

目 次

論 叢

長 澤 進 午： 太陽自轉週期の観測	13
--------------------	----

報 告

關 口 鯉 吉： 八重山日食雜記(Ⅲ)	18
---------------------	----

抄 録 及 資 料

無線報時修正値	21
Ⅺ月に於ける太陽黒點概況	22
1942 年の週期彗星	22

天 象 欄

流 星 群	23
變 光 星	23
東京(三鷹)に於ける星の掩蔽(Ⅱ月)	23
Ⅱ月の太陽・月・惑星及び星座	24

綜 合 報 告

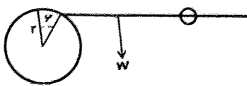
時刻測定と保時の現況 (III)

虎 尾 正 久

(3) Shortt 時計 この時計の振動は Riefler より一層自由である。衝動としては 30 秒に一回振子に取着けられた小輪に錘りが落ちて、それを推進せしめる他には、振子はペラを通して臺に吊されてゐるのみで全く自由に運動する。従つて勿論普通の齒車装置、脱進機、時計面、針等すべて廢されてゐる。この時計には親時計と位相約 180 度の差を以て振る子時計が是非共必要である。子時計は 30 秒に一回親時計に電流を送り、錘り石を落下せしめる。親は此の衝動を受けると同時に子に電流を送り返して、その位相を正す。それは子時計の振子に取着けられた長いバネに作用する事に依つて行はれる。子時計に返送する電流の一部を我々は記録として取出するのであるが、これには 0.002 秒位の不規則性がある⁽¹⁾。その原因は衝動を受ける小輪の形の歪で説明がつけられる。小輪は錘りの落下毎に廻轉して、任意の位置で静止して次の落下を受ける。半径に 5 ミクロンの差がある時、結果には 0.001 秒の差となる。

錘り石が落下後小輪の頂上附近に在る間は、衝動力は極めて小さい(第 18 圖)。圖に於いて振子が(従つて小輪が)左に動いて行くと共に φ は増大し、力は漸次大となり、腕の軸と輪の中心を結ぶ線上迄來た時最も大となる。即ち衝動力は $K \cdot \tan \varphi$ で表はされる⁽²⁾(第 19 圖)。處が實際の實驗では力は $K \cdot \tan \varphi$ より離れて I_1 となる。氣壓を増せば振幅減じ、振子の加速度は小となり、力は I_2 となる。 I_1, I_2 の間の部分はその際の衝動の増加で、これは振子が位相 0 度を通過

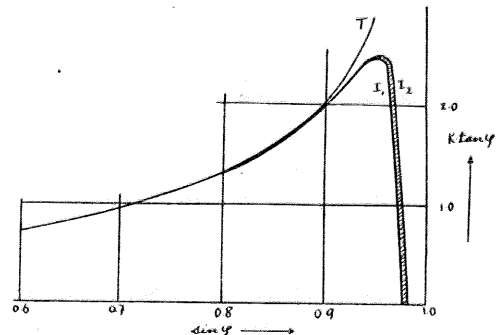
第 18 圖



が(従つて小輪が)左に動いて行くと共に φ は増大し、力は漸次大となり、腕の軸と輪の

中心を結ぶ線上迄來た時最も大となる。即ち衝動力は $K \cdot \tan \varphi$ で表はされる⁽²⁾(第 19 圖)。處が實際の實驗では力は $K \cdot \tan \varphi$ より離れて I_1 となる。氣壓を増せば振幅減じ、振子の加速度は小となり、力は I_2 となる。 I_1, I_2 の間の部分はその際の衝動の増加で、これは振子が位相 0 度を通過

第 19 圖



した後に主として現はれ、歩度を遅らす作用となる。

振幅の變化が歩度に及ぼす影響は無視出来ない。その爲めに Loomis は振幅が正常の値から 2.5 ミクロンを減ずれば光電繼電器を動作せしめて、衝動を與へ、以て振幅を 0.1 以内に一定を保つ様に工夫してゐる。更に一步進めて、衝動輪をも取除いて、それから來る不整を避け、振幅維持の動力、並びに時計の毎秒信號をすべて一組の光電繼電器装置に依つて動作せしめる工夫もある⁽¹⁾。この種の方法を採る時は電接に際して振子に何等反作用を與へない點が大なる特長で、これに依つて振動は一層自由となる。

先にも述べた如く Shortt は振子時計中最も精度高いものとされて居る。一例として最近 Stoyko の求めた精度を次に挙げる⁽²⁾。Paris, Washington の Shortt 及び Hamburg の水晶時計三者の 1934 年 IX 月乃至 1937 年 IV 月の間の比較から毎 30 日間の平均歩度、加速度を定め、これからの殘差から誤差を定める。その結果は 0.001 秒單位に

(1) L. Loomis: M. N., 91, 568 (1931) 前出。

(2) E. C. Atkinson: Proc. Phys. Soc., 50, 742 (1938) 前出。

(1) 英國の National Phys. Laboratory の Shortt, G. A. Tomlinson: Proc. Phys. Soc., 45, 241 (1931); Zs. Inst., 53, 181 (1933).

(2) N. Stoyko: Ann. Franç. Chrono., 8, 81 (1938).

て 1.12 (P), 1.13 (W), 1.31 (H). 又相互比較のそれは 1.65 ($P-W$), 1.48 ($P-H$), 1.15 ($W-H$). これから次の式が成立する. 地球自轉の誤差を ϵ_r とすれば

$$\epsilon_P^2 + \epsilon_r^2 = 1.12^2$$

$$\epsilon_W^2 + \epsilon_r^2 = 1.13^2$$

$$\epsilon_H^2 + \epsilon_r^2 = 1.31^2$$

$$\epsilon_P^2 + \epsilon_W^2 = 1.65^2$$

$$\epsilon_P^2 + \epsilon_H^2 = 1.48^2$$

$$\epsilon_W^2 + \epsilon_H^2 = 1.15^2$$

これから

$$\epsilon_P = \pm 0^s.00115$$

$$\epsilon_W = \pm 0^s.00096$$

$$\epsilon_H = \pm 0^s.00093$$

$$\epsilon_r = \pm 0^s.00061$$

即ち大體 0.001 秒程度の精度である.

この時計の一つの缺點は氣壓を極度に減ずる爲めに減衰係数が小さい事である. これは一面大きな特長ではあるが, 我國の如く地震の多き所では大きな障害となる. 東京天文臺の Shortt でのここ數年來の結果は微小な地震でも大きな歩度變化を惹き起し, 變化した振幅は容易に減衰しない. 結局何等か新しい工夫を施さなければこの時計特有の高精度を保守せしめ得ない状態である.

(4) Schuler 時計 地球自轉に不規則性が若しありとすれば, これは當然時計の運行に現はれて来る. 併し一個の時計ではそれが重力 G の變化か自轉の變動か不明である. 全世界のすべての時計に等しい不規則性が現はれた時, 始めてそれが自轉變動に歸因する事を確證し得るのである. これには少くとも 10^{-7} 以上の精度を以つて數年間には正常に運轉を續けると云ふ事が一つの條件となる. ペラで吊られた時計では前に種々述べた如く, 支點と重心の距離が例へば 0.1 ミクロン迄一定を保つと云ふ事は保證し得ない. Schuler は此の理由に依つてペラを廢して knife edge を採用した. 併し乍ら knife も亦磨滅等の全然別種の問題が生じ, 0.1 ミクロンの精度は望む事が不可能である. 彼はこの點を考慮して今一つの重要な特性をその時計に與へた.

振子の週期 T は

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{G}} = 2\pi \sqrt{\frac{m\rho_0^2 + ms^2}{mGs}}$$

$$l = \frac{\rho_0^2 + s^2}{s}$$

こゝに s は振子の長さ, ρ_0 は重心の周りの慣性半径. 今 s の變化が l に影響せぬためには

$$\frac{\partial l}{\partial s} = 0$$

なる條件を満足すればよし. 即ち $s = \rho_0$ ならば十分である. この様な振子では

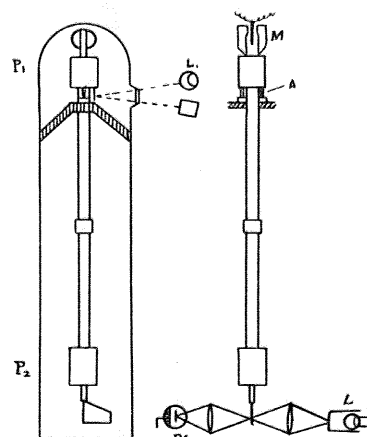
$$l = 2\rho_0 \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{2\rho_0}{G}}$$

斯くすれば振子の長さ s の變化は近似的には週期に影響を與へない. これが Schuler 時計の特長である⁽¹⁾⁽²⁾.

s が 30 ミクロン變つた時, 通常の振子では歩度の變化 1.306 秒となるが, この時計では 0.0001 秒である.

上の條件を満たすため, 振子は2個の重錘を持つてゐる. 一個は普通の如く下端に, 一個は頭部に, knife edge 支點の尙上方に着けられてゐる (第 20 圖). 振子の最上端には磁石 M があり, これが二つの反對捲きのコイルの場の中を振動する. コイルには子時計 (通常の Riefler を子時計

第 20 圖



(1) M. Schuler: Zs. f. Phys., **42**, 547 (1927); Phy. Z., **30**, 884 (1929).

(2) 尤もこの所謂極小振子の原理を應用したものは Schuler の時計が最初では勿論無い.

として使用する)より電流が送られ、振幅維持の動力となる。時計の毎秒信号は振子下端の光電装置で取り、これは同時に毎秒一回子時計を同期せしめるにも利用してゐる。別に振子の上端近くに反射鏡を具えて振幅の自記をも行ふ。後には子時計を廢し、自身よりの光電流にて頭部の磁石を動作せしめ單獨運轉をする様に改造した⁽¹⁾。

この場合問題となるのは衝動誤差である。一般に衝動が振子の位相 0° より τ だけ遅れて起るとすれば衝動誤差 ΔT は

$$\tan \Delta T = -\frac{I \sin \tau}{A_1 + I \cos \tau}$$

A_1 に比し I, τ 小さい故

$$\Delta T = -\frac{I}{A_1} \tau$$

減衰係数を δ とすれば

$$\frac{I}{A_1} = \frac{A_2}{A_1} - 1 \approx e^{-\delta \tau} - 1$$

歩度への影響は

$$\Delta G = \frac{\Delta T}{T} = -\frac{I}{A_1} \frac{\tau}{T} = -\left(\frac{e^{-\delta \tau} - 1}{T}\right) \cdot \tau \approx +\delta \cdot \tau$$

即ち誤差は δ 及び τ に比例する。この振子では $\delta = 9.54 \cdot 10^{-6}$ 、且 τ は 0.001 秒の程度である事が確かめられたと云ふ。従つて

$$\Delta G = \pm 9.5 \cdot 10^{-9} \text{ 秒/秒}$$

Göttingen に於ける 2 臺の Schuler 時計⁽²⁾に就いて發表された運行の精度は次の通りである⁽³⁾。即ち時計相互比較及び Potsdam の天文觀測との相對歩度の精度は (單位 0.001 秒)

$$\epsilon_{I+II} = \pm 7.14, \epsilon_{I+a} = \pm 6.08, \epsilon_{II+a} = \pm 5.20$$

$$\text{これより } \epsilon_I = \pm 5.5, \epsilon_{II} = \pm 4.5, \epsilon_a = \pm 2.6$$

ϵ_a は天體觀測及び Göttingen の記録裝置の誤差

(1) M. Schuler, H. Gockel: Zs. f. Phys., **109**, 433 (1938).

(2) SI は一日に 0'.0033 の割合で振幅減じ、SII は 0'.0046 の割合で同様に減ずる。これは共に磁石に依る動力の不整に依ると云ふ。SI は單獨運轉, SI は Riefler を子時計とし、何れも振幅自記記録によりその變化の影響を減去する。

(3) M. Schuler, H. Gockel: Zs. f. Phys., **109** 前出。
H. Gockel: Zs. f. Geophys., **14**, 97 (1938); M. Schuler: Ann. Franç. Chrono., **8**, 23, 287 (1938).

から成つてゐる。この結果より見るに Schuler の最初望んでゐた程にこの時計の精度は高くなく、Shortt より劣り、Riefler には僅かに優る程度であらうと思はれる。何れにしてもそれが knife edge 支持である點、又極小振子なる特種性ある爲めに却つて地震等の影響が大きくなる點が多くの人に依つて指摘され⁽¹⁾、Göttingen 以外には使用されてゐない。

(5) 水晶時計 水晶の壓電氣性を利用した高周波發振器は無線工學の發達に伴ひ飛躍的發展を遂げ、こゝ近々 10 年の間に從來の振子時計を遙かに凌駕する素晴らしい優秀性を持つた天文時計として登場した。これに依つて始めて我々は地球自轉の不規則性を時計の上に刻々追求し得る望みを持つ事が出来る様になつたのである。尤も今日の狀態では未だこの時計の改良、研究と云ふ一種の過渡期に屬してゐると見るのが妥當であつて、近い將來に多大の期待を懸ける所以である。

水晶時計の如き電氣振動を基礎とするものゝ優れてゐる點を挙げれば、振動數を任意に遞増又は遞減する事が容易である事、唸り受信法にて直接受信比較が出来る事、且最も重要な點として重力に全く無關係である事等が考へられる。又その缺點としては振子程永續しない事が最大のものである。ドイツのその様に數ヶ月連續運轉して然も高精度を保持すると云ふ様なのはむしろ極端な例外に屬すると云つてもいい。これは同期電動機の連續運轉の問題と振動そのものゝ安定性と云ふ二つの問題に歸着する。前者は工作上の問題で割に簡単に解決が着くであらうが、後者は中々簡単な問題ではない。第二の缺點として温度の影響が一般に振子時計のそれより遙かに著大である事が挙げられる⁽²⁾。

(1) A. Repsold: A. N., **247**, 201 (1932);
H. C. Freiesleben: A. N., **246**, 359 (1932);
E. C. Atkinson: Zs. f. Phys., **111**, 133 (1938);
Ann. Fran. Chrono., **9**, 65 (1939).

(2) 水晶時計の一般の性質に關しては橋元氏: 天文月報, **32**, 9 (1939) に詳しく述べられてある。尙この外には, G. A. Tomlinson: Obs., **57**, 189 (1934); A. Scheibe: Erg. Ex. Naturw., **15**, 262 (1936); P. Ditscheim: Ann. Chrono., **6**, 221 (1936) 等がある。

水晶發振器の振動は外部より強制された電氣振動で保たれ従つて純粹の彈性振動ではない。こゝに於て回路の狀態變化に伴つて振動に變化が起る。これがその安定性を害する原因となる。Essenに依れば回路の各要素の10%の増加に對して振動數の變化量は次の通りである⁽¹⁾。

10% 増加	振動數變化(10 ⁻⁸ 單位)
陽極電壓	+1
織條電壓	+3
水晶電極間の傳導度	-4
共振回路の L, C の價	+6
織條—格子間の容量	-200
格子—陽極間の容量	-200

又水晶を叩いたり、振つたりした時の變化は10乃至20・10⁻⁸。これらの値は勿論各發振器に依つて異なるものではあるが、大體の傾向を窺ふ事は出來よう。

水晶片をその結晶から切取る方法は非常に區々で、又その形も亦米國式、英國式の如き環狀のもの、ドイツ式、日本の各研究所のその如き棒狀のもの等の差異がある。その振動數を表はす式も従つて一定ではなく、一般に云へば、その水晶片の大きさ(長さ、厚み等)、密度、彈性係數等の函數となつて表はされる。それ等の恒數の溫度變化、長年變化が亦従つて振動の安定性に影響を及ぼす。

Marrisonの製作した米國式のもの時計としては最も早く成功した⁽²⁾。外徑75耗の環狀のもので10萬サイクルの振動を採る。その内1個Bell電話研究所の時計とLoomisの3個のShorttとの比較からBrown, Brownerが解析を行つて、重要な結果を得た事は前章に述べた通りである。

伯林のPhys. Tech. Reichsanstaltで製作されたものは現在の所、最も成績がよいものゝ一つである⁽³⁾。切口11.4耗平方、長さ91耗の棒狀水晶を用ひ6萬サイクルを採つてゐる。

溫度係數は一日歩度にして0°.4/1°Cで、±0.001秒迄一定を保たしめる爲めに±0.002°Cの範圍内にて恒溫を保持せしめる必要があり、その爲めに水銀接點の2重の自動溫度調節裝置を持つた11層より成る保持箱の中に水晶を納めてゐる。

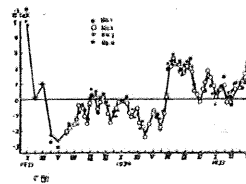
1個の時計の歩度の精度は±0.0013秒、又その加速度 a の大きさは0.00002~0.00009秒の間にある。

ほゞ同型の4個の水晶時計に就いて、それぞれNauenの報時に依つて決められた30日間の時計面から平均歩度 $\bar{g}$ を決め、その30日系列の中央の日附の歩度とする。 n 番目系列に對する平均歩度は

$$\bar{g}_n = \bar{g}_0 + a \cdot n$$

最小自乗法で $\bar{g}_0, a$ が決まる。斯うして決めた $\bar{g}_n$ 及び個々の系列で決めた $\bar{g}$ の差は4個の時計同士では大體0.001秒以下の程度で一致し、その平均は第22圖に示す様に大體1年を週期とする變化が現はれる。Scheibe等はこれを以て地球自轉速

第22圖



度の不整に依るものと説明した⁽¹⁾。即ち毎年VII月頃に大きな不整が生じ、その量は一日歩度0.004秒に達する。

Potsdamの測地學研究所の2個の水晶時計は上記P. T. R.で製作したもので全く同型である。この時計の精度を表はすのにPavel等は變つた方法を探つてゐるので次に概略を記すと⁽²⁾、 t 日に於ける時計面 u_t は

$$u_t = u_0 + gt + at^2$$

で表はされる。この時 u_t に對する誤差(受信誤差、記録誤差等) r_t, g に對する誤差 δ_t とすれば、 v 日に於ける報時受信の眞の時刻 S_v はその時の時計面 A_v に對し次の様になる。

$$S_v = A_v + u_0 + gv + av^2 + r_v + \delta_1 + \dots + \delta_v$$

今 $v=0, l, m, l+m$ を取り

$$F = (m-l)(A_{l+m} - A_0 - A'_{l+m} - A'_0) - (m+l)(A_m - A_l - A'_m - A'_l)$$

(1) A. Scheibe, U. Adelsberger: Phy. Zs., 37, 185 (1936).

(2) F. Pavel, W. Uhink: A. N., 257, 365 (1935).

(1) L. Essen: Proc. Phys. S., 50, 413 (1938).

(2) W. A. Marrison: Proc. N. A. Sc. Am., 16, 496 (1930); Zs. Instr., 51, 107 (1931).

(3) A. Scheibe, U. Adelsberger: Zs. Phys., 46, 607 (1928); Phy. Zs., 33, 835 (1932); Erg. Ex. Naturw., 15, 262 (1936).

なる函数 F を考へる時、それは誤差が無ければ零となるべき量である(A' は第2の時計の時刻を表はす)。

r, δ を偶然誤差と考へれば

$$F_{l,m} = 8r^2(l^2 + m^2) + 4\delta^2l(m^2 - l^2)$$

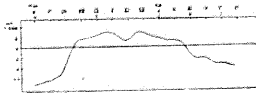
l, m の多くの組合せより r, δ が決定出来る。三ヶ所の受信より決めた結果は

$$r = \pm 0^{\circ}.00120, \quad \delta = \pm 0^{\circ}.00085$$

同様の事を Paris の2個の振子時計 Leroy に適應すれば $\delta = \pm 0^{\circ}.00220$ となつた。

天體觀測より時計の運行を決めるには約2ヶ月間 20 乃至 25 回の觀測系列より平均歩度を求め、それを以てこの系列中の特定の1日の歩度を代表せしめる。新しい觀測が出来れば、最も古い觀測する順次捨てて同様に解いて行く。斯うして決めた5日目毎の歩度の値と、全期間(1934年V月~1935年VI月)歩度が一次的の變化をするとの假定で決めた値との差を圖示すると第23圖となる。

第 23 圖



この曲線は觀測、從つて地球自轉の不整を現はすものと説明してゐる。先の Scheibe

等の結果と比較すると VII 月に於ける飛躍的變化の點はよく一致してゐる。

英國では最初 Dye が製作し、後 Essen が改良した。これは環狀の水晶を用ひてゐる⁽¹⁾。その外徑約100 耗、内徑75 耗、10 萬サイクルの振動を取出す。1 個は溫度調節を行はず、唯溫度變化から守る爲めに乾いた空氣を封入した金屬箱に納め、他の1 個は石英硝子の容器に入れて、 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 以内に調節してゐる。その精度は 三ヶ所の報時より決めた平均歩度より見て大體 0.001 秒程度に迄至つてゐる。

佛蘭西にても製作され目下試験が行はれてゐる。

我國にては獨自の研究が各方面で盛んに進められ、優秀な製品が實現してゐるが、これに就いては橋元先生の論文に詳しく述べられてゐる故にここでは割愛する事にする。

尙以上の他にも種類の違つた精度の高い時計の研究が各所で行はれてゐる。Inval 又は elinval 製の音叉を利用する時計は古くから作られてゐるが、これは溫度係數が大きく、恒温層を得るのに苦心が要る。この種の時計では極めて精度高いものもあるが、むしろそれは例外で一般には最高 0.02 秒乃至 0.03 秒程度迄である。

Seares 及び Tomlinson の elinvar の棒の縦振動を利用するものは⁽¹⁾、棒の一端に加へた電氣振動に依つて持續せられるものであるが、これは短期間には 0.001 秒迄の精度を持つと云はれる。唯永續せしむる事が困難な様である。

第 3 章 地球自轉速度の變動

地球の運動は、惑星の作用に依り、又その形狀の球でない爲めの影響等に依つて決して一樣なものではなく、可成り複雑な種類のものである。併しこれ等はすべて天體力學上から必要な程度以上に詳細に解析する事が出来る故こゝでは問題外とする。こゝに述べんとするものは以上のものとは種類の違つた原因に依る自轉運動の不整、即ち潮汐摩擦に依る自轉の遅れと原因のよく分つてゐない不規則的變動の2種に就いてである。これ等は共に最初月及び惑星の運動に於ける不整として發見され、その原因が追求された結果地球の自轉の不整に歸結されたものである⁽²⁾。

(1) 研究の歴史 17 世紀の末葉 Halley は古代日食を調べて月の平均黃經に長年加速の存在する事を發見した。 L を平均黃經とする時

$$L = L_0 + n_0 T + \sigma T^2, \quad \sigma = 10'', \quad T = 100 \text{ 年單位}$$

σ を長年加速の係數とする。後に 18 世紀の中頃 Dunthorne が再び古い食を調べてこれを確認した。その原因の一部に就いては Laplace (1787), Adams (1853) に依つて理論的に證據づけられた。即ち各惑星の作用に依つて地球軌道の離心率に長年變化が生じ、それが惹いて月の平均運動に加速を與へる事が示めされた。残る部分に就いて

(1) G. A. Tomlinson: Obs., 57, (187) 1934 前出。

(2) この問題の概要は天文月報, 33, 21 (1940) の拙文に述べてある。又 M. D. Belorizky: B. A., 9, 149 (1933), Meyermann: Erg. Ex. Naturw., 7, (1928) に詳細が記載されてゐる。

S. Jones が英國時計學會で行つた講演はよくこの問題の全貌を傳へてゐる。H. J., 81, 115 (1939)。

(1) L. Essen: Proc. Phys. Soc., 50 前出; Occasional Note, 1, (1938)。

は近年に至り G. Darwin, Taylor, Jeffreys 等に依つて潮汐摩擦に起因する事が明らかとなつた。

潮汐は海底、狭灣、海峡等に於て摩擦を受けエネルギーの減少となる。これは惹いて地球自轉速度の減少となり、又同時に月、太陽の地球よりの距離の増大となつて現はれる。

Hansen は 19 世紀の中頃、月の運行表を作つたが、その際長年加速以外に月の運動に週期項の存在する事を發見した。その週期約 250 年、振幅約 15" である。この所謂 fluctuation は Newcomb に依つて詳しく調べられ、Brown, Fotheringham 等の検討があり、最近には de Sitter, Jones 等に依つて太陽、惑星の運動にも月のそれに相當する項の存在が確認された。これに依つて fluctuation も亦地球自轉の不規則性に歸せられる事になつた。但しこの不規則性の原因に至つては未だ定説が無い。

實際に時の基準としての自轉運動を考へる時、潮汐摩擦に依る遅れは極めて小さく先づ問題とするには當らない。併し乍らその不規則性變化に至つては決して無視出来ない量に達してゐる。

(2) 平均運動の長年加速 從來決められた月の平均黄經に於ける長年加速の大きさ及び週期項を列擧すれば次の通りである (元期 1800.0 年)

σ	週 期 項
Hansen ⁽¹⁾	
+13".30	+21".47 sin (150°T+136°.2)
Newcomb ⁽²⁾	
+9.51	+12.95 sin (130°T+100°.6)
Brown ⁽³⁾	
+7.12	+10.71 sin (140°T+100°.7)

(1) Table de la lune (1857), Mondtafel (1862).

(2) Hansen 表と Ptolemy の Almagest 中の月食、アラビアの月食、Gassendi-Bouillaud (1621-52), Hevelius (1639-83) の觀測の比較、後に 1908 年迄の子午環觀測を入れて改正を行つた。Wash. Obs., **22**, (1875); Ast. Paper, **9**, (1912); M. N., **69**, 164 (1909) 等。

(3) 近代の觀測と Newcomb との比較。Table of the Moon; A. J., **34**, 52 (1922); Trans. Yale, **3**, 209 (1926); M. N., **93**, 603 (1933); P. A. S. P., **44**, 21 (1932). 潮汐摩擦を無視し理論値のみを採用す。

Fotheringham⁽¹⁾

$$+11.91 + 13.60 \sin (139^\circ T + 104^\circ.2)$$

Schoch⁽²⁾ +12.20

自轉速度に遅れがあれば月のみに限らず太陽、他の惑星の平均運動にもそれは當然現はる可きである。然かもその量はその天體の平均運動に比例する筈である。de Sitter は Fotheringham と Schoch の結果を組合はせて月の長年加速 (理論値 7".12 以外の量として) 5".22±0".30 を得た。これが現在最もよい値であるとされてゐる。又太陽に對し +1".80±0.16 (1900.0年), 水星に對し +6".43, 金星に對し +2".53 となつた⁽³⁾。この結果月の長年加速に對應するものが他の天體に見出されて、それが地球自轉の遅れに原因する事がこゝに確認された譯である。

最近に Jones は割に新しい材料から決定してゐる⁽⁴⁾。これでは月の加速としては 5".22 を採用し、太陽、水星、金星に對しそれぞれ 1".23, 5".10, 2".01 を得てゐる。この結果は全く平均運動の比となつて完全に自轉の遅れに依る事が示めされた。且又過去 2000 年の平均である de Sitter の値よりも小さく出た事は最近 250 年間の平均の潮汐の影響が減少してゐる事を示めすものと云はれる。

以上の如くして決められた自轉の遅れを時間に換算するとそれは極めて小さいもので、大體 100

(1) Brown 表と古代の食との比較。M. N., **69**, 26 (1909); **75**, 395 (1914); **80**, 289 (1920); **81**, 104 (1921) 等。

(2) バビロンの月食と Fotheringham との比較。

(3) W. de Sitter: B. A. N., **4**, 21 (1927). 計算の基礎は太陽に對しては月と同様。

水星に對しては 1677-1934 の太陽面經過觀測, Innes: Union Obs. Cir., No. 65 (1925).

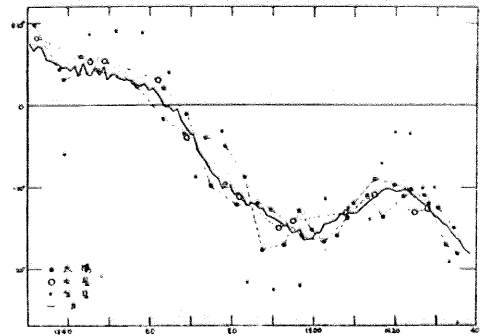
金星に對しては 1836-1923 の子午環觀測 M. N., **87**, 4 (1926).

太陽の平均運動に對する水星、金星のその比は 4.15, 1.63. 上の値はこれに全く比例はしてゐないが de Sitter は月の運動に於ける他の要素の變化をも考慮に入れれば大きな違ひでは無くなると云つてゐる。

(4) S. Jones: M. N., **99**, 541 (1936). 基礎は太陽に對しては 1761-1935 の子午環觀測。M. N., **87** 前出, A. J., **47**, 193 (1939).

他はほど de Sitter と同様、唯新しいものを多く用ひてゐる。

第 24 圖

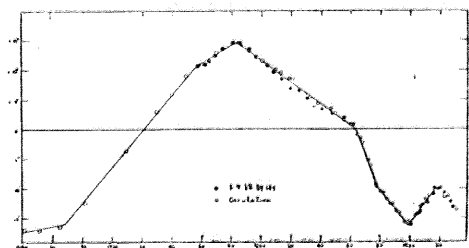


以上の如き経緯を経た後、この fluctuation も亦全く地球の自轉速度の不整に歸せられる事が明白となつたが、然らば如何なる作用に依つて斯の如き不整が生ずるか云ふ點になると未だ確答は與へられてゐない。地球の慣性能率の變化である事は先づ疑ひない。それには地球の形狀の變化と大きさの變化が考へられる。即ち地球半径の伸縮、或ひは内部物質の移動等が舉げられるであらう。これに就いては今迄多くの推論が提出されてゐるけれども、何れも確實性は乏しいものである⁽¹⁾。

de Sitter は過去 300 年間の fluctuation に對して、これを平滑曲線で結ばず、屈折直線で結ぶ時一層觀測に一致する事を指摘した。週期項として表はす事は事實一種の便宜的方法に過ぎないと云ふ譯である。この考へが正しいとすれば自轉速度はその各屈折點に於て急激に變はつた事を意味する(第 25 圖)。

今この各直線區間に相當する月の平均一日運動(47435'')に對する偏差 Δn 、並びに一日の平均の長さ 86400 秒に對する補正 $\Delta \tau$ を表にすれば

第 25 圖



(1) 前記 Meyermann の著に各種の提説が紹介されてゐる。

年間に一日の長さが 0.0005 秒丈け延びると云ふ事を意味する。非常に長年月の間の比較には兎に角、實際問題としては時計の動きの上に何等關係は及ぼさないと云つてもいい。唯月其他の天體の觀測にのみ考慮する必要があるのである。

(3) 不規則變化 月の平均黃經に於ける週期約 250 年の週期項、所謂 fluctuation は古くより多くの人々に依つて検討され、これも亦地球自轉速度の不整に歸せられた。殊に近年に至りこれに相當する項が太陽、他の惑星に見出された事に依つてこの事實は裏書されたのである。尤もこの週期項の大きさは前節に列舉した様に、人に依つて可成り違つた結果が出てゐる。これも割に新しい de Sitter, Jones の値が最も信用し得るものと考へられてゐる。

Newcomb の表に對する平均黃經の補正を ΔL_i とすれば

$$\Delta L_i = a_i + b_i T + c_i T^2 + Q \frac{n_i}{n} B$$

$i=0, 1, 2$ でそれぞれ太陽、水星、金星を表はす。 B は月に於ける fluctuation, n, n_i は月及び i 天體の平均運動である。

先づ第一に B の決定である。de Sitter⁽¹⁾に依れば

$$B = 14''.42 (\pm 0''.02) \sin(140^\circ.0 T + 240^\circ.0)$$

太陽に對しては $Q = 1.31 \pm 0.13$

水星に對しては $Q = 1.19$

金星に對しては $Q = 1.27$

平均して $Q = 1.25$ を得た。即ち fluctuation が平均運動に比例せず 1.25 なる係數を持つ。この説明は困難である。處が後に Jones が新しい材料のみを以て求めた結果はこの難點を解決する事になつた⁽²⁾。

その結果は太陽に對し $Q = 1.062 \pm 0.033$ となり、又水星、金星共に $Q = 1$ にてよく表はされる事となつた(第 24 圖)。

(1) W. de Sitter: B. A. N., 4 前出。1600-1835 の掩蔽の結果、及び其後 1926 年迄の Greenwich の子午環觀測から。

太陽に對しては 1767-1926 の子午環觀測から。

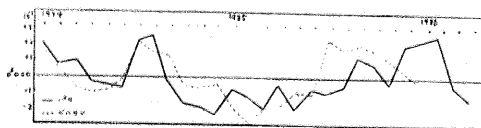
(2) S. Jones: M. N., 99 前出。月に對しては子午環觀測を全然捨てて掩蔽觀測のみを採る。Cape Ann., 13, 30 (1926)。

次の様になる。

	Δn	$\Delta \tau$
1630—1667	+0".00013	+0".00023
1667—1758	+ 73	+ 134
1758—1784	+ 41	+ 75
1784—1864	— 50	— 91
1864—1876	— 196	— 357
1876—1897	— 102	— 186
1897—1917	+ 84	+ 153
1917—	—	— 186

前節に於て獨逸の水晶時計に依つて大體一年を週期とする自轉速度の變動が見出された事を述べたが、これは水晶時計に限らず振子時計にても同様の事實が見られる。例へば Paris の中央局の時計の運行より得られた結果は第 26 圖となり⁽¹⁾、獨逸のそれに比較して完全に一致してはゐないが 1934 年 VII 月に急變があつた事はよく現はれてゐる。

第 26 圖



又 Washington の振子時計の運行にも同様の事實が證明せられ⁽²⁾、Berlin, Paris, Washington 3 者の平均歩度の補正は

$$a = 0''.00112 \sin(t + 3^\circ.2) + 0''.00048 \sin 2(t + 2^\circ.0)$$

t : 15 日單位 (係數の平分誤差 $\pm 0''.00013$).

で表はされた。

又その積算された結果としての地球自轉の平均値に對する補正は

$$b = -0''.06591 \sin(t - 1^\circ.8) + 0''.01476 \sin 2t$$

VII 月には平均に對し 0.0727 秒の遅れとなり、X 月には逆に 0.0577 秒のすゝみとなつてゐる。これを赤道に於ける距離に換算すれば、それぞれ 33.7 米及び 26.8 米の差を意味する。

(1) N. Stoyko: C. R., 203, 39 (1936).

(2) " C. R., 205, 79 (1937).

時の基準として、自然界に存する最も高精度の時計として地球の自轉運動が採擇されて來たが、今や時計の精度の向上した結果、逆に自轉の不規則が檢出される事態に立ち至つた。唯現在我々が有する最もよき時計の最も吟味された状態に於ける運行の精度が、自轉の不規則性とほぼ同じ程度であつて、問題はむしろ今後に残されてゐる。時計の研究はその實用上の必要に刺戟されて日に月に進んでゐる。殊に水晶時計の發展は目醒しいものがある。やがて近い將來に於いては時計の運行を追跡する上に、自轉の不規則性は重要な一つの要素として取上げなければならなくなるであらう。一方には一つの基準として子午環に依る月の觀測が必要である。但しそれには精度に於て格段の向上が望ましいのである。

結 び

以上で大體時刻測定の觀測並びに保時に関する概要を述べて來たが、この廣汎な問題に對して筆者非才にして多くの重要な事項の逸脱を懼れるものである。

終りに觀測並びに保時の關係に就いて一言すれば、現在に於いてもすでに天文時計に依る保時の精度は遙かに觀測のそれを凌駕してゐる有様である。然かも時計の研究の進歩は止まる處を知らぬ状態であるに反して、觀測の方法に至つては實に數十年、或ひは數百年來の舊態依然たるものがある。この間重要な改革が施された事は勿論二三には止まらない。併し乍らその結果は依然として満足する事が出來ないのである。保時の上に觀測は不可分の重要な要素である。従つて現在の状態は云はゞ甚だしい跛行的状態である。

寫眞を利用する法、光電管を利用する法等はこの目的に一つの指針を與へるものと云ふ事は出來るであらう。併し現在の儘ではまだ不十分である。

觀測精度の劃期的向上。これこそ我々の最も緊急な研究目標であらうと信ずる次第である。

(東京天文臺、天文學文獻抄第九冊別刷)

宇宙線の源泉について (I)

島村 福太郎

曩に日本天文學會の昭和 15 年度秋季例會に於いて行つた講演の要旨を骨子として本稿を草しました。問題の性質上とは云へ、内容が聴説の羅列に止つたことは筆者の痛く恐縮するところであります。

1. 序 説

T. 宇宙線に関する種々な特性が研究されて物理学の上で重要な役割を果してゐることを聞き及んでゐますが、若しその宇宙線がその名の示す如く果して宇宙に彌漫してゐるものであるならば、天文学との交渉も浅くないと思はれます。それで、宇宙線が地球の外界から飛來するといふ定説についてはどのような観測的事實があるのでしょうか。

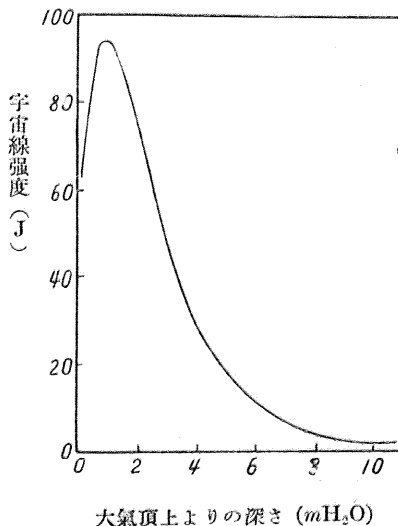
U. それについては先づ宇宙線の発見當初の事情を想起すれば宜しいと思ひます。當時、金箔検電器を附けた電離函を大氣の中に放置しておきますと、それが絶縁されてゐるにも拘らず自然に放電して行く現象が知られてをりました。之の原因として、地殻中の放射性物質が發射する輻射線が恐らく作用してゐるのではあるまいかと考へられてゐたのですが、之を検べるために決定的な測定を行つたのは Hess であります。氏は 1911 年と翌年との兩度に亘り電離函を氣球に載せて約 5 杆の上空に達しました。この高度に於ける自然放電の割合は地表に於ける夫れの 9 倍に迄増加してゐることを確め得て、問題の輻射線は地殻から來るものではなく、寧ろ天上から降つてゐるものであるといふ見當を附けた次第です。

T. それでは更に 5 杆以上の上層大氣中から發射されてゐると考へる餘地もあるではありませんか。

U. しかしその後この種の観測は多くの人々に依つて屢々繰返されて、非常な上層に到る迄の高度に對する分布が明らかになりました。Piccard 教授等は數回に亘り成層圏を衝いて 16 杆の高處に

到達しましたが、この研究のため遂に遭難された記事はよく知られてゐます。また米國の研究者の中には 22 杆迄上昇した者も居りますし、其の外、觀測者は搭乗せずに自記測定器だけを氣球に搭載する方法や、無線探測の方法やに依つて私達の知識は 40 杆近くの高さまで確實になりました。第 1 圖を御覽下さい。之は宇宙線強度の高度分布の一例として、印度の Madras に於ける Bowen, Millikan, Neher 三氏觀測結果を示したものです。縦軸には強度を J の單位で表してあります。1J といふのは電離作用により標準状態の空氣 1 立方糎内に毎秒 1 イオン對を作る輻射線の強度を云ひます。また横軸には高度を杆で表す代りに大氣頂上からの深さを水深に換算したものを米で表してあります。10 mH₂O はほぼ 1 氣壓に等しく、高度でいつて丁度地表に相當致します。

第 1 圖 宇宙線の高度分布



T. 此の圖で見ますと地表から高く行く程宇宙線は次第に強くなり、 $1mH_2O$ に相當する高處で極大に達して、それ以上の高度では強度は却つて減つてゐるのが判ります。此の極大の個處に源泉が存在すると解釋してはいけなひのでせうか。

U. 宇宙線のやうなエネルギーの高い輻射線を發生する源泉が、地表には見當らなくて上層大氣中には存在すると考へるのは聊か無理がゆくと思ひます。寧ろ大氣外から來ると解釋すべき理由を與へる別種の現象が觀測されてゐます。それは宇宙線の緯度效果と呼ばれてゐるものです。宇宙線計を汽船に載せて南北兩半球に亘る緯度分布を觀測した結果に依りますと、地磁氣赤道の地方で宇宙線の強度は極小を示し、南北高緯度に向つて次第に増して 50 度の地方では約 14% 強くなつて居り、それより兩極に向つて不變であることが判りました。此の現象の説明には、北極光の理論で御存知の Störmer の説を藉れば良いのです。

T. さうしますと、帶電粒子が遠方から飛んで來て地球の磁場のために影響を受けるといふ見解を探るのですね。

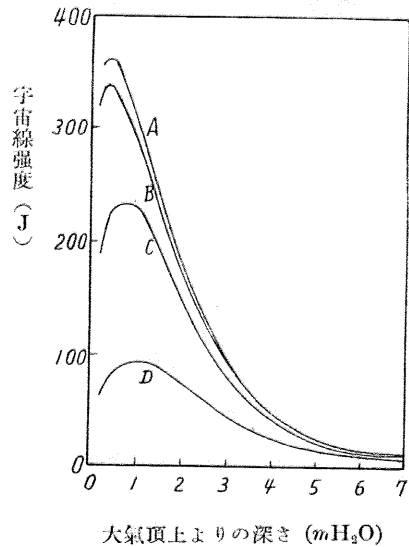
U. さうです。つまり赤道地方ではその進路は曲げられ易く餘程エネルギーの高いものでない限りは大氣の外で追返されて仕舞ひますし、兩極地方では比較的エネルギーの小さいものまでが地表に到達し得るから、極地の宇宙線強度は赤道の夫れより大きい譯なのです。此の説は Lemaitre と Vallarta 兩氏によつて敷衍されましたが、之等の説に従ひますと二つの重要な事柄を導くことが出來ます。第一に、宇宙線の中で緯度效果を示す 14% といふ部分は少くとも帶電粒子でなければなりません。若し γ 線の様な電磁波であるならば、地磁氣の作用は受けない筈です。第二に、夫等の帶電粒子は地球大氣外の遠方から飛來したものでなければなりません。若し大氣中の源泉から發射したものであるならば、地表迄の進路の距離が短か過ぎて殆ど地磁氣の作用を受ける筈がない筈です。

T. では緯度效果に與らない残りの 86% に就いてはどう判斷するのでせうか。

U. 今申した通り地磁氣の作用を受けないもの

としては電磁波か、大氣中に發生した帶電粒子かが考へられます。それから又假令遠方から來た帶電粒子であつても、それが非常にエネルギーの高い電子である場合には、矢張り地磁氣は其の運動に影響する事が出來ません。之等三つの場合の何れであるかを判斷するためには、更に觀測を擴張しなければなりません。そこで Bowen, Millikan 及び Neher の三氏は協同して、高度分布の緯度效果といふ廣汎な觀測を遂行しました。第2圖は

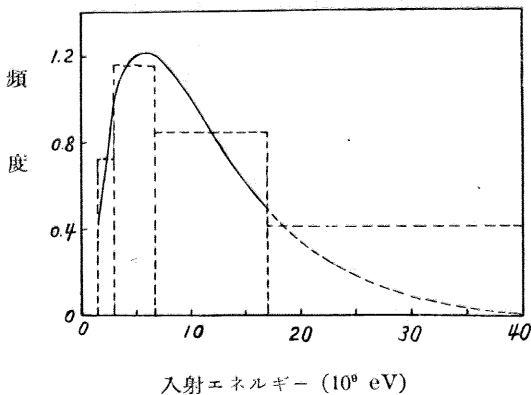
第2圖 高度分布の緯度效果



その結果を纏めて示したもので、曲線 D は前にも掲げた印度の Madras に於る高度分布です。其處は地磁氣緯度が北緯 3 度に當つてゐます。また曲線 C は米國 Texas 州 San Antonio 北緯 38 度、曲線 B は米國 Nebraska 州 Omaha 北緯 51 度、曲線 A は加奈陀 Saskatoon 北緯 60 度に於る高度分布です。圖から明らかな様に緯度效果は海面上よりも上空に於いて殊に著しいのですから、宇宙線の大部分が入射粒子であることが判ります。興味深いことには、第2圖を分析してみますと之等入射粒子のエネルギー分布が出て來るのです。先づ曲線 D についてみるならば、此の曲線によつて圍まれた面積は此の地點に入射する宇宙線に依り上空から地表までの空間内に生じたイオンの總數を表はします。入射宇宙線の一部が電磁波即ち光子で、他が帶電粒子例へば電子から成立つてゐると考へると、之等の電子は北緯 3 度の處では 17

$\times 10^9$ eV 以上の入射エネルギーを有つたものでなければなりません. 同様に曲線 C, B, A の面積は夫々 6.7×10^9 eV 以上, 2.9×10^9 eV 以上, 1.4×10^9 eV 以上の電子並びに共通成分たる光子とに依る電離の総量を表します. ですから曲線 A と B とで挟まれた面積は入射エネルギー 1.4 乃至 2.9×10^9 eV の範囲の電子だけに依つて作られたイオンの総数を表します. そこでイオン 1 箇についてのエネルギー 32 eV に此の総数を掛けると, 1.4 乃至 2.9×10^9 eV の範囲の入射電子に依つて運び込まれたエネルギー總和が求まります. 此のエネルギー總和を更めて第 3 圖に A—B なる矩

第 3 圖 入射宇宙線のエネルギー分布



形で表はすことに致しますと, 底邊には入射エネルギーの範囲を採つてありますから, 従つて高さは此の範囲の電子の平均箇数を示すこととなります. 同様の手続きを行つて他の矩形 B—C, C—D 及び D を描きます. D の中の半分を光子による寄與と見積つて, 之等の矩形群をなだらかな曲線で近似させると入射電子のエネルギー分布が得られます. 此の結果宇宙線のエネルギーの内約 5 分の 4 が電子として約 5 分の 1 が光子として入射してゐることが判りました.

T. 先程問題にした第 1 圖の極大はどう説明されるのですか, 電子や光子が大氣に入射しても始めの中は吸収されず却つて強度を増すといふことは不思議に思ひます.

U. これは宇宙線のやうなエネルギーの高い電子や光子に於てのみ起る現象であることが宇宙線シャワーの理論に依つて明らかにされました. 宇宙線シャワーといふのは Wilson 霧函による観測

に於て発見されたもので, 1 箇の高勢力電子が鉛等の吸収體に突入すると其の點から數箇乃至數十箇の陰陽電子を發射して恰も浴泉のシャワーのやうな有様を呈します. 之を説明するために Bhabha と Heitler 並びに Carlson と Oppenheimer は量子力學を使つて研究を行ひました. 非常にエネルギーの高い 1 箇の入射電子が原子に衝突するとその度毎に原子の電場に依つて僅か乍ら曲り, 同時にエネルギーの約半分づつを光子として放出して行きます. 放出された各光子は十分高勢力を賦へられてゐますから之等が原子と衝突する度毎に陰陽電子一對づつを創生し, その一つ一つが夫夫入射電子と同様な行動を執ります. 此の様に鼠算的に殖えて最後には電子と光子とが多數混合し飽和した輻射線に發展すると云ふのが宇宙線シャワーの理論の要旨でありまして, 此の現象を倍加過程と呼びます. 入射の宇宙線が光子であつても過程は一段ずれるだけで, 矢張り倍加過程が展開します. 倍加過程によつて飽和すると, 個々の電子は非常に細分されたエネルギーしか有ちませんから, 其の後は電離過程に依つて急激に吸収されて行きます. 第 1 圖に現れた極大はつまりこの飽和の頂天と見るべきものでありませう.

2. 宇宙開闢論的考察

T. 宇宙線が所謂宇宙的な存在であることに就いての疑問が消えましたので, 宇宙線に對して一層深い興味を感じる次第です. ところで斯様に高勢力な電子や光子が地球外から入射する以上, 宇宙には之等を放出する放射性物質が豊富に存在すると見ることは出来ないでせうか. 宇宙線の發生機構の考察は星のエネルギー源泉の問題と關聯して關心を持たざるを得ないのです.

U. 地上で発見されてゐる放射性元素三族からの放射線はそのエネルギーが高々 10^7 eV 程度ですから, 到底宇宙線に匹敵し得ないものです. 此の意味で放射性元素の考へは成立たないのですが, 超放射性物質と云ふ物を假定して之が他の天體に存在すると想像されたこともありましたが, 何分にも實證の手掛りが無いのです.

T. 現在そういふ物質は觀測されてはゐませんが, 宇宙の進化の原始の時期に於て存在してゐたと考へても差支へ無いでせう.

U. Nernst や Lemaitre の考へが夫れです。Lemaitre に従へば、宇宙論は時間的に且つ空間的に大きな尺度の原子物理学であると云ふのです。即ち原始宇宙は夫自身一箇の原子核であつて、之が分裂によつて個々の恒星を生じ、各恒星も亦一つ一つが放射能を有つてゐて、それ等の壊變によつて放出されたものが宇宙線であると説いてゐます。

T. 元來 Lemaitre 宇宙と呼ばれてゐるものは相対性理論に基いた膨脹宇宙の一種であつて、その初期の状態に於いて 1.3×10^9 光年の半径と、 $3.3 \times 10^{-27} \text{ g. cm}^{-3}$ の平均密度とを有つた Einstein 宇宙から徐々に出發したものと解されてゐますが、只今の説とは聊か喰違つてゐるやうに思ひます。

U. 之に就いて Lemaitre の言を藉りれば、先づ始めに原子核としての宇宙があつて夫れに爆發的な分裂が起つて後に“灰と煙”としての宇宙が生じたと云ふのです。此の時呈する最初の相が Einstein 宇宙に相當すると見てよいでせう。つまり相對論的宇宙論は“灰と煙”としての宇宙だけを取扱つてゐることになります。

T. 星雲のスペクトルに現れる赤方偏倚は宇宙の膨脹に基因するとの考へ方がありますが、宇宙線にも之と似た影響が考へられませんか。

U. 例へば Laue は宇宙線が宇宙進化の或る時期に一齊に單色光として發射されたものと假定して、赤方偏倚を計算に入れると、觀測されるべきスペクトルは發射振動數を上限に有ち、その強度は觀測振動數の三乗に比例することを示して居ますが、之は全然第 3 圖とは一致しません。また Zwicky 並に Epstein は發射粒子のエネルギーが赤方偏倚の効果のために、假令空間吸収を度外視するとも、次第に弱められて遂に消滅すること、即ち飛程を有することを指摘してゐます。孰れにしても吾々の觀測してゐるものが原始宇宙から發射された宇宙線であるならば、夫れは少くとも現存の宇宙の半径以上の飛程を有たなければなりません。

T. 宇宙は時空的に球狀を呈し、有限且つ無終であると理解されてゐますが、その曲率は當然宇宙線の進路にも効いて來るでせう。

U. 宇宙線も亦光線と同様に球狀宇宙の大圓に沿つて進みます。ところで斯う云ふ問題があるのです。天體から發射される光線は大圓上を一は優弧に沿つて一は劣弧に沿つて吾々の處へ到來するのですから、吾々は同一の天體を天球上で反對方向に認める筈であるのに、實際にはその様な對は觀測されてゐないのは何故かと云ふのです。或る人は優弧に沿つて進む方は長時間を要するため未だ地球に到達してゐないのでであると答へました。Regener の見解では劣弧に沿つて來たものは光線で、優弧に沿つて來たものがとりもなほさず宇宙線なのです。つまり宇宙線と光線とは今日同時に地球に到達してゐるとは云へ、宇宙線は光線に比べて遙かに長い時間と空間とを通過し、從つて宇宙進化の初期即ち宇宙壊變の未だ旺んだつた時期の豊富なエネルギーを荷つてゐると云ふのです。

3. 原子核反應説

T. 宇宙線の成因を宇宙の進化と關聯づける諸説は確かに面白い試みだと思ひます。天文学の中でも別して宇宙開闢のことは模糊とした臆説の中に在るのですが、宇宙線の研究から曙光を掴めるやうになれば素晴らしいことです。然し宇宙線の發生機構に就いては先づ物理學的にもつと可能な考察が行はれなくてはならない筈だと思ひます。例へば近來星のエネルギー源泉に就いて von Weizsäcker, Gamow, Bethe 等が説いてゐると同様に宇宙線の發生も原子核の反應によるものとは考へられませんか。

U. Bethe 等の所説では、水素原子核からヘリウム原子核へと轉換されるのに可能な核反應の連鎖を見出し、その際の質量偏差、反應の確率の値と、星の内部の化學組成、密度、温度の値とを結び付けて、その星の全輻射量の觀測値を一應説明したやうに記憶してゐます。然し之より以前、水素原子核が他の元素の原子核に轉換することの考へを宇宙線の發生に關して思ひ付いたのは Millikan と Cameron でありました。兩氏は宇宙線の水による吸収を實驗して、その吸収曲線から質量吸収係數の異なる四つの成分を分析しました。當時は一般に宇宙線を超γ線であると思ひ込んでゐましたので、各成分は夫々エネルギーの異なる光子の

群であると致しました。そして之等光子は天體に於ける原子核轉換によつて發生したものであるとの見地の下に、天體スペクトル中に比較的多量に認められる水素、ヘリウム、酸素、珪素、鐵の 5 元素に目を付けて、水素原子核が他の 4 元素の原子核に轉換する時に發生するのが前述の 4 成分であると考へたのです。例へば水素原子核 4 個が何等かの反應の後結合し、1 個のヘリウム原子核が形成されるとすると、質量に缺損が生じて來ます。即ちヘリウム原子核の質量は水素原子核の 4 個分の質量をもはや保持してゐません。消去つた質量は Einstein の等式に據つてエネルギーへ轉形して仕舞ひます。之と同時に 1 箇の光子が新しく生れて、此のエネルギーを全部受繼ぐとすると、それは超 γ 線と見做することが出來ますから、Klein-仁科の式に據つてその質量吸收係数を計算することが出來ます。斯様にして得た理論値とさきに得た實驗値とを比べると、4 成分の中の最も軟い成分に相當することが判りました。他の原子核への轉換の場合も夫々の成分に相當することは第 1 表に纏めて掲げました。

第 1 表

反 應	發 生 エ ネ ル ギ ー 10 ⁹ eV	質 量 吸 收 係 數 10 ⁻³ cm ² g ⁻¹	
		(理 論)	(實 驗)
4 H → He	0.27	7.96	8.0
16 H → O	1.16	2.41	2.0
28 H → Si	2.16	1.42	1.0
56 H → Fe	5.00	0.75	0.28

此の表では種々の成分を理論的に説明し得たかの如く思はれましたけれども、然しここで問題になるのは第一に宇宙線の本質は超 γ 線ではなく帶電粒子であること、第二に上掲の核反應が實行されるか否かに就いては少くとも Bethe 等の勞作程の考察が必要なこと、第三に轉換の際のエネルギー全部を必ずしも 1 箇の光子が荷ふとは限らないこと、例へば中性微子や數箇の光子に分擔されること、第四に其の後の測定、例へば第 3 圖によると宇宙線のエネルギーは上掲の値より高いこと等の點であつて、之等の諸點から Millikan 等の説も破綻を來たさざるを得ないやうです。

もう一つ、原子核反應の考へを敷衍したと見做してよい考察が提唱されたことがありました。それは von Antropoff の説です。之も古い臆説の一つとなつて仕舞ひましたが、白色矮星の構成と宇宙線の發生とを關聯づけたところに異色があります。當時シリウス伴星のスペクトルの觀測に Adams が成功したことにより、白色矮星は 10⁴ 乃至 10⁶ g·cm⁻³ 程度の高密度を有することが確認されて間もなかつたのです。von Antropoff は此の高密度を説明するために、次の様に考へました。いま星の組成の大部分を占めてゐる水素分子が完全に電離して、陽子の群と電子の群とを生じるとします。二つの群の成員は極度に凝縮して相互間の距離が恰も原子核内に於ける距離と同じ程度に交互に密接し、ここにニュートリウム核と云ふ状態を呈します。その頃中性子は未だ發見されてゐなかつたのですから、ニュートリウムは中性素とでも呼ばれるべき概念でありませう。とにかくニュートリウム核は夫自身 1 箇の原子核であると同時に 1 箇の星であつて、夫故に此の星は高密度を有し得るし、また陽子群と電子群とが結合して 1 箇のニュートリウム核となる時發射されるべき結合エネルギーが即ち宇宙線に他ならないと云ふのです。原子核は陽子と電子とから成つてゐると思はれてゐた當時としては優秀な考へに違ひなかつたのですが、今日の核物理學の知識を以つてしては、此の説もそのままでは到底受容られません。

4. 質量輻射説

T. 原子核反應によつて生じるエネルギーが宇宙線のエネルギーを説明するのに不充分であるならば、陽子や電子そのものが輻射に轉換するといふ考へを持つて來ては如何でせう。天文に於ても Bethe 等の説が唱へられる迄は、此の考へは Jeans や Eddington に依つて眞剣に考へられてゐました。

U. 10⁹ eV 以上のエネルギーの發生機構として核構成過程だけでは確かに説明がつきませんので、物質消盡過程を考へなくてはならなくなりました。之は天文で謂ふところの質量輻射であつて、宇宙線についても先づ Jeans によつて最初に提唱されました。氏は Regener の觀測値、質量

吸収係数 $0.735 \times 10^{-3} \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 並に $0.205 \times 10^{-3} \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ なる二つの宇宙線成分を説明するために陽子と電子との同時消盡を考へたのです。即ち前者の場合1箇の陽子と1箇の電子とが衝突した機會に突如同時に消滅して、その代りに1箇の光子が新生すると考へるのです。此の際、Einstein の等式によつて、新生光子のエネルギーは陽子の質量と電子の質量との和に光速の二乗を掛けた値に相當する筈です。エネルギーが判ると Klein-仁科の式によつて質量吸収係数の理論値が出せます。同様に後者の成分は4箇の陽子と4箇の電子とから1箇の光子が発生した場合として説明をつけました。その結果は纏めて第2表に掲げた様

第 2 表

反 應	發 生 エ ネ ルギ- 10^9eV	質 量 吸 收 係 数 $10^{-3} \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$	
		理 論	實 驗
$p+e \rightarrow \gamma$	0.9	0.071	0.073
$4p+4e \rightarrow \gamma$	3.7	0.020	0.020

に、一應成功したやうに見えますが、此の説も物理學的にその根據を吟味されなければなりません。と云ふのは此の様な現象の存在は實驗的には全然認められてゐないからです。

T. 理論の方からはどうでせう。實驗室内では實證が得られないとしても、天体内のやうな高密度、高温度の物質状態の下では此の過程も許せると考へられないでせうか。

U. 何しろ實驗で認められてゐないのでから、従つて理論の方でも問題に昇らなかつたのでせう。若し此の過程の起る確率を計算して、それが温度と密度との遞増函数であつたなら、お言葉の通り、地球で起らなくとも他の天體に於て起ると推論することも出来ませうが、未だ此の計算は採り上げられてゐません。唯極く簡単な考察の下で原理的な吟味が行はれたに過ぎません。此の種の過程が行はれるに際して満足されるべき原理が先在することはよく識られてゐます。即ちエネルギー保存則、運動量保存則、荷電保存則、スピン保存則等です。そこで Jeans の提議した二つの過程は荷電保存則とスピン保存則とを満足しますが、エネルギー保存則と運動量保存則とを兩立さ

せることが出来ませんので、この見地から二つの反應はその儘の形では起り得ないと云ふことが出来ます。強ひて保存則を成立たせるためには、餘分の運動量を引受ける他の粒子が必要です。しかし反應に與る粒子の箇数が多くなる程夫等の粒子が一處へ出遇ふ機會が稀になりますから、反應の起る確率もずつと少くなる譯です。

T. 質量輻射は何も陽子と電子とに限らなくともいゝと思ひます。何か他の粒子の間で之が起つてはゐませんか。

U. 陽電子と陰電子との間に對消盡が起ります。之は Dirac の電子論の歸結として豫想されてゐたのですが、實驗室内でも明らかに確認出来た現象です。然し之に依つて放出されるエネルギーは高々 10^6eV ですから、現在知られてゐる宇宙線のエネルギーを説明するには不足です。寧ろ此の現象は可逆なところから、光子に依る陰陽電子の對創生と云ふ形式で、前に述べた宇宙線シャワーの理論に採入れられて成功を収めたのです。

ところで現在飽迄質量輻射説に希望を掛けてゐるのは Millikan です。氏の所説は非常に大膽であつて、各種元素の原子核が夫々何等かの反應で消盡して宇宙線のエネルギーを生じ、元素の組成に應じてそのエネルギー・スペクトルを形成するのだと云ふのです。例へば1箇の静止した炭素原子核に消盡過程が起ると、(炭素原子質量)×(光速)²= $12 \times (\text{水素原子質量}) \times (\text{光速})^2 = 12 \times (1.66 \times 10^{-24} \text{g}) \times (9 \times 10^{20} \text{cm}^2 \cdot \text{sec}^{-2}) = 12 \times (15 \times 10^{-4} \text{erg}) \approx 12 \times 10^9 \text{eV}$ 、と云ふエネルギーが生産されます。尙運動量保存則を考慮して、此の點から2箇の等しい粒子が発射されたとすると、1箇の粒子の荷ふエネルギーは約 $6 \times 10^9 \text{eV}$ に相當します。此の様な過程を各種の元素について考へると各粒子のエネルギーは第3表の様になります。

第 3 表

元 素	H	He	B	C	N	O	Al	Si
發射粒子の エネルギー 10^9eV	0.5	2	5.5	6	7	8	13.5	14

とゞ得られる發射エネルギーは第3圖の入射エネルギーに相當すると考へられますから、このエネ

ルギー分布圖から逆に天體に存在する元素の分量を知ることが出来ると云ふのです。然し各種の原子核がひとりでに消盡して仕舞ふことは現在の物理學では全然思ひも寄らないことです。結局此の説も Millikan の夢に終るかも知れないのです。

T. 若しも此の説の根據が證明されたとしたならば、天文學には新しい視界が拓けることでせう。然し第3圖を見ると水素やヘリウムから生じるべきエネルギーの部分が殆んど缺けてゐるのは變です。水素やヘリウムは天體中には最も多量に存在すると信ぜられてゐます。

U. 之は恐らく太陽磁場の影響ではないかと考へられてゐます。前にも述べました様に宇宙線の大部分は帶電粒子ですから、Millikan の説で原子核の消盡によつて發射されるものは光子ではなくて寧ろ電子であると見做さなければなりません。此の様な電子が太陽系に飛び込んで来ますと、正しく云ふならば、之等電子が四方八方に織交ふ空間を太陽が固有運動をして行くと、太陽の磁場によつてエネルギーの低い電子は太陽系外に彈出されて仕舞ひます。それ故低いエネルギーのものは地球に入射し得ないのです。

T. 太陽の磁場が果して大きな影響を齎すでせ

うか、疑問です。と云ふのは太陽光線のスペクトルに現はれる Zeeman 效果から推定すると、太陽磁場の強さは光球面からの高さ 250 km の處では 50 gauss 位、450 km の處では 10 gauss を呈します。此の様に外方へ向ふ程太陽磁場の強さは急激に減少して、その勾配は一樣に帶磁した球の示す夫れの約 7000 倍と謂はれてゐる位ですから、その廣がりはとても太陽系を蔽ふ程に達してゐないと豫想されます。

U. 天文にその様なデータが在る以上考へ直さなければならぬ譯ですが、強ひて附會すれば、太陽磁場は磁氣四極子と双極子とによる2成分から成るものとし、勾配の急激な四極子成分だけが太陽スペクトルに現れてゐて、双極子成分の方は顯著でなくとも廣範圍に擴つてゐると考へることも出来ませう。然し Epstein の計算したところによると、太陽表面で 25 gauss を呈する双極子磁場を假定しても、地球に入射し得る粒子の低エネルギーの部分はもつと多くなくてはならないと云ふ結果を得てゐます。それで太陽磁場による説明は未だ不明のまゝ残されてゐる次第です。ともあれ宇宙線と天文との兩方面に於て更に精密なデータを提供し合ふことが必要なのではないかと思ひます。(未完)

抄 録 及 資 料

無線報時修正値 東京無線電信所(船橋)を経て東京

天文臺より放送した今年 11 月中の報時修正値は次の通

1941 Nov.	11 ^h		21 ^h		1941 Nov.	11 ^h		21 ^h	
	學用報時	分報時	學用報時	分報時		學用報時	分報時	學用報時	分報時
1	^s - .022	- ^s .01	^s + .048	+ ^s .07	16	^s + .031	+ ^s .05	^s + .068	+ ^s .09
2	- .027	- .02	+ .009	+ .02	17	+ .069	+ .09	+ .056	+ .07
3	- .029	- .01	- .024	- .01	18	+ .060	+ .08	+ .049	+ .07
4	- .036	- .02	- .028	- .01	19	- .001	+ .01	+ .009	+ .03
5	- .052	- .04	- .029	- .02	20	+ .035	+ .05	+ .040	+ .06
6	+ .002	+ .01	+ .019	+ .03	21	+ .050	+ .08	+ .076	+ .10
7	+ .027	+ .04	+ .060	+ .05	22	+ .045	+ .07	+ .012	+ .02
8	+ .042	+ .06	+ .042	+ .06	23	+ .034	+ .05	+ .043	+ .05
9	+ .029	+ .04	+ .033	+ .04	24	+ .146	+ .19	+ .040	+ .06
10	+ .034	+ .05	+ .049	+ .06	25	+ .066	+ .08	+ .081	+ .10
11	+ .076	+ .09	+ .291	+ .31	26	+ .053	+ .06	+ .070	+ .08
12	+ .107	+ .12	- .009	.00	27	- .107	+ .01	- .025	- .01
13	- .010	.00	- .032	- .02	28	- .036	- .02	- .039	- .02
14	- .023	.00	- .026	- .01	29	- .061	- .04	- .044	- .02
15	+ .008	+ .02	- .020	.00	30	+ .120	+ .14	- .056	- .05

りである。

學用報時は報時定刻（毎日 11 時及び 21 時）の 5 分前即ち 55 分より 0 分までの 5 分間に 306 個の等間隔の信號を發信するが、此の修正値はそれら 306 個の信號の内約 30 個の信號を測定し、平均したもので全信號の中央に於ける修正値に相當せるものである。

分報時は 1 分より 3 分まで毎分 0 秒より半秒間の信號を發信するが、此の修正値はそれら 3 回の信號の起端に對する修正値を平均したものである。前頁の表中 (+) は遅れすぎ (-) は早すぎを示す。

(東京天文臺)

XI 月に於ける太陽黒點概況

日	黒點群	黒點數	黒點概況	日	黒點群	黒點數	黒點概況
1	5	51	東部にやゝ大きな黒點群 (I)	16	9	85	III 小さくなる、他に二個のやゝ大きな黒點群 (IV)
2	3	50	I 更に少し大きくなる	17	8	53	IV 二群共に減少
3	5	59	I 變らず	18	—	—	曇、觀測なし
4	7	78	I 中央に近づき更に大きくなる	19	7	51	IV 二群共に減少西邊に近づく
5	6	59	I 殆ど變化なし、東部にやゝ大きな黒點群 (II)	20	—	—	曇、觀測なし
6	5	40	I 減少、II 殆ど變化なし	21	3	19	著しきものなし
7	—	—	曇、觀測なし	22	2	14	小黒點群のみにて寂寞
8	6	57	I 西邊に近づく、II 中央に近づき増大	23	—	—	曇、觀測なし
9	—	—	曇、觀測なし	24	—	—	曇、觀測なし
10	6	64	II やゝ減少、東部に大黒點群 (III)	25	4	54	西部に多数の小黒點群からなる二個の黒點群 (V)
11	4	56	II 更に減少、III 更に増大し大黒點群となる	26	5	55	V 變らず
12	5	52	II 小さくなる III やゝ減少中央にあり	27	5	53	V 西邊に近づく
13	9	78	III 依然變らず、大黒點群	28	—	—	曇、觀測なし
14	—	—	曇、觀測なし	29	4	53	西部に多数の小黒點群からなるやゝ大きな黒點群
15	9	103	III 西邊に近づき多少減少	30	—	—	曇、觀測なし

使用器械、觀測方法等については本誌第 31 卷第 4 號第 77 頁參照(東京天文臺)

天文學談話會記事

第 406 回 昭和 15 年 XI 月 14 日 (木)

1. C. Hetzler: Heterochromatic Survey of Infra-red Variable Stars (Ap. J., 92 (1940), 59) 低温の變光星の光度曲線を 3700 Å 乃至 9300 Å の數個所の波長域で寫眞觀測し、それから溫度、半徑及びその變化等を論じてある。

大澤 清輝君

2. H. Jeffreys: The Variation of Latitude, (M. N., 100, No. 3). 緯度變化の 14 個月項は從來は完全な自由振動に基くものとして、調和解析の方法が其研究に適用されて來たが、Jeffreys は此の項は random force に依り excite される減衰振動であるとし、International 及び Greenwich の材料を統計して、自由振動の週期として 1.202 年、緩和時間として 15.1 年なる値を得た。

第 407 回 昭和 15 年 XI 月 28 日 (木)

1. 昴座 δ 星の大氣に關する分光測光學的研究 (1) 1939-40 の食に於けるスペクトルから次の結果が得られた。

i) Optical wedge で calibrate した食の後半に於けるスペクトルから $\lambda\lambda$ 4700-4200 の領域で約 60 本の吸收線の全吸收を求めた。之を Christie & Wilson の方

法で analyse して K 巨星の大氣の種々なレベルに存在する各種原子 neutral metals, Ca, Ti⁺, Ba⁺, Sr⁺, Sc⁺ 等の相對數を求めた。

ii) 之を 1934 の Mt. Wilson 結果と比較すると neutral metals の低いレベルに於ける密度勾配が大體一致するが、その他の點では一致しない。我々の結果を Milne の Ca⁺ Chromosphere の理論及び nova の extended layer に假定される密度法則と比較して考へると Milne の pure radiation pressure の場合乃至 $N \propto r^{-n}$ の方が mechanical equilibrium の場合よりよく觀測に合ふ様に思はれる。

關口鯉吉、奥田豐三、清水彊君

2. i. Astronomisch-Geodädische Arbeiten (Potsdam 1938)

1823-1937 年に互る野外觀測を取りまとめた報告である。經度は子午線經過觀測により、緯度は Sterneck の方法によつてゐる。面白く感じた點二三に就いて述べる。

ii) Shutter Eye-Piece による試験觀測に就いて Hunter の Shutter Eye-Piece をまねて試作した裝置及び實施した觀測結果を述べる。6 對星と 4 對星との二回の製測から經度差 0.73 の地點に於ける値として -0.67 ± 0.9 を得た。二三の改良すべき點はあるが取あ

へず中間報告をする。

宮 地 政 司 君

第 408 回 昭和 15 年 Ⅻ 月 19 日 (木)

1. W. Meyer-Eppler: Btg. z. Prob. d., „Reduktion auf unendlich schmalen Spalt.“ Zs. Instrkt., Juli, 1940.

分光細隙の任意幅で實測したスペクトルの光度分布から細隙幅に關係のない光源固有の光度分布を推定すること。

及 川 奥 郎 君

2. G. Alter, D. R. Barber and D. L. Edwards: The Fog Effect in Photographic Astro- and Spectro-Photometry. M. N., 100, 529 (1940).

同一原板上にやゝ位置をかへて二回露出をして撮影された二個の星像又はスペクトル線の見掛けの強度は始めの露出によつて得たる像の方が大きくなる。此の効果の原因は天空光によるかぶりであると言ふ説。

齋 藤 國 治 君

3. 週期彗星 Whipple, Encke, Schwassmann-Wachmann III の軌道に就いて。 神 田 茂 君

爆発現象のスペクトル (C. W. Allen, M. N., 100, 635) 太陽の彩層で起る爆発現象が地球上で Dellinger 現象を惹起す機構については、太陽から發せられる異常に強烈な莖外輻射 ($L\alpha$) が地球上層の電離状態を擾亂する爲と言はれてゐるが、これを研究するには観測し得るスペクトル域に現はれる變化から推定するより他に仕方がない。従つて爆発現象のスペクトル研究は天體物理學

の問題たるに止まらず、電波物理學者の關心も向けられてゐる。

此の論文は Allen が濠洲の Commonwealth Solar Observatory で三プリズム分光儀を用ひて行つた最初の系統的な爆発スペクトルの撮影の結果に關するものである。スペクトルは 3922Å-6700Å に亘り、その寫眞の一部には本文中にも美しく印刷してあるが、水素線の溢れ出る様な發輝の様子など、まことに高温の太陽彩層で起る現象のすさまじさが想像されて興味が深い。

そして次の様な結果が得られた:

1. このスペクトル域中 116 本の發輝線が見出された。
2. これを Mitchell の閃光スペクトル (つまり爆発の無い時の彩層のスペクトル) と比べた所、 Fe^{+} Ti^{+} 等は爆発現象に於て特別に著しい増大を受けてゐることがわかつた。
3. 爆発のスペクトルを“金屬紅焰”や Menzel, Cilié の言ふ“Hot Spot”と比べると、いづれも良く似てゐる。
4. Me, Se 型の星のスペクトルとも或る點で似てゐる。
5. 爆発スペクトルの背景をなしてゐる Fraunhofer 線の中で、電離原子の線は強度が増し、中性原子の線は變化がない。この事實は増大温度が約 100°K 昇ると考へれば説明がつく。

いづれも興味深い結果である。

(大 澤)

天 象 欄

流星群 Ⅱ月には著しい流星群がない。一般の流星出現數も少い。次の流星群はⅠ月下旬から繼續するものである。

	赤經	赤緯	輻射點	性質
上旬	14 ^h 12 ^m	+52°	κ Boo	甚速

變光星 次の表はⅡ月中に起る主なアルゴル種變光星

の極小の中 2 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本巻第 23 頁にある。Ⅱ月中に極大に達する筈の觀測の望ましい星は R And, T Cen, R Cyg, U Cyg, R Gem, R Hya, R Lyn, R Oph, Z UMa, R Vir 等である。

ア ル ゴ ル 種			範 圍	第二極小	週 期	極 小	D	d
						中 央 標 準 時		
062532	WW	Aur	^m 5.6— ^m 6.2	^m 6.1	^d 2 ^h 12.6	^d 4 0, ^d ₂ 17 21	^h 6.4	^h 0
023969	RZ	Cas	6.3—7.8	—	1 4.7	17 21, 23 21	4.8	0
071416	R	CMa	5.3—5.9	5.4	1 3.3	5 22, 21 20	4	0
145508	δ	Lib	4.8—5.9	4.9	2 7.9	7 3, 21 2	13	0
061856	RR	Lyn	5.6—6.0	5.8	9 22.7	5 23, 25 20	10	0
030140	β	Per	2.2—3.5	—	2 20.8	3 19, 23 21	9.8	0
035512	λ	Tau	3.8—4.2	—	3 22.9	24 1, 28 0	14	0
035727	RW	Tau	8.1—11.5	—	2 18.5	6 21, 17 23	8.7	1.4
103946	TX	UMa	6.9—9.1	—	3 1.5	5 21, 18 3	8.2	0

D—變光時間

d—極小繼續時間

m_2 —第二極小の時刻

東京(三鷹)に於ける星の掩蔽(II月)

(東京天文臺回報 123 に據る。表の説明に關しては本誌 I 月號參照)

日附	星名	光度	現象	月齡	中央標準時	a	b	方向角		日附	星名	光度	現象	月齡	中央標準時	a	b	方向角	
								P	V									P	V
1	B.D. + 2° 64	9.0	D	4.9	18 7	—	—	10	327	7	115 Tauri	5.3	D	10.9	18 47.6	-2.1	+1.7	66	103
1	B.D. + 2° 80	6.6	D	5.0	20 20.4	-0.5	-0.7	74	20	8	B.D. -17°1214	6.5	D	11.9	18 49.5	-2.2	-0.8	121	171
2	B.D. + 5° 170	8.6	D	5.9	18 39	—	—	45	1	19	49 Librae	5.5	R	22.3	3 54.5	-0.7	-2.1	339	339
2	B.D. + 5° 174	8.6	D	6.0	20 24	—	—	75	22	20	B.D. -18°4372	6.5	R	23.4	4 47.5	-1.2	-1.0	321	321
2	B.D. + 6° 218	8.4	D	6.1	21 18	—	—	55	0	21	B.D. -18°4086	6.4	R	24.3	4 0.5	-0.8	+0.3	296	320
2	B.D. + 6° 219	8.5	D	6.1	21 25	—	—	4	345										

太陽・月及び惑星

主として東京天文臺編纂理科年表に據る。時刻は凡て中央標準時。出入、南中は東京に於けるもの。

表中 14 日毎の赤經、赤緯、時差、黃經、距離、視半徑、視差は凡て 12^h に於ける値。

太陽

月	日	赤經				赤緯				時差			
		h	m	s	°	′	″	°	′	m	s	°	′
II	1	20	57	21.9	—	17	13	52	—	13	38.3	—	—
	15	21	53	11.7	—	12	50	15	—	14	16.3	—	—
III	1	22	46	41.4	—	7	45	54	—	12	34.3	—	—
時差 = 眞太陽時 - 平均太陽時													
月	日	黃經				地球からの距離				視半徑			
		h	m	s	°	′	″	°	′	″	′	″	″
II	1	311	52	58	0.985	4642	—	—	—	16	15.4	—	—
	15	326	3	15	0.987	8453	—	—	—	16	13.0	—	—
III	1	340	9	2	0.991	0252	—	—	—	16	9.9	—	—

黃經は年初の平均分點に對するもので、光行差は含まれてゐない。距離は其の平均値即ち天文單位(149 504 201 km) で表してある。

立春(黃經 315°) II 月 4 日

月	日	出				南中				入	方位	南中高度
		h	m	s	°	′	″	h	m	°	′	″
II	1	6	42	11	54	40	17	8	—	南 20.7	37.1	—
	15	6	29	11	55	18	17	22	—	15.2	41.5	—
III	1	6	12	11	53	36	17	36	—	9.0	46.6	—

出入方位は東又は西から測つたもの。

月

地平視差				出				南中				入			
月	日	′	″	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m		
II	1	54	31 35	9	10	15	24	21	43						
	15	60	1.18	21	6	2	10	8	16						
III	1	54	18 10	7	42	14	2	20	28						
上弦				最北				最南				赤道通過			
月	日	h	m	月	日	h	m	月	日	h	m	月	日	h	m
II	4	20	42	II	8	10	31	II	8	10	31	II	8	10	31
望		12	9 26			14	22 9			21	6 49			28	7 56
下弦				最南				赤道通過							
		19	3 7			21	6 49			28	7 56				
朔		26	12 2												
最遠				地球からの距離				1.05226				0.95031			
月	日	h	m	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″
II	3	10	56												
最近		15	5 9												

距離は其の平均値(384 403 km) を單位として表してある。

惑星

星名	距離	視半徑	II 月 1 日			
			出	南中	入	方位
水星	1.1966	2.8	7 30	12 52	18 15	—
金星	1.5826	5.3	5 39	10 36	15 33	—
火星	1.9240	2.4	3 15	8 7	13 0	—
木星	4.9693	18.5	10 38	17 18	0 2	—
土星	9.1958	8.1	10 46	17 24	0 5	—
天王星	19.3469	1.8	11 19	18 15	1 15	—
海王星	29.5368	1.2	20 39	2 51	9 0	—

星名	距離	視半徑	II 月 15 日			
			出	南中	入	方位
水星	0.8329	4.0	7 7	12 54	18 42	—
金星	1.6268	5.2	5 46	10 54	16 2	—
火星	1.8098	2.6	3 4	7 54	12 44	—
木星	5.1905	17.7	9 47	16 30	23 12	—
土星	9.4240	7.9	9 53	16 31	23 10	—
天王星	19.5848	1.8	10 25	17 21	0 21	—
海王星	29.3854	1.2	19 43	1 55	8 4	—

星名	距離	視半徑	III 月 1 日			
			出	南中	入	方位
水星	0.6276	5.3	5 46	11 28	17 11	—
金星	1.6638	5.1	5 44	11 8	16 32	—
火星	1.6942	2.8	2 51	7 41	12 31	—
木星	5.3985	17.0	8 58	15 43	22 27	—
土星	9.6368	7.7	9 1	15 40	22 20	—
天王星	19.8189	1.7	9 30	16 27	23 23	—
海王星	29.2854	1.2	18 46	0 59	7 8	—

距離は地球からのもので、天文單位で表してある。

惑星現象

月	日	現象	月	日	現象
II	3	火星、降交點通過	II	14	海王星、月と合
	4	木星、月と合		17	水星、留
	4	土星、月と合		21	木星、土星と合
	5	天王星、月と合		21	火星、月と合
	8	水星、昇交點通過		22	水星、日心黃緯最北
	11	水星、東方最大離隔		25	金星、月と合
	11	天王星、太陽と上炬		26	水星、月と合
	12	水星、近日點通過		26	水星、太陽と内合

お 知 ら せ

本會發賣の變光星圖の定價は一枚十錢に改正致しました。

昭和16年1月25日印刷
昭和16年2月1日發行

編輯兼發行人

印刷人

印刷所

定價金 30 錢

(郵税 5 厘)

東京府北多摩郡三鷹町東京天文臺構内
福 見 尙 文

東京市神田區美土代町16番地
島 連 太 郎

東京市神田區美土代町16番地
三 秀 舍

發行所 東京府北多摩郡三鷹町東京天文臺構内
社団法人 日 本 天 文 學 會
振替口座 東京 12595

東京市神田區表神保町 堂
東 京 店
東京市神田區南神保町 店
岩 波 書
東京市京橋區横町3丁目3番地 店
北 隆 館 書
東京市芝區南佐久間町2/4 社
恒 星
東京市日本橋區通2丁目6番地
丸 善 株 式 會 社

THE ASTRONOMICAL HERALD

VOL. XXXIV NO. 2

1941

February

CONTENTS

M. Torao: Present Aspect of Time-Keeping (Collective Review) (III)	25
H. Simamura: On the Origin of Cosmic Ray (Article) (I)	33
Abstracts and Materials-Sky of February 1941	39