

ユニトロン
ポラレックス



1950年以来海外に多数輸出され、好評を博している当所製15センチ屈折赤道儀（左）と10センチ屈折赤道儀

ユニトロン・ポラレックス天体望遠鏡製作
株式会社 日本精光研究所

東京都世田谷区野沢町1-100
TEL (42) 1685, 0995; 振替 東京 96074

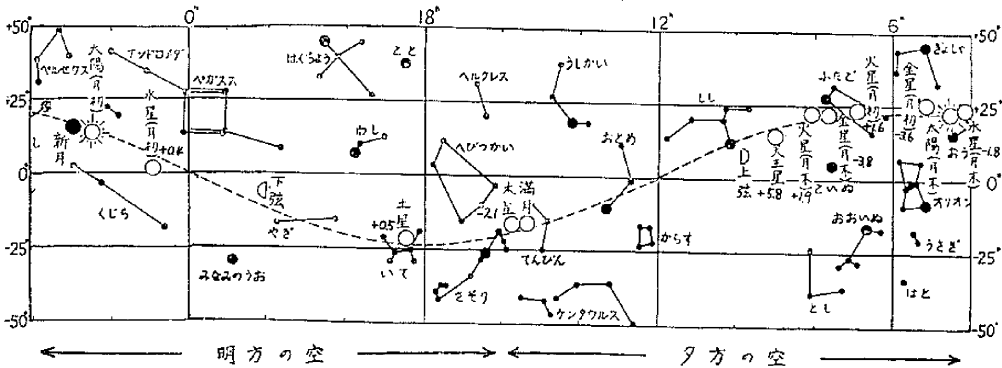
目 次

わが銀河系の概観(Ⅱ).....清水 強.. 93
 連星の頻度.....北村 正 利.. 96
 天文学者を語る(4)——エディントン.....萩原 雄 祐.. 98
 雑報——新種の天体発見, 星団のカード, 近接連星における微粒子放射説..103
 宇宙塵.....104
 パロマーの眼——へびつかい座の暗黒星雲.....105
 月報アルバム——36インチ反射鏡の製作, ヘナイズ氏の来日.....106

——表紙写真説明——

日本光学KKの研磨室で
 研磨中の東京天文台の91
 cm(36インチ)反射鏡,
 この研磨器は1.5mの鏡ま
 で研磨できる。(月報アル
 バム参照)

◇ 5月の日月惑星運行図



算聖二百五十年記念

理博 平山 諦 著

☆一賛辞
 広瀬秀雄博士 アルマガスト 定価 六百五十円 函入 48入
 自然科学、東西数学物語に続き、関孝和の出版をみたことは一つ一つ貴社の出版事業に於ける貫禄を示すものであり、且つ私達学術の文化性に興味を抱くものにとつて眞の滋養を得た思いです。(中略)
 贈位という故人顕彰の手段のなくなった今日この様な出版が唯一の顕彰手段である。この意義ある出版をされた平山氏と恒星社長土居氏に深甚の敬意を表します。(後略)

関孝和

現代天文学事典
 我が天文学界最高峰 荒木俊馬博士執筆になる世界に類なき一大事典! 定価 3500 円

読者の要望に答えて増補新版

初等天文学講話
 わがアマチュア天文学の育ての親 山本一清博士が執筆した天文学入門書 定価 350 円

東京都新宿区 恒 星 社 振替 東京 三栄町八番地 5 9 6 0 0

天文博物館

五島プラネタリウム

5月の話題 宵の明星と太陽系
 6月の話題 大空の星時計
 投影時間 午前11時、午後1時、3時、5時
 (土・日には午後7時も投影、月曜日は休館)

12月29, 30, 31日、月曜日は休館します。

東京・渋谷・東急文化会館8階
 電話 青山 (40) 7131, 7509

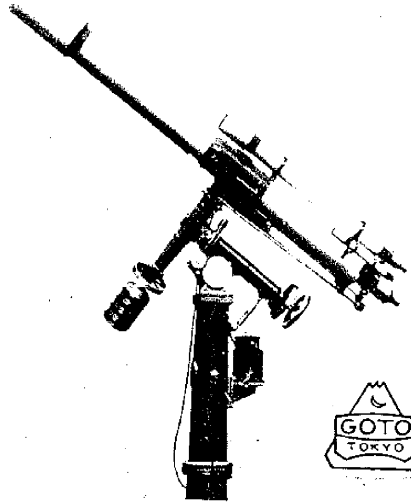
五藤式天体望遠鏡

☆

専門家・天文台用各種
学校向（理振法準拠品）各種
アストロカメラ・スペクトロ
スコープ等、各種付属品

当社は大正 15 年創業以来一貫して天体望遠鏡の研究製作に当り、我が國で最古且つ最大のメーカーであります。特に学校向には国内需要の 80% は当社の製品によつて賄つており、輸出もまた飛躍的に伸び、特に 6 インチ据付型の赤道儀は輸出された赤道儀として最大のものであり又その優れた性能も高く評価されています。

カタログ呈（本誌名記入の事）



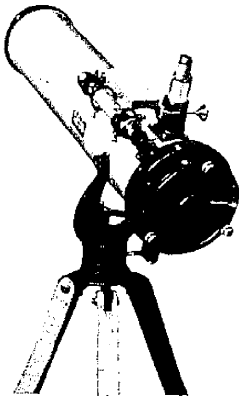
株式会社

五藤光学研究所

東京・世田谷・新町・1-115
電話 (42) 3044・4320・8326



カンコー天体反射望遠鏡



新発売!!
十五握ミヤノン天体反射望遠鏡
C・G 式焦点距離二段切換
（焦点距離一三五〇耗及び二四〇〇耗
鏡筒長九〇〇耗）

- ★ 完成品各種
- ★ 高級自作用部品
- ★ 凹面鏡、平面鏡
- ★ アルミニウム鍍金

（カタログ要 30 円郵券）

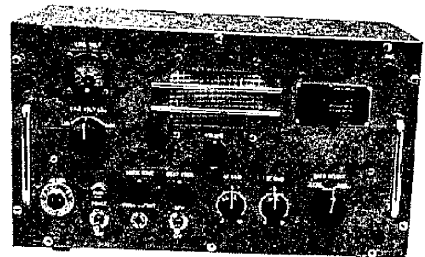
関西光学工業株式会社

京都市東山区山科 Tel. 山科 57



人工衛星観測に活躍する

応研の標準電波用受信機



高感度、高安定度、操作容易

- 方式 8 球式水晶制御スーパーヘテロダイン
受信周波数 2.5, 5 MC
主要製品 水晶時計（周波数標準装置）
水晶湿度計（特許出願中）
高性能直流増巾器
其の他各種精密測定器

カタログ贈呈

応研電子工業株式会社

東京都大田区北千束町 454 番地
電話 (78) 9257

わが銀河系の概観 (II)

清水 彊*

光の空間吸収 星と星との空間は決して真空ではないから、星からの光も途中に存在する物質のためある程度の吸収をうける。もっとも、われわれから 20 pc 以内ぐらゐの近距離では、この影響を観測の上で認めることはできないが、数百・数千 pc 以上の距離になると、これが大きく現われてくる。したがって、星間物質による光の吸収の実情をある程度明らかにしない限り、恒星の空間分布、さらに進んで銀河系の構造を論じることはできない。

散光あるいは暗黒のいわゆるガス状星雲は、星間物質が平均よりも 10 倍またはそれ以上に濃厚となった部分にあたる。ガス状星雲の多くは、太陽の 10 倍程度の全質量と考えられ、10 pc ぐらゐの拡がりを持つが、中には 100~500 pc の大きいものもある。そして時には、これらが相集って太陽質量の数千倍にもあたる星雲の一大集団を形作る場合もある。たまたまガス状星雲の近くに O, B などの早期型輝星が存在し、その強い輻射によって輝やかされた部分が、散光星雲として観測されるが、そうでない場合は暗黒星雲として背後からの星の光を吸収する。星間物質は微粒子を含んだガス体であって、平均的に見たその元素組成の割合は、恒星のそれとほぼ同様で、水素が大部分を占めている。星間水素原子は一般に中性であるが、散光星雲では電離の状態にあるのがふつうである。

星間物質は場所によりかなりの濃淡があるが、銀河面に沿った各方向の平均的な光の空間吸収率は、距離 1 kpc ごとに写真等級においておよそ 1 等級の減光の割合である。そして大局的には、一定密度の星間物質が銀河面に沿って約 220 pc の厚さで拡がっているとみなすこともできよう。太陽附近における星間物質の平均密度は、第 3 表からは $0.035\odot/\text{pc}^3 = 2.4 \times 10^{-24} \text{gr}/\text{cm}^3$ となるが、大雑把にいて 1cm^3 内に水素原子 0.5 個と微粒子 (半径 0.1μ 程度) $10 \sim 20 \times 10^{-14}$ 個ぐらゐの見当である。しかし前にも述べたように、この数値も確かなものではなく、またガス状星雲による局所的な密度変化のほかに、ウエスターハウト (1957) が 21 cm 電波観測から示しているように、中性水素の平均密度は銀河中心からの距離によってかなり規則的な変化をしている。したがって、恒星の空間分布や星団の距離などの問題には、上のような大局的なモデルで近似するわけにはいかないのである。

星間物質による光の吸収は、ホイットフォード (1948)

の紫外から赤外にいたる六色光電測光観測の結果では、光の各波長 λ に対して、大体 $1/\lambda$ に比例するとみなすことができる。すなわち、星からの光は通り抜ける星間物質の量が多ければ多いほど、青色光の方がより多く吸収され、星本来の色よりも赤味を増すわけである。星の本来の色は空間吸収が無視できる多くの近距離星の多色測光から、各スペクトル型の各光度階級ごとの平均色指数を求めて、これらを標準の色とみなせばよい。U・B・V の三色測光による色指数 U-B, B-V は、ジョンソンとモルガン (1953) とが与えている。いま、ある恒星の三つの光度 U・B・V を観測し、えられた U-B, B-V の値からそれらに対応する標準値を差引くと、二つの色過数 $\Delta(U-B) \equiv E_b$, $\Delta(B-V) \equiv E_v$ が求められる。幸なことには、空間吸収による実視または写真等級の増加 ΔV , ΔB は、空間の到るところで色過数の量に比例しており、光の波長域を異にするとただ比例常数が変わるだけである。たとえば、ジョンソン・モルガン (1953), ブランコ (1955), ヒルトナー・ジョンソン (1956) などによると、ほぼ $\Delta B = 4E_v$, $\Delta V = 3E_v$ となる。なお B 型星 (III~V) の場合には、空間吸収のあるなしに拘わらず、 $(U-B) - (E_b/E_v) \times (B-V) \equiv Q$ が一定であるので、 $E_v = (B-V) - 0.337Q + 0.009$ のごとき実験式を用いて E_v もが求められる。したがって、観測から恒星の色過数を定めさえすれば、実視または写真等級に及ぼしている空間吸収の量が、推定できるのである。

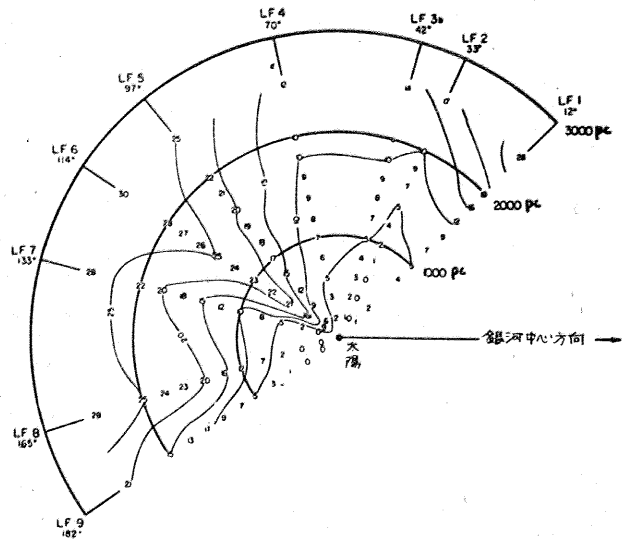
3 kpc 内の恒星の空間分布 天球のある部分に認められる恒星の空間分布、いかえると恒星の空間密度が距離とともにどう変わるかを知るには、まず星野写真をとって星数計測を行わねばならない。天球の一平方度内で見かけの光度が $m-1/2 \sim m+1/2$ 等の星数 $A(m)$ を、各等級について求めることが星数計測である。この場合 $A(m)$ の誤差は殆んど恒星の光度等級の測定誤差にかかっている。 $A(m)$ のほかに観測から求めねばならないものは、その方向におけるいろいろの距離に対する空間吸収の値である。これにはその星野内で適当な距離にあると思われる幾つかの恒星を選び、そのスペクトル型と B・V のごとき二つの光度をはかるか、あるいは U・B・V のごとき三つの光度を測定して、それらの恒星の絶対光度と色過数とを求めるのである。そうすれば色過数から見かけ光度に対する吸収の補正値が、また吸収を補正した見かけ光度と絶対光度との等級差から距離が求まるから、等級で表わした空間吸収の値 Δm と距離 r との関

* 京大理学部宇宙物理学教室

係がえられることになる。

さて $A(m)$ と Δm とがきまると、太陽附近で定めた例えばファン・リンの光度函数がどこでも成立っていると仮定して、恒星の空間密度 $D(r)$ を計算することができる。しかし、一般星の光度函数が空間のどこでも同じであると仮定するのは、大雑把にすぎることがわかってきた。そこで近頃では、スペクトル型によって星を区分し、各スペクトル型星ごとに $A_s(m)$ を求め、全く同じ手続きでそれに対する空間密度 $D_s(r)$ を定めることが行われている。太陽附近の恒星から、各スペクトル型星ごとの光度函数 $\phi_s(M)$ が求められるから、これがどこでも成立つと仮定するわけである。最近の恒星進化論の考え方から見れば、これにも問題があるであろうが、より実情に近いことは確かである。なおこの方法では $\phi_s(M)$ と $D_s(r)$ とから、いろいろの距離 r における一般星の光度函数 $\phi(M)$ の値を推算することができる。

今まで主に銀河面に沿った方々の部分で恒星の空間分布を求める研究が行われてきたが、同じ部分であっても人によりかなり異った $D(r)$ がえられており、しかもその違いは距離 r が増すほど大きい。ワーナー・スエージー天文台では 1945 年以来約 10 年間にわたって銀河面に沿った 9 カ所 (銀経 $12^\circ \sim 182^\circ$) で写真光度 12 等までの星数計測を行い、その総合結果がマックスキー (1956) によって発表されているが、これが最も信頼度が高いと思われるので、これだけを紹介しておくことにしよう。この報告に示されている各スペクトル型星の空間密度 $D_s(r)$ の絶対的な誤差は、主に始めに採用した光度函数 $\phi_s(M)$ ¹⁾ の不たしかさからおこり、およそ 50% ぐらいであろう。しかし各区域の $D_s(r)$ を求める操作は 9 ヶ所とも全く同じに行ったから、異った区域間の相対的誤差は遙かに少なく、15% ぐらいと推定されるという。第 5 図は色過数の観測から定めた銀河面上における 1 kpc あたりの空間吸収 $2m$ (単位: 1/10 写真等級) の分布図であって、これらの数値に基づいて $D_s(r)$ が計算された。星数計測の行われた区域は、暗黒星雲が局部的に特に濃密である所は避けているので、ある程度の任意性がある。この点が後に述べる電波観測の場合とのちがいはなる。第 5 図において銀経 114° の方向では、星間物質が太陽の近くまでのびていることに注目しておこう。光の空間吸収の全観測域についての平均は、1 kpc につき 0.9 写真等級の割合となる。



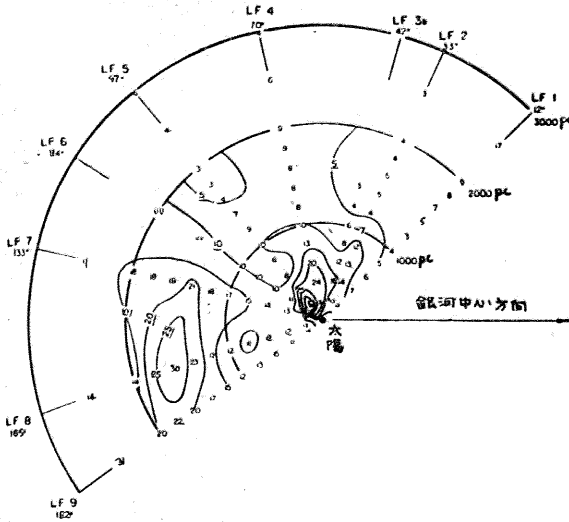
第 5 図 色過数の観測から求めた銀河面における空間吸収 (Δm) の分布 (1 kpc あたり 0.1 写真等級を単位とする)

太陽から 1 kpc までの $D_s(r)$ の分布図はここには省略するが、おもな結果をまとめると次のようになる。(i) B8~A0 型星は、銀経 $60^\circ \sim 120^\circ$ の方向で 500 pc の範囲内に集団を作っているのが見られる (第 6 図参照)。(ii) A2~A5 型星では、この集団が同じ銀経でもっと遠くまで広がっている。(iii) F0~F5 型星の空間密度は太陽附近が最大で、銀経 $40^\circ, 97^\circ$ の二方向以外では距離とともに急激に減っている。(iv) F8~K3 型の巨星は、B8~A0 型の場合と同じ場所に同じような集団をなしている。

距離が遠くなると、絶対光度の暗い恒星は観測にかからない。観測の極限等級はいまの場合等級であるから 3 kpc の距離では空間が透明であっても、絶対光度が 0.4 等以下の暗い星は観測できない。それゆえ、3 kpc までの恒星密度は B5 型星と B8~A0 型星だけについて求められている。第 6 図は B8~A0 型星に対するこのような分布図であって、銀経 $130^\circ \sim 180^\circ$ 、距離 1~2 kpc のあたりには、前に述べた太陽に近い集団よりもっと大きく密度も高い集団が認められるが、銀経 $70^\circ \sim 97^\circ$ の 2~3 kpc のあたりでは星数が極めて少なくなる。しかしこれよりも早期の B5 型星の場合は、恒星の分布模様はかなり変わってしまう。太陽附近にあった B8~A5 型星および F8~K3 型巨星の集団のあたりでは、B5 型星もまた密度が高いが、そのまま銀経 97° の方向に 2 kpc の

1) 各スペクトル型星の光度函数 $\phi_s(M)$ としては、次表に示した平均値と分散値をもつガウス分布を採用した。

スペクトル	B0-B1	B2-B3	B5	B8-A0	A2-A5	F0-F5	dF8-G2	dG5	dG8-K8	gF8-K5
平均値(写真等級)	-8.6	-2.0	-1.0	+0.5	+2.0	+3.5	+4.5	+6.5	+7.5	+2.0
分散値(写真等級)	±0.8	±0.9	±0.7	±0.8	±0.8	±0.8	±0.8	±0.7	±0.9	±0.8



第6図 B8-A0 型星の銀河面分布、
空間密度は 10^6 立方 pc 内の星数を単位としている

距離まで带状にのびている。また銀経 133° の方向では $0.5 \sim 1$ kpc のあたりに高密度の集団があるが、これは B8~A5 型星には認められない。ただし、銀経 $12^\circ \sim 33^\circ$ の方向に B5 型星が極めて少ないことは、B8~A5 型星の場合と似ている。

銀河面近くの恒星の空間分布は、以上のようにスペクトル型によってかなりの変動があり、渦状の腕に沿うといったようなはっきりとした規則性は認められない。このことは、一般星の光度函数は空間の場所により、ある程度変わるものであることを教える。実際に9つの区域で距離 100 pc, 200 pc, 400 pc, 600 pc における一般星の光度函数を求めて、ある絶対等級 M の星数 $\phi_s(M)$ を比較すると、そのばらつきは平均4倍程度であり、特に $M < 3$ の明るい部分で食違いが大きい。しかし 500 pc 以内の全平均光度函数はファン・リンのそれに極めて近く、ただ $-1^m < M < +1^m$ の部分で僅かに大きい数値を与える。この傾向はポークとライト (1945) とが、銀河面に沿う方向 (銀経 $40^\circ \sim 332^\circ$) の距離 200 pc における光度函数にも認められる。

銀河面から離れた天球部分については、上に述べた方法による結果は、今までのところ殆んど発表されていない。ここでは少し古い結果によって話を進めよう。ファン・リンとシュバスマン (1935) は、ベルゲドルフ天文台で行った 13 等星までのスペクトル型分類の観測のうち、銀緯 50° のカプティン撰択域 (ただし各区域は $3:5 \times 3:5$) の資料と、明るい星のためヘンリー・ドレパー型録の資料とを用い、スペクトル型ごとに銀河面における太陽附近の恒星密度 $A(0)$ を 1 (B 型星は資料が少ないので例外) としたときの距離 r の相対密度 $A(r)$ を求めた。ただし各スペクトル型の光度函数としては、分光視

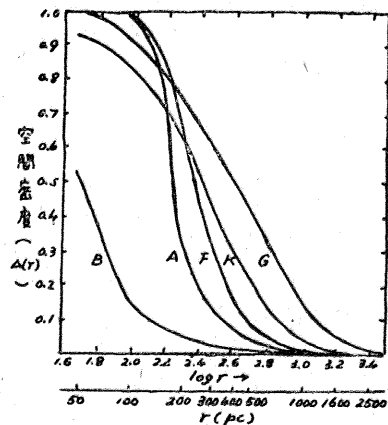
差の資料から別に定めたものを使った。これをグラフに表わしたのが第7図である。

銀河面に垂直な方向の恒星の空間分布は、恒星の等密度面が銀河面に平行であるとみなすと、銀緯 50° 方向の恒星密度の分布から幾何学的な計算で容易に求まる。一般星の光度函数が銀河面からの高さによって急激に変わるとは、第7図からも想像されるが、実際に絶対光度等級 M を異にした恒星密度 (1 立方パーセク内の星数) と銀河面からの高さ z との関係を求めると、第8表の (a) 欄の数値となる。この資料では 1500 pc 以上の高さの値は信頼しかねるが、明るい星ほど銀河面への集中傾向が大きいこと、また 1500 pc の高さになると一般星の恒星密度が $1/10$ 以下になることなどが知られる。なおこの研究では、銀緯が 50° であるから空間吸収は少ないとはいえ、この影響は考えられてはいない。しかし、えられた空間密度は別に求めた平均視差によっても検討されており、また次に述べる全く異った方法でえた同表 (b) 欄の数値とも大体一致するとみられるから、ほぼ実状に近いといえよう。

第8表 銀河面からの高さ (z) と恒星の空間密度

z	(a)					(b)					
	M	-4	-2	0	+4	+8	-4	-2	0	+4	+8
125pc		0.11	0.16	0.50	0.78	0.80	0.004	0.11	0.45	0.81	0.85
250		.08	.05	.16	.33	.50		.08	.15	.51	.60
500		.00	.02	.07	.13	.27		.01	.04	.19	.23
1000			.00	.02	.04	.12			.01	.05	.11
1500				.01	.03	.09				.02	.06

ところで前にも触れたが、恒星の銀河面に垂直な速度成分の分布を調べて、銀河面に垂直な恒星密度の分布を、力学的な関係に基づいて推定することもできる。これを始めて試みたのがオールト (1932) であって、彼



第7図 銀緯 50° 方向における恒星密度比の分布
22 撰択域についての平均をとる
各スペクトル型星とも太陽附近の密度 $A(0)$ を 1 としてある

の推定値が第8表の(b)にあたるのである。

また別に、一般星の銀河面に垂直な空間分布は、オールト(1938)により空間吸収をも考えに入れて、幾何学的方法で求められている。それによると、太陽附近の恒星密度の3%にあたる南北の等密度面(太陽附近では

約 ± 1 kpc) は、銀河中心の方向(いて座)に向って銀河面と $\pm 10^\circ$ の傾をもって開いている。すなわち一般恒星の銀河面に垂直な有効分布限界が、銀河中心の側でより膨れ上がっていることになる。

(以下次号)

連 星 の 頻 度

北 村 正 利*

現在までに発見された二重星、三重星の数は、明るさ9等星までのもので約3万個ある。この中には連星ではなく、たまたま同方向に並らんで見える“見かけの二重星、三重星”もある。連星なることを確認するためには、軌道運動のみとめられることが充分条件であるが、そのためには観測資料が充分多くなければならない。軌道要素が求められたものは現在まだ約300個しかない。公転周期が長く100年以上にもなると連星であることはわかっても、とても軌道要素を出すところまではゆかない。

今まで知られている実視連星の中で、最もはなれた(従って最も公転周期の長い)連星系は Luyten の発見した BD-32°6181 (視差 0.104 秒, 9.3 等+11.2 等) である。お互の距離は 44,000 天文単位にもなり、これはわれわれから α Cen までの距離の約 $1/8$ である。その質量が太陽と同程度のものであるならば、公転周期は約1千万年になる。こんな非常にはなれた対星では、両星の固有運動が共通の値を持つならば、確率的に連星系を構成していると見なすことができる。この考えから連星研究家 van den Boss (Vistas in Astronomy, II, 1955) は、先にあげた約3万個の大部分は、やはり実視連星系であろうといっている。そうすると9等星までの恒星の中、約 $1/18$ は実視連星ということになる。しかし、この割合は実視連星全部をふくむ結果では勿論ない。主星より暗い伴星を持つ組合せほど、発見はますます困難だという撰択効果があるから、実際は、この値よりずっと大きいであろう。

そこで観測の最もよく行きとどいていると思われる太陽から5パーセク(16.3光年)以内の空間をとって、ここに含まれる恒星の性質を見てみよう。最新の資料(Sky and Telescope, 14, 499, 1955)によると、この中には次表の如く55個の恒星があり、さらに4つの不可視伴星**が確認されている。

* 東京天文台

** Ross 614 の不可視伴星は 14.8 等であることが最近わかったから除く

星	距離 (光年)	見かけの等級(実視)とスペクトル		
		A	B	C
1. 太陽	—	26.9(G 0)	—	—
2. α Cen	4.3	0.3(G 0)	1.7(K 5)	11.0(M 5e)
3. Barnard 星	6.0	9.5(M 5)	*	—
4. Wolf 359	7.7	13.5(M 6e)	—	—
5. Luyten 726-8	7.9	12.5(M 6e)	13.0(M 6e)	—
6. Lalande 21185	8.2	7.5(M 2)	*	—
7. シリウス	8.7	-1.6(A 0)	7.1(wd)	—
8. Ross 154	9.3	10.6(M 5e)	—	—
9. Ross 248	10.3	12.2(M 6e)	—	—
10. ϵ Eri	10.8	3.8(K 2)	—	—
11. Ross 128	10.9	11.1(M 5)	—	—
12. 61 Cyg	11.1	5.6(K 6)	6.3(M 0)	*
13. Luyten 789-6	11.2	12.2(M 6)	—	—
14. プロキオン	11.3	0.5(F 5)	10.8(wd)	—
15. ϵ Indi	11.4	4.7(K 5)	—	—
16. Σ 2398	11.6	8.9(M 4)	9.7(M 4)	—
17. Groombridge 34	11.7	8.1(M 2e)	10.9(M 4e)	—
18. τ Cet	11.8	3.6(G 4)	—	—
19. Lacaille 9352	11.9	7.2(M 2)	—	—
20. BD+5°1668	12.4	10.1(M 4)	—	—
21. Lacaille 8760	12.8	6.6(M 1)	—	—
22. Kapteyn 星	13.0	9.2(M 0)	—	—
23. Kruger 60	13.1	9.9(M 4)	11.4(M 5e)	—
24. Ross 614	13.1	11.3(M 5e)	14.8	—
25. BD-12°4523	13.4	10.0(M 5)	—	—
26. van Maanen 星	13.8	12.3(wd F)	—	—
27. Wolf 424	14.6	12.6(M 6e)	12.6(M 6e)	—
28. Groombridge 1618	14.7	6.8(K 5)	—	—
29. CD-37°15492	14.9	8.6(M 3)	—	—
30. CD-46°11540	15.3	9.7(M 4)	—	—
31. BD+20°2465	15.4	9.5(M 4e)	*	—
32. CD-44°11909	15.6	11.2(M 5)	—	—
33. CD-49°13515	15.6	9 (M 3)	—	—
34. AOe 17415-6	15.8	9.1(M 3)	—	—
35. Ross 780	15.8	10.2(M 5)	—	—
36. Lalande 25372	15.9	8.6(M 2)	—	—
37. CC 658	16.0	11 (wd)	—	—
38. σ^3 Eri	16.3	4.5(K 0)	9.2(wd A)	11.9(M 5e)
39. 70 Oph	16.4	4.2(K 1)	5.9(K 5)	—
40. アルタイル	16.5	0.9(A 5)	—	—
41. BD+43°4305	16.5	10.2(M 6e)	—	—
42. AC 79°3888	16.6	11.0(M 4)	—	—

* は不可視伴星 (van de Kamp; Sky and Tel. 14, 499, 1955)

以上の資料を単独星と連星に分類すると次表のようになる。約半数近くが連星である。そしてM型矮星が圧倒的に多い。

5 パーセク以内の単独星・連星の数別

単独星	連星	三重連星	合計
30	20(=2×10)	6(=3×2)	56

以上の分類では不可視伴星は入れていない。もし不可視伴星も恒星に含めることが許されるなら、連星の方が単独星より多くなる。さらにこの範囲内には巨星、準巨星、分光連星は一つもない。

次に、5 パーセク以上 10 パーセク以内では次表 (van den Boss) のようになる。前の場合より幾分小さく 44% が連星を構成している。この中には不可視伴星は一つも発見されていない。太陽から遠くなるにつれ不可視伴星がなくなるとは考えられないから、発見の撰択効果を補正すれば 5 パーセク以内と同様な連星頻度をもつて

5~10 パーセク内の単独星、連星の数別

単独星	連星	三重連星	四重連星	合計
94	54(=2×27)	15(=3×5)	4(=4×1)	167

であろう。この表の中、四重連星というのは、 ζ UMa で二つの分光連星が一緒になって実視連星系を作っている。又、連星 γ Dra が分光連星である。したがって分光連星は全部で 3 つ (恒星 6) 個だけで、他は皆実視連星である。

以上を総合すると、結局太陽近傍の様子では、公転周期が年単位以上の連星* が半数 (或は今後それ以上に発見数が増えるかも知れない) ぐらいもあるということになる。

次に分光連星一般に目を転じよう。知られている分光連星の主星は主系列の B, A, F 型あたりへ強く集中しているから分光連星の頻度を、これらのスペクトル型星の非常に少い太陽近傍のみの資料で議論するのは適当でない。分光連星の周期は普通数日、数十日程度のものが多い。大部分近接連星で、一般に周期が小さくなるほど連星としての近接度は大となる。理科年表の天 38 頁には主な恒星として 3 等星まで 156 個の恒星がのっている。この中 25 個が分光連星として知られている。約 1/6 が分光連星である。6 等星の星まで資料を増やすと約 1/3~1/4 (Vistas in Astronomy, II, p. 1035, 1956) が分光連星である。現在 6 等星までは視線速度の観測は殆んど全部なされているから見おとしの心配はない。

* 実視連星、不可視伴星をもつ連星では、公転周期は 1 年以上であり、近接 (分光) 連星では数日の程度のものが多い。

ところで頻度 1/3~1/4 という値は近接連星全部の頻度ではない。近接連星が分光連星として観測されるのは、軌道面が視線と大きく傾かない場合に限られる。軌道面が視線と垂直であったら、残念ながら今のこの星が連星であることを見わけると一定の方法がない。つまりよほど詳しい分光測光でもやらないかぎりわれわれはこの星を単独星として観測しているわけであろう。視線に厳密に垂直でなくても、 60° ~ 90° の間の傾きの場合も吸収線のズレは小さく吸収線の中におよぼす恒星大気の物理的影響とかさなって検出は全く困難になる。とくに常時観測されるのは主星のスペクトル線のみの分光連星や、両星のスペクトル型が殆んど同じ大熊 W 型接触連星が、軌道面を視線に大きく傾けている場合、視線速度の観測だけからわれわれは単独星と区別することはできなくなる。従って前述の 1/3~1/4 という分光連星の頻度に、この発見の撰択効果の補正を大巾に増してやらねばならない、大ざっぱではあるがこれを 1.5 倍とみて補正すると、実際の近接連星の頻度は、6 等星までの恒星の中の 50~40% となる。

以上の結果は、実視連星については 10 パーセク以内、分光連星については 6 等星までの比較的太陽近傍の資料から得られたものであるが、銀河系内の他の一般空間でもほぼ同様ではなからうか、連星頻度が太陽近傍においてのみ高いと考えねばならぬ根拠は全くないのである。したがって、一般に主系列星の少くとも半数ぐらいは連星系を構成する可能性のあることを筆者は指摘したい。

残りの半数の主系列星は伴星を持っていない真の単独星なのだろうか。或は恒星としての伴星ではなくとも太陽系内程度の惑星を持っているのだろうか。太陽近傍 5 パーセク以内では 5 個の不可視伴星* が知られている。太陽のごく近傍の星では、主星の固有運動 (または視線速度) の波状運動から、不可視伴星の存在が知られるのであるが、不可視伴星の質量は、61 Cyg B における $0.5\odot$ (主星)+ $0.01\odot$ (不可視伴星) のように主星の質量にくらべ著るしく小さいから、伴星の引力による主星の動揺も小さく検出は非常に困難である。発見された不可視伴星の主星が、何れも質量の小さな M 型矮星に限られているのもそのため、もし G 型矮星に $0.01\odot$ 質量の伴星が伴っても、主星の波動運動はほとんど発見できないであろう。いわんや、木星程度 ($0.001\odot$) の不可視伴星 (惑星) はどうして現在の観測技術では発見できない。これを逆にいえば M 型以外の K, G 型の単独主系列星にも不可視伴星 (惑星系) がかなりあるかも知れないのである。

* 先の 4 個の不可視伴星の他に、BD+5°1668 にも不可視伴星が存在するらしいことが知られている。

エディントン

(Sir Arthur Stanley Eddington)

萩原雄祐

1

憧憬のケンブリッジへ着いたのは1923年5月、春たけなわの候であった。Trinity Collegeの荘厳な門に入る。緑に蔽われたquadrangleに面して、chapelの横に蔓草の這った古い建物が見える。この中にNewtonがいた室があるという。幾つかの年を経た建物を抜けてBacksに出た。透きとおったCamの小川は緩やかに柳の新芽の蔭を流れている。濃緑の森蔭には馬が放たれて、その脚下には色とりどりの草花が咲き乱れている。cricket groundの横を歩いて半軒ばかり行くと天文台の森が目を通る。小鳥の囀りを耳にしながらかつて天文台の構内に入るとコリント式の本館がある。その右翼が台長Eddington先生の邸である。しおり戸をあけて草花に彩られた庭をぬけ、蜜蜂のhummingをききながら、蔓草のさがった入口で案内を乞うた。すぐ先生の書齋に通される。Aberdeen種の犬が吠える。先生の書齋の三面には天井まで本がぎっしり詰まっていた。大きな机の上にも本が積んであった。ソファに並びながら鼻眼鏡をはずしてニコヤカに先生は話される。話はすぐに星の系統的運動、脈動星、相対性理論に及ぶ。

天文台本館の中央玄関に入って右側には広い図書室兼研究室がある。その左側にあった子午環は取りかたづけられていた。中央の階段の上にはCoudet式望遠鏡があってCambridgeの受持つ掃天をやっていた。第一次大戦中にはEddingtonが一人でこの国際協同観測をやったそう

である。私の時にはGreenと云う助手がいた。Smart博士は本館の左翼に邸があった。この頃は恒星系力学のたくさんの論文を書いていた。別にその森の中に太陽物理天文台があった。当時は白髪のNewallが台長で、Stratton、Milneや、C. T. R. Wilsonなどの人たちが研究していた。助手にはButlerとMossの二人の老人がいた。

2

Eddingtonの講義は町の中央のArt Schoolと云うやや新しい建物の中である。Cavendish Laboratoryに近い。先生はcap and gownで天文台から自転車でTrinity Collegeの自分の室まで来られ、それから徒歩で講義室に来られる。日曜にはその自転車で午前中はquakerの集会へ出られ、午後は例の犬をつれて散歩される。Cambridge大学の学期は、秋のMichaelmas term、冬のRent term、春のEaster termとわかれていて、夫々8、8、6週間づつある。その頃Eddingtonは最初の学期に観測整理学を週2時間、第二学期には球面天文学及び軌道決定法を週2時間、第一第二学期を通して実地天文学週1時間、第三学期には恒星運動論とか相対性理論とかを講義しておられた。観測整理学の内容はBruntの本に出ている。実地天文学では写真天測が丁寧で、殊に日食時のEinstein効果検証のための乾板を詳細に論じられていた。軌道決定法にはMertonも一緒だった。Lemaîtreも同じ軌道決定法をきいて、軌道の計算も練習していた。SmartはTrinity College内で衛

星運動論を、Milneは星の大気の熱力学を、StrattonはCaius Collegeで天体物理学を、JeffreysはSt. John's Collegeで地球の形状論を、Newallは天文台で太陽自転を講義していた。Hermanと云う老人は、Eddingtonもこの人に習ったそうであるが、惑星運動論を試験に間に合うように教えていた。NewallやStrattonの講義にはRedmanと一緒にだった。この他Baker教授はArt Schoolで一年に一学期だけ天文学の講義をしておられた。周期軌道論とか廻転流体平衡形状論とかPoincaré流の天体力学であった。Baker先生の幾何学の演習にはDiracがきていた。Diracの δ 関数はここでヒントを得たものである。

二つの天文台では交互に月1回談話会がある。天文台である時にはEddington先生の姉さんがお茶を給仕される。太陽物理天文台である時にはNewall先生夫人がされる。de Sitter先生が来られたことがある。Rosselandも暫く滞在していた。Cavendish LaboratoryではRutherford先生主宰の談話会と、R. H. Fowler主宰のものが交互にあった。

Eddington先生の講義のあとでArt SchoolからKing's Streetを二人並んで学生の自転車を避けて歩きながら質問をする。口数の少ない先生は威風凛々になって議論をはじめられる。Jeansとの論争がたけなわな頃であった。MilneのTrinity Collegeの室へお茶によべられた時に、EddingtonがRoyal Astronomical Societyで画期的的研究を発表されるときいて、Londonのその会合へつ

れて行ってもらった。それは 1924 年の星の質量光度関係のであった。その時も Jeans は討論をした。先生は興奮しておられたとは Milne の後での話である。

London への汽車の中で、Eddington 先生と同じ compartment に二人だけでいたことがある。先生は始終パイプをくわえて一口も話されない。London へ着く間際になって旅行の査証をとりにつくのかと聞かれただけであった。

私が 1925 年欧州旅行を終えて Cambridge に帰った時に、私の見聞した天文学の事情に興味深く聞かれた後に、アメリカで見るべき天文台やそこに行く道筋を丁寧に教えて下さった。1929 年に再び Cambridge へ行った時には先生は脈動星の理論とか星の内部の環流について問題を出された。v. Zeipel の定理を星の内部の環流で説明しようとして流体力学で苦勞していた間に、先生は物理的に解答を出してしまわれた。1938 年に Stockholm の会合であった時にはひどくなつかしがつて居られた。宴会では order of merit の立派な勲章をつけて Lindblad 夫人と踊って居られた。帰途 Cambridge へ寄って例の先生の書齋で縮退ガスの性質について議論をはじめた。先生は激してこられて口にされたパイプの吸口で床に図をかきながら論じられる。日が暮れはてて真暗になっても燈火をつけないまま議論が尽きるを知らなかった。Robb とは時間空間について徹夜で討論されたそうである。

3

Eddington 先生は、1956 年に出版された Douglas 著の 'The Life of Arthur Stanley Eddington' によると、1882 年 12 月 28 日、Lake District の Kendal の農家 Arthur Henry Eddington の息として生れた。1884 年に父上をなくされたので姉さんの Winifred さんと共に母上一人の手で育てられた。この母堂



エディントン教授

は 1924 年になくなり、姉上は先生のなくなられた後で Cambridge の Storey's Way のはずれに住んでいられたが 1954 年になくなった。少し耳が遠いようであったがいつもニコニコして愛嬌のよい人であった。先生は、Douglas によると、本を読まない前からバイブルの創世紀を知り 24×24 の掛算を暗記しておられたそうで、近視だったが四歳で星を数え、十歳の時に望遠鏡で星を見られたと云う。数学や力学は満点で、Latin や英国史は最高点だったと云う。学校の先生は Eddington があまり成績がよいので天文学に志すのがよからうと Sir Robert Ball に紹介したそうである。1902 年 Cambridge の Trinity College の scholarship を得て Cambridge の大学生生活に入った。静かな遠慮がちで物事に熱中する性質だったと云う。長い散歩とか自転車の遠乗りが好きで、1937 年には 122 哩の自転車旅行をされたそうである。また chess club の副会長をしていられたとも云う。

学生としての第二学年で既に Senior Wrangler をかちえて 1907 年には Trinity College の Fellow になった。1906 年には Royal Greenwich Observatory の chief assistant に任せられた。chief assistant と云うのは二人あって、台長である As-

tronomer Royal を助けて天文台の研究企画をする役である。1915 年には Cambridge の Plumian Professor として生涯の終りまで研究活動を続けられていた。

Eddington は旅行好きで、suitcase 一つ提げて講義に来られることがあった。国際天文学連合の会合にはいつも顔を出されていた。1914 年に南阿、濠洲、印度へ、1919 年には南阿西海岸の Principe 島へ日食観測に、1924 年にはアメリカへ、1928 年には Stockholm と Heidelberg へ、1929 年には Cape の British Association へ、1937 年には印度へ、1938 年には Poland を通って Stockholm へ旅されている。1944 年 11 月病のためになくなった。先生は一生独身であった。

4

先生が Greenwich へ就任されると、当時の Astronomer-Royal であった Sir Frank Dyson について恒星の系統的運動の研究をはじめられ、既に 1915 年までに十数篇の論文を発表し、1914 年には Stellar Movement and the Structure of the Universe なる本を出版された。Eddington はまず恒星全体の系に対して太陽運動を出す方法を改良し、更に第二次的のものとして、二星流説によって、或は Schwarzschild の速度楕円体分布説に従って、それぞれ独自の解析方法をもってそれに関する数値を計算した。三星流説も吟味し、殊に統計天文学上の種々の問題、ひいては誤差論の基礎問題について、当時勃興しつつあった Pearson 等の数理統計学に基づいて議論をした。星の見掛けの分布から空間分布を導出するため、Schwarzschild の考えた積分方程式による解法を改良した。Dyson 等は空間における星の密度分布を種々の仮定のもとに計算して観測による見掛けの分布にあうようにその仮定を選択する方法をとったが、この方法はより直接ではあるがなお困難がある。これらの研

究はアメリカの大望遠鏡での多量の観測材料から器械的に分析した Kapteyn, van Rhijn, Seares 等の研究と対照すべきである。

Eddington は更に純理論的に球状星団の力学、球状とか楕円体状の空間分布をもつ星の群に関する力学を論じ、気体運動論の適用と恒星系力学の数学的解析を行った。Jeans はこれに対して気体運動論の Boltzmann 方程式や Liouville の定理、virial 定理を応用して星団の力学や星流説を理論づけた。これらの考察はその後 Oort や Lindblad による銀河廻転なる概念の導入に利用されている。1930年 Eddington は Rotation of the Galaxy なる小冊子を刊行した。近來は恒星系力学が、Brownian 運動とか stochastic process として Chandrasekhar 等によって発展し、或は Neyman 等の数理統計学の応用として、新しい境地を開拓されつつある。更に観測技術の発達に伴って銀河廻転の考えは M 31 などの渦状星雲にまで研究が波及し、電波天文学の創始と共に、interstellar gas cloud の力学とか globule の分布とか、ひいては磁気流体力学的研究にまで進展しつつある。

5

Eddington は Greenwich 在任中に、Malta 島との経度決定に参加し、1912年には Brazil に日食観測に行っている。その頃に灼熱した金属から出る負荷電粒子の速度を求めようとして失敗したそうである。太陽視差決定のため小惑星 Eros を撮った写真乾板を測定するにつかった reseau の division errors, Morehouse comet の理論をも研究した。殊に Greenwich にあって使いこなせなかった Cookson の floating zenith telescope の使用に成功した。これらのことは、Eddington が理論家としてのみではなく、その明晰な頭脳をもってしたならば器械の取扱いにも長じうることを示すものと云

えよう。日食観測では Eddington はパイプをくわえて他人の作業を見ているだけだそうである。見ているのではなく考えているのであろう。

6

1918年 Eddington は Physical Society から monograph として Relativity theory のよい Report を出版した。その頃、Oliver Lodge とか Larmor とか 保守的の老大家と Eddington との論争がつづいていた。この論争を端緒として、時間空間物質に関する考察が先生独自の quaker 式の瞑想から凝固して晩年の自然哲学になったのであろう。1920年には Eddington は Time, Space and Gravitation なる相対性理論の通俗書を出した。1919年にはアフリカ西岸の Principe 島の皆既日食で一般相対性理論の検証の一つに成功した。その後、数次に亘ってこの検証はなされたが、1952年のアフリカの日食で van Biesbroeck がこれを決定的のものとしたと云えよう。

Eddington は Einstein の一般相対性理論と Maxwell の電磁気学とを統一しようとして、測定 gauge の不変性を Weyl が導入したのに対して、vector の平行移動を一般化して独自の理論を立てた。これは1923年に出版された Eddington の名著 Mathematical Theory of Relativity に載せてある。この統一場の理論はその後の Einstein 等の努力にも拘らず未だに成功しないままに、場の量子化や素粒子の問題に移って大きな発展を遂げている。

Eddington は一般相対性理論による二体問題を弟子の Clark と共に解いて、Levi-Civita の誤りを正した。Einstein と Infeld の解はあまりに複雑である。また万有引力の伝播波に関する論文は今日でも Sygne などによって再び取りあげられている。

一般相対性理論の宇宙論の方程式の非静的解を出したのは Friedman

であるが、Lemaitre は大望遠鏡による遠方の星雲からの光の赤方偏移と結びつけ膨脹宇宙を唱えた。Eddington は宇宙論方程式の静的解の一つである Einstein の宇宙が不安定なることを証し、これから膨脹するものとした。1933年に Expanding Universe なる小冊子を出版している。星雲の光の赤方偏移と距離との Hubble の関係はまだアメリカの大望遠鏡で検討中である。電波による観測からも論じられている。その後 Hoyle や McVittie をはじめとして宇宙論について諸説が提出されたが観測上の決定的証左はない。

7

Eddington の最も重要なそして指導的研究はその内部構造論である。1916年に cepheid 変光星を Shapley に従って脈動するものとし、輻射平衡にある星の断熱的变化によってそれを証明した。しかし星の半径の最大の時期と光度極大の時期とが 1/4 周期だけ理論と観測とに相違のあることは Eddington の理論の最大の欠陥であった。Eddington はこれを説明するために、或は星の外層における温室作用を考え、或は対流運動をする原子の電離状態が同じ高さの層の原子と異なるためとしたりしたのであるが成功しなかった。M. Schwarzschild は脈動は進行波と考えたり、対流層の存在のためとか、或は乱流や衝撃波などを考えたが、まだこの問題は未解決のままである。しかし cepheid の脈動説は、それに伴って起る高次の調和項の存在が精密な光電管観測で確かめられて、Eddington の星の内部構造論と共に有利に展開しつつある。星団型は勿論のこと、ある種の内因的 intrinsic 変光星も脈動と考えられ、星の進化説に有力な材料となっている。

1924年に Eddington はその内部構造論から星の質量と光度との関係を誘導してその理論の観測的証明と

した。これによって Hertzsprung 図に基いた Russell 等の星の進化説が覆えされることになった。Eddington は星のエネルギー源の分布と吸収係数とに合理的な仮定をして、Emden のガス球に関する研究を適用した。Jeans はこの輻射平衡の方程式が近似的であると反駁したが彼自身その方程式を解かなかつた。Jeans は星の内部で高温高圧のため物質は流体であるとしてその理論を星の進化説にまで発展せしめた。Milne は Eddington の方程式は観測にかかる外部の境界条件をもって積分すべきものとして反駁したが成功しなかつた。また Eddington の解は Emden 方程式の特殊解に過ぎないと論じたが数学的であつたに止まる。

Eddington は星の内部の物質は高温高圧にも拘らず完全ガスとした。Fowler は ion の excluded volume と静電作用と消しあうことでこれを証明した。Debye-Hückel の強電解質の理論について Kramers, Fowler, Gaunt 等が論じたが、星の内部では一方の荷電体が電子であることを Eddington は指摘し、密度の大きな矮星では内部の結晶構造にまで論じた。この考察から Morse 等による金属の量子力学的研究にまで発展した。Eddington は星の進化の最後の形として白色矮星をあげ、冷却しつつもなお膨脹するに十分なエネルギーをもつとしたが、この先見は、白色矮星が Fermi の統計に従う量子力学的縮退ガスから成るものとして Fowler によって証明された。Adams が白色矮星である Sirius の伴星のスペクトル撮影に成功したことは、一方には相対性理論によるスペクトル線の赤方偏移の実証を、他方には Eddington の内部構造論に有利な証拠を与えたことになる。1939 年に Eddington は白色矮星の水素含有量を求めて、Bethe の核物理学的反応にもとづいて白色矮星の進化論上の地位を論じた。か

かる縮退ガスを中核に持ち完全ガスを外層とする星の模型は Milne, Chandrasekhar, 近くは Gamow, Strömberg, M. Schwarzschild 等の人たちによって高性能の電子計算機で計算されつつある。Eddington は Stoner 等の云う相対論的縮退は不可能であると論じたが、これは Chandrasekhar, Møller の云う如く偏見であつて、Eddington の後に述べる彼自身の宇宙常数の理論に基づくものである。

Eddington の内部構造論の最初の欠点は、内部構造論からくる内部の温度と圧力で物理学的に計算した吸収係数の値と、質量光度関係に観測値を入れて求めた吸収係数値とに 10 倍の相違があつたことである。Eddington は吸収係数について電子捕獲の理論を立てたが成功せず、相対原理による Kramers の X 線吸収の理論をつかつた。Gaunt, Stobbe 等の量子力学的計算でもこの相違を説明しえなかつた。Strömberg は Eddington の指示に従つて、星の内部に水素が過多にあることから、量子力学的吸収係数をつかつてこの相違を説明し得た。水素の含有量がこれから定められて、水素の核融合反応が星のエネルギー源であるとする考えに導かれ、星の外層や interstellar space にも水素の多量にあることから、これに基いて宇宙の進化を論じうようになった。

星のエネルギー源を Eddington は相対性理論に従う物質の崩壊によるものと考えこれを質量輻射と名づけた。Jeans はこれに敷衍して宇宙線がそれであるとしたのは誤りであつた。陽子と電子とは勿論のこと、陽電子と電子との崩壊も Dirac の量子力学からは確率が小である。Gamow, v. Weizsäcker, Bethe, 近頃では W. A. Fowler, Salpeter 等によって核融合反応が考え出されて、Eddington の先見が証拠だてられた。しかし近頃の実験や理論に基いて、これら核融合反応の温度や圧力

による変化を考えに入れた星の内部構造論を立てなおさねばならない。現在では精巧な電子計算機によって星の模型が種々計算され、星の進化にまで論及されている。

共に輻射平衡にある連星がその相対する面を照らしあう所謂反射効果をはじめ Eddington が論じ、Milne がこれに続いた。反射効果は連星の自転や潮汐による形状の変形と共に、近接連星の研究には欠くべからざるものである。近接連星の軌道の近星点の移動は逆にその星の内部構造論の検討にも役立っている。また Eddington は自転している星に関する von Zeipel の理論を星の内部の緩慢な環流で説明した。現在では磁気星の内部における荷電流体の対流、ひいては主系列星から赤色巨星への進化の問題と関連して、星の内部の環流は重視されている。

輻射が星の外層を通過する間に形成される Fraunhofer 線の輪廓についての Unsöld と Milne との対立した意見があつた。1929 年に Eddington は、輻射の流れの方程式を原子遷移の機構を考へて詳しく立て、Eddington の解とよばれている近似解を求めてその対立を解決した。問題はこの機構の太空中の深さに伴う変化であつて、そのためには模型大気の逐次近似が必要である。爾来 Fraunhofer 線の輪廓の問題は急速に進展し、星の大気の温度、重力と共に、大気の組成と云う重要な問題の解決にまで発展している。種々のスペクトル型について、巨星矮星夫々について、大気模型が計算されて観測と比べられている。

1927 年にガス星雲などの非常に稀薄なガスに高温の稀積された輻射が入る時には、スペクトルの禁制線が散逸されることを Eddington は示した。惑星状星雲、新星のガス殻、Wolf-Rayet 星、コロナ、interstellar cloud におけるそれであつて、量子力学的の遷移確率の計算と相俟つて、これら天体内の量子機構

とその組成を知ることができている。また Eddington は interstellar matter の理論をはじめ立ててその物理学的機構を論じた。銀河廻転による interstellar Ca⁺ 線への影響を論じたが、銀河廻転による 21-cm の水素の電波スペクトル線の偏移は Oort 等によって水素ガスの銀河系内の分布を知らしめ、銀河系の渦状構造を明かにし、その進化論にまで発展している。interstellar matter の理論は最近磁場や宇宙線の起源と関連して Fermi, Spitzer, Parker 等によって発展されている。

これら天体物理学上の Eddington の創意は 1926 年に出版された *The Internal Constitution of the Stars* に載っている。この本は天体物理学における金科玉条として現在でも重視されている。

8

1932 年頃から Eddington は宇宙常数が実験室内で定まる自然常数 c , m , e , h 等から求められると考えはじめた。宇宙常数と云うのは、相対性理論の宇宙論での宇宙における粒子の総数 N であって、これによって宇宙の曲率半径がきめられる。一般相対性理論を一方に、Dirac の量子力学を他方に、Einstein 等の純数学的統一場の理論に対抗した、物理的観念からの宇宙論である。万有引力に対して今一つの遠隔作用である Coulomb 力も gauge の考えから出している。これらの多くの論文は 1937 年に *Relativistic Theory of Protons and Electrons* なる本にまとめられ、その後の研究は晩年の講義を骨子としてその遺稿を Whitaker が 1946 年に *Fundamental Theory* と云う題目の本として出版した。

測定には測ろうとするものと規準になるものとを比較して pointer reading をする。二つのものの両端を比較するから 4 なる数が出る。これが時間空間の 4 次元と関連すると云う。相対坐標は位置と運動量につ

いて Heisenberg の不確定原理に従う二つの量の差として表わされる観測量である。測定値の分布は平均のまわりに Gauss 分布をしている。その標準偏差は Einstein 宇宙の曲率半径をきめる。その式には宇宙常数 N が含まれている。原子核間の力も座標の不確定性からくると云う。さて測定には 4 次元の 2 個の量がなくてはならないので 16 なる数字が重要な役をする。Clifford 代数において二重 vector を考えて 256 個の要素をうる。そのうち対称性のある要素は 136 個ある。宇宙にある粒子は電子か陽子かいずれかであるとして宇宙常数 $N = \frac{3}{2} \times 136 \times 2^{256}$ を得た、スペクトル線の微細構造常数は今一つの自由度を加えて 137 となる。Bond の比 137/136, 136 及び対称 4 次元 tensor の成分の数 10 とを係数とする二次式から陽子と電子の質量比をうる。万有引力常数, e , m , h 等の自然常数は、すべて僅か 3 個の常数である c と Rydberg 常数と Faraday 常数とからきまる。それから理論的に Hubble の常数は 572.36 km/sec/megaparsec と出る。最近では Magellanic Clouds や Andromeda Nebula 内の変光星の研究から宇宙内の距離の scale を数倍すべきことがわかり、Hubble 常数の観測値は 55-125 km/sec/megaparsec となった。Eddington の陽子と電子とを素粒子とする考え方も現在の見解には合わない。種々の中間子については Eddington は後で補正をしてその存在を示しているが、中性微子については触れていない。Hubble 常数から云っても Eddington のこの理論は、実にその瞑想の能力には感嘆おく能わざるものがあるが、そのままでは妥当とは云われない憾みがある。

9

Eddington の哲学的傾向は先生の quaker 的の疑問と瞑想の賜である。Eddington は相対性理論と量子論における最近の発展に基く自然認識に

ついて考察し、1927 年の *Stars and Atoms*, 1928 年の *Nature of the Physical World*, 1929 年の *Science and the Unseen World*, 1935 年の *New Pathways of Science*, 1939 年の *Philosophy of the Physical Science* とその構想を進展せしめ、新物理学に哲学的考察を加えてその向うべき方向を示唆した。宗教に関しては *Science and Religion* なる本の中で、Canterbury 大僧正や生物学者 Haldane 等と共に論じている。不確定原理をもって意志の自由と考えたり、第四次元をもって spiritualism への門戸とする愚を指摘している。

Eddington は、これは自然科学の哲学ではなく科学者の哲学であると前提して、自然認識は不確定原理によって恰も大きさの定った網で魚を捕えようとするように selective である。従って強いて云えば彼の哲学は selective subjectivism, 或は物理学が Eddington に従えば群論にもとづく structure であると見て structuralism であると云う。ここに Bertrand Russell の影響が感じられる。科学はすべて経験に基づくかねばならない。自己の経験なり他人の経験による sympathetic knowledge に基づく。経験に根ざした知識を一般化して物理法則を作る。物理法則は主観的に選択された知識に適用される。主観的と云うのは我々の経験した知識を得る方法が我々の五官とか知的要素に支配されるからである。物理学の基本仮定は認識論的原理でおきかえられると云う。これは先験的知識に相当するから主観的である。法則は structure を示すものであってそれは数学的算式であらわれ、その中の parameter は自然常数で定まる。共に認識論的原理から誘導される。しかし宇宙常数をはじめ自然常数は主観的である。相対性理論は相対性原理、量子論は確率と云う認識論的原理にもとづく。物理的知識は観測による検証がなさ

れねばならない。物理的量はそれを測定する方法が確立されねばならない。その測定された量は純数学によって structure をあらわす。正確な測定はできないのでそれを chance にまかす。故に確率の考えが根本的定義に結びついていると云う。存在の構成的概念は数学的に定義された意味であらわされる。それは数学的作用子 operator である。即ち、存在するか否かは 0 と 1 とのみを含む代数であって $J^2 = J$ なる数学的 symbol, 即ち数学で云う idempotent

operator であらわされる。幾何学のように分割し得ない物質の窮極は素粒子である。ある関係をもつ素粒子が存在すると云うことを K なる symbol で書く。全体の structure の関係を状態と云う。素粒子がある状態を占めているか占めていないかを K であらわす。全体の structure を Eddington は uranoid と呼んでいる。これらの例の示すように物理学的自然認識は structure にあると云うのが Eddington の説なのである。

10

Eddington の歿後、天文学は Eddington の歩んだ道を踏襲しながら史上未だ見ないほど異常に発達を遂げつつある。のみならず原子核物理学、素粒子論の急速な発展は、Eddington 自身の fundamental theory の是非を暫くおいても、Eddington の瞑想は生きている。今世紀後半はおそらく Eddington の蒔いた種子をより精細により微細にしてその豊饒な果実の収穫に費されることであろう。

雑報

新種の天体発見 中性子星の発見と云われた新種の天体につき、ハーバード天文台から次のような知らせがあった (Announcement Card 1427)。

パロマー天文台へ出かけていたロイテン (W.J. Luyten) とハロー (G. Haro) は、1958 年 11 月 5 日、48 インチ・シュミットの乾板で $23^h31^m29^s$, $-23^\circ06.6'$ (1950) に不思議な新天体を見つけた。この星は、1954 年 8 月パロマーで掃天が行われた時には、見えていないので、 $20.^m5$ (red), $22.^m0$ (pg) より暗かった筈である。今は、紫外域と黄と青と 3 枚の乾板に写っており天体であることは疑いなく、3 枚の写真から色を推定すると古典的な白色矮星の色と一致し、明るさは $17.^m5$ (pg) である。ところでこの星は、銀緯 -71° にあってしかも暗いので、普通の新星と考えられない。普通の新星とすると、この明るさから推定すると、マゼラン雲の 2 倍からアンドロメダ星雲より遠い位の距離にある事になる。閃光星 (UV Ceti type) とすると、5 等以上増光して、3 回の露出の時間 63 分間は、そのまま増光していたという事になりこれもおかしい。この天体が銀河面内のも

のなら距離は 1000 光年以内として増光前の絶対光度は 13.5 等より暗い事になり SS Cyg type の変光星より暗い事になる。

その後、1959 年 1 月 12 日メキシコのトナンジトラ天文台で、観測したが見つからなくて、 $17.^m5$ (red) より暗くなっている事が確かめられた。そこで兎に角、銀河面外の新星か又は、ツヴィキーが予言した、新種の中性子星にならんとした矮少新星であろうと思われるという話である。

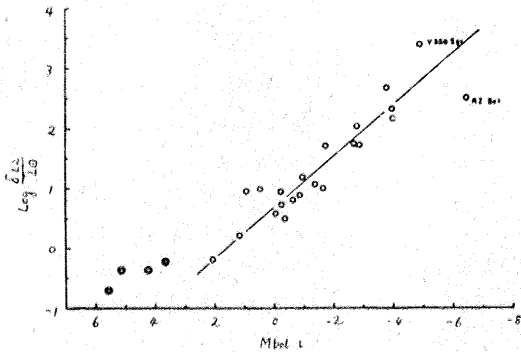
(石田蕙一)

星団のカード チェコスロバキヤの科学アカデミーでは、先年からカード形式による星団カタログの作製に当たっていたが、最近それができ上って出版された。従来観測されている限りの星団 (散開星団と運動星団 576 個, Oアソシエーション 46 個, 球状星団 117 個) の一つ一つについて、諸データや文献がまとめられている。次に掲げるのはその一枚、散開星団 NGC 133 のカードの一部で、原寸は横 21 cm, 縦 15 cm の大型カードである。文献は 1956 年までのものであるが、それ以後のものは、Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia 誌上に毎年追加される由である。星団の研究に益するところきわめて大きいものとなるであろう。

(高瀬)

OCI. NGC 133, Sh, Cr 3 (see also p. 1203)											9	
Year	Name	Publication	AD	d	LD	N	mg	Cl	Sp	p	mt	Note
1930	Shapley	StCl, 228	7	2750	5.6	50						
1931	Collinder	LdAn, 2, Lk	7.6	2630	5.7	40					9.1	
1931	Collinder	LdAn, 2, Cr	6.5	2630	5.0	20					9.6	
1941	Alter	MN, 101, 302				13	pg	pv	+			
1941	Alter	MN, 101, 302										
1949	Ambartsumian	DoklAk, 68, 22										Mistaken identification by Sh and Cr: see An (Alter)
1952	Kopylov	Krimitzv, 8, 122		1400								Nucleus of ass. Cas IV
1956	Stock	Priv. comm.										Integr. M = -3.8
						4						A4

近接連星における微粒子輻射説 近接連星には、準分離近接連星（主星が主系列星で伴星が準巨星）と呼ばれる一群がある。有名なアルゴールもこの部類に属する。この種類の近接連星では、準巨星の質量、及び光度は、必ず主星より小さく暗い場合に限られる。つまり主星より大きい質量で明るい光度の準巨星をもつ連星系は観測されない——事実上ない。原子核反応をもとにした星の進化の学説からすれば、質量の大きな明るい星の方が進化は早く、当然早く巨星の段階へと進むわけである。ところが近接連星で見られる準巨星は、何れも主系列の主星より質量は小さく光度は暗い。なおかつ通常の質量光度関係で期待されるよりはるかに明るい光度を示す。



このことを説明するために最近 Su-Shu Huang (P. A. S.P., 70, 473, 1958) は一つの仮説を提唱した。それは

この型の近接連星の主星は大部分 B, A 型であるので、高温の主星から高エネルギーの微粒子が高速度でとび出し、伴星の表面にぶつかり、伴星に附加的なエネルギーを与えるという。そのため伴星は通常の質量光度関係から期待されるより異常に明るい光度をもつようになるという。この仮説を立てるに至った根拠は次のような統計的観測事実である。

第一は、準巨星である伴星について、通常の質量光度関係から、その質量に相当した光度分を観測光度から差引き(たて軸)、それぞれの主星の絶対光度(横軸)に対し図に書くと上図のようになる。但し①は大熊W型の近接連星についてのもので、参考までに書き入れたものにしてすぎぬ。図で直線関係が見られ、主星が明るくなってゆくと伴星の附加光度も明るくなるのは、微粒子輻射説なら当然期待されるわけである。

第二はソ連の Parenago と Mashevich (Publ. Sternberg Inst., 20, 81, 1951) が、この型の準巨星について得た経験的結果

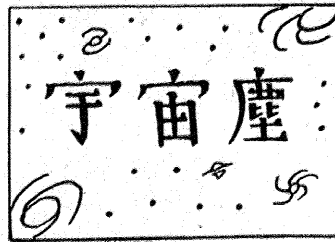
$$L_2 \propto m_2^{0.33} R_2^{2.06}$$

L_2 は、伴星の光度、 m_2 は伴星の質量、 R_2 は伴星の半径でいずれも太陽を単位としたもの。この関係を見ると、光度がほぼ半径の2乗に比例している。実際微粒子輻射なら、伴星の附加の光度はその表面積に比例するから、準巨星の実際の光度のほとんどがこの附加の光度とすれば、一応都合がよさそうである。(北村)

☆ヘナイズ氏の来日 スミノエアン天文台のシュミット・カメラの主任ヘナイズ博士は、各地のシュミット・カメラによる人工衛星観測状況を視察のため、オーストラリアを経て来日し、さる3月22日から30日まで滞在した。東京天文台ではシュミット・カメラの観測者達と一緒に観測して、器械の調子を点検し、また、予報やカメラ操作について論議した。

帰国の前日の30日は、富地台長と囲碁の対局を試みたが、大差で取れたそうである。博士はアメリカでは寿岳潤氏にも手ほどきをうけたこともあつて、囲碁は前から知つており、今回も日本の碁盤は安いといつ

て、お土産に買って帰つたそうである。



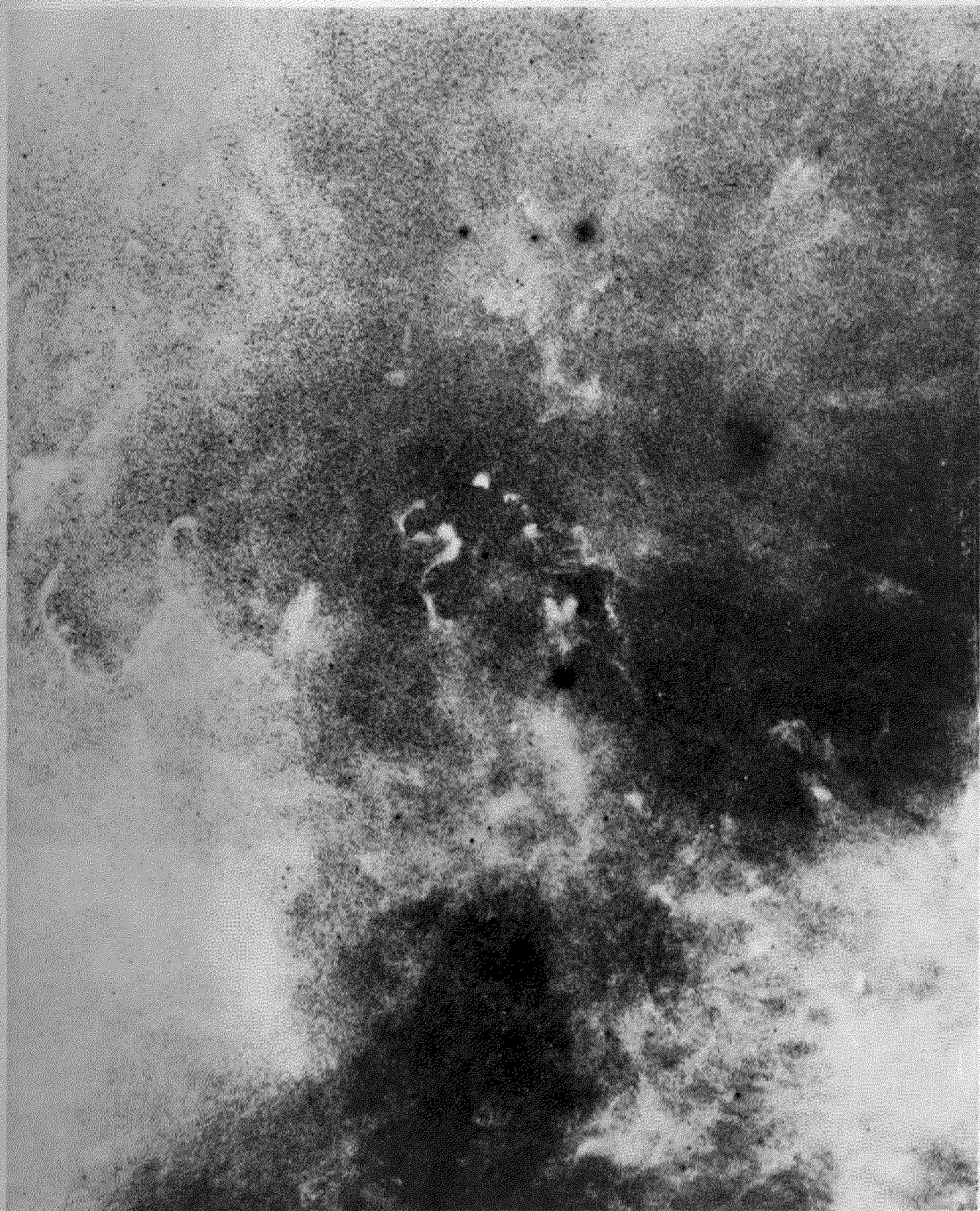
☆水路部の人事移動 4月1日付で、海上保安庁水路部長に同部編暦課長塚本裕四郎氏が就任し、編暦課長には前海象課長宮原宣氏が転任した。塚本新部長は東大天文学科卒業

後、水路部在職30余年に及ぶ生粋の水路マンであり、天文暦計算作業の改革、異常屈折の研究をはじめ、水路作業全般にわたつてその識見造詣は深く、わが国の航法における第一人者であり、最近では電子計算機による諸計算の改革、電波航法の研究等に力を注いでいる。終戦直後、海軍色のまだなまなましい水路部に須田皖次氏が入り、水路業務の民主化科学技術化の基礎を据えられた後について、塚本氏が、その業務をいよいよ拡充発展されることが期待される。宮原氏は潮汐理論のエキスパートであるとともに、精力的な天体力学者であり、編暦課長として適任である。(S)

昭和34年4月20日
印刷発行
定価40円(送料4円)
地方売価43円

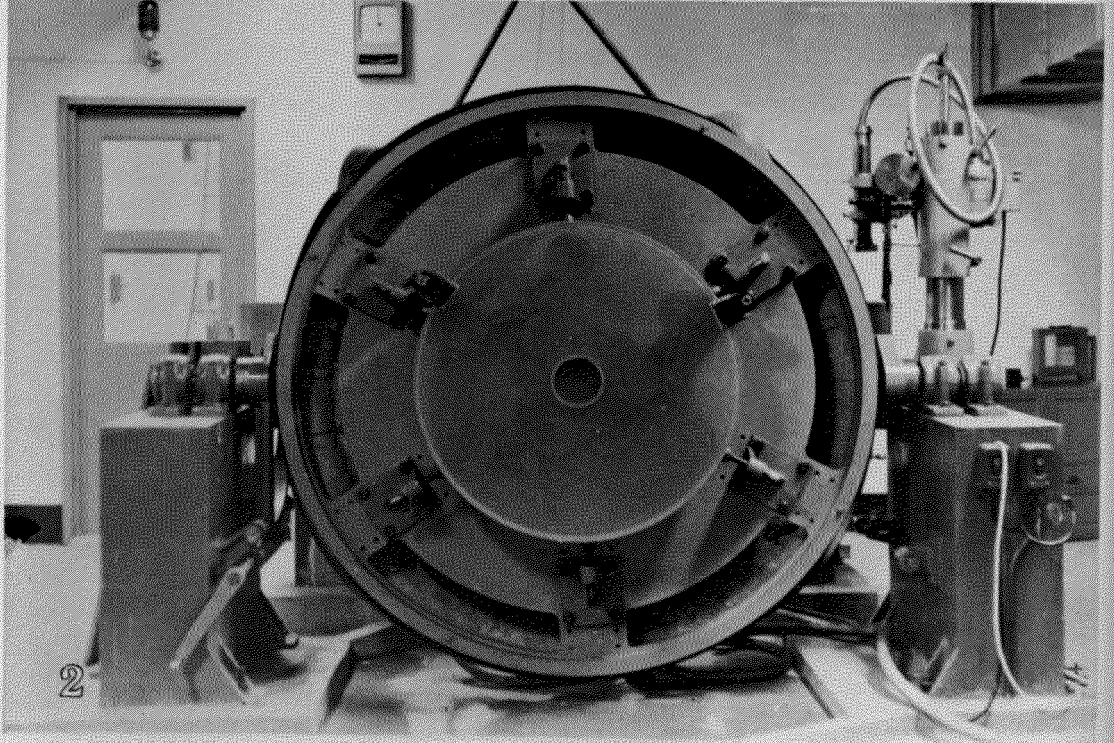
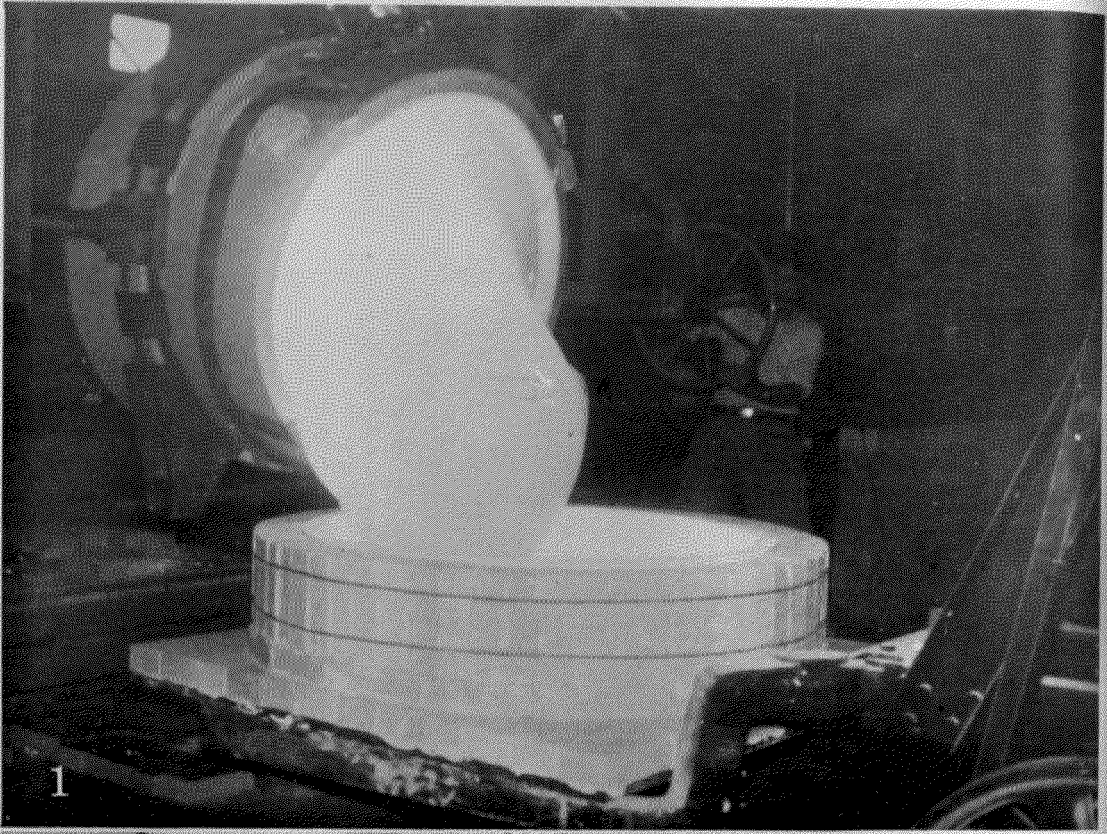
編集兼発行人 東京都三鷹市東京天文台内
印刷所 東京都港区芝南佐久間町一ノ五三
発行所 東京都三鷹市東京天文台内

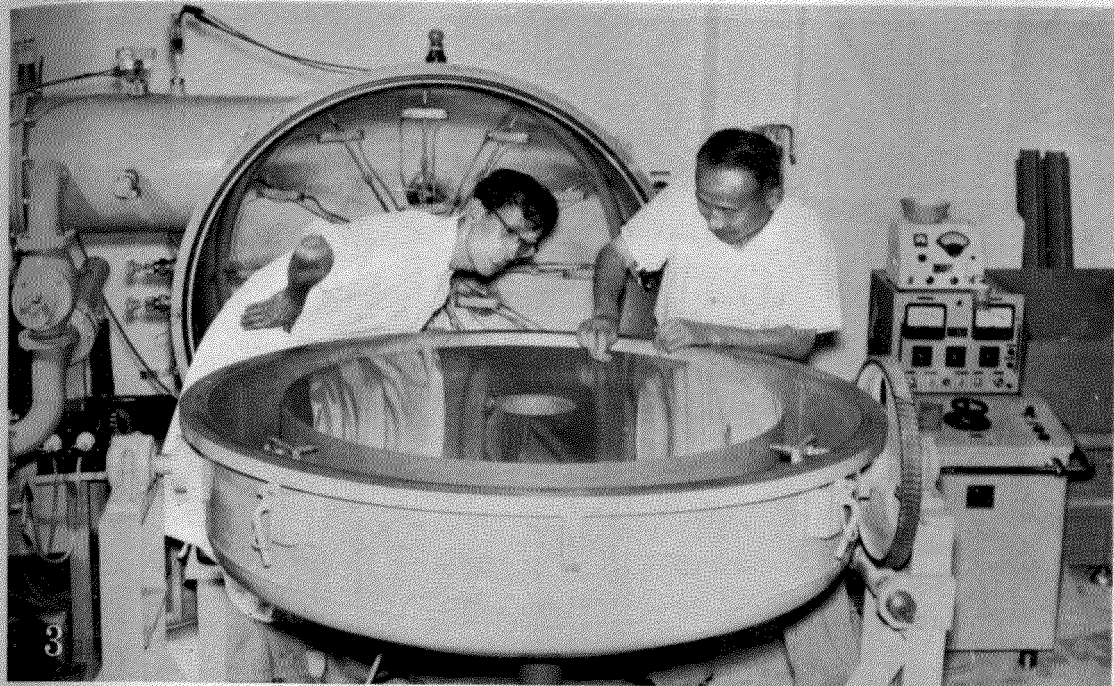
広瀬秀雄
笠井出版印刷社
社団法人日本天文学会
振替口座東京13595



ハロマーの眼 (5)——へびつかい座の暗黒星雲

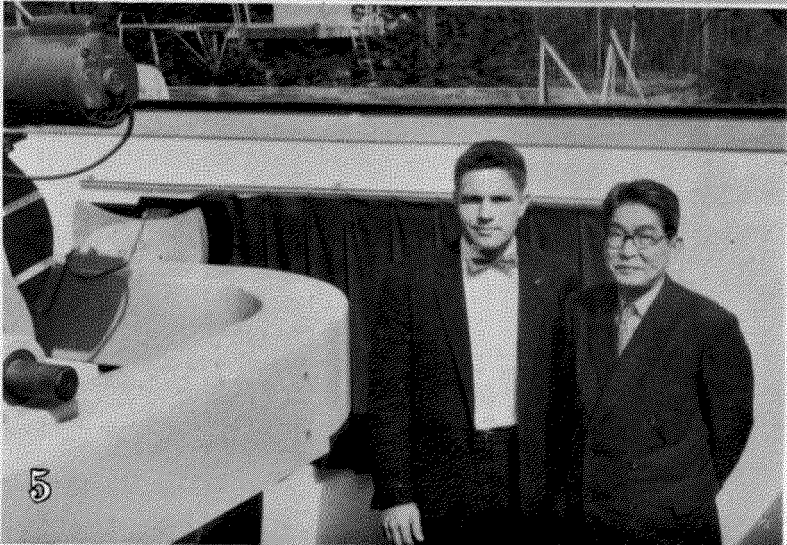
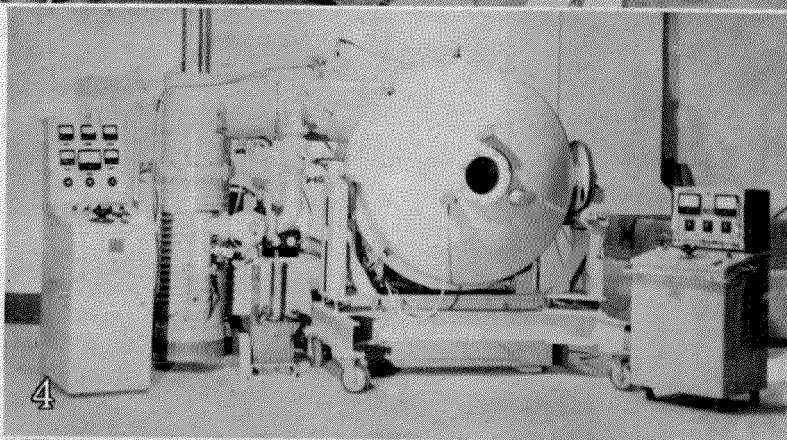
今回は名にしおうS字型暗黒星雲を中心に、へびつかい座の銀河を示した。このあたりはよく見るとS字形のほかにも左はじの白波形のものやいろいろな星雲が入り乱れている。この写真は赤色光によるもので、中心が赤経 $17^{\text{h}}20^{\text{m}}$ 、赤緯 -24° 、左が北で、原画を約 $3/5$ に縮少した。





◇36インチ (91 cm) 反射鏡の製作

東京天文台から発注された91cm 反射望遠鏡は、日本光学工業KKで製作の途上にあるが1はその硝子材の流しこみ作業である。この硝子材より抛物面への研磨は、表紙写真で示した。2は研磨の途中に研磨器に取りつけたままで検査をするために立てたところ。3は表面にアルミニウムメッキをするためにメッキ装置の中に入れて表面を清掃しているところ。4はメッキ装置の全貌を示した。



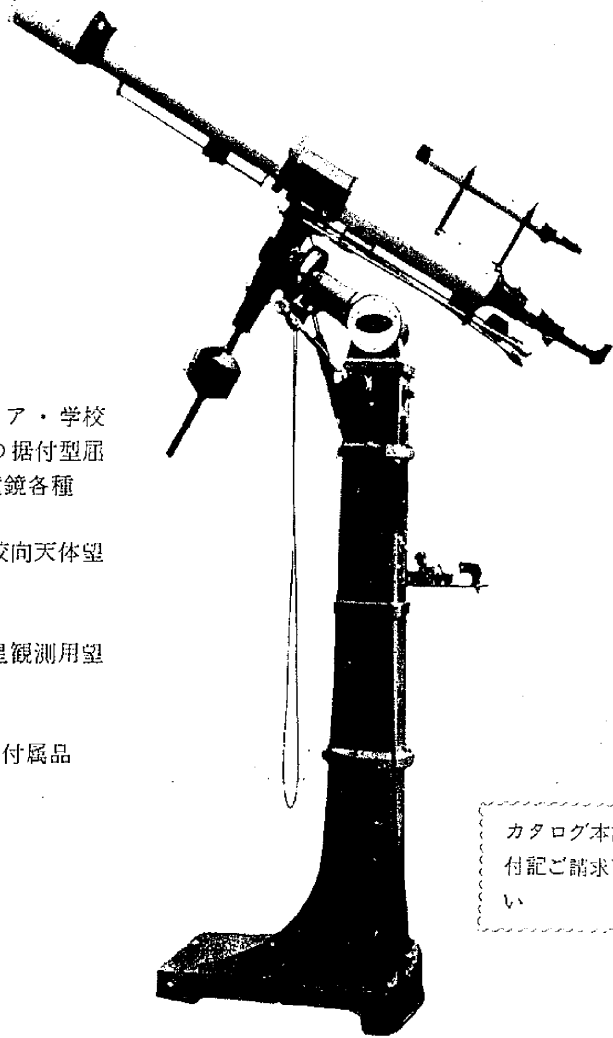
◇ヘナイズ氏の来日

米國スミソニアン天体物理天文台のシュミット・カメラ主任ヘナイズ博士は3月下旬来日した。5は東京天文台のシュミット・カメラ室での同博士(左)と宮地台長(右)、(宇宙塵参照)

□ イ アル

ROYAL
TOKYO

天体望遠鏡



☆専門家・アマチュア・学校
及び公民館等用の据付型屈
折・反射天体望遠鏡各種

☆理振法準拠の学校向天体望
遠鏡各種

☆視光用・人工衛星観測用望
遠鏡各種

☆天文用光学器械・付属品

☆観測用ドーム

カタログ本誌名
付記ご請求下さ
い

P21-D 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 (23) 0651・2000

工 場 東京都豊島区要町 3-28 TEL (95) 4611・6032・9669

振 替 東 京 5 2 4 9 9 番

日本天文学会 1959 年春季年会

プログラム

- ◇日時 昭和 34 年 5 月 14 日 (木), 15 日 (金), 16 日 (土)
◇場所 東京大学理学部 2 号館大講堂

	午前 (9 時より)	昼	午後 (1 時より)	夜
14 日 (木)	研究発表	評議員会	研究発表	シンポジウム I
15 日 (金)	研究発表, 総会	理事会	研究発表, シン ポジウム II	懇親会 (5 時半より) (山上会議所の予定)
16 日 (土)	研究発表		映画, 特別講演, シンポジウム III	

講演予稿集について: 特別会員には 1 部ずつ無料で配布しますが, その他の方
および特別会員で 2 部以上希望される方は 1 部につき実費 40 円, 送料 8 円
をお送り下さい。年会講演の当日会場でもおわけします。

◇シンポジウム

- I { 弓 滋; 観測緯度値の意義
服部 忠彦; 国際緯度観測事業の近況——報告書第 IX 巻を中心として
- II 進 士 晃; ケフェウス型変光星の分布及び運動
- III 海野和三郎; 太陽大気の運動

◇映 画 (16 日午後)

スワロフ島における日食観測

◇特別講演 (16 日午後)

上野季夫; フランスの天文学

第 1 日 5 月 14 日 (木)

[午前] (9時より)

	分
1. 角田忠一 (緯度観測所): 水沢の水晶時計の運行について……………	10
2. 石井久, 角田忠一 (//): JJY 受信時刻とその精度の関係について…	10
3. 弓 滋 (//): 緯度の日変化 (II) ……………	10
4. 須川力 (//): 南半球における closing error と local z 項について…	10
5. 虎尾正久, 藤井 繁, 小林宏志, 深谷力之助 (東京天文台): 東京 PZT 星の位置改正について……………	5
6. 飯島重孝, 岡崎清市 (//): PZT 星の place 改訂と東京時の国際比較…	10
7. 飯島重孝 (//): 最近の観測からみた ΔT の予測値……………	10
8. 服部忠彦 (緯度観測所): 水沢 PZT 観測より求められた光行差常数…	10
9. 高木重次 (//): 太陽湖と緯度変化の関係について……………	10
10. 角田忠一 (//): 地球内部磁場変動の緯度変化に及ぼす影響……………	10
11. 関口直甫 (東京天文台): 地球の core と mantle との結合について…	7
12. 中野三郎, 安田春雄, 原 寿男 (//): 東京天文台子午環 観測について……………	8
13. 坪川家恒 (地理調査所): アストロラーベの型式について (III) ……	10
14. 檀原 毅 (//): 等緯線掩蔽整約におよぼす月縁不整の影響……………	7

[午後] (1時より)

15. 進士 晃 (水路部): 国際航空図による天文航法の精度……………	7
16. 堀 源一郎 (東大理): 木星第9衛星の運動 (VI) ……………	10
17. 古田清正 (京大理): 種子島金環日食報告 (第2報) —— 太陽と 月との相対位置……………	7
18. 藤波重次, 古川麒一郎 (//): 種子島金環日食報告 (第3報) —— 月のプロフィールの検討……………	10
19. 広瀬秀雄, 下保 茂, 富田弘一郎, 内田正男, 真鍋良之助 (東京天文台): 1958 年 4 月 19 日の金環日食の観測結果 (第1報)……………	7
20. 鈴木裕一 (水路部): スワロフ島皆既日食における連続写真……………	5
21. 徳弘 敦 (//): スワロフ島皆既日食における接触時について……………	5
22. 田鍋浩義 (東京天文台): 日食観測船おしよろ丸船上における夜光観測…	7
23. 田鍋浩義, 等松隆夫 (東京天文台, 東大理): 日食時における airglow 観測……………	7
24. 古畑正秋, 等松隆夫 (//, //): 夜光酸素赤線と F2 層の関係……………	7
25. 大脇直明 (水路部): スワロフ島皆既日食におけるコロナの写真……………	5
26. 齊藤國治, 清水 実, 山下泰正 (東京天文台, 東大理): スワロフ島皆既日食における太陽コロナの偏光写真観測……………	10
27. 末元善三郎, 日江井栄二郎 (東京天文台): 斜入射法による 閃光スペクトル……………	10
28. //, // (//): 彩層の微細構造について……………	10
29. //, // (//): 閃光スペクトルで見られるコロナ輝線……………	7
30. 高橋 敷, 堀井政三 (生駒山太陽観測所): flare 発生の条件……………	10

31.	平山 淳 (東大理): リム・フレイヤーのスペクトル	7
32.	牧田 貢, 森本雅樹 (東大理, 東京天文台): 太陽黒点の 光電分光測光 (III)	7
33.	野附誠夫, 長沢進午 (東京天文台): 国際地球観測年中の太陽観測に 関する予備報告	10
34.	齊藤國治, 田中幸明 (//): 太陽の極域白斑について (続報)	7
35.	齊藤國治 (//): 太陽コロナの赤道域流線について	10

第 2 日 5 月 15 日 (金)

[午前] (9時より)

36.	下田真弘 (東大理): 対流外層をもつ巨星のモデル (IV) ——Kippenhahn-Temesvary-Biermann モデルに対する批判——	7
37.	堀 源一郎 (//): 輻射圧を考慮した場合の断熱方程式の解について	7
38.	海野和三郎, 堀 源一郎, 下田真弘, 牧田 貢 (//): 対流層理論について	10
39.	内田寿一, 吉川省吾 (東北大理): 10 M_{\odot} 星の内部構造 (続)	7
40.	一柳寿一, 須田和男 (//): 等温核と対流平衡の中間層をもつ 星のモデル (III) ——等温縮退核をもつ星のモデル (続)	10
41.	高瀬文志郎 (東大理): 散開星団の光度函数	10
42.	大脇直明 (水路部): 球状星団における星の軌道と密度分布の変化	10
43.	江本祐治 (大阪学芸大): 高銀緯における B 型星の分布について	10
44.	清水 強 (京大理): 局部静止座標系に対する恒星軌道	10
45.	清水 強, 高橋 清 (京大理, 和歌山大学芸): 20 pc 内の恒星の物理的性 質と恒星軌道との関係	7
46.	高柳和智 (京大理): S 型星の運動について	10
47.	石田蕙一 (東京天文台): 大マゼラン雲における星と星間物質の分布	5
48.	畑中武夫, 海野和三郎, 武部尚雄, 堀 源一郎 (東大理): 星間物質の 収縮過程	10
49.	高柳和夫, 西村史朗 (埼玉大理, 東大理): 星間物質の冷却過程	10

[午後] (1時より)

50.	羽倉幸雄, 郷 鉄夫 (平塚電波観測所): 太陽の電磁波輻射・粒子輻射と 磁気嵐・電離層嵐 (I, II)	15
51.	甲斐敬造 (東京学芸大): マイクロ波バーストについて	7
52.	// (//): Type III バーストの励起について	5
53.	高倉達雄 (東京天文台): 螺旋運動をしている中エネルギー電子からの シンクロトロン輻射	10
54.	// (//): マイクロ波バーストのスペクトルと偏波	10
55.	守山史生 (//): メートル波太陽電波の観測	8
56.	鈴木重雅, 土屋 淳, 森本雅樹 (//): 200 メガサイクルにおける 太陽電波バーストの観測結果	10
57.	柿沼隆清 (名大空電研): 太陽電波 S 成分の輻射源について	10
58.	田中春夫, 柿沼隆清 (//): 9400 MC の干渉計について	10
59.	土屋 淳 (東京天文台): 200 MC 帯における狭帯域スペクトル (II)	5
60.	河鱈公昭 (//): アウトバーストに伴うコロナの高温熱輻射	7

61. 大木俊夫 (東北大理): 円柱状電流の安定性……………10
 62. 柿沼正二 (京大理): solar radio transient 間の time interval について… 7
 63. 下小田博一 (愛知学芸大): solar granulation の磁氣的効果について ……10

第 3 日 5 月 16 日 (土)

[午前] (9 時より)

64. 上条文夫 (東大理): 炭素星の低分数スペクトル (II) ……………10
 65. 北村正利 (東京天文台): 大熊座 W 型近接連星の伴星のモデル……………10
 66. 高橋千憲 (//): AH Vir の測光要素について …………… 5
 67. 清水 彊, 今川文彦, 中井善寛, 高柳和智 (京大理): 花山天文台の
 クック 12 吋屈折望遠鏡による三色光電測光観測 (予報) ……………10
 68. 大沢清輝 (東京天文台), 高田 勝 (東大工): ヘリウムを含む
 恒星大気モデル…………… 7
 69. 上野季夫 (京大理): 有限な非均質大気における輻射の散乱について………… 7
 70. 細川良正 (山形大文理): アルゴル系における反射効果……………10
 71. 近藤雅之 (東大理): RS Oph のスペクトル (II) …………… 5
 72. 川畑周作, 小暮智一, 神野光男 (京大理): P Cyg 星の Zanstra
 温度について…………… 7
 73. 神野光男 (京大理): P Cyg の大気における stratification について …… 7
 74. 小暮智一 (//): Be 星の Balmer decrement について …………… 7
 75. 大崎 徹 (//): HII 領域における dust の $L\alpha$ 輻射場
 およぼす影響について…………… 7
 76. 海野和二郎, 市村喜八郎 (東大理): 太陽の large scale turbulence
 について……………10
 77. 宮本正太郎 (京大花山天文台): 月面の地質学的研究……………10
 78. 岩田 稔, 足立 巖, 井原匡平 (大阪工業技術試験所, //,
 奥村機械 KK): 天体望遠鏡用大型研磨機の試作 ……………10
 79. 村山定男 (国立科学博物館): 岡部隕石について…………… 5
 80. // (//): 南極地方の氷から採集された
 流星塵について…………… 7