

目次

原 著

關 口 饒 吉：北海道日食（1936 V1）で観測したコロナ・スペクトル概報	21
--	----

綜 合 報 告

清 水 聖：天體用對物鏡の検査方法に就いて (II)	26
----------------------------	----

論 叢

廣 瀬 秀 雄：軌道決定の歴史	31
-----------------	----

抄 録 及 資 料

経度の年變化に就いて	37
閃光スペクトルに於ける波長並に強度	37
東京帝大物理教室の日食観測班の業績	38
十一月に於ける太陽黒點概況	38
無線報時修正値	38

新 著 紹 介

Danjon et Couder; Lunnettes et Télescopes	38
---	----

天 象 欄

流 星 群	39
變 光 星	39
東京（三鷹）で見える星の掩蔽（2月）	40
太陽・月・惑星	40

北海道日食 (1936 VI) で観測したコロナ・スペクトル概報*

關 口 鯉 吉

緒言 東京天文臺と中央氣象臺の観測者の聯合班が一昨年の日食に際し北海道女満別村の日進部落で行つた各観測の成績は、東京天文臺報第 IV 卷第 3 號と中央氣象臺発行の北海道日食概報に大要を掲げてあるが、其は事務的に仕事の経過を略記したに止まり、業績の内容に立入つた詳細の報告は後日に残されたものであつた。其後早速巨細の調べに取りかゝる筈なりしも、當日の天空状態甚だしく不良なりし爲、コロナの寫眞にしても又スペクトルにしても、撮影の成果に多大の學術的收獲を期待することのできぬといふことは明らかであつた故、半ば斷念の態で暫らく放置されたのであつたが、測定装置の整備を待つて、ともかくも一應の檢考を行ふこととしたのである。處が測定の結果は案外にも多少の價值ある收獲を齎したので、同學の参考として其概要を發表し御批判を仰ぎ度いと思ふ次第である。

こゝに報告する所のものは自分が細隙付き 2 個プリズムの分光儀で撮つたコロナ・スペクトルの検測成績と、小岩井理學士を煩はして 4 連プリズムの無細隙分光器でコロナの單光像を撮つた結果に就き、其の特點を指摘し且多少の論議を加へたものである。之等観測の施行に關しては設備其他に關し多大の便宜を與へられた岡田中央氣象臺長閣下の御厚意に負ふ所大なるものがある。又中央及地方に於ける公私の方々の賜はつた御援助も忘れ難いものがある。茲に厚く感謝の意を表する。

スリット分光儀に依るコ
ロナ・スペクトル

1. 器械 自分の取扱つた装置は、分光儀としては日本光學製の重フリント ($\mu=1.745$) プリズム (屈折角 55° 、高さ 60 耗、長さ 105 耗) 2 個に、同社製 Tessar 型開口 55mm 焦距 250mm のレン

ズ (カメラ用) と、Zeiss 製開口 50mm 焦距 400mm の U. V triplet (collimator 用) とを配し、徑 80mm の簡易シオロスクット (中央氣象臺製) の主鏡から水平に反射し來る日光を、徑 70mm 焦距 300mm の眼視 (visual) レンズで太陽像をスリット面に結像せしめたもので、collimator の光軸は $N 55^\circ 10' E$ に向けて水平に据えつけ、皆既の中央に於て集光レンズから來る太陽光束の中軸と一致せしむる様にしてある。此外別に集光レンズの傍らに、スリットから約 30cm を距て、擴大率約 6 倍の望遠鏡を据え、スリット面上に結ばる、徑 3mm の太陽像を監視するに供してある。之等の装置は 3×4 m の方形ブラック中央の混凝土臺上に据え、四面及び上方の光線通路として必要な部分以外を板張りにて掩蔽し、且分光儀スリット集光部の中間に立てた障板に設けた受光孔には、木板製の簡易開閉装置 (shutter) を附して、手動に依り露出を行ふ仕組としてある。小屋は屋根と東西兩側面適當の位置に幅約 60cm の割目を設け、木製の覆蓋を附けたり外したりして隨時日光を取り入れ得る様に造られた。當時太陽赤緯が極大値の近くで變化小なりし爲、日食前 2 週間程を通じて割目の位置を變へず使用することが出來たのは好都合であつた。

分光儀の焦點調整には Fraunhofer spectrum と鐵の arc lines を用ひ、綠色部に對しては可なり鮮鋭な結像を得ることが出來たが、焦點面の屈曲に依り、可視域の兩端近くでは像が可なりに不良となるのを免れなかつた。尙此器械は元來特殊の目的に對し黃赤部を乾板 (8×11 cm) 中央に撮る如く設計されたもので、實際に於ては這の特殊目的は放擲され、専らコロナ・スペクトルの撮影

* 東京天文臺報、第 V 卷、第 3 號所載論文要旨

に限つて用ひたものであるけれども、何等の模様替をせず其儘使用した結果、青色部の端では光力を著しく削がれるの止むなき状態であつた。

2. 仕事の経過 當日の天候は、朝來滿天の密雲で、11 時頃から雲が次第に薄れ來り、部分食に入つてからは雲間に時々太陽の姿が完全に露出する迄になつたのであつたが、第二觸の直前に至つて太陽は再び大きな雲塊 (KS 型) に覆はれ、皆既の約百秒間を通じて數秒づゝ何回かの切れ間に姿を見せたのみであつた。小岩井君は第二觸直後 5 秒露出の flash 撮影に次いで 50 秒のコロナ露出を行ひ、最後に再び 5 秒の flash を撮つたが、何れも雲の爲結果は思はしくなかつた。たゞ第一閃光の分はコロナ單光像の光度分布が多少窺はれるので不完全ながら研究價値を認め得るやうである。自分は部分食中に數回の露出を行ふ間にシャッター線縦用の紐を切斷されたので、止むなく吉田喜太郎君に遮蔽板の手動を頼み 乾板の滑動と取り換へを行ふ傍らシャッター開閉の合圖をなし、一方直視プリズム分光器で flash を觀望しながら、第一回露出の合圖警笛を吹き鳴らす役割に立つたのである。

私の觀測は皆既前 40 分頃から始め、第 1 板には部分食を撮り、青空に太陽の現はれるのを狙つて、光球に對し次ぎ次ぎに 8 回の露出を行つた。スリットの幅は 0.035 耗である。此間 O. G. は 28 個の小孔を一様に割り振つた圓盤で覆ひ、有效開口を 1/50 に減じて用ひたのである。皆既の 10 分前に光球露出を停止し、太陽東縁の像がスリット (垂直) に切線狀に在る様 eocostat を調整したが、兩者の相對位置が其後 10 分間殆ど變らなかつたことは、監視用望遠鏡で十分に確めることが出來た。

第二板は皆既中の露出に用ひられ、其の第一回は下層の彩層線が反彩するのを確認してから 5 秒経つた時「開け」の合圖で開始され、50 秒間露出の後約 10 秒休んで次に 50 秒の露出を行つたが、更らに 10 秒後に始めた三回目の露出はシャッターの閉め方が遅れたため光球の影響で全く不結果に終つたものと思はれた。之等は同一板上に逐次列べて撮つたものである。波長標準用の arc line の露出は、元々目的が測光方面に在つたので省略

し、別に測光標準の觀測を行ふ豫定で準備をしてあつたが、大氣状態の極度に不良なりしに鑑み無効と考へて、それさえも中止してしまつたのである。

使用乾板の種類に關しては、感度に就いて特別の注意を拂ひ、Eastman Kodak 會社、と Ilford 會社に請ふて、日食の當日實際に落手し得る様新鮮な乾板を特別包装にて送附してもらひ、現地種々試験の結果、綠色部の感度優越を認めたる Ilford Astra III を用ひることになつた。尤も此乾板は Halation 防止に關しては全く不用意のものであつた。

3. 乾板現像及測定 現像は吉成邦雄君を煩はし、翌 20 日夜間に觀測小屋の一隅の暗室内で行はれた。現像用の蒸溜水は小屋の床下を掘り下げて造つた窖中に貯藏し、溫度 18° 内外に保つことが出來た。液は M. Q の規定液を 17°—18° C にて用ひ、phenc-safranin 減感濟を添加して、赤色光の下で現像進程を見ながら行つたのであるが、露出の可なり過度なりしたため、Continuum に對する黒味の出方が頗る急であつたので、輝線のコントラストを削ぐ虞れを抱いて、4 分半で停めてしまつた。減感濟の影響は濃度 step を用ひて現地で驗察した結果、何等の心配なきことを確めることができた。

現像した乾板は歸京後の檢べに依ると、最初の露出は $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ 及 D_3 の外、コロナ線として有名な $\lambda 5303$ が一見して看取され、其他彩層線⁽¹⁾中 Mitchell の強度 scale で 30 又は以上に及ぶ強い輝線は明らかに其存在を認められ、而も強い線はスペクトルの全幅に亘つて延びて居る。これは云ふ迄もなく雲と濛氣の散光に依るものである。之等既知輝線に比較して其他の輝線の波長を概算した結果は、既に前回の短報で發表した所であるが、微弱線の檢出に確信を得ざりしと、測定 of 極めて大雑把なりしたため、這の報告の價値は餘程の留保を必要としたものであつた。基準とした彩層線は 1 Å 以上の Doppler 偏移を示す疑ひがあるし、線位推定の誤差は 0.03 耗に達する上に、分散率も甚だ小さい ($H\gamma$ で 24Å/mm, D_3 で 96Å/mm 又 $H\alpha$ では 150Å/mm) ので、赤の端

(1) Aph. J. 71, p. 1 (1930)

では 5 Å 青の端でも 1 Å にも達する測定誤差を免れないのである。

然るに其後 Abbe 式の Comparator が新たに備へつけられ、之れに附された低倍率 (2 X) の顕微鏡を用ひて微弱線の波長を精測し得るやうになつたので、更めて部分食中に撮つた Fraunhofer 線を標準として輝線の波長を測りなほして見た。各線は乾板の位置を上下に轉換して、各位置毎に往復 5 回づゝ都合 20 回の bisection を行つて、其線の B-band の頭からの距離を求め、其の 20 個の平均値を採用したのである。計算の方法は、吸収線に依つて Hartmann 公式で dispersion を定め、之れを corona 乾板に適用したもので、film contraction の影響が完全に消去されて居ないので算得の波長は精度に可なり疑問があるのは止むを得ない。標準波長は Revision of the Rowland Wave Length Table of the Solar Spectrum から取つたものである。線の検出は前回のと全く獨立に行ひ、疑のあるものは除外した。

4. コロナ線及び未知輝線の波長 斯くして検出し且測定し得た彩層線以外の輝線中、以前の諸家の観測に照らして明らかにコロナの線と断定せられるものは 6 本で、其の波長は次表初行の如くである。括弧内の數は目測の強度である。次行は東

第 1 表

S	T	M
6776.7 (1)	6776	6776
6702.6 (2)	6703	6704
6373.9 (6)	6374.2	6374.28
5302.8 (40<)	5302.77	5302.91
5116.4 (2)	5116.6	5117
4312.1 (1)	4311.26	4311

大田中教授⁽²⁾ が同じ日食で観測された値、又最後の行は Mitchell⁽³⁾ が自身の観測と其他諸家の観測から最も確實と認め

て摘録したものを比較の爲掲げたのであるが、自分の出した波長は兩端の 2 本分は像が不良で而も微弱な爲波長の精度は甚だ不十分だと考へる。

スペクトルの全容は寫眞 (b) 段に示した如くであるが、右端に近い部分は原板の黒味が餘り薄いので、製版の際スペクトル線が消え去つて現はない。上方の曲線 (a) は、同板を自記測光器 (microphotometer) にかけて黒味の分布を記象せしめたもので、輝線の存在が曲線の所々に現はれて

居る突起 (○印) と對照して實證されるが、右側の方は原板の黒味が餘り薄いので、粒子の「寄り」が支配的影響をあらはし、曲線の突起と輝線との關係を正確に看取することはできない。

以上の外 $\lambda 6534.6$, $\lambda 6266.9$, $\lambda 5930.3$, $\lambda 5738.0$, $\lambda 5624.4$, $\lambda 5024.4$, $\lambda 4815.9$, $\lambda 4725.3$ の 8 線を測つたが、種々の根據から判斷して彩層線の誤認でないことは否むことが出来ない。

5. 星雲線の検出 上記諸線中 $\lambda 4725$ は W. H. Wright⁽⁴⁾ が曾て N. G. C. 7027 のスペクトル中に検出した線で、氏の測定値 4725.5 は我々の 4725.3 と可なり近いものである。此線は前の日食観測で既に認められて居たのを sturton⁽⁵⁾ 教授の意見でコロナ線のリストから除かれたものであるが、我々の観測成績や星雲線との對比から考へて此線をコロナ線と見做すことの當否は更めて検討する必要があるはせぬかと考へる。尙此星雲線に關しては、J. C. Boyce 氏が Ne IV の禁制線 (forbidden line) に就いて推算した波長 4720.8 [${}^2D_{3/2}-2P_{1/2}$] と近きの故を以て 同氏及 D. H. Menzel 並に C. H. Payne は之れを Neon の輝線と考へる見解を強調して居るが 推算波長と測定値との間に可なりの開きがあるので、其の判定は多少の疑問である。

次に注目すべきは $\lambda 5738$ 線である。此線は Wright⁽⁷⁾ 氏が發見した星雲線 $\lambda 5737$ に可なり近い波長を有つて居る。又 $\lambda 4815.9$ 線も Gill, Moore-Sanford, Cannon 及 Lunt が η August のスペクトル中に観測した $\lambda 4814.78$ と可なり近い⁽⁸⁾。此星は光りの變化やスペクトルが新星に酷似して居り且時期により吸収線スペクトルが著しくなりて、太陽型即 G_0 に近いスペクトル型 (F_0) を示すといふことは、コロナ線の源泉を検討する

(2) Proc. Ph-math. Soc. Jap. III. ser. Vol. XIX p. 706 (1937)

(3) Aph. J. 75, p. 1 (1932), H. B. Aph. Ergänzbld. S. 401 (1937)

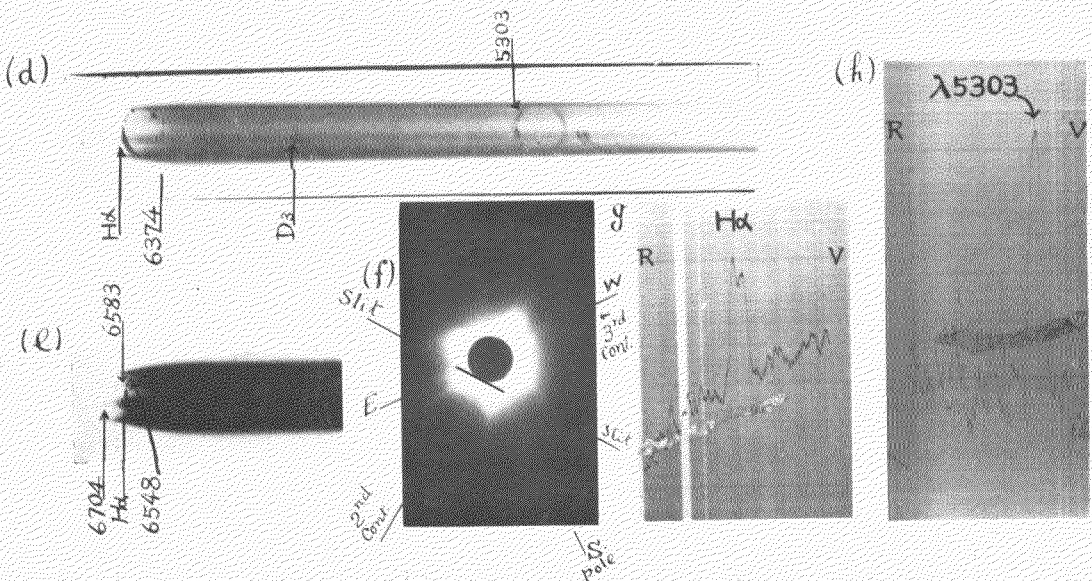
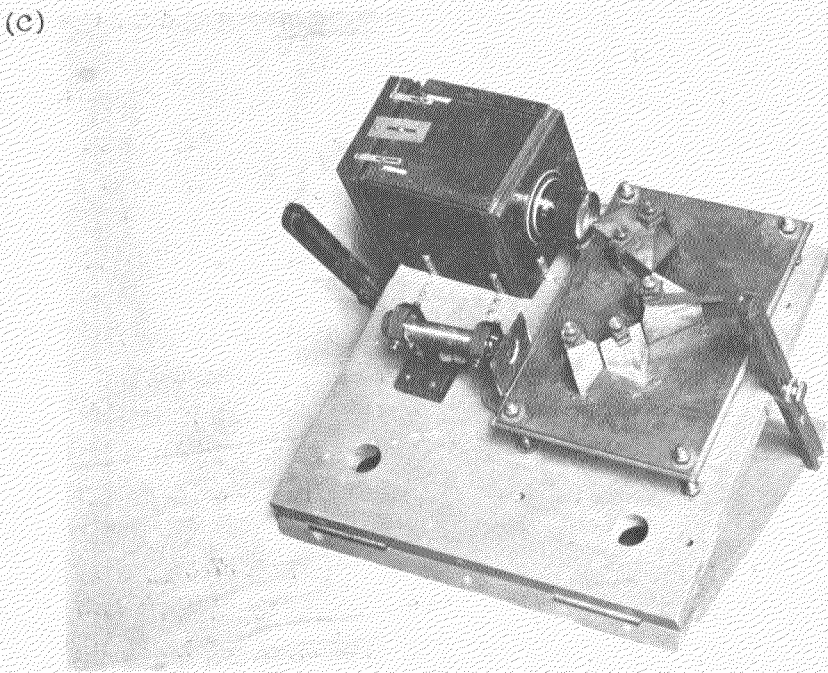
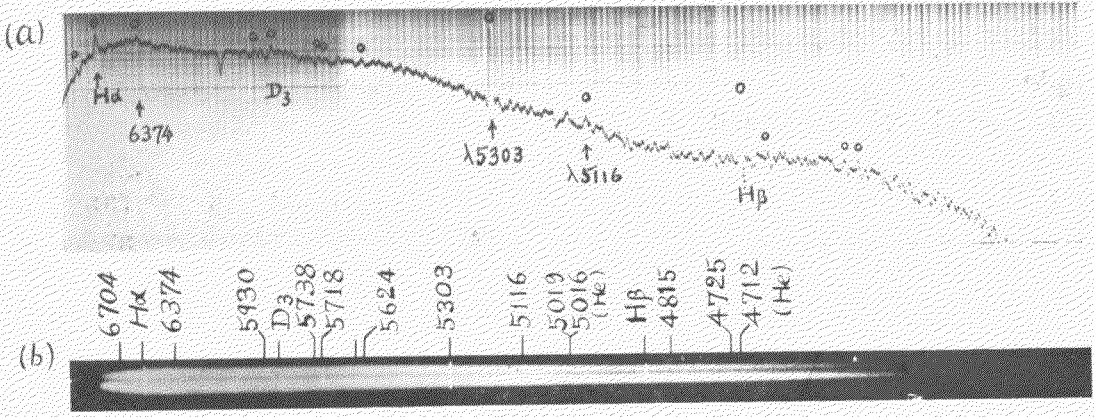
(4) Lick Obs. Pub. 13, Part. IV. 1918

(5) Mem. Roy. Astr. Soc. 64, 105 (1927)

(6) Pub. A. S. P. 46, p. 212 (1934); J. C. Boyce; Phys. Rev. 49, p. 378 (1934); Proc. Nat. Acad. Wash. 19, p. 581 (1933)

(7) 前掲論文

(8) M. N. 79 p. 619 (1919); M. N. 79, p. 628 (1919); Lick Obs. Bull. 8 p. 55 (1913)



上に考慮さるべき重要な事柄であらう。

6. 輝線の強度及構造 最も注目をひいた事は $\lambda 5303$ 線の強度が格段に優越せることで、 $\lambda 6373$ 線に比し星等級にして少くも 3 等だけは上位にあると見られた（單に乾板を肉眼で観察した上の感じにて）。又どのコロナ線に就いても、スペクトルの中軸線から一方に偏つて強く且長く延びて居つて、其は光球や彩層の活動が最も勝つて居る方面、即赤道から北東の象限に該當し、コロナ輝線の煽昂は概して太陽面活動と深い關係あることを物語るものといふべきである。

次に $\lambda 6373$ 線は $\lambda 5303$ とは可なり趣を異にし、後者の幅廣くづんぐりと短いのに反して、鮮鋭で長く延びて居る。此點は Mitchel の言つたやうに、兩線の光源が異なる元素に依るか少くとも異なる煽昂状態にある元素に歸さるべしとなす見解に對し、有力な根據を與へるものでなければならぬ⁽⁹⁾。

$\lambda 5303$ 線の構造を更らに仔細に觀察すると、青の側で鮮鋭なるに反し、赤の側では可なりぼけて居り、其の稍々圓味を帯びた兩端には極めて繊細な突起が別に添加されて居る。田中教授⁽¹⁰⁾は波長の測定と microphotometer の trace とから此の線が 3 本の密接線の集合なることを論じて居られるが、上記の我々の乾板の觀測と其の microphotometer trace (寫眞 h) に現はれた contour の非對稱性並に二次極大等の特性から見ても、此線が單一のものではないといふ疑ひは十分に存することと思ふ。Adams & Joy⁽¹¹⁾ が R. S. Ophiuchi (新星型) のスペクトルに見出したコロナ線に就き其の構造を檢討した結果もやはり同様である。

コロナの單光像

7. 無細隙分光器の構造 (寫眞 c) 此器械の要部は既に前報に略記した如く、Rutherford 式合成プリズムの外 60° プリズム 1 個 62° のが 1 個及 45° のが 1 個都合 4 個のプリズム (Halle 製) を真鍮厚板上に列べて固定し、此板と共に木製厚板に固定した闇函に日本光學製の Tessar 型レンズ ($f=25\text{ cm}$ $a=55\text{ mm}$) を取りつけて $\pm 8\text{ mm}$ にしぼつて用いたもので、前記のものと同型の簡便シロスタットから水平に反射し来る ($S 55^\circ 10'$

W の方向に) 日光を第一プリズムの最小偏角の方向に一致する様にして、全部を混凝土臺上に据え、厚板を適當に傾けてプリズムの屈折線を第三觸の太陽縁切線と平行ならしめて用いたものである。(寫眞 e 参照) 小屋の構造は前記のものと同じである。分散率は此程度の小型分光器としては著しく大きく、D 線で約 65 \AA/mm 、 5303 \AA 邊で約 35 \AA/mm に達し、 $H\alpha$ から $\lambda 5303$ 迄の平均分散が角度にして凡そ 4.5 に及んで居る。(continuum と分離して單光環の contrast を出すには角分散の大いさが重要である。)

焦點調整には主としてネオン管の赤線を用ひ、管を 200 米程南方の櫓の上に立て、閃光彩層の弧形に象り、練習を兼ねて無細隙撮影を行つたものである。無論、斯くして定めた焦點に對しては距離に對する些小の修正を加へて用ひ、且 slit と collimator を用ひて撮つた日光吸収線をも利用して之れを檢校したものである。

乾板は何れも Eastmann Panchromatic spectrum plate を用ひ、(a) 第二觸の flash に 5 秒、(b) 約 15 秒後コロナに對し 50 秒、(c) 第三觸の flash に對し 5 秒の露出を行つたのである。之等乾板は翌夜合宿小屋の暗室に於て吉成君の手に依つて前記の如き方法で現像した。(b) と (c) とは殆ど用をなさぬ程のあはれな出来であつたが、2m 10s の間約 17°C の溫度で現象した (a) 板は、後記の如く種々の注目すべき形象が認められる。現象時間の甚だ短かつたのは却つて好結果を齎らす因をなしたものと如くである。

8. 單光コロナ像の概觀 (a) 板には $H\alpha$, D_1 , D_2 , D_3 , b_1 , b_2 , $H\beta$ 等の彩層線の外 $\lambda 6704$, $\lambda 6374$, $\lambda 5303$ のコロナ線が一目して檢出される。圖に見るが如く (寫眞 d) $\lambda 5303$ の像は甚だ不鮮明ではあるが、光度や太さを大觀すると、太陽面活動の盛んな方面に顯著であることは否めない。概して極の近邊では弱く、中緯度から低緯度にかけて強く且著しく上方迄延びて居るが、赤道では却つて弱い。 $\lambda 5303$ と連續スペクトルが大體同様な強度分布を示して居ることも直ぐ氣付かれ

⁽⁹⁾ Aph. J. 75 p. 1 (1932)

⁽¹⁰⁾ Proc. phy-math. Soc. Jap. III ser 19, p. 706 (1937)

⁽¹¹⁾ Pub. Ast. Soc. Pac. 45 p. 301 (1933)

る。此の線が東縁の赤道部分から南方へ 10° — 15° 距つた邊では格段に盛り上がり居るのも注目すべき事柄である。

λ 6374 の環も可なり鮮明に出て居る。東縁の黒點域には若干の著しい昇騰斑を認めるが他の部分は概して弱い均一な濃度を保つて細く低層に限局されて居る。此點は λ 5303 と大分異なるので、やはり兩者の源泉物質が一つではないと考へる説を支持する一つの事實と見てよからう。 λ 6704 の環に就いても同様の事が言へると思ふ。

今一つ注目すべき事柄を挙げねばならぬ。 $H\alpha$ 孤より稍と赤の側にも可なり鮮明な輝線孤が在る。其位置は λ 5303 と λ 6374 の最強部の占める象限と大體同じ方面に當り(寫眞 e 矢の端)、太陽周縁上約 25° の間隔を占めて居る。紫側に於ける凹形基底部は稍と鮮鋭に境され、赤の方に向ふ凸形側では外翼部に向つて次第にぼかさされ、且一種の構造をさへ示して居る。其の孤の曲率が $H\alpha$ と一致せる點や概觀から考へてコロナ線であることに疑はないと思ふ。

之れと同時に、 $H\alpha$ 線の紫側で同線と殆んどすれすれに、更らに一片の孤線が検出された。前者程確かではないが、やはり曲率や概觀から考へてコロナ輝線たることを否定することができない。其位置は前記の弧線より稍と北極に近く長さは更らに幾らか短い(寫眞の e)。凡ての輝線孤の凹形下底は皆太陰像の縁と一致するものと假定し、 λ 6704, λ 6374 及 $H\alpha$ 線を標準として Hartmann 公式で上記兩線の波長を計算すると次表第一列の如くなる。

第 2 表

6583.8 (6583.6)	6548.7 (6548.1)	— (5754.8)
[6583.9]	[6548.4]	[5755.0]
$3P_2-1D$	$3P_1-1D$	$1D-1S$

() 中の數字は Wright⁽¹²⁾ が若干星雲中に認めた輝線の波長の平均値で又 [] 中の數字は

B. Ed'én and P. Swing⁽¹³⁾ 等の研究で示された N II の禁制線の推算波長である。尙之れに關しては Bowen⁽¹⁴⁾ も Aph. J. 誌上に論じて居る。

之れを要するに太陽コロナのスペクトル線中に星雲線の存在することの確實性は上記の觀測成績に依つて可なりに深められたものといふべく、殊に窒素の線と思しきものをコロナの中に認め得たことは今回の日食に於ける顯著なる收穫の一つと考へるものであるが、之等の點は更らに向後の日食觀測に依つて十分の確めを行つて後最後の判斷を下すべき問題である。斯くの如く彩層に近い低層に限られた弱いコロナ線の發見は第二或は第三觸に近くに行はれた比較的長い露出の効果と考へる。又夫々のコロナ線が或る特別の象限に限られて發せられるらしい狀況を考へると、將來の日食に於て新らしい線の掃索を行ふには、明るい無細隙分光器を用ひて皆既中の第二、第三觸附近を撰んで長い露出を行ふのが有利であらうと思はれる。尙詳細は、東京天文臺報及同臺年報 (Annals of the Tokyo Astronomical Observatory, Vol. I No. 2) に掲げる筈である。

(昭和 12 年 XII 月)

(12) 前掲論文

(13) Nova Acta 9, No. 6 (1934); C. R. 198, 1842 (1934), (14) Aph. J. 81, p. 1 (1935)

綜 合 報 告

天體用對物鏡の検査方法に就いて (II)

清 水 彊

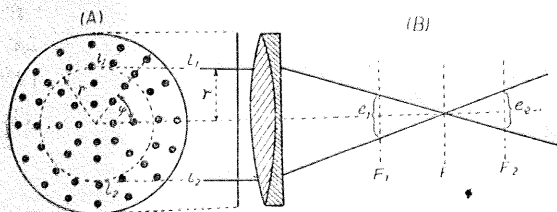
第三節、Hartmann の方法⁽²⁰⁾ J. Hartmann が發案した方法は簡單であるにも拘はらず、各收差が可なり精密に數値的に求め得られると云ふ特徴がある。殊に大口徑の天體用對物鏡の検査として

は對物鏡を望遠鏡筒に収めた儘觀測出來ると云ふ點は甚だ好都合であるから天文學者が好んで用ひる様である。

1. Hartmann 方法の原理 厚いボール紙或は

金屬板でもよいが、共に對物鏡の焦點距離の1/200乃至1/300位の直径の圓孔を多數穿つて。(第1圖A)對物鏡の前に平行且出來るだけ接近して置く。點光源に依る平行光線を投射し(天體望遠鏡ならば此を星に向けさへすればよい)。各孔を通過した光束が焦點の内外で光軸に垂直な平面を切る位置を測定する。此場合板の中心をレンズの光軸に一致せしめ、孔は數學的嚴密さは必要でないが廻折像に妨げられぬ爲には孔の縁に凹凸があつてはならない。各孔は同心圓周上に等角距離に穿ち(或は等間隔であつてもよいが)、像が重なり合はぬ程度で可成數が多い方がよい。第7圖Bは同一直径上に、中心より r なる距離に穿たれた孔から主軸に平行の入射する光線の通路を示したもので F が焦點、焦點の内側 F_1 及び外側 F_2 で⁽²¹⁾撮つた乾板上での孔の間隔を夫々 e_1, e_2 とする。今 e_1, e_2 を測定し、 $F_2 - F_1$ が分れば F の位置が次式に依つて容易に計算出来る。但勿論 F_1, F_2 に於て乾板は平行且主軸に垂直に移動せられるとする。

第7圖 Hartmann の検査法



$$F = F_1 + \frac{e_1}{e_1 + e_2} (F_2 - F_1) \dots \dots \dots (3.1)$$

一般に種々の収差の爲に、 F は使用光源の波長 λ 及び r 、 φ (對物鏡の中心を原點にとつた極座標)に依つて變るから ${}_{\varphi}F_{\lambda}^r$ と書く事にする。 r に依る F の變化は zonal aberration, φ に依る違ひは非點収差、 λ に依る變化は色収差を示すわけである。

2. 球面収差, 非點収差 今 λ, r を一定とした場合、 A が φ と共に變化すれば主軸上に於て非點収差が存在する事になる。此収差の性質として或方向 φ_0 で ${}_{\varphi}F^r$ が最小値、此と直角方向 $\varphi_0 + 90^\circ$ で最大値をとり、任意の ${}_{\varphi}F^r$ は近似的に次式で示される。

$${}_{\varphi}F^r = {}_{\varphi_0}F^r + a \sin^2(\varphi - \varphi_0) \dots \dots \dots (3.2)$$

但 ${}_{\varphi_0}F^r, {}_{\varphi_0+90}F^r$ は夫々 ${}_{\varphi}F^r$ の最小及び最大値、

a は兩者の差であつて主軸上に沿つた非點収差の大きさと見做すべき量。又

$${}_{\varphi+90}F^r = {}_{\varphi_0}F^r + a \cos^2(\varphi - \varphi_0) \dots \dots (3.3)$$

(3.2), (3.3)を加へると

$$\frac{1}{2}({}_{\varphi}F^r + {}_{\varphi+90}F^r) = {}_{\varphi_0}F^r + \frac{1}{2}a = F^r \dots (3.4)$$

従つて任意の互に直角方向の平均は一定となる事が判るから、 r の異なる各 zone の F^r を求めれば zonal aberration が得られる。又一つの zone に於ける $\Delta F = {}_{\varphi}F^r - F^r$ は(3.2), (3.4)より

$$\Delta F = -\frac{a}{2} \cos^2(\varphi - \varphi_0) \dots \dots \dots (3.5)$$

其故少くとも互に直角な二方向の ${}_{\varphi}A^r, {}_{\varphi+90}A^r$ が測定されれば a 及び φ_0 が勘定出来る。然し實際には對物鏡が局部的に缺陷があつて、(3.2)式で表はされる程非點収差は規則的で無いかも知れぬ。此等の狀況を更に詳しく調べるには、立場を變へて各孔を通る光線の理想的位置を計算し、此から實測の偏りを見出す⁽²²⁾、

⁽²⁰⁾ J. Hartmann; Zeit. f. Instrk. 20, 17 (1900); 24, 1 (1904); 29, 217 (1907)

Publ. d. Astrophys. Obs. z. Potsdam. Bd. 15, Nr. 46 (1908) 茲に擧げた最後の論文は Potsdam 80cm 屈折鏡に就いて行はれた test を詳細に記載したもの、唯此にはコマ収差に就いては觸れてゐない。

H. Lehmann; Zeit. für Instrk. 22 103; 325 (1902) Hartmann test に依つて filter 等の plane parallel 等も調べられると言ふ。

J. S. Plaskett; Ap. J. 25, 195 (1907); 27, 139 (1907) Ottawa 15 吋屈折鏡の検査。

P. Fox; Ap. J. 27, 237 (1908) Yerks 40 吋屈折鏡の検査。

C. Wirtz; A. N. 202, 95 (1916) Strassburg 20 吋屈折鏡の検査。

A. Danjon; Annal. de l'Obs Strasbourg 1. (1926) 同上。

A. H. Farnsworth; Publ. Yerks Obs. Vol. 4, Part 5 (1926) Yerks 天文臺 6 吋 doublet, 24 吋反射鏡, 40 吋屈折鏡に就いて photographic field を比較した。

J. L. Raguila; Journ. des Obs. 15, 167 (1932) Alger の 20 吋 Foucault 望遠鏡の検査。

L. Bell; The Telescope.

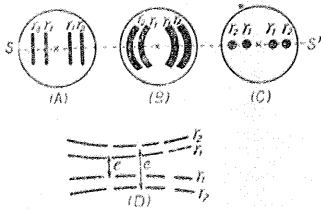
⁽²¹⁾ F_1 と F_2 の略と中間に焦點が来る様にすれば最も誤差を小さくする事が出来る。

⁽²²⁾ J. Hartmann; Zeit. f. Instrk. 26, 217 (1907), Publ. d. Astrophys. Obs. z. Potsdam, Bd. 15, Nr. 46 (1908)

3. 色収差⁽²³⁾ 色収差即λに依る F^r の變化を見るには或特定の範圍の波長のみを通す filter を順次使用して夫々の λ に對し右に述べた方法を繰返へしてもよいが、其では手數も掛かり、又個々の filter の缺點が區々に入込む事になるのみならず、完全に monochromatic rays とはならない。其故、正確な色収差曲線を求めるには次の方法を採る。

Objective prism を對物鏡の前に置くか、或は接眼部分に分光儀 又は格子⁽²⁴⁾を取付ける。第8圖の如き孔を穿つた板を對物鏡の前に(對物プリズムが取付けてあれば其前に)置いて SS' と直角の方向に分散が起る様にする、objective prism や平行格子を用ひる際にも (C) が適當であるが、分光儀では細隙の方向の調整が困難であるから (A), (B) が都合が良い。斯くて1に述べた原理に基づいて焦點の内外でスペクトル寫眞を撮つて、

第 8 圖



zone r_1, r_2 の各々に對して相對する同一波長間の距離 (e) を測定する(第8圖(D)) Sirius や Vega 等の Balmer 系列の明瞭な輝星

では、比較スペクトルが印せられなくとも波長の識別は容易である。斯くて r, φ が一定なる場合の ${}_{\varphi}F_{\lambda}^r$ の變化が求まる。最小の焦點距離を與へる波長を λ_0 とすると

$${}_{\varphi}S_{\lambda}^r = {}_{\varphi}F_{\lambda}^r - {}_{\varphi}F_{\lambda_0}^r \dots \dots \dots (3.6)$$

なる ${}_{\varphi}S_{\lambda}^r$ は對物鏡の r, φ 部分からの光束の二次スペクトルの影響をあらはす。一般に色収差の球面収差があるから ${}_{\varphi}S_{\lambda}^r$ は r, φ, λ の複雑な函数であるが近似的には r の一次式と見做し得る。

$$S_{\lambda}^r = S_{\lambda}^0 + r g_{\lambda} \dots \dots \dots (3.7)$$

S_{λ}^0 は近軸光束に對する二次スペクトル。 S_{λ}^0 及び g_{λ} は實驗的に次の如く書ける。

$$S_{\lambda}^0 = \frac{h_1}{(\lambda - \lambda_1)^2} + h_2 \quad g_{\lambda} = \frac{k}{\lambda - \lambda_2}$$

故に (3.7) は

$$S_{\lambda}^r = \frac{h_1}{(\lambda - \lambda_1)^2} + \frac{kr}{\lambda - \lambda_2} \dots \dots \dots (3.8)$$

恒數 $h_1, h_2, \lambda, \lambda_1, \lambda_2$ を實測から求める事が出来る。

4. Hartmann 方法の要約 觀測に依つて (3.2), (3.8) 式の恒數を決定して置けば、任意の波長 λ の光が對物鏡の任意の位置 (r, φ) に光軸に入射した際の焦點距離 (${}_{\varphi}F_{\lambda}^r$) は次式から計算する事が出来る。

$$\begin{aligned} {}_{\varphi}F_{\lambda}^r &= {}_{\varphi}F_{\lambda_0}^r + h_2 \text{ (zonal aberration)} \\ &+ \frac{h_1}{(\lambda - \lambda_1)^2} \text{ (色収差)} \\ &+ \frac{kr}{(\lambda - \lambda_2)} \text{ (色収差の球面収差)} \\ &- \frac{a}{2} \cos 2(\varphi - \varphi_0) \text{ (非點収差)} \dots (3.9) \end{aligned}$$

然し此式は前述の如き假定が許される程度の比較的規則的な収差を表はし得るが局部的に不規則な凹凸のある對物鏡には當嵌まらない。勿論此様な對物鏡は甚だ不良なものである。

(3.6) 式で焦點距離の一般式が表はされると否とに拘はらず、 e_1, e_2, F_1, F_2 の實測から (3.1) 式に基づいて勘定した ${}_{\varphi}F_{\lambda}^r$ は正しい焦點距離である事は云ふ迄も無いが、此場合 ${}_{\varphi}F_{\lambda}^r$ はどの位の精度を持つかを見るには ${}_{\varphi}F_{\lambda}^r$ の誤差 δ を計算すればよい。接眼部の出入の目盛 (F_1, F_2) の讀みの誤差を α 、乾板上に寫された孔の間隔 (e_1, e_2) の測定の誤差を ε とすると次の如くなる。

⁽²³⁾ Spectroscope に依る 望遠鏡の色収差の調査方法は可なり前から知られてゐた。

H. C. Vogel; Berichte d. Kai. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 29 April, (1850)

Gill; Telescope (Encyclopaedia Britannica 5th Edd.)

J. E. Keeler; A. S. P. 2, 100. (1890)

即スペクトルの全域が見得られる程度に分散率の低い小分光器の細隙を對物鏡の光軸に一致せしめる。屈折鏡では此場合現はれるスペクトルは直線的にのびた帶狀にはならずして、紡錘狀の擴がりになる。各波長に相當するスペクトルの幅は其波長の光線に對する圓錐光束の直径を與へるから、細隙面内の横の色収差が分り、從つて axial aberration は容易に計算出来る。或は或特定の波長の line の位置でスペクトルの紡錘の兩端 (nodes) が接近して一點となる様に分光器を光軸に沿つてずらせば其時の細隙の位置は其波長の光線の焦點であるから、此を各波長について繰返へせば直接 axial aberration が求まる。此検査には Vega の如き Balmer 系列の明かな輝星を光源として撰べば便利である。

⁽²⁴⁾ (20) に擧げた Danjon の論文参照のこと。但此論文に於て格子に入射する光束が平行でない爲の補正式は間違つてゐるから注意を要する。

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{e_1}{e_1+e_2}\right)^2 + \left(\frac{e_1}{e_2+e_2}\right)^2} \sqrt{\alpha^2 + \frac{F^2}{4r^2} \epsilon^2} \quad (3.10)$$

但 F は對物鏡の焦點距離（近似値でよい）をあらはす。

尙焦點距離，口径の異つた對物鏡の zonal aberration の程度（従つて又對物鏡の良否）を判定，比較する爲に H. Lehmann⁽²⁵⁾ が Technisches Konstant（以下特性常數と呼ぶ）なる量を計算した。J. Hartmann は此を改變した算式と同じ特性常數としてレンズの良否の目安にし T なる文字であらはしてゐる。

$$T = \frac{100000}{F_0} \frac{\sum r d}{\sum r} = \frac{200000}{F_0^2} \frac{\sum r^2 (F - F_0)}{\sum r} \quad (3.11)$$

即最小收差圓を生ずべき位置 (F_0) に焦點を合せた場合，夫々の zone r に依つて作られる收差圓像の直径 (d) に r なる重みを付けて全 zones の weighted mean を求め，異なる焦點距離の對物鏡を比較する爲に F_0 で除し，取扱ふ數を大ならしむる爲に 100000 を掛けたものである。最小收差圓に相當する焦點距離は，最短焦點距離 F_m （共に相當する zone を r_m ），最長焦點距離 F_M （共に相當する zone r_M ）をとすると次式で表はされる。

$$F_0 = \frac{F_M r_M + F_m r_m}{r_M + r_m} \quad (3.14)$$

斯くて Hartmann に依れば $1.5 > T < 0.5$ ならば良い對物鏡であり， $T < 0.5$ ならば理想的と云ふ。例へば Yerks 天文臺の Clerk 40 吋鏡は $T = 0.16$ ，東京天文臺の Zeiss 26 吋鏡に就いての最近の測定では $T = 0.17$ である⁽²⁶⁾。

Hartmann は更にコマ收差の測定法をも與へてゐるが此は今迄に述べた如きものとは趣を異にした實驗室的方法で装置及び測定は餘り簡單でないから茲では言及しない⁽²⁷⁾。

5. Kingslake の方法⁽²⁸⁾ 上に述べた如く Hartmann 方法の簡易さは主軸上に物點がある場合に限られてゐるが，此を主軸外の領域に迄擴張しようとする試は R. Kingslake に依つて企てられた。

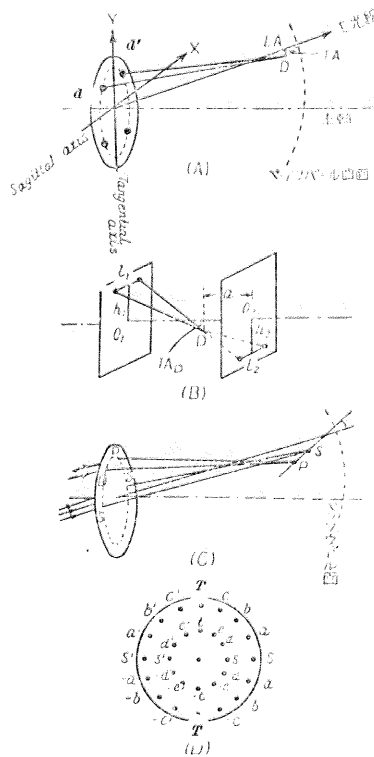
先ず第 9 圖 (A) に於て sagittal axis からの高さが等しい a, a' に入射した斜光線の像點を D とし，此から主光線（對物鏡の中心を通過する光線）へ下した垂線の長さを TA_D ，此垂線の足から Petzval surface 迄の主光線上の距離を LA_D とすると

$$\left. \begin{aligned} LA_D &= a_1 r^2 F^2 + 2 a_2 F Y H + a_3 H^2 \\ TA_D &= \quad \quad + a_2 r^2 H + 2 \frac{a_3}{F} Y H^2 \end{aligned} \right\} \quad (3.15)$$

.....(縦の收差)

.....(横の收差)

第 9 圖



と與へられる事は A. E. Conrady が導いた。但 Y は屈折面に於ける sagittal axis からの高さ， H は像の主軸よりの高さ，又 a_1, a_2, a_3 は夫々球面收差，コマ收差，非點收差を示す係數である。斜光線に依る實驗から球面收差の係數 a_1 を求めるのは不便だから，此は Hartmann の

方法で獨立に求め， a_1, a_3 は斜光線を利用する。

焦點の内外で斜光線を主軸に垂直な面で切断したとする（第 9 圖 (B)，此は第 7 圖 (B) に相當する）。 $O_1 O_2$ は主光線， TA_D は横の收差で D から $O_1 O_2$ への距離，縦の收差は其基準面たる Petzval surface の位置を實驗的に求め得ないから唯 $D' O_2$ 即 $a = LA_D + \text{常數}$ を測る。圖から容易に

(25) (20) の Lehmann の論文

(26) 多くの天文臺の望遠鏡の T の値に就いては A. König: Das Fernrohr (Handb. d. Astronhy., Bd. 1, 1^{er} Teil) 中の屈折鏡，反射鏡の表を参照され度し。尙對物鏡の良否の判定に對して T は單に一つの目安に過ぎない事は T の意味から明かである。即 T は幾何光學の立場から唯 zonal aberration を問題にしてゐるだけで，實際の image formation はもつと複雑な多くの問題を含む。

(27) J. Hartmann; Zeit. f. Instrk. 24, 1, (1904)

(28) R. Kingslake; Trans. Opt. Soc. 27, 221 (1925/26), Zeit. f. Instrk 47, 207 (1927)

$$a = \frac{e_1}{e_1 + e_2} d \dots\dots\dots (3.16)$$

$$TA_D = (h_2 - h_1) \frac{a}{d} - h_2 \dots\dots\dots (3.17)$$

扱遮光板は第9圖(D)の如く中心及び二つの直交する直徑上の孔 T, T' 及び S, S' に對して對稱に孔を穿つたものを用ひる。圖では二つの zones に對して孔を開けてあるが、此實驗で最も注意を要する事は孔の正しき對稱性である。かゝる板を對物鏡の直後に置いて焦點内外で寫眞をとり、 S 座線、 T 座線を測定して (3.16), (3.17) 式で夫々の對 $e, e', d, d' \dots$ に對して a, TA_D を計算する。各 zone 毎に $a-TA_D$ のグラフを描けば其場合の曲線は焦線を表はす、A. E. Conrady に依れば或 zone にある總ての D-pair ($Y=0$ なる一對の孔 SS' を除いた總ての對、第9圖(C)参照)の焦點は光軸の平面内に落ち、其 zone の點線は S に依つて二等分される。zone が異ると S の位置が變化し、點線が平行に移動する。尤も此は (3.15) 式で示される如き一次的收差のみが存在する時に限り言へるので、若し更に二次的收差が加はれば點線は最早直線とはならない。従つて $a-TA_D$ が直線的關係にあれば二次的收差が無視し得ると見做してよい。

次に a_1, a_3 の計算であるが、(3.15) 式より孔 S, s, S', s' ((D) 圖) に對しては $Y=0$ なる故

$$LA_D - LA_s = 2 a_2 F Y H$$

$$TA_D - TA_s = 2 \frac{a_3}{F} Y H^2 \dots\dots\dots (3.18)$$

又 sagittal axis に對して對稱の位置にある孔に於ては Y は符號を變へるのみであるから

$$TA_D = a_2 r^2 H + 2 \frac{a_3}{F} Y H^2$$

$$TA_D = a_2 Y^2 H - 2 \frac{a_3}{F} Y H^2$$

を加へて

$$TA_D + TA_{-D} = 2 a_2 r^2 H \dots\dots\dots (3.19)$$

尙 H は焦點距離 F 及び入射光線の傾が知れてゐると

$$H = F_1 \tan \alpha \dots\dots\dots (3.20)$$

で求まる。従つて種々の D-pairs に就いて (3.18), (3.19), (3.20) から a_2, a_3 が得られるから、此等各々の平均値を以て其對物鏡のコマ收差、非點收差の係數として採用する。斯くして得た係數の誤

差に關しては Kingslake 自身は約 1% と云つてゐるが、同一對物鏡を同方法で繰返へした W. P. Wright & S. D. A. Hewitt の實驗では約 3% になつた。

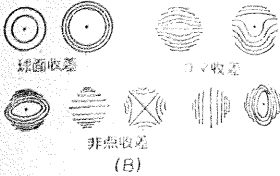
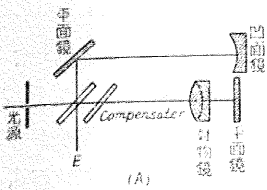
第4節、光の干渉に依る方法、其他 平面波として入射する光が對物鏡通過後完全な球面の波面を形成しつゝ結像する筈であるが、對物鏡に收差があれば球面波とはならざる多少歪曲を蒙つた波面となる。此波面の歪を干渉或は廻折現象を利用して見出さうと云ふのが本節に列擧する方法である。此等の方法には色々優れた特徴を持つものがあるが、大口徑の對物鏡に應用する事は困難である上に實驗裝置が面倒なものが多いから天文學者が利用した例は餘り聞かない様である。従つて比較的簡単に紹介するに止める。

1. Twyman の方法 A. A. Michelson の干渉計の原理を應用して、對物鏡の検査を行ふ試は F. Twyman に依つて企てられたが⁽²⁹⁾、其方法は比較的小口徑のものにしか役立たぬとの Michelson の批評に答へて、彼の提出した「大口徑のものにも適用される裝置」と云ふのは第10圖(A)の如きものである⁽³⁰⁾。即光源からの光が半波銀の平行平板に依つて一部分は鏡、凹面鏡に向ひ、他の半分は compensater、検査すべき對物鏡を経て鏡に向ひ、此等が元の道程を逆戻りして干渉縞を生ずるのを E で觀察する。對物鏡が完全ならば干渉縞が出来ないが種々の版差に應じて異つた縞を得る。(第10圖B) 此場合對物鏡の全面が同時に調べられる便宜があるが定量的でない。

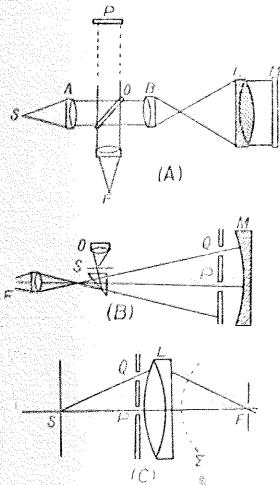
2. Michelson の方法⁽³¹⁾ 第11圖(A)に於て光源 S は collimator lens (A) の焦點に位置する。光は硝子の平行平板 O に達して一部分は色消レンズ B を通過し、検査すべき對物鏡 L の焦點に像を結び、 L を通つて平面鏡 M で反射されて元に戻り、 O で再び反射して F に到る。他方 S, A を經て O で反射された光は平面鏡 P に達し、 P より O を通り矢張り F に結像する。従つて F に於て見れば干渉が起るが、二つの光路 OM と PM とが等しくなければ干渉縞は小さくて觀測が

(29) F. Twyman : Phil. Mag. (6) 35, 49, (1918)
 (30) F. Twyman ; Ap. J. 48, 256 (1928)
 (31) A. A. Michelson ; Ap. J. 47, 283 (1918)

第 10 圖



第 11 圖



に對し Q が平行に上下に動き得る様にする。屈

困難であるのと B レンズの諸収差が充分除去されておなければならぬと云ふ點が、實際に装置を製作する場合容易でない。

此を避ける爲に顯微鏡の對物鏡 O (第 11 圖 B) に依つて Neerst glower からの光を細隙 S 上に集め、此を全反射プリズムを用ひて検査すべき凹面鏡 M に投影せしめる。細隙の像はプリズムの直ぐ傍に出来るから此を顯微鏡で見る。對物鏡の前に遮光板を置き對物鏡の直徑に沿ふ長方形の孔 P (紙面に垂直) と此に平行な同形の孔 Q をあけ、固定された P

折鏡の場合には M の代りに屈折鏡を置き其背後に平面鏡を立てれば B 圖の装置が其儘使へるが、或は更に簡単に C 圖の如くやれば平面鏡を必要としない。斯くて二つの孔からの像を観察するのであるが、鏡が完全ならば二つの細隙像は一致するが、収差が存在すれば離れる。兩者の間に P 個の干渉像が數へられれば、P 及び Q を通過した光線の行路差は次の如く與へられる。

$$\left. \begin{aligned} \Delta(\rho_Q - \rho_P) &= p\lambda \text{ (第 11 圖 B)} \\ (\rho_Q - \rho_P) &= p\lambda \text{ (第 11 圖 C)} \end{aligned} \right\} \dots \dots (4.1)$$

但 ρ は對物鏡の或 zone を通過後の波面の曲率半径である。従つて Q を上下に動かし、或は對物鏡を廻轉させると ρ_Q の變化から球面収差、非点収差等が求められる。

然し此方法を大口徑の對物鏡に適用するに當つて二つの缺點、即對物鏡の縁近くに穴を動かすと干渉縞が密集して來て觀測が困難になる事と、Q を動かす時の震動及び空氣の動搖が干渉像の明確さを妨げる事が擧げられる。此を除く爲に A. Cotton⁽³²⁾ や A. Merland⁽³³⁾ が一つの孔の代りに同一遮光板上にあけた二孔を同時に移動させた。此改良法に依れば Jamin の雲母 compensater で測定して $\lambda/20$ 位迄の光路差を検出出来ると云ふ。(東京天文臺天文學文獻抄第 2 號別刷)

(32) A. Cotton; Physica; 31, (1921)

(33) A. Merland; Revue d'Optique 3, 40 (1924)

論 叢

軌 道 決 定 の 歴 史

廣 瀬 秀 雄

大昔吾々の祖先が毎日毎日野獸と闘ひ、夜は洞穴に眠つた頃は恐らく夜空の星は恐怖の對照であつたでせう。そして星が起始すると直に家路につき星等は見ようとしなかつたでせう。然し彼等とても恐らく出先で日食に出逢つた事がありませう。ですが彼等には未だその週期の様なものを見つける事は出来なかつた事と思へます。その後に至り遊牧時代となり、農業時代となるに及び、季

節の推移に注意せざるを得なくなり、天文學の最初の型が彼等の中から生れて來たと思へます。そして多年に亙る觀察は日月五星の運動を發見しその豫報は行はんと企て、而もその特異な運動は之等を神と考へる事により解決せんとしました。そして彼等の持つた宇宙論の大部分は天體運動論でありました。此様な古い頃の軌道論は勿論見掛の軌道の研究でありましたが、彼等の理論や決定法

は大部分地球が天體運動の中心であると云ふ間違つた基礎の上に築かれたものですから仲々うまく行きませんでした、それでもトレミーは殆んど成功し、永い間信用を保つて來ました。之は空間に於ける天體の配置と云ふ事を考へた爲で、大昔の様に、日月五星共に同一天球面上を運動するものとしては決して單一原理で説明出来るものではありません。かしくてトレミーは天體の距離と云ふ概念を上手に導入した結果、天體の天球上の運動はある軌道運動の射影で、見掛のものである事を明にし、そのある軌道運動として有名な彼の地球中心系を築きました。かくして軌道の意味が上古とは少し違つて用ひられる様になり、トレミー系はコペルニクスの出る迄殆んど無批判に一般に受け入れられておりました。コペルニクスは眞實の太陽系の姿を表す幕を上げた人であり、ケプラーはその次に來るニュートンの爲の案内人を勤めた人でありました。ニュートンに到り眞の太陽系の姿とそれに働く運動の法則が発見され、その結果現在の意味での軌道決定法が生れたのです。兎に角舊時代の軌道論は民族的宇宙觀や天地開闢論と殆んど同一内容を持つておりましたが、それでも彼等古代人の絶えない觀察は眞の太陽系の姿を知らず又運動の法則も知らなかつたとは云へ、日月食を豫知し、曆を作る事が出来る様になり、彼等の決定し得た軌道論的數値は驚くべき程の精度に達してゐる。

天體軌道論としての最初の姿は曆を作り日月の運動を定める事であつて、各民族毎に發達した、之等の軌道決定とは運動決定又は推定と同意味である。

古代エジプト エジプトは支那と同様に世界で最古の天文学を打立てた所で、支那が太陰曆を原則としたのに對し太陽曆を作り、シリウスの太陽前驅を觀測し太陽即ち地球の週期を知つた。日月食の豫報には猶月の運動か又は食の週期を知る必要があるが、彼等が天球上の天體の運動に関心を持ち空間的軌道を決定したか否かは疑問とされてゐるが、シシリアのチオドルス（西紀一世紀）は“惑星の運行や、留や、週期や其他之等の及す吉凶に就てエジプト人はよく觀察してゐた。”と語つてゐるが、ある天文史家は、もし之が本當とす

れば、後にトレミーが其等の觀測を利用しない筈がないから、多分エジプト人は“太陽の日週及び年週運動を定め之を人間の生活を支配するものとしたのであらう。”と云つてゐる。アリストテレスが傳へたと云はれてゐる古代エジプトの惑星や掩蔽の觀測は今猶發見されてゐない。キケロによるとエジプト人は金星と水星を太陽の伴星と見なして取扱つたそうで、プリエーによるとネケプソとペトシリスの著書にはエジプト人の數値として月軌道の周圍 12000 スタヂア、太陽軌道の週圍 18000 スタヂア、土星のそれは 24000 スタヂアを與へてゐる。

バビロン バビロンの地は天氣がよくその爲天文は随分進歩し、それに伴ひ軌道論も發達し、特に彼等は月の運動を研究し、日月食の豫報は大體出来る様になり所謂サロス週期の發見等運動論に大いに貢獻した。ニネヴェのアスルバニパルの集成した天象記録は現今も使用されてゐる。種々の

決定者	サロス	ナブリアヌス	キヂヌス	ブラウン (現在) (1900.0の値)
平均朔望	29.53064 ^H	29.5306415	29.530594136	29.5305882
近點月	27.55370	27.554536	27.55456925	27.5545505
恒星月	—	—	27.32169	27.3216610
一年	365.2491	—	—	—

天文數値を決定し、朔望表も作られた。彼等の得た數値は上表の様なものであつた。之により彼等は攝動を考へなかつたが新月は半時間乃至二時半位の精度で豫言する事が出來た。上表の諸數値を現在の値と直接比較しても攝動値の不確實は此の驗しをなさしめない。ナブリアヌスはその計算に於て、太陽軌道を 194° と 166° の二弧に別ち前者を毎月 36° 後者を毎月 28° 7' 30" の速度で太陽が動くものとして中心差を考慮してゐる。又此の二弧の接點の方向は大體遠近地點と一致してゐる。キヂヌスは一段と進歩した理論を作り、太陽の速度は毎月 30° 1' 59" 00" と 28° 10' 59" 40" の間に連続的に變化するものとした。その月々に對する變動は 18' に達するものとした。月の運動に就てナブリアヌスは日々角速度は 11° 4' と 15° 57' の間で變化するものとし且月により 42' 變化するものとし、キヂヌスは此數値を少しく改正した。月

の黄緯の變化は、ナプリアヌスは昇交、降交兩點で最大とし、キヂヌスは昇交、降交點の位置に改正を加へた。地心距離の變化も考慮してゐたらしい事は彼等が月の視直徑の豫報をした事でわかる。

惑星の運動に就ても餘程精密に知れて居り、金星に關する觀測は西紀前千數百年頃のものが存在してゐる。火星の光度の變化には氣がついてゐたが、距離の變化によるものとは考へなかつたらしい。紀元前六世紀頃より惑星の位置を恒星に準據して記載する様になり位置の豫報をする様になり、又種々の現象の觀測より惑星の會合週期を決定した。紀元前 425 年の天體曆が残つており、之には諸惑星の位置が計算してある。此民族も彗星や流星は占星の對照としたのみでその軌道運動は認識し得なかつた様である。

ギリシャ エジプト、バビロンの文化を受繼いでギリシャ天文學が出来た。此のギリシャ天文學の特徴は數學を應用した事で、ギリシャ人は古代天文學を完成し精算する事に成功したのである。(此頃の哲人達の種々の運動論は鈴木敬信氏著“宇宙”に精しく出てゐる。)天體の空間的配置を確實に認識した時期で、アリストテレスやヒツパルコスやトレミーは月や太陽の距離を實測した。例へ彼等の數値が不確であらふとも實測に依り決定せんとした努力は尊ぶべき事であらふ。かかる空間認識の後にのみ始めてトレミーの様な本當の意味での軌道論が生れて來、それ以前の視軌道追及の理論はここに全く死滅した。トレミーにより中世紀の天文學は生れ育つた。

普通トレミー系はエピサイクロイドの軌道論と簡単に云はれてゐますが、彼の本當の理論は週轉圓 (Epizykel) が離心圓でありまして一つの圓週上を少し中心を外れた點が此圓週上を動く一つの小さな圓を考へ、此圓に特別な回轉法を與へるものでありますが、彼の軌道論は天動説の精華で、彼の得た諸恒數を用ひて計算した黄徑の運動は實際の運動と殆んど合ふもので、その理論には重要な運動の不等は大低餘す所なく採り入れてある。唯一つ悲しむべき事は彼が誤つた哲學的獨斷に災され天動説を採用した結果、如何にしても天體の黄緯の變化を説明し得なかつた事で、之が後年コペルニクスをして地動説を叫ばしめるに至る動機

となつたのである。

彼の理論を現在の軌道論の結果と比べると眞近點距離角の誤差は火星で最大 2' で、やゝ簡略にした太陽の理論の場合は僅に 43' である。太陽と同様の理論を假にそのまま火星に適用すると 7.5 にも達する。然し動徑は彼の理論よりの値は常に餘程大きな誤差を示してゐる。

實際に黄經を計算するに當つては以上の諸圓は總て黄道面にありとして計算する。即ち黄道への修正を零と考へるのであるが、此量は 1' 以下であるから以上の便法は充分成立する。内惑星の場合その離心週轉圓は太陽の圍りに位置するものとしてゐる。黄緯の計算には如何にしても軌道即ちエピサイクロイド面の傾斜を考へなければなりませんので、地球を通る適當な方向の直線を交點線として適當に軌道を傾斜させたが、此様にしても黄緯は日心黄緯と地球よりの距離に左右されるもの故決して説明出来るものではありません。

軌道の大部分を黄道の北へ置く事により黄緯の大部分が北にある事や黄緯の變化等を説明せんとしましたが、内惑星の場合には之だけでは餘程具合が悪く、その爲軌道傾斜や週轉圓の傾斜が變る事とした。此様にしても元來太陽に世界中心を置てこそなし得る黄緯の變化を全然間違つた基礎の上に組立てんとした事は結局は失敗ではあるが、然もその黄經の説明は殆んど完全であつたので、トレミー系は教會の權力も手傳つて其後十四世紀もの長い間人々に受け入れられて來た。かなりの部分が合ふ様な理論と云ふものは中々棄て切れるものではないのは人情の常で、其後久しい間天文學者は不一致はその軌道要素の誤りに歸し、その改正にのみ勤めたのであつた。かかる状態を破り得るのは常人のなし得べき事ではなく、一人の天才を必要とするものである。遂に時は來た。その名はニコラウス・コペルニクス！彼はかくもよく黄經の運動が説明出来る理論が、何故黄緯の運動を説明し得ないかを疑つた。そして之は根本的な缺陷によるものと断定し、遂に天動説を棄てた！太陽こそ世界の中心だと叫んだのであつた。

コペルニクス系 コペルニクスは五星及地球は太陽の圍りに圓軌道を描くものとした。之は人類の經驗した最も大きい思想上の革命であつたに違

ひない。然し彼は楕圓を使用しなかつた爲、種々の運動の不等を説明する爲には猶エピサイクロイドを用ひる事を餘儀なくされた。コペルニクスの考へが發表された頃は猶教會の勢力が盛んな頃であつたから、公明正大に此説に賛意を表したのはガリレオやブルーノの他は餘り知られていない。然し反對は仲々多く中でもチホ・ブラーへは自身の觀測を基礎とし、恒星の視差を決定し得ない事を理由として地動説に反對を稱へ所謂チホ系を提出した。之は地球は不動で、その圍りを太陽が圍り、その太陽の圍りを五星が圍るとするもの故、恒星視差の點を除けば殆んどコペルニクス系と同一の結果を與へるものであつた。然し彼の行つた觀測より後年ケプラーが他動説の確證を見出さんとは神ならぬチホは夢想だもしなかつた。遂にケプレルの出現となり、地動説は確立した。

若い頃は占星術や思考遊戲的宇宙論に思を凝らしてゐたケプラーは恩師チホの殘した火星の觀測の整理に當り、斷然近代科學的立場を取つて之を分析した。彼は此頃は餘程深く地動説に賛成してゐたらしい。彼は長期に亙るチホの觀測より、中世紀以前の思想の様に自分に都合のよい様に軌道要素を決定する代り、始めて觀測そのものより、如何なる軌道かを決定せんとした。之こそ本當の近代的軌道決定法で、火星に就いて先ずその昇交點黃經 Ω と軌道傾斜 i を決定した。今假に火星が衝にあり然もその黃緯が零であつた様な時の觀測があれば其時は明に火星は交點にあり、その時の黃經は交點の黃經を與へる筈である。黃緯が一より十に變化するなら之は Ω を與へ、その反對の場合は $\Omega + 180^\circ$ を與へる。ケプラーはかくして $\Omega = 46\frac{1}{3}^\circ$ を得た。次に地球が火星の交點線上にある時の火星の黃緯 β の觀測を撰びその時の昇交點と火星との地心黃經差を σ とすれば $\tan i = \tan \beta / \sin \sigma$ より i を求める事が出来る。此時都合よく火星が短の位置にあるとすれば $\sigma = 90^\circ$ 故 $i = \beta$ となる。此様な觀測はチホの殘した記録中に一つあつた。ケプラーは以上の他猶二法を用ひ $i = 1^\circ 50'$ と決定した。猶彼は多くの觀測よりその交點線が太陽を通る事や、 i が不變である事も見出した。次は當然軌道の形の決定に進む筈であるが、ここで彼は一時因襲に捕はれた。恩師チ

ホの理論を完成せんとして彼は離心圓を假定してその要素を定めんとした。その結果離心率 $= 0.18564$ を得た。之を觀測より得られる太陽よりの火星の最遠、最近距離(惑星は太陽の圍りを動く)より得られたもの即ち $e = 0.09$ と比べ餘り差があるので困つたが、離心率の半分 $= 0.09282$ が大體之に等しいので、今度は之を二分して離心圓軌道を計算する事としたが今度は近點距離角に $8'$ 乃至 $9'$ の誤りが出て來た。ここに到つてケプラーは遂に觀測自體より軌道形を決定せん事を企て苦心の結果遂に火星軌道は楕圓であり且つその焦點に太陽の存在する事を見出した。彼の全集によると此結論は非常に數多くの探りの結果得られたもので、(Frischauf: Grundriss der Theoretischen Astronomie には大體の考察順序が記されてゐる。) 此間有名なケプラーの方程式をも發見してゐる。

以上によりケプラーは惑星運動に就いて殆んど總べての事を知つた。十五世紀に亙る疑問の黃緯は太陽を世界中心とする時は $4'$ 乃至 $5'$ 迄説明が出來た。ケプラーは此の殘差を觀測誤差や、濃氣差や視差に歸した。軌道論は今や誤つた哲學的思索の重圍より脱れ出る事に成功した。後はニュートンの出現を俟つばかり。

ガリレオ等の研究により天文學者に有力な武器となるべき力學はニュートンにより始めてその威力を發揮した。古代より中世に至る幾何學的理論天文はその王座を完全に力學的理論天文に奪はれた。既に 1645 年に Boulliau は力は距離の自乗に逆比例すると唱へ、1666 年に B.elli は此法則で楕圓運動が説明出来るだらうと信じてゐた。ケプラーの三法則より萬有引力の法則が生れニュートンはその法則でケプラー運動の説明を行ひ、又彼の法則を用ひて任意の三觀測よりその天體の軌道を決定する現在の意味の軌道決定法を考へた。之が難問であつた事はプリンシピアの中で彼が告白してゐる通りである。當時は日月五星の軌道要素は長期の觀測より充分精密に決定し得たので、軌道決定は彗星に對して必要であるだけであつたので、彼は拋物線軌道決定法を考へ、ハリーはその方法によつて多くの彗星の軌道を計算して“週期彗星”を發見した。(後節参照)

惑星の軌道決定 1781 にハーシェルが天王星を

発見した時に始めて惑星の軌道決定の必要があつたが、此場合は離心率と軌道傾斜が小さいもの故、黄道面と一致する圓軌道を求める事により可成の要素を得る事が出来、結局昔流の軌道決定法を行つて差支へなかつたが、1801年1月1日に小惑星ケレスが発見されるに到りその軌道決定には天文學者は當惑した。觀測材料はたつた二月十一日迄しかない。ここで始めて如何なる假定をも置かず短期間の觀測より軌道を決定する方法が必要になつた。これより以前ラプラスやラグランジュが此問題を研究した事があるが、實際計算を行ひ得る様にはなつてゐなかつた。その爲折角の発見の小惑星も行方不明かと思はれた時ガウスと云ふ獨逸の一青年が現はれて殆んど完全に此問題に解答を與へ、彼の計算によりその年末にオルバースは再びケレスを見出す事に成功した。續いてオルバースはケレスの傍に一小惑星パラスを発見し、その軌道をガウスは僅六時間で計算し、數十年の觀測を必要とした軌道決定はここに數十日の觀測より數時間の計算で可能となつた。驚くべき事ではなからうか。

此獨逸天文學者達の功績以來永く獨逸は小惑星の中央局として活動し、現在はベルリンの天文計算局で此事務を執つており、世界各國の學者協力の下に年々數十百箇の新小惑星の軌道が計算されてゐる。

ガウスの考へた方法は殆んど完全で、其後エンケが僅な改良を加へたのみでそのまゝ今も猶最良の方法として使用されてゐる。近時の計算機械に適する様な改良は40年前フイテンが行つた。又ラプラスの考へ付いた方法は微分法とも稱せられるもので、天體の運動方程式を直接積分する方法で一名直接法ともよばれる。之に反しガウス流は運動方程式の積分のケプラーの法則より出發するもの故積分法とも間接法とも云はれる。前者はフランス、アメリカで主として愛用され、後者は獨逸で用ひられてゐる。ラプラス流の方法は一週間位の期間の觀測を取扱ふのに都合がよいのでShort Methodとも云はれるが決して計算が簡單であると云ふ意味ではない。然し少し長い期間の觀測を利用する時は結局ガウス流に従はねばならない。

1930年にブルトーが発見されるに到り、再び天文學者はその軌道決定に困難を感じた。餘り遠くて運動が遅い爲従來の方法では確實な要素が得られないので、エスクランゴンはラプラス流の基礎で視差法とも名付くべき方法を考へたが、結局古い寫眞に寫つてゐたブルトーの像が見つたので、其を利用する事により解決した。一見つまらない過去の一觀測を見出す事は此場合エスクランゴンの方法の發明より數十百倍の精度を持つ軌道を決定する事を可能ならしめた。具體的事象の研究に當つては屢々かような事があるが、此場合かかる微弱な光を記録し得た寫眞術の發明に對し感謝しなくてはならない。

如此力學的理論天文學即軌道論が出現した爲當然天體相互の引力の影響即ち攝動の計算がなし得る様になり延いては十九世紀の天體力學時代を出現するに到つた。此の影響の最も大きい場合は月と週期彗星の運動を論じる場合特に週期彗星の攝動は莫大なもので到底一般的即ち解析的取扱をなし得ないので今でも特別攝動法と稱する數値計算法によつてのみ研究が行はれてゐる。之に對し月は吾人の手近のものであり、長期間の觀測より大體の運動の様子もしれおる事故少しの困難は却つて學者の興味を引き航海上の必要にもより、争つて優秀な天體力學者の注目する所となり、その結果は現在の太陽論として發達した。

その攝動の大なる事はケプラーが楕圓軌道を求め得なかつた事でも推量されよう。クレロー、オイラー、ラグランジュ等の研究を経てプラナ、ハンセン、ドローネー等は太陽運動表を作つた。現在はブラウンの表が最良最後のものであり、殆んどありとあらゆる力學的不等を考慮してゐるにも拘らず、實際の運動を表す爲には或實驗項を附加へなければならぬ。

彗星軌道の決定 彗星は永い間本當の天體としては認められず、ケプラーの時代に到る迄十五世紀のトスカネリ以外に殆んど觀測されなかつた。ケプラーは始めて彗星迄の距離を實測により決定せんとしたが、1577年の彗星に就いてウラニブルグとブラーグとの觀測で視差が殆んど零である事より月よりも遠い事を確認した。ヘヴェリウスはその軌道は拋物線だらうと考へたが結局ニウト

ンの法則により圓錐曲線を描くべきである事が分つた。然し多くの彗星は殆んど拋物線と區別のつかぬ軌道を描くもの故現在でも彗星は最初拋物線軌道を計算する。

彗星の三觀測より拋物線を決定する問題はニュートンが考へたが、其後ハリー、オイラー、ランパート等の研究を経て遂に獨逸プレーメンの醫師オルバースは完全な方法を案出した。此方法は又現在そのまま使用されてゐる。

さて彗星は一般に大惑星に接近する機会が多いので再現の豫報には攝動計算を必要とする。ハリーはハリー彗星の週期を發見し、之により1758年の回歸を豫言したが、その年になつてクレローは此彗星に關する攝動計算の結果を發表した。それによると惑星の作用の爲その近日點通過は約20月遅れて1759年4月13日頃の筈なる事を(1月程度の不確實さはあるかもしれぬと附言して)豫言した。實際の近日點通過は3月12日で、やつと豫報の範圍内であつた。基礎の軌道要素も惑星の質量もよく知れてゐなかつた當時としては大成功であつた。下つて1910年の近日點通過の時は豫報との差は3日で、1909年9月11日の發見位置と豫報の差は赤經で 24^s 赤緯で $4'$ に過ぎなかつた。

1818年ボンスが發見した小彗星は約七週間觀測されたが、エンケはその軌道決定に當り、拋物線では具合が悪いので遂に當時彗星には實際用ひられてゐなかつたガウスの方法によつて軌道要素を見出し週期三年半の楕圓を得た。之により1786年I, 1795年, 1805年等の彗星と同一物らしいと分つたので彼は六週間の努力の結果攝動の計算を行ひ完全に同一彗星の出現なりし事を發見し、こゝに短週期彗星の回歸と云ふ事實を知つた。

此邊で一應昔の日本に立歸つて見ませう。歐米の新時代は實に吾が徳川時代に當る。當時の天文學者は日本第一の新知識であつて外國書によつて歐洲の新知識を學んでゐたが、誰か軌道決定を行つた人があるだらうか? 筆者の知れる所では幕府の天文方であつた高橋景保がその數多くの著書の中に“新修彗星法”なる書物がある。之は彗星軌道計算法を説いたもので、恐らくオランダの書物からの編著であらうが原著は恐らくオイラーとオ

ルバースの過渡期に書かれたのである様です。兎に角本書の方法は徳川時代の權威で文書に残つてゐる所によると數人が軌道計算をした筈であるが、少くとも高橋景保は“文久辛酉彗星記”なる書物により彼が自身の觀測より行つたその軌道要素の計算を精しく書き残してゐる。

徳川時代に月の位置の計算に用ひた方法はトレミー流のエピサイクロイドに入り来る圓の代りに楕圓を用ひ、且つ攝動を考慮する爲、その楕圓の離心率が絶えず變るものとしたさうである。

流星軌道の決定 流星が天體である事を認識する事は人類には餘程難しい事であつたらしい。確實に天降石が見出された時もフランス學士院は天から石が降る等と云ふ事は全く不可能な事であると斷定した程であるが、天文學者の中には舊くから直接觀測よりその高さや經路の長さ等を決定せんとした人がある。かゝる研究にも拘らずその結果は高さ長さ等が當時の常識を超越してゐたので天文學者は一般に此結果を省みなかつた。後ベンツェンベルクとブランデスは1798年に觀測を行つてその經路の決定を行つた。然し之だけでは日心軌道の計算は不可能であつたが1833年の獅子座流星雨の時の觀測は輻射點を與へたので此問題は解決し、その日心軌道計算法も種々の人が研究したが大體同じ様なものである。獅子座流星雨に就て研究したスキアパレリは古記録より33年の週期を假定して楕圓軌道を求めた結果1866年I彗星と殆んど同一軌道なる事を見出し、彗星と流星との關係を確證した。

聯星軌道の決定 ウイルヘルム・ハーシェルは恒星視差を發見する目的で二重星を觀測した結果、恒星界に於ても互に力學的關係によつて回轉してゐる聯星を發見した。然らば之等聯星の軌道は如何なる形や位置を持つであらうか。ジョン・ハーシェルは此問題の解答として1832年に半作圖的方法を發表し、エンケも同年解析的方法を發表してゐる。聯星はその觀測法やその觀測材料の性質より直に分る様に、觀測時刻以外の材料は精度があまりよくないので、小惑星や彗星の様に短期間の觀測よりその軌道を決定する事は不可能で、少くとも一週間に互つた觀測が必要である。然も普通の聯星觀測では、その軌道面が天球

面に接してゐない限り星は観測者に対して現在の運動の視線方向の分速度が正負何れの値で動いてゐるか不明であるので見掛の軌道の何れの側が観測者に近いのか分かりません。それで軌道面傾斜の値は i と $180^\circ - i$ と何れなるか判定出来ません。ですが此場合もし分光機等の助けにより視線速度を決定する事が出来れば、はつきりした要素を決定する事が出来ます。其他蝕變光星や分光機聯星等の軌道決定はその光度観測や視線速度の観測等より行ふ事が出来、ある場合にはそれ等各々の星の質量や直径等まで計算する事が出来ますが、之等の聯星の場合には普通の軌道要素以外に、その星の扁平度とか見掛の光球の光度分布や他の物理的要素が必要になります。之等のもの

は恒星構造論等の助けを借りる必要があるでせう

省みれば數千年昔より始つた軌道決定は、現在天文學の精華天體物理學中にもその進路を見出し、猶日々進歩してやまぬものがあります。今後と雖も過去の経歴により未來の事象の豫知豫言をなさんとする時、そこに採られる手段は何時もその精神に於て軌道決定と同一のものであらうと思はれます。本來の軌道論が假に如何につまらないものであらうとも、その得た結果は偉大なものである事は天體曆を一覽すれば誰も肯定する所でせう。然も“發生事象をその要素と機構より將來に對し豫言し得る”と云ふ思想を人類に與へた影響はその最も偉大な貢獻であつたでせう。

(昭和十二年臨時總會講演)

抄 録 及 資 料

經度の年變化に就て 曾て A. L. Loomis 及び H. T. Stetson が無線報時を調べてワシントン、グリニッチ間、及びワシントン、パリ間の經度差に週期的變化があり、且つその變化は月の時角と關係のある事を見出した。彼等は観測材料を三つの群に分け、月が赤緯 +12 度以北にある時の観測群、-12 度以南にある時の群、及びその中間にある時の観測を一群として取扱つた。其の後我が水澤の川崎氏はこの經度變化が月に無關係に、一年週期の變化として表はされる事を示めた。此の問題を最近 F. Schlesinger が論じて居る。(M. N. Vol. 97, No. 9)

彼は先ずこの經度變化を示めず曲線を正弦曲線であると假定して、最小自乗法で振幅を計算した。其の結果月の位置に關係すると云ふ假定では振幅の半分が $0^{\circ}.0180$ となり、年變化の假定では $0^{\circ}.0270$ を得た。今假りに後者の假定が正しいものとすれば、前者の取扱ひ方では當然振幅が小さくなる事が數學的に證明出来る。且その場合の兩振幅の比率は上に求めた結果とよく一致すると云ふ。この事實は年變化の假定の方が正しいと云ふ證據とはならないが、又上の計算に於て、月が北に離れた時と南に離れた時とで平均天頂距離約 35 度も變化するのに振幅は殆んど等しくなる。これは月に依る變化と云ふ説では説明出来難いが、年變化の説では簡単に説明出来る。これ等の點から彼は年變化説を採つてゐる。

次にその原因に就いて極の移動を考へてゐる。地球に固定した軸に對し廻轉軸が移動する時は緯度の變化のみならず、方位及び經度の變化をも生ずる。方位の變化はすでにケープ、ワシントン等の天文臺で見出して居る。經度に及ぼす變化は或る地點の經緯度を λ, φ とする

時、グリニッチの緯度を φ_0 として

$$Y \sec \varphi_0 + (X \sin \lambda - Y \cos \lambda) \sec \varphi$$

と表はされる。X, Y は極の平均の位置を原點とした任意の時刻に於ける極の坐標で、X はグリニッチの方向へ、Y はそれに直角に西に測る。從來發表されたそれ等の價を用ひ、一年の週期があるものと假定して 1929 年より 1932 年迄の材料を整理して上式から經度變化を計算して居る。これと實際観測された結果を比較するに、ワシントン、パリ間の變化とは非常によく一致する。併しワシントン、グリニッチ間の變化はやゝ大きくなつた。之れに依つて彼は極の移動が、經度の變化の少くとも原因の一部を成してゐるであらうと云つてゐる。(虎尾)

閃光スペクトルに於ける波長並に強度 (Dr. A. D. Thackeray, M. N. 1937, Supp.) 一昨年 (1936) 北海道の日食に來朝した英國天文學者の一行は所企の観測が雲の爲概ね無收穫に終つた恨を抱いて歸英したが、たゞ Redman 博士が移動フィルムに依つて第二觸前後の吸收線から輝線に移る經過を撮影した數秒毎の數回の露出と Royds 博士が第三觸に撮つた縁邊スペクトルだけは稍研究價值ある成果を齎したやうである。Thackeray 博士の報告は主として Redman の撮影成果を利用して若干の調べを行つた上多少の論議を加へたものである。Redman は 2 prism の分光儀を用ひたが、此外に Thackeray の用ひた 4 prism の水晶分光儀は、雲が可なり濃かつたにかゝらず、2 秒露出で H δ から H $_{26}$ に至る Balmer 線列を得 U. V. 部では Fe+3237.74 迄獲へることが出来た。Redman の寫眞では、皆既の 4 秒前から始めて光球の光りが消え去るに伴つて輝線が消えて行く様子が良く窺はれ、5 番目の寫眞で連続スペクトル

ルが僅かに繊細な條痕として遺さるゝに至つて、120本の輝線が辛うじて検出し得るに過ぎなかつた。4番目の光球縁邊以内の部が僅か0.75の視角しかないので、光球スペクトルとしては曾て無い最も純粋なものが得られたわけである。スペクトルの definition は非常に良く、其結果閃光の場合曾て得られなかつた H 線と He 間の 3969.40 を検出することさえも出来たのであつた。稍々興味ある事實が發見された中で、二三の例を摘出すると、縁邊に近くに從つて CH の分子線は原子線に比し遙かに強度を減ずるし、Mg の b 線は強度の割合が普通の場合の逆になり、水素以外の中性元素は電離元素に反して吸収線が縁邊に極度に近い所までも續いて現はれる等々、而して二三の例外を除き總ての吸収線は太陽中心から縁に近く程減少し其の比率は處にも達する線がある。輝線と吸収線の波長を比較するに、曾て Menzel が發見した縁邊吸収線の波長が閃光線より概して大きいといふ事實を一層明らかに實證し、其の差は 4500Å 以内の波長に於ける 24本の鮮鋭な線 (blend 無き)の平均に於て 0.021Å となつて居る。其の解釋は今の所全く見通しがつかないが、著者は之れに對して、彩層線は縁邊吸収線に通有なる赤方偏移の現象に參與せぬものであるといふ結論を提示せんとして居る。Balmer series の強度遞減率を求めた處、大體 Menzel and Cillié の測定 (Harvard Circ., No. 410, 1936) と一致して居るが、low level の線に就ては Schrödinger-Pauli の式から出るものと著しく異つた値を示し、又 H_γ 對 H_β の比は他の觀測者の得た値より遙かに小さく出て居る。

(關口)

東京帝大物理教室の日食觀測班の業績 (Proc. Ph.-Math. Soc. Jap. III ser. 19, 673, 1937) 田中務教授小穴助教授等が昨年6月19日北海道土斜里で 3prism 分光儀を用ひて撮たコロナの細隙スペクトルの波長測定の結果が發表された。先づコロナ層に於ける太陽自轉 (赤道附近) の速度として7本の線のドップラー効果から $v = 2.4 \pm 0.1 \text{ km/s}$ なる値を得、大體に於て一般反彩層の自轉

値と同程度なることを確めることが出来た。λ3870Å から赤の端までの範圍でコロナ輝線 22本を検出し得たが、其中 16本は可なり確實らしく、其他今回新たに發見した線として λ4205.2, λ4623.0, λ5119.1, λ5300.0, λ5306.3 を擧げて居り、且 λ3891, 4130, 4241, 4245, 4533, 4722, 4725, 4779, 5073 の如き從來一度檢出されて而も其實眞性の疑問とされて居た線を再認し、注目すべきは λ4725.4, λ4244.16, λ4623 等星雲新星又は亞新星のスペクトルに觀測された輝線に近い波長を有する線がコロナスペクトルに檢出された事である。尙有名なコロナ線 λ5303 の波長として 5302.77 を得、且其の構造の單一ならずして 5300.0, 5306.3, 5302.8 の3本から成るものなる事を指摘して居ることは近年他の二三觀測者の成果と良く對應せる所なるのみならず、Adams and Joy が RS Ophiuchi (Nova 1933 第3番) のスペクトル中に檢出した同様の構造とも一致し、興味あること云ふ可きである。

(關口)

十一月に於ける太陽黒點概況 11月の始めは東京地方の天候悪く、太陽の觀測が出来たのは10日からであつた。その爲め上旬の状態は餘り明らかでないが、10日以後に就て記せば、11月は多數の黒點群の出現を見たが、その大部分は小黒點群が多く特筆すべき黒點群の出現はみられなかつた。これ等のうち10日より17日位迄は頭部に大きな黒點を有し、尾部に割合に大きな不規則の黒點を有する大きな黒點群出現、これが11月に於ける最大の黒點群であつた。又20日より月末に至る迄の間には單獨の黒點として割合に大なるもの出現、此の黒點は時に後方に小黒點群を伴つてゐたが大部分は單獨であつた。(東京天文臺發表)

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昨年12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ビュレットンに出る筈である。(東京天文臺發表)

1937 Dec.	11 ^h			21 ^h			1937 Dec.	11 ^h			12 ^h		
	學用 最初	報時 最終	分報時	學用 最初	報時 最終	分報時		學用 最初	報時 最終	時報分	學用 最初	報時 最終	分報時
1	.00	-.01	-.02	-.02	-.02	+.01	17	-.03	-.03	-.04	—	—	—
2	-.03	-.03	-.04	-.05	-.05	-.03	18	+.01	+.02	+.01	+.04	+.04	+.01
3	-.07	-.08	-.06	-.04	-.04	-.09	19	+.02	+.02	.00	+.02	+.02	-.02
4	-.12	-.12	-.14	-.08	-.08	-.10	20	+.03	+.04	-.07	+.06	+.07	+.05
5	-.06	-.06	-.08	-.09	-.09	-.08	21	-.01	-.01	-.07	+.01	+.02	+.01
6	+.02	+.02	+.02	+.01	+.01	+.01	22	+.03	+.03	+.03	.00	+.01	-.02
7	-.02	-.03	-.02	-.00	+.01	-.01	23	.00	.00	-.01	-.02	-.02	-.03
8	.00	.00	+.01	-.04	-.03	-.04	24	-.02	-.02	-.03	-.03	-.03	-.02
9	-.01	-.01	-.03	-.05	-.04	-.04	25	-.04	-.05	-.06	-.03	-.07	-.07
10	+.01	.00	+.01	+.02	+.02	+.03	26	+.01	.00	-.01	+.01	.00	+.02
11	+.04	+.04	+.05	+.08	+.09	+.07	27	-.01	.00	-.02	-.02	-.02	-.01
12	+.07	+.08	+.08	+.10	+.10	+.09	28	-.01	-.01	.00	.00	.00	+.01
13	-.18	-.07	-.08	-.08	-.08	-.06	29	+.02	+.02	+.02	+.07	+.07	+.07
14	.00	.00	-.01	-.03	-.03	-.03	30	-.03	-.03	-.01	-.01	-.01	-.04
15	-.06	-.06	-.06	-.06	-.06	-.03							
16	+.02	+.03	+.02	+.02	+.02	+.02	31	+.04	+.04	+.04	+.02	+.02	+.01

新 著 紹 介

A. Danjon et A. Couder: Lunettes et Télescopes, 1935, Paris 菊判, 715 頁, 定價 100 フラン.

天文観測に使用される種々の型の望遠鏡に就いての概説, 其等光学系の原理, 其等の性能検査並びに調整方法, 更に実際に観測する場合に考慮すべき諸条件等に就いて書かれた著書は少いが, 特に著者が天文学者である例は或は上記の書物が最初であるかも知れない.

Danjon は Strasbourg 天文臺の臺長で光学器械や其に作用する大氣の影響等に関して興味を有する観測の経験家であり, Couder は Paris 天文臺の技師で光学器械の専門家である. 従つて此兩氏の取組は誠に當を得たものと云ふべきであらう.

L. Bell の The Telescope 程通俗的ではないが, 幾何光学波動光学の初歩の智識を豫想してゐるに過ぎないから殆ど豫備智識を必要としない. 而も説明は極めて懇切丁寧であつて端的に種々の重要な結果に觸れてゐる.

内容は五部に分たれ, 第一部には光学系の一般論並びに, 観測の際に考慮すべき条件, 第二部には光学系の諸収差, 第三部には對物鏡及び接眼鏡, 第四部には観測器械の構造, 第五部には天體望遠鏡の歴史に當てられてゐる.

斯くて第一部に於て望遠鏡の倍率, 入射瞳, 出射瞳, 廻折, 分解能, 望遠鏡の明るさ, 視野, 寫眞観測と肉眼

観測の差違, 大氣に依る像の動搖等が理論と共に實際問題に就いて述べられてゐて, 肉眼観測の場合使用すべき接眼鏡の最も有效な倍率が惑星, 星雲等に對しては恒星の場合と異なる事に就いての注意, 又寫眞観測に於ても起る同様な種々の問題が明かにされてゐる.

第二部には種々の型の對物鏡の諸収差が多くの實例に就いて述べられ, 第三部では各種の屈折並びに反射對物鏡. 或はレンズと反射鏡の組合せに就いての概説と其等の得失が論じられてゐて, 最近の Couder 型や Schmidt 型の反射鏡にも及んでゐる. 又接眼鏡に關しても可なり詳しい一章が與へてある.

第四部では経緯儀, 六分儀, 子午儀, 子午環, 赤道儀, シーロスタット等, 及び其等に附屬する補助装置例へばフィルター, 微測計水銀盤, ヘリオメーター, コリメーター等々の構造, 使用法, 検査法調整法等が説明され更に光学ガラス, 鍍銀方法, 迄も述べてゐる.

第五部は望遠鏡發明以來の史的展望であつて挿入された十七世紀頃の望遠鏡や天文臺の圖等を眺めるだけでも興味があるが, 此書物の著者にとつては此部分を書くに最も骨を折られた事と思はれる.

以上の如く此書物は観測の場合に遭遇する殆どすべての事柄に觸れてゐて, 而も要點を平易に解説してゐると云ふ點で推奨さるべきであらう. (清水)

天 象 欄

流 星 群

2月には著しい流星群がない. 一般の流星出現數も少
い. 次の流星群は1月下旬から繼續するものである.

赤經 赤緯 附近の星 性質
上 旬 $14^h 12^m$ $+52^\circ$ 牛飼座北部 甚 速

變 光 星

次の表は2月中に起る主なアルゴル種變光星の極小の
中二回を示したものである. 長週期變光星の極大の月日

は本誌第 30 卷附録 24 頁にある. 2月中に極大に達す
る筈の星で観測の望ましいものはアンドロメダ座 AQ,

アルゴル種	範 圍	第二 極小	週 期		極 小		D	d	カシオペア座 R, ケ ンタウルス座 T, 小犬 座 S, 獅子座 R, 蟹座 L ² , 蝸座 RR, 大熊座 R, 大熊座 T, 等であ る.
			<i>a</i>	<i>h</i>	中, 標, 常用時(2月)	<i>a</i>			
062532	WW Aur	5.6—6.2	6.1	2	12.6	21 ^a 20, 26 ^a 21	6.4	0	
023969	RZ Cas	6.3—7.8	—	1	4.7	5 22, 23 20	4.8	0	
003974	YZ Cas	5.7—6.1	5.8	4	11.2	9 20, 18 18	7.8	0	
005381	U Cep	6.9—9.2	7.0	2	11.8	3 18, 8 18	9.1	1.9	
071416	R CMa	5.3—5.9	5.4	1	3.3	6 21, 22 19	4	0	
182612	RX Her	7.2—7.9	7.8	1	18.7	2 22, 18 23	4.8	0.7	
061856	RR Lyn	5.6—6.0	5.8	9	22.7	8 0, 27 21	10	0	
030140	β Per	2.2—3.5	—	2	20.8	18 20, 21 17	9.8	0	
035727	RW Tau	8.1—11.5	—	2	18.5	11 23, 25 19	8.7	1.4	

D—變光時間 d—極小繼續時間

東京(三鷹)に於ける星の掩蔽(2月)

(東京天文臺回報(54)による)

日付	星名	光度	現象	月齡	中央標準時			a	b	方向角		日付	星名	光度	現象	月齡	中央標準時			a	b	方向角	
					h	m	s			P	V						P	V	h			m	s
4	B.D.+3°4905	9.0	D	3.9	19	45	—	—	90°	36°	6	B.D.+12°212	9.1	D	6.0	21	35	—	—	125°	63°		
5	B.D.+7°100	8.5	D	4.8	18	10	—	—	70	22	10	ζ Tauri	3.0	D	10.0	21	31.4	-1.7	-1.5	111	61		
5	B.D.+7°99	8.8	D	4.8	18	15	—	—	35	346	10	ζ Tauri	3.0	R	10.0	22	45.5	-1.4	-0.8	266	207		
6	B.D.+12°211	8.7	D	6.0	21	30	—	—	95	39	11	B.D.+19°1430	7.4	D	11.0	21	27.0	-1.4	-3.2	148	125		

D 潜入, R 出現 方向角は月の縁の北點(P)又は頂點(V)から時計の針と反對の向きに算へたもの。
 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

$$a(139.54-\lambda)+b(\phi-35.67)$$

の補正を加へて求められる。微光星 7.5 以下のものは圖式概算に據つたもので a, b を略してある。

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, 南中は東京に於けるもの。

太陽		赤經		赤緯		時差	
12 ^h	日	h	m	h	m	m	s
2	1	20	56	16.2	-17	18	28
	15	21	52	9.7	-12	55	45
3	1	22	45	41.3	-7	52	0

時差 = 眞太陽時 - 平均太陽時

12 ^h		黃經		地球からの距離		視半徑	
日	日	h	m	h	m	h	m
2	1	311	36	23	0.985	4190	16
	15	325	46	56	0.987	7688	16
3	1	339	52	42	0.990	9556	16

黃經は年初の平均分點に對するもので、光行差は含まれてゐない。

距離は平均値 149 504 201 km を單位とす

出		南中		入		南中	
日	日	h	m	h	m	方位	高度
2	1	6	42	11	54	南20.8	37.1
	15	6	29	11	55	17 22	15.4
3	1	6	12	11	53	17 35	9.1

出入方位は東又は西より測りたるもの

立春(黃經 315°) 2月4日 20^h 15^m 5

月		地平視差		出		南中		入	
日	日	h	m	h	m	h	m	h	m
2	1	55	4.52	6	40	12	14	17	55
	15	59	36.03	18	9	(翌0 35)		6	17
3	1	55	36.67	5	12	10	55	16	43

上弦		望		下弦	
日	日	h	m	日	日
2	8	9	32	2	3
	15	2	14		10
3	22	13	24		23

最近		最遠		地球からの距離	
日	日	h	m	h	m
2	12	15	26	0.94712	
	24	9	45	1.05268	

距離は平均値 384 403 km を單位とす

惑星

2月1日		出		南中		入	
星	地平視差	h	m	h	m	h	m
水星	7.48	5	28	10	23	15	19
金星	5.14	6	46	11	53	17	0
火星	4.72	9	0	15	3	21	7
木星	1.45	6	41	11	49	16	56
土星	0.87	9	9	15	7	21	5
天王星	0.45	10	43	17	27	0	16
海王星	0.30	20	8	2	28	8	43

2月15日		出		南中		入	
星	地平視差	h	m	h	m	h	m
水星	6.66	5	50	10	56	16	1
金星	5.14	6	43	12	8	17	32
火星	4.50	8	30	14	46	21	1
木星	1.46	5	56	11	7	16	17
土星	0.86	8	17	14	17	20	17
天王星	0.44	9	49	16	33	23	18
海王星	0.30	19	11	1	31	7	47

3月1日		出		南中		入	
星	地平視差	h	m	h	m	h	m
水星	6.38	6	5	11	33	17	1
金星	5.16	6	35	12	18	18	2
火星	4.30	8	1	14	29	20	56
木星	1.47	5	11	10	25	15	18
土星	0.85	7	27	13	28	19	29
天王星	0.44	8	55	15	40	22	25
海王星	0.30	18	15	0	35	6	51

地平視差は 0° に於ける値

日付	現象	日付	現象
2月1日	金星, 月と合	2月7日	天王星, 月と合
2	遠日點通過	9	水星, 遠日點通過
3	火星, 土星と合	17	海王星, 月と合
4	金星, 太陽と外合	17	水星, 木星と合
5	土星, 月と合	24	金星, 日心黃緯最南
5	火星, 月と合	28	木星, 月と合

社団法人日本天文學會定款拔萃

第一章 名稱及事務所

- 第一條 本會ハ社団法人日本天文學會ト稱ス
 第二條 本會ハ事務所ヲ東京府北多摩郡三鷹村東京天文臺構内ニ置ク (中略)

第四章 會 員

- 第十一條 本會ノ會員ヲ別チテ左ノ二種トス
 一 特別會員 二 通常會員
 第十二條 特別會員ハ會費トシテ一年金參圓ヲ納メ若クハ一時金四拾圓以上ヲ納ムルモノトシ通常會員ハ會費トシテ一年金貳圓ヲ納ムルモノトス
 第十三條 會員ハ毎年一月末日迄ニ一年分ノ會費ヲ前納スヘキモノトス但便宜上數年分ヲ前納スルモ差支ナシ
 第十四條 既納ノ會費ハ如何ナル場合ニ於テモ返附セズ
 第十五條 本會ニ入會ノ手續ハ左ノ如シ
 一 通常會員タルトスル者ハ氏名現住所職業及生年月日ヲ記シ會費ヲ添へ本會ニ申込ムヘシ
 二 特別會員タルトスル者ハ氏名現住所職業及生年月日ヲ記シ特別會員二名ノ紹介ヲ以テ本會ニ申込ムヘシ
 三 會員ノ入會許可ハ理事長之ヲ行フ
 第十六條 退會セントスル者ハ本會ニ申出ツヘシ
 第十七條 會員ニシテ會費滯納二ケ年以上ニ及ブ者又ハ本會ノ體面ヲ汚損スル行爲アリト認ムル者ハ評議員會ノ議決ニヨリ除名スルコトアルヘシ (以下略)
 備考 會費ハ參圓、五圓、七拾圓ニ改正ノ見込

昭和13年1月25日 印刷
 昭和13年2月1日 發行

定價金 20 錢
 (郵稅 3 錢)

編輯兼發行人

印刷人

印刷所

東京府北多摩郡三鷹村東京天文臺構内
 福 見 尙 文

東京市神田區美土代町16番地
 島 連 太 郎

東京市神田區美土代町16番地
 三 秀 舍

發 東京府北多摩郡三鷹村東京天文臺構内
 行 日 本 天 文 學 會
 所 振替口座 東京 13595

東京市神田區波島保町 堂
 東 京 岩 波 書 店
 東京市神田區南保町 北 陸 館 書 店
 東京市京橋區横町3丁目3番地 恒 星 社
 東京市芝區南佐久間町2/4 九 井 株 式 會 社
 東京市日本橋區通2丁目6番地

THE ASTRONOMICAL HERALD

VOL. XXXI NO. 2

1938

February

CONTENTS.

R. Sekiguti: On the Coronal Lines observed at the Total Solar Eclipse of June 19, 1936. (Original).....	21
T. Simizu: On the Methods of Testing of Telescopic Objectives (II). (Collective Reviews)	26
H. Hirose: Historical Sketches of the Orbit Determination (Article)	31
Abstracts and Materials—Bock Reviews—Sky of February, 1938.	