

天文月報

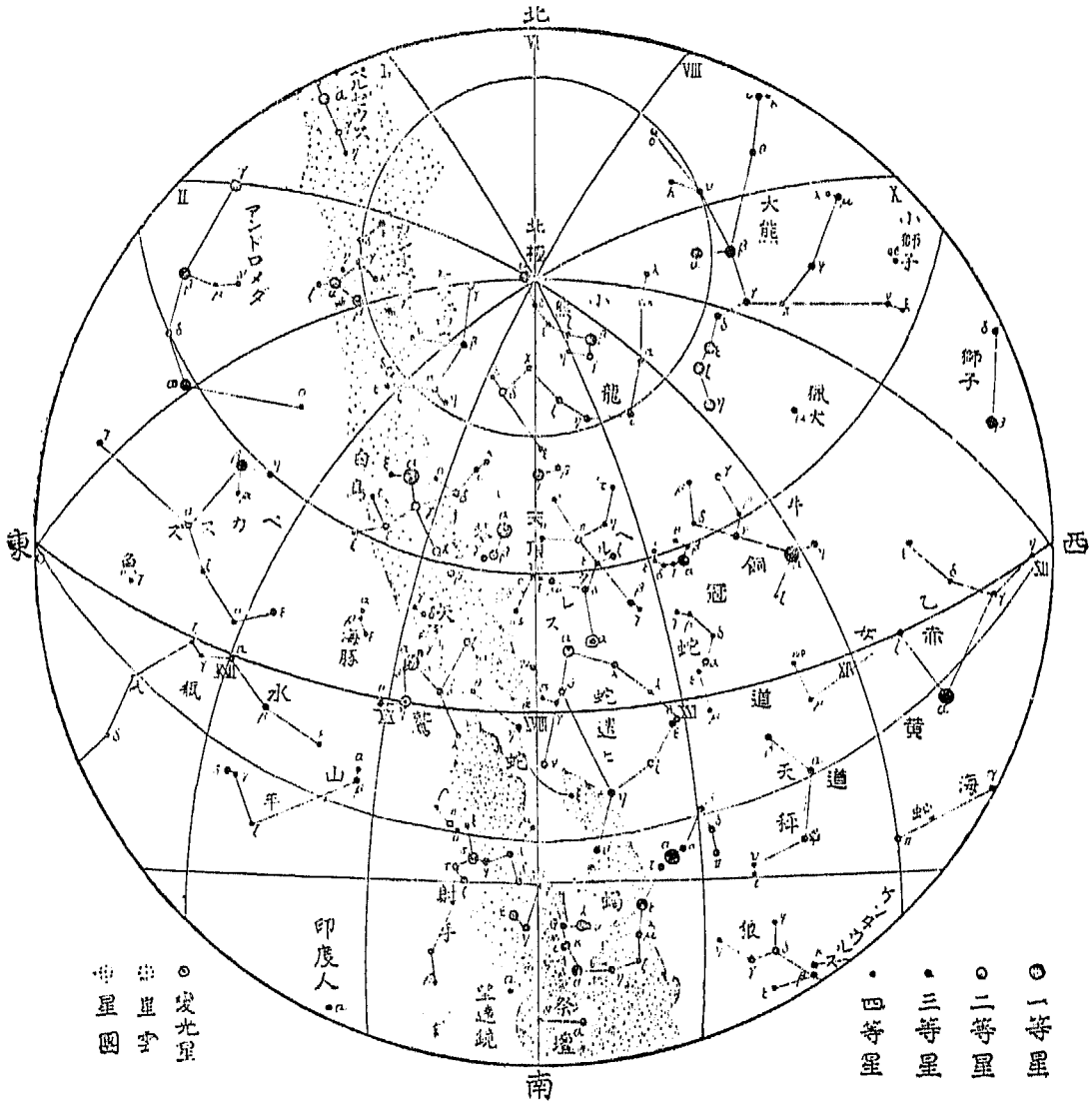
號七第 卷九十第 月七年五十正大

天の月八

時七後午日十三

時八後午日五十

時九後午日一



(每月一回廿五日發行)

Contents:—*Rikiti Seiziguti*: Temperature Measurement of Heavenly Bodies (III).—*Yūsuke Hagiwara*: Methods of Dynamical Astronomy (III).—*Kunisuke Kinoshita*: Photography and Astronomy (II).—The Source of Stellar Energy (I).—Preliminary Report of Sun-Spots photographically observed at the Tokyo Astronomical Observatory.—Observations of Variable Stars.—Jeans' Theory of Cepheid Variation.—Nomenclature of New Variable Stars.—Novae.—Transits of Mercury—New Apparatus of the Tokyo Astronomical Observatory (Mitaka).—Corrections of Wireless Time Signals.—The Face of the Sky for August.

Editor: *Sinichi Ogura*. Associate Editors: *Sigeru Kanda*, *Kunisuke Kinoshita*.

目次

天體の溫度測定(三)	理學士	關口 鮎吉	一一一
天體力學の方法(三)	理學士	萩原 雄祐	一一三
寫眞術と天文(二)	理學士	木下 國助	一一七
星のエネルギーの源泉(一)		エツケンクトン	一一九
觀測欄			一二三

東京天文臺(三鷹)寫眞觀測による太陽黑點概況——變光星の觀測
 靴 報
 ジーンスのケフェウス型變光の證期——新變光星の命名——新星——水星の太陽面經過——三鷹新東京天文臺の新計畫——無線報時修正値

八月の天象

天圖

惑星だより

星座、太陽、月、流星群、變光星、風の掩蔽



八月の惑星だより

(視直徑及び光度は一日の値を示す)

今日は水星を中心として前に土星後に火星が控えてゐて夏の夜を美しく飾るであらう。

水星 日中御座にあるが始めは逆行し一八日に留に達し、以後順行する。七日に内合をなすから月始めは觀測には不可能であるけれども、二五日には四方最大距離に達して太陽よりも一時間二十分程早く昇るから曉に觀測が出来る。視直徑一一・二秒、光度二・二等級

- 一日 赤經 九時三一分 赤緯 北一〇度三八分
- 二六日 赤經 八時四五分 赤緯 北一四度三七分

金星 水星を追うて双子座から蟹座へ順行し月末には水星よりも約二十分程早く

曉天に昇る。六日には掩蔽がある(第一二八頁星の掩蔽參照)。視直徑一一・九秒、光度負三・四等級。

- 一日 赤經 六時三八分 赤緯 北二二度三四分
- 二六日 赤經 七時五六分 赤緯 北二〇度五四分

火星 牡羊座の南極を順行し午後十時頃に昇る。視直徑一一・六秒、光度負〇・三等級。

- 一日 赤經 一時五四分 赤緯 北八度三七分
- 二六日 赤經 二時二四分 赤緯 北一度一一分

木星 山羊座にあつて逆行する。此月は木星の全盛期である。一六日は衝に當つてゐるから地球からの距離が極小となり、従つて光度も極大となり、且又出が午後六時前後であるから終夜完全に觀測することが出来る。視直徑四五・二秒、光度負二・四等級。

- 一日 赤經 二時四七分 赤緯 南一四度二九分
- 二六日 赤經 二時三九分 赤緯 南一五度九分

土星 天琴座にあつて除々に順行してゐる。午後十時頃に没するから日没後直ちに觀測すべきである。一三日に上短。視直徑一五・四秒、光度〇・七等級。

- 一日 赤經 一五時一〇分 赤緯 南一五度三一分
- 二六日 赤經 一五時一二分 赤緯 南一五度四〇分

天王星 魚座にあつて逆行をする。午後七時に出て、午前八時に没する。視直徑三・五秒、光度六・二等級。

- 一日 赤經 二時五八分 赤緯 南一度三分

海王星 獅子座にあつて順行。一八日に合をなすから最早觀測は出来ない。視直徑二・四秒、光度七・八等級。

- 一日 赤經 九時四五分 赤緯 北一三度五七分

天體の溫度測定 (三)

理學士 關 口 鯉 吉

以上のやうな原理に基きまして恒星の有効溫度を測定して稍正確に近い結果を得ましたのは一九一九年に發表されたウィルシングの論文に掲載されたものであります。是れはスペクトルのある特別の部分だけを透過されるやうな何枚かのスクリーンを交々望遠鏡に附けて星光を觀測し各色の光度を對比することに依つてエネルギー曲線を求めるものであります。數年前米國ウオシントンのコブレンツも同様の方法をやつて居りますが光度測定に熱電對輻射計を用ゐて目の僻に基く誤差を無くしたのが大きな進境でありました。又ローゼンベルヒはスペクトルを寫した乾板の各部の黒味を測つてエネルギー曲線を出し、サムソンは乾板の黒味を測るに光電池と申しまして真空管の内面にアルカリを蒸溜晶華して附着させたものに光があたるときエレクトロンを發散して電極向の電位が變化するぐあひを電壓計若しくは電流計で測つて物體の光度を測る最新の方法を用ゐて曲線を自記させまして頗る立派な結果を得之れを昨年春發表して居ります。プラスチックは分光器スリットに星光を一樣にあて其の前面に一端から他端に次第に厚みを増して行く楔形の曇りガラスを立て、光を通過させ撮つたスペクトル寫眞の乾板上の黒味の輪廓がそのまゝエネルギー曲線を示すやうな仕組にして良好な成績をあげて居ります。

今代表的の星數個に就きましてサムソンの測定値を掲げて見ますと左の表のやうになります。茲にスペクトル級とありますのはハーヴァードの方式に従つて輝線を主とするものをO、ヘリウムの開線を主とするものをB、水素の開線を主とするものをAとして金屬線を増すに従つてF、G、Kと進み遂に化合物の變狀線東に富むMに至るまで階級に分けたもので、中間型は例へばAとFの中間のをEとす

Star	Spectr. class.	Temp.
γ Cassiopea	Bop	3000°
α Pegasi	Ao	14200
β Cass.	F ₅	7800
α Aurigae	G ₀	5500
ϵ Cygni	K ₀	4600
β Andromedae	M ₁	3100

るが如く數字を傍に附記して細別したものであります。スペクトルの分類は溫度とは全く關係なしにきめたものであります。スペクトル階級の進むに従つて次第に溫度が低下して行きまして更に細かく其の關係を檢べて見ましても兩者互に良く伴行して居ることが分

りますので、スペクトルの型といふものが殆ど溫度に依つてきまつてしまふものであるやうに思はれます。此の事は種々のスペクトル線の現はれるに適當した溫度や壓力がちやんときまつて居るものであることを示すものでありまして、逆に物理學的の實驗や理論に據つて溫度壓力とスペクトル線の關係を充分に調べて置きますれば星のスペクトルに現はれる線の態様を見て溫度を計算することが出来る道理であります。此の方面の研究は印度の青年物理學者サハが之れを開拓しラッセル、ミルン、ファウラーなどが之れに繼いで研究を進め漸次完成の域に向ひつゝあるのであります。天文學上に於

ける近代物理学の最も巧妙な應用の一つとして特筆せねばならぬところのものであります。

元來或元素の發するスペクトル線は其原子の核をとりまいて居る電子の振動に基くものでありますから電子が定位からはずれて居る度合即ち電離度に依つて強くも弱くも現はれ或は全く現はれぬこともあるので、此の度合なるものは其物質の受けて居る壓力と溫度でさまるものですからある特別のスペクトル線の強弱を觀測して溫度や壓力が分かる筈であります。サハは或線が恰度現はれ始め若しくは消えかゝるやうなスペクトル線に着目して之れに相當する電離度を計算しそれから其階級に對する溫度を求め又ミルン、ファウラーは線の最強に現はれる所に着目して勘定して居ります。何れにしても先づ壓力を假定してかゝる必要が有りますので、サハは一般スペクトル線の出る層が平均〇・一乃至一氣壓の壓力を受けて居るものとして出したため溫度が大分高くなり過ぎて居ります。最近太陽反影層の壓力の研究が進みまして〇・〇〇一乃至〇・〇〇一の程度と分りましたのでミルン等は之れに基いて星の溫度を出して居ります。斯様な計算は量子論の複雑した理論を用ひますのでなかなか容易な仕事ではありませんが他の方法で比較的正確に知れて居る溫度測定の結果と對比して見ますと可なり良く一致して居りますので相當に信頼し得る方法であらうと思はれます。例へばファウラー、ミルン兩氏はマグネシウムの $\lambda 4481$ といふ線が最強になるスペクトル線 $\lambda 7774$ の星に對し、壓力を 10^{-10} と假定して六〇〇〇度といふ値を得て居ります。太陽は G_0 級に當

りまして之れより約一千度位低いものと見なければならぬので大凡五、〇〇〇度とあります。

偕て斯様に骨を折つて星の溫度を測定して見た處で一體それが何の役に立つのでせう。此際吾々は再び前に述べました體温と内部諸機關の働きの關係を比喩に取つて考へることをおすゝめし度いと思ひます。表面の溫度といふものは要するに内部に發生するエネルギーの外部に逸散する過程として表層に現はれる熱量に依て決定さるゝものでありまして、供給と消費の關係を最も良く表はして居るものであります。

星が現に育ち盛りであるか老境に入つて居るか或はまた青年期の元氣旺盛な時代にあるかは溫度と消費量たる發光總量即ち所謂絶対光度の關係によつてきまり、内部に於て病的の變動脈張の如きものがあるとすればそれは直ちに溫度の昇降となつて現はれます。四五年前迄約十年の間、星の生立を系統的に説明する最も立派な學說として斯界に重きをなしたヘルツスプルング・ラッセルの巨星矮星説も星が收縮することに依つて發熱して溫度を高むる時期と發熱が不足して冷却する時期とに分つたものでありますし、又最近之れに取つて代つたエディントン、ジーンズ、ジャッセル等の新説に於きましても同様な思潮に支配されて居りますので、溫度といふ事は天體の現象を考察する際にはいつも眞先にと次出して而かも終始離るゝことの出來ない代物であります。

之等の溫度に關連した天體物理学の諸問題に關しましてはあまり廣汎に亘りますので、別に機會に譲りまして今回は單

に温度の測定といふ事だけに限つて概略のお話を致して終りと致します。また惑星や月の如き物の温度といふ事も現代の天文學から閑却された問題ではありませんが、太陽や恒星とは別に取扱つた方が便宜と思はれますので今回は之れに觸れることなしにすませました次第です。とりとめのない長談議に御清聴を汚したことを甚だ恐縮に存じます。(完)

天體力學の方法 (三)

理學士 萩原雄祐

第三節 存在の證明 Existenzbeweis

一、多體問題の積分を求めるに當つて重要な問題は、どんな形の積分が存在するかといふことである。第一節に述べた十二個の積分の他に、同様な形の積分がないかと研究された。Lie の理論は別に新しいこんな形の積分を與へてはくれなかつた。かへつて Bruns (一八八八) によつてこんな形、即ち座標について代數的なる積分が既に知られたもの以外に存在しないことを證明された。次いで Poincaré (一八八九) は Kepler の element に關して uniform な積分が存在しないことを、三體問題の restricted problem の場合に、次いで (一八九三) 三體問題の一般の場合で一つの質量が小なる時に證明した。Painlevé (一八九八、一九〇〇) はこの二つの定理が速度についても座標についてと同じく成り立つことを證明した。かくて問題を知られた函數で有限な形にて書かれないことがわかつ

たのでとにかく無限級數を使はねばならなくなる。するとその級數の收斂するか否かが問題になつて来る。Poincaré (一八八九) は天體力學で使ふ級數が收斂しない事を證明した。

二、天體力學で最も一般に使はれる級數への展開、即ち Lagrange の方法に據るものを考へやう。第二節に述べた様に、この場合 small divisor が生じる。これが級數の收斂を危くするかといふ問題は Bruns (一八八四) が論じた。一體ある定まつた限られた時の間の運動を論じやうとならば、函數論の原理に従つて、理論上困難は容易に除かれるが、長い時間に正しい解を求めるとなると、どの方法も思はしくはない。Charlier (一八八九) が Cauchy の定理を使つて證明した様に、得た級數の收斂圓は時間のある範圍に従つて變化するかも知れぬ。是は一方太陽系の安定が證明されると、長い時間に於ても收斂することが證されるが、こちらの方もまた困難な問題である。Bruns は Lagrange の方法を探つて(第二節一參照)

$$\frac{da}{dt} = \sum A_{i_1, i_2} \cos(k_1 i_1 + k_2 i_2 + g)$$

$$l_1 = \mu_1 t + \omega_1 \quad l_2 = \mu_2 t + \omega_2 \quad \text{の積分}$$

$$a = \sum \frac{A_{i_1, i_2}}{k_1 i_1 + k_2 i_2} \sin(k_1 i_1 + k_2 i_2 + g) \quad \text{を考へた。}$$

此 n_1, n_2 を表はす一次の集合 linear set を考へる。こゝで考へる級數が收斂するやうな n_1, n_2 に相當する點と、發散するやうなものに相當する點とは、共に everywhere dense にあることを證した。

Gylden (一八八八) は、しかし發散の確率は無限に小なることを

證した。つひに問題は集合論の問題になつてしまつた。

なほ他の展開についても Poincaré (一八八九) は、それが唯單に形式的であることを述べた。即ち非常に小な時間では、その級数は絶對的に收斂するが、その收斂は uniform ではない、時が小でない限りは無限大になり得る。Lindstedt (一八八三) の級数は、その中に含まるゝ常數のすべてが uniform には收斂しない。同じことは Bohl (一八八八) の級数にも成り立つことを證した。しかしその級数ははじめ有限個の項をとれば實際に近い値を得ることを示した、そしてこの性を semi-convergent と名づけた。

三、天體の座標を純三角函數で表はせうとしよう場合に今一つ厄介なことは、所謂 secular term 長年項である。

$$\frac{da_i}{dt} = \sum_{k_1, k_2} A^{(i)} \cos(k_1 t + k_2 t + g)$$

の右邊で常數項のみをとると

$$\frac{da_i}{dt} = \sum_j a_j K_j^{(i)} + \sum_{j, k} a_j a_k K_{jk}^{(i)} + \dots$$

事實 a_i は小であるから、右邊で

$$\frac{da_i}{dt} = \sum_j a_j K_j^{(i)}$$

として a_j を、かりに離心率と近日點のみを考へたとつて積分すると

$$e \cos \pi = M_1 \cos(s_1 t + \beta_1) + \dots + M_n \cos(s_n t + \beta_n)$$

$$e \sin \pi = M_1 \sin(s_1 t + \beta_1) + \dots + M_n \sin(s_n t + \beta_n)$$

ここで

$$\tan \pi = \frac{M_1 \sin(s_1 t + \beta_1) + \dots + M_n \sin(s_n t + \beta_n)}{M_1 \cos(s_1 t + \beta_1) + \dots + M_n \cos(s_n t + \beta_n)}$$

を得る。 M_1, \dots, M_n は常數である。この式で與へらるゝ π は

$$\pi = g t + c$$

の形に書くことが出來やうか。 M のうちの 一つ、例へば M_1 が

$$|M_1| > |M_2| + \dots + |M_n|$$

を満足する時は $\tan(\pi - g t - \beta_1)$ を作つてみると、これが無限に大きくなるゝことが知れるから、平均運動を持つことが知れる。Cavalini (一九〇二) はすべての s_i が有理ならば平均運動が存在することを證した。Bohl (一九〇八) は $s = 3$ の場合に、Weyl (一九一八) は $s = 4$ の場合にその存在を證した。 s_i が無理數でも有理數でも)。Levi-Civita (一九二二) は $s = 2$ の場合に、

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\pi}{t} = \omega$$

が存在することを證し、これを漸近平均運動と名づけた。

Levi (一九二二) は更に一般の方程式をとつて研究し、Bohl (一九一七) は更にこれを擴げた。

四、我太陽系の安定か否かは、畢竟今日の形狀を永久に保ち得るか否かは一つの大問題である。Lagrange は secular perturbation よりくる積分の形から一種の安定を述べた。この意味に於ける安定について特に面白いのは惑星の軌道の長徑には、攝動する質量の三乗の大きの長年項がやつとあらはるゝと云ふ Poisson (一八〇八) の定理がある。この定理は Laplace (一七七三), Lagrange (一七七九), Poisson (一八〇八),

Tisserand (一八七五)(一八八八), Hareh (一八一六), Eginits (一八八九) 等により研究された。しかしこの意味の安定といふのは所謂 Lagrange の意味に於ける安定である。必要な条件ではあるが充分ではない。一時この条件を満たさなくとも長年月の間にはもとへかへるのがある。これは長年の安定 secular stability といふ。これは此處に考へられてはゐない。これはつまり安定を判断しやうとする運動の近くの運動をさめる方程式

$$\frac{da_i}{dt} = \sum_j a_j M_j^{(0)} + \sum_{j,k} a_j a_k M_{jk}^{(0)} + \dots$$

に於て a_i が常に小として $a_j a_k$ の項を棄てたからである。この事については Bouth (一八七七), Poincaré (一八八九), Liapounoff (一八九二), Bohl (一九〇〇) が詳しく論じた。しかし安定の必要にして充分な条件はこの方面から求めることは困難であらう。安定に關しては、勢力曲線は特に重要な意味を持つことは Bohl (一八八七), Hill (一八九五), Darwin (一八九七), Plummer (一九〇一) によつて研究された。

Levi-Civita (一九〇二) は安定は定量的なれども、不安定が定性的のものなることに注意して、不安定の条件を定性的に求めやうとした。彼は一つの變換を行つて、その性質で不安定を判断しやうとした。この變換は後に Birkhoff (一九二〇) が利用した。既に Poisson (一八九三) の考へた安定論と積分不變式とを結びつけて Poincaré (一八九二) は第二の genus の週期軌道の存在の證明をしてゐる。ある瞬間 t に持つてゐたその體系の形及び速度が、その儘は繰り返へられはしないが、それに

望むだけ近い形状速度をば、無限回その體系がとり得る時にこれを Poisson の意味に於ける安定といふ。

五、Bohl (一八九三) は一つの新しい函數の種類を考へ出し

た。 u_i を $\sin \frac{2\pi}{\alpha_i} t$ と $\cos \frac{2\pi}{\alpha_i} t$ との整有理函數とする。

(4) $p=1, 2, \dots, m$ であるは零でない常數とする。

$$u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_m + \dots$$

なる級數は變數 t のある範圍で一様に收斂するものとする。今かゝる級數である函數 $\psi(t)$ があらはなれてゐるとすると、次の様な性質の函數 $\psi(x_1, x_2, \dots, x_m)$ が存在することが知られる。即ち ψ は x_1, \dots, x_m のすべて 2π 週期 1 を有して、

$$\text{uniform に連續的} \psi \left(\frac{t}{\alpha_1}, \dots, \frac{t}{\alpha_m} \right) = \psi(t)$$

である。

今至るところ一意的で且つ連續で、 2π の週期をもつ函數

$f(x_1, \dots, x_m)$ 及び正の常數 ρ が與へられたとする。すると uniform に絶對的に收斂する級數

$$\sum_{n_1, \dots, n_m} \rho^{n_1 + \dots + n_m} \cos(n_1 \alpha_1 - s_1 \pi) \dots \cos(n_m \alpha_m - s_m \pi)$$

とは、どこに於ても、 f と ρ より小なだけ異なる様にするこ

とを得。これを Bohl は廣義の週期函數とよんだ。次いで

Esclangon (一九〇二) は獨立に似た函數を發見し、Bohl (一九〇六)

はこれを攝動論の方程式の積分に應用した。近頃 Bohr (一九

二四、一九二五) は更に一般な函數を整數論から導いて、これを

fast-periodische Funktion, fonction presque-périodique と呼んだ。この函數は、週期的振動 $a_n e^{i n x}$ の enumerable, abzählbar

な數に分解し得る様な函數と一致する。この λ は全く任意の實數で、 ρ は虚數の記號である。かくて fast-periodische Funktion $f(x)$ は

$$f(x) = G(a_1 + b_1 x, a_2 + b_2 x, \dots, a_n + b_n x, \dots)$$

の形に書くことを得。この $G(a_1 x, a_2 x, \dots, a_n x, \dots)$ は無限に多くの變數の極限週期函數である。この函數の X 線スペクトルの理論への應用は、今 Bohr が研究中ださうである。

序であるが、量子論力學へ近頃 Born 及 Jordan (一九二五)が Matrix の理論を應用したのは注目し値する。Lanzos (一九二七)は更に是に積分方程式の理論を適用した。かくて天體力學はまひまひその應用を原子構造論に擴げつゝある。

第四節 計算的天體力學 Rechnerische Himmelsmechanik

一、解析的方法の無能を悟つた以上、そんな厄介なものを棄て、目的をば、唯單に天體の位置を觀測と比べられる範圍に求め様とする問題である。實際主義の方法である。

挿入方法、數值的積分の方法はこゝには偉大な武器である對數表其他の諸表、計算器械は有用な道具である。

挿入法については Newton (一七一七), Stirling (一七三〇), Bessel (一八一七), Everett (一九〇〇), Todhunter (一八七三), Liston (一九二二)等の方法がある。數值的積分にも限りなく多くの方法がある Coates (一九二二), Encke (一八三三), Runge (一八九五), Kutta (一九〇一)等がある。應用方面から Encke (一八三三), Coroll-Crommelin (一九一〇), Störmer (一九二二), Nouméroff (一九三三)が次々やつてゐる。

二、數值的の計算の勝利を占めてゐるのは彗星、小惑星の軌道の法定法に於てである。Charlier (一九一七), Moulton (一九一五), Andoyer (一九一七)のやうな解析的方法は實用には供せられない。表の改良、計算器械の改良で益々その實用方面に發達しつゝある。特に著しいのは第二節に述べた擺動の方程式を數值的積分で解かうといふのである。この部門を特に特別擺動論と呼んでゐる。今日専ら彗星、小惑星の位置の推算及び其逆に惑星の影響を考へに入れねばならぬ場合の軌道の決定に使はれてゐる。殊に第六節に述べ様とする統計的研究の資料を得る爲には是非其この方面の發達を必要とする。

猶 Banachiewicz (一九三五)が Matrix に似た craccovian をこゝで算式を簡單にしたことを注意する。

三、三體問題の運動の方程式の最初の二週つて、これを數值的積分を行ふことを試みられた。Haerdtl (一九二二), Burrau (一九四四), Darwin (一九四六), Thiele (一九四六), Stromgren (一九〇〇)に始まり、近頃 Stromgren のよゝんで大規模に restricted problem に於ける軌道の全體系を求め様としてゐる。これによつて週期軌道、漸近軌道、ejection 軌道、collision 軌道、capture 軌道をも求められた。小惑星の運動もやがては單に數值的計算にならうとしてゐる。Brendel (一九二五)が Gylden のを改良した方法は注目し値する。なほ珍らしいのは Airy (一八八七)及び近頃 Santner (一九三五)のやつた月の位置を數值的積分で求め様とする方法である。

軌道論で數值的計算の成功してゐることは、小惑星の理論に於ても、運動の方程式のある變換の後數值的積分をば、便

宜な表を作つて行ふことが、やがては成功しはしないかと豫想させる。無限級數で展開するといふことは何時も困難を伴ふ。收斂の知れた級數の有限個の和で展開することはどうであらうか。Lagrange (II 904) は廻轉流體の平衡の形狀の安定の理論に於いてかゝる級數を使つて成功した。

今一つ珍らしいのは Kelvin (I 892) の作圖法により三體問題を解くことである。

將來は、唯單に計算して位置を出すといふことゝ、その軌道の存在の證明、安定論などとは全く分業になりはしないかと疑はれる。(未完)

寫眞術と天文(二)

理學士 木下 國助

前號に於ては天體の寫眞を撮る事について述べたのであるが次に少しくその應用の方面に就て述べて見やう。

二、位置の測定 恒星の位置即ち赤經赤緯を決定するには子午環と云ふそれ專門の器械がある。恒星の位置を絕對に決定する事は天文學上實に大問題であつてこの重任を荷つてゐる子午環は、頑丈な基礎の上に座つてゐる精巧極まる器械である。がそれ丈融通のきかぬ事恰も馬車馬の轡なものであつて、子午線而丈しか見る事が出来ないから、夕空に西の方に現はれたり明方に東の空に出たりする神出鬼没の彗星等の觀測はすることが出来ない。これ等の觀測はどうしても赤道儀であるが、これは精度が劣つてゐると云ふ事と、觀測が相對的であると云ふことは免れない。即ち他の方法で位置の定められた近くの星と比べて目的の物體の位置を定めるのであつて、この方法は雌目測微尺を使つて實視的に行ふことも出来るが、乾板に取つた寫眞を互に直角な物指の上を移動することが出来る顯微鏡下

で相互の距離を測ることによつて目的物の位置を決定することが出来る。と云ふと遊作もない様に見えるが、さて實際にやる段取となると仲々オイソレと位置が出て来るものではない。例しに一寸精しく述べて見れば、星が望遠鏡の筒先には入つて来る迄に既に薄氣層と光行差と云ふ厄介なものによつて實際の方向とは曲げられてゐる。さて愈々望遠鏡の中に捕へてから後には、焦點、乾板を置く方向と傾斜、乾板上に寫る圓形と赤經赤緯との關係、レンズによる歪み、乾板の歪み、現象、膜の收縮、顯微鏡を動かすスクリーンの誤差と二つの方向の直角性、温度、と云ふ様な事を一つ一つ吟味し且つそれが肝心の位置に及ぼす影響を考へなければならぬ。總て實驗及び觀測は絶えざる注意を必要とするものであつて、人間と云ふ缺點の多い動物が作つた機械で人間と云ふ過をする動物が行ふ實驗であるから神ならぬ身の吾々にはどの様な誤差が何時どこに待ち受けて居るか計り知る事は出来ない。吾々は吾々のか弱い力を知ると共に吾々の缺點を正して行く事によつて少しでも眞實の自然に近づいて行く事が吾々の務であるに違ひない。

餘談には入つたが寫眞によつて恒星の位置を決定しやうといふ金が稱へられてから世界の主なる天文臺の協力によつて今や *Astronomical Catalogue* なるものが完成に近づきつゝある。集むる所の星は十一等乃至十三等に迄及んでゐるから全般の星表としては最も惜しいものと云つてよい。子午環觀測と共に天文學上最も基礎的で地味ではあるが最も貴い仕事であると云はればならない。

太陽の寫眞的觀測中て太陽黒點の位置及び面積の測定がその第一の仕事であるが、これは古く一八七三年から英國グリニチ天文臺に於て晴天日々の觀測が連續として續いてゐるのを筆頭として、現今では各國天文臺に於て盛んに行はれつゝある。かくして撮つた太陽の寫眞から黒點の表面經緯度を出すにはやはり尺度に滑ふて動く顯微鏡下で測るのが最も正確であるが、もつと簡單に行ふには幻燈を使つて原板の太陽を經緯線を引いた圓形上に、或は太陽の變形である球の上に投射すれば、厄介な計算を要せずして直ちに位置を決定することが出来る。面積に於てもこれらの方法を用ひて測定を行ふことが出来る。

三、光度の測定 此處に云ふ所の光度とは勿論寫眞光度の事であるが、寫眞によつて光度を決定するには大體二つの方法がある。その一つは普通にとつた乾板の星の像の直徑を測つて光度を決定する方法で、第二はわざと焦點を外して取つた星の像の黒みを光度計にかけて測る方法である。第一の方法に關して最も多く

用ひられてゐる光度(m)と像の直径(d)との關係式は Christie の式であつて、

$$m = a + b\sqrt{d}$$
 表はされる。 a 、 b は一つの乾板に特有な常數である。勿論此様な寫眞は像を明瞭にさせる爲めに乾板の裏に煤を塗つてハレーションを防ぐことを忘れてはならない。

第二の方法に用ゐられる光度計は感光電池を利用したものであるけれども、最も普通に使はれるのは楔形光度計(Wedge Microphotometer)と稱せられるものである。これは同一光源の光を二途に分ち、一は乾板の黒みを通り他は楔を通つて再び顕微鏡下の同一視界に集る様にしてある。楔は黒みが一方に行くに従つて次第に薄くなる様につけてあるから、乾板と同じ黒みを持つ場所を光線が通過する様になると視界は濃淡なく一様な或る黒みを持つ事になる。であるから楔の黒みを豫め知つておくと星の黒さが分ると云ふ仕組である。此方法は前の方法よりも特殊な器械を必要とし且つ薄い星を寫すことが出来ないといふ點があるが、精度に於て前者が一等級の五十分の一位であるに反し、この方法は百分の一迄達することが出来る。

星の像の直径と云ひ又はその黒み(共に力にて表す)と云ひ共に乾板に及ぼされた化學作用であるが、これは光源の強さ(I)によるのみならず露出時間(t)によつて變化することは勿論である。之を一般式で表すと

$$f(D) = \frac{I}{\psi} \quad \psi \text{ は } D \text{ の或函數。}$$

ψ は多くの人によつて實驗上定められた結果によると

$$\psi = \frac{1}{2} [I_0 + I_1], \quad i = I, I_0$$

なる形を有する。然して I_0 は I の特殊なる値、 α は乾板の感光度によらない或る常數で0.25なる値を有してゐる。此式を少しく變化すれば一枚の乾板の上には二つの常數が附隨してゐる事がわかる。即ち一枚の乾板上に少くとも二個の光度の知れてゐる星があれば他の總ての星の光度が決定されることになる。

活動寫眞器でよく使はれる二重撮りといふ面白い方法がこれ等の光度決定にも應用されるのであつて或場所の光度を知らうと云ふ場合に他の光度よく知れた場所と重ねて寫すことによつて簡単に既知と未知との星を近く相會せしむる事が出来る。

來るのは寫眞の功德と云はなければならぬ。

前號に述べた様な小さな玉を使ふことは光度の測定にも役立つのであつて、これによる光度決定は現今國際的に各天文臺に於て續々觀測を行つてゐるが、かくして短週期變光星の連続光度曲線を出さうと云ふ企は本誌第十九卷第四號に詳しく述べてあるから此處には省略する。

子午線觀測に於て恒星の位置測定がその生命であると同じく、赤道儀に於ては恒星の光度決定が第一の使命と云はればならない。此の方面に關する各國天文臺に於てなされた幾多の努力——ハーヴァードに於ける Miss Leavitt's Standard Regions, Kaptyn's Special Areas, ヤーキースに於ける North Polar Sequences, ウィルソン山に於ける Selected Areas, その他ボッダム、グロモンゲン、グリミナ、喜望峯等——その數實に多きに達してゐる。

天空、特に銀河附近の寫眞を組織的に撮つておくと云ふことは星の過去の有様を保存すると云ふ意味に於て變光星、新星の研究等には特に重大な結果を齎すもので、吾々はよく誰々がハーヴァードの乾板を檢べて新星の前身を明かにしたとか何百枚の種板によつて新變光星を確めたとか云ふ話を聞くのはこれ等の數多い記録の寶の山に分け入つて成功した人々の話である。

色濾を用ひて寫眞を撮つて星の光度を決定する事即ち寫眞的實視等級 (Photovisual Magnitude) なるものがパークハーストによつて始められてから、寫眞等級實視等級の觀測と相俟つて色指數 (Color Index) の研究に大いに役立つてゐる。

四、スペクトルへの應用 星のスペクトルに限らず一般のスペクトル學に於てその研究は殆んど總て寫眞によつてなされてあると云つてよい。寫眞に寫らない星の方でも特殊の乾板を使つたり、或はエリスロロン管の色素を塗つて使用する時には或程度迄此の目的を達することが出来る。御承知の様に星のスペクトルは大體普通の分類法の様に分けられるのであるが、その一つ一つを檢しても尚且その線の一本々々を檢しても未だ不明の線やその強さ太さに不可思議なる有様がある。或は新星や變光星に於けるが如き線の變化、照線の現出、或は有效波長視線強度の測定等總て乾板上に於て落付いてゆつくり之を行ふのである。

これ等の寫眞撮影は夫々特殊な装置を必要とするのであるが、これ等の詳しい事は略するとして一つこゝに寫眞の效用を擧げるとスペクトル寫眞に必要とする比較スペクトルを入れる場合に寫眞の同時觀測或は時を異にしてゐる現象の合せ

取りと云ふ性質が應用されるのである。即ち對物鏡プリズムの場合には鹽化ネオ
グウムの如き吸收液を抑めばその吸收線が乾板上に現はれて波長の目標となり、
細隙を有するスペクトロスコープに於ては人工的に作り出した素性の知れた光を
並べて寫すことが出来るのである。

再び眼を轉じて太陽スペクトル觀測を見るに、太陽それ自身のスペクトル、黒
點のスペクトル、視線速度による回轉週期の決定等と共に、現今最も廣く行はれ
てゐるのは太陽分光寫眞であらう。これは或特別なスペクトル線によつてのみ
即ち Monochromatic な太陽の寫眞を取らうと云ふ仕組で二つの細隙を用ひたも
ので、これによれば或特殊な氣體が太陽面上に於ける状態を伺ひ知ることが出来
る。太陽の白紋及び紅斑は此様にしてカルシウム線を用ふる事によつて鮮明に寫
し出すことが出来る。

この外に寫眞觀測は尙子午線觀測方面にも使はれてゐるので、天頂機による緯
度觀測、子午儀による時の觀測に應用されてゐるが、これ等の觀測方法は赤道機
式とは全く方針を異にして、機械を動かさずに星の像を長引かせる (Ehren) 方法
であるから此處には又別な測定方法が行はれるべきである。

以上述べて來た寫眞天文学なるものは實にその應用の廣いものではあるが、こ
れ等は畢竟寫眞を媒介にして見たる天文学なる事を忘れてはならない。吾々は第
一に寫眞が仲介に入つた爲めに取られる口錢を恐れなければならぬ。吾々は此
實の状態、生の觀測、それに近づかんが爲めに寫眞術の研究と進歩とを望んでや
まないものである。此と同時に饒つて寫眞術の吾が天文学に貢獻した偉大なる功
績に對して滿腔の感戴の意を捧げて此の項を終ることにする。(完)

星のエネルギーの源泉(一)

去三月一日ロンドンに於ける講演

エツチングトン教授

收縮の結果過剩になつた重力のエネルギーでは、輻射で消費さるゝ星の熱を供
給するに不充分であることは一般に知られてゐる。ヘルムホルツ及びケルビンの
太陽收縮の假説を見積ると、太陽、從つて太陽系の年齢はあまり少なくなり過ぎ

る。近代の結果を使つてみてケルビンの計算した數字は大體變化しない。今日
の状態では、收縮假説によると、太陽の年齢は四千六百萬年になる。或は太陽の
光球の溫度が三千度になつた時から算へると千九百萬年になる。その上にその數
字は寧ろ大き過ぎる。といふのは、これはイオン化のエネルギーとして太陽の中
に殘つてゐるエネルギーを勘定に入れてゐないからである。これが輻射のために
使はれる量を著しく減せしめる。

地球が惑星として生れた時までに遡らなくとも、地球の年齢はこれよりも遙
かに大なることは、物理學的並びに地質學的に論じられてゐる。ウラニウムと鉛
との比から計算さるゝ古い岩石の年齢は一般に十二億年とされる。ジョリー教授
はもつと小であると主張してはゐるが、それでも收縮假説を辯護するには及びも
つかない。地球と月との體積を檢べるとケルビンの計算した年限を更に引き伸ば
さればならないことがわかる。天文学の側では、ケフェウス型變光星といふ證據
がある。若しセフェウス座の星で、收縮の他にエネルギーの供給がなかつたなら
ば、その密度の減少してゐる割合、從つて、その脈動の週期の變化を計算するこ
とができやう、しかし是は觀測から許容さるゝ以上に大き過ぎてゐる。少くとも
ケフェウス型の時代には、收縮の假説から計算さる割合の百分の一以下の速さで
進化してゐなければならぬ。この議論は脈動の理論に據つてはゐるが、變光の
週期が振動の週期であれ、又廻轉の週期であれ、とにかく星に固有のものである
といふ脈動とは反對の理論についても同様に云はれる。

かくて、太陽には 65 年の年齢を與へるべきであると思はれる。いづれにせよ
30 年以下にはすることはできぬ。この長い年限の間に、太陽及び星の熱を支持
するのにも、もつと豊富なエネルギーの源を探さねばならぬ。こゝに我々はその搜
索の範圍を狭めることができる。即ち星のすつと内部で熱を遊離するのでなければ
ばその熱源は役に立たない。問題の困難は、唯單に星の輻射してゐる表面のみで
なく、重力を及ぼす質量が中心に落ち込むことを防ぐところの星の内部の熱を支
持するのでなくてはならない事にある。太陽を今日の状態に保つには、表面で六
千度で、中心で四千萬度の溫度を保たしめねばならぬ。これが保たれない時には
太陽は收縮して、進化を早めてしまふ。中心のみで熱を供給して、この溫度を保
たしめることができないことは明かである。もし今年太陽が流星群に遭遇して、
それが一年間の輻射をするに充分なエネルギーを供給したとしても、それは太陽

の年齢に一年或は一日たりとも加へはしない。その内部の状態は何等の影響も受けない。たゞ、太陽が今年は、例年の二倍の熱量を我々に與へるといふに過ぎない。

外部から原因する熱が、星の中心で遊離されるといふことは考へ難いから、星が運動しつゝ、エネルギーを捕り入れるといふ觀念は全く用をなさない。故に、星はその内部に、一生を通じて持続してゆくだけのエネルギーを藏してゐなければならぬ。しかしエネルギーは完全に隠しておくわけにはゆかない。それは質量を持つ故に或は寧ろ質量なるが故に、自然あらはれてくる。 9×10^{10} エルカのエネルギーは質量一グラムである。これは天文学の方法で決定される星の質量の一部分を成してゐる。 1.3×10^{33} エルカのエネルギーは、 1.6×10^{25} グラムの質量で即太陽の質量である。故にそれは太陽の持つエネルギーの全量である。この内どれだけが熱に變じ得るかは判らない。が、これが皆さう使へるとすると、今日の割合で、百五十億年間、太陽の熱は持続され得る。云ひかへると、毎年太陽の放射する熱は、千二百億噸の質量を有する。此だけの質量の減少がある時には、太陽から全質量がなくなるのに百五十億年を要する。

原子内のエネルギー

このエネルギーは殆ど大部分、原子及電子の構成のエネルギーとなつて、即ち原子内のエネルギーとして貯藏されてゐる。ケルビンの年限が不適當とし、外部から原因するエネルギーの源が無いといふことが正しいとし、又、質量及エネルギーに就いての見解が間違つてゐないとすると、既にすべての可能性を盡したから、其源泉は原子内のエネルギーでなくてはならぬ。その野暮の大部は電子及プロトンの構成にあつて、此等が消滅しなければ遊離され得ない。そして、電子とプロトンは衝突し、その電氣は互に滑りあつて、残るものはたゞ、電磁波としてエネルギーを傳播して行くエーテルの中のをねりのみである。

ヘリウムの原子がプロトンと電子とから構成される時に、質量の 0.5 パーセント、従つてエネルギーの 0.5 パーセントがなくなる。この元素の進化が星の中で起つてゐるものとすると、かくして遊離されたエネルギーは、我々の探してゐるエネルギーの源泉でなくてはならぬ。

プロトンと電子の持つエネルギーが、それ等を破壊しないで遊離される、といふことは一九二〇年のアストンの質量スペクトログラフの研究でわかる。化學の

原子量が整数から異なるのはアイソトープの混合であるからである。水素原子が一つでなく一・〇〇八といふのは、プロトンが水素の中で遊離する、ときには一・〇〇八の質量を持ち、ヘリウム又は他の高い元素の原子核として電子と共存する場合には一・〇〇〇の質量を有することを示す。此表は即ち正及負の電氣が近づくと、靜電氣的エネルギーの減少することを意味する。このエネルギーは、電磁氣學の法則で、輻射として運び去られる。故に星の中でヘリウムが構成されると、かくして放射されたエネルギーは、星の熱を支持するに充分であらう、たとひ質量は放射して減少しても、プロトンと電子との總数は減少しない。この假説は、ペラン教授及私が、一九二〇年に考へたが、それからの考察は、この可能性を強くはしなかつた。

高い元素の進化には、遂かに少量のエネルギーが遊離されるので、それは全貯藏のパーセントにも及ばない。但し、物質ははじめに水素で成つてゐるものとす。輻射の理論では、水素があまり多量にないとすれば、星の化學的組成には何等の假定を要しない。水素は他の元素と異なる結果を與へるので、星の内部の化學組成に關するごく細心の智識が重要な意味を有することになる。最若い星に於ても、〇パーセント以上の水素があるとは考へられない。故に星よりも進化の前の星雲状態に於てすら、元素の進化は可なり進んでゐたものと考へられる。この場合、原子内の全エネルギーの千分の一以下しか元素轉移により遊離されない。かくて太陽の過去及未來の生命は 1.5×10^{25} 年になる。これは不適當ではないが猶少しの餘裕が残つてゐる。これ以上を求めば、プロトンと電子の消滅を必要とする。そこで星の中では、元素轉移と物質の消滅とのいづれが、星のエネルギーを供給する主なるものであるか。

ごく近頃までは星のエネルギーの源泉の問題は、星の年限と關してのみ重要であつた。 10^{10} 年と 10^{11} 年とのどちらかを決定する差し追つての必要はなかつた。

一九一六年に、私が前の二つの講演で話したことを研究し始めた時には、この問題と二層接觸することが必要になつた。それは、星の内部の種々の部分におけるエネルギーの源の分布について、ある假定をしなければならなかつたからである。この分布はケルビンの理論で計算される。しかしこの理論に基いて研究を進めるのは興味がない。源の分布に關しては、ある範圍内では、結果にあまり影響がないといふことを知つたので更に進歩することができた。この問題はそれ故に第

二次の近似をやる時に残された。然るに、一九二四年に、今までの進化の理論に反對して、矮星はほぼ完全瓦斯の状態にあるといふ結果を得られたので、再び問題は起つてきた。かくて、新しい進化の理論は、必や原子内のエネルギーと、密接に結合されておなければならなくなつた。

進化の問題

星の等級と型との圖を畫くと、ある統計的の線の上に星が集つてゐることが知られる。進化の巨星矮星説によると、この線は普通の星の進化の道程を示す。原子内のエネルギーを放散する割合が異つてくると、この道程の上の他の位置へその星は動く。故に、原子内のエネルギーの法則は進化の速さ即年限を決定するのにおも關係してゐる。それは道程を決定しない。しかし新しい理論によるとさうではなくなつた。原子内のエネルギーの放散の割合が變ると、星がこの道程からそれる。故にかゝる變化を除かれなければならぬ、即ちこの統計的の線を瞭解するには原子内のエネルギーの放散を支配する法則を考へねばならぬ。

特に光度と質量との關係を見ると、質量が星の一生涯を通じて減少するのなれば、光の弱い星から光の強い星への進化を考へることはできない。巨星矮星説のみならず、その前の説においても、B型A型の光の強い星から、M型の光の弱い星へ、矮星系をとほつて進化することは根本的の假定であつた。この考へを完全に取り去ることを避けるには、質量の減少、従つて物質の消滅することを考へに入らなければならぬ。この點から、物質の消滅は最も保守的の考へてある。必しもそれが眞とはいはない。しかし詳しく調べると、それを確かめる。

星の質量は輻射の他の方法で變り得やう。しかしおそらくこれは小であらう。空間に散放してゐる物質から星がエネルギーを受けける分は、輻射により失ふより遙かに小であらう。星から物質の脱出することも小でなくてはならぬ。輻射で失ふと同量の質量を運び去るには、太陽のクロモスフェアは毎秒百キロメートル外方に常に動いてゐなければならぬことになるのに、ドップレル効果でこれは認められない。故に、星の質量を失ふ割合はその輻射に等しいと打けるから、原子内のエネルギーの見解にはよらない知られた量である。それで問題は、このエネルギーの消失が星の進化の決定的要素となるためには、星の一生涯が充分長いかを知るようになる。消失が一パーセントになるまで星の一生涯が續くとすると、プロトンと電子は無くなつてゐなくてはならぬ。

原子内のエネルギーについては、多くの物理學者は單なる假想と考へるかも知れぬ。しかし天文學者にはまったく異なるやうに見られる。星が收縮説によるよりも、遙かに徐々に進化してゐることを認めると、そしてエネルギーの流出が星の中で遊離さるゝ量にほぼ等しいとすると、原子内のエネルギーの放出を測ることは普通の天文學上の測定である。即星の熱と光との測定である。天文學者は單にこの觀測を續けることで満足してゐないで、何かの關係を以つてそれを整理する。そして物質の内部温度及密度又は年齢との關係を求めらる。若し物理學者が實驗室でエネルギーの未知の源泉があつて、それから放出するエネルギーを測定しその物理的狀態を決定し得るならば、その現象の原因及法則を想像するのに迷ひあるまい。原子内のエネルギーを天文學的に研究することはまったくこれと同じ事である。觀測の結果を整理しやうとする我々の努力はまだ成功しないけれども、我々の問題は、普通實驗から歸納するのと比べて、それよりも假想的だといふことはない。

源泉の潤乾しちること

觀測の結果のある困難を檢べてみやう。

太陽は毎秒毎グラムに二エルグを放散するのに、カベラは五十八エルグを放散する。

太陽はカベラの六百二十倍の密度を有し、三・七倍の内部温度を有する。

若し密度と温度とが、原子内のエネルギーを放散するのに苟も何等かの影響を持つてゐるとすると、その影響はエネルギーの出るのを刺激するのてなくてはならぬ。特に密度は星を構成する物質を接近せしめる、然るに太陽はカベラよりも密度が大で、温度が高いのに拘らず、放散するエネルギーは小である。この唯一つの解決は、太陽が老衰してゐるからだといふのにならうと思ふ。供給が減じてゐるのを補はうとして密度が大になり温度が高くなつたのだと思ふ。確かに太陽は老朽の星である。かくて重要な要素、即ちエネルギー供給の消盡し得ることを考へに入れればならぬ。

カベラの連星の二つを考へよ。一つの星が二つに分れたので、質量光度の法則によつて、質量の大な方は、小な方よりも、毎グラムに多くのエネルギーのエネルギーを輻射してゐて、又過去に輻射したことになる。従つて、その供給を一層使ひ盡してゐる。しかし、質量の大な方の星で、老衰した方の、低い温度で、小

な密度のものが、毎グラムに多くのエネルギーを放散する。

もしこの連星系が分裂したのが過去十萬年以内で起つたのなら、その伴星はまだ平衡状態に達してゐないとも云へやう。この場合には、放散するエネルギーの量も、観測された輻射の量に等しくおくことはできぬ。しかしカペラは一般のスペクトロスコピック連星の典型であつて、且數多いから、すべてがそんなに近頃分裂したとは考へられない。食變光星には、光の弱い伴星は冷かた、エネルギーの放射量の少ないのも説明される。連星の中には、その二つが非常に近くで、殆ど接してゐるやうなことがある。これ等が生成されたのは恐らくごく近いことであらう。例外的状態にあるのは此種の星に於てであつて、辯護を要しないと思ふ。

ジョンスは、分裂が起つたとすれば、最活動する源泉を含んだ質量の大部分の凝集してゐるやうな、もとの星の中央部分に、質量の大部分の連星の一つがなくてはならぬと論じた。これには二つの反駁がある。先づ我々の計算し得る限りで、巨星の一生涯に於て、軽い元素と重い元素とを分けるやうな擴散の作用はあり得ない、第二に、星の廻轉によつて、循環する流れが生じて、物質を可なり動かす。これはジョンスが批評したフオン・ツェイベルの定理に基く、しかし私はフオン・ツェイベルが正しいと信じる。故に、星が分裂する時には二つの星の内部構造は同一である。

この循環する流れによつて物質が動かされると云ふことに關して、その流れが層を成すといふ疑が生じる。粘性のある流体では、渦動は層に分れるといふ傾向があつて、星は二つ又は三つの殼に分れて、その各々の殼の中ではよく混つてゐるが、殼と殼との間には餘り混つてゐないといふ事が起るであらう。それにしても、殼と殼との間に混り合ふことが止むとは思はれない。それを均衡する擴散作用は非常に徐々で、最も重い元素と、最軽い元素とが分れるのに少くとも 10^5 年はかゝらう、カペラが分裂した時には、その年齢は 10^5 年よりも多くはなからう。更に小さな星では、重い元素は中心に沈まうとするだらうが、カペラのやうに質量の大きな星では、その反對らしく思はれる。物理學の理論によると、質量の大きな原子は最大の吸收係數を有して、大な輻射壓を受ける。萬有引力と電氣との力が、輻射壓と作用して奇妙な結果を生じる。故にカペラでは、最も重い元素は、水素及びリウムと共に、表面に向つて流れて、他の軽い元素は中心に沈むことになる。

主要な列

○及びM型の星から、M型の老いた矮星に達する「主列」の上の星を考へやう。星の大部分はこの主列の上にあるから、これは星の生涯の大體に相當するものであらう。巨星時代は一時的の停止で、この期間には、非常に活動的なエネルギーの供給があるが、しかしすぐ盡きて了ふ。それから星は主列を進んで、その供給が盡きるまでつゞく。星が質量を失はないならば主列に沿つて進化してゆけないから、この時代には、エネルギーはプロトンと電子との消耗によつて生じてくる。この状態が最後まで續くと見られる。そして何物もプロトンと電子が互に破壊するのを止めないだらう。しかしおそろしくもつと耐熱性の物質が星の中にあつて又は進化して出來て、ある星では、剩餘が燃え盡きずに残つて、更に猛烈な「白色矮星」時代に達するであらう。

主列では、原子内のエネルギーの法則が簡單である。これは前に述べた複雑なことよりもつと厄介なことである。ラッセルが云つたやうに、この時代の星はすべて同一の内部温度を有する。主列の中心の温度は四千萬度と計算したが、ラッセルはもつと低く見積つた。

内部温度の非常な一様性は、ラッセルが多くの星でしらべたので判る。次に掲げるのはラッセルの研究の補遺の積りである。個々の星の観測の觀察や、その不齊にどれだけのみがみがあるかを知ることは困難だから、逆の問題を採つてくる。主列に沿つては、一様に中心の温度は四千萬度と假定して、光度とスペクトル型との關係を求めて、それを星の統計よりくる關係と比較する。

質量	熱量計による等級	可視等級	有效温度	型
○・一八二	一一・九四	一四・五	二五五〇度	Md以下
○・二五八	一〇・二五	一一・六	三三三〇度	K ₅
○・五・二	七・二六	七・六	四五四〇度	K ₀
○・七四六	五・九三	六・一	五・一六〇度	G ₄
一・〇〇	四・四七	四・五	六二九〇度	F ₅
一・五八	二・四三	二・五	八二五〇度	A ₈
二・五六	〇・五二	〇・九	一〇五三〇度	A ₀
四・五三	負一・三八	負〇・六	一三二六〇度	B ₇
一一・四六	負三・八六	負二・四	一七四六〇度	B ₂

三七・六七 負六・四四 負四・三 二二五〇〇度 〇_a
 九〇・六三 負八・一二 負六 二六二〇〇度 〇

第一列の質量と、假定した中心温度から、輻射の理論からの有効温度と等級とを求められる。可視等級を求めるには有効温度に相當するやうにした。最後の列では、スペクトル型は、最一般に認められてゐるのに従つて有効温度に相當するやうにして定めた。右の表の第三列及第五列をとると、観測からの統計で示される主列の中心線に正しく滑ふ等級星型の關係を得る。この一致をあまり重く見ないで、進化の此時代には、温度は驚くべき程一定であると考へられる。

星が離座V星のやうに毎秒毎グラムに六百八十八ヘルグの供給を要するとも、或は太陽のやうに二ヘルグを要するとも、或は、クルーゲル表第六〇星のやうに〇・〇八ヘルグを要するとも、それを獲得するには約四千萬度の温度に、上らねばならぬ。此臨界温度にはエネルギーの供給は任意であるらしい。蒸気が百度の水から出るやうに、エネルギーが四千萬度の物質から出ると想像し得るであらうか。物理學者は此異常な現象と今まで認められてゐる原理とを調和せしめることを躊躇するであらうが、天文観測をその儲とると、さうあるべきことを要求する。

(未完)

観測欄

東京天文臺(三鷹)寫眞觀測による 太陽黒點概況 (一九二六年自一月至四月)

観測器械 シュタインハイル製二〇・三割赤道儀式寫眞取遠鏡。太陽の像の直径約一〇・九割。撮影者及川野附兩氏。

測定方法 スターニオン・ストの圖形(直径一五・四割)に幻燈によりて投影測定。測定者吉田氏。

撮影不可能の日付	合計日數
一月 3, 12, 16, 19, 24, 25, 30, 31	8日
二月 1, 3, 4, 8, 10, 11, 22, 23, 27	9
三月 1, 2, 4, 5, 8, 10, 13, 14, 19, 20, 26, 11	11
四月 3, 4, 6, 9, 10, 18, 24, 25, 29, 30	9

階級	中央子午線概況	日面緯度	最初に 見た日	最後に 見た日	備	考
1	1925 XII 25	-20°	1925 XII 19	1926 I 1	大、單獨	
2	25	+24	22	2	基大、群	
3	〃	+11	23	〃	群大、對	
4	31	+38	〃	〃	三個、鎖狀	
5	1926 I 5	+23	30	2	小、單獨	
6	1925 XII 29	+19	XII 30	I 1	小、對	
7	27	+10	31	〃	〃、單獨	
8	I 6	-18	1926 I 1	〃	大、群(後三個の大なるものと なる)	
9	12	+21	6	〃	15、大、單獨	
10	13	+13	〃	〃	〃	
11	I 13	+26	I 7	I 15	大、單獨	
12	13	-15	8	18	小、〃	
13	17	+15	9	22	大、〃	
14	14	-19	〃	16	小、〃	
15	5	-14	〃	11	〃	
16	I 16	+20	I 11	I 15	大、整形、單獨	
17	17	+21	14	19	小、單獨	
18	14	+22	15	〃	〃	
19	16	-30	15	13	〃	
20	21	-10	〃	17	〃	
21	I 21	-33	I 17	I 24	單獨	
22	22	-26	〃	20	〃	
23	〃	-21	〃	28	大、群	
24	〃	+17	〃	〃	單獨	
25	23	-9	〃	23	小、單獨	

番號	中央子午線經過	日面緯度	最初に 見えた日	最後に 見えた日	備	考
26	I 24	-16°	I 17	I 20	小、二個	
27	"	+22	18	29	群大、群	
28	21	-11	19	21	小、對	
29	23	-24	21	22	甚小	
30	25	+19	28	27	小、單獨	
31	I 21	-29	I 23	—	小、單獨	
32	30	-19	25	2	群大、"	
33	II 2	-21	26	7	小、單獨(後稍大なる頸狀とな	
34	I 23	+18	27	I 28	"、單獨	
35	27	-21	"	—	"	
36	II 1	-19	II 1	6	小、頸狀	
37	3	+12	2	7	稍大、單獨	
38	10	+27	5	"	小、"	
39	14	-20	7	21	大、群(經度 17° = 巨ル)	
40	"	+19	"	20	" (經度 13° = 巨ル)	
41	II 9	+21	II 12	II 14	對	
42	17	-11	"	21	大、對	
43	18	+17	"	20	大、單獨	
44	13	+13	"	16	小、群	
45	19	-20	13	25	大、整形、單獨	
46	II 21	+22	15	II 26	大、群	
47	11	+21	16	—	小、單獨	
48	21	+16	"	26	"	
49	20	+12	24	"	小、數個	
50	III 3	-26	"	III 11	大、群	

番號	中央子午線經過	日面緯度	最初に 見えた日	最後に 見えた日	備	考
51	II 20	+30°	II 25	II 26	小、單獨	
52	III 1	-19	28	III 3	群大、對	
53	2	+28	"	"	小、頸狀	
54	"	-18	III 3	8	小、單獨	
55	7	-17	"	9	小、單獨(後頸狀とな	
56	III 8	+21	III 3	III 12	長、大、頸狀	
57	11	-13	7	15	小、單獨	
58	12	-17	11	18	三個、頸狀	
59	15	-19	12	25	大、整形	
60	"	+27	15	22	小、群	
61	III 18	+ 9	III 15	III 23	小、單獨	
62	16	-17	16	18	小、對	
63	12	+25	"	17	對、西端	
64	19	+14	17	22	小、對	
65	25	-21	22	25	小、東端	
66	III 23	+20	III 23	III 28	小、對、中央附近	
67	28	+26	24	IV 5	對	
68	24	-24	27	III 31	"	
69	IV 4	- 9	30	IV 8	單獨	
70	12	+13	IV 7	18	"	
71	IV 3	+19	IV 8	—	小、單獨	
72	15	-20	11	IV 20	對	
73	18	-30	12	23	大、群	
74	15	+24	17	21	小、頸狀	
75	17	+27	19	23	頸狀	
76	IV 19	+11	IV 23	—	小、單獨	
77	25	+21	26	IV 23	"	
78	29	-16	"	27	"	
79	24	-13	28	—	小、二個、西端	

變光星の觀測

擔任者 野澤千雄 田茂

觀測者
 五味一 明 K. Gomi (Gm)
 今井 達 I. Imai (Im)
 岩崎 良三 R. Iwasaki (Is)
 神田 清 K. Kanda (Kk)
 小坂 恒夫 T. Ogura (Og)
 觀測地 上野
 觀測時間 1時
 3時、2時、双眼鏡
 立川 廣島
 同
 上野訪 1時、肉眼

毎月零日のユリウス日
 1926 III 0 242 4575 1926 V 0 242 4636
 IV 0 4606 Y I 0 4667

J.D.	Est.	Obs.	J.D.	Est.	Obs.	J.D.	Est.	Obs.
010894 ケフェウス座 RU (RU Cep)								
242	9.3	Im	242	9.3	Im	242	9.4	Im
4674.08			4675.05			4676.05		
081112 蟹座 RS (RS Cru)								
4650.98	6.7	Og	4666.01	6.8	Kk			
093934 小獅子座 R (R LMi)								
4605.55	6.5	Og	4610.95	6.6	Og	4631.04	6.7	Og
06.96	6.7	"	14.04	6.4	"			
09.95	6.6	"	17.05	6.5	"			
091211 獅子座 R (R Leo)								
4673.97	7.6	Im	4674.97	8.1	Im	4675.98	8.3	Im
703272 海蛇座 U (U Hya)								
4638.03	5.8	Og	4672.97	5.7	Is	4675.06	5.6	Is
50.98	5.7	"	73.97	5.6	"	4676.10	5.7	"
71.97	5.6	Is	74.98	5.2	Im			

天文月報 (第十九卷第七號)

J.D.	Est.	Obs.	J.D.	Est.	Obs.	J.D.	Est.	Obs.
132422 海蛇座 R (R Hya)								
242	7.2	Og	242	5.4	Is	242	5.2	Kk
4644.03	7.0	"	4672.97	5.4	Kk	4676.06	4.9	Og
45.07	6.3	"	73.01	5.4	Is	76.98	5.3	Kk
50.97	7.1	Kk	73.97	5.4	Kk	77.00	5.0	"
52.06	6.0	"	74.01	5.2	Im	78.05	4.8	"
66.00			74.01			81.06		
154428 冠座 R (R CrB)								
4668.02	5.8	Kk	4674.98	5.2	Im	4682.01	4.8	Kk
69.01	5.7	"	75.00	5.4	Is	82.99	5.0	Is
71.00	5.8	"	75.05	5.2	Kk			
71.97	5.5	Is	76.00	5.3	Is			
180531 ヘルクス座 T (T Her)								
4659.01	5.9	Gm	4673.02	5.7	Gm	4676.05	5.8	Gm
60.08	5.9	"	73.97	6.0	Is	77.05	5.8	"
71.00	5.8	"	75.00	6.0	"	82.99	5.9	Is
71.97	6.3	Is	75.08	5.7	Gm			
72.97	6.2	"	76.00	5.9	Is			
732205 蟹座 R (R Seb)								
4674.07	7.7	Im	4675.00	7.9	Im	4676.02	7.8	Im
192745 白鳥座 AF (AF Cyg)								
4665.21	5.9	Im	4675.04	5.4	Gm	4677.06	5.3	Gm
4675.04	6.7	Im						

雜報

●ジーンズのケフェウス型變光の説明 ケフェウス型變光の説明については古くから多くの人々によつて研究されてゐて或は伴星の潮汐によるもの、或は抵抗物質の存在に歸せんとするもの、或は稀薄なる氣體の吸收なりと稱する

もの、或は週期的脈動なりと云ふもの等種々あるが未だに完全な説明を與へた者はない。英國のジーンズは昔から彼の得意とする星の分裂によつて此現象を説明しようとしてゐる。即ち星が不安定の状態になつて分裂する場合に、當初に於ては星自體の回轉週期と不安定によつて來る動搖の週期とは倍數をなさないから光度曲線は不規則であるが、やがては此二つの週期が一致して變光曲線は不規則で週期は規則正しいケフェウス型變光を示し、更に分裂が完全に行はれた後は變光曲線は食變光星の曲線を取るようになる。彼は自分の説に其他種々有利な例を擧げて居るが、少しく我田引水の嫌を免かれない。

●**新變光星の命名** 本年四月上旬の *Sh. 177* に最近一年間に變光星として知られた一七三個の星の命名が發表された。昨年五月發見された畫架座新星は畫架座 θ と名づけられ、其他で極大光度の七等以上のものは *1955*、龍骨座 θ の七等から八等に變るものだけである。命名された變光の多い星座は射手座の η 迄、龍骨座の θ 迄、蟹座の θ 迄まで、今回 θ 以後まで命名されたのは蛇遺座の α 迄である。

●**新星** ウッツがハーヴァードの寫眞によつて變光星の検査中一八九七年に爆發の新星を蛇遺座中 $17^{\text{h}} 15^{\text{m}} 22^{\text{s}}. 19^{\text{s}}$ ($\alpha = 190^{\circ} 0'$) の位置に發見した。他の年の寫眞板には全く影を示して居ない。一八九六年九月二十二日の寫眞では一四・二等以下で不明であるが、一八九七年五月二十二日・一・三等、八月までは一四・二等以上、其後減光して十月二十三日には一三・五等となつてゐる。其後其年の寫眞は無い。

ハイデルベルクのウオルフ及びラインムートは乙女座の渦狀星雲メツシャール六一の中に赤經一二時・八・三分、赤緯北四度五四分(九二六・〇年)の所に光度一三等の新星を五月中旬發見した。新星は星雲の核から方向角三五・一度、角距離七(〇)秒の所にあり。四月十五日の寫眞には何の痕跡もなく、五月九日の寫眞により發見された。核の南四二・六分の所にある星と殆んど同じ光度であつた。この比較星のハーヴァード寫眞等級は一四・三等である。五月十七日のハーヴァードの寫眞では新星は一四・六等であつた。十八日には僅ばかり強かつたようである。ケリニヤでも五月十五日及び十六日に觀測されてゐる。

昨年九月ウォルンが蟹座に發見した新星は發見後三個月ばかり八・七等位の光度であつたが、最近に於ても尚ほ九等星位で普通の新星の横に減光して居ない。

最近數年間の寫眞では十五等以下であり、昨年九月以後はほぼ九等星に止まつてゐることは普通の新星とは異り、星雲質のものに長くかくされてゐたものが現はれ出したものであらうと思はれる。

●**水星の太陽面經過** インネス氏は一六七七年から最近一九二四年迄の水星の太陽面經過に就て調査した結果を發表してゐる。水星及び太陽の半徑が年代と共に器械の發達に從つて少しづつ大きく觀測されてゐるものと假定すれば、水星の觀測半徑は最初には三・〇一秒で最近には三・〇八秒であり、太陽の半徑は九五八・六〇秒から九五九・四八秒に増した事となる。ニュウロムの太陽及び水星の表の要素は相當な程度で正しい様であるが、計算値と觀測値との間には三十秒以内の誤差がある。インネス氏の意見ではこれは地球自轉の不齊に歸するものではないかとするで、掩蔽の觀測から、並に木星の第一、第二衛星の食の時刻から算出した計算値と觀測値との差を地球自轉の不齊によるものとして三者を比べれば多少似よつてゐる。一九〇〇年に計算値と理論値とを一致してゐるすれば、自轉速度の不齊のために現在迄に約三十秒程遅れてゐる事となり、一八八一年には七秒遅んで居り、その前百年間は三秒乃至十秒位遅れて居り、その前百年間は秒乃至二十秒位進んでゐた事となる。地球自轉の不齊の一の事實を確めるには尙少しく材料が不充分である。

一九二四年五月七日の世界各地の平均觀測値(地球の中心に直したものは初觸内觸が九時四六分二八秒ケリニヤ時、終觸内觸が一七時三五分一八秒、終觸外觸が一七時三八分一秒である。この中に日本の觀測は含まれてゐないが、本誌第十七卷第八號の臺北及び仁川の觀測を地球の中心の時刻に直せば終觸内觸は各々一七時三四分五五秒及び同五一秒となり、終觸外觸の時刻は各々一七時三十七分五八秒及び同五二秒となる。

●**三鷹新東京天文台の新計畫** 東京府下三鷹村に移したる新東京天文台については本誌第十八卷第八號以下に詳しく記載してあるが、尙完全なる觀測を行はんと爲めに着々計畫を進め、赤道儀に於ては二十六吋屈折望遠鏡を、太陽觀測用として日徑六百五十箱のシリウスタツト及び日徑四百五十箱のレンズを始めとして、日徑二百箱の慧星搜索用赤道儀等を備ふるべく既に機械の注文を出したから三年後にはやゝ完備したる天文臺を現出するであらう、因みに二十六吋赤道儀ドームと太陽分光儀地下室とは本年四月に既に完成してゐる。

●無線報時修正値

東京及び銚子無線電信局を経て東京天文臺より送る六月中の報時の修正値は次の通りである。午前十一時のは受信電線により、午後九時のは發信時の修正値に〇・〇九秒の繼電器による修正値を加へたものである。

大正十五年六月 (June 1926)

日	午 前 十 一 時					午後九時
	0 ^m	1 ^m	2 ^m	3 ^m	4 ^m	平 均
1	發振不良	同 前	+0.01	+0.01	0.00	-0.01
2	-0.04	信號不良	-0.05	-0.03	-0.04	-0.05
3	-0.09	-0.10	-0.09	-0.10	-0.10	-0.01
4	發振なし	同 前	同 前	同 前	同 前	-0.03
5	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02
6	日曜日	—	—	—	—	-0.10
7	+0.05	+0.05	+0.05	+0.06	+0.05	+0.03
8	+0.01	0.00	0.00	0.00	+0.01	+0.01
9	+0.01	+0.03	+0.02	+0.02	+0.03	+0.06
10	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
11	0.00	+0.01	-0.01	0.00	0.01	+0.03
12	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.06	-0.06
13	日曜日	—	—	—	—	-0.07
14	0.00	0.00	+0.01	0.00	+0.01	臺内故障
15	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	-0.09
16	發振なし	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03
17	發振不良	同 前	-0.03	-0.02	-0.01	-0.02
18	發振なし	同 前	0.00	-0.01	0.00	臺内故障
19	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.09
20	日曜日	—	—	—	—	-0.03
21	0.00	+0.01	0.00	+0.01	+0.01	-0.03
22	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
23	+0.09	+0.10	+0.11	+0.11	+0.10	+0.11
24	發振なし	同 前	同 前	同 前	-0.04	-0.01
25	空 電	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
26	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01
27	日曜日	—	—	—	—	-0.01
28	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	+0.01
29	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03
30	-0.07	-0.06	-0.07	-0.07	-0.06	-0.07

— 早すぎ + 遅れ

天文學談話會

第四百十八回 六月十七日

N. Korev u. V. Ambranzman: — Eine Methode der Bestimmung der Höhe der Sonnenfackeln nach der Veränderung ihrer Helligkeit. (A. N. 5406, 1925)
 Ramani Kantu Sur: — On Selective Radiation Pressure and the Accelerated Motion of Gas Vapor in Eruptive Prominences. (Ap. J. 63, March 1926)
 O. F. Marvin and H. E. Kimball: — On the Question of Day-to-Day Fluctuations in the Derived Values of the Solar Constant. (M. W. R. 53, 1925)
 On the Retrograde Motion of Planets.
 野 附 誠 夫 著
 平 山 清 次 著

天文月報 (第十九卷第七號)

廣 告

天 界

第六十七號(大正十五年八月九日號)要目

天文同好會の機關雜誌
 東洋古代史大綱
 火星が近づく
 星のエネルギーの源泉(譯)
 反射望遠鏡の來歴
 「ト」S星座(山本一清) 球面天文通俗講話(上田理學士) 天文學最近の諸研究(荒木理學士) 英文欄、問答欄、本年八、九月の天文曆表、通價、雜報、同好會報等
 定價一冊金六十五錢、郵税一錢、但し會員(會費一月五十錢)には無代配布
 發行所 京都帝國大學天文臺內 振替大阪五六七六五番
 天 文 同 好 會
 理學博士 新城新藏
 理學博士 山本一清
 A・S エッチェントン
 中 村 要

(一二七)

八月の天象

星座 (午後八時東京天文臺子午線通過)

一日 ヘルクレス 蛇遊 蝸
一六日 ヘルクレス 蛇遊 射手

太陽

赤經 一日 八時四二分 九時三九分
赤緯 北一八度一四分 北一四度一分

視半徑 一五分四七秒 一五分四九秒
南中 一一時四七分・三 一一時四五分・四

右高度 七二度三四分 六八度二一分
山 四時四八分 五時〇分

入 六時四六分 六時三一分
出入方位 二・三・三度 一八・〇度

主なる氣節

立秋(黄經一三五度) 八日

Table with columns for month (月), day (日), time (時刻), and observation distance (視半徑). Rows include 下弦, 朔, 上弦, 下弦, 下弦, 最近距離.

變光星

Table of variable stars with columns: 種類 (Type), 幅 (Amplitude), 週期 (Period), 小極 (Minimum), 大極 (Maximum), 中標 (Mid-point), 常用時 (Common time), 八月 (August), D (Magnitude), d (Duration).

D—變光時間 d—極小繼續時間 m2—第二極小の時刻

東京(三鷹)で見える星の掩蔽

Table of occultations in Tokyo (Mitaka) with columns: 月 (Moon), 星名 (Star Name), 等級 (Magnitude), 入 (Ingress), 出 (Egress), 月齡 (Moon Age).

方向は北極竝に天頂から時計の針と反對の方向へ算へる

流星群 八月は一年中最も流星が多い。殊に十一日、十二日の夜半後は最も深山
赤經 二時四八分
赤緯 北五七度一
(輻射點移動)

(一二八)

(毎月一回廿五日發行)
大正十五年七月二十五日印刷納本
大正十五年七月二十五日發行

定價 二金
部十二錢
東京府北多摩郡三鷹村
東京天文臺構内
編輯兼發行人 福見尙文

東京府北多摩郡三鷹村
東京市神田區榮土代町三丁目一暫地
印刷人 島 連太郎

所 捌 賣

東京市神田區榮土代町三丁目一暫地
東京市神田區南神保町
東京市京橋區元數寄屋町三丁目
北隆館書店