

銀河考古学の観点から

千葉 柁司

AO beginner!

(東北大学)

with 田中幹人、石垣美歩

すばる次世代AOによる銀河考古学

キーワード： 赤外、高解像度(のみ、) ⇒ 星間吸収、恒星密度大

- バルジの形成と進化
- 球状星団の形成と進化
- 球状星団系のダイナミクスと銀河重力場
- 散開星団の形成と進化
- 銀河系矮小銀河のダイナミクス
- 近傍銀河 (M31, M33) の円盤とバルジ
- ○ ○ ○

銀河系の球状星団

N ~ 160

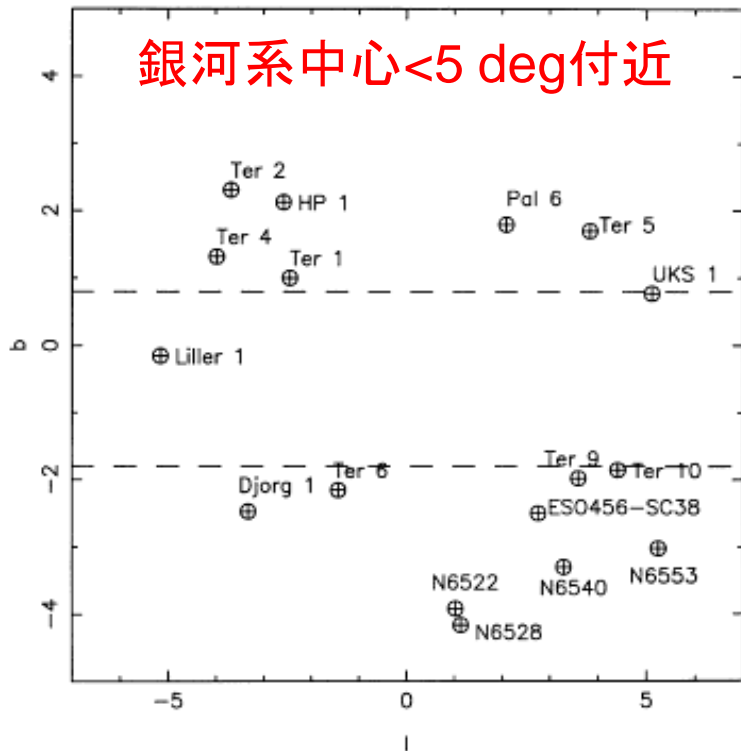


ω Centauri

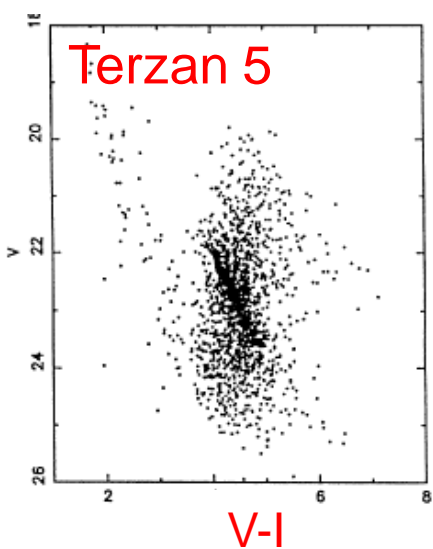
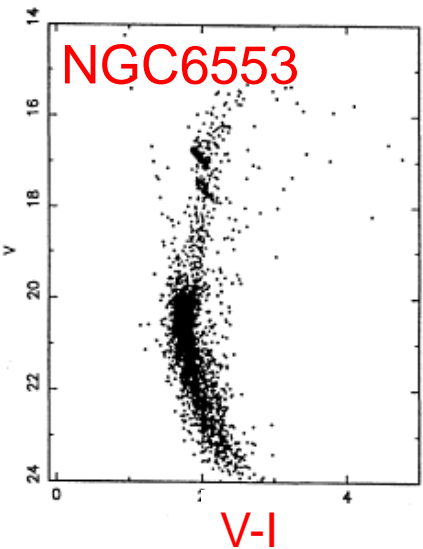
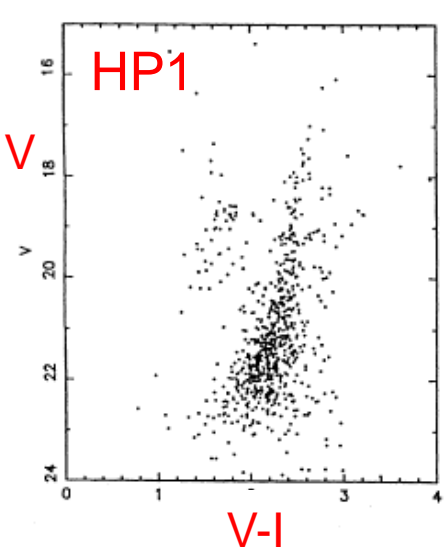
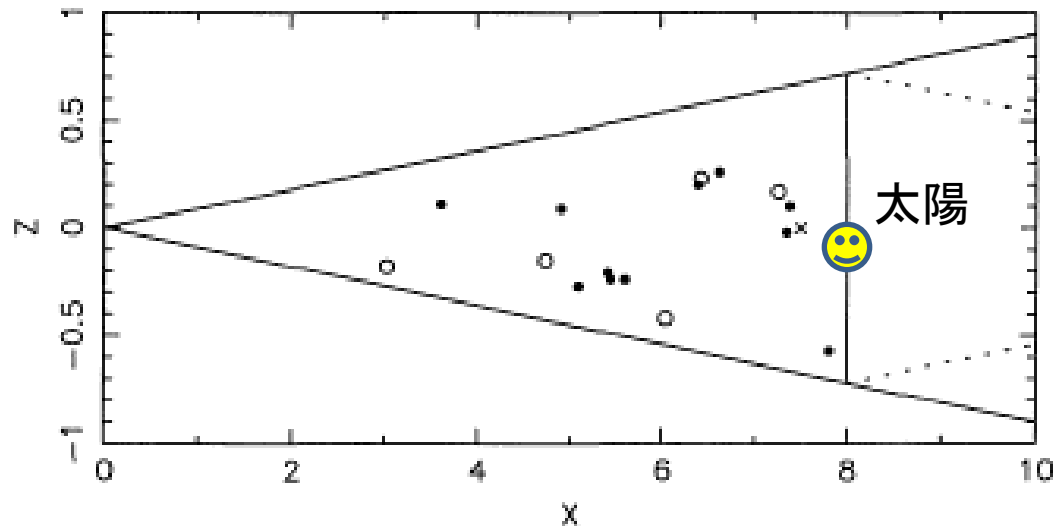
$M=5 \times 10^6 M_{\text{sun}}$

Most massive cluster

銀河系中心<5 deg付近



バルジ方向の球状星団の分布 (Barbuy+98)



- まだ見つかっていない球状星団N~20
- 恒星種族が吸収+バルジ・円盤のコンタミで不明瞭

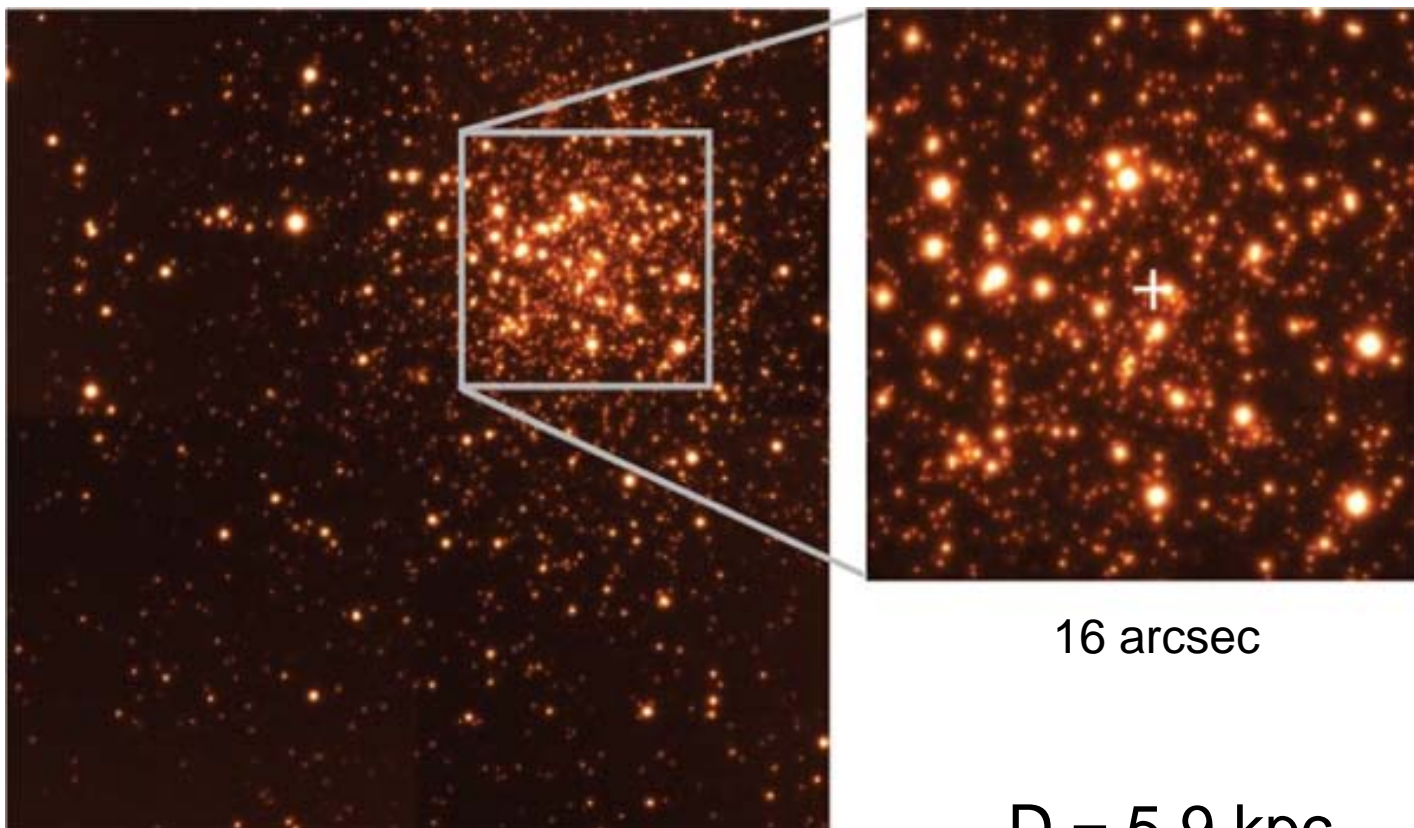
Fig. 2. Colour-magnitude diagrams of HP1 ([Fe/H] ~ -1.5), NGC 6553 ([Fe/H] ~ -0.2) and Terzan 5 ([Fe/H] ~ 0.0), for circular extractions of radius $r < 24''$, $r < 23''$ and $r < 42''$ respectively.

Terzan 5

(Ferrano+09)

VLT, J & K, MAD

FWHM @K = 0.1 arcsec
@J = 0.24 arcsec

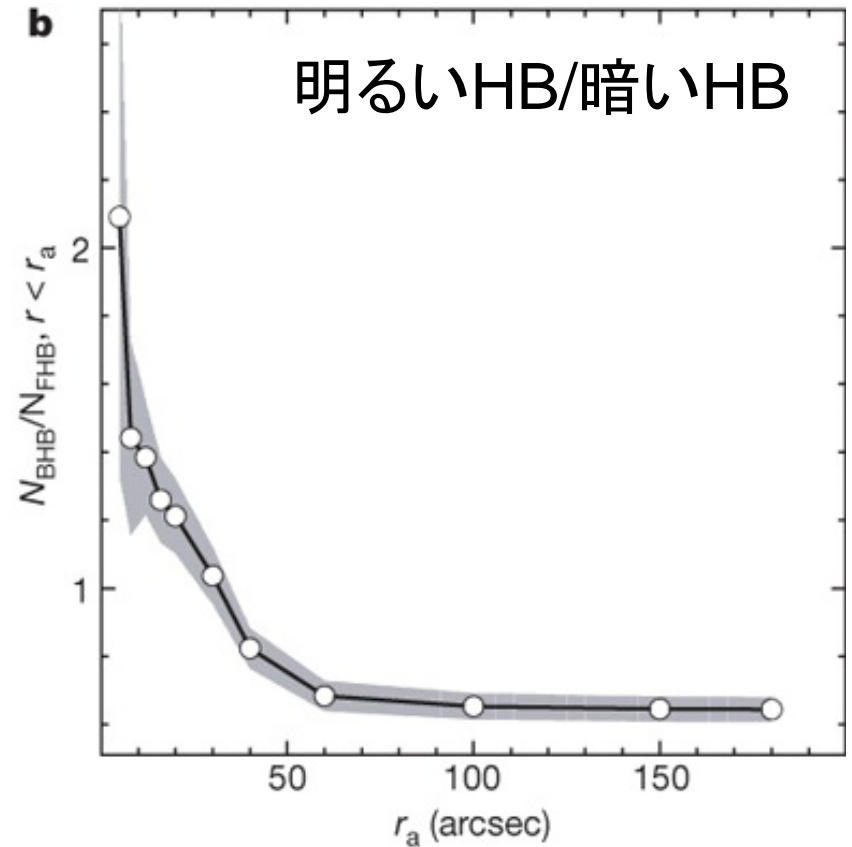
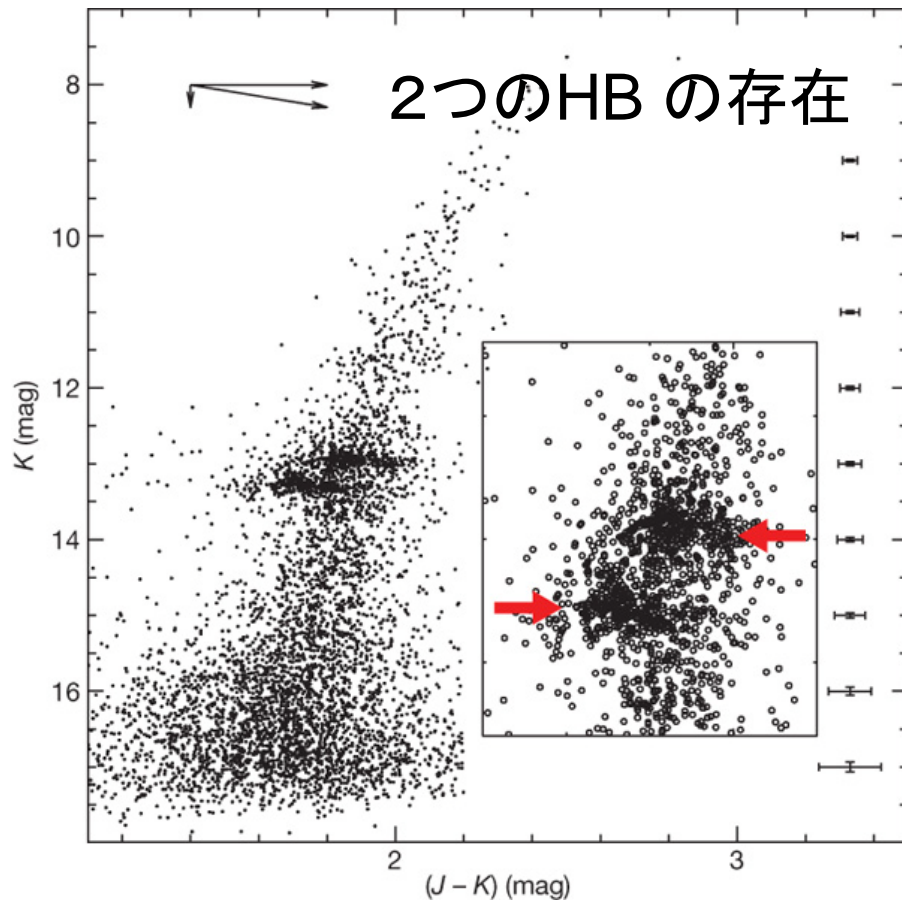


1 arcmin

16 arcsec

D = 5.9 kpc

Terzan 5 (Ferrano+09)

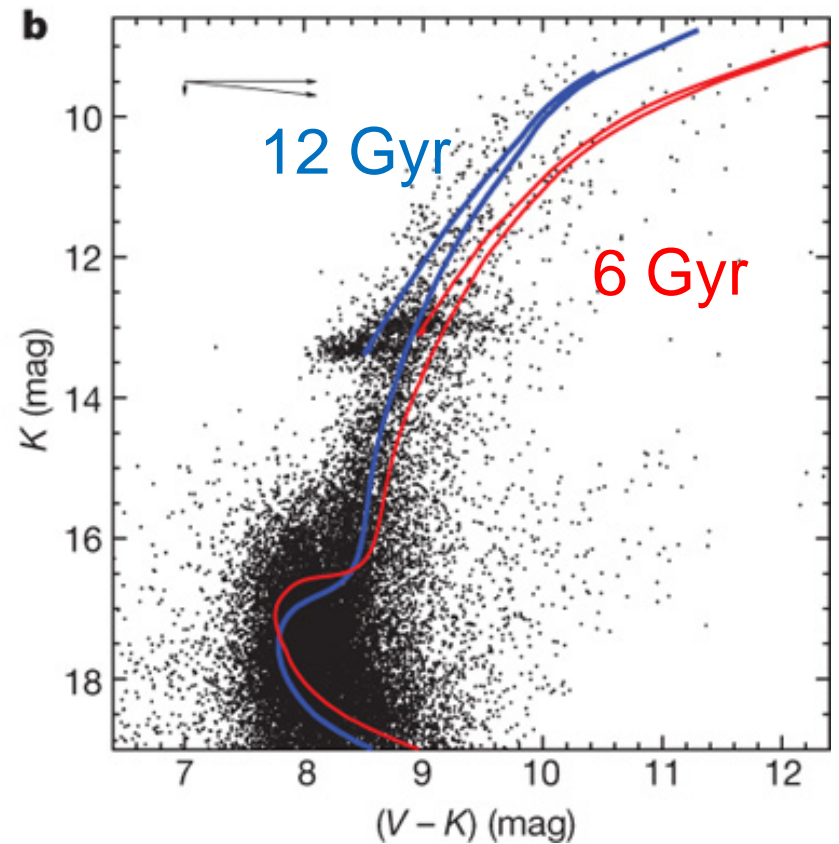
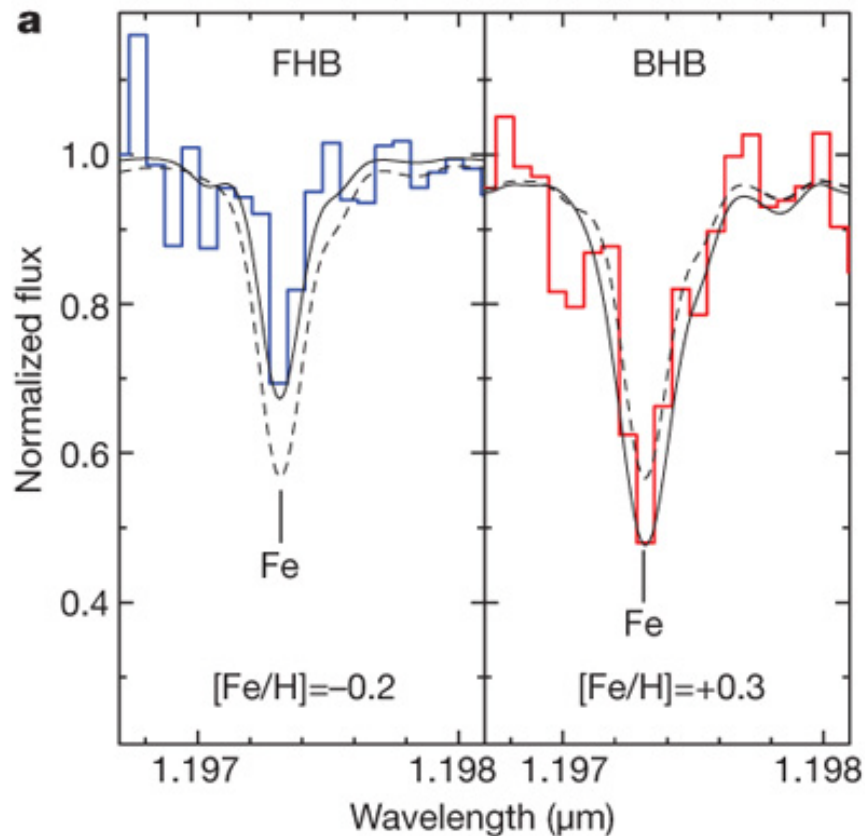


明るいHBの方が中心集中度大
(系統運動に差はなし)

Terzan 5 (Ferrano+09)

金属量が異なる

年齢も異なる

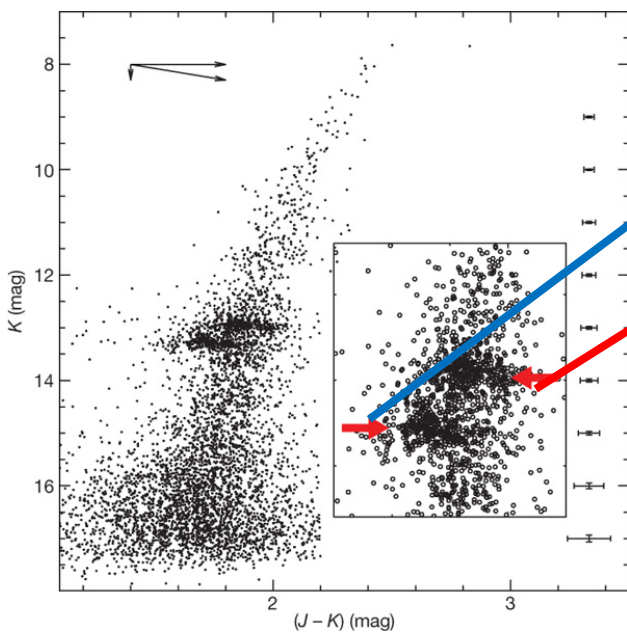


V: ACS/HSTより

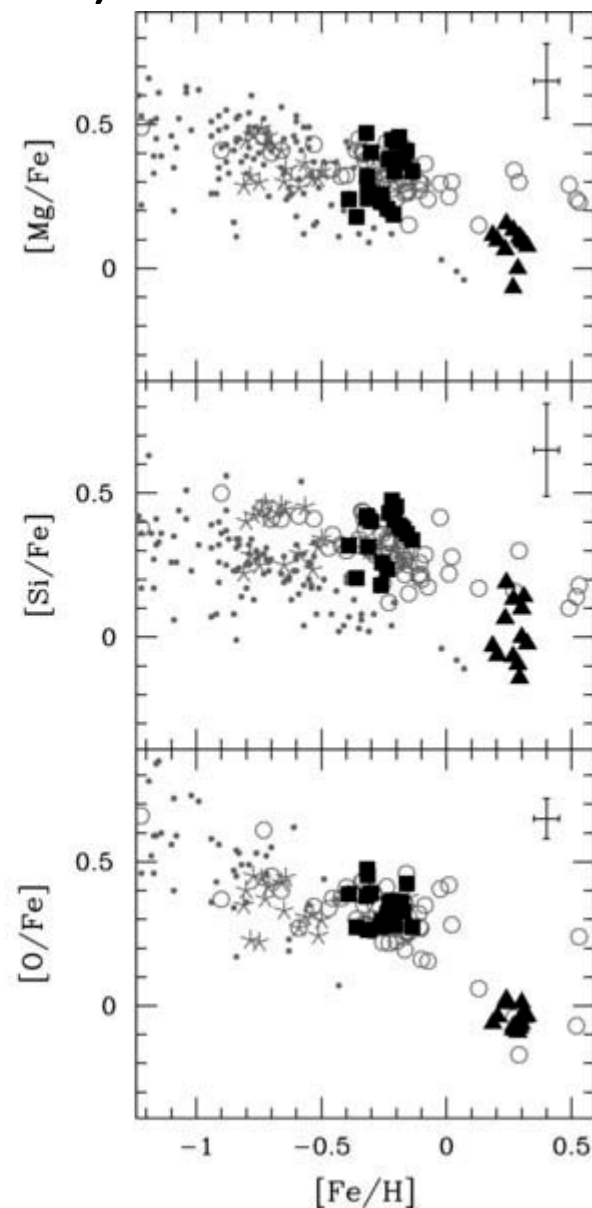
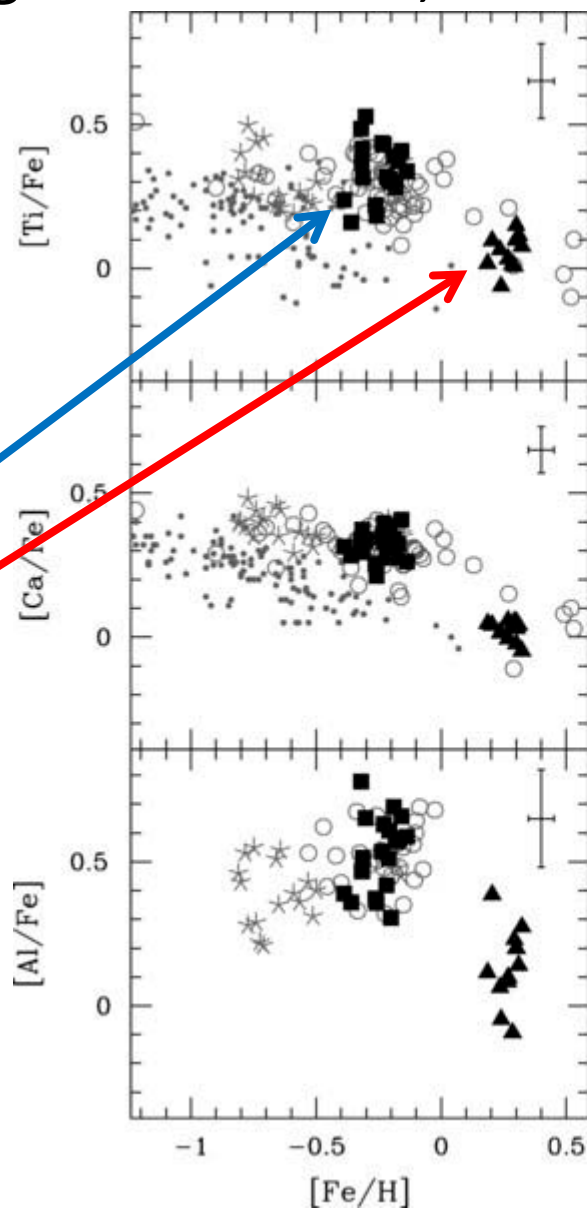
Terzan 5

(Origlia+11: KeckII, NIRSPEC)

high α /Feとlow α /Fe
が共存



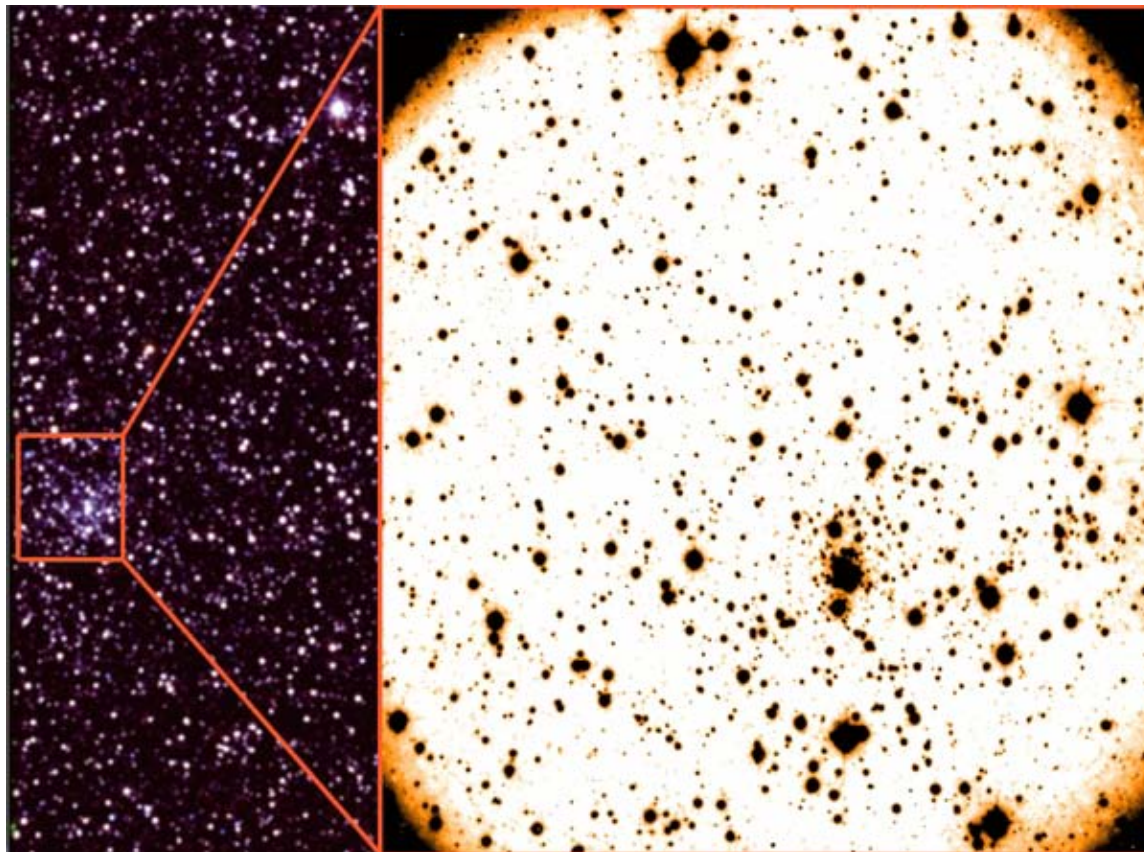
バルジ形成の
ビルディングブロックか。



HP 1

(Ortolani+11)

VLT, J & K, MAD



1.8 arcmin

HP 1

(Ortolani+11)

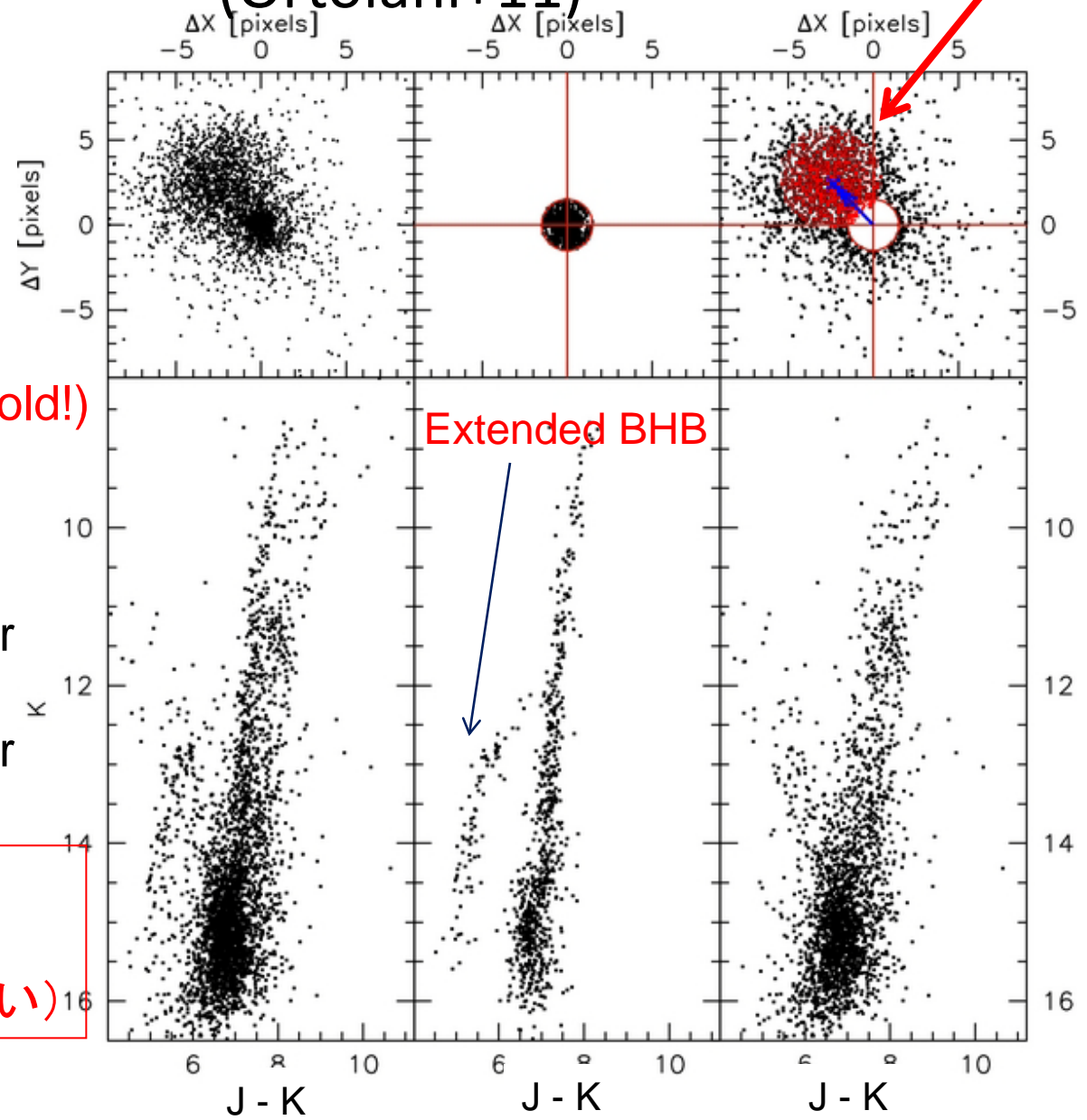
背景・前景のバルジ星

1st epoch:
NTT V image
 $\Delta t = 14.25$ yr

[Fe/H]=-1.0
Age~13.7 Gyr (very old!)
D~6.8 kpc

$\mu_l \cos b$
= -0.65 ± 0.39 mas/yr
 μ_b
= -1.34 ± 0.39 mas/yr

HP1は銀河系初期に
生まれた球状星団
(ハロー星団よりも古い)



EHB: Extended Horizontal Branch

Lee et al. 2007:

- ~25% GCs はEHBを示す_N
- Multiple populationを示す場合が多い

⇒ 矮小銀河の中心部で
形成された名残りか？

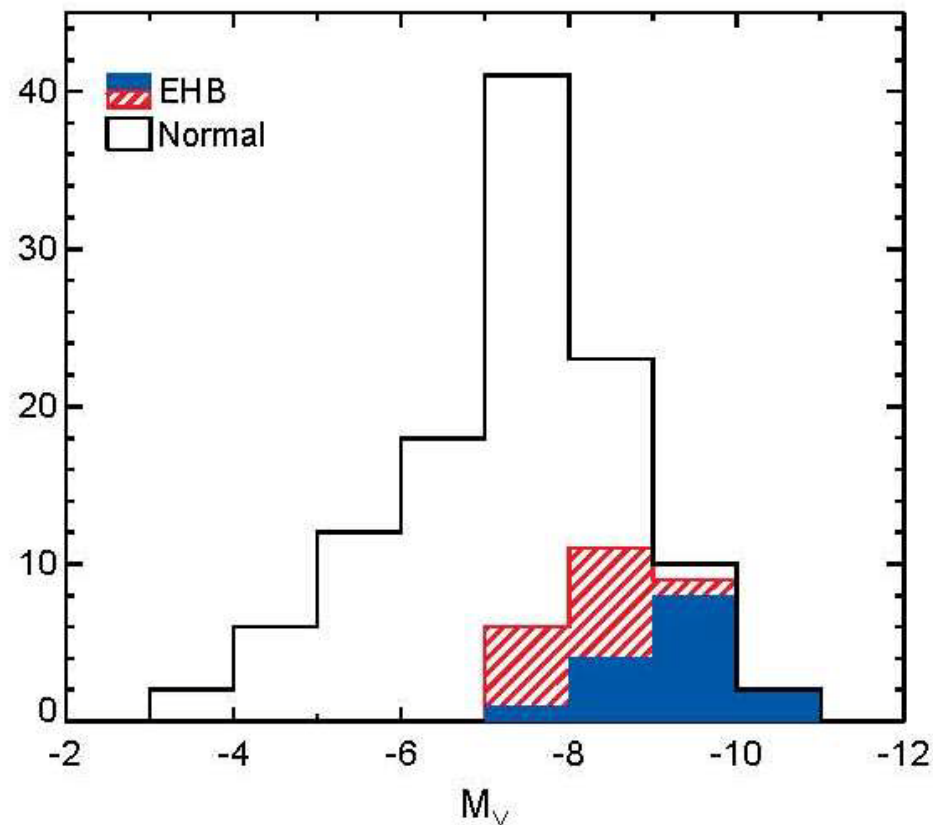
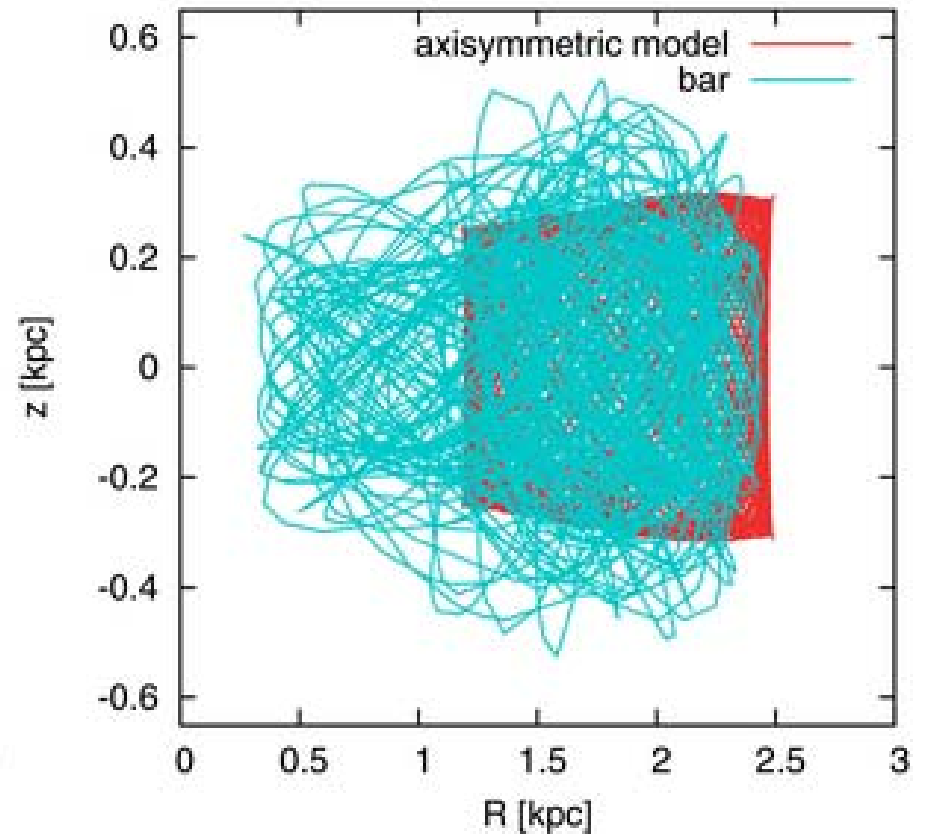
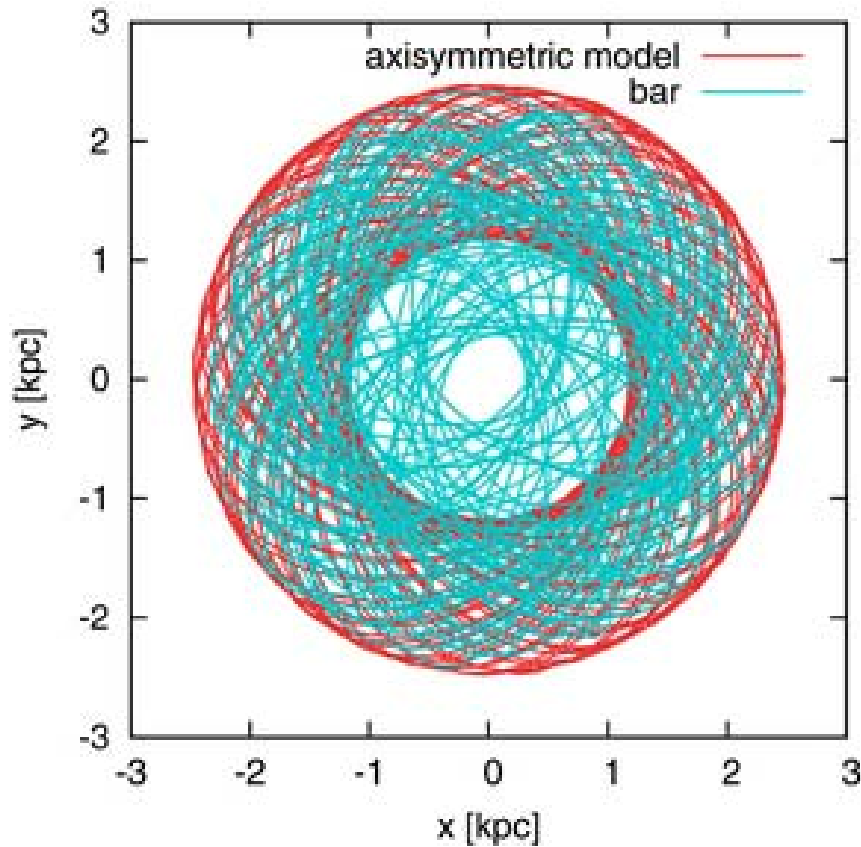


FIG. 1.— The histogram of M_V for 114 Milky Way GCs (data from Harris 1996). Blue and red are GCs with strongly and moderately extended HBs, respectively. EHB GCs are clearly brighter (more massive) than normal GCs.

HP 1

(Ortolani+11)

球状星団HP1の軌道計算



銀河系中心部に軌道が制限

GLIMPSEによる銀河面付近の星団探査

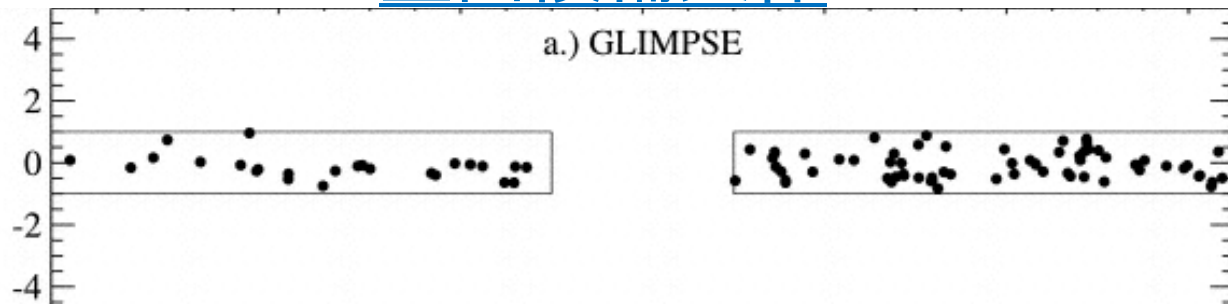
Galactic Legacy Infrared Mid-Plane Survey Extraordinaire



星団候補天体

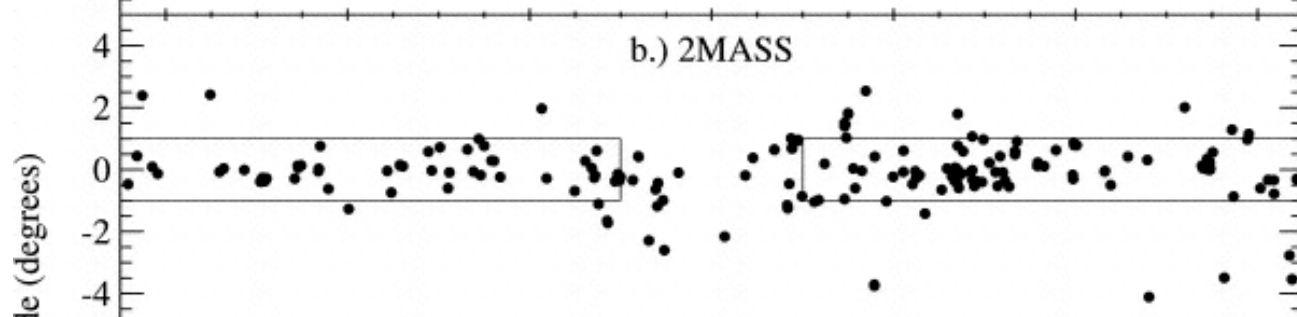
GLIMPSE

a.) GLIMPSE

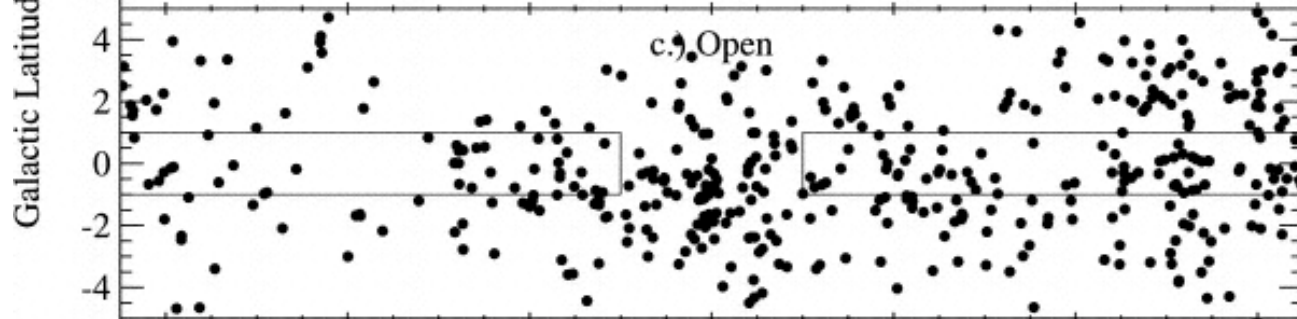


2MASS

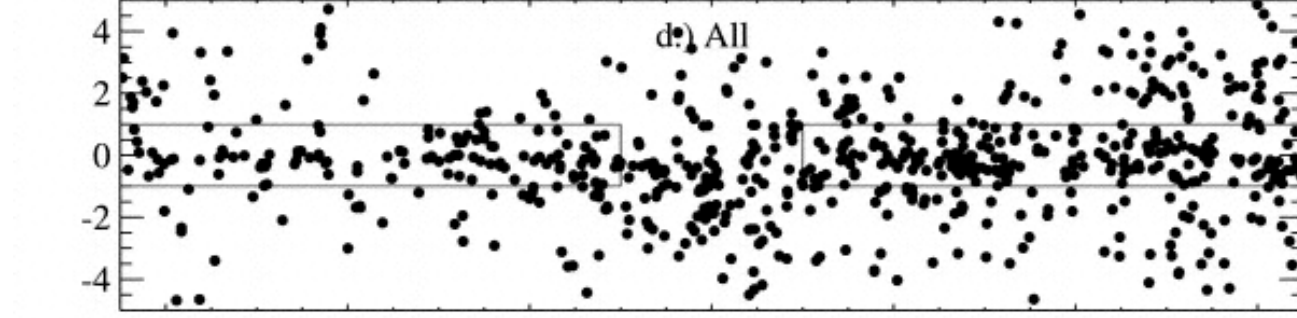
b.) 2MASS



c.) Open



d.) All



Galactic Longitude (degrees)

Galactic Latitude (degrees)

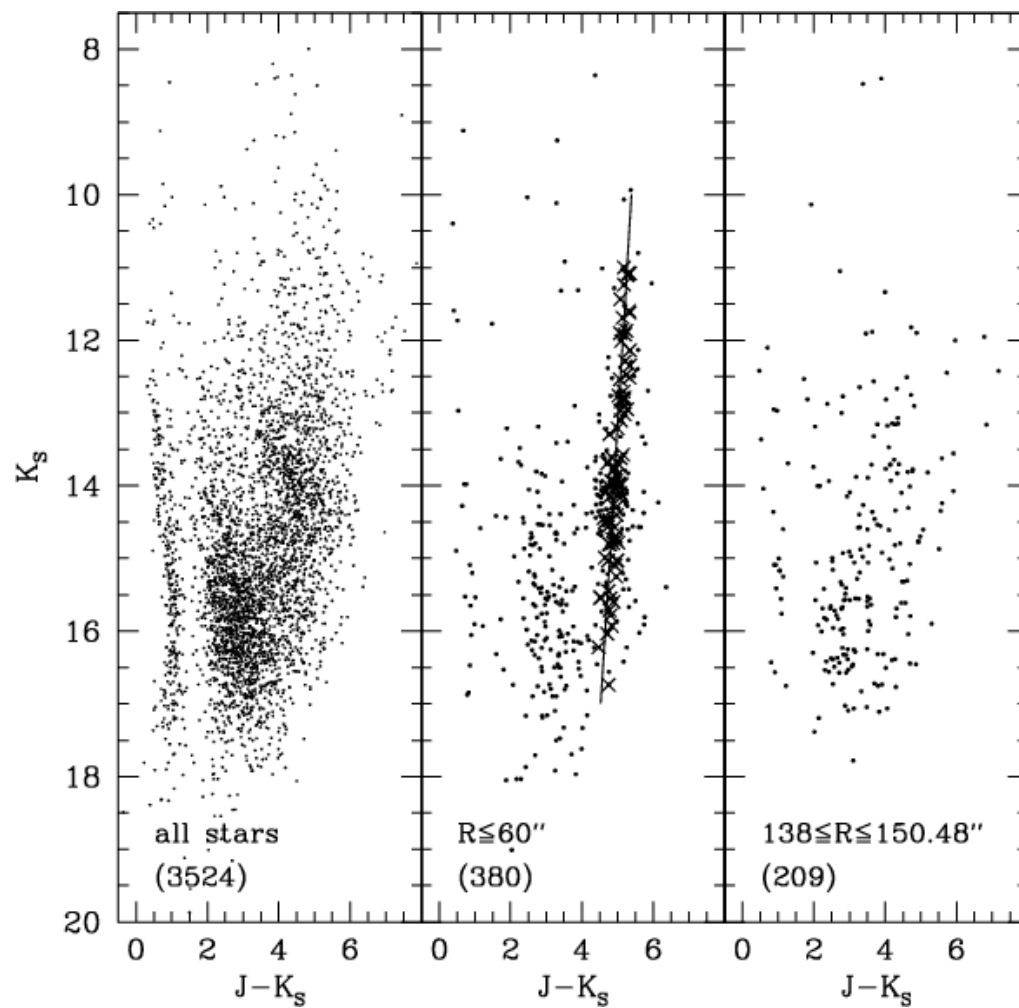
GLIMPSE-C02

(Kurtev+08)

SofI/NTT, JHK



3 arcmin

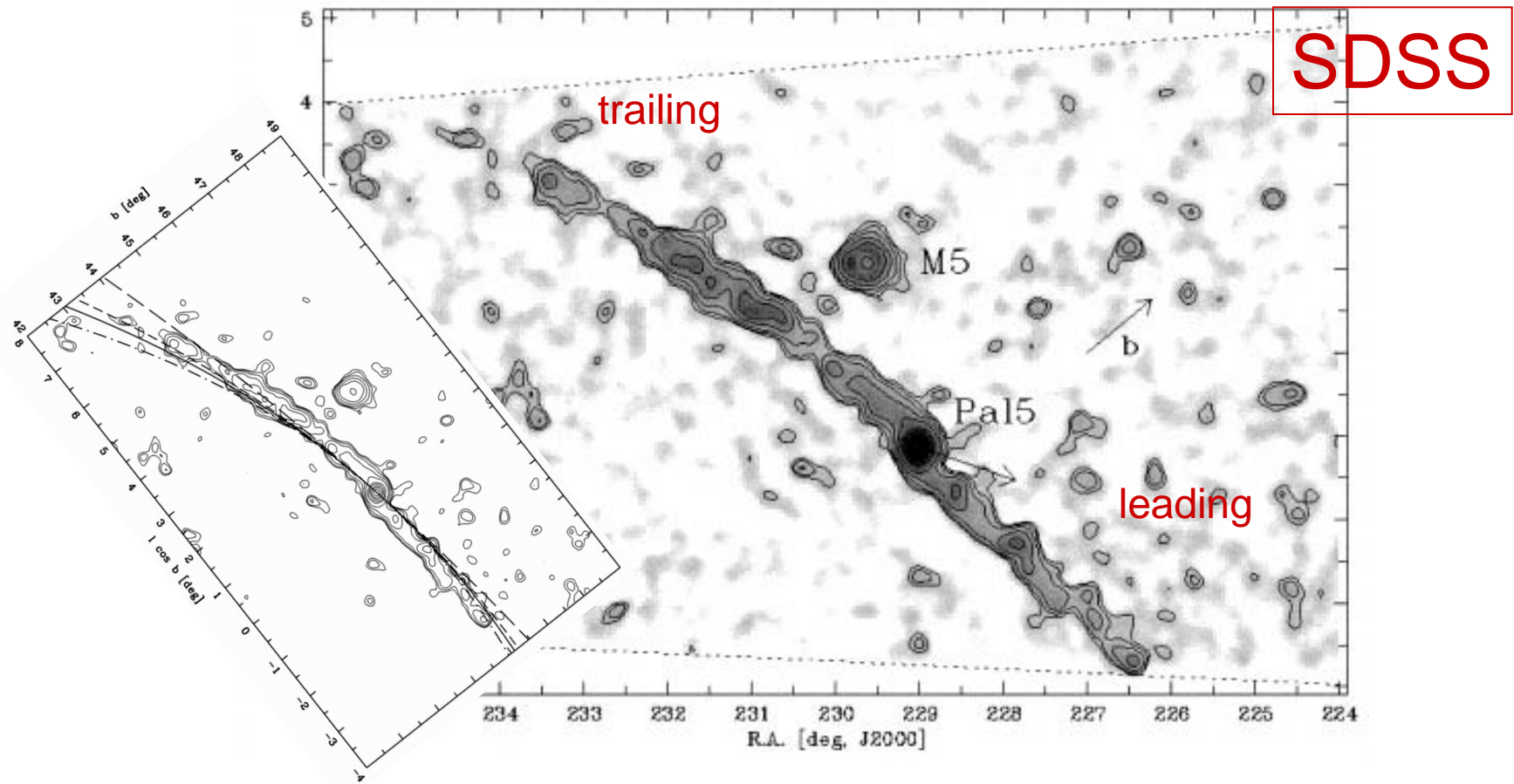


Tidal stream from a globular cluster

Palmer 5

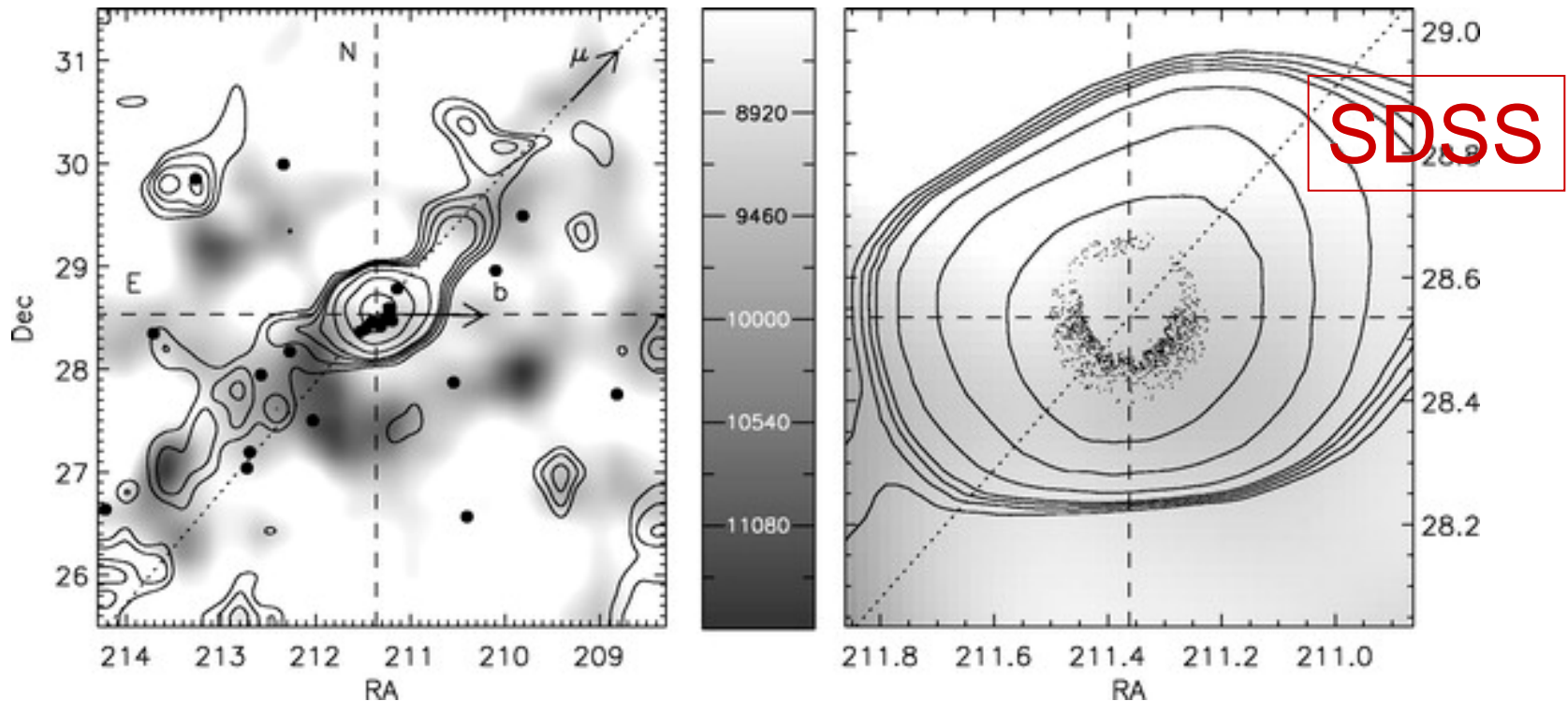
over 22 deg @ $d \sim 18$ kpc

(Odenkirchen+03; Grillmair & Dionatos 2006)



NGC5466

over 4 deg elongation @ $d=16\text{kpc}$
(Belokurov+ 2006)



恒星ストリーム構造

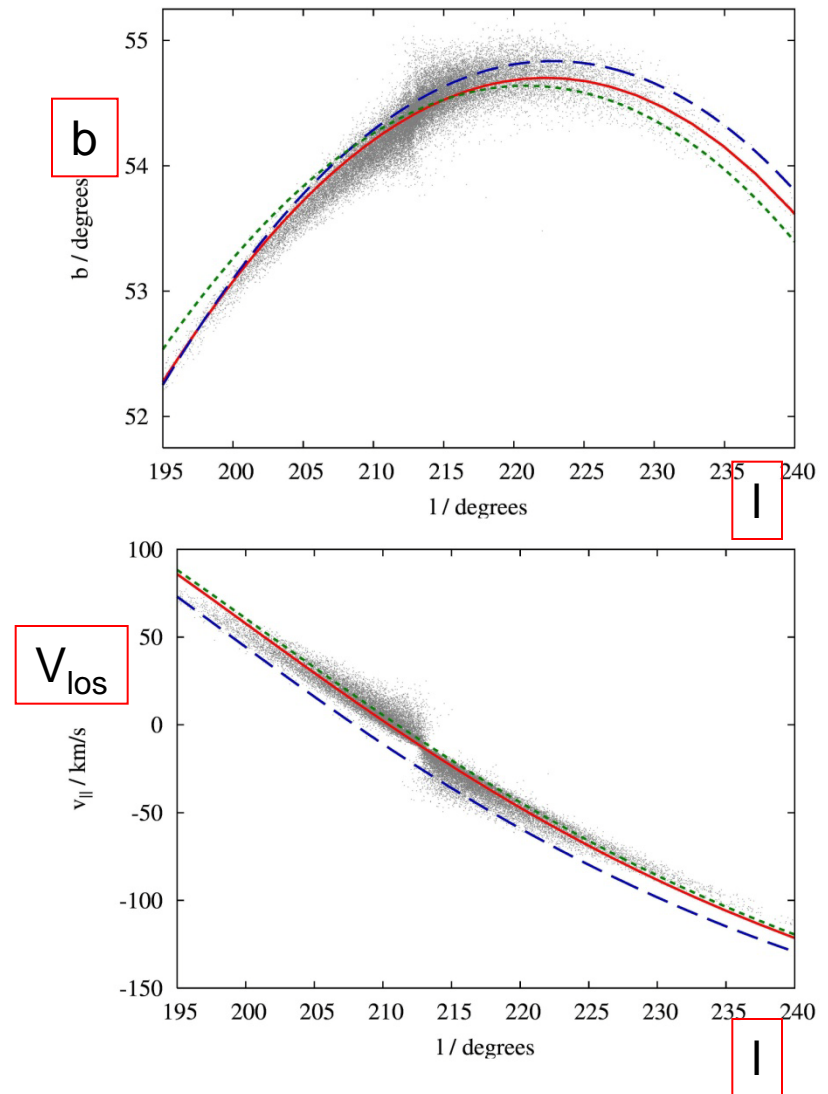
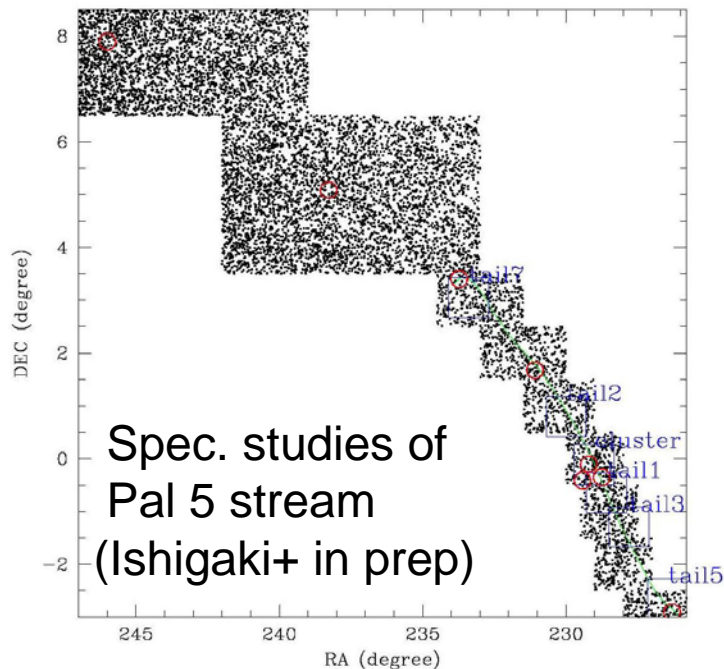
- 銀河(バルジ)潮汐作用の証拠
- 銀河系重力ポテンシャルへの制限

球状星団ストリームによる銀河動力学

Eyre & Binney 2009:

(l, b) , V_{los} の分布

- 重力ポテンシャルの形
 - サブストラクチャーの存在
- ⇒ ストリームの撮像と分光

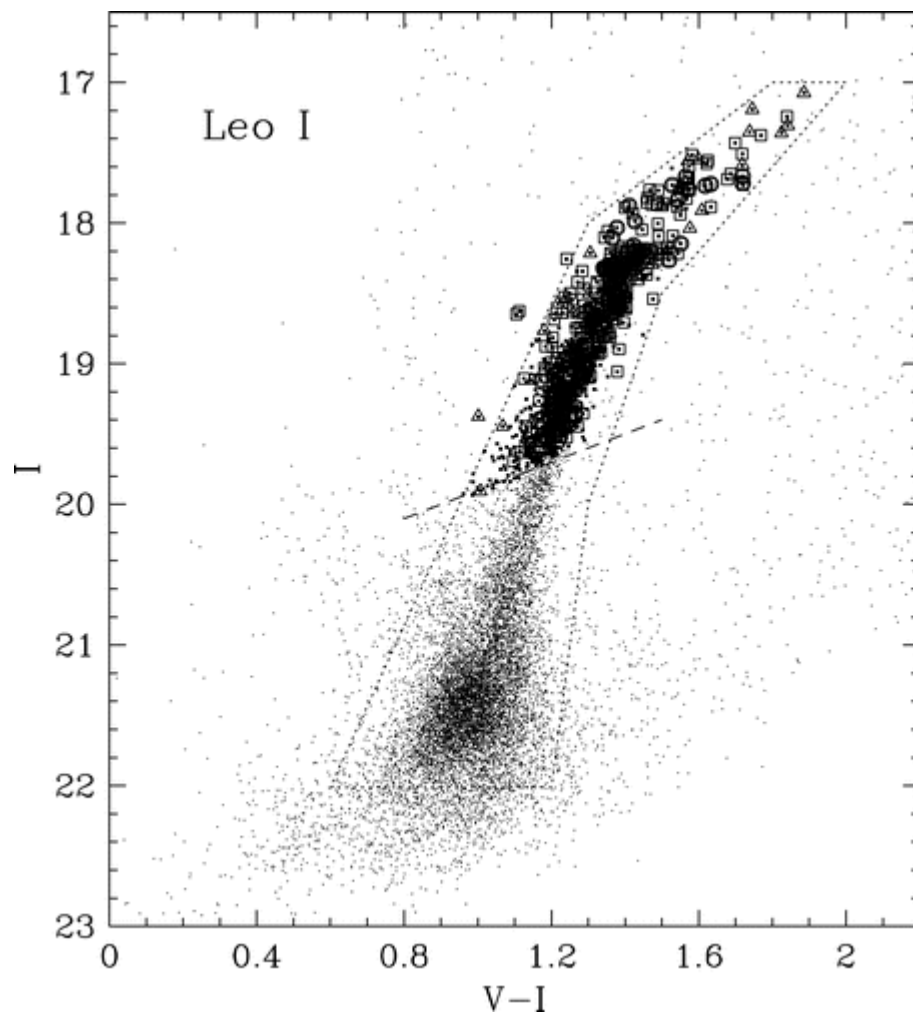
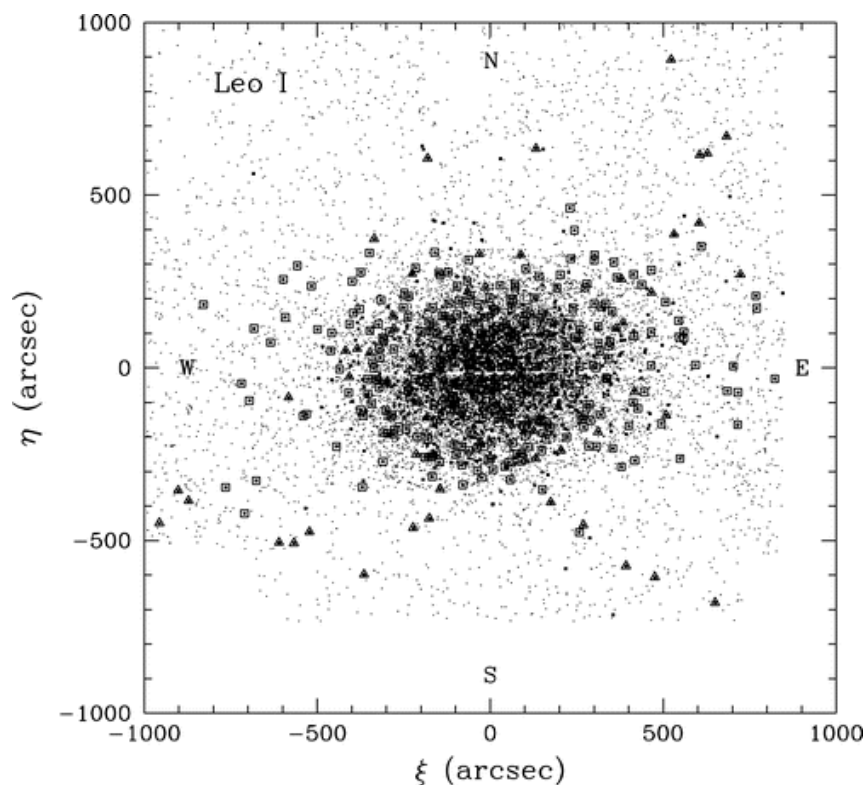


バルジ球状星団サーベイ

- 2MASS/GLIMPSEによる星団候補天体のフォローアップ観測
 - AOを用いた撮像
 - 星団同定後の多天体分光観測
 - 星団の固有運動測定
- GLAOを用いた球状星団周辺ของサーベイ
 - ストリーム構造の発見
 - 多天体分光観測による視線速度と金属量測定

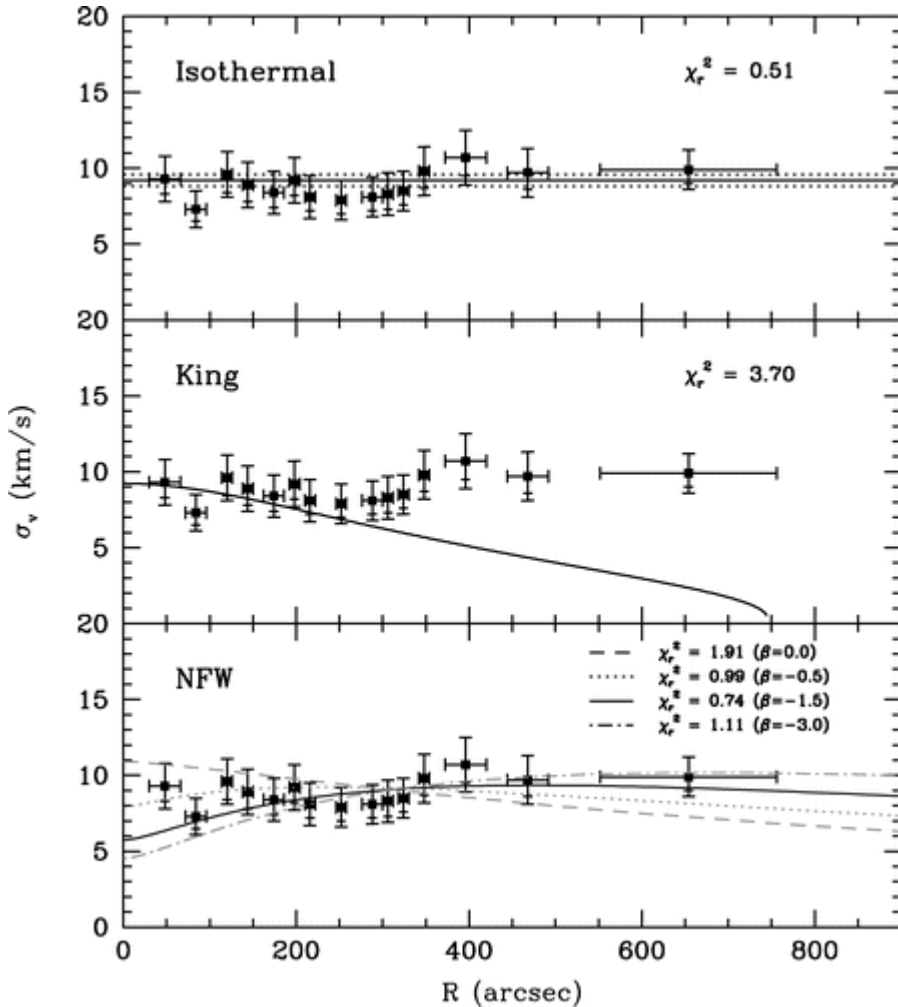
銀河系矮小銀河のダイナミクス

Leo I @ $D=247\text{kpc}$ の場合
(Mateo+08)

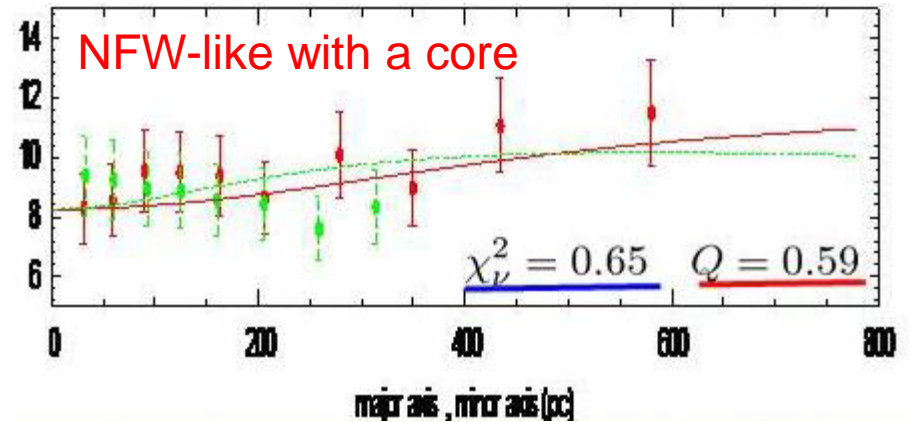
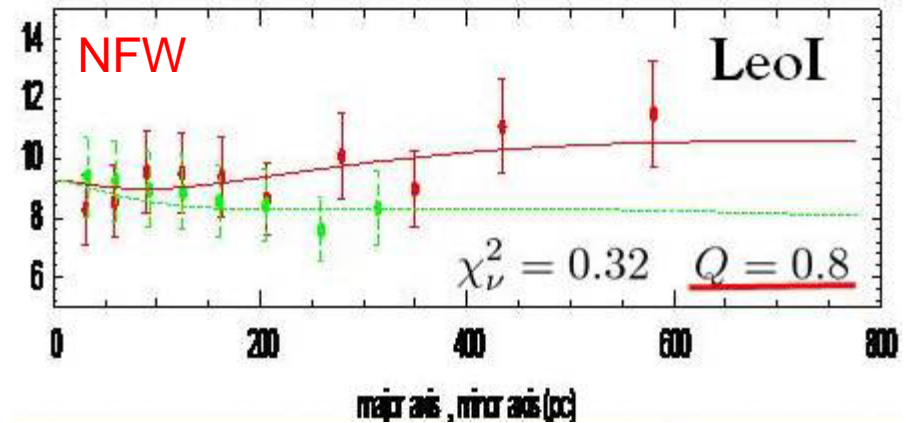


銀河系矮小銀河のダイナミクス

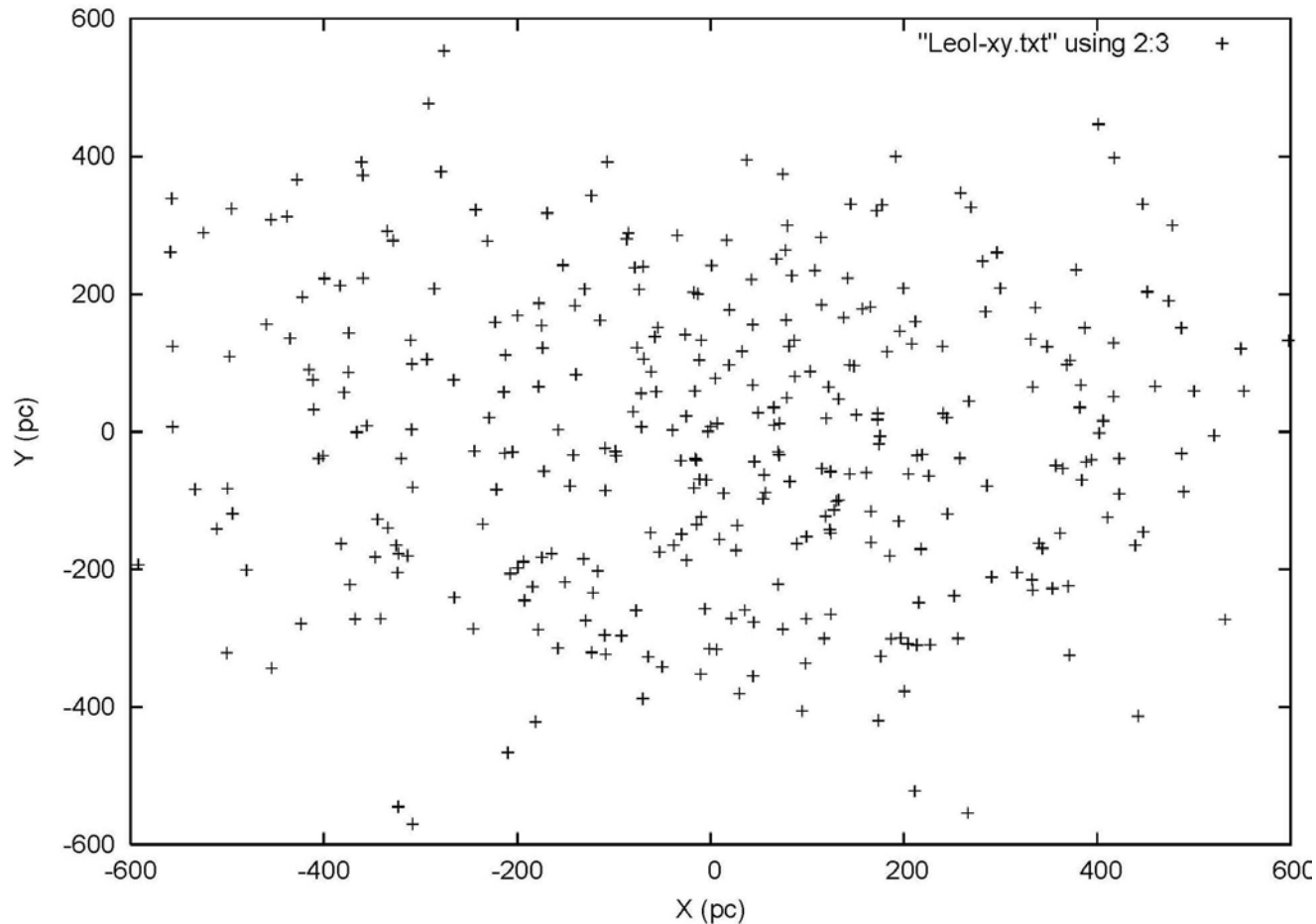
速度分散プロファイルと
球対称力学モデルとの比較



長軸・短軸方向の分散プロファイルと
軸対称モデルとの比較
(Hayashi & Chiba in prep.)



恒星のサンプルは実はすかすか、、、



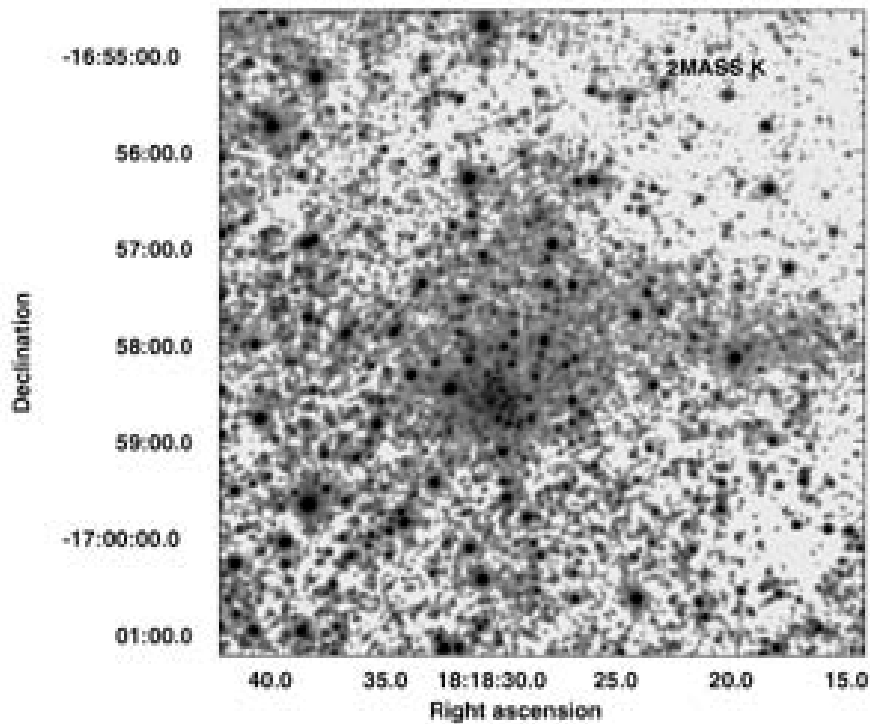
より高い空間分解能で暗い星の分光がたくさんできたら、、、

まとめ

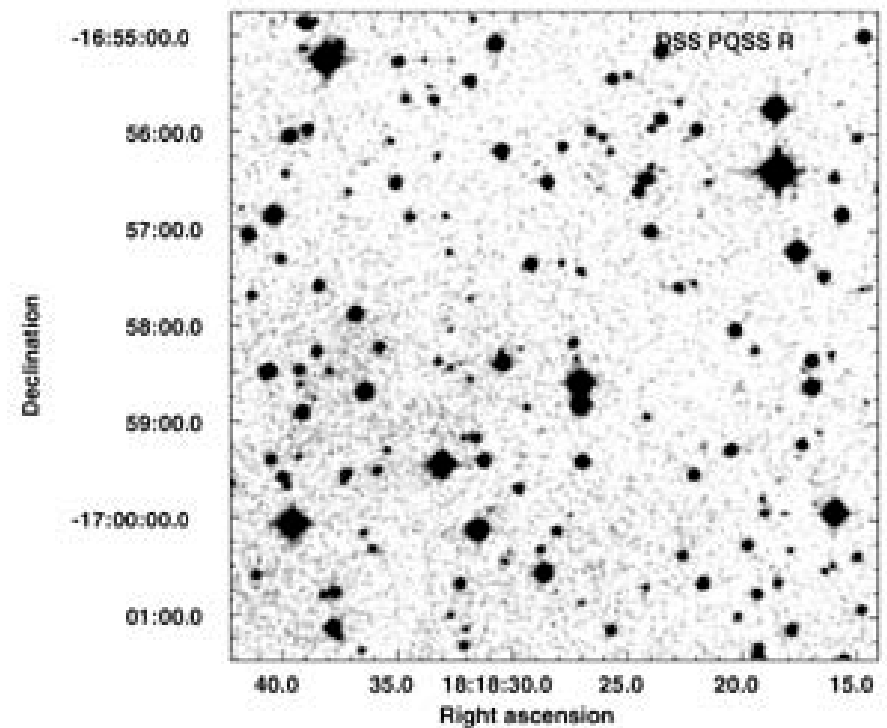
- すばる次世代AOは魅力的
 - バルジ・球状星団の形成と進化
 - 矮小銀河のダークマター分布
 - ……
- GLAO or MOAO?

GLIMPSE-C02

2MASS K



DSS R



Rバンドでは強い星間吸収のため
星団が見えない

