

赤外線源のカタログ

舞原俊憲・佐藤修二*

赤外線波長の領域は通常、PbS 検出器でカバーされるあたり、すなわち約 1μ から電波領域につながる 1000μ までほぼ3桁にわたる波長範囲と考えられる。この範囲の大部分は大気の水蒸気の吸収におおわれていて、地上で観測できるのは限られた大気の窓と呼ばれる幾つかのバンドだけである。従って地上の赤外線源カタログという場合、その窓の部分を使って多色測光を完備したカタログを作ること、或いは特定の波長での全天の掃天観測にもとづく赤外線源のカタログ作りなどが目標となる。しかし全天の掃天観測が可能なもの近赤外領域のみで、5ミクロン以上では大気の輻射が圧倒的に強いため、広視野の観測が不可能になってしまう。そのような条件のもとで作られたカタログらしいカタログというのは非常に少ないので、中にはカタログの体をなしていないと思われるものも含めていくつか紹介したい。一方上空観測では大気の吸収もほとんど無視できるほどになって、任意の波長での全天掃天観測が可能である。そのかわり観測時間が大変短いので、地上望遠鏡で行うような位置精度の高い赤外線カタログは作りにくい。上空観測では今のところ全天をサーベイできているものは少なく、多くは preliminary な実験で得られた赤外線源のリストといったものであるが、それらについても一応簡単に紹介してみたい。

1. 地上観測による赤外線源のカタログ

(1) UVRIJKL Photometry of the Bright Stars, H.L. Johnson et al. 1966, Comm. Lunar and Planetary Lab.

このカタログはすでにこのシリーズ(15)の「星の明るさや色の星表」(1975年7月号)で紹介されている。近赤外域の測光システムを確立した Johnson らが、エール大学輝星カタログから1567個を選んで U, B, V, R, I に J (1.25μ), K (2.2μ), 及び L (3.4μ) を加えて8

色の等級を記したものとなっている。近赤外の PbS 領域の測光精度は、K で ± 0.030 等、J-K は ± 0.025 等、L-K は 0.035 等となっており、通常の我々の近赤外測光観測で標準星として使うのには適当なカタログである。観測はカタリーナ (アリゾナ), トナンチントラ (メキシコ) の2観測所で1963年から開始され、1966年に出版された。

(2) Two-Micron Sky Survey, G. Neugebauer and R. B. Leighton (1969) NASA SP-3047.

これは有名な Cal Tech (カリフォルニア工科大学)の 2μ 掃天において検出された天体のリストである。この掃天は結果の豊かさのみならず、はじめて新しい波長域 (2.2μ) に錘を下ろして天空を探った精神、そして機智に富んだ機械といひ感心させられる点が多い。コストパフォーマンス比の最も高い傑作であろう。望遠鏡はエポキシ樹脂の放物面の上にアルミを蒸着したもので、口径62インチ、 $f/1$ 、赤道儀式で主焦点に液体窒素で冷却した PbS 素子のアレイとシリコン素子を配置している。主鏡を 20Hz でガタガタと振動させて大気のバックグラウンド輻射をキャンセルする空間差動チョッピング方式をとっている。最低検出能は 4×10^{-25} Watt/m²·Hz (K で約3等) である。掃かれた領域は北限 $+81^\circ$ ~ 南限 -33° で3等より明るい5612個が掲げられている。領域は赤緯 10° ごとの帯に区分され、IRC 番号として符号士に続いて、次の2桁が赤緯を表わしその数字の $\pm 5^\circ$ 以内に含まれることを示すようになってい。残る3桁は通し番号である。例えば IRC+10351 は Declination Zone $+5^\circ \sim +15^\circ$ の所にある351番目の天体である(図1)。第1欄がこのカタログ番号名、それに続いて1950年分点の赤経、赤緯、位置の精度、Kバンド (2.2μ) の等級と精度、Iバンド (0.84μ) の等級と精度、色指数 I-K などが記載されている。見開きの右の頁にはV等級、スペクトル型、他のカタログとの対応、変光星名などが

160 PAGE 16

NO.	RA	DEC	U	B	V	R	I	J	K	L	U	B	V	R	I	J	K	L
+10351	18 0 8	+16 20	1.24	0.1	0.1	1.77	0.08	0.06	0.07	0.08	0.06	4.30	0.10	2	2	+10351		
+10352	18 11 18	+12 26.7	1.34	0.2	1.0	0.05	0.03	0.07	0.05	0.10	5	3	+10352					
+10353	18 11 37	+19 20.1	2.02	0.1	0.1	2.03	0.08	0.06	0.10	0.07	0.37	3.73	0.11	2	2	+10353		
+10354	18 15 16	+5 35.1	2.12	0.1	0.1	2.03	0.08	0.06	0.10	0.07	0.37	3.73	0.11	2	2	+10354		
+10355	18 30 44	+9 14.1	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10355		
+10356	18 35 23	+5 35.1	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10356		
+10357	18 26 24	+29 29.4	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10357		
+10358	18 26 22	+12 28.4	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10358		
+10359	18 26 22	+12 28.4	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10359		
+10360	18 27 48	+16 36.0	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10360		

160 PAGE 17

NO.	RA	DEC	U	B	V	R	I	J	K	L	U	B	V	R	I	J	K	L
+10361	18 0 8	+16 20	1.24	0.1	0.1	1.77	0.08	0.06	0.07	0.08	0.06	4.30	0.10	2	2	+10361		
+10362	18 11 18	+12 26.7	1.34	0.2	1.0	0.05	0.03	0.07	0.05	0.10	5	3	+10362					
+10363	18 11 37	+19 20.1	2.02	0.1	0.1	2.03	0.08	0.06	0.10	0.07	0.37	3.73	0.11	2	2	+10363		
+10364	18 15 16	+5 35.1	2.12	0.1	0.1	2.03	0.08	0.06	0.10	0.07	0.37	3.73	0.11	2	2	+10364		
+10365	18 30 44	+9 14.1	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10365		
+10366	18 35 23	+5 35.1	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10366		
+10367	18 26 24	+29 29.4	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10367		
+10368	18 26 22	+12 28.4	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10368		
+10369	18 26 22	+12 28.4	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10369		
+10370	18 27 48	+16 36.0	2.07	0.1	0.1	2.02	0.10	0.06	0.08	0.09	0.12	1.82	0.12	2	2	+10370		

図1 2μ サーベイによる IRC カタログ

* 京都大学理学部
T. Maihara, S. Sato: Catalogues of infrared sources.

TABLE I
SUMMARY OF DATA

UCL Source No.	Flux (10 ⁻¹⁶ W m ⁻²)	Position (J2000)	Size (arc min)	L10 ⁴ L _⊙	IDENTIFICATION	RANGE CONTINUUM			
						Flux (W)	Relative Position (R-Radius) Δα Δδ	Size (arc min) α × δ	
1.....	135 (204)	09 ^h 33 ^m 54 ^s ±1 ^s -05°24'09" ±1"	2.5	1.05 (1.49)	G209.0-15.1 M42, HFE 6	238	+4°+03	2.6 × 3.5	0.5
2.....	32	09 ^h 33 ^m 54 ^s ±1 ^s -05°24'09" ±1"	...	0.16	G209.0-16.4 NGC 2024	42.4	...	3.5 × 1.9	0.4
4.....	36.5 (39.3)	02 ^h 32 ^m 00 ^s ±1 ^s +01°32'24" ±1"	1	11 (12)	G132.7-1.2 V3, IC 1793	35.3	+4 +0.4	1.3 × <0.7	3.1
7.....	1	02 ^h 32 ^m 00 ^s ±1 ^s +01°32'24" ±1"	5	4 (12.2)	G79.1-1.3 DR 15	7.5	+12 +1.4	3.0 × 3.0	4
8.....	45.5 (24.3)	18 ^h 08 ^m 33 ^s ±1 ^s -25°21'54" ±1.5"	3.5	0.25 (1.54)	G5-0-1 MR, HFE 46	21.1	-4 -0.6	3.7 × 3.0	1.4
9.....	15	17 ^h 59 ^m 39 ^s ±1 ^s -25°04'43" ±0.5"	...	4.2	G5-0-4 HFE 43	15.4	0 0.0	3.8 × 2.6	3.0
10.....	6 (9.1)	17 ^h 59 ^m 39 ^s ±1 ^s -25°04'43" ±0.5"	2.5	1.9 (2.9)	G153.4-0.4 HFE 387	4.0	+5 +1.1	3.0 × 1.8	3.2
11.....	15 (30)	17 ^h 59 ^m 39 ^s ±1 ^s -25°04'43" ±0.5"	3.5	0.49 (0.50)	G153.2-0.9 NGC 6337, HFE 26	33.3	+3 +3.0	2.5 × 2.5	1
12.....	18.5 (48.7)	17 ^h 59 ^m 39 ^s ±1 ^s -25°04'43" ±0.5"	5 × 4	0.58 (1.5)	G151.1-0.7 NGC 6337, HFE 27	29	+10 +1.9	4.8 × 2.9	1
13.....	24.3 (24.3)	17 ^h 59 ^m 39 ^s ±1 ^s -25°04'43" ±0.5"	...	12.1 (12.2)	KE 52, HFE 29	15.7	-1 -1.6	2.6 × 2.2	5
14.....	31 (26.5)	17 ^h 59 ^m 39 ^s ±1 ^s -25°04'43" ±0.5"	...	0.37 (0.83)	OH 35.4+0.7 NGC 6234N OH/H ₂ O	...	-6 +0.4	...	1
					G131.34+0.6 G131.31+0.6 NGC 6334	...	-10 +1.0	...	1

図 2 南天の 2μ サーベイ

記載されている。

このカタログの天体の約 80% は星に対応がつけられている。しかし、Grasdalen and Gaustad は、The Dearborn Catalog of Faint Red Stars との対応による Identification を試みており、約 93% が同定されたとしている (G.L. Grasdalen and J.E. Gaustad (1971) A.J. 76, 231.)。

(3) Results of an Infrared Stellar Survey, S.D. Price, (1968) *Astron. J.* 73, 431.

1967年ニュージーランドのマウントジョン大学観測所において南天の 2μ サーベイを行ったもの。赤緯 -30°~-52° の間の天空のおよそ 50% を掃いている。ただし、IRC カタログとちがって I-バンドは観測されていない。414 個の 2μ 源がリストアップされ、そのうち 85% が既知の天体と同定されている。K等級で約 3.5 等より明るいものをカバーしている。図 2 は、そのカタログの一部である。

(4) Southern Infrared Standards and the Absolute Calibration of Infrared Photometry, J.A. Thomas, A.R. Hyland and G. Robinson. 1973, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 165, 201.

オーストラリアの赤外線グループが測光の標準を決めるために明るい星について注意深く較正を行ったもので、サンプル数は 14 個とわずかだが、北天の Johnson 達のカタログ (1) に相当するものとして、南天では重宝なものであろう。波長は、J, H (1.65μ), K, L, M (5μ), 8.4μ バンド, N (10.2μ), 11.2μ バンドの 8 バンドの等級が記載されている。

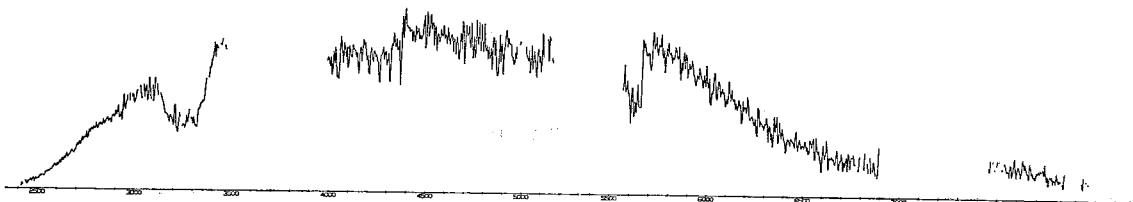


図 3 W Ori (C₅) の近赤外スペクトル

(5) Broad-Band 20-Micron Photometry of 76 Stars, D. Morrison and T. Simon, 1973, *Astrophys. J.* 186, 193.

ハワイのマウナケア山頂の観測所で 1971 年から 1973 年にかけて 20μ の測光を行った 76 個の星のリストである。含まれているサンプルは 5 個の第 1 標準星ならびに 71 個の B 型から, M, S 星である。記載されている事項は天体名に続いて, IRC カタログ番号, スペクトル型, 変光型, 観測年月日 (J.D.) 観測日数そして 20μ の等級と χ² 検定である。最後に他のいくつかのグループの測定値との比較なども記されている。

(6) Infrared Photometry of Extragalactic Sources, G.H. Rieke and F.J. Low, 1972, *Astrophys. J. (Letters)* 176, L95.

銀河系外の赤外線源については、カタログというほど整備されたものはないが、これまで最もサンプル数の多いものがこの論文にのっているリストであろう。これは 10μ における 57 個の銀河系外の赤外線源が記載されており、そのうち特に明るいもの 24 個については K, L, M, N, Q (20μ) の 5 バンドでの強度が記されている。57 個の内訳は、クエーサー 6 個、高光度銀河 4 個、セイファート銀河と鋭い輝線銀河 23 個、低光度銀河 24 個の計 57 個である。そのうち 23 個の源については、推定される距離から 10μ 帯における放射光度が求められている。

(7) 10-Micron Observations of Southern-Hemisphere Galaxies, D. E. Kleinmann and E. L. Wright, 1974, *Astrophys. J. (Letters)* 191, L19.

これは (6) の南天版として、ボイデン観測所 (南アフリカ) において 7 個の銀河を観測したものである。内容は (6) とほぼ同じである。

(8) Infrared Spectra for 32 Stars, H.L. Johnson, and M. Méndez, 1970, *Astron. J.* 75, 785.

もう 1 つ地上の赤外線源カタログとして、32 個の星について、近赤外領域の分光観測を行ったこの論文を挙げておきたい。テーブルの形のカタログというわけではないが、A0 型から M7 型星、それに C 型星、赤外線星など非常に広範囲の星の 1.2μ から 4μ にわたるスペクトル (ただし大気の高い吸収帯は除かれている) を測っているので、それぞれの星の型に特徴的な近赤外領域の細かなスペクトルがほぼサーベイできている。観測は L.P.

L. のカタリーナ観測所の 60 インチアルミ鏡にマイケルソン型フーリエ分光器をつけて行われており、分解能は約 8 cm^{-1} である。いくつかの星については C^{12}/C^{13} 比が求められていたり、C 型星にみられる原因の明らかでない 3.1μ の吸収バンド (図 3) などが順次示されている。

2. 上空観測による赤外線源のカタログ

(1) 100-Micron Survey of the Galactic Plane, W.F. Hoffmann, C.L. Frederick and R.J. Emery, 1971, *Astrophys. J. (Letters)* **170**, L89.

ホフマン達が 1970 年から 1971 年にかけての 3 回の気球観測で検出した 100μ 輻射源のカタログである。図 5 の天球図に示された領域、主に銀河面に沿った 750 平方度の空をサーベイして 72 個の天体をリストアップした。測定器は、口径約 30 センチメートルのニュートン型望遠鏡で 12 分角の視野を持ち、高度 27 km で合計観測時間 28 時間にわたってサーベイした。最低検出可能フラックスは $10^{-22}\text{ Wm}^{-2}\text{ Hz}^{-1}$ 、波長幅は 80μ から 135μ となっている。

発見された輻射源のうち 60 個が、電波源、散光星雲、暗黒星雲それに赤外線星などと同定されている。残りの 12 個は既知の天体との同定はできていない。リストされた輻射源のうちでも H II 領域と対応のつくものが 46 個もあり、遠赤外線の起源として、H II 領域を励起している紫外線 (Lyman-continuum) をダストが吸収して、 100μ 帯に再輻射するという機構が考えられている。

このカタログも全天のごく一部にすぎないが、北天から見える銀河面はほぼカバーしているので、地上からの分子線の探索や中間赤外領域での輻射線の探索にはよく使われている。そのほか空間的な分解能が高く、そして

位置精度の良い気球遠望鏡による各々の源のマッピングとか、遠赤外領域における多色測光でエネルギースペクトルを測定するといったプロジェクトの目標としても使われており、大変貴重なカタログといえる。

(2) AFCRL Infrared Sky Survey, R.G. Walker and S.D. Price, 1974 AFCRL Special Publication.

このカタログはアメリカの空軍関係のデータであることもあって直接入手することが困難であるが、現在の地上における赤外線観測の分野に非常に大きな影響力をもち始めている重要な文献である。

このサーベイはロケットを使って、波長 4μ , 11μ 及び 20μ の 3 バンドで 10 分角 \times 3 分角の視野によるスキャンで行われた。初めに述べたように、これらの波長領域は大気の熱輻射が極めて強いため、地上からは広い視野で観測することはできない。ロケットでは観測時間の制約から相当早いスキャンを行う必要があり、位置の精度はあまり良くないので、地上から望遠鏡を向けるわけにはいかず、苦勞しているということだ。しかし 20μ 源の中にはこれまで予想もしていなかったような奇妙な天体が発見されたり (Sky and Telescope **49**, 21 (1975)), オリオン星雲中の Becklin—Neugebauer の赤外線星と同じ位の明るさで同様の性質をもった天体が見つかったりしているなど、豊富な情報がしだいに断片的な形ながら発表されはじめた。

(3) Far-Infrared Observations of H II Regions from Balloon Altitudes, J.P. Emerson, R.E. Jennings, and A.F.M. Moorwood, 1973, *Astrophys. J.* **184**, 401.

U.C.L. (University College London) のグループがスタートラッカーのついた口径 40 センチメートルの望遠鏡で銀河面の一部をサーベイしてみつけた遠赤外線源のカタログである。ただし多くは Haffman 達のカタログ (1) と同じ源であるか、あるいはこれまでに即に一応フラックスの測定されたことのあるものである。実はこのプロジェクトでは、波長幅は十分に広くとって ($40\sim 350\mu$), 各輻射源の空間的な細かいマッピングをすることを目的としている。従ってこのカタログでは、位置、サイズ、全光量、電波源との位置の比較などが重要な項目であると思

TABLE 3
100- μ SOURCE CATALOG

Source No.	RA (h)	Dec (d)	l (deg)	b (deg)	100- μ Flux (Jy)	Identifications	Remarks
1	23 29 41.4	-20 07 59	207.79	-20.13	1.5	P	100- μ 10073 (S Ori)
2	23 29 48	-20 08	207.7	-20.14	1.6	P	1.6
3	23 29 59	-20 08	207.1	-20.14	2.0	P	2.0
4	23 29 59	-20 08	207.1	-20.14	6	P	6
5	23 29 56	-20 08	206.4	-20.14	10	P	10
6	23 29 01	-20 09	206.0	-20.15	35	P	35

図 4 100μ サーベイによる HFE カタログ

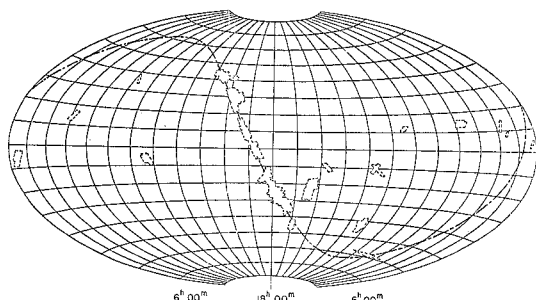


図 5 100μ サーベイの領域

Table 1. Catalogue of sources.

Observed	Identifications	Comments
Wavelength (microns)	RA (h) Dec (d)	
4	23 29 41.4 -20 07 59	100- μ 10073 (S Ori)
11	23 29 48 -20 08	1.6
20	23 29 59 -20 08	2.0
40	23 29 59 -20 08	6
80	23 29 56 -20 08	10
135	23 29 01 -20 09	35

図 6 ロンドン大学の遠赤外線源の UCL カタログ

ってよいであろう。

(4) Detection of New Celestial Objects at Far-Infrared Wavelengths, M.W. Friedlander, J.H. Goebel, and R.D. Joseph, 1974, *Astrophys. J. (Letters)* **194**, L5.

ワシントン大学のグループが遠赤外線波長で全天を一樣にくまなくサーベイすることを目的とした気球観測のいわば preliminary な報告の形のカatalogである。波長 50μ から 500μ までの全フラックスを $1^\circ \times 0.65^\circ$ の視野で測定している。1973年の観測で10時間にわたるスキャンの結果12個の源が検出され、位置(赤経、赤緯と銀経、銀緯)、強度、関係のありそうな多くの天体が記載されている。しかしこれなども観測自体ノイズに悩まされたものようで、まだカatalogとして完備したものにはほど遠い。

(5) Two Color Far Infrared Photometry of Some Galactic H_{II} Regions, H. Olthof, and R.J. van Duinen, 1973, *Astron. Astrophys.*, **29**, 315.

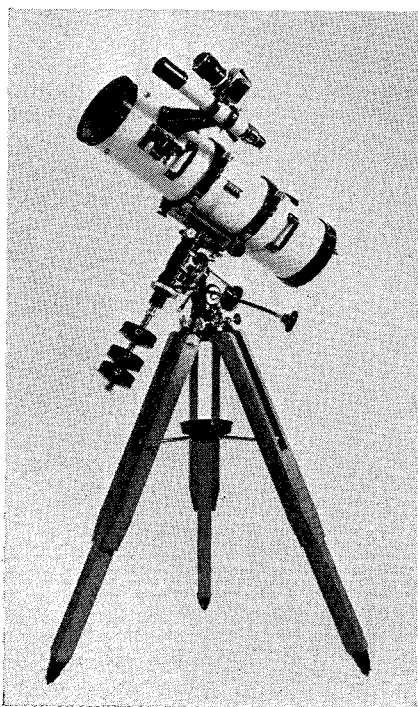
(6) Multicolor Far Infrared Photometry of Galactic H_{II} Regions, H. Olthof, 1974, *Astron. Astrophys.*, **33**, 471.

オランダの Groningen 大学のグループによる、H_{II} 領域多色測光を目指した気球実験で観測された、遠赤外線源のリストである。(5)では銀河中心を含む約 34° (赤

径) $\times 27^\circ$ (赤緯)の領域をスキャンして検出された9個の源について $71-95\mu$ と $84-130\mu$ の2バンドの強度が掲げられている。更に、距離、グレイン粒子の温度の推定値、全輻射エネルギー、UVの光度の推定値などがテーブルになっている。(6)では、更に $30-38\mu$, $111-154\mu$, $114-196\mu$ の各バンドがつけ加わって17個の遠赤外線源のリストとして掲げられている。

(7) Infrared Emission from H_{II} Regions, C.G. Wynn-Williams, and E.E. Becklin, 1974, *Publ. Astron. Soc. Pacific*, **86**, 5.

これはH_{II}領域の赤外線観測のレビューで、地上観測と上空観測の両方がカバーされている。これもカatalogという意味あいはいはあまりないかも知れないが、これまでに地上あるいは上空で赤外線観測のなされたH_{II}領域52個について、主に地上観測と考えられる 40μ 以下と、主に上空観測で測られた 40μ 以上の2つに分けて、それぞれの文献をリストアップしている。著者の1人 Wynn-Williams はもともと電波観測の分野で仕事をしている人で、赤外線源と電波との密接な関係に注目し、OHレーザー源になっている赤外線源のH_{II}領域17個について、H₂O 輻射と電波の連続波輻射の有無を調べたテーブルも併せて載せられている。それぞれ文献がいていねいに挙げられているので、何かと便利なカatalogである。



15cm新時代をひらく CX-150型 反射式赤道儀

D : 153mm f : 1310mm

定価 180,000円

- コンピューター設計による高性能新光學系
(球面主鏡+補正・延長レンズ+斜鏡)
- 鏡筒長は同等F値(F/8.5)のニュートン式
に比べ約60%に短縮
- 震動性の低減にともない、剛性・精度を保
ちながら軽量コンパクト化に成功
(組立重量 27kg)
- 短焦点化(F/5.6)用付属レンズ開発中
カatalog呈(誌名記入)

本製品は東京都
知事により開発
助成並びに輸出
推奨品の認定を
受けました。

ミザール望遠鏡

MIZAR 日野金属産業株式会社

本社/東京都目黒区碑文谷1-10-8

〒152 TEL 03-711-7751(代)

大阪支店/ TEL 06-757-5801(代)