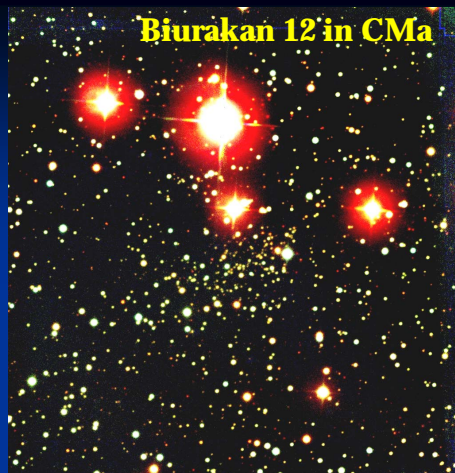
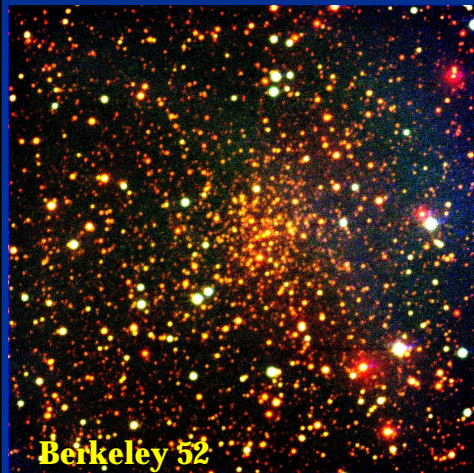


銀河系円盤外縁 の降着起源の散 開星団の探査



長谷川 隆
県立ぐんま天文台

前口上

- そもそもは....
 - 「観測研究講座(2000年度)」の題材
 - ぐんま天文台普及事業の一つ
 - 65cm望遠鏡 & CCDカメラ測光観測
 - 研究(答えがないテーマ)であること
- くわしくは.....
 - 天文月報2005年9月号参照
- ちなみに.....H18の天文学校では
 - ヒヤデス星団の固有運動の測定



目的

1. 球状星団と散開星団の中間の性質の星団はどのくらいあるか
2. 銀河円盤の金属量勾配
3. 降着起源の星団の探査

中間の性質の星団

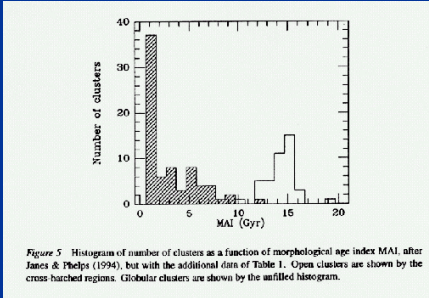
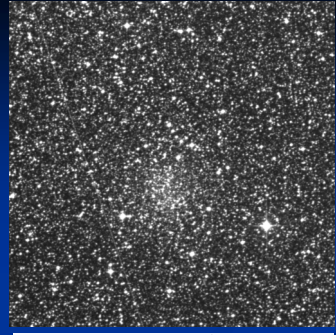
- 銀河系の散開星団と球状星団の性質 (教科書)

	散開星団	球状星団
年齢	0.01 ~ 0.1 Gyr	~ 13 Gyr
メンバー星数	100 ~ 1000	$10^4 \sim 10^6$
分布	銀河円盤上	ハロー
金属量[Fe/H]	-1.0 ~ 0.2	-2.3 ~ +0.2

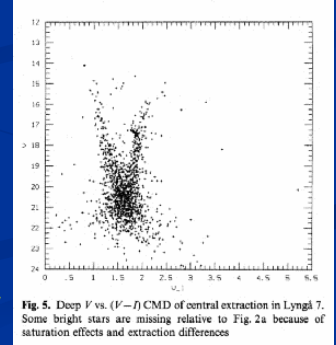
- 性質は対照的だが、中間の性質の星団も確かにある
 - 非常に古い散開星団 (8 ~ 10 Gyr)
 - NGC6791, Lynga 7, Collinder 261, Berkeley 17, NGC 188
 - Cyg OB2 $10^4 M$
 - Populous cluster (Magellanic clouds)

古い散開星団 (1)

- Friel の先駆的な論文 (1995)
 - 0.6 Gyrより古い星団 73星団
 - Hyades星団 ~ 0.6 Gyr
 - GMCにより散逸される時定数 ~ 0.2 Gyr (Spitzer 1958)
 - Out of 500!
 - 1 Gyrより古い星団 40星団

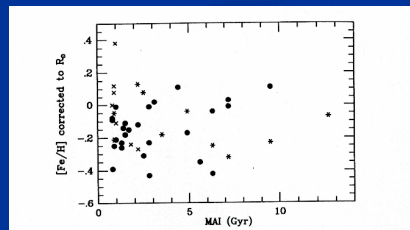
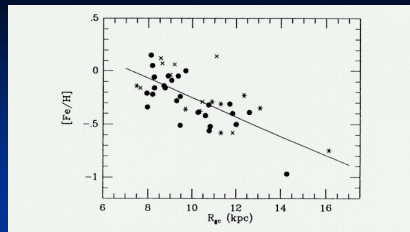


Lynga 7



古い散開星団 (2)

- 動系分布
 - r_{GC} 7.5 kpc には古い星団がない
 - 最速は $r_{GC} \sim 19$ kpc (Berkeley 29)
- scale height
 - 若い星団 ~ 50 pc
 - 古い星団 ~ 350 pc
 - cf. thin disk 300 pc
- 金属量勾配
 - smooth gradient -0.07 dex kpc^{-1} (Friel 1995)
 - 10 kpc break (Twarog, 1997)
 - B型星、PN、HII領域などでも両方の解釈が可能か
- 年齢金属量関係 なし



観測対象の選択基準

- Lynga(1987)のカタログから対象を選択
- Trumpler's morphological parameterを利用
 - Frielのサンプルの分布を見てみると
 - detachment 集中度が高い
 - richness メンバー数が多い
 - contrast 明るさのコントラストが低い
古い星団の(~生き残りやすい)特徴

Table 2. The distribution of morphological parameter of F95 sample given in COCD.

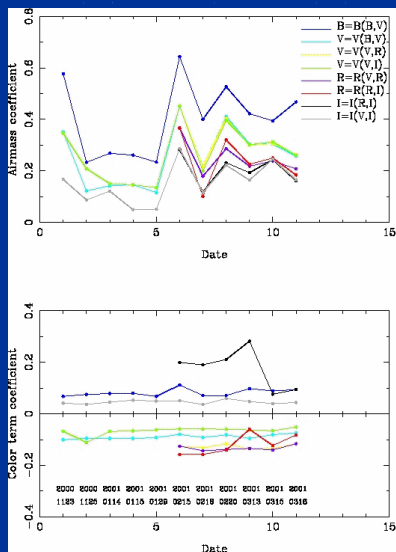
Detachment	I			II			III			IV			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Richness	p	1	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0
	r	5	6	1	2	7	1	0	0	0	0	0	0
	m	4	7	1	4	10	1	3	2	0	0	2	0

観測対象

- 形態パラメーターで選んだ星団の他に、Collinder 261など重要な星団が含まれるカタログはDSS上でチェックして追加
- 総計 約100個 ($b > -20^\circ$ に限定すると70個)
- 現在 33個 (約半数) + 17個 (2005-06 season)
 - 傾向は見えてもまだ完全サンプルではない
 - そもそも Lynga / WEBDA も不完全だが
 - まだまだ太陽近傍でしかない
 - 重要な天体や、形成過程などのヒントを指摘する段階
 - 距離
 - 金属量
 - infall

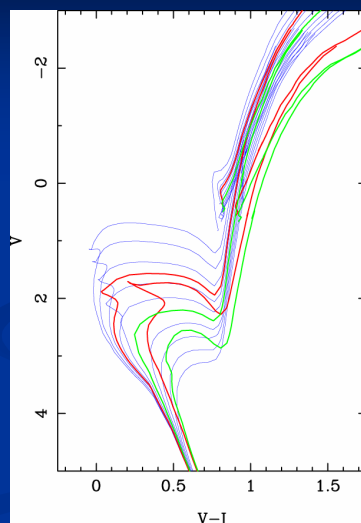
観測

- 望遠鏡 ぐんま天文台65cm
- カメラ AP7(空冷) / AP8(水冷)
 - 512²(AP7)、1024²(AP8)
 - SITe: 24 micron
 - Pix scale: 0".63
 - FOV: 5.1'(AP7)、10.3'(AP8)
 - Typical seeing: 1.5" ~ 2" (I-band)
 - blue sensitized
 - UV enhanced coating (AP7)
- 温度 -60 (冬) ~ -40 (夏)
- フィルター B、V、I(Bessel)
- 限界等級 B20.5 V20.0 I19.5
(Exp. 1時間、SN ~ 10)
- 測光係数 2000/04/05 シーズン
- 途中から2MASSも利用



色等級図(等時曲線)のふるまい

- MS (中心 H 燃烧段階)
 - TOに年齢依存性
 - 曲率に金属量依存性
- RGB (殻 H 燃烧段階)
 - 曲率に金属量依存性
- RC: 明るさがほぼ一定
 - 中心 He 燃烧段階、第二の安定期
 - 等級、色が年齢、金属量によらない
 - RCが多い星団は 20 ~ 30 億年
 - 本当に古い星団はむしろRCはみえない
 - Subgiantが見えたら 4 Gyr
 - Mass-loss deconcentration
- 概算
 - 年齢 $V = (V_{RC} - V_{MSTO})$
 - 金属量 $(V - I)_{RC/MSTO}$ MS / RGB 曲率



年齢、金属量、距離推定の方法

- Isochrone fitting

- Padova group

- Bertelli 1994; Giraldi 2000
 - RC / AGB phase が利用可能

- 概算を確認、定量的に精密な推定へ

- 年齢の精度 = ~ 0.1

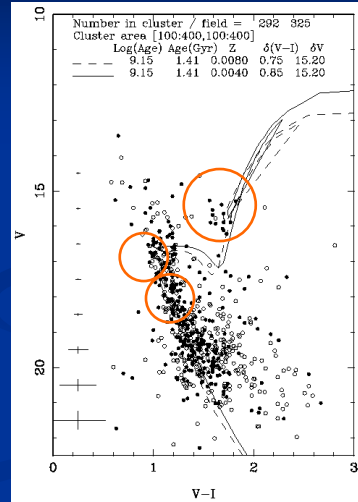
- Equivalent Evolutionary Point あたりはめ
 - convective overshootingの影響を入れないと年齢を underestimate

- 金属量の精度 = ~ 0.3 dex

- Padova metallicity grid の 1 step
 - 分光金属量と30% Gratton (2000)

- 距離精度

- カラー 吸収量 $A_V = 4.3 E(V-I)$
 - 典型的に15%、まれに 30%

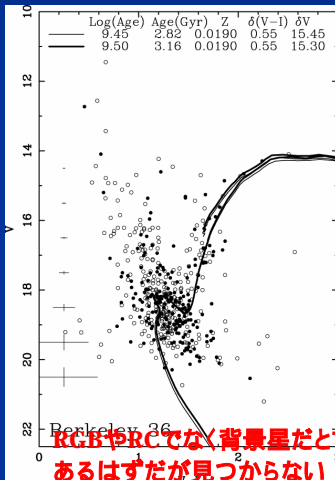


色等級図例 (1)

~ RGB、RCの目立つ星団

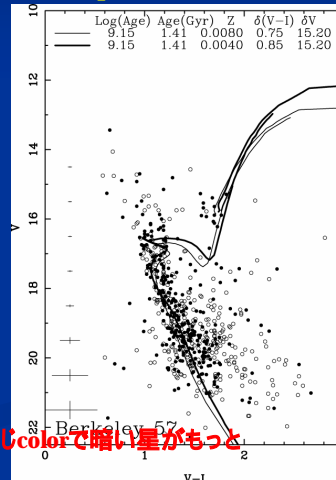
- Berkeley 36

- RGBと高い金属量



- Berkeley 57

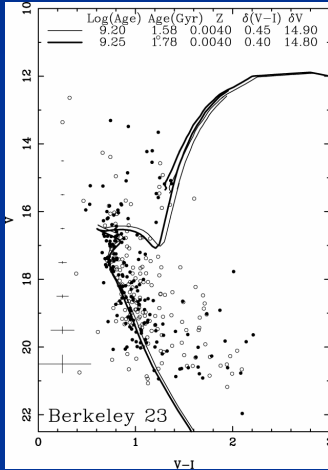
- Populous RC



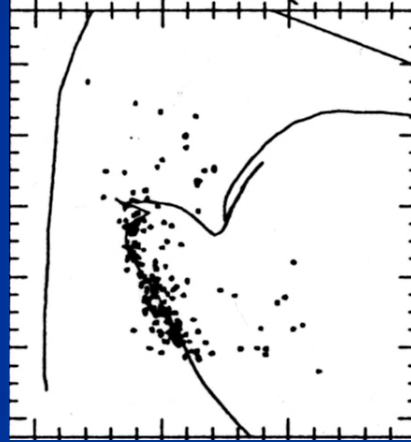
RCやRCでなく背景星だとすると、同じcolorで暗い星がもっとあるはずが見つからない

色等級図例 (2) ~ 他のグループのfitting

- Berkeley 23
GAO

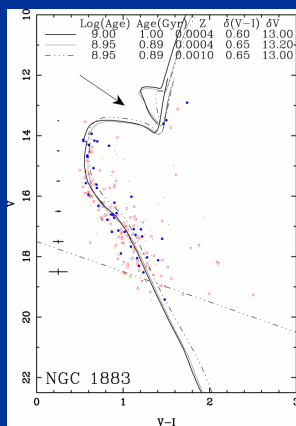


Ann 2004

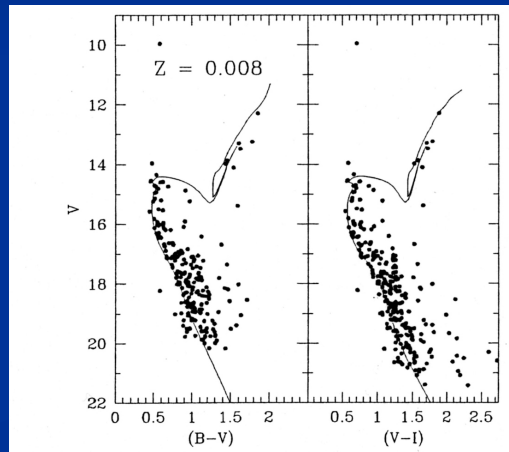


色等級図例 (3) ~ 他のグループのfitting

- NGC 1883
GAO



Carraro 2003



結果(1) ~ 年齢分布

- 球状星団相当の年齢の星団なし
 - Friel の結果は convective overshoot を考慮しない V で年齢を求めており、20 ~ 40 億年の星団で古く評価される
- 32/33 はヒヤデスカそれより古い
- 1 ~ 4 Gyr の星団数は倍増
- 星団形成が有意に卓越した時期は？

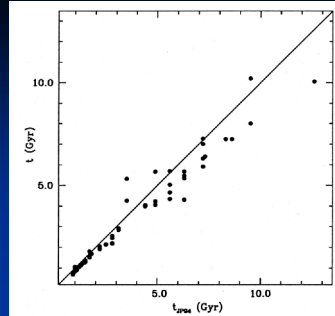
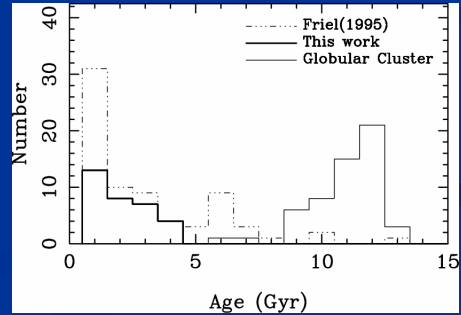
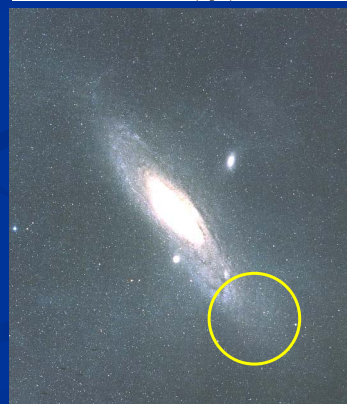
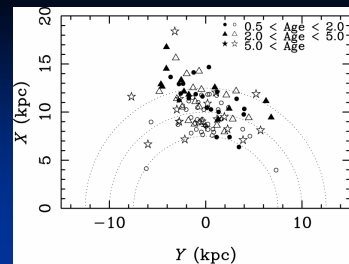


Fig. 5. Comparison between our derived ages and those given by JP94. The solid line denotes the 1:1 relationship.



結果(2) ~ Disk上の分布

- 最速の星団 ~ 18 kpc (Biurakan 7?)
 - それでも Friel (1995) に比べ速い星団が多い
 - それでも M 31 に投影すると極近傍といえる
- Lynga カタログの星団は $r_{GC} \sim 15$ kpc が限界か
 - 限界等級 V20
- 銀河円盤外縁の研究には SDSS クラスのサーベイが必要、EIS クラスが望ましい



結果(3) ~ 金属量勾配

- ばらつきが非常に大きい
 - 測光による金属量精度以上 (と思っている)
- 超低金属量星団
 - 主系列の曲がりから、金属量が低いのは大間違いではない
 - HVCの降着にともなう星形成の結果か
- 高金属量星団
 - RGBの曲がりからかなり強く言えるものもある
 - 成因が説明しにくい

