

# 質量差の小さい分光連星に対する組成差の探査

加藤 則行<sup>1</sup> 伊藤 洋一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: 兵庫県立大学 天文科学センター (西はりま天文台)

noriyukik@nhao.jp

連星の主星と伴星の組成差について、連星間距離が短い分光連星では探査例が少ない。そこで、なゆた望遠鏡と可視光中低分散分光器MALLSを使用し、SB2分光連星39天体に対して組成差を探査した。波長分解能 $\lambda/\Delta\lambda \sim 10000$ で波長5700-6100Åのスペクトルを取得し、ブレンドの少ないFeIの吸収線13本の等価幅を測定した。主星と伴星で等価幅の差分を求め、その平均値を組成差と見なした。これまでに12天体で等価幅を測定した。結果、鉄の存在量が主星と伴星で異なる分光連星も存在することを確認した。

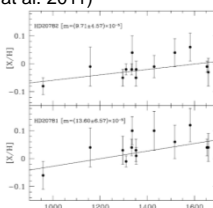
## 1. イントロダクション - 連星の組成差の起源 -

### 1.1. 連星の組成と惑星の存在が関係?

- 16 Cyg A and B (実視連星)
- Bだけが巨大ガス惑星を保持する (Mazeh et al. 1996)
- Aの方がmetal rich (Ramirez et al. 2011)

### HD 20782/20781 (実視連星)

- 主星も伴星も惑星を保持 (Jones et al. 2006, Mayor et al. 2011)
- 双方とも難揮発性元素が豊富 (右図) (Mack et al. 2014)

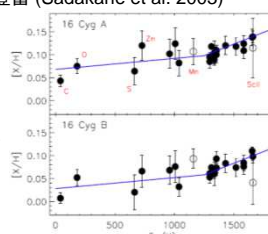


### 1.2. やっぱり連星の組成と惑星は無関係?

- HD 219542 A and B (実視連星)
- AとBどちらも惑星を持たない
- Fe, Ti, ScはAの方が豊富 (Sadakane et al. 2003)

### 16 Cyg A and B

- 測定精度の範囲で鉄の組成に差は無い (Takeda 2005)
- AとBともに難揮発性元素が豊富 (右図) (Ramirez et al. 2011)



### 1.3. 目的

主星と伴星の組成の違い

- 惑星形成の痕跡?
- 惑星降着による難揮発性元素の供給
- 惑星形成による固体物質の降着停止
- 分子雲の組成を反映?
- 難揮発性元素が豊富な分子雲で形成

連星の組成差の起源として、惑星の存在を考慮の必要性は、必ずしも高くない。

これまでの組成差の探査は実視連星が中心

- 主星と伴星の平均距離(連星間距離)が短い分光連星では探査例がほとんど無い

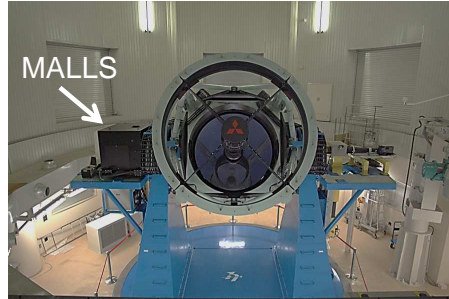
分光連星を対象に主星と伴星の組成差を探査する

## 2. 観測 & 解析

恒星の大気スペクトルを取得するため、なゆた望遠鏡と中低分散分光器MALLSを用いた**分光観測**を行った。

### 観測の詳細

- 観測地: 兵庫県立大学 西はりま天文台
- 装置: なゆた望遠鏡, 中低分散分光器MALLS
- 観測天体: Double-lined (SB2) 分光連星39天体
- 観測波長: 5700-6100 Å
- グレーティング: 1800l/mm
- スリット幅: 0.8秒角
- 波長分解能:  $\sim 10000$
- 積分時間: 300-3600秒 (600秒以上は足し合わせ)
- SN:  $\sim 200$



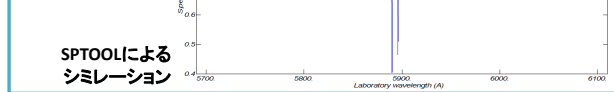
なゆた望遠鏡(2m鏡とMALLS)

### ～等価幅の測定～

1次処理済みのスペクトルに対して、IRAFのsplotを用いて等価幅を測定した。測定には、Voigt関数を使用した。

波長5700-6100Åに存在するFeIの吸収線13本(図中の|)を使用した。

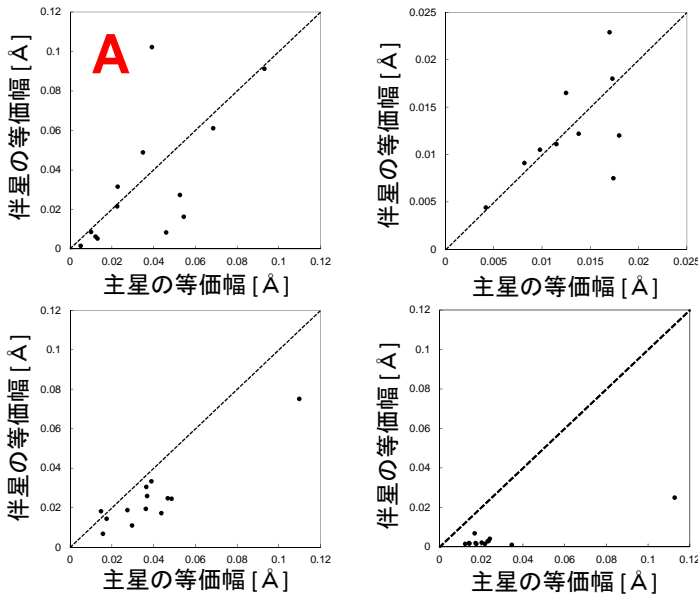
- 他の吸収線によるブレンドが少ない
- ドップラーシフトによるブレンドも少ない



## 3. 結果 & 進捗

主星スペクトルと伴星スペクトルそれぞれで等価幅を測定した。

これまでに12天体の測定を完了した。結果の一例を図に示す。



### ～等価幅の補正～

主星と伴星の質量差が小さいSB2分光連星が探査対象

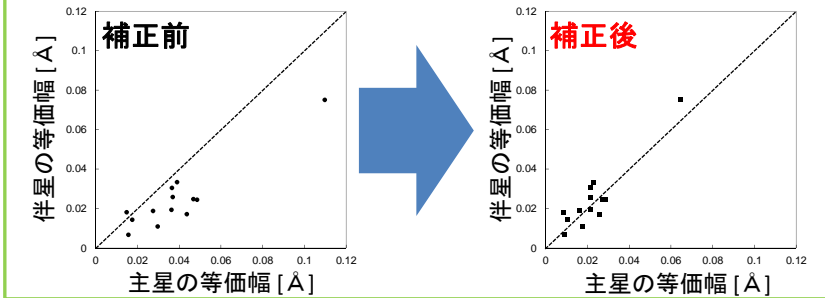
- 主星と伴星の**光度がほぼ等しい**: 主星と伴星で等価幅をそのまま比較  
⇒異なる場合もある  
・質量差に開きがある

光度比の見積もり

- 主星と伴星の光度が明らか: 先行研究の値を補正值として使用
- 質量のみが既知: Allen's Astrophysical Quantitiesの式より光度を導出

$$-\log \frac{L_{\text{star}}}{L_{\text{sun}}} = 3.8 \log \frac{M_{\text{star}}}{M_{\text{sun}}} + 0.08 \quad (M_{\text{star}} > 0.2 M_{\text{sun}})$$

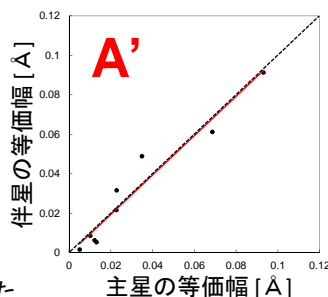
⇒光度比で等価幅を補正する



### ～組成差の導出～

上のサンプルAを使う。

- ①主星と伴星の等価幅について、絶対値で差分を取り平均する ( $\sigma$ )
- ②差分の絶対値が $2\sigma$ より大きいものを除外する
- ③再度①を行い、 $3\sigma$ より大きいものを除外する ⇒ **A'** (右図)
- ④**A'**での等価幅の差分の平均値を組成差、ばらつきを測定誤差とした



SB2分光連星12天体の導出した組成差をまとめた(右図)

- 横軸が連星間距離
- 縦軸がFeIの等価幅の差分

これまでに分かったこと

- 多くの連星は鉄の存在量に差が無い(注: サンプル少)
- **組成差がある連星も存在する**

