

銀河系中心方向の 近赤外赤化則

西山 正吾 (名古屋大)

IRSF/SIRIUSグループ



Galactic Plane

100' × 100'

IRSF/SIRIUSによる 銀河中心サーベイ

10平方度 (銀経 5° 、
銀緯 2°) を近赤外3
バンドでサーベイ

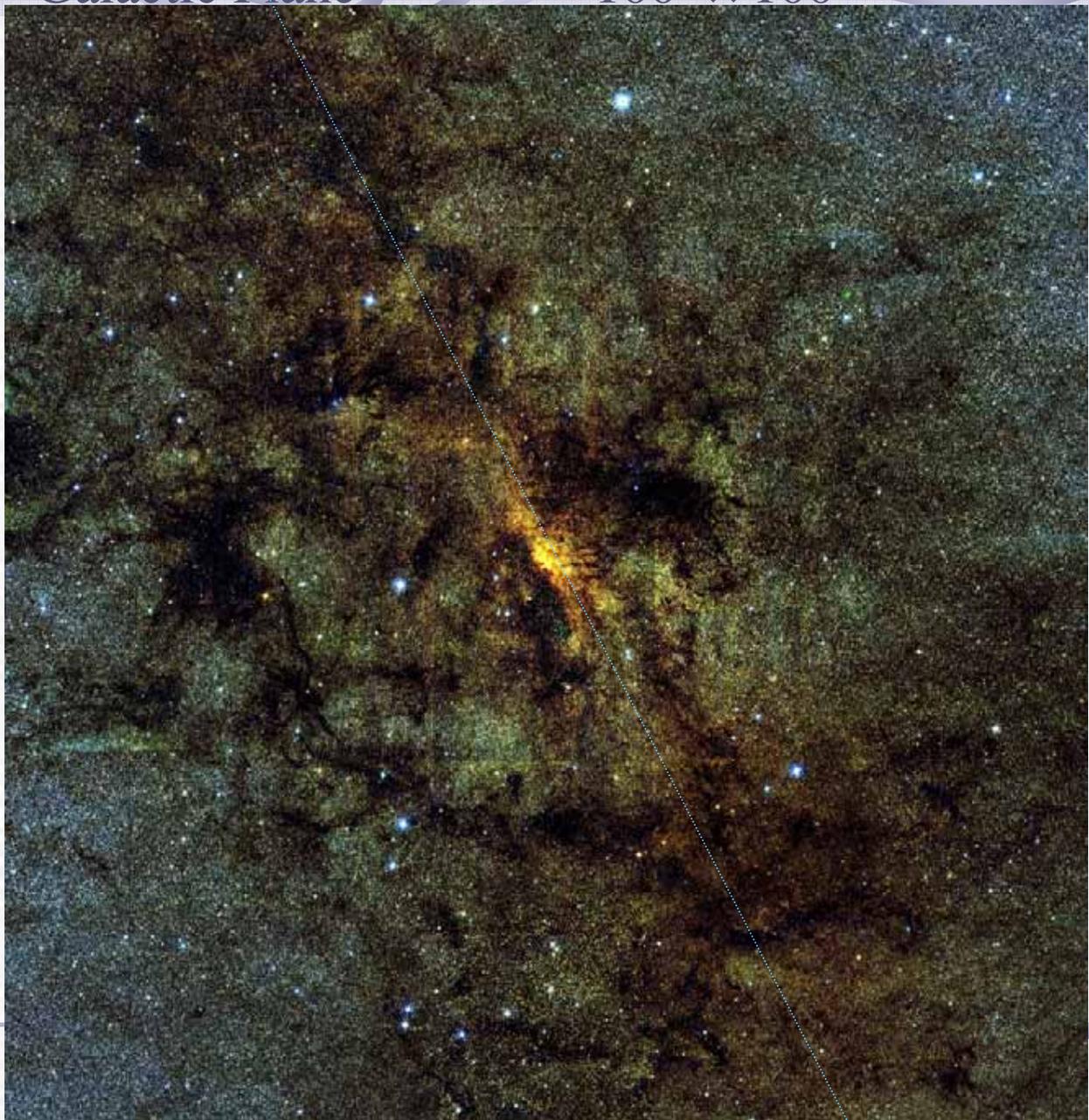
目的

バルジ内での星形成
の様子を明らかに

J:青

H:緑

Ks:赤



Introduction – 赤化則

近赤外3バンド(J,H,K_s)での星形成の研究

2色図、色等級図で若い星を選び出す

バルジまでの減光は非常に大きい($A_V \sim 10-30\text{mag}$)
精度のいい赤化ベクトルが必要

よく使われている赤化則

van de Hulst, Rieke & Lebofsky(1985),

ほとんどが $R_V = A_V/E(B-V)$ を必要とする
 R_V を直接求めるのは難しい

統計的に十分な数の星での議論が少ない
(R&Lでは7個)

Introduction –減光マップ

Catchpole et al. (1990)

$$A_V:A_J:A_K = 1.00 : 0.246 : 0.088$$

(van de Hulst no. 15 curve)

Schultheis et al. (1999)

DENIS

$$A_V:A_J:A_{K_s} = 1.00 : 0.256 : 0.089$$

(Glass 1999)

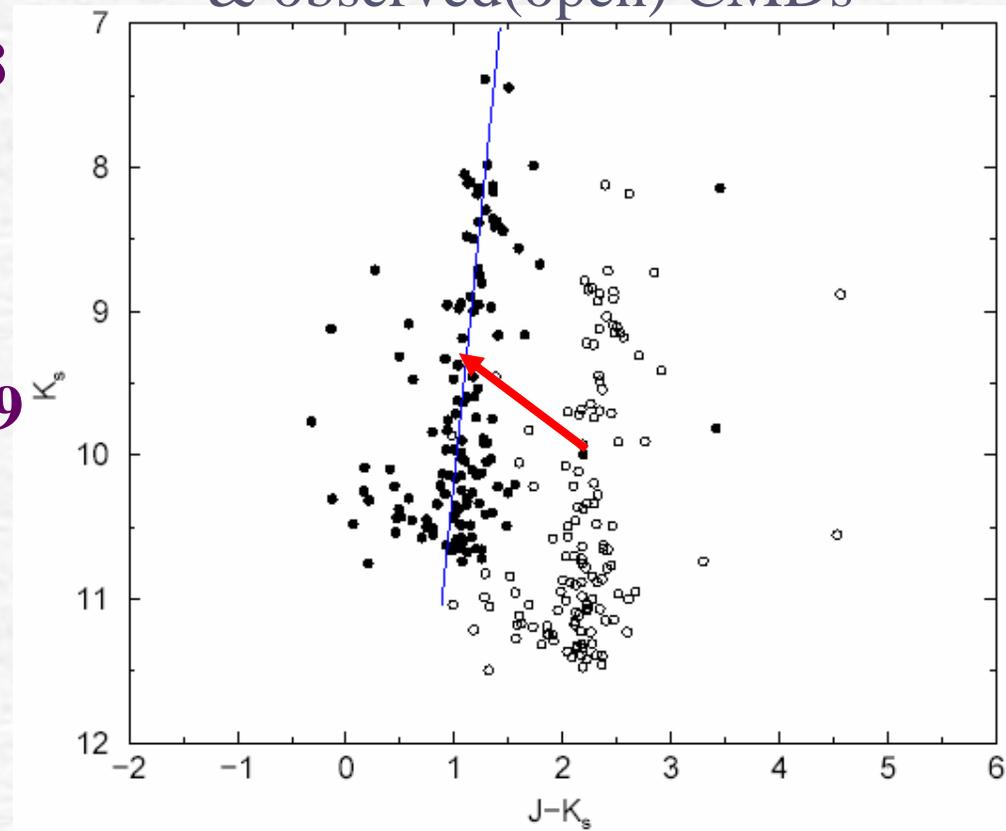
Dutra et al. (2003)

2MASS

$$A_{K_s} = 0.670E(J-K_s)$$

$$A(\quad)/A(J) = (\quad/1.25)^{-1.70}$$

(Mathis 1990)

Extinction-corrected(filled)
& observed(open) CMDs

Dutra et al. 2003

$A_{K_s}/E(J-K_s), A_{K_s}/E(H-K_s)$ の値が必要

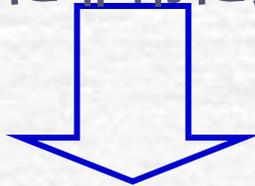
Introduction – Red clump giant method

Red Clump Stars { 比較的low質量
金属量多
He燃烧段階

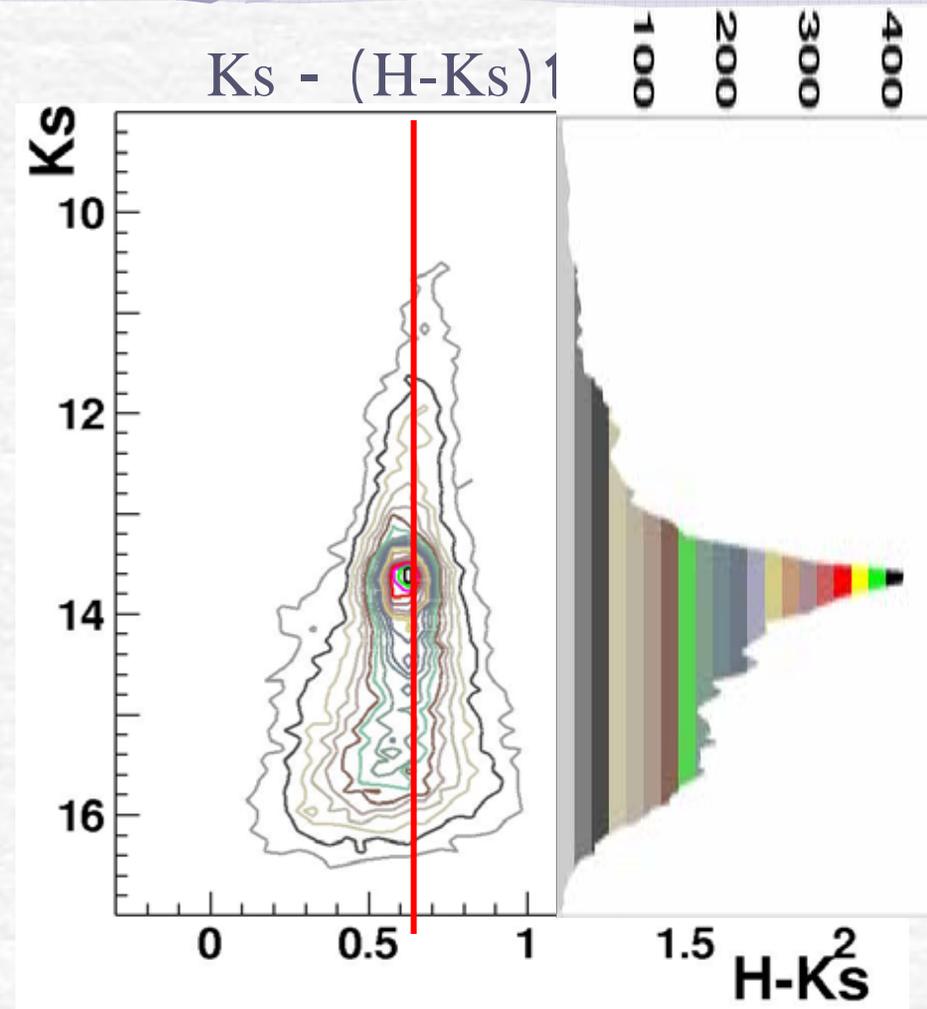
●明るさが一定 (Alves 2000)
($M_K = -1.61 \pm 0.03$ 等)

● M_K はメタリシティ,
年齢によらない (依存は小)
(Alves 2000, Pietrzynski et al.
2003)

●バルジに非常に多く存在



標準光源として使用可



Introduction – Red clump giant method

Red Clump分布の
ピークをプロット

赤化則に従って右下に伸びる

傾きから減光量 A_{Ks} と色超過
 $E(H-Ks)$ の比が求まる。

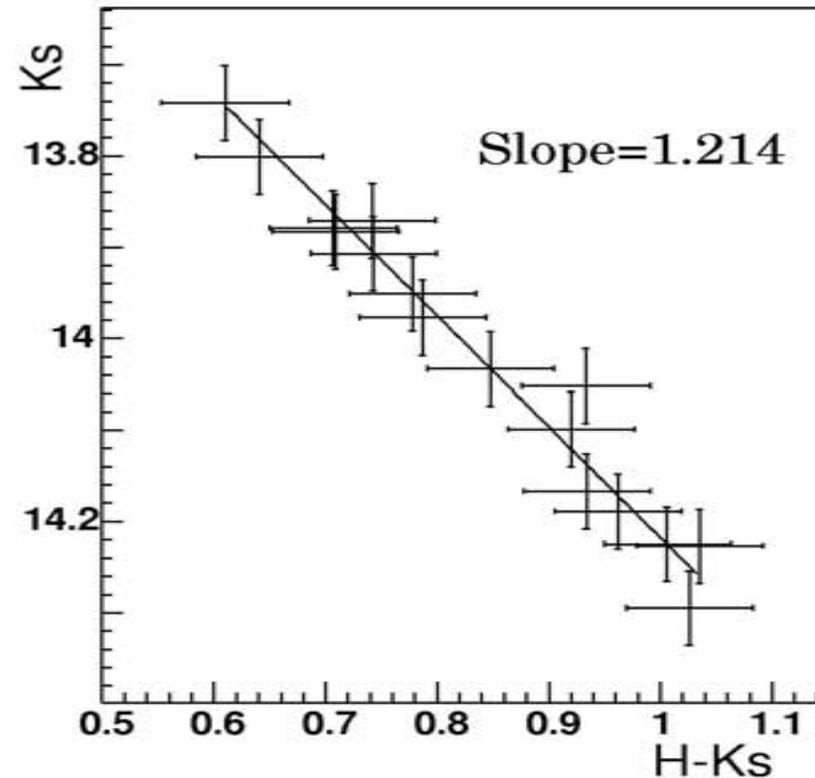
何がいいのか？

R_V 等の仮定がいらぬ

ピークは精度よく決まる(~ 0.05 等)

$A_{Ks}/E(H-Ks)$ 、 $A_{Ks}/E(J-Ks)$ の直接測定が可能

$Ks-(H - Ks)$ 色等級図



Introduction – Red clump giant method

Red Clump stars の2つの仮定

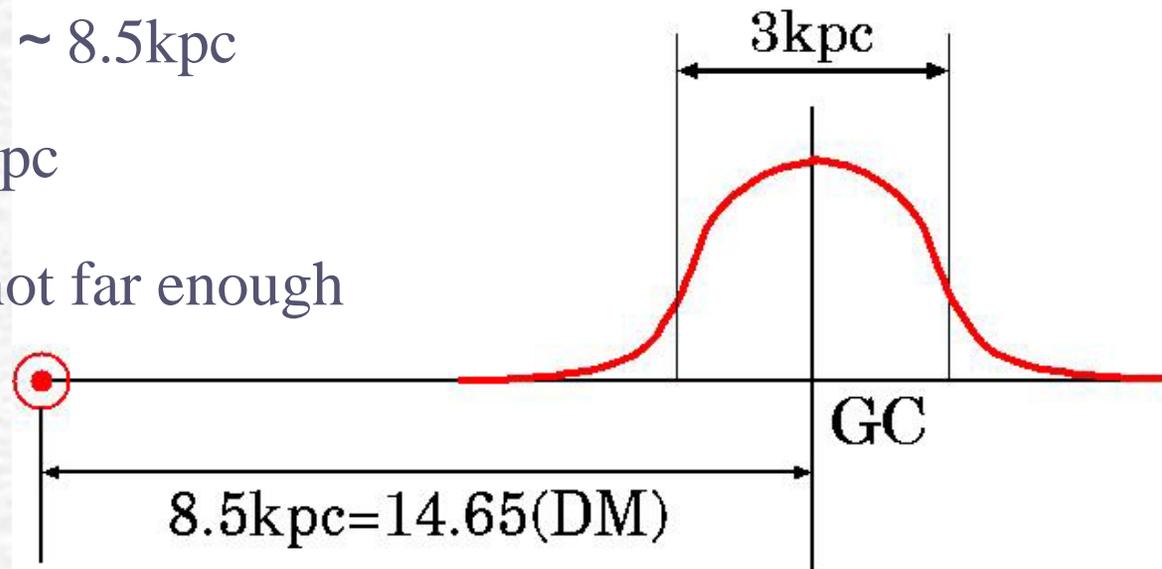
1. 同じ距離に分布
2. 明るさが一定

1. 本当に同じ距離にあるのか?

銀河中心までの距離 $\sim 8.5\text{kpc}$

バルジの奥行き $\sim 3\text{kpc}$

DM = 1.1mag ... not far enough



個々の星ではなく 光度分布のピーク を用いる
... 0.03等 の精度

Introduction – Red clump giant method

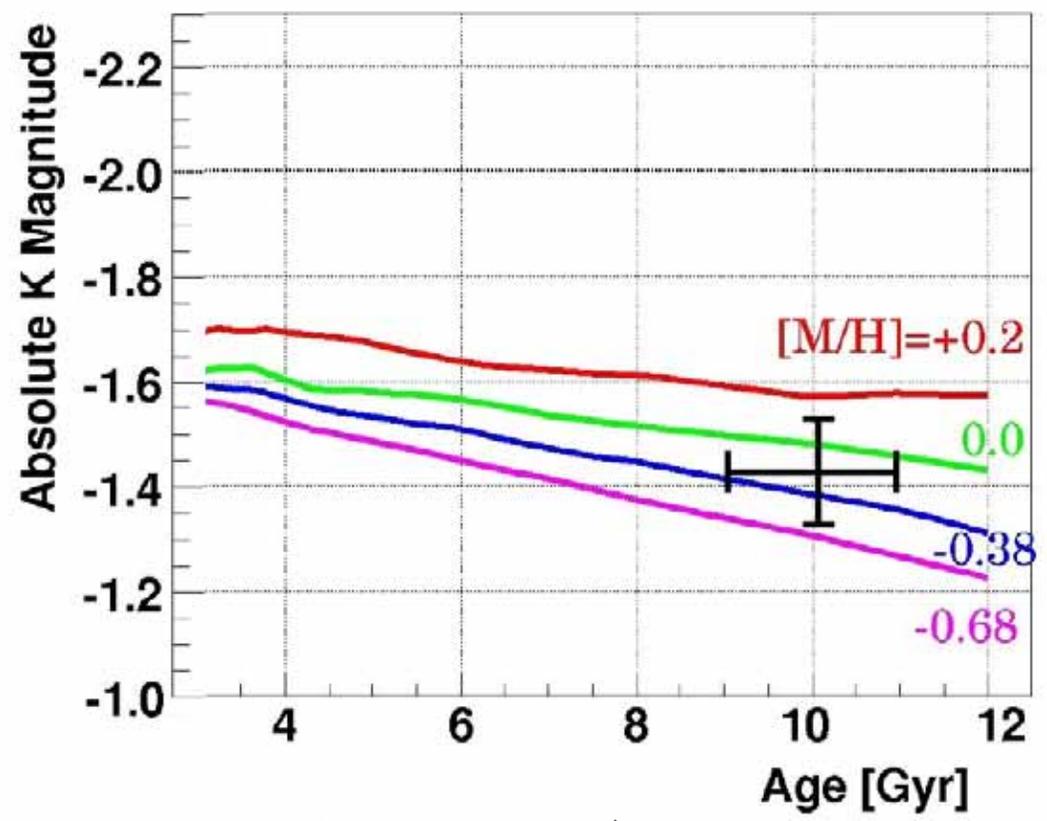
2. 明るさはメタリシティや年齢によらない?

バルジの年齢 > 10Gyr
年齢のばらつき < 10%
 (Ortolani et al. 1995,
 Zoccali et al. 2003)

[Fe/H] = -0.21 ± 0.30,
メタリシティの勾配なし
 @ R < 560pc
 (Ramirez et al, 2000)

メタリシティと年齢による
 RCのKバンド絶対等級
 (Salaris & Girardi, 2002)

Calculation of RC K magnitude



0.1等程度のばらつき

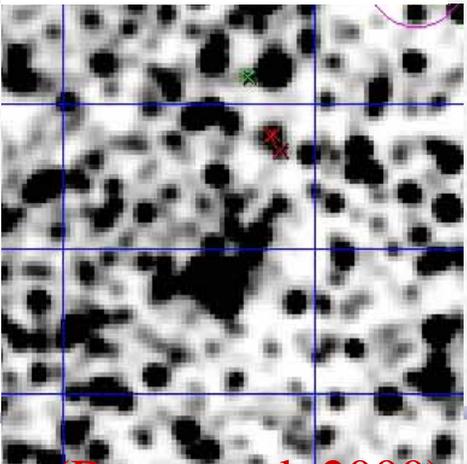
観測 – Infrared Survey Facility (IRSF)

1.4m望遠鏡 + SIRIUS (近赤外JHKs撮像カメラ)

南アフリカ共和国
サザーランド観測所 (南緯32°)

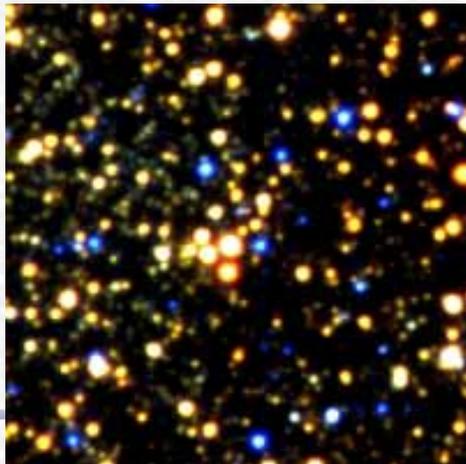
サーベイ用に特化したカメラと
専用望遠鏡

2MASS(2"/pix)



(Dutra et al. 2000)

IRSF(0.45"/pix)

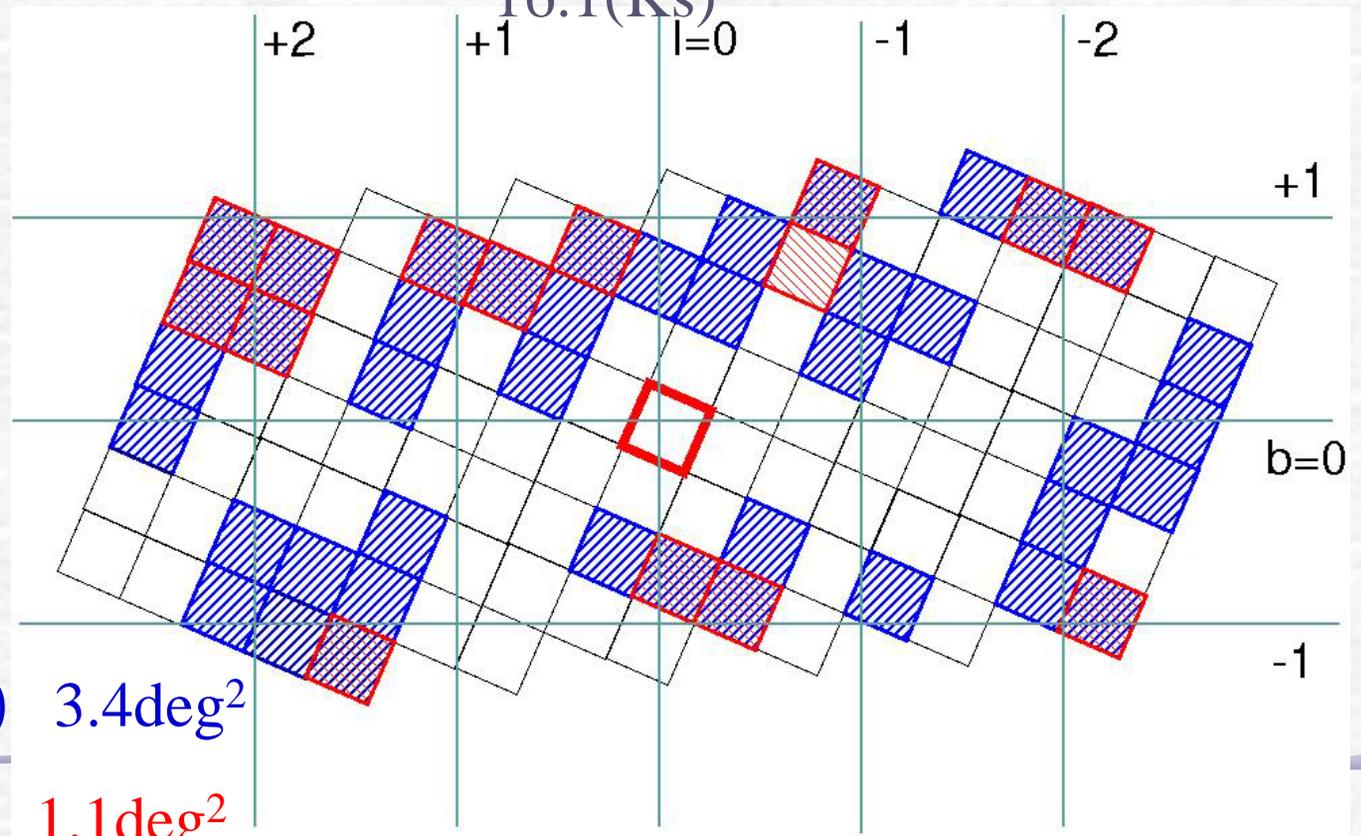


観測 - 解析領域

観測日 :
2002年 3 ~ 7 月
2003年 4 ~ 8 月

Seeing : <1.3 秒角

限界等級 (50s, 10)
17.5 (J), 16.6(H),
16.1(Ks)

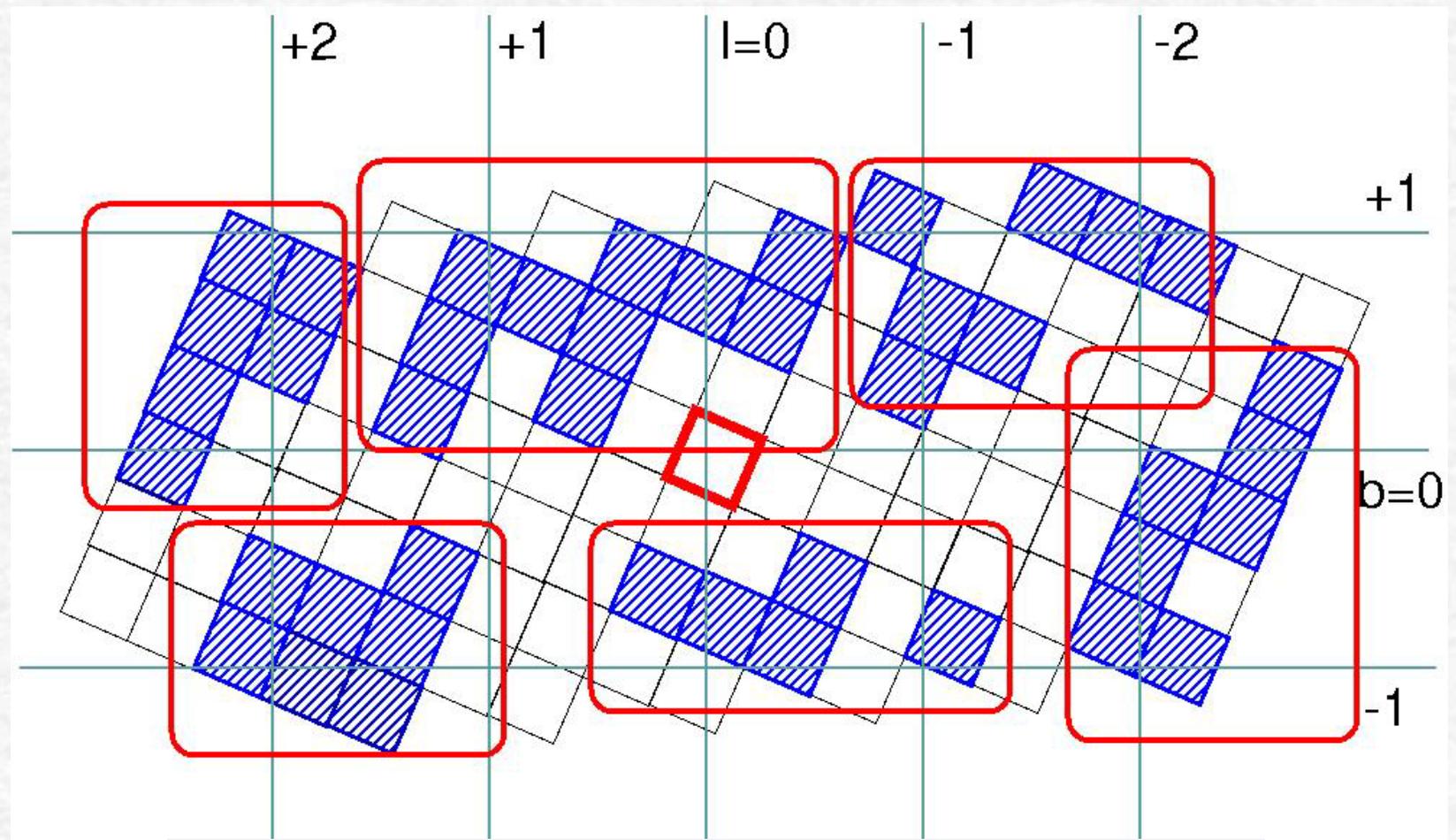


解析使用領域

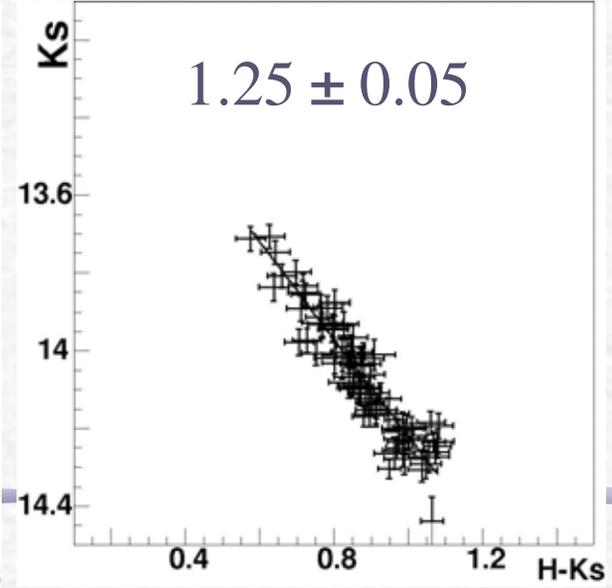
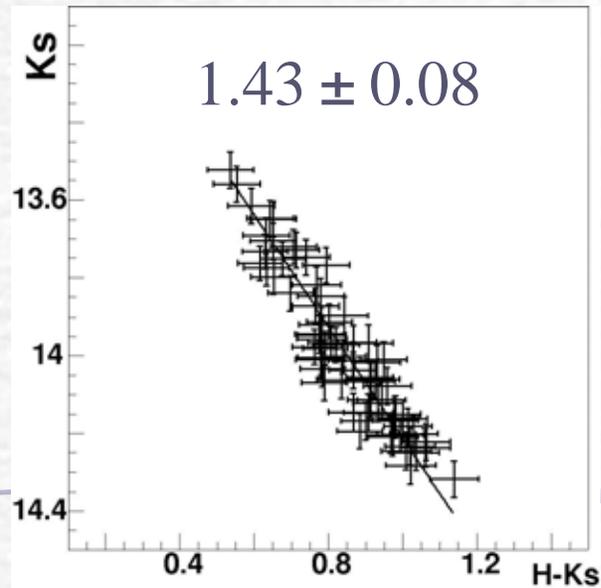
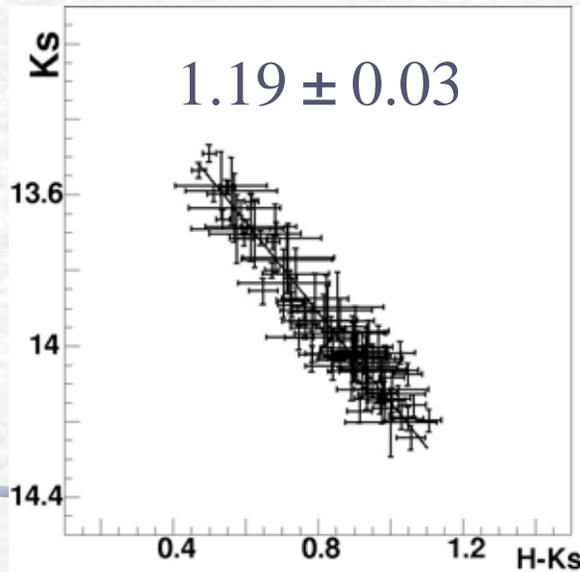
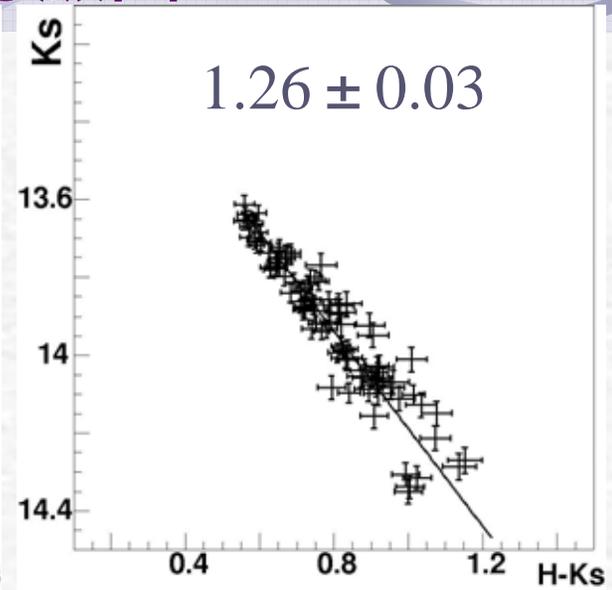
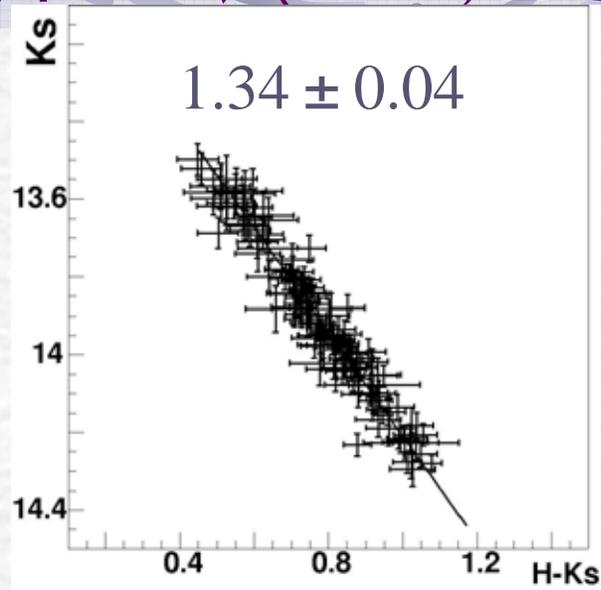
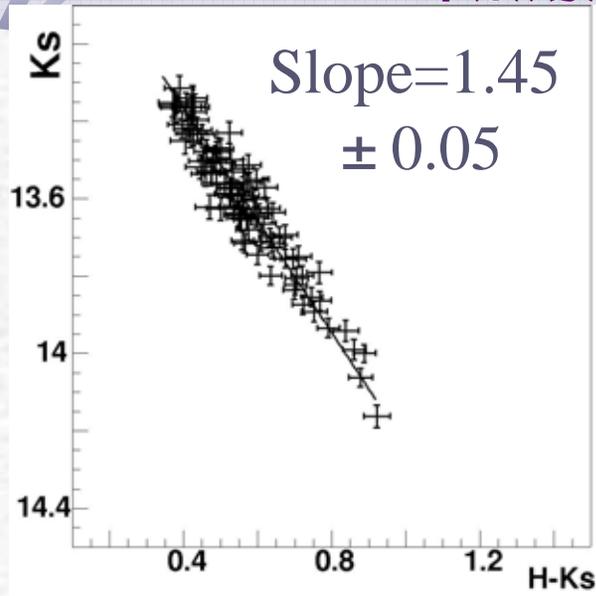
青: $A_{Ks}/E(H-Ks)$ 3.4deg²

赤: $A_{Ks}/E(J-Ks)$ 1.1deg²

観測結果 K_s 、 $(H-K_s)$ 色等級図



6つの領域に分けて $A_{K_s}/E(H-K_s)$ を求める

觀測結果 K_s 、 $(H-K_s)$ 色等級圖

考察1 ... $A_{Ks}/E(H-Ks)$ のばらつき

場所による赤化則 (NIR) の違いは小さい (Cardelli et al. 1989)

領域内で距離が異なる？

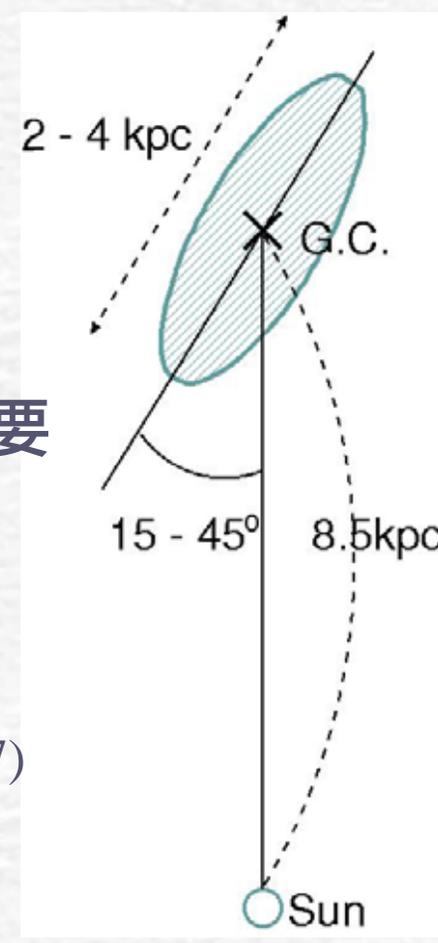
	Slope	Error
	1.45	0.05
	1.34	0.04
	1.26	0.03
	1.19	0.03
	1.43	0.08
	1.25	0.05
Mean	1.28	0.04
RMS	0.10	

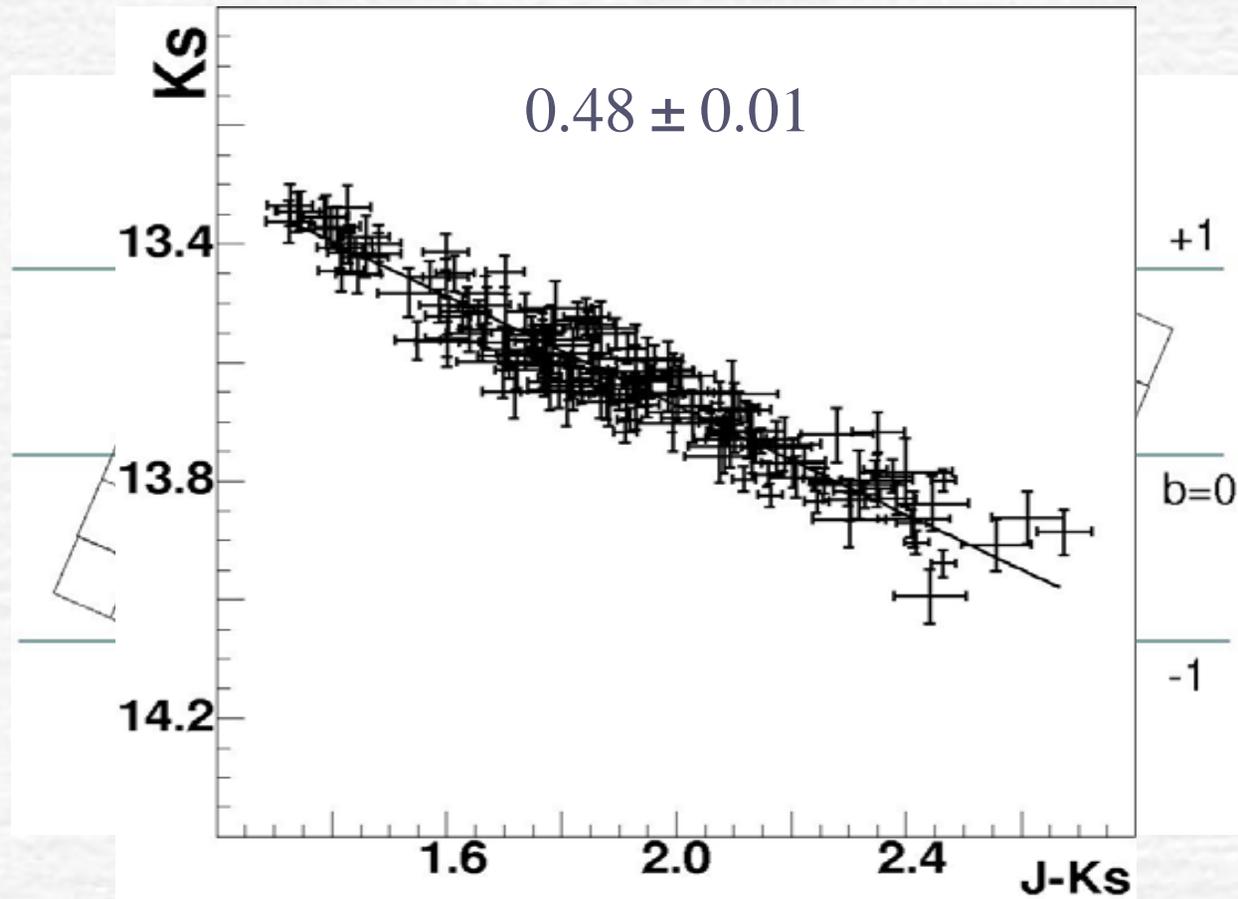
Compiled	1.35	0.02
----------	------	------

減光量と距離に
相関が必要

~ 0.2mag/deg
(160pc/deg) **が必要**

0.04mag/deg
(Stanek et al. 1997)



観測結果 K_s 、 $(J-K_s)$ 色等級図

結果と他の研究との比較

	IRSF/ SIRIUS	van de Hulst	CCM89 (R&L:@K
$A_{Ks}/E(H-Ks)$	1.28 ± 0.04	1.58	1.90 (1.78)
$A_{Ks}/E(J-Ks)$	0.48 ± 0.01	0.55	0.72 (0.66)
A_J/A_J	1.0	1.0	1.0
A_H/A_J	0.58 ± 0.05	0.58	0.64 (0.62)
A_{Ks}/A_J	0.32 ± 0.01	0.36	0.42 (0.40)
$E(J-H)/E(H-Ks)$	1.68 ± 0.08	1.87	1.65 (1.70)

考察2 ... R_v

Rieke&Lebofsky(1985) を考えてみると。。。

測定値が正しいなら、 $A_H/A_J = 0.576$ (IRSF) を得るために

$R_v [E(V-)/E(B-V)] = 3.00$ とすればよい

	van de Hulst	R&L ($R_v=3.00$)	R&L ($R_v=3.09$)
A_J/A_V	0.245	0.259	0.282
A_H/A_V	0.142	0.149	0.175
A_K/A_V	0.081	0.084	0.112

銀河中心では $R_v \sim 3.0$ ではないか

$R_v = 2.97 @d > 2kpc$ (He et al. 1995)

まとめ

バルジのRed Clump星を使い、赤化則を求めた。

$$\blacklozenge A_{K_S}/E(H-K_S) = 1.28 \pm 0.04$$

$$\blacklozenge A_{K_S}/E(J-K_S) = 0.48 \pm 0.01$$

$$\blacklozenge A_J:A_H:A_{K_S} = 1.00 : 0.58 : 0.32$$

$$\blacklozenge E(J-H)/E(H-K_S) = 1.68 \pm 0.08$$

$A_{K_S}/E(H-K_S)$ は場所によってばらつく RMS=0.10

R&Lが求めた値とは大きく異なる

R&LよりはvdHの方が観測値に近い