

M giant population and Galactic structure

Feast, M., Whitelock, P. A., Carter, B.

1990 MN 247, 227-236

アブストラクト

太陽近傍 63 M型巨星、銀河面から外れた 195 M型巨星、それに SR と判っている 34 M型巨星の JHKL 測光を行った。(J-H)₀ - (H-K)₀ 図上でそれらを、最近のモデル、バーデの窓、NGC 6522 フィールド、内の M型巨星観測値と比べた。近傍 M型巨星のメタル量 [Z/Z₀] は分散自乗平均根 0.08 であった。もし Frogel/Whitford のバルジサンプルと近傍 M型巨星との差がメタル量の差に起因するならば、その大きさは $\Delta [Z/Z_0] = +0.2$ である。NGC 6522 フィールド M型巨星のメタル量に広がりがあるという証拠もあるので、Frogel/Whitford サンプルは高メタル側にバイアスがかかっているのだろう。われわれの結果によれば、銀河面から 500 pc かそれ以上離れた拡大太陽近傍域に (J-H)₀ - (H-K)₀ 上で NGC 6522 の M型巨星と同じ箇所を占める星がある。これはそれらがバルジ M巨星と同じメタル量を有することを示唆する。それら銀河面外に位置する星は多分、厚い円盤または内側ハローに属し、銀河バルジの高メタル成分は従って、この種族の中心集団と看做せる。今回の研究はバルジと拡大太陽近傍のミラ型星の母星は似ているという想定を支持する。

1. イントロ

バルジの M巨星のメタルとマス

- Lloyd Evans 1976 3つのバーデの窓でミラ周期に幅——>母星マスとメタルに幅?
- Feast 1985, Glass 1986, バルジ IRAS の近赤外——>再確認
- Blanco, McCarthy, Blanco 1984 非変光 M巨星の objective-prism
- Frogel, Whitford 1987 NIR 測光 ——>低振幅変光星の研究
- スーパーメタルリッチ?

Blanco 型の M 巨星はバルジ特有なのか? 似たような星が近傍にもいるのか?

様々な議論 (Feast 1985, Whitelock, Feast, Catchpole 1986, Whitelock et al 1990) から

「同じ周期ではバルジと近傍星が似ている」ことが明らかである。しかし、運動学から近傍の明るい M型巨星はミラの母星ではないことが言える。

銀河面から離れた暗い晩期 M型星 (Stephenson 1986) が母星であろう (Feast 1989)。

2. 観測

Table 1. Solar neighbourhood M giants.

(a)

Name HR	J	H	K	L	N	Sp.T.	E(B-V)	Notes
45	1.708	0.816	0.624	0.504	2	M2+III	.01	4
46	1.624	0.700	0.494	0.340	2	M3III	.00	3
48	1.298	0.369	0.191	0.065	3	M3III	0	1
105	1.249	0.293	0.086	-0.059	3	M4III	0	1
117	2.901	2.052	1.895	1.729	-	M0III	0	5

Table 2. Late-M-type stars from Stephenson Catalogue.

Running No.	RA (1900)	Dec	J	H	K	L	No	E(B-V)	Notes
1	00 ^h 07 ^m 38 ^s .9	-11° 34' 26"	3.700	2.721	2.390	2.108	2	0	
3	00 27 20.2	-19 12 15	5.272	4.260	3.964	3.734	2	0	
12	01 34 36.0	-08 24 46	4.502	3.524	3.194	2.905	2	0	
15	02 27 19.5	-19 57 26	5.070	4.048	3.635	3.217	2	0	
16	02 30 06.9	-21 20 05	5.274	4.293	3.988	3.715	2	0	
17	02 32 12.4	-03 19 06	5.037	4.060	3.722	3.390	2	0	9

Table 3. M giants in the South Galactic Cap.

(a) Constant stars or small amplitude variables.

HD	b	pg	Sp	J	H	K	L	No	Notes
66	-72	9.1	M3III	3.379	2.420	2.186	1.991	2	1,2
178	-79	10.4V	M5/6III	2.943	1.958	1.668	1.433	3	1,2
180	-76	11.6V	M3/4III	4.234	4.248	2.974	2.797	3	1,2

Table 4. Semi-regular variables of spectral type M.

Name	J	H	K	L	No	E(B-V)	Notes
TV Psc	1.04	0.05	-0.15	-0.30	3	.02	
ST For	2.88	1.94	1.63	1.34	1	0	1, 4
X For	4.21	3.25	3.02	2.81	4	0	
Z Eri	1.61	0.61	0.34	0.14	6	0	
X Hor	1.91	0.96	0.59	0.29	3	0	1

表1 近傍63M型巨星

(1)MK分類でM型(2) Eggen1973 リストで古い円盤種族候補(3)同じく若い円盤種族候補(4) Eggen1972 がヒヤデスグループ(5)少数のCarter 標準星 大部分はBright Star Catalogueにある。

表2 Stephenson1986(|b| > 10°)にある108晩期M型星。

|b| > 20° で < 0のものを選択した。75星は2回以上、33星は1回のJHKL

表3 SGP

b < -59° のM型巨星をMichigan分光カタログから87星

表4近傍のSRでM型

多くは Catchpole の1979からだが、Carter システムに直した。

Frogel, Whitford1987の結果はCarter1990に従い、CTIO --- > Carterシステムに直して使う

表1, 2, 4、では |b| > 10° の星には Burstein, Heiles1982 の減光式を用いた。

|b| < 10° の星は Neckel, Klare 1980 のE(B-V)か

Tammann, Sandage, Yahil1979の式を適用。

3. 近傍M巨星 (表1)

Bessell1989 モデルから、(J-H)-(H-K) プロットは表面重力、大気の広がり、組成に鋭敏である。

図1 近傍M型 (>M5を除く)

>M5は図5のSRと似ているのでそこで扱う。

● = 古い円盤種族(Eggen)

× = 若い円盤候補

○ = ヒアデスグループ候補

△ = MK標準星その他

分離しているようには見えない。

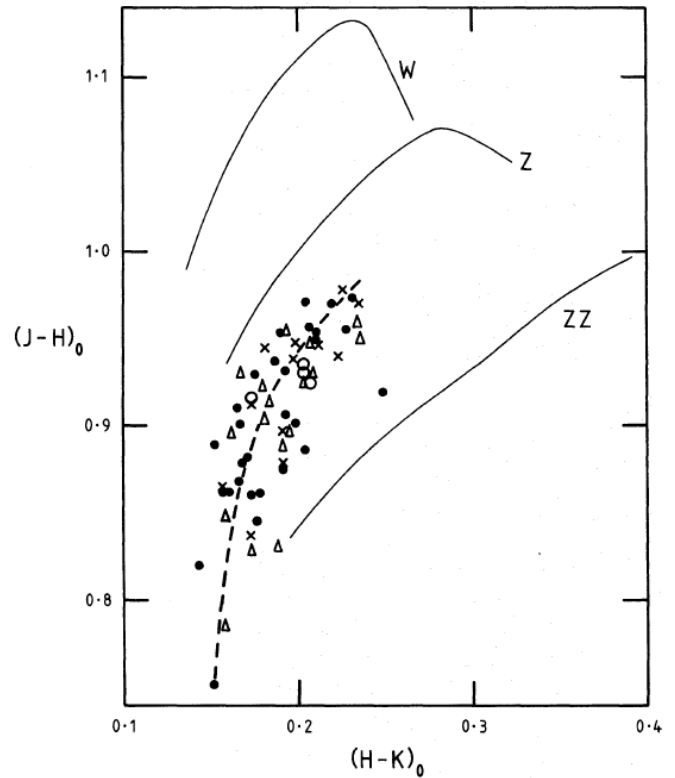
点線 = 系列を目で引いた

HR5192はずれ過ぎているのではずす。

実線 = Bessellモデル ($M_{bol} = -3.5, M = 1M_{\odot}$)

$[Z/Z_{\odot}] = -0.5(W), = 0.0(Z), = +0.5(ZZ)$

モデルの上の方は怪しい。



近傍星に $[Z/Z_{\odot}] = 0$ が妥当とすると、観測とモデルの間にずれがある。

$\Delta(H-K) = -\Delta(J-H) = +0.026$ で一致する。

観測点の分散は小さくフィットカーブに垂直な方向で0.013magである。モデル間のずれを利用して分散を求めると $\sigma([Z/Z_{\odot}]) = 0.08$

4. バルジ巨星

メタル量効果は TiO対(J-K)プロットにも現われる。

Sharples, Walker, Cropper 1990

8415 TiO バンドヘッド指数

+ Bessell 1989 モデル

==>

NGC6522 フィールドで $[Z/Z_0]=+0.5$

改善: 表1にある HR45, 211, 585, 587, 4035, 4267, 9064 の(J-K)をCartet 1990でCTIOに変換して、それら近傍星が $[Z/Z_0]=0.0$ と仮定すると、 $[Z/Z_0]=+0.2$ となる。

Terndrup, Frogel, Whitford 1990

7890 TiOを使って、754-781 指数からメタルを出した。Bessell et al は信頼度疑問。

NGC 6522 フィールドで、 $[Z/Z_0]=+0.4$ (近傍星で規格化)、 $=+0.2$ (規格化なし)

$b=-10, -12^\circ$ で、 $[Z/Z_0]=-0.2$ (規格化なし)

規格化を行うとわずかにプラス?

Rich(1988), Geisler, Friel(1990)

NGC6522フィールドK巨星のメタル

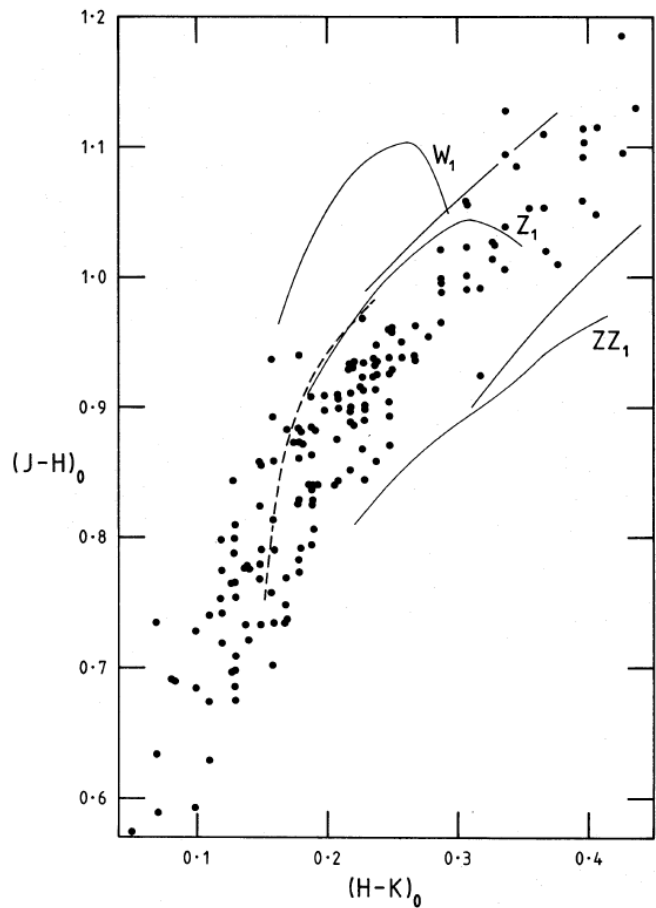


図3 図2をスペクトル型で表現

同じ(J-H)で見ると早期ほど左に偏っている。

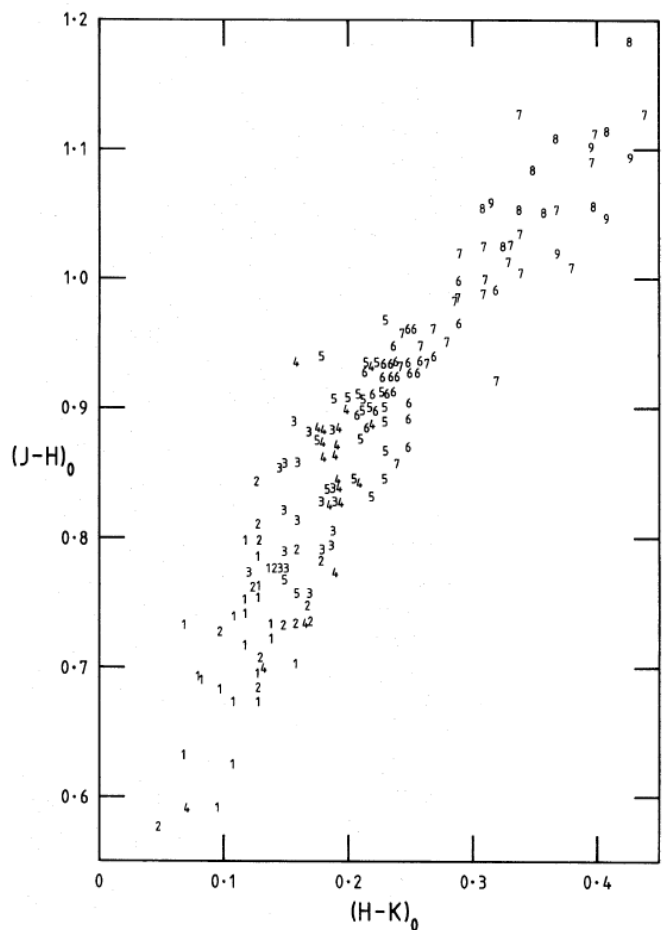
したがって、分散はリアルでメタル量のばらつきを示すものだろう。

論理がつかめない。スペクトル型がメタル量に対応するのか?

しかし、同じH-Kで比べると訳が分からん。

ただ、気を付けなくてはいけないのは、Frogel, Whitford は晩期Mにバイアスがかかっている。M8, M9 星の83%が観測されているが、M6では10%、M2の4%しか観測されていない。メタルが多くなると赤くなるから、F-Wの平均メタルは無バイアスの時より高メタルになっている。

Sharples et al も同様。



5. 銀河面から離れたM型星とSR

表5

Table 5.

恒星グループ
の運動学的、分
布特徴。

Freeman 1977
の種族特性も
比較に挙げた。

拡大太陽近傍
のSRは通常の
M巨星と比べ、
はっきりした非
対称ドリフトと速
度分散を有す。

	V	σ_R	σ_θ	σ_Z	σ_T	h_Z	
	km s ⁻¹	km s ⁻¹	km s ⁻¹	km s ⁻¹	km s ⁻¹	pc	
Old (Thin) Disc	15	40	25	20	51	300	Freeman 1987
Thick Disc	30-40	70	50	40	95	1000	Freeman 1987
Local M Giants	5	31	23	16	42		Delhaye 1965
SR Variables	14±4	42±6	42±6	34±9	68		Feast <i>et al.</i> 1972
Stephenson M Giants						900	Stephenson 1986
Table 3 M Giants						(~500)*	See text
Disc Globular Clusters						1100	Armandroff 1989
Miras							
<140d	20±13				81		Feast <i>et al.</i> 1972
145d-200d	98±22				180		
200d-250d	48±9				101		
250d-300d	20±10				88		
300d-350d	19±6				69		
350d-410d	10±8				58		
>410d	2±8				50		

これらのデータはParenago1951から取った。非常によく似た結果が三上(1978)により得られている。

三上はSRと非変光M型星との間に運動学的にはっきりした差を見出した。

ミラの値(Feast 1972)は比較用。

Stephenson

$|b| > 10^\circ$ の晩期M型星のスケールハイト $H_z = 900 \text{ kpc} (M_v = 0)$, $1.8 \text{ kpc} (M_v = -0.9)$

thick disc の厚さと同程度

SGPのM巨星

$m_p = 10.2$, $B - V = 1.5$, $M_v = 0 \longrightarrow D = 500 \text{ pc}$

図4. M型巨星の二色図

- 既知変光星
- 表2の晩期M型星
- × 表1の近傍M型巨星

破線=図1の近傍M星フィット
 二本実線=晩期M星の範囲
 ミラ型星の大体の領域も示す。
 (Feast 1982 による。)

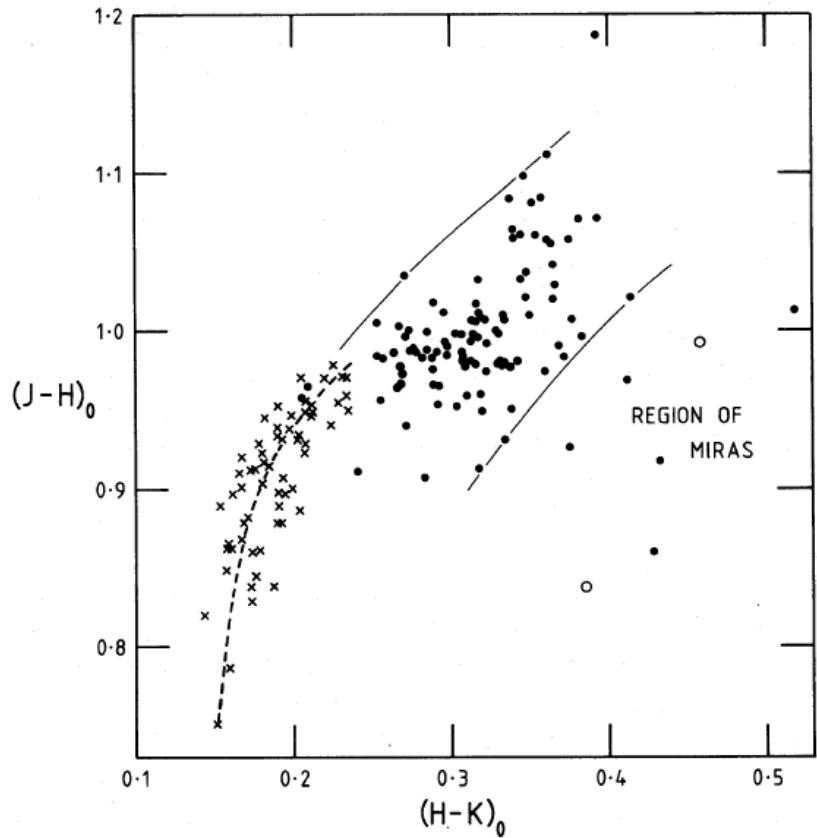
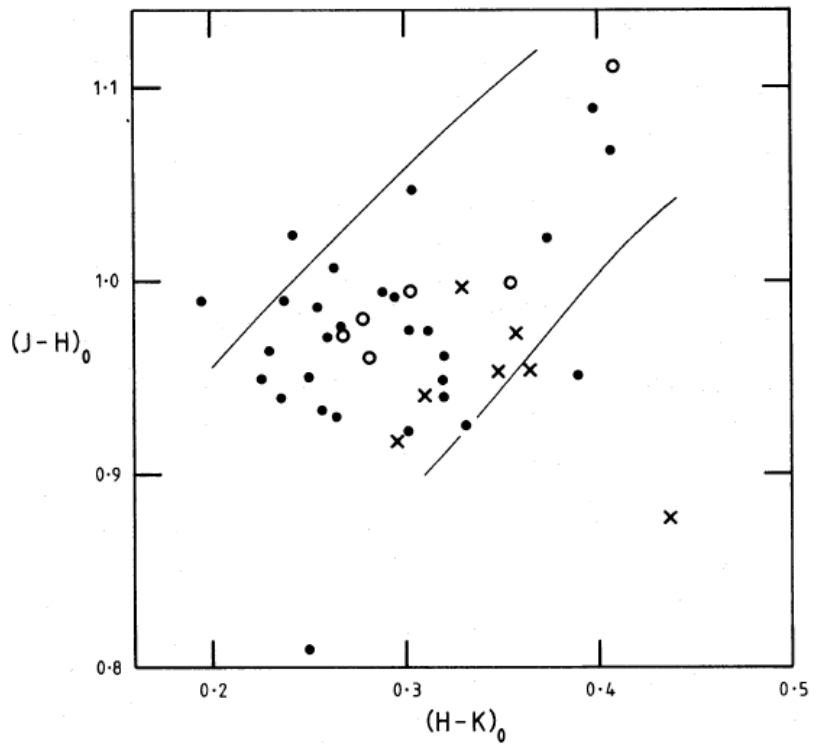


図5. SR の二色図

- 表1から
- 表4
- × 表4(弱いバルマー輝線)
- 二本実線=図4の晩期M星範囲

非常に青い星は赤化過補正か。



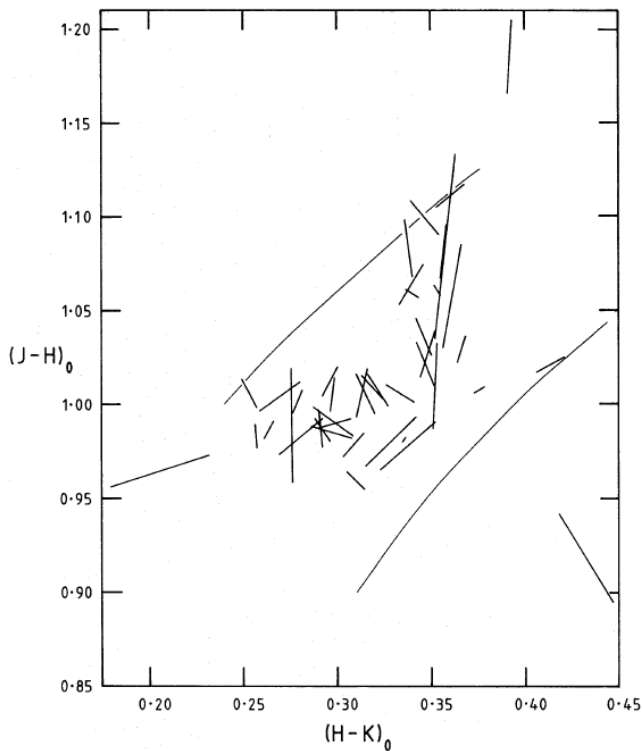


図6. SRの変光による移動
その他

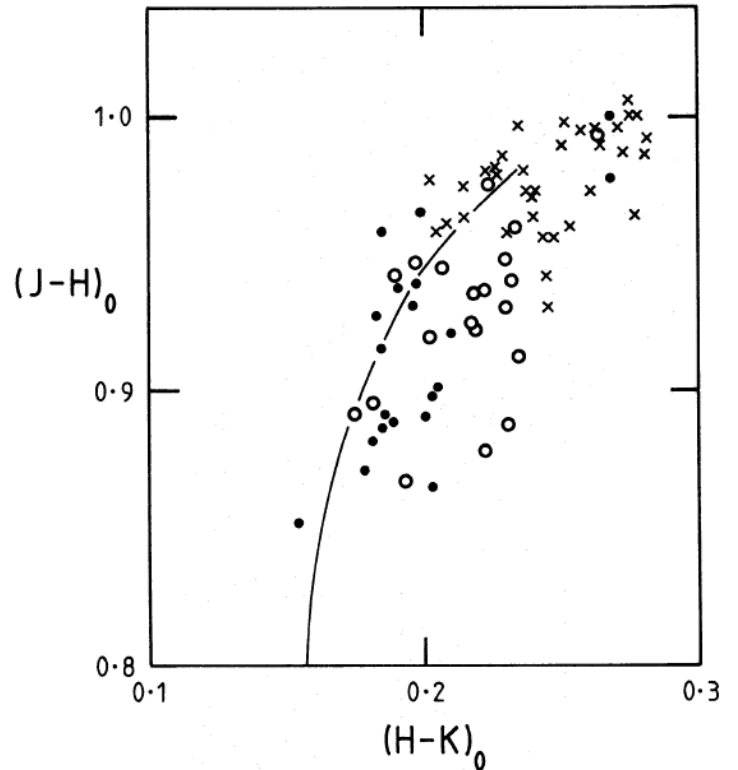


図7SGPのM巨星 ○=非変光、×=変光星、●=

図2、図5を見ると、Stephensonの星 ($|b| > 10^\circ$)にある108晩期M型星、SR(表4 Catchpole), 低温バルジ星は(J-H) - (H-K) 2色図の同じ領域を占めている。それらの星は似た天体であることを示唆する。

もし、Stephensonの晩期型変光星がバルジの晩期型星と似ているなら、もっと早期のM型星が銀河面から離れて存在するだろう。そのため図7でSGP星を調べた。×の変光星が冷たい(赤い)領域にある。

明らかに、SGP星は近傍星の右側に寄っており、図2のバルジ領域に広がっている。

—>

円盤から高い所にバルジと似た種族がいる。

これは、Wing1989: SGP星の狭帯域測光観測でTiOバンドが強い。

高メタル?

と合う。

6. 結論

- (1) 近傍M型星は(J-H) - (H-K)で狭い系列 $\sigma ([Z/Z_0]) = 0.08$
- (2) NGC6522 では $[Z/Z_0] = +0.2$
- (3) 銀河面から500pcくらい離れたところにバルジと似たメタルのM巨星が存在する。
- (4) それらは多分 thick disc か inner halo に属する。
- (5) バルジはこの種族の中心部分であろう。

この結論は厚い円盤の星がバルジ星と似て平均するとかなり高メタルであることを示唆するが、今も生きている話なのか? メタル量ならもっと確実な手法があると思うが追究されたか?