

2003.8.19-20.

岡山天体物理観測所ユーザーズミーティング

---

## HIDESによる磁気特異星の観測とその結果

加藤賢一(大阪市立科学館)

西村昌能(京都府立洛東高校)

大西高司(大阪教育大学)

定金晃三(大阪教育大学)

# コンテンツ

---

1. 今期の観測の概要
2. 標準星の解析結果
3. 磁気特異星概要
4. 磁気特異星の解析結果



# 1. 今期の観測の概要

## 非常に複雑なスペクトル線系の解明

### ■ 2階電離した希土類イオン

- gf 値の計算結果
- CP2 星での存在、Pr III, Nd III, Gd III 等の gf 値
- 小平(1969)が発見した4200、5200、6300 Å 付近の特異な放射分布の同定

### ・ He, Si, Cl, Co 等の特異元素の存在量

↓ ↑

$T_{\text{eff}}$ , magne.,  $v \sin i$ , 他

# 観測ログ(1)

• OAO 2003.4.15.-21.

Total = times of exposure

No	Name	HR	SP	mv	Total	達成度	
1	53 Cam	3109	A2SrCrEu	6.0	7	100	
2	15 Cnc	3215	B9pSiCr	5.6	0	0	
3	49 Cnc	3465	A1pEuCr	5.7	0	0	
4	Nu Cnc	3595	A0pSi	5.5	2	20	
5	Gam Crv	4662	B8IIIpHgMn	2.6	5	100	
6	17 Com A	4752	A0pCrSrEu	5.3	11	60	
7	HR 4816	4816	A0SrCrEu	6.3	8	100	
8	Eps UMa	4905	A0Cr	1.8	6	100	
9	Alp2 CVn	4915	A0SiEuHg	2.9	21	100	
10	Zet UMa	5054	A1VpSrSi	2.3	2	100	
11	78 Vir	5105	A1SrCrEu	4.9	10	100	
12	HR 5355	5355	A0pCrEu	5.9	0	0	
13	Mu Lib A	5523	A1pSrCrEu	5.3	0	0	
14	Bet CrB	5747	F0p	3.7	5	100	
15	HR 7575	7575	A5p	5.7	4	40	
Sub Total					81	920	1500
達成率 =						61%	



# 観測ログ(2)

Reference Stars

基準星

101	Gam Gem	2421	A0IV	1.9	5	100
102	Alp CMi	2943	F5IV-V	0.4	5	100
103	Alp Vir	5056	B1III-IV+B2V	1.0	5	100
104	Alp Boo	5340	K1IIIbCN-1	0.0	5	100
	Del Sco	5953	B0.3IV	2.3	2	20
105	Alp Lyr	7001	A0Va	0.0	2	30
106	16 Cyg A	7503	G1.5V	6.0	4	100
107	Gam Cyg	7796	F8Ib	2.2	3	100
108	Alp Cyg	7924	A2Iae	0.1	2	100

Sub Total

33

Obs. Time = 49:30:00 Total Time = 72:00:00

達成率 = 68 %

## 2. 標準星の解析結果

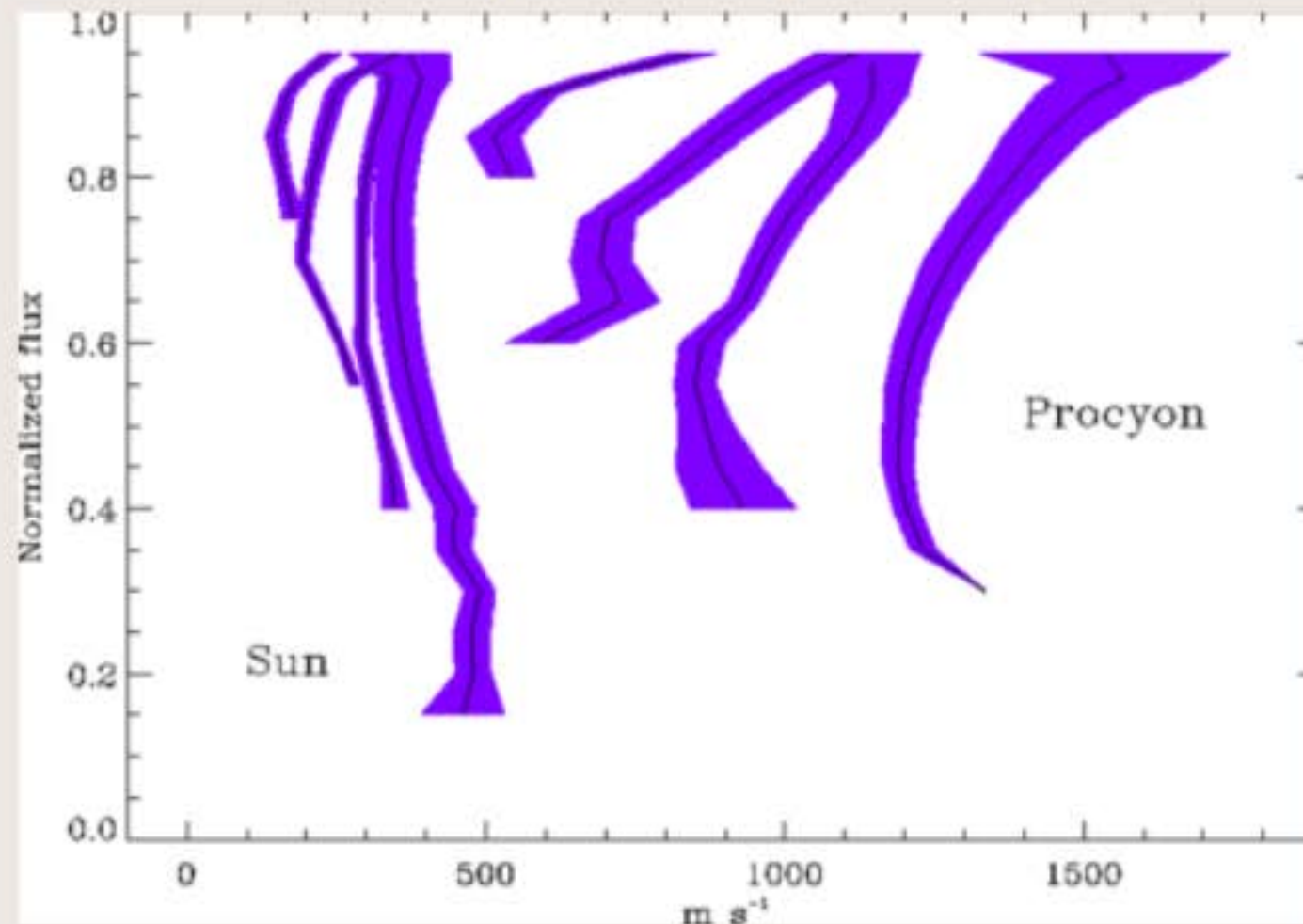
---

- ・  $\gamma$  Cyg  
大西高司(大阪教育大学)他  
ポスター発表参照
- ・ プロキオン  
スペクトル線の非対称性



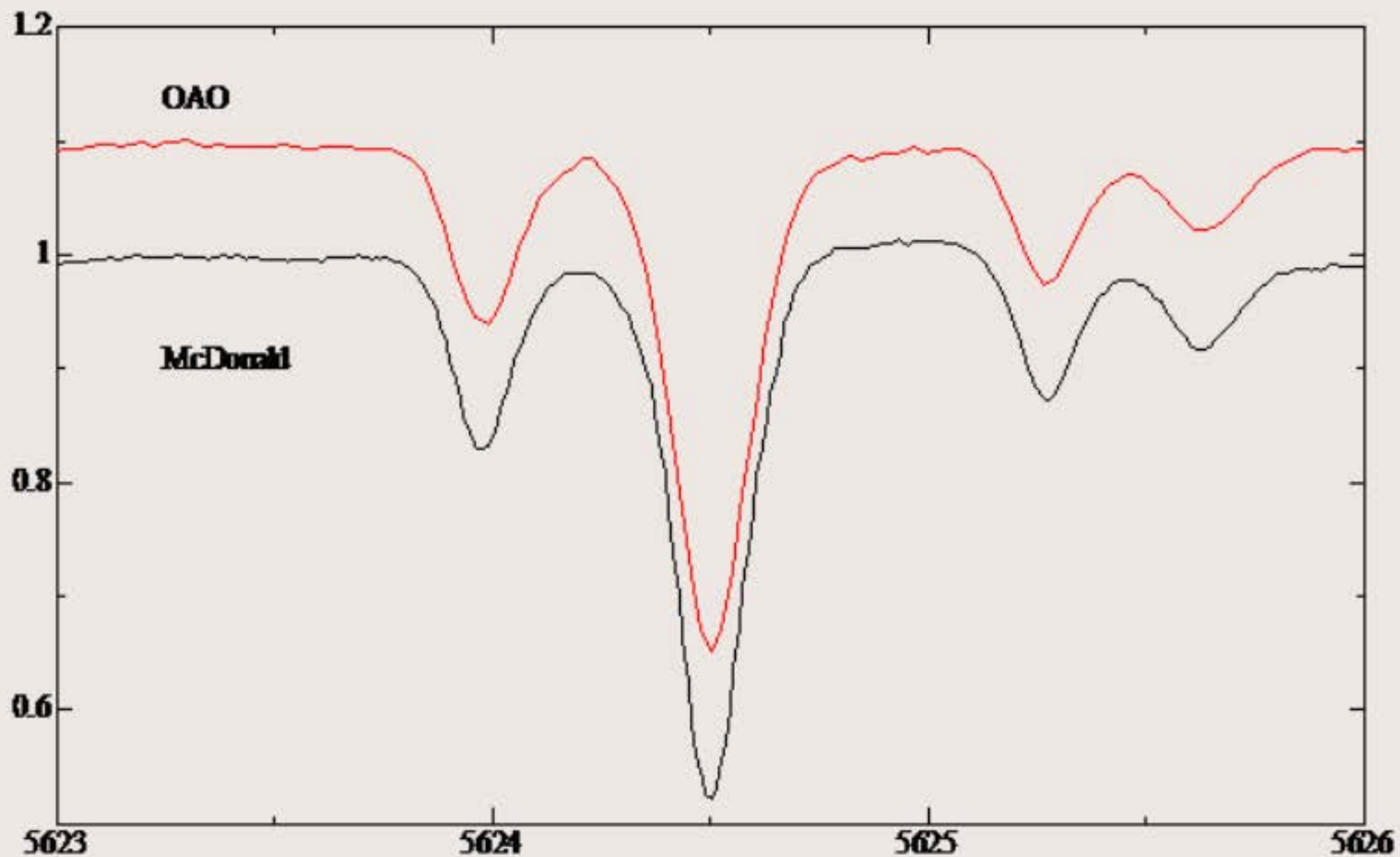
# プロキオンのスペクトル線の非対称性

- Gray らの bisection 法(1982頃)
- McDonald R200,000 (2002)



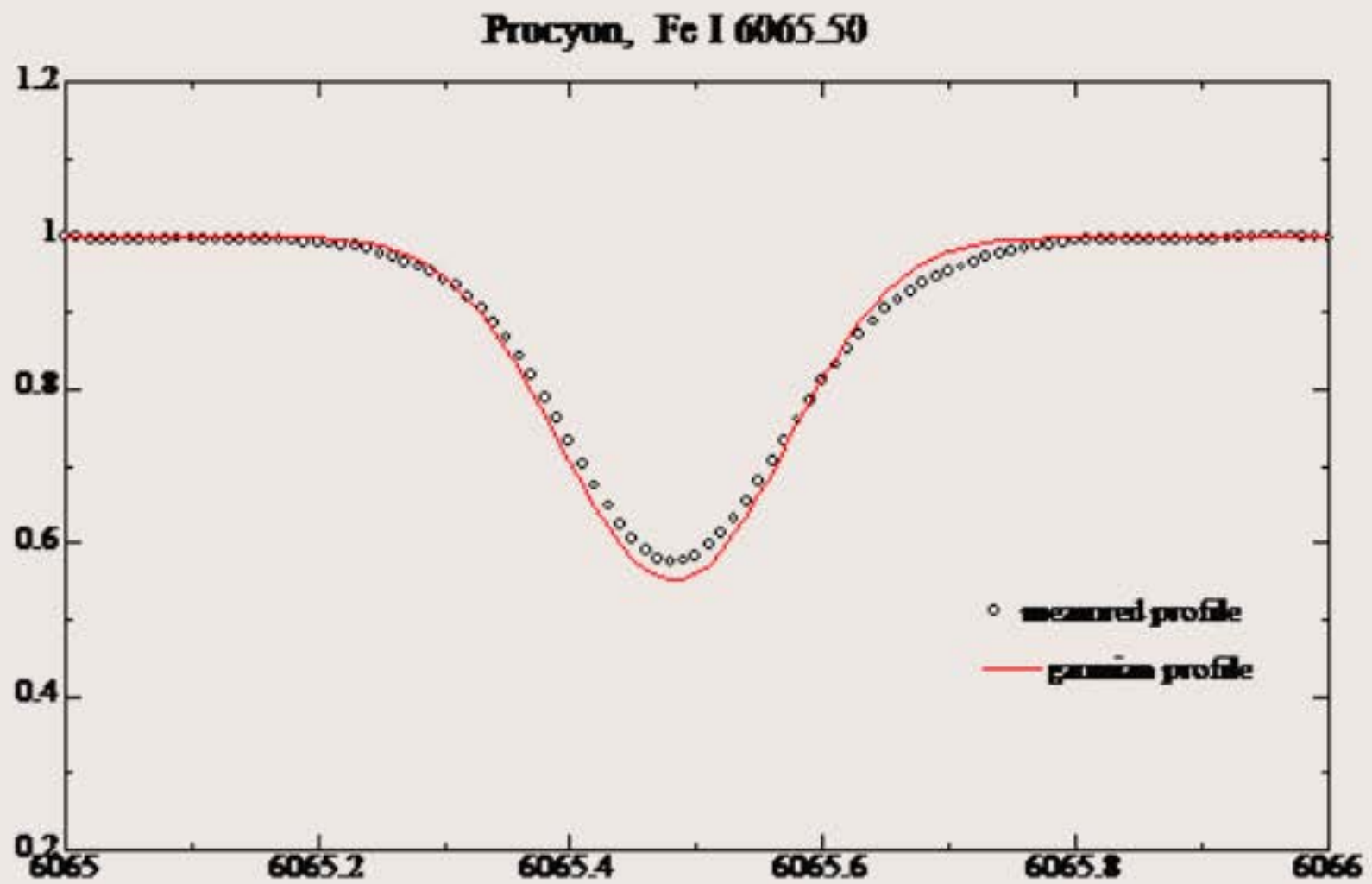
# McDonaldとの比較

Procyon

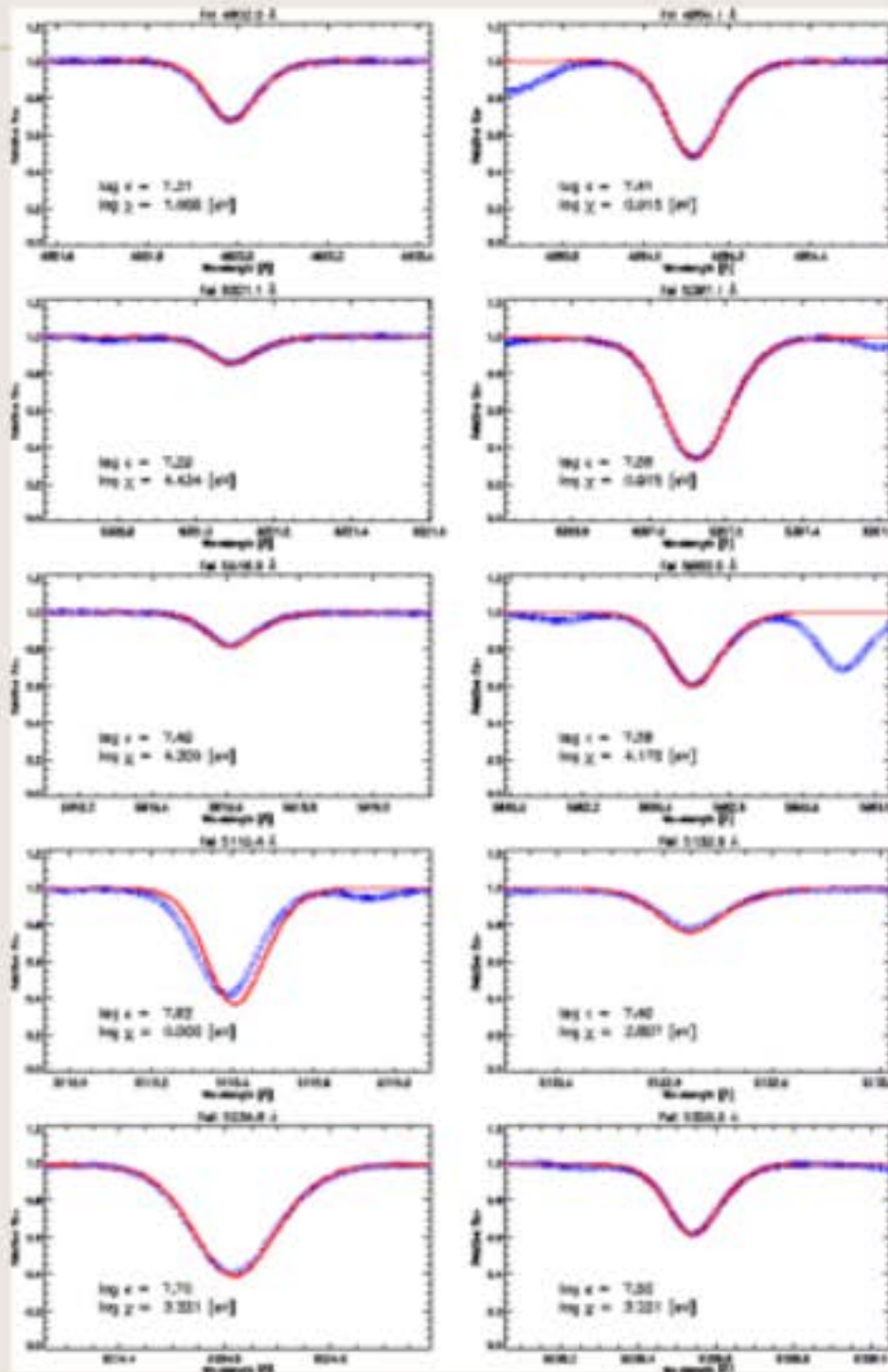




# 非対称性の例



# プロキオンのスペクトル線の非対称性

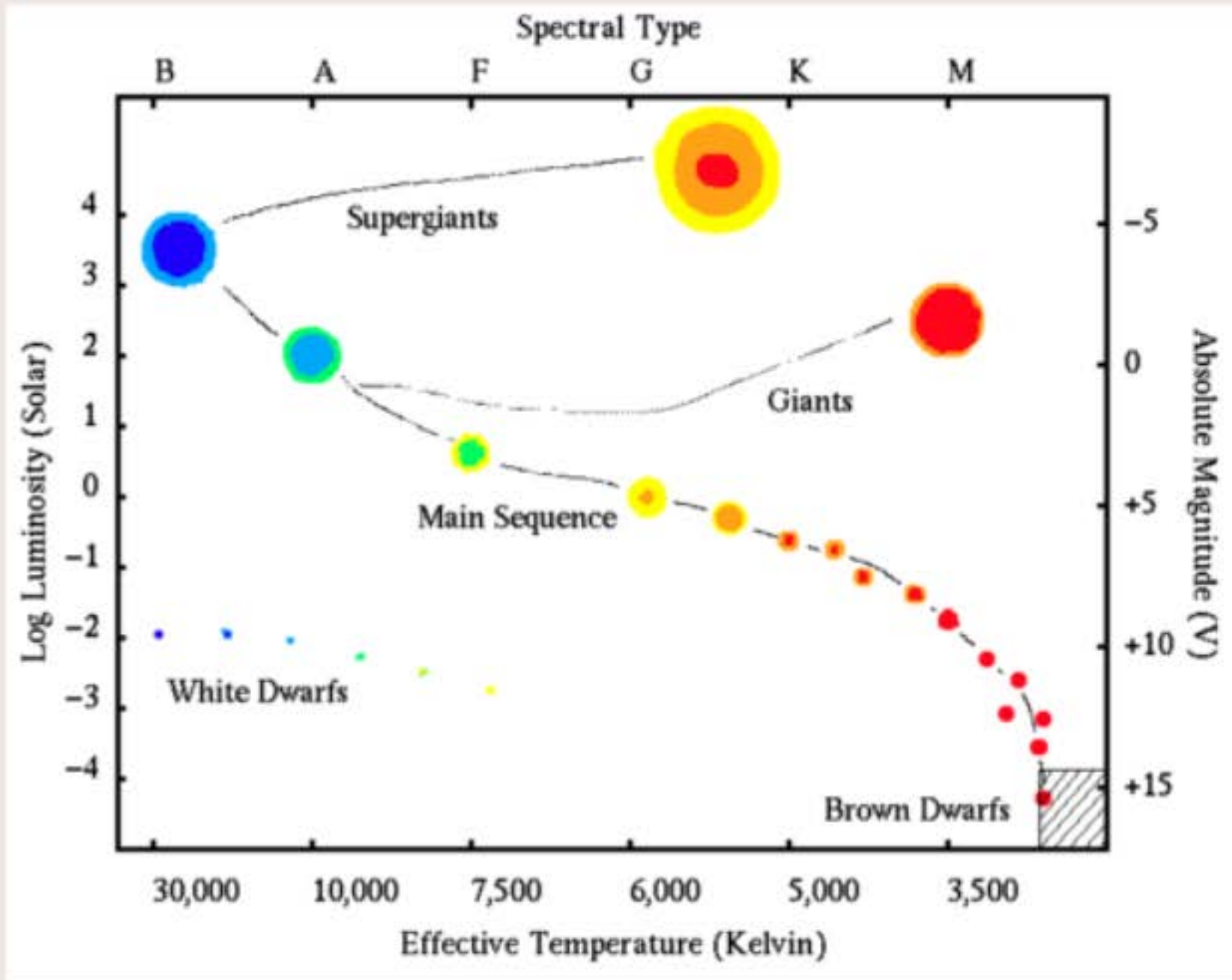




### 3. 磁気特異星概要

---

# upper main sequence stars





# 磁気特異星研究略史

- 1897 Maury  $\alpha^2 CVn$  などのスペクトル線異常に気づく
- 1806 Lockyer & Baxandall  $\alpha^2 CVn$  に Si, Cr, Mn, Eu(!)を見出す
- 1917 Kiess  $\alpha^2 CVn$  Y, REE(La, Gd, Tb, Dy など7元素)を見出す
- 1933 Morgan Ap 星を Mn,  $\lambda$  4200, Eu, Cr, Sr, Si に分類  
 $T_{\text{eff}}$  系列に沿って
- 1938 Unsold “Physik der Sternatmosphären”
- 1952 Deutsch oblique rotator model of magnetic stars
- 1958 M. & C. Jaschek  $\lambda$  4200, Mn, Si, EuCrSr に分類
- 1958 Babcock 6等までの全A型星の磁場を。1946 -

# 磁気特異星研究略史-cont-

- ・ 1960 Przybylski HD 101065の異常性を発見。Feなし、REE卓越
- ・ 1961 **Jugaku**, sargent & Greenstein 3 Cen A のHe<sup>3</sup>を定量。S, Kr, Ga のoverabundance を示す
- ・ 1962 Bidelman 3984線を Hg II と同定
- ・ 1965 **Osawa** Charles Bertaud (Paris)カタログにある赤緯-30度か北のAp星を全部分類しようとした。244星。11種類に！！  
初めて分類にHgを導入。Ex.  $\alpha^2$ CVn - SiHgCrEu
- ・ 1966 Ledoux & Renson “Magnetic Stars”, ARA&A 4, 293
- ・ 1969 **Kodaira** Magnetic CP の4200、5200、6300 Å付近のスペクトルの凹みを発見
- ・ 1974 Preston 化学特異星として4種に再分類
- ・ 1979 Kurucz ATLAS6 line blanketing 大気モデル、定量化



# 磁気特異星の分類

	$T_{\text{eff}}$	magne
Am(CP1)	7000-10000	×
CP2	8000-12000	◎
HgMn (CP3)	10000-15000	△
弱He (CP4)	14000-21000	◎
強He	21000-30000	△
$\lambda$ Boo	9000	?

# cool CP2 stars

---

1) Hot CP2 ( $T_{\text{eff}}=10000-12000$ )

1. magnetic  $\alpha^2$  CVn

2. Si stars

2) Cool CP2 ( $T_{\text{eff}}=8000-10000$ )

HR 7575, HR 4816,  $\beta$  CrB

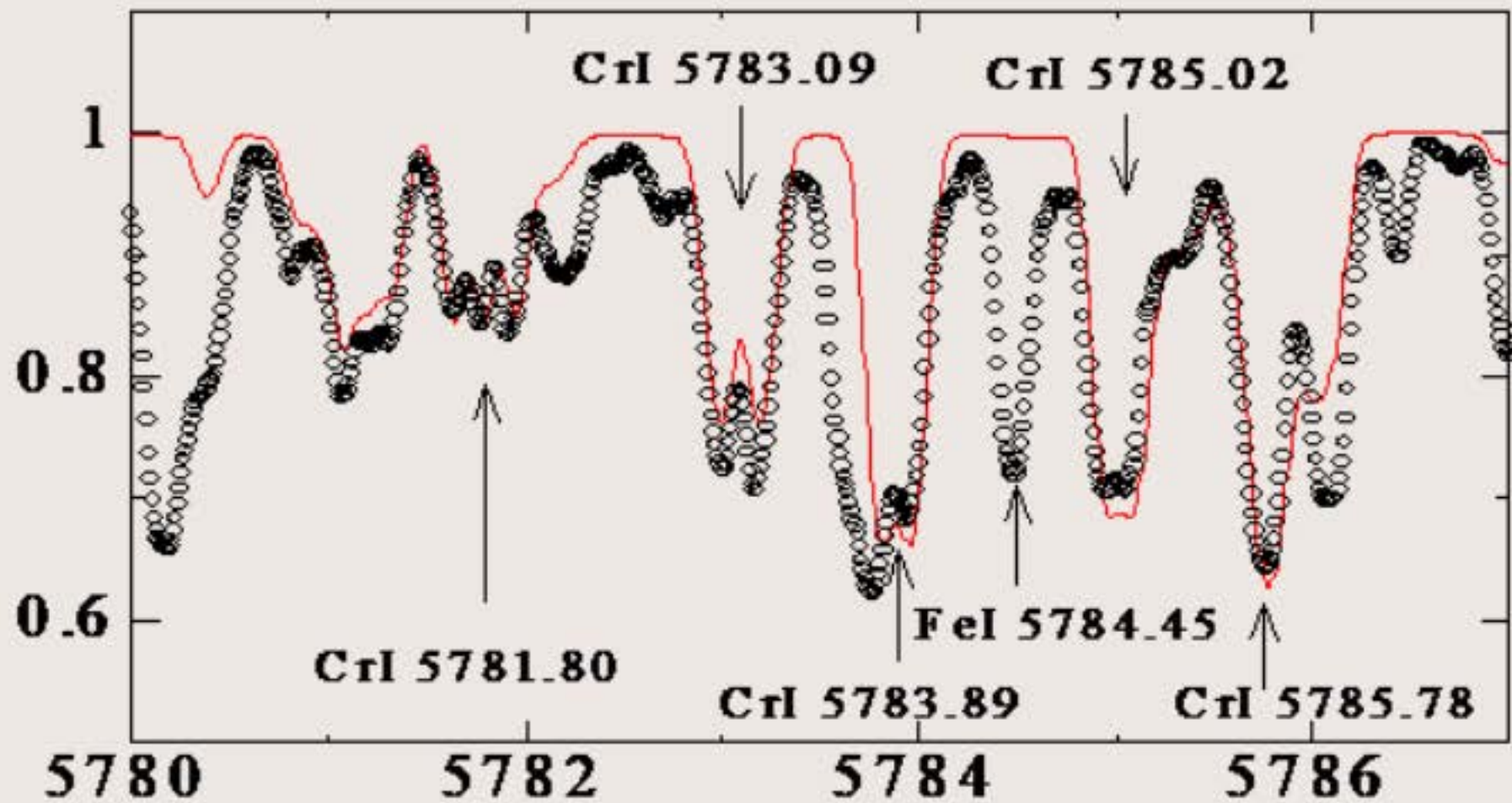
78 Vir, 53 Cam



# 解析結果

- ・ 卓越している金属線、変動
- ・ 2階電離の希土類線
- ・ ゼーマン効果による線の分岐、肥大化
- ・ 超微細構造による線の変形
- ・ 顕著な Ca I の Autoionization

$\log \varepsilon (\text{Cr I}) = 8.00$  (Sun 5.67)

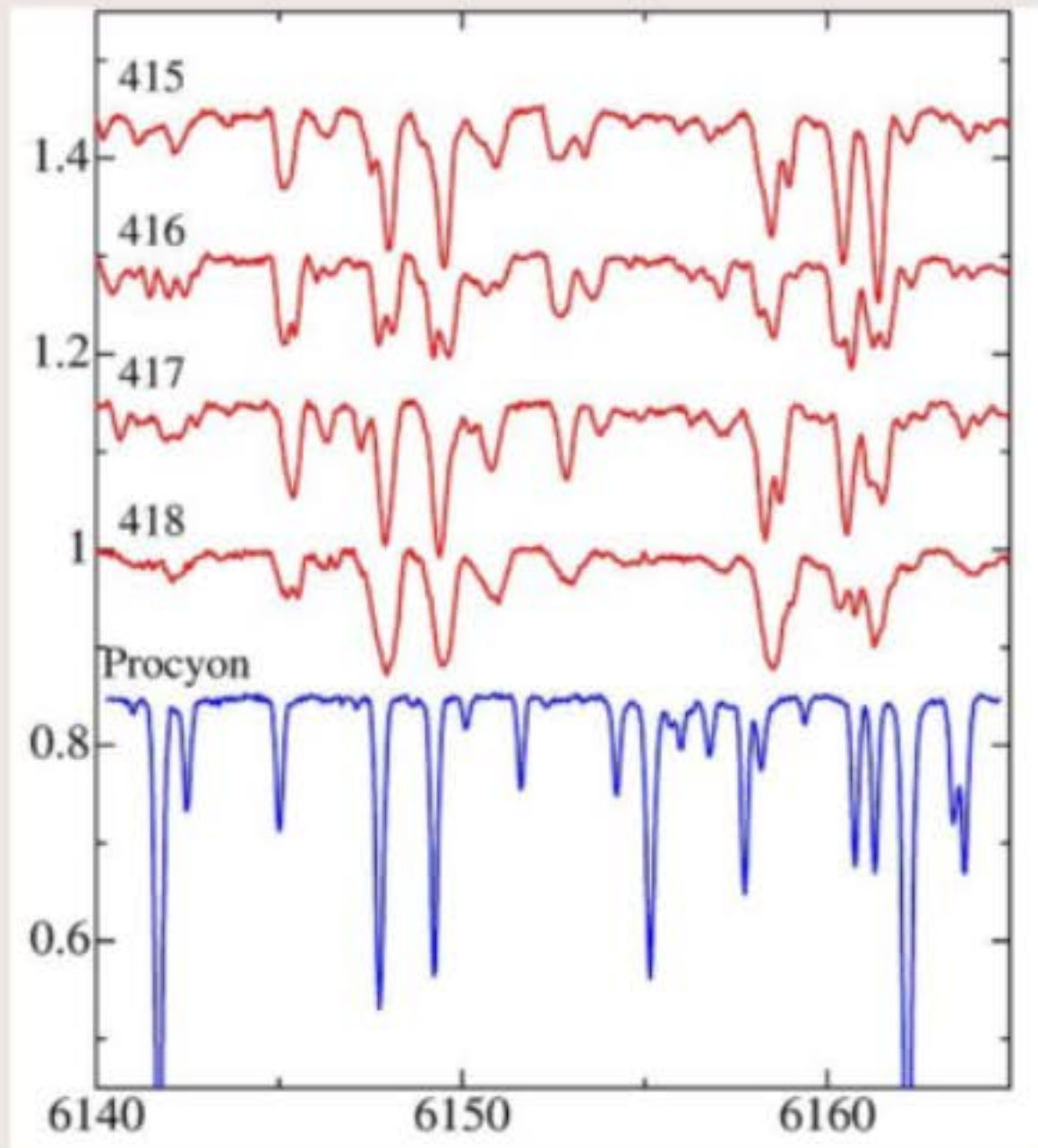


$\text{Log } \varepsilon (\text{Cr}) = 8.00$   $H = 4.1 \text{ kG}$   $\xi = 0.0 \text{ km/s}$   $V \sin i = 3 \text{ km/s}$

$\lambda \lambda 5780-5787$  Cr I lines



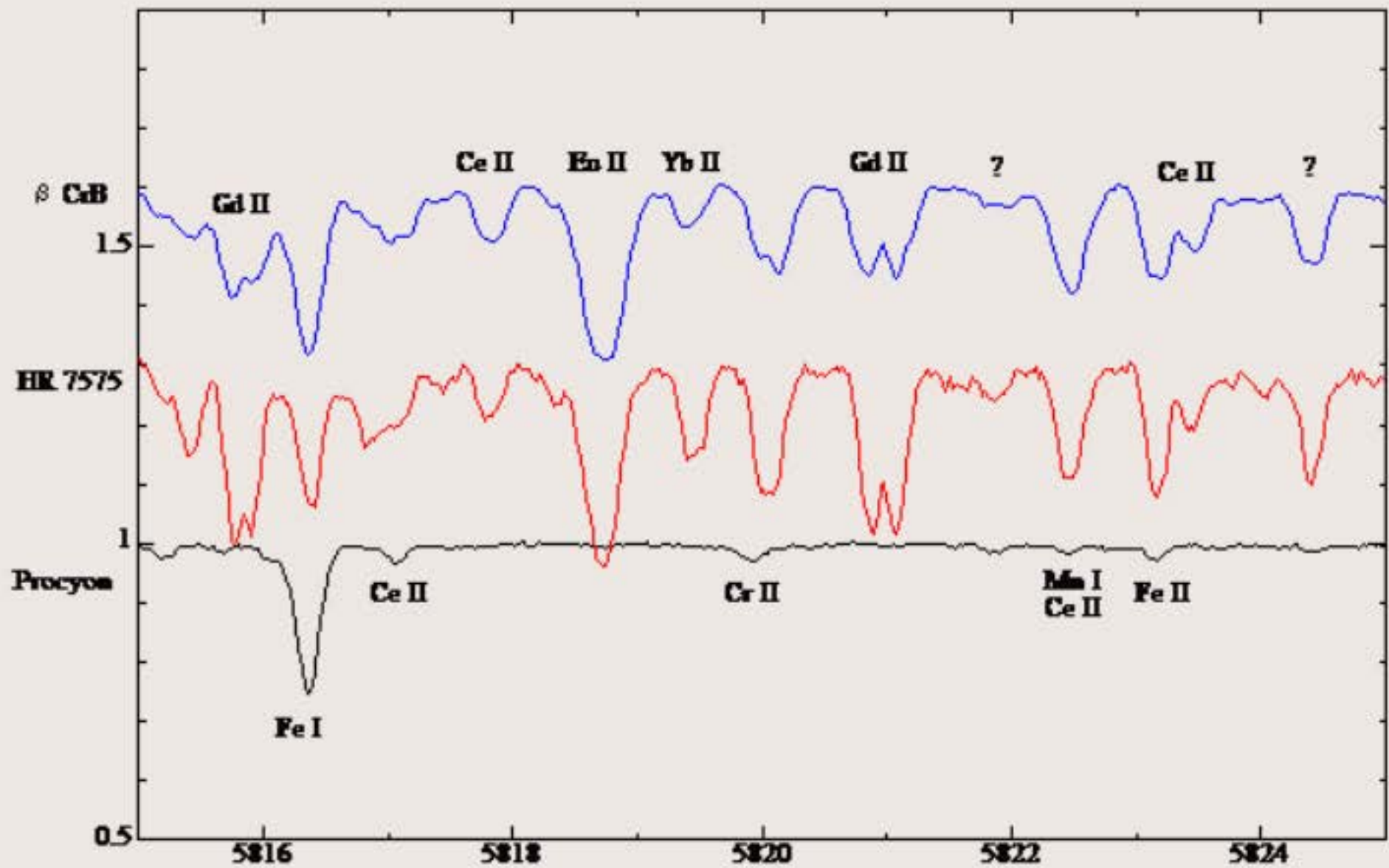
# $\alpha^2CVn$ 線の変動



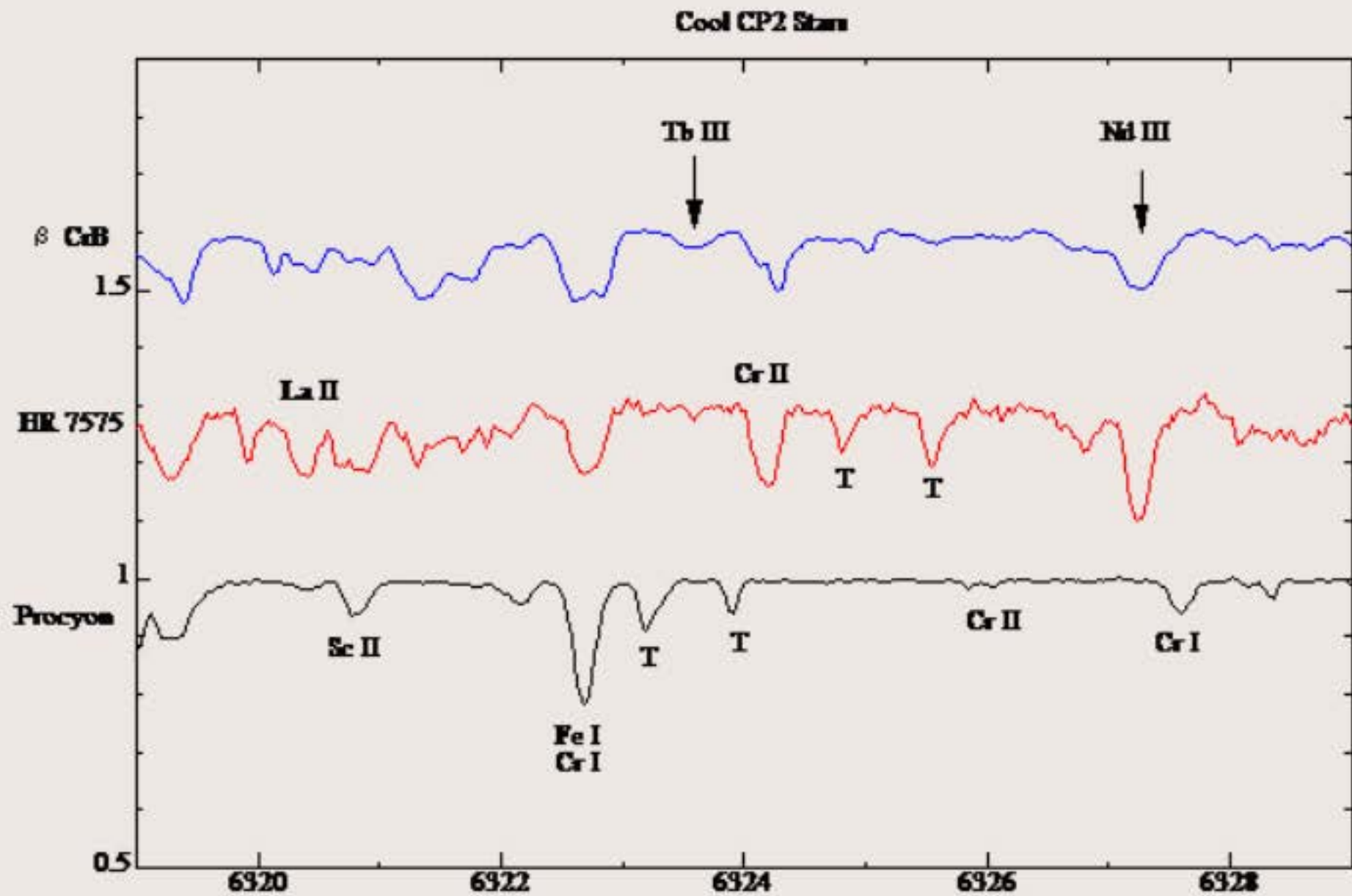


# REE1

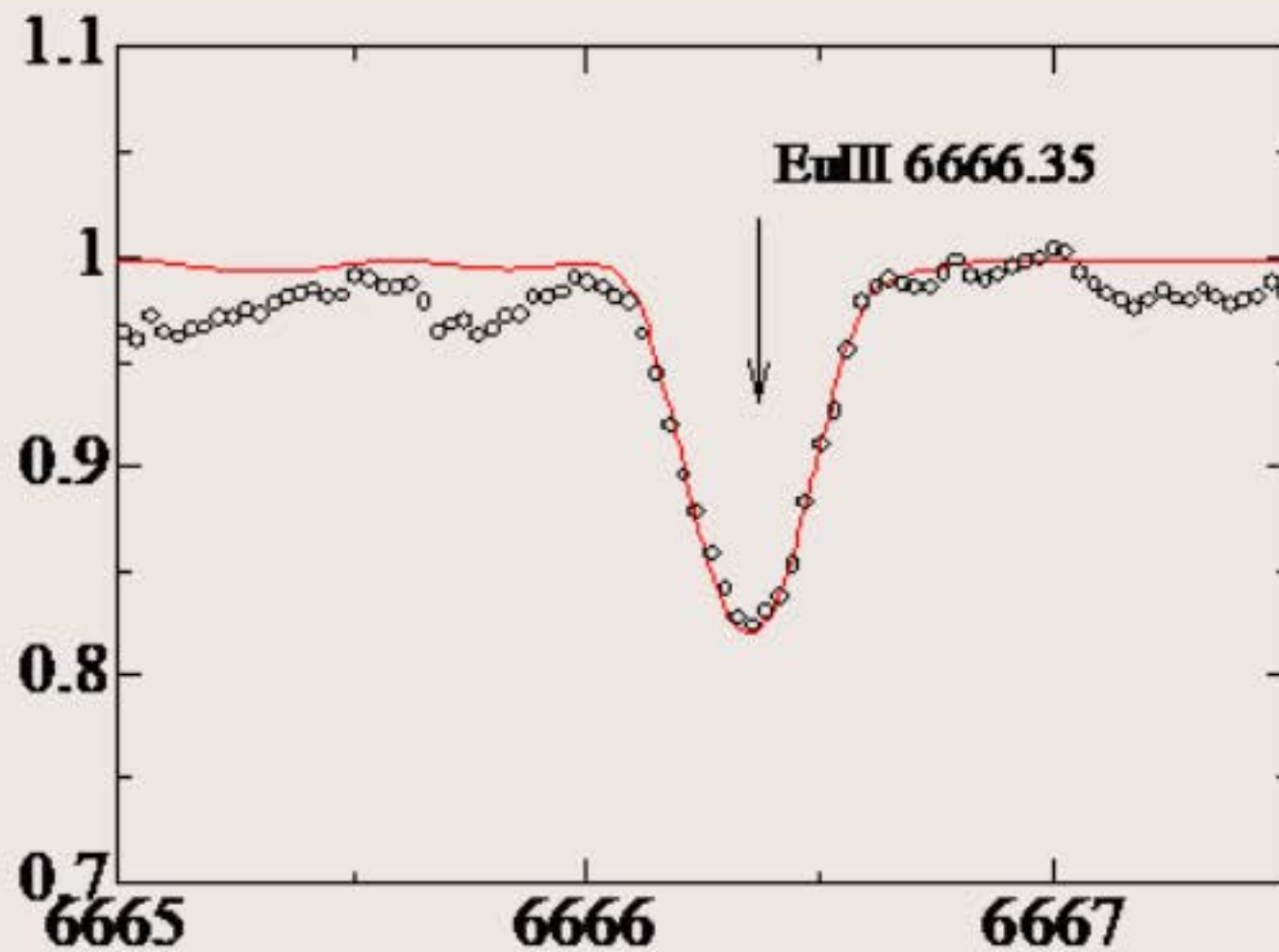
Cool CP2 Stars



# REE2



# Eu III (Sun 0.51) HR 4816

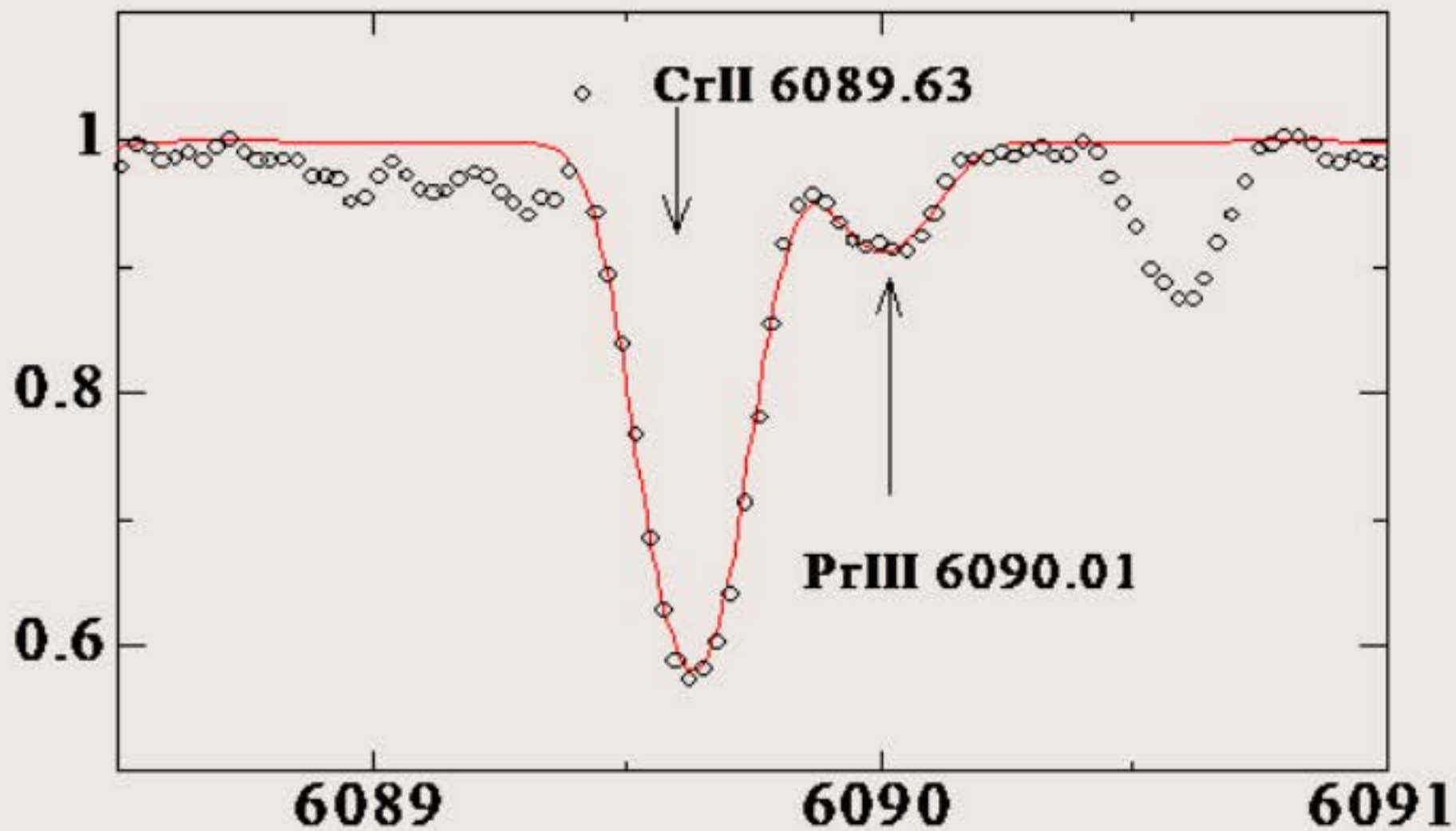


**Eu II 6666.347**

**$\log \varepsilon$  (Eu II) = 5.28     $v \sin i = 5 \text{ km/s}$**



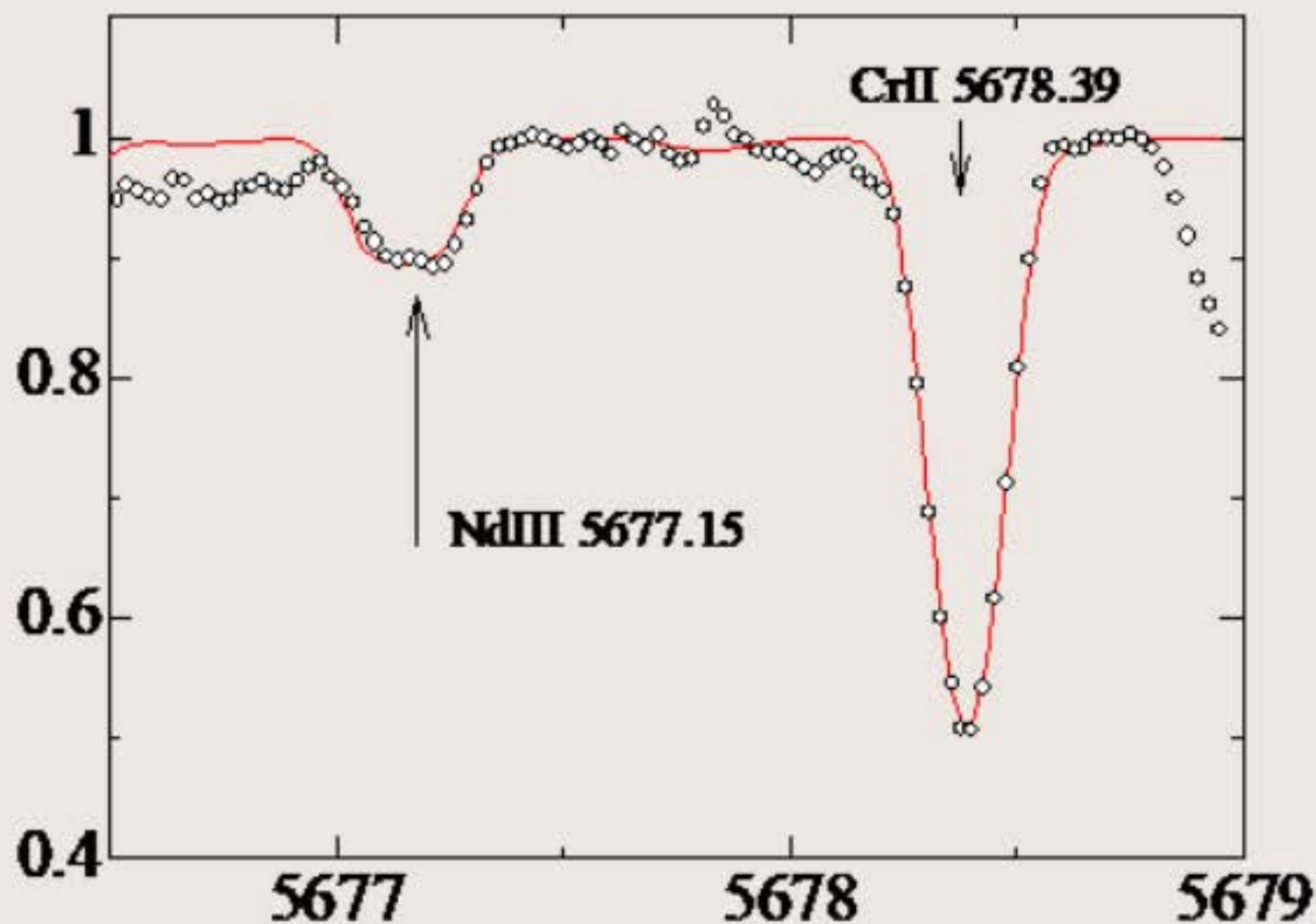
$\log \varepsilon (\text{Pr}) = 3.22 \pm 0.38$  (Sun 0.71)  
HR 4816



$\text{PrIII} = 3.05$   $\text{CrII} = 7.67$

NdIII (Sun 1.50) HR 4816

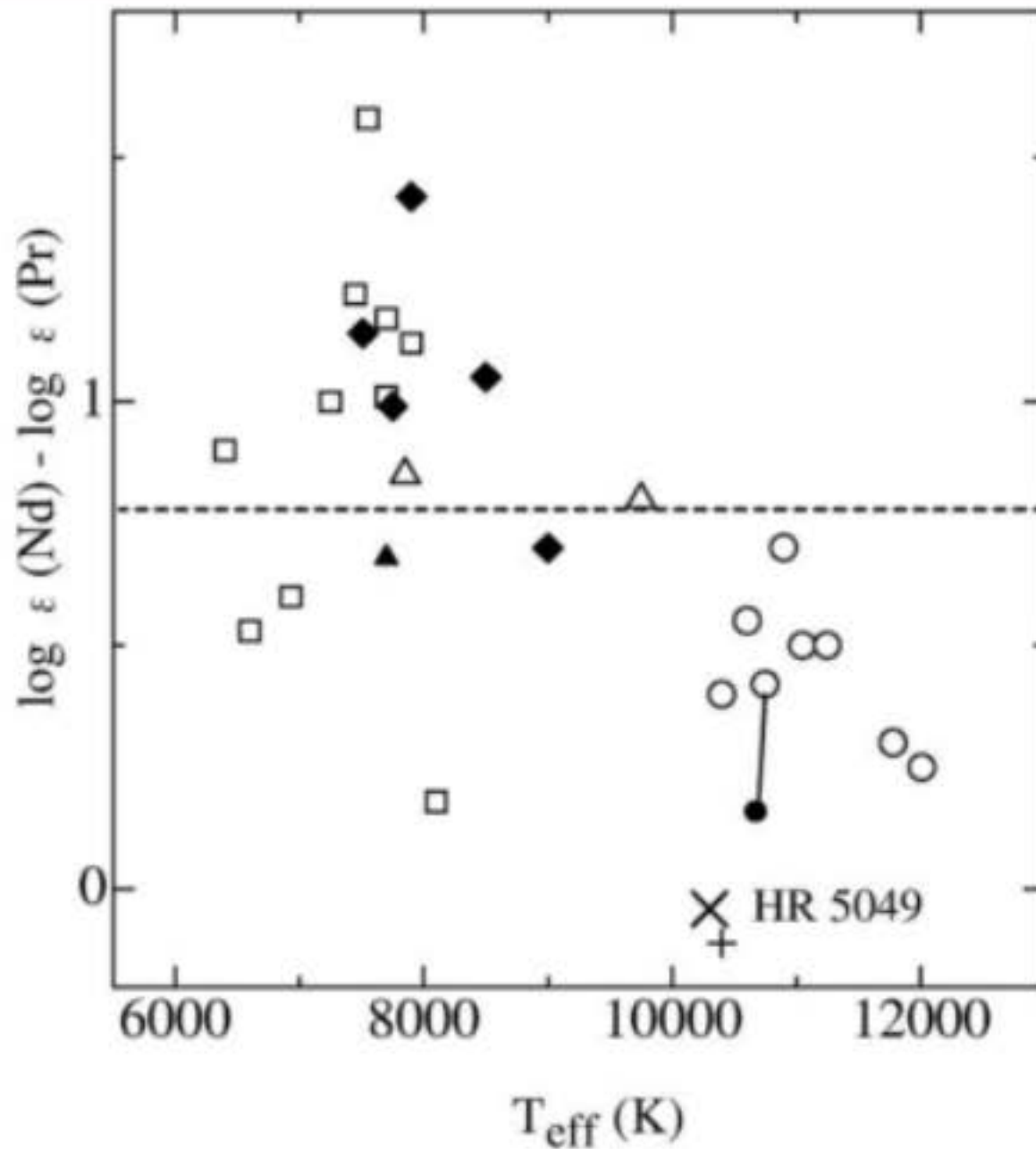
$\log \varepsilon (\text{Nd}) = 3.96 \pm 0.13$



NdIII 5677.15 vsini=3km/s



# $\log \epsilon (\text{Nd}) / \epsilon (\text{Pr})$



HR 4816 : +0.63

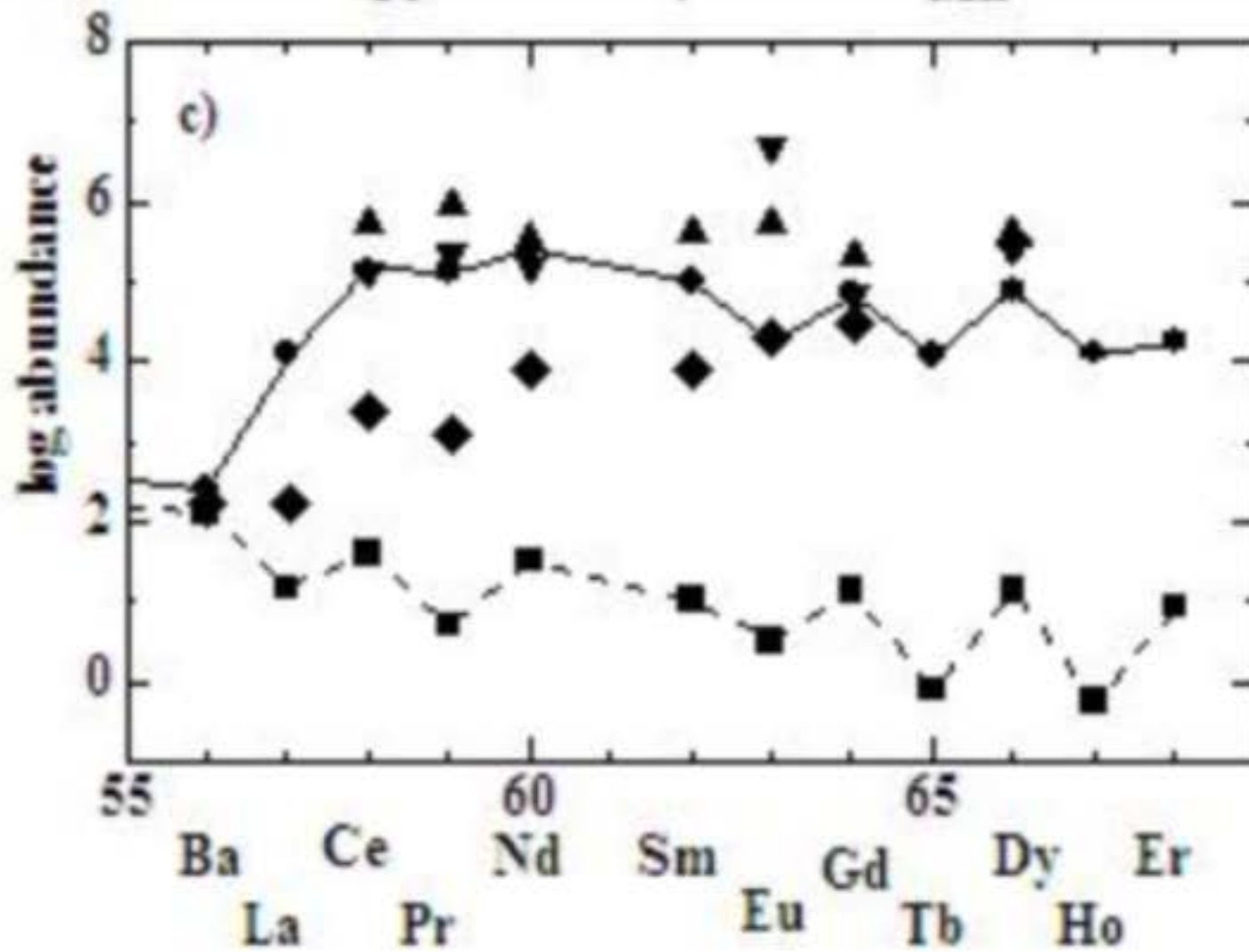
HR 7575 : +0.84

$\beta$  CVn : +0.68

53 Com : +0.6

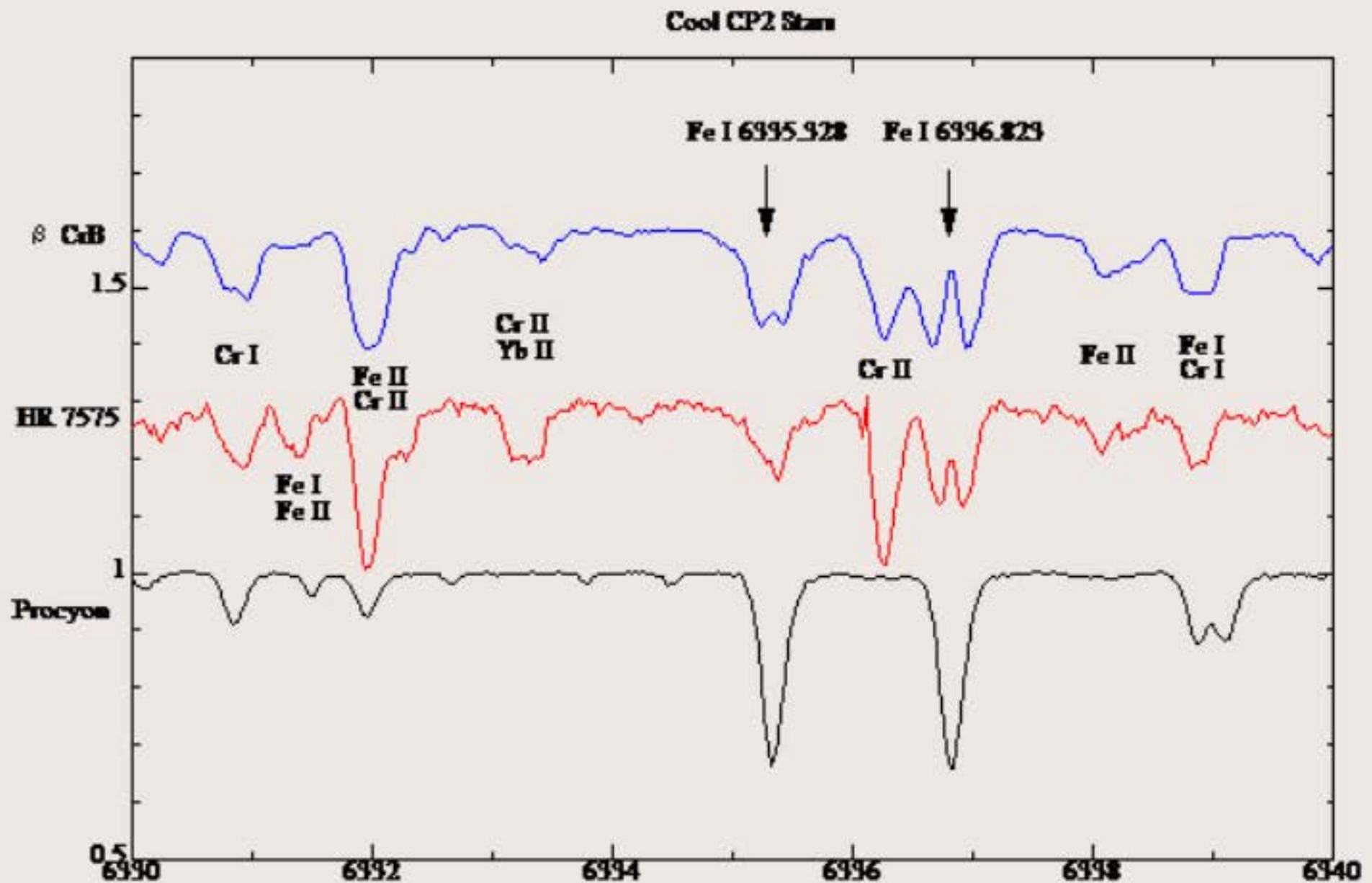
78 Vir : +0.65

# REE abundance pattern

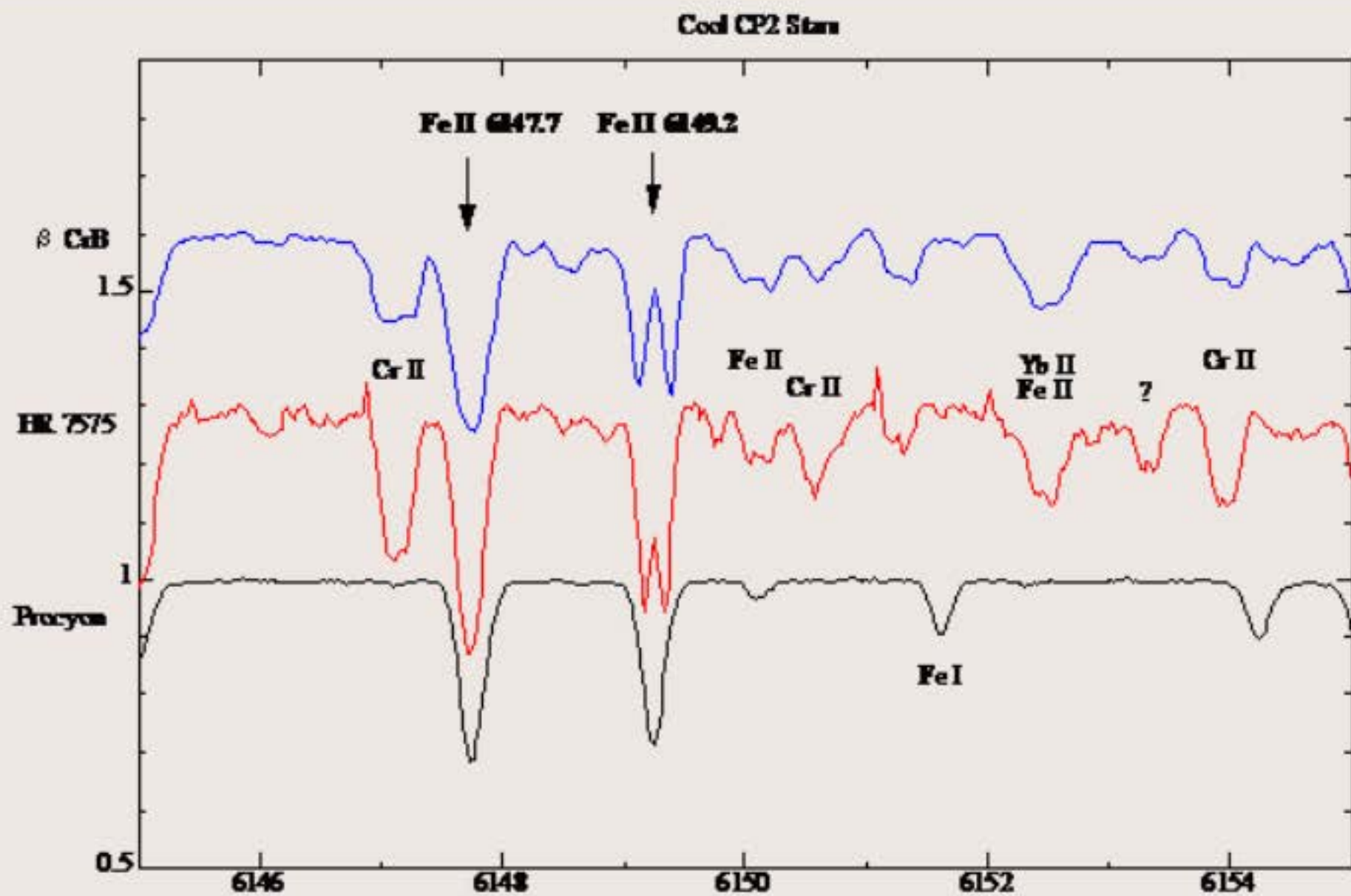




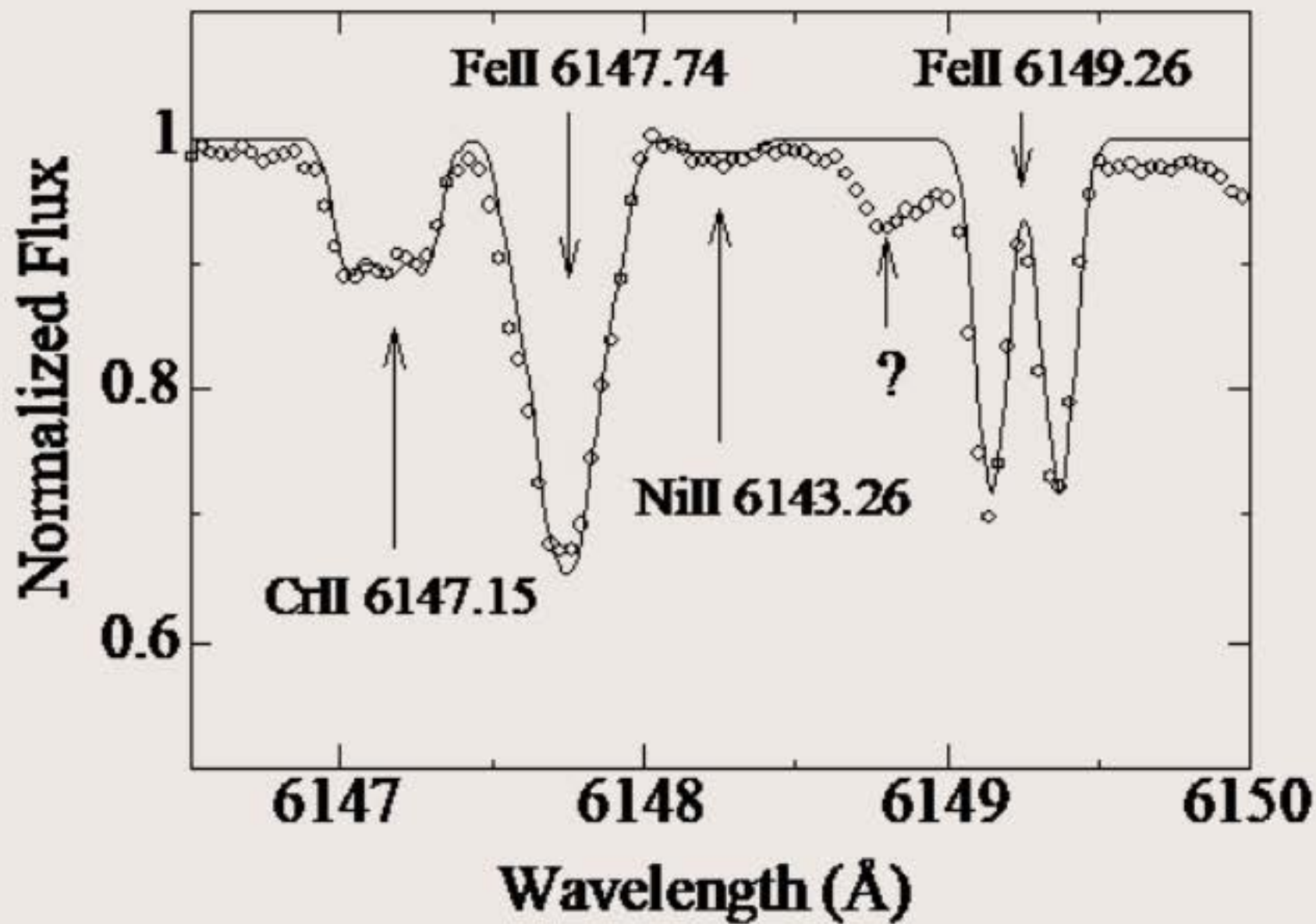
# Zeeman Splitting Fe I 6336.8



# Fe II 6149.24 観測



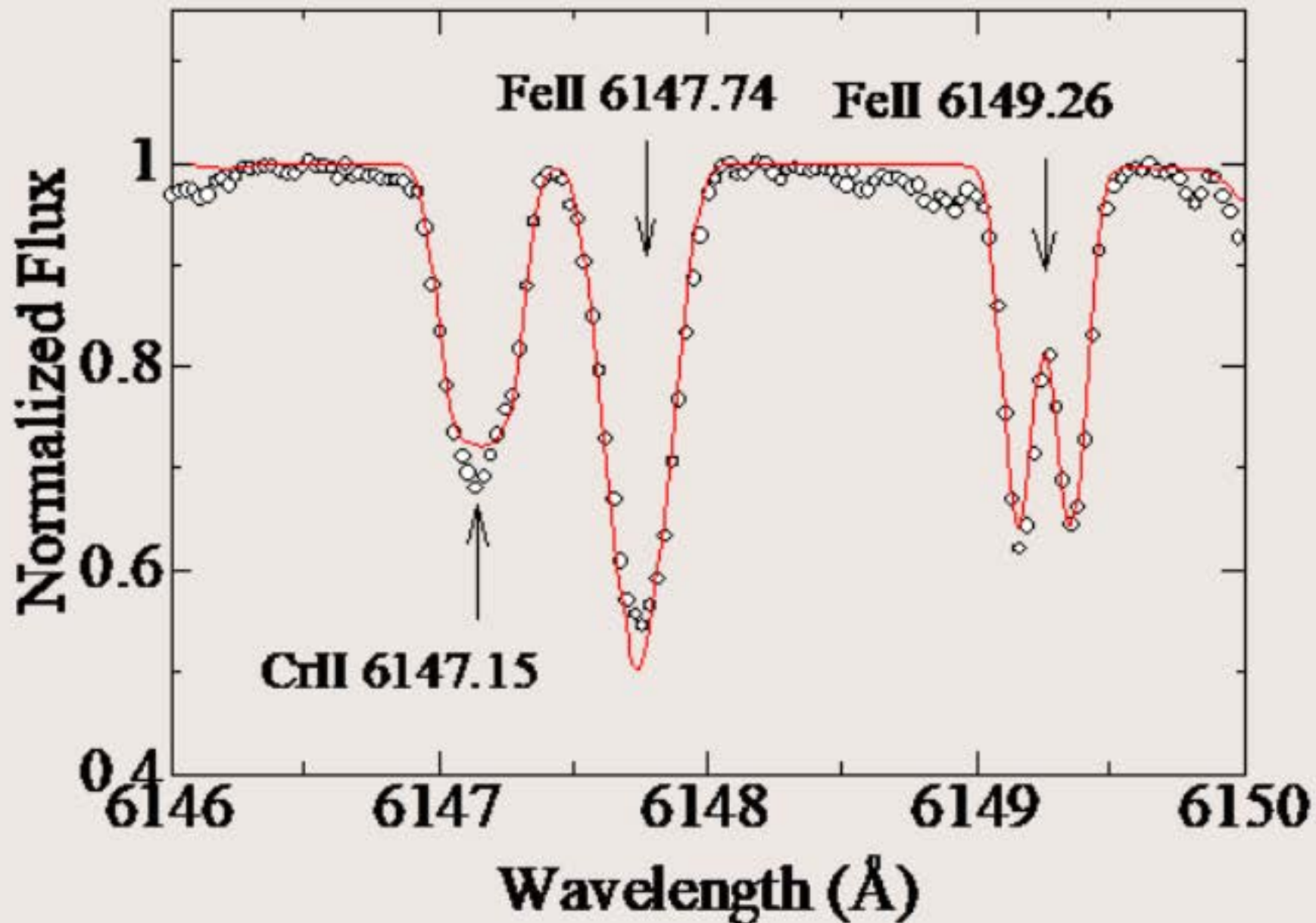
# Fe II 6149.26 理論曲線



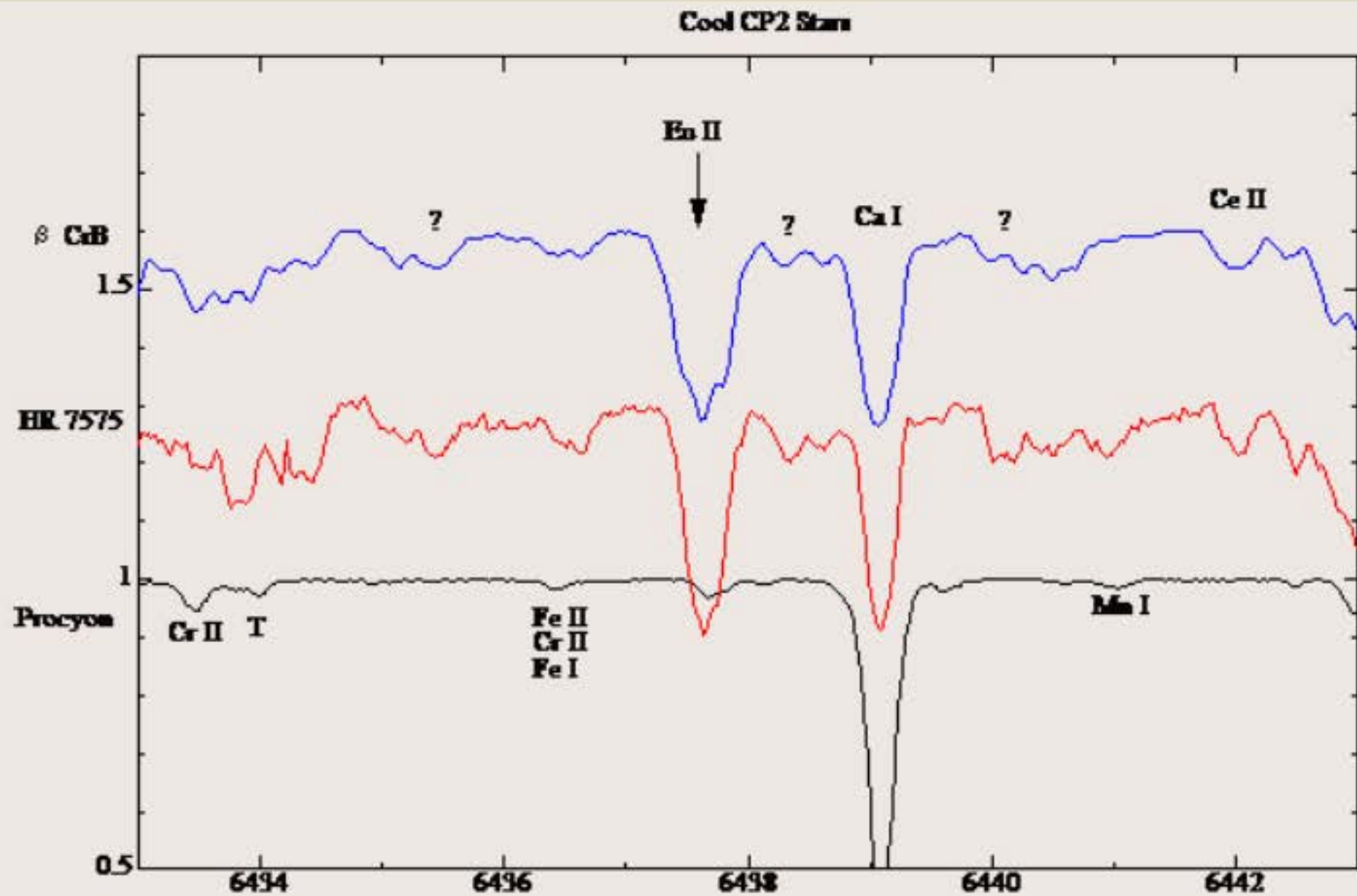


# HR 4816 (A0SrCrEu)

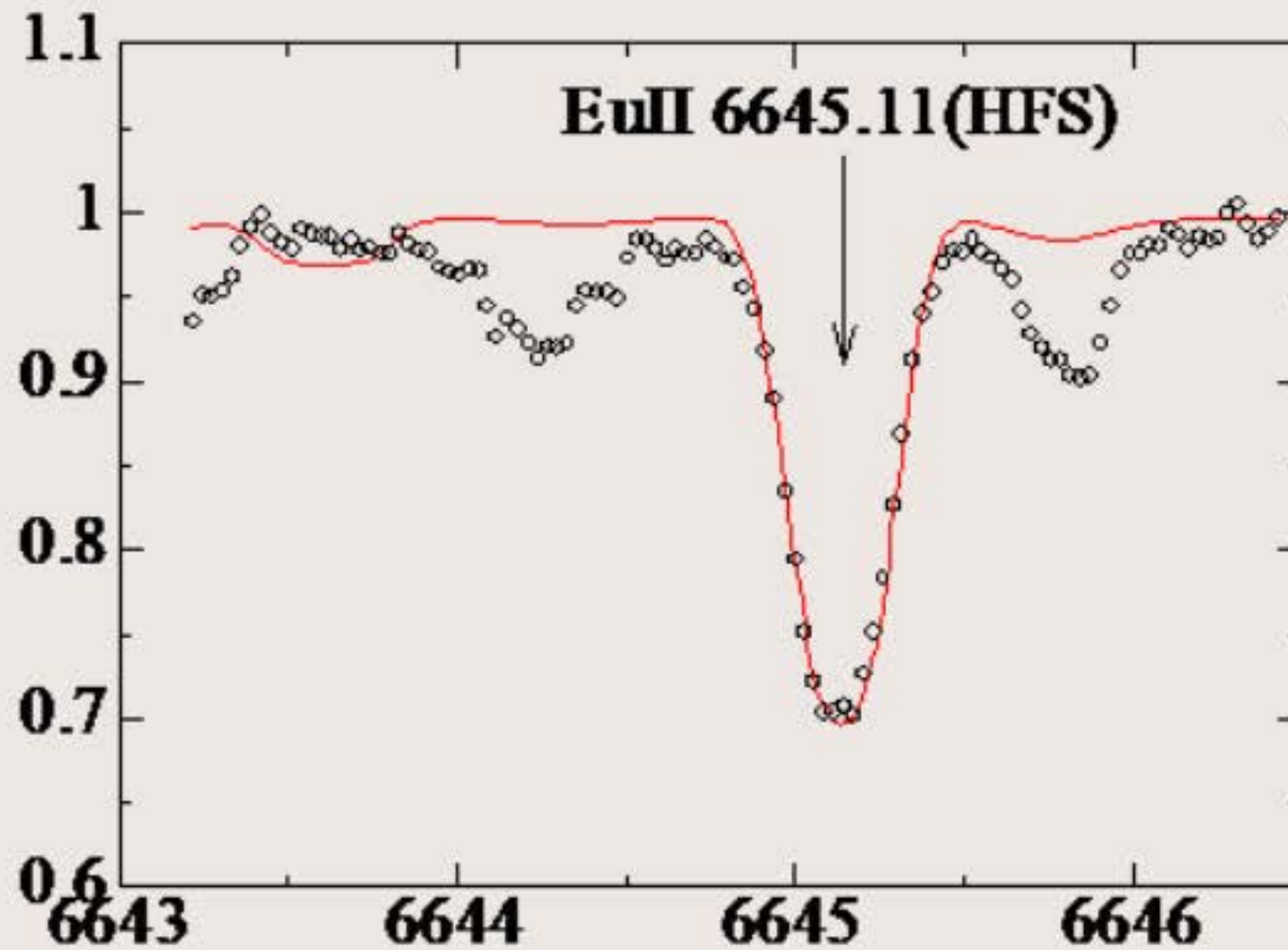
$T_{\text{eff}}=8370\text{K}$ ,  $\log g=3.7$ ,  $\langle H \rangle=4.1\text{kG}$ ,  $V_{\text{ini}}=4\pm 1\text{km/s}$



# hfs Eu II 6437.64



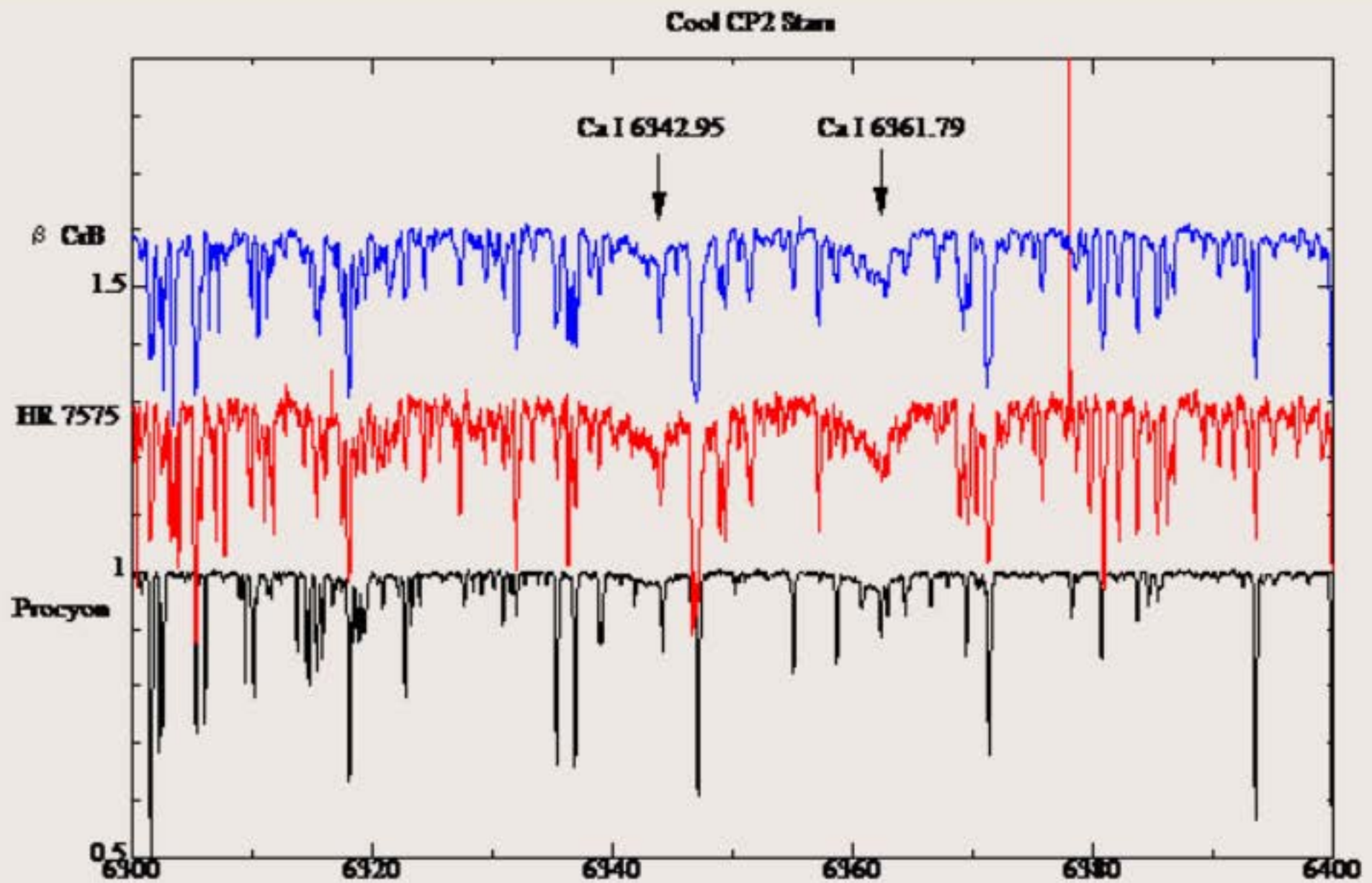
# hfs Eu II 6645 (sun 0.51)



**Eu II 6645**  
**Log  $\epsilon$  (Eu)=3.24**  
**Vsini=5km/s**



# Ca I Autoionization



## HIDESによる磁気特異星の観測とその結果

---

- ・ もう少しサンプルを増やしたいので、次期もよろしく願っています。

おわり