

# 目 次

## 原 著

廣 瀬 秀 雄：天 體 寫 眞	35
-----------------	----

## 綜 合 報 告

藤 田 良 雄：太陽吸收線の輪廓に就いて	39
----------------------	----

## 論 叢

橋 元 昌 矣：水晶時計に就いて	47
------------------	----

## 抄 録 及 資 料

時間の單位の變動	52
----------	----

無線報時修正値	53
---------	----

XII 月に於ける太陽黒點概況	53
-----------------	----

太陽のウォルフ黒點數(1938 年 X, XI, XII 月)	54
---------------------------------	----

本會會員の太陽黒點觀測	54
-------------	----

恒星子午線通過の光電觀測	54
--------------	----

「シャッター接眼鏡」による精密經度の測定	54
----------------------	----

## 天 象 欄

流 星 群	55
-------	----

變 光 星	55
-------	----

東京(三鷹)に於ける星の掩蔽	55
----------------	----

太陽・月及び惑星	50
----------	----

天 體 寫 眞

廣 瀬 秀 雄

1. 序 以下天體寫眞に就て述べる事は主として筆者が東京天文臺の Brashear 天體寫眞儀に就て行つてゐる事柄で、従つて寫眞も主として星野寫眞であり、太陽に關する事や、細隙分光器を用ひる大望遠鏡寫眞、視差測定等は此機械の範圍外である故一切省略した。

始に少し機械を記述する。口径 8 吋焦點距離 127 cm, F 1:6.3 の米國 Brashear 會社製の Petzval 型の寫眞レンズを備へ、5 吋の案内望遠鏡が附屬し、その接眼部には現在 Alvan Clerk 製の絲

在は八切（以前は 16×16 cm であつた。）で  $10^{\circ} \times 7.5^{\circ}$  の寫野を持つてゐる。レンズの色消は純寫眞式である故、バンク式乾板は色消の關係上そのまま用ひたのでは焦點を合す事が出来ない。

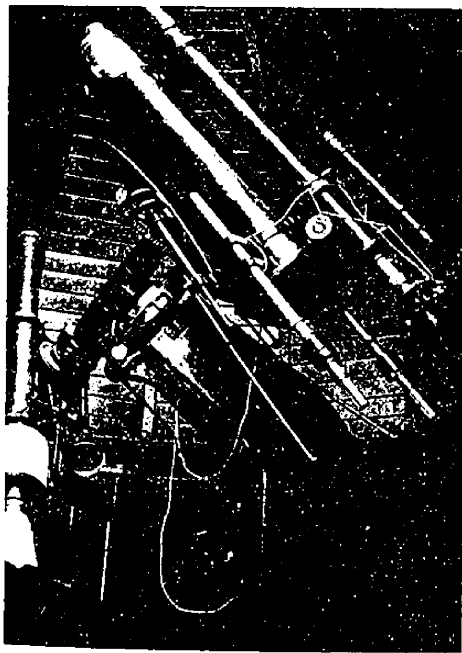
Petzval 型の事故、焦點面の彎曲は相等大きく、中心に丁度焦點を合した時八切乾板の隅で焦點面は約 6mm レンズに近い所にある。焦點面は大體回轉拋物線面である事は試験の結果判つてゐるので、中心へ焦點を合すレンズの位置さへ定まれば、乾板上任意の點に焦點を合す事が出来る。（對物鏡は rack-pinion で約 10 cm 移動する事が出来る。必要ならば此の可動距離は 20 cm 迄變更出来る。0.1mm 迄讀める vernier が附いてゐる）。Scale は 1mm が角度の  $2'.706$  に當り Bonn 星圖より幾分大きい。

機械の据附は出来る限り精密に行ふ事にし、現在は視北極（澄氣差のある北極）に對し  $40''$  程度で据附けてある<sup>(1)</sup>。その爲赤緯方向の微動は殆んど不必要である。

附屬してゐる目盛環は本目盛は時角は  $5'$ 、赤緯は  $1'$  迄讀め、目盛環の圍りの保護環に白ペンキでそれぞれ  $5''$ 、 $1^{\circ}$  毎の目盛りがあり、一々 vernier を讀まずに目的の星を視野に入れる事が出来る。撮影開始前又は終了後直に目盛を讀んでおく事は必要な事で、さもないと案内星を間違へた時仲々寫野が何處か判らなくなる。

位置測定を主目的とする筆者の様な場合には目的の天體が乾板上何處にあるかと云ふ事は結果の精度に影響するから、手提カメラ程度で寫す星野寫眞の様に“大體目的の方向”にある案内星を勝手に取る事は出来ない。その爲折角目的の天體

(1) 寫眞法に依る Curtis の方法と殆んど同じ。大要は中村要：天體寫眞（東京）にある。



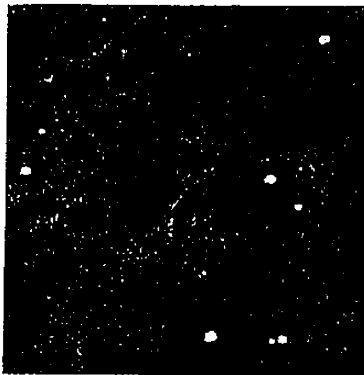
第 1 圖（吉田正太郎君撮影）

線測微尺があり、案内に便利な様に自由に回轉するダイヤゴナルを取付け、接眼レンズは所謂 ocular microscope になつて居る。焦點距離は約 160 cm である。猶 5 cm 口径の finder がありその視野の直徑は約  $5^{\circ}$  である。乾板の大きさは現

は寫つてゐても精測不可能の事は屢々生じる。特に淡い天體を目的とする時は所謂 circle of the best focus 上に置く様案内星の位置により、適當な位置迄對物レンズを動かす。

取枠を取付けた部分は  $1^\circ$  毎の目盛りで  $360^\circ$  勝手に回轉する事が出來、且つある任意の乾板の位置で乾板を動かす事が出来る。その移動は一回轉  $0.5\text{mm}$  の螺旋による。その  $\frac{1}{50}$  回轉迄目盛りである故、 $0.01\text{mm}$  宛の移動が可能である。之等の装置は淡い移動する天體撮影や、スペクトルに幅を附ける時必要になる。

2. 小惑星の寫眞觀測 小惑星の位置觀測は明るいものが子午環又は赤道儀による測微尺で行はれる以外、全部寫眞で行はれてゐる。普通用ひられる寫眞儀は口径  $40\text{cm}$  程度の廣角レンズを持つたものである。之によつて Rechen-Institut より毎年發行される „Kleine Planeten“ の推算位置をたよりに各小惑星を同定し、それにな

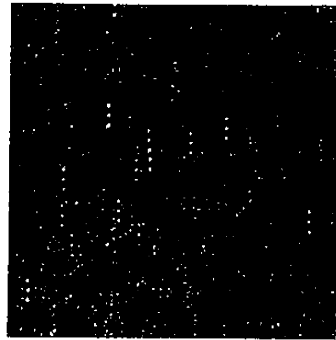


第 2 圖

ものがあれば新しいものとなる。小惑星は殆んど術の近くだけで觀測される故

平均 1 時間に角度の  $35''$  の早さで逆行してゐる。それで焦點距離  $1\text{m}$  の寫眞儀で 1 時間露出すると約  $0.2\text{mm}$  の筋を引いて寫る故恒星と區別出来る。然し機械の極限に近い光度のものを見出すのはやはり伸々骨が折れ、兎角見落し易い。筋を引かしたのでは薄くて見出し難い時には、乾板又は guiding の reticule を小惑星の運動に應じて動かして小惑星を點に寫す (Metcalf 法)。何れにしても一枚だけでは像を見出してもその實在が不確である故、是非同寫野の比較乾板が必要である。本式の機械は同一口径の寫眞儀二箇を裝備し、同時に 2 枚の寫眞を撮影する。Heideberg の天文臺では口径  $40\text{cm}$  の此種の機械を用ひ、先づ一方を 1 時間露出し、之を閉ち次に他方を又一時間

露出する。かくして得られた 2 枚の原板を實體比較器にかけて小惑星を探してゐる<sup>(1)</sup>。以上何れの場合にも小惑星像は線状になる故位置測定の精度は少し落ちる。それで筆者は推算誤差を第 1 に上法で求め、その後の位置測定には  $20''$  毎の 3 回の露出を同一乾板上に行ふ。普通の小惑星は大體



第 3 圖

赤緯方向の運動は小さい故赤緯方向に乾板をずらせる。すると恒星は全部南北方向に並ぶが、小惑星は露出中の運動の爲 3 點が斜に並ぶので検出が容易になる。

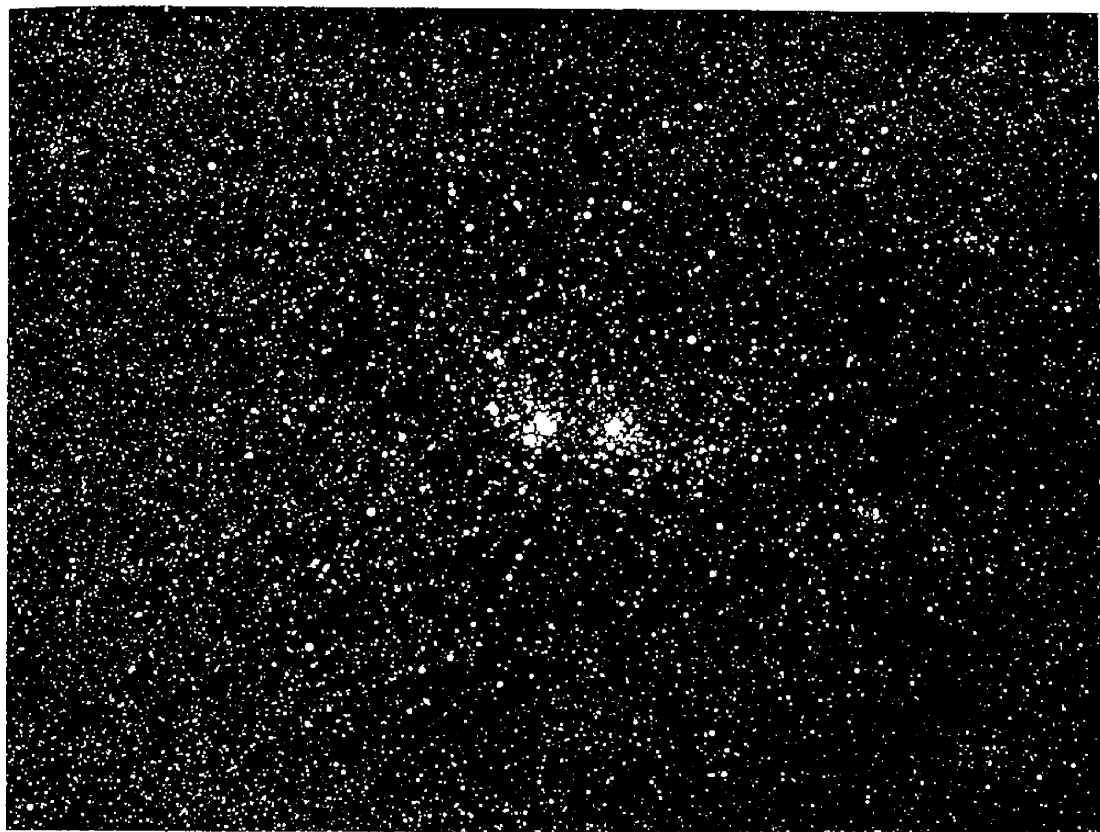
何れにしても長時間露出した線状の小惑星像に相當するものは殆んど  $20''$  の露出で寫す事が出来る。

移動する天體であるから恒星の様に暗いものは寫らず、Brashear では seeing のよい時で約  $14''$  止りである。運動の遅いもの程よく寫り、トヨタ群小惑星等は  $14''$  近くでも大抵寫る。極端な場合はブルートーで殆んど恒星と同様な寫り方である。

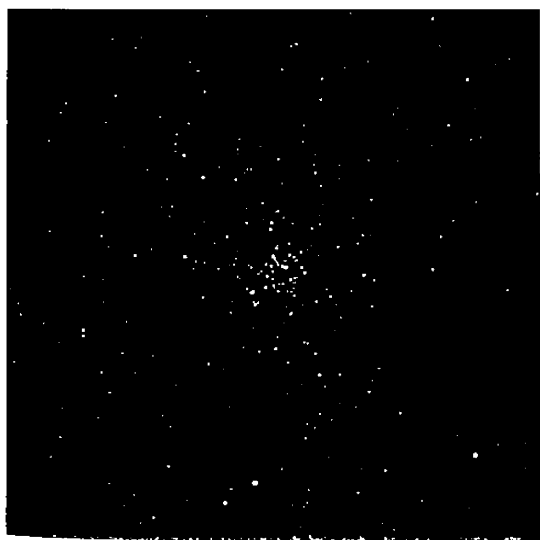
3. 彗星の寫眞觀測 彗星の觀測には普通目的が二通りある。第一は位置測定で、その爲には短時間の露出で核の部分だけ寫す様にする。第二は物理的觀測で主として肉眼でよく見えない變化の多い尾の寫眞を得るのが目的である故明るいレンズを用ひて普通長時間の露出を行ふ。F 1:4.5 位ひが望ましく、Brashear の様に F 1:6.3 では少し足りない。

彗星は又分光觀測を行ふ事も多い。明るい物には普通の slit を持つ分光器による事もあつたが、普通は對物プリズムで行ふ。此場合には彗星を構成してゐる物質に應じた輝線の位置に相當して彗星像の並んだものが得られる。此場合には勿論彗星像を乾板上一定部に置く様に注意する必要がある。

(1) M. Wolf に依る。K. Reimnuth は Wolf の死後  $40\text{cm}$  Bruce 寫眞儀を普通 24 時間露出してゐる。



附 圖 1



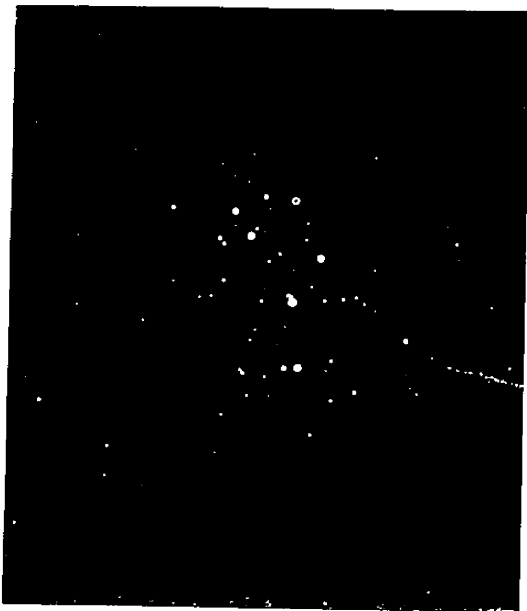
附 圖 2



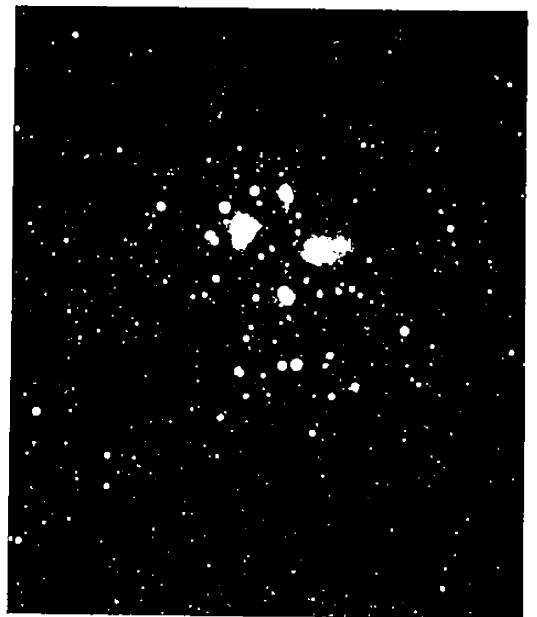
附 圖 3



附 圖 4



附 圖 5



附 圖 6

る。

4. 其他 星團は露出時間長短様々用ひ得る様で、Praesepe 等は暗い星が少い故短時間でもよいが、昴の様なものには長時間が面白い。

星雲の撮影では螺旋状星雲は一般に小さいので星雲そのものの撮影は大反射鏡に依る必要があるが、ある区域の星雲数を算へる爲とか、光度測定とか云ふ方面は Brashear の様な機械で出来る。螺旋状星雲は一般に寫りが悪い方で瓦斯状星雲とは比較にならない。

4. 位置測定 小惑星は見失はぬ様にとの目的が主である爲、普通赤経で  $0.1''$ 、赤緯で  $1'$  迄の精度で迅速に位置が發表され、その後精測位置がぼつぼつ發表されるのが現状で、然も精測位置は興味のあるものに限られる事が多い。然し現在の小惑星の攝動計算や位置推算等は略式に行はれる事が多いので、焦點距離の短い寫眞機でもその寫野の廣い事を利用し、數多くの小惑星を觀測する事にすれば、大いに有用である。然し本式の精測位置を求める爲には角度の  $1''$  迄測定し得るものが必要で、その爲には焦點距離が大體  $1^m$  の寫眞儀が必要である。通常赤経で  $0.10''$ 、赤緯で  $0.1''$  迄數字が發表されるが、彗星や小惑星の觀測で使用し得る比較星は多くの場合固有運動も判らぬもので、然も絶えず觀測されてゐる様な星でない故、星表に出てゐる位置も随分怪しいものである。Brashear 寫眞儀での乾板測定の結果を総合すると位置測定の精度は大體  $\pm 0.75''$  となる。之は乾板を先づ  $0.005mm$  迄測つた事に相當し、

普通機械の許す最上の結果と見る事が出来、使用星表の精度とも一致し、決して他處の觀測に劣つてゐない。むしろ良い方である。

5. 光度測定 には普通星像の直徑を測るか、焦點外像を Hartmann 光度計でその黒みを測つて求める。その詳細は普通の書物又は相田氏の論文<sup>(1)</sup>に就て見て頂きたい。筆者は明るい小惑星等の爲には北極標準區域を重れ撮りして光度を比較してゐる。

6. 結び 以上つまらぬ事を書き甚だ原著と縁の遠いものとなりましたが、本文は附けたりで、實は寫眞ばかりを入れる豫定でありましたが、筆者多忙の爲あまり寫眞を焼く暇がなく主客顛倒で甚だ恐縮であります。附録のオート紙天體寫眞は筆者が Brashear で撮影した原板より直接作つたもので、焼繼ぎ等の技術を用ひる時間がなかつたので、contrasat の少いもので見辛い事でせうが何卒御幸抱願ひます。大きさは現寸で scale は總べて  $1mm = 2.706$  であります。

附圖 1 ベルセウス座 h 及び  $\chi$  星團、露出 90 分、乾板昭和 C

附圖 2 星團 NGC 2158 = M35 (双子座)、露出 20 分、乾板昭和 C

附圖 3 Finsler 彗星(1937 f)、露出 135 分、乾板 Eastman 50

附圖 4 オリオン大星雲、露出 120 分、乾板昭和 C、上端近くに有名な暗黒星雲が見える。

附圖 5 昴 露出 20 分、乾板富士 A1、

附圖 6 昴 露出 100 分、乾板昭和 C、

(1) 天文月報 28 143, 164, 183, 197

綜 合 報 告

太陽吸収線の輪廓に就いて (III)

藤 田 良 雄

7. Schwarzschild-Schuster の取り扱ひ方

星の大氣に於て一旦吸収された輻射が再び發起される方法には二つあつて、散亂 (scattering) 及び吸収 (absorption) である<sup>(1)</sup>。前者の場合、特にエネルギー準位が二つに限られて居る時、低い方の準位が無限に sharp だとすれば、 $\nu$  なる輻射を受けて吸収して、再發起すると必ず同じ  $\nu$  の散亂になる。此の様な結果になる發起を伴つた吸

收プロセスを coherent scattering<sup>(2)</sup> と云ふ。從

(1) Milneによれば散亂を monochromatic radiative equilibrium, 吸収を local thermodynamic equilibrium の場合と呼ぶ。例へば Handb. d. Astrophysik Bd. 3, I (1930) の Milne: Thermodynamics of the Stars 参照。

(2) エネルギー準位が sharp でない場合即ち輻を有つ場合を non coherent scattering と云ふ。再發起の  $\nu$  は吸収の  $\nu$  と異なつた値を持つ。

つて  $\sigma_v$  を散亂係數とすれば、此のプロセスの行はれる場合の輻射平衡の微分方程式は

$$\cos\theta \frac{dI_v}{dt} = \sigma_v I_v - \sigma_v \int I_v \frac{d\omega}{4\pi} \dots\dots (7.1)$$

$t$  は或る標準 level からの高さ或は深さである。

之に對し第二番目のものは、吸収によるプロセスであつて、再發起は近似的にキルヒホッフの法則により

吸收係數×キルヒホッフ・プランクの函數  $E$

で與へられる。勿論、吸収の中には連続吸収も線吸収も含められねばならない。従つて線吸收係數を  $\kappa_v$ 、連続吸收係數を  $\kappa$  とすれば、輻射平衡の微分方程式は

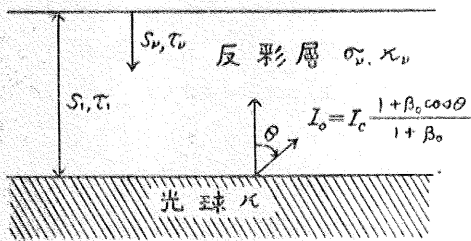
$$\cos\theta \frac{dI_v}{dt} = (\kappa + \kappa_v) I_v - (\kappa + \kappa_v) E_v \dots\dots (7.2)$$

で與へられる。

(7.1) と (7.2) を同時に考へると、散亂及び吸收を伴ふ大氣の場合即ち Schwarzschild の微分方程式を得る。即ち

$$\begin{aligned} \cos\theta \frac{dI}{dt} &= (\kappa + \kappa_v + \sigma_v) I - \sigma_v \int I \frac{d\omega}{4\pi} \\ &- (\kappa + \kappa_v) E \dots\dots\dots (7.3) \end{aligned}$$

Schuster,<sup>(1)</sup> Schwarzschild<sup>(2)</sup> が相次いで取り扱つた吸收線のモデルは以上述べた二つのプロセスの一つのみを採り入れた所謂純散亂及び純吸收の場合で、之を S.S. モデルと呼んで居る。S.S.



第 15 圖

モデルでは、星の大氣は第 15 圖の如く光球と反彩層とに判然と區別され、光球は連続スペクトルを發し、反彩層は吸收線のみを發する場所である。従つて反彩層では  $\kappa$  は零であるが line の近傍では零ならざる撰擇散亂及び撰擇吸收  $\sigma_v, \kappa_v$  が存在する。

純散亂の場合、散亂より求めた反彩層の optical depth 全體の長さを  $s_1$  とすれば、純吸收の場合

にも夫に對應して  $\tau_1$  が考へられる。例へば前者のプロセスを考へると、(7.1) の微分方程式を解く事になる。今  $\theta$  なる方向で星の表面から  $s_v$  の深さの點の輻射の強さを  $I(s_v, \theta)$  とし、光球よりの連続スペクトルの強さを  $I_0(\theta)$  とすれば、(7.1) の解<sup>(3)</sup>は、表面で

$$\begin{aligned} \frac{I(0, \theta)}{I_0(\theta)} &= e^{-s_1 \sec\theta} + \frac{\frac{1}{2} + \frac{\beta_0}{3}}{1 + \beta_0 \cos\theta} \\ &\times \frac{(1 + \frac{3}{2} \cos\theta)(1 - e^{-s_1 \sec\theta}) - \frac{3}{2} s_1 e^{-s_1 \sec\theta}}{1 + s_1 \varphi(s_1)} \dots\dots (7.4) \end{aligned}$$

$$\text{但し } \varphi(s_1) = \frac{1}{4} \left\{ 3 + (1 + s_1)e^{-s_1} - (2s_1 + s_1^2)K(s_1) \right\} \text{ (4)}$$

$\beta_0$  は  $I_c$  を太陽の中心の強度とすると

$$I_0(\theta) = I_c \frac{1 + \beta_0 \cos\theta}{1 + \beta_0}$$

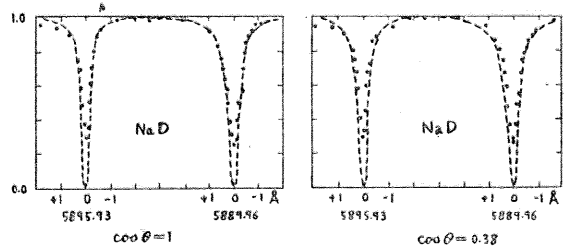
で與へられる常數である。

一方に於て  $\sigma_v$  は共鳴散亂 (resonance scattering) の理論<sup>(6)</sup>から導かれ、

$$\sigma_v = \frac{c \cdot N}{\Delta^2} \dots\dots\dots (7.5)$$

で與へられる。此處に  $c$  は常數、 $N$  はエネルギー最低準位に於ける原子の總數、 $\Delta$  は考へる line に於ける中央からの距離である。従つて optical depth  $s_1$  は

$$s_1 = \frac{c \cdot N H}{\Delta^2} \dots\dots\dots (7.6)$$



第 16 圖

- (1) Schuster, Ap. J., 21 (1905), 1
- (2) Schwarzschild, Berl. Sitzgber., (1914) 1183.
- (3) (7.1) の解は簡單には得られない。解の大體の方法は後で述べる積りである。
- (4) 一般に  $K$  は  $K(u) = \int_u^{\infty} \frac{e^{-u} - e^{-v}}{v} dv$  で與へられる。
- (5) D. H. Menzel, Publ. Lick Obs., 17 (1931), 221. Rosseland: Theoretical Astrophysics (1936), 78. Unsöld: Phys. d. Sternatm. (1938), 148 等参照。

此處に  $H$  は大氣の高さ、 $NH$  は言はゞ光球の上の  $1\text{cm}^2$  の柱體に含まれる原子の總和である。

(7.4) と (7.6) とから  $\theta$  の函數として吸収線の強度を求め、觀測と比較すれば  $NH$  が得られ、 $NH$  を假定して理論と觀測を比較する事が出来る。此の理論の検討に用ひ得る線は、既に述べた事から自明の如く、共鳴線 (resonance line) でなければならぬ。今迄に用ひられたものは NaD 線<sup>(1)</sup>、Ca の H,K 線、其他  $\text{Sr}^+$ 、 $\text{Ba}^+$  等である。

此等の觀測結果から得る興味ある點は、 $\theta$  に對する輪廓の變化と、剩餘強度の問題であらう。例へば第 16 圖 (Unsöld による) の NaD に見られる如く、 $\theta$  の變化に對し輪廓は變化が殆ど認められない。之は太陽の周縁に近づくに従つて、散亂による再發起が著しく、 $\sec\theta$  に比例して増加する吸収とお互に消し合ふ爲であると考へられる (圖に於て點線は理論による輪廓、黒點は觀測値である)。實際理論とスペクトル線の輪廓の觀測値とを比較する爲には (7.4) の形  $\frac{I(0,\theta)}{I_0(\theta)}$  よりも線、連續スペクトルの強度の差を連續スペクトルの強度で割つた量  $r$  の形で表はす方が便利である。

$s_1 \ll 1$  なる場合には (7.4) は近似的に

$$r(\theta) = \frac{I_0(\theta) - I(0,\theta)}{I_0(\theta)} = s_1 \cdot \frac{\beta_0 + \left(\frac{1}{2} - \frac{\beta_0}{3}\right)\sec\theta}{1 + \beta_0 \cos\theta} + \dots \dots \dots (7.7)$$

(7.4)、(7.6) から容易に知られる如く、スペクトル線の中央部では理論上強度が零になる。然るに觀測結果は第 16 圖の如く零でない。之は所謂剩餘強度で、又特殊の興味を有するから後章に於て述べる積りである。

之と直接關係はないが Unsöld は Ca の resonance line に就いて  $NH$  を求め、 $(NH)_{\text{Ca}^+} : (NH)_{\text{Ca}} = 5.0 \times 10^2$  から Saha の電離公式により太陽彩層の電子壓を求め、 $5600^\circ\text{K}$  に對し  $\text{Pe} = 22 \times 10^{-8} \text{atm.}$ 、 $5040^\circ\text{K}$  に對し  $\text{Pe} = 4.0 \times 10^{-8} \text{atm.}$  を得た<sup>(2)</sup>。

次に純吸収の場合には、(7.4) に對應して

$$\frac{I(0,\theta)}{I_0(\theta)} = \frac{1 + \beta_0 \cos\theta e^{-\tau_1 \sec\theta}}{1 + \beta_0 \cos\theta} \dots \dots \dots (7.8)$$

を得る。 $\tau_1$  は  $s_1$  に相當する吸収の optical depth である。

(7.2) から判る様に  $\tau_1 \rightarrow \infty$  で強度は零にならない。之は (7.4) と全く趣を異にして居る。即ちスペクトル線の中央部に於ける強度は  $\theta$  の如何に拘らず一定値を持ち、 $I(0,\theta) = I_0 \frac{1}{1 + \beta_0}$  で表はされる。(7.8) で  $\cos\theta \rightarrow 0$  とすると  $I(0,\theta) = I_0(\theta)$  となる。之は太陽の周縁でスペクトル線の強度は零になる事を示す。

Line の wing では純散亂も純吸収も著しい差異がない。前に一言した剩餘強度は此の純吸収の結果から見ると、之と關係がある様に考へられる。(7.7) に相當した形は今の場合では近似的に

$$r(\theta) = \frac{I_0(\theta) - I(0,\theta)}{I_0(\theta)} = \tau_1 \cdot \frac{\beta_0}{1 + \beta_0 \cos\theta} + \dots \dots \dots (7.9)$$

で與へられる。

尙 S.S. モデルの検討は後に述べる M.E. モデル及び其の他のモデルと共に、多くの人により觀測と比較してなされて居る。就中、Plaskett は Mgb 線に就いて詳細な議論を行ひ<sup>(3)</sup>、最近では Adam<sup>(4)</sup>の論文がある。S.S. モデルが兎に角充分な説明を與へる事が出来ない事は今迄に述べた事からも明らかであらう。

8. Milne-Eddington の取り扱い方 前の S.S. モデルでは、大氣の上層即ち反彩層で、撰擇散亂及び撰擇吸収  $\sigma_\nu$ 、 $\kappa_\nu$  のみ存在すると考へ、連續吸収  $\kappa$  はこの二つに比べ無視して取り扱つた。即ち  $\sigma_\nu/\kappa$  及び  $\kappa_\nu/\kappa$  は上層に行くに従つて、著しく増す量だつたのである。A. S. Eddington 及び E. A. Milne は之に對し  $\sigma_\nu/\kappa$ 、 $\kappa_\nu/\kappa$  は  $\nu$  をきめると、大氣の深さに對し無關係な量と考へた。この見解の下に組立てられたのが今述べんとする M. E. モデルである。勿論、純散亂、純吸収の特別な場合でも差支へない。

さて輻射の微分方程式は

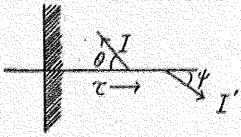
- (1) Unsöld, Zs. f. Phys., **46** (1928), 765.  
G. Righini, Zs. f. Ap., **10** (1935), 377.
- (2) Unsöld, Zs. f. Physik, **44** (1927), 793; **46** (1928) 765.
- (3) Plaskett, M. N., **91** (1931), 870. Mgb 線に就いては Righini, Mem. Soc. Astr. Ital., **5** (1931), 283. Cherrington, Lick Obs. Bull., No. 477 (1935).
- (4) M. G. Adam, M. N., **98** (1937), 112.



$$\cos\theta \cdot \frac{dI}{dt} = (\kappa + \kappa_v + \sigma_v)I - \sigma_v \int I \frac{d\omega}{4\pi} - (\kappa + \kappa_v) \dots \dots \dots (8.1)^{(1)}$$

で與へられる。

此の微分方程式の解は相當複雑であつて、Schuster 始め多數の人により試みられたが、その方法には二通りある。一つは Schuster,<sup>(2)</sup> Schwarzschild,<sup>(3)</sup> Milne<sup>(4)</sup> 等が行つたもので、



輻射の流れを外側に向ふものと内側に向ふものとにわけ、境界条件として、内側に向ふものは星の境界では零とするとす

る。今圖の如く、外方に向ふ強度を  $I$ 、内側に向ふ方を  $I'$  とし

$$\int_0^{\pi/2} I(\tau, \theta) \sin\theta \cos\theta d\theta = \frac{1}{2} I,$$

$$\int_0^{\pi/2} I'(\tau, \psi) \sin\psi \cos\psi d\psi = \frac{1}{2} I'$$

なる近似式を用ひて解くのである。他の方法は Eddington<sup>(5)</sup> の行つたもので、

$$\frac{1}{4\pi} \int I(\tau, \theta) \cos^2\theta d\omega = \frac{1}{3} I$$

なる近似式から出發する。この方法は前のよりいくらか精確であるが Pannekoek<sup>(6)</sup> はこの二方法の差異は小さく、スペクトルの中央で強度の15%位なる事を計算した。此二方法の差といふものは、もつと根本的な考へに於ける不満足な點に比べると、問題にならぬ程僅かなものである。尙此の解法に就いては前記の諸氏の外、Hopf<sup>(7)</sup> が數學的に詳しく取り扱つて居る。

Unsöld<sup>(8)</sup> によれば、(8.1) の解は

$$\frac{I(0, \theta)}{I_0(\theta)} = (1 + \beta_0 \cos\theta)^{-1} \left\{ 1 + 3\alpha^2 \beta \cos\theta + \frac{1 - 3\alpha^2}{1 + 2\alpha} \frac{2\alpha^2 \beta - 1}{1 + 3\alpha \cos\theta} \right\} \dots \dots \dots (8.2)$$

但し  $\alpha = \sqrt{\frac{\kappa + \kappa_v}{3(\kappa + \kappa_v + \sigma_v)}}$ 、及び  $\beta = \frac{\kappa}{\kappa + \kappa_v} \beta_0$  である。<sup>(9)</sup>

Line の wing の  $\theta$  による變化を調べるには、純散亂、純吸収のプロセスに従つて、 $\sigma_v/\kappa$ 、 $\kappa_v/\kappa$  の形で展開した  $r(\theta)$  を得る方が便利である。(7.7)、(7.9) に對應して純散亂の場合は、

$$r(\theta) = \frac{I_0(\theta) - I(0, \theta)}{I_0(\theta)}$$

$$= \frac{\sigma_v}{\kappa} \cdot \frac{1 - \frac{2}{3}\beta_0 + \beta_0 \cos\theta + \frac{(1 + \frac{2}{\sqrt{3}})(1 + \sqrt{3}\cos\theta)}{1 + \beta_0 \cos\theta}}{1 + \beta_0 \cos\theta} + \dots \dots (8.3)$$

吸収の場合は、

$$r(\theta) = \frac{I_0(\theta) - I(0, \theta)}{I_0(\theta)} = \frac{\kappa_v}{\kappa} \frac{\beta_0 \cos\theta}{1 + \beta_0 \cos\theta} \dots \dots \dots (8.4)$$

で與へられる。

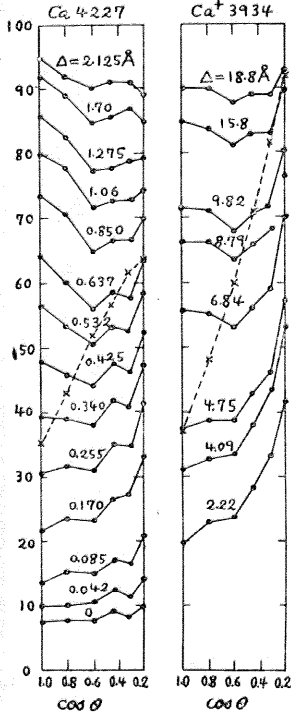
(8.3)、(8.4) は  $\beta_0 = 3/2$  で一致し、他の値でも其の差は小さい。従つて  $\sigma_v/\kappa \ll 1$ 、 $\kappa_v/\kappa \ll 1$  なる條件を満す line wing では、 $\theta$  の變化による強度は吸収でも散亂でも殆ど變りない事を示す。然るに、前の(7.7)、(7.9)の式と(8.3)、(8.4)の式を比べて見ると大分違つて居る。即ち大氣のモデルによつては異なるのである。式から判る様に、S.S. モデルでは、wing の強度は太陽の周縁に向つて  $\cos\theta \sim 0.3$  の邊まで増して行くに對し、M.E. モデルでは太陽の周縁に向つて減少する。Minnaer 及び Houtgast の Ca4227、Ca<sup>+</sup>3934 の觀測結果は第17圖に示す如くである。圖中、 $\Delta$  は line の中央部から wing までの距離を表はす。例へば Ca<sup>+</sup>3934 の  $\Delta = 2.22 \text{ \AA}$ 、即ち割に中央に近い wing は周縁に向つて強度は増して居るが、Ca4227 の  $\Delta = 2.125 \text{ \AA}$  (この線は幅が狭い爲、outer wing であるが) では、逆に周縁に向つて減じて居る。

(1) 前に述べた様な de-excitation を考へると (8.1) の式の右邊の最後の項は  $\{\kappa + (1 - \epsilon)\kappa_v\}E$  としなければならないが、普通  $\epsilon \approx 0$  と考へて差支へない  
 (2) Schuster, Ap. J., **21** (1905), 258.  
 (3) Schwarzschild, Sitz. Preuss. Akad. (1914), 1183.  
 (4) Milne: Thermodynamics of the Stars (1930) (Handb. d. Astrophys. **3**, 1).  
 (5) Eddington, M. N., **89** (1929), 620; Intern. Const. Stars (1926).  
 (6) Pannekoek, M. N., **91** (1931), 140.  
 (7) E. Hopf: Mathematical Problems of Radiative Equilibrium (1934). (Cambr. Tracts Math. & Math. Phys., No. 31)  
 (8) Unsöld: Phys. d. Sternatm. (1938), 242.  
 (9) Eddington, Milne 等は  $\alpha$  といふ様な形を用ひず、 $\gamma_v = \frac{\kappa_v}{\kappa}$  なる  $\gamma_v$  を用ひて居る。

次に強度の大なる line の中央部に就いては、 $\kappa_v/\kappa, \sigma_v/\kappa$  はいづれも  $\rightarrow \infty$  で、 $\kappa_v/\sigma_v$  は有限値を有し、M.E. モデルの特別な場合と見られる。特に  $\kappa_v/\sigma_v \ll 1$  ならば、(8.2) より

$$\frac{I_v(\theta)}{I_0(\theta)} \approx \sqrt{\frac{2}{\kappa_v} \frac{1 + \frac{3}{2} \cos \theta}}{\sigma_v \sqrt{3} \sqrt{1 + \beta_0 \cos \theta}}} \dots (8.5)$$

を得る。(8.2), (8.5) から判る様に、我々は太陽の



第 17 圖

或る line の wing 或は中央部の強度から  $\sigma_v + \kappa_v$ 、或は  $\frac{\kappa_v}{\sigma_v}$  を求めることが出来る。S.S. モデルを探ることにより、輪廓の観測から反彩層の optical depth  $s_1$  又は  $\tau_1$  を波長の函数として求めることが出来、それから  $NH$  を計算し得ることは既に述べたが、M.E. モデルで之に相當して何を求める事が出来るであらうか？ 此のモデルを探ると、 $s_1, \tau_1$  に相應して  $\sigma_v/\kappa, \kappa_v/\kappa$  を波長の函数として求めることが出来、従つて  $\sigma_v, \kappa_v, \kappa$  が量子輪の方から判れば、考へる line を出す元素の abundance を知ることが出来る。量子論から  $\frac{\sigma_v}{\kappa} = \frac{c^2}{\Delta^2}$  で、 $c$  は元素の abundance 及び其の元素の出す線の轉移確率に關係した常數なることが知られて居る。

9. 其の他の取り扱い方 我々は §7 及び §8 に於て、吸収線の生成を理論づける大氣のモデルに就いて述べたが、M.E., S.S. モデルいづれでも吸収係數、散亂係數の取り扱い方が重要な部分を占めたのである。此處では此等の外に更にどんな異なつた取り扱い方があるかを簡単に述べる。

Ten Bruggencate は先づ  $\frac{\kappa_v}{\kappa} = n_v, \frac{\sigma_v}{\kappa_v} = \mu_v(\tau)$ ,

$\tau=0$  —————  $\frac{\kappa_v + \sigma_v}{\kappa} = n_v(1 + \mu_v) = \xi$  と置き、  
 $\tau_1$  —————  
 $\tau_2$  ————— 太陽の大氣が有限個 (例へば  
 $\vdots$  —————  $R$  個) の層にわかれて居て、  
 $\tau_r$  ————— 各層の間では、 $\mu, \xi$  は optical

depth に無關係な常數であると考へた。即ち

$0 \leq \tau \leq \tau_1$  では  $\mu(\tau) = \mu_1; \xi(\tau) = \xi_1$

$\tau_1 \leq \tau \leq \tau_2$  では  $\mu(\tau) = \mu_2; \xi(\tau) = \xi_2$

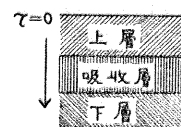
..... ; .....

$\tau_{p-1} \leq \tau \leq \tau_p$  では  $\mu(\tau) = \mu_p; \xi(\tau) = \xi_p$

とし、それに  $\tau \rightarrow \infty$  及び  $\tau \rightarrow 0$  の境界条件を考へて輻射の流れの式を解くと、強度は  $n$  及び  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_R$  を含んだ sum の形の函数で表はされる。次に  $\sec \theta \rightarrow \infty$ 、即ち周縁の近くの輪廓の観測値から近似的に  $n, \xi_1$  を求め、その  $\theta$  より更に一寸小さい  $\theta$  に相當する輪廓の観測値から  $\xi_2$  の近似値を求め、之を用ひて  $n, \xi_1$  の修正値を出す。この方法を繰り返して行くと、我々は強度を求めることが出来る。此の方法は強度を表はす式の形を見ればすぐ判るやうに、太陽の周縁に近い輪廓が得られれば得られる程、收斂性がよい。併し實際に此の方法を試みることは相當困難であつて、今迄には未だ應用はされて居ない様である。

(4)

Eddington は  $\eta = \frac{\kappa_v}{\kappa}, q^2 = 3(1 + \eta)(1 + \epsilon\eta)$  と置

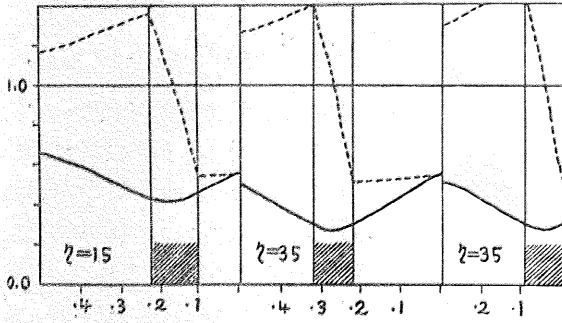


き、super elastic collision を考慮した輻射の微分方程式から出發した。大氣の層は選擇吸収をする原子で出来て居る中間層を有する層から出来て居ると考へ、 $\eta$  は中間層では一定で、其の兩側では零であるとした。今中間層の境界の optical depth を夫々  $\tau_1, \tau_2$  とし、其の間では  $q = q_1, \eta = \eta_1$  とする。其の他の部分では  $\eta = 0$  であるから  $q = q_0 = \sqrt{3}$  である。之を輻射の微分方程式を用ひて解くのである。結果として第 18 圖の如き吸収線の輪廓を得た (實線は輻射の流れの、line の内と外とに於け

る中間層を有する層から出来て居ると考へ、 $\eta$  は中間層では一定で、其の兩側では零であるとした。今中間層の境界の optical depth を夫々  $\tau_1, \tau_2$  とし、其の間では  $q = q_1, \eta = \eta_1$  とする。其の他の部分では  $\eta = 0$  であるから  $q = q_0 = \sqrt{3}$  である。之を輻射の微分方程式を用ひて解くのである。結果として第 18 圖の如き吸収線の輪廓を得た (實線は輻射の流れの、line の内と外とに於け

(1) 1936 年の皆既日食の際、英國の觀測隊が狙つた周縁スペクトル撮影は此の様な問題にも資する事が多いと考へられる。(後述)

る強さの比をあらはし、點線は line 及び連續背



第 18 圖

部の強さの比をあらはす). 圖で判る様に, line の生成に最も contribute するのは吸収層(中間層)よりも下の部分である. 中間層の深部及び上層部を比べて見ると, line の深さには殆ど變りがないことが判る.

次に Eddington は一般の場合として,  $\frac{1}{1+\eta}$  =  $\alpha + \beta\tau$  を考へた. 併し此の場合には, 或る depth 以上になると  $\eta$  は負になつて, 物理的に無意味となるので,

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{1+\eta} &= \alpha + \beta\tau \quad (\alpha + \beta\tau < 1) \\ &= 1 \quad (\alpha + \beta\tau > 1) \end{aligned} \right\}$$

なる約束により更めて解いた.

Plaskett は理論的不完全さから成るべく逃れんとして, 観測結果夫自體を用ひると云ふ方法を探つた. 輪廓の一般の表現は  $r(\theta) = \phi(\theta, n, \xi)$ , 但し  $n = (\kappa + \sigma)/\kappa_0^{(1)}$ ,  $\xi^2 = \kappa/(\kappa + \sigma)$  で與へられる. 従つて或る波長に就き異なつた二つの輪廓の観測値から,  $n, \xi$  を求め, その値を用ひて第三の輪廓を計算することが出来る.

即ち今三つの観測値を

$$r_1 = \phi_1(n, \xi) \dots \dots \dots (9.1)$$

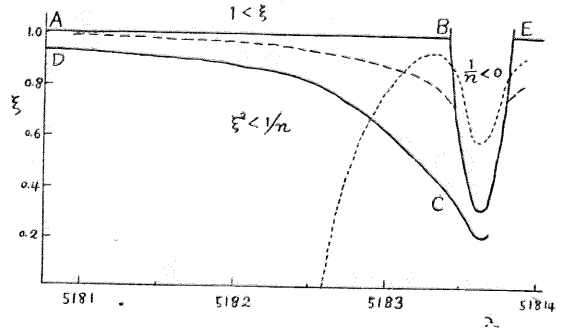
$$r_2 = \phi_2(n, \xi) \dots \dots \dots (9.2)$$

$$r_3 = \phi_3(n, \xi) \dots \dots \dots (9.3)$$

とする. 各波長に就いて此の式を満足する  $n, \xi$  が同時に得られると,  $\phi$  なる函数で表はされたモデルが観測とよく合ふわけである.  $n, \xi$  はその定義から判る様に,  $1 > \xi^2 > 1/n > 0$  であればいけない. Plaskett は先づ(9.1). (9.2) を  $n, \xi$  に就き解き, (9.3) に代入して  $r_3$  の観測値と比較した.  $1/n$  又は  $\xi$  が負になる場合には, 夫を零と置き,

(9.1) に代入して他を求め. その  $\xi, n$  を (9.2), (9.3) に入れて  $r_2, r_3$  を出した.  $\phi$  の函数は散亂及び吸収の兩機構の結合したものが最も観測とよく合ふと云ふのが Plaskett の得た結果である.

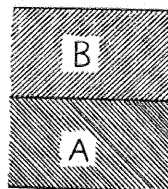
第 19 圖は波長に對する  $\xi$  の曲線を示したもので, 實線は境界を示す. 即ち ABCDA 中の區域は  $1 > \xi^2 > 1/n > 0$  なる條件を満足する物理的



第 19 圖

に可能な領域である. 然るに Plaskett の結果は點線で示す如く大部分之に適合せぬ區域に含まれて居る. この難點に對し Wiles<sup>(2)</sup> は ABCDA の中に含まれる物理的に可能な任意の  $\xi$  の曲線を考へ, その  $\xi$  の値に對し (9.1) を解いて  $r_1$  の輪廓から  $n$  を求めた. 次に  $\xi, n$  の値を (9.2), (9.3) に代入して  $r_2, r_3$  を得た. 更に又 ABCDA の中に他の  $\xi$  の曲線を考へ, 今述べたと同様のプロセスを行ひ, 再び  $r_2, r_3$  を出した. 結局, 輪廓の観測値と一番よく一致する様にその曲線を trial & error の方法により求めたのである. Wiles の得た  $\xi$  の曲線は第 19 圖の破線である.

Adam<sup>(3)</sup> は Plaskett の使用した同じスペクトログラムを調べ, 大氣のモデルに就いて純散亂の



機構を有する層 B が散亂及び吸収兩機構の結合した層の上に接して居る様な二重になつた層の考へを提唱し, これによると, 別々に考へた場合よりも更によく観測の説明が

つくことを述べて居るが, 此の場合には境界條件

(1)  $\kappa_0$  は考へる吸収線に隣接する連續背部の吸収係數.  
 (2) Wiles, M. N., 92 (1932), 401.  
 (3) M. G. Adam, M. N., 98 (1937), 112.

といふ様なものは又一層複雑となり、物理的に必然性を持つかどうかと云ふ事に對して先づ疑問が生じて來るのである。勿論 Adam 自身は、此の二重層の概念が吸収線の説明を與へるとは言つて居ない。

以上は吸収線の出来る層自身に就いての物理的性質を考慮した色々の議論であつたが、Pannekoek<sup>(1)</sup> は輻射の流れの式自身の取り扱ひ方を今迄に述べた様な近似的解法によらず、數値積分による近似方法を用ひた。併し、これはいづれにせよ大なる問題ではないのであつて、我々がもつと根本的な大氣の物理的性質に眼をむけなければならぬ事は言ふ迄もない。

10. 剩餘強度に就いて 我々は §7,8,9 に於てスペクトル線の中央の強度即ち剩餘強度は、Unsöld によれば  $\alpha$ , Eddington 其の他の人によれば  $\eta$ , 又 Plaskett に従へば  $n, \xi$  と云ふ様な量によりかなり説明出来ることを知つた。併し Plaskett の如き觀測の説明はあくまで empirical であつて exact でない。とは云ふものの、 $\eta, \alpha, n, \xi$  の如き量を先づ理論的にきめる事は甚だ困難な問題である。而も Plaskett の如き方法により説明出来るスペクトル線は、Mg の b 線の如く、resonance line と subordinate line の中間の性質を帯びて居る特殊のものである。

Wiles の方法は前に述べた様に、Plaskett の方法を改良したのであるが、これは又一つの難點がある。即ち  $\eta$  が波長に關係するものと考へたのは物理的に意味づけが困難である。従つて、この  $\eta$  と波長とに關する物理的の何らかの機構が暗示されない限りは、この方法による説明は只形式的のものなるに止まり、更に適切な方法を考へなければならぬであらう。例へば、Woolley<sup>(2)</sup> が考へた  $\eta$  と optical depth の關係の如きを發展させることも一つの面白い問題を與へるであらう。

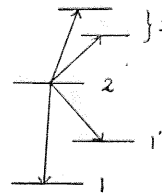
Empirical な量として取り扱はれて居た量を理論から導き、剩餘強度を説明しようとした試みは A. Unsöld, Woolley 等のスペクトル線に及ぼす原子的な衝突現象<sup>(3)</sup> の理論から始まり、Rosseland は剩餘強度の fluorescence による説明を 1926 年に始めて唱へた。<sup>(4)</sup> それから Unsöld,<sup>(5)</sup> Strömgren,<sup>(6)</sup> Woolley<sup>(7)</sup> 等の研究が相次いで發

表され、此の問題の發展は頗る著しくなつた。其の代表的なものとして、我々は Unsöld の研究と、Rosseland から始まり Woolley により實を結んだ研究を擧げる事が出来る。

Unsöld は resonance line に就いて  $\eta$  が理論的に導き出される事から出發した。今、例へば、一つの line を生ずる轉移に就いて考へる事とし、エネルギーの最低準位の項を 1、その次に位する項を 2 とする。1 と 2 との間の轉移以外に、2 における光電子は吸収により更に任意の  $x$  なる準位に推し上げられる。然る時は、 $\nu$  なる問題の波長に就いての散亂係數と吸収係數の比は理論的に

$$\frac{\kappa_{\nu}}{\sigma_{\nu}} = \frac{\sum_{\sigma} f_{x_2} \cdot \nu_{x_2}^3 e^{-\frac{h\nu x^2}{K^T}}}{g_2 f_{21} \nu_{12}^2} \quad (8)$$

で與へられる。此處に  $f$  は oscillator strength,

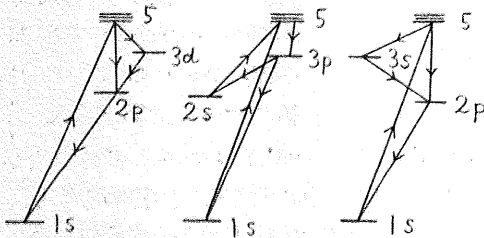


$g_1, g_2$  は 1 及び 2 における statistical weight である。例へば、NaD の  $3^2S-3^2P_{1,2}$  線に就いて計算すると  $\frac{\kappa_{\nu}}{\sigma_{\nu}} = 0.047$  となり、それを用ひて

Unsöld は太陽の中心に於ける剩餘強度として 0.22 を得た。尙  $Ca^+$  の H, K の場合は、今述べたものと少しく異なり、最低準位 1 の近くに圖の如く 1' と云ふ他の準位がある。此に就いても、Unsöld は理論的に  $\frac{\kappa_{\nu}}{\sigma_{\nu}}$  を求め、剩餘強度を計算した。

- (1) Pannekoek, M. N., **91** (1930), 139.  
尙 Pannekoek の方法に少し改良を加へたのは Minnaert, Zs. f. Ap., **10** (1935), 40.
- (2) R. v. d. R. Woolley, M. N., **92** (1932), 482; **93** (1933), 691.
- (3) A. Unsöld, Sommerfeld-Festschrift, Leipzig, 1928. Woolley, M. N., **90** (1930), 170. Thackeray, Observatory, **56** (1933), 228.
- (4) Rosseland, Ap. J., **63** (1926), 63.
- (5) Unsöld, Zs. f. Ap., **4** (1932), 319.
- (6) B. Strömgren, Zs. f. Ap., **10** (1935), 237.
- (7) Woolley, M. N., **94** (1934), 631.
- (8) この式の詳しい取り扱ひ方は Unsöld, Zs. f. Ap., **4** (1932), 319 に述べられて居る。

Rosseland は三つの量子状態が、起り得べき轉移により循環的に互に關聯 (cyclic transition) し (其の内一つは紫部に line を生じ他の二つは赤部に line を生ずるものとする), 且つ其の量子状態を支配する輻射が dilute temperature radiation<sup>(1)</sup> ならば, 循環的變化は, 紫外部で一つの量子を吸収する方が赤外部で二つの量子を發起する方より著しい方向に進み, 其の結果として fluorescence なる現象が現れる事を説明し, 之によつて一般に星に現れる輝線の説明を試みた. この考へは原子の一種の recombination process である. 即ち中性原子が dilute temperature radiation の場にある時, 最低準位の状態から電離して, 高い焔昂状態の準位で電子と再結合 (recombine) し, 再び中性原子となつてから, 最低準位に戻る方が, 焔昂状態から電離して, 最低準位に戻つてから電子と再結合し, 中性原子となる方より著しくこれが fluorescence を起すのである. Woolley<sup>(2)</sup> は Rosseland の循環轉移の理論を應用し, H<sub>α</sub> 及び H<sub>β</sub> 線の剩餘強度を説明した. 勿



第 20 圖

論, Woolley の方法には多くの疑點もあるが, 最初の試みとして特筆すべきものであらう. (第 20 圖は H<sub>α</sub> の轉移型を示す).

尙, 其の他, 原子のスペクトル項の轉移の特殊な場合, 例へば前に一言した non-coherent scattering に就いては Woolley,<sup>(3)</sup> Pannekoek,<sup>(4)</sup> Minnaert,<sup>(5)</sup> Spitzer<sup>(6)</sup> の line intensity への應用があり, 又最低準位は勿論 sharp であるが, 他の準位が幅をもつて居る場合, 即ち波長の少しづゝ違つた數本の線が生ずる機構, 所謂 interlocking に就いては, Woolley,<sup>(7)</sup> Pannekoek<sup>(8)</sup> が剩餘強度の理論に應用した. 此等に就いては, 詳細は述べない事とし文獻を擧げるのみに止める. 最後に今迄に測定された太陽の種々の線の剩餘強度

を表記して見ると次の如くである.

スペクトル線	剩餘強度* 連續背部の強きにて測つた%	観測者
Ca H 及 K 線	2	R. O. Redman <sup>(3)</sup>
Ca 4227	8 (中心部) 10 (中心部), 20 (周縁部)	Thackeray, Minnaert <sup>(1)</sup> Unsöld <sup>(2)</sup>
Mg 5167	23 11	H. H. Plaskett <sup>(4)</sup> E. Cherrington <sup>(5)</sup>
Mg 5172	22 16 10	Plaskett <sup>(4)</sup> Minnaert & Mulders <sup>(6)</sup> Cherrington <sup>(5)</sup>
Mg 5183	19 16 20 9	Plaskett <sup>(4)</sup> Minnaert & Mulders <sup>(6)</sup> D'Azambuja <sup>(7)</sup> Cherrington <sup>(5)</sup>
Na 5890	23 30 14~17	D'Azambuja <sup>(7)</sup> Unsöld <sup>(8)</sup> C. W. Allen <sup>(9)</sup>
H <sub>α</sub> 線	15	Thackeray, Minnaert <sup>(1)</sup>

\* CaH, K 線を除き他はいづれも太陽中心部の剩餘強度である.

- (1) M. Minnaert, Zs. f. Physik, **45** (1927), 610.  
A. D. Thackeray, M. N., **95** (1935), 293.
  - (2) A. Unsöld, Zs. f. Ap., **4** (1932), 319.
  - (3) R. O. Redman, M. N., **95** (1935), 742.
  - (4) H. H. Plaskett, M. N., **91** (1931), 780.
  - (5) E. Cherrington, Lick Obs. Bull., 477 (1935).  
他の人のと數値が大分違ふのは補正を施した爲である.
  - (6) M. Minnaert & Mulders, Zs. f. Ap., **2** (1931), 165.
  - (7) L. D'Azambuja, Ann. Obs. Paris Meudon **8** (1930), 2.
  - (8) Unsöld, Zs. f. Phys., **46** (1928), 765.
  - (9) Allen, Mem. C. S. O., No. 5 (1934).
- (東京天文臺 天文學文獻抄第五冊別刷) [未完]

- (1) Frequency 分布が温度  $T_1$  の黒體輻射に従ひ, 輻射の密度が  $T_1$  より小さい温度  $T_2$  の黒體輻射に従ふ様な輻射の意味である.
- (2) Woolley, M. N., **94** (1934), 631  
尙此の外 fluorescence に就いては Strömgren, Zs. f. Ap., **10** (1935), 237, Pannekoek, M. N., **95** (1935), 725 等の論文がある.
- (3) Woolley, M. N., **90** (1930), 779.
- (4) Pannekoek, Proc. Roy. Acad. Sc. Amsterdam, **34** /2 (1931), 1353.
- (5) Minnaert, Zs. f. Ap., **4** (1932), 153.
- (6) Spitzer, M. N., **96**, (1936), 794.
- (7) Woolley, M. N., **91** (1931), 864; **94** (1934), 631. Observatory, **57** (1934), 345.
- (8) Pannekoek, M. N., **95** (1935), 725.

## 水 晶 時 計 に 就 い て (III)

橋 元 昌 矣

水晶時計比較の一例(短時間のもの)

昭和 10 年 (1935) の比較

學術研究會議, 電波研究委員會の事業として逓信, 陸, 海軍の 3 省が各自保有する標準器或は副標準器(以後單に標準器と呼ぶ)を比較し短時間に對する變動を研究する目的を以て次の方法で此事業を遂行することにした。

## (I) 期 日

昭和 10 年 11 月 25, 26 日(月, 火)豫備試験

同 27, 28, 29 日(水, 木, 金)正式

試験

## (II) 方 法

下記變調電波を受信し其變調周波數の同時測定を行ひ周波數標準器(逓信, 海軍兩省は水晶時計, 陸軍は音叉時計)の比較を行ふ。

## i) 變調電波

送 信 所	檢見川送信所
電 力	1.5 KW
搬送周波數	225 kc/sec
變調周波數	1002 ±

## ii) 電波發射時間割\*

15 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> ...	15 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup>	電話によるアナウンス
16 00	16 01	報 時
16 05	16 40	連續變調(測定機器調整の爲め)
17 00	18 00	變調周波數測定
18 15	18 16	報 時
19 00	19 01	報 時
19 02	19 05	電話によるアナウンス

註 (1) 報時は 1002 $\sim$  の變調を chronometer にて斷續して行ふ。

(2) 報時定刻の 60 秒前より 10 秒前に

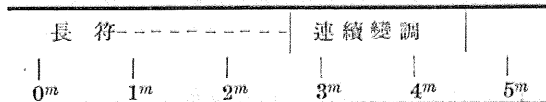
到る間 V 符號(…—)を送り, 定刻の約 5 秒前より chronometer により報時信號を送り約 70 秒繼續す。

(3) 報時信號の内分信號の次の信號を 0 秒とし 0 秒乃至 30 秒の信號の平均値を測定に使用する。

(4) 各報時 0 秒乃至 30 秒の各信號に對する修正値は追て通報す。

## (III) 測定電波

測定時に於ては發射電波を各 5 分毎に次圖に示す如く變調し其の連續變調時に於ける變調周波數を定測す。



## (IV) 受信測定

參加各所は (III) に記載せる測定電波を受信檢波して得たる變調周波數と備付原器との周波數差を適宜の方法によりて測定す。

參加各所は (II) に記載せる報時により備付原器の絶對測定を行ふ(16<sup>h</sup>-45<sup>m</sup> 及び 18<sup>h</sup>-15<sup>m</sup> に於ける報時より算出す)。

參加各所は前記周波數差及び原器の周波數より變調波數を  $5 \times 10^{-7}$  以内の精度を以て決定す。

尙 16<sup>h</sup>-00<sup>m</sup> 及 16<sup>h</sup>-45<sup>m</sup> に於ける報時より算出せる原器の周波數 18<sup>h</sup>-15<sup>m</sup> 及 19<sup>h</sup>-00<sup>m</sup> に於ける報時より算出せる値をも參考として報告に記載す。

## (V) 報 告

下記様式により 17<sup>h</sup>-00<sup>m</sup> 乃至 18<sup>h</sup>-00<sup>m</sup>

\* 午後のこの時刻は朝出勤して發動したる恒温箱や時計が一定の歩調を保つと思はれる時刻。

の毎5分に於ける測定結果を記載し、之を逕信省電氣試験所第四部長宛に測定最終日より3週間に以内に到達する様提出するものとす。

年 日	時 刻	周波數差	變調周波數	原器周囲の溫度
—	18 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup>	—	—	—
—	18 08	—	—	—
—	—	—	—	—

絶對測定に使用せる報時時刻	原器周波數	同 確 度
16 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 16 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	—	— 参考
16 45 18 15	—	—
18 15 19 00	—	— 参考
變調周波數測定精度	—	—

以上に就き東京天文臺にて爲すべきことは

- (1) 報時を受信して報時に使用した chronometer の修正値を決定すること
- (2) 自己の有する Crystal clock を比較研究すること

是等の目的の爲め次の様な要領で準備を進めた

i) 此第1は容易なことではない。普通報時目下の精度は  $\pm 0.02$  m. e. である。然るに此の實驗では周波數の精度が  $5 \times 10^{-7}$  と云ふのである。則ち1日に對して約  $0.05$  で1時間半に對しては  $\pm 0.002$  この精度が必要である。我々の研究によれば如何程報時の比較が精確であると云つても尙ほ  $\pm 0.005$  の平均誤差は受信器中でも發生し得ると思つて居る。故に clock からは最も注意して比較の誤差を取り去らさなければならない。此の目的の爲めに報時受信の前後に次の様な順序で比較をした。

前 の 比 較			報 時	後 の 比 較		
第1筆 A B C				C B A		
第2筆 C A B			B A C			
第3筆 chronometer			chronometer			

clock の齒車にはムラがあるから1秒から57秒迄29點を讀んだ。比較の方法で筆の equation 等は大体取去られたものと思つてよい。此比較は天文臺の報時室で行はれ外岡英夫君が是れに當り且つ tape も讀み其讀取の平均も取つて呉れた。

比較は實驗中毎日行はれたが本實驗のみを擧げ

れば次の通りである。則ち此表は Riefler No.93 及び 484 より各々の獨立の歩度より此比較を用ひて No.358 の補正值を出したもので計算を簡單にする爲めに平均の歩度は豫め取去つてある。

平均の歩度 358 - 0.12 484 - 0.06 93 + 0.21

第 5 表

日 附		時 計 Riefler			
1935 Nov.		No.93	484	358	平 均
27	16 00	-48.682	.676	.664	-48.674
	16 45	683	676	665	675
	18 15	682	674	665	674
	19 00	680	672	665	672
28	16 00	706	688	665	683
	16 45	708	691	665	686
	18 15	715	698	665	692
	19 00	712	692	665	690
29	16 00	699	693	664	685
	16 45	705	686	664	685
	18 15	704	687	664	685
	19 00	703	686	663	684

ii) 受信器は直接波形を書くものでなければいけない又受信の記録は各信號に付き  $0.001$  迄讀み得るものでなければいけない。報時受信は國際報時所で受信した。225 ke/sec に使用する受信器は主に二日市金作君の手で改造された。其 out put を Abraham の recorder で Gärtner の特別な tape を引く様に天文臺の工場で改造して使用した。tape の速度は毎秒約 16 cm であつた。此の tape は極めた細い針の先で印を付けることが出来るので精密な仕事には便利である。recorder には pen が 2 本ある。一方には Riefler No. 358 を他方には受信に要する chronometer と報時の signal を同時に出した。

試験の次第書には0秒から30秒までの平均とあるが、完全に31取ると云ふことは中々困難である。夫れであるから天文臺では0から30まで1々の秒に對して補正值を發表する必要がある。夫れで受信號の始め終り、clock 358 の切れる時を全部讀んだ。夫れより信號の長さ (sidereal interval) を知り0から30秒に對する報時の修正値を得且つ各秒に對する 0-C を得た則ち第6表に示す通りである。

## 第 6 表

Correction for every Second between 0th and 30th of  
the Chronometer Electro-technical Laboratory. Unit=0.001<sup>s</sup>

Date	Nov. 27, 1935				28				29			
Hour	16	16	18	19	16	16	18	19	16	16	18	19
Minute	0	45	15	0	0	45	15	0	0	45	15	0
Chro. Corr. for Epoch	+3.314	3.322	3.327	3.322	3.398	3.399	3.412	3.421	3.374	3.383	3.378	3.374
No. of Second	0	+2	-15	+1	0	-2	-1	+1	0	+2	+3	+2
1	-1	+11	+1	+1	+4	0	+2	+5	+7	-2	+4	+4
2	+3	-7	-2	+4	+1	0	-1	-1	+8	+6	+3	+3
3	+4	+2	+1	+1	-3	-3	-4	0	+5	0	-5	-5
4	+1	0	0	-2	0	-3	-	-1	+5	-1	-1	-1
5	-2	-2	-3	0	-2	-2	-4	-2	+8	+5	-4	-4
6	+5	+2	+2	+1	+2	-1	+2	+1	+6	+3	-6	-6
7	+3	-1	-2	+3	-11	-1	+1	+1	+2	0	-5	-5
8	-2	-8	-1	+1	-1	+4	-2	+1	+6	+4	-6	-6
9	-8	-10	-2	+1	+1	+4	+2	+3	+8	+2	-1	-1
10	+3	-6	+3	-2	0	+4	+1	0	+4	+1	-4	-4
11	-1	+2	-5	+2	+1	+2	+2	+2	+4	+2	-3	-3
12	+1	-4	0	-1	+3	+2	-5	-1	+4	-2	-1	-1
13	+1	0	+2	0	+2	+4	-3	+2	+2	-1	-2	-2
14	-7	-4	0	-1	0	+4	0	+1	-	-2	+1	+1
15	+1	-3	0	-1	+2	+3	0	+3	-	+3	-7	-7
16	-1	-1	-2	-4	-1	0	+7	-	-	+3	-6	-6
17	+5	-3	+2	-2	0	-3	0	-	+1	+4	-2	-2
18	+2	-6	+2	-4	+1	0	+2	+3	0	+1	+3	+3
19	+1	+1	+4	0	0	-5	-	0	0	+2	0	0
20	+8	+1	-4	-1	-1	+4	-	-	-1	-2	-2	-2
21	0	+3	0	-1	-2	0	-	-	+1	+2	-1	-1
22	+1	+2	+2	-2	-3	0	-	0	+2	-2	0	0
23	-5	-1	+3	-5	-1	0	-	-2	0	+1	0	0
24	-2	-1	0	-2	0	0	-	+1	0	0	-1	-1
25	+5	+1	-1	-4	0	+2	-	+3	-2	0	-2	-2
26	-2	+3	+1	-3	-2	+1	-	0	+2	-1	-1	-1
27	-1	+2	+1	-4	+3	+2	+2	-1	-1	0	-1	-1
28	-6	0	-1	+1	-2	+1	-3	+3	+2	-1	-2	-2
29	+1	0	+2	-5	-3	-1	-1	+1	+3	+2	-1	-1
30	-3	+2	-2	-3	+1	0	-1	-1	+1	+1	+1	+1

35S の各秒を 0.001 迄讀んだので齒車のムラを可なり明白に知ることを得た。  
夫れは第 7 表にかゝける。

## 第 7 表

Correction for the Wheel of Riefler No. 358 Unit=0.001<sup>s</sup>

No. of Second	Experiment.												No. of Expr.	Mean
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1	+13	+7	+8	+3	+6	+9	+3	+8	+10	+2	0	+1	12	+6
3	+9	-1	+1	-2	+3	+3	0	+2	+4	-4	-2	-1	12	+1
5	0	-1	+1	-	-3	-4	-1	-1	0	-3	-2	-3	11	-1
7	-2	+2	+4	-	-2	-1	+1	+5	+2	+1	+3	+2	11	+0
9	0	-1	+1	-3	+1	-1	+2	+2	+1	+4	+1	-1	12	0



11	-2	+5	+5	-1	+5	0	+2	+7	+4	+8	+4	+2	12	+3
13	+4	+2	+2	+24	+3	0	+2	+2	+6	+10	+3	+3	12	+5
15	0	+1	0	0	+4	-5	-1	0	0	+6	-4	-1	12	0
17	-1	+5	+2	+5	+7	+6	+10	+9	+10	+12	+6	+9	12	+7
19	+4	+1	+1	+3	+1	0	+2	+5	-	+6	+2	+2	11	+2
21	+8	+6	+4	+1	-2	-3	+1	+5	+2	+12	+6	+7	12	+4
23	+2	+4	-1	+1	+1	-1	+3	+5	-	-	+3	-1	10	+2
25	-1	-1	-5	-2	-5	-5	-2	-2	+2	-	-1	-1	11	-2
27	0	+2	+4	-2	-4	-4	0	-1	0	+1	+2	-1	12	0
29	-4	-5	-8	-6	-13	-7	-4	-9	-7	-8	-4	-5	12	-7
31	0	+2	+1	0	-6	-4	+2	-2	+2	0	+3	+10	12	+1
33	0	-1	-5	0	+4	-4	-5	-8	+1	0	+3	+6	12	-1
35	-3	-2	-3	-11	-1	-10	-8	-11	-5	-10	-5	-8	12	-6
37	+1	+2	+3	+18	+1	-3	+3	+1	0	-1	0	-1	12	+2
39	-3	-4	-5	-6	-7	+1	-7	-2	-8	-7	-6	-7	12	-5
41	-3	-6	-3	-8	-3	-1	-5	-2	-9	-7	-4	-7	12	-5
43	-1	-3	-6	+1	0	0	-1	0	0	-1	-3	-2	12	-1
45	-5	-9	-8	-1	+6	-3	-7	-4	-9	-7	-8	-7	12	-5
47	+1	-2	+1	-6	0	+3	-1	0	0	-1	-3	+2	12	0
49	-2	-7	-2	-10	-4	+3	-4	-2	-2	-8	-4	-3	12	-4
51	-3	-5	-2	-6	-4	0	-5	-2	-6	-3	-2	-1	12	-3
53	0	-1	+1	+5	+5	+4	-4	-1	0	0	+1	-1	12	+1
55	-7	-1	-2	-6	-3	-1	-2	-1	-	-1	-3	-1	11	-3
57	+5	+5	+5	+2	+8	+16	+5	+9	-	+3	+6	+7	11	+6

第2の實驗なる周波數の比較は天文臺で水晶時計の絶對周波數を決めた。則ち毎日早朝より度々clockと水晶時計を比較した。其結果は第8表に示す。成績を見易くするために平均歩度 -31.76

を取去つてある。clock に比して大してよいとは云へないが最初のものとしては可なりである。毎日の最後の四つから其期間の周波數が得られる。

第 8 表  
Performance of Crystal Clock (Mitaka)

Time of Comparison	in Fraction of Day ( <i>t</i> )			<i>tR</i>	Clock Correction		
	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>s</i>	Less Linear Part	
Nov.26	16	5	1.993	0 670151	21.284	31.922	53.206
	16	50	0.999	701400	22.276	30.928	204
	18	20	31.467	764254	24.273	28.919	192
	19	5	29.464	795481	25.264	27.935	199
Nov.27	7	19	29.559	1 305203	41.453	11.720	173
	9	17	30.018	387153	44.056	9.121	177
	10	7	38.088	421969	45.162	8.017	179
	11	8	11.269	464019	46.497	6.682	179
	12	45	30.562	531603	48.644	4.549	193
	13	53	39.090	578924	50.147	3.045	192
	14	58	18.445	623824	51.573	1.626	199
	16	5	30.223	670489	53.055	0.152	207
	16	49	57.689	701362	54.035	59.168	203
	18	20	31.180	764249	56.033	57.174	207
	19	5	33.246	795524	57.026	56.182	203
Nov.28	7	7	10.372	2.296648	72.942	40.300	243
	9	54	38.462	371279	75.312	37.952	264
	10	5	6.477	420313	76.866	36.406	272
	11	6	5.136	462560	78.211	35.065	276
	12	53	2.790	536830	80.570	32.719	289
	14	1	47.020	584572	82.086	31.220	306
	14	52	37.736	619881	83.207	30.091	298
	16	5	27.989	670463	84.814	28.499	313
	16	52	19.829	703008	85.848	27.474	322
	18	20	3.633	763932	87.783	25.549	331
	19	4	58.568	795122	88.773	24.562	335

Nov.29	7	25	38.234	3.309471	105.109	8.163	272
	9	17	35.745	387220	107.578	5.674	252
	10	7	34.631	421929	108.680	4.560	240
	11	7	27.191	463509	110.001	3.226	237
	12	49	31.044	534388	112.252	0.973	225
	14	3	48.609	585980	113.891	59.312	203
	15	0	28.117	625325	115.140	58.056	196
	16	5	26.676	670448	116.573	56.605	178
	16	50	25.687	701686	117.566	55.616	182
	18	20	23.690	764163	119.550	53.620	170
	19	5	1.295	795155	120.534	52.637	53.171

$$\text{Mean Daily Rate} = -31.76 = R$$

iii) Beat の記録

検見川から出た電波は水晶時計が發する 1000 サイクルの波と殆んど同じ強さにして組合せて R.C.A. の recorder で自記した 225 kc/sec でも尚ほ fading があるが中々一定の長さの山の記録が得られない. beat の數は 80 秒間に約 150 あつたから始め 1 から 51 迄読み夫れから 10 離れた處を讀んで又 101 番から 151 番迄を讀ん

だ. 山の長さが始めと終りと違ふと beat 間隔の値に誤差を生ずるので小川, 中川兩嬢に終りの方を測つてもらつて, 其平均を用いた. 且つ使用した chronometer は 10 分毎に 358 と比較して其刻々の歩度を修正した. 此修正は最後に影響する様な大きなものではない. 其結果は逕信省電氣試験所の物と併べて第 9 表にかかげた.

第 9 表

Date	Sid. Interval of Beat		Red. to Mean	Beat Interval	Cycle per Second	Frequency			Diff.
	Beginning	End				Home Clock	Tuning Fork	T.E.L.	
1935 November	<b>0.59+</b>	<b>0.59+</b>	<b>-0.001+</b>			<b>1000+</b>	<b>1032+</b>	<b>1032+</b>	
27 18 3	00465	00339	6111	0.58843	1.6994	3670	0664	0668	- 4
8	00169	00170	110	41	95	—	65	68	- 3
13	00328	00811	111	45	94	—	64	67	- 3
18	01341	00415	112	48	93	—	63	67	- 4
23	00692	00913	113	52	92	—	62	67	- 5
28	00344	02762	114	54	91	—	61	66	- 5
33	01411	01197	113	52	92	—	62	67	- 5
38	01875	02340	115	60	89	—	59	65	- 6
43	02678	01642	115	60	89	—	59	64	- 5
48	03065	01401	116	61	89	—	59	64	- 5
53	01835	03006	116	63	89	—	59	65	- 6
58	02780	02805	6117	67	88	—	58	65	- 7
28 18 3	12506	11534	6142	0.58959	1.6961	3660	0621	0642	-21
8	07481	16935	143	61	60	—	20	42	-22
13	13065	12103	144	64	59	—	19	39	-20
18	10177	13659	142	58	61	—	21	43	-22
23	09743	12877	140	52	63	—	23	45	-22
28	11290	14108	144	66	59	—	19	41	-22
33	14105	11623	145	67	59	—	19	39	-20
38	12845	12452	144	65	59	—	19	42	-23
43	13368	12416	145	67	59	—	19	42	-23
48	13938	12594	146	71	57	—	17	40	-23
53	14446	14023	148	81	55	—	15	39	-24
58	13754	12485	6145	70	58	—	18	41	-23
29 18 3	22392	22988	6173	0.59070	1.6929	3700	0629	0622	+ 7
8	23445	21816	171	65	31	—	31	24	+ 7
13	22701	22293	171	63	31	—	31	23	+ 8
18	21256	23284	170	61	32	—	32	24	+ 8
23	22614	23244	172	68	30	—	30	24	+ 6
28	23540	22312	172	68	30	—	30	22	+ 8

33	22382	23791	173	69	29	--	29	23	+ 6
38	22458	21014	169	56	33	--	33	25	+ 8
43	24070	19873	170	58	33	--	33	25	+ 8
48	22666	21749	170	60	32	--	32	25	+ 7
53	20685	23832	171	61	32	--	32	24	+ 8
58	23188	24429	6175	76	27	--	27	21	+ 6

第9表の最後の例にある差に就いて見るに1日中の變動は  $4 \times 10^{-7}$  内に納まつて居るが、日が違ふと左様にはゆかない。此の意味は周波数の本

當の表と云ふよりは寧ろ時計の比較の困難から來ると云ひ得ると思はれる。

抄 録 及 資 料

時間の單位の變動 Spencer Jones, Reports on Progress in Physics, Vol. IV, 1938

時は一樣なものと假定されてゐる。事實はこれに反し、一日の長さはも早一定ではなかつたので、その影響は天體の運動の不整となつて現れてゐた。即ち月の平均經度に於ける長年加速及不整變動がそれである。前者は Halley により發見され、Laplace, Adams に論ぜられ、近時 Fotheringham により確認されてゐる。後者は Newcomb により發見され、Brown の太陽運動表に取入れられてゐる有名な "great empirical term" 270 年週期、14 秒振幅を主項とするもので、この他に尙 3'' ~ 4'' 位の小振動を伴つてゐる。

同じ形の不整が水星・金星・太陽の運動にも各々現はれる筈で、Cowell, Fotheringham, Innes, de Sitter Spencer Jones 等の研究で明白にされた。

かくて地球廻轉速度の變動の存在する事が確定された。さてこの變動の原因として、長年加速に對しては潮汐磨擦とされ、又不整變動に對しては地球の慣性能率の變化に因ると考へられてゐる。Taylor 及 Jeffreys により潮汐の影響が算定され合理的な結果が得られてゐる。慣性能率の變化に關しては Brown, de Sitter が地殼又は内部物質の變動として可能なる場合を指摘してゐる。

今 de Sitter の研究を基として變動量を示せば次の様になる。潮汐磨擦に因る長年加速に依り、一日の長さは概近 25 世紀間 100 年に付き +0.0022 の割合で伸びたのであるが、1870 年以來 +0.0037 の割合になつてゐる。この割合では一ヶ年累積するも僅々 0.014 である。處が地球廻轉の不整變動は別表の如く遙かに大きい。只この變動は急激に突發したものか、徐々に一二年の進行によつたものかは判明しない。別表は各期間毎の一日の平均の長さをそれらの總平均の値に比べて得た過剩を示す。

1897 年と 1918 年とに起つた變化は著しく大きく一日の長さが 0.00339 も變化した事となる。一年間累積してみると 1.24 に及ぶ、この程度の大きさの變化になると優秀な水晶時計なら検出可能である。

譯者はこゝで目を轉じ、時の測定法及び精密時計の章に於てよく纏められた内容を制愛して、單に著者の意見批評の一斑を記す。

改善進歩せる等高度儀 (astrolabe) 等を通常時刻觀測に専ら用ひられる小型子午儀と比較するならば、そ

西曆期間	一日の長さの過剩
1664-1755	+ .00134
1755-1786	+ .00089
1786-1864	- .00091
1864-1876	- .00357
1876-1897	- .00186
1897-1918	+ .00153
1918-現在	- .00186

の精度に於て優れりとは云へないが、左程劣るものではない、特に原理に於て全々相異なる點は見逃がせない特點である。何れも現在より著しい改善は望めない。

精密時計に於て、振子時計では、Riefler Shortt の各時計の優秀さに止めをさすが、尙時として  $0.01 \sim 0.02$  の歩度變化が起る。これは時刻觀測からは到底見出せないもので、こゝに振動性時計の意義が存する。

振動子を水晶とせる水晶時計は早くより Marrison のものが Washington のベル電話研究所で運轉された。これと Shortt の時計とを Loomis 氏は比較し、Brown 及 Brouwer の解析により振子時計に及ぼす月の引力の影響は半日週期、0.00015 の振幅のものである事が見出されてゐる。

是も良好の成績と認められるものは獨逸の Scheibe 及び Adelsberger による水晶時計であつて今の所世界第一である。同氏ら及 Potsdam の Pavel 及び Uthink の發表によれば一年半餘の連續運轉により地球の廻轉速度の變動が検出出來たと主張してゐる。この點は猶疑はしいと著者は云つてゐる。

Greenwich 天文臺では目下 Essen の水晶時計を製作

中である。

こゝで再び地球廻轉の問題にかへる。1918年以來急激な變動は未だ起てゐないが、もし將來一日の長さが嘗て起つた如き0.003程度の變化が起るならば、振り時計では達せられないけれども、水晶時計ならば、檢出出来る可能性がある。(宮地)

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1月中の報時修正値は次の通りである。(+)は遅すぎ(-)は早すぎを示す。但し此の値は第一次修正値で、精密な値は東京天文臺發行のBulletin に出る筈である。(東京天文臺發表)

1939 Jan.	11 <sup>h</sup>			21 <sup>h</sup>			1939 Jan.	11 <sup>h</sup>			21 <sup>h</sup>		
	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
	最初	最終		最初	最終			最初	最終		最初	最終	
1	+02	+03	+02	+01	+01	00	16	+02	+01	+01	+04	+04	+04
2	00	-01	-01	+01	+01	-01	17	-03	-03	-02	-06	-06	-04
3	-01	-02	00	+02	+01	+02	18	+05	+04	+04	-	+03	+03
4	-03	-04	-02	-04	-03	-02	19	00	00	00	+03	+03	00
5	-02	-02	-01	-02	-03	-01	20	-01	-01	00	+04	+04	+06
6	+03	+03	+02	+05	+05	+04	21	+05	+04	+04	00	00	00
7	-03	-04	-05	-03	-03	-05	22	00	00	00	-01	-02	-02
8	+03	+01	-01	-03	-04	-03	23	-02	-01	00	+01	+01	-00
9	-01	-02	-01	+03	+03	+03	24	+01	+01	+02	+01	+01	+02
10	-02	-03	-01	00	00	00	25	-01	+01	+01	+01	00	+01
11	+01	+01	+02	+02	+03	+02	26	00	-01	00	+01	00	00
12	+02	+02	+01	+05	+04	+05	27	+04	+04	+05	+05	+05	+05
13	+01	+01	+02	+05	+05	+05	28	-01	-01	+07	+02	+01	+02
14	-05	-06	-07	-10	-11	-10	29	+04	+03	+04	+01	+01	+01
15	00	-01	00	00	00	00	30	00	00	+02	+02	+02	+03
							31	+05	+05	+04	+06	+07	+06

### XII 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	126	中央西部に大群(I)(前月のIII)	16	10	77	III減少, 著しきものなし
2	5	144	I優勢, その南に稍著しきもの(II)	17	8	57	小群散在するのみ
3	8	88	I, II西縁に行き減少	18	9	92	東に稍著しきものあり(V)
4	10	167	I, II西端にかゝる, 東に小群(III)	19	-	-	曇, 観測なし
5	11	86	I, II隠る, III増大	20	-	-	曇, 観測なし
6	-	-	曇, 観測なし	21	-	-	雨, 観測なし
7	13	95	III小群に分る, 小群散在	22	5	72	V稍數多し, 東に小群(VI)
8	14	140	赤道面に小群連る	23	-	-	雨, 観測なし
9	7	90	III稍優勢東に新群(IV)	24	9	91	V, VI數多し
10	7	79	III, IV著しきのみ	25	8	73	V西端にかゝり減少
11	-	-	曇, 観測なし	26	8	108	VI數多きのみ
12	10	160	III減少, IV數多し	27	7	79	VIのみ優勢, 他に著しきものなし
13	11	115	IV優勢, 小群赤道に連る	28	-	-	曇, 観測なし
14	11	98	小群赤道に沿ふて連りIV稍著し	29	5	59	VI稍著しく他には著しきものなし
15	11	117	III多し	30	5	34	VI西端に行き全く寂莫
				31	4	20	著しきものなし

使用器械, 観測方法等については本誌第31巻第4號第77頁参照

(東京天文臺發表)

**太陽のウォルフ黒點數**(1938年 X, XI, XII月)(表A)  
 黒點數はツェイス 20cm 屈折鏡による實視觀測の結果で實驗的に  $k=0.60$  と決定したものである。(東京天文臺發表)

**本會會員の太陽黒點觀測** 本會會員の觀測は天文臺の觀測のある日について互に比較して下記各觀測者の  $k$  を決定し、この値から日々のウォルフ黒點數を出し平均したものである。(表 B)

觀 測 者	觀測日數	$k$
淺 居 正 雄	22	1.12
大 石 辰 次	52	1.58
草 地 重 次	56	1.79
坂 上 務	58	1.03
堀 田 泰 生	29	0.89
森 久 保 茂	22	1.46

(A) 東京天文臺

	X	XI	XII
1	161	—	106
2	142	150	116
3	109	—	101
4	—	132	124
5	109	176	118
6	119	158	—
7	—	200	135
8	126	187	168
9	141	190	96
10	136	155	89
11	200	—	—
12	—	—	156
13	—	145	195
14	127	162	125
15	—	153	136
16	—	—	106
17	104	154	82
18	—	149	109
19	28	143	—
20	—	99	—
21	—	108	—
22	—	104	73
23	—	84	—
24	80	—	109
25	83	106	92
26	113	123	113
27	151	102	89
28	189	139	—
29	200	127	65
30	—	131	50
31	154	—	42
	130.1	140.7	105.6

(B) 會 員

	X	XI	XII
1	151	189	106
2	139	186	110
3	—	165	126
4	66	191	117
5	92	189	—
6	100	164	96
7	125	231	131
8	127	211	142
9	149	164	130
10	154	111	122
11	178	84	171
12	152	143	185
13	—	147	178
14	—	186	167
15	81	212	170
16	83	179	151
17	78	228	121
18	50	173	115
19	28	158	104
20	70	119	132
21	62	157	—
22	64	97	—
23	89	75	—
24	83	104	94
25	93	97	107
26	127	95	92
27	159	110	97
28	141	94	93
29	172	63	92
30	173	98	84
31	181	—	79
	113.1	147.3	122.7

**恒星子午線通過の光電觀測** N. N. Pavlov. Pulkovo Observatory Circular No.24 May 1938

最近の光電池の感光度の極限を推定すると、直視法で

觀測してゐると同程度の光度の星に對して同程度の誤差の範圍で、子午線通過の觀測に使用出来る筈である。

依て著者は口径 81 mm 焦點距離 93 cm の Bamberg reversible transit に光電裝置を取付けた。裝置については (1) 望遠鏡の水平軸の接眼部の反對の末端に telescope finder を取付け、(2) 望遠鏡の焦點面に 29 本の細隙を有する格子をはめ、(3) 自記測微計の代りに、光電池と特別の擴大裝置のある電位計 (electrometer) を含む金層製の箱を取付けた。

この裝置では 5 等星による光電流は  $6 \times 10^{-15}$  A である。一方最後の記録機は  $3 \times 10^{-10}$  A であるから  $3 \times 10^{11}$  の擴大を要する。

第 1 段の増幅では D 93475 Western Electric と云ふ電子管を使用した。この管の格子制御の絶縁は  $10^{10}$  ohm であるから約  $10^{11}$  ohm の附加抵抗を使用し得る。第 1 段の増幅で  $4 \times 10^6$ 、第 2 段で  $\times 10^6$  を得。雑音を減ずるため第 1 段の電子管の電壓を下げている。全増幅の割合は 1 volt で 50 A となつてゐる。1936 年に觀測を始め 3.0 等星迄記録し、1937 年に裝置を改良して Ma 型の 4.9 等星を完全に記録した。同年 4 月 30 日と 5 月 2 日に Bamberg 子午儀で時計の修正値を求める觀測を完全に行ひ、各恒星毎に子午儀を reverse した。光電裝置による誤差を差引いて時計修正値を計算し Pulkovo の time service の觀測に於ける直視法の結果及び平滑圖による時計の修正値を比較して

	光電法	直視法	平滑圖法	光電-平滑圖
4月30日	+45.093	.....	+45.036	+0.057
5月2日	+45.687	+45.662	+45.657	+0.030

なる結果を得た。最後の差は光電裝置の time lag の測定に不充分の所がある爲らしく考へられる。恒星單觀測の偶然誤差は FK 3 の星を使つて赤道の値に換算して  $\pm 0.013$  となる。最後に、光電法は安定度が必要な爲、望遠鏡を固定し、前部に廻轉し得る平面鏡を置く型の子午儀を提議してゐる。(註)

「シャッター接眼鏡」による精密經度の測定 Proc. of Royal Society (Series A) Vol.163, 1938.—J. de Graaff Hunter

時計裝置無しで普通の theodolite を以つて個人差を含まない經度の精密な測定方法が J. de Graaff Hunter に依り新しく案出された。仲々妙案である以下その要點を記す。

要部は接眼鏡に取付けた特別裝置である。先づ普通の交合絲の代りにガラスに  $0.025$  間隔に横線を引いたものを用ふ。各線の間隔は約  $20'$  に當る。ランプがこのガラス板の横から照らす爲、暗い視野の中に横線が見える

様になつてゐる。このガラス板に密接して所謂シャッターがある。シャッターは薄い不透明な細い棒の如きもので單に視野の中を移動する星像を遮蔽するに足る大きさである。このシャッターは電磁装置で三秒毎に横移動をなす、即ち三秒に一回星像は多數の横線の中にピカリと光つて出現するのである。出現してゐる時間は約 0.07 間である。

観測は所謂「等高度法」によるもので、從來特定の高度に星が達した瞬間、その時刻を観測した代りに、特定の時刻に於ける星の高度を視野の推線により讀み取るのである。

シャッターはクロノメーターにより開閉されるから正確な丁度の秒である。観測者はこの瞬間に於ける星像を各線間の  $\frac{1}{10}$  迄、個人差無く讀み取る事が出来る。一個の

星に對し 20~30 個の讀取りをなし平均する。

計算式は、観測地點の假定經緯度に對する修正値  $\delta\lambda$ ,  $\delta\varphi$  のを未知とする一次式で表はされた條件式を星對毎に作つて解く、即ち經緯度が同時に決定されるのである。

この場合シャッターの開閉は電磁石の遅れを伴ふが、同様の遅れを含んだ計時を用ひて報時受信をなすから、この遅れは消去される様に工夫されてゐる。

かくして、系統的誤差を含まない良好な結果が得られ、一對星より得られる精度は  $\pm 0.07 \text{ sec } \varphi$  である。

この方法を採用すれば普通の theodolite と報時受信機とを以つて實に簡易に各地點の經緯度を 1" 以内の精度で決定する事は容易である、然かも、か様な觀測でも困難を感じる個人差の無い事が覆れた點である。我國で應用する範圍は随分廣いと信ずる。(宮地)

天 象 欄

**流星群** Ⅲ月も概して流星の出現が少いが、主な輻射點は次の通りである。

赤 經	赤 緯	附近の星	性質
1-4日 11 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup>	+ 5°	$\chi$ Leo	緩
15 日頃 16 40	+54	$\gamma$ Dra	速
18 日頃 21 4	+78	$\beta$ Cep	緩

**變光星** 次の表は Ⅲ 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卷第 16 頁參照、Ⅲ 月中に極大に達する等の觀測の望ましい星は R Cet, X Mon, Rs Sco, R Vir, R Vul 等である。

アルゴル種	範圍	第二極小	週期	小 極		D	d
				中標	常(Ⅲ月)		
062532 WW Aur	5.6-6.2	6.1	2 12 6	$m_2$ 18 23, 27	19 6.4	0	h
071416 R CMa	5.3-5.9	5.4	1 3.3	14 31, 22	20 4	0	h
182612 RX Her	7.2-7.9	7.8	1 18.7	19 0, 26	34.8	0.7	h
145508 $\delta$ Lib	4.8-5.9	4.9	2 7.9	21 5, 28	5 13	0	h
061856 RR Lyn	5.6-6.0	5.8	9 22.7	2 21, 12	19 10	0	h
171101 U Oph	5.7-6.4	6.3	1 16.3	24 23, 30	0 7.7	0	h
030140 $\beta$ Per	2.2-3.5	—	2 20.8	12 22, 15	19 9.8	0	h
035727 RW Tau	8.1-11.5	—	2 18.5	14 22, 25	23 8.7	1.4	h
103940 TX UMa	6.9-9.1	—	2 1.5	28 20, 31	21 8.2	—	h

1) — 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(Ⅲ月)

(東京天文臺 回報 第 70 號に據る。表の説明に關しては第 1 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.+18°1349	6.2	D	10.1	20 15.9	-2.0	-1.2	114	98	27	B.D.+19° 951	7.7	D	6.4	21 22	—	—	115	55		
2	B.D.+17°1447	6.9	D	10.3	0 54.8	-0.4	-1.2	93	35	27	B.D.+19° 957	9.0	D	6.5	22 14	—	—	25	327		
3	$\lambda^2$ Cancri	5.7	D	12.1	19 25.0	-1.1	-4.0	169	217	28	B.D.+18°1214	7.0	D	7.3	18 23	—	—	80	55		
4	60 Cancri	5.7	D	12.3	0 18.2	-2.0	-0.3	74	26	28	B.D.+18°1225	9.0	D	7.3	19 25	—	—	115	63		
24	B.D.+14°439	7.4	D	3.3	18 51.8	-0.6	-1.5	100	43	28	B.D.+18°1228	7.8	D	7.4	19 42	—	—	115	65		
25	B.D.+17°568	8.7	D	4.3	18 50	—	—	25	327	28	B.D.+18°1226	8.0	D	7.4	19 57	—	—	10	317		
25	B.D.+16°461	8.8	D	4.3	19 10	—	—	105	47	28	B.D.+18°1232	8.9	D	7.4	20 17	—	—	140	85		
26	$\epsilon$ Tauri	3.6	D	5.3	18 43.8	—	—	20	323	28	B.D.+18°1252	8.7	D	7.5	22 4	—	—	120	61		
26	B.D.+18°656	8.7	D	5.5	21 56	—	—	100	44	29	68 Geminorum	5.1	D	8.5	23 17.8	+0.2	-2.9	157	99		
27	B.D.+18°870	8.7	D	6.4	21 5	—	—	150	90	31	$\omega$ Leonis	5.5	D	10.5	22 20.2	-2.0	-0.7	90	52		
27	B.D.+18°871	9.0	D	6.4	21 16	—	—	150	90												

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 15 日毎の赤經、赤緯、時差、黄經、距離、視半徑、視差は凡て 12 時に於ける値。

太陽

月	日	赤經	赤緯	時差			
h	m	s	°	'	"	m	s
III	1	22 44 46.8	-7 57 30	-12 41.0			
	16	23 40 17.7	-2 7 57	-9 3.7			
	31	0 34 57.6	+3 46 12	-4 35.2			

時差 = 眞太陽時 - 平均太陽時

月	日	黄經	地球からの距離	視半徑
h	m	s	km	"
III	1	339 38 12	0.9508117	16 10.1
	16	354 37 58	0.9947539	16 6.2
	31	9 30 42	0.9989658	16 2.2

黄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。距離は平均値 149 504 201 km を單位としてある。

春分(黄經 0°) III月 21 日 21<sup>h</sup> 29<sup>m</sup>

月	日	出	南中	入	出入方位	南中高度
h	m	h	m	s	h	m
III	1	6 13	11 53 42	17 35	南 9.1	46.4
	16	5 52	11 50 5	17 48	" 2.0	52.2
	31	5 31	11 45 37	18 1	北 5.2	58.1

出入方位は東又は西より測りたるもの。

月

月	日	地平視差	出	南中	入	
h	m	"	h	m	h	m
III	1	59 36.49	12 37	19 50	2 5	
	16	54 4.19	2 47	8 7	13 31	
	31	59 58.09	13 45	20 31	2 27	

望	月日	赤道通過	最南	最北	
h	m	h	m	h	m
III	6 3 0	III 6 14 1	13 5 26	20 18 23	
下弦	13 6 37	赤道通過	20 18 23	27 17 18	
朔	21 10 49	赤道通過	20 18 23	27 17 18	
上弦	28 21 16	最北	27 17 18		
最近	III 4 20 18	地球からの距離	0.93502		
最遠	16 23 36	"	1.05535		

距離は平均値 384 403 km を單位としてある。

惑星

惑星	距離	III月 1日				
		視半徑	出	南中	入	
		"	h	m	h	m
水星	1.2809	2.6	6 40	12 28	18 16	
金星	0.8974	9.4	3 51	8 55	13 59	
火星	1.3816	3.4	1 25	6 19	11 13	
木星	5.9681	15.4	6 29	12 11	17 52	
土星	10.1462	7.3	7 57	14 11	20 25	
天王星	20.0592	1.7	9 8	15 57	22 46	
海王星	29.2511	1.2	18 27	0 44	6 58	

惑星	距離	III月 16日				
		視半徑	出	南中	入	
		"	h	m	h	m
水星	0.9328	3.6	6 31	12 54	19 16	
金星	1.0076	8.5	3 54	9 8	14 21	
火星	1.2375	3.8	1 7	5 57	10 48	
木星	5.9628	15.4	5 40	11 25	17 10	
土星	10.2693	7.3	7 2	13 18	19 34	
天王星	20.2754	1.7	8 10	15 0	21 49	
海王星	29.2253	1.3	17 26	23 40	5 58	

惑星	距離	III月 31日				
		視半徑	出	南中	入	
		"	h	m	h	m
水星	0.6193	5.4	5 34	12 1	18 28	
金星	1.1137	7.6	3 51	9 19	14 46	
火星	1.0965	4.3	0 45	5 35	10 24	
木星	5.9118	15.6	4 50	10 39	16 28	
土星	10.3400	7.2	6 8	12 26	18 44	
天王星	20.4511	1.7	7 13	14 4	20 54	
海王星	29.2678	1.2	16 25	22 40	4 58	

距離は地球からのもので、その單位は太陽に於けるものと同様。

惑星現象

月日	現象	月日	現象
III 6	海王星、月と合	III 19	火星、降交點通過
6	木星、太陽と合	20	木星、月と合
7	水星、昇交點通過	22	水星、日心黄緯最北
11	水星、近日點通過	22	火星、太陽と下矩
13	火星、月と合	22	水星、月と合
13	海王星、太陽と衝	23	土星、月と合
17	水星、太陽より東方最大離隔	23	金星、降交點通過
17	金星、月と合	24	水星、留
		25	天王星、月と合

# 日本天文学會出版物

天文月報舊號（明治41年 第1巻發行）

1部につき 金33錢（送料共）

1巻につき 金3圓00錢（ ）

天文学會要報（昭和5年 第1號發行）

邦文研究論文を集めたもの、現在まで既に20號を發行。

定價は各號で異なるが80錢から1圓50錢迄、外に送料。

プロマイド天體寫眞（繪葉書型）

太陽に關する諸種の現象の寫眞、月面の寫眞、火星、木星、土星の惑星寫眞、ハリー、モーアハウス及びウインネッケ彗星の寫眞、諸種の星雲、星團の寫眞等を集めたもので、その種類は47種。

定價 1枚 金10錢、送料凡そ28枚迄金3錢。

東京天文臺繪葉書（コロタイプ版）

東京天文臺構内の主要建築物及び装置を細羅し、4枚1組で、第6集まである。

定價 4枚1組 金10錢、送料4組まで金3錢。

御注文の際は定價に送料を添へ適當の方法にて本會宛御送金を願ひます。なほ出版物の詳細に就いては御問合せに應じます。

以上の學會發行の出版物の外に本會編集の圖書に三省堂（東京市神田區神保町一、大阪市西區阿波座通）發行の

星座早見、新撰恒星圖、恒星解説

がありますが、それらに就いては三省堂に御申込みください。

この外、天文月報に掲載された綜合報告で東京天文臺發行の天文學文献抄として發賣されてゐるものがありますが、その詳細に就いては天文臺宛御問合せください。

昭和14年2月25日印刷

昭和14年3月1日發行

定價 金30錢

（郵税5厘）

編輯兼發行人

東京府北多摩郡三鷹村東京天文臺構内

福見尙文

印刷人

東京市神田區美土代町16番地

島連太郎

印刷所

東京市神田區美土代町16番地

三秀舎

發售 東京府北多摩郡三鷹村東京天文臺構内

行社 日本天文学會

所 法人 振替口座 東京13505

賣 東京市神田區神保町

恒星社

東京市神田區南神保町

岩波書店

東京市京區區横町3丁目3番地

北陸館書店

東京市芝區南佐久間町2/4

恒星社

東京市日本橋區通2丁目6番地

丸善株式會社



# THE ASTRONOMICAL HERALD

VOL. XXXII NO. 3

1939

March

---

## CONTENTS

H. Hirose: Celestial Photography (Original) .....	35
Y. Fujita: On the Line Profiles of the Solar Absorption Spectra (Collective Review) .....	39
M. Hasimoto: On the Crystal Clock (Article) .....	47
Abstracts and Materials—Sky of March, 1939 .....	52