

# K-band Calibration of the Red Clump Luminosity

Alves, D.R.

2000 ApJ 539, 732-741

## アブストラクト

ヒッパルコスのレッドクランプ238星のK等級を導き、銀河中心までの距離を求めた。これらの星は以前は I バンド標準光源として用いられていた。K等級は減光の効果が小さく、多分メタル量の影響が低い。メタル効果を調べるため高分散分光からメタル量が既知の星のみを選んで較正を行った。サンプルの平均メタル量は  $[Fe/H] = -0.18$  ( $\sigma = 0.17$ ) である。データは  $M_K$  と  $[Fe/H]$  の間に何の相関もないという仮説と無矛盾で、関係の勾配に弱い拘束を付けるだけであった。サンプルの光度関数は  $M_K = -1.61 \pm 0.03$  でピークとなる。

次に、バーデ窓のレッドクランプ20星、平均メタル量は  $[Fe/H] = -0.17$  ( $\sigma = 0.09$ )、の可視、赤外等級を集めた。この星達の平均メタル量はヒッパルコスサンプルと同じくらいである。これら二つのグループのレッドクランプ星が同じ  $(V-I)_0$ ,  $(V-K)_0$  カラーを持つと仮定すると、バーデ窓で  $A_V = 1.56$ ,  $A_I = 0.87$ ,  $A_K = 0.15$  となった。これは以前の値と一致する。銀河中心までの距離指標は  $(m-M)_0 = 14.58 \pm 0.11$ ,  $R = 8.24 \pm 0.42$  kpc である。距離不定性の最大の原因はバーデ窓内のレッドクランプ数が小さいことである。

## 1. イントロ

レッドクランプ = (1)  $1 - 10$  Gyr または (2)  $> 10$  Gyr しかし高メタル

標準灯台? Cannon 1970

ヒッパルコスにはっきりと出る Perryman et al 1997

による光度較正で人気が出てきた。Paczynski, Stanek 1998

--> GC (Paczynski, Stanek 1998),

LMC, M31 (Udalski et al., Stanek, Zaritsky, Harris 1998, Stanek, Garnavich 1998)

LMC short distance Butcher 1977, Seidel et al 1987, 上の連中

long distance Romaniello et al 2000

RC のメタル、年齢効果 Cole 1998, Girardi et al 1998, Udalski 2000, Alves Sarajedini 1999

古いところでは、Lattanzio 1986, Seidel+2 1987, Olszewski +2 1987

--> LMC の種族効果で0.2等変化が予想される。

LMC 減光効果 Romaniello et al 2000, Zaritsky 1999, Popowski 2000

K バンド 減光効果も弱い、メタル効果が小さいのではないか?

——> この論文ではヒッパルコス RC から高分散分光データ星 (McWilliams 1990) を選んだ。

既に Udalski 2000 は  $M(I) - [Fe/H]$  関係を同じサンプルから出している。

## 2 RC データ

Udalski による RC リスト (284 星) から Hipparcos カタログから必要データを取った。

2MASS と同定 ——> 284 - 25 (明るすぎ) の J, H, K

Catalog of IR Obs. --> 明るい星の K

31 星は Koonenef 1983 の標準星リストにあるので、K 等級精度チェック ——>  $\sigma(K) = 0.014$

——> 表1

TABLE 1  
RED CLUMP GIANT DATA

Henry Draper Name (1)	CIO Names <sup>a</sup> (2)	<i>K</i> (3)	<i>Hipparcos</i> Identifier (4)	$\pi$ (mas) (5)	$\sigma_{\pi}$ (mas) (6)	<i>V</i> (7)	<i>B-V</i> (8)	<i>V-I</i> (9)	[Fe/H] (10)
28 .....	IRC - 10002, BS 3	2.22	443	25.38	1.05	4.613	1.029	1.04	-0.31
87 .....			476	8.75	0.80	5.550	0.901	0.87	-0.22
448 .....			729	11.17	0.72	5.570	1.043	0.99	-0.01
645 .....			873	15.35	0.74	5.841	1.000	1.01	-0.02

### 3. 絶対 K 等級

$$M(K) = K - 10.0 + 2.1715 \ln(\pi)$$

減光=0を仮定 (Mendez, van Altena 1998)

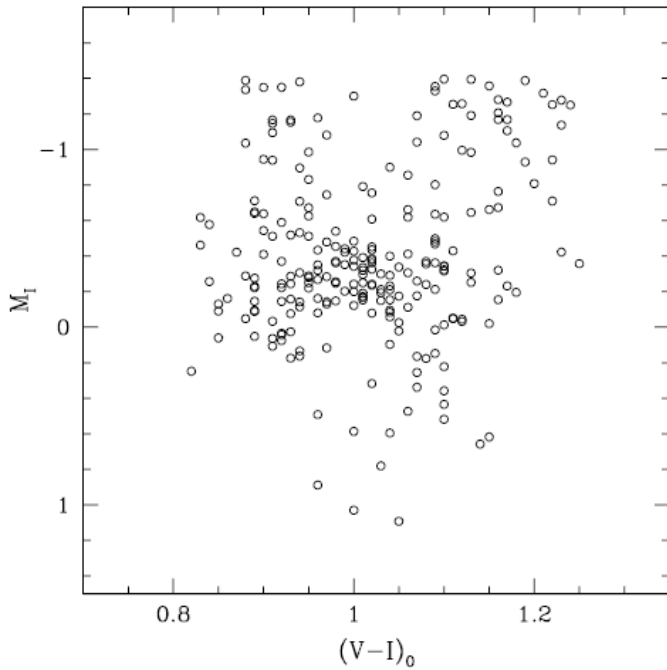


図1  $M(I)-(V-I)_0$  関係 分布の限界は Paczynski, Stanek 1998 の設定を表す。

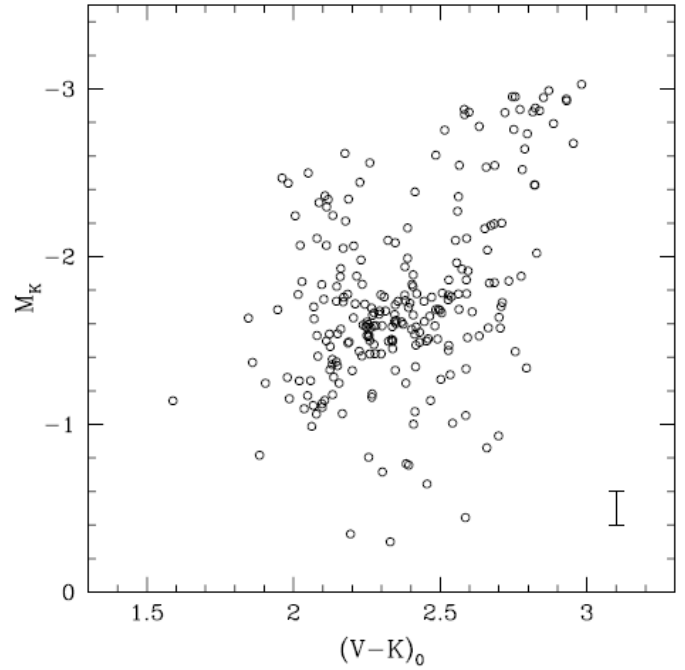


図2  $M(K)-(V-K)_0$  関係。右下縦棒はエラーバー

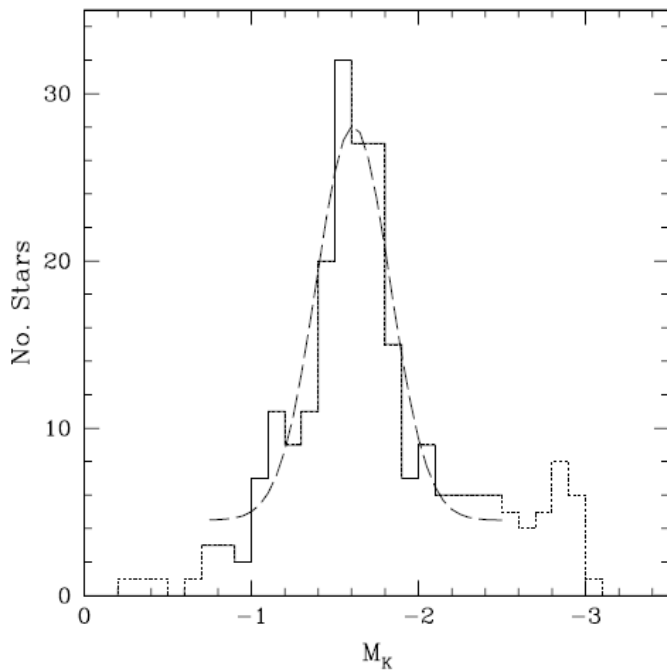


図3 K 等級光度関数。ビン幅=0.1等

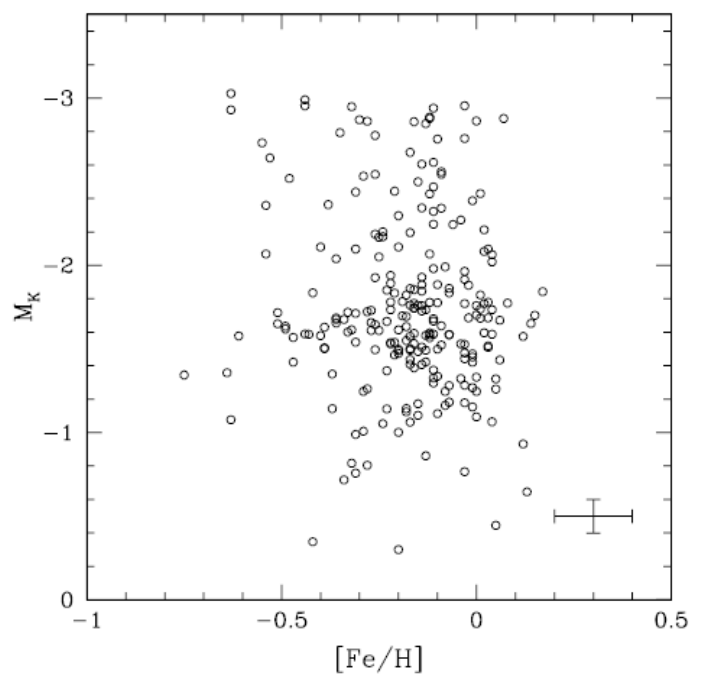


図4  $M(K)-[Fe/H]$  関係。右下はエラー

$M(K)=-2.85$  付近の AGB Bump も考え、 $-2.5 < M(K) < -0.8$  で光度関数を定数+ガウスで近似して、 $M(K)=-1.61 \pm 0.03$   $\sigma(RC)=0.22$  を得た。

図4では、 $[Fe/H]=-0.18$  分布をフィットすると、 $M(K)=(0.57 \pm 0.36)[Fe/H] - (1.64 \pm 0.07)$

ただし、カラーカットを  $2.2 < (V-K) < 2.5$  にすると勾配  $= -0.36$  になってしまう。色々なフィット法によっても結果は大きく変わる。したがってメタル効果は  $-0.5 < [Fe/H] < 0$  では検出されなかったと結論する。

もちろんメタル変化が大きいと現れるかも知れない。

## 4. GC 距離

図5 BW の  $K_0 - (V-K)_0$  関係

データは Tiede et al 1995 より。

矢印は  $K_0 = 12.98 \pm 0.11$  のピーク

$A(K) = 0.14$ ,  $A_V = 1.46$ ,  $E(V-I) = 0.65$

を採用した。

$[Fe/H] = -0.17$  で Hipparcos RC の

平均メタル量とほぼ同じ。

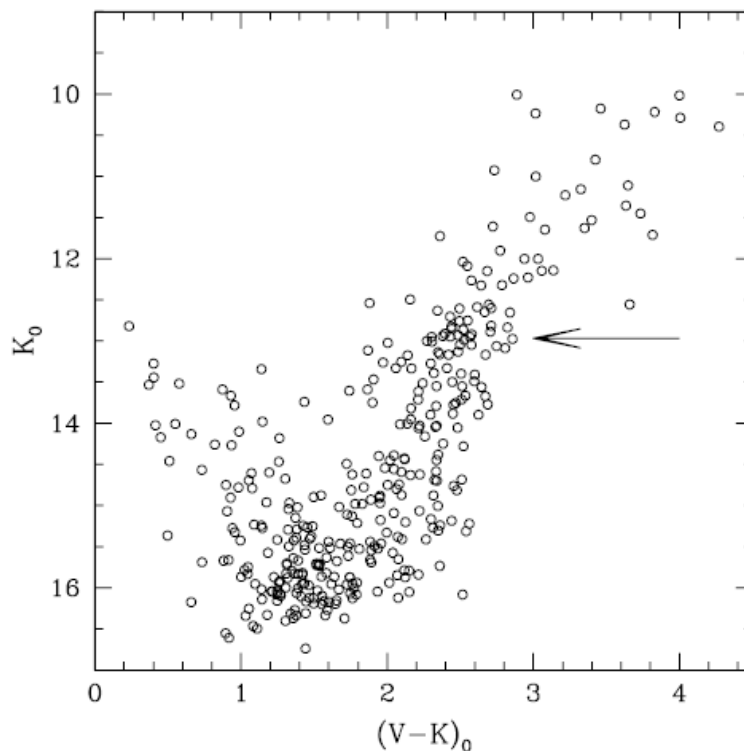


図6 BW 内 RGB の  $K_0$  光度関数

$(V-K)_0 < 3$ ,  $10.5 < K_0 < 15$

直線+ガウスでフィットして、RC の

ピーク等級として  $K_0 = 12.98 \pm 0.11$

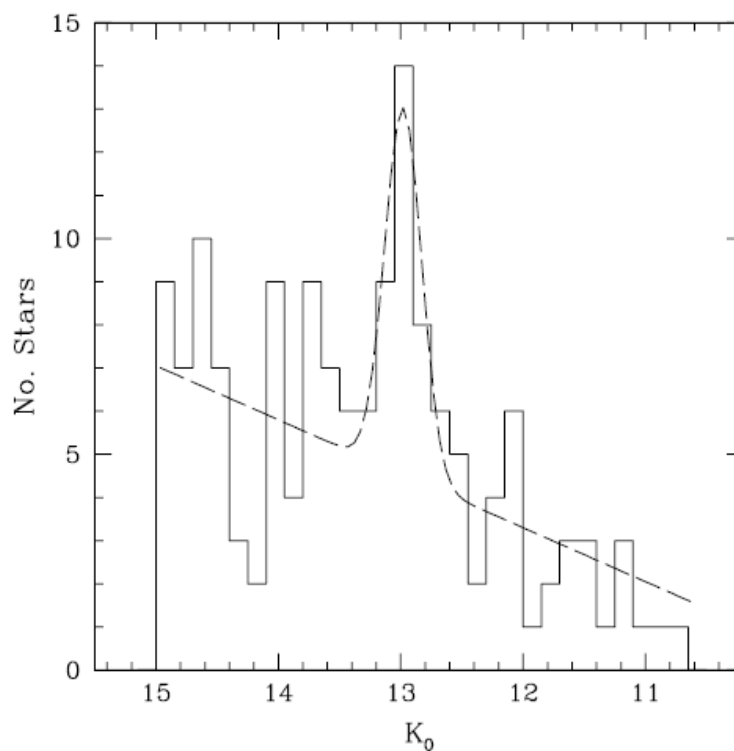


図7 (V-I)<sub>0</sub>-(V-K)<sub>0</sub> 二色図

○=ヒッパルコス RC 星

●=BW の RC 星

実線=近傍巨星の系列 (Bessell,Brett 1988)

矢印=A<sub>K</sub>=0.01 の減光ベクトル

RC 平均カラー

	(V-K) <sub>0</sub>	(V-I) <sub>0</sub>
ヒッパルコス	2.47	1.09
BW	2.34	1.00

もし Tiede et al 1995 と同じ A<sub>v</sub>/A<sub>k</sub>, A<sub>i</sub>/A<sub>k</sub> を採用して、BW の吸収を Δ A<sub>k</sub>=0.015 変更すると、BW の RC カラーは

Δ (V-K)<sub>0</sub>=-0.14, Δ (V-I)<sub>0</sub>=-0.07 変化する。その場合、BW と Hipparcos の RC 平均カラーは非常に近い。

この論文ではそこまで過激にとらず、Δ A<sub>k</sub>=0.01 を採用する。

すると、図5での A(K)=0.14, A<sub>v</sub>=1.46, E(V-I)=0.65 から、

A(K)=0.15, A<sub>v</sub>=1.56, E(V-I)=0.69 となる。この場合 Hipparcos と BW で RC カラーの差は数%である。

以上の RC カラーを修正すると、BW の赤化補正 RC 等級は <K<sub>0</sub>><sub>rc</sub>=12.97±0.11, R=8.24±0.42 となる。

参考までに Reid 1993 は BEST 平均値=8.0±0.1 kpc とした。

平均メタル量によるシステムティックエラーはない。なぜなら、ヒッパルコスと BW の RC のメタルは同じくらいだ差から。

年齢、He 量、特殊な元素の増加によるシステムティックエラーは不明である。

ヒッパルコスと BW の RC の間で (V-I) に 0.2 等の差が生じたこと (Paczynski, Stanek 1998) は測光キャリブレーションのエラーだった可能性がある。

おしまい。

