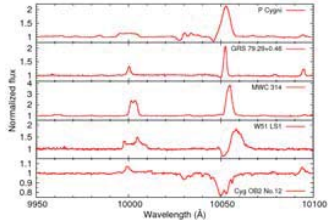


## 近赤外高分散分光器「WINERED」によるLBV星の分光観測



水本 岬希<sup>1,2</sup>

小林尚人<sup>1,3</sup>, 濱野哲史<sup>1</sup>, 池田優二<sup>4,3</sup>, 近藤荘平<sup>3</sup>, 福江慧<sup>1,3</sup>, 松永典之<sup>1,3</sup>, 他WINEREDチーム

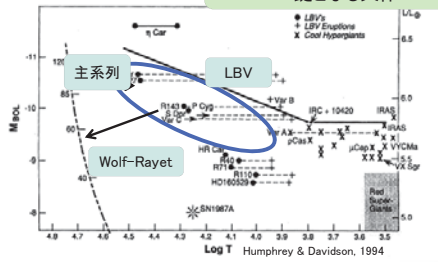
1.東京大 2.ISAS/JAXA 3.京産大高分散ラボ(LIH) 4.Photocoding

## 1. イントロダクション

## LBV星

- Luminous blue variable star
- 大質量星 (>25M<sub>☉</sub>): 主系列 → LBV → Wolf-Rayet
- 大規模な質量放出

大質量星の進化の理解のための鍵となる天体

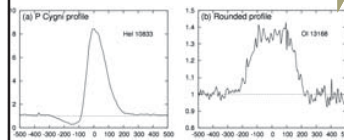


1/15

## LBV星の分光観測から分かること

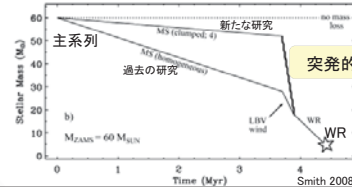
各種元素の輝線/吸収線プロファイル

質量放出によって作られる星雲の密度構造・速度構造



質量放出の様子

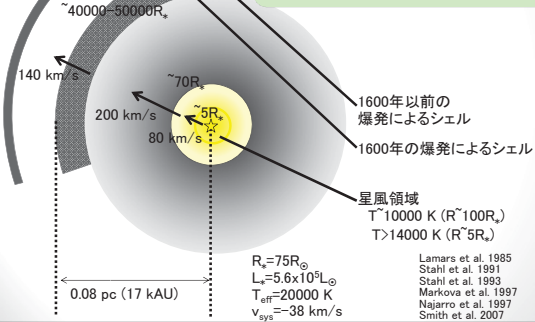
大質量星の進化



2/15

## LBV星 P Cygni

- 突発的質量放出が観測されている、北天で観測できる唯一のLBV
- 1600年に爆発



3/15

## 目的

- LBV星の質量放出現象の構造を探る
  - 手法: 近赤外高分散分光観測
    - 観測に適したラインが多い
    - ラインプロファイルから構造を推察する
- とくに突発的質量放出現象
  - 晩成期の大質量星の進化を進展させる重要なイベント
  - 衝撃波が起きる → 金属の禁制線 (特に [Fe II])

4/15

## 2. 観測と結果

### 装置: WINERED

- 近赤外 0.9-1.35  $\mu\text{m}$  の高分散分光器
- 東大と京産大により共同開発(京産大高分散ラボ)

WINERED: Warm Infrared Echelle spectrograph to Realize Extreme Dispersion  
**高感度な近赤外高分散**分光を非冷却で実現する観測装置

波長域を0.9-1.35  $\mu\text{m}$ に限定  
 光学系の効率>40%

分解能  $R=28,300$   
 反射型エシエルグレーティング  
 ( $\rightarrow R=103,000$  イメージンググレーティング)



近赤外高分散分光器(WINERED)によるLBV星の分光観測  
 1. イントロダクション 2. 観測と結果 3. 議論 4. 結論  
 5/15

### 観測天体

LBV+LBV候補星 (Naze et al. 2012: 68天体) のうち、  
 京都で観測可能な (Dec.>0: 11天体)  
 J等級が6.5以下の天体 (5天体)

天体名	等級 (J)	観測日	データ	備考
P Cygni	3.62	2014.9.20	30秒×2 150秒×8	
GRS 79.29+0.46	6.91	2014.9.15	300秒×8	候補星
MWC 314	6.09	2014.9.14	300秒×4	候補星
W51 LS1	8.10	2014.9.14	300秒×4	候補星
Cyg OB2 #12	4.67	2014.8.17	300秒×4	候補星. BHG?

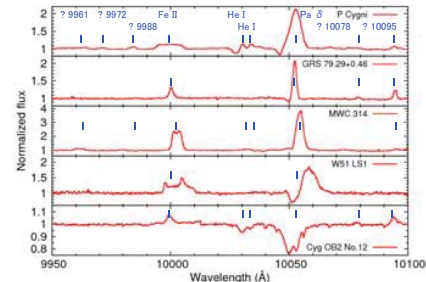
京産大荒木1.3m望遠鏡で観測  
 シーイングはおよそ3秒  
 分解能  $R \sim 20,000$

近赤外高分散分光器(WINERED)によるLBV星の分光観測  
 1. イントロダクション 2. 観測と結果 3. 議論 4. 結論  
 6/15

### 検出したライン

- 計68本の輝線を検出  
 (うち未同定輝線が30本)
- 近赤外0.9-1.35 $\mu\text{m}$ 波長域での  
 ラインリストを更新

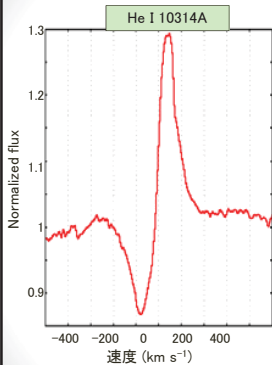
様々なプロファイル  
 "P Cygni" プロファイル  
 幅の広いピーク など



以下、P Cygni について議論

近赤外高分散分光器(WINERED)によるLBV星の分光観測  
 1. イントロダクション 2. 観測と結果 3. 議論 4. 結論  
 7/15

### 1. P Cygni プロファイル



- H, He の輝線
- 星風が光学的に厚い
- 視線方向の速度の分だけ青方  
 偏移したところで吸収

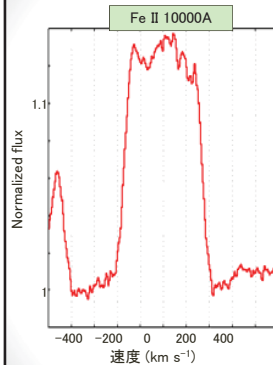


近づいてくる星風が  
 輝線の裾野を吸収

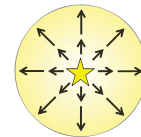
裾野=およそ200km/s  
 $\rightarrow$  星風の終端速度

近赤外高分散分光器(WINERED)によるLBV星の分光観測  
 1. イントロダクション 2. 観測と結果 3. 議論 4. 結論  
 8/15

### 2. Rounded プロファイル



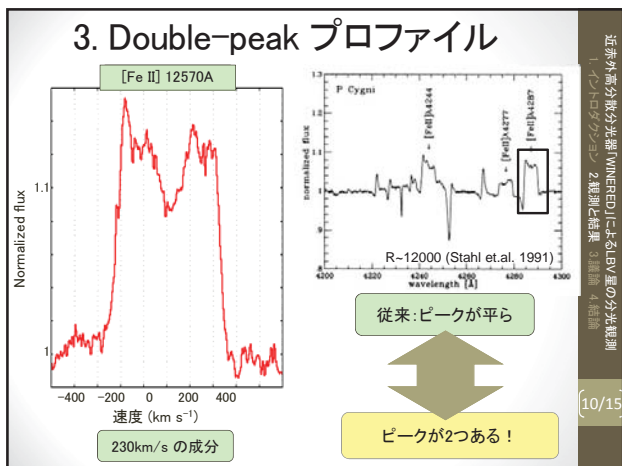
- ピークが平ら
- 各種金属の許容線
  - Fe II, Mg II, O I, etc.



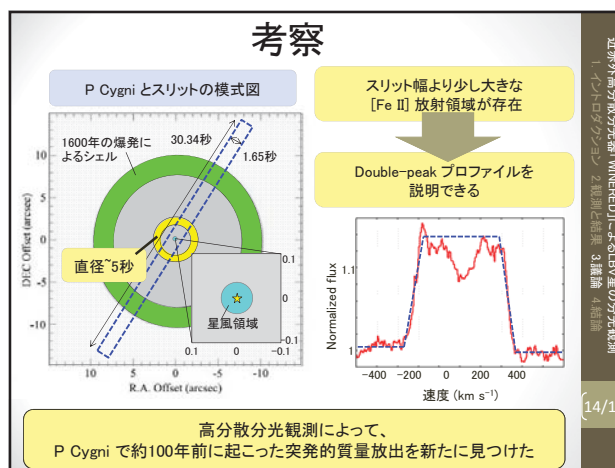
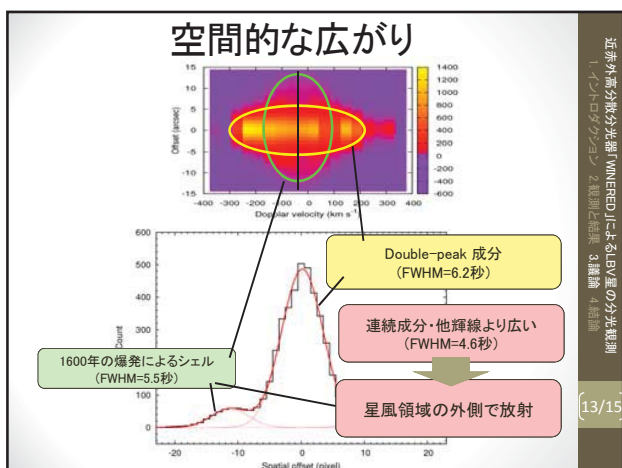
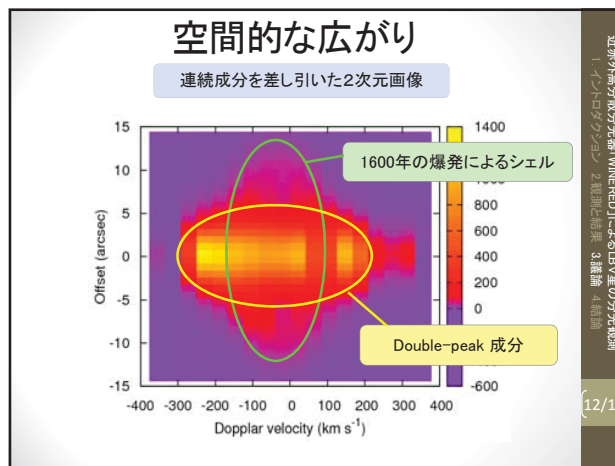
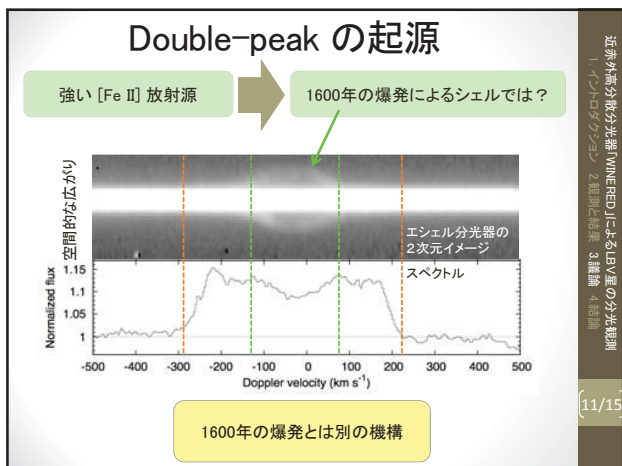
- 球対称な星風領域で生成
- 中心から離れるほど速度が速く  
 なり、70R程度で終端速度に到達

裾野=およそ200km/s  
 $\rightarrow$  星風の終端速度

近赤外高分散分光器(WINERED)によるLBV星の分光観測  
 1. イントロダクション 2. 観測と結果 3. 議論 4. 結論  
 9/15



### 3. 議論



## 4. 結論

### 結論

- LBV星の近赤外高分散分光観測を実施
  - 5天体
  - 68本の輝線→ラインリストを更新
- P Cygni の [Fe II] 輝線が double-peak の形状をしていることを発見
  - 約100年前の突発的質量放出を示唆
- 観測報告例の少ないLBV星の突発的質量放出を分光観測によって見つけた

### Future work

- 時間変動の調査
- [Fe II] のAO観測