



SWIMSによる 大質量星クラスターの構成要素と進化過程の解明

高橋 英則 (東京大学・天文学教育研究センター)

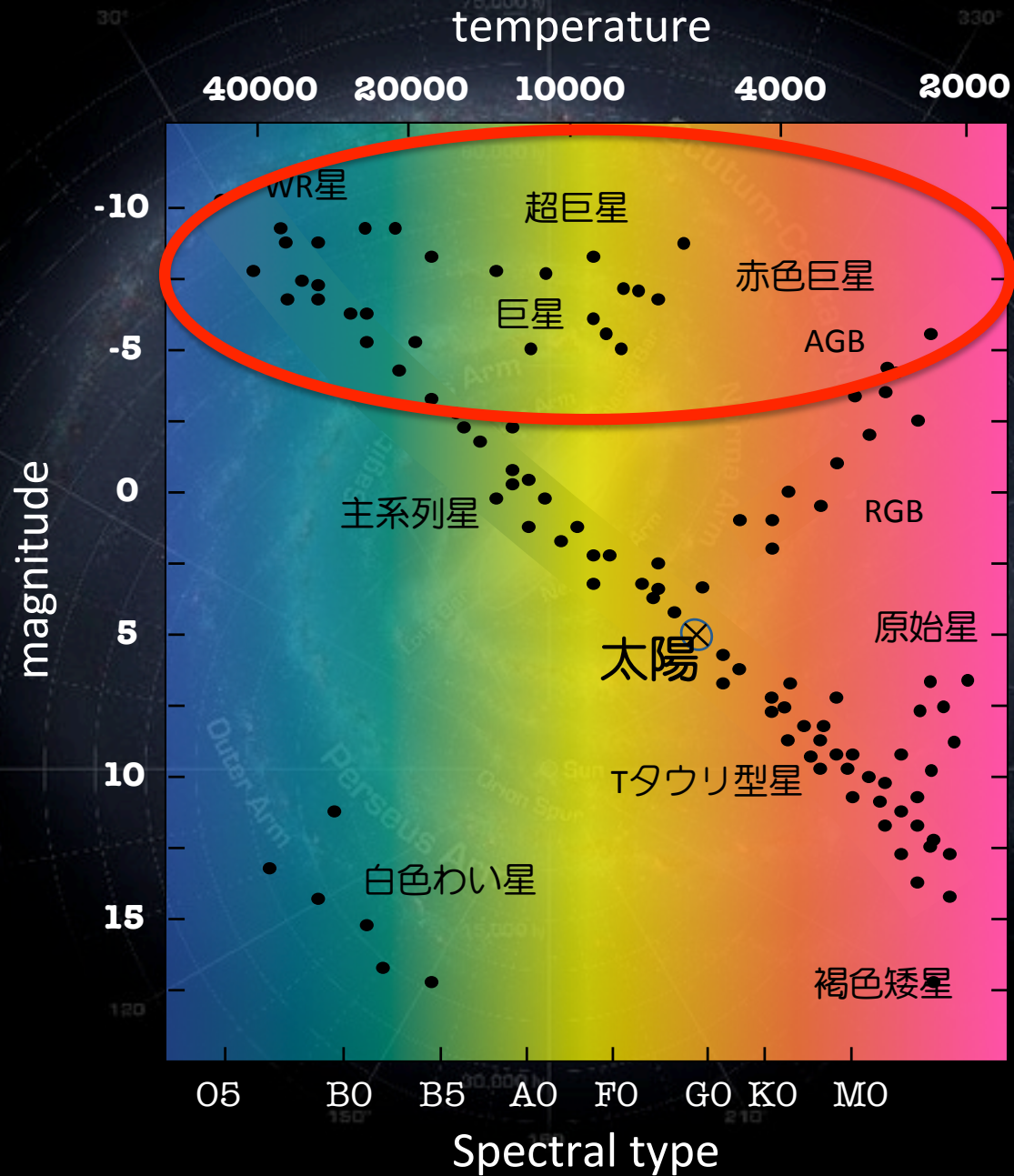
田中 培生 (東大)、奥村 真一郎 (日本スペースガード協会)

ほか TAO グループ

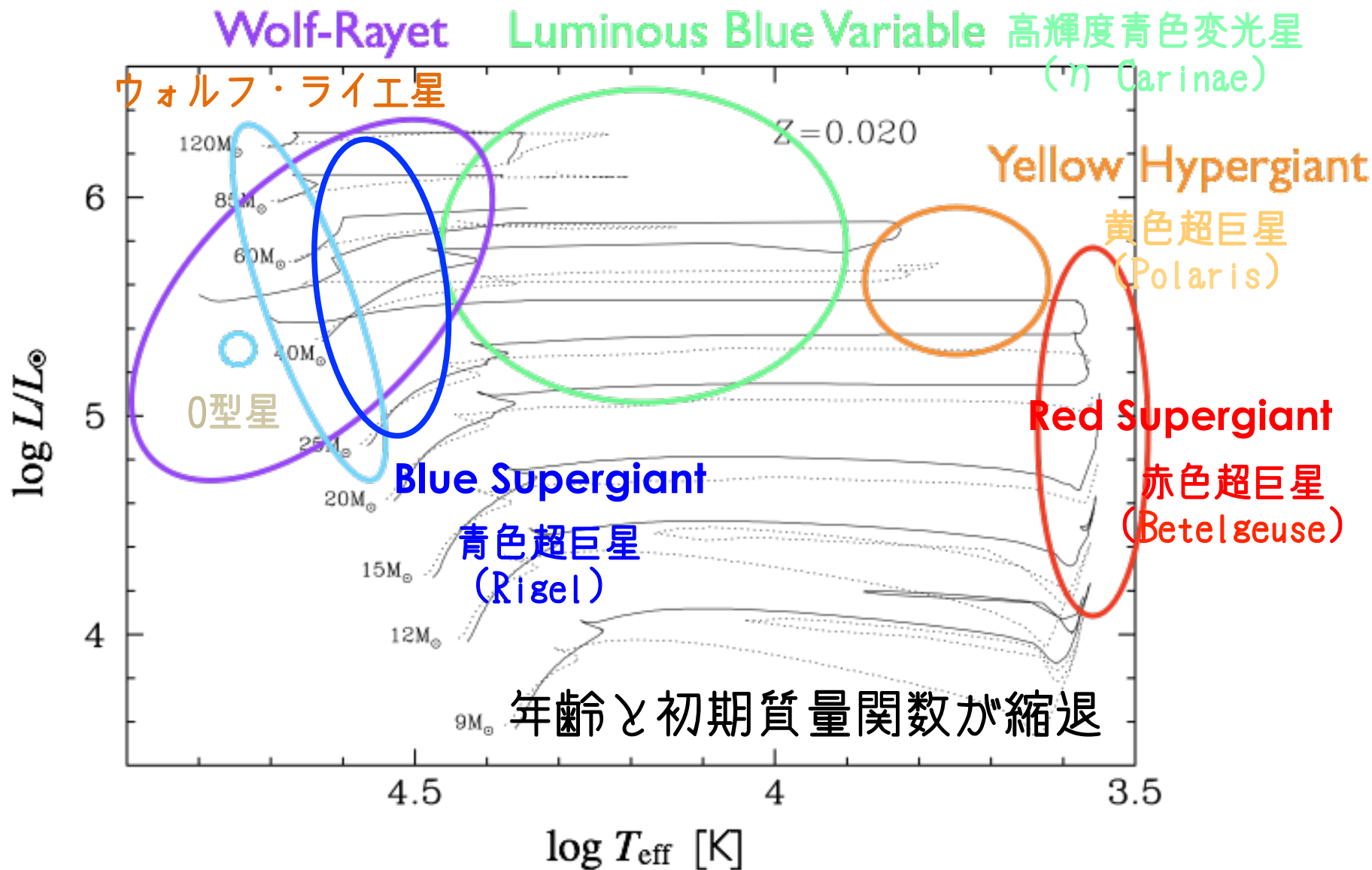
本研究の面白いところ

- ❖ 大質量星（クラスター）の不思議なところ
 - ・ 生まれる環境は？
 - ・ 終末期におけるダスト形成（質量放出の量・メカニズムは？）
 - ・ IMFは？
 - ・ どのタイプがどのような超新星爆発を起こすのか？
 - ・ 想定される数より少ない（ex; Wolf-Rayet星）
- ❖ 大質量星（クラスター）の問題点・難点
 - ・ 寿命が短い
 - ・ 進化が速い
 - IMFと年齢が縮退している
 - クラスター構成要素の進化過程が重要

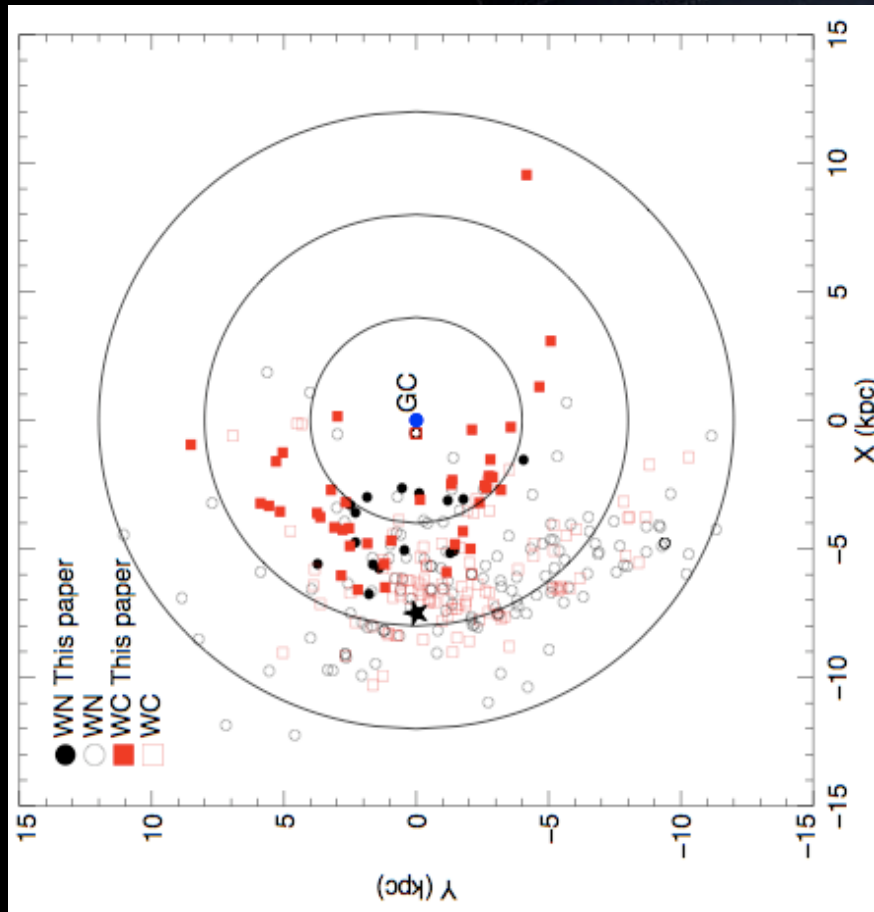
HR diagram



HR diagram



WR星の個数分布



Shara et al. 2011

$$N_{WR}(R) = N_{O,WR} \exp\{-(R - R_0)/\alpha_{WR}\}$$

Number density of WR

Radial distribution

R : Distance from GC

R_0 : Distance from GC to the Sun

Total number of WR within Galaxy ...

$$\Sigma_{WR}(<R) = \int_0^R N_{WR}(R') 2\pi R' dR'$$

$$\Sigma_{WR}(<R) \approx 6200 \{1 - (1 + R/1.66) \exp(-R/1.66)\}$$

for $N_{O,WR} = 2.87 \text{ kpc}^{-2}$, $\alpha_{WR} = 1.66 \text{ kpc}$

$$\Sigma_{WR}(<R) \approx 2500 \{1 - (1 + R/2.24) \exp(-R/2.24)\}$$

for $N_{O,WR} = 2.20 \text{ kpc}^{-2}$, $\alpha_{WR} = 2.24 \text{ kpc}$

in Current catalogue : 290WN + 10WN/WC + 227WC + 4WO = **531**

Shara et al. 2011, Mauerhan et al. 2011

small number... ↑

研究の手法

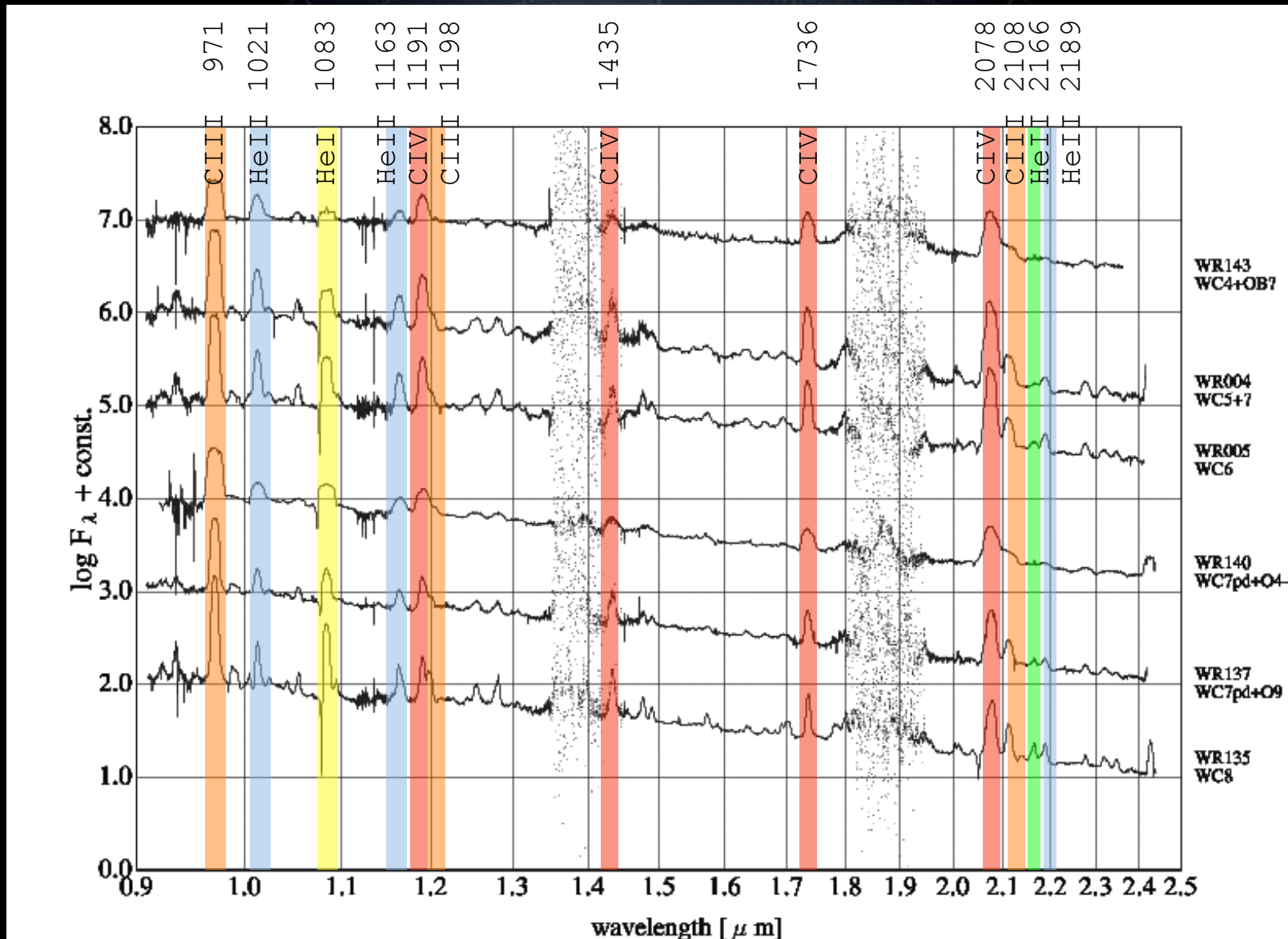
- ❖ 大質量星に焦点を絞った観測
 - ・ 特徴的な輝線の検出
 - ・ 減光に強い波長での観測
 - ・ アレイを利用した効率的な測光
 - ・ 領域厳選 & 広域サーベイ観測



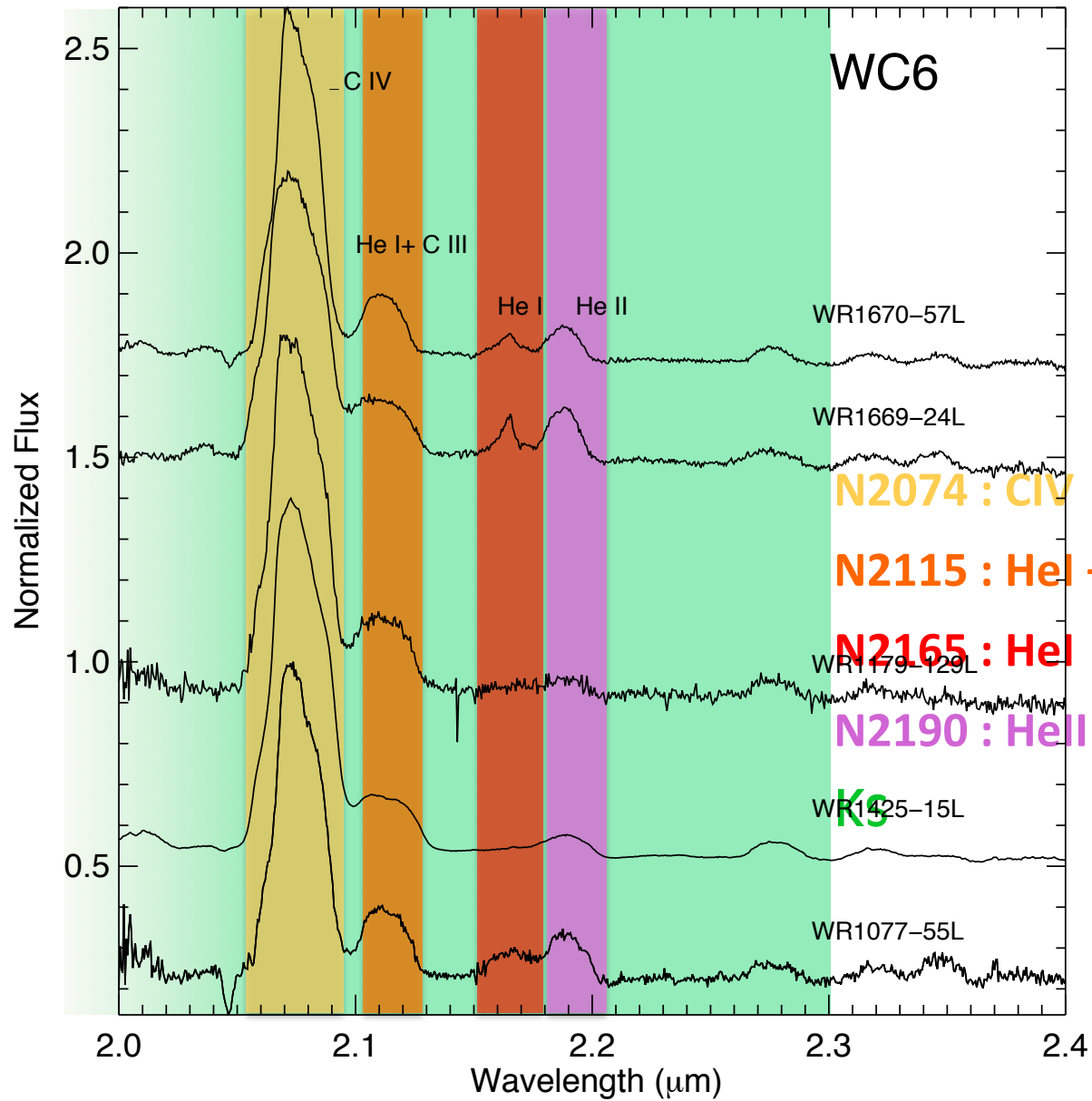
近赤外狭帯域フィルターによる撮像観測

Sample spectrum of WN/WR (NIR)

Nishimaki et al. 2006

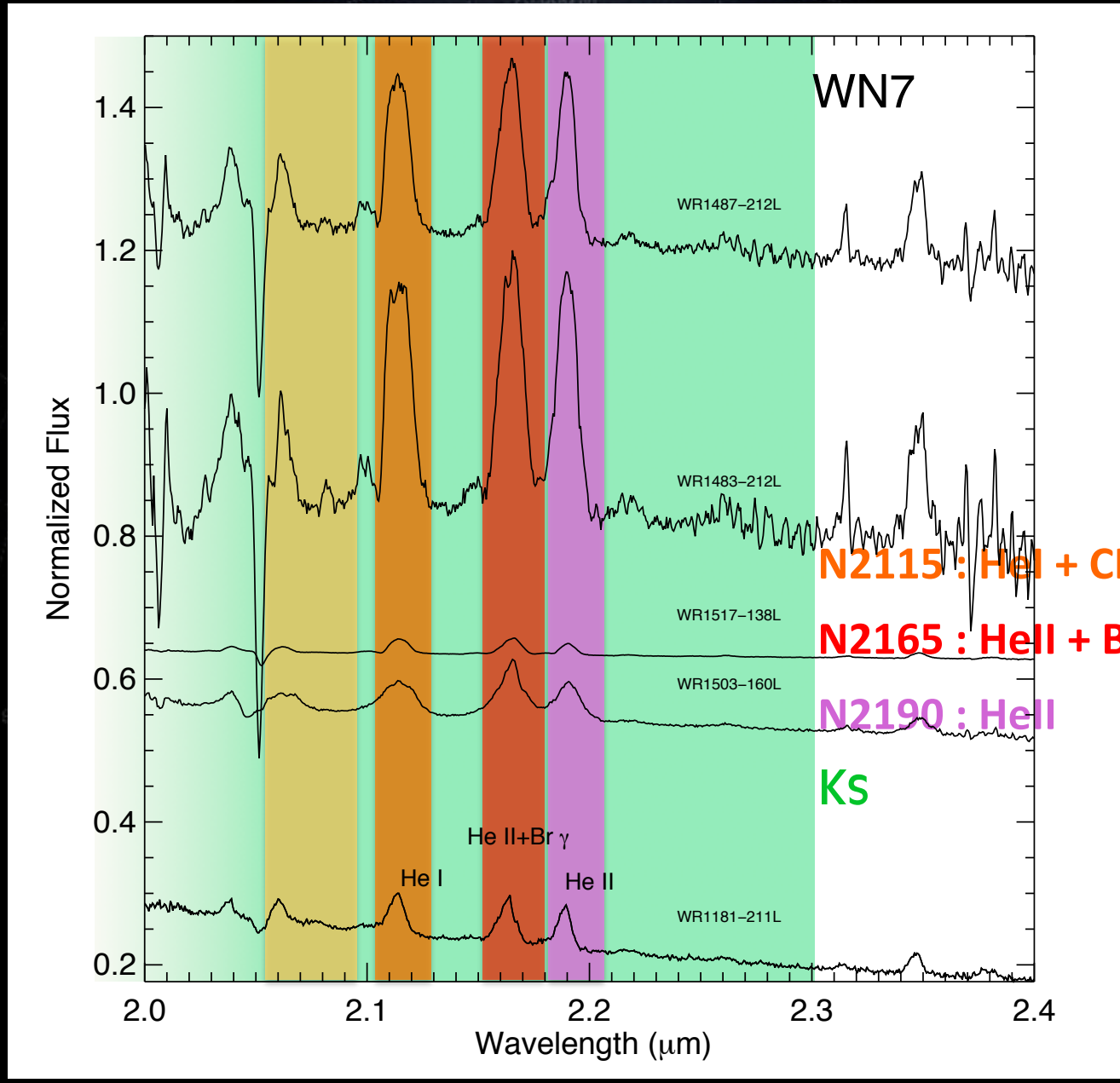


N2074 **N2115** **N2165** **N2190**
($\Delta=40\text{nm}$) ($\Delta=30\text{nm}$) ($\Delta=30\text{nm}$) ($\Delta=30\text{nm}$)



NIR band
@IRSF

N2074 **N2115** **N2165** **N2190**
($\Delta=40\text{nm}$) ($\Delta=30\text{nm}$) ($\Delta=30\text{nm}$) ($\Delta=30\text{nm}$)



NIR band
@IRSF

miniTAO/ANIRによる観測

望遠鏡

miniTAO 1m (the University of Tokyo Atacama Observatory, Chile)

- ▶ 5640m Altitude → Paa 1.875um

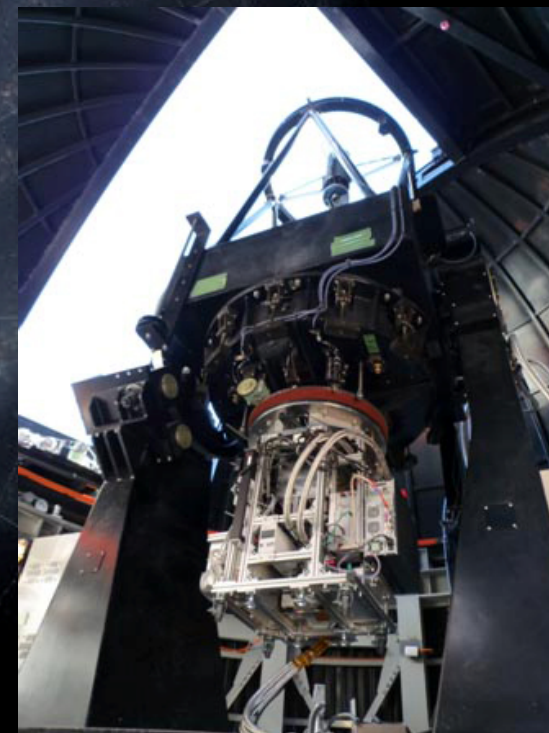
観測装置

ANIR (Atacama Near-Infrared Camera)

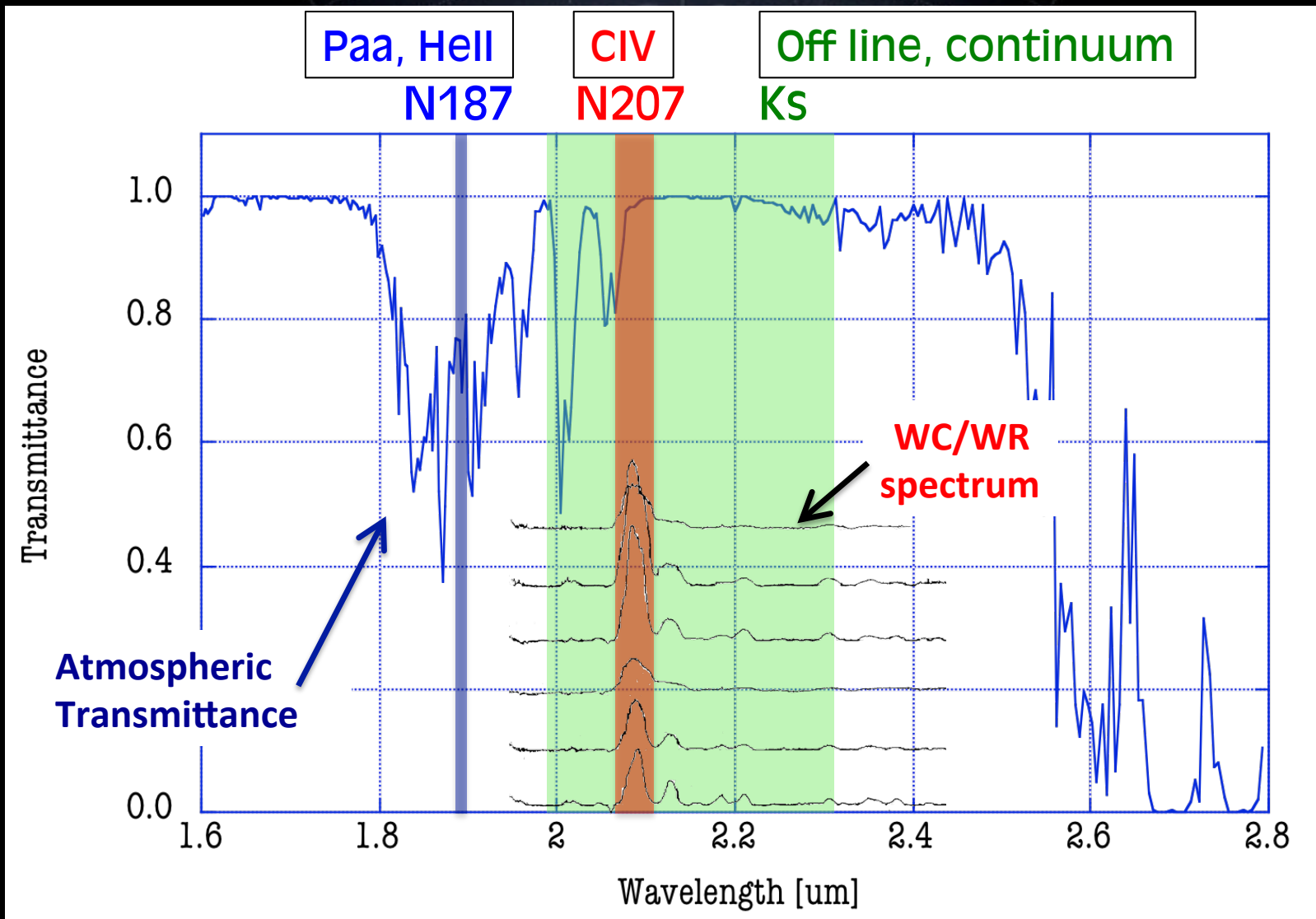
- ▶ HAWAII array (1024 x 1024), 0.3"/pix → 5'x5' FOV
- ▶ **Ks**, **N187**(Paa, Hell), **N207**(CIV)

主な観測領域

- ▶ GC clusters (2009Jun, 2011Apr)
- ▶ LMC/30Dor (2010Oct, 2011Oct, 2012Nov)
- ▶ Westerlund1&2 (2011Apr/May)

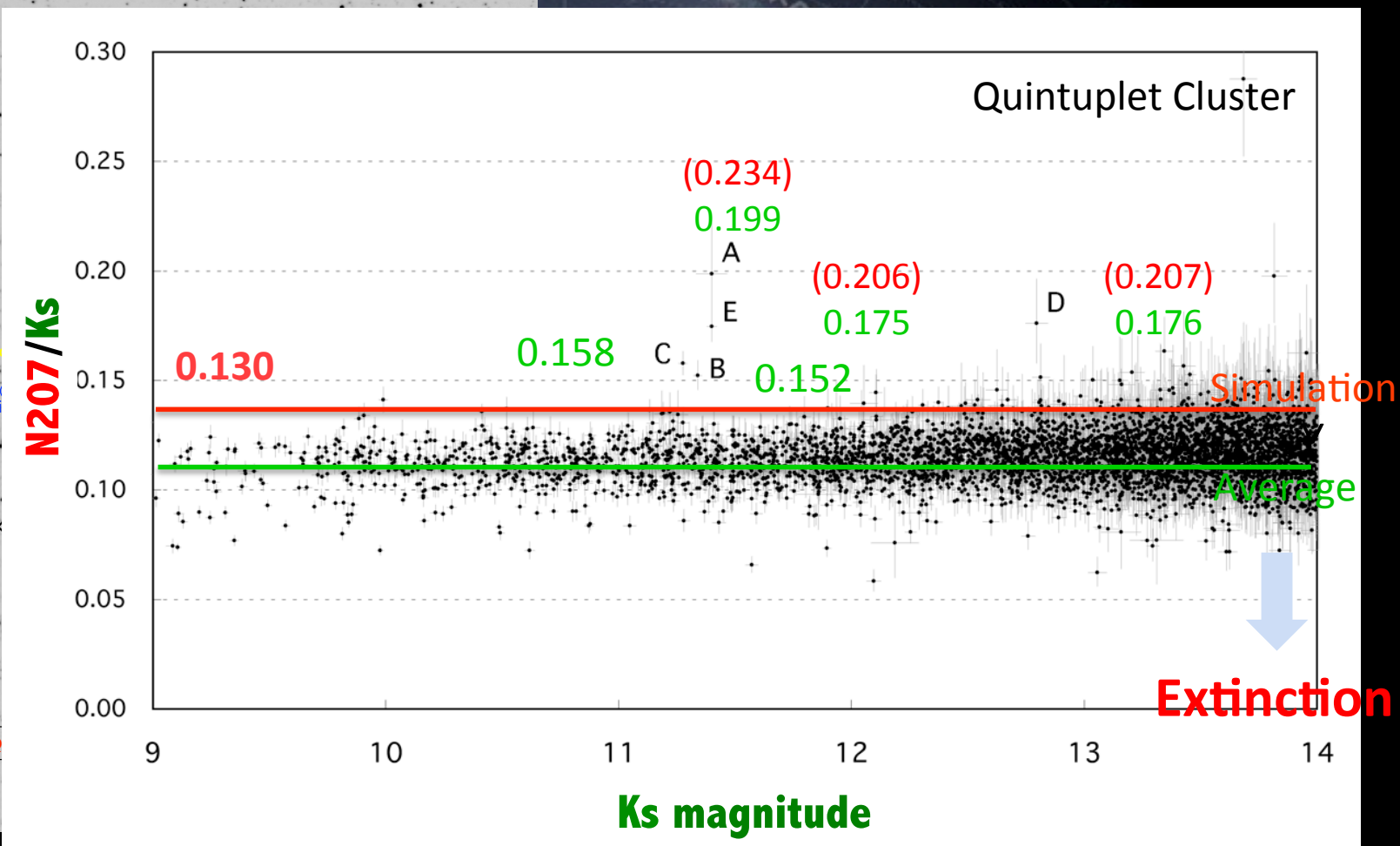
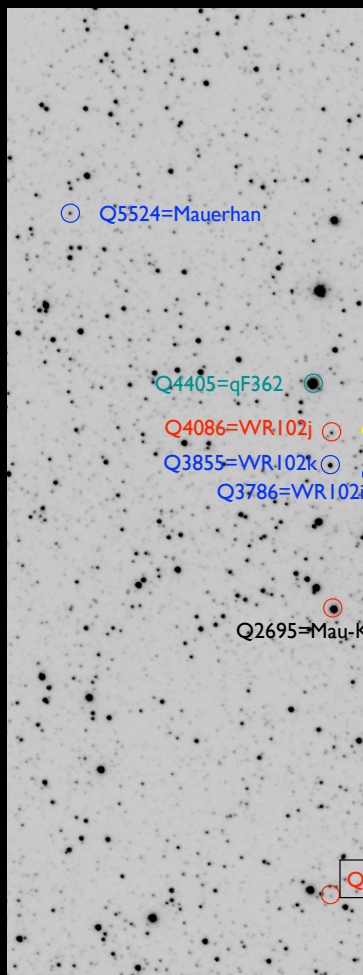


特徴的なフィルターセット

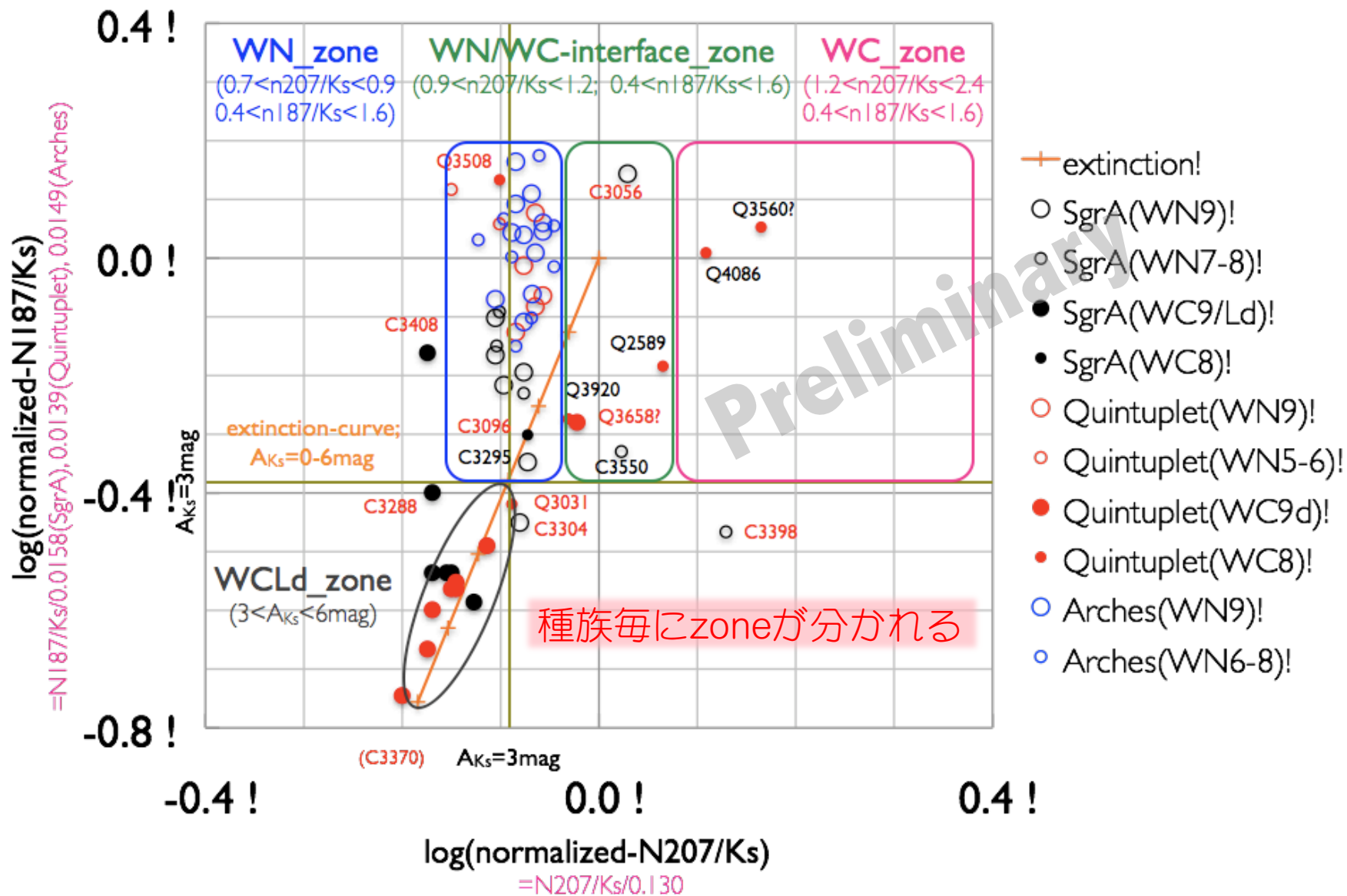


Ks等級 vs N207/Ks or N187/Ks

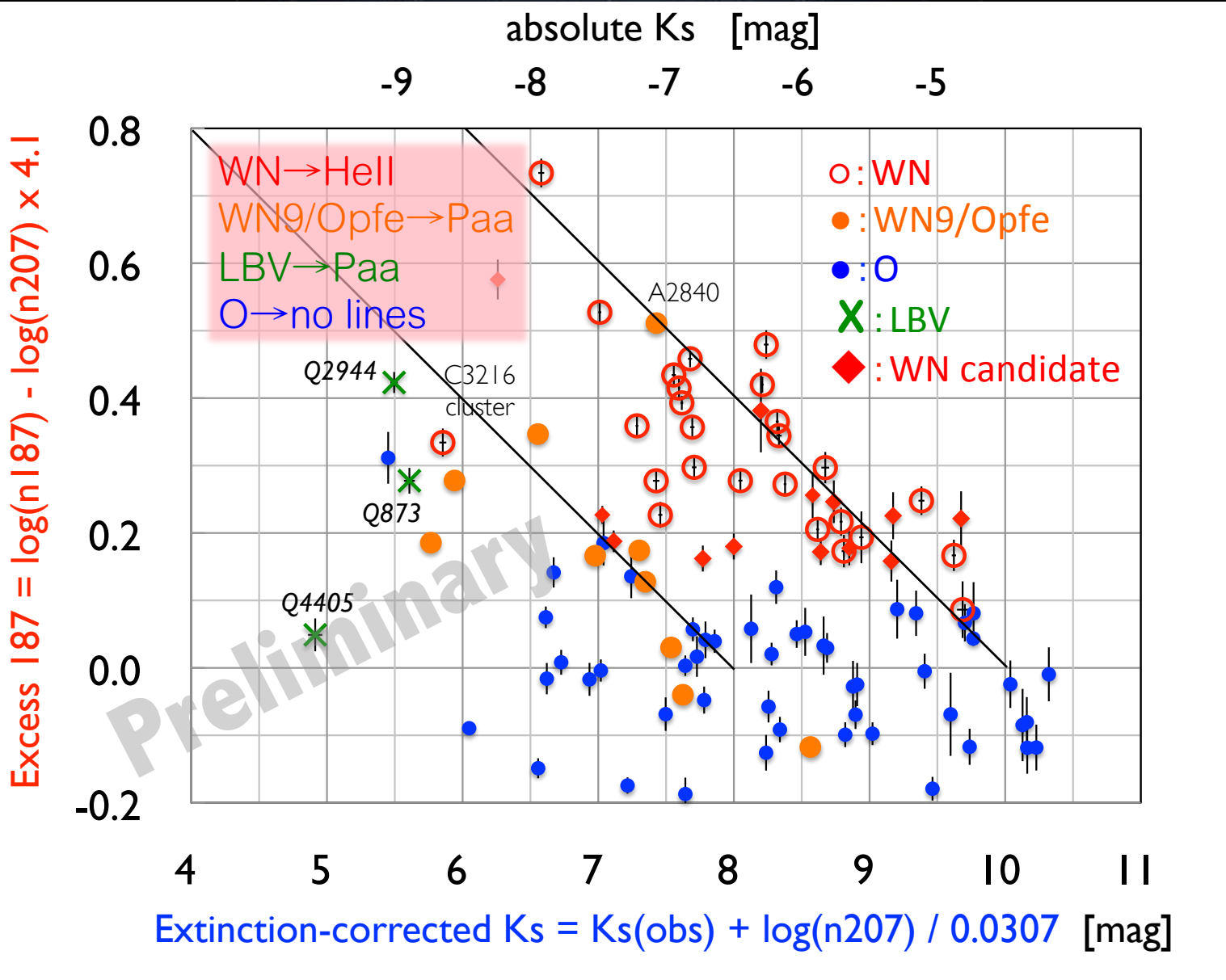
- ❖ excess天体 → WC型WR星 (既知 or 候補天体)
- ❖ simulation値と平均値の差 → extinction



N187/Ks vs N207/Ks color-color diagram



N187/Ks excess



SWIMS/MOSUで探る大質量星クラスター

- ❖ カメラモード：クラスター全体を撮像
→ 2色図等で構成要素の区分け

Merit
高い空間分解能

▼特徴的なフィルターセット

N1875 filter

- ▶ フィルター情報 : $\lambda_{\text{center}} = 1.875 \mu\text{m}$, $\Delta\lambda = 0.02 \mu\text{m}$
- ▶ 検出輝線 : Pa α , He II [n=8-6, n=6-5]
- ▶ 検出天体 : WN型WR星, LBV

N207 filter *New!*

- ▶ フィルター情報 : $\lambda_{\text{center}} = 2.07 \mu\text{m}$, $\Delta\lambda = 0.04 \mu\text{m}$
- ▶ 検出輝線 : CIV 2.07 μm
- ▶ 検出天体 : WC型WR星

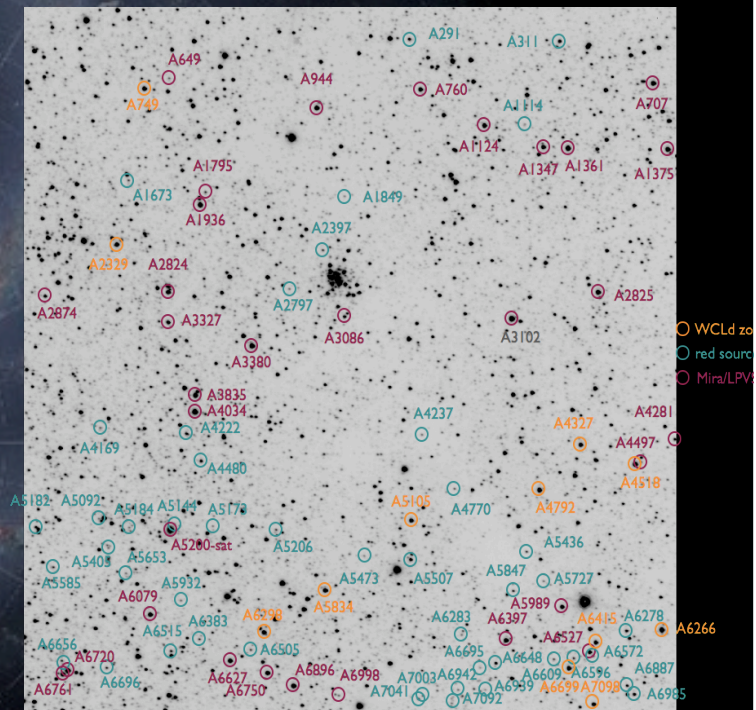
N219 filter *New!*

- ▶ フィルター情報 : $\lambda_{\text{center}} = 2.18 \mu\text{m}$, $\Delta\lambda = 0.04 \mu\text{m}$
- ▶ 検出輝線 : Br γ , He II [n=10-7]
- ▶ 検出天体 : WN型WR星

Ks filter

- ▶ フィルター情報 : $\lambda_{\text{center}} = 2.14 \mu\text{m}$, $\Delta\lambda = 0.32 \mu\text{m}$
- ▶ 検出スペクトル : continuum (Line offフィルターの役割)
- ▶ 検出天体 : All

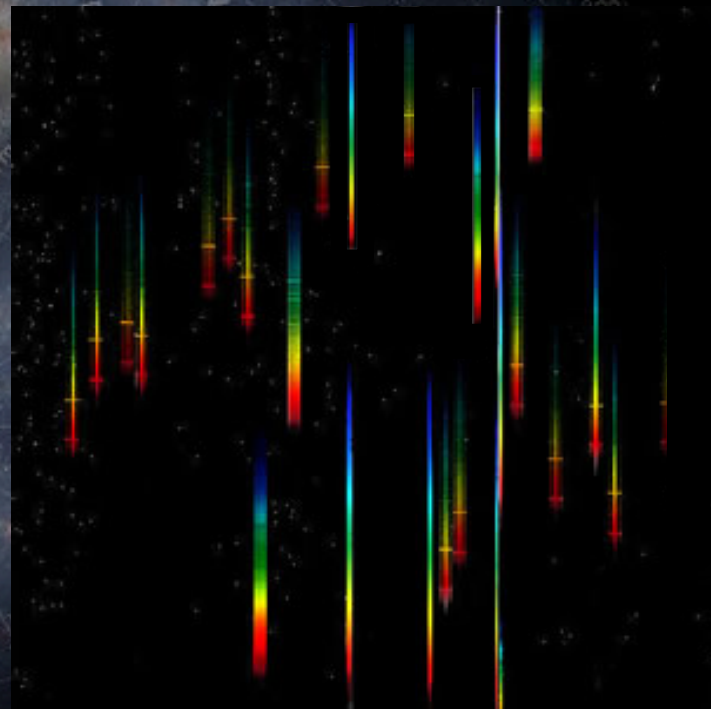
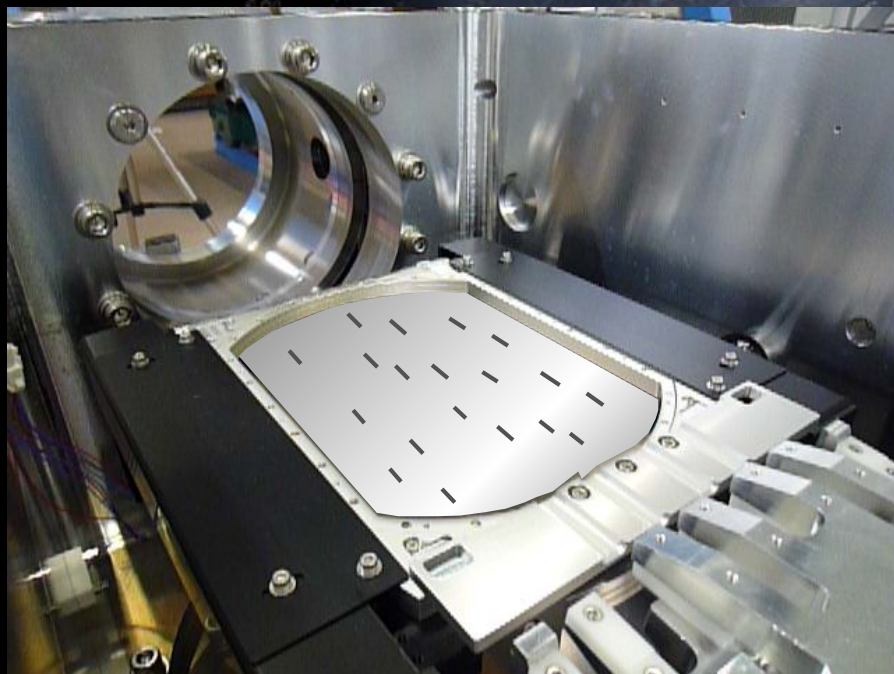
@Arches



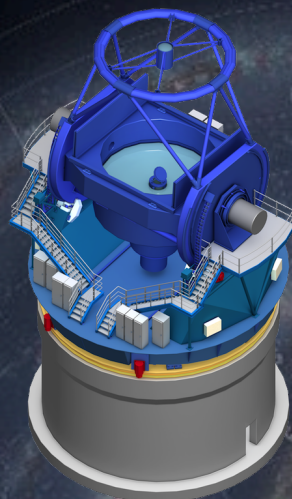
SWIMS/MOSUで探る大質量星クラスター

- ❖ 多天体分光：個々の天体のスペクトル
 - 輝線強度比
 - 種族・サブクラス

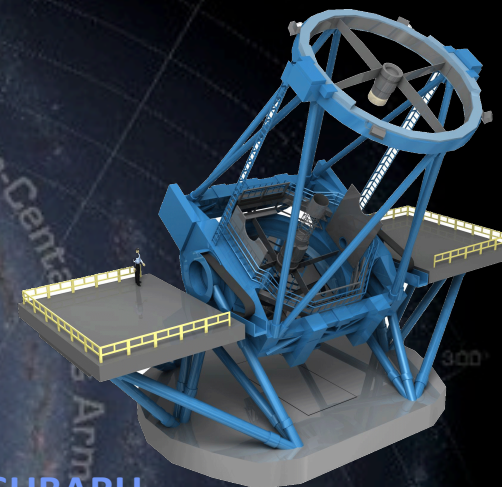
Merit
明るいので短時間
でOK!



広視野サーベイ観測提案



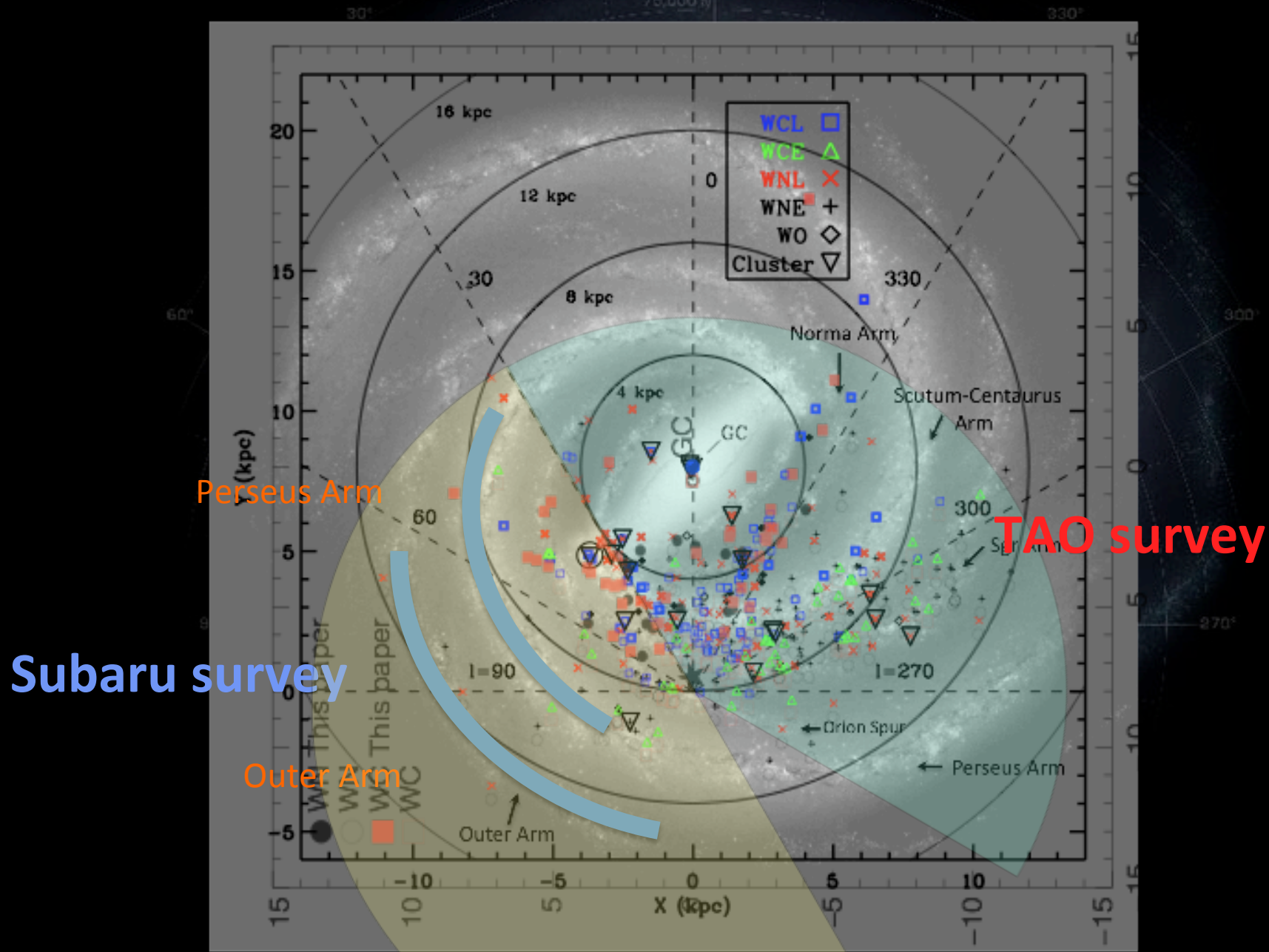
TAO



SUBARU

Telescope/Instru.	6.5m / SWIMS	8.2m / SWIMS
Area	180 deg (l=+30 ~ +210) 1 deg (b=-0.5 ~ +0.5) 180 sq deg	150 deg (l=240 ~ +30) 1 deg (b=-0.5 ~ +0.5) 150 sq deg
Field	15.9 sq arcmin (0.126"/pix)	9.2 sq arcmin (0.096"/pix)
Filter	2~3 NB + 1 BB (Ks)	2~3 NB + 1 BB (Ks)
MOSU	~30 objects	~30 objects
Limiting mag (IMG)	Ks~23.8	Ks~24.0
Limiting mag (SPC)	Ks~21.9	Ks~22.2

広視野サーベイ観測提案



まとめ

- ❖ 輝線に注目した大質量星クラスターの研究
- ❖ クラスターの大質量星構成要素は？
- ❖ 年齢を推定 → IMF



- ❖ TAO&Subaru SWIMSによる観測
 - ▶ 高空間分解能、バラエティに富んだ観測領域
 - ▶ 狭帯域フィルター撮像観測
 - 種族の分類
 - 既知天体の検出
 - 候補天体の検出
 - 減光マップ・赤い天体の検出
 - ▶ MOSUによる分光観測
 - 詳細クラス分類