

一七八一年ハシエル氏が天王星を偶然發見して彼が光榮ある測天技能の絶頂に達したる後、四十年を経て該遊星の歩行、推算と合致せざるを認めたる天文學界は、茲に一大不安の渦中に陥れり。一八四〇年の交には其の差一三八秒に達せり。彼のベッセルは一八三〇年に此の差違は天王星より遠き未見の遊星の攝動作用に基くとの新説を出して、之を解決せむとせり。其後一八四〇年の末つ方英國に於てアダムスと佛國に於てルヴェリエとが殆同時に而も獨立に、此新遊星の質量及び位置を推算し、何如なる遊星が何處より引力を及ばせば、かく天王星が常軌との差違を起すべきかを逆に確定せむと試みたり。かくて先づ（一八四五年の秋）アダムスは彼が推算の結果を當時の欽定司天官（アストロノマール）に（間接に）通報せるも、不幸にして之れを顧みざるの運命に遭遇せしが爲に、直にその推算の結果の良否を判定するの機を得ざりき。尋でルヴェリエは自己の計算の結果を在獨測天家ガレに通報せしに、恰好し、獨逸にては天の、其の方面に對する、詳細の星圖ありしが爲、ルヴェリエの指示せる附近に於て直に記録外の新小星を認め、一日中に之が行動に徴して遊星なることを確めたり。實に一

八四六年九月二三日なりとす。之に先ちルヴェリエの計算摘要現はれしかば、英國司天官は俄にアダムスを紹介したる彼が師に命じて天界の探索に従事せしめたるも、精密なる天圖なかりしが爲に、一々當該方面の星を記録し三回之を繰返して變位せる星を發見せむと試みたるも、其の手續迂遠なりしが爲ガレニ先鞭を著けらるゝに至れり。又推算家たる兩學者は何れも新星の距離に關し實際と相違せる假定を用ひたるが爲、少しく相違せる所あるも、而も新星の見ゆべき方向を決定するには、兩氏の推算にて充分なりしが故に斯く發見せられたる海王星は、全く紙上攝動原理の應用に依りて豫言せるものといふべし。

六六ケアラ
氏第三則

前數節に於ては二體問題と三體問題とを比較し、ケプラー氏遊星運行の法則中第一第二の多少違背する所以は、第三乃至他の數個天體の攝動に依ることと述べたるが、今數個の遊星を比較するに方り、第三則なる太陽距離と周期との關係を視るに、是唯近似則に過ぎざることを知るべし。（攝動を考察せざるも）。今左に橢圓運行の式を示さむ。

先初等解析幾何學により軌道たる橢圓の方程式(1)を微分して(2)を得、又運

行則第二により面積を畫く速度は全周期 T にて全面積を割りたる平均に等しきが故に、(3)を得。又太陽 M と遊星 m と相接近する速度は各距離の二乗に逆比例して、之が相對加速は兩者の和となるが故に、太陽なる焦點に向ふ、求心加速は(4)にて表はすべし。

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1-e\cos\theta} \quad (1)$$

$$e\sin\theta \frac{d\theta}{dt} = -\frac{a(1-e^2)}{r^2} \frac{dr}{dt} \quad (2)$$

(帯徑が畫く面積速) $r^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{2\pi a^2 \sqrt{1-e^2}}{T}$ (3)

(求心加速の汎式) $\frac{d^2r}{dt^2} - r \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = -k \frac{M+m}{r^2}$ (4)

(2)と(3)とにより(5)を得、之を微分して(6)を得、其の以下は(1)(2)等を繰返し代用するに過ぎず。

$$\frac{dr}{dt} = \frac{-2\pi a e \sin\theta}{T \sqrt{1-e^2}} \quad (5)$$

$$\frac{d^2r}{dt^2} = \frac{-2\pi a e \cos\theta}{T \sqrt{1-e^2}} \frac{d\theta}{dt} \quad (6)$$

$$r^2 \frac{d^2r}{dt^2} = \frac{-2\pi a e \cos\theta}{T \sqrt{1-e^2}} \frac{2\pi a^2 \sqrt{1-e^2}}{T} = -\frac{4\pi^2 a^3}{T^2} \cos\theta \quad (7)$$

$$-r^3 \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = -\frac{4\pi^2 a^3 (1-e^2)}{T^2}$$

$$-r^3 \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = -\frac{4\pi^2 a^3 (1-e\cos\theta)}{T^2}$$

之を(7)に加へ(4)と比較すれば

$$\frac{4\pi^2 a^3}{T^2} = k(M+m) \quad (8)$$

にして擾動を度外視したる二體の運行に在りては、各遊星の軌道の半長軸 a の三乗と周期 T の二乗との比が一定なりとのケプラー第三則に吻合せずして、却て $k + m$ 即太陽と各星との質量の和に比例するを知るべし。但し、太陽の M を單位とすれば地球系遊星の m は三三二〇〇分一より小きが故に、多大の差を生ずることなく恰もケプラー則の如き結果を生ず。唯木星以上に つきては、質量千分

六七 應用の例

一に接近するものありて多少の相違を生ずべし。
 右(8)にて示せるケプラー第三則の改正式は種々の場合に應用せられて著しき成績を生ぜり。例へば太陰の地球を周行する周期、及び一般に衛星がその主遊星に對する周期は尤觀測し易きものなるが故に、之よりして主遊星と衛星との合併質量を知るを得べく、而も衛星は常に主星に比して甚小なるが故に多くの場合各に遊星その物の質量を推測するを得。例へば

$$\frac{(地球) + (太陰)}{(地球)} = \frac{1}{(389)^3} \left(\frac{365.2564}{27.3217} \right)^2 = \frac{1}{328000}$$

此中太陰の質量を地球の八・七分一として差引けば地球の質量を表はす分數の分母として三三二二〇〇を得べく。

又火星の第一遊星は之との距離二三九七三に於て、周期は七時三九分一五秒なり。故に

$$\frac{(火星) + (衛星)}{(地球) + (太陰)} = \left(\frac{2397.3}{97390.5} \right)^2 \left(\frac{27.3217}{0.3149} \right)^2 = \frac{1}{3.05}$$

地球に比して〇・一一に當る。

尙又聯星の質量につきても同様の計算を適用するを得、茲に掲ぐるは若干の成績數なり。其の第三及び第四項より推算して第五項を得べく、其の際太陽と地球の周行を本とするが故に、周期の單位は一年とし質量の單位は太陽と地球を合併せるものとす。

聯星名	軌道半徑	年視差	軌道半徑	周期	質量
ケンタウルスのアルファ	一七・七〇	〇・七五	三三・六	八一	二・〇
シリウス(天狼星)	八・〇三	〇・三七	二一・七	五二	三・七
プロキオン	三・〇〇	〇・三〇	一〇・〇	四〇	〇・六
カシオペアのイニタ	八・二一	〇・二〇	四一・〇	一九六	一・八
オフイクスの七〇	四・五五	〇・一九	二四・〇	八八	一・八
ベガスの八五	〇・七八	〇・〇四	一九・五	二四	一一・三

右の中軌道視半徑及び年視差は何れも秒を單位とせるものにして、其の比

は即第三項實半徑なり。後者の單位は地球の平均距離にして、年視差は之を星より視たる角、又視半徑は地球より視たる聯星の角距なり。

六八 攝動の
効果

遊星及び各自に屬する衛星は大體ケプラー則に準じて略所定の軌道を畫くも、攝動の爲に其の軌道の形狀位置等に小差違を生ずること、前に述べたるが如し。されば之より自然に起る疑問は、夫等の小差は長き歲月の間に累積して數萬年乃至數千萬年の後は現在の如き大體の配置を破壊し了りて、全く現時の規模を認むる能はざるに至るや。又或る一二の族員は太陽系外に驅逐せらるゝか、中心なる太陽に引込まれて其の存在を失ふに至るや。將又多少の變差に止まりて大體の配置に大差無きか等なるべし。

今數理に基きたる計算を實測に訴ふるに、茲に二種の攝動を區別するを便とす。一は短期(寧ろ周期性)の攝動にして、甲乙遊星が各自の運行に際し或る時は甚接近し爾後次第に遠かるとす。其の接近するに方りて相互の攝動尤有力なるべく、其の遠近の時期は各自の運行に伴ふて周期性を帶ぶること勿論なり。是等の攝動は其の量小にして或る時は一方に他の時は之と反對の方向に、所

謂振動性なるが故に、長き間には之が平均を失はざるものなり。第二種なるは進行性變差と稱するも其の中には長期性にして其の反復の期甚長きが故に振動性を認むること難く、一方のみ進行するが如きものをも含めり。例へば遊星軌道の外心率の如き莫大の歲月の間一方に傾くも、又其後は舊値に復するものにして、地球の場合には現在の 0.01677 より次第に減少し今後約二四〇〇〇年の後 0.003 までに達し、それより漸次増加して約四〇〇〇〇年を経て 0.02 に至るべきなり。軌道平面の傾角も之と同様の變動を行ふ。軌道の長軸は多少の伸縮あれども、進行性の攝動あることなし。軌道面大圈の黃道と會する交點及び近日點は常に同方向に進む、而も其の行くや甚緩漫にして數萬年乃至數十萬年にして天を一周す。

之を要するに眞に進行性なる軌道の交點及び近日點の位置は何れに在るも、遊星大體の配置に關係薄く、其尤重要な軸長(大さ)及び外心率(形狀)等は早晚舊値に復する周期性の變動あるに過ぎざるが故に、永世に亘りて太陽系は安定なるべし。是十八世紀の末葉に際し嘗てニットンの開發せる理論天文學進歩

の絶頂に達せる結論なりしなり。

六九 太陽系
恒久な
りや

斯の如く、數代の大學者(佛國のクレイロ、ダラッセル、ラグランジ、ラプラス、ドボンテクラン、ルヴェリエ、ドロネエ、チスラン、英國にてはエアリー及びアダムス、瑞西のオイラー、獨逸のガウス及びハンゼン等尤著名なる)が心血を凝ぎ大成せる理論天文学の結論は大體に於て太陽系の安定なる、即萬世不易なることを示すといへども、必しも絶對に之を證明せりといふを得ず。蓋し攝動の計算は比較上短期に亘れるものを基とせるが故に、未計上せざる微細の變動が甚しき長期に累積して恐るべき性質の變化を生ずるやを確かむること能はず。又此外に理論天文学の弱點は各遊星は皆均一の硬球なりと假定せるに在り。現に多數の遊星は球よりは扁球に近く又均一にも非ず、將硬體にも非ず。此の假定の相違より未計算に入れざる些少の効果を生ずべし。例へば海水上の潮汐現象の如き、又は他の流體より成れる遊星實體に於ける潮汐(未確認せられざるも)等の微差を計ふること能はず。又天涯に散在せる微塵の如き流星の遊星上に降下し來りて之が質量を増し、又は之が運行に微小の抵抗を與ふること無きを

保せず。是等は何れも微小の差を生ずるに過ぎずして、大體の安定を妨ぐるや否やを知らずと雖、太陽系の過去に遡りて之が發生の迹を考へ、又之を他の星辰界に比較するときは、現在も亦、永劫に亘りて徐行する進化發展中途路の一状態に過ぎずといふを拒むべからざるが如し。



星 彗 氏 イ リ ハ
(月 五 年 三 十 四 治 明)

七〇 天體の
質量

人ありて海邊を逍遙するとせば、波打際に無數の砂礫ありて大小形状千種萬様なるを見るべし。小なるは果實大の小粒より大なるは之に數千萬倍する石塊まで雜然として散列するも、巨巖と砂塵とを度外視すれば普通に石と稱ふる物に付き略々大さの限度あるを認めむ。今天界に孤立せる物體、所謂天體に於ても大小輕重千態萬狀なりと雖、假に我が太陽系に就きて之を見るに、中心なる太陽は暫く之を措くも、之に次で大なる木星は質量太陽の一〇四五分一にして、吾が地球は木星の三一八分一に過ぎず。而も吾が地球より小なる火星は其九分一水星は三十分一に當れり。又衛星中大なるは木星及び土星族中に直徑一四五里なるあり、(太陽の四倍半餘の質量)小なるは火星の衛星にして直徑四里に過ぎざるものあり。假に太陽に匹敵する密度を有するものと視做せば、其の質量は之が一千萬分一より小なり、(一〇六一萬分一)。彼の七百有餘の小遊星は其の直徑四〇里以上二〇〇里以内と視做すを得るも、其の質量は

見えざる程幽微なれども若干数は尤著しき光芒を放て天界に雄飛するが故に、常に人類の好奇心を挑發せるのみならず、幾多の恐慌と迷信とを惹起せるは各人種の歴史に徴して明なる所なり。又流星は時々刻々吾が地球上に落來る小塊なるが、稀に時を期して驟雨の如く群を成して降下することあり。而も彗星といひ、流星といひ、何れも微々たる物體にして、之が形質上より考ふるときは單に天界の塵芥に過ぎずといふも、過言に非ざるなり。

彗星

彗星の形態千種萬様なりといへども、其の尤良き代表者につきて述べれば概頭部と核と尾との三部より成るといふべし。頭部は彗星の主要たる部分にして略球狀の外形を有し、其の中心に方り、光輝尤著しき小部分あり之を核といふ。頭部は小星の如きものより大なるは満月に比すべき視角を有するものあり。尾は頭部より放出する薄雲狀の光にして、頭部を去るに従ひ益淡く終に頭部の數倍若くは十數倍乃至數十倍の距離に至りて天空の暗黒中に埋没せらる(第二二版及び第二二版參照)。其の大略の形彗の如きにより俗に彗星といふ(西洋にては之を長髮に喩ふ)。尾は又彗星が太陽附近に在るとき、恰も之よ

り射出するが如き方向に出で多少進行の後方に彎曲する傾向を示す。

右は尤普通なる形態なれども、又稀に尾の無き又は核の著しからざる、或は頭部のみより成れるものあり。殊に望遠鏡を要するが如き幽微なる彗星に於て之を見る。

七二 彗星の構成

一般に彗星の構成は甚疎にして、晝間に見えたるが如き光芒、赫々たるものにて核を除く外他の恒星を遮りても、之が光を奪ふこと無き程に透明なり。従て光ある分子(尾部は勿論頭部に於ても)と分子との距離割合に大きくして、容易に他の星光を通過せしむるものなり。

彗星の見ゆるは之が太陽系内に入り來りて後の事に屬し、吾人よりしては近くも太陽に比較すべき距離に在る頃尤著しく見ゆるものなり。距離と視角とより計算するに彗星の頭部は直徑四〇〇〇里程より四〇〇〇〇里以上に及ぶことあるを知る。又頭部は通常彗星の太陽に近づくに従て縮小し、或る場合には之が體積十萬の比を以て變せることもある程なり。核は之に比して甚小く、直徑四〇里程より二千里程に至る概見なり。尾の長さは必しも頭部の大きに伴

はざるも、概して光輝著しきもの尾も亦長きが如し。記録に據れば四千萬里に達せるもの若干あり。

密度

彗星が空間に於て占有する體積斯の如く大なるが故に、普通吾人の想像に浮ぶが如き(殊に之が著しき光輝より類推し得たる)物質の構成にては、之が全體の質量も亦侮るべからざるに似たり。之が尾部をば暫く計算外に措くも、頭部の直徑四萬里なるものにつきて之が平均の密度を地表空氣の密度とするも、尙其の質量は地球の二三分一を算すべし。然るに之が遊星に接近せる場合に當然後者に作用すべき攝動の皆無なるにより、之が質量は地球の百萬分一にも及ばざるを知るべし。彼のブルクス氏の彗星(一八八九年)の如きは現に一八八六年に木星の衛星の軌道附近に突入せるに、自身は木星の攝動を蒙りて、二七年の周期を俄然七年に改むるの止むを得ざるに至りしも、而も自身は無力にして他の衛星すらも動かすこと得ざりしなり。されば多くの場合に於て頭部の平均密度は空氣の一萬乃至數萬分一に過ぎざるべく、是人工にて排氣せる高度の眞空に比すべき眞空に非ずや。之により彗星の構造を推測するに寔に塵芥の如き

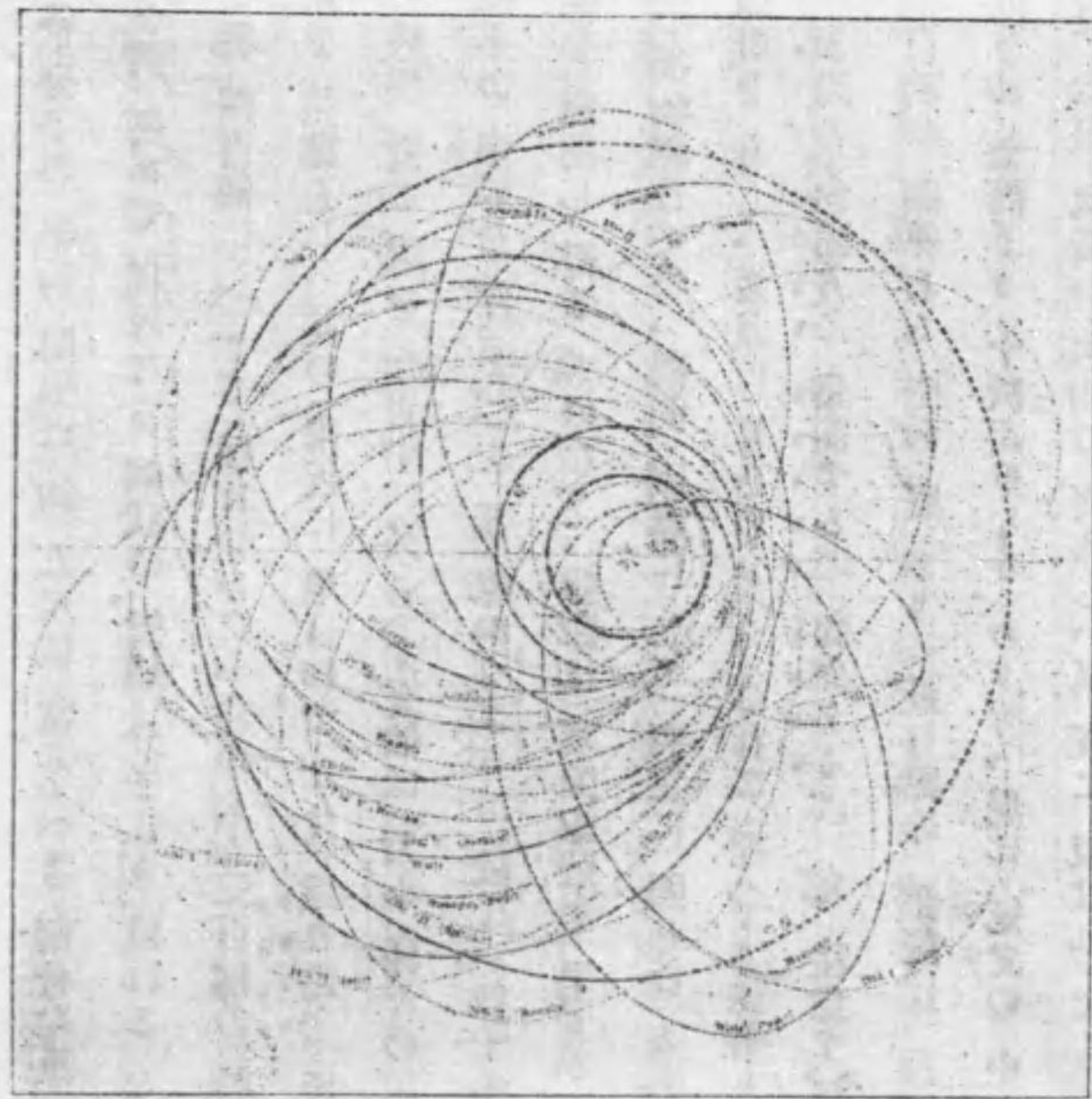
微小分子の疎漫なる集團にして、若しも各分子が一々づゝの小粒塊より成るときは、各分子の平均間隔は約九尺に當るべき割合なり。多分は數千層倍細かき微塵と尙極めて稀薄なる氣狀の微細分子より成れるならむ。

七三 軌道

彗星約四百個につきて推算せるに、其の中三百個の軌道は拋物線にして何れも太陽を焦點とし、其の附近に現はれて一旦近日點を通過せる後、再び之に遠かりて終に去る處を知らず。又七十五個は大小種々の橢圓にして、其の遠日點は太陽系の限界を距ること甚遠からざるが故に、數十年乃至數年を期して之が再現を豫期し得るものなり。殘數は双曲線狀を呈するが如きも、果して双曲線なるや、拋物線なるや、觀測困難にして判定に困しむものなり。軌道の平面は各様の傾斜を有し、遊星の場合の如く平行に近づくが如き傾向なし。但、近日點の多數は太陽の向點方に集團するの傾向あるは尤注意すべきことにして、何等か太陽の自動に關係あるやの疑あり。近日點の距離は長短區々なりといへども、其の近きは太陽より十數萬里なるありて、現に冠光の中を通過せるものあり。二五個は水星軌道の内側に突入し、又既に現はれたる彗星の約四分の三は地

彗星の一族

第一三圖



木星族の彗星

楕圓にして、周期は三乃至八年なり。土星は同様に二個の彗星を従伴せしめ、天

球の軌道内に入り。

尙幾多の彗星は大遊星と密接の關係を有するものにして、約三〇個は木星族の彗星にして、之が遠日點悉く木星軌道の附近に在るものなり。(第一三圖)。軌道は勿論皆

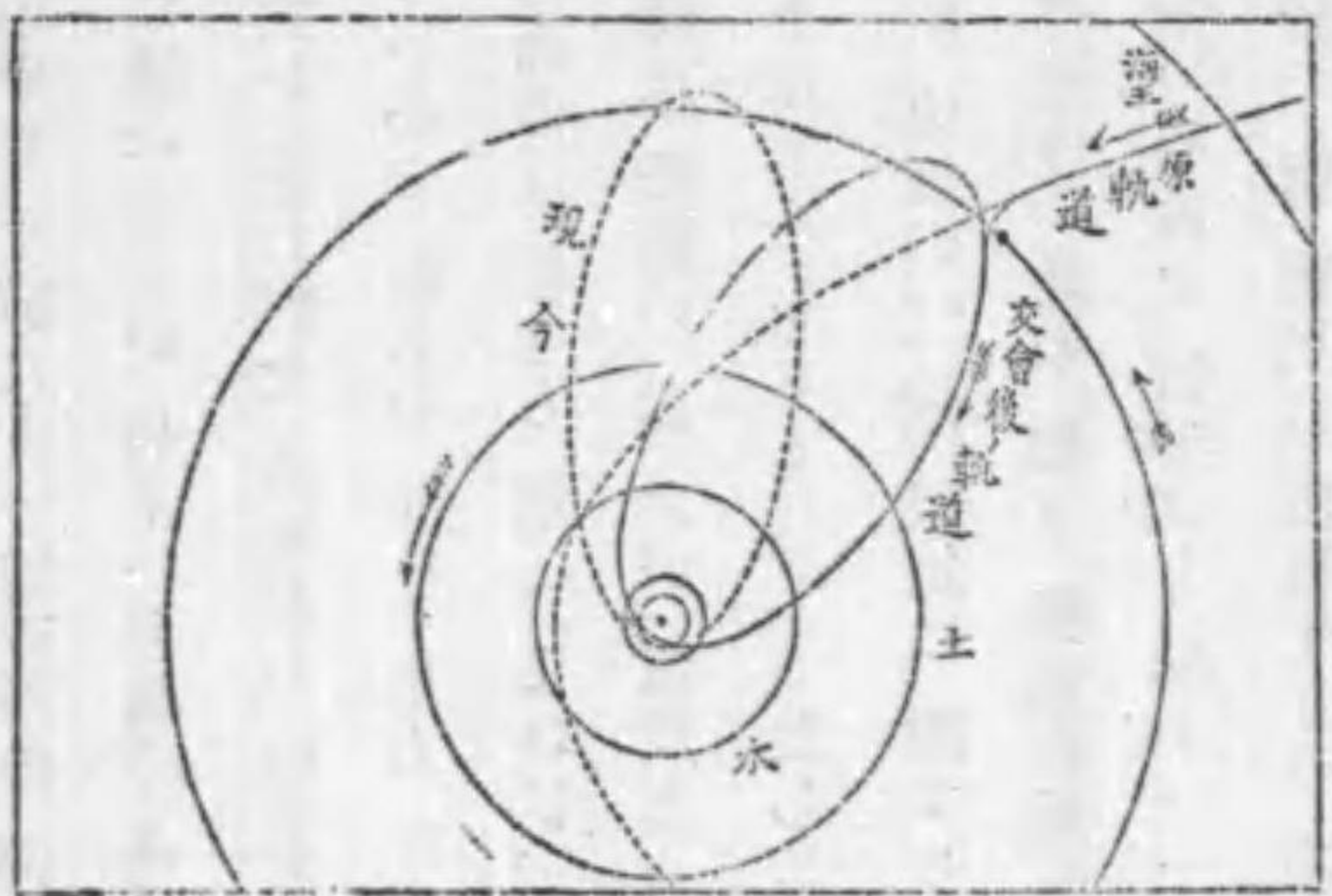
王星は三個、海王星は六個彗星の屬員を有す。又海王星の距離の二倍に相當する附近に遠日點を有する若干の彗星あり。是或は其の距離に未知の遊星あるやを暗示するに似たり。地球系の遊星には一も所屬の彗星なし。

七回補遺

前に述べたるが如く、多數の彗星は不規律に拋物線を書けども、幾多の短期彗星は之が近日點を大遊星の軌道附近に置き、且之が平面も互に相接近せるを見れば、必や兩者の間に重力作用の關係あるべきが如し。此の見解よりして、ニットの計算せる處によれば、彗星運行の途次に於て遊星に近く、之が前を過る時は攝動の爲之が速度を緩めて、本來拋物線を書くべきものも之が爲に楕圓を書くに至るといふ。蓋し二體の問題に於て小體が書く軌道の種類は一に之が速度の一定限值に達すると(拋物線)之より小なる(楕圓)にのみ依るものなればなり。此の如き攝動作用の發現を名づけて、遊星が彗星を捕へたりといひ、此の學説を捕虜説と稱す。一回楕圓に曲げられたる運行は更に次回に其附近に於て再遊星に出會するの機あるべく、其の出會の状況によりて更に小さき楕圓を書くべく壓服せらるゝことあり。數回之を繰返す間に遂に彗星は該遊

星の軌道以外に遠く出づるを得ざるに至り、茲に遊星附屬の彗星となりたるものなり。但し二三回兩者出會の状況によりては、却て彗星の速度を増加して、

拋物線又は双曲線の軌道上に之を(太陽系外に)驅逐することもあるべし。ルヴェリエ氏の計算によれば一八六六年にランベル氏の發見せる長期彗星は紀元一二六〇年に天王星の捕ふる所なりといふ。其の出會の状況は第一四圖に概示するが如し。



昔今の星彗ルベリテ

七五尾の彗

多數學者を悩ませし大疑問にして、今猶充分の解決を得たりといふ能はず。蓋し其の形状及び變化の状況種々にして、各自に新しき不思議を喚起すること多

きによれり。今解説の概略を摘述せむに、尾を組立つる微細分子の反撥せらるゝは、主として電気作用に在りといふに歸すべし。又實に彗星の放つ光の一部は分子間の放電により生ずるものと解するを得るが如し。其の何如なる詳細の手續に由るか甚明にし難きも、同性の電氣を荷ふ物體は相反撥するの性あり、而其の電位等しければ此の作用の強さは表面積に比例すべし。然るに分子の質量は之が容積に比例するが故に直徑を半分にするれば、面積は四分一となるも質量は八分一となるが故に電気作用の加速は $\frac{1}{8}$ を $\frac{1}{4}$ にて割りたる比即二倍となるべし。即分子の小なる程反撥さるゝこと強く、微細なる、従て、輕き分子程遠くに反撥さるゝ事となるなり。但し尾の形状に種々あり、同一の彗星にして二個若しくは三個の異りたる尾を有するものあり、是等は分子の成分異りたるもの、反撥作用の大小によりて分類せられたるものと考ふるを得るが如し。

彗星が何處にて電氣を得しや、特に太陽と同性の電氣を帯ぶるや。凡物體に紫外光線を照射するときは、負性電子を放射することを認む。今太陽は否少くも



星 彗
(月 一 年 三 十 四 治 明)

之が外部を蔽へる水素ガスは、負電氣を帯ぶるもの、如し。されば彗星が太陽に近づく途次に於て尤多く紫外光線を受け來るに際し、次第に負電性を帯びて其の輕き分子は尤多く反撥せらるべし。

光壓

右の解説の外、最近にして又尤有望なるはアレキス氏の光壓説なりとす。マックスウェル氏が電磁光波説を稱道せる以來明なるが如く、光の波動も亦水波の如く之を遮る物體に波動壓を及ぼすものなり。此光壓は物體の直徑小なるに至て(例へば徑一絲なるもの)有効なること恰電氣作用の如くなるも、而も之が光波の長さに匹敵するに至れば(約一絲の五分一)却て減衰す。此中間に位する微粒子は尤激しく太陽の光壓によりて反撥せらるべし。彗星體中に斯の如き程度の微粒あること、殆確かなると同様に光壓の爲尾部の發生することも亦殆疑無きが如し。當時の學界にては尙此外に前記の電氣作用をも、幾分有力なりとして許容せり。

七大崩潰

彗星の頭部より尾部を構成するが如くに發出する微分子は決して再本體に歸り來ること無く、永久散逸するを免れず。其の他太陽より本體に惹起す潮汐作

用あり。

此潮汐作用は疎漫なる構成を有する彗星頭部に對しては甚有力なるべく、常に之を破壊せむとするの傾向あり。現に土星の環の如き、液體又は固體にては到底土星の起潮破壊力に對して安全なること能はず、即現在の如く分離したる小分子の疎群以上に集團する能はざるものなり。太陽は土星の環の場合の如く彗星に近からず、又後者の軌道も大に環分子の軌道と異なるが故に、必しも同一の運命を有すといふを得ざるも、大要の状況は略相似たるものなるを想ふべし。別に遊星も之が附近に来る彗星に對して同様の作用を施すべく、必しも安全に本體を維持する能はず。不幸にして太陽遊星又は較大なる衛星等に接近するときは、必然破壊を免れじ。然らざるも太陽系内の天界には塵芥割合に多く散布せるものなれば(後節)是等の抵抗を受け、或は塵芥群に出會して大變動を生ずるもの、如し。

大彗星が唯一回太陽系に入り來りて、之を通過する間には之が形體に於て多大の變動を受くること少きも、彼の短期の彗星の如く數回又は數十回周行

するものは次第に之が實質を失ひて益幽微となるものなり。現に木星族の彗星の如きは多く尾部を有せず、其の之あるも甚幽微なり。(第八〇節参照)

七七 彗星

彗星は何地より生れ來りて我が太陽系内に入るや。是又興味ある而も困難なる問題なりとす。形體及び行動の類似により總ての遊星は明に一種の天體として又同様の歴史を有するものと考ふべきも、彗星に至りては全く之と異なるものなること明なり。假に彗星は恆星界を彷徨する一種の塵芥團と視做すべきか。斯の如き彗星が吾が太陽に最近き恆星の威力を免れ、太陽の引力作用に従て抛物線を畫き初めしより、吾人の望見に入るまでに七千萬年を費すべく、四倍の距離より來りたりとすれば、五億六千萬年(八倍)を費すべく、其の現出の期間は旅行の歳月に比して真に須臾なりといふべし。

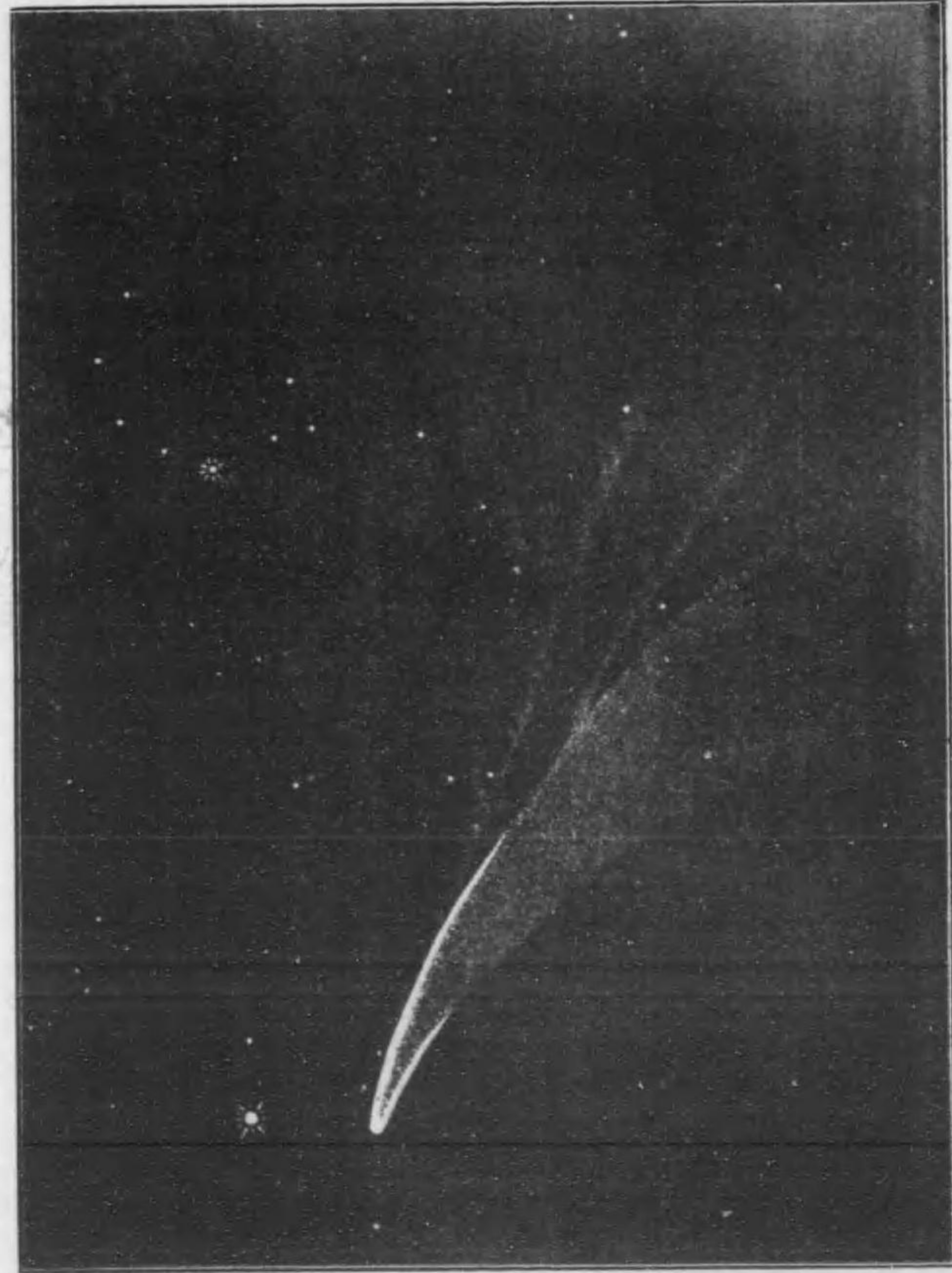
又別に他の恆星の外氣中より噴出せられたりとの假説あり、何れも同様の運命に在るものといふべきも、強て之を否定するの要無し。然れども抛物線を畫くものは、其の初無限の遠距離に在りし時、太陽に對して速度皆無なるを要す。否ざれば双曲線を畫くべきが、双曲線を畫く彗星を例示するは甚覺束無き程の事にして、最多數は抛物線を畫くと視做さるべからず。今太陽は織女星の附近に向て一定の速度を以て進行し居れり。若し多數の彗星が之と相對の速度皆無なりといふは、甚信じ難きことと考へらるゝに非ずや。

之により軌道の抛物線と見ゆるは其の實甚しく細長き楕圓にして、彗星は元來太陽其の物より進出せる物質なりといふ説あり。彗星の形狀によりては觀測必しも精密なるを得ず、殊に又之を見るは軌道の僅少部分なるが故に、甚細長き楕圓と抛物線とは必しも判然たる判別を下し難きことあるを疑はず。其他類似の假説あれども未總ての狀況に矛盾すること無くして、彗星の根源を解決するが如き好理論を發見するに至らず。

七八 彗星名

彗星の記事を終るに臨み左に歐米にて現はれたる、尤著しき彗星の略歴を附記せむ。此の少數の彗星に就てすらも、斯く區々の變狀あるにより、以て他を推測するを得べきなり。

一六八〇年の彗星はニットンが初めて其の軌道を推算せるによりて名あり、之が周期は六〇〇年にして近日點は冠光中に在りて太陽面より僅に五萬七千里まで接



星 彗 氏 チ ナ ド
(現 出 年 五 政 安)

近せりといふ。又其の尾は四千萬里に及べり。
 一六八二年の彗星。ハライ氏彗星といふ。明治四十三年五月十八日近日點を通
 過し讀者の記憶に新らしきものなり。ハライ氏により七十六年後に再現するこ
 とを豫言せられ、斯くて一七五九年は豫言の的中せる第一例なりき。但し彗星見物
 としては甚壯大なるものには非ず。

一八一九年エンケ氏彗星は最短期の彗星なり。又木星族の第一にして望遠鏡
 に非ざれば見るを得ざるも、其の周期を毎回二時半づゝ短縮するに、よりに有名
 なり。其の理蓋し之が通過する太陽附近の空間に抵抗ある朦氣あるべしと
 の議論學界を賑せるものなり。一八六八年以來此の短縮の時間半減せるが、
 其の體積の減小は尤著しきものあり。一八二八年十月二十八日に太陽より五五
 〇〇萬里に在りて其徑一二萬八〇〇〇里なりしも、同十二月二十四日には距離
 二〇〇〇萬里に近づきて直徑五七〇〇里に減し、尙三回周行の後一八三八年十
 二月十七日の近日點通過當時に於ては距離一三〇〇萬里にして、直徑僅に一二
 三〇里に縮小せり。されば體積減縮の割合は三年間に百十二萬分一を超ゆるなり。

一八二六年ビエラ氏彗星。木星族の小彗星にして、周期六年六なり。豫期の如く一八四六年に出現し、十二月の一日迄異變なかりしが、其二十日に見えたる時は甚しく細長くなり、遂に翌一月一日には二個に分離し、兩個は六萬五六〇〇里を隔て、駢馳せり。一八五二年には兩個の距離六一萬五〇〇〇里なりしが、其の後全く消滅して見るを得ず。

一八四四年ド、ヴィコ氏彗星は木星族の小彗星にて、周期六年なりしが以後の回歸時に嘗て見るを得ず。

一八四六年プロルセン氏彗星は周期五年半なりしが、四回の回歸に現はれたる後、全く見失ひたり。

一八五八年ドナチ氏彗星。は十九世紀中の一大彗星にして、肉眼にも百十二日望遠鏡にては九个月以上見え續きたり。尾は三十度に亘り二二〇〇萬里を超へたり。之が周期は二千年餘にて海王星の距離の五倍半に到る。(第二二版)。

一八六一年テブット氏彗星は又一の大彗星なるが、其の尾部中に吾が地球の進入せるによりて有名なり。但しその當時地球上の住人は何等の異狀をも感ぜざ

りしなり。

一八八〇年及び一八八二年の大彗星は一六六八年の彗星一八四三年の彗星等と共に著しき彗星群を成すものにして、是等若干の彗星は同一の軌道上を周行し（相前後して）何れも光輝著しく且太陽に近きこと及び天狼星の方向（即吾が太陽の進路の後方）より來ることにて於て、酷似せり。周期は六〇〇年乃至八〇〇年と推測せらる。又是等は元來同一の大彗星の分身なりとの説を容るべし。

一八八二年以後は肉眼に著しき大彗星現はれず。年々若干の新彗星現出すれども、何れも望遠鏡にて纔に見得るが如き幽微なるものにして、皆彗星探求専門家の發見に係る。

七九流星

晴れたる暗夜天の一方を望むこと數十分間なれば、若干の飛行する星を認むべし。俗に抜け星と稱し天球に輝ける恒星の飛行して他處に移動するが如き狀を呈するも、古來の精測により、是等は全く別種の光體にして、距離甚近くして吾が大氣中の現象なるを知り得たり。其の高さは三〇里より（大なるものも）四〇里を超えず。其處より一秒に四乃至一六里の速度にて、一秒乃至數秒間飛行

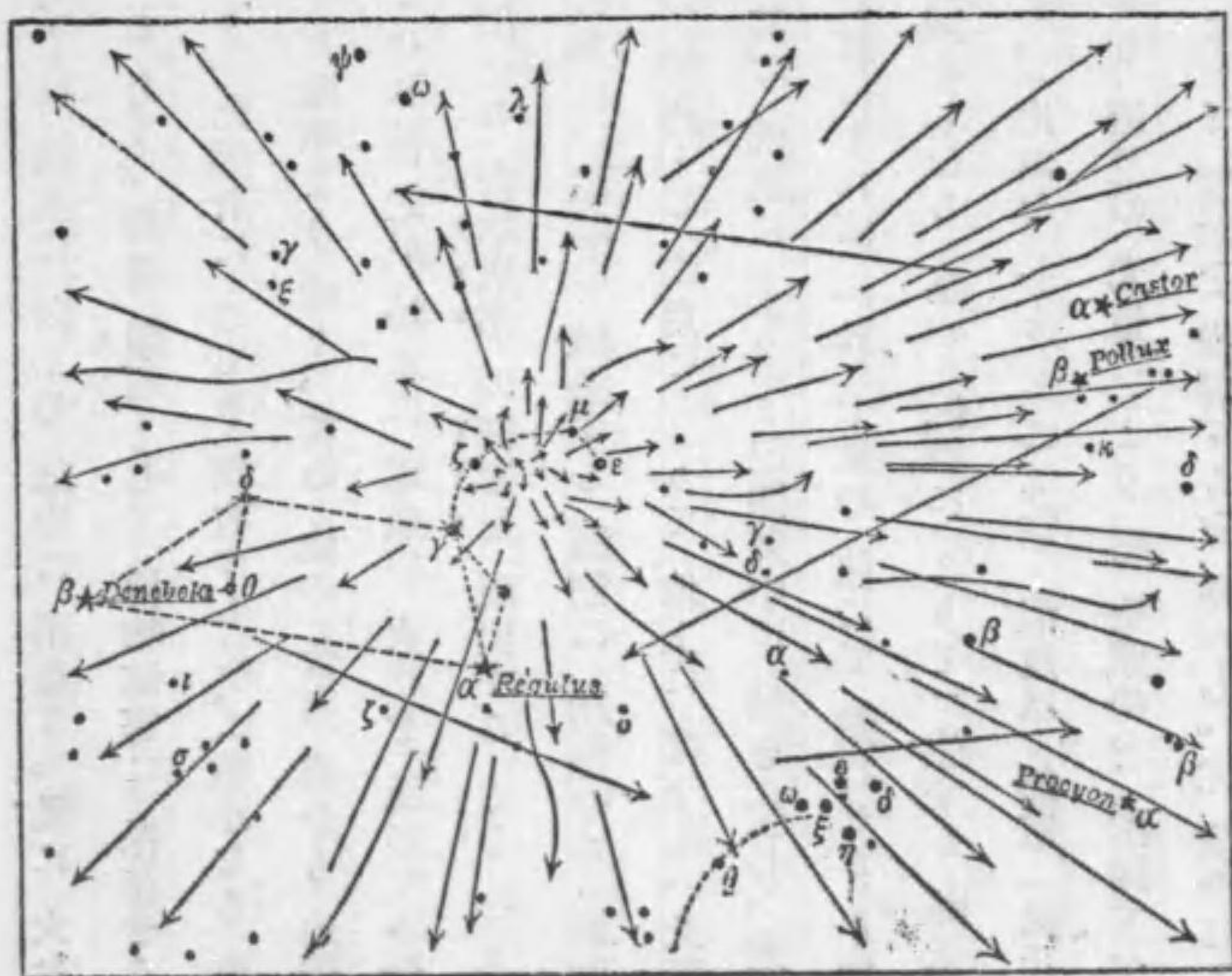
隕石

し、多くは地上に向ふの途中に消盡す。稀に大なる流星ありて、現に地面に達することあり。所謂隕石として博物館等に保存せらるゝものは、皆流星の燃え残りなり。此燃屑につつき調査するに、（微小なる流星を同種のものとして視做し）是等は多く鐵塊より成り、其の他の含有成分も地球上既知の物質のみにして、殊に注意すべきは之が粉末に電氣の火花を通じて、分光器に照らせば、恰彗星の虹帯と酷似せる含水炭素の殘影を現出することなり。

發生

兎に角に、地球の通過する道筋に彷徨せる無数の小塊が、地球の軌道上速度と重力の加速との作用によりて地上に落下し、此際速度大なるが爲大氣に入るに及び其の抵抗によりて包圍氣中に熱を生じ、遂に燃燒して流星となるものなり。計算によれば一秒十里の速にて飛行せる小塊が大氣との摩擦より（之が速度を消滅せしむる迄の抵抗によりて）生ずる熱量の半分を自體に受くるものとすれば、（比熱を一として）之が溫度は無慮（攝氏）九萬七〇〇〇度増加すべし。又飛行せる流星の光量により略全威勢を推測すべく、一面飛行の速度を知れば、之によりて質量を推測するを得べし。尤安全なる範圍に於て評價するに、流星の

第一五圖



獅子座流星雨の放射圖

質量は、一々に足らざるもの多しといふべし。局部に於ける數回の觀測より之を滿天に擴め、尙之に時間を掛けて積算するときは、平常日々千萬乃至二千萬の流星が地上に降來るべく、尙吾人の注目を免るゝ小塵塊は之に數倍すべし。

是等通常の流星は甚不規律に四方八方より降り來れども、別に星雨

二六

なるものありて、一群の流星が天の一方より盛に驟雨の如く降下するあり。星雨は年々時を期して起るものにして、甚小き集團をも入るれば三千を算ふべきも、尤著しきは左の數個に過ぎず。之が名稱は常に星を雨下する放射點所在の星座名を取りて之に名づく。

一、レオニヅ即獅子座星雨は毎年十一月十五日の曉に近く多數の流星を雨らすものにして、三十三年毎に著大なり(第一五圖)。

二、アンドロメヅ即アンドロメダ座星雨は毎年十一月二十四日の初更に現はれ、

大凡十九年毎に著大なり。

三、ベルセイヅ即ベルセウス座星雨は八月中旬一週内外の間連夜現はるものなり。

四、リリヅ即琴座星雨は四月二十日に現はれ、

五、オリオニヅ即オリオン座星雨は十月二十日に現はれ、

六、ドラコニヅ龍座星雨は一月二日、

七、アクワリヅ甲水瓶座星雨は五月六日、

八、アクワリツ乙同上乙は七月二十八日、
九、ジュミニヅ雙子座星雨は十二月十日に現はる。

軌道

是等は何れも一定の軌道上に散在するものにて、地球が年々殆同一の交點を通過するに方り、之と出會して地上に引落すものなり。初記二流星群の如きは軌道上に集團を成せる部分ありて、一定の周期に回歸するものなるが、年々の星雨は略平等に散在せる塵群より來るものなり。蓋し、流星群の軌道を假想し之より生ずる地球との相對速を推算するに、橢圓軌道を有することを知るに難からず。殊に獅子座星雨は三三年三月の周期を有し之が遠日點は天王星軌道の附近に在り。又アンドロメダ座流星群は六年半の周期にて太陽を周行するを知るべし。流星團が單に橢圓軌道を畫くを知るのみならず、一八六六年にスキヤバネリ氏は八月の星雨(ベルセウス座流星群)が一八六二年のタートル氏彗星と同じ軌道を有することを發表せり。尋て一八六七年にはルヴェリエ氏は獅子座流星群が一八六六年のテムベル氏彗星と同じ軌道に動くことを宣言し又グワイス氏は琴座流星群(四月二十日)と一八六一年の星彗と同じ軌道なること、及びアンドロメダ座流星群と

ハ〇流星と

ピエラ氏彗星と同じ軌道なることを證明せり。

斯の如く一方に於て幾多の彗星と流星群と其の軌道を同じくし、其中若干の彗星は破滅して流星群と變身せる形迹あり、且又一面流星の燃屑と彗星とが其の性分の酷似せるより推測する時は、是等は元來同一なる物體の異りたる状態に在るものに非ずやとの信念を強むるものなり。

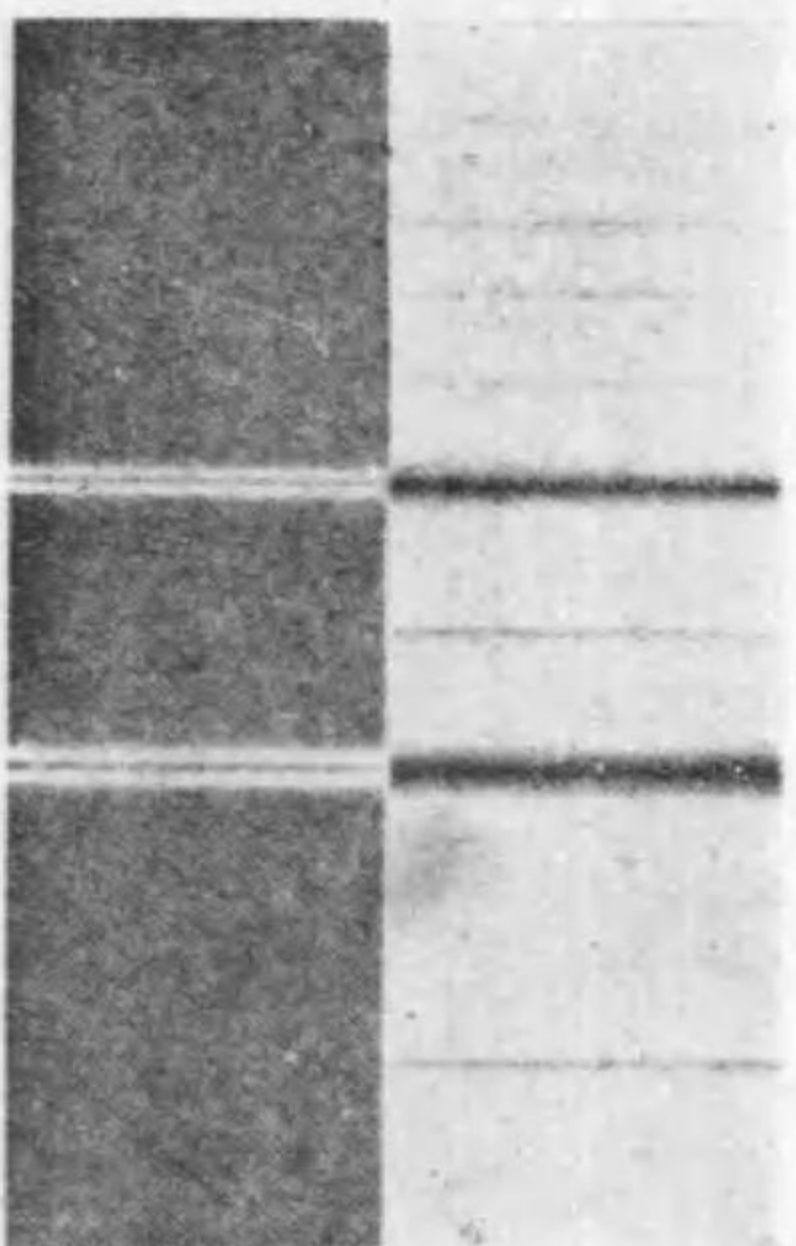
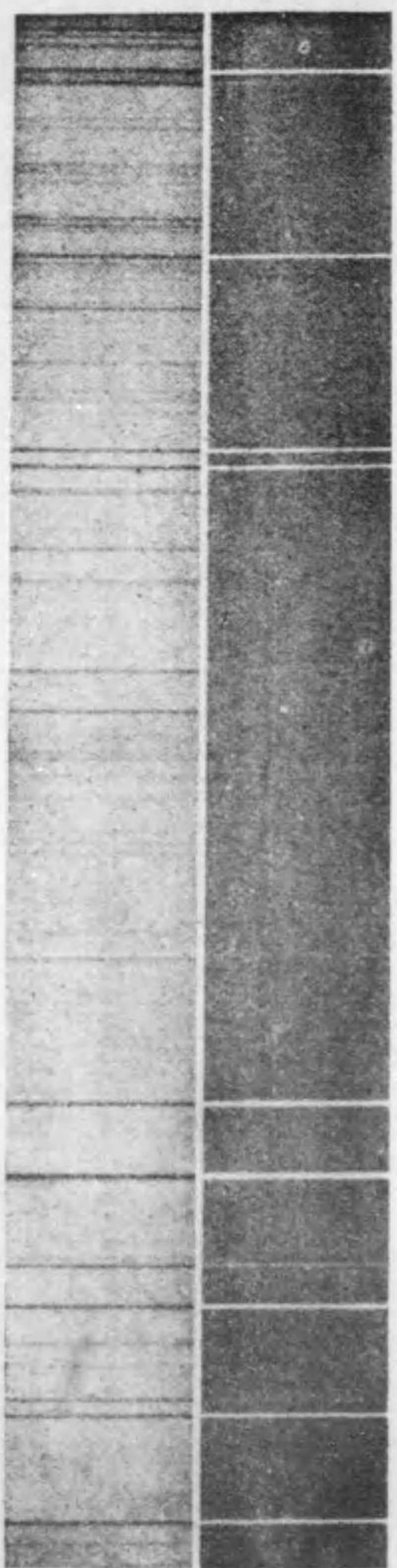
隕石

隕石の小なるものを流星の大なるものと視做すは自然に似たれども、其の大なるものに至りては、大に階級を異にし、質量數貫目又は數百斤に上るものは到底塵芥の如き小流星と比較すべからず。又殊に疑はしき點は毎年多數の星雨に際し燃屑を遺留するが如き大塊の飛びたること殆皆無にして、隕石と流星(少くも流星群)との間に必しも一定の脈絡あるを斷言すべからざるが如し。

根源

然らば彼等の由て來る所如何に、是自然の疑問なるが、彗星の場合よりも尙一層解決に困しむものなり。但し其の成分飛行の速度等により何等か類似の點あるが如く、又太陽其他の天體とも全く別種なるには非ざるべきことを認むべし。されば或る人は之を太陽遊星等の破壊せる殘骸なりといふも、強、無理な

らぬ事と考へらる。又は往々我が太陽系の（諸大家の稱道せるが如く）星雲状態より進化し來れる途次に於て、分離せる小集團なるの假想をも拒絶すべきに非ず。或は是等の比較上小塊が、自体内の爆裂性作用によりて破壊せるか、又は他體の起潮性破壊作用を受けたりとも想像せらるべく、何れも一層精密なる觀測によりて彗星の軌道を（拋物線なるや双曲線の絶対有無等）確定し、流星隕石の速度方向等を精測して後多少の曙光に接するを期すべきなり。當分は是等三種の塵塊は略同族の天體にして、星界に彷徨するものなりと認むるの外無し。流星群を除くも、我が地球の常に通過する空間には無數の小塵ありて、平均毎百里の間隔に十錢銀貨程の小塊を散布せるが如き状態なるを推知するに難からず。



(線陽照劃) 部一の帯虹陽太

第七章 新天文學

吾人は第五章に於て、特に舊天文學なる題目を設けて之を解説したり。されば自然の順序として、又之に對する新天文學の何なるかを解説せむとす。十七世紀の初頭(一六一〇年)彼の有名なるガリレオが望遠鏡を天體觀測に應用せしより(望遠鏡發明は其の二年前に遡れり)、天象の位置を定むること較精確となり、又未見の天象を發見し、之が新しき運行の狀態によりて、理論天文學の所説を發展せしむる等、直接又は間接に舊天文學を補益せること元より尠からずといふべし。而も望遠鏡の力に非されば水星金星の(太陰の如く)盈虛すること、又土星に環あること等のありふれたる事相をも知ること能はざりし程なれば、望遠鏡の發明以前に在りては此の新天文學の存在思も寄らぬ事に屬せり。さもあらばあれ、ハッセル氏(父)が一七七二年三月四日に彼が自製の新望遠鏡をオリオン座の大星雲に振向けしより以來、俄然著しき歩調を以て新天文學の奮進を見るに至れり。而も今日より之を願て寫眞記錄と光線分析の原理と、其他各種の

器械設備とを缺ける往時を想へば、轉進歩階段の懸隔に驚かざるを得ず。實にターナー教授の言へるが如く、僅一世紀前の司天官が冥途より出來りて彼が舊相知の天文臺に彷徨したりとせば、彼は頭を左右に掉りて「今時の天文家は皆狂氣せるにや、其の爲す態の一々常軌を逸せる事よ」と嘆息する外無けむ。今時の研究は器械といひ、方法といひ眞に百年前學者の想像にだも無きこと多し。

八二 新著野照

舊天文学に於ては一切の星辰天象を以て天球に羅列せる固定の目標と視做し、之に對して循環する日月遊星の行動を精査せり。其の後望遠鏡によりて幾多の新天象を發見するも、唯其の行動を調査すべき目的物の増加せるのみにして、未研究の根本方針を動かすに至らず。恆星の距離の如き微妙の問題を考査するに當りては、ブラッドレー氏の章動（一七二七年）及び光行差（一七二八年）の發明となりて、學者の耳目を聳動し、理論及び實測天文学上千古の革命たりしといへども、尙其の事業は天體運行（第一に吾が地球自身の行動）を精測する階段を急進せしといふに過ぎず。

未星は何物なりや太陽は何物なりやの問題は夢にも想寄らざる事なりしなり。

土星の環の構造を初め太陽斑點の變動及び多寡星群及び星雲の實質等何れも彼のハッセル氏を待ちて初めて其の研究の好題目たるを得たり。

之を譬へば、今人海上に漂流する數十日、未見の孤島に漂着し、其の地の何れなるやを知らざる時、遠き丘上に菓實様の小塊を望みたりと想像せよ。其の物の位置大さ距離等は大路之を推定するを得む。儲之が果して菓實なりや鑽物なりや何如なる物質なりや、軟きか硬きか鐵を含むか酸素を含むか是等の詳細は未實物を手に取らず、況や之を分析せざる前、何如にして之を知るを得べきか。是舊時の天文学者ならざるも、誰かよく之に答ふる所以に想到るを得べしとせむや。然るに新天文学の題目は斯く手の届かざる天界の諸象を見て、之が物質成分及び状態（固體液體氣體の別より温度の高卑流動分子動の状況）等を探知せむとするに在り。而も多數の天象は測るを得ざる程遠距離にあること前に詳述せるが如し。誠に彼の光線分析術の原理に據るに非ざれば何を以て此の摩訶不思議の問題に手を觸るゝを得むや。

八三 光線分析

三稜玻璃と稱する楔形の硝子を取り、之を暗處に置きて太陽の無色光を之に

通せば、其の光の通路 屈曲すると共に一様なりし光は種々の色に分解す。是遍く知られたる七色の相集りて白色を成す簡單なる證跡に外ならず。

今楔の稜を垂直に立て、此稜に平行なる細隙より日光を通し、且其の像を判明ならしめむが爲、正照鏡を用ひて之が光を平行線と爲し、玻璃楔を通過せる後の分解光を小望遠鏡にて望めば、茲に水平に廣がれる七色虹帯を見るべし。細隙の方より來りて尤屈折の少き部分は、虹帯の赤色にして、反對の端に紫色あり。赤紫の兩端に赴くに從ひ光輝減少し、中央黄色部に於て積極光輝あり。赤端を虹帯の下部といひ、紫端を上部といふ。赤端の外に 向て 目に 見えぬ熱線あり之を赤下部といひ、紫端外にも 目に 見えずして 寫真版に 感ずる 波動あり 之を紫外部といふ。今兩端の中間は大體輝ける地に多數の(細隙に平行せる)直立黒線あるを認む。之を發見者の名によりてフラウホッフアの陰線と稱す。波動光學の所説により、是等虹帯分析の結果は、元來白色光中に混入せる波長相異なる各種波動の寫影にして、例へば赤端に於ては七五九四の長さの光波あり、(此の單位は「テンス」米即「一種の一億分一にて之を一「オングストローム」といふ、光波の

長さは多く整部四位の數にて示すこととし、單位の名を稱せざる時は「オングストローム」と解す)又色彩といふも畢竟波動の緩急(即波の長さ何如)によりて吾人の視覺に異りたる刺激を與ふる結果に外ならず。分光器に於て屈折の度は此の波長に由るものなるにより目印とすべき線の屈折の度即虹帯上の位置によりて之に對する光波の長さを知るを得。一個虹帯の長さ(光の通路遠ければ薄く廣がりて兩端見えざるが故に適當の距離内にて)は玻璃楔の製法に由るも、概して數個の楔を連合すれば分解の度を増すが故に、分光上頗る有力なりとす。別に反射(平面又は凹)格子と稱する分光片あり。閃輝性合金板に細かく毛細管を刻み付けたるものにして、其の數は一種に三千乃至八千を普通とす。更に最近に至り虹帯中の小部分を嚴密に調査するが爲に玻璃製の階段を用ふるも、一時に照し得べき部分小なると、使用上困難少からざるが故に少數の専門家の外多く用ひず。

今太陽の光線を分析して得る虹帯は色彩の輝ける地を多數の影即陰線にて横斷せるものにして所謂斷續虹帯なり。

虹帯の種

之に反して今或る固体(例へば電燈線)を白熱し、又は溶解せる白熱體より來る光を分光器に掛くるときは、其の虹帶は線の横斷なき一個の連続虹帶を現はすべし。氣體にても之を格外の高壓に服せしめて熱する時は、亦連続虹帶を發することあり(壓の大小による)。然るに常壓又は低壓に於て氣體を熱し之より生ずる光を分析すれば、虹帶の現はるべき處に數個若くは多數の陽輝線を現はす。此の陽線は位置に應じて連続虹帶上に相當する色を呈す。是等陽線の一組(分析の結果)を線(狀)虹帶といふ(實は帶を成さず其の横線若干の列に過ぎざるも虹帶の名稱を廣義に理解す)。(第二三版参照)

八四 キルヒ シオフ 氏原理

例へば玻璃管中に稀薄なる水素「ガス」を容れ之に電氣火花を通すれば(ガイヌラ氏管の如く)水素は輝くべし。此の光を分光器にて視るときは著しき五個の陽線を現はす、即赤き H_{α} 、帶青綠色なる H_{β} 、青き H_{γ} 、紫の H_{δ} 、及び暗紫色の H_{ϵ} なる線是なり。各線は固より一定の波の長さに對應するものにして、 H_{α} は六五六三、 H_{β} は四八六一、 H_{γ} は四三四〇、 H_{δ} は四一〇二、 H_{ϵ} は三九七〇なる波長を有す。其の他何如なる物質にても之を熱して揮發せしむれば之が放つ光の虹帶は一定の波長

を有する若干陽線の一系列より成る。斯くてキルヒシオフ氏は次の二原則を得たり。

- 一。白熱體にして其の分子互に密接し各自固有の自由行動を防げらるゝが如き状態にあるものは總て連続虹帶を生ず。其の光輝の積極は熱の高き程上方に位す、又逆に連続虹帶を生ずるものは固体、液体、及び高壓の下にある氣體なりとす。
- 二。低壓に於ける氣狀元素を灼熱するときは陽線若干より成る線(狀)虹帶を生じ、陽線の位置、幅、及び濃淡等皆同元素に特有なるものにして、同狀況に在りては常に同様の線群を現はす(多少異りたる狀況にても大略に於て變ることなきを例とす)。

吸收虹帶

尙又諸種の實驗により(第二三版下圖に示すが如く)「アルコール」燈に食鹽を投じて「ナトリウム」熱氣を生せしめ、之を分光器に掛ければ、黄色なるDの雙陽線を現はすべし。今此状態の燈の後方に(較高熱度なる)「カルシウム」燈又は電燈線を置きて、同じ細隙よりその光を通過せしむれば、此の新しき光源に對して第一則の如く連続虹帶を得べし。而も前の「ナトリウム」燈に對する陽線の忽變復し

て、同じ位置の、まゝ、陰線となりて輝ける虹帯を横断するを見る。之を次の第三則とす。

三 氣體が白色光と分光器との中間に在りて之を遮る時は、自己高熱の際に現はすべき線状虹帯と同一なる線を連続虹帯より奪ふて、其の位置に自己固有の陰線群を生ず。(故に斷續虹帯を通常吸收虹帯ともいふ)

右の三則は(最近多少の追補あるも)分光虹帯と發光體の性状とを連結する根本の關係にして、且光の性質は遠き里程を經過するも異變せざるものなるが故に、其の強さにして、充分分析に耐ふる以上は、太陽、恆星、彗星、其他何等の天象より來るも、一々之を批判するを得べきなり。若又第一則の場合の如く純連續虹帯に出會したりとせば、單に固體液體等より來る光なりと知るの外、之が成分等に關しては一も推測するを得ず。幸に天體より來る光は從來必何等かの線を有するが故に、第二第三則に照して之が成分をも考ふるを得。但し多くの場合に(太陽を除き)光量甚不充分なるが故に、分析の結果判然たらざること少からず、是天體分光學に於て常に感ずる唯一の恨事なりとす。

八五
原理追補

第三則に就きて、若し遮蔽する氣體自身の熱度甚高くして、白色光の相應部より光輝強きときは、連續虹帯中に一層強き陽線として自己固有の線を現はすことを追加す。是等は往々恆星の虹帯中に實現せらる。今太陽は最有力にして而も常住なる天然虹帯なると、之が示す虹帯の最複雑にして模範とするに足るが故に、總ての他の虹帯を皆太陽の虹帯に比較して、研究するを便とす。之により標準として太陽の虹帯を最精細に記録し(寫真にて)之に尺度を添へて、一見直に各線の對應波長を知るを得しむ。北米ジョンズホプキンス大學の故ロウランド教授は有名なる格子の製作家にして、兼ねて太陽の標準虹帯研究者なり。各處に同氏の記録を複製して一々比較の用に供す。ロウランドの標準虹帯と稱するものはなり。

太陽虹帯

偕又太陽虹帯の示現する諸線の意義を悉知せんが爲には、實驗室内にて一々諸物質(最便なるは元素)を採りて之を熱し其の光を分析し、其の現はす線状虹帯を太陽虹帯中の陰線と比較し、之が位置強さ等によりて、之が太陽中に存在するものなりや否やを檢覈す。然るに太陽面に於ては實驗室の平常状態以外に變異す

例へば D_2 なる線が上方に $O \cdot 2$ 「オングストローム」移動したりとせば V と λ との比 509 を以て $O \cdot 2$ に掛け $10 \cdot 18$ 軒を得べく、是發光體が吾人に近づきつゝある相對速を示すものなり。

是等の移動を比較するには通常對照虹帶と稱する他の虹帶を藉りて之を目的たる虹帶の上下に駢列せしむ。又太陽の自轉を測る場合の如き之が東邊は近づき、西邊は遠かるが故に兩者を對照すれば二重に其の移動を明かにすべし。

磁氣の効

ゼエマン氏の發見する處によれば、強力なる磁場に於て虹帶中の單線が往々分裂を示し、是等の分線は各光波の偏光性に於て異なるを示すといふ。かくて太陽虹帶中の雙線、三聯線又は單に肥大線(是等は地上元素の常態に於て單線として現はれ、之が匹偶たる太陽の陰線にのみ異狀を示すの意なり)を偏光器にて検査し、之によりヘール教授は太陽斑點に磁場ありとの大發見を成すに至れり。多くの場合磁場の磁力線に平行に見るときは雙線を得、之に直角の方向に於て三聯線を呈するも、時に四五六聯に分解することあり。

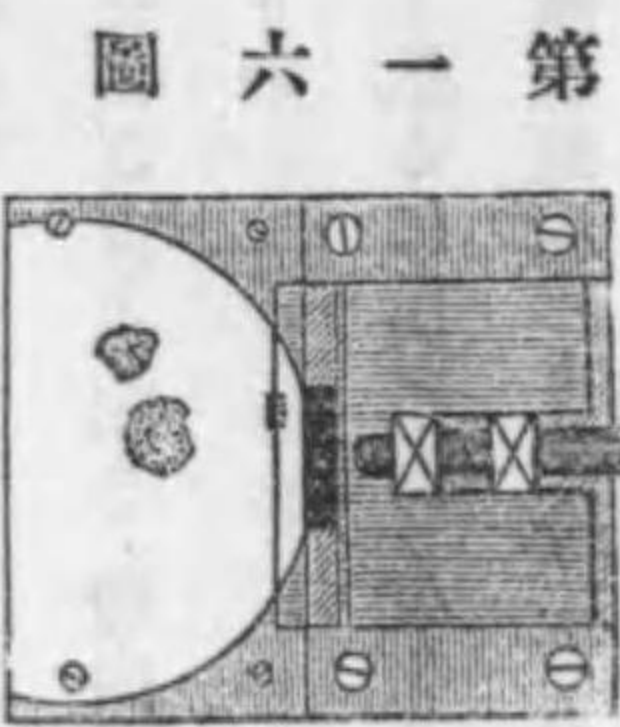
上來の原理は之が適用の範圍極めて廣く、宇宙のあらゆる發光體に對し其の

光を分析して、幾多の線を得れば以て之が成分溫度壓力吾人との相對正面動等を推測するを得せしむ。原理は斯の如く簡單なりといへども、虹帶の狀況必しも判然たらざるが故に、適當の判定を下すには又大に熟練經驗と卓識とを要するものなり。而も此の鍵鑰に非ずむば何によりて天象の現示する宇宙の一大秘庫を開くを得むや。是我が新天文學の生命が此分光術原理に係る所以に他ならざるなり。

八六 紅燭観測

茲に又分光器の簡單なる應用あり。往時太陽の赤層及び紅燭は皆既日食の際ならでは見られざりしが、之を平常にても觀測すること是なり。蓋し紅燭の如き著しき現象も地球の大氣が太陽の光を受けて一層強く輝くが爲に、(星の見えざると同じ理由にて)其の中に埋没せらるゝに由りて之を見る能はざるなり。

然るに空氣の虹帶は太陽の虹帶と同様にして即フラッホッフア陰線を有する吸収虹帶なり。今吾人の分光器を調整して第一六圖に示すが如く太陽の映像の外圍に切するが如く、細隙を置くときは、分光器の視界には二個の虹帶互に重複



第一六圖

すべし。一は空氣の照光に屬する太陽と同じき虹帶
 並に赤層及び紅燐の陽線。是なり。但し紅燐の如き
 紅燐は細隙の上より下まで連續せるに非ざるべきが故
 観に、全線を滿さずして所在に應じ斷續すべし。斯かる
 測細隙數個を並列するときは紅燐の映像を得べき筈
 なるも、唯大氣照映の強きが爲に之を認め得ざる

のみ。今是等の紅燐線は元來波の長さに應じて固有の位置を取れるものなる
 が故に、分光器の分解力を増すときは唯その位置を變ふるのみにして、線の光
 度を變ずることなし。然るに大氣照映の虹帶は分解の度に應じて稀薄となるべ
 きにより、相當に分解を大にすることにによりて他の光を薄くして比較上強き
 紅燐を現呈せしむるを得。其の上紅燐の陽線の位置には大氣虹帶の陰線(例へば
 赤色のC線)の在る所なれば一層便利なりとす。斯くて例へばC線を視界の中央
 に置き適宜に細隙を擴大すれば恰第一七圖に示すが如き赤層及び光燐の赤き
 美しき像を見るべし。他の紅燐に固有なる線を用ふるも略同様なれども、鮮明の



第一七圖

程度に於てC線の赤像を尤良しとす。
 寫眞の爲にはH及びK線等を用ふる方
 紅便なるも視用に適せざること勿論なり。
 凡近世發見に係る學理應用の諸技
 術中、寫眞術の著く有形科學の進歩に多
 燐大の貢獻を致せるもの無く、又衆の有
 形科學中吾が天文學の如く斯術の力を
 藉りて發明研究の歩武を進めたるもの

非ざるべし。蓋し一刻一瞬の幻像或は幽微にして眼力の及ばざるものに至りて
 は、到底寫眞術を藉るにあらざれば、其の存在すらも確認すること能はず。況や
 之が性狀變化等何に由て之を記録し比較研究するを得むや。常住の天象太陽
 太陰遊星星雲等の詳細狀態を記録せむとするにも、觀測者各自の感覺は必しも
 常に完全均齊のものに非ざるにより、時と人とに應じて大に矛盾せる記録を出
 すことあり。況や彼の既皆日蝕の如き、彗星の出現の如き臨時の現象に至りて

は、各自の感覺殊に特別の刺激を受くるが故に、幽微なる濃淡の委曲は到底人力の能く之が眞を寫すべきに非ず。是古來幾多の大家が記録せる同一物の眞圖を比較すれば、何如に記録の難きかを證して餘りあるを知るべし。

小衛星

今一二の例を擧げて尙之を明にせむに木星の第六第七及び土星の第九第十等四個の小衛星は如何なる強力なる望遠鏡にても到底之を發見すること能はず。殊に其の中の一個は發見後（位置を知りたる後）パナード氏が纔にイエルクス天文臺の四〇吋屈折鏡にて見るを得たるの外、寫眞板上にて發見せられたるのみにて未何人も之を見ざるものなり。眼力鏡力は未之に及ばざるも、既に寫眞板上に痕迹を留めたる以上は、之が距離及び運行の狀況等詳細にするを得。唯光の幽なるが爲に之が大き等を推測すること難きのみ。一旦位置を知りて何れに向て吾が視力を集注すべきやを知りて觀測するときは、常に見えざる幽微光をも見るを得。然るに目的無くして天の廣き部分を彷徨する注意力にては數十倍明かなるものをも看過するものなり。然るに寫眞板は之に甲乙の差別を設くること無く、皆公平に注意周到なり。

八八 雲佩と
眼力

但し幽微發見に關し最著しき事由は下の如し。望遠鏡は概して之が口径大なるに従ひ其の二乗の比例にて外來の光を集むるが故に、直徑二尺なるは一尺なるより四倍、又三尺なるは九倍有力なる計算なれども、一方に於て空氣の状態は時により處により必しも清澄ならず、其の妨害は又著しく口径の増加に伴ふて激増するが爲に、普通の場合に於ける透視力は或る制限を越ゆるを得ず（鏡力を増すも）。又望遠鏡の製法によりては口径小にして卸て密接せる二小星を甄別するの能作優秀なるあり。但し何れの場合に於ても眼力にて之を視る時は熟練家の精力集注最盛なるに方りて纔に之を認むるのみ、不幸にして其精靈點にして目的物に正中せざる時は忽之を看過すべく、よし又之に正中したりとも數分時間以上凝視するの外其の視力を増加すること能はず。此數分時の間に見能はざれば、後は却て視力の疲勞するのみにして更に後の機會（例へば空氣の状態優良なるが如き）を俟たざるべからず。然るに寫眞板に在りては眼にて纔に見ゆる程の幽光は直に之を感受せざるも、數分時又必要あらば數時間を費せば微小の刺激累積して判然たる印象を與ふべし。今假に木星の第七衛星は パナ

ド氏が見たる第五衛星の百分の一の光を放つのみなるが爲に、眼よく之を見ざるものとせば、第五衛星を映印するに一分時を費すならば、二時間にて充分に第七衛星を印取するを得。多くの幽微なる天象を印取するに數時間を費すこと珍しからず。斯の如く時を累積して初めて印象を映得するが如き幽微なる薄光は、如何程眼力鏡力を注ぐも決して之を見ること能はざるべし。

誤認

特に注意を要するは熟練なる視察家にして尙且往々視力疲労の爲に實在せざる幻象を認めて、意想外の誤認に陥ることあるの事例なり。ニコム教授の如きは所謂火星の溝渠と稱する弧狀の線も多くは此の幻相に基くものなるを摘せり。或る場合には觀象家の豫想(茲に斯々の形相あるならむとの豫想)は視力の疲労せる頃(徒に何も無き處を凝視せる後)實在の如く現はれ出づること屢經驗せらるゝ處なり。さまでには非ざるも、一度珍奇なりと感じたる模様等は觀象者を刺戟すること強きが故に、之を記するに方り特に誇張するを免れず。是の事相に關しては寫眞映印の公平なるに如かざること明なるが故に、現時寫眞記録の證明無き現象は一般人の容るゝ處とならざるは、實に當然の事といふべし。

八九 普通の
事例

し。

前二節に述べたるは寫眞術効用の尤極端なる例のみなるが、此他日常の記録として寫眞術の効用卓絶せるをも認めざるを得ず。蓋し新天文學家の日常作業は必しも斯かる發見のみに従事するに非ざればなり。平常の記録として第一に掲ぐるには星象寫眞圖、完製の企圖を一例とすべし。思ふに満天數千萬の星象の位置を精測して之が記録を作るは何れより考ふるも尤緊要の事業たり。古來幾多の大家が(ハッセル氏を魁として)數次に(或は一局部を限り)一々の恆星を精測し心血を凝ぎて、其の位置を記し、多くの星名簿カタルグを作れるも、皆各自の特徴を主張せるが故に、満天に亘りて均一公平なること能はず。爰に於て過年幾多の第一流乃至二流天文臺は協力して、同等同種の望遠鏡を用ひ、同一の尺度に恆星を寫眞し、之を集めて完全なる星圖を調製せむと議決せり。各一枚の寫眞板は天球四坪(一坪は一度平方)を含み、相互多少重複するが故に總てに於て二二〇〇枚を要す。二十年を経たる今日略其の作業を完成せるが、星數一五〇〇萬を計ふべく、其の中一二五萬を選びて板上に精測し、名簿に登録すべしといふ。斯かる大

事業は到底直接観測にては想ひも寄らざるものにして、古來の大家が畢生の事業として幾萬の星を記録せるも、現時の精度に適せざるものなるを以て之を推知すべし。

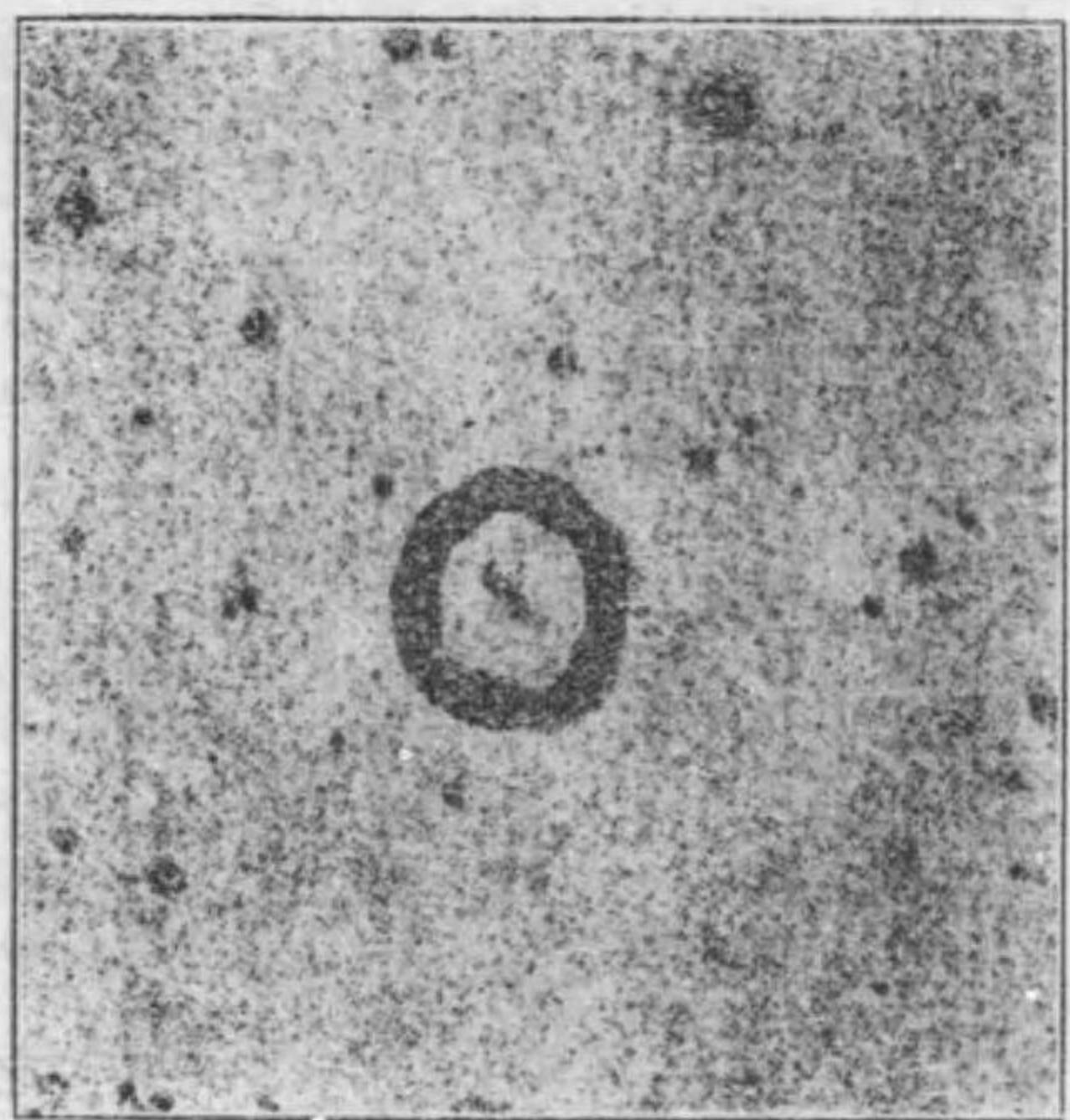
虹帯寫眞

虹帯寫眞の如きは殊に精測を要するも、視力にては甚困難にして、徒に時と勞力を費すのみ。或は甲乙二星の相對位置の如き、古の測天家の如く數時間巨大なる赤道儀に臨み、數十尺の高き階段上にて精氣を惱ます測微鏡を振ねるが如きは格別の精力家に非ざれば、一夜に多數を精測するを得ず。今寫眞を用ふるときは、(若所要あらば)數十百枚を少時間に映印するを得て、其の後便利なる時(晝夜を問はず)閑室に安座しつゝ、精微比較鏡に照して精測すべきなり。

小遊星

火木兩星間に散在せる小遊星 搜索は百年前學者を困めし題目なるが、寫眞應用の今日は實に容易なるものにして、殆熟練家の手腕を要する類の業に非ずといふべし。何となれば、遊星の多く通過する黄道の上下附近に寫眞透鏡を振向け、時計仕掛によりて一の恆星を逐ふ時他の多數恆星は各自の位置に應じて小點乃至小圓輪を印記するも、是等と相對動を有する遊星は寫映の時に比例し

第一八圖



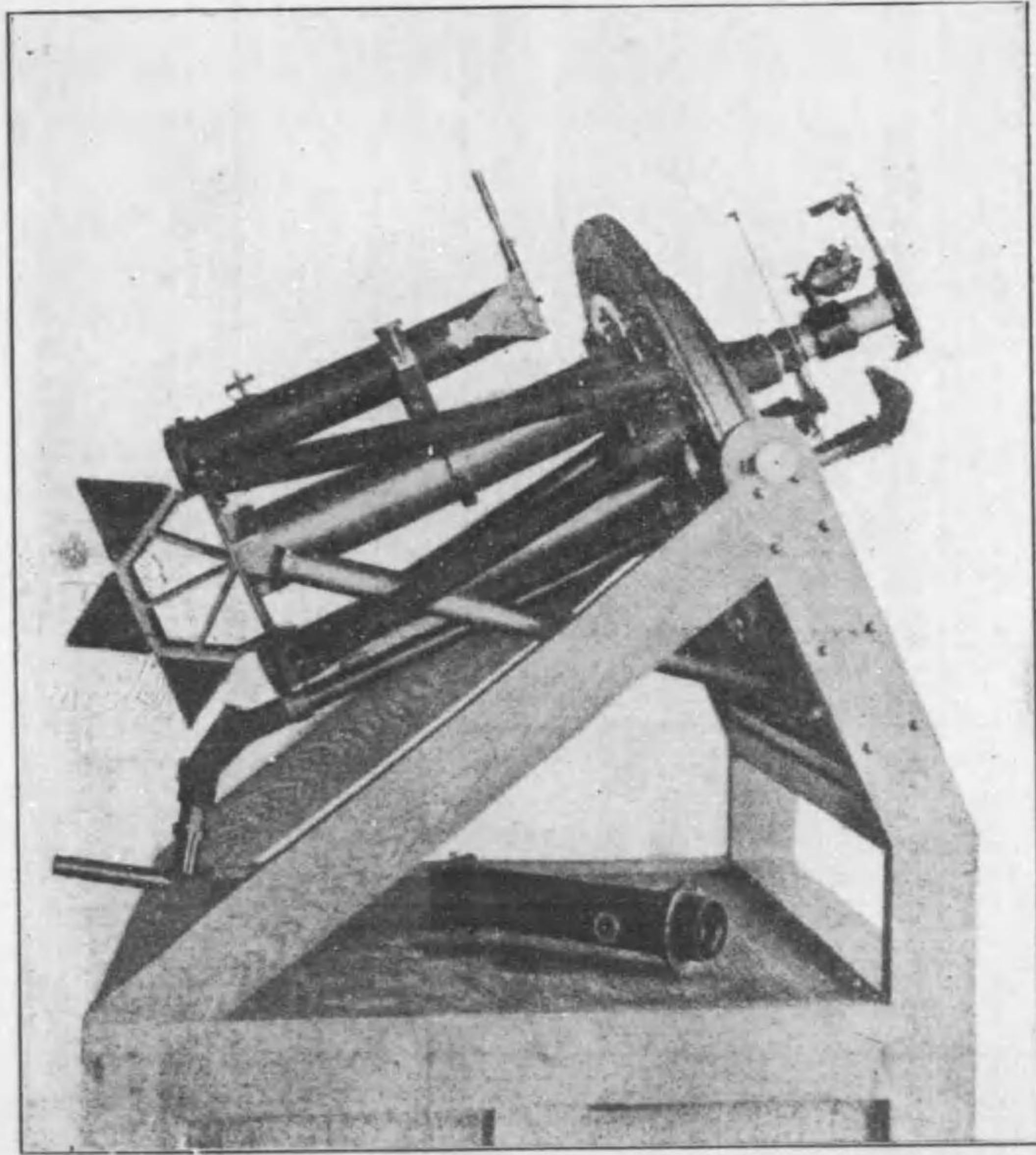
小遊星の位置を調査すれば以て直に問題を解決するを得ればなり。(第一八圖)

寫眞術の適用及び他に企及ばざる事業を成さしむるの例は尙多きも、自然後段の記述中に

九〇寫眞装置

出で来るを以て今之が概略に止め、繰て之が作業方法の大略を説かむとす。天象寫眞を映印するの装置は必しも複雑なるを要せざるも、多くの場合に數秒時乃至數時間の時を要するが故に、此の間地球の自轉による天象の西旋を逐ふべき時計仕掛を要す。直接に望遠鏡(又は人物景色用寫眞透鏡)を赤道装置として之に時計仕掛を施せるもの、一言にて蔽へば、所謂赤道儀の装置とせるあり。

然らざるときは一定の場所に對物鏡を据置き（多くは其の軸を水平に又稀には地軸の方向に横へ）一方の端に寫真板を挿み、天來の光をば映天儀シロスコップと稱する反射鏡にて鏡軸に向はしめ、此の映天儀を時計仕掛にて旋回し以て天象の西旋に隨伴せしむ。何れも眼にて觀測すると同一の裝置にして唯接眼鏡に代ふるに寫真板を以てするの差あるのみ。然るに時計仕掛は必しも地球の自轉の如く多時に亘りて齊整ならざる ことあるに因り、之が遅速無き様監視せざるべからず。殊に遊星彗星の如き地球の自轉以外に自己の軌道行動あるもの、如き、大略時計仕掛にて之を逐ふも、甚しく之を改正せざれば之と步調を一致せしめ難し。何れの場合にも映印者は附屬の小望遠鏡によりて目標に選びたる任意の恆星又は遊星彗星を鏡内の交叉點に擬し、始終之が所を動かさざる様望遠鏡（又は映天儀）を（別に設けたる螺旋にて）調節す。恆星星雲等天球上不動なるものは調節尤容易にして、之が完全に行はれたる證左は寫真板上各星の正圓形を呈するに よりて知るべし。彗星の如きは恆星に對して相對動あるが故に之を逐ふときは相對動の痕迹として總ての恆星は皆平行の短線を印すべし。（第一九版）



器 眞 寫 帶 虹 氏 ス ッ ル プ

第一九圖



右の外太陽の如き光強き天象を映印するか、又は特種の目的の爲に倏忽の映印を施すときは、時計仕掛を略し、監視鏡のみにて目的物象を中央に來らしめ直に映印せしむべし。

虹帯寫眞を映印する装置は多少特記するを要すべし。恆星用にはブルッス氏虹帯寫眞器の型を良とす(第二四版)。之を望遠鏡の接眼部に取附くる時は、恰星の映像は之が細隙上に落來る事となり、又後者は幅千分一吋程とす。光は之より入りて正照鏡を通り平行となりて三個の玻璃楔列を通り、恰一八〇度方向を轉じ、逆に戻るを、寫眞透鏡と挾箱とにて之を遮る。勿論挾箱には寫眞板を挟み置き數時間乃至連夜同一の星を映せしむ。

太陽にはリトロウ氏虹帯寫眞器を用ふる方便なり。第一九圖に於て(サ)は細隙なり、太陽の像を之が右方より映せしめ、之より正照鏡(カ)を通りて平面格子(コ)に當り、爰に分解せる虹帯

(格子にては數個の虹帶を一行に生ず其の一部)は再び同透鏡を通りて(シ)なる寫眞板上に映像を作る、寫眞板は細隙の直上に在るが故に、格子の平面を少しく仰かしむるを要するのみ装置尤簡單なり。

對物玻璃

別に對物玻璃楔を用ひて、虹帶を映印する事あり。第一は皆既日蝕に際し月輪の周邊に見ゆる太陽の變復層を分解するに用ふ。構造甚簡單にして單に普通の屈折望遠鏡の對物鏡の前方に一個の玻璃楔を取附くるのみ。今三日月形に残れる太陽紅層に切するが如く楔の稜を向けて鏡軸を太陽に向はしめ、接眼部に寫眞挾箱を置けば、細隙の設無きも三日月形の光は之が成分に應じて各自の波長に特有なる位置に一々三日月形の陽像を映すべし。茲に又紅耀の存在するあらば、之が像は相當の波長に對する各三日月形の像に伴ふて現はるべし。

次に恆星の虹帶寫眞の手早き略測に此對物楔を用ふる事あり。前の如き楔附望遠鏡を恆星の群衆に向け、時計仕掛にて之を逐ふときは各星の像は楔を通過するが爲各波長に分解せられ相集りて楔の稜に直角に一の短線をなすべし。此短線を横斷するものあるも、幅無きが故に見分け難し。之に適當の幅を

與へむが爲、楔の稜を星の視動の方向に向けつゝ、時計の速さを變ふ。かくて星像の視動の爲、稜に平行(即普通細隙の方向)に分解光の幅を生ずべし。是虹帶の幅にして、初めて普通の虹帶と同様なるを得へし。然れども映印の時間長きときは幅の長きに過ぐる恐あるが故に、時計の速さを調べて、其の時間中に適宜の幅を生ずる程星動と差違あらしむ。斯くして同じ視界に在る幾多の恆星の性狀を概見すること甚容易なり。

九二 太陽分光儀

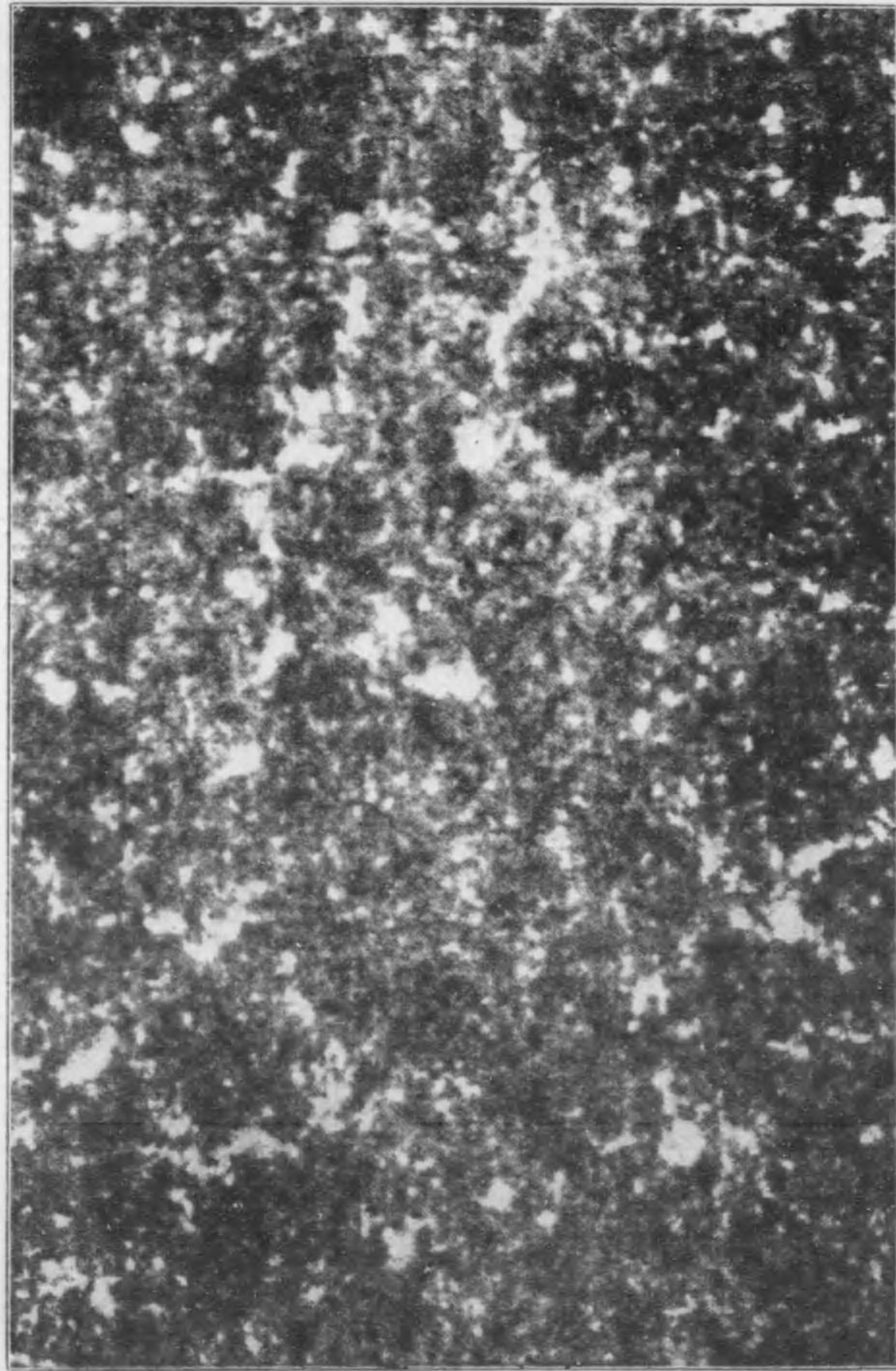
茲に最近の發明に係る有力なる分光寫眞儀あり。彼のヘイル教授の創意實驗に基くものにして、之を分光太陽寫眞儀といふ。蓋目的は太陽に限り又方法として必寫眞に映印することを要するものにして、寫眞は分光の結果に非ずして却て太陽その物(又は其一部)なること他に類例なき新意匠なりとす。今明者ヘイル氏の語を藉りて左に之が作用を解説せむ。

分光太陽寫眞術の目的は太陽火耀の映像を作るに之が含まれる各單一光波の特有する陽線を以てすること横糸を綴りて模様を織出すが如く、尙詳しくいへば織り成せる模様中より一色の糸のみを抜き列べて全錦の模様の一成分を其

の列びたる儘に見んと欲す。(圈點の部は著者の補ふ所)今常の如く分光器の細隙に太陽の像を映すれば茲に虹帯を生じて太陽上に存在する幾多の元素に伴ふ陰線を現はす。今細隙が太陽邊外なる紅燭を横斷することあらば、其の點に於ては紅燭に伴ふ水素及び「ヘリウム」の陽線は該紅燭の發生根源(周邊)より梢末に至るまで之を見るを得。さて紅燭の像上細隙の總ての位置に對する線を列ぶれば、茲に紅燭その物の全像を得べき筈なり(細隙を動かして總ての位置に擬ふの意)。之を成就せんが爲には、太陽の映像を普通の細隙(第一細隙)上に移動せしめ、分光器の接眼部に第二の細隙を設けて所要の線のみより來る光を寫眞板上に投射せしむべし。又寫眞板を動かして太陽像の移動と歩調を一致せしむれば、其處に紅燭の像を映印すべきこと明なり。但し太陽の像と寫眞板とを固定し之に對して二個細隙に共同の行動を與ふるも亦前記と同じ結果を得べく、要するに寫眞板に映する光は同一元素又は要素に屬する線のみより來るものなるべきこと是なり。

九三 應用實驗

右の原理に基きて行へる初回の實驗は失敗に歸したりしが其の原因は水素の



片 卷 ム ッ シ ル カ

線を用ひたるに在り。現今の完成せる器械装置にては水素の線をも自由に使用し得ること勿論なれども、當時は諸處に未整の部分ありしが爲該線の如きは光輝未充分ならざりしなり。之により第二回には暗紫色中に在るH及びK線を使用して成効するを得たり。是等の線は「カルシウム」蒸氣に屬するものにして、太陽虹帶上紫端の殆目に見えざる處に二個の暗黒紐(線の巾廣がりたるもの)の中心に陰陽線として現はるゝものにて、陰陽交錯せる程一般に光輝強き特徴あり。之に由り一八九二年一月の實驗に於て頗る鮮明なる紅燭及び赤層の寫眞を得たり。

右の實驗により單に紅燭及び赤層の形狀を記録するのみならず、更に新しき目的に向て研究の歩武を進めむとの考案を生せり。蓋し從來の虹帶觀測により太陽面處々に(特に斑點附近に)「カルシウム」蒸氣の雲ありて往々H及びKの陽線を現はすことあるを知れり。然れども一々時を費す觀測を積みて之が成績を綜合するは極めて不便なるのみならず、到底全面に互りて同時の狀態を知るを得ず。

曇片

若し紅燭を記録せると同じ 理法によりて 太陽面に 蔓延する「カルシウム」蒸氣を 一時に記録し得ば是豈 太陽熱氣の 性状 配置研究に 付きて 有力なる 材料に 非ずとせむや。尙又 H 線 K 線の 屬する「カルシウム」に限らず、例へば H_{β} H_{γ} 等を用ひて 水素熱氣の 分布を 直寫することを得。嘗て H K の 陽線は 浮光の 附近に 認められたるが爲、「カルシウム」熱氣も 亦其の 附近に 多きか 或は 浮光の 主成分なるかと考へられしが、實驗の結果 浮光 及び 其附近に 著しきと同時に 太陽 全面に 蔓りて 此狀を 現はす ことを 知れり。之が 寫眞記録に 現はれたる 外見により 曇片と名づく。何れも 地より 白く 毛房の 如き 觀を 呈するなり。(第二五版)

水素線よりも 同様に 水素曇片を得べきも、「カルシウム」曇片が 陽なるに 對し 是は 陰性にして 地より 黒きを 普通とす、但し 斑點附近等 特別の 活動ある 場合 時々 陽性を示す ことあり。(第二六版)

水準の區別

次に 第三の 應用として ヘル氏の 創意により 太陽面上 高低 各種の 水準面 所在の「カルシウム」曇片を 別々に 記録せむ ことを 企てたり。蓋し 室内の 實驗に 照すに 陰線の 幅は 氣壓の 高さに 應じて 廣く、壓を 減すれば 細くして 鮮明なる 線を得。今



片 曇 素 水

H 及 K は何れも割合に幅廣きが故に、之を假に H_1 及び K_1 と名づけむに、太陽面の下層に在りて 強壓を受くる「カルシウム」熱氣より 來るものなるべし。又 H K 線の中央部に 較幅狭く判明せる 陽線あり、是太陽面上 較高き處に在りて 光熱尤強き「カルシウム」氣より 來るものにして、之を H_2 及び K_2 と名づく。尙 其の陽線の中心に一層細き陰線あり、之を H_3 又 K_3 と名づく、是最高水準に 浮べる「カルシウム」熱氣より 來る光を表はすものとす。之により H_1 K_1 等の左右一端に 分光儀の第二細隙を 据置けば 最下層の「カルシウム」霧片を 映取すべく、其他 H_2 K_2 を 入れざる H_3 又は K_3 を 用ふれば 中位の 霧片を得べく、最後に H_3 K_3 のみを用ふれば 最高處に 浮べる 霧片を得べし。

其の他 微細の點に於て 種々の新應用を 試験し 各種の成績を得たるも、今は 之が概略の方法を記して 本分光儀の性能を 解説するに 止む。唯一言を加ふるは、彼の北米加州なる ウィルソン 峯上に 巨費を投じて 新設せる カネギイ 太陽觀測所は 全くヘイル 教授が 工夫せる 分光太陽寫眞儀の爲に 成れるものにして、軌近天 質學の發展史上 特筆すべき空前の 大事件なること 是なり。

光の分析は斯の如く古人の夢想せざりし天體實質の研究の關符なりと云ふべきも、更に眼を他方に轉すれば、抑光なるものは天體より發散する波動即放射威勢の一個形式にして、遍く論ずるときは熱も電氣も乃至寫真に映する波動も亦同じく放射威勢の示現なりとす。今電氣磁氣に關することは暫く措き、彼の虹帶中央なる一部は之を視るを得、是光なる見得波動なり。然も波動の波長にして〇・七「ミクロン」(「ミクロン」は一厘の一萬分の一にして「テンス」米の一萬倍なり、〇・七「ミクロン」は七〇〇「テンス」米なる)を超ゆるか、又は〇・四「ミクロン」以下なるときは通常の状態にては見るを得ず。後者は紫外部にして唯寫真藥にのみ感應あるが故に、俗に化學線といひ、前者は赤下部にして熱となりて感ずるが故に、俗に熱線と稱す。而も元來同一の波動にして波長のみを異にするが故に、三個の異名は却て事實を誤らしむるに過ぎず。且化學線といひ見得波動といふも何れも終には之を熱に變形せしむるを得るが故に總てに共同なる比較測を行はむには、熱なる放射威勢の形式を探るの外施すべき策無しといふべし。されば虹帶の全部に互りて現はるゝ放射波動の消長を知らむと欲せば、之を油煙の

微温計

如き物質に吸収せしめて熱化するを要す。故ラングレイ氏の發明に成れる細き微温計は此目的の爲に作らる。之が要部は黒き毛細白金線二條と之に連絡せる針線二條と抵抗線と鋭敏なる電流計となり。今電流の平均せる状態に於て白金線一個のみに虹帶の一部を當らしむれば、之より生ずる温度の爲小量の電流を生じ電流計の針は微熱量に比例して移動すべし。平常の装置にて攝氏一度の十萬分一を記すべく、尙特別の装置を加ふれば之が千倍まで精密ならしむるを得といふ。アボット氏(ラングレイ氏の後嗣)の言へる大要を意譯せむ。曰く。普通の觀測器械の標準より推すときは、寒暖計一度の一億分の一を測るといへば其の精密の度實に鬼神に逼るものといふを得べきが如し。而も之を人類の眼に比すれば遙に遲鈍なりといはざるべからず。何となれば眼はよく小き瞳孔より入り來る六等星を見るを得るも、之を微温計に感せしめむには徑十呎許の反射鏡にて其の放射を集むるを要すればなり。

微温計は其の構造上虹帶の各部の如き細き部分の放射を一々分檢するものなるが、茲に又太陽其の他の放射全部を一時に測るが爲日射計なるものあ

日射計

り。形式種々あれども、要するに光熱等の放射を受けて（成るべく）全部を吸収する受盤を設け、斯くて放射を悉く熱に變じたるものが容器内の水又は空氣の溫度を高むべく、之を鋭敏なる寒暖計にて計るものとす。受盤の面には油煙を塗り之が面を任意放射に直角ならしむる装置あり。油煙は總ての物質中尤よく放射威勢を吸収するもの、即完全放射體に近し。蓋し何如なる物體に於ても外來の放射を吸収するの能作と自己の威勢を外方に放射する能作とは一定の比を有すとこれキルヒッフ氏の放射法則なり。故に今此處に一體あり、之が受くる放射全量の八割を吸収して二割を反射又は透過せしむるならば、（同じ溫度及び波長につき）完全放射體の放射に比し八割を放射すべし。次に溫度と波長と放射とを（完全放射體に於て）連結する算式あり。之により太陽より受くる放射の量を測りて（太陽を完全放射體として）太陽放射面の溫度を算するを得。但し何物も完全放射體ならざるが故に、かく算出せるは溫度の最下限にして、實際は其の上なるべきことを知る。但し空氣の吸収を精算せむが爲、吸収は波長によりて異なるが故に、波長異なる放射を比較するを要す。之により放射の全量を測る日射

計と共に前記の微溫計を以て各波長の（空氣にて吸収せる殘の）放射を精測するを要す。

九五 恒星の光度

恒星の光度は又之が放射を計るものなり。思ふに普通の場合に於て恒星より受くる熱量は甚微小なるが故に、依然光として之を比較するの外無きなり。直接觀測の光度計に二種あり、第一は恒星と或る標準光とを比較し其の強き方を減光して兩者を等しからしむるの理に基く。減光には楔形の不偏色硝子を用ふるも可なれども、多くは偏光の理を應用して偏光計の回轉により原光の何割かを減じて兩者等しくなれるやを測る。第二は不偏色の玻璃楔を以て星光の通路を遮り、其の厚さを増して終に光の消滅するに至るを度とし、楔の厚さによりて原光の強さを算出す。右は何れも直接觀測者の視力に訴ふるものにして、感覺の疲勞等より種々の誤差を生じ易く、殊に色ある星に對しては比較甚困難なり。恰も寫眞藥が色即波長に依りて感應の度を異にするが如く、視力も亦赤に感じ易く、波長の短かき程鈍くなるの傾向あり。

之と反對に寫眞を以て星の光度を測らむとすれば、其の放射の割合に應せず

寫眞上の光度

して波長の短かき紫外部に於て積極の感應あり、概して、青き星は實際より光強しとて評價せらる。而も寫眞は常に公平なるが故に大に參考に益すべきを以て盛に行はる。今寫眞につきて大小諸星の印像を見るに、一等星の如きは較大形の圓輪を有し其の外邊朦朧たり。等級少しく進めば較鮮明なる小圓輪を印し、圓輪の大小によりて略等級を判定するを得。然るに微小なる星に至りては圓輪の形小なるよりも印像著しく薄くなるを見る。斯く星の光度によりて圓輪の大小と之が濃暗度と二つながら異なるが故に、簡單なる比較困難なり。茲に於て米國のビッケリグ(兄)教授と埃國のシヴァルツシド氏と(殆同時に)一の新工夫を案出せり。

元來星の映像には道理上にて大小の形あるべきものならず、皆一點に集中するものなるが、種々の原因の爲に一點に集まらずして外輪朦朧たる小圓形を成す(望遠鏡の焦點にて)。此の小圓輪は星光強き程大なるにより上記の結果を呈するなり。之に由りて、兩氏は殊更に望遠鏡の焦點を避け、焦點外の映像を寫眞すること、せり。焦點外に於ては元より幾何學の關係にて焦點よりの距離に比

例する(星の光に拘はらざる)大きさの圓形を生ずべし。かくて諸星の印像につきて光の強きものは濃暗に、弱きものは淡くなるべきにより、比較すべきものは其の濃度のみとなるべし。

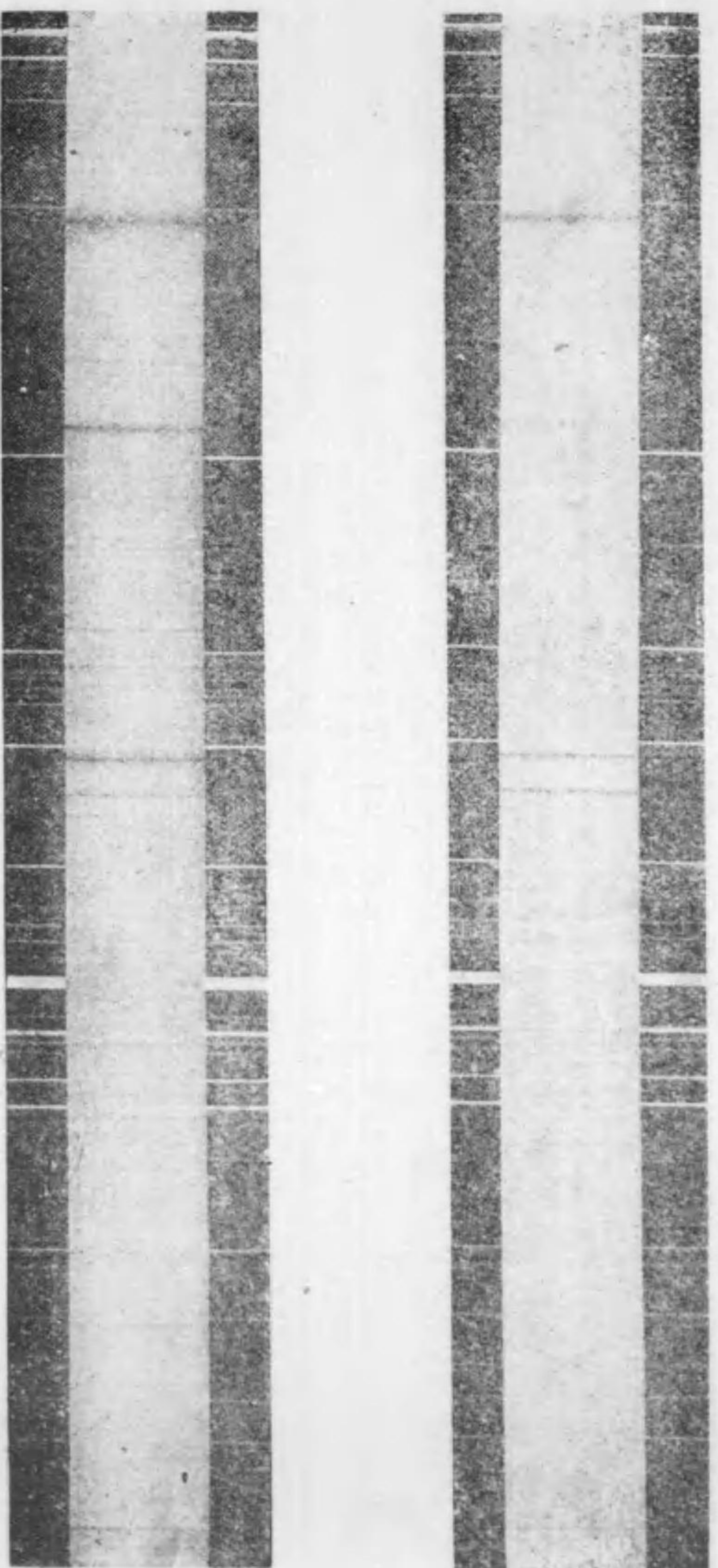
變星の光度を比較する際の如きは(色を變ふること稀なるが故に)終始寫眞上の光度のみを用ふるを得べし、但し衆星を通じては之を以て直に光度なりと爲すを得ず、色に對する特殊の改正を加ふるを要す。

吾人は以上諸節に於て新天文學即天體の質狀學に於て、用ふべき研究方法の一般を説きたり。今や章を改めて、是等の方法が最近に齎せらる成績の梗概を述べ、更に今後の事業に對する希望に及ばむとす。

第八章 分光術の成績

九六 太陽の成分

唐語に胡來れば胡現じ、漢來れば漢現すとか。若し對手者を捕へて一々寸断解剖せずむば之が何物なるやを知る能はずとせば、何れの處にか妙智靈徳あらむや。されば吾が新天文学に於ては坐ら天體の内狀を研究するを以て目的とし、之が有力なる方法の第一としては分光器を用ひて天體の發する光線を分析し、其の光線の性質に應じて之を發する天體の化學上の成分及び物理學上の動靜を知らむとす。即第七章に於て述べたるフラッシュホッフア線を記録し、之を實驗室内にて發光せしめたる物質の分光虹帯に訴へて比較研究するを根本の方法とす。其の原理は第八五節に述べたるが如く極めて簡單にして、實驗の結果は字書の如く、天體の虹帯を解釋するは恰字書によりて天文書を讀むが如き觀あるも、尙一步を進むる時は書札中の文句熟語等は必しも一々字書に記載せざることありて、寧ろ四書五經に記せる一字づゝの意義を知りて、直に現時の支那時文を讀まむとするが如く、大略の意義を解するも往々誤謬に陥り又は判然たる解決を



(線陽照對のソダチ) 帶虹の星ムカッリ

得ざることあり。蓋し實驗室に於て人工の及ぶ範圍は材料にせよ熱度にせよ壓力にせよ將又電氣磁氣及び灼熱作用等各種の狀態に於ても一々狹小なる制限ありて、到底天體上に實現せらるゝ如きを模倣する能はざればなり。

而も或る程度までは全く天然の示現を人工によりて再現するを得るが故に大體の解釋に於て大過無きを期すべく、要は今後益綿密なる研究を進めて過去に獲たる成果を將來に増進せしむべきなり。

九七フ氏線
譯註

フラオンホッフア氏の記録せる太陽虹帯の陰線は、勿論虹帯中の見得部のみなるが、而も最須要なる諸線にして、今に於ても尙彼が命名せる文字符を有し、唯他の諸部に同じ命名法を擴張せるものなり。重要なるフ氏線は次の如し。但し此中B線及びG線はアボット氏に據る、又普通波長はロランド氏の略録に據れども、其の後調査の結果波長に小數の改正を要することゝなれり、今其の改正後の値を用ふ。

名稱	波長(オングストロム)	發生物質	記	事
A	七五九三・八四	酸素		空氣に屬す

a	七二八四・五七	水蒸氣	空氣に屬す
B	六八六九・九七〇	酸素	空氣に屬す
C	六五六二・八三五	水素	水素の第一線H _α と稱す
D ₂	五八八九・九七五	ナトリウム	Dなる雙線の第二なり
E	五二六九・五五	鐵	Eなる三聯線は最後に當る
b	五一八三・六二〇	マグネシウム	
F	四八六一・三五〇	水素	水素の第二線H _β と稱す
G	四三四〇・四七一	水素	水素の第三線H _γ と稱す
H	三九六八・四九一	カルシウム	分光寫真に著名なり
K	三九三三・六八〇	カルシウム	同上

九八赤下部

右表の中A線以下は所謂赤下部にして通常見得べからず、而も彼はラングレ氏の微温計によりて之を得得するを得。ラ氏自身は之によりて見得虹帯の二十倍の長さに至る部分を記録せるが、尙其の以下の長き波動は短かき電氣波動

と連続すべきものと考ふるを得べし。又アプネイ氏は寫真藥品を特製して、普通に感應せざる濃赤部より赤下部を映印し波長七六〇〇より一〇七五〇に及びり。又ベッケレル氏が燐光性を應用して發見せる紐狀線よりして太陽中に「カリウム」あることを確めたるも、其他は要するに赤下部の虹帯研究によりては著しき成績を得ざりしを遺憾とす。

九九紫外部

之に反し紫外部に在りては前記の見得部以外尙之が半分程まで映印するを得。其の限界は大略波長二九五〇にして以上の短かきものは空氣の吸収によりて到底之を受くること能はず。

此吸収の多少は空中の濕氣にも關係無く、重なる原因は酸素のみに在るが如し。

波長の短かき光が空氣に吸収せらるゝの事實は日常の經驗に訴ふるも容易く理解するを得。吾人が朝夕地平線に近き太陽を見るときは著しく赤色を帯ぶるを認む、是即太陽より來る光線が空氣の深き層を通過するにより晝頃よりは多分に紫青部(短かき波長)の光を失ふによること明なり。此際分光器に就きて

虹帯を検するときは、一層明瞭なるべし。即ち虹帯の上端に近く多くの濃き陰線及び紐状線の聚生するを認む。是等の中多數は常に存在するものなるも、太陽の高き間は淡くして著しからざるものなり。然れども前表に記せるが如く、フ氏線の若干は空氣に屬し（即ち空氣中の「ガス」の吸収に基き）其の殘部のみが直に太陽に屬するものなりとせば、豫め何れが太陽に基き、何れが地球に屬するやを區別するの要あること明なり。其の方法大別二あり。

第一法に於ては前に記せる理によりて、太陽の高き時の虹帯(甲)と低き時の(乙)とを對比するに在り。此の際甲の陰線にして乙に於て巨大となるものは必地球線なりと斷定すべし、元より太陽の高低によりて太陽その物に變化ある道理なければなり。地球線の多數は水蒸氣に基くものにして、乾燥せる空氣と濕りたるものとの虹帯を比較するときは、其の關係直に明なり。其の他は酸素に屬するものにして概赤端に偏在し多く紐状を成す。

第二の甄別法は右と反對に背面式なり。今太陽は東西に自轉するが故に之が西方の周邊は吾人より遠かり、東邊は吾人に近づく。兩週邊に近き部分の虹帯を

一〇〇 地球線

線

水蒸氣

背向甄別

突合はす時は、ドブラアの原理(第八六節正面速)により、太陽に屬する陰線は東西の虹帯に於て、正に左右に移動するが故に、其の差判然たるべし。而るに空氣に屬する線は太陽の自轉に關係無きが故に、兩者に於て同一の位置を保持すべし。之により背面よりして移動無きものは地球線なりと斷定するを得。

一〇一 原素

ロウランド氏は一八九五年乃至九七年の間に發表せる「太陽虹帯の未定測表」に於て、七三三より二九七六に至る、無慮二萬個の陰線を詳録せり。

其の中約三分一は吾人が地球上にて再現し、從て其の何物より發せるやを確定し得べきものなり。節末第一表に於ては、太陽中に存在を認められたる三十有餘の原素を之が著しきの順序に列記せり。吻合せる線の數も亦判明せるものに限り書添へたり。

未見原素

第二表に掲げたるは存否判明せざれども、多少存在の疑あるものなり。其他は存在の痕迹だも發見せられざるものにして、中に著しきは窒素族なる窒素、磷、砒素「アンチモン」、又「ハロゲン」族なる弗素、鹽素、臭素、沃素、又酸素族なる硫黃「セレン」及「テルリウム」等にして、金屬の中には金「シジウム」等も未發見せられず。是等未

見の原素必しも太陽中に存在せざると断定するを得ず。嘗に背面證明法の弱きといふのみならず、却て又是等の原素現に存在するも必しも虹帯中に固有の線を現はさざる場合若干あるを推論するを得。之に反し地上の原素が發現せざる線にして太陽虹帯中に存在するもの多数(總數の三分二許)あるにより、地球を構成する物質以外別に新奇の物質あるかの觀あるも、是亦必しも然りと いふを得ざるが如し。現に彼の「ヘリウム」の如きは太陽にのみ特に著しき原素にして地球上に知られざりしかば之を「ヘリウム」と名づけたるも、其の後空氣中にも此の原素あるを發見せる例あり。然のみならず、虹帯中には必しも各原素が獨立に固有の線群を現はすに非ずして、他の原素と共に共存の狀態に由りて、線の發現も大に變異あること、最近に確められたるが故に必しも正面の示現によりてのみ物質の有無を断定すべからず。況や地球の内部に何如なる線を發現する物質の潜在せるやは吾人未之を知らず、或は到底之を知るの機會に接せざるやも計り難きをや。吾人の知れる八十有餘の原素は唯地球の皮殻(地球半徑の 小分數の厚さ)中に在る物質のみにして、其以内の深さには吾人の知識の滲透を許されざるものありとす。今吾人は、ロランド教授と共に信せむとするは、大體に於て太陽を構成する物質は吾が地球の素質と類似せるものにして、假に地球全體を熱して氣狀に變せば又太陽の如き虹帯を發現すべきこと是なり。但し總體の質量溫度氣壓等(止むを得ざる)相違の爲に、同物質が同量に含蓄せらるゝも尙其の虹帯の詳細に於て多少の相違あるを免れざることを勿論なれば、況や物質の結合及び分量に於て必しも一致せざるべきが故に、兩者の虹帯は何れの點まで吻合すべきやを推測すること難しといへども、大要に於て類型同種のものなるべきことを想像するを得。

第一表。ロランド氏が太陽中に認めたる原素

第一段は太陽虹帯中線の強さの順位に列べたる原素にして之に原子量を附記す。第二段は同上線の數の順位にして往々其の數を附記す。外に「ヘリウム」及び「ガリウム」の線隱見す。

一、カルシウム (四〇・〇七) 鐵(二千以上)	三、水素 (一・〇〇八) ナタン
二、鐵 (五五・八四) ニッケル	四、ナトリウム (二三・〇〇) マンガン

- 五、ニッケル (五・六八) クロミウム
- 六、マグネシウム (二四・三三) コバルト
- 七、コバルト (五・九七) 炭素 (二百以上)
- 八、珪素 (二八・三三) バナヂン
- 九、アルミニウム (二七・一一) ジルコニウム
- 一〇、チタン (四八・一一) セリウム
- 一一、クロミウム (五二・〇〇) カルシウム (七十五以上)
- 一二、ストロンチウム (八七・六三) ネオヂム
- 一三、マンガン (五四・九三) スカンヂウム
- 一四、バナヂン (五・〇〇) ランタン
- 一五、バリウム (三七・三七) イトリウム
- 一六、炭素 (一一・〇〇) ニオビウム
- 一七、スカンジウム (四・一一) モリブデン
- 一八、イトリウム (八九・〇〇) パラヂウム

- 一九、ジルコニウム (九〇・六六) マグネシウム (二十以上)
- 二〇、モリブデン (九六・〇〇) ナトリウム (十二)
- 二一、ランタン (三九・〇〇) 珪素
- 二二、ニオビウム (九三・五五) 水素
- 二三、パラヂウム (二〇六・七七) ストロンチウム
- 二四、ネオヂム (二四・三三) バリウム
- 二五、銅 (三三・五七) アルミニウム (四)
- 二六、亜鉛 (六五・七七) カドミウム
- 二七、カドミウム (二二・四〇) ロヂウム
- 二八、セリウム (二四〇・二五) エルビウム
- 二九、ベリリウム (九・一一) 亜鉛
- 三〇、ゲルマニウム (七二・五五) 銅 (二)
- 三一、ロヂウム (二〇二・九) 銀
- 三二、銀 (二〇七・八八) ベリリウム



帯虹の星素水

三、錫 (二九・〇) ゲルマニウム
 四、鉛 (二七・一〇) 錫

第二表、存在の確定せられざるもの。

ルテニウム (一〇・七)	インヂウム (二四・八)	タンタル (二八・七)
ワルフラム (二四・〇)	オスミウム (二六・七)	イリヂウム (二五・〇)
白金 (一五・三)	水銀 (三〇・六)	タリウム (二四・四)
蒼鉛 (二八・〇)	トリウム (三三・四)	ウラン (三六・五)

一〇三 恆星

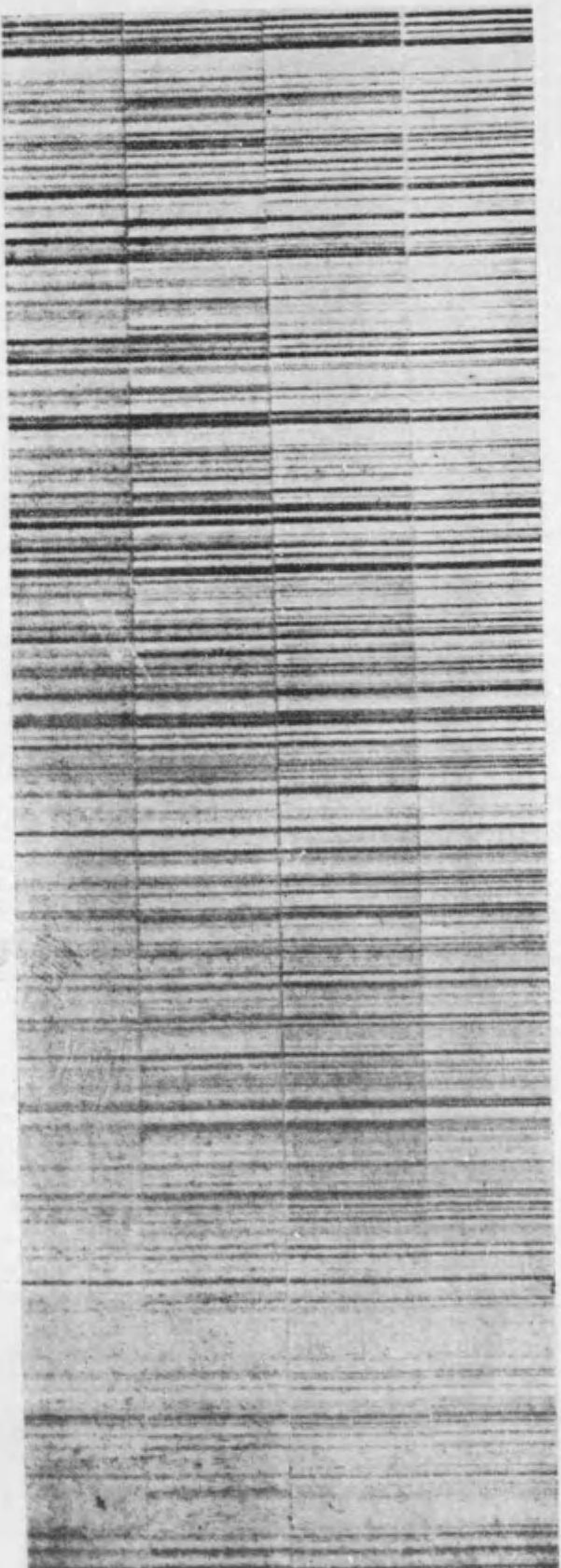
幾多恆星を分光器に掛けて之が虹帯を調査するときは、直に其の間に多大の相違あるを見るべし。肉眼にても青白き星普通に白き星赤き星等は容易に識別するを得るものなるが、之を分光術に訴ふる時は一層鮮明し又詳細に其の間の差違を判別するを得。但し星の光は太陽に比すれば實に數へ難き程幽微なるが故に、之を玻璃楔又は格子にて分解するときは一層幽微にして多く肉眼の観測に堪へず、必寫眞に映印して時間累積の効果を利用するものなるも、夫すら長時間に互るときは種々の微差を生ずるが故に作業困難となり、且結果の鮮明

を缺くこと到底太陽の場合に比するを得ず。されば其の虹帯につきても尤著しき模様を比較するものにして一々の線につきて詳論し得るは、唯少數の明星につきてのみなり。同じ理由により微小星には未全く分光器の力の到達せざるもの多きことを豫期すべし。

一〇三 恆星の分類

恆星の虹帯を比較して多數の中より之が型式を抽出し、之によりて總てを分類せむと試みたる學者數名を數ふるも、伊太利の 碩學セッキ氏の四種分類法を尤重要なるものとす。以後 フォゲル氏の追加によりて大に細密に互り、其の他ハギンス氏マククリイ氏等の 改補ありしも、基く所はセッキ氏の分類に在り。

セッキ氏の四種とは第一に、青白乃至白色の星(代表者 天狼 織女等)にして虹帯中青紫部に於て光強く、其の陰線には金屬原素の線無きものなり、恆星の一半は此種に屬す。第二種は太陽の如き帶黄色の星にしてカペラアルクチュルスアルデバラ等著しき代表者にして、其の虹帯には金屬線著し。此の種の星も前者の如く多數なり。第三種は赤色の星にしてアンタレスベテルゲウスを以て代表せしむべく、之が虹帯には紫方に濃くして赤方に淡き渲刷狀の吸收著し。此種は二千有



帶虹の星陽太

餘を計ふるのみ、變星多し。第四種は約二五〇を算すべく、幽星にして濃赤色を帯ぶ。魚座の一九番は唯一の肉眼代表星なり。虹帯には炭素の燐影ありて、第三種と反對に赤方に濃く紫方に消ゆる渲刷なり。

其の後研究の精密となるに従ひ、甲種と乙種との境界判然たり難く、其の中間に新種を生じ、又其の新種と甲及乙との中間に各一種の分岐を生ずる等殆實際無く、終にはハッヴァアド天文臺の廿二種分類法を生ずるに至れり。而も尙その何れの型にも吻合せざるものあるにより、例へばBより次のAの方に十分の三偏りたるものを示すにB3Aと記し、或は恰も兩者の中央に位せるが如きを示すにB5Aと記すに至れり。事の真相を精密に示さむとせば（元來數十の形式に基きて作りたる星ならざる以上は）連続して存在する微小の差を一一記さるべからざるが如きも、目的により之を或る程度に止めて、大要を概見するを優れりとす。此の見地により、恆星の熱度包圍氣の状態發育の新舊等を推測せむが爲大略左の如く分類するを以て満足せむとす。蓋しセッキ氏以後に幾多の新事相發見せられたれば、今は必しも氏の分類のみを踏襲すること能はざれば

ハッヴァ
アド分類

一〇四折衷分類

なり(クラック女史)。

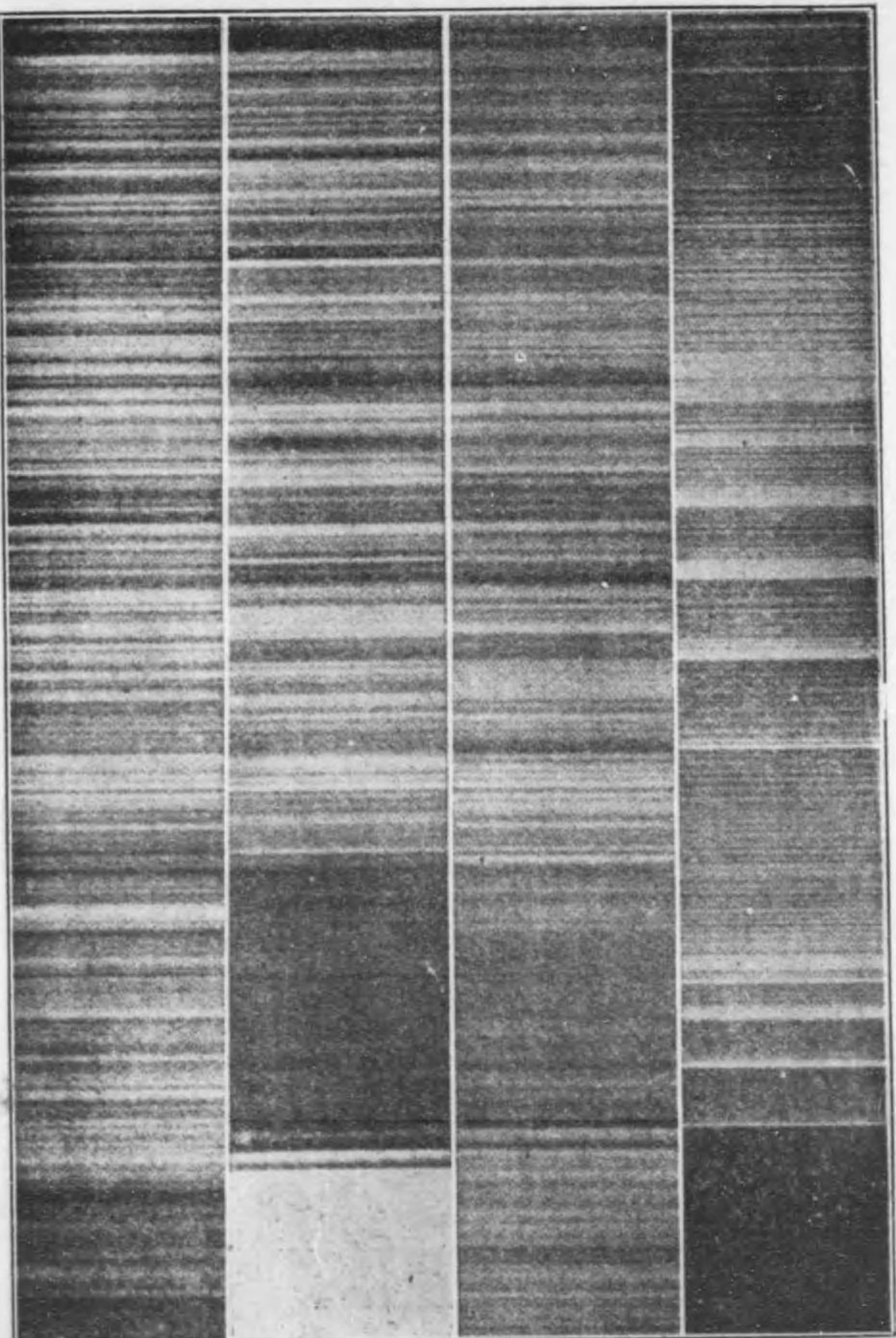
爰に掲ぐる分類法は尤實用に適し簡にして粗ならず、又自然の順序を逐ふが故に解し易し。但し星の發育の順序新舊等の想像を加へたるにあらず。其の初めの四種は陰線のみを示し後の四種には多少の陽線を含むの特徴を認むべし。

第一種

第一種「ヘリウム」星。光輝強き白光の星にして虹帯中に「ヘリウム」及び水素の陰線著し。金屬線は甚稀にして甚微弱なるも其中波長四四八一なる「マグネシウム」線は多少著しきものなり。此の種の星に於ては全體の吸收作用即圍氣の如きものを認めず、其簡單なる成分を有する變復層ゆゑものと推察するを得。元來セッキ氏の第一種に屬せるものにして、フオグエル氏が「ヘリウム」を確認せるにより之を別種に區分せるものなり。オリオン座の幾多明星(αを除く)と昴宿の衆星とは最手近き代表星なり。ハッヴァードにては之を六類に細分す。(第二七版參照)

第二種

第二種水素星。此の種の星に於ては普通の水素線著しく、「ヘリウム」は殆認め



のもるお刷渣に帯虹

られず。「カルシウム」の H 及び K 線は濃厚ならざるも判然たり。鐵の線は多く微弱なり。全體の吸収作用は多からずして殊に紫端の方に乏し。之により星光其の物も帯青白色にして織女天狼等は著明なる代表星なり。セッキ氏第一種の多數を含み、ハッリアドにては之を五類に小分す。第二八版には天狼と織女との虹帯を示せり。

第三種

第三種太陽星。は何れも太陽に似たる虹帯を有し、「カルシウム」の H 及び K 線尤著明にして水素は通常の四個線を現はし、他の金屬線は甚多數なれども鮮明にして巨大ならず。紫上部なる水素の線は僅にプロキオンカノプス等に現はるゝも是等は恰第二種と第三種との中間に位する程度に在りといふべし。大體の星色は黄を帯び虹帯の紫青部は陰暗にして概して厚き霧圍氣を有す。太陽の外にはアルクチュルス及びケンタウルス座の α を代表星とす。(第二九版)。本種はセッキ氏の第二種にして、ハッリアドにては第十二より十六に區分せり。

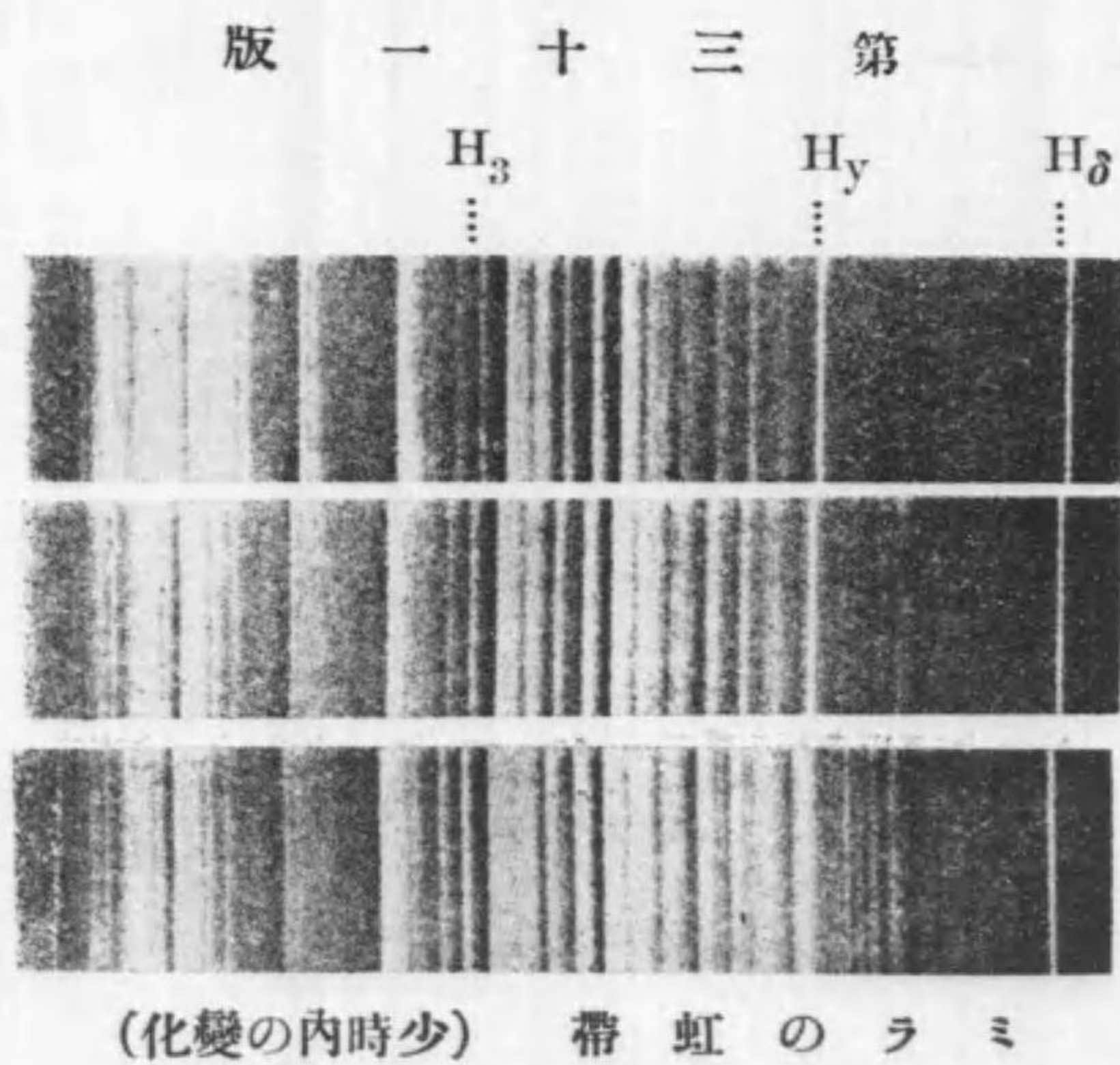
第四種

第四種虹帯に渲刷ある星。約十個は淡暗き渲刷と普通のフラオンホッファア陰線群とを重ねたるが如き虹帯を有する星にして、渲刷は紫青部に之無きが故に第

三種の虹帯と誤認せられ易く、且其の移換りも截然たらず。第三種のカペラよりアクチルスアルデバラの順を逐ふて第四種のアンドロメダ座 β 及びオリオン座の α (ベテルゲウス)に至る移換りは徐々にして次第に青部の吸収を増し、金属線巨大となるに反して水素線は細瘡するを見る。セッキ氏の第三種にしてハッヴァアの第一七乃至一九類に當り、ヘルクレス座の α を以て此種の末席を結ぶものと看做すべし。(第三〇版)

大體此の種の特徴は同一の渲刷重疊が種々の濃度を以て出現することにして、星光は赤色より橙色に至る種々の色彩を帯ぶ。其の光層の光は多く吸収さるゝが故に、其の内實は視狀又は寫真に映するよりは割合に強く輝くものなるべし。又長期の變光を成すものもあるも吸収作用に基くものと考へらる。星數は前二者に比すれば甚少といへども尙既知の數は優に二千を超ゆ。一般に吾人を距ること遠くして一も視差又は著しき自動を認められたる無し。

第五種 炭素星。此種の虹帯にも渲刷あれども其の風全く前者に異なり。前種の渲刷は其の基因不明なれども(多く酸化物ならむか)本種の變影は明に炭素



第六種

に基くものにして三個の著しきものあり。炭素星は紅玉の如く光る星なるが肉眼には僅に魚座の一九番と他に六等内外の星七個あるのみ。總て二五〇許を算す。此種の星も深き雰圍氣に鎖され且一般に遠きが故に、吾人に對して光輝を放つには尤不便なるもの、如し。又多數は變星なり。ヘル教授は一八九八年に幾多の未知陽線を暗帯中に發見せり。第三〇版に之が若干の例を示せり。

第六種 虹帶に渲刷及び水素の陽線ある星。變星ミラ（鯨座のオミクロ）は尤著しき例なり。此種の星は唯一の疑はしき場合の外悉く變星なり。從て其の色も多少變化すれども之が赤味を有することは確かなり。第四種と同様なる金屬線群の地に星光の衰ふるに伴ふて著しくなる渲刷を示す。又星光の積極に著しき水素の陽線若干を現はし、光の衰ふるに從て早晚消滅す。其の陽線の何れを如何なる順序に現はすやは極めて不規則なり。（第三二版）

第七種

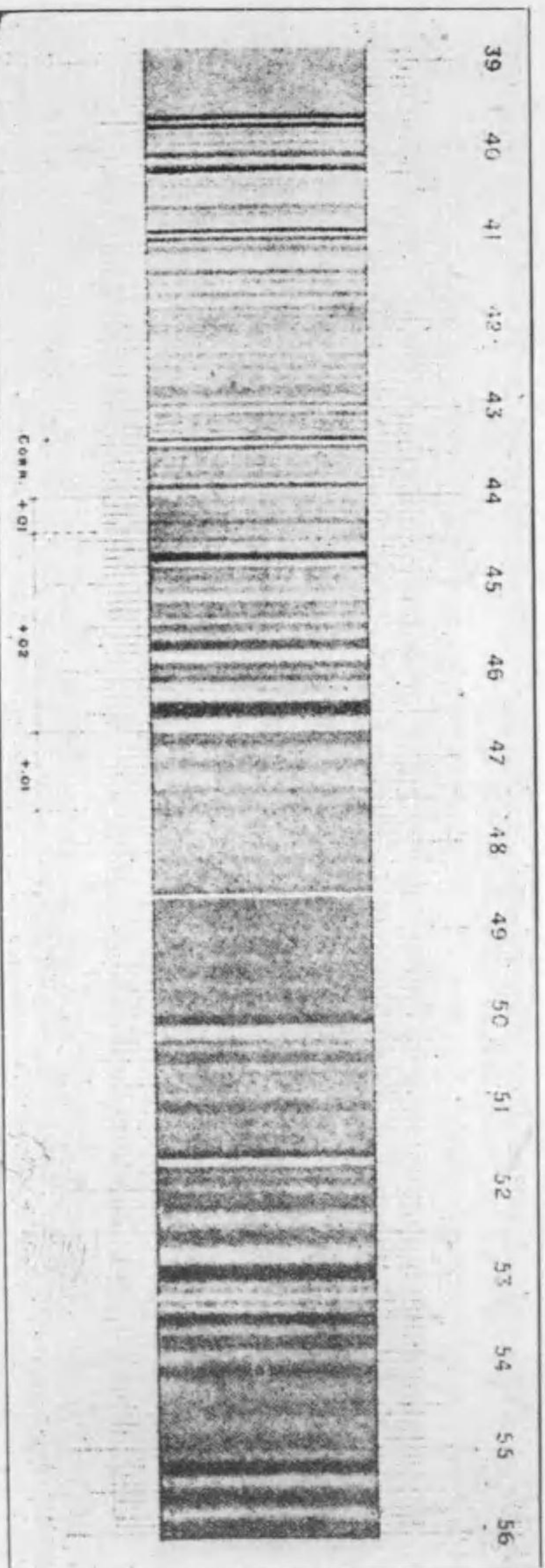
第七種 陽線ある「ヘリウム」星。此の種の虹帶は大體第一種の陰線群の地に水素「ヘリウム」其の他二三原素の陽線を鏤めたるものにして、其中某線は陰陽駢在し、又某線は陰中に陽あり（變復して）又其の陽中に極めて細き陰線あるあり

(恰も太陽の H 及び K の如く二重に變復して)。前者は白鳥座の β なる著名の變星を例とすべく、後者はカシオペア座の γ を以て代表せしむべし(第三二版に兩者の虹帶を示せり)。

第八種

第八種 $\text{U}^{\circ}\text{O}^{\circ}\text{L}^{\circ}\text{F}^{\circ}\text{L}^{\circ}\text{I}^{\circ}\text{I}^{\circ}\text{E}^{\circ}$ 星は一八六七年其の名に負ふ兩學者の發見に係り總數百餘個の中六等以上なるは、右劍見の三個(白鳥座)とアルゴ座(帆)の γ マに過ぎず。此種の星の分布は尤特別にして多數は皆銀河に近く殘餘の群は南天なるマジラン星群の附近に在り。虹帶の特徴としてはピッケリング氏の創めて見たる水素線の稀に見ゆる線列及び青部の帶狀陽線にして、又太陽星の陰線と陽線とを示す。即大體に於て三重の虹帶を重ねたるもの、如く見ゆ。第一は地として紫方に較明なる連續虹帶あり、第二に吸收陰線の群ありて水素及び「ヘリウム」を認むるも多數は未見の元素に屬す、第三は其の中に就き是等の元素に屬する陽線多數あるものなり。金屬線は殆嘗て認められず。星の色は大凡白色又は帶黃白色にして、變光するもの殆皆無なり。一八九一年にピッケリング教授は遊星狀星雲の虹帶と全く同種なることを示摘したるも他の諸點に於て依然星雲

版 二 十 三 第



の も る お 線 陽 に 帶 虹 の 星 ム リ

たるよりは寧 恆星の種類に近きこと確實なり。

一〇五 白色
星雲

第四章の終りに略説せるが如く、アンドロメダ及びオリオン座の大星雲は實に全く相違せる二種の星雲の巨魁にして、甲なるは渦状星雲なる一種を代表す。此種の尤幽微なるものに至りては渦状の構造を明にすること難きも尙其色及び虹帯によりて之を認むるを得べし。此の種の星雲は概純白色に輝くものなるが故に、之を白色星雲と略稱す(ヤング氏)。其の著明なる多數は渦状の構成を呈するが故に、之を渦状星雲といふを得。但し第二種に屬するものは其の外形に於て一様ならざるが故に、形を云表はず形容詞を以て之を區別すること能はざるも、其の色多く綠色を帯ぶるが故に、綠色星雲と總稱するを得。又成分の上よりしては後に見るが如く氣狀星雲と名づくるを得るなり。

白色星雲中肉眼にて見得べきは前に述べたるアンドロメダの大星雲にて、此の種の中多分尤吾人に近かるべく、之が研究も尤能く仕遂げられたり。先づ一八九九年にシァイナ博士の獲たる該星雲の虹帯寫眞は、臆氣ながら連續光を處々に遮る陰線ありて、恰もフラッシュホッフア氏線の如くなるを認めたり。之が爲アンドロ

メダ星雲は、嘗て父ハッセル氏の宣言せるが如く、太陽類似の恆星が集まれる星團なりと想定せられたり。然も此の判定は眞を去ること遠きものなりき。當時の虹帯寫眞には一も陽線を認めざりしが、ハッセル氏は幾多の陽線を見たり、中にも一八九七年十一月及び十二月の二回に之が尤明なりし時、その波長を略測して之が六七線は恰悉ウ。アル。フ。ライ。エ。星の線と密接せるを知れり。之により直に兩者が吻合せりとは未必しも斷言するを得ざるも、今後の研究によりて白色星雲の構成益妙味を添ふるを豫想すべきなり。

一〇六 外形

白色星雲の構造は多く渦状を成すこと前に述べたるが如し、而も皆多少不同なれども大體に於て二個の主流ありて反対方に回流するの状を呈せり。稀に一個又は三個の渦状あるが如きは寧特別の場合に屬すといふべし。

星團

彗星状星雲、鎌形星雲、其他多少の異状を呈するものあれども、多くは不齊なる渦状星雲か又は渦状ならずとするも、兎に角星團の變形を主體とするが如し。但し星團は多く銀河の附近に散在せるに反し白色星雲は其の邊に稀なることは一應思量せざるべからず。此の矛盾を道理及び想像上より和解せむとするは頗る

困難なるも、一面分光上より星團の連続虹帯と多数白色星雲の同物とを甄別すべき有力なる材料無きを何如せむ。よし近き未來に其差を見出すことあるも、蓋し之が適用は極めて微妙なるべし。

粉塵

銀河に對する布置よりして白色星雲と星團とを全く別種なりとすれば、之が構成につきて尙一の想像を設くるを得。即土星の環の如く運行する粉塵の集團にして各小塊には「ガス」状の霧氣あり、之によりて虹帯の陽線を現するものと考ふるを得ざるに非ず。然れども力學上斯の如き状態は靜安に成立し得べきや、又之が發光の中部に強くして周邊に弱き状態は斯かる想像と相容るや否や大に疑はしきものなきにあらず。

別にロッキヤ氏の著名なる假説によれば、流星の如き天塵の衝突によりて發光するといふも、未それらしき證據を發見すること能はず。

一〇七 雲狀

要するに事相の解決を困難ならしむるは、一方アンドロメダ以外の渦状星雲は甚小にして判然たる虹帯を記録する能はざること固よりなりといへども、亦第五八節に略示せるが如く、之が平均密度莫大に小ならざるを得ざることも大に

與つて力ありといふべし。蓋しアンドロメダ大星雲の如く尤吾人に近きものに於て見るも、其の長さ一度半其の幅三分にして、之を略して太陽程の視角徑を有する球と視做すに次の如き意外の結果に到達すべし。吾が地球と太陽との距離を一とし、之が二〇萬六千餘倍に在る星雲の年視差は一秒なるべし。又視角等しきが故に此星雲の實徑は太陽の二十萬餘倍なるべく之が容積は此の數の三乗に比例すべし。然るに引力は距離の二乗に逆比例するが故に、密度等しき兩體に取りては距離に正比例すべし。然るに何如なる點より考ふるもアンドロメダ乃至其の以下の白色星雲は〇・〇一秒より大なる年視差を有すとは想像し難く、寧ろ之より遙かに小なるものなると推測すべし。假に其の尤大なる〇・〇一なる値を許すとすも、尙兩者の引力の比は二千萬倍を算すべし。故に星雲の平均密度が太陽の密度の二千萬分一より小ならざれば吾人の上に太陽以上の引力を及ぼし得と云ふ事に到達せざるを得ず。太陽の密度の二千萬分一は恰地表大氣の密度の一萬八千分一に當る、即彼の大彗星頭部(第七二節)の平均密度に匹敵す。之にても尙莫大の引力作用あるべき筈なるが故に、此引力作用皆無なる

事實より逆に推測するときは星雲の平均密度は尙此の數の數萬分一以下なるべし。

一の解決

假りに星雲と同類の虹帶を有する第一種「ヘリウム」星の平均密度が(此種の星に珍しからざるが如く)太陽の密度の四分一にして平均の徑太陽の十分一程なるもの多數群集するとせば、此の星團の平均密度を太陽密度の二千萬分一の五萬分一即一〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇分一ならしむるには、各星と之が隣接星との距離太陽直徑の六百三十倍なるを要す。さて又此の距離を有する恆星が各別に恆星として見えず、恰も星雲に於て見るが如く朦朧たる雲霧狀を呈するに、各星の角距一秒の二十分一以上にては少しく覺束なし。假りに之を二十分一とすれば、星雲の距離は其の年視差〇・〇〇八五秒に相當すべく、先に推定せる〇・〇一に近きものなり。されば大なる矛盾に陥らずして斯かる星團狀の構造を以て白色星雲の實狀を假りに代表せしむるを得べきが如し。但し残れる問題は渦狀にて示現せらるゝ何等かの動態の力學上解説に在るが如きも、現時何等の據て説を立つべき事實上の根本材料を缺くが如し。(後章第二二〇節参照)

一〇八星狀星雲

氣狀星雲(一に綠色星雲)の中多少外形の著しきものを遊星狀星雲とす。此の種に於ては外形概 橢圓狀を呈するが故に、實は扁球を成すが如し。稀に圓輪の如く見ゆるものも、其實は扁球を小口より見たるものとも考ふべし。海蛇座なる遊星狀星雲は、恰土星の如き扁度を有し、其の徑二〇秒にして、外邊少しく朦朧として其の光輝七等星に相當す。之と相似たるは蛇使座に在りて徑八秒に過ぎざる小輪なるも光輝割合に強く橢圓狀は地球に似たり。是等の小星雲は一見平坦均一なるが如きも、大望遠鏡の力を藉るときは種々の微細なる構成を認むべく、或る場合には(蛇使座の例)之を三層に分解せる 觀測家あり(フオゲル)。

遊星狀星雲中の尤大なるは北斗の第二星大熊座のベタの東南に近くメシエの第九七號と命名せるものなり。之が長徑は二〇三秒に及び扁平率は十分一なり。其の中央に近く核の如き星あり、其の外一二の之に關連せる變星ありしが如きも記録明瞭ならず、兎に角全體の變化を監視することは甚緊要なるべし。尙又其の光は眼によりは寫眞に感ずること著しきものなり。

此他龍座(二二秒に一八秒)及び白鳥座(二七秒に二四秒)なる二個は尤著しき



雲 星 狀 環 の 座 琴

標本なり。

虹帯

遊星狀星雲の虹帯は大體に於て一定なり。約四十個の陽線が視測上及び寫眞にて確められたり。是等は何れも細くして鮮明なるが故に、壓力少き(稀薄なる)「ガス」の發光より生ずるものたるを知るべし。但中心なる核様の塊に當る時少しく線の朦朧たるを認むるのみ。是多くは星雲質の中央に漸次凝縮するを示すものならむか。何にせよ該虹帯に固有なる特徴は他の天體に見られざる星雲素(ネビュラム)の陽線一個若しくは數個あること是なり。重なる星雲素線は波長五〇〇七を有し鮮明なる綠色なり。之に伴ふて凡三分一程の光を有する第二線ありて波長四九五九なり。又紫上部に於て波長三七二七なる未知線も多く星雲素に隨伴するもの、如し。次に又ウォルフライイ線の數個存在すること、及び一も金屬線を有せざるにより第八種星と酷似せり。

恆星狀

別に恆星狀星雲として前記の如く測るべき大きな小圓形星雲あり、多くはピッキング教授の直視分光器にて發見せるものに係る。其の實距離の莫大に遠きか、又は其の形極めて小さきか、何れか一方又は兩方の原因によりて、小さく見ゆ

るものにして、其の根本の性質に於ては前の遊星状星雲と異なる處なきものなり。

一〇九環状
星雲

多数の環状星雲中に尤卓出せる完全なる標本は琴座のベタ及びガンマなる兩星間に在り(第三三版)。ハシエル父子も他の観測者の如く之を單純なる環なりと認めたり。第三三版は二十分間の曝露にて得たる寫眞なるが、誠によく之が詳細を表はすといふべし。若し之が曝寫一時間に及べば中央の暗部も亦星雲にて蔽はれ、其の形の特徴を失ふに至るべし、而も中央部全く空間ならずして多少の星雲質充盈せることを知るべし。之が大きさは八七秒に六四秒にして較複雑に入り組みたる環と之に附屬せる雲片とより成れり。

該星雲につき九個の陽線を視測又は寫測せるが、其中最短かき波長なる三七二七尤著明なり。

他に類例多しと雖も何れも琴座のものより小にして且光弱し。例へば白鳥座なるは四七秒に四一秒なり、蝸座なるは徑四〇秒を算す、蛇使座なるは長徑三一秒にして尤よく琴座のものに似たるも、光輝に於て甚しく劣れり。

茲にアンドロメダ座に遊星状と環状とを混合折衷したるが如き複雑なる星雲あり。或る人は之を二重の環より成れりといひ、又或る人は幾多の環状星雲が種々の方角に入組みて集合せりといふ。其の寸法は三三秒に二八秒なり。之が虹帯につきケッセル教授は十八個の陽線を記録せるが、何れも氣状星雲に固有なる特徴を示せり。

一一〇無定
形星雲
オリオン
星雲

無定形星雲の中殊に優れて偉觀を呈するは彼のオリオン座の大星雲(第一七版)にして之が要部のみを取るも尙其の廣袤に於てアンドロメダの大星雲より大にして且之が周圍數度に互りて雲状の濃氣浮遊するを見る。之が中心とも名づくべき尤濃強なる部分に有名なる梯形を成せる六個星あり。其中二個は他の二個に密接せるが故に、大體梯形の四隅に四個の小星を認むるのみ(之によりてオリオンの梯形といふ)。而かも星雲の薄光部を印出せむが爲に二時間以上曝寫せる寫眞圖に於ては、此の四個星すら認むるを得ず、唯之を出發點として擴がれる雲の翼の張勢によりて纔に之が存在を想像し得るのみ。此等の光の翼は必しも全然無形混沌たるに非ずして、或は弧状を畫き或は火焰状を呈する等

幾多の意味有り氣なる状態を示す。尙近時寫眞装置の改良、新工夫により此星雲の周圍に浮ぶ薄光の星雲を寫出すに從ひ全體の規模大なるを認むるに、至れり。

オリオン星雲の虹帯につきては最長き五〇〇七の星雲素線より、水素の第十七線に到る都合三十個の陽線を寫眞せり。

之に就き遊星狀星雲と甚相違する點は、ウルフライエ線の缺乏とビッケリング及びリドベルヒ線列の全く現はれざること是なり。尙且水素線につきても多少形勢の異なることあるも、今は論ずるの要なし。

アルゴ星
オリオン大星雲に次ぎて著しき構造はアルゴ(龍骨)座の無定形星雲にして(第一八版)前者の如く目印にすべき核様の恆星之無き代りに、尤光輝ある(北部大塊の)中部に穿孔器にて打抜きたるが如き空洞あり。又之を模倣せるかの如く南部の光塊中部にも亦大同小異の空洞あり。之により此の星雲を渾名して「**鍵眼**」星雲といふ、北部**鍵眼**の東邊に龍骨座イェタなる激變星あり、之が變化は必星雲内部の發展に密接の關係あるや疑ふべからず。此の星雲の虹帯は尋常氣狀星

雲の型を出でずといふべきも其の他の詳細は未發表せられず。

三瓣星雲
次に著しきは射手座の**三瓣星雲**(メシエ二〇號)なりとす。之が虹帯は一八九〇年キイラーの記す處によれば、青部及び緑部に限られたる短かき連続虹帯にして、中央部に少しく光輝を認むといふ。而も一八九四年ケメル教授は三個の通常星雲線を瞥見し、其の第三なるF線は割合に強しといふ。

其他馬蹄形 壓鈴形 織雲形等種々の星雲は一々枚舉するに遑あらず、要するに白色星雲の渦狀を成すが如くならずして「ガス」發光を呈し、且配置に於ても寧ろ銀河に近き方に偏するものとす。此の點は特に著しき對照を成すものなり。

結論
されば星雲なる名を一にすと雖、其の實は全然別種の天體にして、一は較大なる凝結體の集合より成りて、概一定の構造を有し、天界の配置も亦殊に銀河附近を避く。然るに他は外形の甚しく無規律なると共に稀薄なる「ガス」の發光する疎雲にして、殆透明にて他の星光を遮ること無く、之が所在地も又銀河に近し。多くの學者も亦他の門外者と共に兩種星雲の關係何如、氣狀星雲が何如に凝縮して渦狀となるや、又は渦狀星雲が何如なる路程を經發散して氣狀星

雲と成るやの疑を抱きしが如きも、兩種星雲に直接の關聯ありといふは歴史上の名目に拘泥せる思想にして、必しも妥當なりといふを得ざるが如し。

第九章 太陽系創造説

一一一 古來の問題

稀世の英雄豪傑が幾度か羅馬帝國を建設し破壊し、數世紀に亘りて全世界の生民を戦亂興亡の渦中に捲き込みたりしも、曉の明星は依然として東天に閃き宵の明星は日没後の西天を擅にし詩人の胸を穿ちて明月に似たりと歌はしめ千古惑ふことなし。實にや吾人の屬する太陽系の按排を大觀する時は、多くの羈約を以て結び付けられ、各員決して任運放縱に集合したるものに非ざるを直覺すべし。されば古來之が創造の規模及び歴史につき諸學者の思想を費せること亦尠ならずとせず。然も中世以上は各般の有形科學未進歩せず、天文學上の材料も甚しく缺乏せるにより、唯僅かに宗教上の見解に多少の道理を附屬せるに過ぎざりき。下て十八世紀に至りて幾分か近世風の傾向を呈せるも、爰には單にデカルトスウェデボルグブッフの人名を掲ぐるに止め、直にカント以後の思想を略説せむとす。

一七五〇年英國のライトが星辰界構造の新解説を發表せる序を以て、吾が太陽

系の例を引證せることあり。此説を傳聞せる天才青年哲學者カントは闢らず己が知音を得たるを歎び、彼が説を敷衍し修飾して一論文を公にせり（一七五五年）。即有名なるカントの星雲假説是なり。後年ラプラスの星雲假説出でてより復専門家の間にカント説を顧みるものなかりしが如く、兩説の内容甚しく異なるにも拘らず、（ラプラスはカント説の梗概をも知らざりしが如きに）星雲説はカントの専有の如く誤解せる人少からず。

太陽系の
按排

蓋し太陽系の按排に於て其の著しきものゝみを掲ぐるも左の諸項を列擧するを得。

- 一、八個の遊星及び數百の小遊星が悉く太陽の自轉と同じ方向に周行すること。
- 二、周行の軌道が何れも圓形に近き（橢圓率の甚小なる）こと。
- 三、軌道の平面が多分の傾角を成さないこと。
- 四、大遊星の自轉の方向及び平面も亦大同小異なること（天王星及び海王星を除く）。

（註）系外より突然飛來る彗星の如きは之が周行の方向平面も種々雜多にして悉く細長き曲線を描く。

五、大遊星には幾多の衛星ありて之が主星を周行する狀況は恰も遊星が太陽を周行するに似たり。

六、衛星周行の方向及び平面は主遊星自轉の方向及び平面と殆一致すること。

七、遊星の配置（太陽よりの距離）に大略の規律あること。

八、遊星の密度に大略の順序あること。

九、軌道の橢圓率と遊星の大きさとの間に大略の關係あること。

十、遊星の大きさと自轉の速さと相伴ふこと。

十一、太陽表面に認むる物質は多く地球上に之が匹偶を見出すこと、

以上の要項は任運無規律に天外より集まり來れる死塊の間に成立つことは常識としても、望率計算上よりしても決して有り得べからざること明なり。之を共同的の根源に歸せしめ、之より發展して今日に至れる路程を解説する之を太陽系

の創造説となす。

二ニカン

カントの根本の想像は現在太陽系の各員を形成する物質は當初粉塵の形にて太陽系の現に占有せる空間内に均一に瀰蔓せりといふに在り。此の本初の平均を破りし原因は、各塵の素分相異なるにより、他を牽引する強さ一様ならざりしに在り。斯くて重きものは軽きものを多く引附けて、自己の體量を増大す。されば到る處に小中心を生じ、各種の行動相尋て起るべし。而も當初全體の分布の均一なりしに基き、總引力の合成は全系の中心に向ふ。(之により多量の物質中心に集り來りて太陽を生ず)。又別に氣體膨脹作用ありて、恰も引力に反抗し、次で或る工合によりて、横に働く力を現出す。初めは總ての小核が種々雜多の方向に行動せるも、數回の相互衝突合同の後、幾多の巨塊殘存して皆同方に圓動を成すに至る。(是等詳細の力學上解説はカントが物理學に長せざりしだけ晦澁なり)。

又全小塊の重量上の分布、必しも完全に對稱ならざるが爲に、出で來りたる遊星の軌道も多少の橢圓率を帶び、此の橢圓率は中心引力小さきに隨ひ、即太陽よ

り遠きほど大なりとす(是事實に反すること甚し)。

其他遊星の密度及び質量の比、彗星及び土星の環の起源、太陽の内質等に關する論説あり。要するに總體に於て甚概括力に富み、著眼犀利なるを珍とすべきも、多くの要點に於て近世發見の事實に背くこと、及び純正物理學の原理と一致せざる論點あるが爲に、惜むべし唯歴史上興味ある資料たる以上の價值無きに了れり。

一ニ三ラッ ラス

ラプラスは實に一世を曠うせる數學及び天文學の大家なりしが、一七九六年其の不朽なる大著述「宇宙系體論」に於て、當時のあらゆる天文學上の疑問を解決して、直に快刀亂麻を斷つ概ありき。彼は該書の附録として尤謙遜なる態度に於て、聊か太陽系の發育に關する臆説を發表せり。之既にカントが大聲傲語して、宇宙の開闢を闡明せむとせるに比して甚しき懸隔ありしが、世人は其の謙退なる態度と問題の範圍小なるとによりて疑念を起すこと少く、且や彼が雷名既に學界を震するあるにより、一朝にして世間の信用を博するを得、後來幾多の年月に亘りて之が威力を擅にせり。

ラプラスは初めに前節に掲けたる一二三等の要項を示摘し、是等は決して偶然の結果に非ざるを主張し、且つ彼が知る所によれば、唯ププファのみ之が解決を試みたるも、其の説は彗星が太陽を削りて遊星を生じたるといふに過ぎず。而も彗星は種々の平面に動くが故に、太陽系に實現するが如き齊一無きことを反駁し、又太陽より奪はれたる肉片は、無窮に飛び去るか、否らざれば、再同一點に歸り來る運命なるべきを證明せり。かくてププファの簡單なる解説に満足せざる彼ラプラスは大要左の如き想像を以て其の環成星雲説を説けり。

莫大に高熱なる太陽雲氣(後來雲星狀包氣と改む)が當初最遠き遊星(天王星の發見は一七八一年海王星の發見は一八四六年)の軌道外まで瀰蔓せるが全體(固體の如く)現今共同方向と同じく旋回せり。之を假りに吾人の出發點とす。其の狀恰彼の遊星狀星雲の如く、中心に核星ありて之を圍繞せる扁球狀の氣體あるに髣髴たるべし。此の太陽雲氣の廣袤は旋回による遠心加速が恰も相互引力に基つく求心加速と平衡する處を限界とすべし。此の狀態に於て灼熱氣球は之が熱を放散して收縮す。收縮するときは運動量不變の原理によりて旋回加速すべ

星

く、勿論外方に於て尤速く(固體の如しと視做せるにより)、全體は甚しく扁平となるべし。旋回次第に速なる時は遂に或る途次に於て遠心加速は求心加速に優るに至らむ、此の時赤道上の外部は内部と分離して環狀の裂片を其の位置に殘留す。此時の狀態は現時土星の環に於て見ると大同小異なり。(カットが土星の環の形成を解釋せるは偶然にも前記の思想とよく調和す。又ラプラスの星雲説の萌芽は、土星の環に、少くとも一部を歸すべきが如し)。

環より遊星

分離せる環は當分其の儘一體として周行し、依然固體の如く行動すと視做すが故に之が外部は内部の分子より速く飛行す。故に時來りて環狀破壊し幾多の小塊を成し小塊相集りて一の球形を成すに至るも尙外部の優速を續けて之が自轉の方向前の周行と一致すべし。小塊の集合せざる場合は小遊星に於て唯一の標本あり。(オルバース氏の所謂一大遊星の爆裂によりて多數の小遊星を生じたる説を容れずとして)。全星雲の收縮と外環の分裂とは順次同様に發生し、各自は又一個の氣狀球塊となりて同方に旋回すること、恰本初の太陽氣球の如く、之より同様の順序によりて衛星を生じたりとす。稀に分離せる赤道環が

珍しく各部均一にして偏倚する處なき時は、流體又は固體の環狀を維持することと土星の環の如し(土星の環が粉塵より成ることは當時未知れざりしなり)。

若し太陽系が其の初完全に均一齊整のものなりせば、各遊星の軌道は悉く圓形にして、之が平面は太陽の赤道と一致すべき筈なり。而かもかゝる廣袤莫大なる星雲に於ては各分子間に温度の相違密度の大小等多少の不平均を免れざるべきが故に、斯の如き平面の小異と軌道の扁平とを生せりと考へ得ざるに非ず。

彗星との
關係

此の解説に在りて彗星は全く系外の物體として論外に置くものなるが、思ふに斯かる小雲塊の恆星界に飛行する有りて、偶吾が太陽の引力範圍内に來る時は、宇宙引力の規則によりて長大なる軌道を書き、各種の方向及び傾斜を取るべきこと明なり。是裏面より星雲假説を反映するものと視做されざるに非ず。彗星にして若し太陽系發育の途中に突入し來りて、太陽又は遊星の雲塊に合同するときは、之によりて遊星の軌道及び自轉の平面を太陽の赤道より傾斜せしむるに有効なりしならむ、云々。

一一四 互論

ラブラスは其の他黃道光に關する略説及び遊星の兩極に於て扁平なることが、其の昔液體狀に於て旋回せる證左なり等の記事を以て彼の説を結べり。

ラブラスの星雲假説は甚有力なりしが、從て又之に對する反駁も激烈なりき。パピネ及びカクウッドの反對に、次で來りしはフアイユにして彼の結論によれば、遊星にして若しラブラスの環系より發展したりとせば其の旋回は正に相反せざるべからず。

ラブラスは環全體が遊星に變ずる際固體の如く其の外部を内方より速く運行すと想像せるも、外力の爲に分裂せる環の各小分はケブラアの法則により中心に近きもの程速く運行せざるを得ず。

彼が尤有力なる標本として擧示せる土星の環は其の後一八五九年マックスウールの計算により固體に非ずして周行せる粉塵より成るものと斷定せられ、且一八九五年キアラの分光術によりて舉證せられたり。マックスウールは土星の環が固體ならば力學上平衡を維持する能はずして粉碎せらるべきを證し、キアラはドブアの原理を應用して土星環の分光虹帶寫眞板上に外圍の内邊より小速度にて

灼熱

次に原始の太陽雰囲気極端に稀薄にして而も格外に高熱なるの想像は甚何如はしく、思はるゝも、後にレイシの法則出づるに及び、ヘルムホルツの太陽收縮論の如く、重力の爲に收縮する氣體は、自ら高温を得るが故に、右の想像は必しもラプラスに取りても切要なりしに非ず。されば原始状態に於て星雲が高熱なりしとの想像は正しからざるにもせよ、枝葉の點に過ぎずといふべし。

一一五 最強
を攻撃
モウルト
ン
チエムバ
リン

其他幾多の反駁ありしも之が大要に於て太陽系は或る星雲状のものより、熱の放散と收縮とによりて發育せりとの要領は最近に至るまで、多くの學者につき先入主と爲りたる傾ありしが、一九〇〇年モウルトンの論文とチエムバリンの著書に於て殆ど完膚無きまでに寸断せられたり。モウルトンはラプラスの環成星雲説を批評するに原説よりは一層融通能く、解釋して甚しく寛裕の態度を取れり。彼は原始星雲は必しも氣體に限るとせず、ダウウィが證明せるが如く流星群も亦力學上氣體と同格なりとの見地の下に流星群なりと想像するをも許容せり。次に原始の温度は高からざる場合をも容れ、且最後に分裂は必しも環状に限らず、何

衛星

如なる模様分割せらるゝことをも考察の中に置きたり。

天王星及び海王星の衛星の如き或るものは逆行し、且天王星の四個衛星の軌道は主遊星の軌道面に殆ど垂直なる事實は嘗てラプラス説の主なる攻撃點なりしなり。前者は容易く之を辨解すべきも、天王星及び海王星の衛星軌道の傾斜は正にラプラスの見解と相容れざるが如し。第二に諸遊星の質量と及び之を生ずる環状片の密度とは星雲説の自然の結果と調和し難きことを示摘せり。復次に火星の内方衛星(「フォボス」)の周期は主遊星自轉の時間の三分一より短し。然るに該假説に従へば衛星の速さは主星の表面の速さに及ばざるを要す。但ダウウィの潮論に依れば太陽の火星に起せる潮が之を遅緩ならしめたるやの理無きに非ざるも、モウルトンの示摘する處によれば、土星の環の内方に在る分子は土星の自轉期の半分以下にて一周するの事實あり。然るに土星の距離に於て太陽が潮を起して斯かる効果を擧げむが爲には火星よりも數千倍長き歳月を費すを要す、故に火星衛星の行動を辯護するダウウィ潮論も土星の場合に失敗するを免れず。況やノウランの計算によれば太陽の潮が火星の自轉期を一分時間延長する

ノウラン

よりも自己の起潮の爲衛星は先づ火星に落下すべしといふをや。
復次にモルトルは星雲説に假想せる原始状態は果してよく所説の發育を成就するに適するや否やを吟味せり。

大氣

吾人の知るが如くむば、氣體の分子は其の温度上昇するに従て一層急激に奔馳す。ラブラスの原始星雲の外邊に於て、水素の如き輕き氣體の速度は甚大にして、當然小なる重力にては之を引止むるを得ざるべし。従て現時太陽上に認むるが如き多量の水素あるを解する能はず。此理を遊星の氣體に適用すれば、一層有力なる抗議を生ずべし。氣體分子の既知速度と遊星の質量とによりて、各遊星の大氣保持力を計算するを得べく、且分光器を用ひて遊星大氣の有無を検測するを得。かくてモルトルは地球太陽の母體たる疎鬆なる環が、弱き引力を以て而も現時吾人の有する大氣を保持せるに反し、水星及び太陽が各重密にして却て大氣を有せざるの不可解なるを示摘せり。

密度

太陽及び遊星等の既知の質量を以て當初星雲が海王星の軌道まで瀰蔓せる時、原始星雲の平均密度を計算してモルトルは水に比し千九百十億分一を得た

り。此の稀薄なる状態にては、之を氣體とするも、流星群とするも、中部を離れて若干の環を残すこと能はずと、是カクウッドが一八六九年に示摘せる所なり。モルトルは同じ強さを以て、何如なる形なりとも相當の大塊が分裂作用によりて主部より分離すること能はざるを斷言せり。又一步進みて、彼は若し環狀片が一旦分離したる後、各小塊が再び相集まりて一個の遊星と成るは極めて信じ難しといへり。

最後の

以上の論難中若干の部分は或は之を辨解するの路無きを保し難きも、而も最後の一段に至ては一言の答辯を爲す能はざらむとす。力學の原理として一體系の動量能率は、之が外力を受けざる限り一定不變なり。動量能率とは各分子の質量と之が有する速度との乗積(動量)に之が中心よりの距離を乗じたるものなり。此の量は全體が星雲状なる時も、又は遊星系に凝縮したる後も常に一定なるを要す。モルトルは總ての材料を星雲説に都合好き様に選みて計算せるも、尙次の如き數字を得たり。

星雲が海王星の軌道まで擴がれる時

動量能率

三二・一七六

同 木星の軌道同

同

一三・二五〇

同 地球の軌道同

同

五・六九〇

現今の狀態に於て

同

〇・一五一

斯の如く一定なるべき動量能率が原始狀態より急激に減少して現今に於ては當初の二百十三分一に減小せる割合となる、是尤甚しき無理に非ずや。

此の外 チュムパリン 及び モルトルンの論難多數あるも要するに現今科學進歩の程度に於てはさしも威名赫々たりしラブラスの環成星雲説も、根本より改造を要するか、或は全く放棄せざるを得ざるに至れり。

之に代るべき新創造論何如。次に若干の參考すべき諸説を列記して且之が短評を試みむとす。

一一六 流星假説

ロッキヤ氏は原始の狀態を流星の亂奔せる群集と想定せり。蓋しダウソンが數學上より證明せるが如く斯の如き流星の群集は恰も氣體と同じく、各分子は亂雜に奔馳し、衝突し、合同すといふ。ロッキヤの原始星雲も亦斯の如く、氣體ならずして流星群なりといふ。各小塊は之が自由亂奔に於て互に衝突し之によ

りて高熱を生じ、一部蒸發して氣狀星雲に見るが如き分光上の陽線を生ず。此の陽線中尤著しきは彼の星雲素なるが、ロッキヤの考にては是酸化「マグネシウム」の變影中 最強部に 匹敵するものにして、之が薄光部消失したる 殘餘なりといふ。之を證明せむが爲ロッキヤは隕石の破片を低壓管内にて水熱し、水素炭水化合物及び酸化「マグネシウム」の蒸氣を得、之に火花を通じて虹帯を検測せるに水素線及び炭素化合物の變影と並に酸化「マグネシウム」の綠色變影とを得たり。然るに是等の變影は、嘗て星雲の虹帯中に記録せられたること無く、且キイラの精測する所によれば星雲素の主要線は全然「マグネシウム」變影と位置を異にし、且其の狀態も著しく相違せりといふ。されば星雲素は依然新物質にして之を「マグネシウム」に附會せしむべくも非ず。他の關係は唯水素の流星と星雲とに共存する點のみなれども、水素の如きは殆有らざる處無き普遍性の物なれば、之が存在は別に何事をも決するに足らずといふべし。

且モルトルンの云へるが如く、假令ロッキヤの流星を以てラブラスの氣球に代用するも他の力學上の難關は同様に通過し難きにより先に星雲説を論破せる後

一一七 潮論

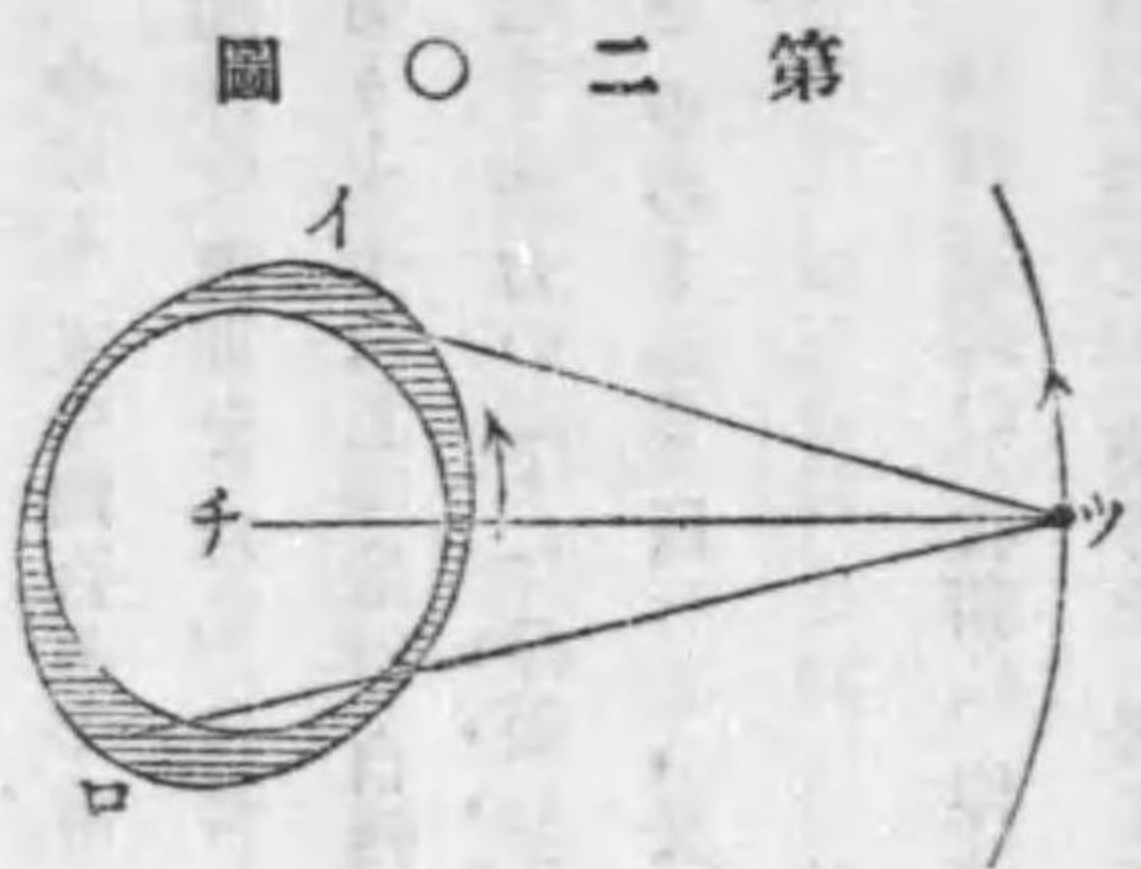
は更に詳説するを要せざるべきなり。

ダウウィンの潮汐進化説は、遊星系の發育上に重要な關係を有するが故に、今之が梗概を述ぶるを便とす。彼が理論は、星體の何たるに拘はらず適用すべきものなれども、最手近なる例として地球と太陽との一系を取り、互に潮を起す時の結果を論證せるもの尤感興を惹くが如し。

彼の豫想によれば地球の實體が多少の粘性を帯びて、之に太陽及び太陽が潮を起すと考ふるに在り。此際地球上の海水又は大氣の上になる潮は効果極めて小なるが故に度外視するものとす。即地球の實體が完全に剛硬ならざるが爲に潮の如き歪を起し、且つ一方に於ては完全流体ならざるが爲に高潮凸起は起潮原力(太陽)の方位より後滞すること第二〇圖(イ)の如くなるべし。即地球上の一點が太陽直下を通過して後若干時を経て高潮凸起(イ)の下に来るべし。又(イ)の對蹠點(ロ)に於ても(イ)と同様な凸起あるべく、當面の問題は(イ)及び(ロ)に及ぼす太陽(ツ)の引力は地球上に如何なる効果を來すか、又次に(イ)及び(ロ)が太陽の上に及ぼす引力は太陽の行動上に如何なる効果を致す

やとの二項なるべし。

今太陽の周期(一ヶ月)が地球の自轉期(一日)より長き時は、恰第二〇圖の如き狀を呈すべく、太陽は(イ)を逐つて常に之に及ぼさるべく、之を(ツ)の直線上に持來さむとする偶力あるが故に、地球の自轉を妨げ、一日を長くすべし。太陽も無論同方向に助勢すべし。且ダウウィンの證明せる處によれば、地球の赤道及太陽軌道の平面も漸次移動すべきものなり。



第二〇圖

次に(イ)部の太陽に及ぼす引力は、之を(ツ)なる方向と之と垂直なる太陽軌道上に分解すべし。軌道上の分力は(イ)と(ロ)とにつき相反すれども(イ)部の方(ツ)に近くして夾角(イツチ)が(ロツチ)より大なるが故に、差引き(イ)の引力(ロ)に優りて太陽を軌道上に助勢して之を速むべし。太陽の運行速くなるときは動量能率の法則により軌道は擴大し、軌道擴大すればケプラーの第三則に

より一ヶ月は延長す。されば潮の効果は地球の自轉も、太陰の周行も共に其の期を延長するに歸す。

一一八 地球
太陰系
の音

ダウソンの彼の計算を既往に逆推して地球太陰系の往古を想像し、或る原始状態より潮汐の爲に現今に至れる路程を追跡せり。勿論一片の想像にして、かくあり得たりといふに過ぎざれども、茲には便宜上、恰も眞にかくありしかの如く書下さむとす。

少くも五千四百万年前、地球と太陰とは直徑三千三百里許の一個球を成し、五時間程の周期を以て自轉し、之が赤道は黃道と十一度乃至十二度傾斜したる時代ありとすべし。是の自轉は頗る急速なるが爲靜安なること能はず、遂に太陽の起す潮力の下に分裂して、太陰を生ぜり。此際地球と太陰とは之が共同の重心を中心として周行し、又各自の軸を以て自轉し、何れも其の周期五時間程なりき。

以後地球の收縮に伴ひ、自轉の期は太陰の周期より短かく成るに至り、茲に潮汐進化の萌芽を發するに至れり。潮汐は一日をも一ヶ月をも延長せしめたる

地球の起
す潮

が、殊に後者に對して有力なりき。斯くて五時間なる一日は延長して二十四時となり、一ヶ月は現今の如く二十七日餘を算するに至れり。

潮を起せるは太陰のみならず、地球も亦太陰上に潮を起し、之によりて太陰の自轉を延長し、其勢力甚大なるが故に、高潮凸起部を常に自己の方向に向はしむる様、現今の如き状態まで強行せり。地球赤道の傾斜は十一二度より現今の如く二十三度半に増し、太陰の軌道は原の黃道より現今の如く五度九分の傾斜を帯ぶるに至れり。

運命

今後は一日の延長すること一ヶ月の延長より速くして何れも現今の五十日乃至六十日を算するに至り、太陰の軌道圓形となりて終止すべし。地球太陰の二體の關係のみならば、之にて終極の狀に達するも、別に太陽ありて之を妨害すべし。太陽の起潮力は次第に一日を一ヶ月より長からしめ、最後に太陰を再地球に落下合同せしめて進化の路程を終るべし。

ダウソンの潮汐進化論は甚巧妙を極むと雖、元來天體の粘性に基くものにして、此粘性は測定困難なるが上に、之が推定に些少の差あるも、結果に於て莫

一一九 潮汐
假説

大の差違を生ずるが如き算法なるが故に、之が適用に當りては、大に慎重なるを要す、而も著しき事實として太陰が吾人に同面を呈すること全くダウソの所説に吻合せるを見る。之に類似せる現象として舉示すべきは、土星の第八衛星なるジャベトスは常に同面を以て土星に對し、其他水金兩星も多分太陽に同面を向けつゝあるが如し。

木星及び土星の衛星も亦太陰の如く各自の主遊星上に潮を起すべし(殊に是等の遊星は未全く凝固せざるが故に注意を要す)。各遊星も亦太陽上に潮を起すべく、是等の何れの場合に於ても、起潮力は被起潮體の赤道附近に在りて、且つ高潮凸起を後滞せしむる方向に働くに拘はらず、何れの場合に於ても、(實測上)被起潮體の赤道部に比して前進するを認む。尙又太陰が地球の起潮威力に服従せるに拘はらず、地球は彼が起潮威力に由りて變形せるの痕跡無きも大に不審すべき點なるべし。要するに、是等は被起潮體の粘性狀及び周期等の關係に依ること多きが故に、適用甚困難なりと知るの外無きなり。

二〇 渦狀星雲説

渦狀星雲説(モルトルン)は一に微遊星假説(チュムバリ)と稱す。此の假説に於ては

太陽及び諸遊星を成せる物質が重力の下に平衡を保てる氣狀塊若しくは流星群より發育せると想像する代りに、或る時代に於て個々獨立の小塊が大渦狀群となりて飛行せりといふを本とす。但し各分子の行動は相互の引力と速度とに依て確定せらるべきものなり。氣體の膨脹がラブラスの星雲の現狀を維持せる代りに、本説に在りては分子の軌道周行が合成して當時の渦狀を呈し爾後の發育を司るなり。かくて各小塊が微小なる遊星の如く一定の軌道を周行すると考ふるが故に之を微遊星假説と稱す。

迺て渦狀群の何如にして發育し來りしや、又何如なる點に於て本説が他の諸説に優れるやを述ぶるに先ち、殊に吾人の注意を免れざる事實あり。今天涯無數の星雲中一もラブラスの説くが如き環成星雲の標本を見ること無きに、渦狀星雲に至りては其の數實に夥く、大はアンドロメダの大星雲より小なるは大望遠鏡の力纔かに及ぶが如きに至るまで、あらゆる大さと形狀とを呈して、實に十數萬を算するを知る(第五八節キイラー氏の言を参照するを要す)。且一見して推知すべきは渦狀星雲に於ては、其の渦狀中間に暗黒なる間隙あるが故に、若し實

際物質の分布が假令僅少なりとも、其の外形に類せるものなりせば、之が形状は決して氣體の壓力を主とすることなく、寧ろ各分子の規律ある行動より生ずるものと考へざるべからず。

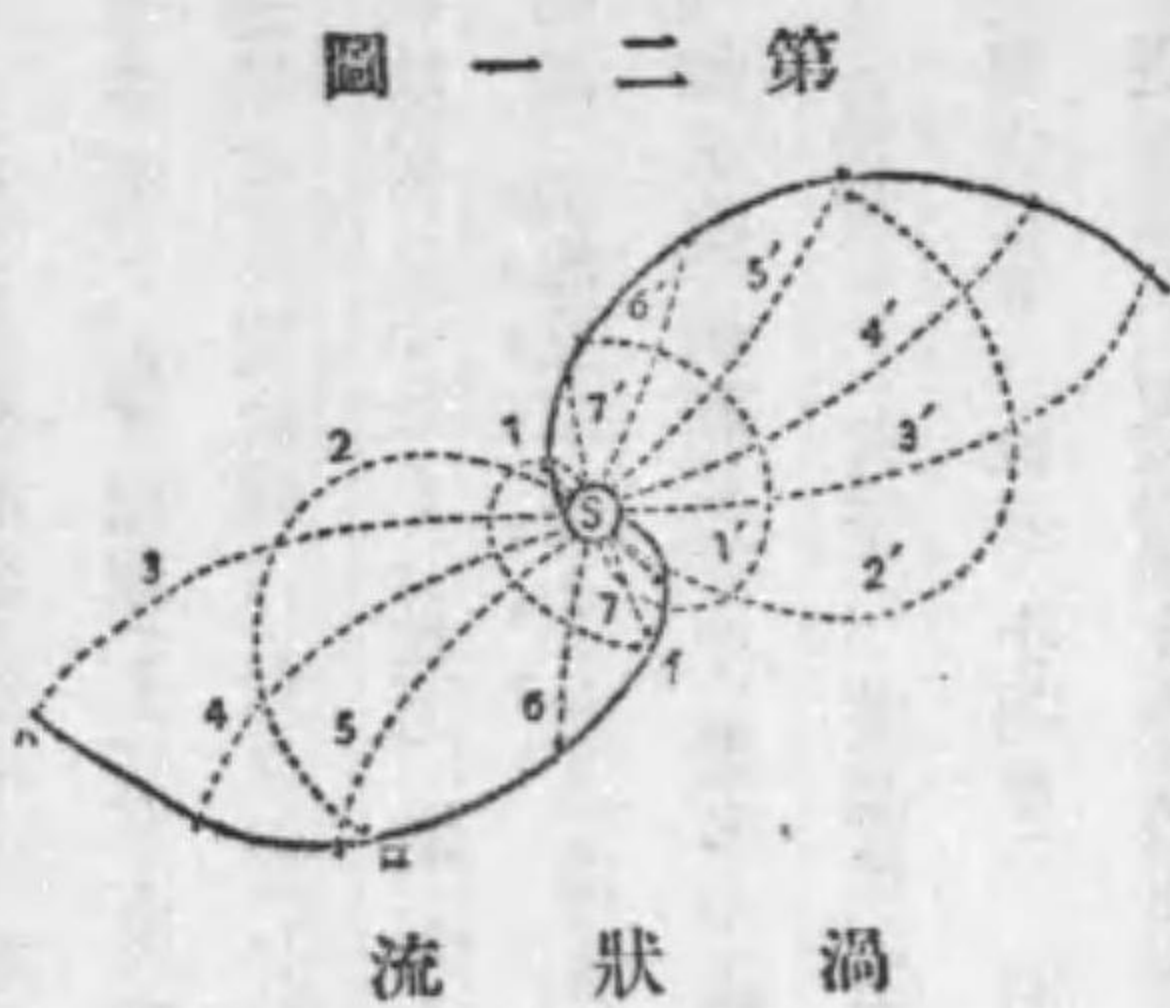
太陽系が其の昔渦狀星雲の一なりとの假説に對する信疑は、渦狀星雲其の物の由て來れる狀況何如に關係無きこと明なり。然も茲にチュムパリンの指示せる發生順序は有理にして、且信すべき點多きが故に、一應之を述べて假りに吾が太陽系の前身なる渦狀星雲は次の如くして發生せりと想定して、本論に進入することとせむ。

吾人の知るが如く無數の恆星は種々の方向に各様の速度を以て空間を馳せ違ふが故に何時かは(よし莫大なる年數を費せる後なりとも)互に相近づくの機あるべし。稀に衝突することあるも、そは甚稀有なるが、而も幾分か斜に衝突するときは尙渦流を生ずべし。但し茲には之を度外視して單に兩恆星の接近する場合のみを考ふることにせり。

二星の接近

巨大なる二體が接近する際には相互の起潮力の爲、各體に潮汐様の分子變動

を生じ、ロシの研究によれば兩體の距離其の半徑の和の二・四四……倍に至れば全く破壊せらるるといふ。斯かる危険の範圍まで近かざる(尤多數なるべき)場合を考へむに、起潮力は全體を破壊せずして、其の灼熱氣質の爆進を促すこと明なり。恰も太陽に於て吾人が實見する爆出性紅燭(第三〇節の四)を數十百倍せる巨大なる蒸氣流を生ずべし。是等の氣流は起潮力の性質に基き、相對する直徑の兩



第二圖

渦狀流

方に直上すべく、若し其の儘放任せば再之が母體に落來るか或は其の速度若干の制限(吾が太陽にては一秒に一五七里)を越ゆる時は外方に飛去らむとす。然るに起潮體の攝動ありて之に加はるが爲に、放出せる各分子は各別に橢圓を畫くこと第二圖の點線の如くなるを算出すべし。又兩星の相當に接近せる間は、數回斯の如き放出あるべく、是等は漸次第二圖に記せる番號の如く、點線に沿ふて橢圓狀の道を畫くべ

し。渦流状は是等分子の畫ける道には非ずして、或る時代に於ける配置の状態なるべく、即曲線(1)の中(イ)點と(2)の中(ロ)點と(3)の中(ハ)點等を連結せる實曲線の如き形を呈すべし。又此處彼處多量の物質を放出せる處に核塊を生ずべく、其の他大小の分子之が間隔に散布せらるべし。各大小分子は勿論渦流状に非ずして、之と大角を成す方向に動くこと明なり。

如上の渦状星雲中幾多の核塊は、時を経るに従ひ之と交會する數多の小分子を収集して若干の遊星を生ぜり。小分子の豊富なる地方に在る核塊は巨大なる遊星となり、彼の小遊星の如きは恰も小分子の貧しき地方に散在せるに過ぎず。遊星核が原太陽より放出せる際、較々小なる第二位の小核之に附隨せるあり、其の主核に對する速度大なりしものは之が支配を受けずして飛散し去り、速度小なりしものは之に引かれて主核に合同し、速度中位に在りしものは遂に衛星として主核塊を周行するが如く拘束せられたり。

太陽の自轉は其の未、渦状星雲を生ぜざりし以前の旋回と其の後に遊星系を發生したる後、是等の引力とに依りて現今の如き状態となれり(詳説を省く)。

二三二 太陽系の發

遊星軌道の橢圓率は當初相當に大なりしならむ、是亦數次小塊の集積により力學上の道理に應じて漸次現今の如く一般に小となれり。故に巨大なる遊星は概して圓に近く、小遊星の如きは相當に扁平なる軌道を有す。

遊星の自轉も亦當初母體より放出せる際の狀況に依ること多きも、尙累次の衝突合同に際して共同の方向に旋回すべき衝動を受けたるが爲、遂に現今の如く多くは周行と同方に旋回するに至れり。(此の點はラプラスの假説に於て一大難關なりしなり)

衛星周行の狀況に、つきては、先天的に何等の制限を想定し得べき限に非ず。然れども既に衛星となりて遊星を周行するの運命を帯びて後、散布せる小塊との衝突により、之が軌道面の主星軌道面と峻しく傾くものは、遂に主星上に落下する機會尤多し(當初の距離大なりしものは此の運命を免るゝことあり)。次に衛星の軌道の平面遊星軌道の平面に近きもの、中、順行するもの(甲)は爾後の衝突を受くるも生存するの機會尤多く、其の逆行するもの(乙)は第一の場合と同じく、主遊星に落下する運命を有するも、稀に之を免るゝことあるべし。かく

て現今 衛星の 行動する 状態を 遺憾なく 説明する ものとす。

其の 他 詳細なる 諸點に 亘りて 太陽系の 現状を 解説せるも、今は 暫く之を 略す。

右の 假説に 對して 諸種の 批評 少からざるも、未 根本より 之を 破壊するが 如き 有力なる 反論の 出でたる 無く、大 要 有理なる 假説として 學界の 認容する 處なり。

暫く 記して 後代の 批評を 待たむとす。

（以下は非常に淡く、ほとんど不可読な文字列が続く）

版 四 十 三 第



雲 星 形 定 無 の 座 手 射

第十章 星辰進化説

二三 解題

帝都博物館の一室には幾多の頑石死塊あり。頑石は變せず動せず死塊は言はず語らず、而も古物學者は彼等を比較し整頓に次ぐに整頓を以てしよく彼是の關係系統を明にし彼等に年代と歴史とを附與して之を掌に指すが如し。今吾人の眼前には光輝活動に充ちたる造化の偉塊若干種あり。其の中天界の粉塵たる流星彗星隕石の類は、一には其の物質量の他に比して微小なるが爲、又或るものは不定期に發生し又倏忽にして飛去るが爲、暫く之を度外に置かむ。されば當面宇宙化育の問題中に入り來るは第一に太陽系第二に恆星(太陽も其の中の一なること勿論なり)第三に白色星雲及び第四に氣狀星雲是なり。(從來の學者は第三第四を一括して單に星雲といふ)是等の各種天體は造化の大機關中各自特有の位置を占有して未嘗て相互交渉すること無きや否や、多少の相關聯する處ありとせば其の關係の狀況或は甲より乙を生ずるか、又は丙丁相交錯して戊巳等に變換するや、是等の疑問を解決するを得ば正に宇宙構造の大規

模を測るに於て一步を進め得たりといふべし。

該問題に就き既に前章に於て幾分の解説を試みむとし、吾が太陽系が某種の星雲状態を経てより若干の路程を経て今日に至れるかの疑問に對する學者の假説を紹介せるが、尙太陽系と星雲とのみならず、第八章に説けるが如く恆星中にも種々の等差ありて其の間或は親子同胞の脈絡あるやの疑無きにしも非ず。されば本章に於て是等の問題を一申して前掲の諸天體中に求め得べき限りの肉身關係を求め、尋ね得べき限りの發展徑路を尋ねむとす。蓋し一見孤立せるが如き諸種の物件材料の間に首尾貫徹せる系統を組織するは之實に學問根本上の一大事業たればなり。但し此際動もすれば道理の正當適用範圍を脱して牽強附會に陥らむとすることあり大に戒むべきこととす。今便宜上初めに第八章に掲げたる實用分類に由る八種の恆星を列挙して之が相互間の脈絡を求めむとす。

茲に掲ぐる順序は星雲が恆星の母體にして、最新しき恆星は多少濃氣を帯び、之が發育に従て益凝集するとの想定に基くものなり。其の當否の論は之を後段に譲り今は兎に角一の假想順序を選ぶを便とするに由る。

一二四ウキ
ルフラ
イイエ
星(第
八種)

第一〇四節に述べたるが如く此種の虹帯は實によく遊星狀星雲のものに類似して、且之が所在方面も彼の氣狀星雲の多數と同じく銀河附近に限られたるが故に、若し次の第七種の如く之が周圍に多少の濃氣を帯びたりせば、兩者の關係親密完全にして、別に一言を夾むの餘地無かるべし。況んや此種の虹帯に缺けたる星雲素も最近カノ女史の所説によれば之が波長五〇〇七なる線の痕跡ありといふに於てをや。然るに分光上より認むる内容の酷似せるに拘はらず、其は外形に於ては截然別種の天體たるを直指して殆擬議を容れざるが如し(現に第七種の如く外貌上星雲に接近するものある傍に)。但し望遠鏡の力に限あるが故に幽微なる濃氣の圍繞せるを看過せるに非ずやとの提議ありしも、此種の議論は何れの場合に於ても重きを置く能はず。吾人が能力の最上を盡くしたる現今の見地を基として推理するの外なきが故に、此の範圍を超越する時は限無き想像の領域に没入し去るべければなり。

特別の
例

前項の大體論に對して一の除外例あり、是一面に於て此種の星の上方の極

端を示すものにして、次項の所説と對比するときは頗る興味ある事に属す。此星はボン測天 D M 北 三〇度の 三六三九號として記録せられ、九等以下なれども虹帯線鮮明なるが故に光力の弱き割合に分光上の観測困難ならず。ケッセルは之が三十個線を観測せるが、同種の星に共存する線の外、此星に特有なるもの若干を認めたり。尤著しき事態は之が分光上星雲性なること是なり。ケッセルは之が虹帯中の F (水素の第二線にして尤光強き陽線の一) を恰も太陽の紅燭を望むが如く観測せるに幾分の圓輪を見、尙細隙を窄めたるに長さ五秒の線に減縮せり。是明に徑五秒の水素發光球が該星を圍繞するの證に他ならず。但し水素以外の線又は他の水素線は(幽微なるが爲にや)斯く圓輪を現はすこと無く、又分光以外には直視上に認められざること尤注意すべき點なりとす。且又右の水素「ガス」は普通の意義に於ける雲圍氣ならず、何となれば之あるが爲壓力を増大して虹帯線を肥大ならしむることなく、又變復層の如く下層の光を吸収することなく、寧下層に比して發光強きものなればなり。

ピッケリ

ピッケリングは一八九六年にアルゴ(船尾)に於て珍らしき一星ゼタの記事を發

ソングの線列

表せり彼は之が陰線の測定によりて既知の水素線列の從伴たる新しき水素線列を發見し、且陽部に於ては淡青色なるウォルフライエの帶狀光を得たり。されば此星は當然第八種に属すべきものと考へたるに茲に又幽ながら「カルシウム」の太陽線を認めたるにより、此の爲にのみ之を第八種中に位せしむるを得ず、恰次の一種との中間雜種と考へざるべからざるに至れり。蓋し本種に在りては星雲と同じく全く金屬線の現はれざるを基本とするに由る。

他の特徴

ウォルフライエ星の化學上成分は最簡單なるものにして、常に水素と「ヘリウム」に富み、酸素は多くの場合に認め得べく、窒素も概之を期待し得べし。青色の帶狀光は決して炭素に關係無きものとす(ハギンズ氏)。

他の陽線を含む虹帯の所有主が多く變光する中に、本種の星は決して變光すること無きも、一の特徴なりといふを得べし。之が分布につきては既に詳説する所あり。(第一〇四節)

二二五 陽線あるヘリウム星

昴宿の第一星たるアルキオンは從來第一種の「ヘリウム」星と認められたりしが、一八九三年ケッセルが赤き C の陽線を發見してより、恰第一種より第七種に移る中

間に介立するの観を爲すに至れり。當時は同一元素が同星に於て陰陽兩種線を現することを怪みたりしが、其の後第七第八兩種星に於て平凡なる現象として、却て人の注意を惹かざる事と成れり。中にもアルキオンは陽線の尤微々たるものにして、次にはブレイオンの水素の三個陽線(H_{α} H_{β} H_{γ})を現はすあり。是ミラ類似の變星中に嘗て知られざる配合なりとす。

昴宿は全體としても亦其の中の各個星としても星雲様の漂氣を帯ぶるものなるが、一層厳しく纏綿せるは彼オリオン星雲の核と稱せらるゝ梯形なりとす。其の中の主なる四個は分光上には全く同一星と視做すを得。是等は虹帯中の陽線を、星雲様の漂氣より發生するが如く考へられざるに非ざるも、星雲より發する陽線は概して星の連續虹帯を忌避するものにして、假令之が上下に現はるゝも中央(星に當る處)には現はれざるを常とす。故に甚強き光輝ある場合の外星雲固有の陽線が現はるゝに非ずして、全然此種の星に特有なる陽線ありと考へざるべからず。其の他梯形星の虹帯には水素「ヘリウム」の外に窒素「シリシウム」及び「チタン」を陰線として、且「カルシウム」のKを陰陽兩種線として觀測せられた

漂氣を帯
ふ

他の事項

り。

カシオペア座のガンマも亦舊來氣狀星として公認せられたるが、其の「ナトリウム」陰線の痕跡或は現はれ或は滅して、之が虹帯に變動あるを疑はしむ(星の光度は二・三に固定せり)。尙其他此の種の星には虹帯中若干線の小移動あること稀ならず。水素及び「ヘリウム」の放光は是等の「ガス」が從來此の種の星の外部に於て大に光輝を放てるものにして、今や少しく勢を減じ來り、之に代て別に内部に沈靜せる幾多の輕金屬の蒸氣を噴出せるやの感あり。又此種の星は多くの場合に銀河附近に存在すること、第八種の星に思合せて特に注意すべき事なりとす。暫星及び若干の短期變星(第五節)又此の種に屬するも未根本よりの關係ありと斷言するを得ず。

個星が皆同一の徑路を経て發育するものとせば、第七種より直に第六種に入るか、或は第一種の狀況を受くるか、未遽に斷言するを得ざるものあるべし。即ち第七種星にして之が陽線を放てるまゝ紫部の吸收旺盛となるときは容易に第六種を生ずべきも、亦單に其の陽線の放射を衰滅せりと考ふれば第一種星と酷

似するに至るべし。

而して星の全體の色より見る時は寧後者を以て自然の順序に近しと考ふべきが如し。

二二六 ヘリウム星
(第一種)

此種の星も亦星雲と密接の關係あるもの多く、又其の著大なるもの、中、多数は銀河の附近に集中するの傾向あり。特に何れも吾人より遠く天淵の底に沈降し、其の尤近きも七十光年を下らず。

此種の中より種々の標本を選出して之が虹帯を比較するに、「ヘリウム」の陰線著しく鮮明なるものには金屬線少く、「カリウム」及び鐵の線次第に著明なる、と同時に「ヘリウム」は幽微となり、遂に其影を潜めて次の種類を生ずるに至る。且又酸素窒素及び水素中のビッケリング線列は「ヘリウム」よりは一層強く金屬線を忌避するが如し。

二二七 水素星
(第二種)

此種と前の「ヘリウム」星との間には、判然たる界線を劃すること難し。之が中間に介在する適例は鷲座のタタ及び獅子座のイェタにして誠に良く兩種の異同を示現するものなり。前者は「ヘリウム」星なるアルゴル若しくはブレイオンに擬似

すべく又一方に於て天狼又は織女に酷似す。後者は「ヘリウム」星たるデネブ(白鳥座第一星)に類似し而も水素の尋常線列格外に鮮明なるものなり。現に此種の好標本なる織女すらも、多少「ヘリウム」星の痕跡を波長四四七二(オリオオン星特有の線)に留む。但し此種に於ては何れもウォルフライエ線又はビッケリング線列を缺き、且酸素及び窒素も全く衰滅に歸す。一步進みたる天狼に在りては「ナトリウム」鐵「マグネシウム」「カルシウム」「シリシウム」、及び其の他平常の金屬線を現出するに至る。下ては南魚座のアルファの如く金屬線の著しく發達せるを見るべし。

二二八 太陽星
(第三種)

水素星より太陽星への移換りも、亦前節の場合と同じく甚漸々たるものにして、唯次第に金屬線の著明なるに従て水素線列(ハッギンズ氏の發見に係る)の減退するを見る。兩種の中間に介在する適例はプロキオンに於て之を見る。水素線は實に天狼に比して之が四分一の強さに減ず。

水素星は多く遠距離にありて而も光力強く、之が雰圍氣も極めて透明なるが故に、太陽種に比し熱度高きが如く感ぜらるゝも、是必しも熱度に直接の關係

あるに非ざるべし。吾が太陽の如きも、之が變復層を除くときは光力は殆ど三倍となり、其の色は正に帶青白色となるべしといふ(ラッダグレイ)。

太陽種の虹帯に於て青紫部の吸収次第に深厚となり、又若干の濃暗線(例へば「カルシウム」の四二二七)の吸収益濃厚となるに従て、漸々渲刷變影を生ずるに至る。此の變化の模様は海蛇座のアルファ蟹座のベータ及び尤著しきはアルデバランに於て之を見るべし。後者は輝々たる赤色の星にして、之が雰囲気は其の青光を抑留して放射を遮る。之が虹帯に於て僅少なる初期の變影を認むべし。

一二九 連刷

虹帯

(第四種)

十個乃至十一個の變影は、此種の虹帯に於ける紋切形にして皆何れも紫上方に際立ち赤下方に淡和するものなり。分光を強大にするときは、是等の帶狀は密接せる細線に分解するを得。蓋し是等は各同一の調和線列が紫方に向て密集するの結果に外ならず(白色星に於ける水素線列も、之が尺度を縮少すれば終には一の變影を成すべし)。各變影が個別の調和線列を表はすと同時に、共同して一の高大なる系統に屬するや、未遮かに斷言すべからず。且之を生ずる物質の何物なるやも確知するを得ず。唯是等の變影は金屬線の肥大と相俟ちて青紫部の

一三〇 炭素

星

(第五種)

吸収を濃厚ならしめ、之に由て星光を赤橙色に染むるものなり。

此種は従前の何れとも相違して、殆ど群類中孤立の狀を爲せり。一般に六等以下の小星に限ることは、必しも固有光の弱小なるに由らずして、之が雰囲気の吸収強大なるが爲に唯少分の光を放つが爲なるべし。色は濃赤色にして全數の一割二分は著しく變光し、其の他も多少の變動を認めらる。前(第四)種と共に赤色の星は其の光輝靜安なり難きを證明するものに似たり。

此種の虹帯中に若干の陽線あることは尤著しき事にして、且第一に之が起原の不明なること、第二に星光變動の影響を受けざること及び第三に陽光の發源地は炭素吸収層より外方に在ること、恰吾が太陽の變復層に於けるが如きこと尤注意を要す。又水素及び「ヘリウム」の痕跡なく、且多數の金屬線を見る能はず。

此種の星は多くは銀河の附近に群るも、他の方面にも皆無なるに非ず。之が距離は格外に遠くして、自動又は年視差に對して少しも推量を許容せず。されば其の中の若干は必巨大の太陽なるべく、他の多數も亦恐くは然らむ。

一三一 陽線
ある澄
刷虹帯
(第六種)

此種の星は前の炭素種と共に變星の特色を示現するものといふべし。但し同星が發育の途次に於て先づ何れの状態に達するやは極めて明答し難し。普通に承認せらるゝ順序にては、星の雰圍氣より放射せる熱を失ふに從て内部より對流を生じて、較重き物質を外方に氣蒸せしめ、其處に何等かの吸収層(吾が太陽の變復層)を作るといふ。

此の吸収が一層深厚となりて虹帯に變影を現はすに至るときは、之が爲か、或は此以上の原因の爲にか、星光に變動を生ずるを免れず。此の變動の狀況に依て虹帯の渲刷中に陽線を、或は著しく、又は幽かに現はすもの、如し。之より後は雰圍氣益濃厚となりて、全く内部の光を通過せず、自身も亦光を放つことなく、遂に死塊となりて所謂暗星を生ずといふ。されば最後の種に於ける渲刷中の陽線は燈火の消ゆるに先ちて閃光を放つが如きに髣髴せしむるを得むか、尙後の研究を待つべきものならむ。

前數節に於て恆星各種の相互關係を略説し、從て之が發育の途路に於ける新舊の順序をも暗示せり。想ふに現今研究の程度に於て想定し得る限り最穩

一三二 結論
ありや

發縮の事
情

和なる見解は正に斯の如くなるべし。但し最近益闡明せらるゝ放射活動の現象^{ラディエーション}を考察中に入るの日あらば、一層未發の關係を明にし、或は從來の誤謬を改むるを得るやを知らずと云へども、今日は未之に關する充分の資料を得る能はず。かくて上來記述の大要を許容するものとせば、氣狀星雲が第八第七種星の母體たるが如く、此の脈絡も略推知するを得べし。其の際言及ばざりし白色星雲は之が分布上又分光上より是等の星辰の發生に直接關係無く別に第三種太陽星以下の母體たるが如し。但し茲に注意すべき二個の要件あり。一はレイ、の氣體收縮の理(第三七節)にして、氣體なる某種星(例へば水素星)が放熱して收縮する時は平均温度却て上昇するが故に之が外圍氣は直に吸収を増して、次の太陽種星に移ることありや、又は平均温度は上昇するも、之が構成の或る状態に達する時は、必然外部に吸収層を増すべき理由無きを保し難かるべし。此等熱氣體内部の機關は(少くも現今は)一の未知數に屬す、暫く之を註記するのみ。

其の二は星の大きさと發育の速さとの關係につきて學者の研究區々たること是なり。若し放熱の程度が星の年齢(古さ)を規定するならば、同時に生じたる星

につきては、小さきもの程速く老衰して、第三種又は第四種以下となるべき筈なり。然るに多くの聯星に於て小なる從星が青白なる第一種乃至第二種なるに、大なる主星は既に第三第四種に進めるの事實なり。是に於て放熱凝縮の外に星の外面重力を考ふるの要を生せり。蓋し内部より起る對流作用は明に重力の大小により、星の大き及び密度に關係あるが爲なり。されば甲乙兩種の星を比較して之が老若の關係を求むるに當りても、能ふべくは之が大小をも考察するを要す。

二三 進化

か

假りに星雲を以て天體の原始状態とし、之より放熱凝縮或は其の他の物理作用によりて各種の恆星と成れるものとし、其の發育の各種程度を経て遂に凝結し死滅するものとせば、其の進化といひ、又は退化といふは名の上の争ひに過ぎずと云へども、實際に於て彼等は皆同一の運命を免れざるものやに、宇宙の造化は斯くて悉く死滅に歸するか、否か。

方今の科學は未之に對して的確なる明答を與ふるの力無きが如し。カントは太陽の死滅後再び活動し來りて其間に一種の循環作用ありといひしも、之が基

時間

本の理由薄弱にして、後來科學上より之を批評するの價值を有せざりき。

苟も一步を之が解答の方面に進めむとするに先ち、豫め決すべき二三の案件あるを覺ゆ。吾人が見地に由る宇宙なるものは過去幾千億劫の昔一旦に發生せしものなりや、未來幾萬億世紀の後忽然として水泡の如く消滅すべきものなりや。吾人は其の何れをも認容し難きを信せむとす。曰く世界は無始無終なり、換言すれば時間は無窮にして過去に遡るも、未來を推すも幾千萬劫の上を超えて尙幾千萬劫の長期間を考ふるを得べし。

空間

時間は無窮なり、空間は何如に。光の速さにて數百年を費す路程には彼の輝々たる幾多の辰宿あるを知るも、視差及び自動の感應無きものは到底之が遠さを推量すべからざるが如し。而もカプタインの計測によれば白色十五等星の平均距離は三二七〇光年に當るといふ。尙望遠鏡の力を強大にして十八九等星に及ぼすときは莫大なる距離を得べく、尙夫より何千倍深く天海に沈下するとも、何如にして其の底まで考及ぶを得むや。實に宇宙は十方に亘りて到底其の廣さを究め盡くす能はざるべし。

時間 空間既に無限なり、其の中の物質は何如に。一八二六年オルバースの證明する所によるに、若し恆星が宇宙間均一に羅列するものにして、特に吾が太陽系の周囲にのみ密集するに非ずとせば、満天の光輝は太陽と匹敵すべく、地球上の生靈は悉く焼き盡くされむ。

之により一部の學者、殊に多くの著名なる天文學者は星辰分布が吾人に對して偏頗にして、吾人を距るに従ひ益疎漫となるを信せむとするが如し。是豈不道理の甚しきものに非ずや。一種の迷信家ありて、世界の萬物を悉く人類の利益の爲に造られたるが如く想像するをも思ひ合はざるが如し。殊にアレニッスの主張によれば放射壓の作用により、假令一時は多くの星辰一方に密集するの傾向を示すとも、無窮の時間内には各方面に飛散すべきものなりといふ。況や吾が太陽自身も(他の多くの星辰も)莫大の速を以て移動しつゝあれば、過去幾十億年以來空間の異なる方面を通過し來り、今後も亦今と異なる方面を飛行すべきをや。

生殘る説

倍又如上の人類中心説を排斥する時は、恆星以外に之より温度低くして恆星

の放射を遮蔽し又は吸収する物體多數ありて、それ自身の放射は(若しありとするも)極めて少量なることありとの條件の下に於てのみオルバースの結論と調和するを得べし。恰も暗星及び氣狀星雲は斯の如き物體にして、一は他の恆星の放射を遮り(分光上の聯星及びアルゴル種變星の如く)、他は之が低温と莫大なる廣袤とによりて、能く多量の放射を吸収するに適せり。若し満天の星が太陽と同等の光輝面より放光するとせば、其の發光面積は弧度 0.31 秒平方に過ぎずして、一の遊星狀星雲は之が數十萬倍の面積を占有せり、其の他の大形星雲は云ふに及ばず。實に氣狀星雲は外來の放射熱を吸収して、自身膨脹し、又之が爲に冷却するの作用を遂げ、而も此際尤輕跳なる分子は排斥せられて附近の恆星に落着すと考ふべし(アレニッス)。

かくて宇宙は不生不滅なる無限の物質を包有し、之に伴ふ威勢も亦不生不滅なり。然らば前數節に述べたる各種天體の無盡互換の機關は如何に運轉せらるや。今試に臆氣ながらかくもあり得べきかの一般を暗示せんか。

リッターの計算によれば、太陽の如き二個の恆星が、無限の遠距離より徐々に動

きて、遂に衝突する時は、之が爲に發生する熱によりて之が容量を四倍ならしむるに足るといふ。又一層大なる恆星が相當なる初速を以て接近し、遂に衝突するときは、其の物質は無限空間に擴散し、彼が所謂遠心性星雲を成すに至るといふ。又若し衝突の速度が前所要の度に達せざるときは、所謂求心性星雲を生じて遂に凝縮して恆星となるべき運命を存するものなり。若し又天體が中心に向て衝突する代りに、斜に衝突し又は微遊星假説(第二二節)の如く相接近する時は、莫大の灼熱氣流の奔逸ありて、種々の狀況に於ける星雲を生ずるものと考ふるを得べし。又アレニッスの放射壓作用を藉り來れば、各恆星の放射壓により自體より輕微分子(例へば原子狀水素「ヘリウム」等)及び彼の天界の塵と稱すべき微分子を放散し、是等は他の恆星へ行くものもあるも、星雲の面積莫大なるが故大部分は星雲に入りて凝縮し、其處に多くの核を作り、遂に復星雲中に恆星を發生するに至る。蓋し吾が太陽の雰圍氣中に在る微粒分子は、太陽の放射壓の爲光の速さの百分の二又は三(即一秒に八千里前後)の速さにて排出せられ、又太陽に比し數百千倍の放射をなす恆星多數あるが、是等は相當に大なる速度に

放射壓

て分子を排出す。彼の隕石の如きも之が構成成分よりして是等放射壓の排斥せる微粒分子より成ると考ふべき證據あり。

化學作用

放射壓のみならず物質界が放熱凝縮によりて、熱浪費及び活動休止の無餘涅槃状態に入らむとする傾向に反抗する復活作用として前述の星雲分子の熱吸収より起る膨脹を擧ぐべきも、尙尤重要なるは恆星灼熱氣中にて高熱強壓の下に化成せらるゝ、化合物にして、是等多量の物質は異なる狀況の下に莫大なる活動威勢を供する倉庫なりとす。

此の化學作用の眞意義を明にするアレニッスの論鋒は蓋し大に見るべきものあり。一單位量の氷塊が水となり、蒸氣となり、尋で三千度以上に熱せらるれば水素と酸素とに解離し、此の間潜熱を吸収すること四千數百單位に及ぶ。若し適當なる高熱を得ば更に水素と酸素とを各原子に解離して數萬單位(多分の熱を吸収せしむべく、尙又分解の度を夫以上に進むるを得べし)。若し原子以上に分解し得べからずとの舊化學思想を固執するものあらば、彼の「ラヂウム」が示現する放射作用を吟味せば直に首肯するを得む。「ラヂウム」は實に其の分解によりて

「ヘリウム」を生み、且其の單位量の分解によりて約二十億單位の熱を放散するに非ずや。されば高温高壓の下に此作用は逆に行はれ、「ヘリウム」の化合によりて莫大の熱を吸収することなるべし。

斯の如く一方に於て恆星の若干は衝突及び接近によりて星雲を發生し、又其の放射に依りて種々に星雲を變化せしむる傍、或るものは各自の自然發育を遂げ、遂に死滅に歸するあり。他方には星雲中に幾多の凝核を生じ、或は渦狀星雲より星團を生じ、又は氣狀星雲より自然に孤立の恆星を生ずる。反作用あるを見る。されば造化の大機關は單一に石塊を丘上より轉下せしむるが如く、必しも一方の極端運命に突進するに非ずして、寧大なる意味に於ける循環作用の際涯無き理想あるを認めざるを得ず。

吾人は第三七節に「ヘルムホルツ」の太陽氣球收縮論を紹介し、之によりて此の大熱氣球の放射を支持するの見解を示したるも、其の後學者の研究により千萬年以上に亘りて今日と等しき放射を繼續する能はざるの計算を確かめたり。地質學の舉證によるに、海底に沈下せる最古地石層の積成には一億乃至十億年を費すと

いひ、其の他生物學上の證據によるも、太陽放射の強さが斯かる長期に亘りて不變なりしを示すものなり。されば「レイン」又は「リッター」の計算による氣球收縮のみにては到底太陽の經費を補償するに足らず。茲に於て前節の終りに近く述べたる化學作用の助を藉らざるべからざるに至れり。蓋し前に記せるが如く高壓高熱の下に分解せる物質は熱の下降と共に再化合して茲に多量の熱を發散すべし。現在の太陽實質は一單位毎に、一年約二單位の熱を放失するに過ぎざるが故に、現今の如き状態は化學作用のみにて長期（幾億兆年）に亘りて維持せられたるべしといふを得べし。但し此作用は未算數に上すまで精密なる觀測を経ざるが故に、詳細なる點に向て疑問すべき餘地を存すといふべし。

思ふに太陽の構成及び之が物理化學上の機關作用は一面吾人直接に之が影響を受くるのみならず、之を大にしては宇宙の化育上尤大切なる事體を成すが故に、太陽に關する現象は大小となく豫め之を悉知するを要す。且や幸に太陽は恆星中其の發育の程度及び大きに於ても、尤好適の標本なるのみならず、吾人の之を距る他の星辰に比して少くも數十萬倍近きにより、恰遠山の岩石を

望見する代りに、室内の標本を視察するが如き感無くむばあらず。

二三六 一場
の夢

蟬遊といふ虫は朝に生れて暮に死すとか。さればにや古より人生の果無きを之に倣らふる例、宜なりと謂ふべし。誠や盧生が五十年を以て一炊の間に比ぶるも、理無きにしも非ざるべきか。彼の天上に瞬く幾多の明星は吾人今日之を見るも、その光は吾人の生れの數十年若しくは數百年前に星より出でたるに非ずや。されば今年倏忽として明滅せる新星あるも、そは數百年前の現象にして、吾人が之を見るの遲きを憾むことは、更に往古海の東西を隔て、互に消息を待ちしの比にあらざるべし。星の所在が空間の廣さを吾人に訴ふると等しく、其の移動及び變化を監視するときは、如何程彼等の歩調が遲緩なるや、從て造化の發育に何等の長歲月を要するやを想はしむべし。

彼の星雲を看よ。是等は一見其の内部に幾多の活動を現示するに非ずや。然も多數の星雲中一として之が形狀の變異を記されたるもの之あらず。恆星の自動は多く百年に數秒を算するに過ぎず。吾が神代に於ける天文學者を地下より喚起して、今日の天を窺はしむるも、恆星の配置に塵毫の差異を認めざるべし。

若干の太陽種恆星は次第に之が雰圍氣濃厚となりて、終に橙色を帯び、又尋で赤色星となりて放光薄弱となるべし。而も之が變化は何人も之を認むる能はず、恐らくは神代の天文學者も今に之が變異を悟る期あらざらむ。又若し彼が地下の暗穴に忍耐すること數萬年の後、再出來てケンタウルスの第一星を見れば、是は依然として（今日吾人の見る）白色の光を放つなるべし。茲に至て吾人は直ちに感得すべし、人間百歳の長壽も乃至祖先傳來の（數千年の累積せる）歴史生命も併せて一炊の夢劇一場に過ぎざることを。

幸なるかな、學者は必しも一天體の終始を通じて監察するを要せず、恰も森林に入りて樹木の生長史を求めむとするが如く、葉あり苗あり若木あり成木あり老樹ありて一見直ちに其の順序を明にするを得るが如く、幾多の路程に於ける標本につきて、精しく對比審檢するを要するのみ。かくて諸種の星雲及び恆星を精査するの外、尤手近なる一大標本たる吾が太陽を研究するは蓋し、新天文學に於ける一大事業にして、且他に優れて根本たる性質を帶ぶること勿論なりとす。

宇宙之進化（終）

附 録

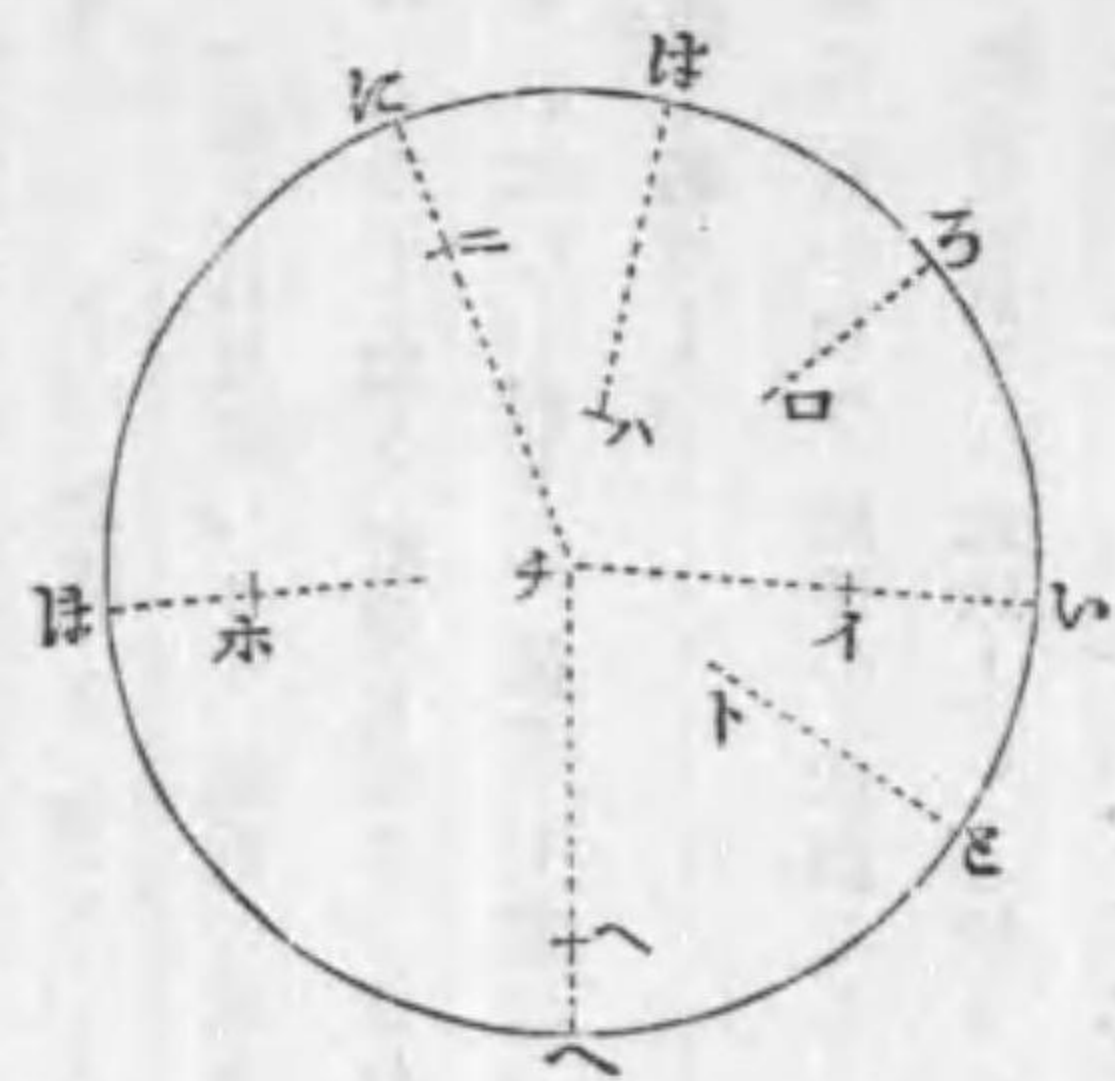
一 天 球

第一章第一六節に言及べる天球、及び本文各處に散見せる球面上の位置（赤經、赤緯等）につき、茲に初學者の爲一應の解説を加へむとす。

晴天の夜仰いで天空を眺むれば、幾多の閃々たる小光は、蒼穹の底に鑲めたるが如く、觀者は之が遠近に關して一も直覺するを得ず、假りに多少の器械を用ひて、その距離を知らむと試みるも、必や失敗に了るに過ぎざるべし。斯くて、多くの星は、その遠近の感を吾人に與へざるが故に、吾人は彼等皆同一の距離にあるが如き直覺を受く。されば、彼の蒼穹は、吾人を中心とせる球面の如く見ゆるが故に、假りに彼等天象は、皆球面に固著せる物と考へ、この球面を學問上に天球と名づく。

天球は斯の如き想像の球面なるが、その成立ちにより、之が中心は必、觀者に在り、觀者位置を（地球上にて）換ふるも、常に自己が同じ天球の中心に在る筈なり。故に、天球の大きさは判然定むる必要無けれども、漠然甚大なるものと考ふべし。

圖二二第



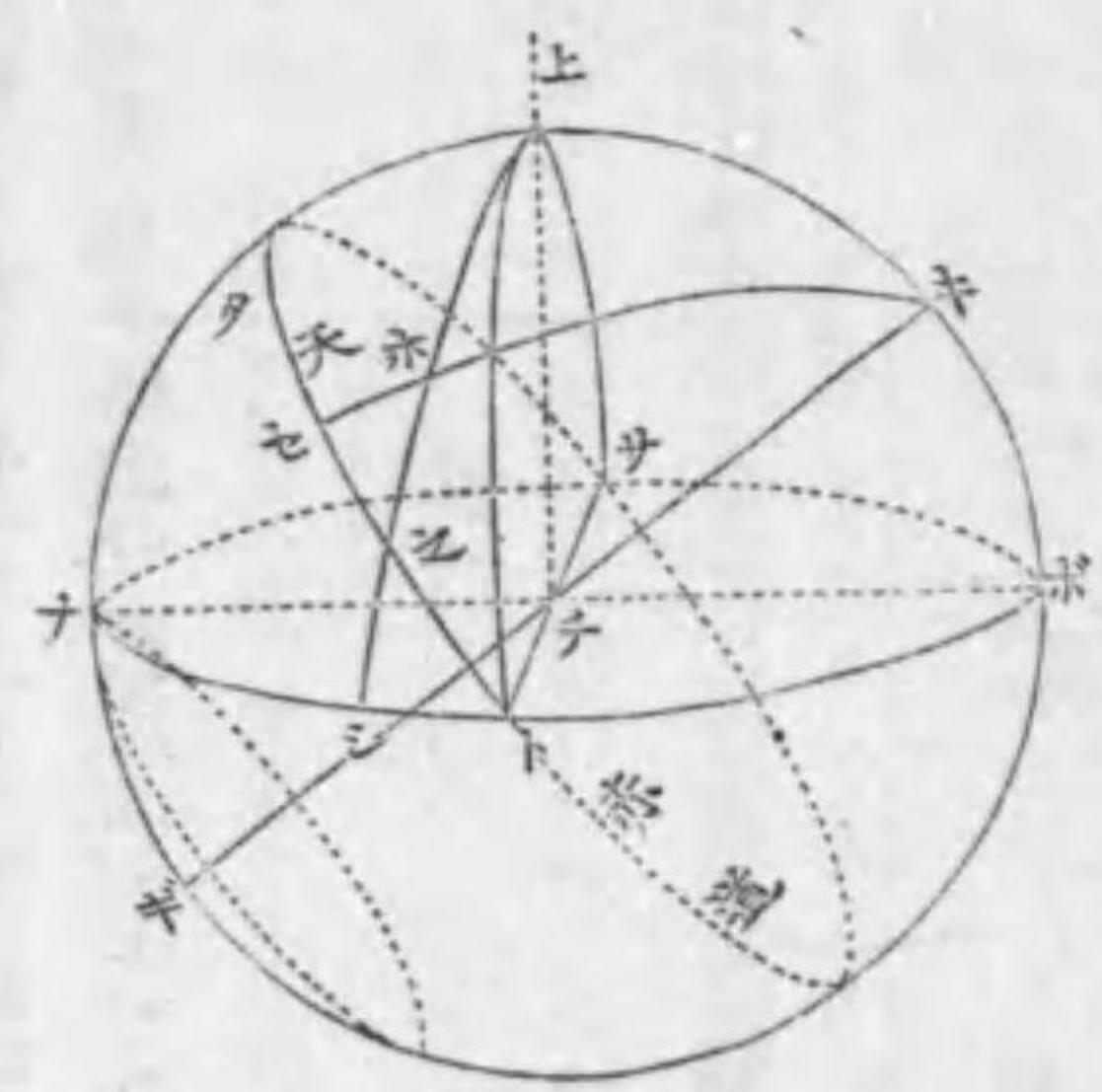
天球

圖は假想天球の截面なるが、天象イロハニホト等は吾人(チ)より種々の距離に在るも一見上皆球面上いふはにほへと等に在るが如く見ゆべく、之が位置とは、天球上の位置をいひ、又天球は總ての天象の外に在りて之を包容すると思ふべく而觀者は常に地平上なる天球の一半を見る。

天球上星辰の相對位置は、日月遊星等若干を除き、概相變ること無く、唯晝夜間斷無く一齊に東より西に旋回す。是畢竟地球の自轉に基くものにして、自轉の軸は中心(觀者)を貫きて北(キ)南(ギ)兩極に於て天球に會するものとす。兩極に於ては東西の旋回動皆無なり。彼の北極星(小熊座第一星)は北極に甚近き星なるが故に其の旋動尤小なり。之より極を距ること遠き程星の一日に畫く圏は大となり兩極より九十度に當る處にては、この圏天球の大圏となる、之

を天球之赤道といふ。地球の赤道は地球の中心を天球の中心に置くとき考へたる時天之赤道と同一面に一致す。(軸も亦然り)。

圖三二第



球面座標

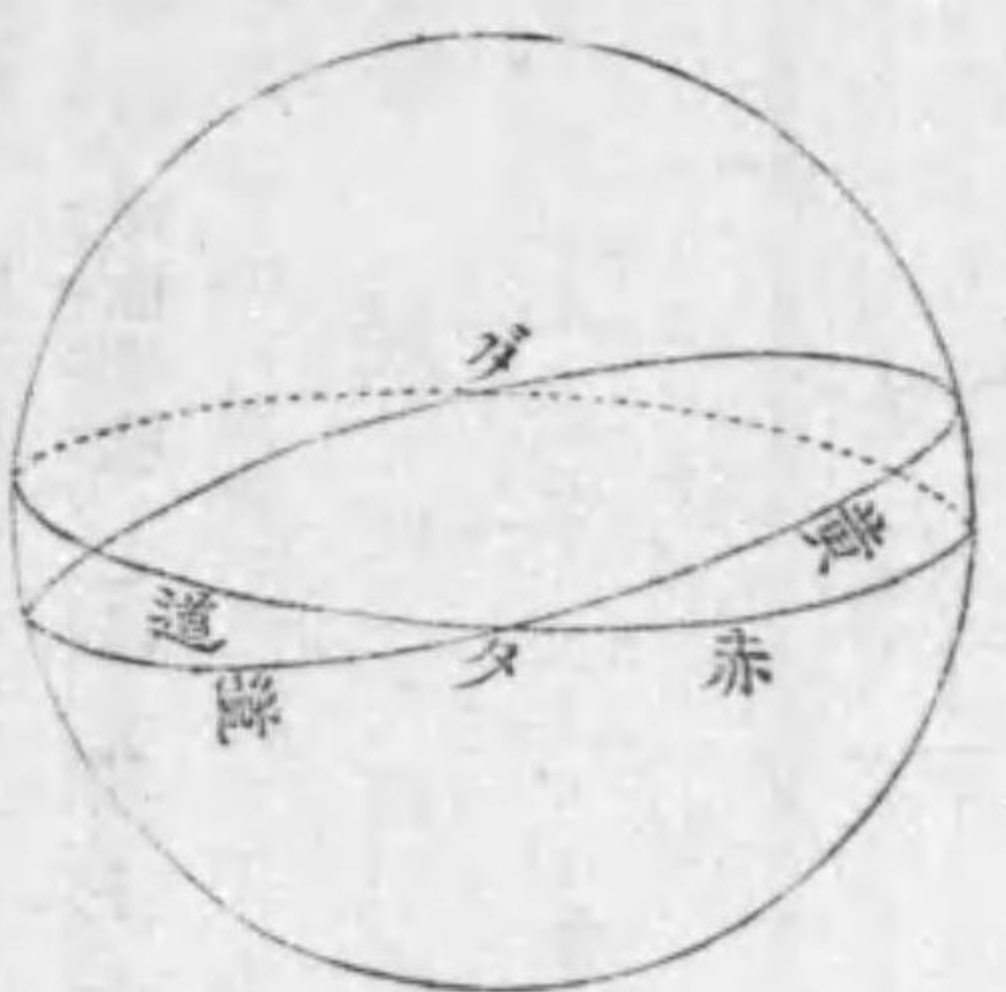
天象の球面座標とは天球上之が位置を定むるものにして恰地球表面上經緯度を以て地點の位置を示すが如く標準大圏又は之が極より測れる角と大圏上の弧度とを以て之を示す。今(チ)を觀者即天球の中心とすれば北極(キ)は(地球上北緯の地につきて)地平圏上其の地の緯度に等しき高さ(角ボチキ)に在り之より(チ)を貫きて(ギ)に至る直徑は天之軸なり。之と直交する大圏は天之赤道なり。又觀者の地平圏に垂直なる直徑(チ上)の上方天球に會する點を觀者の天頂といふ。天之軸を通ずる大圏は何れも天之子午圏といひ、其中觀者の天頂を過るものをば其地の子午圏といふ(圖の平面に用ひたり)。子午

四 圏と地平圏との交會する直径を南北線とす。子午圏と直交する垂直大圏を卯酉圏といひ、之が地平圏と交りて東西線(トサ)を定む。

今天象(ホ)を通る垂直大圏が(シ)に於て地平圏に交るとすれば、之が天頂に於て子午圏と成す角(ナ上シ)又之に等しき大圏弧度(ナシ)を以て天象の方位角といふ。又地平圏上の弧度(シホ)を以て天象の高度と云ひ。この兩角を以て、天象の座標一對とす。

次に天象(ホ)を通る子午圏が赤道と(セ)に於て交るとすれば、赤道上の一定點(春分點)(タ)より測れる赤道圏上の弧度(タセ)を以て天象の赤徑といひ、同じく(ヤホ)なる弧度を以て赤緯とす。

吾が地球より見る時は、太陽一年間の假動は、天球上一の大圏上に在り、之を黃道と名づく。黃道の平面は赤道と二三度二七分強の角を成し、之が交會の二點



第二四圖

方位角
高度

赤緯
赤徑

黃道
春分點

三 星座

(タ)(ダ)を春分點及び秋分點と名づく。春期(年々三月二十一日頃)太陽が天の南より北に入る際赤道を通る點を春分點(タ)とし、他の一點(ダ)を秋分點とす。肉眼に見ゆる星を若干の集團に分括する事は、古來何れの國にも行はれしものと見ゆ。支那より傳來せるもの、中には、北斗二十八宿等尤多く人の知る處なるが、其の外幾多の名稱あれども、今天球の南北を通じて尤鮮明に區分せるものは、西洋に傳はれる星座分括法なり。其の起源は殆有史以前に在るが故に今尋ね難きも、幾多の著しき星を連ねて、之を動物又は神話中の神人に象りて之が名稱を定め同時に其の星座の領域を定めたり。其の境界線の錯雜せるは實用上甚不便なるが唯歴史上の傳説に従ふのみ。南天に在りて、近年の創設に係る星座には、此の不便を除けるもの多きを見る。

總ての星座を通じて著しき星には固有の名稱あり。其中希臘拉典傳來のものあり、アルクテュルスシリウスプロキオンレグルス等の如し。又アラビヤより來れるものあり、アルデバラングニガベテルグウス等是なり。又各星座中の名稱は一六〇三年に至りてバイア氏の星圖に光度の順に希臘文字を附與するの名称

を用ひたるより、現今に至るまで之を襲用せり。例へば牡牛座の第一星なるアルデバランをば該座のアルファと名づけ之に次で著大なるを同座のベータといふが如し。希臘文字盡きたる時は、ロウマ字を用ひ尙足らざる時は数字をも用ふることゝす。而も是等は多く肉眼星に限るものとし。之より小なる従て數多き星には、星名簿中の番號を以て之を示すことゝす。例へばB A Cの二五六七とはブリチシアッソニエイション星名簿の該番の星を示し、其の他ラランドの名簿、グルムブリジの名簿、コルドバ測天の番號等を引用することあり。

次に掲ぐるは重要な星座にして、東京の子午線附近に見ゆる時刻を附記す。圈點を附せるは、黃道の周圍なる十二宮にして、數字は星座内の肉眼星の數なり。毎月一日午後九時東京の子午線に中する星座

十二月 北極より南へ、カシオペア46。アンドロメダ18。三角5。魚18。牡羊17。鯨32。彫刻室13。鳳凰33。

北極より北へ、麒麟。龍。及び、大熊の小部。

特徴 著明星無しといへども、カシオペア、アンドロメダ牡羊、及び鯨には、二等

星及び三等星多數あるが故に相當に見榮あるものゝす。

一月 北極より南へ、ベルセウス40。牡牛58。エリダヌス64。時計11。

北極より北へ、小熊23。及び龍の一部。

特徴 天頂の北なるベルセウスと牡牛座の第一星アルデバラン及び其中の昴宿尤著し。

二月 北極より南へ麒麟36。馭者35。オリオン37。双子28。兔18。鳩15。

北極より北へ龍80。

特徴 大體に於て尤豐富なる區域にして、殊にオリオン座尤勝れたり。

三月 北極より南へ山猫28。(双子)。小犬6。蟹15。大犬27。一角獸12。アルゴ133。

北極より北へ、著明なる部分無し。

特徴 プロキオン及びシリウス著大にして殊に後者は満天に冠たる光輝を放つ。

四月 北極より南へ、(大熊)。小獅子15。獅子47。海蛇47。六分儀3。排氣器。(アルゴ)。

北極より北へ、ケフェウス44。

特徴 右の中少しく著しきは獅子座のみ。

五月 南へ、大熊53。髪20。獵犬15。「コップ」9。鳥8。ケンタウルス54。

北へ、(カシオペア)。

特徴 大熊座なる北斗七星の外著しき星なし。

六月 南へ、(小熊)。(龍)。獵犬15。牧夫35。乙女39。狼34。

北へ、(カシオペア)。

特徴 牧夫座第一星なるアルクテュルスは北天の尤なり。又南に青白きスピカ

(乙女の第一)あり。

七月 南へ、小熊23。北冠19。ヘルクレス65。蛇23。天秤23。定規14。

北へ、著しき星無し。

特徴 北冠及びヘルクレスは共に著しき星座にして見覺易し。

八月 南へ、龍80。琴18。鷲37。矢5。蠍34。蛇使46。祭壇15。望遠鏡16。

特徴 天頂に近き織女と銀河を隔つる牽牛(鷲の第一)とは尤著しく、且其

他甚賑かなる概観を呈す。

九月 南へ、(龍)。白鳥67。小狐23。海豚10。射手38。南冠7。

北へ、著しき星座無し。

特徴 天頂に著しき白鳥座あり。又南に卑く射手座あり。之を貫く銀河尤注目
に値す。

十月 南へ。ケフェウス44。蜥蜴13。駒5。山羊22。南魚16。

北へ、麒麟。

特徴 寂寥たる光景、僅に南方の北落師門(南魚第一星)のみ著し。

十一月 (ケフェウス)。(カレオペイア)。(アンドロメダ)。(ペカスス43。水瓶25。(南魚)。
鶴30。

北へ、(小熊)。

特徴 此區域も概荒漠たり、唯ベガスの四角形少しく注意を惹くに足るの
み。

(挿入せるは恒星圖中の見本にして北天の一部なる諸星座を示す)。

四。銀河の渦状星雲説

第四章 第五七節に略述したるが如く、星辰界に於て、特に魁偉なる組織を形成するを銀河とす。古は銀河を以て、雲霧状の薄光ならむと想像せるも、一度、中形望遠鏡の分解効果に遭遇して、忽之が無数小星の群居せる集團なることを暴露せり。然りしより以來、之が大體の構成に關して、諸大家の想説研究 今日に至るまで種々ありといへども、未判然たる解決を得ざるが如し。蓋しその廣袤深遠莫大にして、且その外見上の形状も甚複雑を極むるが故に、之を一貫せる理法の下に約すること甚難きによれり。

最近に至り、(千九百年) イースト氏は銀河の構成を渦状星雲に比すべしとの意見を發表せり。其の當時は渦状星雲の世に知られたるは僅かに指を屈する程なりしが、其の中の有名なる二個、M五一號なる獵犬座の二枝渦状星雲とM一〇一號なる大熊座の渦状星雲との形式を折衷したる型を探り、吾が太陽系は恰その中部に近く、(星雲の核を白鳥座の方向に望むが如き處に)位するものと想定すれば、吾人が銀河の各部に就きて見る形状、構造を詳細に解説し得べしとせ

り。その後星辰界に同類の星雲夥しく散在するの事實現はれ來りたりし事は、一時この説の信念を高むるに有力なりき。かくて本年(一九一三年)三月に至り、イースト氏は更に綿密なる銀河の寫眞圖を製し、之に想像渦状星雲の圖を添へ、各部局を兩々相對比して、星雲の各部が銀河の相應部として吾人に見ゆる狀況を縷説せり。

之に對する反論二個あり。其一は、渦状星雲に於ては、中央に近き核様の光輝が他の諸部に比して著明なるべきものにして、事實上白鳥座の光斑のみにては、甚物足らぬ感無き能はずといふことなり。之に對する主張者の答辯は、優秀ならざる寫眞に於ては星雲核部を不當に膨大せしめたるが故に、白鳥座光斑の他の諸部に比して著しからざるを難すべからず。況や吾人の視線方向に射出する枝流長きものはその累積によりて往々著しき強光を放つことあるをや。尙又核部と枝流部との量の割合を云々するものあり。之に對して主張者は判然たる辯駁を與へざるも、此假説にして他の方面より許容せらるゝものとはせば、該點はさまで重要ならずと云ふのみ。

宇宙構造の上より之を見るに、數千の渦狀星雲は、多く銀河附近を避けて寧ろ之が兩極に近く集まるの傾向を呈し、且是等と銀河とを比較するに、その大きさの階級に於て後者は著しく卓絶するが故に、兩者を同種のものと考ふるに少しく躊躇せしむ。之に對するイ、スト、氏の辯明は、小渦流の散在するは、大渦流の存在と矛盾せざるのみならず、寧ろ前者の多數は（皆ならずとするも）大渦流（銀河）の系統に屬するものなるを信せむとすといふ。且其の分布に關しては、銀河の上下に近く、又距離に於ても同等なる小渦流は悉く該渦流中に捲き込まれ、殘存せるは、距離に於て莫大に遠く（望遠鏡の視力之に及ばず）、又は銀河帯を避けて之が兩極に近き方に集まるべし。吾人の見得るは、割合に距離の近きもののみなるべければなり。されば、多數の小星及び星團が銀河帯附近に密集するに反し、渦狀星雲が之を避くるにより後者が小星を呑むで之より發生すとの説ありしも、之は星團を避くるに非ずして、本渦流を避くると考ふる方穩當なるべし。

以上は銀河の構造を以て渦狀星雲に比する考の概要なり。之が當否は尙幾許の

研究を待て決定すべきものなるも、目下之に反して深重なる反論無きことを附記するを得。

五大陽系一覽

太陽系一覽表

天 體	中 徑		密度	質量	自轉周期	日照率	軌道半軸	周 期	飛 速	衛星
	星 徑	地球ト比								
1 太陽	35 5000	109.4	1.39	33 2000	25 7 48			
2 木星	886.47	0.273	8.39	0.0124	27 7.43	0.13			
3 水星	1241.8	0.382	6.30	0.0539	88	0.14	0.387099	87.9387	9.4-14.7	—
4 金星	3155.7	0.572	4.80	0.82	225	0.76	0.723332	224.7008	9.0	—
5 地球	3214.9	1.000	5.50	1.000	23 56 20.09	0.202	1.000000	365.2564	7.58	1
6 火星	1733.6	0.534	3.95	0.1088	24 37 22.67	0.22	1.523791	686.9505	6.15	2
7 ケレス	200.0	0.052	$\frac{1}{7000}$?	(低々)	2.767205	4.60年	4.55	—
8 木星	35450	10.92	1.32	317.7	9 55	0.62	5.203300	11.86	3.32	9
9 土星	23920	9.17	0.72	94.8	10 14	0.72	9.538861	29.46	2.46	10
10 天王星	13674	4.03	1.22	14.6	?	0.60	19.18329	84.02	1.72	4
11 海王星	14260	4.39	1.11	17.0	?	0.52	30.05308	104.78	1.39	1

宇宙之進化 大尾

宇宙之進化索引

ア	アウヴァアス	七、三	アレニウス	一三〇、二四八、二四九
	アダムス	一一〇	アレニウス(化学作用につき)	二五一
	アブネイ	一八二	暗影部(斑點の)	三七
	アボット	一七三	暗星	七六、四四
	天の川	七	アンドロメダの大星雲	七、九〇
	アルキオン	二二七		
	アルクチュルス	五、五、六〇	イ	
	アルゴ座の星雲	九、二〇四	イイストン	附一〇
	アルゴル	八	一日の長さ	三〇
	アルティル(牽牛)	五	一ヶ月	二六
	アルデバラ	二四三	緯度	一五
	哑鈴状星雲	五	隕石	一三七、四一
			陰線	三六、四六

陰線群
陰陽周期

一五〇 映天儀(シロスタット)
一四四 エンケ氏彗星
一四三 遠心性星雲
一五〇 遠日點
一四六 圓輪

ウ

ウォルフ ライイニ星

一四、一三五

宇宙(天體)

一三三

宇宙引力

八、一〇〇

ヴォルフ

四一

ヅッイス

一四〇

エ

映印(倏忽の)

一六五

映印、映印者

一六三

衛星

三

衛星と主星

三

宇宙の塵

力

カクウッド

二二九

カネギイ 太陽観測所

一、七二

海水

一四

階段(玻璃の)

一四七

解離

二五二

海王星

三

海王星發見

九、一〇九

合位

二七

河漢

七

鍵孔

二〇四

核(彗星の)

二三

角座標

六四

カシオペアのガンマ

二二九

假動

二八

蟹座

七四

カノブス(老人)

六七

カノ女史

二五

カプティン

五八、四七

カベラ

五八、七

カリグシントン

三

カルシウム光

三六、一四九

カルシウム蒸氣

一六九

カルシウム蠶片

一七〇

「カロリ」

四六

カント

二〇四、一〇八、二一〇

カント(太陽の復活)

二四六

玻璃楔

一四六

ガリレオ

一四三

キ

氣壓	三	近日點	九六
氣壓(發光體の)	一五	凝縮(星の)	二四五
キイラア	九二、二五	銀河	七、八七
吸收虹帯	一四	銀河渦狀星雲説	附一〇
求心性星雲	二五〇	銀河帯	八八
舊天文學	八、四		
球面座標	附三	ク	
鬼質(ブレセベ)	四	空開の無盡	二四七
氣狀星雲	一五	楔(玻璃製の)	一四
起潮力	一〇六	鯨座のオミクロン	八四
極(天の)	八	外心率	九
キルヒヒョフ氏原理	一四	クラック(オルヴァン)	七、七三
キルヒヒョフ放射則	一七	クラック女史	一八九
金星	三	光壓	一三〇
近似則	二二	光行差	一四

光線分析	一四	完全氣體	四
光層	五	完全放射體	一四
光達年	五	環狀星雲	九二、三〇三
光度(恆星の)	一五	環より遊星	二三
黃道	一八、附四	グールド	四
光波	一四		
化學作用	二五	ケ	
化學線(虹帯の)	一七	ケアメル	六五、六八、七、三六、三七
渦狀群	二七	ケブラア	一八、九
渦狀星雲	八、六、一五	ケブラア氏第三則	一一
渦狀星雲説	三六	牽牛(アルティル)	五、五
渦狀星雲の起源	三八	ケンタルウスのアルファ	五
火星	三	見得波動	一七
冠光	三	顛別	七
環成星雲説	三二	顛別(背面より)	一八