

平成30-34年度

文科省 新学術 犬塚(名古屋大)「新しい星形成理論によるパラダイムシフト：  
銀河系におけるハビタブル惑星開拓史の解明」

B02 百瀬(茨城大)「多様な環境下における原始惑星系円盤進化の観測的解明」

<http://star-planet.jp/research/b02/>

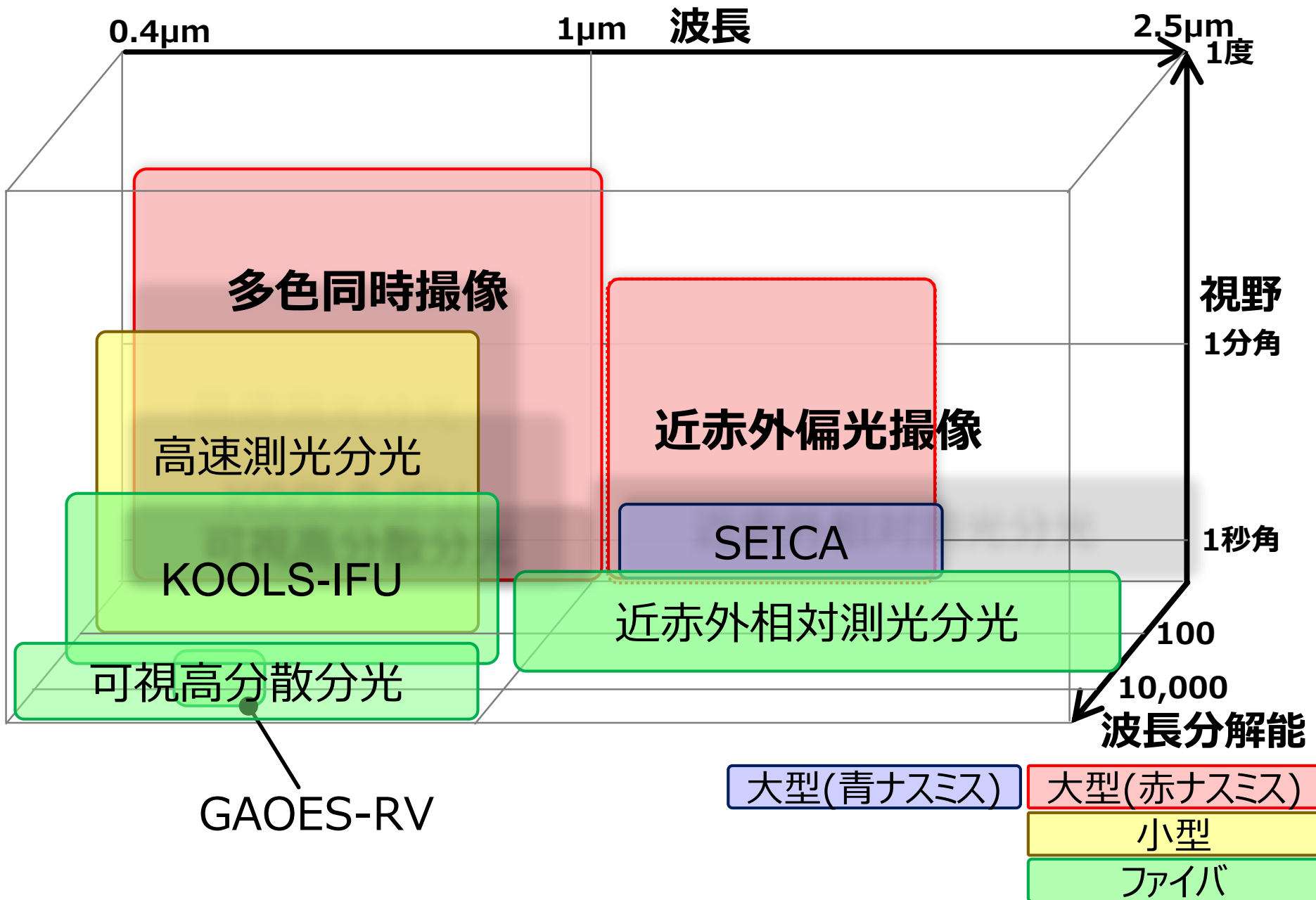
平成31年度で検出器入手、クライオスタット製作、  
32, 33, 34で 実験・観測。

# 岡山 3.8m せいめい望遠鏡 近赤外偏光撮像装置

長田 哲也 (京大 理)

【木野さんの資料に基づく】

# せいめい望遠鏡の観測装置

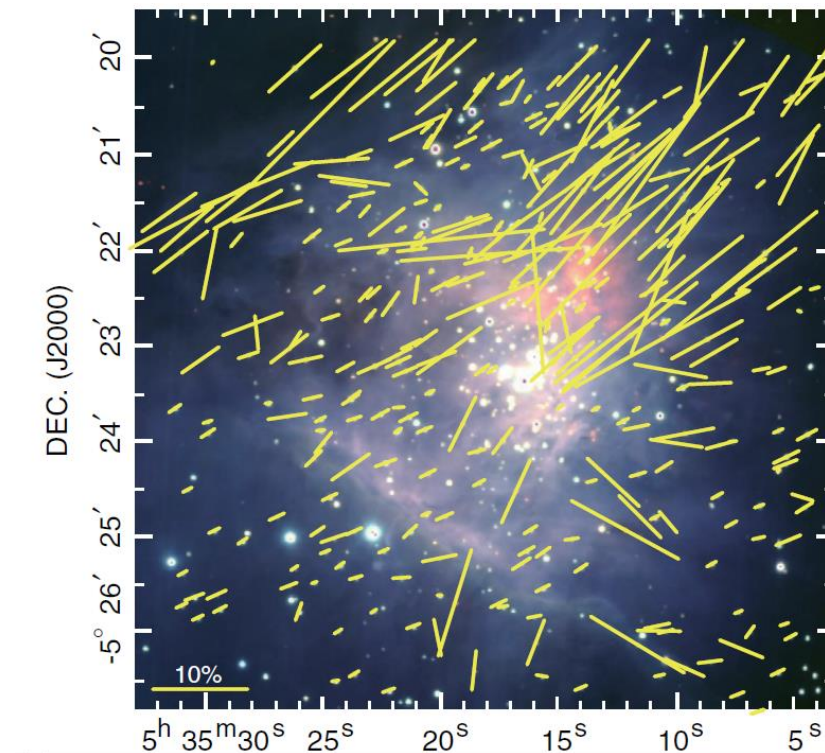


# せいめい望遠鏡 偏光撮像装置のめざすもの

3.8 m 望遠鏡に、J・Hs 撮像のカメラをつける

近赤外線 1.25、1.55  $\mu\text{m}$  視野3分角

偏光の両成分を同時に撮像するデュアルビーム型で、精度<0.1%



M42 (距離 450pc)

IRSF SIRPOL

もっと遠方で、  
7.3 倍の集光力

もっと精度よく  
デュアルビーム

# IRSF SIRPOLのパラメータ

1.4 m 望遠鏡に、J・H・K<sub>s</sub>同時撮像のカメラSIRIUSがついている  
 近赤外線 1.25、1.63、2.14  $\mu\text{m}$  視野8分角

偏光の一成分ずつを撮像するワンビーム型で、精度0.3%

Table 1. Performance of IRSF/SIRPOL

Field of View	7.7' $\times$ 7.7' (three 1k $\times$ 1k detectors, pixel scale = 0.45"/pixel)
Band	J (1.25 $\mu\text{m}$ ), H (1.63 $\mu\text{m}$ ), and K <sub>s</sub> (2.14 $\mu\text{m}$ )
Sensitivity	J = 19.2, H = 18.6, K <sub>s</sub> = 17.3 mag (S/N = 5, effective exposure time = 60 min [15 min $\times$ 4 wave plate pos.] )
Observation Efficiency	100 min for the default observing mode (exposure time = 60 min; 10 sec $\times$ 4 wave plate pos. $\times$ 10 dithering $\times$ 9 set)
Accuracy of Pol. Degree	$\delta P = 0.3\%$ for bright point sources: J < 15.0, H < 14.5, K <sub>s</sub> < 13.0 mag $\delta P < 1\%$ : J < 16.5, H < 15.7, K <sub>s</sub> < 14.5 mag $\delta P < 3\%$ : J < 17.5, H < 17.0, K <sub>s</sub> < 15.7 mag
Accuracy of Pol. Angle	$\delta\theta < 3$ degree
Correction Angle	105 degree (at JHK <sub>s</sub> )
Polarization Efficiency	95.5 % at J, 96.3 % at H, and 98.5 % at K <sub>s</sub>
Shortest Exposure Time*	1.6 sec

\* Since SIRPOL has no warm-shutter currently, the shortest exposure time is limited to 1.6 sec depending on the shortest read-out time of the detectors.

# Instrument

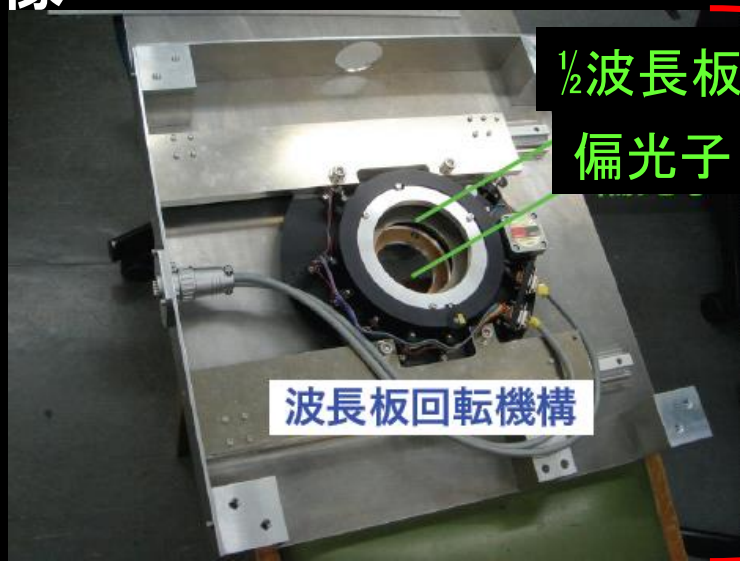
## SIRPOL (SIRIUS polarimetry mode)

### ➤ 装置

南アフリカで運用中の1.4m望遠鏡IRSFと近赤外三色同時撮像装置SIRIUSに取付ける偏光装置

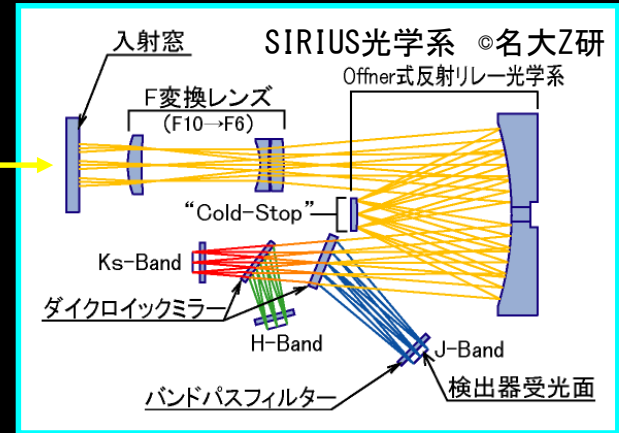
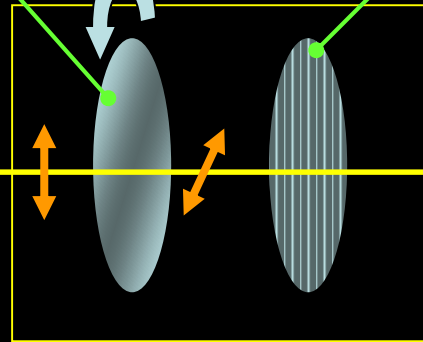
### ➤ 特徴

- ・近赤外偏光装置としては最大の $\sim 8' \times 8'$  という広視野
- ・近赤外J(1.2), H(1.6) Ks(2.1 $\mu\text{m}$ ) 三色同時偏光撮像



# SIRPOLの概要

回転する1/2波長板 固定された常温偏光子



シングルビームの直線偏光装置:

SIRPOL

0度→45度→22.5度→67.5度と1/2波長板を回転させて撮像。

**Stokes のパラメータから偏光度・偏光角を求める。**

$$\text{Stokes I} = \{I(0^\circ) + I(45^\circ) + I(22.5^\circ) + I(67.5^\circ)\} / 2$$

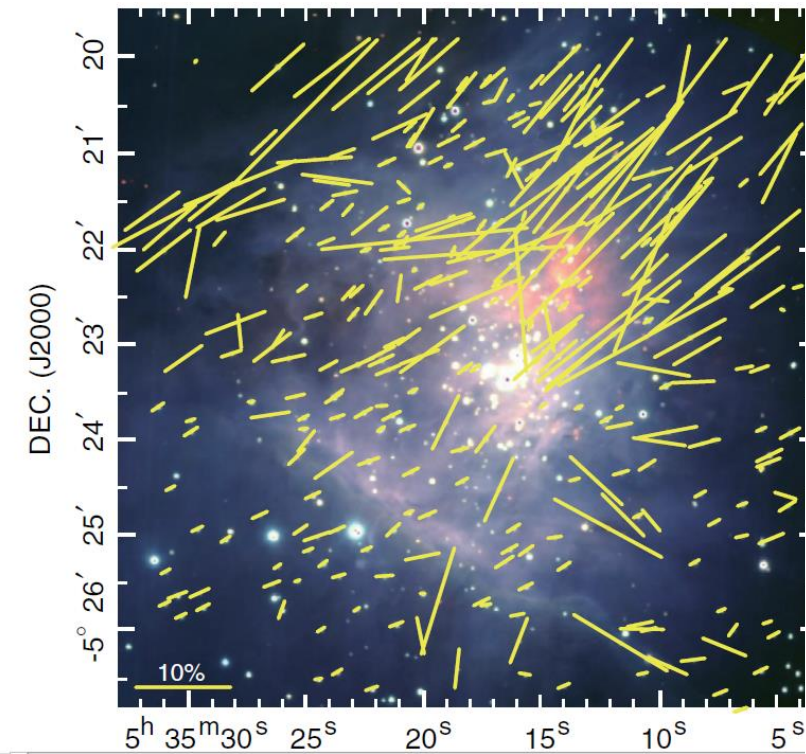
$$\text{Stokes Q} = I(0^\circ) - I(45^\circ), \quad \text{Stokes U} = I(22.5^\circ) - I(67.5^\circ)$$

$$\text{偏光度 } P = \text{sqrt}(Q^2 + U^2) / I$$

$$\text{偏光角 } \theta = (1/2) \text{atan}(U/Q)$$



# M42 (距離 450pc) Kusakabe+ 2008



## H-band polarization vectors for 314 sources

磁場の様子がわかったと思う

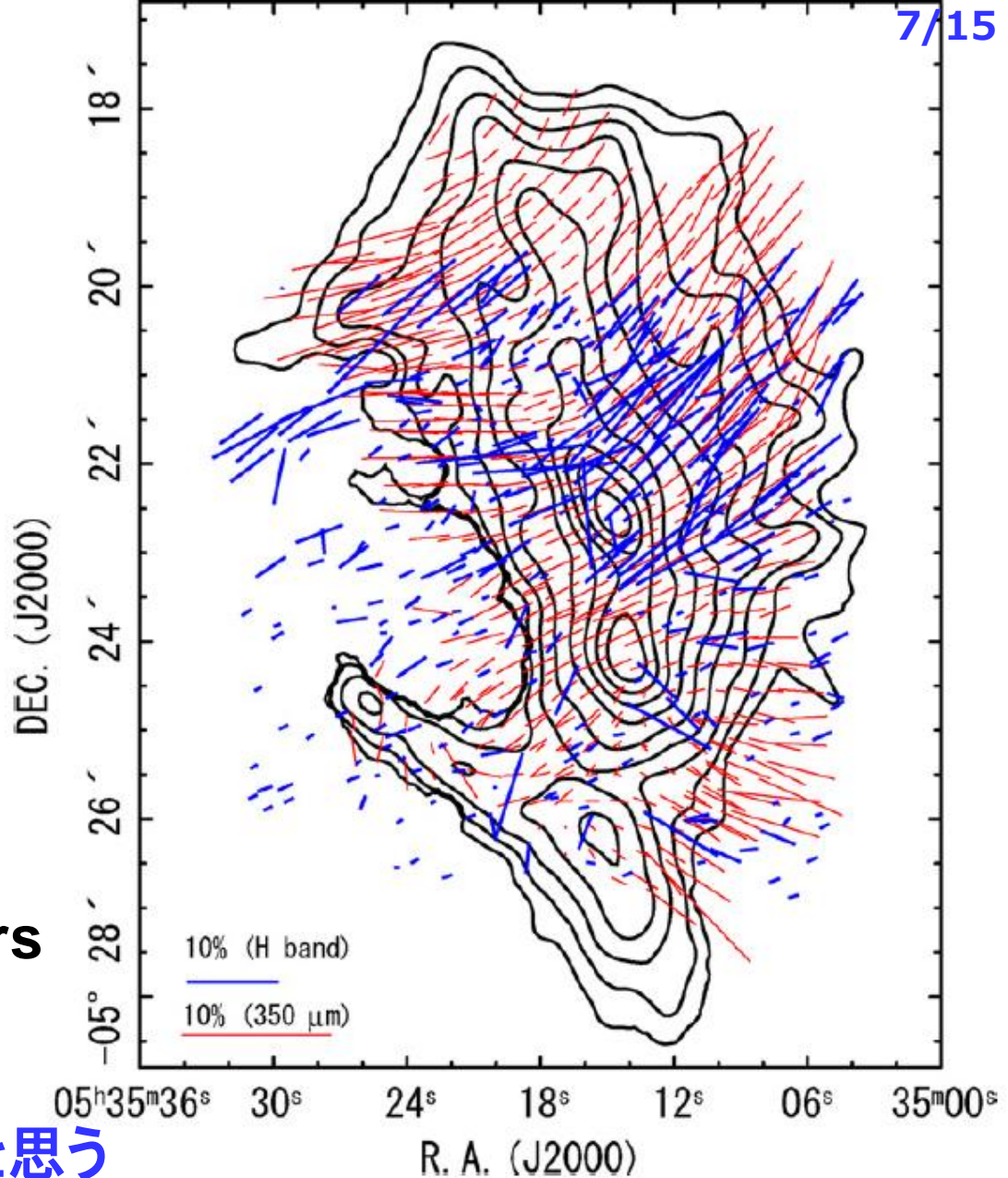
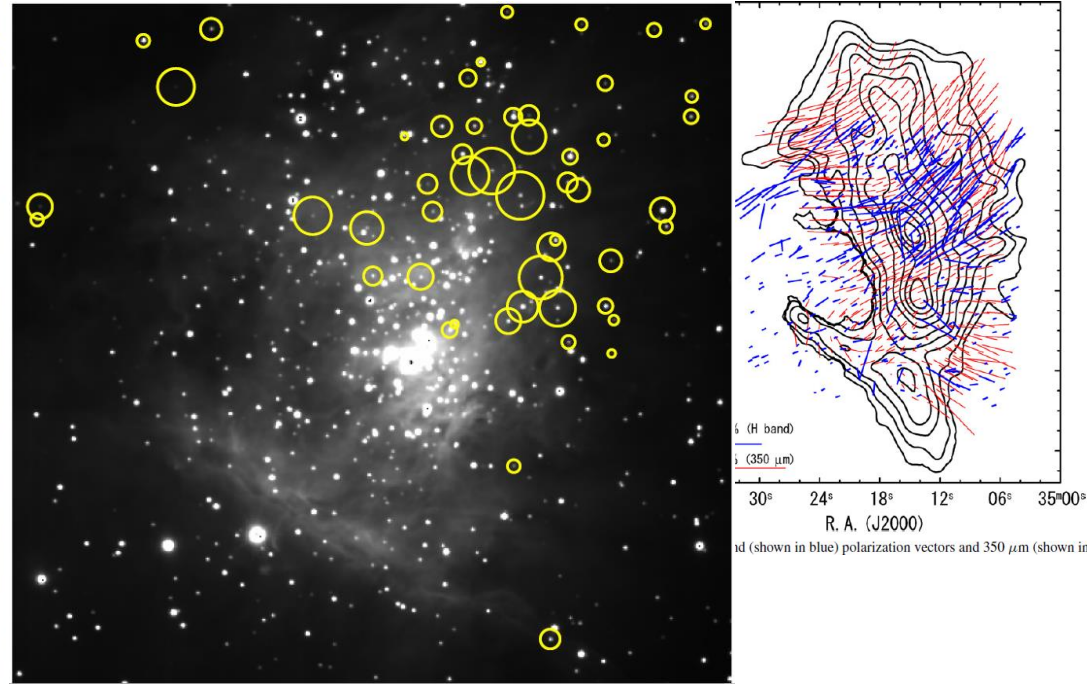
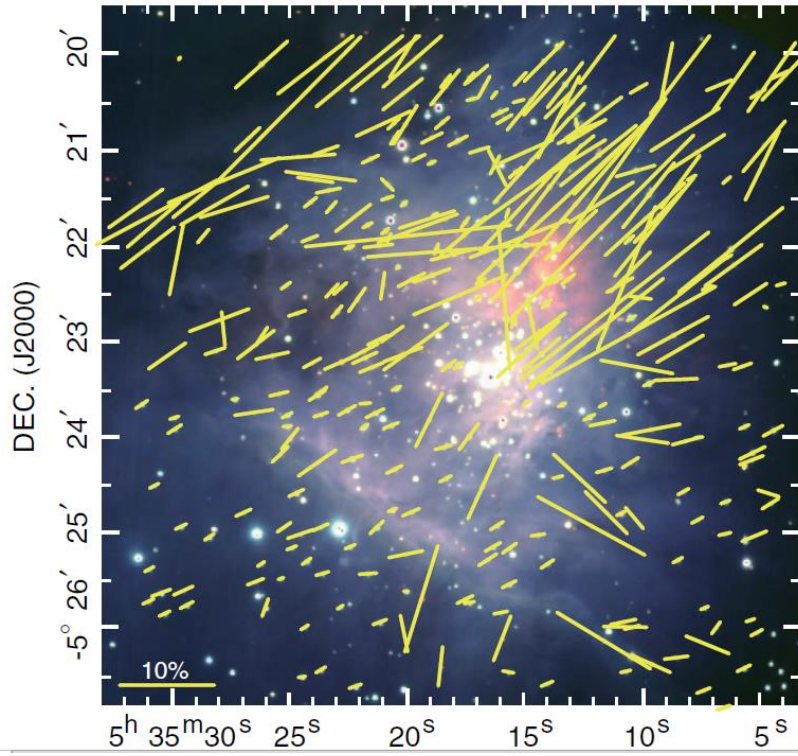


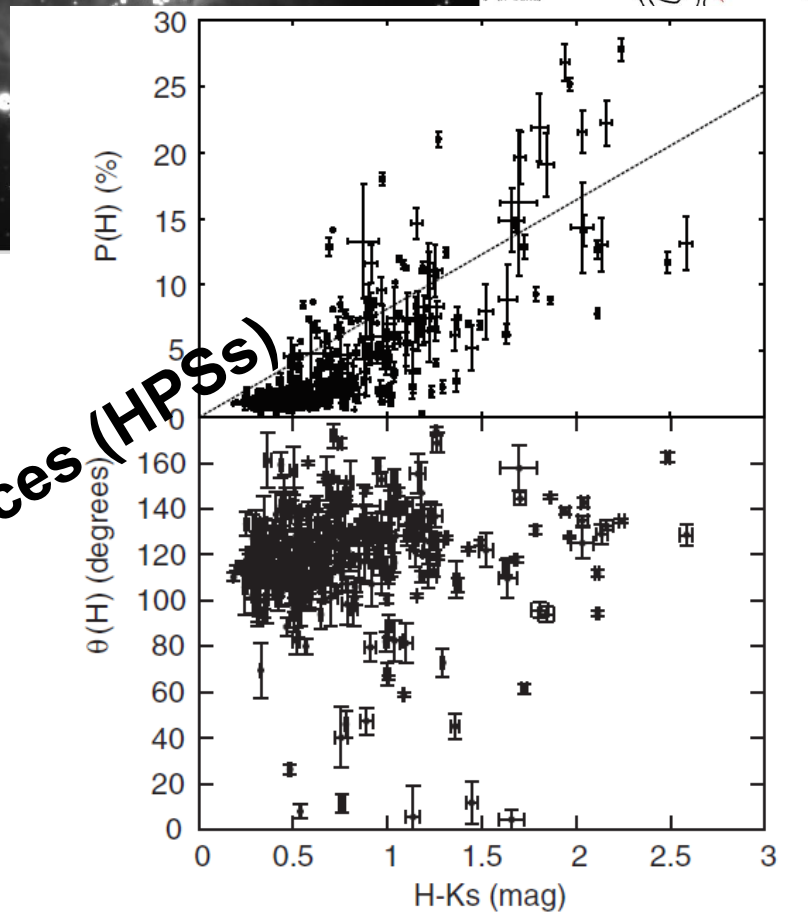
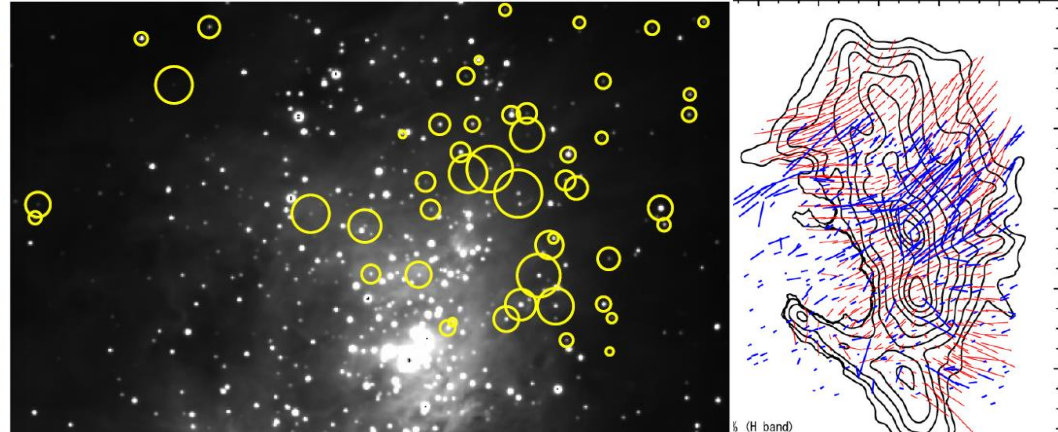
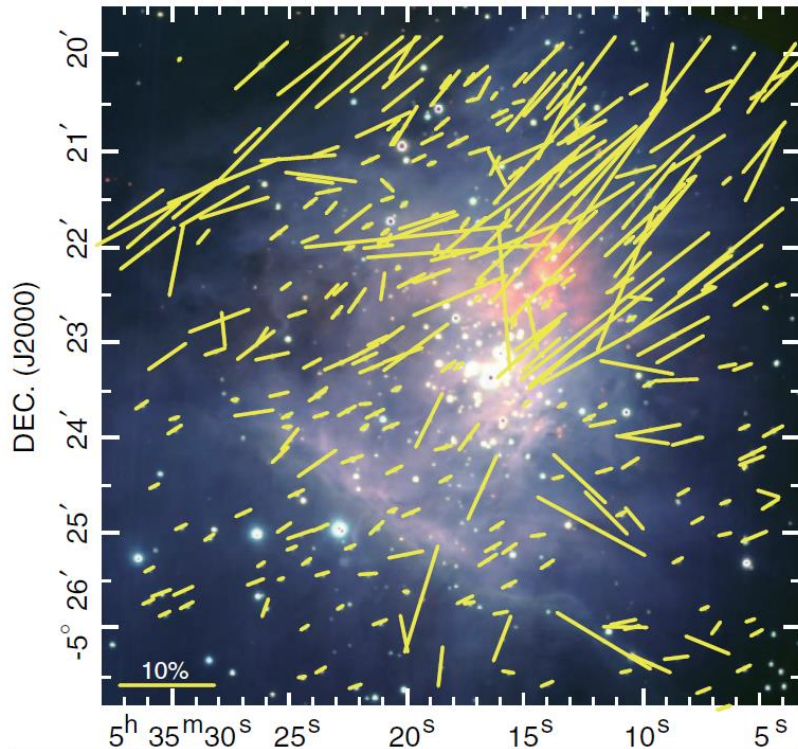
Figure 4. *H*-band (shown in blue) polarization vectors and 350  $\mu\text{m}$  (shown in



**51 highly polarized sources  
(HPSs)**

**(31 HPSs were detected in all  
of the J -,H-, and Ks-bands)**



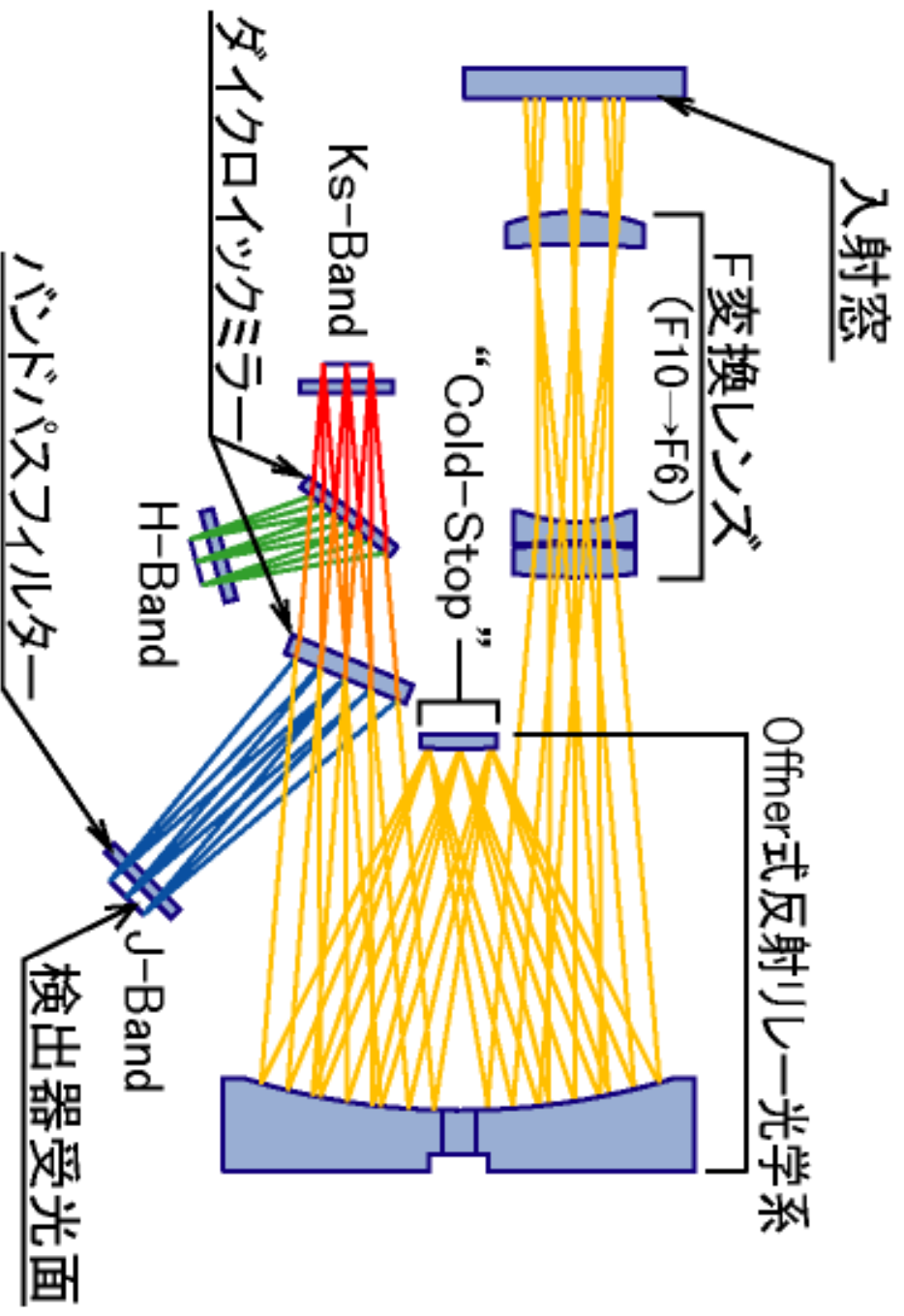


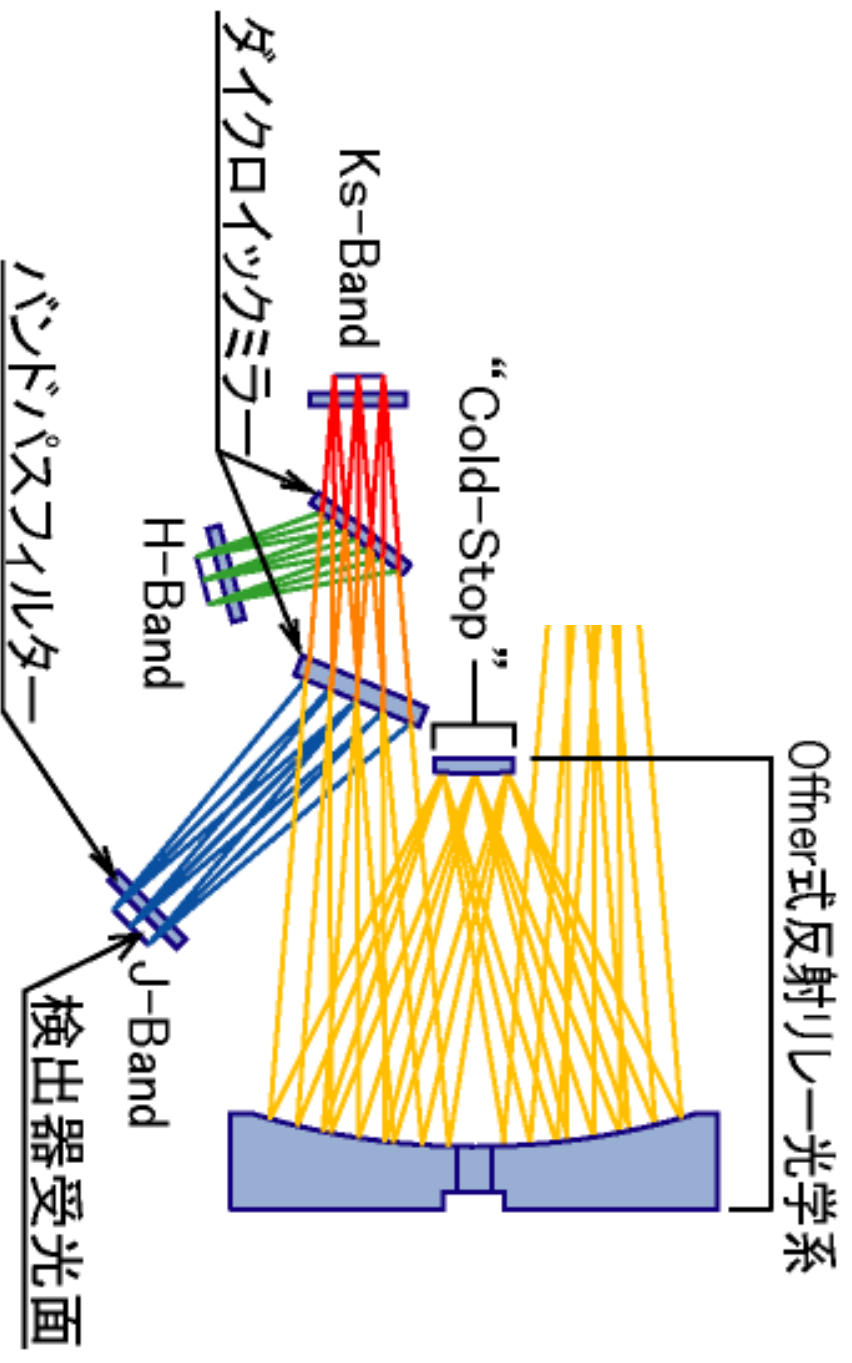
これらの天体の偏光は、  
星間減光に伴うものではなく、  
星周円盤での散乱によるもの  
であろう

0.1%以下のエラー  
で区別を

highly polarized sources (HPSS)

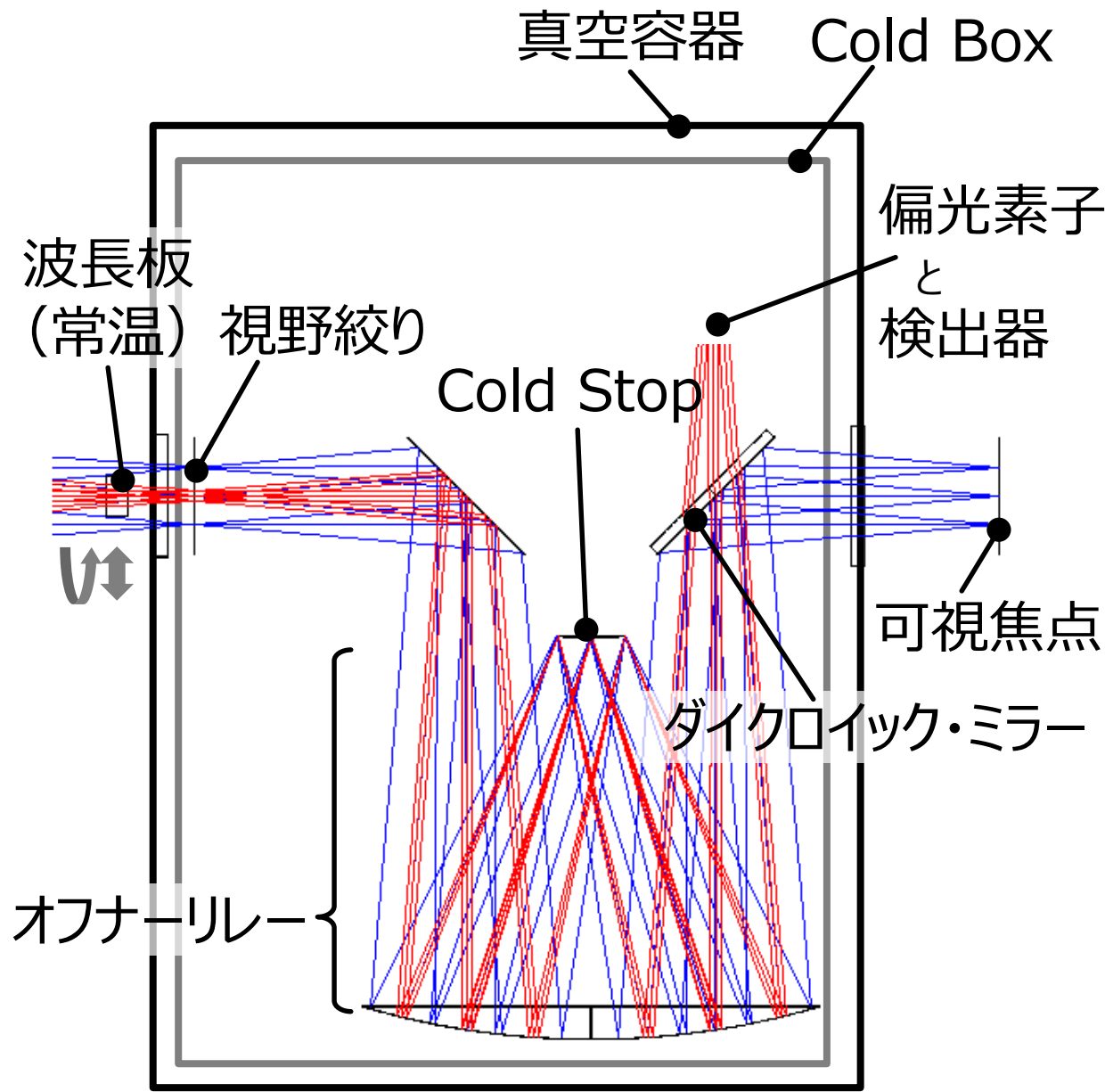
Figure 7. Top: degrees of polarization at  $H$  vs.  $H - K_s$  color. The dashed line shows the assumed upper limit line of BN. Bottom: polarization P.A.s at  $H$  vs.  $H - K_s$  color.



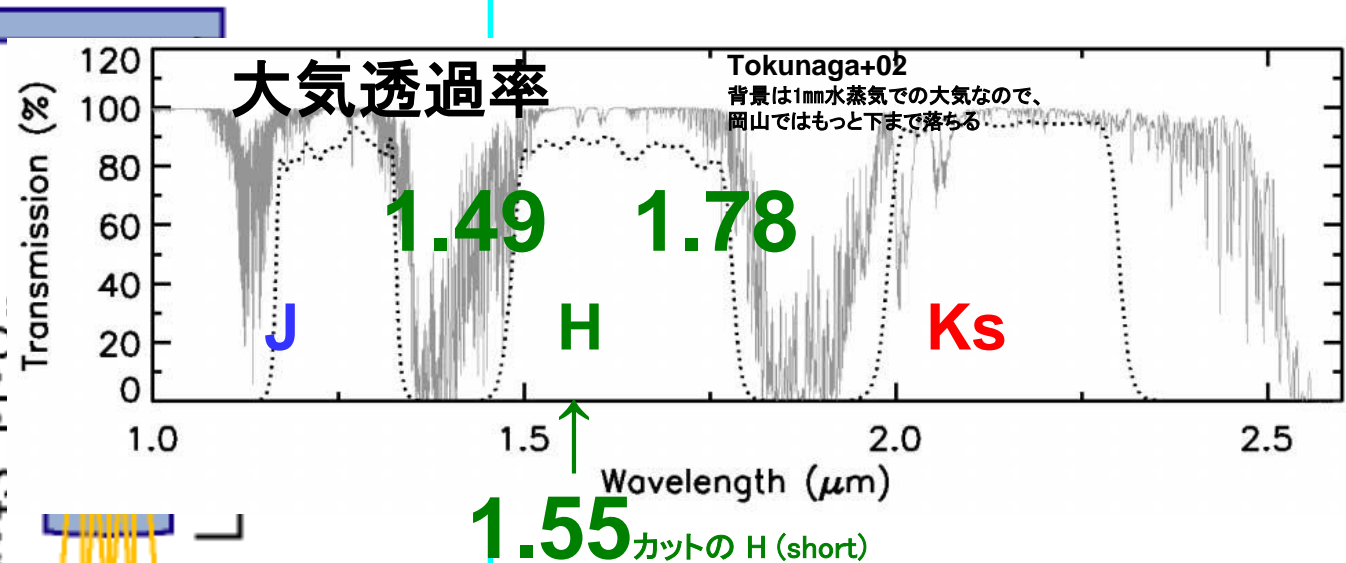
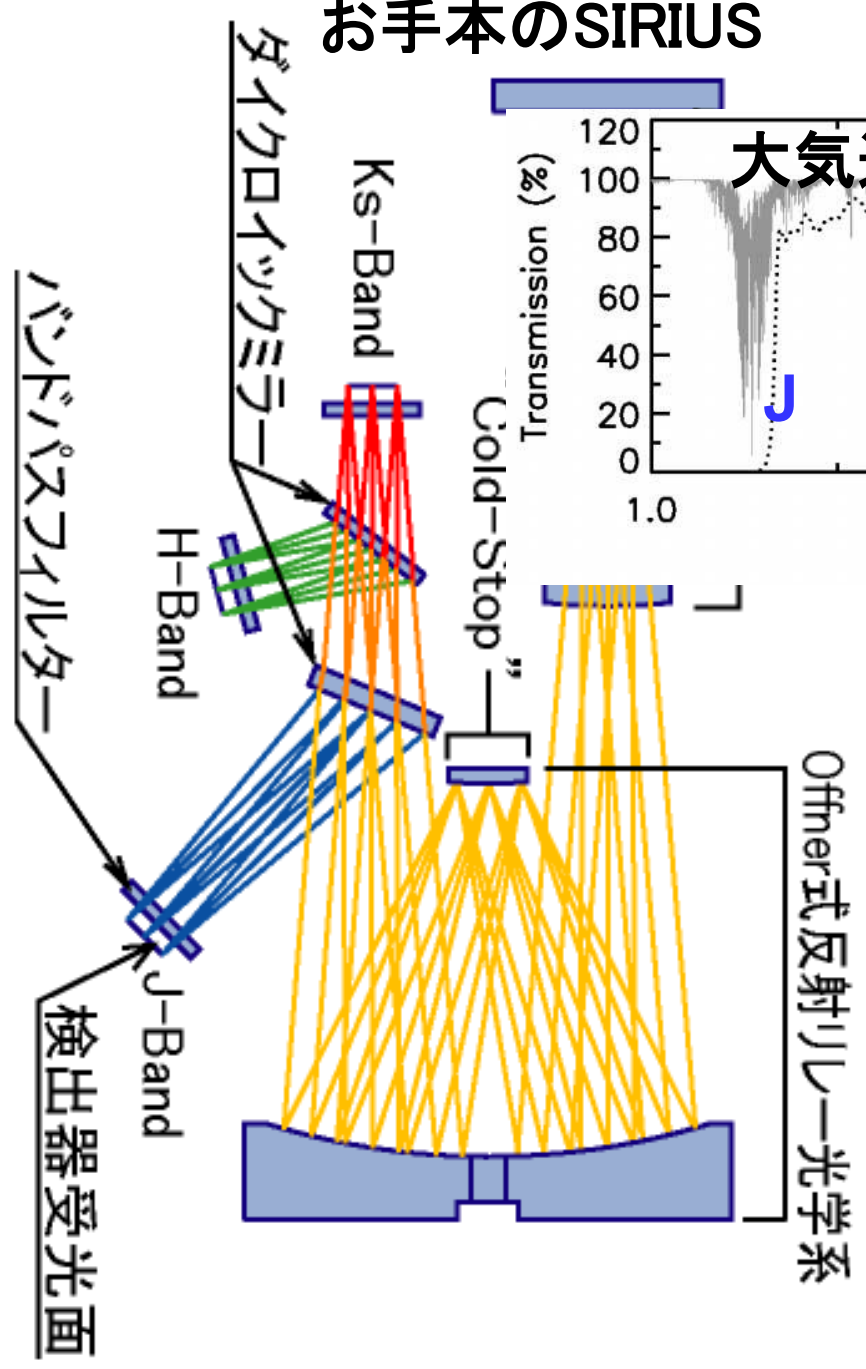








# お手本のSIRIUS



赤外線天文学で最も感度の良い  
**1.25**, **1.65**, **2.15** $\mu\text{m}$ の大気の窓  
**J**      **H**      **Ks**

「2 Micron All Sky Survey」

**2MASS** など、  
 2 $\mu\text{m}$ 帯までが最重要だが、  
 今回はJとH(short)の2バンドで行く！

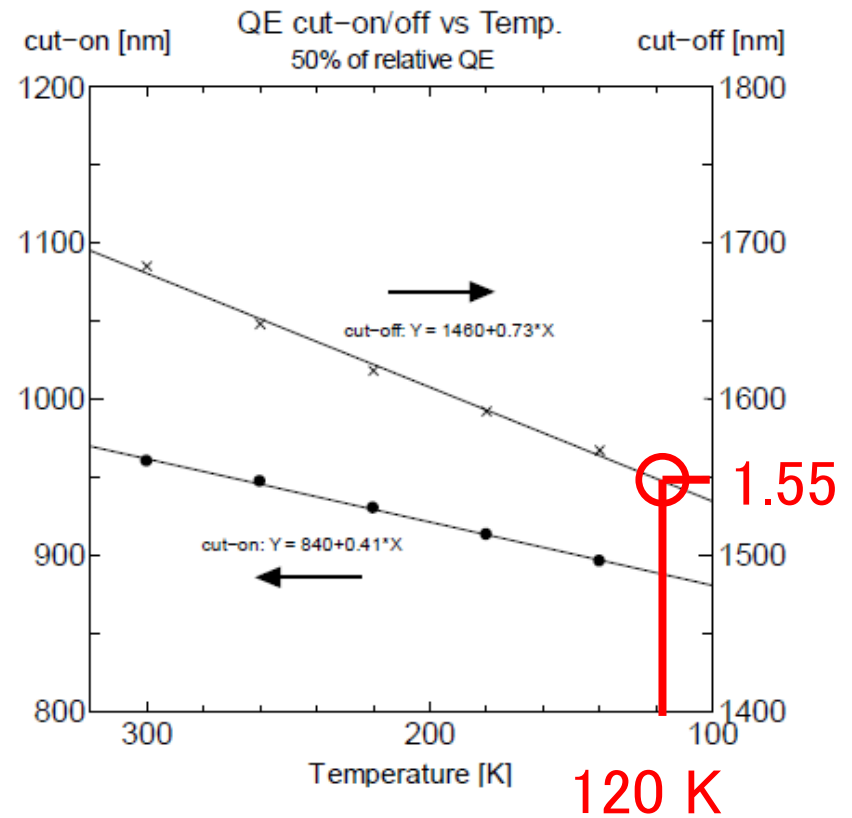
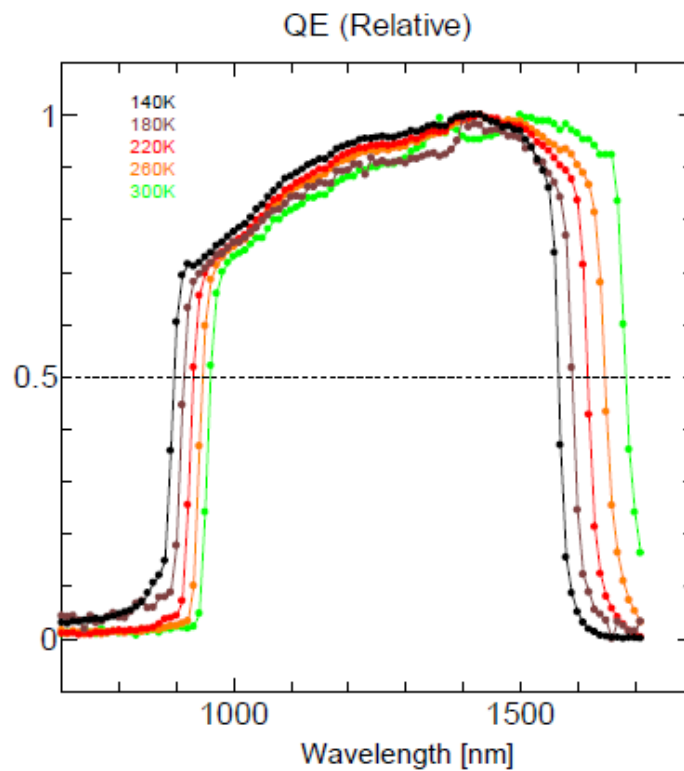


Figure 7. The left panel shows the relative quantum efficiencies for several temperatures. The right panel shows the temperature dependence of cut-on wavelength referenced to the left axis, and cut-off wavelengths referenced to the right axis.

**Nakaya+16 SPIE**

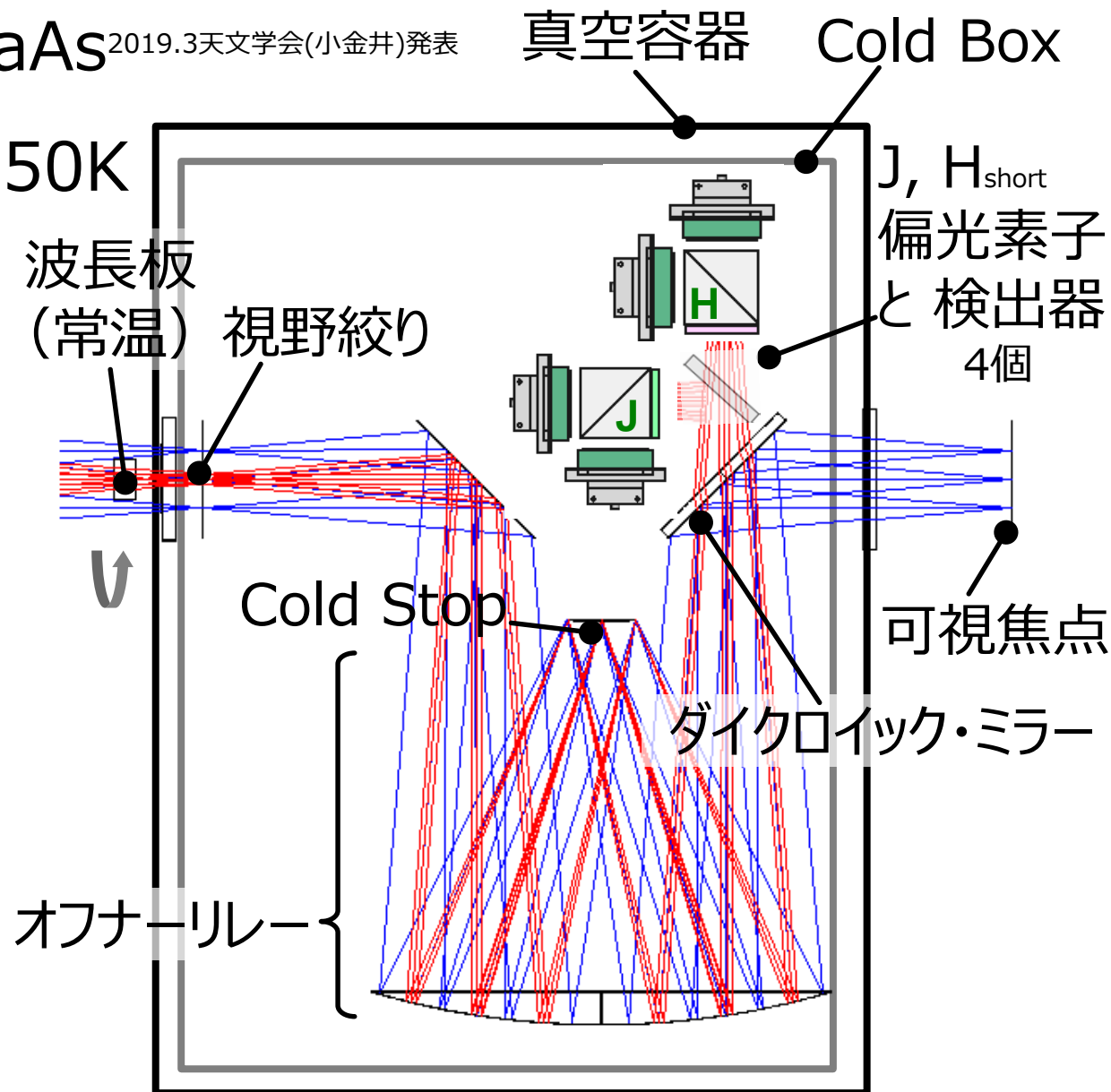
## 検出器 浜ホトInGaAs 2019.3天文学会(小金井)発表

- InGaAs 温度 $\sim 150\text{K}$
- $1.3\text{k} \times 1.3\text{k}$  pixel
- $\square 15\mu\text{m}/\text{pixel}$



- FoV  $\square 2'.9$

- $\square 0''.13/\text{pixel}$





# 2装置の統合

- 赤外偏光器の後ろに多色カメラ
- 多色カメラを単独での取付けも可

