

VO講習会2013春



Subaru HDS data からの、
成長曲線を用いた
金属量の推定

国立天文台 天文データセンター
小宮 悠

Subaru HDS data

<http://jvo.nao.ac.jp/portal/subaru/hds.do>

Using the data for publication

All papers which make use of data taken with Subaru Telescope facilities should include the following acknowledgment: "Based [in part] on data collected at Subaru Telescope, which is operated by the National Astronomical Observatories of Japan. More information on publication can be found at the Subaru web site Publishing Results from Subaru. Please also include the following sentence on the title page as a footnote to the title or in the acknowledgment: "[Part of] the data are retrieved from the JVO portal (<http://jvo.nao.ac.jp/portal>) operated by the NAOJ."

Object Name | Date | Coord. | Reduction | Job Status

Alphabetic: ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ0-9

20 | Update

a

Total Number 8 | Back | Next

#	ObjectName	count of exposures	and link to the processed dataset
1	AA Aql	1	P
2	AF Vir	1	P
3	AD Peg	2	P
4	APM08279+5255	10	P
5	Alpha Boo	3	P
6	Alpha Peg	2	P
7	Altair	3	P
8	Arcturus	5	P

Links to spectrum data

- HDSA00051512 (BD+04 2621 [402.54:530.15])

Goto TOP
HDSA00051512 (BD+04 2621 [402.54:530.15])

Uncalibrated 1D Spectrum

Normalized 1D Spectrum

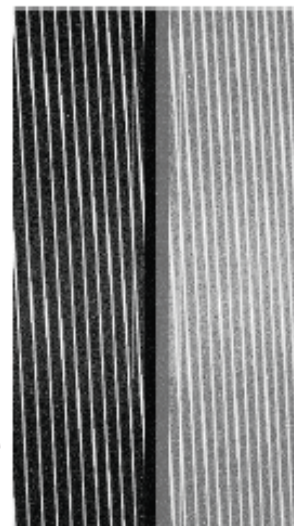
2D Spectru (before apet extraction)

Overview of the reduction

- ◆ 処理過程はHDSのクイック解析ツール("hdsq")とほぼ同様に以下の工程で行われる。

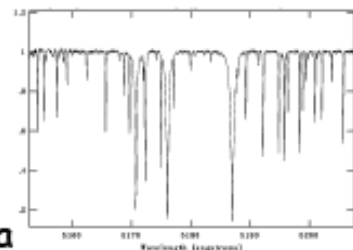
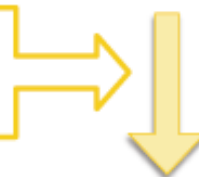
- ◆ 1. Overscan correction
- ◆ 2. Cosmic ray removal
- ◆ 3. Making aperture trace template
- ◆ 4. Flat fielding
- ◆ 5. Line identification
- ◆ 6. Extraction of 1D spectra
- ◆ 7. Continuum normalization

- ◆ 各工程ではIRAFの標準タスクの他、hdsqに含まれるIRAFタスクとPythonスクリプトを組み合わせたコードにより、同じ日に同じ設定で取得されたデータに対しては一様に処理が施される



Raw HDS data

Calibration frames
(FLAT, COMPARISON)

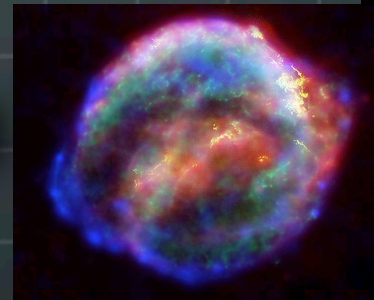
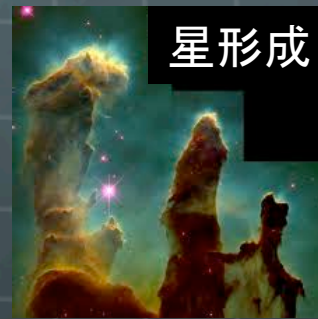
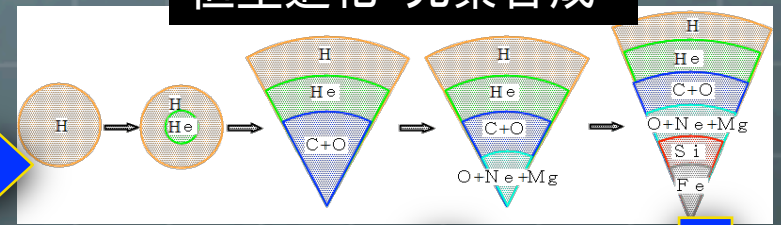


Reduced data

恒星の組成

- 星形成史
- 過去の超新星の性質
- 恒星の進化
- 元素合成・核反応

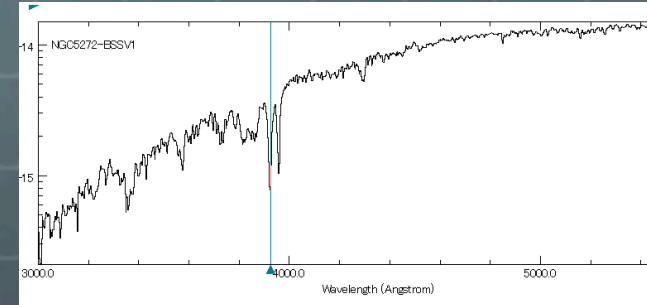
恒星進化・元素合成



恒星の組成観測

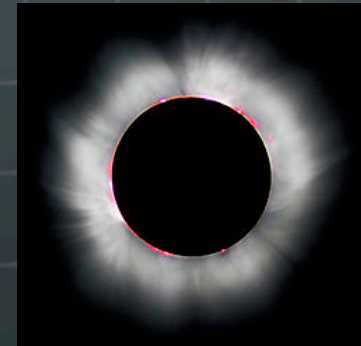
● 恒星のスペクトル

- 黒体放射＋様々な吸収線
- 恒星の温度、組成... を推定



● 吸収線の強さ: 等価幅

- 吸収を作る元素の組成、温度等に依存
 - 弱い吸収線では、比例関係になる
- 実際の恒星大気は温度・密度勾配を持つが、この実習では、一温度で仮定



恒星大気吸収線

弱い吸収線では吸収量は、線吸収係数と連続吸収係数の比で書ける。
(※強い吸収線では飽和して比例関係にならない)

吸収線の等価幅 W

$$\frac{F_c - F_v}{F_c} \propto \frac{l_v}{\kappa_v}$$

$$W \equiv \int \frac{F_c - F_v}{F_c} d\lambda$$

は、

$$W = const. \frac{1}{\kappa} \int_0^\infty l_v d\lambda = const. \lambda^2 f_{ij} \frac{N_i}{\kappa}$$

F_c : 連続波のflux
 F_v : 吸収を受けたflux
 κ_v : 連続吸収係数
 l_v : 線吸収係数

ボルツマン分布を仮定すると、

f_{ij} : 遷移確率、 λ : 波長
 N_i : 状態 i にある粒子の個数密度、

$$N_i = N_H A \frac{N_r}{N_e} \frac{N_i}{N_r} = N_H A \frac{N_r}{N_e} \frac{g_i}{u(T)} \exp\left(-\frac{\chi}{kT}\right)$$

N_H : 水素の数密度、 N_e : 元素 e の数密度、 T : 励起温度
 N_r : 該当するイオン化状態にある元素の数密度、
 $A = N_e / N_H$: 元素組成、 g_i : 状態 i の統計重率、 $u(T)$: 分配関数

(※実際の恒星大気は温度構造を持つが、それを1つの励起温度で代表させている。
また実際には、必ずしもボルツマン分布にはなっていない。)

(3)(4)式から

$$\log\left(\frac{W}{\lambda}\right) = \log\left(\text{const.} \frac{N_r/N_e}{u(T)} N_H\right) + \log A + \log(gf\lambda) - \theta_X \chi - \log \kappa$$

$$(\theta_X \equiv \frac{\log e}{kT} = \frac{5040}{T(\text{K})} (\text{eV}))$$

右辺第1項、第4項は一定と仮定できて、（※厳密には温度などに依存する。）

$$\log\left(\frac{W}{\lambda}\right) = \text{const.} + \log A + \log(gf\lambda) - \theta_X \chi$$

Wは観測量。

λ, gf, χ は、line 毎に決まった値であり、実験値or理論値がある。

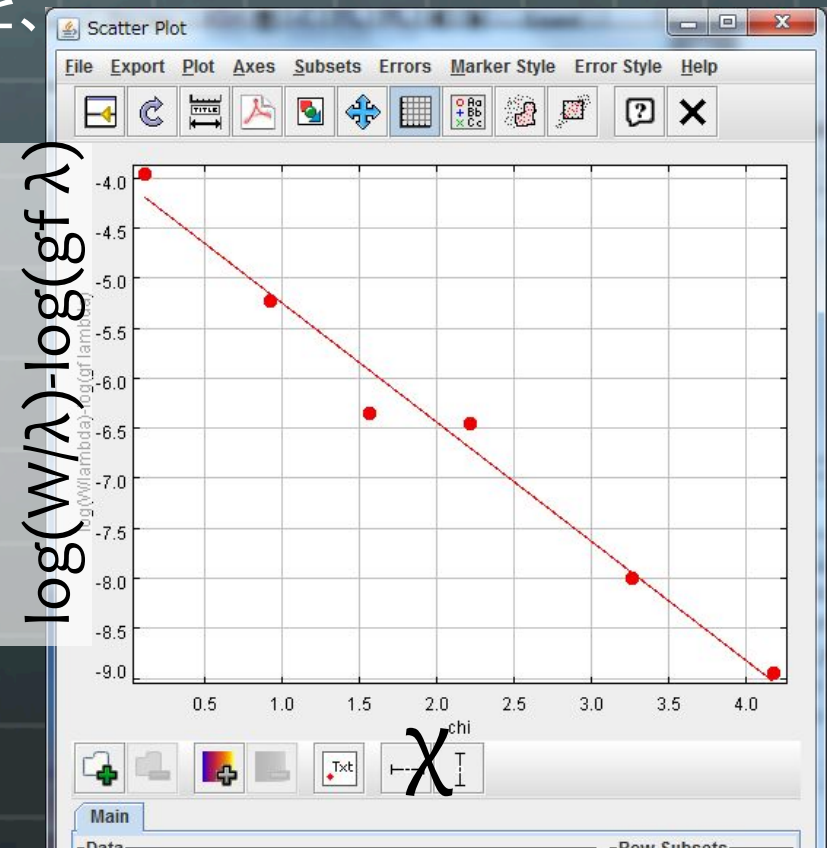
未知の量は組成A と励起温度 $\theta_X(T)$

励起温度の見積もり

$$\log\left(\frac{W}{\lambda}\right) = \text{const.} + \log A + \log(gf\lambda) - \theta_X \chi$$

同じ元素・電離状態の多数の吸収線について、 $\log(W/\lambda) - \log(gf\lambda)$ を χ の関数として書くと、一次関数になり、その傾きが θ_X となる。

$$(\theta_X \equiv \frac{\log e}{kT} = \frac{5040}{T(\text{K})} (\text{eV}))$$



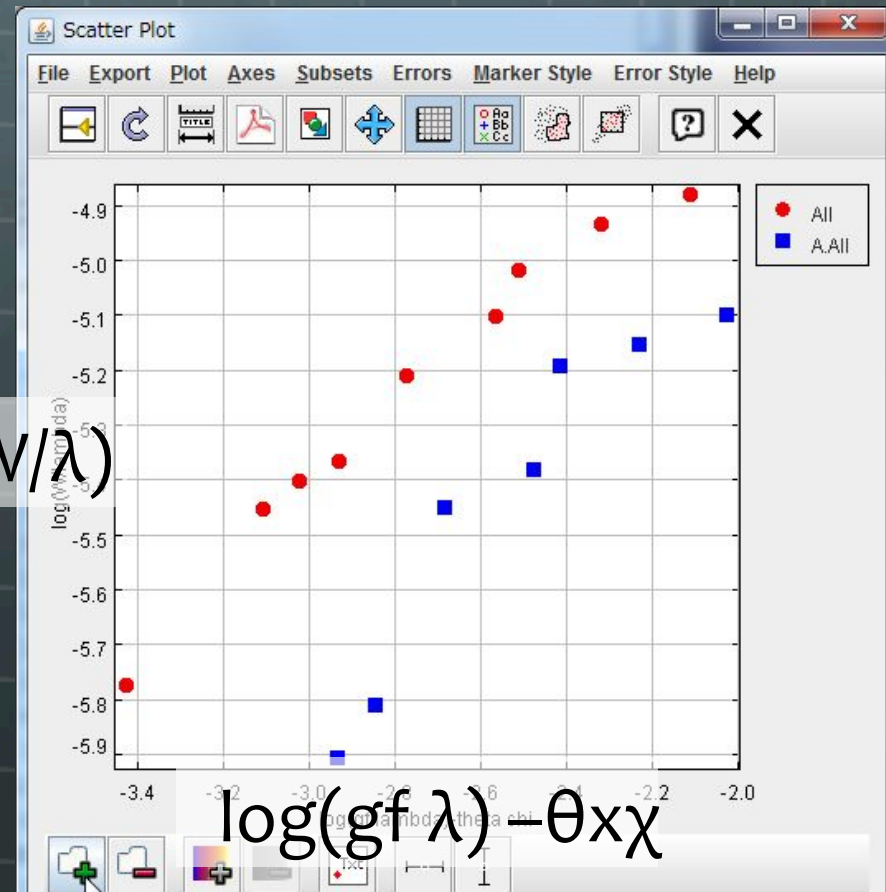
組成比の見積もり

$$\log\left(\frac{W}{\lambda}\right) = \text{const.} + \log A + \log(gf\lambda) - \theta x\chi$$

$\log(W/\lambda)$ を $\log(gf\lambda) - \theta x\chi$ の関数として書いたものを、成長曲線と呼ぶ。

様々な星について、成長曲線を書くと、組成比の分だけ平行にずれるはず。

$\log(W/\lambda)$



実習

● 準備

● TOPCAT インストール

● <http://www.star.bristol.ac.uk/~mbt/topcat/#install>

● Specview インストール

● http://www.stsci.edu/institute/software_hardware/specview/download

● Line list: specview_lines.jar

● 使用するファイルリスト、ラインリスト

● 講習会ページ: <http://jvo.nao.ac.jp/vos2013a>

● ファイルリスト: [BD+04_2621List.txt](#), [HD107752List.txt](#),
ラインリスト: [Fe1Lines.csv](#), [Fe2Lines.csv](#)

● ダウンロードして保存

実習

● Specview

- HDSスペクトルデータのダウンロード
- データの連結

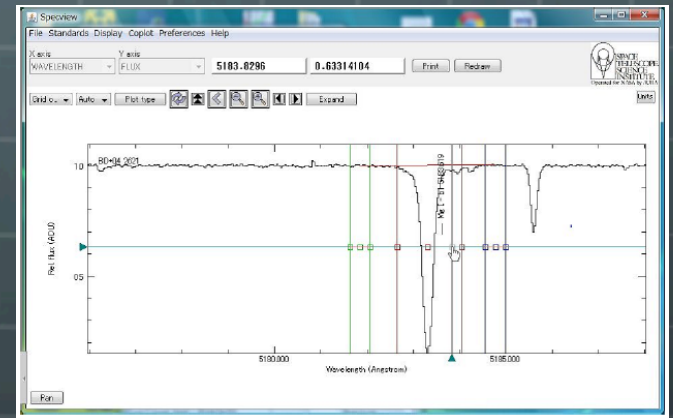
● 視線速度の測定

- Mg II 吸収線から

● 励起温度の測定

- 中性の鉄(FeI)のlineから求める
- FeI 吸収線等価幅の測定 => テーブルを作成
- TOPCATでテーブルを読み込んで、Fe1lines.csvとクロスマッチ
- plot => 温度推定

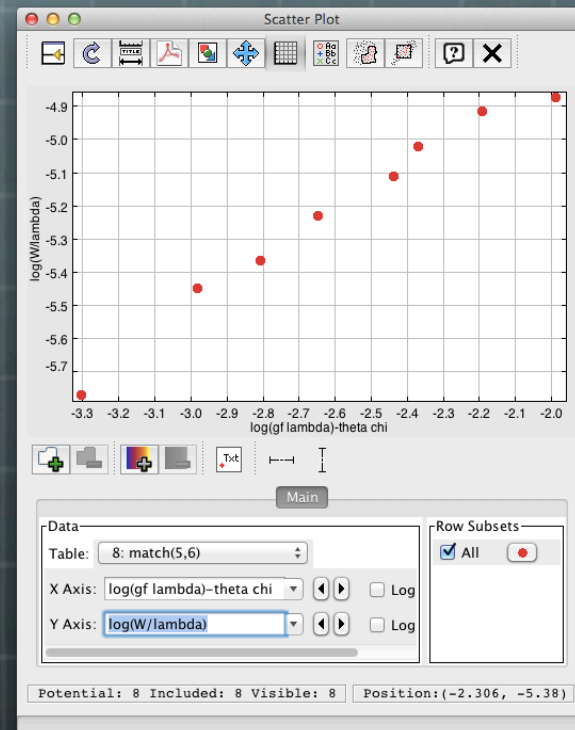
(※鉄の多くは一階電離だが、FeIの方がlineが多く測定しやすいため、こちらを用いる)



実習

成長曲線の作成

- 一階電離の鉄(FeII)のlineを用いる
- Fe II 吸収線等価幅の測定
=> テーブルを作成
- TOPCATで読み込んでクロスマッチ
- plot



- 2天体について同様の解析を行い、成長曲線の差から組成差を推定