と稱へる。太陽から受くる熱によりて、地面に近き大氣は熱せられ海の水は蒸發し、更に上昇する故に風を生じ高きに昇れる水蒸氣はやがて冷えて凝縮するが故に雲となり、雨雪となるのである。時として恐るべき慘害を及ぼす颱風の如きも、熱帶地方に於て多量の蒸發のために大氣中に起れる渦動に伴ふ現象に過ぎないのである。是等の氣象變化のために絶えずよく攪亂されて居るが故に、大氣の上下平衡の状態は對流的平衡と云ふ状態に近く、氣温は大略高さ一呎につき攝氏五六度位の割にて低下し、氣象圈の最上部にては氣温は大凡攝氏零下五十五度位である。我々に近き最下層に於ける氣象の變化は、山岳海陸の分布によりて影響さるゝが故に可なり複雑である

けれども、少しく高き所を取りて大局を達觀すれば、大體にては熱帶地方にて上昇したる空氣が南北に趨くに從て、地球自轉のために次第に東向きの流れを生ずるに至り、緯度三十度乃至四十度の邊にては殆ど西から東に向ふ氣流となるので、例へば富士山の頂などにては年中殆ど西風のみである氣象圈より上即ち地上十呎以上の所は、水蒸氣の昇らぬ所、從つて氣象的變化の起らぬ所で、氣温は上下に餘り變りなく殆ど等温であるが故に等温圈と稱へる。攪亂さるゝこと少なきが故に、空氣の成分の中比重なるものは下になり小なるものが上の方に集まる。近年までの研究によれば、約八十呎までの間は、大體に於て窒素の層、八十呎以上三四百呎までは水素の層である様である。次第に研究調査の歩を進めて見れば、空中の現象にも一つも人智を以て思議すべからざるものなく、風伯、雨師の潛み得べき空中樓閣などは何所にも存在しないのである。

## 六、太陽

地上に晝夜あり四季寒暑の變更あるは太陽の光、熱のためであり、風、雲、雨雪等の



氣象變化も亦前節に述ぶる如く太陽の熱のためである。植物の成長、動物の活動も其根源は太陽の熱のためであり、文明世界活動の源なる、石炭の火力、落差による水力もその根源はみな太陽の熱である。斯く一々仔細に吟味して見れば、その起因を地球内部の高熱又は地球の自轉に有せる地震、噴火及潮汐等、その起因を分子、原子内部の「エネルギー」に有せる化合、放射の現象等、少數の特殊現象を除くの外、地球に於ける一切の活動の根源は太陽の熱である。あらゆる地上の現象は、太陽より來れる熱「エネルギー」が變化し流れ行くに伴ふて、有象無象が活躍して起伏するものに過ぎないのである。然らば更に一步を進めて、その太陽熱は何れより來れるものなりや。過去數千萬年の昔しより多量の熱をその周圍に發散して止まざる太陽は如何にしてその供給を續けつゝあるであらうか。太陽熱の根源、關聯しては太陽の實體は何ぞやと云ふことは今日なほ研究中の問題であつて、斷定的に詳細を述ぶることは出來ないが、その大體を云へば、太陽は其容積は地球の百三十萬倍質量は地球の三十萬倍なる厯大なる天體であつて、この天體の各部は相互の引力のためにその中心部に向て次第に落下し密集しつゝあるので、前述の多量の熱

はこの落下密集の際に發生せるものである。要するに太陽の熱放射なる現象は、太陽なる天體が宇宙引力の大法則によつて次第々に密集して濃厚なる一の塊團を形成する際に伴ふ現象なるに過ぎないのである。太陽の熱、及地球内部の高熱の根源は原子内部の「エネルギー」であつたと云ふ説もあるが、思ふにこれは現象の一部分で、その大體はこゝに述ぶる様なものであらう。太陽は日の神として原始民族に崇拜され、更に進んで愛の源泉であるなど、思はれて居るが、かゝる意味は科學的に考へても尤もな話で、太陽熱は我が地球上の殆ど凡ての活動の根源であり、その又熱のもとには宇宙間の物質相互の引力の結果である。

## 七、 虚 空

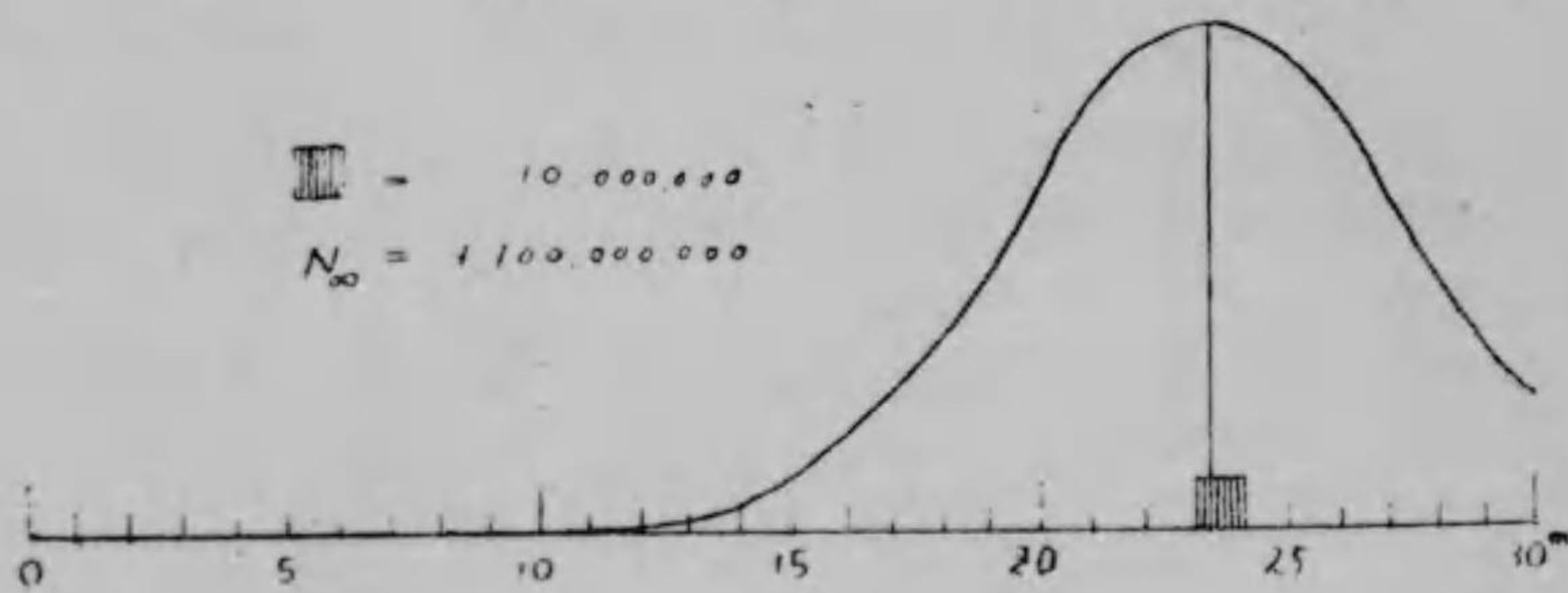
燦然として天に輝く星辰は恰も神秘的の光を以て、宇宙の無限なる、下界の憐むべきを我々に示すが如くに見える。「空は限りもなければとて久方の空とは名づけたり。」星の数は果して無數であらうか。その散在せる空間は果して無限に廣がつて居るであらうか。實際肉眼に一つ／＼見える星の数は案外少くして總數

約六千に過ぎぬ。これを光の強さに依て等級を附し最も光の強きもの二十個ばかりを一等星とし、肉眼で見える最も微かな星を六等星とする。さすれば六等星の光は丁度平均一等星の光の百分の一に當り、一等下る毎に光の強さが二倍半づつ弱くなる割合である。この割合で、肉眼には見えず望遠鏡によりてのみ見える星まで、七等星、八等星と云ふ等級を附すれば、等級が一等下る毎に星の数は約三倍位の割で増加する。十七等星に至るまでの星の数の増加の割合を實際に測り、それから推算した結果によると、極微の星までを合算したる星の總数は無限には非ずして、十億乃至二十億ほどで、その總體の光を併せたるものは、平均の一等星七百個ほどの光、又満月の光の百分の一ほどである。たゞに光に依て數へた星の數が有限であるのみならず、是等の星の及ぼす引力の大きさから推算した星の總數も亦有限で、略同様に十億乃至二十億位の數でなければならぬと云ふことになる。その散在して居る廣がりはどれ位かと云ふに、最近の星から我々までは光の通過するに三年半を要するほどであり、最も遠き星からは千年の餘もかゝるほどである。なほこの十億乃至二十億の星は天の河即ち銀河の方向に扁平に廣がつた集團を

星の數の統計

m	$N_m$	$\frac{N_m}{N_{m-1}}$
1.0	11	
2.0	38	
3.0	111	2.95
4.0	300	2.69
5.0	950	3.16
6.0	3,150	3.31
7.0	9,810	3.09
8.0	32,360	3.31
9.0	97,500	3.02
10.0	271,810	2.75
11.0	698,000	2.57
12.0	1,659,000	2.40
13.0	3,682,000	2.27
14.0	7,646,000	2.04
15.0	15,470,000	2.01
16.0	21,510,000	1.91
17.0	54,900,000	1.86
18.0	93,300,000	
19.0	148,000,000	
20.0	224,000,000	
.....		
Allstars	1,170,000,000	

圖 九 第



m は星の等級  
 $N_m$  は m 等星までの星の數

なして居るので、この集團即ち我が宇宙を銀河系と稱へる。實測の結果は斯く有限でなければならぬのだが、それでは精神的に満足出来ぬ故に、想像上これをなほ一層大きくし、

我が銀河系の如きものが又々多數集つて高級の大々の宇宙を形成するものと考へる。現に大望遠鏡にて見れば幾十萬と云ふほど見えると云ふ渦状星雲はそれ〳〵これ等の他の銀河系であらうと思はれて居る。以上を約言すれば、大々の宇宙は無限であるが、その遠きものは我々に何等の關係もない。我々に何等かの物理的影響を及ぼし得る如き宇宙は即ち我が銀河系であつて、これは有限の星の數より成り、その廣がりも亦有限である。

## 八、時

この世界は何時から始まり、この先何時まで續くのであらうか。眞に無限の古より始まり、無窮の未來に亙るものならば、限りある人智を以て將來を測ることは到底出來まい。「後世眞に畏るべし」である。法華經の中に、久遠無限なる如來の壽命を形容せる五百塵點劫は誠に絶大なる想像で、殆んど思惟の限りでないが、我が世界は果して人智を以て測り知り能はざる程無限に悠久なるものであらうか。宇宙の實體は無始無終、永劫に亙りて存在することは疑もないが、時が永い、無限で

あると云ふためには、それに伴ふて何等かの變化、現象がなければならぬ筈である。佛説ではこれを循環輪廻と考へ、この世界は成、住、壞、空の四相を循環的に繰り返へし、永劫に亙り輪廻するものと見るのである。現今の科學者中にも、我が宇宙を是の如く觀るものが尠くない。散漫なる星雲が次第に凝集して、固まりたる天體となり、その凝集が一定の度に達すれば、更にその内部の活力(天體相互の衝突のためか、又は分子間、原子間の活力のため)のために再び散開して星雲となり、斯くして永劫に亙り同じ事を循環的に繰り返へすと云ふのだが、この説は大に疑はしい、我が宇宙の過去は何うであつたか、將來はどうなり行くかと云ふことは、まだ研究中の問題で、それ〳〵の學者によりて説を異にして居る程であるから、輕々しく論じ去るわけには行かぬが、斷して循環輪廻ではない。思ふに無始以來無限の空間に瀰漫せる物質が、相互引力のために次第に集合して無數の小集團を作り、是等の小集團が更に又相牽引して、多數の大集團を作り、斯くして幾度かの階段的進化によりて現在の如き状態に達したるに非ざる乎、最初の永き眠の覺めぬ間、終局の涅槃に達したる後は變化なければ時の長短もないのであるが、その中間の活動の時期は即

ち我が宇宙の進化、我が世界の存在の時期で、これは決して無限ではない。我々の人智を以て測り知り得べき時間である。例へば我が太陽が現在の如く光と熱とを發散し始めてから今日に至るまでは凡そ幾千萬年と云ふ時間で、今後發光體として繼續する時間はこれよりも短かい。兎に角有限の時間であることは疑もないのである。

## 九、結論

上來述べ來りたるが如く、我が宇宙は決して無限に非るが故に、究竟人智を以て測り得べきものである。苟くも足を地上に有し青天井の下にあるもの決して無限に超越的なるものは有り得ない。この世には決して不可思議なく、怪物なく、因果律に隨はぬものが無限の奥底より突如として闖入し來ると云ふ様な心配は斷じてないのである。毫も神祕なる神の力を借ることを要せず、我々平凡なる人間は理性の示す所によりて次第々々に未知の部分を征服し行くことが出来るのである。我々の努力は一步／＼跡を永久に残すのである。斯の如き世界はやがて

科學者の努力すべき領分である。物理學者は動力轉換の理を究め、化學者は物質變化の状態を明にし、利用厚生に努力して怠らなければ、人類の幸福を増進するの道は綽々として餘裕あることと思はれる。在來の生物進化論否な動物進化論に一步を進めて、我々人類の進化は、自然を征服することによりて一層完全の域に達せんことは期して待ち得べきことである。昔時の宗教家は、この世界は人間のために作られたるものと考へた時代があつた。それは勿論一の迷想であつたが、今日の我々は努力によりてこの世を我々人間に最も都合よき様に改造し、穢土を變じて極樂淨土とすることが出来るのである。少くとも我々はそれが可能であると信じ得ることは大なる幸福で全く科學研究の賜に外ならぬと思ふ。

(大正四年一月「太陽」掲載)

限りなき天つみ空をこころにて

おもひのどめむ世中のこと (明治天皇御製)

The sidereal heaven, stupendous as it is, forms perhaps but a single sphere, of which our solar vortex constitutes only a part, inasmuch as this universe is fitted only in the infinite. Possibly there may be innumerable other spheres and innumerable other heavens, similar to those we behold, so many, indeed, and so mighty, that our own may be respectively a point.

(E. Swedenborg, 1721)

The hundreds of millions of stars that comprise these streams, are they the sole ponderable occupants of space? However vast may be the system to which they belong, that system is but a speck in illimitable space; may it not be but one of millions of such systems that pervade the infinite? We do not know. "Canst thou by searching find out God? Canst thou find out the Almighty unto perfection?" (Sir David Gill, 1907)

### (3) 宇宙の大法

上

一陽來復、希望に満ちたる正月の心は自から樂天的である。新年に際して少しく、宇宙の大勢を達觀しやうとするのは、必ずしも閑人の閑事業ではあるまい。科學者が物質界の現象を觀測して、其間に一定の秩序あることを認め、多くの事實から歸納して得たる、所謂自然界の法則なるものは、大は物質不滅則、エネルギー不滅則等の如き、一般に當てはまるものより、小は一部分の事項に當てはまるものに至るまで、數多くあるが、其中で特に重要なるものは宇宙引力の大法であると思ふ。

宇宙引力の法則は一六八七年にニュートンの發表した法則で、凡そ宇宙間にあるあらゆる物體は互に相引き合ふものであり、其引き合ふ力は、質量の相乗に比例し、距離の自乗に逆比例すると云ふのである。極めて簡單明瞭で、ニュートンの林

橋の話は廣く人口に膾炙して居るが、それにも拘らず、此の法則の正當の意味が十分徹底して認められて居らぬことが屢ある様である。

ニュートンは、林檎が樹から落ちるのも、月が地球のまはりに廻るのも、地球や諸遊星が太陽のまはりに廻るのも又其頃見えた彗星の運動も、皆な同一の宇宙引力の法則に従つて居ることを數學的力學的に證明したので、その嚴密に正確であることは疑もないが、よく小學校の子供の如き簡単な頭から、若地球が太陽に引かれて居るならば何故に地球は恰も林檎の落下の如く真直に太陽に落ちないであらうかと云ふ質問を出されることがある。此質問は誠に面白い問であるのだが、普通それに對する返答が宜しくない。地球は太陽のまはりに廻つて居るが故に遠心力がある、此遠心力即ち太陽より遠ざからんとする斥力と太陽の引力とが、丁度釣り合ふて、太陽より遠くもならず近くもならず廻つて居ると云ふのであるが、この問答は丁度、若し人の本性が善なれば、何故に世に泥棒の種が盡きず、戦争が何時までも止まないであらうかと云ふ問に對し、いや人の性には善と惡とある、この善と惡とが丁度釣り合ふて居るから、此世界は天國にもならず地獄にもならず、永久

是の如くにして輪廻して居るのであると答ふる様なもので、強ひて善意に解釋すればそれでもよいが、この遠心力と云ふ言葉に語弊がある。正しく云へば引力に反對する遠心力なる斥力は存在して居ないのである。

凡そ運動して居るものは次第に相離れて行くのは自然の成行である。必ずしも互に相反撥し相斥くる力があるためではない。甲と乙との間に引力もなく斥力もなく、つまり何の縁もゆかりもないならば、甲は東行して乙は西行し、單にこれ路傍の人で過ぐるのは當然である。併し乍ら若し其間何等かの引力があれば、振り返つて見、戻つて來、遂には一定の軌道を畫いて、永久離れざる一の系統をなすに至るであらうが、この振り返らしむるためには始めの運動が大なれば大なるほど、それに打ち勝つだけの強い引力が必要である。地球は大なる運動をなして居るから自然の成行として離れ去らんとしつゝあるのだが、太陽と地球との相互引力の爲に振り返り引き止められて永久離れざる軌道を畫いて居るのである。

引力にも種々の引力がある。前述の宇宙引力の外に、陽の電氣と陰の電氣との間の引力もあり、水素と酸素とを化合せしむる引力もあり、又粉を固めて團子たら

しむる引力、破れた茶碗を糊で附着せしむる引力など色々あるが、少しく大規模の場合には、凡て是等の引力は皆其用をなさない。例へば地球が二つに破れたとしたときに、これは糊で附着せしむることは出来ない。必ずやニュートンの宇宙引力の作用によらなければならぬ。

ニュートン以後次第に諸方面のことがよく知れて来たので、今日に至りて見れば、宇宙引力の作用は到る所に現はれて居ると云ふて宜しい。我地球が現に一の固まりをなして居るのも、太陽のまはりに地球及び多くの遊星が廻つて太陽系なる一の團體をなして居るのも、又天に輝く無数の星が相集つて星辰界なる一の大集團をなして居るのも、皆この宇宙引力のためである。更に又、我々に光と熱とを與へ地上に於ける殆ど一切の活動の根源となつて居る太陽のエネルギーも、其起りは宇宙引力からである。昔し風の言葉で云へば、天が覆ひ、地が載せて居るのも、又天地覆載の間に光明があり活動があるのも、皆すべて宇宙引力のためであると云ふてよろしい。

## 下

以上は現在の世界が宇宙引力で持つて居ると云ふことを述べたのであるが、更に一步を進めて、如何にして斯の如き世界が出来て来たかと云ふことを考ふるに、これも亦全く宇宙引力のためである。

百年前にラブラースが唱へて近頃まで行はれて居た所謂星雲進化説によれば、始めに大きな瓦斯體の球があつて、それが次第に收縮すると共に廻轉が速くなり、其結果として外側から海王星、天王星、土星、木星と云ふ様に分れて出来たと云ふのであるが、この論は今日よりして見れば頗る不都合なる點が多く、到底採用するところが出来ない。

今日考へらるゝ所によれば、一つの球から分れて多くの遊星が出来たのではなく、却て反對に、其始めは無数の小なる流星體の如きものが虚空に瀰漫して居つて、それが相互引力のために次第に密集して現在の如き太陽系になつたのである。

其始めは各個體が全く無秩序に勝手に動いて居るものゝ集團で、無論無数の衝

突干渉が盛んに行はれたに相違ない。右向きに動くものと左向きに動くものと、上向きと、下向きと、少しでも運動の方向を異にして居るものは、互に相衝突し又は相干渉して、其結果は優勝劣敗強きもの優れたるもの多数のもの、動く方向に動く様になり、永き時の後に遂に今日見る如き秩序ある平和なる太陽系になつたのである。

無数の無茶苦茶運動をなして居るものが、次第に密集して其集合の密度が大きくなり、各個體の運動が大きくなれば、それに伴ふて衝突が益々多くなるのは自然の成行である。恰も人口が次第に繁殖し、個人の活動欲望が烈しくなれば、それに伴ふて生存競争が烈しくなり、戦争やら、弱肉強食やらが多くなるのと同じことであらう。

衝突は自然の成行ではあるが、望ましきことではないので、これに對する處置が色々ある。第一には衝突を止めよと命令する。個人の活動、個人の欲望などを云爲するは生意氣なり、皆おとなしくせよと命令する。これは併し乍ら事實不可能である。一々の個體の活動を止めることは到底出來ない。又よしや出來たとし

ても其結果は死滅の世界である。第二には姑息的に衝突をごまかす。例へば桶の中の鱈の集團の如く、圓轉滑脱、將に衝突せんとしてぬらりとやる。一見すれば衝突を避け得たる様ではあるが、偶には間違つて尻尾を噛むこともあるであらう。永き時の間には遂に全部共喰に終るであらう。恰も内に禍心を包藏し乍らだゞ表面をごまかして居る外交的辭禮の如きもので、衝突の原因が依然として存在してゐる以上、畢竟姑息的である。

以上の二つは孰れも望ましからざる處置であるが、幸にも宇宙の物質間には相互の引力がある。喧嘩の後に握手するが如く、戦争の後に二つの民族が互によく了解して相融和するが如くに、衝突の機會が多くなればなるほど、引力によつて其處此處に局部的集團が出來、中央には太陽、少しく離れた所に地球とか火星とか云ふ様に纏まつた團體が出來て、もはや衝突は起らぬ様になり、なほ是等の團體間にはやはり相互引力が働いて居る故に、一定の軌道を畫いて平和なる秩序ある系統をなす様になつたのである。單に優勝劣敗の衝突だけに放任したのでは決して一の團體は出來ない。各箇體の間に有力なる相互引力が作用して居るがために



我が太陽系は現出することが出来たのである。

斯様に考へて見れば、宇宙萬物の間にはたゞ一つの傾向がある、それは即ち宇宙引力であると云ふて宜しい。一一の場合を見れば、甲の物體と乙の物體と相離れることもあり、相衝突することもあるが、それは要するに過去の因縁の結果たる現在の運動のためで、自然の成行である。それにも増してそれを引き付ける強大なる引力があるために、此世界は成立して居るのである。一天四海皆歸妙法と云ふことがあるが、物質間の妙法は即ち宇宙引力である。

翻つて人間界を見れば、龍攘虎搏の世界的大戦争は、三たび新年を迎へてもまだ止みさうにも見えない。百萬の生靈を犠牲にし、千億の財を費しても、なほ底止する所を知らざるものゝ如く、争ひて止まずんば、勢の趨く所人類の運命は果して如何に成り行くであらうかと悲觀せらるゝのである。過去の努力の結果なる所謂文明が既に大打撃を受けて居るのは云ふまでもないが、なほ將來に對しても、人は永遠に争ふべきものであるとか、戦ひ争ひて其結果弱肉強食となるのは自然の大法であるとか云ふ考が既に著しく見えて居る。我々はこの世を斯くの如き畜生

道とあきらめなければならぬであらうか。

激しては狂瀾怒濤となり、氾濫しては天を没する如くに見えても、水は終に低きに就くが如く、一時の現象は兎も角、永遠の時の間には、人類は次第に相引き相融和して渾一平和の世界を現出するに至るのではあるまいか。物質界の法則を移して直ちに人間界を律することは出来まいが、林檎の落下にも比すべき日常茶飯の事柄から人間界の大法を透見することは出来ないであらうか。かゝる大法を確認し其作用を明瞭ならしむべきニュートンの出現を切望

(大正六年一月大阪朝日新聞掲載)

第十圖  
リツク天文臺



して止まないものである。

## (4) 時

## 一

時の觀念は頭の中にある先後の順序である。我々が或る一つの現象を認めるには必ず先後の順序をつけて見なければ分らない。例へば或る現象を活動寫眞に撮り、やがて逐次展開して見れば誠によく分るが、その現象に普通の寫眞器械を向け、レンズの蓋を取り外づしたまゝ重ね取りに寫したものを見たのでは、前後錯雜して少しも分らない。思ふに我々の頭は一種の時計仕掛になつて居り、其仕組に從ひ順序的に入つたものでなければ了解し難く記憶し難いのであらう。この頭の中の時計仕掛の働かぬ場合、例へば睡氣を催ふしうつとりして見聞したる現象は、何を見聞したのか何を經驗したのか殆んど要領を得ない。

時の先後と云ふのは二つの現象の比較で、恰も人と約束した時刻の先後の如きものである。我々は人事界や自然界の變化に對して我々の行動を約束し、是等の

變化を適當に利用することを努めなければならぬ。若し假りに全く浮世を離れたる孤島に住し、且つ周圍の自然界とも没交渉に生活し得るとすれば、其人には時と云ふ觀念は不必要であらう、醉生夢死も必ずしもわるくなからうが、我々は常に周圍の自然界の影響を受け、人事界と交渉して生活しなければならぬので、時によりて周圍と調子を揃へることが必要である。

自然界の變化の大なるものは晝夜の變化と四季の變化で、一切の現象は、是等の變化に伴ひて變じ、更に永年の變化をなして居る。

## 二

晝夜の變化は日々見る所で、即ち太陽の出没によつて生ずるものである。太陽が今日南中してより明日南中するに至るまでは即ち一日で、詳しくは一太陽日と稱へる。同様に或る一つの恒星が今夜南中してより明夜南中するまでの時間を一恒星日と稱へれば、太陽日は恒星日に比して少しく長い。これは恒星に對して太陽が少しづつ東にずれるため、一年で天を一周するのであるから丁度一日の差

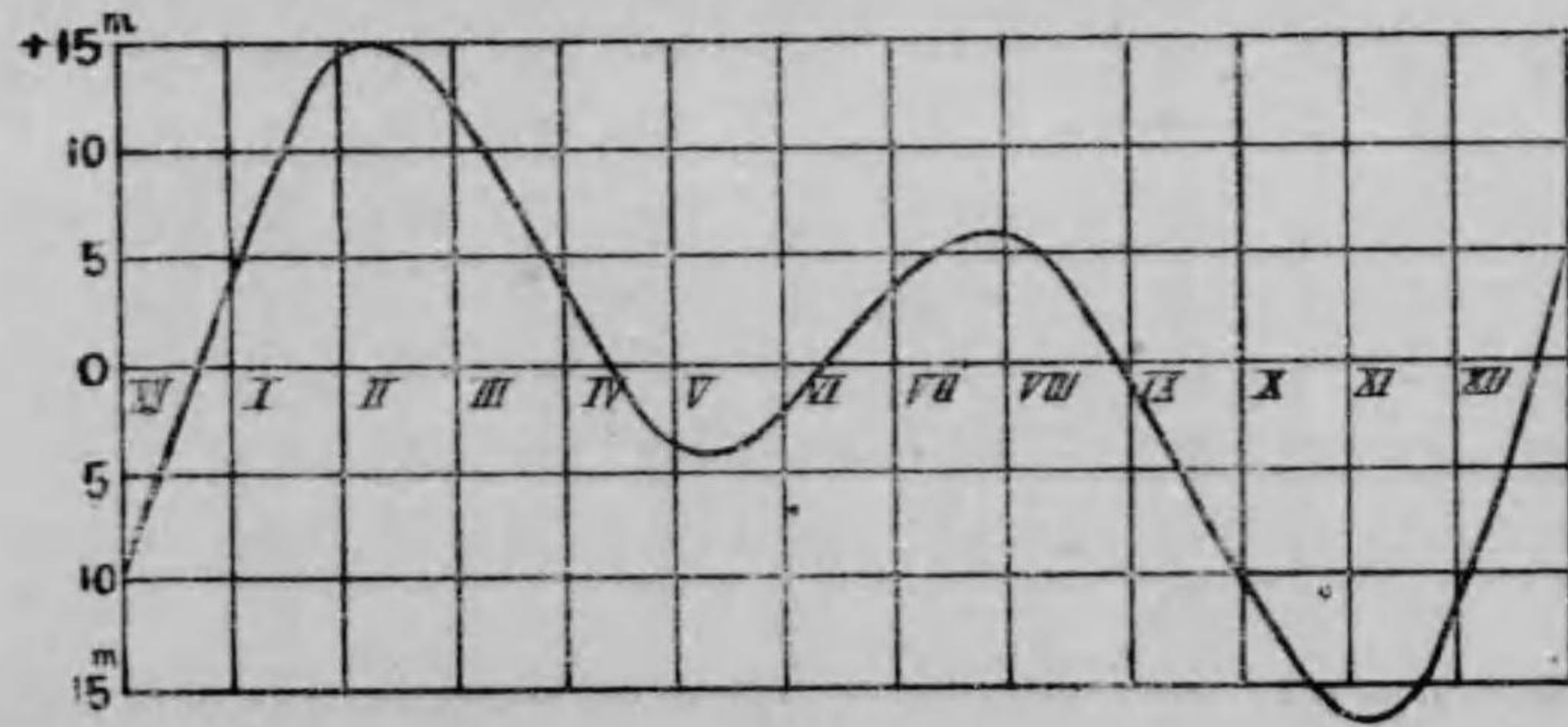
になり、一晝夜に約四分の割合である。

時

五六

第十圖

平均太陽時を以て真太陽時に加ふべき修正



恒星日の長さは常に一定して變らないが、恒星に對して太陽のずれる分量は一年の季節によつて異なるので、従つて太陽日の長さは時によりて長短がある。日常用にはこれを一年に平均して平均太陽日及び平均太陽時なるものを用ひて居るが、平均太陽時と真太陽時との差は第十一圖に示すが如く、平均太陽時は二月始に十五分程進んで居り、十一月始には十七分程後れて居る。若し日時計を使用すればこれだけの修正をしなければならぬ。精密なる時刻を求むる場合には、夜恒星の觀測によりて恒星時を求め、それより推算によりて平均太陽時を求めらる。

太陽は東から西へ廻るので、地球上の各地で見

て居る日南中は、東から西へ行くに従つて段々に後れる筈で、この時差は即ち經度の差である。各地にてそれらの地方時を使用することゝすれば通信交通上不便が少くないので、便宜上一國又は一地方づゝを纏めて其區域内にては同一の時を使用することゝ約束する。この時を標準時と稱へる。我國の中央標準時は東經百三十五度明石邊の時を用ひて居る。

近年大戦亂勃發以來、英佛獨伊の諸國では所謂夏時法なるものを採用して居る。これは四月より十月に至る一定時期の間、時計を一時間乃至一時間半ほど進めるのである。かくして同一稱呼の時刻の下に、夏期の生活を全部一時間乃至一時間半づゝ進めそれによりて夜の電燈を儉約し朝の曙光を利用しやうとするので、この法案を又曙光利用法案と稱へて居る。夏時法の採用は多少の混雜を伴ふことは免れ難いが、適當の準備と實行方法とにより其弊害を防ぐことが出来れば、一國の經濟上利する所甚だ大なるべきは疑ふべくもない。

三

時

五七

特に精確なる時を必要とするものは航海者である。洋上に於ける船の位置を定むるには、天文観測によりて其點の徑度緯度を測定するのであるが、この徑度測定のためには、出帆せる港の時を正確に保つて居ることが必要である。例へば時計が一分ちがつて居れば、徑度に十五分の差を生じ、赤道附近にて云へば船の位置に十五哩の相違を生ずるのである。

十五六世紀以來遠洋航海の發達と共に、大洋の中に於ける船の位置を精確に定むる方法が重要な問題となり、遂に十七世紀に至りては時勢の痛切なる要求のために、莫大なる賞を懸けて廣く其方法を一般に募るまでになつたが、一體これには二通りの方法がある。其一は成るべく狂ひの少い精確なる時計を船に備へ附くるのであるが、この方は非常に精巧なる時計を案出した人があつて懸賞に當選した。今日でも遠洋航海の船には必ず精巧なるクロノメートルを備へ附けて居るのがそれである。も一つの方法は船に時計を積み込む代りに月を見て測るのである。何日の何時何分には月は何の星よりどれ程離れて居ると云ふ表を前以て作つて置けば、月の位置を測て直ちに今はグリニッチの何時何分に當ると云ふ

ことが知れる。つまり天空全體を時計の盤面とし月を時計の針と見立て、居るのである。この方法を實行するには精確なる月の表が必要であるが、月の運動は可なり複雑なるが故に、先づこれを研究して精確なる表を作らんとする目的を以てグリニッチの天文臺は創立されたのである。今日でも航海者に月の位置を知らさんのために年々航海曆を發行し、航海者及び天文學者に用ひられて居る。

船が入港した折に其クロノメートルに精確なる時を與ふるために、よき港には報時球の設備が必要である。又近年に至りては航行中の船にも精確なる時を與ふるために無線電信による送時法が行はれて居る。

#### 四

月の盈昃による一ヶ月の長さは、一日と一年との中間で手頃の區切である。殊に古代に於ては夜の照明に月光を利用して居つたので、月の盈昃に應じて定めたる所謂太陰曆は頗る便利なものであつたにちがひない。これがためには、一年の長さはこの一ヶ月の倍數に非ざるが故に、時々閏月を挿入して季節の調和をはか

る等の繁雜なる手數をも厭はなかつたので、要するに太陰曆は古代に於ける一種の月光利用法案である。今日の如く電燈の發達著しく、月光の有無の如きは殆ど問題にならぬ時代に於ては、太陰曆はもはや存在の理由を失つたのである。

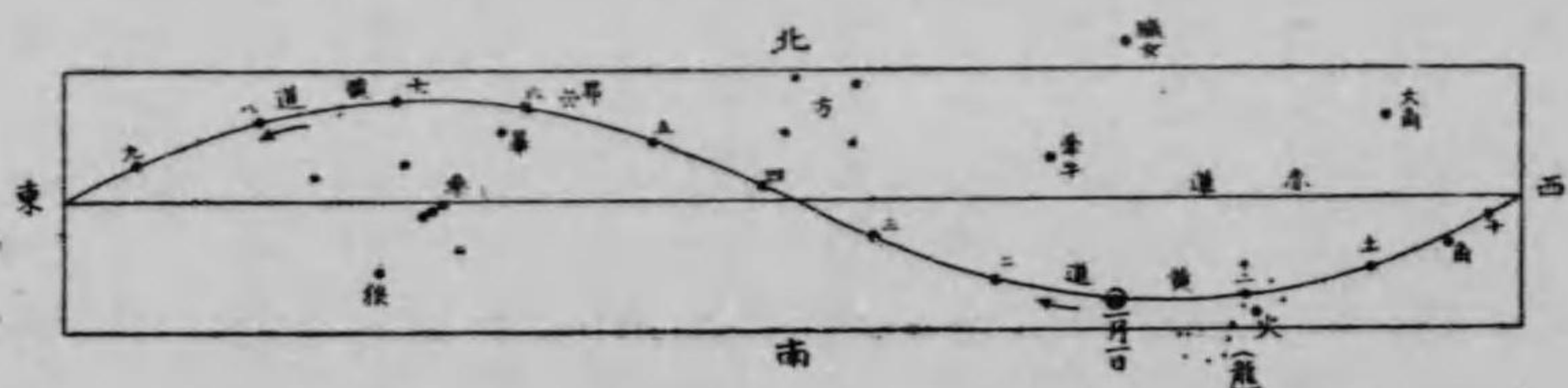
### 五

四季の變化は日中の太陽の高さの變化によるので、高ければ太陽の熱を受くること多き故に夏で、低くければ太陽の熱を受くること少き故に冬である。春夏秋冬の四季の變化を前以て豫知し曆に記して人民に頒つと云ふことが四五千年の昔には可なり難かしき仕事であつた。一年の長さが正確に知れてないので、季節を正しく知ると云ふことが可なり困難なる問題である。

太陽は南北に移ると同時に西から東へ移動するので、夕方太陽が西に没したる時に見ゆる星は、季節によりて次第に異なる筈である。これを利用して、例へば夏の夕方南の方に龍の形をした星の集りが見ゆるが、この龍が夕方に南方に見ゆれば五月、昴が明け方に東方に見ゆれば四月、三つ星が夕方に東に見ゆれば十一月と

### 第二十圖

天球上に於ける太陽の軌道(黃道)と附近の主星の位置



云ふ様に定めたものである。又同じ理由で北斗七星の位置を見ても定めることが出来る。殊に今より四五千年前には北斗七星は今よりもずつと北極に近く、従つて常に北方の空に見えて居つた筈であるから甚だ觀望に便利な星辰であつたのである。この北斗の劍先が夕方眞下に向けば冬で、眞東に向けば春と云ふ様に、夕方の劍先の向きに依て季節を定める。又一夜の中ではこの劍先は次第にぐるりと廻るから、恰も時計の針の如くに夜間に於ける時刻を知るの用にも供せられて居つたのである。

太陰曆を用ふれば一年の季節と調和するのに可なり困難を感ずる。月の盈昃による一ヶ月は二九・五三日で、十二ヶ月では三百五十四日となり、十三ヶ月では三百八十四日で、孰れも三百六十五日四分の一なる一年の長さ

とは可なりの差がある。それで平年を十二ヶ月とし、時々一ヶ月の閏を加へて季節との調和を計つて居るのであるが、

$$365\frac{1}{4} \times 19 = 29.53 \times 235 = 29.53 \times (12 \times 19 + 7)$$

と云ふ計算により、十九年の長さ二百三十五ヶ月の長さとも相等しい。即ち十九年の間に七ヶ月の閏を挿入すれば、季節と曆面の月日と再び同じ關係に復するので、これを十九年七閏の法と稱へるが、春秋二百四十年間の記録によれば、其時代にはまだこの曆法を知らない。十九年七閏の法は紀元前百年、前漢の武帝の時に始めて採用されて居る。支那では其後今日に至るまでに約四十五回程曆法が改正されて居るが、是等は比較的僅少なる修正で、大體より云へば、皆十九年七閏の法によつて居ると云ふてよい。

今日我々の用ひて居る太陽曆は、もはや月の光との關係を絶ち、單に成るべく正しく一年の長さに合ふ様にとめて居る。現行のグレゴリオ曆では一年の長さを三六五・二四二日とする様に閏日を按排してあるので、年々の季節は同一の日に繰り返へし、一日以上の差を生ずることがない。

曆法が完全になれば、勞せずして自然に其用をなす様になるので、今日では頒曆と云ふことはもはや其必要がないと云ふてもよい。古は非常に重大視されて居たが今日では殆ど無用である。勿論天文曆や航海曆が夫れ々の目的に必要であることは云ふまでもない。

## 六

年を紀するには、昔は多くは帝王の治世を以て區切とし、其間は毎年一度づゝ必ず繰り返へす重大なる事項を以て目當てとして數へて居る。例へば殷時代には毎年執行する重要な祭祀を目當とし、何王の何祀と云ふ様に數へ、周代には年々の收穫を目當てとし、季(みのり)と云ふ字を用ひ、これが後に至りて年と云ふ字になつた。

も一つの方法は木星の位置を目印とすることである。この方法は普通には支那では非常に古くから用ひられた様に云はれて居るが、事實は戰國時代に始めて用ひられたものであらう。木星は西から東へ廻つて約十二年で天を一周するの

で、この星が天のどの方面に居つた時と云ふ様に年を紀する。この星を歳星と稱へ、一年のことを一歳と稱へる。然るに地上の方位を十二に區分し十二支に配當することはこれより以前から(多分周の初から)行れて居るが、その配當に準じて天の一周に十二支を配當すれば、東から西へ子丑寅と數ふる様になるので、歳星の運動は寅から丑、子と云ふ逆の順序になり、年を紀する目的には不都合である。これを調和せんがために、歳星と相應じて逆廻りに天を廻るものを假想しこれを太歳と名くれば、太歳は子丑寅の順序に廻るので、今年は大歳子に在る年、明年は大歳丑に在る年と云ふ様にしたが、なほ一つの支障は、木星の一周天は精密には十一年八八なるが故に、天を十二に區分したるものを用ひて居れば八十三年毎に一區分の差を生じ紀年の目的に適しないことである。前漢時代には百四十四年に一區分の差を生ずると信ぜられて居たので、十二年の十二倍毎に一區分つゝ超辰すると云ふことにして一時を繕つたが、後漢以後に至りてはこの方法にても不都合尠からず、遂には全く木星の位置には關係なきものとし、單に十干と十二支とを組み合せたるものゝ順序にて年を紀することゝなしたるものが今日の干支紀年法である。

## 七

晝夜の變化、四季の變化、及びそれに伴ふ自然界の變化は年々歳々同じことを繰り返して居るのであらうか。生を其間に享けたる我々人間は定まりたる筋書を演ずる舞臺の上の役者たるに過ぎないであらうか。若し人生五十年の運命が既に活動寫眞のフィルムに取つてあるならば、邯鄲の夢に悟を開きたる塵生ならずとも、何を苦んで其開展に五十年を待つ必要があらう。映畫を早廻しにして一年間にするも可、大至急にして一瞬間にするも可、更に思へば全然開展するの要もないであらう。

歴史あつて以來五千年、其間の進歩も實に著しいが、更に溯つて最も古き人間の骨は約三十萬年前のものが知れて居る。殆ど猿に異ならざる我々の祖先は三十萬年の間の長き努力によりて我々の如き人間にまで發達したのである。地球成立の古を願れば、高熱の溶岩が冷えて岩石となり、水蒸氣が水となつて其岩石の上

を流れ、川となり海となつて、遂に現在の如き海陸を形成したのであるが、この川が岩石の上を流れ始めてより今日に至るまでの年代は種々の方法により幾億年又は幾千萬年と云ふ程度であらうと推定される。川のために水成岩が出来、やがて其の間に生物が発生し、是等の生物は其残骸を水成岩の地層の間に残して居るが、始めて生物が地上の表面に出来たのは幾千萬年又は幾百萬年と云ふ年代であらう。一度発生したる生物は幾百千萬年の長き年代の間に次第に進化發展し、三十萬年の昔には人間の骨を残し、五千年以來は歴史に見ゆる如き發展を遂げて現在に至り、此後なほいかに進み行くか、將來の進運は全く我々の努力次第である。後世眞に畏るべく、常に新らしく進化し行くので、決して同一のものが繰り返へすのではない。

時それ自身には長短なく、活動の多少によるのである。永久の眠に就けるも、のや死滅の世界には時がない。活動し變化すればこそ時が進んで行くやうに見えるので、時の創造と云ふことも斯様な意味に解してよいと思ふ。

自然界及び人事界は進歩發達して暫くも止まない。此間に處して止まるのは

即ち退歩である

世の中の人に後れを取りぬべし

進まん時に進まざりせば

(明治天皇御製)

我々は自ら周囲の世界に適應すると共に、周囲の世界をして我々に適應せしむべく努力しなければならぬ。常に新らしき運命を開拓しなければならぬ。

二十四節と七十二候

二十四節氣		太陽の黄經		月日(大正七年)		七十二候	
正月節中	立春	三一五度	二月四日	東風解氷、	蟄虫始振、	魚上氷	
二月節中	雨水	三三〇	二月十九日	獺祭魚、	鴻雁來、	草木萌動	
三月節中	春分	三四五	三月六日	桃始華、	倉庚鳴、	鷹化為鳩	
三月節中	清明	一五〇	三月二十一日	玄鳥至、	雷乃發聲、	始電	
四月節中	穀雨	一五〇	四月五日	桐始華、	田鼠化為鴽、	虹始見	
四月節中	立夏	四四〇	四月二十一日	萍始生、	鳴鳩拂其羽、	戴勝降于桑	
五月節中	小滿	六〇	五月六日	苦菜秀、	蚯蚓出、	王瓜生	
五月節中	芒種	六〇	五月二十二日	靡草死、	小暑至		



五月節中	六月節中	七月節中	八月節中	九月節中	十月節中	十一月節中	十二月節中
芒種	夏至	小暑	大暑	立秋	白露	秋分	寒露
七	九	一〇	一	一	一	一	一
五	〇	五	〇	五	〇	五	〇
三〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇
六月六日	六月二十二日	七月八日	七月二十四日	八月八日	八月二十四日	九月八日	九月二十四日
螳螂生	鹿角解	溫風至	腐草爲螢	涼風至	鷹乃祭鳥	鴻雁來	雷乃收聲
蟬始鳴	蟋蟀居壁	土潤溽暑	白露降	白	玄鳥歸	蟄蟲始蟄	雀入大水爲雉
反舌無聲	鷹乃學習	大雨時行	寒蟬鳴	禾始登	群鳥養羞	水始涸	菊有黃華
蟣始鳴	蟬始鳴	蟄蟲始蟄	蟄蟲始蟄	蟄蟲始蟄	蟄蟲始蟄	蟄蟲始蟄	蟄蟲始蟄

時者難值而易失。時乎時不再來。

(漢書蒯通傳)

時

六八

### (5) 重力の話

凡そ宇宙間にある物體は互に相引き合ふものであつて、その引き合ふ力は二つの物體を連ねたる直線の方向に働き、その強さは、二つの物體の質量の相乗に正比例しその間の距離の自乗に逆比例するものであると云ふのは、千古の大物理學者ニュートンが一六八七年に發表したる宇宙引力の法則である。ニュートンはこの法則の存在することを地球上に於ける落體、地球の廻はりに廻はる月、太陽系に於ける諸遊星及び彗星等の運動に驗して、その確實なることを證明したのであるが、其後に至りて太陽系以外の恒星中にも二重星三重星等の連星を形成して居るものがあつて、是等の星の系統内にも同じく引力の法則が行はれて居ることが知れたので、この引力の法則の行はるゝ範圍は益擴張したのである。今日に至りて大體より達觀すれば、我が地球が一の大塊をなして居るのも、太陽系及他の恒星の系統が各々一團の系統をなして居るのも、又更に我が宇宙全體即ち銀河系が大きな一の集團をなして居るのも、皆畢竟引力の作用によるものと云ひ得るので、昔

重力の話

六九

風の言葉で云へば、地の載せ天の覆へる、盡く皆引力存在の結果に外ならぬのである。

(一)地球上に於ける重力 地球は物質の大塊であるが故に、その周囲附近にある物体は凡て地球に引かれるので、これを我々が日常重力として認めて居るのである。今大體論をなさんがために、地球を密度等齊なる球體と見做し、且つその自転を無視すれば、この重力は表面上到る所同じ強さであつて、即ち地球の全質量が地球の中心點に集合せる時に及ぼす引力に等しいのである。今地球の半径をR、平均密度を $\Delta$ 、表面に於ける平均重力をg、引力法則の常數をGとすれば

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \Delta G = g \quad \text{よつて} \quad \frac{4}{3}\pi R = 10^9 \text{ cm}$$

なるが故に  $\frac{8}{3} \times 10^9 \times \Delta G = g$  なるが故に  $G = 6.66 \times 10^{-8} \text{ C.G.S.}$ ,  $h = 980 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$  なりとすれば  $\Delta = 5.5$  となる。即ち地球の全質量は同容積の水の五倍半に等しいのである。

(二)緯度による重力の差 然るに(イ)地球は球體に非ずして南北に扁平なる廻轉楕圓體であるのと、(ロ)地球は地軸の廻りに廻轉して居るとの二つの原因のために、

重力の値は赤道方面に弱く、兩極に赴くに從て次第に大きくなるので、緯度に対する重力の變化は大體  $g = g_0(1 + B \sin^2 \phi)$  なる式に依て表はすことが出来る。今地球の南北縦断面の形を  $r = a(1 - \alpha \sin^2 \phi)$  なる曲線であるとすれば、二つの係數 $\alpha$ と $\beta$ との間には

$$\alpha + \beta = \frac{5}{2} C$$

なる關係がある。式中Cは赤道に於ける遠心力と重力との比で  $C = \frac{a^3 \omega^2}{g_0}$  である。

地球表面上各地に於ける重力の値を測定して $\beta$ の値を求むれば、この式を利用して $\alpha$ を計算して地球の形狀を知ることが出来る。萬國測地學會の中央局長ヘルメルト氏は千九百年までに知れた千三百ヶ所の地點に於けるgの値より計算して  $B = 0.005302$  從て  $\alpha = \frac{1}{2982.9}$  を見出したのである。地球の形狀は三角測量の結果からも知ることが出来るが、この方は寧ろ地球の大きさを定むる方に適して居て、地球の形即ちその南北扁平の度を定むるには各地に於ける重力測定の結果に依る方が遙に便利でもあり又精確である。

(三) 重力測定法 地球の表面上にて重力を測定するには通常振子の振動週期に依るので、(イ)一ヶ所の重力の値を絶對的に測らんとするには可逆振子を用ひ、その振動の週期と二つの又(支點)の間の距離とを測れば  $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$  なる式にて  $g$  を求め得るのであるが、この測定は實驗に多くの注意と種々の修正とを要し、一つの測定に頗る多くの時を要するが故に、今日普通に用ひらるゝ方法は一の標準點に於ける値を絶對的に測定し、他の多くの點に於ける値はこの標準點に比較して測定するのである。(ロ)この比較測定法には不變振子を用ふ。甲點に比して乙點の重力の値を測らんとするには同一の振子を全然同様なる方法にて甲乙二ヶ所にて振らしめ、その週期を比較すれば  $\frac{S_1}{T_1^2} = \frac{S_2}{T_2^2}$  なる式にて二ヶ所の  $g$  の値を比較することが出来る。但し測定の際の振子の温度、振動の振幅、空氣の氣壓、基礎の固定の度、及び使用せる時計の進み具合は必ずしも常に同一に非るが故に、夫れ々々相當の修正を加ふることが必要である。本邦にてはこの方法で明治三十三年以來今年に至るまでに全國各地に亘りて約百二十ヶ所の地點で實測したが、一ヶ所の測定に二晝夜の時を費し、 $g$  の値は百萬分の一まで正しく測ることが出来る。現

今にては獨逸ポッツダムの萬國測地學會中央局原點に於ける重力の値を根據とし、各地の  $g$  はこれに比較して測定することになつて居るが、今日に至るまでの實測點の數は三千にも上るであらふ。海面上の高さ零にて、地方的偏差なき地點の重力の値はヘルメルト氏が千九百年に得たる式

$$g = 978.030 \{ 1 + 0.005302 \sin^2 \varphi - 0.000007 \sin^2 2\varphi \}$$

にて表はすことが出来る。

(四) 高さによる重力の差 海面上  $H$  メートルの地點は地球の中心より夫れだけ遠いのであるから、この點にて實測せる値を海面の値に直ほすためには、距離の自乗に逆比例すると云ふ法則によりて計算したる修正(イ)  $0.0003085 \times H$  を加へる。なほ(ロ)その點と海面との間にある地盤の引力だけを減じなければならぬ筈の様に見ゆるが、この方は(五)に述ぶる如き理由によつて、さう簡單に行かぬ。寧ろ(イ)の修正だけに止めて置く方が宜しい。

(五) 地方的偏差 一地點にて實測したる重力の値に前項(イ)の修正を加へたるものと、(三)項末段の式より計算したる値との差は、即ち該地點に於ける重力の偏差で

ある。これは正しく云へば重力の強さの偏差であるが、これと共に重力の方向の偏差も考へなければならぬ。地球表面上の二點間の経緯度の差は、天體觀測によりて測ることもでき、又三角測量によりても測ることが出来る。この二つの方法にて測り得たる値の差は通常垂直線の偏倚と呼ばれて居るが、これはつまり重力の方向の偏差である。強さ及方向の是等の偏差は何によりて起るのであらふか。物質がなければ引力がないのであるから、是等は必ずや地球の表面附近に於ける物質配布の不等齊より起つたものでなければならぬ。海面上に於ける凸凹は地形圖によりて知ることが出来るが、それに對する修正だけでは是等の偏差は説明ができぬから、これに依て見れば表面の凸凹に應じて表面下の物質の配布粗密も亦等齊ならざるものであることが知れる。否な更に一步を進めて、是等偏差の地方的配布を攻究すれば、これによりて表面下の物質の配布、換言すれば地盤の構造を察することが出来得べき筈である。本邦に於て百二十餘の地點に於て重力を實測したのも其目的の大部は正しくこゝにあるのである。まだ計算は完結しないが、近年北海道で施行した重力實測は大凡左圖の如き偏差を示して居る。

北海道に於ける重力偏差(〇・〇〇一を單位とす)



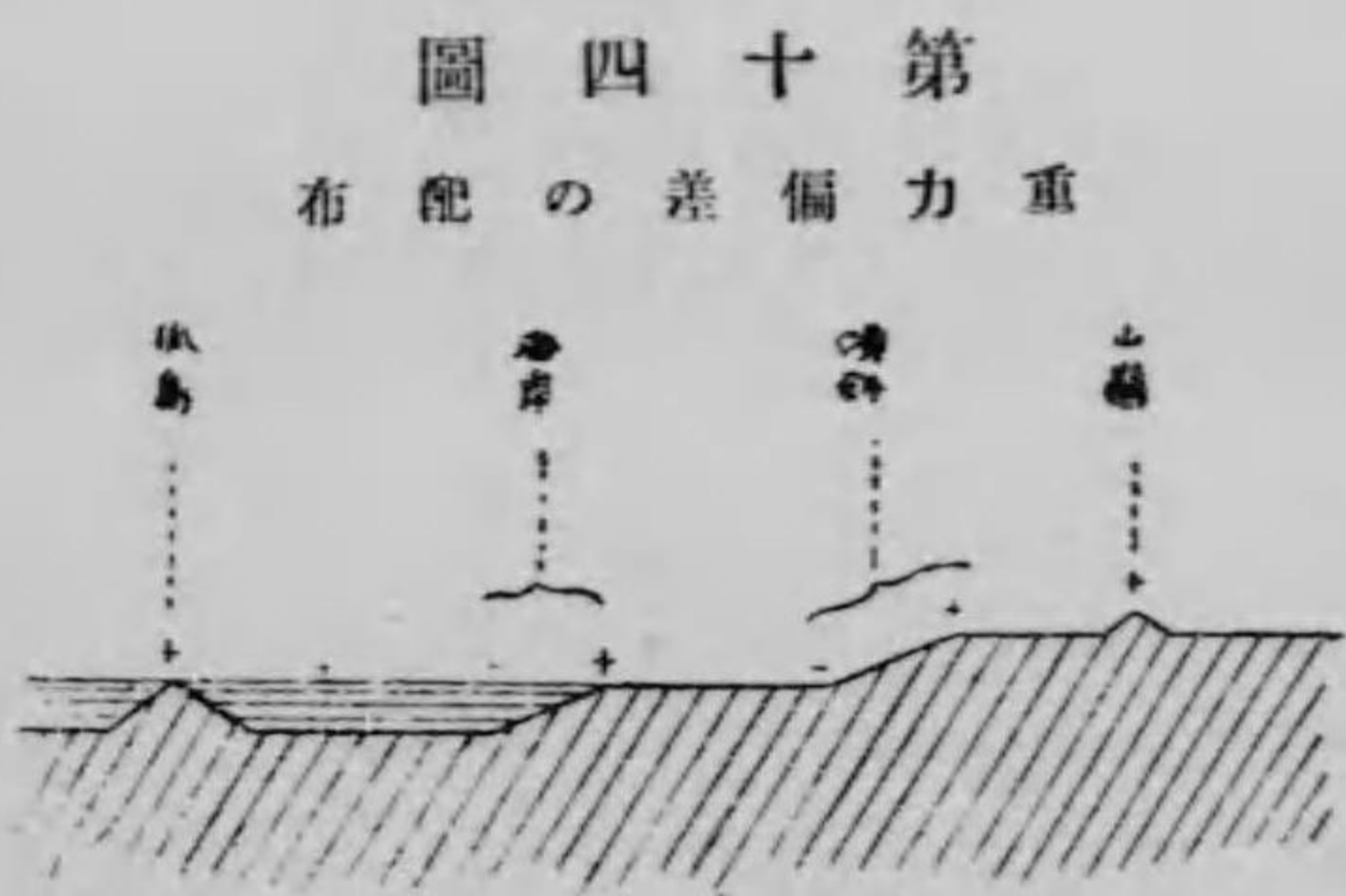
第三十圖

三―六年ナンセンの北極探検の際に北氷洋の氷上にて實測した重力の値が殆ど

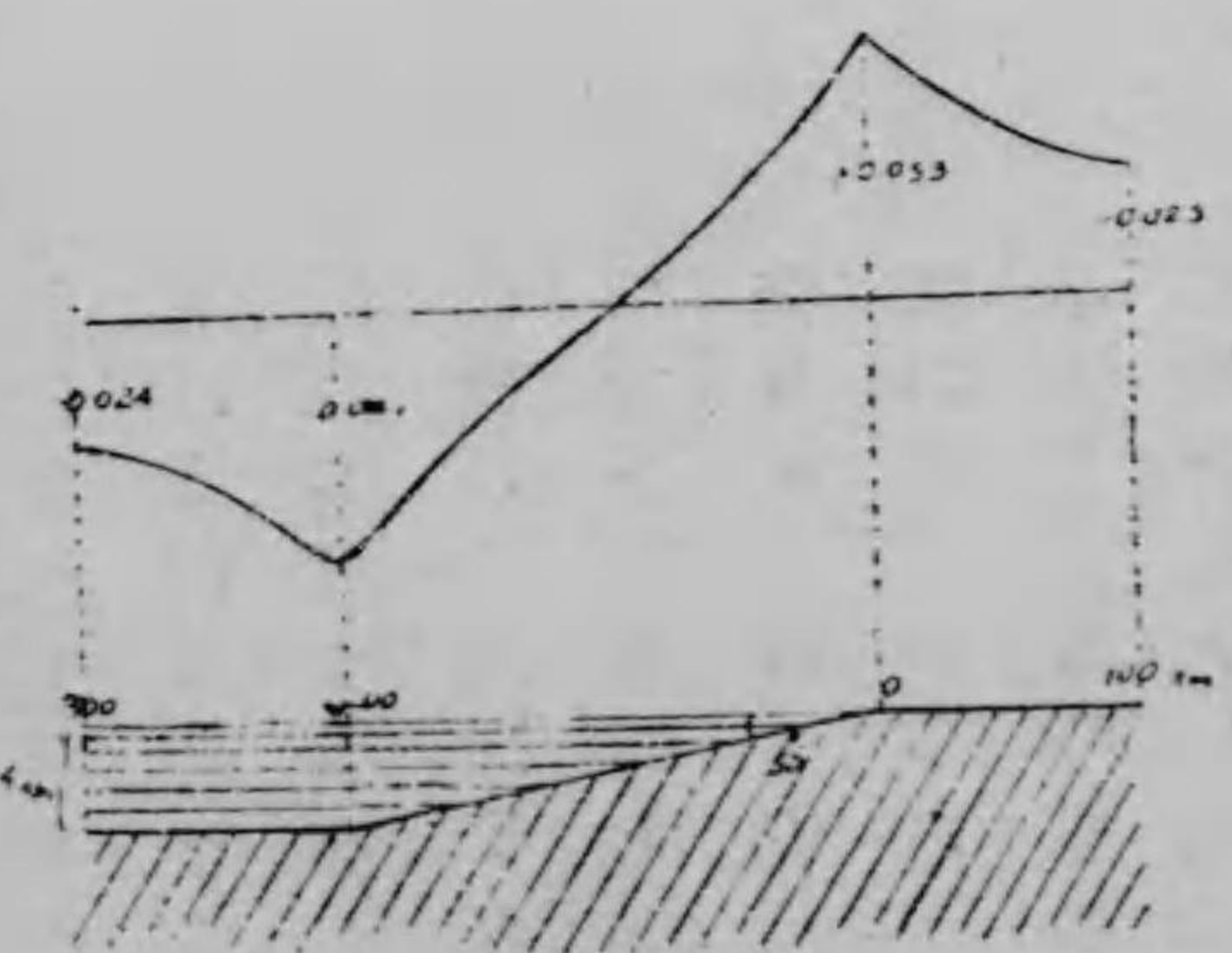
(六)地盤の構造

地球表面下の物質配布に關する大體は近年漸く明かになつて來たのであるが、之によれば表面に於ける海陸山岳等のための不規則なる物質の配布は地下に於ける反對なる物質配布によりて、地下約百二十軒に至る迄の間に償却せられ、この深さに於ける水平面の受くる重さは、到る所皆等一であると云ふのである。この等重的配布説は今より五十年前にブラツトが印度に於ける重力偏差より立論して唱出したのであるが、一八九

無偏差を示したので確からしくなり、更に一九〇一年以後ヘツカー氏が大西洋、太平洋、印度洋等の洋上船中にて、特殊の装置によりて測定した重力の値が始ど皆無偏差を示したので、愈確められ、一九〇六年に至りてはヘーフォールド氏が北アメリカに於ける



第四十圖  
重力偏差の配布



カに於ける  
垂直線の偏  
倚を攻究し、  
續いて一九  
〇九年には  
ヘルムルト  
氏が世界各  
方面に於け  
る海岸地方

の重力の偏差を攻究して、共に等重的償却の深さとして約百二十斤を得たるに到つて、愈其確實なることを認めらるゝに至つたのである。

この説に基きて計算すれば、表面の地形の異なるに従つて生ずる重力偏差の配布は第十三圖の如く、又海岸地方に於ける偏差の値は第十四圖の如くであるべき筈である。

第六十圖  
ポツダム天文臺



をRとし引力法則の常數をGとすれば  $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$  である筈であるから、地球の表面の附近にては一秒十一籽、太陽より地球ほどの距離にては一秒四十二籽である。

現在の速度これより小なる者は、皆夫々地球又は太陽の廻りに永久束縛されて居るのである(第六圖及第七圖参照)。今我が宇宙即ち銀河系をケルビンの推定の如く、半徑三千光年、恒星の總數十億として計算すれば、一秒約百糎以下の速度のものは永久銀河系を離るゝことの出来ぬと云ふことになる。今まで知れて居る星の中でグルインブリッチ一八三〇の如き一秒三百七十糎の速度で動いて居るものもあるが、是等は所謂天外の浪人で、我が宇宙の大を以てしてもなほ遂に包容し能はぬのであらふが、多數の恒星の運動は一秒百糎以下、多くの平均速度は一秒二十糎以下であるから、それ等は凡て銀河系を脱出することなく、相互引力のために、未來永劫一の大集團を形成して居るのであらふと思はれる。

(大正四年一月、現代之科學掲載)

## (6) 水

水天髣髴として際涯なき大洋に對すれば眞に望洋の歎に堪えない。果しもな  
く見ゆる海の大さは何程なりや。一切の萬物をも呑み込むべく見ゆる水の量は  
果して有限なりや。

陸の止まる所は海であり、海を限るものは陸であるので、陸の中に水があるのか、  
水の中に陸があるのか。今日でもよく子供の出す質問が、古代の人の頭を可なり  
悩ましたものと見えるが、大洋の果てまでは見ることが出来ざりしたためと、地を堀  
れば至る所に水があることにより、古代の人は多くは水の中に陸があるものと思ふ  
て居つたらしい。世界のことを四海の中と稱へ、九州の外は皆水なりと云ひ、又天  
は地の外に在り、水は天の外に在り、天を浮かして地を載するものは水なり(抱朴子)  
など、云ふて居るが、かゝる考が全く誤れるものであることは云ふまでもない。

我が地球は半径六千四百軒、大體に於て固體の球で、其中央部の約半分は鐵の球より成り、これを約千五百軒の厚みの岩石層にて包みたるものである。海陸凸凹の範圍はかゝる球の表面の上下各僅かに十軒に過ぎない。地球の表面積は千軒平方を單位として五一〇、其中三六五、五即ち百分の七一・七は海で、陸地は漸く一四・五即ち百分の二八・三に過ぎないが、併し海の深さは最深の所が漸く九六〇〇米で、平均の深さは三五〇〇米、これを假りに全地球面に氾濫せしめ全體を同じ深さに蔽はしむるとすれば二三〇〇米であり、海水の總量は地球全質量の約五千分の一である。此外地中に浸潤せる水の量はこれを集むれば陸地の下の部分が、平均七十米位の層になるであらうと推定されて居る。海底の下ではなほ遙に多いであらうが、假りに全地球面に割り當て、平均百十米の層とすれば、地下水の總量は海水の量の二十分の一、地球全質量の十萬分の一である。空中にある水蒸氣の量は、これを全部壓縮して水とすれば、地球全面を凡そ二十軒の深さに包むほどであらう。其總量は海水の量の約一萬分の一、地球全質量の五千萬分の一である。(第八圖参照)

## 二

空中と地上とに於ける水の循環は頗る人の耳目に近い。海の水は、太陽の熱により蒸發して水蒸氣となり、上昇して大氣の寒冷なる部分に至れば凝縮して雲霧となり、積むこと厚ければ集結して雨滴となり、地上を流れて細流となり、大河となり、遂に海に注いで一循環を終るので、所謂氣象變化なるものは、この變化に伴ふ諸般の現象に外ならぬのである。水のこの循環的變化は、空中を舞臺として頗る大規模に行はれては居るが、要するに一の蒸氣機關的變化と見做すことが出来る。

蒸氣機關に於ては、變化するものは水であるが、水をして變化し活動せしむる所以の原動力は、燃料の燃焼により、汽罐中にて受けたる熱である。其熱の一部は凝縮器内にて低温度の熱となり、一部は機械的運動のエネルギーとなりて有用なる仕事を成すことが出来るのであるが、空中に於ける水の循環的變化に於ては、熱源は海面にて受けたる太陽の熱で、其一部は、上層にて凝集の際に周囲の寒冷なる大

氣に傳はり、一部は降雨、河流等の水力となるのである。

海面に於ける蒸發は熱帶地方に於て最も激しく、多量の水蒸氣と熱せられたる空氣との上昇を來たし、上昇したるものはやがて北或は南に向ふのであるが、地球の自轉の影響により、北半球にては北東に、南半球にては南東に向ひ、緯度三十度乃至四十度の邊に至れば、全く東向き即ち西風となる。斯くして中緯度の地にては、地上三四千から十千までの間は、季節に係はず一年を通じて大抵西風である。なほ緯度三四十度以上の部分は、この西風に順應して、別にそれ／＼極を中心としたる大なる渦狀運動をなして居るので、これが地球上に於ける大氣の運動の大體である。

陸地に近き熱帶の海面に於ては蒸發が殊に激しく、激しき上昇氣流は地球自轉のために其周圍の大氣に渦狀運動を誘起し、斯くして所謂颱風を發生する。

大氣の溫度は、地上約十千の高さまでは、一千に付約五度乃至六度の割合にて低下するが故に、大氣中に含まれたる水蒸氣は、上昇すれば凝縮して細微なる水滴の雲となり、更に上昇すれば氷の雲となる筈で、七八千の高さにある卷雲なるものは

氷の雲である。これより上には水蒸氣は非常に僅かで何等注目し得る程の量がない。低き雲の層が次第に厚くなれば、細微なる水滴は次第に集合して其大きさを増し、遂には雨滴となりて地上に落つるに至るのである。水面にて蒸發の際に水蒸氣は微弱なる陽電氣を帶ぶるのであるが、凝結して細微なる水滴となりやがて集合して次第に大なる雨滴となれば、同じ電氣量に對する電壓は次第に増大する筈なるを以て、急激に凝集せる水滴は屢、大なる電壓の電氣を帶び、驟雨に伴ひて激しき放電を見るに至ることがある。

要するに地上十千までの間は、水蒸氣が上昇して、雲となり、雨となり、風を起し、雷を鳴らして、大氣を攪亂する範圍で、大規模の蒸氣機關であり、一切の氣象變化の舞臺である。

### 三

地中に浸潤せる水の行衛は如何。地下の水は如何なる状態に存在して居るであらうか。大洋の平均の深さを三千五百米とすれば、海底に於ける水壓は約三百



五十氣壓である。かゝる壓力の下にある岩石は相應に緻密なる組織にはなつて居るであらうが、乍併三百五十氣壓にて壓せらるれば、可なりの程度に水を浸透するに相違ない。海の總面積に積算すれば其浸潤する總量は必ずや頗る大なるものであらうと思はれる。時々刻々須臾も休むことなく浸潤し行くこの多量の水の行衛は如何。

問題は頗る簡單であるが、答案は決して容易でない。思ふに此問題の研究は直ちに地球進化論の中心點に觸るゝものであらう。

地球の内部は高熱の状態にあることは疑ふべくもない。地表面から一杆下る毎に約三十度の割で溫度が上る。十杆で三百度、二十杆で六百度となる筈である。土砂、岩石等の抵抗多き地層を透して、長き時の間に徐々に浸潤せる地下水は、内部に至りてこの高溫度の地熱に遭ひ、非常に高壓力の水蒸氣となつて鬱積し、この高壓力の作用によりて地盤の隆起、沈降乃至地震動等を起し、偶裂虧の如き通路を發見すれば非常なる勢にて噴出し所謂火山現象を呈する。大洋に面せる地方に地震噴火等の多いのは、かゝる地方には水の浸潤が多く、地盤の割れ目も多いためである。

ある。

要するに地球の表面から地下四五十杆までの間も、亦一種大規模の蒸汽機關と見做すべきである。變化するものは地下水、原動力は地球内部の高熱で、地盤の隆起、陥没及び地震噴火等の地動現象は、この機關によりて發生せる活動に外ならぬ。

#### 四

更に溯りて地球開闢の始めを考ふるに、如何にして我が地球の實體が成立するに至りしやに就ては、學界に未だ一定の確説はないが、思ふに無數の流星體の密集によりて出來たものであらう。當初は地球全體が少くとも幾千度と云ふ溫度で、全體液體の状態であつたらうが、次第に冷却して表面が固體の岩石となりてより後は、岩石の傳導によりて内部の熱を表面に傳ふることは非常に僅少なるが故に、表面の溫度は比較的急速に低下し、大體太陽の輻射熱による溫度即ち現在の溫度と大差なき溫度になつたであらうと思はれる。始めは地球の有する水全體が水蒸氣となり、非常に濃厚なる大氣で地球を包んで居つたであらうが、表面の溫度の

低下と共に、大氣中の水蒸氣は盛に凝集し始め、降雨となり、河流となり、表面の最も低き部分を求めて次第に大なる水溜りを形成せるものが海洋の出來始めである。一たび低凹部に溜りたる水は、水壓によりて其部分を壓迫し、益沈降陥没せしめて深き海を作るが、海底より浸潤せる水は、内部の高熱に遭ひて高壓の水蒸氣となり、陸地方面の何れにか必ず存在する虧隙を求めて表面に近く進出し、遂に噴出するか又は地盤を隆起せしめ、兩々相待つて海陸高低の差を増大ならしめる。海陸の境界線に近き中間の地帯にては、地下に於ける高壓水蒸氣の作用と、沙泥の堆積と、水壓との相互關係により、屢、隆起沈降を交替し、斯の如くにして遂に現在見る如き海陸の分布を生ずるに至つたのである。

地上に水が流れ始めてより今日に至るまでの年代は、或は水成岩の層の厚みから、或は水成岩の總量から、或は海水中に含有さるゝ鹽の量から推定することが出来るが、これを他の方面の材料から推定したるものと參照して考ふれば、凡そ幾千萬年乃至幾億年と云ふ程度のものであらうと思はれる。

地質時代を顧みれば、屢、烈しき噴火活動の時代がある。又屢、氣温の低くして濕

潤なる所謂氷河時代なるものが繰り返へして居る。しかもこの二つの時期は相關聯し相伴ふて居る様に見える。氷河時代の出現に就ては種々の假説があり孰れも確かと云ふことは出来ないが、思ふに烈しき噴出時代に多量の地下水を空中及び地上に押出し、空中の水蒸氣と雲の量の増大せるがために氣温の低下を來たせるものではなからうか。かゝる考より見れば、地球進化の道程に於て、某時代に於ける状態は、其時代に於て地下、地上、空中に於ける水の分布の割合によりて大に趣を異にするものであらうと思はれる。

## 五

現在の地球の表面は次第に乾きつゝあると云ふ説がある。これは空中、地上、地下の分布の割合に變化を主じつゝあるのか、又は全體の水の量が減じつゝあるのか明かでない。前者ならば最後の氷河時代からの回復期にあるためと見らるゝであらうし、後者ならば永久的變化の一部と見なければならぬ。

水の次第に缺乏せる段階は實例に就て見ることが出来る。其順序に排列すれ

ば、我が地球上の熱帯地方、中央アジア又はアフリカ北部に於ける砂漠地方、火星の表面、月と云ふ順序である。殊に月には大氣もなく、地上の水もなく、地下の水もないらしい。従つて月には何等の氣象變化もなく何等の動植物もなく、一切の活動の絶滅したる永久寂滅の世界である。火星の大氣中には水蒸氣の存在が認められ、其表面には氷の存在が見える。果して高等なる生物の存在するや否やはなほ未決の問題で今後の研究に待たなければならぬが、若し今後生物の存在が確認されるゝとすれば、その主なる證據は其表面に見ゆる所謂溝渠なるものゝ確認であらう。火星に於ける生物の存在が、水を利用せんがために造れる溝渠によつて始めて認めらるゝと云ふことは誠に偶然ならぬことで、其表面に於ける水の缺乏を有力に物語るものと云はなければならぬ。

地球は月の八十倍、火星の十倍ほど大きく、従つて其上層より瓦斯體の散逸を防ぐ力も強大なるが故に、我が地球上の大氣や水蒸氣は、月に於ける如くに消散し去ることは永久にないであらうし、又火星に於ける如き程度に缺乏を來たすことは思ふに幾百萬年の後であらう。

地球進化の歴史に於て、其單調を破り變化活動あらしむるものは水である。平凡なる冷却と收縮との道程に噴出時代と氷河時代とを點綴せるもの、更に空中に在ては萬千の氣象、地上に在ては億兆の生物を開展せしむるものは水である。變化と活動との原動力は太陽の熱と地球内部の高熱とであるが、是等の熱源により百般の變化活動を可能ならしむるものは水である。水は實に我が地球の生命と云ふべきである。

器にはしたかひなから巖をも

とほすは水の力なりけり

(明治天皇御製)

天下之物。莫柔弱於水。然而大不可極。深不可測。脩極於無窮。遠  
 淪於無涯。息耗減益。通於不訾。上天則爲雨露。下地則爲潤澤。萬  
 物弗得不生。百事不得不成。

(淮南子)

(7) 秋の夜の月に對して

一

月を賞するのに理窟はいらない。「盆の様にまんまるい」とはやしたてるもよく  
月清みうかれて宿を出でしかど

思へばさして行く方もなし (野矢常方)

と興ずるも面白い。廻りては古今萬葉に

白雲に羽うちかはし飛ぶ雁の

かずさへ見ゆる秋の夜の月 (古今集讀人不知)

天の海に雲の波立ち月船の

星の林にこぎかくる見ゆ (柿本人麿)

と眺めたる更に面白いが見る人の異なるにより、時々境遇に應じて、千種萬様の  
感慨を催すのも亦止むを得ない

打ち向ふ月は一つの影ながら

うかぶは千々の思なりけり (讀人不知)

思ふこと向へば空に浮びけり

月やこゝろの鏡なるならん (重春)

いでや月に對して少しく天文の理窟を述べやう。秋の夜の興趣を減ずることが  
なければ幸ひである。

世々を経て眺めし人の數に又

我をもゆるせ秋の夜の月 (讀人不知)

二

月の面を眺めて第一に起る問題は月面の模様である。李白の詩に

古朗月行

小時不識月呼作白玉盤、又疑瑤臺鏡、飛在白雲端、仙人乘兩足、桂樹作團圓、  
白兔擣藥成、問言與誰餐、蟾蜍蝕圓影、大明夜已殘、羿昔落九烏、天人清且安、

陰精此淪惑去去不足觀憂來其如何悽愴摧心肝。

と云ふのがあるが、桂の樹の如くに見え、又は餅を搗いて居る兔の如く見える、あの模様は抑も何物であらうか。第二の問題は何時も同じ模様が見えて居ることである。何故に月の背面は見えないのであらうか。

先づ第二の問題から始める。月は一箇月で地球のまはりを廻つて居るが、それにも係らず常に同一の面を地球の方に向けて居ると云ふのは、丁度公轉と同じ速さで自轉をしつゝあると云ふことである。永き時の間に追ひ越しもせず追ひ越されもしないのであるから、公轉の周期と自轉の周期とは精確に等しくなければならぬのであるが、かゝることは決して偶然では有り得ない。必ずや然るべき適確の理由がなければならぬ、如何なる理由で二つの周期が丁度相等しいのであらうか。

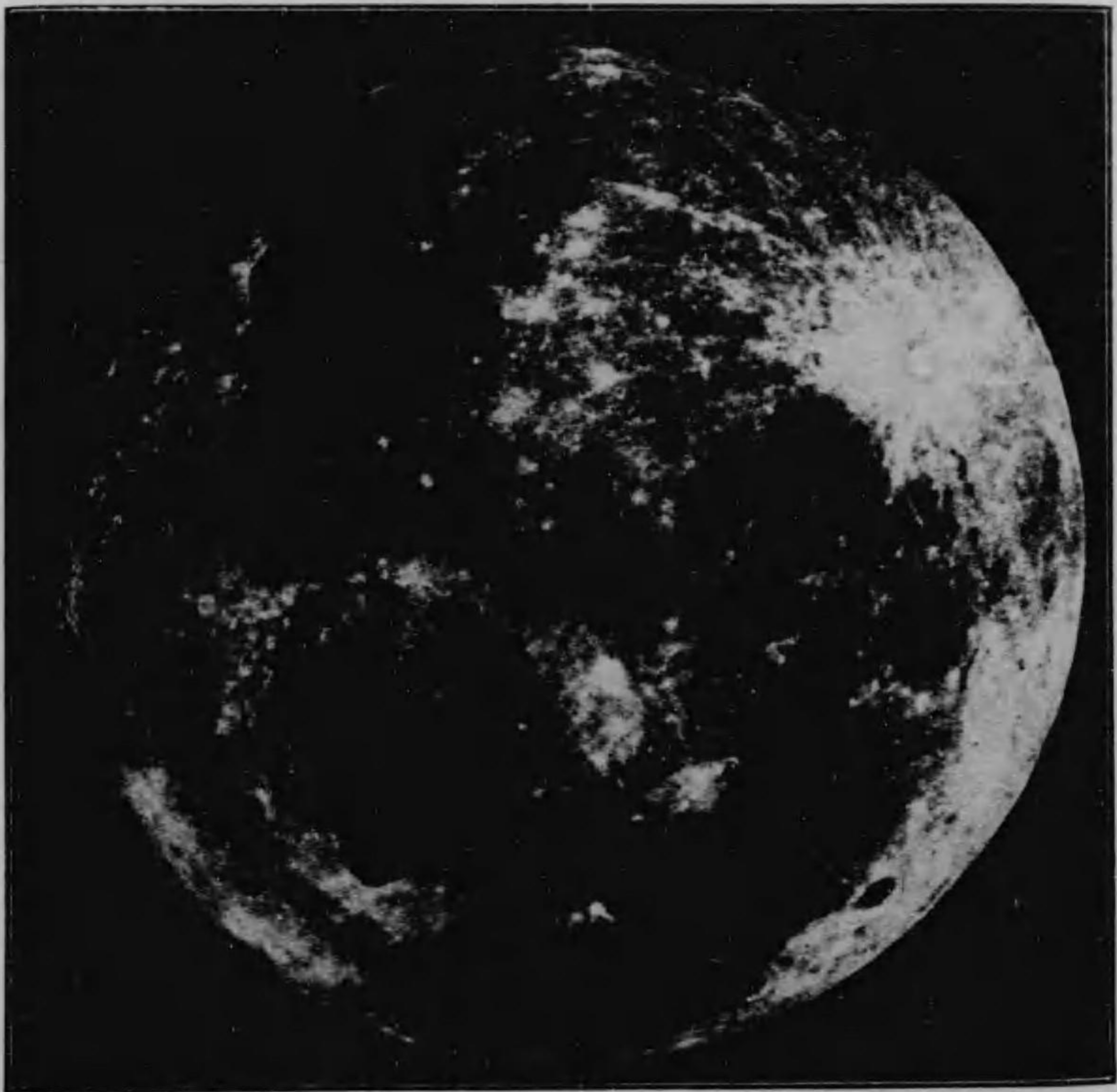
誰れしも見てゐる平凡なる事實も一度科學者の眼に映じ探究の對象となれば、是れ實に重要な大問題である。生物進化論の主唱者チャールズ・ダーウィンの第五子にして五年前に歿したる星學の大家ジョージ・ダーウィンは實に此問題の

研究によりて、潮汐進化論なるものを構成したのである。

ダーウィンの説によれば、月の公轉と自轉と其周期相等しいの

第七十圖

満月と三日



秋の夜の月に對して



九三

は、昔し月の體中に生じたる潮汐の摩擦のために、永き時の間に次第に現在の如き状態に到達したものである。始め地球と月とは一體で粘性ある液體の固まりであつたのが、次第に收縮して廻轉が早くなると共にくびれて瓢箪形となり、遂に餅をちぎつた如くに分裂して地球と月になつたのである。原始の月は地球に接近して其まはりを廻つて居り、地球の自轉も月の公轉も月の自轉も皆同一の周期で約五時間内外であつたが、地球も月も次第に收縮すると共に、夫れ夫れの體中に潮汐を生ずるに至り、其潮汐の摩擦のために月は次第に地球より離れ、永き時の間に遂に地球の自轉は五時間より二十四時間に、月の公轉及自轉は五時間より現在の一箇月になつたのである。

潮汐の摩擦によりてこれだけの變化を起さしむるために要する年代は凡そどれ位であるかと云ふに、假りに潮汐摩擦の作用を出來得る限り最大であつたとしても五千萬年を要する筈であるから、月が地球から分裂したのはそれ以上古い昔でなければならぬ。地球の表面に就て岩石が出來、水が流れ始めた年代を推算して見れば凡そ幾億年前といふ程度であるから、思ふに月の出來たのもそれ位の昔であらう。

今日では月の表面にも内部にも液體の部分がないから潮汐は起らないし、地球では表面に海水の潮汐はあるが、比較的少小であつて、潮汐摩擦の作用は殆ど云ふに足らぬほど微弱である。地球と月との關係は今の状態で落ち着き、今後はさしたる變化はないであらうと思はれる。

見しまゝに姿も影も變らねば

月ぞ都の形見なりける

(山家集)

今ははや忘れ果つべき古を

思ひ出でよとすめる月かな

(吉野拾遺物語)

姿も影も變らぬのは、潮汐摩擦で苦勞したる昔の名殘である。

### 三

次に第一の問題を取り、月面の模様は抑も何物なるかを考ふるに、これは望遠鏡にて精しく其地形を吟味することが出來、又其地形に伴ふ陰影は月の盈蝕に應じ

て其長さを變ずるが故に、其長さの變化から其等の地形の高さをも測定することが出来る。今日ではそれ／＼の地形に名稱も附いて居り、精密なる月世界の地圖も出來て居る程であるが、月面の地形で著しきものは噴火口と山脈と割れ目と海底とである。所謂噴火口は望遠鏡で見れば圓形のぶつぶつに見えるもので多數にあるが、其大なるものは直徑二百基米突、周壁の高さ二萬尺位に達するものがある。山脈は比較的急峻で高く、高さ三萬尺に達するものがある。割れ目及び割れ目の塞がれたものであらうと思はるゝ輻射狀の筋は可なり多數にあり頗る長大なるものが著るしく見えて居る。所謂海底は肉眼で見て黒き斑紋に見える部分で平坦なる低地である。

特に注意すべきことは、是等の地形は月の見ゆるときはいつでも見ゆることである。即ち月の表面には一切雲霧の如きものが存在して居らぬのである。又月が恆星を掩蔽する場合に星の光の消えるのが實に突然であるのを以て見れば、月の表面には大氣の如きものも存在して居らぬことが知れる。要するに月の表面には空氣も水も存在して居ない。

月の大きさは容積にて地球の五十分の一、質量にて八十一分の一、其平均比重は約三・四である。思ふに全部我が地球上の岩石に類せるものから成つて居るであらう。



月の一晝夜は丁度一箇月であるから、晝が二週間ほど續いた後の表面の溫度は約攝氏百度位までに熱せられ、夜が二週間ほど續いた後には攝氏零點下二百度以下にも冷えるであらうと思はれる。溫度の變化は斯の如く激しいが、空氣も水もないのであるから、何等の氣象變化もなく、何等の噴火もなく、其他一切の活動なく、無論何等の生命もない。噴火口や山脈の割れ目や海底等の地形は、昔し水があり活動があつた時代の遺跡に過ぎない。

ないので、今日の月は云はゞ永久寂滅の世界である。天體進化の程度から見て、我が地球を千紫萬紅の秋の野に譬ふれば、月は蕭條の

冬の野である。地球を四十代の初老に譬ふれば、月は形容枯槁の白頭翁である。

月見れば千々に物こそ悲しけれ

わが身一つの秋にはあらねど

(大江千里)

この歌を借用し、人格化したる地球が月に對しての述懐として解釋すれば、意味頗る深重、實に偉大なる悲哀を歌へるものである。

#### 四

然し乍ら月の状態を以て、我が地球がやがて到達すべき目標であるとするは少しく速断に失して居る。月は我が地球の八十一分の一程の小なるものであるが故に、早く冷却し早く老衰し、又其表面に空氣及び蒸發し易き水を永く保持するだけの能力がないのであるが、地球は月に比し八十一倍程も大きいのであるから、冷却し老衰すること甚だ遅く、又よしや可なり冷却したとしても月の如くに空氣と水とを失ひ果つることはない筈である。太陽が大體今日の如き状態に熱と光とを發する壽命は今後幾千萬年と云ふ程度であらうが、太陽の熱と光とを受くる間

は、我が地球表面の状態は今日と餘り大差はないであらうと思はれる。

月の状態は決して我が地球が遂に到達すべき終極を示して居るのではないが、地球の同胞が現に到達したる一の終極的状态なのである。

日を太陽、月を太陰と稱へ、日月を以て陰陽に配して居るのは、今日から見ても尤もなことと思はれる。太陽は其發する熱と光とによりて、我地球上に於ける殆ど凡ての活動凡ての生命の根源をなして居るが、月は活動と時間とを超越したる永劫閑寂の相を我々に示して居るのである。

大方は疎きものなる大空も

すむ月故はむつまじきかな

(香川景樹)

月によりて大空を望み、大空によりて宇宙の實相を觀ずることが出來たならば觀月の功德も亦決して少小ではない。(大正六年九月大阪朝日新聞掲載)



## (8) 初日の出

—

先帝の御製に

さし昇る朝日の如く爽やかに

もたまほしきは心なりけり

新年の初日の出に對して此感は殊に深い。元旦味爽、鷄鳴三號して東天紅を告げ、やがてさし昇る朝日に對すれば、大空の光野山の姿までも改まりぬる心地して、眞に神代ながらの春は來にけりと思はれるのである。熟々思ふに元旦の太陽と昨日の太陽と其の實質に於て果して何等かの差異があるであらうか、抑も又年の始なるものは如何にして定めたものであらうか。

月日に關守なく、流れ／＼と暫くも止まらず、四季の變化はめぐれど端なき環の如くである。何れの時を劃して年の始とし、何れを以て年の終とすべきか、必然的

の理由は決して存在して居らぬ。要するに年中行事の割當て上、便宜な時期を選んで年の始と定めたに過ぎない。

春分夏至秋分冬至は一年を四分せる主な時期であるので、少くとも温帯地方では、是等を標準として一年を春夏秋冬の四季に分けるのは自然であるが、それすらも支那及日本では古來から春分を中央とせる前後の三箇月を春とし、西洋では春分を始とせる三箇月を春として居つて、互に一致しない。

年の始も亦國を異にし時代を異にするにつれて必ずしも同一でない。バビロンの太古には收穫を時期として秋分を年始としたことがあるが、ユダヤ及び近世フランスの革命暦はこれに倣ひ、埃及ではナイル河の氾濫が夏至の頃に來るので夏至を以て年始として居つたが、ギリシヤはこれに倣つて居る。バビロン、ローマ及び印度は春分を以て年始とし、支那では周代の末前後約四五百年を除くの外は上古から近年に至るまで、日本では明治六年太陽暦を行ふに至るまでは、春分より一箇月半早き立春を以て年の始とする様に暦を調製して居つたのである。尤も太陰暦であるので、月の盈蝕の都合で、立春と正月元日は半箇月以内で前後する

ことは止むを得ない。

年の内に春は來にけり一年を

去年とや云はん今年とや云はん

(在原元方)

と云ふ歌は、言葉のあやは面白いが、事實は、年内立春のこと、新年立春とは丁度半々づゝある筈で、決して珍らしいことではない。

支那の周代の末孔子孟子の時代には冬至を年始として居り、ローマ改暦の際のジュリアン暦は冬至後七日目、現行グレゴリオ太陽暦は冬至後十日目を年の始として居る。周末に冬至を正月としたことは、孔子は不賛成で、理想としては立春正月の暦に復したいと云ふ希望を述べて居らるゝし、又其當時の一般人民にも正月が寒くして頗る不便に感ぜられた様だが、これは其當時の所謂易理によれば、陰の極は即ち陽の萌す所で、冬至は日中の太陽最も低く、陰極つて一陽既に來復せる時期と見做すべきもので、これを以て年始としたものであらう。

現行太陽暦の年始も全く同様なる考へに基いて居る。古代の歐洲民族殊に北歐地方には盛んなる冬至祭を行ふ風習があつた。日にく南に低くなつた太陽

が遂に踏止まりこれから上り始めると云ふ冬至の日に、太陽の回歸復活を祝して連日盛なる祭を行ふのであつたが、ローマ改暦の際に其七日目を年の始と定め従つて十二月二十五日を冬至と定めたのである。後に紀元後四世紀に至りて、太陽の復活祭が精神的復活の意味にて基督降誕祭となり、一方に實際の冬至は暦法不完全のために三日ほどずれて十二月二十二日になつたのであつたが、十六世紀に至りて現行グレゴリオ太陽暦に改正する際に四世紀の暦日を襲用したので、今日では冬至は十二月二十二日、クリスマスは十二月二十五日、年始は云ふまでもなく一月一日で、三つの異なりたる時日に分れて別々になつてゐるが其根源は上述の如く共通で、太陽の回歸復活を以て新時期を劃すると云ふ考へに基いて居る。

立春は現行太陽暦の二月四日に當り太陽は既に可なり上つて居る。

春立つと云ふばかりにや三吉野の

山も霞みて今朝は見ゆらん

(壬生忠岑)

平和なる御代の年始としては、立春正月は誠にふさはしく見えるが、奮闘的復活の時代には、冬至正月の新年が更に一層の深い意味を有して居る様に思はるゝので

ある。

## 二

旭日を以て旗章とし、國祖を天照大神と申し奉る我國は云ふも更なり、凡ての國を通じて太陽崇拜の風の行はれて居らぬ所はないのは、今日から考へて見ても誠に尤もなことと思ふ。太陽の光と熱とは到らぬ限もなく、一天四海悉く其恩澤に浴して居るからである。地上に於ける殆ど一切の活動は皆其根源を太陽に發して居るからである。

四季の變化、氣象の變化等の天然現象や、動植物の生長などが、太陽の熱に因つて居るのは云ふまでもなく、人工的活動に就て見ても、燃焼によりて原動力を供給する石炭や、流れて水力を生ずる高地の水源なども、其發生の本は太陽の熱に基いて居る。なほ更に一步を進めて考ふれば、我が地球上に蠢爾たる生物や人類が發生したのも、其古へを尋ねれば、我が地球が幾千萬年の昔から太陽の光と熱とに照らされて居つたがために外ならぬのである。

太陽が我々に與ふる熱量は、若し途中にて大氣に妨げられず且つ地面に直射するとして見れば、地面を五分の厚さに蔽へる氷の層を一時間にて解かし去る程の量で、眞に

日の恩や忽ち碎く厚米

である。獨り地球へのみならず、四方へ同様に多量の熱を發散する太陽は、推算によれば其表面の溫度は約六千度、其内部は幾千萬度といふ高熱のものでなければならず、大きさは直徑で地球の約百十倍、容積で約百二十萬倍の龐大なる球である。斯の如き高熱の球なる太陽の實質は何物なりや、多量の熱は如何にして發生しつゝありやと云ふ問題は、精細の點に就ては未だ判らないことが多いが、其大體を云へば、太陽の質量は我が地球の三十萬倍程で、物質は我が地球を構成せるものと大差ない。其始め非常に龐大なる虚空の間に散布して居つたのが、物質間相互の引力のために、永き時の間に次第に密集し、遂に今日見る程の大きさになつたのであるが、其の密集の際に多量の熱を發生し、其の高熱のために物質は始めは瓦斯體となり、遂には其一部又は大部分は原子の崩解を來たし、我が地球上に於て見る如

きものとは異なりたる状態にあるものと思はれる。この原子崩解の際に又又多量の熱を発生し、密集のための熱と原子崩解のための熱と相加はつたものが、過去幾千萬年乃至幾億年の昔から今日に至るまで引續いて四方に發散しつゝあるのである。

要するに我が地球も太陽も共に其成立の仕方は同じことであるが、地球は少量の集團であるがために熱を発生すること小で早く既に冷却し、太陽は極めて大量の集團であるがために、非常に多量の熱を発生し、今日なほ光明赫耀として輝いて居ると見るべきであらう。

地上に於ける活動の根源、生物發生の起因たる太陽の熱を詮じつめて見れば、畢竟基く所は物質相互の引力である。我々は太陽の光と熱とを恩澤と感じ仁愛と感ずると共に、更に一步を進めて、太陽の光熱其物が仁愛の結晶に外ならぬことを思はなければならぬ。

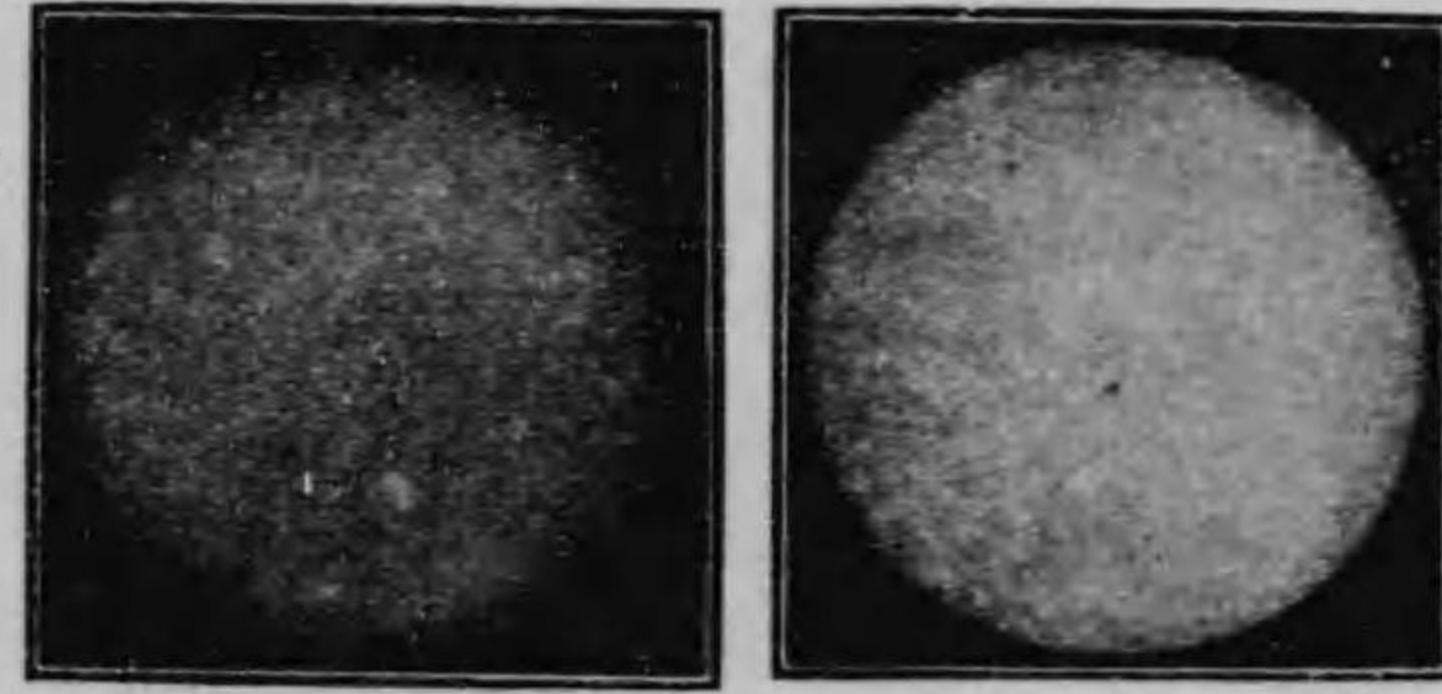
## 三

活動の根本にして愛の源泉なる太陽は、完全無缺であるべきものゝ如くであり、又一見した所其表面は圓滿無疵、平滑な様に見ゆるが、事實は決してさう簡單ではなす。

日蝕は古代の人民に非常な驚愕を與へたものであらうが、これは太陽の實體には何等の關係なく、單に暗黒なる月が一時其前面を蔽ふに過ぎないのであるから、次第に事情の判明すると共に、日蝕を以てもはや不祥事とは見做さざるに至り、日月の蝕は人皆之を見る、更まるや人皆之を仰ぐなど、平氣で過ごす様になつたが、更に重大なる事件は、今より約二千年前の漢時代に至りて、太陽の表面に時々黒點が現るゝことを發見したことである。これは太陽實體にある黒點であるから、考へ方によりては崇拜の中心體が完全無缺でないことにもなるのであるが、流石に新進氣鋭の漢時代の人士は、この黒點を以て忌むべき缺點とはせず、其出現を悲觀すべき不祥事とも見做さず、却つてこれを活躍的の鳥に見立てゝ居るのは頗る面白い。日は太陽の精なり、三は陽の數なり、故に日中に三足の鳥があるなど、云ふて居り、其見方が飽くまでも陽氣で樂觀的である。

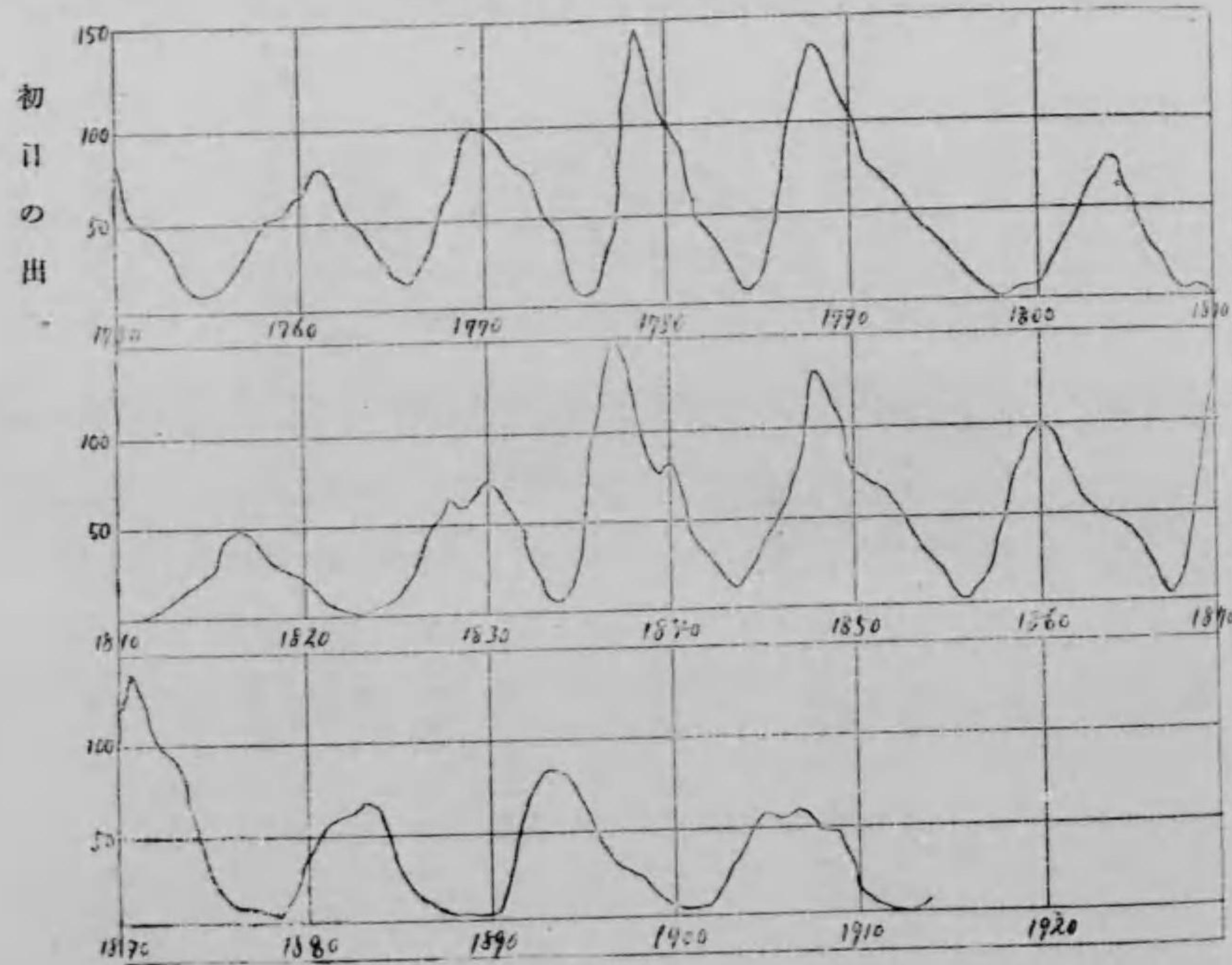
太陽の黒點の最も古い記事は、今より約二千年前に編纂された淮南子の中に、日中に跋烏ありと見え、其後は支那の代々の歴史に、日中に三足の鳥あり、又は日中に黒子ありなどの記事が屢見えて居る。西洋では漸く今より三百年前、一六一〇年にガリレオが望遠鏡の發明後に始めて發見したのである。

圖九十第  
太陽の黒點



太陽の黒點は時々太陽の面上に發現するもので、長きは半年位、短きは一箇月位で消滅する。其の黒點の大小や、數や、出現する部分などは、約十一年を週期として變ずるので、少い時は一年間に殆ど現れないこともあり、多い時は全面の一千分の二位に及ぶ、この一兩年は丁度黒點の多い時期である。黒點の精しい構造はなほ研究中の問題であるが、大體は太陽の表面に生じたる渦卷であつて、其出現は太陽の赤道方面に多く、南北には少ない。

圖十二第  
太陽の黒點の出現曲線



い。黒點に當る所からの量は少いが、黒點以外の部分から發する光と熱の量が平常より増進して居るためである。畢竟黒點は太陽の表面に發生せる渦卷なるが故に、其渦狀運動によつて附近の内部を攪亂し、内部の高熱をして表面に現出する機會を與ふるので、四方に多量の熱を發散するためにも、すれば冷却し易き上層は、この攪亂運動のために絶えず

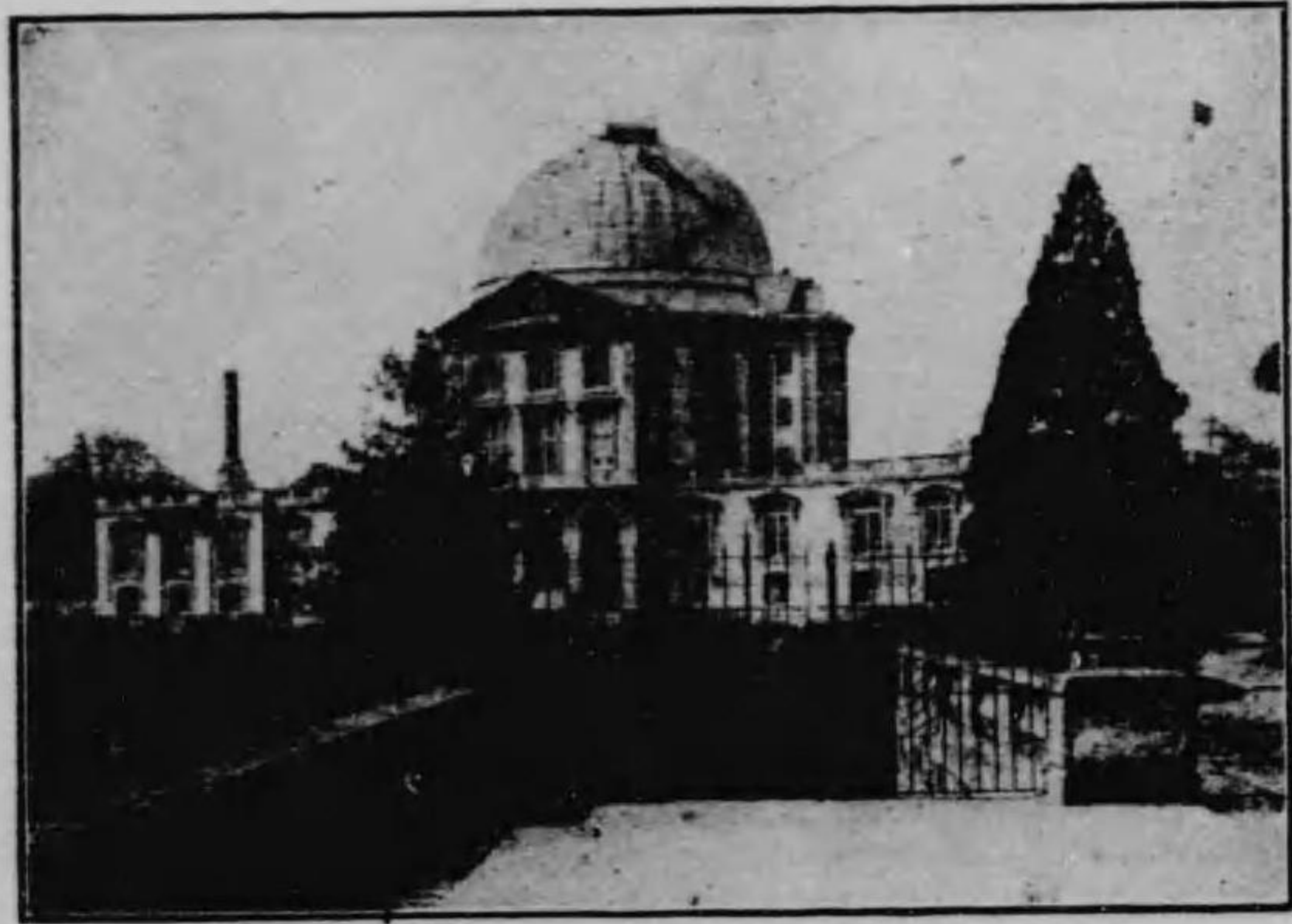
内部より新なる供給を受け、常に活氣に充ちたる表面を呈して居ることが出来るのである。

初日の出

110

圖一十二第

臺文天ソドーム



黒點は決して白壁の微瑕ではない、活躍的の跋鳥である。忌むべき缺點には非ずして實に活動の源泉である。これあるがために太陽の表面は絶えず復活しつゝ長く若やいで居るのである。

我々の心は日々に新にして又日に新ならんことを望むのであるが、其好模範は實に我が太陽である。さし昇る朝日は、不斷の復活によりて、常に其面目を新にして居る。

(大正七年一月、大阪朝日新聞掲載)

今朝見れば山も霞みて久方の

天の原より春は來にけり

(源實朝)

春にあけて先つ見る書も天地の

はじめの時とよみいつるかな

(井手曙覽)

日輪の尊くつよき光もて

たゞへよ永久にいさむ命を

(西郷春子)

日中有跋鳥。而月中有蟾蜍。

(淮南子精神訓)

成帝河平元年三月乙未。日出黃。有黒氣。

大如錢。居日中。(西曆紀元前二十八年に當る) (漢書五行志)

初日の出

111

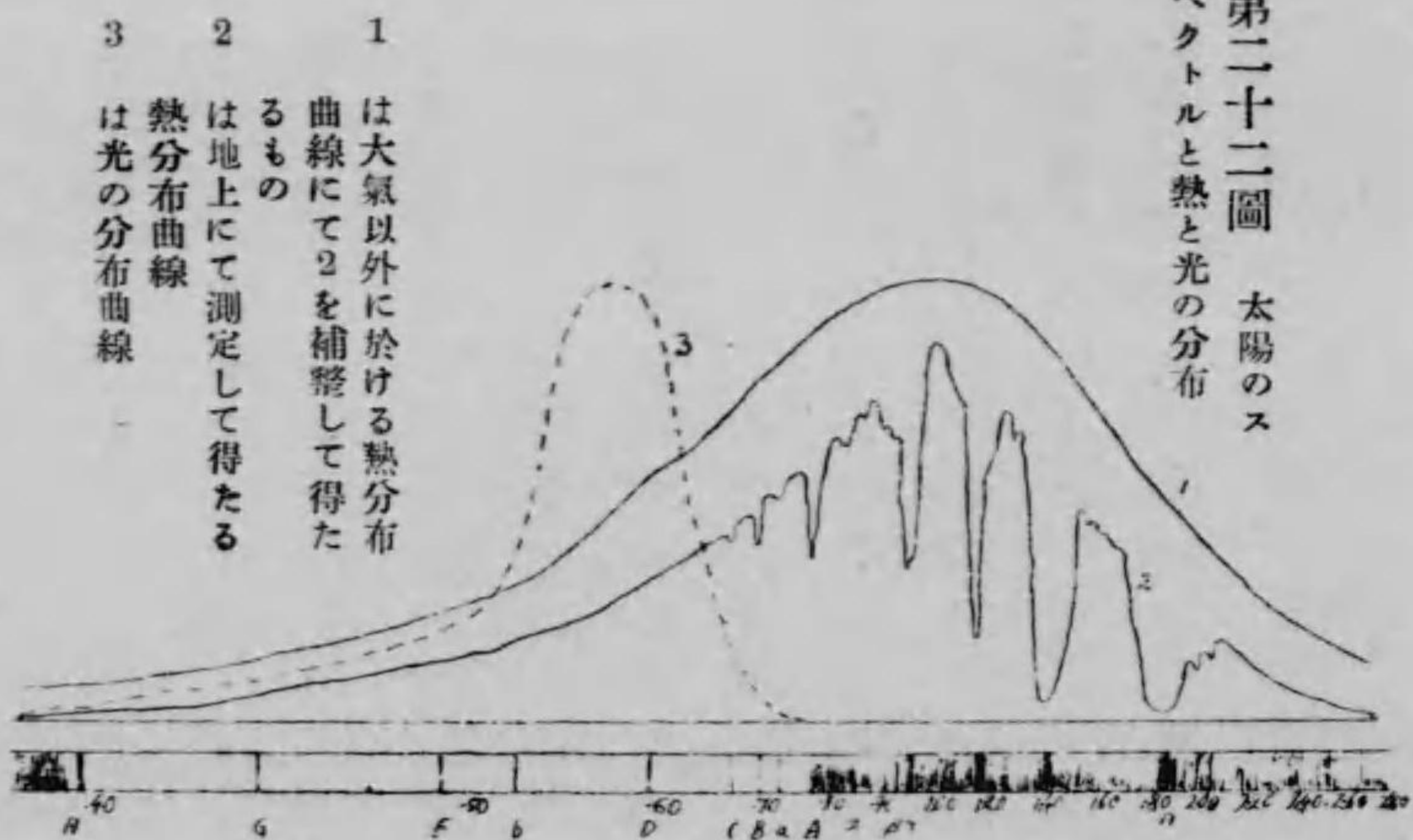
### (9) 太陽の熱

#### 一 太陽熱の量

我が地球上に於ける一切の活動は殆ど皆その根源を太陽の熱に發して居る。僅かの除外例、例へば地球の廻轉運動のために起る潮汐現象、地球内部の高熱のため起る噴火、地震等の地動現象、分子原子内部の活力のために起る化合、輻射等の現象、是等比較的微小なるものを除くの外は、晝夜四季の變化、風雨氣象等の天然現象より動植物の生長、運動、乃至機械的活動の源なる薪、石炭の燃焼熱、落差による水力等に至るまで、殆ど凡ての活動の根源は太陽より受くる熱である。

然らば我が地球は日々何程の熱量を太陽より受けつゝありや。此問題は一見甚だ簡單なるが如くであるが、實測は頗る困難である。我々は地球を包める厚き霧圍氣の底に居るが故に、太陽より我々に向つて來れる熱量の大部分はこの霧圍氣殊に其中に含める水蒸氣のために吸収されるので、其部分を精密に測ることが

第二十二圖 太陽のスペクトルと熱と光の分布



1 は大氣以外に於ける熱分布曲線にて2を補正して得たるもの  
2 は地上にて測定して得たる熱分布曲線  
3 は光の分布曲線

困難である。二三年前に歿したアメリカのラングレーは約三十年來この熱量の測定に従事し、始めはワシントンにて觀測して居たが大氣の吸収の影響を精確に決定するために高山の頂及び異なりたる地方にて測定するの必要を認め、アボット、プアウル等の協力によりて海拔一七三〇米のウキルソン山、海拔四四〇二米のホウキットネー山、アフリカのバーストール(海拔一一六〇米等の各地にて實測した。我が地球の大氣の外にて太陽に直射される面が一平方厘毎に一分間に受くる熱量を太陽熱常數と稱へるが、その値は一九〇五——一九一二年間の約七百回の觀測の結果によれば一九三三カロリーである。其中約半分位は大氣を通過する

際に吸収され、大氣の底即ち地球の面に達するのは約一〇カロリーである。

地球表面の温度の平均を絶対温度にて約二九〇度とすれば、これがために我が地球は絶えず周囲の虚空へ熱を發散しつゝあるので、その量は大体太陽から受けつゝあるだけの熱量に等しい。受ける熱と出す熱との僅かの差が前に述べたる如く地上一切の活動の根源となりつゝあるのである。地球表面の温度が略々一定の度になつて居ると云ふのはつまりその温度に應じて發散するだけの熱量を太陽から供給されつゝあるためなので、換言すれば我が地球表面の温度は太陽熱によつて保持されて居るのである。

太陽は地球ほどの距離にて一分間一平方裡に約二〇カロリーの熱を與ふるのであるから、その距離の二百十四分の一に當る自己の表面にては(二七)倍の割合で熱を發散して居る筈である。それだけの熱量を完全發熱體にて出さしむるためにはその面の温度は約六千度でなければならぬから、この六千度を太陽面の有効温度と稱へる。なほ太陽の全面から四方に發散する總熱量を計算すれば一年間に  $3 \times 10^{28}$  カロリーである。

## 二 太陽の熱の根源

斯く多量の熱は如何にして供給されつゝありや、抑も太陽熱の根源は如何と云ふ問題は、畢竟太陽は何物なりやと云ふ根本問題と密接の關係を有して居る。日月の如く明かなりと云ふが、今日の學問の程度では太陽の本體は決して明白ではない。これから研究せらるべき問題である。

太陽は  $2 \times 10^{32}$  瓦の質量を有する尨大なる天體で、年々  $3 \times 10^{16}$  カロリーの熱を發散しつゝあるのだが、單に現在の熱發散を説明するだけならば種々の説が可能である。恰も見掛け上、同様なる建設物が一時的の假普請にても又は永久的の本建築にても出来るが、その耐久力の點に至つては著しく異なるが如く、太陽熱の根源に關する諸種の説も先づ第一にその耐久力の如何によりて取捨することが出来る。

(イ) 高熱體の冷却 最簡單なる考は、太陽は當初非常なる高温度にありて、それが次第に冷却する際に多量の熱を發散するならんと云ふのだが、若し他に補充の



途なくして、單に冷却するものならば、假に太陽の實體の比熱を大きく見て、平均一として、太陽の温度は平均年に一五度づゝ下る筈である。これは頗る大なる温度の下降であつて、之に伴つて我が地球表面の温度は約百年間に七度位の割合で下らなければならぬ筈であるがこれは無論事實に合はない。

(ロ) 化合、燃焼 五六千度以上の温度にては化合、燃焼等はありませんが、よしや化合があるとし、又地球上にて化合熱の最も大なる場合と比較して見ても、太陽全體の化合、燃焼によりて發生し得る熱の總量は僅かに二千年を支え得るに過ぎない。

(ハ) 落下 太陽以外より太陽に落下する物體があれば、その運動のエネルギーは熱に變ずるであらうが、同時に又そのために太陽の質量は次第に増加し、従つて太陽を廻る遊星の週期は次第に短かくならなければならぬ筈である。今長き間の記録によるに地球の一年の長さの短縮は、よしありとするも、百年に付〇・五三秒以下である。假にこれほど宛短くなるとすれば太陽の質量の年々の増加は  $10^{13}$   $\times 10^{13}$  瓦、そのために發生する熱量は  $\infty \times 10^{13}$  カロリで僅かに一年間發散量の四

百分の一に過ぎぬ。

(ニ) 密集 現在の太陽を形成せる物質が次第に中心の方に密集すれば、それだけ引力のための位置のエネルギーが熱に變ずる筈である。今假に太陽の内部の密度が等齊であるとすれば、半徑  $r_1$  なる大さより半徑  $r_2$  なる大さまで收縮する間に發生する熱は

$$\frac{3}{5} G m^2 \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

を熱量に換算したものである。式中  $G$  は宇宙引力の常數、 $m$  は太陽の質量である。此式によつて計算すれば、現在年々發散しつゝある熱量を説明するためには、太陽の直徑が一萬年に一秒の割で收縮すれば足ると云ふことになり、それ位の變化は今日の觀測の程度では到底驗することが出来ない。

斯の如く現在年々の發散は容易に説明することが出来るが、この説に従へば太陽が最初非常に大なる空間に散開せし時代より現在の大きさに收縮するまでの間に發生したる熱の總量も亦前式によりて直に算定し得る筈で、其大さは現在の年發散量の千七百萬倍となるのである。實際の太陽では中心の方の密度が大きく

なつて居るに違ひないから、過去の總熱量は之よりも大きい筈である。是等のことを顧慮して、ケルピンは我が太陽の過去の壽命を以て多分一億年以内なるべく斷じて五億年を越えずと論定した。併しこれは單に熱の總發生量を計算し、現在の年發散量にて除した數であるので、正しき意味で太陽の壽命ではない。過去の太陽の壽命を求むるためには、過去に於ける年々の發散量を考へなければならぬ。後段に論ずる如く、過去に於ては今日よりも多量の熱を發散して居つたと思はれるから、實際の過去の壽命はその割合に短かくなければならぬ。ヴェローネー Verronet (1914) は多分二百萬年以内なるべく、斷じて二千萬年を越えないと論定して居る。

(ホ) 原子内部のエネルギー 放射能を有する二三の物質が発見されて以來、太陽熱の根源は太陽を構成せる物質の放射能によるのではなからうかと云ふ説が提出された。しかし一瓦のラヂウムは一年に $1.2 \times 10^{10}$ カロリーの熱を出すのであるから、太陽の熱をラヂウムにて説明するためには $2.5 \times 10^{15}$ 瓦のラヂウムがなければならぬ。即ち太陽の物質中には一噸に付約一瓦のラヂウムを含んで居らな

ればならぬことになるが、斯く多量にラヂウムを含むものは地上には類がない。のみならず、ラヂウムの壽命は至つて短く、約千七百年にて半減する割合ゆへ、これを補充するものがなければならぬ。ウラニウムがその源として共に存在して居るとすれば一瓦のラヂウムは三噸のウラニウムと相應するから、太陽全部がウラニウムでなければならぬと云ふことになる。これは無論觀測の事實に合はない。又是等の放射能は必ずヘリウムの發生を伴ふものであつて、例へば一瓦のラヂウムは一年間に $1.2 \times 10^{10}$ カロリーの熱を出すと同時に $1.5 \times 10^{10}$ 瓦のヘリウムを發生する。今現に太陽の雰囲気中に存在するヘリウムの總量は確かには分らないが、凡そ $10^{25}$ 瓦以下と推定される。この量に相當する熱量は僅に現在熱發散の百七十年分の量に過ぎない。

以上は從來提出されて居る多くの説を數へ舉げて吟味して見たのであるが、見渡した所、少しく長期に亘りて太陽熱の補給を説明し得べきものは(ニ)密集の外には無いようである。乍併單にこの密集のみにて果して完全に説明し盡くせるであらうか。問題は未だ必ずしも容易でない。

## 三 過去の壽命

先づ第一に太陽が過去に實際經歷した壽命を知ることが出来ないであらうか。若し如何なる方法によりてか過去の壽命を確かめることが出来れば、直ちにそれを前段所説の可能的壽命と比較して、説の當否を判定することが出来るであらう。太陽の過去の壽命は直接には確めることは出来まいが、間接には種々の方法によりて推定することが出来る。

## (一)、地球の年齢

(甲)、年々海底に堆積する層の厚みから、又は年々海中に送り出さるゝ汚泥の量から推算して、現存の水成岩の層の出来始めた時代を推定す。

(乙)、年々河水によりて海へ送らるゝ鹽の量と、現に海水中に存せる鹽の總量とから、地上に水の流れ始めた時代を推定す。

(丙)、鑛物中に含める放射能物質と其崩壊によりて生じたる物質の割合を比較し該鑛物生成の時代を推定す。

## (二)、月の年齢

(丁)、月は地球より分裂し潮汐摩擦によりて現在の状態に達したるものと假定し、溯りて分裂の時代を推定す。

地球の表面に水成岩の層が出来始めた時代、又は水成岩の層の間に鑛物を含める火成岩が噴出した時代には、太陽は現在又は現在以上の程度に熱を發散して居たであらうし、又月が地球から分裂したとすれば其頃には太陽は少くとも地球の軌道より遙か内部まで收縮して居たであらうから、太陽の過去の壽命は少くとも右の(一)又は(二)に算出せるものよりは長いであらう。多くの地質學者の推算によれば(甲)(乙)何れも大抵揃つて凡そ一億年内外と云ふ値を與へる。ラザフォード、ストラット及其他の研究によれば(丙)は古き噴出の鑛物に對しては十億年又はそれ以上の値を與へる。又(丁)はダーヴキンの計算によれば少くとも五千萬年以上でなければならぬ。

是等の年齢は何れも到底密集説では説明が出来ぬ程長いが、是等の年齢を算出するに當つては其根據に皆夫れ々多くの假定をなして居るのであるから、その

假定を充分吟味して見なければ、直ちに信用することが出来ない。實際是等の方法には皆多少の弱點がある。(甲)及(乙)は共に現在の變化の割合によりて過去を推定して居るが、若し我が太陽は過去に於て現在に比し數十倍若くは數百倍の熱を發散して居たとすれば、氣象變化も地質變化も今日に比してそれだけ烈しくあつたであらうから、この計算法はあてにならぬ。又(乙)は河水中に含まるゝ鹽の量を計算の根據として居るが、これは頗る測定に困難であつて到底確かなる計算の材料とするに足らぬものである。丙は主として鑛物中に含有せるウラニウムの量とそれより發生せるヘリウム又は鉛の量とを比較するか、又は局部的にウラニウムを含める箇所の周圍にヘリウム發生の際に印せるハローを吟味するので、(甲)(乙)に比すれば、より確かな算出法ではあるが、鑛物中にウラニウムの外に放射能を有するものなきか。存在せるヘリウム又は鉛の量は凡てウラニウムより發生せるものゝみにて又それは全部その儘に残留せりや。是等は必ずしも然りと斷定する譯には行かぬ。又ハローを生じたる場合にはそのハローの心にある極少量のウラニウムを確かに測定することは甚だ困難である。是等の理由によりて(丙)よ

り算出せる年齢も必ずしも確かだと云ふことは出来ぬ。

(丁)月の起源に關してはダーヴキンの潮汐進化説が確かである様に思はれる。従つてその理論によりて算出せる少くとも五千萬年以上と云ふ推算も確かな様に思はれるが、しかし學者によりてはこのダーヴキンの説に反對し、月は地球より分裂したものでないと云ふ人すらあるのだからこれとても確かな證據と云ふことは出来ぬ。

#### 四 比較研究

天にある星の總數は約十億乃至二十億と云ふことである。それが皆一つ々々我が太陽の如く自ら熱と光とを發散しつゝあるもので、其熱は定めし皆同じ様な工合に補給されつゝあるであらうから、是等の星の中で我々の研究に都合よき星を選んで説の當否を驗することが出来ないであらうか。

是等の星は其發する光の色又は其スペクトル中に見ゆる吸收黒線の如何によつて分類するゝが、先づ大體白色星、黄色星、赤色星の三段に大別すれば、星の表面の

有効温度は白色星で約一萬度、黄色星で六千度、赤色星で三千度である。なほ近年

ラツセルの研究によれば黄色星及赤色星は其真光度の大小によりて巨星及矮星の二種に分つことが出来、巨星の出す光の量は我が太陽の光の五六百倍である。この分ち方によれば我が太陽は黄色矮星に属するのである。又ラツセルの主張する進化の順序に従へば、一の天體が次第に密集して光を發し見え初めたる時は赤色巨星で、それより黄色巨星を経て白色星に至りて最高温度に達し、なほ密集と熱發散との進むに従つて黄色矮星となり赤色矮星となり遂に暗黒星となりて見えざるに至るので、此説に従へば我が太陽は進化の道程の頂點を過ぎて下り坂にあるもので、従つて過去には今日に數十倍

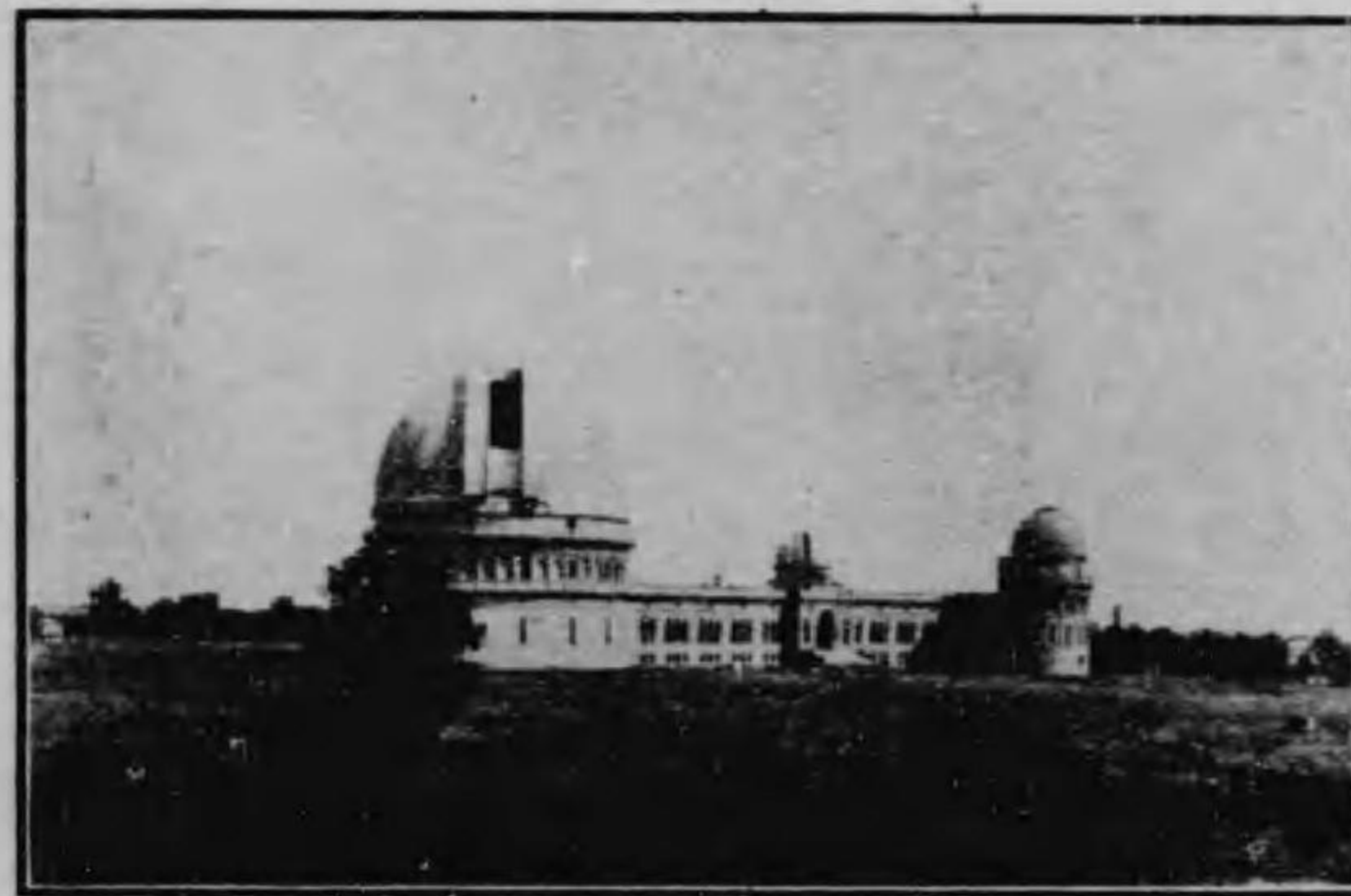
圖三十二第 星の進化



又は數百倍の熱と光とを發散したであらうと思はれるのである。

右の如き考へ方によれば赤色巨星の中に定めし我々の目的に都合よき星があるであらうと察せられる。直ちに眼に着くのは蝸座α星である。此星のスペクトル型は *Map* 赤色の星で光度は一・二、視差は〇・〇三秒としてある。この視差は果して正確なりや否や、なほ充分に研究する必要があると思ふが、若しこれを正しいとすればその發する光の量は我が太陽の五二五倍、赤色星ゆへ表面の温度を三千度とすればその發する熱量はなほその三倍で、我が太陽に比し絶えず千六百倍ほどの熱を發散して居ると云ふことになる。表面の温度は我が太陽の二分の一であるから單位表面の熱發散量は十六分の一であるにも拘はらず、總量は千六百倍になるためには、その表面積は我が太陽の二萬六千倍、半径は百六十倍でなければならぬ。これで見ても此星はまだ密集の初期であることが分る。何れ密度は内外等齊ではなからうから、それに對し相當の假定をなして計算すれば、此星が今日の狀態まで密集する間に發したる熱の總量は現在發散量の二千年分以下である。換言すれば此星が現在の如き狀態に熱と光を發して以來の壽命は二千年以内で

圖四十二第  
臺文天スケルエ



は古  
くよ  
り火  
と稱

圖五十二第

鏡遠望時十四 二共 同



して観測された星で、堯典にも其名が見えて居るから、少くとも四千年以上、なほ種々の理由によりて推察する所によれ

なければならぬと云ふことになる。

幾百萬年又は幾千萬年と云ふ長き壽命に對しては、前段に述べたるが如く、適確なる論證は甚だ困難であるが二三千年は歴史的時代であるから、歴史的記録によつて明確にその壽命を驗し得る見込がある。現に此蝸座α星は支那

ば、多分五千年以上、赤色の一等星として輝いて居ることは確かな事實であると云はなければならぬ。従つて過去の壽命を二千年以下と推定した根據には何等かの誤がなければならぬ。計算の材料として先づ其質量を我が太陽と同じと假定したが、これは單に假定である、事實果して然るや否やを吟味しなければならぬが、幸にも此星は分光連星でオリオン座α星と非常に類似した星である上に、後者は目下なほ研究中の變光星であるから、此二つの星の物理的狀態及び其質量は今後の研究によつて明かになるべき望がある。次に其視差は〇〇三秒としてあるがこれは今日では未だ必ずしも精確とは云へぬ、今後なほ一層精確なる測定を待つのである。質量と視差と此二つの材料が確定したならば、最後に密集説の當否を適確に驗することが出来るであらうと思はれる。

なほ赤色巨星中にて比較研究の材料として恰好の星は次の如くである。

蝸座α星	Map	1.11	0.033	525	分光連星
赤色巨星	スペクトル型	光	度	視	差
					太陽に比せる 光の總量
					表面の溫度
					其他の性質

オリオン座α星	M <sub>3</sub>	1.12	0.031	525	3000度	分光連星
牧夫座α星	M	0.3	0.04	六七六	三六〇〇	不規則變光星
牡牛座α星	M <sub>33</sub>	1.1	—	四〇〇	—	—

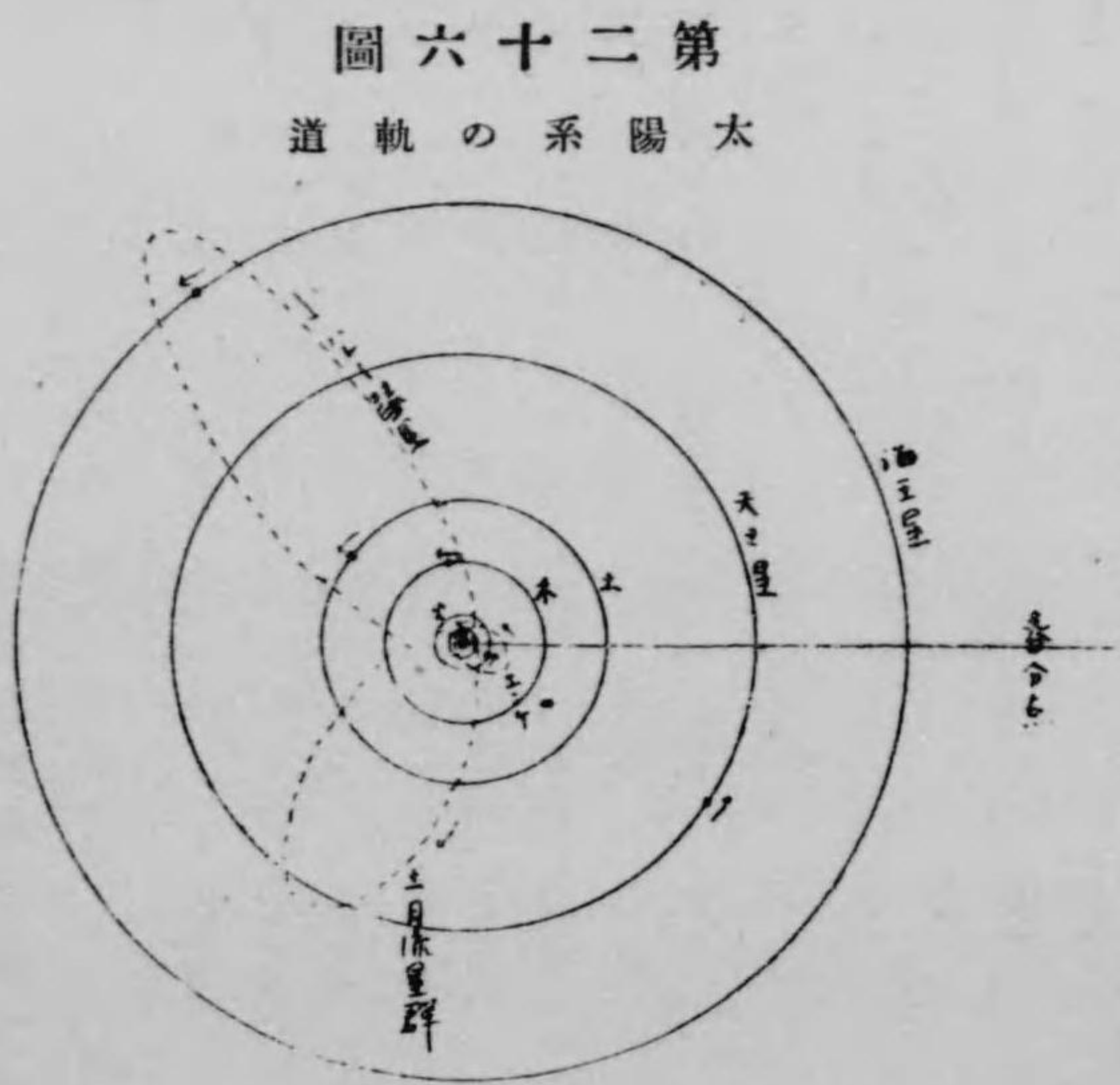
以上は外部から大體を達觀して太陽熱の根源を論じたのであるが、なほ直接に太陽自身に就ての研究は大に望ましいことである。仔細に太陽面に於ける變化主として黒點、紅暈、コロナ等を吟味し、其真相を研究すれば太陽熱の根源は自ら明かになり得るであらう。困難な仕事ではあるが近年此方面の研究着々歩を進めつゝあるは大に喜ぶべきことである。(大正五年三月「現代之科學」掲載)

(10) 太陽系

公轉の軌道に關するもの

星名	長半徑	週期	傾角	斜率	離心率
水星	0.387	87.969 <sup>H</sup>	7°	0'	0.206
金星	0.723	224.701	3	24	0.007
地球	1.000	1年	0	0	0.01675
火星	1.524	321.730	1	51	0.093
木星	5.203	314.839	1	19	0.048
土星	9.555	166.98	2	30	0.056
天王星	19.218	7.45	0	46	0.046
海王星	30.110	280.3 <sup>H</sup>	1	47	0.009
小遊星					
1 Ceres	2.767	1681	10	37	0.077
2 Pallas	2.770	1681	34	43	0.239
433 Eros	1.458	643	10	50	0.223
583 Achilles	5.244	4398	10	18	0.152
719 Albert	2.585	1518	10	50	0.541
1906 WD	4.565	3347	48	8	0

表 一 第



圖六十二第  
太陽系の軌道

第二表

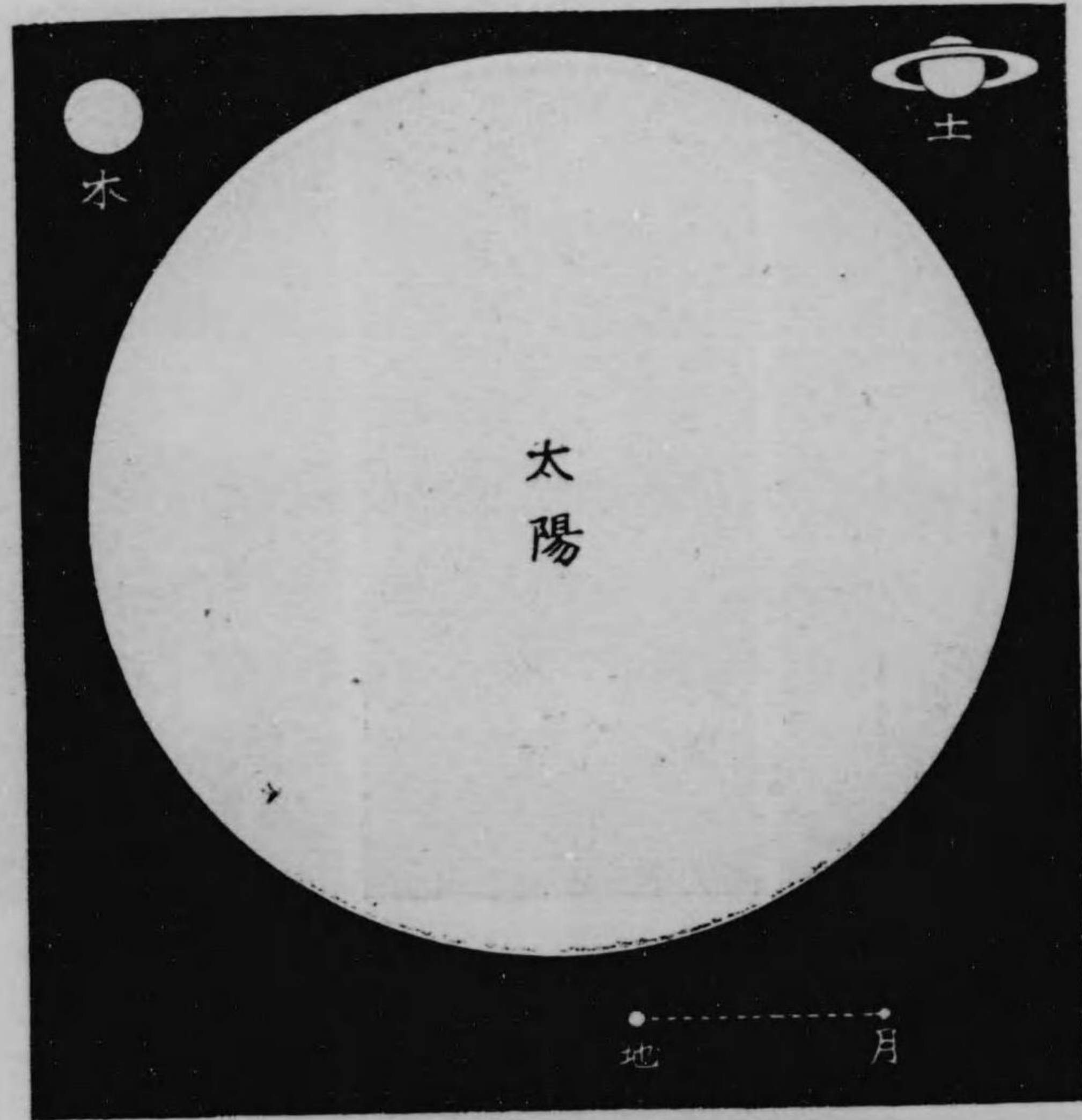
各個の自體に關するもの						
	直徑	質量	密度	自轉の週期	衛星の數	
水星	0.37	0.056	6.2	$\frac{2}{88}^{\text{日}}$	0	
金星	0.966	0.817	5.0	$\frac{2}{225}$	0	
地球	1	1	5.52	$\frac{23^{\text{h}}}{56^{\text{m}}}$	1	
火星	0.54	0.108	3.8	$\frac{24}{37}$	2	
木星	11.14	318.36	1.36	$\frac{9}{50}$ $\frac{9}{56}$	9	
土星	9.4	95.22	0.7	$\frac{10}{14}$	10	
天王星	4.0	14.58	1.3	$\frac{9}{10.11}$	4	
海王星	4.3	17.26	1.2	$\frac{9}{12.85}$	1	
太陽	109.05	333432	1.41	$\frac{25}{27}$ $\frac{25}{27}$	0	
月	0.272	0.0123	3.33	$\frac{7^{\text{h}}}{43^{\text{m}}}$	11*	



圖八十二第

二 其 同

太陽系

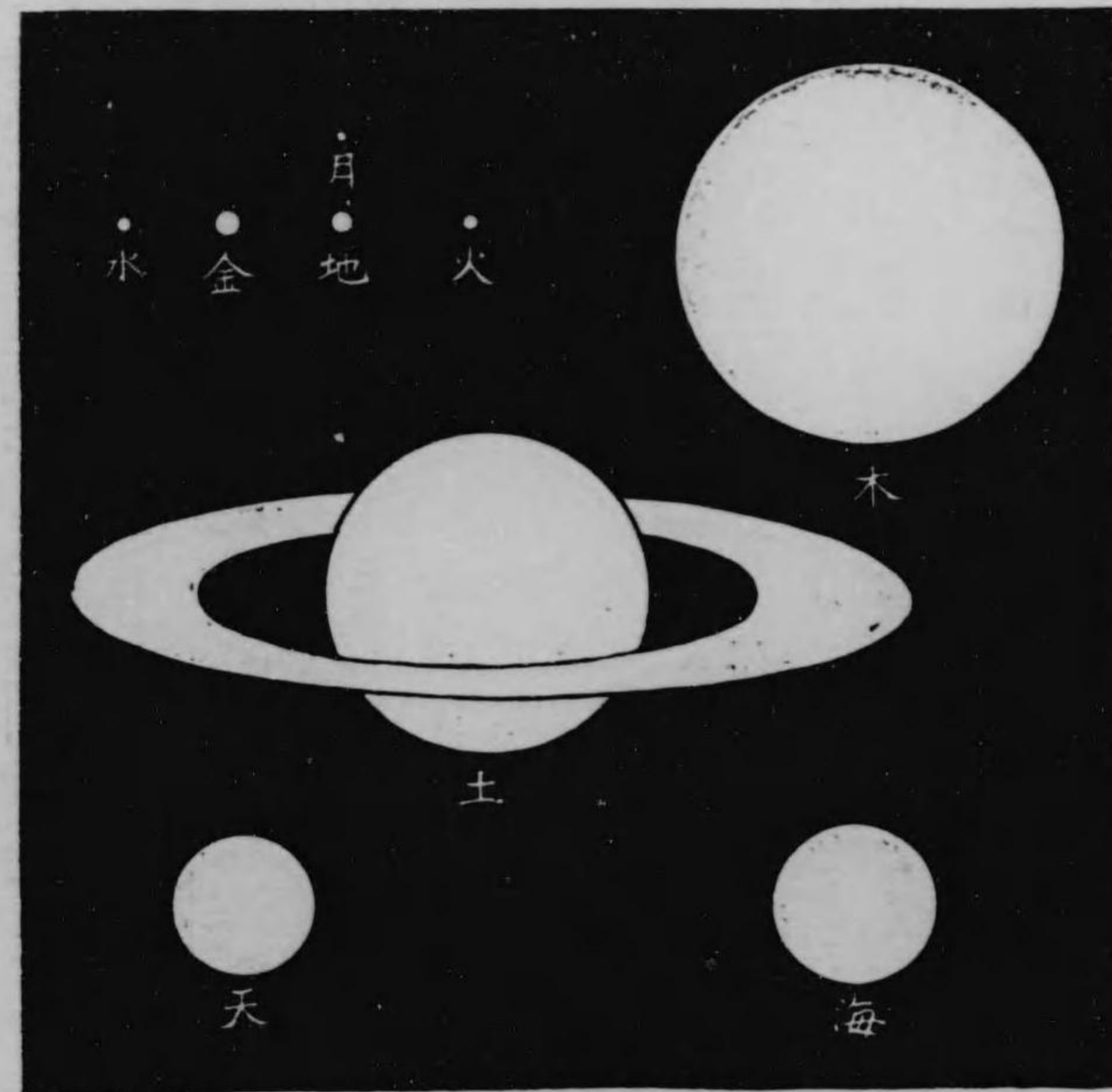


一三三

圖七十二第

一 其 さ大の星遊

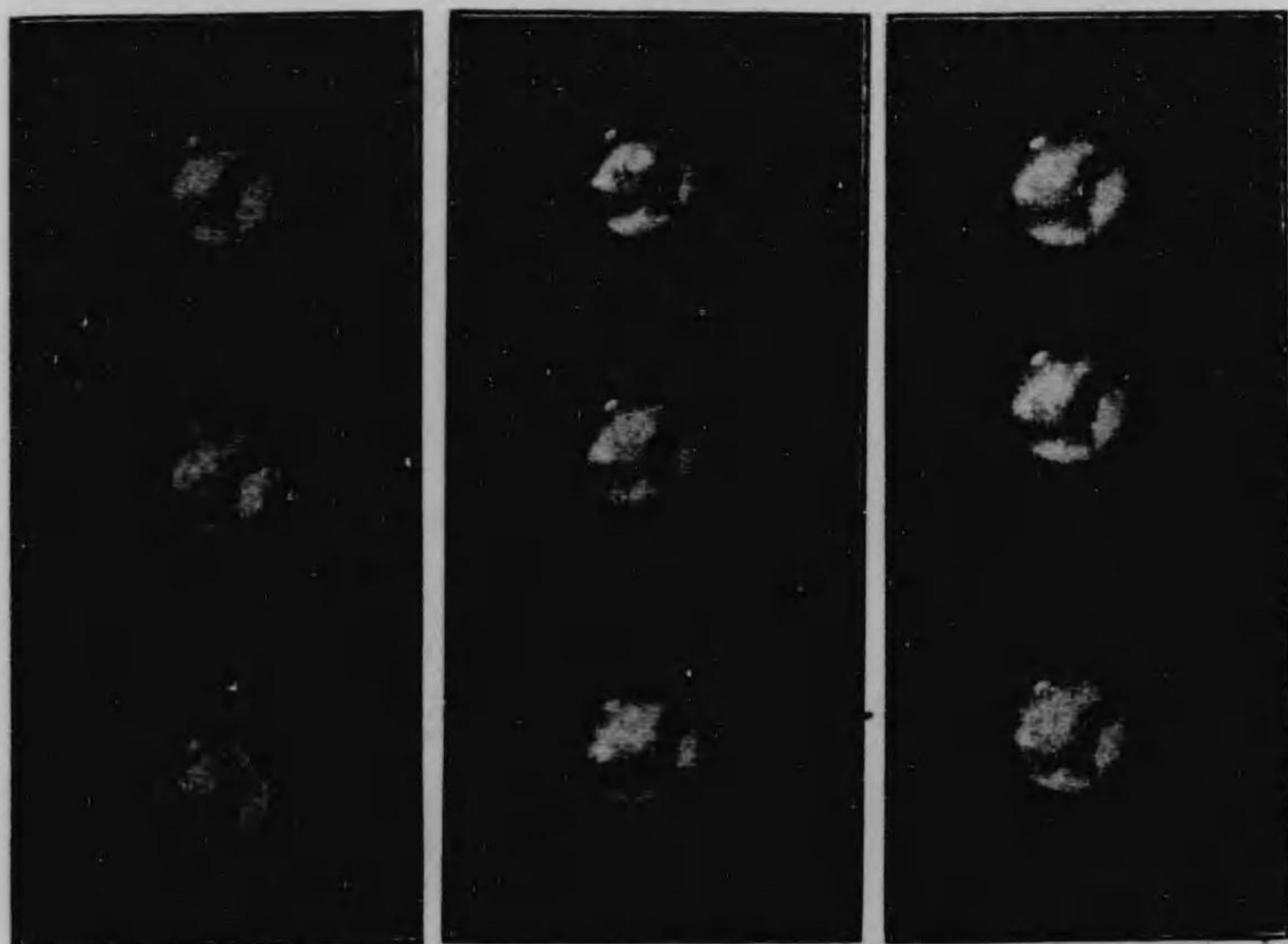
太陽系



一三三

圖九十二第

星金と星火



(11) 流星論

太陽が東より出でて西に没するのは古今同様の現象であるが古は太陽が地球の周囲を廻るのだと思ひ、今日では地球の自轉のためであると説明する。一年四季の變化は、古は太陽が一年の間に星辰間に一周天するためだと思ひ、今日では地球が太陽の廻りに公轉するためだと説明する。コペルニカスが唱へ始めた地動説は、畢竟地球中心主義の思想を捨て、少しく眼界を廣くして見やうと云ふのである。人は萬物の靈なり、神の子なりと云ふのも一つの見方であるが、進化論より見れば、四圍の境遇に適應して發達せる一種の動物と見るべきであらう。國家の盛衰興亡は少數の君主、貴族、豪傑の力によると思はれた時代もあり、又ある時代には事實或はさうであつたかも知れないが、今日では到底一國民衆の發展活動を外にして國家の盛衰を論ずることは出來まい。丁度その如く太陽系に關しても一時は、中心體なる太陽、親藩の如く其附近を廻る水星、金星、地球、火星、外様大名の如く遠くで廻つて居る木星、土星、天王星、海王星、及是等の大名に附屬せる陪臣の如き衛

星以上を以て正當なる太陽系の團體員と見做し、小遊星や、彗星や、流星の如きは無資無力、一顧の値もなき浮浪人として度外視されて居つたこともあるが、近來に至るに従て是等の浮浪人の存在の重要なる意義を有するものなることが次第に認めらるゝに至つたやうである。太陽系夫れ自身には千年前も今日も大なる差違はないのであるが、我々の考が貴族的、階級的であつた時代には太陽系の組織も少數貴族の團體の如くに見え、我々の考が平民的になるに従て、太陽系の平民的成分が次第に見えたのであらう。この革新の先鋒第一は小遊星第一號で、それが民衆的革命時代の一八〇一年一月一日に發見せられたと云ふのは、偶然とは云ひながら面白い適合と云ふべきである。

小遊星は流星の比較的大なるもので、彗星は流星の密集團體に外ならぬ故、こゝには小遊星、彗星、流星を概括して流星と稱へる。流星はひとり太陽系のみならず、廣く宇宙間に瀰漫して居るもので、其存在は從來認められて居つたよりは遙に重要なる意義を有するものなることを述べ、現代の天文學はその着眼點をこの方面に轉ずるの必要あることを論ずるのが此論文の旨意である。

**第一、小遊星** 一八〇一年に第一號が發見されてから後其數は次第に増加し、殊に一八九一年に寫眞を用て小遊星を發見する様になつてからは年々に發見する數は非常に多くなり、現在では火星と木星との間にある小遊星の總數は七百餘に達して居る。なほ觀測方法が改良するに從て次第に小さいものも見えて、あらうから、其總數はどこ迄増すやら知れぬほどである。小遊星の大さは、直接に望遠鏡で擴大して測れるものもあり、又は太陽の光を反射する分量から推定するのであるが、其直徑最大なるもので千籽、小なるものは十籽位である。

**第二、土星の輪** 遊星の中で最も不思議な形をして居て、著しく人の注意を惹くものは土星の輪である。この輪は何で出來て居るか、はガリレオの發見以來學者間の問題であつたが、一八六〇年にマクスウエル氏の詳細なる理論的研究によりて、土星の廻りに廻る無數の微小なる流星の群であると論斷され、近來キラー氏の觀測によりて確かめられたのである。なほ理論上永い間には、輪の内側の方は次第に土星に近づき、輪の外側の方は次第に廣がる筈である。現在輪は三つに分れて居るが、觀測の上にさう云う傾向が見えると云ふことである。

**第三、流星の集團、彗星** 太陽系内に一つの流星の集團があるとすれば、それは太陽の引力によつて、太陽のまわりに一つの軌道を描いて運動し、又永い時の間には、集團の各分子が、次第に其軌道上に散開して、終には土星の輪の様に、連續的の環となりて、太陽のまわりを廻るやうになるべき筈である。斯様な流星の集團は太陽系には無論澤山あるであらうが、多くは我々に見えない、其の内の密集部分が太陽からの光を反射して、我々に見ゆるやうになるものは即ち彗星で、其一部が太陽熱のために變化を受け、太陽からの輻射壓によつて排斥されるものは即ち彗星の尾である。又流星集團の軌道が丁度地球の軌道と交叉して居れば、其集團の一部は地球の引力に依て地球上に落下し流星群として見えるのである。面白き例はピラ彗星で、これは一八二六年に發見され、六年半の週期で、一八三二年には見え、一八三九年には見えなかつたが、一八四六年には大に地球に接近したため見え居る間に分裂して、二つに分れ、一八五二年には二つの彗星となつて見え、其後は一八七二年十一月末に激しき流星落下の際に望遠鏡にて辛ふじて見えたるのみにて、今日では彗星としては全く見えなくなり、其代りに十一月末に落下するアンドロ

メダ流星群として知られて居る。その他十一月のレオ流星群とタンベル彗星、八月のペルセウス流星群とタットル彗星等は流星群と彗星と相聯關して居ることの適例である。

**第四、黃道光** 二月三月の頃日没後西方に、九月十月の頃日出前東方に見ゆる稀薄なる光で、大體黃道に沿ふて、太陽の前後に扁平レンズ形に廣がつて見ゆるので、黃道光と唱へらるゝ。これはゼーリガー氏の説によれば、太陽のまわりに扁平なるレンズ形に、地球軌道の少し外まで分布されて居る無数の微小なる流星があつて、それが太陽の光を反射するため起きる現象だと云ふことである。斯様な流星の分布があれば、その引力のために、水星や金星などの運動に影響を及ぼす筈であるから、ゼーリガー氏は理論上計算の結果と觀測とを比較して、流星分布の密度を推算して居るが、それによれば、太陽の附近で、一立方呎に付三〇呎、地球軌道の邊では、一立方呎に付三瓦位の密度でこの扁平レンズ全體の質量は地球の十分一位に當る筈である。是等の流星は、それ〴〵太陽のまわりに橢圓形の軌道をなして公轉をして居らなければならず、殊に太陽に接近して居る部分には土星の輪の如く

に集團をなして揃つて廻つて居るものが多くあるであらう。集團をなして揃つて廻つて居るものは必ずや順運動であらうし、太陽に極めて接近して廻つて居るものゝ一部は、少しの妨害のために太陽面に落下するであらうから、斯くして太陽には絶えず流星の落下があり、其結果として太陽面上層の大氣には西より東に向ふ運動が起るべき筈である。從來太陽の自轉運動は太陽面の黒點の運動によりて研究されて居るのであるが、其結果は、太陽の赤道では廻轉運動が速く、兩極に至るに従て遅くなる様に見える。さふ云ふ複雑な運動をすると云ふことは、考へにくい事である故、つまり太陽面の黒點の運動に關しては今日まで未だ充分なる説明が出来なかつたのであるが、これは上述の如く流星落下のために西より東に向ふ氣流があるのだとすれば、容易に説明が出来る。木星の表面に於ける現象も全く同様である。

**第五地球に落下する流星** 流星が地球に近付けば、その引力のために引かれて、地球に落下する。その或るものは隕石として地上に達する、これは比較的大なるものであらう。その大なるものは、大さ數噸に達するものもある。その次に地球

に近く來るものは所謂火の球である。最も大多數は上層の大氣中にて摩擦熱のために溶解し蒸發して飛散してしまふ、通常の所謂流星で、其光の消ゆる高さは平均地上百籽位である。通常一人の觀測者が夜半一時間に見る流星の数は平均十と云ふことである。激しき流星群の落下の際には、これに幾百倍することもある。平均十四と云ふ數より推算すれば、全地球上に一晝夜に落下する流星の數は約二千萬となる。なほ此外に辛ふじて望遠鏡にて見え得る様なものゝ數はこの百倍にも達すると云ふことである。何と夥しい數ではあるまいか。昔し杞國の人で天の崩墜せんことを憂ひて、寢食を廢したものがあると云ふのは一の笑話になつて居るが、想ふに激しき流星群の落下を見て驚いたことの話であらう。少しく神經過敏である様だが、其後二千余年一概に杞憂として一笑に附し去り、流星の落下は地球に何等の效果をも及ぼさぬものとすまして居るのは、是又余りに冷淡すぎるではあるまいか。實は近頃までは斯く冷眼に見たのにも一應の理由はあつたのである。それは流星の數は非常に多いけれども、その一つ／＼の大さは非常に小さく、平均一瓦の幾分一と云ふ位のもので、所謂虚空に浮遊する塵芥に過ぎ

ないと思はれて居つたからである。一晝夜に二千萬づゝ一年間に積つても其總量は幾千噸、地球の質量に比べては $10^{12}$ 分の一位であるから、到底一顧の値もないほど微細である。併し乍ら流星の平均の大きさを夫れほど小なるものと見たのは、流星の發する光の量から推算したのであつて、其方法は今日より見れば全く誤つて居るから、この推算は毫も據るに足らないことになる。流星は果してそんなに小なるものか、流星落下の地球に及ぼす効果は果して皆無であるか、これは大に研究を要する事である。

流星が地球に引かるゝ前の運動の軌道は、今まで知られた所では、皆太陽のまわりに廻つて居る。永い間地球のまわりに揃つて廻つて居つたと云ふ形跡はない。斯様な運動をなして居るものゝ多數が、地球大氣の上層に落下すれば、其結果として其層は地球の回轉運動より次第に後るゝ様になり、つまり大氣の上層には東より西に向ふ氣流を起すべき筈である。この逆流の強さは落下する流星の量によるのである故、かゝる逆流が果して存在するや否や、又存在するとすれば、その強さはどれほどであるかを知れば、それから翻つて流星の量を定むることが出来るで

あらう。近時ウエーゲナー氏の研究によれば大氣の最高層には事實かゝる逆流が存在して居るのである。予はこの逆流の速さと、稀薄なる大氣の流體摩擦係數とより推算して、地球に落下する流星の量は一晝夜に二百萬噸以上であると信ずる(天文月報第六卷第四號參照)。

是によりて計算すれば、地球軌道の邊にて虚空に於ける流星の密度は一立方糎に付 $\circ\circ$ 二瓦となり、第四項に述べたゼーリガの値に比ぶればまだ百倍も小さいのである(次項參照)。併し從來流星に對する考に比ぶれば非常に大きいので、一晝夜に落下する數を二千萬とすれば一つの平均の大きさは百瓦、二十億とすれば一つの平均の大きさは一瓦となる。この計算によれば、流星落下の現象は、大さ百瓦、速度毎秒三萬米の彈丸が一晝夜に二千萬發の割で、絶えず我々の地球を砲撃しつゝあると云ふことである。幸に厚き大氣の層によつて保護されて居るが故に、冷眼に見て居らるのであるが、一たび思ひ到れば恐ろしい話である。一概に杞憂として一笑に附するのは、余りに冷淡である。

第六、上層大氣の電氣傳導、地磁氣の永年的變化 地球磁氣の状態は大體を云へ

ば、地軸と約十一度の傾きをなす一つの磁石の作用に等しく、これは又地軸の方向にある一つの磁石と、赤道面内にある一つの磁石とに分つことが出来る。今東から西に流れる最高層の大氣が電氣の導體であるならば、此赤道面内にある磁石のために、その大氣層内に南北に流るゝ電流が誘起さるゝ筈である。この電流の作用は地磁氣の北極を東より西に廻らしむる様に働く故、丁度地磁氣の永年の變化の原因である。シユスター、パワー等の諸氏は地磁氣の永年變化を理論的に研究して、斯様な電流があればよいと期待して居つたが、その生成の理を見出すことが出来なかつたのであるが、我々は流星の落下を論じて偶然にも其眞因を発見することが出来たのである。

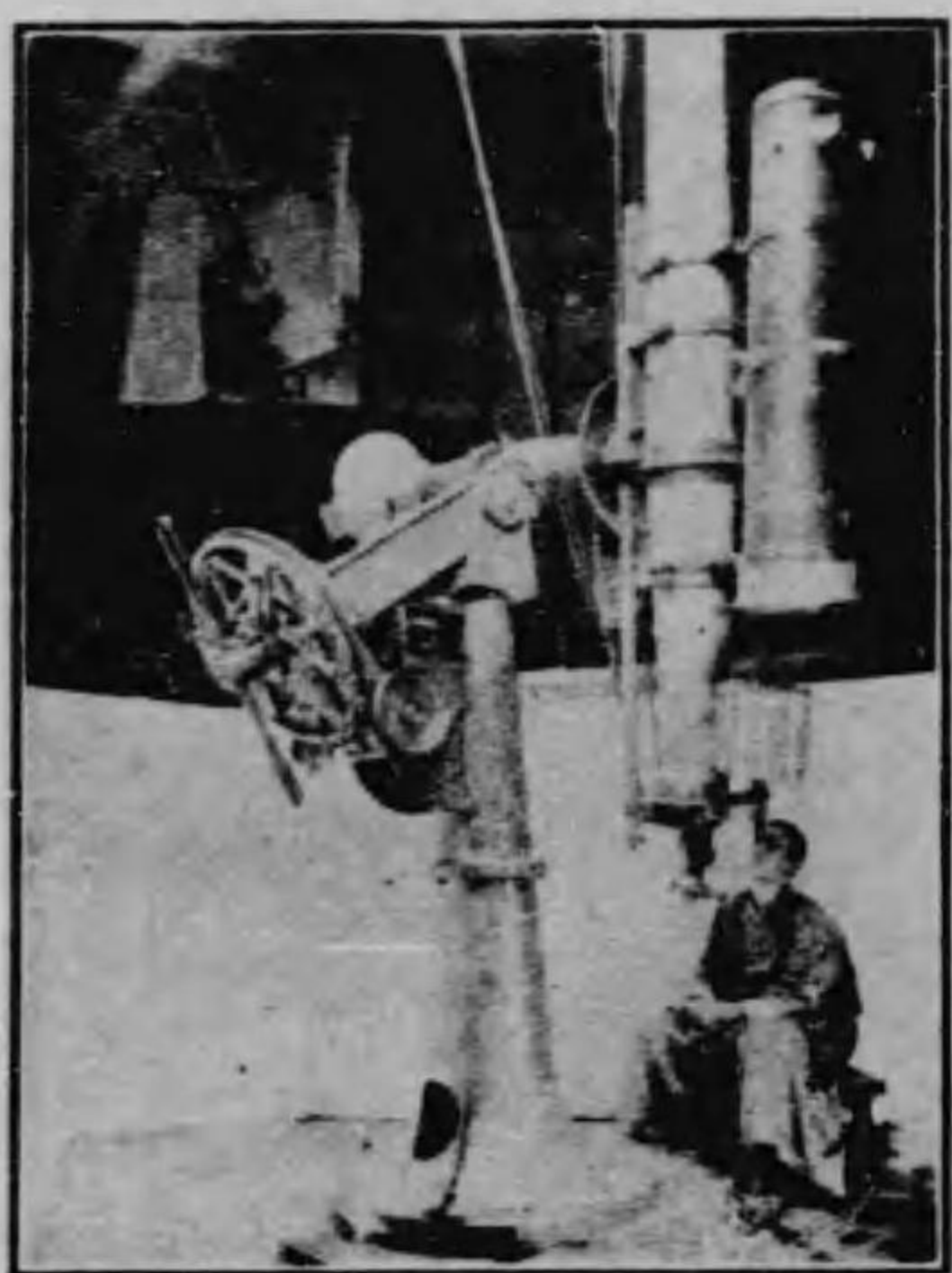
地磁氣のために上層の大氣内に電流が誘起さるれば、この電流と地磁氣との相互作用は、この上層の氣流を止めやうと働く譯である。このことを計算に入れば、流星落下の量は前項に計算したよりは多くなければならぬ筈である。察するに数十倍多くなりて第四項のゼーリガの値に近きものになるであらうと思はれる。

### 第七、新星の出現

太陽系より更に一步を進めて、廣く虚空間に於ける流星の分布はどうであらうか。此點に關しては新星の出現は有力なる材料を供するものである。今流星の大集團があつてそれに一つの天體が突入したとすれば、この天

第三十三圖

東京天文臺



體の運動と引力との爲に、多數の流星が天體面に落下し、衝突して熱を發し、丁度新星出現のような現象を呈するであらう。ゼーリガ氏の計算によれば一九〇一年にペルセウス座に現はれた新星の光の増加率なども、右の説にてよく説明が出来る。又この新星の出現後、その

周圍に星雲状のものが見え始め、なほそれが次第に擴がる様に見えたのは、新星出現のために流星の集團が照されて見え始めたのだとすれば容易に説明が出来、同時に流星の集團には、如何に大なるものがあるかを示す一つの材料である。斯様な理由で、新星及長週期の變光星は虚空に散在せる流星集團に關し有力なる研究

材料を供するものである。

以上記述したことを概括して見れば、流星は太陽系内でも、又廣く虚空間にても、頗る重要な要素であることが知れる。なほ一方には更に一步を進めて、流星は凡ての天體の根原であると云ふ説すらあるほどであるから、今後は大に此方面の研究に歩を進める必要があることと思はれる。(大正二年八月、現代之科學掲載)

杞國有人憂天地崩墜。身亡所寄。廢寢食者。又有憂彼之所憂者。因往曉之。曰。天積氣耳。亡處亡氣。若屈伸呼吸。終日在天中行止。柰何憂崩墜乎。其人曰。天果積氣。日月星宿。不當墜邪。曉之者曰。日月星宿。亦積氣中之有光耀者。只使墜。亦不能有所中傷。其人曰。柰地壞何。曉者曰。地積塊耳。充塞四虛。亡處亡塊。若躇步跚踳。終日在地上行止。柰何憂其壞。其人舍然大喜。曉之者亦舍然大喜。

(列子天瑞篇)

## (12) 流星の大きさ

天外より地球に落下する流星の数は肉眼にて認め得るもの以上にて一晝夜に約二千萬。望遠鏡によりて漸く認め得べきものゝ数はこれに約百倍すべしと稱す。其大きさは大小不同にして、其大なるものは隕石若くは隕鐵として地上に達し、大きさは僅に一瓦の幾分一に過ぎずと云ふ。大小斯の如く不同なりと雖も、其平均の大きさは何程なりや。又はこの平均の大きさに流星の数を乗じたるもの、即ち一晝夜に落下する流星の總質量は何程なりや。今この問題を講究せんと欲し仔細に從來の觀測及研究を驗するに、前掲流星の数は大體に於て其當を得たるものにして大差なかるべし。流星の大きさに關しては從來の推定多くは其當を得ず、適當の方法を得ざるがために姑息の方法に頼り、著しく其眞を失せるものゝ如し。

(一)普通の教科書等に引用せる値は、ハーシエル及ヤング氏等の推定せるものにして其方法次の如し。



流星の發せる光の強さをL燭光とし。光の繼續時間をτ秒とす。今流星の狀態に於ける發光の効率を「ワット」に付F燭光とすれば流星の發散せる「エネルギー」は「L+」E×τにして、これを流星の失ひたる運動の「エネルギー」の全量に等しとすれば

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{L \times \tau}{F} \quad \text{故に} \quad m = \frac{L \times \tau}{F} \times \frac{2}{v^2}$$

L, τ及vは觀測によりて知り得べきが故に、Fに相當と思考する値を假定すれば、この式によりてmを求め得べく、斯くして得たる流星の平均の大きさは僅に一瓦の幾分の一に過ぎず。然れども少しく考ふるときは右の式は不當にして、發散せる「エネルギー」は失ひたる運動の「エネルギー」の一小部分なるを知るべきが故に、流星の大きさは斯の如き方法にては求め得べからざるものとす。

(二)近年ビッケリング氏の用ひたる方法は、同じく光の強さに據ると雖ども、前者に優ること數等。稍正鵠に近き値を求め得べきが如し。

流星の光の強さをL燭光とし。流星發光面の光度を一平方糎に付H燭光なりとすれば、發光面の大きさは $\frac{L}{H} \text{cm}^2$ なるべし。今流星を球體なりと假定し、その密

度をρとすれば、流星の質量は

$$m = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho \times \left( \frac{L}{H} \right)^{\frac{3}{2}}$$

なるべし。Hは發光面の狀態、溫度等に依るものなるが、ビッケリング氏は大約弧狀電燈の狀態に等しきものとして一平方糎に付二五〇燭光なりとし、流星の平均の大きさは直徑一五乃至一八糎にして其質量は幾十匹なるべしと推定せり。フーパー氏は流星發光面の光度を弧狀電燈の光窩の狀態に等しきものとして一平方糎に付二〇〇燭光なりとし、流星平均の大きさは直徑五・四糎其質量は〇・三瓦なるべしと推定せり。(天體物理學雜誌一九〇九及一九一〇年度分參照)

(三)ハンフレース氏は星の光を除きたる夜の空の光に關するインテマ氏の研究を根據として、この光は大氣の最高層に於ける無數の小流星の光に外ならずとし、この光の測定を利用して流星の總質量を算出せんとせり。星以外の空の光のためには地表面の受くる光の量は $2 \times 10^{-11}$ 米燭光にして、頂上より直射せる太陽より受くる光の $5 \times 10^6$ 分の一に當れりとし。又光と熱との配合は此兩種の光に同様なりと假定して、流星のために地球の受くる「エネルギー」を算出し、これによりて地球

全體に付毎秒三匹なりと推定せり。(天體物理學雜誌一九一二年度參照)

以上三種の方法は孰も流星の發する光の量を根據とせるものにして着想頗る可なりと雖とも、發光の際に於ける流星の状態は容易に知り難くして種々なる想像を容るゝの餘地あるが故に推定せる結果も亦頗る不確實なるを免れず。予は是等とは全く異なりたる方法を用ひ、流星落下が地球の大氣に及ぼす機械的作用によりて流星の總質量を推定せんとす。現在に於ては觀測の材料未だ充分ならざるを憾むと雖とも、その作用は直接的にして假定、想像を加ふるの餘地少なきが故に、推定し得たる結果は從來の値に比して大に確實なるべきを信ず。

地球大氣の状態は地上約十一二千の高度を界として上下二つの部分に分つことを得べし。これより下は對流圈にして地球表面に於ける太陽熱の作用に起因する對流大に發達し、大氣の氣壓、溫度等は殆ど對流平衡に近き値を有す。これより上は對流の達せざる部分にして、地表面に吸収せられたる太陽熱の影響を受けざるか故に、上下の方向に於ける對流なく其氣壓、溫度等は主として太陽熱の幅射及吸收作用の平衡に依る。此輻射平衡圈内の氣流に關し近時ウエーゲネル氏の

研究に依れば上層に至るに従て東より西に向ひ著しき速さの運動をなすものゝ如し。換言すれば最高層の大氣は地球及下層の大氣の迴轉運動に伴はずして次第に退却し、地上百千の高度に於ては此の逆流の速度は迴轉速度の約三分一に達すと云ふ。(獨逸氣象雜誌一九一一年度分參照)

此逆流は如何にして成立せるものなりや。何故に最高層の大氣は地球の迴轉運動に伴はざるか。普通の理論に従へば地球半徑の約六倍に至るまでの間の氣體は地球と共に廻轉すべき筈にして逆流するの理なし。シー・デー・ダーヴェン氏は氣體分子説を最高層の稀薄なる氣體の場合に應用して説用せんと試みたれども成功せず。予の知れる所にては此最高層の逆流は今日に至るまで未だ適當なる説明を得ざる現象なりとす。

予は茲に此逆流の現象と流星の落下とを聯絡し次の如く云はんと欲す。

最高層に於ける大氣の逆流は無數の流星の落下のために發生せるものにして此二つの現象は必然的に相伴へるものなり。逆流の現象はこれを利用して流星の總質量を推定するの材料に供することを得べし。

流星個々の運動は必しも地球の中心に向はざるべきが故にその落下は或は地球の廻轉運動量を増し或は減すべしと雖も、大多數落下の結果に於ては増減の作用相消却して、地球の廻轉運動量に及ぼす影響は皆無なるべし。此點に關しては精細なる考量を要すべしと雖ども、こゝには煩雜を避けんがために省略す。

故に計算を簡単にせんがために、流星は凡て地球の中心に向て落下し、地上若干の高さにて其運動を阻止せられ。其高さに於ける大氣と共に逆流をなすものとすれば、流星の得たる水平運動量は下層の大氣が上層の大氣に及ぼせる流體摩擦の運動量に等しかるべき理なり。地球全體に付一秒間に落下する流星の總質量をMとし。地球の半徑をrとし、廻轉のための水平速度をvとし、流星消滅の平均の高さをhとし、hの高に於ける東風の速度即逆流の速度をfvとし。大氣の流體摩擦係數をηとすれば次の如き相當式を得べし。

$$\frac{M}{4\pi r^2} \times (1-f)v = \frac{fv}{h} \times \eta,$$

故に

$$M = \frac{f}{1-f} \times \frac{\eta}{h} \times 4\pi r^2.$$

今  $h = 10^7 \text{cm}$ ,  $f = \frac{1}{2}$ .

$r = 6.4 \times 10^8 \text{cm}$ ,

$\eta = 8 \times 10^{-6} \text{C.G.S.}$

とすれば

$$M = 2 \times 10^7 \frac{\text{gr}}{\text{sec}}$$

を得。則ち地球に落下する流星の總量は一秒時に二萬噸にしてハンフレース氏の推定せる値より七千倍大なりとす。流星の數を一晝夜二千萬とすれば其平均の大きさは約九十噸、若し其數を百倍なりとすれば平均の大きさは約一噸にして、大體に於てピッケリングの推定せる値に近しとす。

以上の研究は二重の結果を齎せるものと云ふべし。則ち必然的連絡の證明に

第三十一圖  
京 都 大 學 大 文 臺



よりて一方に於ては最高層に於ける逆流の存在を確かめ(此逆流の存在と地磁氣理論との相互關係は煩雜を避けんがためにこゝには省略して論ぜず、更に篇を改めて詳論せんことを期す)他方に於ては流星の質量を増大して、虚空に瀾漫せる流星及流星群の存在に重要な意義を附與し得たりと思考す。

(大正二年七月天文月報掲載)

莊公七年。夏四月辛卯。夜恒星不見。夜中星隕如雨。(春秋)

(西曆紀元前六八七年来に當る)

僖公十有六年。春王正月戊申朔。隕石于宋五。是月也。

六鷁退飛過宋都。(西曆紀元前六四四年に當る)(春秋)

流星天使也。自上而降曰流。自下而升曰飛。大者曰奔。

奔亦流星也。(晋書天文志)

### (13) 牽牛織女

夏の夕、涼みがてらのそゞろあるきに、仰で大空を望めば、星斗燦然として露も滴らんばかり、見るからに涼味更に加はり、いつしか塵界を脱して遠く天外に遊ぶの想がある。薄明りに光れる一條の帯が、東北から西南に亘つて天を中斷して居るのを、河に見立て、天の河と名ける。天頂に近く其兩方の岸に接し相對して著しく光つて居る二つの大きな星がある。西側の方のは青白い奇麗な光を放ちて、よく見れば其傍に二つの小さな星が接近して居る。この星の集りを機織臺に腰掛けて居る美人に見立て、織女星と名ける。東側の星は少しく隔て、一の小さな星を伴つて居るので、これを牛を牽て居る牧夫に見立て、牽牛星と名ける。牽牛織女の兩星は天の河を隔て、相對し、其相互の位置は凡ての他の恒星の如く、永久變ることはないのであるが、更に想像を加へて一のロマンスを構成し、年毎に一度、

陰曆七月七日の夕を期し、上弦の月は漸く近きて牽牛星の西南にかゝれる頃、月の光を浴びて天の河を渡り、織女星と相逢ふものとなせるは、誠にやさしき物語である。

萬葉集に見えたる七夕の歌の中に

秋風のさやけき夕べ天の河

船こぎ渡る月人男

天の河霧立ちのぼる棚ばたの

雲の衣のかへる袖かも

古ゆ織りてしはたを此夕

衣に縫ひて君待つ我れを

この七夕の話は、支那では可なり古くからある傳説と見える。天の河は、支那では地上の大河漢水に比して、雲漢、河漢又は單に漢と唱へて居るが、漢及織女の名は、紀元前千年頃殷末周初の天文事項を記載せる大載禮記夏小正の中に見え、漢、織女及牽牛の名は周代の詩經の中に見えて居る。七夕の話の明記されて居るのは、六

朝時代の荆楚歲時記に

七月七日、爲牽牛織女聚會之夜。

とあるのが始めらしいが、漢時代の古詩に

迢々牽牛星。皎皎河漢女。織織擢素禾。札札弄機杼。終日不成章。

泣涕零如雨。河漢清且淺。相去復幾許。盈盈一水間。脉脉不得語。

とあり、春秋時代の小雅大東に

維天有漢。監亦有光。跂彼織女。終日七襄。雖則七襄。不成報章。

皖彼牽牛。不以服箱。

又なほ溯りては、夏小正

七月。漢案戶。初昏織女正東鄉。

(案戶とは南北の位置にあると云ふ意)

とあるのも、孰れも其話に關係ある様に見え、牽牛織女の戀物語は、少くも今より三千年も前からのことと思はれる。

## 二

七夕の話を正面より見れば、荒唐無稽の説であることは云ふまでもない。

天に輝く星は、我が太陽系に属する極めて少数のものを除き、直接肉眼にて一つ一つ見分け得るものは、其數凡そ六千であるが、望遠鏡によりて漸く見分け得るもの、及び現今の最大望遠鏡にてもなほ見分け得ぬほど微小なるものをも積算すれば、總計大約十億乃至二十億であらうと推定されて居る。其分布は我々から見て天の河に見えて居る方向に扁平に延びて扁平楕圓體狀の大なる集團を形成し、楕圓體の直徑、長さ方は、光がそれを通過するに一萬年を要する程、短き方は其十分の一位で、天の河の光は要するに遠くまで分布されて居る多くの星の光の集積して見ゆるものに外ならぬのである。この故に我が星辰界全體を、天の河に因みて銀河系と名けて居る。

是等の星は、無論多少の差等はあるが、皆一つ々々我が太陽系に比すべき程のもので、牽牛織女兩星は、其中でも比較的大きい方である。牽牛星の發する光は我が

太陽の十四倍程で、距離は太陽までの距離の九十萬倍、光が通過するに十五年を要する程である。織女星はなほ少しく大きく、其發する光は我が太陽の九十五倍程で、距離は太陽までの距離の百六十萬倍、光が通過するに二十六年を要する程である。

牽牛と織女との間の距離は、我々から見た角度は三十六度で、人麿の歌に

天の河遠きわたりにあらねども

君が船出は年にこそ待て

とあり、憶良の歌に

袖ふらば見もかはしつべく近かけれど

渡るすべなし秋にしあらねば

たぶてにも投げ越しつべき天の河

へだてればかもあまたすべなき

等とあり、甚だしきは李白の詩に

黃姑與織女。相去不盈尺。(黃姑は牽牛の轉訛)

とあり、可なり近く見えて居るが、其實際の距離は決して少小ではない。光が一方から他の方に達するに十六年を要する程で、例へば織女星が袖を振つて何等かの合圖をしたとしても、それが牽牛星に見えるのは十六年の後である。

## 三

牽牛織女の戀物語は、單に表面的に解し去るべく餘りにロマンチックである。

青白き神秘的の光は、この物語を斯の如く輕々に看過し去るを許さない。我々は深く其内容に立入て、其精神と其寓意とを味ひ、更に進んではこの物語に現代的生命を與へて見たいと思ふ。

思ふに古代の人は、人を以て物を見、人の心によつて物の性を推した様であるが、逆に物に依つて人を見、物性を窮めて人心の趨く所を知ることにも出来るのではあるまいか。人の心を種として天地を動かさんとするのもよいが、天行の健なるを認めて以て人の心を律せんとするも亦不可ならず。畢竟物心不二。何れよりするも同一のことに歸着するのであらうと思はれる。

今を距る二百三十年前、千六百八十七年に千古の大理學者ニュートンの發見したる宇宙引力の大法は、凡そ宇宙間にあらゆる物體は互に相引き合ふものであり、其引き合ふ力は、質量の相乗に比例し、距離の自乗に逆比例する」と云ふので、實に物質界に行はるゝ法則の最も大なるものである。ニュートンは林檎が樹から地上に落ちるのも、月が地球のまわりに廻るのも、共に等しく地球の引力によるのであり、地球及び他の遊星が太陽のまわりに廻るのも、又其頃見えた彗星の運動も、共に太陽の引力によるものであり、然して是等が皆共にこの宇宙引力の大法則に従ふものであることを證明したのである。

凡そ運動して居るものは、何等相反撥し相斥くる力がなくとも、次第に相離れて行くのは當然の成行である。例へば共同目的を有せざる烏合の衆、彌次馬の集團の如きものが、次第に解散し行くのと同じことであるが、若し集團各分子の間に何等かの引力があれば、こゝに始めて相互間に多少の關聯を生ずるので、其引力が各自の運動に對して一定の大さ以上であれば、この集團は永久崩れざる恒久團體となるのである。計算によれば、地球の表面にて其運動一秒十紵以下のもの、太陽系

内にて地球迄の距離にては一秒四十二軒以下のもの、銀河系内にては一秒約百軒以下のものは、皆それ〴〵の範囲内に引き止められて、永久離れざる集團を形成する筈である。

斯様に考へれば、我が地球が一の大塊をなして萬古崩れざるのも、多くの遊星、小遊星、彗星などが太陽のまわりに廻つて永久離れざる太陽系なる一の家族を形成して居るのも、又天に輝く無数の星が相集つて銀河系なる一の大集團をなして居るのも皆この宇宙引力のためである。なほ又我々に熱と光とを與へ地上に於ける殆ど一切の活動の根源となつて居る太陽のエネルギーも、其起りは宇宙引力のための密集からである。一つ〴〵我が太陽と比類すべき無数の星の光も亦同様である。要するに天地宇宙の成立して居るのも、又其間に光明あり活動があるのも皆すべて宇宙引力のためである。

星辰の大集團を以て人間の社會的集團に比し、天體間の引力を以て人間相互の愛に比するのは、必ずしも無理な比較ではあるまい。牽牛織女の戀物語は、天地宇宙成立の基礎なる宇宙引力の存在を語るものとは解し得ないであらうか。

## 四

更に一步を進めて、我が太陽系及銀河系が如何にして出来たか、又今後如何に成り行くかと云ふことを考ふれば、宇宙引力の作用の愈著しきを認むるのである。

是等の問題即ち所謂宇宙進化論に關しては、今日の學界に未だ定説がない。百年前にラブラースの唱へたる星雲進化説は一時廣く行はれて居たが、其後に至り多くの新らしき事實が発見さるゝと共に、次第に相調和せざる點が多くなり、今日では到底採用することが出来ない。二十年前にチャンパリンの提出せる渦狀進化説はラブラース説に代りて相應に行はれて居るが、頗る無理な點が多く、信ずることが出来ない。予は二三年來自ら一説を學界に提出して居る。未だ以て定説とすることは出来まいが、自ら信ずる所は頗る深い。

宇宙開闢の始めに當ては、無数の小さな流星體が遍ねく虚空に瀰漫し、是等の流星體は全然無秩序の運動をなして居たものと假定する。我が宇宙はかゝる混沌たる状態から始まり、相互引力のために次第に密集し、其所此所に局部的部落を形



成するに至つたものが、今日見る如き十億乃至二十億の星となつたのである。其中の一つ例へば我が太陽に就て見れば、斯くして出来た局部的部落の一であるから、其始めはやはり全然無秩序の運動をなせる無数の小流星體の集團であつて、其各分子なる小流星體の間には、無論無数の衝突干渉などが盛んに行はれたであらうし、衝突干渉の結果は優勝劣敗、強きもの優れたるもの多數のものゝ動く方向に動く様になるのは當然であるが、是等の衝突干渉の間にも相互引力の作用は瞬時にも止むことなく行はるゝが故に、衝突の機會が多くなればなるほど、渾一融合して、其所所に密集したる局部的小集團を形成する様になり、中央には太陽、少しく離れた所に地球とか火星とか云ふ様に纏つたものが出来、次第に衝突も少くなり、遂に今日見る如き秩序整然として平和なる太陽系が出来上つたのである。

此事實を一面から見て、我が太陽系は無数の衝突の結果として出来たものであると云ふて居る學者もあるが、それは事實のたゞ一面を見たゞけに過ぎぬ。衝突だけでは集團は出来ない。其根柢にある宇宙引力の作用を忘れてはならぬ。密集進化の根本原因は宇宙引力であり、衝突の機會毎に渾一融合に導くものも亦宇宙

引力力である。

五

引力による宇宙進化の大勢は、人間社會の進化に就ても同じく認め得べきには非る乎。其始め野獸と相距ること餘りに遠からざる時代には、定めし周圍の野獸とも戦ひ、人間同志の殺戮も屢々行つたであらう。生存競争は今日も今後もなほ盛んに行はるゝであらうし、其結果は優勝劣敗適者生存になるのも當然であらう。然し我が人間社會が單に生存競争だけにて進化し來つたと考へるのは僅に事實の一面だけを見るものである。社會的集團を形成する根本動機は人間相互の愛であり、衝突戦争の機會ある毎に、相互の密集を催進し、渾一融合に導くものも亦人間の愛であつて、宇宙引力にも比すべき同情心、仁愛の心が人間に共通に存するとは疑ふべからざる事實である。

野に咲く堇の花の色にも、王公の榮華も換へ難き傲りあるが如く、天に輝く星の光にも、恒久の愛、永遠の平和を看取し得べきに非るか。只これさゝやかなる星の

光素朴なる牽牛織女の古傳説も、思へば意味深重、直ちに宇宙人生の大道を示すものゝ如くに見える。

餘談

杜甫の詩に

牽牛織女

牽牛出河西。織女處其東。萬古永相望。七夕誰見同。神光意難候。

此事終朦朧。飄然精靈合。何必秋遂通。云々

と云ふのがある。この始めの二句は何としても事實に合はない。杜甫ほどの人が牽牛のことを歌ふのに、一度も天を見ないと云ふのは餘りに無責任な様に思はれる。一體如何にしてかゝる誤りを來たしたか。強て想像を加ふれば、文選に晋の陸機の詩

擬迢々牽牛星

昭昭清漢輝。粲々光天步。牽牛西北廻。織女東南顧。華容一何冶。

揮手如振素。怨彼河無梁。悲此年歲暮。跋彼無良緣。睨焉不得度。

引領望大川。雙涕如霑露。

と云ふのがある。この詩の三四句の意を誤解して、其儘採用した爲めではあるまいか。なほ陸機の四句「織女東南顧」とあるのは夏小正に「織女正東郷」とあるのに基いたものと思ふ。文學の士の考證を待つ。(大正六年八月「人文」掲載)

Perhaps the legend of *Tanabata*, as it was understood by those old poets, can make but a faint appeal to Western minds. Nevertheless, in the silence of transparent nights, before the rising of the moon, the charm of the ancient tale sometimes descends upon me, out of the scintillant sky,——to make me forget the monstrous facts of science, and the stupendous horror of Space. Then I no longer behold the Milky Way as that awful Ring of the Cosmos, whose hundred million suns are powerless to lighten the Abyss, but as the very *Amanogawa* itself,——the River Celestial. I see the thrill of its shining stream, and the mists that hover along its verge, and the water-grasses that bend in the winds of autumn. White Orphime I see at her starry loom, and the Ox that grazes on the farther shore;——and I know that the falling dew is the spray from the Herdsman's oar. And the heaven seems very near and warm and human; and the silence about me is filled with the dream of a love unchanging, immortal,——forever yearning and forever young, and forever left unsatisfied by the paternal wisdom of the gods.

(Lafcadio Heurn—The Romance of the Milky Way.)

## (14) 銀河の光と宇宙構造論

銀河の光は無数の星の相重疊して見ゆる光である。我が星辰界は銀河の面の方向に延びた扁平體であると考へられ、従つて銀河系と稱へらるゝ程であるのだから、銀河の光に就て論ずることは即ち我が星辰界を論ずることになり、問題は甚だ大きくなるのであるが、こゝには銀河の光に關する二つの主なる問題に就て、宇宙構造論との關係を述べて見たいと思ふ。第一は銀河の光の境界の問題、第二は銀河の光の混成スペクトルの問題である。

## 一 宇宙構造論

我が星辰界の構造は如何。天體の分布は限りなく遠く四方の空間に擴がれるものなりや否や、若し無限ならずとすれば、天體は如何の範圍に如何なる状態に分布されてあるか、換言すれば、どの方向にどの距離には單位容積の空間に何程の割合にて分布されて居るか、又その天體には、光の強きもの弱きもの色の白きもの赤

きもの種々あるであらうが、是等は如何様の割合にて混じて居るか。是等の諸問題は所謂宇宙構造論の問題であつて、今日まで未だ完全なる解決がない、學者間に一定した見解がないのであるが、これに關して先づ大體次の如き研究がある。

(一) ケルヴィン(Lord Kelvin, 1902)は宇宙引力の方面から考究し、若し星辰界が無限に擴がつて居るならば、その引力のために多くの天體の中には非常に大なる運動をなすものが其所此所になければならぬ筈であると立論し、實際觀測されて居る多くの星の眞運動から考へて、我が星辰界は大體に於て半徑一千パーセック(1000パーセック)  $= 3.16 \times 10^{16}$  光年の範圍内に我が太陽の如きもの約十億位から成り立つて居るだらうと結論して居る。

(二) ヘルツスプルング(Hertzsprung, 1912)はO型星及δケフェイ式變光星の如き眞光度の大なる星、即ち光の遠くまで達する星を撰びて、その空間に於ける分布を研究し、その結果として、我が星辰界の擴がりには銀河の方向に半徑約五千光年、その直角の方向にはその十分一位の扁平橢圓體であり、我が太陽はこの扁平體の中心から北へ約百光年位の所に居ると云ふて居る。

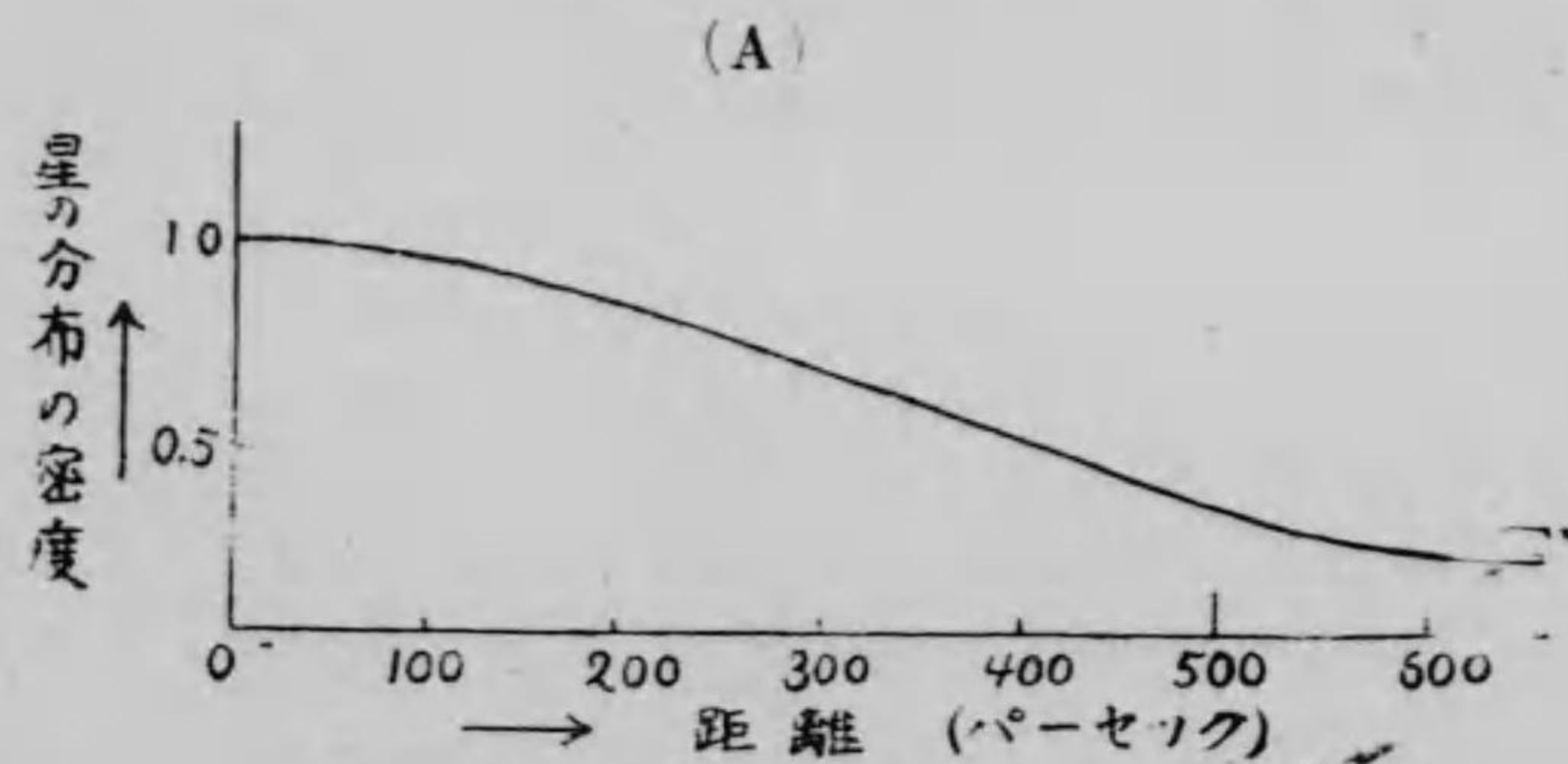
(三) ヘルツスブルグ(Hertzsprung)は各等級の星の數及其の平均視差に關する多くの

學者の統計的研究を纏めて、我が星辰界に於ける天體の分布は大凡そ次の如く見て宜しいと云ふて居る。

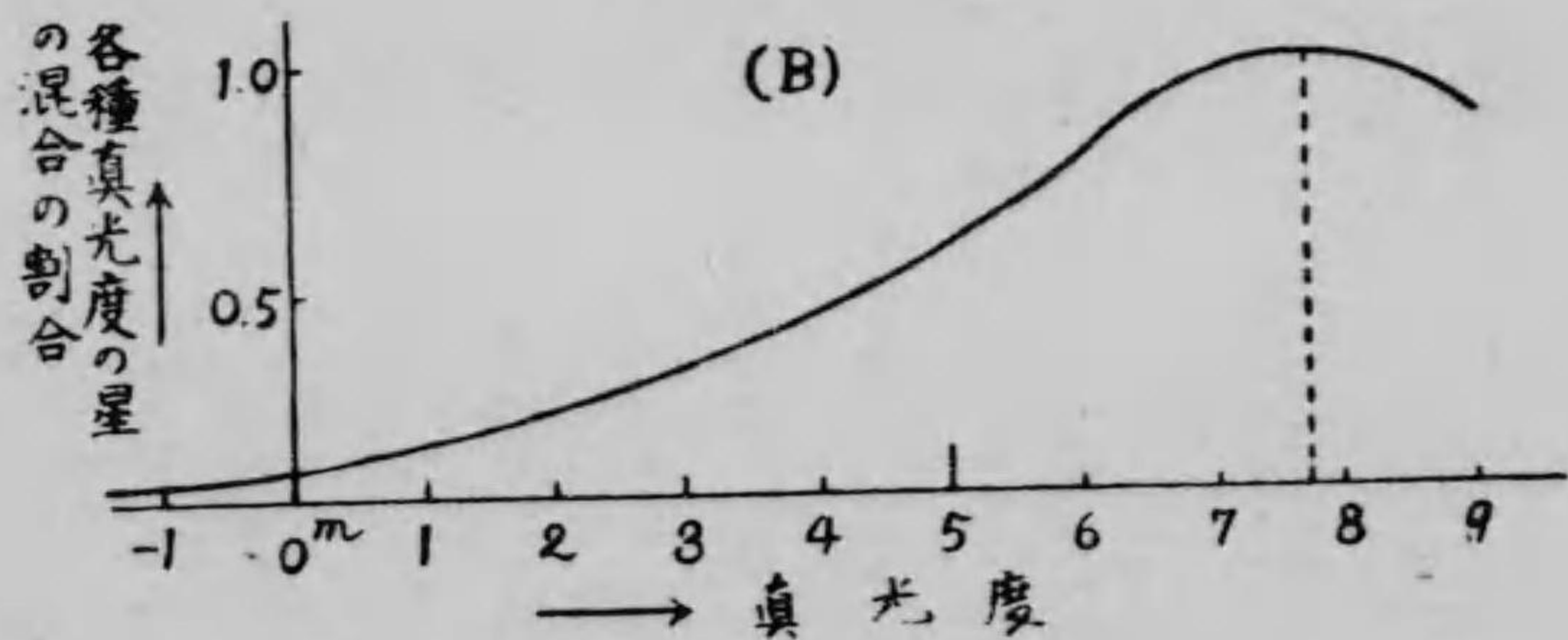
(A) 空間に於ける天體分布の密度は、我々からの距離が増すに従つて次第に減じ、その減ずる有様は恰かも誤差分布律の如くで、その平方平均距離に相當するものは約三四五パーセクである。

(B) 大小種々なる真光度の混じり具合は、空間の各部でほぼ同様で、やはり誤差分布律の如く、視差一秒の距離に近づけたるときの光度を以て天體の真光度とすれば、真光度七・七等の星が最も多く、それより明るい星も暗い星も共に少なく、平方平均偏差は三・〇等である。

圖二十三第



圖三十三第



右の(A),(B)を圖にて示せば上の如し

(四) ラッセル(Russell, 1913)の研究によれば、星は真光度の大小によりて巨星と矮星との二部に分つことが出来、星の表面の色又はそのスペクトル型と真光度との關係は、巨星と矮星とで大に趣を異にする。巨星の真光度は各スペクトル型を通じて約10位であり、矮星の真光度はB, A, F, G, K, M型の順に順次約二等つゝ下る。例へば我が太陽はG型の矮星で、其真光度は約零等附近である。このラッセルの結論は、用ひた材料が餘り多くはないので、充分確かとは云はれないが、次第に多くの學者によつて承認さるゝやうである。

以上四項の研究の中、第一項は我が星辰界の擴がり及總質量に就て大凡その見當をつけたもの、第二項は、少し具體的に我が星辰界の擴がり及形狀を定めた

ものである。予はこの第二項と第三項の(A)とを連結して

我が星辰界に於ける天體の分布の密度は、各方面にて我々からの距離が増すに従つて減じ、その減じ具合は恰かも誤差分布律の如くで、その平方平均距離は銀河の方向では一〇〇〇パーセント、銀河の極の方向では一〇〇〇パーセントの扁平楕圓體狀に分布されて居る。

とし、各種眞光度の星の混合律、及眞光度とスペクトル型との關係に就ては、第三項の(B)及第四項をそのまゝ採用し、是等を以て實用的宇宙構造式とし、これに依て銀河の光の問題を考へて見やうと思ふ。

## 二 銀河の境界

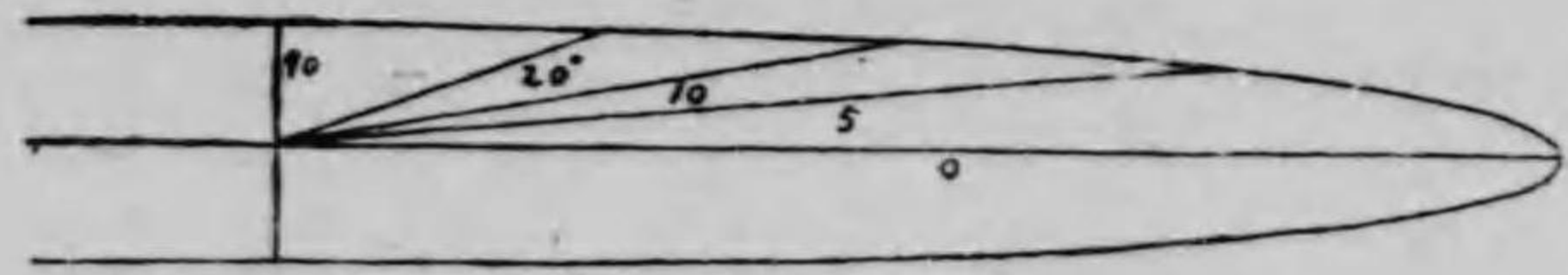
銀河の光は肉眼で見ても明かなる如く、可なり判然たる境界を有して居る。銀河が薄明かりに光つて居るのは、いづれ一つ々の星には見えない程の微小なる星の光が相重疊して見ゆるためには相違なからうが、集積の明るさの分布が可なり判然たる境界を有して居るのは如何に説明すべきか。一寸考へると、空間に於

ける天體の分布が扁平體狀であつて我々がその中心附近から見て居るのであるとすれば、見た所の密度に方向によつて判然たる境界は出來さうにもなく思はれる。それで或る一派の學者は、我が銀河系は單に扁平體であるばかりでなく、其周邊に環狀をなせる天體の分布を有して居ると考へて居る。例へばケンブリッジ天文臺のエヂントンの如き夫れである(Eddington—Stellar Movements, etc., 1914 參照)。又なほ一步進んで我が銀河系は渦狀星雲の如くに渦卷に卷いて居ると唱へて居る學者もある。和蘭のイーストン(Easton, 1913)の如きはそれである。環狀も渦狀もいづれ多少その傾向があると思はれるが、併し單に銀河の境界を説明するだけならば、必ずしも環狀分布でなくとも宜しい。又渦狀分布としても必ずしも現に見る境界に拘泥しなくとも宜しい。前節に述べた扁平楕圓體狀分布で説明を試みやう。

我々から見た或る方向の明るさは、我々を頂點とし其方向を軸とした錐體内から來る光の總量を其錐體の立體角で割つた者に比例するのであるが、錐體の斷面は頂點からの距離の自乗に比例し、其所からの星の光は其距離の自乗に逆比例し

て弱くなるのであるから、錐體の末廣がりや光の弱まり方と丁度相殺することになり、我々の受取る光の量は、夫れ々々の距離に於ける密度に應じて星を圓筒内に排列したと考へたものゝ發する光の總量に等しきことになる。故に若し分布の密度等一ならば、或る方向の明るさは、其方向で星辰界の果てまで即ち橢圓體の表面まで引いた半徑の長さに比例する筈であり、密度等一でなければ、夫れに應じて夫れ々々の部分を伸縮したときの半徑の長さに比例すると云ふことになる。

圖 四 十 三 第



銀河緯度	明るさ
0°	1
2	0.94
4	0.82
6	0.69
8	0.58
10	0.50
12	0.43
14	0.38
30	0.20
90°	0.10

今天體分布の密度は第一節に述べた如く、各方面にて距離に従つて誤差分布律

の如くに減ずるものとすれば、この密度を顧慮して短縮した長さは丁度その分布律の平方平均距離に相當することになる。即ち我々から見た各方面の天の明るさは夫れ々々の方向に於ける平方平均距離に比例することになるから、銀河の方向の明るさを一とすれば、銀河の極の方では十分の一、其他では銀河緯度に應じて橢圓の半徑の如くに増減すると云ふことになる。この變化は右の圖又は表から明かなる如く、銀河中心面の南北七、八度邊で急に減却し、十度では既に二分の一になるから、肉眼にて見れば銀河の幅約二十度位にて可なり判然たる境界を有する様に見ゆるのである。銀河以外の空の明るさも決して零ではなく、銀河の明るさの約二分の一に達して居ることは實測の示す所である(天文月報第四卷十二號關口氏論文「空の明るさ」參照。)

銀河の光を以てエッヂントンの説の如く扁平體以外の環狀分布の星の光とすることの不當なることは、なほ他にも傍證がある。イロストンが銀河附近に於ける九等星の分布を吟味した所によれば、其分布の粗密は銀河の光の明暗の分布と殆ど相伴なふて居る。九等星の平均距離は多くの統計的材料から見れば二〇〇パ

「セ」クス内外であるから、それと密接の関係ある銀河の光は到底扁平體以外からのもものでは有り得ない。

### 三 銀河の明るさ

天の各方面に於ける星の集積の明るさは、なほ數量的にも容易に計算することが出来る。第一節の宇宙構造式を基礎としなほ星の總數を二十億として計算すれば、銀河の方向に於ける集積の明るさは一平方度に付五等星一九個の明るさとなる。これは直接實測の値と可なりよく一致すると云ふて宜しい(前記關口氏論文参照)。但し夜の空の明るさには星の集積の明るさ以外の原因によるものもあるから、精確に比較することは困難である。

### 四 銀河の混成スペクトル

銀河の色は即ち銀色で所謂白色である。我々太陽の光の下に生息して居るものから云へば、太陽の光は即ち白色であつて、通常白色とは太陽の光の如きものと

されて居るが、廣く種々の天體の光を吟味して見ればスペクトルが我が太陽のよりもなほ多く紫の方に延びて居るものがある。水素星(A型星)、ヘリウム星(B型星)などがそれである。それで天體の色を云ふ場合には是等のB型星、A型星を白色星と稱へ、我が太陽の光はそれに比しては赤の方に延び黄の色が多いから黄色星と稱へて居る。斯様に區別して見れば、銀河の色は普通の意味の白色であらうか、又は白色星の白色であらうか、それには銀河の光のスペクトルを吟味して見ればよい。その連続スペクトルの分布を吟味するか又はその中に吸収黒線の現はれ方を吟味すれば宜しい。米のファス(Fall, 1912)は周到なる注意を以て銀河の光のスペクトルを研究したが、それによれば銀河の混成スペクトルは大體に於てG型でケリング(Pickering, Harvard Ann. 56)が各スペクトル型の星の地球上に於ける分布を調査した結果によれば、黄色星赤色星の分布は地球の各方面に殆ど一樣であるが、白色星は著しく銀河方面に偏在して居り、六等星までを取れば白色星の數は、銀河以外では全體の三分の一であるが、銀河附近では全體の三分の二を占めて居り

其傾向は等級が下るに従つて益増加する如く見えただので、一部の學者間には銀河は主としてB型A型の白色星より成立せるものであらうと考へられて居たのは無理もないことである。従つて銀河の光のスペクトルも定めしB型又はA型であらうと豫期されて居たので、前掲フッスの結果は頗る意外に感ぜられ、一時はフッスの観測そのものに疑を挿む人などもあり、兎に角其事實は今日に至るまで未だ適當なる解釋がないのであるが、熟思ふにこの事は第一節に述べた宇宙構造式によつて容易に説明が出来る。

空間の任意の一部分を取り、其中にある星を真光度の等級によりて分類すれば、數に於ては七七等のものが最多數であることは既に述べた所であるが、星の發する光は一等高まる毎に二倍半の割で多くなるのであるから、各等級毎の星の發する光の量にて比較すれば七七等よりは少し真光度の高き所にて最大になる筈である。第一節に採用した真光度混合律によりて計算すれば真光度 $10^0$ 等の星の光の量が最大であると云ふことになる。真光度 $10^0$ 等は第一節第四項によればスペクトルG型に相當するから、つまり星辰界の各部からの光は、其部分々々で

常にG型の星の光が最も強く著しく目立つて見ゆると云ふことになるのである。

このことは又もつと直接に星の數の勘定からも容易に了解することが出来る。チャプマン及メロット兩氏の星の數の勘定に關しては本誌第八卷第七號に平山博士の紹介されたものがあるが、兩氏はなほあらゆる星を視光度の各等級に分類し各等級毎の光の總量を勘定して居るが、それによれば視光度十等星の光の量が最大になつて居る。我々から見て十等星に見ゆる星の中には近きものも遠いものもあるだらうが、其平均の距離は多くの統計的材料からして約二五〇パーセック位とされて居る。これを視差一秒の距離まで近づけたとすれば十二等程上りて其真光度は $-2$ 等星となる。第一節第四項に對照して云へば、スペクトルF型の星の光が最も強く著しく見えると云ふことになる。前段の計算と少しの差はあるが大體に於て一致すると云ふて宜しい。

同様に六等星に就て考ふれば、其平均距離は約一〇〇パーセック位であるから、其真光度は十等程上りて $-4$ 等となり主としてA型星である。銀河附近の方面を除くの外は一〇〇パーセックでは既に分布の密度が大分減少して居るから、B型A型



星の数が銀河方面に比して著しく少なくなり、是等の星は主にも銀河方面に密集して居る様に見えるのである。

## 五 餘 論

第一節に述べたる宇宙構造式を基礎として銀河の光に關する以上の事實を容易に説明することが出来たと云ふのは、逆に考ふれば夫れだけ該構造式の確からしさを強めたことになる。さて其中第三項の(B)及第四項の事實、即ち星の眞光度に大小種々あり従つて種々なるスペクトル型があるのは如何なる事由に基くものなるか。これは宇宙進化論の問題であつて、學者間には種々の説があり、未だ一定の見解はないが、思ふに凡ての星は宇宙開闢の際同時に成立し、其後多くの年代を経るに従つて、各の星は其質量に少しく大小の差違あるのと、成立の際の狀況が少し宛異なるのに依りて、進化に多少の遅速を生じ、或る者は早く既に冷却せるものもあり、或る者はまだ温度の最高點にあるものもあるが、最多數は眞光度約七七等即ち其表面の發光が我が太陽より千六百倍も弱き程度に達するまでに冷却し

たと解釋すべきであらう。即ち最多數の星の眞光度が現に約七七等であると思はれる。ふのは、以前にはもう少し高くあり將來は益冷却して下るのであらうと思はれる。従つて銀河の混成スペクトルが現にG型であるのは、以前はもう少し白き方であり將來はもう少し赤の方に進化し行くのであらう。

記憶法として和歌を利用することを許さるゝならば、幸ひよく人口に膾炙して居る手頃のものがある。

鵲の渡せる橋におく霜の

白きを見れば夜ぞ更けにける

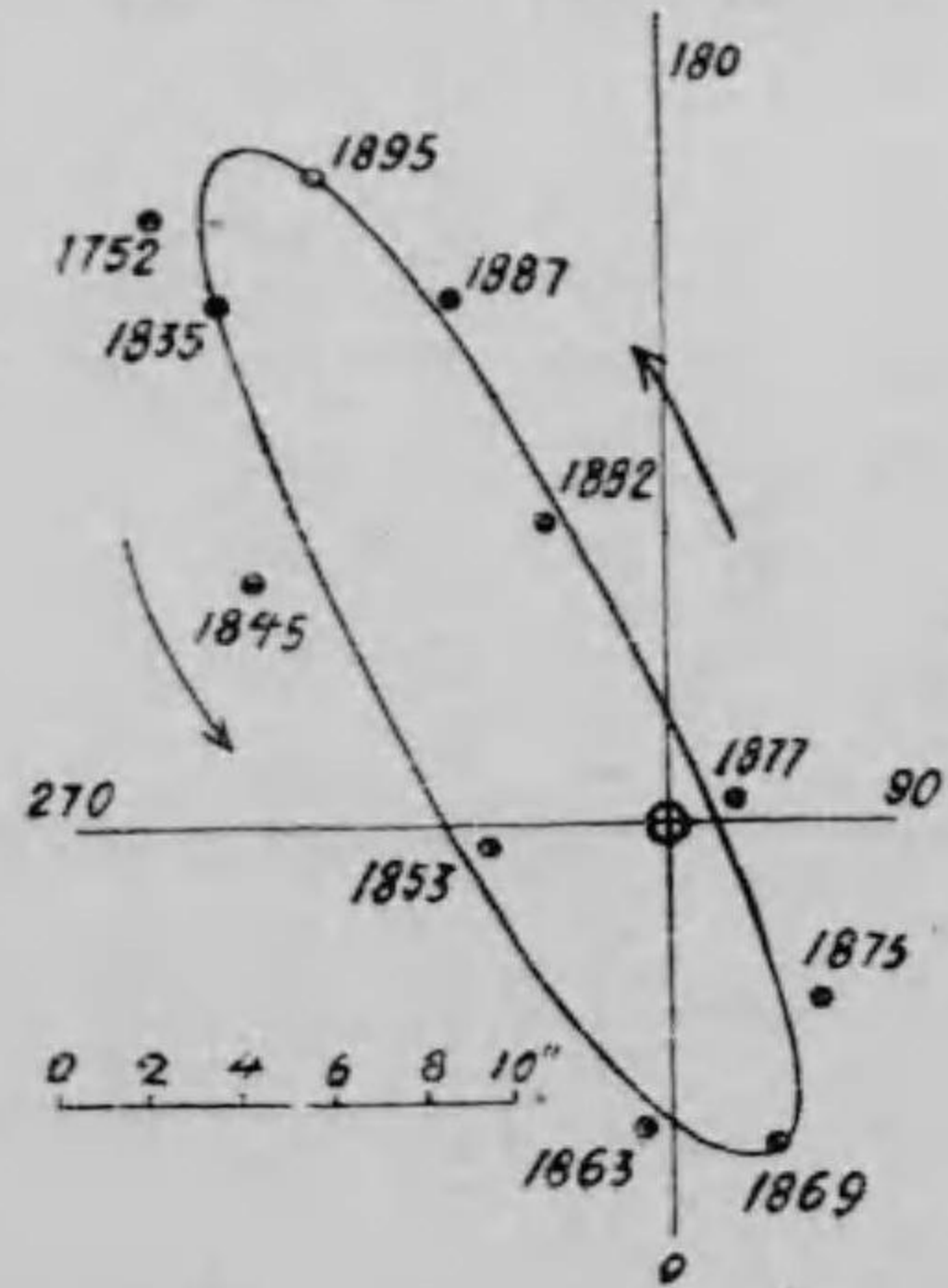
鵲の渡せる橋と云ふのは、淮南子の逸文にある古傳説によりて、天の川に渡せる橋と云ふことである。其橋におく霜の白いと云ふのを、こゝには天の川の色が眞白であると云ふ意味に解釋しやう。又夜が更けたりと云ふ原意を世代が更けたりと云ふ意味に擴張して解釋すれば、此一首の歌の心は、我が宇宙は今や銀河の色がG型の白色に見ゆる程度まで老ひたりと云ふことになり、本論文の大體の主旨を概括せるものと見ることが出来る。(大正五年十月、天文月報掲載)

### (15) 天體の廻轉運動

#### 一 廻轉

殆ど凡ての天體は皆夫れくくの軸のまわりに廻轉しつゝあるであらうと思はれる。手近かな天體では我が地球、月、太陽を始め、諸惑星は皆夫れくく自轉をなして居る。又諸惑星は太陽のまわりに公轉をなして居るから、太陽系全體も亦一の廻轉運動をなして居るのである。多く

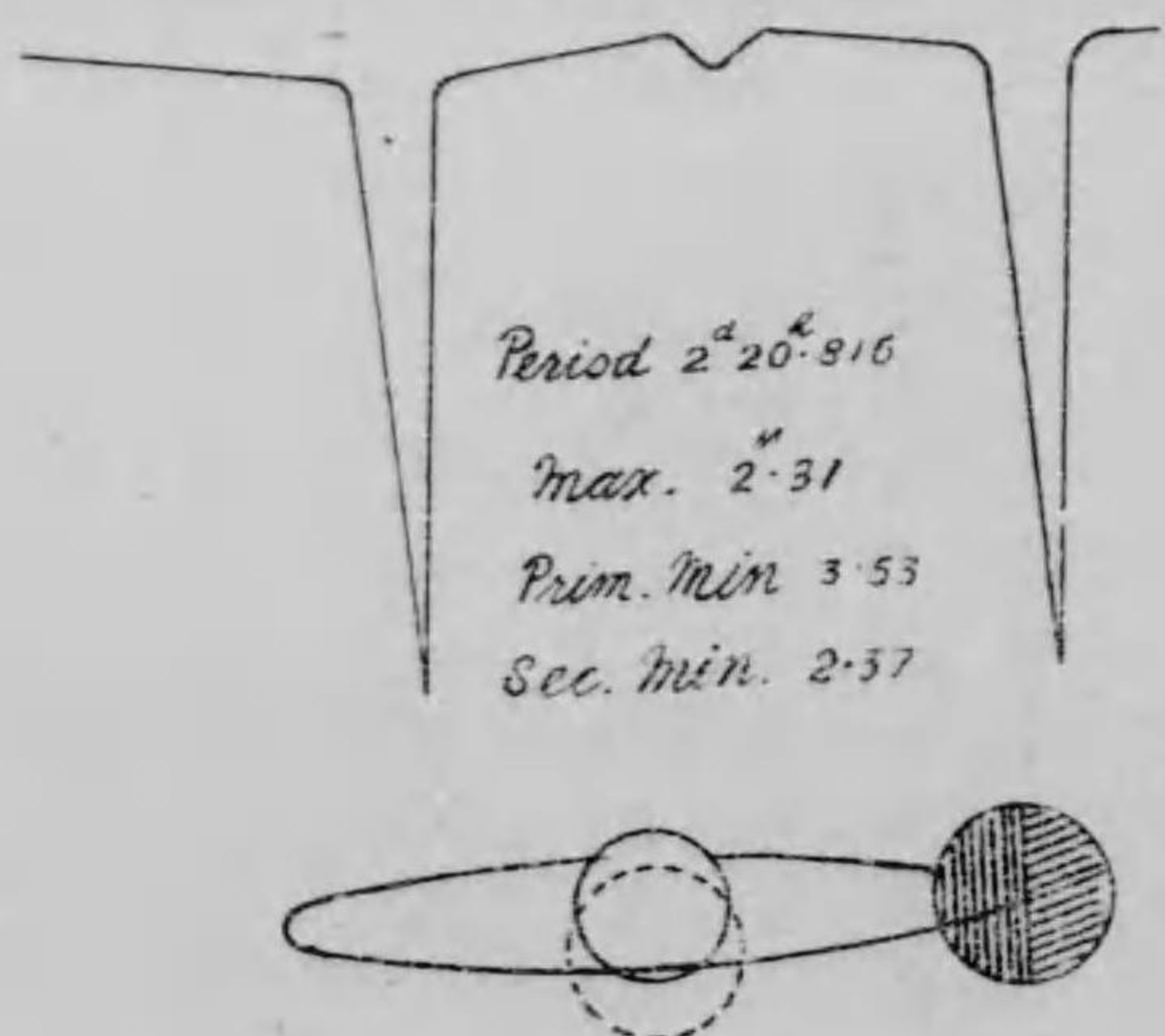
圖五十三第  
星α座スルウタンケ星連視現



の恒星中には望遠鏡で見れば二つに分れて見ゆる雙星なるものがある。この内偶然遠近相重つて見ゆる透視雙星なるものを除き、互に一系をなして居る現視連星なるものは相互の引力のために互に重心點のまわりに廻轉運動をなし

圖六十三第

ルーゾルア星連光分食帶



て居るのである。エルトケン星は九等星まで約十萬の星を吟味したが、その中約六千の現視連星がある。即ち凡ての星の約十六分の一は現視連星で廻轉運動をなして居る割合である。又連星の中には二つの星が餘りに接近して居て望遠鏡では到底二つに分れては見えないが、其スペクトル線によりて視線速度を吟味すれば確かに連星であることが知れる所謂分光連星なるものがある。リッ

ク天文臺で視線運動を研究するために任意に取つた星の中約四分の一は分光連星であつたと云ふことである。星雲の中に渦狀星雲なるものがある、現今最大の望遠鏡にて見得べき渦狀星雲の總數は約十六萬と云ふことであるが、是等は其形によりて察するに定めし廻轉運動をなして居るであらうと思はれる。我が銀河

系も亦一の渦狀星雲であると云ふ説があるが、若し果して然らば我が銀河系全體も亦一の廻轉運動をなすつゝあるであらう。

以上述ぶる所によりて見れば廻轉運動は凡ての星、凡ての星系に共通なる現象である如くに見える。斯くの如き廻轉運動は如何にして起つたものであらうか。天地開闢の始めより斯の如しと云ふのでは満足が出来ない。否な却て如何にして起り得るかと云ふ理由を研究したならば、それによりて溯りて天地開闢の古を察することが出来るではなからうか。

## 二 廻轉運動量

たゞ廻轉して居ると云ふだけでは不充分である。精確なる研究の材料となさんがためには、なほ一步立入つて夫れ／＼の廻轉の量を調べて見なければならぬ。所謂廻轉運動量なるものは、一の剛體ならば廻轉軸のまわりの慣性能率に廻轉速度を乗じたもの、數個の物體より成る一團に就ては、選みたる固定軸に關して夫れ夫れの物體の運動量の能率を取りそれを加へ合はせたるものであつて、この廻轉

運動量なるものは、獨立せる一の物體又は數個の物體の一團に就ては、外來の影響なき限りは永久不變のものである。現に論じやうとする多くの星又は星系は夫れ／＼皆獨立して、外來の影響を受くることは非常に少いから、夫れ／＼の廻轉運動量は夫れ等の天體内部の變化には無關係で、昔から今に至るまで永久に亘りて一定不變の値を有して居るであらうと思はれる。従つて是等の廻轉運動量の値を測定することが出来れば、我等の研究の材料として非常に好都合のものである。我が太陽系以外の星又は星系に就て廻轉運動量を算出し得る様な場合は不幸にして餘り多くない。現今利用し得るあらゆる材料に依て推察し得たものは大凡次の如くである。なほ計算に當つて質量の單位には太陽の質量長さの單位には地球と太陽との距離、時の單位には一年を用ふる。

(甲) 現視連星にして我々からの距離の知れて居るものが十一個ほどある。正しく計算するためにはなほ連星の二つの星の質量の比が知れて居ることを要するが、これは多くは知れて居ない。又測定してあるものも多くは確かに信用するとは出来ない。たゞ二つの星の大きさが餘りに懸隔せるものでなければこの値の

大小の影響は少ないから、概略の値を假定して用ひても差支ない。

現視連星	スペクトル型	週期	軌道長半径	離心率	視差	質量	廻轉運動量
ベガス、 $\delta$	G	二・六	〇・七八	〇・四三	〇・〇七	二・一	一一
ヘルクレス、 $\delta$	G	三・五	一・三六	四六	一一	一・二	五
プロシオン(小犬、 $\alpha$ )	F <sub>5</sub>	三・九	四・〇五	四五	三〇	一・六	九
シリウス(大犬、 $\alpha$ )	A	四・九	七・五九	五〇	三八	三・三	三六
大熊、 $\epsilon$	G	六〇	二・五	四一	二八	〇・七	二
ケンタルウス、 $\alpha$	G	八一	一七・七一	五三	七六	一・九	一四
蛇、 $\zeta$	K	八八	四・五五	五〇	一八	二・二	一九
エリダクス、 $\beta$ BC	G	一八〇	四・七九	一三	二七	〇・七	四
乙女、 $\gamma$	F	一九四	三・九九	九〇	〇七	四・九	四
カシオペア、 $\eta$	F <sub>4</sub>	二・三三	八・五一	五一	一九	一・七	一六
雙子、 $\alpha$	A	三〇〇	六	五	〇八	六・五	一〇〇

十一個の現視連星の平均

二・四 二・三

(乙)分光連星にして同時にアルゴール式變光星であるがために、其軌道面が丁度我々に向つて居ることが明かに知れて居るものが八個ほどある。

帶食分光連星	スペクトル型	週期	質量	廻轉運動量
ヘルクレス	B <sub>3</sub>	二・〇五	一〇・五	一一

乙女	α	V	質量	廻轉運動量
ヘルクレス	RX	B <sub>0</sub> P B <sub>2</sub> B <sub>1</sub> P	一・四五 四・〇一 一・七八	一〇・八 三・一 一

四個のB型分光連星の平均

駝者	β	質量	廻轉運動量
駝者	d	三・九六	四・四
牡牛	d	三・五七	四・四
カシオペア	RZ	一・二〇	〇・二
天秤	δ	二・三三	二・三

四個のA型分光連星平均

三・一 二・八

(丙)分光連星に對する統計的調査によりてルーデンドルフは二十五個のB型分光連星の平均質量を一・〇三十四個のA乃至K型分光連星の平均質量を二・七と推算した。今是等の平均質量を採用し、B型分光連星に對しその週期を二日乃至百日とすれば廻轉運動量は十二乃至四十五となり、A乃至K型分光連星に對しその週期を五日乃至二百日とすれば廻轉運動量は一三乃至五・七となる。

(丁)我が太陽系の廻轉運動量は容易に計算することが出来るが其値は〇・〇二二である。