

目 次

原 著

齋 藤 國 治：寫眞測光に於ける二三の實驗 1

総 合 報 告

藤 田 良 雄：太陽吸收線の輪廓に就いて 3

論 究

橋 元 昌 灰：水晶時計に就いて 9

抄 彙 及 資 料

無線報時修正値 14

X月に於ける太陽黒點概況 15

天文恒數の改正 15

長週期變光星 1939 年の推算極大 16

天 象 櫃

流星群 17

變光星 17

東京(三鷹)に於ける星の掩蔽 17

太陽・月・惑星 17

本年回歸する週期彗星 18

原 著

寫眞測光に於けるニ三の實驗

齋 藤 國 治

この實驗は 1936 年 VI 月 19 日 北海道の日食に際し東京帝國大學理學部天文學教室より派遣せられたる觀測班が撮影したコロナ寫眞原板に施せるニ三の測光上の補正のための實驗であつて、既に報告済み⁽¹⁾のものであるが此處にその要點を述べる。詳細は原文を參照せられたい。

1. ハレーション

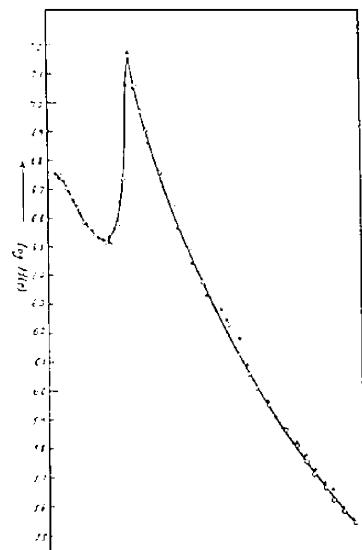
天體撮影の際原板上の星像の周囲に半径 3 mm 位の綺麗な輪型の暈が寫る事はよく経験する所である。之れが原因はすでに 1890 年に佛國の Cormu が指摘してゐる所であるが、入射した光が全部乳剤に吸收せられず一部が支持體硝子を透過してその背面に於て反射をし再び乳剤に當る爲めであり、輪型の處は即ちその硝子に於ける屈折の臨界角に相當するものとしてゐる。第 1 圖は實驗的に



第 1 圖

ハレーションを起させたものである。その方法は寫眞乾板包裝用の黒い紙に横めて小さい 3 個のはゞ回型の孔を穿ち、これを試験せんとする乾板の乳剤面に密着せしめ、乾板面に垂直の方向より光を投射せしめた。光源は直流 100 ヴオルト、500 ワットのマツダ映寫用電球で光源のディメンションを小さくするために電球全體を徑 20cm 程の箱に入れ、直徑 3.3cm の圓型の小窓を前方に開け、小窓には磨硝子をはめた。露出距離は約 2.5m、露出時間は 10 分間である。Intensity scale としては Zeiss-Ikon 會社の濃度計用光學楔（楔常數 0.50 cm^{-1} 、長さ 11em、幅 1.8em、連續的に濃度を變化する）で、之れは上と同様の状況の下に於て、上の操作の直後同一乾板上の直ぐ近くに數秒

の露出を與へた。測光せんとするハレーション像と Intensity scale との露出時間の差異のある時は誤差の介入する原因となり易いが、現在の問題は單にハレーション像の各々の場所の照度の比を知る事を目的としてゐるから露出時間によつて特性曲線の型を崩す事がなければ問題とならない。これは Schwarzschild の法則が適用される精度に於て正しい。現像は特に仕上げの一様性を保たせるために血現像で軟毛の刷毛にて終始乾板面を撫でる事にした。現像液はオリエンタル寫眞會社の MQ で液温は大體 18°C に保たせた。現像時間は 4 分間で現像係數 γ が 1.3 程度のコントラストに仕上げた。使用乾板は Ilford Soft Gradation Panchromatic 乾板である。第 1 圖に於てハレーションは點光



第 2 圖

像を中心として直徑約 6mm の美麗な圓輪を描き、圓内に於いては圓心より遠ざかるにつれてその強度を減じ、圓周に到つて俄然強度は急騰し、それから再びゆるやかに減光してゐる。3 個を相互比較してハレーションの程度の異なるのは入射點の孔の大きさの違ふためで、強度分布の法則はも

(1) 天文臺報 5 228, 6 37, 82 (1938); Ann. T. A. O. 1, 92; 151 (1938)

より同一である筈である。ハレーンの濃度測定は東京天文臺の Zeiss 光電管式自記精密測光機を用ひて行はれた。次に Intensity-scale を参照すればハレーンを生ぜしめた照度の対数を以て表はす事が出来る。第2圖はかくの如くして求められたハレーンの濃度曲線で縦軸はハレーンによる乾板上の照度の対数、横軸は點像よりの乾板上の距離、黒圓白圓は點像の左右の測定點である。若し孔の形を直線的な Slit とすれば、ハレーンも直線的となり、Slit の像の長さの方向に平行して約 3mm を距てて像の左右に出来る。又圓型の孔ならば直接像の他に同心圓的なハレーン像が2個生ずる事も實驗する事が出来た。

2. フレーア

明暗の甚しい被寫體をカメラにて撮影した場合、暗部も相當の黒みを生ずるものであるが、之れは明部より發した光がカメラレンズに當つてレンズ内部での反射、散乱等によつて暗部にも散光がかかるべつて來る爲めと考へられる。これを通常フレーアと言つてゐる。

光學機械内の光の反射、散乱を大別すると下の如くなる。

1. 光學的フレーア——屈折率の異なる物質の境界に於ける光の反射から起るもので、如何なるレンズでも完全に之れを除去する事は不可能である。即ちレンズ面で奇數回反射を行つた光は光源方向に戻るから害はないが、偶數回反射した光は乾板方向に向ふからフレーアを起す。2回反射した光を第I次フレーア、4回反射した光を第II次フレーア等と名付けると、境界面の數が n 個なる光學系内の第I次フレーアの數は $\frac{n(n-1)}{2}$

で表はされる。又第II次フレーアの數は $(n-1)n(3n^2+5n-10)$ で與へられる。例へば下表

24

の如くである。このフレーアの照度に關しては普通の硝子の反射率は 4%—5% 程度であるから第

境界面の數	2	3	4	5	6
第I次フレーアの數	1	3	6	10	15
第II次フレーアの數	1	8	29	75	160

I次フレーアの光度は1枚レンズでは入射光の0.16% であるが、3枚レンズでは 2.4% に達す

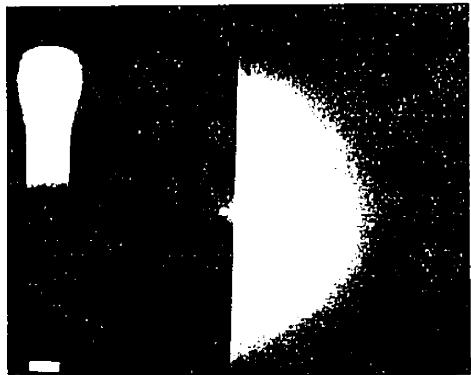
る。第II次フレーアは第I次フレーアに對して省略しても差支へない程度の量である。これは平行平面板についての事で、實際のレンズでは表面が球面のため反射光は焦點を作りその位置によつては上の値は種々變り得るものである。

2. 機械的フレーア——光源よりの光が光學機械内の鏡胴、lens-holder 及び絞りの縁等にて反射散亂したもの。このフレーアは大抵やゝ明るい輪形の像を伴つてゐる。

3. レンズ系内の散亂——レンズ面のきず、條痕、塵埃、指痕、露滴、かび、レンズ内部の氣泡、微小な異物、鏡胴内の空氣中の塵埃等によつて透過光が散亂される現象。これは像を中心に放射狀の光つた線となる。

4. 乾板面の照り返し——乾板は可成りよい反射能をもつた matt surface であつて焦點像は乾板面で相當の輝きをもつてゐるからこれが光源となつて奇數回反射による光學的及び機械的フレーアを生ずる。

第3圖は Dallmeyer 3枚玉レンズを使った場合の點光源によるフレーアの寫眞である。圖の中

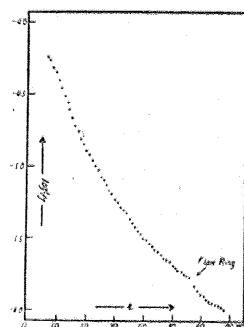


第 3 圖

央の白い小圓が即ち點光源の像であり、右側の半面の白い所がフレーアによつて生じた光によるものである。注意してみると圓型の耀きの所に大きな輪形をなした黒みの不連続的變化をしてゐる所が認められる。之れは機械的フレーアである。寫眞の左半は一様に黒い absorber で蔽ひフレーアの撮影後光學楔を焼込んだのが左端の長方形の像である。實験に際して、光源は長さ 45cm の立方形の木箱の内壁を白紙で張り繞らし、且つ箱の中央にマツダ・バイクライト電球 (300watt) を釣る

す。箱の一面の中央に長さ 15cm の四角い穴と電球との間に濃さ一様な白紙一枚をたらす。被寫體は厚いボール紙に實驗せんとする形を切り取り、之れを磨硝子で裏打ちして上の穴にあてる。かくするとまづ光源を發した光は白壁の反射によつてほゞ一様の照度をもつてたれ下つた白紙にあたる。その光は白紙を透して更に一様となつて實驗せんとする紙型の上の磨硝子に當るから、被寫體は殆ど完全に一様な輝度をもつ發光體となる譯である。光源の前方 2m の位置に光路の左右に黒幕を垂して散光を防ぐ。第一の絞りとしては光源前方 4m 餘の光路上に直徑約 25cm の圓形の穴をもつた約 1m 平方の厚いボール紙をつるし、更に第二の絞りとしては光源前方 8m の所に直徑約 20cm の圓型の穴をもつた仕切りを置く。この仕切りは光源のある部屋をカメラのある部屋との境の壁をなしてゐるから兩室はこの第二の絞りによつて完全に分離される譯である。光源の部屋、カメラの部屋、及び絞り、光源を容れる箱の外面等は一切黒く塗つて反射光を可及的消すよう努めた。Dallmeyer レンズは有效口徑 22cm、焦點距離 85cm の寫真用 triplet で、日食當時と同一状態にするため、第二主要面に直徑 8cm の圓型絞りを挿入した。Intensity-scale は前述のものと同一で、まづフレアを撮影した後直ちに乾板を特

別取枠に入れて、同一光源に直面せしめ、同一時間の露出を與へて原板の一隅に密着焼付を行つた。使用した測光機は Fabry et Buisson Micro-photomètre であり、その Slit の大きさは直徑 0.3mm の半圓型である。使用乾板は Fuji Portrait Plates で、現像液は Metol-Hydroquinon



第 4 圖

處法であるが特に metol 及び臭素加里を普通よりやゝ多量にし、現像時間をやゝ永く 7 分間とし、プラツシング皿現像を行つて、現像法に依る誤差を極力少くするように努めた。かくて出來た原板の現像係數 γ は平均 2.5 程度で可成り硬調に仕上げたから、測光の精度を充分高める事が出來た。實驗はすべて夜間行つたから、暗室外よりの漏光は完全にないと言へる。測定の結果第 4 圖の如き曲線を得た。縱軸は對數で表はしたフレア照度、横軸は點像の中心よりの乾板上距離である。光源を輪型にすると、同心圓のフレア輪が出来るが、之れは點光源によるフレア輪の包絡線であらう。

総 合 報 告

太陽吸收線の輪廓に就いて (I)

藤 田 良 雄

内

容

- 緒 言
- I. 觀測的立場より見たる輪廓
1. 觀測方法
 2. 輪廓の補正
 3. 強度スケール
 4. 測光の方法
 5. 輪廓の觀測的結果
- II. 理論的立場より見たる輪廓
6. 輻射平衡と吸收線

7. Schwarzschild-Schuster の取り扱ひ方
8. Milne-Eddington の取り扱ひ方
9. 其の他の取り扱ひ方
10. Equivalent-breadth の問題
11. 剰餘強度に就いて
12. サイクルの理論
13. Line の wing の研究
14. Blending の問題

緒 言

緒 言

吸收線の輪廓⁽¹⁾の問題は比較的に新しく發展した物理學の分野であつて、それが天體に應用されるに至つたのは更に新しい事である。物理學で最近發達した分野、所謂量子力學、スペクトルの微細構造の理論は我々を天體物理學の一大進展への段階へと導いたのであつた。加ふるに分光器械の性能の改良と發達は觀測並びに實驗に於ても理論の複雜性に對抗し得る或は場合によつては其以上の點に達した。一般に星の吸收線の問題は星の光度が弱い爲、使用する分光器が制限されるので未だ多くを求められないが、太陽の吸收線の問題は、其の光が強大なる爲分散度の高い分光器を使用することを得、最近特に著しい發展の途上にある。併し未だ觀測上將又理論上種々の困難な點があり將來の研究が期待されるわけである。我々は、本稿に於て、太陽の吸收線の輪廓は如何なる方法により、又如何にして求められ處理されるかを述べ、之等の觀測より得た結果は理論と如何にして結びつけられるかを調べ、吸收線の理論の過去の狀態、現在辿りつゝある方向とそして未來への發展等に就き瞥見する積りである。

I. 觀測的立場より見たる輪廓

1. 觀測方法

スペクトルの輪廓を研究するには低い分散度の分光器は役に立たないのであつて、特に分散度の高い分光器を必要とする。輪廓 (contour 或は又 profile なる言葉も用ひられて居る) なる意味は或る element の出す特定の波長のスペクトル線の形狀(波長に對するスペクトル線の強度或は濃度)であるから、他の element の line と分離出来ない様な狀態(即ち blend をなして居る)では當然純粹な研究は出來ないからである。併し特に分散度の高い分光器を用ひても、眞の意味の blend は矢張存在する。即ち之に對しては上に述べたものは一種の見掛け上の blend と言つてもよい。眞の意味の blend をなして居る線に對しての contour の研究は孤立して存在する line の研究に比し困難ではあるが⁽²⁾、或る line の他の line との blend により生ずる contour の誤差は求める事が出來、從つて眞の contour に直し得るのである。

さて太陽の吸收線、即ち Fraunhofer line の輪

廓の觀測的研究は後に述べるが如き目的の差異に應じて、夫々適した方法を探らなければならぬ。先づ一般的に、太陽面のスペクトルを撮影する事は我々に種々の問題を提供する事であらう。例へば或る一つの元素に就いて、其の中性の原子によるスペクトルの輪廓と一次電離或は二次電離の原子のスペクトルの輪廓とを比較する事により、我々は原子の microscopic な状態を知る事が出來、從つて大氣の状態に就いての重要な要素を摑み得るであらう。又單獨に一つの元素の或る波長の線の輪廓を調べる事により、其の線を生ずる原子機構、例へばエネルギー段階からエネルギー段階への轉移の説明に必要な諸量の解析的究明もなし得られる。之に對し、太陽面の各部分を別々に撮影したならばどうであらうか。太陽の吸收線は太陽の大氣を通つて來るのであるから、太陽の中心から周縁に行くに従つて視線方向に對する大氣の厚さの變化が效いて來る筈である。これには種々の函數が含まれて居る。例へば吸收係数等は其の尤るものである。從つて太陽の中心から周縁に亘つて撮影した時に、若し輪廓に變化ありとすれば、夫は上の原因によらねばならぬ。故にスペク

(1) 吸收線の輪廓に就いて教科書的に書れてあるのは Rosseland: Astrophysik (1931).

Rosseland: Theoretical Astrophysics (1936).

A. Unsöld: Physik der Sternatmosphären (1938).

其他少し通俗的ではあるが

M.P. Lacroix: Raies d'absorption dans le spectres stellaires (Act. Scien. Indust., No. 473, 1937).

尙此の外に理論的にのみ取り扱つたものとして

E. A. Milne: Thermodynamics of the Stars (Handb. d. Astrophys., Bd. 3, 1, 1930).

A. Pannekoek: The Theoretical Intensities of Absorption Lines in Stellar Spectra (Publ. Astr. Inst. Amsterdam, No. 4, 1935).

G. Tiercy: L'équilibre radiatif dan les étoiles (1935).

又 Gerasimović: The Text Book of Astronomy (in Russian), 1936 の中に Ambarzumian が一寸書いて居る。

R. O. Redman は M. N., 98 (1938), 311 に於て “Line Profiles” の題名の下に此の問題の現状に就き綜合的報告をなして居る。

(2) 例へば C. W. Allen, Memoirs Commonwealth Solar Obs. Canberra, No. 5 (1934).

A. D. Thackeray, Ap. J., 84 (1936), 433.

トルの中心一周縁變化も太陽大氣の機構を説明するのに貢献する處大なりと考へられる。

太陽スペクトルの観測を行つて輪廓に就いて得られた結果は今迄に非常に多い⁽¹⁾。此等の結果は何れも分散度の大なるプリズム分光器、或は格子分光器を使用したものである。其の中數氏の用ひた分光器の分散度を列記して見ると、第 I 表の如くである。

スペクトルを撮影して、輪廓を云々する様に reduce するには相當の労力を要する。目的のスペクトルを撮した原乾板には同時に比較すべき強

第 I 表 分光器の分散度

観測者	分光器	分散度(Å/mm)	分散能
Plaskett ⁽²⁾	格子	1.16(2 次) 0.5(4300Å)	150000 150000
Allen ⁽³⁾	プリズム	2.2(6600Å)	41000
Redman ⁽⁴⁾	プリズム	0.64(4227Å)	
G. Righini ⁽⁵⁾	格子	2	
Minnaert 及 Houtgast ⁽⁶⁾	格子	4(1 次) 2(2 次)	
A. D. Thackeray ⁽⁷⁾	格子	0.71	

度スケールを入れなければならない。そして得た寫真を microphotometer により强度(濃度)曲線に直し、始めて議論し得る形態を執るのである。併しこの photometry に持つて行く迄に色々の誤差を生ずる原因がある。之を除き、或は補正しなければ、得られた輪廓は本物でない。従つて以下順序として眞の輪廓を得る爲には、どんな考慮が拂はれねばならないかを述べよう。

2. 輪廊の補正

観測された輪廊が眞の輪廊と異なつて居るのは如何なる原因によるかを述べる。

(i) 分散能

吸收線の中心に於ける强度の測定値は眞の强度よりも大きく出る。この原因は、(イ) カメラ・レンズの縁に於ける廻折の現象、(ロ) スリットの幅の有限なる事、(ハ) 幾何光学的の像の正しくない⁽⁸⁾事等、即ち分光器の分散能に關係したものである。特に格子分光器では、之以外に ghost line の影響が考へられる。Allen⁽⁹⁾ は分光器の不完全なのはプリズムの differential absorption、乾板とスリットの間の隔り、反射光線を避ける爲にな

したレンズの傾き等によるものとし、鐵の眞空弧のスペクトルから之等を調べた。

Carroll⁽¹⁰⁾ は無限に狭いスリットを持つた、所謂完全な分光器に對して輪廓の計算を行ひ補正值を求めた。スリットの幅の違ひによつて生ずる輪廓の變化に就いては Cittert⁽¹¹⁾ の論文がある。

Plaskett は此の問題を詳しく述べて居る

- (1) v. Klüber, Zs. f. Phys., **44** (1927), 481.
M. Minnaert, Zs. f. Phys., **45** (1927), 610.
Unsöld, Zs. f. Phys., **46** (1928), 765.
Minnaert & B. v. Aussenbergh, Zs. f. Phys., **53** (1929), 248.
Minnaert & G. F. W. Mulders, Zs. f. Ap., **1** (1930), 192.
Unsöld, Zs. f. Ap., **2** (1931), 199.
H. H. Plaskett, M. N., **91** (1931), 870.
G. Righini, O. M. O. A. Arcetri, No. 48 (1931), 29; Mem. Soc. Astr. Ital., **5** (1931), 283.
Minnaert & L. S. Ornstein, B. A. N., **6** (1932), 213.
R. v. d. R. Woolley, M. N., **92** (1932), 806.
S. A. Korff, Ap. J., **76** (1932), 291.
C. D. Shane, Lick Obs. Bull., No. 449 (1932), Woolley, Ann. Sol. Phys. Obs., Cambridge, **3** (1933), 79; M. N., **93** (1933), 691.
A. D. Thackeray, M. N., **94** (1934), 99.
Mulders, Dissertation, Utrecht (1934).
P. Th. Shajn, Bull. O. C. Poulkovo, No. 115 (1934).
Mulders, Zs. f. Ap., **8** (1934), 62.
Allen, Memoir Commonwealth Sol. Obs., No. 5 (1934).
Redman, M. N., **95** (1935), 742.
Cherrington, Lick Obs. Bull., No. 477 (1935).
Minnaert & Houtgast, Zs. f. Ap., **12** (1936), 81.
Allen, M. N., **96** (1936), 843.
Redman, M. N., **97** (1937), 552.
M. G. Adam, M. N., **98** (1938), 112.
- (2) Plaskett, M. N., **91** (1931), 870.
- (3) Allen, Mem. Com. Sol. Obs., No. 5 (1934).
- (4) Redman, M. N., **95** (1935), 742. 尚 Woolley も同じ分散度の分光器を用ひて强度測定を行つた。M. N., **92** (1932), 806.
- (5) G. Righini, Zs. f. Ap., **10** (1935), 344.
- (6) Minnaert & Houtgast, Zs. f. Ap., **12** (1936), 81. 同じ器械による Minnaert & Mulders の観測もある。Zs. f. Ap., **1** (1930), 192.
- (7) A.D.Thackeray, Ap. J., **84** (1936), 433.
- (8) レンズが悪い時は(イ)、(ロ)の影響を除いた後で更に補正しなければならない。
- (9) Allen, Memoir Commonwealth Sol. Obs., No. 5 (1934).
- (10) J. A. Carroll, M. N., **88** (1927), 154.
- (11) v. Cittert, Zs. f. Physik, **66** (1930), 547; **69** (1931), 298.

が、これを要約すると、格子分光器に於て、分光器の焦點面に於ける廻折像は（ λ なる波長で）次の様な分布を示す。

$$S(x) = \frac{ab}{\pi} \int_{a_1}^{a_2} \frac{\sin^2 a}{a^2} da \quad \dots \dots \quad (2.1)$$

$$\text{但し } a_1 = \frac{\pi a}{f\lambda} \left(x - \frac{s}{2} \right), \quad a_2 = \frac{\pi a}{f\lambda} \left(x + \frac{s}{2} \right)$$

a : カメラ・レンズの有效部分の幅(角形口徑)

b : a に對して高さ

f : カメラの焦點距離

s : 焦點面に投影されたスリットの幅

x : 焦點面で投影されたスリットの像の中心からスペクトルの出來る方向に平行に測つた長さ

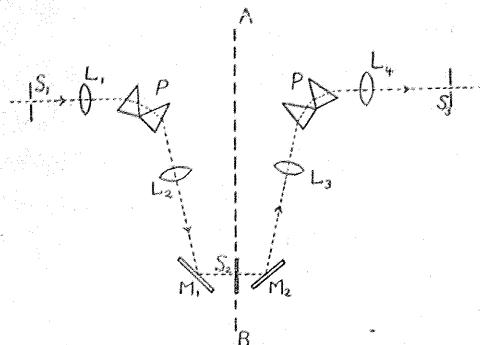
$S(x)$ の數的計算は Schuster,⁽¹⁾ Ornstein 及び Minnaert⁽²⁾ 等が行つて居る。併し ghost⁽³⁾ のある場合、レンズに収差がある場合は、上の式は改良しなければならない。⁽³⁾ 焦點面で觀測された強度分布を $I(x)$ 、眞の強度分布を $L(x)$ とすれば、

$$I(x) = \int_{-\infty}^{\infty} L(\xi) \cdot S(x-\xi) d\xi / \int_{-\infty}^{\infty} S(\xi) d\xi \quad \dots \dots \quad (2.2)$$

今 $I(x)$ が觀測された吸收線の輪廓を表す様に $L(x)$ を適當に假定し、 $I(x)$ と $L(x)$ の差異を求めれば之が補正值を與へるわけである。

(ii) 光の散光

散光(scattering)による影響は二つに別けて考へられる。即ち一つは太陽の中心一周縁の各部分を撮影する場合、目的の部分に對する他の部分の光の影響である。Plaskett⁽⁴⁾ は太陽面の各部分を直接スリットにあてて觀測を行つたが、Minnaert⁽⁵⁾ は目的の部分以外の太陽面の光は或る方法により遮つて此の影響を避けた。太陽の像とスリットの間にダイアフラムを入れ、それに例へばプリズムの様なものをつけて、それに當る光のみをスリットにあてる様にすればよい。さて他の一つは分光器による散光である。即ち目的の波長以外のその近傍のスペクトルがその波長の輪廓に及ぼす影響である。之を避ける爲に Redman は次の様な裝置の monochromator を用ひた⁽⁶⁾ (第1圖)。 S_1 は第一のスリット、 S_3 は第二のスリットで、幅を調節する事が出來、又 AB の方向に動



第1圖

かし得る。從つて S_2 により必要な波長の部分のみを選ぶ事が出来る。 M_1, M_2 は平面鏡で、鉛直軸のまわりに廻轉する様になつて居る。 S_3 は使用する分光器のスリットである。Redman が使つた monochromator によると、光が S_1, S_2 を通つて S_3 に入る時は 5100 Å で約 5 Å の狭い範圍に限られてゐつて、他の波長による影響はなくなる。例へば 4227 Å のカルシウム線の中心強度は monochromator を使用すると、隣接連續スペクトルに對し 4.8% となり、使用しないと 7.9% となる。此の差 3.1% が他の隣接波長の 4227 に及ぼす散光の影響による量であると考へられる。

(iii) 寫眞乾板⁽⁷⁾

輪廓は勿論寫眞撮影によるのであるから、寫眞乾板による種々の誤差の原因を考へねばならない。Ross によれば普通の乾板では $1/20$ mm より大

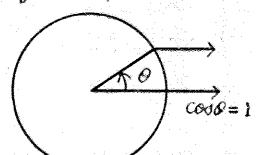
(1) Schuster, Ap. J., 21 (1905), 206.

(2) Ornstein & Minnaert, Zs. f. Physik, 43 (1927), 404.

(3) 此の問題に就いては Shenstone の論文がある。A. G. Shenstone, Phys. Rev., 34 (1929), 726.

(4) Plaskett は $\cos\theta = 1.00; 0.391; 0.238$ の三點に就いて調べた。

Plaskett, M. N., 91 (1931), 870.



(5) Minnaert は $\cos\theta = 1; 0.80; 0.60; 0.44; 0.31; 0.20$ の六個處に就き調べた。

M. Minnaert & J. Houtgast, Zs. f. Astrophys., 12 (1936), 81.

(6) Redman, M. N., 95 (1935), 290; 742.

(7) 一般の寫眞測光に及ぼす寫眞乾板の性質等に就いては本月報第30卷(昭和12年)第1號—第5號の齊藤國治氏の「天體測光學に現れる誤差に就て」で詳しく述べられて居る。

なる幅の line はかなり正しく與へられる。(1) 之以下になると、色々の影響が效いて来る。従つて此の程度の幅を生ぜしめる爲には、 5000Å の邊では分光器の口徑と焦點距離の比は簡単な計算により $a/f \geq 1/100$ なるを要する。ヴィルソン山の塔望遠鏡はこの條件を充して居る。

次に問題となるのは Eberhard effect(2) である。これは neighbourhood effect とも呼ばれ、三つに別けて考へられる。

(イ) 隣接連續スペクトルの強い輻射光が臭化銀粒によつて吸收線の方に散光される爲、線の中央に於ける測定値は大き過ぎとなる。(ロ) 隣接連續スペクトルのよく露出された部分で出來た現像による反應物質が、吸收線の位置に浸出擴散し、目的の部分の現像を妨げる。従つて測定値は小さ過ぎとなる。(イ)、(ロ) は結合して中和されると考へていい。(ロ) に就いては Seemann(3) の研究がある。(ハ) よく露出された連續スペクトルは現像の際黒くなる。その結果吸收線の部分より乾燥が早く、その爲吸收線を少しき擴げる作用を生ずる。これを試験する爲に，Plaskett(4) は人工的吸收線を撮影し Parkhurst 現像液(5) 及び Rodinal 1/32 の二方法で現像して見たが、ゼラチン膜の收縮は兩方とも 0.01mm の程度であつた。又一方法として、吸收線の乾板の密着ポジを或特定の波長の光によつて作り、ネガと強度分布を比較測定して差異を求めた。Allen(6) も寫真效果に就いては色々調べて居るが、現像液としては、ハイドロキノンより Rodinal がいゝ様である。

又或る人(7) の研究によればゼラチンの收縮は吸收線の幅を變へても 5% 以内であると述べて居る。v. Klüber(8) は特殊の現像液を用ひて Eberhard 效果を避け様と試み、又 Walenkow(9) は現像液を絶えず動かせばこの效果がなくなると發表して居る。其他寫真現像上には溫度、湿度等の影響重大であるが、これは目的スペクトルと強度スケールを同じ條件の下に同一の乾板に寫す事により避ける事が出来る。

3. 強度スケール

寫真乾板上の黒み (Schwärzung, blackening) といふものは露出時間、波長、現像時間、現像方法等に關係して居る。従つて寫真測光の爲には上

と同じ條件の下に測光すべき目的物の撮影と同じ乾板に（或は少くとも同じ包裝の乾板上に）強度比例の知られた強度スケールを撮影しなければならない。強度スケール (intensity scale 或は intensity mark) はどんな物であるか、又如何様にして入れるかを次に述べる事とする。

(i) スリットの幅による方法(10)

用ひる分光器のスリットの幅を變へて行く方法である。これの充分安心して用ひ得るのは連續スペクトルの場合であつて、吸收線に對しては充分とはいかない。此の目的に副ふ連續スペクトルのバンドの有效部分の長さはスリットの幅が増すに従つて減する。従つて最大の幅では連續スペクトルの強度は、其の近傍の line の爲に、いくらか減じて來るから、強度スケールを正確に示さない。即ちスリットの極大の幅には限りがある。又狭過ぎると、今度はスリットによる廻折の爲、プリズムに入る光を妨げるから、之の補正が必要である。狭いスリットに對しては、強度は幅の自乗に比例するから、幅の誤差に對しては大分效いて來るわけである。此の方法に於ては強度は

$$\sin^2 a/a^2$$

に比例する。但し $a = \pi ed/\lambda l$, e = スリットの幅, d = レンズの中心から像までの距離, l = レンズの焦點距離である。Allen(11) は此の方法を測光の一

(1) Ross, Monogr. Res. Lab. Eastman Kodak, No. 5 (1924).

(2) G. Eberhard, Phys. Zs., **13** (1912), 288. 特に Publ. Astrophys. Obs. Potsd., **26**, No. 84 (1926) 1には詳しい。

(3) H. Seemann, Zs. f. Physik, **80** (1933), 506.

(4) M. N., **91** (1931), 870.

(5) R. M. Motherwell, Publ. Dom. Obs. Ottawa, **8** (1925), 121.

處方は A 液と B 液と二つあつて兩者を等量に混合したのが此の現像液である。

A	B
水 64 oz	水 64 oz
硫酸曹達 2 oz	硫酸曹達 2 oz
ハイドロ 2½ oz	炭酸カリ 8 oz
キノン	
硫酸(c.p.) 2 drs	臭素カリ 200 gr

(6) Allen, Memoirs Commonwealth Sol. Obs., **5**. (1934).

(7) H. v. Klüber, Zs. f. Physik, **44** (1927), 481.
R. v. d. R. Woolley, Ap. J., **72** (1930), 256.

(8) Klüber, loc. cit.

(9) N. Walenkow, Zs. wiss. Phot., **27** (1930), 236,
(10) Ornstein & Minnaert, Zs. f. Physik, **43** (1927)
404.

(11) Allen, loc. cit.

方法として用ひた。

(ii) Perforated Screen の方法⁽¹⁾

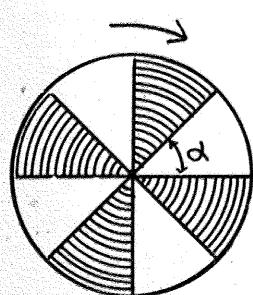
穴を明けた亞鉛板のスクリーンを黒く塗つて使用する。Allen⁽²⁾は之を數個分光器の前に紐で吊し前後に振れる様にした。各スクリーンは入射光線の45%を透す。5個のスクリーンを用ひると、かなり廣い範囲の強度スケールが出来る様である。尙更に細いスケールを得る爲に、wire-gauze screen (65%を透す)を一つ使用した。

(iii) 光學楔による方法

之は寫眞測光に於て強度スケールを入れる際、最も一般に行はれる方法であつて、光學楔(optical wedge)をスリットの前に置いてスケールを得るのである。光學楔は neutral tint glass で、濃度勾配は連續的に變るものと、階段的に不連續的に變るものと二種類ある。又變り方自身も急激なものと、ゆるやかなものとあつて、目的によつて適當に選ぶのである。この楔は大低スリットの前に置く爲、大きさも餘り大なる必要なく、高さが1cm内外、幅はそれより小さい。理想的に言へば寫眞乾板の前に置く方が種々の點でいいのであらうがそれでは大へん大きくなければいけないから、實際上は不可能である。Plaskett⁽³⁾がマグネシウム b 線に就いて爲した輪廓の測光は此の方法に依つたものである。

(iv) 回轉セクターによる方法

例へば圖の如く、 α なる中心角の部分だけが適當に其のひらきを變へ得る様なセクター(sector)をスリットの前に置き、 α を種々にかへて光を一定時間づゝスリットにあてると一種の強度スケールを得られる。併しその際乾板に感光する光の強さが $\alpha/360$ に比例すると考へるのは早計である。何故なら寫眞乾板に感じられる強さは光自身の強さを I とすると、 $I \times t$ (t は露出時間、言ひ換へれば回轉時間)ではなく、所謂 Schwarzschild の法則 It^p であつて、 p は一般に波長に關係し、1よりも小さい量であるからである。次にもう一つの疑點は露出時間が間歇的である事である。間歇



的な露出は一般に連續的な露出よりも感光が弱い。これは回轉數を充分多くすれば或る程度までは補正出来る。尙此の方法による測光に就いては多くの人の議論がある。⁽⁴⁾ 併し缺點のみではなく、又一方にはいい點もあるのであつて、大きい半径のセクターをスリットの前でなく乾板の前に置く事は分光器によつては左程困難でないから、楔では出來ない役割を務めるわけである。又 Zeiss 製の回轉セクター等はかなり便利に出來て居て、目盛を適當に變へる事により、中心角の大きさを任意の角に細かくする事が出来るから、廣い範囲に亘つた強度スケールが得られる。⁽⁵⁾

尙此の方法に對しセク

ターを回轉させない方法もある。即ち光を平行光線にしてから圓の様な裝置をおけば、矢張一つの強度スケールを得るのであつて Koch⁽⁶⁾ の sector diaphragm と呼ばれる。

(v) 其の他の方法

R. v. Hirsch 及び M. Schön⁽⁷⁾は、分光器のレンズと焦點を結ぶ乾板との間に第2圖の如く diaphragm を置き目的を達する事が出來た。即ち圖に於て、 L はレンズ、 SS は diaphragm、 PP は乾板の位置である。 SS は光軸に直角に置く。 OE をスペクトル線の乾板上の像とすると、 E にはレンズを通つた全部の光が當るが、 M ではレンズ上半部を通つた光だけしか當らず、 O を一寸でも過ぎると光は全く當らない。從つて PP 上に於ける光の強さは O から E に段々段々強くなる。之が原理である。尙レンズを四角な diaphragm $O'E'$ で絞りを入れた様にすると、乾板

(1) G. R. Harrison, J.O.S.A., 18 (1929), 492.

(2) Allen, loc. cit.

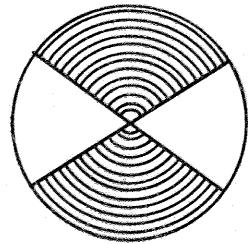
(3) Plaskett, M. N., 91 (1931), 870.

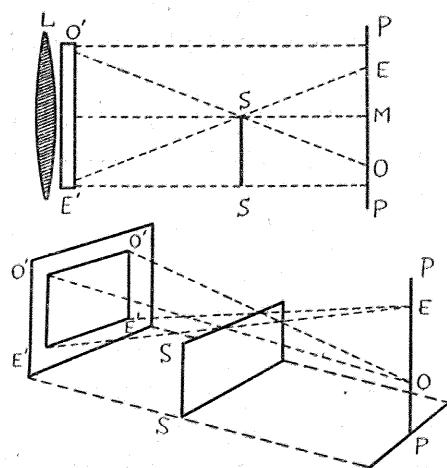
(4) A. Weber, Ann. Physik, 45 (1914), 801.
H. Kienle, Naturwiss., 23 (1935), 762.
E. v. Angerer, Wissenschaft. Photographie,
Leipzig (1931).

(5) W. F. Baade, F. Goos, P. P. Koch & R. Minkowski, Zs. f. Ap., 6 (1933), 355.

(6) P. P. Koch, Ann. Physik, 30 (1909), 841.

(7) R. v. Hirsch & M. Schön, Zs. f. Ap., 1 (1930), 166.

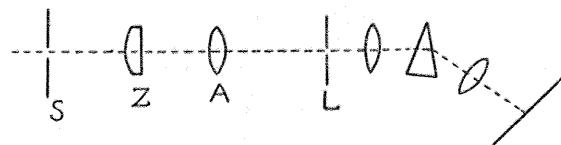




第2圖

上の光の強さは linear に變化し好都合である。

Hansen の方法。⁽¹⁾ これは所謂 Stufenblende 即ちその切口を階段的に作つた diaphragm を通して光源を分光器に送る方法であつて、其の特徴としては光の色には無關係で、光源が常に一定でなくともいいと云ふ點を狙つたものである。大體の構造は第3圖の如くで、S は Stufenblende、A はレンズ、L はスリット、Z はシリンドリカル・レンズで、S と A とが Z に関して共軸なる様に



第3圖

置いてある。Diaphragm の切口の長さの違ひにより强度スケールが出来るのである。v. Cittert⁽²⁾ は Hansen の方法がスリットの幅に及ぼす影響に就き調べた。

其他光源を動かしてスリットとの間の距離を變へる方法がある。併し實際光源を動かすと、色々の困難及其に伴ふ誤差が入つて来るから、便宜な方法としては光をよく反射するものをスリットの前に置き、反射光が分光器に入る様に一方に設置した光源を適當に動かして反射體との距離を變へる事により目的のスケールが得られる。之は光の強度が $\frac{1}{r^2}$ (r は光源から分光器までの距離) に比例する事を應用したものである。

(東京天文臺 天文學文獻抄 第5冊 別刷)

(1) G. Hansen, Zs. f. Physik, **29** (1924), 356.
K. Schachtschabel, Ann. Physik, **81** (1926), 929.

(2) v. Cittert, Zs. f. Physik, **73** (1931), 249.

論叢

水晶時計に就いて

橋元 昌矣

内

容

4. 英國式

5. 獨國式

III 水晶の電氣振動の比較

1. 短時間の比較

2. 比較的長期の比較

3. 長期間の比較

IV 緒論

面に加へる壓力が其表面に表はれる電位差と密接の關係があることを發見し且つ研究し種々の法則

1. はしがき

1881 年に兄弟の Curie が電氣石、水晶等に表

を樹てたが、1910年頃から振動電流の研究が流行し出したに従つて其應用は段々盛になり、1922年亞米利加の Cady 教授が之を無線通信の Circuit の中に取入れることを始めてから、今や波長若しくは時の標準として使用せらるゝに到るまで其驚くべき長足の進歩發展は實に刮目して見る値がある。

壓電氣の性質を有するものは水晶の外、電氣石は勿論のこと 30 餘種を擧げることが出来る。然し水晶以外のものは Zeiss 社が電氣石を以て超短波用の振動子を作つた位のもので餘り實用に供し得るものがない。唯水晶のみ獨り寵愛されて使はれて居る。水晶でもどの水晶でもよいと云ふのではない。結晶が單一なるものでなければだめである。右水晶、左水晶など入亂れ、或は途中から横のものが入込んだりして本當に役に立つ良質の結晶は中々手に入り難いのである。水晶片を作り上げる前に之等のことは充分に検査すべきであるが唯今は餘り横道に這入り過ぎるので略することにする。

最初は電氣振動迴路の中に水晶片を入れると、週期が或る處迄行くと急に水晶が共振を起し電流の勢力が水晶中で熱に變じ急激に電流の強度が減ることが知れた。次に段々 Circuit の研究が進められて Circuit の要素が多少變化しても其週期は水晶片の固有週期に従つて振動する様なものが出来上つて通信界に其應用は益々擴まる様になつた。

I. 水晶振動子の理論

水晶は結晶學上六方晶系に屬するもので一本の主軸と之に直角に交る平面内に、相互に 60 度の角を爲す三つの軸があつて結晶の各面は之等の軸を一定の比で切る様な傾斜で現はれる。然して水晶は約 570°C 以下の溫度では $\frac{1}{4}$ 面體としてのみ現はれることが Blagg 氏等の X 光線による研究で明にされた。

今直交坐標の z 軸を水晶の主軸に合はせ、x 軸を結晶柱面の稜の方面に取り、y 軸を夫れと直角の方向に取る。然して水晶中に各々此軸に直角をなす面を有する六面體を考へ且つ P_x P_y P_z を夫れ夫れ x, y, z の方向の電氣的偏極、 X_x Y_y Z_z を夫れ夫れ x, y, z 軸に垂直な單位面積に働く張力とし Y_z Z_x X_y を剪斷力とする（大字は力の方

向、小字は面の方向を表はす）。

次の様な關係があることを 1880 年に Curie 兄弟が發見した。

$$\left. \begin{array}{l} P_x = d_{11}X_x - d_{11}Y_y + d_{14}Y_z \\ P_y = -d_{14}Z_x - 2d_{11}X_y \\ P_z = 0 \end{array} \right\} \dots\dots(1)$$

d_{11} 及び d_{14} は與へる力には關係なく唯溫度の函數であるが常温に於ては

$$d_{11} = -6.45 \times 10^{-8} \text{ e. s. u.}$$

$$d_{14} = -1.45 \times 10^{-8} \text{ e. s. u.} \text{ である。}$$

此第一式に見る様に働く力と同じ方向に電氣的偏位を生ずる軸を電氣軸と云ふ。

又水晶の歪と電氣的偏位との關係も同様な形の式で表はさるべきである。則、力が働く爲めに其點は位置を變へる。其 x, y, z 軸の component を u , v , w とすれば歪は次の様に表はされる。

$$\left. \begin{array}{l} e_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x} \quad \text{及び} \quad e_{yz} = \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \\ e_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y} \quad e_{zx} = \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \\ e_{zz} = \frac{\partial w}{\partial z} \quad e_{xy} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \end{array} \right\} \dots\dots(2)$$

此様な e_{ij} を使用して

$$\left. \begin{array}{l} P_x = \varepsilon_{11}e_{xx} - \varepsilon_{11}e_{yy} + \varepsilon_{14}e_{yz} \\ P_y = \varepsilon_{14}e_{zx} - \varepsilon_{11}e_{xy} \\ P_z = 0 \end{array} \right\} \dots\dots(3)$$

ε_{ij} は常数で溫度のみの函數である。常温に於ては

$$\varepsilon_{11} = -4.80 \times 10^4 \text{ e.s.u.} \quad \varepsilon_{14} = +1.35 \times 10^4 \text{ e.s.u.}$$

一般物質に付いて云へば歪 (strain) は其大きさが或範圍に留まる間は歪力 (stress) の直線函數 (linear function) として表はされると見て差支へない (Hooke の法則の extention) 則ち

$$e_{xx} = s_{11}X_x + s_{12}Y_y + s_{13}Z_z + s_{14}Y_z + s_{15}Z_x + s_{16}X_y$$

$$e_{yy} = s_{21}X_x + s_{22}Y_y + s_{23}Z_z + s_{24}Y_z + s_{25}Z_x + s_{26}X_y$$

.....

.....

$e_{xy} = s_{61}X_x + s_{62}Y_y + s_{63}Z_z + s_{64}Y_z + s_{65}Z_x + s_{66}X_y$ の形で表はしが出来る。 s_{ij} なる constant の數は 36 であるが Green の説明に依つて $s_{ij} = s_{ji}$ と云ふ關係があるから 15 減つて 21 の constant が残る。前述の如く水晶が六方晶係の 4 分の 1

面體であると云ふ考を入れると constant の數はづつと減つて次の形で表はされる。

$$\left. \begin{array}{l} e_{xx} = s_{11}X_x + s_{12}Y_y + s_{13}Z_z + s_{14}Y_z \\ e_{yy} = s_{12}X_x + s_{11}Y_y + s_{13}Z_z - s_{14}Y_z \\ e_{zz} = s_{13}X_x + s_{13}Y_y + s_{33}Z_z \\ e_{yz} = s_{14}X_x - s_{14}Y_y + s_{44}Y_z \\ e_{xy} = \quad \quad \quad s_{44}Z_x + 2s_{14}X_y \\ e_{xy} = \quad \quad \quad 2s_{14}Z_x + 2(s_{11} - s_{12})X_y \end{array} \right\} \dots (5)$$

此様な一次の関係があれば X_x 等は e_{xx} で同じ型の関係で表はされる。則ち

$$\left. \begin{array}{l} X_x = c_{11}e_{xx} + c_{12}e_{yy} + c_{13}e_{zz} + c_{14}e_{yz} \\ Y_y = c_{12}e_{xx} + c_{11}e_{yy} + c_{12}e_{zz} - c_{14}e_{yz} \\ Z_z = c_{13}e_{xx} + c_{12}e_{yy} + c_{33}e_{zz} \\ Y_z = c_{14}e_{xx} - c_{14}e_{yy} + c_{44}e_{yz} \\ Z_x = \quad \quad \quad c_{44}e_{xx} + c_{14}e_{xy} \\ X_y = \quad \quad \quad c_{14}e_{xx} - \frac{1}{2}(c_{11} - c_{12})e_{xy} \end{array} \right\} \dots (6)$$

Voigt の測定の結果は 10^{10} dyne/cm² を単位として

$$\begin{aligned} c_{11} &= 85.45, \quad c_{33} = 105.67, \quad c_{13} = 14.37, \quad c_{12} = 7.26 \\ c_{44} &= 57.09, \quad c_{14} = -16.87 \end{aligned}$$

Z 軸の方向には 1030 である。

ε_{ij} , s_{ij} , c_{ij} と d_{ij} との関係を求めるに
(1) 式と (3) 式から

$$\begin{aligned} P_x &= d_{11}(X_x - Y_y) + d_{14}Y_z \\ &= \varepsilon_{11}(e_{xx} - e_{yy}) + \varepsilon_{14}e_{yz} \end{aligned}$$

$$P_y = d_{14}Z_x - 2d_{11}X_y = -\varepsilon_{14}e_{xx} - \varepsilon_{11}e_{xy}$$

e_{xx} 等を (5) 式の関係で置換へて見れば

$$\begin{aligned} \text{左邊は} &= \varepsilon_{11}[(s_{11} - s_{12})X_x + (s_{12} - s_{11})Y_y \\ &\quad + (s_{23} - s_{12})Z_z + 2s_{14}Y_z] + \\ &\quad + \varepsilon_{14}[s_{14}X_x - s_{14}Y_y + s_{44}Y_z] \end{aligned}$$

然るに電氣的に水晶の歪を起す時には Z_z は零であるから此項は度外視して

$$\begin{aligned} &= \{\varepsilon_{11}(s_{11} - s_{12}) + \varepsilon_{14}s_{14}\}(X_x - Y_y) \\ &\quad + (2\varepsilon_{11}s_{14} + \varepsilon_{14}s_{44})Y_z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{則ち} \quad d_{11} &= \varepsilon_{11}(s_{11} - s_{12}) + \varepsilon_{14}s_{14}, \\ d_{14} &= 2\varepsilon_{11}s_{14} + \varepsilon_{14}s_{44} \quad \dots (7) \end{aligned}$$

同様にして

$$\begin{aligned} \varepsilon_{11} &= d_{11}(c_{11} - c_{12}) + d_{14}c_{14}, \\ \varepsilon_{14} &= 2d_{11}c_{14} + d_{14}c_{44} \quad \dots (8) \end{aligned}$$

なる關係を得る。之等の數値を本として或る特種の表面を有する水晶片の振動の有様を説明することが出来る。

水晶體の中に持続することの出来る波動は電極から發生したものが水晶片の縁面から反射して来る波と干渉して定常波 (stationary wave) を生じ得るのでなければ成立たない。從て水晶片が平行六面體の時には波頭 (wave front) が板面に平行な平面波である必要がある。又圓板の時には何か Bessel function で現はし得る様な波が在り得る筈である。

今一例として六面體の水晶片の振動に就いて略説すれば、水晶では $c_{11} c_{33} c_{44} c_{12} c_{13} c_{14}$ 以外のものは皆 0 であるから、今考へて居る板面の方線の方向餘弦を l, m, n とし其軸系に對して L, M, N, F, G, H が下の様なものであれば

$$\left. \begin{array}{l} L = l^2 c_{11} + \frac{1}{2}m^2(c_{11} - c_{12}) + n^2 c_{44} \\ \quad \quad \quad + 2lmnc_{14} \\ M = \frac{1}{2}l(c_{11} - c_{12}) + m^2 c_{11} + n^2 c_{44} \\ \quad \quad \quad - 2lmnc_{14} \\ N = (l^2 + m^2)c_{44} + n^2 c_{33} \\ F = (l^2 - m^2)c_{14} + mn(c_{13} + c_{44}) \\ G = 2lm c_{14} + nl(c_{13} + c_{44}) \\ H = 2nl c_{14} + \frac{1}{2}lm(c_{11} + c_{12}) \end{array} \right\} \dots (9)$$

然して振動の方向の direction cosine を $\lambda \mu \nu$ とし振動に依る變位を ξ 、各軸の component を $u v w$ とすれば

$$\xi = \lambda u + \mu v + \nu w \quad \dots (10)$$

となる。 $\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2 = 1$ なることは勿論である。其上

$$\left. \begin{array}{l} \lambda L + \mu H + \nu G = \lambda c \\ \lambda H + \mu M + \nu F = \mu c \\ \lambda G + \mu F + \nu N = \nu c \end{array} \right\} \dots (11)$$

なる關係が満足さるべき c の値を取る方向に振動が可能である。則ち c は次の方程式を満足すべきである。

$$\left| \begin{array}{ccc} L - c & H & G \\ H & M - c & F \\ G & F & N - c \end{array} \right| = 0 \quad \dots (12)$$

此の式の根は三つとも存在することは證明されて居る。得た c の値を使つて (11) の式で $\lambda \mu \nu$ を算出すれば其三つの方向は互に直角をなすことも知られて居る。

然して振動の週期 T は次の式で表はされる。

$$T = \frac{2a}{q} \sqrt{\frac{\rho}{c}} \text{ sec} \quad \dots \dots \dots (13)$$

式中で a は c の方向に於ける長さ, q は整數, 振動が harmonic で起る場合の番号数, 故に主要振動のみを考へる時には 1 とする ρ は密度, c は勿論第 (12) 式の根.

然して振動が全く電氣的に起る場合には三つとも皆實現しないで唯一つのみ起る場合が有り得る(詳細は古賀逸策博士の“壓電氣と高周波”第三章を見て載きたい).

厚み振動の場合, 則ち水晶板の面積が充分大で厚みに對して實用上無限大と考へ得る場合には板面が電氣軸に平行な振動子に就ては

$$T = \frac{2a}{q} \rho^{\frac{1}{2}} / \left\{ \frac{1}{2} (c_{11} - c_{12}) \sin^2 \theta + c_{44} \cos^2 \theta + c_{14} \sin^2 \theta \right\}^{\frac{1}{2}} \text{ sec} \quad \dots \dots \dots (14)$$

θ は板面の法線と主軸との角, 其他の記號は第 (13) 式と同じ. 實際の數字を入れて見ると $\frac{a}{q} \times 0.3 \times 10^{-5} \text{ sec}$. から $\frac{a}{q} \times 0.6 \times 10^{-5} \text{ sec}$ の間にある. 又幅, 厚さに對して長さが大きな場合の長邊振動に就いては

$$T = \frac{2a}{q} \sqrt{\frac{\rho}{M}} \quad \dots \dots \dots (15)$$

M は長さの方向の Young's modulus

其他の記號は第 13 式と同じ. 仕意の切り方に對しては M の値は測定が容易では無さうである.

長邊が y 軸に平行で短邊が夫れ夫れ x, z 軸に平行な棒に就ては

$$T = \frac{2a}{q} \sqrt{s_{11}\rho} = \frac{2a}{q} \sqrt{12947 \times 2.654} \times 10^{-7} \text{ sec} \quad \dots \dots \dots (16)$$

$$\therefore \frac{2a}{q} \times 3.7 \times 10^{-6} \text{ sec}$$

此の様に多少理論の様なことを書いて來たが, 水晶發振の様なものの工業上の成果は理論が分明して實地が出來たのでは無く實地の方が先以て成立して理論は僅かに夫れを説明するに留ると云つた様なことは度々ある例である.

上述の理論に示した様な實物が各研究所で完成

せられたり又完成に近づきつゝある. 時代と云ても近々兩三年の間の出來事であり, 御互に獨立して研究が進められて來たのであるから最初我國のことから書くことにする.

II. 水晶時計の數例

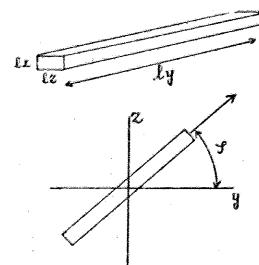
(1) 遞信省電氣試驗所式

電氣軸に直角に切出

した板面の振動を電氣試驗所の松村, 神崎⁽¹⁾

兩氏が種々研究して遂に水晶の l_y 則ち y 軸に大體平行の方の長さが l_x, l_z に對して約 10

倍位になる時 l_y の方



第 2 圖

向が y 軸から -5° 位の處に Young's modulus の最少がある. 従て此様に板片を切出せば振動は l_y に沿ふて起り且つ其溫度係數は最小になることが發見された.

則ち, φ を y 軸と水晶片の長邊との間の角とすれば

$$f_\varphi = \frac{1}{2l_\varphi} \sqrt{\frac{E_\varphi}{\rho}} \quad \dots \dots \dots (17)$$

式中で f は周波數, l は長さ, E は Young's modulus ρ は密度, φ は各々に就き方向を示す.

又 α, γ を夫れ夫れ xy 平面及び z 平面の線膨脹係數とすれば y 軸と φ なる角をなす方向の係數を α_φ として

$\alpha_\varphi = \alpha \cos^2 \varphi + \gamma \sin^2 \varphi$ となる; E_φ の溫度係數を ϵ_φ とし a を周波數の溫度係數とすれば

$$f_\varphi (1+a\delta\theta) = \frac{1}{2l_\varphi (1+\alpha \cos^2 \varphi + \gamma \sin^2 \varphi) \delta\theta} \sqrt{\frac{E_\varphi}{l} (1+\alpha \delta\theta)^2 (1+\gamma \delta\theta)^2 (1+\epsilon_\varphi \delta\theta)}$$

2 次以上の項を略して

$$a = \alpha + \frac{\gamma}{2} - 2(\alpha \cos^2 \varphi + \gamma \sin^2 \varphi) + \frac{\epsilon_\varphi}{2} \quad \dots \dots \dots (18)$$

となる. 此式中ではつきり知れてゐないのは a と

(1) On the Temperature Coefficient of Frequency of Y-wave in X-cut Quartz Plates, Electrotechnical Lab. Mar. 7, 1932. Reports of Radio Researches and Works in Japan. N. R. C. J.

ϵ_{φ} であるから、 a を測定すれば ϵ_{φ} が知れ、 ϵ_{φ} を何等かの方法で決定出来れば a を知ることが出来る。 a は實測の結果第1表の様なものを得た。此値を第(18)式に入れ且 $\alpha=13.37 \times 10^{-6}$, $\gamma=7.97 \times 10^{-6}$ として ϵ_{φ} を計算すると第2表の値を得る。之れは Voigt が靜的観測で得たものと可なり似て居る。

第1表
 a の測定値単位 10^{-6}

φ	a_{φ}
-30°	-36
-15	-5
-10	-2
-5	0
0	-2
+5	-4
+10	-12
+14.5	-18
+20	-44

第2表
 ϵ_{φ} の計算値単位 10^{-6}

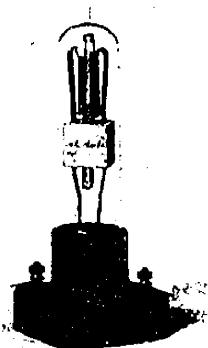
φ	ϵ_{φ}
-30°	-82
-15	-20
-10	-12
-5	-8
0	-12
+5	-15
+10	-31
+14.5	-45
+20	-99

此考へに従つて電氣試験所の河野廣輝君等が研究を進められ目下は水晶片を特種の保持の方法を以て水素瓦斯と共に硝子管に封入して使用して居る。現在天文臺で使用中のものは其の中の1個である。

此水晶片の温度係数は 10^{-6} の桁で零であるのであるから1日に 0.001 sec 則ち 10^{-8} の桁で安定な發振を希望するときには温度を $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ の

範囲に保つ必要がある。 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ の範囲に4m立方の室の温度を一定にするのはさして難事ではないが、1桁擧げるとなると一考しなければならない。

熱の傳播の理論を借りて來て、熱の不導體と導體とを組合せることに依て成功すべきである。小さい箱などは途中に空氣層を入れてやる工夫など最もよい考へであるが今の場合外部の震動に對し



ても安定である爲めに大いに丈夫に作る必要を感じたので、箱は簡単に外面と内面を銅板で作り其中間約10cmは石綿が詰めてある。角などに檜材などの使つてあることは勿論である。此の箱は相當温度を散し難い鐵筋コンクリートの地下室に入れてあり、其室の大きさは $4 \times 4 \times 4\text{m}$ で thermostat で約 32°C を中心として $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ に保たれて居る。此時の箱の内部の温度はどんなことになるかを調べて見よう。箱の大きさは壁の厚さに對してかなり大きいから近似的には熱源が無限大の平面に使用する式を應用し得る筈である。

箱の外側に直角な方向を箱の内部に向て x の方向とし、 θ を温度とすれば次の様な方程式が成立つ。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{K}{\rho c} \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} \quad \text{此式中で } K \text{ は温度の傳導率, } \rho \text{ は比重, } c \text{ は比熱}$$

$$\frac{K}{\rho c} = h = \text{thermomeric conductivity 溫度傳導率}$$

$$\theta = u + v \sin \frac{2\pi}{T} t \quad \text{と置けば運算の結果}$$

$$\theta = u + v = Ax + B + Ce^{-x\sqrt{\frac{\pi}{hT}}} \sin \frac{2\pi}{T} t$$

$$\left(t - \frac{x}{2\sqrt{\frac{\pi}{hT}}} + D \right) \dots \dots (19)$$

となる。 A, B, C, D は周囲の状況に依て決すべき常数である。 $x=0, t=0$ のとき

$$\theta = u_0 + v_0 \sin \frac{2\pi}{T} t$$

とし箱の中に熱源が無ければ $t=\infty, x=\infty$ で $\theta=u_0$ と成るべきであるから今の場合には

$$\theta = u_0 + v_0 e^{-x\sqrt{\frac{\pi}{hT}}} \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{2\sqrt{\frac{\pi}{hT}}} \right)$$

が解である。

然して $u_0=32^{\circ}\text{C}$ $v_0=0.05^{\circ}\text{C}$ $T=600\text{sec}$ とすれば式中の常数は次の表の値を取る。

第3表

不導體	石綿と空氣 $\rho=1.2$	檜
$\sqrt{\frac{\pi}{hT}}$	0.631 cm	0.461 cm
$2\sqrt{\pi h T} = \lambda = \text{波長}$	3.96 cm	3.08 cm

h の計算に要する常数は理科年表から取つた。此値を入れて箱の内部の温度變化を計算して見る

と石綿のとき $v_0 \times 0.0018 = 0.00009C$, 檜のとき $v_0 \times 0.0074 = 0.00037C$ となり恒温の目的は充分達せられた様に見えるが、箱には電氣の導線を入れてあり、其外空氣の出入を全く防ぐと云ふわけにもならないのであるから、之等のことは呉れ呉れも注意すべきである。

(2) 厚み振動を應用するもの

板面が x 軸に平行になる様に切出された水晶片に就ては z 軸と板面への法線との角を θ すると其厚み振動の周期の溫度係数は θ の函数で、常温で測定すると $\theta=0$ の時 $-9 \times 10^{-5}/C^\circ$ で $\theta=90^\circ C$ の時 $+10 \times 10^{-5}/C^\circ$ であるから途中に jump が無ければ當然二個處に於て溫度係数が 0 になる點があるべきである。吉賀逸策博士は $\theta=54^\circ 45'$ 及び 138° の近所で 0 になることを報告して居られる。⁽¹⁾ 則ち同氏の電氣學會雑誌昭和 8 年 10 月の報告に依れば水晶の r 面と約 3° の角をなす板の shearing から来る厚み振動は平常の溫度では 10^{-7} の桁の溫度係数を有つて居る。但し此時に x 軸との傾斜は少なくとも $5'$ 以内の

精度は保たなければならない。其實驗成績は次の様なものである。

第 4 表

α	θ	寸 法	周波数	溫度係数
2° 51'	54° 38'	0.615 × 23.1 × 28.3 mm	2688.9kc	$-5.2 \times 10^{-7}/C^\circ$
56	43	0.618 × 23.2 × 28.5	2689.8	-1.4
58	45	0.615 × 23.2 × 28.5	2689.3	0.0
3 2	49	0.618 × 21.2 × 24.1	2691.7	+3.0

θ は z 軸と板面の法線との角、 α は γ 面と板面との角。

此水晶片は厚みを使用するのであるから材料の關係上周期が短いので spark に影響される心配はあるが全體として取扱ひは大變に樂になる。

$\theta=138^\circ$ の方は明昭電氣の依田博氏が研究されて是亦相當の成果を擧げて居られる。(未完)

(昭和十三年十月八日本會講演會に於ける講演)

(1) Report of Radio Research in Japan Vol. II,
No. 2 Sept. 1932 Vol. II, No. 2 Sept. 1932
and Vol. IV, No. 2 July 1934.

抄 錄 及 資 料

無線報時修正値 東京無線電信所(船橋)を經て東京天文臺より放送した今年 XI 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 1 次修正で、精密な値は東京天文臺發行 Bulletin に出る筈である。

(東京天文臺)

1938 Nov.	11 ^h			21 ^h			1938 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	
	最初	最終		最初	最終			最初	最終		最初	最終		
1	^s +.15	^s +.16	^s +.14	^s +.19	^s +.19	^s +.18	16	^s +.02	^s +.03	^s +.02	^s -.06	^s -.06	^s -.08	
2	^s +.20	^s +.20	^s +.20	^s +.27	^s +.27	^s +.26	17	^s -.06	^s -.07	^s -.09	^s -.07	^s -.07	^s -.10	
3	^s +.05	^s +.04	^s +.04	^s +.04	^s +.04	^s +.02	18	^s +.07	^s +.07	^s +.05	^s +.13	^s +.13	^s +.11	
4	^s +.05	^s +.05	^s +.04	^s +.06	^s +.06	^s +.05	19	^s +.13	^s +.13	^s +.16	^s +.10	^s +.10	^s +.09	
5	^s +.01	^s 00	^s 00	^s 00	^s 00	^s -.02	20	^s +.07	^s +.07	^s +.09	^s +.08	^s +.08	^s +.07	
6	^s -.01	^s -.01	^s -.02	^s 00	^s 00	^s -.06	21	^s 00	^s 00	^s 00	^s -.01	^s -.01	^s -.02	
7	^s -.13	^s -.13	^s +.15	^s -.11	^s -.11	^s -.14	22	^s +.06	^s +.06	^s +.05	^s +.04	^s +.04	^s +.02	
8	^s -.15	^s -.15	^s -.15	^s -.16	^s -.16	^s -.19	23	^s +.04	^s +.04	^s +.04	^s +.04	^s +.05	^s +.04	
9	^s -.05	^s -.05	^s -.07	^s -.37	^s -.37	^s -.39	24	^s +.01	^s 00	^s +.01	^s +.02	^s +.02	^s +.01	
10	^s +.01	^s 00	^s -.02	^s -.11	^s -.11	^s -.12	25	^s -.02	^s -.02	^s -.01	^s -.02	^s -.04	^s -.03	
11	^s +.09	^s +.06	^s +.08	^s +.05	^s +.04	^s +.05	26	^s +.05	^s +.05	^s +.02	^s +.02	^s +.01	^s 00	
12	^s +.17	^s +.17	^s +.17	^s +.14	^s +.14	^s +.16	27	^s 00	^s -.01	^s +.01	^s 00	^s -.01	^s 00	
13	^s +.05	^s +.05	^s +.06	^s +.06	^s +.06	^s +.05	28	^s -.03	^s -.03	^s -.02	^s -.04	^s -.03	^s -.05	
14	^s +.01	^s +.01	^s 00	^s +.01	^s +.01	^s -.04	29	^s -.05	^s -.06	^s -.05	^s -.07	^s -.07	^s -.08	
15	^s +.01	^s -.01	^s -.01	^s +.01	^s +.01	^s -.02	30	^s +.02	^s +.01	^s +.02	^s +.01	^s 00	^s -.01	

又 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	14	129	赤道に沿ふて小黒點群多數	16	—	—	雨, 觀測なし
2	12	116	中央より東にかけて小黒點群多數	17	7	103	II西縁に行く
3	10	81	小黒點群散在	18	—	—	曇, 觀測なし
4	—	—	雨, 觀測なし	19	3	17	II完全に隠れ, 他に著しきものなし
5	10	82	中央部に稍著しきもの(I)	20	—	—	雨, 觀測なし
6	10	98	I增加, 東縁に新群(II)	21	—	—	雨, 觀測なし
7	—	—	曇, 觀測なし	22	—	—	雨, 觀測なし
8	8	130	I西縁に行き, II數多し	23	—	—	曇, 觀測なし
9	8	155	II優勢	24	6	73	小黒點群散在するのみ
10	8	146	II大きな半影を持ち肉眼にて見ゆ	25	6	79	著しきものなし
11	10	233	II非常に増大	26	9	98	中央部に多少著しきものあるのみ
12	—	—	雨, 觀測なし	27	14	111	中央南部の群增大(III)
13	—	—	雨, 觀測なし	28	16	155	III數多く, 東に新群(IV)
14	7	141	II數個に分裂しなほ優勢	29	14	163	III優勢, その他小群多し
15	—	—	雨, 觀測なし	30	—	—	曇, 觀測なし
				31	14	116	III西縁に行き, IV優勢

使用器械、方法等については本誌第 31 卷第 4 號第 77 頁参照

(東京天文臺發表)

天文恒数の改正 現在各天文暦で用ひて居る天文恒数の大部分は、1898 年の天文會議で決定したもので、Newcomb の決めた値である。其後觀測材料の集積と、精度の増大はその値の改正を要求する様になつた。de Sitter は嘗て恒数の一部の改正を試み (B. A. N. Bd. IV, No. 124), 全般的的の改正を將來に約した儘逝かれたが、最近に至り Brouwer がその遺稿をまとめて發表した (B.A.N. Bd VIII. No. 307). de Sitter の主張する處は、各恒数は個々別々に觀測に依つて改正される可きもので無くそれらの間に横はる各種の理論的關係を嚴密に満足し、尙且つ觀測結果を出来るだけ充分満足する様に全恒数一系として改正すべきであるとして居る。理論的關係の満足と云ふ點で現在の恒数は最も不備である事は、多くの人々に依り從来から認められて居た事である。de Sitter は先ず全系の基礎となる恒数として、地球の平均半經、重力の加速度、慣性能率、等を最近の測地學的の測定値を採用し、尙光速度を Michelson の最近の値を探り；太陽視差 $\pi = 8''.803$ を採用し、又月の質量として Hinks の値を採用して居る。これらを基礎恒数とし、これから各種の恒数を誘導する。又別に大惑星の質量を改正し、この際水星の質量のみは觀測材料が不足で充分に決定出来ぬため Newcomb の値をその儘用ひて居る。歳差恒数に就ては近年多くの値が求められて居るが、これの決定は恒

星の運動の統計から求めるのであり、その際銀河廻轉、太陽系の運動等の系統的運動を取去る必要があつて非常に決め難いものであるから、近年の測定値の大體の平均値とも云ふ可き値を以て採用値とする。Relativity の補正は無論施す。惑星歳差は上に求めた質量で改正される。太陽の平均經度及び平均運動に對しては地球の廻轉運動の長年加速が影響を及ぼす。これを考慮に入れて改正値を求めた。これは従つて一年の長さを修正する事になる。この地球自轉の長年變化のため時間の單位はもはや一定ではない。de Sitter はこの長年變化の補正を施した後の恒星年は一定であると假定してこれから一様な時間の單位を作り、これに對して從來の定義に依る時間の單位との比を求めて $1 + 2.546 \times 10^{-8} T$ を得た。

光行差恒数は基礎恒数から誘導され、又月の視差、章動恒数等も亦同様に求められる。從來章動恒数は觀測値と理論値との差の最も大きかつたもので、Jackson は理論の不完全さに歸したが、de Sitter は結局これに對して解決を與えなかつた。Relativity の影響其他も結局影響するに至らない事が明らかとなつたのである。Brouwer は自身の意見として、章動恒数に就ては現行の値を採用した方が最も無難であると結んで居る。

(虎尾)

長週期變光星 1939年 の 推算極大

名 称		變光範囲	週期	1939年 の 極大				名 称		變光範囲	週期	1939年 の 極大			
		等 等	日	月	日	月	日			等 等	日	月	日	月	日
001838	R And	5.6—14.7	408	XII	27			163266	R Dra	6.4—13.0	244	VIII	25		
021143	W And	6.5—14.0	397	I	15			163360	TX Dra	6.8—8.1	77	(III)	15, V	31	
002235	AQ And	6.9—8.2	332	I	12, XII	10		060822	η Gem	3.2—4.2	235	(VIII)	15, X	31	
190108	R Aql	5.5—11.8	305	IV	6			070122a	R Gem	6.5—14.3	370	m VI	3		
233815	R Aqr	5.8—10.8	387					164715	S Her	5.9—13.1	316	I	28		
204405	T Aqr	6.8—13.5	202	VI	19			180531	T Her	6.9—13.7	165	II	17, VIII	1	
234716	Z Aqr	7.2—9.8	136	(I)	5, X	22		162119	U Her	6.7—13.0	405	X	9		
030514	U Ari	7.2—14.8	372	VIII	10			160625	RU Her	7.0—14.2	495	V	12		
050953	R Aur	6.5—13.9	468	VI	25			132422	R Hya	3.5—10.1	414				
143227	R Boo	5.9—12.8	225	XI	3			104620	V Hya	6.7—12.0	530	IV	25		
142539	V Boo	6.4—11.4	259	IV	9, XII	23		134327	W Hya	6.6—8	386	IX	18		
142584	R Cam	7.2—14.5	266	IV	30			094211	R Leo	5.0—10.5	313	X	20		
043065	T Cam	7.0—14.1	376	XII	17			045514	R Lep	6.0—10.4	440	VII	5		
235350	R Cas	4.8—13.6	426	IV	30			151822	RS Lib	6.7—13.0	217	I	25, VIII	31	
011272	S Cas	7.2—15.2	613					093934	R LMi	6.3—13.0	376	VIII	8		
001755	T Cas	6.7—12.5	447	VIII	12			065355	R Lyn	6.5—14.1	378	I	17		
230759	V Cas	7.0—13.0	225	VI	9			202128	T Mic	7.1—8.5	338	I	20, XII	24	
233451	SV Cas	6.7—9.5	283	IV	2			061702	V Mon	6.0—14.0	332	X	4		
133633	T Cen	5.6—9.0	91	(II)	24, V	26,		065208	X Mon	7.0—9.7	153	III	29, IX	1	
114441	X Cen	7.0—13.9	314	IV	17			170215	R Oph	6.0—13.9	302	VI	14		
213678	S Cep	7.0—12.9	474	XI	22			162112	V Oph	6.9—10.8	299	II	28, XIII	22	
210868	T Cep	5.2—10.8	396	VIII	28			183308	X Oph	6.4—9.5	328	VIII	2		
033380	SS Cep	6.7—7.8	100	(I)	9, IV	20,		054920a	U Ori	5.4—12.2	376	XII	10		
021403	o Cet	2.0—10.1	330	VII	30			230110	R Peg	6.9—13.5	380	XI	18		
022000	R Cet	7.0—13.8	165	III	4, VIII	17		015254	U Per	7.0—11.7	322	XI	3		
001909	S Cet	7.0—14.8	323	VIII	22			012502	R Psc	7.0—14.5	340	IV	13		
001620	T Cet	5.2—6.0	159	(I)	28, VII	6,		071044	R ² Pup	3.1—6.3	141	IV	26, IX	15	
022813	U Cet	6.6—13.2	235	VIII	21			012233a	R Scl	6.2—8.8	371	V	17		
235715	W Cet	6.5—14.5	346	IV	5			001032	S Sel	6.3—13.4	360	X	19		
070310	R CMi	7.2—11.3	342	X	20			165030	RR Sco	5.5—12.0	279	IX	9		
072708	S CMi	7.0—13.0	338	XII	2			164844	RS Sco	6.5—12.4	319	III	19		
081112	R Cnc	6.0—11.8	370	VI	14			154615	R Ser	5.6—13.8	357	X	10		
081617	V Cnc	7.1—13.1	272	III	22, XII	19		191019	R Sgr	6.7—13.3	268	V	4		
090431	RS Cnc	5.3—6.8	130	(III)	30, VIII	4,		191077	T Sgr	7.2—<13	389	VIII	12		
051533	T Col	6.8—12.4	224	I	19, VIII	31		194929	RR Sgr	5.8—13.3	331	V	18		
151731	S CrB	6.0—13.4	358	IX	10			201139	RT Sgr	6.3—13.6	307	I	4, XI	8	
154639	V CrB	6.9—12.4	357	VII	25			195142	RU Sgr	6.8—13.5	239	V	12		
121418	R Crv	5.9—14.0	323	VII	17			053920	Y Tau	6.5—8.9	240	VII	26		
134440	R CVn	7.0—12.2	325	IV	22			023133	R Tri	5.3—12.0	266	VII	11		
131546	V CVn	6.4—8.9	193	IV	3, X	12		103769	R UMa	5.9—13.6	299	X	14		
194632	X Cyg	4.2—14.0	411	VIII	14			123961	S UMa	7.0—12.9	228	I	24, IX	9	
193449	R Cyg	5.6—14.4	428	XII	21			123160	T UMa	5.5—13.5	256	VII	26		
201647	U Cyg	6.1—11.8	453	X	22			115158	Z UMa	6.8—8.7	198	VI	22		
203847	V Cyg	6.8—13.8	416					121561	RY UMa	7.2—8.3	311	m II	13, XIII	21	
213244	W Cyg	5.1—7.0	130	IV	20, XIII	28		153378	S UMi	7.2—12.3	331	X	8		
195849	Z Cyg	7.1—14.3	267	I	13, X	7		123307	R Vir	6.2—12.0	145	(III)	2, VII	25,	
194048	RT Cyg	6.3—12.9	190	IV	7, X	14		132706	S Vir	6.0—12.9	380	XII	5		
213753	RU Cyg	7.1—10.3	235	I	30, IX	22		142205	RS Vir	7.0—14.2	351	VII	11		
192745	AF Cyg	6.4—8.4	94	(II)	16, V	21,		122001	SS Vir	7.2—8.8	357	VII	8		
192150	CH Cyg	6.4—7.4	101	(II)	14, V	26,		205923a	R Vul	7.1—13.6	137	(III)	18, VIII	2,	
				(IX)	3, XII	13						(XII)	18		

S. Kanda

天 象 欄

流星群 1月には月初に顯著な龍座流星群が現はれる。
3-4日拂曉に最も多い筈である。本月の主な輻射點は次の様である。

	赤經	赤緯	附近の星	性質
日 日	$h\ m$			
2-6	15 20	+53°	龍 座	速, 頭著

月末 14 12 +52 牛飼座北部 甚速

變光星 次の表は主なアルゴル種變光星の表で1月中に起る極小の中比較的日本で観測に都合のよいもの2回を示したものである。062532の様な數字は概略の位置を示すもので赤經6時25分餘、赤緯北32度餘である事を意味し、斜體のものは赤緯の南なる事を示す。星座の名の略字は恆星解説又は理科年表を参照のこと。長週期變光星の極大の月日は本誌第16頁参照。1月中に極大に達する筈の星で観測の望ましいものは

W And, Z Aqr, T Col, RU Cyg, R Gem, S Her,

R Lyn, U Ori, S UMa 等である。

アルゴル種	範 囲	第二極小	週期	極 小		D	d
				中標	常(1月)		
062532	WW Aur 5.6-6.2	6.1	2 12.6 1 62, m_2 19 21	6.4	6.4	0	0
071416	R CMa 5.3-5.9	5.4	1 3.3 15 23, 23 21	4	4	0	0
023969	RZ Cas 6.3-7.8	—	1 4.7 14 20, 20 22	4.8	4.8	0	0
003974	YZ Cas 5.7-6.1	5.8	4 11.2 1 23, 10 21	7.8	7.8	0	0
005381	U Cep 6.9-9.2	7.0	2 11.8 3 21, 13 19	9.1	9.1	1.9	1.9
220445	AR Lac 6.3-7.1	6.5	1 23.6 2 22, 16 20	8.5	8.5	1.6	1.6
030140	β Per 2.2-3.5	—	2 20.8 8 20, 28 22	9.8	9.8	0	0
035737	RW Tau 8.1-11.5	—	2 18.5 1 22, 26 20	8.7	8.7	1.4	1.4
103946	TX UMa 6.9-9.1	—	2 1.5 2 1, 8 48.2	—	—	—	—

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(1月)

(東京天文臺回報66に據る)

日 附	星 名	光 度	現 象	月 齢	中 央 標準時	a	b	方向角		日 附	星 名	光 度	現 象	月 齢	中 央 標準時	a	b	方向角		
								P	V									P	V	
1	29 Arietis	6.1	D	10.7	19 22.6	—	—	139	144	26	B.D.+ 5°	76	8.8	D	5.9	20 47	—	—	160	105
2	B.D.+17° 564	7.2	D	11.7	19 43.2	-2.3	-0.2	99	125	27	B.D.+ 9°	158	7.5	D	6.9	19 19.3	-1.7	-0.6	80	31
12	χ Virginis	4.8	R	21.0	3 26.9	-2.2	+0.7	269	293	27	B.D.+ 9°	157	8.9	D	6.9	19 32	—	—	30	340
23	B.D.-6° 5944	8.2	D	2.8	18 32	—	—	10	318	27	B.D.+ 9°	162	8.4	D	6.9	20 4	—	—	30	337
24	B.D.-2° 5861	9.0	D	3.8	18 13	—	—	105	57	27	B.D.+ 9°	168	8.9	D	7.0	21 32	—	—	105	49
24	B.D.-2° 5863	9.0	D	3.8	18 32	—	—	130	80	27	B.D.+ 9°	167	7.2	D	7.0	21 33.5	—	—	143	87
24	B.D.-2° 5867	8.8	D	3.9	19 7	—	—	120	68	28	B.D.+ 13°	351	7.9	D	7.8	18 39	—	—	65	31
25	B.D.+1° 4766	7.8	D	4.8	17 40	—	—	60	18	28	B.D.+ 13°	356	8.9	D	8.0	21 51	—	—	65	8
25	B.D.+1° 4774	8.9	D	4.9	20 14	—	—	85	31	28	B.D.+ 13°	368	8.7	D	8.0	22 32	—	—	160	103
25	B.D.+1° 4773	6.4	D	4.9	20 19.0	—	—	144	89	31	B.D.+19°	847	6.5	D	10.8	19 1.7	-2.1	+0.3	92	130
26	B.D.+5° 66	8.6	D	5.8	18 35	—	—	145	99	31	107 Tauri	6.5	D	10.9	20 59.9	-2.1	-0.2	87	54	
26	B.D.+5° 67	8.7	D	5.9	19 25	—	—	10	319											

D—潜入, R—出現, 方向角は月の縁の北點(P), 又は頂點(V)からNESWの向きに測つたもの。任意の土地(東經 λ , 北緯 ϕ . 何れも度にて表はす)に於ける概略の時刻は表中の時刻に $a(139^{\circ}54 - \lambda)$ + $t(\phi - 35^{\circ}67)$ の補正を加へて求められる。微光星7.5以下のものは圖式計算に據つたものである。

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、南北は東京に於けるもの。

表中15日置きの赤經、赤緯、黄經、距離、視半徑、視差は凡て12^hに於ける値。

太陽

月	日	赤經 h m s	赤緯 ° ' "	時差 m s
1	1	18 42 39.0	-23 4 59	-3 9.9
	16	19 48 7.4	-21 7 18	-9 30.1
	31	20 51 10.4	-17 39 11	-13 24.7

時差=眞太陽時-平均太陽時

月	日	黄經 ° ' "	地球からの距離	視半径 "
1	1	279 48 8	0.983 2579	16 17.5
	16	295 5 7	0.983 6957	16 17.1
	31	310 20 39	0.985 1775	16 15.6

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。

4 太陽最近， 6 小寒(黄經 285°)，

18 土用(黄經 297°) 21 大寒(黄經 300°)

月	日	出 南 中 入			方位	高度
		h	m	h	m	
1	1	6 51	11 44 11	16 38	南 28.2	31.3
	16	6 50	11 50 31	16 51 //	25.7	33.2
	31	6 43	11 54 26	17 6 //	21.2	36.8

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 h m	南 m	中 h m	入 h m
		°	'	"				
1	1	57	45.23		12 34	19 29	1 28	
	16	54	58.32		3 4	8 15	13 24	
	31	59	18.74		12 49	20 4	2 19	

望	月	日	h m	最 北		月	日	h m
				月	日			
下弦	12	22	10	赤道通過		10	15	41
朔	20	22	27	最 南		17	15	9
上弦	28	23	59.6	赤道通過		25	5	17
最近	1	6	20 20	地球からの距離	0.92898			
最遠	21	8	28	"	"	1.05803		

距離は平均値 384 403 km を單位としてある。

惑星

月	日	距離 ''	視半徑 ''	1月		1日	出 h m	南中 h m	入 h m
				月	日				
水星		0.9698	3.5	5	7	10	7	15	7
金星		0.4529	18.6	3	29	8	46	14	2
火星		1.9389	2.4	2	24	7	44	13	3
木星		5.5573	16.5	9	46	15	13	20	39
土星		9.3030	8.0	11	38	17	47	23	55
天王星		19.0969	1.8	12	59	19	47	2	40
海王星		29.9236	1.2	22	23	4	40	10	53

月	日	1月		16日
		月	日	
水星		1.2274	2.3	5 33
金星		0.5630	14.9	3 25
火星		1.8031	2.6	2 10
木星		5.7218	16.1	8 56
土星		9.5501	7.8	10 41
天王星		19.3260	1.8	11 59
海王星		29.0865	1.2	21 24

月	日	1月		31日
		月	日	
水星		1.3673	2.4	6 7
金星		0.6772	12.4	3 32
火星		1.6618	2.8	1 56
木星		5.8480	15.7	8 5
土星		9.7834	7.6	9 44
天王星		19.5771	1.8	11 0
海王星		29.4858	1.2	20 24

距離は地球からのもので、その単位は太陽に於けるものと同様。

惑星現象

月	日	月と合	月	日	月と合
1	2	天王星	1	19	水星
	3	土星	22		月と合
	3	水星	24		天王星
	5	金星	26		留
	11	海王星	26		木星
	15	火星	27		月と合
	16	小星	29		金星
	16	金星	31		月と合

1939 年に回歸する週期彗星

1938 年の彗星界は近年に稀な淋しさで、ゲール週期彗星唯 1 個を迎へたのみであり、XII 月中旬迄に新彗星は 1 個も發見されなかつた。1939 年には著明な週期彗星數個が出現するものと豫想されてゐる。

1. Kopff 彗星 1906 年から 1932 年までに 4 回出現した彗星で、1939 年 III 月頃近日點を通る筈である。地球に對する位置は觀測上餘り都合のよい位置ではないが、年の始頃發見されるかと思はれる。

2. Winnecke 彗星 1819 年から 1933 年まで 12 回出現した彗星で、1921 年にはそれに關聯した流星群の出現によつて、1927 年には地球に著しく接近した事によつて著名となつた彗星である。1939 年には VI 月頃近日點を通る筈で、今回も相當に地球に近づき春頃には發見されることと思はれる。

3. Borrelly 彗星 1905 年から 1932 年まで 5 回出現した彗星で、毎回相當によく觀測されてゐる。1939 年には VII 月頃近日點を通る筈で、その前に發見されることと思はれる。

4. Brooks 彗星 1889 年から 1882 年まで 6 回出現したもので、光度は微弱乍ら最近 2 回續いて觀測されてゐる。今回は IX 月頃近日點を通る筈で、地球に對する關係的位置は前回と餘り違はない。

5. Tuttle 彗星 以上の 4 個はすべて木星屬彗星であるが、これは土星屬のもので 1790 年から 1926 年迄に 7 回出現してゐる。今回は XI 月頃近日點を通る筈で觀測には比較的都合がよい筈である。
(神田)

急 告

昭和 14 年度

普通會員會費 金 參 四

特別會員會費 金 五 四

本月報同封の振替用紙御利用御拂込を乞ふ。

過年度會費御未納額は 12 月上旬ハガキにて本會より會員各位へ御通知致しまし

たから御参照願ひます。

昭和 13 年 12 月 25 日 印 刷
昭和 14 年 1 月 1 日 發 行

定 價 金 30 錢
(郵 稅 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 尚 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 舍

發 行 東京府北多摩郡三鷹村東京天文臺構内
社 團 法 人 日 本 天 文 學 會
所 振 替 口 座 東京 13595

東京市神田區波陸保町
東 京 堂
東京市神田區南神保町
岩 波 舊
東京市京橋區橋町 3 丁目 3 番地
北 隆 館 廣
東京市芝區南佐久間町 2/4
恒 星 社
東京市日本橋區道 2 丁目 6 番地
九 善 株 式 會 社

THE ASTRONOMICAL HERALD

VOL. XXXII NO. 1

1939

January

CONTENTS

K. Saito: Some Experiences on the Photographic Photometry (Original)	1
Y. Fujita: On the Line Profiles of the Solar Absorption Spectra (Collective Review)	3
M. Hasimoto: On the Crystal Clock I (Article)	9
Abstracts and Materials-Sky of January, 1939	14