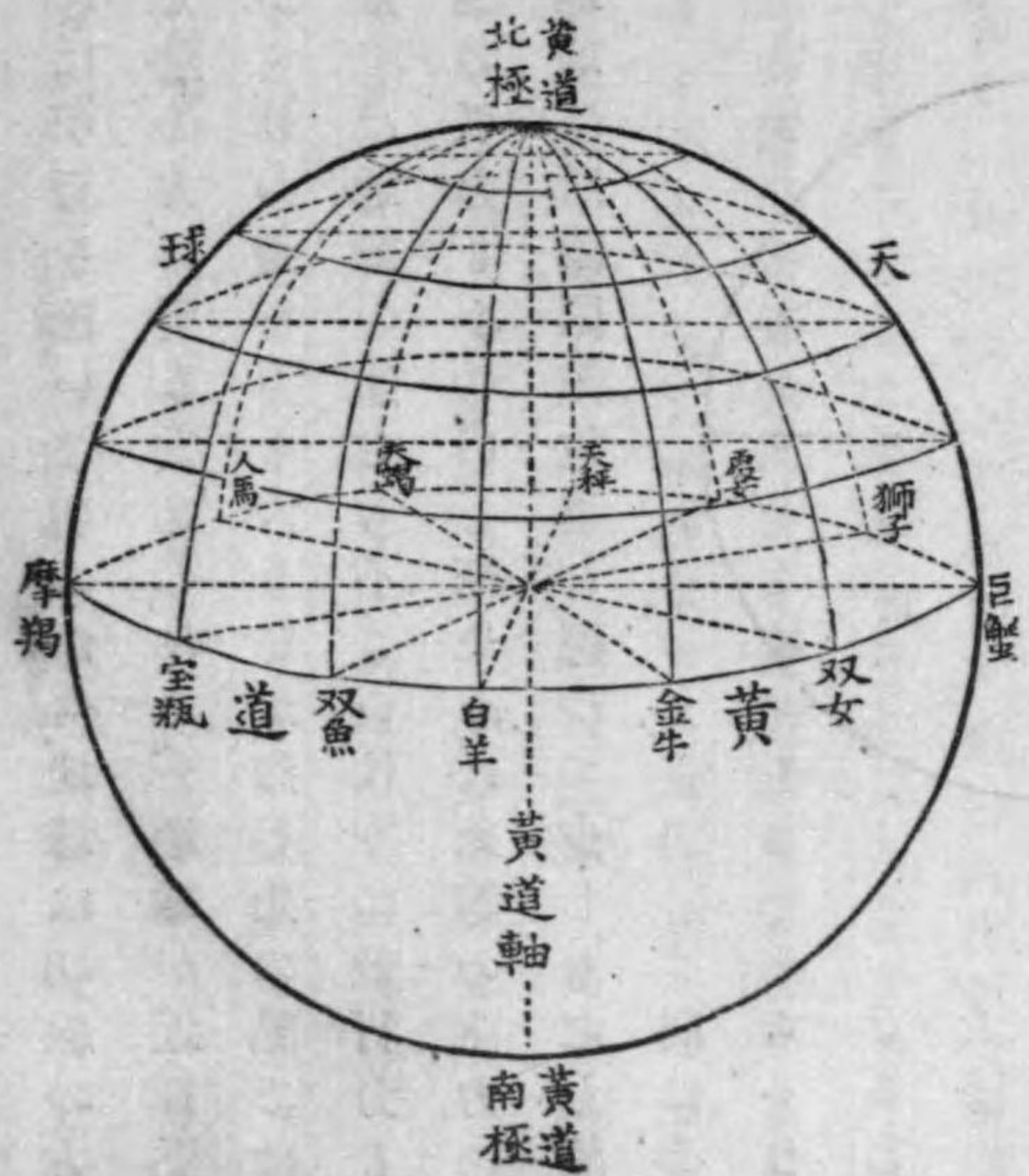


時間の墜落は二十一耗四で、木星のは僅に〇・一三耗である。此等は軌道を皆圓と見ての勘定である。是と同じく、地球の軌道を天まで擴張すると考へるときも、又之を圓と看做すことになつて居る。

九七 地球の軌道を天まで擴張する理由

地球の軌道を天まで伸ばすときは之に方つて十二の星座 Constellation がある。之を動物圏の星座 Zodiacs と稱して、白羊宮 Aries、金牛宮 Taurus、双女宮 Gemini、巨蟹宮 Cancer、獅子宮 Leo、處女宮 Virgo、天秤宮 Libra、天蠍宮 Scorpio、人馬宮 Sagittarius、摩羯宮 Capricornus、寶瓶宮 Aquarius、双鱼宮 Pisces 等から成り立つて居る。此等十二星座の中を通過して居る圓

第五十七圖



を、黃道 *Ecliptic* と云つて、地球の軌道の天球面に射影せられたものに外ならぬ。黃道は總ての他の圓の如く、三百六十度に等分され、各度は六十分、各分は六十秒に等分される。

黃道の中心には、太陽が座を占むると假定されて此の太陽から、天を觀察する場合には之を日心的 *Heliocentric* 觀察と云ふことになつて居る。

黃道面に垂直に、太陽の位置を経て、上方(北の方)にも、亦下方(南の方)にも、一直線を畫くときは、此の線は相對向した二個點で、天球面に衝突する。此の線を黃道軸 *Axis of the ecliptic* と稱へ、其の北端を黃道の北極 *North pole of the ecliptic*、其の南端を黃道の南極 *South pole of the ecliptic* と云ふ(第五十七圖を看よ)。

黃道の兩極から、天球面を傳つて黃道に垂直に、數多の四象限(圓の四分の一で、第五十七圖には北極から下したもののばかりを示す)を下せば、其の中には、其の脚點を、白羊と記した點に置くものがある。此の點は、前にも述べた春分點で、これから黃道圏中十二宮(星座)の方向に、度、分、秒で表した距離を、黃經 *Astronomical Longitude* と稱する。是に黃の字を附けるのは、之を赤經や地經地學上の經即ち地球面の經から區別する爲である。又黃道に平行に、天球面に畫かれた諸圈線は、黃道から南北に向かふ距離を

示すもので、之を黄緯 Astronomical Latitude と云ひ、黄道を去つて、其の兩極に近づくに

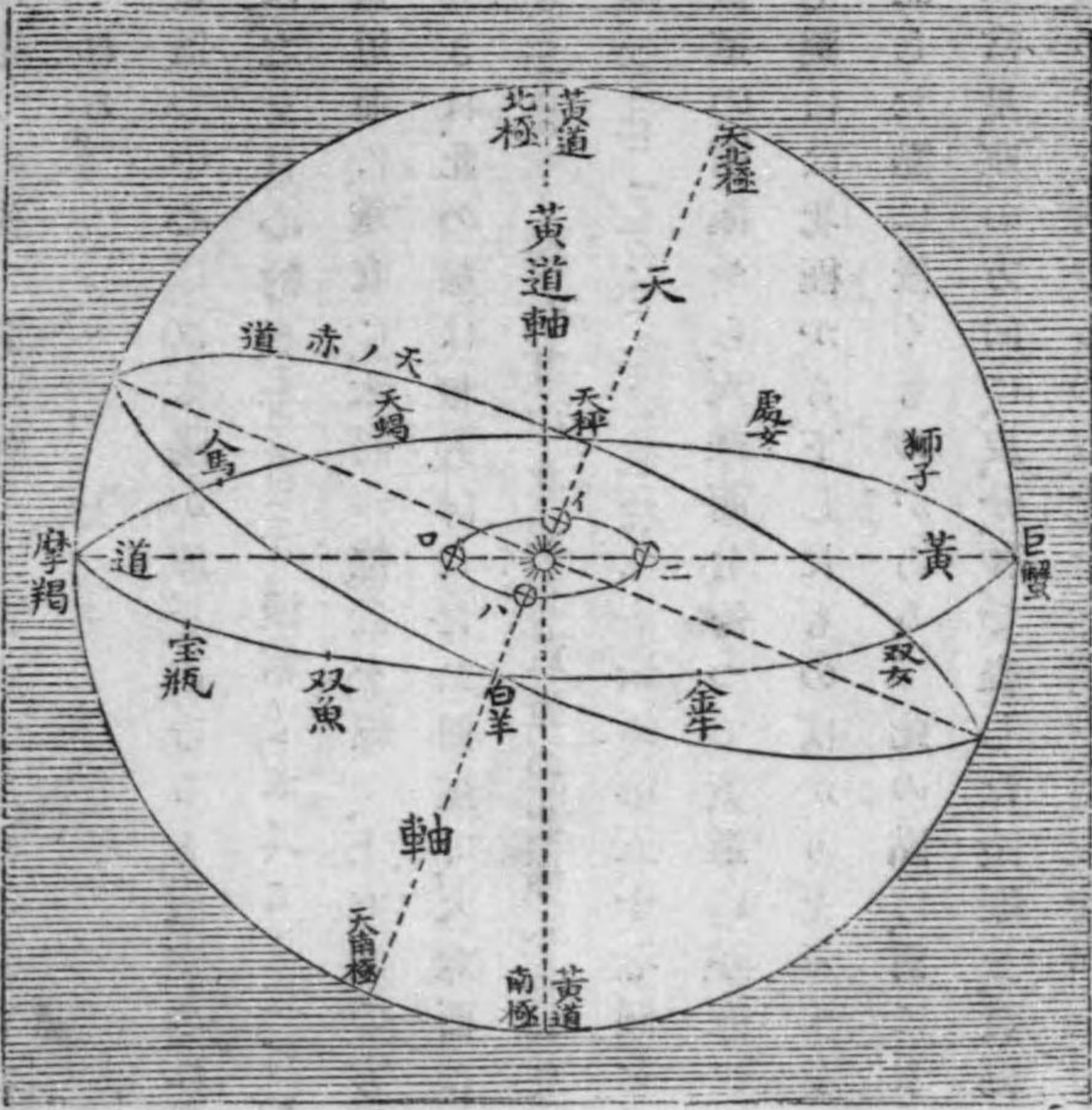
随つて、愈小さくなる。是に黄の字を附けるのも前と同理由による。又赤経や地經のやうに、北黄緯と南黄緯との別があつて、之を言ひ表すには、又度、分、秒でする。

黄經と黄緯とは、黄道の座標

Coordinates of the ecliptic と稱へて、

亦天に一種の網を作るものである。此の網に依て、何れの星でも其の位置を擧ぐる事が出来る。例へば黄經二百五十度十分二十秒、北黄緯十度三十分三十秒にある星と云へば、それで星の位置は

第五十八圖



天のどの邊に在るかが判る。

九八 春分點

地球の赤道を、天まで伸ばしたものが天の赤道で、地球の軌道を、天まで伸ばしたものが、黄道であるから、兩者の相横切る角度は、矢張二十三度半である。此等の兩道の切合點を節(交ともいふ) Node と稱して二ある。一は、春分點で、一は秋分點である。又此の兩點を結び付くる線は、節線 node-line である。天の赤道や、黄道を観るときには、其の中心點に、太陽があるとしても、又地球があるとしても、少しも違ひのないと云ふのは、天球の無限大なるに比ぶれば、地球の軌道位のもは一點と化し去りて、太陽も地球も同一點にあることになるからである。然し遊星、彗星、月等の如き、割合に手近かの星を観るときには、太陽を中心にするのと、地球を中心にするのとは、大差を生ずる。故に太陽を中心として観るときには、之を日心的 Heliocentric 觀察と云ひ、地球を中心として観るときには、之を地心的 Geocentric 觀察と云ふのである。乃ち吾々は日心的觀察を取て、第五十八圖の、天の赤道と黄道との中心に、太陽があるとせん。先づ白羊から天秤に畫かれた直線は、節線である。夫から黄道は、白羊から北方(前圖では右方)に進んでは、赤道の上に出て、天秤に至り、天秤から南の方(左方)に進んでは、赤

道の下に入つて居る。乃ち白羊と記した點は、春分 Vernal equinox 點で、地球から眺めて、太陽が此の點に在る時が、即ち天文学上の春季の初めである。又天秤と記した點は秋分 Autumnal equinox 點と稱して、地球から見て、太陽が此の點に在るときが、即ち天文学上の秋の初めである。白羊、天秤の兩點では、太陽は黄道上に在ると同時に、赤道にも在る。地球が其の軌道をイからロに進めば、太陽は、地球から觀れば、次第に天の赤道の上に出て、金牛、双女の兩點を経て、巨蟹に至つて、最も之を離れる。此の時、天文学上の夏の初めである。又地球が、ロからハに進めば、太陽は、獅子、處女の兩點を経て、次第に赤道に近づいて、天秤に至り、再び赤道に到着する。夫から地球が、ハからニに進むに随つて、太陽は、次第に赤道の下に入つて、天蠍、人馬の兩點を経て、摩羯に至り、最も赤道を離れる。此の時、天文学上の冬の初めである。夫から地球が、ニからイに進むに随つて、太陽は、次第に赤道に近づいて、寶瓶、双鱼の兩點を経て、白羊に至つて、再び赤道に達する。これから後は、太陽は前同様の運動を繰り返す。

十二宮を、昇宮降宮の二類に區別することがある。昇宮とは、摩羯、寶瓶、双鱼、白羊、金牛、双女の六宮で、降宮 Descending zodiacs とは、巨蟹、獅子、處女、天秤、天蠍、人馬の六宮である。昇宮 Ascending zodiacs とは、太陽が、南から北の方に昇り行く時に、通過する宮で、降宮

とは、太陽が北から南に降つて行く時に通過する宮である。又十二宮を、春宮、夏宮、秋宮、冬宮の四類に區別することもある。春宮とは、白羊、金牛、双女の三宮、夏宮とは、巨蟹、獅子、處女の三宮、秋宮とは、天秤、天蠍、人馬の三宮、冬宮とは、摩羯、寶瓶、双鱼の三宮である。元來十二宮は星座の名であるが、現今黄道中十二宮の名稱の付いて居る所は、同名の星座の位置と一致しないことになつて居る。此の事は尙後に之を説明することにする。

巨蟹宮と摩羯宮との天の赤道からの距離の大小は、黄道の、赤道に對する斜角に關するもので、此の斜角、即ち黄道の傾斜 Obliquity of the ecliptic は、絶えず少許の變化を受けつゝある。

九九 黄道の傾斜の變化

天の赤道面と、黄道面とは、現今凡二十三度半の角度をなして相切合ふて居る。此の角度は精細に言へば、目下(大正七年)二十三度二十七分一秒である。此の角度は、年々平均〇・四七六秒づつ、變化するもので、其の最小極度に達した時は、二十一度五十九分で、最大極度に達した時は、二十四度三十五分である。此の兩極度に達する、年數は何

千年と云ふ長い年月である。現今傾斜角度は、次第に減じつゝあるが、過去のものは、左の通りである。

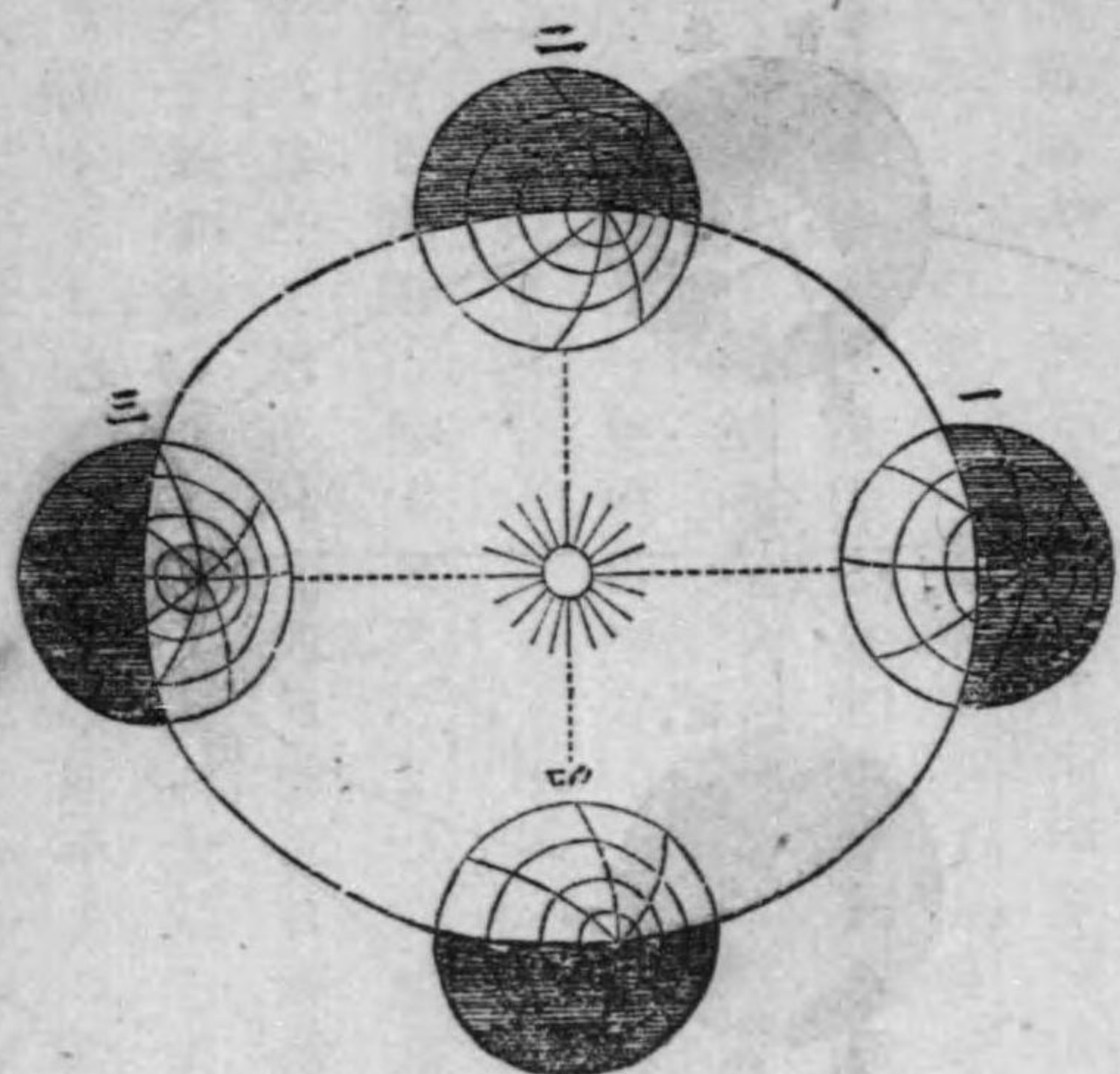
西暦紀元前千百年	二十三度五十四分
同 三百五十年	二十三度四十九分二十秒
西暦紀元後千年	二十三度三十六分三十六秒
同 千二百八十年	二十三度三十三分三十秒
同 千四百三十七年	二十三度三十一分四十八秒
同 千八百年	二十三度二十七分五十七秒

黄道の傾斜は、春夏秋冬の四季の冷温の差を生ずる原因である。

一〇〇 黄道の傾斜と四季

黄道と赤道との間は、二十三度半弱の角度であるから、地軸が軌道面に傾く角度は、六十六度半強である。地球が、太陽を廻ぐるに際しては地軸は、上の位置を固守して之を變ずることは洵に少ない。因て普通の場合には、不變と見ても差支ない。随つて地球が其軌道の何れの點に行つても、地軸は常に天の一方を指して、其の位置は常

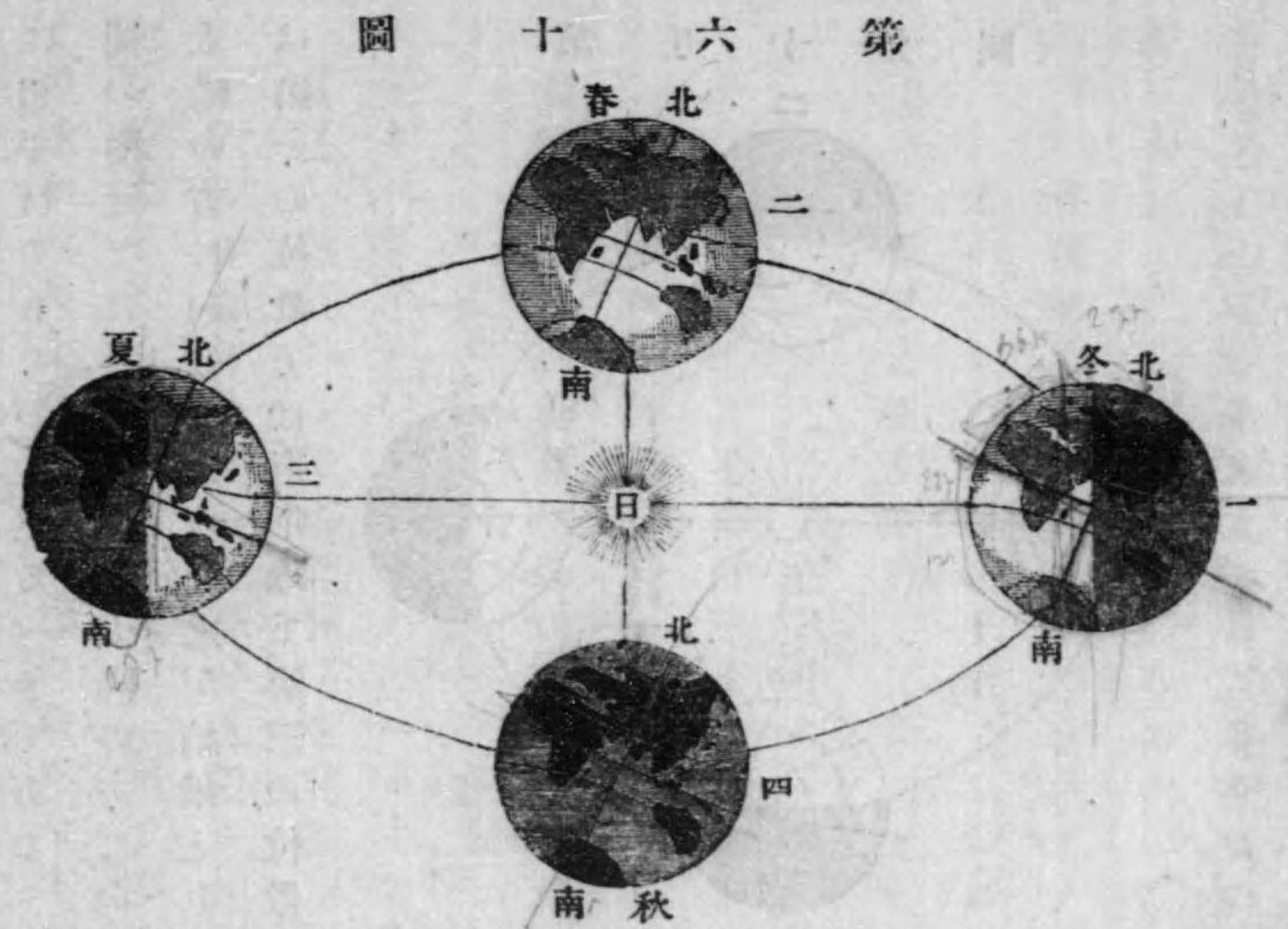
第五十九圖



地球を北の方から見たる所

に相平行するものと見るべきである。故に地球が公轉の際に、第一の位置(第五十九圖)の附近では、其の南極を太陽の方に向けてゐても、第三の位置の附近では、其北極を太陽の方に向けてゐる。之が結果として、地球上最も多くの日光と熱とを受くるのは、第一の位置では南半球で、第三の位置では北半球である。第二と第四の位置では

地球の兩極は、同じ様に太陽に向いて居るから、兩半球とも、同量の光と熱とを受けてゐる。地球が第一の位置に在るのは十二月二十二日、第二の位置に在るのは三月二十一日、第三の位置に在るのは六月二十二日、第四の位置に在るのは九月二十四日である。乃ち此等の四位置で、地球が自轉すると考へて見れば、第一の位置では、南極附近は、南極から二十三度半の所までは、間斷なく日光を受けても、北極附近は、北極から二十三度半の所



地球の軌道斜めに於て見所

までは、少しも日光を受けず、爲に常に眞暗である。此の時は、南半球では夏で、北半球では冬である。地球が第三の位置に在るときは北極が太陽に向かふ爲に北極附近が北極から二十三度半の所まで常に日光を受けて、南極附近は南極から二十三度半の所まで、少しも日光を受けない。その時は北半球では、夏で、南半球では冬である。第二と第四との位置では、南半球とも、日光を受くる部分は、同じで、地球が自轉をしても、其の上の各地點は、自轉時間の丁度半分だけは、日光を受け半分だけは之を受けない。それで第二の位置では、北半球は春で、南半球は秋であるが、第四の位置では、南半球が春

で、北半球は秋である。此の兩位置にあるときは、晝夜の長さが同じであるから、此の時を晝夜平分 Equinox と云ひ、兩點を平分點 Equinoctial points と稱する。

101 日光を受くる分量の多少から來る結果

地球面の各都で受くる日光の多少は之に、氣候帶 Climatic zones と稱するものを出現する。此の帶は一年中に、正午太陽が地平の上、何程高く昇るかによつて定まるもので、左の如き問題は、之を定むる要件とも云ふべきである。

- 一、太陽は、一年中に少くとも一回、正午に、觀察者の天頂頭上に來る事あるや否や
- 二、太陽は、一年中に、少なくとも、地球の一日自轉中、觀察者の地平上に昇らざることあるや否や

此の二問題に對する答によつて、地球の赤道に駢走する、氣候帶の界を取り極むることになつて居る。十二月廿二日、地球が第一の位置に在るときは、北極は、太陽から二十三度半背いて居る。故に、太陽を天頂に見る所は、赤道の南二十三度半の所である。随つて太陽の、正午での、地平上の高さは、南半球に最も大きく、北半球に最も小さい。六月二十二日、地球が、第三の位置に在るときは、南極が太陽から二十三度半背い

天地理學 一〇一 日光を受くる分量の多少から生ずる結果

て居る。故に、太陽を天頂に見る所は、赤道の北二十三度半の所である。随つて太陽の正午での地平上の高さは、北半球に最も大きく、南半球に最も小さい。地球面の赤道の南北二十三度半までの部分を熱帯 Torrid zone と稱して、此の帯の各地では、太陽が年に二回天頂に来る。その二回は、左の日に當る。

南緯二十三度半の地	十二月二十二日(限界線に當る故に、此の地だけは一回)
同 二十度の地	十一月二十二日
同 十五度の地	十一月四日
同 十度の地	十月二十日
同 五度の地	十月四日
同 零度の地	九月二十四日
北緯五度の地	四月三日
同 十度の地	四月十六日
同 十五度の地	正月二日
同 二十度の地	五月二十一日
同 二十三度半の地	六月二十二日(限界線なれば、此の地だけは一回)

右の日附は閏年には、三月以降、一日づつ早くなることを述べて置く。

日光の照す所は地球が、第一の位置に在るときは、北半球では北緯六十六度半の所まで、地球が第三の位置に在るときは、南半球では南緯六十六度半の所までである。是が爲、兩極の周圍に、一時、日光の、少しも照さぬ所が出来て、其の界は、極から二十三度半の所にある。此の所以外に上述の界が伸びないのは、太陽が赤道の南北二十三度半の所までの外進まないのと、其の光線を受くる地面の界も、南北雙方、太陽の位置から九十度の所までであるのとに由る。乃ち兩極からは、二十三度半(赤道からは、六十六度半の所に在る)線は、寒帯 Frigid zone と稱して、極を取り巻く一帯の外限である。寒帯では、一時太陽の光線を受けないのと、太陽が地平の上に出ても、其の位置が低いので寒氣が甚だ強い。

さて南北兩極の周圍二十三度半までの所を寒帯とし、赤道の南北二十三度半までの所を熱帯とすることになると、其の間に、即ち南北兩緯二十三度半と六十六度半との中間に、まだ廣い土地が残ることになる。此の土地を、温帯 Temperate zone と稱して、太陽の天頂に来ること、一回もなく(赤道に面する界線を除き、又二十四時以上、間斷なく、日光を受くることもない)極側の界線では一年に一日二十四時間、晝のことあり(又

南北雙方の界線の邊を取りのけては、局部的の影響がない限り、寒暑の差の大きいこととはない。

1011 回歸線と極圈

赤道の南北二十三度半の所に在る平行圈を、回歸線 Tropics と稱して北回歸線 Northern tropic 又は巨蟹回歸線 Tropic of Cancer と南回歸線 Southern tropic (又は摩羯回歸線 Tropic of Capricorn) との別がある。

南北兩極から、二十三度半の所に在る平行圈を、極圈 Polar circles と云つて又南極圈と北極圈との別がある。

地球は球狀であるから、其の面の日光を受くる所は、常に其の半分である。前にも述べた通り、日光の照す所は、太陽を天頂に見る地點から四方九十度までの點までである。十二月二十二日、太陽を天頂に見る所は、南緯二十三度半の所であるから、北半球では、日光の照すのは、北緯六十六度半までであるが、南半球では、南極を越えて、尚二十三度半の彼方までである。十二月二十二日から、三月二十一日までは、太陽を天頂に見る所は、次第に赤道の方に移つて、遂に赤道に及ぶのであるから、北半球での、日光

の照らす界も、次第に北極の方に進んで遂に北極まで及ぶのである。然るに南半球では、南極を越えて、其の向側まで達した日光が、次第に退いて、遂に南極に及ぶのである。三月二十一日以後になれば、太陽を天頂に見る所は、次第に北に移りて、北緯二十三度半までに及ぶのであるから、日光の外界線は、北半球では、北極を越えて、尙向側二十三度半の所まで達し、之に反して南半球では、南極から赤道の方に退いて、遂に南緯六十六度半の所にまで及ぶのである。さて太陽は北緯二十三度半に至れば、最早北行せずして、再び赤道の方に歸るから、之を天頂に見る所も、次第に又赤道の方に移るわけである。此のことからして、北回歸線といふ名稱は出たのである。九月二十四日に至れば北回歸線から歸來した太陽は、丁度赤道の上に来て、それから以後は次第に南進して、十二月二十二日、赤道の南二十三度半の所に達し、是から又再び北方に歸ることになる。是が即ち南回歸線といふ、名稱の出た所以である。

太陽が、北回歸線に達した時を、夏至 Summer solstice と云ひ、南回歸線に達した時を冬至 Winter solstice と云ふ。

1013 晝間の長さ

日出から日没までを晝間とし日没から日出までを夜間とすれば、赤道上の地では晝夜各十二時間づつで、年中變化がない。但し是は光線の屈折を勘定外に措て、太陽の中央が丁度地平に達した時を、晝夜の界と見てゐる。斯くすれば、赤道と六十六度半の緯線の間では、一年中の最長の晝間でも二十四時間以下である。六十六度半と極との間では、晝間は二十四時間以上となつて、數日間、數週間、又は數月間繼續することがある。土地が、赤道を離れて、極に近づけば、近づくだけ、最長晝間の長さが増すことになる。左表は即ち屈折を勘定外に措て各緯度の地の、最長晝間の長さを擧げたものである。

緯 度

一年中の最長晝間の長さ

○ 度 〇 分	一二時 〇 分
八 度 三四分	一二時 三〇分
一六度 四四分	一三時 〇 分
二四度 一二分	一三時 三〇分
三〇度 四八分	一四時 〇 分
三六度 三一分	一四時 三〇分

四一度 二四分	一五時 〇 分
四五度 三二分	一五時 三〇分
四九度 二 分	一六時 〇 分
五二度 〇 分	一六時 三〇分
五四度 三一分	一七時 〇 分
五六度 三八分	一七時 三〇分
五八度 二七分	一八時 〇 分
六〇度 〇 分	一八時 三〇分
六一度 一九分	一九時 〇 分
六二度 二六分	一九時 三〇分
六三度 二三分	二〇時 〇 分
六四度 一分	二〇時 三〇分
六四度 五〇分	二一時 〇 分
六五度 二二分	二一時 三〇分
六五度 四八分	二二時 〇 分

六六度八分	二二時三〇分
六六度二一分	二三時〇分
六六度二九分	二三時三〇分
六六度三二分	二四時〇分
六七度二三分	一月
六九度五〇分	二月
七三度四〇分	三月
七八度一一分	四月
八四度五分	五月
九〇度〇分	六月

何地でも、最長晝間の長さは六ヶ月後に見る、最長夜間の長さと同じである。赤道と六十六度半との間では、一日の長さは、二十四時間であるから、最長の晝間が十五時間ならば、其の日の夜間は、九時間である。又最短の晝間が八時間ならば、其の日の夜間は、十六時間である。北半球中、何地でも、最短の晝間の日は、天文学上の冬の初日で、此の日は十二月二十二日で、太陽の地平上の位置の、最低の日である。又最長の晝間の

日は、天文学上の夏の初日で、此の日は、六月二十二日で、太陽の地平上の位置の最高の日である。太陽は、十二月二十二日、地平上、最小の弧を畫き、六月二十二日、地平上最大の弧を畫くのである。此の弧の長さの増減は、漸を以て起るものではあるが、然し其の割合の最も大きいのは、春秋兩分の時で、最も小さなものは、夏至冬至の時である。春秋兩分の時の増減は、觀察點が赤道を去つて、極の方に近づけば、近づく程、愈大きくなる。

地球面の、以上掲げられた特別の平行圏に界されたる帯は、昔しはこれを傾斜帯 *Klimata* と稱へて、重に地平の、日光の來る方向に對する傾きを意味し、傍ら之に因て生ずる氣溫の差を含んで居た。随つて實際の氣候と天文的即ち理論上の氣候とは自ら區別を立てなければならぬやうになつた。昔し希臘の地理學者は、七條の傾斜帯を區別した。

一〇四 希臘人の七傾斜帯

希臘人の第一傾斜帯と稱したものは、暑熱の強い地方を謂つたもので、其の北の限界線はエシオピヤ *Ethiopia* のメロエ *Meroe* を通過して、此の限界線の地では、晝間十三

時と見做された。此の第一帯に次いで、尙六帯あつて、其の北限界線と、最長晝間の長さは、左の通りである。

氣候帯	北限界線	最長晝間
第壹帯	エシオピアのメロエ	一三時〇分
第貳帯	埃及のシエネ Gyene	一三時三〇分
第參帯	同 アレキサンドリヤ Alexandria	一四時〇分
第四帯	ローダス島 Rhodus	一四時三〇分
第五帯	羅馬	一五時〇分
第六帯	黒海を中心	一五時三〇分
第七帯	ボリスセニース Boristhenes 河口	一六時〇分

第七帯の界ボリスセニース河とは、今の露國のニール Dnieper 河の事である。一説に第六帯の界は、ビサンシウム Byzantium (今のコンスタンチノーブル)で、第七帯の界はリビヤン山 Rhysaean Mountains と云ふこともある。此の傾斜帯が七に止まつて居たのは、之を拵へた頃、地理學上の智識が少なかつたからで、其の後、此の智識が増すに随つて、帯の數も、遂に三十に上つた。此の希臘人の傾斜帯と云ふのは、歴史的に而

白いだけで、學術上には、何等の價値もない。

一〇五 各地の一年中に受くる熱の分量の割合

一年間に赤道、回歸線、緯四十五度の地、極圈併に極の地で太陽から受くる熱量の割合はランベル Lambert の計算によれば、十二と十一と九と六と五との數になると云ふことである。春夏秋冬の各季節の初めに、各緯度の地の受くる熱量は、ハレー Halley の計算によれば、次ぎの表の通りである。此の熱量に大關係あるのは、晝弧の長短(太陽の地平以上に止まる時間)并地平面に對する晝弧の位置(正午の日光と地平との間の角度)である。又表中の數字は熱の絶對量ではなく、比較量である。即ち春初と秋初とで赤道の地が、日出から日没までに受くる量を一〇〇〇〇としてである。

北緯	春又は秋の初日	夏の初日	冬の初日
〇度	一〇〇〇〇	九一七〇	九一七一
一〇度	九八四八	一〇一四五	七九一七
二〇度	九三九七	一〇八六八	六五八三
三〇度	八六六〇	一一三二五	五〇六二

天文地學 一〇五 各地の一年中に受くる熱の分量の割合

四〇度	七六六〇	一一五二四	三四七二
五〇度	六四二七	一一四九五	一八九九
六〇度	五〇〇〇	一一三八六	五三七
七〇度	三四二〇	一一七七二	〇
八〇度	一七三六	一二三三六	〇
九〇度	〇	一二五二	〇

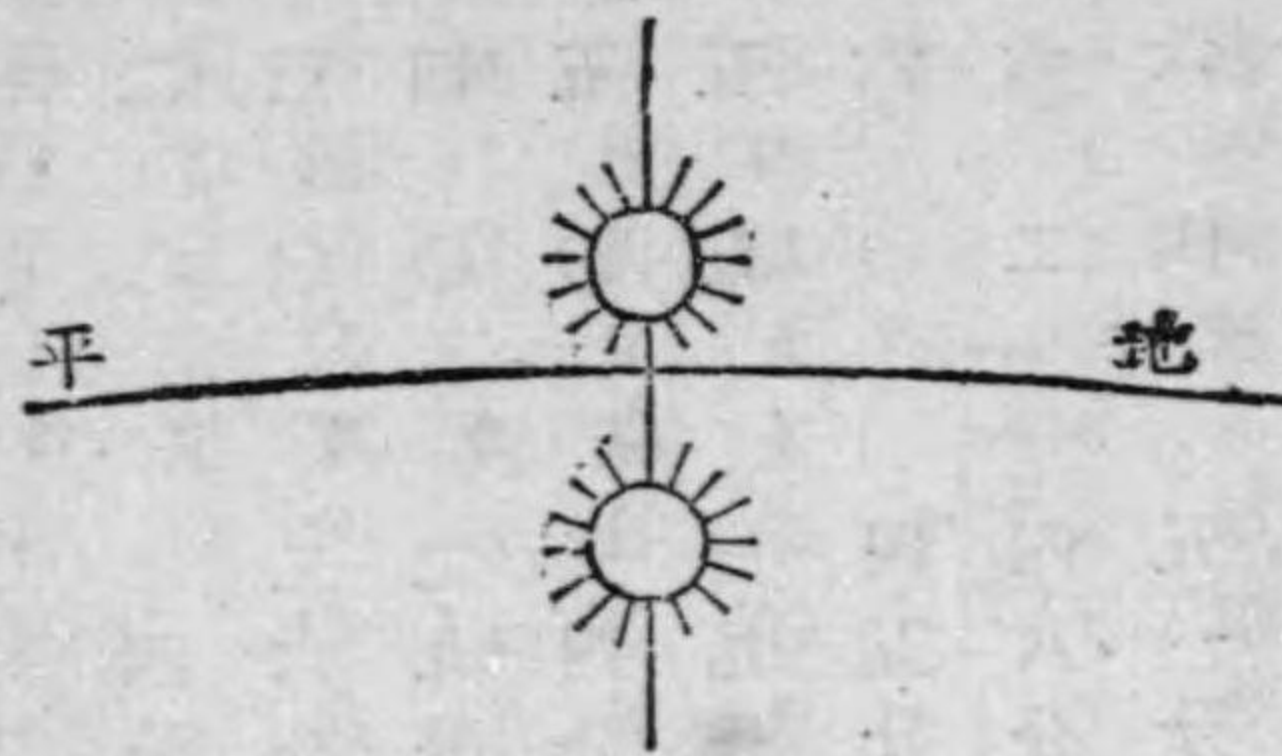
是によつて見るときは、例へば五十度の最長日の熱量と、二十度の最長日の熱量とは、一一四九五と一〇八六八との割合となり、又四十度の最長日の熱量と、最短日の熱量とは、一一五二四と三四七二との割合となつて居る。然し實際には、種々の地方的情況があつて理論上の數とは、多少違つて居る。地方的情況とは、海や山の遠近、海面上の高さ、地盤の乾濕、主風の方向等の如きものである。此等は理論上の熱量を増すこともあれば又減することもある。

一〇六 光線の屈折

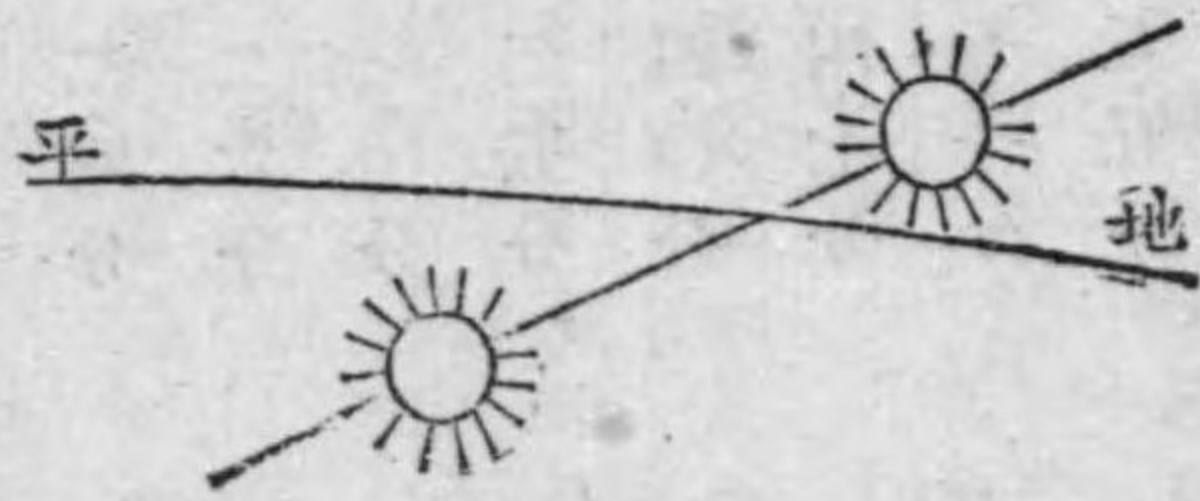
光線が大氣通過に際して受くる屈折は、地平附近で最も大で、その角度は凡三十四

分である。故に東出の太陽でも又西没の太陽でも、實際の位置より、半度餘上方に持ち上げられることになる。されば太陽が地平から三十四分下にあるとき、其の光線は既に地平の上に達する。赤道の地では、前にも述べた通り、太陽は地平に對して垂直に昇降するから(第六十一圖)此の

圖一十六第



圖二十六第



三十四分の距離を通過する時間は、高緯度の土地でのやうに太陽が斜めに昇降する(第六十二圖)時より、一層少ない。之が結果として屈折で晝間の延長する時間は、赤道の地に最も少なく、赤道を離れるれば離れるだけそれだけ多くなる。言ひ換れば、太陽の赤緯が大なれば大なるだけ、それだけ、太陽の地平上に止まる時間が長くなる。左に掲げた延長

の時間は、朝と見ても夕と見ても、差支ない。

緯度	赤緯0度	赤緯10度	赤緯15度	赤緯20度	赤緯23.5度
0	二二分	二三分	二三分	二四分	二四分
1	二三分	二三分	二四分	二五分	二五分
2	二四分	二四分	二五分	二六分	二六分
3	二六分	二六分	二七分	二八分	二九分
4	二九分	三〇分	三一分	三三分	三四分
5	三四分	三五分	三七分	四〇分	四三分
5	三九分	四〇分	四四分	四九分	五五分
6	四五分	四七分	五二分	六二分	七五分
6	四八分	五一分	五七分	六九分	九〇分
6	五一分	五五分	六三分	八一分	一二二分
6	五五分	六〇分	七一分	一〇二分	二七〇分

右の表中の時間は、日出か日没の際のものなれば、太陽の赤緯が零度の時春分と秋分、緯五十度の地では、屈折の爲に、太陽の地平上に止まる長さが、朝夕合せて六八分だけ延びるわけである。又赤緯が二十三度半の時(夏至)には、八六分だけ延びるわけである。

ある。極圏と極との間の地では、此の延長が著しく大となつて、數日に及ぶ所がある。尤も此の邊では、大氣の状態の變化で、延長の時間に多少の差を生ずることは有り勝ることである。

屈折は、反射と合働して、日出前及び日没後に見る半明半暗の所謂薄明を生ずる。此の薄明の時間には、緯度の高低によつて、差がある。

一〇七 薄明に因る夜間の短縮

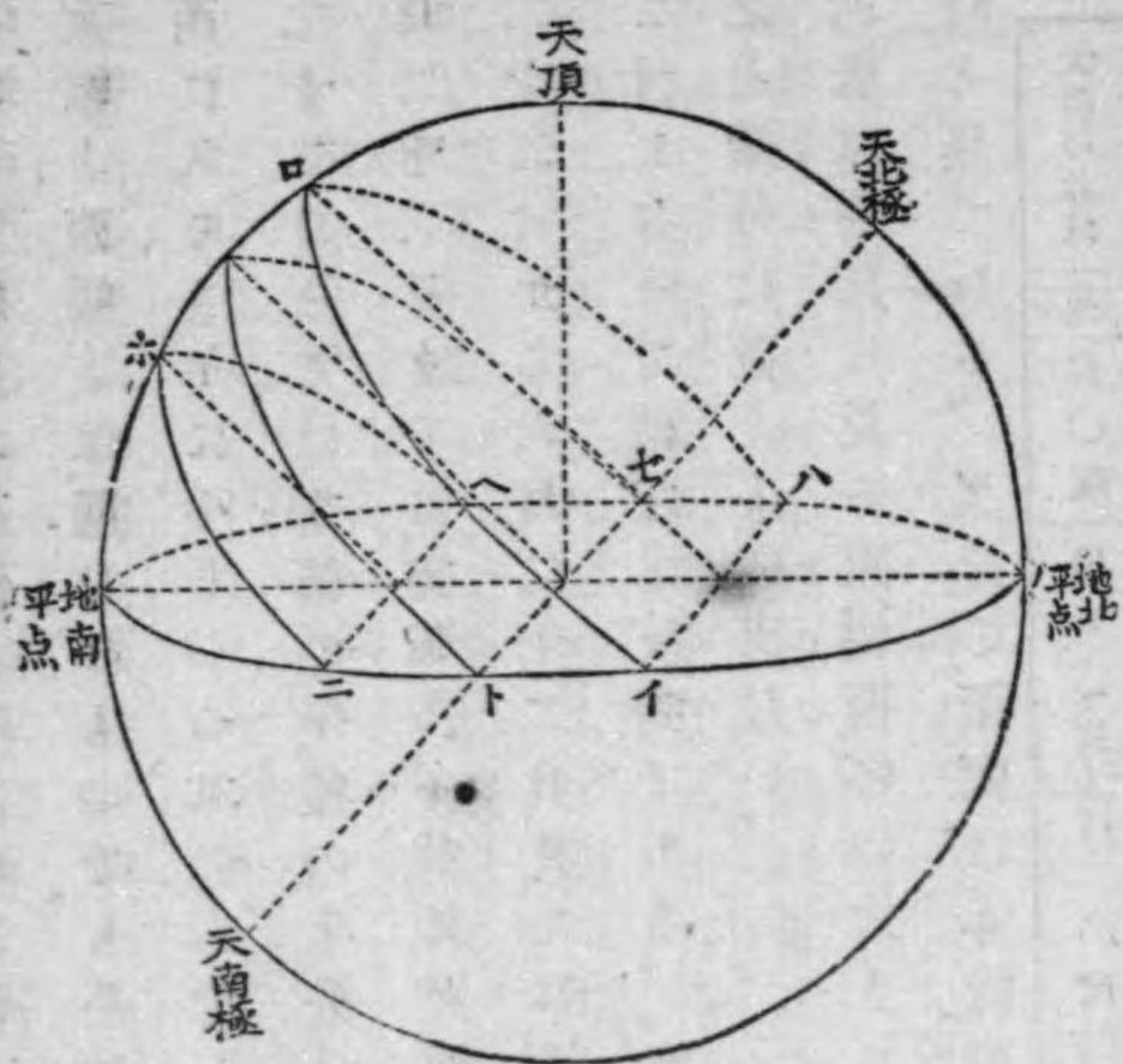
薄明には、天文学的のものと、通俗的のものとを區別する。天文学的の薄明は、初めて微に屈折光線并に反射光線の目に見ゆる時を以て始まり、又微に屈折反射兩光線の最後に目に觸るゝ時を以て終る。通俗的の薄明の界は、日出前又は日没後、燈火なしに、普通の印刷物を、家外で讀み得る時にある。之を讀み得ない位に暗い時は、最早薄明とは言はない。太陽の光線は、太陽が地平下十六度に達するまでは、まだ多少見えて、是より下方に入つて、始めて少しも見えなくなる。故に地平の下、十六度の所にあつて、地平と平行する圓を天文学上の薄明圈 Astronomical twilight circle と稱する。通俗的薄明は、太陽が地平下六七度の邊に在る時が、其の始まり、又は終りである。故に

通俗的薄明圈 Popular twilight circle は、地平下、凡六度半の邊に在ると見て可い。太陽が、此の圈に達する時間は、垂直に出入すると斜に出入すると、大に違つて来る。最短の薄明時間は、赤道に見て、最長のものは、兩極に見る。赤道では、天文學上の薄明は、平均一時間と十分で、通俗的のものは、僅に廿五分である。兩極では、眞の夜間は、七十八日間、其の前後に在る薄明は、天文學的のものが、五十一日間、通俗的のものが十八日間である。因つて極では、夜間半ヶ年に及ぶと稱するも、それは、百一日の天文的薄明又は三十六日の通俗的薄明を入れてのことで、眞の夜間の長さは、意外に短いものである。

一〇八 太陽の出没點の毎日の變化

恒星の出没する地平の點は、年中同一であるが、太陽のは、毎日少しづつ違ふ。其の原因は、地球は、其の軸を軌道に傾けた儘、之を進行するにある。既に前にも述べた通りに、此の進行の爲に、各緯度の地で、正午の、太陽の地平上の高さが増減し。又太陽の地平上に留まる時間の長短、換言すれば、晝間の長短も、此の太陽の地平上の高さの大小に由る。太陽の地平上に留まる時間の短いのは、晝弧の短い爲で、其の長いのは、晝

圖三十六第



天文地學 一〇八 太陽の出没點の毎日の變化

弧の長い爲である。北半球で觀察するときは、晝弧の最も短い(第六十三圖ニホ)は、十二月二十二日、太陽が赤道の南、二十三度半の處に在る時で、其の最も長い(同圖イロハ)は、六月二十二日、太陽が赤道の北、二十三度半の處に在るときである。晝弧が短かければ、短い程、北半球では、太陽の出没點は地平の南點に偏り(ニト)て居るが、晝弧が次第に長くなるに随つて、此出沒點は、次第に地平の北點指して進んで行き、晝弧の最も長い時に、最も北方に偏つて(イ、トハ)居る。太陽の出沒點が、北又は南に偏つた時は、此の距離を正東(ト)、正西(セ)の兩點から計算して、北の東幅(北の朝距離とも云ふ)、南の東幅(南の朝距離とも云ふ)、北の西幅(北の夕距離)、南の西幅(南の夕距離)等の語で表はし、且之を何度何分何秒と數ふるのである。太陽の東幅、西幅の大小は、赤緯の大小に關係するから、緯度相異なる種々の地點での太陽の東西兩幅は、亦

緯の大小と緯度の高低とによることになる。

東幅と西幅とは、同日のものでも、全然同じではない。其の理由は、太陽は東に出でて、西に入るまでに、少しづつ其の赤緯を變ずるからである。十二月二十二日から、六月二十二日までは、晝弧の午後の半分は、午前の半分より稍長く、六月二十二日から、十二月二十二日までは、晝弧の午前の半分が、午後の半分より少し長い。之が爲に、十二月二十二日までは、之と反對である。然し此の差は、甚だ小さなもので、普通の場合には之を論外に置くも、差支ない。

次表は、各地に見る東幅西幅の大ききさで、太陽の出沒時は、太陽の中心が地平に達した時と見てある。又此の兩幅は、赤緯が北の時は、矢張北で、南の時は、矢張南である。

大陽の赤緯	地緯〇度	同〇〇度	同二〇度	同三〇度	同四〇度	同五〇度	同六〇度	同六六・五度
〇度	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇
二	二	二	二	二	二	二	二	二
四	四	四	四	四	四	四	四	四
六	六	六	六	六	六	六	六	六
八	八	八	八	八	八	八	八	八

一〇	一〇	一〇	九	一〇	三九	一一	三四	一三	六	一五	四〇	二〇	一九	二五	四九
二〇	二〇	二〇	一一	一二	四七	一一	五三	一五	四四	一八	五三	二四	三三	三一	二六
三〇	三〇	三〇	一二	一三	五五	一二	六一	二〇	五二	二二	七	二八	五六	三七	二二
四〇	四〇	四〇	一三	一四	五五	一三	六一	二一	四四	二二	七	二八	五六	三七	二二
五〇	五〇	五〇	一四	一五	五五	一四	六一	二二	四四	二三	七	二八	五六	三七	二二
六〇	六〇	六〇	一五	一七	三	一六	三三	二二	四四	二三	七	二八	五六	三七	二二
七〇	七〇	七〇	一七	一九	一一	一八	三八	二三	四四	二四	七	二八	五六	三七	二二
八〇	八〇	八〇	一九	二一	一一	二〇	五四	二四	四四	二五	七	二八	五六	三七	二二
九〇	九〇	九〇	二一	二二	一一	二一	五四	二五	四四	二六	七	二八	五六	三七	二二
〇	〇	〇	二二	二三	一二	二二	五四	二六	四四	二七	七	二八	五六	三七	二二
一〇	一〇	一〇	二三	二四	一二	二三	五四	二七	四四	二八	七	二八	五六	三七	二二
二〇	二〇	二〇	二四	二五	一三	二四	五四	二八	四四	二九	七	二八	五六	三七	二二
三〇	三〇	三〇	二五	二六	一四	二五	五四	二九	四四	三〇	七	二八	五六	三七	二二
四〇	四〇	四〇	二六	二七	一五	二六	五四	三〇	四四	三一	七	二八	五六	三七	二二
五〇	五〇	五〇	二七	二八	一六	二七	五四	三一	四四	三二	七	二八	五六	三七	二二
六〇	六〇	六〇	二八	二九	一七	二八	五四	三二	四四	三三	七	二八	五六	三七	二二
七〇	七〇	七〇	二九	三〇	一八	二九	五四	三三	四四	三四	七	二八	五六	三七	二二
八〇	八〇	八〇	三〇	三一	一九	三〇	五四	三四	四四	三五	七	二八	五六	三七	二二
九〇	九〇	九〇	三一	三二	二〇	三一	五四	三五	四四	三六	七	二八	五六	三七	二二
〇	〇	〇	三二	三三	二一	三二	五四	三六	四四	三七	七	二八	五六	三七	二二
一〇	一〇	一〇	三三	三四	二二	三三	五四	三七	四四	三八	七	二八	五六	三七	二二
二〇	二〇	二〇	三四	三五	二三	三四	五四	三八	四四	三九	七	二八	五六	三七	二二
三〇	三〇	三〇	三五	三六	二四	三五	五四	三九	四四	四〇	七	二八	五六	三七	二二
四〇	四〇	四〇	三六	三七	二五	三六	五四	四〇	四四	四一	七	二八	五六	三七	二二
五〇	五〇	五〇	三七	三八	二六	三七	五四	四一	四四	四二	七	二八	五六	三七	二二
六〇	六〇	六〇	三八	三九	二七	三八	五四	四二	四四	四三	七	二八	五六	三七	二二
七〇	七〇	七〇	三九	四〇	二八	三九	五四	四三	四四	四四	七	二八	五六	三七	二二
八〇	八〇	八〇	四〇	四一	二九	四〇	五四	四四	四四	四五	七	二八	五六	三七	二二
九〇	九〇	九〇	四一	四二	三〇	四一	五四	四五	四四	四六	七	二八	五六	三七	二二
〇	〇	〇	四二	四三	三一	四二	五四	四六	四四	四七	七	二八	五六	三七	二二
一〇	一〇	一〇	四三	四四	三二	四三	五四	四七	四四	四八	七	二八	五六	三七	二二
二〇	二〇	二〇	四四	四五	三三	四四	五四	四八	四四	四九	七	二八	五六	三七	二二
三〇	三〇	三〇	四五	四六	三四	四五	五四	四九	四四	五〇	七	二八	五六	三七	二二
四〇	四〇	四〇	四六	四七	三五	四六	五四	五〇	四四	五一	七	二八	五六	三七	二二
五〇	五〇	五〇	四七	四八	三六	四七	五四	五一	四四	五二	七	二八	五六	三七	二二
六〇	六〇	六〇	四八	四九	三七	四八	五四	五二	四四	五三	七	二八	五六	三七	二二
七〇	七〇	七〇	四九	五〇	三八	四九	五四	五三	四四	五四	七	二八	五六	三七	二二
八〇	八〇	八〇	五〇	五一	三九	五〇	五四	五四	四四	五五	七	二八	五六	三七	二二
九〇	九〇	九〇	五一	五二	四〇	五一	五四	五五	四四	五六	七	二八	五六	三七	二二
〇	〇	〇	五二	五三	四一	五二	五四	五六	四四	五七	七	二八	五六	三七	二二

北半球では光線の屈折の爲に、北の東西兩幅は、其の大きさを増し南の東西兩幅は之を減じ、赤道では、太陽の出入が地平に垂直であるから、屈折の影響は皆無である。此の影響は赤道を去れば去るに随つて次第に大きくなる。又太陽の赤緯も、多少の影響ないでもないが、こは重に高緯度での事である。

一〇九 光線の屈折の東幅西幅に與ふる影響

屈折は、太陽の外観上の位置を、上の方に持ち揚ぐる作用があるから、之が爲に、太陽は、屈折のない場合より、朝は稍早く、地平上に出て、夕は稍晩く、地平下に入ることにな

次表は屈折の影響として、東西兩幅の(屈折のない場合より)増大する距離である。

大陽赤緯	地緯〇度	同〇〇度	同二〇度	同三〇度	同四〇度	同五〇度	同六〇度	同六六・五度
〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
一〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
二〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
三〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
四〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
五〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
六〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
七〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
八〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
九〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分
一〇〇度	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分	〇分

一年中に太陽が種々の赤緯を呈する日は大略左の通りである。

北赤緯	平年	閏年
〇度	三月二十一日と九月二十四日	三月二十日と九月二十三日
二度	三月二十七日と九月十九日	三月二十六日と九月十八日
四度	四月一日と九月十四日	三月三十一日と九月十三日
六度	四月六日と九月八日	四月五日と九月七日
八度	四月十日と九月三日	四月九日と九月二日
一〇度	四月十六日と八月二十八日	四月十五日と八月二十七日

南赤緯	平年	閏年
一二度	四月二十二日と八月二十三日	四月二十一日と八月二十二日
一四度	四月二十九日と八月十六日	四月二十八日と八月十五日
一六度	五月五日と八月十日	五月四日と八月九日
一八度	五月十三日と八月二日	五月十二日と八月一日
二〇度	五月二十二日と七月二十一日	五月二十一日と七月二十日
二二度	六月二日と七月十三日	六月一日と七月十二日
二三・五度	六月二十二日	六月二十一日
〇度	九月二十四日と三月二十一日	九月二十三日と三月二十日
二度	九月二十九日と三月十六日	九月二十八日と三月十五日
四度	十月四日と三月十一日	十月三日と三月十日
六度	十月九日と三月六日	十月八日と三月五日
八度	十月十四日と三月一日	十月十三日と二月二十九日
一〇度	十月二十日と二月二十四日	十月十九日と二月二十三日
一二度	十月二十五日と二月十八日	十月二十四日と二月十七日

天文地學 一〇九 光線の屈折の東幅西幅に與ふる影響

一四度	十月三十一日と二月十二日	十月三十日と二月十一日
一六度	十一月七日と二月六日	十一月六日と二月五日
一八度	十一月十四日と一月三十日	十一月十三日と一月二十九日
二〇度	十一月二十二日と一月二十二日	十一月二十一日と一月二十一日
二二度	十二月三日と一月十一日	十二月二日と一月十日
二三・五度	十二月二十二日	十二月二十一日

観察點の位置如何に拘らず、正午時の太陽の高さと其の地平上に止まる長さ、東幅西幅とは、其の赤緯の大小に關係して赤緯の變化は地球が其の軌道を進行するに連れて起るのであるから、其の大小は、地球が、其の軌道の何れの部分に在るかによることになる。地球の、其の軌道に於ける位置は、通例太陽の黄道に於ける位置によつて示すことになつて居る。

一一〇 太陽の黄道中の位置

太陽が、黄道の、何れの部分に在るかを示すには、十二宮の名稱を以てすることもあり、又春分點を基點として、夕の方向から朝の方向に度分秒で表はすこともある。十

二宮で示すときは、丁度其の中の一宮に着いた時で示すのである。此の場合には、地球を中心として、太陽は天に圓軌道を畫きつゝ、動くものと假定する。太陽の各宮に入るのは、左の日である。

三月二十一日(閏年には三月二十日)	白羊宮に入る
四月二十一日(同上四月二十日)	金牛宮に入る
五月二十二日(同上五月二十一日)	双女宮に入る
六月二十二日(同上六月二十一日)	巨蟹宮に入る
七月二十四日(同上七月二十三日)	獅子宮に入る
八月二十四日(同上八月二十三日)	處女宮に入る
九月二十四日(同上九月二十三日)	天秤宮に入る
十月二十四日(同上十月二十三日)	天蠍宮に入る
十一月二十三日(同上十一月二十二日)	人馬宮に入る
十二月二十二日(同上十二月二十一日)	摩羯宮に入る
一月二十一日(同上一月二十日)	双魚宮に入る
二月十九日(同上二月十八日)	寶瓶宮に入る

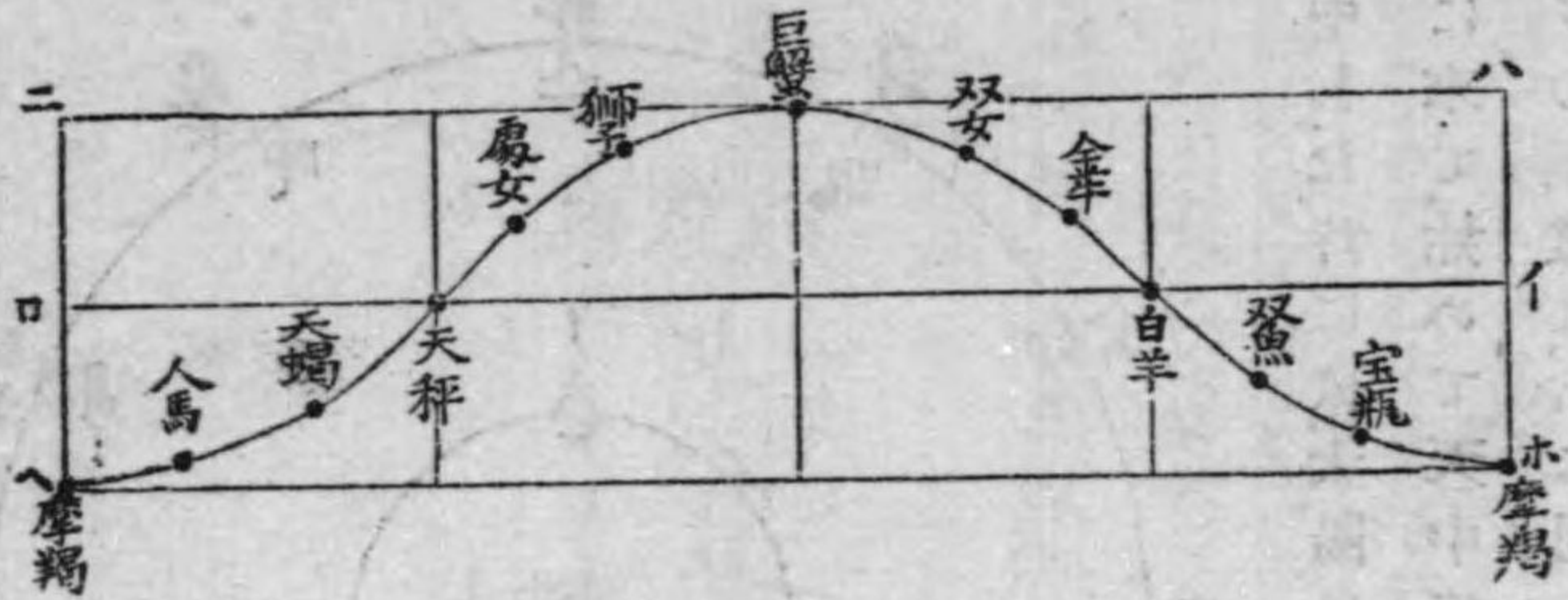
十二宮は、各三十度に跨るものとしてある。太陽の位置を、春分點から算へて、度分秒で示すときは、十二宮の方向に零度に始まつて、三百六十度に終る。春分點から、黃道に沿うて、太陽又は他の星の居る位置までの弧を、前にも述べた通り、黃經と稱するがこれには、地心的といふ字を添へて、日心的と區別することになつて居る。日心的黃經は、天體の黃經を、太陽の中心に在ると假定された觀察者から見てのものである。太陽が、天の赤道の下、最低の位置から次第に昇つて、遂に之を越えて、最高の位置に達し、夫から又再び降つて、最低の位置に達するまでの路を、第六十四圖に示す曲線で表はせば、イロは、天の赤道を、ハニは、北回歸線を、ホヘは、南回歸線を示すことになる。曲線は、右方ホの處に在る、最南の宮、摩羯から、最北の宮、巨蟹まで、昇り、夫から再び降つて、への處にある、摩羯まで及んで居る。これは即ち太陽の黃道を進行する、工合を示すものである。又此曲線の示すことは、太陽の春分(白羊)、秋分(天秤)の兩分頃の昇り方は、他の部分のよりも、一層急で、又夏至(巨蟹)、冬至(摩羯)の附近では、太陽が、其赤緯を變ずることが誠に少く、稍暫くは、平行圈と、殆ど駢走することである。此の頃、何れの緯度の地でも、正午時の太陽の地平上の高さは、數日間、殆ど同一であるが、これは、つまり上述の事實に基いて居る。

一一一 太陽日と恒星日

地球が、太陽を過ぐる所から、恰も太陽が、天を過ぐるやうに見ゆることは、前に再々述べた通りである。即ち第六十五圖で、地球がイに在るときは、太陽は、天の白羊宮に見え、地球がイからロ、ハ、ニを経て、再びイの方に進むに隨ひ、太陽は、順次、諸宮を経て、再び白羊宮に進む様に見ゆる。故に太陽は、一個年を以て、外觀上星の中を一週して、天に圓軌道を畫くことになる。

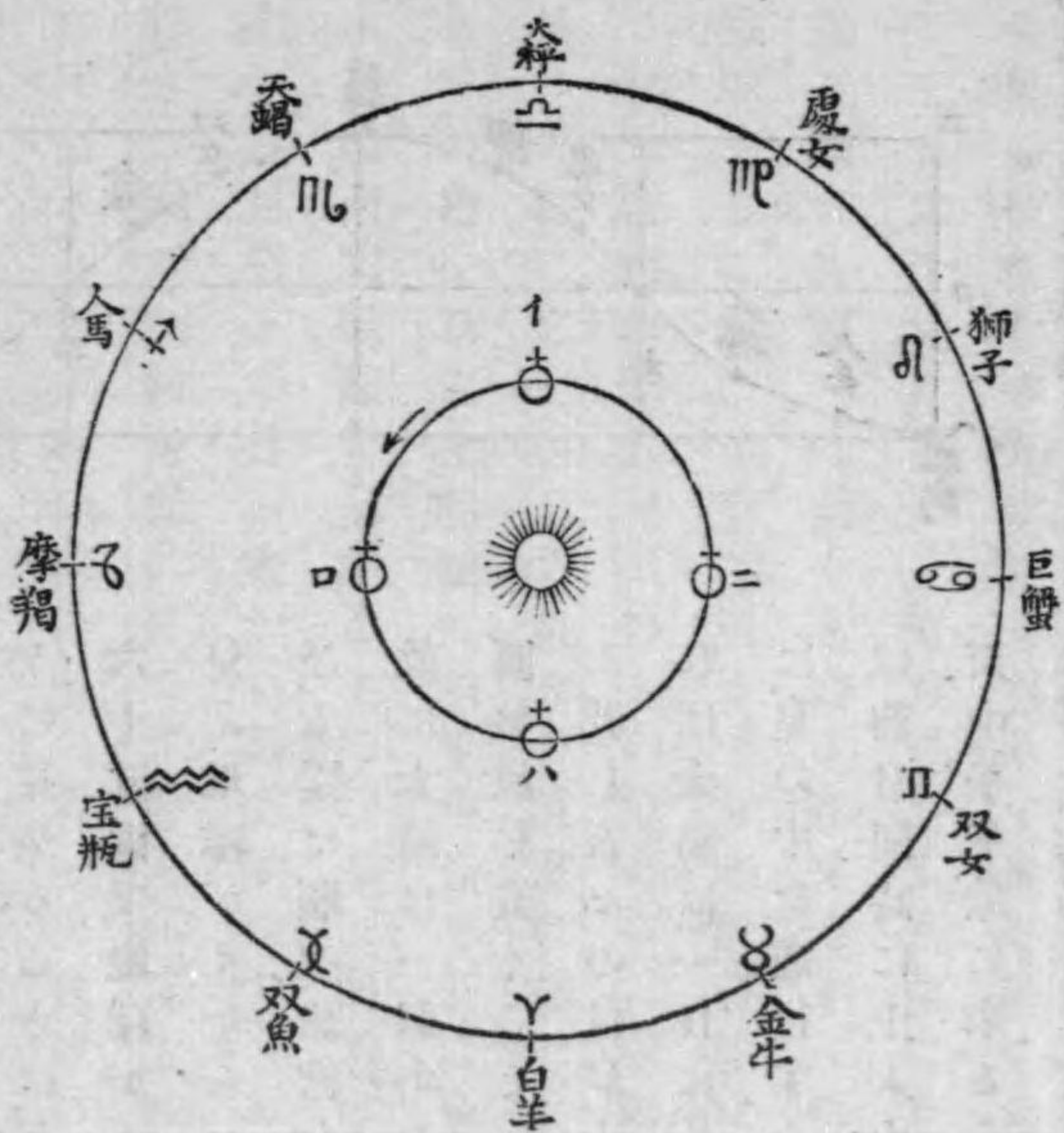
若し吾々の目が、太陽の外、星をも共に見得ると假定すれば、太陽は、一日に、凡弧一度づつ、夕の方向から朝の方向に、星の中を進行する様に見ゆる。此の進行の爲に、太陽は、前日同時に上天中をした星よりも、凡四分時間遅れて、天中(子午線に來る)する。太陽が、子午線を通過して、再度その子午線を通過するまでの時を、太陽日 Solar Day と稱し、星が、子午線を通過して、再

第六十四圖



天文地學 一一一 太陽日と恒星日

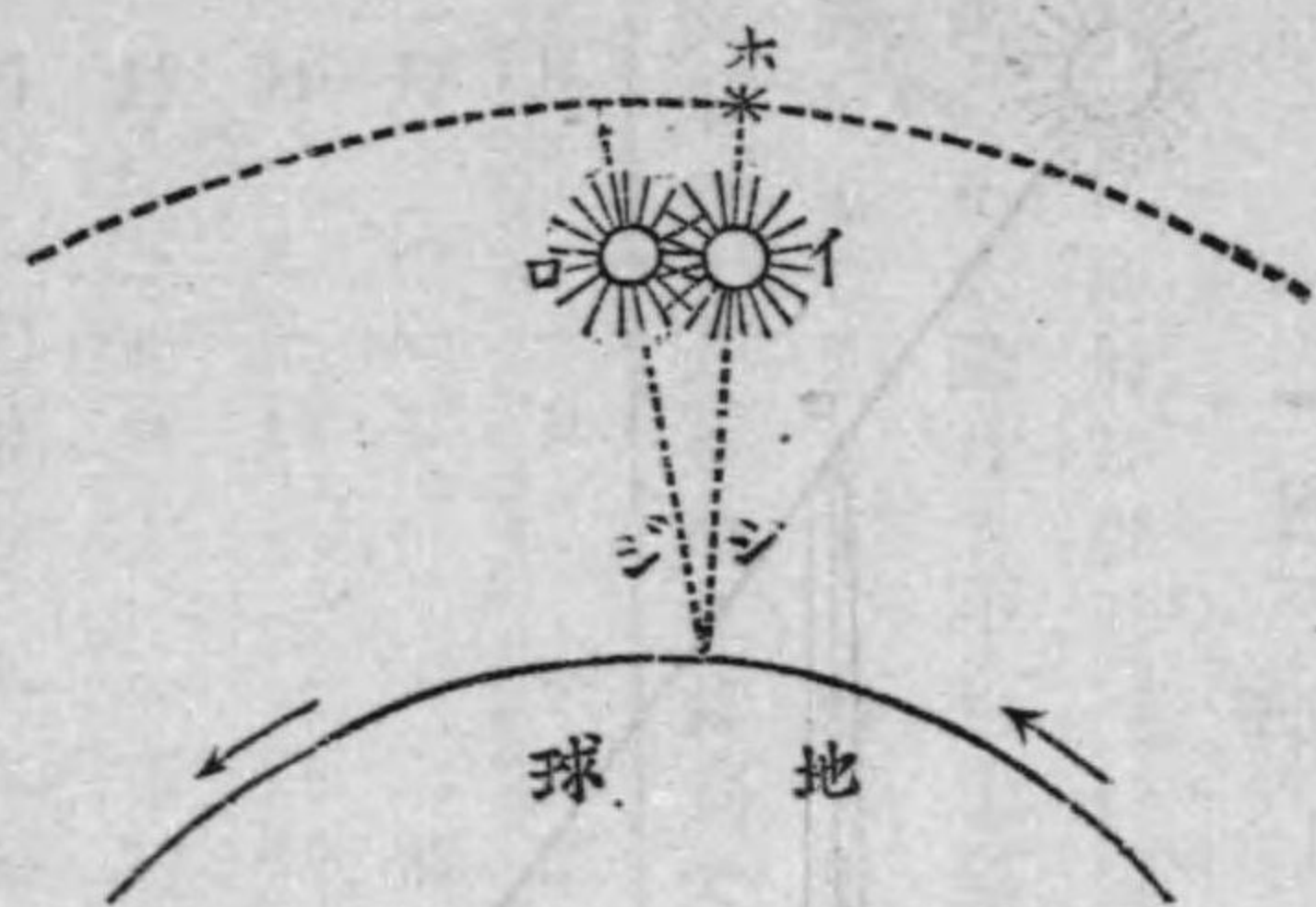
圖 五 十 六 第



度其の子午線を通過するまでの時を、恒星日 Sideral day と稱する。太陽は、前述の如く星の中を進行するから、太陽日は、恒星日より凡四分時間長い。例へば三月二十一日、太陽(第六十六圖)がホといふ星とシといふ子午線で、同時に天中するとする。すると是から二十四時間の後には、太陽はイといふ位置から進んでロに行つて居る。故に、地球が一回轉してホといふ星が再びシといふ子午線

で天中した時には、太陽はまだ天中せず、地球がもう少し回轉してシの子午線がシの位置に来て、始めて天中する。それで、太陽日は常に恒星日より長いわけである。シシの距離は、常に同一の長さではない。何故なれば、地球が、其軌道を進行する速

圖 六 十 六 第



力が、常に同一でないから、太陽の視進行も、亦同一でないからである。地球は近日點(二月の初め)を行くときに、最も早く、遠日點(七月の初め)を行くときに、最も遅いから、シシの距離は、二月の初めには、割合に大きく、七月の初めには、割合に小さい。太陽日の最大の長さは、二十四時三十分で、最小の長さは、二十三時五十九分三十九秒である。

一一二 平均太陽日

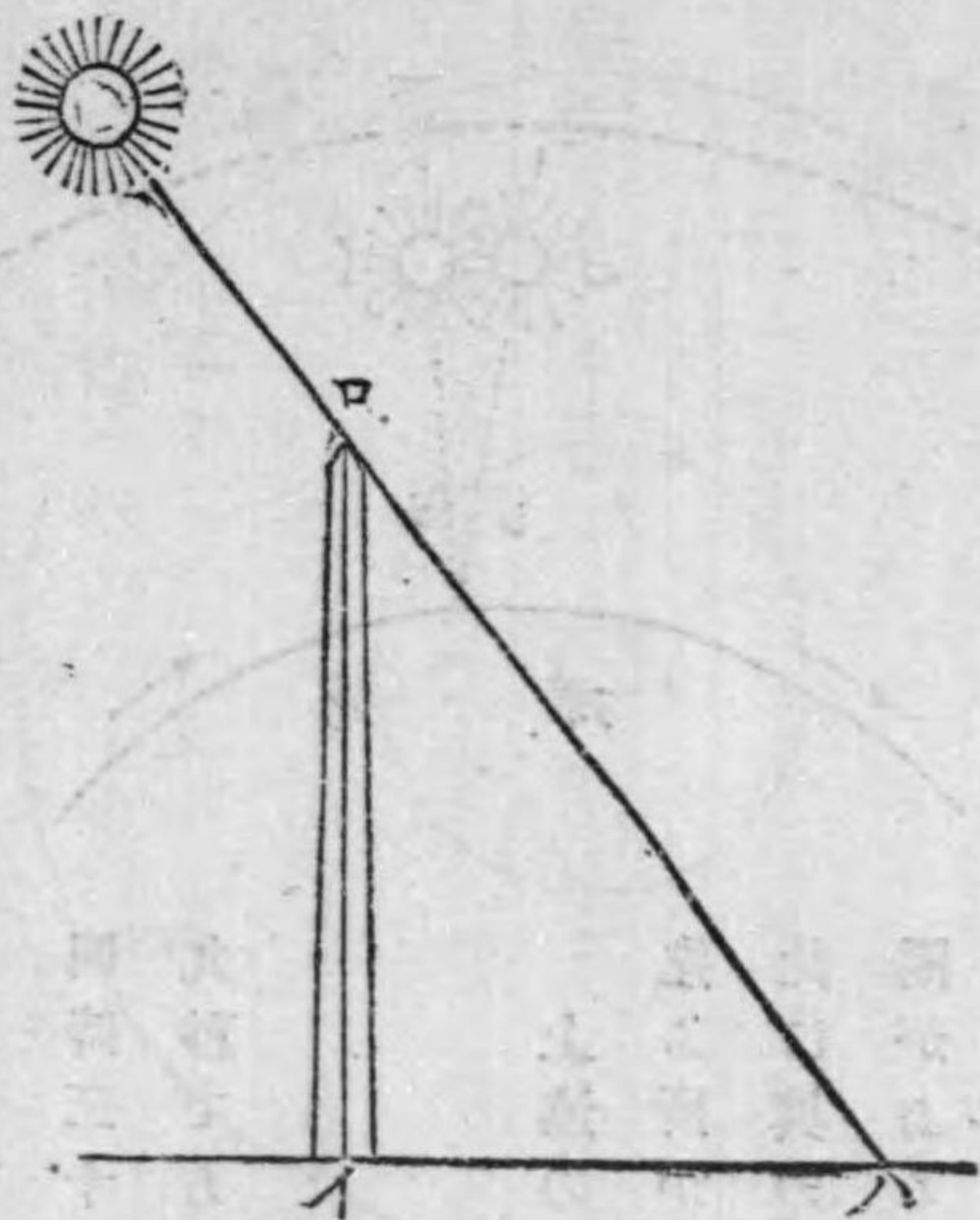
上述の理由で、眞の太陽日の長さは、毎日少しづつ違ふ所から、之を平均するの必要がある。之が爲に、此に眞の太陽と、同時刻に、春分點を出發する假定太陽があると想像して、此の假定太陽は、毎日同速力で、天の赤道を進行すると想像すれば、一年中には、或る時は、眞の太陽より後に遅れ、或る時は、是より先に進むわけであるが、再び春分點に歸來した時には、兩太陽が、互に相會することになる。此の假定太陽が、一の子午線を通

過して、再び此の子午線に歸る迄の時を平均太陽日 Mean solar day と云ひ此の太陽に合せた時を平均太陽時 Mean solar time と云ふ。そして、眞の太陽に合せた時は之を正太陽時 True solar time と云ふ。

一一三 日時計

日時計 Sun-dial の最も簡單なのは、平面上に直立する一直竿である。此の直竿の影が、觀察點の子午線の方向に投ぜられた時が、即ち眞の正午である。此の時計には、太陽其の物も、子午線に在るから、日時計の用は、眞の正午を知るに在るのみならず又之によつて、太陽の地平上の高さをも、知ることが出来る。即ち第六十七圖で、イロを直竿とし、イハを其の影の長さとするれば、ロハイの角度は太陽の高さとなる。是は紙上に、イロと、イハとを、同じ比例に畫いて、ロハイの角度を計る器械(最も簡易なのはプロトラクトル)で計るか、又は三

第七十六圖



角法的に計算すれば、直竿の長さを、影の長さにて除した商は、太陽の高さの切線 Tangent となる ($\tan \alpha = \frac{\text{竿の長さ}}{\text{影の長さ}}$)。

一一四 正太陽日と平均太陽日との差

正太陽日は、毎日少しづつ變化するから、平均太陽日との差も、毎日少しづつ變化する。此の正太陽日と、平均太陽日との差を、時差 Equation of time と稱して、次表に毎五日目の者を示してある。即ち表中の時刻は日時計が正午を指す時に、平均太陽の時計(日常使用のもの)が指す時刻である。

一月 一日	一二時	三・八分	二月 六日	一二時	六・一分
一月 十一日	一二時	八・二分	二月 十六日	一二時	一〇・一分
一月 二十一日	一二時	一一・六分	二月 二十六日	一二時	一二・九分
一月 三十一日	一二時	一三・七分	二月 五日	一二時	一四・三分
二月 一〇日	一二時	一四・五分	二月 十五日	一二時	一四・四分
二月 二〇日	一二時	一四・〇分	二月 二十五日	一二時	一三・三分
三月 二日	一二時	一二・四分	三月 七日	一二時	一一・三分

八月	八月	八月	九月	九月	九月	十月	十月	十月	十月	十一月	十一月	十一月	十二月	十二月	十二月
九日	一九日	二九日	八日	八日	二八日	八日	八日	二八日	二八日	七日	七日	二七日	七日	一七日	二七日
一二時	一二時	一二時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一二時
五三分	三四分	〇八分	五七六分	五四一分	五〇七分	四七六分	四五三分	四三九分	四三八分	四五二分	四七八分	五一六分	五六三分	一三分	
八月	八月	九月	九月	九月	十月	十月	十月	十月	十一月	十一月	十一月	十二月	十二月	十二月	十二月
一四日	二四日	三日	一三日	二三日	三日	一三日	二三日	二三日	二二日	二二日	二二日	二二日	二二日	二二日	三一日
一二時	一二時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一二時
四五分	二二分	五九三分	五五九分	五二四分	四九一分	四六三分	四四四分	四三七分	四四三分	四六三分	四九六分	五三九分	五八八分	三二分	

三月	三月	三月	四月	四月	四月	五月	五月	五月	五月	六月	六月	六月	七月	七月	七月
一二日	二二日	二二日	一日	一日	二一日	二一日	二一日	二一日	二一日	二〇日	二〇日	二〇日	一〇日	二〇日	三〇日
一二時	一二時	一二時	一二時	一二時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一二時	一二時	一二時	一二時	一二時	一二時
一〇〇分	七一分	四〇分	一一分	五八七分	五七〇分	五六一分	五六三分	五七三分	五九〇分	一二分	三二分	五〇分	六〇分	六一分	
三月	三月	四月	四月	四月	五月	五月	五月	六月	六月	六月	七月	七月	七月	八月	八月
一七日	二七日	六日	六日	二六日	二六日	二六日	二六日	二五日	二五日	二五日	一五日	一五日	二五日	四日	四日
一二時	一二時	一二時	一一時	一一時	一一時	一一時	一一時	一二時	一二時	一二時	一二時	一二時	一二時	一二時	一二時
八五分	五五分	二五分	五九八分	五七七分	五六四分	五六一分	五六七分	五八一分	〇一分	二二分	四二分	五六分	六二分	五八分	

此の表があれば、正確な普通の時計で、日時計の時刻を知ることが出来、又日時計で普通の時計の時刻をも知ることが出来る。閏年には、此の表に載せた時差と少しの差があるが、これは極めて些少である。一分の何分の一と云ふ小數である。

一一五 恒星時

恒星時 Sidereal time とは、外觀上恒星が地球を廻ぐる所から生ずる時で、之を一週する時間を恒星日と云ふことは、前に述べた通りである。此の恒星日は平均太陽日と同様矢張二十四時に分たれ、一時は六十分、一分は六十秒に分たれる。恒星時を示す時計は、星時計 Sidereal clock と稱して、天文臺には、必ず備へ付けてある。此の時計は普通の時計より、毎日凡四分づつ進むものである。星時計は、春分點が、子午線を通過する時には、常に零時を示し、此の時計と、普通時計とは、三月二十一日には、同時に正午を示すのである。然し翌日になれば、星時計は、普通時計より三分五十六秒半進み、翌々日になれば、更に又三分五十六秒半進むから、此の三分五十六秒半が、日々積もつて、半個年の後には、十二時間となり、一個年の後には二十四時間となる。それで三月二十一日の正午には、兩時計の針が相出會つて、再び同時に正午を示すことになる。但し星時計で勘定すれば、一年が、普通の時計で勘定したより、一日多くなる。即ち一年

は、普通の時計では三百六十五日星時計では、三百六十六日である。

恒星日の長さを、平均太陽時で、勘定すれば、二十三時五十五分四秒〇九となり、平均太陽日を、星時で勘定すれば、二十四時三分五十六秒五になる。

星時計の用は、星の位置、即ち其の赤經を見るにある。星の赤經は、其の春分點からの距離であるから、星を観察する瞬時に、星時計の示す、何時何分何秒と云ふ時刻が、取りも直さず其の星の赤經である。之に必要な観測は、子午儀を以てする。此の器械に附いて居る垂直圓は、星の高さを見るに用ひられて、是れで其赤道からの距離、即ち赤緯も知る事が出来る。赤經と赤緯とで、星の觀察瞬時の位置は、定まるわけである。

一一六 日本の標準時

地球面は圓いから、經度の異なる地は、其の地の時刻を異にしなければならぬ。此の各地の時を、地方時 Local time と稱へて、東京と京都では、凡十六分の差があり、東京と長崎では、凡四十分の差がある。斯くの如く、各地の時刻が、違つてゐては、種々の場合に、不便であるが、殊に鐵道交通に不便である。それで一地方又は一國內では、時刻を一定して、各地之に依ることになつてゐる。乃ち文明國では、各此の一定の時刻を置

いて之を標準時 Standard time と云つて居る。

地球面は、東西の方向に三百六十度に分れて、太陽は之を二十四時間で一週するから、その一時間に通過する距離は十五度である。随て十五度を隔てた地では、その地方時に一時間の差がある理である。それで全地球に、二十四の標準時を置いて其の標準時は東西に在る隣りの標準時と一時間づつの差になるやうにしてある。乃ち英國グリニッチを通過する、零度子午線に、一の標準時があつて、之を西部歐羅巴標準時と稱へて、此の線附近の地は、皆之を用ひて居る。夫から東經十五度線の時を、中央歐羅巴標準時と稱して、中央歐羅巴の地は、皆之を用ひて居る。夫から東經三十度線の時を、東部歐羅巴標準時と稱へて、露國其他、此の線附近の土地は、皆之を用ひて居る。歐羅巴の標準時は此の三時で、夫から十五度づつを隔て、一標準時があるわけであるから、第四の標準時は東經四十五度線のもの、第五のものは、六十度のもの、次第に東方に進んで来て、遂に東經百二十度線のもの、第九の標準時で、我が臺灣と八重山列島とに用ひられて居る。之を我が邦では、西部標準時と稱へて居る。又其の次ぎは我が内地に用ひられて居る、中央標準時で、是は播州明石町を通過する東經百三十五度線の時である。此の標準時と、西部標準時との差は、一時間であるから、臺灣

の時と、内地の時とは、常に一時間づつ違つて、内地で正午の時は、臺灣では午前十一時である。朝鮮では、位置の關係上内地と半時間違ひの百二十七度半の子午線の時刻を用ひて居る。これは無論變則である。

我が内地では、中央標準時を用ふる爲に、明石以西の地では、實際の時刻より進んだ時刻を用ひて居り、明石以東の地では、反對に、後れた時刻を用ひて居る。例へば長崎で時計が正午を示す時は、其の實まだ十二時前(凡二十分)である。然るに東京で時計が正午を示す時は、實は十二時を約十九分過ぎた時である。斯かる不都合はあるが、他の點殊に鐵道交通上の便には、到底換へられない。

一一七 太陽が星の中を進行するのを観る法

太陽が星の中を進行すると言へば、晝間太陽が天に在るときには、星は見えず、夜間星が天に在るときには、太陽は見えないから、一寸素人には、分り兼ねる所があらうが、是はかういふ、工合にして觀察すれば可い。

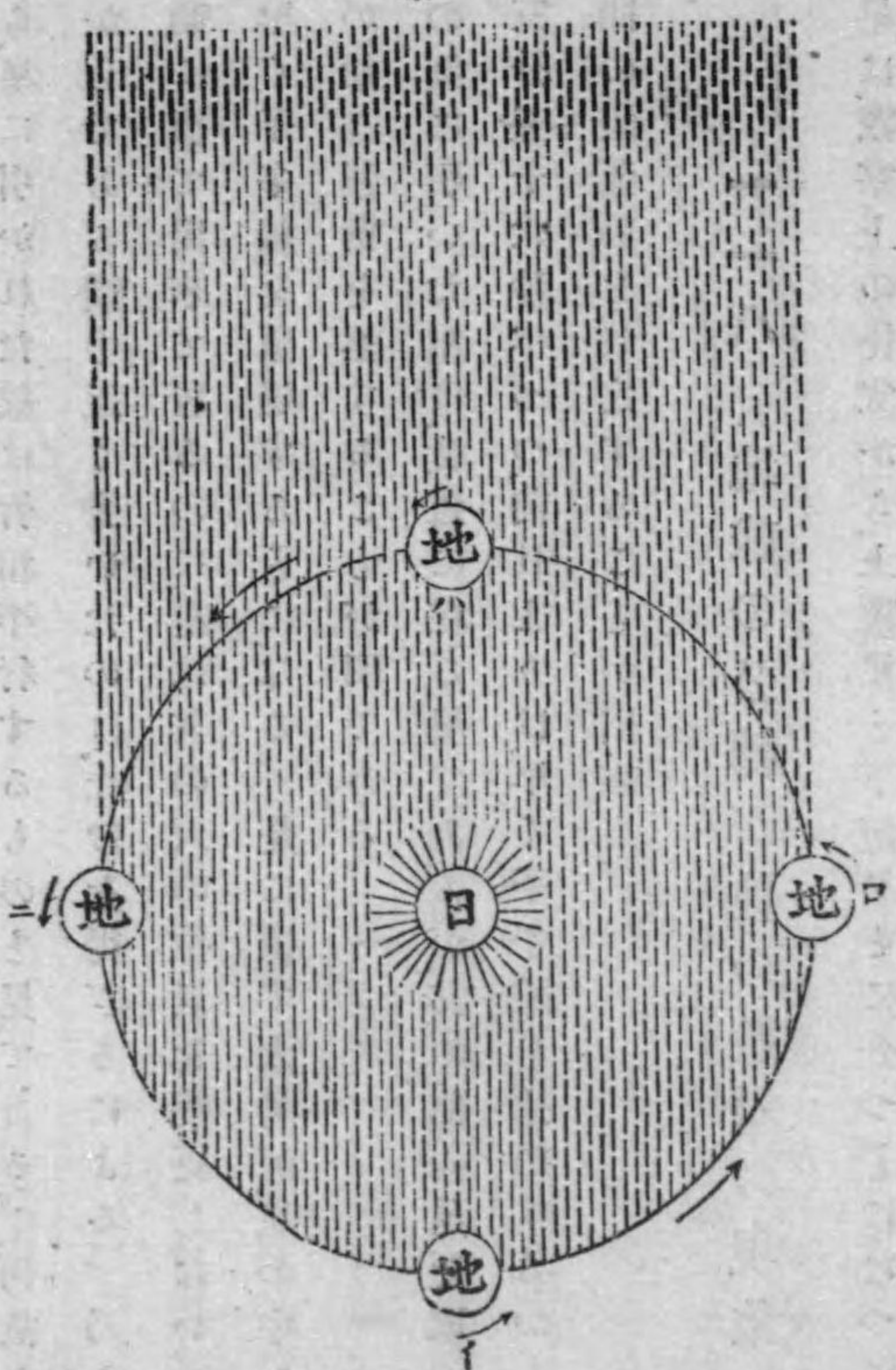
先づ太陽と同時に、東の地平から出て、又西の地平に没する星は、實際見えないものである。此の場合には、此の星の出没を宇宙的出没 (Cosmical rising and setting) と云ふ。

然るに太陽の西に入る時に、東に出て、その東に出るときに、西に入る星は、夜の間は、地平の上に在るから、之を見ることが出来る。此の場合には、此の星の出没を對日出没 *Acraychal rising and setting* と云ふ。

黄道に在つて太陽と同時に昇る星は、十二日乃至十五日の後には、稍、太陽に先つて、東の地平から昇るから、早朝東の天に、之を見ることが出来る。是は畢竟太陽が、十二宮の方向に、星の中を動くから起る現象である。斯やうに、初めは太陽と同時に昇る爲に、其の光に眩まされて見えなかつた所の星が、此の厄を免れて、吾が眼に見えて昇ることを、星の遠日東出 *Heliacal rising* と云ふ。夕の薄明の終つた後、西の地平に見ゆる星は、數日の後には、最早地平に見えなくなる。是は太陽が次第に此の星に近づいて、之と共に入るからである。斯やうに日光を受けて入る星の入り方を近日西没 *Heliacal setting* と云ふ。

例へば第六十八圖で、ホの星が、天球面中、黄道太陽の視軌道の一點に在るとし、地球は、イに在るとすれば、此の時には、星は太陽と同方向に在つて、之と同時に出没するか、吾々の眼には、見えないが、地球が、ロの方に進行すれば、太陽に向かふ吾々の視線と、星に向かふ吾々の視線とは、次第に相離れて星は日毎に少しづつ太陽に先じて、地平

第六十八圖
ホ



から昇ることになり、地球が、ロ點に達した時には、太陽より六時間早く昇ることになる。又地球が、ハ點に達した時には、太陽と星とは、正反對の方向にあるから、星は、太陽より、十二時間早く昇ることになる。即ち子午線を通過する時で云ふと、星は夜半之を通過する。地球が更に進んで、ニ點

に達すれば、星は太陽より、十八時間早く昇るから、其の昇る時は、正午十二時で、子午線を通過する時が、午後六時である。夫から地球が再びイ點に達すれば、星は又々太陽と同時に昇ることになる。是は丁度一個年の後で、毎日星と太陽との昇る時間の差

は、三分五十六秒半であることは、前にも述べた通りである。此の差が三個月では、六時間、六個月では、十二時間、九個月では、十八時間、十二個月では、二十四時間、即ち一日であるから、一個年の後には、星と太陽と再び同時に昇ることになる。イロハニの四點から、星に引かれた線は、皆相平行するものと見てある。何故なれば、星は遠距離にあるからである(圖中近く畫いたのは、止むを得ざるによる)。乃ち時計の時は、太陽の視運動に據て出来て居るのに、星は其の天の位置を變更しないから、星は次第に太陽より、早く子午線を通過するようになる。是に依て、太陽が、星の中を、一個年を以て、一週するが如き運動を呈することが明である。

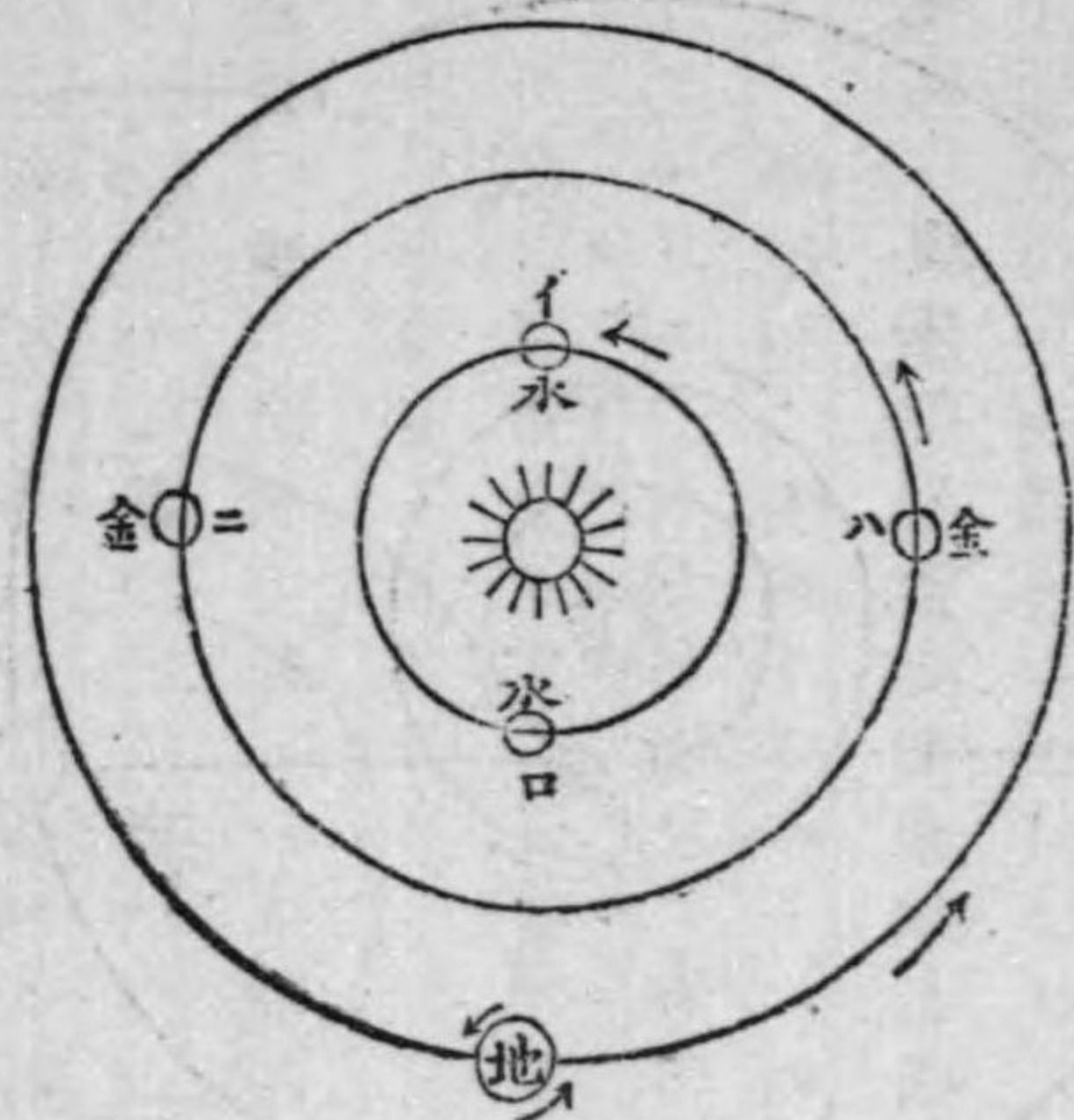
上の例に引いた星は、黄道に在る星であるが、其の他の星を取つても、理窟は同じで毎日三分五十六秒半づつ、前日より、早く子午線を通過するから、是でも又太陽の一個年間の視運動を判定することが出来る。

一一八 地球の公轉が他の遊星の現象に及ぼす影響

遊星は、觀察上の便宜から、上遊星と、下遊星とに分つて居る。上遊星とは、其の軌道が、地球の軌道の外にあるもので、火星、木星、土星、天王星、海王星の五星である。

下遊星とは、其の軌道が地球の軌道の内にあるもので、水星と金星との二星である。遊星が、太陽と同方向に来て、地球と略一直線になる時は、此の位置を伏 Conjunction と稱して、下遊星には、此の位置が、二ある。一は太陽の向ふ側(第六十九圖イ)で、伏となるのは太陽の手前側(同圖ロ)で、伏となるのである。前の位置を、上伏 Upper conjunction と云ひ、後の位置を下伏 Lower conjunction と云ふ。又地球から見、遊星が、太陽から最も多く左右に離れた時を、最大延長 Greatest elongation と云ひ、第六十九圖中ニの位置を東の最大延長と云ひ、ハの位置を西の最大延長と云ふ。

第六十九圖



金星が、ニの位置、即ち東の最大延長の位置に在るときは、吾々は俗に、之を宵の明星 Hesperus と云ひ、ハの位置、即ち西の最大延長の位置に在るときは、之を曉の明星 Lucifer と云ふ。宵の明星は、太陽が、西に没して後、吾々の眼に見え、地球の回轉は、矢で示す、曉の明星は、太陽が、東天を出る前に、既に吾々

金星が、ニの位置、即ち東の最大延長の位置

に在るときは、吾々は俗に、之を宵の明星 Hesperus と云ひ、ハの位置、即ち西の最大延長

の位置に在るときは、之を曉の明星 Lucifer と云ふ。宵の明星は、太陽が、西に没して後、

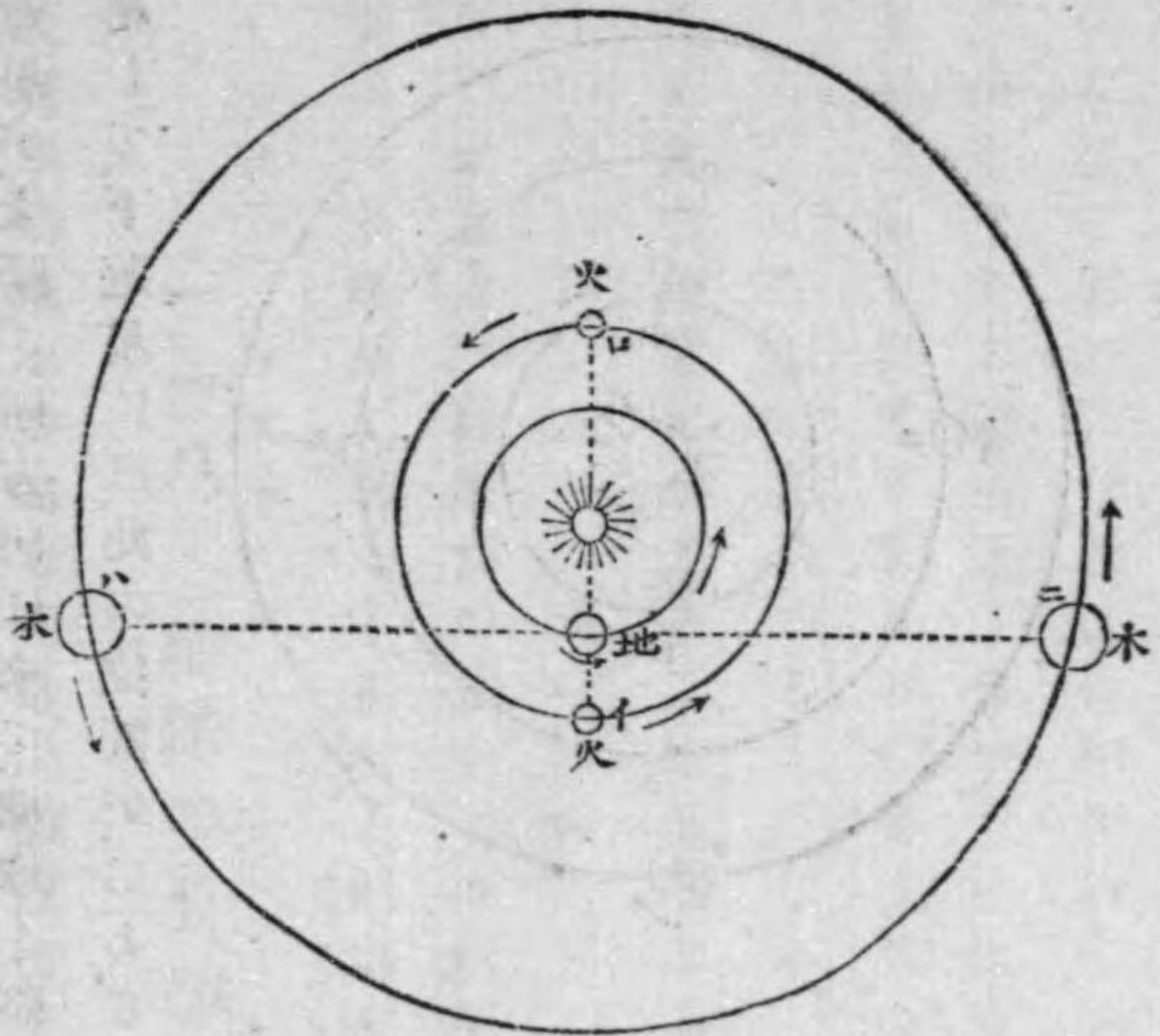
吾々の眼に見え、地球の回轉は、矢で示す、曉の明星は、太陽が、東天を出る前に、既に吾々

の眼に見ゆる。

上遊星には、伏の位置の外衝 Opposition と云ふ位置がある。尤も伏は、上伏だけ(第七

十圖ロ)で、下伏はない。是は其の軌道が地球の外に在るからである。さて衝とは、遊星が、太陽と正反對の位置(同イ)に在る時で即ち地球が兩天體の間に這入つた時である。それから遊星が、太陽と九十度の位置に來た時は、此の位置を、前の如く、延長と云はずに、弦 Quadrature と云つて、東弦(第七十圖ハ)と西弦(ニ)との區別がある。
地球の運動が、十二宮の方向を取るが如くに、諸遊星の運動も亦皆同じ方向を取る故に、地球の進行速力と、遊星の進行速力との差違で、遊星は、一時天に靜止するかのやうに見ゆるともある。遊星の一時靜止するや

圖十七第

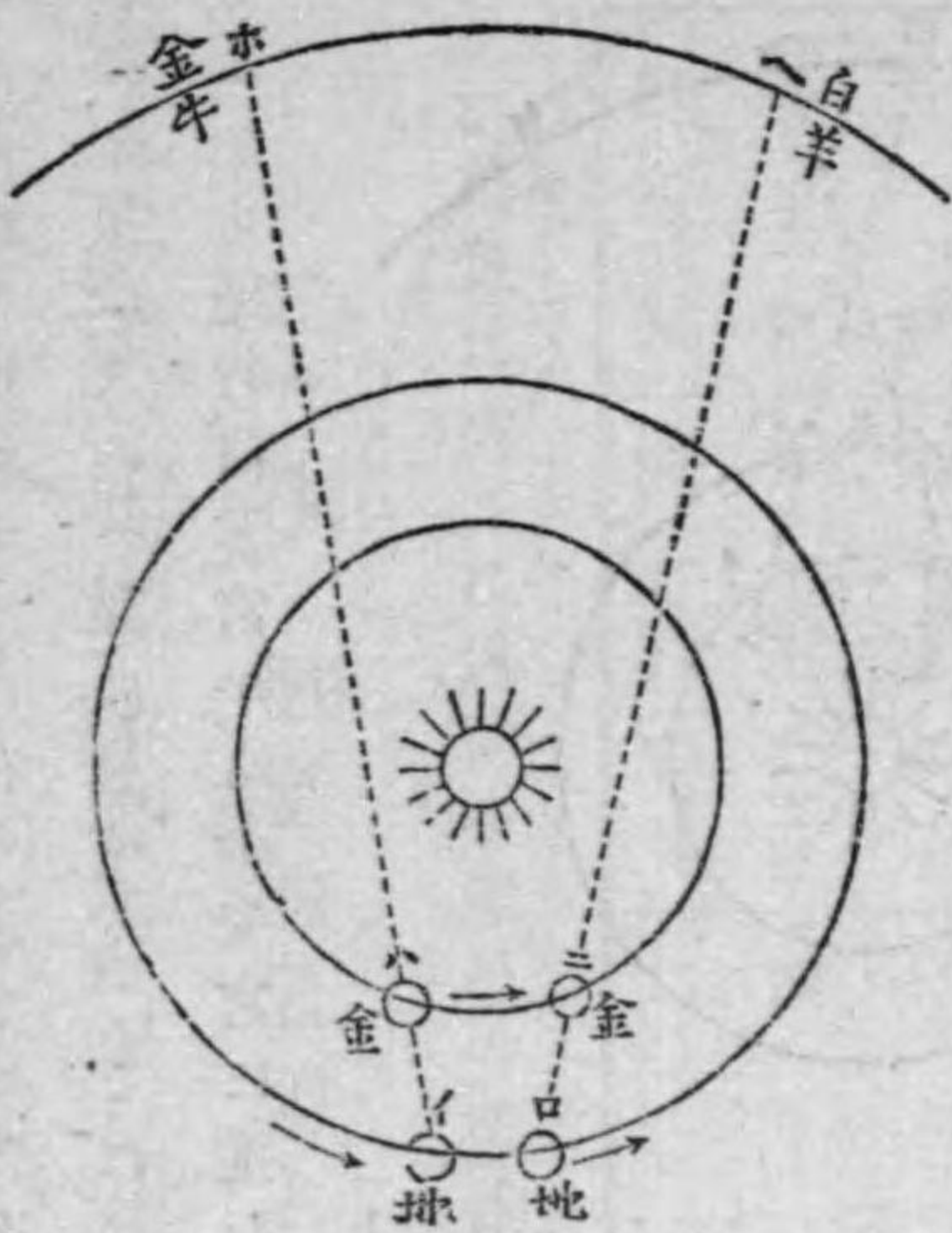


うに見ゆるのは、下遊星が、東の最大延長後又は西の最大延長前で、是れは此の時地球から遊星に向ふ視線が遊星の進行方向と、一時一致するからである(第六十九圖ハニを看よ)。

上遊星の、一時靜止するかのやうに見ゆるのは、其弦にある時である。第七十圖で、木星が、ハに見えた時には、地球は此の星から遠らんとし、ニに見えた時には、之に近づかんとする様に運動するから、一時地球の進行方向と、視線の方向と、一致することになる。

逆行するかのやうに見ゆるのは、下遊星では、東の靜止位置を取つた後で、其の逆行は、遊星が、西の靜止位置に達するまで繼續するが、此の時は、遊星が、恰も下伏を通過する時である。下遊星は、其の公轉速力が地球より一層大きいから(第七十一圖に示す)金星の如きは、地球が、イからロまで、行く間に、ハからニまで行つて

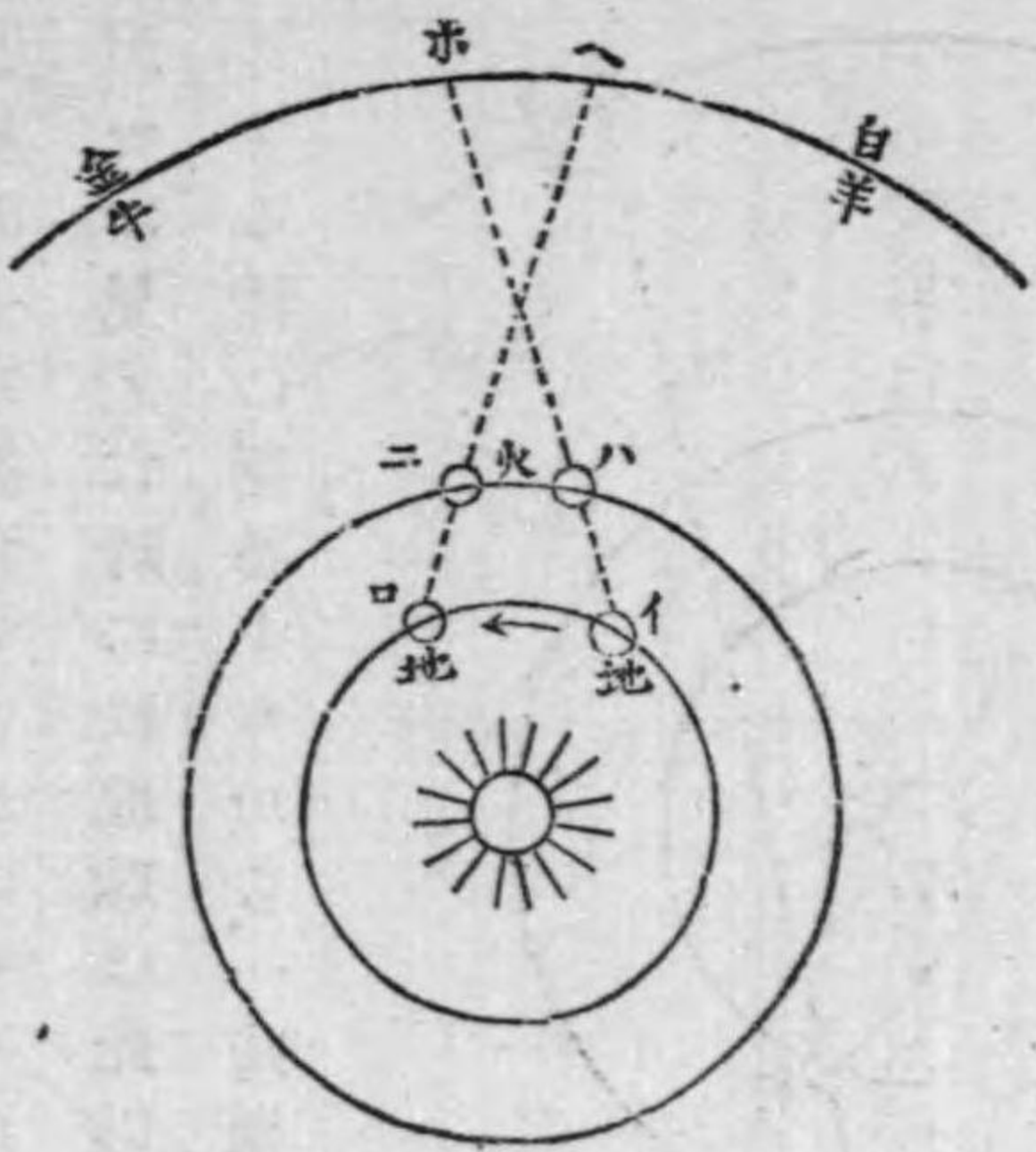
圖一十七第



天文地學 一一八 地球の公轉が他の遊星の現象に及ぼす影響

居る。それで、地球がイに在るときには、金星は、天のホ點に見え、地球がロ點に在るときには、金星は、天のハ點に見ゆる。これは外観上金牛宮から、白羊宮の方に向ふものであるから逆行、白羊宮から金牛宮に進むのを、十二宮の順序に進むと云ふのである。

圖二十七第



上遊星の逆行は、其の位置が衝に在る時で、此の場合には地球は、上遊星より、一層早く進行する。例へば、第七十二圖で、地球が、イからロまで進む間に、火星は、ハからニまでしか進まない。それで、地球が、イに在るときは、火星は、天のホ點に見え、地球が、ロに在るときは、火星は、ハ點に見えて、地球から観れば、火星は、恰も逆行したかのやうに思はれる。

軌道の他の個所では、遊星は、右旋、即ち正行する。然し地球と遊星との進行方向の工合で、遊星の速力は、實際より、或は小に見え、或は大に見ゆる。

逆行現象の日數、と大きさ、路の長さ、並に靜止動作を示す比較位置は、左の通りである。

る。

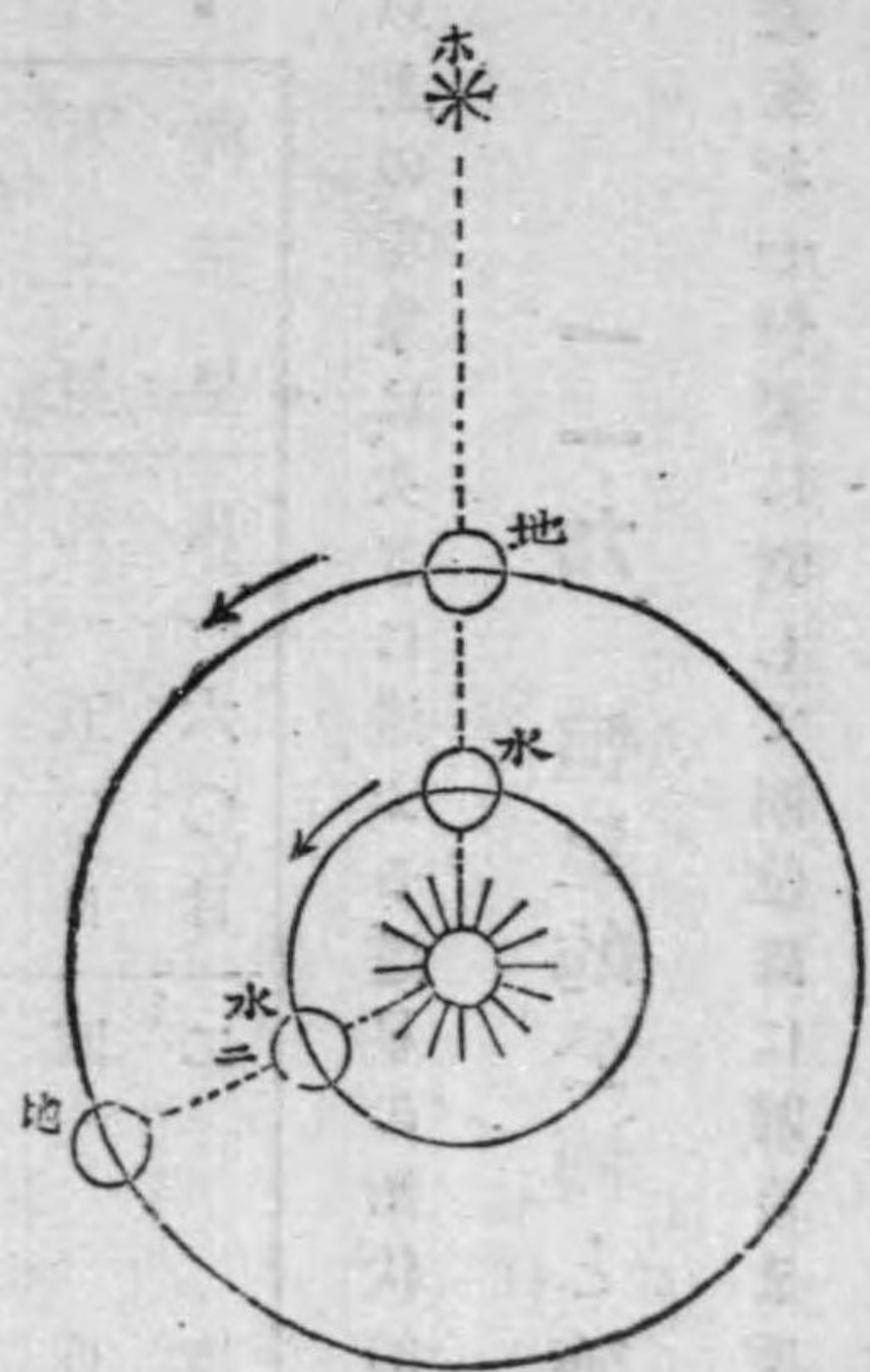
星の名	逆行日數	逆行の大きさ	靜止の場所(太陽に對しての平均)
水星	一八乃至二四日	一三度	一八度東又は西の延長
金星	四〇乃至四二日	一六度	二八度同上
火星	六〇乃至八〇日	一五度	一三七度同上
木星	凡一一九日	〇度	一一七度同上
土星	凡一三七日	七度	一〇八度同上
天王星	凡一五〇日	四度	一〇二度同上
海王星	凡一六〇日	二度	九八度同上

以上の現象は、次に述ぶる遊星の衝伏的公轉に關するものである。

一一九 恒星的公轉と衝伏的公轉

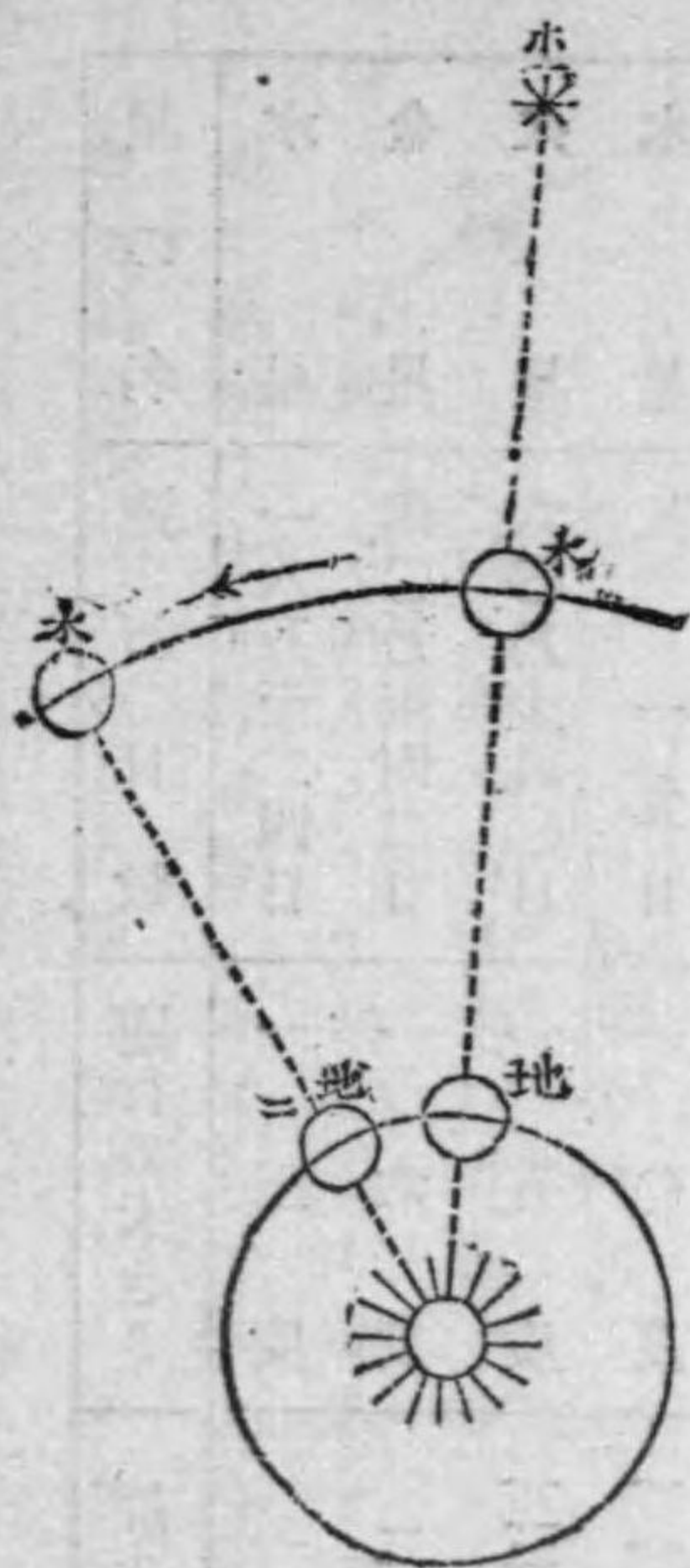
遊星が一恒星に對して同位置に歸るまで、其の軌道を一週するときを、恒星的公轉時 Time of sidereal revolution と云ひ、又太陽に對して、伏又は衝の位置に來るまで、其の軌

圖三十七第



道を一週するの時を衝伏的公轉時
 me of synodical revolution と云ふ。例へ
 ば第七十三圖のやうに水星が其の軌
 道の一箇にて、太陽地球并に或る星(ホ)
 と、一直線になるとする。又第七十四
 圖のやうに、木星が其の軌道の一箇で、
 太陽地球并に或る星(ホ)と、一直線にな
 るとする。さて是から遊星が其の軌
 道を進行すると見れば、下遊星

圖四十七第



(水星の如き)は、其の恒星に對し
 ての一週を、地球より一層早く
 結了するが、上遊星、木星の如き
 は、地球に後れて、其の恒星に對
 する一週を結了する。何故な
 れば、下遊星の軌道は、地球の軌

道より短く、上遊星の軌道は、地球の軌道より長いからである。それで、下遊星は、其軌
 道を一週した後、更に又或る距離を進行して、始めて、伏の位置(第七十三圖ニ)に達する
 が、上遊星は、地球自身が、先に、其の軌道を一週して、更に尙幾分か進行して、始めて衝の
 位置(第七十四圖ニ)に達する。下遊星と、上遊星中の火星とでは、衝伏的公轉時の方が、
 恒星の公轉時より長く、他の遊星では、反對に短い。尙左に掲ぐる通りである。

恒星の公轉時

衝伏的公轉時

水星	八八日	一一六日
金星	二二五日	五八四日
火星	六八七日	七八〇日
木星	四三三三日	三九九日
土星	一〇七五九日	三七八日
天王星	三〇六八七日	三七〇日
海王星	六〇一〇〇日	三六七日

遊星が、衝や伏の位置に來た時は、遊星、地球、太陽の三天體が、一直線になる時ではあ
 るが、此の一直線とは、此等の天體を其の軌道面に垂直の位置に、眼を置いて、見て(上か

ら見て云ふので、之を軌道の側面から見るときは、必ずしも一直線ではない。それは何故と云ふに、遊星の軌道と地球の軌道とは、全然同一の面にはないからである。

1110 遊星の軌道と地球の軌道との間の角度

遊星の軌道は、地球の軌道と同一面にはないが、然し其の間の角度は、僅なものである。其の角度は、

水星	七度	金星	三度二十三分	火星	一度五十一分
木星	一度十九分	土星	二度三十分	天王星	四十六分
海王星	一度四十七分				

である。

十二宮は、黄道の南北、九乃至十度まで擴つて居るから、遊星は、皆此の十二宮以内に止つて居て、其の外に出ることはないが、小遊星と稱ふるものの中には十二宮以外に出るものもある。これは其の軌道と地球の軌道との間の角度が、頗る大きいからである。例へばニオーベ Niobe の如きは、二十三度半の角度をなし、ユーフロシニー Euphrosyne の如きは、二十六度半の角度をなし、パラス Pallas の如きは、三十四度半の角度

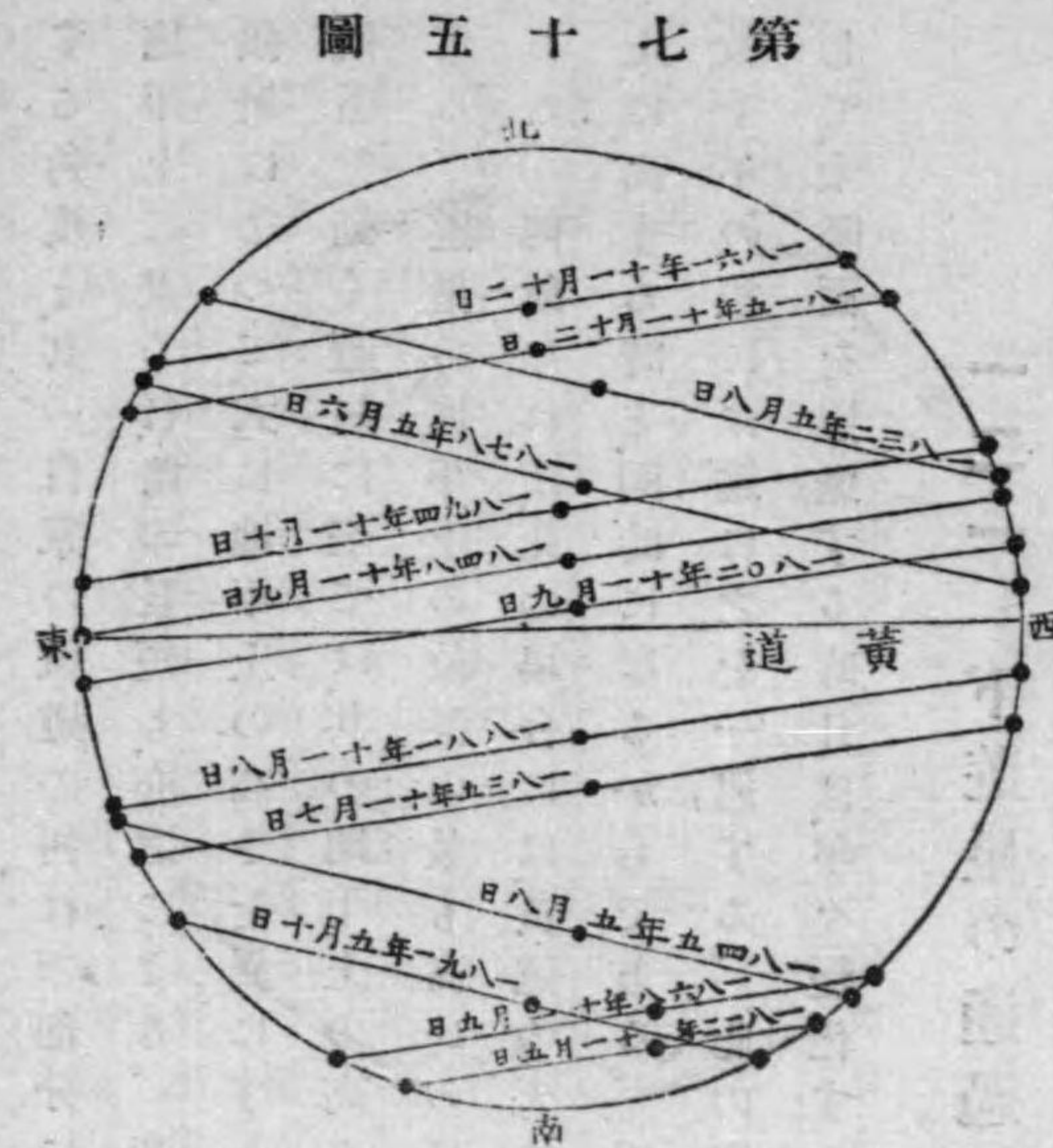
をなして居る。

遊星が子午線を通過する時の、地平上の高さは、遊星の軌道の、地球の軌道黄道に對する角度と、其の自家の軌道の何れの部分に居るかによるもので、其の朝夕距離并に地平上に畫く行路の長短も、亦之による。黄道を動く太陽ですら、其の天の赤道への傾斜によつて、大に地平上の高さを異にするものであるから、此の黄道と角度をなす軌道を動く遊星に至ては、其の地平上の高さが、一層大きい差を生ずることは、當然である。遊星の地平上の位置の最も高いのは、其の軌道の昇節が、春分點に在るときである。何故なれば、此の場合には、黄道の、天の赤道上に高まる時と、遊星の軌道の黄道上に高まる時と、同時になるからである。但し此の昇節は、次第に黄道中を移動して、數千年の後には遂に之を一週する。此の節の移動の爲に、下遊星の通過 Transit と稱して、太陽面を通過する時日は、年々變化する。

1111 下遊星の通過

下遊星が、伏の位置に來た時に、其の自家の軌道中の位置が、節又は節附近に在るときは、その遊星は太陽の面前を通過することになる。斯かる通過は、寔に罕で、金星の

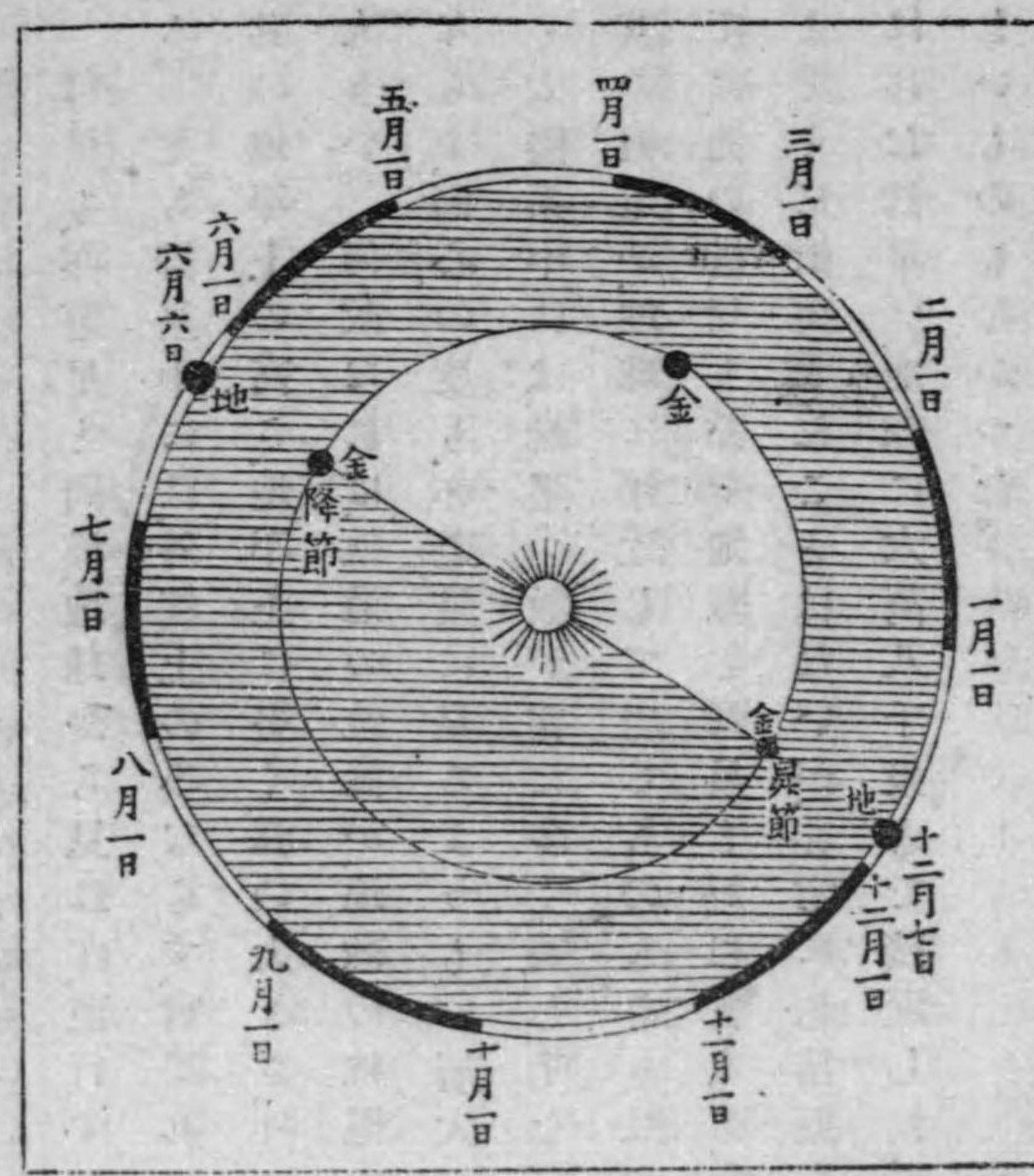
通過は、水星の通過より、一層罕である。水星には一百年間に、凡十三回の通過があるが、第七十五圖は、その第十九世紀中の通過を示したものである。金星の通過は、一世紀中に、二回しかない。一は一百五十年の後で、一は一百二十一年半の後である。此の二回は、常に其の間に、八年の間を措て起つて月は、必ず六月と十二月第七十六圖とに極まつて居る。



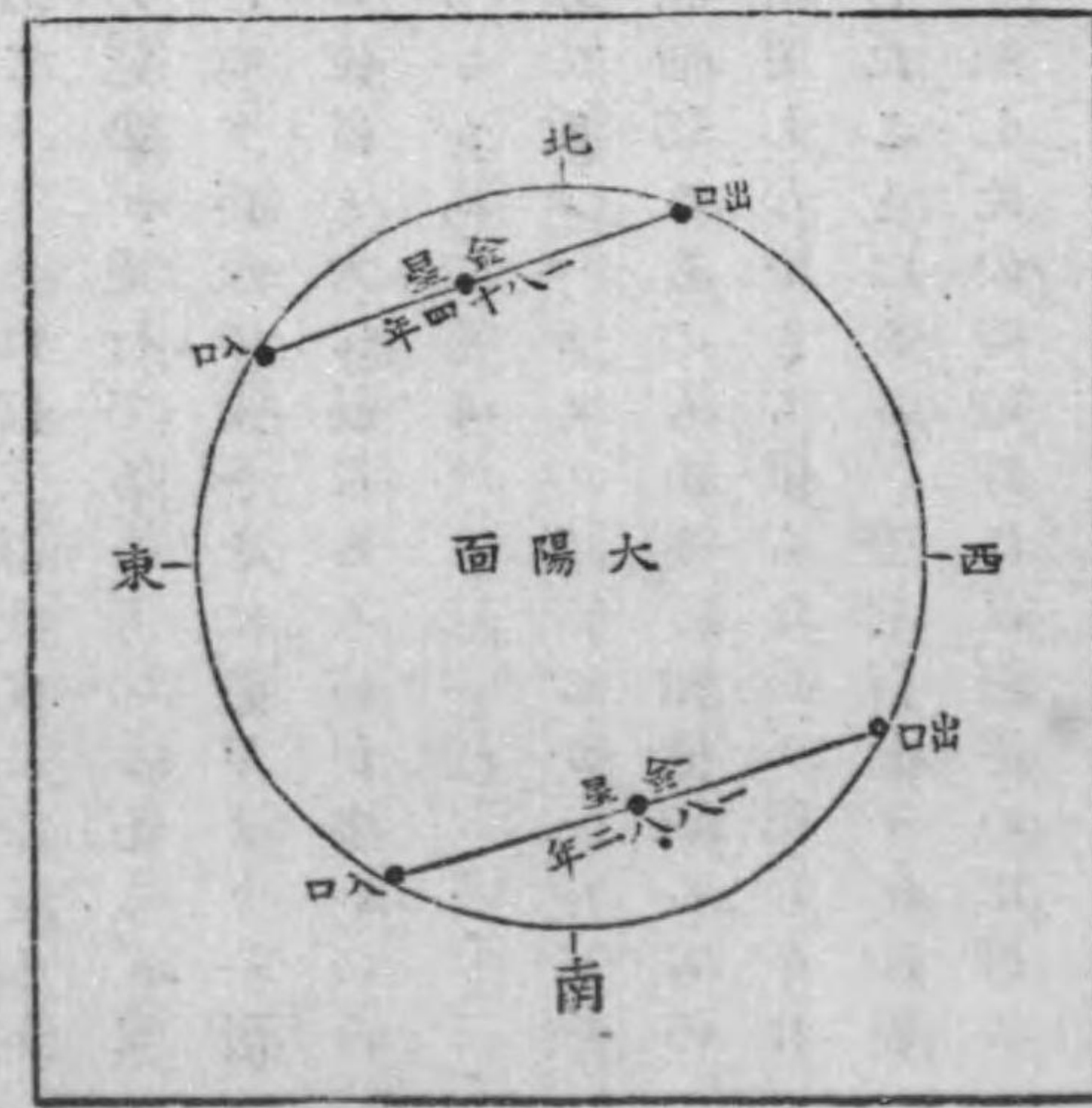
行は必ず逆行である。上遊星は、通過現象を示さない。是は言ふまでもなく、其の軌道が地球以外に在る

第七十五圖

第七十六圖



第七十七圖



からである。

天文地學 一一二 下遊星通過

一一二二 地球の公轉と彗星との關係

彗星も亦遊星と同様、地球から見れば、逆行することもあれば、又静止することもある。尤も彗星中には、外觀上のみならず、實際、其の運動が逆行であるものもある。又其の地平上の高さ、地平上に畫く弧の大きさ、并に朝夕距離の大きさは、遊星より一層大きい。何故なれば、軌道の位置が、地球の軌道の位置と、大に異なるものが多いのみならず、偏心の度も、亦遊星に見るよりも、一層大きいからである。

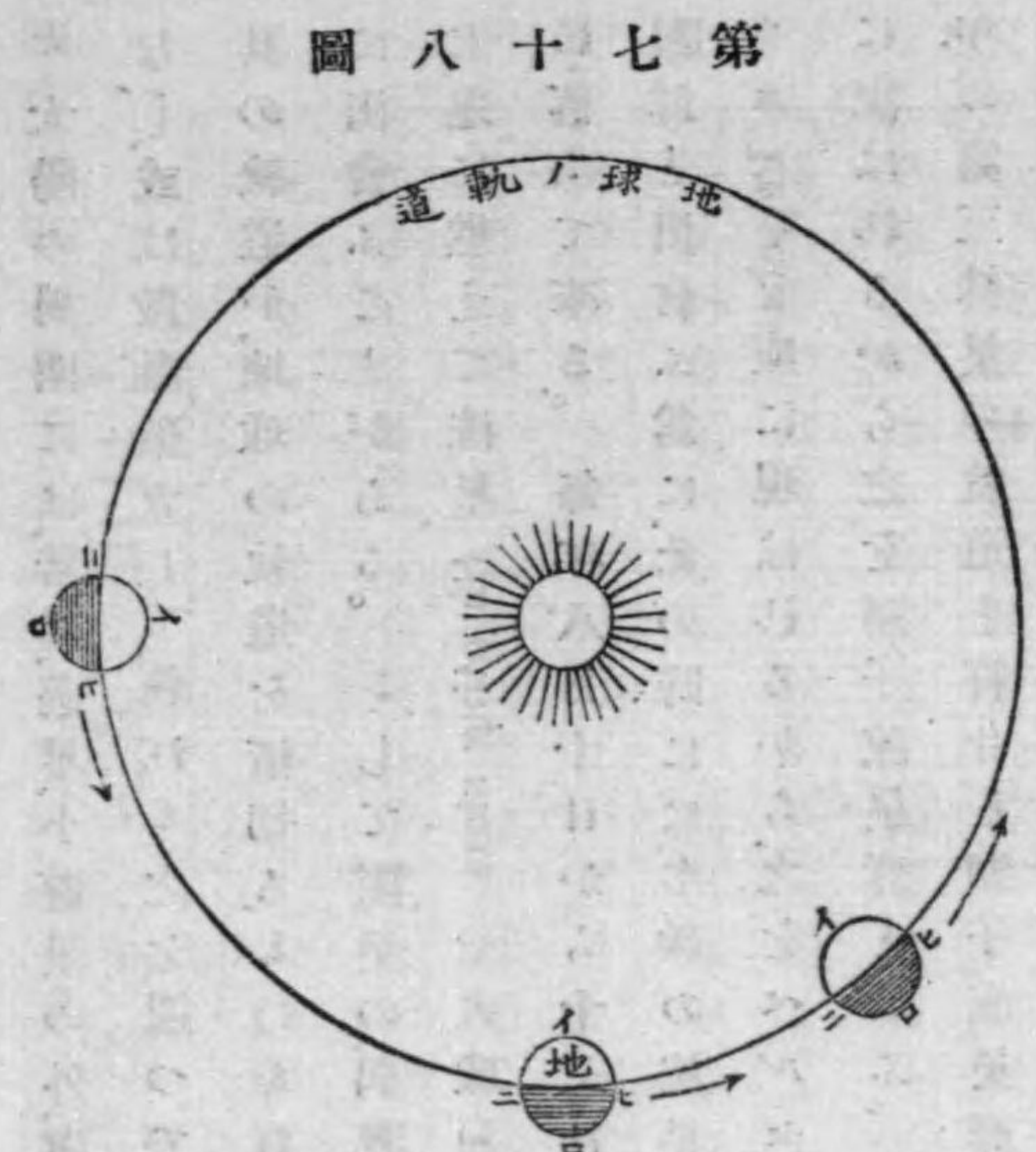
太陽系中には、彗星の数が甚だ多く、蓋し千を以て數ふべきものであるから、中には、其の軌道が、地球に接近して居るものもあり、又相横切るものもある。相横切るものでは、此の横切り點で、地球と彗星とが相會ふて、衝突しないとも限らない。但し今日まで、まだ衝突したことはないが、非常に相接近したことはある。千七百七十年に現はれた彗星は、地球に六萬八千里まで接近した。然し此の時、地球には、何等の影響らしいものもなかつた。

一一二三 流星と地球の公轉との關係

太陽の周圍には、彗星、遊星、小遊星の外、尙無數の小天體がある。或は群つて雲狀をなし、或は散亂孤立して、孰れも之を遇つて居る。之を隕星 Meteorites と稱して、中には其の軌道が、地球の軌道を横切るものもある。されば此の横切點で、地球が隕星の群に出會ふことがある。そして隕星の、偶我が大氣に入るものは、之と摩擦して、熱を生じ、遂に燃えて流星 Shing stars や火球 Bolids となるか、又は更に隕石となつて、地上に落ちて來る。毎年八月十日から十三日の間、并に十一月十二日には、地球は或る隕星群と出會ふ爲に、此の時には、多數の流星が天に現はれる。八月の流星群は、ペルセウス Perseus 座に現はれるから、之をペルセウス流星群と云ひ、十一月のものは、獅子座に現はれるから、之を獅子流星群と云ふ。ペルセウス流星群の軌道は、千八百六十二年の第三彗星の軌道と符合し、獅子流星群の軌道は、千八百六十六年の第一彗星の軌道と符合する。又此の獅子流星群の軌道には、一個所、隕星の非常な大群をなして居る所がある。此の個所と、地球は、三十三年目毎に出會ふから、此の時には、流星が無數に現はれて、時ならぬ雪降りヒの如き觀を呈する。斯かる現象は、千七百九十九年十一月十一日、と十二日に觀察せられ、其の後千八百三十三年十一月十二日、と千八百六十六年十一月十二日にも觀察せられたから、去る明治三十二年(千八百九十九年)の十一

月にも現はるべき筈の所、如何なる變化が起つたか、此の時は、天文學者の待ち設うけたやうに多數の流星は現はれなかつた。

地球の公轉は、亦流星の見ゆる數に、大關係がある。地球が、其の軌道の一點で、其の瞬時に進行する方向を、其の頂 Apex と云ふが、地球に向いて、諸方面から、同數の流星が



飛んで來るものと見る時は、何れの方面に最多の流星が見ゆるかと云へばそれは、無論頂の方面と云はなければならぬ。すると又正反對の方面には、流星の出現は最も少ないに違ひない。頂は地球面の何れの點から見ても、朝六時頃は、地平上の子午線に在つて、夕六時頃は、地平下の子午線に在る。例へば第七十八圖で、地球は、其の軌道を、矢の如く進行しつゝあるとすれば、地球面のイと記した點は、常に太陽に向いて居る部分で、此の

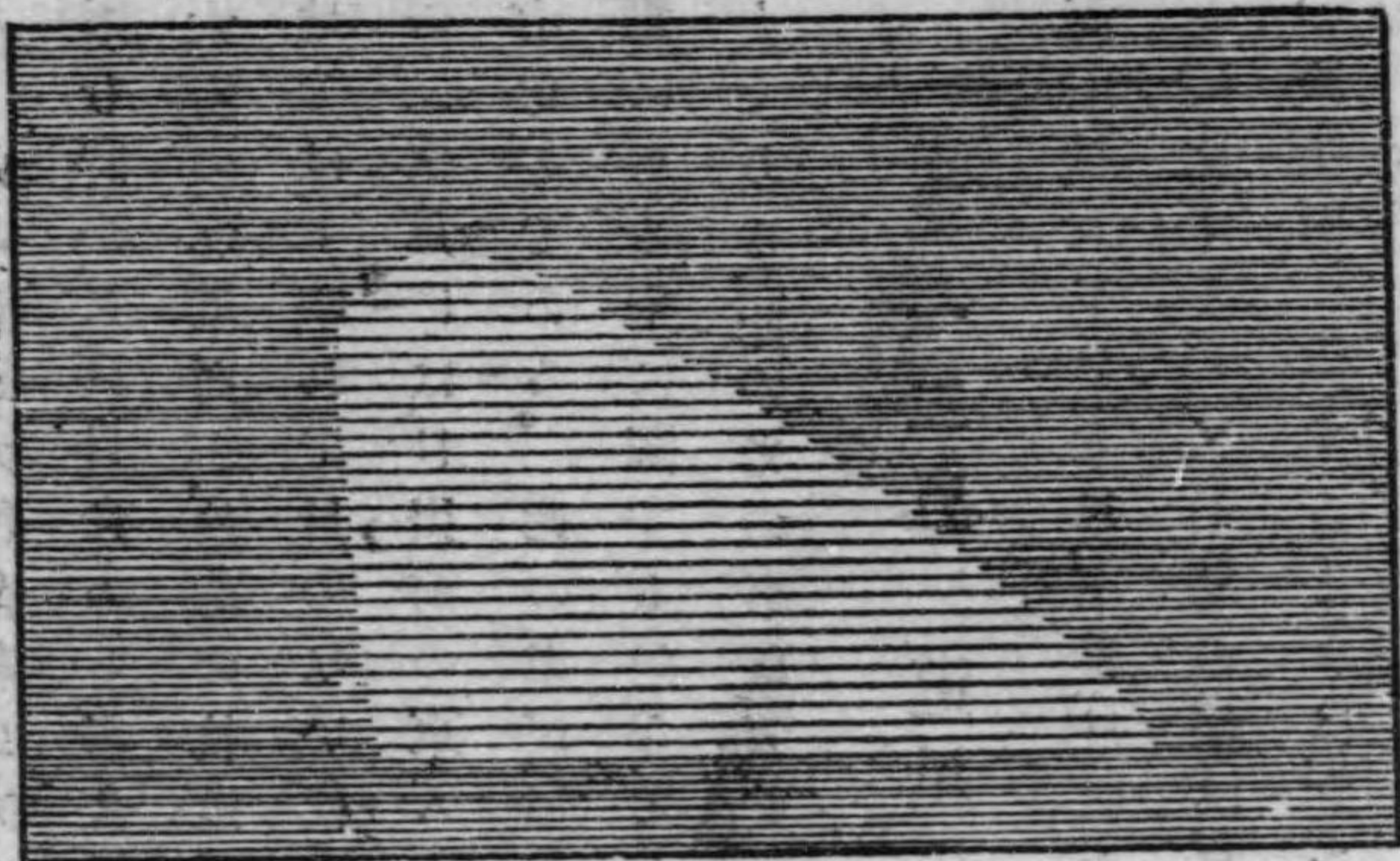
圖八十七第

處の時刻は正午である。ヒといふ點は、東方で、ニといふ點は西方である。乃ちヒ點では朝の六時で、ニ點では、晩の六時である。ヒ點は地球の公轉の方向で、頂に當つて居る。蓋し此の公轉といふ一事によつても、夜半前は、夜半後より流星出現の數が少なくなければならぬことが判る(詳細は著者の天文講話中に在る)。

一二四 地球の公轉と黃道光との關係

天の十二宮帯に方つて、黃道光 Zodiacal light 第七十九圖と稱する、一種の薄光の現象がある。其の何物かは正確に知る由が出来ないが、目下の説では、太陽と金星の軌道との間に、太陽の赤道の方向に、無數の微小物體があつて、それが太陽の光りを、我に反射する爲に起るものであらうとのことである。

圖九十七第



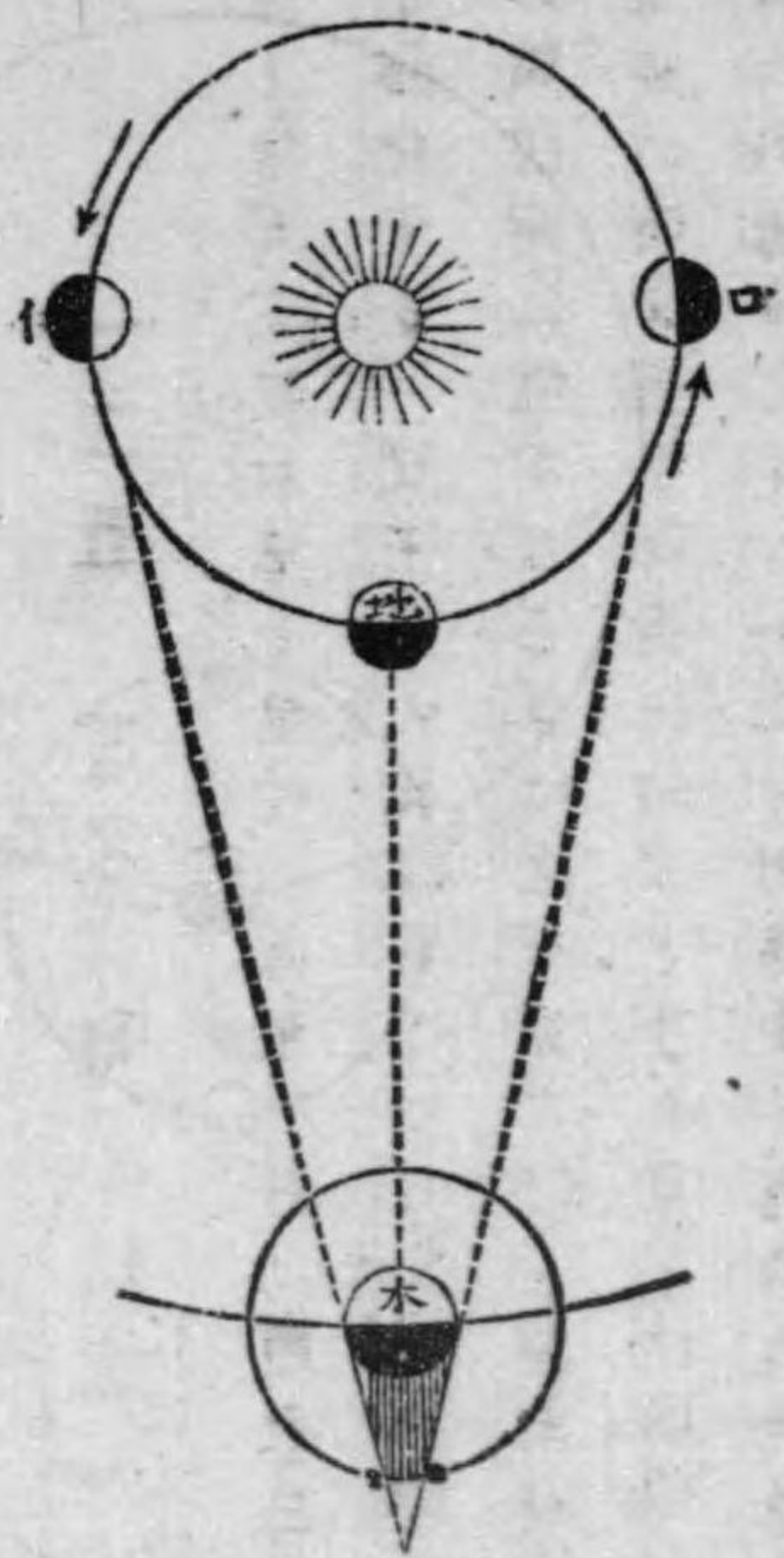
天文地學 一二四 地球の公轉と黃道光との關係

ある。此の黄道光は、熱帯地方では、毎日、日出前は東天に、日没後は西天に現はれて、天が霞む時か、又は月光ある場合の外は、六月九日と十二月十日頃の數日を除いては、必ず太陽の赤道面と、地球の軌道面と互に相切り合ふ邊に見ゆる。吾々の住む中緯度の地では、天晴れて月のない夜には、二、三、四の三個月には、日没後直に西天に現はれ、九十の二個月には、日出前の東天に現はれるが、其の尤も能く見ゆるのは、三月初旬と十月中旬とである。此の光が、毎年期限を定めて現はれるのは、地球が、其の軌道の何れの點にあるやに關するから、光と地球の公轉と關係あることは殆ど疑ふべからざることである。(此の光の事は天文講話に詳なり。)

一二五 遊星の月と地球の公轉との關係

海王星、天王星、木星、土星、并に火星の月は、地球公轉の結果として、其の天に於ける位置を變化する。又土星の輪は、月ではないが、之に類するものとして、地球又は太陽が、輪の擴張面に位するときは、之を見る事が出来ない。又この輪は地球からの視線が太陽の照す面と反對に向ふときも、見えない。此等の事は、一部は、地球が其の軌道の何れの部分に在るかにも關係する。地球の軌道進行と、木星の第一月が其の背後に

第十八圖



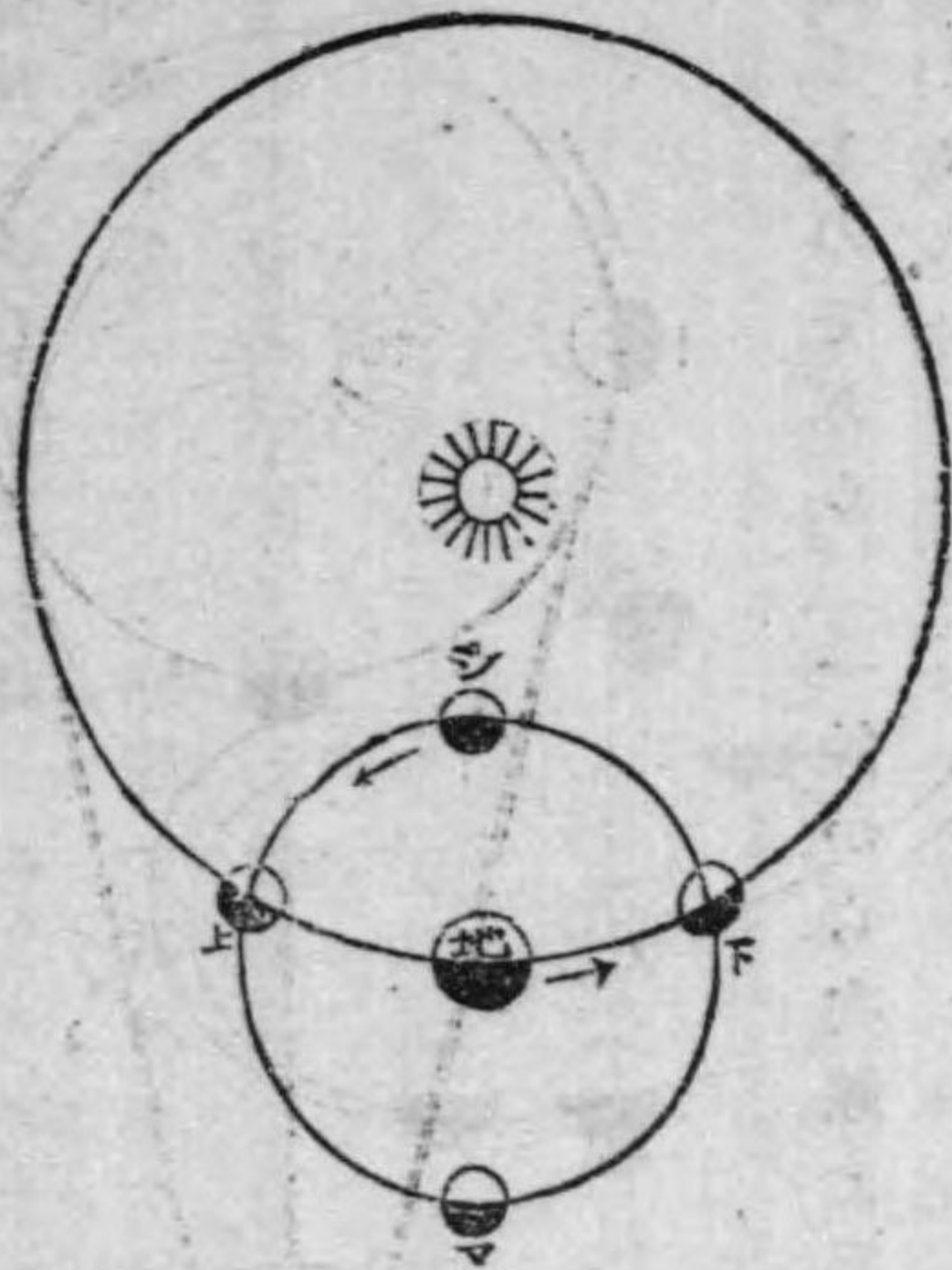
入る時との關係は嘗て、光線の速力の發見に機動を與へたものである。此の木星の月の蝕は、地球が、木星の方に向いて進行するときには、一定の時刻より十四秒早く起り、地球が反對の方に動く時には、一定の時刻より十四秒遅れ

て起るものである。一蝕から次蝕までの間に、地球が進行する距離は、凡百五萬七千八百里餘であるに因て、地球が木星の方に進行する時は、(第八十圖イ)此の距離だけ、地球と木星の月との間が近くなり、反對に進行するときは、(同ロ)此の距離だけ、地球と木星の月との間が遠くなる理である。夫で十四秒遅かつたり、早かつたりするのは、光線が此の距離を通過するとせざるとに由るものであるから、つまり光線の十四秒時間間の速力は、百五萬七千八百里、一秒時間の速力は、七萬五千五百里となる理である。

一二六 地球の公轉と太陰の現象との關係

太陰の形が、或は半圓、或は圓、或は鎌形等に見ゆるのを、太陰の盈虚 Lunar Phases と云つて其の變形に、大體四種を區別する。即ち新月(一名朔) New moon(第八十一圖シ)上弦 First quarter(同上)満月(一名望) Full moon(同々)下弦 Third quarter(同下)である。新月とは、太陰が日光を受けない面を我れに向けた時(第八十二圖イ)で、上弦下弦とは、太陰が日光を受けた面の半分を、我れに向けた時(同ハとト)である。又満月とは太陰が日光を受けた全面を我れに向けた時(同ホ)である。新月と満月との時には、地球、太陽、太陰の三體が地球の軌道面に直立する一平面中に在り、場合により、三體一直線に駢ぶこともある。地球から眺むれば、新月のときには太陰と太陽とは同方向に在り、所謂衝 Conjunction の位置に在り。満月の時には、兩體が正反對の方向に在り、所謂伏 Opposition の位置に在り。弦 Quadratures の時には、地球から、太陽と太陰とに引かれた二視線は、互に直角をなして居る。新月から、上弦に移つて、夫から満月に至るまでの、太陰

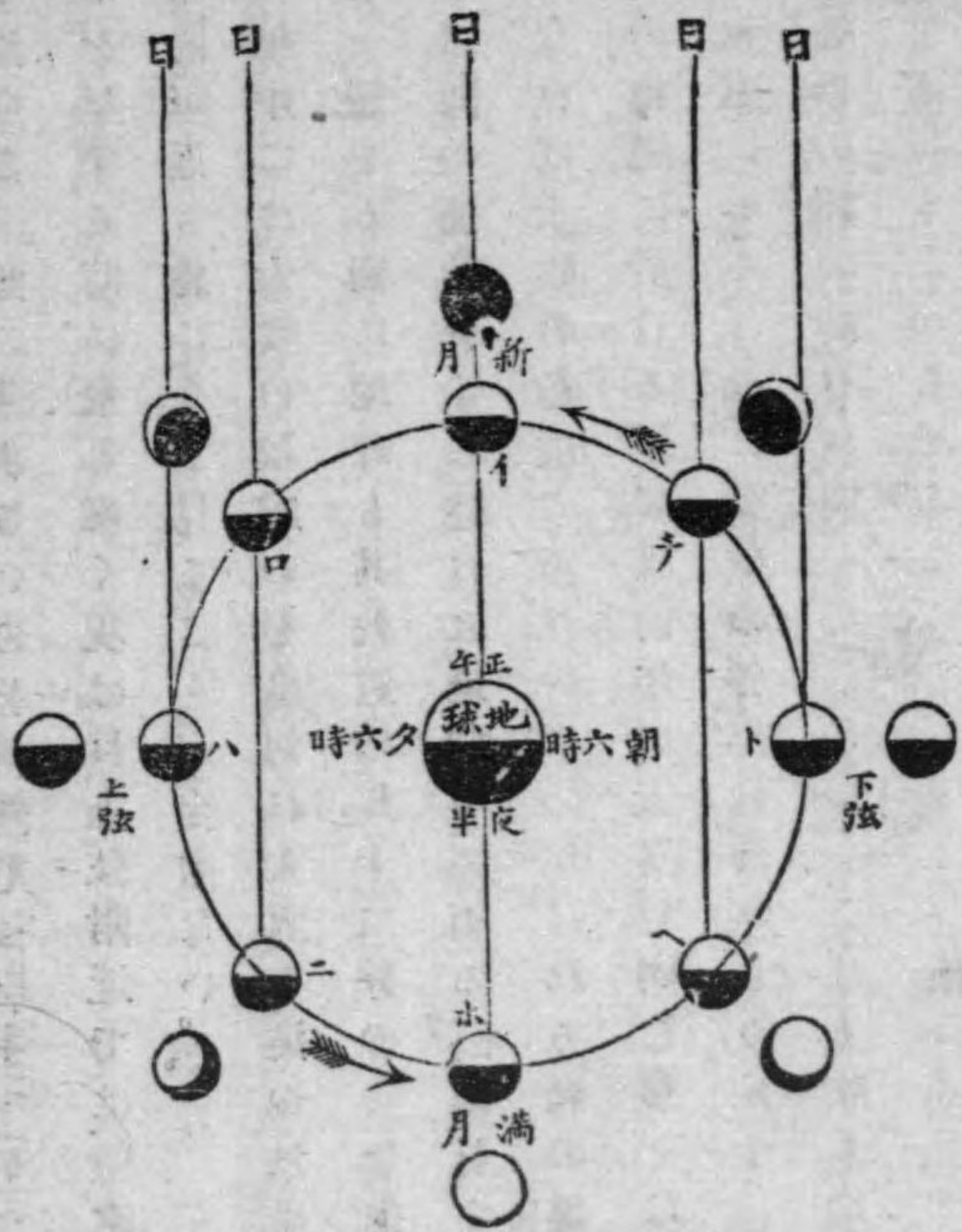
圖一十八第



の形の膨脹と、満月から下弦を経て、新月に至るまでの、其の收縮とは、第八十二圖に示す通りで、ロの位置を、第一オクタント Octant、二の位置を第二オクタント、への位置を、第三オクタント、チの位置を、第四オクタントと云つて、第一と第四の時には、太陰は鎌形(三日月)に見え、第二第三の時には、一方は圓の弧に、一方は楕圓の弧に、界されて見ゆる。第八十二圖中、正午、夜半、六時等の時刻は、其の方面に在る形の太陰が、子午線を通過する時の時刻である。

下弦から、新月を経て、上弦までの地球と、太陰との位置では、地球の日光を受けた面が、太陰の方に向いて居る。夫で、其光が、更に太陰の方に反射されて、太陰の日光を受けない部分迄も、幾分か薄明

圖二十八第



天文地學 一二六 地球の公轉と太陰の現象との關係

るく見ゆる。此の薄明るいのを、灰色光 *Asht-Grey Light* と云ふ。此の灰色光は、太陰が鎌形を呈する時に最も能く現はれ、上弦附近では、望遠鏡での外認め難く、新月の時には太陽が近き爲に、全く見ることが出来ない。

一年中には、太陰の盈虚の形は、何れも天の違つた場所に現はれる。是は太陰が地球を一週する間に、地球も其軌道の凡十二分の一を進行するからである。然し太陰が十二回の公轉をする時日は、地球が一回の公轉をする時日と同一でない。因て次年になれば、太陰の盈虚の種々の形の現はれる天の場所は、前年と違つて来る。地球も其の軌道に於ける位置は、前年に、太陰が同じ形をなして現はれた時より、凡十一度離れた處にある。故に、盈虚の各形は、前年より凡十一日だけ早く現れることとなる。各形の間の時日は、同一ではない。こは太陰も、地球と同じく、其の軌道を、不同の速力で進行するからである。

一二七 太陰の進行速力不同の理由

遊星と同じく、太陰も亦楕圓の軌道を動くものである。故に其の地球からの距離も、常に違つて、之が爲に自然速力も違つて来る。太陰の軌道(支那では古來之を白道

と稱ふ)では、其の中心と燒點(地球の位置)との間の距離は、五千三百六十里で地球と太陰との間の距離は、最小九萬二千五百里、最大十萬三千二百里、平均九萬七千八百五十里である。又軌道の全長は、凡六十一萬三千九百里で、太陰は之と日々平均速力では二萬二千七百里づつ、最大速力(近地點 *Perigee* で)では、二萬五千五百里づつ、最小速力(遠地點 *Apogee* で)では、一萬九千八百里餘づつ、進行する。それで太陰は二十四時間の後には、天面の平均速力の時は、凡十三度、最大速力の時は凡十五度、最小速力の時は凡十一度づつの弧を進む。隨て其子午線上に現はれる時刻も自然變化して来る。

一二八 太陰の地方子午線上に復歸する時日

太陰は恒星の中を西から東に進む故に、今日は或る恒星と同時に天中するも、明日は、此の恒星に後れて天中することになる。此の後れ方は太陰の速力が、大きい時に多く、小さいときに、少ない。此の後れる時間は、最長の時は、六十六分、最短の時は四十分で、平均のときは、五十二分である。

此の後れ方の大小が、潮時に影響を及ぼすことは言ふまでもない。

一一二九 地球の公轉と潮時

廣い大海では、太陰の引力の最も強く働く處は、太陰を天頂に見る地である。此の地では、水面は、平均二十尺の高さまで引き上げらるるから、之が爲に潮の波が生じて、此の波が、太陰の運動に隨從して、海の上を進行する。何れの地でも、太陰の子午線に來るのは、毎二十四時五十二分であるから、潮の波も、平均此の時間を経れば、必ず押し寄せて來て、自然水面も高まるのである。太陰を天頂に見る所の正反對の點の脚點の地では、太陰からの距離が、一層遠い爲に、此の處の水は、地球水を除いた部分が太陰の方に引き寄せられるよりも、稍少なく引き寄せられるから、又其の面が高まりて、一の潮の波を生ずることになる。此の波は、第一の波の現はれてから、凡十二時二十六分を経て現はれる。因て一地點では、一日中にざつと二回、水面が高まるわけである。隨つて又その間には二回水面が低くなるわけである。甲は上げ潮 Flood tide と云ひ、乙は引き潮 Ebb tide と云つて、上げ潮の、其の頂上に達した時を満潮 High tide と云ひ、引き潮の、其の極度に達した時と干潮 Low tide と云ふ。

水面を高むるものは、獨り太陰の引力ばかりでなく、太陽の引力も亦與つて大に力

がある。然し其の距離が、太陰より遙に遠い爲に、其の質量の遙に太陰に優るにも拘らず、潮波を生ずる力は、太陰の四分の一にしか過ぎない。

新月の時には、太陰と太陽と同じ方向から働き、満月の時には、此の二體が、反對の方向から働くが、然し潮波は、地球の相對する二個所に生ずるものであるから、新満兩月の時には、太陰の起す潮波と、太陽の起す潮波と、互に相合して、特更に高い潮波を生ずることになる。是れが即ち大潮 Spring tide である。又上弦下弦の時には、太陰の潮波と、太陽の潮波とが互に九十度を隔て、起る所から、潮波が殊更に低い。是れが即ち小潮 Neap tide である。

太陰の生潮力は、近地點では、遠地點でより強く、太陽の生潮力は、地球が近日點に在るときは、遠日點に在るときより、強い。故に潮の高低には、地球の公轉が多少影響を及ぼすものである。大體の上から言へば、潮には、三の重要週期を區別する。其の一は、日々の週期で、其の二は、月々の週期で、其の三は、年々の週期である。第一のものは、太陰の子午線通過に關係し、第二のものは、新月満月に關係し、第三のものは、近日遠日の兩點に關係する。

一三〇 一個月の種類

一個月とは、太陰が、其の軌道の一個點を出て、再び此の點に歸るまでの時日であるが、其の點が、何點であるかによつて、同じ一個月にも五種類を區別する。

(一) 恒星に對して、同じ位置に歸るまでの軌道一週の時を、恒星月 *Sidereal month* と云ひ、二十七日、七時、四十三分、十二秒から成り立て居る。

(二) 春分點を出でて、再び此の點に歸るまでの一週時を、回歸月 *Tropical month* と云ひ、恒星より七秒だけ短い。

(三) 近地點を出て、再び此の點に歸るまでの一週時を、異常月 *Anomalistic month* と云ひ、二十七日、十三時、十八分、三十七秒から、成り立て居る。

(四) 新月から、新月までの一週時を、太陰月 *Lunar month* 又は交周月 *Synodic month* と云ひ、二十九日、十二時、四十四分、三秒から成り立て居る。

(五) 太陰が、地球の軌道面の南側から北側に移り行く點(節)と云ふ)を出て、再び此點に歸り來るまでの一週時を、龍月 *Dracentic month* と云ひ、二十七日、五時、五分、三十六秒から成り立て居る。

恒星月は、真正の一週時日で、其の出發點とする點は、何れの恒星を取ても、一定不變である。回歸月の區界點とする所は、間斷なく、少しづつ、其の位置を變じて居る(後文に詳なり)。異常月の區界點の近地點も、毎月凡三度(弧)づつ、夕の方向から、朝の方向に動きつゝある。して太陰は、毎日凡十三度づつその軌道を進行するから、之を一週して、後更に又六時間ばかり前進しなければ、凡三度を前進した近地點に達することができぬ。太陰月は、地球が、太陽を廻る所から、生ずる一個月で、地球が公轉をする爲に、太陽は恒星の中を運動するやうに見ゆる。此の太陽の視運動は、一恒星月(太陰が真に軌道を一週する時)間に、二十七度(弧)に及ぶから、太陰が、衝(新月)の位置を出て、再び此の位置に返るには、一恒星月に更に二十七度を進行するに要する時日、即ち凡二日を加へた時日を要する。龍月は、地球の軌道と、太陰の軌道との切合點を、出發點としての一週日で、此の點は、節又は交 *Nodes* と稱して、昇節 *Ascending node* と降節 *Descending node* との區別があるが、どちらを取ても、差支ない。此の節は、毎月凡一度二十七分づつ朝の方向から夕の方向に動いて、太陰が其の軌道を動く方向に反對であるから、つまり太陰の方に近寄つて來る。それで此の一個月は、恒星月より、二時三十八分だけ短い。節が軌道中を動いて、之を一週するの時日は、十八年と二百十九日間である。又

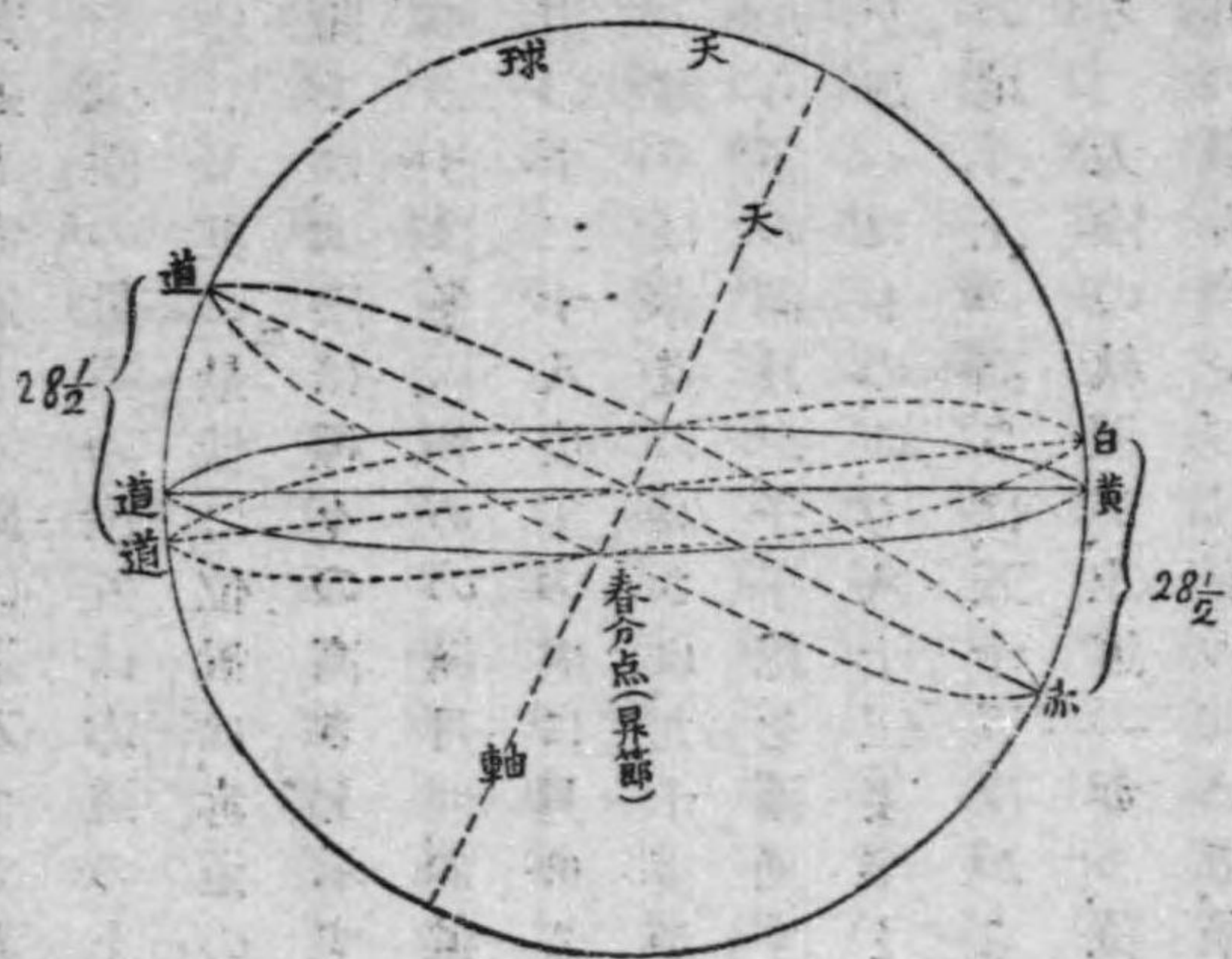
近地點が、軌道を一週するの時日は、八年と三百十日半である。

一三一 満月の地平上の高さ

太陽の、地平上の位置は、地球が、其の軌道の、何れの點に居るかによつて違ふもので、太陽が巨蟹宮に見ゆるときは、其の正午に於ける地平上の位置は、北半球から觀れば、甚だ高いに反して、太陽が、摩羯座に見ゆるときは、其の正午に於ける地平上の位置は、北半球から見れば、甚だ低い。太陽が巨蟹宮に居るのは、夏の初めで、摩羯座に居るのは、冬の初めである。乃ち今假りに、太陽は、黄道(太陽の視軌道)上を動くものとすれば、満月は、太陽が常に太陽と正反對の位置に在る時に起るから、其の位置は、太陽が巨蟹宮に在れば、摩羯座に在りて、太陽が、摩羯座に在れば、巨蟹宮に在る。随つて満月の地平上の位置は、夏の初めには、低く、冬の初めには、高くなくてはならぬ。然るに太陽は、黄道を動くものでなく、之と五度餘の角度をなす軌道を動くものであるから、昇節の、黄道中に於ける位置によりては、満月は、夏に著く低く、冬に著く高く見ゆることがある。乃ち昇節が、春分點と相合するときは、第八十三圖(太陽が其の軌道の最北點に達するのは、黄道が、天の赤道から、最も北方に離れた處であつて、而も黄道の北である。

又太陽が、其の軌道の最南點に達するのは、黄道が、天の赤道から最も南に離れた處で、而も其の南である。若し昇節が、秋分點と相合するとすれば、第八十四圖(太陽の軌道

圖三十八第

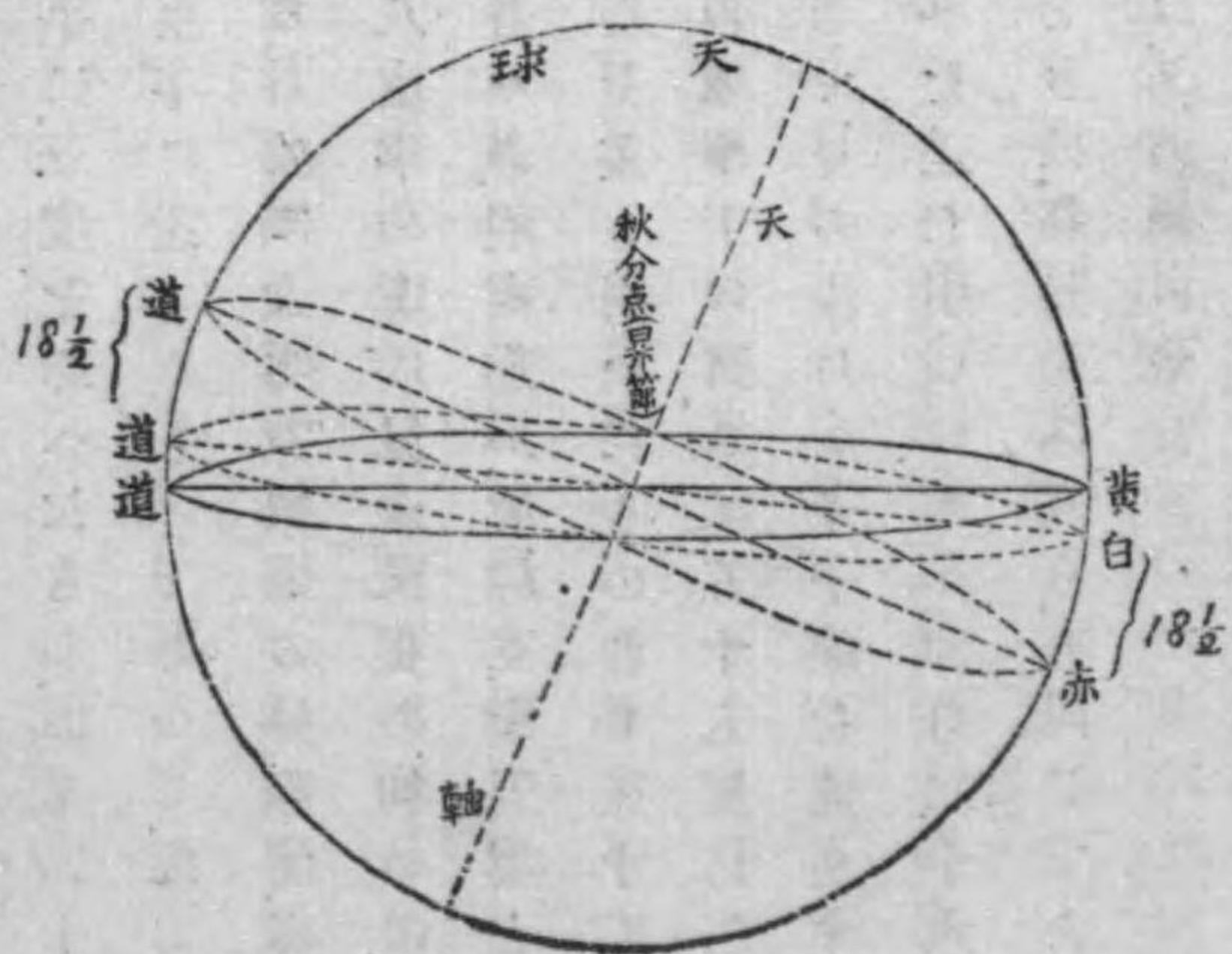


天文地學

一三一

満月の地平上の高さ

圖四十八第



は、黄道と赤道との間に這入つて、赤道との間の角度が、前の場合より少なくなる。それで太陰の最高の位置は、赤道の上、二十三度半に、五度を加へたもの、即ち二十八度半に達し又其の最低の位置は、赤道の下、二十八度半に達するものであつて、此の兩極數の間では、太陰は種々の高さを示すものである。故に太陰の軌道の昇節が、春分點に在るときは、冬の初めの満月は、赤道の上、二十八度半の處に見え、又夏の初めの満月は、赤道の下、二十八度半の處に見ゆる。それで吾々の觀察點が、北緯三十五度とすれば、此の處では、赤道の高さは、九十度から、三十五度を差し引いたもの、即ち五十五度であるから、冬の満月が、子午線を通過する時は、其の地平上の高さは、五十五度となるから、夏の満月が、子午線を通過する時は、半を加へたもの、即ち八十三度半となるに反して、夏の満月が、子午線を通過する時は、其の地平上の高さは、五十五度から二十八度半を差し引いたもの、即ち二十六度半となる。太陰の軌道が、上述の如き位置に在るときは、新月の高さも、亦同じである。但し其の最も高いのは、夏の初めで、最も低いのは、冬の初めである。

昇節が秋分點に在れば、北緯三十五度の地では、冬の満月が子午線を通過する時の地平上の高さは、五十五度に二十三度半を加へて、其の和から五度を差し引いたもので、即ち七十三度半で、夏の満月の高さは、五十五度から、二十三度半を差し引き、其の差に五度を加へたもの、即ち三十六度半である。

一三二二 太陰の最高位置に復歸する週期

太陰が、地平上、最高の位置に達して、後再び此の位置に歸るまでの時日は、太陰の昇節が、黄道中を一週する時日に關係する。此の一週の時日は、恒星に對しては、六千七百九十三日、太陽に對しては、六千七百九十八日である。それで昇節が、春分點を出て、再び此の點に歸り來る時日は、十八年と凡七個月である。最近に此の點に來たのは、大正二年五月であつたから、此の次ぎは、大正二十年末である。

太陰の地平上に畫く行路の長さは、太陰の地平上の位置の高さで、違つて來て、其の長さの違ひによつて、太陰の地平上に留る時間も亦違つて來る。此の時間は、南北三十五度の緯では、十五時間餘に及ぶこともあり、又九時間よりも少ないこともある。節線の一週期は、又其の太陽に向かふ時を以て定むることもある。此の一週を、交周的公轉 *Synodical revolution* と稱して、之を計るには、何れの節を取るも、差支なければ、通例昇節を取ることになつて居る。地球から觀て、此の點が、太陽と同方向に、且一直線に在るときは、之を衝の位置に在ると云ふ。第八十五圖甲には、昇節が衝の位置に在

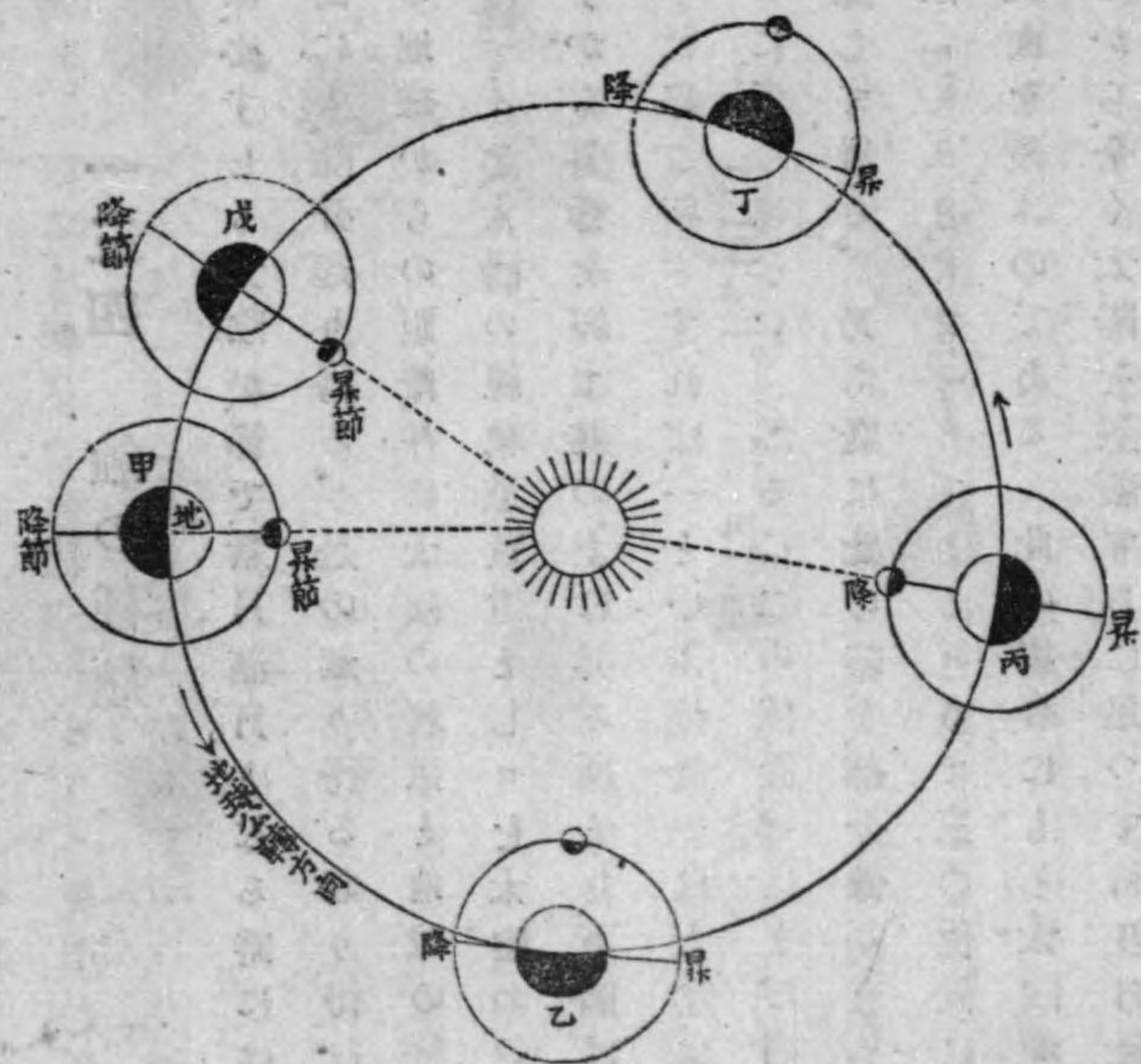
る所を示してある。然し節線は、常に此の位置を維持せずして、矢の方向に、即ち地球の自轉並に公轉の方向に反對して、毎日三分十秒弧づつ、動くから、三百四十六日と、十四時五十三分の後に、地球は、其の軌道を矢の方向に進行して、もと甲の位置から、出たとすれば之に歸らざる前、即ち戊の位置で、節線は、既に太陽に向いて、昇節は衝を示すやうになる。甲の節線と、戊の節線とは、凡十八度半の角度をなして、又昇節が衝になるのも、前年より凡十八日半早い。是は節線が動くからの結果である。若し動かさないものならば、昇節の衝は、丁度一年毎に起る理である。

節の交周的公轉に關係あるものは、日蝕月蝕である。

一三三 日月蝕と、太陰の節線との關係

節又は節附近で、新月又は満月になれば、蝕 Eclipse が起る。即ち新月の時には、日蝕 Solar eclipse が起り、満月の時には、月蝕 Lunar eclipse が起る。日蝕の時には、黒い太陰が、太陽と地球との間に入り込み、月蝕の時には、黒い地球が、太陽と太陰との間に入り込む。以上の現象は、昇節と、降節とでは、勿論、亦兩節附近でも、起り得るものである(第八十五圖を見るべし)。又第八十五圖に見るやうに、蝕と蝕例へば同圖の甲と丙との

圖五十八第



天文地學 一三三 日月蝕と太陰の節線との關係

間は、ざつと半個年間で、此の間には、蝕の起る機會は決してない。何故なれば、此の間には、太陰が、新月又は満月として現はるれば、地球の軌道の擴張面(黄道)の上又下に在つて、太陽面の正面にも居らず、又地球の影の中にも居ないからである。間の時期は、丁度半年で感ない。其の故は、一年は、十二交周月から成り立つものではなく、十二交周月と十一日から成り立つからである。それで節線附近での満月(又は新月)は

半年前より五日乃至六日間早く之を見る。

一三四 蝕の種類

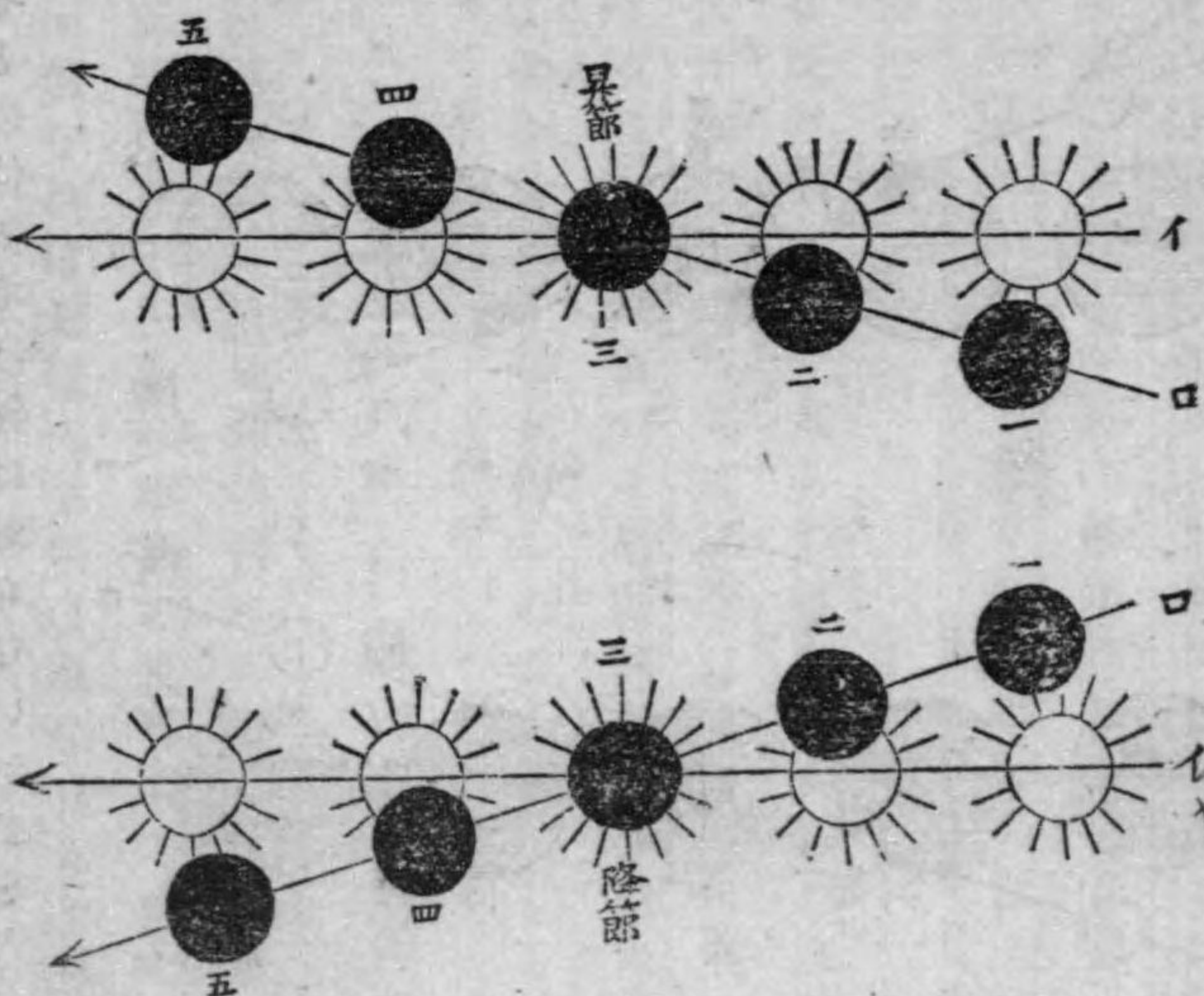
蝕は、必ずしも太陰が節で、新月満月となる時には限らない。便ち、節附近で新月満月の時にも、随分起り得る。是の起り得る起り得ないは、太陰と太陽との大きさ、此の兩體の地球からの距離、并に太陰の軌道と地球の軌道との間の角度に關係する。第八十六圖でイを、太陽の視軌道(黄道)とし、ロを太陰の軌道とし、又上の方の圖は、太陰が黄道の下から、昇節を経て、其の上昇する所とし、下圖は太陽が黄道の上から、降節を経て、其の下に降る所とすれば、一といふ位置では、太陰は、太陽に近くはあるが、まだ之を隠すだけに近くはない。然るに二の位置では、まだ節には達しないが、既に太陽の一部を隠して居る。乃ち既に此の時を、部分蝕 *Partial eclipse* と云つて、此の場合には部分日蝕 *Partial solar eclipse* である。さて三の位置になれば、太陰は丁度節に達して、太陽の正面を覆ふのである。此の場合にも、もし太陰が近地點に在れば、其の形が大きく見ゆるから、全く太陽を隠蔽するに足つて、皆既日蝕 *Total solar eclipse* が起るが、さうでなく、遠地點に在れば、其の形が太陽より小さく見えて、太陽を全く隠蔽するに足らな

い。随つて、太陽をして、環のやうに見えしむる。之を金環蝕 *Annular eclipse* と云ふ。

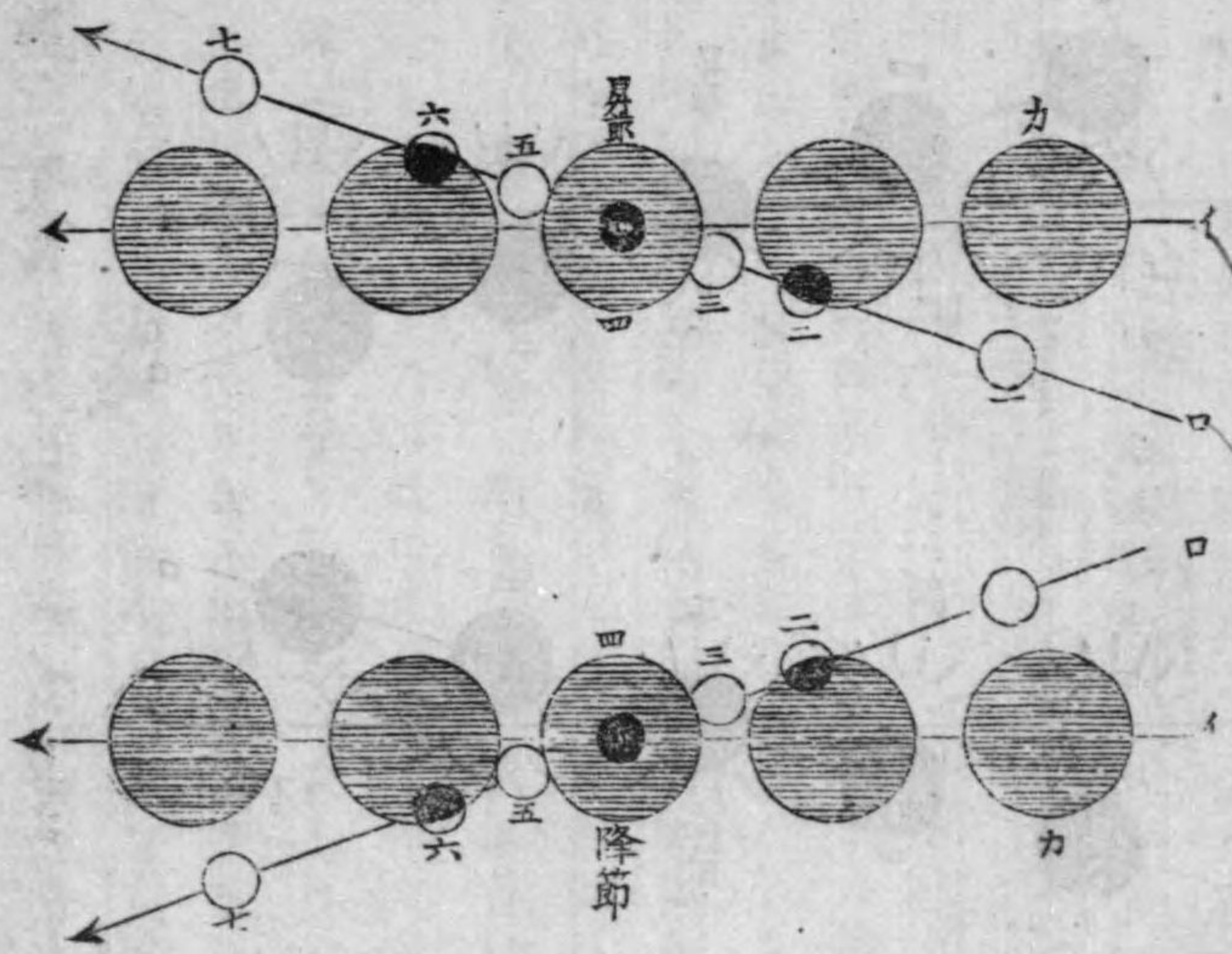
それから四の位置では、太陰が太陽の一部分をのみ隠すから、亦部分蝕が起り、五の位置となれば、最早蝕は起らない。

第八十七圖でカは地球の空間に投ずる影の横断面を示し、イは其の影の動く軌道、即ち地球の軌道を示し、ロは太陰の軌道を示し、又一から七までの數字は、満月の其の軌道中の種々の位置を示すとす。乃ち満月が地球の影に、一部分だけ入り込むか、又は全部入り込むかによつて、部分月蝕 *Partial lunar eclipse* ともなれば、又皆既月蝕 *Total lunar eclipse* ともなる。上圖では一

第八十六圖



圖七十八第



と七との位置では、蝕は起らないが、二と六との位置では、部分蝕が起る。又三の位置では、皆既蝕の將に始まらんとする所で、四は其の中頃、五は其の結了した所である。

一三五 蝕の起る場合の限界

蝕には、必ずしも、節其の點で、新月満月であることを要しないことは、前に述べた通りである。然らば節から何程の距離の内ならば、蝕が起るか、と云ふに、先之を部分蝕と皆既蝕とに區別し、次に必ず起らねばならぬ場合と起り得る場合とを、區別して述べねばならぬ。

精密な調査によれば、先づ皆既日蝕が必ず起らねばならぬのは、太陰が節から七度四十六分以内に在るときで、又起り得るのは、太陰が節から十三度十九分までの内に在るときである。次に部分日蝕の、必ず起らねばならぬのは、太陰が節から十三度三十三分以内に在るときで、起り得るのは、太陰が節から、十九度四十四分までの内に在るときである。

皆既月蝕の、必ず起らねばならぬのは、太陰が節から三度三十分以内に在るときで、又七度十九分の内ならば、場合により起り得るのである。部分月蝕の、必ず起らねばならぬのは、太陰が節から七度四十七分以内に在るときで、又十三度二十一分までの内ならば、場合により起り得るのである。

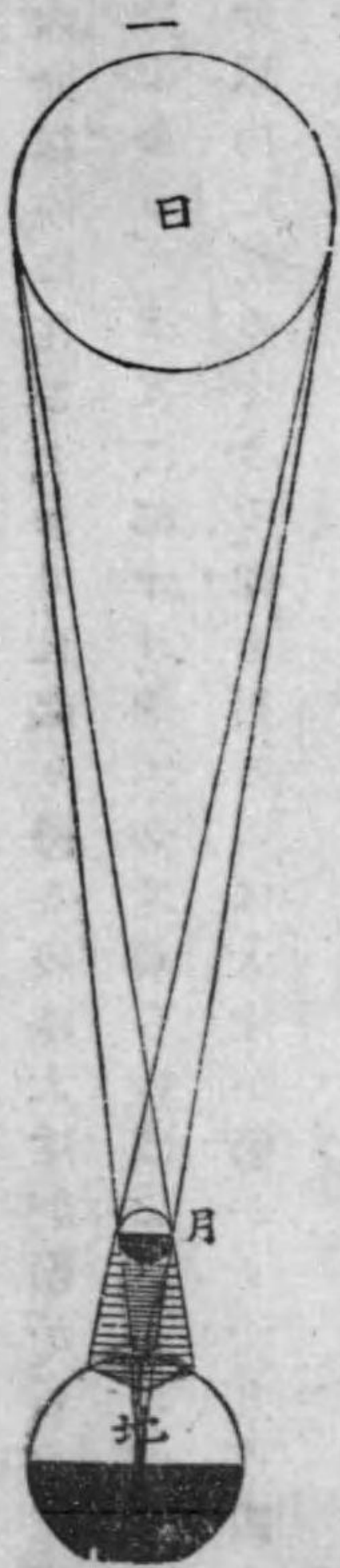
一三六 日蝕の限界の月蝕の限界より廣い理由

月蝕の際には、地球の何れの點にもせよ、蝕の見ゆる點では、蝕は必ず、同大に、且絶對的同時に見えて、蝕の經過の模様も亦同じである。何故なれば、太陰の光は、太陽の光の反射なれば、蝕に入る所は、直に日光を奪はれて、反射する光がなくなるからである。日蝕では、太陽が光を失ふわけはなく、只太陰と云ふ、無光暗黒の物が、太陽の面前に、來

て、之が光を、一部若くは全部遮りて、之を地球に達せしめないものである。そして地球面の或る區域に對しては、太陽の光は、太陰に遮られて達しないが、他の區域に對しては達し得る。又觀察地の異なるによつて、太陰が多少其の位置を更ふるにより、地球面全體から見るときは、日蝕は之を見得る機会が多い。太陰の軌道の節が一公轉するのは、十九年弱であるが、此の間に、蝕は都て七十回起る。中で、二十九回は、月蝕で、四十回は、日蝕である。地球面の一個の地點で謂ふときは、凡二年毎に、一回の部分日蝕が見ゆるが、皆既日蝕は、百五十年乃至二百年間に一回見ゆるのみである。之に反して月蝕は、何れの地でも、平均一年一回づつある。

一三七 日月蝕の繼續時間の差

圖八十八第



皆既日蝕
太陰や地球が
空間に投ずる
影には、心影 Umbra
と半影 Penumbra との區

別がある。太陰の心影の下に在る地球面の區域では、日光は、少しも之に達しないから、皆既日蝕を見る(第八十八圖)が太陰の半影の下に在る區域では、日光は一部分だけ之に達するから、部分日蝕を

圖九十八第



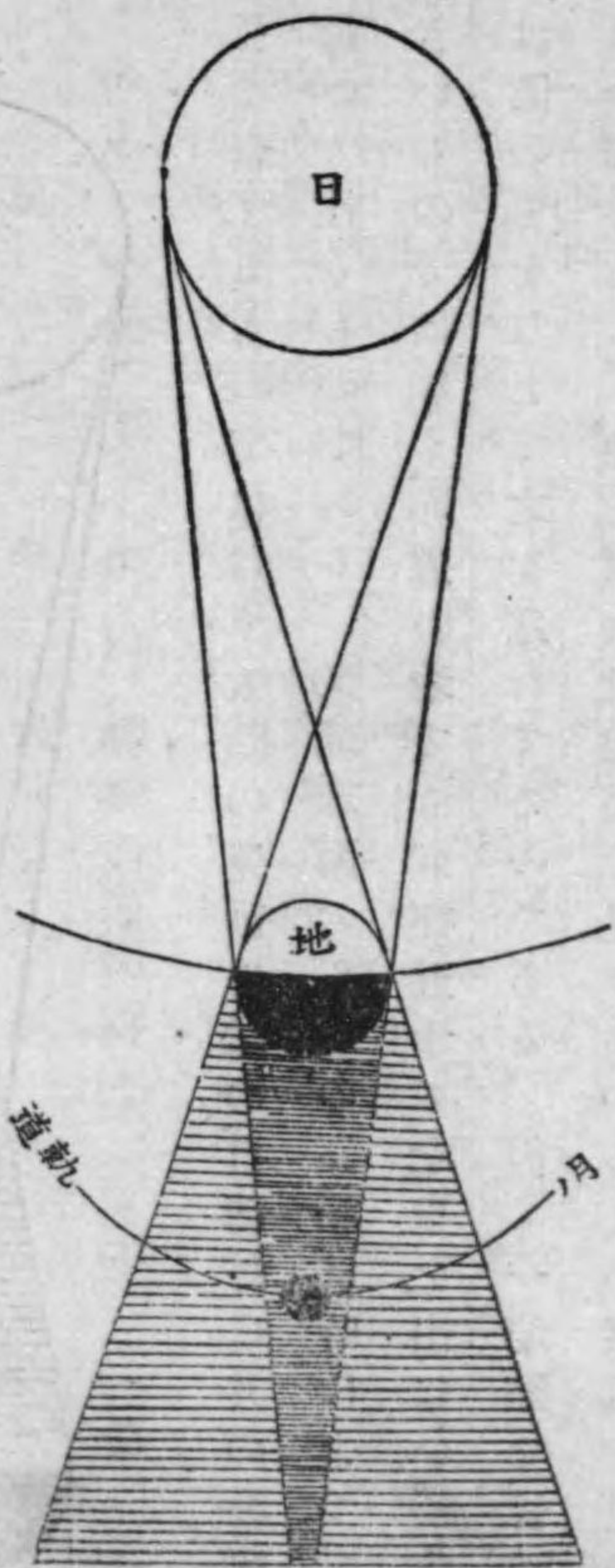
金ら、部分日蝕を
環見る。心影も
蝕半影も、地球面
の一定の區域

に長く留まるものではなく、太陰の運動、地球の自轉并に其の公轉の爲、地球面を絶えず動いて往くものである。又地球面の心影の區域は、時によつて、多少異なるが、決して大きいものではなく、赤道の地でも直径五十六七里を出ない。此の心影は、地球の上では、圓の形をなして、之を進行するのである。因て一地點で、皆既日蝕の時間は長くても八分間である。然し順次數地點で見ゆるからこの諸處で見ゆる時間を一纏にすれば、總て四乃至五時間となり、又皆既蝕の前後に起る部分蝕の時間をも合すれば、七時間位にはなる。

太陰は二時間まで皆既蝕を呈することがあつて其の前後に、凡一時間づつの部分

二六四
 他がある。部分月蝕は、僅に數秒時間に止まるともあれば、又二時間半位も續くこともある。是より長くなるには、太陰は地球の影の中心に近かざるを得ない。随つて皆既蝕とならざるを得ない。

第十九圖



地球の影の直径は、太陰の通過する邊では、餘程太陰より大きいから日蝕の時のやうに、金環蝕の起ることはない。

一三八 太陽の金環蝕

太陰の視直径が、太陽の視直径より小さな時には、太陰は、太陽面を全部隠蔽することが出来ない。因て太陰が、略太陽面の中心に來た時には、其の周圍に明かな環が残る。斯かる蝕は、太陰が其の軌道の遠地點に在つて、地球は其の軌道の近日點に在る

時に起る。此の時には、太陰の心影は地球面まで達しない(第八十九圖)から太陽の周圍の光線が、觀察者に達して、環の形に見ゆる。太陰の心影は、其の尖端が太陰から、少くとも九萬三千二百七十一里の距離に及んで、最も遠くまで達するときには、その距離は九萬六千四百九十六里である。然るに太陰地球間の距離は、九萬二千四百八十五里と十萬三千二百三十四里との間に變化するから太陰の影の長さ、太陰の地球からの距離との間には種々の變化がある理である。爲に、蝕は皆既となることもあれば、又環状となることもある。地球の影の長さは、太陽が地球に近いと遠いとによつて、三十四萬五千里から、三十五萬七千里の間にある。そしてその、太陰が通過する邊の横断面(圓)の直径は、二千二百六十七里から、二千三百八十里の間に在る。此直径の大小は、言ふ迄もなく、太陰と地球との間の距離の大小による。是に因て前にも述べた通り、月蝕に金環蝕のないことが判る。太陽の金環蝕は、一地點から観ては、如何に太陽太陰地球の三體の位置が都合よくなつて居ても、十二分半より長くは繼續しない。

一三九 太陰に掩蔽さるゝ遊星と恒星

太陰の、地球を週ぐる運動、太陰の地球と共に、太陽を週ぐる運動、并に太陰の軌道の

節の十九年弱で、黄道を一週する運動に據て、太陰は天の赤道の南北二十八度半の處に在る平行圈内ならば、何れの部分にでも、現はれ得ることが明である。故に此の内
で、遊星に出會ふて、之を掩蔽して、所謂星蝕といふものを起すことがある。此の現象の
日時は、天文年鑑には必ず載つて居る。

遊星と同じく、赤道の南北二十八度半の間にある恒星も、亦太陰に掩蔽されること
がある。これを恒星蝕と稱へて、何日、何時、何分には、何恒星が、太陰の蔭になると云ふ
ことが、矢張天文年鑑には必ずある。但しあるのは六等星までで、それ以下の星の事
はない。一等星で、蝕を受くる、重要星は、アルデバラン Aldebaran、レグラス Regulus、ス
ピカ Spica、アンタレス Antares 等である。

一四〇 歳差

地球には自轉と、公轉との二運動ある外、尚三の運動がある。之を分點の前進 Pre-
cession of equinox と稱へて、支那では昔から之を歳差と云つて居る。歳差は精しく言
へば、此の前進の結果として現はれる分點の位置の變化に外ならぬ。

前進とは、讀で字の如く、前方に進むことである。宇宙間を前に進むと言へば、天文

學では、十二宮の順序に進むことで、之を右旋とも云ひ、俗に西から東に進むと云ふの
と同じである。

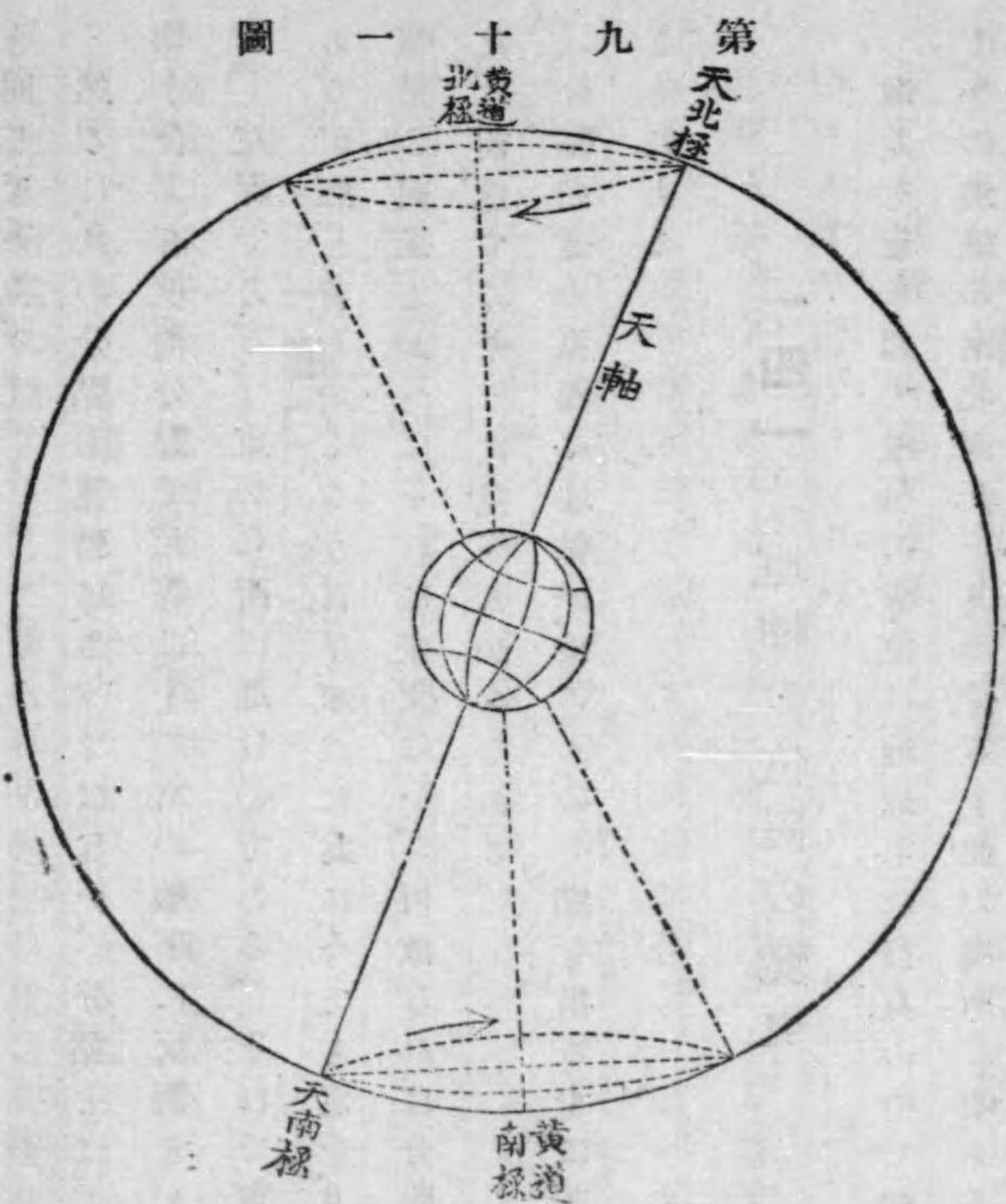
然るに、此の分點の運動は、さうではない。分點とは、言ふまでもなく、赤道と黄道と
切り合ふ春秋兩分點で、此等は、十二宮の順序に反對して、進むのであるから、逆行であ
る。左旋である。東から西に進むのである。それで、實は分點の背進と云ふべきで
あるが、然し昔しからさう言ひ來つた爲に、今でも之を、其の儘にしてある。若し之を
恒星の前進と云へば、それは差支ない。何故なれば、分點が背進すれば、之に對して恒
星は前進するやうに見ゆるからである。

分點前進の原因は、地軸が、常に、天の一點を指さず、に其の指す點を、絶えず變化する
ことにある。

一四一 地軸の位置の變更

歳差を惹き起す、地軸の變位は、地球それ自身の中で起るのではない。言ひ換ふれ
ば、今の地球の南北兩極が、其の位置を他の場所に變ふるのではなく、現今の極が天に
對して、其位置を變ふる迄である。地軸が地球と共に、次第に天の他の個所を指すや

うになることである。此の變化は、一日や二日では、目に見ゆる程大きくないが、一個年となると、既に算ふることが出来、長年月の後には、南北兩極は左旋して、天に圓を畫くことになる。此の圓の中心は、黄道軸で、其の周圍からの距離は二十三度半である。斯やうに、地軸が黄道軸を過ぐる所から、地軸の延長線の天軸も亦黄道軸を過ぐることになつて、其の南北兩極は、亦黄道軸の南北兩極を過ぐりて、天球面に圓を畫くことになる。即ち天の北極が



黄道の北極を一週して、圓を畫き、天の南極が、黄道の南極を一週して、圓を畫くことに

なる。此の兩極が、圓を畫き了る年数は、凡二萬五千八百年である。現今天軸の北端(天の北極)は、小熊座の主星の附近を指して居る。それで、今之を極星 *Polaris* と稱へて居る。そして、今から凡二千百年の後には、天軸の北極は、最も之に接近するが、それから後は、又次第に之を離れて、順次セフェウス座の織女星 *Vega*、夫れから龍座 *Draco* のアルファ星等を指して、再び小熊宮に戻るのである。斯く、天軸の北端は、星の中を動いて居るから、極星といふものは、時々違つて來るわけである。

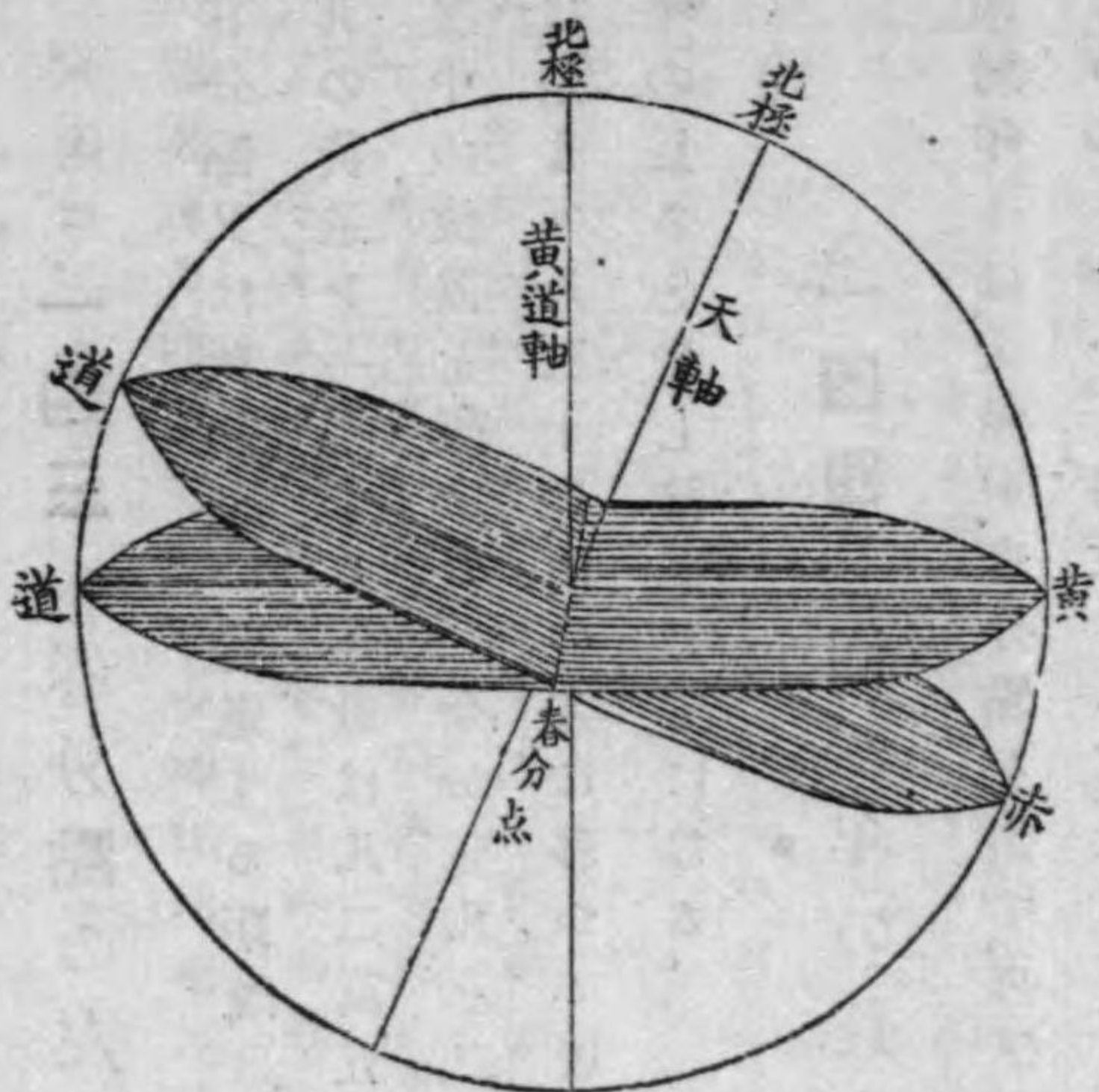
第九十一圖は、天球中に浮いて居る地球を示して、其の軸が回る爲に、天軸も回つて天に圓を畫いて居る所を示してある。或は、地球は公轉をするから、天球の中心に靜止すべきものでなく、隨つて天に畫く圓も、複雑なものになりはしないかと、いふ人もあらうが、それは無用の考で、斯かる場合には、地球は靜止して居ると見ても、差支ない。その理由は、地球の軌道は、大は則ち大でも、天球の無限宏大なものに比すれば、一點と化し去る程、極小であるからである。乃ち此の地軸の變位の結果として、起るものは、前に述べた、分點の前進である。

一四二 地軸の回轉と分點の前進との關係

地球の赤道面と地軸との關係は、獨樂の木面と鐵軸との關係の様なもので、軸は兩者とも面(一は赤道面、一は木面)に直立して居る。して其の兩端が極である。獨樂の軸が木の面に固着して少しも動かない通りに、地軸も赤道面に固着して少しも動かない。地球の赤道面を、天まで擴張したものが天の赤道面で、地軸を天まで延長したものが天軸である。故に地軸が地球の赤道面に直立して、固く之に附着して居るものならば、天軸も天の赤道面に直立して、固く之に附着して居るものと若し軸の方向が少しでも變れば、之に應じて、固く之に附着して居るものに違ひない。す獨樂が直立せずに、少し斜に回轉する時、軸が方向を變ずると同時に、木面も亦其の位置を變ふると同じである。

黄道は、地球の軌道を、天まで擴張したもので、黄道の極は、黄道面の中心に直立する黄道軸の兩端である。黄道面と、之に直立固着する黄道軸は、少しも其の位置を變化しないものである。何故なれば、地球の軌道面の位置が變ると云ふことは、未だ證據立てられたことでないからである。天軸と黄道軸とは、違つた方向を有つて居るから、天軸に固着の天の赤道面と、黄道面に固着の黄道面も、違つた方向を有つて居なければならぬ。便ち兩者は互に交叉しなければならぬ(第九十二圖)。交叉すれば交叉線一名切合線は直線である。此の切合線の一端が春分點で、他の一端が秋分點であ

第九十二圖



る。赤道を土臺として観るときは、春秋兩分點から、北の方、即ち上の方に黄道の一半があつて、其の南の方、即ち下の方に他の一半がある。さて赤道軸(天軸)の方向が、黄道軸の方向に對し、其の極が黄道極を週ぐりて圓を畫く様に運動する場合には、此の運動に應じて、赤道黄道兩面の交叉線も、亦此の兩面の共同中心を、中心として、黄道面上に横りつゝ、回らねばならぬ。隨て其の兩端の春分秋分の兩點も、黄道面の周圍(即ち黄道を回らねばならぬ。そして天極の回り方は左旋であるから、春秋兩分點の回り方も左旋である。

此の分點の回るのを最も簡便に知るには、板又は厚紙にて、圓板を作り、其の中心に箸を突き込み、獨樂の如きものを製し、別に針金にて此の圓板の丁度這入る位に、輪を作り、之を水平に措て、黄道の積りとし、圓板を此の中に入れて、輪と二十三度半位に傾

け、之を赤道面として、其の中心の筈軸に當るを天軸に擬して回せば、板面と針金輪との切合點(分點に當る)が、黄道に沿うて回る所が明に判る。

一四三 春分點の左旋の大きさ

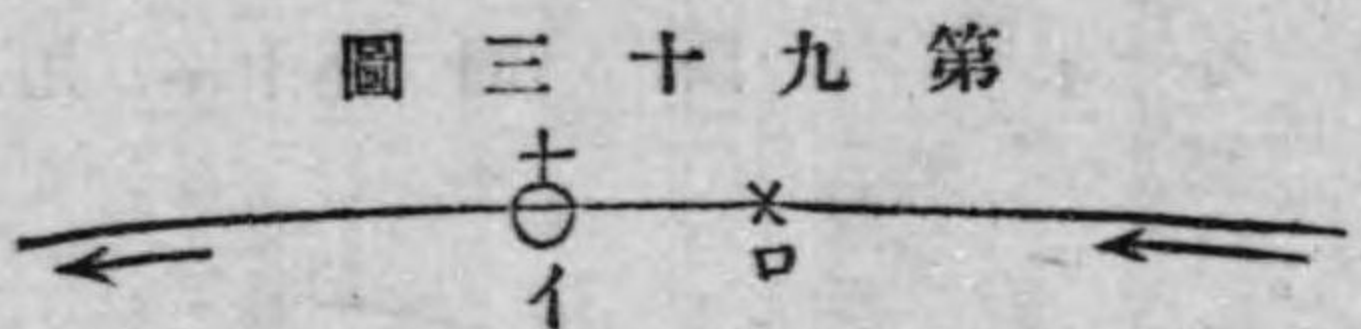
春分點(又は秋分點)の背進する距離は、一個年に、平均五十秒四分の一(弧)である。故に其の黄道を一週する年数は凡二萬五千八百年である。此の背進の爲に、春分點は、恒星中の位置を變ずる。今から凡そ二千年前には、春分點は、白羊宮の中に在つたが、今は、是より凡三十度、西の方に移つて居る。春分點の背進の結果、回歸年の長さは、恒星年の長さより少し違ふことになる。

一四四 回歸年の長さ

回歸年とは、太陽が、春分點を出て、再び此點に歸り來る時日である。此時日は、恒星年より少し短い。何故なれば、太陽が、春分點を出て、再び原出發點に歸着する迄に、春分點は幾分か、太陽の方に向いて動いて居るからである。例へば第九十三圖に書いてある弧を、黄道の一部とし、イを春分點とすれば、太陽が矢の方向に軌道を回つて、

出發點に來て見れば、其の出發點の春分點(イ)は、ロまで動いて居る。それでロからイまで行かずに春分點に着く。それで恒星年(イから出て、イまで歸る時日)より、少し短い。

回歸年の時日は、三百六十五日、五時、四十八分、四十五秒で、此の時日は、現今の處では、一百年間に、〇・六秒づつ減じつゝある。紀元前三千四十年(今から約四千九百六十餘年前)の頃には、回歸年の長さは、三百六十六日、五時、四十九分二十五秒で、最長であつた。然るに、今から五千七百年の未來になれば、其の長さは、三百六十五日、五時、四十八分、九秒になる。これが其の最短なのである。それから後は、又次第に長くなる。回歸年と恒星年との間に、差のあることは、地球に取つては、何等の影響もないが、春秋兩分の時と、地球が、近日點を通過する時との關係の變化は、地球面の氣温の變化となり、又之に關連する諸現象の變化となる。

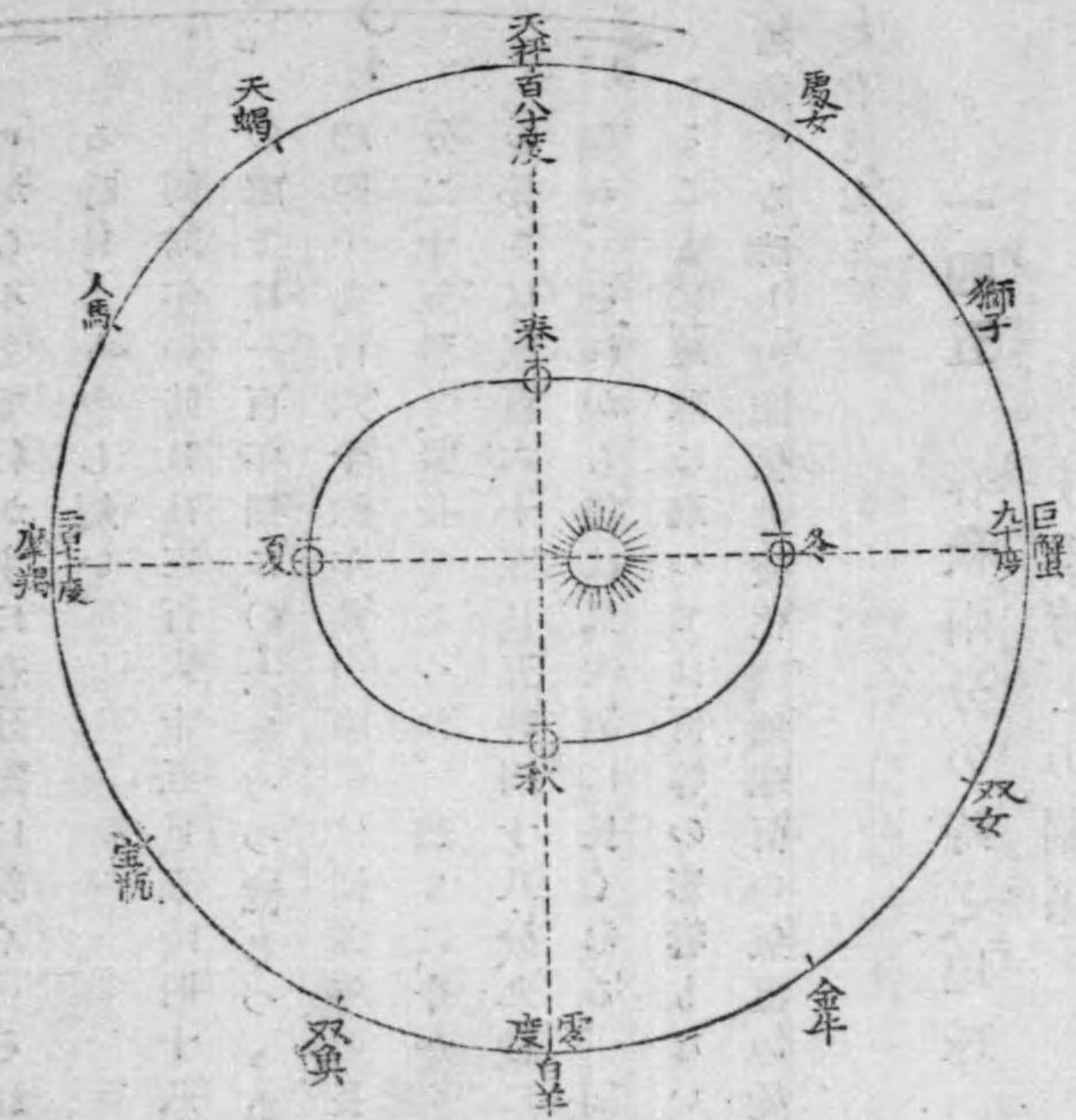


一四五 春秋兩分の時と、地球の近日點を通過する時との關係

地球が、其の軌道の一 點に來て、太陽を春分點に見る時は、天文學上、地球の春の初めで、春が過ぐれば、夏、夏が過ぐれば、秋、それから冬と云ふ工合に、一個年間が、四季節に分れて居る。此の各季節の初日に地球が其の居を占むる、軌道中の點は、各九十度づつを隔てゝ居る(第九十四圖)から其の時、太陽の居る黃道中の點も、各九十度づつを隔てて居る(同圖)。

地球が、其の軌道を進行するとき、近日點附近では、其の

圖 四 十 九 第



速力が早く、遠日點附近では、其の速力が遅い。随つて各九十度の弧に擴つて居る春夏秋冬の各季の日數は、違つて來る。即ち同じ九十度でも、速力の早い處は、之を通過する日數が少なく、速力の遅い處は、之を通過する日數が多い。現今地球が、近日點附近を通過する時は、北半球の冬で、遠日點附近を通過する時は、北半球の夏である。それで吾々の冬の時の九十度は、夏の時の九十度より、地球が早く通過し去る。即ち日下各季節の長さは、左の通りである。

- 春(春分より夏至まで) 九十二日二十二時
- 夏(夏至より秋分まで) 九十三日十四時
- 秋(秋分より冬至まで) 八十九日十七時
- 冬(冬至より春まで) 八十九日一時

地球が、近日點を通る時は、冬至の頃で、遠日點を通る時は、夏至の頃である。但し精密に冬至と夏至の日には當らない。

一四六 夏冬の兩至と軌道の長軸との關係

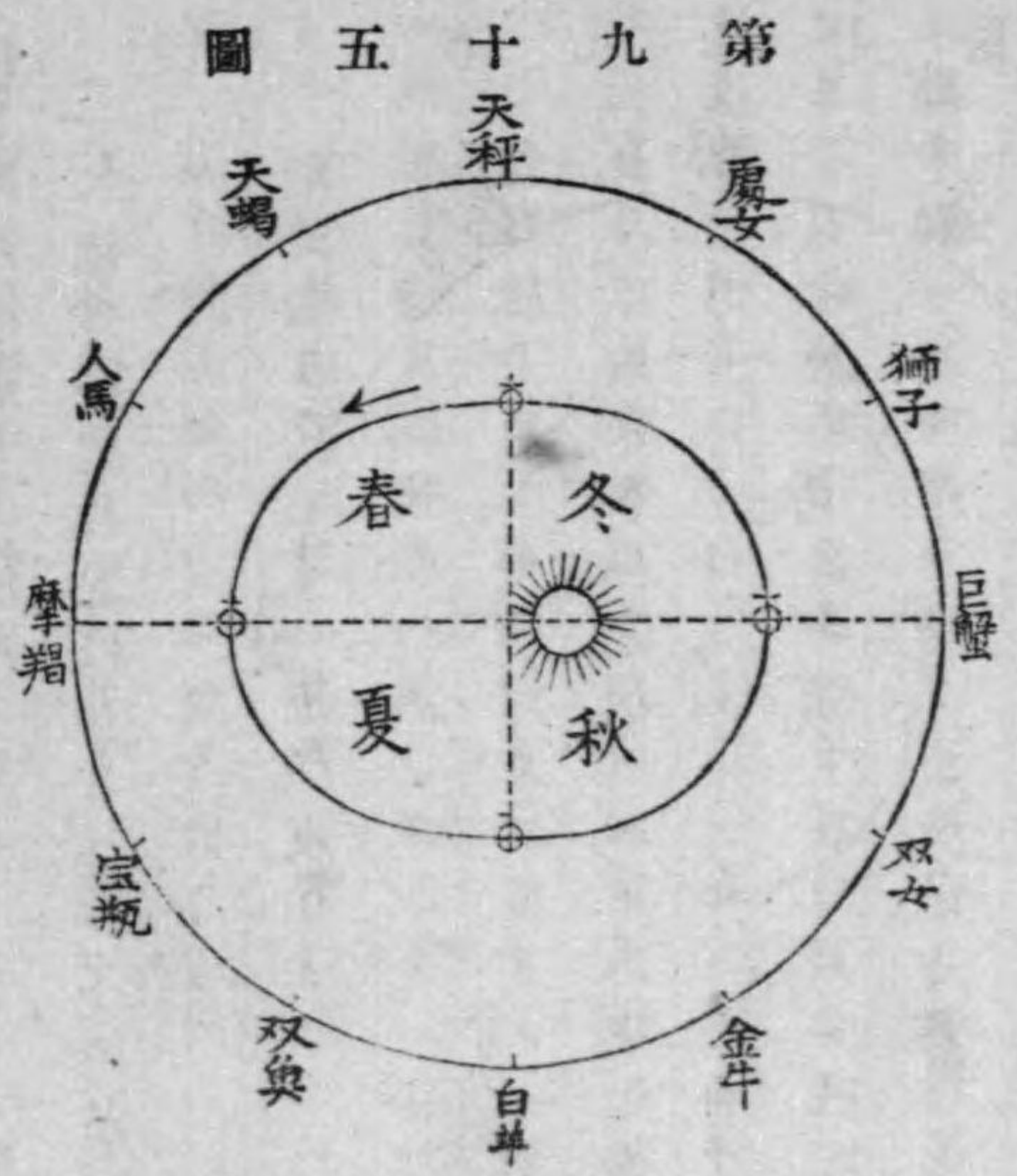
現今冬至と近日點通過の日と、殆ど一致し、又夏至と遠日點通過の日と、殆ど一致し

て居るのは、全く偶然の出来事である。斯かる偶然の一致は、今後凡二萬一千年を経なければ起らない。近日點は、年々十一秒四六(弧)づつ、地球の軌道を右旋し、春分點は年々五十秒二四づつ之を左旋して居るから、此等二點は年々六十一秒七づつ相隔離するわけである。然し此等二點は同じ軌道(隨て黃道)の上を動きつゝあるから、軌道の他半では互に相近づきつゝある。近日點の位置は、目下春分點(零度)から百度三分の一の處にある。地球の春分に坐する、軌道の一點は、春分點からは丁度百八十度の處に在る。回歸年は常に太陽が、黃道の零度點に來た時に始まるから此の時、地球は、零度點の眞向ふの百八十度の點に居なければならぬ。乃ち春分點は、動かないもので、其の天の星の中を動くやうにあるのは、近日點が動くにもよると見做して、其の近日點の動く大きさを、六十一秒七としてある。此の六十一秒七は、五十八年間には、積りて凡一度となる。よつて、今から五十八年の後には地球が近日點に着くのは、今より一日だけ後るゝわけである。然るに目下地球が近日點に在るのは、一月一日であるから、今から四千六百年の後には、此の日は三月二十一日、即ち春の初日とならねばならぬ。今から凡六百年前には、地球が近日點に在つたのは、冬の初日であつた。今から近日點が九十度だけ進行するには、五千二百五十年を要するから、軌道を一週す

るには、二萬一千年かゝるわけである。

一四七 近日點の變位と四季の長さ

地球の速方は、近日點に大きく、遠日點に小さいから、北半球の、春夏秋冬の、各季節の

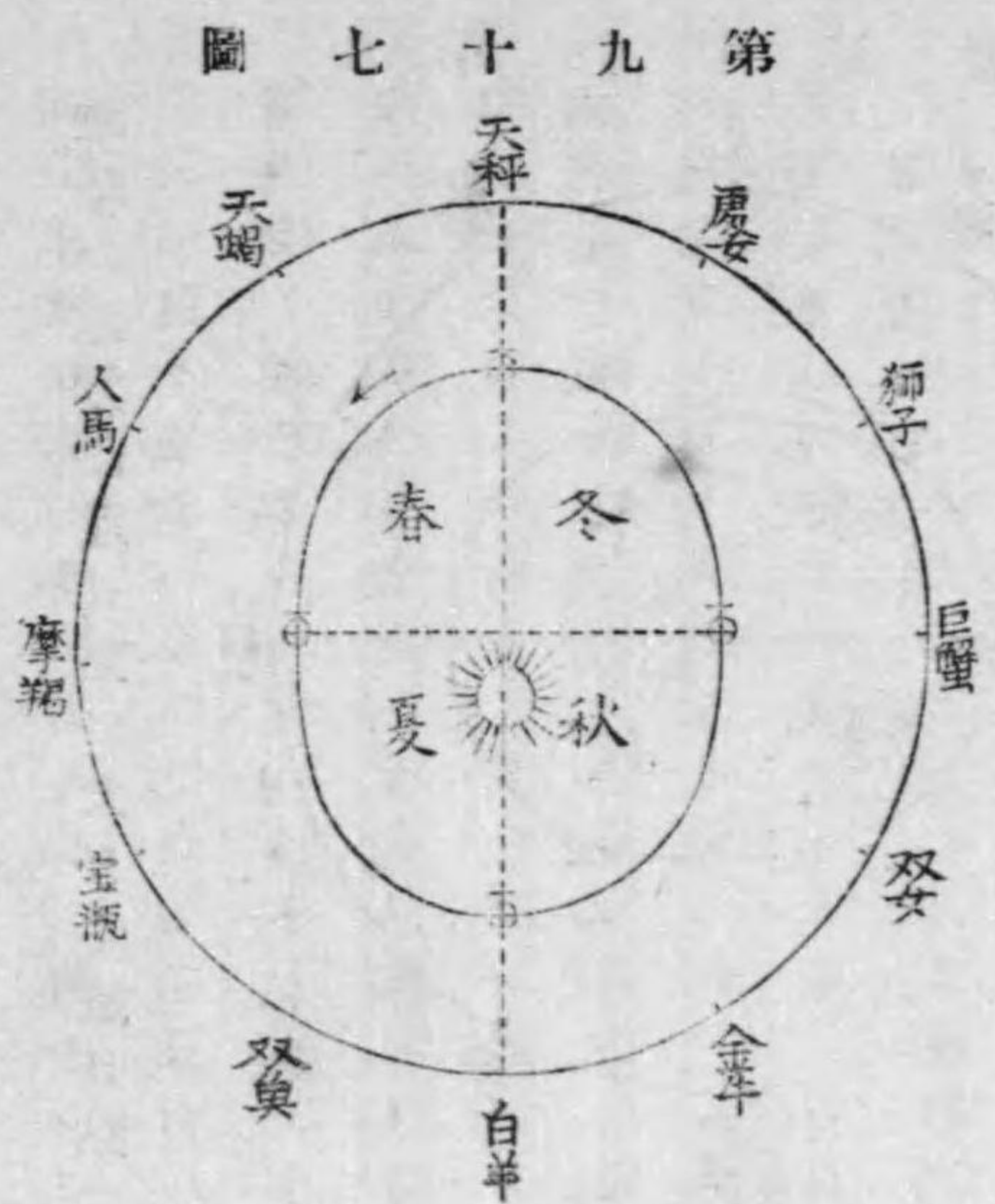


第九十圖



長さは、左の通りになる。

(二) 地球の近日點に在るのが、冬至(冬の初日)である場合には(第九十五圖)秋と冬と



が各八十九日十二時間で、又夏と秋とが、各九十三日三時間である。

(二) 地球の近日點に在るのが春分(春の初日)である場合には、(第九十六圖)冬と春と



が各八十九日十二時間で、又春と夏とが、各九十三日三時間である。

(三) 地球の近日點に在るのが、夏至(夏の初日)である場合には(第九十七圖)春と夏とが、各八十九日十二時間で、又秋と冬とが各九十三日三時間である。

(四) 地球の近日點に在るのが、秋分(秋の初日)である場合には、夏と秋とが、各八十九日十二時間で、冬と春とが、各九十三日三時間である。
北半球で、冬が最も短く、夏が最も長いのは、地球が二月五日頃に、近日點に在る時である。反對に冬が最も長く、夏が最も短いのは、地球が八月五日頃に、近日點に在る時である。

尙又北半球での過去の出來事は左の通りであつた。

近日點と冬至と一致したこと	西曆紀元前一萬九千七百五十年頃。
近日點と春分と一致したこと	同 一萬四千五百年頃。
近日點と夏至と一致したこと	同 九千二百五十年頃。
近日點と秋分と一致したこと	同 四千年頃。
冬の最短であつたこと	同 一萬八千年頃。
夏の最短であつたこと	同 七千五百年頃。

一四八 近日遠日兩點の移動と地球面の温熱との關係

近日點と遠日點とを夏至、冬至、春分、秋分とに種々配合すれば其の種類が四となるが、中で兩點の夏至、冬至との配合が、極端的なものとして、最も吾々の注意を要するものである。

太陽の送出する熱量を一定不變のものとするれば、地球が一個年間に受くる熱の全量は常に同一である。但し此の熱の地球面上如何に分配さるゝかは、土地によりて大に違ふのみならず各地の受くる分量は又週期的に變化するものである。例へば、地軸の位置の變更によつて、其の太陽に傾くのが北極であつたり、南極であつたりするので、地球の北半と南半とが、交互に多量の熱を受くることになる。又近日點の移動で、地球が各季節に受くる熱量が異なるのも、其の一例である。近日點の移動に關しては、各季節との配合は左の如く四様となる。

- 一 地球の近日點に在るのが、冬で遠日點に在るのが、夏である場合。
- 二 地球の近日點に在るのが、春で遠日點に在るのが、秋である場合。

三 地球の近日點に在るのが、夏で遠日點に在るのが、冬である場合。

四 地球の近日點に在るのが、秋で遠日點に在るのが、春である場合。

北半球に取つては、右の四様の場合は、次ぎのやうな年にある。

第一の場合 西曆二千五百年頃(今から六百五十八年前)。

第二の場合 西曆六千五百年頃(今から四千五百八十二年の後)。

第三の場合 西曆一萬一千七百年頃(今から九千八百三十二年の後)。

第四の場合 西曆一萬七千年頃(今から一萬五千八十二年の後)。

南半球で、此の四様の配合の起る時を見るには、同半球では、北半球の夏が冬、春が秋と云ふ工合に、常に反對であることを記憶して居なければならぬ。

地球面の日光の温力が、遠日點と、近日點とで違ふのは、理の當然であつて、他の状態は皆同じとすれば、其の割合は、三七七七と、四〇四八となる。故に地球が、近日點で、凡三十七日と十八時間に受くる熱量は、遠日點で、凡四十日半の間に受くるものと同じになる。然るに地球の近日點での速力は、遠日點での速力より大きいから、日光の強弱と、日射の長短とを相比べて、熱量の多少を考へて見なければならぬ。

近日遠日兩點の、冬夏との配合は、左の通りになる。

- (一) 地球が冬近日點に在れば、冬の寒氣は輕減される。何故なれば太陽が近い爲に熱量が多く又冬の日數が稍少ないからである。
- (二) 地球が夏近日點に在れば日光の作用は、一層強くなる。但し夏の日數は稍少ない。
- (三) 地球が夏遠日點に在れば、日光の作用は弱けれども、夏の日數が稍多く、随つてそれだけ多くの熱が地球に來る。
- (四) 地球が冬遠日點に在れば、日光の作用が減ぜられて、又同時に冬の日數が多くなる。

現今では、以上四種の場合の中、第一と第三とが、北半球に見るもので、第二と第四とが、南半球に見るものである。されば北半球では、夏の暑氣も、冬の寒氣も、共に輕減されて、多少平等に傾くに反して、南半球では、成程夏の暑氣は、強きも、日數の少き爲に矢張輕減を受くるのであるが、冬の寒氣は強き上に、日數多き爲に、一層嚴しい理である。一月一日(近日點)と七月三日(遠日點)との日射の強さの差は、日射力全體の、凡十五分の一に當るものである。南半球の、濠斯太刺利亞を見るに、其の地面の夏時(一月)温められることは、北半球の同緯度の地が同じ夏に温められるよりも、一層大ではあるが、然

し實際には南半球の夏の平均温度は、他に理由ありて、北半球のものより低い。

今から一萬一千年前には、北半球では、夏至と近日點と一致し、冬至と遠日點と一致した爲に、其の頃の、北半球の温度は、一般に南半球より低かつたに相違ない。然しここに一つ勘定に入れねばならぬことは、前に一度詳述した黄道の傾斜の週期的變化である。傾斜の角度の増大は、春夏秋冬四季節の温度の差の増加を來し、其の減少は温度の差を輕減して、温を平等にする原因となる。固より此の傾斜角の増減は、僅かばかりには相違ないが、尙多少の影響あることは、明である。今から一萬一千年前、北半球の夏が、近日點と一致し、其の冬が遠日點と一致した頃には、角度は、凡二十五度で、今から見ると一度半だけ大であつた。故に當時夏と冬との温差は、今より一層大で、冬の寒氣は、今より一層強かつた理である。

以上述べた所の日光の作用とは、地球全體に取つてのもので、名地方が、特別の局部的原因によつて、温を異にすることは、別問題である。

一四九 近日點の兩半球の各地の氣温に及ぼす作用

南北兩半球の各地に見る、夏の日光の作用を、相比較するには、同緯度の下に在るのみならず、海面上同じ高さに在つて、海邊からの距離も、同じで、同じ様な植物の生へて居る所を撰ばねばならぬ。何故なれば、日光の方向の外、氣温に關するものは種々あるからである。よし斯かるものを比較して、南半球の各地で、夏日に受くる總體の熱量が、北半球の土地より多いことが證據立てられたとしても、現今之が平均を來たすものは、北半球の春夏兩季の日數が南半球の春夏兩季の日數よりも、殆ど八日間多いことである。即ち太陽の視運動地球の運動の結果として起る(の)日數は、白羊宮から、巨蟹宮を経て、天秤宮に至るまでの方が、天秤宮から、摩羯宮を経て、白羊宮に至るまでより、殆ど八日間長くなつてゐる。

一五〇 星宿と黄道に於ける同名の十二宮との區別

星宿(一名星座) Constellation の名稱は、數個の星を一群と見て、之に附したるものである。此の星の各群は、其の長さでも、幅でも、夫々相異つて居る。然るに黄道の十二宮は、一種の符帳で、其弧を計るの尺度である。即ち各宮は、三十度に跨つて十二宮で三

百六十度になるやうにしてある。此の十二宮は、羅馬數字で表すか、又は一種の繪で表はすことになつてゐる。即ち左の通りである。

I	第一號白羊宮	♈	零度乃至三十度
II	第二號金牛宮	♉	三十度乃至六十度
III	第三號雙女宮	♊	六十度乃至九十度
IV	第四號巨蟹宮	♋	九十度乃至百二十度
V	第五號獅子宮	♌	百二十度乃至百五十度
VI	第六號處女宮	♍	百五十度乃至百八十度
VII	第七號天秤宮	♎	百八十度乃至二百十度
VIII	第八號天羯宮	♏	二百十度乃至二百四十度
IX	第九號人馬宮	♐	二百四十度乃至二百七十度
X	第十號摩羯宮	♑	二百七十度乃至三百度
XI	第十一號寶瓶宮	♒	三百度乃至三百三十度
XII	第十二號雙魚宮	♓	三百三十度乃至三百六十度

黄道の符帳の十二宮と、同名である星宿が、黄道中に取て居る幅は、左の通りである。

- 白羊宮 二十五度より四十五度まで。
- 金牛宮 四十五度より九十度まで。
- 双女宮 九十度より百十五度まで。
- 巨蟹宮 百十五度より百三十五度まで。
- 獅子宮 百三十五度より百七十度まで。
- 處女宮 百七十度より二百十五度まで。
- 天秤宮 二百十五度より二百三十度まで。
- 天蝎宮 二百三十度より二百六十五度まで。
- 人馬宮 二百六十五度より三百度まで。
- 摩羯宮 三百度より三百二十五度まで。
- 寶瓶宮 三百二十五度より三百五十度まで。
- 双鱼宮 三百五十度より三十五度まで。

各宮間の界は、互に入り組んで居る所もあるから、精密に之を擧ぐることは、出来な
いが、先黄道に方る線では上記の通りである。

一五一 黄道の十二宮と、同名の星宿との間に
差の生じた理由

今から凡そ二千年前には、星宿の位置は同名の黄道の宮の位置と、相一致して、當時
の春分點は、實際星宿の白羊宮中に在つた。爲に、太陽も、春の初めには、白羊宮の星宿
中に在つて、夏の初めには、巨蟹宮の星宿中に在つた。又秋の初めには、天秤宮の星宿
中に在つて、冬の初めには、摩羯宮の星宿中に在つた。然るに、今日では、太陽は春の初
めには、双鱼中に在つて、夏の初めには、双女宮中に在る。又秋の初めには、處女宮中に
在つて冬の初めには、人馬宮中に在る。かやうに差を生じたのは、取りも直さず、春分
點左旋の結果で、其の一個年間の移動は、前にも述べた通り、五十秒二四である。此の
五十秒二四が、所謂歲差で、七十一年三分の二の後には、積つて一度となり、二千五百十
年には、積つて三十度、即一宮の大きさととなり、二萬五千八百年の後には、積つて三百六
十度となつて、終に黄道を一週することになる。それで、毎二千五百十年に、黄道の十
二宮は、同名の星宿から、一宮づつ、離れて行く者となる。して此の離れて行く運動は、
所謂左旋で、西曆四千年頃には、春分點は、人馬宮の星宿に移り、六千年頃には、摩羯宮の

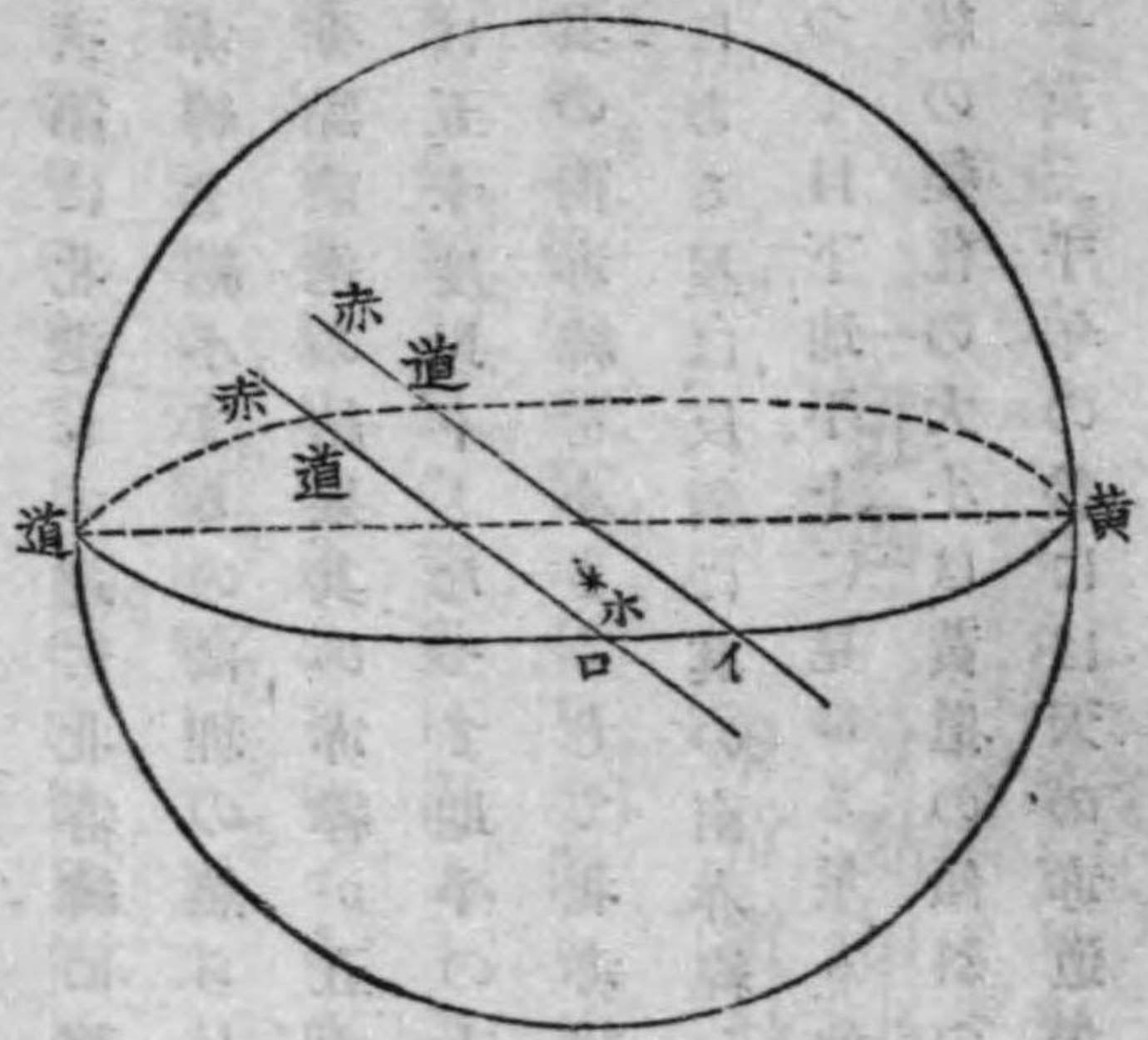
天文地學 一五一 黄道の十二宮と、同名の星宿との間に差を生じた理由 二八七

星宿に移つて、終には十二星宿を一週したのである。随つて黄道の十二宮は、星宿の十二宮中をぐるぐる廻りつゝある。春分點が、黄道を一週する時日(二萬五千八百年は、之を、大年 Great year 又は、プラトーン年 Platonic year と稱へる。

一五二 春分點の移動と恒星の位置

恒星の位置は、赤經と赤緯此の二者を赤道の座標 (Coordinates of the equator と云ふ) とで示すか、又は黄經と黄緯(此の二者を黄道の座標 Coordinates of the ecliptic と云ふ) とで示すことになつて居る。赤經と黄經とは、春分點(白羊點)から算へて、十二宮の順序に進む。即ち赤經は、零時で始まつて、二十四時で終り、黄經は、零度で始まつて、三百六十度で終る。さて恒星は其の位置を變へないものであるが、春分點が左旋する以上は、恒星の赤經と黄經とは、年々増大して來る。又之と同時に赤緯も變化するが、黄緯だけは少しも變化しない。其の理由は、黄道圈の位置と其の極とは變化しない爲に、恒星の黄道圈からの距離(黄緯)も變化しないからである。恒星の黄經は、年々五十秒二四つ増大して、星は、黄道上年々此距離を前進する。故に春分點の移動は其の實星の前進で、春分點の前進ではない。

第九十九圖



變るものである。

赤緯の變化に就て記すべきことは、分點の左旋によつて、南赤緯の星が、北赤緯の星

となり、又反對に、北赤緯のものが、南赤緯のものとなることである。之が爲一定の土地から見た星天は次第に其の觀を變じて來る理である。例へば、第九十九圖で、初め春分點はイにあるとして、夫から赤道が廻るに連れて、遂にロに移るとする。此の時、ホの星は、初めは赤道の南に見えて、南赤緯のものであるが、後には、其の北に移つて、北赤緯のものとなるが如しである。然し之が爲、星の黄緯、即ち黄道からの距離は、變じないことは、上圖の通りであるが、赤經と黄經とは

一五三 分點前進の結果として、星天が其の觀を變ずること

天文地學 一五三 分點前進の結果として、星天が其の觀を變ずること

何れの觀察點の地平に對しても、天の赤道の位置は、不變で、星が地平の上に見ゆるか、見えないかは、其の赤緯、即ち赤道から南又は北への距離の大小に由る。例へば北緯四十度の地では、極の地平上の高さは、四十度で、天の赤道の高さは、五十度であるから、北赤緯五十度以上の星は、決して地平の下に入ることがない。又南赤緯五十度以上の星は、決して地平の上に出ることがない。然るに分點前進の爲、南赤緯の星は、次第次第に北進して、遂に北赤緯に移り行くから、まだ北赤緯に移らないものでも、其の南赤緯を縮小するのは、理の然らしむる所である。例へば南赤緯六十度の星であれば、分點前進の結果、其の赤緯が、五十九度、五十八度、五十七度と順次小さくなるから、終には五十度以下となつて、地平の上に出ることになる。乃ち分點の前進によつて、星は其の南赤緯を小さくして、北赤緯を大きくするから、之と丁度、眞向ふの、百八十度の處にある星は、反對に其の南赤緯を大きくして、北赤緯を小さくしなければならぬ。蓋し随つて目下地平上に見ゆる星も、終には地平上に出ない星となるわけである。蓋し赤緯の變化の大小は、黄道の傾斜の大小(平均凡二十四度)によるから、時の如何を問はず、一萬三千年の後には、天の赤道から二十四度北に見ゆる星は、赤道の南二十四度の處に見ゆるやうになり、又赤道の南二十四度に見ゆる星は、赤道の北二十四度の處に

見ゆるやうになる。それで、從來は地平に見えなかつた星宿も、次第に見ゆるやうになり、又從來地平に見えて居た星宿も、次第に見えないやうになる。

一五四 分點の前進と遊星、彗星、月等の軌道の位置竝に公轉時との關係

遊星の軌道の節は、金星を除いては、皆背進左旋し、之に反して、近日點は、皆前進右旋する。此等の點の移動は、固より甚だ小さく、年々僅に秒を以て數ふるだけしかないが、兎に角移動には違ひない。今此等の點の移動を、恒星に對して云ふときは、恒星的移動と云ひ、春分點に對して云ふときは、回歸的移動と云ふ。又節が軌道を一週する時は、恒星に對するものは、恒星的公轉時と云ひ、春分點に對するものは、回歸的公轉時と云ふ。回歸的公轉は、恒星的公轉時より、短い。何故なれば、春分點は左旋して、右旋する遊星に對してこれに近づくからである。遊星の節と、近日點との黄經の、一年間に於ける、回歸的變化と、其の公轉時の回歸的短縮とは、左に掲ぐる通りである。

節の黄經 近日點の黄經の變化 回歸的公轉時の恒星の公轉時より少い差

水星	四十三秒	五十六秒	一分十一秒
金星	三十三秒	四十九秒	七分四十二秒
火星	二十八秒	六十六秒	一時十一分五十四秒
木星	三十九秒	五十七秒	一日二十三時四十七分五十七秒
土星	三十一秒	六十七秒	十二日六時四十六分二十二秒
天王星	十九秒	五十三秒	九十九日二十一時五十三分三十一秒
海王星	四十秒	五十一秒	三百八十一日二時二十四分

以上掲げた變化の大小竝に兩公轉時の差を計算するには、春分點の左旋の大きさを五十秒二四二と見てゐる。

週期的彗星は、遊星よりも、其の運動に變化を受くることが多い。随つて其の公轉時を正確に取り極むることは出來ない。就ては又少々の差が生じたとして之を擧ぐることも出來ない。

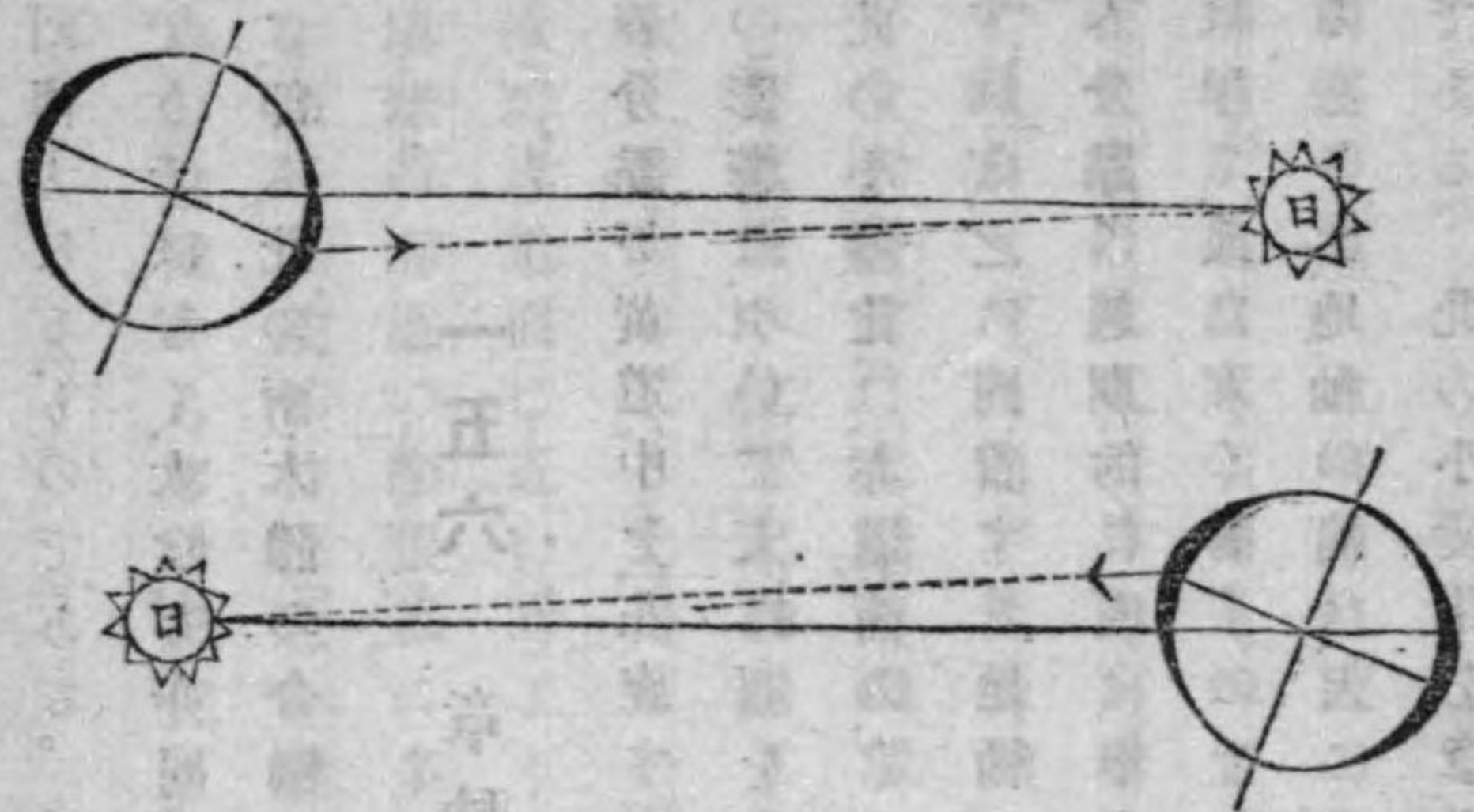
太陰の軌道の位置と公轉時とに就ては、恒星的と回歸的との差を擧ぐる事が出來る。太陽の回歸的公轉時は、恒星的のものより七秒だけ短い。近地點の公轉時は春分點に對しては、恒星に對してよりも、一日二時二分だけ短い。又太陰の昇節の公

轉時は春分點に對しては、恒星に對してよりも四日二十一時八分だけ長い。斯く長い理由は、昇節も春分點と同じく、左旋するからである。

一五五 分點前進の原因

地球が完全無缺の球體ではなく、兩極に平で、赤道に膨張して居ることは、前にも既に述べた通りである。故に太陽の引力は、赤道に對しては、他の部分に對してよりも、一層強く働きつゝある。そこで若し赤道面が軌道面と一致するものならば、別に何事も起らないが、兩面は二十三度半の角度で、相傾いて居るから、第百圖、太陽は、絶へず、赤道の膨脹部を、一層強く引き付けて之を軌道面と一致させて地軸を軌道面に直立させんとしつゝある。因て若し地球が靜止體なら、最後の結果は、兩面の一致となるのであらうが、地球は、間斷なく、自轉して居るから、其結果、地軸

第百圖



天文地學 一五五 分點前進の原因

の回轉となるものである。斯やうに、地球の赤道部に、一層強く働く天體は、無論太陽ばかりではなく、太陰も亦同じやうな働きをして居る。故に歳差五十秒二四と云ふのは、即ち此の兩天體の合働の結果で、太陽の引力の結果ばかりではない。

一五六 章動

春分點が黄道中を、左旋することには、太陽のみならず、太陰も亦與つて力あるから、其の影響は、引いて天に圓を畫く地軸の運動に小變化を起すことになる。

此の小變化は、赤道面の、ぐらぐら動搖する所から來るもので、赤道面が、ぐらぐら動搖すれば、之に固着する地軸もぐらぐら動搖しなければならぬ。して此の動搖の爲に、春分點は週期的に、或は早く、或は遅く、進行し、又天に圓を畫く地軸の端も、此の間に、或は早く、或は遅く動くのである。若し此の動搖を、分點の左旋と、全く別物として考ふるときは、地軸の端は、天に小さな楕圓を畫いて、其の長軸の長さは、十九秒となる計算である。此の小變化を章動 Nutation と稱する。ニウテーションといふ原語の意味は、地軸の振子の運動を含むもので、此の運動は、固より一瞬間に完結するものではなく、一度右に振つて、又左に歸るまでには、十八年と二百十八日二十一時間ざつと十

八年と五分の三かゝる。

一五七 章動の十八年五分の三かゝる理由

前述の通り太陰の軌道の昇節が、十八年と五分の三で、黄道を一週する爲に、太陰が週期的に、或は天の赤道から甚しく遠かることもあれば、又大に之に近づくこともある。太陰の軌道の昇節が、春分點に在るときは、太陰は、天の赤道から二十八度半の處まで離るゝが、昇節が秋分點に在るときは、赤道から十八度半の處までしか離れない。乃ち今太陰並に太陽が、地球の赤道部に對して、一層強く其の引力を働くとすれば、地球の赤道面の位置を動かさんとする力は、太陰が、赤道より一層極の方に偏在する時に、最も強からざるを得ない。何故なれば、此の場合には、太陰の引力の方向は、太陰の位置が、赤道面に近い時よりも、これに垂直な方向に、一層近いからである。此の太陰が、地球の赤道の膨張部に多少強く働く結果が、春分點の左旋の規律正しい均等の運動を妨げて、或る時は、之を早くし、或る時は、之を遅くして、之と同時に、亦赤道面を、其の平均の位置から多少變化させる。

一五八 章動の地球面と天の現象とに及ぼす影響

地球の表面では、章動の結果として見るべきものは、何にもない。又天の現象に對する影響も、極々少ない。この章動は最近に発見された、最良の機械で、やつと測り得る位のもので、之が爲に起る角度の變化は、極めて小さい。

一五九 章動に氣附いた時代

分點の前進には、西曆紀元前、百三十年の頃、希臘國ニセア Nicæa のヒッパルクス Hipparchus が氣附いた。如何にしてと云ふに、此の學者より、約百七十年前に居た、チモカリス Timocharis が、擧げた星の黃經と、ヒッパルクスが觀測した黃經との間には、二度弧の差があつた爲である。然るに章動に至つては、西曆十八世紀に初めて発見された。

一六〇 章動の發見者

千六百九十二年、獨進の天文學者レーメル Roemer は、種々の觀測の結果、地軸は動搖するものではないかとの疑を起し、又其の頃、英國の天文學者フラムステッド Flamsteed

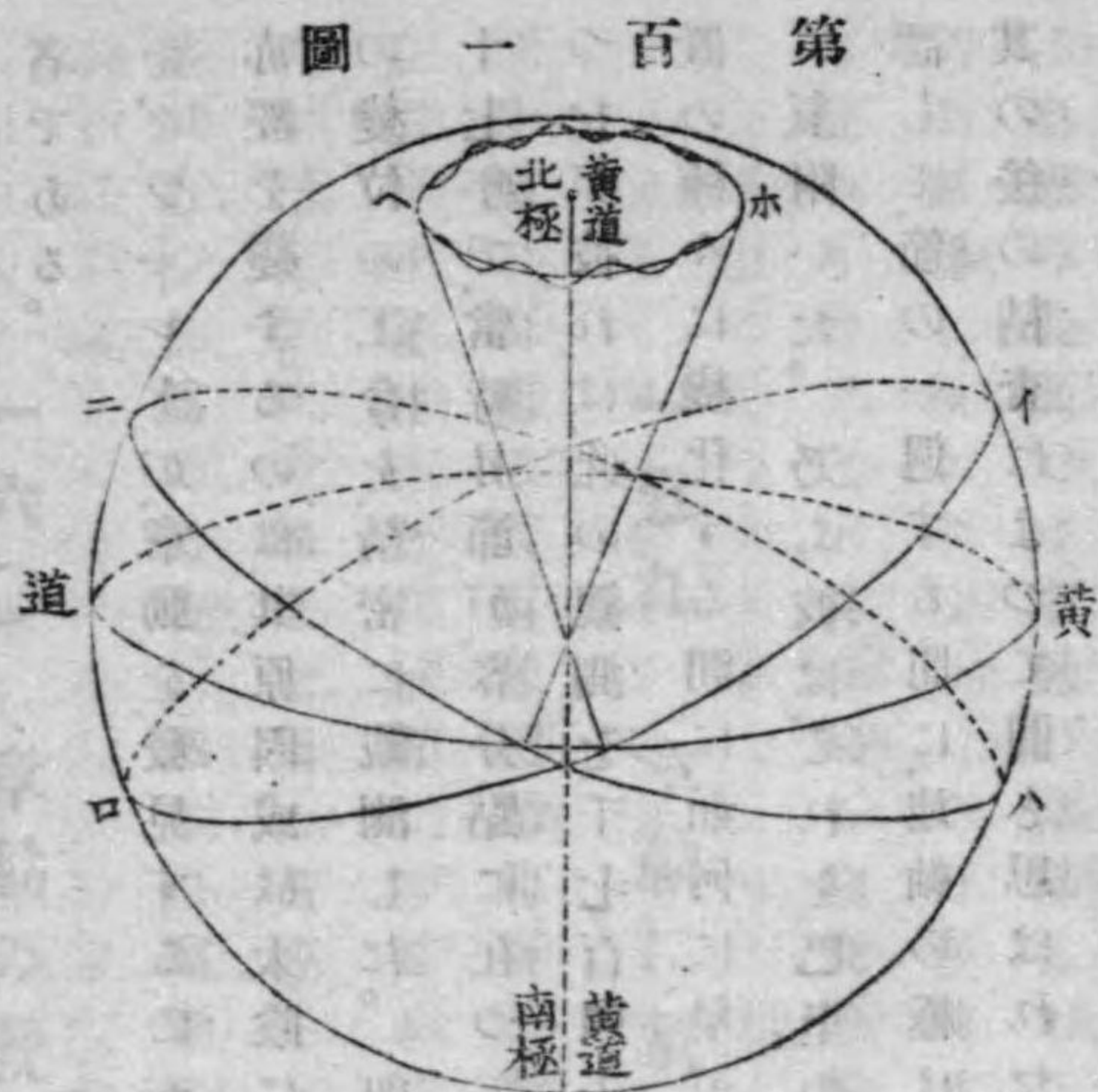
は、ニュートン Newton が發見した、重力の法則の結果、地球が南北兩極に平でなくてはならぬと云ふ所から、地軸の動搖にも考へを及ぼしたと云ふことであるが、確實に之を發見して、且證據立てたのは、ブラッドレー Bradley で、彼の光行差を發見した、英の天文學者である。

ブラッドレーが、章動を發見するに至つたのは、初め星は黃緯を、變せざるも、黃經、赤緯、赤經を變ずるのは、其原因或は太陰にあらざるかと其の軌道の昇節の一週する間、星の變位の工合を、精密に觀測した。即ち彼れが、此の觀測を始めたのは、西曆千七百一十七年で、當時昇節が、春分點に在つて、太陰の軌道は、赤道から最も離れて居た時であつたが、彼れは、此の觀測を、千七百四十六年まで繼續して、太陰の軌道の、赤道面との、位置の種々に變化する間に、如何に星が其の位置を變ずるかを見て、終に章動あることに氣附いた。乃ち彼は、これを巴里の學士院に通知したが、學士院でも、此の發見を承認して、節の一週する間に、地軸の極は、直徑十八秒の圓を畫くことに同意した。然し其の後の精査によつて、圓と思はれたのは、橢圓であることが分つた。

此の事を解し易くするには、先づ地軸の端、即ち北極が、南極が、十八年と五分の三の間に、天に小さな橢圓を畫くとして、其の橢圓の長軸が、十八秒、短軸が、十四秒である。

考へるのである。之と同時に、又此の楕圓の中心點は、黄道の極を中心として、之を左旋的に週ぐるもので、其の中心の進路は、圓で一年の行程が、五十秒二四二であるから十八年五分の三には、其の行程が十五分三十五秒になると考ふれば可い。太陰が地球を週ぐりつゝ、太陽を週ぐる道筋が、一種の蛇行線であることは、前に述べた所であるが、是と同じ理窟で、地軸は、章動しつゝ、黄道の極を週ぐるから、其の道筋は、又一種の蛇行線とならざるを得ない。

第一百圖は、即ち此の道筋を示すもので、イロは、或る時節での赤道の位置で、ハニは、其の後一萬三千年経つての赤道の位置である。地軸の延長線の天軸の極が、黄道の極の周圍に畫く道筋は、ホへといふ圓で表してあり、其の圓に沿つて、畫いてある蛇行線は、章動の爲に天極が畫く道筋である、實際には、蛇行線は、此の圖のやうに粗大なもので



第一百圖

はないが、見易い爲に、斯くしてある。

一六一 地球儀

地球儀 Terrestrial Globe は、地球の形を模造して、其の上に水面、陸面を區別して、又山川、國市街、村落等を畫いたものである。一寸考へると、甚だ簡單なもので、精しい説明は、不用であるやうに思はれるが、然し之を地學教授上に利用せんとするには、其の上には、是非載せなくてはならぬものがあるから、一通り、之を説明する必要がある。

地球の表面に在る各地を、地球儀の上に、精確に畫くには、先づ其の上に、度線の網を畫かなければならぬ。此網は、赤道に平行する平行線と、之を直角に横切る子午線とから成る。子午線の中には、第一子午線と云ふものがあつて、これは、今日英國グリニツチを通過するものである。平行圈の中で、特に記すべきものは、赤道の南北に、二條づつあるもので、一は回歸線一は極圈と稱するものである。回歸線は、赤道から、二十三度半の處にあつて、極圈は、赤道から、六十六度半の處に在る。して北半球に在る回歸線は、北回歸線、又は巨蟹回歸線と云ひ、南半球に在るものは、南回歸線、又は摩羯回歸線と云ふ。又北半球の極圈は、北極圈と云ひ、南半球のものは、南極圈と云ふ。以上、線と

云ひ、圈と云ふも、孰も皆地球を取巻く圓で、帯と稱する地球面の横の區域の界を形るものである。即ち其帯は熱帶、溫帶、寒帶の三帯である。熱帶中に赤道に斜に走る一の圓がある。これは赤道を二個點で切り、一方には北回歸線に達し、他方には南回歸線に達して居る。此の圓を黃道と稱して、太陽の赤道からの時々距離を示すものである。太陽が黃道を傳つて、北方に行きつゝ、赤道の踏み切り點に達するのは、三月二十一日である。して太陽の進行速力は、毎日凡一度弧づつて、愈北進して六月二十二日に至れば、遂に北回歸線に達する。夫から太陽は、再び黃道に沿つて、南進して、九月二十四日に至り、再び赤道の第二の踏み切り點に達する。是より後は、太陽は赤道の南に移りて、南進し、十二月二十二日に至り、遂に南回歸線に達する。是より後は、太陽は、更に又北進して、赤道の第一の踏み切り點を指して行く。斯かる次第であるから、何月何日には太陽は黃道の何點に居るか、と云ふことは、容易に之を見出すことが出来る。乃ち此の點を貫いて、一の平行圈を畫けば、此の圈の通過する土地では、其の日の正午、太陽は必ず天頂に來る。さて地球儀の面に、餘り多くの線を畫くは、混雜の本であるから、平行圈も、子午線も、一度毎に畫かずに、十度毎に畫くことになつて居る。夫で結局球面に畫かれてあるものは、南北兩極、赤道、南北兩回歸線、南北兩極圈、黃道、第一子午

線並に十度毎の子午線である。赤道と第一子午線とは、度の目盛がある。因て經緯度の知れて居る地點は、直にこの目盛によつて、見出すことが出来る。

一六二 地球儀の臺に附けた水平輪の線と記號

地球儀には、之を半切すべき所に、水平の輪があつて、下の臺に造り附けにしてある。其面は、平で、其上に畫いてあるのは、十二宮、十二個月の名、度の目盛、月と日とに分つ日盛等である。度の目盛は、零度から始まつて三百六十度に了るものではなく、東の點を零度として、是から南點まで九十度、北點までも九十度とし、又西の點を零度として、南北兩點までを九十度づつとしてある。此の目盛は、重に太陽の出沒點の朝距離、夕距離を讀む爲めのものである。此の外に向一つ目盛がある。是は各三十度づつに亘る、各宮の目盛で、一度毎に短線を畫き、十度毎に數字を記入してある。故に白羊宮中の十六度の點とか、金牛宮中の十八度の點とか、各宮中の各點を、精しく讀むことが出来る。

十二宮の名と共に十二個月の名もあつて、各月は又夫々多少の場所を取つて居る。その場所は目盛で、其の月の日數に分れてゐる。之に因て、何れの日でも、其の日の太

陽の黃道中の位置を見出すことが出來、隨つて地平上にある、其の晝弧、朝夕距離、並に太陽が、何れの地點の天頂を通過するかを見ることが出来る。其の他輪面に記入してあるものは、東西南北の四正方位、並に其の間に在る副方位である。

一六三 地球儀に造り附けた副機械

地球儀には子午輪 Meridian-ring と時輪 Hour-ring といふのが、造り附けてあつて、時輪には、指針がある。又臺に造り附けて、磁針がある。尙又通例眞鍮の目盛とした、四象限がある。子午輪は、子午線の方向に、地球儀を取り巻いて、其の一方から、地球儀の中心を貫いて、他方まで、軸がある。此の軸は、地軸に相當し、球は、之を中軸として、回轉する様に出來て居る。此の回轉は、自轉に相當するものである。水平輪の南北兩點に當る所には、斷口があつて、子午輪は、此の斷口に、箝め込まれて、水平輪に直立の位置を取つて居る。子午輪は、地球儀と共に、水平輪の斷口中を、縦に廻るやうになつて居るから、地球儀の北極又は南極は、水平輪に對して、如何なる角度の位置にも持つて來ることが出来る。通常北極は、水平輪上、土地の緯度と同じ角度に描くべきものである。時輪は、子午輪の北極に當る所に附いて居て、午前午後共に、十二時間に分たれてあ

る。指針は、回轉の出來る球に附けてある。故に之と共に回轉して、其の尖端は時刻を指すやうになつて居る。それで觀察地點を、子午輪の下に置いて、指針を正午十二時の處に押し遣つて置けば、此の地の、晝時間と夜時間を、地球の廻轉するに連れて、知ることが出来る。磁針の用は、子午輪を地方子午線の位置に据ゑる時に在る。針は、實際正北點を指さないものである。此の間の差は、土地によつて違つて、我日本では、少し西を指して居る。即ち東京では、北から凡四度半の西を指し、此の事は精しく附録に述べべし、札幌では、凡六度の西を指し、宮崎では、凡三度半の西を指して居る。

眞鍮製の四象限は、地球儀の大きさに應じて、度の目盛を施したもので、通常螺旋釘で、子午輪に取り附ける仕掛になつて居る。是は又太陽の赤道からの距離、即ち赤緯を計る爲めにも用られる。前にも言つた通り、太陽が日々、黃道の何れの部分に在るか、之を見出すことが出来るによつて、此の部分に、眞鍮の四象限を當て、之を赤道に直立させれば、太陽の位置と、四象限が赤道に觸れる點との間の角度が、即ち其の日の太陽の赤緯になる。

地球儀に據て、又吾々が知り得ることは、何れの地が、一地點の東又は西、北又は南に在るかのこと、之と同時に、其の地は、乙地を距る何度の處にあるかも、之を知ること

ができ、又對脚者、隣住者對住者等の位置をも容易に知ることが出来る。

一六四 地球儀と水平輪との關係

水平輪に對しては、球は種々に廻はすことが出来るに因て、先づ北極を上とし、南極を下として置いて、球を廻はすに連れて、指針の指す時に注意すれば球が子午輪に對し十五度回はつた時には針は一時間進行し、一度回はつた時には針は四分時間進行する。されば今一地點を精密に子午輪下に置き、指針の指す時刻を見、而して後、球を轉じて、或る他の地點を、子午輪の下に來るやうにすれば、指針の位置の變更に據り、地點の間の經度での距離を知ることが出来る。何故なれば、時の四分は、弧の一度に相當するからである。又以上二地點中の、何れが東に在つて、何れが西に在るか、は、直接に球の上で見ることが出来る。尙又之に據つて、二地點の地方時も知れる。乃ち東に在る時刻は、西に在る地の時刻より、進んで、其の差は、前にも述べた通り、經一度につき、四分時間の割合になつて居る。指針は球軸の先きに附いて居て、其の球に對する位置は、吾が指先きで押して、如何様にも變更することが出来る。されば一地點を正午の處に置かんと思へば、其の點を子午輪の南側に持つて來て、其の直下に置き、而して

後指針を、時刻輪の十二といふ數字の上に押し遣れば可い。斯くするには、勿論球は、其の儘にして置いて動かしてはならぬ。乃ち子午輪の南側の下に在る土地は、皆正午十二時で、其の北側の下に在る土地は、皆夜の十二時である。子午輪の南北兩側の下に在る各地は、皆同子午線の下に在るもので、其の緯度は、子午輪に刻んだ、度の目盛で讀むことが出来る。

今度は北極又は南極を、吾々が取り調べんとする日の、太陽の赤道下の距離に依て、水平輪の上に持つて來る。すると、其の日に、太陽の垂直に照らす所は、球の最上點で、此の時、日光は水平輪の面にも垂直に來る。而して水平輪は、恰も日光の照らす部分と照らさぬ部分との界をなして、是より上の半分は、晝の側で、下の半分は、夜の側である。又上半分の最上部の地は、日光に照らされた半球の中央に當つて、其の直上に、即ち天頂に、太陽がある。因つて此の點では、眞の正午である。又子午輪の下に在つて、其の南側にある各地でも亦皆眞の正午である。さて球を、地球の自轉に擬して、西から、東に轉せば、西方に水平輪の上に現はれ來る土地は、晝側に出るから、日の出を見るが、東方で、水平輪の下に入り込む土地は、夜側に這入るから、日没を見る。夫から今度は、北極又は南極を、水平輪上、二十三度半の處に置けば、甲の場合には、北極圈の土地、乙

の場合には、南極圏の土地は、全く夜の側に這入らない。又今度は、極を水平輪の處に持つて來れば、球面の何れの點でも、球が回轉する時の一半の間は、晝側に在りて、他の一半の間は、夜側に在る。さて今度は、球を回轉しつゝ、北極又は南極を、次第々々に、水平輪の上に揚ぐるときは、何れの地點でも、其の點の晝の長さ、夜の長さは、之を指針の示す時刻で、知ることが出来る。又之によつて、太陽は、何れの地で同時刻に出没するやも知ることが出来る。

今度は、更に極を観察地の緯度と同じ角度に、水平輪上に揚げ、又同時に此の地を、子午輪の下に持つて來れば、其の位置は、球の最高點ともなり、又水平輪に界された上半球の中央ともなる。乃ち此の點の上に、子午輪に附いて居る、眞鍮の四象限を、螺旋で締め附けて之を球上に置けば、何れの方面に在る地點でも、其の點の觀察點からの距離を度数で計ることが出来る。又指針を正午十二時に向け、時輪の下に、何れの日にても、其の日の太陽の赤緯を記るして置けば、球を轉するに際して、上に記るされた點は、此の日の太陽の視軌道を畫くことになる。又針で、太陽が何時に出没するかも之を見ることが出来る。夫から太陽を北回歸線上に在ると假定すれば、此の地の最長晝間の長さが分り、南回歸線上に在ると假定すれば、此地の最短晝間の長さが分る。

尙又薄明の長さも、計算することが出来る。通俗的薄明は、太陽が、東又は西の地平下、七度の處に在る時で終始し、天文的薄明は、地平下十六度の處に在る時で終始する。故に、其の日の太陽の位置として、目標を付けた點が、水平輪の下、七度又は十六度に達するまで、球を轉する。これは眞鍮の四象限で讀むこともできるが、しかし水平輪の下になつて甚だ讀み苦いから、夫よりも此の太陽の位置に正反對の位置(對脚點)を見出して、此の點の、水平輪の上、七度又は十六度に達するのを見た方が、便利である。此の上の七度又は十六度も、眞鍮の四象限で讀むことができる。

一六五 太陽の地球を照らす工合を直覺的に見る法

日光が、如何なる工合に、地球面を照らすかを直接に目で見える爲には、又一種の大地球儀ができてゐる。之をテルリオン(Tellurion)と稱して、其軸を、地球の軸と平行さして、地面の上に据ゑ附け、日光に照らさすものである。今此の球が、正しく据ゑ附けられた後、普通の地球儀を持つて來て、之に大地球儀と同位置を與へて、次に觀察地を子午輪の下に持つて來れば、其の地は、球の最高點を占めて、其の夜半球と、晝半球とは、實

際地球其のものと一致する。斯くした後暫く地球儀の観察を續くれば、日光と蔭との界線は、一定の位置に止まらずして、動くことを認むる。即ち觀察者が(北半球の)太陽を正面にして立つ時は、球の右方に在る部分は、次第々々に蔭から出て来て、日向となり、左方に在る部分は、次第々々に日向から蔭に入るのを見る。されば右の方は日の出の方面で、左の方は日の入りの方面である。乃ち此の球を、此の儘にして置くときは、球は眞の地球の自轉並に公轉に従ふものであるから、一個年間に太陽の地球を照らす工合は、此の球の上に、精密に表はれて、光蔭の界も、太陽自身が、之を此の球上に畫くことになる。

一六六 地球儀で月蝕の見ゆる土地を知る法

地球儀を用ひて、月蝕に關する二三の問題を解くには、前以て、下の如き事が、知れて居なければならぬ。それは即ち蝕の時の太陽の赤緯、並に何れの地點かの平均太陽時での蝕の始まり、真中並に終りの時刻である。

此等のことが知れて居れば、地球儀の極(太陽の赤緯が、北の時は、此極南の時は、南極)を此の時の太陽の赤緯の度数だけ、水平輪の上に揚ぐれば可い。

月蝕の初め(初虧と云ふ) 觀察地を、子午輪の下に持つて来て、時刻輪の針を蝕の始まる時刻を指さして、針を球と共に轉じて夜の十二時に向ける。此の時、夜の側を表すのは、水平輪より上に在る半球で、太陽は、此の半球の中央の直上に在るから、球の最高點は、太陽を天頂に見ることになる。して西方の地平には、夜側への入口があつて、東方の地平には、夜側からの出口がある。前者では、太陽が出る時に、蝕の始まりが見え、後者では、太陽が入る時に、蝕の始まりが見ゆる。又子午輪の下に在る地では、何處でも、月蝕が夜半に始まつて、その時の太陽の位置は、子午線上に在る。

月蝕の真中(蝕甚と云ふ) 蝕の時刻の知れて居る地を、子午輪の下に持つて来て、時刻輪の針に、蝕甚の時刻として知れてゐる時刻を指さし、球と共に、針を廻はして、夜の十二時を指さす。すると水平輪以上の部分が、地球の夜側で、太陽は、此の半球の最高點の天頂に立つことになる。して西方の地平には、夜側への入口があり、東方の地平には、夜側からの出口がある。蝕甚は前者では、太陽が出る時に、見え、後者では、太陽が入る時に見ゆる。又子午輪の下に在る地では、皆夜半に蝕甚が見ゆる。此の時、太陽の位置は、子午線上に在る。

月蝕の終り(復圓と云ふ) 此の場合も、前の二場合と同じことで、初め蝕の時刻の知

れて居る土地を子午輪の下に持つて来て、針に、蝕の時刻を指さして、球と共に、針を十二時の處に持つて来る。以下又前と同じである。

一六七 地球儀で日蝕の經過の模様を見る法

地球儀で、日蝕の經過の模様を見るには、初め蝕の時刻の太陽の赤緯、初虧と復圓との時刻若し金環蝕なれば其の始まりと終り、皆既蝕なれば、又其の始まりと終りの時刻が知れて居なければならぬ。其の外、知れて居なければならぬものは、觀察地の經緯度である。若し以上のものが知れて居れば、太陰が地球面に投ずる影が、何處を通過するかを見て、月蝕の工合を知ることが出来る。それには、先づ地球儀の極(太陽の赤緯が北の時は北極、南の時は南極)を、水平輪の上に、蝕の時の、太陽の赤緯の度数だけ、揚げて、夫から蝕の始まり、又は終り(部分蝕、金環蝕、又は皆既蝕)の時に、觀察地(此の地の地方時で、蝕の時刻が擧げてあるものとする)を、子午輪の下に持つて来て、其の都度、針に蝕の始まり、又は終りの時刻を指さし、而して針を夜の十二時の處に来るまで廻はす。すると水平輪の上に在る球の半分は、地球の晝側に相當して其の最高點の直上、即ち天頂に、太陽がある。夫から經緯度の知れて居る土地を、晝側で捜さねばならぬ。

かくして太陽が出る時、又は子午線に來た時、又は入る時、皆既蝕又は金環蝕を見る土地を、最大圓の弧で連ぬれば、之によつて地球面上、蝕の通過する所を追蹤することが出来る。若し蝕の通過する所が、赤道地方ならば、皆既蝕の見ゆる土地の幅は、五十七里以下である。若し極地方ならば、幅は四百八十里位にもなることがある。此の幅の區域以外には、部分蝕の見ゆる區域がある。此の區域から見る部分蝕も、土地が外側になればなるだけ、それだけ其形が小さくなる。

月蝕は、地球の夜側全部から見え、日蝕は、晝側の一區域からしか見えない。故に日蝕では、太陰の影が、晝側の中央を通過するか、又は其の北半、又は南半を通過するかを見ねばならぬ。影が北半を通過する時は、南半の住者は蝕を見ることは出来ない。又影が晝側の中央を通過する時は、影は遠く晝側の最北部、又は最南部までは、達しない。固より斯かる研究に用ひらるる地球儀は、大きくて、且つ如何なる點にても、完全に出來て居なければならぬ。

一六八 地球儀の歴史

西曆紀元前五百五十年の頃、希臘のアナクシマンダー Anaximander は、球の面に、當時

知れて居た地球面の全部を畫いたとのことである。西曆二世紀の人であつた、埃及アレキサンドリヤのトレミー Ptolemy は、其の著書ゲオグラフィヤ(地理學)の第一卷の第二十二章に、地球儀のことを説いて、又昔の人の拵へたものゝことをも記載して居る。昔の地球儀は、金屬製で、其の上に、地面の形を彫り付け、其の上に、山川其の他のものを畫いた紙切れの如きものを貼り付けたのであつた。その後斯かる地球儀の、初めて製造されたのは、和蘭陀である。此の國で十六世紀中、地球面の模様を紙に印刷して之を、球に貼付けたものが初めて現はれた。然し又十六世紀の製造で、金屬球の上に、各國の界、市街の名、川等を皆悉く彫刻したものが、今尙残つて居る。其の主なもの、は、ゲラルド、メルカートル Gerard Mercator (フランダース Flanders 人)の地球儀である。十七世紀製で、現今尙存して居るものは、

- 一、和蘭陀人ブロイ Blau の地球儀
 - 二、英吉利人サンダーソン Sanderson の地球儀
 - 三、丁林人ブシユ Busch の地球儀
 - 四、伊太利人コロネリ Coronelli の地球儀
- である。又十八世紀製のものは、

- 一、瑞典人アクレル Akrell の地球儀
- 二、佛良西人フロンタン Frontin の地球儀
- 三、英吉利人アダムス Adams 及びケーリー Cary の地球儀
- 四、獨逸人フランチツ Franz ヌーリンゲル Beringer ヌツェル Bauer アンドラー Andreaxo
ホーマン Homann 等の地球儀

等である。其の他十九世紀のものになつては、一々之を擧ぐる必要はないが、獨逸ポツダム Potsdam のアダミ Adami の地球儀、柏林シヨップ Schropp の地球儀等は有名なものである。

地球儀で、山を高くし、谷を低くして、地球面の實形に擬した者がある。之を浮き彫り地球儀 Relief-globe と稱へて、ちよつと面白いものであるが、山の高さを地球儀の大きさの割合にすれば、極めて低いものとなつて、其の效が視えないから、自然之を球の大きさの割合に高くしなければならぬ。随つて、實形とは大に違つたものになる。

又空氣地球儀 Pneumatic-globe と稱して、絹布に地球面の形を印刷し、之を球狀に製して、中に空氣を吹き込んで、之を膨らし、空中に釣り下げて置くものがある。初めて之を製したのは、柏林のグリム Grimm と云ふ人で、ちよつと手輕で、持ち運びには便利で

あつたが、然し破損し易く、又長持ちのしないものであつた。

又ゲオラマ Georama と稱して、一大空球の内面に、國土、山川、海洋等を浮き出しにし、且彩色を着けたものがある。しかし之を見るには、球中に這入つて見なければならぬから、地球面のものを倒に見るわけである。初めて之を拵へたのは、英國倫敦のワイルド W. Wild (千八百五十一年)であつて、其の直径は六十六尺あつた。然し是は一の好事家の仕事としか見られなかつた。

一六九 地圖

地圖 map とは、地球面の大部分、又は小部分を、平面上に表はしたもので、通例三類に分れる。一は地球面の一小部分を表はしたもの、一は全半球を表はしたもの、一は海圖 Nautical map と稱して、航海者用の地圖である。

一七〇 地圖の尺度

地圖には、必ず縮尺 Scale と云ふものがある。是は實際の距離を、何程縮めたかと云ふことを示す尺度で、通例之をつめて縮尺と云ふ。縮尺を表はすには、分數を用ふ

る、例へば十萬分の一とあれば、總ての距離を、十萬倍縮小したと云ふ意味で、地圖の上で計つた距離に、十萬を乗すれば、實際の距離が出る。人が常に記憶して居らねばならぬことは、縮尺の分數は、長さ即ち距離に關するもので、面積に關するものでないことである。

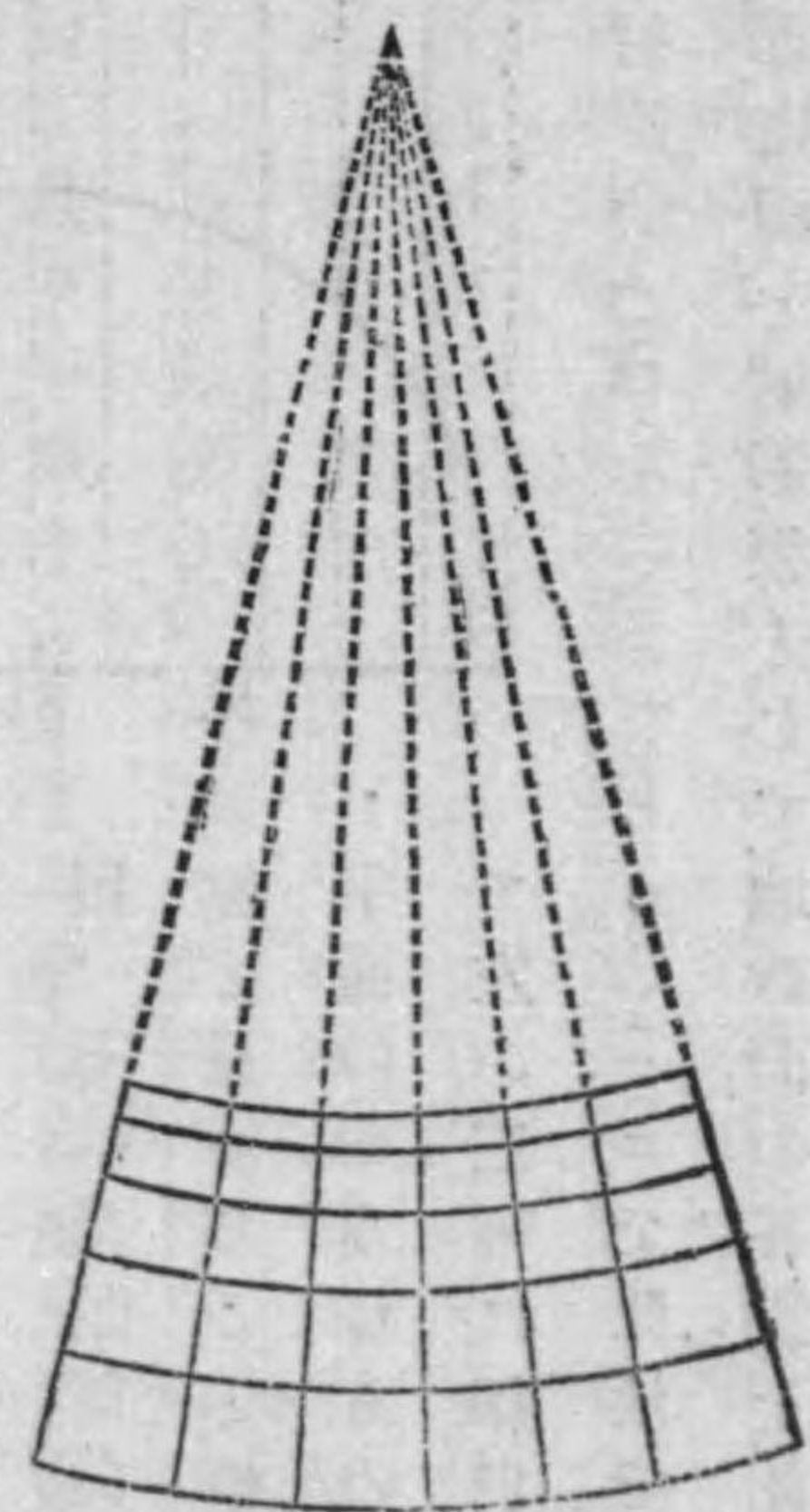
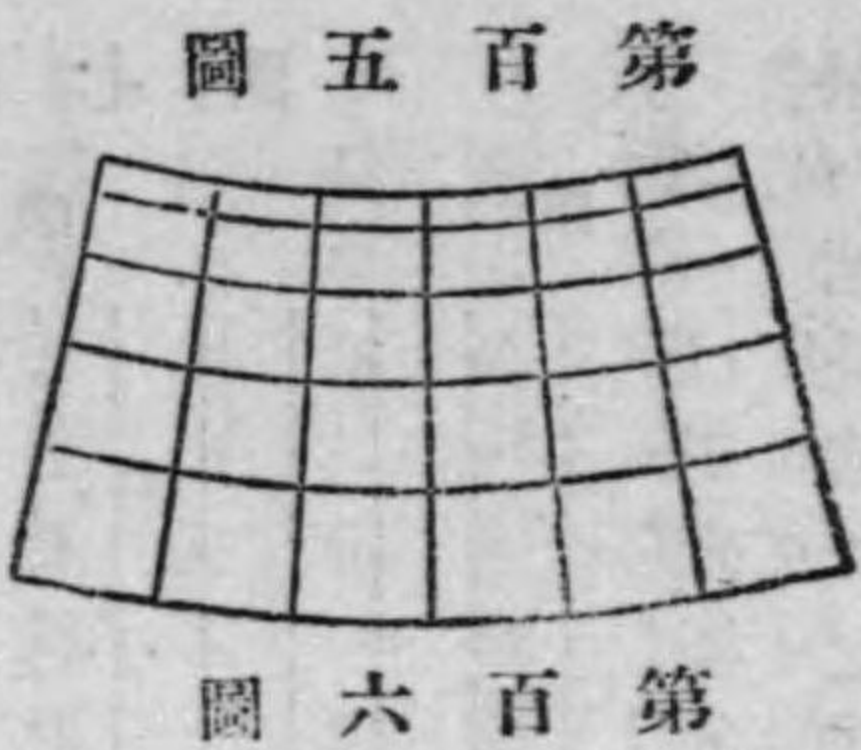
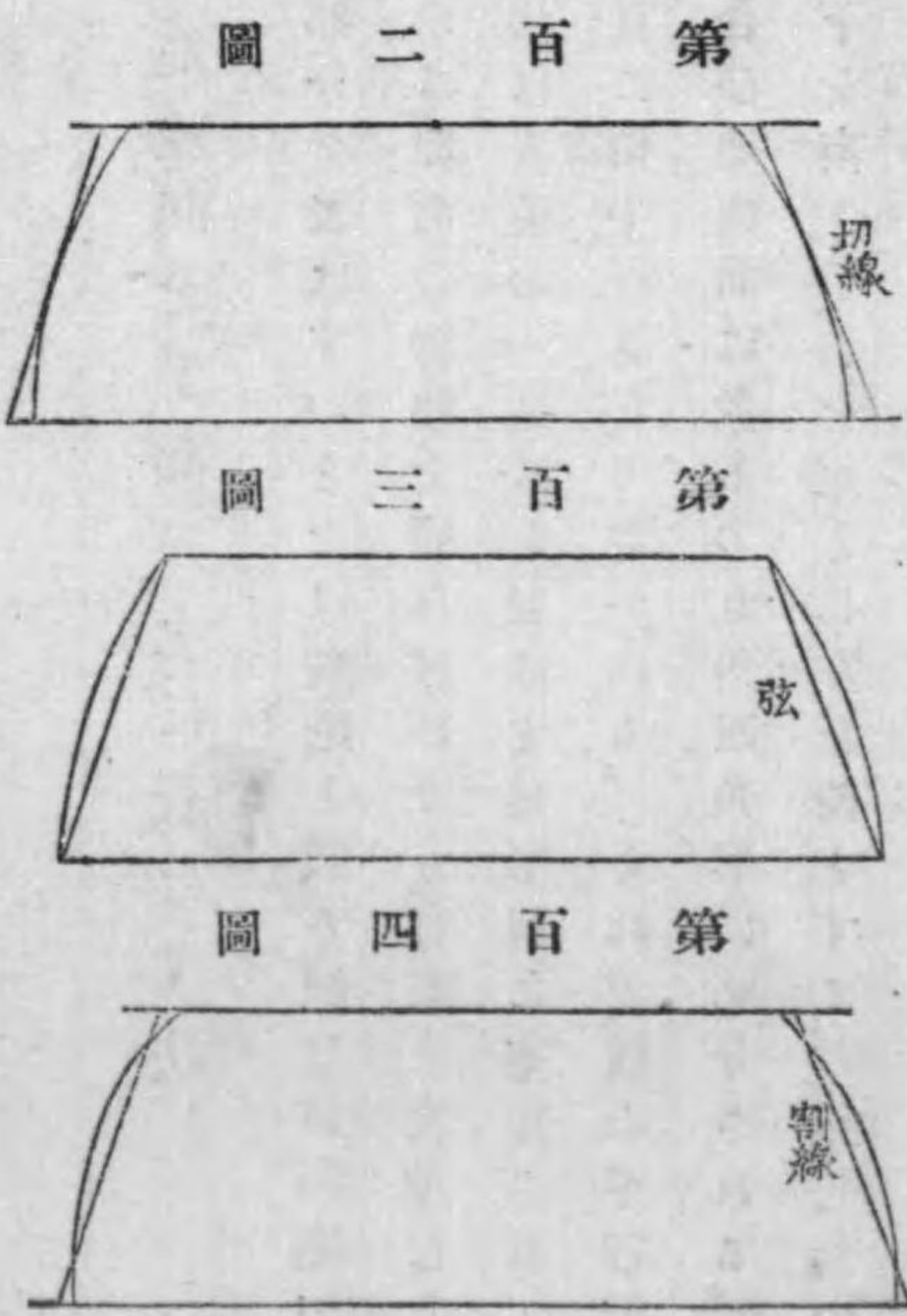
一七一 彎曲した地球面を平面上に表はす法

地球面の大部分を表はすのと、小部分を表はすのとでは、實際と似る、似ないの點が大に違つて来る。即ち小部分の時には、地面の彎曲を顧みないでも、實際と大差なしに、平面上に畫くことが出来る。此の法は、普通の一區域を表はす地形圖に適用されて、經線の度は何處も皆同一とし、線は互に相平行さして畫かれる。それで、横の平行線の度も、同じとして之と直角に切り合ひ、地圖面は、數多の直角四角形に區分される。又古來の習慣に従つて、上を北とし、下を南とし、右を東とし、左を西とする。然し此の法は、地球面の大部分を表はすには適用することが出来ない。

一七二 地球面の稍大きい部分を畫く法

地球面の大部分を畫くには、畫かんと欲する區域を含む球帶を、圓錐の外套に變ずるのである。此外套は、外側にある切線 Tangent 第百二圖で界してもよく、又内側の弦 Chord 第百三圖で界してもよく、

又一部は外側に、一部は内側に、在る割線にて界してもよい。第三の方法は、ムルドック Murdock 法と稱へ、射影法より生ずる誤差を、圖の全體に成るべく一様に分配するものである。斯やうにして出來上つた圖の左右二方を界する線は、子午線の一部で、同大の直線である。して南北の界線は、相平行した弧(平行圈の一部)である第百五圖。夫れから緯線の各度は、皆同大で、經線の各度は、高緯度になれば、なるだけ小さくなる。乃ち此の圖の諸經線を、上の方に伸ばして見れば、第百六圖、其の線は、皆圓錐の頂に當る一個點に集合する。市



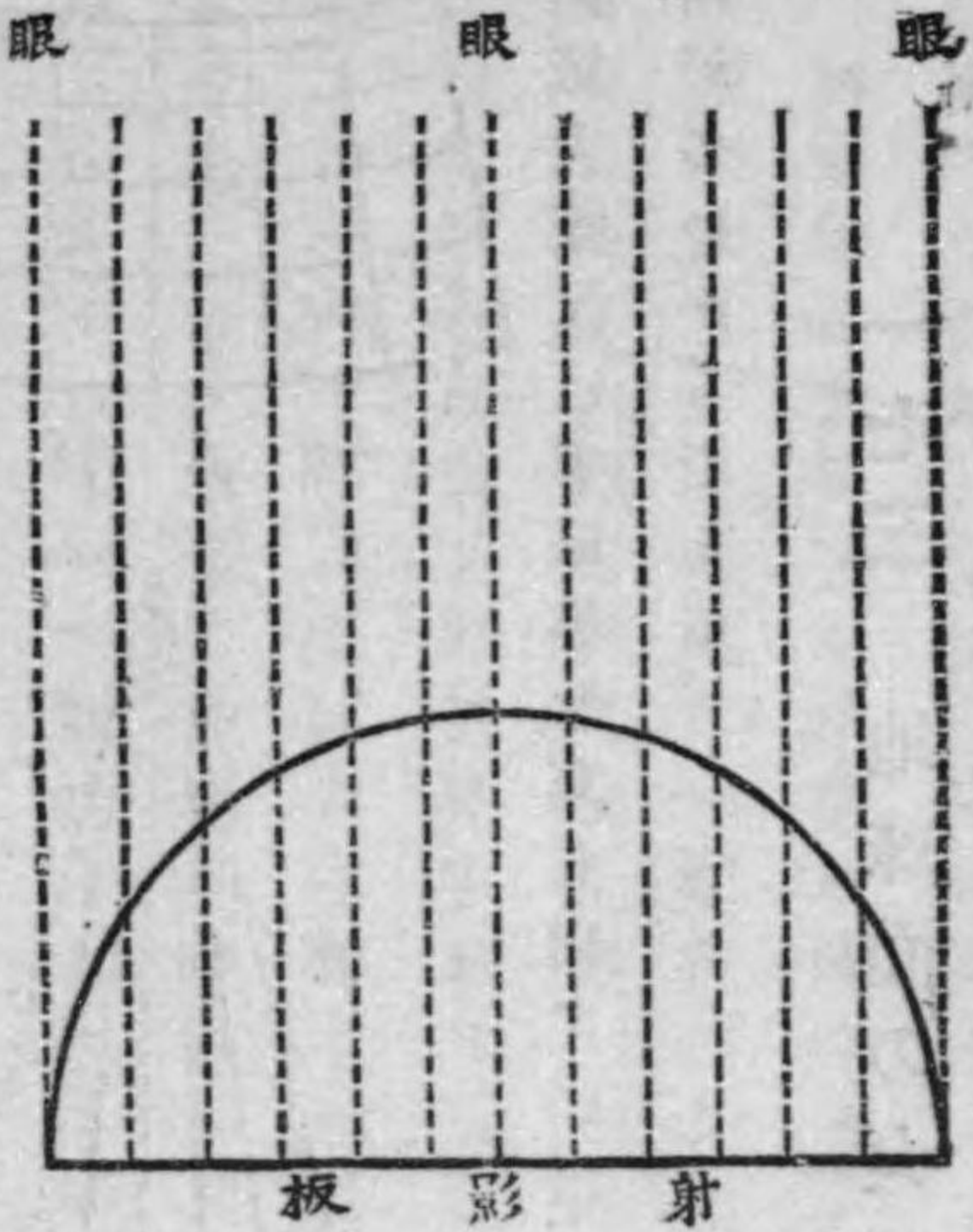
街、村落、山川等は夫々經緯度によつて此の圖に畫かれることは、前の直角四角形の網の圖と同様である。此の法は極めて大きい區域、大國又は半球等を寫し出すには、不適當である。何故なれば、實際と違つて來る所が多いからである。

一七三 地球面の大部分を畫く法

一地方を平面の上に表はすには、表はさんとする土地と、觀る者の眼との間に、玻璃板が介在するものと假定する。すると土地から眼に來る所の光線は、皆夫々玻璃板中の各點を通過して來ることになる。それで玻璃板上には土地の全景が寫る理である。此の法を遠景寫出法 Method of perspective representation と稱して之を天文學や天文地學に關する物體に適用するときは、更に之を射影法 Method of projection と稱し

て繪を板面に投射するのである。又物體から發して、眼に來り合する光線を、射影線 Rays of projection と云ふ。さて此の射影法にも、眼と板面との位置の違ひによつて三種の區別がある。それは即ち正直射影法、中心射影法、全景射影法である。

一七四 正直射影法



正直射影法 Orthographic projection とは、眼の位置を、地球から、甚だ遠い所に取つて、此の位置から、地球面に到る光線は、皆相平行するものと見て射影する法である(第百七圖)。それで眼に向かふ地球の半面は平圓盤と見ゆること恰も太陽の我れに向かふ半面のやうなものである。此の法を分つて左の三種に細別する。

第一は正直極的射影法 Orthographic polar projection で此法では、眼の所在點を遠く地球の延長線に取り、赤道面を射影板として、地球面の各點を、此板の上に射影する。射

第百七圖

影點は、地球面から、垂直に、此の板に下した直線の下に在る。斯やうにして、畫かれた、地球の半面は、これを平面球 Planiglobe (一名 Planisphere) と稱する。

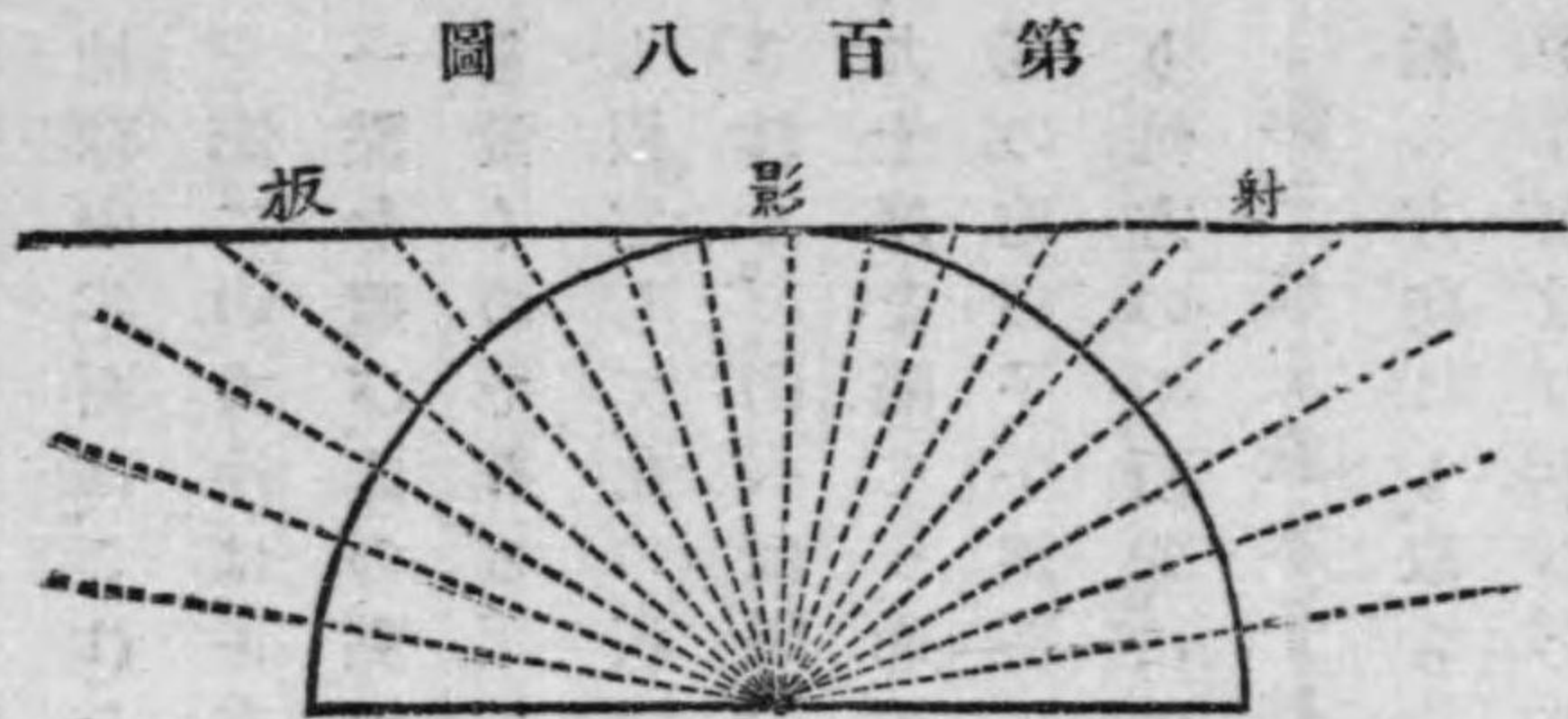
第二の方法は、正直赤道射影法 Orthographic equatorial projection と稱して、先づ赤道の一點を選び、此の點から、地球の中心を貫いて、直線を引き、此の線の方向の遠距離に、眼を置くのである。そして射影板は、此の線に垂直の位置に地球を貫いて置いてあると假定して、此の板面に、吾々が寫さんとする地球の、兩半球面の各地が、垂直線で、射影される。例へば眼の位置をフェロー Ferro (カナリー群島中に在る) から、東又は西に、九十度を隔て、赤道上にありとすれば、射影板は、フェローの子午線と、之から百八十度の地の子午線面とに在る理で、斯やうに畫かれた一方の平面球には、舊世界が這入り、他方の平面球には、新世界が這入ることになる。

第三は正直水平射影法 Orthographic horizontal projection で是れでは、眼の位置を、地球の軸の方向にも、取らず、又赤道の上にも取らずに、之を極と赤道との間に取る。此の點から、地球の中心を貫いて、直線を引き、此の直線に垂直に地球の中心を貫いて、射影板を置くとする。此の板は、直線の貫く地點の正地平に相當するもので、射影の法は前同様である。即ち板に向いて、地球面から垂直線を引くのである。之を水平射影法

と云ふのは、地點の地平の上に、眼があると考へて、斯くは名附けたものである。
正直射影法には、何れの種類のせよ、一の不利益がある。それは射影板の中央の部
分では、土地の形が、實形の儘に現はれるが、是の點から周圍の
部分に近づくに随つて、形が縮んで、周圍の邊では、物を横から
見た様な形になつて、實形とは非常の違ひになることである。

一七五 中央射影法

中央射影法 Central Projection では、眼を地球の中心に在ると
假定して、吾々が地圖面に表はさんとする區域の中心に球に
接觸する面を置き(第百八圖)之を射影板とする。そして地球
の中心から、畫かんとする地球面に向けて、數多の直線を引き
之を板面まで伸ばせば、板面には、地球面の形が射影されるわ
けである。乃ち地圖として現はるべき區域の中心が、極に在
るか、又は赤道にあるか、又は兩者の間に在るかによつて、極的
Polar 赤道 Equatorial 水平 Horizontal の三中央射影法の區別があ

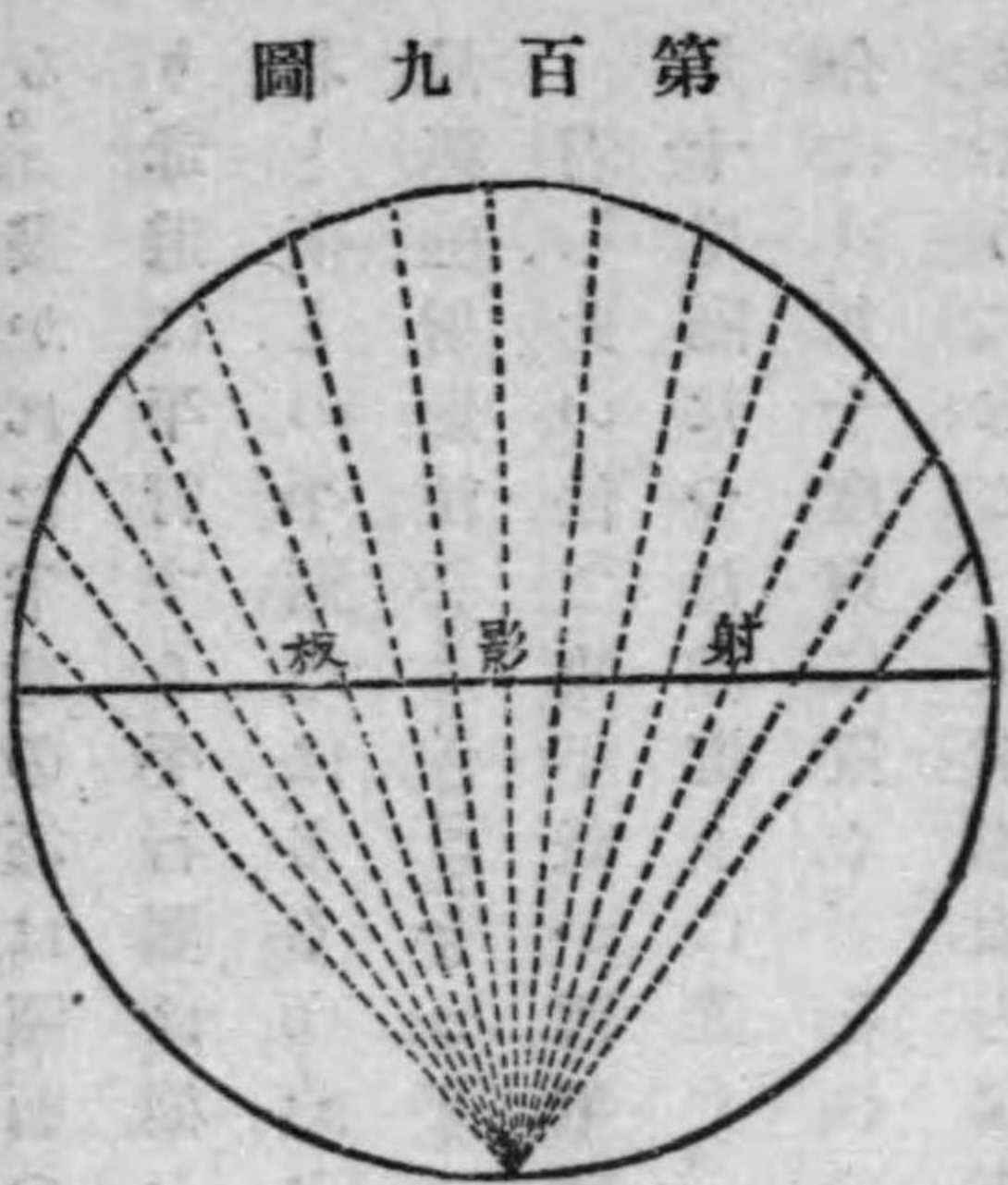


第百八圖

る。此の法でも、射影板の中央に表はれる形は、實形と異なる所がないが、周圍に近づ
くに随つて、形が違つて來て、而も正直法に反して伸びるのである。乃ち中央より、四
十五度以外の地となれば、其の形が餘り伸びて實形と大した相違になる。又九十度
の距離の地は、全く板面に現はれない。故に此の法では地球の半面の全部を寫し出
すことは出来ない。

一七六 全景射影法

全景射影法 Stereographic projection とは、地球面の
一點に眼を置いて、射影板をして、地球の中心を通
過せしめてある。乃ち此の法で、地球の北、又は南
の半球を畫かんとせば、眼の位置を、此の半球に反
對した半球の極に取りて、赤道面を射影板とする
(第百九圖)。極から出て畫かんとする地球面の各
點に向かふ視線は、赤道面を貫くが、此の貫く諸點
こそ、畫かんとする地球面の全景を表はすのであ



第百九圖

る。畫かれた半球の極は圖面の中央に在て、子午線は其の點(極)から發する直線となり、赤道に平行する平行圈は、極を取り巻く圓となる。普通の圖本 Atlas に載せてある、北と南との平面球は、多くは此の法に依て畫かれたものである。此の法を名けて、全景極的射影法 *Stereographic polar projection* と云ふ。

若し此の法で東半球か西半球を畫かんとするときは、眼をフェローから東か西に、九十度隔たつた赤道上に置く。即ち東半球の場合には、九十度西に置き西半球の場合には、九十度東に置く。それで眼は常に畫かんとする半球の中央の眞向かふに在るやうになる。又射影板となるべきものは、フェローと之から百八十度の子午線面とである。斯やうにして、畫かれた半球は、西の平面球、東の平面球と稱して、此の射影法を、全景赤道射影法 *Stereographic equatorial projection* と云つて居る。

尙又眼の所在點を、極と赤道との間に取ることがある。然るときは、此の點は對脚點で射影板は、正地平面である。此の法を全景水平射影法 *Stereographic horizontal projection* と云つて居る。

此の全景法の利益とする所は、球面の角度は射影角に少しも違はぬことである。然るに又こゝに不利益とする所は、周圍の地は、圖面上、中央の部分に比べて割合に膨

大して表はれることである。尤も中央射影法に見るやうには、甚しくない。

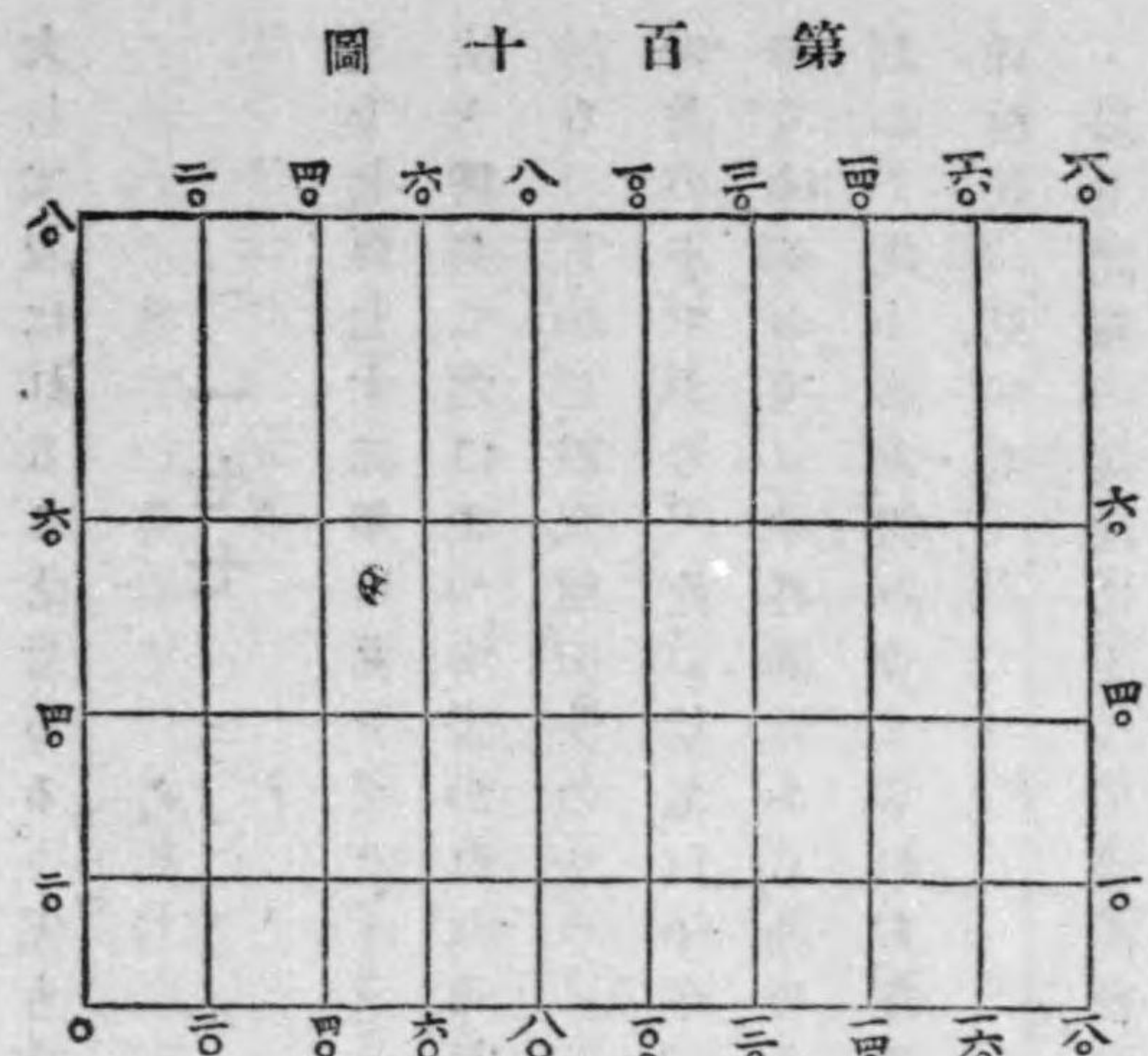
一七七 ランベルの射影法

千七百七十二年にランベル Lambert は一の射影法を考へだした。これをランベル法と稱して之によつて畫かれた東西の平面球は、矢張周圍で實際より小さくなつて居る。しかし、正直射影法のやうに、甚しくはない。又全景射影法のものに比べても、尙差が小である。此の法では子午線と平行圈との切合點は、下の法則で定められる。即ち緯線の度は、中心(圖の)から、角度の半分の正弦 *sine* に比例して減すると云ふのである。此の法で、組み立てられた度網は、圓面に畫かれたものも、全景法のよりは、一層球面狀に見ゆる。

以上記載の諸法によつて、畫かれた圖では、小區域のものを除き、子午線は、皆極の方に近づくに隨つて、次第に相接近して居る。然るに此の種の地圖は航海者には、役に立たない。何故なれば、航海者は、船に、地球面に一線を畫かして、且此の線は、總ての子午線を同角度で横切るやうにしなければならぬからである。此の線は一種の曲線で斜曲線 *Loxodromic line* の名を得て居る。此の線が、始終子午線を同角度で切る様に

するには子午線を平行線として、書かねばならぬ。海圖の地圖と異なる所は主として此の點に在る。

一七八 海圖の製法



經度は、赤道から極に進むに随つて、次第に狭くなるから、子午線を、平行線として、畫くときは經度の幅は亦極の邊も赤道の邊と同一となるわけである。然るに圖の上に地形を表はすには、必ず東西の幅と、南北の幅との比例を、正しふしなければならぬ。東西の幅ばかり擴げて、南北の幅を伸ばさなければ、地形は横にのみ伸びて、奇妙な形になる。乃ち極に進むに随ひ、狭くしなければならぬ經度を、狭くしないで、畫く場合には、緯度の方を伸ばして、經度との釣合を取らねばならぬ(第百十圖)。それには緯線と緯線

との間の距離を大きくしなければならぬ。十六世紀の中頃メルカトル Mercator と云ふ人が、初めて此の種の圖を製したから、此の法をメルカトルの射影法と云ひ、又此の法によつて畫かれた圖を、メルカトル式の圖と云ふことになつて居る。今日でも海圖は悉く之に據るのみならず全世界の圖も亦多く之に據つて居る。此の圖では、極附近の地は非常に膨脹して、居るから、此の地方は實用にならない。地形は既に緯八十度の所で、赤道地方の六倍に膨脹して居る。それで此の種の圖には、八十度以北、又は以南は、畫いてない。

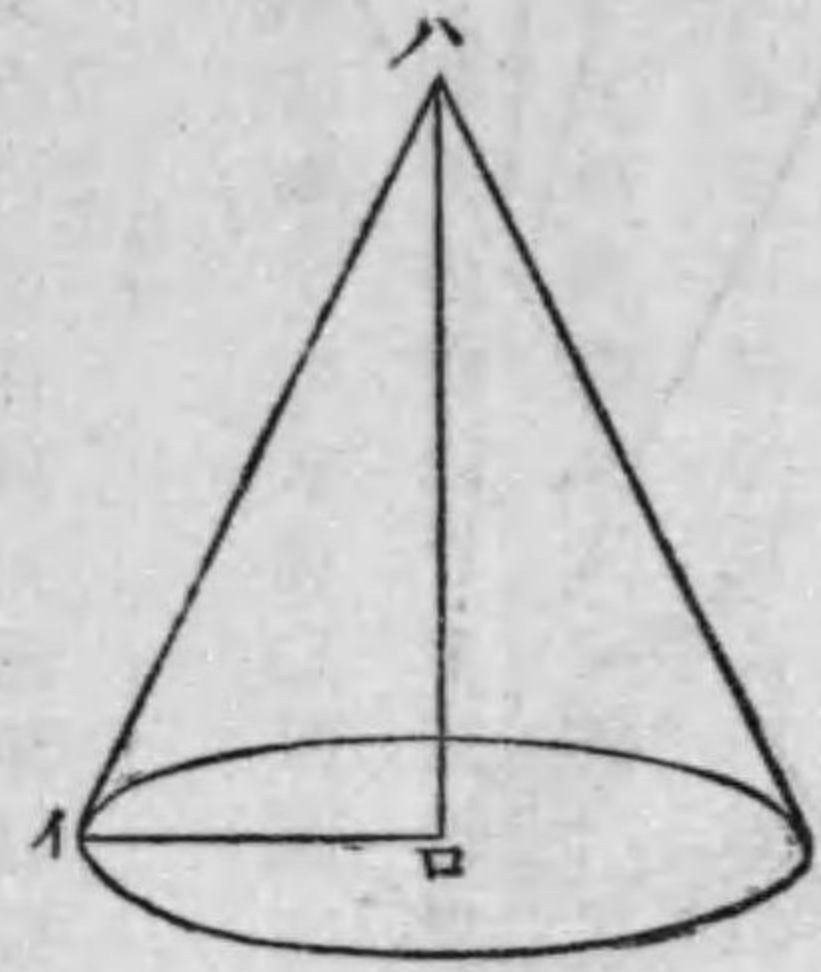
天文地學附錄

第一編

一 圓錐曲線

天文地學には、數學上の術語を用ふることが多いが、其の中で、楕圓、拋物線并に双曲線の三曲線に就ては、少しく説明をして置きたいと思ふ。

第百一十圖

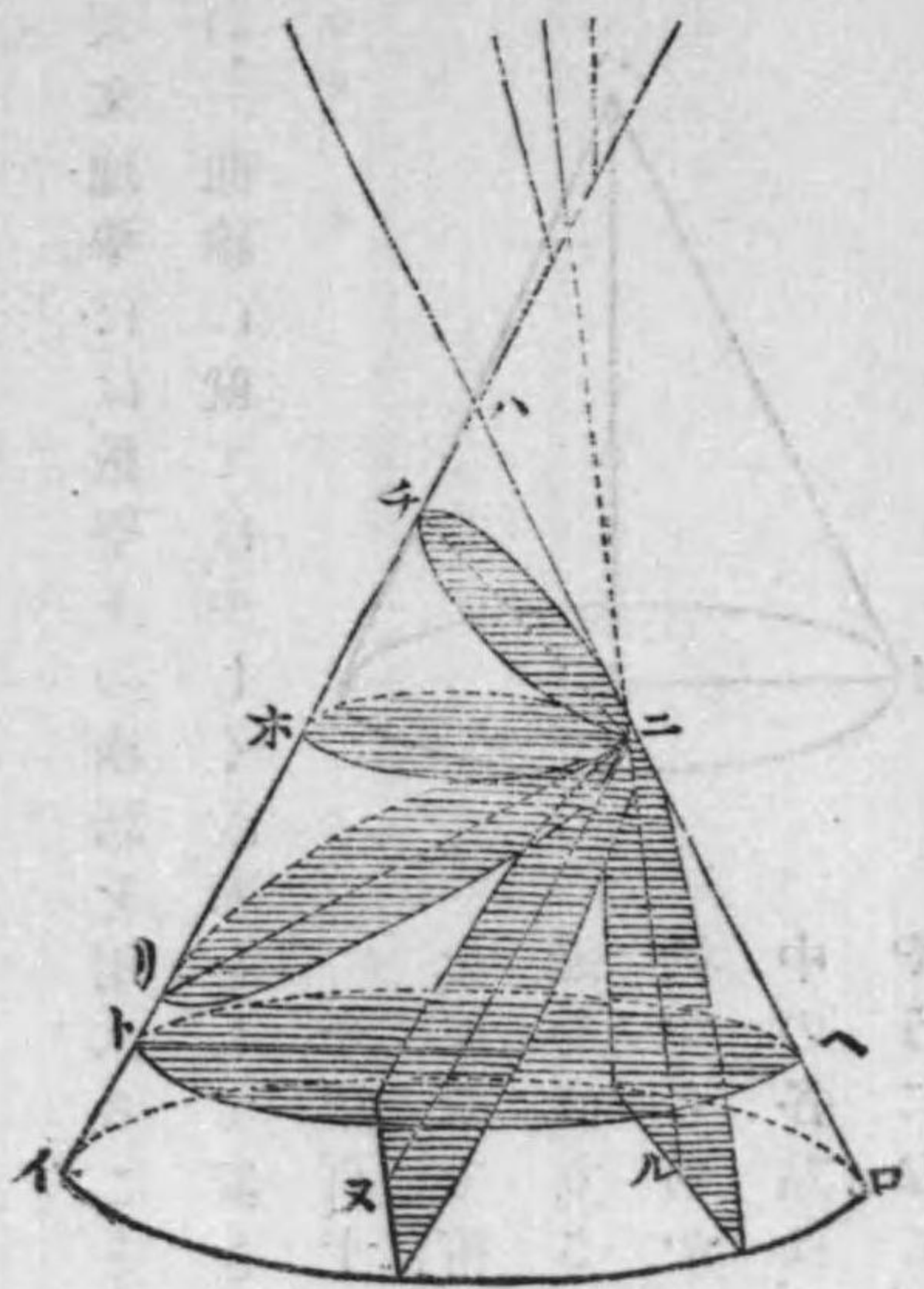


今第百十一圖に示す、イロハのやうな直角三角形を、厚紙で拵へ、イロの一邊を、机の上に置き、ロハの一邊を直立させ、そしてロハを軸とし、且つ之を其の位置から動かさず、三角形を廻すときは、イハの一邊中の各點は、圓を畫き、又全三角形は、一の立體を畫くやうになる。此の立體は、即ち圓錐 Cone と稱してイロの一邊が、回轉して畫く平面は、即ち圓錐の底、ロハは其の軸又は高さである。

圓錐を種々の方向に切斷すれば、其の斷面の形は切斷の方向によつて、種々に違ふ。

乃ち先づ第百十二圖に示したイロハといふ圓錐を、其の底面と平行に切斷するとする。例へば、ニホ又はヘトのやうに切るとする。すると、其の切斷面は、必ず圓である。

第百二十圖



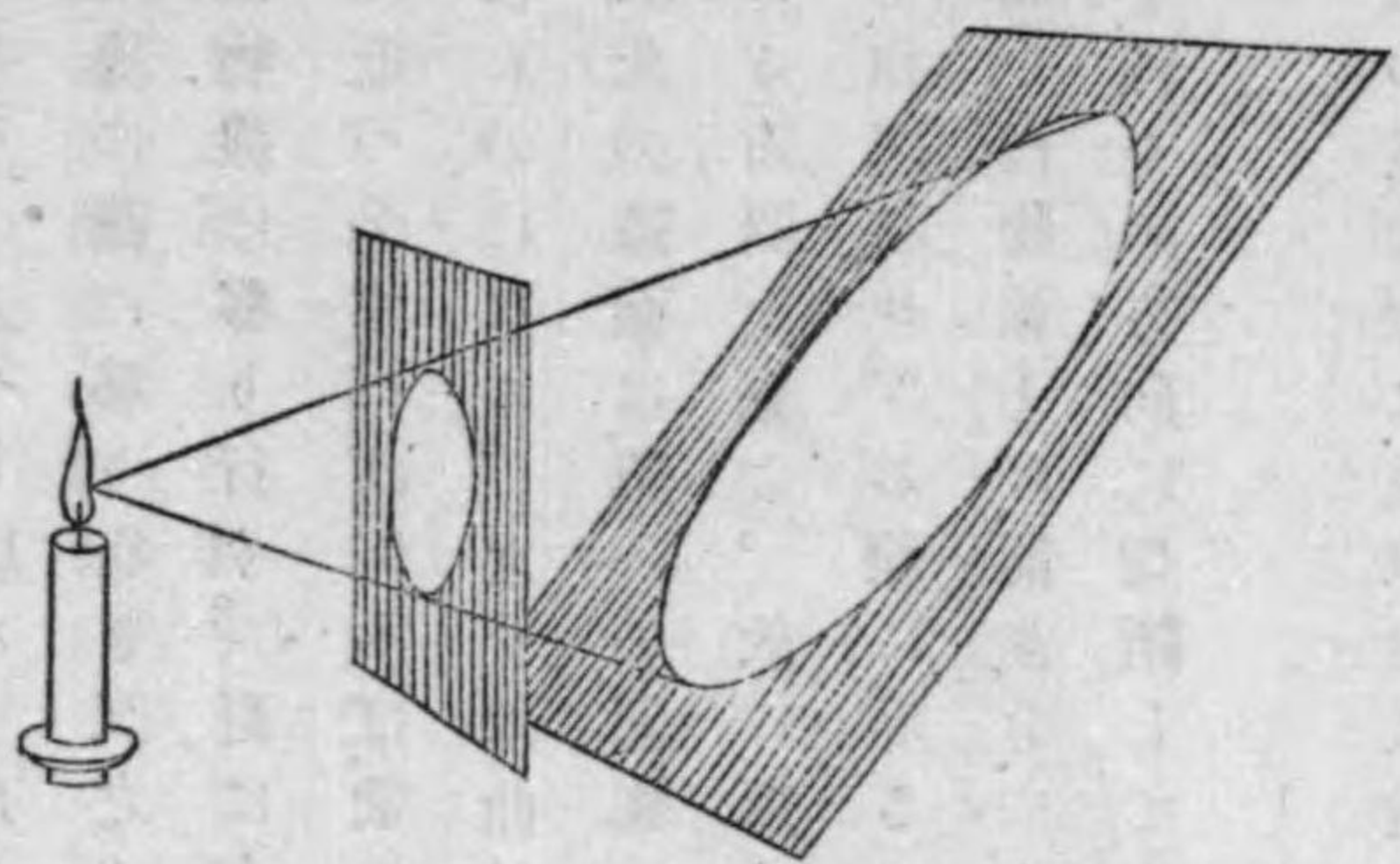
然し、圓錐は底に對する切斷面の傾き方の多少によつて種々になる。楕圓の形は、切斷面が圓錐の側面のイハ(前圖)と平行するニヌの切斷面に近づけば、近づきだけそれだけ長くなる。此のニヌの切斷面は兩端の相結び付かない曲線に界せられて居る。何故なれば左右の界線は、何程遠方まで延長しても、圓錐のイハといふ側面の

して此の圓は、圓錐の頂(ハ)に近づけば、近づきだけそれだけ小さくなる。次に、底面に、斜に且圓錐の一邊から他邊へ掛けて、切斷する(例へば、ニチ又はニリの如く)とする。すると、切斷面の形は、多少卵形をして、所謂楕圓 Ellipse となる。楕圓は、圓のやうに、曲線の兩端が互に結び付いて居る。無端である。因つて之を閉鎖曲線と云つて居

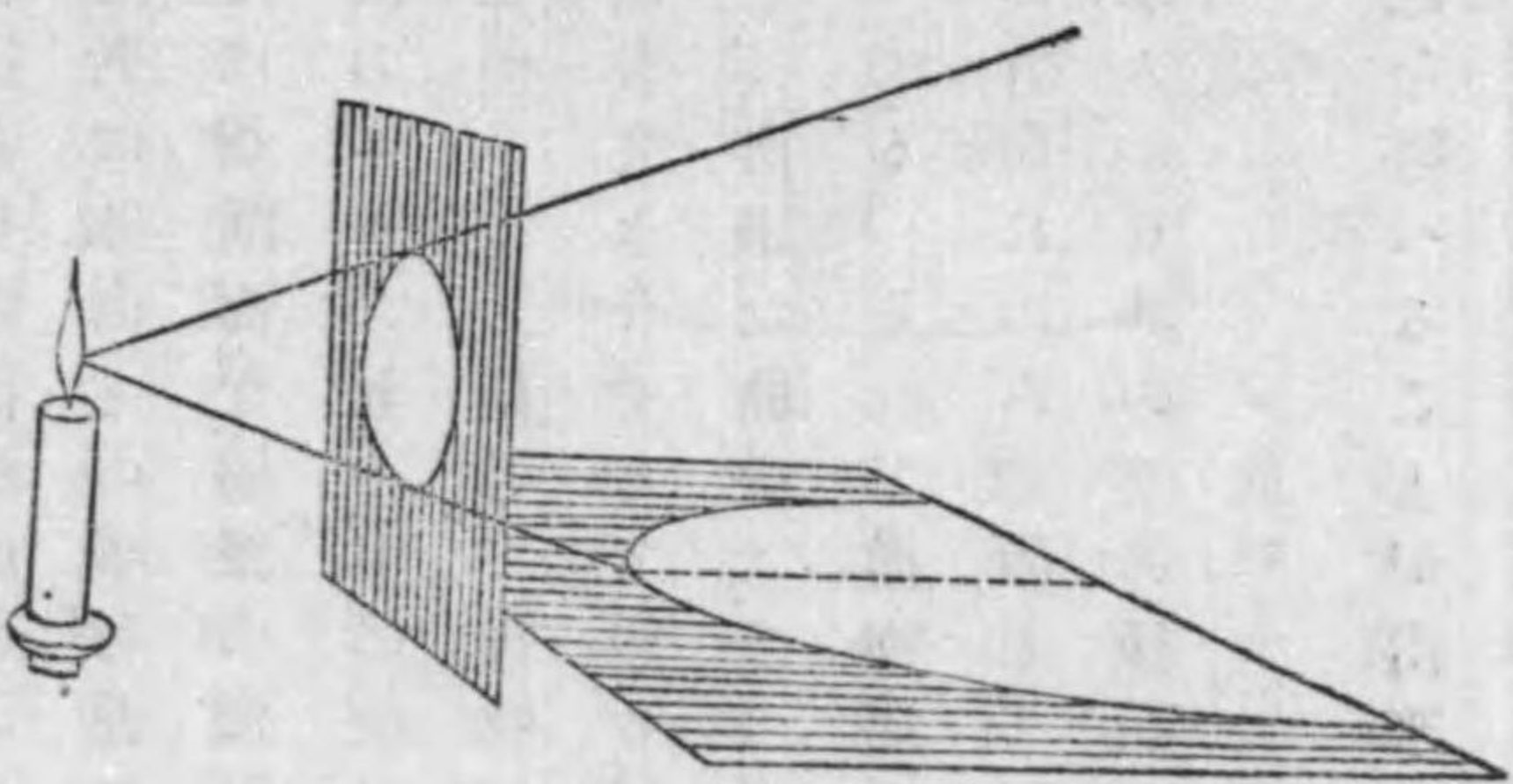
延長面に平行して、之を横切ることがないからである。此のニヌの面の界線を、拋物線 Parabola と云つて居る。乃ち楕圓は切斷面を底面の平行面に、次第々々に近づかすれば、終に圓に移り行き又之と反對に、側面との平行面に、次第々々に近づかすれば、終に拋物線に移り行く。更に今度は切斷面を、圓錐の側面との平行面より、一層圓錐の軸に近づかすれば例へば、前の圖のニル(如く)其の面は、又兩端相閉じざる線に界されたものになる。之を双曲線 Hyperbola と稱して、拋物線とは大に異なるものである。又此の斷面は、第一の圓錐と、頂を突き合せるで居る、同形の第二の圓錐を切るものである(前圖を見よ)。故に斯くして出來た曲線は、二つの部分から成つて、其の各部分とも、相閉鎖せざる線に、界されて居る。それで拋物線は、楕圓と双曲線との間のもので、圓と拋物線とは、圓錐を、一定の方向にのみ切斷して出來るが、楕圓と双曲線とは、圓錐を、種々の方向に切斷して出來るから其の形の種類は、無限の數に達する理である。

又右の諸曲線は、簡単な試験で、之を拵へることが出来る。例へば厚紙に、第百十三圖に示すやうに圓孔をあけ、是より小距離の處に火を點じた蠟燭を置けば(圖の如く)圓孔を通過する光は、一の圓錐を造出する。乃ち厚い白紙で光を受ければ此の紙の

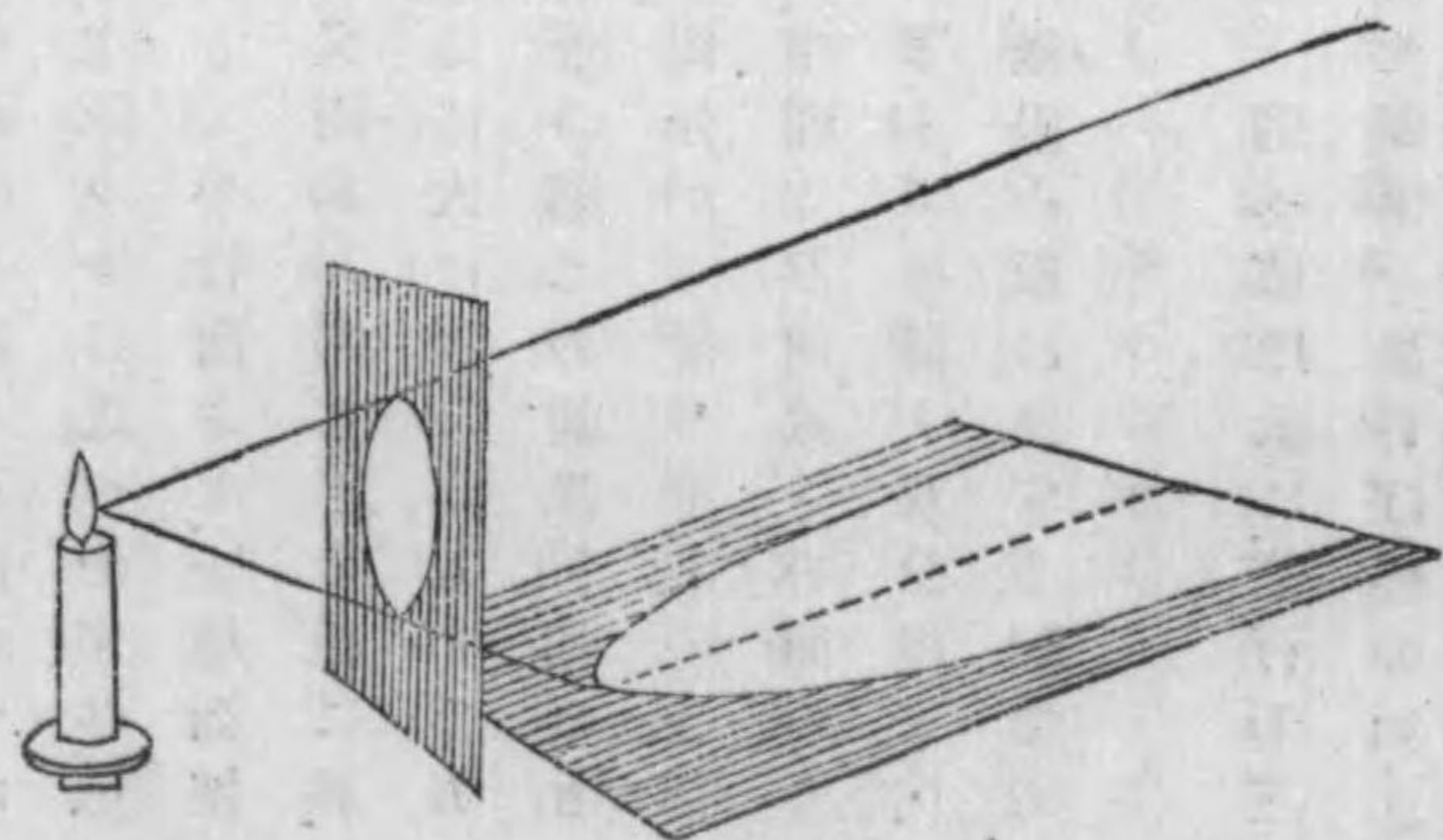
第百十三圖



第百十四圖



第百十五圖



三三〇

光に對する方向によつて、橢圓第百十三圖も出來れば、拋物線第百十四圖も出來、又双

曲線第百十五圖も出來る。是に因て、橢圓は閉ぢて居る曲線であり、拋物線と双曲線とは開いて居る曲線で、左右双方の界線は、何處まで伸ばしても、相會はないものであることも分る。

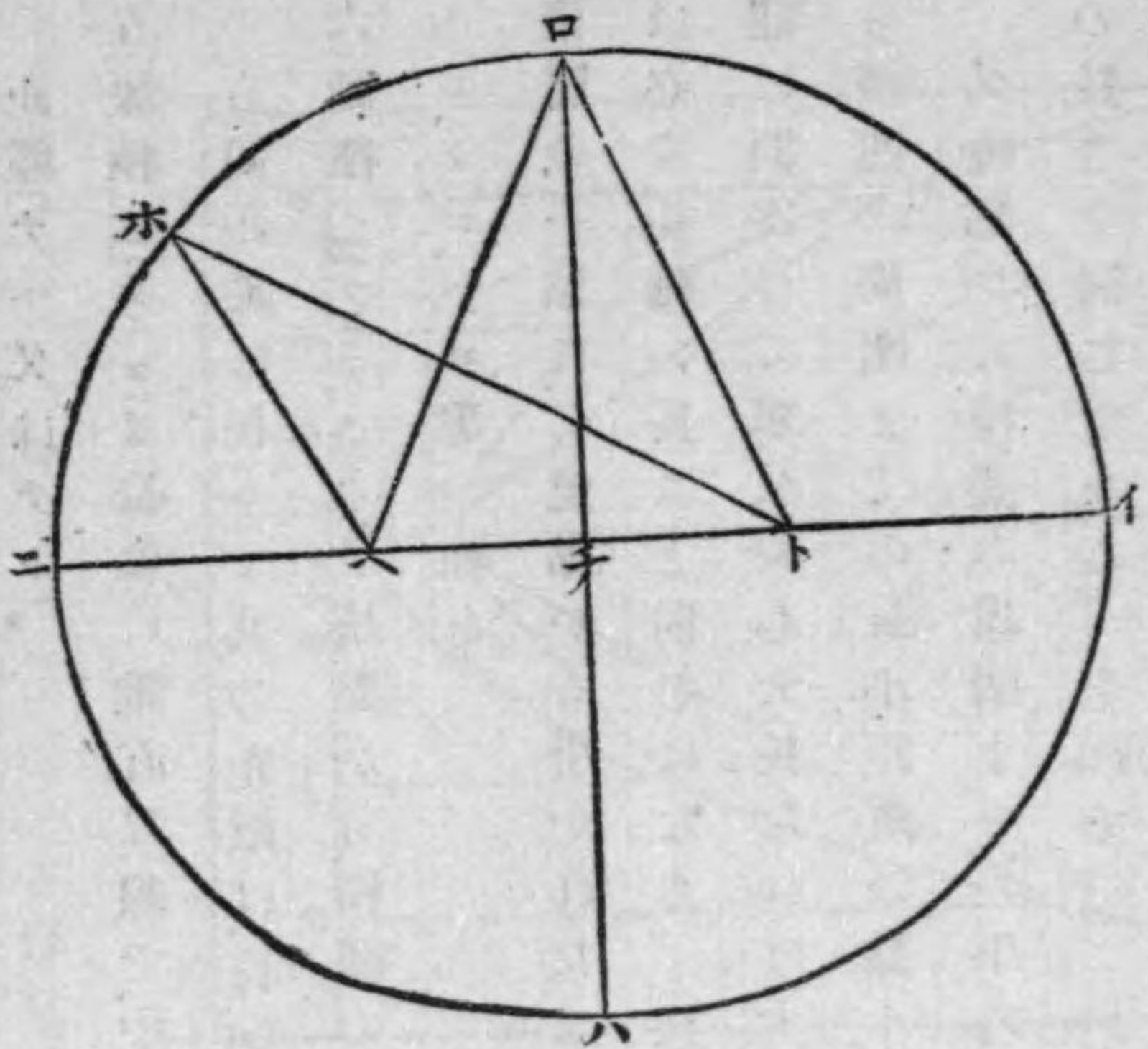
橢圓、拋物線并に双曲線は、各特殊の性質を帯びて居る。

二 橢圓

橢圓の主な點と線とは、左のやうなものである。

- (一) 燒點 Focus 二あつて、中心から多少の距離に在る(第百十六圖へと)。
- (二) 中心 Centre (圖中のチ)。
- (三) 長軸 Major axis の兩端は圖中のイとニとで、中心から同距離に在つて、中心并に燒點と共に、一直線に在る。
- (四) 偏心 Eccentricity 中心と燒點との間の

第百十六圖



天文地學附錄 第一編 二 橢圓

三三一

距離(チへ又はチト)。

(五)短軸 Minor axis 長軸に垂直な線で、中心を通過し、且其の両端のロとハとは、焼點から同距離に在りて其の距離は、長軸の半分と同じ。

(六)動徑 Radius vector 焼點から、楕圓の何れの點へでも畫かれた直線、例へばへホ、トホ、トロ、へロ等の如し。

楕圓の一點に、二燒點から引かれた二動徑(へホやトホの如し)は、相合すれば其の長さは必ず長軸の長さと同じになる。又楕圓の形は、偏小(短)なれば小なるだけ、夫だけ、圓に似寄つて來、又偏大(長)なれば大なるだけ、夫だけ、長く伸びる。燒點例へばトから楕圓の周圍までの最小距離の點(イ)と最大距離の點(ニ)とは、常に長軸の兩端に在る。又燒點から楕圓の周圍までの平均距離は、燒點から短軸の兩端に引かれた線(トロ)の長さと同じである。それで

$$\begin{aligned} & (\text{イ}) + (\text{ニ}) = (\text{マ}) \parallel (\text{ム}) \text{ 又 } (\text{イ}) + (\text{ロ}) = (\text{マ}) \parallel (\text{ム}) \text{ 随つて} \\ & (\text{イ}) + (\text{ニ}) = (\text{マ}) \parallel (\text{ム}) \text{ 又 } (\text{イ}) + (\text{ロ}) = (\text{マ}) \parallel (\text{ム}) \text{ となる。} \end{aligned}$$

三 拋物線

拋物線中の主點と主線とは、左のやうなものである。

(一)燒點 Focus 一點のみあつて、第百十七圖のトである。

(二)頂 Apex 拋物線中、燒點に最も近い點(チ)。

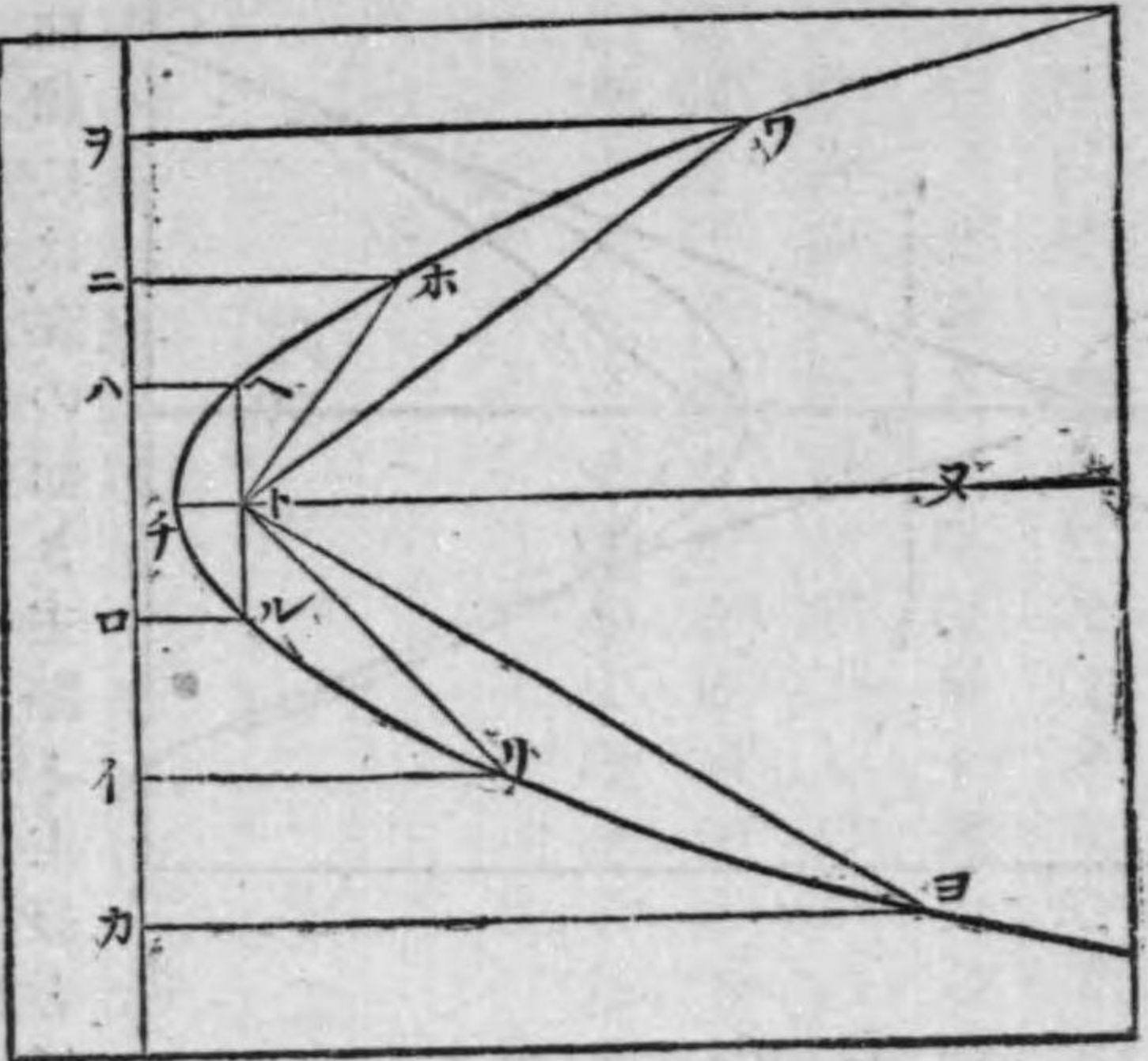
(三)軸 Axis 一條の直線で、頂に始まつて、燒點を通過し、無限に長いもの(チヌ)。

(四)動徑 Radius vector 燒點から、拋物線の何れの點へでも引かれた直線、(トホ、トヘ、トチ、トル、トリ等)。

(五)通徑 Parameter 軸に垂直で、燒點を通過し、拋物線の兩枝に終る直線(ヘル)。

拋物線以外には、方向線 Directrix (ニイ)と云ふものがある、乃ち(マム) \parallel (マフ)、(トキ) \parallel (ニキ)、(チノ) \parallel (イノ)、(チヨ) \parallel (カヨ)、(トク) \parallel (イ

第百七十圖



ク)、(トク) \parallel (ロク)となる。

四 双曲線

双曲線には、左の如き主點と主線とがある。

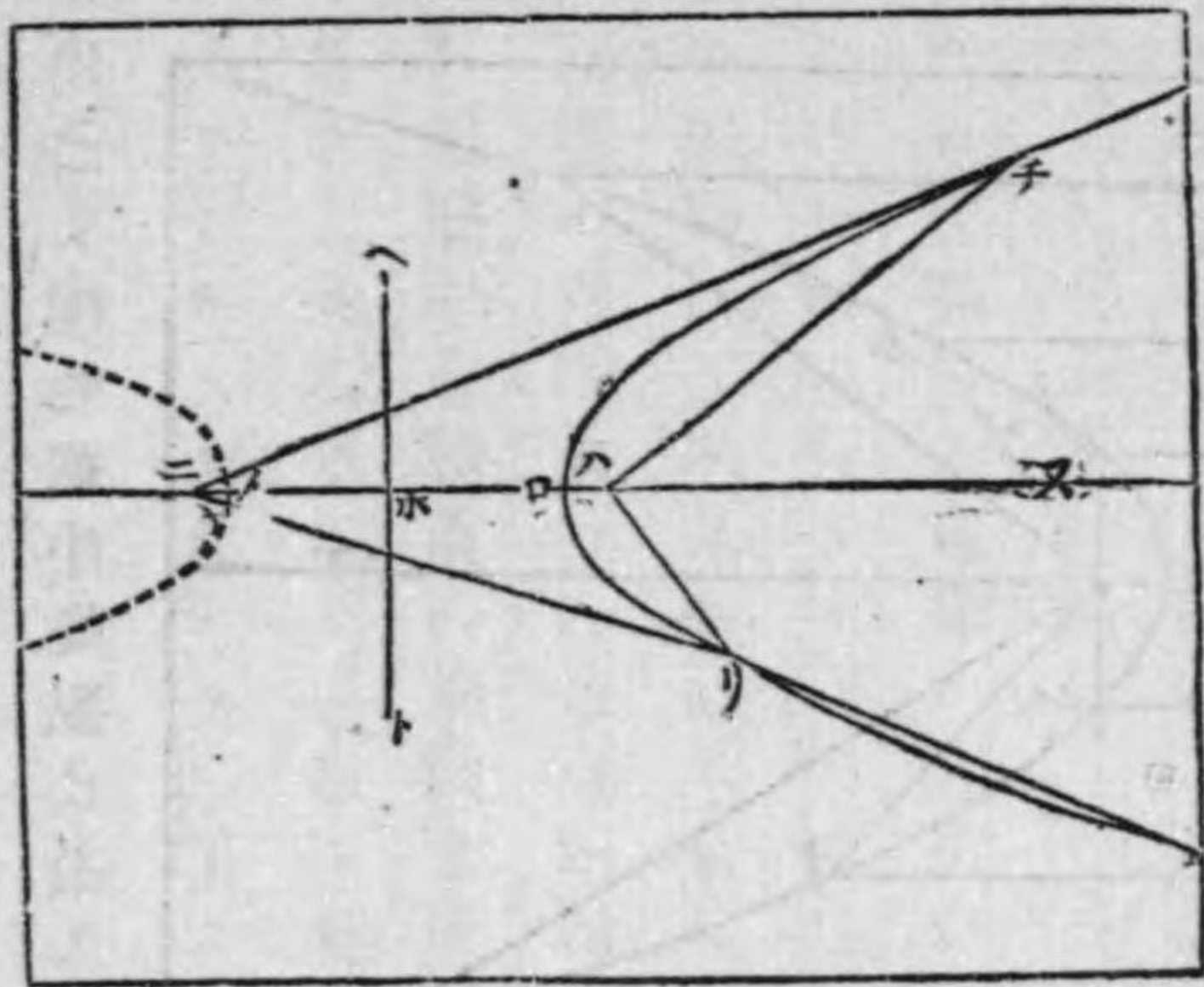


圖 八十 百 第

かれた二動徑中、其の一は、必ず他の一より主軸の長さだけ長いものである。それで (トナ)ー(ンナ) = (イロ), (ニリ)ー(ムリ) = (イロ), (ロ)ー(ンロ) = (イロ)となる。

- (一) 燒點 Focus 二ある(第百十八圖ハとニ)。
- (二) 中心 Centre 二燒點間の中央點(ホ)。
- (三) 頂 Apex 二ある(ロとイ)。
- (四) 偏心 Eccentricity 燒點と中心との間の距離(ホ)。

- (五) 主軸 Main axis 二頂間の直線(ロイ)。
- (六) 副軸 Secondary axis 主軸に垂直で、中心を通過する(ヘト)。此の軸は、兩頂から同距離に在る。
- (七) 動徑 Radius vector 燒點から双曲線の一點に引かれた直線(ハチ、ハリ、ニチ、ニリ、同じ點に引

五 曲線と星との關係

以上記載した楕圓拋物線並に双曲線の三曲線は、皆圓錐曲線 Conic sections と稱して、天に見る星の軌道を表はすものである。此の三曲線の軌道中で、最も多いのは楕圓である。太陽系の諸遊星も皆此の楕圓軌道に據るもので、只彗星だけに、或は拋物線、或は双曲線の軌道を取るものがある。彗星で楕圓の軌道を取るものは、期限を定めて太陽附近に来るから、地球から見ゆるが、拋物線や双曲線の道を取る彗星は、一たび太陽を去れば、永遠之に歸來しないによつて太陽系以外に出てしまうものと見て可からう。

六 ケップレルの法則

楕圓の路を取る遊星や彗星は、一定の法則に據つて、之を運動するに依て之を發見者の名に因んで、ケップレル Kepler の法則と云ふ。第一、第二、第三の三種ある。

第一法則 遊星の軌道は、皆楕圓にして、此の楕圓は、皆其の燒點の一を共同にす、而して此の共同燒點に太陽あり。

第百十九圖を楕圓とすれば、シといふ一燒點に、太陽が居る。そして楕圓はいくつ

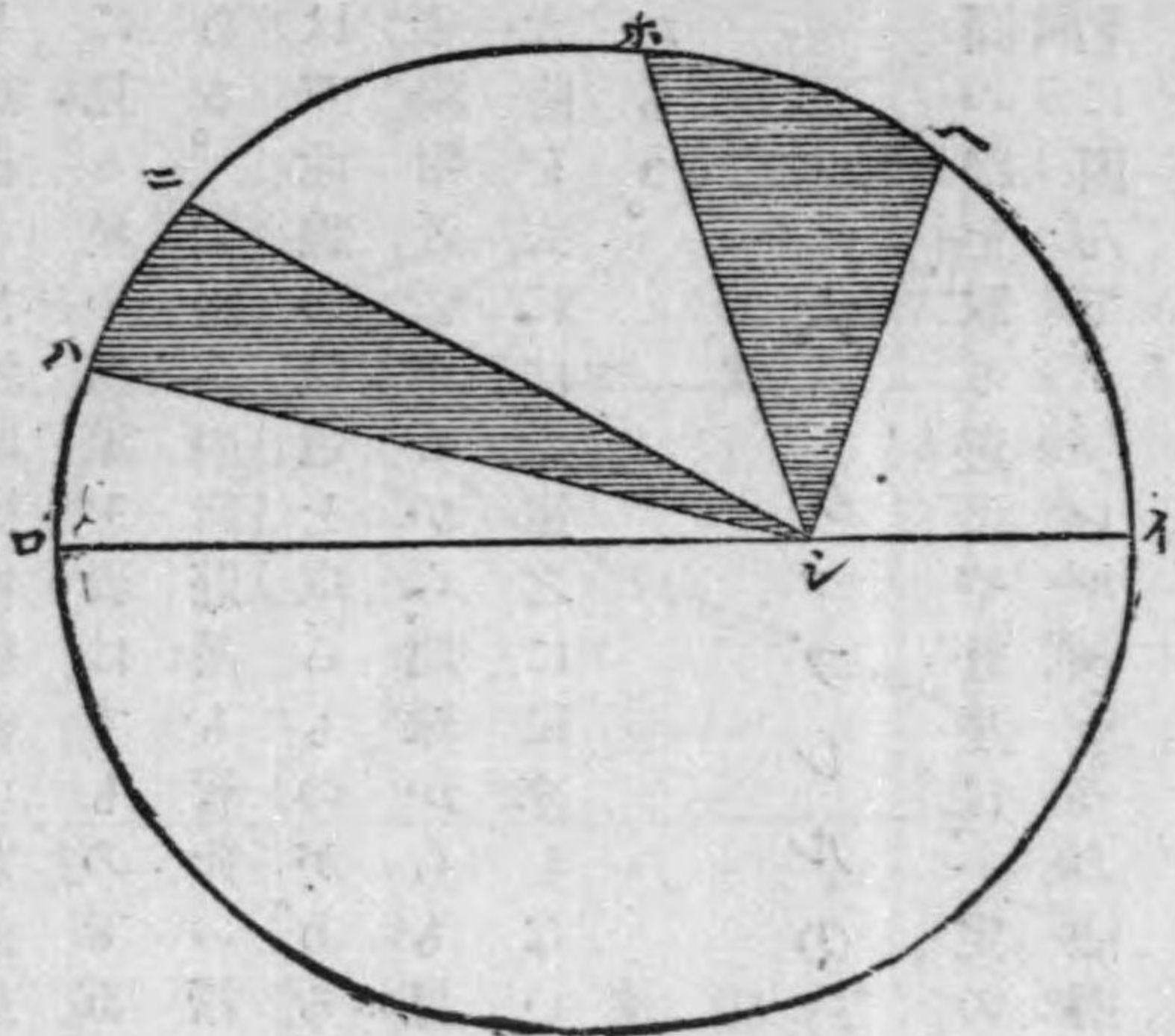
あつても皆其の燒點の一は、此の點に在ると云ふことである。それで種々の形の楕圓を太陽は、其の燒點で一括りにして居るわけである。楕圓の軌道中には太陽燒點の(一)に最も近い點(イ)と最も遠い點(ロ)とある。これぞ即ち近日點遠日點である。

第二法則 遊星が、其の軌道を、運行する際動徑は同時間内に同面積を畫

く。
此の法則に依て、遊星が、(第百十九圖)からホまで行く時間と、ニからハまで行く時間とが同じであれば、ヘシホの三角形とシ

ニハの三角形とは、同面積を有つて居ることになる。然るにヘホの弧は、ニハの弧より大きいから、遊星の、へからホまで行く速力は、ニからハまで行く速力よりも大き

第百十九圖



らざるを得ない。是に因て遊星の速力は、近日點で最も大で、遠日點で最も小であることが分る。又楕圓の短軸の兩端第百十六圖を看るべしは、太陽からの平均距離であるから此の點での遊星の速力は、又その平均速力である。されば遊星は、常に其の速力を變じつゝあるもので、近日點から遠日點まで行く間は、速力は次第に減じ、遠日點から近日點まで行く間は速力は次第に増すのである。此の速力の増減の差は楕圓の偏心が大なれば、大なるだけ、それだけ大なる理になる。

第三法則 二遊星の平均距離の三乗數は、此等二遊星の公轉時の二乗數と、相比例す。

一を二乗すれば一で、二を二乗すれば四、三を二乗すれば九、四を二乗すれば十六となる。又一を三乗すれば一で、二を三乗すれば八、三を三乗すれば二十七、四を三乗すれば六十四となる。乃ち此の第三法則に據つて、遊星の公轉時で、遊星の太陽からの距離を算出することが出来る。公轉時は即ち太陽一週の時日であるから、これは直接の觀測によつて知ることが出来る。即ち或る恒星の所に居る遊星が、他の恒星間を運動して、再び原恒星の所に復歸する時日である。通例遊星の公轉時は地球の公轉時(一個年)を單位として計るもので、遊星太陽間の平均距離は、地球太陽間の平均距離凡三千七百七十八萬里を單位として計る。此の太陽地球間の距離は、之を一太陽

距離(一名一地球距離)と云ふ。

地球の一公轉時を一とし、又地球距離を一とするときは、甲の二乗は一で、乙の三乗も一であるから、何れの遊星でも、其の公轉時と、太陽からの距離とを單位とするときは、甲の二乗も一で、乙の三乗も一であつて、必ず同數となる。因て遊星の公轉時が、八年の時には、其の太陽からの距離は、四地球距離とならねばならぬ。何故と云ふに、八を二乗した數と、四を三乗した數とは、どちらも六十四で同數であるからである。天王星の公轉時は、凡八十四年である。それで其の太陽からの距離は、十九地球距離と五十分の九でなくてはならぬ。何故なれば、八十四を二乗したものは、七千五百六で十九と五十分の九を三乗したのも、同數となるからである。

第二編

一 ガリレオの運動の法則とニウトンの重力の法則

ガリレオ、ガリレイ Galileo Galilei と云ふ人は有名な伊太利亞の天文學者一千五百六十四年に生れて千六百四十二年に没す。地球面の物體は、下の三則によつて運動もし又停止もすることを發見した。但し左に記するが如き形にしたのは、ニウトンである。

- 第一 如何なる物體にても、他より力が働きて其の状態を變ぜざる限りは、静止の状態を繼續するか又は一直線に、同速力を以て運動を繼續するものなり。
- 第二 運動の變更は、必ず變更を起す力の強弱に比例し、又變更を受けたる運動の方向は變更を起す力の來る直線方向を取るものなり。
- 第三 何れの作用にも、必ず之に反對して同一の反作用あり。又二體の相互の作用は必ず相同じく且反對の方向に向かふものなり。
- 第一則の一結果は、靜止する物は他から之を動かす力が來ない限りは、何時まで、

も静止して其場所を離れないと云ふことである。是は素より何人にも解し易いこととて、特に説明を要する程のことでもない。然るに一寸人に解り兼ねるのは、運動して居る物のことである。即ち或る物體が、或る速力を以て、一たび動き出したなら、他から之を妨ぐる力が来ない限りは、何時までも一直線に當初の速力で、動くことと云ふことである。此の静止又は運動の状態を變じないと云ふ力を、惰力 *Inertia* と云ふのである。

第一則に就て、吾々が最も遺憾に感ずるのは、之を實測に依て證據立つることの出来ないことである。地球に在るとあらゆる物は、地球の引力を受けてゐるから、静止して居るものは之に引き付けられて居り、動くものは直に、此の引力に働かれて、静止の状態に變ずる。例へば、銃を放てば、銃丸は後方の火薬の爆發力で一時は飛んで行くが、其の動き出すや否や、引力に働かれるから遂に地面に落ちて来る。夫れに銃丸は、其の前面に在る空氣の抵抗を受け、側面から風が吹けば、又其の抵抗をも受くるによつて、第一則に唱へてある永久直線に走る運動は、到底見られない。

第二則には、運動しつつある物體に、他から第二の力が働けば、最初の運動は、第二の力の強弱に比例して、相當の變化を受くると云ふことが言つてある。是は實例を舉

ぐることが出来る。即ち銃丸が飛ぶ時に、之に働く第二の力は引力である。因て銃丸が直線からそれて、曲線を書いて、地に落ちるのは即ち引力が運動に變化を與ふる結果である。

吾々は試験によつて、銃丸其他空氣の抵抗に打ち勝ち易い重い物は高い處から落ちるときは地球の引力の結果として必ず、一秒時間に、十六尺落ちることを知つて居る。そして此の引力は、銃丸が他の方向に動いて居ても、亦働くものである。例へば、こゝに絶對平坦な地面地球面の彎曲に従はざる地面がありとして、此の地面から高さ十六尺の所で、銃を水平に射出とする。すると銃丸は、地面と平行する直線路を取らずして、次第々に地面の方に曲つた曲線路を取つて、丁度一秒時間の後には、地面に落ちて来る。若し此の銃丸が銃から出ると同時に、同じ高さから、他の丸を下に墜とすれば、此の丸も、銃から射出された丸と同時に、地面に落ちて来る、只其の落ちる場所が違うだけである。乃ち若し銃丸が飛ぶ時に地球の引力の働きを全く妨ぐることが出来れば、丸は、無論地面から十六尺の上を、直線に飛んで行くに違ひない。

斯やうに、第一則は直接に證據立つることは出来ないが、第二則と關連させて、之を證することが出来る。只此の試験の妨害をなすのは、空氣の抵抗である。因て正確

な結果を得るには、眞空で試験をしなければならぬ。しかし是は言ふべくして行はれ難いことである。

第三則の反作用(反動)と云ふのは、引力に就ても、又其の反対な反撥力に就てもある。磁石は鐵を引くものであるが、鐵も亦磁石を引くものである。銃を放つ時に、銃が後方に撥ね返へる力は、丸が前方に飛ぶ力と同じである。此の際若し丸と銃とが同じ重さのものなら、双方反対の方向に、同じ距離を飛んで行くのである。又二個の銃丸を、紐の兩端に結び付けて、之を回轉しながら、空中に投げ揚ぐれば、此等は相互に回轉しつつ、空中を飛び行くものである。若し兩丸が同じ重さであれば、丸は紐の中央を中心として回轉し、若し一方が他より重ければ、軽い方の丸は、大なる圓を畫き、重い方の丸は、小さな圓を畫いて回轉する。此の場合には、小丸の大丸に及ぼす影響は、大丸の小丸に及ぼすものより少ないに違ひないが、是は其の大小によるもので、實際の作用と反作用とは、銃から出る丸と同じで、常に同一である。

以上三則は、其の初め地球面のものに就て考へたものであるが、英國の物理學者サ
ー、アイザック、ニュートン Sir Isaac Newton (西曆千六百四十二年の誕生にて千七百二十七年に歿す)は、是は獨り地球上ばかりでなく、宇宙間を充たす天體にも亦適用すべきも

のであることを發見した。此の人は數年研鑽の結果、ケプレルの法則に擧げてある事柄は、ガリレオの三則より來るものであるが、此の三則は又宇宙間を支配する一大原理たる、萬有重力の法則の結果であることを認められた。此の大法則によれば、

宇宙間にあるとあらゆる有形的物體は、相互に牽引するものにて、其の力は、物體の質量に正比例し、相互間の距離の二乗に反比例するものなり、

と云ふのである。之をもう一層平たく云へば、宇宙間に在る物は皆相互に引き寄せ
る力を有つて居て、其の力は距離が増せば、其の二乗で減ずると言ふのである。

ニュートンが初めて此の法則を説いた頃には、之を直接に證據立つことが出来なかつた。二物體間の引力が、其の質量に正比例すると云ふことは、何人にも分り易い事である。是は即ち一人で綱を引張ると、三人で之を引張るとを比ぶれば、三人で引くときの力は、一人で引く時の力の三倍であると云ふと同じである。又三升の水の重さは、一升の水の重さの三倍であると云ふのと同じである。それで此のことは證據を擧ぐる必要がない。然るに距離の二乗に反比例して減ずると云ふことは、解り苦いのみならず、之を證することも、一寸六ヶしい。因て亦此の法則に據て其の強さを増減する光を例に取つて説明して見よう。例へば茲に一の燈火があつて、其

の光が一間ほど離れて、立ててある屏風の一尺四方の孔を通過して、燈火から二間ほど離れた他の屏風を照すとすれば、此の遠い方の屏風の光に照された面は、二尺四方（即ち四平方尺）ある。それで其の大きさは第一の屏風の孔の四倍になつてゐるから、光の強さは、四分の一に減じて居る理である。何故なれば同じ分量の光が、四倍大の面を照すからである。さて第二の屏風を、燈火から三間の距離に置けば、光の之を照す面は、第一の屏風の孔の大きさの九倍（三尺四方即ち九平方尺）になつて、光の強さは九分の一に減ずる。乃ち此法則は、距離が如何に遠くなつても、適用さるべきもので、光の強さは、四間の距離では、四四、十六分の一に減じ、五間の距離では、五五、二十五分の一に減じ、九間の距離では、九九、八十一分の一に減ずる。

ニュートンは、下のやうに考へた。地球を構造する總ての原子 *Atom* の引力の、綜合引力は、恰も地球の中心から来る様に働くもので、此の綜合引力は、地面（地球の中心を距る凡一千六百卅里）で、物を一秒時間に十六尺だけ落下せしむるに足る強さのものである。されば若し此の法則が、宇宙全體にも適用すべきものであるならば、地球の中心から二倍の距離（千六百三十里の二倍）に在る物體は、一秒時間に十六尺の四分の一、即ち四尺だけ落下すべく、三倍の距離（千六百三十里の三倍）に在る物體は、一秒時間に

十六尺の九分の一、即ち一尺七寸七分だけ落下すべきものでなくてはならぬと。此の事が事實であるかないか、ニュートンは、空中高く昇ることが出来たならば、直接に之を證據立つることが出来たに違ひなからうが、斯かる事は無論不可能であるから彼れは、他の方法で、之を證することに考へ付いた。それは太陰を利用してである。

前にも述べた通り、地球の表面で、水平の方向に、射出された銃丸は、地球の引力の爲に、一秒時間に十六尺だけ、下に引き落される。即ち其の地球面に、落下する時間は、空中を飛んで居ても、又單に手から墜されても、同じである。太陰は地球の引力で、地球の周圍を過ぐるもので、其の地球の中心からの距離は、其の中心と地球面との距離の六十倍ある。乃ち此の大陰を此の六十倍の距離で水平に放たれた大銃丸と見れば、此の大銃丸は地球の引力さへ働かなければ、直線に飛ぶに違ひないが、地球が、絶えず之を引くゆゑ止むを得ず地球を過ぐるようになる。さて六十の二乗は三千六百であるから、太陰は一秒時間に、直線方向から十六尺の三千六百分の一だけ、地球の方に引かれるのでなくてはならぬ。此の數は我が凡四厘四毛で、太陰の其の軌道に於ける運動と、相一致する。隨てニュートンの説は、少なくとも地球と太陰との間では、正確である。此の法則には、ガリレオも氣が付いたらしいので、其ことが、ぼんやり彼れの著書中

に載つて居る)。それから其の後、此の法則は太陽を過ぐる總ての遊星にも、遊星を過ぐる月にも又彗星にも當て筈まるることが知れたが、尙進んで言へば、宇宙間を充たす總ての星にも、當て筈まるやうである。

遊星の運動に就て、素人のちよつと判り苦い問題が二ある。一は、遊星は其の軌道の近日點に達した後、更に尙一層太陽に近づかないのは、何故であるかかと云ふことで、一は、遊星は遠日點に達した後、更に尙一層遠方に飛んで行かないと云ふことである。之を極めて簡単に説明することは、困難であるが、理窟は先左の通りである。

今茲に非常に偏心の強い軌道を運動する一遊星があると假定し、且此の遊星は、既に遠日點を通過して、近日點の方に向いて運動しつゝあるとする。そこで星が太陽に近づくと隨つて、太陽の引力が愈々大きくなる結果、星の速力も大きくなる。之が爲に其の取る路も、亦次第に眞直になつて来る。直線の方に近づいて来る。それで、星が近日點を通過する時には、速力最大で、直線路を取らんとする力も最大であるから、太陽の力も之を一層自分の方に引き寄せることが出来ない。是は丁度掛時計の振子が、地球の引力で最下點まで下るが、其の勢が強い爲に、地球の引力あるに拘らず、又反對の方向に昇るやうなものである。

遊星が次第に太陽から、遠くなる場合には、太陽の引力も次第に減じて、星の速力も鈍くなる。それで其の路は、太陽の方に曲つて、終に再び復太陽の方に向つて運動する様になる。遊星が偏心の弱い軌道を運動するときは、此の現象が著明でない。然し理窟は、矢張同一である。若し空間に、何にも運動に抵抗するものがなければ、上述の運動は、永遠に繰り返されて、太陽と衝突する憂もなく、又天外に飛び去る虞もない。若しあつたとしても、それは幾億萬年かの未來で、人類が滅亡して此の世を去つた永遠の後のことである。

乃ち引力は重力の結果であるが、其の重力は抑何であるかと云ふ問題がある。重力の働きの工合は分つたが、何故に宇宙間にあるとあらゆる物體は、互に相引き合ふであらうか、此事はまだ其の理由が知れてゐない。多くの人は、之を物體其の物に固有の性質と云ふが、或る人は外部から物質界を支配する獨立の一大勢力であると言つて居る。

初め引力は一分子から一分子に傳はるもので、而も其間の距離が、如何に大きくても、又其の間に、此等結び付くる媒物がなくても、差支ないものと考へられたが、然し今日では、此の説は取り消しとなつて居る。何故なれば、中間に媒物がなくて、分子の

働が傳へられるわけがないからである。夫で學者は宇宙間に、エーテル *Ether* と稱する媒物の存在を假定して居る。これがある爲、引力も働き又光線も星から來ると云ふことにしたのである。此のエーテルは果して存存するか、若し存在すれば、如何なるものであるかは、未來の學者の解決すべき問題である。

第三編

一 地磁氣と極光

支那では、既に太古に指南車と云ふものを用ひて、方角を取つたと云ふことが、歴史に載つて居る。指南車とは、どんなものであつたか、精しい説明がないから、明かでないが、察するにその主要部分は磁鐵鑿で作つた、一種の針のやうなものであつたらうと思はれる。何故なれば、磁鐵は、自由に動くやうにして置けば、磁針と同じく、一定の方向を指すからである。磁鐵や磁針に、一定の方向を指さす力を、地磁氣 *Terrestrial magnetism* と云ふ。歐洲で磁針を航海用にしはじめたのは、十二世紀であつたが、是が支那から傳はつたものやら、又歐人自身に發見したものやら、其の邊が判然しない。兎に角歐洲で始めて之を使用したのは、伊太利亞人であつた。夫から十六世紀までは、磁針を北方に引く力は、北極星にあると思はれて、又其の方向は、正北、正南であると信せられて居た。

方位角

然るに概して云へば、磁針は正北正南を指さすに、此の線の多少西か東を指す。此

の針の方向と正北正南の線との間の角度を方位角 Declination と云つて居る。そして此の方位角が、眞の南北線の東にあれば、之を偏東方位角 East declination (一名正方位角 Positive declination) と云ひ、西にあれば、之を偏西方位角 West declination (一名負方位角 Negative declination) と云ふ。方位角は、各地で多少異なるもので、同じ方位角を示す地を連結した線を、同方位線 Isogonic line と稱して、多少南北に走り、地球の南北兩極と、磁氣の南極兩極とを通過して居る。磁氣の北極 Magnetic north pole は、目下北亞米利加之北部、ブーシヤ、フキークス Booshia Felix 半島の西岸、北緯七十度三十五分、西經九十七度四十分の邊に在るが、千八百三十一年に、ジエームス、ロス James Ross が之を發見した當時には、もう少し南東の方にあつた。磁氣の南極に至つては、まだ精しいことは分らぬが、多分南緯七十二度五十分、東經百五十六度半の邊にある。

世界の中には、又全く方位角のない所もある。換言すれば、磁針が眞の南北を指す所もある。斯かる地を結び付けた線を、無方位線 Agonic line と稱して、此の線は、目下の所スピッツベルゲン Spitzbergen 島の東の方から、白海、露都のペトログラード、黒海の東端、波斯灣、印度の西方、濠洲大陸の西部等を経て、地球の南極に至つて、これから南氷洋を斜に横切つて、西北の方、南太平洋に出て、南米のブラジル國、西印度のハイチー Hay-

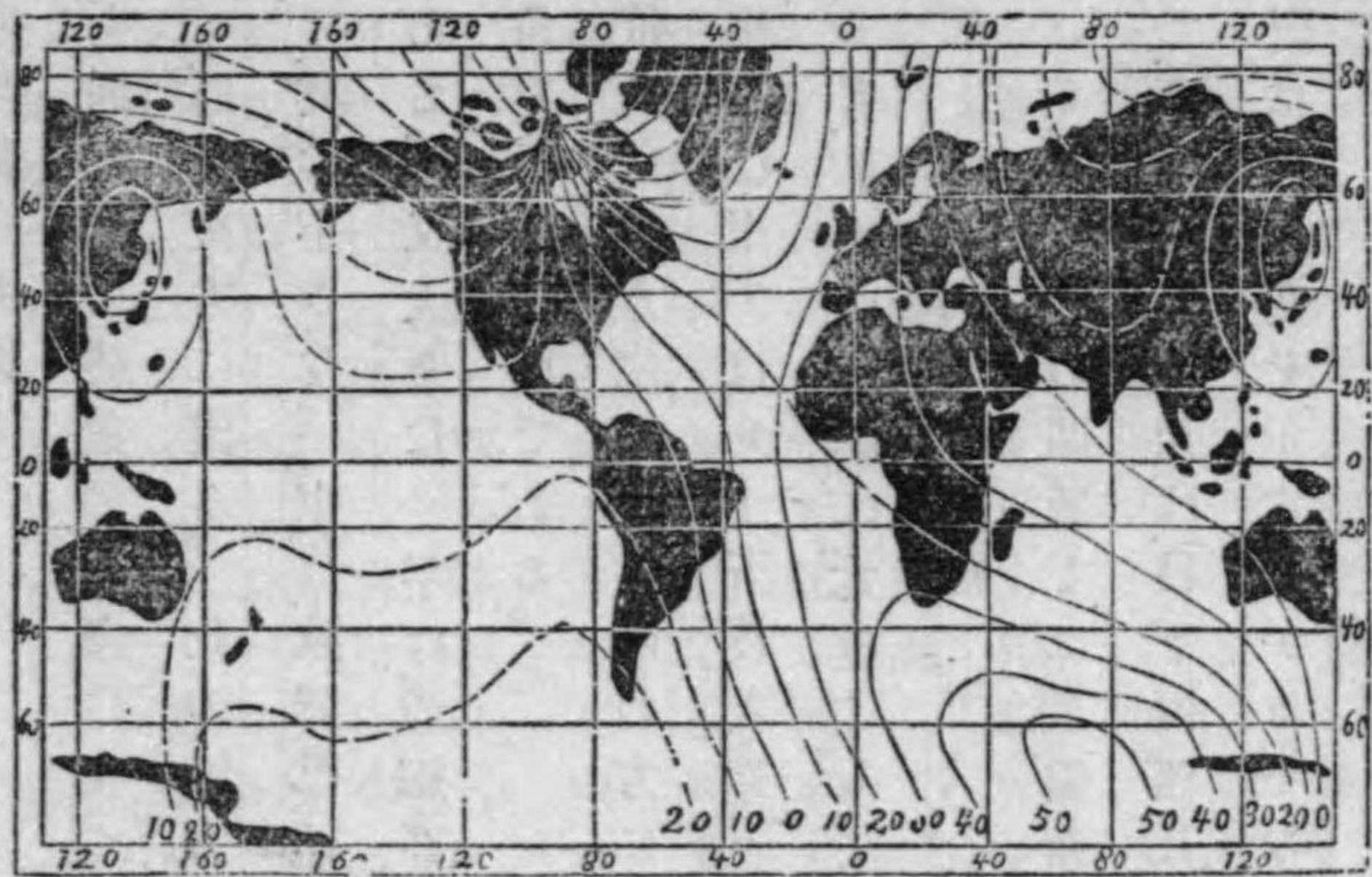
島の東部、合衆國チャールストン Charleston の東方、加奈陀 ハッソントン Hudson 灣の西部等を通して、磁氣の北極に至つて、それから更に地球の北極を越え、再びスピッツベルケン島の東方に出る。此の無方位線は、地球を一週するから、之を二個の不等半に分つて、其の小さな一半は、歐羅巴、亞弗利加、太平洋の全部を含み、偏西方位角を示すの地である。又大きな一半は、亞細亞、濠洲、太平洋、亞米利加之大部分を含んで、大抵偏東方位角を示すの地である。

方位角は、無方位線から西の方に向いては、次第に大きくなり、埃都ウキヤナでは、凡九度、佛都巴里では、凡十五度、英京ロンドンでは、凡十七度の偏西である。又東の方に向いても、初めは次第に大きくなるが、中途から、反對に次第に小さくなつて、遂に支那の東部と西伯利亞の東部とでは、全く無方位となつて、其の線は、一の橢圓に似た曲線を描いて、其の中の區域では、又偏西方位角を示して居る。日本は、丁度此の區域内にあつて、東京の方位角は、目下偏西凡四度、札幌のは、凡六度、長崎のは、凡三度半である。

磁針は、方位角を示すばかりでなく、若し之を重力の中心で空中に釣り下ぐれば、水平の位置を取らずに、其の一端を下に向くる。下に向く針と、水平線との間の角度を、傾角又は伏角 Dip と稱して、各地亦違つて居る。此の角度は、吾が東京では、目下凡四

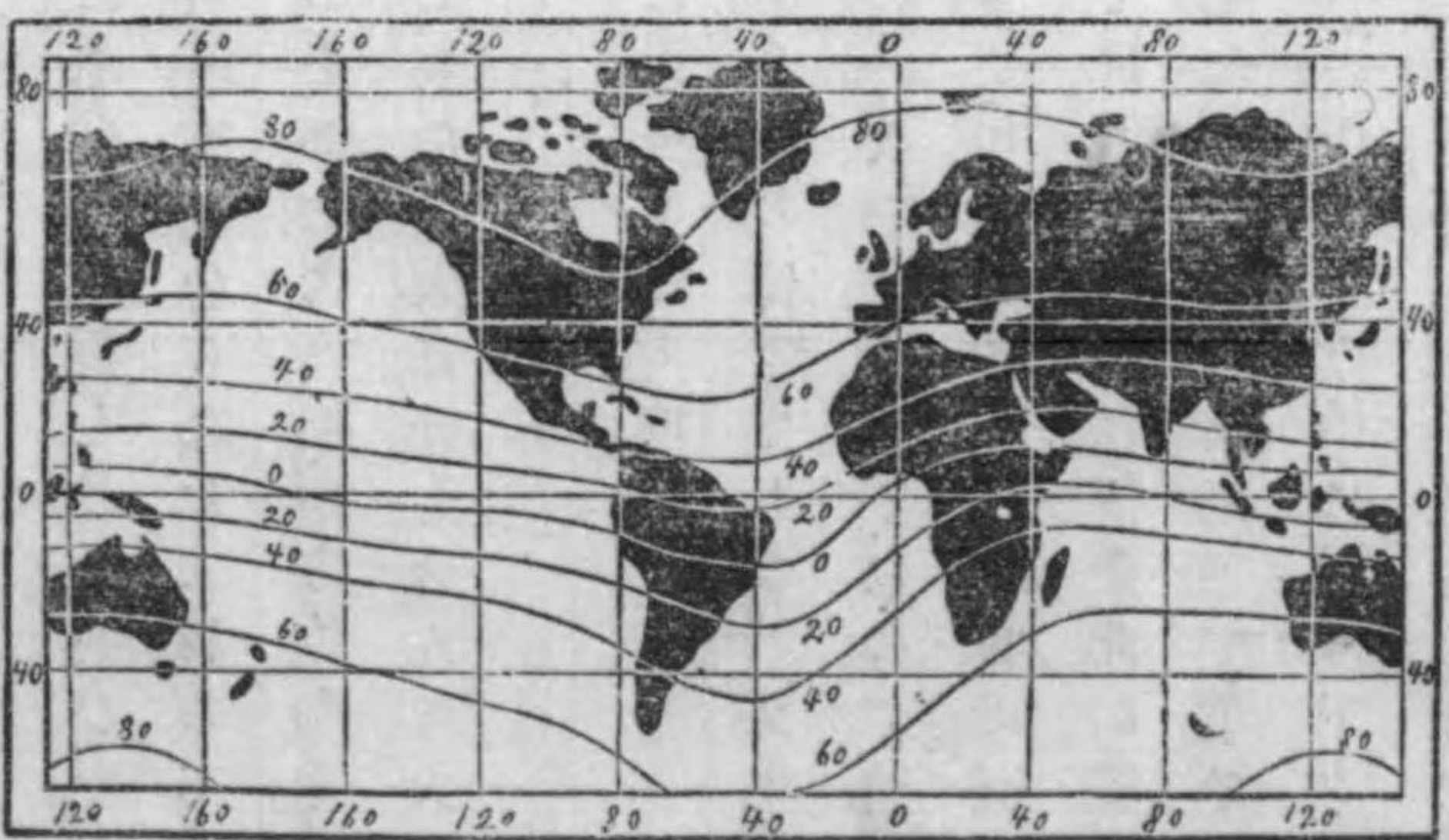
十九度半で、是から北に行けば、益大根室では凡六十度となり、南に行けば益小(長崎に

圖 十 二 百 第



線 位 方 同

圖 一 十 二 百 第



線 傾 同

ては凡四十七度半)となつて居る。乃ち赤道附近には、全く傾角を示さない所があり、又磁氣の南北兩極に行けば、針は直立する。(北極では、針の北端が下向きに、南極では、針の南端が下向きに)。同じ傾角の地を連結した線を同傾線又は同伏線 *Isoclinic line* と稱し、無傾角の地を連結した線を磁氣の赤道 *Magnetic equator* と稱し、孰れも多少彎曲しながら、略東西に走つて居る(第百二十一圖)。

磁針近くに磁鐵をもつてくれば、磁針は、其の靜止の状態を妨げられて、其の針の一端は、磁鐵の方に引き付けられて、其の指す方向を變ずる。夫から磁鐵を遠くれば、針はふるふる振動しながら再び舊位置に復する。此の振動は、地磁氣が惹き起すものであるから、之を磁氣力 *Magnetic force* と稱して、各地亦相異なるものである。即ち其の振動に遲速がある。此の磁氣力は、水平力 *Horizontal force* と垂直力 *Vertical force* とに分つべきもので、之を合せたものを全力 *Total force* と云ふ。此の磁氣力の全力は、概して赤道地方に弱く、極の方に進むに隨つて強くなる。目下、磁氣力の最も強い個所は、北半球では、北米のハドソン灣の東北、南半球では、南緯四十五度、東經百二十度乃至百四十度の邊で、最も弱い個所は、南米ブラジルの海岸を距ること遠からざる海中に在る。且最強點での針の振動は、最弱點でのものよりも、殆ど三倍速である。

方位角、傾角并に磁氣力は、萬古不變のものではなく、時々變化するものである。此の變化に三種ある。一は長年月を経て起る緩慢變化 *Secular variations* 一は一個年中の季節によつて起る年變化 *Yearly variations* 一は一日中の時刻によつて起る所の日變化 *Daily variations* である。

英京ロンドンでの緩慢變化は、左の通りである。

西曆年數	方位角	傾角
千五百七十六年	偏東十一度十七分	七十一度五十分
千五百八十年	偏東十一度十七分	
千六百年	偏東四度零分	七十二度零分
千六百三十四年	零度零分	
千六百五十七年	偏西三度零分	七十三度三十分
千六百七十六年	同 十三度零分	七十四度四十二分
千七百二十年	同 二十四度三十分	
千八百十六年	同 二十度三十三分	六十八度二分
千八百六十八年		

千八百九十年	同 十七度二十六分	六十七度二十三分
千九百年	同 十六度十六分	六十七度九分

我が東京での方位角は、文化元年(千八百四年)には零であつたが、天保元年(千八百三十年)には、偏西凡一度、文久元年(千八百六十一年)には凡三度十一分、今日では凡四度になつて居る。

年變化は、地球の太陽を過ぐる所から、生ずるものらしい。即ち毎月變化して行く。方位角は、概して夏に最小で、冬に最大である。但し其の變化は、多くは二十分以下である。

日變化は、甚だ小さなものであるが、方位角に就いて言へば、朝八時から、午後の二時頃までは次第に大きくなり、其の後は又次第に小さくなる。

地磁氣と、密接の關係あると思はれるのは極光 *Aurora polaris* と稱して、磁極附近では、屢々天に現はれる光の現象である。此の光の色は白、黃白、時に赤白で、多くは天に虹のやうに弓狀をなして現はれるが、然し場合によつては、天に幕を下げたやうな形のものもある。我が國では、最北の地に行いても、之を見ることは出來ぬが、歐羅巴では、瑞典、諾威時に北獨逸等からも見ゆる。さて此の光が、何故地磁氣と關係あるかと

云ふに、此の光が現はれる前には、磁針が必ず極めて不穩の狀を呈して、種々様々に動き、方角を見るに全く用をなさぬからである。之を稱して、磁氣の擾亂 Magnetic storm と云つて、極光出現の確實な前兆である。

極光出現の理由は、未だ判らぬが、一説に、地球は一大磁石のやうなもので、其の自轉に際して、地中より陽電氣が流出する。其の量は、赤道(自轉速力の最大な所)に最も大で、極の方に進むに随つて次第に小さくなり、極其の點では、零となる。故に、流出した陽電氣は、空氣の上層を、極の方に流れて、遂に此の方面の地中の陰電氣と平均する。此の際發する光が極光であると云ふことである。

天文地學講話終

明治四十二年八月十五日
明治四十四年十一月十五日
大正七年八月廿五日
再發行
刷行版

正價金壹圓五拾錢

著者 横山又次郎

發行者 荒川信賢
東京市小石川區音羽町四丁目十一番地

印刷者 渡邊八太郎
東京市牛込區櫻町七番地



發行所 東京市牛込區早稲田 早稻田大學出版部

刷印社會式株刷印清日

25984
b
*

所 捌 賣

名 古 屋 市	大 阪 東 區	東 京 京 橋	東 京 京 橋	東 京 日 本 橋	東 京 神 田
星 野 文 星 堂	盛 文 館	東 海 堂	北 隆 館	至 誠 堂	東 京 堂

(肆書各他其)

終