

## 恒星スペクトル合成プログラム synmac4

加藤 賢一

*kato@big.ous.ac.jp, kato@sci-museum.jp*

### 1. はじめに

ある波長範囲の恒星スペクトルを作り出すプログラムで、スペクトル線の同定や輪郭を再現することを目的に作ったものです。1980年台初頭に作った synth\* (大阪市立電気科学館館報昭和59年度版, 1985) とほぼ同じで、synmac4版では計算できる波長幅を広げたり、Kurucz (<http://kurucz.harvard.edu/>) の形式のダンピング係数を受け付けるようにしたなどの微小な変更は行ったものの、メモリーが少ない時代のアルゴリズムはそのままになっています。

備忘録代わりですが、こんなものでも参考になるという方がおられるかも知れず、古いことを承知の上でアップすることにしました。

なお、教育用には十分な能力を持っていると思いますが、研究用にはもっときちんとしたものを使わないといけません。竹田洋一さん (国立天文台) が sptool という素晴らしいプログラム群を公開されているので、研究用にはこれをお薦めします。下記を参照してください。

<http://optik2.mtk.nao.ac.jp/~takeda/sptool/>

### 2. synmac4 の概要

#### 1) パソコン

Windows7でコンパイルしましたが、ソース・プログラムはFORTRANで書いていますので、他のプラットフォームでもコンパイルし、実行できます。機械に依存するグラフィックスなどは使っていません。

なお、コンパイルには無償で使用できるコンパイラ gFortran を使用しました。

#### 2) ファイル構成

synmac4は実行ファイル(synmac4.exe)に、入力用データファイルが3種必要とされています。

- ・実行ファイル — synmac4.exe
- ・入力用ファイル — ELMNT.txt — 元素量の調整量を与える。名称変更不可
- MODEL.DAT — 大気モデル。名称変更不可
- Line\_data\_file — スペクトル線データ。名称は自由に設定。ただし、20字まで

計算結果は次の3種のファイルに書き出されます。

- ・出力用ファイル — SYNROT.DAT — 最終的な合成スペクトル
- SYNFLX.DAT — フラックスの生の値
- log.txt — 計算進行を見るための

### 3. 用意すべきファイル

入力用の3ファイルは自分で用意しなければなりません。ここでは見本に次のようなものを置いています。

- ELMNT.txt — 用意してある標準元素量そのものを使うことにし、調整量なしの例
- MODEL.DAT — Holweger and Muller の大気モデル

Line\_data\_file - BA.DAT、強いバリウム線 4523.166A を含む前後の波長の線データ

表 1. ELMNT.txt、MODEL.DAT の例

1	0.00	no service	H	Holweger-Muller Solar Model			
2	0.00	no service	He	29			
3	0.00	no service	Li	-6.5390	3900.0	9.1287	1.0
4	0.00	no service	Be	-6.2790	3920.0	9.5147	1.0
5	0.00	no service	B	-5.8680	3970.0	9.9191	1.0
6	0.00			-5.5880	4030.0	10.1495	1.0
7	0.00			-5.3340	4080.0	10.3393	1.0
8	0.00			-5.0010	4160.0	10.5668	1.0
9	0.00	no service	F	-4.7470	4210.0	10.7276	1.0
10	0.00	no service	Ne				
11	0.00			3.5			
ELMNT.txt (一部)。元素番号順に並んでいます。 増やしたい時は+、減らしたい時は-で、対数値で入れます。 no service はサポートされていない元素。				MODEL.DAT の一部。2行目の 29 は深さ点の数。 光学的深さ (5000A における値)、温度 (K)、電子数密度 (log, cm <sup>-3</sup> )、マイクロ乱流速度 (km/s) の順に並び、最後の行にマイクロ乱流速度 (km/s) が来ます。			

表 2. Line\_data\_file の例

Ba II & Zr II						
4523.00	4535.00					
0.5						
960						
23.02	4522.777	22.271	0.481	9.00	-5.40	-7.56
90.01	4522.784	3.069	-0.084	0.00	0.00	0.00
22.00	4522.796	0.818	-0.390	8.08	-5.45	-7.84
60.01	4522.822	0.742	-1.080	0.00	0.00	0.00
28.00	4522.833	2.740	-4.438	8.12	-5.95	-7.82
64.01	4522.836	1.425	-0.180	0.00	0.00	0.00
2 行目は計算したい波長の範囲。A で指定。						
3 行目は周辺減光効果を指定するパラメータ。でも、今回は周辺減光を考慮していません。						
4 行目は入力したい線の数。一応切りたい数を指定できるようにしたもの。大きな数字を入れた場合、全線データを読み込みますが、今回は最大 999 本で打ち切りです。						
以下、各行は、原子番号、イオン番号 (0: 中性、1: 1 階電離)、波長 (A)、励起ポテンシャル (eV)、log gf、放射ダンピング係数、Quadratic Stark damping parameter 係数 c4、van der Waals damping 係数 c6、コメント、です。						

#### 4. 実行法

実行ファイルと入力用ファイルを同じフォルダーに入れ、実行ファイル `synmac4.exe` をクリックすれば走り出します。

中間ファイル `SYNOPA.DAT` がフォルダー上に作られますが、計算終了とともに消去されます。これは各深さ点での吸収係数を一時的に収納しておくファイルで、これが典型的な古い時代の名残りです。

最終的に3つの出力ファイルが得られます。`SYNROT.DAT` が最終的な合成スペクトルで、表3のように値が並んでいますから、適当なグラフ表示ソフトで見てください。

表3. `SYNROT.DAT` の例

4535.0000	4523.0000	1201
4523.000	97.925	
4523.010	96.840	
4523.020	95.320	
4523.030	93.393	
4523.040	91.217	
4523.050	89.090	
4523.060	87.396	
4523.070	86.498	
4523.080	86.613	
4523.090	87.724	
4523.100	89.589	

波長、強度の順で、強度は100に規格化されています

#### 5. 計算例

ここに収めたファイルで得られた合成スペクトルの結果を紹介しておきます。太陽の場合に計算し、観測された太陽スペクトルと比較してみました。

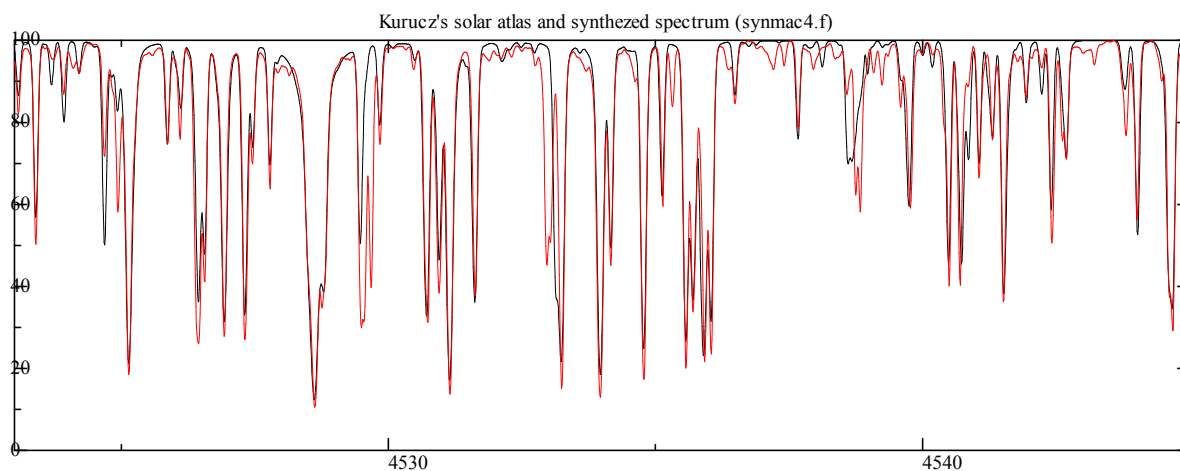


図1. 4523A-4545A の範囲。黒線は合成スペクトル、赤線は観測で得られた太陽スペクトル

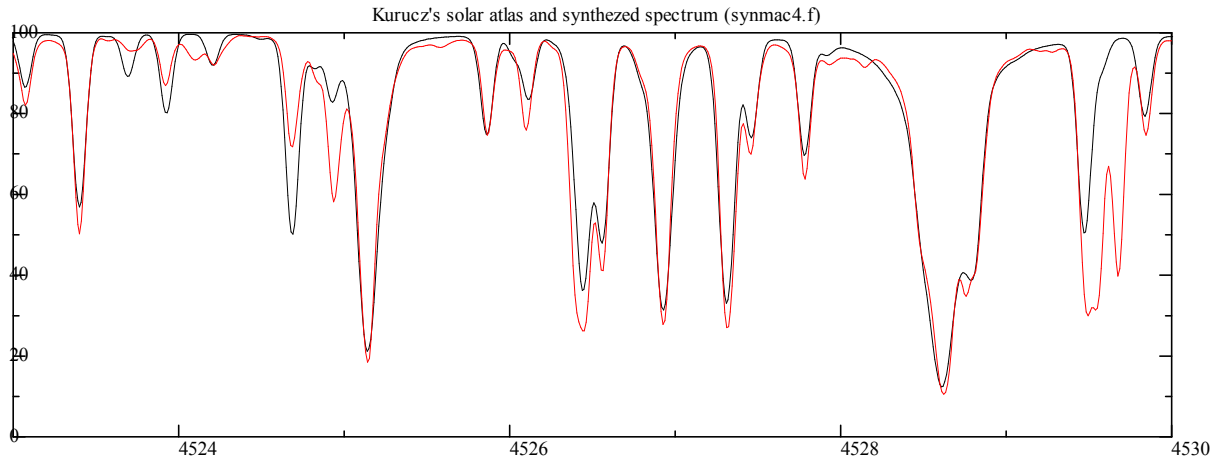


図 2. 4523A-4530A の範囲

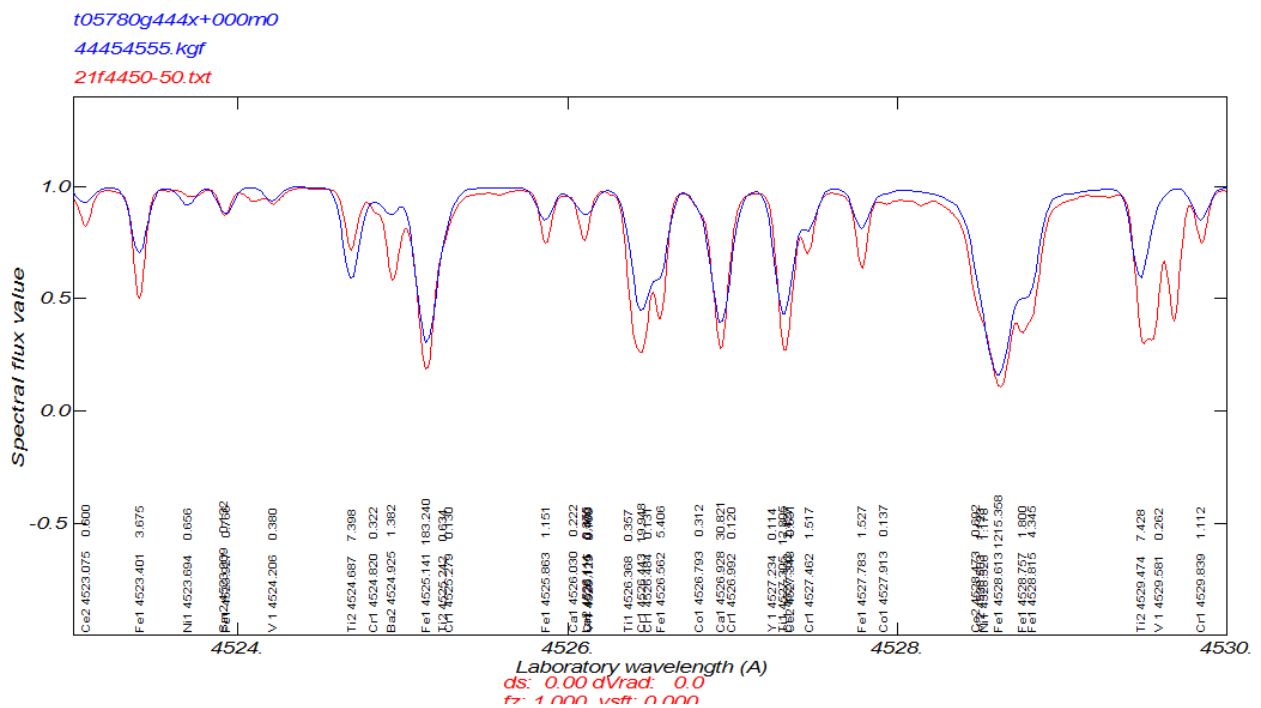


図 3. sshow で得られた合成スペクトル。Kurucz の太陽大気モデルを用いています

図 3 は図 2 と同じ領域を竹田さんの sshow で得られたスペクトルです。sshow は Kurucz の synthe というプログラムをベースにしていますから、これは synthe が与える結果ということですが、図 2 は良く合っていると云えるでしょう。

## 6. プログラムの内容

スペクトル線の強度を予想するプログラム WID99 の説明書を一緒にしていますので、それをご覧ください。吸収源や線吸収係数の求め方などは同じルーチンを用いています。

## 7. 配布ファイル

ソースファイル synmac4.f

実行ファイル synmac4.exe

大気モデルサンプル MODEL.DAT

元素量の調整用ファイルサンプル ELMNT.txt

スペクトル線データサンプル BA.DAT

この説明文書 synmac4.readme.pdf

をまとめてアーカイブしていますので、適当な解凍ソフトを用いて解凍してください。

エラーがたくさん残っていると思います。お知らせいただければ幸いです。

---

2013. 10. 30.

**synmac4** — 恒星スペクトル合成プログラム

制作：加藤 賢一（岡山理科大学，岡山市北区理大町1-1）

[kato@big.ous.ac.jp](mailto:kato@big.ous.ac.jp)

[kato@sci-museum.jp](mailto:kato@sci-museum.jp)

---