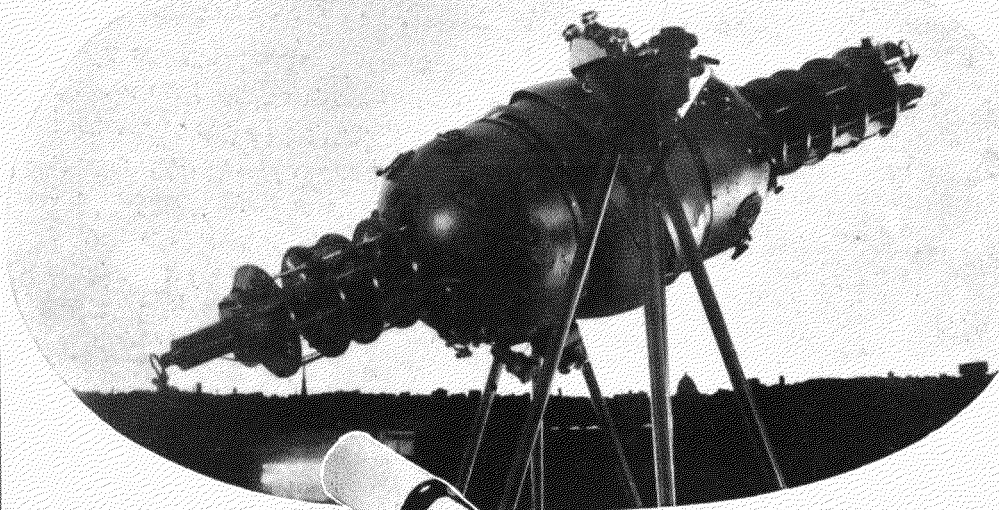


五藤式天体望遠鏡

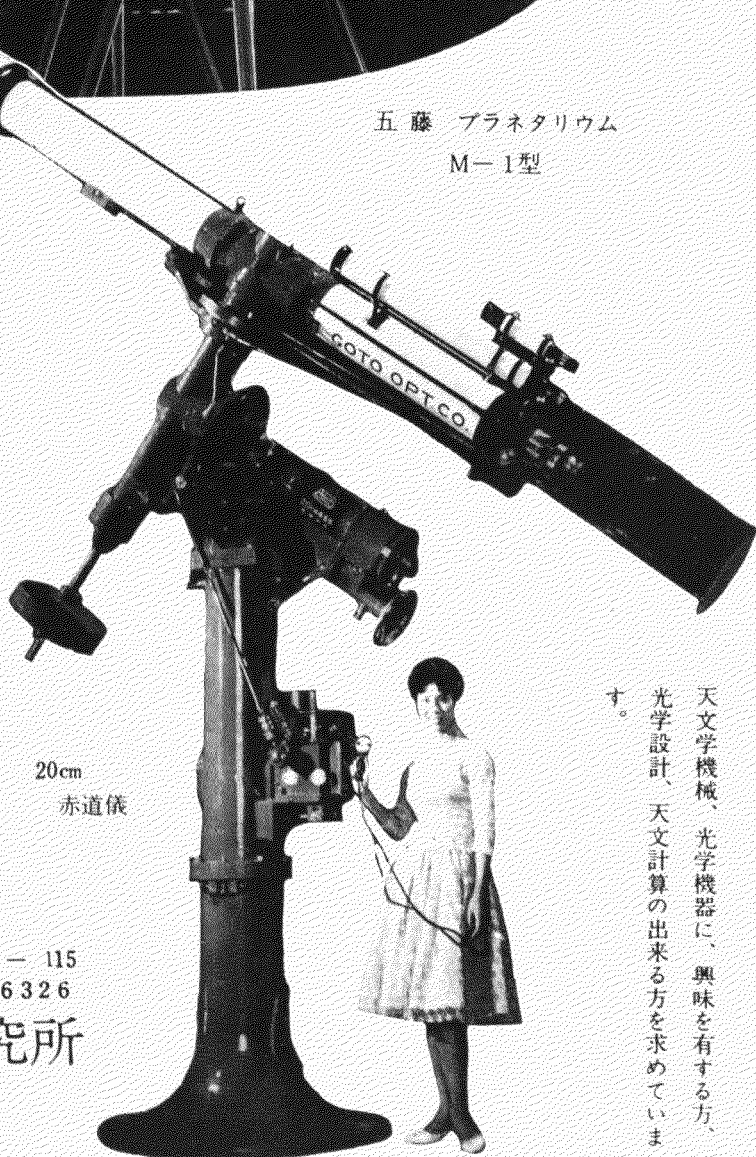
五藤プラネタリウム



五藤 プラネタリウム
M-1型

大型据付型望遠鏡
理振法天体望遠鏡
天文学機械
プラネタリウム
光学測定機
ドーム建設

(カタログ呈)
誌名記入のこと



20cm
赤道儀

天文学機械、光学機器に、興味を有する方、
光学設計、天文計算の出来る方を求めています。

東京都世田谷区新町 1-115
電話 (421) 3041・4320・6326

株式 五藤光学研究所
会社

目 次

人工衛星の運動	堀 源 一 郎	52
白色矮星	江本祐治, 下間頼隆	55
月報アルバム——水沢の開局式, ベネズエラの 65cm 望遠鏡, フラウンホーファー太陽観測所		59
天象欄——3 月の天文暦, 天王星		64
Air Mail (3) ——太陽面の微細現象	西 恵 三	63
赤色巨星の空間分布	石 田 勘 一	67
雑報——国際極運動観測事業中央局の開局, 南米ベネズエラの新天文台		69

——表紙写真説明——

南米ベネズエラのシュミットカメラ ベネズエラのカギガル天文台がアスカニア会社で製作した口径 100cm, F3 のシュミットカメラ, マウンティングはヨーク型の中央が曲った新しい形である。

理学博士 荒木俊馬著

宇宙構造観

“新制大学教養学部教科書”

荒木俊馬博士が、戦後京大及び大谷大学などで講義した天文学ノートを、一般大学および学芸大学の教官の要請に応じて新しく編さんした教科書である。天文学総論ではあるが、天文学の本格的軌道である宇宙構造論を、歴史的に展開し、古代の宇宙観から、太陽系宇宙、恒星物理学、銀河系宇宙、系外宇宙論に対する観測的、理論的諸相を平明に記述し、最後に、現代の宇宙構造論とは何かについて考えている。専門外の学生にも、平易に理解し得る。

A 5 判・280 頁・総布装 ビニールカバー付

予価 800 円・送料 100 円 3 月中旬発行

神田 茂 著	天文地球物理学	B 6 判
増井次夫		価 350 円
神田 茂 著	天文学概説	B 6 判
		価 200 円
佐藤隆夫 著	天文気象学概論	A 5 判
		価 380 円

東京都新宿区三栄町 8
振替東京 59600

恒星社



天文博物館

五島プラネタリウム

東京・渋谷・東急文化会館 8 階

電話 青山 (401) 7131, 7509

☆ 3 月 こよみと生活
☆ 4 月 星からの電波

投影時間	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回
平日	9.30	11.00	12.30	2.00	3.30	5.30	7.00
日曜・祭日	9.30	11.00	12.30	2.00	3.30	5.30	7.00

○11月～2月の間は平日 7.00 の回は中止します。
○休館日 毎週月曜日（ただし5月と8月は無休館です。）
○料金 大人 100 円・中人 70 円・小人 50 円



人工衛星の運動

堀 源 一 郎*

1. 人工衛星の運動と天体力学

人工衛星の打上げ以来、その運動は天体力学に新しい問題を提供しつづけている。人工衛星の摂動にはいろいろのソースがあるが、地球の球形からのずれ（特に赤道部の膨らみに対応する2次の調和項）、地球大気の抵抗、太陽光線の輻射圧、月、太陽の引力が考えられ、大体この順に重要である。特に地球の形による摂動の問題を main problem といい、当然のことながら、人工衛星の運動の研究はこれに始まった。

これまで天体力学で扱ってきた太陽系内の天体の運動にも、上の main problem と同じものがなかったわけではない。例えば木星の第5衛星は、長半径が木星の赤道半径の2.5倍で、半日足らずで公転しており、木星の球からのずれが大きいと、その外側のガリレオ衛星の質量が小さいため、main problem の典型的な例をなしている。しかし摂動のソースは同じとしても（従って運動方程式は同じ形に書けても）、木星第5衛星の理論がそのまま人工衛星の運動にあてはまるわけではない。

幸か不幸か太陽系内の天体の運動は、同じ平面の近くを、円に近い軌道で行なわれている場合が殆んどである。従って天体力学者は、これらの特徴を十分活用できる理論を展開して来た。問題が難解なので、利用できる特徴はあまさず活用しようという計らいである（それでも十分に難しい）。木星第5衛星とて例外ではなく、木星の赤道面に対する軌道傾斜は $0^\circ.42$ 、また離心率は 0.0028 である。だからこの場合も、つい今までの習慣で、この特徴をとり入れ、解をこの2つの小さな量をパラメーターとして展開した形に求めたことはうなずける。

しかしこの場合、問題は、3体問題のように、そんなに難かしかったわけではない。だから、なにも e と I が小さいという特徴を活用しなくとも良かったわけだ。だから筆者はここにおいて、必要は発明の母、という諺を思い出す。もし木星第5衛星の e と I が十分大きかったら、過去においてその理論ができていて、現在人工衛星の main problem にそのまま適用できたことであろう。ただし筆者は現実がそうでなかったことを悲しむものではなく、逆に人工衛星の打上げによって、天体力学が大いに活況を呈していることを喜ぶものである。

つぎに地球の大気による抵抗を考えると、これは太陽

系内の天体の運動には殆んど現われなかった問題である。過去において、水星の近日点の前進や、小惑星の平均運動の分布を、抵抗物質の存在で説明しようとする試みもあったが、前者はよく知られているように、相対性理論で説明され、後者は、未解決ながら、木星の摂動によって説明するのが正しいと考えられている。惑星間物質の存在は確かだとしても、惑星や衛星の運動に及ぼす影響が、現在の観測精度で無視してよいことは、現在の月運動論の成果から見ても明らかである。従来の天体力学で、抵抗による摂動が大々的に論ぜられたことはなく、人工衛星によって始めて天体力学が非保存系に直面したといつてよい。

つぎに太陽光線による輻射圧の影響はエコー衛星の運動の解析で見出され、新しい問題を提供した。エコー衛星のように質量のわりに断面積が大きいものが、高い高度（近地点距離が 1500 km ）を運動するときは、大気の抵抗よりこちらの方が大きな影響をもつ。輻射圧は万有引力と同じく r^{-2} で効くので、太陽の質量の符号と大きさを換えれば、太陽の摂動と同じように扱えそうだが、実はそうではない。というのは輻射圧は人工衛星にだけ働いて、断面積質量比の小さな地球には働かないから、地球のまわりの人工衛星の相対運動においても、輻射圧による人工衛星の加速度がそのまま摂動に効くからである。一方太陽の引力はそのままなく、人工衛星と地球に及ぼす加速度の差として即ち潮汐力として効くのは当然である。地球のまわりの月の運動で、もし太陽の引力が、地球に効かず、月にだけ効いたら、月は地球のまわりに留まるわけにはゆかない。しかし本質的に面倒なことは、人工衛星が地球の影に入ったとき、輻射圧を動径ベクトルの函数としてその函数形を変えなければならぬことである。例えば地球の本影の中では輻射圧は0である。だから運動方程式の右辺は場合によって異なる形となり、我々を大いに戸惑わせる。

最後に月と太陽の摂動は、それ自体では月運動論と同じであるが、地球の形による摂動との相互作用は新しい問題である。

天体力学で扱う力学系は、銀河系の力学を持ち出すまでもなく、太陽系内の天体の運動においてさえ、タイムスケールが非常に大きい。一般に力学系のタイムスケールは、考える天体の公転周期、 T としてよいが、このとき、軌道の近点や昇交点の長年変化は、摂動の大きさを $O(\varepsilon)$ とすると $O(\varepsilon \cdot 2\pi/T)$ となる。従って T の小

* 東大天文学教室

G. Hori: On the motion of Artificial Satellites

さい程観測にかかり易くなる。かりに人工衛星で $T \sim 1$ 時間, また惑星運動で $T \sim 1$ 年とすると, 長年変化は両者で $10^4:1$ となり, これは惑星運動で 1 万年間の長年変化が, 人工衛星の運動では 1 年間に短縮されて再現されることで, 気の長いと思われる天文学者にも全く都合のよいことである。また人工衛星は, 我々に最も近い天体であるので, 観測の精度も相対的には非常に高いことも見逃してはならない。長年変化の理論値, 観測値の比較は, 理論の精度のチェックにも, また理論に導入された積分定数値の決定にも, 最も重要な方法である。

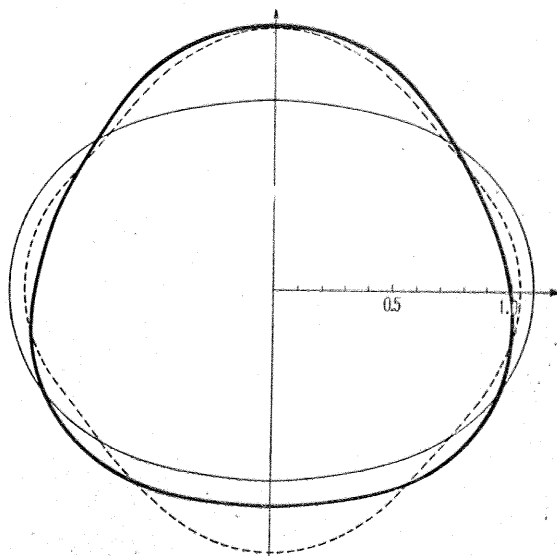
人工衛星の運動を main problem に限ると, 地球の形の軸対称により, 自由度は 2 となって, 自由度 2 の力学系の具体的な例を提供する。さらにそのポテンシャルに特異点がないので, 同じく自由度 2 といっても制限 3 体問題などに比べて本質的に易くなっている。人工衛星の打上げ以来数年で, 少なくとも main problem に関する限り非常にたくさんの研究が行なわれたのは, “人工衛星があるから” という必要性はもちろんとしてもこの問題の近ずき易さも大いに寄与していると考えられる。

また問題の近ずき易さは同時に, 解の収斂性, 運動の概周期性, 解のパラメーターへの依存性など純数学的議論も行なえる余地を与え, この面への刺激も見逃すことは出来ない。

人工衛星は, 他の天体の如く “神” から積分定数の値を与えられたものではなく, 我々がそれを制御出来るという意味で, いわば天体力学の “実験” を可能にしている。前に述べたタイムスケールの小さなこと, 観測精度の高いことと相俟って, この実験室は誠に手頃なものである。人工衛星の運動を詳しく調べるには, 前に述べた摂動の色々なソースの他にも, たくさんのソースを調らなければならない。例えば, 地球の大気についても, 地球が球でない以上, 大気も球対称でなく, さらに地球が自転している以上, 大気も自転していて, 抵抗は人工衛星の大気に対する相対速度で効く筈であるし, 太陽の輻射についても, 輻射圧としての直接作用の他に, 大気の温度を変え, 密度を変えることにより, 間接的に抵抗に影響を及ぼすことになる。また地球の形にしても, 実は回転楕円体ではなく, 軸対称はやぶれるし, 地上の大きな山などによるポテンシャルの局所的な変化もある。これらの中, あるものは複雑すぎて我々の数学解析の手に負えぬものもあるであろうが, 何とんでも人工衛星が運動しているという現実が強みであって, 今後の困難な研究をやり甲斐あるものになっているのは確かである。

2. Main Problem

地球を少しひしゃげた回転楕円体とすると, そのポテンシャルは, 動径ベクトルを r , 赤道面からの緯度を β として,



細線 2 次調和項のみ含むとき,

太線 3 次 " "

点線 4 次 " "

$J_2 = -0.2$, $J_3 = J_4 = 0.1$ と球からのずれを誇張してある。

第 1 図

$$V = -\frac{\mu}{r} \left[1 + J_2 \left(\frac{R}{r} \right)^2 P_2(\sin \beta) + J_3 \left(\frac{R}{r} \right)^3 P_3(\sin \beta) + J_4 \left(\frac{R}{r} \right)^4 P_4(\sin \beta) + \dots \right] \quad (1)$$

で表わされる。ここに $\mu = k^2 m_\oplus$, R は地球の赤道半径, P_2, P_3, P_4 はルジャンドル多項式, J_2, J_3, J_4 はそれぞれ 2 次, 3 次, 4 次の調和項の係数である。第 1 表にそれらの最近の値を掲げてある。

第 1 表

J_2	$(-1.08219 \pm 0.00003) \times 10^{-3}$
J_3	$(2.29 \pm 0.02) \times 10^{-6}$
J_4	$(2.13 \pm 0.07) \times 10^{-6}$
J_5	$(2.3 \pm 0.2) \times 10^{-7}$

J_5 以上は大体 10^{-7} 以下と考えて良いが, 特に運動の大勢は 2 次調和項で定まることがわかる。第 1 図には地球の球からのずれを拡大して模型的に示した。図からわかるように, 2 次項は赤道部の膨らみを表わし, 4 次項によってそれが少し修正され, $\beta \leq 20^\circ$ でもっと膨らませ, $20^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$ で少しへこませ, $60^\circ \leq \beta$ でまた少し膨らませて 2 次項による極部のつぶされ方を柔らげる。また 3 次項は, 北半球をのぼし, 南半球をつぶして, 赤道面についての対称性をこわす。一般に奇数次の調和項を入れると赤道面は対称面でなくなる。また 1 次の調和項は地球の中心を極軸上にずらすだけなので, 座標の原点を適当にとって消すことが出来る。

さて(1)のポテンシャルに対する運動を厳密に解くことは出来ないで、ポテンシャルを主要部 V_0 と摂動部 V_1 にわけ、 V_1 の影響は主要部 V_0 に対する運動の摂動として逐次近似で解くわけである。 V_0 のとり方については、i) それに対する運動が厳密に求められること、ii) V_1 がなるべく小さくなるのが条件で、さらに V_0 の運動が簡単ならこれにこしたことはない。

1957年に T. E. Sterne は極座標 r, φ, β を用いて、 $V=f(r)+g(\beta)/r^2$, $f(r), g(\beta)$ は任意函数 (2) なるポテンシャルの系が厳密に解かれることに基いて、

$$V_0 = -\frac{\mu}{r} \left[1 + J_2 \left(\frac{R}{r} \right)^2 \left(\frac{3}{4} \sin^2 I - \frac{1}{2} \right) + J_2 \frac{R^2}{ra} \left(\frac{1}{2} \sin^2 \beta - \frac{1}{4} \sin^2 I \right) \right] \quad (3)$$

を提唱した。(3)で I は β の最大値、 a は近地点距離の最小値と遠地点距離の最大値の平均ととり、両者とも定数なので(3)は(2)に帰着し、その上赤道面内の運動 ($\beta=I=0$)、円に近い運動 ($r \sim a$) では V_0 は V の2次調和項まで一致する。

翌年彼は(2)を改良して a の代りに $a(1-e^2)$ として $1-e^2$ を (遠地点距離の最大値) $\times$ (近地点距離の最小値) ととると、 $O(J_2)$ の長年摂動が現われぬことを示した。これは $O(J_2)$ の長年項がすべて V_0 による運動にとり入れられていることを示す。一般に力学系の運動の大局は、長年項で定まるので、上の改良の意味は明らかである。Sterne の解は4個の楕円積分を使って表わされる。

B. Garfinkel は Sterne の研究をもっと一般に論じ、i) V_0 にポテンシャルとしての一般的性質をもたせ、ii) 解が高々楕円積分で表わされる、という条件のもとに、

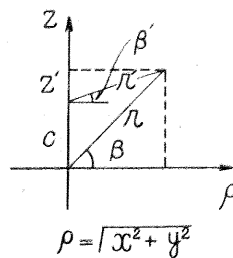
$$V_0 = -\frac{\mu}{r} + J_2 \left[c_1 (\sin^2 \beta - c_2) \left(\frac{R}{r} \right)^2 + c_3 \frac{R}{r} + c_4 \left(\frac{R}{r} \right)^3 \right] \quad (4)$$

を一義に求めた。 c_i は定数であるのでこれも(2)の型になるが、さらに c_i の値を適当に定めて、Sterne の改良解と同じ性質を持ちながら、しかも2個の楕円積分で表わせる解を求めた。

一方、J. P. Vinti は、これらの研究に刺激されて、極座標の代りに扁球体座標を使い、解が厳密に求まるための V_0 を

$$V_0 = -\frac{\mu}{r} \left[1 + J_2 \left(\frac{R}{r} \right)^2 P_2(\sin \beta) + J_2^2 \left(\frac{R}{r} \right)^4 P_4(\sin \beta) + \dots \right] \quad (5)$$

と求めた。(5)は2次調和項まで(1)と完全に一致するので、摂動部は $O(J_2^2)$ となり大いに注目をひいた。このため(5)は特に Vinti ポテンシャルといわれる。解は6個の楕円積分を使って表わされる。もし地球のポテンシャル(1)で $J_4 = J_2^2$ (6)



第2図

が成り立っているなら、明らかに Vinti ポテンシャルは奇数次調和項を除いては4次調和項まで一致することになる。もしそうなら Vinti ポテンシャルだけで、摂動部を考えなくとも、高い精度で人工衛星の運動を表わすことが出来るであろう。実際 Vinti はこれを希望し、当時の J_2, J_4 の値を使って(6)が近似的に成り立つことから、この希望を確かなものとしていたが、最近の信頼出来る値を使うと $J_4 = 1.8 J_2^2$ となって Vinti には誠に気の毒である。(6)を Vinti の条件という。

最近になって R. B. Barrar は再び(2)の厳密解が求まることに着目して、

$$V_0 = -\frac{\mu}{r} \left[1 + J_2 \left(\frac{R}{r} \right)^2 P_2(\sin \beta) + O(J_2^3) \right] \quad (7)$$

が変数変換で(2)の型に帰着し、従って厳密解が求まることを示した。この座標変換は原点を z 軸上にずらすだけで、新しい座標にダッシュをつけると、新しい座標原点を $(0, 0, c)$ として

$$z-c = z' \sin \beta', \quad r' = \sqrt{x^2 + y^2 + (z-c)^2}$$

である(第2図参照)。実際

$$V_0 = -\frac{\mu}{r'} \left[1 - \frac{c}{r'} P_1(\sin \beta') \right] \quad (7')$$

はもとの座標で表わすと(7)となる。(7')は明らかに(2)の型である。(7)の解は2個の楕円積分で表わされ簡単である。さらに(7)は Vinti ポテンシャルと同様、2次調和項まで地球のポテンシャルと一致するが、摂動部が $O(J_2^{\frac{3}{2}})$ で Vinti の $O(J_2^2)$ に比べて $O(J_2^{-\frac{1}{2}}) \sim 30$ 倍程大きい。しかし、もうひとつ $(0, 0, -c)$ を原点とした場合の V_0 を考え、両者の解を平均すると、解の精度を $O(J_2^2)$ に改良できることを指摘している。しかし解の平均は使用したポテンシャルの平均にはならぬので、平均された解に対応するポテンシャルの正確な型がわからない欠点がある。

以上は楕円軌道よりもっと実際の軌道に近い軌道を厳密解として求める方向への研究であるが、これらの軌道(中間軌道)に基づく摂動理論は、基準とした軌道が複雑なので一般に見通しが悪い。現に摂動理論が現われているのは Garfinkel の場合だけである。

他方 D. Brouwer は1959年に楕円軌道に基づき、正準変換の方法で、極めて見通しの良い摂動論を展開した。ドローネーの正準変数

$$L = \sqrt{\mu a}, \quad l = \text{平均近点離角}$$

$$G = L \sqrt{1-e^2}, \quad g = \text{近地点引数}$$

$$H = H \cos L, \quad h = \text{昇交点経度}$$

を使うと、摂動方程式は

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= \frac{\partial F}{\partial l}, & \frac{dl}{dt} &= -\frac{\partial F}{\partial L} \\ \frac{dG}{dt} &= \frac{\partial F}{\partial g}, & \frac{dg}{dt} &= -\frac{\partial F}{\partial G} \\ \frac{dH}{dt} &= \frac{\partial F}{\partial h}, & \frac{dh}{dt} &= -\frac{\partial F}{\partial H} \end{aligned} \quad F = \frac{\mu^2}{2L^2} - \left(V + \frac{\mu}{r} \right) \quad (8)$$

となる。ハミルトニアン摂動部 $-(V + \mu/r)$ は、もともと r, β の関数であるが、接触楕円軌道を仲介として、ドローネー変数の関数と考えられる。(楕円軌道以外を中間軌道とすると、この点が複雑になる) 但し h は、系の軸対称により F には入って来ない。故に $F = F(L, G, H, l, g, -)$ としよう。Brouwer の理論の要点は、先ず正準変換で変数を $L, G, H, l, g, h \rightarrow L', G', H', l', g', h'$ とし、 F の値を変えぬようにしながら、 F を新変数で表わしたとき、(このとき F の関数形は変わるので F^* としよう)、 l' が含まれぬような、そういう正準変換を求めることである。正準変換を母関数 $S(L', G', H', l, g, h)$ を使って行なえば、上に述べたことは未知関数 S を求めることに帰着する。 S を J_2 の幅で展開されるとして、 $S = S_0 + S_1 + S_2 + \dots$ とすれば S_j を求める操作は線型化される。こうして $F^* = F^*(L', G', H', -, g', -)$ を求め、その後次の正準変換でハミルトニアンから g' も追いつくことにより $F^{**} = F^{**}(L'', G'', H'', -, -, -)$ を得れば解は求まったことになる。何故なら $L'', G'', H'', l'', g'', h''$ の方程式 (これは (8) の変数にダッシュ (") をつけ F を F^{**} としたもの) から直ちに、 $L'', G'', H'' = \text{定数}$, l'', g'', h'' は F^{**} の関数型で表せる t の 1 次関数となり、またこれらともとの変数との関係は途中の正準変換から与えられるからである。摂動のうち、 l' を含むものは短い周期の周期摂動であり、 g'' のみを

含むものは周期の長い ($1/J_2 \sim 10^3$ 程長い) 周期摂動であるが、短周期摂動は運動の大勢に影響せぬので、先ずこの皮相的な摂動を除去し、 L', G', H', l', g', h' の摂動方程式に問題のエッセンスを凝縮させる上の方法は注目してよい。

3. 二、三の話題

1959 年、S. Pines は等質量の 2 つの質点を x 軸の $\sqrt{-1}a$, $-\sqrt{-1}a$ に置くとき、そのポテンシャルが Vinti ポテンシャルとなることを指摘した。故に Vinti ポテンシャルによる運動は 2 つの固定中心のまわりの質点の運動に帰着し、これは古典力学でも厳密解の求まる数少ない場合のひとつとしてよく知られている。従って Vinti の研究は、古典力学でのシュテッケルの定理の特殊な場合に於ける再発見といえようか。

つぎに、地球のポテンシャル (1) のもとで運動を求めると、平均軌道傾斜を I' とし、長周期摂動に $1 - 5\cos^2 I''$ の小分母が現われ、大方の興味をひいた。これは $I'' = 63^\circ 26'$ (臨界軌道傾斜) の近傍で解が無意味になることを示す。筆者は、長周期摂動に対する摂動方程式のエネルギー積分から、臨界軌道傾斜の近傍で、近地点引数 g' が秤動をすることを指摘して、そこでも成立する解を求めた。小分母の出現は、 g' の秤動、サーキュレーションの区別を怠ったことによる。しかしポテンシャル (1) はここで何等の特異性も示さぬので、臨界軌道傾斜の存在が物理的な実在か、 g という変数を採用したことによる人為的なものかが大いに論ぜられた。筆者は座標の摂動を直接求めても、摂動がここで急に $\sqrt{J_2} \sim 30$ 倍になることから、臨界軌道傾斜の存在は数学的取扱いの不備によるものではないと考えている。

以上主に main problem についてお話しして来たが、大気の抵抗や太陽の輻射圧についても、また紹介の折があらうと期待している。

白 色 矮 星

江 本 祐 治*・下 間 頼 隆*

は し が き

目に見えないシリウス B が主星の運動から、その位置を予知され発見され、又アダムスによってスペクトル撮影に成功され、白色矮星と名づけられたのは、天文学史上余りにも有名なことである (1914 年)。この星はその名の示す様に、かなり高い表面温度を持ちながら、きわ

めて暗い。このことはその半径が極めて小さいことを意味し、地球程度の半径と考えられている。これに反しその質量はきわめて大きく、大体太陽と同程度で、従って密度は 10^5 gr/cm^3 という、驚くべき高密度である。この原子核の内部をのぞいては最高と見られる密度の、自然界における現在での唯一の実験室として、この星が、物理学上からも天文学上からも極めて注目すべき存在であることはいうまでもない。又現在では、この星は一般の

* 京大理学部

S. Emoto and Y. Shimotsuna: White dwarfs

星の進化の最終段階にあるものと考えられ、星の進化の問題に関連しても、きわめて重要な対象であるといわねばならない。

従って白色矮星については、非常に多くの、理論上興味ある議論がくりひろげられているのであるが、それらの重要な問題にとりくむ前に、今日まで我々が得た、この星に関する知識をふりかえって見るのも意味のないことではあるまい。以下においては、内部構造とか、大気の理論とか、その他重要な問題も理論に関するものは一切抜きにして、現在までにえられた観測的事実のみに目を向けてみることにする。

1. 白色矮星のリスト

何分にも暗い星なので、アグムスによる最初の発見以来、この星は極めて散発的に発見されたにすぎなかった。1939 年頃までには、18 個が発見され、それはカイパーによってまとめられている。それ以後スチュワート天文台、コルドバ（アルゼンチン）、ハーバード、ファン・フレック、ミネソタその他で発見され、1950 年にはたしかなもの数は 100 個余りとなった。その後ルイテンによる南天の大固有運動の星の捜査によって、その数は急激にふえ、1953 年には白色矮星らしいというものまで加えると 300 余りの数に達した。最近、ルイテンによって発表された南天の大固有運動の星 (9867 個) の中にも、その大きな等級から、白色矮星である可能性のある星が、少なくとも 200 個余りある。その中の恐らく数十パーセントは白色矮星であろうと考えられるから（内の 21 ケはスペクトルより確認）、現在までに記録された星の中には、不確かなものを含めて、400 個近くの白色矮星が知られていることになる。400 個の内には、除くべきものもかなりの数あると思われるが、見のがされている白色矮星も同様に多数あるはずであるから、統計的に見て、この数は大体動かないであろう。従って今後の捜査によって、数は更にふえることが予想される。

この様に、かなり多くの白色矮星が発見されているが、視差がほぼ確実にわかっているものは 40 個程にすぎない。質量のわかっているものは更にすくなく、前記シリウス $B=0.98 M_{\odot}$ 、小犬座 α 星 $B=0.4 M_{\odot}$ 、エリダヌス

40 番星 $B=0.43 M_{\odot}$ 。

の三個にすぎない。

白色矮星の質量も勿論、直接には連星の場合にのみ測られる。前記三つの星も勿論それである。現在まで連星は 20 数個知られているが、さきの三星の他は皆はなれた連星で、固有運動の相違は測られていない。しかし、

ルイテンの捜天によって測定可能な連星の数

は、大きく増大することであろう。質量はこの星の場合には、非常に高密度の故に、アインシュタイン効果による、スペクトルの赤色偏位によっても測れる筈である。しかし、重力による赤色偏位を、ドップラー効果から分離するという実際上のきわめて困難な事情のため、これによって質量を決定することは実際には出来ていない。

2. 絶対等級

白色矮星の視差の直接測られたものは、極めて少ない。従ってその発見は殆んどが、固有運動と、特異なスペクトル又は色とによるものである。周知の様に、固有運動 μ 、切線速度 V_T 、と見掛けの等級 m 、絶対等級 M の間には次の様な関係がある。

$$M = m + 8.4 + 5 \log \mu - 5 \log V_T$$

もし白色矮星に対する、太陽運動の大きさがわかれば、上式から白色矮星の絶対等級を統計的に決定出来る。パレナゴによれば

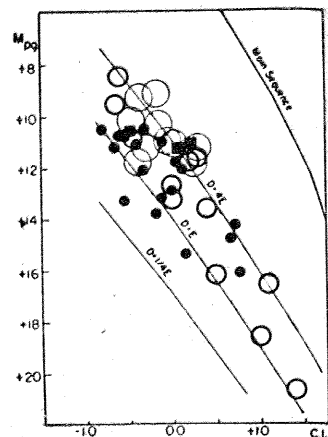
$$V_{\odot} = 38.4 \text{ km/sec}$$

で、白色矮星は全体としてみると、高速度星的性格をもっている。しかしグリーンシュタインによれば、白色矮星には、高速度的な星と、低速度的な二種の星がふくまれているという。

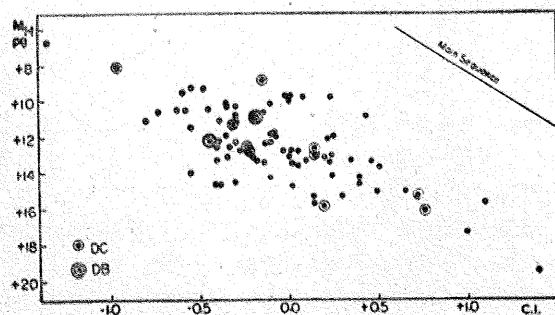
第 1 図は、視差の良くわかった星についての色一等級図で、第 2 図は、固有運動の資料から得られた同様の図である。後者の方が幾分分散は大きい、大体主系列の下、約 7 等乃至 10 等位の帯の上に並んでいる。この図で注意すべきことは、白色矮星の系列が、他の種類の星にみられない様な大きな分散をもつことである。（第 1 図において 4~5 等の幅をもっている）この事は、先のグリーンシュタインの速度についての注意と考え合わせても、白色矮星が単一な性格をもつ星の集りではないことを示しているのではなからうか。

3. スペクトルと色

白色矮星のスペクトル型も、一般の星と同様な文字で



第 1 図



第 2 図

第1表 白色矮星スペクトル型の特徴

スペクトル型	特 長	例
DC	連続スペクトル, 10% より深い線なし.	W 1516, L 1363
DO	HeII 強し, HeI 及び/又は H 存在.	H Z 21
DB	HeI 強し, H なし	L 1573-31
DA	H あり, HeI なし	40 Eri B
DA ₁ F	H 前者に強く, 後者に弱し. CaII 弱し.	R 627
DF	CaII あり, H なし.	L 745-46A
DG	CaII, FeI あり, H なし.	v Ma 2
λ 4135	未同定のミンコフスキーバンド	AC +70°8247
λ 4670	$\lambda\lambda$ 4679, 5140 に広いバンド (多分 C ₂)	L 879-14

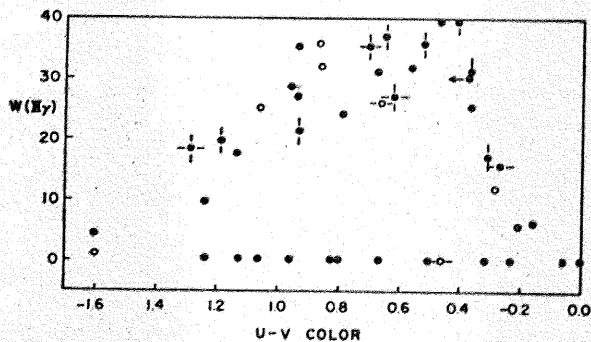
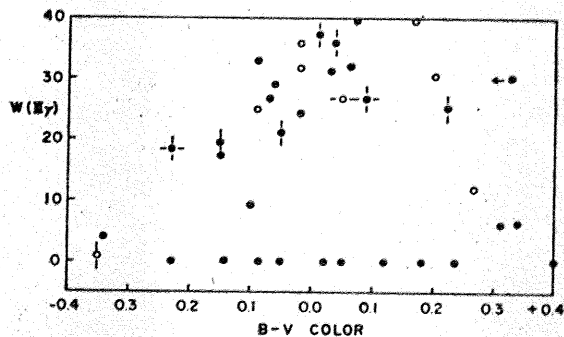
表わされる。しかし勿論一般のものとは非常に異なる特徴を具えていて、通常これ等の文字に、白色矮星を表わす D を頭につけて DA, DF 等と書かれる。これ等のスペクトル型の大体的特徴は第1表にあげられている。白色矮星のスペクトルについて注意しなければならないことは、暗い星であるため、余り高分散度のスペクトルを撮ることが出来ないことである。従って、弱い線はあったとしても発見出来ないことになる。グリーンシュタインは、 $180\text{\AA}/\text{mm}$ のスペクトル上で線の痕跡のないという事は、等値幅 $0.3\text{\AA}$ 以上の線がないことと解している。

白色矮星の色-等級図上の位置は、かなりはっきりしている。しかし色とスペクトルの関係は、入り乱れていて、はっきりした相関がつけられないようである。フュマソン、ツウィキーはヒヤデス近傍の白色矮星について、このことを指摘し、グリーンシュタインも最近のスペクトル観測からこのことを認めている。

先にのべた様な事情で、スペクトルの個々の線については現在まで、余り多くの研究がなされていない。しかしグリーンシュタインは個々の線の輪廓の測定を始め、特に H_γ について、上のスペクトルと色に関連して注目すべき事実を発見している。現在まで知られている白色矮星の大部分をしめる DA 型の星は、色指数では、通常の星の B 型から早期の F 型 ($B-V = -0.34 \sim +0.34$) という広い範囲にまたがっている。グリーンシュタインは、この色の領域の星について、 H_γ の等値幅を測定し、色指数に対し H_γ がきわめてはっきりした関係をもっていること (第3,4図) しかもこれによって、同じ色指数の範囲内に、極めてはっきり区別出来る二種の星の存在することを示した。即ちひとつは $U-V = -1.30 \sim 0.34$ の間で、普通の星より強いほぼ平坦な極大を示すもの (DA 型) で、他は殆んど H_γ を示さない。後者は水素の非常に少ない星とみられる。グリーンシュタインは、スペクトル解析の結果から、DA 型星の温度を $22,000 \sim 9,000^\circ\text{K}$ とみている。この広い温度領域をふくむものが、HeI の線も金属線も示さないことは、極めて注目すべきことである。

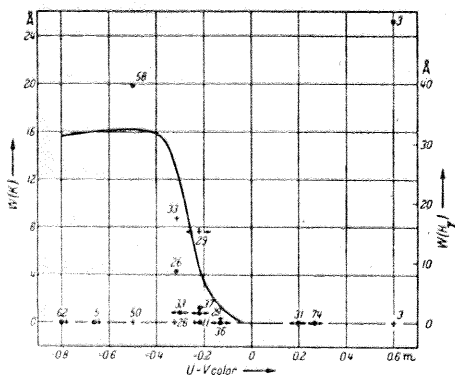
この型の星の内、HZ 9 と矢座 WZ 星とは輝線をあらわしている。HZ 9 はその運動から、ヒヤデスの一員であろうと考えられている。ルイテン及びハリスはこれは dM と白色矮星の連星であろうとっている。矢座 WZ 星については、グリーンシュタインは古い新星の水素線上に白色矮星の吸収線の重なったものであろうとしている。一般に白色矮星は、それまでの生涯に、新星の段階をへて来たと考えられているにも拘わらず、実際の新星には白色矮星の特長を示すものが全く発見されていないことや、古い新星の光度が、白色矮星のそれより大きい事を、考え合わせると、上の星はきわめて興味深い天体である。

DB 型は最も青い部類に属する星であるが、これが常に DA 型より高温であるともいえない。DC 型は前二者に比らべて更に広い色の (従って温度の) 範囲にまた



第3図 (上)

第4図 (下)



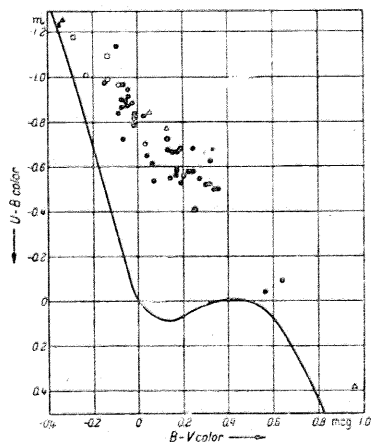
第 5 図

がっている。古い観測では、連続スペクトルを有すと記されているが、詳細なスペクトルに依れば、極めて浅い線やバンドを示すものがある。この型の星は色において非常に広範囲にわたっていると同様、スペクトルの特徴においても、非常に多種多様である。

DF 型の早期のものでは、比較的鋭い水素線と、カルシウムの K 線を示すが、 $U-V = -0.1$ の近くで、水素線は突然姿を消すことは前の第 4 図によってはっきり示されている。しかし K 線の方は、水素線とは全くでたらめな関係にあることがわかる。(第 5 図) いずれにしても、DA と DF では、大気の状態に突然の変化があるものと考えねばなるまい。

白色矮星はその名の示す様に、白い星でありながら、非常に暗い星として、最初発見され命名されたのであるが、その後白色の星だけでなく、黄色の星にも同類のあることが次第に明らかになって来た。しかし DG, DK 等は、更に暗くなるために、発見は困難で、現在まで知られているものの数は極めて少ない。しかしルイテンの大固有運動の星の中には、晩期の白色矮星がかなりの数含まれていると考えられるから、今後これ等の星と確認されるものは急激に増加するものと思われる。ファンマーン 2 星はこの型に近い星である。この型においては水素線はみられず、カルシウムの H, K 線が強い。又青緑の領域において FeI の線はみられず、CaI の線も欠けている。この型の星は、白色矮星でも最も古いものと考えられるもので、宇宙論の意味からも、もっと数多く発見されることが望まれる。

以上の様に白色矮星は、その特異なスペクトルによって発見されるのであるが、スペクトルと同様に、その色指数も、発見に重要な役割を受けもつ。B-V 又は U-B 色指数による二色ダイアグラムを書いてみると(第 6 図)、普通の主系列星に比して、非常に大きな U-B 光度をもっていることがわかる。しかし、OB 型の主系列星でも空間赤化を受けると、図の白色矮星の群の位置に変位する傾向があり、又 $B-V > 0.4$ のあたりに多く存



第 6 図

在する。準矮星にも同様な大きな U-B 超過を示す傾向があることは注意しておかねばならない。

4. 運動学的性質と空間分布

先に § 2 でものべた様に、グリーンシュタインによれば白色矮星の中には、高速度的なものと、低速的なものが混在しているということであった。白色矮星の発生はいきさつから見ても有りそうなことであるが、はっきりと運動学的にこの事実を指摘している人はない。勿論現在の貧弱な資料のためである。運動学的性質の最も手近かな目安は太陽向点である。パレナゴによれば白色矮星のそれは、

$V_0 = 38.4 \text{ km/sec}$, $L = 48^\circ 3$, $B = +11^\circ$, $\sigma = 36 \text{ km/sec}$ である。速度の大きさから見ても、向点の方向から見ても、(普通の星のそれに対して大きく、銀河回転の方向にずれている) 多分に高速度星的性格を与えている。平均速度分散も又同様である。

ある種類の星が、種族 I に属するものか、種族 II のものかを推定する、他の有力な手掛りは、その星の空間分布である。しかし白色矮星の場合には、極わめて近くの星のみしか知られていないため、分布を直接に求めることは誰も手がけていない。しかしある一群の星の速度分散と、分布密度の傾斜の間にはきわめて簡単な関係があることがわかっている。例えば、速度の銀河垂直方向の分散 σ_z (km/sec) と、同じ方向の密度傾斜に関する量 β (密度 $= D_0 \cdot e^{-z/\beta}$, D_0 は $z=0$ に於ける星数密度, β の単位はパーセック) の間には

$$\sigma_z^2 = \beta$$

という関係がある。パレナゴは、これらによって速度分散から密度の傾斜を求めて、

$$\beta = 620 \text{ パーセック}, \quad -\frac{\partial \log D}{\partial R} = 0.28$$

を得ている。

(70 頁へつづく)



1

水沢の開局式

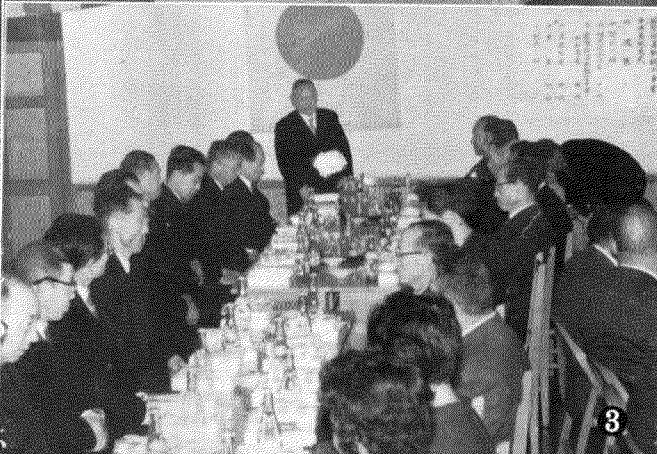
1 は去る1月6日に行なわれた水沢の国際極運動観測事業中央局の開局式の式場入口、2 は祝辞をのべる東京天文台長代理広瀬博士、3 は懇親会場、立って挨拶する池田所長

ベネズエラの 65 cm 望遠鏡

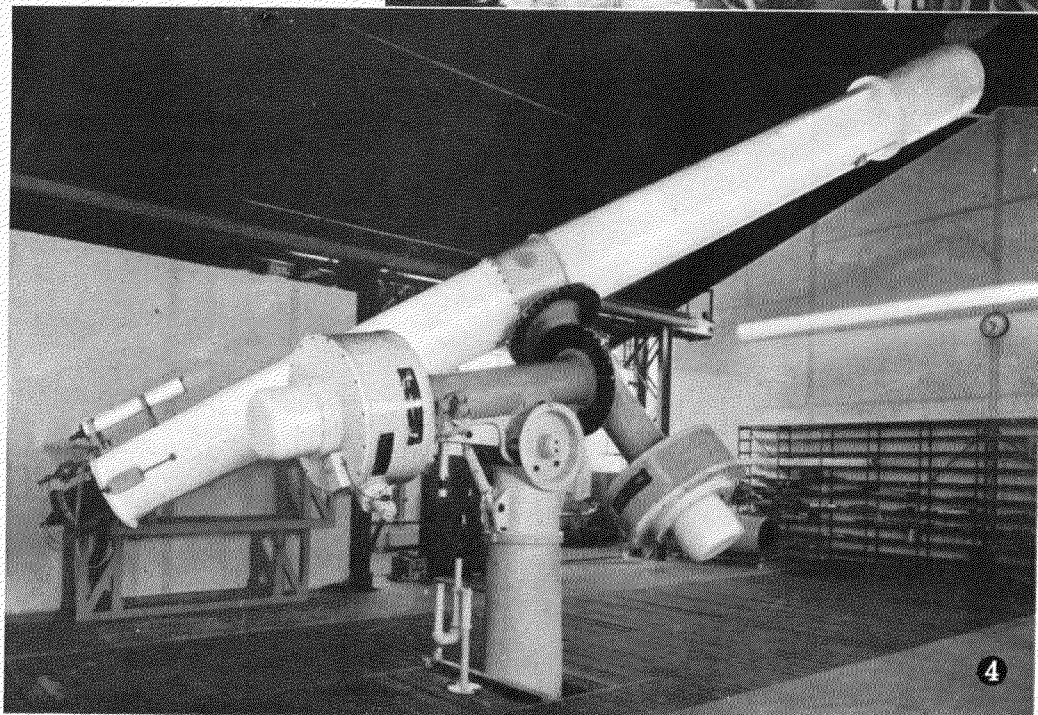
4 (雑報参照)



2



3

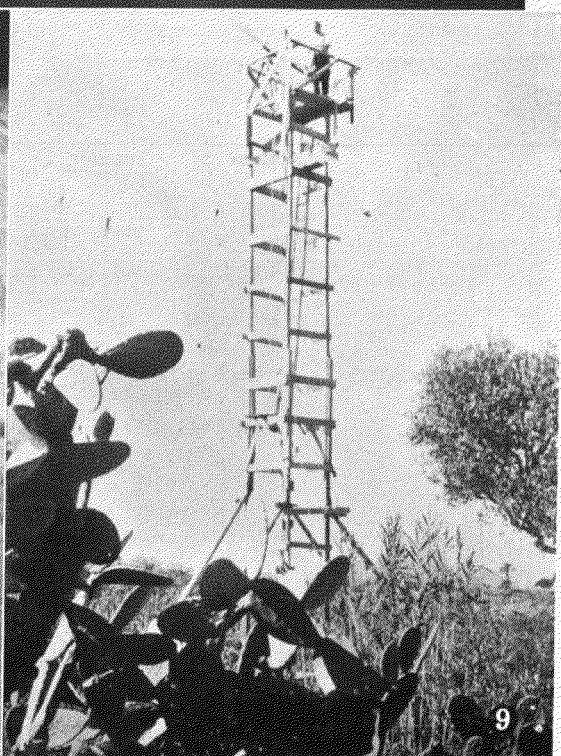
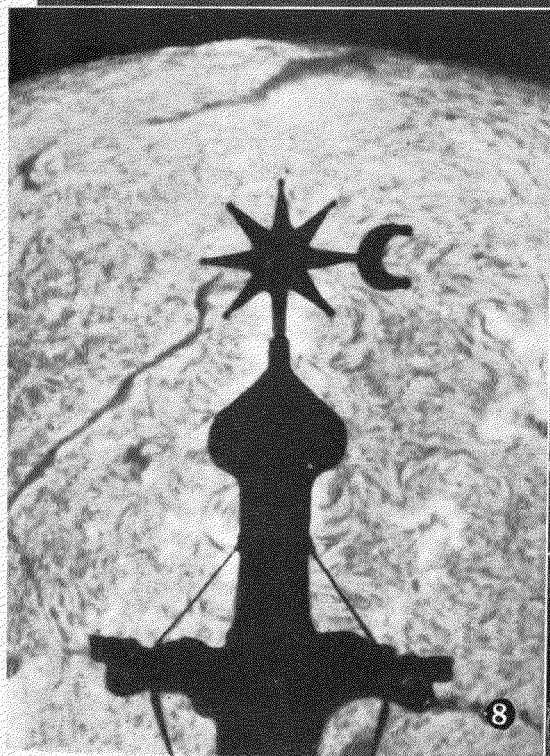


4



フラウンホーファー太陽観測所

西恵三氏が撮影されたもので、5はシャウインスランドの観測所で、左のドームは黒点観測および紅炎撮影望遠鏡と階下に工具室がある、中央ドームはシーロスタットで光は下の部屋のスペクトロヘリオグラフへと導かれる、右の建物は宿泊所 6はカプリ島の観測所で、右端のドームは H_{α} リオフィルタによる太陽写真機、中央建物の右半分は実視観測室、屋上にシーロスタットが見えている、左半分は暗室、研究室、左の建物は宿舎、観測所のすぐ向うは約 150 m の断崖で、海の方うはナポリ湾。



7、キーペンホイヤーの部屋より美しいゴシックの聖堂を望む、手前のテーブルはフラウンホーファーが生前に愛用したもので、今もこのテーブルを囲んで議論に花がさく、8、7のゴシックの聖堂の塔の先端に太陽がかかった時に、研究所内のH_αリオフィルターグラムで撮った太陽面で、いわゆる“重お旗”ではない、太陽の高度に比べて、太陽面の微細構造がよく見えている、9、カプリ島における像質のテストのために急造された木製の塔、高さは約12メートル。

☆ 3 月の天文暦 ☆

日	時刻	記事
3	時 分	
3	14	水星 西方最大離隔 (27°)
4	6 39	土星 月の1°南を通る
6	10 30	啓蟄 (太陽黄経 345°)
6	19 31	新月
9		R Hya 極大 (4.0)
12	12 25	アルデバラン掩蔽 (潜入)
13	13 38	上弦
18	21 24	天王星 掩蔽 (潜入)
19	2 37	レグルス 掩蔽 (潜入)
21	11 30	春分 (太陽黄経 0°)
21	16 55	満月
28		L ² Pup 極大 (2.6)
29	13 11	下弦

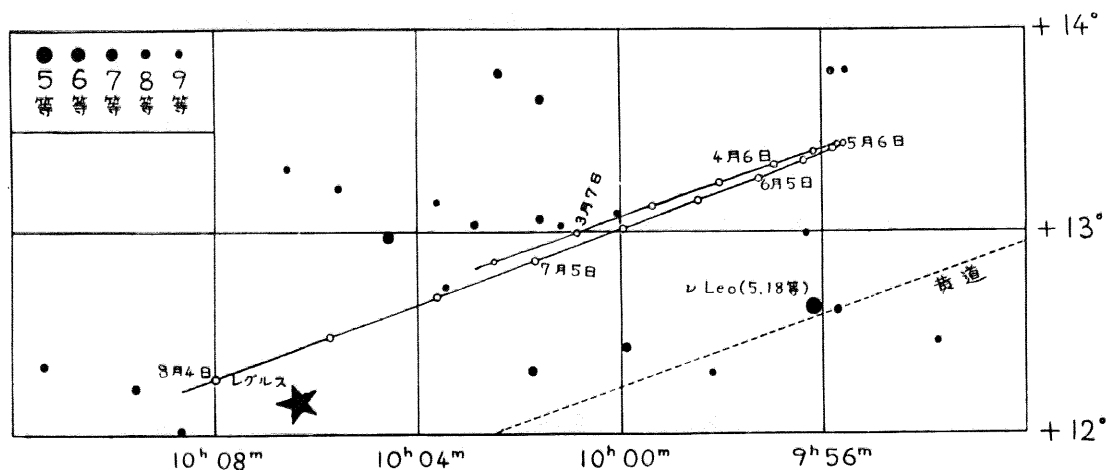
天王星

今年は、天王星がしし座の α 星レグルスのすぐ近くにある。見付けるのに大変都合がよいので、まだ天王星を見たことのない方は、この機会にぜひ御覧ください。

下の図に経路を示した。○印は 10 日毎の位置、光度は 5.7~5.9 等、目のよい人なら、肉眼でも見えるはず。小型カメラでとってみるのもおもしろい。赤道儀式にしないで、固定して写しても、一応うつるだろう。

今月 18 日の夜に、天王星とレグルスが相次いで月に掩蔽される (ただし天王星のが見られるのは関東地方以南)。7 月 28 日には、レグルスの北 16' を通るが、天王星がこんなに近づく 1 等星は、ほかにない。

天王星のスペクトルは、メタンガスによる吸収帯が目立つ。この吸収帯が赤や黄色のところにあるため、天王星は青みがかって見える。なお、海王星ではこの傾向がもっと著しい。



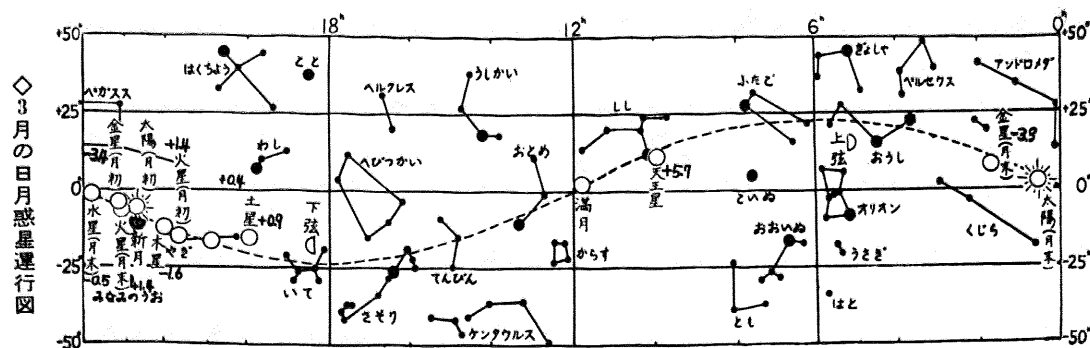
東京における日出入および南中 (中央標準時)

月	夜明	日出	方位	南中	高度	日入	日暮
日	時 分	時 分	分	時 分	分	時 分	時 分
1	5 40	6 12	-8.6	11 54	46.8	17 35	18 10
11	5 26	5 59	-3.6	11 51	50.6	17 44	18 16
21	5 12	5 45	+0.7	11 48	54.4	17 53	18 25
31	4 58	5 30	+5.5	11 45	58.3	18 1	18 33

各地の日出入補正值 (東京の値に加える)

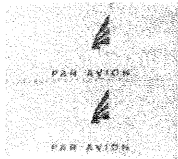
(左側は日出、右側は日入に対する値)

分	分	分	分	分	分
鹿児島	+36	+37	鳥取	+23	+22
福岡	+37	+37	大阪	+17	+18
広島	+29	+29	名古屋	+11	+11
高知	+25	+25	新潟	+4	+3
			仙台	-4	-5
			青森	-3	-5
			札幌	-5	-8
			根室	-22	-25



◇ 3 月の日月惑星運行図

← 明方の空 → ← 夕方の空 →



太陽面の微細現象

西 恵 三*

§1. はじめに

太陽の光をプリズムにあててやると、七つの色に分れた虹のようなスペクトルが壁にうつることは、誰でもよく知っていることである。これにもう少し手を加えて太陽の光を細い隙から導き入れ、プリズムとかグレーティングとか光を分ける手段と適当なレンズ系を組合せ、つまり分光器を通してみると、この色帯の中に非常に多くの黒い吸収線が見える。この吸収線を始めて眺めたのは、ドイツはミュンヘンの硝子工場で光学硝子の研究をしていた物理学者ヨセフ・フオン・フラウンホーファー (1787~1826) がまだ 30 才に満たない青年時代 (1814) のことであり、今から約 150 年前のことであった。この吸収線をくわしくしらべることによって、太陽表面上のいろいろな物理的状態が分るようになったわけで、この吸収線の発見は太陽研究の第 2 日目の夜明けを迎えたといえることができる。ここで第 2 日目といったのには少なくとも三つの意味を含めてのことである。第一は、太陽はその表面を見ることのできる唯一の恒星であったがために、その時までには太陽の表面を相当くわしく眺め調べた人々のあったことである。太陽面現象の観測はガリレオが望遠鏡を使用 (1611) して、黒点の観測にその端を発しているのであるが、以後約 200 年の間は白光によって観測されたにすぎなかった。その結果太陽の自転周期、黒点活動周期、その周期に伴う黒点出現緯度帯の移動法則等が見付けられたのである。

第二の意味はフラウンホーファーの開発した分光という方法を用いて、一方において分光器とそれに付属する観測器械を大型化し改良することにより、太陽の光をますますよく分解して吸収線の様子をくわしく調べることになり、他方太陽のうちの一つの光例えば H_{α} (水素の出す赤い線) とか電離カルシウムの線だけで太陽面を観測して (スペクトロヘリオグラフという) 太陽表面の様子が調べられるようになり羊斑、暗条、紅炎、時々起る太陽爆発等新らしい景色が次々に発見され、加うるに黒点の持つ磁場の発見や技術の発達に伴って弱い磁場まで観測が可能となったことや、一方コロナグラフの発明によって太陽表面から少し外側のコロナの領域まで常時観測が可能となったこと等、太陽の物理学的研究の分野はフラウンホーファー線の発見を契機にして花々しく展開していったのである。

第三の意味は、太陽を眺めて目がぐっと広げられたこと、即ち今までの可視光線から一方長い波長の電波の領域にまでのび、他方ロケット、バルーン、人工衛星等を使用することにより短い波長の超紫外線から軟 X 線までの領域にまで広げられたことで、現在太陽物理学は第三日目の夜明けを迎えたといえるかも知れない点である。この第三日目を迎えて、第二日目の契機を作ったフラウンホーファーの名を持つ研究所ではどのような計画を持っているかについて書いてみたいと思う。

§2. “像質” (特に太陽観測に対しての) とそれに関連した問題について

「像質」という表現は “Quality of images” の直訳である。これは今までにシーイング (seeing) と呼ばれていた内容が一番近いらしいのであるが、一般に星像の見え方を示す一つの目安を表わすものとして、像のゆれ方、ゆがみ方、ぼけ方、透明度、シンチレーションといったようなことをひっくるめて表わす言葉として国際的に統一を欠いていたので I. A. U. で相談の結果、これ等を総合的にまとめた表現として Quality of images となったらしいので、ここでもそのままの表現を用いたまでのことである。

さて星がチカチカとまばたきをする光景は確かに天界の美を加えるには真に結構であるけれども、天体観測者にとっては全く困った代物なのである。従ってこの星のちらつきについては今までかなり多くの研究がなされているが¹⁾、太陽については殆んど分っていないようである。日光のあたる地面や壁からゆらゆらとかがろうが立登ることを見ても、昼間に観測しなければならない太陽の像質は夜間の様子とは、よほど違っていることは容易に想像のつくところである。我々は大気の底に閉込められているわけだから、大気の擾乱による像の乱れを受けることは当然覚悟しなければならないけれど、何とかいい像質を得ることができないものだろうかと思ふ工夫したくなるのも人情である。それには大きく分けて次の三点に分けて考えればよいのではないかと思う。

(A) 像質を悪くする原因が観測地付近の地形によって生ずると考えられる場合。そしてその原因は多分、気圧配置、風向、風速、温度、湿度等の気象条件によって大気の擾乱が大きく支配されるような高さにあると考えられる場合である。光学的な天文観測には晴天を必要とすることは当然であるが、同じ晴天でもうすい巻雲がかかった様な場合は我々にとっては有難くない晴であるか

* 東京天文台

ら、ある場所の晴天日数は気象台の報告だけでは頼り得ないこと、そして又像質なる表現の中には、ゆれ、ゆがみ、ぼけ、透明度、シンチレーション等、わけの分らない量が含まれているから、どの様なものが、どの様な地形について、どのような気象条件の時に、どの様になるかなどを調べることは不可能に近いから、結局はいい所を探し出すより仕方がない。

さてヨーロッパの太陽観測所もこの様な点を考慮して文字通り国境を超えていい観測地を探している状態である。御存知の通り南ヨーロッパは北ヨーロッパに比べて太陽に恵まれているので晴天を求めて南下し、フラウンホーファー研究所は美しいナポリ湾を一目に見下ろすカプリ島（イタリア）のダメクタに観測所を設けているが、この地中海に浮ぶ島の上では時々すばらしい像質を示すことがあり、H_α のリオフィルターで撮られた太陽面の写真は驚くべき微細構造を示している²⁾。同じカプリ島にはスウェーデンのエーマンがやはり観測所を持っている。又西独で最も活躍している塔望遠鏡はゲッテンゲンに在るが、ここも南スイスの美しい湖ラゴマジョーレ（大体南北に細長い湖）の北の端に近いロカルノに塔望遠鏡の新設を終り、テンブルゲンカーテの話では風が湖上を南から北に通るぬけて吹く時に最もいい像質が得られるとの事である。又そこには同じスイスのワルドマイヤーも観測所を持っている。

フラウンホーファー研究所の本部は南ドイツのフライブルグであるが、その観測所は近郊のシャウインスランドの山上にある。ここは 1240m の高さ、町から約 1 時間ほどの場所で、近くはシュヴァルツヴァルトの中心地の名にふさわしく、黒い山林が畳々と重なり、そのはるか彼方はドイツ最高の山ツークシュビッツェからスイスアルプスをこえてモンブランまで一望の下に眺められる景勝の地であるが、晴天日数が少ないということと、日の出後すぐに上昇気流のために像質が悪くなるとの理由で目下移転を計画中で、そのためフライブルグの市内及び近郊のライン河流域、カイザーシュトゥールの中腹等数ヶ所で 1 昨年の秋の終り頃から像質のテストを行っている。よい生活環境が新しいアイディアを生むに必要であると同様に、よい観測環境が新しい事実の発見には不可欠な点を充分考慮しているのである。

(B) 像質を悪くする原因が観測器械設定のごく近くにある場合、ドイツ人は自分自身がやってみた結果でないと信用しない民族らしい。キーベンホイヤーもこの意味に於いて完全なドイツ人といえよう。地面が太陽で照されるとかがけろが立登るから、このかがけろを通して向うのものを眺めたらゆらゆらゆれるだろう位のことは分っている、実際に望遠鏡を地表近くに横たえて眺めてみるわけである。そしてむき出しの土、芝生のような

草の上、灌木の上、水面（海面）上といろいろ材料をかえ、照された時間についての、どの高さでどのようにゆらめき方が変わるかを調らべてみたら、大体常識の様な結論がでたのであるが、先生としては大いに満足の様子だった。結論は、(1) ムキ出しの土の上は日暈が始まると殆んど同時にゆらめきが始まるが、草とか水の上は数分から十数分おくれる。(2) 高さが高くなるにつれてその影響は急激に減少する。(3) 日照開始後 1~2 時間経過してかげろうの状態が大体定常的になったと考えられた時に、太陽の像質は地表 10m 以上では地表 1m に比べてとても良好であった。我々がカプリ島でこのために 12m の高さの木製の塔を急造して調べたので、それ以上例えば 50m とか 100m とかの程度ではどうなるかは分らない。従って望遠鏡とかシーロスタットを設定するのは少くとも地上 10m 以上が望ましいし、その建物のまわりは芝生とか灌木のようなもので覆われていて、望遠鏡の位置は建物の南端に位置し、建物の壁によって生ずる影響も充分考慮されるべきである。

さて次に望遠鏡とかシーロスタットは普通ドームとか移動屋根の様なもので覆われているが、この室内の空気の擾乱がきくらしい。これについてはピク・ド・ミディのロッシュの実験があって、彼は望遠鏡の筒をドームの外まで出し、筒内に 2m/sec ほどの速度で外気を吸入して太陽面の写真を撮ったのであるが、その結果は極めて良好だったとのことである。フラウンホーファー研究所で我々が行った実験では、シーロスタットのあたりを大きな送風器で送風してやっただけで、像質がかなりよくなったのである。

このような点を考慮して、フラウンホーファー研究所では目下新しいアイディアでクーデ・レフラクターなる太陽望遠鏡を設計、すでにツァイス光学会社に発注を終り、来年には完成の予定である。この望遠鏡の特徴は、

1) ドームとか移動小屋等望遠鏡全体を覆うものは皆無で、望遠鏡自体がむき出しである。勿論、望遠鏡の本体を保護するためと温度、振動等の点を考えて、筒を始めとするあらゆる構造は二重になっている。

2) 屈折望遠鏡によって生ずる第一の太陽像の前には、鏡とかレンズ系等をすべて取除いてあって、光学系による散乱を最小限に止める。場合によっては主焦点位置にダイヤフラムを置いて、像の一部だけを取り出せるようにする。

3) 太陽光を地下の分光器室に導くまでに使用する鏡をなるべく少くする。

4) これを設定する場所はカプリ島の中でも最良の地点とする。

5) 設定の高さは少なくとも地上 10m 以上とし、温度の上昇を防ぐ様に考慮した建物の最南端に置き、建物

のまわりは芝生で覆い、南面は海まで何も設けない。参考までにいうと、この設定予定地の南面は海面上約150mの断崖絶壁となっている。

(C) 像質を悪くする原因が部分的な地形の様子によっては比較的支配されないと考えられる場合。そしてそれは多分気象現象を示す圏内でいて比較的高い所で起されていると考えてよいと思う。我々が地上で観測する限りは、これはどうしても取除き得ないものであって、一応あきらめるより仕方がない。この障害を除いていい像質を得る唯一の方法は、バルーンとかロケットとか人工衛星を用いて、観測器械を大気の外に運び出す以外にはない。

このような目的でフランスのムードン天文台の構内から1956年11月22日ドルフスとブラックウェルの英仏共同の計画が実行された³⁾。この観測ではバルーンが用いられ、人間が開放状態の籠の中から外にぶら下げた望遠鏡(口径28cm, 焦点距離280cm)を動かして太陽面の写真を撮る方法で、20,000フィート(約7000m)まで上昇して3時間ほど滞空した。上空での気温の低下のために焦点距離の変化とかシャッター機械が予想通りでなくなったために、結果は0.9"程度の分解能に止ったとのことである。アメリカでもこれに負けじと1957年6月2日キッティングがマンハイ(manhigh)と名づけられた閉じたゴンドラに乗って96,000フィート(約30km)まで上昇⁴⁾、そのあとシモンズも8月19日~20日にわたって101,468フィートまで上昇して、その時の32時間の様子をライフ紙に美しい写真と共に語っている。しかしこの実験の目的は多方面にわたっていたため、太陽面の写真を撮るまでには行かなかった。

人間の手を借りないでも太陽の様な強い光源があればその方向に望遠鏡を相当な精度でガイドする技術が発達したため⁵⁾、それと望遠鏡と一緒にしてバルーンで上げて自動的に写真を撮ろうとする計画も進められた。これがプリンストンのシュヴァルツシルドを中心とするグループの行ったスロラトスコープ計画である⁶⁾。望遠鏡は口径30cm, 焦点距離240cm程度のもので、地上と上空での気温気圧の変化に関する考慮を充分に払い、光電式のガイド装置を完備して1957年中に3回の飛翔実験を行った。この観測で得られた写真を見ると、粒状斑は極めて不規則な多角形で、大きさも300km~1800kmと種々あり、この明るく見える粒状斑は少し暗いすじの網の目で囲まれている。この観測では粒状斑とか太陽の縁の写真だけしか得られなかったので、更にテレビジョンの技術を組合せ、地上から遠隔操作ができるように改良して1959年内に4回の観測を行ったのである⁷⁾。これにより粒状斑についての様子が更にくわしく分り、その寿命も約8分ほどであり、更に太陽黒点特に半暗部の

驚くべき微細構造が明らかになり、そこには太さ約300km長さ約5000kmの明るいすじが大体放射状に、場所によっては極めて複雑に配列しており、その寿命は粒状斑の約5倍ほどだとのことである。もっともこの300kmとはこの望遠鏡の分解能の限界であるから、之より更に微細な構造を持つものかも知れない。

さて眼をもう一度地上にもどして、地上で太陽面を白光で写真に撮る場合は、太陽光はすばらしく強いから、シャッター速度をできるだけ早くして、像がゆれるために生ずるブレの様なものをできるだけ少くすることができるのであるが、リオのフィルターを通して H_{α} で写真を撮ろうとするためには、現在のところでは適当なフィルムを選んでも $\frac{1}{15}$ 秒が限界のようであるから、粒状斑撮影のような場合に比べて、 H_{α} で示す微細構造を写真に撮るには、全く歩がないことおびたしい。白光で眺めて見る粒状斑が写真に撮れない理由は H_{α} で眺めた場合にはもっとよくあてはまるわけである。それですらたまに驚くべき微細構造が眺められ、運よく写真もとれたことがあるのだから⁸⁾、この種の望遠鏡系を大気圏外に出せば興味のある結果が得られそうである。フラウンホーファー研究所では、この方面の計画も進められ、 H_{α} のリオフィルター(0.5Å)を組込んだ望遠鏡がすでにツイイスに発注され、出来上り次第アメリカで飛翔されることになった⁹⁾。技術的にはリオフィルターという温度的に相当やかましいものを組込むわけだから大変な事と思うが、得られる結果には興味津々たるものがある。

§3. 太陽面の微細構造をたずねて

空の状態がいい場合、或は少々悪くてもその悪い間を縫って、太陽面的一部分がほんの数秒間すばらしい像質を示すことがある。その時こそ太陽面の微細構造を眺めたり写真に撮影する絶好の機会となるわけである。ミュンヘン近くにあるヴェンデルシュタインのコロナ観測所は時々すばらしい像質を示す所として知られており、私も当観測所に滞在中唯一一回だけすばらしい像質に恵まれたことがあった。コロナグラフと平行に設置された H_{α} のリオフィルター付望遠鏡(口径10cm, 焦点距離165cm)を通して眺めた太陽面のすばらしく微細な模様や、縁にあるスピキュール等は真に見事なものであった。ただ当所は高山(1838m)の頂にあるために、午前10時すぎになると上昇気流の影響を受けて像質は悪くなってしまいうそうである。

カブリ島で撮られた H_{α} の写真を注意深く調べて見ると、活動のはげしい部分は所謂静かな部分に比べると様子がずいぶん違って、特に細かいループ状の模様(丁度タオル地を思わせる)が見られ、それらが30分ほどの間に伸びたり傾斜を変えたり、はげしく様子を変えていることが認められる。活動中心部に生ずる暗条とこれ

等の微細な構造との間には特に興味をひくものがある。カプリ島でもいい像質に恵まれた時があって、 H_α で眺めた模様の外に、白光で眺めた粒状斑とか黒点付近、特に半暗部に見られる放射状の模様や、暗部の中に何かモヤモヤした景色は今も忘れられないものの一つである。

しかし何といっても内部コロナの微細な模様は、今までに写真を見たこともなく、恐らく本にも記述されていないものであっただけに、スケッチをする手が驚きと感激と緊張にふるえたのは御想像戴けると思う。それは昨1961年2月15日皆既帯がフランス南部からイタリア北部、ユーゴスラビアへとぬけて行った日食での事で、フラウンホーファー研究所ではキーペンホイヤーの外3人が見物にでかけた。始めから計画を持っていたわけではないので、眼視観測に重点を置き、1眼レフカメラを小さい望遠レンズと組合せて写真を撮ったり眺めたりするプログラムに加わって、私は幸にも最も大型の望遠鏡(口径11cm, 焦点距離165cm)を用いて、内部コロナの眼視観測を任せられたのである。モナコとかニースとかいえば御存知の方も多かろうが、我々はそのすぐそば北イタリアの地中海に沿うライグエリヤという小さい漁村の裏山(海拔約200m)、丁度東側眼下に地中海を見下す場所に観測点を設け、雲一つない晴天に恵まれて鏡の様に静かな地中海の彼方から日は昇り始めた。

皆既の数分前にすでに紅炎はピンク色に見え、内部コロナもぼんやり見え始め、カスプの先端のピンク色の彩層が見る見る近ずいてフラッシュとなり皆既に入る。一瞬私は乗鞍のコロナ観測所で紅炎の早撮り望遠鏡を組立中に、赤い干涉フィルターを除いてリオフィルターだけで眺めた時の事を思いうかべたのであるが、違っていたのはコロナの色と内部コロナに埋まる多数の微細な模様であった。内部コロナは、ぼんやりと見えるコロナ色の背景の中に、色は同じで強度は数倍の太さは数秒程度の細い極めて多くの髪の毛のような模様が見え、それが部分的に或は平行に或は円弧状に或は格子状に(之は二つの部分的な平行な構造がすき通って見えていたと思われる)になっており、強度は場所によって一方から他方に順次強くなっているものがあつたし、特に活動的な紅炎のまわりのコロナの様子は興味のある状態を示していたのである。わずかに2分間の間に之等の様子をスケッチしたのであるが、この時ほど太陽のまわりを長く感じたことはない。粒状斑が目で見えていても写真に撮るのが極めてむづかしいと同様に、この内部コロナの微細な模様も、現在までに撮影するべく計画されたが成功していないのかも知れない。或は又日食などのわずかの時間の間に望遠鏡でのぞいて見ようという様なもったいない計画を立てる人も少なかったので、この様なことについては余り知られずにいたのではないだろうか。

さて太陽活動の様子は黒点の相対数で表わすことは御存知の事と思うが、その黒点は一般に1000 Gauss程度の磁場を持っており、又その付近に出現する爆発とか暗条の様子と磁場の変化が測定可能となって来て、何かこのような太陽活動部は磁場とは切り離しては考えられないことが明らかになって来た。そして先程のべた活動部の H_α での示す様子が、外と違って極めて微細な構造を示すことから推量して、これ等の微細な構造の一つ一つが磁場とどのように関連しているかを調べたいのは人情であろう。現在光電的な方法で、スペクトルのゼーマン効果を用いて、小さい磁場の所まで測れるようになって来たのであるが、取出している太陽像の部分が $5'' \sim 10''$ 程度の大きさを持っている間は、これらの微細な構造の幾つかを、そのまわりといっしょに取出して磁場の測定をしていることになる。そして又現存するマグネトグラフは、磁場の観測者と観測点を結ぶ方向の成分だけを示しているにすぎない。もし磁場がこれらの微細な構造にだけ集中しているものならば、何かいい方法で他の方向の成分も測定して、この微細構造の持つ磁場の様子が分ればという念願を持って、フラウンホーファー研究所では前述の新型望遠鏡に強力な分光器を一括にし、テレビジョンの技術を開発して、太陽面磁場の微細構造を画がき出そうと努力中である。

天体観測の歴史は、より遠方の天体を求めて進んで行ったと同時に、天体のより細かい構造を掘下げようとする努力の連続である。太陽面の諸現象も、大気の影響によって生ずる悪い像質の下になされた、所謂まじった観測から、現在まで多くの人達がやって来た様に、何とか上手な方法を考え出して、この微細構造に関する知識を見付け出すことはできるであろう。しかし現在のように微細な模様が実際に目で眺められ、写真に保存されることが可能になって来たのならば、何とかその微細構造そのものの、まじりのない観測を基にした研究がなされてもいい時代が来たのではないだろうか。このような考えの下に、大きなものを作るにはアメリカとかソ連に到底及ばない事を知っているドイツの太陽観測家達は、この方面にその活路を見出しているのではあるまいか。

参 考 文 献

- 1) 例えば、天文月報 46, No. 1, p. 7
- 2) K. O. Kiepenheuer, Zs. f. Ap. 49, 73 (1960)
- 3) D. E. Blackwell, D. W. Dewhirst, A. Dollfus, The Obs. 77, 20 (1957)
- 4) D. G. Simons, P.A.S.P. 70, 69 (1958)
- 5) D. S. Stacey, G. A. Stith, R. A. Nidey, E. B. Pietsenpol, Electronics, 27, 149 (1954)
- 6) J. B. Rogerson, Jr. Sky and Tel. 17, 112 (1958), M. Schwarzschild, Ap. J. 130, 345 (1959)
- 7) Robert E. Danielson, Ap. J. 134, 275, 289, (1961)
J. Bahug, M. Schwarzschild, Ap. J. 134, 312 (1961)
J. E. Gaustad, J. B. Rogerson, Jr., Ap. J. 134, 323 (1961)
J. B. Rogerson, Jr. Ap. J. 134, 331 (1961)
J. Bahug, M. Schwarzschild, Ap. J. 134 337 (1961)
- 8) 私信(キーペンホイヤーより)

赤色巨星の空間分布

石 田 憲 一*

古く HR 図は、主系列と巨星列から成るといわれた。球状星団の HR 図には、確かに巨星列がある。しかし散開星団と一般銀河面内の星の HR 図に、ある限られた幅を持った巨星列はない。スペクトル型 G, K, M の、主系列より明かるい星は、限られた巨星列を形成しないばかりか、星の内部的不安定のために膨脹・収縮を繰返えす種々の変光星を含み、又主系列星に較らべて重元素の多い S 型星、炭素の多い炭素星を含むので、非常に興味深い。

絶対光度

赤色巨星の個々の星の絶対光度を知することは、主系列星に較らべて非常に困難である。赤色巨星は、太陽近傍の単位体積当りの数が、赤色矮星の数百分の 1、だいたい主系列の早期型星と同じくらいなので、三角視差によ

第 1 表 種々のスペクトル型の星の密度
(1 pc³ 当りの星の数の対数)

スペクトル型	O	B	A	F	G	K	M
主 系 列 星	8.2	5.9	4.7	3.4	3.8	2.1	2.8
巨 星				5.7	4.1	4.7	5.5

J.J.Nassau, D.A.MacRae, Ap. J. 110. 40, 1949.

って距離を測って、絶対光度を決めることは出来ない。又主系列星と違って、温度系列に分類するだけでなく、スペクトルに絶対光度効果を見つけないければ、絶対光度を知することは出来ない。絶対光度効果については、O. C. ウィルソン (1959)¹⁾ が、CaII の H, K 線の反転輝線の幅の対数と、絶対実視光度の間に直線的関係が成り立つことを、絶対光度 +10 等から -5.5 等の間にわたって確かめた。この関係は、輝線の強さにも、スペクトル型にも関係しないので、すぐれた方法であるが、10 Å/mm 位の高分散のスペクトルを必要とする。赤色巨星は、OB 型星のように集団として空間に分布することがとても少いということも、絶対光度を知るためには、不利な点である。

現在までのところ赤色巨星の絶対光度は、統計的に求められた値が主である。それは、観測されたある種の星を全天にわたって、数十個から数百個集めて、それらの星が同一の絶対光度を持つと仮定して、視線速度・固有運動の統計的処理によって、太陽からの平均距離を求め

る。次にそれらの星に対する平均的な空間吸収の値を補正して、絶対光度を求めるという方法である。それらの星が同一の絶対光度を持つという仮定は、スペクトル型、変光の型に従って分離して計算を繰返えして正当性をためして見て、ある程度確かめられる。吸収物質は、銀河面内に集中しているが、一様に分布しておらず、数 pc の幅でぼろきれのように星間空間に非常に不均一に浮

第 2 表 空間吸収の星の明るさに対する影響

a	r/r'	1/2	1/4	1/10
0.75	$r' =$	4020 pc	8040	—
1.25		2400	4800	—
2.0		1500	3000	5000

平均空間吸収 a (mag/kpc) がある時、 r は本当の距離、 r' は見かけの明るさから、空間吸収がないとして出した距離。

でいる。従って平均的な空間吸収は、種々の方法によって 1 kpc 当り 0.7 等から 2.5 等にわたる値が得られている²⁾。このようなことから赤色巨星の絶対光度は、見かけの明るさを知ただけで個々の星の距離を調べる、又銀河面内の空間分布を調べるということに使うには、慎重が必要である。

変光の型の種類

主系列より上の星は、すべて変光しているであろうとアープはいつているが、実際に赤色巨星の殆んどは、変光星のいずれかの種類に属する。ステビンズとハッファー (1930)³⁾ は、M 4, M 5, M 6, のスペクトル型の 32 個の星の光電測光をして、30 個の星には、0.1 等以上の光度変化があることを確かめた。カメロンとナッソー (1956)⁴⁾ によると、M 7~M 10 の星は 56% が明らかな変光星で、おそらく 76% 以上は変光星であろうとしている。

変光星の種類は、大きくわけて変光範囲数等で数百日の周期のミラ型と、変光範囲 1 等以下で数十日の不規則な周期の不規則型にわかれ、両者の中間的な光度曲線を示すのが長周期型と半規則型である。ミラ型は、M 5 から M 10 までにわたるスペクトル型の星が一様に多いが、不規則型は M 6 と M 6.5 に集中している。

ジョイ (1942)⁵⁾ は、118 個の半規則型変光星のスペクトルをしらべて、超巨星と巨星の群があることを確かめた。即ち超巨星の方は -4.5 から -2 等の絶対実視

* 東京天文台

K. Ishida: Space distribution of red giant stars

第3表 ミラ型変光星の物理量

スペクトル型 (極大光度の)	$\log P$ (日)	平均有効 温 (°K)	$\bar{M}_v$	$\bar{M}_{bol}$	変光範囲 (M_v)
K5e	2.0	3600	-2.5	-3.4	—
M0e	2.1	3200	-2.5	-3.8	2
M5e	2.4	2500	-0.6	-4.0	4
M8e	2.7	2200	+0.3	-5.0	6
S, Se	2.5	2400	-1	—	6
R8e	2.4	2500	-1.7	-3.2	5
N0e	2.5	2300	-1.2	-3.6	4
N5e	2.7	2000	0.0	-4.4	3

(Allen, Astrophysical Quantities, 1956)

第4表 変光の型とスペクトル型別の星の数比

スペクトル	ミラ型	長期 周型	半規 則型	不規 則型	小計
M	213	72	73	221	579
S	8	1	1	5	15
C	20	13	18	59	110
小計	241	86	92	285	704

J. J. Nassau, V. M. Blanco, Ap.J. 124, 346, 1956

光度で、M0~M5のスペクトルを持ち、数は少なく、巨星の方は-2.0から0.0等で、前者より低温の星が多い。R. E. ウィルソン (1942)⁶⁾ は空間運動によって統計的にジョイの結果を確かめた。更に超巨星の半規則型変光星13個から太陽に対する平均運動速度19.2km/s、巨星の半規則型変光星106個から平均運動速度23.8km/sを得た。R. E. ウィルソンとメルリ (1942)⁷⁾ によると、ミラ型変光星の300日以上周期の星の太陽に対する平均運動速度は28.2km/s、300日以下の周期の星の平均運動速度は53.6km/s。

組成による分類

スペクトルに表われた組成のちがいに従って、赤色巨星にはGKM型の他に、S型星と炭素星(RN型)の温度系列がある。炭素星は、炭素と酸素の量比が、逆になっているので、TiOのバンドのかわりにC₂, CNのバンドが表われる。S型星は、炭素と酸素の量比は中間値だが、重元素の量が最も大きい。GKM型星と炭素星のスペクトルのちがいは、はっきりしており、セツキ(1866)がすでに別の型として分離している。しかしS型は、1922年のIAUで π Gru, R And, R Cygの三つの星に、初めて冠せられた名称で、キーナン(1954)⁸⁾ によってS型に分類された星は69個しかない。それなのにM型とS型、S型と炭素型の中間的組成と考えられる星が、20個近くもある。すべてのS型星、炭素星は、温度と組成に従って2次元分類され、更にMS型、SC

型とか複雑な中間型の星が出て来るところを見ると、そんなにはっきりわけられるものではないらしい。

事のついでにいえば特異炭素星として、水素が殆んどないと思われる星が20個近く(RCrBなど)、G-バンドの強いCH型星(殆んど高速度星)、BaII, CsIIの異常に強いBaII型星なども赤色巨星に含まれるが、数も少ないし他の星とあまりちがう点が多いので、今は考えない。

種類別の数の比

変光の型と、組成の違いに対する星の数の比は、第4表のようになっている。この表は、カメロンとナッソー(1956)⁹⁾ が、銀河に沿って $\pm 6^\circ$ の領域の対物プリズムによる写真から、写真等級で15等より明かい変光星を数えて作ったもので、それら12種の星の絶対光度の分布が同じで、吸収物質との分布関係が同じようなものならば、本当の空間的な数比に近いだろう。変光星のカタログ(1958)に、ミラ型星は2970個のっているが、そのうちスペクトル型のわかっているのは935個にすぎず、M型842個、S型41個、炭素型52個ある。M型のミラ型変光星は変光周期300日前後のが多いのに、S型は360日炭素型は400日位の星が多い⁹⁾。

空間分布

赤色巨星は、K5型スペクトルの星でエネルギー曲線の極大は8300Å、M型で10700Åとなる。ワナー・スエージー天文台では、2°又は4°の対物プリズムをシュミット型望遠鏡に取りつけて、6800から8800Åの領域のスペクトルをとっている¹⁰⁾。30分の露出で赤外色指数5.0から7.0の星で赤外等級13.5等まで写る。銀河領域で $l=333^\circ \sim 201^\circ$, $b=-6^\circ \sim 0^\circ \sim +6^\circ$ と、 $l=342^\circ$ から 171° まで21°おきに $b=\pm 18^\circ$ まで幅5°の領域において、赤外等級10~11等までの星のスペクトルが分類された。得られた数は、晩期のM型星(M) 6637個、炭素星749個、空間吸収で赤くなったM0~M4の超巨星(RM) 149個、S型星68個。

殆んど数を占めるMの分布は、吸収物質による見かけの影響をのぞけば、銀河面内の分布が非常に様に銀河中心の方から銀河系の外の方に向かって減少している。集団を作ったり、渦状腕に沿う分布は全くない。吸収のない領域では、銀河中心の方向は、反対方向の5倍の星がある。銀河系の外の方でのMの数の減少は、銀河に沿った帯と同様 $\pm 18^\circ$ までの領域に関しても認められ、銀河中心の方が銀河面に対する分布の厚さも大きくなっている。

ところで、これらの星の殆んどは巨星で、矮星は1割以下と考えられるが、実際次のようにして確かめられた。 $l=6.5^\circ$, $b=-16^\circ$ の領域では、露出時間を5分から30分にのばすとMの数は30個から184個にふえる

が、銀極の方向 50 平方度の領域は、露出時間を 5 分、30 分、60 分とのばしても、写る星の数 5 個はふえなかった。吸収のないところでは、M は 4 kpc の距離まで数えられたことになる。銀河中心の方向で長時間露出をした結果では、ナッソーとマッカスキーによると銀河中心まで一様に M の空間密度は増えており、渦状腕らしい形跡は全くなかった。晩期の M 型星 (M)こそ、円板種族の代表者である。M は銀河に沿って $\pm 6^\circ$ の帯の中に 48% が含まれる。

一方炭素星の N 型星は、銀河に沿って $\pm 6^\circ$ の帯に 72% が含まれ、M よりもずっと銀河面集中が強いのか又は絶対光度が明かるい。炭素星は M とちがって、あちこちに集団を作って分布する。例えば $l=66^\circ, b=0^\circ$ の方向 $16^\circ \times 16^\circ$ の領域には、赤外等級 11 等までの 40 個の N 型星があり、4 個は $m_i=6.0$ 、他は $m_i=9.5$ で、こちらの腕と向うの腕に位置する集団と思われる。炭素星は、銀河中心の方向に少なく、銀河系の外の方向に多くなっている点も、M と対称的である。炭素星の場合も、数 kpc の距離までの星を見ていることは確かで、運動からも若い星である (サンフォード¹¹⁾など) と考えられ、腕に分布する事はたしかのようである。実際にペルセウスの腕の外に、更に 2 本の渦状腕らしい集中が見られる。

空間吸収で赤くなった M 0 から M 4 の超巨星の分布は、吸収物質の分布を示すものと考えてよく、 1° 以内の領域に 3 から 5 個の星が集まって分布しており、散光星雲の分布と一致する。S 型星が、その中にあることも

あり、これらが、銀河系の外の方向に少なく、炭素星と同居することがない点でもちがっている。S 型星は、その運動と太陽近傍 2 kpc の空間分布から、これも渦状腕の中に分布する比較的若い星と考えられている。従って渦状腕の中で、炭素星と S 型星がちがう分布をしているという可能性がある。

おわりに

上にのべた対物プリズムをつけたシュミット型望遠鏡による掃天は、赤外部での空間吸収が少ないということと相まって、赤色巨星の統計的研究に新生面を開いた。しかしまだ、赤外等級の調べられた星は、数えられた星の 1 割であり、変光の調査はこれからされなければならない。赤色巨星を近赤外赤外部でしらべると銀河系の端まで見通すことが出来て、OB 型星よりも大きな尺度で、銀河系の構造を知ることが出来るであろう。

参考文献

- 1) O. C. Wikon, Ap.J., **130**, 499, 1959
- 2) J. Dufay, Galactic Nebulae and Interstellar Matter, 1957
- 3) J. Stebbins, C.M. Huffer, Pub. Washburn Obs., **15**, Part 3, 139, 1930
- 4) D. Cameron, J. J. Nassan, Ap. J., **124**, 346, 1956
- 5) A. H. Joy, Ap.J. **96**, 344, 1942
- 6) R.E. Wilson, Ap. J. **96**, 371, 1942
- 7) R.E. Wilson, P.W. Merrill, Ap.J. **95**, 248, 1942
- 8) P.C. Keenan, Ap.J. **120**, 484, 1954
- 9) P.W. Merrill, Ap.J. **131**, 385, 1960
- 10) J. J. Nassan, D. Cameron, Ap. J. **120**, 464, 1954
- 11) R.F. Sanford, Ap. J. **99**, 145, 1944

雑 報

国際極運動観測事業中央局の開局 1962 年 1 月 6 日より国際極運動観測事業 (I. P. M. S.) 中央局が、水沢緯度観測所内に置かれることとなり、当日開局式が同所会議室で行なわれた。所員のほかに東京天文台長、測地審議会長代理として広瀬秀雄博士、文部大臣代理として学術課長吉里邦夫氏、岩手県副知事等の来賓が参会され、同所における第一代目の中央局長であった木村栄博士の肖像画の下で、式は池田所長の祝辞から始まった。醇々として 62 年間にわたる同所の伝統と現在の中央局に指定されるまでの充実した活動、そして今後の事業発展への覚悟と責任を説かれ参会者に深い感銘を与えた。東京天文台長、測地審議会長の祝辞を広瀬教授が代読され、中央局が日本の水沢にもどって来たことの意義が深く認識を新たにさせられた。当日最も淋しく残念だったことは、新中央局長の服部忠彦博士が健康を害され止むなく欠席されたことであるが、病床からメッセージを寄せられ、その高遠な迫力にみちた抱負は聴く人の襟を正さしめた。開局式後数日経って、まず前中央局長チェッキ

ニ博士より緯度観測 データ処理方法の詳細な報告が届き、パリー天文台、ワシントンの海軍天文台よりも開局直前の観測報告が早くも寄せられ、開局早々緊張した空気のなかにも各国の信頼が胸に迫るものがあった。

南米ベネズエラの新天文台 ベネズエラは南米の北端にある国で、首都カラカスは北緯 10 度のところにある。このカラカスにあるカギガル天文台は、最近新しい設備を次々に作っていて、赤道近くにあつて全天が観測可能という利点をもって、その活躍は期待されている。

設置される器械の主なものは 65cm 屈折、100 cm シュミット・カメラ、100 cm カセグレン反射鏡、写真天頂筒などである。65 cm 屈折望遠鏡は焦点距離 10.2m、3 年半を費して 1959 年に完成した。これは戦前ツァイス製作のベルリン、東京三鷹、ベルグラードなどにあるものと同口径であるが、戦後の西独オーベルコーヘンのツァイス会社の作としては最初のものである。台柱の高さ 7.5m、筒の長さ 11.5m、マウンティング共の望遠鏡の重さは 17 トンで、重りの中に運転機構を入れたところが、戦前のものと変っている。太陽、二重星、天体写真観測等の計画がある。

100 cm のシュミットカメラは球面鏡の直径 150 cm, シュミット補正レンズの直径 100 cm, 焦点距離は 3 m で, マウンティングは他に例を見ない屈曲したヨーク型である。これはダブル・フォーク型ともいわれ, ヨーク型の左右の受け梁を中央でまげたもので, これによって普通のヨーク型が北側の支え柱のために北極が観測できないという欠点を改良した。ヨークを折りまげたので, それだけバランスが変わるので, ヨークの南と北に重りをつけてある。ドイツのアスカニア製である。このほかにも 100 cm F5 カセグレン・クーデ反射望遠鏡, 50 cm F9 の双写真儀, 子午環等の計画がある。

カギガル天文台はカラカスの市中にあるので, これらの器械をおくために新しい天文台の敷地をさがしているとのことである。

(下保)

(58 頁よりつづく)

当然のことながら, これらの値は, β では琴座 RR 型変光星の 2300 パーセック, 典型的種族 I の星, B 型星の 60 パーセックの中間的性質をもっている。

白色矮星の密度 (銀河近傍の) は, ルイテンの星数調査によれば 1400 立方パーセックあたり 1 個の割であるという。一方パレナゴは, 固有運動から, この星の 10^m から 15^m までの光度函数を求め, これによって密度として 1000 立方パーセックあたり 1.8 個という, ルイテンよりやや大きい値を得ている。いずれにしても, 太陽の近くのすべての星の密度の 1~2% の程度ということになる。しかし一方, アンバルツミアンとシャインは, 少し古い, クリーガーの桶座の星数調査にもとづいて, 白色矮星は, 我々の近くのすべての星の密度にほぼ匹敵する高密度を持つものと見做っている。いずれが真実に近いかは, にわかに決し難いが, ルイテンの挿天の結果, 尨大な数の暗い星から考えても, 白色矮星の数, 特に晩期の白色矮星を加えた密度が, ルイテンや, パレナゴの評価の数倍にふくれ上るといことも, 考えられないではない。星の残骸であると考えられている, この白色矮星の空間密度は星の進化の問題に関連して極めて重大な問題であって, 今後の詳しい研究がのぞまれよう。

参 考 文 献

- 1) Adams, W. S., P.A.S.P., 26, 198 (1914), P.A.S.P., 27, 286 (1915)
- 2) Bonsack, W. Ap. J., 125, 189 (1957)
- 3) Börnstein, Zahlenwerte und Funktionen, 3, 216 (1952) (→Landolt)
- 4) Greenstein, J. L., A. J., 59, 322 (1954), P.A.S.P., 68, 501 (1956), Proc. 3rd Berkeley Sym. on Mathematical Statistics and Probability 3, 11 (1956), Ap. J., 126, 14 (1957) (→

- M. S. Mathews), Ap. J., 126, 23 (1957), Handbuch der Physik, 50, 161 (1958), Stellar Atmospheres, P. 687 (1960)
- 5) Harris III, D. L., Ap. J., 124, 665 (1956)
- 6) Humason, H. L., Ap. J., 105, 85 (1947) (→F. Zwicky)
- 7) Hertzsprung, E., Ap. J., 42, 116 (1915)
- 8) Johnson, H. L., Ap. J., 117, 313 (1953)
- 9) Kuiper G. P., P. A. S. P., 53, 248 (1941), Colloquium on Novae and White Dwarfs (1941)
- 10) Landolt, Zahlenwerte und Funktionen, 3, 216, (1952) (→Börnstein)
- 11) Luyten, W. J., Minnesota Publ. 2., No. 7 (1939), No. 11 (1939), A. J., 52, 35 (1946), Ap. J., 109, 528 (1949), Ap. J., 113, 701 (1951), Ap. J., 114, 488 (1951), Proceedings of the National Academy of Science, 37, 637 (1951), Ap. J., 116, 283 (1952), Proc. N.A.S., 38, 494 (1952), P.N.A.S., 39, 135 (1953), A. J., 58, 75 (1953), Harv. Ann. Card. No. 1202 (1953), P.N.A.S., 40, 137 (1954), A. J., 59, 224 (1954), A. J., 60, 429 (1955), A. J., 61, 251, 262, 264 (1956), Ap. J., 126, 19 (1957)
- 12) Van Maanen, P. A. S. P., 29, 258 (1913)
- 13) Mathews, M. S., Ap. J., 126, 14 (1957) (→Greenstein)
- 14) Mestel, L., M. N., 112, 583 (1952)
- 15) Miller, W. C., Ap. J., 114, 488 (1951) (→W. J. Luyten)
- 16) Morgan, W. W., Ap. J., 117, 313 (1953) (→H. L. Johnson)
- 17) Pavloskaya, E., A. J. USSR, 33, 660 (1956)
- 18) Parenago, P. P., A. J. USSR, 23, 31, 349 (1946), Publ. Obs. Astr. Sternberg, 30, 3 (1949), A. J. USSR, 27, 150 (1950), A. J. USSR, 33, 340 (1956)
- 19) Popper, D. M., Ap. J., 120, 316 (1954)
- 20) Russel, H. N., A. J., 51, 13 (1946)
- 21) Schatzman, E., White Dwarfs (1958)
- 22) Trumpler, R. J., Lick Bull., 14, 154 (1930)
- 23) Vyssotsky, A., P. A. S. P., 42, 155 (1930)
- 24) Zwicky, F., Ap. J., 105, 85 (1947) (→H. L. Humason)

春季年会のおしらせ

1962 年度の春季年会を下記により開催いたします。会員諸氏の御参加をお待ちいたします。

日 時: 1962 年 5 月 10 日 (木) ~ 12 日 (土)

場 所: 東京都文京区 東京大学

医学部総合中央館 3 階大集会室

講演申込: 本号附録の講演申込用紙に記入の上, 3 月 31 日までに本会年会係に到着する様, お申込下さい。

アブスト: 講演予稿集に集録するため, 講演を申込ま
ラクト: れた方は, 講演内容のアブストラクトを,
3 月 31 日までに年会係に御提出下さい。
アブストラクトは 400 字以内, 左横書きに
願います。

予稿集は, 特別会員には一部宛無料で差上げます。
二部以上御入用の方, 又は通常会員で御希望の方は一
部につき実費 50 円 (送料共) をそえてお申込下さい。
尚, 年会々場にてもおわかしいたします。

東京都三鷹市大沢東京天文台内

社団法人 日本天文学会

振替口座 13595 番

電話 武蔵野 0422-3-6151~3

昭和 37 年 2 月 20 日

印刷発行

定価 50 円 (送料 6 円)

地方売価 53 円

編集兼発行人

印刷所

発行所

東京都三鷹市東京天文台内

東京都港区芝南佐久間町一ノ五三

東京都三鷹市東京天文台内

広瀬秀雄

笠井出版印刷社

社団法人 日本天文学会

振替口座東京 13595

昭和 24 年 5 月 18 日第 3 種郵便物認可・天文月報第 55 巻第 3 号附録・昭和 37 年 2 月 20 日発行

日本天文学会春期年会講演申込用紙				〆切 3 月 31 日	
氏 名			所 属		
題 目					
スライド使用 の 有 無	有 無		所要時間	分	
プログラム編成の便宜のため，講演される題目の内容について，下に○印をおつけ下さい。 天体力学 位置天文学 恒星天文学 天体物理学 電波天文学 実験観測装置 その他.					

なお講演を申込まれた方は，3 月 31 日までにアブストラクトを御提出下さい。アブストラクトは 左横書き 400 字詰原稿用紙 1 枚以内をお願いします。スライドは 5×5 cm 枠付 35 mm 版。所要時間は必ずしも 御希望にそい 兼ねることがあります。（更に申込用紙御入用の方は本会に御申出下さい。）

ユニトロ
ン
ポラレックス
天体望遠鏡

1950年以來海外に多数輸出
され、好評を博している当
所製10センチ屈折赤道儀、
外に15センチ屈折赤道儀な
ど多数製作

ユニトロ・ポラレックス天体望遠鏡製作
株式 日本精光研究所
会社

東京都世田谷区野沢町 1-100
TEL. (421) 1685, 0995; 振替 東京 96074

ROYAL
TOKYO

ロイアル

天体望遠鏡と

観測室ドーム

主要製品

- ★ 理振法規格の
小型天体望遠鏡
- ★ 天文台用大型
屈折・反射赤道儀
- ★ 観光望遠鏡
- ★ 観測用光学諸機械
- ★ 観測室ドーム

写真は新潟県立新発田高等学校の当社製、アルミニウム板葺、電動、手動併用駆動式 5 m 天体観測室ドーム

カタログのご請求には
本誌名を付記願います。

PSTO 光学工業株式会社

本社 東京都千代田区大手町 2-2 野村ビル Tel. (231) 0651・2000
工場 東京都豊島区要町 3-28 Tel. (957) 4611・6032・6669
振替東京 52499番