

Photoelectric Two-Dimensional Spectral Classification of M Supergiants

White, N. M., Wing, R. F.

1978, ApJ 222, 209-219

8バンドの説明が目的のメモ

I. イントロ

2 (or 3) 次元分光分類 (Morgan, Keenan 1973 Ann Rev Astr Ap 11, 29) Te, L, Z

——> 測光分類は可能か? Golay 1974 Introduction to Astronomical Photometry

M型超巨星の測光分類

Helt, Gyldenkerne 1975 狭帯域測光 2次元分類

Wawrukiewicz 1971, Sharples, Wawrukiewicz 1974 TiO, CN 指数.

TiO 指数に CN 混入——> 分類が不明瞭

——> この論文では、TiO, CN 指数の見直し

Te と L が再現されることを示す。

表3には分光分類された128超巨星の指数が載せられている。

II. 8-カラーシステム (Wing 1971)

A) 一般的性質

G, K, M, C星でブランケットティングフリーなカラー指数と TiO, VO, CN 強度を得るよう設計されている。

TABLE 1
CHARACTERISTICS OF THE EIGHT FILTERS

Filter	Central Wavelength (Å)	Width at Half-Power (Å)	Primary Function	Contaminants
1.....	7120	60	TiO $\gamma(0, 0)$	CN $\Delta v = +3$
2.....	7540	50	Continuum, K4-M6	Weak CN
3.....	7810	40	Continuum, G, K, C,	TiO
4.....	8120	50	CN $\Delta v = +2$	Weak TiO
5.....	10395	50	Continuum, I(104)	
6.....	10540	60	VO	
7.....	10810	60	Continuum	He I $\lambda 10830$
8.....	10975	70	CN (0, 0)	

フィルターは $\lambda = 0.9 \mu m$ の強い大気吸収を避けて 1-4 と 5-8 の 2 グループに分かれる。

観測 ==> Vega モデルに基づくフラックスに直す。ゼロ点はベガの F (1.04 μ) である。

吸収深さは黒体でフィットした連続光から測る。星間吸収の影響は最小限。

B) M超巨星への応用

M超巨星は TiO (Te 表現) と同時に CN (L 表現) バンドも強い。

——> Sharples 1956, 1966 は 200 Å/mm スペクトルによる 2次元分類に使用

一方、相互に重なり合うのでバンド強度の解釈が困難

$\lambda < 1 \mu m$ には 50Å フィルター測光できれいな連続光観測ができる場所がない。

フィルター 1, 2 における CN の影響を CN はあるが TiO はない、G, 早期 K 巨星、超巨星で見積もる:

$$CN(\text{フィルター1}) = 0.55 * (D4 + D8) / 2 \text{ mag}$$

$$CN(\text{フィルター2}) = 0.20 * (D4 + D8) / 2 \text{ mag}$$

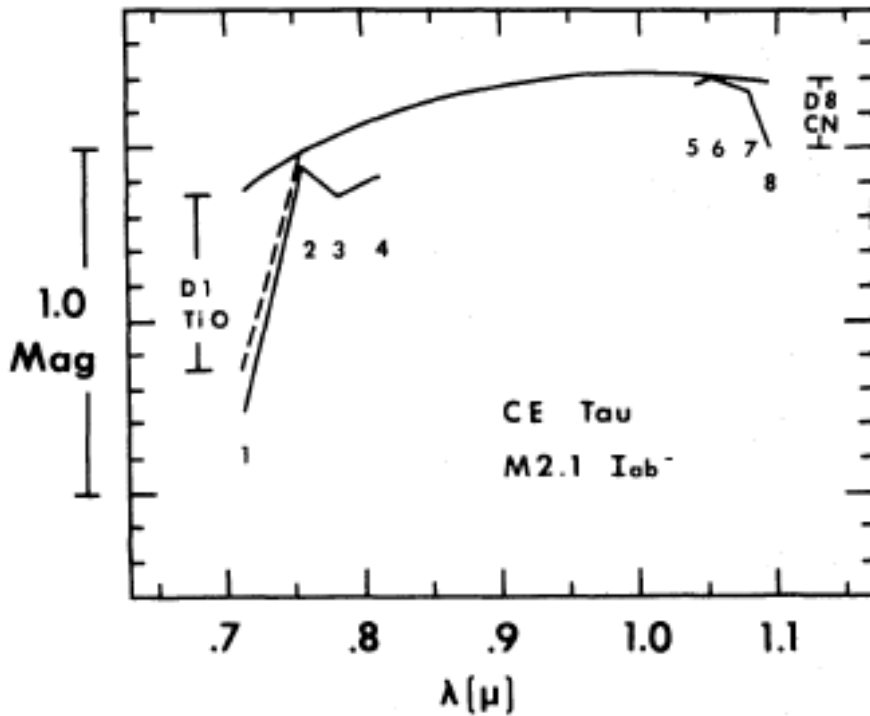


図1 Iab星 CE Tau
 フィルタ 2, 6
 —> 黒体フィット
 ダッシュ両端の 1, 2はCN
 補正済み。
 バンド指数は以下で定義
 $CN = (D4 + D8) / 2$
 $TiO = D1$
 $\theta = 5040/T$ (赤化補正なし)

III. 観測

2次元分類が公表されているM型超巨星 (Humphreys 1970, Humphreys, Strecker, Ney 1972) 128 星

TABLE 2
 NAMES AND COORDINATES

NAME	HD	DM	α (1900)	δ (1900)	l	b	NAME	HD	DM	α (1900)	δ (1900)	l	b
KN Cas		BD+61° 8	0 ^h 4 ^m 21 ^s	+62° 7'	118°2	0°2		300933	CD-56°3464	10 ^h 34 ^m 8 ^s	-56°18'	285°4	1°4
MZ Cas		BD+59°38	0 15 57	59 24	119.2	-2.7		303250	CD-57°3459	10 40 24	-57 32	286.8	0.8
Case 23			0 43 24	64 13	122.7	1.9	RT Car		CD-58°3538	10 40 54	-58 54	287.4	-0.4
HS Cas		BD+62°207	1 1 58	63 3	124.8	0.8		93281	CD-59°3305	10 41 5	-59 25	287.7	-0.9
V466 Cas	236697	BD+57°258	1 13 36	57 45	126.7	-4.4	GS Vel		CD-55°3622	10 41 35	-56 4	286.2	2.1
		BD+59°274	1 26 51	60 8	128.1	-1.8	80 Car	93420	CD-58°3547	10 41 57	-58 58	287.6	-0.4

Lowell, CTIO 1969, 1976 → 490 星

TABLE 3
 AVERAGED DATA FOR M SUPERGIANTS

NAME	MK Type	Source	MEAN FLUXES IN MAGNITUDES								8-COLOR INDICES				MEAN 8-Color Type
			1	2	3	4	5	6	7	8	N	CN	TiO	θ	
KN Cas	M1ep Ib+B	1	6.79	6.29	6.28	6.29	5.95	5.93	5.97	6.05	4	14	32	1.833	M0.7 Ib
MZ Cas	M2 Iab	1	6.10	5.42	5.39	5.37	4.77	4.73	4.73	4.93	4	22	40	2.112	M1.3 Iab
Case 23	M1 Iab	1	7.35	6.51	6.48	6.30	5.50	5.38	5.42	5.52	4	18	49	2.488	M1.9 Iab
HS Cas	M4 Ia	1	6.17	5.19	5.25	5.07	4.52	4.47	4.50	4.64	3	17	72	2.142	M3.1 Ib
V466 Cas	M2 Ib	1	5.89	5.36	5.37	5.37	5.11	5.07	5.11	5.24	4	16	36	1.774	M1.1 Ib

IV. スペクトル分類

a) スペクトルタイプについて

公表されている M 型超巨星の分類は矛盾が多く、TiO 指数の較正には適当でない。

Boyce, Olsen, Helt 1967 は 0.71 μ m の TiO バンドは巨星の MK 分類とよく合っている事を示した。しかし、超巨星については不明であった。しかし、Wawrukiewicz 1971 の同じ TiO バンド光電測光の結果は光度効果が大きい事を示した。

Wing はクラス III K2 - M8 75 星の 8 バンド TiO 指数の較正を行っている。表 4 にその結果を示す。TiO バンドは K4.0 までは容易に測れる。M6 より先は V0 の影響がある。

CALIBRATION OF EIGHT-COLOR TiO INDEX

Type	TiO	Type	TiO
≤K3.....	< 3	M2.0.....	50
K4.0.....	5	M2.5.....	60
K4.5.....	10	M3.0.....	70
K5.0.....	15	M3.5.....	85
K5.5.....	20	M4.0.....	100
M0.0.....	25	M4.5.....	120
M0.5.....	30	M5.0.....	140
M1.0.....	35	M5.5.....	160
M1.5.....	42	M6.0.....	180

表 4. TiO 指数とスペクトル型

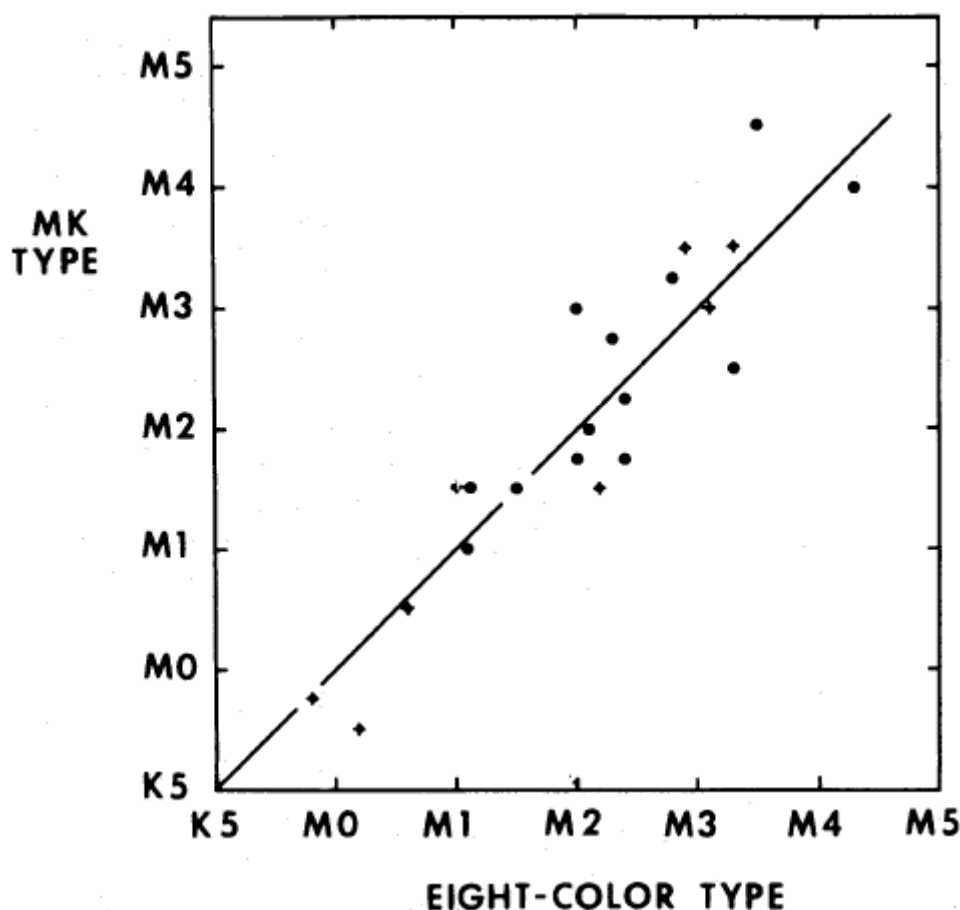


図 2. 超巨星の MK 分類と 8 バンドカラー分類との比較。TiO 指数の較正は光度クラス III の巨星分類に準拠する。

図 2 を見ると光度クラス III による TiO $0.71 \mu\text{m}$ (0,0) バンド分類を超巨星に適用可能であることが判る。ただし、これは我々の指数に CN バンドの補正を施した後である。

図 3 には 121 超巨星全部に対する MK スペクトルタイプと TiO 指数によるタイプを対比した。Keenan 標準星 (図 2) より分散が大きいだが、系統的なエラーは生じていない。

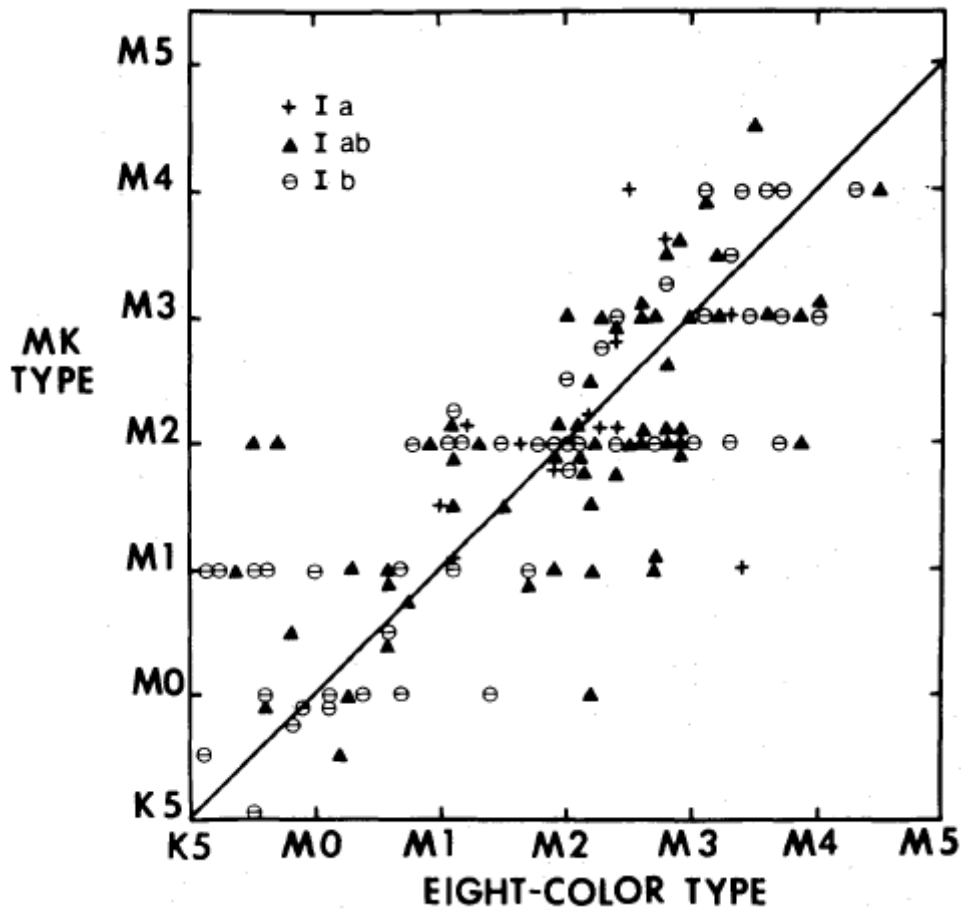


図3. MK 温度タイプを 8 バンド温度タイプと対比。

c) 光度クラスの較正

CN バンドを光度指数に使う場合、MK 分類が短波長でのライン強度比に基づいて分類するのに対し、それを使っていない事を注意する。Keenan 1963 は CN バンドが G から早期 K 型で良い光度指数になるが組成効果があると注意した。White 1971, 1972 は M 型超巨星の赤外 CN 強度が光度クラスに強く依存することを見出した。これは超巨星が種族 I に属し組成の変化が小さい事も寄与しているだろう。

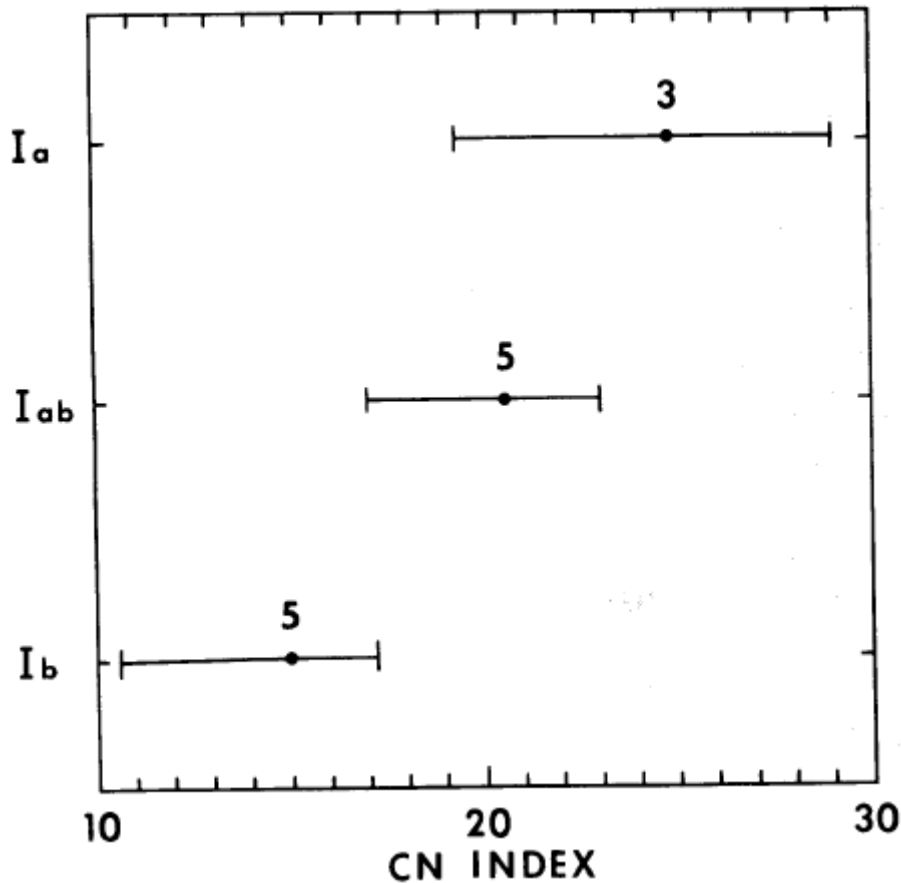


図4. M 超巨星サブクラスと CN 指数の範囲。数字はサンプル数。

この CN 指数は Sharples, Wawrukiewicz 1973 の CN 指数がギリギリで分類しているのに較べると、うまく働く。バンド巾が狭く TiO の汚染が小さい。

CALIBRATION OF CN INDEX IN TERMS OF LUMINOSITY CLASS*

Class	Range in CN
Ia.....	≥ 25
Ia ⁻	24
Iab.....	19-23
Iab ⁻	18
Ib.....	13-17
Ib ⁻	12
II.....	10-11
III.....	4-9
V.....	0-3

* Spectral types K4-M4.

表6. CN 指数による分類。

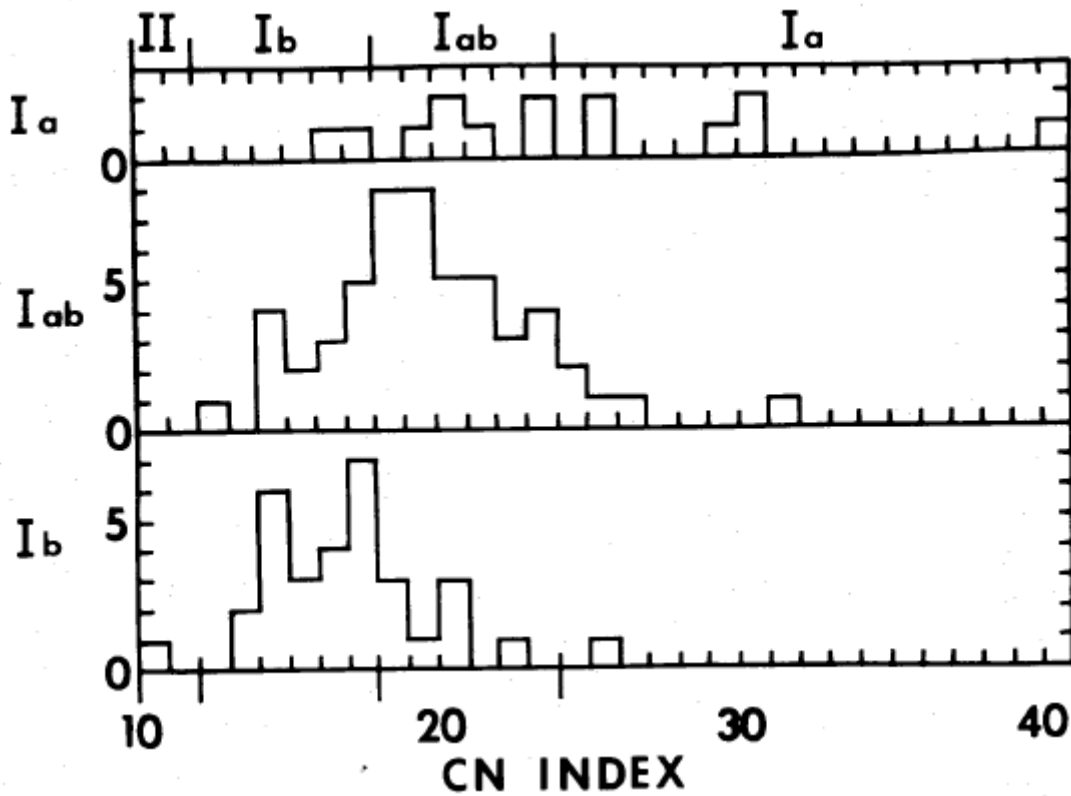


図6. 公表された光度クラス毎の CN 指数の分布。

V. 結論

Ti0, CN 近赤外バンドから M 型超巨星の二次元スペクトル分類を行った。分類精度が MK 法と同程度である事が示された。

温度クラスに関してはどちらの方法も Ti0 強度を使っているため測光法は NK システムにのっとっていると言える。しかし、光度クラスの方は我々の測光法、CN 強度、はライン比に頼る MK 法とは異なっており、一致する先験的な理由はない。しかし、両者の一致は良い。この測光法で M 超巨星を再分類した結果は以前の分類より一様性が増した。この分類法は銀河系構造の研究に際し、光度、固有カラーの推定に使える。