

ユニترون
ポラレックス

1950年以來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ترون・ポラレックス天体望遠鏡製作
株式会社 日本精光研究所

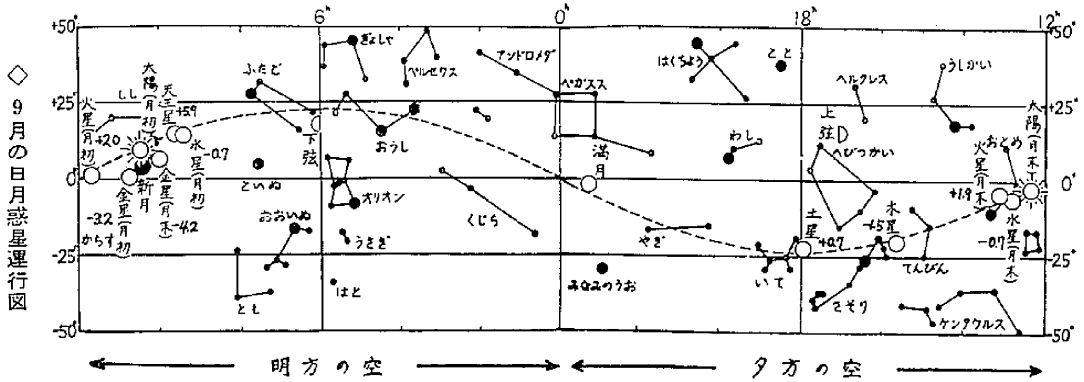
東京都世田谷区野沢町1-100
TEL (42) 1685, 0995; 振替 東京 96074

目 次

天体力学における捕獲の問題	芝原 鎌	173
日本経緯度原点について	北野 芳徳	176
球状星団の進化	松波 直幸	178
新刊紹介——全天恒星図	本田 実	180
天文学者を語る——コパール教授と食変光星の研究	細川 良正	181
宇宙塵		185
人工衛星観測責任者の国際会議に出席して	広瀬 秀雄	186
雑報——宇宙線点源と変光星 W Ori		188
パロマーの眼(9)——射手座のガス星雲		189
月報アルバム——東大天文学教室の近況、衛星会議の旅より、 スミソニアン天文台から賞状		190

—表紙写真説明—

東京の麻布館舎にある東大天文学教室構内に新設された日本経緯度原点標(本文176頁の記事参照)。震災で焼けおちた旧大子午環の残骸を補装し、その前方の石プラの下に原点標が埋めてある。



◇ 9月の日月惑星運行図

星座神話図志

野尻抱影著

時は移り、人はみな変われど、星へ憧憬は永遠のロマンである。千年前のギリシヤ・ローマの野尻先生が、数千年前のギリシヤ・ローマの神話・彫刻・絵画等を鑑賞しながら、私達を天文学の故郷に案内して下さる。二〇余枚の名画・彫刻の図版入り豪華特製本。
定価三三〇円

カニキニラ(小犬)、汝の星は十四。されど、その群れを抜いて光いちじるしきものは、プロキニオン。よくこそギリシヤびとはかく名づけたれ。「大犬」のさんらんたる先駆の星なれば。

抱影随筆選集
(全3巻)

- I 星と東西民族 B6 定価 280
- II 星座歳時記 B6 定価 250
- III 星座遍歴 B6 定価 250

新宿区三栄町8
振替東京 59600

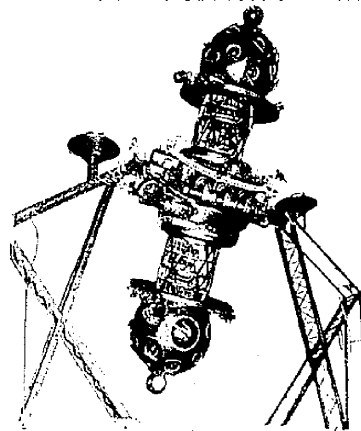
恒星社 Tel (35) 2474 1003



天文博物館

五島プラネタリウム

9月の話題 月と人工衛星
10月の話題 天の川と宇宙
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)



東京・渋谷・東急文化会館8階
電話 青山 (40) 7131, 7509

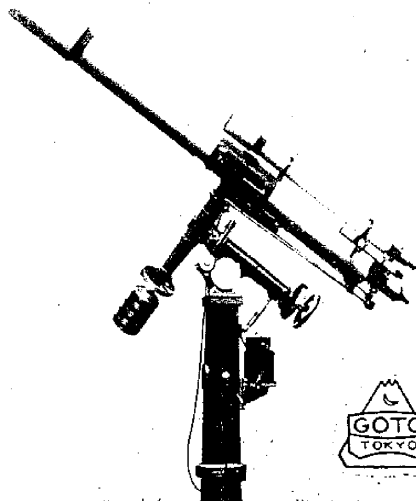
五藤式天体望遠鏡

☆

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、我が国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）



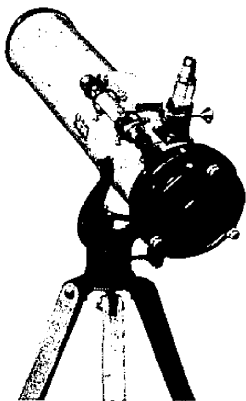
株式会社

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!!
十五種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

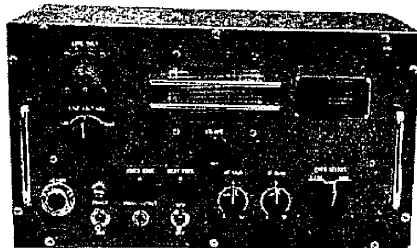
（カタログ要 30 円郵券）

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) 9 2 5 7

秋季年会のお知らせ

日 時 10月19日(月), 20日(火)
場 所 高松市, 香川大学
講演申込 研究発表を希望される方は9月10日までに三鷹市大沢東京天文台内日本天文学会あてお申込み下さい。申込には題目, 所属, 氏名, 講演時間をお書き下さい。
なおアブストラクト(500字以内)は9月末

日までに必着するよう願います。

岡山天体物理観測所見学

10月21日に現在建設中の岡山天体物理観測所の見学を予定しております。宇野から鴨方の現地までバスを仕立てる予定ですので、希望者は9月10日までに天文学会あて申込んで下さい。費用は300円以内、21日朝高松出発、夕方現地で解散致します。

天体力学における捕獲の問題

芝原 謙 一*

序 捕獲という現象は、太陽系、連星系の起源の問題に関連して、既に前世紀から考えられていたが、1944年以來、シユミットの太陽系成因論に使われてから、ロシアで盛んに論ぜられる様になった。

純粹に天体力学の範囲で捕獲がとりあげられたのは、小惑星が木星の影響を受けて衛星と化するか否か、双曲線軌道の彗星が木星の作用で楕円軌道になるか否か等の議論が最初である。

この問題は所謂制限三体問題として論ぜられ、ツァイペル、ホップにより、この場合の捕獲の不可能性が結論された。ホップは運動の回帰性についての理論から、質量0なる第三体が無限遠より来る時、再び無限遠に去る確率が1なることを示している。

一般に天体力学の場合、運動は可逆性であるから、捕獲は又系の崩壊を考えることにもなるので、以後はこの二つを一緒にして考察することにする。

シャジーの研究とメルマンの批判 三体問題に於て捕獲を論ずるためには、必然的に $t \rightarrow \infty$ に於ける運動を考えねばならない。これについて最も綜括的な研究は1918年から1932年に到るシャジーのものである。

彼は面積ベクトルキ0の時、エネルギーの常数 h の ∞ なるに於て、三つの相互距離 r_{ik} の t に関するオーダーを論じた。面積ベクトルキ0の条件は、スドマンの理論により、三体の同時衝突の起らぬことで、その時運動はどこまでも追跡出来ることを意味する。かくて彼は $t \rightarrow \infty$ における運動を次の如く分類することを得た。

- (1) $h > 0$ の時
 - H (双曲的): $r_{ik} \sim t$,
 - HP (双曲拋物的): $r_{13}, r_{23} \sim t, r_{12} \sim t^{2/3}$
(及び同様な他の二種),
 - HE (双曲楕円の): $r_{13}, r_{23} \sim t, r_{12} < a = \text{有限}$
(及び同様な他の二種),
- (2) $h = 0$ の時
 - HE,
 - P (拋物的): $r_{ik} \sim t^{2/3}$,
- (3) $h < 0$ の時
 - a) HE,
 - b) PE (拋物楕円の): $r_{13}, r_{23} \sim t^{2/3}, r_{12} < a = \text{有限}$ (及び同様な他の二種)

- c) 有界: $r_{ik} < a = \text{有限}$
- d) 振動: 少くとも一つの r_{ik} が無限大でも有界でもない。

最後の $h < 0$ の場合は、函数

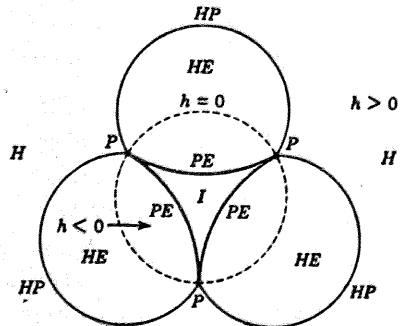
$$I = \sum m_i r_{ik}^2$$

が $\rightarrow \infty$ ならば a) 又は b), $\rightarrow \text{有限}$ ならば c), 有界でなく而も無限大へ走らない時が d) の場合である。然し最後の d) の場合はその存否の証明は現在まだない。

シャジーは三体 P_0, P_1, P_2 にヤコビの座標を使い、 P_1 の P_0 に関する運動と、 P_2 の P_0, P_1 系の重心に関する運動とにわけ、それぞれの座標、速度成分による12次元位相空間の点の軌道を考へて、空間を次図の如く5領域に分割した。 $h = 0$ は11次元の曲面で、その外は $h > 0$ 領域、内部は $h < 0$ 領域、 $h > 0$ 領域は H と HE とを境する11次元曲面で分けられ、HPはこの曲面上でおこる。 $h < 0$ 領域の HE と I とを分かつ曲面は PE のおこる11次元曲面で、Iは有界な軌道と振動軌道のおこる領域である。曲面 PE と HP とは共に非代数的で、これらは10次元曲面であり、ここでPがおこり、これは $h = 0$ 上に位置する。又 HE, PE がそれぞれ三通りづつあるのは、相互距離のどの一つが有界なるかによる結果である。

シャジーは1929年の論文で $h < 0$ の時、ポアンカレの積分不変式を使って捕獲が不可能であると述べた。勿論可逆性により逆も言えるから、HE, PE から I へ、又 I から HE, PE へ移る軌道は不可能ということである。つまり時間の一方方向に HE, PE なる軌道は又他の方向にも HE, PE であるわけであるが、更にこれらに於て有界な一つの相互距離は常に同一のものであると述べた。

然し彼の所論は厳密性を欠いていた。ガザリアン及び



第 1 図

* 仏教大学

メルマンが再びシャジーの論文をしらべなおしたが、シャジーの得た真の結果は、更に厳密な表現によると、「 $h < 0$ の時 $t \rightarrow \infty$ で有界で、 $t \rightarrow -\infty$ で HE なる（又は逆の）軌道は存在しない」となる。従って HE から振動軌道に終るものはあるかもしれないと云える。然しこのシャジーの結果は誤って流布され、三体問題においては（ $h \geq 0$ の如何に拘わらず）捕獲は不可能と考えられるに到った。

シャジーの論文をしらべなおしたメルマンは、「 $h < 0$ での捕獲の確率が 0、特に殆どすべての $t \rightarrow \infty$ で HE なる軌道は又 $t \rightarrow -\infty$ でも HE なることを示し、更に又「HE から出発して HE に終る軌道で、有界な一つの距離は常に同一である」とのシャジーの結論の不備を指摘し、シャジーの結果の代りに、かかる軌道の確率が 0 でないことを証明した。

かくして系の安定性の充たされる軌道は I 領域の内部においてのみであることになるが、振動軌道の存否が不明であるから、I の内部というのは安定の必要条件ではあるが、十分ではないことになる。

$h > 0$ 領域の研究は、シャジーの 1932 年の論文でなされた。彼は各天体が無限遠より近づきあうのは H 領域で運動は t の両方向に双曲的、又三つの HE 領域では t の両方向に双曲楕円的であると結論した。従って全 HE 領域において軌道は I へはいることも H に終ることも許されぬことになる。依って太陽、木星に近づく双曲線軌道の彗星は（質量が 0 でなくても）楕円軌道になることもなく、必ず無限遠に去ることになるが、このシャジーの結果は矢張厳密性を欠き、再びメルマンの訂正を受けるに到った。

シュミット等の捕獲例 1947 年シュミットは $h > 0$ の時の捕獲の可能性を示す一つの数値的な例を作り出した。即ち H に始まり、HE に終る軌道の実例を与えたのである。彼は三体 P_0, P_1, P_2 をとり、これらが互いに相対的に双曲線速度で接近し、 P_1 と P_2 との最接近時には非常に近いが、 P_0 はこの二体から相当離れているとし、粗い近似で P_0 の影響を無視し、二体の双曲線運動の速度変化を与える式から出発した。この速度変化を相当地に大きくする初期条件を選ぶと、例えば P_1 の速度は激減し、 P_0 に対して楕円的となり、 P_2 の速度は相反する方向に増大して、 P_0 に対して前以上の大きな双線速度で去り、捕獲現象が実現出来るものと考えた。

そこで彼は太陽質量に等しい質量の三体の平面運動を考え、 P_1 の P_0 に関する $t=0$ における軌道として、半長軸 200A.U.、離心率 1/2 の楕円を、 P_2 の軌道を双曲線として、 $t=-129764$ （但し t の単位は $1/2\pi$ 年）から $t=+8000$ の間で三体問題の方程式の数値積分を実行した。この彼の計算は更にパリースキーによりなされ、

確かにシュミットの考える捕獲現象の実現が見られたのである。

その後同じ様な例はシゾーヴァ、シトニコフ、メルマン、フラボビツカヤ、プロスクリン、コヒナ等によって、制限問題並びに一般問題において作り出された。

シゾーヴァの例は微小質量の宇宙塵雲中に太陽が他の一星と共に突入した時、相互距離と速度との間にある関係が充たされれば、塵雲の一部が太陽により捕獲されることを示し、シトニコフは純解析的方法による例を作った。

一般に捕獲現象は勿論三体に限らないが、必ずエネルギーの交換のためにおこるものである。このエネルギー交換は天体力学の範囲では力学的エネルギーのみを考えるが、宇宙論的立場では非力学的エネルギーへの変形も考えねばならない。アゲキヤンは塵雲中を通る天体の力学を論じ、衝突による速度減少の結果の捕獲を考えた。太陽の近くの高密度空間を双曲線速度で走る天体が塵片との多数回の衝突により減速されて軌道が楕円になる等はその一例である。この時は運動のエネルギーが第三体に持ち去られるのではなくて熱に変ずるのである。

さてシュミットは太陽系成因論を目的としたので、捕獲現象を次の如く考えた。

シュミットの捕獲の定義：

時刻 t_1 で三つの距離が双曲的、即ちある $R_1 > 0$ より大で、後の時刻 t_2 でその中の一つがある R_2 ($0 < R_2 < R_1$) より小で、他の二つは R_1 より大なる時、(t_1, t_2) で捕獲がおこったという。

ここで彼は R_1 として銀河系における恒星間の距離の平均を、 R_2 として連星系における二体の相互距離の平均をとっている。

この捕獲定義を上記のシュミットの例が充たするのであるが、その後ヒリミ、メルマンによる捕獲の十分条件が出されるに到り、更に捕獲例としての確証が与えられたのである。

ヒリミ、メルマンの研究

ヒリミは 1948 年以来捕獲の理論を解析的な立場から研究した。そのためまず次の如く捕獲の定義を定める。

ヒリミの捕獲の定義：

$t \rightarrow -\infty$ で三つの $r_{ik} \rightarrow \infty$ で、常数 $R > 0$ と T とがあって、すべての $t > T$ で $0 < r_{i0} < R$ となるならば、 P_0 と P_1 との間に捕獲がおこったという。

従ってヒリミの場合は $h < 0$ の捕獲即ち HE \rightarrow I は含まれていないが、P 又は HP から HE へ移る場合は含まれる。

彼はまづ $t \rightarrow \infty$ で H なる条件、即ち又 t の符号を逆にして考えて、無限遠より近づき $t=0$ までには捕獲がおこっていない条件を求めて次の定理を得た。

定理 (A) (H の判定条件)

初期時 $t=0$ で $\sigma(0) > 0$, $\sigma^2(0) > \frac{8M^*}{\rho(0)}$ ならば

$\lim_{t \rightarrow \infty} \rho(t) = \infty$, 但しここで $\rho = \text{Min} \{r_{ij}\}$,

$\sigma = \text{Min} \left\{ \frac{dr_{ij}}{dt} \right\}$, $M^* = \frac{M'}{M''}$, $M' = \sum m_i m_j$,

$M'' = \text{Min} \left\{ \frac{m_i m_j}{m_i + m_j} \right\}$.

次に $h > 0$ で HE なる条件を得るために, ヤコビ座標を用い, P_2 の P_0P_1 系の重心よりの距離を ρ_2 , $M = \sum m_i$, $\mu_2 = \frac{m_2(m_0 + m_1)}{M}$ とおいて次の定理を得た.

定理 (B): (HE の判定条件)

初期時 $t=0$ で, $\rho_2(0) > 2R$, $\rho_2'(0) > 0$,

$\frac{\rho_2(0)}{2} < r_{12}(0)$, $\frac{\rho_2(0)}{2} < r_{02}(0)$,

$\rho_2'^2(0) - \frac{8M}{\rho_2(0)} > \frac{2}{\mu_2} h + \frac{2m_1 m_2}{\mu_2 R}$

と出来る様な常数 $R > 0$ がある時, すべての $t > 0$

で P_2 は P_0P_1 系の重心より単調に無限遠へ走り,

P_0P_1 間の距離 r_{01} は R を越えない.

この定理は一度 P_0P_1 の間で捕獲がおこれば, その後その P_0P_1 系に崩壊がおこらぬことを意味する.

ここで上の二定理を結びつけて, ある時刻 t_1 まで H で, その後の時刻 t_2 以後 HE となる場合を考えることが出来れば捕獲がおこるのであるから, 彼は前の捕獲の定義を改めて (むしろ特殊化して),

ある時刻 t_1 を初期値とし, t の符号をかえて定理 (A) が成立し, その後の時刻 t_2 で定理 (B) が成立する時, 区間 (t_1, t_2) で P_0, P_1 の間に捕獲がおこったと云う.

と定義した. これは勿論あらゆる捕獲を含むものでなくヒリミの十分条件 (定理 (A)(B)) を先たす捕獲で, いわばヒリミ型捕獲であるが, 前のシュミットの例はシュミットの定義のみならず, 二つのヒリミの定義の意味でも, 確かに捕獲例となっていることが示された.

かくして一般三体問題で捕獲は確かに可能であるが, 問題はその確率である. つまり捕獲という現象が, 天体の衝突 (特に三体の三重衝突) みたいな稀な例外的現象であるか否かである. これについてヒリミは二つの定理がすべて不等式より成り, 条件を充たす 12 次元空間の集合が開集合であることに着目して, 次の定理を証明した.

定理 (C): 三体問題の 12 次元位相空間 E_{12} において, 捕獲 (ヒリミ型) をおこす初期条件を表す点集合 Φ は正の測度を持つ.

この定理により捕獲現象は決して稀有の現象ではないと解せられることになるが, これがシュミットの太陽系

生成論の提案に確信を持たせたという.

ヒリミの十分条件の出た後, その中の HE 条件で第三体の視線速度が十分大きく, 三体の作る三角形が第三体の方へ十分伸びていなければならないこと, 又 H 条件で三つの視線速度がすべて著しく大きいこと等にメルマンは不満を覚え, 第三体の視線速度に課せられた条件を軽減した十分条件を求めた. このメルマンの十分条件は非常に繁雑で, 全速度が大きいことを要するが, $\rho_2 \rightarrow 0$ に対して有力で, 又確かにシュミットの例もこの十分条件を充たすことも示された上に, 数値積分の範囲もヒリミの条件より狭くてすむと云うが, 何分余りに複雑で, ヒリミによれば, 捕獲の確率が正である証明が出来ないという.

メルマンは更にその後, 新しい十分条件を得た上に, ヒリミの判定を数値積分により計算された軌道に適用するに当り, 積分の範囲において犯された誤差の評価を求め, 制限双曲問題における H, HE, 捕獲の十分条件を多数作り出した.

次に捕獲の必要条件であるが, メルマンは捕獲のおこり得ない領域を定めるのに, 両側に H, 両側に HE を与える条件を求めさえすればよいとの考えから, 幾多の必要条件を得たが, 勿論複雑なばかりでなく, 必要十分条件にもなっていない.

メルマンは制限拋物問題においても捕獲を考えながら, この場合は P の領域と HE, PE の領域の次元のちがいのため, その確率は勿論 0 であるので, 一時的な捕獲の十分条件, PH 及び PE の判定条件, 捕獲の必要条件まで求めた.

結 び

筆者のしらべた範囲で捕獲に関することは大体以上の程度である. メルマンの条件の複雑さ, 捕獲の必要十分条件の未解決, 振動軌道の存否の件等残る問題の外に, 地球の人工衛星の月による捕獲の如き I 領域における (一般) 問題の捕獲には, ヒリミもメルマンも触れていない, 更に一昔前有名であった例のラッセルーリットルトンの太陽系成因論で, リットルトンの取扱った連星系の崩壊理論が, t の符号を変えると捕獲問題になるに拘わらず少くとも今までの彼等の論文には全く触れられていなかった.

文 献

E. Leimanis & N. Minorsky, Dynamics and Nonlinear Mechanics, John Wiley & Sons, New York, 1958.

日本経緯度原点について

北野芳徳*

明治のはじめ、西洋文明の移入と共に、わが国においても近代的大地測量開始の機運が高まって来た。この大地測量を行うためには、測量の基準となる地点の位置、すなわちわが国のどこか1地点の経緯度と、この1点から他の点をみた方位角とが知られていなければならない。この経緯度と方位角とをもち、大地測量の総もとじめとなっている点が日本経緯度原点である。

§ 1. 日本経緯度原点の概要

わが国全体にわたるような大地測量を実施する場合には、まず一等三角網で日本全国を覆い、さらに、二等三等と細い三角網で覆うのである。この一等三角網というのは、1辺の長さが40 km位の三角形の網である。そしてこの三角形の頂点を地上に標示した点が一等三角点である。二等三等三角点についても同様である。このような三角測量においては、1辺の長さと同角とがわかれば複雑な計算を経て、三角網の中の三角形の内角と、辺長とが精度よく決定されるわけであるが、これだけでは地球上の位置すなわち、経緯度を決定することはできない。このためどこか1点の経緯度とこの点から他の点をみた方位角とが必要である。わが国においては、これらの値は、天体視測によって定められたのである。このような点がさきに述べた日本経緯度原点である。従って、この原点は、わが国大地測量の起点であり、実用的にも、

歴史的にも重要な点である。わが国の大地測量は、この原点から出発し、ベッセル楕円体を採用して行われている。明治のはじめ、この原点を設置するにあたり、選ばれたのが東京麻布の旧海軍観象台(後、麻布天文台、現東大天文学教室)の構内であった。

§ 2. 日本経緯度原点の数値

日本経緯度原点の数値のうち、経緯度については、さきに天文台の佐藤友三氏が、天文月報第36巻(1943)に、またその他の諸氏がそれぞれ他にくわしく解説されているところであるが、それらを参考として、この原点の数値の概要について述べてみよう。

(i) 経度

経度は最初マドラスをもととして、明治7年(1874)から同14年(1881)間に、ノーリス、デビットソン、チットマン、グリーン、荒井、小林及び三浦の諸氏によって、長崎(ノーリス点)、麻布(チットマン点)間が3回にわたって測定され、それぞれ0時39分29秒446、29秒086、及び28秒563が得られた。これらの平均値は、長崎(ノーリス点)の経度8時39分28秒99に加工されて、その結果が明治19年(1886)2月、官報号外をもって、次のように公示された。すなわち、

チットマン点の経度: $139^{\circ} 44' 30'' . 3$

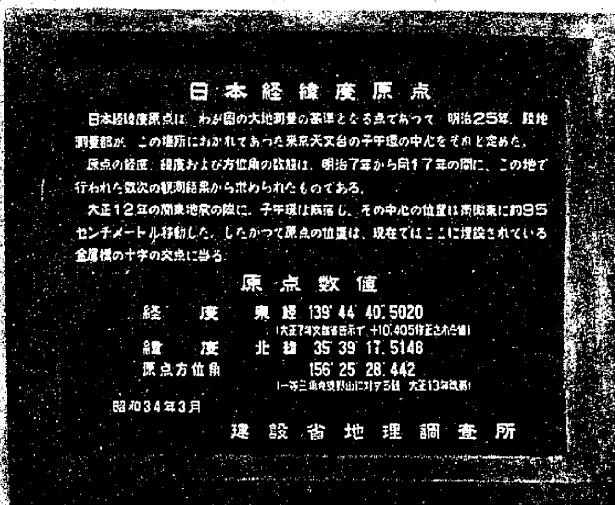
(9時18分58秒02)

この値は、一等三角点東京に移されて、わが国測量のもととして使用された。その後、子午環が設置されるに及び、その中心に移され、明治25年(1892)一等三角点東京は廃止されるにいたった。大正年間に入り、測定技術も進み、この値では満足できなくなったので、水路部の中野氏は、東京(麻布天文台大子午儀の中心)の経度を、グリニッチから東と西の両廻りに決定する計画を立て、1方はグアム島経由、他の1方は浦塩経由で測定し、次の結果を得た。すなわち、

グアム島経由: 9時18分58秒751
± 0秒059 (大正4年)

浦塩 経由: 9時18分58秒657
± 0秒100 (大正6年)

この両値の重量平均として、次の値が採用され、大正7



* 地理調査所測地部

年(1918)文部省告示をもって公示され、以後この値が用いられるようになった。すなわち、

麻布天文台大子午儀中心の経度：139°44' 40"，9

(9時18分58秒727±0秒051)

これによって、チットマン点とこの大子午儀中心の経度とは、水路部測定の偏心補正要素によって補正され、10"，405の差のあることがわかり、わが国の経度にはこの+10"，405が加用されるようになった。これによって、子午環中心は次のように改められた。すなわち、

子午環中心の経度：139°44' 40"，5020

(ii) 緯度

緯度は明治9年(1876)海軍中尉大友兼行氏(後、肝付と改正)によって、測定された。この測定は、タルコット法によって、109対星の観測が行われ、その結果は次のとおりである。すなわち、

肝付点緯度：35°39' 17"，4925 ± 0"，0678

この値は経度同様一等三角点東京に移されて、わが国の測量のもととして用いられ、後、子午環中心へ移されて、一等三角点は廃止された。この子午環中心への偏心補正要素は、陸地測量部測定の要素が用いられ、次のとおりとなった。すなわち、

子午環中心の緯度：35°39' 17"，5148

その後、明治20~25年(1887~1892)頃の子午環による測定にもついで、この値を1~2秒小さく変更するよう討議されたが、変更されるにはいたらなかった。しかし、大正12年(1923)の橋元氏の観測及び昭和27年(1952)の地理調査所の観測では、この値でさしつかえないことが確認されている。

(iii) 原方位角

原方位角は、明治16~17年(1883~1884)に矢島氏によって、一等三角点東京において測定された。この観測に使用された測器は、カールバムベルヒ製27cm経緯儀で、方位点は、一等三角点鹿野山であり、その結果は次のとおりである。すなわち、

原方位角：156°27' 56"，633(鹿野山に対して)

後、これは子午環の中心に移され、156°25' 30"，156が鹿野山に対する原方位とされたのであるが、大正12年の関東大地震によって、次に述べるように変更された。

§ 3. 原点と関東大地震

大正12年(1923)の関東大地震の結果は、経緯度原点であった子午環中心を破壊し、なお、南関東一帯に地盤変動を引き起した。このため大正13年(1924)の関東地方の一等三角点改測に際しては、相模野基線から丹沢山、鹿野山間の距離を求め、これを既知辺長とし、さらに、一等三角点万城山毛無山、国師岳、堂平山、晃石

山、筑波山、及び大地蔵を不動点として、丹沢山、鹿野山、房大山及び新たに三鷹村を加えて、これらの位置を決定した。そして、地震前の子午環中心の経緯度と同じ値をもつ点と、新しく決めた鹿野山一等三角点との間の方位角を求め、156°25' 28"，442を得た。この結果原点の数値は、次のとおりとなった。すなわち、

経度：139°44' 40"，5020

(大正7年文部省告示で+10"，405修正)

緯度：35°39' 17"，5148

原方位角：156°25' 28"，442

(鹿野山に対して、大正13年改測)

また一等三角点大地蔵、鹿野山、丹沢山、三鷹村、堂平山、晃石山および筑波山から、一等三角補点として、東京(大正)を決定した。このように決定された三角点東京(大正)から、旧子午環の脚部の動きを推定すると、南微東に約95cm移動したことになる。このため現在では、移動前の旧子午環中心の位置を地中金属標(日本経緯度原点の文字が印されている)の十字の交点として残し、移動した旧子午環の脚部は補装されて、「日本経緯度原点」の文字とその説明とが印されている。上記の原点数値は、この地中金属標で標示されている地点の値である。



日本経緯度原点標

球状星団の進化

松波直幸*

球状星団は、今まで行われた観測の結果、かなりはっきり性質が知られていて、種族IIの代表的な天体の一つと考えられている。

i) 空間分布

銀河系のコロナを形作る天体の一つであることはシャプレーが示した結果によってすでに明かである。球状星団の距離についてはローマン (Zs. f. Ap., 30, 234, 1952) が決めたものが適当である。これには光の空間吸収を考慮してある。アベル (P. A. S. P., 67, 258, 1955) が発見した 13 個の球状星団の中 2 つについてはパービッチ夫人とサンデー (Ap. J., 127, 527, 1958) が 100 kpc 以上の距離を出して明かに銀河系の外にあることを示した。

ii) 運動

種族 II の特徴として特に大きい視線速度があげられる。球状星団の固有運動を決めるのは非常に難しい。それは距離が遠く (近いものでも 1 kpc 以上)、期待される固有運動の大きさが 0.001 秒/年以下になってしまうから写真観測の際、比較星として適当なものがないこと、星団のどの点を測ればよいかを決め難いことなどのためである。ほとんどの球状星団については視線速度しかわからない。メイヨール (Ap. J., 104, 290, 1946) は約 50 の球状星団の積分スペクトルをとって視線速度を求めた。大きい星団については中の数個の星を観測したものがあ。メイヨールは太陽近傍の星が球状星団の系に対して銀河中心と直角の方向へ約 200 km/sec の速度で動いていることを結論した。

フォン・ヘルナー (Zs. f. Ap., 35, 255, 1954) は球状星団の銀河系内における軌道として、銀河中心から遠いものほど円軌道より直線軌道に近いと主張している。彼は直線軌道だとした場合に現在の位置に観測されるべき確率を作って、たくみに円軌道か直線軌道かという判定を試みた。少し問題になるのはその確率を位置と視線速度とから作ったので離心率が 0 と 1 との中間的なものがあると相当違ってくることである。実際、球状星団の空間的な位置と観測者に対する視線速度との幾何学的な関係を考慮すると、銀河面からの高さを問題にするよりローマンが考えた様に銀河中心からの距離と他の性質との関係を期待する方がよいらしい。しかし離心率が中間的な値をとるものについてはまだ何も云えない。ただ、

どんな形の軌道でも軌道面と銀河面とは特に関係がないのが当然かもしれない。高速度星とは少し事情が違うのであろう。

iii) 積分スペクトル

モルガンが始めた球状星団のスペクトル分類、すなわち積分スペクトルによって分類を行う方法は確かに興味のある結果を示した (P. A. S. P., 68, 509, 1956)。そして典型的種族IIのものばかりではないと結論した。

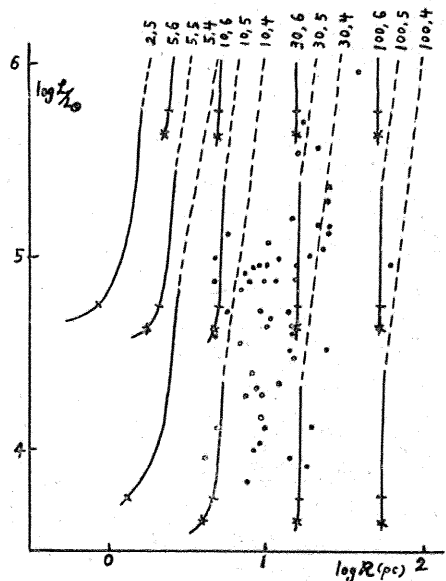
積分スペクトル、或は積分色指数の観測はまだ多くの球状星団についても可能である。

iv) H-R 図、構造その他

H-R 図についてはよく知られている通りである。

星団の大きさ、星の数、中心集中度などは球状星団と散開星団を区別する一つの目安になっているが、中間的なものの存在や性質についてはまだ何も云えない。

注意すべきことはローマンが決めた球状星団の距離である。94 個の中、約 50 個については変光星の観測、或は明るい星の観測と色指数の光電観測などによって決められたので充分信用してよい。約 40 個については仮定を入れて決めた。ローマンは球状星団の角直径は空間吸



第1図 始め、星の総数 N 、半径 R 、光度 L であった星団が時を経て進化する様子を示す曲線。上の数字は $R, \log N$ の値で、例えば右端のものは $R=100$ pc, $N=10^4$ を表わす。×印はそれぞれ始めから 40 億年、60 億年目の位置を示す。点は実際の観測値。

* 東京天文台

収を受けると小さくなるが実直径は中心集中度が同じなら等しいと仮定して一つ距離指数を決めた。別に中心集中度が弱くなると積分絶対光度が暗くなる傾向を使って決めた距離指数と平均して距離を与えた。したがって観測された角直径とこの距離とから実直径を求める時、ローマンの考えに矛盾しない様に注意しなくてはならない。

この様に見ると、球状星団には典型的な種族IIの特徴を示すものと、それ程ではないものとあり、星団の大きさ、銀河中心からの距離、含まれる星のスペクトルなどによって区別される。そこで単なる推測が許されるならば、非常に古い典型的な種族IIの球状星団とそれより少し新しいものがあるのではないかと考えられる。星団が生れた時の空間的な場所の違いを考えるのもよいかも知れない。時間的な違いはモルガンがすでに示唆している (P. A. S. P., 68, 509, 1956)。

筆者等は球状星団の進化を論ずるために次に説明する様な計算を行った (松波, 小尾, 下田, 高瀬, 武部, P.A.S.J., 11, 9, 1959)。動機は上にあげた様な球状星団の性質を考えると球状星団の始めの大きさ, 中の星の密度などによって進化の様子が違って来る筈だと考えたことである。又, 或る仮定をして星団の緩和時間の大きさを求めてみると観測されている球状星団の中には緩和時間が10億年より短いものが20個位あると云えないこともない。すると60億年もの年令としては説明出来ないものがありはしないかと考えたのである。

そこで, 生れた時に或る大きさの直径を持ち或る数だけ星を含んだ球状星団が何億年か経った後でどうなるかを問題にする。ここで, 球状星団が生れた時の中の星についての質量函数或は光度函数がわかっているれば, 始め球状星団の積分光度がどの位であったかを与えることになる。簡単のためにどの星団でも質量函数の形は同じとし, 球状星団では星は最初一度しか生れないと考えておく。星団の大きさは星の密度が中心部の何分の一かに減った所と定義する。

さて, 星団の進化としては力学的なものと恒星の進化とを考える。

a) 力学的な面では先づ星の速度分布と密度分布とが決まる。星団の中の星相互の遭遇を無視してよい間はリュウビルの方程式とポアソンの方程式で決まる (例えば, 青木信仰: 天文月報, 第52巻, 第3号, 56頁参照)。クルトやウーリーの考えはこの場合に当る。遭遇が無視出来ない場合はリュウビルの方程式のかわりにフォッカー・プランクの方程式を一般化したものを使うべきである (チャンドラセカール, Rev. Mod. Phys., 15, 1943)。スピッツァーはその最も簡単な場合を解いて散開星団に適用した (Ap. J., 127, 544, 1958)。この様な計算には

星の相互作用を表わす形が近似的にでも必要なので, 普通はチャンドラセカールの緩和時間の計算式を使う。これは二体問題として計算して近距離の遭遇だけについて平均したものであるが, もっと近似をよくすると2倍位変わるらしい。

結局, 一つの球状星団が生れた時の質量函数 $\phi_0(m)$, 星の総数, 星団の大きさが与えられると星の速度分布と密度分布が決って, 或る時間たつ間に星団から逃げる星の数が決り, その密度分布に応じて半径が決る。そして質量 m の星の数が少し減って $\phi_1(m)$ になると考える。その後は前と星の相互作用の大きさは変るが同様にして進んで行く。

b) 星団の星の進化は $\phi_0(m)$ に実際ずっと大きい変化を与える。始め主系列にあった星が巨星列を経て遂には白色矮星になると考えると, そこで質量を失うから $\phi_0(m)$ は形が変わって $\phi(m)$ になる。白色矮星になってからの質量は適当に仮定した。実際に或る時間たつた後の $\phi(m)$ を求め更に観測にかかる様な積分光度を求めるには質量 m の星が H-R 図上で進化する経路を知らなければならない。現在の理論では充分わかっていないから我々はサンデーが球状星団 M3 について求めた質量 $1.2m$ の星の進化の経路を利用し, 主系列上の質量 m の星はすべてそれに平行に H-R 図上を進むと仮定した。進化の同様な段階ではどんな質量の星も同じ機構でエネルギーを出しているとして質量 m の星の進化の速さを求めた。

我々の計算では力学的な進化についても非常に簡単に近似した。すなわち, 星が逃げる割合はチャンドラセカールの近似的な結果 (Principle of Stellar Dynamics, Chap. 5, Chicago, 1943) を利用した。又, 球状星団ではヴィリアル定理が成り立つと考え, 力学的な全エネルギーを一定として星団の半径の変化を求めた。星は速度が脱出速度に達して直ぐ逃げてしまうというのはもっともらしいし, 星が白色矮星になる時に使われるエネルギーは内部エネルギーだからである。この様にすると星団の半径は質量の自乗に比例するという結果になる。こうして計算をすることは密度分布も速度分布も始めと同じ形のままであると仮定したことに当る。

この様に星団の力学的な進化と星の進化とを考えると組み合せると, 星団が生れてから任意の時間たつた時の星団の星の数, 積分光度, 質量, 直径などが決る。その場合, 最も大きな仮定は星団が生れた時の質量函数である。これはサンデーの原始光度函数 $\phi(M)$ を使った。これは一様な生成率を仮定して求められたものであるが第一近似の意味で採用した。

計算の結果, 初めの半径が 10 pc 以上で星の数が 10^5 以上の星団は緩和時間が 10 億年を越すので星が逃げる

影響はほとんど現われず、星の数が 10^9 でも半径が 5pc 位になると 5~60 年後には光度だけでなく半径も際立って小さくなること、又、始めの半径が 3pc 以下になると到底 50 億年は保てないことなどが示された。その様子の一部を図に示した。

計算のために色々仮定をした。大きい仮定の一つは原始光度函数である。平均質量を通して星が逃げる割合に最大 2, 3 倍影響し、絶対等級 4 等位より明るい部分が光度に影響するが特に大きく動かさないと思われる。最近シュミット、マチス等はサルピーター・サンデーの考えを一歩進めて星の生成率が一様でないことを考慮している (Ap. J., 129, 243, 259, 1959)。第二に星の進化の経路の仮定であるが、球状星団では質量の大きい星の進化の経路は結果に影響しない。星の化学組成の違いからくるものは M 3 と散開星団 M 67 の H-R 図の違いの程度だとしてみると余り大きくはない。

以上は星団が独立である場合の話であるが、外からの影響として問題になるのは銀河系の中心部の大きい質量による潮汐力である。フォン・ヘルナー (Ap. J., 125, 451, 1957) は球状星団の外側の密度の小さい部分がこの潮汐力によってはぎとられたので比較的はっきり形が見えるという。我々の先の計算と観測値を考慮し、すべての球状星団が 60 億年の年齢を持つと仮定して生れた時

の星団の中の平均密度を求めると、ほとんどのものは銀河中心からの 5 kpc 所に於ける潮汐力に対する限界密度以上となる。しかし、ずっと密度の小さい星団は始めから出来たかどうか疑問である。

我々の計算によって示されたのは星団の半径と光度の時間に対する変化であって、現在観測されるのは半径と光度だけであるからもう一つ何かの知識がなければ星団の年齢は決まらない。我々は年齢を 60 億年として生れた時の光度、質量、半径や現在の質量を求めてみたが特に不都合は生じなかった。

結局、球状星団の進化について残された問題は、1) 星団が生れた時の全質量の分布、これはサルピーター・サンデーの $\phi(m)$ の m を星団の質量と見たもの。2) スペクトルの金属線の強弱で分けられる二つのグループの球状星団をどう説明するか。上の質量函数がわかれば年齢の違いとしてよいかどうかわかり、軌道の性質をもっと知ることが出来れば生れた場所の違いを考えることも出来る。3) 星団の内部構造について前にふれた様に方程式を直接解くこと。球状星団でも散開星団でも中心集中度は色々あるがまだよく説明されていない。勿論計算は容易ではないが中心集中度と星の逃げる割合をこの面から近似を進めて求めると星団の系の進化についてかなり一般的に考えることが出来る。

新刊紹介

全天恒星図 (広瀬秀雄, 中野 繁共著, 誠文堂新光社発行, 1959 年, 定価 650 円)

私は星図をよく使う。私の蔵書の中でもっともよく使用するの星図であるが、私が星好きになった 30 年くらい前は、国内で発行されているよい星図がなかった。全天一枚刷りの肉眼用の恒星図があるだけであった。

一枚刷りであるため望遠鏡の傍で使用するには、およそ不便であった。

私は彗星をさがしているため夜毎の空に星雲や星団に出会うことが非常に多いが、このような目的のためにも最も適当した星図が、広瀬、中野両氏によって、この度発行された。1950 年分点により全天 14 図からなり 6362 個の恒星がのせられ、小望遠鏡で観測出来る星雲、星団も全部のせられ、チエッコのベクバル星図で誤っているものも正しくのせられている (たとえば M68)。

巻頭には解説があり、各天体の観測の要点や、天体望遠鏡のえらび方や使用法の説明もあり。月面の詳しい説明から巻末には月面図もあり、アマチュアには親切な編集である。

ことに私にとってありがたいのは、ベクバルなどの星図では、赤道を中心とした図が、南北 25° までである

のに、この全天恒星図では 35° までのせられていることで、新星や彗星がしの場合星図への同定に非常に手間がはぶけると思う。星図は夜間、しかもうすぐらい望遠鏡の傍で使用するのが本命であるが、そのための紙質も上等であり、また大きさも適当で、夜間使用する星図は大きすぎでは困るし、といって小さくても暗い電灯で使用するので見にくくて困る。この点中野氏が実際の観測者であるから、御自分の理想の大きさに作図されたのであろう。

しかし望遠鏡の傍で使用する星図は必ずしも正しい方向では使用しないもので、横にしたり、さかさまにしたり、星座の見え方によって、いろいろの方向にふりまわす、そのためかどうか星図ぐらい弱い装釘の本はないようだ。いつのほどか背がすり切れ、糸がとけてバラバラになる。その点この星図はどうであろうか。少し弱くはないか、背に皮ぐらいに使用してほしかったと思う。

しかし使用する立場の者として、私は星図をノートなどと同じに消耗品だと思っている。観測記録なども大いに書きこむものよろしいし、よごして一向に差支えないと思う、バラバラになったら新品ととりかえるだけだ。

どうも星図の一般論になってしまったが使用者の立場から一言紹介申上げた次第である。

(本田 実)

コパール教授と食連星の研究

細川良正*



コパール教授の近影

大部分の食連星では軌道半径が成分星 (component stars) の半径の 2~20 倍位であって、近接連星の名称がふさわしい。一方スペクトルをとって分光連星として観測し、速度曲線から運動状態を、同時にスペクトルから直接に成分星の特性をうかがうことができる。このように測光観測がスペクトルの観測と組み合わせられたとき、われわれは連星の正体を一層はっきりとつきとめることができる。

近接連星の分光学的研究、すなわち分光連星の第一人者である O. Struve については既に 2 月号に紹介された。これに対し食変光星の面で彼に匹敵する学者として Z. Kopal をあげることに誰しも異論はないであろう。その足跡は食連星に関するほとんどあらゆる問題に及んでいるが、業績全体をながめわたすとき、その中に一つの貫いた流れを認めることができる。すなわち、あらかじめ光度曲線解析の方法を開拓し、続いてその成果を実地に活用して多数の食連星系の実体を究明し、これによって連星天文学に新しい局面を開いて来たといえる。

以下年代順に、又系統別に Kopal の主な業績を通観してみよう。

まず順序として Kopal の現われる以前の事情を述べることにしたい。食連星第一号のアルゴールは 1670 年イタリーの Montanari によって変光星として発見され、1782 年 J. Goodricke は変光の規則性から食変光星であることを予言した。この予想は更に一世紀を経た 1889 年ド

イツの Vogel の分光観測により確認された。その後 19 世紀末から今世紀にかけて、食変光星の発見数ははじめはゆっくりと、後には急速に増え、現在までに 2763 対 (Kukarkin, Parenago の変光星目録増訂版により) に達している。然しこの中で光度曲線の要素が算出されているものは未だ約 1 割位であろうと思われる。

食変光星の光度曲線を解析して、その要素を求めようとする試みは一体いつ頃から始められたであろうか。Kopal によれば 1880 年 E. C. Pickering が或る条件を限って試みたのが最初であり、しばらくして G. W. Myers (1896, 1898) が β -Lyrae 型へ拡張をはかった。然しこれらの研究は今では単に歴史的興味をつなぐだけである。

まとまった方法は周知のように 1912 年 H. N. Russell によって創始された。円軌道をえがく輝度様な球モデルの光度曲線から出発し、楕円率効果、反射効果を含む場合、更に楕円軌道に及ぼし、次いで H. Shapley の協力のもとに周縁減光をも考慮に入れた場合へと発展させて行った。その成果はいちはやく実際の光度曲線に活用され、1915年には 90 対の食連星要素の目録が Shapley によって作製された。未だ今日程精度の高くなかった当時の観測にとって、この研究は方法としてほとんど完備しており、その後 30 年程はそのままの形で実用に供され、食連星に関する知見の増加に貢献した。この間 Dugan, Huffer, Stebbins といった観測のベテラン達が活躍した。

このようにして 1930 年頃までの

年月は、もっぱら測光要素を集めることについてやされた。いわば近接連星の幾何学的形態を明らかにすることが主眼であった。然し食連星の測光及び分光観測によって得られる情報には、もとより恒星の物理的特性を示唆するものをもり沢山に含んでいる。近接連星の研究が、当時漸く発達しつつあった天体物理学と深く交渉をもつようになったのは自然のいきおいであった。たとえば、Eddington の内部構造理論がでて、恒星内部の密度分布を与えると、楕円軌道の近接連星に起るべき近点運動の観測によって、これを検証しようとする研究が起った。Eddington、続いては Milne によって食連星の反射効果について、大気理論を適用したすぐれた研究が行なわれた。又 von Zeipel によって導入された輻射流に対する重力効果が成分星の変形と関連して論議され始めた。こうした研究を媒介として、内部理論を検証したり、反射効果を調べたりするには、一般と精密な測光要素を得ることが不可欠であった。又一般的に見ても、天体物理学の進展は、恒星の確実な基礎量に対する要求を高めて行った。一方技術的な面では、1930年代にはいと光電管が多用されるようになり、以前の実視又は写

* 山形大学文理学部物理学教室

真測光に比べて、測光精度はいちじるしく高まり、それまで見のがされていた光度曲線上のかすかな光の動きまで検出されるようになった。このようにして長い間親しまれて来た Russell の方法は漸く改良される機運が熟して行った。チェコスロバキア出身の少社学徒 Zdenek Kopal が米国ハーバード大学天文台で研さんを始めたのは、このような時代であった。

x x x

Kopal は食連星に関する諸問題の理論的研究にほとんど終始している。観測を主とする論文も二、三篇あるが、これは観測専門家との共著になっている。

Kopal の最初の顕著な仕事は、前に述べた近点運動に関するもので M. N. 98 (1938) に発表されている。二成分の長軸は中心を結ぶ動径と常に一線をなすという仮定のもとに、これより先 Russell が直観的に導いた公式を、運動方程式を積分することによって証明した。然しそれによって計算された恒星質量の集中度は Eddington 理論と合わないのが欠点であった。翌年 T. G. Cowling, 続いて T. E. Sterne は独立に再検討し、楕円軌道上動径の伸縮による成分星の楕円率の変化を考慮に入れて、Kopal の結果を修正し満足すべき結論に達した。彼等によって導き出された公式は今日なお内部構造論の検証に大きな役割を果たしている。

次いで Kopal の関心は食変光星の光度曲線解析に向けられた。その企図する所は、当時向上しつつあった観測精度に見あう程度まで解析精度を高め、能う限り正確な要素を決定する方法を展開することであった。この研究は 1940 年頃から約 10 年間にわたり根気よく続けられ、Kopal の業績全体の主要部分をしめている。

今これについて少しくわしく述べ

てみよう。食連星系の光度曲線を解く場合には、一つのモデルで連星を表わす。光度曲線は二成分の交互に起す掩蔽による変光と、楕円率並びに反射効果のために公転に伴って起る変光の二通りの原因で作られる。これらの変光の原因を考慮して一つのモデル——暫定的に一般モデルと名づけよう——を作り、観測された光度曲線を再現し得るように個々のモデルを表わすパラメーター(測光要素)を決定するのである。二成分がはなれた系で、軌道半径が星の半径の 5 倍以上になれば、楕円率反射効果はほとんど目につかなくなり球形星(球モデル)による食変光だけとなる。一般モデルの光度曲線は rectification によって球モデルに還元されるのであるから、球モデルの解法が全体の基礎になる。

このような点からみると、Kopal の光度曲線解析の研究は二つの系統にわかれる。一つは球モデルに対する精密解、他は楕円率反射効果を含む一般モデルに対する数学的研究である。両方相前後して始められたが時期的にみて最初に力を注いだのは一般モデルの方であった。当時かような研究が現われるべき背景は実は十分ととのえられていた。すなわち球モデルの方ではソ連の V. Tsesevich によって、くわしい数値表が用意されており、一般モデルの方では若くして逝った英才竹田新一郎氏(京大助教)による先駆的研究が既に発表されていた。

一般モデルの光度曲線から要素を求めするには、先ず与えられた要素について光度を時間の函数として計算し、理論光度曲線の表式を作っておくことが先決問題である。この際、光

電測光の精度に必ず正確さで光度を与えるには、成分星の高次変形を r^2 (r は星の半径と軌道半長径の比) の項までとらねばならない。その結果相当煩雑な積分計算を行なうことは避けられない。Kopal や竹田はこのような数学的な困難をエレガントな方法によって一つずつ克服して行った。竹田の論文では、当時典型的な一般モデルと見なされていた β Lyrae について理論光度曲線が計算されている。Kopal はこの力作に書かれた方針ののっとり、任意の食連星に適用し得るように計算方式をととのえ、これを拡張して行った。その結果は Ap. J. や Proc. Amer. Phil. Soc. 等の誌上に相ついで数篇の論文として発表されたが概要は 1946 年に出版された名著 "Introduction to the Study of Eclipsing Variables" の後半 4 章に収められている。この本は書かれてから早や 10 年以上たっているが、食変光星の研究者にとって今なお必読の書であり、殊に第 7 章で述べられている反射効果については、彼自身によって指摘された問題点が依然未解決のまま残されている。内容が数学的に過ぎるという書評がだがこれは取扱われている問題の性質上やむを得ないと思われる。Kopal によって厳密な理論式が与えられ、始めて確信をもって実際の連星に立ち向うことができるようになったので



コパール夫妻 (古畑正秋氏撮影)

ある。今残念なことに絶版となっているが、かつて村上忠敬氏により本誌(43巻8号)に紹介されている。

次には以上のようにして導かれた一般的な適用性をもつ理論式を用いて実際に観測された光度曲線を解析することになるが、Kopalはこの段階をあとまわしとし、反転して球モデルの精密解法に鋒先を向けた。旧方式では周縁減光係数(u)に対して、一樣な輝度($u=0$)、完全暗化($u=1$)の両極端の場合だけが論じられており、実情にあわないばかりでなく、計算作業に必要な数値表もあまりくわしいものではない。Tsevech は u の両端値のほか、 $u = \frac{2}{5}, \frac{3}{5}, \frac{4}{5}$ の中間値に対して掩蔽される光の割合(α)を食の深さの函数として与える精密な数表を完成した。従って改正の主眼点は、任意の u に対して演算し得るように改めると共に、次に述べる Russell 方式の欠点を是正することに置かれた。

旧方式では観測点をフリーハンドでつないだ光度曲線をもとにし、二つの点 $\alpha=0.6, 0.9$ を固定し、これと曲線上の他の点を組合わせて要素を計算する。従ってフリーハンドの任意性の外に上記二点の観測誤差が計算全体に波及し、測光要素の誤差を適切に表わせない。これに対して Kopal は観測値をなまのまま計算にとりこみ、最小自乗法を反復適用し逐次近似法により、所望の解に収斂せしめる方法を創案した。この方式では部分食、完全食を通じ、一貫して Tsevech 表を用いるようになっている。

一方少し遅れて晩年の Russell は J. E. Merrill の協力の下に、旧方式をそのまま踏襲し、これを精密化することにつとめた。この目的のために、Merrill は Russell 方式にてくる特殊函数(ψ, χ)を再計算し、種々の周縁減光に対して大冊の数表を作っている。精度の高い観測では Kopal 方式でも Russell の改訂方

式でも、実質的にはほぼ同一の要素が得られる故、現在では両者並立して使用されている。前者は要素の誤差すなわち信頼度を与え得る点で、後者は作業労力の節約の点でそれぞれ長所をもっている。Kopal は新方式を説明するため“The Computation of Elements of Eclipsing Binary Systems (1950)”と題する本をあらわした。先に保留された一般モデルの解析方法は、その最後の章に詳述されている。未だ必ずしも完全とはいえないけれども、変形効果を r^3 のオーダーでとどめ、成分を互いに非相似な楕円体とみなし得る範囲($r>0.25$)では、摂動論的方法で十分精密な要素を得ることができ。

さて、以前実視又は写真測光の時代に正常連星(一般モデル)と思われていた系の中には、光電測光によってその上に変則的な変光の記録されるものが増えてきている。むしろ近接連星はすべて一つ一つ独特の個性をもっており、一般モデルのような通りの概念では表わせないというのが実情であろう。その上、成分の近接度が大きい程、異常が目立ち同時に速度曲線の方も変形する傾向がある。Kopal が最初考えたような変形を r^3 まで必要とする程度に近接した系($r>0.3$)では、異常変光によって光度曲線が強くゆがんで来るのが普通である。光度曲線から変則変光を前もって除き去ることは、一般には困難である。従って正常連星として処理できるのは、大体の見当として、成分が適当にはなれて楕円体とみなし得る範囲までと考えられる。

さればとって Kopal の研究は少しも価値を減じていない。楕円体の場合に限っても、Kopal の理論光度曲線の公式は、今の所ただ一つの厳密な表式であり、正確な要素を得るために動かさない出発点となっている。この理論式には多くの補助函

数(Associated Alpha 函数、境界補正積分)がはいっていて、これを食の進行状態に応じて読みとれる数値表が必要である。これは Kopal 自身によって作られ(Harvard Circular No. 450, 1947)、以前に作られた数表とあわせて、光度曲線解析作業のために必要な数表は、すべて計算者の座右に揃えることができるようになった。かくして Kopal 積年の努力によって、光度曲線の問題はほとんど解決に近づいているとみてよい。

一方変則変光を呈する系に対しては、単に光度曲線だけでなく、一つ一つの系について、 β Lyrae に対して Kopal, Struve, Kuiper 等によってなされたような総合的研究が必要である。

× × ×

以上 1950 年頃まで、観測結果を分析するための手段が Kopal によって準備された経過を述べたが、そのあと現在までの期間は、それが実用化されて行く段階、いわば収獲の時期に相当する。研究の一段落したとみられる 1951 年に、Kopal はハーバードを去り英国マンチェスター大学教授となった。

これより先、光電測光技術の急速な発達に刺戟されて、食連星の組織的観測が始まる機運が熟し、1948年 第7回 IAU 総会に於て分科 42 が設置され、Kopal はその初代の主任となった。わが国からも古畑博士のひきいる観測陣が参加し、特に W UMa 型食連星の研究に活躍されている。この分科の活動は近接連星に関する広い領域にわたって行なわれている。その主な目的は、以前に観測された連星を含めて、くわしい観測をやり、信頼できる要素を求めることにあった。各国協同の下にこの計画は進められ、食連星の観測は空前の活況を呈した。Kopal の再度にわたる総合報告は、この間に於ける分科の活動状況を詳細に伝え、大い

に関係者を益している。1955年までに光電測光によって光度曲線のきめられた数は通算167対に達し、その解析には Kopal の新方式が効力を発揮したことはいうまでもない。彼は Mrs. Shapley と共に、最近までに判明した要素をとりまとめ、一応のしめくりとして、“Catalogue of the Elements of Eclipsing Binary Systems (Jodrell Bank Annals, 1, 1956)” を作製した。この目録には精選された83対の食連星が記載され、自らの作業で算出した要素を数多く含めている。以前に出た Shapley (90対), S. Gaposchkin (224対), L. Plaut (130対) 等の目録に比べ星数は少ないが、要素の正確さの点でははるかにまさっていると考えられる。

Kopal は更に分光観測によって成分星の質量比や実半径の判明した64対の食連星を資料として、近接連星の新しい分類法(解説は北村氏天文月報, 49巻10号参照)を提案した。制限三体問題に於ける零速度曲面を基準として、分離型(主系列星同志の対), 準分離型(主系列と準巨星の対)及び接触連星(O, B星の対とW UMa型)の三系列に大別した。従来の光度曲線の形による区分とちがって、この分類は物理的意義が明確であり、将来の研究、特に連星進化の理論に対し大きな指針となるものである。

最近核反応をとり入れた内部構造理論の進展につれて、近接連星の進化について論議が活発になった。然し単独の星の場合とちがって、未だ思弁の域を脱せず、適確な理論の裏づけを欠いている。Struve 一門の分光観測により、準分離型や接触連星ではほとんど例外なく成分星をとりまく電離したガスの流れが確認されている。気流の起源は成分星から放出された物質であると考えられており、その流体力学を究めることは連星進化論の発展に対する一つの重

要な端緒であるといえる。

Kopal は数年来この気流現象の解明に没頭し、特に準分離型連星に於て、気流は Lagrange の秤動点附近から放出された粒子群によって作られるという予想のもとに、制限三体問題の運動方程式を電子計算機を用いて積分し、多くの軌道を算出している。発表された論文(Ann. d'Ap., 19, 1956) は、この方面の草分けというべきものである。軌道の中のあるものは観測と部分的に合致する傾向を示すけれども、質点の力学として取り扱われている限りでは、未だ予備的探索の段階をでていない。Kopal はこの問題の解決に磁気流体力学の導入を示唆しており、今後の進展がたのしまれる。

× × ×

以上 Kopal が年来あゆんで来た方向の太筋をたどって研究業績を紹介して来た。最後にそのほかの傍系的な仕事を項目別にあげておく。

特異連星 前述の分類のどれにもはいるない特異連星に関する研究である。先にあげた β Lyrae のほか、Wolf-Rayet 星を成分とする V 444 Cyg, 及び超巨星を成分とする ζ Aur について光度曲線を解析して基礎量を与え、他の研究者による

分光学的研究を側面から援助した。超巨星のひろがった大気による食は普通の光球による食とは、その機構を異にしている。Kopal はこの atmospheric eclipse の問題を追究しその結果を V 444 Cyg, ζ Aur に適用した。又 ϵ Aur の変光を説明するために、土星環様の固体粒子層による吸収機構を提唱した。

有効温度の決定 速度曲線が二成分について観測される場合には、食連星の実半径がわかり、更に視差が知れば有効温度を導くことができる。Kopal は C. G. Treuenfels と共に多数の食連星に対し平均視差を用い、スペクトル型に応ずる有効温度を決定した。然し早期型の温度は Kuiper 尺度等に比べてかなり低く出ている。

周縁減光係数の決定 球モデルの光度曲線から直接に成分星の周縁減光を出すことは、初め A. B. Wyse によって試みられたが、これを発展させて要素の微分補正による一般的な方法を考案した。この方法で現在約1ダース程の u の観測値が得られている。

反射効果 故松隈健彦先生の遺業を承けて、成分を球とする限り、反射光量の位相変化に対する完全な表



1936年6月19日北海道ナカトンベツで日食観測成功の祝宴(中央左がコパール)

式を作ることに成功した。

速度曲線 食連星の速度曲線は部分食をうけている主星の自転によって変形される。Kopalはこの自転効果を数学的に解いた。又反射効果、重力効果によって明るさの中心点が星像の中心と一致しないために、速度曲線は成分の重心の運動を表わさない。この点に着眼して理論速度曲線の公式を導いた。そのおらいの一つは、光度曲線では検出できない速度曲線だけに現われるにせの軌道離心率を説明することであった。然しこれは後に気流の存在を示す主徴候であることが指摘された。

× × ×

あとがき 最後に Kopal 教授の経歴について、私の知り得た範囲で附記しよう。

1940年頃ハーバードで一緒に過ごされた古畑博士によれば、温厚な紳士で特別な逸話はなさそうである。然し反面、その作品からは非常にねばり強い性格がうかがわれる。Kopalとは英語で“a digger”を意味すること、名はその人となりを表わしているといえそうである。

教授は1914年4月4日チェコスロバキアの Litomysl という古い小都市に生れた。9才のとき、プラハ

にあるチャーレス大学の文学史の教授となった父君に伴なわれて同地に転任、15才頃プラハのアマチュア天文学会に入会し、変光星の実視観測などやっていたが、16才で変光星部門の主任に選ばれた。日本の人々(神田、五味、古畑氏等)との接触はこのときにさかのぼる。当時チェコ語で変光星の観測に関する本を二冊も書いたというから、出藍のほまれ高かりしことが偲ばれる。19才でプラハ大学に入学、天文学と数学を修めた。食連星に興味をいだくようになったのは1934年頃で、その頃から数学を変光星現象に適用しようとする意図をもっていた。この仕事は Nechvile 教授(現存)の指導で始められ、1937年には食連星の内部構造に関する一連の論文によって学位を授けられた。1938年1月から6月まで英国ケンブリッジ大学に留学、研究生として故 A. Eddington 卿と一緒に仕事をしている。更に同年10月に渡米ハーバード大学天文台で始めは研究生として、後に助手及び講師として勤務した。滞米13年間は、本文に記した通り、Kopal 教授にとって最も充実した、最もみのり多き期間であったといえる。特にプリンストンの食連星の元祖

Russell 教授とは終始接触を保ち、指導者として師事していたらしいことが、著書や論文からうかがわれる。1951年英国マンチェスター大学に天文学科の新設されるに及びその教授として赴任した。その後も新進の学者達を指導しつつ、依然精力的に研究を進めている。この夏はウイスクンシン大学の招聘教授として渡米中である。教授は1938年同国人である現夫人と結ばれ、現在三人の息女がある。

Kopal 教授の労作は現在まで130篇の論文、8冊の著書を数える。その中最も著明なものは本文にあげた“食変光星研究入門”及び“食連星要素計算法”であり、この6月には更に“Close Binary Systems”と題する著作が公刊された由である。これは年来の研究を集大成した力作と推測され、一日も早く手にとって見たいものである。

1936年の来日はチェコ日食観測隊の若いメンバーとしてであり、このときは4箇月程滞在、名所旧跡を巡遊し富士山に登る等、数々の忘れ得ぬ印象をいだいて帰国した模様で当時の思い出を今なおなつかしんでいることが、最近寄せられた書信にもうかがわれる。(7月7日記)

会員の意見 今春、本学会会員名簿の作製とあわせて会員の会本および月報に対する意見をアンケートしたがこれを要約紹介すると

(1) 最も多いのは、やさしくアマチュア向きの記事をのせてくれとの要望。「入会案内には高校生にも楽に読めるとあるがとんでもない」とお叱言。これは具体的には質問欄・解説欄・天文ニュース欄の新設を希望(これは企画します。質問希望をおよせ下さい)

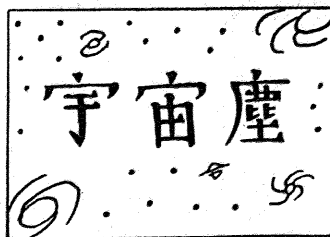
(2) 天文学者の伝記・世界の天文台の紹介など(現在実行中)

(3) 内外の新刊書紹介(実施中さらに努力します)

(4) 暦象をくわしく(1年分まとめたのを1月号の付録にしました。毎月のはスペース不足で省略し

ていますが、理科年表(丸善)、天文年鑑(誠文堂新光社)などをごらん下さい)

(5) 会員の観測・研究・活動を掲載(一部実施、投稿を待ちます)



(6) 活字を大きく(検討します)

(7) 天文普及講演会(年会の際に行っています)

(8) 月報に天文講座を(新天文学講座恒星社版も出た所なので見合

わせています)。

(9) 太陽黒点観測法を(これも同上および「天体観測入門」恒星社版などにゆずった形です)

(10) 月報着本を前月末に(当然そうすべきなので、努力します)

(11) 月報を増頁(会費問題ともからむので考慮中です)

(12) 会員バッジ、合本ファイルの作製(今の所考えていません)

(13) 欧文報告の論文題目を月報に広告(実施可能です)

(14) 要報(現在廃刊)の復活(欧文報告がこれに代りました)

日本天文学会員は天文学の知識を求めると天文観測を楽しむ人との2種類から成立っているもので、月報もバランスのとれた編集をしていきたいと思ひます。(編集係)

人工衛星観測責任者の

国際会議に出席して

広瀬 秀 雄*

5月下旬のある日、とつぜん世界 12ヶ所の人工衛星写真観測所の代表者会議が、アメリカで開かれるという通知があり、日本の観測所の代表として、急に私がでかけることになった。26日の午後スミソン天体物理天文台から、代表者承認の手紙と、渡航手続に関する書類が到着した。

会議は6月15日から19日までがニュー・メキシコ州ラス・クルーセスで、22日はワシントンで、23日より26日までが、ケンブリッジで開かれることになっている。したがって6月13日に日本を出発する必要があり、国内手続き、旅券受領、ビザの件などで大学当局、文部省、外務省などの非常に好意をうけて、6月11日にはすでに手続を完了することができた。

13日土曜20時羽田出発、翌14日日曜の朝ウェーキ島着（ウェーキの時刻は JST+3 時）。10時にウェーキ島を出発して間もなく、日附変更線通過のため、再び13日土曜にもどり、同日21時45分ホノルルに到着（JST+5 時）。ここで入国手続を完了したのが23時頃、24時頃再び飛行機にのりこみ、一路サン・フランシスコへ。

14日日曜11時45分（アメリカ西部標準時）サン・フランシスコ着。ただしここでは夏時刻を使っているのので、既に12時45分。エル・パソ行きの飛行機は15時0分発、いそいで乗りかえると、そのまま機はフェニックスに向った。ここでは山岳標準時を使っている。17時45分無事エル・パソ着。ラス・クルーセスは北方約50kmの所にある。John Priser 氏の出迎えをうけ、同氏の車でラス・クルーセスへ送ってもらい、デル・ブラド・モートルの一室に入って、ここに長い旅行の第1段が終わったことになった。

15日からの会議は、ラス・クルーセスにある大学の一室で開かれた。私のモートルからは2km近くある。誰かの自動車に便乗して会場へ行くわけである。不便なので、17日からは会場がデル・ブラド・モートルの一室に移された。

議題の主要なものフィルム、現像、保時システムの改良、人工衛星の観測経路を長くする問題、行方不明になった人工衛星の捜索観測法、電力供給についての難点、

観測機械の必要な改装等で、これを朝9時から、17時まで、昼食時間2時間を除いて、15日から19日まで連日論じあった。

現像については各観測所の秘術が公開されたわけであるが、将来フィルムに新種のものが予定されている関係から、一層の研究をゴック研究所が行なうことが要望された。長経路の観測は将来の予報問題、電文の問題、機械改装の問題とも関係があり、ケンブリッジの会場でも論議することになった。何れにしても機械をもう少しこの観測に適するように改装し、各観測所に適当な計算表を供給し、電文を改めることになるはずである。

保時の問題についてはもう一台水晶時計を設置する案があつた。現在使っている Norrman 氏設計のものは高温や湿度に対する処置が不充分との意見が出て、当の Norrman 氏は汗だくの答弁をしていた。

ラス・クルーセスに滞在中、15日夜にはオーガン峠の人工衛星観測所の見学会があつた。モートルから約40分自動車を飛ばし、ラス・クルーセスから見るオーガン山の反対斜面にある観測所へつく。ここは将来拡張されて、スミソン天体物理天文台の観測所にする計画があるという。ここには人工衛星用シュミット・カメラ、流星用超シュミット・カメラ2台、テレビ技術による天体写真の能力向上研究用の小望遠鏡がある。

流星用超シュミット・カメラはホワイト・サンド・ミサイル実験地域を挟んだ東側のサクラメント・ピーク観測所に置かれた超シュミット・カメラと同期させて、流星の同時観測をやっている。このサクラメント・ピーク観測所は19日の夕方訪問することができた。

テレビ技術の天体写真への導入は George Barton, Jr. が研究しており、今までのものもちがい35秒程度まで露出時間を延長することができる。したがって非常に暗い星が写せる。RCA の特製のイメージ・オルシコンを使ってはじめてできることであるという。今までのイメージ・オルシコンでは精々1/25秒程度の露出しかできなかった。したがって惑星表面の瞬間撮影等には適して



日附変更線通過証

* 東京天文台

いたが、望遠鏡の極限等級引き下げにはあまり効果がなかった*)。この Barton の光の蓄積法の研究は多くの人よりなる研究グループの得た成果であるという。

18 日木曜日の午後、シュミット・カメラの光学部の製作者である Polster 氏 (パーキン・エルマー社員) の特別講演があった。特に Polster 氏の講演は映画を使用し、光学部品の製作、テストの様子がよくわかったので非常に有益であった。また別に、像のテストの写真を見せてもらった。東京に来たシュミット・カメラ No. 5 は設計通りの典型的な収差像を示しているものだろうである。12 ケのシュミット・カメラ一つ一つの収差像は全部ちがいが、あらためて非球面製作の困難に思い至った。

19 日午前には観測所の監理問題でアメリカの観測所主任たちは観測人員、勤務時間数等について多くの発言をしていた。アメリカに属さない日本、オーストラリア、インドの3代表もしばしば参考意見を述べるよう要請された。この問題はアメリカ人観測者たちが、ケンブリッジにおいても、最後まで議論していたものである。午後はシュミット・カメラ機械部の設計に当たった Chivens 氏が設計苦心談を述べた。そのついでに、アメリカ空軍がフェアバンクスとノールウェーにすえつけるために注文したシュミット・カメラのスライドが見せられた。現在私達の使っているカメラをそのまま傾けて赤道儀にしたものである。気温が -65°F にも下る所で使うので、気をつけなければならぬ点の話があった。空軍は人工衛星の子報を赤経赤緯で行うつもりでいることは、日本出発前に空軍の位置子報を行っている Wahl 氏よりも聞いていた。

この講演を終ってオーストラリアからの Moran, インドからの Kandpal, 日本からの広瀬, ロシア人の Rolf が、アメリカ人の Whidden の運転する車にのり、200 km の道をドライブしてサクラメント・ピーク観測所を訪うことになった。広いドライブ・ウェーがホワイトサンドのミサイル試射場を横切つてのびている。その西端にラス・クルーセス、東端にアラモゴードの町がある。アラモゴードをすぎて路はリンカーン風致地区の山路にかかる。今までの沙漠に対し、急に森があらわれる。ラス・クルーセスより 2.5 時間を費して午後 6 時すぎ、観測所に到着、有名なコロナグラフ、1A/20 mm の大分光器、研究室の諸設備などを見る。スペクトルは projection 式に測定し、その測定値は直接 IBM のカードに記録される。こうして便利になっているにもかかわらず「reduction は観測に追いつかない」とこぼしていた。ここの研究室で撮影者 Dunn 氏自らの説明で見せられた 5303 線によるコロナの映画は非常に興味深いもので

コロナ流線の消長等見事なものであった。

あたりがまっくらになった頃、H. J. Smith 氏の宅でコーヒーとケーキを御馳走になっていると、ひるまの晴天は何時のまにかまっ黒な雷雲といれ代り、ピカピカ・ゴロゴロがはじまった。

21 時すぎ雨をついて下山、再びホワイト・サンドを横ざる時には、星は頭のすぐ上でキラキラ輝いていた。沙漠のある理由、サクラメント・ピークに何故木があるかよくわかったわけである。

20 日土曜早朝ラス・クルーセス出発、エル・パソでダラス行(テキサス州)の飛行機に乗り、ダラス乗り換えで午後 9 時ワシントン到着、21 日は日曜なので仲間 5 人きそいあってワシントン見物、22 日は午前中 Smithsonian Institution の本部員と会見、懇談。午後は日本・インド・オーストラリア代表は博物館の見学、その間にアメリカ国籍観測所員は本部員への希望条項等の申し入れを行っていた。Smithsonian Institution というのはアメリカの国立総合博物館ともいうべきものであるが、その源は 1829 年にジェノワで死んだイギリス人 James Smithson が全財産を寄附し、Smithsonian Institution の名の下にワシントンに人類への知識の増進と普及を目的とした機関を設立することを希望したことにはじまる。現在主要な建物は、アメリカ議事堂と、ワシントン記念塔とを結ぶ、モール公園の中ほどにある本部館、自然博物館、工業技術館、航空館、国立美術館フリーア美術館とワシントン国立動物園で、ボストンに隣接するケンブリッジ市には天体物理天文台を、カリフォルニアのテーブル山には太陽観測所を、またパナマ運河地区に生物研究所を持っている。また屢々探険隊を派遣している。歴代の所長 (secretary) の中には、電磁石の発明者ヘンリー、太陽黒点と飛行機の研究者ラングレー、太陽輻射の研究者アボットなど有名な人が多い。人工衛星の観測はこの Institution の仕事の一つとして取り上げられ、ケンブリッジの天体物理天文台がその実施面を担当しているのである。

20 日の夕刻ボストン行きの類行機に乗るため飛行場へ行ってみると改札口の所で Whipple に出会った。ボストンに近づくにつれ、窓外は雲で何も見えない。ボストン空港について見ると、古在君、小尾君がむかえに来てくれた。小尾君の車でケンブリッジのホテルにつき、一同お茶を飲んで別れた。明日より 25 日まで、また連日会議である。

ケンブリッジでは Whipple の人工衛星観測が今後につつま意義、Jacchia の衛星直下点追跡プログラムとそれより導かれた諸結果、Davis の空飛ぶ望遠鏡、Veis の測地問題、Baker のシュミット・カメラの光学的設計論などの講演を聞き、天体物理天文台本部事務員との打ち合

*) 現代の天文学, 恒星社, 昭和 33 年, 31 頁以下参照

わせ等が主で、人々は以前から話していたことではあるが、「技術問題は少なく、監理問題が多い」という言葉を口ぐせにするのであった。しかし 25 日には Lassovzky の写真精密測定に関する話があり、測定機、整約法等も見ることができた。また同日午後、アメリカ観測員がガヤガヤやっている間に、日本、インド、オーストラリアの 3 国代表は Bullis 氏の車に乗って、ハーバード大学アガシス天文台の見学に出かけた。ここは以前オークリッジ観測所と唱えていた所で、今はハーバード村と称している。61 インチ反射望遠鏡、パトロール・カメラ、メトカーフ望遠鏡などの昔からある機械の外、最近作られた直径 60 フィートの電波望遠鏡があった。今はここがハーバード大学天文台で、昔の天文台は現在はスミソン天体物理天文台となっているわけである。

多くの名を覚えなければならぬカクテルパーティーは、23 日夜は Whipple の家で、26 日夜は Hynek 家で行なわれた。英語の教科書で知っているような名はすぐ覚えられるが、そんな名はほとんどなく、覚えては忘れ、又聞かされては忘れてすごした。しかし 12 名の観測所主任者とは非常に親密に交際することができた。特にオ

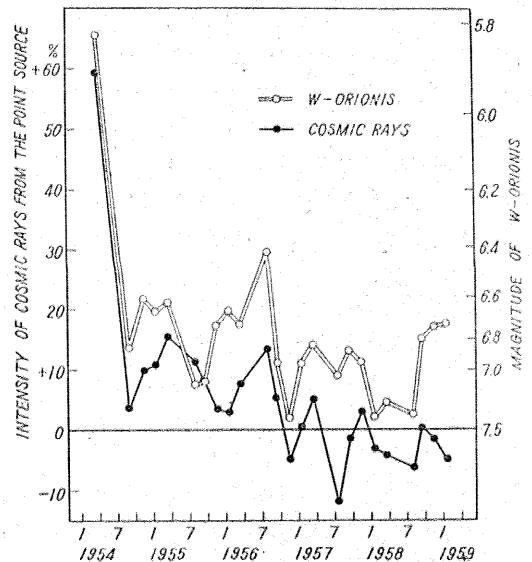
ーストラリアから来ている Moran 氏とはよく話をしたが、人工衛星を使って日本とオーストラリアとの三角測量をしようではないかと話し合った。彼の話では観測地ウーメラの鉛直線偏倚は 2" 以下で非常に小さいはずとのことであった。26 日夜のサヨナラ・パーティーを最後に、過去 2 週間の会議を終え、人々はそれぞれ自分の観測所へ帰ることとなった。ケンブリッジの人々には至極あっさりとは別れたのであるが、12 名の観測主任者たちは互いに握手をし、手紙を書くことを約束し、機会があれば互いに訪問しあうことを約し、いわゆるうしろがみを引かれる思いで別れたのであった。「われわれはいつまでも協力して行こう」これがわれわれの別れの言葉であった。

私は 27 日の午後ボストンの博物館をざっと見て、夜 9 時にボストンを出発、ニューヨークで乗りかえ、ロス・アンジェルス、ホノルルでまたそれぞれ乗りかえた。その間予定の飛行機に乗りおくれ、スタンド・バイですべり込む等があったが、30 日午後 3 時無事に羽田へ帰着した。即ち私が日本を離れていたのは 16 日と 18 時間であった。

雑 報

宇宙線点源と変光星“W Ori” 名古屋大学関戸研究室では宇宙線望遠鏡によって地球に降り注ぐ宇宙線の入射方向分布を精しく調べた結果、オリオン座の一角から来る宇宙線の強度が他の方向よりやや多いことを見出し、これを宇宙線の点源と名付けた(天文月報第 49 巻第 3 号参照)が、此の程過去五ヶ年に亘る観測結果を再検討したところ、点源からの宇宙線強度の時間変化とその方向にある変光星“W Ori”の光度変化との間に有意な相関の存在することが明らかになり、春の日本物理学会シンポジウムで発表された。今迄点源から来る宇宙線としては、一般の宇宙線同様陽子(及び他の原子核)が考えられていたが、上記の相関の存在はそれが陽子でなくガンマ線であることを示している。即ち観測された点源の方向に地球磁場によって入射宇宙線及びそれが空気中で作る二次的宇宙線が曲げられることの補正をほどこすと、入射宇宙線を陽子と考えた場合にはその補正位置が W Ori の位置と合致せず、ガンマ線と考えてはじめて合致する。

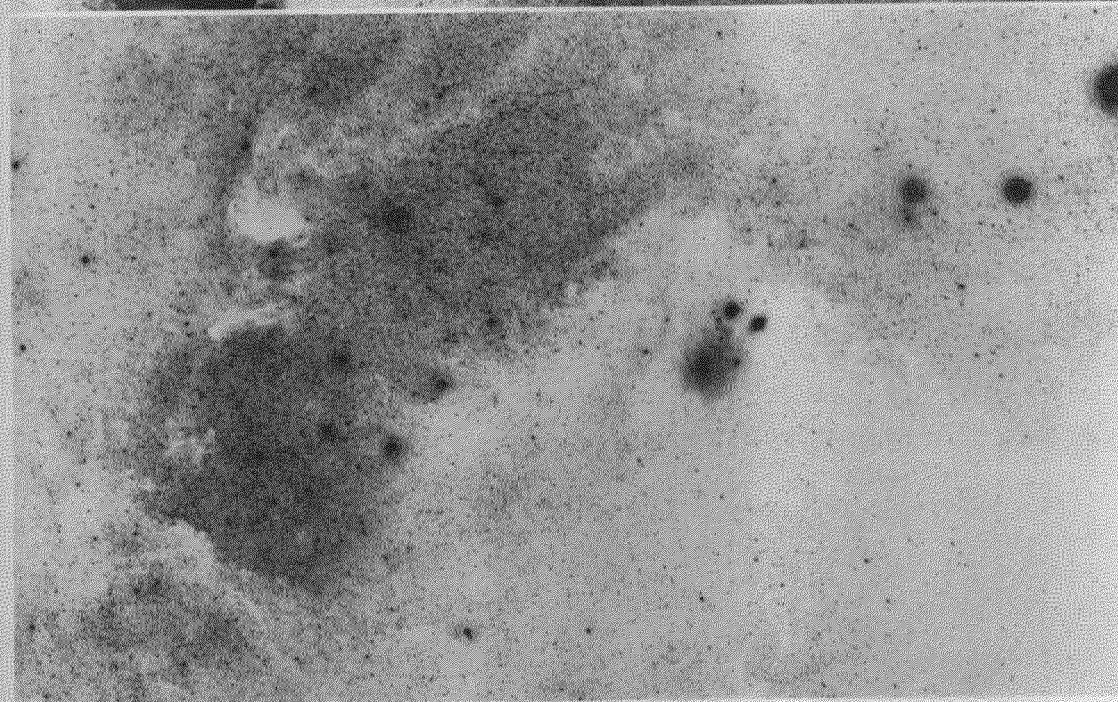
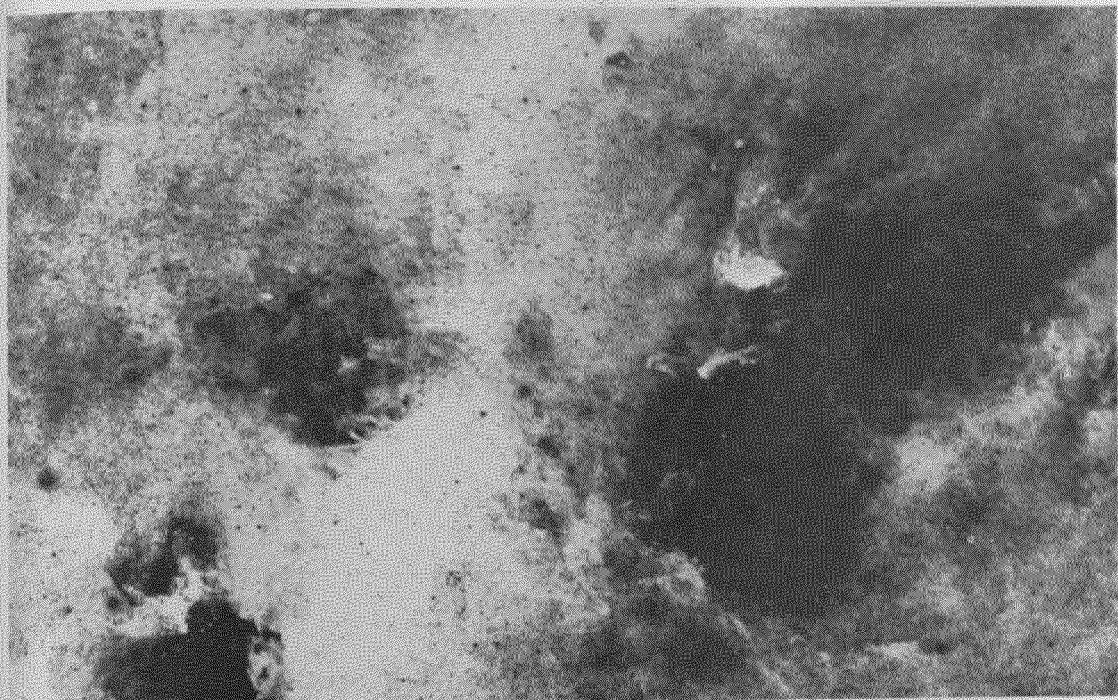
なお、今迄の陽子説では、点源から放射された陽子は 10^{-6} ガウス以上といわれる銀河磁場によってその方向が乱され、銀河磁場の強さの分布について余程特殊な場合を考えない限り、特定の方向からの宇宙線強度が特に大きいという実験事実を説明することは困難で、従来もこの点がこの実験についての議論の的となっていたが、



点源からの宇宙線強度と W Ori の光度との関係
電荷を持たないガンマ線ならばその困難も自動的に解消される事になる。

一方、この説が正しいとすると、非常に強いガンマ線発生源の存在が見出されたこととなるわけで、観測データの集積に伴い相関の精度を上げる一方、気球などによって大気上空に上り W Ori の方向から入射するガンマ線強度を直接確かめる努力も必要であろう。

現在同研究室で製作中の大型宇宙線望遠鏡の完成とともに、別の新しい点源の探索など研究の発展が期待される。
(名大理 村山)



パロマーの眼(9)——射手座のガス星雲——

M8, M20 から銀河赤道に沿って 9° 位北へ眼を移すと、赤の写真(上)の左下隅のオメガ星雲(M17)と呼ばれる散光星雲がある。その中には、散開星団があり距離は、1 kpc より遠いらしい。下部の写真は、少し右へずれた領域を、青の光で写した写真で、右上隅の星は、 μ Sgr. 左が北。

昭和34年8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

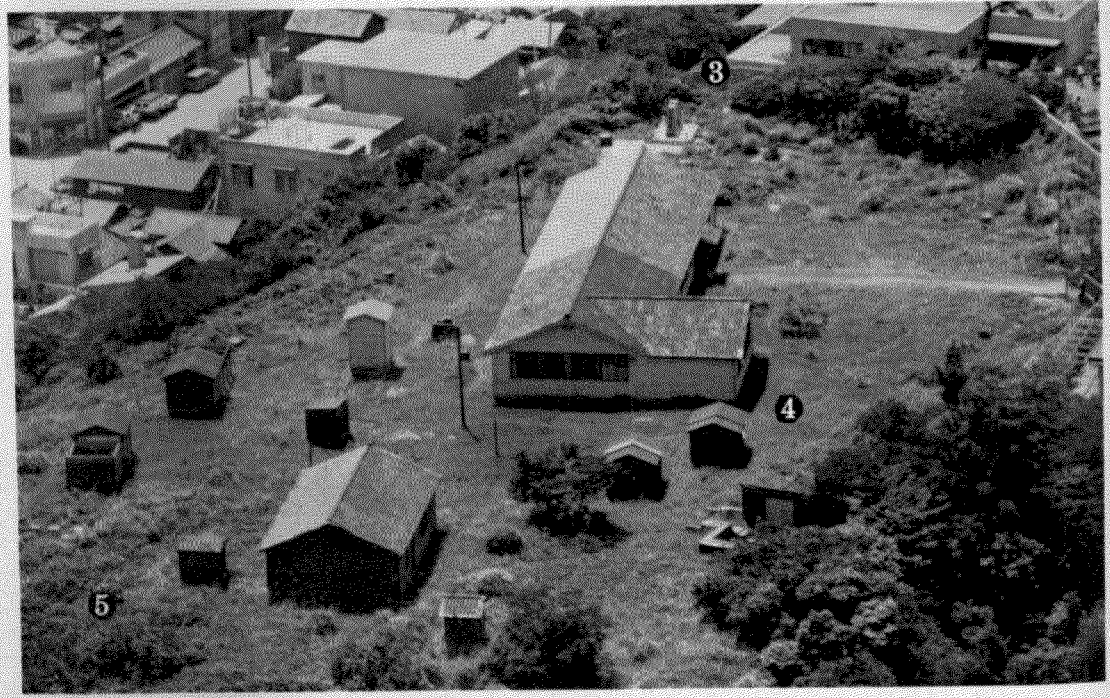


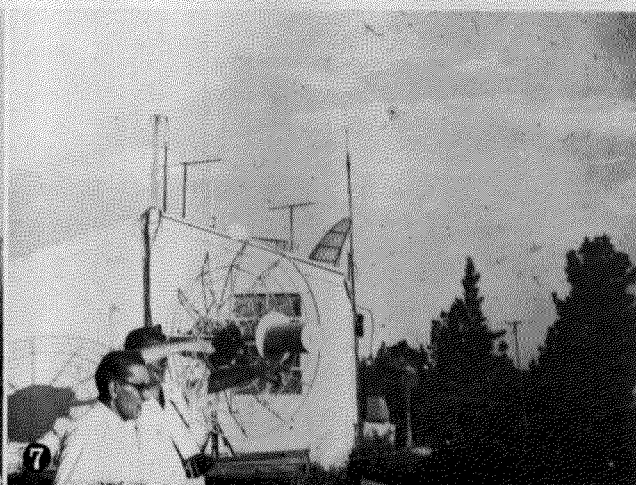
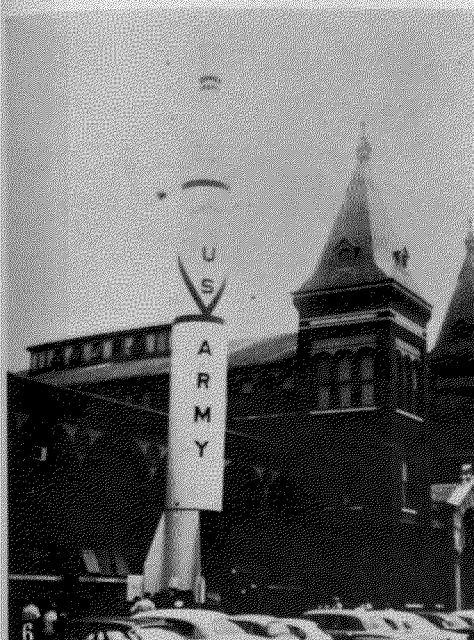
◆ 東大天文学教室の近況

明治初年以來、麻布飯倉の高台にあった東大天文学教室は、あと一年ほどで本郷に新築される予定の理学部三号館へ引越すことになった。

麻布教室の本館②は、戦災後のバラック建ての姿をそのままに、ペンキもはげおちてすっかり古びたが、環境は日毎に変わり、新設の16吋反射鏡の彼方には東京タワー①がそびえている。

下の写真は東京タワー展望台から眺めた教室の全景、中央L字形の本館④の向う側③は、表紙写真に示した経緯度原点標である。本館の左手前は分光実験室、その左手の草の間⑤に白く散見するのは一等三角点、本郷移転後も経緯度原点標と三角点は、地理調査所によって保管される。





◇衛星会議の旅より (広瀬氏の本文参照)

- ⑥ ワシントンにあるスミソニアン・インスティテューションの機械工業館の入口。ジュビターの実物大模型が飾ってある。
- ⑦ サクラメントビーク天文台の一隅。手前は、ラソフスキー博士。
- ⑧ ラス・クルーセスのデル・ブラド・モートンにおける会議。シュミット・カメラの光学部の製作者・ボルスター博士(パーキン・エルマー社員)の講演。

◇スミソニアン天文台から賞状

- ⑨ 1959年春スミソニアン天文台から国内の人工衛星観測班81班に賞状が送られた。これは三鷹の東京天文台班に送られたもの。

Recognition Award

presented to

MITAKA MOONWATCH TEAM

In Recognition of Valuable Services Contributed to the MOONWATCH Project,
Satellite Optical Tracking Program, International Geophysical Year, 1957-1958

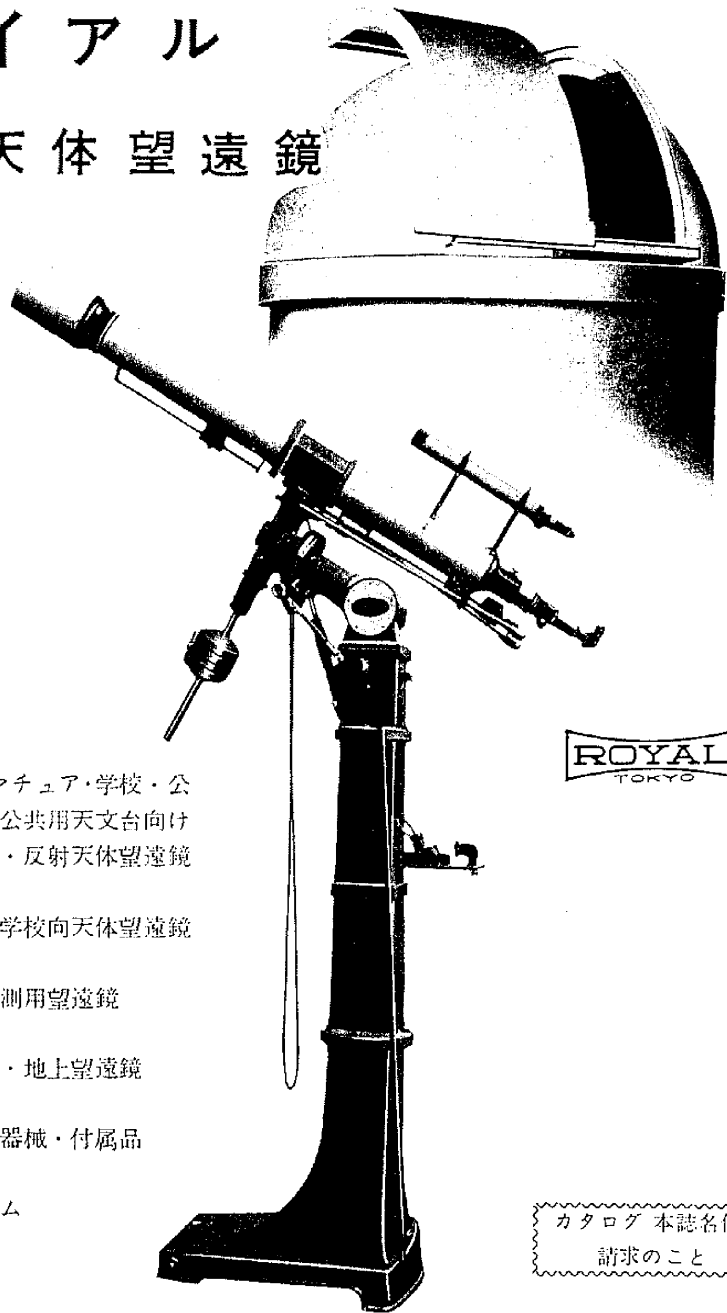
by the

SMITHSONIAN ASTROPHYSICAL OBSERVATORY



Paul D. Whipple Director
J. Allen Hynek Associate Director, and in Charge of
 Satellite Optical Tracking Program
Low Campbell in Charge MOONWATCH Project

ロイヤル 天体望遠鏡



- ☆ 専門家・アマチュア・学校・公民館その他公共用天文台向け据付型屈折・反射天体望遠鏡
- ☆ 理振法準拠学校向天体望遠鏡
- ☆ 人工衛星観測用望遠鏡
- ☆ 視光望遠鏡・地上望遠鏡
- ☆ 天文用光学器械・付属品
- ☆ 観測用ドーム

ROYAL
TOKYO

カタログ 本誌名付記
請求のこと

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 52499番