

目次

論説

最近の宇宙観(II)

理學士 松隈 健彦 一六一

宇宙線について(III)

理學士 鈴木 敬信 一六七

雜錄

流星天文學

C.P.オリヴィヤー 一七三

雜報

シリウス伴星の光度——ウォルフ週期彗星——蛇遺座第三新星——新著紹介——日本天文學會要報第二卷第三册——東京天文臺報第一卷第三册——會員消息——五月に於ける太陽黒點概況——無線報時修正値

觀測

太陽のウォルフ黒點數(一九三三年四、五、六月)

九月の天象

一七八—一七九
一七九—一八〇

流星群

變光星

東京(三鷹)で見える星の掩蔽

惑星だより

星座

附錄

變光星の觀測

Contents

T. Matukuma; Recent Views about the Universe. (II)161
 K. Suzuki; On the Cosmic Ray.(III)....167
 C. P. Olivier; Meteoric Astronomy.....173
 The Photovisual Magnitude of the Companion of Sirius.—Wolf's Periodic Comet.—Nova Ophiuchi No 3.—Memoir of the Astronomical Society of Japan, Vol. 2, No. 3.—Tokyo Astronomical Observatory Report, Vol. 1, No. 3.— Information of

Members.—Book Reviews.—Appearance of Sun Spots for May.—The W. T. S. Correction during July.
 Wolf's Sun spots Number during April-June 1933.
 The Face of the Sky and the Planetary and other Phenomena.
 Appendix (Observations of Variable Stars.)
 Editor: Sigeru Kanda.
 Associate Editors: Saburo Nakano, Yosio Huzita, Tadahiko Hattori.

●編輯だより 本會要報第二卷第三册(第七號)は八月十五日發行前號廣告及び本誌雜報參照の上申込まれた。東京天文臺報第一卷第三册も去る七月二十五日發行された。

七月十五日イスパニヤで發見されたカラスコ彗星については其後日本では天候悪く發見を確かめ得ない。歐米でも七月末までには確かな觀測によつて確かめられて居ない様である。

●正誤

第二十六卷 頁 行 誤 正

第七號 一四〇 下終五 十六日に月と合 十六日に合

第八號 一五八 上始二 1931 1933

” ” 上始八 50 1X5.0

” ” 上始一〇 1.869 1.363

●天體觀覽 九月二十一日(木)午後六時半より八時まで、當日天候不良のため觀覽不可能の場合翌日、翌日も不可能ならば中止、參觀希望者は豫め御申込の事。

●會員移動

入會

奥田 壽君(東京)

現代の宇宙観 (二)

理學士 松 限 健 彦

(B) 相對論的宇宙論

7、相對論の場合の方程式

相對性原理に於ては吾等の四次元の時空の世界は

$$ds^2 = g_{11}dx_1^2 + g_{22}dx_2^2 + g_{33}dx_3^2 + g_{44}dx_4^2 + 2\sum_{1 \leq i < j \leq 4} g_{ij}dx_i dx_j$$

によつて定義せられる事は今日周知の事實である。茲に $g_{ik} = g_{ki} (x_1, x_2, x_3, x_4)$ はポテンシャル ϕ を一般化した物であつて ϕ が Poisson の方程式

$$\nabla^2 \phi = -4\pi f \rho$$

を満足するに對して g_{ik} は

$$G_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} G = -\frac{8\pi f}{c^2} T_{ik} \quad (2)$$

なるテンソル方程式を満足すべきである。但し G_{ik} は曲率テンソルであり T_{ik} は物質エネルギーテンソルと稱するものである。又 f は萬有引力の常数である。

Einstein は後になつて(一九一六年)、宇宙全體を大きく考へる時は(2)式は不充分であつて

$$G_{ik} - \lambda g_{ik} = -\frac{1}{2} g_{ik} G = -\frac{8\pi f}{c^2} T_{ik} \quad (3)$$

なる如く變更せねばならぬ事を主張した。 λ を宇宙常数 (Cosmological constant) と言ふ。

今吾等の宇宙には物質が到る處一様に充滿して居ると考へる。即ち密度

ρ は到る處常数と考へる。然らば極座標 r, θ, ϕ, ω を取れば對稱の考へより ds^2 は必ず

$$ds^2 = -A(r) dt^2 - r^2 (d\varphi^2 + \sin^2 \varphi d\omega^2) + B(r) c^2 dr^2 \quad (4)$$

なる形でなければならぬ。但し $A(r), B(r)$ はどちらも r のみの函数であり、然も r が小なる時はどちらも 1 に接近すべき性質の物でなければならぬ。

8、靜的宇宙——Einstein 宇宙と Sitter 宇宙

今 $r, \varphi, \omega, t \rightarrow x_1, x_2, x_3, x_4$ と考へて(4)を(3)に代入して面倒なる計算をすれば、次の二つのみが可能なる解である事が證明せられる。

(イ) Einstein 宇宙 $\rho \neq 0$ なる場合

$$A = 1 - \lambda r^2, \quad B = 1, \quad \lambda = \frac{4\pi f \rho}{c^2}$$

今 $\lambda = 1/R^2$ とせば

$$ds^2 = \frac{-dr^2}{1-r^2/R^2} - r^2 (d\varphi^2 + \sin^2 \varphi d\omega^2) + c^2 dt^2 \quad (5)$$

$$R = \frac{1}{\lambda} = \frac{c}{\sqrt{4\pi f \rho}} \quad (6)$$

(ロ) Sitter 宇宙 $\rho = 0$ なる場合

$$A = 1 - \frac{1}{3} \lambda r^2, \quad B = 1 - \frac{1}{3} \lambda r^2$$

今 $\lambda = 3/R^2$ 即ち $R = \sqrt{\frac{3}{\lambda}}$ とせば

$$ds^2 = \frac{-dr^2}{1-r^2/R^2} - r^2 (d\varphi^2 + \sin^2 \varphi d\omega^2) + c^2 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) dt^2 \quad (7)$$

茲に注意すべきは宇宙常数 λ が零なる時は前記の $\rho \neq 0$ と

$$ds^2 = -dr^2 - r^2 (d\varphi^2 + \sin^2 \varphi d\omega^2) + c^2 dt^2$$

となり取りも直さず是は Galilei の宇宙であつてその中では特殊相對性原理の法則が行はれるのである。

今 $r = R \sin \theta$ とおけば

(イ) Einstein 宇宙 $\rho \neq 0$

$$ds^2 = -R^2 d\sigma^2 + c^2 dt^2 \quad (5)$$

$$d\sigma^2 = d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2 + \sin^2 \theta \sin^2 \varphi d\omega^2$$

(ロ) Sitter 宇宙 $\rho = 0$

$$ds^2 = -R^2 d\sigma^2 + c^2 \cos^2 \theta dt^2 \quad (7)$$

となる。

9. 球状宇宙 今暫らく本問題より離れ、吾等が直観に訴へる事のできる日常の幾何學を考へて見る、即ち今こゝに半徑 R なる球面を考へて見る。その球面上に經度と餘緯度とを取つて是を φ, θ とする。然らばその球面上の線素は

$$ds^2 = R^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2) \quad (8)$$

となる。然もその場合 (8) にかなる變換 $\theta = f_1(x_1, x_2), \varphi = f_2(x_1, x_2)$ をなすとも是を $ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2$ とする事はできない。此の事實を言葉であらせば「球面上の幾何學は非ユークリッド的である」と言ふのである。然しながら今もし吾等の立脚點を一段高い處において三次元の空間よりこの球面を見る時は

$$x = R \cos \theta, y = R \sin \theta \cos \varphi, z = R \sin \theta \sin \varphi$$

なる關係がありしかも $dR = 0$ であるから

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2$$

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2$$

となりユークリッド的となる。是等の結果を要約して言葉であらせば

二次元の面上の幾何學が $ds^2 = R^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2)$ にてあらはされる

時は、その幾何學は非ユークリッド的である。然し是を一段高い觀點より見る時はその面は三次元のユークリッド空間に含まれたる二次元の球面である。その場合 R を半徑と言ふ。

今この結果を擴張して前に得た Einstein 宇宙に應用して見る事にする。(5) に於て

$$\begin{cases} x_1 = R \cos \theta, x_2 = R \sin \theta \cos \varphi, x_3 = R \sin \theta \sin \varphi \cos \omega, \\ x_4 = R \sin \theta \sin \varphi \sin \omega, x_4 = \sqrt{-1} ct \end{cases}$$

と置き、しかも R を常數と考へる時は

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = R^2$$

$$ds^2 = -dx_1^2 - dx_2^2 - dx_3^2 - dx_4^2 - dx_4^2$$

となる、斯ように考へる時は

(5) によつて定義された Einstein の四次元の宇宙は是を五次元のユークリッド空間に含まれたる四次元の球面と見なす事ができる。この際 R をその球面の半徑と言ふ。

同様に適當なる數學上の變換により (Eddington: Math. Theory of Relativity, p. 156 を見よ) Sitter 宇宙に對しても同様なる事が言へる。この意味に於て Einstein 宇宙も Sitter 宇宙も是を「球状宇宙」と稱へる。(5) に於て dt^2 の係數が常數なる事より Einstein 宇宙を特に圓筒狀宇宙となへて球面宇宙と區別する人がある。然し私はどちらも廣い意味に於て、球状宇宙となつた。

10. 110 の靜的宇宙の性質

(イ) Einstein 宇宙に於ては平均密度 ρ と球の半徑 R との間には

$$R = \sqrt{\frac{c}{4\pi f}} \sqrt{\frac{1}{\rho}} = \frac{1}{\sqrt{\rho}} \sqrt{\frac{c}{4\pi f}} = \frac{1}{\sqrt{\rho}} \sqrt{\frac{1}{3.28 \times 10^{13}}}$$

なる關係があり又スペクトルに於て赤色變位 (又は換言すれば視線速度) はなし。

(ロ) Sitter 宇宙に於ては ρ はゼロであり又

$$\frac{v}{c} = \pm \frac{r}{R}$$

に相當するスペクトル線變移 (又は視線速度) がある。この場合 \pm の符號があるから吾等に接近する場合もあり得る譯である。

11、星雲観測との矛盾 先に主として Hubble によつてなされた星雲観測の現状をのべた。それによれば吾等の宇宙はこゝかしこに星雲がまばらにちらばつて居て宛かも廣い大海にこゝかしこ島がちらばつて居る様な物である。勿論この星雲の分布は所により粗密があるであらう。然しながら物事を Microscopic に見る代りに Macroscopic に見るならばその星雲の物質を真空の場所に押し廣げたと考へて吾等の宇宙は到る處密度が一定であると考へても大差はなからう。丁度ガス體を「超顯微鏡」で見ると處々に分子又は原子があつて密度は不連続であるが、吾等は氣體論に於て密度は連続でしかも一定であると考へて居り、然もこの假定より得られる結果はよく實際と一致して居る。此の考へ方と現在の考へ方とは同じ物であつて宇宙を斯様に考へてもそれより得られる天文學的事實は——それが Macroscopic な事柄に關聯する限りに於ては——まちがいない事と思はれる。

かように考へる時は吾等の宇宙は Einstein 宇宙でなければならぬ。又その球の半径は Hubble の價 $\rho = 1.5 \times 10^{23}$ を採用すれば

$$R_E = \frac{3.28 \times 10^{23}}{\sqrt{\rho}} = 8.5 \times 10^{22} \text{ cm} = 8.8 \times 10^{10} \text{ 光年}$$

となる。

然るに一方吾等の宇宙が Einstein 宇宙である場合には星雲の視線速度はない筈である。それにも係らず今日天文學上の観測は星雲には大なる視線速度のある事を吾等に教へる。然らばこの視線速度の存在する事を捉へて吾等はこの宇宙を Sitter 宇宙と結論してよいであらうか、否、吾等のこの宇宙には物質が實際存在し従つて密度はゼロではない。この事實は Sitter 宇宙である事を否定するものである。

かように考へる時は吾等はこゝに De Sitter 宇宙に陥つたように見える。この De Sitter 宇宙との矛盾をいかにして脱すべきであらうか。

12、非靜的宇宙 先に吾等は Einstein 宇宙又は Sitter 宇宙を考へるに當

つて球の半径 R を常數と考へた。然し是を常數と考へる代りに $R = R_0 e^{\alpha t}$ と考へたらどうであらうか。即ち

$$ds^2 = -R^2 dt^2 + R^2 d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2 + \sin^2 \theta \sin^2 \psi da^2 + c^2 dt^2$$

とおく。然らば是を(3)に代入すれば計算の結果

$$\frac{3}{R^2} \left(\frac{dR}{dt} \right)^2 = -\frac{3}{R^2} + \lambda + \frac{8\pi f}{c^2} \rho \quad (9)$$

を得る。然るに平均密度 ρ は球の半径の三乗に逆比例するから今 R_0 、 α を二つの常數と考へて

$$\lambda = \frac{1}{R_0^2}, \quad \frac{8\pi f}{c^2} \rho = \frac{2\alpha R_0}{R^3}$$

とおけば

$$\frac{3}{c^2} \left(\frac{dR}{dt} \right)^2 = \frac{R^2}{R_0^2} - 3 + \frac{2\alpha R_0}{R} \quad (9')$$

又は

$$c(t-t_0) = \int \frac{dR}{\sqrt{\frac{1}{3} \left(\frac{R^2}{R_0^2} - 1 + \frac{2\alpha R_0}{R} \right)}} \quad (10)$$

を得る。求める非靜的宇宙の半径 R はこの(10)式によつて與へられる譯である。

13、星雲の視線速度の説明 今観測者と星雲との距離を r とすれば前に定義した通り $r = R \sin \theta$ であるから是を微分して

$$v \text{ (視線速度)} = \frac{dr}{dt} = \frac{dR}{dt} \sin \theta + R \cos \theta \frac{d\theta}{dt}$$

今星雲自身の固有運動がないものとすれば θ は一定となる。故に

$$\frac{v}{c} = \frac{1}{c} \frac{dR}{dt} \frac{R \sin \theta}{R} = \frac{r}{R_0} \quad (11)$$

但し

$$R_s = R \frac{dR}{cdt} = \sqrt{\frac{1}{3} \frac{R^2}{R_0^2} - 1 + \frac{2}{3} \alpha \frac{R_0}{R}} \quad (12)$$

この R_s は勿論時間 t の函数ではあるけれども現在に於ては常數である。その値は觀測によつて求むべきであり前に第6節に於て得た處の v_0 と同じであつて即ち

$$R_s = v_0 = 2.0 \times 10^8 \text{ 光年}$$

である。

かように考へる時は銀河系外の星雲の視線速度に關する觀測的事實は是非靜的宇宙の半徑が膨脹するために原因する物であると説明する事ができる。今子供が遊ぶ處のゴムの風船玉を考へそれに空氣を吹き入れて膨脹させるとする。然らばその風船玉の上の任意の二つの斑點は時々刻々御互ひに遠ざかつて行くであらう、然もその遠ざかる距離はその距離に比例する譯である。

かう言ふ理由により此の理論を「膨脹宇宙の理論」と言ひ、夫れによつて星雲の視線速度に關する觀測事實を説明し得る譯である。

この非靜的宇宙又は膨脹宇宙の考へは一九二二年初めて Friedmann によつて提案せられた、然し彼の研究は全然數學的の物であり、少しも天文學的事實との關聯がなかつたため學者の注意をひかなかつたのである。其後ベルギーの Lemaitre は一九二七年同じ様な研究を發表した。その研究は内容に於ては Friedmann と全然同じであるけれども(彼は多分 Friedmann の論文を知らなかつたと見える)ちがふ處はそれによつて星雲の大視線速度及びそれに關する Hubble の法則をうまく説明し得た點にある。

14. Lemaitre 宇宙 前に得たる(9)に於て $\alpha = 1$ なる特別な場合を考へる。この場合には(10)式は有限なる形に積分する事ができる。即ち

$$c(t-t_0) = R_0 \left\{ \sqrt{3} \log \frac{1+x}{1-x} + \log \frac{\sqrt{3}x-1}{\sqrt{3}x+1} \right\} \quad (13)$$

又は

但し

$$c(t-t_0) = R_0 \left\{ \sqrt{3} \log \frac{1+x}{1-x} + \log \frac{1-\sqrt{3}x}{1+\sqrt{3}x} \right\} \quad (13)$$

$$x^2 = \frac{R}{R+2R_0} \quad (14)$$

である。(13)は R が増大しつゝある事を示し(13)は R が減少しつゝあるを示す。前者を Lemaitre の膨脹宇宙と言ひ、後者を Lemaitre の收縮宇宙となへる。

只今得たる(13)式を見る時は $x \rightarrow 1$ の時 $R \rightarrow R_0$ となり夫より R は漸近的に R_0 より大きくなるのである。又(13)式に於ては反對に R_0 より漸近的に段々小さくなるのである。故に吾等は次の結論に達する。

Lemaitre 宇宙の極限の場合には $R \parallel R_0$ なる Einstein 宇宙である。而してこの Einstein 宇宙は不安定であつて何等かの原因により R が R_0 より少しでも大きくなれば R は益々増大して Lemaitre の膨脹宇宙となり R が R_0 より少しでも小さくなれば R は益々減少して Lemaitre の收縮宇宙となる。

この事は Eddington (M. N. 90, 1930 年)によつて初めて明らかにされた事實である。

15. 膨脹の原因 Eddington の想像 只今述べた通り Einstein の宇宙は不安定であり、その結果としてその宇宙は膨脹するか又は收縮する。この膨脹と收縮とは何れも同様に可能であり、そのどちらが生起するかは何か他の原因によるものである。然るに事實上の問題として今日わが宇宙は膨脹して居る。この膨脹を起した最初の原動力は果して何であらうか。

是に對して Eddington は次の様な想像を下した(M. N. 90)。Einstein 宇宙は密度が到る處一樣である事を前提として居る。然るに吾々の實際の宇宙にはこゝかしこに物質が「凝縮」して星雲となつて居る。(恆星は星雲に比べてその質量が餘りに小であるから暫くその存在を無視する)この

事實が膨脹の原因ではなからうか。換言すれば Eddington は密度の一樣なる Einstein 宇宙内に何等かの原因により n 個の點のまわりに物質が凝縮して n 個の質點(星雲)を生ずるとする。かやうなる状態の變化こそ不安定なる Einstein 宇宙をして收縮よりもむしろ膨脹へと轉向せしむる原因である。

と考へた。是を「Eddington の想像」 $\alpha=1$ ける、 α の「Eddington の想像」が果して正しいかどうかを知るには非常に困難なる數學上の計算を要する。その困難なる理由は次の様に考へれば了解できる事と思ふ。

こゝに n 個の質量 m_1, m_2, \dots, m_n がありそれより任意の點 P までの距離を r_1, r_2, \dots, r_n とする。然らば P 點におけるポテンシャルは古典的力學によれば $\phi = \sum_{i=1}^n \frac{G m_i}{r_i}$ である。今是を相對論的に擴張すれば所謂「相對論的 n 體問題」となるが是の場合に相當する g_{ik} を求めると言ふ事は非常に困難なる事である。嚴密な意味で言ふならば g_{ik} を求める事は全然不可能である。然るに一方 Einstein 宇宙が膨脹するかそれとも收縮するかと言ふ議論の根據は g_{ik} の形によつてきまるものである。従つて g_{ik} を求める事ができないならば「Eddington の想像」も亦正しいかどうかを決定する事はできない筈である。

只今「Eddington の想像」を證明する事が數學的に困難なる所以を述べた。然しながら次の様な近似法を用ふればこの問題も全然不可能ではないらしく思はれる。即ち今

$$ds^2 = -dr^2 - r^2 (C d\varphi^2 + D \sin^2 \varphi d\omega^2) + c^2 B dt^2 \quad (15)$$

と考へば $m_1 = m_2 = \dots = m_n = 0$ なる極限に於ては ds^2 は (5) の形となるから

$$\begin{cases} A = 1 - \frac{R_0^2}{r^2} + A_1 + A_2 + \dots \\ B = 1 + B_1 + B_2 + \dots \\ C = 1 + C_1 + C_2 + \dots \\ D = 1 + D_1 + D_2 + \dots \end{cases}$$

なる形に展開できる筈である。但し A_1, B_1, C_1, D_1 は質量について i 次の項である。

この場合特に重要なものは A_1 である。何となれば

$$A = 1 - \frac{R_0^2 (1 + A_1 \frac{R_0^2}{r^2} + \dots)}{r^2}$$

なる形に變形できるから

(イ) A_1 が正ならば膨脹宇宙となり

(ロ) A_1 が負ならば收縮宇宙となる

と言ふ事が結論されるからである。

かやうなる方法を以て初めてこの問題に手をつけたのは McCrea 及び McVittie である。(M. N. 91, 1930 年) 彼は A_1 を計算した結果 $\alpha=1$ なる場合には「Eddington の想像」に反してむしろ收縮が起るべき事を主張した。然しその計算には間違があつて後になつて著者自身その間違を自認し A_1 は當然零となるべき事を知り従つて問題は A_2 の符號に係る事が分つた、従つて問題は愈よ困難となり解決されずに残つて居たが極く最近になつて N. R. Sen と言ふ人が是に解答を與へた (Proc. Roy. Soc. 140, 1933 年)。それによれば Eddington の最初の想像は間違ひなく即ち n 個の「凝縮」は不安定なる Einstein 宇宙をして必然的に膨脹せしめる事を證明し得たのである。

16、他の可能なる色々の宇宙 吾等は先に第十四節に於て $\alpha=1$ なる場合即ち Lemaitre 宇宙のみを考へた。吾等の宇宙は果してさうであらうか。

Eddington は吾等の世界は多分この $\alpha=1$ なる場合に相當するであらう、従つて最初は ($t=1-\infty$ に相當する) Einstein 宇宙であり、それが物質の「凝縮」によつて Lemaitre の膨脹宇宙になるであらうと考へたので、その考へ方の筋道は前節に述べた通りである。然しながら吾等の宇宙が $\alpha=1$ に相當せねばならぬと言ふしつかりした根據は全然ないのである。假りに

一步を譲つて吾等の宇宙が「物理的」に $\alpha=1$ に相當するとしても「數學的」に $\alpha \neq 1$ の場合をも考へそれに相當する宇宙の性質を知ると言ふ事は必ずしも無用の仕事ではあるまじ。

先に求めた(9)なる式に於て

$$R = R_0 \xi, \quad r = ct$$

とおけば

$$3 \left(\frac{d\xi}{dt} \right)^2 = \xi^3 - 3 + 2\alpha$$

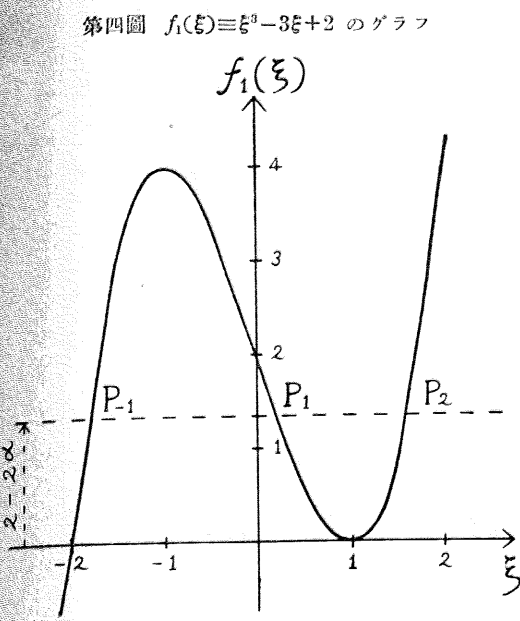
又は

$$3 \left(\frac{d\xi}{dt} \right)^2 = \frac{f(\xi)}{\xi} = \frac{f_1(\xi) + (2\alpha - 2)}{\xi}$$

(16)

となる。但し

$$f_1(\xi) = \xi^3 - 3\xi + 2 = (\xi - 1)^2(\xi + 2)$$



第四圖 $f_1(\xi) \equiv \xi^3 - 3\xi + 2$ のグラフ

である。(16)の左邊は正であるから $f(\xi)$ も亦正でなければならぬ。今 $f_1(\xi)$ のグラフを描いて見れば第四圖に示す通りである。この圖に於て ξ 軸を上方に $\alpha - 2\alpha$ だけ上げた場合この曲線と新しい ξ 軸と

の交はりを P_{-1}, P_1, P_2 とすればその座標 ξ_{-1}, ξ_1, ξ_2 は $f(\xi) = 0$ の根であつて即ち

$$f(\xi) \equiv (\xi - \xi_{-1})(\xi - \xi_1)(\xi - \xi_2)$$

従つて α の色々の價に從つて色々の宇宙が可能である事は次に示す通りである。

(一) $\alpha = 1$ の場合、この場合には

$$\xi_{-1} = \xi_2 = 1 \quad (\text{二重根}) \quad \xi_{-1} = -2$$

であつて

$$f(\xi) = (\xi + 2)(\xi - 1)^2$$

となる。故に

$$(イ) \quad 1 < \xi < \infty \quad (ロ) \quad 0 < \xi < 1$$

の二つの場合が可能であり、是は取りも直さず前に述べた Lemaitre 宇宙であつて (イ) は膨脹宇宙であり (ロ) は收縮宇宙である。

(二) $\alpha < 1$ の場合、この場合には

$$0 < \xi_1 < 1 < \xi_2 < \infty \quad \xi_{-1} = \text{負}$$

となり従つて

$$(イ) \quad \xi_2 \wedge \xi_1 \wedge \infty \quad (ロ) \quad 0 < \xi \wedge \xi_1$$

の二つの場合が可能であり、前者はやはり膨脹宇宙であり後者は半径が 0 と $\xi_1 R_0$ との間を振動する「振動宇宙」である。

(三) $\alpha < 1$ の場合、この場合には ξ_1 と ξ_2 とは複素數根となりプラスの根はない。故に

$$0 < \xi < \infty$$

なる膨脹宇宙のみが可能である。但しこの場合には半径は 0 より出發し得るので是を「第一種の膨脹宇宙」ととなへ是に對して $2 \times (イ)$ を「第二種の膨脹宇宙」ととなへる。

宇宙線について (三)

理學士 鈴木 敬 信

(5) 宇宙線が電磁波であるか、それとも高速度の電子流であるかを判断する第五の方法は、宇宙線の強度が観測者の高さと共に如何に變化するかを見るにある。若し宇宙線が電磁波であるならば、地球大気の上端では殆どイオンをこしらへない。それは電磁波の有するエネルギーが原子に相當吸收された後でなければ、原子は電離しないからである。宇宙線が大気の中頃まで侵入してくると、大気の電離も甚しくなり、二次電子の量も多くなつて、電離函の活動も盛になる。之は宇宙線が半分位吸收された時に最も強くなるであらう。之より下になると宇宙線も弱くなり、二次電子の量も次第に減じて、電離函の活動は地上に近づくにつれて弱まつてくる。この場合二次電子は概ね電磁波のエネルギーの大半を持ち、原電磁波と殆ど同じ方向に進むであらう。斯くて宇宙線が電磁波である場合には、電離函の活動は地上で極小であり、上空に昇るにつれて盛になつて、或所で極大となり、それより上に昇れば再び減少して大気の上端で極小となる。

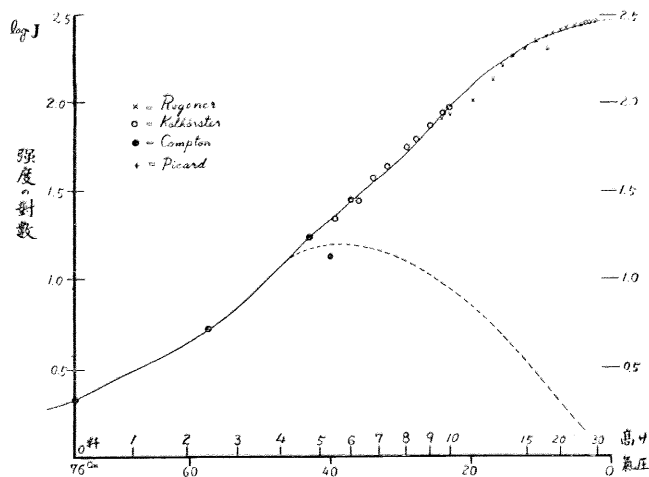
宇宙線が若し電子流であつたならば、この電子はエネルギーが殆どなくなるまでは一定の距離毎に一定数の原子を電離する。従つて宇宙線が地球の大気に垂直に侵入してくる場合には、電離函の活動は大気上層に於て最も盛で、下に降つて来るにつれて電離函の活動は減じ、地上に於て極小となる。

故に高さと共に電離函の活動が如何に變化するかを調べると、宇宙線が電磁波であるか否かを知ることが出来る。高山に昇つて観測したり、輕氣球を高空に飛ばしたりして観測するのは何れもこのためである。

第三圖はコムトン等が調べた結果である。曲線はモノトーンに右方に高くなつてゆく。即ち電離函の活動は、観測者が高く昇れば昇るほど盛にな

り、その間に極大極小を含まない(圖の最右端は氣壓の零なる所即ち大気の上端を示す)。之は即ち宇宙線が高速度の電子よりなることを示して居る。若し宇宙線が電磁波ならば、點線で示した如く、途中に極大を示さなければならぬ筈だからである。宇宙線がエネルギーの等しい電子より成つて居るものならば、電離を示す曲線は直線となるべきであらう(前記の圖に於て)之が直線と異つた形を示して居るのは宇宙線を作る電子のエネルギーに大小あることを示す。曲線が上方に凸なのは、特に貫透力の強いものは、即ちエネルギーの大きなもの、即ちエネルギーの小さなもの、即ち貫透力の弱いもの、即ちエネルギーの小さなものがあるからである。またこの曲線は上端に於てほぼ水平に近くなつて居る(観測資料不足で、よくは判らないけれど)。恐らく大気の上層近くになれ

第三圖



ば、宇宙線はほぼ一定の強度を有するものであらうか。

コムトンは斯くて宇宙線は大気上層(高さ百五十籽位)にて發生し、之が四方八方に散りゆくものと考へた。この事はピカールが輕氣球を飛ばした時に行つた實驗と一致する。ピカールがゴンドラ内にて測つた宇宙線の強度は、測定器の方向に無關係であつた(測定誤差は約一%)。ピカールは

それで彼のゴンドラ附近にて既に宇宙線が発生して居るものであらうと考へたのである。何れにしても、地上附近にては主として鉛直に降り注いで来る宇宙線が、相當の高さまで昇ると方向に無關係な強度を有するのは面白い事である。

宇宙線の本源

以上述べ來つた所に見られる如く、宇宙線の本體ははつきりしない。高速度の電子流かと思へば、一方に於ては電磁波説に味方する實驗もある。何しる現象が極めて微妙なのであるから致し方が無いかも知れないが。従つて宇宙線が如何なる操作によつて、宇宙の何所で發生するのかと言ふことも判明しない。或人によれば純然たる地球の大氣中の問題として片づけ了ふが、他の人によれば宇宙全體に關係があり、宇宙創生の問題にすらかかはりがあると稱する。然し原子内エネルギーの問題が未だ解決しない今日、之等の議論も單に議論であつて、宇宙線の正體を見破るには到つて居ない。或は宇宙線は電磁波であると共に、高速度の電子を伴つて居るのかも知れない。従つてその正體に關する理論も或は皆正しいのかも知れない。理論が正しいか否かの批判はさし置いて、以下その主なるものを拾ひ上げて見よう。

(1) ミリカンの説。ミリカンは宇宙線は電磁波であり、ガンマ線などと同種のものであるが、ただその波長が極めて短いものと考へて居る。そしてこの電磁波は、元素が簡單なものより更に複雑な元素に變つたとき、その質量の一部が絶滅して生じたものと見做した。

物質の究極の單位は電子及びプロトンである(近時ポジトロン及びニュートロンの發見も報ぜられた)。ニュートロンは電子とプロトンとが極めて密着し、水素原子を極めて小さくしたやうなものと見做される。ポジトロンに到つては何が何やら判らない。質量が電子の質量と同程度であり、ただ陽電氣を帯びて居る點が異なるので、之が原子構造上に如何なる波紋を畫

くかは未知である。プロトンと電子とが何箇づつか適當に結合して、すべての元素の原子核を作る。その箇數及び結合状態の如何によつて各元素の種別及び同位元素を作るものと信ぜられる(現在の量子力學は勿論正しくないかも知れない。それはニュートロンの存在さへも式の上から導き出し得ないからである)。ところがアストンの實驗によれば、一般に原子核の質量は、プロトンと電子の質量のそれぞれ整数倍の和に等しくない。最も簡單な場合を例にとると、ヘリウムの原子量は約四で、その原子核は四箇のプロトンと二箇の電子との結合したものと見られる。いま酸素原子の質量を 16.0000 とすれば、プロトンの質量は 1.0072 となり、電子の質量は 0.0006 となる。よつてプロトン四箇、電子二箇の結合したものの質量は

$$(1.0072 \times 4) + (0.0006 \times 2) = 4.0300$$

となり、之がヘリウム原子核の質量となるべきなのであるが、實驗によつて求めたヘリウム原子核の質量は 4.0011 であり、理論上の値より 4.0300 - 4.0011 = 0.0289 だけ不足して居ることになる。よつて若し水素原子(プロトン一箇、電子一箇より成る)四箇が集つて、ヘリウム原子(原子核外に軌道電子二箇を有する)を作るものとすれば、この不足額に相當する質量が絶滅しなければならぬ。ミリカンは之が光に、即ち宇宙線を作る電磁波となつたものと考へた(mgラムの質量は約 9×10^{10} エルグのエネルギーに等しい)。この際に生ずる電磁波の波長を計算して見ると約 4.5×10^{-11} 厘となり、そのエネルギーは約二億七千萬ヴォルトである。之は宇宙線中最も貫透力の弱いものと一致する。

同様にしてヘリウム原子が四箇、即ち水素原子が十六箇結合すれば酸素原子が生ずるものと見られ、その際に絶滅する質量は 0.1200 で、之によつて發生する電磁波の波長は 1.0×10^{-10} 厘となり、そのエネルギーは十二億ヴォルトである。之が次に強度の大きい宇宙線と一致する。更に貫透力の大きい二種の宇宙線は、それぞれ水素原子二十八箇及び五十六箇集つて硅素及び鐵の原子を生ずる時に、過剰の質量が一時にエネルギーとして輻

射される時の電磁波に等しいと言ふ。この時に發生する電磁波の波長は夫々 0.66×10^{-14} 、 0.27×10^{-14} 種で、そのエネルギーは夫々二十二億ヴァルト及び四十五億ヴァルトに等しい。

之等の操作は恆星或は星雲中で行はれるものではない。宇宙線は恆星時的の週期を持つた變化を示さないからである。それでミリカンは恆星と恆星又は星雲と星雲間の空間でこの操作が行はれるものと見て居る。斯様な操作を引起す動力は恆星の輻射エネルギーであらう。斯くして生じた種々の原子は相互の重力によつて集つて一團となり、ここに星雲を作り、之が進化しては恆星を作る。恆星は凝縮の結果高熱體となつて、輻射によつてその有するエネルギーを四散する。このエネルギーは決して消滅しない。空間の何所か、我々には未だ判らない乍ら、未知の所で未知の方法により、凝集せられて電子とプロトンとを作り、物質を再現するに到る。この物質は再び複雑な元素に進化して、星雲や恆星を形成するやうになる。この循環操作中に現はれるのが宇宙線なのである。

ミリカンの説は斯くの如く循環的である。宇宙は決して一方にのみ進んで居ない。現在破壊の途と見做されて居るのも實は創生の途であり、創生の途と信ぜられて居るのもやがては破壊の途となる。宇宙は斯くて永遠にその生命を保つことになる。將來が無限ならば過去も亦無限に違ひない。我々の見る現在の状態はその間の一瞬に過ぎないことになる。

この説が果して正しいか否かは知らない。原子内エネルギーに關しては何も知らない我々の現在の智識を以てしては判定出来ないのである。然し宇宙の將來に關しては、斯くあるべしと思はれない。現在の宇宙は膨脹する宇宙であると信ぜられて居る。遠隔の星雲が夫々その距離に正比例する速度で我々より遠ざかつてゆく現象と、相對律に基く球狀宇宙とより左様な結論を得る。現在の宇宙はインシュタインの靜的宇宙より出發して、ドジッターの空虚な宇宙へと、一路膨脹の途をたどつて居ると認められる。我々はインシュタインの宇宙を原始宇宙と認めるが、この宇宙が如何に

して出來たのか、その前は如何なる状態にあつたかは知らない。とに角現在では膨脹また膨脹と膨脹を重ねて居るのである。この宇宙では時がたつても再び元の状態に戻らない。宇宙は次第次第にちぎれちぎれになつてゆく。インシュタインの原始宇宙にあつては、光は六十七億年たつと宇宙を一巡して了ふ。然し宇宙が膨脹するにつれて、宇宙を一週する経路が長くなり、その延びる割合が速くなつてくるために、光は宇宙を一週出來なくなる。之は宇宙が原始状態より一〇〇三倍になつた時だと言ふ(ドジッターに依る)。やがて宇宙が一〇七三倍に膨脹すると、宇宙の周が延びる割合は益々速くなるために、光は宇宙の半分しか廻れなくなる。宇宙がやがて極端に膨脹してくると、個々の星雲と星雲との距離も頗る大きくなり、その相對離速度も大きくなつて、一つの星雲より發した光はもはや他の星雲に達しなくなる。光が達せぬ以上他の因果關係も全く打切られて了ふ。星雲は夫々一箇の獨立した宇宙となつて了ふ。その時分になれば、我銀河系も一箇の獨立した宇宙となつて、他に宇宙があるか否かは全然關知し得なくなる。斯様な状態になつても未だミリカンの言ふが如き物質循環が許さるべきものか否か。

一方恆星は絶ゆることなく、輻射によつてエネルギーを空間に放出して居るが、空間は決してこの輻射エネルギーによつて充滿されるやうなことはなく、反つてむしろ宇宙に存在する輻射エネルギーの量は時と共に次第に減少しつゝあることが指示出來る(ドジッターに依る)。宇宙が若し靜的なものであれば、恆星が刻々莫大な輻射をなす以上、宇宙には輻射エネルギーが次第に堆積してゆくに違ひない。時間の經過が無限になれば、このエネルギー堆積も無限となるべきであるから、この困難を避けるためにはミリカンの稱する如き物質循環論(輻射エネルギーより物質を作ると言ふ)が必要であらう。然し乍ら宇宙膨脹論によれば、光が宇宙を旅行しつゝある際には次第に波長が長くなり、赤くなると言ふ。そしてその波長の延び方は(光が輻射された時に有した波長に比べて)、觀測當時の宇宙の半徑と

光が輻射されたときの宇宙の半径との比になると言ふ(ルメートルに依る)。之は丁度ゴムの板の上に砂で波形を書いて置き、そのゴム板の兩端を持つて靜かに引延ばした時に似て居る。砂の波形は即ち光、ゴム板は宇宙である。斯く光の波長は宇宙の膨脹につれて増加するが故に、この光の有するエネルギーは宇宙の膨脹と共に減じてくる(光のエネルギーは波長に逆比例する)。今假に恆星の輻射も止み、光が物質によつて吸収される事もなくなつたとすれば、全宇宙に存在する光子の数は一定である。ところが宇宙が膨脹するにつれて光の波長が減じ、光子のエネルギーが減ずるが故に、宇宙に存在する輻射エネルギーが減じてくる事になる。その減じ方は丁度宇宙の膨脹する割合に比例する。従つて宇宙が十分速く膨脹し得るやうになつてくれば、宇宙の膨脹によつて減ずる輻射エネルギーの方が、恆星によつて新しく供給される輻射エネルギーよりも多くなり、宇宙間にある輻射エネルギーは以後次第に減少することになる。斯く考へてくると日夜絶ゆる間もなく恆星や星雲より輻射せられるエネルギーの後始末にはさほど頭を勞せずともよいやうに思はれる。ミリカンの言ふ如く、輻射エネルギーが集つて物質を作ると言ふことはあり得るかも知れない。現在我々の持つて居る智識では之を否定するだけの力がない。同時に肯定する力もない。然し空間に散らばつて了つた後の輻射エネルギーは極めて稀薄なものであるから、到底かやうな現象を起す力があり得るとも思はれない。若しミリカンの假説が、恆星や星雲より日夜輻射されるエネルギーの後始末まで考へて居るものとすれば、その必要はさしてないやうに思はれる。

(2) ジーンズの説。之もミリカンと同じく宇宙線の本源を物質の絶滅に求めて居る。ミリカンは同じく物質の絶滅乍ら之を元素の進化、物質の複雑化の際の副操作として居るが、ジーンズは之と全く反對に物質の破壊と見做して居る。之は即ち天文學で言ふ質量輻射の主操作である。プロトンと電子とが或異常な(我々には未だ判らない)状態の下にその荷電を打消し

合ひ、その姿を消してそのあとに極めて短波長の輻射線即ち宇宙線を残すと言ふのである。之によると宇宙線の最強力のものが説明し得られる。

この説の根本となる質量輻射は、前に述べた如く、天文學に於ては恆星の輻射エネルギーの源泉を説明し、恆星の進化を論ずる上に於ては、全く缺くべからざる重要な假説であるが、未だに證明されてはゐない。この未證明の假説も、宇宙線の研究により、その眞實さが認められるやうになれば幸ひである。また質量輻射が起るためには、少くとも千萬度程度の温度が必要であると考へられて居る。然らば恆星と恆星、星雲と星雲間の空間は斯程の温度に達し得ぬと考へられるから、質量輻射の現象の起るのは主として恆星内部に限られ、最近の恆星たる太陽の如きは與つて大いに力あるものではあるまいかと考へられる。さうすると宇宙線の強度には恆星時的の週期を持つた變化が現はれると同時に、日週變化が相當強く現はれても然るべきかのやうに思はれる。

(3) レーゲナーの説。レーゲナーは上記の如き種々の困難を救ふために、宇宙線は現在發生せられて居るのでなく、今より何十億年前に發生したのが、漸く今になつて地球にとどいて居るのであると考へた。果して然らばその間に宇宙の構造も變り、恆星の配置も變化したであらうから、宇宙線の強度が現今見えて居る恆星や星の位置に密接な關係を示さないのは當然であらう。

現在の宇宙は膨脹しつつある宇宙であるが、之がインシュタインの靜的宇宙より出發したものであり、更に宇宙線はその原始宇宙時代に發生したものであると假定して見よう。インシュタインの原始宇宙の半径は約十億六千八百萬光年(星雲の後退速度が百萬光年について毎秒一六二粒の割で増加するものとして)、その中に含まれる全質量は 3.14×10^{55} グラム(太陽の質量の 1.08×10^{10} 倍)、従つて宇宙全體の平均密度は一立方糎につき $5.7 \times 10^5 \times 10^{-5}$ グラムである。従つて宇宙線がこの原始宇宙を一週するときに受ける全抵抗は、丁度七糎の水層を通過するときに受ける抵抗に等

しい。宇宙線の貫透力は之よりもずつと大きいから、宇宙線は發生以來大して吸収されることもなくて宇宙を何回かぐるると廻つたであらう。従つて宇宙線の強度は、宇宙中どちらを向いても特に強いと言ふことがなくなつて了つた。之が現在觀測せられる宇宙線が、日週變化並に恆星時的の週期を有する變化を示さない原因だとも考へられる。

或は宇宙線が空間の特定方向に特に大なる強度を示さないと云ふことは、我々の宇宙が球狀の閉宇宙であることを示す力強い證據とも考へられる。四角な紙の上で點對稱を有する所はたつた一點しかない。圓形の紙の上でも、どちらを向いても全く同じに見えると言ふ點はたつた一つしかない。然し球狀の地球の表面上に住む人間共には、地球表面上何所がその中心だとも定まらない。地球上の一點はどこでもすべて地球表面の中心であり得る。宇宙の場合にもさやうなのであらう（二次元の空間と異つて三次元の空間が閉ぢて居るのはなかなか考へ難いけれど）。宇宙が若し閉ぢて居ないものならば、空間中どちらを向いても全く同じと言ふのは、宇宙の中心以外にはあり得ないであらう。宇宙線の強度に關する限り地球は空間のどちらの方向を向いても同じと言ふのは、宇宙線に關しては（従つて宇宙について）その中心に居るからであらう。然し地球が、この特にとりたてて言ふほどのない地球が、偶然宇宙の中心に居ると言ふことは考へられな（少くとも宇宙が開いた宇宙である限り）。そこで球狀の自閉宇宙が大いに望ましくなる。これならば地球と雖も宇宙の中心と言ひ得るからである。

斯く宇宙線が宇宙の最初より存在するものとすれば、宇宙線は古物である。まさに博物館館のものであらう。この古物の秘めた謎を解くものは、即ち原子内のエネルギーの神祕を解くものであり、同時に現在の宇宙の大きさを測定する勇者でもあり得る。然しこの考へ方でも困ることがある。現在の宇宙はインシュタインの原始宇宙に比べて、ざつと五倍位に膨脹して居るのではあるまいかと考へられる。もし之が正しいとすれば、そして宇宙線がインシュタインの原始宇宙時代に發生したものとすれば、宇宙

線の現在の波長は原始時代の波長の約五倍に延びたことになる。従つてその有するエネルギーは原始時代に比べて五分の一に減じたであらう。ところが宇宙線の有するエネルギーは現在の値でも莫大なものである。最強の宇宙線の有するエネルギーの如きは實に大きい。昔の宇宙線は之に五倍する大エネルギーを持つて居たものならば、その出所は何と言つて説明したらよいものか、我々の現時の智識では解決に苦しむのである。

或は宇宙線の全部がインシュタインの原始宇宙時代に發生したのではないかも知れぬ。現在到着する最弱の宇宙線が最も古くて、宇宙を何回か巡つた後の殘骸であり、最強の宇宙線が最も新しく、宇宙をさほど旅せず、従つて有するエネルギーも大きいのかも知れない。

しかし兎に角レーゲナーの説は面白い假説であると思ふ。

(4) ドーヴィエの説。ドーヴィエは宇宙線は電磁波ではなく、高速度の電子流であるとの見解を持して居る。彼によればこの電子の源は太陽である。太陽表面上にある米粒状態中には、極めて強力な電場があり、これより數十億ヴォルトのエネルギーを有する電子が飛び出し、四方八方に飛び散る。速度は光速度に近いであらう。太陽の大氣を飛び抜けてしまへば、後は殆ど真空であるから電子は大して速度を減ずることもなくして、地球大氣の外側に到達する。

斯様にして地球大氣の外側に突入した電子には、二つの運命が待ちかまえてゐる。一つは大氣をつくるガス分子との正面衝突、一つはガス分子の近くを擦り過ぎて、これを電離することである。

我々が地上で作る電子流即ち陰極線のエネルギーはせいぜい數十萬ヴォルト位であらう。尤も使用する電流の電圧によつて大なる差を生ずるけれど。この程度のエネルギーを有する電子が、クーリッヂ管のターゲットに突き當つてさへ、波長の極めて短い即ちX線を放射する。従つて數十億ヴォルトにも上るエネルギーを有する電子が、大氣を作るガス分子に正面衝突してその運動を止められたら、極めて短波長の輻射線を出すべき

は想像に難くない。ドヴィエによれば、斯くして生じたのが宇宙線である。レーゲナーがコンスタンス湖底にて観測した宇宙線は、恐らくこの種のものであつたらうと思はれる。中にはガス分子と正面衝突しないで、地表面近くまで侵入してくる電子もあるかも知れない。

一方太陽から出た電子中には、大氣のガス分子のすぐ傍を擦り過ぎて之を電離し去るのがあるかも知れない。かやうにして出來た二次電子は原電子よりエネルギーが小さい。これが地上百軒あたりに來てはガス分子を電離し、極光を惹き起すものと思はれる。

この考へによると宇宙線は太陽に面した側だけに、特に多量に發生するかのやうに思はれるが、實際には地磁氣の影響を受けるが故に、太陽から出た原電子は地球の裏側にもまはり、表と裏との差が殆どなくなるのであるとドヴィエは説く。太陽面上に何等擾亂が生じない間は、米粒狀體から飛び出す電子は數も速度も一樣であり、従つて特に著しい極光も起きないが、それでも地球の上空にあたつては一面に永久的な極光を作つてゐることになる。これは観測上からも確められてゐることで、月の無いしかも良く晴れた晩でも完全に暗くない。勿論その明るさの一部分は天空に散在して輝く恆星の光によるものではあるけれど。ファン・リインによると、恆星全體から來る明るさは、空の明るさの僅か六分の一にすぎず、他の六分の五は黃道光、對日照、並に上記の如き永久的極光によるものなのである。

若し太陽面に巨大な黒點でも發生して、米粒狀體が著しく擾亂されれば、それから出る電子も著しい影響を受けるであらう。その結果地球に飛來する電子も増加して、磁氣嵐をひき起すと共に、美しい極光を起すものと信ぜられる。果して然らばこの際にも當然宇宙線の強さも増加して然るべきものではなからうか。今までは太陽の大黒點と磁氣嵐、極光とのトリオの關係がよく論ぜられたが、今度はこれに宇宙線が加はつてクルルテットになるのではあるまいか。筆者は寡聞にして、宇宙線の強さと黒點の盛

衰との關係を論じたものに目を觸るる機會を得なかつたが、ドヴィエの説が正しいか正しくないか、宇宙線の強さを太陽黒點に關係して統計して見たら面白い結果が得られるかとも思ふ。

ドヴィエの説に従へば、前記コムトンの調べた宇宙線の強さと地磁氣との關係其他が大體満足される。若しこの説が正しいものならば、宇宙線の正體も實にあつけないものになる。エディントンの如きは、宇宙線をして宇宙の骨董と見做し、その由來を明らかにすれば宇宙の正體を知り、物質の奥深く這入つて電子の祕密を觀破し得ると見做してゐたのであるが——。「泰山鳴動して」或は「幽靈の正體見たり」の感が無いわけでもない。然しまだ西とも東とも、海のものとも山のものとも定つてゐないものに輕々の論斷は下すべきでなく、また下し得らるべきでもない。

なほ宇宙線が電子の高速流であるとの説に關し、C・T・R・ウィルソンは雷雲こそその源であるとの説を出した。雷の時には往々にして十億ヴォルトにも上る電壓の生ずることは前から知れてゐたが、雷雲が宇宙線の本源だとは思はない。ミリカンは實測上から、雷雲と宇宙線の強さとの間には何等の關係も存在しないことを確めてゐる。

× × ×

私の話はこれで終りである。以上の如き結果より歸納すればとやつて、何か結論をひつぱり出し、宇宙線とはこんなものですとその正體をあらはさせたらよかつたかも知れぬ。いかにも尻切れとんぼで相すまぬ次第である。長々と今まで述べた事は今まで目に入り耳に入つたことを、再び手から吐きだされたのに過ぎない。結論はない。しかし結論のないのはむしろ賀すべきであらう。結論のないのは未だその分野が盛に開拓されつつあることを意味する。かうしてゐる間にも熱心な學者達の研究は着々と進み、宇宙線の本體が明らかになつて、最後(?)の結論が練り出されてゐるかも知れない。私は明日の日に望みをもつて、このペンをおく。

流星天文学

C. P. オリヴィヤー

米國ペンシルヴェニア大學フラーワ天文臺のオリヴィヤーは流星天文学の第一人者である。本文は雜誌 *Scientist* 一九三三年七月號に掲載されたもの、抄譯で、流星觀測が從來全く天文の専門家に頼みられなかつた事から、今日の狀態迄を簡單に述べたものである。(譯者)

流星觀測が所謂流星天文学として一つの確然たる科學的基礎を持つに至つたのは、丁度九十九年前(譯者註、本文は一九三二年に書かれたものである。)米國東部の空に獅子座流星群が現はれたのが動機である。尤もこの様な流星雨や隕石落下の單なる記録は二千五百年も昔からあるが、十九世紀に到つて其數が著しく増加した。實際に科學的と見てよい研究が爲されたのは一七九八年で、*Brantes* と *Benzenburg* とが互に異つた地點から同時に流星の發光點と消滅點とを觀測して、はじめて普通の流星 (*ordinary meteor*) の高さに関する知識が得られた。二三の著しい火球の高さや經路を定める事はこれより約二世紀も以前に行はれ、これ等の天體は我々の大氣中の何れ位の高さに現はれるかはわかつてゐた。流星が地球に配屬するものではない事は *Biot* が一八〇三年に説明してゐる。

併し當時は流星と火球と隕石との間の關係はよくわかつて居ないで、百年程前迄は天文の専門家は、流星を虹やハロー位にししか思はず、殆んど注意を拂はないでゐたのであつた。所が前に述べた様に一八三三年十一月十三日、北米に驚くべき獅子座流星雨が現はれ、期せずして、専門家の研究を促すに至り、此處に流星天文学の基礎が置かれたのである。第一の發見とも云ふべきは、流星の經路が、一つの共通點から放射狀に射出してゐる事で、其點は觀測時間中、六七時間の間は恒星の間

に大體一定の位置を占めてゐると云ふ事である。*Omstead* は此種射點の研究を行つて、流星は我々の大氣外から飛來するもので、其起原は地球にはなく宇宙にある事を證明した。それ以來流星も天文学者の研究の對象に成り得る事となつた。

流星は一般に三種類に分けられる。流星 (*shooting star*) (英語では *meteor* と稱してゐるが、この種のものが一番數が多いからである)、火球 (*fire ball*) 及び隕石 (*meteorite*) である。之等の區別は判然とけしないが、木星より光の弱いのを流星 (*shooting star*)、それより光の強いのを火球 (*fire ball*) としてゐる。火球には月より遙かに明く、見掛けの直徑も月程の物がある。隕石とは、質量の大きな火球が地球の大氣中を通り抜ける間に燃え盡さずに地上に落下したものである。小さい流星物質は地球大氣中を飛來中に燃え盡すが其ガスは大氣の中に永久に取り込まれ、又燃え屑は地上にたまつて行くから地球の質量は増して行くわけである。併し流星物質の質量は極めて小さいから今日では此種の増加は非常に緩慢である。

一八六〇年から一八七五年にかけて *H. A. Newton* と *Schiaparelli* とは流星の理論的研究を行つて、一八六六年の獅子座流星雨を巧みに豫報する事が出来た。これが流星雨豫報の成功した始めである。一八六七年、六八年の獅子座流星雨、一八七二年のピエラ彗星に依る流星雨は著しく流星研究熱を高めた。併しこの後が悪くて一八九九年にたいした獅子座流星雨を見る事が出来なかつた事は、最も悪い事であつてすつかり流星研究熱をそいでしまつた。其後二十數年間米國で流星研究に力を注いだ専門家は僅か二三人を出なくなつてしまつた。歐洲の方は多少これよりはよい方であつたが、歐洲大戰がすつかり禍をしてしまつた。

所が六年前から再び研究熱が出て來た。専門家は勿論の事素人研究者も續々觀測をする様になつた。ハーヴェード天文臺では流星研究だけの爲にアリゾナに觀測所を設けた程で、他の天文臺でも其研究プログラムの中に流星の研究が一つの大きな位置を占める様になつた。

とかく流星觀測はつまらないものとされ、其觀測はたいした熟練を要さないと思はれてゐるが、これは大間違ひである。筆者の三十年の經驗を以てすれば、流星の經路を辿る事程むづかしい觀測は實地天文学の中で他にはないであらう。流星の發見時間及び場所を確めるのは仲々々々敷い事で非常な敏捷さと熱心さとが必要である。

これ迄流星天文學は著しい進歩を見せたが未だ幾多の重なる問題が残つてゐる。天文學として重要性を持つのは流星の起原である。Schiaparelli は毎年八月に出現するペルセウス座流星群の軌道がタートル彗星の軌道と著しく類似してゐる所から、此等兩者の關係を證明する事が出来たが、其後流星の軌道と彗星の軌道との同定が續々行はれるに至つた。一九一〇年五月の水瓶座流星群は、ハリー彗星と殆んど同じ軌道を有し、兩者の間に密接な關係のある事には疑を容れぬ程になつた。

Schiaparelli は又流星出現数の毎時間の變化を調らべて、流星の大部分は大體拋物線速度を持つて居るとの結論を得た。大體彗星は拋物線速度を有してゐるから、最初の想像として、總べての流星は彗星が分解して出来たと見てよからう。近頃の研究に依ると彗星は確かに太陽系の一員であつて、宇宙空間よりの闖入者でない事が決論されたから、もし Schiaparelli の云ふ流星の速度が眞事であるなら流星の起原は太陽系内と考へてよい。

所が其後火球の速度は非常に大きく、拋物線的でない事がわかつた。一九二二年の Hoffmeister の研究に依るとペルセウス流星群や獅子座流星群の様な楕圓軌道を以て公轉してゐるものを除けば、一般に流星は非常に速い雙曲線速度を以て地球の傍をかすめて行く事になり、従つて此等の流星は太陽系以外の他の空間に其起原を持つ事になる。

其處で、今日知られてゐる材料だけでは、或一群の流星は短周期彗星の様な軌道を以て動いてゐて、従つて永久的に太陽系の一員であると云へるが、流星の大多數は雙曲線速度を以てゐると云ふ後者の説には多大の信用を置く事が出来る。此等の觀測は何れも、實視的 (visual) のものであるから、人間と云ふ因子から離れた方法で觀測して見る事が必要になる。二十年前に寫眞術を應用したが、成功しなかつた。今ハーヴァードのアリゾナの觀測所では寫眞が應用されてゐるが有望である。色々變つた獨立な方法で流星觀測をして見る事がこれから後も必要である。

流星の速度や起原を研究する事の必要なのは、これが宇宙進化論に重大な關係を持つ事である。ラブラースの星雲説でもプラネテシマル説、潮汐説でも太陽系の起原を論ずるに當つて大體何れも是れも流星を考へに入れてゐない。Chamberlain だけは、流星を考慮に入れてゐる。もし流星が太陽系内で出来たものとすればこれを考へに入れない太陽系成因論は不完全なものである。云ひ換へれば恐らく正しいものではなからう。

それはなからう。

それ故、流星の起原、従つて其の速度を調べる事が極めて必要になる。先きに述べたが今日では流星の大多數は太陽系外から飛來すると思はれるが一方獅子座流星群の如きものがあるから、この事は我銀河系の内には非常に多くの太陽系の様なシステムが存在する事を示すのではなからうか。

流星の速度が詳しくわかれば太陽系外に起原を持つ隕石と太陽系の隕石とに就いて、其成分等を比較する事が出来る。

流星スペクトルの研究は極めて最近になつて手を染められた。これ迄九枚のスペクトル寫眞が得られただけである。P. H. Milman が研究してゐる。スペクトル寫眞の撮影は極めて必要である。

流星の経路の痕跡には色々面白い問題がある。半時間餘も其痕跡が見られる事があるが、何う云ふ理由からであらう。火球位の大きさのものが、何うして、その通路にある大量の大氣を照らす能力があるのであらう。火球の直徑は一般に一、二呎を出ないが、其経路の痕跡は圓筒狀を成して、長さ十哩、直徑半哩に及ぶ。微細な流星物質が空間を通る際にその數百萬倍の體積の大氣に影響を與へるのである。Frohne が此の方面の研究をしてゐるが未だ十分な説明は爲されず、新しい觀測のみならず、理論的研究が必要である。

流星経路の痕跡や其痕跡の變化は、普通の氣球では昇れない様な上層大氣の研究に資する所が大きく氣象學者に好箇の材料を提與する筈であるが、今日尙材料は少なく今後の觀測が必要である。望遠鏡的流星の材料は相當あるが切れ切れのもので未だ出現の高さの最大値や、流星の體積の最小値などに就いては、さつぱりわかつてゐない。

空間における光の吸収、暗黒星雲、太陽熱の小さな源泉、空間に於ける抵抗物質(エンケ彗星の速度變化の原因と見られる)、惑星の質量の變化、黃道光等に關する諸問題にはいつも流星が引き合ひに出される。

彗星の核から種々の大きさの流星が形成されると想像出来るが、又流星は次第に進化して小惑星や、或は木星、土星の逆行衛星と關係を持つものゝ様に思はれる。多少密な流星群と地球との衝突がこの原因である。

アリゾナ、シベリア、オーストラリア、アラビア、米國テキサス、エストニア、

北阿アドラー等の隕石落下口は今日迄に調べられてゐる。アリゾナ及びオーストラリアの落下口には數多の隕鐵が発見された。アラビアやテキサスの落下口附近にも流星物質の存在がわかつた。アドラーの沙漠の中やアリゾナ落下口の南側には大量の流星物質が埋まつてゐる筈で十分調査する必要がある。筆者の考へる所ではアリゾナのは非常に大きなものではないにしても、それは代表的な彗星の核であらうと豫想出来る。これに反しアドラー隕石の方は小さい小惑星であらう。彗星や小惑星と地球との衝突はさまざま驚く可き事柄ではなからう。The HA 惑星と呼ばれてゐる Reimuth object の様な地球軌道のずうつと内側に入り込む天體があるのであるから。

アドラー隕石を速やかに發見する事、アリゾナ落下口内に埋没してゐる隕石の研究等何れも必要な事で、これ等が手に入つた暁には、望遠鏡や分光器に依つて遠くの方から辛うじて研究してゐた天體の實物を手に取つて調べる事が出来る様になるのである。遙かの空間から地球に飛んで来たこれ等二つの天體を掘り出す事以上に眞理の探究者に豊かな報酬をもたらすエックスポレションは無いであらう。

こゝに述べた事は今迄に成就された事ではなく何れも將來の研究に待つべきものばかりである。成就した事柄は流星の事を書いた本を讀めばすぐわかるが、こゝに述べた事柄ほどの本を見てもはつきりしてゐない。一般に顧みられないでゐる天文學のこの一部門に少しでも注意を拂はれてゐる方々の興味を刺戟し、以上述べた様な色々な問題に解答を與へられる様になる事を切に願ふものである。(な)

雜 報

●シリウス伴星の光度

シリウスの伴星は白色矮星の一つとして天體物理學上重要視されて居るが、兎に角非常に明るいシリウスの極く近くにあるので光度測定もスペクトルの觀測も相當困難が伴ふ。從來の種々の計算にはウェンデルの實視光度八・四四等が使用されて居るが、ディソツキーは二種の異つた方法によつてシリウス伴星の光度を測定した。即ち一つは粗い廻折格子を二十六吋對物鏡の前につ

け、クラーマリーのイリソチウム乾板にラツテン十二號フィルターを使用して寫眞實視光度を測定し、他はシリウスとその伴星に比すべき人工星をやはり同様な方法で寫眞を撮りその光度を求めた。之によると第一の方法では寫眞實視光度七・二五等、第二の方法では六・九一等を得た。この何れを重要視すべきか分らないので唯の平均を取れば七・一等となる。この光度の誤差は何れにしても〇・二等よりは小さいものであるらしい。視差〇・三六八秒を使用して絶對寫眞實視等級を出して見るとプラス九・九等となる。今までの實視光度の代りにこの値を使用するとすればシリウス伴星の密度は從來の六分の一位になり、或はスペクトル型A7に對する表面温度は約五〇パーセント高くなる。併しシリウスの伴星の密度が非常に大きいものであることはこの結果にしても依然として變りはない。色々の波長に於ける光度測定、殊に紫外線部に於けるものが重要性を持つてその觀測が望まれるのである。

(Ap. J. 75, pp. 1-8, 1933)

(服部)

●ウォルフ週期彗星

ウォルフ週期彗星は一八八四年以來一九二五年まで六回に互つて出現したもので、現在に於ける週期は約八・三三年、明年二月二十八日頃近日點通過と計算されてゐるが、リック天文臺のジキファーは去る七月二十五日撮影の寫眞から、次の位置に發見した。光度は十八等といふ微小なものである。

七月二十五日六時二七・九分萬國時

赤經 二〇時七分五七・二秒 赤緯 北二〇度四〇分六秒

コペンハーゲンのヴァンター・ハンセンは近日點通過を三月一日零時を近日點通過として位置推算表を計算してゐる。光度は餘り増大する見込はない。(神田)

●蛇遣座第三新星

八月十八日着の發見電報によれば、ベルチャーの八月十五日觀測の蛇遣座第三新星の光度六等、シャプレー報告とあつた。蛇遣座第三新星は蛇遣座RSとも呼ばれ、位置は赤經一七時四二分四、赤緯南六度四〇分(一八五五年)、一九〇一年ハヴァードの寫眞からフレミング夫人發見、一八九八年には七・七等、一九〇〇年には九・三等の第二極大、平常は約一二等半のもので新星と變光星との中間に位する。本年八月十九日及二十日には約七・四等であつた。變光星觀測家の注意を希望する。位置は變光星蛇遣座Yの南西約五十分。(神田)

●新著紹介

Sir James Jeans, The New Background of Science. 約五圓
反省なきところには進歩がない。進歩と見えるものは偶然である。經驗を基として

理想に邁進する生命の努力が反省から生れる。善に對する努力、眞に對する努力、美に對する努力が反省から育まれる。特に自然科學者自身、自ら築きつゝある科學に對しての絶えざる反省は進歩の母でなくてはならぬ。カント、ライブニッツ、デカルト等は哲學者の籍に入れて省くとしても、ニュートン、ポアンカレ、マッハ、アインシュタイン、プランク、エッディントン、ジョンス等は其種の仕事をやつた、或はやりつゝある人々である。ニュートンは其著には「自然哲學」と名づけた。自然科學も自然哲學といふ觀念から離れると技巧細工に墮ちる。技巧細工は一見生活を幸福にするやうに思はれるが、我々の心の奥の縛れは一向に解かれてはゐない。況んや物質文明に對しての呪咀の聲が、スペンゲラーを藉らずとも、聞えるにおいてをや。こゝに於て自然哲學としての自然科學が、近代の理論物理學、就中相對性理論、量子力學の研究から、益々純物質的世界觀から遠かりつゝあるは、喜ぶべき現象の一つであらう。ポアンカレの其數冊の名著は相對性理論、量子力學の發展以前に既に近代的傾向を有する獨創的見解を含蓄してゐる。エッディントンの Nature of the Physical World は新しい理論物理學に基いた自然科學者の世界觀を論じてゐる。

ジョンスの新著 The New Background of Science はエッディントンのを更に判りやすく書いたやうなものである。ポアンカレ、エッディントンの本ほど生々しい獨創はあまり見出されない(天文月報第十五卷大正十一年、公理的物理學の建設と物理的空間概念の發展及天文月報第二十三卷昭和五年、歐米旅行偶感参照)。しかしジョンスの譬喩を引いての説明の巧妙さは餘人の踏襲し得ざる所である。實にヤジーンズの著 The Mysterious Universe が十數萬部も賣れたといふ。

「理論物理學を全體としての意味を把握することのできるために、其哲學的背景を科學者として眺めよう」といふ試みから此著が書かれてゐる。十九世紀を風靡した物質主義、因果觀念から開放しよう」と試みてゐる。

第一章外界への接近にては感覺から物質なる概念に進み、光量子、新物理學への發展を述べ、第二章で科學の方法を論じて、「自然科學の目的は法則を發見しそれを解釋するにある」。「先づ觀測を集めなくてはならぬ。そしてそのすべてを包含する一般法則を案出する。その法則は納將來なざるべき觀測をも包含しなくてはならぬ。」「始めはこれは臆說 Hypothesis の形で提出されて、一つ以上の臆說が可能なる場合には Experimentum crucis がなされねばならぬ。」「しかし臆說はそれが

眞であるか偽であるかと問うてはならぬ。適當かどうかといふべきである。」「理論は決して究極の眞理を示すものではない。新しい經驗によつて棄てられるべき運命をもつてゐる。」「實在とは何ぞや。科學と哲學とはこれに關して反對した返答を有する。哲學者は實物とそれの鏡に映る影との如くに實在と現象とを考へる。科學者は此二つはお互に連つてゐるもので、その聯絡をするのが科學だと考へてゐる。」「實體が存在するものかどうかの疑問を残して、著者は近代理論物理學の概念の説明に移る。第三章時間空間及第四章機構 Mechanism にては相對性理論を、第五章物質と輻射、第六章波動力學、第七章不決定律 Indeterminacy にて量子力學を説明して、「今日の物理學が、我々の希望する如くに、常識や古代物理學よりは一步實在の世界に近づきつゝあるものとすれば、物理學の今日までの遅々たる發展を思ひ浮べると、外觀 Appearance から實在までは如何に遠いものであるかわからう。」と云ふ。

最後の章、事象 Events にては今日のジャーナリズムの問題なる自由意志について述べてゐる。プランク、アインシュタインは、エッディントンは異なる意見を有するやうに世上傳へるが、ジョンスは「此等の人々の意見に相違はない、科學の未來の進歩について云つてゐるか、人間の自由意志といふ物理學以外の問題に觸れるかといふのみの差異である。十九世紀の物理學における矛盾が取り除かれたのみで、將來の物理學ではどうなるかはわからぬ。精神と物質とに論を及ぼして曰く、「バークレーは物質は觀念と同一の性質のものだといつた。精神が物質に影響を及ぼし得ないと云ふのは、精神が觀念を動かし得るといふと同じく間違つた見解である。」「古代物理學は精神と完く隔離した客觀の世界を要求した。今日の物理學の研究の對象は自然の觀測から來るので、自然そのものではない。新物理學はそれ故に精神も物質も包含するものである。」「ハイゼンベルグの可測事物 Observable に注意を向けたことはこの點で、不可測事物 Unobservables についてはできるだけ少數の假定をなすべきである。」「物質ではなく事象 Events が客觀的實在を形成する。事象といふ形になつてはじめて物質が觀測される故である。」「こゝに於て其事象の重要性がわかる譯であるが、「複雑なる現象を分析して其れを組成する事象を究めてくると、その事象の排列が簡單な數學的型のものであることが知れる。」「この簡單さは自然そのものにあるのではなく、我々の精神作用にあるのか。もしさうとすれば何

故マトリックスや虚数をもつて来なければならなかつたのか。此等は外界から我々に向つて来たものと思はれる。精神がさうと云ふならば前世紀の哲學者がその事實を知つてゐなければならなかつた筈である。」ともあれ「數學が自然によく適合するといふことは近代科學の新發見である。此數學的といふことが、實在が何か精神的要素を有することを暗示する。」「しかし今日數學的といふことがかくも重要であるが、將來もさうとは必しも云へない。」「畢竟、現在の自然科學は理想主義の立場にある。」と結論しておいて、「しかし明日のことはわからない。」と逃げる。

前に述べたポアンカレの著書のうち就中 La Valeur de la Science 科學の價値の第五章の數學と物理學との關係を論ずるところ、第六章の天文學、第九章數理物理學の將來、最後の章の科學と實在に書かれてゐるポアンカレの意見と、此ジーンズの本にある考察とを比べる時には、如何にポアンカレが偉大な人であつたかを知らしめるに充分であらう。

●日本天文學會要報第二卷第三册 本會要報第二卷第三册(第七號)は八月十五日發行、定價金一圓、送料四錢、内容は次の様である。△印は東京天文臺報第一卷第三册より轉載のものである。

△小子午儀の方位角に於ける系統誤差に就いて(辻光之助) △八〇個の小惑星の圓軌道及び十數個の小惑星の同定に就いて(神田茂) △近年の日食觀測から求めた月と太陽の位置及び視半徑に就いて並びに日食の精密豫報に就いて(石井重雄) △一九三二年八月三十一日の皆既日食で觀測した月と太陽との相對的位置に就いて(野附誠夫) ▲廻轉せる星辰の光球に於ける波動運動に就いて(栗原道徳)

●東京天文臺報第一卷第三册 東京天文臺報第一卷第三册は去る七月二十五日發行、前項の△印のもの、他、東京天文臺に於ける小惑星觀測目錄(一九二六—一九三〇年)、東京天文臺に於ける太陽觀測(一九三三年一月—六月)等が掲げられてゐる。

●會員消息 ▲東京天文臺技師橋元昌次氏は去る六月中旬より下旬に互り滿洲國に出張を命ぜらる。同國に於ける天文臺敷地選定に關する用件なりと聞く。▲東京天文臺雇員今井蔭氏は上海に於ける自然科學研究所物理學科の雇員として去る七月上旬赴任、専ら沈璣氏の下にありて子午線觀測に當らるゝ由。▲本年度天文學科卒業生の中奥田豐三氏は去る四月大學院に入學、同氏並に前年卒業の服部忠彦氏は

去る七月より三陽東京天文臺に於て研究中。▲東京天文臺技師田長雄氏は去る七月中旬より八月中旬まで富士山頂に於て太陽のスペクトルに關し研究、この研究は技師田中務氏の指導によるものとす。

●六月に於ける太陽黑點概況 月のはじめに極めて小さな黑點の出現あり短時日にして消失。月のなかばには二個のかかりに離れた對黑點から一個の整形黑點となつたものが眼を引いた外他になし。(千場)

●無線報時の修正値 東京無線電信局を経て東京天文臺から發送してゐた本年七月中の船橋局發振の分報時及學用報時の修正値は次表の通りで、(十)は遅すぎ(十一)は早すぎたのを示してゐる。尤も學用報時は其の最初即ち定刻十一時(午前)若しくは二十一時(午後九時)の六分前の五十四分と、其の最終即ち一分前の五十九分とを表はす長符の起端の示す時刻に限り其の遲速を記すこととしてゐる。是等何れも受信記録より算出したものである。銚子局發振のものも略同様である。(田代)

| 七月 | 11 ^h | | | 21 ^h | | |
|----|-----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
| | 學用報時 | | 分報時 | 學用報時 | | 分報時 |
| | 最初 | 最終 | | 最初 | 最終 | |
| 1 | +0.01 | 0.00 | +0.01 | -0.03 | -0.02 | -0.01 |
| 2 | +0.01 | 0.00 | 日曜日 | 0.00 | +0.03 | +0.07 |
| 3 | -0.01 | +0.01 | 0.00 | -0.03 | -0.04 | +0.03 |
| 4 | -0.01 | -0.01 | +0.01 | -0.06 | -0.03 | 0.00 |
| 5 | +0.03 | +0.02 | +0.07 | +0.03 | -0.03 | +0.05 |
| 6 | +0.01 | -0.01 | +0.04 | -0.13 | -0.13 | -0.06 |
| 7 | -0.03 | -0.04 | +0.01 | -0.05 | -0.06 | -0.02 |
| 8 | -0.05 | -0.07 | -0.01 | 發振せず | -0.08 | -0.02 |
| 9 | -0.16 | -0.09 | 日曜日 | -0.10 | -0.11 | -0.06 |
| 10 | -0.08 | -0.09 | -0.05 | -0.11 | -0.12 | -0.05 |
| 11 | -0.01 | -0.03 | +0.01 | -0.04 | -0.05 | -0.03 |
| 12 | -0.04 | -0.07 | -0.01 | -0.03 | -0.05 | -0.02 |
| 13 | -0.05 | -0.06 | 0.00 | -0.07 | -0.08 | -0.01 |
| 14 | -0.05 | -0.05 | 0.00 | -0.11 | -0.13 | -0.05 |
| 15 | -0.03 | -0.03 | -0.02 | -0.08 | -0.09 | -0.03 |
| 16 | -0.08 | -0.08 | 日曜日 | -0.12 | -0.13 | -0.03 |
| 17 | -0.01 | -0.03 | +0.02 | -0.05 | -0.05 | 0.00 |
| 18 | -0.02 | -0.04 | +0.01 | 發振なし | -0.21 | 0.00 |
| 19 | -0.06 | -0.06 | -0.01 | -0.06 | -0.07 | -0.01 |
| 20 | -0.07 | -0.09 | -0.03 | -0.03 | -0.07 | +0.05 |
| 21 | +0.01 | +0.02 | +0.26 | +0.03 | +0.03 | +0.05 |
| 22 | -0.04 | -0.03 | 0.00 | -0.04 | -0.04 | -0.03 |
| 23 | -0.06 | -0.05 | 日曜日 | -0.06 | -0.02 | -0.01 |
| 24 | -0.05 | -0.03 | -0.01 | -0.09 | -0.09 | -0.01 |
| 25 | 0.00 | +0.02 | +0.04 | +0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | -0.01 | 0.00 | -0.01 | -0.04 | -0.03 | -0.03 |
| 27 | +0.03 | +0.02 | +0.01 | +0.02 | +0.03 | 0.00 |
| 28 | +0.06 | +0.06 | +0.03 | +0.06 | +0.07 | +0.03 |
| 29 | +0.07 | +0.06 | +0.05 | +0.01 | +0.02 | -0.01 |
| 30 | 通信中 | +0.14 | 日曜日 | 發振なし | +0.15 | +0.13 |
| 31 | 發振なし | +0.01 | -0.02 | -0.01 | -0.01 | -0.07 |

觀測

太陽のウォルフ黒點數 (一九三三年)

(第二十六卷第六號より續く)

表の數値はウォルフ黒點數の定義で示される(單獨黒點數)及び(星點及び核の總數)の値で、例へば「15」は「15」の意味である。この表のウォルフ黒點數は東京の觀測ある時はその値から導き、缺測の日(印の日)には會員の値から求め、括弧の中のもの各地共缺測のため前後の日の値から推定したものである。(神田、野附)

| 1933 Apr. | Tokyo | Ka | Kc | Kh | Kt | M | My | Wolf 黒點數 |
|--------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 1 | 1.5 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 1.2 | 10 |
| 2 | 1.3 | 1.1 | 1.1 | — | 1.1 | — | 1.1 | 8 |
| 3 | — | — | 1.1 | 1.1 | — | — | — | 11 |
| 4 | — | — | 0.0 | 0.0 | — | — | — | 0 |
| 5 | — | — | 0.0 | 0.0 | — | — | — | 0 |
| 6 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | 0.0 | 0 |
| 7 | 0.0 | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0 |
| 8 | — | — | 0.0 | 0.0 | — | — | — | 0 |
| 9 | — | — | 0.0 | 0.0 | — | — | — | 0 |
| 10 | — | — | 0.0 | 0.0 | — | — | — | 0 |
| 11 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | 0 |
| 12 | 0.0 | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | 0.0 | 0 |
| 13 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0 |
| 14 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0 |
| 15 | — | — | 0.0 | 0.0 | — | — | — | 0 |
| 16 | — | — | — | 0.0 | 0.0 | — | — | 0 |
| 17 | — | — | 0.0 | 1.2 | 1.2 | — | — | 10 |
| 18 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.6 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 10 |
| 19 | — | 1.2 | — | 1.4 | 1.4 | — | — | 11 |
| 20 | — | — | 1.2 | 1.7 | 1.6 | — | — | 13 |
| 21 | — | — | 1.1 | 2.6 | 1.2 | 0.0 | — | 15 |
| 22 | 0.0 | — | 0.0 | 1.1 | — | — | 0.0 | 0 |
| 23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 24 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | 0.0 | 0 |
| 26 | — | — | — | 0.0 | 0.0 | — | 0.0 | 0 |
| 27 | 0.0 | 0.0 | — | 0.0 | 0.0 | — | 0.0 | 0 |
| 28 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | 0.0 | 0 |
| 29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0.0 | 0 |

| 1933 May | Tokyo | Ka | Kc | Kh | Kt | M | My | Wolf 黒點數 | 望遠鏡 | | 觀測日數 | |
|-------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|----|------|----|
| | | | | | | | | | 口径 | 倍率 | 4月 | 5月 |
| 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 2 | — | — | — | — | — | — | — | 0 | — | — | — | — |
| 3 | — | — | — | — | — | — | — | 0 | — | — | — | — |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 5 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 8 | 0.0 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 9 | 0.0 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 10 | — | — | — | — | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 10 | — | — | — | — |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0 | — | — | — | — |
| 15 | — | — | — | — | — | — | — | 0 | — | — | — | — |
| 16 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0 | — | — | — | — |
| 17 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0 | — | — | — | — |
| 18 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0 | — | — | — | — |
| 19 | — | — | — | — | 0.0 | — | — | 0 | — | — | — | — |
| 20 | 1.6 | 0.0 | — | — | — | 0.0 | 1.4 | 10 | — | — | — | — |
| 21 | — | 0.0 | — | — | 0.0 | — | — | 10 | — | — | — | — |
| 22 | — | — | 0.0 | 0.0 | 1.6 | — | — | 13 | — | — | — | — |
| 23 | 1.4 | 1.2 | 0.0 | 1.2 | 1.3 | — | 0.0 | 9 | — | — | — | — |
| 24 | — | 0.0 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | — | — | 13 | — | — | — | — |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 1.3 | — | 0.0 | 11 | — | — | — | — |
| 26 | 0.0 | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 27 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 28 | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | 0 | — | — | — | — |
| 29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |
| 31 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | — | — | — | — |

觀測者 東京天文臺 (Tokyo) 勝 修三 (Ka) 草地 重次 (Kc) 下保 茂 (Kh) 香取 眞一 (Kt) 武蔵高校生徒 (M) 水谷秀三郎 (My)

觀測地 東京三鷹村 東京市芝區 旭川市 札幌市 盛岡市 東京市板橋區 東京市本郷區

口径 4(2) 倍率 寫眞 2.3 32 50 1.05 50 0.80 29 50 0.50 31 92 0.60 7 50 0.80 1.5

觀測日數 4月 13 19 20 18 26 29 28 24 19 19 14 15

| 1933 June | Tokyo | Ka | Kc | Kh | Kt | M | My | WOLF 黒點數 |
|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 1 | — | 0.0 | — | 0.0 | — | 0.0 | — | 0 |
| 2 | — | 0.0 | — | 0.0 | — | — | — | 0 |
| 3 | 1.1 | 1.2 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7 |
| 4 | — | 1.2 | — | 1.1 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 10 |
| 5 | 1.2 | 1.1 | 0.0 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 8 |
| 6 | 1.2 | 1.1 | 0.0 | 1.1 | 1.1 | 0.0 | 1.1 | 8 |
| 7 | — | — | — | — | — | — | — | 0 |
| 8 | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | 0 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | 0.0 | 0 |
| 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 13 | — | — | — | — | 1.5 | — | — | 12 |
| 14 | 1.6 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | — | 2.7 | — | 10 |
| 15 | — | 1.3 | 1.3 | 1.8 | 1.7 | — | — | 14 |
| 16 | — | — | 1.2 | 1.6 | 1.5 | — | — | 13 |
| 17 | 1.5 | — | — | 1.3 | 1.2 | 1.4 | — | 10 |
| 18 | 1.3 | — | 1.1 | 1.1 | — | — | 1.1 | 8 |
| 19 | 1.2 | 1.1 | — | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 8 |
| 20 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 10 |
| 21 | — | — | 1.1 | 1.1 | 1.1 | — | — | 10 |
| 22 | — | — | 1.1 | 1.1 | 1.1 | — | 1.1 | 10 |
| 23 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0 |
| 24 | — | — | — | — | — | 0.0 | — | 0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 26 | 0.0 | 0.0 | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | 0 |
| 27 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0.0 | — | 0 |
| 28 | — | — | — | 0.0 | — | 0.0 | — | 0 |
| 29 | — | — | 0.0 | 0.0 | — | — | — | 0 |
| 30 | — | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 |

1933 四月 五月 六月
 観測日數 30 30 30
 ヲナルノ黒點數 11.0 9.0 9.7

九月の天象

●流星群 九月は八月より著しく流星数が減少するが毎月よりは多い。主な輻射點は次の通りである。

| | | | | |
|-------|----------|---------|------------------|-----|
| 八月十日頃 | 赤經 四時五十分 | 北緯 北四一度 | 附近の星 | 性 速 |
| 二十七日頃 | 赤經 二時四十分 | 北緯 北二九度 | 牡羊座 α | 質 緩 |
| 中旬下旬 | 赤經 一時五十分 | 北緯 北二八度 | アンドロメダ座 α | 質 緩 |
| | | | 魚座 δ | |

●變光星 次の表は主なアルゴル種の變光星の九月中に起る極小の中二回を示したものである。

長週期變光星の極大の月日は本誌第二十五卷第二三七頁参照。九月中に極大に達する筈の観測の望ましい星は麒麟座T、鯨座W、ヘルケレス座T、天秤座RS、ヘガス座R、彫刻家座 δ 、乙女座SS等である。

| アルゴル種 | 範圍 | 第二極小 | 週期 | 極小 | | D | d |
|--------|---------------------|------|--------|-------------|-------|----------|---|
| | | | | 中、標、常用時(九月) | 小 | | |
| 023969 | RZ Cas 6.2-7.9 | 6.3 | 1 4.7 | 11 3, | 21 21 | 5.7 0.4 | — |
| 003974 | YZ Cas 5.6-6.0 | — | 4 11.2 | 11 2, | 20 0 | 7.8 | — |
| 005381 | U Cep 6.9-9.3 | — | 2 11.8 | 4 20, | 27 7 | 10.8 1.9 | — |
| 183612 | RN Her 7.1-7.6 | — | 1 18.7 | 9 21, | 25 21 | 5.2 0 | — |
| 171107 | U Oph 5.7-6.3 | 6.2 | 1 16.3 | 13 2, | 29 21 | 7.7 0 | — |
| 030140 | β Per 2.3-3.5 | — | 2 20.8 | 9 22, | 30 0 | 9.3 0 | — |
| 191419 | U Sge 6.6-9.4 | — | 3 9.1 | 7 21, | 18 0 | 12.5 1.8 | — |
| 103946 | TX UMa 6.9-9.1 | — | 3 1.5 | 10 22, | 17 1 | <7 | — |
| 191725 | Z Vul 7.0-8.6 | — | 2 10.9 | 19 0, | 23 22 | 11.0 0.0 | — |

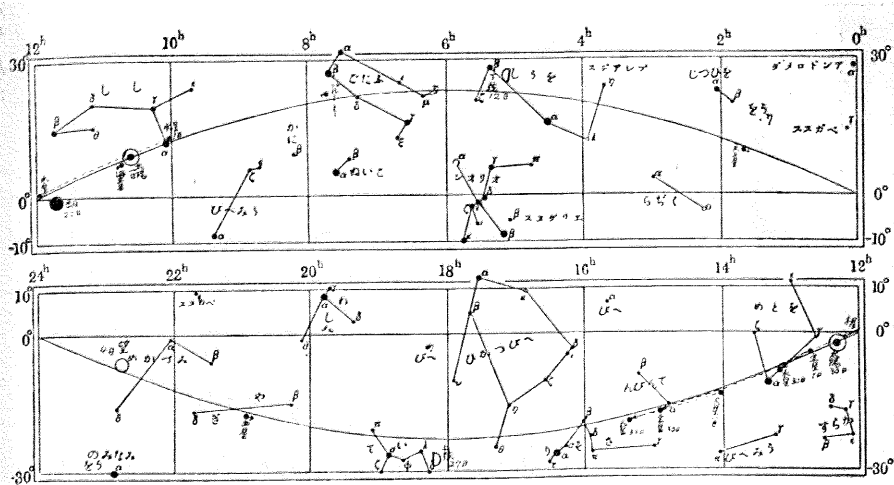
D—變光時間 d—極小継続時間

●東京(三鷹)で見える星の掩蔽

方向は北極又は天頂から時計の針と反対の向に算べる。

| 九月 | 星名 | 等級 | 掩蔽 | | 入出 | | 現 | | 月齡 |
|----|-----------|-----|--------|-----------|--------|-----------|--------|---|----|
| | | | 中標、常用時 | 方向、北極天頂から | 中標、常用時 | 方向、北極天頂から | | | |
| 5 | 293 B Aqr | 5.5 | 1 35 | 94 67 | 2 29 | 187 152 | 14.5 | — | |
| 9 | 26 Ari | 6.2 | 2 43 | 69 83 | 4 13 | 231 190 | 18.5 | — | |
| 12 | 38 B Aur | 6.5 | 1 11 | 30 95 | 2 5 | 297 | 4 21.5 | — | |
| 13 | 415 B Tau | 6.1 | 2 19 | 124 189 | 3 18 | 222 289 | 22.5 | — | |

●惑星だより 太陽 一日は夜明四時三十九分で、北十一度一方向から五時十二分に出る。十一時四十二分二に南中し、其の高度は六十二度九である。入は十八時十分で、日暮は十八時四十三分である。晝間は十二時五十八分、夜間は十一時二分となり、二百十日に當る(立春より二百十日目)。十六日は出五時二十三分、南中は十一時三十六分一で其高度は五十七度二で、十七時四十八分に入る。十九日社日、二十日彼岸となり、二十三日二十時二分秋分となる。此頃晝夜の長さは殆ど等しくなり、西洋流では此日から秋となるのである。獅子座から月末には乙女座へ進む。



月 四日十四時四分水瓶座に於て望となる。十八時三分に出で、二十三時五十七分に南中す。十二日六時三十分牡牛座に於て下弦となる。五時二十六分に南中し、十三時十分に入る。二十日三時二十一分朔となり、下旬には夕刻西天に三日月となつて見られ、二十七日〇時三十六分射手座の中央部に於て上弦となる。

に出入する様になり、下旬には太陽より遅く出て、遅く没する様になるので、夕刻西天に僅かに見える様になる。五日二十一時日心黄緯最北となり、十二日九時外合二十九日八時降交點を通過す。

金星 夕刻僅の間西天に見られる。光度は負三・五等。八日十五時降交點を通過し、十九時三十一分に入る。二十三日七時四分月と合となる。二十八日は八時五十二分に出て、十四時三分に南中し、十九時十四分に入る。

火星 夕刻西天に姿を留めてゐる。光度は一・四等である。八日は九時三十九分に出て、十四時五十七分に南中し、二十時十六分に入る。二十四日〇時十六分月と合をなす。二十八日は九時二十七分に出て、十四時三十三分に南中し、十九時三十八分に入る。金星より東方に在つて兩星は連れ立つて出入してゐる。

木星 太陽と殆ど同時刻に出入するので見られなくなつた。光度は負一・二等。八日は六時二十九分に出て、十二時三十四分に南中し、十八時四十分に入る。水星と連れ立つてゐて、十九日十六時には水星と合となり、水星の方が南方へ〇度三分だけ離れる。二十日十六時五十二分月と合となり、二十七日十五時合(太陽)となる。二十八日は五時三十一分に出て、十一時三十一分に南中し、十七時三十二分に入る。

土星 夕刻から東天に見え観測の好期となつた。光度は〇・六等である。八日は十六時二十分に出て、二十時三十分に入。二十三日は十四時五十九分に出て、二十時五分に南中し、一時十五分に入る。二日十時三十分と二十九日十五時一分とに月と合をなす。

天王星 光度六・〇等、観測の好期なるも肉眼では困難。八日は十九時四十二分に出て、二時十七分に南中し、八時四十七分に入る。八日四時三十一分月と合となる。

海王星 光度七・八等、太陽に近いので観測されない。十八日は四時十八分に出て、十時四十四分に南中し、十七時十分に入る。三日七時合となり、七日十五時水星と合、十九日〇時十二分月と合となる。

プルートー 光度十五等、雙子座を順行中。

●星座 銀河に沿ふて、白鳥、鷲、琴、蛇、射手、カシオペア、アンドロメダ等が散在し、銀河が天頂を貫流する頃には乙女、天秤は西に低く、牛飼、冠、蛇遺等は西にあり、蝸は西南に低い。東からは魚、鯨、牡羊等が昇つて来る。北斗七星は西に低く傾く。

水星 光度は負一・四等から負〇・四等に変る。八日は四時五十八分に出る。入は十七時五十八分、太陽よりも早く出て早く没するが、中旬頃は太陽と殆ど同時刻



五藤式 天體望遠鏡

Goto's Astronomical Telescopes

推獎の辭

五藤光學研究所の五藤齊三氏は學問上に私の長い間の友人であつて、東亞天文協會の東京支部長であり、絶えず天文の研究と普及とに力を盡してゐられる熱心家である。同氏の研究所では天體望遠鏡の設計と製作とに關する研究が、理論と實際との兩方面から絶えず行はれ、其の製品は全く商賣心理を離れた優秀品である。私は『今はもはや天文家用の中口径までの望遠鏡は國産品で立派に満たされるやうになつた』と人に話してゐる次第である。五藤研究所の製品は、作品として優秀なばかりでなく、商賣氣無しの低廉な價格であることが、吾々觀測者にとつて嬉しい點である。私は無條件に五藤氏の機械を推獎する。

花山天文臺にて

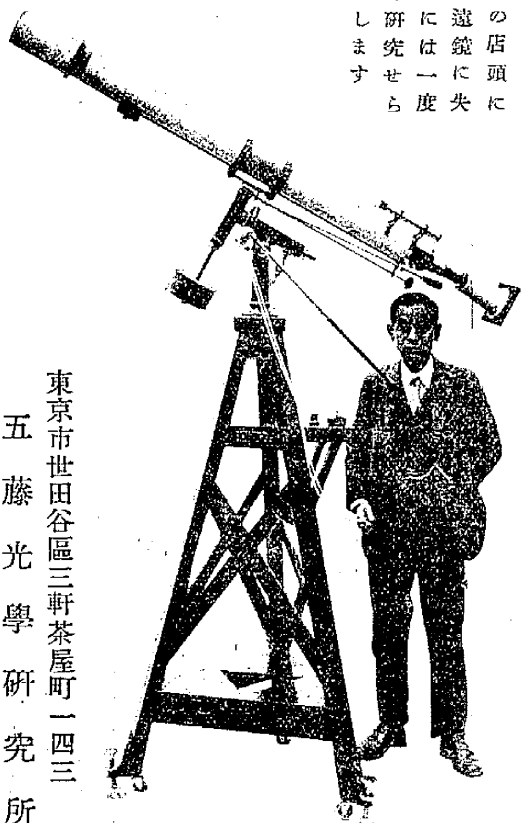
理學博士 山本 一 清

京都帝國大學教授
同花山天文臺長
東亞天文協會々長

代理部販賣や市中の店頭に並んでゐる天體望遠鏡に失望を感じられた方には一度弊所の製品に就き研究せられん事を御奨め致します

定價四拾圓
以上各種類
高級標準附屬品部分各種

型錄贈呈



東京市世田谷區三軒茶屋町一四三

五藤光學研究所

電話世田谷一〇五〇番
振替東京七三二五五番

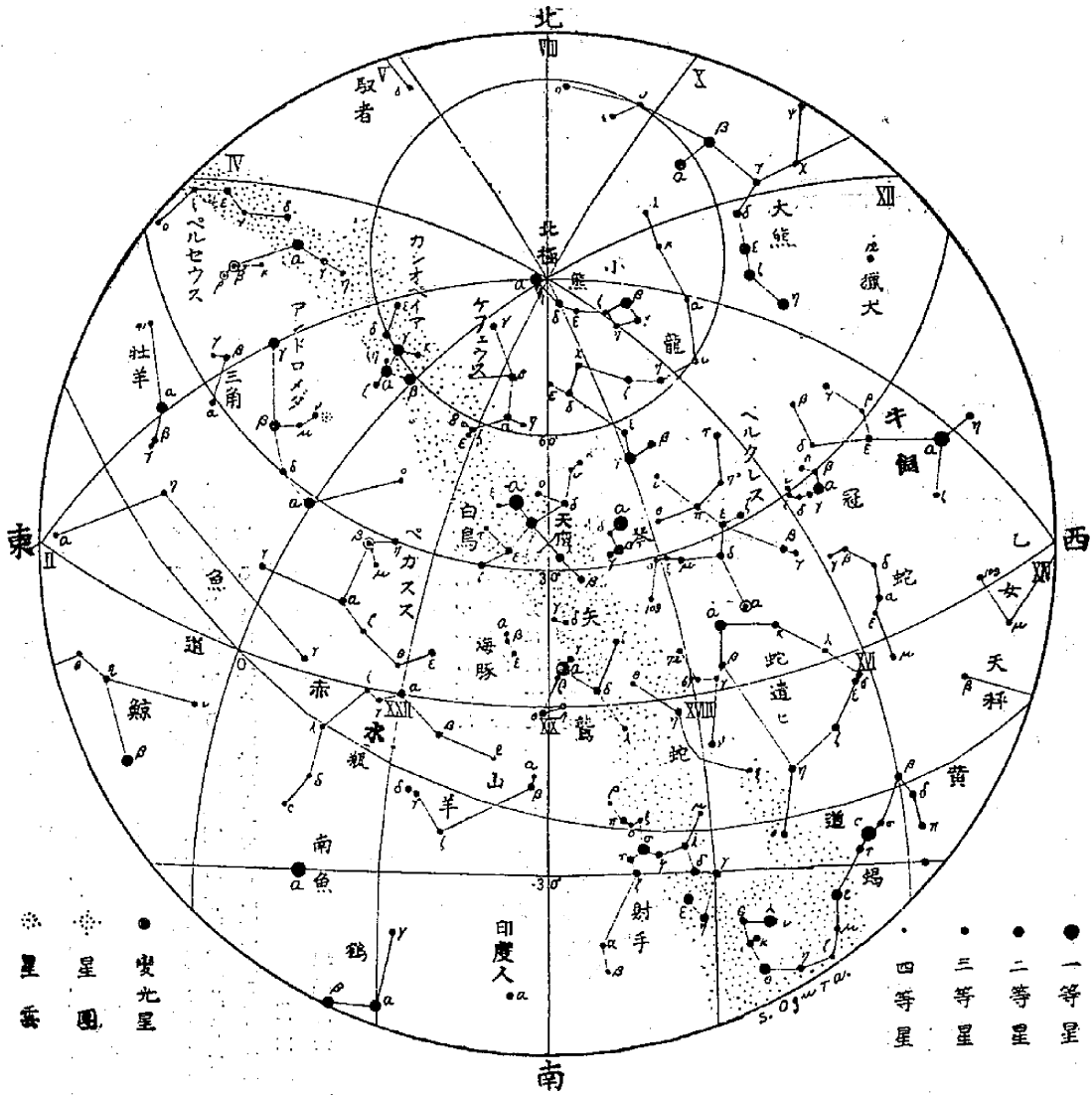
臺北測候所 北臺測候所
四吋手動赤道儀 四吋手動赤道儀

座星の月九

時七後午日十三

時八後午日五十

時九後午日一



プロマイド天體寫眞

定價 一枚金十銭(繪葉書型)
 送料 (二十五枚まで) 二銭

- 一、水素α線にて撮りたる太陽。
- 二、月面アルプス山脈。
- 三、月面コペルニクス山。
- 四、オリオン座大星雲。
- 五、琴座の環状星雲。
- 六、白鳥座の網状星雲。
- 七、アンドロメダ座の紡錘状星雲。
- 八、獵犬座の渦状星雲。
- 九、ヘルクレス座の球状星雲。
- 一〇、一九一九年の日食。
- 一一、紅焰及光芒。
- 一二、七三吋反射望遠鏡。
- 一三、百吋反射望遠鏡。
- 一四、エルケス大望遠鏡とアインスタイン氏。
- 一五、モリアハウス氏彗星。
- 一六、北極附近の日週運動。
- 一七、上弦の月。
- 一八、下弦の月。
- 一九、土星。
- 二〇、太陽。
- 二一、大熊座の渦状星雲。
- 二二、乙女座紡錘状星雲。
- 二三、ペガスス座渦状星雲の集合。
- 二四、大熊座烏星雲。
- 二五、小狐座亞鈴星雲。
- 二六、一角獸座變形星雲。
- 二七、蛇座S字状暗黒星雲。
- 二八、アンドロメダ座大星雲。
- 二九、牡羊座プレアデス星團。
- 三〇、ウイロン山天文臺百五十呎塔形望遠鏡。
- 三一、ウインネック彗星。
- 三二、東京天文臺八吋赤道儀。
- 三三、同子午環室。
- 三四、一九二九年の日食。
- 三五、太陽黒點。
- 三六、月(月齡二十六)。
- 三七、オリオン座の暗黒星雲。
- 三八、日食のフラッシュ・スペクトル。
- 三九、一九三二年の日食。
- 四〇、紅焰。
- 四一、火星。
- 四二、木星。
- 四三、ハリー彗星。

東京天文臺繪葉書

(コロタイプ版)

四枚一組八銭 送料四組まで二銭
 第一集より第六集まで

定價壹部金貳拾銭 (郵税二銭) (郵發行)
 東京市神田區東土代町二丁目二番地 印刷人 島 達太郎
 東京市神田區表神保町 東京市神田區神保町