

天文月報

第 43 卷 第 8 號

昭和 25 年 (1950) 8 月

日本天文學會發行

展 望

月の秤動

關 口 直 甫*

1. 月の秤動とは、力學で知られている通り、剛體の運動はその重心の運動と、重心のまわりの回轉運動との合成として考えることが出来ます。月がその重心のまわりに回轉する運動に對しては Cassini の法則と言う法則が成立します。これは丁度惑星の軌道運動に對する Kepler の法則と同様に、月の回轉運動を近似的にはありますが完全にあらわしたものであります。その内容は

第一法則。月は黃道面に對し一定の角度を持つた一つの軸の周圍を一樣な速度で回轉し、その自轉速度は月の地球に對する公轉速度と一致する。(從つて月は常に同一の半面を地球に向けている。)

第二法則。月の赤道面、黃道面、月の軌道面は常に同一直線で交る。そして月の赤道の昇交點は軌道の降交點と一致する。(故に黃道は赤道と軌道の中間にはさまれる。) 月の赤道と黃道との傾きは約 $1^{\circ}32'6''$, (*) 黃道と月の軌道との傾きは $5^{\circ}8'43''.43$ である。

第一法則の結果月は全體同一の片面を地球に向けていますが、我々の見る月面は多少上下左右に振動して見えず、この現象を月の秤動と言うのです。この秤動には大別して光學的秤動と物理的秤動とがあります。すなわち、

(1) 光學的秤動。

a. 日週秤動。第 1 圖で A 點に居た觀測者が地球自轉のため B 點に來ると月を見る方向が異つて來る。つまり地球の自轉運動により觀測者の地心視差が變化するためになるもの。

b. 經度の秤動。月の地心黃經が一樣に増加せぬ

爲に起るもの。

c. 緯度の秤動。Cassini の第二法則によつて月の赤道が月の軌道と傾いているために起るもの。第 1 圖で月が X にある時は月の北面が見え、Y にある時には南部が見える。

(2) 物理的秤動

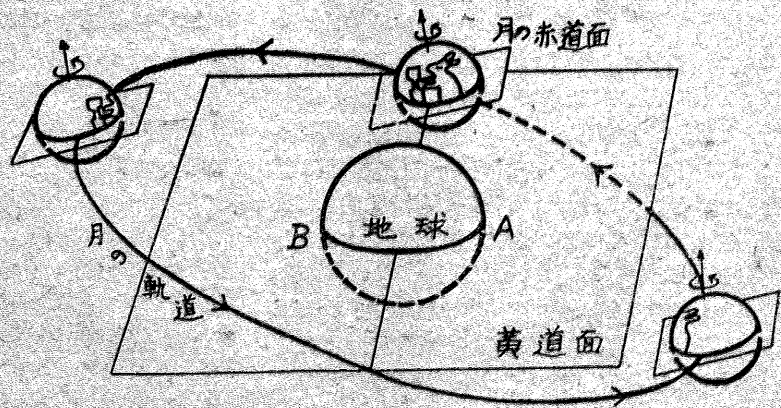
月の三つの主慣性能率が等しくないため、地球や太陽の引力により力の能率を受けているために起る回轉。

此の内物理的秤動は他の秤動に比べ小さいものですが、(日週秤動は振幅 1° 經度秤動と緯度秤動は 6° 位なのに、物理的秤動は高々 $5'$) 力學上重要なものであります。

2. 月の秤動の觀測の歴史。(ヘリオメーター出現以前)

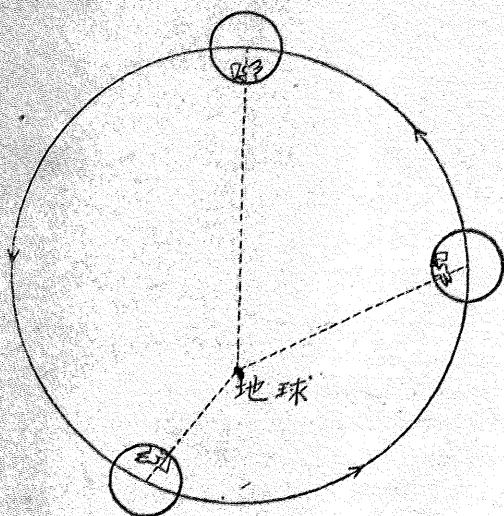
一番はじめに月の秤動の觀測をしたのは、有名な Galilei でありまして、1632 年の彼の著 "Dialogo" には月の斑點の位置は變化するものであつて、その變化量は月の地平線からの高さに関係すると述べてあります。これは日週秤動であります。彼は又緯度の秤動も發表しておりますが、これに對する説明は與えませんでした。

經度秤動の方は少し遅れて Hewellin によつて發表されました。彼はこれは月の軌道を圓形と假定し、いつも同じ半面をその圓の中心に向けているが、地球が



第 1 圖 Cassini の法則

東京天文臺 () Hayn による。



第2圖 月の秤動に對する離心圓説。

月の軌道の中心にないために経度秤動が起ると説明しました。これを離心圓説と申します。これと殆んど同時代の Riccioli は、此の説に基いて秤動の観測を行いました。1665 年に結果を発表しております。

有名な Newton は月の光學的秤動に對して初めて正しい説明を致しました。但し彼は月の自轉軸は黃道に垂直であると考えていました。

Newton と同時代の人、Cassini は所謂 Cassini の法則を 1693 年に發表しました。彼は月の赤道と黃道との傾きを $2^{\circ} 30'$ としてありますが、これは如何なる観測によるのかを明らかにしておりません。此の法則は後に Tobias Mayer の 1748 年から 1749 年にわたる、Nürnberg における観測によつて正しいことが證明されましたが、此の $2^{\circ} 30'$ の値は大きすぎることが判りました。又 Lalande も 1763 年に Cassini の法則の正しいことを観測により観測により立證し、自立證し、自轉軸の黃道に對する傾きを測定しました。

Cassini の法則が確立されたのは丁度天體力學華やかなりし十八世紀でしたので、力學により此の法則を説明する試みが行われ出しました。此の重要な問題は遂に 1764 年にフランス・アカデミーの懸賞問題となりました。そして Lagrange が第一法則を説明して賞を獲、後に 1780 年に至つて第二法則を説明することが出来ました。

此の少し後で Laplace は更に簡単な方法で Cassini の法則を説明し、更にその安定性をも證明しました。又彼は力學の理論から月に物理的秤動のあることを述べ、物理秤動には強制振動による部分と、自由振動による部分があり、その周期及び振幅を研究することに

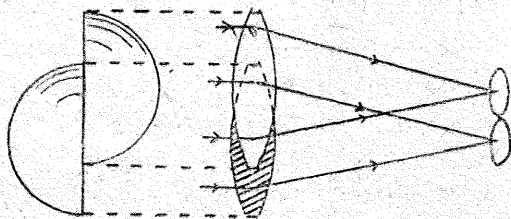
より月の慣性能率に關する知識が得られることを明らかにしました。

Laplace の勸告により、此の物理的秤動の観測が、Bouvard と Arago とによりパリーの天文臺で行われ始めました。Araso は途中で挫折しましたが、Bouvard のみ 1808 年から 1810 年まで観測し、其の後 Nicollet とする協力者を得て観測を整約したものを 1816 年に出版しました。Nicollet は其の後も観測と整約を續けましたが、これ等はいずれも精度不十分で物理的秤動は観測出来ませんでした。この観測は見かけの月面の中心から Manilius の山の位置を、その月の縁の二點からの赤經と赤緯の差を測定して決定したものでした。

これと同じ方法を、絲線測微計を用いて Kreil と Stambucchi がやりました。彼等は 1831 年から 1834 年にわたつて Mailland 天文臺で観測し、1837 年に結果を發表しました。これによれば物理秤動の最大項が $5' 42''.6$ の振幅を有するとしております。

3. ヘリオメーターの發明とそれによる観測。其の後少し間を置いて天才 Bessel によつてヘリオメーターが作製されました。これは天球上の二點の角距離を 2° 位の幅にわたり精密に測定出来る機械で、主に太陽の視直徑測定に使用されます。これは一口に言つて赤道儀の對物レンズが眞二つにわつてあるものと言つてよいでしょう。二つの半月形のレンズはおのの焦點面に像を結びますが、二つのレンズがきつちり重なつておれば、二つの像は全く重なつて赤道儀と何のかわりありません。次にレンズを徐々にずらしめると、像は二重に分離して見えます。天球上の二點の角距離を測定するには、一つのレンズによる一點の像を他のレンズによるもう一つの點の像に重ねる様に一方のレンズを動かします。レンズのずらした量と天球上の二點の角距離とは比例しますから、これによつて天球上の角距離が求まるわけです。

Bessel は此の機械の理論を樹立し、月の秤動の観測に對する處理法を 1839 年に發表しました。これによつて直ちに二人の月面學者 Beer と Mädler が秤



第3圖 ヘリオメーターの原理。

動の観測を試みましたが、その結果は発表されなかつた模様です。

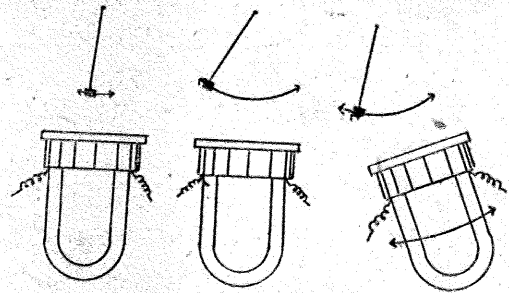
更に Bessel の方法に従つて観測をしたのは、Bessel の弟子であるケーニヒスベルグ天文臺の Schlüter です。彼は 1841 年から 1843 年にかけてなしたもので、Mösting 山 A と月の縁邊の點との角距離を測定したのです。彼は早逝したので Wichmann がその整理にあたり、月の物理的秤動は極めて微小で、地球から見て $1'' \sim 2''$ 以上の角にはならないことを見出しました。又 Wichmann 自身も観測を行い、月の縁の圓形よりのズレに困難を感じていたと述べております。Schlüter の観測は又 Franz, Stratton によつても研究されました。

Hartwig は 1875 年より金星の太陽面通過の観測の遠征にそなえて、ヘリオメーターの常数を決定し、あわせて光度による影響を調べようとして月の秤動の観測を始めました。彼は先づ Bessel の方法を再検討するため、Bouvard, Arago, Nicollet の例にならつて Manilius 山の位置を測定し、1875 年より 1876 年にかけて 42 個の観測をしました。更に彼は 1877 年より 1879 年にかけて、ストラスブルグで Mösting 山 A の測定を 42 個やりましたが、これは Schlüter や Wichmann のそれとを比較するためでした。これは後に Franz によつて研究されております。又 1884 年から 1885 年に 36 晩の観測を Dorpat 天文臺でやり、最後に 1890 年から、1922 年まで 260 晩の観測をやつております。彼の観測法は月の縁に近い 14 個の點を選び、その點と Mösting 山 A との角距離及び位置角を測定しました。

Hayn は 1898 年より 1901 年にライプツヒヒで秤動の観測を行いました。彼は月の縁に近い四點をえらび、Mösting 山 A とその四點、及びその四點と月の縁との赤經差、赤緯差を観測したのです。Hayn は自分の観測及び Hartwig の観測によつて、“Selenographische Koordinaten” と言う四巻にわたるぼう大な研究を發表し、寫眞観測とあわせて月の縁邊地圖を作製しております。

前世紀から現在に至るまで継続的に秤動の観測が行われているのはロシアのカザン天文臺で、観測を整約した結果は時おり發表されております。

月の秤動の観測を寫眞観測によつて行おうとする試みはバリーの Puiseux をはじめ二三人の人によつて試みられましたが、いずれも精度不足で失敗しております。現今では月の秤動を観測するための最良の方法はヘリオメーターによるより他はないとされております。



第4圖 月の秤動運動の模型。

月の $1'$ の回轉角は地球より見てわずか $0.3''$ にしか當らぬので、月の物理的秤動の観測がいかに困難なものか想像されます。それを如實に示すため、上記の観測家によつてなされた観測による經度における物理的秤動の最大項たる年週變化の項の大きさを掲げておきましょう。

Nicollet	4' 49.77"
Kreil, Stambucchi (絲綫測微計)	5' 42.6"
Hartwig (ヘリオメーター)	3' 27"
Franz (ヘリオメーター)	2' 13.73"
Hayn (ヘリオメーター)	59"
Stratton (ヘリオメーター)	2' 9"
Puiseux (寫眞觀測)	19' 6"

4. 月の秤動の研究の主な意義

(1) 理論上の興味。月の秤動運動は極めて微細な運動であり、外力の働き方も複雑で、又地球の場合と異つて三つの主慣性性能率の大きさが異つています。この爲月の秤動の理論は、地球の回轉の理論の様に多くの省略する理論では不充分でもあり、又 Cassini の法則の安定性を説明することも不可能になります。この爲にはどうしても解析力學によつて運動方程式を變形しなくてはなりません。又方程式を解く時も、丁度球面振動の問題をもう一まわり複雑にしたような方程式を解かなくてはなりません。第4圖をごらん下さい。鐵片を吊り下げ、下から磁石で引つばつた模型を考えます。振子のふりはばが小さい内は正弦函數で近似されますが、振幅が大きくなると橢圓函數を用いなくてはなりません。更に下の磁石も左右にゆれると更に複雑さが増しますが、月の秤動は模型的に考えてこんな運動なのです。月の秤動の理論は剛體の回轉運動の理論の問題としては最も高等なものの一つと言えます。この爲 Jönsson, Charlier, Andoyer をはじめとする多くの學者が多くの秤動の理論を發表しております。

(2) 特異精率の存在。月の秤動の理論によれば、

月の主慣性能率の比が或る値に達すると月の経度方向の物理的秤動が共振をおこして振幅が無限大になってしまいます。

今月の二つの主慣性能率を A, B, C とし、 $A < B < C$ とします。更に

$$\alpha = \frac{C-B}{A} \quad \beta = \frac{C-A}{B} \quad \gamma = \frac{B-A}{C}$$

とおきますと、 α, β, γ の間には

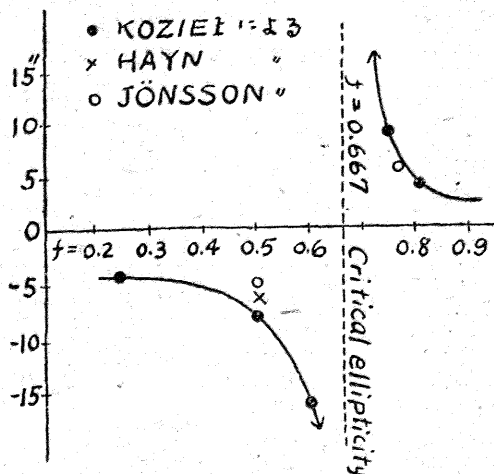
$$\alpha - \beta + \gamma = \alpha\beta\gamma$$

なる関係がありますので、此の三つの量の間で二つだけが独立した量です。更に月の秤動の理論から β と、黄道に對する月の軌道傾斜角、赤道傾斜角との間に一定の関係式が成立しますので更に独立な量は一つ減つてしまいます。よつて今

$$f = \frac{\alpha}{\beta}$$

とおいて f で月の楕率をあらわすことにします。すると月の経度に對する秤動項のうち、月の昇交點より近似點までの角距離の2倍を引數に含む項が $f=0.667$ に對して無限大になつてしまうのです。此の項の f に對する大きさは次のグラフに掲げる通りですが、 f の値が 0.667 をすぎると項の大きさは符號が逆になつてしまうのです。Hayn を始め多くの學者はこの値を 0.5 位に見積つていましたが、最近のクラカウ天文臺の Koziol は Hartwig の 1884 年の觀測から、どうも f の値は特異楕率の反對側の方にあるのではないかと一言を言つております。觀測の精度が充分でないで斷言は出来ないのですが、今後の精密な觀測が期待されます。

(3) 月の掩蔽觀測、日食觀測に對する應用。最近



第5圖 特異項の振幅と楕率との關係。

の様に月の掩蔽や日食の觀測の精度が向上して來ますと、月の縁邊のこぼこが問題になつて來ます。これに對して Hayn の “Selenographische Koordinaten” に月の縁邊の地形が研究されてあり、これによつて日食や掩蔽の觀測の補正がなされておりますが、その精度は尙充分でなく、今後の研究の餘地がある様に思われます。

天文學普及講座

本會及び國立科學博物館協同主催、科學博物館にて

8月19日(土)午後1時半より

天文ニュース解説 東京天文台 古畑 正秋
星雲の宇宙 横須賀學園 水野 寛平

田上天文臺長・山本一清編

圖說天文講座 全八卷

中學高校生のため、千六百餘の天體寫真圖形を挿入したグラフィック天文學講座

第七回 遊 星 發賣 價各280圓

內容 太陽系の創世・水星金星火星・小遊星・木星と土星・天王星海王星冥王星

6回 恒 星 5回 銀河と宇宙

4回 東西天文學史 3回 觀測

機械と天文臺 2回 地球と月

1回 天球と星座

東京銀座西八の八 恒 星 社 版

KANKÔ
カンコー

15種二眼天體反射望遠鏡

(特許出願中)

本機は望遠鏡の左右に接眼部をもち二人で同一天體を同時に觀測出来る、教師が生徒に説明する事が出来學校必備品であります。

◇ 主要製品 ◇

高級天體反射望遠鏡及び部分品各種、對物レンズ、接眼鏡望遠鏡、自作用部品一式、アルミニウム鍍金

關西光學工業株式會社



京都市東山區山科御陵四丁野町68

電話 山 科 57 番

小惑星観測計算協力の復活

廣瀬秀雄*

昨年Ⅶ月にレニングラード版の“小惑星位置推算表集 1950”が到着した。1949年度用と同様にソ聯各地の天文学者の協力計算による1950年中に値になる全小惑星の推算位置がのつているが、要素の改良等はありません。此の中特別摂動の計算されているものは大部分年末に到着した天文連盟版の“小惑星”にソ聯分擔として採録されたものである。天文連盟の手によりシンシナチ天文臺より出版されるものは各國の天文学者の協力の下に出来る限り摂動計算、軌道改良等のすんだ結果をのせる方針であり、日附は1950年よりは10日毎の標準日附(その日の[12時U.T.]に於けるユリウス日が10の倍數)となつたの

いや、まつたくですなア。夏の夜は蚊をきずにして五百兩なんていいますけど、こうやつてへちま棚の下で蚊を氣にしながら傾けるビールの味は、冬窓の下で安直に冷やしたビールを眞赤にもえるストーブの傍でキューとやるのとは、又別な趣きがありますナ。いや、まつたく仰せの通り、こうやつて呑む時にはお月さんは絶対に必要ですナ。半月よし、満月よし下弦また結構。ところがこれが商賣となると、世の中に月ほど腹にさわるものがないんだから、これ又妙ですな。新星が出たとか、珍しい星が見えたというんで、どうしても寫眞をとらなければならぬ時でも、お月さんがあるとどうもぐあいが悪い。満月近くで、しかも相手の天體がかすかだとなると、どうにも手がつけられん。日本の話じゃないんですがナ、銀河系外星雲中に新星をさがす仕事もお月さんがあると休みできア。こちらでもデリケートな仕事は休みになる。若い連中は喜んでいまさア。雨具なしの輕装で遊びにいかれますからナえッ!奥さん連中が喜ぶかつておつしやるんですナ。そいつは聞きもしましたワイ。蟹は満月になるとやせるそうですが、天文学者はどういうことになりますナ。

わつちらの商賣となると、そんな餘徳もなく、微頭微尾いじめられ通しですワ。第一お月さんの運動が實にややこしい。彼女にすれば、自然の理法通り動いているだけよということになるんでしょうがそれが何とものかんとも申し上げようのない複雑さで

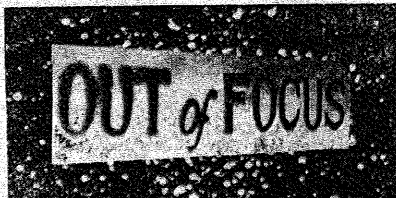
であるが、此のソ聯版では以前同様8日毎に位置が與えられている。兩方共要素表はついていないが、最新の要素を集めたものはドイツの天文計算局から昨年末出版物第1號として發行された。

數多い小惑星の年々の位置を推算し出版する事業はGauss以來の傳統で戦前迄はベルリンにあつた天文計算局が中央局として観測計算につき世話をやき、小惑星(Kleine Planeten 以下KPと略記する)というパンフレットを年々發行して既知の全小惑星の推算位置をとりまとめる外、當時キールで出版されていた、Astronomische Nachrichten (A. N.)誌上に改良要素、改良位置推算、観測等が發表されていたが、漸時事業の盛大になるに従い、A. N.誌面では足りず、A. N.誌は1917年以來、観測回報(Beobachtungs-Zirkular der A. N.)を發刊し、小惑星關係のデータと共に彗星變光星等の観測速報をも行う事にした。

してナ、大ブラウン先生がおよそ20年の歳月を費して作りあげた運行理論を以てしても、なお且つ完全でない。大の男ども、花恥かしきお嬢さんがたが、ブラウン先生の方式にのつとつて、夜に日をついで、いや、計算するだけで観測しない公務員だから日に日をついでですかナ。とにかく精魂を傾けてやつとこすつとこ、彼女の居場所を“こんなじやろう”とでつちあげると、彼女はあつさり“私そんな所をうろうろしないわ”てんで、別な道をお通りになる。

全くがつかりですワ。それではというんで、彼女の通り道を正確に突きとめるために、星食というヤツを観測する。星食ですかい?これは彼女の大きな圖體でお星サマをちよいとかくす現象なんですナ。1年を通じて100回もありますナ。計算は日食と同じことなんで、計算方法はきまつて

いるんですが、どの星がかくされるのか、それを見つけることからしなけりやならず、それに數が多いんで、これまた一苦勞ですワ。數が多いから苦しきれにちよいと手を抜くと、仲間から豫報が正確でないと観測するときに疲れてアカンワ“と文句が来る。全くもつていやはやですテ。“久方のあめにうるつく月なくば、いかにこの世はのどけからまし”というのは、いつわらざる本音ですナ。原子大砲のデカイのもできたら、一發お月さんにドカンとくらわして、天空の彼方に追放したいといつたら、ロマン派のお嬢さん方からにらまれますナ。いや、どうも蚊がひどいですナ。敬白



1916 年迄は *Kleine Planeten* は獨逸天文曆の別冊附録の様なもので、獨曆には年々の觀測發表の出版物名、要素表其他小惑星關係のデータが記載されていたが、以後は小惑星部門は獨立した形になり、1925 年度用に到り始めて巻頭に 1046 箇の小惑星の要素一覽表のついた KP が出版された。

此の頃に到り漸く位置推算事業が計算局の重荷になり始め、槓動計算、軌道改良等に手がぬけ勝になるので、天文計算局の G. Stracke 小惑星部長は積極的に廣く各國の天文學者の協力を求めた。當時外遊中の平山清次教授はベルリンで Stracke と會談し、その窮狀に同情され、歸朝後學術振興會の補助の下に秋山薫氏と共に事業分擔を引受けられ、ここに日本の小惑星に對する國際協同事業が始まり、同時に三鷹に移つた Brashear 天體寫眞機による小惑星の系統的觀測も開始された。

1925 年にベルリンの天文計算局は小惑星關係の材料をのせた *Zirkular des Astronomischen Rechen-Instituts* (R I と以下略記する) を謄寫版で發行し、始めは殆んど B Z と同じ内容であつたが、1932 年以後 B Z の内容が少くなると共に、唯一の小惑星専門の通報機關となり、この出版により今迄、ニュース、マルセーユ等でていた中央局的觀測發表の小出版物も全部廢止され、統合が完成した。

一方 KP は 1926 年用以後は再び巻頭の要素集を省略し 1931 年迄之が續いたが、1932 年以後は毎年要素集をつけて出版される事になつた。日本に戰前到着した最後の KP は 1941 年用であつたが、其後 1945 年用迄は引續き印刷出版されたという、最後の 1945 年用はハレ市で印刷された。1946 年用は戰後手書き原稿が米軍關係筋を通してアメリカに到着し、その寫眞石版複寫が米國から配布されたという。

以上の様にとにかく 1946 年迄の KP のドイツ版は出たのであるが、勿論以後の推算事業はこのままでは繼續される筈はないので、各國の天文學者の感じた不便は大きく、小惑星觀測の一方の旗頭であるウツクル天文臺の Delporte (其頃は世界天文連盟の第 20 委員會——小惑星——の委員長) は位置推算及び觀測事業の復活を計畫し、手始めにヨーロッパ各國の天文家の助力を得て推算を行い、結果が出来上る毎にバークレー天文臺 (米國) へ送つたので、同天文臺の Cunningham は之を謄寫版ずりで配布した。又 Delporte は 1946 年Ⅻ月 14 日附の *Harvard Announcement Card* No. 781 により小惑星の國際的分擔觀測を提案した。此の様な委員會の動きに應じて 1947 年用位置推算が始まつた。1946 年の末になつて Eckert の指揮の下

にワトソン科學計算研究所 (Watson Scientific Computing Laboratory) は當時まだ計算分擔が出来ていないと連盟委員會が考えた 783 箇の小惑星の位置推算を行い、コンニャク版で 30 部程複製、配布し、又レニングラードの理論天文研究所は二部に分けて位置推算表集を出版配布したとの事である。

此の頃日本に於ても小惑星位置推算表の必要が痛感され、1946 年以來日本學術研究會議内に萩原教授を班長とする小惑星彗星研究委員會が置かれ、258 箇の小惑星の 1947 年用の位置推算が國內の専門家、アマチュアの協力で行われ、謄寫版で出版配布され、之は占領軍の手を通じて米國に送られたが、1947 年Ⅳ月到着したという。日本では當時此の様な連盟委員會のプランについては殆んど不明で、此の計算事業は勿論連盟の仕事と重複するものであつたが、吾々としては位置推算表が確實に國內に來る迄は此の様な仕事を續ける積りで、1948 年用も同様に學術研究會議より 329 星の推算表が出版され、内外に配布された。そして此の仕事が契機となり、連盟の事業も段々わかつてくる様になつた。

1948 年用の全小惑星の位置推算表集はレニングラードより上下二巻に別けて 1948 年に出版され、日本にも到着し、又ドイツ天文計算局とハイデルベルク天文臺の協力で作られた 1948 年前半用の 273 星の位置推算集又上記の Delporte の機に應じてベオグラード天文臺の計算した 106 箇の小惑星の推算表集 (1947, 1948 用) ラブラタ天文臺での計算結果等が手に入る事になつた。

かくして一應 1948 年用の“小惑星”は出来上つたが、まだ出来ない 1947 年用は先に記した諸材料により天文連盟監修の下にシンシナチ天文臺より“*Minor Planets for 1947*”と題して 1948 年に出版された、之には主として KP 1945 年による要素表がついている。

此の様な狀況は勿論日本の研究班の計算方針にも變化を要請するものであるが、1948 年初にはまだ全體の様子ははつきりしていなかつたので、二重計算は覺悟の上で我々の入手し得る位置推算集を作る意味で、又同時にある意味で重複しない様出来るだけ攝動を算入した推算を行う事とし 1948 年に 1949 年用を内外に配布する事が出来た。然も此の頃に到ると、外國との連絡もうまくつく様になり、日本にも公式に計算分擔の依頼があり、又 1948 年Ⅷ月の天文連盟總會で、“小惑星”の今後の定期出版が確立し、且つ 1949 年初には 1949 年用のレニングラード版“小惑星”天文連盟版小惑星の一部等が手に入る様になつたので、學

術會議内の小惑星彗星研究班はその大部分の使命を果たしたので、1949年Ⅲ月末解散した。然し計算協力の問題は今後永く残るものであるが、萩原舊研究班長の努力により東京天文臺の天文計算部が主としてその面に當る事となり、國內の篤志アマチュアの協力をも得て、152箇の小惑星に關する1950年用の計算結果が國際協力第1年の貢獻としてシンシナチの新中央局へ昨年Ⅶ月に又1951年用の結果は本年Ⅶ月に送られた。

此の様に計算方面の協力計畫は一應確立したが、一

方觀測計算の連絡の爲の出版物はRIの出版が中絶していたので1947年初(?)にシンシナチ天文臺より謄寫版によるMinor Planet Circularが發行される事になり一應あらゆる小惑星關係のデータを集録する様計畫されている。そこに發表されている所より各國天文臺の觀測狀況を推察するにどこも推算表の不足になやまされ又戰爭の直接影響の爲1942年以來觀測は少くなつてゐるが、之が昨年位いから非常な力で復活しているのを見るのはうれしい事である。

新 刊 紹 介

Z. Kopal: An Introduction to the Study of Eclipsing Variables (Harvard University Press, 1946)

著者 Kopal が食變光星に關する研究を紹介するのに最も適した人の一人であることは Russell が本書に寄せた序文に待つまでもなく明らかなことである。しかし本書は主として、如何にして觀測資料を十分に説明しつゝせるような諸要素を導き出すかという、いわば Kopal 自身が最も大きな關心を持つていた問題に關する研究を解説したものであつて、決して食變光星をあらゆる角度から見たといったような総合的な書物ではない。

本章は全部で九章に分けられているが、第一章では序章として食變光星の研究の歴史を、第二章では“食の本性”という題のもとで光度變化の理論を述べている。第三章から第六章までは兩星が比較的離れている場合を取扱い、しかも第三章は全體に對する基礎理論、第四章は圓軌道の場合第五章で離心率を考慮に入れ、第六章ではじめて星が歪んでいる場合に論及するといったように極めて手際よく秩序立ててある。第七章ではいよいよ問題の核心に突入し、自轉と起潮力とによつて變形された星の表面輝度分布の周邊減光と重力効果を、第八章では食の最中即ち極小内 (within minima) での光度變化の理論を述べ、最後の章に於てはこれらを準備として最終の目的である歪んだ形の近接連星系での諸要素の決定に及んでいるが、このような實情に則した複雑な場合の取扱いが如何に困難であるかは、著者がこの方面の理論的研究が三十數年來殆んど本質的には變つていないと慨いていることからでも理解される。

本書の全體の構成は上記の通りでさるが、特にこの方面に關心を持つてゐる讀者のために、今しばらく各章の内容のあらましを紹介してみたい。

第三章“諸要素の決定”に於ては先づこの方面の理論研究の草分けともいふべき、皆既食の場合に對する Russell の法 (Ap. J. 35, 36, 1912) を詳しく説明したのち、それを改良した Kopal の法、Fetlaar の法に説き及ぼしている。部分食の場合は食甚のときの食分という新しい未知數が加わるため問題が複雑になるが特に食分が浅いほど要素の決定が不確かになる。これに對する分光學的材料を利用しての Petrie の法は筆者には興味が深かつた。第四章は前章の第一要素を改善することを述べているが、そのために、新しく I_{pr} なる積分函數を導入して行つた著者自身の研究 (Proc. Amer. Phil. Soc. 86, 1943) が巧みにまとめであり、同じく色指數を利用して周邊減光を決める方法 (同上 84, 1941) も興味深いものである。

第五章では第二極小が第一極小間の眞中に來ない離心率のある場合に就いて筆を進めているが、中心食の場合とちがい部分食となると嚴密には解けないのである。また最小自乘法で補正する法を述べこれは、食連星軌道の理論に關する最も難しい部分だといつてゐる。

“第六章”歪んだ星の平衡では自轉と起潮力によつて歪んだ星の形狀を主にの理論に Clairaut 基いて説き次いで歪んだ星の表面の輝度分布が、周邊減光と共にこれと同程度に於て von Zeipel の重力效果に左右されることを述べている。實際にこの兩者がこんがらがつていて分離し難いことが食連星の問題をむづかしいものにしてゐるわけである。

第七章からは近接連星の光度曲線を解くわけであるから、兩星の扁平率と反射效果とが光度を如何に左右するかが詳しく説かれてゐる。しかし第七章はいわば極小と極小の間 (between minima) の光度變化の理論であつて、食を起した場合は第八章となつてゐる。第八章は恐らく本書中最も難解の部分であるが、著者が心血をそそいで研究した問題であるだけに力がこもつ

ているように感じられた (Ap. J. 94, 1941; 96, 1942). 特に私として感に堪えないのは前章及び本章の所論の開拓者が京大助教授竹田新一郎先生であつたことで、本書には竹田先生の研究に相當の頁を割いているが、この研究 (1934) が長く世に知られないで空しく埋れていたことを著者と共に心より惜しむものである。

第九章の歪んだ形状の連星系の要素の決定は本書の最後の目標でありながら、未だ研究の途中であることが伺われる。即ち三十年前に Russell が兩星を相似なる橢圓體と假定して扁平率の影響を軌道傾斜の影響から分離することに成功して以來、多くの人によつて同じ方法が踏襲されたに過ぎないのであつて、Kopal 自身の苦しい研究の跡を示している (Ap. J. 95, 1945; Proc. Amer. Phil. Soc. 85, 1942). 尚 Russell の簡便法 (Ap. J. 102, 1945) に最後の望みを託しながらも著者はこの問題は實に “newly opened and still almost virgin field” であると述べて本書を結んでゐる。

要するに本書は食變光星の諸要素決定の理論を體系づけた極めて優れた解説書であつて、將來この方面の研究に進まれる學徒にとつては好個の教程であるといえよう。(村上忠敬)

H. B. Webb: Webb's Atlas of the Stars.

(149頁, 案内圖 10 圖, 星圖 110 圖, Harold Webb, 145 President, Lynbrook, Long Island, N. Y. 發行 5.5 ドル)

此の星圖に就いては我國に於ては餘り知られていないが 1940 年に第 1 版が出た。現在入手し得るのは第 2 版 (1945 年) である。大體はドイツの Beyer 星圖に似ており、北極より南緯 23 度迄の恒星 (9 等まで) 約 10 萬個及び若干の星團雲、變光星を含んでおり、經緯線は赤經は 20 分毎、赤緯は 5 度毎に記入されている。スケールは Beyer と同じく 1 度が 1 糧であるが黒色クロース装幀 21×26 糧の使い易いサイズになつてゐるので、過大で使用に不便な Beyer よりずつと頁數が増加しているのは止むを得ないが、多少細分し過ぎた嫌いがあるので、索引用の星圖がそえられている。主な星座の輝星が線で結んであり、主な變光星が記入されていて、卷末の主要長周期變光星表等と共に便利である。但し分點が 1920.0 であるので Bonn 星表と直接比較出来ない憾みがある。紙質も印刷も良好である。Bonn Beyer 等の微光星を含む星圖の入手が困難な現在、容易に入手し得る唯一のものとして、變光星、彗星、小惑星等の觀測家にすすめる。(三谷哲康)

1950 年の東京 (三鷹) で見える掩蔽 (3)

下の表は本年 9 月までの掩蔽の豫報で、R は出現、D は潛入を示す。a, b は各地の經度差及び緯度差によつて時刻に加ふべき補正量、即ち東經 λ° 北緯 φ° の地では $\alpha(139.54 - \lambda) + b(\varphi - 35.67)$ である。

月 日	星 名	等 級	現 象	月 齢	時刻 (中央標準時)		a	b	p
				b	h	m	m	m	
VII 3	128 B. Capr	6.5	R	17.0	2	12.2	-2.6	+0.1	272
VIII 1	70 Aqr	6.2	R	16.5	0	33.4	-0.4	+2.7	185
2	98 B. Pisc	6.4	R	18.4	23	38.5	-1.3	+1.3	269
5	27 Arie	6.4	R	21.4	23	21.0	0.0	+1.3	262
25	56 B. Capr	6.3	D	11.8	21	29.4	—	—	136
IX 3	27 Taurm	3.8	R	20.9	22	21.0	+0.3	+1.4	249
3	28 Taur	5.2	R	20.9	22	23.6	+0.1	+1.2	267
7	49 Auri	5.0	R	24.0	0	46.8	-0.1	+0.6	290
7	25 Gemi	6.5	R	24.1	3	39.0	-1.7	-0.1	300
20	234 B. Sgtr	5.9	D	8.4	21	24.4	-2.0	-1.1	99
21	-25° 14697	7.0	D	9.3	18	43.1	-2.5	-0.2	116
22	-20° 6178	5.4	D	10.3	18	53.9	-1.9	+1.3	68
22	ϕ Capr	6.7	D	10.4	20	52.7	-2.3	+0.3	80
23	39 Aqr	6.2	D	11.4	23	33.6	-0.6	+1.3	25

Milne の新脈動理論 今迄の脈動理論は Eddington 以来断熱振動の假定を少しも疑わずに使つていた。それというのもこの假定によつて方程式の取扱いが極めて簡単になるからでもあつたし、又星の内部に於ける高度の opacity から見ても至極もつともらしく思われた故でもあつた。然しこの假定は星を作つてある物質が断熱的な壁で遮断された細胞の集まりであることを意味し、輻射の流れはこの細胞壁でさえぎられ、たとえ振動したとしても光度は變動しない筈である。Milne は以前からこの考えを主張していたが(萩原先生のお話による)數學的困難さを如何にして克服するかが問題であつた。Ledoux は 1945 年脈動理論に初めて Virial を導入し氣體球の振動周期を求めるのに成功した。昨年 Milne は同じく Virial 定理から出發したが光度の變動を表面速度の函數として表示した。それによると微小振動の場合

$$\delta L = \frac{\dot{r}_0}{3(\gamma-1)r_0} [\sigma^2 I_0 - (3\gamma-4)Q_0]$$

$\dot{r}_0$ は表面速度、この式を導くに當つて断熱假定を用いていない點がミソになる。一方断熱假定を入れた、Ledoux の理論によると右邊の [] 内が丁度 0 になつて、その時の σ (振動數) は實際に較べてかなり良い値を与える。そこで若し振動が断熱的であるとすれば $\delta L=0$ となつて光度の變動はなくなる。然し變光星はその名の示す通り $\delta L \neq 0$ であるから、星の振動は断熱的に行われるのではない、が断熱に非常に近い(周期は断熱で良い値を得るから)、之が Milne の第一の結論である。更に上式を眺めると光度の變動は表面速度に比例しているから、もし [] 内が正ならば極大光度=極大膨脹速度となつて、從來の結論と全く反對になり、従つて位相のおくれの問題は一擧に解決される。又 [] 内が負ならばこの光度-速度の關係は逆轉する。實際前者は Cepheid に後者は長周期に見られる一般的な特徴である。[] 内を少し變形すると内部の質量分布のみに依存する不等式が得られ、質量が一様に分布している時は [] 内を正、質量が次第に中心に集中するようになると負になり、Cepheid 及び長周期が夫々に相當するであろうことが推論される。断熱ではないがそれに近いので括弧内は當然非常に小さくなり變動する光度を量的に求めるのはデリケートな問題となり Milne 自身そこ迄はやつていない。若し彼の理論が正しければ劇期的であるが、かなりの異論が豫想されるので茲には彼の主張の要點を述

べるだけにとどめたい。(M.N., 109, 517, 1949)

(檀 原)

内部構造方程式の圖式解法 内部構造論の基礎式は通常 4 元連立であるが、點源モデルだと 3 元になる。すなわち方程式は

- (1) 流體靜力學的平衡(壓の分布を記述する)
- (2) 質量の連續(質量の分布を記述する)
- (3) エネルギーの流れ(温度の分布を記述する)

この 3 本で未知函數は例えば ρ , M_r , T , 自變數は例えば半径方向の長さである。いろいろなモデルでこれを數值的に、解くのが厄介であることは有名である。C. M. Bondi と H. Bondi とはこれの圖式解法を案出した。彼等は自變數として

$$S \equiv 4\pi \frac{Pr^4}{GM_r^2}$$

というものをを用い、未知函數として次の 3 個を用いる

$$Q \equiv Pr/GMr\rho, N \equiv 1 - d\log\rho/d\log p, Z \equiv Z(N)$$

このうち N はポリトロフ常數によつて定まる函數であるからその變化は非常に緩慢で、 S のせまい區間では常數として扱うことができる。 Z はエネルギーの流れる機構(輻射、對流など)によつて異なる函數であるが、方程式(3)は近似的にはこれらの函數を用いて記述することができる。

もともと星の構造の骨組みは方程式(1)だけで定まるのであるが、さらに巧妙な函數變換によつて、一つの函數以外は小變域では殆んど常數として取扱い得るような形にしたところが、圖式解法の可能なる手品の種なのである。

圖式解法に用いるダイヤグラムは N の種々の値に相當する何枚かで 1 組となつており、希望者にわけてくれるそうである。一つのモデルの計算に要する時間は約 1 日であるという。(M. N., 109, 62, 1949)

(大 澤)

太陽からの軟 X 線と電子 オーロラのスペクトル觀測で時に 600—1000 km も高い場所で軽い水素やヘリウムの瓦斯が殆んど認められないで窒素分子や酸素原子の存在が知られている。この事實は普通の考え方では不思議なことであるが、Vegard は何等かの電氣力によるものであるとし次の如く考へている。

太陽では黒點活動などのために物質が内部から表面近くに持上げられ、その物質は高電離しているがそこで再結合を起し軟 X 線型の光と光電効果で高速度電子を發生する。太陽コロナの輝線は Fe, Ni, Ca 等の高電離原子のメタステーブル・グランドステートから發するものであるが、このような原子は彩層の上部で再結合で軟 X 線輻射を生じコロナの形成となるばかりで

なく、地球にも到達して電離層、黄道光、オーロラ、磁気嵐等の成因となる。例えば FeXIV イオンで発生する最大振動は Al の K 輻射とほぼ同様で最短波長は 8.0 Å で之は 1500 e. v. に相當する。之れは E 層の形成に關係し Waldmeier の研究結果と一致する。

太陽からの電氣輻射はその大きな透過力から電子と正イオンが全體として中和されていて速度變化がなく地球に到達するが、地球大氣に入ると正イオンはすぐ吸收されるが電子はなお大きく透過し低い處まで達しそこに負電荷をも發生させて電離層の擾亂移動やオーロラ極磁気嵐の發生機構に關係する。

距離の遠い場所では陽イオンは大部分陽子となり、太陽からの電氣放射は電離層に達する頃電子と陽子との混合であるので水素の驟雨や $H\beta$ 線で見られる 300km/sec のドップラー効果なども説明される。

かくの如く太陽爆發現象は高電離酸素と電子の根源で、彩層上層で再結合によつて發生した軟 X 線及び高速度電子は太陽コロナの原因ともなり、またその物質の勢力の強弱は地球電離層、オーロラ、磁気嵐、黄道光等の成因とその變化の原因であると言ふのである。現象相互の關係の細い點まで到底現在の處説明されないが清想には面白いものがある。 (野 附)

1950 年 9 月 12 日の皆既日食の各地豫報について

内 田 正 男*

9 月 12 日の日食も近づきました。が、日本各地三十三箇所を選んでその豫報をのせます。これの計算については次の補正值を採用しました。

$$4L_{\odot} = +1.''0$$

$$4L_{\zeta} = -2.''0$$

$$4B_{\odot} = 0.''0$$

$$4B_{\zeta} = -0.''5$$

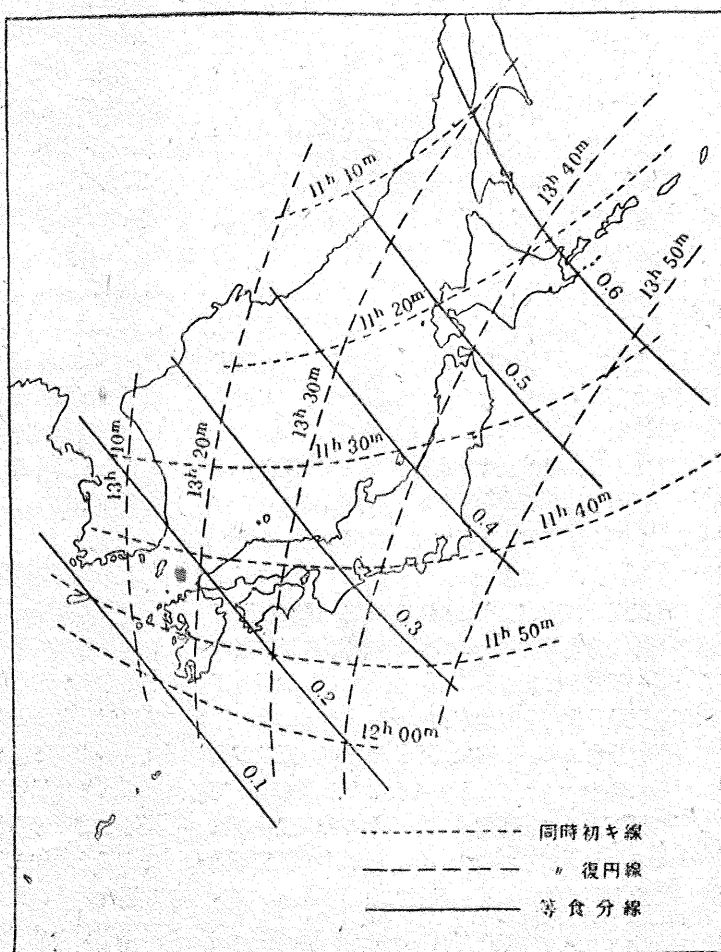
紙面の都合で一昨年 7 月 9 日の金環食に際して、よい観測結果をよせられた方の観測地のみを選びました。それらの方が一そうよい結果を寄せられると共に、豫報ののせてない場所の方達もこぞつて優れた観測をされることをお願いします。

*東京天文臺

秋季年會についてのお知らせ

10 月初旬、仙臺東北大學において本會秋季年會を開催いたします。講演申込みは 8 月 15 日までに演題、所要時間、アブストラクトを添えて本會年會係宛お送り下さい。

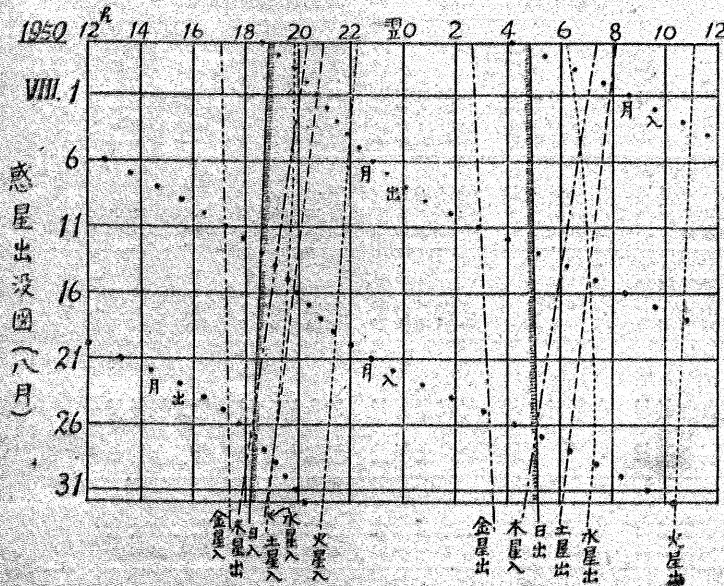
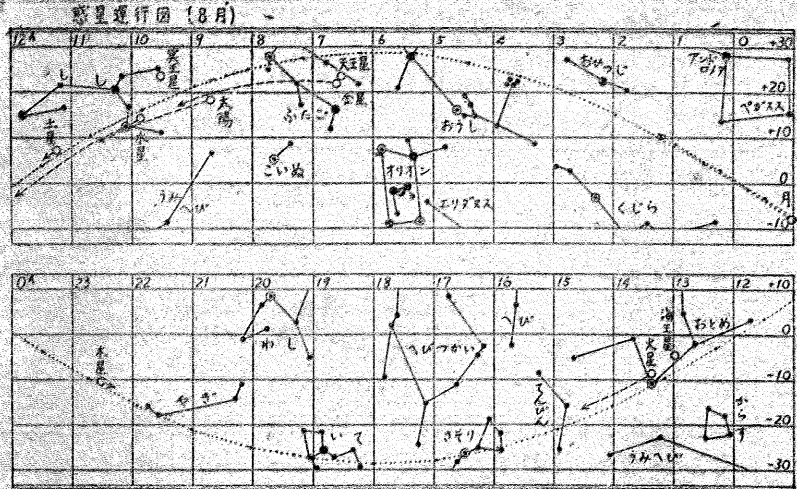
☆歐文研究報告 第 2 卷第 3 號原稿を 9 月 10 日までにお寄せ下さい。



番號	地名	高度	經度	緯度	初				食				基				復				番號
					時	刻	北極方角	天頂方角	時	刻	北極方角	天頂方角	食分	時	刻	北極方角	天頂方角	時	刻	北極方角	
1	佐藤濱	m	-129 45 52.5	+33 9 29.4	11	48 52	13.7	26.0	12	32 41	44.8	38.2	0.144	13	15 42	75.6	51.9	13	48 52	75.6	1
2	佐藤濱	120	-130 42 34.5	+33 4 36.0		40 06	12.6	23.2		34 56	44.9	35.5	.156		19 23	76.9	50.3		19 23	76.9	2
3	佐藤濱		-132 4 36.0	+34 54 0.0		41 04	6.6	16.8		32 45	44.3	34.4	.222		24 10	82.7	55.0		24 10	82.7	3
4	觀音寺		-133 37 40.5	+34 32 6.4		42 34	3.7	12.3		35 53	44.4	30.7	.244		29 12	84.7	53.3		29 12	84.7	4
5	觀音寺		-133 38 31.5	+34 7 33.0			4.5	12.6		36 45	44.5	30.2	.297		29 26	84.1	52.3		29 26	84.1	5
6	飯田	7	-133 46 18.0	+34 35 33.0	11	40 50	3.4	11.8	12	35 59	44.3	30.4	0.248	13	29 36	85.0	53.4	6	29 36	85.0	6
7	飯田		-133 46 58.5	+34 35 42.0		40 49	0.8	11.8		35 59	44.3	30.4	.248		29 36	85.0	53.4	7	29 36	85.0	7
8	飯田		-135 16 18.0	+34 43 3.5		40 14	0.8	7.0		37 45	44.2	27.5	.280		33 53	87.3	53.2	8	33 53	87.3	8
9	飯田	60	-135 23 54.0	+34 43 36.0		43 49	2.4	7.2		40 18	44.5	25.9	.263		34 58	86.2	50.6	9	34 58	86.2	9
10	飯田		-135 24 18.0	+34 48 30.4		39 52	359.6	5.7		37 56	44.2	27.3	.263		34 11	87.6	53.5	10	34 11	87.6	10
11	飯田	165	-135 29 58.5	+34 40 22.0	11	40 24	0.5	6.3	12	38 24	44.2	26.9	0.282	13	34 33	87.6	53.1	11	34 33	87.6	11
12	飯田		-135 59 21.0	+34 58 18.0		39 24	359.3	4.6		38 30	44.1	26.3	.296		35 40	91.4	56.5	12	35 40	91.4	12
13	飯田		-136 37 57.0	+34 58 5.0		37 06	358.3	2.6		39 44	44.1	25.0	.308		37 21	89.5	53.6	13	37 21	89.5	13
14	飯田	90	-136 47 33.0	+35 42 24.0		37 38	356.9	1.7		38 09	43.9	25.5	.324		37 35	90.5	55.4	14	37 35	90.5	14
15	飯田		-136 55 40.5	+35 32 47.0			357.0	1.4		40 40	43.9	25.1	.324		37 35	90.5	55.0	15	37 35	90.5	15
16	飯田	21	-136 56 10.5	+35 9 51.0	11	38 52	357.6	1.6	12	39 28	44.0	24.6	0.317	13	37 58	90.1	54.0	16	37 58	90.1	16
17	飯田	791	-137 23 0.0	+36 44 43.0		40 16	357.6	0.4		40 59	44.1	23.2	.318		39 29	90.2	52.9	17	39 29	90.2	17
18	飯田	791	-137 52 27.0	+36 8 16.0		36 00	354.7	358.2		48 48	43.7	24.0	.351		39 19	92.4	56.2	18	39 19	92.4	18
19	飯田	791	-138 6 48.0	+36 2 34.3		36 22	354.5	357.5		39 20	43.6	23.3	.354		39 58	92.5	56.0	19	39 58	92.5	19
20	飯田		-138 40 18.0	+35 41 50.0		37 35	354.3	356.0		40 50	43.8	22.0	.358		41 38	92.8	55.0	20	41 38	92.8	20
21	飯田		-138 51 37.5	+37 27 5.0	11	32 31	351.4	354.6		31 31	43.3	23.7	0.391	13	40 05	94.8	56.2	21	40 05	94.8	21
22	飯田	481	-138 53 30.0	+37 41 35.0		31 51	351.0	354.3	12	37 05	43.3	23.9	.396		39 52	95.1	59.7	22	39 52	95.1	22
23	飯田		-139 19 7.5	+36 25 7.0		35 39	352.3	353.7		40 15	43.5	21.7	.382		42 18	94.3	56.8	23	42 18	94.3	23
24	飯田		-139 24 59.0	+35 41 24.0		37 50	353.3	353.7		41 53	43.7	20.6	.372		43 20	93.7	55.0	24	43 20	93.7	24
25	飯田		-139 34 48.0	+35 42 29.5			353.0	353.2		42 04	43.7	20.3	.375		43 41	93.9	55.0	25	43 41	93.9	25
26	飯田		-139 38 0.0	+35 25 48.0	11	38 41	353.4	353.1	12	42 43	43.7	19.9	0.371	13	44 07	93.7	54.4	26	44 07	93.7	26
27	飯田	40	-139 40 9.0	+35 37 46.0		38 06	353.0	352.9		42 21	43.7	20.1	.375		43 58	93.9	54.9	27	43 58	93.9	27
28	飯田		-139 44 37.5	+35 58 34.0		37 06	352.4	352.6		41 45	43.6	20.4	.382		43 44	94.1	55.7	28	43 44	94.1	28
29	飯田	38	-139 46 46.5	+35 42 48.0		37 53	352.8	352.7		42 17	43.6	20.0	.378		44 3	94.4	55.0	29	44 3	94.4	29
30	飯田		-139 46 46.5	+35 42 48.0			352.8	352.6		42 20	43.6	20.0	.279		44 7	94.2	55.1	30	44 7	94.2	30
31	飯田	124	-139 52 16.5	+36 32 50.7	11	35 30	351.4	352.0	12	40 45	43.4	20.9	0.394	13	48 20	95.1	57.0	31	48 20	95.1	31
32	飯田	40	-141 20 42.0	+43 4 28.0		20 01	340.9	344.1		30 02	41.7	25.1	.522		37 31	102.1	70.8	32	37 31	102.1	32
33	飯田		-143 12 5.7	+42 55 17.8		21 44	339.2	339.8		40 40	41.6	22.3	.549		40 46	103.6	70.3	33	40 46	103.6	33

8月天象圖

水星は21日東方最大離隔で夕空に低く見られます。金星は曉に2時間程-3.3等で輝いていますが、次第に太陽に近づいて観測しにくくなります。春以來火星と並んで輝いていた土星はもう夕方低く西空に見られるだけです。火星は右の運行圖でも分るように順行の速度が早いのでまだ日没後3時間程西空に残っています。代つて木星が眞夜中頃南中、-2.4等で君臨してきました。



d	h	月	下弦
6	5	月	下弦
14	2	月	朔
21	1	月	上弦
21	20	水星	東方離隔
26	16	木星	衝
27	24	月	望

アルゴル種變光星

星名	變光範圍	周期	極小(中央標準時)	D
U Cep	6.9-9.2	2 11.8	6 10, 11 19	9.1
δ Lib	4.8-5.9	2 7.9	6 20, 13 20	13
AR Lac	6.3-7.1	1 23.6	15 0, 16 23	8.5
V Oph	5.7-6.4	1 16.3	13 19, 18 20	7.7

星名	變光範圍	周期	極小(中央標準時)	D
U Sge	6.5-9.4	3 9.1	2 21 13 0	12.5
V 505 Sgr	6.4-7.5	1 4.4	6 20 13 22	5.8
TX UMa	6.9-9.1	3 1.5	17 19 20 20	8.9
Z Vul	7.0-8.6	2 10.9	2 21 7 19	5.5

本會編流星觀測用 肉眼恒星圖

中心投影圖法による上記星圖が発刊されました。12枚の星圖よりなり、日本で観測できる星野を全部含めてあります。流星観測法が詳述してあるので天文愛好者及び学校備付の圖書として好適です。個々の星圖を白星圖として分賣しますので流星観測其他に御利用下さい。

恒星社發賣 定價 250圓

白星圖1枚15圓(送料10枚まで8圓)

尙觀測者の便をはかり下記のもの發行準備中です。

太陽面經緯度圖、黃道星圖、銀河星圖

昭和25年7月20日印刷 定價金30圓
昭和25年7月20日發行 (送料3圓)

編輯兼發行人 廣 額 秀 雄
東京都港區芝南佐久間町一ノ五三
印刷人 笠井 朝 義
東京都港區芝南佐久間町一ノ五三
印刷所 笠井出版印刷社
東京都北多摩郡三鷹町東京天文臺内
發行所 社團 日本天文學會
振替口座東京 13595