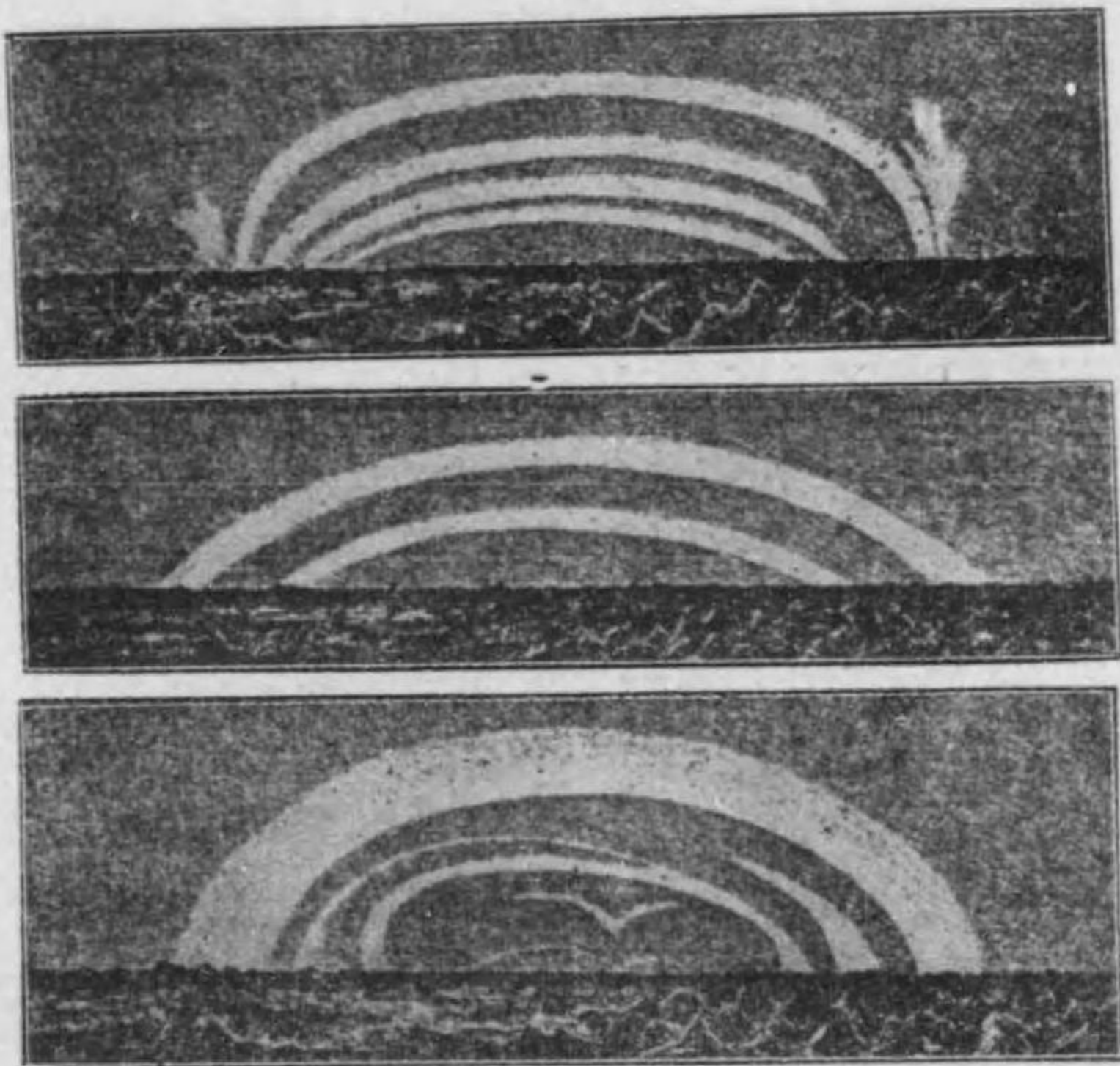


第一種の極光は何等の流線を發射せず、地平線の方向に沿ふて横たはり空の大部分を蔽ふものなり。又頗る靜穩にして、其光輝は不思議にも甚しく不變なり。此種の極光は一般に漸次天頂に近づき來るも、しかも何等の磁氣變動を惹



第三十八圖。一九一八年七月九日。挪威中營冬に於ての北極光の狀

き起さざるものなり。

是等の極光は一般に弧狀をなし、其頂點は磁氣子午線の方向に位せり(第三十八圖)。又屢、數個の弧が重疊せることあり。

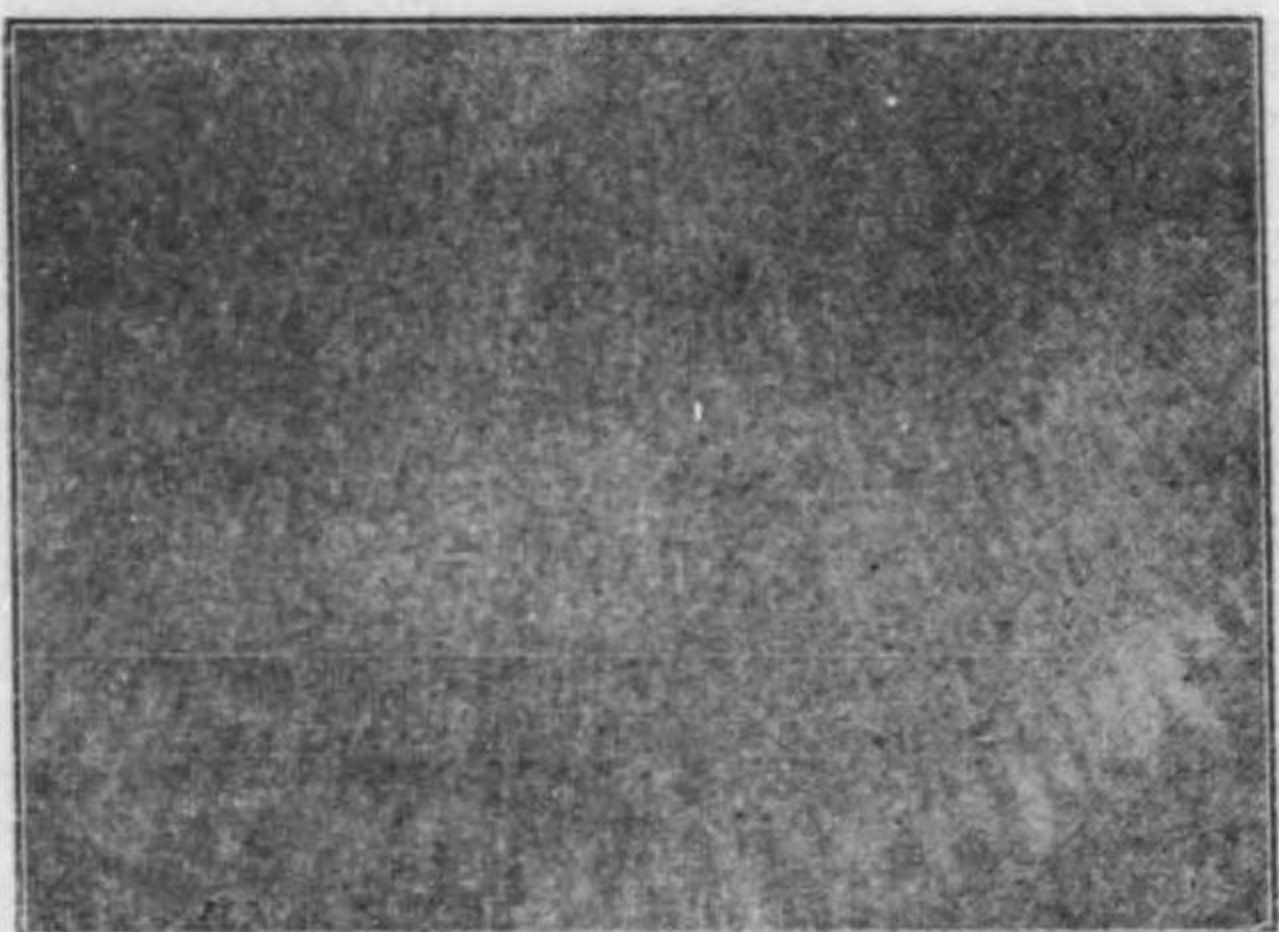
スルデンシールドは、ペーリング海峡に冬營中是等の弧を間斷なく觀測せり。パウルゼンも亦北光の極大圏内に位せる氷洲及びグリーンランドにて多數の觀測を行へり。此地方において北光は至つて普通の

現象なり。されど、往々にして極地を距ること遠き赤道近傍に於ても尙極光を認むることあり、此の如き場合には乳白色の圓形弧を呈し、天蓋中頗る高き所までも達すること屢なり。

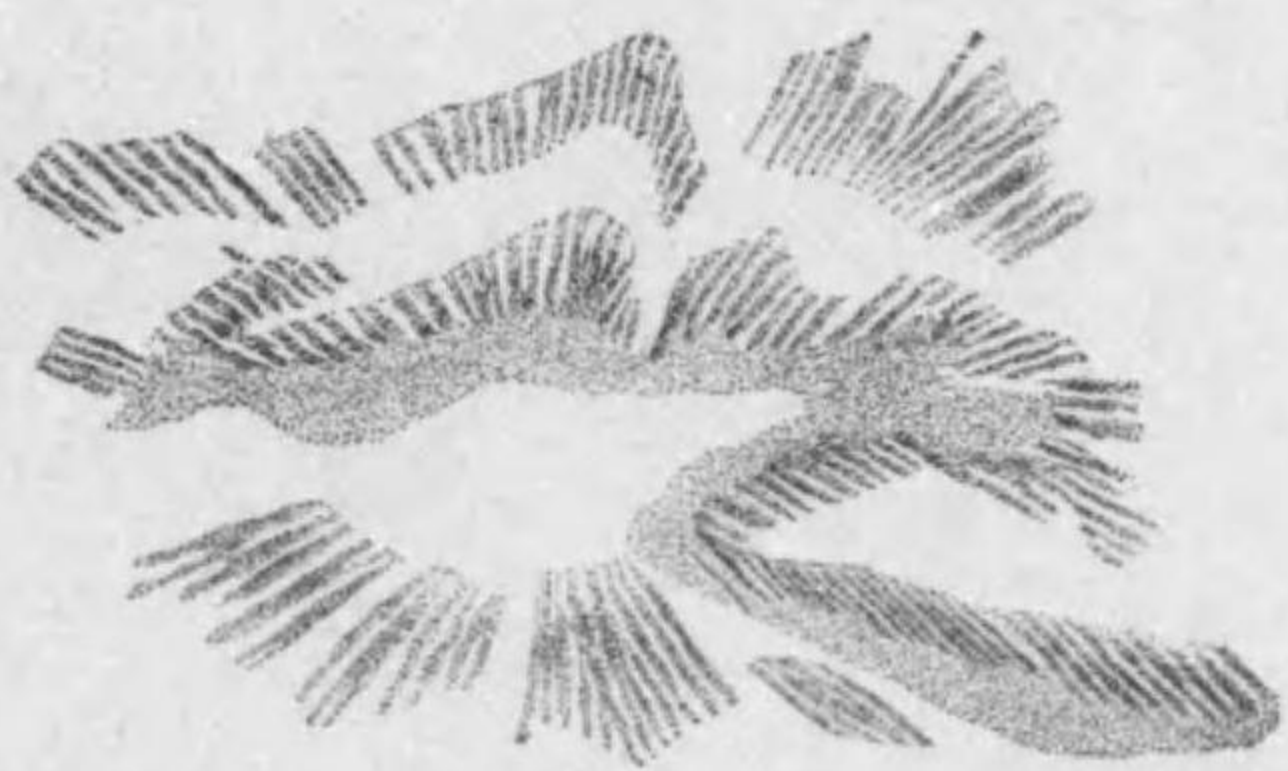
極地方にては往々、天空の大いなる面積が輝ける透明雲とも言ふべき一種の朦朧たる光にて蔽はれ、而かも其中により暗黒なる部分を包含するを見ることあり、蓋し此等の暗き部分は恐らく對照によりて然か見ゆるものならむ。此現象は一八八二年より翌年に亘り瑞典探險隊によりてトルドゼン岬の近傍にて數々觀測せられたり。

空中に浮遊せる光塊が非常に低く現はれ、其背後に存する岩の影をも隠すが如き現象を呈することあり、而かも此現象は就中極圈地方に於て特に著しく見受けらるゝものなり。例へばレムストレームはスピッツベルグの島にて高さ僅かに三百米の岩壁の前面に一極光を認めたるが如き、又同氏が北部フィンランドに於て僅に二、三米を距てたる黒布の前に認めたる空中の光を検して極光線を認めたるが如き、これなり。パウルゼンは是等の現象をも第一種の極光なり

第二種の極光



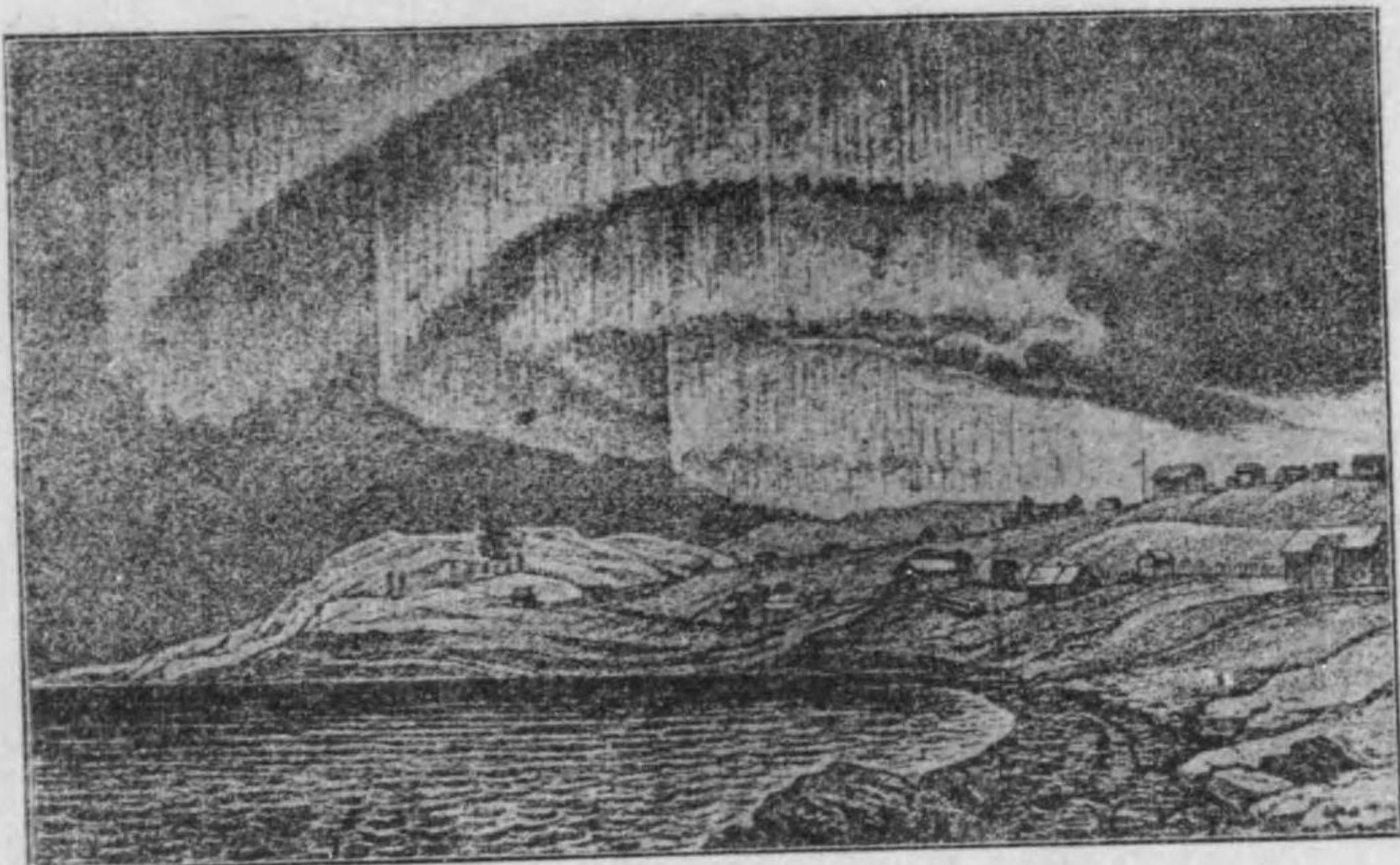
光北すは表を線射幅。圖九十三第



ビスがドルエシソルユギ年三八八一。圖十四第
光北狀射るを測観てにンゲルベツ

とし、そは空氣の對流のために大氣の低層に運搬せられたる鱗光雲なりとせり。第二種の極光は其特征たる極光流線を現はすによりて他の種類と識別せらる。是等の流線は個々別々に分離することなきにしも非らざれども(第三十九圖)一般には是等が互に相融合して殊に下部著し幕狀を呈し、極めて動き易く且つ不安定にして、其狀恰かも風に揺らるるが如き觀を呈す(第四十一圖)。流線は略ぼ傾斜磁針の方向に沿ふて走るものなり。而して此流線が天蓋上無數に發展するや、所謂華冠なるものを形成し、それ等流線の收斂點はこれによりて明

幕狀極光に作用す磁針



光極狀幕るを觀てにンゲルマンイフの威那部北。圖一十四第

第五章

地球大氣中に於ける太陽の細塵

極光及び地磁氣の變化

瞭に認めらるゝなり(第四十圖)。其發展の旺盛なる時には、極光は多くの光の波にて横過せらるることあり。

極光の幕は頗る薄きものなり。パウルゼンはグリーンランドに於て、此幕が彼の頭上を流過するを見たることありしが、其際幕は短縮して、見え、巻ける光帯の觀を示したり。此種の極光は磁針に作用を及ぼすものにして、それが天頂を通過する際磁針に及ぼす作用は逆となる。即ち光帯が北より南に經過する時には磁針の偏りは東より西に變換す。是れによりてパウルゼンは負電氣(カソード線)が此流線に沿ふて下降するものと結論せり。此種の極光は負

電氣の烈しき移動を表せるものなるも、第一種の極光は餘り烈しき運動を呈せざる燐光を發生する物質よりなれるものゝ如し。流線は餘程大氣の下層まで(少くとも北光の極大圈に近き地方に於ては)も透入し得るものなるべし。實にパラーはポート・ポーションにて、高さ僅かに二一四米の斷崖の前面にて極光流線を認めたることあるなり。

第一種の極光は第二種の極光に變轉し得べきものなるも共に第二種のものも亦第一種のものに變換し得べきものなり。吾人は數々極弧より突然流線の下方に向ふて閃めき出づることを觀ることあり。されど其光輝の極めて強きものもありては上方に向ふものもあり。又盛んに活動せる幕狀極光が忽然消滅して、天空上一個の朦朧たる一定不變の輝光に變ずることもあり。第一種の極光は主として極地方に於て觀測せらる。かの極地より遙かに距れる地方に於て天空上に平等に擴散し、其スペクトルに極光線を示せる朦朧たる光は是れに相應する現象なるべし。

普通觀測せらるゝ極光(北極探檢にて見るものゝみに限らず)は第二種に屬

するものなり、又下に示す統計中に含めるすべてのものは氷洲及びグリーンランドに於ける極光現象を除けばすべて流線狀極光に屬するものなり。此種の極光は明かに一・二年の週期に適合し、太陽黒點の最盛期に最も頻繁に認めらるゝものなれども、トロンボルトの言ふ所を眞なりとせば、氷洲及びグリーンランドの極光に就きては然らざるが如し。即ち彼に依れば、其出現の度數は太陽黒點の數と全く無關係なるが如し。太陽黒點の最盛期に應ずる極光の極大が、第二極小にて二分せらるゝことを見るは稀なりとせず。此現象は極地方にて最も明かに認めらるゝ所なり、されどスカンデネヴィア及び其他の國に於ける統計にも亦認められざるに非らず。

極光の性狀を明確に理解せんが爲め、吾人はまづ黒點極小期例へば一九〇〇年に於ける太陽コロナに就きて考ふる所あらんとす(第三十圖を見よ)。即ち太陽の極光附近に於けるコロナ流線は太陽の磁力線の作用によりて一側に偏らしめられたるを見るべし。これによりて負電氣を帶べる小質點は單に小なる速度を有せるに過ぎざること明かなり。従つて夫等は太陽の兩極の近傍に於

ては力線に極めて密接して運動すべく、又は赤道附近にありては凝集するに至るべきなり。しかも赤道附近に於ては力線が密集せざるを以て、換言すれば磁力が微弱なるを以て、太陽微塵は輻射塵のために放逐せられ、赤道面より擴張せる一大圓板上に集まるべし、従つて是れを地球上より見るときは赤道の方向に突出せる二大流線の觀を呈するなり、而して太陽微塵の一部分は地球近傍を通過すべく、其際これらは自ら地球磁力に作用せられて、二束の流線に分れ、各々地球の磁極の方向に向ふべし。而かも是等の極は地殻内部、ある深さの所に存するものなるを以て、流線は悉く地球表面に於ける磁極の見掛けの位置に凝集するには至らざるなり。磁極の北極が正午にあたるときは、太陽より來れる負電氣を帶べる質點は殆んど凡て其極より少しく南方に偏せる地方に流るべきは自然のこととす。若し又此北極が夜半にあたるときは、該質點の大部分は地球の北極に達せざる内に力線のために捕へらるべし、これが爲めに極光の最大圈帶が前にも述べたるが如く、(一六七頁參照)地極及び地磁極を包むものとなる。かくて負電氣を帶びたる太陽細塵は極光最大帶の上部に二個の環をなして集中

することとなり、これ等が空氣の分子と衝突するときは、空氣は熾光を放つこと恰かも夫等の分子がラヂウムより發する電子に衝突せられたると相似たる現象を生ずべし。此熾光はバウルゼンの測定によれば輝ける弧を呈し約四百軒の高さに上昇す、而して其弧の頂點は常に其觀測地に最も近き極光の極大帶のある方向に位す、而してこは磁針の指す方向とかなり一致するものなり。

太陽黒點の極大期の際に見受くる太陽のコロナは前者と頗る其狀貌を異にせり、第三十一圖。即ち其流線は太陽より殆んど有らゆる方向に眞直に輻射す、若し夫れ流線の多少著しく見ゆる方向ありと考へんか、そは太陽黒點帶の上部なるべし。此の如き黒點の極大期にありては、太陽細塵の速度は頗る大にして、そのため最早太陽の磁力線の影響を受けざるに至れるものと見做さざる可らず。且つ此際には地球の磁力線によりても著しき影響を受けずして大體に於て大氣中、輻射を受くること最も大なる部分に眞直に落下すべし。是等の太陽の硬線(太陽微塵の硬線、軟線と云ふは、カソード線の夫れと同様の意味なり。軟線は小なる速度を有す、従つて外力、例へば磁力のために容易に偏らしめらる)は

黒點の週
期と北光
の週期

太陽の白紋より噴出するものゝ如く、且つ此白紋は太陽黒點の極大期に於て最も夥しく存在するが故に、かかる場合には極光は極大帯より遙かに距たれる地方殊に太陽黒點の數多き時にても觀測し得るに至るべし。極光極大帯近傍に限りて落下する前記の太陽微塵の軟線は是れに反す。即ち是等の軟線は太陽コロナの觀測が示すが如く太陽黒點の度數の小なる時に最も頻繁に發生するなり、恐らく黒點の極大期に於て夫等のものは硬線と共に發生するものなるべし。従つて此軟線によりて生ずる極光は黒點の僅小なる時に極大となる。但し硬線流と軟線流とが同時に發生するは疑ひなし、されど前者は黒點極大時期に最も夥しく、後者は黒點の極小時期に最も夥しく發生するものなり。

極光の極大帯外の地方に於て見受くる極光の週期が太陽黒點の週期と直接に相伴ふの事實は既に一八六三年フリッツによりて證明せられし所なり。此週期の長さは七年より十六年に亘り、平均一・一二年なり。今太陽黒點及び北光の極大及び極小の年を對照列記すれば次の如し。

極大の年

太陽黒點	1728	39	50	62	70	78	88	1804	16	30	37	48	60	71	83	93	1905
北光	1730	41	49	61	73	78	88	1805	19	30	40	50	62	71	82	93	1905

極小の年

太陽黒點	1734	45	55	67	76	85	98	1811	23	34	44	56	67	78	89	1900
北光	1735	44	55	66	75	83	99	1811	22	34	44	56	66	78	89	1900

其外ド・マイランが一七四六年に公けにせる重要な論文に於て證明せるが如く、太陽黒點の數ならびに極光の數に共通なる一層長き週期あり。而して該週期の長さはハンスキーによれば七二年にして、シュスターによれば三三年なり。十八世紀の初め及び其末頃に頗る著しき極大現はれ、其後者は一七八八年に現はれたり、其後一八〇〇年より一八三〇年までは、十八世紀の中葉に於けると同じく極光は頗る稀なりき。一八五〇年及び特に一八七一年には再び著しき極大を認めたるが、其後はこれを認めざるなり。

吾人は極光の高さの決定に關しては頗る差違ある數多の記録を見るなり。一般に之を言へば觀測地が赤道に近き程其高さは大となるが如し。是れカ

極光の高

1°線の地球表面に向ふ偏よりが赤道に近きほど微弱となるの事實とよく一致するものなり。ギュレンシールドはスピッツベルゲンに於ける平均の高さとして五五籽を得たり。ブラヴェーは那威北部にて一〇〇乃至二〇〇籽、ド・マイランは中歐にて九〇〇籽、ガルレは同じく三〇〇籽を得たり。パウルゼンはグリーンランドに於て極めて低き北光を認めたり。彼は又氷洲にて北光弧を頂點(こは太陽より來れる帯電質點の大氣中に突入する點と見做すべし)の高さを約四〇〇籽とせり。古き結果には勿論多大の信を措くべからずと雖も、其高さは太陽微塵が大氣中如何程の高さにて停止せらるゝやを計算せる結果と略ぼ同次の大いさなるを見るなり。

極光は更に一の著しき年週變化を現はす。こは吾人の太陽微塵説によりて容易に解釋するを得べし。蓋し太陽黒點は太陽赤道附近には餘り出現せざるものなり。白紋に於ても亦然り。而して太陽緯度が是より大なるに従ひ、其出現の度數が急速に増加し、緯度十五度許りの所にて極大に達す。さて太陽の赤道面は地球の軌道面と約七度の斜角をなす。地球は十二月六日及び六月四日

極光の年週變化

太陽の赤道面上に來り、夫れより三月後には赤道面を距ること最も遠し。従つて地球が太陽赤道面内にある時、即ち十二月及び六月には、地球の受くる太陽微塵の量が最小なるべく、是れに反して三月及び九月には、其量の最大なるべくは豫期するに難からざるべし、尤も此關係は薄明の現象のため多少妨害せらる。これ薄明は極地方に於ける夏の夜を照すにより極光の觀測を困難ならしむるに反し、暗黒なる冬の夜はその觀測を容易ならしむればなり、一年中四季に跨りて極光の數が如何に分配せらるゝや、エクホルムと余の編製せる次表によつて明かなるべし。

各地に於ける極光の數の別表

	スエデン (1883—96)	ノルウェー (1861—95)	アイスランド及び グリーンランド (1872—92)	アメリカ 合衆國 (1871—93)	南極光 (1856—94)
一月	1056	251	804	1005	56
二月	1173	331	734	1455	126
三月	1312	335	613	1396	183
四月	568	90	128	1724	148

五月	170	6	1	1270	54
六月	10	0	0	1061	40
七月	54	0	0	1233	35
八月	191	18	40	1210	75
九月	1055	209	455	1735	190
十月	1114	353	716	1630	192
十一月	1077	326	811	1240	112
十二月	940	260	863	912	81
平均數	727	181	430	1322	102

四季に亘りて晝夜の長さの差が餘り大ならざる地方例へば北米合衆國の如きもの又は南光を觀測し得る地方南緯約四十度)にありては主なる極小は冬期に起るなり、即ち北半球にありては十二月、南半球にありては六、七月なりとす、又餘り著しからざる第二の極小は夏期に於て起るを見るべし。地球が太陽赤道面を通過すること毎年二回なり、而して其頃には地球上に落下する太陽微塵の

量が最小にして、其頃は地平線上に於ける太陽の高度が最も大なる此地方に於て多數の極光を認むるなり。こは豫想するに難からざる所なり、何となれば太陽微塵の大部分は正午に太陽が最も高くなるが如き土地に落下すべければなり。次に地球が太陽の赤道面より最も遠く離れたる、三月又は四月及び九月又は十月に於て起る二個の極大は氷洲及びグリーンランドを除くの外、すべての行に著しく現はるゝを見る。氷洲及びグリーンランドにては極光の觀測度數は主として薄明の強度に左右せらるゝものなるを以て、十二月の一極大と、六月の一極小とあるのみ。されど一層新しき統計(一八九一—一九〇三年)によるるときは、十二月に極小あることを示せり。同じ理にて瑞典及び那威の如き高緯度の國に於ては、夏期の極小が殊に著しく現はるゝを見るなり。

同様の理由によりて大抵の土地に於ては極光の日週變化を認むること甚だ困難なり。蓋し太陽微塵の大部分は正午頃に落下するを以て極光の大部分も亦正午後數時間最も夥しく起るべきことは、恰かも一日中の最高温度に於けると同じかるべき理なり。しかも強烈なる日光のため此極大は只極地方の長さ

冬夜に於てのみ之を確知するを得、且つ其地方と雖も薄明の攪亂作用に對する補正を施したる後に初めて之を認め得べきのみ。ギョルレンシルドは此方法によりてスピッペルゲンのドルドゼン岬に於て北光の極大が午後二時四十分極小が午前七時四十分になることを知り得たり。他の土地にありては極光は夜半後よりも夜半前に於て一層強く且つ一層多く観らるゝことを知り得るのみ。例へば中歐地方にては極大は午後九時頃瑞典及び那威(北緯六十度邊)にては夫れより半時間若くは一時間程後に現はるゝなり。

極光が略ぼ一月に亘る他の二三の週期を有すと主張せる人あり。其の一は二五日九三に亘るものにして、此は南光に於て特に之を認むるなり。其處の極大は平均よりも約四四ヘルセント大なり。那威に於ける北光につきては此超過数は二三ヘルセント、瑞典にては一ヘルセントに過ぎず。此理由は他なし、南光にありては極めて僅かの主として最も著しきものゝみが記録せらるゝにょり。従つて各地にて熱心に観測せば此種の差違は餘程減少すべきものと思はる。

極光の短週期の一

太陽の自轉と極光の短週期

此約廿六日の週期は既に極光と密接の關係ある他の現象就中磁氣現象の長さ觀測に就きて指摘せられたる所のものにして、其他雷雨の度數及び氣壓の變化に於ても亦認められたるものなり。此週期的變化は太陽の自轉と關係あるものならんとは長く考へられたる所なり。埃太利の科學者ホルンスタインの如きは太陽の自轉時間を直接觀測によるよりも一層精密に決定し得べしとの理由に基づき此週期の長さを更に慎重に決定すべきことを主張せり。されど太陽の自轉週期は太陽緯度が異なるに從ひて矢張り異なるものなることは今日吾人の知る所なり。こは種々の緯度に於ける太陽黒點の運動を觀測して、カリントン及びスベレルの既に熟知せりし所なりしも、之が愈々確認せらるるに至りしはデューネールが光球の運動を分光器にて決定せしによれり。彼れは次表に示せるが如き太陽の各緯度に於ける其自轉の恒星週期を決定せり。但し此表にはそれに一致せる回歸週期をも示せるものなり。太陽面上にある一點の恒星週期とは、ある一恒星が其點の子午線即ち太陽の軸と其點を含む平面上に來りてより再び子午線上に來るまでの時間を云ふものなり。又其回歸週期とは

恒星の代りに地球が相次いで子午線經過をなす間の時間なり。地球は太陽の自轉方向に運動するが故に、回歸週期は恒星週期よりも長し。

太陽緯度度	〇	一五	三〇	四五	六〇	七五
自轉恒星週期(日)	二五・四	二六・四	二七・六	三〇・〇	三三・九	三八・五
自轉回歸週期(日)	二七・三	二八・五	二九・九	三二・七	三七・四	四三・〇

太陽光球の自轉週期が、又同様に黒點、白紋、及び紅焰の自轉週期が高緯度に赴くに從ひて著しく増加するの事實は、太陽物理学に於て最も神秘的なる問題の一なり。稍々是れに類せる現象は木星の雲に於ても認めらるゝ所なれど、其差は頗る小にして、僅か一ベルセントに過ぎざるなり。又我大氣中の雲は全然是等と行動を異にせり。こは我大氣中に對流の存するによりて説明せらるゝなり。

(註) 我大氣の最高層二〇乃至八〇杆は除外例と見做すべし。クラカトア爆發後ベルリンにて一八八三年より一八九二年に亘りて認められたる光雲は非常の高層に浮遊しつゝありしものなるが、そは地球表面に對して、東行

太陽大氣
の高さと
其自轉の
速度

しつゝありたる卷雲とは反對なる方向に移動するを認めたり。

偕て吾人の考へつゝある問題にとりては、勿論太陽面の地球に對する位置即ち回歸週期のみが注意を拂ふべきものなり。しかも前に記せる二五・九三日なる週期は太陽光球の何れの回歸週期とも一致せざるなり。但し太陽赤道帶に於けるものは其差を最も小ならしむ。よりて此週期によりて計算を施すべきなり。蓋し地球は太陽赤道面を距ること決して大ならざると共に年に二回其平面上に歸來すべければなり。

されど尙其他一特性あり、即ち太陽霧圍氣中、高層に至るに従ひ、其部分の自轉週期が下層に於けるものよりも短縮すること是なり。例へば赤道附近に見受くる白紋の回歸週期は平均二六・〇六日、黒點の週期は二六・八二日、又光球の週期は二七・三日を算するなり。更に一層高層に位せる白紋は愈、速かに回轉す。されば吾人は前條に於て説けるかの週期は、太陽の赤道帶上遙かの高層に位せる白紋の夫れと一致するものにして、且つ恐らく夫れと密接の關係を有するものなるべしとの結論を與へざるを得ず。こは太陽物理学に關する吾人の見解と

適合するものなり、何となれば白紋は氣體の上昇流中に生成せらるゝものにして、且つ輻射壓にて排却せらるゝ微粒子よりも餘程下層に於て生ずるものなればなり。輻射壓は白紋の附近に於てたしかに最も強きものなり。

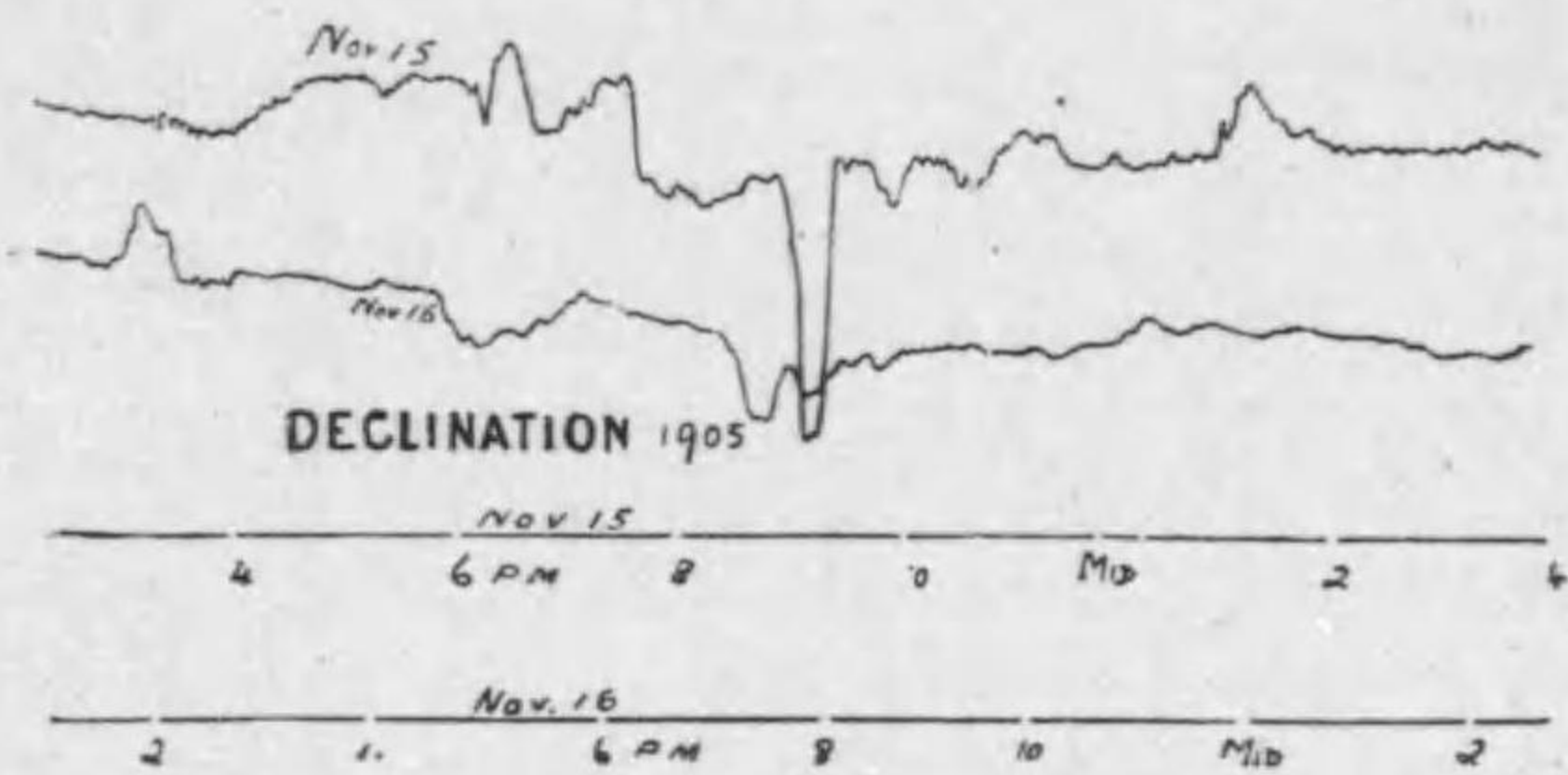
同じ理由によりて、太陽微塵の放出は、白紋の最も強く發展せる時即ち多數の黒點の出現によりて之を認め得べき彼の太陽活動の最も盛んなる時に於て特に劇甚なるものなりとす。茲に於て、吾人は太陽の輻射が太陽黒點の出現數が小なる時よりも大なる時に於て一層強烈なるものと想像せざるを得ざるなり。サヴェエフがキエブルにて太陽輻射の強さに就きて行へたる直接觀測は此想像を確かむるものなり。されどケッペンの研究せる他の現象は此の緒論と撞着するものゝ如し。ケツペンによれば、熱帶地方の大氣の温度は黒點の極大期に於ては、平均温度よりも〇・三二度丈低く、又夫れよりも五年後、即ち黒點の極小期の前年に於ては最高温度に達し、平均値よりも〇・四一度丈高しと云ふ。同様の傾向は他の緯度圏に於ても尙ほ之を認め得れど、氣候の不安定なるによりて熱帶地方に於けるが如く著しからず。佛國の物理學者ノルドマンは充分にケッペンの

觀測を確證し得たり。是れに反して米國の天文學者ヴェリーは熱帶の頗る乾燥せる砂漠地方にては、濠洲の南緯一二度二八分にあるポート・ゲルウイン近傍及び南緯二三度三八分にあるアリス・スプリングス近傍氣温が、黒點の極小期に於けるよりも其極大期に於て一層高きことを見出せり、但し彼は此研究の基礎をば單に最高最低寒暖計の記録に置けるに過ぎざるなり。若しヴェリーの研究にして果して眞なりとせば、太陽の輻射は黒點の多數なる時に於て一層強烈なるが如し(メモリーによれば太陽黒點の出現と同時に温度の上昇を認め、黒點の消失と共に温度の下降するを觀測せりといふ)。されど、これは殆んど何等の雲の生成を見ざる非常に乾燥せる地方に於てのみ認め得るものなることを注意せざる可からず。他の地方にありては黒點の極大に伴ふ雲の形成によりて、此現象は然か簡單なることを得ざるに至る。かゝる場合に於ては雲の冷却作用の方がむしろ日光の直接熱射作用よりも速かに過ぐるものあるが如し。かくて吾人はケッペンの結論をも解釋し得べし。即ち吾人もし雲層以上にある氣層の温度を觀測し得るときは、其變化は砂漠に於けると同じきこと疑ひなかるべし。

終りに吾人は尙極光の現象に見る他の一週期を記さざる可からず。此は所謂回歸月なるものにして、其長さは二七三日なり。此週期の真相に就きては殆んど何等知らるゝ所なし。そは恐らく月に於ける電氣量と關係あるものならむ。此週期の特徴とする所は、北半球と南半球とに於て其作用の相反する事なり。月が地平線上にある時は極光の形成を妨ぐるものゝ如し。されど此場合には月光による観測の困難なることを考慮に入れざる可らざることを勿論なりとす。

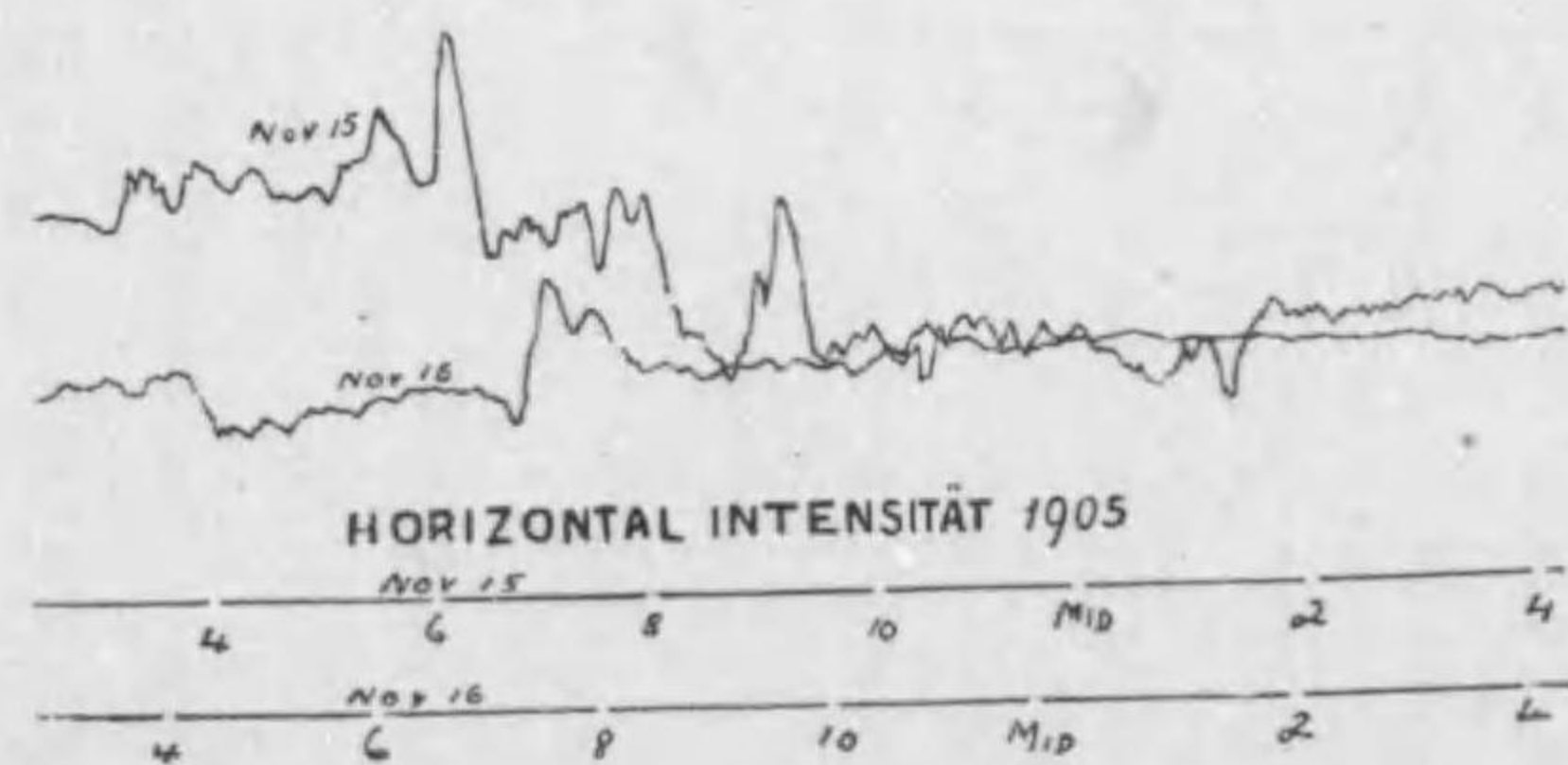
極光が磁針に作用を及ぼすの事實は一七四一年セルシウス及びヒオルテルの観測以後人々の知る所にして、此れによりて極光は何等かの方法にて磁針に働らく電氣的放電によりて生ずるものと考へられたり。借かゝる磁氣影響即ち磁針が安定せる平常の位置よりある變動を起すことを観測するは日光及び月光の作用によりて妨害せられざるを以て極光に於けるものも容易なり。前にも述べたるが如く、磁氣作用を有する極光は單に放線狀の流線を示すものに限れり(第四十二圖及び第四十三圖)。

圖二十四第



圖二十四第 一九〇五年十一月十六日午後九時。線曲角偏の針磁るせてに所測観(傍近ソド。りなるせ應に輝光大極の光極に時同は亂攪きし激るも認に時

圖三十四第



圖三十四第 一九〇五年十一月十六日午後六時。所測観ウキるけに日六十月一十年五〇九一。佛邊。アソリカはに日五十月一十。線曲の力磁平水るため認に。め認を光極るな大壯てにアチコス・ヴノび及蘭愛。國英。威那。西蘭。頗に頃時六午後くし珍は光極此。しりな觀美も最に時九后午。リた。きりな麗鮮る

是等の磁氣變動は北光及び太陽黒點と全く同一の週期を有せり。まづ一年の週期に就きて之を考ふれば、吾人の觀測は所謂磁氣嵐——即ち磁針の位置の突然の變化——なるものは、忠實に太陽黒點の變動を反映せるものなるを證明するなり。此關係は一八五二年英國のサバイン、瑞西のウォルフ、及び佛國のゴーチーアによりて發見せられたり。一層不規則なる磁氣要素の日週變化も亦同一週期に基づけるものなり。磁針は吾人の地方譯者曰く著者の住せる瑞典、ストックホルム近傍につきて言ふものなれど、偏倚の大きさは暫らく措き此所の文句は其儘東京近傍にも適用し得べしにては其北端を北方に向くるにあり。尤も少しく西方に偏よれるを以て精密に然るにはあらず。倍此西方偏倚若くは偏角は正午の後暫時經たる時、即ち約一時頃最大となる。此日週變化は又冬期に於けるよりも夏期に於て一層大なり、且つ又磁針位置の變化は夜間よりも晝間に於て大なるものなり。されば茲に何等かの太陽の影響が存在すること明なり。こは其變化をば太陽黒點の日々の變化と對照して研究すれば一層明かに之を認め得べし。次表はブラーグに於ける一八五六年より一八八九年に亘れる偏

角の變化を示せるものなり。但し太陽黒點及び磁氣變化の極大及び極小の年のみを示せり。

太陽黒點の數

年	1856	1860	1867	1871	1879	1884	1889
黒點數	4.3	95.7	7.3	139.1	3.4	63.7	6.3

偏角の日々變化

年	1856	1859	1867	1871	1878	1883	1889
觀測値	5.98	10.36	6.95	11.43	5.65	8.34	5.99
計算値	6.08	10.30	6.92	12.15	6.04	8.76	6.17

右の表を見れば、兩現象の極大及び極小の年が頗る強くよく一致するを知るべし。依て吾人は日週變化が黒點の數の變化に比例するものと假定したる算式を作りて、一々毎年の變化を計算すれば是等は表中終りの二行に示すが如く觀測値とよく一致するを認むるなり。

年週變化も亦次表に示すが如く、極光の夫れと全く同一なり。次表はカナダ

のトロントに於ける磁針の偏角、水平分力及び垂直分力の變動を示すものなり。又是れと對照のため尙ほ綠威に於ける是等三量の平均値を附記せり(數の單位は平均年週變化なり)。

		トロント											
		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
偏角	0.57	0.84	1.11	1.42	0.98	0.53	0.94	1.16	1.62	1.31	0.78	0.76	
水平分力	0.56	0.94	0.94	1.50	0.90	0.36	0.61	0.75	1.71	1.48	0.98	0.58	
垂直分力	0.57	0.74	1.08	1.49	1.12	0.50	0.71	1.08	1.61	1.29	0.75	0.61	
		グリーンニッチ											
平均値	0.93	1.23	1.22	1.09	0.81	0.71	0.81	0.90	1.15	1.18	1.02	0.83	

一八八二年より一八九三年に亘る爪哇のバタヴィア觀測所に於ける磁氣變動の日々變化はファン・ペンメレンによりて分析せられたるが、夫れによれば極大は午後一時頃に起り、其の日の平均値の約一八六倍なり。又極小は午後十一時起り其の平均値の〇・四八倍なり。午後八時より午前三時に至る間は午後十一時

に於けると等しく、變化は殆んど稀なりとす。變化は偏角に於て最も大にして、正午に於ける極大は三・二六、又午後十一時に於ける極小は〇・一四なり。
 ホルンスタインによりて初めて研究せられたる約二十六日の週期は、ブロウ、リズナル及びミユルレルによりて磁氣變化及び其攪亂に於ても認められたり。されどシュスターは其結論には餘り重きを措かざるが如し。
 月も亦些少なから磁針に一種の作用を及ぼすべしとは、既に一八四一年クライルの證せる所なり。此作用は北半球と南半球とは互に其符號を異にす。こは潮汐現象に類するものと見るを得べし。
 太陽の莖外線は著しく大氣に吸收せらるゝものにして、その結果空氣の分子はイオン化するに至るものなり。而して此イオン化作用は一般に高層に於ける程愈著し。上昇氣流は夫れと共に水蒸氣を搬ぶものなるが、此水蒸氣はイオン殊に負イオンを核として其圍りに凝縮す、このため雲の大部分は負電氣を帯ぶるに至るべし。此興味ある事實即ち雲は正電氣よりも負電氣を帯ぶること

多大なるの事實はフランクリンの紙鳶の實驗にて初めて證明せる所なり。従つて雨滴の落下するときには上方の空氣は正電氣を帶ぶることゝなる、これは輕氣球の昇騰にて觀測せられたる所なり。高層にて形成せらるゝ雲は最も強く電氣を蓄ふるものなり、乃ち此理によりて陸上の雷雨が夏期に於て最も頻繁に起るに至る。ベツオルトは南部獨逸に於て雷雨が二十六日の週期を示す事實を認めたり、エクホルム及び余も亦それを瑞典の場合に就きて證し得たり。是等の問題殊に磁氣現象に關しては既に莫大なる材料が種々の氣象觀測所にて蓄積せられ、其分析を俟ちつゝあるなり。

シヅリーヴスの如き二三の觀測者は太陽黒點と極光若くは磁氣攪亂との關係をば著しき黒點の太陽面に現はるゝも何等の地磁氣攪亂を伴はざるとあるによりて疑はしとするも、しかも一般に信せらるゝ説によれば、磁氣嵐は黒點が地球に對する太陽の中心子午線を經過する際に於て黒點によりて生ぜしめらるゝものなり。マウンダアは一八九八年九月八日より十日に亘りて、一大黒點の太陽中央子午線を經過せる後、磁氣嵐及び北光の起れることを認めたり。而して

磁氣効果の極大に達せるは右の子午線經過に後るゝこと約二十一時間なりき。同様にリッコーは其精密なる決定をなし得たる十個の場合に就きて、黒點の子午線經過の時刻と最大磁氣効果を見たる時刻との差の平均が四五五時間なることを見出し得たり。彼は又エリスの蒐集して、マウンダアの研究せる材料をも分析せるが、其結果是等の場合に於ては何れも皆殆んど同じ間隔時を有し、其平均が四二・五時なることを見出せり。これ即ち太陽微塵の平均速度が毎秒九一〇乃至九八〇糎なりと言ふに同じ。又一方に於て吾等は水と等しき密度を有する直徑〇・〇〇一六糎の滴、これ最大速度を有するものなりが、太陽引力及びその二・五倍程大なる輻射壓の下に、太陽より地球に達するまでに要する時間を計算するには何等の困難を有せず、即ち其結果は五六・一時となり、微塵の速度が毎秒平均七四〇糎となる。従つて太陽微塵がリッコーの見出せる速度にて運動するものとせば、其密度は、一よりも小さくして〇・六六乃至〇・五七ならざるべからず。若し滴が水素ヘリウム及び其他の稀有瓦斯にて飽和せられたる炭化水素より成立せるものと想像するとき、此値は決して有り得べからざる程のも

のにわらず。もし夫等の質點が隕石の主成分たる炭素、硅素又は鐵の毛狀マルガリット (felted margarite) よりなるものとせば、前に彗星の尾に就きて指摘せるが

如く、太陽微塵は一層大なる速度を有し得べきなり。

極光のスペクトル中に現はるゝ最も著しき線は恐らく稀有瓦斯クリプトンによるものならんと云ふ。此瓦斯は我大氣中に極めて微量に存するに過ぎざるが故に、それは太陽微塵によりて地球に運搬せられたるものにして、放電現象中に其スペクトルを現はすものとすも不可なかるべし。極光のスペクトル中には其他窒素、アルゴン、及び他の稀有瓦斯の線をも認む。何れの場合を問はず此徑路を採りて我大氣中に添加せられたる稀有瓦斯の容積は勿論非常に微小なるものとす。

我大氣中に於ける電氣現象は有機物の生活に對して、從つて又人類に對して頗る重要な關係を有せり。放電によりて空氣中の窒素の一部は、水蒸氣の分解によりて發生せる酸素及び水素と化合し、植物の發育に最も必要なるアンモニア化合物ならびに硝酸鹽及び次硝酸鹽を生成するに至る。温帶地方にて特

極光の
スペクトル空中電氣
と有機物
の生活

に最も重要なアンモニア化合物は、極光と密接の關係ある所謂無聲放電によりて作らるゝものなるが如し。是れに反して窒素と酸素との化合物は主として熱帶地方の劇烈なる雷雨の際に生成せらるゝものなるべし。雨は是等の化合物をば地中に運搬し、依て以て植物を肥やすに至るなり。

此方法によりて地中に供給せらるゝ窒素の量は歐洲にては一平方米につき一ヶ年間につき約一二五瓦、熱帶にては其四倍量なり。今もし地球の全面積に對する平均値を三瓦とせば、一平方米につき三噸となり、全地積一億三千六百萬平方米に對しては一年間に約四億噸となるべし。其中二十分一許りが耕地に落ち、他は悉く森林又は廣原に於ける植物の發育を助くることとなるべし。比較の爲に言はん、智利にて發掘せらるる硝石の中に含有せらるゝ窒素の量は一八八〇年に五萬噸なりしが、一八九〇年には十二萬噸、一九〇〇年には二十一萬噸、一九〇五年には二十六萬噸に増加せり。又歐洲の瓦斯工業にて硫酸アンモニアとして生成せしめらるゝ窒素の量は此終りの數値の約四分一に當れり。勿論是れには尙合衆國其他に於ける石炭瓦斯アンモニアの生成量を加へざる

可らず。しかも是等を全く加へ合はするも、尙地球上に人工的に供給せらるゝ窒素化合物の量は前條の自然的供給量の千分一を超へざるを知るべし。

大氣中の窒素の量は三九八〇兆噸と推定せらるるが故に、つまり僅かに其三百万分一が毎年放電作用によりて化合物となるものなることを知るべし、但し茲には海中に於ける窒素の供給が陸上に於けるものと等しきものと假定せり。而してかく合成せられたる窒素は海陸の植物を養ひ、其植物の生活中若くは腐敗中に空中若くは海中に復歸するなり。水は幾分の窒素を吸収す。かくて大氣中及び海水中の窒素容量は互に平衡を保持すべし、従つて吾人は空氣中の窒素の著しく缺乏することを恐るゝ所以を見ざるなり。此結論は又地球の固態ならざる液態組成部分に於て窒素合成物の何等著しき集積を認めざる事實とよく一致するものなり。

前にも述べたるが如く(第七六頁)植物の年週生活に於て空氣中の炭酸瓦斯の五十分の一餘が吸収せらるゝものなり。而して酸素は此炭酸瓦斯より生成せられ、又空氣中に存する酸素の容積は炭酸瓦斯の約七百倍なるが故に、空氣中の

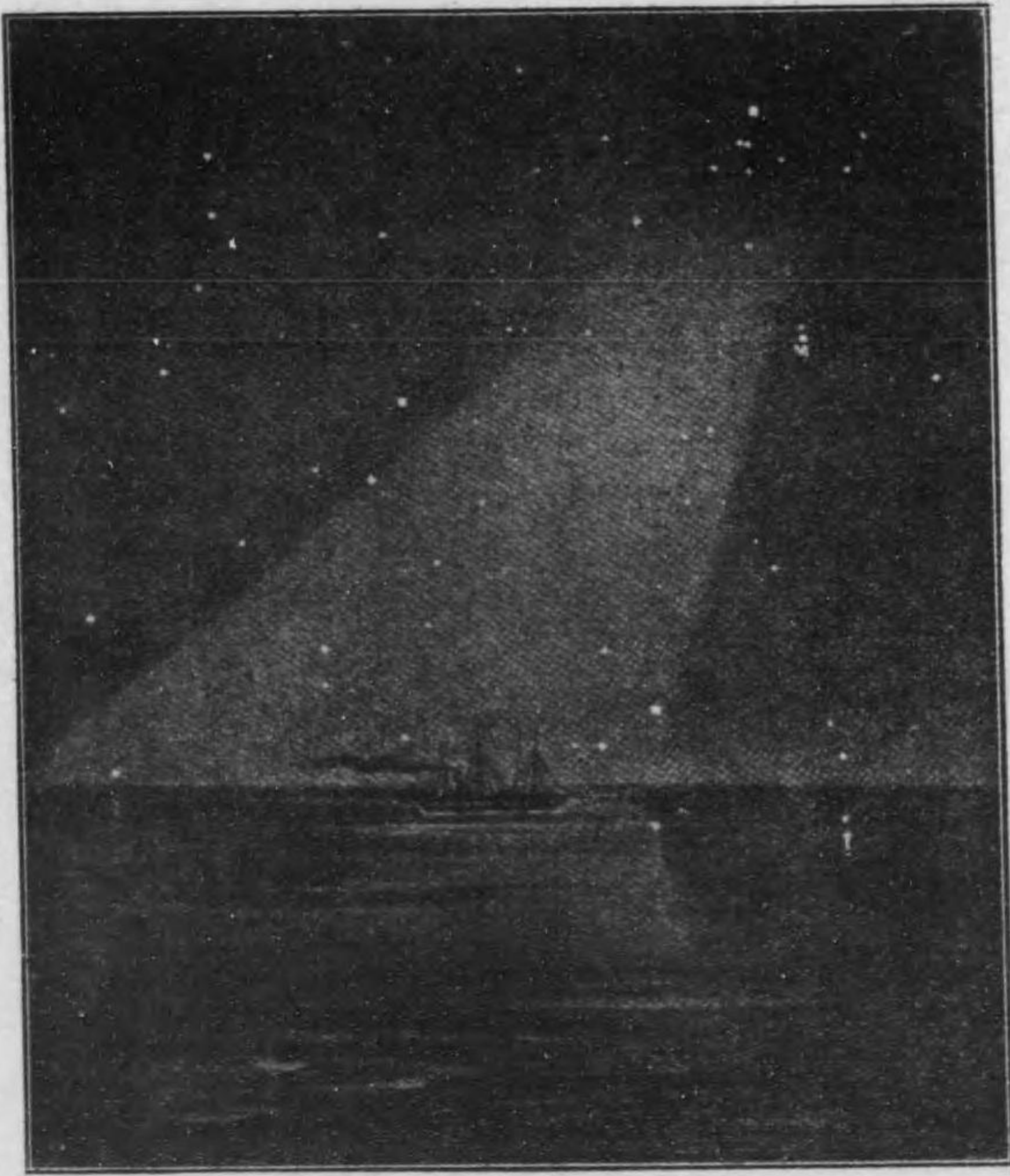
酸素の交代作用は酸素全量の約三萬五千分の一に過ぎざるを知るべし。換言すれば、空氣中の酸素は植物の新陳代謝に於て窒素よりも約百倍も強く之に與かるものなり。こは酸素の化學作用の強き事實とよく一致す。

本章を終るに方りて、吾等は獸帯光なる特異の現象につきて簡單に述べたる所あらんとす。こは熱帯地方に於ては、日没後又は日出前一、二時間殆んど如何なる晴夜にても認め得らるゝものなり。吾等の緯度において此獸帯光を認め得る時期は短くして其之を能くするは春分及び秋分の前後なり。此現象は一般に其基底が地平線にありて、其中軸線が黃道と一致せる朦朧たる圓錐形の輝きなり。ライト及びリエーによれば、其スペクトルは連續せるものなり。熱帯地方にては獸帯光は銀河の輝きに匹敵するものなりといふ。譯者曰く、獸帯光の強さは常に一樣なるものにあらざるに似たり、例せば一昨年即ち一九一二年春の如きは銀河の最光部よりも遙かに強き光を示せり。

疑もなく此輝やきは細塵が太陽に照らさるゝによりて生ずるものなり、従つて此細塵は太陽の周圍に環狀をなして浮遊しつゝあるものにして、實に太陽系生

成の原始質たる星雲の殘渣なりと想像せられたり(第七章參照)。時としてかなりに明るき帶狀の輝きが獸帶光の圓錐頂點より發生し黃道に沿ひて全天を横ざるを認むることあり。且つ天空上、太陽と正反對の點に於て此帶は幅約十二度、高さ九度ある大なる朦朧たる輝斑に膨脹するを認むる事あり。

圖四十四第



光帶獸るけに帶熱。圖四十四第

こは對日照と稱せらるゝものにして、一七八〇年ベゼナスの初めて記載せる所

に係れり。(譯者曰く、此現象は其後獨立にプロルゼンによりて發見せられ、次いでバックハウス、バーナード等によりても矢張り獨立に發見せられし程人々の注意に上らざりしが、バーナードの綿密にして引續ける觀測の發表せられし以來、普ねく學者の注意を引けり。其形は一ヶ年を週期として變化し、其大きさは長さ大凡十度乃至二十度、其幅は十度内外と見積らる。)

此對日照の性狀につきて最も確からしき説は、それを空間より太陽に向けて落下し來る輝ける隕石若くは細塵の小質點によりて生せるものとすにあり。極光の華冠の位置に於けるが如く、此對日照の位置も亦透視の作用によりて生ずるものなるが如し。小質點の軌道は太陽に向へるにより、そは太陽に背する一點より發射するの觀を呈すべきなり。

吾等は此現象に就きて知る所尙甚だ稀れなり。獸帶光が黃道に沿ふて位するてふ説にも反對者少なからず、實に近時の研究によれば此輝きはむしろ太陽赤道面に位するものなることを思はしむるなり。そは兎に角、一般に信せらるる説によれば、此輝やきは太陽より來る、若くは太陽に入り込む質點によりて生

するものと見做さるゝなり。此處に於て吾人は太陽細塵の質量は決してあな
どるべきものにあらず、却て此細塵こそ今論じつゝある現象の原因なれど考ふ
ることを得べしとの結論に達するなり。

第六章 太陽の滅亡—星雲の起原

既に述べたるが如く、太陽は其質量一瓦につき一年約二瓦カロリーの熱量を
消費するが故に、全太陽が一年に消費する總熱量は 300×10^{33} 瓦カロリて、殆
んど數ふ可らざる量に達す。而して太陽中には更に更に驚くべき莫大量のエ
ネルギーの貯藏あるが故に此の如き大量の消費あるにも係らず、極めて長歲月
に亘りて其勢力を維持するを得るものなることも亦既に詳論せる所なり。さ
れど歲月が如何に長しと言ふもそは無限にあらざるが故に、終には太陽も冷却
して地球及び他の惑星今日尙瓦斯狀にあるものは、まもなく地球と同じく硬殼
を被るべし)の經驗せる如く、其表面が硬殼を以て蔽はるゝに至るべし。しかも
惑星上に於ける何等の生物も絶望の眼を放つて此太陽の大往生を見撃するを
得ざるべし。何となれば吾人の發明力が如何に優秀なるものなりとすも、夫
れより遙かなる前代に於て有らゆる生活は、熱及び光の缺乏によりて有らゆる
惑星面に其迹を絶つべければなり。

太陽の大
往生

其時以後に於ける太陽の歴史は、地球の現時に於けるものと相似たるものあらん。只少しく夫れと事情を異にするは、其近傍に何等生命を保持すべき熱及び光の中心體を有せざるにあり。最初の間は其薄き硬殻は斷へず太陽の内部の瓦斯體のために破壊せらるべく、熔岩流は其内部より噴出すべし。しかも時を経て此劇烈なる噴出も憩むに至るべく、熔岩は凝固し、破壊せられたる殻片は合して更に以前よりも著しく強固なる殻を形成するに至るべし。而して單に古き裂目の或るものより噴火山は形成せらるべく、夫れより内部にある瓦斯の噴出を可能ならしむるに止まるべし。而して其際噴出せらるる瓦斯は冷却によりて遊離せる水蒸氣及び多少の炭酸瓦斯なるべし。

かくて噴出せられたる水蒸氣は凝結して水となり、大洋は太陽面を浸すに至るべく、暫時の間、それは現在見る地球と似たる觀をなすべし。但し茲に一の重要な差異あり。即ち前にも述べたるが如く銷火せる太陽は、宇宙空間より來たる微量の輻射及び隕石落下によりて生ずる熱を除きては、外方より何等の活氣ある熱を受くる所なし。されば其温度の降下すること極めて急劇なるべく、稀

薄なる霧圍氣中に存在する極微の雲量は永く輻射を防ぐに足らざるべし。かくて大洋は氷殻にて蔽はれたるべく、炭酸瓦斯もやがて凝結して太陽霧圍氣中に輕るき雪の如く降り積もるべし。而して温度が更に降りて氷點下二百度となるに至れば、大氣中の氣體も凝結し初むべく、かくて主として液態窒素よりなる新たな大洋が生成せらるべし。更に温度が二十度降りて、落下する隕石によりて賦與せらるるエネルギーが輻射によりて消失するエネルギーと釣合を保つに至るときは、太陽霧圍氣は主として最も凝結し難き氣體たるヘリウム及び水素ならびに多少の窒素よりなるに至るべし。

かかる状態に至れば太陽の熱消費は殆んど認むべからざるに至るべし。地殻は熱の不良導體なるを以て、此殻の一平方哩より逸散する熱量は、太陽が其表面上、同面積より輻射しつつある熱量の十億分の一にも足らず。將來、太陽の殻の厚さ六十呎に達するに至る曉には、その熱の消費量も同一の割合にて減少するに至るべきなり。其頃とても太陽の温度は絶對零度上五十乃至六十度許りなるべし。而して火山爆發は單に小區域に亘りて、短時日丈温度を上昇せしむ

太陽の熱が
火薬庫の如き
かたくて
くたさず
もたない

るに過ぎざるべし。されど内部に於ては尙現今と大差なき温度、數百萬度を有すべし。従つてそこには尙今日に於けると同様非常なる爆發性を具へたる化合物が存在し居るなるべし。かくて暗黒なる太陽は恰かも一大火薬庫の如き性質を帯びて、幾兆年の長き時の間、注意するに至る程のエネルギーを損失することなく宇宙空間中に浮遊すべし。そは恰かもある胞子の如く、何等の變化を呈する事なく其莫大なるエネルギーを保存すべし。而して終に外力によりて再び舊と相似たる新生活を開始せしめらるゝに至る。中心に於ける熱が漸次に失はれ、且つその結果として次第に收縮するによりて生ずる表面の緩漫收縮は、やがて太陽の表面をば老の皺もて包むに至るべし。

今太陽及び地球の殻が何れも花崗石と等しき熱傳導度を有するものと假定せん。ホーメンによれば厚さ一糎の花崗石板が其兩面に於て一度丈の温度の差を有するときは、其表面一平方糎毎に毎分につき、 0.582 カロリーの熱を通過せしむる者なりと云ふ。依りて是れに類推法を適用すれば、内部に一糎丈進入する毎に温度が三十度づつ上昇する所の地殻は、一平方糎毎に毎分につき

太陽が
冷た
くなる
まで
冷た
くなる
要する
年数

1.75×10^7 カロリーの熱を通過せしむるなるべし。(こは地球の受くる平均熱供給毎平方糎毎分 0.625 カロリーの三五八〇分、一なり)。又太陽の殻は地球の殻に比し直徑が一〇八六倍大にして、其厚さが相等しとせば、其毎分失ふ所の熱量は、地球が現今太陽より受けつゝある熱量の三三三倍なるべし。現今太陽はその地球に與ふるものゝ、二十二億六千萬倍を失なひつゝあり。されば熱の消失は現今の量の六億八千六百萬分、一に減少すべし。若し又太陽の殻の厚さが太陽の半徑の一四〇分、一即ち地殻が地球半徑に對する比と同じ割合にあるものとせば、太陽が七四五億年間に失ふ熱量は現今一年間に失なひつゝあるものを超ゆる事なかるべし。但し此數は實際太陽の表面が冷却せる事實によりて約六百億年に減少するを要す。太陽の平均温度は約五百萬度許なるを考ふれば、氷點まで冷却するには其平均比熱水のと等しとして約一五〇〇〇〇兆年を要すべし。此期間に亘りて太陽の殻は其厚さを増加すべく、従つて冷却作用も亦漸次衰弱すべし。かくて如何なる場合に於ても、是等の事情の下にありては一十兆年間に失ふエネルギーの總量は單にエネルギーの全貯藏量の極めて一小部

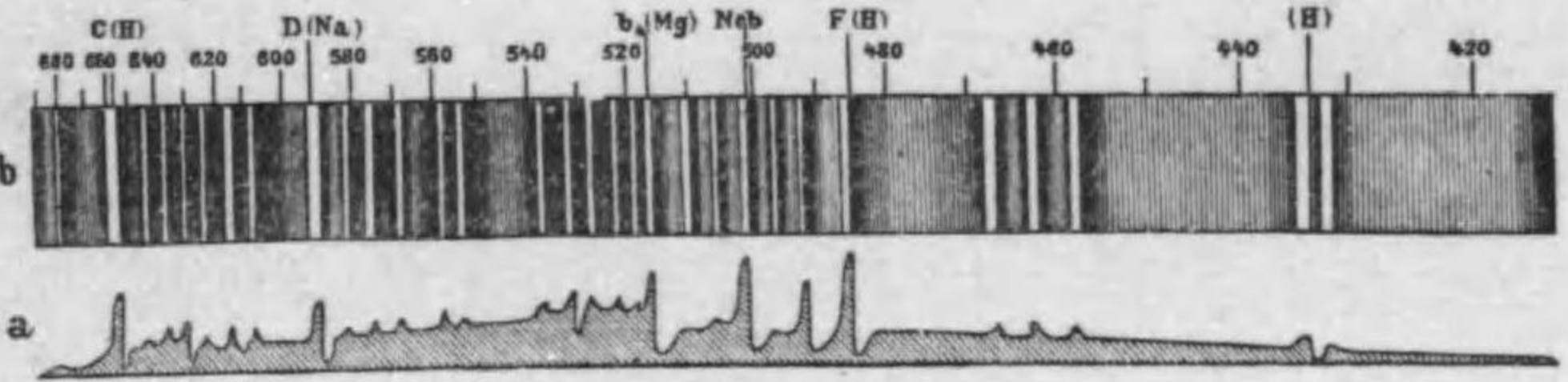
分をなすに過ぎざるべし。

光の消滅せる星が無限の時劫を通じて進行運動を繼續するものとせば、終には何等かの他の輝ける星若くは同様に光の滅せる他の星と遭遇せざるを得ざるべし。かゝる衝突の確からしさは星の視角(此は極めて微少なるも而かも零にはあらず)及び太陽の速度に比例するものなり。又此確からしさは天體が相近づくに方りて引力の作用により本来の軌道より偏するによりて増大すべし。恒星界に於て吾人に最近の星の若干は光が之より吾人に達するまでに平均約十年を要する程距り居るなり。太陽が現今の大いさを有しその空間に於ける實際の速度(毎秒二十軒)にて是れと同様なる他の星と衝突するまでにはほぼ一〇〇〇〇〇兆年を要すべし。假りに空間には輝星の数の百倍の暗星ありとせば(而かもこは不都合ならざる假定なり)最近に於ける衝突までの年数はほぼ一千兆年となる割合なり。又太陽が輝星として繼續すべき壽命は是れの百分一即ち十兆年なりと見做し得べし。此結論は不合理ならざるが如し、何となれば生物の地球表面上に存在し來れるは約十億年に過ぎず。而して此時期は太陽

の光明を放てる全世期の一小部分たるに過ぎざればなり。勿論太陽と星雲との衝突の確からしさは是れより遙かに大なりとす。何となれば星雲は頗る宏大なる空間に亘りて擴延し居ればなり。されどかゝる場合にありては、もし衝突するとも彗星が太陽コロナを通過する際に於て起るもの以上に何等重大なる結果を來たすものに非らざるなり。コロナに於ける物質量が極めて微小なるにより、是等の場合には何等注意すべき効果を認め得ざるなり。さはれ太陽が星雲中に侵入する時には、他の星との衝突の機會を多かりしむるに至るべし。何となれば下條に述ぶるが如く、暗星ならびに輝星が星雲中には集合せるものと思はるればなり。

吾等は往々新星なるものゝ忽然天空上に輝やき上がり、其光輝が再び急速に衰へ、終には全く消滅するか然らざれば辛うじて認め得べき極めて微弱なる星に移り行くのを見たり。是等の極めて興味ある現象中最も著しきものは一九〇一年二月ベルセウス座に於て現はれたる光度一等の一新星なりとす。此新星は同月廿二日朝英人アンデルソンによりて發見せられしものにして、其際光

第 四 十 五 圖



一九一八年の新星座の星のスペクトル

第六章 太陽の滅亡—星雲の起原

此星のスペクトルは、一八九二年に現はれたる取者座新星の光りと極めてよく相類似するものなりき、第四十五圖。

一般に其スペクトルに於て二重の線を示すこと、即ちその莖色に向ふ側には暗線を示し、これと相應して其赤色に向ふ側に輝線を示すの事實は新星に於ける特徴なりとす。取者座新星のスペクトルに於て此特徴は三個の水素線C、D及びH、ソヂウム線、星雲線及びマグネシウム線に於て殊に著しかりき、ベルセウス座新星のスペクトルに於ては水素線の莖色に向へる變位が極めて大にして、之をドッブル原則によりて判定するに其光を吸収せる水素瓦斯は毎秒實に七百軒以上の速度にて吾人に接近しつゝありしを知るなり。カルシウム線にも同様の變位を示せるものあり。他の金屬の線にては餘り著

度は三等なりき。然るに此星の發見に先つこと、僅かに二十八時間前に撮れる寫真板には明かに十二等星までを印せしにも係らず、此星の痕迹をだも認むる能はざりき。されば此新星の光度は此短時間内に五千倍以上に増大せるものと考へらる。又發見後翌二月廿三日に至りて新星の光輝は更に増して、天狼を除きては他の有ゆる恒星を凌ぐに至れり。而かも同廿五日には光度一等、廿七日には二等、三月六日に三等、同二十八日に四等に降れり。其後六月廿二日まで光輝に週期的變化を伴ひつゝ、其平的光度は漸次減小せり。又其週期は最初の程は三日なりしも後五日となれり。六月廿三日には光輝六等となり、其後は光輝はかなり平等に減小し行けり。かくて一九〇一年十月には七等、一九〇二年二月には八等、同七月に九等、同十二月に十等となり、其後は漸次に十二等まで降り行けり。最初此新星の光輝が最も強かりし時は青白色の光を放てりしも、やがて黄色となり、一九〇一年三月上旬には帯赤色となれり。其光輝の週期的變化を表はせる際には其色は極大の際には黄白色を呈し、極小の際には赤色を帯びたり。續いて其後星色は次第に純白色となれり。

しからざりき。此事實は比較的寒冷なる瓦斯が星より非常の速度を以て吾人の方向に噴出しつゝありしことを示すものならん。而して星の輝ける部分は全く静止せるか、又は吾人より遠ざかりつゝありしなり。是等の現象の簡單なる説明は次の如くなるべし。即ち星が其高温度及び高壓のため輝やき上がれる際にはスペクトル線は其幅を増し、其莖色端に向へる部分は吾人に向ひて運動し、且つ其劇しき膨脹のために冷却せる極めて寒冷なる瓦斯のために吸収せらるものなりとするにあり。勿論是等の瓦斯は星より有らゆる方向に向ふて噴出すべし、されど吾人は其中單に星の光を吸収する部分、即ち星と地球との間に位して、吾人の方向に流れつゝあるもの丈を觀測し得るに過ぎざるなり。

漸次に、金屬線及び其背景をなせる連続スペクトルの光は先づ莖色の端より衰へ初めたるも、水素線及び星雲線は尙ほ明瞭に残留せり。他の新星に於けるが如く此星も暫時の後、星雲スペクトルを現せり。此興味ある事實は一八七六年の白鳥座新星に於て獨人フーゲルの初めて認めたる所なり。一六〇〇年に輝き上れる白鳥座P星は今尙ほ水素瓦斯の噴出を示せるスペクトルを呈す、此

ハルセウ
ス座新星
の周りの
光雲

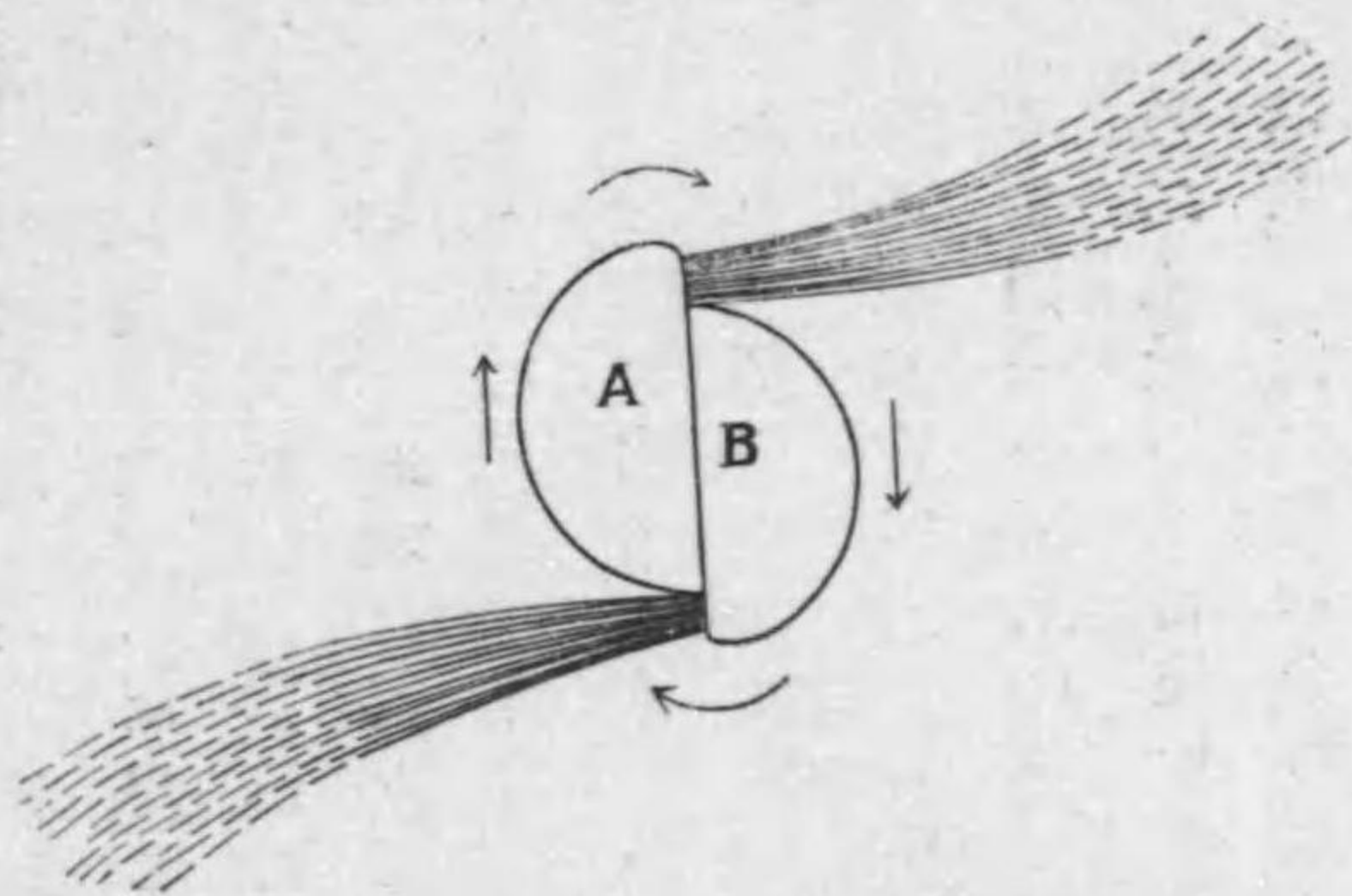
新星は恐らく今日に於ても未だ其平衡状態に達せずして、依然寒冷なる瓦斯を噴出しつゝあるものなりとするも毫も不可なる事なし。吸収スペクトルの生成には極めて微量の瓦斯あるのみにて足れり。従つて瓦斯の噴出は長年月に亘るも供給不足を告ぐるに至るが如きこと決してこれなきなり。

吾人は前にハルセウス座新星の周圍に特異なる光雲を觀測したることを述べたり(第一五九頁)。此二個の環状雲は、一九〇一年三月二十九日より一九〇二年二月に亘りて毎日一四秒弧及び二・八秒の速度を以て、此星より遠ざかりたり。吾人もし是等の日より逆算して、瓦斯の星を出發せる時日を算する時は一九〇一年二月八日乃至十六日となり、星の最も強く輝やける二月廿三日とかなりよく一致するを見るなり。されば是等の噴出物は星より發せるものにして、それが輻射壓のために放出せられたるものと考へ得らるべし。且つ又其光が何等偏よりの現象を示さざるより考ふれば、その決して反射光にあらざるや明かなり、吾人は却て細塵質點間の放電作用によりて、實際吸収せられたる瓦斯は發光するに至れるものなりと推量し得べきなり。

此場合に於て吾人は明かに一天體が同種の他の天體との衝突によりてその
獨立的存在の終焉を告げたる大事變の實見者たりしなり。而して茲に相衝突
せる二天體は共に暗體なりしか、若くは其光輝が極めて微弱にして兩星の光を
合するも十二等の星のそれに及ばざりしなり。然るに其衝突後に於ける光輝を
見るに、其距離が少くとも百二十光年（一光年とは光が一年間に通過する距離に
して約九兆二千億軒なり）なるにも係はらず、一等星の光輝以上なりしを以て、そ
の輻射の強さは太陽の數千倍ならざるを得ざるなり。斯かる状態の下にあり
ては、輻射壓も亦太陽表面に於けるもの、幾層倍たらざるを得ざるや必せり。
従つて新星より放出せられたる細塵質の速度は太陽細塵の夫よりも遙かに大
なるものならざるを得ず。されどもそは尙ほ光の速度より小ならざる可らず、
蓋し輻射壓が如何に強烈なればとて光の速度に達するを得ざればなり。
此衝突の如何に劇烈慘憺たるものなるかを心裏に寫象することたる左迄因
難にあらず。一物體例へば隕石が無限の宇宙より太陽に突入する際に於て有
する速度は毎秒六百軒なり、而して衝突する二天體の速度も亦はば是れと同次

の値ならざるを得ず。衝突は概して斜めの方向に於て起り、且つエネルギーの
一部分は熱に變遷すべしと雖も、其殘部は運動エネルギーとして尙ほ毎秒數百
軒の回轉速度を生ずるに足るものなりとす、従つて此數に比するときは、太陽の
赤道に於ける實際の表面回轉速度毎秒約二軒の如きは全く言ふに足らざるも
のとなるべし。地球に至りては其徑庭いよ／＼著し赤道にて毎秒〇・四六五軒、
されば吾等は二天體が衝突前に殆んど回轉速度を有せざりしものと假定する
も著しき誤謬に陥ることなかるべし。衝突の際には是等兩天體の關係運動の
方向と直角をなせる方向に於て、兩天體より二束の物質の激流が噴出すべし、而
して是等の流れの向ふ方向は共に、此等の衝突せる兩天體が其上に相近いて運
動したると同一平面上にあるべし（第四十六圖）。是等二大激流の速度は衝突し
て生せる二重量の廻轉速度と合して増大すべし、而かも此際後者によりて、減衰
せらるべし。既に述べたる如く、物質が太陽内部より表面に出で來る時は其物
は非常の力を有する爆藥の如き性状を具ふるものなり。従つて放出されたる
瓦斯は急速に廻轉する中心部分の周圍に恐るべき飛行速度を以て投げ附けら

第四十六圖



第四十六圖の夫々直矢の方向に運動するA、Bの二個の太陽の衝突の結果を示す。衝突の結果、A、Bの二層は物質性發熱せる出突りよ層深のB、A、し起き惹を轉旋るな激す出逸りよB、Aてりなと流大の個

るべし。吾人は極めて不完全ながら、此等の概念をば甚だ迅速に廻轉しつゝある輪の一直徑の兩端に半徑の方向に光を發射する一個の花火を具へたるものを注意するによりて獲得するを得べきなり。輪を距ること愈、遠きに從がひて是等の火流の實際速度はいよゝゝ減少すべし。これ星に於ても同様なり。放出されたる物質流は瓦斯の劇しき膨脹のため急速に冷却せらるべし、且つ又其中には主として、爆發質中に化合して存せる炭素と思はるゝ細塵をも含有すべし。而し

て此細塵の雲は次第に新星を蔽い隠すに至りて、其白光炫ゆき輝きをば漸次に黄色及帯赤色に變ずるに至るべし、何となれば細塵は黄色及び赤色の光よりも、藍色及び緑色の光を弱むる力が強ければなり。最初、雲は星に極めて近く存在せるを以て甚だ大なる角速度を有したために雲が星の全體を包めるが如き觀を呈せり。されど一九〇一年三月廿二日以後に於ては、流の外部質點が一層大なる距離に達し、其廻轉週期が長くなるに至れり(即ち六日となれり)。其際星は、それを蔽へる流の最端にある塵雲が星と吾人の中間に來れるため、其光輝が一層弱くなれり。質點流が更らに遙かに運動し去るに至りて、其廻轉週期は漸次増加して十日となれり。斯かる次第にて、星は週期の漸次長くなれる一種の週期的變光を伴ひ、且つ其光輝が極小の際には極大の際に於けるよりも一層赤色を帯ぶるに至れるなり。同時に又縁邊にある質點の吸收力も亦漸次減少せり、其を原因の一部分は是等の物質の愈、膨脹せるがため、又其一部分は細塵が漸次大なる質點に集結せるがために歸すべく、尙ほ其一部分は最も微小なる細塵が輻射壓のために驅逐せられたるによるとなすべし。細塵の光に及ぼす篩ひ分け

作用即ち其の爲め赤又は黄の光線が青又は緑の光線よりも透過し易くなる作用は漸次微弱となり、光の色は一層灰色を帯ぶるに至り、或る時を経てより、星は再び本の如き帯白色の光を現はすに至るなり。此白光は星が尙ほ頗る高温度を有せる事を示す。細塵を混せる瓦斯が多分漸次其勢衰へつゝ断へず噴出するにより、地球より見たる星の光力は次第に減少せざるを得ず。而して輝やける中心核を包める細塵層の分布は愈、均一となるに至るべし。爆發の如何に猛烈なるやは、最初に放出せられたる水素が毎秒少くとも七百軒の見掛けの速度を有せるに徴しても推知せらるべし。(此速度は太陽紅焰の最も著しきもの、夫れと同次のものなり)。

吾人の採れる是等の説明は観測せる事變の経過をば其微細の點に至るまでも頗るよく表はせるものと見るを得べし、從つて此の見解は大體に於て至當なること、ほぼ疑ひなかるべし。されども其後此新星は如何になれるや、スペクトル分析は吾人に語るに、他の諸々の新星に見たると等しく、恒星狀星雲となれるを以てす。中心體の與ふる連続スペクトルはを包める細塵質のため益、微

弱となるに至れり、又是等の物質は輻射壓のために、主として水素、ヘリウム及び星雲素よりなり、此の星の周圍を包める瓦斯の外部の方に驅逐せらるべし、而してそこに於て細塵は其負電氣を放出し、ために星雲に於けると等しき光を放つに至るなり。

次に、非常に急劇なる廻轉のため、衝突せる兩星の中心體は其外部にて非常なる遠心力に働かざるべく、從て一の大なる旋轉板を形成するに至るべし(リツテルの計算によれば等大の二星が無限の距離より近づき來りて相衝突するとき、依て生ずる衝突のエネルギーは星の容積を辛うじて四倍大ならしむるに足る。されば物質の大部分は恐らく中心に留まり、放出せらるゝものは單に輕き瓦斯質のみに過ぎざるべし)。又此外部に於ては、壓力は比較的小なるべきを以て、瓦斯の密度も從つて減少すべし。而して劇甚なる膨脹作用ならびに一層有力なる多量の熱輻射は温度を急劇に低下せしむべし。かくて中心體の内部は大なる密度を有し、外部は稀薄にして星雲狀をなせる天體が形成せらるゝことなる。吾人は中心體の周圍に、兩天體の衝突後直ちに噴出せられたる二流の瓦斯の殘

獵犬座に
ある星雲
の螺旋状

第七十四圖



獵犬座に於ける螺旋状星雲アーシメ第五。一九〇九年六月三日エスケル天文文臺にて撮る。影せるもの一、一が耗二・三秒(弧度)の割合なり。

心體の周りに圓運動をなすべし。此の極めて緩慢なる圓運動の結果として兩螺旋線の外形は漸次不分明となり、螺旋状物そのものは次第に中心體をめぐれる

渣を認むるなり。此螺旋に布置せられたる外部物質の大部分は恐らく更に無限空間中に擴散し去るものなるべく、而して終に他の天體に合するか、若しくは星團を包める不規則なる形を有する大なる星雲状斑點の一部分を形成するに至るべし。しかもその残留せる部分は中心體の周りに圓運動をなすべし。

二二〇

三角座に
於ける星雲
の螺旋状

第八十四圖



三角座の螺旋状星雲アーシメ第三十三。一九〇九年四月六日及び六月六日エスケル天文文臺にて撮る。影せるもの一、三・七秒(弧度)の割合なり。

星雲状の環をなすに至るべし。

星雲の外部がかく螺旋状をなせるは(第四十七圖及び四十八圖)久しく學者の注意の焦點となり、而して調査せられたる

二二一

第九十四圖

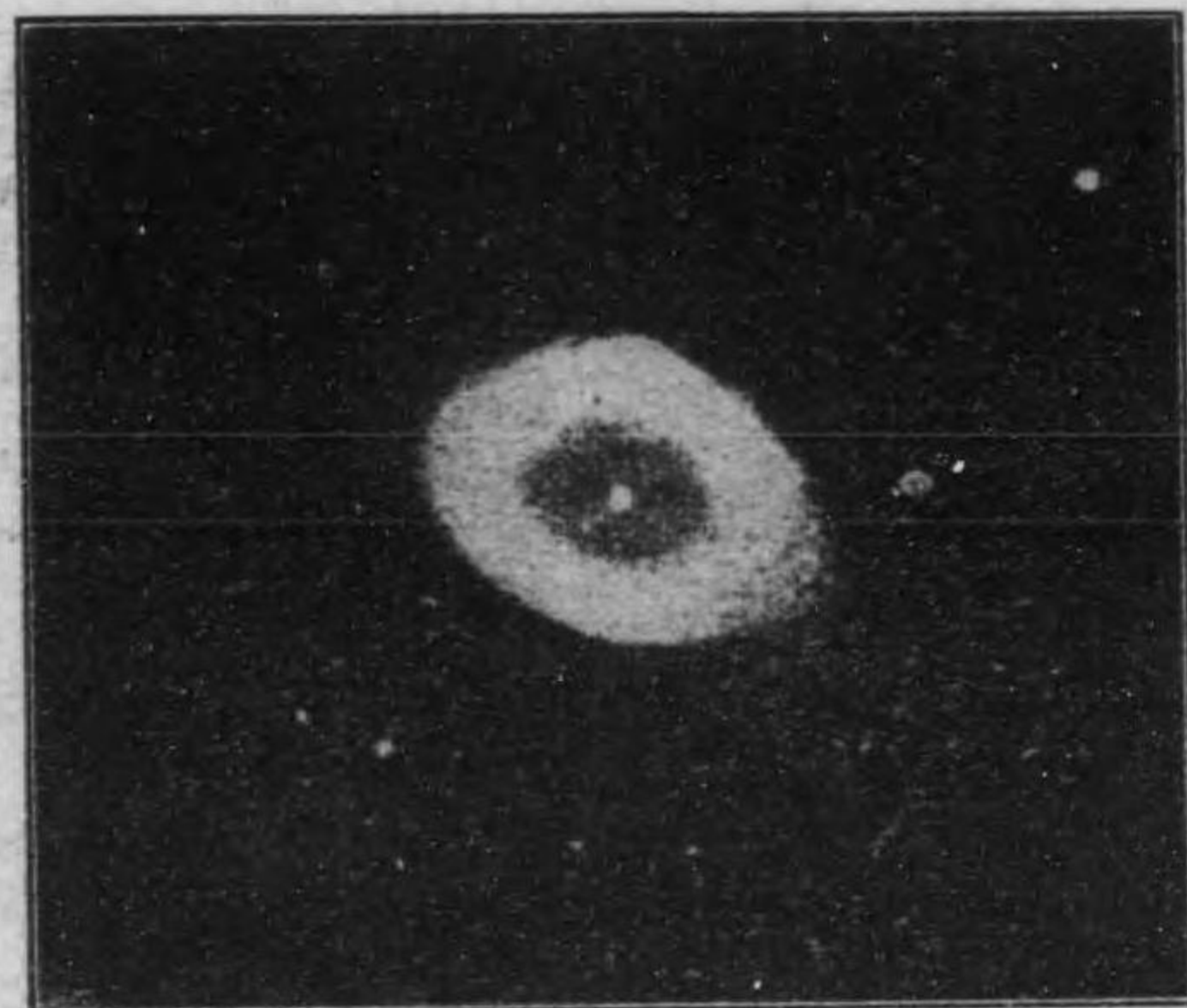


一九〇一年九月十八日エスケル天。アンドロメダ大星雲の文臺にて撮られたもの。一、五、四、六の弧(度)の割合なり

に物質が廻轉運動をなし居り、是より二個の枝線が相反する二方向に軸より流

殆んど凡ての場合に於ては、二個の螺旋枝線が中心體を取り巻くことを認めたり。こは此螺旋の中央にある軸のまはりの

第十五圖



エルケス天文臺撮影。琴座の環状星雲

走することを示すものゝ如し。時としては星雲質が幾重にも巻かれたる絲卷状のものを示すことあり。此種類のものにて最も能く知られたるはアンドロメダ大星雲なりとす(第四十九圖)。されど極めて強力なる望遠鏡にて此星雲を精査するときは、是れも其實螺旋状をなせるものにして、側面より眺むるによりてかく絲卷状を呈せることを知り得るなり。

米の天文學者キーラーは此種の星雲の研究に最も大なる貢獻をなせる人にして、彼の使用せる望遠鏡の力の及ぶ限り天空上各部分に於て極めて多数の星雲を記録せり。而して其結果星雲は大部分螺旋状を呈するものなることを見出せり。

ある種の星雲、例へば所謂惑星状星雲の如きはむしろ輝ける球の如き觀をなす。吾人は是等の場合に於て爆發が餘り猛烈

第 十五 圖



オリオン座大星雲の中央部。エルクス天文臺撮影。
一耗が一二秒(弧度)の割合なり

ならず、従つて螺旋は極めて密接し居るが爲め相合して見ゆるものなりと想像するを得べけん。加ふるにその發展に於ける不整の點は時を経るに従ひて次第に等一化せるものなるべし。別に少數の星雲にありては環状をなせるものあり、琴座に於ける環状星雲は其有名なるものなり(第五十圖)。吾人は是等の環も亦矢張螺旋星雲より形成せられたるものと考ふることを得べし。即ち螺旋は廻轉によりて漸次消滅せられ、中心星雲質のみ中心星を巡

第 十五 圖



プロセヤデ各星の星雲質を包むる星雲。一九一〇年一月十日エルクス天文臺にて撮影。一耗の割合(弧度)二・二四が

ユーベルは事實此琴座星雲に於ても亦螺旋の痕迹を存することを見せり。星雲の他の一種は通常甚だ宏大なるものに

々れる諸惑星に集結したるものなりとするにあり。米の天文學者シ

白鳥座に於ける星雲の形状

第五十三圖



白鳥座に於ける星雲(N. G. C. 6992)の形状、一、一九〇五年五月二十八日、天文台にて撮影されたもの、一、四秒の露光、(弧の度)の割合なり

適例をあぐればオリオン座大星雲、昴宿星雲、及び白鳥座星雲、是れなり(第五十一、

して、不規則な形を呈し、明かに著しく稀薄なる物質より造られたるものなり。今その好

二星の中心的衝突

二、三圖。是等の星雲に於ても亦數々螺旋狀の構造をなせる部分を檢出し得ることあり。

既に述べたるが如く、二天體の衝突によりて形成せらるゝものは之れが定則として兩翼を有する螺旋狀のものたるべし。されど兩天體の衝突が是等天體の中心を結びつくる直線上に眞直に起るときは、勿論螺旋を形成することなく、却つて板狀のものを生ずべし。若し又一星が他の星よりも餘程小なる時には一圓錐を生ずべし、是れ瓦斯は衝突線に對して、有らゆる方向に平等に擴散するによりてなり。かゝる理想的中心衝突の極めて稀なるべきは素より論を埃ざる所なり。されど多少是れに類似せる場合は起り得べく、特に兩天體の關係速度が小なるときに於て然りとす。其外緩慢なる擴散によりて、微弱に發展せる螺旋も亦回轉する圓板狀構造に變遷し得べきなり。是等の星雲狀の構造物が如何程の大きさを有するかは此系統の質量と瓦斯の噴出速度との間の關係によりて左右せらるべし、例へば我太陽とほぼ同大質量を有する二個の暗黒星が衝突するものとせば、或る瓦斯質は毎秒九百軒以上の速度にて投げらるゝが故

に、無限空間に逸走し去るべし、しかも一層小なる速度にて運動する他の質點は中心體の近傍に残留すべし。而して其速度の小なるものほど、一層中心體に近く残らざるを得ざるなり。従つて此等は其位置より再び中心體に歸來し、之れと合一すべし、而かも茲に二個の事情のありて其然かするを妨ぐるものあり。其の一は輝ける中心體による非常に強大なる輻射壓なり。此輻射壓の爲めに多量の質點が空間に漂ひ居らざるを得ず、更に是等との摩擦によりて其周圍にある質點も亦其落下を妨げらるゝなり。此細塵が輻射を吸収する爲め、一層外方にありてはより細かき細塵のみが其壓力によりて保持せらるべし、星雲の外縁に於ては最も細き微塵にありても、頗る薄弱となれる此輻射壓によりて最早支持し得られざるに至るべし。かくて星雲の限界が劃せらるゝことゝなるなり。次ぎに今一の事情とは中心體の衝突によりて生せる劇烈なる廻轉運動なり。廻轉の結果遠心力が現れ、全中心體をば板狀に膨脹せしむ。分子の衝突ならびに潮汐作用によりて、密度濃厚なる部分に於ける角速度は均一となる傾向を生じ、そのため全體は恰かも壓縮せる瓦斯球の如く廻轉すべし。かくて螺旋

狀構造は漸次夫等の部分にては消滅するに至るべし。されど中心を一層遠く距たれる質點にありては速度は愈増加して同じ距離に運動する一惑星の有するものと等しくなるに至るべし、即ち中心體に向へる重力が遠心力と釣り合ふに至るべし。而して最も遠距離にありては分子の衝突ならびに中心體に向ふ重力は極めて微弱となり、其結果そこに集積せる物質はその何たるを問はず皆殆んど無限の時劫に亘りて其の原形を保持すべきなり。

此系統の内部に於ては、物質の大部分が凝結して非常に強き光輝を放つ一恒星を形成すべし。しかも劇しき輻射のため其光輝は比較的迅速に減少し行くものなるべし。

かゝる宏大なる星雲系に於ては、その距離の大なるがため重力は極めて薄弱に且つ極めて緩漫に働くに過ぎずして、其外部にありては其物質が極めて稀薄なりと雖も、其擴がりが非常に大なるがために、其中に貫通する細塵質の運動を遮止するに充分なるべし。且つ又星雲の瓦斯が、重力の小なるに係らず、無限の空間に逸散し去らざるものとせば、夫等の瓦斯分子は殆んど静止同様のものな

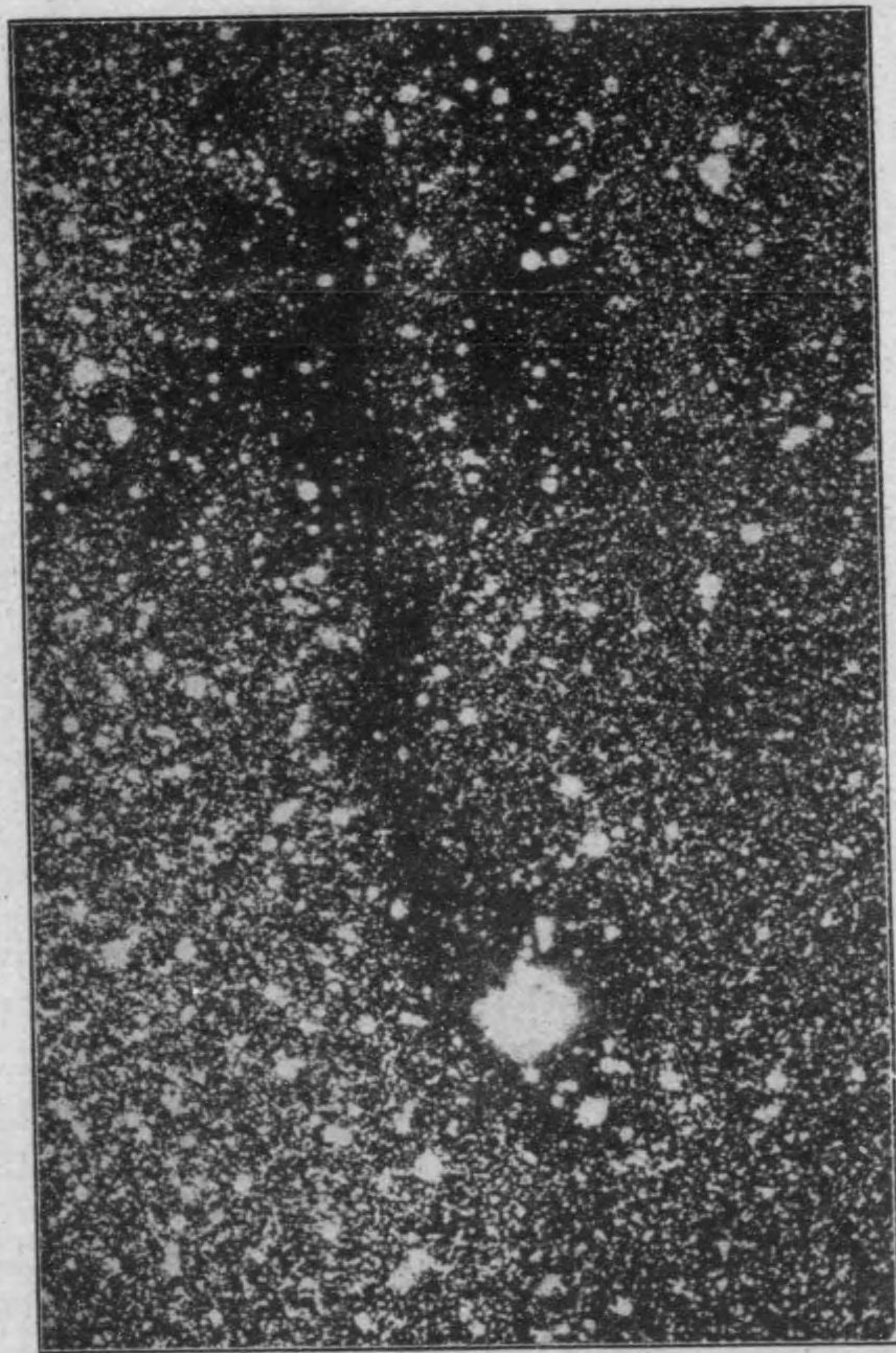
星雲中に
於ける隕
石形成

りど想像せざるを得ず、従つて温度も亦絶対零度の上五、六十度を超ゆるを得ざるべきなり。かゝる低温度に於ては所謂吸收作用なるものは非常に重要な働きをなすものなり(デワールによる)。小なる細塵質點は中心核となりて夥しく多量の瓦斯を凝結せしむ。瓦斯の密度が非常に小なるも以てその凝結を妨ぐるに足らず、何となれば吸收現象は、周囲の瓦斯の密度が一萬分、一に減少するときに始めて凝結する瓦斯の質量が僅かに其量の十分、一に減少するものなりといふ一法則に従へばなり。かくて微塵質の質量は増加し、その互に衝突するに方りては、其表面に凝結せる半液體膜のため互に融合するに至るべし。されば星雲殊にその中心部に於ては比較的盛んなる隕石形成の現象を見るべきなり。偕恒星及びその惑星が空間漂浪の旅程中に於て、星雲中にある是等の瓦斯及び隕石群中に侵入することあるべし。若し此際星が其質量大にして且つ高速度を有するものならば密度が比較的に小なる物質中を突破して進み行くべし。されど宏大なる星雲を通り抜くるまでには少くとも數千年を費さざるべからず。

1110

白鳥座に
ある星雲の
裂目

第五十四圖



銀河中、白鳥座に認むる星雲及び星雲の裂目。ヒニケ、フルガウ・スクツマの(近附クルベルダイハ)ルーツスの撮るもの

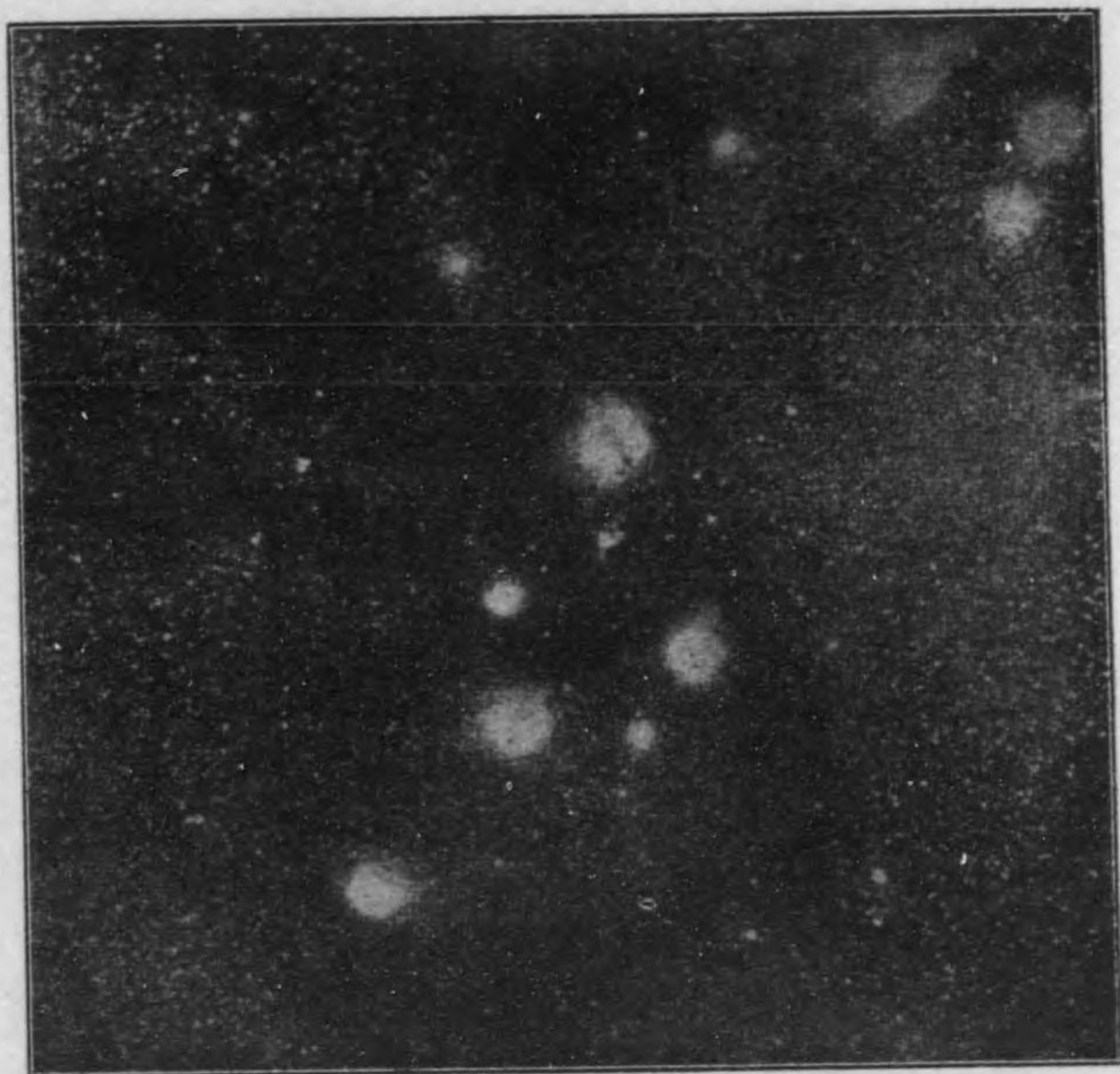
茲に有名なるマックス・ウオルフ教授によりて得られたる一の非常に興味あ

る寫眞あり。そは白鳥座にある一星雲の一部を示せるものにして、それには一

恒星の外方より侵入せる迹を示せるものあり。此處に侵入せる星は其進行中に其途上に横はれる星雲質を奪ひ取りて之を其周圍に集積せしめ、かくして其背後に虚無の坑道を殘し、依りて以て其徑路を知らしむ。是れと相似て、比較的星雲質を缺如せる斑點をば不規則星雲中に於て數々認むることあり。こは英語にて數々フイツシユア又はリフツと呼ぶ。裂目の義なり。蓋しそは一般に細長き裂け目の觀をなすによる。是等の裂目は大なる天體が宏大なる星雲質を通して其途を切り開ける痕を表はすものなるべしとは既に以前より信せられたる想像なりき(第五十四圖)。

是れに反して大いさ小にして且つ速度の小なる漂浪天體にありては星雲の質點のために抑留せらるゝに至るべし。是故に星雲に至つて近き所にては星の分布が稀薄にして、星雲そのものゝ中にては其分布濃厚なる事實を見撃するなり。此事實はハーシエルの星雲觀測に従事せる際既に注意せる所にして、近年に於てはクルゾオアジェー及びウォルフによりて一層研究せられたり。此の如くにして星雲中には數個の引力の中心點が形成せらるゝに至り、其周圍

第五十五圖

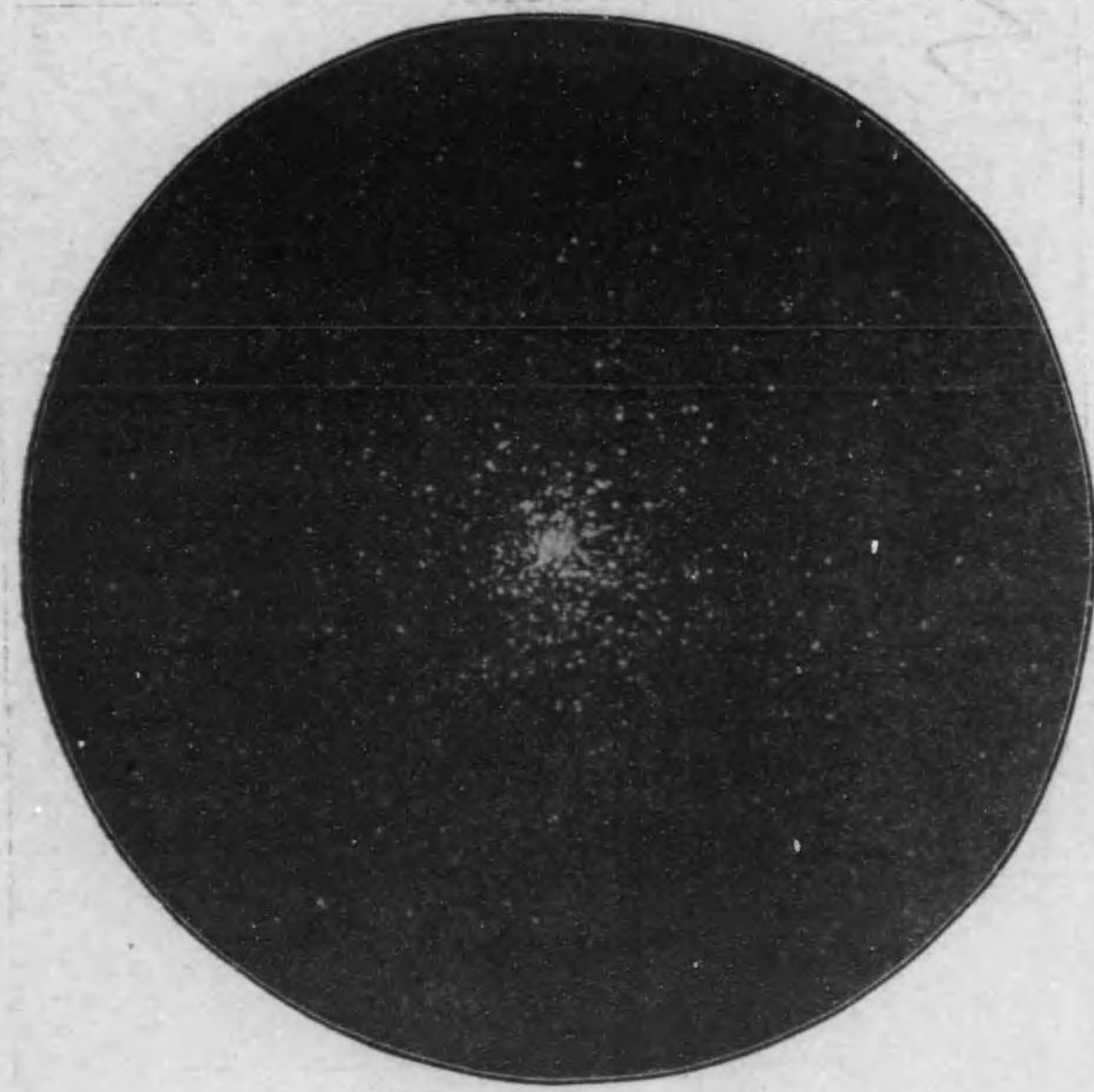


蛇座に於ける星雲の傍近星の位置を示す。蛇座の中心に於ける星雲の位置を示す。蛇座の中心に於ける星雲の位置を示す。

特有の形狀を保留せるものあるを見る、是等は螺狀をなせるもの最も普通なれ

にある瓦斯を凝結せしめ、又有らゆる漂浪隕石を捉らへ、殊に星雲の内部に之を集合せしむるに至る。吾人は又光輝強き星より或る距離に至れば星雲質の大に稀薄となるものあることを數觀測し得たり(第五十二、五十五圖)。終に又星雲が變じて星團となれるも、なほ星雲

第五十六圖

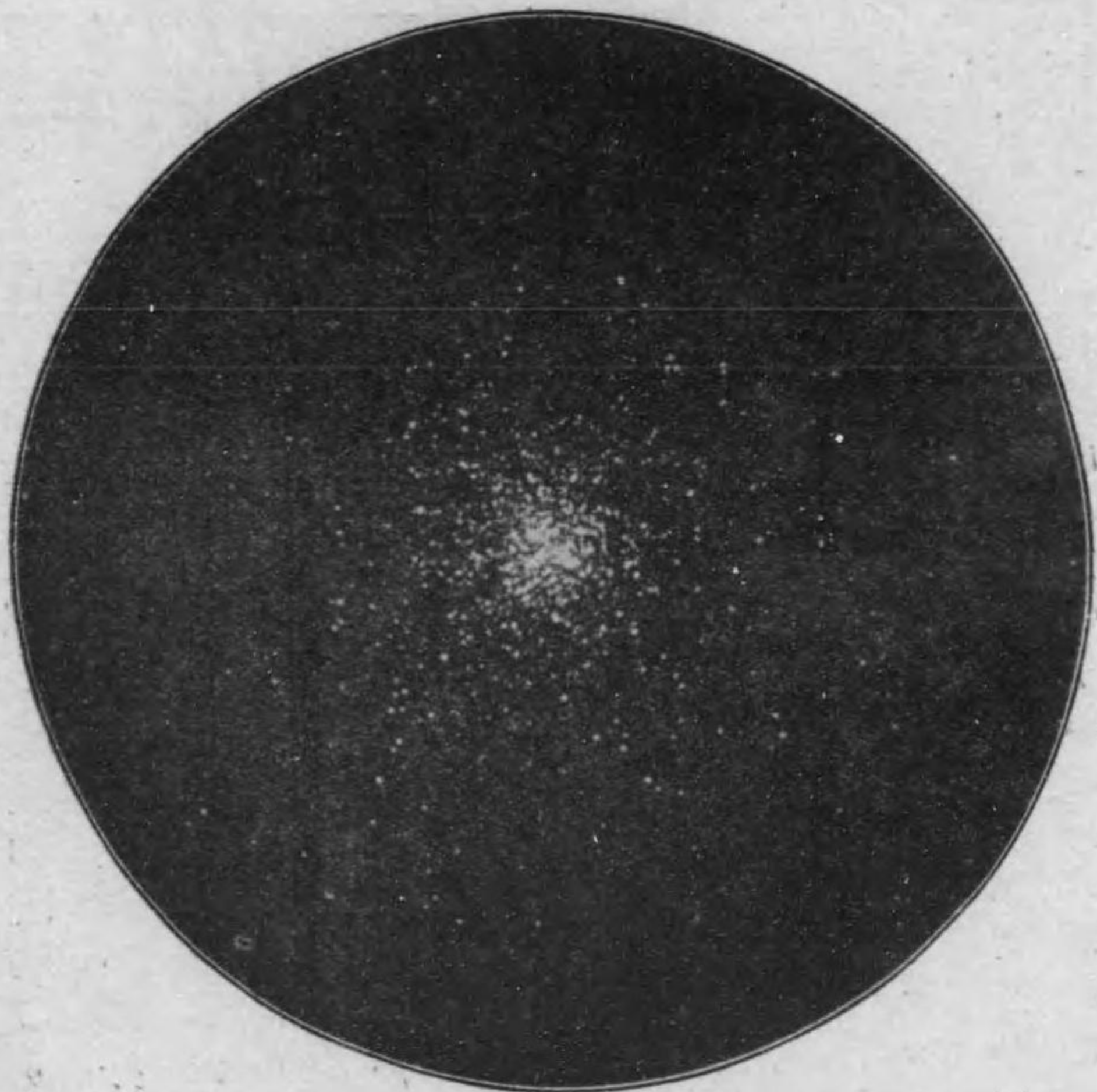


ヘルケル座の星雲の發展の思想ハルシーの星雲の發展の思想
ハルシーの星雲の發展の思想ハルシーの星雲の發展の思想

ど圓錐狀をなせるもの或は球形をなせるものをも認むるなり。而して是等は
夫々圓錐狀星雲及び球形星雲に由來するものと考へらるゝなり(第五十六、七、八圖)

以上述べたる所はハルシーが彼れの觀測に據りて、星雲發展の過程につきて推量せるもの、梗概なり。而かも彼は尙ほ星雲が直接に凝縮して恒星となるものにして、空間より漂浪し

第五十七圖



ベガ座の星雲の發展の思想ベガ座の星雲の發展の思想
ベガ座の星雲の發展の思想ベガ座の星雲の發展の思想

の如き巨大なる二個の星の衝突によりて生じたる極めて大なる一星雲ありし

來れる天體に何等の助を竣つものにあらすど考へたりき。

恒星が銀河の中軸線に沿ひて其近傍に最も密集せるの事實は太古の時代より知れ居たるものにして、ハルシー其他の觀測によりて最も明かに確かめられたり。思ふに此銀河の平面には素と、牧夫座α星

双子座に
ある環状
星雲

琴座の環
状星雲

ならむ。此巨大なる星雲は多数の小なる漂流天體を捕獲し、更に是等の天體は其表面に星雲質を凝結せしめ、かくて最初暗黒なりしものも光を發するに至れるならん。此際銀河の中心より遙かに距れる部分に於ける廻轉運動は度外視することを得べし。其後此星雲中に捉らへられたる星の間には數、衝突を生じ、

第五十八圖



双子座に於ける環状星雲

そのため銀河の平面に於いては瓦斯状星雲ならびに新星が比較的多數に見出さるゝなり。此見解は早晩銀河中に一個の中心天體が存在する事實の證明せらるゝ曉に至らば一般の承認する所となるならん、而かもその證跡は太陽又は其他の恒星の軌道の曲率よ

りして導びき出だすを得るが如し。琴座に於ける環状星雲第五十圖に就きてニウカークの行なひたる最近の測定によれば其中心に見ゆる星は吾人を去ること約三十二光年の距離にありと云ふ。而して此星は實際星雲の中心核をなせるものゝ如きを以て、星雲上のも

のゝ距離も亦三十二光年なりと見做すも差支へなかるべし。ニウカークは此環状星雲の視直徑を測定して一分(弧)なりとせり、依て彼は此等の測定結果に基きて中心體より環までの距離が地球軌道の半徑の約三百倍なることを算定せり、即ち環は其中心星より、我太陽より海王星に至るものゝ約十倍の距離にあるなり。尙吾等は此環の内部には一種の微弱なる光輝を観ることを得るなり、星雲質は恐らく以前に於ては此部分に於て其よりも遙か遠方に存在する環部よりも濃厚なりしならむ。されど此等は恐らく外方より漂流し來れる隕石の上

に凝結せしものなるべく、是等の隕石が更に合體するに至りて幾個の暗黒なる惑星となりて中心體を巡ぐる事となり、且つ其周圍に瓦斯の大部分を集合せしむるに至れり。中心體の質量が太陽の夫れに等しとせば環をなす物質は、環の距離の變せざる以上、五千年にて一公轉をなすべき理なり。此の如く緩かなる廻轉は最初の螺線状態を湮滅せしめ得るに充分なるべし、尤も吾人は現今に於いても尙ほその螺線の兩翼を明瞭に検出するを得るなり。此環状星雲の中心にある星は莖の側にて特に發展せる輝線を有する連續スペクトルを與ふ。さ

れば此星は我太陽よりも若く且つ高温度なるを推知し得べし。従つて又その輻射壓も一層強烈ならざるを得ず、而して其結果は重力の強さを一層甚だしく減少せしむるに等しきこととなるが故に、星雲の廻轉週期は前記の値よりも遙かに大ならざるを得ざるべし。

和蘭の天文學者カプタインは一六八個の星雲の固有運動を研究して、地球よりは是等の平均距離が約七百年に等しく、又十等星の距離と等しきものなることを見出せり。星雲は微弱なる星より遙かに遠距離にあるものなりとは嘗て廣く信せられたる説なるも、是れによれば其誤謬なるを知るべし。(ボーリン教授の測定に従へば、アンドロメダ星雲の距離は四十光年を超えざるが如し)。

新星なるものは變光星と稱せらるゝ特殊の天體中の一群をなせるものなり。今其二、三の例に就きて少しく説く所あらんとす。蓋し此種の問題は頗る大なる科學的興味を有するものなればなり。星が漂流し來れる天體を以て充滿せる星雲中に進入する時は如何に奇なる運命に遭遇するやはアルゴ座 γ 星によりて最もよく了解することを得べし。此星は變光星中最も特異なるものゝ一

にして、天空上最大なる星雲狀雲霧の一の中にありて輝けり。しかも此星がその周圍の星雲と何等かの物理的聯絡を有せるものなるや否やは一層深く研究せる後にあらずんば決定す可からず、即ち例へば此星は星雲と吾人との間にありて、星雲より非常に大なる距離にあるものなるやも知る可からざればなり。然りと雖もその光輝の屢、變する點より考ふれば、其星が數、衝突を起すものなるを推せしむるなり。而かも此現象は此星が前に述べたる如く漂流せる天體に充てる星雲中に存在せるものと想像する時に目撃する所なり。

此星は南半球に存在するもの故、天文學者が該半球に觀測を及ぼすに至るまでは觀測せられざる所なりき。一六七七年に此星は四等星と判定されたるが、十年後には二等となり、一七五一年にも矢張二等なりき。然るに一八二七年には一等星となり、初めて變光星として人の注意を引くに至れり。ハーシエルは此星が一等と二等との間に變光する事實を觀測し得たり、又彼は一八三七年には此星の光輝が増大して翌年〇・二等となれるを觀測せり。其後光輝が漸次減少し、一八三九年四月には一・一等となれり。夫れより四年間許りは此儘にて光

其最後の
變化はペ
ルセウス
新星に似
たり

輝に殆んど變化なかりき、然るに一八四三年に至りて再び急劇に増大し、其光輝が負一・七等たる天狼星負一・七等とは一等星の光度よりも二・七等だけ光輝のつよきものを云ふ。換言すれば一等星の光輝の十二倍なりを除去しては有らゆる恒星の光輝を凌ぐに至れり。夫れより後、光輝が緩漫に衰へ、辛うじて肉眼に認め得らるゝまでに至れり(六等)。かくて一八六九年には全く視得ざる程のものとなりたり、而して其後は六等と七等との間に小變光するを見たるのみ。

此星の光輝に於ける最後の變化はペルセウス座新星の經過を想起せしむるものあり、只その異なる所は此新星にありては變光が遙かに一層急速なりしのみ。されど此アルゴ座^γ星は最初にはペルセウス座新星よりも遙かに光輝の強かりしこと疑なきに似たり。又一八四三年に於ける大衝突前、其後星は不透明の度を増しつゝある雲にて包まれたりに少くとも一度、即ち一八三八年一月には、此星が効果の急に消失し行ける、或る小衝突を受けたる事も信じ得べきが如し。此小衝突はマイエルが地球と太陽に對して想像せしものと同種のものなるべし。夫れによりて發生せる熱は太陽が約百年間に消費する程の量なる

ペルセウ
ス新星の
劇變

べしと推せらる。而して此星は夫れ以前にありても不規則的變光をなせし事實の觀側せられたるより考ふれば、それは既に他の衝突を受けたるものなるを想像し得べきなり。

キエフに於けるポリジアクなる一學生の觀測によれば、ペルセウス座新星は一九〇一年二月廿一日の夜に一・五等なりしと云ふ、然るに其二、三時間前には十二等なりしなり。而して翌夜には二・七、又其翌夜に至るまで光輝が増大し、北半球に於ける有ゆる恒星を凌ぐに至れるなり。若し彼の言にして謬れる觀測に基づけるものにあらずとせば、此新星は其大衝突より二日前に於て他の天體、恐らく大衝突をなせる天體に屬せる惑星と衝突したるものとせざる可らず、かく想像すれば、その一時的光輝の増大を説明し得べし。

新星の出現は一般に人の想像するが如く、稀有なる現象には非らざるなり。殆んど年として何等かの新星の發見せられざることをなし。而してその大多數は銀河の近傍に於て出現す、蓋し銀河の近傍には恒星も異常に夥しく群集せるにより、従つて吾人に認めらるべき衝突も比較的容易に起り得べき筈なり。

同様の理由によりて、吾等は瓦斯狀星雲の大部分も亦銀河の周圍に群集するを見るなり。

星團の大多數も亦同様にて、矢張り銀河の周圍に存在せり、これ實に二個の天體の衝突によりて生ぜる星雲が其後、間もなく隕石又は彗星の如き、その部分に夥しく存在する天體によりて侵入せられ、其内にて是等の進入者が凝結作用を受けたるため星雲が變じて星團となるに至れる必然の結果に外ならざるなり。又天空上、星の比較的稀薄なる部分に於て（見掛け上銀河より遠く距たれる部分の如き）觀測されたる星雲の大部分は恒星スペクトルを現はすを見る。されば是等は其實星團に外ならざるも、其吾人を距ること非常に大なるがため個々の星を識別し得ざるのみ。次ぎに是等の部分に於て單獨の星ならびに瓦斯狀星雲の認めらるゝこと極めて稀なる所以のものは、疑もなく、夫等が非常の遠距離に位せるがために外ならざるなり。

變光星の中には、その光輝の變化が極めて不規則なるものも少なからず、是等は何れも新星を想起せしむるものならずんばあらず。アルゴ座^γ星の此種類

に屬することは上に述べたる所にて明かなるが、他の一例は變光星の最初のものでして發見せられし鯨座ミラ星なりとす、ミラとは不可思議の義なり。此星は一五九六年八月十二日フアブリシウスなる僧侶によりて發見せられたる時、二等星なりき、而かも天空を熟知し居たる彼れは従前かゝる星の存在に心附かざりき。次いで一五九七年十月彼は此星の消失せるに驚けり。其後一六三八年及び翌年に於て、初めて此星の變光することを確かめ得たり、次いでまもなく其變光の不規則なる事も知らるゝに至れり。其週期は約十一ヶ月なるも、實際の値は此平均値の前後に不規則に變化するものなり。其光輝最も強き時は一等乃至二等となり、時には極大光輝の時に於て是れより微弱なる光を示すことあるも五等を下ることなし。極大の時より十週間を経過すれば最早肉眼に映せざるに至り、是より漸次光輝を減じて遂に極小光度九五等に降る、換言すれば、此星の光輝が最大なる時は最小なる時の千倍或は夫れ以上に達するなり。極小を経過すれば其光輝が再び増大し、又肉眼に映するに至るべし、即ち六等に達す、夫れより更に四十日許りを経れば再び前の如く極大光輝に達す。此星の

變光を考ふるに、異なる週期を有する數個の變化の積み重なりて生じたるものなるが如し。

此星のスペクトルは一種奇なるものにして、水素輝線を現はせる帶狀スペクトルを有する赤色星に屬するものなり。又此星は地球より、毎秒六十三糎より小ならざる速度を以て遠ざかりつゝあり、星雲のスペクトルに認むるものと同じき水素の輝線は時々三個の部分に分れ居ることを認むる場合あり、而して是等の中央線は六十糎の平均速度を與へ、他の二線にありては其速度の變化を認むるなり、例へば夫れくは三十五糎及び八十四糎なる速度を示すことあり、平均速度より二十五若くは二十二糎増減する速度にて退行しつゝあるを示す。されば此星は三個の星雲によりて包まれ居ること明かにして、其一は中心の周圍に凝集し、又他の二個は二個の流束の末端に凝集せるものならん。或は一層實らしく思はるゝ所によれば彼の琴座の環狀星雲の如く、中心星の周圍に一環を有し、此環は中心星を毎秒二三・五糎の速度にてめぐれるものなるが如し。而して此廻轉は十一ヶ月、否な正しく言へば二十二ヶ月にて完了するが故に、環の全長は

ミラ星の
スペクトル

$23.5 \times 3600 \times 24 \times 670$ 即ち十三億六千百萬糎となり、軌道の半徑は二億千七百萬糎となる。即ち地球軌道の半徑の一四五倍に當れり。地球の軌道上の速度は毎秒二九・五糎なるが故に、太陽より一四五倍遠距離にある惑星は毎秒二四・五糎(29.5)の速度を有すべき筈なり、而して此値は前記のミラ星の假想環の夫れどはば等しきことを見るべし。是れによりて吾人はミラ星の中心星の質量はほぼ我太陽の質量と等しきものと結論し得べし。尤も此計算はミラ星が太陽のものよりも大凡八ヘルセント丈小なるを告ぐるも、此差は此結果に含まる可しと思はるゝ誤差の範圍内にあること明かなり。

チャンドラーは此種の變光星の間に於いて著しき一種の統一の成立てることを認めたり、即ち一般に變光星の週期が長さほど其星の色が一層赤きこと是れなり。こは容易に理解することを得べし。即ち最初の大氣の密度が大なるほど、星を包める瓦斯も亦是れより一層遠き所まで擴がり居るなるべし、従つてこれによりて捉へらるゝ細塵及び之より析出せらるゝ細塵も亦多量なるべし。前章にも述べたるが如く、太陽周圍氣中には細塵の存在するにより、太陽の縁は

變光星の
週期と其
色

赤色星と
之を包む
大氣

赤味を帯びたる光を放つものなり、此効果は主として細塵の青色の光線を吸収するに歸すべし、されどその一部分は、又太陽放射が細塵を赤熱ならしむるも假定によりても説明することを得べし。蓋し細塵が太陽の外方に存在するものなるにより其温度は光球の温度よりも小なるべく、従つて比較的赤味を帯べる光を放つものと見做し得ければなり。是れと同理にて、若し星雲中に細塵が多量に存在すればする程其光は一層赤味を帯ぶるに至るべし。然るに細塵の量は一般に星雲の大きさと伴ひて増加すべきにより、結局幅ひろき星雲環にて包まれたる星は一般に赤味を帯ぶること強くなる筈なり。しかも一方に於ては環の半径が大となれば、其廻轉週期も亦一般に一層長くなるべきなり。所謂赤色星と稱せらるるものは、水素輝線に加ふるに、化合物の存在を示せる帶狀スペクトルを現すものなり、このため以前には此種の星は低温度を有するものならんと考へられたり。されど同じ特徴は太陽黒點に於ても認めらるるものにして、而かも此黒點は其位置によりて考ふれば周圍の光球よりも一層高温度のものならざる可らざるなり。されば帶狀スペクトルの存在は寧ろ高壓

を暗示するものと見做さざるべからず。赤色星は範圍の頗る廣き瓦斯圍氣を以て包まるとも明かにして、その内部に於ては壓力が非常に強く、そのため原子状にある物質は一層容積の小さき化合物を作るに至るなり。赤色星のスペクトルは大體に於て太陽黒點の夫れと頗る類似せるものにして、其莖の部分は細塵のために撲滅せられて頗る微弱となれり。又夥しき細塵が視線上に存在するがため、スペクトルは兩者何れの場合によりても著しく幅ひろくなり居り、且つ往々輝線を伴ふ事もあるなり。

輝線を現はす星の他の種類にはウルフ及びライエーの研究せる、所謂ウルフ・ライエー星なるものあり、是等の星は非常に宏大なる水素圍氣を有するを以て其特征とす。計算によれば、そのあるものに至りては海王星の軌道を充滿するに足る程廣き範圍のものたるなり。又此種の星にありては赤色星よりも一層高温度にして、且つ一層放射烈しきか、或は其近傍に赤星に見るが如き多量の細塵が存在せざるかの一なること明かなり。蓋し此際細塵は放射壓の烈しきがため驅逐せられたるものなりと見做し得べし。されば是等の星は黄色星に

ウルフ・
ライエー
星

屬し、赤色星の中に數ふべきものにあらず、又たとへ、その中心體は少くとも白色星の夫れと同じ高温度を有すべしと考へらるゝ理由少なからざるも、なほその宏大なる雰圍氣界に存する細塵の爲め、星の色を黄色化せしむるに至れるものなるべし。

ミラ星の如き變光星の週期が均等ならざるは、數個の細塵環(土星の環に於けるが如き)が中心星の周圍に存在するによるものとして之を説明し得べし。短週期を有する内環に於ては幾回かの週轉を経て、細塵は環上にはば平等に分布せられたりと考へ得べし。従つて其中には彗星の尾に見るが如き核は存在せざるべし、而してかゝる環は單に星の色に赤味を帶ばしむるに止まれり。之に反して外環に至りては細塵の分布が平等ならざるべく、又環の中殊に著しき影響を及ぼすものは主要週期を生ずる原因となるべし。是れに他の數多の著しからざる細塵環も來り加はるによりて、極大及び極小の時期は前後に變位する事となり、従つて又極大極小間の時日も多少の變動を生ずるならん。或る星にありては此の如き副作用は極めて著しくして、爲めに其主要のものを減せしめ、何

等の週期をも認め得ざらしむるに至ることあるなり。其好個の適例はオリオン座にある輝ける赤色星α星にして其光度は一〇等より一・四等の間に全く不規則に變化す。

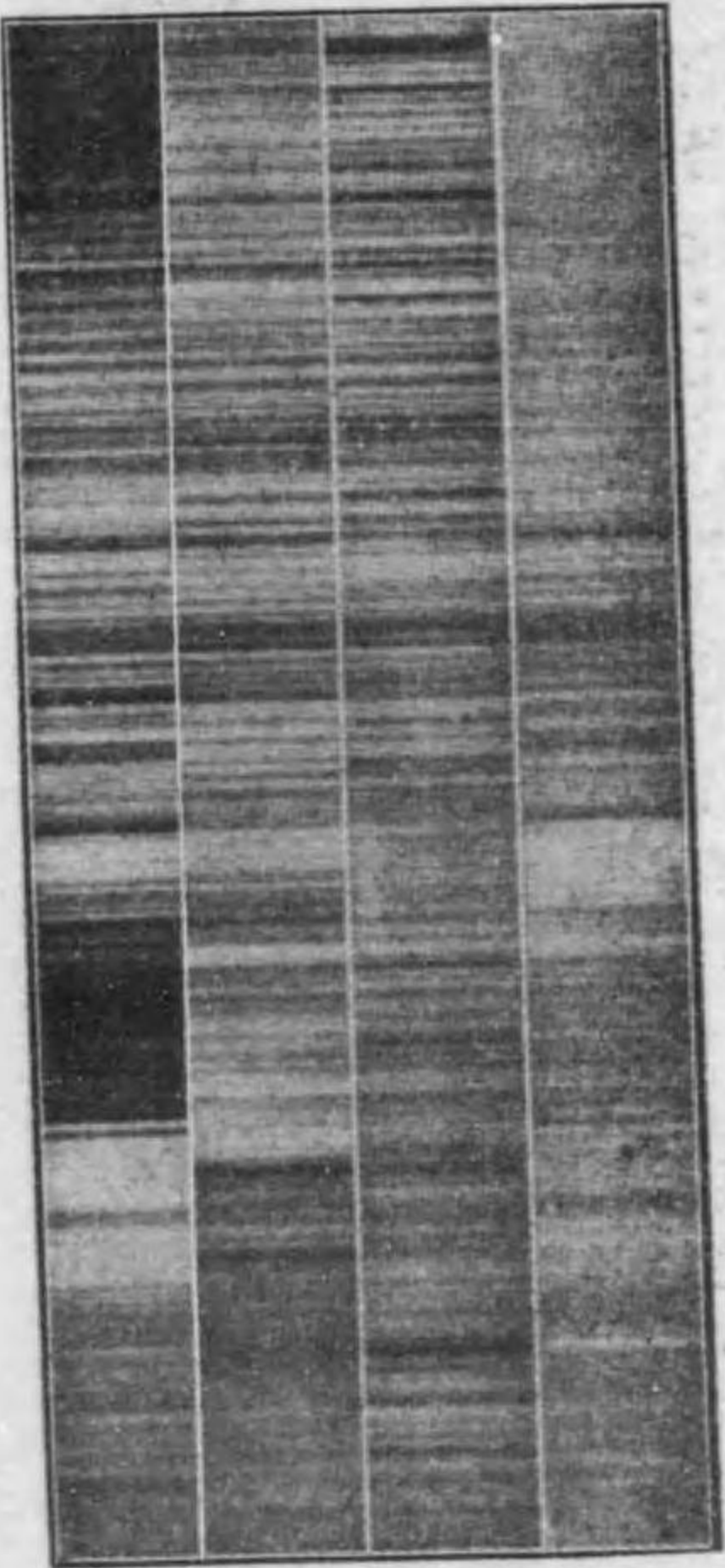
變光星の中、其大部分はミラ種のものに屬す、又他の若干は琴座の一變光星β星のものに類せり。是等の多數の示すスペクトルの變化によりて之を考ふるに、夫等は皆夫々一個の暗黒なる天體と共に共通重心を廻りて一系統をなせるものなり。而して光輝の變化は輝星が暗星のために時々其一部分を蔽はるゝによるものとして説明することを得べし。されど週期に多くの不規則狀變化あること及其他の事情あるを見れば、かゝる説明丈にては尙不充分なるを明かにす。此場合に於ても、星を取巻ける細塵環ありて、其中に凝結せる數多の核ありと想像する方がむしろ其變化をよりよく説明し得るなり。是等の星は白色若くは黄色星に屬するものにして、其周圍に於ては細塵がミラ星に於けるが如く著しき作用を呈せざるなり。且つ又變光の週期は頗る短かく一般に數日に過ぎず(最短なるものは僅かに四時間のみ)。然るにミラ種の星にありては其週

期少なくとも六十五日にして長きは二年に達す。されど未だ研究せられざるものにありては是より一層長さものもあり得べきは疑ひなし。

琴座β星の種類の變光星と近き關係のあるものはアルゴール種變光星なり。

第二、三、四類の星のスペクトルを對照す。エルケス天文臺にて撮れる寫真による。スペクトルの青色部を示す。

第十五圖



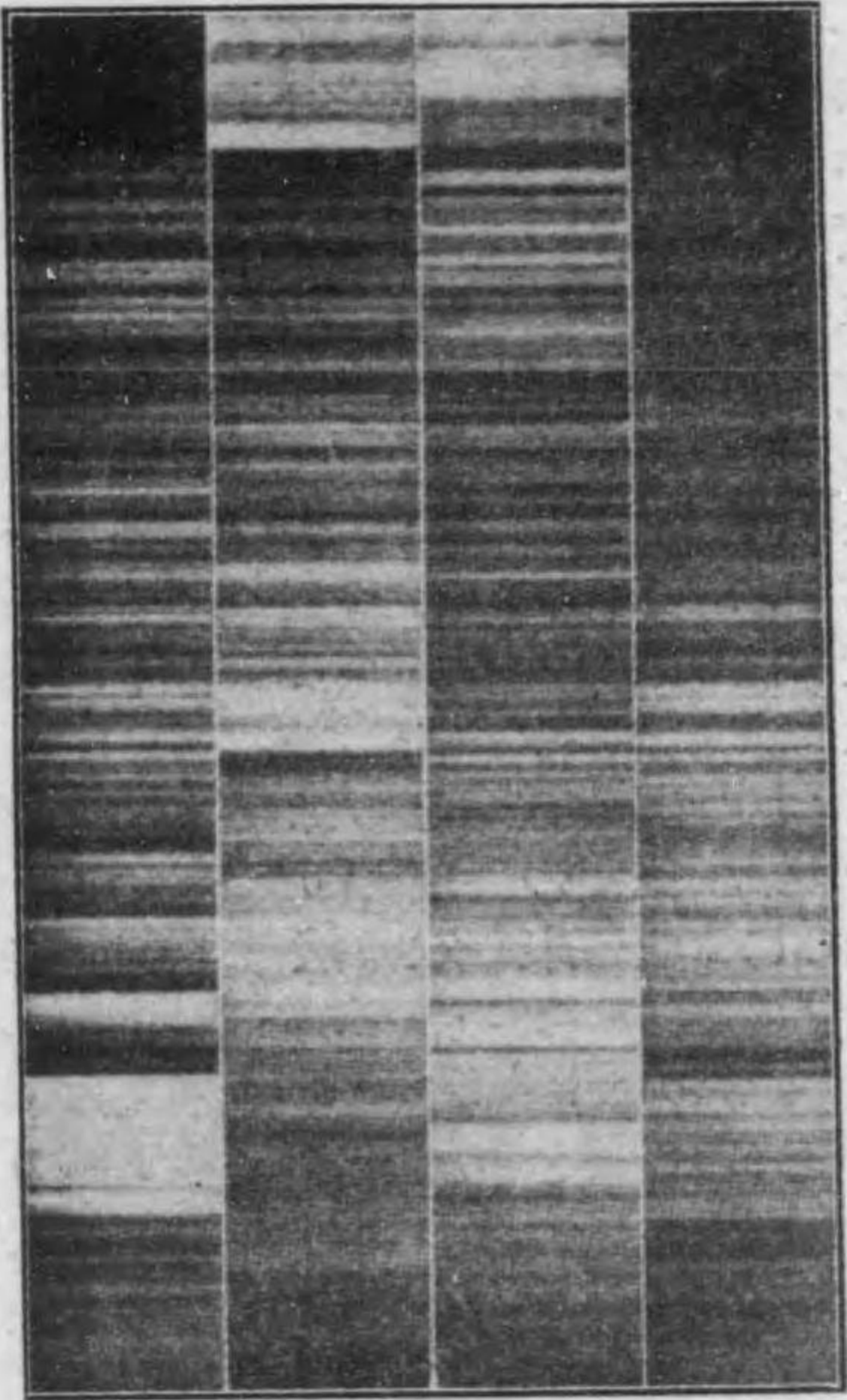
シエロベルナ 280 第四類
太陽 第二類
双子座β星 第三類
シエロベルナ 74 第四類

此種の星の變光作用は、一個の他の輝星若くは暗星が其星の近傍に於て之を週り時々其星より吾等に達する光線の一部を遮るによるものとして充分に説明し得るなり。此場合に於ては何等の細塵を見ず。其スペクトルによれば今

日まで知られたる此種の星は皆第一種のもの、即ち白色星に屬するものなり。すべての變光星に於て、吾人より其星に至る方向即ち視線が其變光星を取巻

第二、三、四類のスペクトルの對照。エルケス天文臺撮影のものによる。スペクトルの線部及び黄色部を示す。

第十六圖



シエロベルナ 280 第四類
太陽 第二類
双子座β星 第三類
シエロベルナ 74 第四類

ける細塵環若くは伴星の運動する平面上にあるものと想像せざる可らず。若し然らずんば其の星は凝結中心核を有する星雲の觀をなすか或はアルゴール

星の場合に於ては所謂分光儀的連星スペクトル線の週期的移動によりて知らるゝ連星の観をなすに止まるべし。

恒星が星雲状態より漸次進化し來る模様は、有名なるリック天文臺長キヤメルによりて次の如く描寫せられたり(第五十九、六十圖に於ける第二、三、四種の星のスペクトルを参照すべし)。

「吾人は星雲状態を去ること餘り遠からざる數多の能く知られたる星を撰擇する事決して困難にあらず。そは水素輝線のハツギンス群ならびにビケリング群、ヘリウム輝線及び他の少數の未知線を含める星なり。アルゴ座γ星及び艦座δ星は此種のものなり。其他此種のものに DM1+30°3639 あり。此星が直徑約五秒(弧)許ある水素の球狀雲圍氣にて包まれたるものなることは觀測によりて明かなる所なり。星雲状態を今少しく距れる星は、明暗兩種の水素線を含むものは是れなり。こは輝線星より暗線星に推移する過渡期にあるものにして、カシオペア座δ星ブレイオチ、ケンタウルス座α星は其數例なり。是等と密接の關係あるものはヘリウム星なり、而してその吸収線(暗線)には水素線のハツギ

星雲状に
近き星

ンヌ群全部、著しきヘリウム線二十本又は夫れ以上、時にはビケリング群の小部分ならびに通常餘り著しからざる金屬線を含めり。オリオン座及びプレヤデスにある白色星は此期の星の代表者なり。

「以上の星を恒星生活に於ける若齡のものとするは、最初分光器的證迹に基づきてなされたるものなり。吾等は寫眞を利用して、輝線星ならびにヘリウム星の割合に夥たしく存在する天空の部分に星雲質の存在する事實を發見せるが、此は夫等の星の若齡なる事をば極めて堅く確信せしむるに足れり。オリオン座の星雲背景第五十一圖、若くはプレヤデス(昴)の諸星を推し包める星雲質の殘渣第五十二圖参照を見たるものは、是等の群に於ける星の新しき生成に係かるものなるを疑ふものあらざるべし。

「時を経ると共に恒星の熱は空間中に輻射し、星自身の爲めにも亦失はる。他の一方に於ては表面層に於ける重力増加す。避く可らざる收縮は、同時に平均温度の上昇を來たし、スペクトルの變化は必然の結果として現はれ來たる。水素のビケリング線は消失し、普通の水素暗線は強さを加へ、ヘリウム線は不明瞭

若き恒星

となり、カルシウム及び鐵の吸収線は明確に出現し來たる、織女及天狼は此期にある星の著しき例なり。更に齡を重ねるに至れば水素線は次第にその強さを減じH線及びK線は其幅を増し、金屬線は發展し來る。青白色は移りて黄色となり、かくて多くの能く知られたる星にて代表せらるゝ幾種かの型式を經過したる後、太陽期は來たるなり。太陽星に於ける反影層は單に中等強度の四個或は五個の水素線を示すのみ、獨りカルシウム層は是れに反して驚くべく不變性を保持す。而して此他約二萬個の金屬線現はれ來る。太陽星は恒星生活の頂點を去ること遠からざるものゝ如し。その平均温度は殆んど極大に達せるものならざる可らず、何となれば小なる密度は其組成が尙ほ瓦斯狀なるを示せばなり(第七章參照)。

更に時を経れば平均温度は降り、輻射及び温度の減少ならびに大氣による一般吸収の増加によりて、色は黄より赤に移る。水素線は不明瞭となり、金屬吸収線は依然として存し、幅ひろき吸収帯は新たに現はれ來る。ヘルクレス座α星の屬する一種(セツキ一の第三種)に於ては此帯は何物に起因せるや不明なり。

魚座第十九星の屬する他の一種(セツキ一の第四種)に於ては其起源の炭素にあること既に確證せられたり。

「第四種の星が恒星發展の末期に近づきつゝあるものなることは蓋し些かの疑を挾むべき餘地なけん。其表面温度は、太陽に於けるものよりも、一層複雑なる化學的合成物の存在を許容するに至れる程に低下したるものなり。

「セツキ一の第三種は鯨座ミラ星種の長週期變光星を含む。そのスペクトルは極大光輝の際、數個の水素及其他の元素に起因せる輝線を示す。(既に前にミラにつきて説けるが如く、是等の星の赤色なるは低温度のためにあらずして、むしろそれを包める細塵の作用に歸すべきものなるを示すものなり。太陽よりも一層赤き牧夫座α星又はオリオン座α星の如き星の異常に光輝強き事ならびにそのスペクトルが(ヘールによる)太陽黒點の夫れに類せるは、その頗る高温に於けるを示すものならずんばあらず。そのスペクトルの特徴線は外部にある比較的低温の瓦斯によりて生せしめらるゝなり。光輝の弱き赤色星は皆頗る微小光度がなるは注意を惹くに足る、即ち五・五等よりも光輝の強き星は一も

あらざるなり。夫等の有効輻射力は頗る弱きこと疑ひなし。」

セツキーの第四種のものに次ぐ進化の状態は、吾人の一層よく知れる木星及び地球の例をかりて説明するを得べし。是等の惑星は他より借りたる光によりて輝やくに非ざれば全く認められざるべし。

木星はいまだ地球程進化の過程が進み居らず。木星の密度は太陽のよりも少しく小さし（一二七對一三八）而してその大氣中に於ける雲を除けば、此惑星は全體瓦斯状なるが如し。然るに地球は五五二なる平均密度を有し、冷たき硬殻を以て内部の赤熱せる部分を包めり。地球のかゝる状態は星の進化に於ける末期に當たるものなり。

星が相衝突せる際放出せられたる瓦斯質の流れの中、金屬蒸氣は冷却によりて急速に凝結す。而してヘリウム及び水素のみ瓦斯状を保有して殘留し、中心體の周圍に星雲質を形成すべし。是等の星雲は輝ける光を放つ、而してその光輝は近隣の星、特に星雲の中心體より輻射壓によりて送り來れる負電氣を帶べる質點によりて生ずるものなり。

今日まで觀測せられたる新星に於ては、此輻射壓は間もなく減衰し、從つて星雲状の光も亦同様に減少す。されど他の場合、例へば水素及びヘリウム輝線を有する星に於ては中心體若くは其近傍にある星の輻射は長き時期に亘りて充分なる力を保有するものゝ如し。

ヘリウム及び水素の星雲状塊團は漸次に逸散し去りて近傍の星に爆發性合成物の形を取りて凝結すべし。此合成物を作らんとする傾向はヘリウムの場合に最強きものゝ如く、恒星雲團氣より最も速かに消滅し去るなり。ヘリウムが高温度にありて合成物を作るは、ラムゼー、グツク及びコールシュツテルの研究によりて推定せらるゝが如し。

其後に至りて水素も吸収せらるゝに至るべく、かくて中心體の光はその大氣中にカルシウム及び其他の金屬の蒸氣が大部分を占むるを示すに至るべし。是れと同時に化學的合成物をも認めらるべく、就中、炭素化合物は最も重要なる部分を占むべし。是等の化合物は主として太陽黒點の外部分、セツキー第四類星ならびに彗星を包める瓦斯状被膜中に存するものなり。（スペクトルに炭素

の帯を認むるは必ずしも低温度の表象なりとすべからず。クリュー及びヘー
ルは是等の帯が電流の強さを弱めて温度を降すとき次第に弧光スペクトルよ
り消失し去るを観測せり。

最後に殻は形成せらるべし。茲に於て恒星は光明の歴史に其終りを告ぐ。

第七章 星雲状態と太陽状態

吾人は是より、星雲の據りて以て諸恒星と識別せらるべき物理的状态ならび
に化學的状态に就きて今少しく詳細に説く所あらんとす、前者の示す是等の状
態は、吾人によりて研究せられたる比較的凝結せる物質に於て一般に見慣れた
る所と多くの點に就て根本的に相違せるなり。

蓋し此差違は根本的ならざる可らず、何となれば熱の性状に關する吾人の全
知識を包容せるクラウジウスの原理は星雲に對しては適用すべからざるもの
なればなり。其原理に曰く、

宇宙のエネルギーは一定不變なり、宇宙のエントロピーは斷へず極大に達
せんとする傾向あり。

エネルギーとは如何なるものを意味するかは人の能く知る所なり。そは多
くの形にて現はる、其中最も重要なものは位置エネルギー(重き一物體は之を
地球表面上に安置したる場合よりも其表面上ある高さまで持ちあげたる際、よ

クラウジ
ウスの原理

エネルギー
の意義

二六〇

り大いなる位置エネルギーを有すべし、運動エネルギー（發射せる彈丸は其丸の質量及び其丸の速度の平方に比例せるエネルギーを有す）、熱エネルギー（物體分子の運動エネルギーなりと見做さる）、電氣エネルギー（吾人は此種のエネルギーをば電池に集むることを得べく、且つ又其他のエネルギーと同様熱エネルギーに變形し得べし）、及び化學エネルギー（例へば水素と酸素と化合して水となり多量の熱を發生するが如き）なりとす。外方より何等のエネルギーの供給なき時系のエネルギーが不變なりと言ふは、此系中個々の部分に於ける種々の形のエネルギーは之を他の種類のエネルギーに轉換し得るも、是等エネルギーの總和は常に不變なるべして、是を意味するのみなり。クラウジウスは、此原則の適用範圍が無限空間に擴張し得べきことをも證せり。

吾等は又エントロピーなる語によりて一物體の熱量をば其絶對温度にて割りたるものを意味するなり。一〇〇度の温度即ち絶對温度三七三度を有する一物體の有する Q カロリーの熱量が零度即ち絶對温度二七三度に於ける他の物體に移りたりとせば、二物體のエントロピーの總和は Q_{373} だけ減り、 Q_{273} だけ

二六一

増すべきを以て従つて全體としては増加することゝなる。吾人は熱を其の儘放置し置く時は輻射又は傳導によりて、高温度の物體より低温度の物體に移動し行くものなるを知れり、而してそは明かにエントロピーの増大を來たすものなりとす、是れ即ちエントロピーは増加するて、クラウジウスの原則と一致するものなり。

熱平衡の最も簡單なる場合は外部より何等の熱を受けず、又外部に熱を發散せしめざる箱の中に温度を異にする多くの物體を密閉する場合なり。此時、何等かの徑路によりて、即ち普通一般には、傳導又は輻射によりて熱は熱體より冷體に移り行くべく、終には平衡状態に達して、有らゆる物體は皆同一温度を有するに至るべし。クラウジウスによれば宇宙はかゝる熱平衡の狀態に推移し行くものなり。かゝる状態に達したる曉には、運動従つて又光の有らゆる源泉は枯渴するに至るべし、即ち所謂熱滅の時代は到來するなり。

されどクラウジウスの原則にして真ならんか、宇宙の成立以後今日まで無限の時劫を經過せるものなるによりて、既に其遠き昔に於て此熱滅の狀態に到達

せざるを得ざりしなるべし、而かも事實は決して然らず。或は言はん、世界は未だ充分長き年代を経過し來たらず、蓋し世界は其始めを有せしものなりと。されど此説はクラウジウスの原則の第一の部分即ち宇宙のエネルギーは不變なりて、原則と撞着するに至らん。何ぞなれば其説を許せば有らゆるエネルギーは、創造の曉に創造せられたるものならざるを得ざればなり。こは全然考ふべからざる事なり。従つて吾人はクラウジウスのエントロピー原則が成立せざる條件あるを知り、之を探究せざる可らざるに至る。

有名なる物理學者クラーク・マックスウエルは斯かる場合に就きて考究せり、今一個の箱ありて其内部を板にて二部に分たれたるものとし、孰れも完全に平等なる温度を有する瓦斯を満たせるものとし、其區劃には一時に瓦斯の一分子以上を通過せしめざる數多の細孔を穿てるものとせよ。次ぎに又各細孔には夫々の小なる理性ある生物(マックスウエルは是れをデーモンと呼べり)の番せるものありとす。此デーモンの職務は孔を出入する分子を支配し、すべての分子(夫々異なる速度を有す)の平均速度より大なる速度を有する分子をば一側

に平均値より小なる速度を有する分子をば他側に通過せしむるものとす。此條件を満足せざる分子が通過せんとする時はデーモンが是れを遮るものとす。かくすれば平均値より大なる速度を有する分子は皆一室に集り、一層小なる速度を有するものは他室に集まるに至るべし。換言すれば熱(これは分子の運動なる故)は温度の絶へず降り行く側より、温度の絶へず昇り行く側に移るべく、従つて他側よりも温度が高くなるに至るべし。

即ち此場合に於ては熱は冷體より熱體に移るものにして、又エントロピーは減少するなり。

自然界にはかゝる理知あるデーモンの存在を認めず。さはれ是れと同様な條件は瓦斯態をなせる天體に於て之を認むるを得む。一天體の大氣中に於ける瓦斯分子が充分なる速度(地球の場合には毎秒十一浬)を有し、且つ又大氣界の外縁に存在する時は、引力の制肘を脱して無限空間中に逸散するに至るべし。其狀恰かも彗星が太陽の近傍にありて充分なる速度を與へらるれば終に太陽系外に遁走し去ると同様なるべし。ストネーの説によれば月が矢張此くの如

逸散せる
瓦斯分子
は又捕へ
らる

き徑路によりて最初に有せし大氣を消失し去れるものならん。此徑路による
瓦斯の損失量は太陽又は地球の如き大なるものにては殆んど認むべからざる
程のものなること疑なし。されど星雲の域内に於ては頗る重要な働きをな
すべし。蓋しそこには高温度にある天體より來れる有らゆる輻射は貯藏せられ、
且つ距離の遠大なるがため重力の抑制力は極めて微弱なればなり。従つて星
雲は其外方にある部分より運動速度の最も大なる分子を失ふべく、そのためそ
の外層は冷却すべし。而して熱の此消失は多くの恒星より來れる輻射によりて
償はるゝなり。もし全宇宙間に只同等質の星雲のみ存在せるものとすれば、か
く逸走せる分子は終に他の星雲中に入り込むべし。かくて諸々の星雲間に熱
平衡が成立し熱滅は實現せられざるを得ざるべし。されど既に述べたるが如く、
星雲は其中に數多の漂流天體を包含するものにして、是等の天體は其周圍にあ
る瓦斯をば其上に凝結せしめ、其際一層高温度のものとなるなり。
逸散せる瓦斯分子は尙ほ是等發育しつゝある恒星を被ふ恐らく非常に宏大
なる大氣中に迷ひ入るべく、かくてエントロピーの絶へざる減少に伴はれ凝結

水素及ヘ
リウムの
作用

は早めらるべし。かゝる徑路の下に宇宙の時計仕掛は止まる事なく其運動を
持續することを得べきなり。
星雲中に漂流せる物體ならびに星雲中にある新星の後身の周圍には一星雲
の外方の部分に散布せらるゝ瓦體體が漸次堆積するに至るべし。又是等の瓦
斯は曾て新星の内部に貯藏せられし爆發性合成物より發生せるものなり。是
等の中にありて最も重要な作用をなすものは水素及びヘリウムなること、蓋
し疑なかるべし。何となれば是等は最も凝結し難きものにして、星雲の最も外
方に見るべき非常の低温度に於て他の物質の瓦斯は既に液化せられ終る場合
に於ても尙依然として瓦斯狀を持續し居る可ければなり。今星雲の温度が絶
對温度五十度即ち攝氏零點以下二二三度なりとすれば、金屬中最も揮發し易き
水銀の蒸氣は其他和せる時にありても一邊が約二千光年即ち地球より最近恒
星に至る距離の四百五十倍なる立方形中に辛うじて其一瓦を含有するに過ぎ
ざる程なるべし。又頗る揮發し易き金屬にして、且つ恒星の組成に比較的重要
なる位置を占むるソヂウムの飽和蒸氣が一瓦あるためには前記の値の尙十億

倍の容積を要すべし。恒星の組成中に屢認むるマグネシウム及び鐵に就きては更にその無數倍の容積を要すべきなり。吾人はかくて水素及びヘリウムの如き非常に凝結し難きものにあらざる物質に對する低温度の撰擇作用に甚だしき差違あるを知るなり。然るに吾人は星雲中には尙ほ星雲素と命名せる地球上に存在せざる、二個の特徴線を有する他の物質あることを知るが故に、此星雲素なる未知原素も水素ならびにヘリウムと同様極めて凝結し難きものなることを斷定せざるを得ず。其沸騰點も恐らく夫等の瓦斯と同様絶對温度五百度以下に位せるものなるべし。

水素、ヘリウム及び星雲素が非常に宏大なる星雲の結構を獨占するが如き觀あるは、恐らく夫等の沸騰點が非常に低く極めて凝結し難きためにのみ因するものならん。かのロツクチャーが有らゆる他の原素は是等が非常に稀薄なるものなる場合には水素及びヘリウムに變形すべしと想像せるは全然根據なきものなり。

星雲の下層にある物質

星雲の少しく下層にて、稍、板狀をなす部分に至れば窒素組織の單純なる炭化

水素、一酸化炭素、更に深層にてはシアン及び炭酸瓦斯、又其中心近くに至ればソヂウム、マグネシウム及び鐵の如きものも、何れも皆瓦斯狀にて存在するならむ。又是等の内揮發性の弱き物質は細塵として星雲の最も外層中にも存在し、其スペクトルを遮りて之を見ること能はざらしむるに至るべし。されど著しく發展せる螺旋狀星雲に於ては、中心體を包む最外層は甚だ扁平なる形狀をなせる爲め、極めて稀薄なるものなるべく、其中に浮遊せる細塵は金屬瓦斯のスペクトルを不明ならしむるに足らざるべし。かくて其最も深き層は赤熱せる細塵雲を含有すべきを以て、星雲の光は之を圍める瓦斯によりて篩ひ分けられ、恒星のスペクトルに類似するものを發すべし。

觀測の示す所によれば、星雲のスペクトル中に表はるゝ種々の原素の線が、該星雲の域内に於て平等に分布さるゝものにあらず。例へばキャメルはオリオン座大星雲の近傍にある一の小なる惑星狀星雲を研究せる折、星雲素が水素の如き大なる範圍を有し居らざることを觀測せり。即ち星雲素は星雲の中心に集結せるを認めたるが、思ふに、こは水素よりも高き沸騰點を有するによるもの

星雲中に於ける各原素の分布

なるべく、従つて星雲の一層内部高温の部分に割合に多量に存在するものならん。此種の研究を秩序的に行ふ時は吾人はよりて以て是等の特異なる天體に於ける温度の狀態に就きて一層完全なる知識を獲得し得べきなり。

リツテル及ブレインの兩氏は通常の氣體法則を適用し得べき程、充分稀薄なる瓦斯狀天體に於ける平衡問題に就き興味ある計算を行なへり。こは其密度水の十分一若くは太陽の實際の密度の十四分一を超へざる氣體又は混合氣體に對してのみ適用し得らるゝ所なり。かゝる瓦斯塊の中部に於ける壓力が勿論外部に於ける壓力よりも大なること、恰かも我大氣中に於て上方より漸次下方に降るに從かひて其壓力が従つて亦増加するが如くなるべし。今假りに我大氣の空氣をば一千米丈高さ所に移したりとせば、其容積は増し、温度は九八度丈降るべし。もし空氣中に非常に急劇なる垂直流が起るものとせば、其温度は此割合にて高さを増すと共に減少すべし。されど熱輻射は此の如くにして生起せられたる温度の差をば平等ならしめんとする傾向を有す。シュヌスターはリツテルの研究に基づき太陽と同大の瓦斯塊に於ける條件に就きて計算を行

なへり。其結果は次表に示すが如し。こは此瓦斯塊の熱の狀況は單に其内部に於ける運動によりて左右せられ、輻射によりては左右せられざるものとの假説の下に計算せられたるものなり。此計算は其質量が太陽のと等しく 1.9×10^{33} 瓦、若くは地球の質量の三十二萬四千倍、半径は太陽の夫れの十倍 (10×6900000 軒) 即ち其平均密度太陽の千分一、若くは四度に於ける水の密度の 0.001 一四倍なる一恒星に對して行なへるものなり。表中第一行は星の中心より一點に至る半径を單位とせる距離を示す、第二行は水を單位とする密度を示す。又第三行なる壓力は一氣壓の千倍を單位として表はし、温度は一度の千倍を單位とせり、而して此温度は星を組成する氣體の分子量に比例して變化するものなり。第四行に示せる温度は分子量一なる氣體即ち原子に解離せる水素瓦斯に關するものにして、太陽及び恒星に於ては實際原子に解離せるものなること疑ひなし。星が鐵よりなるものとせば此終りの數値に鐵の分子量五十六を乗せざる可らず。其値は第五行に示せり。

シユスターの計算は實は太陽に對して行なひたるものなり。即ち其直徑は如上の値の十分一、從つて其の密度が如上の値よりも千倍丈大なる天體につき行なへるものなりしなり。さすれば重力法則ならびに氣體法則によりて、其場合には壓力が表に示せるものゝ一萬倍、溫度が十倍高かるべき譯なり。されど内部に於ける密度は餘り大に過ぐるを以て氣體法則の適用を許し得ざるに至るべし、依りて余は彼れの計算を變形して前記の如く、半徑が太陽の夫れの十

中心より の距離	密度	溫度		
		壓力	水素	鐵瓦斯
0	0.00844	852	2460	137500
0.1	0.00817	807	2406	134600
0.2	0.00739	683	2251	126100
0.3	0.00623	513	2007	112400
0.4	0.00488	342	1707	95600
0.5	0.00354	200	1377	77100
0.6	0.00233	100	1043	58400
0.7	0.00136	40	728	48800
0.8	0.00065	12	445	24900
0.9	0.00020	1.7	202	11300
1.0	0.00000	0	0	0

倍若しくは地球の半徑の千八十倍なる天體に適用し得可きものとせり。此場合に於ては、半徑は太陽中心より地球軌道に至る距離の廿二分一に當るべし、しかも之を星雲の大いさに比較すれば非常に小なるものなり。天體の内部に於ける壓力の甚大なるには驚くべきものあり、こは質量の大なる、距離の小なるによれり。太陽中心にての壓力は八十五億二千萬氣壓に達すべし、蓋し壓力は半徑の四乗に逆比して増加するが故なり。太陽中心の附近に於ける壓力も亦ほぼ是れと同次の値なり。今太陽が其直徑の千倍を有する球狀の一惑星狀星雲は木星の軌道内に充滿すべしに膨脹せりとせば、其中心に於ける密度は上記の値の百萬分一に減少すべし。即ち此星雲に於ける物質はその最も濃厚なる點に於ても其密度が普通溫度にて人為的に作らるゝ最も強き真空に於けるものに勝ることなかるべし。同様に壓力も亦非常に減少すべし、即ち其中心にては約六耗に過ぎざるべし。しかも中心に近き部分の溫度は意外にも高かるべし、即ち星雲が水素原子よりなるとせば二四六〇〇度に於て、鐵の瓦斯よりなるとせばその五十六倍なり。かゝる星雲は地球に於ける

もの、一六三倍の力にて瓦斯を抑留すべし。よりて毎秒約十八軒の速度にて外方に運動する瓦斯分子は永久に此大氣を見棄つる事となるべし。

かゝる瓦斯塊に於ける温度の計算には餘り信を措き難きこと言ふまでもなし。吾人は此際輻射も傳導も共に何等の著しき影響を及ぼさざるものと假定せり。こは傳導に就きては或は許容するを得む、されど輻射を省略せるは許し難きこと、言はざる可らず。従つて星雲内部に於ける温度は如上の計算値よりも低からざる可らず。されど如何程まで減却すべきやを決定するは甚だ困難なる所なり。

質量が二
倍なる場
合

天體の質量が前記の如くならずして、例へばその二倍なりとせば、各層の壓力及び密度も亦二倍となるが故に前記の値を二倍すれば足れり。温度は變化せず。是れによりて吾人は星雲の大いさ、質量の如何を問はず其状態を想像することを得べきなり。

レオンはかゝる星雲の熱を失なひて收縮する時には其温度上昇するに至る可き事を證明せり、こは又前記の計算によりても認むるを得るものなり。もし

如上天體
の行動

之れに反して外方より熱が供給せらるゝ時には、星雲は膨脹して冷却すべし。此種の星雲は恐らく熱を失なひ、漸次其温度を高め、終に一個の恒星となるものならん。而して此星は最初、最も齡若き星白色星の有する大氣と似たるヘリウム及び水素の雲圍氣を有すべく、次第に其温度が昂まるに連れ、太陽内部に見るが如き極めて強烈なる化學的合成物が作らるゝに至るなるべし、即ち星雲が新たに形成せられたる際放散して空間中に擴散せるヘリウム及び水素は此時再び星の内部に侵入して上記の化合物を作るべし。かくて廣大なる面積を占めたる水素及びヘリウムの大氣は消失し、ヘリウムの方さきに、星はいよゝゝ收縮し、瓦斯中の壓力及び對流は非常に強烈なるものとなるべし。又星の大氣中には雲の形作らるゝこと盛にして、其状態次第に我太陽のものと類似するに至る。此天體はレオン、リッテル及びシユスターの計算が適用し得べき瓦斯状星雲とは甚だしく其行動を異にすべし、蓋し一氣體の收縮が或る一定の極限まで進行する迄は、温度の不變なる時に於ては、其壓力は一對十六の割合にて増加し、容積は八對一の割合にて減少すべければなり。既にして瓦斯が此極限に到達し、且つ一

層壓縮せらるゝ時は、温度は變せずして常に平衡を保持すべし。されど壓力が一層加はるときは、平衡状態を維持せんためには其温度が降らざるを得ざるに至るべし。アマガーによれば水素及び窒素の如き氣體に於ては此状態は温度十七度、夫等の氣體の極トキ温度よりも遙かに高し、壓力三百乃至二百五十氣壓にて起るものなり。温度が絶対温度にて二倍高きとき即ち攝氏三百七度なるときは二倍の壓力を要すべし。

偕如上の星雲が如何なる時期に於て、此の如き極トキ状態に到達し、其必然の結果として温度の低下を見るに至るやにつきては計算を施すことを得べし。今前記の値を採用せば、星雲の質量の半分が全星雲の半徑の〇・五三に相當する半徑の球を占むることを知る。但し若し密度が到る處同一なりとせば、此は半徑の〇・八四までを滿たすべきなり。偕外の部分が上に記せる極トキ状態以下に留まれる際、内の部分が其状態の限界を通過するは、そも如何なる時期に於て起るべきか。そは、ほば星雲が全體として極大温度を通過する時なるべし。吾人は今鐵瓦スの温度に基づきて計算を行はんと欲す。何となれば星雲内部の

平均分子量は少くとも五十六鐵のそれなるべければなり。さすれば表により〇・五三の距離に於ける壓力は約十七萬七千氣壓にして、温度はほば七千百萬度（即ちアマガーの實驗に於ける絶対温度の二十四萬五千倍）なるを知るべし。よりて既述せる状態は壓力が二五〇氣壓の二十四萬五千倍即ち六千百萬氣壓の時に到達し得べし。然るに壓力は十七萬七千氣壓に過ぎざるが故に、此星雲は冷却を開始する状態よりは遙かに遠ざかれるものと云ふべし。而して此状態に達するは星雲が太陽の約三倍の容積に收縮する時なることをば容易に計算し得べし。是れに由りて之を觀れば、往々聞くが如くに我太陽は將來一層高温度に昇るならんとの説は全然根據なきものなり。我太陽は既に遠き昔に於て、其熱進化の盛期を経過し去り、現今にては絶へず冷却しつゝあるものなり。尤もシュスターの算出せる温度は餘りに過大に失せること疑なし。従つて冷却は一層早くより開始せられたるものなりとせざる可らず。されど天狼の如く、其密度恐らく太陽の百分ノ一を超へざる諸々の恒星に於ては、尙ほ依然として温度上昇の時代にあるならむ。夫等の條件はほば前例の星雲と近きものなり。

惑星状星雲はかゝる星雲よりは遙かに大なり。此種の天體が如何に宏大なる空間を占有せるやは、其中の最大なるもの、ハーシェル氏星雲及星團表の第五(大熊座B星に近し)が二・六七秒(弧)の直径を有する事實よりして明かなるべし。もし此星雲の距離が最近の恒星に至るものと等しきものとせば、其直径は海王星の軌道の夫れの三倍以上のものなるべし。而かも實際は尙一層大にしてその數千倍なること疑ひなし。かく考ふれば又かゝる星雲の密度が如何に稀薄なるやの概念をも形成し得べきなり。即ちその最も濃厚なる部分に於ても其密度は空氣の一兆分の一を超過すること能はざるべし。かゝる星雲の外部分に於ては其温度の如何に低きやも亦想像するに難からざるなり。然らずんば星雲の質點は集團を保持し得ざるべく、又其中には水素及びヘリウムのみが瓦斯状にて存在し得るに止まるべし。

しかもかゝる天體に於ける密度及び温度も、螺旋状星雲中に於ける瓦斯の夫れに比すれば非常に巨大なるものと見做さざる可からざるなり。是等の螺旋状星雲中にありては決して平衡状態を成立する事なく、其構造が長年月に亘りて殆

んど認むべき變化を示さず、其形を保留せるは相働ける力が極めて微弱なるに由るのみ。かの隕石ならびに彗星の生成せらるゝは、その中、宇宙微塵の運動を抑留せらるゝ部分に於てするものなるは確かなるものゝ如し。是等の質量は比較的大なるもの故、星雲の内部に深く入り込み、そこに凝結の核をなし、夫れより漸次惑星又は衛星を形成するに至る。又それ等が遭遇する瓦斯との衝突によりて漸次に星雲の回轉軸のまはりに圓運動を行ふに至るべし。回轉中、其表面に瓦斯を凝結せしめ、そのため高温となり。しかも輻射のため比較的急劇に其高温を失ふに至る。

吾人の知れる限り、螺旋状星雲は何れも其の特徴として連続スペクトルを示すものなり。而して星雲内にある諸恒星の光輝は弱き星雲の光を遙かに凌ぐものあり。星雲中の星は凝結生成物にして、疑もなく發展の初期にあるものなり。さればそれはペルセウス座新星又は琴座環状星雲の中心星の如く、白色星に類似せるものなるべし。されど観測によりてアンドロメダ大星雲のスペクトルが黄色星の夫れとほぼ同じ範圍を有することを知り得たり。今其所以を考ふる

に單に側面より観得らるゝ此星雲中の星の光が其外部分中にある細塵のため
に其一部分を消滅せしめらるゝによること、恰かもペルセウス座新星の光が變
光時期中に受けたると同様なるものならむ。

吾人の考察は遂に次の如き結論を與ふるものなり。即ち星雲の中心體のま
はりには大なる瓦斯質ありて通常其軸の周りに回轉しつゝあり、其外方には更
に他の多くの凝結の中心ありて、そのまはりに凝結せる瓦斯と共に中心體の周
りを運動しつゝあるものなり。而して外方より漂流し來れる物質と中心體の
赤道面内に回轉する原始瓦斯質との摩擦によりて夫等の物質も亦益々赤道面
に接近し來るを以て、終に赤道面は黄道面と餘り差異なきに至るべし。かくて
吾人はその各惑星はプレヤデスの諸星に於て認むるが如き宏大なる瓦斯球に
て包まれたる一個の正しき惑星系を得るに至るべし(第五十二圖参照)。若し
此等の惑星が我太陽系に見ると等しく、其中心體に比して極めて小なる質量を
有するものなりとせば、夫等は太陽よりも非常に急速に冷却し去り、かくて瓦斯
質はまもなく縮小し、回轉週期は短縮するに至るべし。されど少くとも中心に

近く位せる惑星に於ては是等の週期は最初中心の自轉の夫れと左したる相違
なかるべし。而して中心體が甚だ大なる廣がり有するが爲めこれを週ぐる
諸惑星は中心體の上に頗る強き潮汐作用を及ぼすべし。乃ち中心體の自轉時
間は短縮し、惑星の公轉時間は反對に延長するに至るべし。かくて平衡の狀態
は破らるゝも、而かも再び新たに平衡狀態を回復すべし。何となればダーウイン
が月及び地球に就きて巧妙に説明せるが如く、惑星が太陽によりて言はば引張
り上げらるればなり。以上述べたる所は惑星の近傍に於ても適用することを得
べく、是等の惑星はかくして遂に衛星を得るに至れるなり。是によりて吾人
は有らゆる惑星が皆殆んど同一の平面、所謂黄道上にありて、且つほぼ圓軌道に
沿ふて運動し、加ふるに是等の運動方向も亦同一なるのみならず、衛星ならびに
太陽と共に皆同一の方向に自轉する特異なる事實の由りて來れる所以を理解
し得るなり。此法則に例外たるものは單に、最も外方にありて潮汐作用の頗る
微弱なる天王星及び海王星に限らるゝなり。

此現象を説明せんがために、多くの哲學者ならびに天文學者は所謂カント・ラ

プラーヌ説なる一假説を喚び起すに至れり。この名稱は此説を唱へたる學者中最も有力なる者の名を採れるものなり。而かも其實スエデンボルグ(一七三四年)は既に此方向に於ける發端を與へたるを見るなり。スエデンボルグは假想する様、我惑星系は一種の渾沌所謂太陽渾沌とも稱すべきものより、渦動生成の下に漸次發展して生じたるものなり。而して又此渾沌は其内部に宿れる、恰かも磁力の如き一種の内力の作用の下に、その太陽を週ぐる運動が次第に劇しくなり、そのため終に環が赤道より投げ出だされ、其破片によりて諸惑星が造られたるものなりと。

プフフオンは統一的原則として重力を導入せり。彼れは巧妙なる論文「惑星生成論」(一七四五年)に於て、諸惑星は彗星の突入によりて太陽より噴出せる物質流より形成せられたるものなるべきことを説けり。

カントは先づ靜止せる微塵よりなる原始渾沌を假定せり、而して此渾沌は重力の作用によりて一中心體と、そを取り捲きて廻轉する數多の微塵環を形成せり、而かも後に至りて此環は變じて惑星となるものなりと論せり。されど力學の法

則によれば最初より靜止せる中心體は、壓力の如き中心力に働かるとも決して何等の回轉を起し得るものに非らざるなり。よりてラブラースはスエデンボルグと同じく我太陽系の進化し來れる原始星雲は中心軸のまはりに回轉しつつありたるものと想像せり。ラブラースによれば、かゝる系統が收縮する時は土星に見るが如き環が分離するに至り、夫等の環が後漸次に惑星衛星等となれるものなり。されど今日一般に信せらるる説によれば、かゝる徑路によりては、單に隕石ならびに小なる惑星が形成せらるるのみにして、大なる惑星は決して生じ得べきものに非らざるなり。事實土星に見るものは此種の細塵環にして、その内部にある環は一層急速に、外部にあるものは一層緩かに回轉しつつあること小さき一群の月に於けると同じ觀あるなり。

ラブラースの假説に對しては、尙多くの反對論が現はれたり。初めてそれを言明せるものはバビネーにして、其後に於て特に注意すべきものはモールトン及びチャンパーリンの反對論なりとす。蓋し此假説はラブラースの與へたる原形のままにては許すからざるものなること事明かなり。よりて余はそれを前に説

けるが如く進化論的説明によりて置き換へたるなり。最も外方にある惑星天王星及び海王星の衛星が黄道上に於て運動せず、加ふるにラブラース説と撞着して逆行をなすは注意すべきことなり。一八九八年ビケリングの發見せる土星の衛星も亦同様なり。尤も是等の事實は何れも皆ラブラース(一七七六年)の知らざりし所のものにして、もし彼が此事實を知れるならんには決して彼の提供せるが如き形式其儘にて彼の説を述ぶることなかりしならむ。さて是等の事實を説明するには何等の困難あることなし。吾人は原始星雲の外の部分に於ける物質は非常に稀薄にして、其ため其處に漂流し來れる惑星は充分の容積に發育せず、ために潮汐作用もそれを太陽赤道面上に於ける共通回轉に参加せしむるに足らざりしものなりと想像するを得べし。されば惑星及び其衛星は、單に其途に當たれる物質の少量を捉らへたるのみにて、夫等の回轉しつゝありたる小なる區域内に於て優勝の位地を保持したるなり。只其際少しく影響を蒙れるものは中心體をめぐる緩慢なる軌道上の運動によりてのみ、從つて此等は共通の方向ならびに圓軌道を探るに至るべし。海王星よりも遙かに遠き空

間に我太陽系の未知の惑星が存在し、彗星の如く不規則なる軌道上に運動しつゝあるべしとは決して想像し得ざることにはあらず。ラブラースの想像せるが如く、是等の未知星は惑星よりも後くれて我太陽系内に入り來れるものにして、凝結が既に充分に進捗し、星雲質が殆んど全く惑星系内の空間に迹を絶てる時期に於て來れるものならんか。

チャンバリン及びモートルトンの兩氏はラブラースの假説の弱點を補ふに太陽系は一の螺旋状星雲より進化せるものにして、其中に他の天體が外方より入り込み來りて、周圍の星雲質を凝結せしめたるものなりとの假定を以てせり。吾人は既に星雲中に位する星は發育する惑星に相當すべしとの附近にある星雲が如何にして消滅せるものなるやに就きて多くの例を述べたり。

此種の考察を終るに當り、吾人は尙ほ先頃まで信せられ居たる説と、近年の諸發見が啓示せる見解とを對照して比較を試みんと欲す。

現世紀の初に至るまではニウトン重力則は獨り物質的宇宙の運動ならびに發展の上に唯一の主權を振り翳せるものゝ如くなりき。偕此重力則の下に有

宇宙問の
暗體

輻射壓及
天體の衝突

らゆる天體は他の物質を引き、断へず其形を増大し、絶へずより大なるものを形成するに至るべし。果して然らば既に過ぎ去れる無限の時劫中に於て、進化は空間中に輝ける若くは暗黒なる幾つかの巨大なる太陽のみ存在せる位に進み居る可き筈なり。かゝる條件の下にては有らゆる生活は不可能なるべし。しかも我太陽の附近には幾多の暗體惑星の存するものあり。更に他の恒星の附近に於ても矢張り同様なる暗體の存在を推定し得るものあり。何となればかゝる推定によるにあらざれば吾人は多くの恒星に認むる所のかの特異なる擺動運動を理解し得ざればなり。其外頗る小なる天體の夥しき數が隕石又は流星の形にて空間を通じて突進するものあるを見る、是等のものは皆宇宙の最も遼遠なる部分より吾人に向つて來たれるものならざるを得ず。自然の現象が重力作用のみによる必然の結果と齟齬する所以のものは、次の二個の理由によりて説明することを得べし。即ち其一は光の輻射壓の作用にして、他の一は天體相互の衝突なり。此後者によりて瓦斯状の星雲組織のまはりには宏大なる瓦斯渦動が生成せられ、其渦動中に宇宙微塵が輻射壓のために搬

宇宙有限
點の歸着

宇宙的
進化

び入れらる。而して微塵は集結して隕石及び彗星となり、瓦斯状被膜の凝結生成物と共に惑星及び衛星を造るに至るなり。されば輻射壓の放散作用は、物質を凝集せしめんとする重力と權衡を保てるものなり。星雲中の瓦斯渦動は單に、輻射壓によりて諸々の太陽より逸散し來れる微塵の位置を固定するの用をなすのみ。星雲内の瓦斯は太陽及び諸恒星より放逐せられたる細塵に對して最も重要な集結中心となるものなり。もし或論者の考ふるが如く、宇宙が有限なりとせば、換言すれば、恒星は一大集團をなし、その外方は無限の虛無空間なりとせば、過去に於て輻射壓の作用によりて諸恒星より放逐せられたる細塵は、太陽より輻射されたるエネルギーが消失せりと考ふると同様に、無限空間中に消失し去れる理なり。果して然らば宇宙の發展は既に遼遠の昔に於て終極を見、有らゆる物質、有らゆるエネルギーはすべて皆消失せるものならざる可らず。スペンサーは特に此見解の如何に不完全極まれるものなるやを説明せり。彼は宇宙の進化は週

期的に行はるゝものならざる可らざるを力説せり。蓋し宇宙系統が永遠に存続するものならんには全く斯くの如くならざる可らざるものなり。星雲の一層稀薄なる瓦斯状の寒冷なる部分は諸々の太陽の消耗せる物質ならびにエネルギーを貯蔵すべき宇宙機關たるに外ならざるなり。漂流せる細塵は太陽の輻射を吸収し、其熱をその衝突する瓦斯の個々の質點に賦與すべし。此熱の吸収によりて全瓦斯塊は膨脹し、其結果として冷却す。その中、最もエネルギーに富む分子は逸散し、星雲の内部より來たれる新たな質點にて置き換へらる。しかもそれも亦膨脹によりて冷却す。かくの如く太陽より放出せられたる有らゆる輻射線は茲に吸収せられ、其エネルギーは星雲の瓦斯質點を通じて、星雲の近傍又は其内部にありて生成の過程にある諸々の太陽に傳送せらる。又は等の太陽は星雲中に入り込める諸々の引力中心若くは嘗て衝突せし天體の殘骸のまはりに凝縮せるものなり。しかも星雲は極めて低温度なるを以て、物質は再び凝縮するを得。しかもポインティングの證明せる所によれば、物體の温度が十五度、其直徑が三四裡、其比重が地球のと同じく、即ち五五なるときには輻

射壓の影響が夫等の物體を相近づかしめざるに至るものなり。海王星の軌道の距離にては、絶對温度約五十度にして、ほぼ星雲の夫れに等しきが、其際此物體の大きさの極限は約一耗に減少す。既に前にも述べたる如く細塵粒に凝結せる瓦斯と協力の下に著しくなれる毛細管力は重力よりもむしろ、小質點の蓄積ならびに融合の第一過程に於て重要な働きをなすなり。物質が引力中心のまはりに集積すると同一の徑路によりて、エネルギーもエントロピーの不斷増加の原則に反して其處に集積するに至るべきなり。

此保守的活動時期に於て、瓦斯の各層は急速に稀薄となり、斷へず星雲内部よりの新物質にて補充せらる。しかも終には其中心が空虚となるに至るべし。かくて星雲は變じて星團若くは一或は數個の太陽をめぐる一惑星系となるに至る。又太陽が相衝突するときは更に再び新たな星雲を形成することゝなるべし。

水素及びヘリウム(尙ほ恐らく星雲素をも又加入すべし)の炭素及び諸金屬と合成して生せる爆發性物質は、星雲が恒星に進化するに當りて或は又恒星の衝

突後、新星雲の形成に際して主要の働きをなすものなり。熱力學の主要法則に従ふときは、是等の爆發性物質は諸々の太陽の進化中に造られ、その衝突の際撲滅せらるゝものなりと想像せざる可らず。是等の天體中に集積せられたる莫大なるエネルギーの貯藏は或る意味に於て宇宙機關中に置かれたる極めて強大なる平衡輪の如き役目をなすものなり。即ちそは宇宙機關の運動を調節し、星雲より恒星に、又は恒星より星雲に變ずる循環的推移をして宇宙の進化に要する量る可らざる時劫に亘りて、正則的リズムを以て進行せしむるものたり。かくの如く、重力と光壓とならばに温度均一作用と熱集積作用の如き相互補償作用のあるありて初めて世界の進化は永久的循環を繼續し得べく、そこには何等の始めあるなく、又何等終末あるなし。而して斯くの如き状況の下にありて初めて生命は存在し得られ且つ永久減衰することなく存續し得べきなり。

第八章 生命の宇宙擴布

天體と生
住世界

前章述べたる所にて、吾人は太陽は星雲より發展し來れるものにして、星雲は星の衝突によりて生せるものなりとする想像の頗る信すべきものなることを認め得たり。吾人は又新たに形成せられたる諸々の太陽の近傍には、それをめぐる一層小なる天體ありて、中心體よりも一層急速に冷却するものなりとするは事實ならんと假定せり。今是等の惑星の表面が一部分水にて蔽はれたる硬殻を以て包まると至るときは、夫等は適當なる條件の下に、地球ならびに恐らく金星及び火星に於けるが如く、有機的生命を宿すを得べきなり。かく想像するときは、夫等の惑星は、そが全然無機物質よりなれると想像するよりも一層大なる興味を吾人に與ふべし。

茲に於てか生命なるものは其發展ならびに傳播に對して好適なる事情を見るに至らば實際天體上に發生し得べきものなるや否やの疑問が自ら起らざるを得ざるべし。乃ち本章に於ては専ら此疑問に就きて述ぶる所あらんとす。

人類は既に太古より是等の問題に就きて頭を悩ませり。有らゆる生物は發生せるものならざる可らず。而してそは或は短かき或は長さ一定の生涯を終へたる後何れも死滅せざるべからざることば最古の人類も無論認識せし所のものならざるを得ず。夫れより少しく後、しかも矢張り太古に於て、二種の有機的
生物は必ず己れと種類を同し而かも己れと獨立せる他の生物を發生し得るの事實も經驗によりて知り得たる所なるべし、換言すれば人々の言ふが如く、一種は決して他種に變ずべからざる事を知り得たるなるべし。かくて彼等は有らゆる種族はもと今日具ふると同じき夫々の性質を以て造物主によりて造られたるものなりと信するに至れり。此見解は今日に於ても尙一般の正教派オールド・ソックスの信仰を代表せるものと言ふを得べし。

此見解は又リンネ説とも稱すべし、蓋しリンネは其大著植物種屬論第五版に於て此見解を力説したればなり。曰はく、

Species tot sunt, quot diversas formas ab initio produxit Infinitum Ens, quae deinde formae secundum generationis indias leges producere plures, at sibi semper similes, ut species nunc nobis non sint plures quam fuerunt ab initio.

と。この意味は、無限の生者が世界の初めに創造せる多くの型態と同數の種々の種屬あり。是等の型態は遺傳の法則に従ひて常に己れに類似せる多くの他の生物を産めり。従つて現今地球上には最初創造せられたると同數の種屬あり、夫れ以上には存せずと言ふことなり。されども又自然に對する思想の稍不完全なる彼當時にありても、尙吾人今日の見解を離ること遠からざる説の唱導せられたるものなきにしも非らず。進化論はラマーク(一七九四年)トレヴィアヌス(一八〇九年)デーデ及びオーケン(一八二〇年)によりて、初めて生物學に其基礎を据へたり。しかもやがて其反動は來り、キュヴィエは其勢名を以て輿論を再び舊説に引戻せり。彼れの見解によれば、現今存在せざる過去の地質時代に認むる種屬は自然の革命によりて撲滅せられたるものにして、其後新種屬が更に再び造物主によりて創造せられたるものなりと。

されど最近二、三十年間に一般の信仰は急劇なる革命を起し、特に不滅の功業を殘せるチャールズ・ダーウィンが彼れの新紀元を劃せる研究を以て進化論を開展せる以後、此説は今や有らゆる方面によりて採用せらるゝに至れり。

此説に従へば、各種屬は時の経過を俟つて周囲の條件に自らを適合し行くものなり。而して其結果として生せる變化は著しく大なるものあるに至るべく、かくて古き種屬より新種屬の發生を見るに至れるものと考ふべきなり。最近ドフリーの研究は更に此見解を有力ならしむるものなり。されば吾人は吾人の眼前にて舊種より新種の發生する場合の存在すべきを承認し得べし。此説は變種説と稱せらる。

従つて今日吾人は、其周圍に於て目撃する有機的動物は何れも皆夫れ等と頗る其形態を異にせる舊種屬より傳はれるものにして、吾等は今日に於ても尙過去の時代に於て沈積せる地層中に其痕迹ならびに殘骸を検出し得るものは此等の舊種に外ならざること想像せざるを得ず。かゝる見地よりすれば有らゆる有機的生活を營めるものは悉く皆唯一の、最も簡單なる有機體より發展し來れるものなりと想像するを得べきなり。而かも其唯一の有機體はそも如何にして發生せるやは尙疑問として殘らざるを得ず。

古人は一般に、下等有機體は必ずしも種子より發生するを要せずと信じたり。

或る下等有機體幼蟲等は腐肉より發生するを認めたり。ヴァーシルはこの事實を彼れの著ゲオルヂカ (Geologica) に述べたり。かゝる信念が數多の實驗特にスワンメルダム及びロイゲンヘックによりて否定せられたるは漸く十七世紀の頃なりき。しかも所謂自然發生説は、所謂浸液蟲と稱する微少なる生物が浸液又は煎水中に自然に發生せるが如き觀をなすことの發見せらるゝに及んで更に再び其勢力を振ふに至れり。しかも一七七七年スバルランザニは浸液及びそれを含有する器物ならびに上部の空氣を充分高温度に熱してそこに存在する有らゆる胚種を撲滅せしめたる時には、其浸液は其儘にて變化を起さず、又何等の有機體も其中に發育する能はざることを證明せり。今日鐘詰を製造するは此事實に本づけるものなり。尤も此證明に對して多くの反對論の提唱せられざるにあらざりき。曰く空氣は熱せられたるがため其性質を變化したために細微有機體の發育が其中にて不可能なるに至れるなりと。されどこは十九世紀の六、七十年頃化學者たるシュヴァール及びバスタールならびに物理學者たるチンダルによりて論破せられし所なり。是等の科學者は、熱に限らず他の方法例へ

ば綿毛にて濾過するによりて有らゆる細菌を取り去れる空氣中には何等の有機體も發生し得べからざるものなることを説明したり。殊にパスツールの研究ならば夫れに本づける不妊法は日々微生物學實驗室にて應用せらるゝものにして、夫等はいよゝゝ生命の發生のためには胚種の缺く可からざるを確信せしむるに至れり。

しかも偉大なる科學者にして自然發生説の可能なることを論證せんと試みたるもの少なからず。彼等は此場合に於て自然科學の安全なる方法に據る事をなさず、哲學的論法によりてそれを論證せんとせるなり。彼等は思へらく、生命は初めあらざる可らず。果して然らば自然發生なるものは現在の條件の下にてよし不可能なりとするも、嘗ては一度び起り得たるものならざるべらずと。

英國の大生理學者ハックスレーが深海の底より採取せる泥土中に一種の蛋白質物質(彼れはこれをバシビウス・ヘッケレイと命名せり、獨逸の熱心なるダーウィン説唱導者たるヘッケルの紀念にとてかく名づけたるなり)を發見せりと信せる時は、實に非常なる興味を喚起せるなりき。而して此バシビウス(深海有機體)こそ

は、かのオーケンの夢みつゝありたる、無機物質より發生せる、有らゆる生物の進化の祖先たる原始軟泥そのものに外ならざらんとは一時人々の皆信せる所なりき。しかもブハナンなる化學者の一層精緻なる研究の結果によれば、此原始軟泥中の蛋白質物質はアルコールによりて沈澱せしめられたる硫酸石灰の群塵よりなれるものに外ならざることを明かにし得たり。

此時に方りて最も驚くべき狂想的瞑想に馳せたるものあり。曰はく、生命は其起因を地球内部の灼熱せる物質に求め得べしと。フリニゲルは曰はく、高温度にてはシアンの有機化合物ならばに其誘導體が形成せらるべく、これが生命の運搬者たるべしと。されどそは實驗的論證によりて吾人に蒞むに非ざる以上、吾人は是等の瞑想に對して何等云爲するの要を見ざるものなり。

吾人は年として、無機物より漸くにして生物を作るに成效せりてふ主張を聞かざるをなし。其中最も新しきものゝ中、バツラー・パークの發見なるものが多大の論評を惹起せり。彼はかの驚くべき物質ラヂウムの作用を應用して終に無機物(ゼラチン溶液)に、生命を吹き込むを得たりと揚言せり。されど批評は、他

の有らゆる同種の主張と同じく、彼れの宣言をばお伽噺の領域に据へ附けたり。吾人はかの偉大なる自然哲學者ケルヴィン卿の言明せる次の説に全然同意するものなり。曰はく、今日にても依然として多くの科學者によりて懐抱せらるる一の極めて古き冥想は、今日とは頗る事情を異にせる氣象學的條件の下に於ては、無機物質は生命の芽若くは有機細胞或は原形質に結成若くは醸成するを得るものなりとす。さばれ科學は此自然發生説を否定するに、夥多の歸納的論證を提供するなり。無機物は何等か以前より生命を有せる物質の作用を埃つに非らずんば決して生命を賦與せらるるものにあらざるなり。こは余の見所を以てすれば重力則と同様確實なる科學説たらずんば非らずと。

此終りの宣言は多少獨斷的なるを免れざるべきも、しかもそは多くの科學者が如何に問題を解決するに他の方法を發見するの必要を感じつゝあるやを明證するものなり。而して所謂生物原子説なるものは實にこれに一方の血路を與ふるものなり。此説によれば、生命の種子は空間中を漂流しつゝあるものなり。此種子が惑星に遭遇する時は其表面に落ち、生物の存在に良好なる條件に

ある時はそこに生物の發育は初まるものなりと。

此見解は既に餘程以前より臆げながらも現はれ居たるものなり。此點に就きて明かに述べたるものは佛のサレギョンド・モンリゾーの著書(一八二一年に發見するを得るなり。彼は月より來れる種子が地球表面に於ける有らゆる生物の始原なるべしと想像せり。獨逸の醫師リヒテルはダーウインの原理を此生物原子の思想によりて補はんと試みたり。彼はフランマリオンの生住世界の多數に存在すべきを説けるに暗示を得て、種子が或る他の生住世界より地球上に來たれるものならんと考へたり。彼れは空間を漂流する彗星のと同様なる軌道上に運動する隕石中に炭素の存在することに注意し、此炭素こそは生物の殘渣に外ならざるべしと説けり。しかも此終りの説に對しては全然何等の證據あるなきなり。隕石中に發見せらるる炭素は一度びも何等有機體構造の痕迹を表はせる事實のあるなし。而して吾人は炭素をば無機的起源によるものとも考ふることを得べし、即ち例へば太陽中に存在するものが然るが如き是れなり。彼れの説には更に一層狂想的なるものあり。曰はく、我大氣中高際に浮

遊しつゝある有機體は地球を掠めて飛び去る隕石の引力によりて捉へられ、かくて宇宙空間中に飛び出され、終に他の天體の上に落下するなりと。しかも隕石の表面は大氣中を通過する際灼熱せらるゝを以て、よし有機體を捉へ得たりとすも直ちにそれを撲滅し去るべきなり。假りに然らずして隕石が生命の種子の運搬者となれりとするも、夫等の種子は落下せる惑星の大氣中に入りて焼き盡さるべきなり。

されど或る一點に於て、吾人は全然リヒテルの見に同意せざる可らざるものあり。彼の次の言には争ふべからざる論理の存するものあり。曰はく、無限空間は發育しつゝある成熟せる、及び衰滅しつゝある天體にて充たさる、否な一層正當に言へば是等の天體を含めり。茲に成熟せる世界とは有機的生命を保持し得べからしむる世界を意味するなり。吾人は宇宙に於ける有機的生命の存在を永久なりと見做すものなり。宇宙には常に生命ありしなり。生命は常に細胞又は多くの細胞よりなれる有機的生物の形にて到る處に傳播しつゝありたるなりと。人は最初物質の起源に就きて瞑想せりき。されど經驗によりて

物質の撲滅すべからざる事、又そは單に變態し得るに過ぎざる事を知るに至りて、人はさる瞑想を試むるの無望なるを悟るに至れり。吾人はそれと同様の理由によりて、運動エネルギーの起源に就きて論ずるの愚をなさざるなり。されば吾人は、又生命は久遠にして従つて其起源に就きて論究するの無益なるを漸次に悟るに至るべきを信するものなり。

ケルヴィンの演説

リヒテルの觀念は一八七二年有名なる植物學者フェルヂナント・コーンのなせる通俗講演に於て再び取り上げられたり。されど此問題に對する説の最もよく知られたる言明は一八七一年英國協會に於けるタムソン(後のケルヴィン卿)の會長演説のそれなるべし。曰はく

「二個の大なる天體が空間にて相衝突する時は其大部分が融解すべきや疑ひなし。されど多くの場合に、多量の殘骸が有らゆる方向に放出せらるべき事も疑ひなかるべし。而かも其大部分は岩石が地すべり若くは火藥にて爆發せらるゝ際受くる以上の損害を引き起さざるべし。されば地球がほぼ等大の他の天體と衝突する時ありとし、其際地球が尙ほ現今の如く植物にて蔽はれたる

ものとせば、大小多数の種子、樹木及び動物を負へる碎片が空間に放散せしめらるべきなり。且つ又吾人は現在ならびに無限の過去に亘りて地球以外にも他多くの生住世界あるを確信するが故に、吾人は空間中には種子を帯べる無数の隕石の存在すべきことも亦極めて確からしきものと認めざる可らず。されば現在かりに地球上に何等の生命なしとするも、其表面上に自然的原因なるものによりて此種の隕石が落下することあらば、やがて其表面は再び植物にて蔽はるゝに至るべきなり。余は此假説に對して多くの反對論が提出せらるべきを充分に承知せり。余は今夫等の反對論に就きて一々述べて、以て更に諸君の清聴を煩はさんことを欲せず。余はただ夫等の反對論に對しては皆悉く解答を與へ得べきことを信ずとの一言を以て足れりとせむ。

吾人は残念ながら此點に關してケルヴィンの樂天觀に同意する能はざるなり。生物が果してよく二天體の衝突による猛烈なる衝撃に堪へ得べきかは第一の疑問たらずんばあらざるなり。加ふるに隕石が地球表面に落下する際、其表面は灼熱せらるべく、從つて其面上にある有らゆる種子は全然其發芽力を失

せざるを得ざるべし。且又隕石は地球若くは同様の惑星表面に於けるものと全然其構造を異にせるものなり。又植物は殆んど皆軟土上に發育するものなり。而して我大氣中を落下する土塊は大氣抵抗のために粉碎せられて小質點の雨となるべきや疑ひなし。是等各質點は夫々流星として輝やき渡るべく、その地上に達せる際には焼き盡されたる細塵たるに過ぎざるべきなり。更に他の難點は、所謂新星炎上の原因と見るべき此種の衝突なるものは、かなり稀有の現象にして、從つて此方法にて小なる種子が地球に運搬せらるべしとは想像し難きことなり。

されど、かの輻射の効果が充分に理解せらるゝに至りて、如上の問題は遙かに好良なる状況に入るに至れり。

シュワルツシルトの理論的計算によれば、太陽輻射の作用を最も強く受くる物體は其形狀が球をなせるとき、 $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$ 耗の直径を有する者なり。故に第一の疑問は、かゝる細微なる生命ある種子ありや否やにありとす。植物學者は教へて曰はく、多くの微菌の所謂永久胞子は $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$ 三乃至 $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$ 二耗の大

いさを有す。而して尙是れよりも遙かに小にして顕微鏡にても認め難きものもわり得べきは疑を容れざる所なり。例へば人類の發黃病、恐水病、家畜の口、足病及び和蘭印度其他の地方の煙草樹に普通見受くる所謂モザイク病の如きは寄生病なる事疑なし。されどその孰れの寄生蟲も未だ發見せらるゝに至らざるは、顕微鏡にて認め得ざる程微小なるが爲めなるべし。其後普通顕微鏡にて見得ざる多數の生物が發見せられたり。其中には口、足病のミクロプド考へらるゝ者もあり。是等は皆ウルトラ顕微鏡によりて認め得るに至れるものなり。従つて夫等生物中には太陽の輻射壓によりて空間中に驅逐せらるゝ程小なるものあるべきや想像するに難しとせざるべく、夫等がその發展に良好なる條件に遭遇せば、その落下せる惑星上に生物を發展せしむるに至るべきなり。吾人はまづかゝる生物が地球より出發し、太陽の輻射壓によりて空間に放逐せられたる時は如何なる運命に會すべきやに就きて極めて概略の計算を試みんとす。生物はまづ火星の軌道を横ぎらざる可らず。次に小惑星及び外惑星の軌道を横ぎるべし、かくて海王星の軌道をも通過するに至らば他の太陽系に

向つて無限空間中に漂浪するに至るべし。さて此旅程に要する日子を計算するは決して困難のことにあらず。今その比重を水の比重と等しとせむ。これはかなりよく事實と一致するものならむ。然らば生物は二十日後に火星軌道を通過すべく、八十日後には木星軌道を、十四ヶ月後には海王星の軌道を通過すべし。而して吾人に最も近き恒星ケンタウルス座α星に達するには九千年を要すべきこととなる。是等の計算は輻射壓が重力の四倍なるべしとの假定に基づくものにして、これはシュワルツシルトの數値に従へばかなり正當なるものと云ふを得べし。輻射壓の強さは一三九頁に記せるものよりも多少大なる値をどれり。蓋し胞子是不透明と見做さるゝが故に、光線に對して半透明なりとせる炭化水素のよりも大なるべければなり。

生物が太陽系の各惑星に達するに要する時間は、その發芽力保存期間に比して小なり。されど數千年を要すべき一惑星系より他の惑星系に達する場合に、頗る憂ふべきものなきにあらず。されど吾人は後條に於て、空間に於ける甚だしき低温度、絶對温度約五〇度は、それが有らゆる化學反應を妨止すると同じく、

発芽力の
保持する
年限

発芽力の消滅を保持するに足るものなることを説くべし。

普通温度に於て発芽力は如何程までの日時を保持するものなるやに就きては、かの古代埃及の墓中に発見せる所謂ミイラ麥が依然發芽力を具備せりし事實を注意すべきなり。されど其後の論評によりて其麥の源泉に關してアラビヤ土人の語る所は夫々頗る疑ふべきものなるを明かにせり。佛國の科學者ブードアンは疑もなく千八百年以上も其儘に放置せられありたる羅馬の墓中に於て發芽力を有せる微菌を発見し得たる事を主張す。されどこれには實際疑ふべきものあり。されど或る高等植物の種子ならびに籾の如き微菌の芽胞が共に數年或は二十年にも亘りて發芽力を保存するは事實なりとす。こはその太陽系通過に要する日時よりは遙かに長きを見るべし。

発芽力と
強き光線

地球よりの旅程に於て胞子は約一ヶ月間太陽の強烈なる光線に曝さるべし。しかも屈折度最も大なる日光莖外線は比較的短時日中に微菌ならびに其胞子を殺滅し得るものなることは證明せられたる所なり。而かも又是等の實驗は孰れも皆胞子をばそを置ける濕潤なる表面上に發芽し得る様に裝置したる儘

発芽力と
寒さ

行へるものなり(マーシャル・ワードの實驗の如き)從てそは惑星間の空間に蔓れる條件とは全然其有様を異にすべし。何となればルーは空氣に觸れつゝある籾の芽胞は之を光線に當つれば直ちに死滅するも、真空中にては依然として生存することを證明したればなり。又或る種の芽胞に至りては日光に觸るゝも毫も變化を受けざるなり、例へば牛乳中に存在する *Thyrotrix scaber* の如きはズクラウに從へば強烈なる日光の下にあるも尚よく三十日間に亘りて生命を持続するを得るなり。余の問ふ事を得たるすべての植物學者は、芽胞が無限空間中を漂浪するに當りて強烈なる光線のために必ず撲滅せらるべしとは決して斷言し得ざることを言ふに一致せり。

別に一疑問の存するものあり。胞子が宇宙空間を漂浪するに當りては其期間の大部分に亘りて非常の寒氣に曝らさるべく、そのため凍死するなきを保せざるべし。胞子が海王星軌道を通過する時は其温度は氷點下二百二十度に降下すべく、更に遙かに遠き部分に至れば一層低温度に降らざるを得ず。近年倫敦ジエンナー學術研究所に於て、氷點下二百五十二度の温度を有せる液態水素中

にバクテリア胞子を二十時間浸して實驗を行へる事ありしが其結果發芽力は撲滅せられざりし事を知り得たりと云ふ。

マクフライデン教授は更に一步を進めたり。彼は細微有機體を液體空氣氷點下二百度中に六ヶ月間浸すも其發芽力を失ふ事なかるべきを證明せり。余が此前倫敦に赴ける際聞ける所によれば、そこにて其後一層長き期間に亘りて行へる實驗は皆悉く此觀測を確かむるものならざるはなかりしと云ふ。

「されば發芽力が吾人の日常經驗する普通温度に於てよりも、低温度に於ては一層長時日に亘りて保存し得べしとする見解には何等疑惑を挾ましむべきものあるなかるべし。發芽力を失する原因は何等かの化學作用に存するものたるや疑を容れず。而して有らゆる化學作用は高温度に於けるよりも、低温度に於て一層緩漫に進行するものなり。温度が十度昇るときは生活力は一對二五の割合にて強盛となるものなり。是れによれば芽胞が海王星の軌道に達する時は其温度が氷點以下二百二十度に降るにより、その生力は温度十度に於けるものゝ十億分の一に過ぎざるものとなるを知るべし。従つて氷點下二百二十

度に於ける芽胞の發芽力の減衰は三百萬年間に、温度十度に於けるものゝ一日間に失ふものに過ぎざる事となる。故に空間の極寒は却て種子に對して最も有効なる保存劑となるものにして、従つてそは吾人がその普通温度に於て認むる性狀より推定し得るものに比して遙かに長年月に堪へ得るものなるを主張するも何等不合理なる點を見ざるべし。

こは植物生活に非常の害を與ふる乾燥作用と似たるものなり。大氣なき惑星上の空間に於ては絶對的の乾燥が蔓こり居るなり。シレーベルの研究によれば樹木の幹に常に認むる綠アルゲ *Pleurococcus vulgaris* は絶對的乾燥を施せば(強硫酸を容れたる乾燥器中に二十週間殺されずに保存せらるべし。種子及び芽胞は乾燥せる大氣中にある時は一層長日月に亘りて保存せらるゝなり。

偕て水蒸氣の張力は、反應の速度が低温度に降るに従ひて衰ふるとはほぼ同一の割合にて減少するものなり。従つて水の蒸發即ち乾燥作用は氷點下二百二十度にありては三百萬年間に、温度十度の時に於ては只一日間に於て成就し得るものを能くするに過ぎざるなり。されば吾人は乾燥作用に強く反抗する芽

胞にありてはその生力の減衰を招く事なくして、一惑星より他の惑星に、或は一惑星系より他の惑星系に移轉し得べきものと結論するも數多の頷ぐべき理由を有するものなりといふべし。

光の殺生作用はルーの實驗によれば疑もなく光線の周圍の空氣の仲介によりて酸化作用を惹起する事實に基くものなり。惑星内の空間に於ては此可能性は除却せらる。のみならず海王星の軌道に於ては太陽の輻射は地球に於けるものゝ九百分ノ一に過ぎず。又最近の恒星ケンタウルス座α星に至る中央に於ては二十萬分ノ一に過ぎざるなり。故に光線は胞子の傳達間に何等著しき害を及ぼす事なかるべきなり。

されば最も細微なる有機體の胞子が地球より遁出し得たるものとせば、そは有らゆる方向に旅立つべく、全宇宙はそれによりて謂はば種蒔かれたるが如きものなり。しかも茲に更に一疑問は生じ來たるべし。即ち胞子はそも如何にして重力の作用を脱して地球より逃れ出づることを得べきかと。かゝる小さな微小體は氣流によりて搬び去らるゝ事となるべし。直徑〇〇二耗を有する

小なる雨滴は普通氣壓にて毎秒約四種の速度にて落下するものなり。此觀測によりて、直徑〇〇〇一六耗を有するバクテリア胞子は一年間に僅かに八十三米を落下するに過ぎざるを計算し得るなり。かゝる小なる質點はその遭遇するすべての氣流によりて吹き拂はれ、かくて終に最高層中空氣の最も稀薄なる部分に達すること明かなり。毎秒二米の風速を有する氣流はそれを氣壓僅かに〇〇〇一耗なる高さ、即ち約百耗の高さに搬び去るべし。しかも氣流は決して此質點を我大氣外に推し出すこと能はざるなり。

胞子をして更に一層高層に至らしめんには他に何等かの力なかるべからず。而かも吾人は電氣力が常に有らゆる難關にあたりて吾人の味方となることを熟知せり。百耗の高際に於ては放射性極光の現象あり、吾人は極光が太陽より來たれる負電氣を帯びたる多量の細塵の放電作用によりて生ずるものなることを信するなり。されば胞子が電氣の放電する間太陽の細塵より負電氣を奪取するものとせば、そは他の質點の斥力によりて空間中に驅逐せらるゝに至るべし。

吾人は今日電氣が物質と同様に限りなく分割し得ざるものなるを想像するなり。されば吾人は終に最小の電氣量に到達せざる可らず。此電氣量は靜電氣單位にて約 3.3×10^{-13} と算定せられたり。

直徑 0.0001 一六耗を有する帶電胞子が重力に逆みて上方に昇るには電場の強さが幾何なるを要するやは容易く計算するを得る所なり。即ち所要の場の強さは僅かに毎秒二百ボルトにて足れり。かかる場は晴天の折地球表面にて屢々觀測せる所のものにして、先づ普通状態と稱しても可なる程なり。極光現象を認むる領域に於ける電場は是れよりも遙かに強烈なるべきにより、空氣の對流によりて是等の高層に搬び上げられたる微小なる帶電胞子をば更に重力に抗して空間中に驅逐するに充分なる強さを有すること疑を容れざる所なり。

宇宙空間
に於ける
生命の擴
布

此くの如くなるを以て、吾人の知れる最も下等なる有機體の芽胞が地球及びその存在する他の惑星より斷えず搬び去らるるものなること確實なるが如し。一般の種子に見るが如く、是等の胞子の大部分は宇宙の極寒の無限空間中にて

死滅すべきや疑ひなし。されど其中の一小部分は他の或る世界に落下すべく、而して若し其條件の良好なるものに遭遇せばそこに生命を擴布するに至るべし。しかも其多くの場合に於ては條件は良好ならざるべきも、時には良好なる土壤の上に落つる事なきにしも非らざるべし。而して一惑星が生物の保存に適するに至れる時より、最初の種子が其上に落ちて發芽し、有機的生命を發生するに至るまでには百萬年若くは數百萬年を経過するものもあるべきなり。されど此期間と雖も、これを其後生命がその惑星上に旺盛を極むるに至るまでの年代に比すれば殆んど言ふに足らざる短時日なりとせざる可らず。

此方法にて、曾て其祖先が其住地と定めたる惑星より逃走せる芽胞には無限空間中を何等の妨ぐるものなく漂浪するものあるべく、或は又は外の惑星に或は他の太陽系の惑星に達するものもあるべく、或は又太陽に向ひ突進し來れる大なる細塵と遭遇するものもあるべし。

吾人は前に黃道光ならびにその一部分たる對日照なるものに就きて述べたることあり。此對日照は熱帶地方にて常に見る事を得、吾々の緯度に於ても往

々々天空上太陽と正反對の位置にそを認め得る事あり。(譯者曰く、觀測者にして充分熟練したる方ならば、勿論我國にても之を觀得べし、只東京其他の市街にては甚だ困難なり。しかも亦冬の暗夜にありては夜半頃之を見得ざるにもあらず。天文學者はその原因を太陽に流下しつゝある細塵流に歸するなり。さて今直徑〇〇〇一六耗の種子が千倍大なる(即ち直徑十倍の)細塵粒に打當り其表面に附着せりとせむ。さすれば胞子は共に太陽に向ひ搬び行かるべく、内惑星の軌道を通過するときその大氣中に降下し得るものもあるべし。是等の細粒が一惑星の軌道より他の軌道に達するには何等長日時を要することなし。今假りに胞子が海王星附近より零速度にて出發せりとせむ(かゝる場合には種子は海王星の衛星より發せるものとすべし。何となれば海王星は天王星土星及び木星と同じく、温度高くして生命保續に適せざればなり)此胞子が天王星の軌道に達するには廿一年、水星の軌道に達するは廿九年を要すべし。又天王星より零速度にて胞子は、土星軌道に十二年間にて達すべく、土星より發するものは木星に四年にて、木星より發するものは火星に二年にて、火星地球間は八十四日、

地球金星間は四十日、金星水星間は廿八日を要する割合なるべし。

是等の計算によれば、胞子は其附着せる塵粒と共に、太陽に向ひて運動すれば十分ノ一乃至十分ノ一なる遙かに小なる速度を以て其上に落下すべきを以て其長期の旅途にて其發芽力を消失することなかるべし。

換言すれば是等の種子が質點(その重さの九十乃至九十五ペルセントが輻射壓と釣り合へり)に附着するものとせば、夫等はまもなく他の惑星の大氣中に落つべく、其時の速度は毎秒二、三籽に過ぎざるべし。かゝる質點が其落下中第一秒間にて其運動を停めらるゝものとせば、それ自身の強き輻射も存するにより、其温度は周圍の空氣の温度より百度以上を昇らざるべし。バクテリア胞子は著しき害を受ることなく一秒よりも長き時に亘りてかゝる温度に堪ふることを得べし。而して質點がそれに附着せる胞子と共に一度び其運動を停められたる時は、其後極めて緩漫に降下するに至るべく、或は下降氣流によりてその惑星表面上に沈降せしめらるべし。

此方法によりて生命は最初その根據を据へたる一惑星系の一點より、生命の

胞子の他
太陽に接
する範囲
に得る

發展に佳良なる條件を有する同じ惑星系内の他の惑星に移ることを得べきなり。

三一四

かゝる質點粒に捉らへられざりし胞子は他の太陽系に行き、終にはその太陽の輻射壓のために遮ぎり止めらるゝに至るべし。即ち夫等の胞子は其出發點に於ける輻射壓と等しき所に至れば、それ以内には最早侵入することを得ざるべし。従つて地球より發せる胞子は、五倍の距離にある木星より發する胞子の止めらるゝに至る距離の五分ノ一まで他の太陽に近くことを得べきなり。諸々の太陽の附近即ち其輻射壓が種子をば撥き返す所の距離の附近にては、此胞子は多量に集積すべきこと論なかるべし。従つてその太陽の附近にて公轉する惑星は遠距離のものよりも種子に會する機會多かるべし。又胞子は一太陽系より他の太陽系に漂流せる際に其有せりし大なる速度を消失すべく、従つてその遭遇する惑星の大氣を通じて落下するも、さしたる熱を發することなかるべし。

一 太陽に近づきて再び衝き返されたる胞子は輻射壓の斥力よりも多少大なる

生命の久
遠

る重さを有する質點に遭遇することなきにしもあらざるべし。若し之に會すれば、それは再び太陽に返ることとなる。従つて胞子に於けると同様の理由によりて是等の質點も亦太陽のまはりに集積するに至るべし。されば小なる種子は空間中に歸り去るに先だちかゝる小質點と附着するによりて抑留せられ、その太陽に近き惑星に捕へらるゝに比較的良好なる機會を有することとなるべし。かゝる方法にて生命は久遠に亘りて太陽系より他の太陽系に、惑星より他の惑星に移植せられたるものと見るを得べし。されば風に吹き拂はるゝ大なる樹の例へば、樅の樹の花粉の幾兆の粒も平均僅かに其一個が新樹を芽ぐみ得るに過ぎざると同じく、輻射壓の空間中に驅逐せる幾兆の胞子中、僅か其一箇のみ眞に生命の未だ起らざる他の惑星上に生命を開始し、其惑星上に於ける有らゆる生物の祖先となるものならんか。

又此生物原子説に従ふときは、全宇宙に於ける有らゆる生物は悉く皆相互に關係を有するものにして、且つ炭素、水素、酸素及び窒素よりなる細胞より組織せらるゝものなるべきを認めざる可らず、従つて炭素に代ふるに硅素若くはチタ

ニウムを以てせる生物が他の世界に生存するならんどの想像説の如きは謂はれなき空想に過ぎざる者なり。他の生住世界に於ける生命は恐らく地球に於けるものとも密接の關係ある徑路を通じて發展せるものなるべし。而してこは有らゆる筒體が如何に高等なる發展をなせる者なりとするも、もど單一の細胞よりして進化の有らゆる階段を経のばり來れるものなるが如く、生物は常にその最も低度の様式より一々開始せざる可らざるものなるを告ぐるものなり。是等の結論は皆、我地球に於ける生命の特徴たる一般性質と美妙なる一致を示すものなるを見む。かくて生物原子説のかゝる解釋法が完全なる調和を以て卓立するものなるは決して否定する能はざる所なり。而して此調和こそ宇宙開闢論の價値を定むるに際し最も重要な試験石たるなり。

されど此見解の正當なることをば地球上に落下する種子の調査によりて證明し得べき望みはまづ有らざるべし。何となれば他の世界より吾人に達する胞子の數は非常に少なかるべく、恐らく一年間に地球全面に亘りて一、二個を超へざるべし。加ふるにそは又大氣中に風の作用にて浮遊せる單細胞芽胞と頗

るよく類似せるものなるべければなり。よし又そが吾人の此想像に反するものなることを知り得たりとするもかゝる芽胞の天體起原を證明するは不可能ならずとするも、頗る困難ならずんばあらず。

附 録

天體の分布

恒星天の一瞥は吾等に恒星が銀河の附近に密集する事實を知らしむるに足れり。而して既に遠き古へに於て、デモクリトス及びアナキサゴラス其他の哲學者は此の銀河が小なる無数の恒星の密集して成れるものなるを信じたるとき、其他天體の分布に關する諸々の研究の如きも、大抵はみな其標準線として此銀河の軸を採用せるはよく知られたる事實なり。

最近に至りてボーリン、キャメル、カプタイン、ビケリング及びハグストレムの諸氏による若干の新研究現はれ、その一部は此問題に一の新光明を與へ、銀河系統の組織に對して頗る興味ある結論を與ふるに至れり。而して彼等は、その有らゆる重要な諸點に於ては、其以前の研究者クリーブランド、アッペ、プロクター、ウァーターズ其他の得たる結果を確むることを得たり。余は是れより是等諸研究者の得たる結果の中、相互に頗るよく一致せるものにつきて其概要を述べんと

欲す。而して先づ星の分類より説き起さむ。天體をば其齡の順に従ひて、大約次の如く分類するに就きては、人々の互に一致する所なりとす。

(一) 輝線ならびに暗線を有するウルフ・ライエー星、ハーバート分類ドレーパー恒星表のO。是等の星は明かに水素其他の瓦斯よりなれる濃厚なる雰圍氣を有す。而してこは星雲質の殘渣と見做し得べし。此種の星は最も若きもの、即ち發展の程度最も幼稚なるものなり。

(二) ヘリウム星、ハーバート分類B。ヘリウム線の外、微弱なる水素線を示す、所謂オリオン星これなり。

(三) 白色星、ハーバート分類A。ヘリウムは殆んど消失し、之に反して水素線最も卓越せり、且つ多少の金屬線も現はる、所謂シリウス星これなり。

(四) 黄色星、ハーバート分類F、G及BK。水素線の幅は(三)の如くに太からず、金屬線は頗る多數となりて此種のスペクトルの特徴を現はす。

(五) 赤色星、ハーバート分類M。水素線は微弱なるか、或は殆ど之を缺けり。金屬線最も卓越す、又著しき吸収帯現はる。その一部は酸化チタニウムに

よる。

(六) 深紅色星、ハーバート分類N。光度の頗る微弱なる星なり、炭素合成物による吸収帯を有せり。スペクトルの青色部は非常に弱し、こは温度の餘程降れるためならむ。此種の星は最も古きもの、即ち最も發展せる星なり、

又此階段を經過して次に來たるものは暗黒星なりとす。
現今に於ては、他の性質によりても星を是れど同一の順序に配列し得べき事を知るに至れり。チャンドラーは長週期を有するミラ星は其色暗きほど、週期の長さを増すことを示せり、即ち、彼は色によりてこれを十級に分ち、0は白色を表はし、9は深赤色を表はさしめたり。かくて是等の各級に屬する星の數を算し、之をnにて表はし、週期の平均値はP(日數)にて表はせり。而して得たる結果は即ち次表の如し。

色	P	n	色	P	n
0	134	5	5	339	14
1	251	21	6	372	17
2	274	23	7	399	6
3	270	12	8	418	1
4	301	17	9	445	5

此統計は極めて明白なり。又カプタインは分光器的連星をば週期の十日以内なるものと夫れ以上なるものとの二群に分てり。彼は更に是等の六十二個の星を其色に従がひて白色(ハーバード分類B及びA)黄白色及び黄色(ハーバード分類F及びG)赤黄色及び赤色(ハーバード分類K及びM)の三級に分ちて統計を試みたり、而して其結果は次の如し。

種 類	B-A	F-G	K-M
週期 0-10日	65%	41%	0%
" 10日以上	35%	59%	100%
星 の 数	34	24	4

分光器的連星にありてはその兩星は相互に強き潮汐作用を及ぼし合ふことを信すべき理由あり。されば此作用によりて兩星は漸次遠ざかりて、其週期を延長するに至るべく、かくて最る老齡なる星は一般に最も長き週期を有するこゝとなるべし。

カプタインは分光器にて観測せる視線の方向に於ける固有運動の研究によりて一層興味ある結果を見出せり、但し此材料とせるものは太陽の固有運動に於ける影響を除き去れるものなりとす。而して彼れの得たる結果は次の如し。

種 類	視線固有運動	星の數
3.7 杆		2
クアルアン	6.5	64
ライエ	12.6	18
クア素	14.5	17
水	12.6	26
黄	15.4	55
赤	19.3	6
深	13.1	8
不定形星	0.1	1
星雲(オ	26.8	13
星雲		
星座の)		

白色の水素星は黄色星とは僅少の差違を示すに過ぎず。各群自體の中にあ
りても老ゆる赤味を増すことと共に其固有運動の少しつゝ増加するを認むる
なり。只深紅色の星丈は星の數除程僅少なるがためにや、此一般の趨勢に従は
ず。されど是れを除きて考ふれば、星の固有運動は星の齡と共に増大する傾向
を有するは極めて明瞭なり。

キヤメル及びボッスは一層多數の材料によりて研究を試みたり。余は茲にキヤ
メルの結果を紹介せん。次表の第一行は星の種類を示す、第二行の數は星の數、又
第三行は星の固有運動にして一秒の一萬分ノ一を單位とせるもの、次は視線速
度にして毎秒纤にて示せり。又其次は視差にして一秒の一萬分ノ一を單位と
す。各數の頭にCとあるはキヤメルの數にして、Bを冠せるはボッスの結果なり。

種	類	數			固有運動			視線速度			視差			固有運動			比 (C)
		C	B	總	C	B	總	C	B	總	C	B	總	C	B	總	
B-B5	Oe5-H5	312	490	78	86	6.2	60	66	1.30	1.30	1	1	1	1	1	1	
B8-B9	B8-A1	90	1647	182	207	6.7	129	102	1.41	2.03	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	
A	A5-F8	172	651	368	403	10.5	166	141	2.22	2.86	1.69	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	

F		180	1065	14.4	354	3.01	2.32	2.32				
G	G	118	444	747	289	15.9	223	86	3.35	3.36	2.56	2.58
K	K	346	1227	516	304	16.8	146	86	3.53	3.54	2.71	2.72
M	M	71	222	384	282	17.1	106	78	3.62	3.62	2.76	2.78
			1289	4686								

固有運動及び視差の行を吟味するに、黄色星は吾等に著しく近く位し、従つて
他のものよりも大なる固有運動を有するて、人々の熟知せる特性を示せり、即
ち、F種の星は我太陽に接近するの度極大にして、之との距離より言へば極小な
る種類のものと云はざる可からず。即ち星の距離は此群を距るに従ひて其
前後共に次第に大となる。キヤメルは此齊一性は微弱なる星をも數へたるボッ
スの視差に於ては殆んど消滅することを注意せり。されば光輝著しき星を除外
するときは、星の分布が餘程一樣なることを知るべし。且つ黄色星の視差はカ
プタインの計算せるものよりも著しく小さし、即ちその絶対光力はカプタイン
の與へたるものよりも遙かに大なるを知るべし。

前記の表に現はれ來れる特性を説明せんがためには、吾人はカプタイン及びキヤメルと共に次の如く假想せざる可らざるなり、曰はく星は恒星状態にある間だけ重力の一般法則に従ふものゝ如しと。蓋し恒星がよりて以て生成せる原始物質の各部分は、恐らく光壓の爲めに「キヤメル」の言相互に重力を及ぼし得ざるものならむ。而して恒星の發生すると共に漸次に勢力を現はし、星の運動を加速し、従つてその視線方向の固有運動が一般にその齡と共に増大するに至るものならむ。

然るにかゝる視線に於ける固有運動に於ける著しき特性が切線に於ける固有運動の値に現出し來らざるは何ぞや、他なし、星の距離が下群より初めてその前後に著しく増大するによるものならむ。こはカプタインの與へたる次表によりても明白ならむ、それには太陽の線速度 h を星の平均距離 ρ にて除したるもの、及びそれと比例する視差 π を示せり。此二數は共に一秒の一萬分ノ一を單位とせり。

ハーバード分類	星の光度	星の數	h/ρ	π
B	5	440	284	68
A	5	1088	411	98
F,G,K	5	1036	942	224
M	5	101	465	111
N	8.21	120	30	7

角度にて示せる固有運動を視差にて除れば、視線に直角なる方向に於てする固有運動の實大の比數を得べし。依りて余は三二四頁の表に於て此値を計算したるものを加へたり。今其表に就いて之を見るに、キヤメル材料によるものはポッスの材料によるも、此比數が極めて規則正しく初め速かに、尋いで餘程緩漫に、星の齡と共に増加することを知るべし、かくて遂に一の極限に近づくものゝ如し。こは有り得べからざる事にもあらざるが如し。又余が下に述べんとする他の整齊性がキヤメルの観測に頗る著しく現はれ居るを見るなり。こは同氏も注意せる所にして、即ち若かき星 B 及び A 種の視線固有運動が銀河附近○

一三〇度にあるものが、それより遠き所にあるもの(六〇―九〇度)に見るよりも約二倍程大なることは是れなり。しかるに黄色星即ちF、G、K級のものにおいて、此比は五對四に過ぎずして、赤色星(M)に至れば此性質は消滅するなり。

カプタインは又指摘して曰はく、ブレヤデス、ヒアデス、大熊座中重なる大星に於けるが如く、各個の星が相互に殆んど平行に且つ殆んど同一の速度を有する星群は長年間に存在せしものにはあらざるべしと。こは又吾人の知る大半の星を込めたるカプタインの二大星流に就きても同様なりとす。

オリオン大星雲によりて案ずるに、不規則なる形の星雲は何等の固有運動を有せず。従つてそは原始質と見做すべきものなり。然るに其スペクトルによりて推定すれば之と同一物質よりなれるものと思はるゝ惑星狀星雲が頗る大なる視線運動を有せることは一見甚だ奇異なる現象と言はざる可らず、吾等は後に至りて此現象を説明する所あらんとす。

各種の星の銀河に對する分布の狀態はキャメル及びピケリング其他ハグストレムによりて研究せられたり。ハグストレムの如きは分布圖をも作成せり。

これによるに第一群即ちウルフライエー星は僅少の例外を描きての外は何れも極めて銀河に近く位す。ヘリウム星を含める第二群が矢張銀河附近に位するの事實は既に餘程以前より知られたる所なれど、第一群の如く甚しくは密集し居らず。第三群即ち水素星は全天に亘りて稍、整一に分布せらるゝを見る。但し銀河をなす微弱なる多數の白色星は恒星表の中に入らず、若しこれをも入るゝときは白色星も亦銀河の附近に著しく密集せるものとなるべし。黄色星第四群にては尙多少銀河の近傍に密集するが如き傾向の存することを知り、されどハグストレムの天圖に依れば赤色星(第五、第六群)にありては最早かくの如きことを認むる能はず。

ピケリングは全天を四個の等積部分に別ち、その各部分内に存在する等級六、二五以上の星の數を計算せるに次の如き結果を得たり。

スペクトル	±8.1	±21.6	±39.8	±62.3	銀河緯度
B	367=51.3%	227=31.7%	85=11.9%	37=5.2%	
A	705=37.4	539=28.6	345=18.3	296=15.7	

F	212 = 29.4	200 = 27.8	152 = 21.1	156 = 21.7
G	183 = 30.1	170 = 27.9	128 = 21.0	128 = 21.0
K	505 = 29.4	459 = 26.7	377 = 21.9	378 = 22.0
M	122 = 26.7	126 = 27.6	108 = 23.3	101 = 22.1

此表を見れば變遷の状態極めて明白にして赤色星Mにあつても尙原始的分布の状態が多少其痕迹を残せることを見得るなり。

此整齊性の意義は前に述べたるキャメル及びカプタインの結果によりて説明すること敢て難事にあらざるべし。即ち恒星はもと銀河の近傍にのみありたるものにして、各自の固有運動のため、それより遠ざかるに至りしものならむ、従つて星の齡が長くなるに従がひて、いよゝその原始的分布を追跡することの困難を感ずるなるべし。かくて最も老齡なる星にありては殆んど全然天空上に不整齊に分布せらるゝに至る。

吾人は次に星雲の分布問題に言及せん。ポーションによれば、不規則星雲は大半銀河の附近に位するものなり。彼は其例證としてオリオン大星雲、白鳥

座、カシオペア座、ペルセウス座、プレヤデス、鯨座其他に於ける多數の星雲を擧げたり。されど兩マゼラン雲は銀河より可成遠き所に存在す。不規則星雲は其形狀頗る不規則にして且つ其組織稀薄なり。而してその稀薄なる部分の廣がりは極めて大なるものにして、幾平方度に亘るもの少からず。此種の星雲否な少くとも明かに銀河に屬せるものにおいて、恐らく何等著しき固有運動を有せざるものなるべし。

惑星狀星雲は是れと全く異り、カプタインの表に載れるものに就きて案ずるに、最も大なる視線固有運動を有せり。ポーションは理論的根據よりして、多くの研究者の注意せる如く是等の星雲が銀河附近に於て銀河の極よりも密集(約二倍)せるにも係はらず、決して銀河系に屬するものに非らざるべきことを結論せり。此見解は此等の星雲が特別に大なる視線運動を有する事實に徴するも多少有力なるものと云ふを得べし。而してポーションによれば、此惑星狀星雲なるものは(彼は環狀星雲をも此中に數へたり)それゝに我銀河系と似たる別々の大なる世界系たるなり。思ふに吾人の系統以外にある天體が我系統内にある

天體よりも吾人に對して遙かに大なる視線運動を有することたる、毫も不自然のものにあらざるべし。こは例へば地球自轉の速度が軌道に於てする速度よりも遙かに小さく、更らに惑星の軌道上の速度が平均して太陽若くは恒星相互の固有運動よりも頗る小なるが如きものならむ。

惑星狀星雲の本來の位置を一層明かにせんがため、余はキラーの研究せる十三個の星雲をば銀河に對する位置に従ひて次ぎに之を表示せり。此際一方には銀河の極が赤經一九〇度五、赤緯北二七度にあるものとして其銀河緯度を計算し、又他方には一星圖上に頗る不規則に描かれたる銀河の縁に至る最短距離を測りて其特徴とせり。されば勿論此後者によれるものが最も規則正しき數字を示せり、此行にて銀河の内部にあるものはすべて零なる距離を有することとなるなり。表中Vは太陽に對する速度即ち觀測によりて得たる値(英哩にて示す)にして、V_oは之より此太陽の運動を除きたるものを示せり。但し太陽の運動は向點赤經二七〇度赤緯三〇度に向ふものにして毎秒一一哩の速度のものとして計算せるなり。

星	雲	赤經	赤緯	距離	銀河緯度	V	V _o
G.C. 4514		295.4	+50.16'	0	2	-3.3	+6.5
G.C. 5851		257.0	-12.47	0	5	-32.0	-24.4(不精)
N.G.C. 7027		315.7	+41.48	0	23	+6.3	+15.0
N.G.C. 6790		289.3	+1.18	0	29	+30.1	+39.4
N.G.C. 6891		302.5	+12.84	0	33	+25.3	+34.4(不精)
G.C. 4390		271.7	+1.50	5°	12	-6.0	+4.1
G.C. 4964		350.1	+41.56	6	25	-7.1	-1.2
G.C. 4510		294.4	-14.25	15	42	-10.4	-3.4
G.C. 4373		269.6	+66.38	16	15	-40.2	-31.4
G.C. 4234		250.	+24.0	31	27	-21.3	-10.9
G.C. 826		62.3	-13.1	35	38	-6.3	-17.0(不精)
G.C. 4628		314.5	-11.48	36	59	-30.9	-24.8
G.C. 2102		154.9	-18.5	42	44	+3.7	-1.7

此表を見れば頗る規則正しき現象の存在することを認むべし。即ち銀河内(距離零のもの)にある星雲は平均二十四英哩(三八・六)程てふ大なる視線速度を有す

るにも係らず、一般の平均値は十六英哩五(二六五)粒に過ぎず。而して銀河内の五星雲中一個を除きては視線上、何れも吾等の世界より遠ざかりつゝあるなり。尙ほ茲に注意すべきことは、初めの二個は恰も銀河の縁に位し、加ふるにその第二に於ては視線速度の決定が不精確なるのみならず、銀河中稀薄なる部分に存在せること是れなり。かくて銀河よりの距離が増加するに従ひて速度は減少し、遂には可なり大なる負の値に達す。銀河より五度以上を距つる有ゆる星雲の速度は負なり、即ち夫等は皆吾人の世界に向ひて接近し來る。而してその平均速度は一一・五哩(二八・五)粒なり、即ちキャメルによる赤色星(M)の速度(一七・一)粒よりも少しく大なり。

此特種の整齊性は、リック天文臺の測定によりても確かめられたる所なるが、其最も簡單なる説明は次の如くなるべし。惑星狀星雲なるものは銀河の世界の外に位せる遙遠なる天空より吾等に向つて接近し來るものならむ、かくて是等が我銀河系より出立せるものにあらざるがため、頗る大なる平均速度を有するなるべし。然るに此等の星雲の容積が非常に巨大なるが爲め、是等は恐らく宇

宙微塵のために著しく抵抗を受くるに至らむ。而かも宇宙微塵は一般に銀河の近傍にて濃厚なるが故に、従つて其處にて運動の障害を受くる程度も亦最も大なるべし。かく想像せば、此種の天體の角速度の小なることも理解するを得べきなり。されば切線の方向に於て大なる固有運動を示すことあるは星雲が今や銀河の面に侵入せんとするに際し、其軌道が屈曲して視線速度 V の小なる所に於てのみ期待し得べし。而して一旦此中に捕はれたる星雲は摩擦のために吾太陽系の重心の存する銀河平面内に留まる事となる。是れ此種の天體が銀河附近に密集する所以なり。大なる引力を及ぼす物質の附近にある時は頗る大なる速度を受くるに至る。

是れに反して星雲の他の一群螺旋狀星雲なるものは不規則星雲とは銀河に對する關係を全然異にせり。即ち是等は他の部分に於けるよりも銀河の兩極地方に於て大に密集するが如き傾向を有す。プロクター及ウォーターは天圖上に描きて此傾向を明にせり。

次に星團は如何と言ふに、ポーションは銀河の中心附近に存在するものなりと

せり。彼れの説によれば、星團なるものは多くの惑星状星雲に於て之を認むる濃厚部若くは環状星雲に於ける中心星に相當するものなりと云ふ。而して彼は此種の天體を天圖の上に記入せしに、是等が銀河の一定區域即ち望遠鏡座に於て密集することを認めたりと云ふ。されば銀河の中心點より眺むる時は我太陽はそれと反對の側即ち駁者座にある事となるべし。されどウーターズの分布圖に於ては星團の密集するが如き現象を認むること能はずして銀河に沿ひて可なり平等に分布せらるゝを見且つマゼラン雲の中にも存在することを見るのみ。此雲の大なる方にはウーターズの圖に於ては十一個或は十二個の星團にて取り巻かれ其中心に多數の螺旋状星雲の存在するを見るなり。夫れより少しく離れて尙ほ二個の星團あり、是れも恐らく同一系統に屬せるものなるべし。又螺旋状星雲よりは星雲片の延長せるものあり、されどウーターズの圖には其中に只二個の星團の記入せるのみなるを以て其方向に就て知るは難し。兎に角孰れの場合を問はず星團は星雲團の縁に位するに似たり。

倍吾等は再び前に述べたる各種の恒星の説明に歸らん。是等はもとすべて

皆一個の原始星雲——銀河に沿ふて存在し、其殘渣は今日にても尙多量に殘存す——より物質の凝結して生ぜしこと明かなり。原始星雲は其初め何等の恒星をも含まず。かのプレヤデス、ピアデス及び大熊座の明星其他の星群の如きも最初は不規則星雲なりしなり。而して今日は等の群に屬する個々の星が夫々平行軌道に沿ふて走りて相互に餘り偏より居らざる未だ長年に亘りて重力の作用を受け居らざるためによりて之を見れば、それが依りて生せる原始星雲の各部分が現在の星群と同一方面に一定の速度を以て運動せしものと想像するも不可ならざるべし。今若し大熊座の諸星より天狼星に至る間に亘れる大星雲ありて、進行をなし、我太陽を生める原始星雲が尙ほ未だ凝結せざる時に於て既に此處に到達せるものと假定せば、我太陽は今大熊座星群の中間に挟まれつゝあるを以て此兩星雲の衝突は必ず起らざるを得ざりしなるべし。しかも星雲の物質は頗る稀薄なるべきが故に、此偶然的の衝突による熱の發生極めて緩慢なるべし尙ほ後條を参照せよ。而して幾百萬年の間には主として壓力とは殆ど關係なき摩擦及び夫れ／＼に兩星雲を統御しつゝある重力のみが働くべし。

その結果として此兩星雲は互にからみ合ひ、一個非對稱的の螺旋星雲を形成するに至るべし(後條を参照すべし)。若し又更に一の他の運動星雲が此方面に来ることあらんか、これも亦摩擦のために螺旋星雲に捉へらるゝに至るべく、そのため螺旋星雲の一侧に、螺旋的構造をなせる一枝條を生ずるに至るべし。最初の螺旋星雲は衝突軸のまはりに於ける旋轉の結果として、主として平面上に發展するに至るべし。而して若し此際最初生ぜし螺旋星雲が非常に強大なるものにして例へば、カプタインが、吾人の研究せる星の大部分を包括せりと想像したるかの大原始星雲より生成せりとせば、此星雲は其勢力によりてその後捕へたる小なる星雲をば悉くその主平面上に抑留するに至るなるべし。即ち銀河なるものはかゝる過程によりて發生せるものなりとするを得べし。

星雲は恒星若くは一般に凝結状態を示せる天體の衝突によりて發生せるものなりといふ説に對し、かゝる衝突の起り得る確からしさは極めて小なりとの反對を聞くこと常なり。されど吾人は此解釋法をば新星及び夫れを取りまく星雲の形成に對して應用することを得るは勿論なり。キセルの最近研究によ

れば、恒星は從來吾人の信せりしよりも更に一層遙かなるものゝ如し。されど吾等は又星雲の占むる容積が驚く可き程大なることを記憶せざる可らず。シ一によれば螺旋星雲は宇宙微塵の二大群團の會合によりて生ぜるものなるべしといふ。しかも彼は此説を立つるに際して此宇宙微塵の粒子が直径一耗以下に達する時は相互に排斥し、且つそが非常に微弱なるブラウン運動を有するに過ぎざるにより、是等の微塵粒間には何等著しき摩擦を起し得べからざる事實を忘れしなり。

密度が一にして、直径〇・〇〇一二耗を有し、完全反射をなす微粒の太陽の光壓によりて排斥せらるゝ力が、その重力によりて引かるゝ力と相等しき事實に基きて直径一米を有する此種の二球が、その絶対温度一〇〇〇度の状態にあるときは最早相互に引き合はざることを計算し得るなり。又直径〇・一耗若くは夫れ以下の球にありては絶対温度十度を超ゆれば既に相互に排斥するに至るべし。若し又此場合に密度が地球のものに相等しとせば、其極ドキ大さは〇・〇四三耗に下るべし。しかも是れ以下の温度を星雲に對して想像するは殆ん

ど不可能のことなり。従つて宇宙微塵はシ一の想像するが如く、重力によりて凝結し得ざるなり。余は從來星雲の温度をば絶対温度五十度許と見積りたるも、此の如き場合とても太陽より排斥せられたる微塵が著しき凝結體をなし得るは思ひもよらざる所なり。

茲に一の頗る奇なる現象あり。即ちシュワルツシルドの研究によれば、或光線の波長に比して頗る小なる直径を有する粒子が、其光線に作用せらるゝとも決して排斥せられざるものなり。球状粒子の周囲が波長の四分の一なる時は斥力は來射する光エネルギーの五十分の一許を超へざるに至るなり。更に是れより小さくなれば斥力は實際上消失するものと見做し得べし。蓋し光線が物體の周を廻折し行くが爲めなり、偕光の波長は温度の降下に伴ひ、次のヴィン公式に隨つて増加す。

$$T \times \lambda_{\max} = 2.95 \text{mm}$$

此式に於て T は暗黒なる輻射體の絶対温度を、又 λ_{\max} は最大輻射の波長を示すものなり。今説明を簡單ならしめんがため、光線は等質なるものとし、又物體の密

度が一なりと假定せむ。然らば絶対温度十度に於ては、物體の直径が〇・〇五—〇・一五耗の間に位する場合に限りて斥力の存在を見るべし。又二十度となれば此大さの範圍は〇・〇一—〇・五耗許となる。此兩限界、即ち上限界、同大の粒の輻射による斥力が相互の引力と釣り合ふ所と、その下限界とが、温度の降下すると共に互に相近づくことを見るべし。されば頗る低温度例へば絶対温度八度以下に於ては、有らゆる物體が皆重力の作用のために凝集するに至る譯なり（此限界温度はなほ粒子の密度によりて變じ、密度五・五なるときは此温度は十七度許なり）。夫れ以上の温度にありては粒子は温度に逆比する或る一定の度まで凝集し、同時に上の限界は絶対温度の自乗に比例して増大す。即ち相等しき同大の二球の間の斥力の優勢となる範圍は、温度の上昇に伴ひて急速に擴大し行くものなり。

不規則星雲の如き非常に稀薄なる二瓦斯塊が、カプタインの二星流に於けるが如く、相互に貫通し能はざるやの疑問を生ぜむ。瓦斯の動力學說によれば、水素分子の速度は攝氏零度にては毎秒一・八四浬にして、その平均自由徑路の長さ

は 16.5×10^{26} 耗なり。されば、我太陽の質量が海王星軌道の直径の一萬倍(こは我太陽より最近の恒星ケンタウルス座 α 星に至る距離に等し)の直径を有する一球状星雲内に瀰満し、且つ何處も悉く攝氏零度の温度を有する水素分子のみよりなれるものとせば、其分子の平均自由徑路の長さは 333×10^6 糎を有すべき筈なり。かくて此星雲内の分子の關係速度は攝氏零度に於ける水素分子のもの、約十倍程大なり。従つて二個の粒子が衝突するまでの間隔時間は 100×10^6 ($\frac{333 \times 10^6}{1.24 \times 10^8}$) 秒即ち廿一日なり。而して二ヶ月後に至れば此二個の相衝突する星雲の大速度の大半は調整すべからざるもの、即ち熱の運動に變化し、其温度は絶對温度約七〇〇〇度に昇るべし。従つて衝突せる部分は急速に關係的に靜止の状態をとり、熱の運動は其隣接部分に於ては急速に傳播すべきも、星雲の遙遠なる區域に於ては頗めて緩慢なるべし。是れによりて關係運動は兩側に距たるに従ひ、漸次に増大する事となるべし。

稍、精しく計算し見れば前記の場合に於て衝突が斜めに起るものとして、次の如き結果を得べし。即ち半徑四五光年を有する二個の球状星雲が毎秒約二〇

糎の關係速度の下に相衝突するものとせば、衝突の傾きの大小に従ひ、四萬乃至五萬年を経て兩星雲は全く重なり合ふに至るべし。而して其際相衝突せる部分は靜止し、其運動は熱に變ずべし。かくして發生せる熱の温度は 8000° 度を降らざるべく、熱の一部分は傳導によりて衝突せざる外部に放散すべし、されど其温度は外方に向ふに従ひて急速に低下すべし。これと同じ原因の爲め、最も外部に位せる故衝突を免れ、其運動を失はず、従つて靜止せる部分に對して毎秒一〇糎の速度を保存せる部分に於ては、内部に進入るに従つて漸次に其運動を減すべし。よりて結局瓦斯塊は一種の旋轉運動を行ふに至る。運動の分布のかゝる状態は衝突せる二個の星雲球内に於ける質量分布の状態によりても又起り來る所なり。衝突の始めより約二萬乃至二萬五千年を経れば、兩球は再び相距たり、高く熱せられたる中心の部分は表面に登ること恰かも二恒星の衝突によりて起ると等しかるべし。かくて高温度を有する瓦斯分子は逸散す次第に其熱を失ひて冷却し、中心體のとは反對の方向に旋轉する螺狀を形成するに至るべし。但し重力は又是等の瓦斯體の大部分をば中心體に抑留すべし、

併し重力の抑留し得るは大なる距離に於ける部分に於て特に有効なるべし。銀河の極の附近に存在する點に於て螺旋星雲の形成せらるゝ次第を考ふるに、蓋し次の如く想像するを得んか。銀河は一の巨大なる星雲板をなして一平面上に存在す。然るにその或る部分の星雲瓦斯が失せて恒星を生せり、かくて此星は尙ほ残れる星雲の部分に向ひてエネルギーを輻射し、星雲の部分は其中にある微塵の媒介によりて此エネルギーを吸収し、そのため膨脹す。此際速度の大なる分子は此中より逸散し去るも、銀河の平板に直角なる方向に逸出せるものは依然其儘其處に残留するの傾向最も著しかるべし。何とならばそこには此等の重力によりて引戻さるゝ量は比較的少なくなるべければなり。此點に於て是等の瓦斯分子は、光壓のために大速度を以て恒星より逸散する微塵質とは大に其趣を異にせり。即ち微塵質は「シー」の見解と反して有らゆる方向にはば齊一に分布せるも、是れに反して高速度を以て逸走せる瓦斯分子は銀河の極附近に集まりて不規則星雲を生ずるに至る。是等の瓦斯（ヘリウム及び水素の如き）は通常の温度にては輻射をなさず、従つて重力作用の下に凝集して濃厚なる瓦

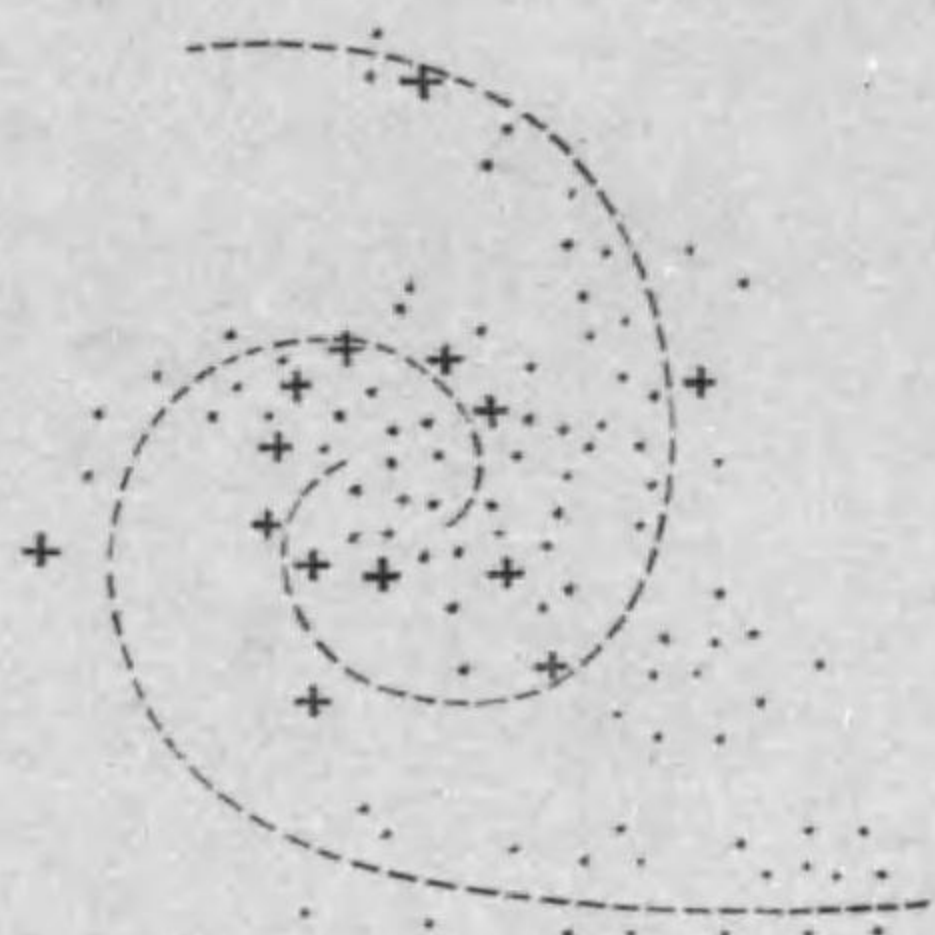
斯塊を形成するに至る。而して其運動は非常に大なるものにあらねば恐らく空間到處に存在する宇宙微塵のために防止せらるゝに至るならむ。而して光壓のため恒星より排斥せられ、大なる速度にて進み來れる微塵は此瓦斯塊中に漂浪し來るべし。此微塵は新たに形成せられたる星雲を凝結せしめて相離散することなからしむる効用あり。微塵粒は低温度にては餘り著しく相衝突せず、依つて星雲中に永く残留す。而してかゝる微塵は恒星の周圍にありし際其表面に瓦斯又は液體を凝結せしめたるにより、其相互の衝突は兩者を結合する事となり、従つて漸次に其形を増大し、かくて充分大なるに至れば、相互に引力を及ぼすに至るべく、其結果終には隕石の如き物體、尋いては恒星を生ずるに至るべし。もとより團聚せる瓦斯質は最初より相互の關係運動を有するを以て、重力作用のためいよゝ著しきものとなるべし。而して衝突によりてそは頗る廣大なる螺旋星雲を形成す。又此星雲内に發生せる大なる天體は相衝突し、かくて新星なるものが生ず。これはやがて惑星狀星雲となり、更に星團に發展し行くべし。かゝる新成形作用は可成に發展せる星雲中に於てのみ發生する

を得べし例へば銀河に於ても亦然り。即ち是等は約一〇光年の平均速度を有する惑星状星雲に外ならず。蓋し衝突によりて生せる融合體の速度は兩天體の速度以上のものとなり得ざればなり。恒星よりも大なる速度を有せる惑星状星雲は吾人の知らざる他の「銀河系」より來れるもの、若くは夫れ自らが一の銀河系たるものなり。その原始運動は摩擦によりても我銀河の共通速度に減少せしめらるゝ事なかりしなり。銀河の或る區域に限りて恒星の非常に著しく團聚するは或程度まで星雲質を呼び集めたる他の螺旋状星雲の此處に侵入し來れるに因るものならむ。

かの兩マゼラン雲なるものは其大さこそより小なるべしとは言へ、我銀河と同種類の者ならむ、但し大なる星雲片が此星雲の平板に直角に位せるは明かに認め得る所なり。又中心には銀河の極附近に見るが如き不定形の物質あり、星雲片の中心部分を蔽ふてそれを認め難からしむ。此星雲は次に示すウスターズの圖によりて認め得らるゝ如く、其縁邊が星團にて限られ其の最も外方にあるものは、それを包める螺旋状星雲に於けると等しく、螺旋状排列をなせる痕迹を示せ

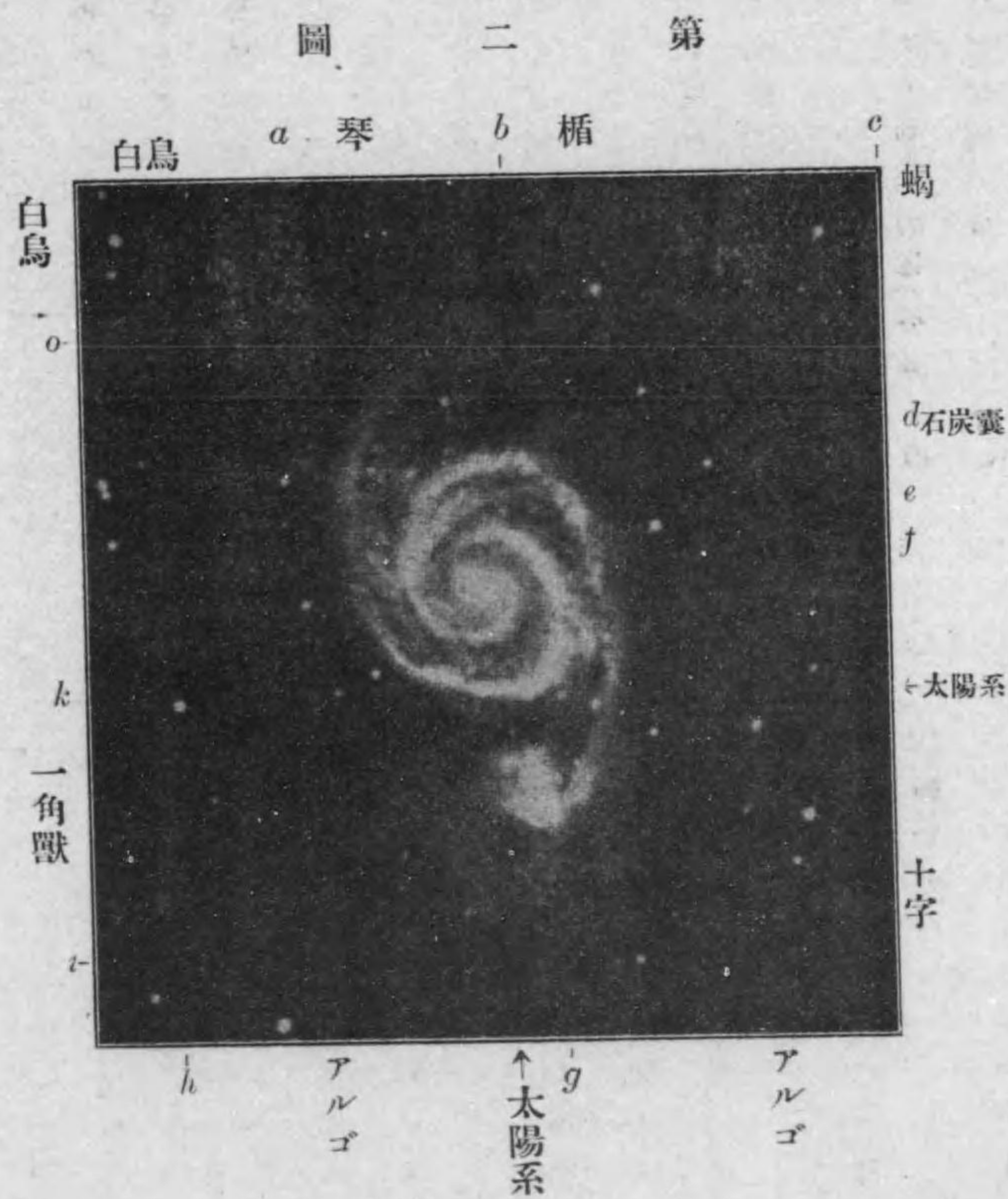
り(第壹圖)。

第一圖



銀河も亦其軸上に於ける遙遠なる點より之を望めばこれと相似たる外觀を呈するものならむ。螺旋状星雲は軸及び螺旋の渦卷より餘り遙かならざる所に集合す。かくて吾等が銀河につきてなし得る認識はまづ次の如きものなるべし。即ち根柢としてはイーストンが爲せるが如く一の螺旋状星雲を採るべし。但し彼れの圖に於ては螺旋状線數多あれど(ニューコム・エンゲルマンの通俗

天文學第三版六一八頁を見よ)吾等は茲に銀河が二本の枝よりなれるものとせむ。而して其模型としては星雲中最も著名なる獵犬座のもの(メッシーア五十一號)につきウイリソン山天文臺にて撮れる極めて美麗なる寫眞板を採らむ(本文第四十七圖と同じ)太陽は兩螺旋状線の間にある空處(圖中↑線の交點にある位置X)にあるものと見做し得べし。星雲の周圍の星座は圖の縁に之を記入せり。

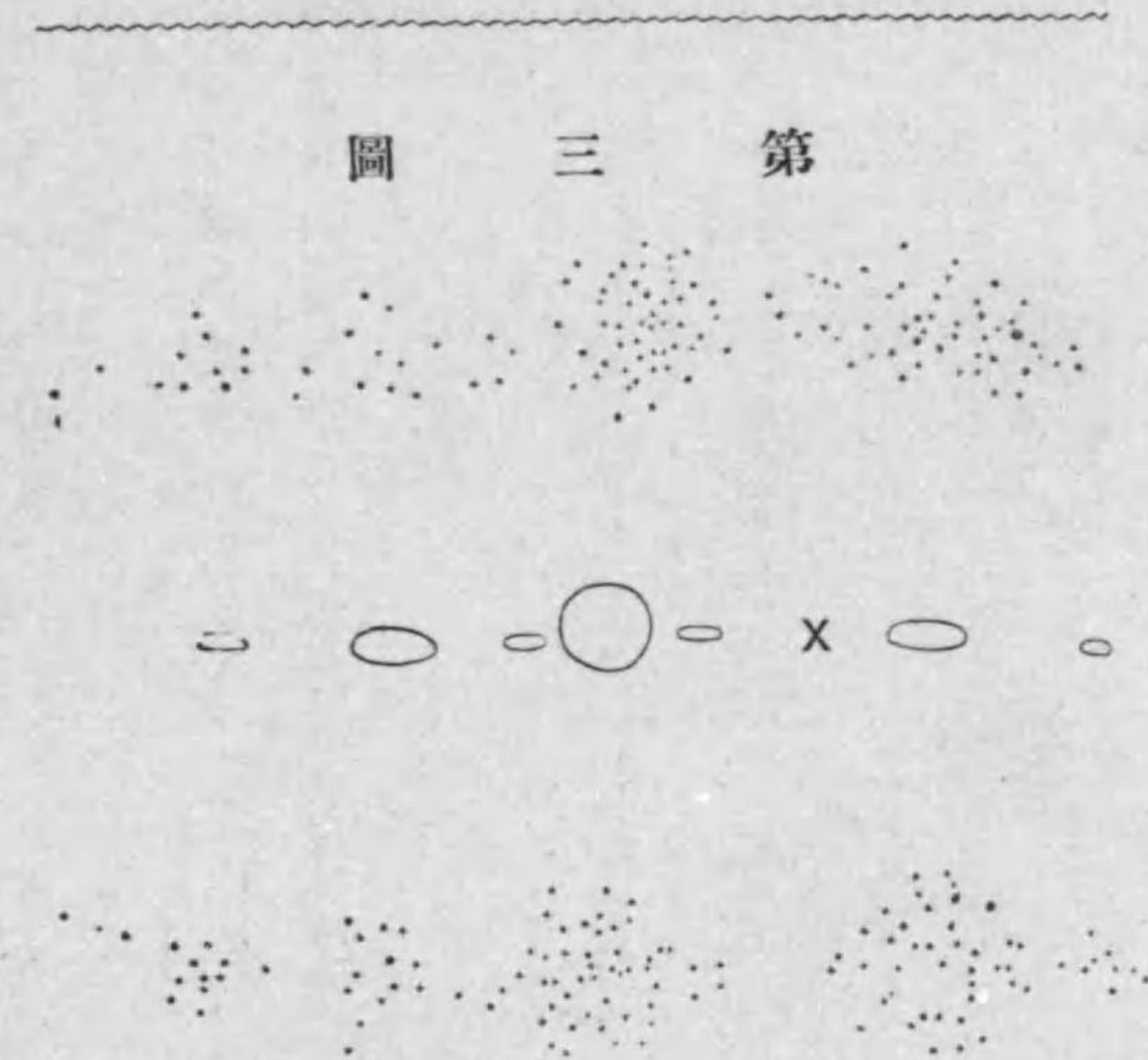


中央にある濃厚部は白鳥座の最も濃厚なる部分に當りて天空上約二五度を占め、太陽より之を眺むれば、其最も濃厚なる部分は $xo \cdot xa$ 兩視線の間を占むべし、即ち天空上約二五度の長さ oa を占む。夫れより一三五度の間、此圖

にては九十度位なれど、銀河は二枝に分たれ、其北方なるは琴座(ab)、蛇遣ひ座(bc)を經、光輝を減じ蝸座より定規座に達して他の枝と合す、又他の一枝は狐座、矢鷲、楯望遠鏡及び祭壇座を經て、定規座(d)に來りて北方の枝と會す。而して此第二の強勢なる枝はxに近く内方にある渦巻に相當し、第一のものは初めの中だけ強き(ab及びbcにて)ものにしてxの外方にある渦巻に相當するものと見得べし。eの邊りにて暗き場所となる、これは石炭囊と稱する銀河内の空所にあたれり。それより再び光度を増してfgまでに及ぶ、こゝは十字座及び龍骨座にあたり。次いでアルゴ座の微弱なる場所ghに達し、終に一角獸座の明るき場所となる、これは又オリオン座と双子座の界にある微弱なる場所kに至りて止む。

此銀河中單に一渦巻のみを認むる部分を経過せば、再び牧夫座及ペルセウス座に於ける非常に光輝ある場所に來る。ここにては内方の渦巻は切線的に見らるゝが故に分枝せず、又ケフェウス及びカシオペア座の光輝強き場所にあたれる内方渦巻の兩部分の間には一種の空隙を認むべし。

此最後の斷片koは銀河上約一〇〇度を占む。尤も此見本にては其半分しか



第三圖は此螺旋状星雲をば白鳥座より太陽を貫きアルゴ座に至る直線に沿ひ

なし、そのため依なる断片は銀河上に於けるものの二倍以上となり居れり、勿論此標本が銀河と全然一致せんことは望み得べきにあらず、されど要するに、最濃厚部(白鳥座に於ける)の兩側には銀河が二つに分かたるべく、其一は銀河上最も光輝強き部分にて比較的短かき断片を占むるも他の一は是れに反して頗る長き區域を占め、銀河の微弱なる部分の大半を占め居る點に於ては兩者よく一致せり。此一致は余の見る所を以てすれば最も重要なものなり。従つて銀河を其南極より見るときは一の右旋的螺旋線(獵犬座星雲に於けると同じく)の觀を呈すべきなり。

て直角に截断せる想像圖にして、その上下には數多の螺旋星雲を示せり。新たに形成せられたる恒星は一般に、螺旋の平面内にある重心に向ひて落下せざる可らざる可言ふまでもなし、そのため、是等は惑星状星雲に於けると同じく、銀河面に於て最大視線速度Vを有すべきなり。而してこはキャメルが次表によりて發見せる事實なり。表中の數はVなり。

星の種類	銀河緯度		
	9°-60°	60°-30°	30°-0°
B	5.4	5.6	7.1
A	5.6	9.2	13.0
F	12.6	12.4	15.3
G	11.3	15.2	15.3
K	13.8	17.4	17.1
M	17.7	19.2	15.9
AよりMまで	12.4	14.8	15.7

前にも言へるが如く、この性質は天空上はば齊一に分布せらるゝ赤色星(M級)

には成立せざるなり。

カプタインが一九一一年四月和蘭自然科學者大會に於て發表せる講演によれば、オリオン座に向つて集まるが如き觀を呈する諸々の恒星の收斂點の位置は、老齡の星より導けるものが若齡の星のより得たるものに比して多少北方に偏るといふ。今其結果たる收斂點の位置を次表に示さん。

	赤經	赤緯
ヘリウム星	96.7	-29.0
白色星(A-A3)	95.5	-18.8
黄色星	90.7	-14.6

ヘリウム星の收斂點は太陽の向點(赤經二七二度、赤緯北二七度)と殆んど全く反對の方向にあり。此事實ならびに以前に述べたる所によりて、吾人はエッチェントンの考へたると同じく、ヘリウム星の見掛けの運動は殆んど全く太陽が反對の方向に運動するによりて生ずるものなりと想像するも敢て不可なかるべし。而して此運動方向は銀河に至る最も近き部分に於ける切線と殆んど平行なり。

此事實ならびに銀河の配置によりて銀河の平面内に於て此切線と直角に運動する恒星は其速度が大なる程、即ち換言すれば齡が老いたるもの程、北に偏より赤經も亦小なる點より來るが如く見ゆるなり。且つ恒星が附近の星の影響を受けて軌道に屈曲を受くる程度の大なる丈、其收斂點はいよゝゝ不明瞭となるに至ることも亦明かなり。

カプタインは第二星流に對しても亦運動と齡との間に一種の整齊性あることを證明し得べしと信せり。若し果して然りとせば、此星流も亦一の莫大なる星雲球より分別し來れるものなりと推量し得べし。

かのヘリウム星、主として第一星流中に存在せるヘリウム星が、吾人の近傍にある星(その見掛けの運動よりして太陽の速度が決定せられたるなり)の重心に對して殆んど静止すとの事實は頗る不思議なることなり。エッチェントンはヘリウム星が實際静止して存在するものならむとせり。キヤメルは此説に賛成せるのみならず、更に説明して曰く、ヘリウム星は多少の運動を有するも是等を生せる星雲の部分は全然運動を有せざるものならむと。カプタインは最近に至り

て此エッヂントンの説明に對して二三の反對を表明せり。曰くエッヂントンの見解に従ふときは、吾人よりヘリウム星と距離を同うする一層高齢の星も亦同様靜止せりとせざる可らず、かくては二星流に分ること能はざるべしと。カプタインはボッスの恒星表に於ける最も微弱なる、即ち最も遠距離にある星に就きて研究し、夫等も吾人に近く位せる星と同様二星流よりなれる事を見出せり。尤も其分別は明星に於けるものの如く明瞭には表はれず。

此難關を切り抜くる道蓋し一途あるのみと思はる。オリオン座に於ける原始星雲塊は靜止せるものと見做すを得べし。是れに反して此星雲よりも吾等に近き星は運動す。星流の大なる一方は銀河より逸出せるものにして、小なる一方は可成の初速度にて吾人の域に向ひて來れるものなり。ケルヴィンは銀河中吾人に見得らるゝ部分の大いさ、即ち太陽に最も近く横はれる螺旋線の兩枝間の距離を計算して、約 3×10^3 光年とせり。又此部分に含まるゝ恒星の質量は太陽の夫れの二倍なりとせり、されば非常の遠距離より一恒星の進行し來りて吾星團の縁に達せる時には毎秒一三三光年の速度を有するに至るべし。然るに第

二星流に於ける星の速度は毎秒約二〇光年なるが故に、ケルヴィンの決定は觀測値よりも頗る大なる速度を與ふるものなり。但し質量を五十分の一に減少すれば事實とやゝ一致するに至らむ。而してこは又マックス・ウォルフの與ふるものとよく一致するなり(マックス・ウォルフ著「銀河」二八頁、一九〇八年版)。即ち彼れによれば星の非常に密集せる所、即ち銀河中楯座に於ては、一平方度の内に約十萬個の星が存在すと云ふ。しかも此部分に於ては星が全天に於ける分布の平均密度よりも約百倍程密集し居れりと見做し得るが故に、夫れによれば星の總数は約 4×10^7 個となる。今太陽が恒星中にて中等大のものなりとせば、吾人に見得らるゝ星の總質量はケルヴィンの見積れるものゝ約廿五分の一となるなり。ウォルフは又銀河の見得らるゝ部分の大さをばケルヴィンの與へたるものよりも七倍程大なりと見積れり。而してこは上記の結果に對しては星の数が減少せりと見ると同様なる影響を與ふべし。

勿論かゝる頗る不確實なる見積をば、充分精確なる結論の根柢となし得べからざるや言を俟たず、されど次の事実は斷言するを得べし。曰はく、吾人が今

日銀河の大きさに對して抱ける見積りは、二星流中の諸星の有する速度が主として相互の引力によりて生せるものならむといふ説と可成によく調和するものなりと。

かくの如く、外界より恒星の侵入するときは銀河の組織を可なり速かに破壊し去ることなきやの疑を生ずべし。偕星が毎秒二〇杆、即ち毎年 3×10^6 杆の速度にて運動するものとすると、それが太陽の附近にある兩螺旋回線間を經過するには實に二〇年を要するなり。しかも此間には銀河の各部もその軸のまはりに於ける旋轉のために變位すべきこと勿論なり。此廻轉速度は太陽の附近に於て、恒星の速度とまづ同階級のものなるべし。而して吾人の模型即ち獵犬座の螺旋星雲に於ては、太陽の附近にある内部螺旋線の回轉軸よりの距離は兩螺旋線の間の距離にはば等しきものと思はる。されば其廻轉週期は 2×10^6 年許となり、角速度は毎年 2×10^{-6} 秒(弧度)となる譯なり。ポアンカレは、銀河の旋轉角速度の最大値は一千年間に二秒(弧度)なりと計算せるが、こは吾等の見出せるものよりも百倍程大なるものなり。しかも彼れは其最大値を以てするも觀測により

て此種の運動を認むること不可能なりと云へり。故に平衡條件は吾等をして、上に銀河に與へしよりも遙かに大なる質量を許容せしむるに至るべし。されど幾兆年の間には此銀河も無論漸次に解散し去るべく、而して此離散作用はウィヤム・ハーシエルが速かに進行するものと考へたるものなるが、恐らく今日既に大分進み居るものなるべし。吾人は此獵犬座の星雲に於て、右側に於ける外部螺旋線に於て此の如き崩壊を認むるなり。而してこは恐らく外界より侵入せる、若くは既に侵入せる天體の引力によりて生せるものと考へらる。

偕て上記の研究が與へたる諸結果を列記すれば左の如し。
銀河なるものは二個の巨大なる瓦斯狀星雲の衝突によりて發生せるものなり。而して是等は恒星の多數が分判する以前に於けるカプタインの星流に相應するものと見做さる。時を経るに従がひ氣體の摩擦及び重力作用の結果として、不整形なる螺旋星雲を生じたり、而してそは主として一平面上に發展せり。然るに空間を漂浪しつゝありたる他の惑星狀ならびに螺旋狀の星雲は此主星雲のために捉らへられ、其衝突の結果として主星雲の螺旋分枝を生ずるに至れり。

かくの如くにして生せる複雑なる形象が銀河の原始態なり。其後其内に漂ひ來れる固狀物體が核となりて恒星を生ずるに至り、是等は永く銀河内に留まり、其外捲線中に分判せる恒星の引力を受けて其運動は主として銀河の主平面に平行なるものとなれるなり。

星雲は其中に新たに造られたる恒星の輻射これは漂入せる宇宙微塵によりて星雲中に吸収されたるものなりのため、冷却して膨脹し、其中の最大速度を有して、主平面に直角なる運動方向を有せる分子を消失すべし。かくて是等は周邊に漂浪せる宇宙微塵と共に銀河の兩極に集合す。微細なる微塵を有する瓦斯質は相互に引き合ひて、集まり大なる塊團を示し衝突によりて螺旋狀瓦斯塊をなすに至り、其中に入り來れる流星狀の核に凝結して終に螺旋狀星雲を形成するに至る。此種のものにて著しき大さを有するものは大マゼラン雲にして、此は多くの點に於て銀河と相類似せるものなり。捲線中には星團が發展し、そのため其周圍に於ける星雲質は消散し去れり。而してこは其中に侵入せる惑星狀星雲より發生せるものならむ。相應する螺旋狀星雲の大量は主星雲より少しく

距たりて存在し、其中央に星團を蔽くせり。

銀河の星の集團の濃厚なる部分の附近に殆んど星を見ざる區域の存在するは星團と類似の點あるを示すものにして、こは外界より星雲が侵入し來りてその銀河に觸れたる部分にて瓦斯質を吸収し去り、そのため其後何等の微塵も隕石も集團し得ず、従つて又何等の星も發生し得ざるに至れるに由るなり。

尙ほ銀河中には星の團體も入り込み來り、そのため最初に於ける形態及び物質分布の状態を甚しく變化せしむるに至れり。

カプタインの星流中大なる方は、銀河螺旋線中吾人に最も近く存在せる枝線より分出せる恒星よりなり、星の齡大なるほど各の螺旋線軸に對して一層大なる角速度を有す。又星流の小なる方は多分一層小なる速度にて吾人の世界域に來れるものなるべく、之れが第一流に屬せる星の運動に著しき影響を及ぼせるものなるべく、且つそれも亦相類せる反作用を受けたるものなるべし。

宇宙發展論終

事項索引

ア行

- 歴力……………三、二六—二七
- アルゴル星……………(二五)
- アルゴン……………一五、一九
- 暗黒天體……………五八、四九
- アンモニヤ……………一九、一九
- イオン化……………三四、九
- 隕石……………五九、四七—四九、一五—一五、一六—一六、一六—二〇、三〇—二七、六四—六五、二九、四四—四七、二四八、三〇、三九
- ウオルフ、ライエー星……………九、三四〇
- ウイン法則……………二一、五
- ヴエスヴィアス山……………三六
- 宇宙引力と原始質……………五九、九、二一、四六、一五、一五、一五九
- 宇宙微塵……………一六、二六、三八—三〇、三四—三四九
- 宇宙の限界……………二七、六四、三九、四四、五八
- 宇宙の輪廻……………二六、五
- エネルギー……………二五九、二六、二六、二六七
- 遠心力……………二九、三九
- エントロピー……………二五九—二六三、二六七
- エレクトロン……………一四九—一五〇、一五、一七四、二九、二五、二〇九、三二〇

カ行

- 黄色星……………九、三〇、三六、三九
- 黄道光……………一八、一九、二〇
- ホリオン星……………三二〇
- 温室論……………六八
- ガイザー(間歇噴泉)……………一三、七、八、一五、八、二〇、四
- 火山……………五、七、八、三
- 火山灰……………六
- 火山灰石……………七
- 瓦斯(火山)……………四、二、三、三
- 火山の水蒸氣……………一、三、二〇、五
- 火山爆發……………二、一、四
- 死火山……………二
- 泥火山……………一、四
- 瓦斯(イオン化せる)……………六、六四
- 火星……………五、八一
- 火星の水蒸氣……………六、八一
- 火星水道……………六、八一
- カプタイン星流……………三六、三〇、三三、三六、三六
- 軽石……………七、三
- カルシウム……………二〇、二二、二二、二四、二五、二七

生物の乾化……………三〇七

岩漿……………三二四、三二五

岩漿の滲透壓……………三二

カントの假説……………三六〇

光の吸收……………九八、二一、五八、九八、二二、四六、七六

瓦斯の吸收……………三〇、三六

氣體論……………三六—三六五

逆行運動……………二六二

稀有瓦斯……………一五二、一五三、一五九、一六六

極光……………一〇〇、一〇一、一九六

弧狀極光……………一六

幕狀極光……………七、七、七

極光線……………一八、二〇

極光の華冠……………一七〇、一〇一

極光の磁性……………一七、一八、一〇〇

極光の高さ……………一六、一七、一八、三〇

極下温度……………三、二九

銀河……………三三、三三、四、三九、四七—四九、三三、三六

銀河の大きさ……………一五

銀河の起原……………一八

銀河の空所……………一四、一五、一七

銀河の消滅……………一五

莖外線……………一四、一四九、一五〇、一五〇

金星……………六、六

金星の水蒸氣……………六、六

矽石……………一四、一四

クセノン……………一五

雲……………三六、四六、一〇、四一、六、一八七、一八七、一八七

グラカトア……………一七、一八、一八、一八、一八

クリプトン……………一五、一五、一五、一五

月週變化……………一八、一八、一八、一八

卷雲……………一〇〇、一〇六、一〇五

原始軟泥……………一〇

ウルトラ顯微鏡……………三三

太陽の紅焰……………一〇四—一〇七

光年……………三三

太陽黒點……………九八、一〇〇、一〇九—一一三、一〇、一六、一七、一七、一七

琴座β星……………一七、一八、一八、一八、一八、一八、一八、一八

太陽コロナ……………二二—二六、四一—四四、一五、一五、一六、一七、一七、一五

コロニウム……………一五

酸素……………七、七、一三、一六、一六

公轉週期……………一〇

サ行

星の不定週期……………二四

極光の週期……………一七、一七、一七、一七、一七

歌帶光……………一九、二〇

星群の收斂點……………一〇四—一〇五

色球……………一〇四—一〇五

自然發生……………一五—一九

自轉……………八、一〇、一五、二四、三六、三七、七六、七九

シリウス星……………三三〇

進化説……………一九、一九

新星……………一五、一〇九—一一三、四一、四一、四一

水蒸氣……………六、七、七、七、七、七

水星……………六

彗星……………七九、一三、一五、一五、一五、一五、一五、一五

水素……………八、一〇、一〇、一〇、一〇、一〇、一〇、一〇

スペクトル……………一四、一四、一四、一四、一四、一四、一四、一四

帶狀スペクトル……………八、九、一〇、一一、一二、一三、一四、一五、一六

替星のスペクトル……………一四〇、一四一、一四一、一四一

星雲のスペクトル……………三二、三三、三三、三三、三三

星雲……………五、一五、一五、一五、一五、一五、一五、一五

瓦斯狀星雲……………一三、一三、一三、一三、一三、一三、一三、一三

環狀星雲……………三三、三三、三三、三三、三三、三三、三三、三三

螺旋星雲……………三三—三三、三三、三三、三三、三三、三三、三三、三三

惑星狀星雲……………三三、三三、三三、三三、三三

不規則星雲……………三三

變光星雲……………一五

星雲の分布……………三三〇

星雲に於ける割れ目……………三三

惑星狀星雲の視線運動……………一

不規則星雲の固有運動……………一

二原始星雲の衝突……………一七、二〇、二九、三六、三六

星團……………三三—三六、四一

星團の分布……………三三

石灰石……………七

石炭……………七、六、七

石油……………七

動物生活……………一

生活力と寒氣……………三〇、三〇、三〇、三〇

生活力と光線……………三〇、三〇、三〇、三〇

生住條件(惑星)……………一五、一五、一五、一五

生住條件(衛星)……………六

生物原子(パンスヘルミヤ)……………二九

生命……………一〇、一〇、一〇、一〇、一〇、一〇、一〇、一〇

赤色星……………九、九、一四—一四、一四、一四、一四、一四、一四、一四、一四

降による星の分類……………三〇〇
 星の起原……………三六、四四、三五八
 星の衝突……………三六、四四二
 星の發展……………三五二、三五八
 星の密度……………三五五

マ行

マゼラン雲……………三六、四六、三五七
 マルガリット……………一三九
 ミラ星……………三二、三四一、四五
 毛管引力……………一八七
 モフエツタ……………一二二

ヤ行

夜光雲……………八、一八四
 熔岩……………六一三、二〇〇
 降(地球の)……………三一五、八五
 降(太陽の)……………五、二五

ラ行

雷雨……………一、一九四
 ラコ岩……………一三三

ラザウム……………九四、一五
 落下時間(小物體の)……………三〇九
 ラブラースの假説……………二八一、二八三
 硫化水素……………七、二二
 硫化鐵……………七、二六
 太陽面に於ける粒子……………一〇、一〇一
 流星(隕石をも見よ)……………八八、一四、一六、一六三
 連星の視線固有運動及其歸……………三三
 週期による分光器連星の分類……………三三

ワ行

惑星の温度……………三、一七、一七
 惑星の起原……………三七、二七、一六二
 惑星の軌道……………八七、二八、二九、六三
 惑星のスペクトル……………八八、八
 惑星の比重……………六

人名索引

ア行

アッペ……………三一九
 アナクサゴラス……………二一九
 アボット……………一三、一四四
 アマガー……………二七、二五
 アラゴ……………一六
 アレニウス……………一三、一七、一九、三三
 アレン……………一九
 アンダーソン……………二〇九
 イーストン……………三、四七
 ヴァーザル……………二五三
 ウァセニウス……………一、一五
 ウィーヘルト……………三三
 ウィーン……………九六
 ウイルソン……………一、二六、一三、一四
 ヴェニリー……………六、一八七
 ウォータース……………三、九、三三、三六、四六
 ウォルフ(チャールズ)……………四七
 ウォルフ(マックス)……………三、三三、三三

カ行

カリントン……………一、二七、一八三
 ガイズコフ……………一三
 カプタイン……………三、八、三九、三三、三三、三三、三三、三三、三三
 ガリレイ……………九六
 ガルレ……………一、七六
 カント……………一、六〇
 キウ観測所……………一、八九
 キーラー……………三三、三三
 キヤメル……………一、五三、二六、三九、三三、三三、三三、三三、三三
 キュヴィエー……………一、九
 ギュルレンシエルド……………一、七、一六、一八
 クールヴォアジエ……………三三
 クック……………一、五七