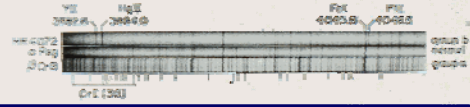


2007年9月26日(水) 14:00-16:30 [D会場] N19a
日本天文学会秋季年会

磁気特異星における元素の垂直分布

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(名古屋市科学館)
定金晃三(大阪教育大学)

磁気特異星 とは？



β CrB (上)
磁気特異星 mCP
金属線(全てではないが)が卓越 \Rightarrow G,K類似
水素線、放射分布などは普通 \Rightarrow A型
磁場によるスペクトル線の分離、肥大化

特異星の分類

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

対象星

●CP2の中で有効温度10000度以下の低温度星

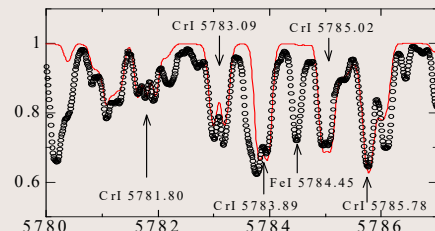
星名	mv	スペクトル型	B-V	T_{eff}	磁場強度
53 Cam	6.01	A2pSrCrEu	+0.14	8240	12700 G
HR 4816	6.45	A0pSrCrEu	+0.06	8730	4100 G
78 Vir	4.94	A1pSrCrEu	+0.03	9250	1500 G
β CrB	3.68	F0p	+0.28	7450	5500 G
HR 7575	5.65	A5p	+0.20	8110	3700 G

●観測
OAO 2003.4.15.-21.
74inch + HIDES

観測的特徴

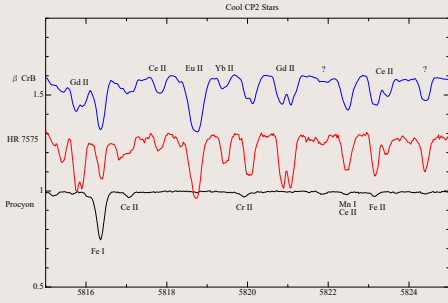
- 1 金属線が強い
軽元素は欠乏気味
- 2 磁場によるスペクトル線の肥大

特徴 1. 金属線が強い
 $\log \epsilon (\text{Cr I}) = 8.00$ (Sun 5.67)

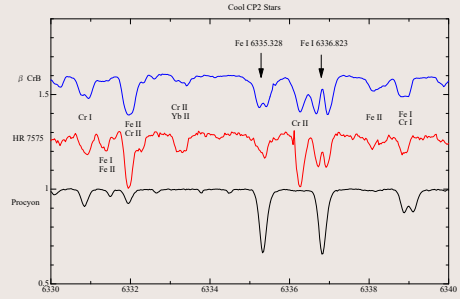


$\text{Log } \epsilon (\text{Cr}) = 8.00$ $H = 4.1 \text{ kG}$ $\xi = 0.0 \text{ km/s}$ $V \sin i = 3 \text{ km/s}$
 $\lambda \lambda 5780-5787 \text{ Cr I lines}$

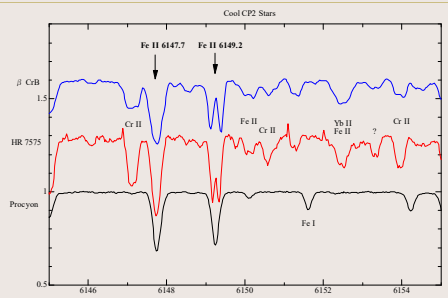
特徴1. 金属線が強い REE



特徴2. 磁場の効果 Zeeman Splitting Fe I 6336.8



特徴2. 磁場の効果 ゼーマン効果 Fe II 6149.24



解析1

正常星と同じ方法
(一様な元素分布の大気モデル)
+
ゼーマン効果を考慮

Unno-Beckers の方程式

磁場中で偏光したゼーマン線の
Transfer 方程式

でも、intensity で、flux ではない。
local に磁場構造を与えないと!

そこで、大胆に近似:
竹田洋一さんの言う

Micro-turbulent magnetic field 近似

偏光を考慮せず
分離した各成分が本来の強度比にし
たがって吸収すると見なす

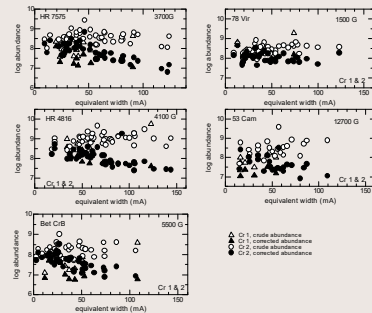
(2)式で偏光成分に関する線吸収係数
や磁気光学効果に関する係数をす
べて0に

磁場の影響を最大に見積る

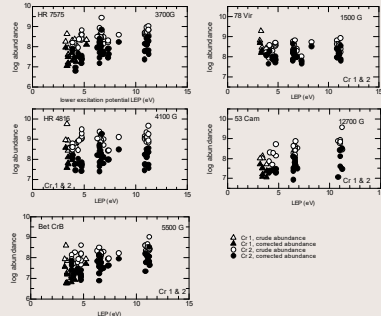
$$\mu \frac{d}{dz} \begin{pmatrix} I \\ Q \\ V \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} \kappa_c + \kappa_l & \kappa_Q & \kappa_V \\ \kappa_Q & \kappa_c + \kappa_l & \kappa_V \\ \kappa_V & \kappa_V & \kappa_c + \kappa_l \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I \\ Q \\ V \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} S_c \\ S_l \\ S_v \end{pmatrix} \quad (2)$$

where S_l and S_c are the line and continuum source functions; κ_c is the continuum opacity; κ_l , κ_Q , and κ_V are the line opacities in each polarization mode; μ_Q , μ_V , and μ_V describe magneto-optical effects; μ is the direction cosine of a ray; and z is the geometrical depth measured from the stellar surface. Unlike the opacities appearing in the transfer equation of unpolarized light, the κ 's and μ 's are generally dependent on the angle of the magnetic field to the line of sight and on the azimuthal angle of the magnetic field.

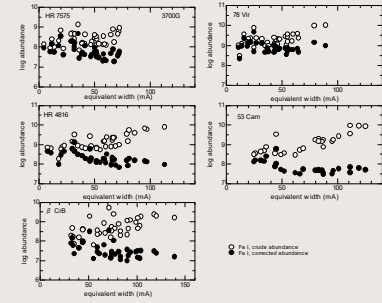
解析1. 磁場の効果を考慮した元素量 Cr 元素量: 等価幅 (mÅ)



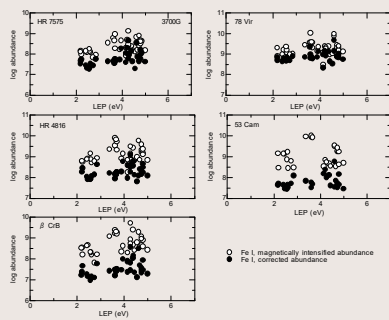
解析1ー磁場の効果を考慮した元素量
Cr 元素量: lower excitation potential (eV)



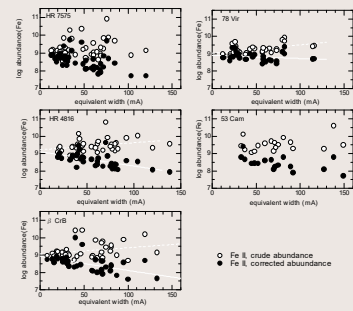
解析1ー磁場の効果を考慮した元素量
Fe I 元素量: 等価幅 (mÅ)



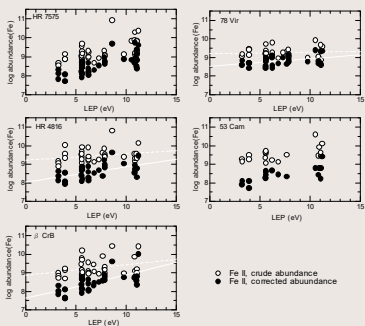
解析1ー磁場の効果を考慮した元素量
Fe I 元素量: lower excitation potential (eV)



解析1ー磁場の効果を考慮した元素量
Fe II 元素量: 等価幅 (mÅ)



解析1ー磁場の効果を考慮した元素量
Fe II 元素量: lower excitation potential (eV)



解析1. 磁場の効果を考慮した元素量
まとめ - やっぱり奇妙!

(Cr, Fe では) (星による違いがあるが)

- 1) 弱い線ほど元素量が大
- 2) 励起ポテンシャルが大きい線ほど元素量が大

⇒

- 1) 弱い線は深部で形成
- 2) 高励起線は深部で形成

⇒

共に、深部にCrやFeが多いということ!

沈殿! 層構造を成している

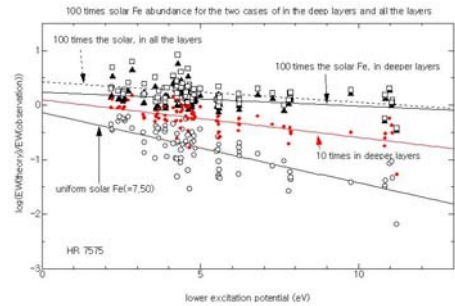
解析2. 今回の新しいところ

解析1: 一様分布を仮定したが、深部に沈殿している兆候が見えた

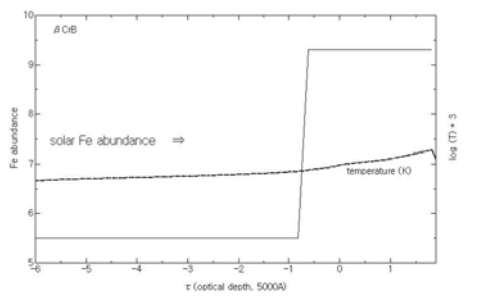
解析2: 特定の元素が沈殿しているとして求める
ただし、大気モデルは一様分布のまま

Michaud (1970) の拡散効果を直接再現する
スペクトル合成プログラムを改変し、元素分布が入るように。とりあえず2層モデル

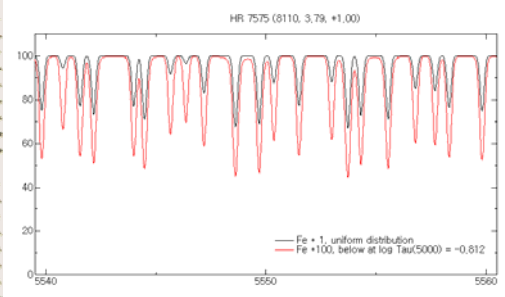
解析2. 一様分布で単純に増やしたら？



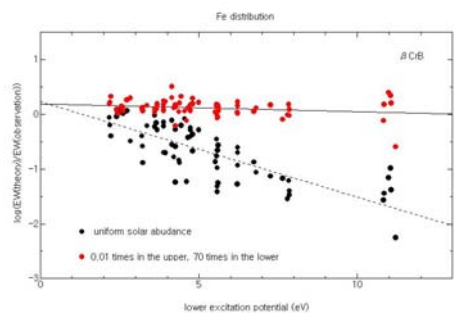
解析2. 2層構造、Fe



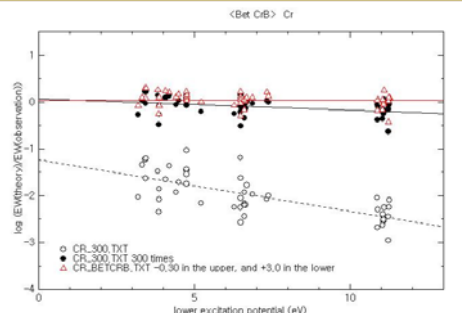
解析2. 高励起線が強くなる



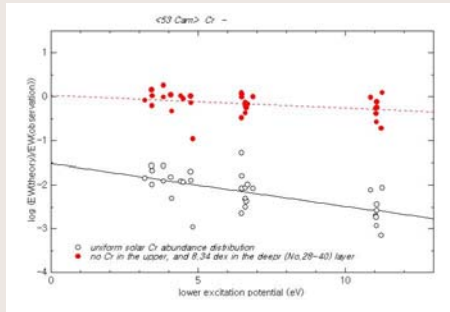
解析2. すると・・・沈んでいる鉄



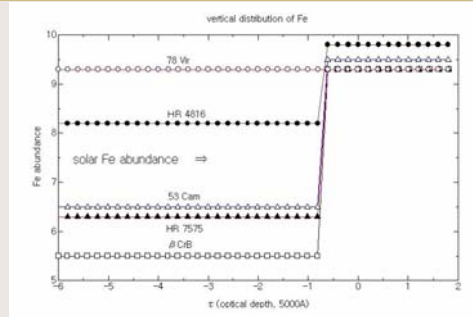
解析2. Crも沈殿！



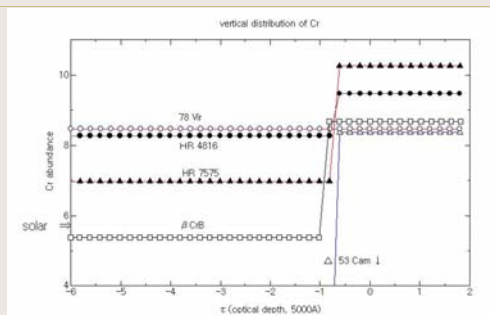
解析2. 53Cam はこれでは不完全！ 3層でもだめ。組み合わせ？



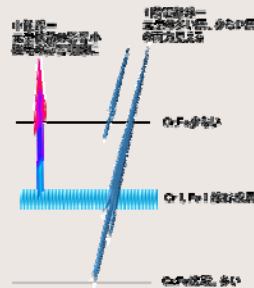
解析2. Feの層構造



解析2. Crの層構造



解析2. 奇妙なスペクトル線強度は 磁場と層構造できれいに解釈可！



等価幅-元素量関係が中性元素と
1階電離イオンでなぜ異なるか？

↓
上層、下層で量が違う！

中性元素線は層が狭く、限定。元素
量は一定だから磁場の効果が明瞭
に出る！

電離線は上下層からの輻射が混在
し、それが効いて磁場の効果が薄ま
る

拡散効果により上層に浮かっている
希土類はCr I, Fe Iに類似

議論、まとめ

- 磁場 + 垂直分布(層構造)
- 解析がコンシステントではない
(大気モデルとの整合性)
- 層構造が見えて、ある程度定量的に抑え
られたが、ユニーク解ではない

課題:大気モデルがない！

- 層構造+磁場 を入れた大気モデルは未完
Kurucz's ATLAS12 + α

(ヨーロッパでは作ったという人がいるが・・・)

解析がコンシステントでない！

- 層構造はユニークに決まるのか？

御礼

OA0 + HIDES

ここまできれいに示すことができたのは、HIDESにより高品質のスペクトルが得られたため

終