

OAQ/KOOLSによる 古い散開星団の分光観測

長谷川 隆(県立ぐんま天文台)
坂本 強(美星スペースガードセンター)、
中西 裕之(鹿児島大学)、
岩田 生、尾崎 忍夫(岡山天体物理観測所)、
中田 好一(東大天文センター)

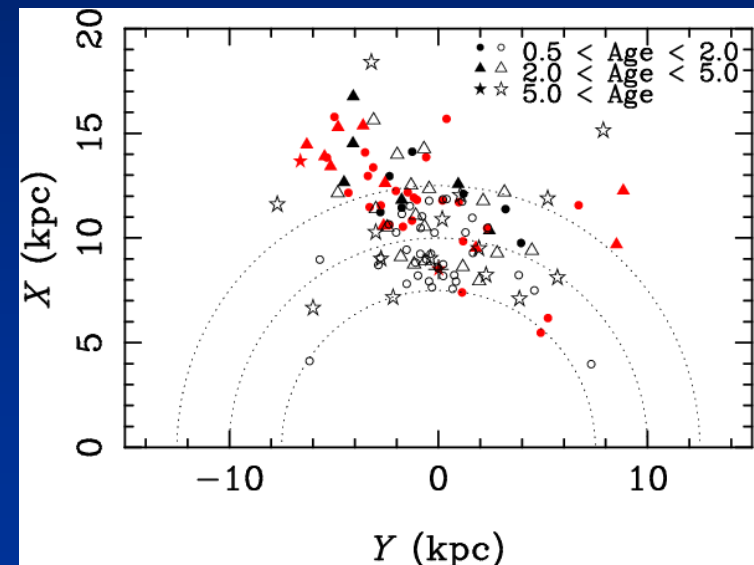
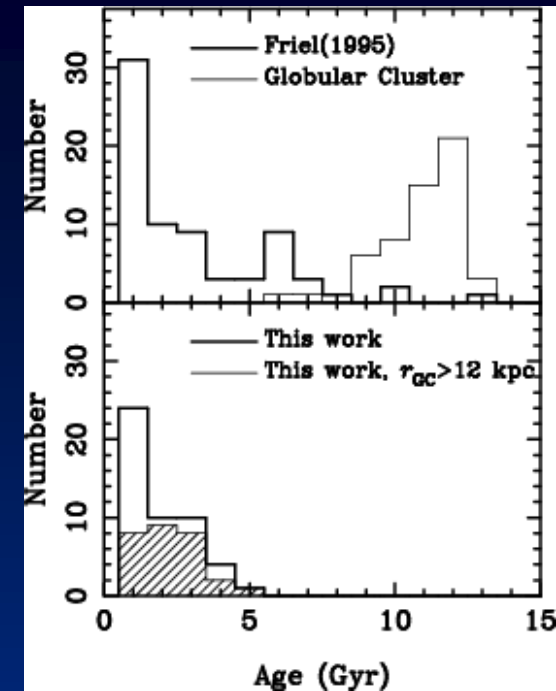
古い散開星団の観測課題

- 銀河系の中期の星形成史
- 銀河系の進化
 - 金属量の進化 $[Fe/H] = [Fe/H](t, r_{GC})$
 - 金属量勾配
 - smooth gradient (Friel 1995, Chen 2003)
 - 10 kpc break (Twarog 1997)
 - 速度場の進化 (Chen 2003)
 - 円盤内の速度場は密度波理論と理解してよいか?
 - 腕の動きに星、ガスの運動もassociateする様子がみられる (Baba + 2009)
 - 円盤全体の回転速度の進化はあったか?
 - $0 < z < 1$ のTF 関係には変化がみられない? (Bohm & Ziegler 2007)
- 銀河系の合体史
 - Canis Major dwarf galaxy (Frinchaboy+ 2004)
- 星の進化理論の実験場

メリット： 単独星より年齢, 距離, 金属量, 速度が正確

測光観測@GAO65cm

- 観測期間 2000～2007
- サンプル数 50天体
 - selection
 - Trumplerの形態パラメーター
 - $\delta \geq -20^\circ$
- 65cm望遠鏡 + 水冷CCD + B, V, I
 - $V_{\text{lim}} \sim 20, I_{\text{lim}} \sim 18.5$
- DAOPHOT & CMD & Isochrone
- Age = 0.6 ~ 5.0 Gyr (except one)
 - destruction time scale ~ 0.2 Gyr
 - 球状星団とは重複しない
- $R_{\text{GC}} = 7.5 \sim 15.0$ kpc
 - Friel(1995)に比べ、outerdiskの研究に適したサンプル



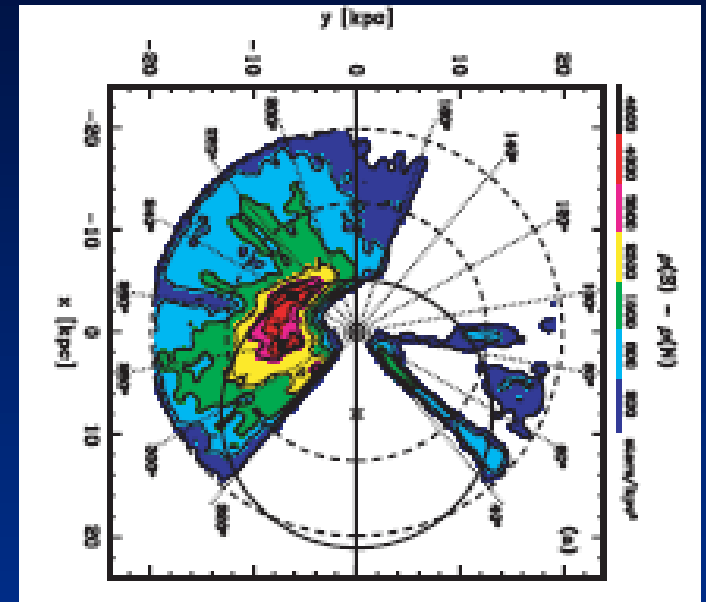
Hasegawa+ (2004, 2008)

分光観測の具体的目標

- 銀河ダイナミクス ← 今回の発表テーマ
 - 円盤回転速度の進化(08A/08B/09A)
 - 年齢、 r_{GC} 依存性
 - 銀河系の合体史
 - CMa に付随した星団の探査 ← 速度モデルが必要
 - 円盤上の場所依存性、warpの速度場?
- 星の進化理論の実験場(08B)
- 本来は $\sim 4m + R10000 + \text{multislits}$ が理想
 - $2m + R1500 + \text{singleslit}$ で初期成果を考える
 - OAO / KOOLS

おいぬ座(CMa)矮小銀河

- 2MASS / RC starsの過剰 (Bellazzini 2004)
 - $r_{GC} = 13.5 \pm 2$ kpc
 - 銀河面内 40° 以上広がり
- diskのwarpか? (Carraro et al. 2007)
- もっと離れた星団やSiO₂メーザーも運動学的には、同じ起源?
(Frinchaboy 2004; Deguchi 2007)



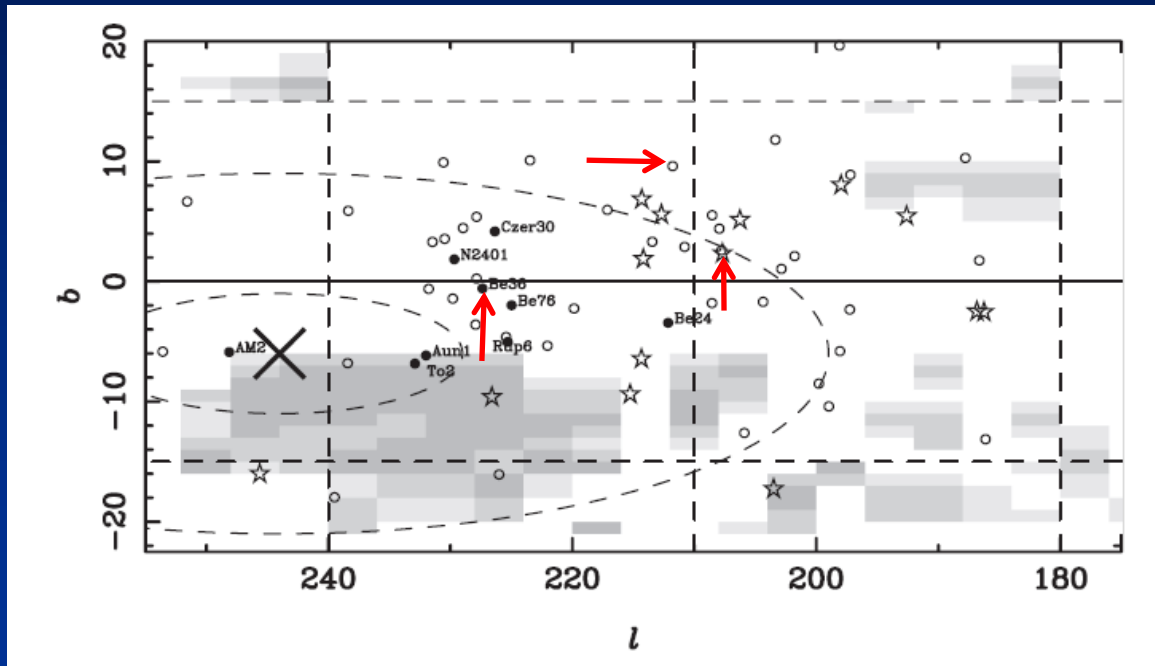
OA0/KOOLSによる観測



観測諸元	08A	08B	09A
Date	1 / 4 ~ 8	9 / 6 ~ 9	1 / 26 ~ 29
Objects	Be 36, Be 78	Be 54	Be 78, Bu 12
R(mag)	13~15	14~16	14~16
S/N	≥ 50	≥ 30	~ 20
Grism	VPH683/495	VPH683	VPH683
slit	1".4	1".0	1".0
read pattern	2x2	2x2	2x1(sp. x wl.)
Resolution	1000	1200	1400
Weather	good	good	cloudy
Seeing	0.7"~2".0	1".0	$\sim 1".2$

• 選択基準

- おおいぬ座矮小銀河の近辺 or
銀河回転を測定しやすい位置($|\cos \psi| \sim 1$; 後述)
- $V < 15$ に測定可能な星の多い星団

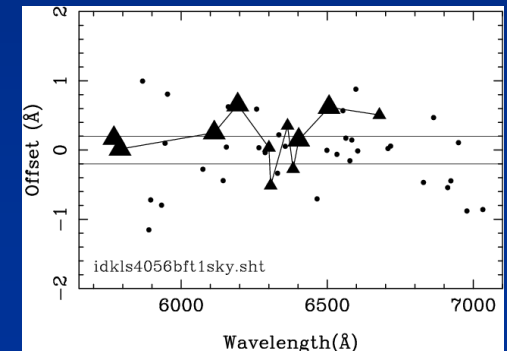
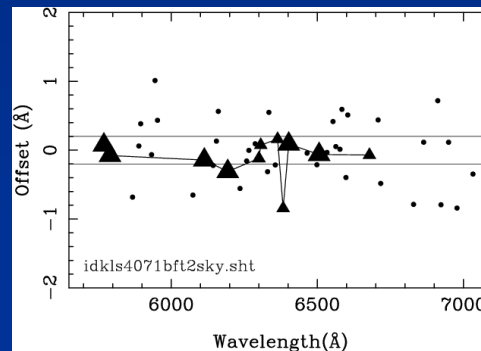
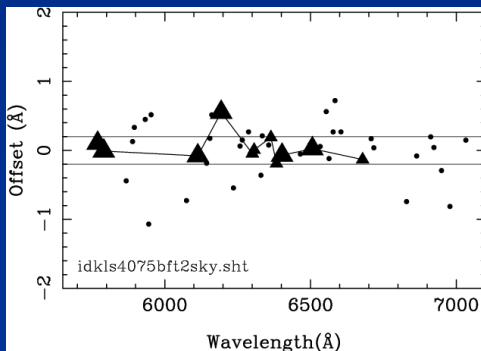


Hasegawa+ (2008)

Grayscale: Excess of 2MASS star counts in Canis Major region
over northern Galactic sphere (Martin+, 2004)

速度の精度

- 姿勢依存
 - 1 pix程度 ($2\text{\AA}$) : HCT (コンパリソン) で補正可
 - 同一天体前後では不動 → トラッキングではなくポインティング
- HCT
 - $\leq 0.1\text{\AA}$
- 夜光
 - undersampleでなければほとんど $\sim 0.2\text{\AA}$ (露出10分以上)
- Cross-correlation (K giantsのみ測定)
 - H α 吸収線の波長域を利用、速度標準星どうしで $\sim \pm 5\text{km/s}$



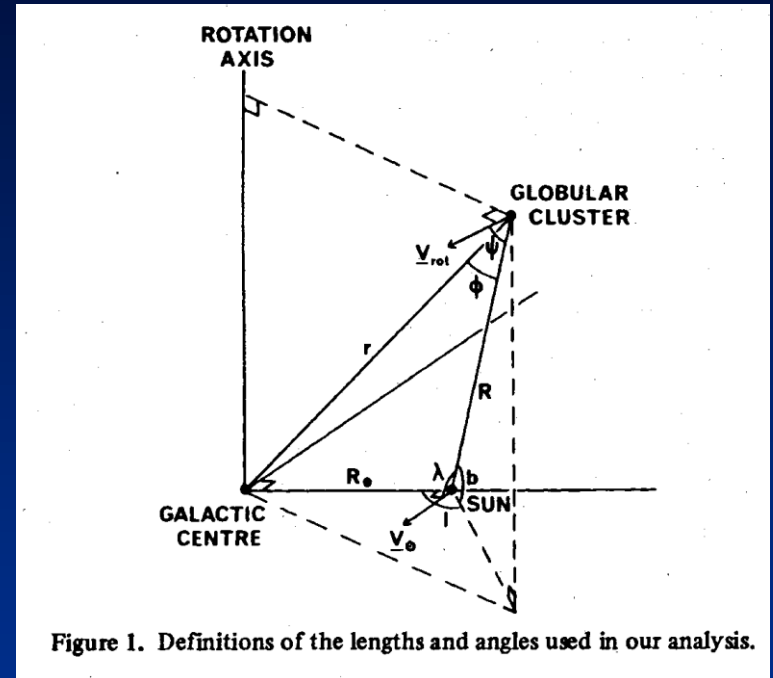
Systemic Velocities

Cluster	velocities (km/s)	V_{sys}
Berkeley 36	(41),65,71,75,79,90,(106)	76.0 (± 5)
Berkeley 78	(45),(50),70,78,85,95,95,(110),(110)	84.6 (± 10)
Biurakan 12	65,75,90,95	81.3 (± 10)
Berkeley 54	(-75), -45, -45,-36,-34, -30	-39.0 (± 10)

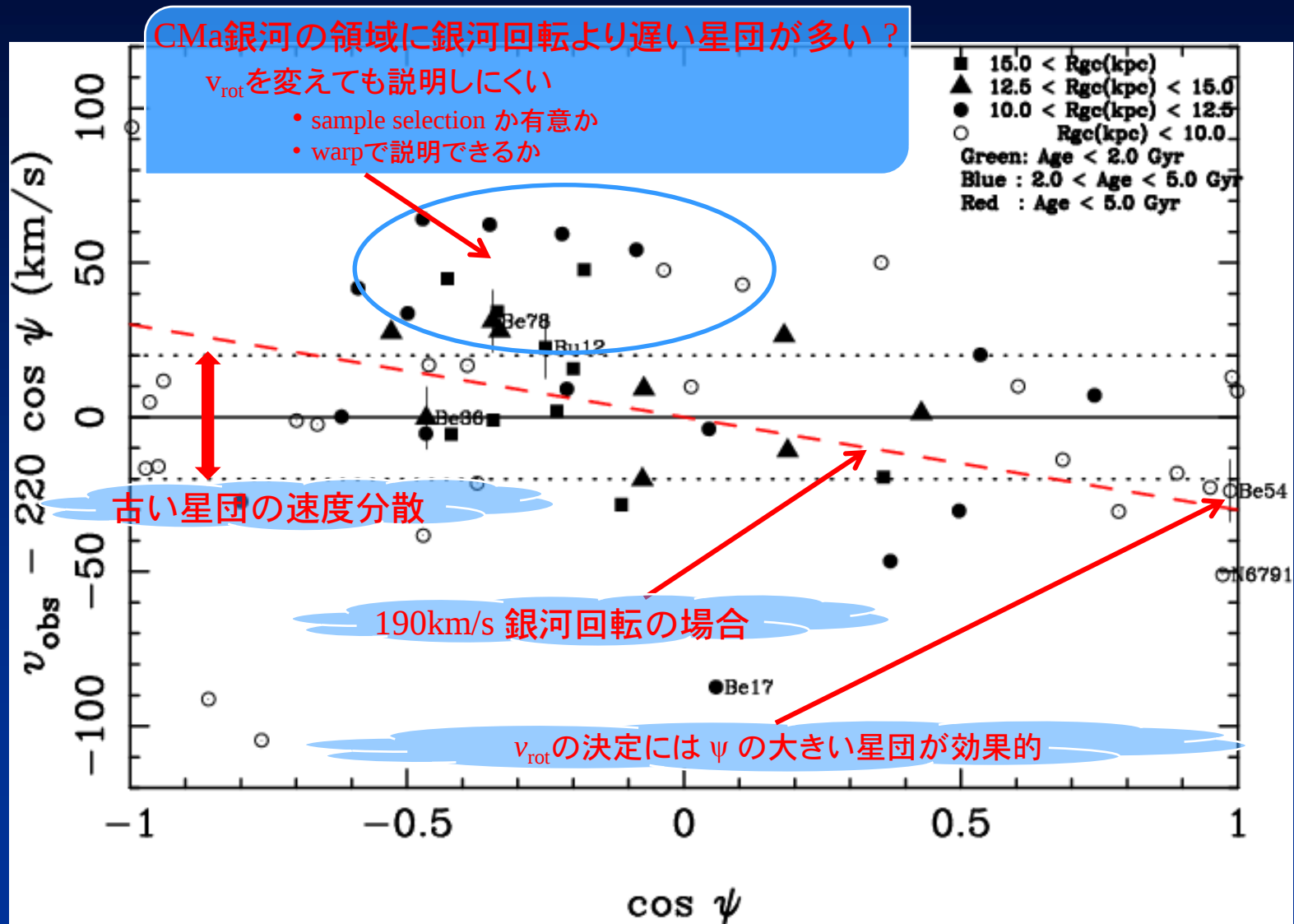
- 散開星団の速度分散 $\sigma_v < 1$ km/s
 - $R \sim 10,000$ ならばメンバーかどうかの選択精度は向上
- coreにあるRC/RGBはmemberである割合が高い
 - haloの星もメンバーであることも多い (field領域は観測なし)
- mass-segregationによるheat upの可能性

銀河回轉

- $V_{\text{obs}} = V_{\text{rot}} \cos \psi$
(Frenk & White 1980)
 - originally devised for globulars
- Friel (1989)
 - $v_{\text{rot}} = 190 \text{ km/s}$ (23 old OCs)
 - slow rotation ?
- Scott (1995)
 - $v_{\text{rot}} = 210 \text{ km/s}$ (35 old OCs)
 - consistent with young clusters in Hron (87) ?



OA0/KOOLS データも含めた視線速度



Summary & Future Study

Summary

4つの星団について視線速度を測定、220km/s回転と比較

- ・ 回転にのる星団 (Berkeley 36)
- ・ 回転よりやや遅い星団 (Berkeley 54, (Biurakan 12))
- ・ 回転で説明するのが難しい星団 (Berkeley 78 + ?)
 - 他の星団とあわせ、おおいぬ座矮小銀河領域の特異速度群を作る？
 - ・ 固有運動の測定が重要
 - ・ おおいぬ座矮小銀河のモデルとあうかどうか
 - ・ そもそも回転に対し大規模な速度のoffsetパターンがあるが普通なのかもしれない

Future study

- ・ 古い星団の系としての回転速度？
- ・ CMa領域の特異速度群はrealか？