

# V204a

## JASMINE における検出器 変更可能性に基づく仕様、 観測データの再検討

矢野太平, 郷田直輝, 鹿野良平, 三好真, 上田暁俊, 辰巳大輔, 鹿島伸悟(国立天文台), 山田良透(京大理), 片坐宏一, 臼井文彦(宇宙研), 他JASMINE チーム

# 本日講演内容

- 新たな検出器の搭載が検討されている事、Gaiaによりより高精度な位置天文観測データが出てきていることを踏まえて、改めて観測領域の天体について、どの程度明らかにされてきているかなどを確認する。

1 新検出器における観測帯域での等級への変換式詳細化

2 GaiaEDR3 のデータとの比較

3 JASMINE観測波長での吸収係数

## JASMINE

- 赤外線による超高精度位置天文観測
- 星の位置、距離と運動を測定し、天の川銀河の中心核構造と形成史を明らかにする。



# 観測波長

- 赤外線での位置天文観測衛星JASMINE は、これまでTeledyne のHgCdTe 検出器(H4RG) を候補として検討を進めてきたが、国立天文台において地上用に開発が行われてきた国産のInGaAs 近赤外検出器を宇宙用化し、JASMINEへの搭載をベースラインとする。
- Teledyne HgCdTe 検出器 : 1.1  $\mu\text{m}$ から1.7  $\mu\text{m}$
- 国産 InGaAs 検出器 : 1.1  $\mu\text{m}$  から1.6  $\mu\text{m}$
- JやHなどからHwへの変換式が必要だが、その変換式をより詳細に調べる。

# 各種カタログでのI,J,KとHwの関係

- 銀河中心方向での赤外観測データであるVVV, 2MASS, SiriusといったカタログのJ,H各フィルタとJASMINEでの観測バンドであるHwとの関係はどのようになるのかの検討をおこなった。

赤外線観測カタログ 2MASS, VVV, SIRIUSを用いる。

2MASS: 比較的明るい天体が得意(明るい星はcomplete.暗い天体は取りこぼす)

VVV: 2MASSに比べ暗い天体が得意(明るい天体はさちる。取りこぼす)

SIRIUS: レゾリューションが高く、2MASSなどで数え落としの可能性をチェック

# Hw=Hw(J,H)の変換式の導出

- ESO IRスペクトラルライブラリ  
[http://www.eso.org/sci/observing/tools/standards/IR\\_spectral\\_library.html](http://www.eso.org/sci/observing/tools/standards/IR_spectral_library.html)
- 以上スペクトルデータを用いて解析する。

## 手順

- 積分の際、フラックスに対し振動数で割る事で（波長を乗じる事で）フォトン数を導出する。以下の計算は比の計算なので係数は気にしない。
- AOVスペクトルに対し、J,H,Hwについて積分する。（基準のフォトン数  $f_{j0}$ ,  $f_{h0}$ ,  $f_{hw0}$  が導出される）
- 与えられたスペクトルに対し、J,H,Hwについて積分。（フォトン数  $f_j$ ,  $f_h$ ,  $f_{hw}$  が導出される）
- $-2.5 \cdot \log_{10}(f_j/f_{j0})$ ,  $-2.5 \cdot \log_{10}(f_h/f_{h0})$ ,  $-2.5 \cdot \log_{10}(f_{hw}/f_{hw0})$  にて等級導出。
- 様々な星に対してJ-H, Hw-Hなどを計算

これまではJについては1.1-1.35 $\mu$ m, Hは1.5-1.8 $\mu$ mの帯域に感度があると簡易的に考慮していた。ここではJ, Hフィルタの透過率を考慮する。

# VVV, 2MASS, SIRIUSの各種 filter

## VVV

VVVのfilterの透過率データ、量子効率のデータ、大気吸収のデータ。

### ESO

<http://www.eso.org/sci/facilities/paranal/instruments/vircam/inst.html>

によりfilter情報を取得

青：Jバンドfilter透過率

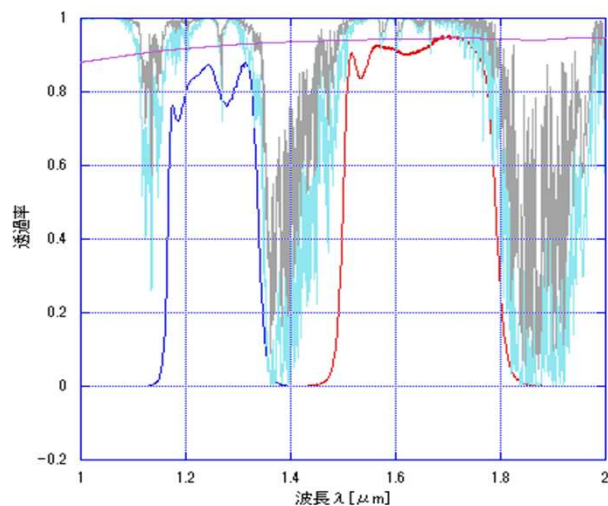
赤：Hバンドfilter透過率

紫：量子効率 (QE)

灰：大気透過率 PWV=1mm, sec z=1

水色：大気透過率 PWV=3mm, sec z=2

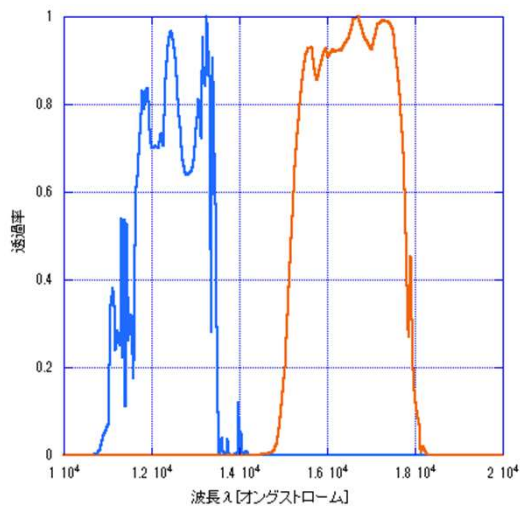
PWV : precipitable water vapor



## 2MASS

2 MASS の透過率として与えられているデータ (ピークで規格化) (量子効率、大気吸収をむ)。(Cohen et al.2003)

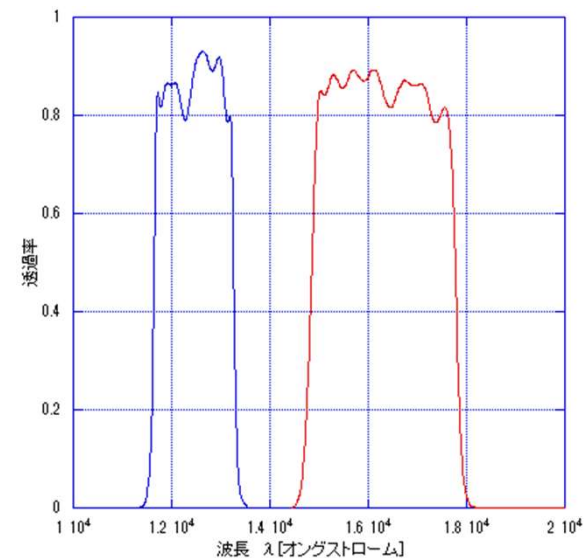
[https://old.ipac.caltech.edu/2mass/releases/allsky/doc/sec6\\_4a.html#rsr](https://old.ipac.caltech.edu/2mass/releases/allsky/doc/sec6_4a.html#rsr)  
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2003AJ....126.1090C/abstract>



## SIRIUS

SIRIUSフィルタとなるが、データであたえられているのは純粹にフィルタの透過率。(大気吸収やQEはふくまれてない)。

<http://www-ir.u.phys.nagoya-u.ac.jp/~irsf/sirius/tech/index.html>



# フィルタ毎の変換式Hw

◎使用データ

ESO IRスペクトラルライブラリ [http://www.eso.org/sci/observing/tools/standards/IR\\_spectral\\_library.html](http://www.eso.org/sci/observing/tools/standards/IR_spectral_library.html)

**吸収の仮定**

$A_v=0\text{mag}, 15\text{mag}, 30\text{mag}, 45\text{mag}, 60\text{mag}$  を与える事で様々な吸収を検討。

**吸収係数比**

$A_J/A_v$  0.282

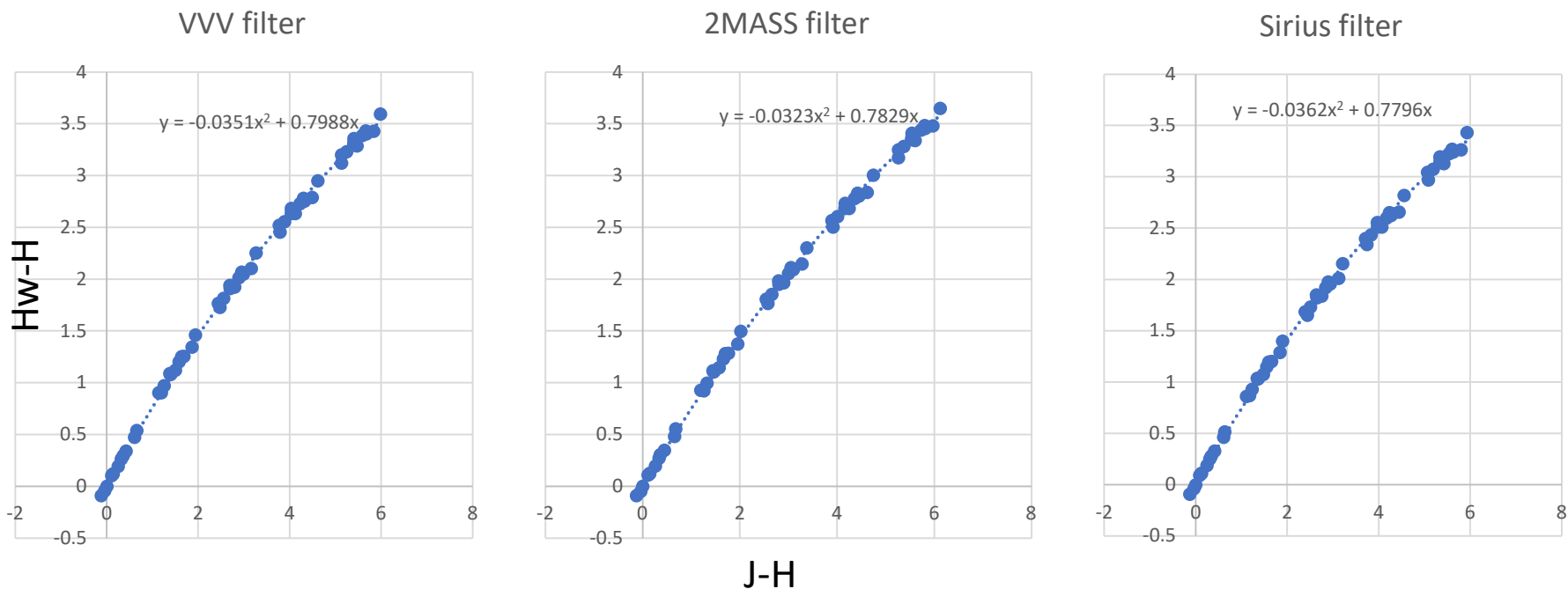
$A_K/A_v$  0.112

$A(\lambda) = \{ (\lambda - 1.2) A_K + (2.0 - \lambda) A_J \} / (2.0 - 1.2)$

◎作業内容

VVV, 2MASS, SiriusのJ,Hフィルタを用いてそれぞれにおいてHwを見積る。それぞれのフィッティング関数を最小2乗法にて導出（最小2乗はエクセル使用）。フィッティング曲線的前提条件は2次式、原点を通る(定数項なしの2次式)曲線とした。

赤化が強くJ-H~1を上回るような値まで考慮すると線形から外れる⇒2次フィット





# フィルタ毎の変換式Hw2

- 前スライドよりHw2を見積る。VVV, 2MASS, SiriusのJ,Hフィルタで求めたそれぞれのHw変換式は以下の通り。

VVV:	$Hw2=0.7988J+0.2012H-0.0315(J-H)^2$	$\sigma=0.033$
2MASS:	$Hw2=0.7829J+0.2171H-0.0323(J-H)^2$	$\sigma=0.035$
Sirius:	$Hw2=0.7796J+0.2204H-0.0326(J-H)^2$	$\sigma=0.063$

$$\delta(i) = \text{data}(i) - \text{fitting}(i)$$

$$\sigma = \sqrt{\langle \delta(i)^2 \rangle - \langle \delta \rangle^2}$$

それぞれのカタログにおけるHwへの変換式を導出した。ただし、それぞれの式の違いは小数点2位以下のみである。

# GaiaEDR3 との比較

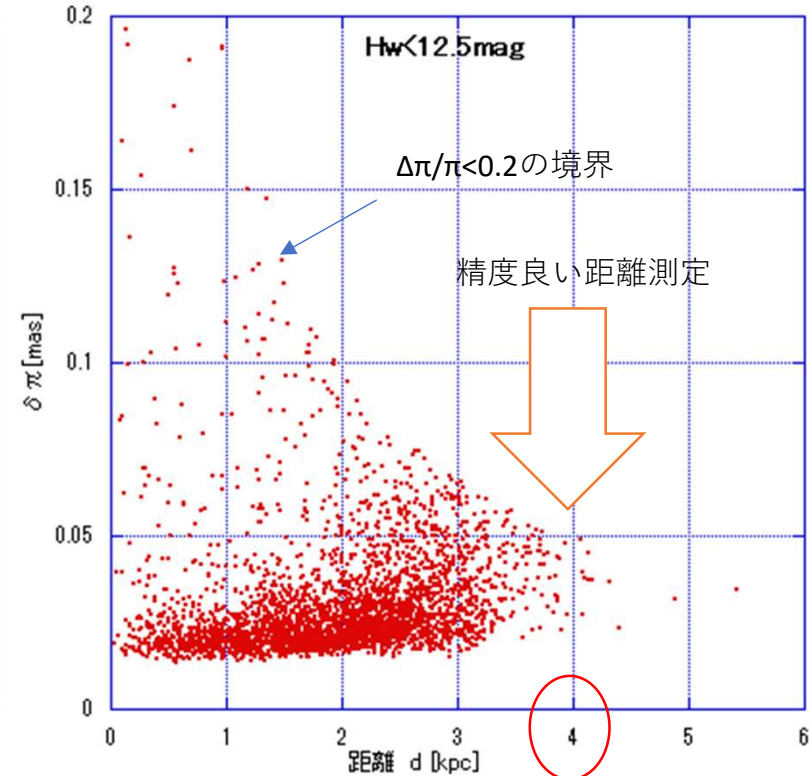
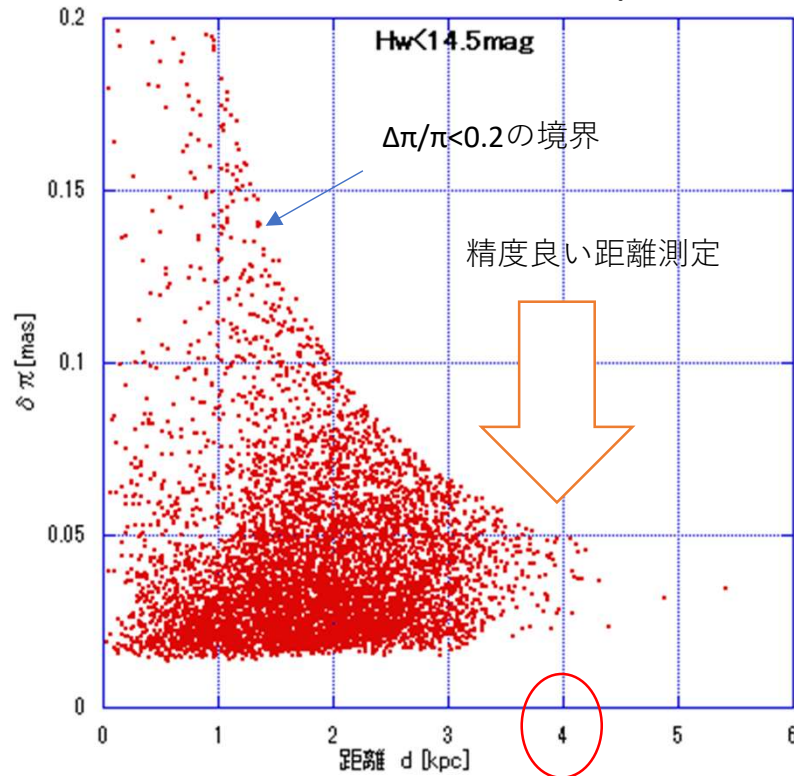
- GaiaではGaiaEDR3もreleaseされた。
- GaiaEDR3でどこまで観測されているか、我々のこれまでの検討と無矛盾なのかを検討する。

# GaiaEDR3でどの距離あたりまで測定できているか

GaiaEDR3&2MASSマッチングデータ

銀河中心領域半径0.7度円内

精度よく距離測定できる $\Delta\pi/\pi < 0.2$ のデータを抽出



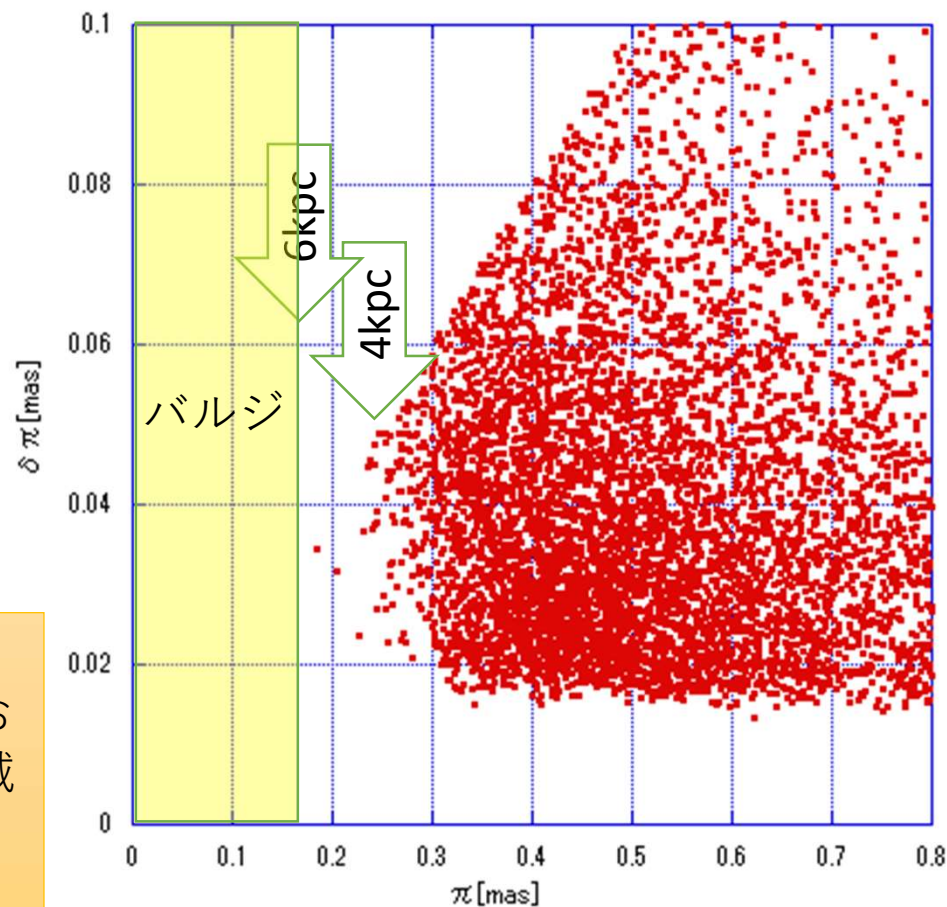
$d < 4\text{ kpc}$ 程度まで距離測定ができています。

# 精度よく観測されるバルジ天体は存在するか

JASMINIE観測領域全体  
精度よく距離測定できる

**$|\Delta\pi/\pi| < 0.2$** のデータを抽出

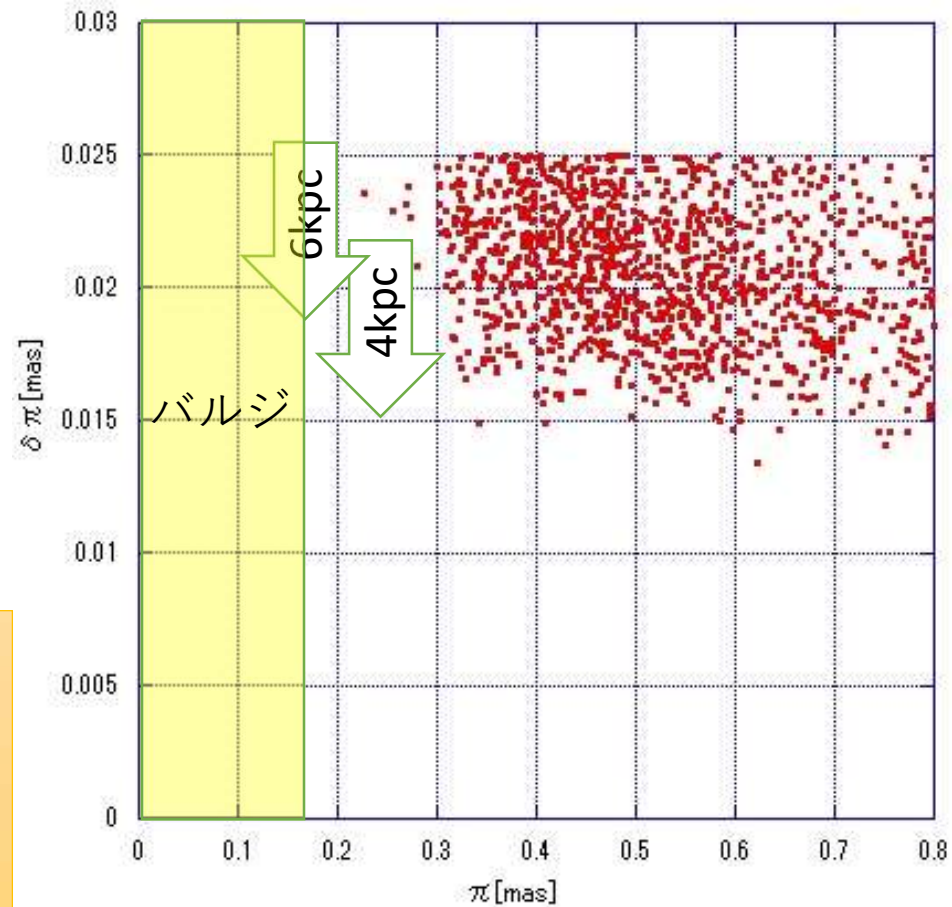
おおよそ4kpc程度まで観測されており、精度よく測定されるバルジ領域の天体は存在しない。



# 精度よく観測されるバルジ天体は存在するか

JASMINIE観測領域全体  
精度よく距離測定できる  
 **$\Delta\pi < 25\mu\text{as}$** のデータを抽出

精度よく測定されるバルジ領域の天体は存在しない。

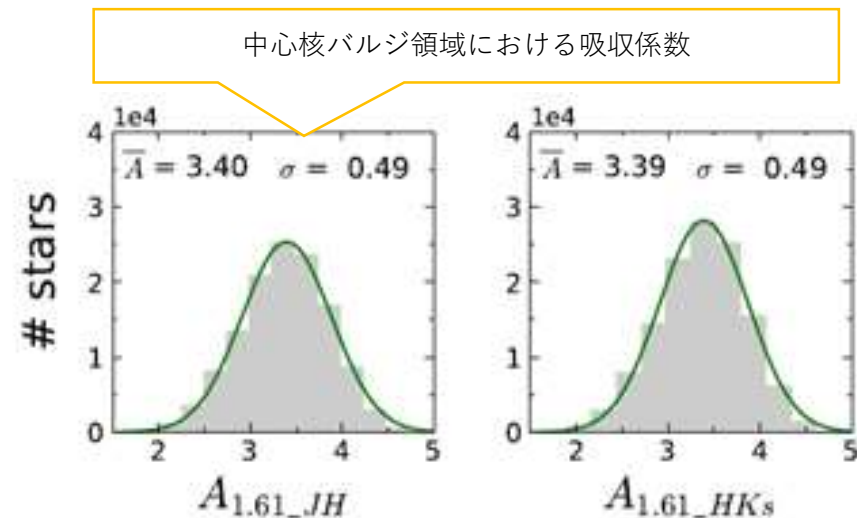


# Hwにおける銀河中心核バルジ領域における吸収係数について

- バルジ領域の天体はどの程度の吸収を受けているのか。またそれにともないバルジ遠方のディスクは見えているのか。バルジ観測にどの程度の影響があるのか見積もりが必要である。
- GALACTICNUCLEUS-surveyによる観測から銀河系中心部のダストの影響が詳細にわかりつつある。
- こうした観測データを用いてバルジ遠方のディスクの影響を調べた。
- F. Nogueras-Lara et al.(2020)
- <https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2020/09/aa38606-20.pdf>

$A_\lambda$ : 波長 $\lambda$ における吸収係数

$A_{1.61}$ はバルジ中心領域で2~5程度に分布しており平均~3.5である。  
⇒ $A_{Hw}$ はこの値よりは吸収を受けている。 $A_{Hw}$ の見積もりは次のスライド



# Hwの吸収

F. Nogueras-Lara et al.(2020)から以下関係が得られる。

$$AJ/AK=3.44$$

$$AJ/AH=1.87$$

$$AH/AK=1.84$$

前スライドのAJ,AH,AKの値の比、

$$AHW = 0.75AJ + 0.25AH$$

さらにAHの中心波長 $1.7\mu\text{m}$ , AJの中心波長 $1.2\mu\text{m}$ と考えると、

$$A1.61=0.8AH+0.2AJ$$
とおけば、

以下のような吸収係数となる。

倍率	AJ	AHw	A1.61AH	AK	
基本形	3.44	3.04	2.16	1.84	1
1.62	5.57	4.93	3.5	2.98	1.62

以上から $A1.61=3.5\text{mag}$ とすると、 $AHw\sim 5\text{mag}$ となる。

以上より、 $AHW = 5\text{mag}$ と考えられる。  
⇒この減光の場合、バルジ遠方のディスク星の割合は小さい

# まとめ

- 観測帯域での等級への変換式詳細化

⇒波長幅が少なくなる効果、長波長側で非線形の効果も含め、2MASS, VVVなど観測装置ごと変換式がどうなるのか、より詳細に検討し変換式を作成した。

- GaiaEDR3 のデータとの比較

⇒Gaiaで観測される天体で高精度に距離測定できているのは4kpc程度である。またGaiaで年周視差が精度よく測定されているバルジ天体は存在しない。

やはり最終的には J A S M I N E による測定が必要である。

- 中心核バルジにおける吸収係数

⇒Galactic nucleous surveyにより遠方ディスクからの混入についてより定量的に見積もる事ができるようになった。HWで5mag減光となった。