

HD 167042 (K1 III) with hovering planet

1. Introduction

この星はこと座の北側、りゅう座の中の（赤経、赤緯）=（18h10m31.640s, +54°17'11.59"）（2000年分点）にあるK1III型の6等星。HR 6817という別名もあり、天文データベース Simbad (<http://cdsweb.u-strasbg.fr/>, Centre de Donnees astronomiques de Strasbourg) では high proper motion star、すなわち固有運動が大きくなことが特徴とされており、Bright Stars Catalog (Hoffleit & Warren 1991) によれば、赤経方向の値の移動量は 0.104 arcsec/yr、赤緯方向は 0.245 arcsec/yr となっている。これらの値は周囲の星々に比べて確かに大きく、固有運動が大きいことが了解される。これはスペクトル型が K1 であることと附合するもので、太陽のような主系列星とは異なる古い種族に属すると考えるべきであることを示している。

このHD167042に木星の数倍の質量の惑星が付随していることがJohnson et al. (2008)ならびにSato et al. (2008)によって独立に発見された。Sato et al. (2008)は国立天文台岡山天体物理観測所の1.88m望遠鏡ならびにヨードセルを装着した分光器 HIDES (Izumiura 1999) という組み合わせにより4年間にわたって精密視線速度観測を行い、最大振幅秒速33.3mという視線速度を検出することに成功し、惑星の発見に至った。彼らによれば、主星について、有効温度 $T_{\text{eff}} = 4943$ K、表面重力加速度 $\log g = 3.28$ cm s⁻¹、マイクロ乱流速度 $v_t = 1.07$ km s⁻¹、金属量 [Fe/H] = +0.00、光度 $L = 10$ L_o、半径 $R = 4.5R_o$ 、質量 $M = 1.5M_o$ 、投影された自転速度 $v \sin i = 0.67$ km s⁻¹といったパラメータが得られた。一方、付随惑星の公転周期は417.6日で、離心率 e は0.101、軌道半長径 $a = 1.3$ AU、質量を m 、軌道傾斜角を i とすると質量の最低値は $m \sin i = 1.6M_J$ （木星質量）となっている。

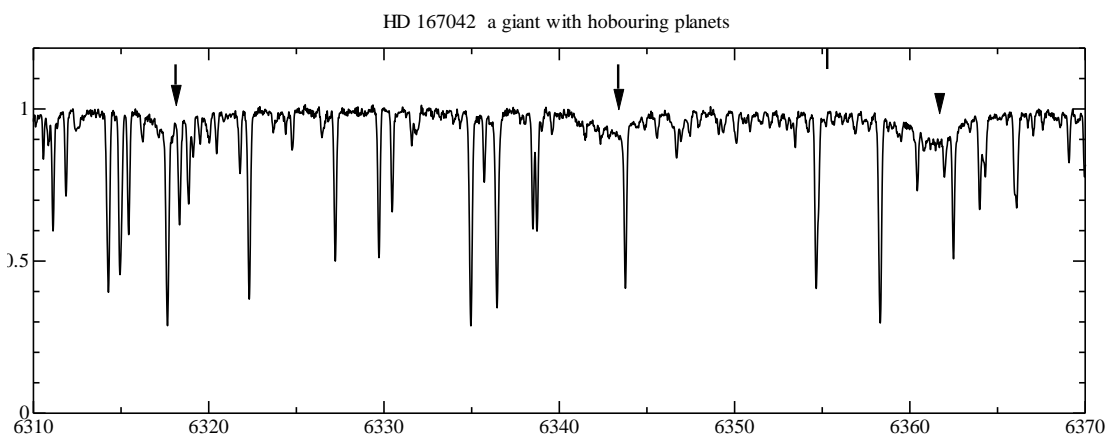
references

- Izumiura, H. 1999, in Proc. 4th East Asian Meeting on Astronomy, ed. P. S. Chen (Kunming: Yunnan Observatory), 77
 Johnson, J. A., Marcy, G.W., Fischer, D. A., Wright, J. T., Reffert, S., Kregenow, J. M., Williams, P. K. G., & Peek, K.M. G. 2008, ApJ, 675, 784
 Hoffleit, D., & Warren, W. H. Jr. 1991, Bright Star Catalogue, 5th revised edition (Greenbelt: National Space Science Data Center)
 SATO, B., TOYOTA, E., OMIYA, M., IZUMIURA, H., KAMBE, E., MASUDA, E., TAKEDA, Y., ITOH, Y., ANDO, H., YOSHIDA, M., KOKUBO, E., & IDA, S. 2008, PASJ, 60, 1317

■スペクトルの全般的特長

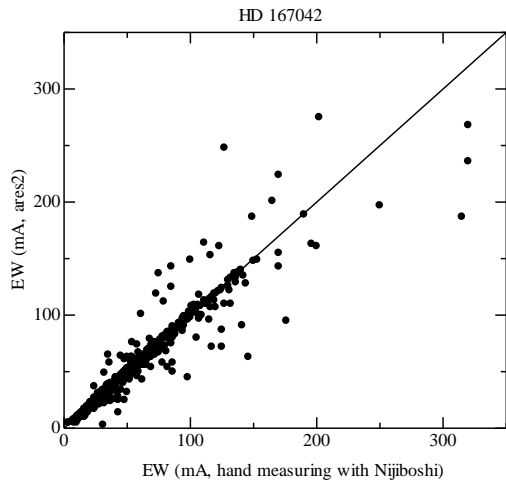
◎Ca I's auto-ionization lines

6318.109, 6343.308, 6361.786



■EWの測定結果

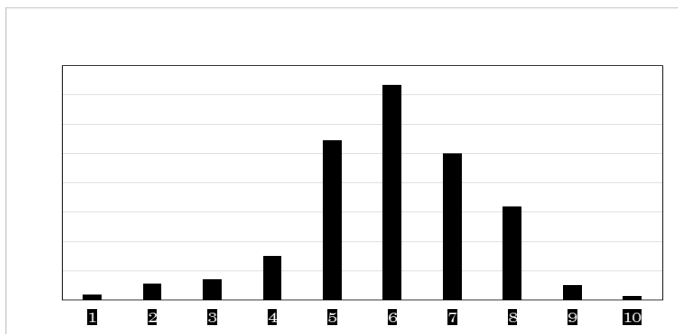
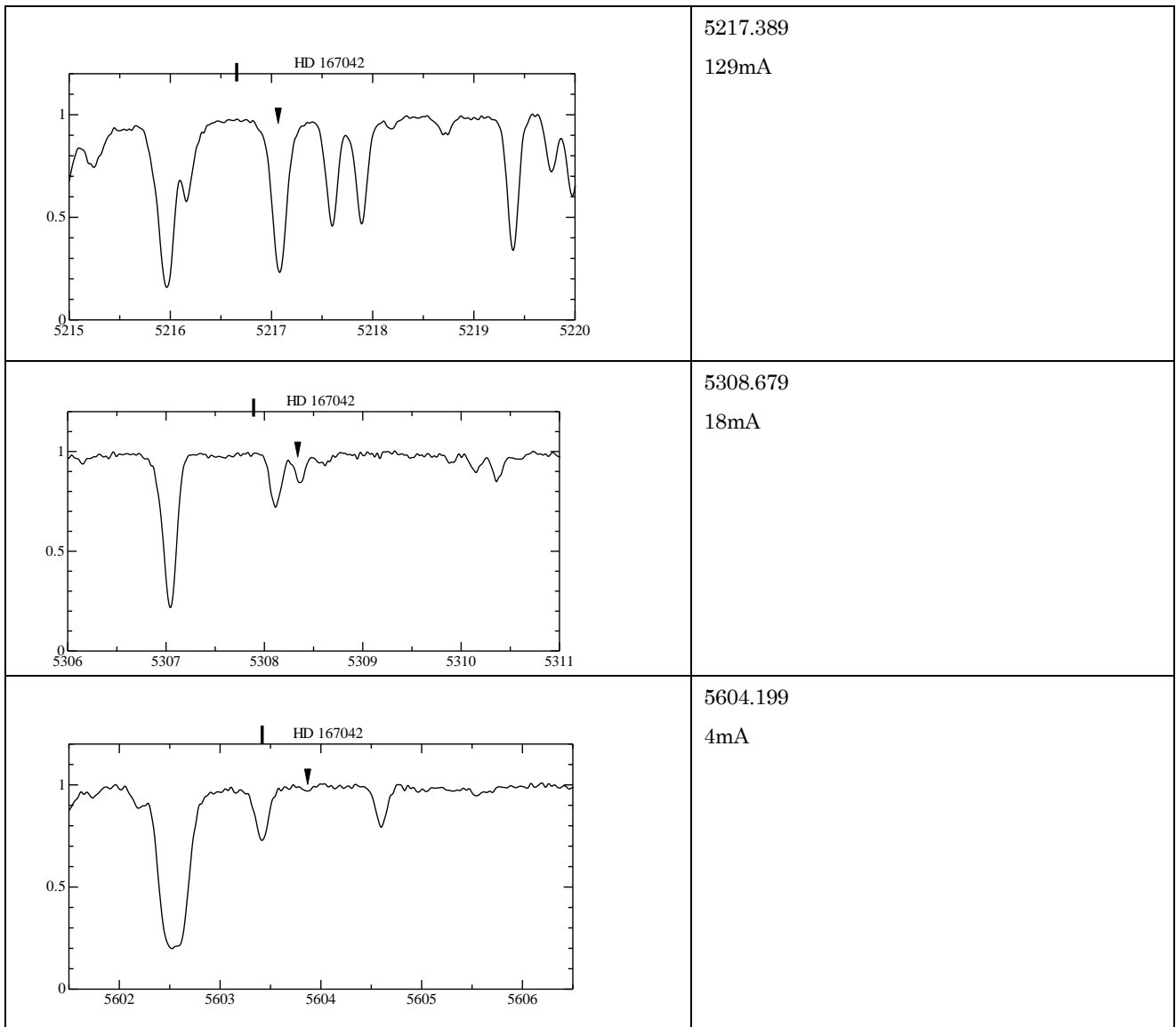
2015.11.14. 測定終了。ares（自動計測ソフト）とだいぶ違う。



1) ares2 が洩らした線

全 504 本中 5 本

	<p>4124.907 42mA</p>
	<p>4959.115 60mA</p>
	<p>5115.389 84mA これを ares は測らなかった！</p>



2) deviation の分布

deviation の頻度分布

%?忘れた 数

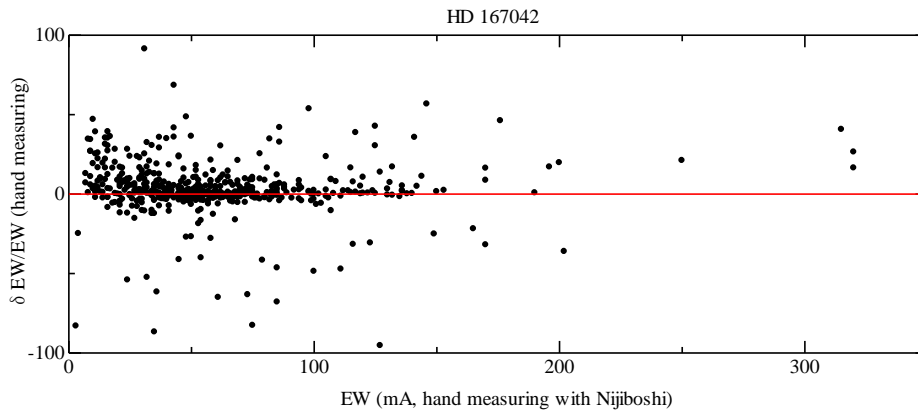
-70 -	4	ares2 の方が大
-40 - 70	11	
-15 - 40	14	
-5 - 15	30	
-0 - 5	109	以上、168本
0 - 5	147	
5 - 15	100	
15 - 40	64	
40 - 70	10	
70 -	3	
goukei	492	

nijiboshi 大、
これは 324 本

5 と 6 の間が 0。

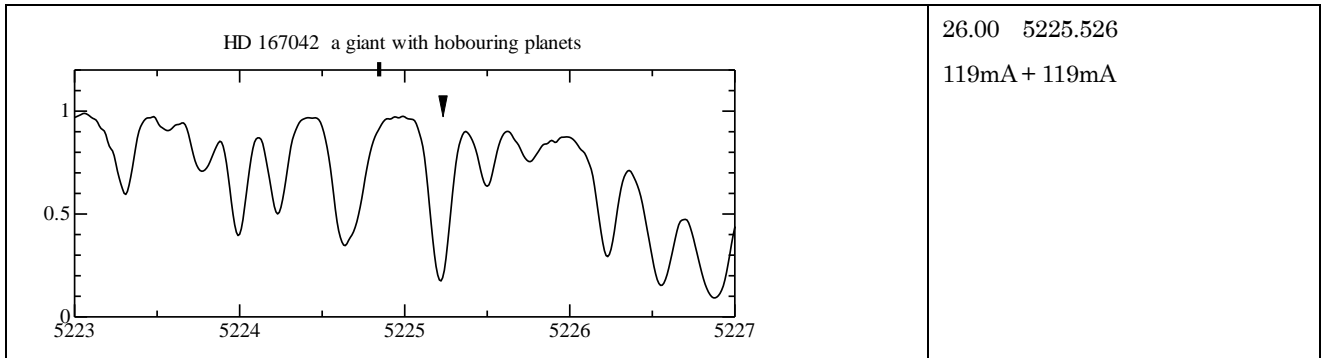
Ares2 は機械的にガウス関数に当てはめるが、nijiboshi では線輪郭に沿うように合わせるので、nijiboshi が大きく出るの
ろう。太い線が多いから。

⇒ 教訓：太い線には要注意。細身で測定のこと。真っ正直は必ずしも、だ。

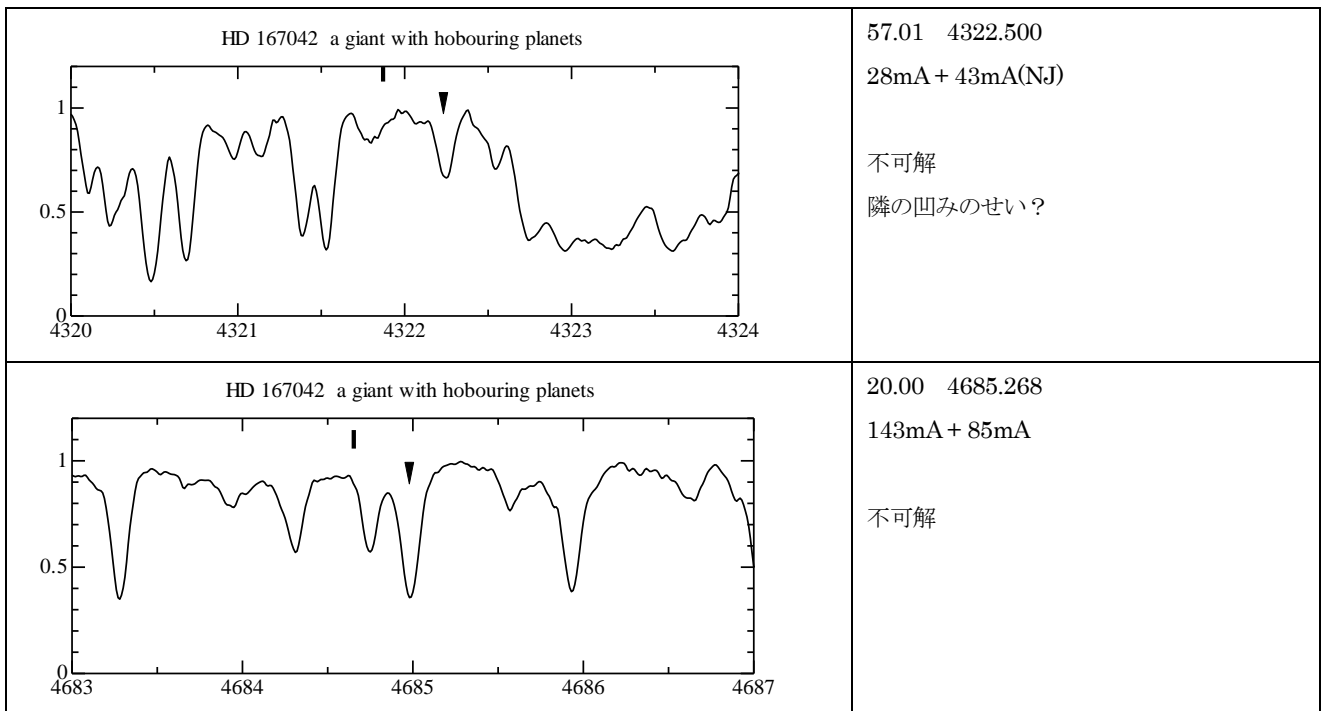


このグラフでも、確かに、上に出ている線が多い。

3) 両者がうまく合う例



4) ずれの大きな例



<p>HD 167042 a giant with hobouring planets</p>	<p>28.00 5102.958 54mA + 82mA 不可解</p>
<p>HD 167042 a giant with hobouring planets</p>	<p>25.00 5420.355 95mA + 176mA ares がうまくいかない理由がわかる</p>
<p>HD 167042 a giant with hobouring planets</p>	<p>26.00 6820.369 101mA + 61mA 不可解 ares では 100 と。パラメータの違い？</p>

■モデル・パラメータ

・ A&A 574, A50 (2015)

Stellar parameters and chemical abundances of 223 evolved stars with and without planets

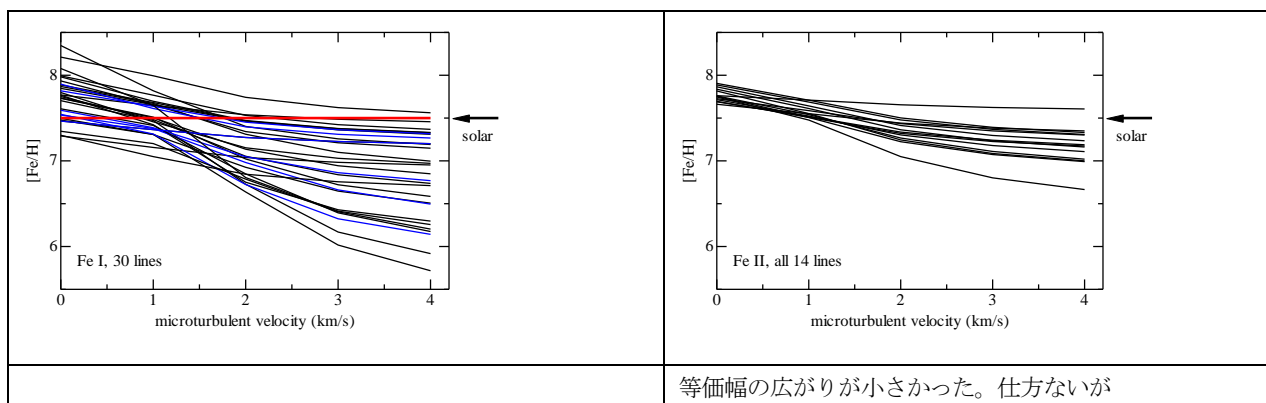
E. Jofré, R. Petrucci, C. Saffe, L. Saker, E. Artur de la Villarmois, C. Chavero, M. Gómez, and P. J. D. Mauas

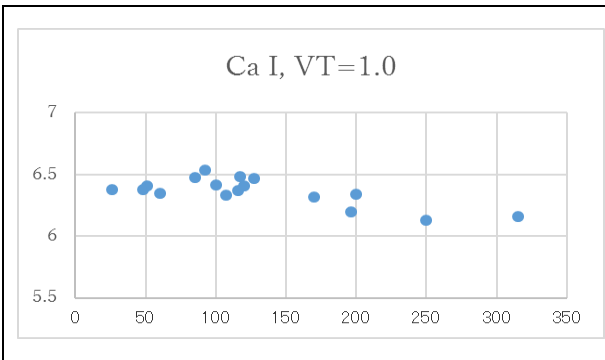
によれば、

HD 167042 -- $T_{\text{eff}} = 5021 \pm 32$, $\log g = 3.51 \pm 0.05$, $[M/H] = -0.01 \pm 0.06$ 1.17 ± 0.03 46 9 SOPHIE 0.68 ± 0.23

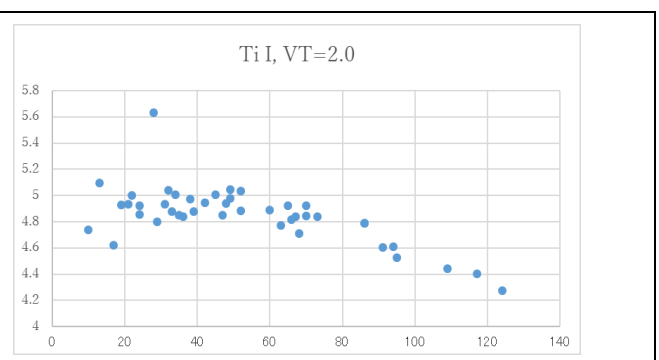
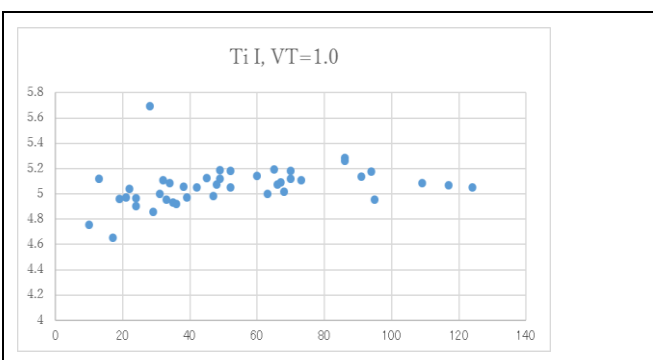
これを採用して、元素量を求めた

■Microturbulence

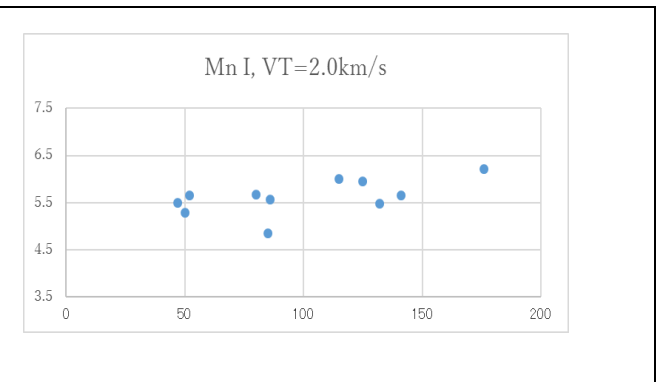
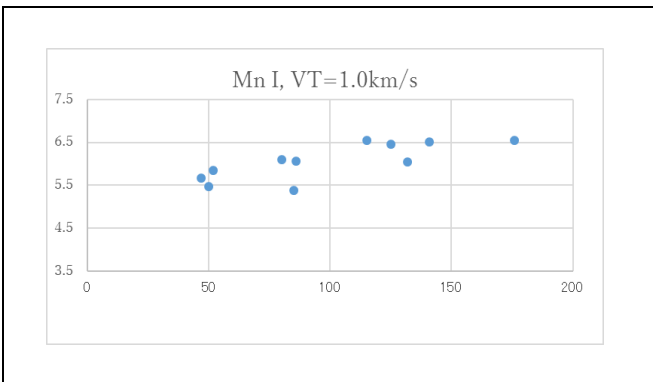




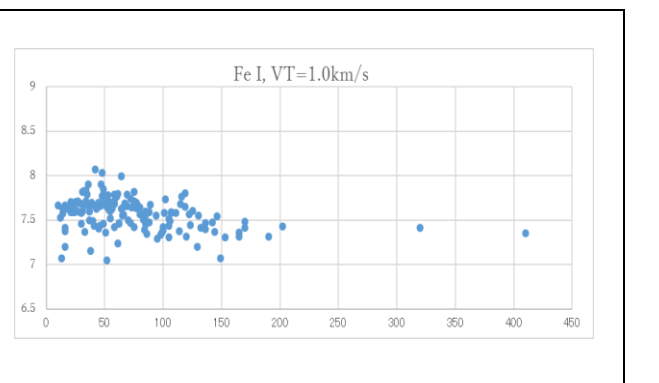
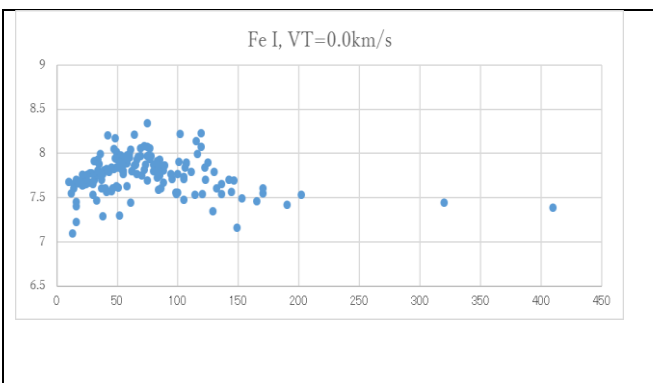
Ca I : Fe などと振る舞いが異なる。強い線の結果が弱い線より低いのは他には無い特徴。

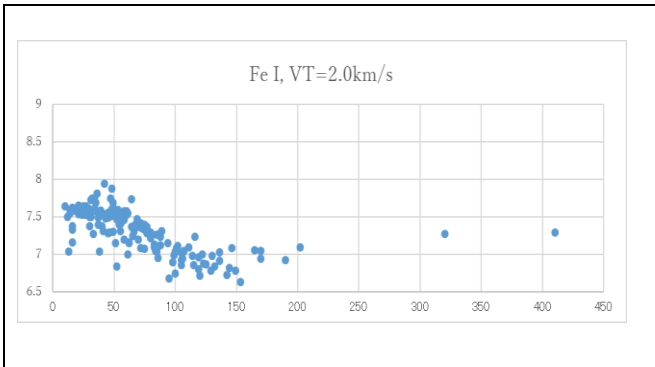


Ti I : 1 km/s ではだめで、60mA までは 2.0km/s が良いように見えるが、それ以上では下がってしまう。



Mn I : 2.0km/s でも小さいくらいで、他の元素より大きい。hfs が効く Mn I では確かにマイクロ乱流のように作用していることが分かる。





Fe I :

0km/s の図はこれまでの超巨星と同様。EW=300mA 以上ではミクリ乱流速度はほとんど効かず、元素量の良い指標となっているようだ。

1km/s あたりが最適だが、一旦上がって下がるという緩やかな凸型傾向は残っている。これもこれまで通り。

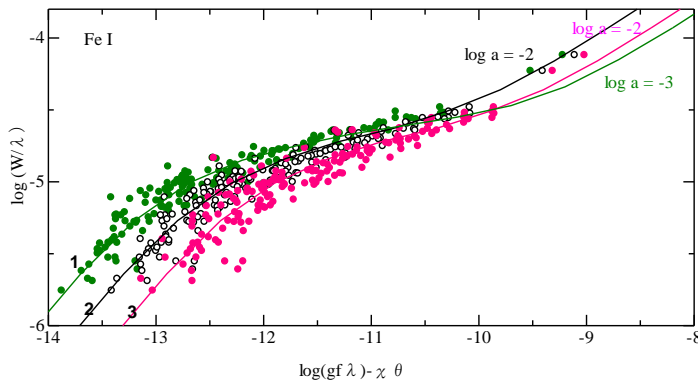
■Mn lines—hfs (超微細構造)

おかしい線としてピックアップしたもの。hfs か。太陽ではいかにも丸々としたものもあり、これだけでも興味が。これを行うため、新たに kgf の改良版を作成した。力仕事なので、結構大変。

				EW	VT=1km/s	Sun	Sun	[abund/H] VT=0.75	diff
25	5420.355	2.143	-1.462	176	6.546	87		6.172	0.374
25	5432.546	0	-3.795	141	6.515	51	太い	5.647	0.868
25	5457.46	2.164	-2.614	52	5.841	11.5		5.575	0.266
25	5516.774	2.178	-1.847	125	6.454	48	丸々	5.775	0.679
25	5537.76	2.187	-2.017	115	6.554	38		5.748	0.806

■成長曲線を作ってみた

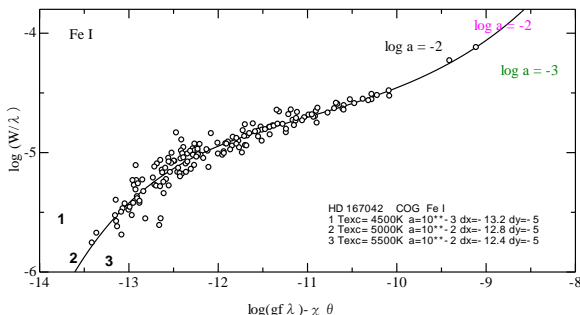
検討はこれから



HD 167042 COG Fe I

- 1 Texc= 4500K a=10^-3 dx=-13.2 dy=-5
- 2 Texc= 5000K a=10^-2 dx=-12.8 dy=-5
- 3 Texc= 5500K a=10^-2 dx=-12.4 dy=-5

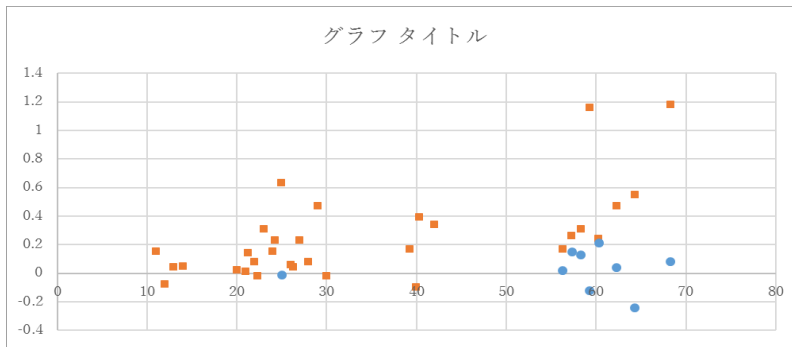
下左：曲線への当てはめができるか、試してみた。5次でうまく行った (他はやってないが)。



$$y = \sum a_n x^n$$

$a_0 = 1.61862119e+02$
 $a_1 = 7.29100597e+01$
 $a_2 = 1.31875724e+01$
 $a_3 = 1.21966037e+00$
 $a_4 = 5.76817901e-02$
 $a_5 = 1.11132567e-03$
 $8.77693258e-02$
 $1.0 = 9.5588597e-01$

■元素量



ブルー：再検討結果（完全に太陽と相対的に、hfs 考慮）

atom	atom	N	$\epsilon(\text{Sun})$	$\epsilon(\text{gf})$	[e]	fully relative to the Sun
Na I	11	4	6.24	6.39	0.15	
Mg I	12	4	7.6	7.52	-0.08	
Al I	13	3	6.45	6.49	0.04	
Si I	14	21	7.51	7.56	0.05	
Ca I	20	17	6.34	6.36	0.02	
Ca II	21	6	3.15	3.16	0.01	
Sc II	21.01	6	3.15	3.29	0.14	
Ti I	22	43	4.95	5.03	0.08	
Ti II	22.01	10	4.95	4.93	-0.02	
V I	23	28	3.93	4.24	0.31	
Cr I	24	28	5.64	5.79	0.15	
Cr II	24.01	3	5.64	5.87	0.23	
Mn I	25	11	5.43	6.06	0.63	0.01
Fe I	26	112	7.5	7.56	0.06	
Fe II	26.01	14	7.5	7.54	0.04	
Co I	27	29	4.99	5.22	0.23	
Ni I	28	44	6.22	6.3	0.08	
Cu I	29	3	4.19	4.66	0.47	
Zn I	30	2	4.56	4.54	-0.02	
Y II	39.01	8	2.11	2.28	0.17	
Zr I	40	4	2.58	2.48	-0.1	
Zr II	40.01	2	2.58	2.97	0.39	
Mo I?	42	1	1.88	2.22	0.34	
Ba II	56.01	2	2.18	2.35	0.17	0.02
La II	57.01	6	1.1	1.36	0.26	0.15
Ce II	58.01	10	1.58	1.89	0.31	0.13

Pr II	59.01	2	0.72	1.88	1.16	-0.12
Nd II	60.01	2	1.42	1.66	0.24	0.21
Sm II	62.01	5	0.96	1.43	0.47	0.04
Dy II	64.01	1	1.07	1.62	0.55	-0.24
Gd II	68.01	1	0.92	2.1	1.18	0.08