

少しづつ出来てくるのである。彗星の中には種々の分子を含んで居る。即ち其中の或る物は可なりの大さを有するし、又或物は非常に微細なるものであるらしい。其最も微細なるものは大抵著しく分離して稀薄なる瓦斯の状態となるのである。それで段々太陽に近づいて来ると、夫等の微分子は太陽からの反撥力に依つて後方に飛ばされ、彗星の頭の部分から短かい尾を生ずる。けれども大抵の細かな分子は矢張彗星の頭に附いて居る。それで太陽から非常に遠い場合に出来た彗星の尾は著しく微細なる物質より形成されるのである。段々太陽に近づいて来ると、太陽の潮汐作用も働くので、少し大きな物質も後方に反撥せられて、長い尾を形成するやうになるのである。それで太陽に最も近くなつた時に、最も尾が長くなる。其尾の各部分を精査すれば、漸次頭より遠ざかるに従ひ、分子の排列が密より粗に移り行くのである。即ち彗星の分子中、質量大にして、光壓に依つて左右されない様なものは、頭の部分に残り、それより小さきものは極めて核に接近せる尾の部分となり、段々微小となるに従て、漸く彗星の核を離れて、遠い部分に擴つたる尾となるのである。即ち彗星の尾の各分子の動く軌道は太陽の引力及び太陽の反撥力の合力に依つて、定まるものである。彗星の頭が其尾に及ぼす引力

は、其れが太陽に近き場合には殆ど勘定する程のものではない。彗星の尾を形成せる分子中最も軽いものは水素であるが、それは最も遠くまで飛び出すもので、通常一直線の尾となるものである。其次に水化炭素及び鐵等があるが、夫等は水素よりも重いからして、頭に近い部分の尾を形成して居るらしい。所が尾の形は、必ずしも太陽の方向と全く反對に、眞直に出て居るものではない。前に圖に示したるドナチ彗星をよく見ると、其最光の強い尾の形は著しく曲つて居るのを認むることが出来る。是は太陽の反撥力に比して太陽の引力が著しく強く働いて居るといふことを示して居るのである。即ち斯く曲げられたる尾は、少し重い分子から成立つて居るものであらう。又ドナチ彗星は其曲つた尾の外に、殆ど眞直な二つの尾を別に出して居る。斯く尾は種々の區別があるのである。其眞直ぐに出て居るものは、重に水素から出来て居て、直ちに太陽の光壓の爲めに遠く迄反撥されたものである。其次に水化炭素の類は、少しく曲つた尾を形成し、又鐵の如きものは、もつと曲つた尾を作るらしい。是等の成分は彗星の光を分拆することに依つて確められ得るものである。

### 第九十一節 彗星の衰頹 彗星の尾は、彗星の本體から投げ出されたる極

稀薄なる物質であるから、其質量は著しく小さいものであるけれども、それは彗星の本體に再び歸へらないことが多いからして、其爲めに彗星の質量は段々と減少せねばならぬ。尾は彗星が太陽に近づく時に、最長くなるので、物質の消散は其頃最著しく起るのである。それで、時々太陽に近づくことのある週期的彗星は、其度毎に段々物質を消耗して、遂に彗星自身の破滅を來たすことがあるのである。それ普通週期的彗星は、皆大抵小さいもので、餘りはつさりしないものが多い。或るものは殆ど見ゆる程の尾を有しないものもある。エンケ彗星の如きは極僅かな申譯的の尾を有つて居る。夫等は、大抵稀薄なる物質を皆失ひ盡したのかも知れない。又前に述べたピエラ彗星の如く、二つに分れて段々縮少し、終に消滅して了ふやうなものもあるのである。又今年現はる、ハリー彗星の如きも數百年前までは著しく光が強かつたやうであるが、其後段々其光が減少して來たといふのは、多分斯かる作用に依て、物質が減つたのであるかも知れない。是等の消耗されたる分子は、太陽系中に蒔き散らされて、恰も空氣中に於ける塵埃の如き状態になつて居るのである。其中の或るものは集りて流星群を爲し、或るものは又雙曲線或は拋物線の軌道を取つて太陽系から逃げ出すものもあるだらう。

けれども尾の生ずる事によりてのみ彗星は段々衰頽するものではない。ピョラ彗星の場合は、其最も著しき例であつて、頭が殆ど破壊された爲遂に消滅したものである。又一千八百八十二年に現はれたる大彗星の如きは、其後の方に、獨立に動いて居る所の、小さい彗星を澤山隨へて居つた。それは彗星の本體から分離して了つた物質が集合して出来たものらしい。又此彗星は外にも面白い現象を呈した。即ちその核は、始めは固まつた一個のものであつたが、段々分離して遂に六つ許りになつてそれが一直線に尾の方向に沿ふて並び、恰も珠數繋ぎのやうな状態を呈して來た。それは多分太陽の引力の爲めに潮汐作用を起し、爲に核が破裂して漸次破壊するに至る階段を示すものであらう。

**第九十二節 彗星の成分** 彗星の成分を知るには、其光を分光器に依つて分拆して生ずる、スペクトルを研究せねばならぬ。彗星のスペクトルは非常に奇麗なものであるが、それは一般に二つの違つた部分から成立つて居る。其一は薄い連続したスペクトルで、それは太陽の光が彗星の分子に依つて、反射されたものから生ずるものである。其二は連続して居ないで、所々に輝線のあるスペクトルで、それは彗星固有の光によつて生ずるものらしい。この二つが重なり合ふて

見ゆるのである。其内第二のスペクトルは丁度水素と炭素との化合物に依つて生ぜらるるスペクトルと非常に能く一致して居る。斯かるスペクトルを生ずる所から見ると、彗星の物質は、全體白熱の状態に達して居ないでも、少くとも一部分が必ず白熱せられた所がなければならぬ。實驗室に於て水化炭素を殆ど白熱の状態に熱することに依つて、彗星のスペクトルと殆ど同様なものを人造的に生ずることが出来るが、それにもつと能く似たものは管内に流星の微細なる破片を入れて、それに電氣の火花を通ずることに依つて生ずる光のスペクトルである。彗星の物質は、殆ど流星と同じやうな性質のものであるといふことは大抵分つて居るからして、斯かる物體の多數が群集せる場合には、其の間に引力の關係からして種々の衝突が起つて、其爲に電氣が発生するであらうと想像される。其電氣量は相互の衝突が激烈となる程益々大となつて、其間に火花を發するやうになり、其爲に相互の分子が著しく熱せられて白熱の状態に達し、遂に輝くやうになつたとすれば、丁度現に彗星が出すやうなスペクトルを出すやうな状態になるだらう。殊に彗星が太陽に近づく場合に於ては、太陽の電氣の影響を受けるから、斯かる作用は著しく強くなつて、彗星の分子は、尙ほ一層輝くに至るのであらうと想像され

る。即ち彗星の分子は、吾々が其各部分を見分けることが出来ない位、微細なもので且密着して居るから、其等の間に生ずる火花によりて、彗星が全体として光つて見えるのかも知れない。

彗星のスペクトルを能く研究して見ると、其中には炭素水素及び酸素及其等の化合物を含んで居るといふことが分る。夫等のものは矢張流星にも含まれて居るといふことが、隕石の研究に依つて分つて居る。又大抵の場合には、彗星はソチウム及鐵を含有して居るものである。

### 第九十三節 地球との衝突

時々彗星が地球と衝突するやうな噂を立てる人が能くある。又衝突したならば果してどういふやうな結果になるだらうかといふことに就て種々想像を廻らす人が多い。前に述べた彗星の性質を能く考へて見れば、それが地球と衝突した場合に如何なることが起り得るかといふこととの見當を大概附けることが出来る。けれども衝突といふ現象は、今迄あつた事もない様だから、將來も甚稀なるものであると考へなければならぬ。或る物好きの數學者はそれを研究して、約一萬年に一回ある位のものであらうといふことを言つて居る。彗星と地球と衝突する爲めには、二星の軌道のある部分が著しく近

接して居て、其近接して居る部分に丁度地球と彗星とが同じ時間に出會はさなければ、起る問題ではないから、先づ斯かることは普通有り得べからざる事であると思はれる。

けれども彗星は著しく大なるもので、頭の部分と尾の端とは非常に離れて居て、著しく状態が違ふからして、今迄述べた事は頭の部分と地球と衝突する場合を考えないのである。尾は非常に稀薄なる物質であるから、地球が其尾の中を通るとしても少しも危険なことはないのである。今迄地球が彗星の尾の中を通つて誰れも氣が付かなかつたといふことは、随分あるのである。それで吾々は單に頭の部分との衝突を考ふればよい。若し頭の部分と地球とが衝突するやうなことが起つた場合には、先づ著しき流星が起るであらう。それは彗星の頭を形成して居る所の分子が分離して落ちる爲めに起るのであつて、其數及び流星の大きさは其彗星の分子の状態に關係するものであらう。大抵の場合には、其流星は丁度ピラ彗星の残りのものゝやうに、極めて無難のもので餘り著しくないやうなものであるかも知れない。併ながら大きい彗星と衝突した場合には、それに依つて生ずる流星は著しく壯大なるもので、又長く續いて美觀を呈するであらうと思はれる。彗星の

頭が極小さい分子から出来上つて居るものであれば、地球の空氣はそれを完全に防禦し、其破片が地上迄達しない内に途中で燃やし盡くして、灰となして了ふ筈であるけれども、彗星の分子が著しく大きくて、數噸に達するやうな大きな石が澤山ある時には、それに依て生ずる流星は又著しく大なるものであつて、時には空氣の抵抗を破つて地上迄隕石となつて落ちて來るかも知れない。それは危険には相異なるが、其爲めに多數の生命が破壊されるといふことはないだらう。又彗星の中にサイアノゼンの如き有毒の瓦斯があるから、甚危険であると言ふ人があるけれども、其影響は殆んど感ぜられないだらうと思はれる。如何となれば、其瓦斯は非常に稀薄であるから、とても空氣内に侵入して、吾人を害する程の働きはなし得ない筈である。又或る人は彗星は地球と近づく場合に於て、其光が著しく強くなる爲めに、總ての人が盲目になるだらうといふて居る。或はさういふことがあるかも知れない。

其外彗星の地球に及ぼす引力の影響は著しくなり得るかも知れない。勿論彗星の質量は著しく小さいもので、地球の一萬分の一よりずつと小さいに違いないけれども、それが非常に地球に近づく場合には、或は強い影響を及ぼすやうになるか

かも知れない。即ち質量が地球の約一萬分の一の彗星が約五萬哩位の距離に來る時に、それが地球に及ぼす引力は、月と殆ど同じ位の潮汐作用を海水に及ぼすことが出来る。けれども、彗星の如く密度の著しく小なるものは、甚しく地球に近づく前に、地球の及ぼす引力の作用によりて、其各分子間を引離されるので、約百萬哩位の所に來れば、彗星の頭は遂に破裂する様になるだらうと云ふことは計算によつて分るのである。それで、彗星と衝突して危険があるなどと云ふことは、殆んど空想的の話で、實際吾人は何等もその事に就いて心配する必要はなからうと思ふ。

## 第三篇 宇宙

## 第十五章 恒星

**第九十四節 概観** 吾々は既に太陽系の研究を終つた。それで是から宇宙全體の研究に移らうと思ふ。吾々の太陽系は前に述べた如く、全宇宙から見れば、極一小部分であつて、よく譬喩に蒼海の一粟といふ言葉があるが、其一粟よりもつと小さいものだらうと思はれる。地球は其太陽系の中の微なる一分子で、其上に又極微たる人類が棲んで居るのであるからして、吾々と宇宙とを比較すると其間に想像を絶する程の差異があるのである。それで宇宙の大から考へると、吾々の人類といふものは殆ど論ずるに足らぬ程の小さなもので、何も宇宙が人間の爲めに出来たとか、或は人類が宇宙の主宰者であるとか、萬物の靈長であるとかいふやうな説は論ずる程の價値はないかも知れない。けれども、吾人に智識欲の存する限り、吾人の眼は上方に向ひ、宇宙の全部を征服せむと努力すべき筈である。所で宇宙は空間的に考ふるも、又時間的に考ふるも皆等しく無限であるからして、

逆も有限なるべき吾人々類の智識を以てしては、其全體を知り盡すことが出来なだらうと思はるゝ。吾人の肉眼に映ずる恒星に就て考へて見ても、其距離は非常に遠いものであるから、其研究は亦非常に困難である。けれども古今の學者の研究は、常に吾人にある智識の結果を齎らしつゝあるからして、予はこゝに簡単に今迄の研究の結果の大要を述べて見やうと思ふ。

**第九十五節 星座** 吾人が一々の恒星を區別する爲めに、それに名前を付ける必要が起るのである。實際恒星の數は肉眼で見ても餘り多くはないけれども、望遠鏡で見ると非常の大數に上つて、一々それに名を付けるといふことは殆ど不可能の事であるからして、天球を幾つかの部分に分けて、其中に在る星に番號を付けて各恒星を區別する便りにするのである。其區分せられた天球の一部分を星座と名付ける。即天に於ける星座は國に於ける縣や郡に相當するやうなものである。所で星座を定める爲めに、吾々は其中に含む恒星を用ひなければならぬ。恒星は長い年月の間殆んど變らないで、天球上の一定位置に止まり、恰も永久に靜止して居るものゝ如く輝いて居るのである。それで恒星と惑星との間に直ぐ區別が付く。惑星は常に少し宛位置を變へて、轉々循環し止まる所を知らないの

ある。それで初め星座を定むる時には、相接近せる數多の恒星の一群を、まとめて、一つの星座と定めたのである。爲に其境が不明瞭な事が多い。所が恒星とても全く其位置及び光を變へないといふことではないけれども、其距離が著しく遠いので、我々の肉眼でも、望遠鏡でも、短時間の間に其位置の變化しつゝあるといふことを認むることが出来ない。それで六千年前の埃及人も吾々と同じやうな形の星座を眺めたのである。さうして殆ど現在と、少しも肉眼的に相違した點を見出すことは出来なかつたであらうと思はれる。

附録の天圖に依て吾々は北方の星座を知ることが出来るが、夫等の星座の起原といふものは非常に古いものである。多分西曆紀元前にカルヂヤ及びギリシヤ等で定められたものだらう。それで其堺及び各星座の大きさ等は著しく不規則である。又星座の名前は重にカルヂヤ及び希臘等の神話に關係して居るものである。それで希臘の種々の神様の名前が星座の名稱となつて居るものが多い。其名稱には頗る奇怪なものがあつて、吾々が見て不思議に感ずるものが多い。附録の天圖に載せたる星座の名前は西洋の星座の名前を翻譯したものであるが、其中には頗る滑稽な名がある。例へば大熊星座は大きな熊の形に似て居る所て附けら

れて居るもので、其中の所謂北斗七星と稱せられたる部分は、熊の尾に當るものである。又獅子座は獅子の蹲つた形で、カシオペア座は椅子に凭り掛つたるカシオペアといふ女王の形を現はし、アンドロメダ座は岩に縛り附けられたる處女の賦であるそうだ。併し斯ういうた所て、實際の星の形と、星座名との間に殆ど類似のないものが多く、大抵は牽強附會の甚だしいものである。昔の人は單に空想で名を付けたに過ぎないのであるから、強いて咎むることは出来ない。古來の星表の番號も、皆これを襲用したので、現今でも、矢張りこの奇怪な星座を使用して居て、急に改むることは出来ない様になつてしまつた。又大なる恒星は、各固有の名稱を持って居るものが多い。

**第九十六節 恒星の數** 星の數は常に濱の眞砂と引合に出されて、數限り

ないといふ形容詞に用ひられて居るけれども、それは頗る不相應なことである。實際吾々が普通の晴天の場合に、肉眼で勘定し得る星の數は頗る僅かなものである。即ち普通、眼の鋭い人が空氣の濁つて居ない晴天の晩に、約三千乃至四千の星を勘定し得るに過ぎないのである。それ等よりも光の薄い星は實際澤山あるけれども、吾々の眼には殆ど星としては映じないで、唯ぼんやり明るく見えるのみで

ある。星明かりと稱する、天空の光輝の半分以上は、肉眼で識別することの出来な  
いやうな薄い星から來るのである。又銀河即天の川は光の極く薄い星の密集團  
である。それでそれを大きな望遠鏡で覗くと澤山の星が其中に集合して居ると  
いふことが分る。そういふ肉眼で見分けられない小さい星は、銀河の部分のみな  
らず、到る處随分澤山あるのである。斯かる望遠鏡でのみ見えるやうな星の数は  
非常に多數に上つて、殆んど數億に達し實際吾々は逆も勘定し盡すことは出来な  
い。

### 第九十七節 恒星の光度

星の光は、皆一樣でなくして、或る星は非常に  
光が強く、或る星は非常に弱いといふことは、吾々の肉眼で直ぐ觀察し得る事であ  
る。昔から其現象は注意せられて居たので、古い希臘の天文學者は、肉眼で見得る  
丈の恒星を、光の度合に依つて六等に區別した。そうして極く光の強い五六の恒  
星を第一光度の恒星或は第一等星と名づけ、光の極く薄くして肉眼で漸やく見分  
けの付く位の星を第六光度の恒星或は第六等星と名づけ、其間の光のものを、それ  
／＼第二光度、第三光度、第四光度、第五光度の恒星と稱したのである。是等の區別  
は單に星の吾々の眼に映ずる光の強弱に依つて付けたものであるから、無論星の

實際の光の強さ或は實際の大きさに直接比例して居るものではない。肉眼で見  
える星は斯く六等級に分れるが、それよりも光の弱い望遠鏡のみで見得る星の間  
にも、其等級を擴張して行くことが出来る。それで第六光度の星よりも猶小さい  
ものは、第七光度の星と名づける。かくして漸次弱い光度の星に進んで行き、現今  
では極大な望遠鏡及寫眞の力で第十四光度乃至第十七光度位の星迄見別け得  
ることになつて居る。

此光度の標準を恒星のみならず、惑星及び太陽、月等にも應用することが出来る。  
其場合に於ては、是等は一等星よりも遙かに大きいから、それ等よりもつと少な  
い等級の星としなければならぬ。それで一等星よりも光の強い星を零等星と  
名づけ、其上をマイナス一等星と名づけ、其上をマイナス二等星といふ風に名づけ  
るのである。其標準に依つて勘定して見ると、太陽はマイナス二十七等星、金星の  
最も光る時はマイナス三等星、海王星は普通の八等星と同じである。所が恒星で  
も二三のものは著しく光が強いので、マイナスの等級に這入るものがある。シリ  
ヤス即天狼星、大犬座 $\alpha$ は恒星の中で最も輝いて居るもので、マイナス一光度の星  
である。又アークトゥラス(牧夫座 $\alpha$ )及び織女星(琴星 $\alpha$ )は零光度の星である。



光度の増加と光の強さとの關係は互互にどういふ工合になつて居るかといふと、普通一光度を増す毎に光の強さが約二倍半丈増すことになつて居るのである。それで第一光度の星は第二光度の星の二倍半の光を吾人に與える。又二等星は三等星の二倍半の光を有つて居るのである。それで金星の最も輝いて居る時は天狼星の約六・三倍の光を有つて居るのである。所て此二倍半といふ比例は嚴密にいふと少し違ふのであるが、それは測定法の問題に關係するので今此書で述べらるやうな範圍でなからうと思ふ。星の光度を測定するには特別の器械があつて、頗る面倒なものである。

**第九十八節 光度に依る恒星の分類** 第六等星までの星の總數を勘

定することは種々の人に依つて企てられたが、其中殊に米國に於けるハーバード天文臺の光度觀測、及びアルヘンチナに於けるクールド氏の觀測が最も其精密なるものらしく思はるゝ。今それ等に就てニウコム氏の拵へたる各等星の總數の表を擧げて見ると下の如きものである。

總數	21
	73
	230
	736
	2476
	7647

光度星の數	21
0及び1.	52
2	157
3	506
4	1740
5	5171
6	

總ての星は正確に五等星或は六等星とはなつて居ないで其間の等級のものが随分澤山あるのである。それ等を示す爲めに吾々は光度の小數を用ゐるのである。即或る星は五・五等星であるとか、或は六・一等星であるとかいふやうに區別するのである。所て表に示したる五等星の總數及び六等星の總數は皆其五等星の前後の光度の近きものを集めたもので、詳しく言へば、五等星は四五以下五五以上の星を集めたものである。斯く此表に依りて見れば肉眼で見ゆる全體の星は兩半球に於て八千に達しない位であるからして、吾々が同時に見得る一つの半球に於ては、三千位の星しか見ることが出來ないのである。所て此表を觀察して見ると、各等星の數は各其上の等級の星の數の殆ど三倍となつて居る。六等星以下の星即ち望遠鏡に依りてのみ見える星の數は、未だ全體の空に亘つて數を勘定したものが無いので、しつかりしたことは云へないけれども、兎に角或る一部分に就ての

観測はあるので、其数が光度の減ずるに従つて漸次増加し、且其比例は矢張一等級毎に約三倍であるといふことが分つて居る。それでは其増加の比例を一等級毎に三倍であると假定して第十五等星迄の總数を勘定して見ると八千六百萬個の星が其中にあることになる。ハーシエル氏は、氏等の有せる大望遠鏡にて、空の或る部分に見える星の總数を勘定して、それに依りて全天空を推算し、空全體に約五千八百五十萬の星があらうといふ結果を出して居る。ハーシエルの有せる望遠鏡は、現今の大望遠鏡よりも頗る不完全であつたので、總て現今見得る星を見得なかつた筈である。それでもつと望遠鏡が發達すればもつと多くの星を見ることが出来ても知れない。近來寫眞術の發達に依つて、如何なる望遠鏡でも見えないう、光の微かなる星を寫すことが出来るやうになつたので、星の数が一段と殖えたりやうである。實際寫眞で寫し得る全體の星の数は數億以上に達するであらうと思はれる。

昔の人は恒星の距離が皆一定して、天球に附着して居るものやうに考へて居たから、肉眼に光が強く見える星の光が實際強いのであつて、薄く見える星の光は實際小さい弱いものであると考へて居つたけれども、近來は其考は廢たれて了つ

た。唯今では光の強い星は比較的距離が近いのであつて、薄い星は距離が比較的遠いのであると説明した方が穩當である。其れを證する爲めには星の距離を測定する必要がある起るのである。星の距離が分れば、吾々はそれに依つて星の光の實際の量を知ることが出来る。

### 第九十九節 恒星の距離

恒星の距離を測定するといふ企ては、太古希臘に於てもなされたが、成功することが出来たのは、極近來のことである。其観測は著しく精密なる器械と熟練と忍耐とを要するので、非常に困難なる事とせられて居る。實際或る一つの星の距離を定むる爲めには數年乃至數十年間其星の観測することが必要である。吾々が月の距離を観測する場合に、地球上に非常に隔つたる二點から月を見込み角を測ることに依つて、三角術の應用として、月の距離を計算したのであるが、恒星の場合には距離が餘り遠いので、其方法を應用することが出来ない。即ち恒星の方向は地球の北極から見ても南極から見ても、殆ど平行的に同じ方向に見えるのである。それではもつと隔つたる二點を取つて、其の兩點から恒星を見込む角を計算する必要がある。吾人が宇宙間に於て往復し得る最も大なる距離は地球の軌道の兩端の間である。即ち夏と冬、或は春と秋と

に於て吾々は地球の軌道の一方の端と他方の端にあるので、春に或る星を見たる時の方向と、秋に其同一の星を見たる時の方向とは、地球の位置が軌道の兩端にあつて、著しく離れて居るから、恒星の見ゆる方向が少しく變らなければならぬ。故に春夏秋冬引續いて同じ星を觀測して居ると、其星は少し宛位置を變じて行く様に見え、地球が再び元の位置に還れば、其星も始めの位置に還へるやうになるのである。即ち地球が一公轉する間に星も天球上にて小さい圓を畫く様に見える。それを利用して、吾々は星の距離を計ることが出来る。所が恒星の距離は非常に遠いもので、一年中の其位置の變化といふものは、極めて僅であつて、何か標準とするものがなければ、吾々は殆どそれを知ることが出来ない。其爲めに吾々はある恒星の距離を測らうとする時には、其附近に在る小さい恒星を其標準として選ぶのである。比較的小さな恒星は、距離が非常に遠いので、吾々が逆も勘定することの出来ない程のものが多くからして、斯かるものは殆んど不動と認むることが出来るのである。其星に比較して他の比較的吾々に近いと思はるゝ星の位置の變化を見るのである。其位置の變化を、吾人は視差と名づける。斯かる方法に依つて始めて恒星の距離を勘定したのは、千八百四十年頃の事、獨逸の天文學者ベッ

セル及露西亞の天文學者ストルーパー二氏の事業であつた。實際恒星の視差は非常に小さいもので、大抵は殆ど一秒に達するものはない位である。一秒といふ角は精巧な器械でなければ、逆も見分けることが出来ないやうな小さい角である。一秒以下となれば測定は又非常に困難であるが、現今では兎に角一秒の百分の一まで出せる様になつて居る。けれども視差の分つた恒星の數は甚だ僅かだ、まだ百に達しない位である。其外の恒星は吾人が測り得る程大なる視差がないのだらうと思はれる。視差が分れば吾人は地球の軌道の直径の長さを知つて居るから、それに依つて恒星の距離を計算する事が出来る。今迄知れた結果に依れば、ケンタウルス星座の $\alpha$ 星は最も太陽系に近い星であるが、それは約二十五兆億萬哩位である。斯く哩で現はしては餘り數が大きいので一寸想像し兼ねるからして、吾々は恒星の距離を外の單位にて現はす様にして居る。即ち光が其間の距離を通過するに要する時間に依つて現すのである。光は約一秒間に十八萬六千哩を走るものであつて、太陽から地球迄來るのに八分十八秒かゝる。所でケンタウルスの $\alpha$ 星から光の來る長さは約四年三ヶ月位である。光の一年間に通過する丈の距離を一光年と名づけ、それを以て普通恒星の距離を現はす

事にして居る。今吾人に近い星から順々に數個の恒星を列べて見るとそれは左の表の如きものである。

注意、小星の星名は特別のものなる故記せず、赤經及赤緯の説明は附録天圖を見るべし

番號	星名	光度	赤經 (時)	赤緯 (度)	視差 (秒)	光年
1	ケンタウルス a.	0.7	14.5	-60	0.75	4.3
2	×	6.8	11.0	+37	0.45	7.1
3	白鳥 61.	5.0	21.0	+38	0.40	8.0
4	ヘルクレス η.	3.6	16.7	+39	0.40	8.0
5	大犬 a.	1.4	6.7	-17	0.37	8.7
6	×	8.2	18.7	+59	0.35	9.1
7	小犬 a.	0.5	7.6	+5	0.34	9.4
8	龍 γ.	4.8	17.5	+55	0.30	10.6
9	×	7.9	0.2	+43	0.29	11.0
10	×	7.5	23.0	-36	0.28	11.4
11	龍 σ.	4.8	19.5	+69	0.25	12.8
12	×	9.0	17.6	+68	0.25	12.8
13	カシオペア η.	3.4	0.7	+57	0.25	12.8
14	鷲 a.	1.0	19.8	+9	0.21	15.2
15	印度人 ε.	5.2	21.9	-57	0.20	16.0
16	×	6.7	10.1	+50	0.20	16.0
17	大熊子 10.	4.2	8.9	+42	0.20	16.0
18	雙子 a.	1.5	7.5	+32	0.20	16.0
19	×	8.5	11.0	+44	0.20	16.0
20	エリダヌス 0 <sup>2</sup>	4.5	4.2	-8	0.19	16.8
21	×	9.0	11.2	+66	0.19	16.8
22	×	8.0	9.1	+53	0.18	17.8
23	×	7.1	20.0	+36	0.18	17.8
24	×	6.5	10.1	+50	0.17	18.8
25	カシオペア β.	2.3	0.1	+59	0.16	20.0
26	蛇遺 70.	4.4	18.0	+2	0.16	20.0
27	×	6.5	11.2	+74	0.15	21.4
28	×	6.6	11.8	+39	0.15	21.4
29	カシオペア μ.	5.4	1.0	+54	0.14	22.8
30	エリダヌス ε.	4.4	3.5	-10	0.14	22.8
31	小海熊 β.	3.2	8.9	+48	0.13	24.6
32	海蛇魚 a.	2.9	0.3	-78	0.13	24.6
33	×	1.0	22.9	-30	0.13	24.6
34	×	6.0	23.1	+57	0.13	24.6
35	白鳥 ε.	2.5	20.8	+33	0.12	26.7
36	後髮者 β.	4.5	13.1	+28	0.11	29.1
37	馭者 ψ.	8.8	6.6	+44	0.11	29.1
38	ヘルクレス π.	3.3	17.2	+37	0.11	29.1

此表に依つて見ると、必ずしも光度の強い星が距離が近いといふ譯でもない。近い星の内にも著しく光の弱いものが随分ある。勿論總ての恒星に就て未だ視差の観測は遂げられないからして、此等よりも、もつと吾人に近い星があるかも知れない。

### 第百節 恒星の固有運動

是等の恒星の距離に就て考へて見ると、各々の恒星の間の距離は著しく離れて居るといふことが分る。斯かる大なる距離に於ては相互の引力の影響は非常に小さいものであつて、殆ど相互に引力を及ぼすことがないものと考へても差支ない位である。それで若し或る一つの恒星が、一定の速度を以て運行しつゝあるとすると、其速度及び運行の方向は、殆ど他の恒星の引力に妨げられずに直線運動を続けることが出来るらしい。實際多くの恒星は、皆斯かる運動を爲しつゝある様に見える。けれども距離が餘り遠いので、吾々はそれ等の運動を一寸では認むることが出来ない。希臘の古代の天文學者ヒッパルカス及びトレミーは恒星の運動を注意して観測したけれど、發見し得なかつたので、後世の人への参考にとて、當時地球上に一直線に並んで見えて居た多くの恒星の表を拵へて居いた。若し各々の星が色々の方向に運動しつゝあるものと

すれば、數千年の後には一直線に並んだ星が曲線の形を爲すやうになるかも知れないと思つて、かゝる事をしたのである。所で其後約二千年を経た今日に於ても彼等の示した直線の上にある數個の恒星は依然として殆ど直線に見えて居るのである。けれども二三の星は、少し許り變つて居るものもある。恒星の運動の速度は實際は非常に早いものであるにも拘はらず、距離が非常に遠い爲めに、二千年間経つても、吾々の眼では殆ど其位置の變化を識別することは出來ないのである。昔は無論、恒星が自から位置を變ずるといふことは分らなかつたのであるが、其運動の存在が確定されたのは、恒星の距離の測定よりも少し前に過ぎなかつた。斯く恒星が地球の運動の爲めでなく、自ら一定の方向を取つて運動することを、恒星の固有運動と名づけるのである。

十八世紀の中頃からして星の位置に関する測定が著しく緻密になり、又觀測の數も多くなつて來て、固有運動に関する多くの研究材料を供したが、近頃は又寫眞に依つて星の位置を永久に保存する計畫が起つて、著しく其研究に精密の度を加へたのである。夫等の結果で現今恒星の固有の運動の定められたるものが甚だ多い。

恒星の固有運動の量は著しく小さいもので、逆も肉眼杯では數千年経つても識別されない位のものが多いので、其最も大なるものでも、一年に一秒位しか動かないのである。即ち月の直徑の一端より他端迄、或恒星の位置が變る爲めに、約二千年もかゝる位な星が最も速度の速いものである。南半球に非常に早い固有運動を持つて居る小さな恒星があるが、それは約一年に九秒位の割合で動くのである。けれども斯かるものは極めて例外である。固有運動の大きさは星の距離に依つて非常に變つて見える筈である。即ち同じ丈け動く星であつても、その距離が二倍になれば半分の量しか動かないやうに見えるのである。それで固有運動の大なる星は比較的近いものかも知れないといふ想像を起すことが出来る。實際固有運動の大小に依つて、吾々は距離を測定すべき星を選択するのである。

固有運動の研究はまだ一世紀位前からの觀測の結果を用ふる位に過ぎないから、充分なことは分らないけれども、今迄の結果に依ると總ての恒星は大抵一直線に一秒間に數十哩乃至數千哩の速度を以て動くやうに見えるのである。所で其運動の方向は全く一定して居らない。或るものは北に、或るものは南に、或は東に、或は西に種々なる方向を取つて運動しつゝあるのである。けれども吾々

が星の位置の變化に依りて知り得る運動は、單に吾々の見る視線の方向と直角なる方向に於ける運動の一部分のみに過ぎないので、若し星が吾々の方に向つて來るか、或は吾々と反對の方向に退くかする場合に於ては、單に位置の測定のみでは、其運動を知ることが出來ない。それで星の實際動く方向を知る爲めには、吾々の視線の方向に於ける星の運動を知ることが必要になつて來る。

### 第一百節 視線の方向に於ける恒星の運動

視線の方向に於ける恒星の運動を知ることが出來たのは、まだ三十年位しか経たない前の事である。星の距離が近ければそれが吾々に近づくか、或は遠ざかるかといふ事は、其光の増減の具合等に依りて識別する事が出來やうけれども、恒星は非常な遠距離にあるので、少し位前後に運動した所で、吾々は逆も光度の變化としてそれを識別することが出來ない。けれども物理学上の不思議なる発見の結果、遂に此運動を測定し得るやうになつた。それはドップラー氏の発見したる原則に依るのである。即ち或る光れる物體のスペクトル中の黒線を觀察すると、發光體が静止して居る時と、前後に動揺する場合とは、黒線の位置が少しく違ふのである。即ち發光體が非常な速度を以て近づきつゝある場合には、黒線はスペクトルの紫色の方に少し移

動し、遠ざかりつゝある場合には、黒線が赤色の方に移動するものである。所で黒線の動き方は非常に小さくて、一寸肉眼では識別されない位であるから、それを測定することは非常に困難なるものである。或る恒星の視線上に於ける速度を研究せんとする時には、吾々は星の光の生ずるスペクトルと、通常の静止せるランプの焰より出るスペクトルとを並べて寫すやうな装置をして、それ等の中にある黒線の位置を比較研究するのである。其爲めに、普通はスペクトルを寫眞にして、其寫眞の種板を精密に測定することに依つて、其黒線の位置の移動を知るのである。斯く非常に困難な仕事であるけれども、現今は其測定術が非常に進歩したので、随分良い結果が得られるやうになつた。其結果に依ると、恒星の視線上に於ける速度は、殆ど惑星が自己の軌道の上を運行する速度と似たものであつて、大抵一秒間に六十哩以下のものである。即ち速い恒星は一時間に二十萬哩位の速度で動きつゝあるのである。此視線上の速度固有運動及距離が分つて居れば、吾々は恒星の運動の状態を精密に知ることが出來る。詰り是等の三つの量は互々に相關聯したるものである。距離が分らなければ固有運動の實際の早さを知ることが出來ないが、視線上に於ける運動はスペクトルの黒線の移動の量に依つて、直ちに實

際、速度を計算することが出来るものである。

### 第二百一節 星群

大熊星座に属する四つの星即ち $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 、 $\epsilon$ といふ四つの星は、殆ど同様な固有運動を有し、其運動の方向も速度も、可なりよく一致して居るのである。即ち是等の四つは、相伴ふて宇宙を旅行しつゝあるものであるから、斯かるものを星群と名づけるのである。其後、是等の四つの星の視線上の速度を測つて見たら、殆ど皆同様であつて、約一秒間に十八哩の速度を以て吾人に近づきつゝあることが分つた。同星座の $\delta$ は固有運動は前の四つと殆ど同じであるけれども、視線上の速度がまだしつかり分らないので、多分此群に属して居ないだらうといふことである。所て是等の星の地球からの距離は皆分つて居ないから實際の速度を定めることは出来ないが、光度の同様な他の恒星と比較して考へると大抵百分の二秒位の視差を有する位の距離に有るらしい。即ち約百六十光年の位である。すると此等の星の運行速度は、地球が太陽の周りを公轉する速度の殆ど二倍位の早さであらう。どうして斯く相互の間の距離が非常に隔つて居る數個の恒星が一樣に運動を爲しつゝあるかといふことは、まだ疑問で、適當の説明を爲す事が出来ない。大熊星の中にある $\alpha$ 及び $\eta$ 星は、此運動に加はつて居ないか

ら今より數萬年の後には、北斗七星相互の位置は漸次違つて來て、ずつと形の變つたものが出来るだらうと思はるゝ。

スバルも亦かゝる星群の面白い一例である。スバルは東京では六連星などと唱へて居るが、牡牛星座に属するもので、澤山の星が群集して居るので非常に著しきものである。普通肉眼では六つ或は七つ位しか見分ける事が出来ないが、望遠鏡或は寫眞で見ると非常に澤山の星が群集して居る。其中の六十以上の星は皆同じやうな固有運動を有して居るものである。それで、これ等は一團のものであることが分る。

斯く總ての星は殆ど種々なる方向の固有運動を有つて居るものであるから、星座の排列は段々崩れて、變つて行くべきものであるが、それは著しく年數の掛ることであつて、殆ど數十萬年を費さなければ、肉眼で見分けることの出来る位變化を來たすことはないだらうと思はるゝ。

### 第二百三節 太陽の運動

多くの恒星の固有運動を色々組合せて考へて見ると、又一つ面白い結果に到達することが出来る。即ちそれに依て太陽が空間を運行する方向及び速度を知ることが出来るのである。其原理は極めて簡單であ

る。若し太陽が地球及其他の惑星を引き連れて天空の一方に向つて常に動きつゝあるものとすれば、其方に在る星は年々少し宛太陽の方に向つて動き、又其反対の方向に在る星は年々少し宛太陽から遠ざかつて行くやうに見えなければならぬから、それを調べればよいのである。

各恒星の固有運動をよく考察して見ると、確かにさういふやうな傾向があることが分つた。けれども恒星の固有運動は見た所では、著しく小さなものであるから、逆も数年間の観測では結果が得らるゝものではない。数十年乃至數百年來の種々の観測を綜合して、漸くある結果を得るのであるが、それでも未だ充分とは言へない。種々の學者がこの問題に手を着けたが、大體それ等の結果は一致して居る。即ち銀河の近傍に在る織女星(琴星座の $\alpha$ )附近を目蒐けて、吾々の太陽は絶えず真直に動く様である。其速度も種々の人の計算に依つて少し宛違つて居るけれども、平均略々一秒間に十一哩位の速度であるらしい。これ位の速度は恒星界にありては餘り早い速度とは言へない。太陽の軌道は或は直線ではなくして、他の種類の曲線であるかも知れぬけれども、斯かることは、數百年の研究を待たなければ、其精確なる事實を知ることには出来ない。

#### 第四百節 恒星の距離と光度との關係

光の強さは發光體からの距離に依つて著しく變ずるものである。距離が二倍になると光の強さは四分の一に減ずる。即ち距離が増す事によりて光の強さの減ずる割合は、距離の自乗に反比例するものである。それで恒星の光度は其恒星と吾人との距離に關係するところが少くない筈である。實際光の強い恒星は比較的吾々に近いもので、弱い恒星は比較的吾々から遠いものであるといふことは分つて居るけれども、恒星の距離は非常に大であるから、吾々の眼に光度の差を生ぜせしむる爲には、一秒間に六十哩位の速度で一千年以上も吾々の方に近づくか、或は吾々と反対の方に去るかしなければ、其恒星の光度が眼に見える位の變化はなさないのである。

此理を應用して太陽の光と外の星の光とを比較することが出来る。即若し太陽を普通の恒星と同じ位の距離に置いたならば、どれ位の光度に見えるだらうかと、いふことを勘定して見ると、先づ普通の三等星の平均距離即ち地球から太陽迄の距離の約四百萬倍の距離に太陽を置いたとすれば、其時の太陽の光度は約六・五で殆ど肉眼で見えない位の微かな星となる。そこで太陽は外の恒星に比して決して大きいものではない、寧ろ小さい方に屬するものであると云ふことが分る。



唯太陽は吾人に近いからして斯く明るく見えるのである。

外の恒星も太陽のやうに惑星を持つて居るものがあるだらうと思はれるが、其距離が遠いので、逆も夫等を吾々が望遠鏡で見得る望はないやうである。太陽に最も近い所の恒星即ちケンタウルスの $\alpha$ 星が、若し木星と同大の惑星を有つて居たとしても、其れは殆ど第二十二光度位の星として輝ぐ譯である。さういふものは如何に大きな望遠鏡を用ゐても、先づ見得る望はない。又其惑星の大きさが太陽と同じ位のものであつても、それを普通の望遠鏡で見るといふことは殆ど不可能だらうと思はる。

## 第十六章 雙星及聯星

### 第二百五節 雙星

恒星の中で二つづゝ非常に密接して輝いて居るものが所々にある。さういふ星を雙星と名付ける。又二重星と云ふ人もある。例へば牡牛座の $\alpha$ 星に近き $\theta$ といふ第四等星は、斯かる密接したる二つの星から成立つて居る。これは冬に能く見えるが、また夏から秋にかけて見える山羊座の $\alpha$ 星も亦明かに肉眼で見別け得る二重星である。是等の二組の雙星は各其間の距離が

殆ど六分に達する。即ち雙星の各々と吾々の眼と結び付ける二線の間の角が六分であるのである。それで鋭き眼を有する人はそれを見分けることが出来るのであるが、天文学上の嚴密なる意味に於ける雙星といふものは、斯かる比較的離れたものを云ふのではない。普通唯肉眼で見得る一個に見える星であつて、望遠鏡で見得る二つに分けらるゝやうなものを、雙星と名づけるのである。それで其間の角距離が著しく小さいもので、時には數秒に過ぎないものがあるのである。斯かる雙星は随分澤山あつて殆ど數千に達する。其中の或者は、單に見掛けの上の雙星である。即ち吾々から見て單に方向が極めて近接して居て、實際の距離は非常に離れて居るものであるが、時には實際互々に近接して居て、其間に引力の作用を及ぼすのを見得るやうなものもある。斯かるものを特別に聯星と名づけて居る。

### 第二百六節 雙星の軌道

雙星が實際非常に接近して居て、其間に引力の影響を及ぼす場合には、夫等の運動は、矢張ニュートンの引力の法則に従ふのである。それで各の星は互に、雙星全體の重心を焦點とする楕圓形の軌道を運行するのである。運行の時間は甚だ長いものが多いから、夫等を精密に観測するには、數年乃

至數十年を要する。

普通雙星の各と吾々の眼とを結ぶ二つの線が爲す角を其雙星の相互の距離と名づけ、又雙星の各を結びつける線と、其所の子午線と爲す角を方位角と名づける。その二つに依つて雙星の關係を知ることが出来る。太陽に最も近い恒星即ちケンタウルスの $\alpha$ 星は、一の雙星である。その雙星の距離及び方位角は一百年以上の觀測に依つて非常に能く分つて居る。其軌道を見ると、互互に重心を焦點とせる橢圓形の道を取つて回轉して居るやうである。其内の大なる橢圓形の長軸は地球と太陽との距離の七十四倍、短軸は約四十倍である。それにて其軌道は略々天王星と海王星の軌道の中間位の大さである。そうしてそれを一廻はりする週期は約十八年で、天王星の週期よりも少し短かい。

### 第七節 雙星の質量

ケンタウルスの $\alpha$ 星は吾々よりの距離が測定せられて居るから、其軌道の實際の大きさを計算することが出来たのであるが、其軌道の大きさと、公轉の週期とを知れば、引力の法則に依つて、雙星の質量の和を計算する事が出来る。其結果は約太陽の質量の二倍半となる。斯かる雙星は外にも随分多い。例へばプロシオン(小犬座の $\alpha$ 星)及シリウス(天狼星即大犬座 $\alpha$ 星)の如

きも雙星である。プロシオンの質量は太陽の約三倍で、其週期は四十年、シリウスの質量は太陽の約四倍で、其週期は五十二年である。

雙星の軌道を能く調べて見ると、其橢圓形は短徑と長徑との長さ、著しき差がある。太陽系の各惑星の軌道は橢圓形ではあるけれども、殆ど圓に近いが、雙星の場合にはそんな者はない。殊に週期の長い雙星は一層平たい橢圓形の軌道を有する様である。今迄挙げた二三の雙星の週期は天王星及海王星のものと殆ど變らない位であるが、實際に於てはそれよりも、もつと短かい週期のものもあるし、又長い物になると數百年乃至數千年もかゝるだらうと思はるゝものも多いのである。

### 第八節 暗星

前に二重星として挙げたプロシオンといふ星は、少し特別なものであつて、其質量及び軌道を定むる方法は、他の場合よりも違つて居る。

殆ど五十年前から此星の固有運動は、普通の恒星の如く、均一に且つ直線的でなくして、螺旋狀の曲線を畫きながら動くやうに見えること云ふことが分つて居た。それを譬へて見れば、早く走る自轉車の輪の所に一つの記號をつけると、其記號が畫く軌跡と此星の運行の途とが能く似て居る。それで、此星は大體から云へば、眞直ぐに殆ど一樣の速度を以て動くのであるが、其途中で變な曲線を畫くものである。

シリアスの運動も殆ど之と同じやうなものである。始めて此等の運動を發見したベツセル氏は、是を説明する爲めに是等の星の周はりに、まだ吾々の見ることの出来ない星が、一つ附いて居るので、その引力の影響に依つて、斯かる不思議なる固有運動をなすので、あつて、雙星の場合と同じであると説明した。そこで新しい種類の星即ち光を出さない星があるといふ想像が起つて來た。是れが即ち暗星と名づけられたるものである。吾々は勿論其星を見ることは出来ないけれども、その及ぼす引力に依りて、存在を豫知することが出来るのである。實際斯かる暗星は澤山宇宙間に存在して居るかも知れない。總ての星が必ずしも、光を出して輝いて居なければならぬといふ理由はないのである。それで唯今では光を發しない暗星が澤山あるだらうといふことは一般の學者の疑はない所である。

所が一千八百六十二年に、クラーク氏が望遠鏡を新たに拵へた時に、夫を試験する爲め、シリアスを見た所が、其傍に薄暗い恒星を發見した。是が即ち今迄は見えなかつた、シリアス雙星の一であつた。又一千八百九十六年十一月リツク天文臺に於て三十六インチの望遠鏡にて、プロシオンの伴星も發見された。

シリアスの伴星は第十等星で、プロシオンのものは第十二等星である。斯く雙星

相互間の光の量は非常に違ふけれども、質量を比較して見るとシリアスの質量は殆ど伴星の二倍で、プロシオンの質量は伴星の約五倍乃至六倍である。それで伴星は主星よりは光が著しく弱いのである。これ等の發見によりて、從來暗星と認められて居たものも段々精巧なる望遠鏡が出来る、肉眼で見える様になるかも知れないといふ望が出て來た。併しそれは必ずしも可能とは云へまい。

### 第百九節 複星

#### 蟹座の星の如きは、三つの恒星が互に引力を及ぼしつゝ、

動いて居るものであるが、時には又四つ五つ及び六つ以上の星が結合して居るものもある。此等の團體を複星と稱える。これは雙星程多く發見されて居らない。是等の複星の相互の運動は、矢張引力の法則に従ふといふことは疑を容れないけれども、其軌道の形狀は、吾々の數學を用ひて正確に極めることは出来ない。又觀測の結果も精密なことが分らないからして、斯かる星系に於ては如何なる運動が最も普通の形式であるかといふことを定めることは現今不可能のことである。

### 第百十節 分光器的聯星

#### 一千八百九十年、ハーバード天文臺のピツケリ

ング教授は、雙星の新しい種類の發見を報告した。それは最も強い望遠鏡でも二つとしては見分けることは出来ぬし、又其位置が變化するやうにも認められない

程密接して居て、それが二つの星であるといふことは、唯分光器に依る観測に依りてのみ知り得るものである。斯かる種類の聯星を、分光器的聯星と名づける。此聯星の各々は互に夫等の重心の周りを回轉するものであるが、二つの星の距離は非常に接近して居るから、夫等の回轉の週期は甚だ短かく、速度は非常に早いものである。それで若しそれ等の軌道の平面上に吾々の地球がある場合には、夫等の星の運動は其スペクトルの黒線の位置に影響を及ぼし得るのである。即ち一方の星が地球の方向に向つて動く時には、他方の星は地球と反對の方向に動くので、二つの星の合して生ずるスペクトルの黒線は、赤と紫との兩方に擴がるのであるが、少しく位置を轉じて一の星が地球の方向と直角に動くやうになれば、他方の星も直角に動くやうになつて、其時にはスペクトルの黒線は普通の如く小さくなるのである。更に進めば一方の星が地球の方向と反對に動き、他方の星が地球に向つて動くやうになるからして、さうなると又黒線が擴がるやうになる。それで黒線が擴つたり縮んだりするのに依りて、吾々はそれが分光器的聯星であるといふことを知るのである。さうして又黒線の移動の量により各星が軌道を動く速度を知ることが出来る。又其伸縮の時間に依つて、星が其軌道を一周する週期

を知ることが出来る。けれどもそれは聯星の軌道の平面上に地球がある場合に限るのである。若し其聯星の平面が地球に對して斜になつて居る場合には、吾々は分光器に依りて其週期を正確に知ることが出来るけれども、速度は實際よりも小さく測れるのである。實際精密に聯星の軌道の平面上に地球があるといふことは先づ稀なる場合と見なければならぬから、吾々が分光器に依りて知る所の此等の聯星の運行の速度は常に實際よりも小さいものである筈である。北の空に非常に能く輝くキャペラ(馭者星座 $\alpha$ )といふ星は、分光器的聯星の最も良き例である。約一ヶ月位の間に、其スペクトルの黒線が一つに合つたり二つに別れたりする。視線上の速度の最も早い場合は一秒間に三十七哩位である。二つに黒線が別れる時には其移動する距離が同じ位であるから聯星の各々の速度は殆ど同様であるといふことが分る。是等から研究して見ると、其軌道を一週する週期は約百零四日となる。若し其軌道の平面上に地球があるとすれば、二星間の最大距離は約五千三百萬哩で、全軌道の質量は太陽の二倍位であることになる。けれども實際はそれより違つて居るかも知れない。

現今多くの人が分光器的聯星の研究に従事して居るので、随分澤山発見さるゝや

うになつた。重なるものを擧げて見ると、北極星、キャペラ、アルゴール（ペルシウス座 $\beta$ ）スピカ（處女座 $\alpha$ ）馭者座 $\beta$ 、大熊座 $\epsilon$ 等である。殊に北極星の如きは三重星であるらしく思はる。是等の連星の週期は著しく大小があつて短いものは數日乃至數ヶ月のものもあるが、長いものになると二年も掛るのがある。又聯星の質量も雙星と同様に太陽よりも寧ろ大きい位なものが多くて、時には太陽の十倍位のものもある。

## 第十七章 變光星及新星

### 第百十一節 變光星

恒星を能く注意して續けて觀測すると、其中のあるものは、光が時々弱くなつたり或は強くなつたりすることがある。斯く光が自動的に増減する星を變光星と名づける。其最も著しきものはペルシウス星座の $\beta$ 星即アルゴールと名付けらるゝ星であるが、其星の光の最も強い時には光の最も弱い時の約三倍位の光輝を發するものである。又鯨座の $\theta$ 星即ちミラと稱せらるる星は非常に光の變化の割合が劇しく、最も強い時は最も弱い時の約六倍位に達するのである。此星は光の弱い間、随分長く肉眼で見えないやうになつて居る。

併ながら毎年約二三ヶ月間は充分に吾々が見ることの出来る位の光度に達する。其最大光度も時に依て變化し、或時は二等星となる事もあるが、先づ普通は三等星或は四等星位までしかならない。其最大光度が二三週間續いて、それから段々光が薄くなり初め、遂に肉眼で見えなくなる。それから約十一ヶ月も経つと、又肉眼で見えて来るやうになる。ある最大光度の時より其次の最大光度の時までの時間は三百三十一日半位で、それを此變光星の週期と稱へて居る。光の變化の具合は各週期に於て大抵一致して居るが、時によりては少し宛工合の違ふこともある。又其週期の長さも少しづつ増減することがある。殊にミラ星の如きは、其點に於ても有名である。

### 第百十二節 アルゴール型變光星

けれども或る種類の變光星は全く規則的に其變化を繰返へすものである。アルゴールは斯かる規則的の變光星の内、最も模範的のものである。その週期は六十八時間四十八分五十五秒餘であつて、其内の約七分の六は全く光が變はらないで二・三等星として輝くが、約九時間許の間、急に光を減じて直ちに三・五等星となつて了ふが、又急に元の通りに恢復し、二・三等星となるのである。其變化の時間及状態は常に全く同一である。

所て此アルゴールを分光器で観測して、その視線の方向に於ける運動を研究した結果、面白いことを発見した。即ち光が最小光度に達する前には、地球に反対の方向に動き、最小光度を過ぎた後には地球に向つて動くといふことが分つた。即ちアルゴールは疑もなく分光器的聯星である。さうしてその伴星は一つの暗星であらう。それでそれ等が回轉する間に、主星と地球との間に暗星が丁度挾つた時、主星の光の幾分を遮ぎつて食を起す爲めに斯かる變光が生ずるのである。フオーゲル氏は、これ等の推理を基としてアルゴールの大きさを計算した。其結果に依ると、この星は太陽よりも餘程大きい直徑を有つて居るものであるが、それは密度が少いので質量は太陽の半分よりも少ない。それに伴ふ暗星は太陽より少し小さいもので、その質量は太陽の約四分の一位である。又二星間の距離は約三百二十萬哩である。

分光器的聯星は随分澤山あるから、あるものは丁度地球を通過する様な軌道の平面を有する事が時にはあり得る筈である。その理によりてアルゴール型の變光星が時々発見されるといふことが説明される。現今斯かる種類の變光星は十五以上発見されたが又これから續々発見されることだらうと思はれる。

### 第百十三節 琴座β星型變光星

アルゴール型變光星は、聯星の一方が

光を發し、一方が暗星であるものであつたが、琴座β星の如きは兩方共輝いて居る聯星によりて起る變光である。キャベラの如きも、若し其軌道の平面が地球を通過する様に向いて居たならば、斯かる種類の變光を起すものであらうと思はれる。今此種の變光星の最も模範的のものと思はるゝ琴座β星の變光の工合を少し説明して見やう。其變光の週期は約十二日と二十二時間である。此星が最小光度の時には四五等星であるが、それから漸次光を増して約三日の後に最大光度に達する。其時は約三・四等星となる。それから漸次光を減じて最小光度の時から六日目の終りに、又第二の最小光度に達する。其時は前の最小光度よりも、光が強くて、約三・九等星となる。それから又漸次光を増して最初より九日目位に、又第二の最大光度に達する。其最大光度は前の最大光度の場合と光度が全く同一である。それから再び光を減じて遂に約十三日にして最初の最小光度の四・五等星に歸るのである。斯かる變光は常に規則的に繰返される。即ち此類の特徴は、等しき最大光度か二つあつて、其間に少し光の減ずる所があることである。マイヤー氏は此星を分光器にて観測し、それが明かに聯星であることを認めた。其

聯星の一方は他方よりも著しく光が強いのである。それで光の強い方の星が弱い方の星に掩蔽される場合には、第一の最小光度に達し、それから二つが並んで一緒に見える場合には、最大光度に達し、光の強い星が光の弱い星を蔽ひ隠す場合には、第二の最小光度となるのである。計算に依ると、此聯星の各は著しく密度の小なるものであつて、殆ど空氣よりも小さい位であるが、其直徑は殆ど一千万哩に及ぶのである。それで其質量は略々太陽の十倍乃至二十倍位のものである。けれども是等の計算は餘程細かい観測を土臺として出したものであるから精密であるとは言へない。かゝる種類の變光星は數多ある。

#### 第百十四節 不規則的變光星

併ながら總ての變光星が上に挙げたやうに食の現象に依つて光の變化を生ずるものと思つては間違である。變光星の大部分は前に挙げたミラ星の如く食の現象に依つて説明の付かぬものが多い。夫等は又別の原因から生ずるものであらうと思はれる。

變光星の多數は一月よりも短い週期を有つて居るが、又六ヶ月よりも大なる週期を有つて居るものも少なくない。併し十八ヶ月以上の週期を有つて居るものは餘りない。それで普通變光星を二つの種類に區別し、六ヶ月以上の週期を有する

ものを長週期變光星といひ、六ヶ月以下の週期を有するものを短週期變光星と名づける。是は單に時間上の區別を現はすのみでなくして、又外に少し變光星の性質上の變化をも現はす様である。即ち長週期變光星は大抵色が赤いが、それに反して短週期變光星は色が白いか、或は薄黄色を帯びて居る。かく週期が長ければ長い程星は著しく赤色を帯びる様になるのであるけれども、赤い星が皆長週期變光星であるといふ譯ではない。大抵の赤星は殆ど一定の光を以て輝き續けて居るのである。

短週期變光星の變光の原因は大抵複雑なる食の現象に原因するらしいけれども、長週期變光星の生ずる原因に就ては、未だ確説がない。變光星の總數は今殆ど四百以上に達して居る。さうして今年々發見せられつゝあるから、絶へず其數は増して行く様である。吾々の太陽も黒點の多少に依りて其光の量を異にするから、黒點の週期即ち十一年を週期とせる變光星であるといへる。これと同様なる原因に依つて生ずる變光星がないとも限らない。

#### 第百十五節 新星

新星は變光星の一種と見られ得るものである。即ち極長い不規則な週期を有する變光星の一種と考へてもいいが、其中には普通の變

光星よりも少しく種類の變つたものがあるかも知れない。一般に新星と稱する物は、全く星の無かつた部分に、突然著しき光を發して輝く星が見えて來て、それが僅かの間續いて漸次又光を減じ、遂に數月或は數年の後に見えなくなつて了ふものである。この現象は前には非常に珍しい不思議な現象として注意された。即ち新しい世界が一つ生れたやうに考へて居たのである。妙な事には千六百七十年から千八百四十八年迄の間に一つも新星が發見されなかつたが、其後新星が澤山發見され、其中の五つは肉眼で見えたが、外は只望遠鏡のみで見えるものであつた。前に擧げたミラ星も常には肉眼で見えない星であるから、千五百九十六年に始めて見られた時には、それを新星の中に入れていたのであるけれども、それが變光星であるといふことは後で、すぐ分つた。本統の新星と稱するものは、斯くの如く度々最大光度を繰返へすものでなくして、或る偶然の衝突等の現象に依て、光の弱い星が急に熱度を増して著しき光を發するやうになるものらしい。非常に早い速度を以て動きつゝある二つの暗體が衝突することに依つて、極光の強い星を生じ得るといふことは、少しも不思議なことではない。殊に表面のみ冷えて固つた二つの星が、極めて接近する場合に、相互の引力の影響に依つて、其表面の殻を破碎

し、内部の著しく高熱を有せる光つた部分が出るやうになることも有り得る筈である。

多くの新星の中で最も有名なるものは、千五百七十二年に現はれてチホ、ブラエの觀測したものであつた。その最大光度の時には晝間でも肉眼で見えたさうである。この星は其後非常に早く光を減じたけれども、約十六ヶ月の間は肉眼で見えて居て、それから遂に見えなくなつた。其頃望遠鏡が精密でなかつたから、或はそれを見得なかつたのかも知れない。現今カシオペア座に於ける第十一光度の赤い星は多分この新星の成れの果てはなからうかと思はれる。

其後現はれたる新星にはチホ氏の見たもの程光の強いものはなかつたけれども、其光の分拆に分光器を應用し、其光の變遷に依つて、如何に其中の物質の組成が變はるかといふことが能く研究されたので興味あるものが多い。千五百七十二年の新星以來、最も著しく輝いて見えたものは千九百〇一年即ち明治三十四年二月にペルシウス座に現はれたる新星であつた。その光は一時、一等星以上となつたが、其後俄かに薄くなり出して、漸次肉眼で見えなくなり、其翌年では、唯大きい望遠鏡に依つてのみ見得るやうになつた。其後段々光を減じて、三十九年頃までは、寫



眞に撮れたけれども、今日は認め得るか、どうか疑問である。此新星は其變遷の間種々の地で寫眞を撮つたので、其光の變化の具合が能く分つて居る。殊に面白いのは其新星の周はりに薄い星雲状のものが、現はれたといふことである。それは多分前からあつたので、其新星が或るものと衝突して光を出した爲めに、自分でも輝き始めたものらしい。それを寫眞に依つて觀測して見ると、段々外の方に擴つて行くやうに見えた。所が其擴がる速度を測定して見ると、殆ど光の速度よりもつと早い位の速度で動いて居る事になる。所で斯かる早い速度で物質が空間を運動するといふことは殆ど不可能であるからして、是は頗る不思議な現象であると人々が疑つて居るのである。それで或る人は星雲は新星の本體から發生して四方に擴つて行くのではなくて、其周はりに群がつて居たものが新星の光に依つて、漸次照らされて見えるのであらうと説明した。其説明を信じ星雲状の物質の中を通して、光が旅行したる時間を吾々が寫眞で觀測し得たと假定して、測定して見ると、此新星の距離は非常に大なるもので、其視差が殆ど一秒の百分の一位となる、即ち三百二十光年位の距離である。此結果は實際其新星を望遠鏡に依りて觀測して決定したる値と能く一致して居る。

又一千八百九十一年の十二月に突然馭者座に現はれた新星も面白いものであつた。それは光が急に減少し初め、翌年四月には見えなくなつたが、又三ヶ月経つと再び現はれて來たのである。是等の三つの新星のスペクトルを觀察して見ると、兩方共其中にある黒線が著しく兩方に擴がつてぼんやりなつて居る。それで多分分光器的聯星の様なものであらうといふことが想像される。併しながら此頃の研究に依ると、此説明は殆ど信ずるに足らない様である。それで新星の成因等は未だに天文學者の間に疑問となつて居るのである。先づ二つの物體の衝突に依つて起るといふ説が最も穩當かも知れない。新星のスペクトルの種々のものを研究して見ると、最も著しいのは其中に水素及びカルシウムを含むといふことである。又或るものは太陽の彩球と同様なるスペクトルを示して居る。時には殆ど星雲と同様なるスペクトルのものもある。それ等によつて考へて見ると、新星は初め衝突に依つて殆ど星雲状に變化し、それから段々普通の恒星のやうな状態に變遷するものらしい。

## 第十八章 恒星の分類

## 第一百十六節 恒星の色

晴れたる夜、恒星を能く観察して見ると、其光の強さも色々あるが、又其色も頗る違つたのがあるといふことが認められる。即ちシリウス又はリッゲル(オリオン座β星)の光は、殆ど純白で、寧ろ青い位であるが、ベテルギウス(オリオン座α星)及アルデバラン(牡牛座α星)の如きは著しく赤い色を帯びて居る。是等の白と赤との間に位する星が随分澤山ある。即白より少し進んだものは薄黄色を帯び、それから黄色が濃くなつて褐色となり、段々赤い色に變ずるやうに、色々の星があるけれども、普通の星の色は大抵白、黄及赤に限られて居て、其外の緑とか青とかの色は無い。又紫色の星もないやうである。唯雙星を作る二つの星の光度が非常に違つて居る場合には、光の強い方は通常の色を呈して居るけれども、光の弱い方のものは、紫或は青色掛つて見える。それはどういふ譯であるか能く分らない。

けれども兎に角一般からいふと星の色の斯く變化して居る理由は充分に説明が附くのである。各々の星は皆白熱せられたる瓦斯球であつて、種々の波長の光を放射して居るのであるが、其光は恒星の外部を蔽ふて居る冷やかな氣體の層の爲に一部分を吸収せられて其爲に種々の色彩を呈するものであらうと思はるゝ。若

し、吸収する層がなければ、熱せられたる氣體の色は普通は白く見える筈である。

所が、スペクトル中、董色に近い部分は波長が短かいので、比較的波長の長い赤の部分に比して吸収され易いのである。それで吸収する層が厚い場合には、光が段々薄くなつて、赤い色が餘計勝つて來るのである。それで白い星は比較的光を吸収されないもので、黄及赤の星は段々餘計波長の短かい光りを吸収されたものである。それで普通は、赤い星の方が白い星よりも比較的光りが弱いのである。

## 第一百十七節 恒星の成分

恒星の成分を研究する爲めには、分光器を用せねばならぬ。それに依りて恒星のスペクトルを作り、其中の黒線の研究に依り、恒星中に含む元素の種類を知るのである。けれども恒星の光は非常に僅かであるから、明瞭なスペクトルを生ずることが困難である。けれども諸學者の熱心なる研究の結果、肉眼に見える星のみならず、望遠鏡でのみ見える小さなものもスペクトルまで能く分つて居るが、其結果を見ると大抵恒星の中に含まれて居る元素は、吾々の太陽及地球に存在して居る元素と同様なものであるといふことが分つた。最も普通に、恒星中に存在して居る元素は、水素、鐵、炭素、ナトリウム及カルシウム等であつて、夫等の元素は殆ど宇宙全體に擴がつて居るものである。恒星の

中に太陽及地球上でまだ見出されない元素が少しはあるらしいが、未だしつかり決定することが出来ない。太陽は總ての恒星と殆ど共通の元素を有つて居るが、それが地球と同じ物理学の法則に従ふものであるといふことは色々の事實にて推察される。天體の總てが又同じやうに數學及び力学の法則に従ふことは、ガリレオ及ニュートンの頃から分つて居たが、物理学の法則も矢張同じであるといふことは十九世紀になつて確定せられたる事實である。

**第一百十八節 恒星のスペクトル** 多數の恒星のスペクトルを一々比較して見ると、スペクトルの状態は星の色と幾分の關係を有つて居る様である。

實際星の色も亦其スペクトルも皆共に星の外部を包む冷えたる氣體の影響であるから、其間に關係のあるといふことは明かなる事實である。恒星をスペクトルによりて大別して普通三種とする。

第一 シリアス型恒星 一般に白い星或は薄黄色の星はシリアスと殆ど同様なスペクトルを有つて居る。其スペクトルは七色の連続したるスペクトルで殊に短波長の光が強いのである。即ち董色に近き方の光が著しく強く、其間に比較的少しの黒線があるが、それは水素瓦斯の存在を顯はして居るものである。其外

又金屬が含まれて居るのを時々認むることが出来る。或る星には水素の線も、金屬の線もなく、ずつと一樣に光つたスペクトルを現はすこともある。是等の點から考へて見ると、此種類の星は、著しくエネルギーに富んで居て、温度が非常に高く、其外部に光を吸収する所の冷い氣體の層が少くないものである。それでは、等星の温度は太陽に比較して非常に高いものであらうと思はれる。全體の恒星の半分以上は此型のスペクトルを持て居るものである。

第二 太陽型の恒星 此部類に屬する星は、少しく黄色を帯びて居て、太陽と同様なスペクトルを有するものである。即ち此類に於ては、第一型の如くに董色に富んで居ない。併ながらスペクトル全部に亘つて黒線が非常に多い。それは星の外部に、前の第一型の星よりも、著しく低い温度の瓦斯が存在して居るといふことを證するものである。而して瓦斯の中には非常に多數の元素が活動して居るやうである。是は吾々が太陽に於て見得ることと、普通此部類に屬する星は太陽と同様な構成成分を有つて居るのである。此種類に屬する星は恒星全體の約四分の一以上の數を占むる。

第三 赤星 恒星の中極く僅かのものは著しく赤い色を呈して居る。そのスペ

クトルは董色及青色の部分が著しく缺けて居て、残りの黄色及赤色の部分が比較的明かであつて、其中に多數の廣い黒線を含んで居るものが多い。斯く青色の部分が比較的缺けて居るから、全體としては星の色が著しく赤色を帯びるのである。それから又スペクトルの中に幅の廣い黒線が存在して居るといふことは、化合物のスペクトルに特有なる性質である。即ち斯かる赤き恒星の外表には、既に化合物が出来て居るのである。温度が高い恒星は、太陽の如く、物質は元素の状態に止つて居て化合することが出来ないけれども、或る一定の温度まで降れば、物質は化合を初めることが出来る。赤き恒星は、温度が低いと見えて、斯かるものが存在して居るのである。其化合物の中で最も普通なものは水化炭素で、それは彗星に發見せらるゝと同様な性質のものである。變光星の多數は大抵赤い色の星で、此部類に屬するスペクトルを有つて居る。併ながらアルゴール型の變光星は少し類を異にし、その大部分は白い星で、第一型のスペクトルを持つて居る。

**第百十九節 恒星の分類** 前節に於て三つのスペクトルの型を分けただけれども、總ての星が皆正確に此三つに屬するといふとは出来ない。其中間に在る星が随分あつて、どちらに附けて宜いか分らぬといふやうなものが甚だ多い。詰

り其間の區別は青年、壯年及老年間の區別の如きもので、一定の境界線を引くことが出来ないのである。それで其中にて最も光の強いものは、星の外部の氣體迄皆白熱の状態になつて居るし、又光の弱いものは其外部に化合物が生じ得る程の温度になつて居るものである。其間の階級は著しく多い。普通肉眼で見える星の中で百分の七十五は第一型のスペクトルを有し、百分の二十三は第二型に屬し、又百分の一は第三型に屬して居る。それから残る百分の一は上の三型に屬しない特別なものである。望遠鏡でのみ見える恒星の中では、どういふ比例になつて居るか能く分らないが、大體肉眼で見える星の比例と同じやうなものであらうと思はれる。

斯く總ての恒星が殆ど同様なる性質を有して簡単に分類せらるゝといふことは甚だ面白いことである。而して各恒星の間には色々の温度の階級があつて、其變化の工合が能く分るといふことは、中々興味あることである。吾々の太陽も其中に屬する一の恒星に過ぎないのであつて、外のものとは餘り變つた所はなく、色及温度の點に於て同様なる階段に在る星が随分澤山あるのである。

## 第十九章 星群及星雲

## 第二百一十節 星群及星團

前に挙げたスバル星及び蟹座に在るプレッセルと名づけられたる星群は、肉眼で見ることが出来るものである。其外に吾々は牡牛座の $\alpha$ 星の右に見えるハイヤデスといふ星群、或ひは獵犬座に近き髮座の星群を肉眼で見ることが出来る。是等は單に星が少しく密に寄つたに過ぎないものであるが、望遠鏡によりてのみ見らるゝ星群の中には、非常に面白いものがある。其中で最も著しきものは圖に示したるヘルクレス星座の星群である。

此の星群は今迄肉眼で見えた星群とは餘程形を異にし、其の中に中心があつて、總ての星が此の中心の週はりに集合して居るやうに見える。斯かる星群を普通星團と名づける。斯ういふ種類のもものは随分外にも多いのであるが、肉眼で見えるものは先づ無い。星團の中央部は非常に星が密集して居るから、一々の星を區別することは困難である。ヘルクレスの星團の全體の面積は殆ど月の三分の一位しかないが、其間に星が約五千以上集つて居る。夫等は疑もなく相互に近接したものであるといふことは、圖に依つて考へることが出来る。

けれども星團と吾人との距離が分らないから、實際此等の密着せる星が、互互にどれ丈位の距離を保つて居るかといふことを計算することが出来ない。併ながら少くとも夫等の星の間の距離は地球と太陽との距離に比較すれば著しき遠いもので、太陽と最近の恒星との距離よりもずつと近いものであらうと思はれる。殊に星團に關して此頃發見せられたる面白いことは、其中に非常に多くの變光星を含んで居るといふことである。是はベリー教授の研究に依るものであるが、其變光星の多數は、光が弱く、且週期が短かいものである。或星團は其中に殆ど百以上の變光星を含んで居る。殊に面白いのは蛇座にあるメシヤ第五と名づけられたる星團であるが、其中には六十三個以上の變光星を含むて居る。其等の變光星は皆第十四等星で、總て殆ど同一なる週期を有し、又其光りの變化の工合も殆ど同一で、最大光度と最小光度との差が皆一光度位あるといふ事である。斯く總てが一致して居るといふのは、どういふ理由であるか能く分らないが、諸星團に含まれて居る多くの星は皆同様なる原因から生じたもので、又同様なる状態にあるものであるといふことが分る。

## 第二百一十一節 星雲

小望遠鏡で見たる星團は皆ぼんやりした雲の様な

ものであるけれども、大きい望遠鏡で見ると、それが恒星の集合から成立つて居る事が分る。所が如何に大きい望遠鏡を以てしても、逆も一つ一つの恒星に區別することが出来ないやうなものが空には随分ある。それは殆ど雲のやうな状態を呈して居るもので、全躰として定つたる形のないものも随分あるが、普通は總稱して星雲と稱へて居る。北方の空で最も著しき星雲は圖に示せるアンドロメダ座の大星雲である。それは位置を知つて居れば、肉眼でも極ぼんやりしたる薄い光つたる塊に見えるものである。それを雙眼鏡或は小さい望遠鏡で見ると其形が楕圓形であるといふことが分る。圖に示せる寫眞はエルクス天文臺の直径二呎の反射望遠鏡で寫したものである。其外に肉眼で見える大なる星雲は、オリオン座の大星雲で寫眞に示せる様なものである。これも同じくエルクス天文臺の撮影にかかるとのである。

### 第二百二十二節 著名なる星雲

星雲は其光が著しく薄いので、望遠鏡を用ひて觀測しても其光りの極めて薄い部分を認めることが出来ないけれども、寫眞を用ひて觀測すれば、眼で見ることが出来ぬやうな、極薄い部分までも撮影することが出来るやうになる。殊に著しきのは、圖に示せる射手座座に在る三裂星雲と

稱ふるものである。望遠鏡で見た丈では殆んど其裂け具合などをよく見る事が出来なかつたが寫眞に依つて漸く其形状の詳しき所を知ることが出来たのである。此星雲が空を蔽ふて居る面積は、約満月の七分の一位である。甚だ小さい星雲であるけれども、著しき性質を現はして居るものは、獵犬座に在る螺旋狀星雲である。即ち圖に示せる如く、星雲の形状は巴の形を爲して居て、其中央に比較的密集した部分がある。此中心部の直径は約月の六分の一位に見えるのである。此星雲の厚さは廣さに比して比較的薄いものであらうと思はれる。寫眞に於ては、此星雲を透して外の恒星が寫つて居るのが能く分るけれども、此等の恒星は星雲の一部分ではなくして、それよりも向ふ側か或は手前に在るものが寫つたものであらうと思はれる。是等は殆ど肉眼では見えない星雲であるが、吾々の地球から最も大きく見える星雲は前に述べたオリオン座の大星雲である。其位置は、三つ星の少し下方にある $\theta$ 星の周圍にあるのである。それは肉眼でもぼんやり見えるが、望遠鏡で見れば精密に觀察することが出来る。其形を能く觀察すると、何だか魚の口のやうに見えるから、魚口狀星雲と名づけられて居る。其全躰の形状は圖に示すが如く非常

に不規則なもので、中心の部分と稱すべきものは殆ど無い、さうして其邊緣より、四方に向つて薄い雲状の物質が散布するのを見る事が出来る。此星雲は比較的大なる面積を天空に於て占むるもので殆ど満月の大さと同じ位に見える。併し長時間の露出に依つて寫せる寫眞を見ると殆どオリオン座全躰に此星雲が擴がつて居るやうに見える。圖に於て下方に飛び地のやうになつて小さい星雲があるが、其間の連絡は、無論薄い星雲で繋がつて居るのである。實際空の大部分は極薄い星雲状の光を以て蔽はれて居るものであるから、其比較的光つた所を個々の星雲として勘定すれば、随分澤山の數の星雲が出来る譯である。

スバルは圖に示す如く、其各々の星の周圍に星雲状の物質が取巻いて居る。是は望遠鏡では見られなかつたもので、寫眞に依つて初めて、それを發見することが出来たのである。さうして面白いことには、各々の星の間を、星雲状の物質が、恰も橋を架けたやうに連絡を附けて居る様に見える。それでスバルは實際、一群の星で、互に相接近せるものであると云ふ見當がついた。

多くの星雲を能く注意して觀察して見ると、其普通の形は大抵螺旋状を爲して居るものである。獵犬座の星雲は最も宜い例であるが、前に示したアントロメダ座

の星雲も其一例となるのである。其寫眞を一寸見た許りでは、はつきり螺旋状であるのが分らないが、それは星雲の向きが少し悪いからである。即ち吾々は星雲の平面を斜めに見て居るので、全躰の形狀が楕圓形に見えるが、それを真正面から見たならば、矢張圓形の螺旋状を爲して居る者であらうと思はれる。現に星雲の間に數條の黒線があるが、それが即各々の巴形の部分を區劃して居るものである。それから其中心に於ては、比較的光が強くなつて居る。

又星雲の中には恰も惑星の如く、圓板状の形を呈するものがある。それ等を普通惑星状星雲と稱して居る。夫等は普通小さいもので、逆も肉眼で見えるやうなものではないが、それを能く觀察して見ると、大抵其中心は光が薄くして、外部が光が強いからして、恰も輪のやうの状態を呈するものが多い。其中心に近く、一の恒星を有して居るものもある。其最も著しき例は圖に示せる琴座の環状星雲である。

**第二百二十三節 星雲のスペクトル** 星團のスペクトルは、矢張恒星のスペクトルと同じやうなものである。星が餘り密接して逆も一々見分けることが出来ない場合でも、其スペクトルと見ると恒星と同様であるから、直ぐに星團であるといふことが分る。けれども星雲のスペクトルは、全く違つて居る。即ち恒

星のスペクトルが連続したる七色を現はすに反して、星雲のスペクトルは、只所々に光つた色線があるのみで連続して居ない。これは星雲の光が、壓力の比較的弱い輝いた瓦斯から生ずるものである、といふことを證するものである。一世紀以前にウキリアム、ハーシエル氏は星雲を研究して、ある星雲の光は綠色であることを認めたとである。それでは恒星と全く種類が違つたものであらうと信じた。此結論は現今分光器の研究に依つて確かめられたもので、此綠色の光は瓦斯状の星雲のスペクトル中の最も著しき部分を占むるものである。要するに總ての星雲のスペクトルは著しく普通の恒星のスペクトルとは異なる線を有つて居て、其大部分は吾人が知らないものである。即ち星雲中に含まれたる元素の大部分は、地球上に無いやうなものであるらしい。けれども其中に只水素のみはよく注意される線を現はして居る。其外二三の地球上にある元素が時々見出されることもある。

#### 第二百二十四節 星雲の密度

星雲のスペクトルが極く僅かな輝線を含むといふことは、それを構成せる氣体の壓力が非常に小である事、即密度が著しく小さいといふことを現はすものである。併ながら吾々は星雲中に在る瓦斯が、

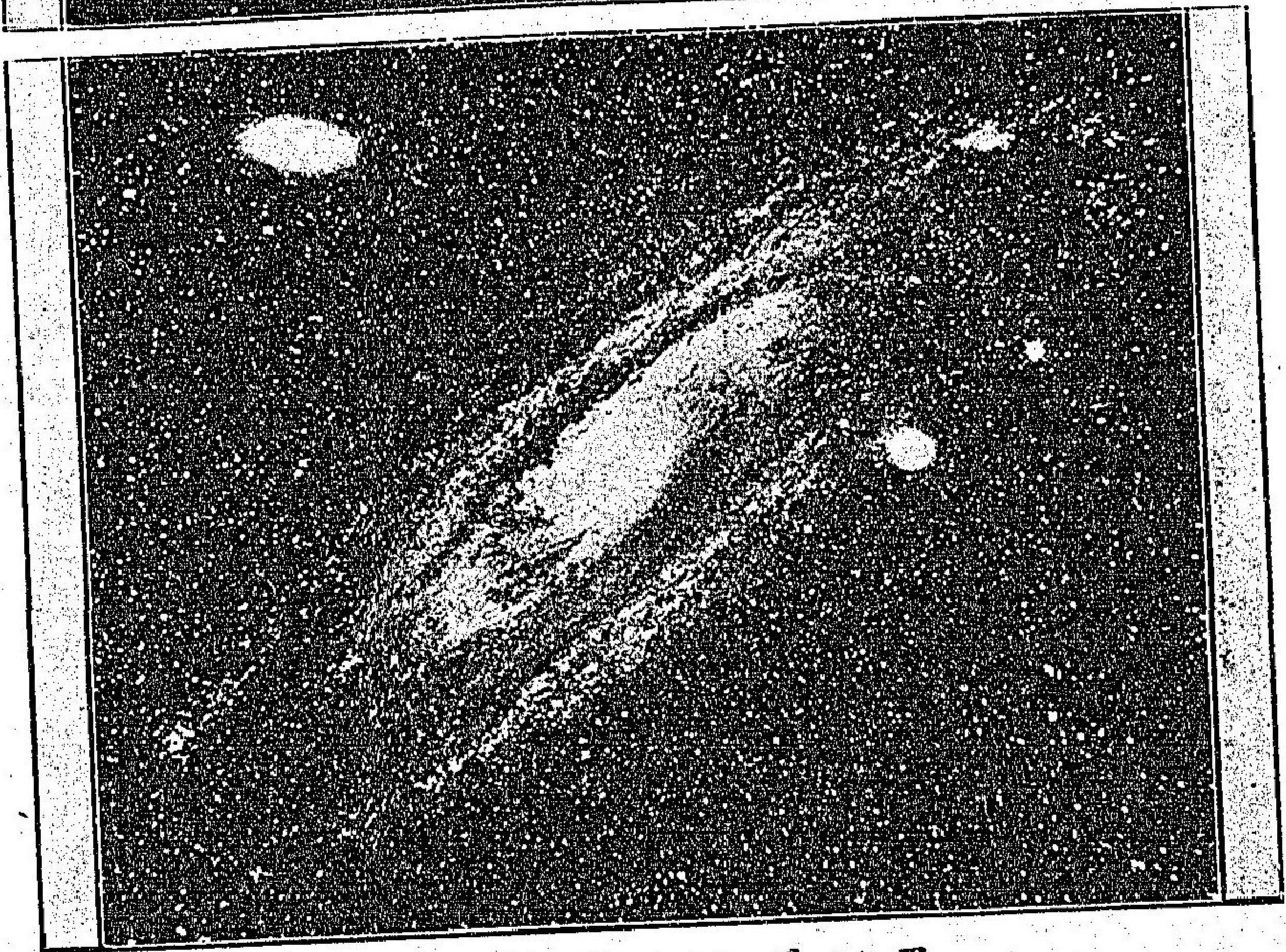
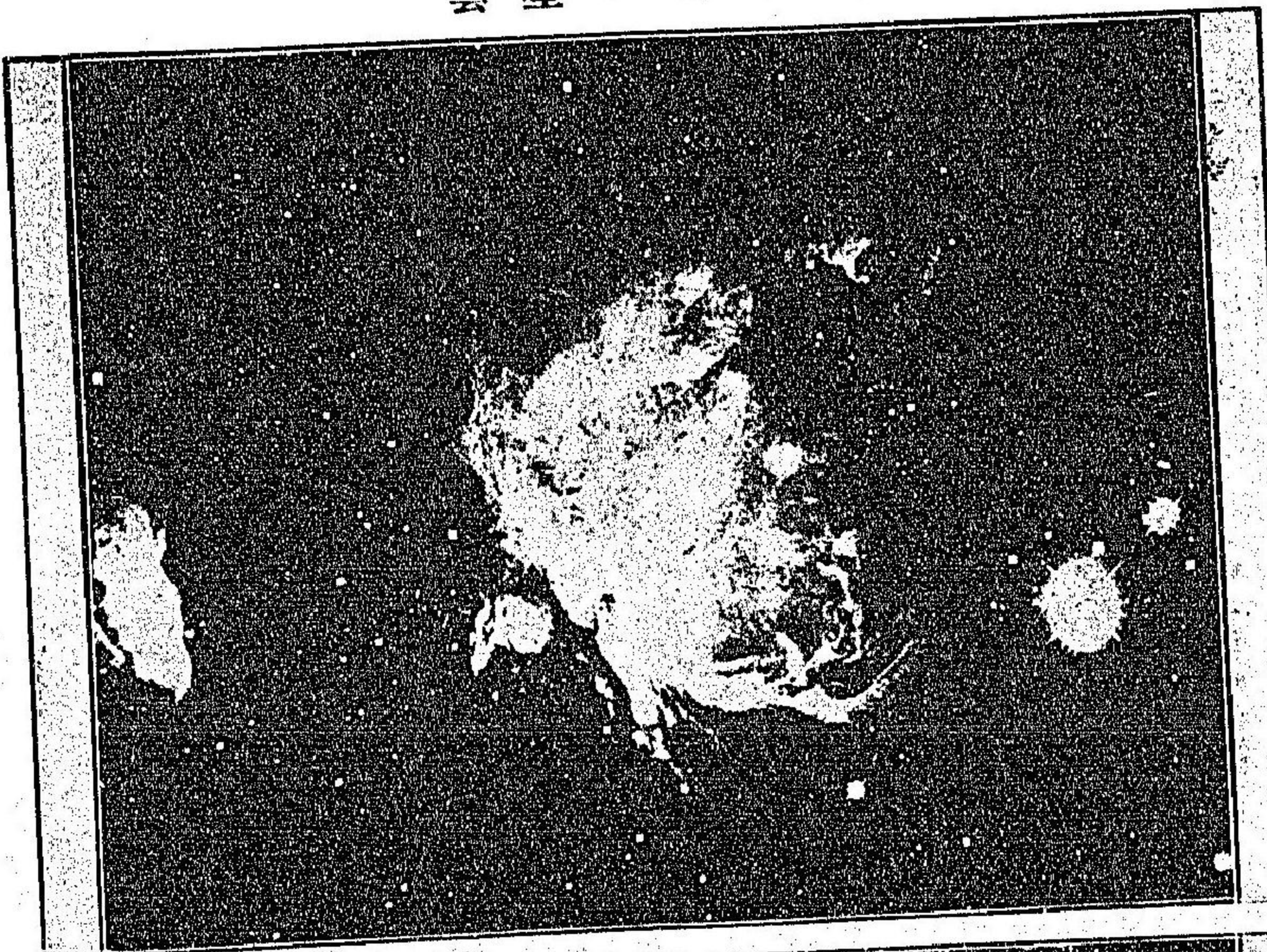
皆輝いて居ると假定することは出来ない。若し光を發しない物質が星雲の中にあるとすれば、吾々はそれを知ることが出来ない筈である。實際宇宙間には流星の如きものが随分あるから、夫等のものが矢張星雲の中に混して居ないとも限らない。併したとへ、如何なる物質が星雲の中に含まれて居るとしても、其全體の質量は甚だ小さいものでなければならぬ。即ち其の平均の密度は非常に小でなければならぬ。星雲が占めて居る空間は非常に大であるので、若しも星雲の物質の平均密度が空氣の密度と同じ位であつたとしても、全體の質量は非常なものになるから、外の天體に對して非常に強い引力を及ぼさなければならぬ。それに依つて吾々の太陽の運動も、可なり影響されなければならぬ筈である。オリオン座の星雲に就て考へて見ると、其最も光つた部分の直徑は約半度の角を占めて居る。併し吾々は其距離を知ることが出来ないから、實際はどれ丈の大きさのものであるかと云ふことを推定することは出来ない。併し若し實際の距離が近いとすれば、星雲の大きさは比較的小なもので、距離が著しく遠いとすれば、星雲の大きさは非常に大なるものである筈だから、距離と大きさと差引いて考へると、吾々に對する引力の影響は何れにしても、其見掛の大きさに幾分の關係を有つて居るのである。そ



れて若し星雲の密度が著しく大であれば、夫は幾分太陽を引張り寄せなくてはならない。さうすると年々其星雲の大きさと形状とに幾分の相違を來すべき筈である。即ち星雲の引力に依りて太陽の固有運動が起る筈である。併しオリオン星雲を観測して見ると、斯様な固有運動は殆ど見出されない。若し有るとしても一ヶ年間に一秒の半分よりもずつと小さいものであらう。是等のことから種々推定して見ると、此星雲の平均の密度は多くとも海面上の空氣の一億萬分の一には達しない位のものであらうと思はれる。

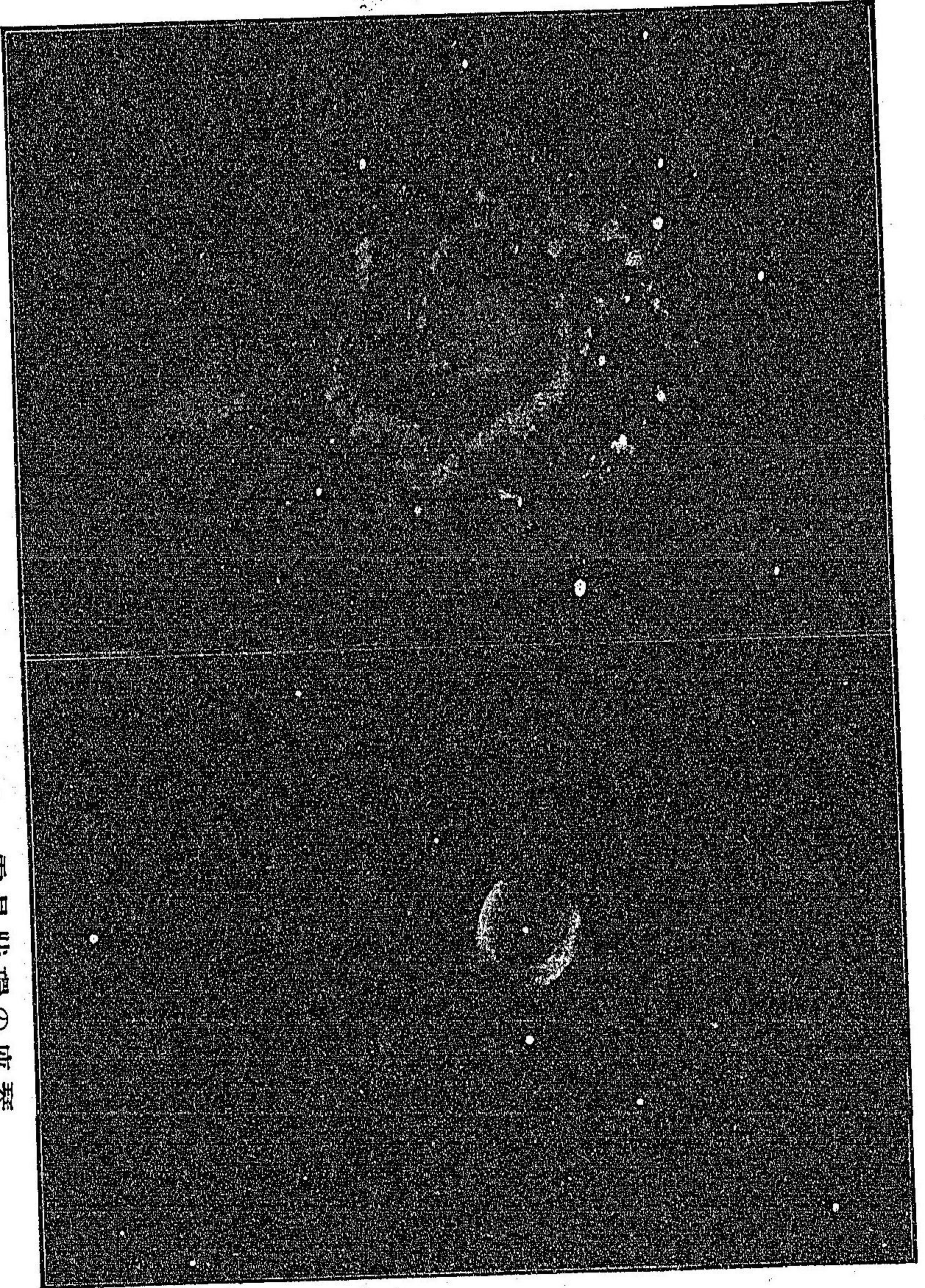
**第二百二十五節 星雲の運動** 星雲は其形が朦朧として居るので、その固有運動を研究するのが甚だ困難である。種々の人が苦心して研究した結果に依ると、どうも其固有運動は非常に小さいものらしい。大きな星雲でも全く固有運動が有るか無いか分らぬやうなものが多い。それを分光器で観測して、吾々の視線の方向の速度を測つて見ると、それは可なりあるとがある。即ち約一秒間に三十哩乃至四十哩位吾々の方向に或は吾々と反對の方向に動いて居るものが多い。けれども此速度の一部は吾々の太陽系の運行する速度に依つて生ずるものであるから、實際星雲の動く速度はそれより小さいものらしい。夫等から考へて見

オリオン星雲



アマロメダ星雲

雲星狀旋螺の座犬獵



雲星狀環の座琴



ると星雲と外の恒星とは殆んど同様な速度を以て空間を運動して居るものらしい。而して其固有運動が非常に小さい所から考へると、其吾々からの距離は著しく大であらうと思はれる。今迄星雲の距離の測定の出來たものは全くなかつたが、三年許り前に瑞典のカール・ポリリン氏はアンドロメダ座星雲の核の視差を研究した。その結果によればアンドロメダ座星雲の距離は約十九光年であつて之を哩數に直すと約百十三兆億萬哩位である。そして此星雲は一般の恒星の距離に比して寧ろ太陽系に近いものである。又此星雲の見掛けの大きさと今測定せられたる距離とより實際の大きさを勘定して見ると、其直徑は大凡三兆六千億哩位である。詰りアンドロメダ座星雲の廣さは海王星の軌道の廣さの約六百倍位のものである。

時々星雲が少し變化を爲す様に見える事がある。夫れは重に光りの變化で即今迄ぼんやり見えた所が少し明るくなつたり明くる見えた所がぼんやりになつたりするのである。夫れは非常に僅かであるから、或は觀測の過かも知れない。

## 第二十章 宇宙の構造

## 第二百二十六節 銀河

銀河は大空を劃する一大環である。夏の七月に牽牛織女を隔てるが爲許りに流れるものではない。四季を問はず地球上の如何なる部分からも見られる。肉眼では模糊たる雲状の銀帯であるか、大なる望遠鏡又は寫真に映ずる影を見ると、廣狹不同濃淡相交わる星の密集團であることが分る。附録の天圖に依つて、吾人は北温帯より見える銀河の大體の道を知ることが出来る。けれども、其極細かい所に到つては、吾々は自ら肉眼で觀察した方が能く分るのである。銀河の廣さは必ずしも一致して居ない。又其光りも所々で非常に違ふ。或る所には其中に非常に暗い穴のやうなものが見えるし、或る所には光の濃い部分が帯のやうになつて居ることもある。

兎に角地球から見たる銀河の形は大空を一週して居る大圓である。その北極即ち銀河の平面の中心から直角に立てたる垂線が天空を貫く所は、蟹座の中に在る。銀河の幅は空の種々の部分で非常に變つて居るが最も廣い所は、琴座及び白鳥座の附近で其所では殆ど幅が三十度位ある。又銀河は單に一本の筋から出來て居るのでなくして、時々枝を出したり、飛地を作つたりして居るとがある。其最も濃厚なる部分の寫真を見ると圖に於けるが如く、一々小さい星に分つとが出來ない。

其後の方に少しぼんやりした星雲状の物が残つて居る様に見えるが、是が果して星雲であるか、或は極めて細かい星の集合であるか能く分らないが、多分小さい恒星から來る光が薄く見えるのであらうと思はる。南半球に於て見える銀河は北半球の方よりも幅が狭いけれども、非常にはつきり見えるといふことである。其内で面白いのは、石炭袋と名づけられて居る黒い穴が、銀河の中にあることである。其所では周圍に星が著しく密集して居るにも拘はらず、全く星がないので、眞黒く見えるから斯かる名を附けたのである。銀河は一寸見れば其構造が非常に簡單らしく見えるけれども、細かに觀察すれば色々上に述べたが如く不思議なものであるから、種々の想像がそれに就て起される。即ち銀河の形狀及び大きさ、其各部分の星の配置及び外の恒星星雲等との關係等は色々複雑なもので是等のを研究することに依て、吾々は宇宙の構造の幾部分を知ることの出來るのである。

## 第二百二十七節 星辰の分布

空間の何處まで星が存在するであらうか、其星の數は有限であらうか、無限であらうか、又それ等の星は一の系統をなせるものであらうか、或は無意味で散りばつて居るものであらうか、といふやうな種々の問題が茲に起つて來る。是等の問題は、天文学の最も重要なる問題で、直接宇宙の

構造に關係する事柄である。此等に關して種々の説が今迄出て居るけれども、大抵は殆ど根據なき空論が多い。それで茲には、なるべく正確なる事實を求めて、其上に幾分吾々が考察し得た結果を述べやうと思ふ。先づ此研究に必要な材料は星の距離、固有運動、及視線上の運動などである。所が距離の分つて居る恒星は殆んど百に充たない。又固有運動及び視線上の運動の決定せられたものも餘り多くはない。唯最も能く分つて居る材料は星の光度といふことである。光度の強い星が比較的距離が近いもので、光度の弱い星が比較的遠いものであると云ふことは大體分つて居る事實である。それで先づ恒星の分布の状態を研究する爲めに光度を土臺にして考へて見やうと思ふ。空を能く注意して觀察して見ると總ての星は均一にちらばつて居るものではない。光の強い星は或る空の部分には非常に澤山あるが、他の部分には甚だ少ない所がある。即ち空の各部に於て星の密度が一致して居ない。星の密度の實際の測定を空の各部分に於て試みた人は始めにハーシエル氏あり、後にセロリア氏あり、其外色々の人が研究したが、其結果、星の数は銀河に近くに從ひ、漸次増加すると云ふことが分つたのである。それから光度が減ずるに從つて、星の増す比例を研究するのは面白い問題である。

是は第九十八節に於て述べて置いたが、其結果に依ると、一光度丈光が減ずる毎に星の数が約三倍になるのである。若し空に一樣に同じ光度の恒星が分配されて居るものとすれば、即同じ容積の中に同じ丈の星の数が有ると假定すれば、吾人から距離の遠い星が比較的光度が弱い事になるから、其等の星の光度と数との關係は、數學的に勘定することが出来る。其結果は一光度増加する毎に星の数が約四倍殖ふねばならぬといふことになる。所で實際は三倍しかないのであるから、其結果から考へて見ると、太陽の近傍は比較的明るい星が多くて、それより遠ざかるに従ひ漸次星の数が少ないものかも知れないといふことが分る。夫等の事實を元として天文學者は普通宇宙の中心に近い所に一つの星群があつて、太陽は其れに屬する一つの恒星であるといふことを假定して居る。其星群を太陽星群と名づける。而して吾々は其星群の殆ど中心に近い所に居るのである。

**第二百二十八節 星の體系** 星の分布の状態は決して不規則的で渾沌たるものでない。それは一種の體系をなして居るものである。其體系の基となる者は銀河である。銀河の附近を望遠鏡で見ても、又寫眞で觀察しても、銀河より最も遠い所と比較すれば、約二十倍位星の数が多しといふことが分る。銀河を離る

に從ひ漸次星の數は減じてくる。此密度の勘定には、無論銀河を構成せる星の數は入らないのである。即ち銀河以外の星は皆銀河に向つて集まる傾向を有つて居るのである。此傾向は、光の弱い望遠鏡で漸く見える位の恒星に最も著しく現はれる。比較的光の強い星は比較的一様に分布されて銀河の部分が銀河の極の部分よりも三倍位の密度になつて居るが、光の弱い十二三等以下の星になると、著しく銀河の附近に密集して密度が他の部分の二十倍以上になるのである。又光の著しく強い星が銀河に集合する工合は非常に面白い。殆ど二等星以上の星は銀河を中心とする約十二度の幅の帯の中に總て含まれて居るのである。恒星の分布の状態は此の如くなつて居るが、又其外の天體の銀河に對する關係は、非常に注意する値がある。惑星狀星雲及び新星は殆ど銀河の部分には見出されない。又第百十八節に述べたるシリウス型のスペクトルを有する恒星は非常に銀河に密集して居る。所が太陽と同様なるスペクトルを有つて居る星は前の物程は銀河に密集して居ない。それから星團は銀河の部分に非常に澤山ある。さうして銀河を少しく離れると殆どそれを見出すことが出來ない。之に反して星雲は非常に銀河を嫌つて居るらしい。その銀河の中にあるものは極めて僅か

一般には銀河を離れて遠い程星雲の數が多くなるのである。是等の事實は如何に説明して宜いてまだ正確なる見解を見出すことが出來ない。

### 第百二十九節 吾人と銀河との關係

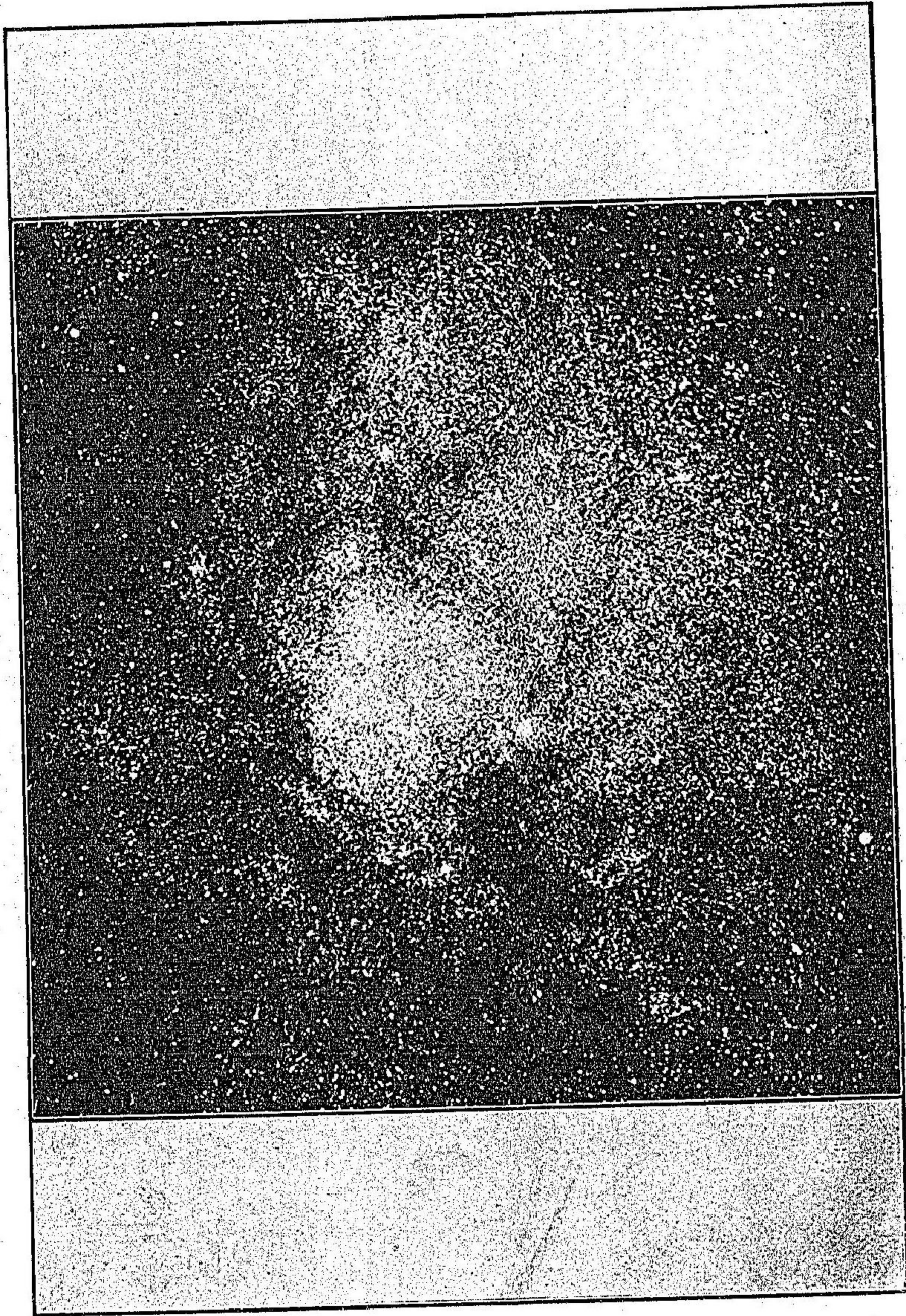
地球から銀河を眺めると、それは

天球上に幾何學上の大圓を書いて居る。それで吾々の太陽系は銀河の大圓の平面上に横たはつて居て、其中心から餘り遠くない所にあるらしい。それは銀河の各部分が殆ど同様な幅の光に見えるからして、斯く考へらるゝのである。併ながら現在の吾人の位置は、決して永久的のものとは考へられない。如何となれば太陽系の運動の方向は殆ど銀河の平面に横はつて居て、その或る一方に向つて絶えず突進しつゝあるから漸次其部分に近づくべき筈である。けれども太陽の運動が、毎時迄も現在と同じ方向に直線運動を續けることが出来るか、どうか疑問であるからして、此問題は俄に確定する事は出來ない。

圖に依ると、銀河は非常に光つた所と暗い部分と入り交つて居るやうに見えるからして、餘りそれは厚くないものらしく思はるゝ。けれども、此事實は必ずしも銀河が非常に吾人から隔つたものであるといふことと關係しては居ない。或は銀河の一部は太陽に近い所迄廣がつて居るものであるかも知れない。さうし

て總ての星が比較的銀河の平面に近く集つて、其方を見ると著しく星が密集して見えるけれども、外の方面には星の数が少ないから、單にまばらに見えるのである。と考へることも出来る。此考に依ると、銀河なるものは必ずしも星の密集團ではなくして、唯其方向に星の数が多いため、詰り星系が其方に著しく廣がつて居るといふことになるが、是は少し考へ過ぎた議論らしい。實際の銀河は矢張比較的隔つた所にある恒星の密集團の輪であるといふ方が本統に近いらしい。

**第三百十節 星系の大きさ** 總ての星は銀河の平面に密接なる關係を有するもので、銀河を土臺として、總ての系統が出来上つて居るやうに見える。此吾々の所謂星辰の體系は果してどれ位の大きさのものであるか、又どの邊まで擴つて居るものであるかといふことは、直ぐ疑問となる所である。けれども此問題を決定する確實なる材料を、殆ど吾々は有して居ないのである。でも先づ確かなどは、吾々の星系は銀河の方向には非常に遠く迄擴つて居るが、それに直角なる方向には頗る薄いものであるといふことである。其事は銀河の附近には十五等星及び十六等星位の光の弱い星が随分澤山あるにも係はず、銀河の極の附近即ち銀河より最も離れたる部分には十二等星より弱い光度の星は殆ど見付からないと



部一ノ河銀

いふ事實から直に推察されるのである。ハーシエル氏は十八吋の望遠鏡を以て、空の星の数の勘定をやつたのであるか、セロリア氏は之に反して、單に四吋の望遠鏡を用ひて勘定したのである。其二人の結果を比較して見ると、ハーシエルは銀河の附近に於てセロリアよりも約十二倍位の星を見ることが出来たが、銀河の極の部分に於ては二つの望遠鏡で見ることの出来た星の数は殆ど同じ位であつた。それから考へると極の附近に小さい星が殆ど無いといふ見當が附く。即ち其方向には星は遠くまで分布して居ないらしい。此頃寫眞術が著しく開けて來たので銀河の極細かい構造まで能く分るやうになつて、それが個々別々の星に區別さるゝといふことが分つて來た。それで吾々は殆ど銀河の最遠の端まで精密に觀察することが出来るやうになつたのである。種々の人の研究の結果に依ると略々銀河から吾々迄は、光が約二千年掛つて届く位の距離らしい。

**第三百三十一節 銀河の外方** 大抵普通の恒星は銀河の内側に存在して居るらしく見えるが、銀河以外迄星が擴つて居るかどうかといふ事はよく分らない。夫には色々の想像説があつて、人々の説が一致しないのである。其等の説の中で面白いのはランペルト氏の考である。氏は星は總ての空間にずつと擴つて居る



ものであるが吾々の所謂宇宙といふものは、銀河を堺として其内側のみを云ふので單に大宇宙の一部に過ぎないと云ふのである。けれども是は單に想像説に過ぎない。種々の研究の結果によると、大抵吾々の所謂宇宙は銀河の外迄擴かつても、極く僅であるらしい。詰り銀河が宇宙の外側であるといふとは事實らしい。即ち銀河の外は只虚なる空間が無限に續くものらしい。斯ういふ様な星の系統の一例はアンドロメダ大星雲である。是は殆ど吾々の宇宙を小さく縮寫したやうなものである。即ち其巴形の外側の部分が銀河に相當し、中の光つたる中心の部分が、太陽星群に相當すると見て宜からう。其外に、能く類似せるものが、南方の空に二つある。それ等は見た所では銀河と同様な極ぼんやりした白い雲のやうなもので、世界を始め一周したる有名なる航海者マゼランが初めて發見したので、マゼランの雲と稱せられて居る。それが大小二つに分れて居る。それを能く觀察したる、ジョン、ハーシエル氏の記述に依ると、マゼランの雲は、一部分はぼんやりしたる星雲状のものから出來て居るが、一部分はそれを個々の星に分解するところが出來る銀河のやうな性質のものである。又其中には、規則的の星雲或は不規則的の星雲が隨分あるし、星團も亦其中に含まれて居る。夫等の種類は非常に多

數であるそうだ。全躰の輪廓はぼんやりして、能く分らないが、その面積は略々四十方度である。其中にハーシエルは數百の星雲及び星團を測定して居る。其星雲及び星團の密集せる割合は、甚大で、他の空の部分に於てそれと比較になる所がない。其後それを寫真に撮つて能く觀測して見た所が、此マゼランの雲は著しく大なる螺旋形の星雲であるといふことが分つた。其星雲の中にはそれに附屬せる恒星、或は數多の小さな星雲星團が澤山あつて、それは恰も銀河に夫等のものが附屬して居るやうに見えた。之をアンドロメダ大星雲と比較して見ると著しく見掛けの大きさが大であるからして、比較的距離が近いのであるかも知れないが、その視差を定めることは全く不可能に終つた。此等の事實から色々想像して見ると、銀河自身が非常に大いなる螺旋形の星雲ではなからうか。其星雲の中心に近く太陽星群があつて、全躰の形は螺旋の平面に著しく扁たくなつて居るものではなからうかといふことが考へられる。併ながら此考は唯單に想像に過ぎないのであるが、若し空間の遙かなる遠方より吾々の宇宙を望んだならば恰も吾々がマゼランの螺旋状星雲を見るが如き形に見えるかも知れない。或はアンドロメダ座星雲を吾々の見るやうに見えるかも知れないのである。

### 第三百三十二節 空間に於ける光の吸収

吾が太陽系の空間には流星及び彗星の分子となる極微なる塵が非常に廣く分布されて居るといふことは前に述べた。而して太陽系は絶えず宇宙間を運行しつゝあるものであるから是等の塵は殆ど宇宙の全體に擴つて居るものであらうと思はれる。それで若し其中を光が傳はるとすれば夫等の塵の爲めに妨げられて著しく光を吸収され或は反射されて光の強さは著しく弱められる筈である。其爲めに遠い星は實際の光を現はさないで著しく薄く見える筈である。又光の極薄い所の星は夫等の塵の爲めに光を吸収されて殆ど見えぬ様になるかも知れない。さうすると吾々の見ることの出来る星の境といふものがなければならぬ。其境の外から来る光は吾々はまるで見ることが出来ないことになる。さうするとそれ以外の宇宙に就て吾々は何等の智識をも持つことは出来ないからして星の存在せる空間が有限であるといふことも星の数が有限であるといふことも全く言へないことになる。之に依つて考へれば或る人が立てたる宇宙有限説は或は壞はれるかも知れない。即ち夫等の人は若も星が無限の遠方まで分配されて居るとすれば夫等の光が集積する爲めに空の總てが太陽の面のやうに輝かなければならない。けれども斯

かる輝く面がないからして星の数は有限である筈だといふのだけでも光を吸収する層が宇宙にありとすれば此の説は無論成立たない。けれども宇宙の有限なることは恒星の固有運動の研究からして力學的に種々の人に依つて立證されたものもあるし又前に述べた種々の事柄からして吾々の所謂星の世界は有限であるといふことを信じやうと思ふのである。而して吾人の太陽系より其境までの距離は光りが三千年位掛る位のものであらうと想像される。

### 第三百三十三節 宇宙の構成

宇宙の現在の構造に關して吾々は今迄種々の方面から研究したが其結果を一纏めにしたるニュウコム氏の結論を茲に引用するのが其考を明かにするに最も適當だらうと思はれるからそれを今下に述べる。

第一 星の實際の光の強さは種々あつて或星は太陽の數千倍或は數萬倍の光を放ち又或るものは僅に百分の一又は千分の一位の光を放つものである。

第二 光の強い星は一般に其温度が高く其色は青白く且つ其成分は稀薄なものである。即ち是等の星は稀薄で烈しく白熱されたる瓦斯の尨大なる塊である。

従て星の質量は其光程著しい差異はない。

第三 最も青白く最も輝いて居る星は、重に銀河の附近に在る。それで星が段々大きくなり又段々輝いて来るに従て、一層銀河の方に集る傾向が有るのではないかと思はれる。

第四 吾々が所謂宇宙と稱して居る中に含まれて居る星群は有限である。即望遠鏡で漸く見ることの出来るやうな小さな星は、それよりも稍々光を強い星よりも遠いものではなくて、略々同じ部分に在る光の弱い星である。けれども吾々の宇宙の外に吾々が全く夢想だも出来ない他の宇宙が存在して居るかも知れない。

第五 宇宙の限界は不分明で且つ不規則なるものである。其境に近づくに従て星の数は段々に少くなるものらしい。其境の星の視差は約一秒の一千分の一より小なるものであらう。それで其所の星から發する光が吾々に達する迄には三千年以上の時間を要するだらう。

第六 宇宙は銀河の極の部分よりも、銀河の帯の部分に於て、より遙かなる所まで擴がるものと思はるゝ。併し何れの方面に於ても、吾々が星の固有運動を測定することの出来ぬ程、遠い所まで達して居るといふことは事實である。

第七 銀河の集群は、宇宙の外側に接して居るか、將た又其中にあるかといふこと

はまだ決定することは出来ない。けれども其銀河の集群の中に數多の肉眼で見える星が含まれて居る事から考へると、或は其少し内側にあるのではないかと思はれる。けれどもこの部分の星は比較的他の部分よりも光が強いから、其理由も餘り當てにはならない。

第八 星の全體の数は數億に達するであらう。

第九 銀河の部分以外では星は星群或は星系を爲すやうな傾向が無くして、殆ど同じ密度で空間に散在して居る。

## 第二十一章 宇宙の變遷

### 第三百三十四節 過去及未來の問題

吾々の宇宙は一個の活動體である。即著しくエネルギーを有するもので、それが現はれて、總ての天體の運動となり、或は光と爲り、或は熱と爲りて四方に放散する。是等の活動の中、天體の運動は無限に續くものであらうけれども、光り或は熱の放射は一時的の現象で、早晩それは變化し消滅するものであらう。是等の現象を考へて見ると、直ちに、宇宙の過去は如何なるものであつたか、或は未來の宇宙は如何に變つて行くであらうかとい

ふ問題が頭に浮むのである。けれどもこれ等の問題は實際の觀察が出来ないから、その推測には非常なる想像を混ずることは免れないことである。

人類があつた時代の歴史でさへも、吾々は少しく古くなるに其事蹟が分らないことが多い。殊に將來吾々人類の發展が如何になるべきかといふことは、尙不明なものである。それと同じく宇宙の過去及び未來の問題も、遠くなればなる程ぼんやりして來るのである。要するに是等の研究は現在を基礎とするものであるから、現在より餘り離れない部分しか正確に考察することが出来ない。先づ研究の基礎として、吾々は種々の假定を必要とする。

是等の基礎の第一は現在の宇宙の構造に關する充分なる智識である。過去及び未來を知るといふ問題は、現在を精確に知ればよい筈である。即ち現在の變化は、どういふ種類の原因に依つて起るのであるか、及びその速度は如何といふ問題が詳しく分れば、吾々は其未來及過去を推測することが出来るのである。詰り吾々は探偵のやうに總ての事柄に詳しく注意しなければならぬ。さうして變化を生ずるやうな形跡があれば、極細かなものでも、それを追窮して行かねばならぬ。さうして其間に法則を見出して、それを過去及び未來に延長すれば宜いのである。

けれども宇宙の現在の状態に關しては、吾々は今迄述べたやうな極不完全な智識しか持つて居ないのである。けれども不完全でも、正しい智識でさへあれば、幾分か過去及び未來の有様を推定する助けにすることが出来る。

第二の基礎となる假定は、自然の法則が何時迄も變はらないといふことである。引力の法則は一世紀前に於て矢張今の通り行はれた。今から數萬年前も屹度さうであつたに違いない。是から數萬年後もさうであらうと假定しなければ、吾々は、何も考へることは出来ない。それから數學の法則、及物理學、化學の法則等も皆何時迄も不變なものである、と假定しなければならぬ。是等の法則は現今宇宙間の總ての部分に當條することは分つて居る。即ち空間に於ては如何なる部分にもそれが當條るから、時間の如何なる部分にもそれが當條るといふことを想像することが出来る。けれども吾々は宇宙の變化する總ての原因に就て、知り盡くすことは出来ぬからして、最も著しき變化のみに眼を着けて變遷の状態を見るより外、仕方がないのである。それで餘り遠く迄は吾々の眼は届かないものと思はなければならぬ。

**第三百三十五節 太陽の變遷** 先づ吾々が注意すべきのは太陽の變遷と

いふことである。太陽が其放射する熱を年々維持する爲めに其直徑が漸次短くなるといふことは前に述べて置いた。其直徑の收縮する割合は一年に數呎位に過ぎないので吾々の望遠鏡を以てそれを測定するといふことは出来ないが、それが段々收縮して數千年乃至數萬年の後に達したならば遂に測り得る位の量に達するだらうと思はれる。其事は又過去に應用することが出来る。即ち過去に於ては、現在よりも著しく其容積及び状態が變つて居たと想像することが出来る。先づ其直徑は今よりも非常に大にあつて其比重は今よりも非常に小さいものであつた筈である。さうして段々過去に溯つて行くと其密度は漸次減じて、殆ど唯今の星雲と同じやうな状態であつた時期があるだらう。その状態よりして、年々其中に含まれて居る分子は相互の引力に依つて次第に收縮して行つたものであるらしい。其收縮の結果必然的に熱が昇るのである。是は瓦斯體の研究によつて能く分つたことであるが、太陽の場合に於いては其熱の一部分は四方に放射され、其残りのものは太陽の本體に貯へられて、其爲めに太陽自身の温度は段々上つて來たのである。現在に於ては太陽の温度が餘り高い爲めに著しく其收縮することを妨られて居る。即ち温度の爲めに太陽の瓦斯體は膨脹しやうとするから

其收縮力に反抗して、丁度其間に平衡を保つて居ることが出来るのである。けれども其状態は何時迄も續くものと想像することは出来ない。ずつと過去に溯つて見ると太陽の直徑は非常に大なるものであつて其温度は比較的低かつたと想像される。其場合に於ては太陽の收縮は非常に早く行はれたものであらう。色々の學者が、太陽が極稀薄な星雲狀の物體であつて、その直徑が殆ど現在の海王星の軌道位迄擴がつて居た時から、どれだけ位の時間を費して現在の状態まで太陽が收縮し得たかといふことを勘定して居る。其結果に依ると、約一億萬年乃至十億萬年位であつて、百億萬年には達しないだらうといふ事である。太陽が將來に於てどの位の長さ、光りを放射し續け得るかといふことは前に述べて置いた通り、一千萬年は逆も駄目だらうといふことである。太陽は此の如く、絶えず變遷しつゝある物體であるのである。

### 第三百三十六節 星雲說

太陽が段々收縮するといふことは、それが光熱を放射することの必然の結果であるといふ説は比較的近頃のもので、一世紀位前の學者は違つた方法で此状態を解釋して居たのである。佛蘭西の有名なる天文學者、ラプラスの此點に對する考は十九世紀に非常なる勢力を持つたものである。

彼は惑星の運動の現象を能く研究して、太陽系の發展は星雲の状態から起つたのであるといふことを稱へた。是が有名なるラブライス氏の星雲説である。カントも前に同様なる事を述べたので普通はカント、ラブライスの星雲説と唱へられたものである。ラブライスの言ふ所に依ると、惑星の運動の最初の原因を調べる爲めに、吾々は下の五つの事柄を注意しなければならぬ。

- 第一 惑星の運動は皆同じ方向に回轉して殆ど同じ平面に動いて居る。
  - 第二 惑星の衛星の運動も惑星の運行と同じ方向に動いて居る。
  - 第三 惑星の自轉と太陽の自轉とは同じ方向である。
  - 第四 惑星及其衛星は皆殆ど圓形の軌道を持つて居る。
  - 第五 彗星の軌道は全く是等の惑星の軌道と異なるもので、それは著しく扁平なる楕圓狀を爲し又其平面は黄道面に傾斜を爲して居る。
- かゝる惑星の間にある運動の一致といふものは、單に偶然の結果ではないとラブライスは考へた。それで氏は、其性質はどんなものであるか別らぬが、兎に角惑星の運動を生じ或は制馭する所のものが、太陽系に瀰漫して居て、是等の惑星の外迄達して居ただらうと想像した。所が惑星間の距離は非常なるものであるから、其

力を起すものは非常に擴つたる氣躰であつて、太陽を圍んで居る大氣の状態のものでなければならぬと思はれる。それで太陽系の始めは星雲狀のものだつたらうと結論したのである。此の説は前に擧げた太陽の收縮の考へと能く一致して居るが、併しラブライス時代には太陽の熱の生ずる原因は其直徑の收縮に由て起るといふことは、未だ知られなかつたのである。それで彼は其熱を生ずる原因として、元の星雲狀の太陽は非常に高い温度を有つて居たと假定したのである。けれども此假定は不必要なことである。例へ元の星雲狀の太陽が熱せられて居やうが、冷めて居やうが、其れが收縮して熱を生ずる工合には餘り影響しない筈である。併し始めに温度が高いとすると收縮が遅くなるからして、低い場合よりも餘計現在の状態に達し難たかつたかも知れない。

又ラブライスは下のやうなことを言つて居る。若しも是等の惑星及衛星が深く其太陽の大氣の中に没して居るとすれば、惑星の運動が其大氣と抵抗するから其爲めに運動を妨げられて遂に總ての惑星が太陽の中心に向つて落下しなければならぬことになるので、吾々は下のやうなことを假定しなければならぬ。即ち惑星は太陽の赤道の平面から投げ出されたる所の瓦斯の一部分が收縮することに

依つて、外部から一つ宛出来たものであらう。  
氏は力學上の原理からして斯かる現象が起り得べきことを證明した。それから又其星雲状の物質は、丁度現在の土星の環のやうな風に外部に在つて、それが漸次結合して惑星を生じ、又同様なる原因で其周はりに衛星を生じたのであらうと言つて居る。

惑星と衛星とは總て同様なる運動の方向に持つて居る。それで夫等は最初の星雲の回轉の力を、今以て保存して居る者と認めて差支ない。總て是等の衛星は斯様にして續々惑星の周圍から輪のやうになつて飛び出した餘りの部分が、收縮して出来たのであるからして、その回轉の速度は本體の回轉よりも少し遅くなるのである。それで本體の回轉が段々早くなると、外側の遅い部分は常に其爲めに投げ出されるものであつて、其事は太陽と他の惑星との間の關係と同様であるといつて居る。

### 第三百三十七節 星雲説に對する反對

ラブライスの頃迄は、前に述べた様に、衛星の公轉の週期は惑星の自轉の週期よりも少しく遅いものと考へられて居て、其事は土星の環にも當筈まると信じて居たのである。けれども土星の環

の公轉する週期は、現在の研究に依ると著しく短いものである。即ち環を構成せる分子は、各々獨立の星體であつて、それが土星に近ければ近い程速度は早いのであるが、其等の週期は皆土星の自轉の週期よりも短い。同様に火星の内方の衛星即ちフォボスの一公轉の時間は、火曜の一日の約三分の一である。此等の事實はラブライス氏の説に直接反對するものである。又天王星及海王星の衛星の軌道面は著しく黄道面と傾斜して居て、且つ其等の自轉の方向は普通の衛星の自轉の方向と反對であるから、此事も亦ラブライス氏の説を破る材料となる。

斯かる色々の反對の材料が出て來たけれども、兎に角此星雲説は、大體からいふと太陽系の成立の事情に當筈まるものであるからして、一般の天文學者は此説を大體の點に於て採用して居るのである。けれども細かなる點、即ち惑星及び衛星が星雲の外部の輪から投げ出されたるものである、といふやうな點に就ては色々な反對説が起つて居る。それで漸次此説を訂正して行つて現在では餘程改良されたる説になつて居る。此頃出てたる訂正説の面白いものは、ラブライス氏の考えた星雲の代りに、其間に不規則に散布されたる流星の密群があつたと假定した方が宜いといふのである。其流星群が段々相互の引力に依つて、收縮する途中、温

度が高くなつて爲めに瓦斯狀に變化したのであらうといふ考へである。其見解に依ると太陽系の空間に今尙散布せる流星的の塵は、其昔太陽及び惑星を拵へた材料の残つたものであるといふ事になる。チャンパーリン及びムールトン等は此問題を詳しく研究したが、或る點に於てはラブラース氏の見解に反對して下の如く説を立て、居る。即ち最初の星雲狀態の時には、其外部に於ては密度が小で運動が大で、又不規則に分布されて居るものであるが、中心に近い部分に於ては、密度が大で、運動が遅く、且規則的に集合して居るものでなければならぬといつて居る。是等の説は随分想像的で信ずる價值があるかどうか分らぬ。

### 第三百三十八節 ポーデの法則

ラブラース氏の星雲説を能く考へて見ると、それがポーデの法則に或る一種の關係を持つものでないかといふ想像が起る。此法則は前に第二十三節で述べて置いたが、全く數學的の形式を取つたる法則である。それは單に惑星に應用されるのみならず木星及土星の衛星の距離の間にも應用することが出来る。近頃ロツヘ氏は瓦斯狀の收縮する際の物理學的變化の法則に依つて、太陽の或る時期に於ける直径は、恰もポーデの法則と同様な數學的の法則に従て、現はされ得るといふ事を述べて居る。而して其直径の長

さは最初の收縮の時から經過したる時間に比例するものである。これに依つて彼は面白い結論に達したのである。即ち惑星が種々の距離に分布されて居るのは、それ等が丁度太陽が收縮する途中に同一の時間の間隔を隔て、太陽の邊緣から分れて順々に作られたものであるといふ事を現はすものである。それで火星は地球よりもつと古く出来たもので、地球は又金星よりも古く出来たものである。所でポーデの法則は海王星の場合には少しく當筈らない。それは海王星は最も古く出来たものであるので、海王星と天王星との出来る時間が外の惑星の出来る時間よりも少し短じかつた爲めであらうといつて居る。併し此結果には餘り信用を置くことは出来ない。惑星が如何にして何時頃出来たかといふことは、まだ現在でも決定することが出来ない問題である。

### 第三百三十九節 潮汐作用

太陽系の變遷に關する種々の原因の中に、潮汐作用は最も著しき結果を來たす所のものである。ダルウイン教授は此事柄を能く研究して居る。氏は地球と月との間の潮汐作用の現在の有様から出發して、數學的に過去及び未來に於けるこの作用の結果を推算した。此結論の前提となるべき事柄は、唯今の地球上に於ける潮汐の影響であつた。地球の自轉の運動は



潮波の摩擦に依つて幾分か弱められるのである。斯く地球の自轉が遅くなる結果として、月は段々地球から離れて飛び去ることになつて来る。それで數千萬年の後になると月は現今の軌道よりも非常に大なる軌道に運動することになるだらう。

月は其軌道の上を西から東の方に向つて回轉する。地球と其軸に依りて西から東に自轉する。所て月の回轉するよりも、地球の自轉の方が著しく早いので、吾々から月の運動を見ると恰も東から西に動くやうに見えるのである。それで月の引力に依て生じたる潮は、地球の自轉する方向と反對の方向に、地球の表面を動いて行くのである。其反動として月も幾分か其軌道上の運行の速度を早めらるゝことになるのである。即ち潮を地球と月との兩方から引張つて居るからして、潮が月の直下に向て動くといふことは、地球の運動を幾分潮の方向に摩擦に依つて遅めると同時に、月に引力を及ぼして、その西より東に回轉する速度を、少しは早めることになるのである。それで月が地球に近ければ近い程其影響は著しき譯である。けれども月は前に述べたやうな理由で段々地球から遠ざかつて行くといふれば、潮が月の速度を早める働きは漸次弱めらるゝ筈である。

#### 第四百十節 潮汐の地球に及ぼす影響

月が地球から段々離れて行

くと云ふ事は、極く僅か宛であるからして、數世紀も経たなければ無論吾々に分る程の變化は起らない。つまり月が地球を廻はる軌道は、一定の橢圓形ではなく、螺旋狀をなして段々遠くなつて行く筈である。月が非常に地球に近かつた時から、現在の位置迄潮汐の作用に依つて離れる爲めには、約一億萬年を要したであらうといふことである。

未來數千萬年の後まで地球と月が矢張存在して居るものとすれば、其間の距離は段々増して行く筈である。けれども距離が増せば増す程、それに依つて生ずる潮汐の作用が段々少くなつて來て、それが爲めに其上距離を増す比例は漸次減する様になる。それに反して今よりも月が地球に近かつた頃は、潮汐の作用は非常に大であつて其結果は現在よりも非常に著しきものであつたらう。殊に遼遠なる古代に於て、地球が木星或は土星の如く非常なる高熱を有して居て、今日の如く固まつて居なかつた時には、其影響は著しく烈しかつたらう。其時には今の海水に於ける潮の代はりに、總ての地球を構成せる物質の間に月の引力が働いて、全體が動搖した筈である。即ち月に近い地球の部分は餘計の引力を受け、遠い部分は

少い引力を受けるからして、その引力の差に依つて全體の形が著しく變化を受けつゝあつた筈である。其爲め、地球の内部の各分子間に非常なる摩擦を起し、遂に地球の自轉の状態に非常なる影響を及ぼしだらうと思はれる。

**第四百十一節 潮汐の月に及ぼす影響** 若しも月が氣體或は液體であるとするれば地球は月に對して非常に強大なる潮汐の作用を及ぼして、其爲めに月の自轉の速度は直ちに弱められ、矢張終には月は現在の如く地球に常に同じやうな表面のみを呈するやうになる筈である。過去の月の状態はどうであつたか分らないが、兎に角現在は月は地球に對して常に同じ面を向けて居るので、其上にたとへ潮汐の作用が起つても少しも摩擦を生じ得ないから、月の自轉に影響することはない。潮汐作用により自轉の速度が遅くなるといふことと、其作用を起す天體が遠くなるといふことは、互に因果の關係を爲すものである。それで總ての天體は遂に、潮汐作用の影響を受けない様な位置即ち丁度現在の月の如き位置になるのである。詰り月に於ては自轉の週期即ち一日と公轉の週期即ち一年とが同じであるといふやうな結果になつて來る。所て月も亦地球に同様なる潮汐の作用を及ぼすのであるから、月の方からいふと、地球に常に同一の表面を月に向け

させやうとする運動が、まだ止まない事になる。其結果として地球上の一日と一月との長さが同じになるべき筈である。けれども月の潮汐の作用は、地球の質量が非常に大きいので、比較的早く働き得ないから、現在のやうな不平均の状態にあるのである。トムソン及びテートの勘定に依ると一日と一月と同じ長さになる頃には、月は今よりも數千哩の遠方に離れ去つて、其公轉する時間が段々長くなり、約現在の時間の四十九日位になるだらうといふ事である。詰り其時には、月は地球の或る一方の側からしか見ることが出來ないやうになつて來て、地球の一日は現今の四十九日位に相當する長さになつて來るのである。

**第四百十二節 月の過去** 此の變遷の状態を過去に應用して見ると面白い結果となる。即ち月と地球とは著しく現在よりも接近して居なければならなかつたといふことになる。それ等が分離したる状態は前に述べたる星雲説で想像することが出来る。或る人の想像説に依ると、どうしても月は地球から分たものでなければならぬと云ふのである。潮汐の作用を遙かの過去迄推し詰めて行けば、地球と月とは非常に密接して回轉して居た事がある筈だから、詰まり地球の一部分が或る作用から分離して、月を生じたのであらう。所て斯かる月のや

うな大きな塊が地球から飛び出したのであるから、其跡に著しく大なる穴が今でも少しは残つて居なければなるまい。それで多分月は現在の太平洋の部分から抜け出したものであらうと云ふて居る。けれども是は無論確かなる證據があるものではない。

月の現在の表面の状態を能く研究して、それと地球の状態とを比較して見ると、どうしても月は過去に於て高熱を有せる瓦斯體であつて、それが段々冷えて收縮し終に液體となり、次に其表面に固體の皮を生じたのであるが、それが段々收縮して行く途中に、中に含まれたる液體が其殻を破つて飛だし、現在の月の表面に現はれて居るやうな山脈、平地及噴火口等を形成したものでらしい。又或る人は月の表面の状態を種々研究して、過去には嘗て大氣が存在して居たといふ證據があると考えへて居る。併ながら此事は少し疑はしいやうに思はれる。如何となれば月の表面に於ける引力は地球に比して非常に小さいものであるからして、地球と同じく空氣が月の表面にありとしても、それは逆も永久的に續くことの出來ない。直ち其分子の運動に依つて、周圍の空間に飛散し去るべき筈である。瓦斯の分子は各々種々の方向に著しき速度を以て絶えず運動しつゝあるものであるから、若し引

力が弱ければ、直に四方に飛散して了ふものである。所で吾々の地球の空氣の最も上層に於て酸素及び窒素の分子が地球から飛散する爲めには、約一秒間に七哩の速度を必要とする空氣の分子の平均速度は約其三十分の一に過ぎないから、地球上の空氣が地球から逃げ出すといふことは、殆ど無いのである。けれども月に於ては其表面に於て僅か一秒に一哩の速度があれば、直ちに空氣が逃げ出すことが出来る。この位の速度は、月の温度が非常に高い時には、其表面の瓦斯が當然有し得る速度であるので、それから考へると前に一度は月に或は大氣を持つたことがあるかも知れないけれども、それは單に一時的の現象に過ぎなかつたので、今では全く無くなつたものらしく思はるゝ。それと同じく小惑星及び惑星の衛星等も大氣を持って居ないらしい。又水星及び火星の如き比較的形の小さい惑星も幾分か同様に考へられぬ事もない。

#### 第四百十三節 惑星界に於ける潮汐作用 外惑星の衛星も、矢張地

球と月の間に於けるやうに潮汐作用の影響を受けて、其運行の状態は著しく變化せられて了つた様に見える。即ち月と同じく常に其惑星に對して同じ表面を總ての衛星が向けて居るらしく見える。此事は又内惑星に就ても應用される。即

これが金星及び水星は常に太陽に同じ表面を向けて居るといふ説が出た所以である。スキヤパレリ氏は此點を能く研究して、少くとも水星に於ては、潮汐の作用の結果、その自轉と公轉の週期は同一となつて居ると述べて居る。

#### 第四百十四節 太陽潮

太陽も地球に對して潮汐の作用を起すものである。それは月の潮と性質に於ては同一なものであるが、其影響は餘り著しくないのである。けれども其結果は地球の自轉を遅くし、地球と太陽との距離を遠ざからしむるものである。即ち其影響は地球の自轉と公轉との週期が全く同一となつて、地球が常に同一の表面を太陽に向ける様になる迄働く筈である。夫と同時に、地球は段々太陽から遠ざかるだらう。若し是等のことが實際起るとすれば不思議なる反對の影響が又生じて來るのである。即ち一日が一年と同じ長さとなる爲には、遂に一日が一月の長さよりも勢ひ長くなつて來るからして、月が又地球に對して反對の方向に潮を起すやうになる。それで其時には潮が西から東の方に流れるやうになつて、其結果地球の自轉を早めるやうな方向に動くのである。其影響に依つて月は又地球の方に近づいて來なければならぬ。さうして遂に月は再び地球の上に落つるやうになるだらう。吾々は今此種類の影響が丁度火星

と其内部の衛星なるフォボスとの間に起りつゝあるのを見る。即ちフォボスの公轉の週期は火星の一日の約三分の一であるから、此衛星は遂には火星の爲めに引き寄せられて、其上に落つるやうになるだらうと思はれる。

#### 第四百十五節 ロッへの限界

二つの物體が互に引力に依つて接近する場合に、面白い力學的の原則が顯はれて來るのである。月は其儘で地球に非常に密接することは出來ない。月が餘り地球に近くなると、地球が月の近い表面と遠い表面とに及ぼす引力の量が著しく違ふやうになる。月と地球との距離が或る一定の度に達すれば、其引力の差の影響に依つて、月の體は遂に破裂しなければならぬやうになるのである。ロッへ氏は數學的研究の結果、二つの天體が接近づく場合に於ては大なるものが小なる天體を遂に破裂せしむるに至る限界の距離を計算する式を發見した。其式は數學的のものであるから、茲には省くが、それを地球と月とに應用して見ると、若し月が一萬一千四百哩の距離まで地球に近づくと、遂に地球の引力の爲めに破裂して數多の破片になるだらうといふことである。この法則は又種々の天體が相接近する場合に應用して、面白い結果を得ることが出来る。

### 第四百十六節 土星の環

頗る面白い考が浮ぶ。土星の環の最外端は尙ほロツへの限界の中に横つて居るのである。前に吾人は土星の環は極小さい塵のやうな物質の集合から成立つて居て、それが獨立に土星の周圍を廻つて居るものであるといふことを述べて置いた。それとロツへの限界の考えとを比較して考へて見ると、土星の環の物質が一に集つて、一つの大きな衛星を作り得ないといふことが分るのである。如何となれば環の部分の空間内に大きな衛星が這入ると直ちに破裂すべきものであるからである。太陽系に於ては土星の環のみが、ロツへの限界内に、衛星の回轉して居る唯一の場合である。

それで此環が永久的に残るべきものであらうか、或は一時的のものであらうかと云ふ事は大に注意すべき値がある。二世紀許り前に畫かれた土星の繪を見ると其環が現今よりも、少し大きいやうに見える。それは環を構成せる分子の相互の引力に依つて互に衝突する結果、互に其運動の量を減じ、終に段々土星の爲めに引付けられて、少し收縮したものであらうと思はれる。又ノーラン氏は土星の環の外部は、丁度ロツへの限界と一致した位の所にあるから、其環の外端に在る分子は

ある影響の爲めに其ロツへの限界から飛び出して、段々土星の衛星に變つて行くのではないかといふことを想像して居る。或は土星の環は、一の大なる衛星がロツへの限界内に紛れ込んで、遂に破裂した爲めに、生じたものであるかも知れない。又或る人は一の彗星が土星に非常に接近した爲めに、終に土星に捕はれて、現在の如き環を形成したといふやうな説を述べて居る。

火星の内部の衛星は殆どロツへの限界に近づきかけて居る。そうして今後益々火星に近くなるだらうから、現今は頗る危険の淵に瀕して居るのである。

### 第四百十七節 星辰の變遷

吾人は本章の始めに於て太陽の變遷の工合を述べた。太陽は恒星の一であるから、其變遷の工合は他の恒星の場合に應用することが出来る。大抵普通の恒星は、始めは非常に擴がつたる稀薄なる物質で、比較的運動の緩慢なものから、段々收縮して現在の状態に達したものでらしい。自身の引力の結果に依つて、星體が收縮すれば、星の内部の運動は段々増加して來て、終に非常なる高熱に達し、外部に光を放射するに至るが、又漸次冷へて來て、終に暗黒星に變ずるのである。ロツキヤー氏は此考を最も系統的に研究した。彼は總ての天體即ち太陽、月、惑星、星雲、彗星等は皆流星的の物質の集合から出來たもので、

それが色々の発展の時期にあるものであると考へたのである。それを證明する爲めに、氏は是等のものの光のスペクトルを熱心に研究して、其分類をなし發展の状態を示したのである。是が有名なるロツキヤー氏の流星説である。これは大體の點に於て、餘り反對がないけれども、それを細かな部分に應用する點に於て著しき障害が時々起るのである。それで此説が根本的に眞理であるか、どうかはまだ分らぬ。

恒星のスペクトルは前に述べて置いたが、其のスペクトルの三大別が變遷の順序を示すらしい。即ち第一型の星は温度が殆ど最高に達したる時期のもので、第二型の星は温度が少し下り坂になり掛けた所である。第三型の星は最早段々暗黒に近づきつゝあるものらしい。けれども人の一生は非常に短いので、無論それ丈の間に、恒星が見ゆる丈の變化をなすこともないが、人類の存続の年限も亦、恒星の變遷の時間に比して非常に短いものらしく思はるゝ。それで吾人は、かゝる徐々の變遷が實際に起るものであるかどうか、と云ふ事を見ることは出來ないかも知れない。けれども種々の比較研究の結果、斯かる種々の階段を定めたので、其方の専門家はスペクトルの種類を數十に區別して、其等の恒星の發展の工合等を比

較して居るのである。第三型のスペクトルを有する恒星の数は甚だ少いのであるが、それ等は段々闇黒となりかけた星であるから、吾人の眼に映ずる星が漸次少なくなるのであらうと思はれる。次に第一型のスペクトルを有する星が過半数を占めて居るといふ事實は、其型の恒星の生命が、最も恒星の一生の中で長いものであるといふことを示して居る。太陽は第二型に屬して居るものであるが、その第二型の星の数は他の二つの型の平均位の數を有つて居て、其存続の時間も亦丁度二つの間の平均位のものらしい。變光星の多數は又第三型のスペクトルを有つて居る。それで是等のものは矢張老年に達したもので、もう消え掛けたものだと想像することが出来る。併ながら、アルゴール型の變光星は、單に食に依りて變光を起すものであるから、是は外のものと違つて大抵第一型のスペクトルを有つて居る。それで比較的若い星である。所が太陽の近所に在る數多の星は、大抵第二型のスペクトルを有つて居る。けれども銀河の近傍に在る星は、第一型のものが多いから、吾々の住んで居る太陽の近傍の空間の部分に於ける星は、比較的銀河の近傍に於ける星よりも發達して居るといふことが分る。

## 第四百四十八節 雙星

第四百四十八節 雙星

雙星の距離は比較的小なるものであるから、其間に

潮汐作用が起るといふ事は勿論推定される。其爲めに相互の運行に影響を及ぼし、遂に其距離を増加せしめ、其回轉の週期を長くするといふことは必然の結果であらうと思はれる。又雙星は矢張漸次熱を放散し其引力の結果に依り收縮する筈であるが、其收縮の結果、自轉が段々早くなる筈である。それで潮汐の作用は益々増加して、段々二つの星の間が遠くなるやうになるだらう。それで雙星の密度が小で、其二つの星の距離が非常に密接して居るもの、即ち琴座のβ星の如きは丁度此發展の最初の時期に在るもので、若い雙星であるといふことが出来る。もしさういふものが、段々發達して行つて、相互の密度が大と爲り、其距離も亦それに従つて大となるやうになれば、其二つの星が吾々の視線を含む平面に存在して居ない限りは、終に變光星たることを失ふやうになるだらう。アルゴール型の變光星及び分光器的聯星の如きは、週期も非常に短かく、距離も甚だ接近して居るのであるから、その點から矢張若い星であるといふことが分る。それから其軌道の形が大となり、又其週期が長くなつて居る星は、少しく發達したもので、老年に向き掛けて來たものである。ダーウイン教授の研究に依ると、雙星の公轉の週期が自轉の週期の二倍以上ありとすれば、夫等相互の間に及ぼす潮汐作用の影響は、夫等

の公轉の軌道を著しく扁平なる橢圓形と爲すやうに働くものであるといふことが分つた。それに依つて吾々は星の發達の時期を知る他の標準を得た譯である。若し雙星の軌道が圓に近いものであれば、それはまだ若いものであるが、其軌道が橢圓形になつて居る時には、其雙星は年老いたるものである。

#### 第四百十九節 星雲

ラブラースの星雲説が一度發表せられてから、學者

は、普通の星雲は星辰のまだ發達しない極めて原始的の状態で、是から段々恒星になるものであらうといふやうに考へるやうになつた。星雲は非常に容積が大で、さうして質量が小であるから、其中に働く引力は甚だ小なるもので、相互間の收縮を起すに充分でないだらうと思はれる。併ながらそれでも長い年月の間には漸次變化を起すことは間違ないから、星雲の間にも種々の發展の階段がある。即ちオリオンの星雲の如き、定型なく朦朧たる不規則の星雲より、螺旋狀環狀及び惑星狀の星雲に至る迄、種々の發展の階段がある。夫から進めば、終に星團と進化するだらう。併し是等のものは順々に發達したる階段を示すものではない。始めの原始的星雲の形は極めて不規則なもので、それから或は螺旋狀の形と爲り、或は環狀と爲り、或は收縮して惑星狀の星雲になるものであらう。それから發達して多

分星團が生ずるものであらうと思はれる。けれども星團から其各々の星が互互に分離して、廣く空間にちらばるに至るといふことは疑問である。

**第二百五十節 天體の分類** 今天體の變遷の工合から其發展の順序を考へて見ると、略下の様なものらしい。即ち最も天體の原始的の狀態は、多分不規則な星雲で、それから漸次進化して、螺旋狀、環狀或は惑星狀星雲となる。それからつと進めば星團となつて、其各の分子は皆個々の恒星となる。その次は獨立の恒星であるが、それはスペクトルの種類に依つて、漸次其發展の工合を知ることが出来る。即ち恒星界に於ては前述の如く、第一型より、第二型、第三型と漸次發展して行くのである。第三型に至れば漸く光の減少を來し、遂に暗星に變ずるものである。吾々の太陽系に於て、木星及土星は丁度暗星の境に這入つた許りのものであるが、地球はそれよりも尙發達して居る。又地球よりも火星或は水星の方は比較的老人の方である。然るに月は又夫等の惑星よりもつと蹙碌して居る。それで吾々の知り得る範圍内では、月が最も進んだ階段の星だらうと思はれる。斯くになると、其星に於ては、少しの活動もなく、全く死物と同じやうになつて了ふのである。即ち發展しないもの程、比較的運動が劇しいが、漸次進むと段々其熱及光の量

が減少し、遂に全く其分子の活動を止めて了ふのである。

流星及び彗星は以上の天體の屑が集つたものである。これ等は前述の天體が段々發展する途中に、それから離れたる破片とか、或は天體相互間の衝突に依つて生じたる破片等が、空間に散らばつて、出來たものであらうと思はれる。

**第二百五十一節 宇宙の變遷** ラブライスは太陽系の將來に就て、數學的に研究したる結果下の結論に達した。即ち太陽と其周圍を回轉する惑星との間

には、其相互の引力に依つて、絶えず其運動の狀態を變更させられるけれども、其變化の量は非常に少なるものであつて、何時迄經つても惑星が太陽に衝突するといふやうなことはないといふのである。併ながら現今に於ては誰も此説を信ずるものはない。如何となれば此説は三つの大なる影響を看過して居るからである。其大なる影響の一つは潮汐の作用である。是れは前に詳しく述べて置いたのであるが、詰まりそれに依つて惑星の運行及衛星の運行は非常に影響せられるのである。

第二の影響は惑星の通過する空間の抵抗である。惑星が太陽と或る一定の距離を保つて其軌道を回轉して居るのは、惑星の固有の運動の力と太陽の引力と丁度



平均して居るからである。若し惑星の運動を少し宛でも妨ぐるものがあれば、比較的太陽の引力が強くなるから、其爲に引付けられる様になる筈である。所が惑星の通る空間は、全くの真空ではなくして其間に流星の微塵が随分澤山あるのがある。それで絶えず夫等のものと衝突しながら進まなければならぬ。其衝突の爲めに生ずる運動の障害は、極めて僅かなものであらうけれども、それが段々集積すれば、終に惑星の運行を著しく弱めることになる。それで其爲めに惑星は漸次太陽の方向に引張られる筈である。遂には其影響の爲めに太陽の表面に落ちるやうになるかも知れない。

第三の影響は、日光の輻射壓である。太陽は著しく光と熱とを四方に放散するかからして、其光が惑星に當つて惑星の面に一種の壓力を及ぼす筈である。其壓力が惑星の運行に如何なる結果を來たすかといふことは、面倒なる計算を要するものであるが、つまり段々太陽と惑星との距離を縮める結果を來たすのである。是等の結果に依つて考へて見ると、吾々はトムソン及びブライトが云つた言葉に同意しなければならぬ。彼等は宇宙の最後の状態に就て物理學的の研究の結果を下の如く述べて居る。則ち地球と月との間に行はれて居る様な潮汐作用と、星

の運行する空間の抵抗との何れが、より重大なる結果を來たすかといふことは、現今の科學では明かに決定することは出来ないが、それが何れてあらうとも、詰り吾々の太陽系のやうな系統の窮極の状態は、若し現在の法則が何時迄も行はれ、又外部から突然に大なる天体が來て衝突するやうなことがなかりさへすれば、必ず或る一定の點に達すべき筈である。其最後の結果は總てのものが一つに塊つて了ふといふことである。即ち惑星も衛星も皆太陽面に落ちて一大塊と變じ、其物は暫くの間は今迄の惰力に依つて、自轉を繼續しやうが其自轉も終りには段々速度を減少して最後に全く靜止するやうになるだらうと言ふのである。太陽系の運命が此の如きものであるとすれば、亦吾人の所謂宇宙全體の運命も同様なるものであるかも知れない。吾々の宇宙は、銀河を本として作られたる大なる一つの系統であるが、それは又小にしては吾々の太陽系と比較し得べき形狀を備へて居るものであるから、其間に同様なる法則が行はれるとすれば、必然吾々の所謂宇宙も終に此の如く一大塊に變じて靜止する時期があるかも知れないと思はれる。けれども是は全く空想に過ぎないから、それが何億何兆年の後に行はれるか、又かゝることが實際起らないで、何時までも宇宙は現在のやうな有様を呈して居るかといふ

いふことは、吾々の現今の學問の力では説明することが出來ない。

### 第五百十二節 未決の問題

そこで、吾々が種々研究した結果、宇宙間には種々分らない事實が残つて居るといふことが分つた。即ち吾々の現在の學問は未だ不完全なるものであるから、夫れによりて説明し得ない事實は宇宙間に随分多いのである。人間の力は有限であるから、遂に宇宙全體の謎は解けないものであるかも知れないが、兎に角少し其説明の端緒は開かれて居るのであるから、漸次未決の問題に對して、解決を爲すべき氣運は開けて來る筈である。

未決の問題の第一は、吾々の太陽は宇宙間を運行して居るのであるが、其運行は何時の頃から始つたか、又何處から始つたか、又どういふ原因でさういふことが起つたか、さうして何時まで其運行が續くか、何處へ行つたら其運行が終るか、といふ様なこととて、それに就て殆ど何等の手掛りをも得ないのである。それと同様に總ての恒星は皆各々其固有運動を有し、其等の方向は千差萬別で、其間に統一がないやうであるが、夫等の運動の本は如何なるものであつたか、是から先き如何になるべきかといふことは全く分らない。

第二に吾々の宇宙即ち天體の存在する世界の端は何處であるかといふ問題も充

分に能く分らない。けれども是は大體の見當丈は付いて居るといふことは前章に於て述べて置いた。

第三に恒星の熱の原因が頗る不明である。太陽も其恒星の一であるが、其太陽の現今の熱の起原は何であるか、其エネルギーは何處から持つて來たものであるか、といふことは全く分らない。又總ての恒星は皆著しく其體から光と熱とを四方に放射して居るのであるが、其放射されたる空間は無有限であるから、其光と熱とは無限の旅を四方に向つて續ける譯である。それで光と熱とは再び還つて來るといふことは殆ど不可能なることである。斯かるエネルギーが宇宙の何處まで擴がつて其後如何になるか、頗る分らない問題であるが、殊に斯かるエネルギーが宇宙の或る一定の場所即ち吾々の所謂宇宙なる有限の所に非常に著しく集積されたといふことは如何なる原因に依るのであるか、頗る不思議な事と言はなければならぬ。それから少しく下つて、細かい問題を考察して見ると、時々空の各部に現はれる新星といふものがあるが、其成因も殆ど分らない。それから宇宙間の生物が如何なる工合に分賦されて居るかといふことの問題も分らない。我が地球に生物が居るといふことは明かであるが、其外に生物が住んで居るかどうかといふ事

は種々の人が考察した事、既に前に太陽系の章に於て、地球以外の惑星は生物の住居に適しないといふことを述べて置いたが、他の惑星の世界には吾々の地球のやうな惑星があるかも知れない。それで其上に生物が居るかも知れないのである。恒星の数は數億に達する。其の數億の周りにある惑星の数は其數倍に達するであらう。斯かる數多の惑星の中に、我が地球と同じやうな條件を備へたるものがないとも云へない。即、生物に必要な土地、空氣、光、熱、水等を備へたる惑星がないとも限らない。殊に宇宙間を見渡せば大抵の恒星の成分は皆同じやうなものであつて、水素、カルシウム、ソヂウム、鐵の如き到る處に存在して居るものであるから、必ずしも他の部分に於て、地球と同様な或は相似たる生物が存在し得ないといふ理由はないのである。此問題は又生物の發生は如何といふ問題となるが、それは動物學の問題で、吾々は充分にそれを説明することが出来ないけれども、少くとも地球上に生物があることより考ふれば、現在は縦令出来ないとしても、生物は無生物から進化したものであらうと假定しなければならぬ。それで同じ條件の許に、或は他の世界に生物が生じ得るかも知れないから、先づ地球以外にも生物のある所があり得るといふことを肯定しなければならぬ。けれども宇宙を通覽

して見ると、銀河の附近に於ては、宇宙の外廓に近い爲めに物質の分子の變化の工合が非常に劇しい様であるから、或は生物の存在し得る見込がないかも知れない。少し見込のある部分は宇宙の中央に近き部分、即ち吾々の太陽の近隣である。宇宙の中央に太陽星群なるものがあることは、前に述べて置いた。其太陽星群に屬する星は皆太陽と同様な第二型のスペクトルを有するものであるからして、それ等の恒星の周圍を回轉する惑星には生物が存在し得る場所があるかも知れないのである。

それから太陽系に歸つて見ると、それに屬する各惑星の表面の狀態はどういふものであらうか、といふことは現今殆ど分らぬ問題である。又太陽の表面の狀態は如何、其黒點の本質は何であるか、又其コロナなるものは如何なる物質から出來たものであるか、といふことも未決の問題である。黄道光及對日照の眞の原因も分らぬ。又地球の自轉の速度は普通一定して居るもので、それが最も精密なる時間の勘定即一恒星日の基礎となるものであるが、それが時々遅くなつたり早くなつたりすることがあるらしい。それは極めて僅かの遅速であるから、非常に精密に計らなければ知ることが出来ないが、兎に角原因の不明な現象である。又月の運

行の工合は非常に不規則なものであるが、その充分の説明もまだ付かない。次に彗星は如何にして生じたか又何處に生じて何處に向つて去るものであるかといふ問題も固より分らぬ。斯く擧げて見ると、吾々が知つて居る事實は、まるつきり分らないもののやうに思はれる。總てが全く疑惑の中に浮んで居るやうに思はれる。是が吾々の智識であるから致し方がない。學問の一の役目は、知るを知るとし知らざるを知らずとして、其限界をはつきり極めるといふことである。それで最後に敢て重大なる未決問題を列べて参考に供したのである。

### 第五百十三節 人類の將來

不完全なる智識の羅列は此の如くにして終つた。現今の天文學の智識の表面的外觀は先づ此の如きものである。現在の状態の幾分に就ては、吾々は大概の智識を持ち得るが、過去に遡ると殆ど手搜りて行くやうなもので、未來に於ては亦全く暗黒の裡に没して居る。唯科學の勢力は恰も暗夜に於ける一點の燈火の如く、未來の一部分を僅に照らし得るに過ぎないので、闇は四方より迫まり來つて、吾々の心は絶えず安靜を亂されつゝあるのである。而して人類の運命は遠き將來に於て如何になり行くべきものであるかといふ問題も、亦悲觀的の結論を來たさざるを得ない様である。吾々は太陽の變遷の

研究に於て、今より一千萬年足らずの中に、太陽の熱は殆ど地球の生命は支ふるに足らないことを述べて置いた。所が地球は外部より熱の供給が足りない様になるのみならず、内部に伏在して居る地熱も遂に漸次四方の空間に放散されて了るのである。地球は現今其内部が著しく高熱であるが爲に、表面に存在して居る水が地球の内部に滲み込むことが出來ない。詰り外部の水が地球の内部に這入ると直ちに百度以上の温度になつて、蒸氣と變じ或は火山より、或は温泉より、或は種々の噴泉より、再び地球の表面に還へるのである。けれども將來數百萬年の後には、地熱は無限の空間に向つて放射し盡されて、地球は漸次外部より冷えて行くといふことは明かであるから、斯くなれば、滲み込む範圍も漸次増加する譯である。海の深さは、地球の直徑に比ぶれば、非常に短かいものであるから、地球の内部が大洋の水を皆吸収し盡すといふことは、何の雜作もないことである。斯く漸次地熱が減退して水が無くなるとすれば、最後に於ける地球の状態は全く砂漠に變じなければならぬ。斯くなれば植物及動物の繁茂といふことは、到底望むことは出來ない。人類は或は最後迄残るのであらうか、水の供給の缺乏と、太陽の熱の缺乏と他の動植物等の滅盡等に依りて終には生命を續けることが出來ぬやうになつて

絶滅することは疑を容れないことである。或は其時になれば智識は非常に進歩して、他の世界まで飛び行いて、安全なる隠れ家を求むることが出来るかも知れぬと想像する人もあるであらうが、それは全く空想に過ぎない。太陽系には人間の住むやうな惑星は存在して居ない。それで外の恒星の所まで飛んで行くとしても、尙ほ其も、最近の恒星迄光が四年と五ヶ月も掛るし、又そこまで達し得たとしても、尙ほ其處に吾々の生存し得べき惑星があるかどうかは疑問である。兎に角其所まで飛び行くに要するエネルギーを吾々が蓄積し得ることは殆ど不可能と思はるゝから、人類の將來は勢い絶滅に歸すべきものであらう。詰り吾々は太陽系の發展の一時期に於て地球上に生じたる一種の副産物であつて、萬物の靈長でもなく、要するに有限なる靈を享けたるものに過ぎないのである。

けれども吾人の思想及行爲は無窮に傳はるべき性質のものである。宇宙の何處にも無意味なる運動はない。必ず其運動は周囲の分子に影響を及ぼして、其影響は何時迄經つても消えべき筈のものではない。其點から吾々の靈魂が不滅であるといふ事も言ひ得らるゝかも知れない。けれども是は吾々の意識が何時迄も繼續して居るといふことにはならない。それでは俗人の安心を得ることは出来ま

275

最新天文講話 (終)

第百五十三節 人類の將來

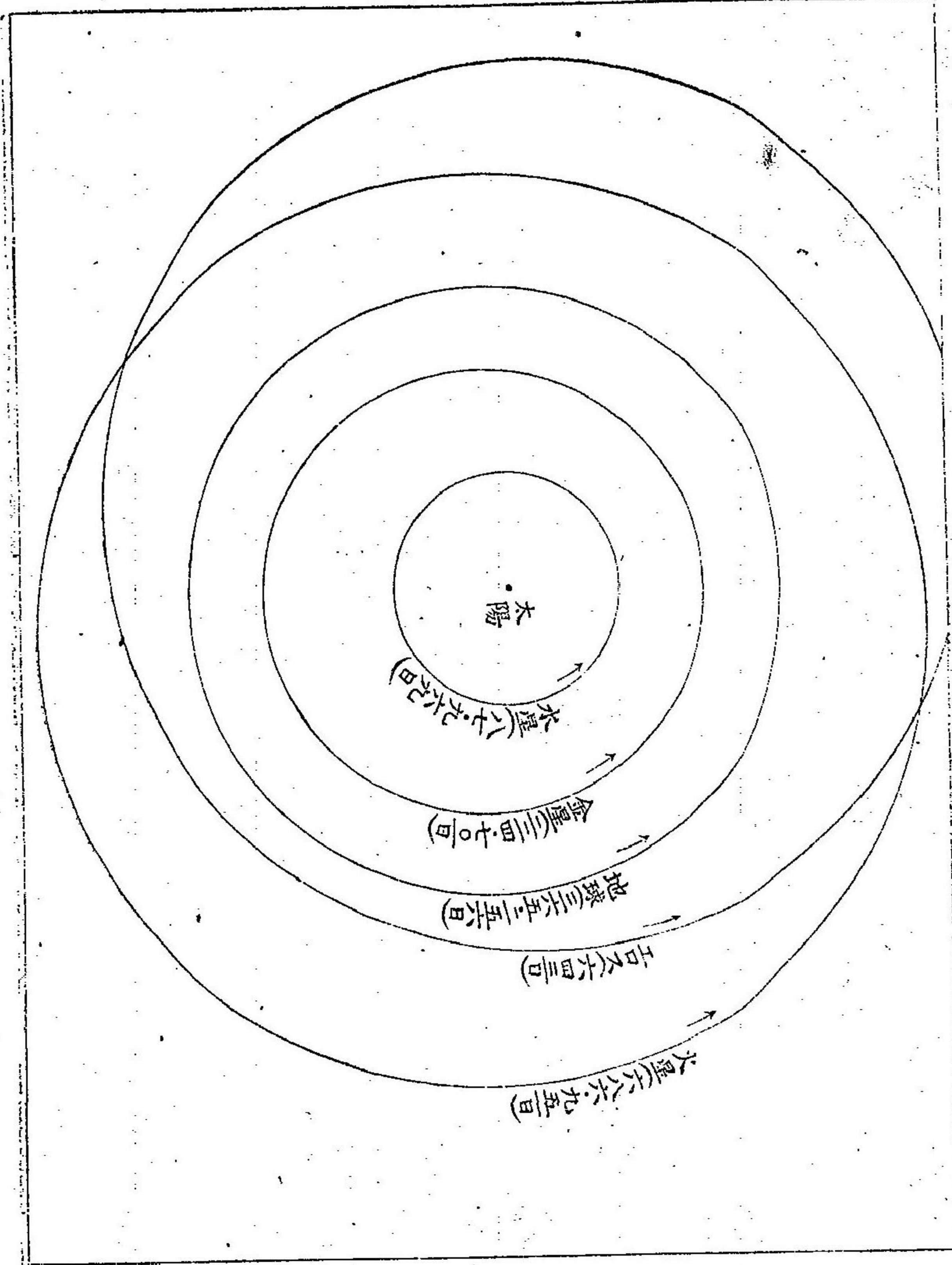
いが、少しく抽象的に考へて見ると、吾々は斯かる考に依つて、宇宙の一員としての一種の責任を盡したといふやうな考へが生ずるかも知れない。吾人を生じ得たる原因は何であるか、其處は分からぬが、兎に角地球上の物質がエネルギーの結合の工合に依つて、生物を生じ、終に進化して人類になつたものであらうから、根本のエネルギーは詰り太陽のエネルギーである。それで吾々の心身に起る種々の變化も、皆其前の太陽のエネルギーの有せし、變化の方向を持續して居る筈である。即ち吾人つまり太陽のエネルギーの傾向を吾々の心は皆有つて居るのである。即ち吾人は皆太陽の遺傳性を有するものである。それで吾々の個人性は詰り宇宙の或特殊のエネルギーの傾向を現はして居ることになる。それで性に從て之を現はせば、是が即ち宇宙の道になつて、又天命とも言へるものであらうと思はれる。斯く吾人の性に從て行ふ所に終極の安心があるべき筈である。かくて、人類の終局も、吾人の心に自然に響くに至るだらうと思はれる。

# 附 録

## 第一節 ハリー彗星

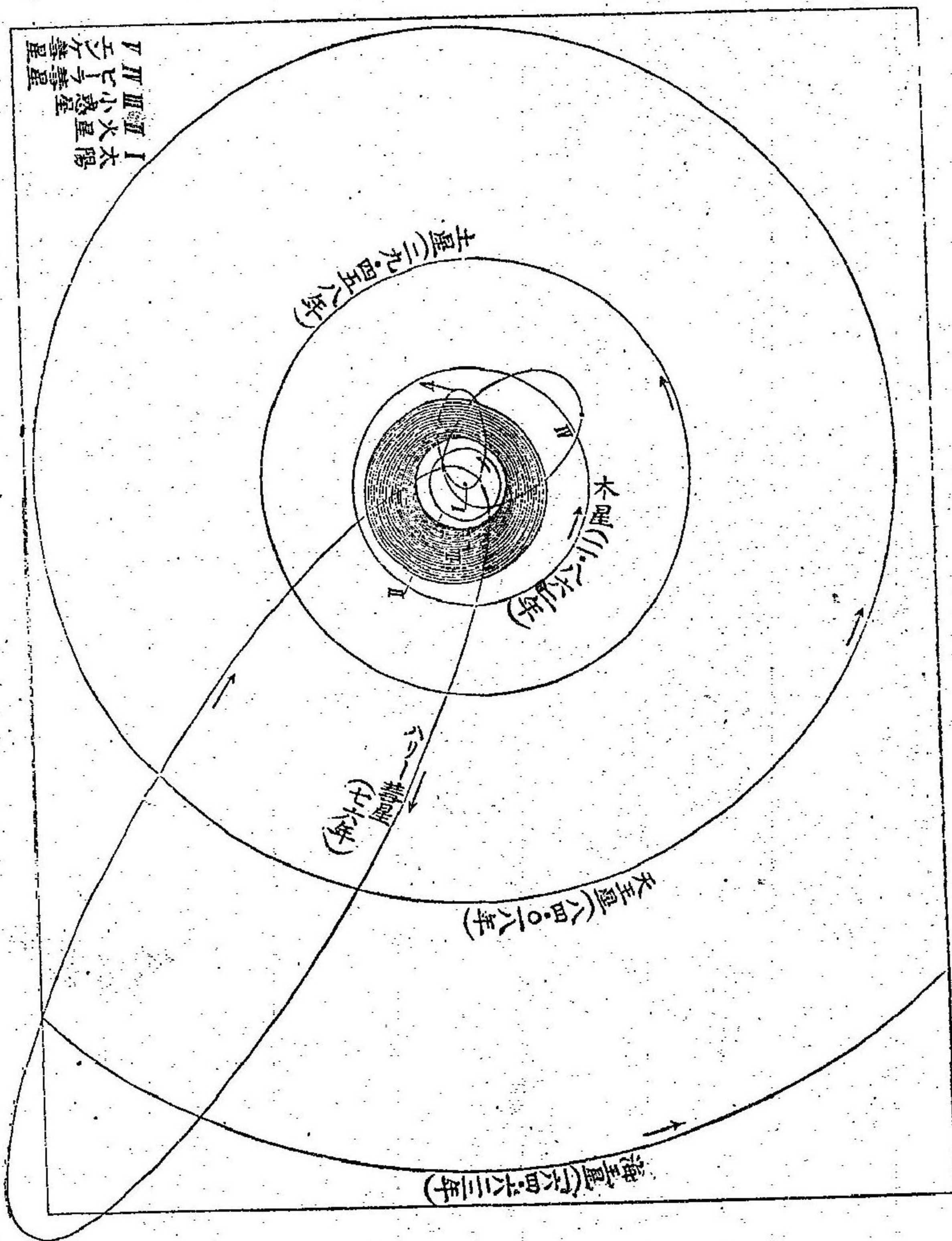
**第一節 ハリー彗星の概観** ハリー彗星は今や非常なる速力を以て地球に近づきつゝある。それで地球上の人類はそれに就て種々揣摩臆測を逞うして居るやうであるけれども前に述べたが如くこれは少しも危険なものではなくて却つて吾々に著しき智識を供給する點に於て歓迎すべきものである。今此彗星に就て少しく其性質を述べて見やう。此星は最初に發見せられたる週期的彗星である。即ち千六百八十二年の出現の際に、ハリー氏に依つて研究せられ、其結果平均七十六年の週期を以て太陽に近づくものであると云ふことが分つた。若し宇宙間に太陽と此彗星のみあつたと假定すれば、その軌道は精密なる楕圓形を爲して其週期も一定の筈であるけれども、ハリー彗星の軌道の近傍には、數多の惑星が存在して居るから其引力の影響を蒙りて、軌道の形状及びその上を運行する速度が少し宛變化されるので、週期が時々變ずるのである。殊に木星及び土星は

(1) 惑星の軌道圖



最新天文講話附録

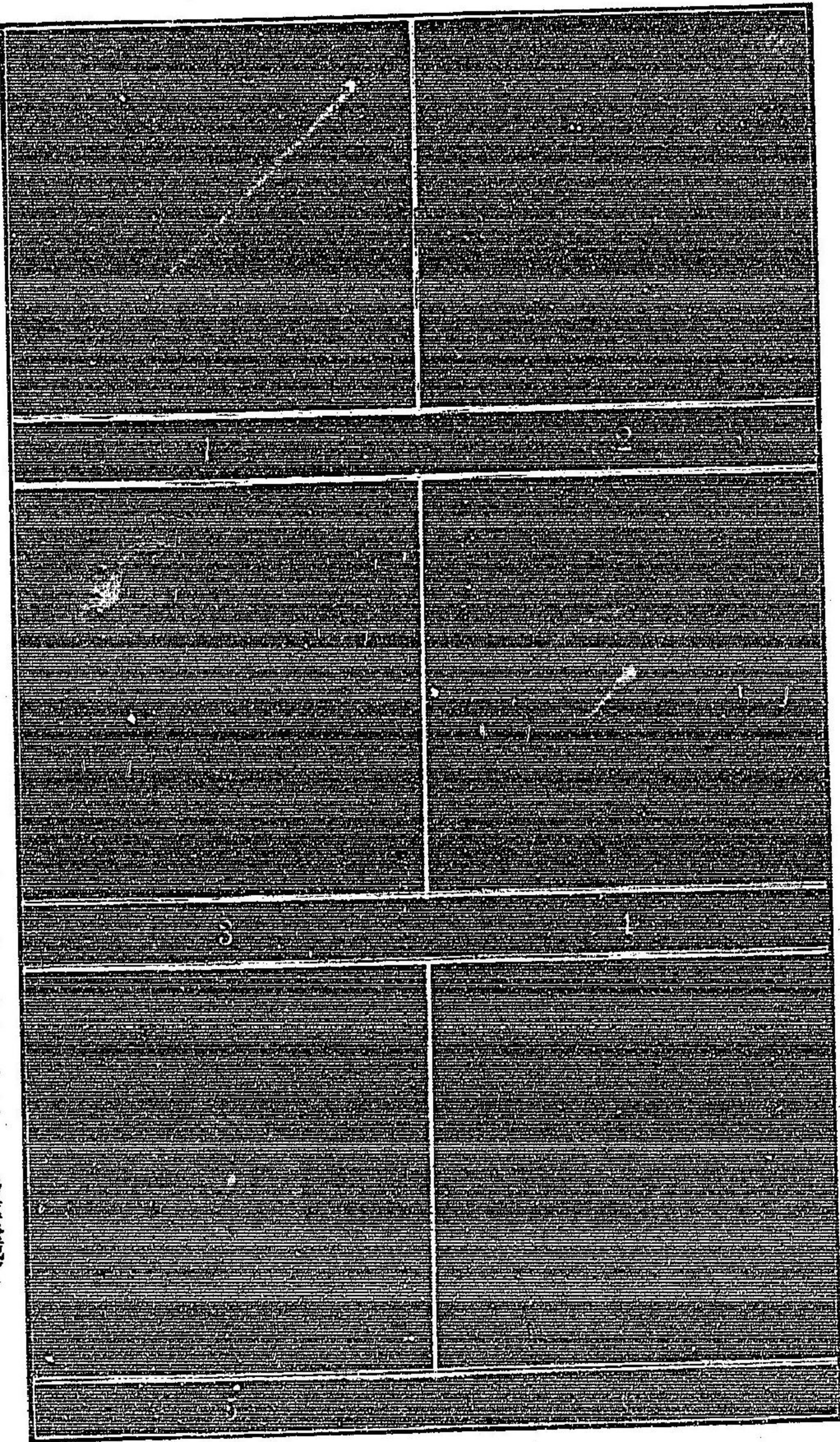
(2) 惑星の軌道圖



第一節 ハリー彗星の概観

1 太陽  
2 火星  
3 木星  
4 土星  
5 天王星  
6 海王星

其質量が甚大であるから、此彗星の運行に影響することが多い。それでハリー彗星の週期は、短い時は七十四年五ヶ月位であるが、長い時は七十九年四ヶ月も掛ることがある。今回の出現は前回の出現後約七十四年五ヶ月を経過して居る。その軌道の形状は無論週期的の彗星であるから楕圓形である。長径は地球から太陽迄の距離の三五八八倍ある。即ち海王星の軌道以外までずっと延びて居るのである。それから其の楕圓の短径は地球から太陽迄の距離の九一倍である。それが最も太陽に近づいた時の距離は約地球から太陽迄の距離の半分位で、即ち〇・五九倍位である。其軌道の平面は精密に黄道面即ち地球の軌道の平面とは一致して居ないで、それと約十七度四十七分の角を爲して居る。又其軌道上を運行する方向は地球其他の惑星の運行とは反對で、詰り北の方から見ると時計の針と同様な方向即ち右廻りに動くものである。彗星の章に於て吾人は太陽系以外から來る彗星が、惑星の引力に依て、遂に太陽系内に捕へられて其軌道が楕圓形になつるといふことを述べて置いたが、ハリー彗星も此の如くして捕へられたものらしい。さうすると、その軌道から考へて、是は海王星の爲めに斯かる運命に陥つたものと想像される。それでこれは海王星族の彗星と言はれて居る。

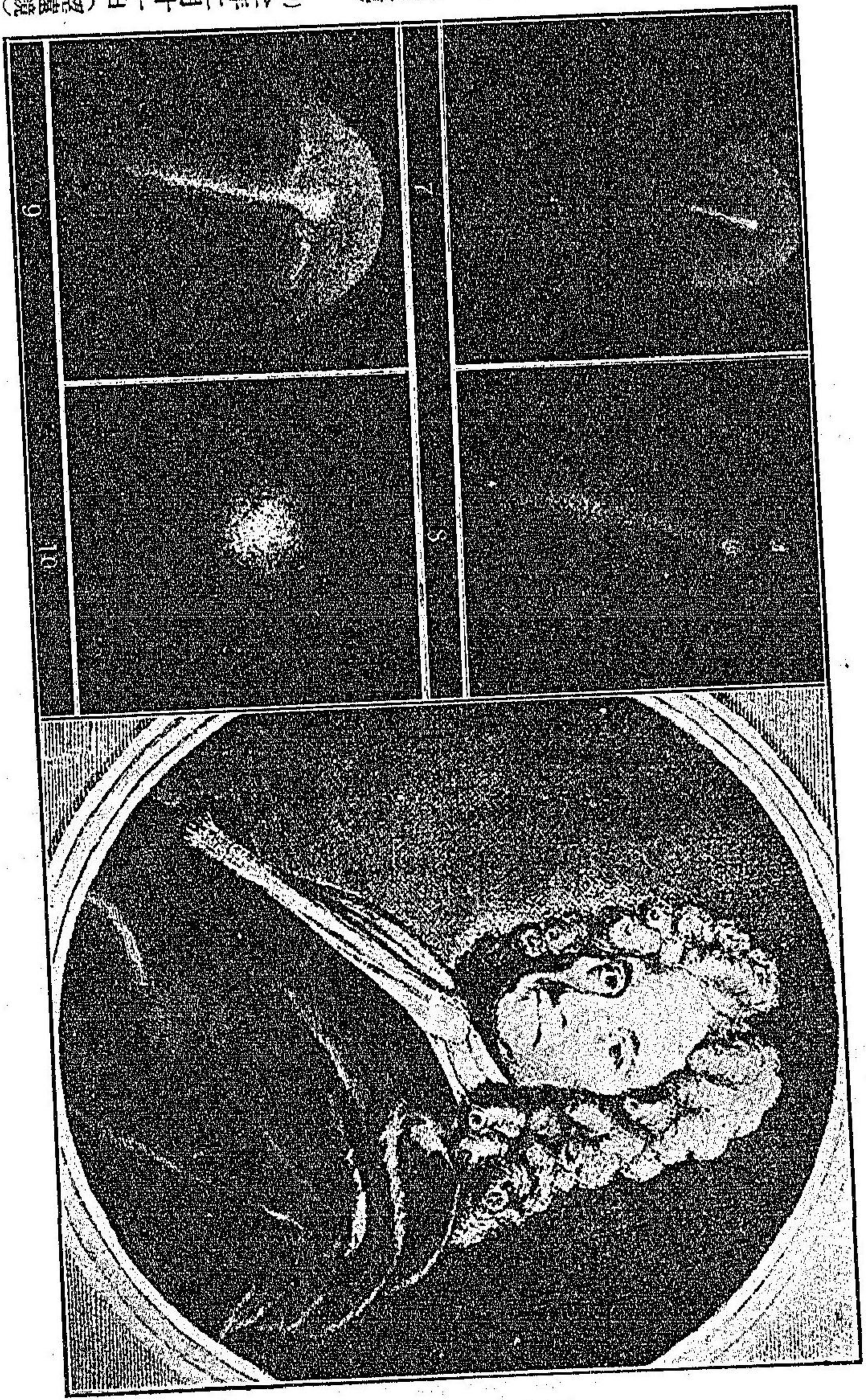


(1) 千八百三十五年十月廿八日 (肉眼)  
 (2) 全日 (望遠鏡)  
 (3) 全年 十月廿九日 (望遠鏡)  
 (4) 千八百三十六年一月廿五日 (望遠鏡)  
 (5) 全年 一月廿六日 (望遠鏡)  
 (6) 全年 一月廿七日 (望遠鏡)





- (7) 千八百三十六年二月廿八日 (望远镜)
- (8) 全年
- (9) 全年二月十一日 (望远镜)
- (10) 全年五月三日 (望远镜)



## 第二節 ハリー氏の小傳

見した人は即ちハリー氏であつて、その名に依つて此彗星が呼ばれる様になつたのである。氏は英國で有名なる天文學者の一人で、一千六百五十六年十月二十九日倫敦の町はづれのハツガーストンといふ所に生れた。若い時から非常に學問の能く出来る人で、まだ學校に居る時分から磁氣の變化の研究をやつた位である。氏は又オックスフォード大學に居る時分に惑星の軌道の要素を見出す方法を改良したので、非常に有望なる青年であると目せられて居た。其後氏は惑星の位置を觀測する爲めに恒星の確かなる位置を測定する必要を感じたが、既に北方の天はヘベリウス及びフラムステッド等に依つて研究されて居たので、遂にチャールス王に請ふて、セントヘレナ島に出張し南方の恒星を觀測する機會を得た。其所では氣候が好くなかつたので、氏の觀測によつて作つた星表は餘り良いものではなかつた。けれども、其外に氏は其旅行中に、緯度に依りて重力の變化することを振子に依り測定した。又水星の太陽面通過を觀測し、それに依りて太陽の距離を計算する方法を考へた。二年後氏は故郷に歸つて、其間に研究した論文を發表したので、氏の名聲は非常に揚がつて、遂にオックスフォード大學の教授に任命せられる

やうになつた。氏はニュートンと殆ど同時代の人で少し後輩であつたので、ニュートンの友人として又其補助者として働いたことが多かつた。其頃観測術の大家として有名なるフラムステッド氏はグリニチの天文臺長であつたので、夫等の人とも共同して種々の研究をやつて居た。ハリー氏が六十四歳の時にフラムステッド氏が死んだので、氏は其後を襲ふて第二代目のグリニチ天文臺長となつた。其所で氏は老いて益盛なる勢力を以て、月の軌道の観測を始め其交軌點の運動を充分に研究した。氏は又木星及土星の運動に於て少しく不齊の所があるといふことを發見した。又氏は月の平均の運動が、少し宛早くなるといふ問題を提呈し、且恒星の固有運動の研究をもやつた。併ながら氏の名聲が長く後世に傳はるやうになつたのは、千六百八十二年に出現したる彗星に對してニュートンの引力の法則を應用して其軌道の研究をやつたといふことであつた。彼は、ニュートンが引力の法則を發見するに腐心して居た頃から、非常にニュートンを助けて其仕事に參與したことが多かつたので、其法則の發表後は、それを種々の場合に應用して證明しやうと努めたのである。それで千六百八十二年の彗星に向つても、早速其法則を應用して、其軌道を計算し、それが楕圓形の軌道を有するといふ結果を得た

のである。それで其彗星は又千七百五十九年に再び地球に近づくといふことを豫言した。其週期を前方に引延ばして見ると、又それより以前七十六年許り前に此彗星は出たかも知れないといふ想像が起つて、種々記録を調べて見ると、千七百三十一年及一千六百七七年に現はれたる彗星が丁度一千六百八十二年の彗星と同じやうな軌道を有するといふことが分つた。又其前に現はれたる一千四百五十六年のものも少し似て居るらしいといふことが分つた。それでハリーは是等の彗星の観測の結果から、是等は皆同一の彗星が何遍も現はれたのであつて、其週期は七十五年乃至七十六年のものであらうといつたのである。而して其出現の時間が時々狂ふのは、其彗星に近づく惑星の引力に依つて變化される爲めであらうと説明した。所がハリー氏は其再出現を見ることが出来ないうて、一千七百四十二年、八十五歳の高齢で死んで了つたのであるが、實際彗星は其豫言の年に還つて來たので、愈々是が週期的彗星であるといふことが明かになつて、終にハリー彗星と云ふ名が冠せらるゝに至つたのである。

### 第三節 過去の出現

ハリー氏は千六百八十二年の彗星を研究して、其軌道及び週期を計算し、それが一千五百三十一年及び一千六百零七年に出現したる

彗星と同一であるといふことを證明し、又其後一千七百五十九年頃出現すべきことを豫言したが、果して其年になつて又此ハリー彗星は現はれたのである。それで其後此彗星の過去の出現を研究する人が澤山現はれて來た。其中で有名なる研究者が三人ある、第一はハインド氏であるが、其人は一千八百五十年頃、ハリー彗星の過去の出現に就ての研究を發表した。氏の研究法は過去の記録に依りて、其彗星の軌道を考へ、それを比較してハリー彗星の出現を決定したのである。所で同じ年に彗星が澤山出ることもあるし、又ハリー彗星は外の惑星の引力等に依りて著しく週期が變化したこともあつたので、ハインド氏の研究は時々誤つて居るといふことが其後發見された。近頃グリニチ天文臺に居るコーウエル及クロムメリンの二氏はハリー彗星の軌道及び週期を引力の法則を用ひて精密に勘定した。それを過去の記録に對照して、ハリー彗星の過去の出現を確定することが出來たのである。其中で支那の記録が殆ど大部分を占めて居る。西洋では古い時代の記録は、皆不正確なるもので、支那の方が年代も時日も著しく正確であつたのである。我國の記録も此頃平山理學士の調査に依ると、随分あるといふことが分つた。それで其等を其出現の年代に依つて列べて見やう。

第一、西曆紀元前四百六十七年。是は支那の周の貞定王の二年の出現であるが、確かなことは分らない。其後二回の出現は記録にない。

第二、紀元前二百四十年四月。是は秦の始皇の第七年に出現したのである。其後又一回記録がない。

第三、紀元前八十七年八月。是も支那の記録である。

第四、紀元前十二年十月九日。ハリー彗星近日點を通過す。是は西洋及支那の記録に残つて居る。是から後の出現の時日は皆近日點の西曆紀元の年月日を用ふる事にする。

第五、六十六年一月十四日。是は支那に記録がある。

第六、百四十一年三月二十九日。支那に記録がある。

第七、二百十八年四月。西洋及び支那の兩方に記録がある。

第八、二百九十五年四月。支那に記録がある。

第九、三百七十三年十一月。支那の記録に依る。

第十、四百五十一年七月三日。西洋及び支那の記録に依る。

第十一、五百三十年十一月。支那の記録に依る。

第十二、六百七年三月。支那の記録に依る。

第十三、六百八十四年十月十八日。是は支那にも記録があるが、日本の歴史に現はれたるハリ彗星の最初の出現である。即ち天武天皇の第十三年で、日本紀に依ると、秋七月に彗星西北に出でて、長さ丈餘と書いてある。

第十四、七百六十年四月二日。西洋及支那に記録があるが、日本の歴史には掲げてない。

第十五、八百三十七年二月二十五日。西洋及支那の記録がある。日本には仁明天皇の承和四年に出づと續日本後紀に出て居る。それに依ると、三月彗星が東南に見えて、其光芒天涯に達したさうである。

第十六、九百十二年七月十九日。是は日本に許り記録が残つて居て、西洋及び支那にはない。即ち醍醐天皇の延喜十二年の出現で、日本紀略及び扶桑略紀に出て居る。

第十七、九百八十九年九月十二日。支那にも記録がある。日本では一條天皇の永祚元年で、一代要紀及び日本紀略に出て居る。それに依ると、彗星東方に數夜續けて顯はれて、長さ五尺許に見えたさうだ。爲めに年號を永祚と改めたのであつた。

第十八、一千六十六年三月二十七日。是は西洋支那及び日本の記録に残つて居る。日本では後冷泉天皇の治暦二年で、一代要紀に依ると長さ七尺位あつたと書いてある。此時の記録は西洋にも詳しく残つて居て、有名なるバユイ、タペストリーといふ繪本にも其畫が出て居るのであるが、英國では此彗星の出たのをノルマン人の勝利の前兆であつたと唱へたさうだ。

第十九、千百四十五年四月十九日。西洋及び支那にも記録がある。日本では近衛天皇の久安元年である。藤原頼長の書いた臺紀といふ日記に、此彗星のことが詳しく出て居る。それを一寸縮めていふと、四月の四日頃から彗星が見え始めて、四月の十六日頃は其長さは二丈許りに達し、二十一日頃になつて彗星が一寸見えなかつたが、二十三日に再び見え初めて、光の長さが五尺許りあつた。其時は雲に一部を蔽はれて能く見えなかつたのであつたが、二十四日に晴れた時見ると、其長さが二丈許りに見えた。五月七日頃に彗星の光は段々小さくなつて、其頃月が出たので尙光が薄かつたのであるが、五月二十日に至つても彗星は尙ほ見えた。それで其時の人は非常に恐れて、所々の寺院では其妖氣を消す爲めに色々法を修したさうである。六月の七日頃に至つて、空は晴れたけれども、終に彗星は見えないや

うになつて了つた。この出現の爲めに、年號を久安と改めたと云ふ事である。

第二十、一千二百二十二年九月十日。西洋及支那にも記録がある。日本では後堀河天皇の貞應元年で、東鑑に記録が出て居る。それに依ると八月二日に彗星が成の方に見えて、其頭が半月のやうで、色は白く、其尾は赤く、其長さ一丈七尺餘あつた。其後十三日に至る迄彗星が連夜見えたと書いてある。

第二十一、一千三百一十一年十月二十三日。西洋及支那に記録がある。けれども日本には缺けて居る。

第二十二、一千三百七十八年十一月九日。西洋及支那に記録がある。日本では後龜山天皇天授四年の出現である。

第二十三、一千四百五十六年四月八日。日本では後花園天皇康正二年の出現である。西洋の記録に依ると、其時の彗星は非常なる壯觀であつたといふことと、尾の長さが六十度位あつた。其時丁度土耳其人が歐洲に攻め寄せた頃であつたので、羅馬法王は布令を發して正午を合圖に到る處で鐘を打鳴らし、且つ自ら詔書を書いて其の彗星及び土耳其人を調伏する爲めに、高らかに各寺院で唱えさせたさうである。

第二十四、千五百三十一年八月二十六日。日本では後奈良天皇の享祿四年の出現である。

第二十五、一千六百七十七年十月二十七日。日本では後陽成天皇慶長十二年の出現である。

第二十六、一千六百八十二年九月十五日。日本では靈元天皇の天和二年の出現で、本朝天文志に出て居る。是がハリイ氏の直接に觀測した彗星である。

第二十七、千七百五十九年三月十三日。我國では桃園天皇の寶曆九年の出現で、本朝天文志に出て居る。是はハリイ氏が再出現を豫言した後、始めての出現であつたので、西洋では人々が非常に熱心に注意して居たもので、種々の學者が其軌道の勘定より再出現の時刻を豫言したのである。殊に數學の大家なるクレロイ氏は、其週期を勘定して近日點通過を一千七百五十九年四月十八日とした。それは實際の時日より約一月遅れて居る。此時の出現の際、始めて彗星を發見したのは、獨逸のザクセンの農夫で、バリツツといふ熱心な素人天文學者であつた。氏は一千七百五十八年の暮に肉眼で此彗星を發見したのである。

第二十八、一千八百三十五年十一月十六日。日本では仁孝天皇天保六年の出現で、

新修彗星法なる書籍に出て居る。西洋では此出現の時日を種々の學者が勘定して居つた。即ちダモアゾウ、ボンテ、クラーン、ローゼンベルグ、レーマン等の諸氏の研究があるが、其結果は大抵一致して、近日點通過は千九百三十五年の十一月であることになつた。其時には同年の八月下旬に始めて羅馬で發見された。北半球では十一月十六日まで見ることが出来た。其日に彗星は近日點を通過したが、其後喜望峰及びメルボルンでは翌年の五月上旬まで之を見ることが出来た。有名なる天文學者のジョン、ハーシエルは其時恰も喜望峰に居つたので、此彗星の極めて精密なる觀測及び作圖をやつた。始めて見えた時には、彗星は恰も圓い星雲のやうで、輝いた核が中心より少し外づれた所にあつた。十月上旬に、小さな尾が現はれ始めて、それが漸次長くなり、其長さは二十度許りあつた。それから尾が又段々に小さくなつて、十一月十六日近日點を通る頃には、尾は消えて了つた。十月二日に尾が見え始めた頃、一道の放光が、核から太陽の方向に射出されるのを見た。其放光は其後止んだが、八日に再び現はれた。此時或る觀測者は第二の尾とでもいふべきものが通常と反對の方向、即ち太陽の方向に出て居るのを見たさうだ。放光の形狀及光輝は、十月五日から二十二日迄絶えず變化した。或る時は二

三條の放光が種々の方向に出て、或る時は扁たい孔から出る瓦斯の燐のやうな形を爲し、又或る時は僅にぼんやりした擴りに止まり、又或る時は唯一條の放光のみ見ることがあつた。多くの放光がある時には、其中の最も大なる放光が、太陽の向ふ方向を中心として、兩側に振動して、恰も磁針の振動の様であつたさうだ。ハーシエルは自分の觀測及び他人の觀測の結果に基いて、次のやうな説を立てた。即ち核を組成して居る物質が、太陽の熱の爲めに蒸發して瓦斯體となり、太陽に面せる側から放散するが、それに太陽の及ぼす引力よりも一層強い反撥力の爲めに、遂には全く核と分離するやうになる。核の引力は甚だ弱いので、自分の引力の範圍内に放光の全部を引止めることが出来ない。それで、此彗星の出現する度毎に物質の一部分を失ふて段々と形が少くなつて來るのであらうといふのである。近日點を通過してから一月下旬に至るまで見えなかつたが、再び現はれて來た時には、最早尾は無く、唯星雲状のもので包まれた小さい圓板のやうな形に見えた。太陽から段々遠ざかるに連れて、星雲状の物質は中央の圓板部に吸收されるやうに見えた。それに反して圓板の部分は漸やく尨大して、一月二十五日から二月一日までの間に、面積が約四十倍になつた。其後引續いて尨大したので、光度は漸

く衰へ、終に見えなくなつた。其形も始めは圓形であつたが、段々變じて拋物線體となつた。其間に核は殆ど變化しなかつたが、其核から拋物線體の軸の方向に發射する光束は、長さも光も増して來た。ハーシエルは、放光は彗星の尾を補充する役目を有すもので、光束は漸次收縮する物質を核に收容する役目を努めるものであらうといつて居る。斯くて其後は彗星を包む星雲状のものも光束も漸次收縮して、最後に見えた時は、最初に見えた時と同じく、中心に近く輝やける點を有せる小さき圓形の星雲のやうであつた。要するに此時には、彗星は一千八百三十五年の八月の五日から翌年の五月の五日まで九ヶ月の間肉眼で見ることが出來たのである。圖に示すは、其時の彗星の見取圖である。

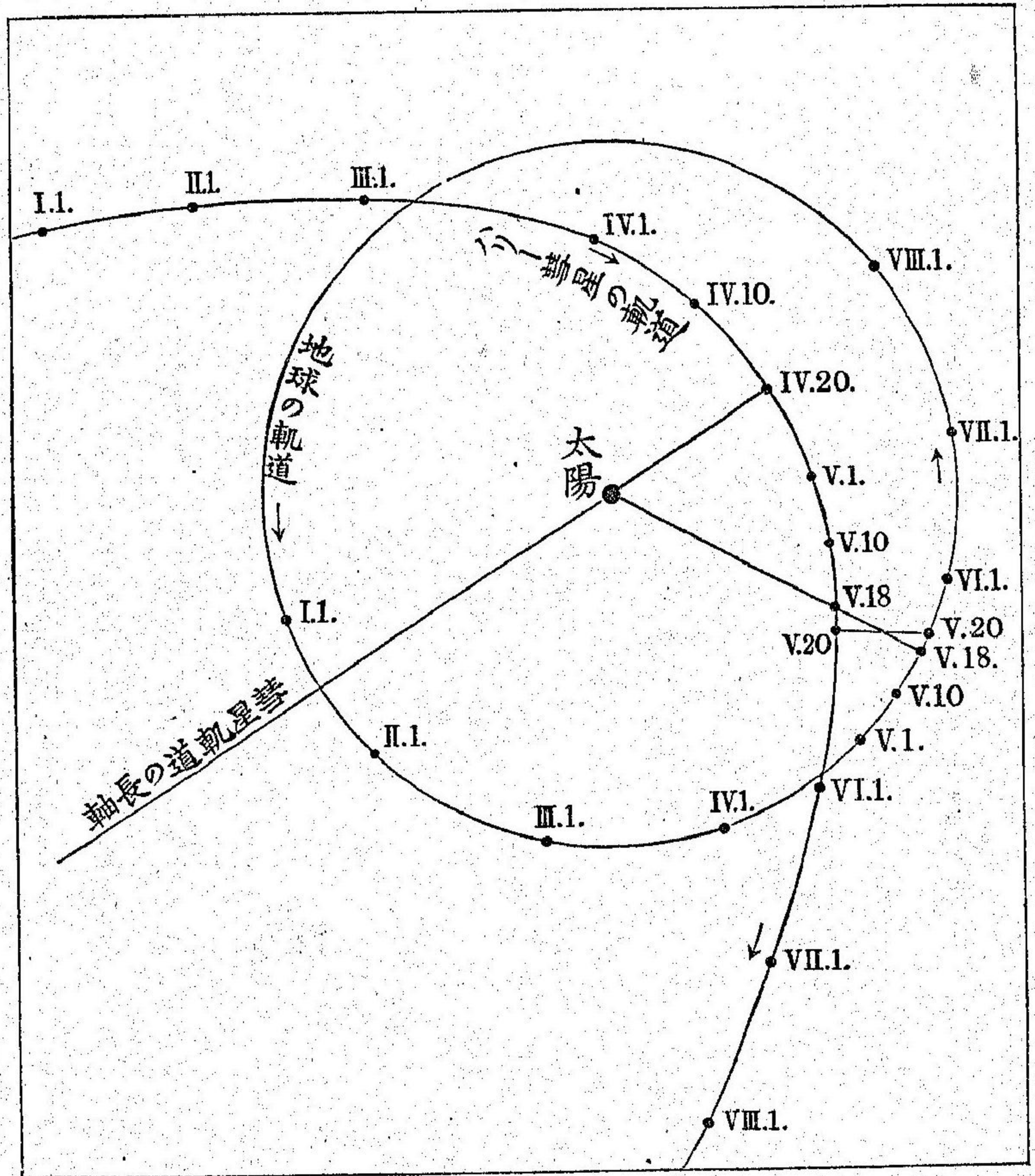
第二十九、一千九百十年四月二十日。是は今年の出現で節に改めて述べることにする。

#### 第四節 今回の出現

今回の出現も前から種々の人に依つて其軌道を計算せられて居たのであるが、最初にそれを發見したのは、獨逸のハイデルベルヒ天文臺の臺長マックス、ウォルフ氏で、昨年九月十一日に、寫眞にそれを撮影し得たのである。グリニチ天文臺でも其報告を得てから、九月九日に撮せる寫眞の種板

を檢査して見たら、それに矢張彗星が映つて居たさうである。其當時の光度は、約第十六等で星雲状を爲し、其直徑八秒乃至十秒で、中心の部分が濃厚であつた。其後種々の天文学者が諸所で觀測したのであるが、米國のエルケス天文臺のパーナード氏の觀測の記録に依ると、昨年九月十七日には第十五等星の光度に似たる核らしいものを有し、其直徑は約七秒位に達した、其後二十四日には、核の光輝は第十五等で直徑は十一秒位、二十六日には十四等半位で、直徑九秒半、十月十七日には、十三等位になつて、直徑が十秒位、十九日には十三等で、直徑は十五秒位、二十六日には満月に近くなつて、能く分らなかつたが、十一月十四日にも矢張十三等星位で、直徑十一秒半、二十八日には満月に近かつたけれども明かに認められた。三十日には四時の望遠鏡でも容易に認むることが出來た。其光は段々強くなつて十一等星に達し、直徑は四十一秒になつた。さうして中央にある光の強い部分が、殆ど七秒位の直徑になつた。東京天文臺でも十二月頃から引續いて觀測して居るが、一月十六日頃の觀測に依ると、核の光度は第十一等に達し、直徑は二分位に達したやうである。彗星の位置は、十一月頃オリオン座にあつて、十二月に牡牛座に移り一月牡羊座を経て、魚座に至り、五月に至つて再び引返へして、牡羊座に動くものであ





圖に於ける、羅馬數字は月を現はし、亞刺比亞數字は日を示すものである。即ち、五月二十日の地球及ハリー彗星の軌道上の位置を示すものである。

る。其間に太陽の兩側に移動するので、見える位置が著しく變つて来る。即ち三月下旬には地球から見て殆ど太陽の後ろになるので、其前後二十日位は太陽の光に遮られて見れない筈である。夫迄は彗星は夕方方に西空に現はれたのであるが、其後明け方の空に見えるやうになつて来て、漸次太陽よりの角度が大となり、四月下旬頃には、太陽から約三十度位隔たるやうになるから、早朝東天に於て能く観測することが出来る。五月以後彗星は段々又太陽に近づいて来て、五月十九日の正午に地球と太陽との間に挟まり、五月二十日頃には地球からの距離が最も短くなるので、千四百萬哩となるといふことである。其後は夕方方の空に暫くは見えるだらうが、段々太陽からの距離が遠ざかるので、彗星は小さくなつて、六月の始め頃は、肉眼で見えないやうになるだらう。今大體彗星の地球からの距離を擧げて見ると下のやうなものである。

同	明治四十三年十一月二十日	一億五千萬哩
同	一月九日	一億三千萬哩
同	三月一日	一億七千萬哩
同	四月二十日	一億一千万哩

第四節 今圖の出現

同 五月二十日 一千四百萬哩  
 同 六月九日 七千萬哩  
 同 七月三十日 二億三千萬哩  
 太陽からの近日點四月二十日(日)の距離は、五千五百萬哩位である。次に光度の變遷の概算を下に表示して見やう。是は東京天文臺の小倉理學士の計算に依るものである。

明治四十二年十二月一日	一二・〇
同 廿一日	一一・二
明治四十三年一月二十日	一〇・七
同 二月九日	一〇・二
同 三月一日	九・三
同 三月廿一日	八・〇
同 三月三十一日	七・〇
同 四月十日	六・一
同 四月二十日	五・三

同 四月三十日	四・六
同 五月十日	四・〇
同 五月二十日	二・七(最大)
同 五月三十日	五・七
同 六月九日	七・四
同 六月十九日	八・五
同 六月二十九日	九・九

是は理論的に推算したのであるから實際の結果を能く一致するかどうか分らないけれども、兎に角今迄の觀測の結果に依ると、少しく是よりも光度が大であるやうである。肉眼では第六等星以下は見ることが出來ないから此表に依ると、ハリ彗星は四月の十日頃より五月三十日頃までは明に見ることが出來る筈である。其中五月の始めより十五日頃までの間は非常に地球に近づくので、能く見えるだらう。と思はれる。

ハリ彗星の實質に就ては、過去の出現の際までは、それを研究する方法が無かつたので、少しも分つて居なかつたが、今回既に其研究を始めた人がある。即ちリッ

ク天文臺に於てはライト氏は其のスペクトルを撮影し又佛國のミウドン天文臺でも矢張スペクトルの撮影を行つたそうである。それからエルクス天文臺でも其結果を發表して居る。是等に依つて見ると此彗星は連続したるスペクトルを有し普通の彗星の如く單に輝ける線及帯のみのもではないらしい。また彗星の光が薄いので其スペクトルも非常にはつきりしたものを得ることが出来ないから其成分を能く知ることが出来ないけれども大體水素、窒素、サイヤノゼン等は其中に存して居るらしい。

五月十九日頃に地球と太陽との間に此彗星が挟まると云ふ計算の結果であるから其時には尾の一部分が地球に觸れるかも知れない。それを或る一部分の人々は甚だしく危険に解釋し、或は地球に不思議な影響を與へるかも知れないと迷信して居る様だけれども其れは杞憂に過ぎないだらうと思はれる。前に彗星の章に述べた如く地球が彗星の尾の中に通つても今まで少しも影響を及ぼされたことはない。而してハリー彗星が毫も外の彗星と特別に變つたものであると云ふこともないらしいから其尾の末端の中を地球が通過することに依つて何等影響をも受くべきことは想像されない。其時の距離は約一千五百万哩であるから地

球と接觸する彗星の尾の部分は非常に密度の薄いものであるべき筈である。想像すると其の邊は多分水素の尾で有るらしく思はれる。ハリー彗星に酸素が存在して居るかどうかといふことは未だ決定されない。それである人々の風説の如く地球上の空氣に多くの酸素は供給して人々が終に其の爲めに笑つて死ぬ杯といふ説は全く根據のないことである。又此彗星にサイヤノゼンの如く有毒なる瓦斯があるらしいけれどもそれが地球上の人類に危害を及ぼす程の量は勿論存在して居ないだらうと思はれる。要するにハリー彗星の出現は大抵七十六年目に一回現はれるもので普通の人の一生に漸やく一遍しか見ることが出来ない珍しい現象であるから學者のそれを研究する爲めに盡力すべきは勿論であるが普通の人も此珍奇なる現象を目撃し得る機會を得たことを喜ばねばならぬ譯である。

## 第二天圖の説明

茲に附けたる天圖は東京天文臺の小倉理學士の作圖に掛るもので天文月報より轉載したのである。即ち是は或る一定の時刻に於ける東京にて見られる地球上

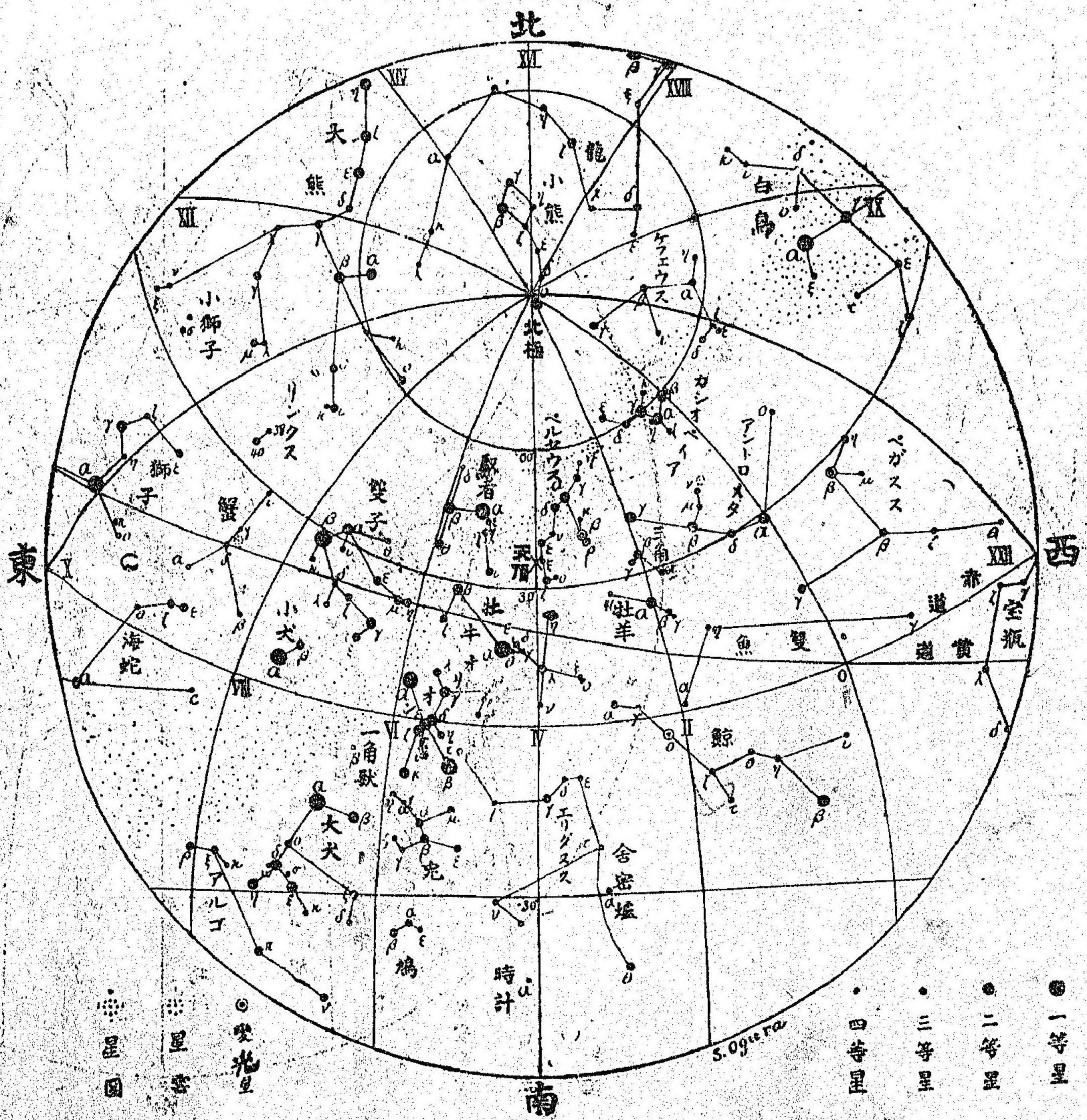
の恒星及び星座を現はしたものである。此圖の周圍の圓は地平線を示したもので、其の方向は外に書いてある。圓の中央が即ち天頂である。地球上の黄道及赤道は圖に現はしてある。その外の線は天球上の赤經及赤緯を示すもので、地球上の經緯度に相當するものである。又同一星座に屬する星は總て細き線に依つて連結してある。星座の名前は、日本字で入れてあつて、それに屬する各々の星の番號は希臘文字で記入してある。又第四等以下の恒星は省いてある。又點を、散布せしものは銀河の積りである。それで此圖を以つて天を觀察する時には、天球の部分に依つて、それ／＼位置を少しづつ變じて見ることが必要である。即ち天頂の部分を見るとときには、此の圖を頭の上に持つて來て方向を正せば、能く空と一致して見える。又北の方を見るとときには北と書いてある所を下にして空と合せて見、又東の空を見る時には東と書いてある方を下にして見れば宜いのである。即ち周圍の圓るい線が地平線であるといふことを注意して觀察すれば、空に於ける各々の星座を知ることが出来る。一寸有名なる星の二三を擧げて見ると、小熊座の $\alpha$ が北極星で、大熊座の $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \zeta, \eta$ が北斗七星で、ペルセウス座の $\beta$ がアルゴール、牡牛座の $\gamma$ がスバル(昴)、オリオン座の $\delta, \epsilon, \zeta$ が三つ星、大犬座の $\alpha$ が天

狼星(シリヤス)、琴座圖には天琴とありの $\alpha$ が織女星で、鷲座の $\alpha$ が牽牛星である。圖の上を示せる時刻は、丁度この圖と天とが一致する時刻を示したものである。

## 附 録 (終)

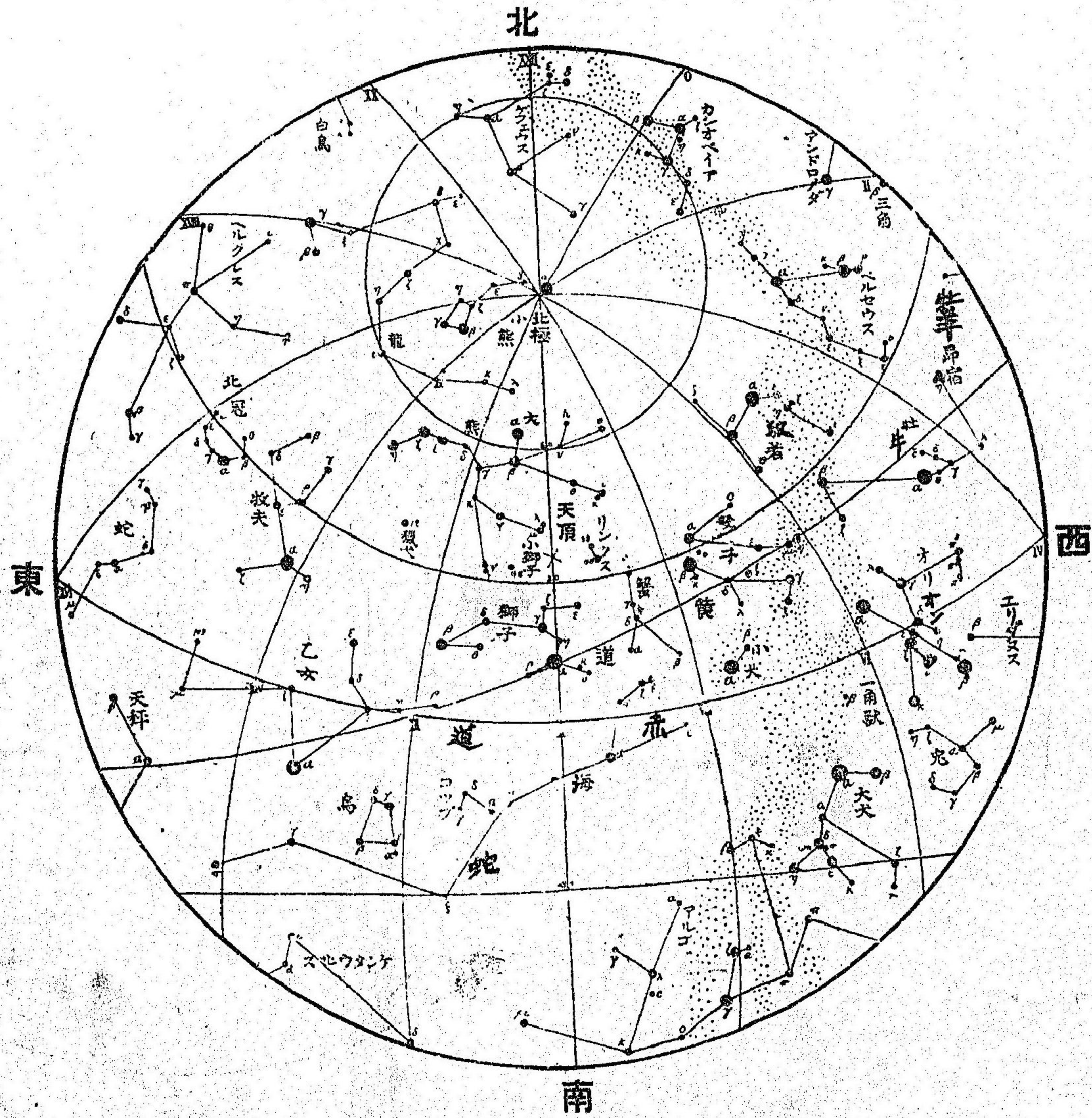
冬の空

十二月十六日 午後十二時  
 十二月一日 午後十一時  
 十二月十六日 午後十時  
 一月一日 午後九時  
 一月十六日 午後八時  
 二月一日 午後七時  
 二月十六日 午後六時



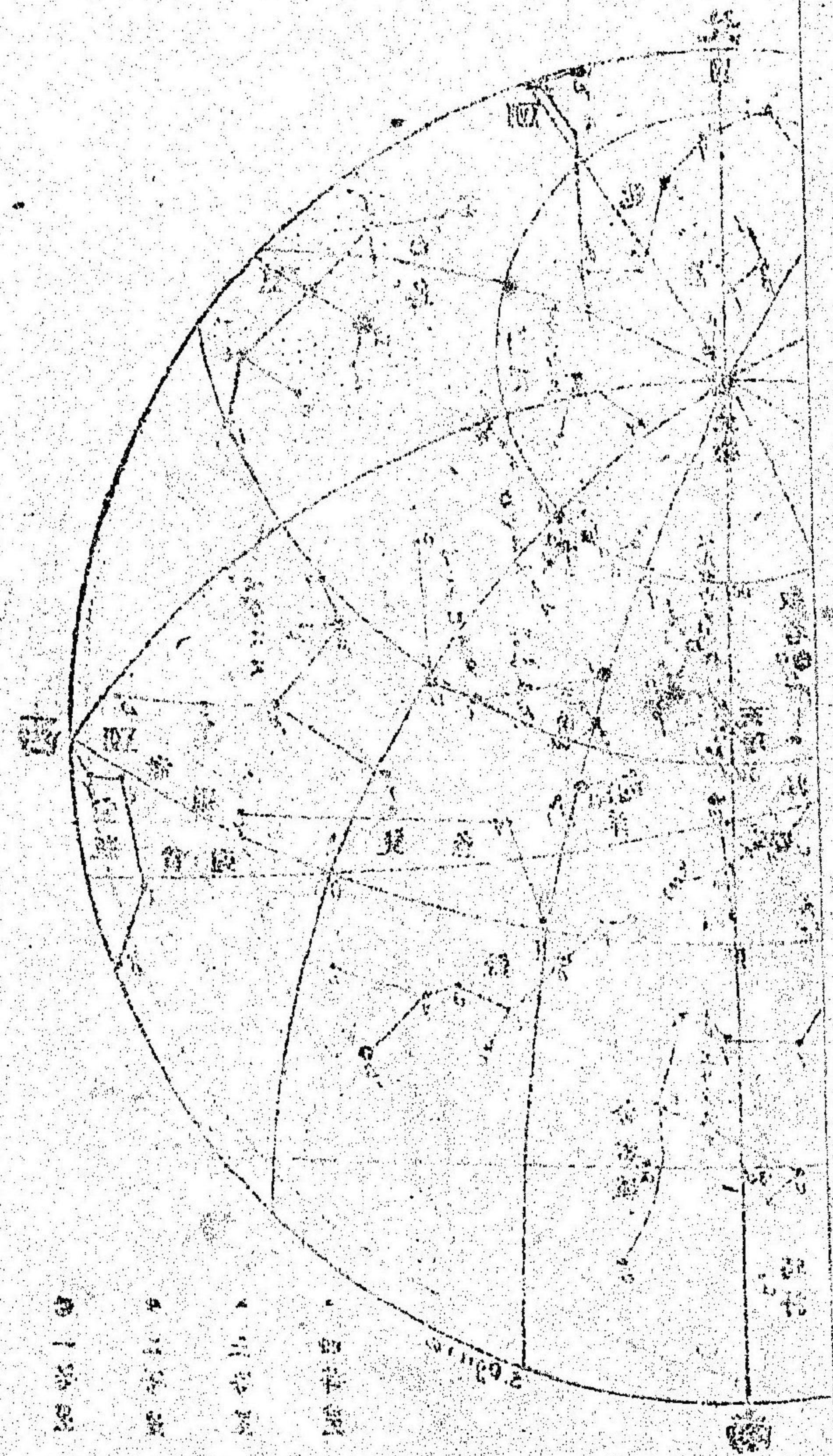
春の空

五月十六日	午後六時
五月一日	午後七時
四月十六日	午後八時
四月一日	午後九時
三月十六日	午後十時
三月一日	午後十一時
二月十六日	午後十二時



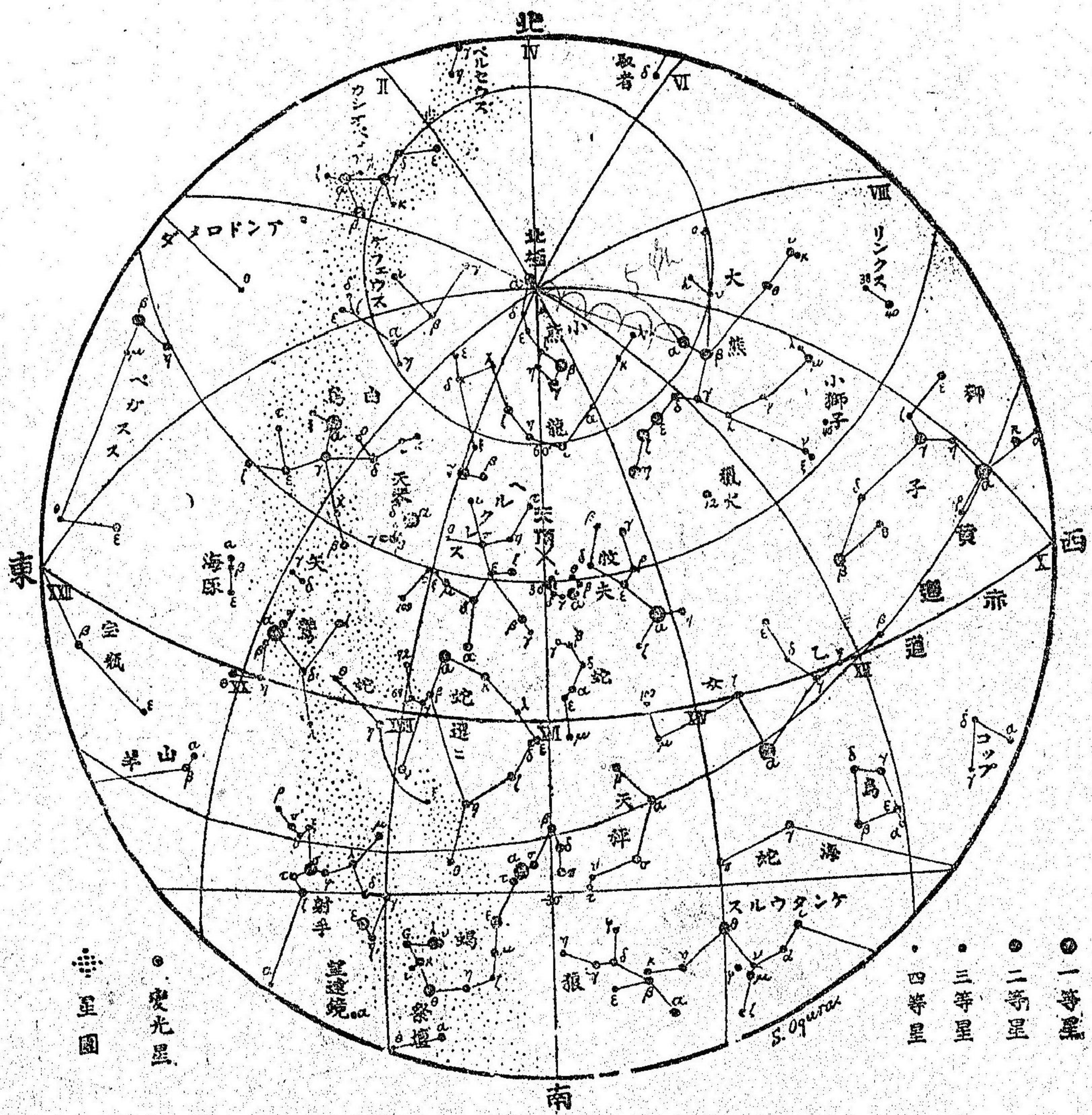
冬の空

五月十六日	午後六時
五月一日	午後七時
四月十六日	午後八時
四月一日	午後九時
三月十六日	午後十時
三月一日	午後十一時
二月十六日	午後十二時



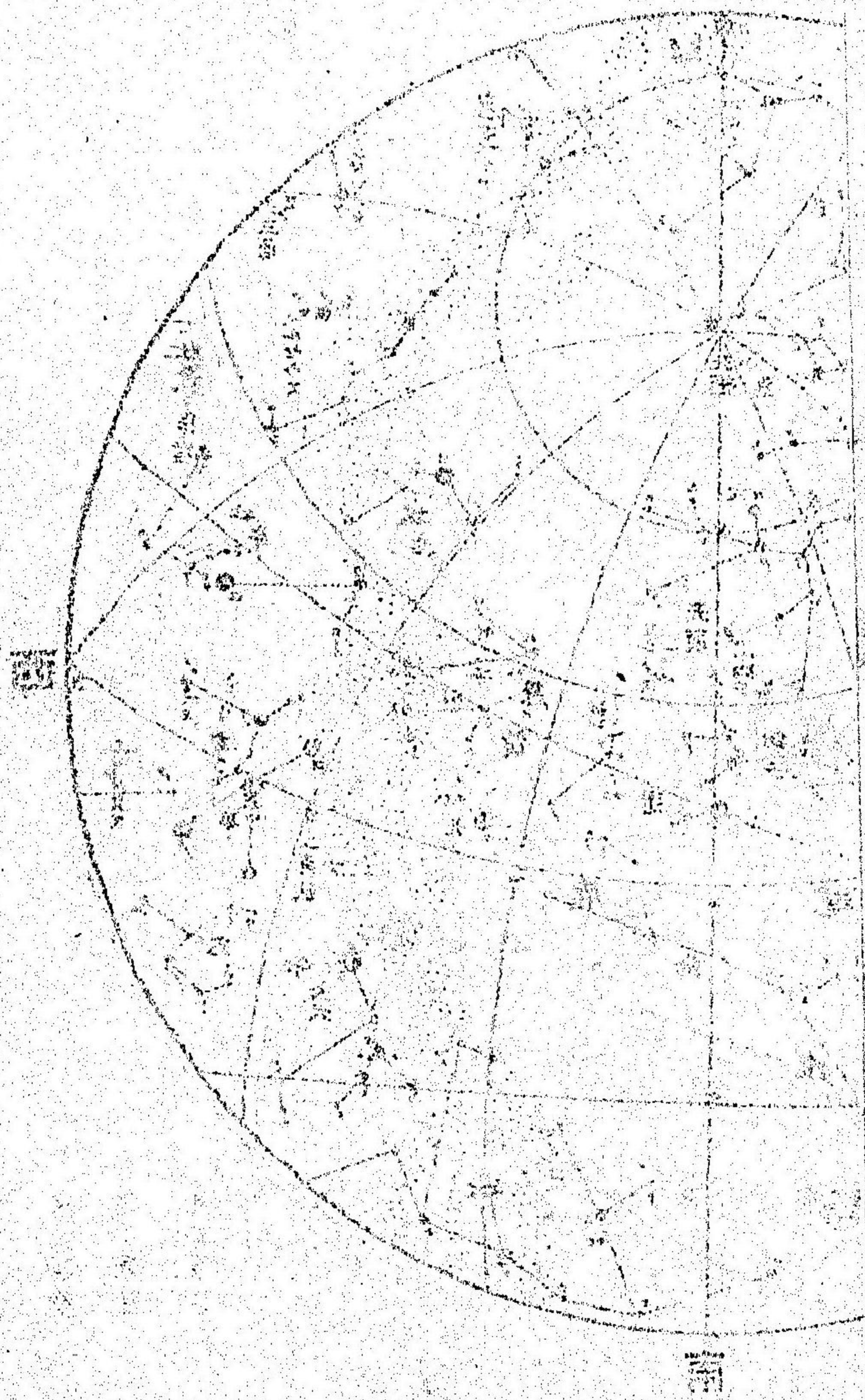
夏の空

五月十六日	午後十二時
六月一日	午後十一時
六月十六日	午後十時
七月一日	午後九時
七月十六日	午後八時
八月一日	午後七時
八月十六日	午後六時



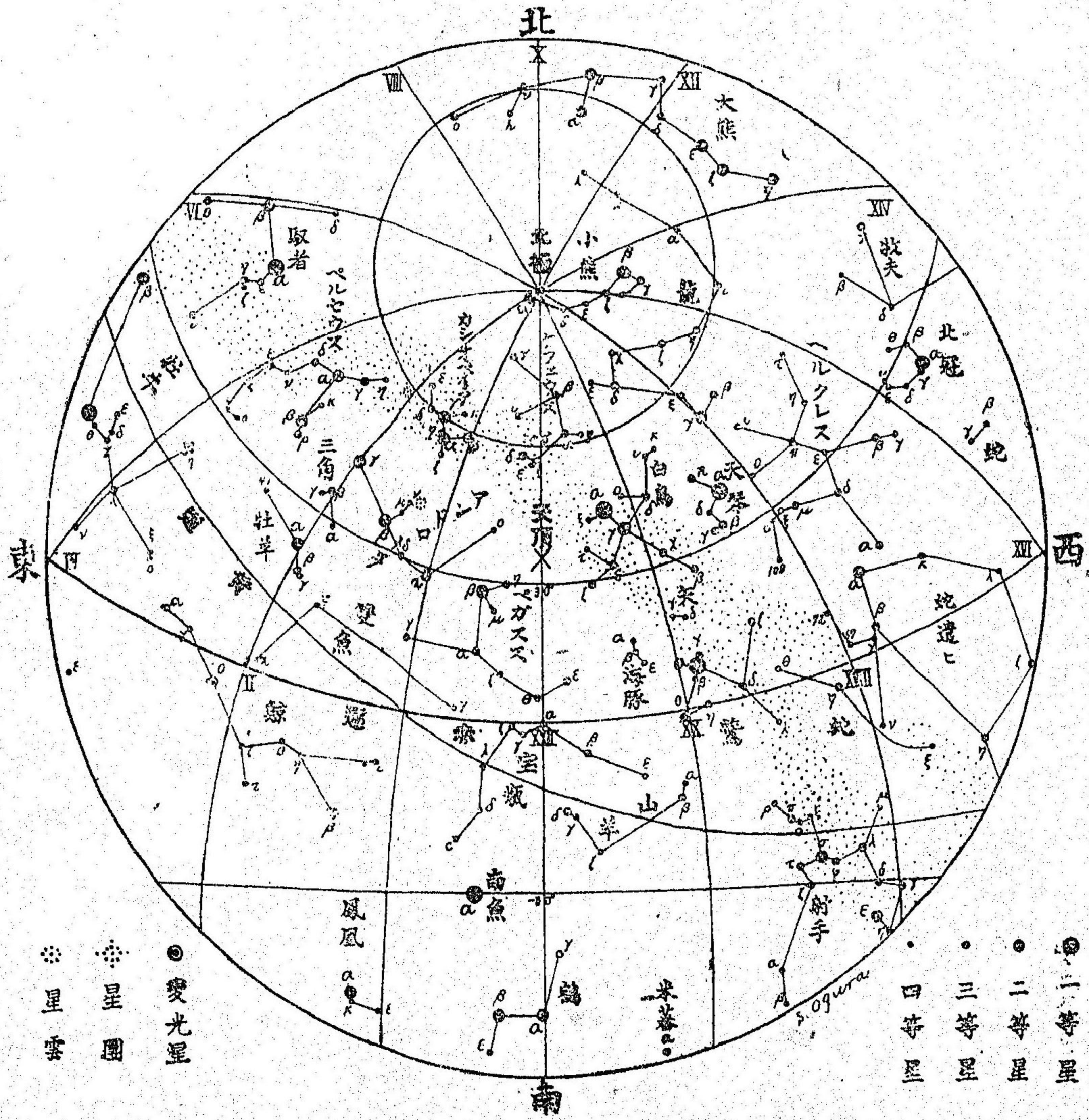
夏の空

五月十六日	午後十二時
六月一日	午後十一時
六月十六日	午後十時
七月一日	午後九時
七月十六日	午後八時
八月一日	午後七時
八月十六日	午後六時



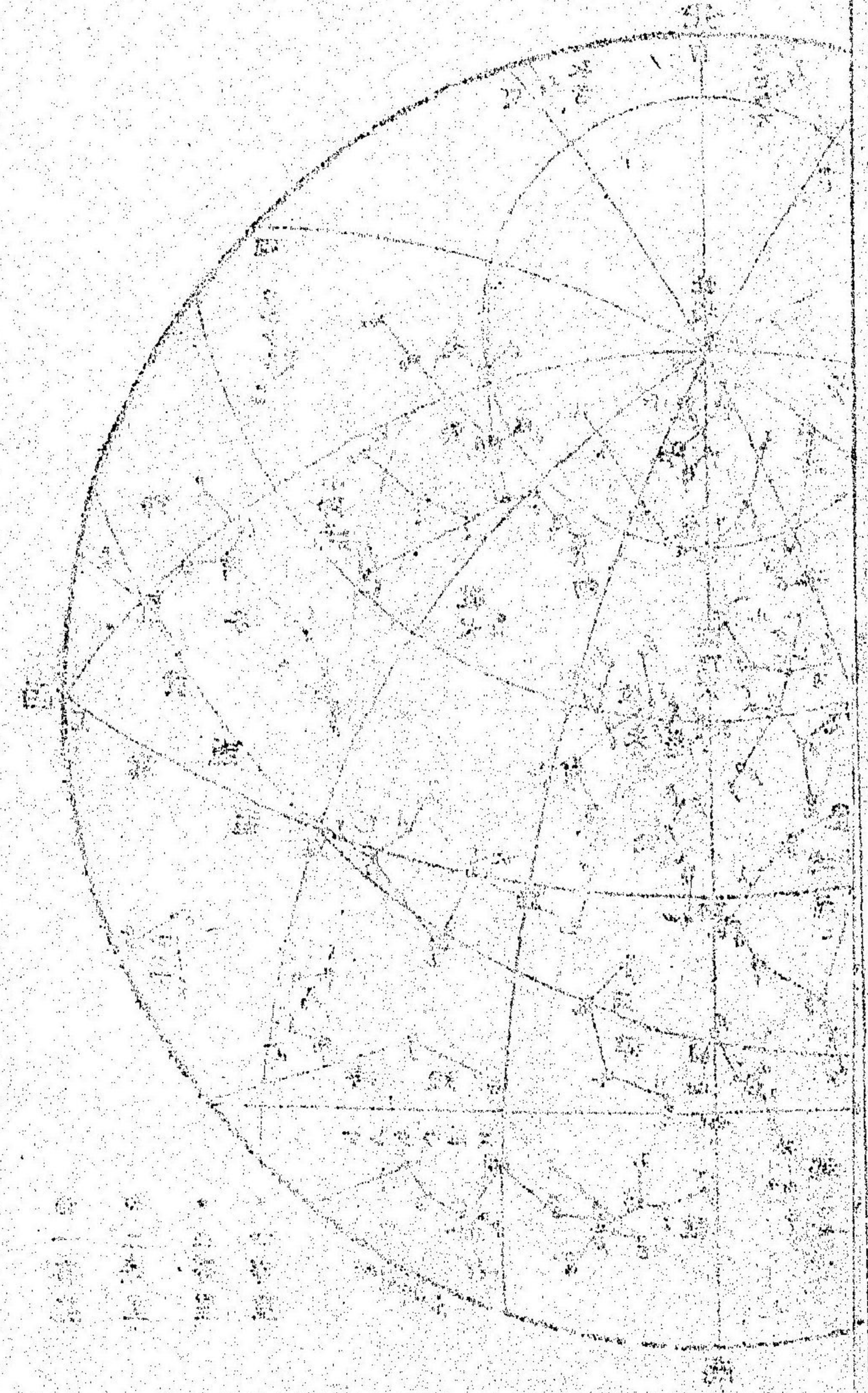
秋の空

八月十六日	午後十二時
九月一日	午後十一時
九月十六日	午後十時
十月一日	午後九時
十月十六日	午後八時
十一月一日	午後七時
十一月十六日	午後六時



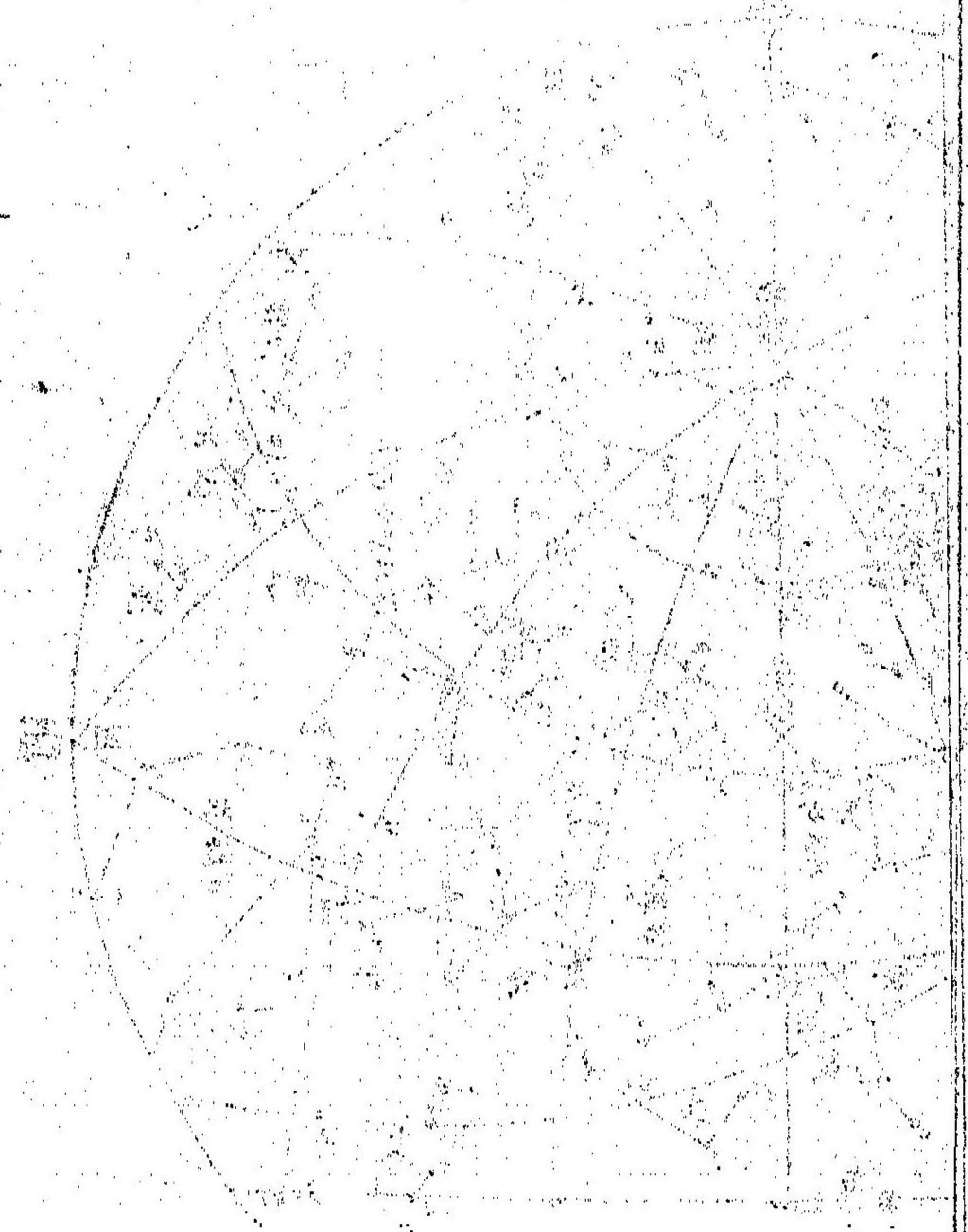
星の空

八月十六日	午後十二時
九月一日	午後十一時
九月十六日	午後十時
十月一日	午後九時
十月十六日	午後八時
十一月一日	午後七時
十一月十六日	午後六時



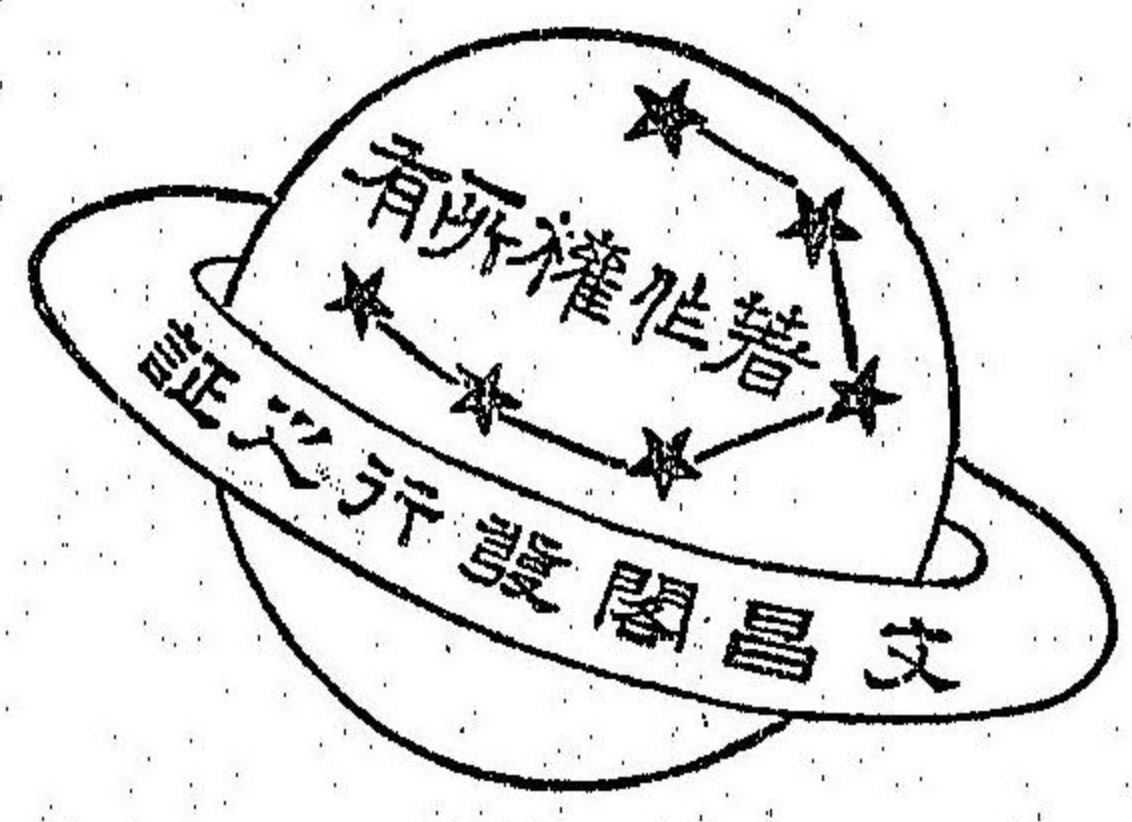


日本天文学会  
 天文学雑誌  
 昭和十三年四月  
 天文学雑誌  
 昭和十三年四月  
 天文学雑誌  
 昭和十三年四月



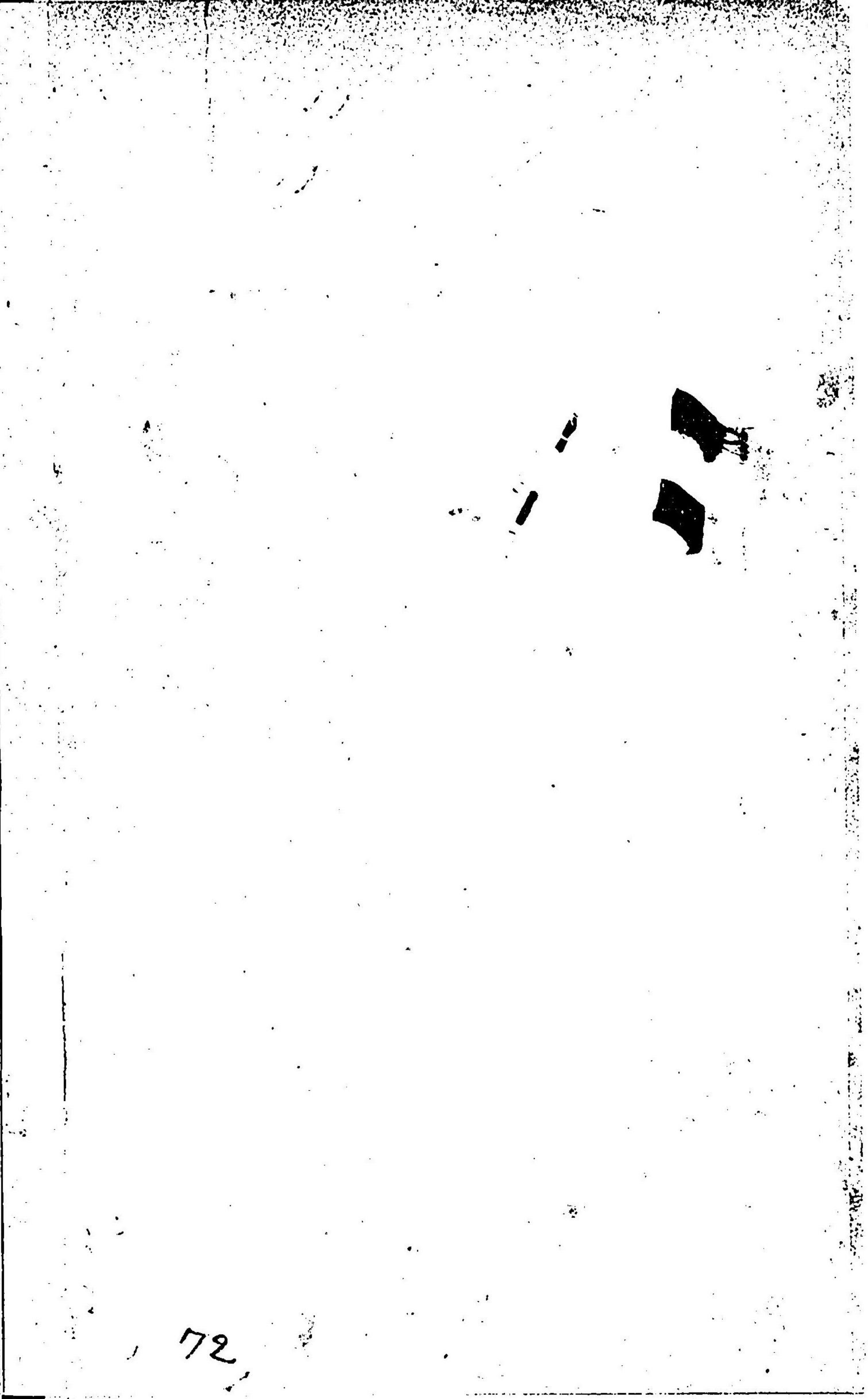
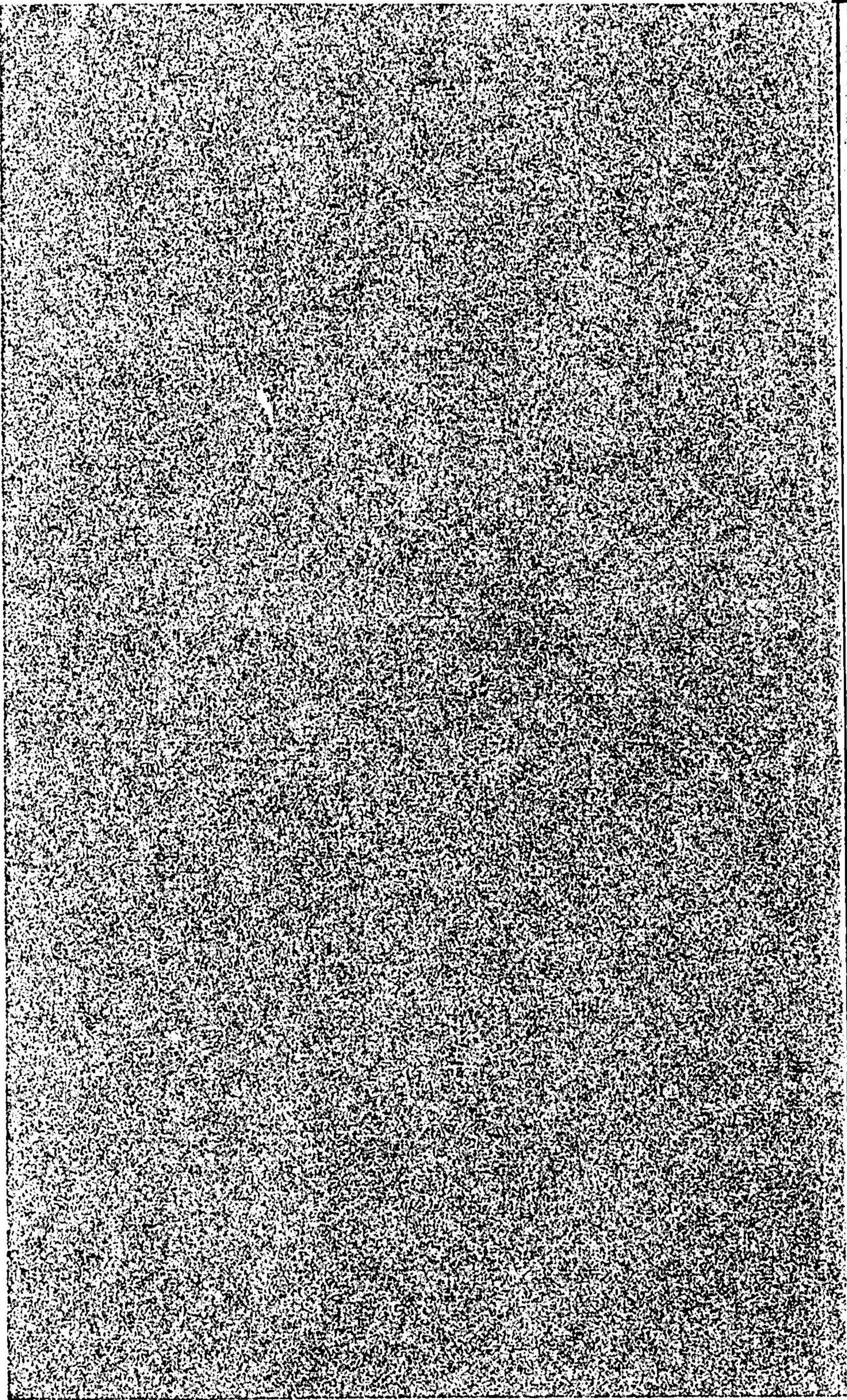
明治四十三年四月十五日印刷  
 明治四十三年四月十五日發行

最新天文講話奥附  
 定價金壹圓



著作者 本田 親二  
 東京市麹町區富士見町六丁目十番地  
 發行者 直井 淡如  
 東京市麹町區西紺屋町二十六七番地  
 印刷者 石川 金太郎  
 東京市京橋區西紺屋町二十六七番地  
 印刷所 株式會社 英會  
 東京市京橋區西紺屋町二十六七番地

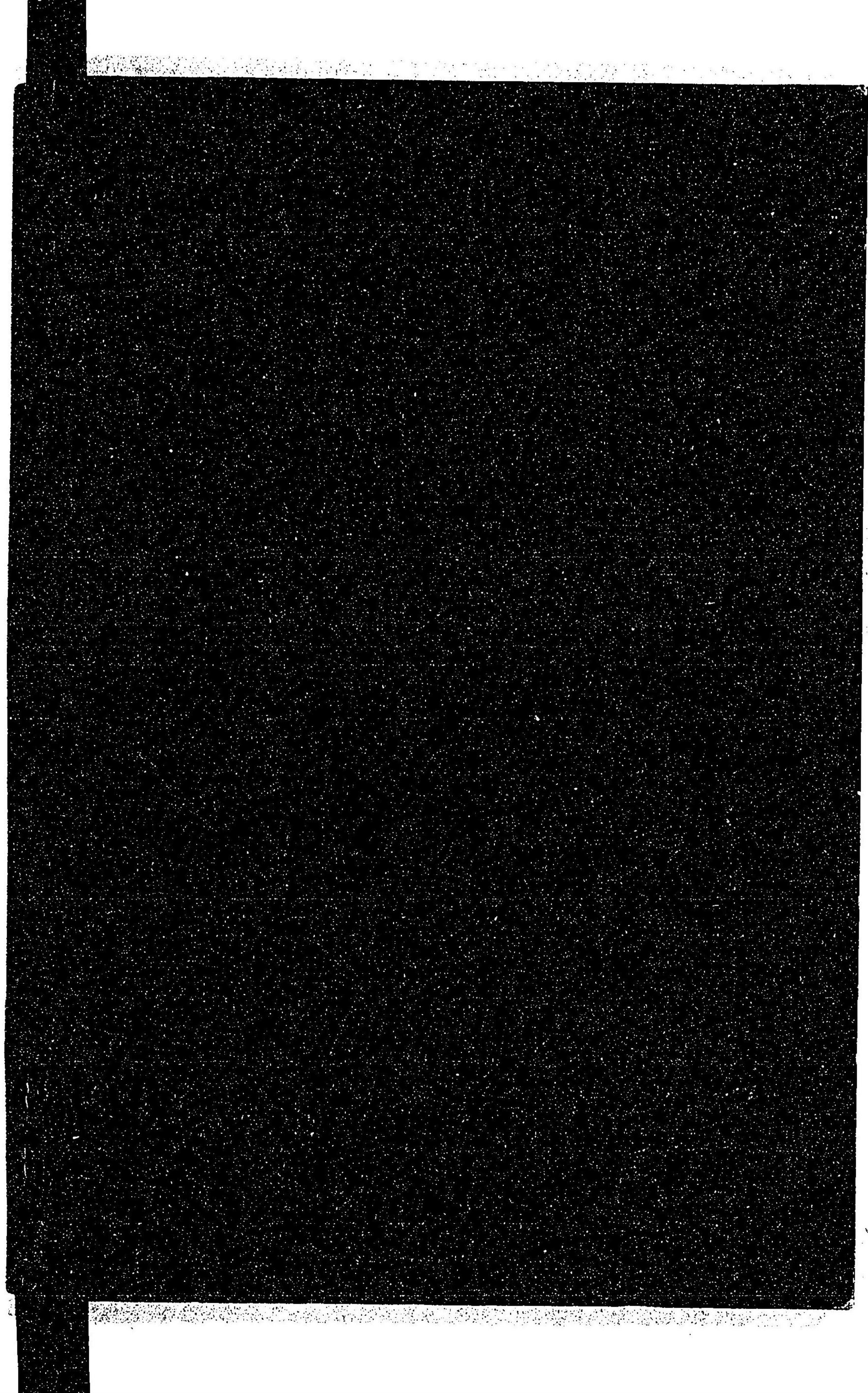
發行所 東京市麹町區富士見町六丁目拾番地  
 振替口座(東京)三五〇四番  
 文書閣  
 電話番町二二六九番  
 發賣所 東京市京橋區南傳馬町貳丁目五番地  
 振替口座(東京)二八〇九番  
 目録  
 黑書店  
 電話本局二二六三番



72

328

218



328

218

M

056138-000-7

328-218

最新天文講話 附, ハリー彗星

本田 親二/著

M43

CAK-0018

