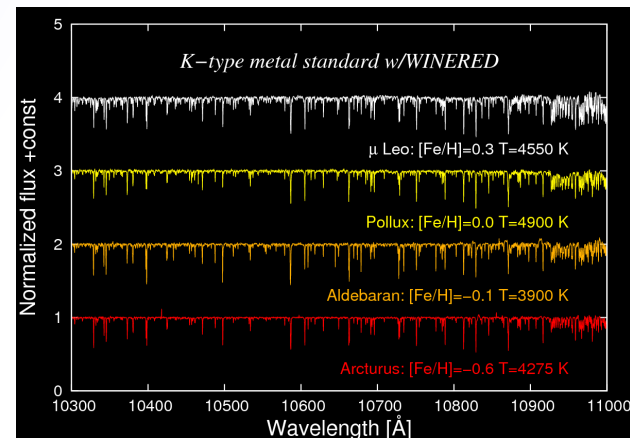
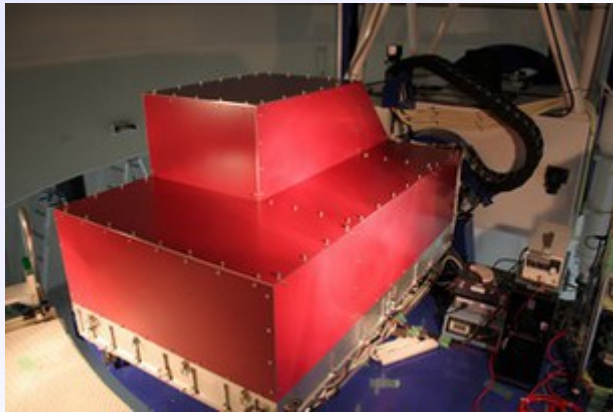


# 近赤外高分散分光器 *WINERED*

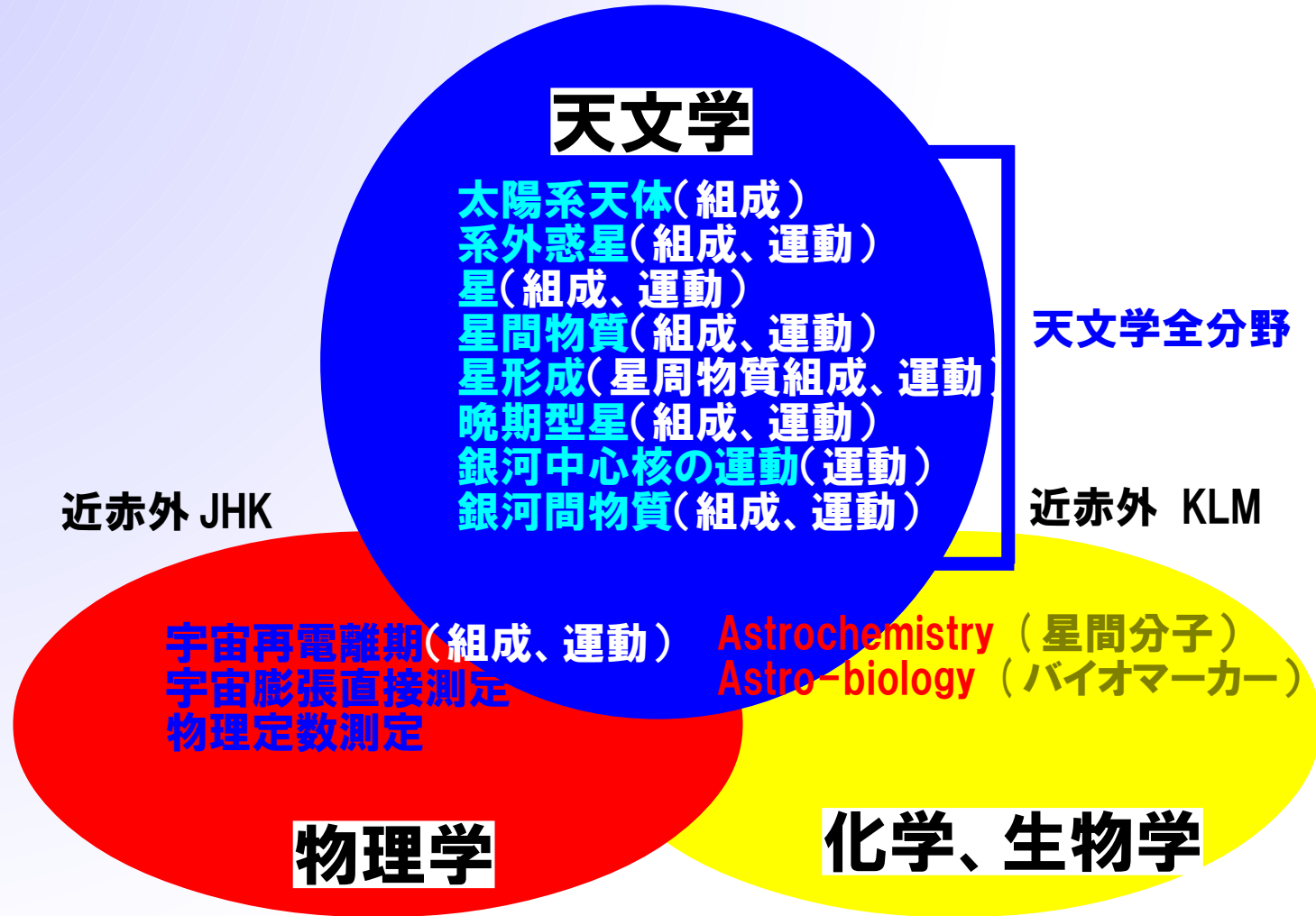
## 京都産業大学 神山天文台 「WINERED」プロジェクトの進行



- 近藤莊平、池田優二、中西賢之、川西崇史、中岡哲弥、大坪翔悟、木下将臣、河北秀世(京都産業大学)、福江慧、三戸洋之、安井千香子、濱野哲史、松永典之、小林尚人(東京大学)

# 赤外線高分散分光の意義

原子・分子の種類、量、速度を高精度に知ることが可能



天文学 (やそれ以上) の広い領域まで応用範囲が広がる

# 「WINERED」とは

## WINERED: Warm INfrared Echelle spectrograph to Realize Extreme Dispersion

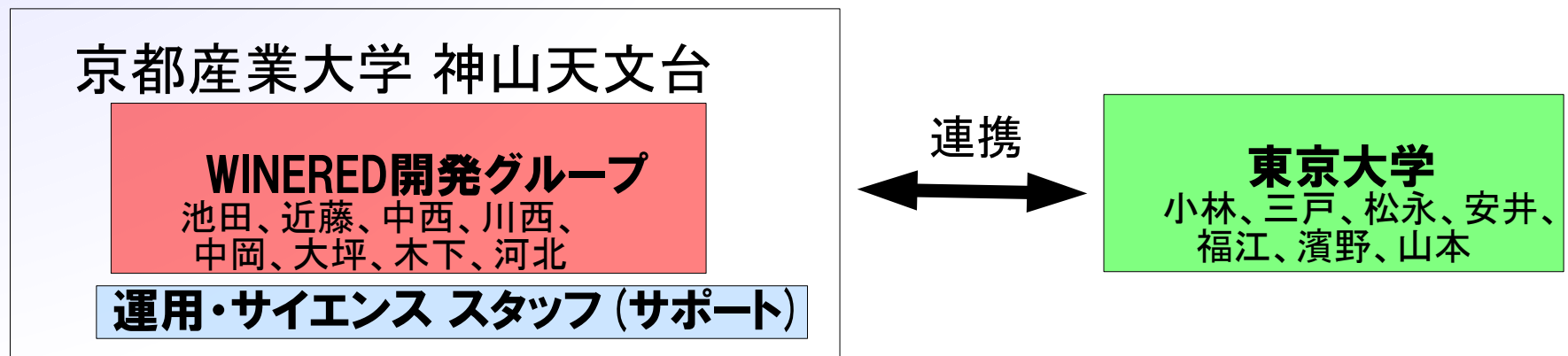
WINERED : Warm INfrared Echelle spectrograph to Realize Extreme Dispersion

高感度かつ高波長分解能を非冷却で実現する近赤外分光器

### ■仕様

- ・分解能:  $R_{\max} = 10$ 万 (Immersion grating mode) 開発中  
 $R_{\max} = 3$ 万 (Normal echelle mode) 完成
- ・波長域:  $\lambda = 0.9\text{--}1.35 \mu\text{m}$
- ・効率 :  $> 25\%$  (検出器含む)

### ■開発・研究推進体制



- ・京都産業大学と東京大学の共同でプロジェクトを推進
- ・京都産業大学 神山天文台での装置開発の推進

# WINEREDのサイエンスゴール

- 波長 0.9–1.35  $\mu\text{m}$
- $R > 30,000$
- 高感度

## 太陽系内天体

- ▷ 惑星大気構造
- ▷ 太陽系起源天体の同位体比

## 銀河系内天体

- ▷ 前主系列星、LBV、連星系の運動学的進化の研究
- ▷ 晩期型星の化学組成の研究
- ▷ Pulsation, Astroseismology
- ▷ DIB探査
- ▷ ディスク星の化学力学進化と銀河系構造
- ▷ バルジ・ハロー星の化学力学進化と銀河系構造

## 高赤方偏移天体

- ▷ QSO/GRB吸収線を用いた宇宙化学進化の研究
- ▷ 宇宙再電離時期の星形成
- ▷ 微細構造定数の精密測定

あらゆる天体で可視光レベルの  
高精度な近赤外高分散分光観測を実現すること。

# WINEREDプロジェクトの進行



2012年5月  
ファーストライト！

ノーマルエシエルモード  
完成見込み

## ■ 観測

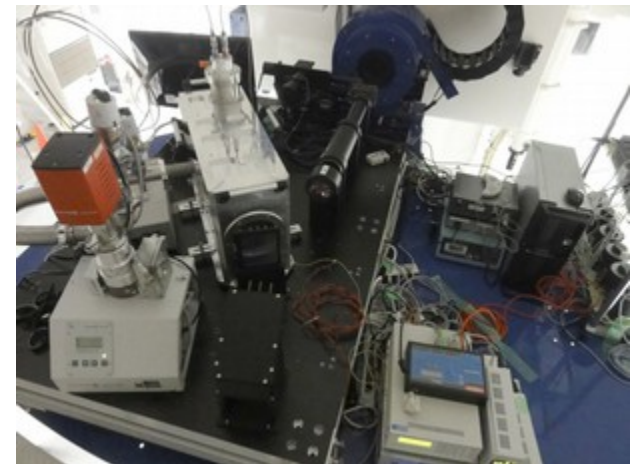
- ・京都産業大学  
神山天文台1.3m望遠鏡で  
2012.5月にファーストライト



## ・エンジニアリング観測

- 2012.5-6
- 2013.2-3
- 2013.11-12 (現在継続中)

- ・装置の性能確認に加え、  
パイロット的なサイエンスプログラムを実施

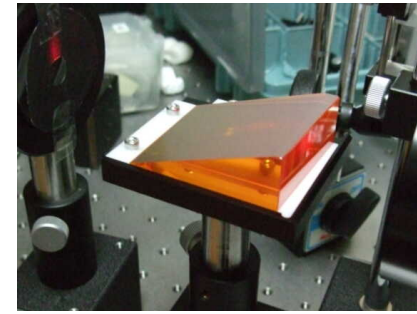
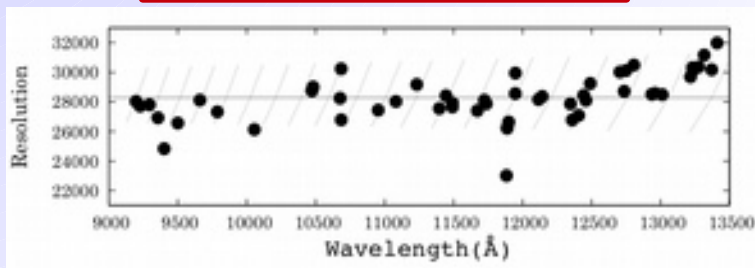


# WINEREDの特徴

## 1.高分散

- ・R=3万 w/ 反射型エシエルグレーティング 運用中
  - ・R=10万 w/ イメージンググレーティング(ZnSe) 開発中
- コンパクトな設計で高分散分光器が可能**

**R<sub>max</sub>=28,300 !**



ZnSe immersion  
(for 0.8-8um) test piece  
(Ikeda+2010)

## 2.高効率 (40%)

近赤外の短波長に限定 (0.9-1.35 μm)

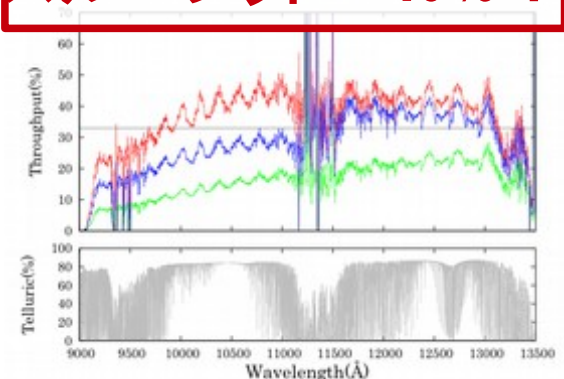
→ARコート、クロスディスペルザー効率の最適化

**可視と赤外の間の未開拓な波長域で  
高分散かつ高感度な観測**

限界等級 : J=11.4mag

(S/N=30, IT=8時間@京産大1.3m)

**スループット~40% !**



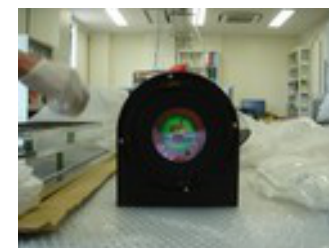
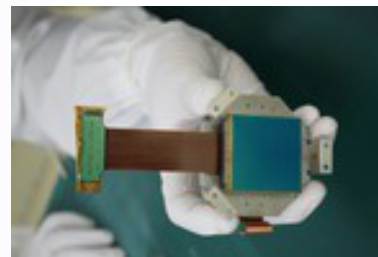
### 3. 非冷却光学系

HAWAII2-RG 1.7 $\mu$ m cut off アレイ

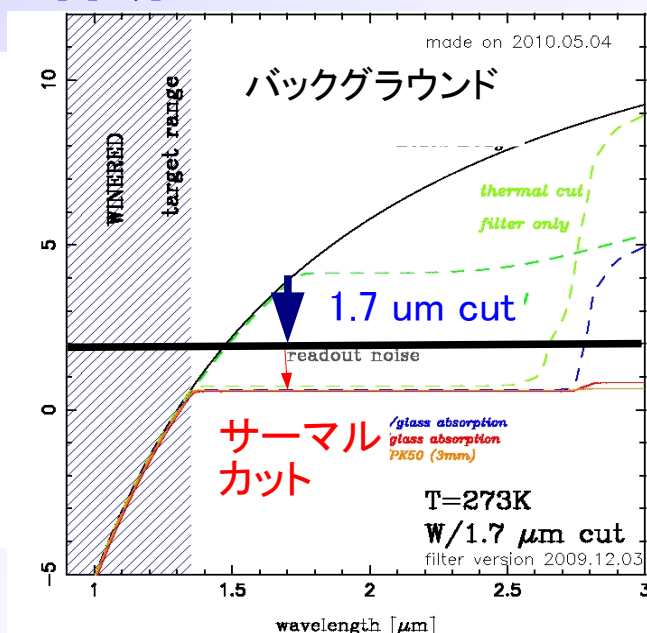
+ サーマルカットフィルタ

→ カメラレンズ、アレイ以外の  
**非冷却**が可能に

メリット: 開発時間の短縮、  
少ない予算、  
容易なメンテナンス



積分バックグラウンド量

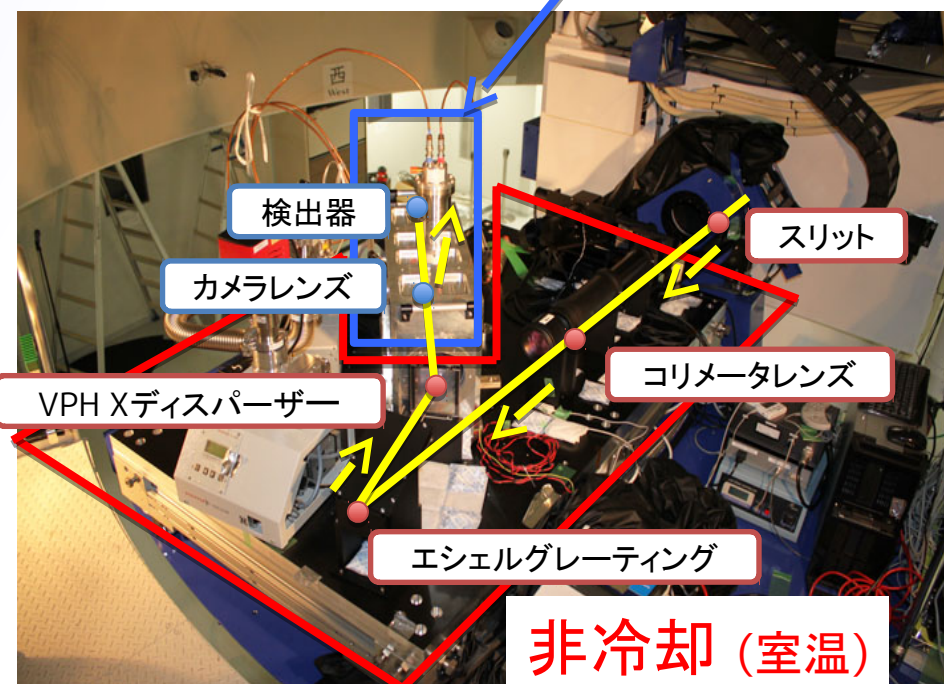


検出器  
ノイズ  
相当量

波長( $\mu$ m)

WINERED光学系

冷却 (77K@10W)



非冷却 (室温)

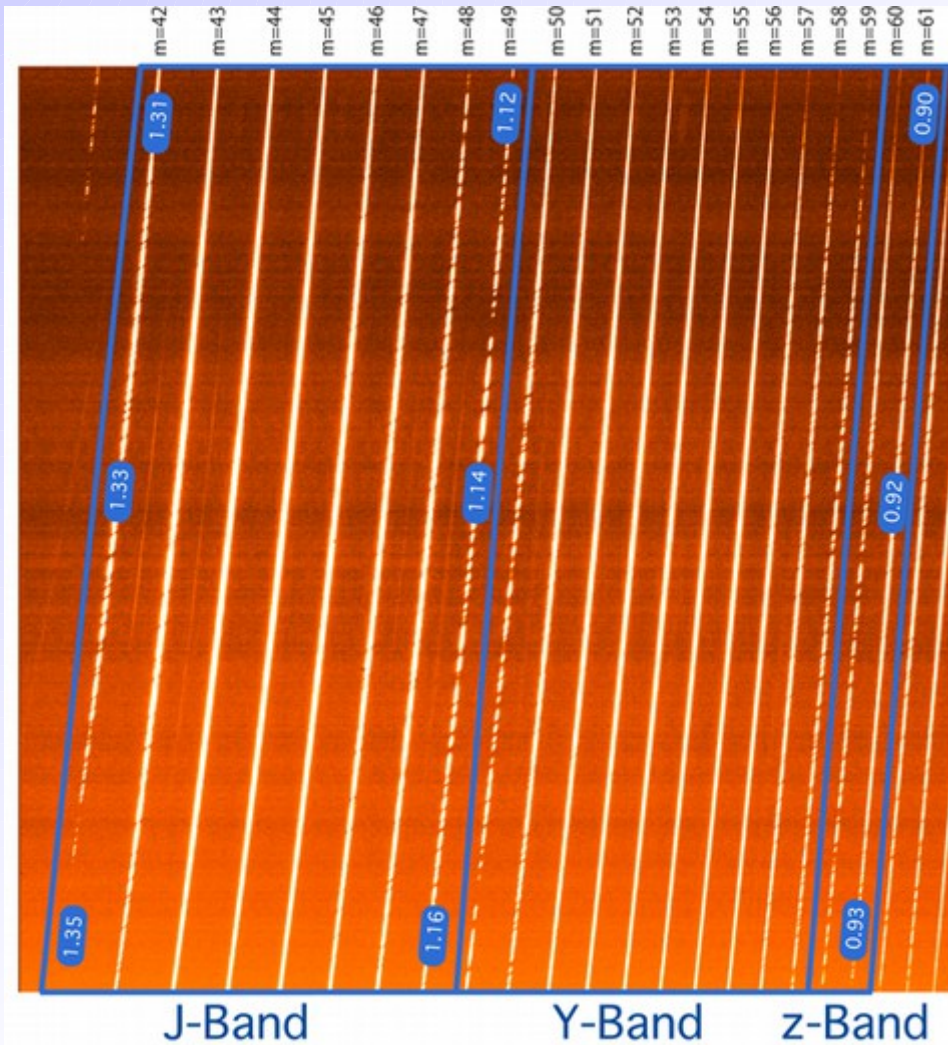
バックグラウンド: 現在の所、設計値よりも高い値 (2-4e-/sec@290K)

原因→H-band波長のリークであることを特定

追加H-bandサーマルカットフィルタをインストール、2014年1月に実証実験予定

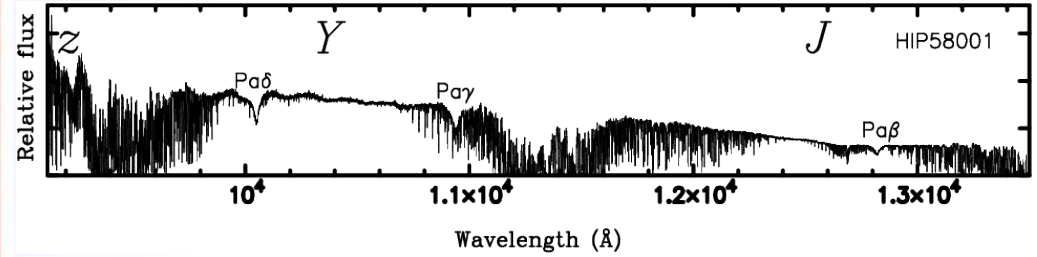
限界等級:  $J=11.4\text{mag} \rightarrow 13.8\text{mag}$ へ (S/N=30, IT=8時間@京産大1.3m)

# 試験観測結果

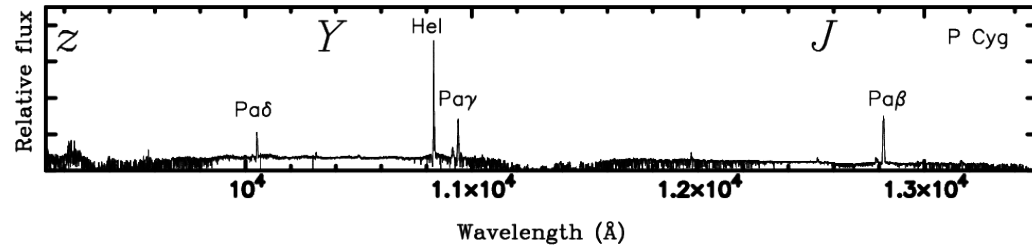


Echellegram  
(Arcturus)

## A0V



## PCyg



高品質のスペクトルを取得

サイエンスが十分にできるレベル



# WINEREDのサイエンスゴール

- 波長 0.9–1.35  $\mu\text{m}$
- $R > 30,000$
- 高感度

## 太陽系内天体

- ▷ 惑星大気構造
- ▷ 太陽系起源天体の同位体比

## 銀河系内天体

- ▷ 前主系列星、LBV、連星系の運動学的進化の研究
- ▷ 晩期型星の化学組成の研究
- ▷ Pulsation, Astroseismology
- ▷ DIB探査
- ▷ ディスク星の化学力学進化と銀河系構造
- ▷ バルジ・ハロー星の化学力学進化と銀河系構造

## 高赤方偏移天体

- ▷ QSO/GRB吸収線を用いた宇宙化学進化の研究
- ▷ 宇宙再電離時期の星形成
- ▷ 微細構造定数の精密測定

あらゆる天体で可視光レベルの  
高精度な近赤外高分散分光観測を実現すること。

# Stellar Abundance from WINERED

## ■観測目的

- WINEREDスペクトルから星のアバンドンスを導出方法の確立
- 可視光で暗いが赤外で明るい星 (晩期型星、星間減光が大きい領域の星)の化学組成に基づいたサイエンスの推進のため

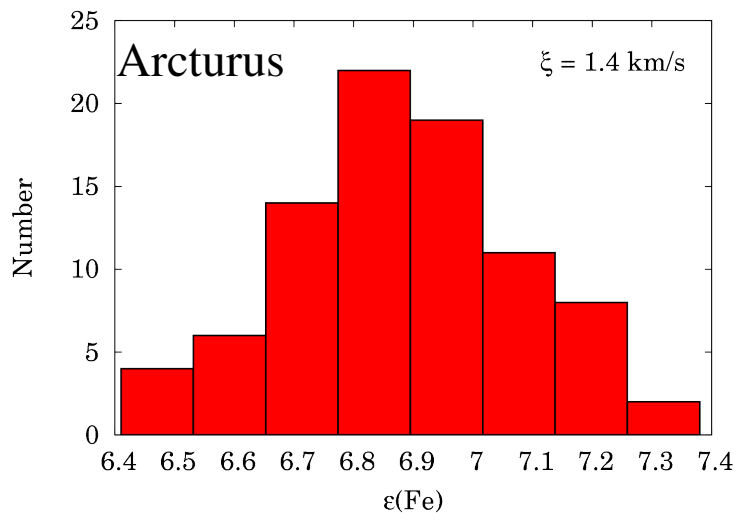
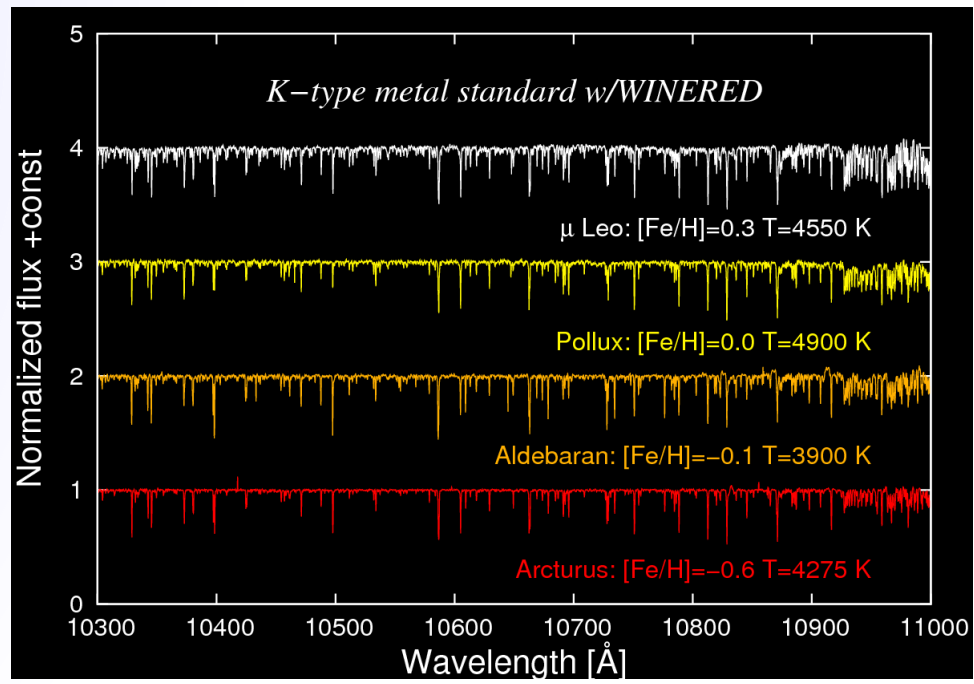
## ■方法

- 約80本 FeI吸収線からパラメータ(マイクロ乱流)を決定し、アバンドンスを導出

## ■Arcturusの結果

$\epsilon(\text{Fe})=6.87\pm 0.02$   
( $[\text{Fe}/\text{H}]=-0.63\pm 0.02$ )  
**可視光高分散分光と  
コンシステントな結果**

WINERED全波長域のArcturusスペクトルは  
本研究会中岡のポスターへ

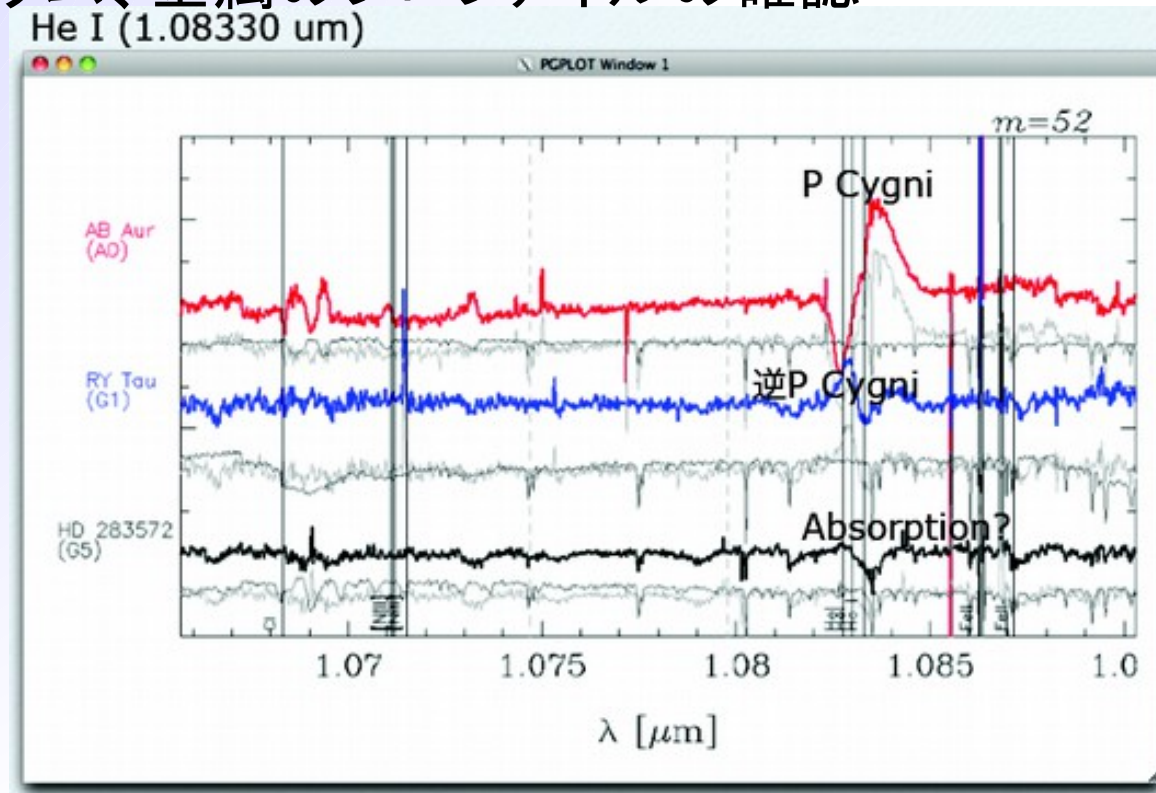


Kondo et al. in preparation

# Herbig AeBe星

## ■観測目的

- ・Jmag=6-8等台の暗い天体でどの程度のS/Nスペクトルが得られるのか確認
- ・水素、ヘリウム、金属のプロファイルの確認



→(現状で)Jmag<9の天体に対して  
1-2時間で十分なS/N(>50-100)で観測

# まとめ

- 京都産業大学と東京大学の共同でWINEREDプロジェクトを推進
- 2012年5月の京産大1.3m望遠鏡でfirst light
- EGアレイ、SGアレイで試験観測を実施中  
すでにサイエンスデータの取得が可能
- 2014年前半でノーマルモードの完成へ  
→ 本格観測をスタート