

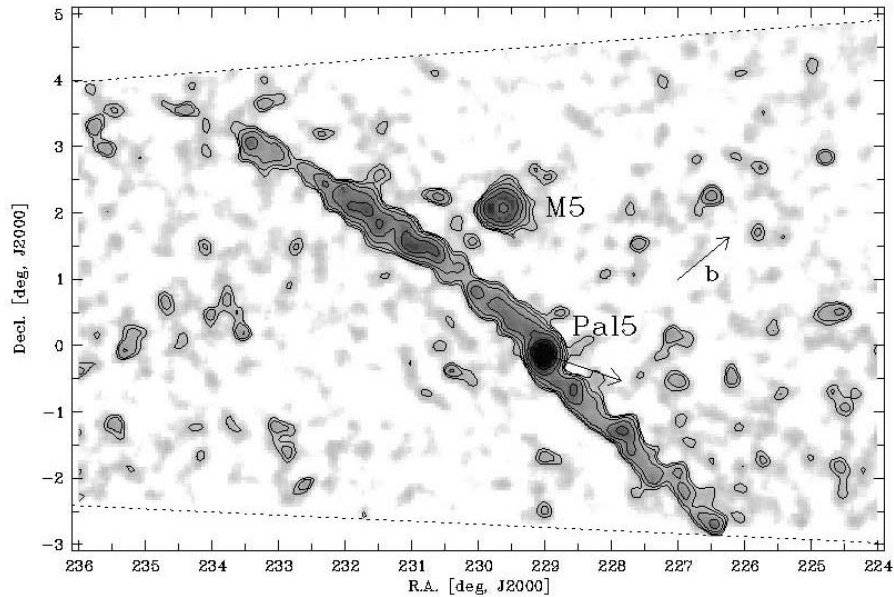
2015年度日本科学協会メンター制事業

散開星団のstellar stream を求めて

國學院大學栃木高等学校2年 大原 武士

星団が解体し流れをつくる Stellar stream とは？

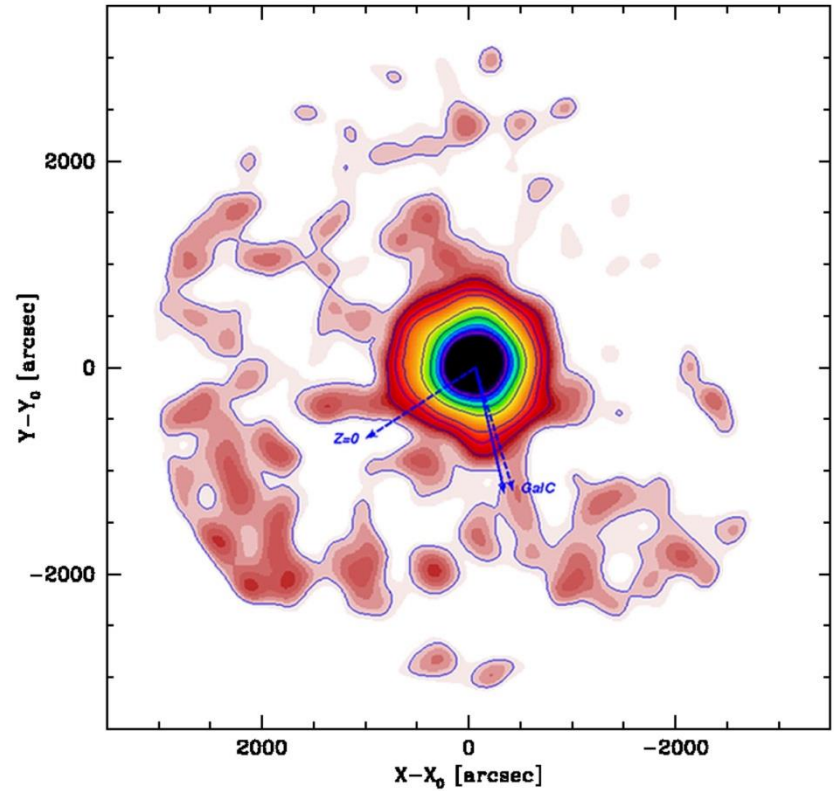
PALOMAR5のstream 2003年



The ASTRONIMICAL JOURNAL 126: 2385–2407, 2003より

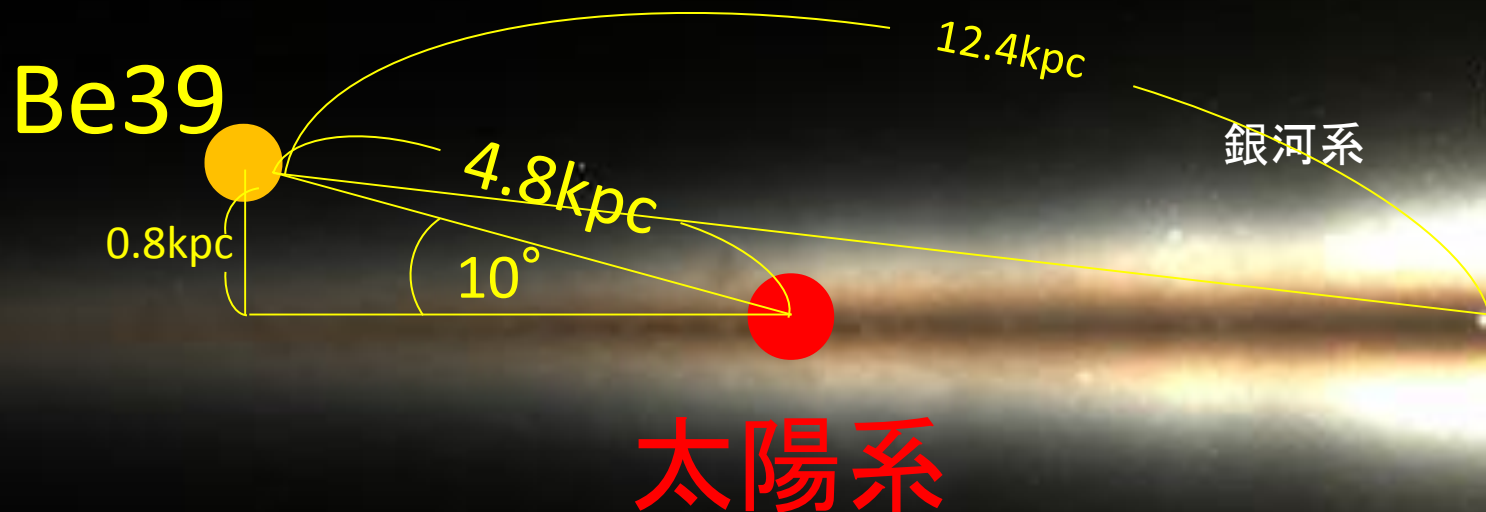
銀河円盤や太陽、兄弟星もストリームから形成された？

NGC6791 2015年



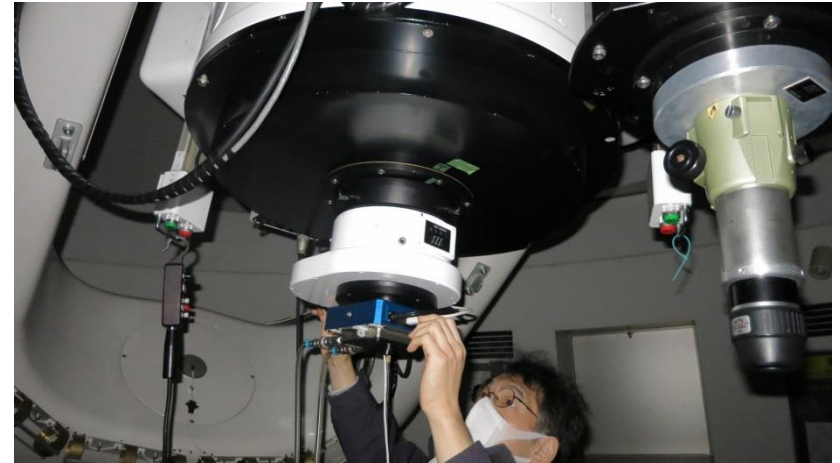
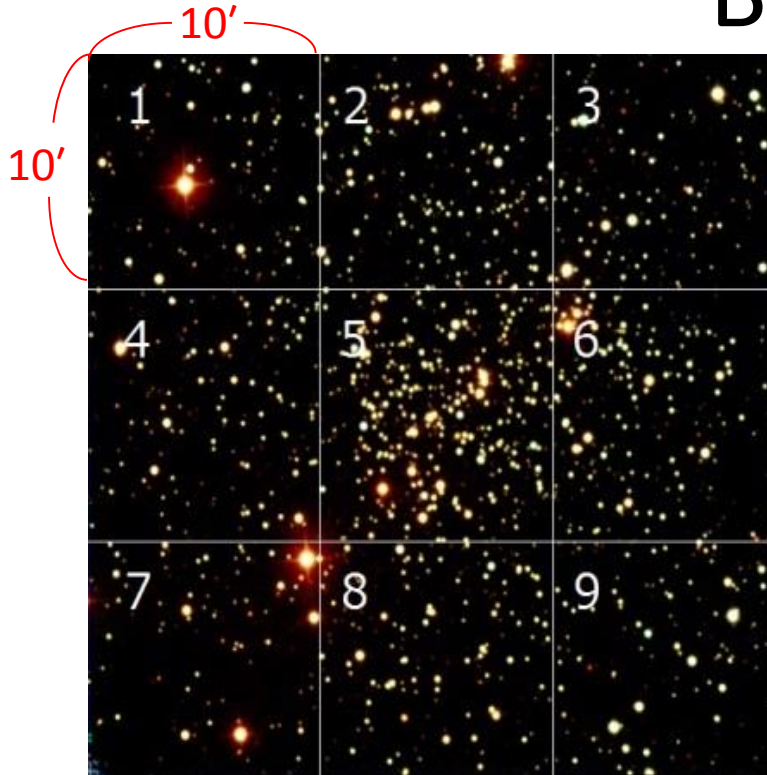
MNRAS 449, 1811–1818, 2015より

Be39は年齢は
100億歳！

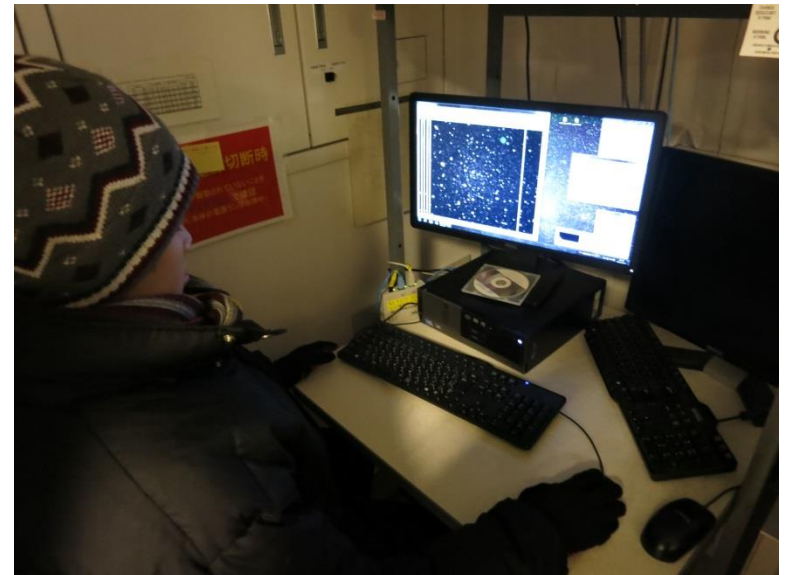


Be39: 赤経 07h46m42s 赤緯 $04^{\circ} 36'00''$ 4.8kpc(太陽からの距離)
銀経 223.46° 銀緯 $+10.1^{\circ}$ 12.4kpc(銀河系中心からの距離)

Be39の撮像



撮像日時: 2015年12月4日14:27~20:14(UT)
撮像方法: 撮像するうえで撮像箇所を9領域
10'×10'に分け、各領域にて、Bバンド(~
4300 Å)、Vバンド(~5200 Å)、Icバンド(~
8000 Å)それぞれ3枚ずつ3分露出で撮像し、
ダーク及びフラット画像も撮像した。



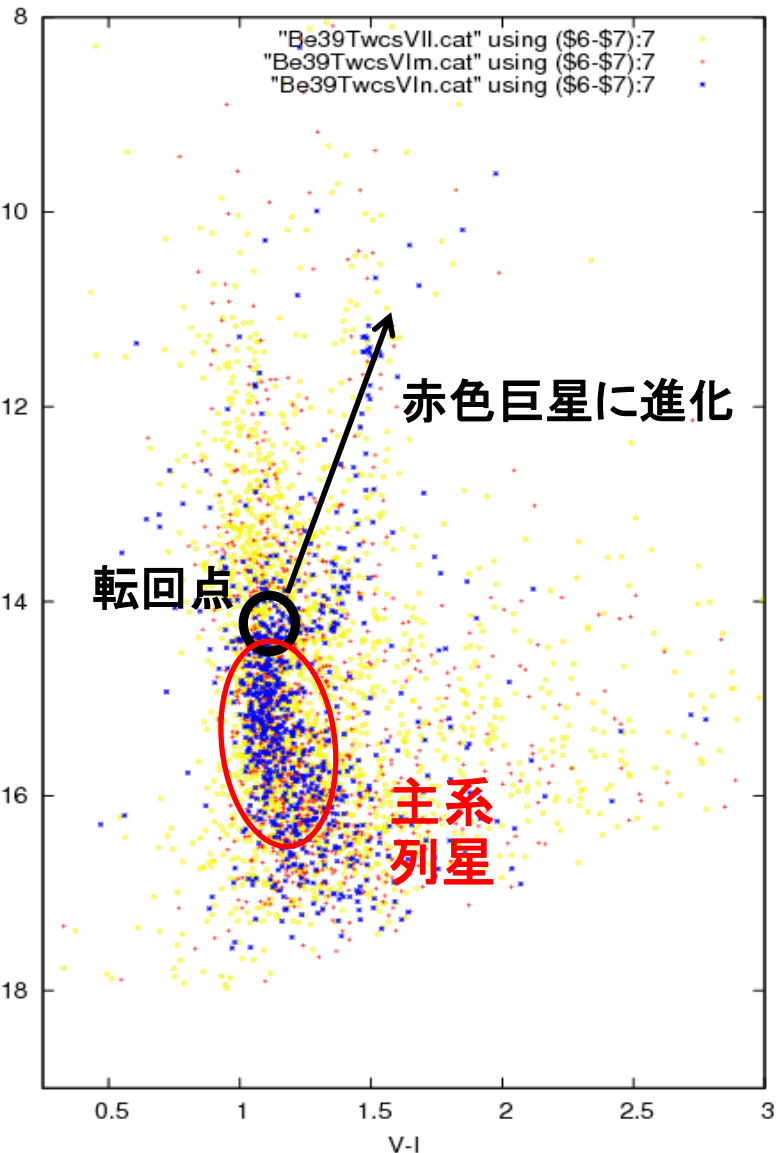
画像処理

撮影された画像をIRAFを利用し次のような手順で処理し、Be39の領域の恒星の光度と位置を調べた。

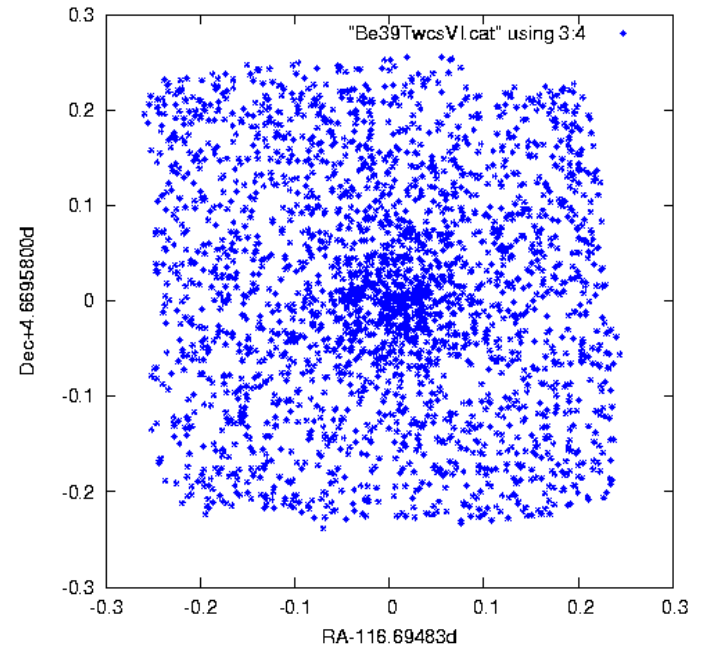
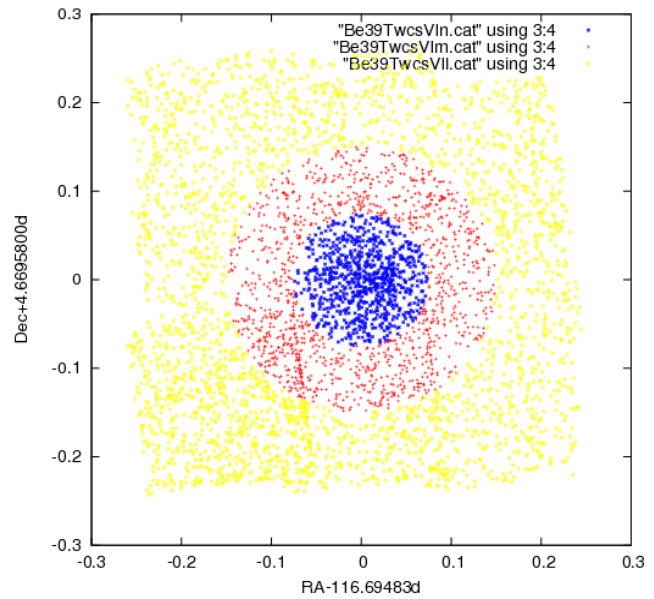
- 手順1 • 画像の一次処理 (standard manner) : ダーク補正、フラット補正
- 手順2 • 画像の合成 : SKY (バックグラウンド) を引く、位置合わせ、スケーリング (画像どうしの感度補正) の後、各領域を合成する。
- 手順3 • PSF測光 : IRAF/DAOPHOTを用い各恒星の等級を測定し、条件の良い星からPSFモデル (point spread function model) を作成する。これを他の星にも適用して光度を調べた。この方法は、重なり合った恒星の光度を正確に測定できる利点がある。測定にあたっては5 σ 以上の天体のすべてを検出する設定とした。一定の等級より明るい星は領域内ですべてサンプリングされているので天体の密度分布を調べる事ができる。等級はinstrumental magnitudeである。
- 手順4 • 領域の統合 : CCD画像上の天体の位置 (X, Y) を赤経・赤緯に変換する。2"角以内の天体は同一とみなして重複のない1つのカタログに統合した。領域間の等級のoffsetも補正した。

Be39の色等級図 (CMD)

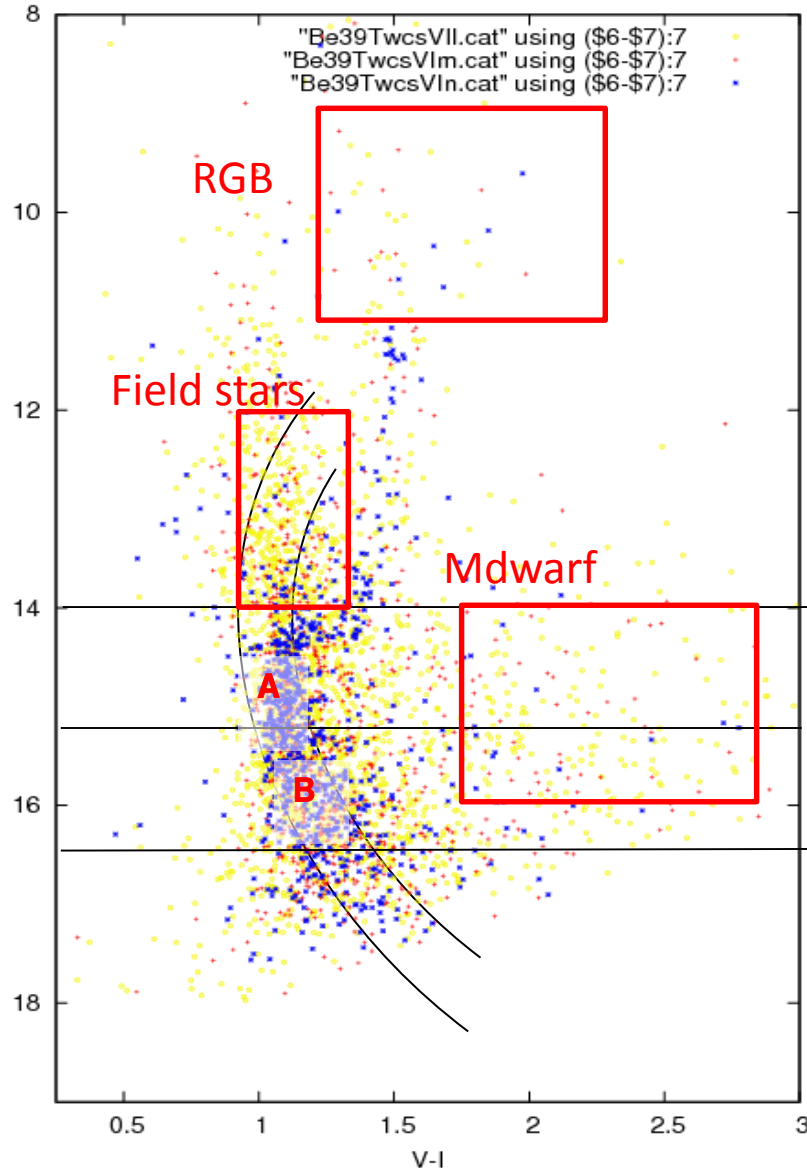
明るい ↑
↓ 暗い



高温 ← → 低温



星団の主系列星のみ選ぶ！



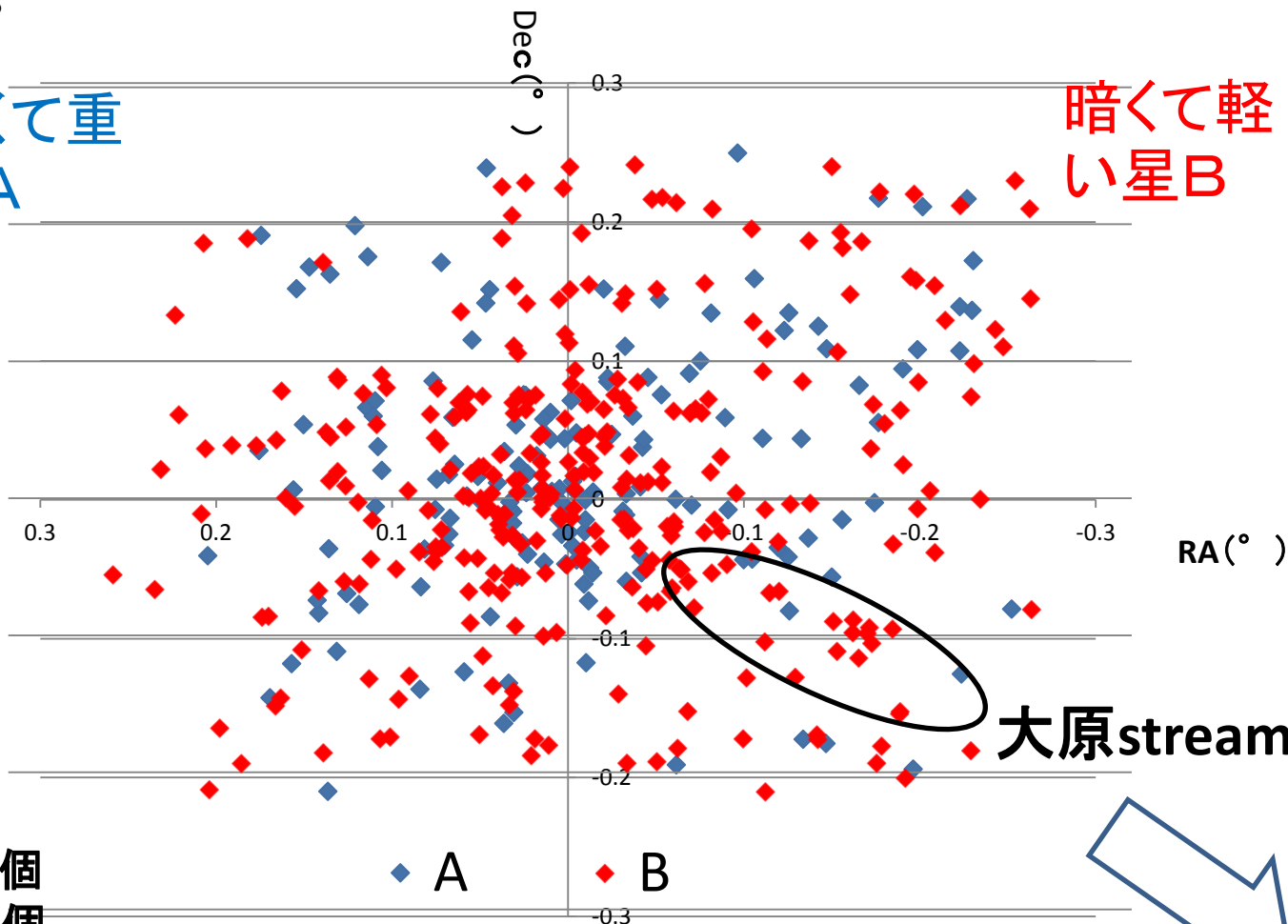
	I	V-I
主系列星A	14.0 ~ 15.25	2次曲線で囲まれた領域
主系列星B	15.25 ~ 16.5	
Field stars	12.0 ~ 14.0	1.0 ~ 1.3
Mdwarf	14.0 ~ 16.0	1.75 ~ 3.0
RGB	9.0 ~ 11.0	1.25 ~ 2.1

Be39主系列星の分布図

0.3° × 0.3°

明るくて重い星A

暗くて軽い星B



銀河中心と星団の潮汐力

$$\frac{GMms}{r^2} - \frac{GMms}{(r+d)^2} = \frac{Gm_cms}{d^2}$$

$$\frac{1}{(r+d)^2} = \frac{1}{r^2+2rd} = \frac{1}{r} \times \frac{1}{(r+2d)}$$

$$\frac{1}{r^2} \times \frac{1}{1+\frac{2d}{r}} = \frac{1}{r^2} \left(1 - \frac{2d}{r}\right) \quad \frac{1}{1+x} = 1-x \quad (x \ll 1)$$

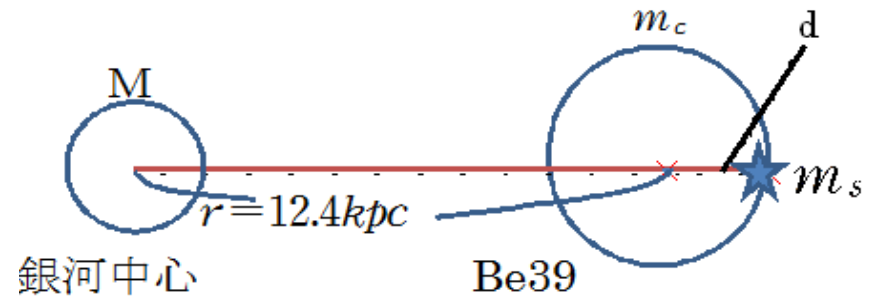
$$\frac{GM}{r^2} - \frac{GM}{r^2} \left(1 - \frac{2d}{r}\right) = \frac{2GMd}{r^3} = \frac{Gmc}{d^2}$$

$$d^3 = r^3 \frac{mc}{2M} \quad d = r \left(\frac{mc}{2M} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$r = 12.4 \text{ kpc}$ $mc = 1000M_\odot$ $M = 10^{12}M_\odot$ と考える

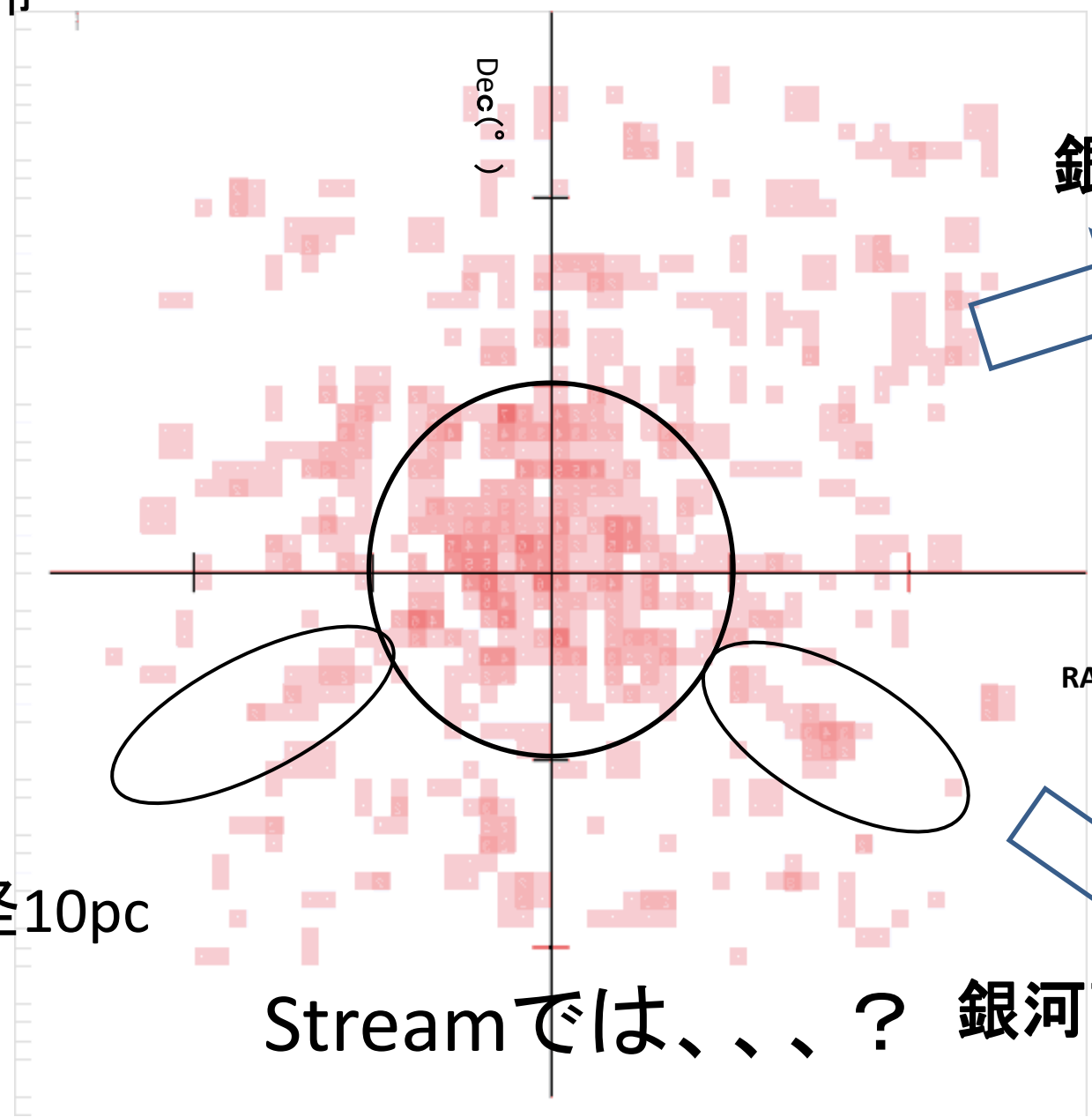
$$d = 12.4 \times 10^{-3} \times \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ kpc} \approx 10 \text{ pc}$$

- d: 潮汐半径
- m_c : 星団の質量
- m_s : 星団の星1個の質量
- M: 銀河系の質量
- M_\odot : 太陽の質量

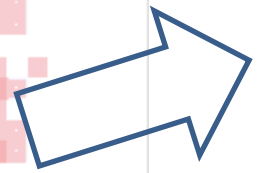


Car Box法による主系列星の 密度分布

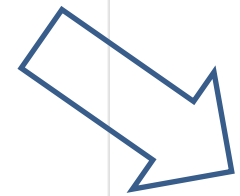
0.3° × 0.3°



銀河中心



RA(°)



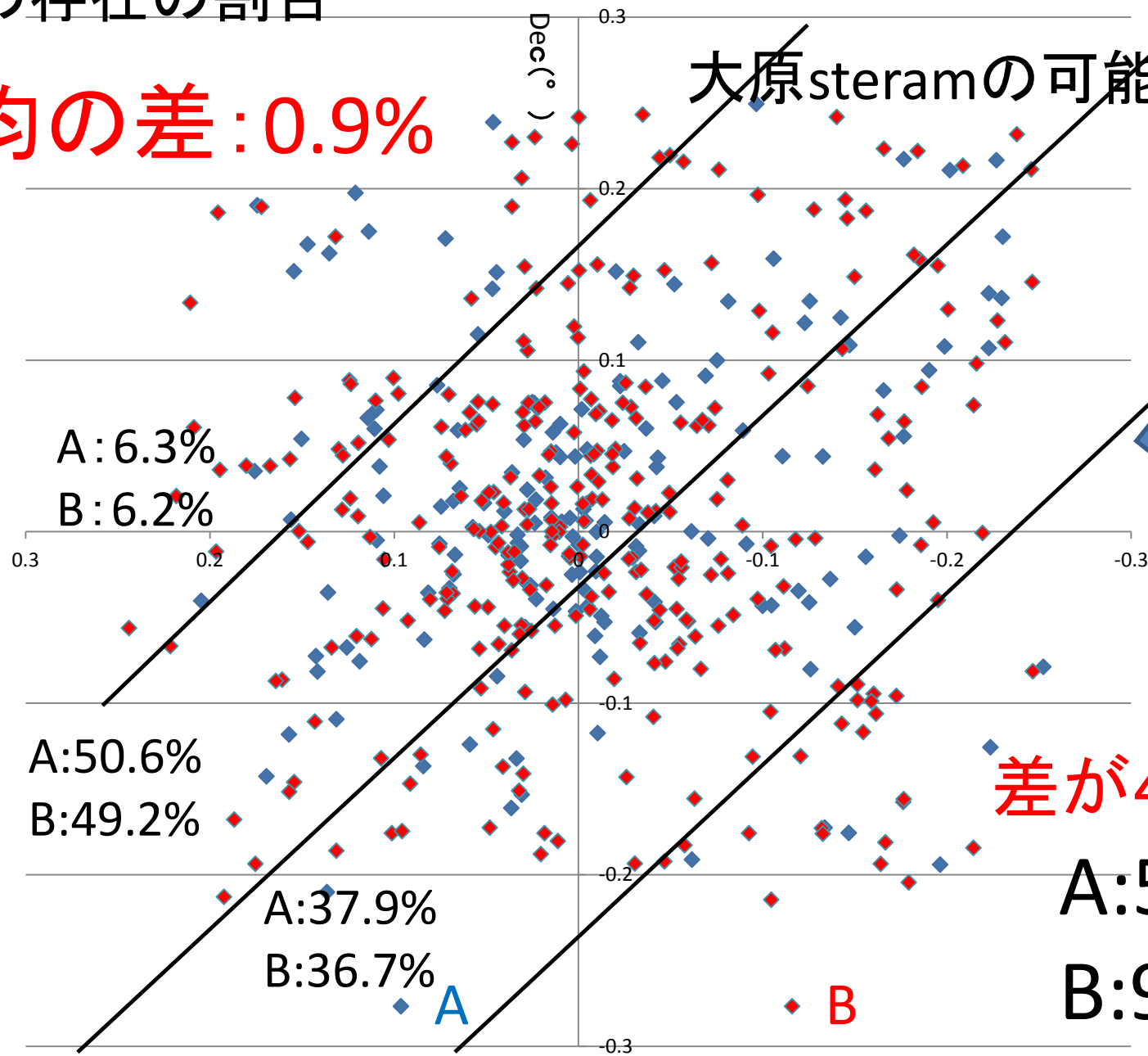
潮汐半径10pc

Streamでは、、、？ 銀河面

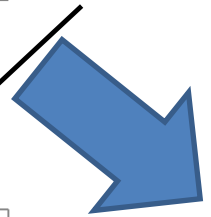
AとBの存在の割合

平均の差: 0.9%

大原steramの可能性あり!



A: 6.3%
B: 6.2%



銀河面

A: 50.6%
B: 49.2%

差が4.7%

A: 37.9%
B: 36.7%

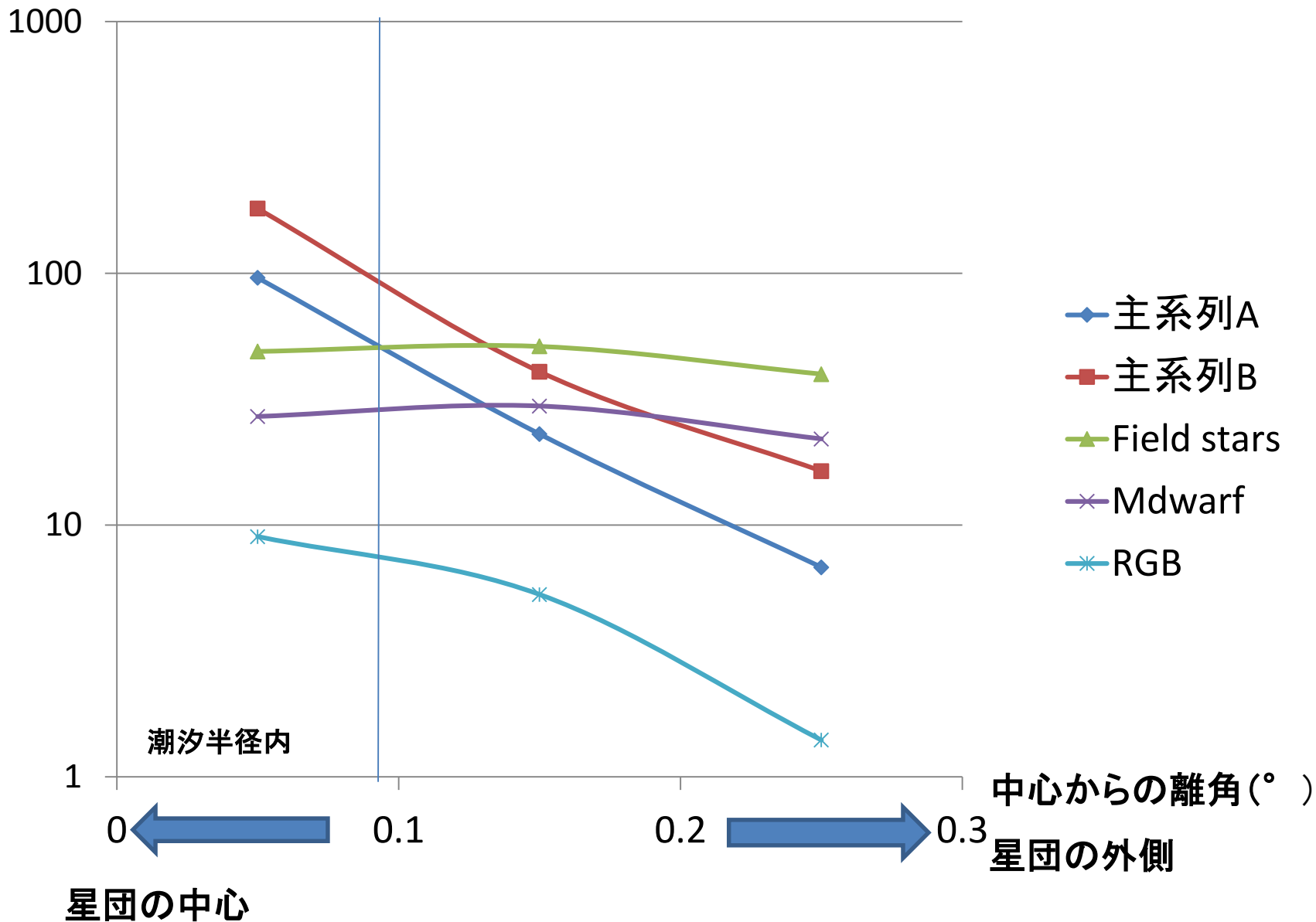
A: 5.1%
B: 9.8%

A

B

星の種類別密度変化

個数/直径 0.1° の円の面積



さらに広視野で深い撮像による精密な
解析と星の固有運動の解明が必要

この研究を進めるにあたり、

- ・日本科学協会
- ・県立ぐんま天文台の長谷川 隆先生
- ・県立ぐんま天文台の職員の皆様
- ・有限会社 ワイズマンの原田 賢一様
- ・放送大学 吉岡 一男先生
- ・ギャラクシーゼミの皆様

大変お世話になりました。

ご清聴ありがとうございました。