

小宇宙の形態

石田 蕙 一*

1. 分類

ウィルソン山に 100 インチの大反射望遠鏡が出来たのが 1917 年である。ハッブルは 1924 年までに 600 個の小宇宙の写真を集めて、フォーク型の標準分類図¹⁾を発表した。数の比は E が 17%, Sa と SBa が 19%, Sb と SBb が 25%, Sc と SBc が 36%, Ir が 2.5% となり, E と SB と S の数の比は 1:1:3 だった。

1932 年シャプレーとアメス²⁾の作った 13 等より明かるい小宇宙の目録の 1249 個のうち E は全体の 47%, S と SB は 48% を占めている。この目録は、パロマーの 48 インチのシュミット・カメラによる掃天が行われるまで、標準的目録とされた。

1935 年にはハッブル自身小宇宙の分類型式の再検討³⁾をはじめ, E から Sa SBa に分れる分岐点に S0 型の導入を考えている。

1958 年モルガン⁴⁾は、青の波長域で小宇宙の合成スペクトルをとった。円板部の立派な小宇宙は、早期型の合成スペクトルを示し、表面輝度の中心集中度が甚しい小宇宙は晩期型の合成スペクトルを示すことに注目して 600 個の小宇宙を形態によって温度系列に分類した。

1960 年ファン・デン・ベルフ⁵⁾は渦巻腕の発達状態が、小宇宙の絶対光度と相関があることを見出して、恒星と同様に I を $-20.4 \sim -20.0$ 等, III を $-18.3 \sim -18.0$ 等, V を -16.1 等の絶対光度を表わす記号とした。この光度分類法を小宇宙団に属する小宇宙で目盛合わせすると 0.5 等の精度があり、局部小宇宙群の小宇宙で目盛の原点合わせをすると、ハッブルの常数 $H = 100 \pm 20 \text{ km sec}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ となった⁶⁾。

ハッブルは、先に述べたように、1935 年以来小宇宙の形態分類の再検討をはじめた。1953 年には約 1000 個の小宇宙の写真をあつめて、新しい分類の構想もまとなり、写真集の出版の準備をはじめた。その年の 9 月ハッブルはなくなった。その後は、サンデーが恩師の遺稿を整理し写真を選んで、176 個の小宇宙を含む The Hubble Atlas of Galaxies が出版された。ド・ボークルールは 1955 年にサンデーと議論しながら考えた新しい分類の図式に従って、ストロム山の 30 インチで得た 200 個の南天の小宇宙を分類した⁷⁾。それによると E が 23.4%, S0 が 21.0%, S が 24.4%, SB が 26.3%, Ir が 3.4%, 特異なもの 1.5% となっている。S0 型というのは、従来の E 型のうち中心からの光度減

少の仕方が階段状になって環状構造のあるものと、真横から見ているもののうち銀河面に吸収物質が見えるもの、それに従来の Sa, SBa 型のうち円板部の光度変化が甚しく滑らかなものからなっている。その後ド・ボークルール⁸⁾は新しい分類の図式で 1500 個の小宇宙を分類した。95% は容易に分類出来るが、2.5% は小宇宙が互に 10 kpc 以内の近くにあつて極端な変型をしている。残りの 2.5% は何とも分類の図式に入れられない特異な小宇宙であった。

ハッブル・サンデーの写真集⁹⁾は 1961 年に出版された。分類図式の新しい点は、ド・ボークルールと同様に、S0 と SB0 型の導入につきるが、いくつかの画期的な事実を多数の写真を並べて主張している。例えば、吸収物質の渦巻構造が中心から数秒のところまではいり込んでおり、SB 型の棒の中心核にも渦巻構造がある。SB 型の棒の外や S0, SB0 によくある環状構造は、S 型の中心核にもしばしばあつて、環の内と外で渦巻腕は接続しておらず、内側の渦巻腕は消えて外側の渦巻腕は環から切線方向に出ている。環状構造が 2 重以上のものもよくある。このように渦巻腕と環状構造の関連が主張されている。

2. 恒星状中心核

82 インチのカセグレン焦点で M31 の中心部の写真をとる¹⁰⁾と、中心から 2.5 (7.5 pc) で表面輝度は 1/5 に減少し、その外で減少率はへっている。等光度曲線は $3^{\circ}3' \times 2^{\circ}4'$ の楕円形をして、中心から 6" の点には左右対称に吸収物質の渦巻構造が認められる。このように小宇宙の中心には、ガスの等温モデル又はポリトロブモデルで説明出来ない¹¹⁾ところの恒星状中心核がある。恒星状中心核は M31 のような Sb 型にも M32 のような E 型にも殆んどすべての小宇宙にある。

ラルマンの考案したイメージ・コンバータを 120 インチのクーデ分光器につけてスペクトル写真をとって Ca

第 1 表 M31 と M32 の恒星状中心核

恒星状 中心核 の性質	半径 (pc)	最高回 転速度 (km/Sec)	回 転 周 期 (10 ⁵ 年)	質量 (10 ⁸ M _☉)	密度 (10 ⁸ M _☉ pc ⁻³)	M/L	B-V	U-B
M31	7.4	87	5.2	13	7.9	3.6	+1.07	+0.94
M32	8.4	97	5.3	18	6.7	2.4	+1.01	+0.40

小宇宙 の性質	型	半径 (kpc)	質量 (10 ¹¹ M _☉)	M/L
M31	Sb	25	4	20
M32	E2	0.3	0.03	200

* 東京天文台

K. Ishida: Morphology of Galaxies.

の H, K 線などを見ると, 恒星状中心核はその外に比べて甚しく速く回転しており, その回転速度から推定される星の密度は太陽近傍の 10^5 倍となることがわかった. この観測は, M 31¹²⁾ と M 32¹³⁾ について行われたが, 全く種類のちがう 2 つの小宇宙が, 全く同じ恒星状中心核をもっていることがわかった.

半径 10 kpc をこえる M 31 にも 300 pc 程度の M 32 にも同じく半径 8 pc 程の同じような恒星状中心核が出来たのは, 両方の小宇宙の内部が極めて似通った状態だったという事を示している. 恒星状中心核のスペクトルに輝線を示すものは多いが E, S 0, Sa では, 輝線の少ないものが多い¹⁴⁾.

第 2 表 銀河系の中の質量分布

R pc	Rより内側の 質量 $10^9 M_{\odot}$	星 10^{-23}gcm^{-3}	星間ガス 10^{-23}gcm^{-3}	回転周期 10^6 年
10	0.03	24000	100	0.5
20	0.07	7800	10	1.0
100	0.92	710	0.5	3.1
500	8.3	42	0.2	12
3000	16	6.9	0.1	96
8200	60	1.0	0.2	280

小宇宙の中心核の星間ガスについて, ミュンチ¹⁵⁾ が M 31 の [O II] の輝線の幅から, 中心から 45 pc までは数 pc 以下のガスの不規則運動が大きく, それより外では数 pc 以下の不規則運動がないかわり 100 pc 以上の星間雲が数 10 kmsec^{-1} の不規則運動をしていることを示した. このような星間雲の衝突間隔は 10^6 年の程度である. M 31 の場合 [O II] の輝線があるが, 星間ガスの量は星にくらべて極く少い. 星と星の間の運動エネルギーの交換は, このように高密度でも 10^{11} 年(太陽近傍の 1/100) の時間間隔で有効となるにすぎない. 従って小宇宙の年令に較べて星は保存系と考えていい. 恒星状中心核はそこで生れた生れながらの星から成ると考えられる.

スピラッド¹⁶⁾ は, 32 個の小宇宙の合成スペクトルを緑から赤の波長域でとった. これは光量からいって, 恒星状中心核の合成スペクトルであるが, その中に Na の D 線の幅が 7 Å あるいは 10 Å をこえるものがあり, その原因は M 型の矮星以外に考えられない. 太陽近傍の光度函数から推定される合成スペクトルの NaD 線の幅はただだか 1 Å にしかならないところから見て, M 31 の恒星状中心核は 40% の光が M 型矮星によることが期待される. M 32 の場合は NaD 線は弱くその点問題ないが, 合成スペクトルが G 8—K 3 の巨星に似ているのに 3 色測光によれば G 8 III に比べて 0.30 等の UV 超過がある¹³⁾. これには早期型の巨星が寄与していると考えねばならないだろう.

第 3 表 小宇宙の質量と恒星状中心核の合成スペクトル

NGC	ハッブルの分類	モルガンの分類	スペクトル (スピラッド)	質量 M_{\odot}	備考
221	E2	kE 3	G	3×10^9	M32
1068	Sbpec	gS 3	G	3×10^{10}	セイファート型
2903	Sc	—	G	4×10^{10}	
3504	SBb	—	G	9×10^{10}	
4111	S0	kD 7	G	5×10^{10}	
5055	Sb	gS 4	D+	8×10^{10}	
3115	S0	kD 7	D+	1×10^{11}	
224	Sb	kS 5	D	4×10^{11}	M31
3031	Sb	kS 4	D	1×10^{11}	M31
3379	E0	kE 1	D	1×10^{11}	
4486	E0	kE 1	D:	1×10^{12}	M37
4594	Sa	kS 6 p	D	2×10^{11}	

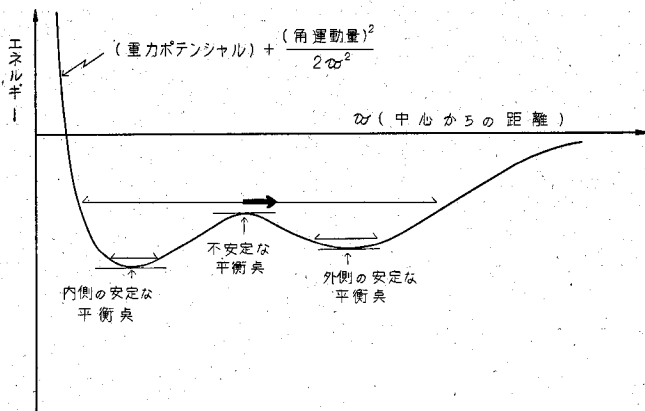
一般的に巨星的合成スペクトル (G) を示す恒星状中心核は小質量の小宇宙にあって, 矮星的合成スペクトル (D) を示す恒星状中心核は大質量の小宇宙にあるという傾向があり, E とか S とかいう分類型と関係がない. 球状星団は全質量が小さく合成スペクトルが巨星的ということも, この関係に矛盾しない.

今までのことから次のように結論される. 小宇宙の中心に, 星間ガスによる高密度の核が出現してそこで星が生れて, 恒星状中心核が出来る場合, 小質量の小宇宙の場合生まれる星の質量函数は太陽近傍と大差ないが, 大質量の小宇宙の場合生れる星は矮星が非常に多くなる. このようなことは恒星状中心核の星間ガスの物理的状态に関して, 輝線スペクトルからわかる事実と照し合わせて参考にすべきことだろう.

3. 環状構造

S 0, SB 0, から Sa, SBa の分類型に属する小宇宙には, しばしば環状構造が見られる. Sb, SBb においても中心核を露出過度にならないようにして大きく写真にとると環状構造がわかる. この環状構造というのは, 実は中心からの光度減少率が階段的に変っているにすぎない場合が多い. 従ってこれは質量分布の階段構造といった方がいいかも知れない. 先にのべた恒星状中心核の周辺の光度減少率が急変するところは一番内側の階段構造である. このような階段構造が出来る原因について考えてみたい.

一様密度の回転楕円体によって生ずるポテンシャルを考える. そのポテンシャルと質点の回転の運動量によるポテンシャルの差を考えると, 質点の運動は回転楕円体の回転軸を含む面内の運動に帰着する. この場合回転楕円体の短軸と長軸の比が 0.552 より小さいとその周辺で円軌道の不安定な平衡点が生ずる¹⁷⁾. シュミットが銀河系のモデルに用いた密度分布 ($\rho = p + \frac{q}{r}$; $p < 0$, q



第1図 不安定領域のポテンシャル

不安定領域で密度勾配は急で、内側は密度が高い。従って不安定領域より内側の星間雲と衝突して、外側へ動き出す星間雲が多い。その結果として不安定領域自体は内側へ移動する。

>0 , ω は中心からの距離)を持つ回転楕円体の場合は短軸と長軸の比が $0.181^{19)}$ となるとその周辺で円軌道の不安定な平衡点が出て、比がより小さくなると周辺の外側と内側に不安定な領域が拡大する。短軸と長軸の比が極く小さいならば、考えている場所の質量密度とその近辺の平均密度の差が中心からの距離の-4乗よりも急激に減少していると不安定領域となる。

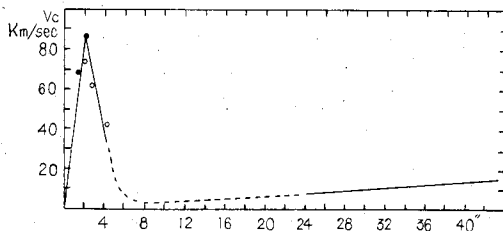
不安定領域にある星間雲は、わずかな運動エネルギーの変化によって、軌道は円軌道からはなれて不安定領域から逃げ出す。不安定領域では密度の変化が急で内側の方が高密度だから、外側へたたき出される星間雲は内側へ入り込む星間雲より多い。不安定領域はその内側及外側よりポテンシャル(遠心力を含んだポテンシャル)が高いので、不安定領域へ流れ込んで来る星間雲は少ない。星間雲の場合その衝突間隔は 10^7 年位なので、100 pc 位走ると衝突してしまう。従って不安定領域から流出するとすぐ衝突するので、流出の傾向は、かなり有効に積分される。

ポテンシャルが時間的に一定ならば星の場合殆んど軌道は保存されるので、不安定領域の内部と外部の同じポテンシャル(遠心力を含んだポテンシャル)の高さの点の間を往復して、いわば不安定領域にあった星はその滞在時間が最もながいとはいえ、それだけの広い領域に分布することになる。従って不安定領域の密度は減少する。不安定領域の星がその内側と外側へ流出することによるポテンシャルの変化を考えに入れると、不安定領域の密度の低下は不安定領域を拡大することになる。

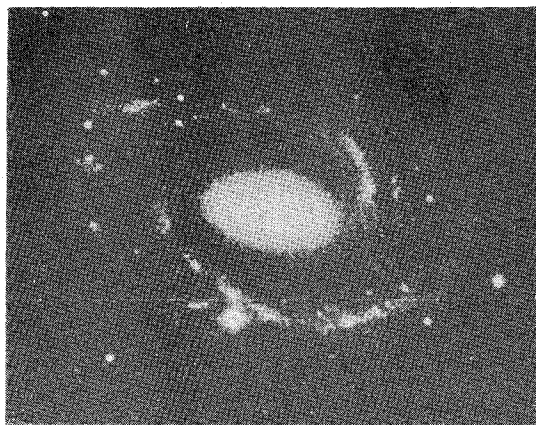
このように不安定領域の質量分布は傾向的に変化するために、その近辺のポテンシャルは、星間雲の衝突間隔に関係する速さで時間変化をする。上に述べた質量の流れから見て、不安定領域はポテンシャルの時間変化によって内側へ移動するので、外側へ質量の流れが起る領域はそんなに大きくない。

S, SB などの短軸と長軸の比は 0.1 という値がよくとられるが、不安定領域が出現し得る扁平度は十分ある。不安定領域が実際に小宇宙の階段構造に対応することは、M 31 の恒星状中心核の外側などの回転曲線の観測から確かめられる。銀河系においては半径 $500-590$ pc に星間ガスのリング¹⁹⁾があるが、回転曲線のかたちがくわしくわからない。3 kpc の渦巻腕が 53 km sec^{-1} でひろがっていることを、不安定領域からの星間ガスの外向きの流れと考えることが出来るかも知れない。渦巻腕が環状構造から切線方向に出ていることは、渦巻腕の成因も不安定領域と関係があることを示唆する。

不安定領域は一種の濾過装置で、内側へ移動しながら質量の一部を押し込めて行って、小宇宙の中心に同じような恒星状中心核をつくり出す。



第2図 M 31 の恒星状中心核の回転曲線



第3図 NGC 210 (Sb)

中心部の渦巻腕は、その外部の渦巻腕と接続していない。

4. 小宇宙の質量

E 型 S 0 型の小宇宙は平均 $8.0 \times 10^{11} M_{\odot}$, S 型 Ir 型の小宇宙は平均 $2.8 \times 10^{10} M_{\odot}$ の質量を持っている。これはページ²⁰⁾が、2 個の小宇宙が互にまわり合っている小宇宙の連星系のようなものをひろいあつめて、その軌道運動の視線速度の観測から統計的に求めた値である。だいたい E, S 0 の小宇宙は、S, Ir の小宇宙の 30 倍

第4表 小宇宙の質量と M/L

力学的二重小宇宙	$hM \pm h\sigma M_{10^{10}} M_{\odot}$	$M/hL \pm \sigma M/L/h$
S, Ir からなる 16 系	4.0 ± 4.2	3.2 ± 4.2
S, Ir 系のうち精度のいい 13 系	1.5 ± 1.7	1.3 ± 1.5
E, S0 からなる 18 系	66.2 ± 29	98 ± 68
E, S0 系のうち精度のいい 13 系	59.4 ± 15	90 ± 37
S, Ir と E, S0 からなる 18 系	31.4 ± 17	46 ± 23
S, Ir と E, S0 系の精度のいい 15 系	31.4 ± 18	46 ± 26

の質量を持っていることになるが、M 32 (E 2, $3 \times 10^9 M_{\odot}$) のように小質量の E 型小宇宙は暗いので見落とされるが実際にはかなり多い。又 M 31 (Sb, $3.4 \times 10^{11} M_{\odot}$) のように大質量の S 型小宇宙もたまにある。

小宇宙の回転曲線を観測して、内部の質量分布と共に全質量を求める方法も幾多の人々によって行われている。いずれも回転対称の質量分布モデルをとり、回転曲線を回転対称面内の円軌道と考える。一つはワイズとメイヨールの円板モデル²¹⁾で、質量分布は展開式で表わされる。二つ目は、扁平率一定の回転楕円体を等密度面とするモデルで、回転楕円体の内部の密度分布法則として種々の形をとる。実際に小宇宙の扁平率は、個々には不明なので、パービッジ等は短軸と長軸の比を 0.1 としてモデルを計算²²⁾している。フィシ²³⁾は NGC 5055 に関して、この比を 1/15 と 1/5 の場合について同一の回転曲線から質量分布を計算して、面密度の差は 13% 以内にとどまり全質量は 11% 差があったに過ぎない。三つ目の方法は、銀河系のシュミットのモデル²⁴⁾のように密度分布則を持った任意の扁平率をもった回転楕円体を重ねる場合である。

パービッジ達は 20 個位の小宇宙の回転曲線を観測したが、多くの場合長いスリットを小宇宙の長軸に沿ってあてて H II 領域の輝線を観測している。回転曲線の幅が 50 km sec^{-1} の精度で求まる。小宇宙の周辺部にある回転曲線の頂上の位置が求まると、先に述べた二つ目の方法で小宇宙の質量が求められる。

視線速度の観測精度は 18 km sec^{-1} 程度であるが、 50 km sec^{-1} をこえるばらつきが、左右非対称にある場合や回転面内の円運動と考えられない場合も多い²⁵⁾。

小宇宙の質量は先に述べたページの値が、適当と考えられる。小宇宙の全質量はだいたい保存すると考えられるが、その中の星間雲の速度分布がマクスウェルの法則に従うとすると、当然脱出速度をこえるものが出て来る。小宇宙が準安定な状態にあって、回転していなければ、全体の 0.74% が脱出速度をこえる。星間雲の間の運動エネルギーの交換又は何らかの方法で運動エネルギー

が補給されて、再びマクスウェル則が成立するまでの時間を弛緩時間という。1 弛緩時間毎に 0.74% の質量が減少すると、質量が 1/30 になるには 100 弛緩時間かかる。星間雲ばかりからなる球形の小宇宙が 10^{10} 年たつと 1/30 以下の質量になることは当然で、E 型小宇宙に質量の小さい矮小小宇宙と大質量の E 型小宇宙のあることはうなずける。回転している小宇宙は脱出率が少い。

5. 小宇宙の進化

小宇宙は約半数が単独でなく群又は団をつくっている。ファン・デン・ベルフ²⁶⁾が北天の小宇宙 900 個を写真星図、視線速度、光度、半径などを考えに入れて調べた。S 型小宇宙は群や団に属さないものが多く、E 型小宇宙は群や団に多いという従来からいわれている傾向はあるが、その差はそれ程甚しいものでないことがわかった。

第5表 小宇宙が群や団の中にある割合

13 等より明か る小宇宙	E, S0 型小宇宙 (207 個)	S, Ir 型小宇宙 (676 個)
6 個より多い時	56 %	38 %
4~5 個の時	20 %	14 %
3 個より少い時	24 %	48 %

小宇宙団の境界は決してはっきりしたものでなく、空間をすきまなく占めていてすべての小宇宙は、どれかの団に属している²⁷⁾ともいえる。小宇宙団は、球形をして中心集中の強いものから、楕円形や乱れた形をして中心集中の認められないものまである。

髪座小宇宙団は、球形をした最もよく調べられた小宇宙団である。E 型と S0 型小宇宙からなる。パロマーの 18 インチシュミットでは 800 個が $2^{\circ}40'$ (3.1 Mpc) の半径に分布し、48 インチシュミットでは 10000 個が 6° の半径に分布している。明かると強い中心集中度で分布している。視線速度のばらつきは 1000 km sec^{-1} (r. m. s.) である。個々の小宇宙の衝突の有効半径を 10 kpc として、中心で 10^9 年に 1 回、中心から 400 kpc はなれた位置では 10^{10} 年に 1 回衝突する。髪座小宇宙団のような密な小宇宙団でも、小宇宙間の衝突は多いものでない。(スピッツァーとパーデ²⁸⁾ の計算で用いられた髪座小宇宙団の距離は、現在約 5 倍しなければならぬとされている)。

それでは、小宇宙団の密で中心集中度が強くと球形をしているものは E 型 S0 型の小宇宙からなり、不規則なかたちの小宇宙団は S 型 Ir 型からなっているのはどうしてかということになる。

不規則運動の大きな小宇宙団に生れた小宇宙は、小宇宙の中においても星間雲の弛緩時間がみじかくて小宇宙の質量の減少もはやい。不規則運動がはじめ大きかった場合それが消耗したあとに残る角運動量も大きい。この

ような小宇宙団は乱れたかたちをしており、それを構成するのはS型小宇宙である。不規則運動の小さな小宇宙団に生れた小宇宙は、小宇宙の中においても星間雲相互の衝突間隔はながくて、初期のうちにかかりの質量が星になってしまう。一方角運動量は小さいので1弛緩時間の脱出率は0.74%からさほどへらない。このような小宇宙団は、中心集中度の強い球形になって、E型S0型の小宇宙で構成される。

S型の場合もE型S0型の場合も、星の弛緩時間は小宇宙の中の軌道の周期の 10^4 倍以上となる。従って小宇宙の中の星の分布形状を残したままで、星間雲の分布が中心部に集中して扁平になって行く。扁平になった星間ガスの分布の周辺で、不安定領域が出現して小宇宙の中心に向かって移動すると、角運動量が小さい小宇宙の恒星状中心核は極度に密度が高い小さいものになり、このようなものがM87の中心からのジェットのもととなるのかも知れない。

参考文献

- 1) E. P. Hubble, *Ap. J.*, **64**, 321, 1926.
- 2) H. Shapley, A. Ames, *Harvard Bull.*, **88**, 43, 1930.
- 3) E. P. Hubble, *The Realm of the Nebulae*, Oxford University Press, 1936.
- 4) W. W. Morgan, *P.A.S.P.*, **70**, 364, 1958.
- 5) S. van den Bergh, *Ap. J.*, **131**, 215, 558, 1960.
- 6) S. van den Bergh, *Zs. f. Ap.*, **49**, 198, 1960.
- 7) G. de Vaucouleurs, *Commonwealth Obs. Memoirs*, No. 13, 1956.
- 8) G. de Vaucouleurs, *Ap. J.*, *Suppl.*, **3**, No. 74, 31, 1963.
- 9) A. Sandage, *The Hubble Atlas of Galaxies*, Carnegie Inst. Washington, 1961.
- 10) H. M. Johnson, *Ap. J.*, **133**, 309, 1961.
- 11) A. Poveda, *Boletin, de los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya*, No. 17, 8, 1958.
- 12) M. F. Walker, A. Lallemand, M. Dechesne, *P.A.S.P.*, **72**, 67, 1960.
- 13) M. F. Walker, *Ap. J.*, **136**, 695, 1962.
- 14) E. M. Burbidge, G. R. Burbidge, *Ap. J.*, **135**, 694, 1962.
- 15) G. Münch, *Ap. J.*, **131**, 250, 1960.
- 16) H. Spinrad, *Ap. J.*, **135**, 715, 1962.
- 17) S. Chandrasekhar, *Principles of Stellar Dynamics*, University of Chicago Press, 1942.
- 18) 宮本昌典, 日本天文学会 昭 87 秋季年会
- 19) H. Van Woerden, G. W. Rougoor, J. H. Oort, *C. R. Acad. Science, Paris*, **244**, 1691, 1957.
- 20) T. Page, *Ap. J.*, **132**, 910, 1960.
- 21) A. B. Wyse, N. U. Mayall, *Ap. J.*, **95**, 24, 1942.
- 22) E. M. Burbidge, G. R. Burbidge, K. H. Prendergast, *Ap. J.*, **132**, 640, 1960.
- 23) R. A. Fish, *Ap. J.*, **130**, 739, 1959.
- 24) M. Schmidt, *BAN*, **13**, 15, 1956.
- 25) E. M. Burbidge, G. R. Burbidge, K. H. Prendergast, *Ap. J.*, **136**, 119, 1962.
- 26) S. van den Bergh, *Sky and Tel.*, **23**, 317, 1962.
- 27) J. Neymann, E. L. Scott, C. D. Shane, *Proc. 3rd Berkeley Sym. Vol. III*, p. 75-111, 1956.
- 28) L. Spitzer, W. Baade, *Ap. J.*, **113**, 413, 1951.

北海道日食の飛行機観測

田鍋浩義*・中村 強*・清水 実*

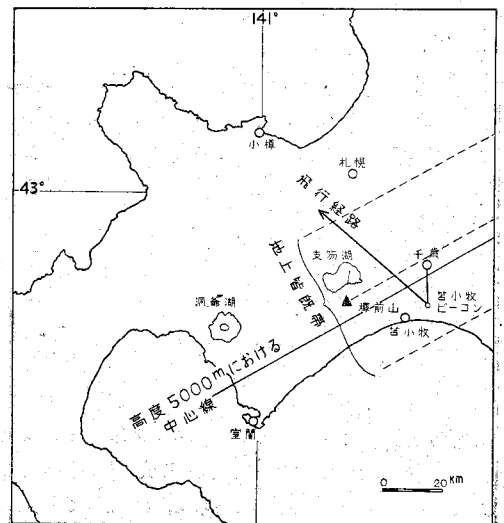
1955年のセイロン日食以来、われわれはたびたびの日食で外部コロナや黄道光の観測を試みているが、すべての観測が多かれ少なかれ雲に災いされており、特に広範囲の空の快晴を必要とする黄道光の観測では、あまり満足すべきデータが得られていない。このようなことから、今回の北海道日食では、飛行機を利用して雲の上に出て観測しようという計画をたてた。そのうえ、上空に昇れば地表付近のよごれた空気層の上に出るために、良いデータが得られることも期待できるわけである。

この観測にわれわれの用いた器械は、黄道光光電測光器と、外部コロナ撮影用カメラであるが、前者は回転する黄色と青色のフィルターと偏光板を組合せ、皆既中に地平線上の太陽を中心として方位角 $\pm 30^\circ$ 、高度 $0^\circ \sim 30^\circ$ までの空を掃天し、明るさと偏光度をオッシログラフに記録させるものである。後者は焦点距離250mm、F4.5のカメラに赤フィルターをつけ、太陽を中心とした $32^\circ \times 23^\circ$ の空の写真を撮る目的である。そして何分にも狭い機内であるから、器械はできるだけ小さく設計した。

さいわい、飛行機は伊藤忠航空輸送会社のビーチクラフト双発機が借りられることになった。この飛行機は、正副操縦席のほかに客席が7ついているもので、簡単な観測に使うには手ごろな大きさであった。この客席を

4つ取り払って観測器械を取りつけたが、今回は日食なので器械は水平方向に向ければよく、窓ガラスを取りはずすだけで飛行機の改造はほとんど必要なかった。

しかしわれわれとしては、飛行機による観測は初めてのことなので、果して飛行機がどの程度の精度で一定の高度と針路を保ちながら、指定された時刻に指定された地点を通過できるかとか、ピッチングやローリングは



日食観測の飛行経路

* 東京天文台