

パーマネント オーロラ撮影用分光寫眞器の製作
及び試寫に就いての概報

小 岩 井 誠

Some Reports on the Making and Testing of a Spectrograph
for the Permanent Aurora.

by M. Koiwai

Abstract:—Since the earliest observation of V. M. Slipher, our knowledge of the permanent aurora (or non-polar aurora) has been greatly advanced. The variations of the intensity of the green line $\lambda 5577$ which has been investigated by Rayleigh, McLennan, Ramanathan & etc. can be classified in three cases; diurnal, annual and secular variations.

As to the diurnal variation, the auroral green line shows the midnight maximum in temperate latitudes (observed by Lord Rayleigh and McLennan) and the midnight minimum in low latitudes (observed by Ramanathan and Karandikar). The observations in England & South Africa appear to indicate an annual periodicity.

The maximum is in October in England, and in April in South Africa. In addition to the annual variation, the observations in England indicate a progressive increase from year to year. This increase has occurred during the rise from sunspot minimum to sunspot maximum, and is thought to indicate a periodicity in the 11-year period of the solar cycle.

The author has recently constructed a small spectrograph of suitably high light-power (camera lens having speed F/1.9) in order to observe the auroral green line's annual and secular variations.

The collimator lens is a photographic F/6.3 one, having a focal length of 17.1 cm.

The prism is a flint one, and has a refracting angle of 60° (the minimum deviation $48^\circ 31'$ for $\lambda 5578$). The camera lens is a F/1.9 photographic lens with a focal length of 5 cm.

The dispersion power of this instrument is very small ($1130 \text{ \AA}/\text{mm}$. between $\lambda 5853 - \lambda 5401$), but it gives the full power of its camera lens. The focus was at first adjusted by the Fraunhofer lines and next by the neon. Various experiments have been made in connection with the slit and the photographic plate and the width of the slit was best when 0.45 mm. and the plate Agfa-Isochrom.

Using these, the auroral green line was faintly obtained in three hours, and seven hours' exposure gave good spectrograms.

By sliding the plate holder, some eight exposures are possible, so that the intensities of these eight auroral green lines can be compared each other. But different plates cannot be compared even if the deepest care be paid in developing. In order to get a scale of intensities, the author adopted the spontaneous emitted uranium salt packing in the two vessels (see Fig. 5). On the uranium salt, the author prepared two wedges consisting respectively many plates of mica and celluloid of equal thickness arranged in the form of steps (Fig. 6, a). Further more, on each of these wedges a slit (see Fig. 6, b) made of metal was furnished. Thus the intensity scale of the standard light can be put in the plate exposed to the night sky. This standard is now in the course of test and as soon as it brings to perfection, the systematic works will be realized.

1. 序 地球の兩高緯度地方に時折出現する怪美なる光象、オーロラに就いては古くから一般に知られてゐる所であるが、パーマネント オーロラ (Permanent Aurora or Non-Polar Aurora) に

關しては多くは知られてゐないと思はれる。

V. M. Slipher は 1915 年 6 月銀河の分光写真を撮影する目的で、數夜に亘つて連続露出した原板上に、黄綠色の一部に淡い輝線スペクトルを認めた。此の輝線スペクトルはオーロラの最も顯著なる所謂極光線 (Auroral Green Line $\lambda=5577$) の位置に該當してゐるので、彼は夜空から注ぎ來る微光中に常に極光線が含まれて居るのではないかとの疑ひを持ち、其の後數年間に 100 枚以上の夜空のスペクトルを撮影して、其の何れにも極光線を認め、パーマネントオーロラの存在を實證した。其の後實測方面には、Rayleigh, Slipher, Cabannes, Dufay, Sommer, McLennan 其の他、

又實驗的には、McLennan, Vegard, Kaplan 其の他が種々研究を進めて來た。此處では主として極光線の強度變化に就いてのみ述べることにする。

極光線の強度變化は日變化、年變化、永年變化の三種に分つて考へることが出来る。

一日變化は、Rayleigh と McLennan とが殆んど時を同じうして (1928 年) 其の變化測定に成功してゐる。Rayleigh はセシウム・セルとリンデマンの水晶絲電位計との組合せに依り、1927 年 12 月測定を行ひ、夜半に向つて極光線の次第に増光するのを認めた (Fig. 1) が、中途セルの

故障の爲、中斷してしまつた。McLennan は Rayleigh より借り受けた、オーロラル フィルター (極光線の部分のみを通過するフィルター) を透して細隙より導いた夜光を、一定速度で移動する乾板上に感光させて、夜半後 1 時間半の所に極大の存することを知つた (Fig. 2)。

以上の二氏の測定は中緯度に於てであるが、Ramanathan 及び Karandikar の兩氏が Poona (緯

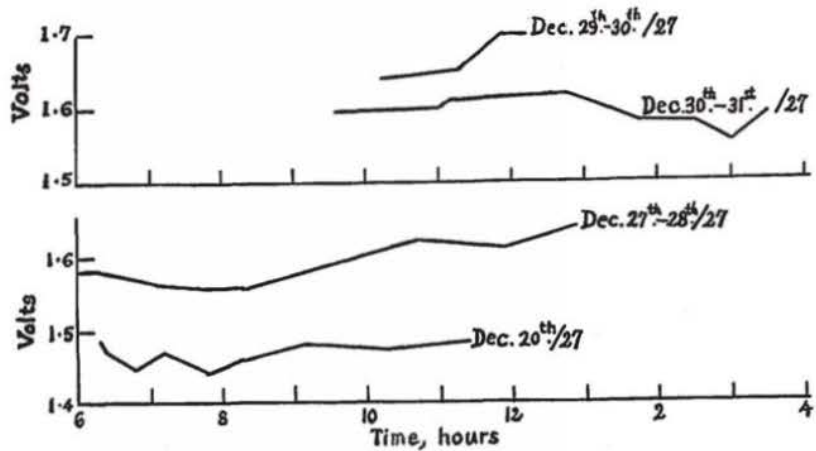


Fig. 1

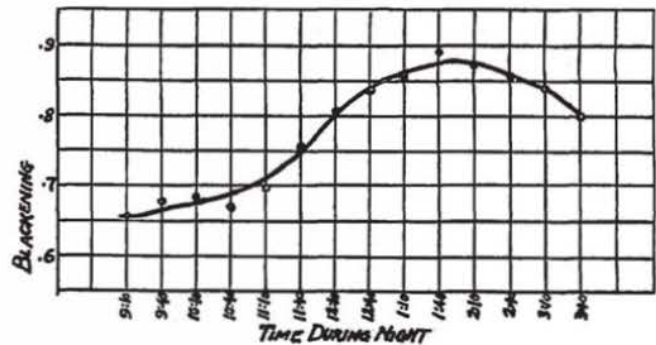


Fig. 2

度北 18.5°) に於て行つた観測に依ると、夕刻より夜半に向つて次第に強度の減少を認め、夜半より 1 時間以内に極小の存在することを知り、中緯度と低緯度とで逆の位相を示すのではないかと考へた。

年変化は、Rayleigh がフィルターを透して見ゆる夜光と標準光 Potassium-Uranyl Sulphate (今後簡潔のため P.-U.S. と記す。) とを直接肉眼にて比較して、1923 年より 1928 年まで (但し英國の 5, 6, 7 月は白夜のため缺測) の材料から 10 月に光度の極大となることを知つた (Fig. 3 右圖)。尙南半球では、ケープタウンで行つた観測結果に依ると、4 月に著しい極大を認めてゐる (Fig. 3 左圖)。

永年変化は、Rayleigh がフィルターに依り観測を開始した太陽黒點極小の 1923 年より逐年光度の強度を示し、多分黒點週期と同週期の變化をするのではないかと考へられてゐたが、最近の結果が知り得ないので詳細は未だ不明である (Fig. 4)。

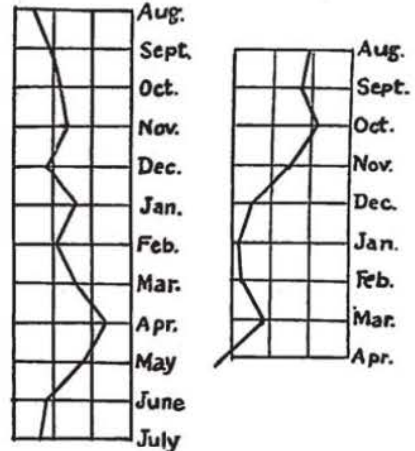


Fig. 3

尙、Rayleigh は同じ構造を有する器械を、北米・アフリカ・オーストラリア等に總計十數個分配して、共同観測を始めたが、場所に依る變化の多くは地方的のもので、緯度別變化は殆んど認められてゐない。

之等研究の大部分は分光器に依らず、極光線の兩側 250 Å の範圍を通過させる如きフィルターの組合せを使用して測定したのである。

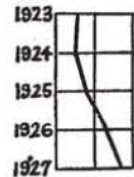


Fig. 4

パーマネント オーロラは夜空から來る光量の約 10 分の 1 程度で、極めて微弱のため、充分強力な分光器を用ひても、數時間以上の露出を必要とするのが普通で、一日週期の變化には使用出来ぬためフィルターの方法が有利である。

筆者は柿岡地方が殆んど都會光に妨げられることなく、パーマネント オーロラの観測に適當せるを知り、分光器を用ひて極光線の年変化及び永年變化を調べる目的で、相當明るい分光寫眞器を製作し、極光線の撮影に成功することが出来た。

2. 分光寫眞器の構造 パーマネント オーロラは、其の殆んど全光量が 5577 の綠色部に集中されてゐるのではあるが、前述の如く其の光輝が極めて微弱のため、出来るだけ明るい分光器が必要である。其の爲には、プリズムは一個より多く用ひては不利である。又レンズも出来るだけ光の吸収、接合面での反射等を避けるために簡単なものが望ましい。筆者は種々都合を考へた結果、コリメーティングレンズとしてはボッシュロステッサー型焦點距離 17.1cm (F/6.3) を用ひ、スリットは有

合せの粗製品を附し、プリズムは各稜 5 cm の 60° フリントガラス（最小偏角 5578 に對し 48°30'），又最も重要な寫眞玉としては米國ウォーレンサック社のウルトラスチグマート（35 mm 活動寫眞玉）焦點距離 5.0 cm (F/1.9) を用ひた。

以上を組合せることに依り、寫眞レンズは其の全集光力を發揮することが出来る。

プリズムは厚さ 1 cm の眞鍮板上に取り付け、更に此の眞鍮板を 3 本のボートで、蝶番で角度を自由に變更出来る厚い木板に取り付けてある。プリズムの部は銅板製のカバーで被ひ、暗箱の取枠の部分は 2 個の螺旋に依り自由に傾斜及び伸縮を調整出来る如く作つてある。（寫眞 1、参照）。尙、コリメーター、プリズムカバー等は縮布及びゴムテープに依り、外氣の直接影響を避け、其の上分光器全體はコリメーターの先端部分を開けた矩形の木箱にて圍ひ、取枠の部分は蝶番を持つ開戸に依り、乾板の出入に便ならしめてある。

焦點の調整は最初太陽のフラッホーファー線を用ひ、後更にネオンに依り決定した。此の分光器はプリズム 1 個で、寫眞玉の焦點距離が短いため、スペクトルの可視域は原板上に於て僅かに 4 mm 程度に過ぎず、ネオンの λ 5852.5— λ 5400.6 から求めた分散率は $1130 \text{ \AA}/\text{mm}$ にしか達しないので、波長の決定には不満であるが、明るさに於ては相當満足出来ると考へられよう。

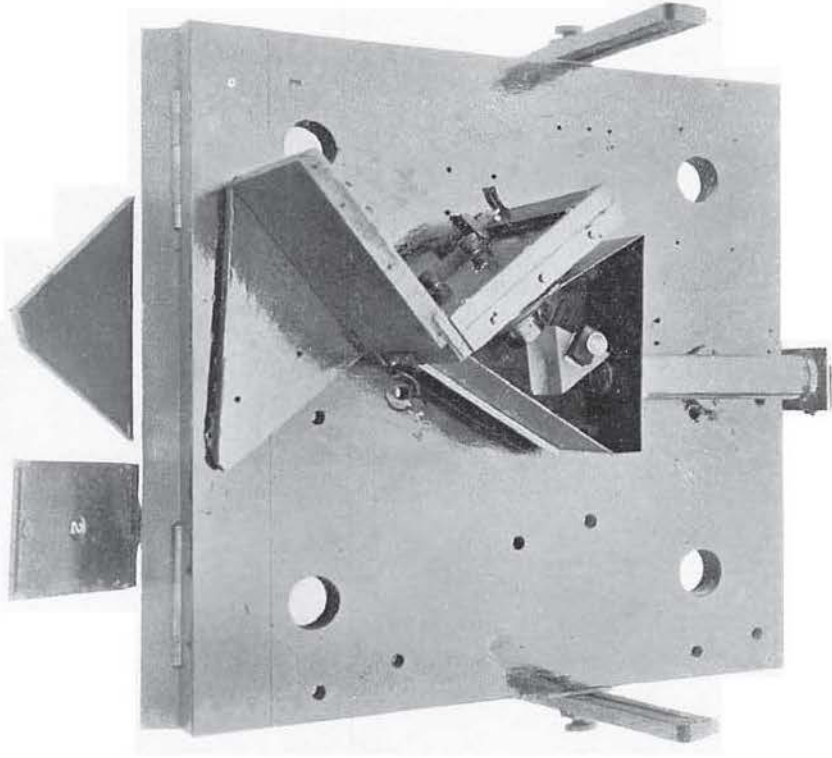
3. 試験撮影 此の分光器を用ひて、昨年 10 月下旬から夜光の試験撮影を開始して、乾板の種類、スリットの幅等に就いて吟味した。乾板はアグファーのイソクロム、スリットの幅は 0.45 mm が最も有効の如く思はれた。現像液は最大エネルギー現像液として知られてゐる

メトール	1.6 gr	無水亞硫酸ソーダ	6.0 gr
ハイドロキノ	1.6	苛性カリ	1.0
臭素カリ	1.0	水	100.0
アルコール（メトール、ハイドロキノンの溶解するまで）			

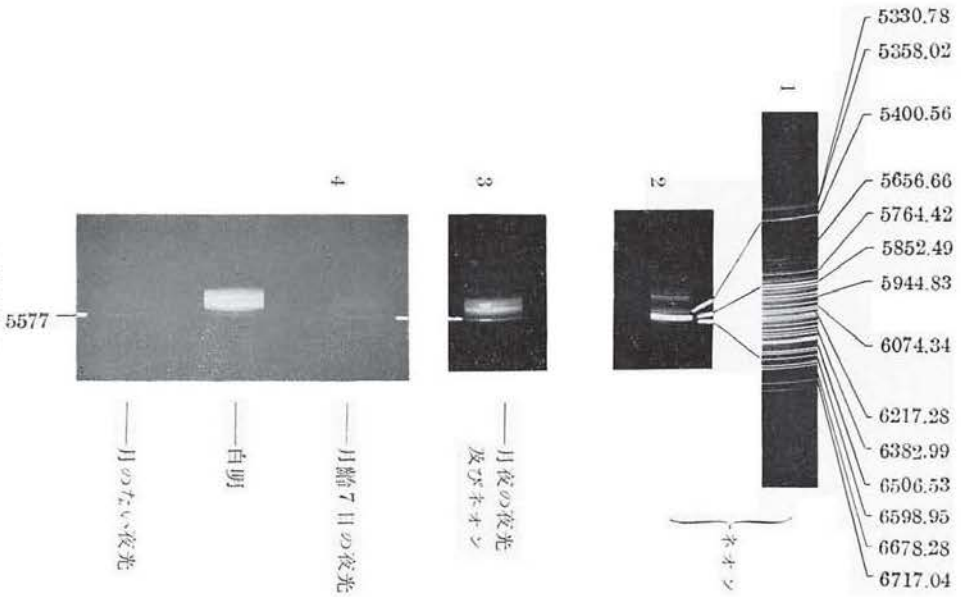
を使用し、18°、4.5 m 現像を保持することにした。

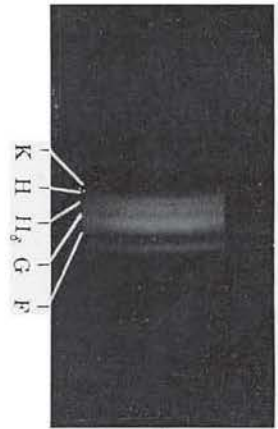
露出時間は原板第 1 號より第 9 號までは、コリメーターの先端部に縦横各 8.3 cm、長さ 10.6 cm の露除けを附した爲、約 42° の角錐の夜光しか收容出来ず、爲に 4 時間以上の露出を必要とした。其處で露除けの長さを 5.6 cm に短縮して 73° の夜光を収集する如くした。其の結果、3 時間の露出にて極光線の存在は充分認め得ることとなり、7 時間の露出で充分明瞭に撮影出来るようになった。之等撮影の大部分は北 45° 上空に向け、銀河よりの光の混入を防いだのであるが、尙東西南北及び天頂よりの極光線を同一乾板に撮影して、方向に依る強度變化を調査しようと試みた。未だ観測不充分的爲、詳細は不明であるが、方向に依る變化は多少存在する如く思はれ、南、西及び天頂よりの極光線は、他より強いと思はれた。尙又、夜空の透明度は殆んど影響せぬ如くで、此のことは

写真第 1



写真第 2

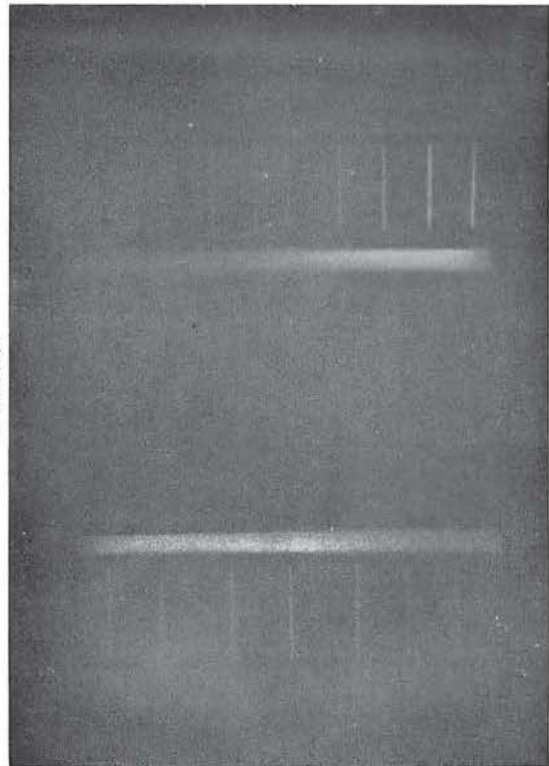




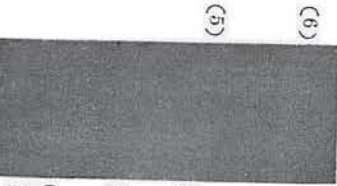
—月夜の夜光
(引伸)



—月のない夜光
(引伸)



標準光譜
(試験中)



- (1) 1938年1月27日
 - (2) " " 28日
 - (3) " " 29日
 - (4) 中途曇天
 - (5) 1938年2月1日
 - (6) " " 2日
- 以上露出各9時間

写真第3

写真第4

Rayleigh も述べて居り、尙彼に依ると薄雲が星の見えぬ程度に全天を被つてゐても、極光線は認め得ると述べてゐる。月光も亦、半月以下の場合は大なる邪魔とはならぬことが知れた。

4. 標準光スケール 分光器の取枠は上下に移動出来る如く作つてあるので4回の露出が可能で、又乾板を逆に入れ替へることに依り、更に4回撮影出來て、1枚の乾板に順次二列に並べて、計8回の露出が出来る。故に8回の之等極光線の強度は、標準光スケールなしでも、現像に依る誤差なしに、相互比較が出来る譯であるが、異なる乾板に就いては、如何に現像に際して注意を注いでも、強度の比較は困難である。故に常に一定の黒味を與へる標準光のスケールが必要になる。

筆者は此の標準光源として P.-U.S. を使用することにして、Fig. 5 の如き枠を作つた。

手札型乾板の入れ得る 1.5 mm の凹部を作り、此の凹部の中央から 1.5 cm の所に縦横各、5.6 及び 1.9 cm、深さ 7 mm の溝を 2 個作り、此の溝の中に P.-U.S. を詰め、其の上部に、雲母及びセルロイド製の階段格子 (Fig. 6, a) を各 1 枚宛、逆の向きに押入し、更に其の上に Fig. 6, b の如きスリットを備へた、厚さ約 1 mm の金屬板を載せて、之等スリットより發射する光を乾板に感光させる如くした (寫眞 4)。

最初はガラス製のウェッジを用ひる考へで種々試験を行つたが、此のウェッジは厚きに過ぎて感光せざるため、遂に雲母及びセルロイド板製の階段格子を製作して使用することにしたのである。

標準光源として P.-U.S. を用ひたのは Rayleigh の實驗に依ると、其の放射能は全く一定で、少なくとも十數年間は不變と思はれるのと、又其の感光度が夜光のそれに近いからである。

借、夜毎に乾板を移動させて8回露出した未現像の乾板を、前述の枠に入れて一定時間露出することに依り、光度の階段式スケールが出来るから、異なる原板上の極光線の黒味を相互比較決定出

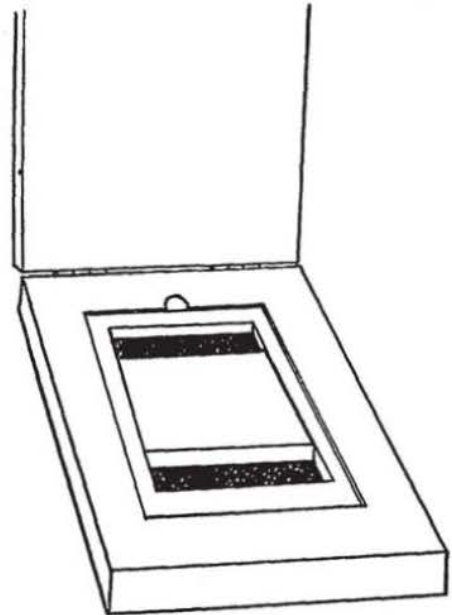


Fig 5

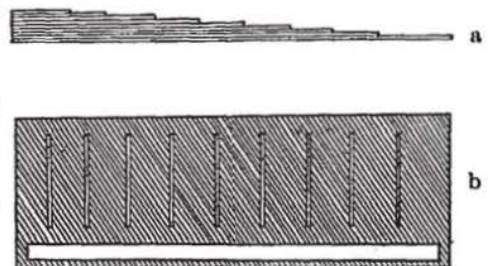


Fig. 6

來ることになる。

未だ此の標準光階スケールは實驗中で、實用の域には達して居ないが、完成し次第パーマネントオーロラの組織的撮影を開始する考へである。

5. 結 尾 以上で大體パーマネント オーロラの極光線に對する長期強度變化の測定に關しての觀測準備行程の概況を述べたことになるが、更に近き將來に於て、一日變化の觀測をも實行したいと考へてゐる。

最後に、此のパーマネント オーロラ觀測に關して常に貴重なる御指導を賜はり、又プリズム及び P.-U.S. を御貸與下された關口技師、並びにレンズ購入に際して御便宜を賜はつた岡田臺長に深く感謝致す次第である。
(柿岡地磁氣觀測所にて)

参 考 雜 誌

- Ap. J. Vol. 49, 1919
 Proc. Roy. Soc. (A) Vol. 106, 1924
 " " " " " 109, 1925
 " " " " " 119, 1928
 " " " " " 120, 1928
 " " " " " 124, 1929
 Nature Sept. 1, 1928
 " Sept. 8, 1928
 " Feb. 20, 1932
 " April 9, 1932