

澁江保譯

初等  
算術  
小天文學  
全

東京 博文館藏版



### 凡例

一本書は、西暦一千八百九十年、即ち我が明治二十三年、英京倫敦の刊行に係れる、天文博士ノーマン、ロツキヤー氏の天文学初步を翻譯したるものなり。

一而して卷末には、附録として問題集を掲げ、二百四十箇の問題を設けて、以て自修の便に供ふ。

一然れども、本書は元來原著者が幼童初學の徒の爲めに編纂したるものあるに由り、或ハ卑近に過ぐるの嫌なきを保せず、讀者幸に「初等教育」ある標題に照らして首肯せられよ。

明治二十四年十一月

幸福散史識



初等  
教育  
小天文學目次

緒言

第一章 地球及び其運動

地球は圓體なり頁三地球は甚大あり頁七地球は靜止せず頁一地球は獨

樂の如く廻轉す頁一六地球は毎日一回廻轉す頁一九地球の廻轉は只一

種に止まるにあらず頁二四地球は毎歲一回太陽の周圍を運行す頁三〇

地球の二種の運動は其面を同ふせず頁三一晝夜不平均の生ずる理由

如何頁三五四季の變化は晝夜不平均より生ず頁四四地上より見る所の

異なるに從て太陽と恒星との運動の甚異なるが如くに見ゆる所以

の理由如何頁四六

第二章 月及其運動  
月は星辰の間を運行す頁五〇月は其形を變ず頁五九日蝕月蝕は如何し

目次



て生するや六三月の何に似たりや七三

第三章 太陽系……………七九頁

若し地球の如き數箇の物體ありて一層太陽に接近したらんには如何ある觀を呈するや七九若し地球の如き數箇の物體ありて一層太陽より隔離したらんには如何ある觀を呈するや八三斯の如き物體ありや否や附遊星八五内遊星八九外遊星九七彗星隕石落星四一

第四章 太陽—最近恒星……………一二一頁

太陽系に於ける太陽の勢力一太陽の熱光容積距離三太陽は何に似たりや六一太陽の班點七一太陽の大氣〇太陽の成分二太陽は最近恒星あり三

第五章 恒星……………一三四頁

恒星は遠隔せる太陽なり四恒星の光輝五星宿九恒星の虚偽の運動一四恒星の眞正の運動七多合星八星團及び星雲九恒

星及び星雲の性質一五

第六章 天體の位置を決定し及び之を利用する方法……………一五四頁

再説附星圖四極距六一極距のみにては充分といふべからず八五赤經一六再説四地球各所の緯度五地球各所の經度九六

第七章 天體の運動齊整せる理由……………一七五頁

重量とは如何あるものぞ五七引力は距離に從て減少す三八月の軌道は之に由りて説明するを得べし六八攝力〇九

小天學問題集……………一頁

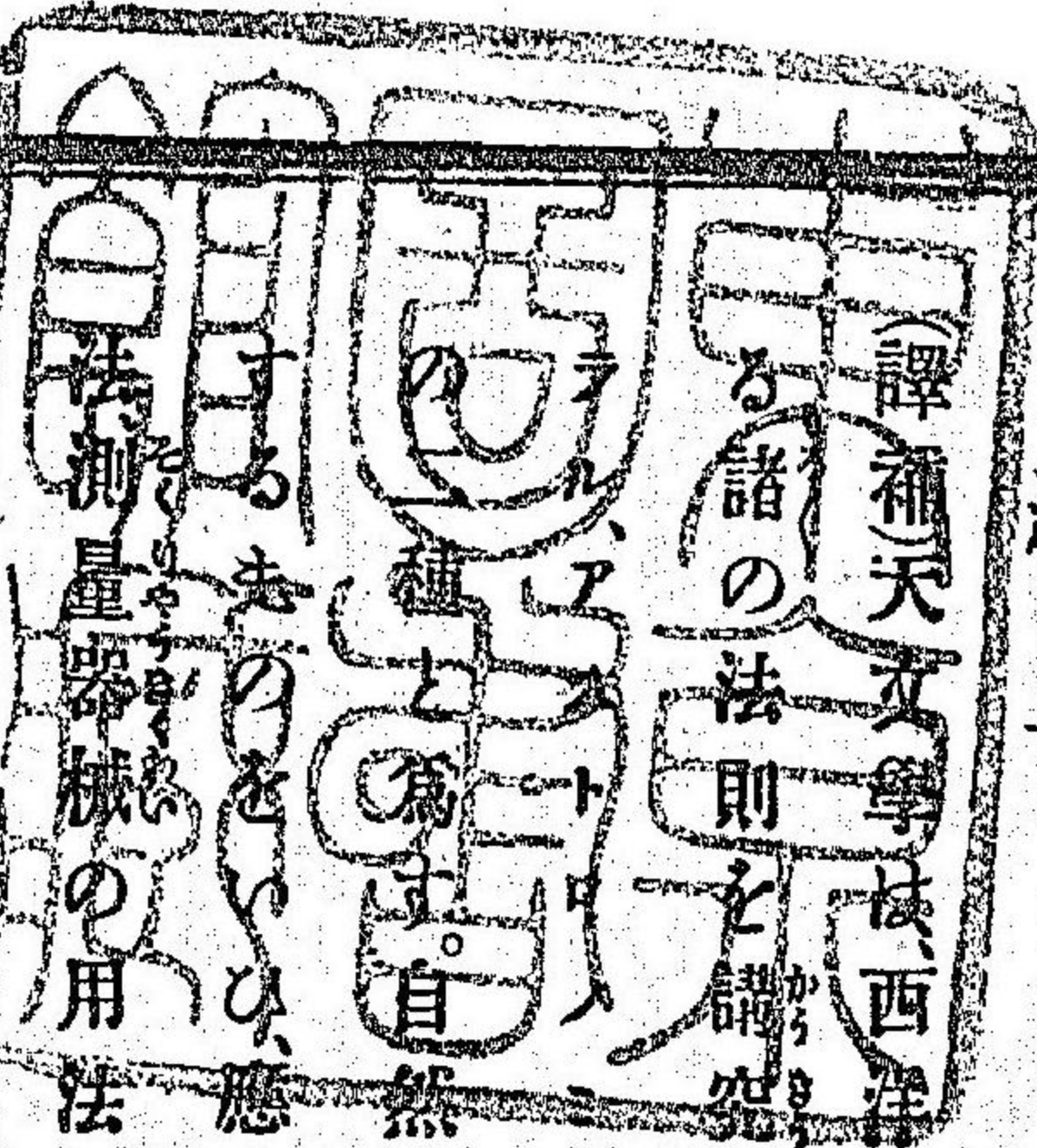
初等 小天文學目次 畢



初等 小天文學

幸福散史 澁江 保譯

緒言



譯補天文學は西洋の語にアストロノミーと稱し天體の運動に關する諸の法則を講究する學なり。而して之を別ちて自然天文學(ナチュール)及び應用天文學(アプリアン)ナカル、アストロノミー)天文學とは天體の類別形象大小距離運動等を論ずるものといひ、應用天文學といふその運動の理由之を測量するの法測量器械の用法等を論ずるものといふ。

本書はこの二者を兼ねて其初歩を説き初學の士をして此學に入るの階梯と爲さしむるを目的とす。左れば往々卑近に過ぎて讀者の満足を買ふ能はざるの嫌なきにあらざれど原著者の意は固より初等



教育用に供するに在るが故に、その心して閱讀せられんことを乞ふ。諸本書は、自然天文學及び應用天文學を兼ねて、その大體を説くものあれば、先づ地球より説き起して、その圓體あること、靜止せざることを、公轉、自轉と稱する二様の廻轉を爲すこと、四季晝夜の變化の原因等を詳かにし、次に我が地球の衛星たる月に及ぼして、その地球の周圍を運行すること、及びその盈虧、月蝕の原因等を詳かにし、次に我が太陽系に移りて、太陽系の構造、内遊星及び外遊星の區別、八遊星及び自餘の小遊星の性質、形象、大小、距離、運動等を詳かにし、傍ら彗星、落星等に論及し、次ハ我が太陽に移りて、その最近恒星たること、太陽系内の諸星に對して著るしき勢力と有すること、その熱光、容積、距離より、その班點、大氣、成分に及ぼし、次に恒星の事を論じて、その遠隔せる太陽たること、その眞假の運動、光輝より、多合星、星團、星雲、星宿等を詳かにし、而して茲に自然天文學と稱すべきもの、範圍に關して、梗概を説

き畢りたれば、是より應用天文學の範圍に進みて、天體の位置を決定し、及び之を利用する方法、天體の運動、齊整せる理由等を詳かにせり。要するに天文學の初歩に關して、可及的簡單に、明瞭に、説明したるものといふべきあり。初學諸君之に由りて益する所あらば譯者の幸何そ之に過ぎん。

## 第一章 地球及び其運動

### 第一節 地球は圓體なり

吾人の棲息する地球は、平扁ならず、彎曲ならず、又正方ならずして、其形球の如く圓きものなり。今例に由りて之を證せん。

試に海濱より出て、船舶の遠方より近づき來れる狀を注視したらんには、必らず知らん、その眼界に達するの當初ハ、單にその檣のみと見るを得るも稍々接近するに及ひて、併せてその船體の一部を顯はし、愈々



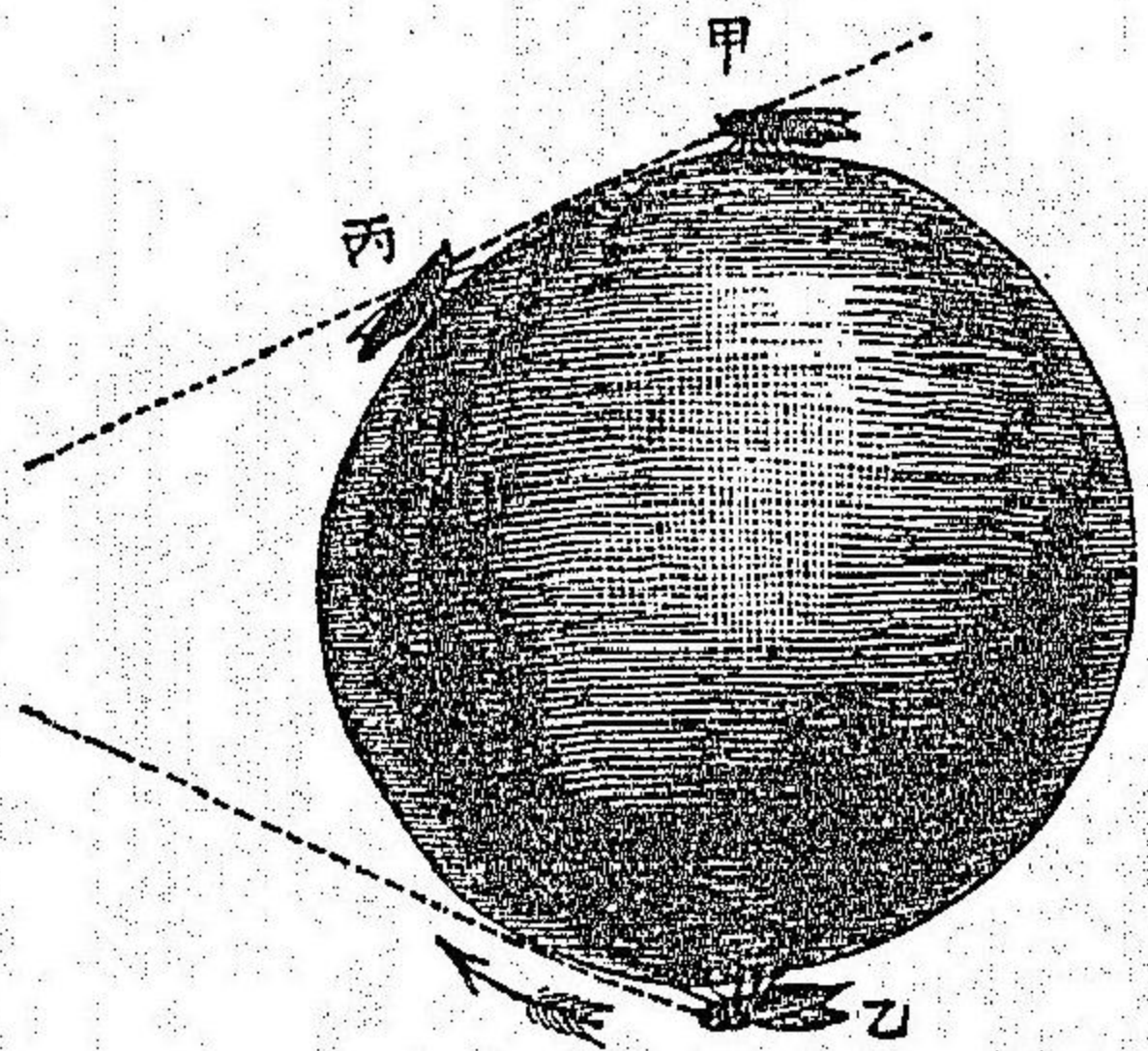
近づけば愈々その顯はるゝ所の部分多く、遂にはその全體を見るを得るといへども、之に反して、船舶我れより彼れに駛行するとき、先づ第一に視線以外に去るものは、船體にして、櫓の如は其最後に在ること。

何故に然るか。請ふ試験に由りて之を示さん。茲に平坦ある卓子あり。二匹の蠅止りて其上を運動すると假定せよ。この蠅この卓上に在らん限りは、互に相見るを得べきこと論を待たず。尤も其の相距るに従て、漸く互相の視覺にその姿を映すること小さく、相近づくに従て、漸くすること大なるは、亦言ふ迄もあきことされど、彼の船舶の場合に於けるが如く、相互に他體の只一部のみを見得る等の事はあるべからず。然らば海面は卓面の如く平坦ならざること明かあり。

又他の試験に由らん、第一圖の如く、甲蠅は橙の頂上に止り、乙蠅は下底に止るとせよ。然るときは、この二蠅は其間に橙の存するあるを以て、

互に相見る能はざることを明かなり。然れども、乙若し甲の方に歩みて丙

第一圖  
橙上に  
一蠅の止  
れる圖



の處に到りたらんには、甲は橙の邊緣に由りて乙の頭上を見るを得べく、乙も亦同所より甲の頭上を見るを得べし。左れど、未だ頭上の外、他の如何なる部分をも見ること能はず。何となれば、兩者の他部は尚橙の爲めに掩はるゝこと、曩きにそ

の全部を掩はれたるが如ければなり。兎角する間に、乙また進みて甲に近づくとせよ。この時に於ては、相互にその全體を見ることを得るあらん。

抑も船舶が海上に在りて、吾人の眼中より隱顯するは、恰かもこの圓橙上の二蠅が互相の眼中より隱顯するに均し。而して平卓上の二蠅は決



して船舶の類例と爲すこと能はず。是れに由りて之を觀れば、大地は球  
或は橙の如く圓きものにして、卓子の如く平扁なるものにあらざるや  
明かあり。

第

この圖は地球を圓體なりと假定し海上の船舶が當初橋のみを現はすの理由を説くなり  
初め船舶甲に在る  
さきほ之を見ること能はず乙に在る  
さきほ乙の橋の頂上のみを見るを得丙に在るに及びてはのそ全體を見るを得るなり



吾人が當初船舶の橋のみを見るを得るは何故か。船舶の漸く吾人に近づくに及びて、併せてその他部を見るを得るは何故か。將たその未だ近づかざる間といへども、吾人若し高處に昇るときは橋以外も見るを得るは何故か。讀者は前記の二蠅の例に據りて、容易く之を理會せらるゝならん。如何なる場合も論なく、吾人が遠方の物を見るは、皆地球の邊緣より見るものなるが故に、益々高處に昇

るより従て、益々邊緣以外を見るを得るなり。

斯く言はば、或は疑ふ者あらん。大地若し果して球状を爲したらんには、其邊緣の處に在る諸物は悉く地外に墜落すべきの理にあらざるや。是れ大なる誤解といふべし。假令ひ大地は球状ありとも、その所謂邊緣なるものは、單に外觀上の邊緣に過ぎざるが故に、我れ邊緣に向て進行するときは、邊緣は漸く退行すべし。橙と蠅との例を假りて之を證せよ。

第二節 地球は甚大なり

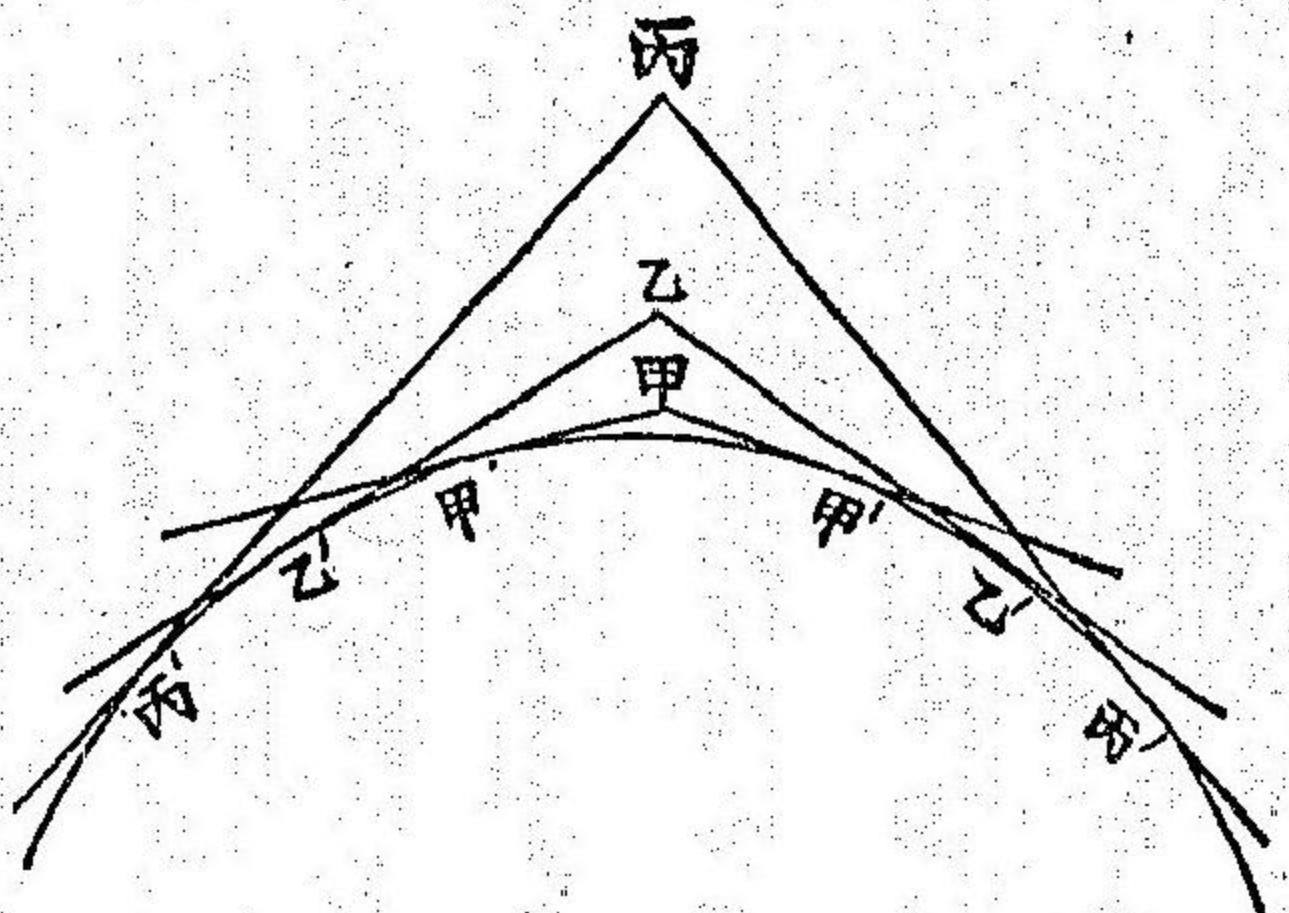
前節に於ては、大地の圓體なることを證せんが爲めに橙の類例を假りたり。故に或は左の二問題を發する者あらん。(甲)大地若し果して橙の如く圓からんには、其容積も亦橙の如く小ありや。(乙)大地の上には高山其他のものありて、高低起伏せるに、之を橙面の如き平坦あるものに比するは穩當なりや。將た余は假令ひ海上を眺むるに當りては、その彎曲



第三

圖

吾人は益々進行するに從て益々遠方を見るを得るものなり  
 甲處に在る人の目には甲甲の二處邊縁を見ゆべく乙處に在る人の目には乙乙の二處邊縁を見ゆべし



の一部たるを信せざるにあらざるも、一旦高山幽谷を見るに及びては、その起伏せる表面を彎曲の一部なりとは信する能はざるなりと。請ふ左にこの兩問題に答へん。

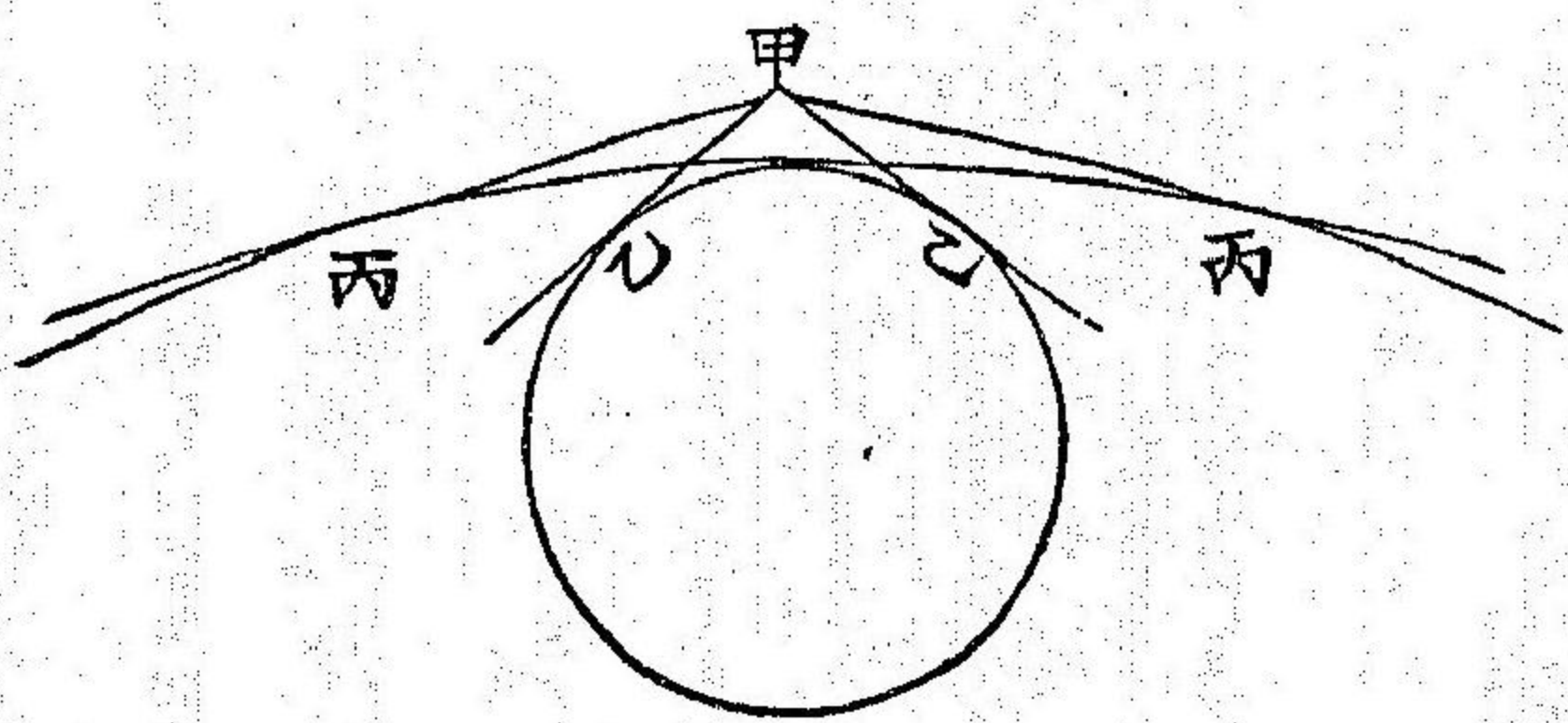
より來れる物體の始めて眼界に達すべき將た彼方へ去れる物體の始めて眼界を離るべき邊縁は、うの球の大あるに從て益々吾人より遠隔するを知らん。

例へば、第四圖に於て、甲を乙乙なる橙上に在る蠅の目の高さとするときは、甲より乙に至るの距離は、他の蠅を見得べき邊縁に達するの距離

第四

圖

この圖は假りに地球を實際よりも一層大なりとするとき、はうの蒼蒼と相觸るゝが如くに見ゆる場處も亦一層吾人より遠隔の處に在るを示すものなり



たるべし。然るに若しこの二蠅は丙丙圈に由りて示せる球上、即ち乙乙橙よりも一層大ある球上に在りとするときは、其邊縁も亦増大して甲丙となるべし。

諸吾人は海岸に出て、海上を眺むるに、遙かに數哩の地を眼界の内に置くを得るが故に、地球の甚大なることは、この一事に由りても明らかり。是を以て甲の問題には左の如く答ふることを得べし。曰く、地球は直徑八千哩の大きさを有するものなりと。

(乙)地球はその表面に崇山峻嶺の存するあるにも拘はらず、之と橙の表面に比すれば、一層平坦なるものあり。



例へば地球の表面よりその中心に至る迄の距離を四千哩ありと假定せよ。——實際も然り——然るときは四哩の高さある山はその高さをこの距離に比するに僅かに千分の一に過ぎず。而してその屹然たる度は恰かも學校用の大地球儀上に一枚の紙片を置きたるが如くあらん。果して然らば地球が橙よりも平坦なることは多辯を要せず。何となれば若し橙を澎漲して地球大のものたらしめしあらんに、その嶄巖起伏するの状は地球と同日の論にあらざるべければなり。

是に於てか、吾人は左の五項を知るを得べし。

- (一) 吾人が肉眼に由りて地球の眞形を判知し得るは、空漠たる平地若くは海上の如き、その面の平坦ある處に於てのみ。
- (二) 然れども、その最も凸凹高低ある場處といへども、尙彎曲せるなり。只吾人之を見るを得ざるのみ。
- (三) その彎曲の度は決して急劇あるものにあらず、頗る遅緩なるもの

あり。何となれば海上の船舶が眼界を離るゝは、數哩の遠きに於てすればなり。

(四) 彎曲の度の遅緩あること、高山といへども、僅に地球儀上に載せたる一枚の紙片に異あらざることに由りて考察するときはその相集りて成れる全圏の大あると——即ち地球の大あると——知るべし。

(五) 地球は斯の如く廣大無邊なるが故に、巉然たる碧峯も之に比すれば、小砂に均し。但し地球はその直徑八千哩あるあり。

### 第三節 地球は靜止せず

夫れ斯の如く、地球はその表面に水陸を有する最大球あるが故に、假りに吾人は各自の住家より一時間三哩の割合を以て、晝夜間斷なく旅行を爲とするも、一年の久しきを費さざれば、再ひ歸宅すると能ざるあり。



地球の讀者の知らるゝ風船の飛揚したるが如く、空中に懸るものなり。而して常に静止するや、將た運動するやといふに、頃刻の考案にては、決して運動することなきに似たり。何となれば、家屋といへども、樹木といへども、毫もその位置を變更することなく、互相の間の距離永久に同じければあり。然れども、少しく思慮を運らすときは、この考案の空想妄想たるを知らん。

今手毬若くは橙を以て地球と假定し、又針頭もて穿てる孔を我が住宅と定め、又他の兩針頭もて穿てる二孔をその周圍に存在する家屋樹木ありと定めよ。然るときは直に了知するならん。手毬若くは橙が運動すると、静止するに拘はらず、住宅樹木等の互相の位置は毫も變更することなきことを。

然らばこの問題は如何して解釋するを得べきや。曰く。地球上に在らざる事物を見て之を解釋するを得べし。天氣晴朗なる黃

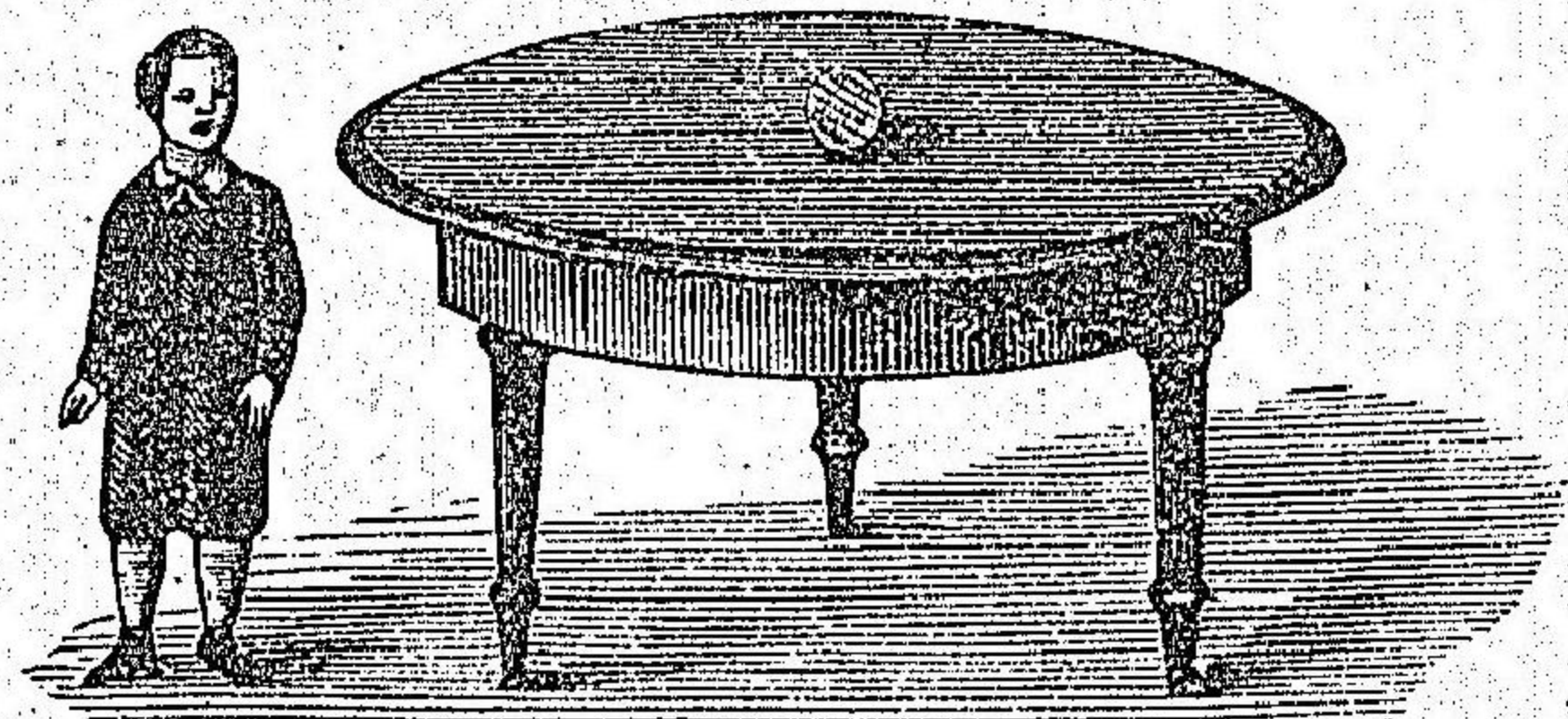
昏に出て、東方と見よ。星辰の漸く地球の邊縁以上に昇るを見るからん。更に詳に之を言へば、地面と蒼穹と相接する線、即ち後章に所謂水平線以上に昇るを見るからん。一又之と同一ある方法に由りて西方なる星は漸く没して消失するならん。又晝日に於ては、太陽は正しく同一なる方法に由り、東天より昇りて、西天に没するならん。今地面に在る家屋樹木は互相の關係に於て毫も運動することなきに、地面を離れたる日月星辰は運動し、若くは運動するが如くに見ゆるは、則ち地球が静止せざるの確證にあらざるや。

請ふ此事に就て考一考せよ。夫れ吾人が日と星とを昇るといひ、若くは没すといふは、如何なる意義か。取りも直さず、吾人の起坐する場處より見ゆべき地球の邊縁を昇降するの意義に外ならざるし。而して日と星とは、昇降するが如くに見ゆるといへども、その實決して昇降あるものにあらざる。地球こそ却てその傍を運動しつゝあるなり。手毬若くは橙の



例に由りて之を解釋せん。卓子の中央に手毬若くは燈を載せ、その若手毬の燈傍に針を穿ちて針頭を人目ありと假定せよ。又讀者は卓子の傍に立ちて、太陽若くは星を以て自ら任せよ。而して第五圖に於けるが如く

第五圖 日星の出沒を解釋するの圖

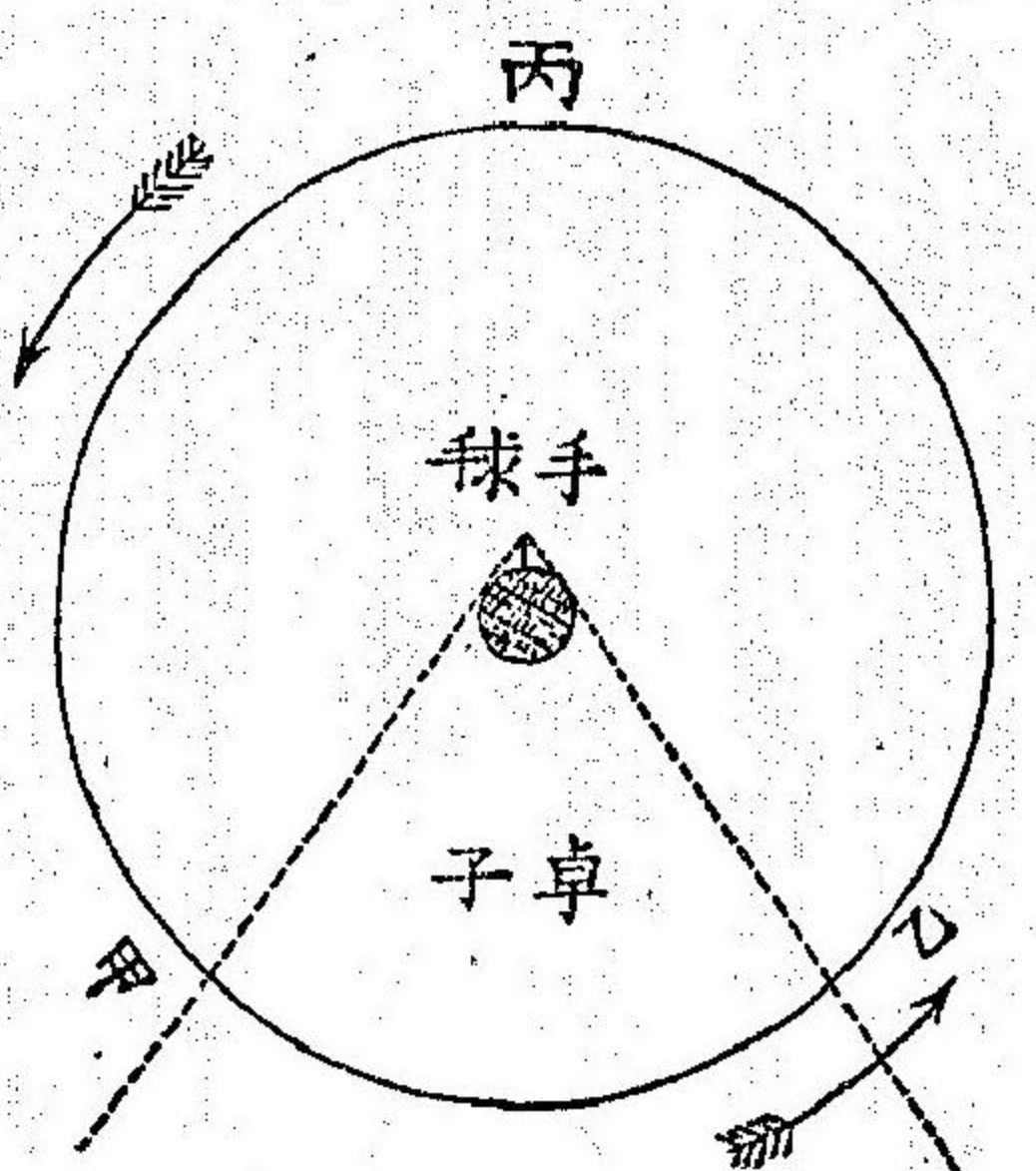


我が目と常に針と並行せしめつゝ、卓子の周圍を廻行せよ。此時に當りて、或る點に於ては、針人此處故さらけに譬へて言ふなり。會し易かりし但し讀者が爲めなり。理の目より見て、讀者は正に昇りつゝあるが如くなるべし。此場合に於ては、讀者の昇日若くは昇星の役を勤めつゝあるなり。又他の點に於ては、讀者が卓子の周圍を廻行するに從て、針人の目より消失すべし。——辭を換へて之を言へば、手毬若くは燈の

邊緣の爲めに隠さるべし。——この場合に於ては、讀者は落日落星の役を勤めつゝあるなり。

但しこの解釋は地球を静止せるものと假定していふなり。又讀者は静止し、他人をして我が爲めに手毬若くは燈を左方に廻轉せしめよ。而して針頭をして常に卓子と

第六圖 爲し丙に在る物體を頭上に在るものさ爲し而して第五圖を解釋するの圖なり



此場合に於ては、讀者は静止するも、手毬若くは燈は運動するを以て、宛あがら手毬若くは燈は静止し、讀者はその周圍を廻行すると同一の觀を呈するあらん。

但しこの解釋は地球を運動するものと爲していふあり。以上の兩解釋に據るときは、日星の出沒に關する現象は、或は我が地球



靜止し、日星その周圍を運行するか、否らずんば、日星靜止し、地球その周圍を運行するか、二者その一に居らざるべからざるなり。

左れば、古人は地球を以て靜止するものと爲し、日星を以てその周圍を運行するものと思ひたり。然れども今日に至りては、この思考の誤謬たるを發見し、地球却て日星の傍を運行するものたるを知るに至れり。次節之を説かん。

第四節 地球は獨樂の如く廻轉す

前節の引例は、地球の運動するを證するものと爲さざるべからず。而して日月星辰は、或は晝に於て、若くは夜に於て、東より西に運行するが如くに見ゆるいへども、その實、真正の運行にあらす。その運行するが如くに見ゆるものは、地球の運行するに由りて然るのみ。

然らばこの圓き地球が運行する方法如何、凡そ世の中に、己れ運動す

るが爲めに却て己れの周圍に在る靜止する物體をして運動するが如きの觀を呈せしむるの卑近なる事例ありや。然り正に在り。斯く言はば、或は直に思考する者あらん。試みに鐵道列車の窓間より左右を眺めたらんには、家屋、樹木、電信線、其他百般の物皆運動するが如くに見え、加之ならず、これ等の諸物は、瀛車と正しく反對の方向に進行するが如くに見ゆるものありと。

實も然り。單に運動といへる一點のみに就て言ふときは、毫厘の間然すべきあり。然れども、この推理を執りて直に之を地球と日星とに應用し、地球は迅速に西より東に運動しつゝ、常にその周圍を離れざるものと思ひ、想像するを得べきか、之を以て日月星辰は毎日東より西に運行するが如く見ゆるの理由と爲すを得べきか。

願ふに何人もその理由と爲すに足らざるを知らん。何となれば、彼の瀛車の如く運動するときは、決して再以前の日月星辰と見ること能は



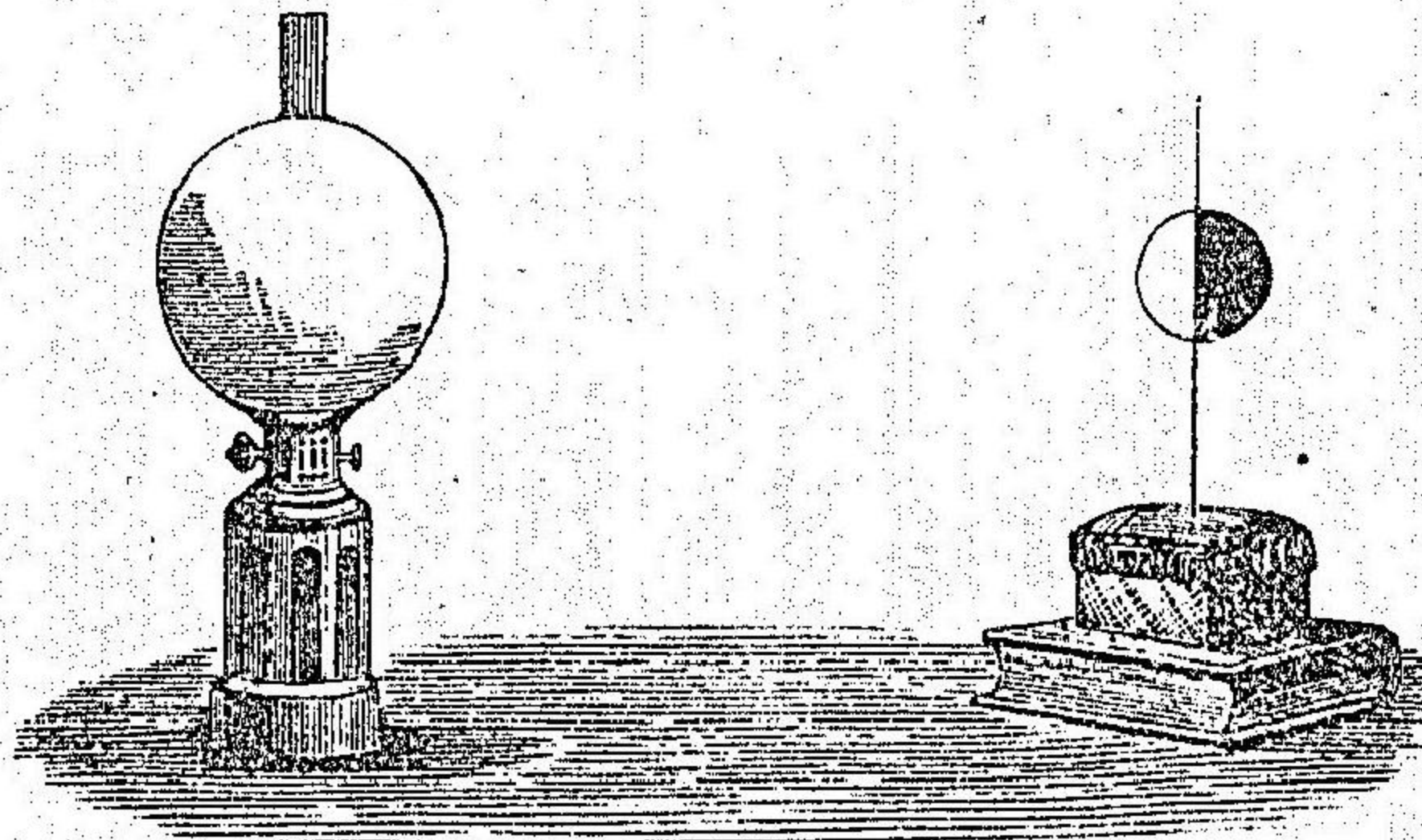
ざるべければなり。  
然らば如何して是れ等の事實を解釋するを得べきやといふに、凡そ宇宙萬國の人々は男女となく長幼となく、同一ある太陽が毎朝夕出沒するを見るが故に、吾人は之に由りて地球が獨樂の如く廻轉するを想像するを得るあり。

要するに、この世界に朝夕の別あるは、地球が斯く廻轉するより起るものにして、晝夜の別あるは、則ちその最良證たるあり。又太陽は東より昇りて西に入るが如くに見ゆるに依り、地球はその反對の方向に於て速に廻轉するを知るなり。辭を換へて之を言へば、西より東に廻轉するを知るなり。

試に地球儀を執り、その軸の傾斜したるを改めて、獨樂の如く眞直に爲し、而して之を廻轉せしめよ。又之を廻轉するには、右より左にせよ。然るときは、地球儀は恰かも眞正の地球と同一の方向に廻轉すべきなり。

### 第五節 地球は毎日一回廻轉す

この圖は  
地球の廻  
轉より晝  
夜の別の  
起れる理  
由を説明  
すべき試  
験を示せ  
るものな  
り



暗室に在りて燈を地球と假定し、燈火を太陽と假定せよ。而して燈の中心に縫針西洋の縫針は長しを穿ちて、之を針針の上に直立せしめ、更に一小針を燈上に穿ちて之を地球上に居る觀観察者と假定せよ。偕前記の縫針を捻りて燈を右より左に徐々に廻轉せしむること前に掲げし第六圖に矢を以て示せるが如くせよ。然後その成績如何を試験するときは左の如くなるべし。



(甲) 橙面の二針を穿てる二點はその橙廻轉するとも毫も運動することなし。之を兩極と名け、その頂上に在るを北極といひ、下底に在るを南極といひ、兩極を聯絡する一線を軸といふ。即ち圖中の針はこの代表者たり。又橙面上、兩極より同距離の處に於て、橙の周圍に畫せる一圏を赤道といふ。又橙面の一半は太陽の代表者たる燈火の爲めに照らさるゝを以て之を晝と假定すべく、その一半は之が爲めに照らされずして黯淡たるを以て之を夜と假定すべし。

(乙) 又徐々に縫針を捻るときは、針頭は當初の如く、燈火の爲めに照らされたる半面の中央に向はずして、漸くその左方に向ひ、橙が四分圏だけ廻轉したる時又當りては、針頭は正に光部の邊緣に向ふべし。而して猶廻轉するとき、光輝は毫も針頭に向ふ所に達せざるに至らん。即ち燈火を没したるなり。譬へ針頭は人に譬へたるなり。猶橙を四分圏だけ廻轉せよ。然るときは、針頭は暗部の中央に向ふべし。

し。即ち燈火と全く相反するあり。更又四分圏だけ廻轉せよ。針頭は燈火の達する邊縁に向ふべし。即ち燈火は昇りたるなり。更に又四分圏だけ廻轉せよ。橙は當初の時より正しく一廻轉を爲し、針頭は當初の如く、再び光部の中央に向ふあらん。

左れば、その外觀上に於ては、橙の一周したるにあらざして、燈火却て針頭の周圍を一周したるに似たるあり。

地球も亦斯の如し。但し橙と同一ある方法に於て廻轉するも、縫針を中心と爲して巡らずして、彼の兩極を貫通せる想像上の軸、即ち地軸を中心と爲して巡るの差違あるのみ。

又晝夜の別の起る所以も亦斯の如し。而して太陽は或る點より外觀上の運動を爲して、再びその點に歸るに精密に二十四時間を要するを以て、是に於てか、地球は地軸を一周するに正しく二十四時間を要するを知るあり。



今や再び地球儀を用ゐて之を説明せん。地球儀を一點に置き、之より數尺を隔て、その中心と水平の位置に燈火を置け。而して地球儀の軸を直立して、地球儀を廻轉せしめよ。但し之を廻轉せしむると、靜止せしむるに論なく、その燈火に面せる一半は必らず輝き、その之に反せる一半は必らず陰影たることは論を待たず。偕その靜止する間は、一方の偏面は常に燦爛たり、他方の偏面は常に黯淡たるべしといへども、然れども、一旦之を廻轉するに及びては、燈面の各部分は交互に輝き、交互に暗きを致すなり。是れ燈火は常に靜止するも、地球儀の廻轉するを以てこの變化を生ずるものなり。

今この叢爾たる地球儀を廣大ある地球なりと想像し、嚙々たる燈火を爛然たる太陽ありと想像せよ。然らば讀者は地球がその軸を廻轉するに由りて各國に晝夜の變化交代を生ずる所以を知らん。

然れども地球がその軸を廻轉すといふは、燈の縫針を廻轉するが如く、

若くは地球儀の鋼條を廻轉するが如く現實の軸を廻轉するの謂ひにはあらず。地軸とは只想像の線をいふのみ。左れど地面上の方位を相反し、若し現實の地軸あるものありたらんには、その兩端必らず地心より顯はれ出つべしと思はるゝ、二點は、地球儀上の同二點と均しく、亦之を南極北極と名くるなり。

又地球が二十四時間に其地軸を一周するに際し、太陽は間斷なく空中に爛然たりといへども、地上に在りて、其光に輝かざるゝは、只太陽に向へる偏面のみ。故に地上には常に光面、暗面の二者あらざるべからざる。こと猶前項に記せし燈火に對したる燈にこの二者あらざるべからざるが如し。則ち知らん地球にして若し毫も運動せざりしならんには、その表面の一半は決して光に映せらるゝ、かく、他の一半は決して黯淡たる能はざること。然れども、地球は斷えず廻轉するが故に、その諸部は交互に日光に接し、又之に遠かるなり。而してその日光に接するに當り



てば、之を晝と名けてその之に遠かるに當りては、之を夜と名くるなり。

又太陽は東より西に運行するが如きの觀あり。故に地球の眞正の運動は、前節第四の末項に叙述せし理由に従ひて、第十八頁に由りて、正にその反對の方向、即ち西方より東方に向ふあり。是を以て太陽は朝に於て東天に出るが如く、漸く昇りて正午に中天に達し、更に漸く降りて遂に西天に没するが如きも、その實皆地球の廻轉するより起れる結果にして、夜間に至れば、星が出没するの觀を呈するも、亦太陽の晝日に於けると一般なるあり。

第六節 地球は廻轉を只一種に止まるにあらず

前數節の説明に由りて、三項の事實を明白ならしむるを得たり。三項とは何ぞ。

(甲)大地は一箇の球なり。

(乙)大地は獨樂の如く廻轉す。

(丙)この廻轉なくんば、晝夜の別あること能はず。故に晝夜の正しく交代するはこの廻轉より起れるなり。

といへる是れあり。

偕吾人は地球に一種の運動あることを證明したりと信す。然れども猶

地球の運動は只一種に止まるや、將た他種の運動ありや

といへる問題の存するなきにあらず。而してこの問題を解釋するの法種々ありといへども、左の方法はその最も簡便なるものなるべし。

但しこの方法は、地球は唯一の運動を有すとするも、差支なきや否やを説示すものあり。

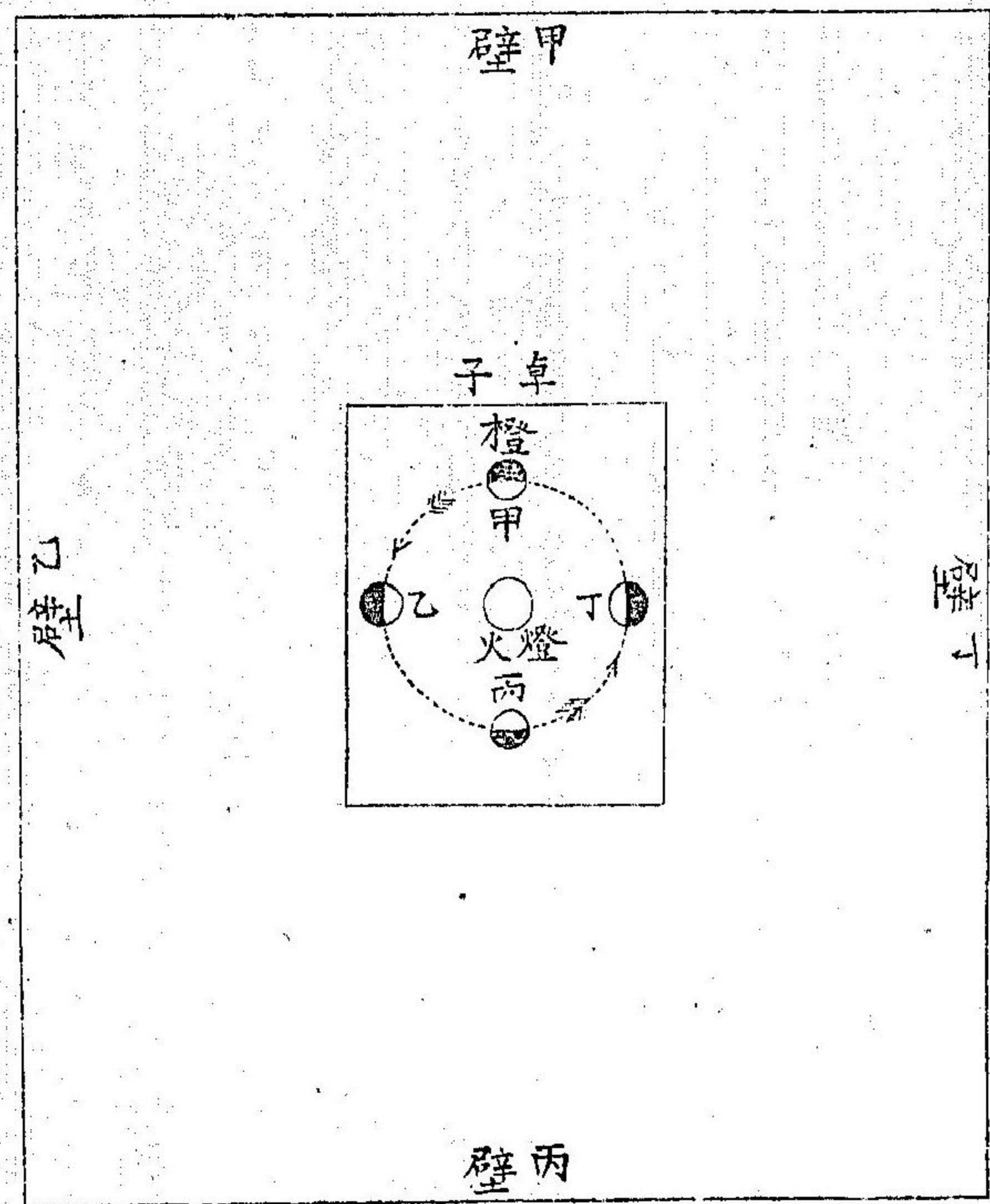
今一室に燈火と橙とを置き、その四壁に在天の諸星を畫き、偕この燈火も橙も共に靜止するものと爲すときは、將たこの橙を地球と定め、燈火



を太陽と定むるときは、橙即ち地球の燈火即ち太陽に向へる部分は、不斷畫たるべく、而して太陽—燈火—は常に同一の位置に在るが故に、又

第八圖

この圖は地球が大陽の周圍を運動する工合を説き明かしたるものなり



に界する部分に於ては、水平線に接せる同一の位置に當りて、永久に太陽の光を得べきなり。又地球—橙—の光と影との間に於ては、常に同一の位置に同一の諸星を見るを得べきなり。又地球—橙—の光と影との間に於ては、常に同一の位置に同一の諸星を見るを得べきなり。又地球—橙—の光と影との間に於ては、常に同一の位置に同一の諸星を見るを得べきなり。

陽—燈火—と諸星—繪畫—とを見るべきあり。第三節を參看すべし。又橙の赤道第五節第十圖の部を參看すべし。に針を穿ち、その頭のみを橙上に顯はるべらしめて、之を地球上に在る觀察者と見做し、橙を廻轉して之を地球の廻轉と像り、而して觀察者—即ち針頭—が燦爛たる半面の中央に在るに當りては、その正反對の處は黯淡たる半面の中央に在ること、又この橙を半轉するとき、針頭は燦爛たる半面の中央より黯淡たる半面に移ることを注意せよ。悖て是れ等の兩部—即ち燦爛たる半面及び黯淡たる半面—は、本節の目的—即ち地球が太陽に關する位置の如何に由りて、觀察者の居る場處、或は正午と爲り、若くは夜半と爲ること—を示すには殆んど充分ならん。左れば、假りに若し太陽も、地球も、その位置より動かざるものとしたらんには、吾人は常に日出の時に於て或る特別なる一團の星を見るべく、月没の時に於て又他の特別なる一團の星を見るべし。



讀者諸君よ。この事を深く考察し、之を圖上に顯はして篤と吟味せられよ。何とされれば、之を明瞭に理會するは頗る緊要の事なればなり。

ソハ兎も角も、吾人が常に夜半に於て、同一の星を見るといふ事は、事實なりや。否、決して事實にあらざるあり。然らば事實は如何。請ふ三綱に別ちて之を説かん。

(第一)吾人若し夏月の夜半に諸星を見、冬月の夜半に至りて再び天空を仰視したらんには、必らずその諸星の彙きに見たるものと異なるを知らん。然らば六ヶ月間に一大變化あるや明らかあり。

(第二)吾人若し夏月に當りて連夜、星天を仰視したらんには、その漸く西方に没するを知らん。然らば、數日間一小變化あるやまた明らかなり。

(第三)一年を経過したるの後、夜半に曾て見し所と同一の諸星を見るを得べし。

今燈をちて燈火の周圍を左方に廻轉せしめよ。然らば讀者は直に之に由りて萬般の事實を説明するを得るならん。

第八圖は、燈火、燈卓子、一室を書き、讀者をして其上方より之を見せしめたるものあり。同圖に於て、第一に甲に在る燈に就て考察せよ。然るときは、觀察者は、夜半に在りては、太陽と相反對せる處——甲壁の畫——に於て星を見るべく、又乙燈上の觀察者は、夜半に在りては、亦太陽と相反對せる處——乙壁の畫——に星を見るべし。故に甲燈に在りて見る星と、乙燈に在りて見る星とは同しからざるなり。丙丁燈に在りても亦然り。

次に讀者に示すべきは、太陽を以て反對の方位に向て、地球の周圍を廻轉するものと假定するも、亦同一の結果に達すべし。然れども、吾人は實際に於て、地球は太陽の周圍を廻轉し、太陽は地球の周圍を廻轉せざることを知るあり。



### 第七章 地球は毎歳一回太陽の周囲を運行す

前節叙述する所に據れば、地球は獨り毎日一回その軸を廻轉するのみに止まらず、又太陽の周囲を運行するあり。彼の洋の東西を問はず、毎夜同時に同星辰を見而してこの星辰の斷えずその位置と變更するの事態は、この解釋に由りて之を明かにするを得べし。又吾人はこの變更、數夜に在りては甚小に、六ヶ月に在りては甚大に、而して十二ヶ月の後は、同星再び同方位に顯はるゝを知れるあり。

吾人は又モや例の燈火と燈とに由るべし。然るときは、地球は毎日一回廻轉すると同時に、又毎歳一回太陽の周囲を運行するを發見するならん。

何とすれば假りに若し地球は六ヶ月を以て太陽の周囲を一周するものとあすときは、六ヶ月を経て同一の星辰を同一の位置に見得べきの理なるに由り、この理を推して考察するに、一年を経て然るときは一年に一周するものたることは明白なればなり。但し一年とは地球が太陽の周邊を巡り出してより、再び同一の位置に復する迄に要する時間の謂ひあり。

### 第八節 地球の二種の運動はるの面を同ふせず

或は問はん、地球が太陽の周囲を運行する方法如何。——その周囲を上下するや。將た同水平の位置を保ちながら平坦に巡るや。予は之に答へて言はん、地球は平坦に進行し、常に同水平線の位置を保つものにして、之を譬ふれば、猶馬が平坦なる競馬場を馳せ廻るが如し。猶一層精密に理會せんが爲めに、至大ある洋海ありて、太陽も、地球も、その中央に浮べりと想像せよ。又地球は常に太陽と同一の距離を保ちつゝ、殆



んと圓形の路を行きて、毎歳一回太陽の周圍を廻ると想像せよ。然らば、思ひ半に過ぐるならん。

今四箇の同ト大さある球を執りて、之を地球に像り、又一箇の稍大さある球を執りて、之を太陽に像り、是れ等の四箇の球に、各一縫針を穿ち、且つその重量を均しくして、皆水中に入るとき、その中央の處迄沈むべからしめ、然る後水桶の中に投入せよ。縫針は地軸の代表者と爲るからん。諸この装置に由りて、太陽の代表者と地球の代表者——地球が毎歳の運行に際し、四箇處に在るとき、の代表者——とを得たれば、自今讀者に請ふ所は、左の數項を理會せられたしといふにあり。

(第一)地球は平坦に運動するのみに止まらず、常に**同面を運動す**。但しこの面は一枚の名刺若くは前に記せる桶中の水面を以て代表せしむべきものあり。

(第二)地球の運動するこの面は、太陽と地球との中心を貫くこと、恰か

も四球の中心皆水と水平を保つ——若しその重量能く相平均したらんには、——が如し。

(第三)水面を以て代表したるこの面は名けて**黄道面**といふ。

黄道面は地球の競馬場の如きものなり。諸この面と地球が日々その軸を廻轉するときの運動面、即ち所謂**赤道面**との關係は如何、左に之を講究せん。

今若し地軸は、黄道面と直角を爲すものと假定したらんには、地球の自轉の面と、その公轉の面と同一物たること次の第九圖に示すが如くあるべし。

然れども、是れ等の二面は果して同一物なりや。(甲)假りに同一物ありと定め、彼の四球の一に針を貫き、之をして獨樂の如く平坦に廻轉せしめよ。然るときは、この廻轉は地球の自轉を代表すべし。而してこの假定に於ては、晝日の長さは常に同一からん。何とあれば、この場合に於ては、光



暗の經界は兩極の處に存するが故に、地球の半面の各部分は同時に光を

受くべく、他の半

この圖は

面の各部分は同時

第

この圖は兩

直角を爲

に黯淡たるべけ

十

面互に傾斜

すさまの

ればあり然り而

工合を示す

工合を示

して、之を實際に

圖

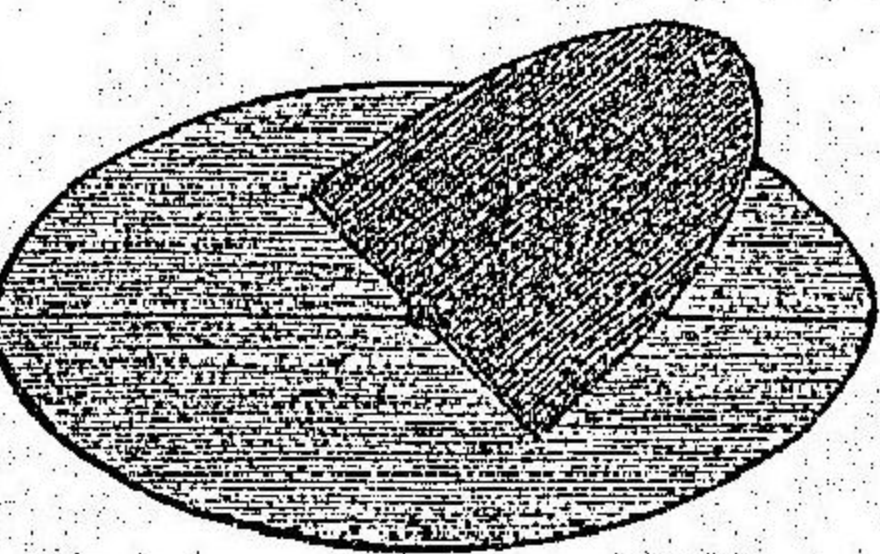
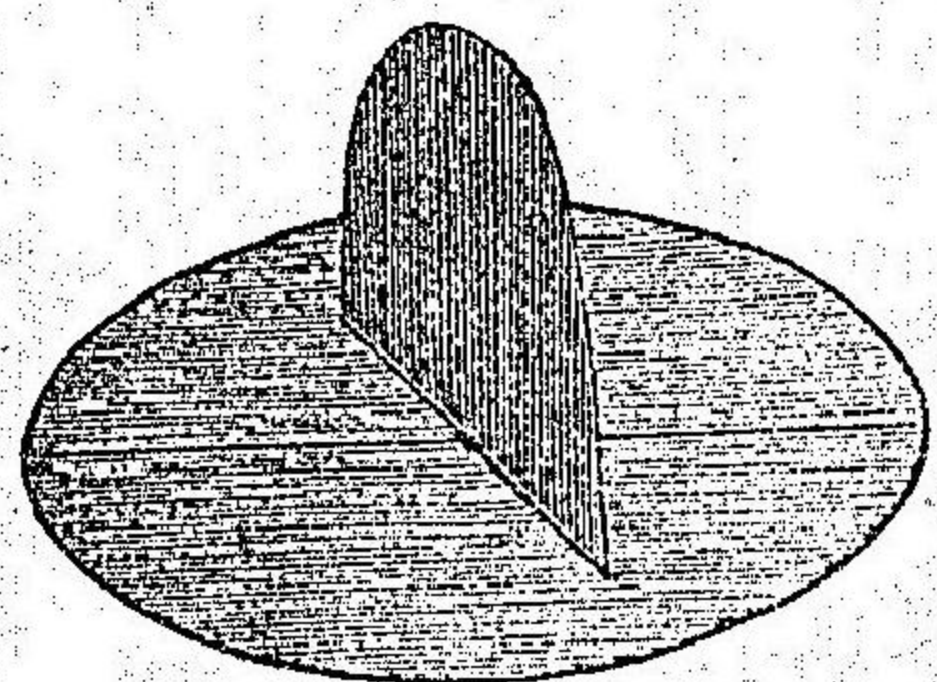
ものなり

すものな

徴するに晝日の

圖

ものなり



長さは決して常に同一ならず。而して冬に在りては晝短く、夜長く、夏に在りては晝長く、夜短きのみか、英米の夏は大洋洲の冬に當れるあり。吾人は是に於てか、兩運動面の一致せざるを知れり。依て第十圖に示すが如く、互に相傾斜せりと假定めて凡ての事實を説明するを得べし。但しこの圖は地軸の傾斜せる工合を示すものにして、即ち地軸は黃道面に傾けるが故に、最早前の第九圖に於けるか如く、二者直角を爲さざるな

り。

### 第九節 晝夜不平均の生ずる理由如何

今や水桶の例を去りて、再び燈火と橙との例を復らん。但しこの例は復る先ちて、縫針は最早第七圖に於けるが如く、眞直ならざること、黃道面は水平面——即ち燈火の中心と、橙の中心とを聯結する線の存在する處——を以て之に像ることを記憶せざるべからず。

吾人は、前節に於て、晝夜の區別の生ずる所以を説けり。本節に於ては、一年中の季節に由りて、その長短の區別の生ずる所以を説かん。前記の如く、一室内の中央なる卓上に燈火を置き、又前記の如く、燈火と同高度の處に橙を置け。而して縫針の上端を聊か燈火より傾けよ。又橙の上極を北極と名けよ。

偕この橙を廻轉せよ。この時に當りて、讀者の注意を惹くべき現象は(一)



如何に迅速に之を廻轉するとも、光は決して橙の北極に近き部分を照すことなく、又之に反して、南極近傍は常にその照らす所たること、(二)赤道近傍の部分は以前の如く光暗交代すること、の二者なるべし。今橙上に針を穿ちて、北極近傍の観察者に像れ。而して復ひ橙を廻轉せしめよ。然るときは、この観察者は決して日光を受けたる地方に居ること能はず。又この針を南極近傍に穿ちて観察者に像れ。然るときは、この観察者は常に光輝に接するからん。故に地球若しこの位置に居りたらんには、北極地方の人は常に夜國に棲息せざるを得ず、南極地方の人は常に晝國に棲息せざるを得ざるなり。

又橙上に於て、赤道と北極との半途に針を穿ち、而して橙を廻轉せよ。然るときは、針は橙と共に廻轉して、光部に接するよりも、暗部に接する方多し。左れば、この點に在りては、晝短く、夜長きあり。更に是れより進んで北極に針を近づけるときは、漸く進むに従て、漸く光部を少なくし、遂に

全く光部なきに至るべし。

之に反して、橙の北半部に於て、針を漸く赤道に接近せしむるときは、漸くその光部を多くすべく、——辭を換へて之を言へば、漸く晝日を長くし、夜間を短くすべく、——結局赤道地方に至るに及べば、光暗——即ち晝夜——相半するなり。

赤道の南方に在りては、正しく前者とその事態を反し、益々針を南極に近づければ、益々光部の多さを加へ結局南極地方に至るに及べば、決して暗部に接すること能はざるものとす。

又若し縫針が燈火より反對の方に傾くの度を増したらんには、赤道を除くの外、何處の邊に針を置くと、晝夜不平均の度は、益々多さを加ふべく、又斯く反對の方に傾くの度を減したらんには、その不平均の度は漸く之を少くし、眞直に爲すに及びて、全橙到底悉く晝夜平均を爲すならん。讀者諸君よ、諸君の知らるゝ如く、我が日本國原書には我が英國なれど、今之れを改



むは、赤道の北方に位し、赤道と北極との殆んど中間に位し、而して冬に於ては、晝短く、夜長きが故に、吾人は地軸が彼の橙軸と同様に傾斜せりとの假定に由りて、之を説明するを得べし。左れば前記の場合に於ける橙は、地球北部の冬日を顯はしたるものあり。

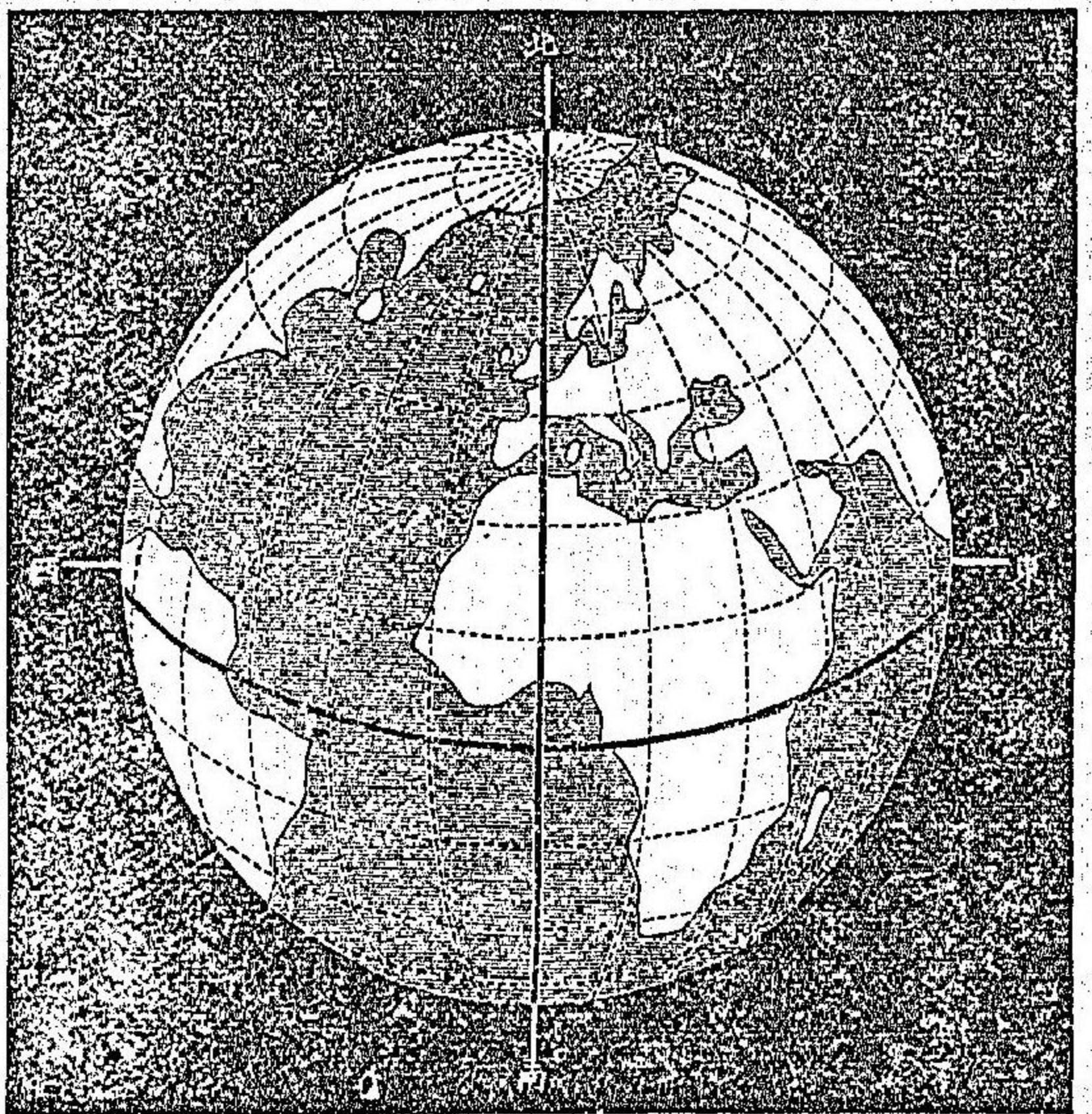
然れども、我が日本國は、一年三百六十五日常に冬日あるにあらず。暫時にして、一陽來復の春と爲り、三月二十二日に至れば、所謂晝夜平分を爲すを爲し、漸く時日を経て、夏月に至れば、晝長く、夜短きこと、正しく冬月と反對の有様とあり、又漸く秋に至れば、九月二十二日に於て再び晝夜平分に復せり。この理由如何、請ふ例の如く、橙と燈火とに由りて、之を講究せん。

試に橙軸傾斜の度を減少して、遂に鉛直線に至らしめよ。然るときは、橙は春の有様を顯はすべし。又燈火の方に之を傾かしめよ。然るときは、夏の有様を顯はすならん。——北極、燈火より反對の方に傾けば、夜は晝より長く、鉛直線を爲せば、晝夜平均し、燈火の方に傾けば、晝は夜より長きことは、前に記せし所なり。

然れども、之を實際に徴するに、地軸は、終年の間、常に北極星と名くる星を指すものにして、決してその方向を變更することあらず。故に他の方法を試みざるを得ず。今先づ橙をして、左方に、燈火の周圍を運

第十圖

この圖は夏至即ち六月二十二日（倫敦の正午）に於て太陽より地球を眺めたる光景を示すものなり



に向はしめ、——否、加之ならず、一層之を正しくして、彼の地軸の代表者



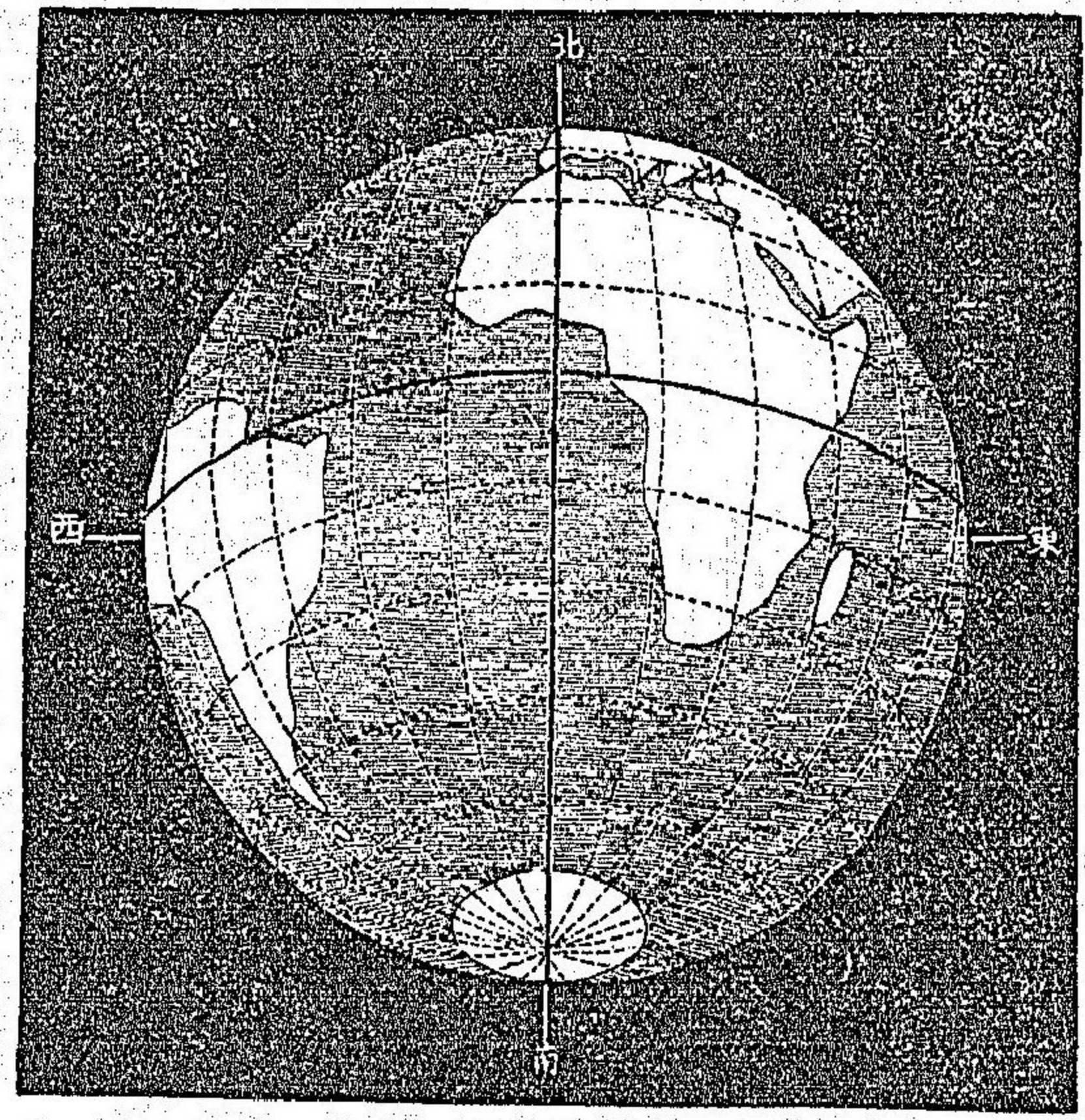
たる緯針は常に毫も傾かざらしめ、——而して燈火の周圍を運行せしむると四分の一に及びたるの後、晝夜の長短を視察するに、兩極は光半面と暗半面との別る、經界の處に在りて、燈の諸部が交互に光暗に接するの時間は恰かも同一たり。是れ則ち春期の初即ち三月二十二日と符合するあり。

更に燈をして、燈火の周圍ある他の四分圈を運行せしむるときは北極は燈火の方向に傾くべく、而して赤道の北方、即ち北半球に於ては、晝長く、夜短さを致して、正に夏と爲り、南半球に於ては、之に反するならん。故に猶燈を廻轉して半圈程に至らしむるときは、この正反對を顯はすべきこと明かなり。

更に第二回に亦燈を運行せしめて、四分圈程に達せよ。然るときは、晝夜再び平均して、九月二十二日ある秋期と相符合し、又第三回に燈を四分圈だけ運行せしむるときは、冬期と爲りて、晝短く、夜長さを致すなり。

夫れ地球が毎歲太陽の周圍を運行するや、か恰もこの燈と其方法を同

第二十圖  
この圖は冬至  
即ち十二月二  
十二日（倫敦  
の正午）に於  
て太陽より地  
球を眺めたる  
光景を示すも  
のなり



ふし、冬より春を過ぎて夏に至り、秋を過ぎて復た再び冬に歸るに、その春と秋とに於ては、晝夜相平均するを以て、之をエクノクセス、即ち平分と名くるあり。

又夏期の間、北極地方に於ては、太陽斷えず、水平線上に在りて、没することなし。何となれば、この際太陽は西山に没せずして、北方より東方に迂廻するを以てあり。

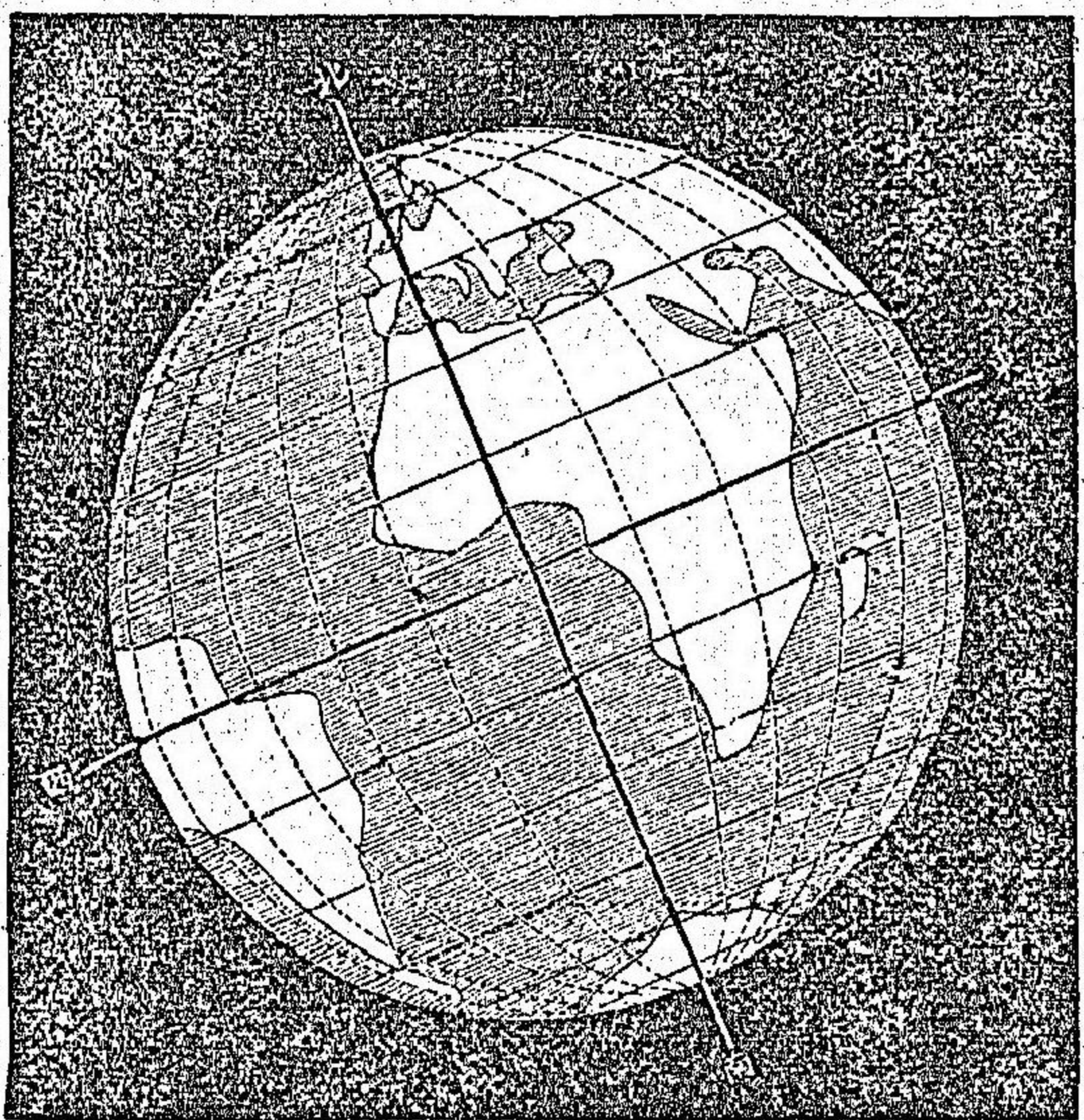


之に反して、冬期の間、同地方に於ては、太陽毫も水平線上に昇ることなく、斷えず夜間のみにして、晝日あることなし。又南極地方に於ても、正に

同一の光景を現はせり

第三十圖

この圖は春分即ち三月二十二日（倫敦の正午）に於て太陽より地球を照めたる光景を示すものなり



ふときは、兩地方全く晝夜を異にすと説かざるを得ず。然れども南極

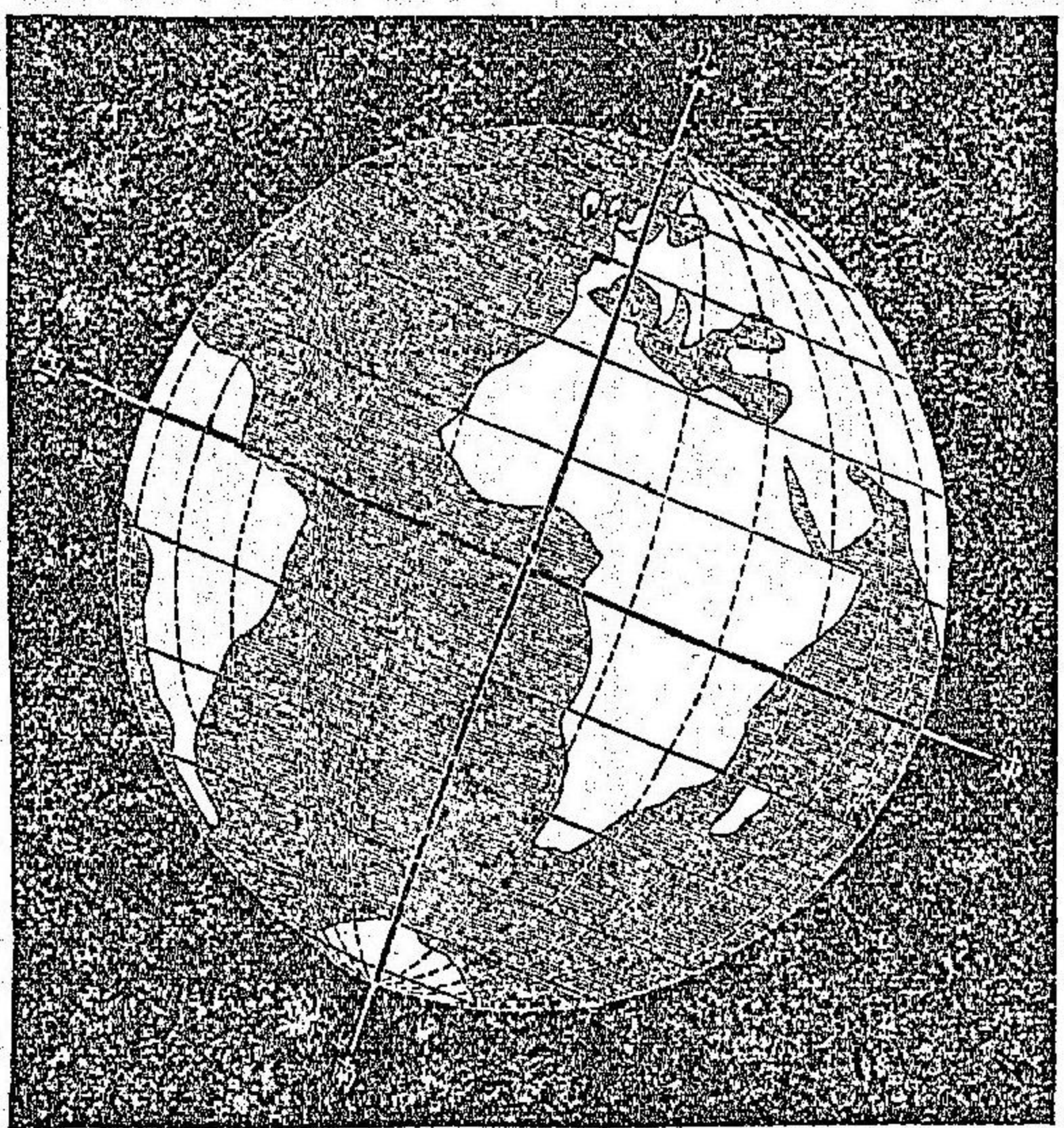
譯者云く。北極の常に晝あるときは、南極地方は常に夜に、又北極地方の常に夜なるときは、南極地方は常に晝あり。故にこの點より言

の冬期なるときは、北極は夏期にして、北極の冬期なるときは、南極は夏期あるが故に、この點より言へば、その各々夏は晝にして、冬は夜た

ること一あるあり

第四十圖

この圖は秋分即ち九月二十二日（倫敦の正午）に於て太陽より地球を照めたる光景を示すものなり



り、地球を照めたる時の光景を示すものあり。而して各圖の中央は、太陽

故に兩極地方共に六ヶ月の間は、常に晝にして、他の六ヶ月の間は、常に夜たるあり。  
第十一圖、十二圖、十三圖、十四圖は、春夏秋冬に於て、太陽



が各異の時期に存在せる點を表はすが故に、球をして是れ等の各異の位置に於て、各廻轉せしめよ。然らば前項に述へし所を一層明瞭に理會するを得るならん。

第十節 四季の變化は晝夜不平均より生ず

讀者諸君、諸君は既に晝夜不平均の生ずる所以の理由を會得せられしあらん。然らば又我か日本國にも、將た南亞米利加洲ある智利國にも、夏冬の別ありて、日本の夏なるときは、智利は冬に、日本の冬あるときは、智利は夏なること、將た地球上にては實際上に於て、季候變更し、赤道の南北に論なく、春夏秋冬の交代ある所以の理由を理會せらるゝならん。

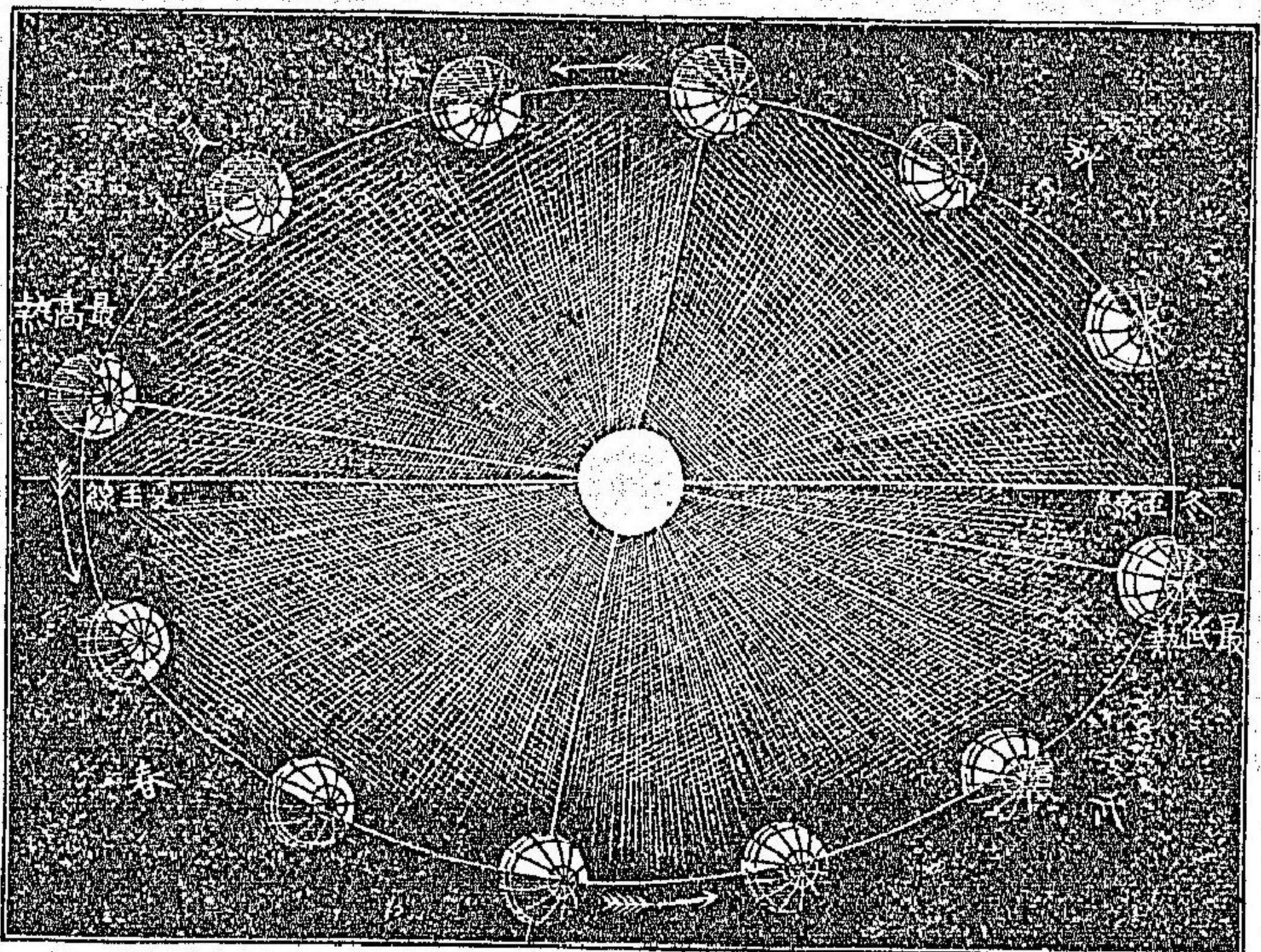
北半球たると南半球たるとに論なく、晝長く、夜短き時に當りては、その半球に於ては、毎二十四時間内に、太陽を見得べきの時間は、之を見得べ

からざるの時間よりも長し。故に熱氣増加すといへども、之に反して、その半球に於て晝短く、夜

長き時に當りては、太陽の在る間は、その在らざる間よりも短きが故に、寒冷を感ずるあり。

春期に於ては、その晝夜の平分なる、正に秋期に均しといへども、自然の力は、冬期の休息の間に、活潑の度を加へたり。故に春は開花の候にして、秋は凋落の候たるあり。

第十節 四季の變化は晝夜不平均より生ず



この圖は四季の變化を説き明かすものなり



第十一節

地上より見る所の異なるに從て太陽

と恒星との運動の甚異なるが如く

に見ゆる所以の理由如何

本節に於ては、地球上より天体を窺ふ所の場處の異なるに從て、その運動も亦異なるの觀を生ずる所以の理由を説かんとす。

獨り兩極地方に於て毎六ヶ月に晝夜の交代あるのみに止まらず、獨り赤道地方に於て常に晝夜相平分するのみに止まらず、又兩極地方に於ては星辰頂點を運行するが如く、赤道地方にては、殆んど同時に出没するが如く、又日本、英國、合衆國等に於ては、斜に運行するが如くに見ゆるの差違あるなり。

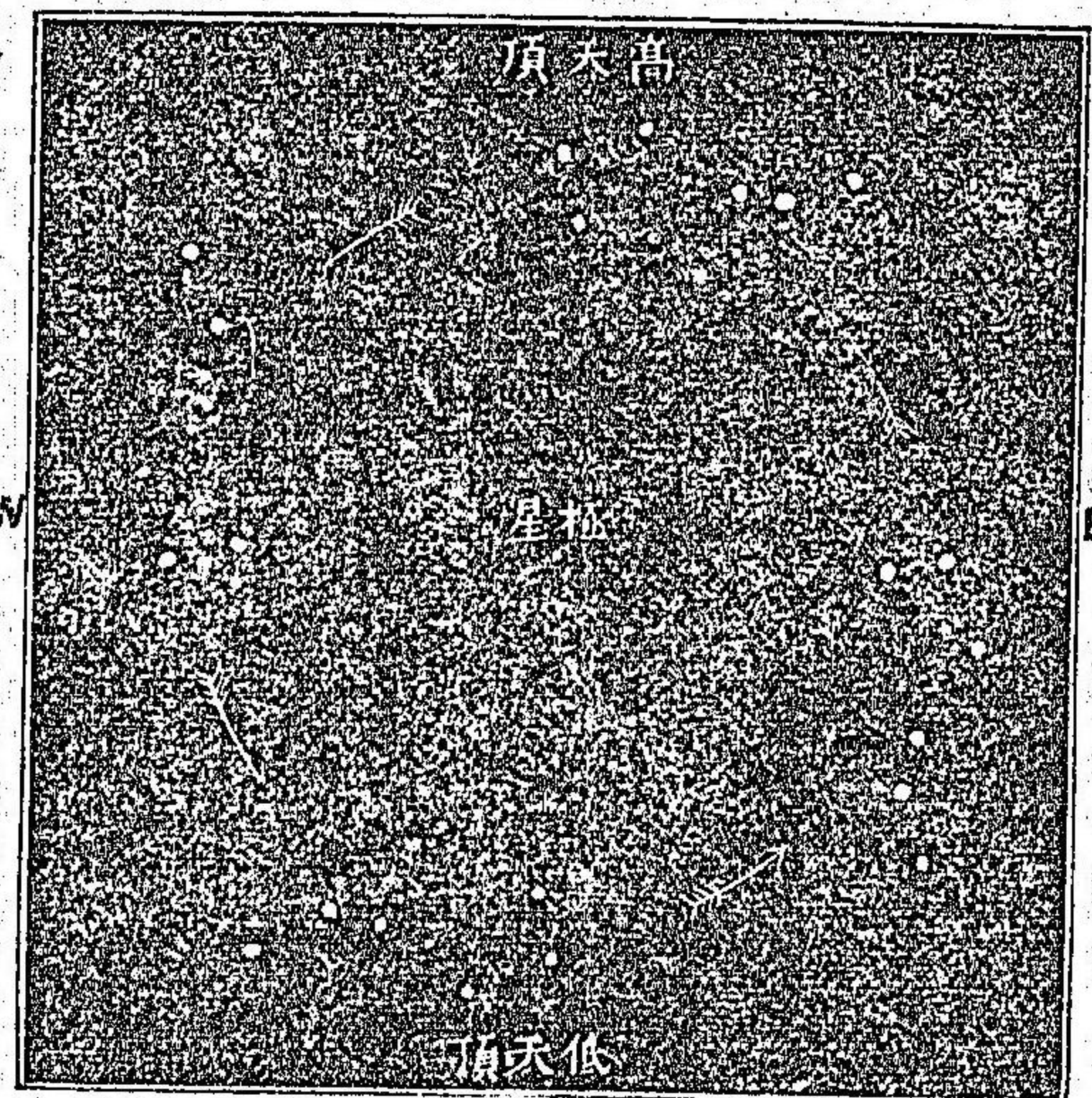
星辰が東より出で、西に没する所以の理由は、既に之を叙述したり。然

れども、猶講究すべき要項あり。即ち東西を除くの外、自餘の諸部に於ては如何するや、且つ如何に運動するやといへる問題は是れあり。

讀者の知らるゝ如く、我が日本國に於ては、南方に接近する星辰は、南方の稍々東に偏する邊より出で、正南の水平線上、最高點に昇るを常とし、東天より出るものは、漸く南に至りて、水平線上、稍々高き處を過ぎ、遂に西山に没するを常とし、北方に接近するものは、決して水平線下に没せず、決して水平線上の一點即ち北極

第十 六 圖

この圖は六時間を経て四箇處の異なる位置より北極星及び大熊星を眺めたるの圖にして、大熊星が北極星の周圍を運行する觀を呈する狀を示すものなり。



第十一節 地上より見る所の異なるに隨て太陽と恒星との運動の甚異なる如くに見ゆる理由如何



星の周圍を迂廻するにあらざるや。

北極星は第十六圖に示すが如く、大熊星宿の尖頭と同一線に在るを以て容易く之を認識するを得べし。

今前項叙述するところを説き明かさんが爲めに、小地球儀を執りて、その軸を眞直に爲し、如何なる場處に論ずるの水平線を瞭然たらしめんが爲めに、一片の厚紙を切りて二錢銅貨大のものと爲し、その中心を可及的上軸即ち北極に接近せしめて貼附し、若くは上軸上に之を置く。然るときは、北極に於て、若くは北極に近く起立する人は厚紙上の諸物を見るを得べきもその下に在る諸物を見ること能はず。——厚紙の邊緣は實に水平線を代表するなり。——今地球の運動に像らんが爲めに地球儀を廻轉し、而して壁上の星辰(第六節を參看すべし)が、極地に立つ人の眼上に如何に眺するかを注意せよ。然るときは直に知るあらん。厚紙は單に輪の如く廻轉するのみあるを以て、當初この人の視線内に

在りし圖書——即ち壁上の星辰——は常に依然として視線内に在るを。此理に由りて考察するときは、星辰は北極地方の人の目に見ゆる所に於て、出沒するとなく、常に水平線上ある同一の高處に存在す、只外觀上に於て、正北の周圍を廻轉する所以を知悉するを得べし。——北極星は勿論頭上に在り、星辰はその周圍を廻轉するあり。——又若し厚紙面以下に在る一圖——一星——を太陽と假定したらんには、如何は地球儀を廻轉するとも、この太陽を出沒せしむること能はざるべく、只氣候の變化を表せんとして爲すときの如く、地球儀を下方に傾くる時に於てのみ始めて水平線上に顯はるべし。

讀者是に於て想起せらるゝあらん。地球の北極は、半年の間太陽の方に傾き、又他の半年の間は太陽に反する方に傾くを以て、夏期半歳は晝ありて夜亦く、冬期半歳は夜ありて晝亦きことを、而して若し第十五圖を閱したらんには、夏期の間北極の周圍ある一小圈(即ち北極地方)常に輝くを以



て夜亦く又之と同一理にて、冬期の間は晝なきこと、又春秋二期の間は半圈輝き、半圈暗きと以て、地球の廻轉に従ひ、二十四時間毎に晝と爲り、夜と爲るを知らん。

以上は極地に於て天象を觀察したるの状況を述べたるものあり。請ふ是より赤道に於ては、如何なる現象を生ずるやを考察せん。之を考さん爲には、赤道上に例の厚紙を貼附し、而して地球儀を廻轉せよ。然るときは、厚紙は最早輪の如く廻轉することを止めて、稍銅貨がその邊緣にて廻るが如くに廻轉するからん。左れば、地球儀を廻轉して半に及ぶときは、全くその以前と異なりたる星辰、水平線上——厚紙の邊緣を以て代表せる——に顯はるべし。即ち北極星は、正しく水平線の北部に顯はれ、又南極は正しく水平線の南部に顯はれ、而して東方より昇れる星辰は精密に厚紙上を過ぎて、地球儀の廻轉するに従て、正西に没すべし。

此際若し一圖星をして太陽を代表せしめたらんには、地球儀を廻轉すること正しく半途に及ぶに當りて、太陽——即ち太陽を代表する一圖——は、厚紙の水平線上に昇るべく、猶半廻する時は、その線下に没すべし。而して地球は毎二十四時間に一廻轉を爲すが故に、太陽は十二時間にして水平線上に顯はれ、又十二時間にして線下に没すべし。左れば、赤道地方に於ては、晝夜常に平分すること明かあり。何とあれば、假令四季の變化を示さんが爲めに、地球儀を傾くるも、赤道に於ては猶晝夜の平分は依然たることは、讀者の知る所あればあり。

試に厚紙を地球儀の種々の位置に載せ、且つ之を載するに當りて、最初先つ赤道より始めて、北極へと進ましめ、而して星辰がその出沒に關する外觀上の運動に於て漸く變化を生ずるを注意せよ。然らば是れ等の理由は明々白々たらん。

以上叙述したる所は、赤道若くはその北方に於て、星辰の外觀上の運動



を視察したるの状のみに關するものあり。故に南半球に於て見ゆべき星辰の外観運動を考察せんには、彼の厚紙を地球儀上、赤道の南部に當れる種々の場處に置き、而して地球儀を廻轉して、その成蹟に注目せざるべからず。今先づ濠洲に於ける觀察者の位置に像らんが爲めに、赤道と南極との間に厚紙を置け。然るときは、赤道は我か北半球の如く、觀察者の南方に在らずして、その北方に在るべく、極地は北方に在らずして、南方に在るべし。是時に當りて、觀察者若し北方を眺めたらんには、星辰の出沒する状は、北半球に於て眺めたるど正に同一なるべし。只その異なる所は、右手、東に向ひ、左手、西に向ふが故に、隨て星辰の右方より昇りて、左方に沒するを見るべく、その北半球に於て出沒したると正しく反對の方向を指して天上を横斷するからん。甞に加之ならず、我が日本國に於て南方の水平線に近く眺めたる星辰を北方の水平線に近く眺むべく、又北半球に於て見ゆべき北方の星辰は、悉皆之を見ること能はざるからん。

南半球に於て見るを得べき星辰の外観運動を一層明瞭ならしめんが爲めに、假りに地球儀の上部を南と名け、又下部には北ある名稱を下し、而して地球儀を従前と反對の方向に廻轉せよ。原著者解釋を下して曰く、南半球の位置より赤道の方を眺むるときは、之を北半球の位置より眺めたるど比するに、地球は正反對の方向に廻轉するの觀あり。今之を時計に譬ふるに、若しその時計を透明なりと假定むるときは、その表面より眺めて左方に廻轉する時計も、裏面より眺むれば、右方に廻轉するなり。南半球に於ける觀察者が、赤道の方を眺むるときも亦然り。之を北半球に棲息する吾人が眺むるときに比するに、正反對の方向に廻轉するが如くに見ゆるは當然といふべし。故に吾人若し南極を上端とあしたらんには、地球の自轉に關しては、左右を顛倒せざるべからざるあり。



既にこの試験を爲したる上は、次に真正の南極を頂上に置き、而して以前（前）の如く、厚紙の水平線に由りて試みよ。  
地球儀上には多く木製の水平線あり、是れは地球の中心に於ける水平線を表したるものあり。——前に記せる厚皮の周邊は之に反して或る一處に水平線を表したるものあり。——木製の水平線は、又臨時に、地球儀の頂上に當れる位置の水平線を表するを得るあり。

## 第二章 月及び其運動

### 第一節 月は星辰の間を運行す

既に前章に於て、讀者は地球の形狀を明かにし、又その運動には兩様ありて、第一には、二十四時間に地軸を廻轉し、第二には、一年に一回太陽の周圍を運行することを了知せられたりと信す。

又讀者は、地球に斯く兩様の真正なる運動あるが爲めに、太陽と星辰と

に兩様の運動あるが如きの觀を生せしめたること、——即ち太陽と星辰とは、その日々の運動（運動）の（虚偽）に由りて朝夕出沒し、年々の運動に由りて吾人が黄昏に時を同ふして南方に眺むる星辰の月々にその物を異にし、一周年にして再び故に復すること、——を理會せられ、又既に地文學に由りて、地球の冷體なること、その周圍は大氣の環繞する所たること、この大氣は太陽熱の爲めに運動するものたることを理會せられたること、と信す。

今や吾人は一步を進めて、月に就て考察を下さんとす。

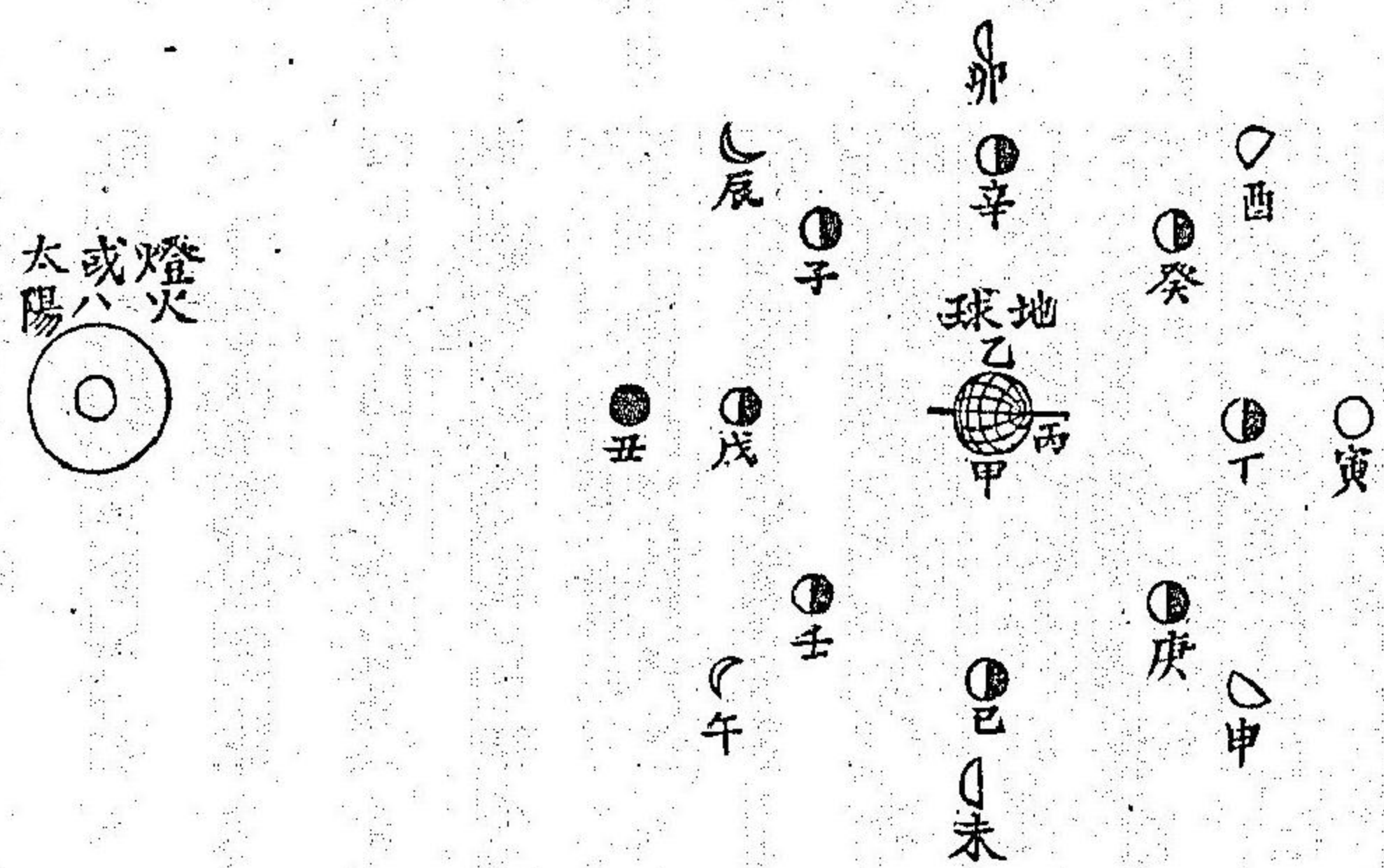
試に晴夜に當りて蒼天を仰視し、月が衆星の間に如何なる位置を占むるかを観察せよ。——小星、月に接近せる時に當りては、この小星を見ること易からざるが故に、大星の接近せる時に當りて、之を比見するを善しとす。——而して既に觀察したる以上は、その後數時——若くはその翌晚——復た之を観察せよ。然るときは、直に知らん、月は最早以前と位



置を同ふすることなく、著しく東方に移りたるを。  
 又月は常にその昇天の時刻を均ふするものにあらず。毎夕一時の四分の三乃至一時間づゝその時刻を遅くするを以て、當初は日没と同時に  
 出るも、漸く之に遅れて、數日の間に夜半に始めて昇天するに至り、又更に遅れて、日没後十二時間を経て始めて昇天するに至り、而して再び故に復りて日没と共に昇天するに至るものあり。この状況を説かんに、は  
 橙を一處に静止して之を地球に像り、又小球を月に像りて橙の周圍を廻轉せしむること第十七圖の如くすべし。  
 今この第十七圖の裝置を説かん。當初、月は太陽と同一線内なる戊の處に在るとせよ。この位置に於ては、吾人の目に太陽の近傍に在るが如くに見ゆるが故に、勿論亦太陽と同時に出没するが如くに見ゆるあらん。次に數日後に於ける月の位置を表せんが爲めに之を壬の處に移せ。然るときは、太陽は月に先ちて没するならん。何とあれば、甲に居る人の目

第十七圖

この圖は地球の周圍を月の運動するを説明するものなり



に見て、太陽は今正に没するも、月は猶水平上に在ればあり。又月を己の處に移せ。然るときは、甲に居る觀察者の正南に當れるを以て、日没の後、殆んど六時を経て始めて没すべし。次に月を丁の處に移せ。然るときは、日没に當りて正しく昇天し、而して夜半に正南の處に到るべし。何となれば、觀察者丙に在りと假定するときは、月の出没は太陽の出没に遅くるゝこと殆んど十二時なればあり。次に月を癸の處に移せ。然るときは、甲に居れる觀







今満月の夜に當りて、之を觀察せよ。然るときは、その太陽の如く圓形あるを知らん。此際亦その空中何れの處に在るやを觀察せよ。然るときはその太陽と相對する位置に在ること、——但し地球より見て言ふあり。——且つ然るが故に、日没に出て、日出に没する恰かも第十七圖の丁の如くなることを知らん。この場合に於ては、その太陽に面する一半即ち圖中の白き部分は、日光に輝かざるべく、太陽に反する一半即ち圖中の黒き部分は、勿論黯淡たるべきこと、猶我か地球上に於ては、一半の晝ある時、他の一半の夜なるに均し。而して圖中の丙より之を眺むるに、眼界に達する所悉く皆その光部ならざるは、あく、その暗部は毫も眼界に達せざるが故に、満月の觀を呈すると、圖中の寅の如くあるべし。是に由りて之を觀れば、月の圓満あるは、その太陽と相對する處に在りて、吾人の眼上にその光部のみを映するより起れること明かあり。月盈つるの後は、漸くその日没後に昇天するの時刻を遅くし、一週日を

經過するに及びては、夜半の頃に始めて昇天するに至らん。この時に當りては、その形早既に圓満ならずして、只その一半を見るを得べし。

問ふ。この際、月の圖中の孰れに在りや。

答ふ。癸の處に在り。故に丙より之を窺へば、その日光の爲め、輝かされたる部分即ち圖中の白き部分の全體を見ること能はずして、只その一半と暗部の一半とを見ることを得るが故に、その映する所は則ち酉の如き半月形たるに止まるなり。

尙相續で觀察と爲し、夜半後若くは日出前に月を窺ひたらんには、その漸く太陽に追及せらるゝの觀を呈するに従て、益々新月形と爲り、辛に至るに當りては、卯の如き形狀を爲し、遂に戌に至るに及びては、丑の如く全くその光を失ふからん。

問ふ。如何して之を試験するを得べきや。

答ふ。我か目と燈火との間に球を置くべし。その光部は全く之を見るこ



と能はざらん。斯る光景の時を稱して暗夜といふ。是れより數日を隔て、正しく日没後に月の現はるゝを待ちて之を見よ。即ち圖中の壬に在る時にして、午の如き薄き新月形を呈はすならん。今之を試験せんと欲せば、この壬の處に球を置き、橙の處に在りて之を観察せよ。新月形を爲せる光部は甚小さく、自餘の暗部は甚大あるを目撃し得べし。月は太陽を距るの度漸く増し、その没するの時間漸く遅るゝに従て、その吾人の眼界に達すべき光部漸く大と爲り、已に至るに及びては、未の如く半月形を呈はすべし。然るときは、日没に當りて正南の邊に顯はるゝなり。球を此點に置きて試みよ。その正しく此の如くなるを證するを得ん。又是れより一週を経て後、月を窺へ。然るときは、その再び満月と爲りて、太陽と相對する位置に在るを知らん。凡てこの類の試験を爲さんには、一室内に唯一の燈火若くは瓦斯燈を點し、又試験者は是れより若干尺を隔てたる場處に立ち、而して橙若く

は球を我か顔面の左右前後に動かすべし。必らずや月の變化する所以を明かにするを得べし。

故に月は地球の周圍を運行すること恰かも地球が太陽の周圍を運行するよ均しく、而して満月の期より満月の期に至るよ、大畧二十九日半を要するの理明かなり。但し實際に於ては、二十七日三分の一を以て地球を一周す。是れ地球も亦太陽の周圍を運行するに由りて然るを致すものなり。

### 第三節 日蝕月蝕は如何して生ずるや

前節の如く説明したらんは、或は思考する者あらん。月は毎月一回地球と太陽との間を通過するが故に、其都度必らず「日蝕皆既」あるものを生すべきの理ありと。然れども、下文に説明すべき道理に由りて、或る



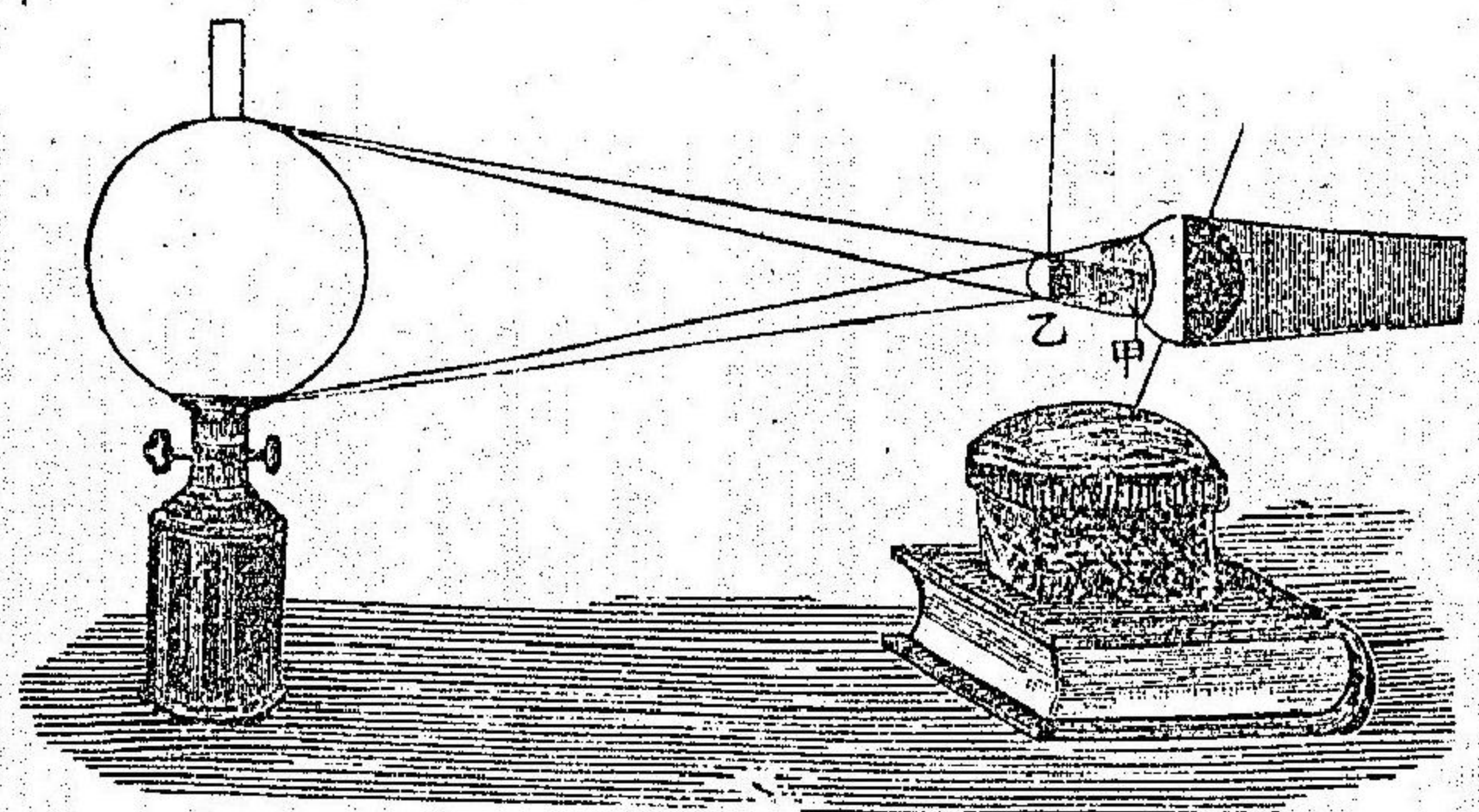
時は太陽の上部に接近する處を過ぎ、又或る時はその下部に接近する處を過ぐるを以て、毫も日蝕を生ずることなく、又假令日面を通過する時といへども、多くはその一部を通過し、一部を掩ふに止まるを以て、斯る場合に於ては、一部の日蝕「即ち日蝕何分」と稱するものを生ずるに過ぎざるのみ。

例の如く、橙と球とを用ゐて、この理を明かにせん。

卓上に燈火を置き、又若干尺を隔てたる處に大なる針氈を置いて、之に橙を貫きたる縫針を建て、又月を代表せる小球を垂して橙の周圍を運行するを得べからしめ、楮この月——即ち小球——を太陽——即ち燈火——と地球——即ち橙——との間に携へて、第十八圖に於ける乙の處に垂下し、月影をして地球に及ぼすべからしめよ。然るときは、地球上この影の及ぼす邊に於ては、毫も太陽を見ることが能はず。故にこの場處に在りては、日蝕皆既と爲るべし。然れども地球上の他部即ち圖中

第十八圖

この圖は日蝕皆既を示すのなり



層月を地球より離れしめよ。然るときは、月影は全く日光を遮ること能はずして、只太陽の中央のみを暗黒ならしめ、その周邊は平常の如く爛

の甲の邊に於ては、月影の最暗部は之に達せず、太陽は只一部を掩はる。故にこの場處に在りては、日蝕何分即ち一部の日蝕と爲るべし。更に一層乙より隔離せよ。この場處に在りては、太陽を見ることを得ること益々多く、その日光を遮る所の暗部は真正の暗部にわらずして、その周圍の半暗部あるが故に、僅に所謂半影あるものを生ずるに止まれるのみ。更に又一



然として恰かも金環状を爲せるを以て之を名けて金環蝕といふ。この理を一層明瞭ならしめんと思はゞ、第十八圖の橙を取除きて、之に代ふるに我か目を以てせよ。而して左の方法に據るときは、日蝕の生ずる所以を了知するを得ん。

(第一)第十八圖の乙即ち月影の邊に我か目を置け。然るときは日蝕皆既を見るを得へし。

(第二)月を以前の場處に置きつゝ、聊が下邊に我か目を移せ。然るときは、半月形の太陽即ち一部の日蝕を見るを得べし。

(第三)目をして益々月影の邊より隔離せしめよ。然るときは、益々日蝕の部分は減少すべし。

(第四)又目は(第一)の如くに爲しつゝ、月を之より遠からしめよ。然るときは、月は漸くその形を小にするを以て、日光の全部を遮ること能はず。而して太陽の周邊に金環状の光輝を放たしめ、所謂金環蝕の光景

を現はさしむべし。

日蝕の外に又月蝕あり。月が地球の影に當れる邊を通過するに由りて生ずるものあり。今之を試験せんと思はゞ、亦第十八圖の装置を用ゆべし。但しこの場合に於ては、月の代表物たる小球を、地球——即ち橙——と太陽——即ち燈火——との間に垂下せずして、地球を二者の間に居らしむるを要す。然るときは、月は地球の爲めに日光を遮らるゝを以て、全く暗黒と爲るべし。只その日蝕と異なる所は、日蝕は太陽と地球との間に不透明體の侵入するに由りて、太陽我か光を遮らるゝより生ずるれど、月蝕は本來不透明體ある月が地球の爲めに遮られて、日光を受くる能はず、隨て之を反射する能はざるより生ずるに在るあり。若し日蝕皆既の時に際し、月界に在りて我か地球を観察したらんには、必らずその上に一箇の黒點ありて、速に之を横斷するを見るべく、又その黒點の周圍には半影の一環あるを見るへし。然れども月蝕皆既の場



合に於ては、之と異ありて、地球の影は全く月を掩ふならん。コレツモ何故か。地球は大にして、月は小なればあり。

上來説明する所に據りて、讀者は定めし理會せられしからん、日蝕の生ずるの新月此時此みに於ては、月蝕は生ずるは満月此時此みに於てすること。今その理由は如何といふに、日蝕の生ずる時に當りては——辭を換へて之を言へば、月が地球と太陽との間に在る時に當りては——必らずその暗面地球の方に向ふべきに、之に反して月蝕の生ずる時に當りては、——辭を換へて之を言へば、月が地球を隔て、太陽と相對する處に在るに當りては、必らずその光面地球の方に向ふべければあり。

月は時に太陽と地球とを連接する一線の上方を過ぐることあり、また時にその下方を過ぐることあり。コハ上文に於て、既に説明したる所あり。若し果して然らざりしからんには、日蝕月蝕は連月起らざるべからざるへし。讀者請ふ球と燈と自由て之を試みよ。

今事實に就て之を説かん。月は地球の周圍を運行するものにして、その通路即ち軌道は殆んど圓狀を爲し、地球はその中心に在り。左れば之を説明せんには、一條の金線を軌道とし、之をして球の周圍に圓狀を爲さしめ、又たその金線を以て貫ぬきたる小球を月と假定し、又一方に燈火を置きて之を太陽と定め、斯くて金線上の月——小球——を運動せしむるに、金線若し地球——燈——及び太陽——燈火——と水平の位置に在るときは、月は廻轉する毎に必らず地球と太陽との間を過ぐららん。然れども實際上に於ては、月は必らずしも斯くの如く水平線上を廻轉せざるあり。故に小球をしてこの水平線の上下を通行せしめんには、金線の燈火と燈との間に在る部分を上下に屈曲せしめざるべからざるなり。

更に一層この理を明白からしめんが爲めに地球の場合に於けるが如



く、水を充てたる盥を用ゐ、その中央に一箇の球を浮かしめて、之を太陽に像り、且つその一半は水上に、又他の一半は水中に在らしめ、又盥の側邊に接近し、一箇の小球を浮かべて之を地球に像り、之をして太陽の周圍を廻轉せしめて、以てその年々の公轉を表せしむべし。然るときは、地球の軌道は、水面に在るが故に、この水面ヨソ正しく日蝕の表面なるべし。(第二章第八節を參看すべし)。

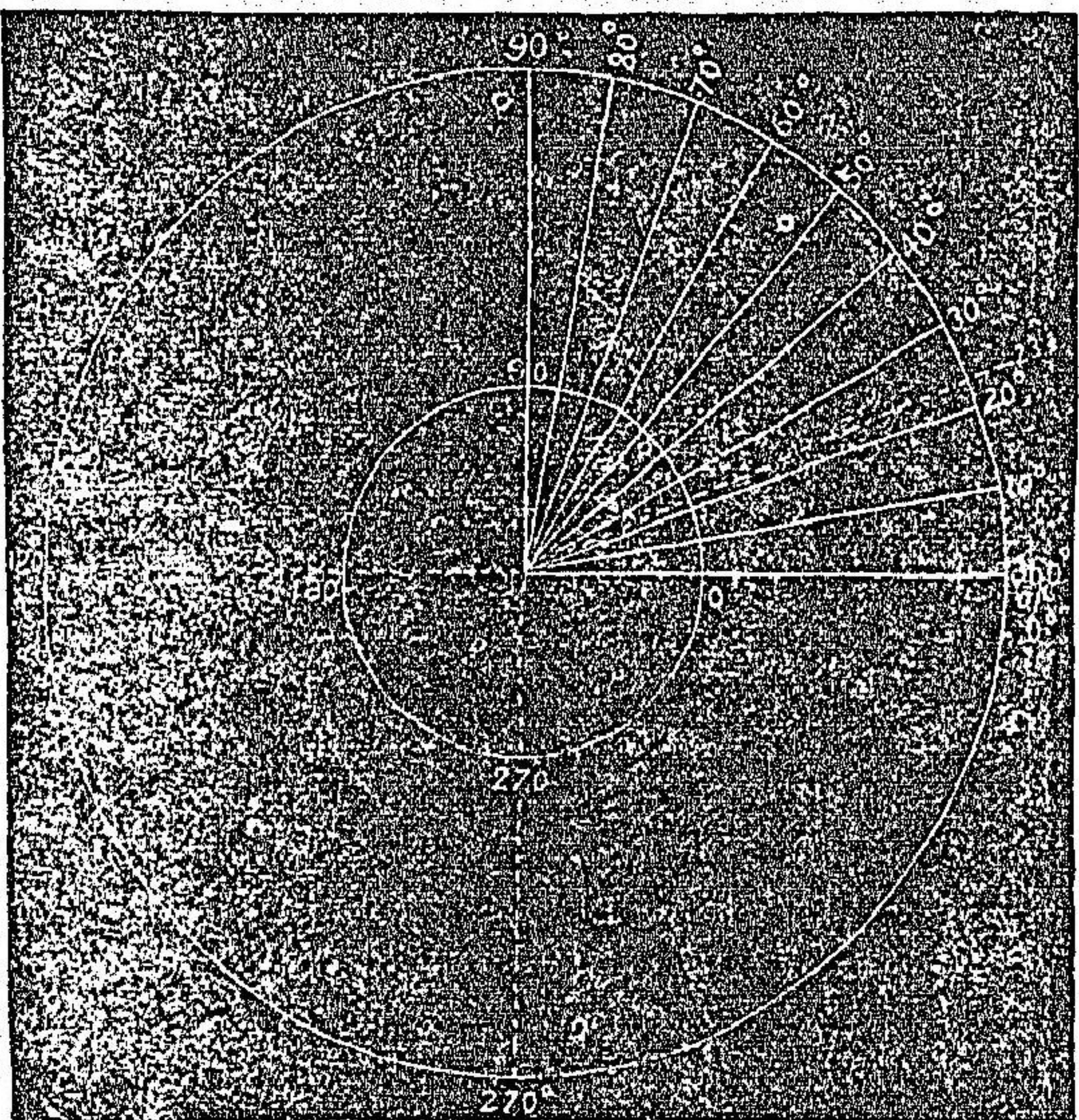
然れども、前既に述べし如く、月の軌道はこの水面と並行せずして、その上下に傾斜するが故に、その運行する毎に蝕の起るを必せず。今若し前の如く金線を執りて月の軌道に像り、その一半を水中に屈曲し、他の一半を水上に屈曲して、地球の周圍を環繞せしめたらんには、この軌道の黄道面に傾けるを知らん而して軌道と黄道面と相接する處を接合線といふあり。

夫れ斯の如く、月の軌道は黄道面に傾くものとするときは、日蝕月蝕の

起るは月が太陽と地球との間に來るに際して、偶々その居る所は軌道中の接合線に接する處たる時のみに於てすること明かあり。何とあれは、この時に當りてのみ月は地球と太陽との間に於ける同水平線の場處を通行すべければなり。故に月はその軌道中の接合線に接する處に

在る時の外、日蝕月蝕を生すべきの理なし。何とあれは、月が太陽と地球との間に來るに當りて、黄道面の上下に在るも、太陽地球と同線内に在らざればなり。而して實際に於て、日蝕月蝕は毎月必ずあるにあらざ

第十圖  
この圖は圖の度目を示すものなり





るが故に、吾人はこの假定の正しさを確知することを得るあり。  
地球がその軸の周圍を廻轉するに當りて、その運動面の黄道面の方に傾斜せることは、前章既ち之を叙述し、茲に又本章本節に於ては、月が地球の周圍を運行するに當りて、その運動面は亦黄道面の方に傾斜せることを理會したり。故に更に一步を進めて、この兩様の場合お於ける傾斜の度を説明せん。とす。

天文學者は、この傾斜の度を説明せんが爲めに、あらゆる大小諸圈を三百六十度に分割したり。(第十九圖に○○○とあるは即ち三百六十度の事あり) 今若し圈の中心よりその周邊に向て甲乙二線を畫したらんには、甲線が周邊を分割する點と、乙線が周邊を分割する點との間の度数は、以て中心に於ける二線間の角度を測るべき者たるべし。斯の如くして測るときは、地球の自轉面は、之を黄道面に比するに凡そ二十三度の傾斜を爲し、月の公轉面は、之を黄道面に比するに五度強の傾斜を爲せるを

知ることを得るあり。

#### 第四節 月は何に似たりや

月は地球を距ること僅かに二十五萬哩にして、天體中の最も吾人に接近したるものあるが故に、その表面上の諸事を識得するに屈竟なる、蓋し之に優るものはなかるべし。  
肉眼を以て月を眺むるときは、その表面雜色を呈して、或る部分は爛燦たり、又或る部分は黯淡たるあり。左れば、古人はこの黯淡たる部分を海からんと思考し言へらぐ。月も亦地球と均しく、大小洋海ありと。其の後大望遠鏡を用ゐて之を觀察するに及ひて、始めて月面には海、河なきことを知れりといへども、猶洋海の名義を有ち、月界圖に於ては、靜穩海又は暴風海と云ふいへり。讀者若し月界に就て、何事をか知らんと思はば、須らく望遠鏡の助を假るべし。——但し、小望遠鏡は効驗なし、その大を



るを善しとす。——然るときは、その大小諸山の起伏し、谿谷のその間に存在せるを知らん。尤も是れ等の諸山は、我か地球上の諸山の如く草木榛々たるにあらずして、所謂赭山たるなり。又月界に河湖の在るなく、且つ吾人の既に知りたる限りの處にては、一滴の水だもなきが故に、隨て日光を防ぐべき雲霧もなく、殊に甚しきは、大氣スラあるべしとは思はれず。是れ等の諸事に由りて推すときは、生物の棲息すべき理なし。又その表面の大半は既に破裂し盡したる火山の跡を存し、而して是れ等の火山は地球上の火山と頗るその趣きを異にせり。

月界に關する事實は大畧前陳の如し。今この事實に基きて考察するに、我か地球の状態を以て、自餘の諸天體の状態を推すことを得べきや否や。恐らくは推すこと能はざるならん。試みに一滴の水なく、隨て雲雨氷雪等なく、又河海なく、又隨て動物の生命を維持すべき植物なき世界ありと想像せよ。又試みに最も劇烈なる日光と最も黯淡たる暗夜との中

間に位すべき薄明なき世界ありと想像せよ。又試みに音響なき世界——音響は空氣の傳ふる所なるが故に、空氣なければ、音響なきなり。——ありと想像せよ。その状態は豈我か地球と全く異なるにあらざるを得んや。

然らば則ち月と地球とは毫も類似する所なきか。曰く有り。月は自己の光に由りて輝くものにあらずといふの點に於ては、地球と相類似せり。夫れ月の光部は則ち日光の映する部分にして、日光映せざるときは、吾人は月を見ること能はず。左れば、月は太陽より受けたる光を反射するものにして、自ち光を發するものにはあらざるなり。月の直徑は凡そ二千哩たり。而してその物質は地球よりも輕し。——その容積に比例して言ふも然り。——是を以て天文學者は地球の稠密を一と定め、月の稠密を三分の二と定めたり。

此事に就て少しく説明する所あらん。世に稠密にして重きものあり、若



くは甚輕きものあり。例へば鉛は甚稠密にして甚重きも、塞子は甚輕きの類是れあり。左れば、一寸立方の鉛と、一寸立方の塞子とを取りて之を量りたらんには、鉛は若干匁あるを以て重く、塞子は亦若干匁あるを以て輕しといふとを明かにするを得ん。然るに若し鉛の一寸立方に對するに塞子の一寸立方を以てせずして一尺立方若くは一間立方を以したらんには如何。その比較は立たざるあり。地球と月との重量に就て言ふときも亦然り。その地球を重しといひ、月を輕しといふものは、各物質の同立方に就ていふものと知るべし。

天文學者は獨り地球と月とを構成する物質の重量を知れるのみに止らず、併せて兩者の容積の幾何立方哩若くは幾何立方寸、幾何立方尺なるかを知れり。故に地球の稠密の度は若干にして、月の稠密の度は若干あることをも知れるあり。即ち地球の物質は、之を月の物質の同量に比するに、一倍半あることを知れるあり。前段に月の稠密の度は地球の三

分の二に當るといひしも之が爲めなり。

又普通の方法に従ひ、水の重量即ち稠密の度を一と定むるときは、地球は五と二分の一に當り、月は三と二分の一に當る。今この方法を諸天體に應用するときは左の如し。

(甲)その立方哩若くは立方寸に於て表言せる容積は——その大さ何立方哩若くは何立方寸といふ義なり。——その直徑に由りて之を決定す。

(乙)その重量——詳に言へば、その若干匁若くは若干斤ありといふこと——はその自餘の天體に及ぼす作用に由りて之を決定す。

(丙)その稠密——詳に言へば、その一寸立方若くは一哩立方若干量といふこと——はその容積を以てその重量を除して之を知るを得るものなり。

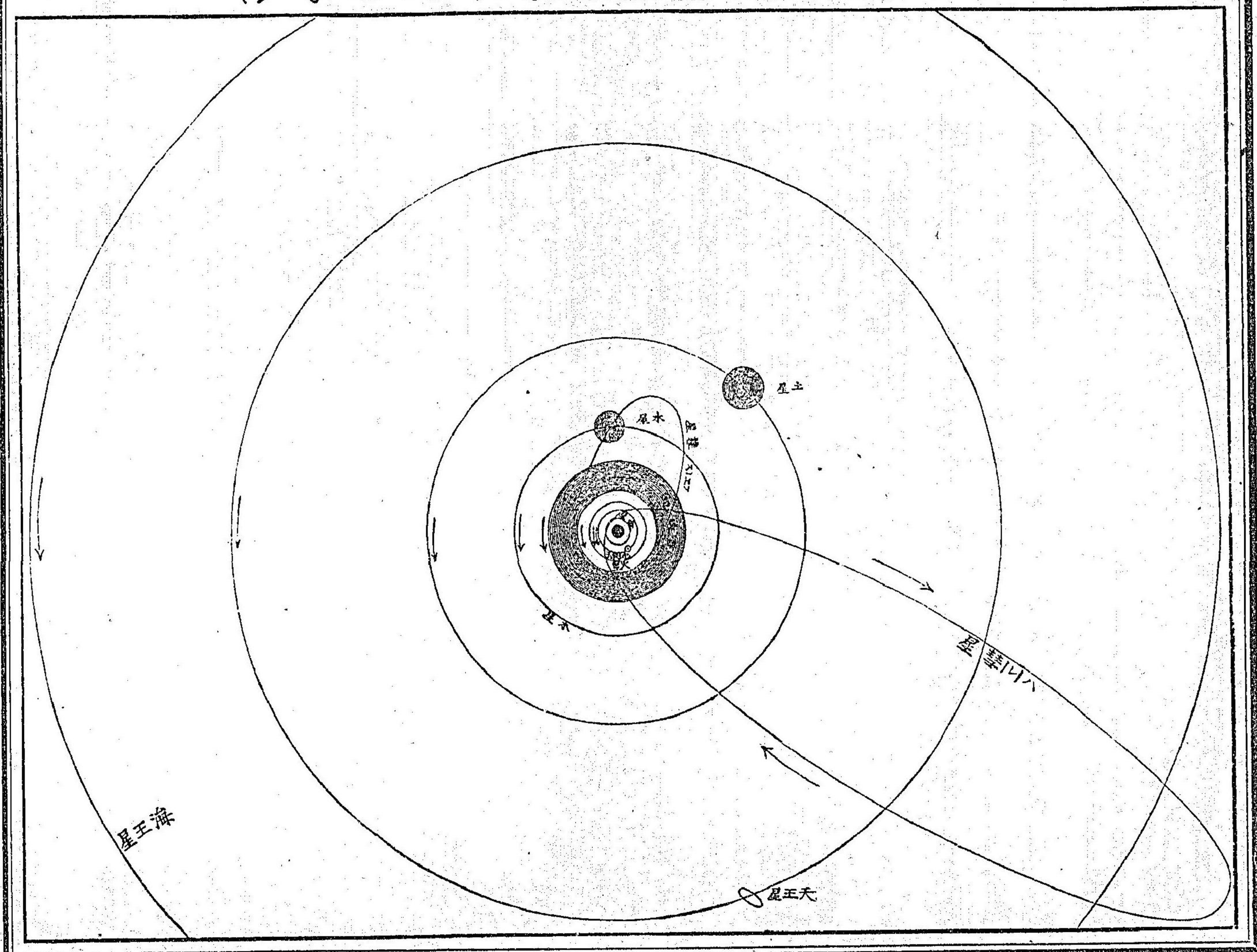
月は常に同一の側面を地球の方に向はしむるものなり。何とあれば、そ



の周囲を運行するに當りて、亦徐に自己の軸上を迴轉し、而してその一運行に要する時間と一廻轉に要する時間とをして正に相均しからしむればなり。之を譬ふれば、恰も地上に一箇の棒を立て、手に之を支へ、この方に我か顔面を向はしめつゝ、その周囲を一廻するか如し。この時に當りて我れに接近する事物を一瞥したらんには、我れは棒の周囲を一週し畢る毎に亦一廻轉を爲し畢ることを知らん。

左れば月は一公轉を爲す毎に正しく一私轉を爲すものにして、太陰月は我か地球の凡そ二十九日に當るといふはこの事實あるか爲めなり。夫れ地球は凡そ十二時間即ち半日間、日光に輝かざるゝに、月は凡そ十四日間即ち二十九日を折半したる時限の間、日光に輝かざるゝを以て、その表面も亦隨てこの十四日連続せる間に激熱を受くること、又他の十四日間相續て夜分たるに際して、酷寒に陥ることを想像するを得るあらん。

第二十圖  
 {りあのもす示を系陽太は圖のこ}





### 第三章

#### 太陽系

##### 第一節

若し地球の如き數箇の物體ありて一層太陽に接近したらんは如何なる觀を呈するや

前二章に於ては、吾人は我が棲息する地球と、その衛星たる月とに就て叙述し、傍ら廣大なる太陽と、叢爾たる星辰譯者曰く茲のみに叢爾に依りて言ふなどに論及したるのみ。未だ嘗てその他も天體あることを叙述せざりき。

今や一步を進めて、若し我が地球の如き、自己の光輝を有せざる數多の天體ありて太陽の周圍を廻轉したらんには、吾人の目前に如何なる觀を呈するかを講究せんとす。



吾人は先づ第一着手として、地球よりモ一層太陽に接近し、その周圍を運行する物體に就て説かん。今燈火を以て太陽を代表せしめ、橙を以て地球を代表せしめ、又球を他の地球事即ち他の遊星のと假定し、然る後この新世界遊星即ち他の地球の事なりが太陽の周圍を廻轉するに從て如何なる

第 二

陽との間に在る物

十

體の運動

一

を説示するものなり

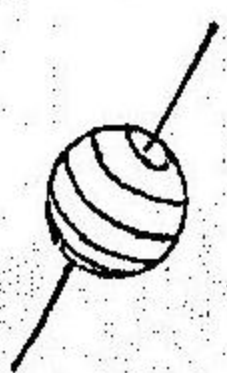
○丙



觀を呈するかを示さんか、爲めに燈火の周圍に球を廻轉し、橙の方より諸種の位置に於て之を觀察すること第二十一圖の如くせよ。

第二十一圖に於ては、最初先づ燈火と橙との間に甲の處に球を置くべし。然るときは、球の太陽燈火と同線内に見ゆべく、太陽に伴ふて上天を運行すべし。尤もこの場合に於ては、日光の爛燦たるが爲めに、光輝を奪はれて、人目に見ゆる能はずといへども、その太陽と共に出沒すること

圖



は理に於て明かあり。

次に球を乙の處に移せ。然るときは、太陽の右方に見ゆべく、且つ日出前に出で、日没後に没するを以て、只日出前にのみ之を見ることを得べし。但しこの際、實際に於てこの星の斷えずその位置を變更し、日々太陽の傍を遊行しつゝ、あるあり、遊星の原語プラネットは、本來遊行者といへる意義なり。然れども、恒星と同じく、白晝は日光の爲めに掩はれて見えざるあり。

又丙なる位置に之を移せ。然るときは、太陽と共に出沒し、甲の位置に於けるが如く、日光に掩はれて見えざるべし。

次に丁ある位置に之を移せ。然るときは、太陽の左方に位し、日出後に出て、日没後に没するを以て、日暮の後にのみ見るを得べし。蓋しこの天體が月と同一ある變化を受くること、夜半に於ては決して見ることを能はざることは、瞬間の考察に由りて明々白々たるを得ん。

第一節

若し地球の如き數箇の物體ありて一層太陽に接近したるんには如何なる觀を呈するや



然れども、日月と、この天體との間には緊要ある差違あり。即ち地球が太陽の周圍を廻轉するに當りて、常に殆んど同距離の處に在るが故に、太陽は常に殆んど同一の容積を顯はし、月が地球の周圍を廻轉するに當りて、亦常に殆んど同距離の處に在るが故に、亦常に殆んど同一の容積を顯はすといへども、——注意せよ。同一の形狀とは言はず。同一の容積と言ふあり。——彼の新地球即ち他星は、太陽の周圍を廻轉するに當りて、時に或は地球と太陽との間に在ることあり、又或は太陽を隔て、地球と相對することあるが故に、その距離の變更するに従て、その容積も常に同一の觀を呈せざるあり。

是を以て、吾人若し望遠鏡を用ゐて、この新地球を觀察したらんには、その容積の變更するを見るを得べく、又その形狀の月の如く變更するを見るを得るあらん。加之ならず、若し大氣清朗なるの時に當りては、その海と陸とをも併せて見るを得るあらん。而してこの星は又その運動するに由りてその軸を廻轉するの遅速——即ちその一日は我が地球の一日よりも長きか短きか——を確知する得べきなり。

### 第二節

若し地球の如き數箇の物體ありて一層太陽より隔離したらんには如何なる觀を呈するや

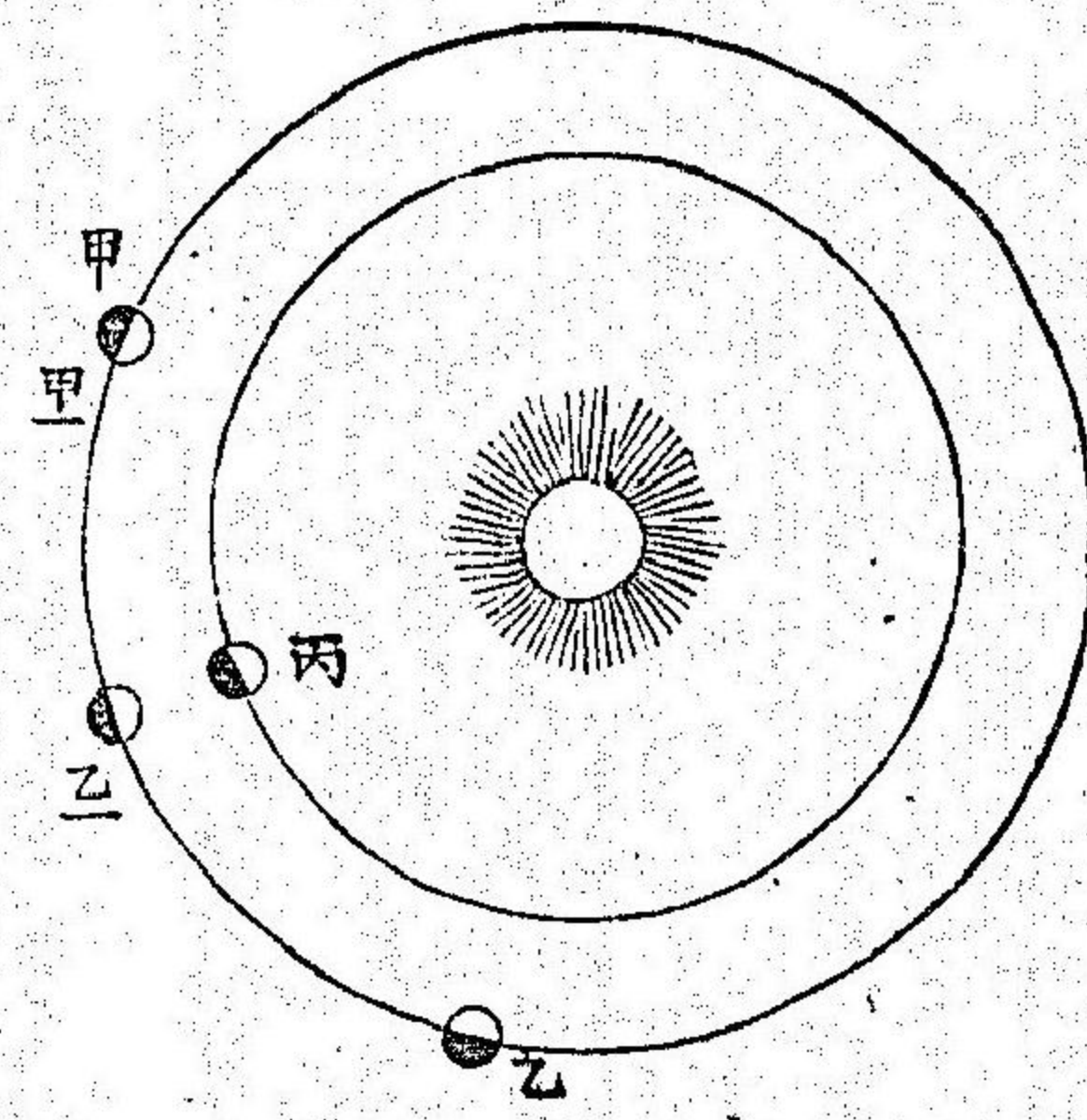
我が地球以外に在る他の地球の外觀を示さんと欲せば、太陽の周圍に、地球の軌道以外に一圈を畫し、球をしてこの圈上を運行せしむるを以て足れりと爲すべし。

今第一着手として、太陽を隔て、地球と相對する處に球を置かんに、然るときは、球は日光中に埋没するあらん。又之を左方に廻轉するとき、太陽の左方に見ゆべく、前に記せし、我が地球以内の地球と同じく、日没後、没すべし。然れども、之を廻轉して四分圈に及ぶも、猶相續ぎて之を



廻轉するときは、球は復從來の如く太陽に接近することを爲さず却て地球と太陽との間を過ぎて、漸く太陽に遠隔するが如し。而して結局地球を隔て、太陽と相對峙するに至る。この時に當りては、日没後に昇りて、夜半に南方に見ゆべし。是れ既に述べし如く、地球よりも一層太陽に接近する天體に在りては、有り得べからざる事たるなり。

第二十二圖 この圖は地球の軌道以外に在りて太陽の周圍を運行する物体の運動を説明するのなり



の地球の如く諸種の變形を顯はすことあり。又内星は太陽の一方より

茲に又注意すべき事あり。この星は、光部の殆んど全面を地球の方に向はしむるものあり。——假令以第二十二圖に在る甲乙兩位置に於ては、暗部の一部を顯はすにせよ——故にこの地球外の地球は、彼の地球内

他方に運行するの觀を呈するも、外星は只我が地球以内を彷徨するのみ。左れば、斯の如き物體は、固よりその容積を變更するには相違なきも、内星の如くその變更の度甚しからざるなり。

### 第三節 斯の如き物體ありや否や——遊星

前二節に叙述したる物體——即ち地球以内の地球及び地球以外の地球——は實際に之ありや。曰く有り。而して皆之を遊星と名く。地球も亦遊星の一あり。何と云へば、地球は、自餘の遊星上に棲息する天文學者——若し自餘の遊星上に天文學者棲息すとするときは——の眼より

見るときは、亦遊星中を運行すべければあり。是れ等の遊星中に、就て、その重も亦あるもの、地球を合せて、八箇あり。皆希臘羅馬の諸神の名を執りて之に命し、而して兩箇の地球以内に在る遊星を水星及び金星といひ、自餘の地球以外に在る遊星を火星、木星、土星



天王星、海王星といふ。この中、水星、金星、火星の三者は地球よりも小さく、自餘の四者は地球よりも大なり。水星及び金星は、内遊星——即ち地球と太陽との間に在る遊星——ありと知らる。何とあれば、この兩星は、太陽の左右に運行し、且つ内遊星が斯く爲すべきことは前に述べたる所あればなり。又水星は常に太陽に接近するを以て、日出前に早く昇り、若くは日没後に晩く没するとは甚稀あり。故に充分に之を見るを得るの時は少なしといへども、之に反して、金星は日没後、若くは日出前に永く顯はるゝを以て、明かに之を見るを得。而してその日出前に顯はるゝを曉の明星といひ、日没後に顯はるゝを宵の明星といふなり。

外遊星は、天上を充分に運行す。——前にモ斯る物體は斯く爲すべしと述べし如く、——然れども、是れ等の運行は、吾人が橙と球とに由りて示したるよりも一層複雑したるものとす。何とあれば、地球は静止不動のものにわらずして、外遊星より一層速に、將た内遊星よりも一層遅く、太陽の周圍を廻轉すればあり。故を以て外遊星の眞正の外觀運動を知らんと欲せば、前圖に由りて、外遊星——即ち球——を廻轉せしむると同時に、橙を廻轉せしめ、且つ橙の廻轉する割合は、球の廻轉する割合に従はしめざるべからず。

太陽とその周圍を廻轉する諸遊星とを合稱して太陽系といふ。實に太陽の勢力の下に在る天體は皆太陽系に屬するなり。左れば、諸遊星の外に亦太陽系に屬するものあり。即ち彗星及び落星は、諸遊星と相合して太陽系を構成し、太陽を戴きて首領と爲す。第二十圖、即ち太陽系の圖は、同系を上方より觀察したるの狀を畫けるものなり。然れども、太陽系に關する眞正の觀念を喚起するは、圖畫の能くすべきにあらず。この觀念を得んと思はば、先づ直徑二英尺強の球を太陽ありと假定



し。罌粟の一粒を水星と定めて直径百六十四英尺の圏を廻轉せしめ、一粒の豌豆を金星に充て、直径二百八十四英尺の圏を廻轉せしめ、地球にも亦一粒の豌豆を充て、直径四百三十英尺の圏を廻轉せしめ、稍大なる針頭の針なりを火星と見做して、六百五十四英尺の圏を廻轉せしめ、小遊星——小遊星はその數凡そ二百あり、後に詳あり。——の場合には、數多の砂粒を撒きて、一千英尺乃至一千二百英尺の軌道を行かしめ、木星には中等大の橙を充て、周邊凡そ半哩の圏を行かしめ、土星には小橙を充て、一哩の五分の一ある圏を行かしめ、天王星には大なる櫻實若くは小さき梅實を充て、周邊一哩半以上ある圏を行かしめ、海王星には大なる梅實を充て、直径二哩許ある圏を行かしむべし。斯くて始めて太陽系に關する眞正の觀念を得べきなり。

地球と太陽との間の距離——前項の比喻の所謂四百三十英尺を折半したるもの——が凡そ九千二百五十萬哩あるとは、既に上文に於て之

を叙述したり。予は讀者に向て、この距離の觀念を得せしむるの法を知らず。只予は言はん。若し一時間に三十哩の速力を有する瀛車が一千八百九十年一月一日に地球と出發したらんには、二千二百二十八年の中間に始めて太陽に達するを得べしと。

この概見を腦裏に有しつゝ、先づ内遊星——即ち地球よりも一層太陽に接近せる物體——に就て、左に叙述する所あらん。

### 第四節 内遊星

#### (一) 水星

水星は太陽に最も接近したる遊星にして、太陽を距ること凡そ四千萬哩あり。之を地球が太陽を距ること九千二百五十萬哩あるに比すれば、その半よりも近し。又その直徑は地球の殆んど三分の一に當る。此星は決して太陽の近傍を離るゝことなし。是を以て日没後若くは日出前に



時を定めて之を見るを得。この星はその軌道を廻轉するに八十四日を要するが故に、その一年は我が一年の四分の一弱に當る。而してその軌道は月と同じく、稍々黃道面に傾けり。更に詳に之を言へば、若し地球の軌道を以て水面に浮べりと假定するときは、水星の軌道の一部は、少しく水面以上に在るべく、又その一部は少しく水面以下に在るべし。又前既に述べし如く、この星が常に太陽に接近して現はるゝことは、前に載せたる太陽系の圖に於て明かあらん。而してその太陽の左方に現はるゝときは、日々太陽の後に從ふが如きの觀を呈して、その没するも亦太陽没するの後に於てし、之に反して、太陽の右方に現はるゝときは、日々太陽に先づが如きの觀を呈して、その曉天に昇るも亦日出の前に於てせり。

望遠鏡を以て之を窺ふに、水星は漸くその形を變化すること月に異ならず。その然る所以の理由も亦月と同一なり。讀者若し之を理會せんと

思はゞ、請ふ遡りて第二十一圖を見られよ。同圖は球をして水星を代表せしめ、その軌道を廻轉するに從て、その位置を變更せしむるものあり。而してその地球と太陽との間に在る時(即ち所謂インフ井リア、コンジャンクシヨンの地球と太陽との交會)たる時は、吾人之を見ること能はず。何とされば、黯淡たる偏面のみ吾人の方に向へばあり。然れども漸く廻轉するに從て、漸く爛燦たる偏面を現はし、最後に太陽を隔て、遠距離に在る時(即ち所謂スーピリア、コンジャンクシヨンの最高交會)たる時に、吾人はその爛燦たる偏面の全部を見ることを得るあり。

水星其物に就ては、吾人殆んど之を知る能はず。即ち吾人は、

(甲)水星は地球と均しく、その表面に水陸を有するや否や。

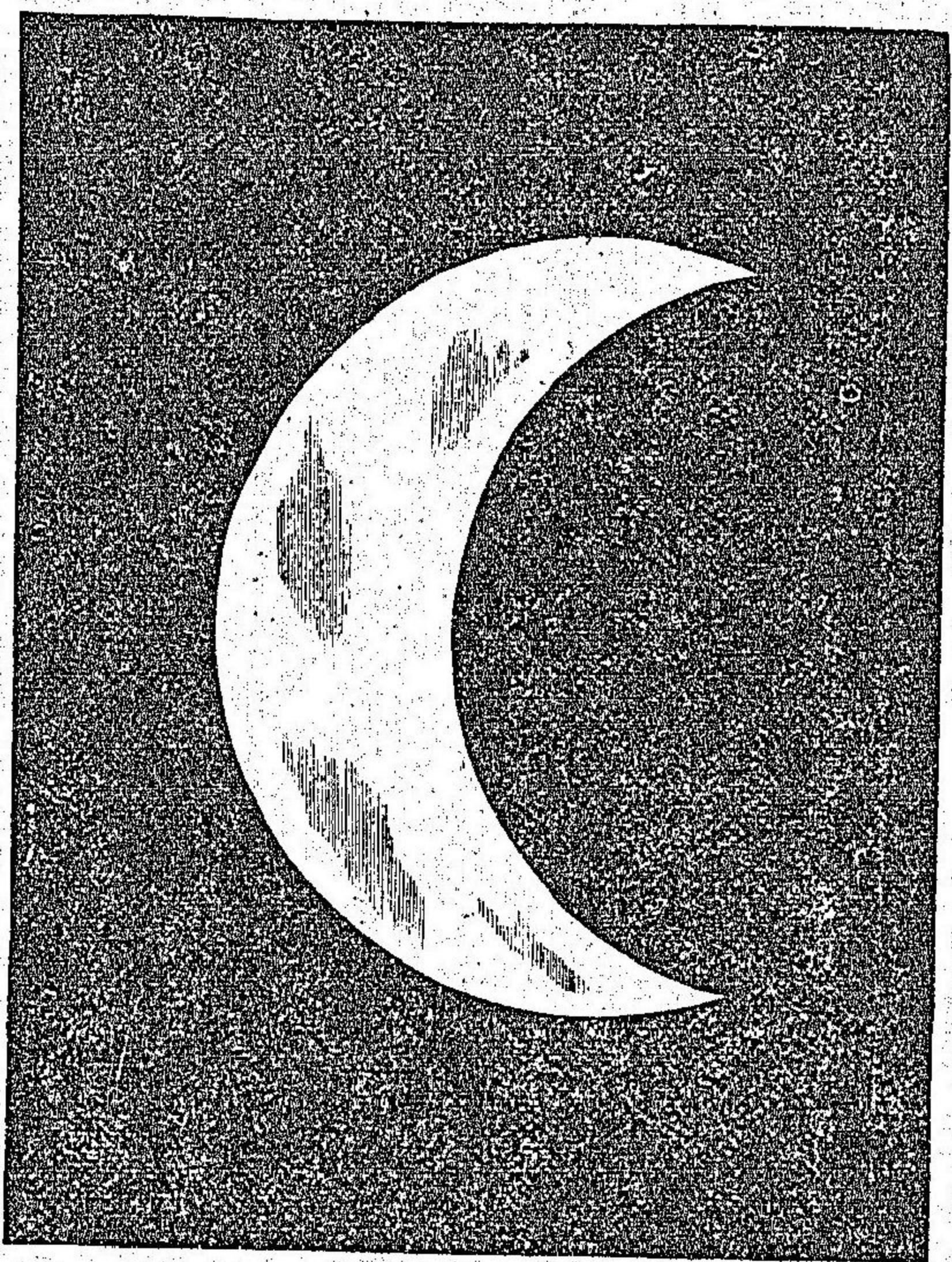
(乙)月と均しく水を有せざるや否や。

(丙)若しその上に住民ありとするも、之を保護して太陽熱に襲はれざらしむべき濃厚靄翳たる大氣を以て之を環繞するや否や。



を知らざるあり。吾人は只ろの地球に比して、一層密實あることを知るのみ。

(二) 金星



第二十 二 第  
この圖は  
金星がそ  
の表面に  
模型を現  
はすこと  
を示すも  
のなり

水星に次で太陽に接近する星を金星とす。金星は太陽を距ること六千七百萬哩にして、その直徑は殆んど地球に均し。この星

は概ね日没後若くは日出前に現はるゝを常とす。是れその水星と同じく、太陽の周圍を廻轉するを以て、その位置に依りて、或は早く、或は遅く現はるゝなり。故に此點に於ては、水星と異なることなし。只金星の水星と異なる所の、甲の軌道は乙の軌道の外方に在るが故に、太陽が恒星間に占めたる外觀上の位置より遠かれるを以て、吾人の目に一層能く之を視察するを得るあり。金星は遊星中の最も爛燦たるものあれば、その現はるゝに當りてや、一種特別の觀を呈し、誤認せんと欲するも、誤認すること能はず。又その公轉を爲すや、二百二十四日を經過し、その私轉を爲すや、二十三時十五分を經過す。

曩きに地球の事を解釋するの條に於て、その軸の傾斜せるが爲めに四季の變化を生したる事、地極は黃道と鉛直線を爲さずして二十三度傾斜せる事を示せり。第一章第八節の末、今金星はその傾斜五十度の多きに及び、鉛直線と水平線との間の殆んど半に位せるを以て、その氣候の



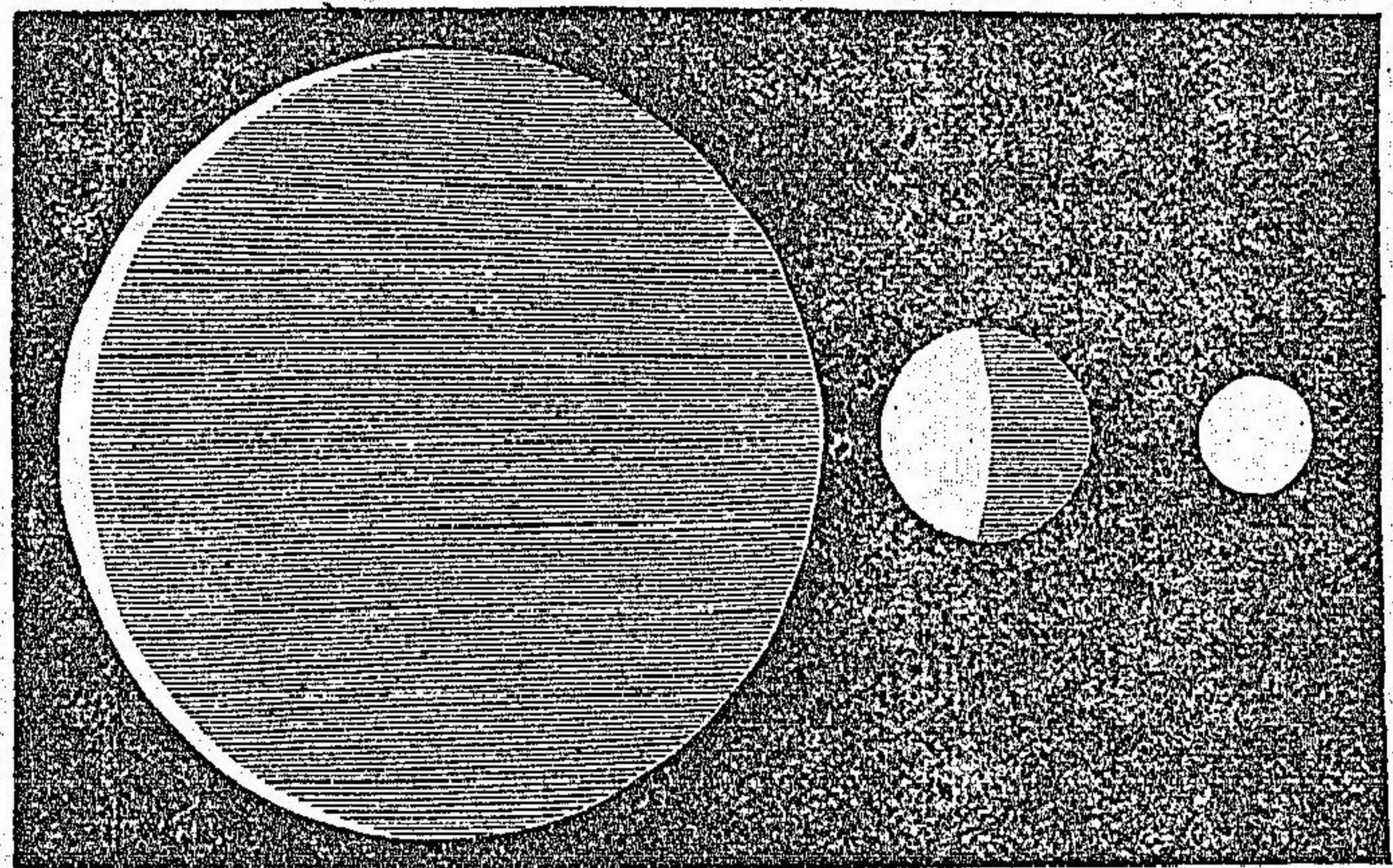
變化ハ我が地球に比するに更に一層大あり。  
 金星には又水星と同しく變形<sup>へんけい</sup>あり。その理由は固より同一あり。金星の表面に就ては吾人殆んど之を知らず。然れども最良測器<sup>さいりょうそくき</sup>を用ゐて之を視察<sup>しきさ</sup>する時は、その表面上に屢々<sup>しばしば</sup>或る黯淡<sup>あんたん</sup>たる摸型<sup>かた</sup>を見ることあり。願ふにこの摸型は雲中の罅隙<sup>そきま</sup>あるべく、この罅隙よりして金星を見ることを得るあり。又金星の密實<sup>みつじつ</sup>の度は地球と相伯<sup>あひはち</sup>仲せり。  
 我が地球上より金星を觀察<sup>くわんさう</sup>するに、時に或は小さく見ゆることあり、又或は大きく見ゆることありて、その外觀上の容積<sup>ようせき</sup>著しく變化せり。而してその理由は如何といふに瞬間<sup>しゆんかん</sup>の考察に依りて之を明かにするを得べし。即ちその漸く地球に接近<sup>せうきん</sup>するに従て、漸くその容積を増大<sup>さうだい</sup>し、その之に遠隔<sup>えんかく</sup>するに従て、漸くその容積を縮小<sup>しゆくしゆく</sup>するものあり。——若し充分に之を觀察するを得たらんには然るを確め得るならん。——故にその盈虧<sup>えいこ</sup>を爲すの點に於ては、月と全くその趣<sup>おもむき</sup>を同ふするも、その大小の變

化あるの點に於ては、同しからざるあり。

更に一層詳細<sup>しゆじゆ</sup>に之を考察せんに、金星が太陽と地球との殆んど中間<sup>ちゆうかん</sup>に位するに當りては、——之が爲めに、吾人が只その美麗<sup>びい</sup>なる新月形<sup>しんげい</sup>たるを見る時に當りては、——その地星を距ること只僅かに二千五百萬哩許<sup>はかり</sup>のみ、地球は太陽を距ると凡そ九千二百萬哩半にして、金星は凡そ六千七百萬哩半あり。然れども、その太陽の他の一方に在りては、その地球を距ること一億六千萬哩の多きに居れり。詳に言へば、地球太陽間の距離は九千二百萬哩半にして、之に太陽金星間の距離六千七百萬哩を加ふるが故に斯くなるなり。左れば金星の容積<sup>ようせき</sup>は、百六十と二十五との比例<sup>ひ</sup>、即ち大略六と一との比例を以て變更<sup>へんか</sup>するが故に、その新月形<sup>しんげい</sup>たる時の容積は、その満月形<sup>まんげい</sup>たる時の容積よりも、凡そ六倍<sup>む</sup>を球<sup>きう</sup>形<sup>けい</sup>となし、計<sup>けい</sup>算<sup>さん</sup>なりに見ゆるあり。第二十四圖に據りてこの三様の變化<sup>へんか</sup>の工合<sup>くわい</sup>を知るべし。



この圖は金星が地球に最も遠隔せる時遠近の間に在る時及び最も接近せる時の外觀上の容積を示すものなり



月の爲めに生ずると同じく、只同星がその交點の一に接近したる時に

金星及び水星はその太陽と地球との間に在るに當りて、地球上より之を眺むれば宛ながら太陽の面に於ける黒點に異ならず。之を水星若くは金星の横過といふ。即ち二星の其一が地球と太陽との間を横過するに當りて、太陽面の黒點の如くに見ゆるものあり。

内遊星の爲めに太陽面に黒點の生ずるは、恰かも日蝕が

太陽を横過するに由るものなり。——詳に言へば、太陽の黄道面の一方より他方に經過するに由るものあり。辭を換へて之を言へば、この黒點は、地球と遊星と、太陽とが、各々交點に於て一線状と爲り、同位置に在る時にのみ生ずるものあり。金星の横過は、一千八百七十四年に起り、同八十六年に復起りたり。爾來百五年半を經過するにあらざれば、復起ることあかるべし。金星に次で太陽に接近するを地球と爲す。即ち吾人の棲息する遊星なり。然れども、地球に就ては、第一章に於て既に詳叙したるを以て、茲に再ひ之を贅せず。更に進んで外遊星に就て叙述せん。

第五節 外遊星

(一) 火星

我が太陽系に於て、地球の次に位するものを火星と爲す。火星は太陽を距ること一億四千一百万哩にして、その遠隔の度は、衆遊星中の中庸た



り。然れども、その軌道は側心圓あるを以て、その最も太陽に接近するときは、僅かに太陽を距ること一億二千八百萬哩なるも、その最も遠隔するときは、一億五千四百萬哩に及ぶなり。

火星は二十四時間半にその軸を一周す。故に我か地球に比すれば、一日の長さ只半時を増すのみ。又その直徑は地球の殆んど二分の一たり。火星は太陽の周圍を廻轉するに六百八十六日を要す。故に我か地球に比すれば、一年の長さ殆んど二倍たり。而してその軌道は地球以外に在るを以て、決して地球と太陽との間に入ることもなく、隨て金星若くは水球の如く其形を變することなし。盈虧然れども我か軌道中の或る兩種の位置に在るときは、凸起と名くものと爲る。凸起とは偏面殆んど全く輝き、僅かに一部分のみ暗黒なるをいふ。その詳細は前に記せし第十二圖に就て知るべし。同圖に於て、地球丁に在る時に、火星甲乙兩位置の其一に在れば、則ち凸起を生ずるあり。此時に際しては、その暗黒面の

只一小部分のみ地球の方に向へるを以て、宛ながら満月の前後兩三日間の月と同様なる外觀を爲すあり。

火星若くは地球上より見て、太陽とその方向を反するときは、——即ち第二十二圖に於ける丙に在るときは、——その位置を名けて反對といふ。此場合に於ては、最も地球に接近し、その距離は一億二千八百萬哩より九千二百萬哩半を減するが故に、僅かに三千五百萬哩半なり。且つ充分に輝けるを以て、之を視察するの機は正にこの時に在り。又火星の軌道は頗る側心圓即ち橢圓なるに由り、時に或は地球の軌道に最も接近するまゝとあり。又或は之に隔離することあり。而して彼の「反對」の生ずるに當りて、火星の軌道と地球の軌道と最も接近したるときは、兩遊星の距離、その最も隔離したるときは、殆んど半するを以て、之を視察するに殊に便あり。

火星の軸は、その傾斜の度殆んど地軸と同じ。——詳に言へば、凡そ二十



九度たり——故にその氣候も亦地球の氣候と相類似せり。

火星の肉眼に由りて之を眺むるに、赤色を呈するを以て、之を認識すること甚容易なり。然れども、望遠鏡を用ゐて之を視察するとき、その赤色の稍々赤からずして、その表面に光部と暗部とあるを知る。而して前者の陸にして、後者は海からんといへり。

火星の諸遊星中に於て一種特別なる所は、その吾人に見ゆるの状は、猶我か地球がその住民に見ゆるの状の如しといふに在り。今その兩極地方を觀察するに、表面常に白色を呈するのみか、夏期火星の夏に至れば、漸く白色の範圍を縮小し、冬期亦火星の冬に至れば、漸く之を増大するを以て吾人のその極地の積雪の我に地球に同じきを知るあり。只その相異なるの著きは地球上に於て、水の陸の殆んど四倍あるに、火星上に於て、陸却て水の殆んど四倍あること、す。

(譯補) 凡そ遊星の數多しといへども、火星は地球に能く類似せる

ものはあらど。而して若し注意を密にして火星を觀察するとき、その暗黒なる諸部は以て海なりと信するを得るに足るべく、その爛燦たる諸部の以て陸なりと信するに足るべし。又その兩極には、白色の凸處あるが、今之を注視するに、是れ等の兩凸處は、日光に面する時に減少し、面せざる時には増加するが如し。顧ふに、是れ等の兩白點は地球の南北圈に於けるが如く、雪と氷とならん。故に吾人は斯く類似の完全なるより推して、火星は地球と均しく、その兩極に於て、雪と氷との充満せる地方を有することを信して、殆んど疑はんと欲するも、疑ふこと能はざるあり。

類似上の推理は、必らず確實ありとの保證すること能はず。又之を確定する方法なきあり。故にこの場合に於て、只一の法則の二物相類似するの度益々密すれば、その自餘の關係に於て均しかるべきこと、亦益々確實なるに近し。——殊にその觀察せし部分と密着の關



係を有する諸點に於ては益々然り。——といふにあるのみ。前例に由りて言はんは、獨り火星上の凸處は雪と氷とより成るといふ事が確實あるに近きのみ。止まらず、猶この一事より推して、火星には大氣あり、隨て亦風雨及ひその他地球上に生ずる現象を有することを斷定するを得るなり。否、加之ならず、或人々は、この類似より推究めて火星上にも動植物棲息するならんと論じ、その動植物は多少我地球上の動植物に類似するからんと假定したり。然れども斯る事項を根據とせる推論は、不正確の推論といひざるを得ず。夫れ諸論をして正確明瞭のものあらしめんには、決して斯る只類似する一事を以て足れりと爲すべきにあらず。須らく通則あるものを發見することを勉むべきあり。

火星の問題は、演繹法若くは歸納法に訴ふるの煩累をくして單一の事實より他の事實に推究するを得るが如し。然れども斯る推究の

只一種の想像のみ。眞に推理に由りて結論に達したるものといひ難し。左れば、吾人は先づ我が觀察せし事物に由りて、普通の天則を求め、既にこの天則を求め得たる以上の之に照らして、如何なる事が起るべきかを推度せざるべからず。彼の火星上の白點の場合に於ても、幾分かこの方法に従ふを得べし。例へば、吾人の日光が氷と雪とを溶解するを熟知し、而して北極地方に於ても、亦然るを觀察す。故に火星に於て、白點の増減することの、演繹論理に於て之を説明するを得るあり。然れども、この説明を以て火星に動植物棲息するや否やの問題に應用し難し。抑も死者地上に復活すといふこと。何人も之を發見すること能はず。生物、死物より生ずといふこと。亦何人も證すること能はず。故に吾人は只火星の表面と、大氣とが地球の表面と大氣とに均しければとて、之が爲めに演繹法に由りて、生物、火星の上に生ずるとの推論する能はず。

(小論理書)



(二) 火星の衛星

軌近に至る迄、天文學者は、火星に月の附屬するやしと假定したりき。然るに一千八百七十七年、始めて兩月の之に密接するを發見し、而して其一ある外衛星ハ三十時十八分間に火星の周圍を繞り、又他の一ある内衛星ハ七時三十八分間に之を繞るを知れり。この兩衛星即ち兩月の從來世に知れたる天體中の最も小あるものにして、如何ある星に比するも遙に小なりといふ。

(三) 小遊星

小遊星とは、火星の軌道以外に存在する數多の軌道を廻轉し、而してその太陽を距るの度に於て、甚しき變更あき一團の小天體をいふ。ザエヌタ小遊星シユノ一上セレス上同パラス上同ハ、その重なるものなり。然れども、是れ等の數者といへども、その直徑ハ僅かに數百哩に過ぎざるを

以て、肉眼にハ見え難く、又假令ハ見え得るとも、甚小あるを以て、注意を促がすこと能はず。又その軌道が、大遊星の軌道よりも一層黃道面に傾くことは、吾人之を知るといへども、その兩極がその軌道に傾くの度如何ハ吾人之を知らざるなり。

小遊星の數ハ凡そ二百あり。——凡そといハ、讀者或ハその數の不定あるを恠まるゝからん。左れ也年々歳々新に數者を發見するを以て、之を確定し難し。——之に附するに希臘羅馬諸神の名を以てす。而してその大あるものといへども、その光輝ハ僅かに第十恒星と伯仲の間にあるのみ。

(四) 木星

木星ハ我が太陽系に屬する遊星中の最も大あるものにして、小遊星の軌道以外に位置を占め、肉眼以て見るを得べきものなり。而してその天



上に現はるゝに當りては、金星に次て最も煌々たるを以て、之を認識すること頗る易く、且つ太陽を距るの遠近に由りて、金星と之と區別するを得るあり。

この星は太陽を距ること四億八千萬哩。之を諸遊星が太陽に於けるの距離に比すれば、稍々その中庸に位せり。又この星は太陽の周圍を廻轉するに、四千三百三十三日を要す。故にその一年は我が十二年弱に當るなり。

望遠鏡を以て觀察するに、木星は卵形にして、その兩極の邊、頗る平扁に諸種の黒帶の之を横斷せるあり。又後文に詳解すべき大なる黒點、及び其他の摸型の屢々表面上に現はるゝあり。而して天文學者は是れ等の黒點及び其他の摸型に由りて、この星のその軸を一周するに殆んど十時を要することを確知せり。即ちその一日は我が地球の半日弱に當るあり。この星の直徑は地球の直徑の殆んど十倍に當れるを以て、その兩

極の平扁、及び赤道の凸起も亦必らず著しく地球に超過せざるべからず。何となれば、その赤道の運動する速力は、我が地球の赤道が運動する速力の二十倍、即ち一時間に二萬哩たらざるべからざればなり。

木星に黒帶及び自餘の摸型あることは、上文既に叙述したり。而して天文學者の考案に據るに、この星には數多の雲の之を覆へるあり。以て之をして爛燦たらしむ。左れば、黒帶は雲中の罅隙にして、吾人はこの罅隙よりその黯淡たる表面——顧ふにその表面といはんよりも、雲の下層といふ方、一層適切なるが如し。——を見るを得るなり。と。偕この黒帶の數と容積とは、斷えず變更し、又數多の雲橋も亦斷えず黒點上に架せらるゝが故に、是れ等は皆星面にあらすして、頗る變遷たる大氣あること明かあり。

木星には四箇の衛星即ち月ありて、その周圍を廻轉し、又盈蝕すること宛ながら我が地球の月に異ならず。而してその容積は皆畧々相同トク、



直徑各々二千二百哩許ありといへども、その距離に至りては相同しからず。隨て主星——木星——の周圍を廻轉するの時間も亦異なり。即ち第一衛星は二日弱を要し、第二衛星は三日半を要し、第三衛星は七日三時を要し、第四衛星は十六日四分の三を要す。又その三衛星は主星の軌道面に少しく傾きたる各自の軌道を廻轉す。故にその太陽と木星との間を通過するに當りては、必ず木星の或る部分より日蝕を見るべし。然れども、只第四衛星はその軌道の傾斜適之をして、太陽と木星とを連接する線上、若くはその線下を通過せしむるを以て、廻轉の際に木星上に日蝕を生せしむることなし。又之と同一理にて、その四箇の月も亦木星の陰影を通過するに當りては、廻轉する毎に蝕するあり。望遠鏡を用ゐて是れ等の月を観察するに、皆木星の一面より他面に往復するが如きの外観を呈すること、恰かも肉眼を以て観察したるときに内遊星が太陽の兩面を往復するの外観を呈するに似たり。而してそ

の往復するに當りて、概ね木星の面上を過ぐるが故に、茲に月の横過を生ず。横過の事は金星の又太陽と木星とを連接する線の吾人に遠きが爲に、木星、月、星の一の四に掩はれざるに當りては、吾人は木星面を横斷する月影を見るべし。又この月は木星の他面を通過するに當りて、屢々突然消失することあり。又は木星の陰影を通過するに當りて、蝕することあり。然れども、地球の位置に依りては、木星の陰影、その月の通過する偏面と正しく相反する偏面に存することなしとせず。此場合に於ては、衛星星の月毫も蝕せずして、木星面を通過す。之を陰蔽といふ。木星はその軸の傾斜甚少なくして、僅に四度強に過ぎず。故にその氣候は殆んど變化あしといふも不可ならざるが如し。又その容積は之を地球に比するに、一千三百倍の多に及びといへども、その重量は僅に地球に三百倍するのみ。是を以て、木星を構成する物質は、地球を構成する物質よりも遙かに軽く、乙の密實の度を一と定むるときは、甲は四分の



一弱に當るなり。

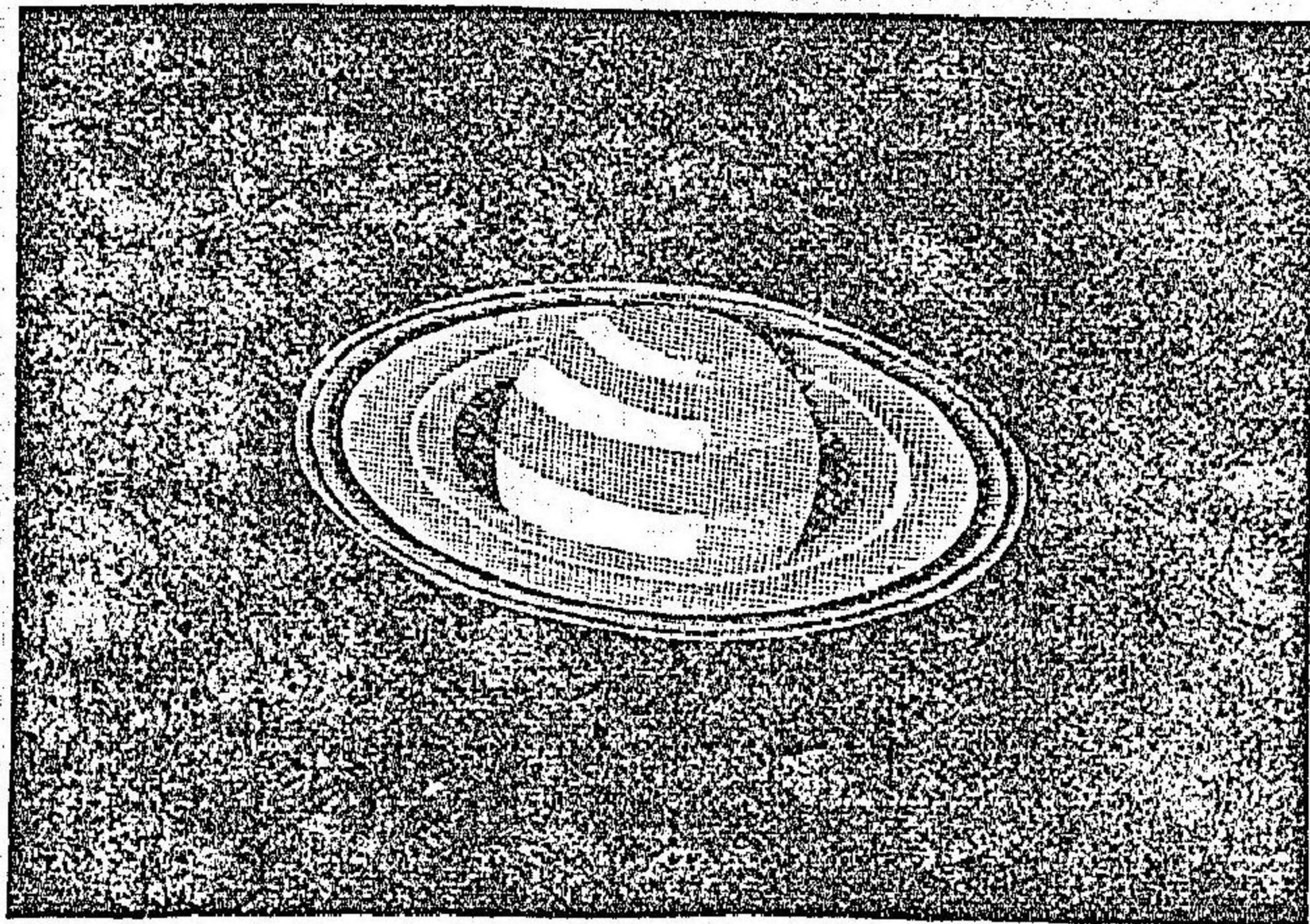
(五) 土星

木星に次て、我が太陽系に列するものを土星と爲す。望遠鏡を用るて之を觀察するときは、その觀實に壯麗を極めり。何となれば、獨り八箇の月の之に附屬するのみに止まらず、又無數の光環の之を圍繞するあればあり。

この星は、太陽を距ること凡そ八億八千萬哩。その一年は一萬零七百五十九日、即ち我地球の殆んど三十倍にして、その直徑は殆んど我が九倍に當れり。又その表面には數多の點と帶、木星の表面に在るものと稍と同一なるとの存するあるを以て、この二者を觀察するときは、その一日は十時半(木星の一日より少しく長し)なることを定むるを得べし。天文學者の推測する所に據るに、この星は木星と同じく、靨黈たる大氣の一

第十二圖

土星及其環



圓にその周圍を環繞し、隨て數帶を生ずるあるを以て、その結構も殆んど木星に異あらざるべしといへり。又その物質は地球に比するに遙かに軽く、木星に比するにその密實の度、半に居れりといふ。

土星の軸は、その傾斜凡そ二十六度半あるを以て、その氣候の變化は我が地球と相類似せり。

五圖に示すが如く、三環の順次に排列するの觀あり。而してその最外環



は直徑凡そ十六萬六千哩を有し、又この環と第二外環とは最も光明を放ち、最内環は僅かに大望遠鏡を以て之を見るを得べし。土星はこの最内環の中に在るなり。是れ等の三環はその廣さの非常なるにも拘はらず、その厚さに至りては、單に百三十八哩に止まれり。故に土星がその軌道を行するに際し、その位置に依りて、三環の側面我が地球に向ふときは、最良の望遠鏡を用ゆるも、殆んど之を見ること能はず。天文學者以爲らく、是れ等の三環は、土星の周圍を廻轉する無數の小衛星即ち小月の相集れるものあらんと。

土星の月は、その數八箇にして、木星の月の如く、吾人に興味を興へず。その遼遠なるを以て、概ねその蝕と陰蔽とを知ること能はず。又その軌道は、土星の軌道の方に傾けるを以て、蝕すること稀なり。

(六) 天王星

我が太陽系に在りて、土星に次ぐものを天王星と爲す。この星は其距離遼遠にして、——太陽を距ること十七億七千萬哩——殆んど之を知るに由さし。故を以て、吾人はその一年の三萬零六百八十六日たること、その直徑の地坪の四倍たること、その密實の度の地坪の殆んど五分の一たること、その四箇の衛星を有することを知るを得るのみ。

(七) 海王星

海王星は天王星の次に位し、我が太陽系に屬する既知の遊星中に於て最も遠隔せるものにして、太陽を距ること天王星に殆んど二倍し、その一年は六萬零百二十六日たり。その直徑は我が地球の四倍以上にして、その密實の度は天王星の密實の度よりも稍く少さし。

海王星の發見に就ては、面白き奇談あり。初め天文學者は、天王星がその軌道の或る部分と運行するに當りては、その速力平常よりも減少し、又



他の部分を運行するに當りてば、平常よりも増大するを見て、以爲らく。「是れ必らず某距離の處に某容積某性質の一遊星ありて、その引力を他星の間に及ぼすより起れる結果あらんと。依てその位置、容積、重量、廻轉の時間等を推理上より決定したりしかど、猶久しく之を發見すること能はざりき。既にして之を發見し、果して推理の謬妄ならざるを知れり。又輓近に至りては、一箇の月の之に附屬するを發見したり。

### 第六節 彗星隕石落星

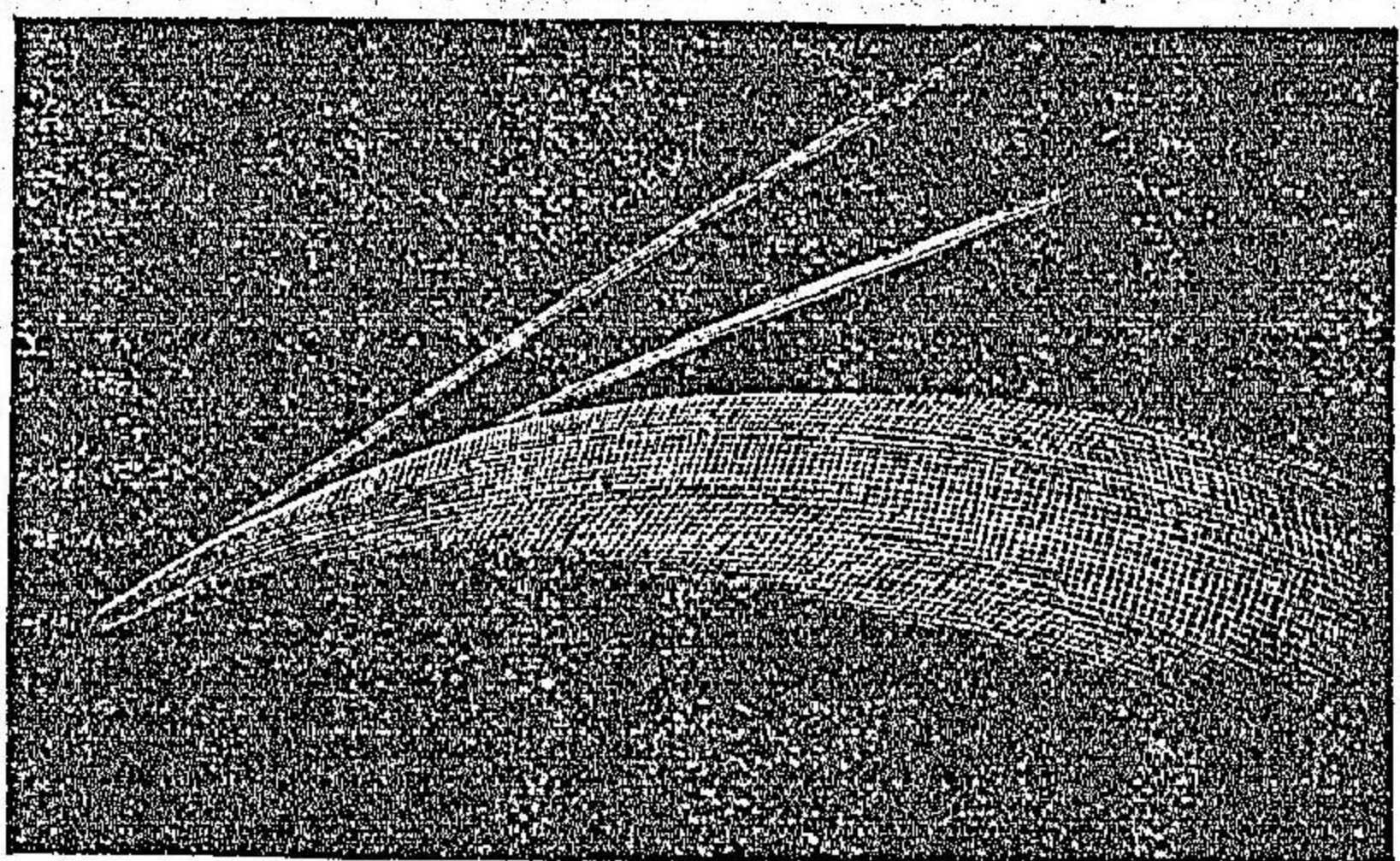
我が太陽系に屬するものは、前記の諸遊星の外、他に數種あり。而して假りに本系を以て一家に譬ふれば、諸遊星は猶家族の如く、本節に叙述すべき數者は猶客人の如し。

彗星の奇觀を呈はすものたることは、讀者の普ねく一般に知らるゝ所

ならんといへども、尙説明に便ならしめんが爲めに圖解を掲げたれば、就て着らるべし。この星の各々その形狀、大小、光輝を異にし、精密に相同じきもの、現はれしことは未だ嘗て有らずといふ。今その大體より之を言へば、その形狀に二様あるが如し。一は二部より成れるもの、即ちその彗星核と名くる爛燦たる部分は小遊星若くは小恒星に類似し、其後部に數百萬哩に延長する無數の尾を曳けるもの、又一は煙霧ありて中心の周圍を一樣に環繞せるもの、是れあり。然れども前既に述べし如く、その形狀の千差萬別あることは、恰かも雲の形狀の悉く異なるに均し。又彗星には肉眼以て見るべからざるもの、數多きに居れるなり。他系より我が太陽系に入り來れる彗星の大半は、太陽の爲めに引かれて、その傍を通過し、更に復た系外に出て去るといへども、當初より我が太陽系に屬するもの、遊星と同じく、太陽の周圍を廻轉す。只その遊星と異なる所は、殆んど圈狀を爲せる軌道を運行せずして、最も側心圓的な



第二十圖 彗星の概観



る道を行くを以て、或る時に於ては太陽に接近することあり、又或る時に於ては極めて之に遠隔することありて、一定の規則なきの一事たるなり。從來その軌道の測定せられたる彗星多し。皆その發見者の名を之に附與せり。エンク彗星即ち毎五年に一回、太陽の周圍を一循環するもの、ハレー彗星即ち殆んど七十四年に一回、一循環するもの等の如し。

彗星の軌道の、その傾斜種々にして一様ならず。中には傾斜の度の甚しきものあり。皆遊星の如く黄道面を運行することなく、遊星と恰かも反對の方向を執りて太陽の周圍を廻轉す。故に之を名けて退歩動といふなり。

彗星はその容積の非常あるにも拘はらず、その重量を極めて輕少なり。例へば、第二十六圖に記せるドナチ彗星の雛形として記せるもの容積を言へば、その尾の長さは數百萬哩に及ぶも、その重量に至りては、その輕少ある實に意表に出つべし。

(譯補)彗星の尾は透明あり。故に之を隔て、星を見るを得るあり。

予や猶彗星に就て敘述する所あらんとす。然れどもこの敘述を爲すに聊か話頭を他に轉せざるを得ず。今若し晴夜に於て天上を仰視したらんには、屢々目睫に觸るゝならん。星の如き小光體が甚速迅に天の一方より他方に横射し、一二秒時の間、通路に光線を畫するを、而して纖弱なき夜に當りては、この現象の生ずる、決して兩三回に止まらず。之を名けて落星といふ。又この小光體は、常に天の一方より他方に横射するのみに止まらず。時としては、實に地上に墜落することあり。この場合に於ては之を隕石と名く。落星及び隕石はその外觀上に於て大小光輝一



様ならず。但し通常現はるゝものは、その形小ありといへども、稀には大隕石と名くる甚大なるものも現はるゝことなきにあらず。而してこの甚大なるものゝ木星若くは月とその外觀上の容積を均ふし、數秒の間天上を横りて、光尾を其跡に遺すものあり。

儲この隕石の地上に墜落するといふ言ふ迄もなき事あるが故に、化學者之を試験して、その或るものゝ殊に金屬性を帯び、又或るものゝ殊に石屬性を帯るを知れり。而してその墜ちて我が大氣中に入るや、熱度頗るに昇りて燃焼し、その容積の小なるものに至りては、地上に達せざるに、早既に焼け盡くことあり。之に反して、容積の大なるものゝ假令ひその表面溶解し、その容積著しく減少するも、全く焼け盡くることなし。左れば、その消滅を免れたるものゝ今存して英國博物館に在り。著者從ふ吾人之か重量を試むるに、最も重きものゝ三噸二噸二百二十斤に達するなり。

毎夜斷えず心を用ゐて落星隕石を觀察するに、天上一定の方位より横射するが如く、又一年中の某々夜に於ては、その數平常よりも頗る多きが如し。例へば、十一月十三日と八月十日とは、その數の多きを以て世上に知らるゝの類是れなり。而して十一月十三日の落星は、レオ星宿より來れるを以て、之をレオニデスと名け、八月十日の落星は、パーシアス星宿より來れるを以て、之をパーセイツと名くるなり。

以上の落星は、其太陽の周圍を運行すること、毫も遊星に異あらず。殊に最も奇とすべきもの、その軌道の形狀、大小、位置皆或る彗星と同トきにあり。夫れ斯の如く、隕石と彗星といふその通路即ち軌道を同ふするが故に、天文學者は、彗星コソ隕石の雲ならぬとの考案を起したり。この考案は、輓近天文學上最大發見の一といふべし。今その發見の顛末を畧叙せんに、西曆一千八百七十四年治我七年明小適々美麗なる彗星現はれしかば、之を觀察して、その熱と光との空間に於て或る物體の相衝突するより生



ること。この物體墜ちて我空氣中に入るときは觀を一變して落星と爲ることと知れり。何とあれば吾人の彗星の熱の高度からざることを、その一部の固體たること、その發出せる蒸氣は落星中に存在する物質の氣體とありたるものなることを知ればなり。

彗星は、その出現することの突然なること、その外觀の奇怪あることにより、古人は頗る之を恐怖し、百害の前兆と爲せり。例へば、日本支那に於ては、その出現するを見て、戰亂必らず起るべしと豫想し、又西曆九百七十五年に於ては、埃及人、エシオピヤ人亦その出現するを見て、周章狼狽措く能はず、兩國王タイフチンをして頗る心を痛めしめたりといふ。當時の彗星はこの國王の名に由り、タイフチンとて今に世に知られたるものあり。然れども人智進み、學問開けたるの今日に至りては、決して斯る空想を懷くべきの理なきこと明々白々とはなれり。

## 第四章 太陽——最近恒星

### 第一節 太陽系に於ける太陽の勢力

本書開卷に於ては、地球の何者たるを示し、——尤も地球は如何なる元素より成れるかといふの、化學上の問題に屬するが故に、本書之を説かず。又地球は何に似たりや、——如何してその表面は陸と水とより成るや、如何して大氣の爲めに環繞せらるゝや、——といふは、地文學の範圍に屬するが故に、本書亦之を説かず。——その太陽の周圍を運行する冷體なること、斯く冷體あるが故に、自己の光輝を有せざること、その光輝は實に太陽より借れることを示せり。

次に地球は、遊星即ち地球に類似し、地球の如く太陽の周圍を廻轉し、且つ地球の如く寒冷ある物體の一たることを示し、是れ等の諸遊星も亦斯く冷體なるが故に自ら光を發するものにあらざることを示せり。



又地球及び自餘の諸遊星に一年の日數の定まれるあるは、皆太陽の周圍を廻轉する時間の定まれるより起るものたるを示し、且つ地球及び自餘の諸遊星に一日の時數の定まれるあるは、亦皆獨樂の如く廻轉し、その表面の或る部分を日光に向はしむる時間の定まれるより起るものたるを示せり。

加之ならず、地球及び自餘の諸遊星に氣候の變化あるは、その軸の傾斜したるに基因することを示し、一歳中の或る月に於ては、その各部、太陽の勢力に感すること多く、又他の月に於ては、之に感すること少きより起れることを示せり。

以上列擧する所に據るときは、遊星に關する百事の悉く太陽より起れること知るべし。太陽は實にあらゆる遊星の中央に位し、之をして我が周圍を廻轉せしめ、之に光線を與へて、その生存を維持せしむ。太陽の光線なくんば、諸遊星及びその表面に存在する萬物は皆生存を維持する

こと能はざるなり。太陽の用亦大ならずや。然らばこの太陽は何者なるか。請ふ下文の六節に於て之を説かん。

### 第二節 太陽の熱光容積距離

(第一)太陽は最も激烈なる火の球ありと思考するを得べく、その熱の非常あることは、喋々の辯を要せず。讀者想起せよ。予は既に上文に於て、地球及び自餘の諸遊星は皆冷體あるを以て、その表面上に在る諸物が固形を保つを得ることを説けり。左れば、地球を稱して「固形の地球」ともいふたるあれ。然るに太陽の表面上に在りては、一物も固體たること能はず。皆白熱の蒸氣に化せざるを得ざるなり。

(第二)太陽は斯く至熾至烈ある熱を有するが故に、隨て自ら光を發することを得るあり。讀者想起せよ、諸遊星とその月(勿論我が月をも籠めて)が發光體にあらざることば、曩きに既に叙述したるを。



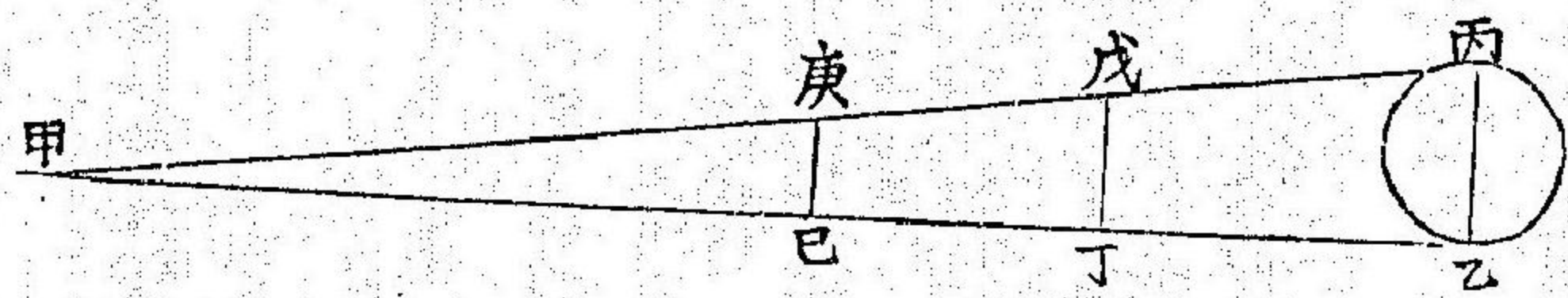
(第三)上文既に叙述せる如く、太陽はその容積非常なる一球にして、あらゆる遊星を一塊と爲したるものに五百倍せり。今若し地球と容積を同ふする圓體殆んど一百五十萬箇を集め、之を煉りて一球と爲したらんには、始めて稍々太陽大の球を得るあらん。太陽の大なる、この一事に由りても知るべきあり。

太陽の地球を距ること凡そ九千二百五十萬哩ありといふことも、亦上文既に之を叙述したり。地球の部今之を測定する方法を講究するところは少しく數學上の議論に偏するの嫌あるを以て姑らく之を置き、茲には只既にその距離と外觀上の容積とを知る以上は、之に由りてその直徑を明かにし得べきことを叙述することに留め置かん。

今第二十七圖の如く、乙丙を太陽の直徑と定め、而して太陽の兩端と人目との間に甲乙及び甲丙ある想像線を畫したりとせんに、然るときは、吾人の既に丁戊間及び己庚間の距離が各自より甲に至れる距離の百

第二十七圖

この圖は 圖中甲は  
太陽の容 人目を示  
積を測定 し乙丙は  
するの方 太陽の直  
法を示す 徑を示す  
ものなり なり



零七分の一たるを知れるを以て、これを測定するは他に方法あり左れば、茲には既に測定し得たるものとせしめていふなり之に由りて乙丙間の距離即ち太陽の直徑も、亦同處より甲に至れる距離の百零七分の一たるを知るを得るあり。併乙丙より甲に至れる迄の距離、即ち太陽地球の間の九千二百五十萬哩たることは、吾人の既に知る所なるが故に、百零七を以て九千二百五十萬二分の一を除し、八十五萬零四百六十七を得、而して太陽の直徑の八十五萬零四百六十七哩たるを知るあり。



### 第三節 太陽は何に似たりや

太陽を觀察せんと欲せば、須らく望遠鏡と暗色玻璃との助を假らざるべからず。又その熱と光とは、至強至烈なるが故に、その心して之を望まざれば頗る危ふし。

(原註に云く。少年諸氏よ。小望遠鏡を用ゐて、太陽を觀察せんと企つること勿れ。斯く企つるときは、或は兩眼を失ふの恐れあらんと。)

讀者若し燈火に由りて一片の玻璃を熏らし、之を用ゐて太陽を窺ひたらんには、その爛然たる圓體なるを見るを得べし。何とされは、太陽の體は圓く、又その各部は皆自ら光を發するものにして、彼の月が日光を受けて之を反射すると其趣を異にすればなり。この爛然たる部分を名けて**光部**といふ。望遠鏡を用ゐて之を觀察するに屢々その表面に**黒點**の現はるゝことあり。否加之ならず、この黒點は時に或は増大して肉眼に見ゆることあるあり。

この斑點と相接して、他部よりモ一層爛然たるどころあり。之を**最光部**と名く。顧ふに爐々たる蒸氣の數千哩に連亘せるからん。又この斑點と**最光部**とは、時々之を窺ふに、斷えず其形狀を變更しつゝあるものなり。

### 第四節 太陽の斑點

太陽は吾人より遠隔の處に在るにも拘はらず、その容積の極めて巨大あると、その力の極めて激烈あるとに由り、望遠鏡を用ゐて之を窺ふときは、明かに前記の斑點の華美あるを眺むるを得るなり。但し是れ等の斑點に、大小種々ありといへども、その廣大あるものに至りては、地球と同日の論にあらざるを知るべし。

試に是れ等の斑點を觀察して、その位置を明かにし、而して一兩日の後に至りて、再び之を觀察したらんには、悉くその位置を西方に轉したるを發見するからん。但し是れ等の斑點は、日面の東方より漸く西方に運



動し極西に至るに從て漸く消滅するものなり。

今是れ等の斑點は凡て皆同一の方位に向て同一の運動を爲すが故に、この現象に由りて、日面の常に運動しつゝあること、その運動に連れて班點も亦その位置を變更しつゝあること明かなり。而して最も心を用ゐて、班點中の最も明瞭あるものが日面の東方より西方に通過するを觀察するに、一旦西端に消滅してより、凡て十二日を経て再び東邊に現はれ、彼の當初西端に消滅せんとしつゝありたる位置に達するもの、凡そ二十五日を要するを知れり。

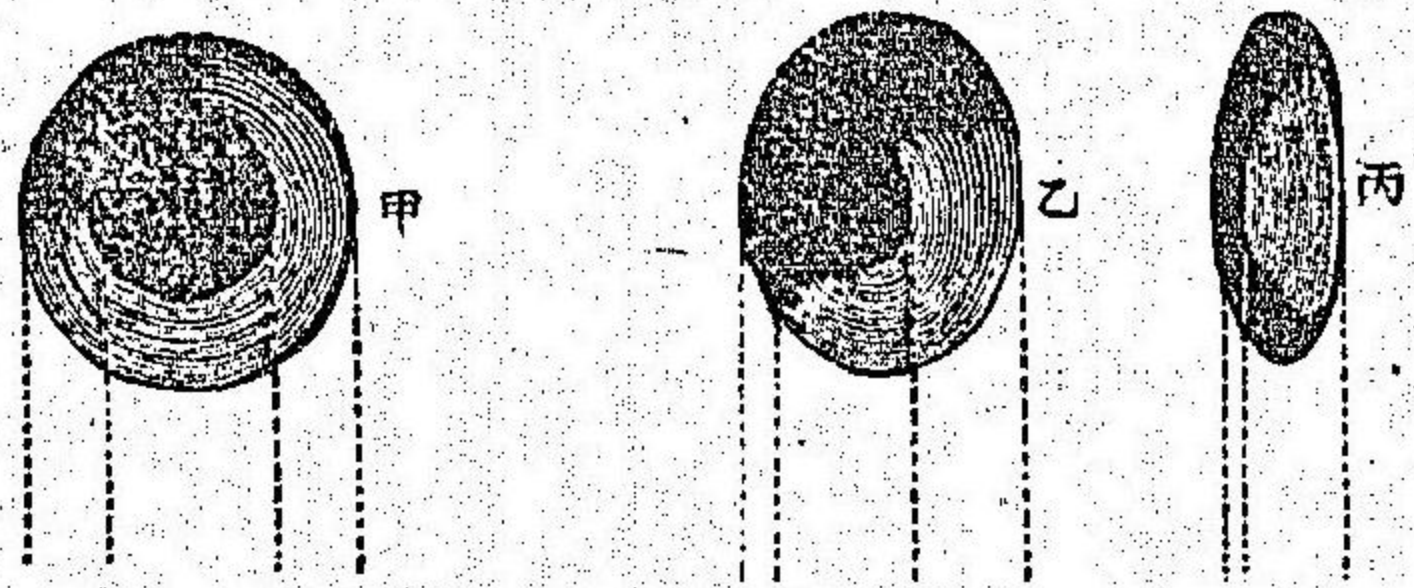
左れば太陽の表面は、二十五日間に一廻轉を爲すものにして、太陽はこの割合を以てその軸を自轉し、この自轉と共にまた班點と最光部とを伴ふあり。

然らばこの班點の何者なりや。曰く。その頗る正形なるものが日面の中央に近き邊に在るに當りて之を窺ふとき、その形圓ありといへども、

之より數日を隔て、その邊縁に近づくに及びて之を窺ふとき、その形早既に圓ならず。是れその中央に在る最も黯淡たる部分漸く左方に移りてその陰影の半を失ひたるに由りなり。然らば吾人のこの現象に由りて何事を推知し得べきや。曰く。通常の茶碗臺の咖啡を盛れる茶碗の

第二十圖

この圖は太陽の班點より生ずる現象を説明するものなり。



邊は殆んど平扁の觀を呈すること丙に於けるが如くなるべきなり。



今若し巨大ある球を執りて之に茶碗臺の如き孔を穿ち而して前記の如くに漸く左側面に向はしめつゝ之を眺めたらんにはその漸く變化すること亦茶碗臺若くは壺と均しからん。故に吾人は左の二結論に達するを得べし。

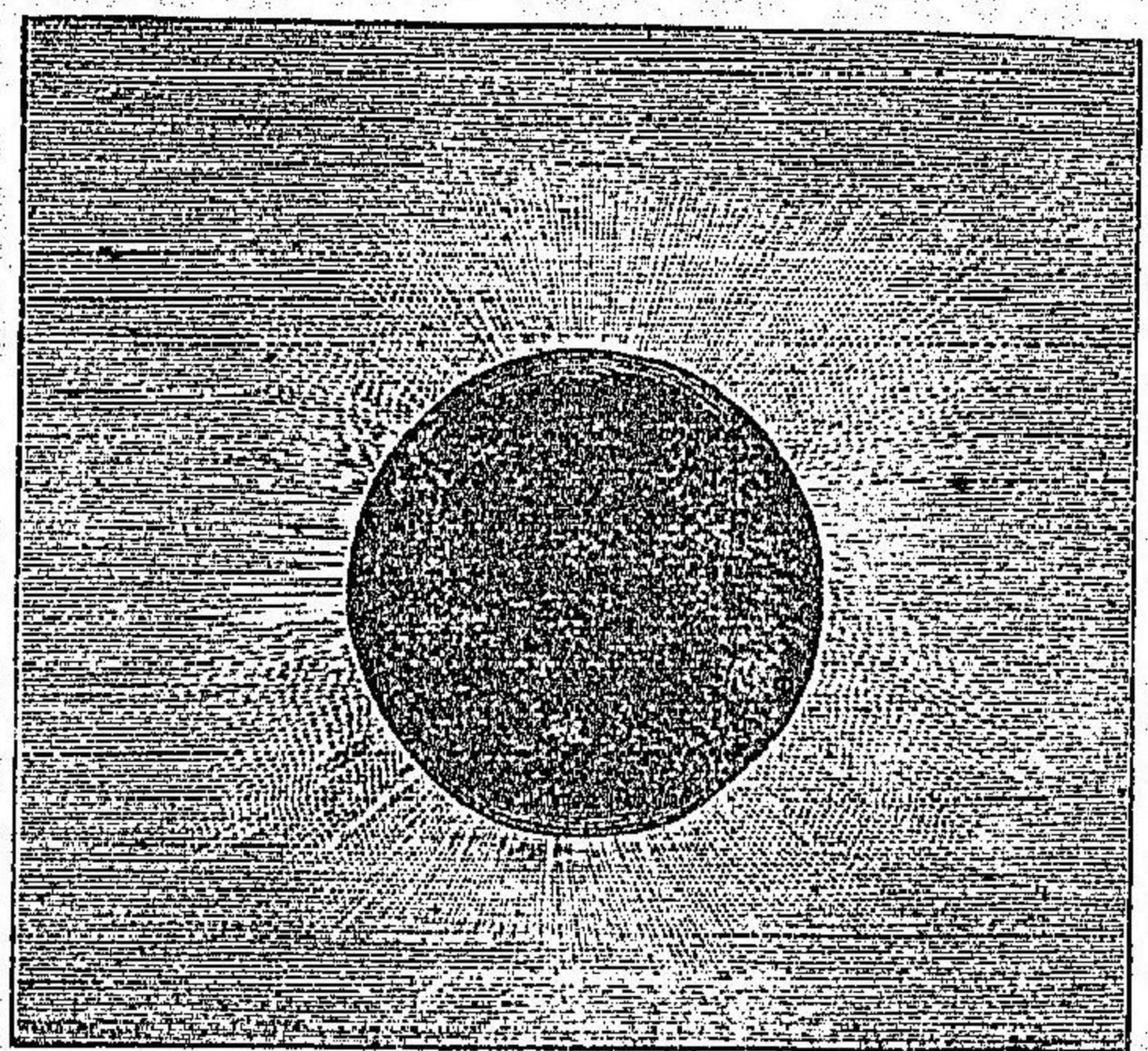
太陽の斑點は、太陽を構成する光質中の凹處なり。

此凹處は決して空虚あるにあらず。その下方に發出せる光輝を遮るべき瓦斯の填充する所たるなり。

### 第五節 太陽の大氣

吾人の視覺に達する圓滿なる太陽は太陽の全部にあらず。只その一層密實なる部分のみ。この周圍に猶稍く密實ならず、稍く光明からざる蒸氣が數十萬哩の間に瀰蔓するあるあり。然れどもこの蒸氣は他部の光輝に掩はれて吾人の目に達せざること、宛ながら星の白晝日光に掩は

第十二十九圖 太陽の金の環大氣



れて目に達せざるに同じ。左れば彼の日蝕の際、日光の月に遮らるゝに當りては、その人目に達するところ亦星の人目に達するど一般あり。第二章第三節依てこの際その形狀を窺ふに赤色を最も普通と爲し、その色極めて美あり。又この蒸氣は太陽に接近するに従て、益々光輝を増加し、その周圍に日暈と名くる暈を組成す。特殊の方法に由りて之を觀察するに、その内部即ち太陽の本體より稍く輕量なる蒸氣上騰してその外部の大氣内に入れるを知る。而してこの外部の大氣は、凸起と名くる外飾を爲すが故に、之を稱して金環大氣といふ。又是れ等の凸起は速に變更するものあり。



### 第六節 太陽の成分

天文學者曾て分光鏡——即ち日光をその原色に分析する器械——を用ゐて、日光を分析し、太陽の中に數多の金屬の存するを發見したり。勿論是れ等の金屬は固體たるの形を保てるにあらす。皆氣體と爲りて存在するなり。何となれば、熱度の高さが爲めに、固體の蒸發すること、恰かも我か地球上に於て水の蒸發するに均しければなり。借分光鏡に由りて日光を分析するに、諸元素中に在りて第一に吾人の目睫に觸るゝものを水素瓦斯と爲す。次は磁石氣、カルシウム、ソヂウム、鉄、マンガチス、ニッケル、バリウム、スッロンシウム、及び自餘無數の金屬と、地上未だ嘗て見ざる百種の瓦斯と、爲す。孰れも酷熱の爲めに氣體たらずるはなきなり。

夫れ斯の如く、太陽は多量の瓦斯より構成せらるゝを以て讀者は必らずその密實の度の遙かに我か地球よりも少きを想像せらるゝならん。然り之を地球に比するに、實にその四分の一弱に當るあり。

### 第七節 太陽は最近恒星なり

前數節に於ては、所謂太陽の有形的構成なるものに就て、その大畧を叙述したり。是れ之を以て遊星とその類を異にせる天體の雛形たらしめんが爲めのみならず、又一つには、太陽は一の恒星たることを明かにせんが爲めなり。而して太陽は之を自餘の恒星に比するに、一層巨大に、一層爛然たるの觀ありといへども、その恒星と異類あるが故に然るにあらす。又眞に巨大なるが故に然るにあらす。只その吾人に最も近きが故に然るのみ。

今や吾人は太陽系に就て左の定義を下すことを得べし。  
太陽系とは、數多の冷體が一箇の熱體の周圍を廻轉して、連環を爲す



をいふ。

吾人は地球を以て、諸遊星の雛形と爲すが如く、亦太陽を以て、彼の空間の幽邃なる處に嚙々たる恒星の雛形と爲すを得べし。而して各異の恒星は、太陽と同じく、諸遊星のその周囲を環繞するありと信するも、決して無理にはあらざるあり。

## 第五章 恒星

### 第一節 恒星は遠隔せる太陽なり

前章に於ては、我か光と熱との本源たる太陽——即ち最近恒星——に就て論したれば、本章に於ては、更に一層遠隔せる諸太陽——即ち諸恒星——に就て論せん。とす。

斯く論陳するときは、幼年諸君といへども、吾人が太陽の如きその容積の至大に、その光線の至熱ある物體より一轉して、恒星の如きその容積

の至小に、その熱度の觸官に感せざる、嚙々たる物體に論及するを驚かさるべし。何となれば、是れ等の嚙々たる小物體は、各々一箇の太陽にして、光と熱とを發出することは、我か太陽に異ならざるも、只その吾人より極遠の位置に在るを以て、——その最も近きものといへども、我か太陽より遠きこと五十萬倍以上たり。——吾人をしてその容積を測度すること能はざらしむるものあればなり。蓋し恒星は斯の如く測度すること能はざるにも拘はらず、その中には太陽よりも數百倍の容積を有するもの多しと信すべき理由あるあり。

### 第二節 恒星の光輝

夫れ夜間に星天を仰視するに當りて、先づ第一に吾人の注意を惹くはその光輝の同しからざるに在り。是れその大小の差あるが爲めか。將た遠近の別あるが爲めか。蓋し二者孰れに居るかを斷言することは、如何



ある天文學者といへども能はざるべし。何となれば、或る場合に於ては、最近の恒星實に爛然たることあるも、又或る場合に於ては、最も近くして却て小なるものあればあり。故に大小距離の二者を標準として左に之を説かん。

恒星はその爛然たるの多少に従て之が等級を分ち、最も爛然たるものを第一等の恒星と稱し、次に最も爛然たるものを第二等の恒星と稱し、斯くて第十五等若くは第十六等に至るなり。借この第十五六等の恒星は、最も精巧なる望遠鏡の力を假るにあらざれば之を認むること能はず。彼の暗夜に認むるを得べき光輝の最も微なるものは、大畧第六等の恒星たるなり。

勿論斯く言ひたればとて、是れ等の等級は眞正の大小に依りて定めたるものありと誤解すること勿れ。その大なるものといへども、遠遠の位置に在るときは、その形小に、その光微あるを以て、之を稍く近接せる小

恒星と同等に列することあるあり。

肉眼を以て直に認むるを得べき恒星は、第一等乃至第六等にして、その數凡う三千あり。又精巧なる望遠鏡を用ゐて始めて認むるを得べき恒星は、二千萬以上の多きに及へるなり。

晴れ渡りたる暗夜に在りては、吾人の頭上を超えて、天蓋の一盡頭より他の盡頭に延長せる——即ち一方の水平線より他方の水平線に延長せる——一帯即ち微光の一帯あり。之を銀河——あまのがは——と名く。銀河は無數の小恒星の相集りて成れるものにして、肉眼に之を見るときは、密着して一箇の發光體を構成したるが如しといへども、望遠鏡を以て之を窺ふときは、二千萬箇若くは一千八百萬箇の多きに及へる。肉眼以て見るべからざる小恒星のその中に羅列するを知るを得るなり。

噫、是れ等の小恒星は、人目の見る所に於て、相互に密着し、殆んど一視



線内に羅列するが如きも、其實皆隔絶し、遼遠の處に在るものにして、その互相間の距離最も近きものといへども、我か太陽より最近恒星に至る迄の距離に譲らざるべし。吾人は思ふて茲に至る毎に宇宙の廣大無邊なるに驚かずんばあらざるあり。

銀河は之を樹林に譬ふるを得べし。今若し樹林の一方に在りて萬木の並立するを眺めたらんには、恐らくは皆相密着するの觀を呈するならん。銀河も亦斯の如し。然れどもその人目の前に相密着するの觀を呈するは、決してその實相とはいふべからざるなり。

恒星には、白きものあり、橙色のものあり、赤きものあり、緑のものあり、青きものありて、その色一様ならず。例へば、シリウス恒星のは白く、アークチュラス同は黄に、ベテルゼアス同は赤きが如し。然れども、是れ等の色は肉眼を以て之を見るときより、望遠鏡を以て之を見るときに、一層判然たるなり。

### 第三節 星宿

古人便宜の爲めに恒星の位置と形状とを形上の形状をいふなりとに従て、之を數團即ち**數星宿**に類別し而して是れ等の星宿が、その形状の動物若くと自餘の物體に類似したるところより、必らずその物を代表したるならんと臆測して之に想像上の名義を與へたり。

今星宿中に於て、地球の南北兩半球より**獸帶上**に見るを得べきものは、アリース、トールラス、ゼミニ、カンサー、レオ、ヴァーゴ、サジタリアス、キヤプリコーナス、アクアリアス、ピセスとす。

又北半球に於て、獸帶上に見るを得べき星宿を總稱して**北星宿**といふ。その名稱を列擧すれば左の如し。

- ゼ、グレート、ベリア(大熊星)
- ゼ、リットル、ベリア(小熊星)
- ゼ、ツラゴン(龍星)
- セ、フェアス
- ブーツ
- ゼ、ノーサーン、クローン



- ハーキユリス
- カッショペイア(レーガース、チェイア)
- ゼ、サーペント、ビーラー
- ゼ、イーグル(鷲星)
- ゼ、ウヰングド、ホース(羽馬星)
- ゼ、カメロパード
- チャールス、ハート
- ゼ、ライア(琴星)
- パーシアス
- ゼ、サーペント
- ゼ、ドルフフィン
- アンドロメデア
- ゼ、ハンチング、ドグ(獵犬星)
- ゼ、スウチン(鶴星)
- ゼ、ワゴナー(車星)
- ゼ、アロー(矢星)
- ゼ、リットル、ホース(小馬星)
- ゼ、ツライアングル(三角星)
- ゼ、フックス、アンド、セグース(狐鵝星)

南半球に於て、獸帶上に見るを得べき星宿を總稱して南星宿といふ。またその名稱を列擧すれば左の如し。

- ゼ、ホエール(鯨星)
- ゼ、ヘア(兎星)
- ゼ、シップ、アーゴ
- ゼ、クロー(鳥星)
- オリオン
- ゼ、グレード、ドグ(大狗星)
- ゼ、スティーク(蛇星)
- ゼ、セントリア
- ゼ、リヴァー、フリダナス
- ゼ、リットル、ドグ(小狗星)
- ゼ、カップ(盃星)
- ゼ、ウルフ(狼星)

- ゼ、アルター
- ゼ、ユーニコーン(一角星)
- ゼ、サウサーン、クローン
- ゼ、サウサーン、フフィン
- ゼ、サウサーン、ダブ
- ゼ、サウサーン、クロッス

猶その詳細は星圖即ち天體圖に就て知るべきなり。

#### 第四節 恒星の虚偽の運動

曩きに地球の事を叙述するに當りて言へることあり。曰く。地球は單に運動する司天臺に過ぎざりき。故に地球の運動より生ずる天體の外觀上の運動と、その真正の運動とを區別せざるべからずと。今や再ひこの趣旨に立戻りて之を説かん。

假りに地球を海上に泛べる船舶と見做し、吾人はその船舶の中に在りと思像せよ。偕その船舶は突然廻轉し、而して吾人は之を知らざりしならんには、凡そ吾人の視線以内<sup>視線以内</sup>に在る船舶悉く反對の方向に廻轉すと思考するならん。然れども、是れ等の船舶が悉く互相の位置を變更せざ



りつゝ同一の割合を以て廻轉し、寸分の差違なきことは實際有り得べきことにあらざるが故に、吾人は是に於てか、我が船の廻轉しつゝあるを發見し、他船の廻轉するにあらざるを知るならん。地球の恒星に於けるも亦然り。恒星の運動するが如くに見ゆるは、地球の運動するに由りて然るものにして、恒星は實に運動するにあらず。その運動するが如くに見ゆるは外観のみ、虚偽のみ。

試に舢舨を卸してその中に入り、本船の周圍を廻漕せよ。本船と、その他遠方に在る諸船とは、忽ちその位置を變更し、恰かも本船は舢舨と他船との間を通過しつゝ、舢舨の周圍を廻轉するか如くに見ゆるならん。即ちその外観に於ては、舢舨は静止し、遠方に在る諸船はその周圍を運動すると毫も異なるとききあり。然れども斯の如く兩箇の場合に於て、その外観同一なるにも拘らず、甲の場合に於ては、乗組人は速に周圍の動くは我が船の運動するより起るものにして、他船の運動するにあらざ

るを認識するならん。地球が毎歳太陽の周圍を公轉するも猶ほ之に同じ。その外観に於ては、太陽は恰かも順次に諸恒星の傍を通過するに似たり。何となれば、夏日に於ては、諸の恒星、太陽と同一線に在るも、冬日に於ては之と相對すればあり。

昔時天文學の猶幼稚なる頃に在りては、恒星の運動に關して、獨り前に記せる二様の外観上の運動を知れるのみ。左れば、恒星を以てその實一處に定立して動かざるものと推測し、之を確認せんが爲めに星圖を作り、諸數年を経過したるの後、この星圖と現時天上に碁布せる光景とを比較したるに、毫もその位置を變更したるの狀を看破せざりしかば、是に於て、恒星を静止不動のものと断定し、之に「フキッスド、スター」即ち定星ある名稱を與へたり。豈圖らんや、この断定は全く星圖の不精密なるより生したる誤謬あらんとは。

是れより數年を経過し、恒星の位置を定むる一層良好ある手段發明せ



らるゝに及びて、始めて恒星の位置は常に同一なるものにあらざること、その變化は地球の兩極がその指示する方向を異にするより起れることを發見せり。

原著者曰く、地球の兩極がその指示する方向を異にするは、恰かも獨樂が漸く廻轉を止めんとするに當りて、その心棒の方向を異にし、俗に所謂味噌を磨るに均しと。

左れば此點のみより論するときは、恒星の位置は地軸の位置に據るものなるに、乙は常に變更するが故に、甲も亦隨て常に變更するなり、是に於てか、恒星の位置は曩きの外觀上の變更に加へて、亦他の外觀上の變更あるを知れり。而してこの外觀上の運動は所謂晝夜平分の手段あるものと相密着するなり。

天文學者既にこの運動及び自餘の運動を認識したるの後、豫め恒星の位置の斷えず變更すべきを測定したり。然るにその位置は測定したる

所と、その趣を異にし、あらゆる既知の外觀運動を計算中に加ふるも、猶豫考に違へるに、天文學者又以爲らく、是れ必らず地球若くは恒星に未知の運動あるに相違あり。否らずんば焉んぞ斯る豫想外の結果あらんや。依て更にこの事を講究し、好結果を得たり。然れども本章に於ては、再以前記に立戻りて、船舶の例を引用し、然後この講究の事に説き及ぼさん。

前に記せし吾人の乗れる解舟とその本船とが或る方向に進行したりと假定せよ。然るときは、吾人解舟の左右に存在する諸の船舶は如何なる外觀上の變化を生ずべきや。顧ふに是れ等の船舶は皆反對の方向に運動するが如きの觀を呈すべく、その吾人に接近するものは漸く遠隔するが如きの觀を呈すべく、又吾人の後邊に在るものは、相聯絡するが如きの觀を呈するならん。然れども、斯る外觀を呈するに拘はらず、是れ等の船舶は亦我が解舟と同じく運動し、而して或るものは甲の方に



向ひ、又或るものは乙の方に向へるあり。故にその位置は常に吾人の豫  
 期に違ひ、その運動亦吾人の豫定するが如く確定せず。左れど、尙一層數  
 多の船舶の我が眼界に達するありたらんには、その位置、その運動の我  
 か豫定に反せずして、却て豫定の如きことを知るあらん。蓋しその外観  
 上の運動は、時に真正の運動と方向を異にし、之を妨碍することあり。又  
 時に兩箇の運動相聯合して、互にその速力を助くることあるあり。  
 天體の運動も亦之に似たり。左れば、或る方位に運動するときは、衆星多  
 く接近すべき傾向を有し、又或る方位に運動するときは、衆星多く分離  
 すべき傾向を有す。——假令ひ船舶の場合に於けるが如く、多數の接近  
 する時に際して分離するものもあり、又多數の分離する時に際して接  
 近するものもあるとはいへ、——而して多數の恒星の運動を観察す  
 るときは、太陽——勿論諸遊星も籠めて——は、確然ハ—キユリス星宿  
 中の一點に向て進行しつゝ、あるを知るべきあり。

### 第五節 恒星の真正の運動

前節に引用せし船舶の例に於て、若し一船は衆船とその運動の趣きを  
 異にし、彼の豫定せる外観上の運動の如くならざりしならんには、吾人  
 は直に推測するならん。この船は、外観上の運動の外に、自己の真正ある  
 運動を有すべしと。之と同一理にて、一星若し衆星と運動を異にし、豫定  
 せる外観上の運動の外に、亦運動を有したらんには、吾人は最も正確に  
 その真正の運動を有することを斷言するを得べし。然るに數年の間斷  
 せず、注意に注意を累ねて観察を密にし、遂に恒星の大半は皆斯る運動  
 を有することを發見したり。辭を換へて之を言へば、その固有運動を  
 有することを發見したり。例へば、ア—クチュラス星は、我が地球が太陽  
 の周圍を廻轉するよりも——即ち一秒時間に五十四哩よりも——凡  
 そ三倍の速力を以て運動するが如し。蓋し機械學の理論より推すに、あ



るゆる恒星は皆運動すべきものなり。

### 第六節 多合星

恒星は固有運動を有するのみに止まらず、中には**互相の周囲を廻轉するものあり**。此類の恒星を名けて**複合星**及び**多合星**といふ。是れその**互相の周囲を兩回若くは數回運行するに由りて斯くは名くるなり**。

此類の恒星は、**互相の周囲を運行し、相密着するを以て天文學者之を有形的に相聯結す**といふ。吾人の目に聯結するが如くその運行する狀は地球が太陽の周囲を運行するに均し。左れを**複合星**及び**多合星**は、地球の如く一年に一周することなく、その最も短きものといへども、**吾人の知れる所にては、一每三十六年に一周するあり**。而して現時に至る迄、**斯る系統を發見せられたるもの凡そ八百に及へり**といふ。

恒星は我か地球を距ること最も遠遠あるを以て、假令ひ之に遊星の附屬するありとも、**最良望遠鏡も猶之を窺ふこと能はず**。按ずるに、各自皆**遊星系の中央に位置を占むるあらん**。故に密着せる複合星の場合に於ては、**甲恒星に附屬する遊星は、乙恒星に接近するを以て、兩者より光輝を受くべく、實際に於ては、兩箇の太陽を有すると同し**からん。而して或る場合に於ては、**兩箇の太陽より異種の色を受くることあるべきの理あり**。

### 第七節 星團及び星雲

上來叙述せし散布したる諸恒星の外に、**又天上に相集合して數多の小白物を爲せると宛ながら小銀河に似たるものあり**。此種の恒星は**肉眼に見得べきもの甚少**あり。今望遠鏡を用ゐて是れ等を觀察するに、**その或るものは、小恒星の最も密着して團塊と爲れるが如く、その中には、下**



等の望遠鏡を用ゆるも、箇々別々の恒星を認識し得らるゝものあれど、又中には最良の望遠鏡に依らざれば、之を鑑別するを能はざるものあり。而してその容易く認識し得らるゝものを星團クラスタースと名け、又最良の望遠鏡に依らざるべからざるのみか、之に依るも猶雲状の構造に見ゆるものを星雲ネビュラと名く。

故に吾人は此類のものを三綱さんかうに別つを得べし。三綱とは何ぞや。第一星團せいだん即ち容易く箇々別々の恒星を認識するを得るもの、第二可識別的星雲せいじふてきせつせいうん（第三不可識別的星雲）是れあり。今望遠鏡を用ゐて之を観察するに、この第三綱の中には、恒星若くは恒星の集合したるものと、その性質を異にせるものあるが如し。左れば、この點より之を考ふるときは、彼れ等は全く星團とは異られるものあり。嘗に然るのみに止まらず、更に詳かに之を言へば、星雲中には、之を分解して別々の恒星と爲し得べきものと、真正の恒星より成らざるも

のとあるのみに止まらず、——猶一層精密に調査するに、恒星中にも、その周囲を一種の霧類きりるいに環繞せられたるが如く、真正の恒星にあらずと確信し得べきものあり。この類の物體を名けて、星雲的恒星せいうんてきせいせいといふあり。

星團及び星雲は又自餘の點より觀察を下して、之を二綱に別つことを得。即ち第一その形の甚不規則なるもの、第二稍々球形きうけいに近きものは是れあり。

### 第八節 恒星及び星雲の性質

恒星が遠隔せる太陽たることは、前節既に之を説けるが如しといへども、然れども精密に太陽に類似せりと思考すべからず。何とあれば、斯く類似せざるの確證かくしうあればなり。第一その頗る爛然たるもの、中には、太陽よりも一層單純なる大氣を有するも、あるか如し。辭ことばを換へて之を



言へば、第四章第六節に叙述したる諸元素を包含せざるものあるが如し。第二又黯淡たる恒星の中には、——殊に赤色の光輝を放つもの、中には、——その大氣は太陽の大氣と性質を異にするものあるが如く、この類の恒星は太陽よりも寒冷なるが如し。

原著者曰く。太陽よりも寒冷あるが如しとは、眞の臆測あり。決して確證ありて然かいふにはあらざるあり。

假令恒星雲は恒星と甚異なりたるの觀を呈するにも拘りらず、二者の間に密着の關係あしとは斷言すること能はず。何となれば天文學者の思考する所に據るに、恒星は星雲を構成すべき原質の相集りて成れるものにして、遊星も亦同様の手段に由りて成れるものなればあり。予の思考する所にては、星雲は煌々たる瓦斯の相重疊せるものか、將た數石集合して相撃ち、斯くて光輝を放つものかは、分明あらざれど、按ずるに後者稍々近きに似たり。

星雲は恒星及び遊星と同原質より成れりとの意見に據るときは、左の假定を生せざるを得ず。(第一)星雲は第一着手として、漸く小さく、漸く圓くありつゝあること、(第二)既に小さく、且つ圓くなれる以上は、星雲狀恒星たるの觀を生し、斷えず熱度を増加し、漸く縮小するに従て、その赤道の周圍に、土星の環、第三章第五節外遊星第五土星の部を參看すべし)の如き蒸氣の環を残存すべく、而してこの環は結局破裂して、蒸氣より成れる球狀の物體と爲り、遂に遊星を構成すべきこと、(第三)當初より、その中心は斷えず密實温熱の度を増加しつゝあること、(第四)結局收縮の割合は減少して眞正の太陽の如くに光輝を放ち、兎角する間に寒冷と爲りて、萬物の棲息存在するに適し、遂に之を生し、之と長せしむるに至ること、是れなり。左れば、當初は爛然たる恒星の如くに輝くも、後に至りて漸く暗體に變更し、その光の消滅するに垂んとする頃は赤色と爲る。但し光は到底消滅すべきことは必せり。何となれば、——讀者記臆せよ。——



—火中の炭たり天上の星たるに論をく、物體の光と熱とは到底消滅すべきものあればなり。

## 第六章 天體の位置を決定し及び其利用する方法

### 第一節 再説——星圖

今や漸く天文學中の他綱を解釋するの機會に接近したり。故に姑らく上文に遡りてその梗概を再説し、然後他綱に移らん。抑も上來敘述せし所を略舉すれば、(一)地球、月、諸遊星の眞正の運動を説き、又恒星の眞正の運動と、その地球の眞正の運動より起れる外觀上の運動とを説き、(二)又星雲、太陽星、遊星の性質を述べ、斯くて地球は實に宇宙間に如何ある地位を占むるかを理會せしめたり。——詳に言へば、地球は冷體にして、彼の漸く冷體とあるべき一恒星陽太の周圍を廻轉する

こと、并に遊星と恒星とは、願ふに星雲の収縮し、隨て温熱するより生ずるものたることを理會せしめたり。

又(三)星天の觀念を得せしめんが爲めに、諸恒星——即ち所謂定星——は之を類別して、各々星宿と爲し、その光輝の多少に従て之が階級を定め、且つ太陽が晝日、將九月と遊星とが夜間、斷えず諸恒星中に於けるその位置を變更すること、及びその變更するに紀律を保てることを説明したり。

夫れ斯の如く、既に是れ等の諸項を解釋し畢りたるが故に、本章に於ては讀者に向て、恒星を只その位置を圖上に畫くべきものなりと思考し、姑らく星に意を注かれんことを乞ひ、而して先づ第一には、位置を決定する方法を説き、又第二には、この位置を利用する方法を説かんと欲するあり。

幼年讀者諸君よ、諸君は聰慧なるが故に、固より容易く星圖——恒星の



位置を畫ける器圖——を製し得らるゝならん。然れども、之を天文學用に供せんには、恒星の位置を極めて精細せいさいせしめざるべからざるに由り、斯る簡單かんたんなる器圖を以て充分ありと爲すこと勿れ。加之しかのちならず、假りに一步を譲りて、この星圖を完璧精細くわんぺいせいさいのものなりとするも、この星圖に據りて、一恒星を探るに、有名ある甲某星の南方若くは下方に在りといふを以てし、夫は乙某星の左方若くは西方に在りあせ、て之を求むるは、到底煩累どていはんるいを免かれ難し。故に他の方法に由りて、この煩累を避けざるべからず。然らば他の方法とは何そや。請ふ下文に之を説明せん。

第二節 極距

假りお我か地球の赤道と兩極とは、遠く星辰の間に延長すること、恰かもその陰影が地球の中心に於ける光輝の爲め、所謂天球——即ち星辰之に附着するが如くに見ゆる想像的中空球——に映したるに均

まと思像せよ。然るときは、地球の赤道の陰影は天球に赤道と爲るべく、且つ兩極の陰影より漸くその南北を測るを得べし。その距離を名けて極距といふ。

吾人はこの方法に由りて、如何ある星若くは天空の如何なる部分が精密に地極の處に當るかを明言するを得。何となれば、地極運動せざればあり。今橙を執りて、各極に各一針を穿て。然るときは、假令ひ橙を廻轉せしむるとも、針は猶同位置を指すならん。之を極距零度と名く。又度目を標したる望遠鏡を用ゐて、天上のこの位置と發見し、この位置より望遠鏡を十度等の處に向はしむるときは、小圈を之に附着すれば可あり。何となれば、既に叙述せし如く、凡て圈はその大小に論なく、三百六十度に分割すべきものなればあり。如何ある星が極距十度の位置に在るか或は二十度の位置に在るかといふが如くに、九十度即ち天球の赤道の邊に存在する星に至る迄、悉くその位置を決定するを得るなり。



原著者曰く、天球の赤道とは、恰かも地球の赤道が兩極の中間に位置するが如くに、亦天上に於て、正さしく兩極の中間に位置する線をいふなり。

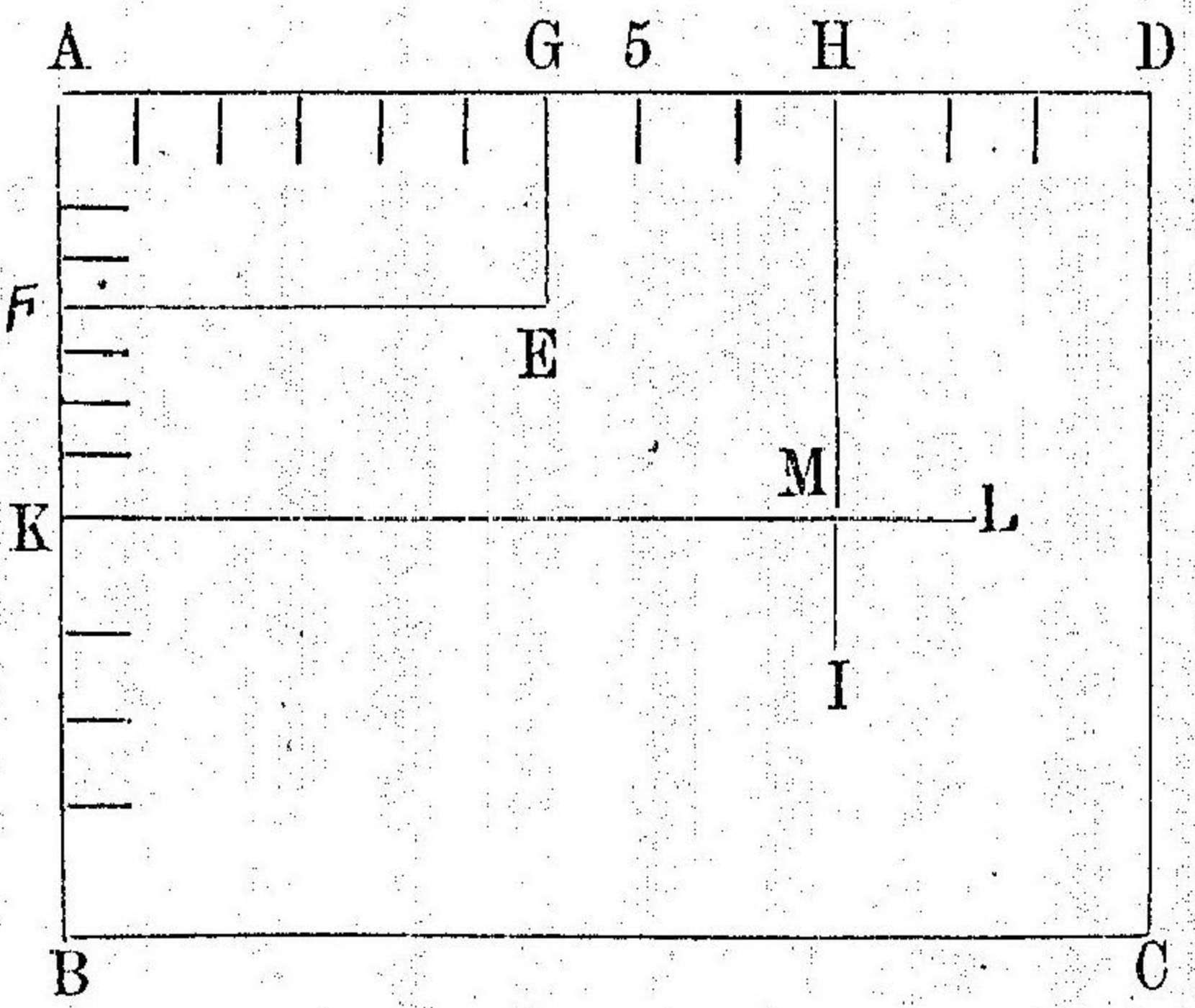
### 第三節 極距のみにては充分といふべからず

故に此方法に據るときは、あらゆる星辰の極距を決定するを得べし。然れども、斯くては數多の星辰悉く同一の極距を有するを如何せん。何とあれば、若し一の橙上に若干本の針を穿つに、是れ等の針の極距を凡て他の一針を以て表せる橙極より同一の距離に在らしむるを得べければあり。

然らば、是れ等の距離に就て、幾分の區別を立つること必要なり。讀者諸君、今解釋を試みんと欲する問題は、星辰の位置を定むに在るものたることを忘るゝこと勿れ。惜この問題を解釋せんには、先づ第三十圖の如

### 第三十圖

この圖は何物に拘はらず、位置を定むるの方法を示すものなり



A Dより測れるA B線の四分半に當り、A Bより測れるA D線の二分半に當れることを知らん。故に吾人はEある點が紙の四端に關する位置を直に定むるを得るあり。左れば若し人移りて、吾人に向てA Bより

く、A B C Dある一枚の紙を執りて、其上なるEの處に一針を穿つか、若くは一點を附し、而してその位置を定むべし。其法、A Dを十箇——或は幾箇にてても可なり——に等分し、又A Bをも同じく十箇——同上——に等分し、然後二線を以てE G及びE Fを連接したらんには、このEは

第三節 極距のみにては充分といふべからず



七分に當り、A Dより六分に當れる處に一點を置けよと言は、吾人は直に A D線上の第七分より H I線を畫し、又 A B線上の第六分より K L線を畫すべし。然るときは、この二線は Mなる點に於て互に相横斷するならん。この M點コソ即ち或る人より要せられたる位置たるあり。更に詳密に之を解釋せん、單に Eは A B線の四分半に當ると言ひしのみにては、猶未だ充分ありと稱するを得ず。何となれば、この距離に當りては、數針若くは數點より成れる一全線あるを得べければあり。又單に Eは A D線の二分半に當ると言ひしのみにては、亦同しく充分ありと稱するを得ず。何とあれば、前者も同しく、亦この距離に當りて、數針若くは數點より成れる一全線あるを得べければあり。

左れば、A B線と A D線とをして互に直角を爲さしめ、二線より測りて例へば、A B線より四分半に當り、A D線よりは二分半に當るといふの類——然後始めて充分にその位置を定むるを得るものと知るべし。

星辰に於けるも亦然り。而してその位置を測るの一法、即ち兩極より始めて、兩極より星辰の距離を測るの法、或は辭を換へて之を言へば、赤道より星辰の距離を測るの法——兩極より赤道に至る迄の度數は、九十度あるが故に赤道より兩極に至る迄の度數も亦九十度あるべきことは論を待たず、是を以て兩極より星辰に至る迄の度數を知るときは、赤道より之に至る迄の度數も亦知るを得べきの理あり。——は前節に於て既に述べたれば、次節に於て他の一法を説き、以て星辰の位置を確定するを得べからしめん。

### 第四節 赤經

前節述ぶるが如きの理由あるを以て、星辰の位置を確定せんには、前陳の外、更に之と直角を爲せる他の一線あるを要す。今橙を執りて、先つ赤



道を記さんが爲めにその上に一列の數針を穿ち、次おこの一列と直角をさしめんか爲めに、亦一列の數針を穿つべし。然るときはこの第二列は橙の兩極を過ぎてその赤道を横斷し、且つ兩箇の相對する點々に於て——俗に言へば、橙の表裏二點に於て——赤道を分割し、以て第一列と同じく、針列より成れる一圏を形くるあらん。

借赤道及ひ之を代表する數針の一列は、只橙上の一位置——詳に言へば兩極の間の中央——に在るのみなりといへども、更に隨意の位置に第二圏を作るを得べく、且つこの類の圏はその數際限あるべからず。皆赤道と直角を爲し、相對する二點に於て之を分割し、兩極を横斷するものとす。尤も是れ等の諸圏は、一度若くは十度若くは若干度と想像するを得べし。而して若し甲乙丙丁諸圏の間各々十五度なるときは、凡て天體は毎二十四時に地球を一周すべきの觀を呈するが故に、是れ等の諸圏は各々毎一時に甲より乙、乙より丙へと經過すべし。何とあれば十五

度に二十四を乗するときには三百六十度と爲るを以てなり。

然れども、前陳に於ては、猶未だ充分に問題を解釋したりと稱すること能はず。夫れ前記の諸圏は、悉く皆同一にして、寸毫の區別あることなし。故に是れ等の中より、恰かも赤道——横線にて言へば——といへるが如きものと撰定せざるべからず。

然らば孰れの線を撰定すべきや。曰く、正しく黄道面に存在するものを撰定すべし。この點を稱して**白羊宮の第一點**といふ。

夫れ既にこの撰定の決したる以上は、次に天文學者の爲すべき事項は、**(甲) 時辰儀を正確にし、凡ての星辰をして皆正しく二十四時間に地球を一周するの觀を呈せしむるに在り。****(乙) 白羊宮の第一點を通過する想像圏が所謂子午線——頭上を南北に經過せる定まれる想像圏あり——**を過ぐるに當りて、時辰儀を零時零分零秒たらしむるに在り。**(丙) 且つ各星がこの子午線を通過する時間を注視するに在るあり。**然るときは、



各星が——その極距の如何に拘はらず——子午線を經過するに當りて、時計儀は——若し正確ならば——その星と白羊宮の第一點との間の距離を示すならん。吾人は是に於て、パール星宿中最も煌々たる星の赤經は四時二十八分にして、ヴァーノン星宿中最も煌々たる星の赤經は十三時十八分あるを知れり。他は推して知るべきなり。

### 第五節 再説

讀者諸君、諸君若し前節に敘述する所を理會せられたらんに、諸君は必らず左の方法に由りて、各星辰の位置を定め得べきことを了知せらるゝならん。

(第一)極より何度を距るといふことに由りて之を定むるを得べきこと。この距離を名けて極距といふ。極距に由りて容易く赤道よりの距離即ち所謂赤緯なるものを決定するを得るなり。

(第二)白羊宮の第一點を經過する大圈より時間を以てその距離を測ることに由りて之を定むるを得べきこと。之を名けて赤經といふ。

夫れ斯の如くにして、あらゆる星辰の位置を決定し得るのみに止まらず、更に一步を進めて、就中太陽、月、諸遊星が、如何なる時間、於て、衆星中、如何なる位置を占むるか、を推測するを得るなり。

是れ天文學の多數の成績中に於て、最も有用なるもの、一とす。何となれば吾人は之に由りて、地球の表面を畫くを得、渺邈たる原野を旅行するを得、茫乎たる大洋に出るも、如何ある場處に在るを詳悉するを得ればあり。

### 第六節 地球上各處の緯度



今や吾人は地球上各處の位置を定むるの方法を説かんとす。人あり。若し讀者に向て、近傍の都市若くは村落の所在地を問は、讀者は必らず左の三様の一を答へらるゝならん曰く。是れより若干哩。曰く。某々の路に沿ふて行かれよ。曰く。汝が家の東方若くは西方等に當ると。成程里數の近き場處に對しては、この答辯甚妙あり。然れども之を遠隔の場處に應用すること能はざるあり。然らば如何して可なるべきや。假りに地球を平扁あるものとするときは、前お第三十圖を以て示せる方法に由りて、各處の位置を定むるを得べしといへども、實際に於て地球は平扁にあらざるが故に、他の方法に由らざるべからず。然らばその方法は如何といふに、左の如し。

その北半球たると南半球たるとに論なく、各處の位置を測るには、先つ赤道より起算して極地に及ぼせ。この場合に於て、若し地球儀を參看するならば、その兩極赤道間に畫せる數多の圈ありて、皆その互相の間の

距離を均しふするを知らん。是れ等の諸圈を稱して並行緯度といふ。又天體の位置は地極と地球の廻轉とに由りて之を決定したることを記憶せよ。而して少しく思考を費したらんには、恐らくは、了知せらるゝ。あらん。若し北極より零度の處に位すと知れ渡りたる一星ありて正しく諸君の頭上に顯はるゝとすれば、諸君の居らるゝ所は則ち北極あるを是に於てかその星の正しく頭上に顯はるゝ地は則ち北極なることを知るなり。又若し極距九十度の處に位すと知られる一星ありて、その星正しく諸君の頭上に顯はるゝときは諸君は赤道地方に居らるゝこと明かあり。是に於てか又その星の正しく頭上に顯はるゝ地は則ち赤道地方なることを知るなり。

之と同一理にて、赤道の南北如何なる地方にて、既にその位置の明瞭ある恒星若くは自餘の天體の我が頭上に顯はるゝに由りて、その場處



の位置を定むるを得べし。蓋し地球儀若くは地圖上に畫せる赤道及び緯度の用は此邊に存するあり。又斯く地球上の位置を定めんには豫め恒星等の位置を明かにせざるべからず。例へば倫敦の北緯五十一度三十分たるを知るは、是れより先き北緯五十一度三十分分に當れるツラコニヌ星が正しく天上の同地に當れる處を通過するに由れるの類是れあり。

地上の赤道に對するこの距離を緯度と名け天上の赤道に對するこの距離を赤緯と名く。而して天上に南赤緯及び北赤緯あるが如く、地上にも亦南緯度及び北緯度畧して南緯及び北緯といふあるあり。一地方の緯度は、又極星が水平線上に昇れる外觀上の高度に由りて之を決定するを得べし。一地球の圓體あるを決定すると正しく同一の法に由る。一例へば、赤道地方の觀察者は、北極星を水平の位置に見るを以て、同地の零度たるを知り、又北方殆んど六十八哩半の地に行くとき

は、水平線上一度の處に北極星を見るを以て、その地の北緯一度たるを知り、漸く進みて極地に到るときは、北極星は水平線上九十度の處に在るを以て、その地の北緯九十度たるを知るあり。故にいくの場處にても、何れの時にても、既に北極星の高度を測定する以上の直にその地の緯度を定むることを得るなり。

以上は讀者の理會し易からんが爲めに、假りに極北の天上に一星ありと定めて述へたるものあり。然れども實際に於ては斯の如き星あることなく、彼の吾人が目撃する所の北極星なるものは、極北を距ること殆んど一度半の處に在るのみ。故に前陳の法を試むるに當りて酌量する所なかるべからず。

### 第七節 地球上各處の經度

地球各處の位置を決定せんには、前記の外に又一物一即ち天球各處の



位置を決定する場合に所謂赤經の如きものを要す。而してこの一物を稱して經度といふ。

地學家この經度を定めんが爲めに、天文學者に倣ふて地球を環繞する一圏ありと想像し、且つこの圏は兩箇の相對する場處より起りて、兩極を通過し赤道を横斷して、之と直角を爲すものと想像し、而してこの圏に由りて經度を測れり。

斯く言はば或は問はん、この圏は何處に在りやと。然れども何處に在るも可あり。故に國に由りて之を異にし、自國の中央司天臺所在の地を以て起程の處と定めり。

例へば英國に於ては、グリーンウヰッチに在る轉鏡儀を横斷する圏より起算し、我が日本國はても英北米合衆國に於ては華盛頓府司天臺の處より起算し、佛國にては巴里司天臺の處より起算する等の如し。

又第二の問題は、その測定する方法如何といふに在り。今之に答へんに、

グリーンウヰッチを横過せる圏の東たり西たるに論かく、凡て地上各處の位置を決定せんと欲せば、須らく彼の星辰の位置を決定するに白羊宮の第一點を横過する想像圏の東若くは西云々と決定すると同一の方法に由るべし。即ち時間の問題たるなり。

今之を證せんには、又例の橙と縫針との方法に於るを善しとす。借數本の針を羅列して、兩極とグリーンウヰッチとを通過する圏に像り、又各針を各觀察者に像りて、之に各々グリーンウヰッチの時間に合ふたる一箇の時計を伴はしめ、又その針の一つをグリーンウヰッチに在る觀察者に像り、又一箇の蠟燭若くは燈火を太陽に像り、橙の周圍を東より西に運行せしめて以て地球が西より東に行くに代ふへし。然るときは、一列の數針は凡て皆直に燈火―若くは蠟燭―と縫針との間に入るべく、凡ての觀察者は皆同瞬時に星の通過を見るからん。

故にグリーンウヰッチの正南正北に當れる場處は凡てグリーンウヰ



ツチと同一なる時間の起程點を有すべし。辭を換へて之を言へば、皆同一なる經度を有すへし。

今グリーンウヰツチに像りたる鐘針を執りて、之を一系列の數針の西に置かんに、然るときは、燈は猶依然として西より東に運動せざるを得ざるが故に、一燈火若くは蠟燭を東より西に運行せしめて之に代ふるも可なり。一この一針は他の一系列の針より遅れて燈火と燈との間に入るべきこと明かなり。更に詳に之を言へば、數針とこの一針とが燈火の邊を通過する時間に差違あるべきこと明かなり。斯くて數針に於ては、今正にグリーンウヰツチの一時を報するとせんに、然るときは、同地に像れる針は數針よりも遅れて燈火の邊を通過するを以て、その通過する際には、早既に一時後たるべし。依て假りに二時たりとするときは、この兩處の間に一時間の差違を生すべく、又一系列の針を以て示せる同經度の場處は、グリーンウヰツチの東あるを示すあらん。

今燈火は太陽に像れるに由り、この太陽は一地方に對して一地方限りの時間を生せしむべし。何となれば、太陽が日中に於て子午線の上にあるか、若くはその正南に在るときは、則ちその場處に於ては十二時あればあり。精細に言へば、正南に在るときは、必ずしも十二時あるにあらず。左れ也。今假りふ十二時ありとして説くあり。故に若しこの一地方限りの時間をして、グリーンウヰツチの時間と精密に符合せしめたらんには、先つその地方がグリーンウヰツチの東に當るか、或は西に當るかを判知するを得べく、次に西方若干或は東方若干といふを得べし。若しその地方と午前十時にして、グリーンウヰツチは正午たりしならんには、その地方は、グリーンウヰツチの西に當れるを知るべく、その地方の正午は、グリーンウヰツチの午後二時なるを知るべし。之に反して、その地方は午後二時にして、グリーンウヰツチは正午ありしあらんには、その地方は、グリーンウヰツチの東に當れるを知るあらん。



然り而して時間十二時を違へば百八十度の差あり六時を違へば九十度の差あり三時を違へば四十五度の差あるを以て、一時間の差は正しく十五度の差と相符合するあり。

茲に實際上に起るべき困難あり。グリーンウヰッチを距れる場處に於ては、グリーンウヰッチに於ける時間を精密に知り難しといへる是れなり。蓋し之を確定せんが爲めに從來行はれたる試験數種あり。今之を舉んに、或は狼火を放ちしことあり、鐵砲を放ちしことあり、其他萬般の法を行ひしことありといへども、皆之を接近せる場處に行ふを得べきも、遠隔せる場處に行ふを得ず。故に之を遠隔せる場處に行はんと思は、甲地より乙丙丁地に時計を携るの外、他に良手段あることなかりき。然れども、今日に至りては電信機の設けあるを以て、之を確定すること甚容易とは爲れり。

又或る天文學上の現象にして、その起るべき時日を前知するを得べく、

その地球より遠隔せるにも拘はらず、同瞬時に之を見るを得べきものあり。即ち航海曆中に載する所の木星に附屬する月の蝕、我が地球に附屬する月の位置等の如き是れあり。今木星に附屬する月の蝕は、グリーンウヰッチの午後一時に起りたりと假定せよ。是時に當りて、或る地方に於ては、午後二時に之を見たりとするときは、この地方とグリーンウヰッチとの間の時間の差は一時間なるが故に、その地方は、グリーンウヰッチの東十五度に當れるを知るべし。又この月蝕を正午十二時に見たる地方は、グリーンウヰッチの西十五度に當れること明々白々たるあり。

### 第七章 天體の運動齊整せる理由

#### 第一節 重量とは如何なるものぞ

星辰の吾人に有用なる所以のものは他なし。その將來何れの時に當り



て天の何れの方位ほうむに顯はるべきかを正確せいくわくに測度そくたするを得るを以てなり。是れ前章に説明したる所あれば、讀者は定めし了知りやちせられしこと、信す。然れども星辰の運動、若くは我か地球の運動にして齊整せざりし、あらんには、斯く測度すること能はざるや明かなり。左ればその然かすることを得るは、その運動の齊整せるに由れること固もとより言を待たずといへども、猶更に、一層の詳密に涉りて考察を下さん。

之を爲さんと欲せば、先づ天文學中の稍ちやう重學じゆうがくに屬する部分、即ち天體運動の法則はふそくに論及ろんきせざるべからず。抑も古人は地球を靜止せいしせるものと信し、太陽及び遊星を、その周圍を運行うんかせるものと信したりしかど、歲月の經過するに従て、この觀念くわんねんは漸く正確なる觀念に歩を譲り、隨て一箇の問題もんたいを起すに至れり。曰く、如何して太陽と遊星との斯の如く運行するやと。而してこの問題の起るや、當初の遊星必らず某種の渦狀くわじやうを爲して周行するならんとの假定の之に伴ふて起れるゆり。其後に至りて始

めて正確ある解釋顯はるゝに至れり。曰く、遊星の太陽の周圍を運行し、月は各自の主星の周圍を運行す。然れども、正圓狀せいげんじやうの軌道を運行せしめて、橢圓たつぱんの軌道を運行するが故に、太陽は必らずしもその中心の處に在ることありしと。ニウトンニウトン 一六八七年 死す英國最も有名なる理學者なり。重學の原理げんりに基きて、斯の如くあらざるべからざる所以の理由を示したり。請ふ左にその然る所以を述べん。

(譯補) ニウトンが、その引力に關する假設かせつニは、次章の譯補に關する假設を製爲せし暫時前に、有名なるデカールデカール 一六三〇年 死す佛國の哲學者なり。天體の運動を説かんが爲めに、假設を制爲せり。氏の假設に曰く、天體の渦狀くわじやうと名くる一種の大渦に由りて運行せしめらるゝと。氏の説に據れば、凡て遊星が太陽の周圍を運行するの方向、皆同ト。是れ一の渦の爲めに運行せしめらるゝの證ありといひ、又その頃ガリレオガリレオ 一六〇九年 死す伊國有名なる天文學者なり。十の發見せる木星の衛星の



如きも亦一小渦の爲めに木星の周囲を運行せしめらるゝといへり。左れば氏の假設は、是れ等の諸點に於て撞着する所なきが故に、當時の學者多く之を是認したり。然るにニウトン出で、引力に關する假設を製爲し、又同事實を説明したりしかば、その孰れと優れりとすべきやを決定するに苦む人も多かりき。畢竟デカートの假設の極めて簡單にして解し易く、ニウトンの假設は、數多の事實を一層詳細に解釋せるなり。

夫れ斯の如く、兩箇の陽に優劣なき假設あるに當りて、之を取捨撰擇せんに、一の假設と符合し、他の假設と符合せざる所の或る事實、若くは事物を發見するを要す。斯くて一の是にして、他の非なるを直に決するを得べければあり。ニウトンは彗星の運動が、自餘の遊星の運動とその趣きを異にし、太陽の大渦を横斷して直行するを以て、デカートの渦と符合せざるを示し、加之あらず、彗星ハ、デカートの假設せ

るが如き木星の小渦を通行するときといへども、その運動する狀は、恰かも斯る渦なきかの如し。而して今日に至りては、數多の彗星が各種の方向より來りて、太陽の周囲を通行すること益々明瞭とありたれば、假りに若しデカートの説の如しとするも、箇々別々の渦あらざるべからず。然るにデカートの説ハ、只一種の渦ありといふにあるが故に、到底彗星の運動を説明すること能はざるあり。是に至りて、ニウトンの説の全く優れるを知るなり。

(小論理書)

今一箇の球若くは石を空中に擲つときは、必らず復た地上に墜落すべし。ハあり、若し何故かとの問題を起したらんには、無識の者は左の答辨を以て充分に説き盡したるものと爲して之に満足するならん。曰く、凡て重き物體は地上に墜落すべきの理なればありと。然れども、稍々事理を辨へたる者は猶次て何故に物體ハ重きかとの問題を起すなるべく、隨て又左の答辨を得るあるべし。曰く、



凡て物體は相互に吸引すること恰かも磁石の鐵を吸引するが如し。故に甲の石は乙の石を吸引し、乙の石は亦甲の石を吸引するあり。然れども地球はその容積の大なること地上萬物の比にあらざるが故に、大小となく悉く之を吸引し、爲めに他物互相の吸引する力をして有、無の如くおらしむるあり。

故に萬物の重量即ち重力とは、單に地球が其物を吸引し、之をして我が中心に歸せしむる所の力といふの意義に外あらざるなり。

然り而して物體の引力は、その包含する物質の多少に比例するものなり。例へば地球若し今日と其質を同ふしつゝ、その量を二倍したりとせんに、然るときは、その萬物を吸引する力は今日に二倍すべく、隨て萬物の重量も亦今日に二倍すべし。——是を以て、吾人が行歩に困難を覺ゆること、宛ちがら斷えず一人を背に負へるの念ひあらん。——又地球は依然として今日の如しとするも、萬物の質、今日に二倍したらんには、

地球の之を吸引する力と萬物の重量とは亦今日に二倍するからん。例へば、今日一斤の砂糖は二斤と爲り、今日二斤の砂糖は四斤と爲るの類是れあり。

予は前章に於て物體或は物質の分量なる語を用ゐたり第二章月節月は何に似たりやといへる部分を参看すべし。今例を以てこの語の用法を示さんに一升の鉛は一升の水よりも、その包含する物質の分量多しといふが如し。この用法に據るときは、物質ある語は、吾人が地上に在らん限りは、重量ある語と異名同義なりと知るべし。然れども、地上に於て一斤の重量を有する物體を執りて、之を木屋上に置くときは、假令ひその物體即ち物質の分量は毫も變更することなきも、その重量は二斤以上と爲るべし。故に各異の引力の下に物體の重量を論せんには、須らくその不易の分量を表出する語を用ゐざるべからず。

假りに今我が地球はその容積を二倍したりとするも、重量一斤の物體



は、尙他の重量一斤の物體と互に相權衡を保つべし。何となれば、二物均しくその重量を二倍すべければなり。是を以て吾人の、その引力が如何に變更したるかを決定せんが爲めに他に如何ある方便をか用ゐざるべからず。

この方便に供せんには發條にて可なり。是れ發條は引力の爲めに毫も變更せられざるものあればあり。然れども、最も精密なる方法は、物體が一定の時間——通常一秒時——に地上に墜落する距離を測定するに在り。何とあれば、引力益強ければ、物體の墜落することも亦益速なるべければあり。今地球の表面に在りて、若し眞空にして空氣の抵抗するなくんば、墜體の速力は一秒時に十六英尺なるべく、その秒時の終には三十二英尺あるべし。——詳に言へば、引力若しその秒時の終に止みたらんには、墜體は次の秒時に三十二英尺を行くからん。是故に地面上に在りては、引力は之を三十二と爲し、木星上に在りては、

その二倍半即ち七十八と爲すべし。但し七十八といふ物體若し他物の之に抵抗するなくんば、一秒時間に七十八英尺の速力を以て墜落するの義あり。

### 第二節 引力と距離と從て減少す

地面上に在りては、萬物の重量とは、地球が之を吸引する力の義あり。是れ前章既に説明したる所なり。今やこの力即ち引力は、距離に從て強弱の差違あることを説かん。

讀者諸君、諸君は定めし了知せらるゝならん、磁石は鐵に接近するに從て之を吸引するの力を増すことを。今卓上に一本の針を置き、その傍に磁石を置きたりとせんに、若しその間の距離數寸あらんには、磁石は針が卓上を輾轉する際の摩擦力に勝つと能はずして、却て針の方に運動するからん。然れども、その漸く針に接近するに從て、漸く摩擦力を壓倒



し、遂に針を己れの方に吸引すべし。

引力も猶斯の如し、物體地球より遠隔せる處に在るときは、引力は甚微弱あるも、漸くその距離を減少するときは、漸くその力を増大するあり。ニウトンは、引力が距離の自乗と轉比例を爲すことを發見したり。左れば、距離二倍するとき、引力は四分の一に減少し、距離三倍するとき、引力は九分の一に減少し、距離四倍するとき、引力は十六分の一に減少するあり。

(譯補)顧ふに、從來發明せられし自然法中に於て、最も重要なるものは、引方法なるべし。同法は、凡て宇宙間に存在する物體は、その大小距離に比例する一定の力を以て、互に相引くことを教ふるものあり。蓋し萬物が地上に墜つるを示すは、論理學の助を假るを要せざるが如し。何となれば、世人が一箇の石を抛ぐるとも、一箇の書籍を抛ぐるとも、一箇の金貨を抛ぐるとも、將た一箇の羽毛を抛ぐるとも、皆多少の速

力を以て、地上に墜つべければなり。左れば、上古に在りて、希臘人既に之を認識し、加之ならず、上古の埃及人及びその以前の人々すらも、之を認識したり。然れども、彼れ等は、萬物皆然りとは思はざりき。何とあれば、焰の如き、煙の如きは、空中に上騰するを以て、之を地上に墜つべからざるものと思考し、雲や、泡や、その他この類の物に就ても、亦同様の思考を懷きたればなり。希臘哲學の最大家、アリストートルすらも、猶結論を爲して曰く、或る物體は重くして墜落すべき傾向を有し、或る物體は軽くして上騰すべき傾向を有すと。今を距ると僅かに二百年前、ニウトン始めて、焰、煙等の諸物が、陽に重力を有せざるの觀を呈するも、その實、亦地球の引力に吸引せらるゝと、引力は、日月星辰等の如き諸天體の間にも行はるゝと、を説き、而してアリストートルの假説に代ふるに、萬物悉く重くして墜落すべきの傾向を有すと、いへる假説を以てしたり。ニウトンこの理を説きて曰く、例へば、若し天秤



の一方に重さ一斤の物品を載せ、他方に半斤の物品を載せたらんには、甲の降るに従て、乙は昇るべし。之と同一理にて、若し焔が周囲の空氣よりも輕かりしならんには、空氣の爲めに壓されて上騰すること恰かも浮木が水より輕きが爲めに、水中に浮ぶに均しと。斯の如く、演繹的に辨論して、然る後上騰すべき觀を呈するものも、その墜落すべき傾向を有すること、左れど、一層その傾向の大あるものゝ爲めに壓されて上騰することを知るなり。

(小論理書)

### 第三節 月の軌道は之に由りて證明するを得べし

(譯補) ニュートン又月の運行に關し、左の法に由りて辨論したり。曰く。若し萬物は皆相互に吸引すべき傾向を有するからば、凡て地上に墜落すべし。今、月は一箇の物體なり。故に推測法に據るときは、地上に墜落

せざるを得ざるの理なり。然るに其地上に墜落することなく、依然として陰曆の毎月に一回、地球の周圍を運行するは何故か。

こは左の理由にて明かなり。顧ふに、月若し如何ある方法に於てか、地球の爲めに維持せられざりしならんには、恰かも石が迅速に廻轉する投石器より脱したるが如く、直線の方向に飛去るべし。何とあれば、運動法に據るに、動體の他力の爲めに、その進行の方向を變更せしめらるゝにあらざれば、直線に進行すべきものあるを以てなり。左れば、月は實に斷えず、地上に向て墜落しつゝあるあり。而してその直線に飛去らざる所以のものゝこれが爲めなりと。

ニュートン又最も巧妙ある數學上の推理に由り、引力果して已れの假定するが如きものあらんには、月は斷えず、地球の周圍を運行しつゝあるべきを證し、果して然らんには、諸遊星も亦彼れが如く、太陽の周圍を運行しつゝあるべきを證し、又諸遊星及び諸衛星の運動に關す

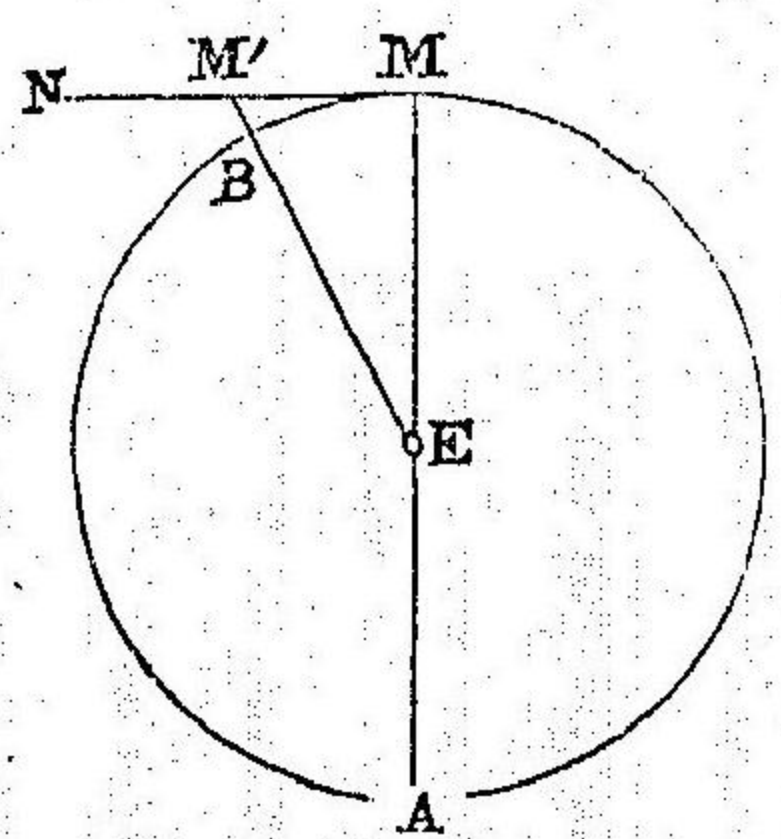


る數多の特例を説き、又彼の彗星の如きは甚だ不規則に出沒するに似たりといへども、その實引力の爲めに、長き軌道を運行せるものなることを示し、潮汐の如きも、引力の結果なることを論せり。斯くて氏の法則は、假設の證明せられたるものとなし、而して吾人をして確信せざるを得ざるものとなせり。

(小論理書)

今圖の助を假りて、月の運行を考察せん。

第三十一圖 此の圖は、月の地球の方に墜落するを示すものなり。



第三十一圖に於てEを地球と爲し、M、B、Aを月の軌道と爲し、而して月、Mの處に在りと假定せよ。然るとき、若し引力その作用を失ひたらんには、月は當時進行しつゝ、ありたる方向即ちNの方向に進行して、一秒時、M'の處に到ららん。然れども、實際に於ては、引力常に作用するを以て、月はMよりM'に進まずしてBに進み、以て地球の爲めにM'よりBに引かれたるの結

果を生せり。而して吾人は既に月の軌道の容積を知れるが故に、據りて以て地球が一秒時に、月を吸引する速力即ちM'B間の距離を行くの速力を測定し、その一英寸の十八分の一弱あるを知れり。

儲この事實は、ニウトンの意見と符合するや否や。一物體若し月の位置に在りたらんに、一秒時に墜落する距離——即ちその地球に吸引せらるゝ距離は幾何あるべきや。又月は、地球を距ること大畧二十四萬哩にして、地球の表面は、その中心を距ること四千哩あり。而してこの二者の比例は凡そ六十と一とに當るが故に、地球の引力が月に對する——の度は、その地面上の物體に對する度の六十分の一の六十分の一即ち三千六百分の一たるべし。而して地面上に於て、引力の物體をして一秒時間に十六英尺の割合を以て墜落せしむるに由り、月の位置に於て、その三千六百分の一即ち一英寸の十八分の一の割合を以て墜落せしむるを知るべし。是に由りて之を觀れば、ニウトンの意見の正確ある