

## Be 線の振舞い

southern F supergiant stars を見ていたら、Be 線が弱いことがわかった。

Be-deficient - 3130.420, 3131.065 に Be II 線が知られているが、太陽量 (1.15) では明瞭に見えるはずだが、0.15 より少ないことがスペクトルのプロフィールからわかる。

そこで、southern F supergiant stars の2つに加え、F~G 型で見てみることにした。

$v \sin i$  が小さくないといけないので、限定される。

## 1. 第1候補 UVES-SP

表 1. Be 定量第1候補星

K-no		HD	H	M		°	'			$v \sin i$
3	The Scl	739	0	6	-	35	41	F4V		0
12	Zet Tuc	1581	0	14	-	65	27	F9V		0
8	19Phi2 Cet	4813	0	45	-	11	10	F7IV-V	V	0
14	Kap For	14802	2	17	-	24	16	G0Va		4
9	Alp For	20010	3	7	-	29	22	F8V		0
13	10 Tau	22484	3	31	+	0	5	F9IV-V	V?	0
4		76932	8	54	-	15	45	F6V	V	0
7		114837	13	8	-	58	34	F7IV		0
10	5 Ser	136202	15	14	+	2	8	F8III-IV	V	2
11	Nu1 Lup	136351	15	15	-	47	33	F8V		0
5		146836	16	13	-	30	39	F6III	SB	0
6		156098	17	10	-	32	32	F6IV		0
16	85 Peg	224930	23	56	+	26	33	G5VbFe-2	SBO	2
1		80404						A8 Ib		0
2	Canopus	45348						F0 II		0
15		185758						G1 II		0

このように  $v \sin i$  はとても小さいとして出ているが、結果は図1のとおり。

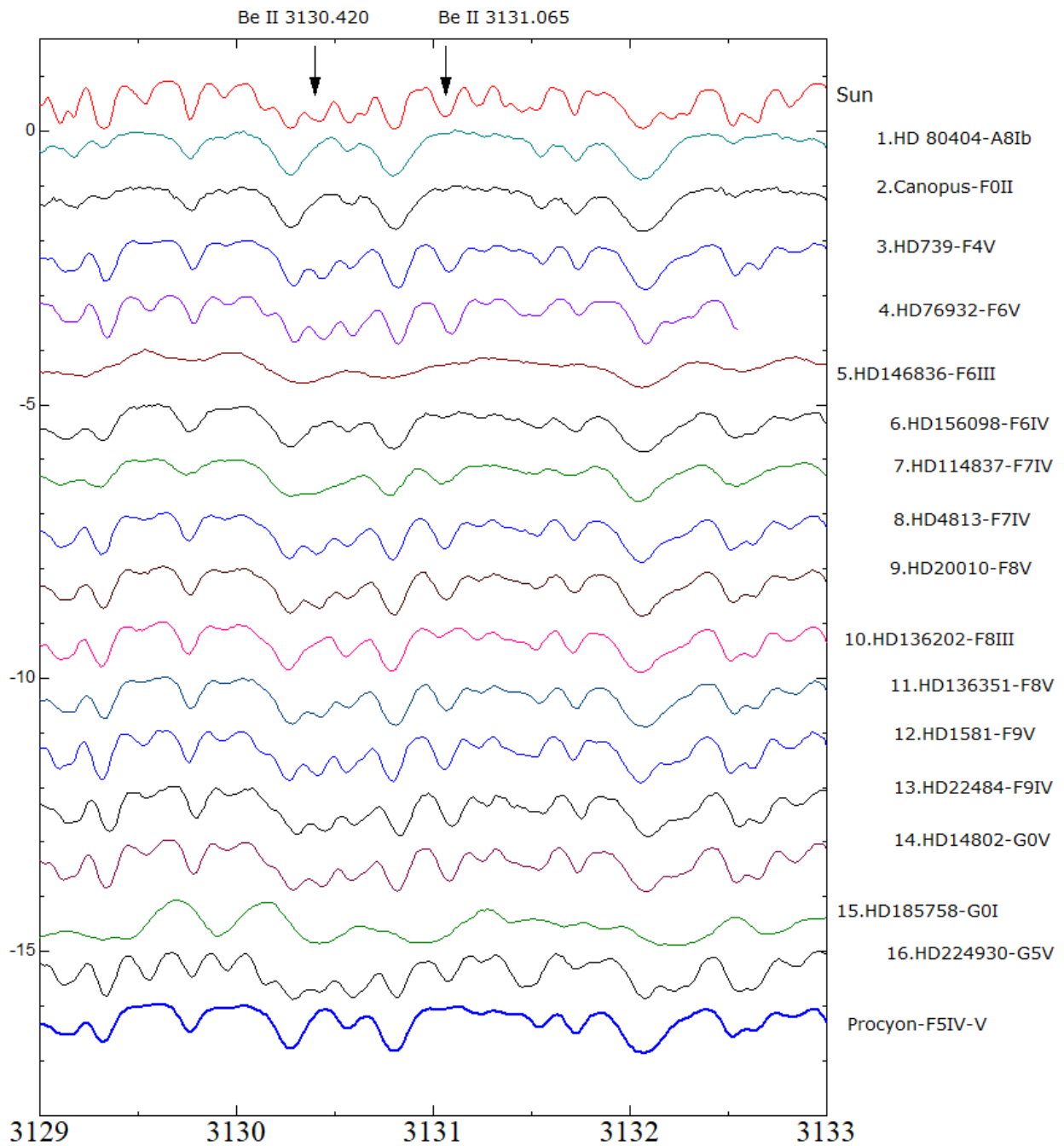


図1. 第1候補星の Be lines 領域

以下の星を解析の不適切とし、除外する。

5.HD146836-F6III

~~7.HD114837-F7IV~~      これを外したのはミス。後日、復活を

15.HD185758-G0I

## 2. 第2候補 UVES-SP

BS カタログから A5-A9 に拡張し、 $v \sin i$  の小さなものを抽出。UVES にデータがあるものを候補とした。

表2. Be 定量第2候補星

K-no		HD	H	N	南天		A5-A9		$v \sin i$
21		74272	8	37	-46	57	A5 II	SB	0
22		188041	19	48	-3	22	A5p	V	2
23		73634	8	34	-42	38	A6 II		0
24	Alp Cir	128898	14	34	-64	32	Ap	SB?	0
25		168733	18	16	-36	42	Ap	SB?	0

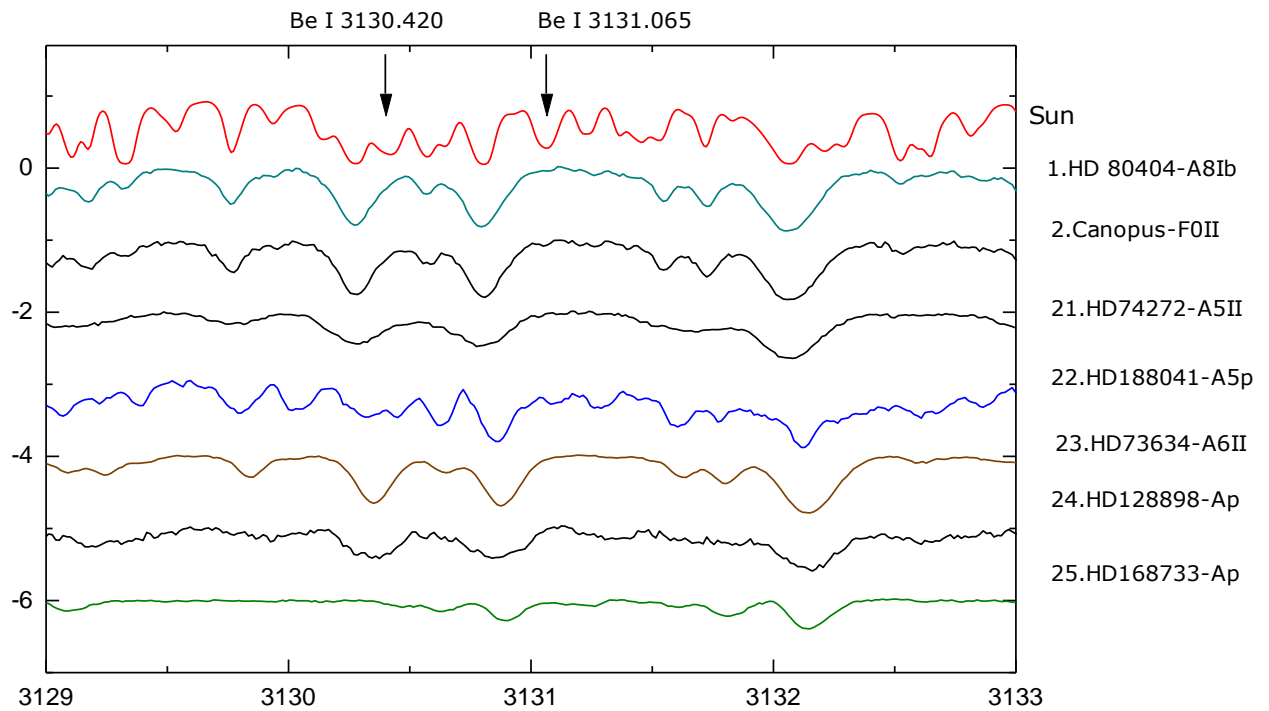


図2. 第2候補星の Be lines 領域

以下の星を解析の不適切とし、除外する。

25.HD168733-Ap

### 3. 候補星の絞り込み

上の2種類の候補から選定、再構成した。

表3. Be 定量候補星

新	K-no		HD		v sin i
1	21		74272	A5 II	0
2	22		188041	A5p	2
3	23		73634	A6 II	0
4	24	Alp Cir	128898	Ap	0
5	1		80404	A8 Ib	0
6	2	Canopus	45348	F0 II	0
7	3	The Scl	739	F4V	0
8	4		76932	F6V	0
9	6		156098	F6IV	0
10	8	19Phi2 Cet	4813	F7IV-V	0
11	9	Alp For	20010	F8V	0
12	10	5 Ser	136202	F8III-IV	2
13	11	Nu1 Lup	136351	F8V	0
14	12	Zet Tuc	1581	F9V	0
15	13	10 Tau	22484	F9IV-V	0
16	14	Kap For	14802	G0Va	4
17	16	85 Peg	224930	G5VbFe-2	2
18.	11		114837	F7IV	0
19		Procyon	61421	F5IV-V	

#### 1) 大気パラメータ

表4のとおり。5~17はPAstelカタログから。

表4. 候補星の大気パラメータ (1)

新	K-no	HD		$T_{\text{eff}}$	log g	[Fe/H]	author	ref
1	21	74272	A5 II	8500	3		Mennickent	2010MN 210 734
2	22	188041	A5p	8500	3.5	<i>1</i>	Kato	1999PASJ 51, 23
3	23	73634	A6 II	<i>8300</i>	<i>3</i>		<i>Kkato</i>	<i>this study,</i>
4	24	128898	Ap	7900	4.2	0.1	Kupka	1996AA 308 886
5	1	80404	A8 Ib	7304	1.4	-0.4	Boyarchuk	1984Ap.....20...57B

6	2	45348	F0 II	7522	1.2	-0.03	Spite	1989A&A...210...25S
7	3	739	F4V	6425	4.29	-0.18	Ramirez	2007A&A...465..271R
8	4	76932	F6V	5818	4.11	-0.9	Takeda	2005PASJ...57...27T
9	6	156098	F6IV	6237	3.69	-0.02	Ramirez	2007A&A...465..271R
10	8	4813	F7IV-V	6271	4.47	-0.05	Takeda	2005PASJ...57...27T
11	9	20010	F8V	6015	3.8	-0.28	Bruntt	2010MNRAS.405.1907B
12	10	136202	F8III-IV	6215	4.13	0.04	da Silva	2011A&A...526A..71D
13	11	136351	F8V	6259	3.81	-0.01	Ramirez	2007A&A...465..271R
14	12	1581	F9V	5876	4.44	-0.27	Ramirez	2007A&A...465..271R
15	13	22484	F9IV-V	6022	4.06	-0.04	Takeda	2005PASJ...57...27T
16	14	14802	G0Va	5748	3.96	-0.14	Ramirez	2007A&A...465..271R
17	16	224930	G5VbFe-2	5680	4.86	-0.52	Takeda	2005PASJ...57...27T
18.	11	114837	F7IV	6212	4.18	-0.44	Ramirez	2007A&A...465..271R
19		61421	F5IV-V	6561	4.00	-0.1	Ramirez	2007A&A...465..271R

2) 視線速度、自転速度、マイクロ乱流速度、

表5. 候補星の大気パラメータ (2)

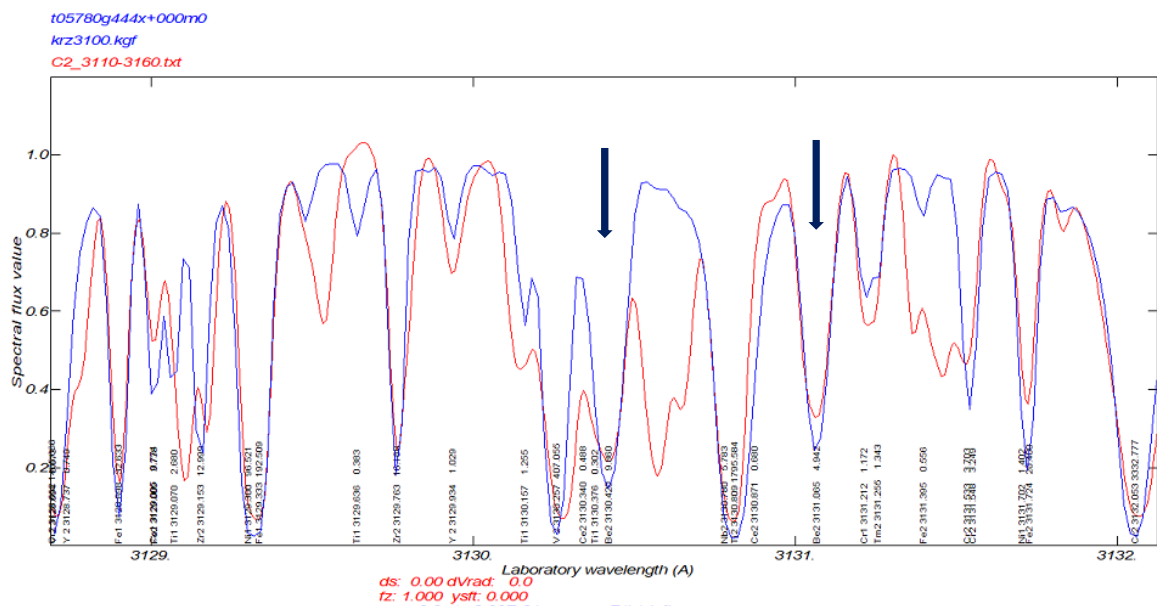
新	K-no	HD		$\lambda^*$	$\lambda_0$	rad.	$v \sin i$	$\xi_t$	
1	21	74272	A5 II			0.0			
2	22	188041	A5p	3353.774	3353.724	+5.8			
3	23	73634	A6 II	3353.814	3353.724	+8.0			
4	24	128898	Ap			-12.6			
5	1	80404	A8 Ib	3353.774	3353.724	+6.3			
6	2	45348	F0 II			+14.4			
7	3	739	F4V			+25.9			
8	4	76932	F6V			+141.8			
9	6	156098	F6IV	-0.1		-8.9			
10	8	4813	F7IV-V	-0.16		-14.3			
11	9	20010	F8V			0.0			
12	10	136202	F8III-IV	+0.31		+27.7			
13	11	136351	F8V	-0.42		-37.5			
14	12	1581	F9V	+0.26		+23.2			

15	13	22484	F9IV-V	+0.17		+14.7			
16	14	14802	G0Va	+0.36		+32.2			
17	16	224930	G5VbFe-2	-0.39		-34.8			
18.	11	114837	F7IV						
19		61421	F5IV-V						

#### 4. Kurucz の gf データ

##### ■太陽スペクトル

Kurucz のアトラス。連続部を引き直す。spshow の出力と良く合うようになった。



#### 5. VALD の gf データ

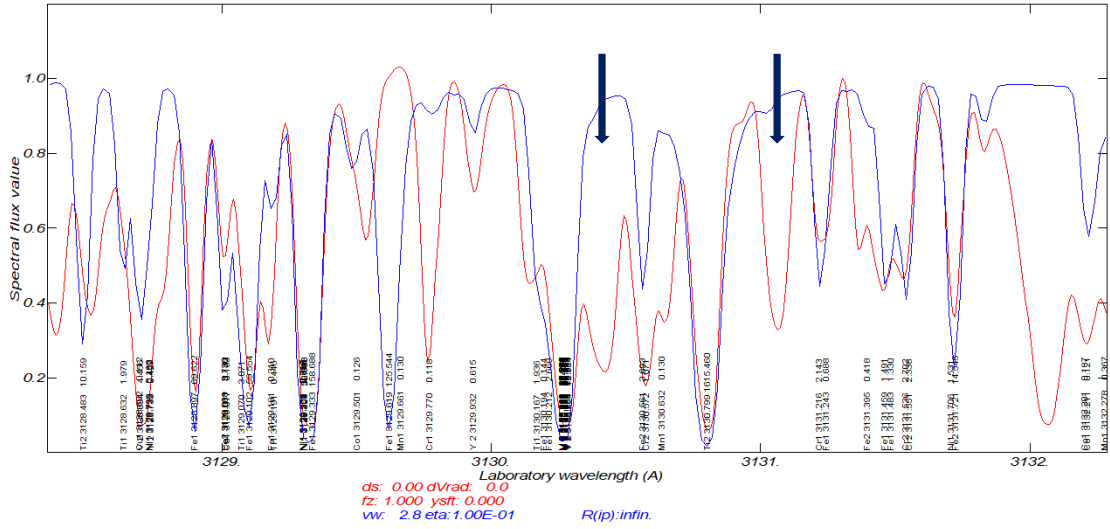
VALD3 をダウンロード。hfs が入ったことは大きな前進。ただし、一般のダウンロード用には Be 線データは含まれていない！ ただし、元素ごとで 3050-4000Å 間で調べると下の 3本が出てきた。肝腎の 3100Å 台はない！

Elm Ion	WL <sub>air</sub> (Å)	Excit(eV)	log gf*	Rad.	Stark	van der	
4.00	3321.010	2.725	-1.151	8.10	-5.3	-7.31	Be+0
4.00	3321.081	2.725	-0.681	8.10	-5.3	-7.31	Be+0
4.00	3321.340	2.725	-0.461	8.10	-5.3	-7.31	Be+0

##### ■spshow の画面

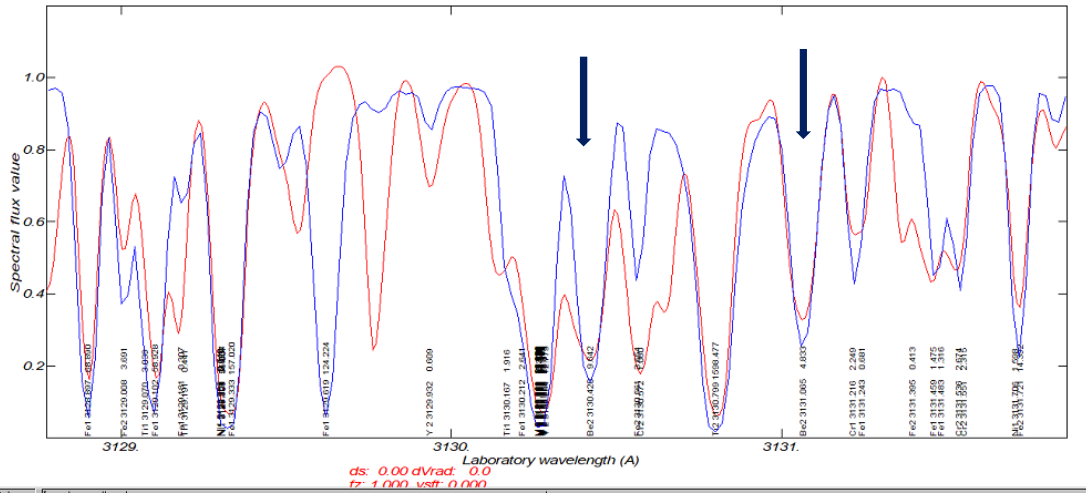
Be 線データが集録されていないのでこのとおり。Kurucz に比較し、一長一短

t05780g444x+000m0  
 VALD\_3100-2.spshow.pm  
 C2\_3110-3160.txt



### 6. VALD に Kurucz の Be 線データを追加

t05780g444x+000m0  
 VALD+Be.spshow.gr  
 C2\_3110-3160.txt

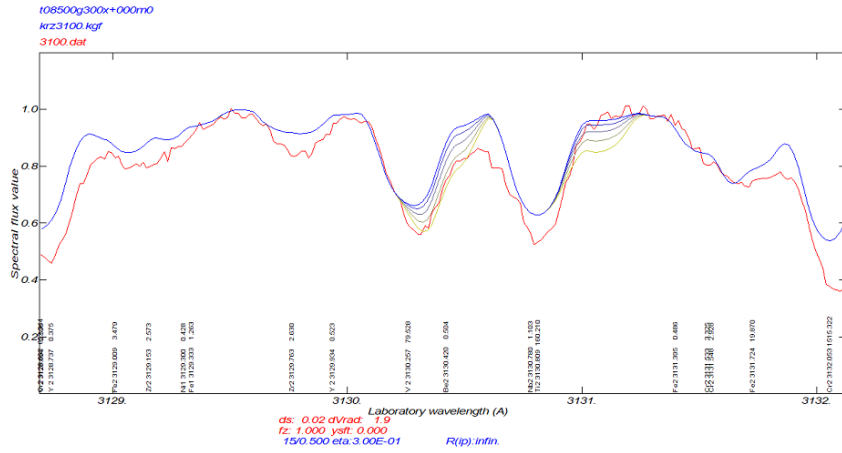


Be 線データのない VALD を使うには +Be II を。

以下、元素量は入力した大気モデルの値に対する増減。

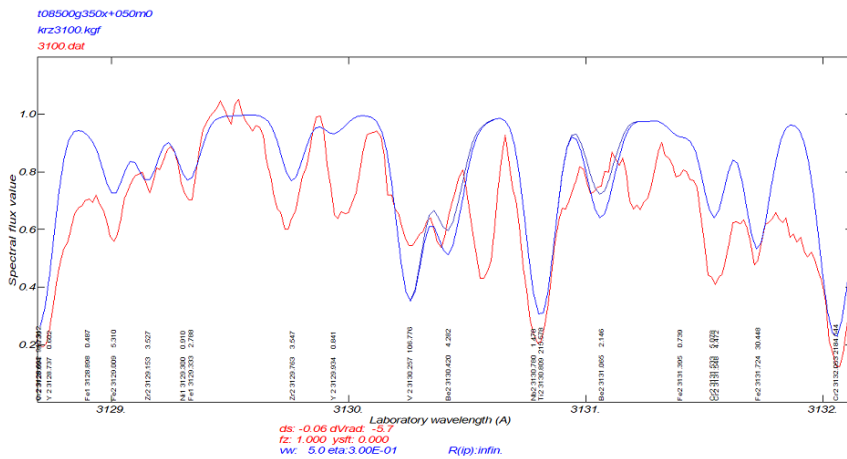
## 7. 1.HD74272\_A5II

下は全体のメタル量を+0.2dex、Beについては+0.2、0.0、-0.2、-0.4、-0.6 dex で求めた。  
3130.6からは+0.2 dex、3131.0からは-0.6 dex で良さそう。線が広がっているため、存在度への依存性を明確に示すことは難しい。



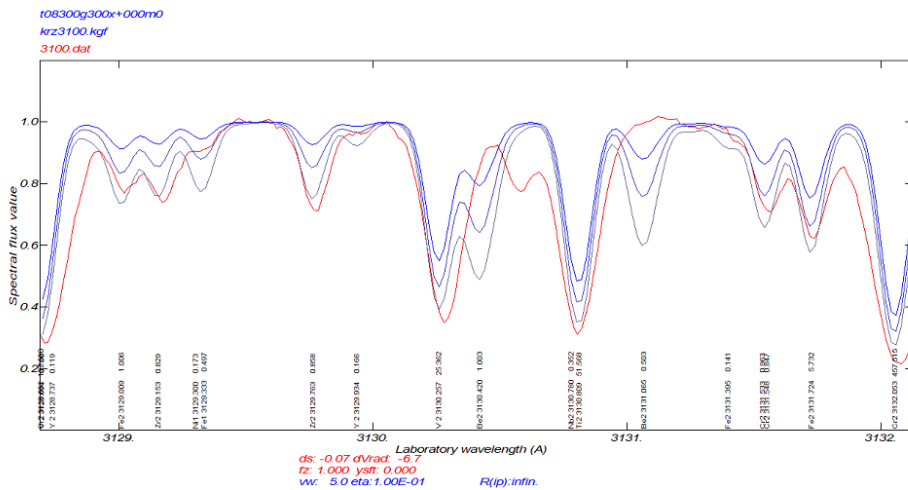
## 8. 2.HD188041\_A5p

下の図では-0.2 dex と 0.0 dex の場合を表示。  
-0.2 dex 良さそう。



## 9. 3.HD73634\_A6II

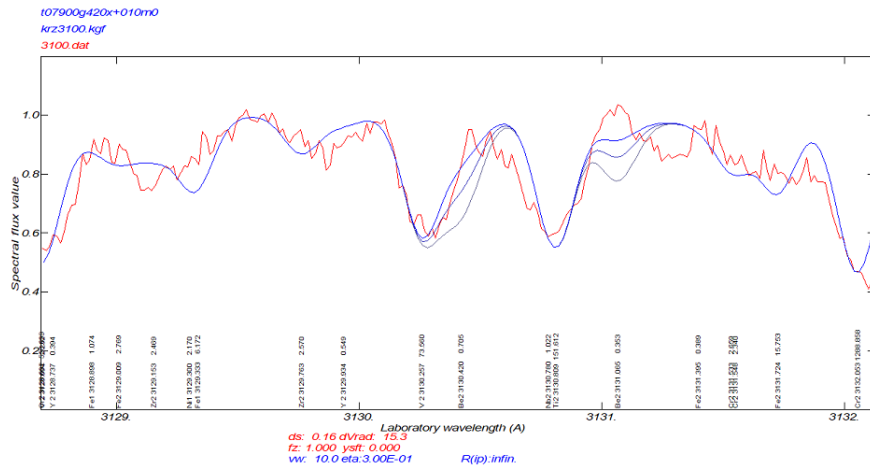
Teff=8300K だが、低いようだ。線強度が弱く出てしまうので。  
下は全元素量を-0.4 dex、0.0 dex、+0.4 dex と設定した3例。





## 10. 4.HD128898\_Ap

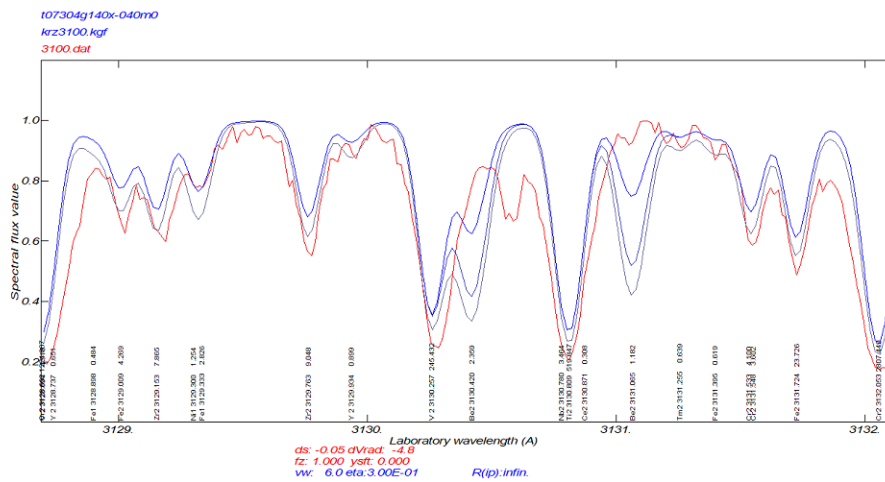
下は Be 元素量を-0.6 dex、-0.3 dex、0.0dex と設定した3例。



## 11. 5.HD80404\_A8Ib

下は全元素量を-0.2 dex、0.0dex と設定。

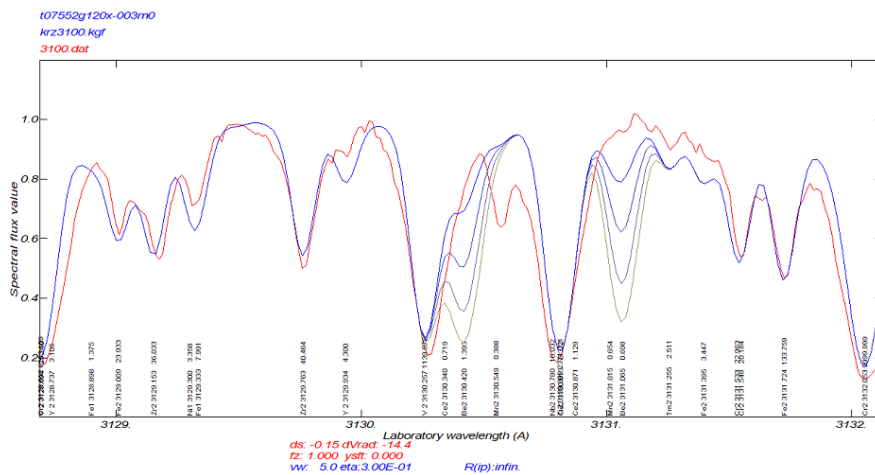
下は Be 元素量を-0.6 dex、-0.2 dex、0.0 dex と設定。



## 12. 6.HD45348\_F0II

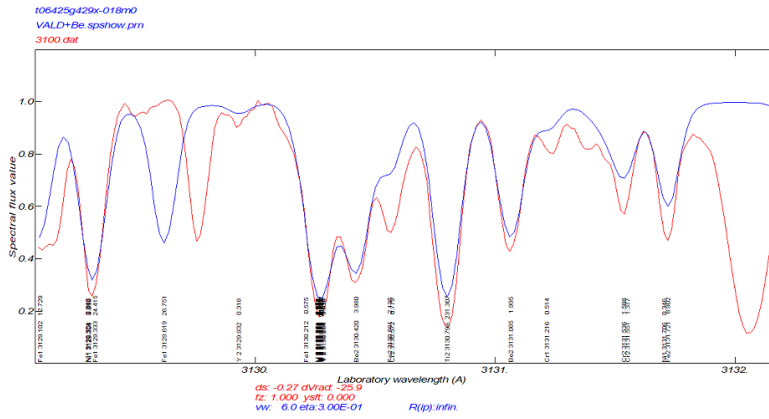
下は全元素量を+0.5dex と設定。

下は Be 元素量を-1.0, -0.5 dex、0.0 dex、+0.5dex と設定。



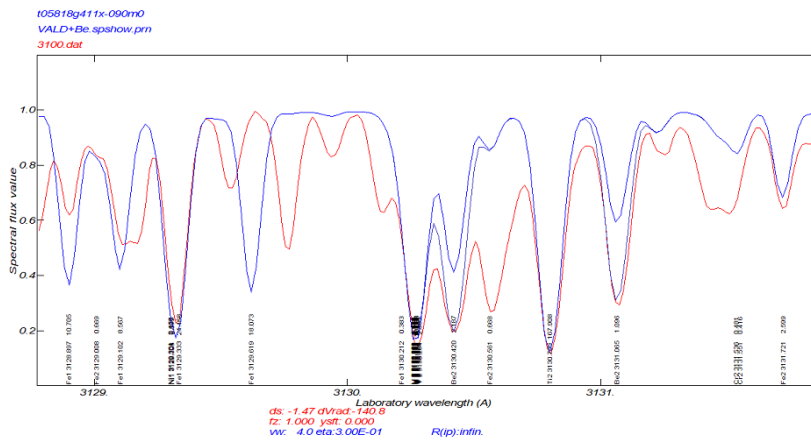
### 13. 7.HD739\_F4V

下は全元素量を+0.0dex と設定。  
Be 線と言われている2本がきれいに再現。  
VALD+Be データを採用。



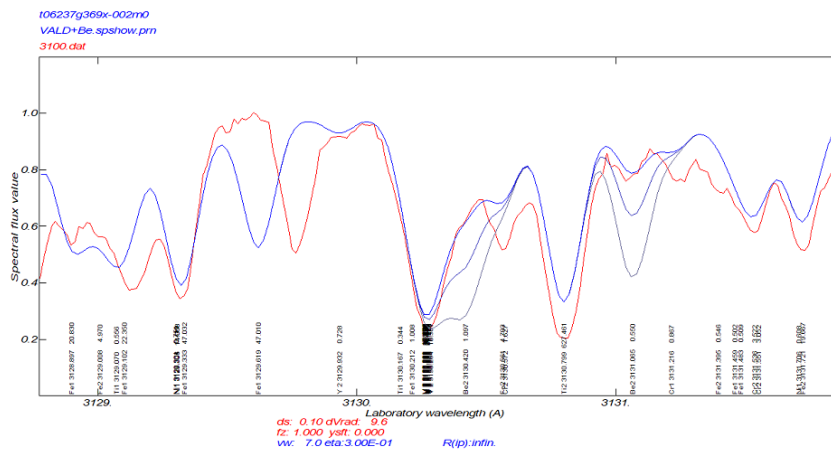
### 14. 8.HD76932\_F6V

下は全元素量を+0.0dex と設定。Be では+0.5dex も  
Be 線と言われている2本は弱く出ている。+0.5 dex の方が良い。



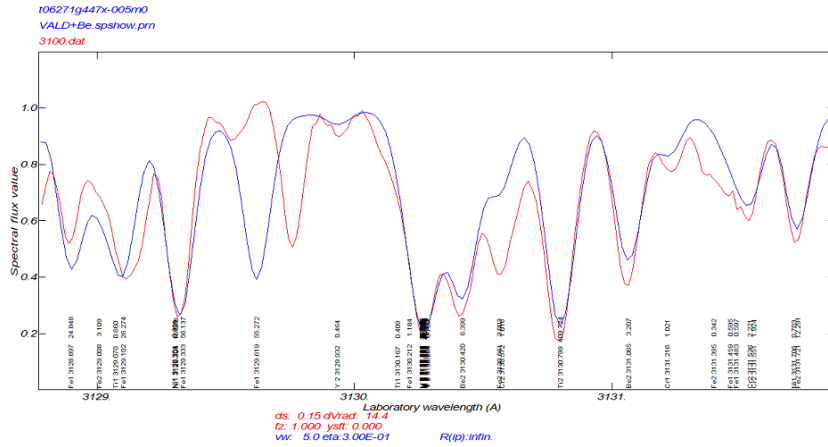
### 15. 9.HD156098\_F6IV

下は全元素量を+0.0dex と設定。Be では-1.0 dex と-0.6 dex も。  
Be 線と言われている2本はとても弱く、-1 dex で良い。  
似たスペクトル型でも下の 10.HD4813 とは全く異なる。



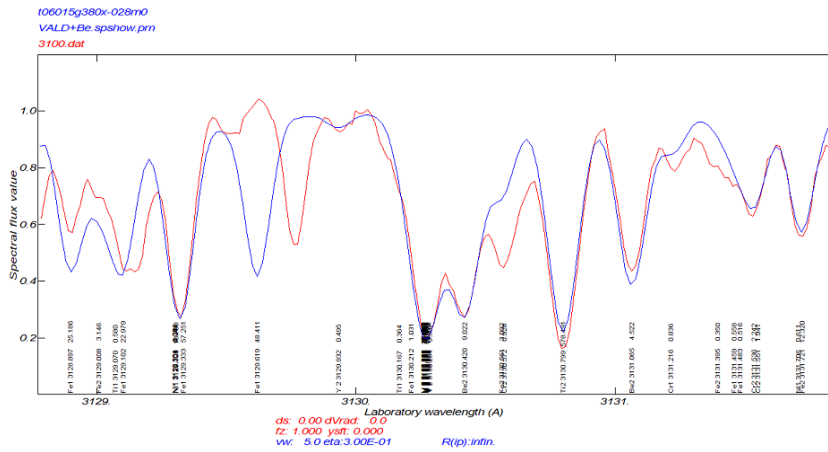
### 16. 10.HD4813\_F7IV-V

下は全元素量を+0.0dex と設定。Be は太陽値。  
 似たスペクトル型でも上の 9.HD156098 とは全く異なる。



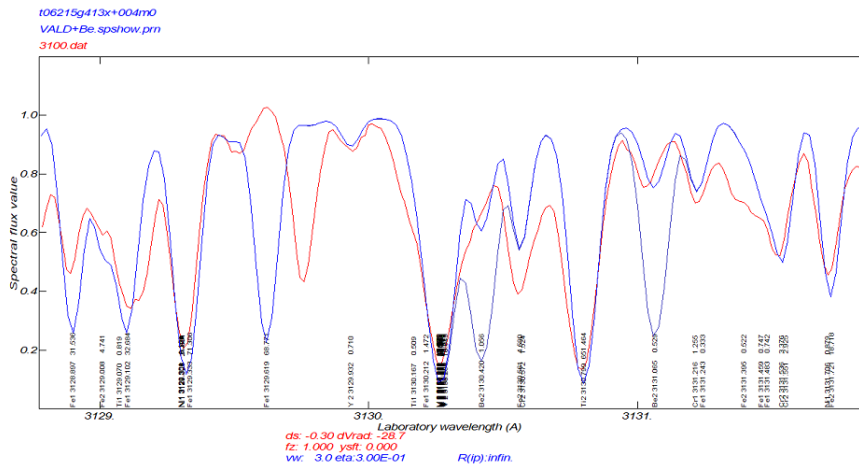
### 17. 11.HD20010\_F8V

下は全元素量を+0.0dex と設定。Be は太陽値。  
 似たスペクトル型でも上の 9.HD156098 とは全く異なる。10.HD4813\_F7IV-V と類似



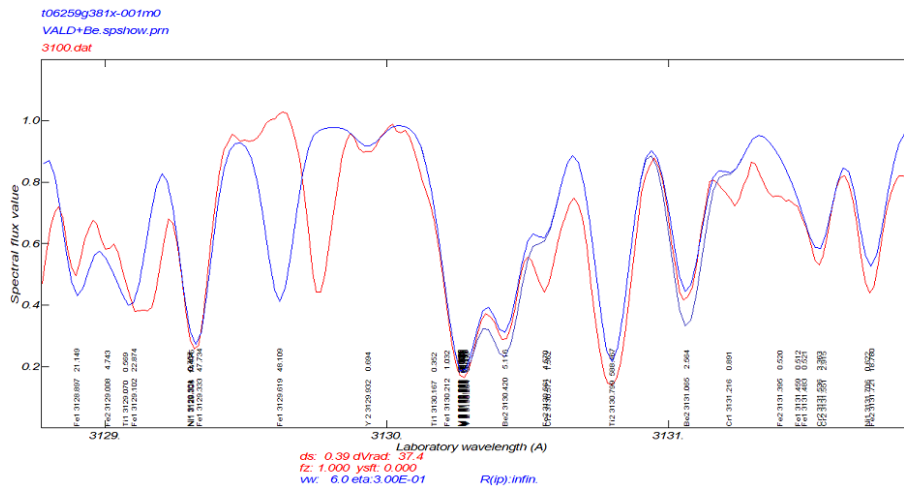
### 18. 12.HD136202\_F8III

下は全元素量を+0.0dex と設定。Be は+0.0dex と -1.0dex 。  
 Be 線はひどく弱い



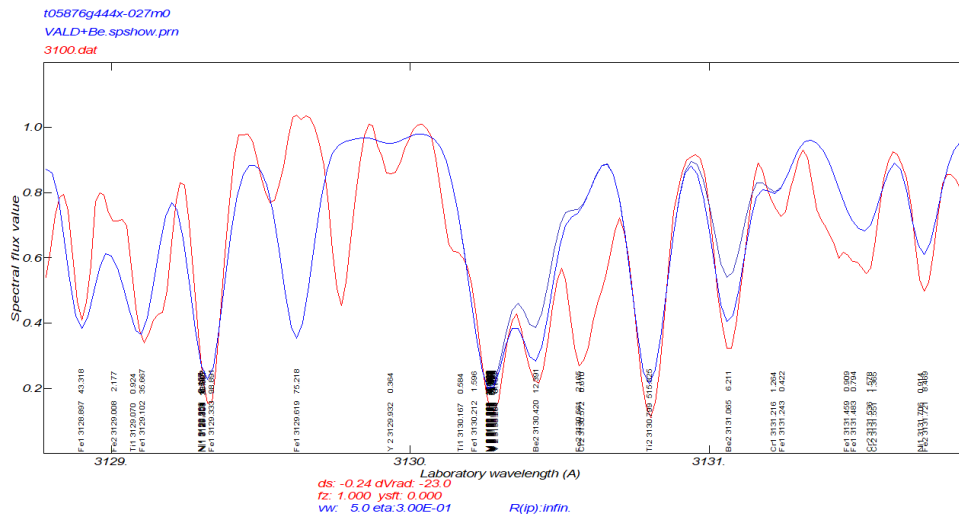
### 19. 13.HD136351\_F8V

下は全元素量を+0.0dex と設定。Beは+0.0dex と-0.3dex。



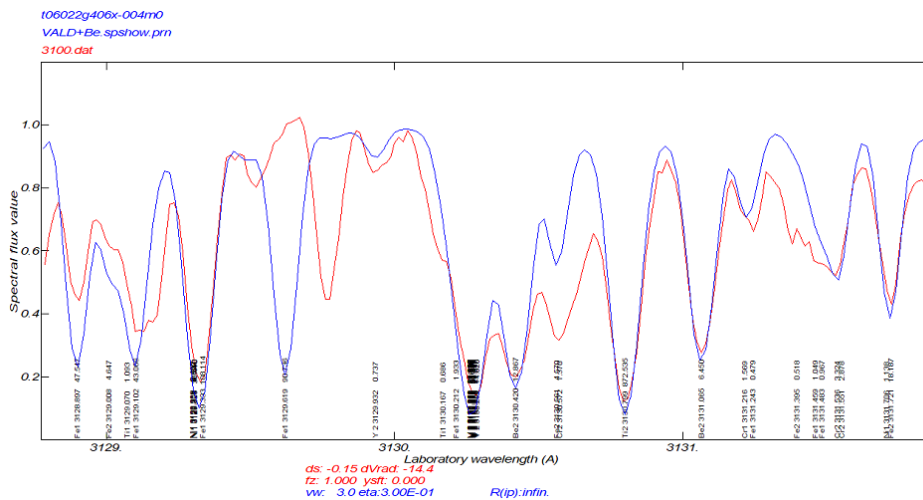
### 20. 14.HD1581\_F9V

下は全元素量を+0.0dex と設定。Beは+0.0dex と+0.3dex。



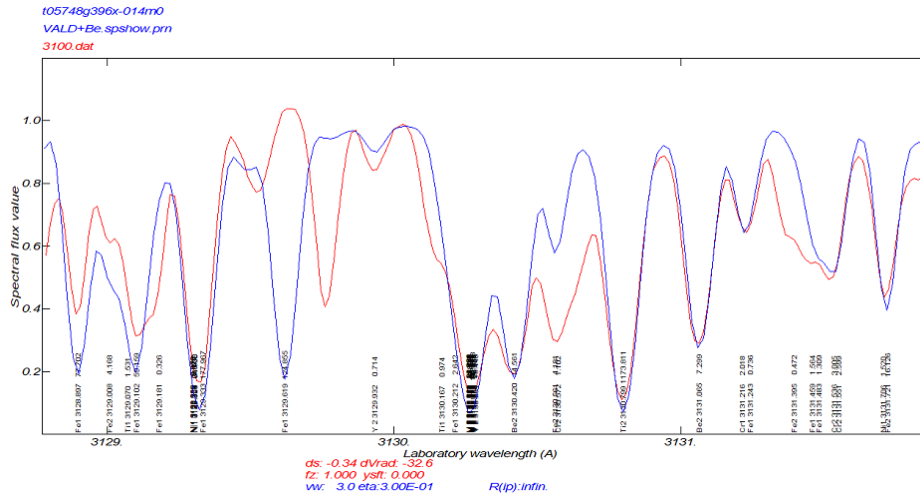
### 20. 15.HD22484\_F9IV-V

下は全元素量を+0.0dex と設定。



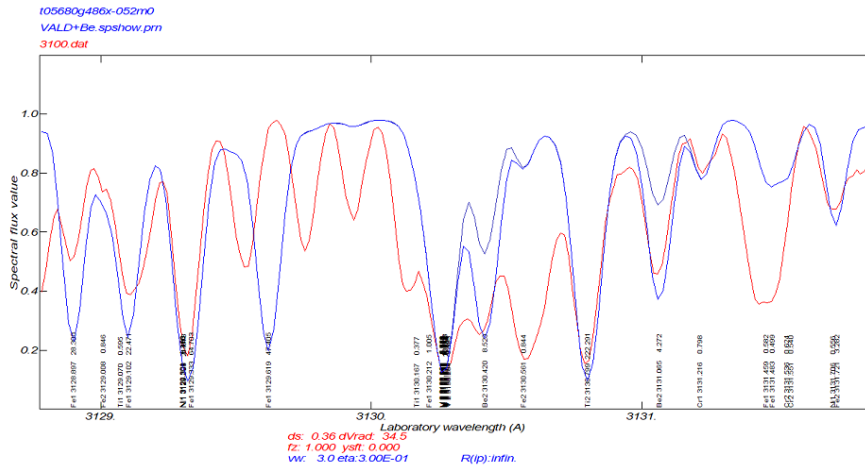
## 21.16.HD14802\_G0Va

下は全元素量を+0.0dex と設定。



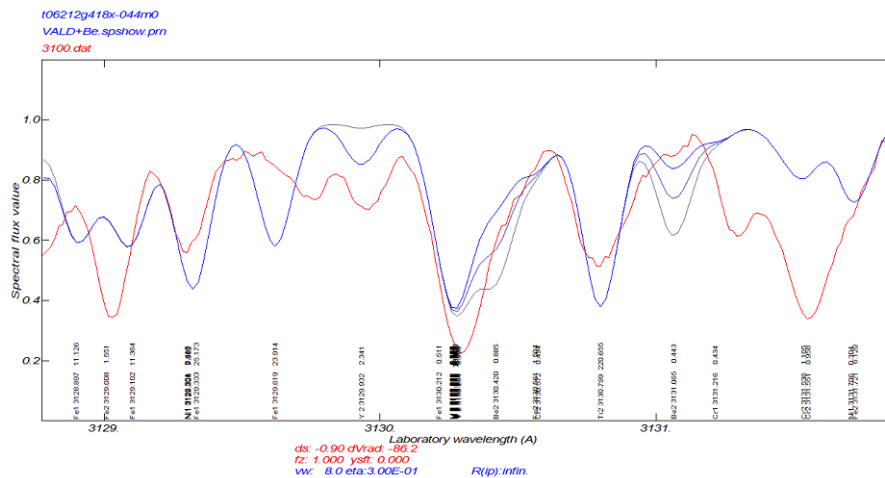
## 21.17.HD224930\_G5V

下は全元素量を+0.0dex と設定。Be は+0.0dex と+0.6 dex。Be richらしい



## 21.7.HD114837\_F7IV

下は全元素量を+0.0dex と設定。Be は+0.0dex と-0.6 dex & -0.3 dex、Be-deficientか

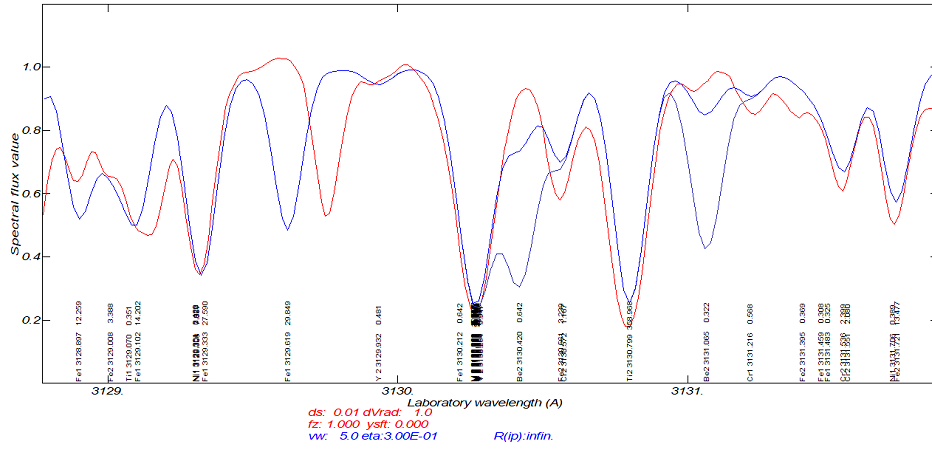


Y II 3129.932 の振舞いも面白いね。星による違いが大きい。

## 22. Procyon\_F5V-IV

下は全元素量を+0.0dex と設定。Be は+0.0dex と-1.0 dex。前から言われているが、Be-deficient。

106561g400x-010m0  
VALD+Be.spsHOW.pm  
3100.dat



## 23. Jascheks から — Be lines について

■ Jaschek C. & Jaschek, 1995, M., "The behavior of Chemical Elements in Stars", Oxford UP

- ・ Boeegaard (1976b) - deficient 'gap' like the Li gap, [ApJ 210, 466](#)
- ・ Boeegaard & Lavery(1986) - Stars that are deficient in Be are also deficient in Li, [ApJ 309, 762](#)

## 24. Boesgaard(2023) から

- ・ 大きな成果は Jascheck のとおり。
  - ・ Li と違って、[Fe/H]の増減に同期している。
  - ・ スペクトル合成では分子 OH が効いてくる
  - ・ gap は沈殿して破碎されるというシナリオらしい
- \* giants でどうのこうのという議論はない。

## 25. OH の考慮

- ・ Kurucz にあった。ただし、レベルの波数がマイナスというのがある。疑問？