

スペクトルデータの SN 比を求める

これまで雑音成分を適当に見てスペクトルの質を判断していたが、もう少し厳密に求める。

1. サンプル・スペクトル

HD22374、ELODIE スペクトル、波長域 5495.05-5541.00、920 点。

0.05A 毎に補間済み ELODIE の公称 SN 比は図 1 のとおりで、65.5。

$SN = 65.5 / S/N\text{-per-pixel of original spectrum at } 550 \text{ nm}$

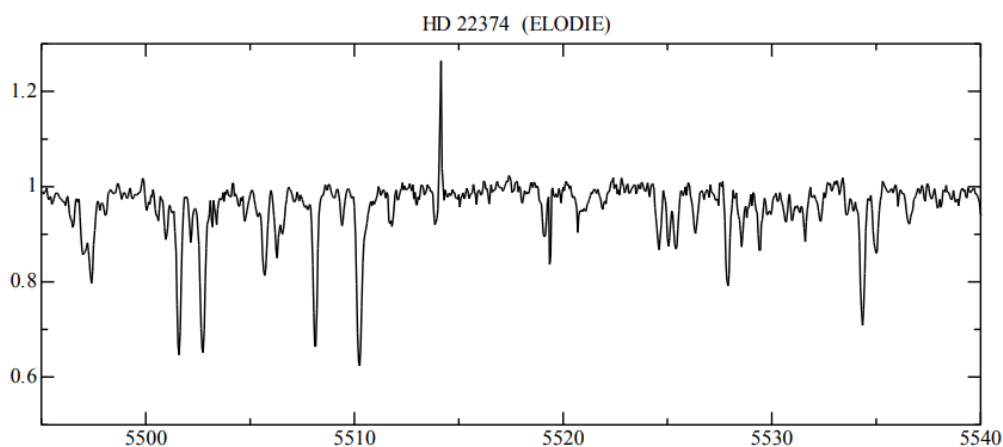


図 1. サンプル・スペクトル、ELODIE で取得された HD22374 のスペクトル

2. 移動平均=ボックス・フィルター

自らを含む前 2 点、後 2 点の移動平均を取る。幅 5 のボックスタイプ・フィルターに相当。下図、赤が 5 点移動平均。

その移動平均値と元の値の差を 2 乗し、データ数で加算し、平方根をとった値（分散）をノイズとすると 156

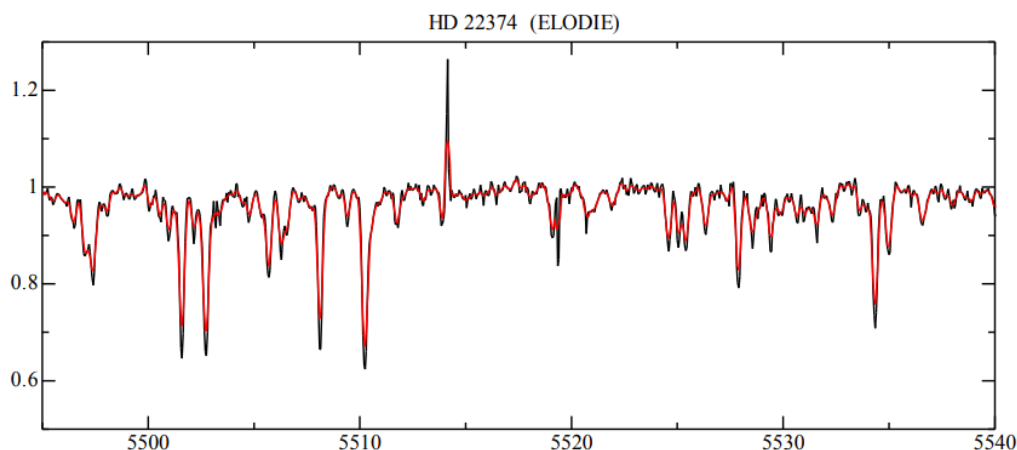


図 2. 移動平均したサンプル・スペクトル（赤）

となり、SN比は 64.0 と算出される。公称値に極めて近い。

やや不本意な点がある。移動平均値が吸収線のコア部で生データから大きくずれるように見えることである。下図は上を拡大したもののだが、値が急激に変化するコア部を雑音と見なしてしまっているようである。

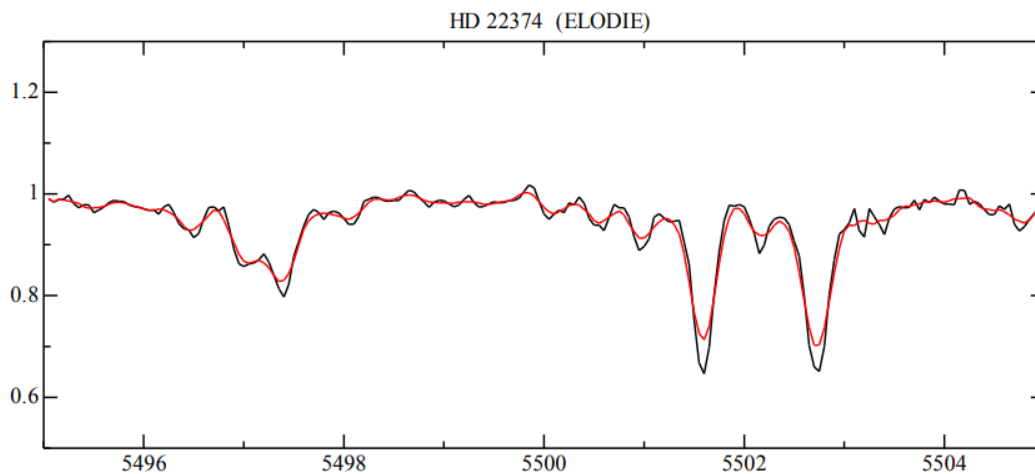


図 3. 強い吸収線のコアは移動平均では再現できず、ノイズとみなされる (赤)

3. フーリエ変換による高周波成分のカット

スペクトルデータのノイズと見なされる振動成分は、吸収線に比べると、振動頻度の多い高周波的成分と考えられるから、データをフーリエ成分に分解し、高周波成分を除去してから再構成 (逆変換) すればノイズの除去されたスペクトルになると考えて良からう。

そこで高速フーリエ変換法を用いて実行することにした。そのため、以前、作成した `period.for`, `fft80.for` というプログラムがあるので、これを動かそうと試みたが、使用マニュアルを作成していなかったため、上手く使うことができなかった。そこで、最終的に用いたのは、`visualFFT` (作者 `kaneko` さん) というフリー・プログラムであった。

図 4 で、一番上が入力データ表示、真ん中はフーリエ成分 (実数部、虚数部) の表示、最下は真ん中の表示で左部の色のついた部分のみ (低周波成分) を使用して逆変換されたデータである。

逆変換されたデータを拡大したのが図 5 である。○がそれで、端点部を除き、ほとんど移動平均に重なっている。急激に大きな変化を見せるスペクトル線のコア部は高周波成分となっていて、除去されてしまったと思われる。

このように、この方法は先の移動平均法の結果とほぼ同様と言えるだろう。特に SN 比を評価するのに適した強いスペクトル線の見えない領域ではそのように見なせるものと思う。

4. SN 比

上で 2 つの試みを行ったが、ほとんど同じ結果になった。ノイズの評価としてこれで良しとして良いのか、判断に苦しむが、ELODIE の公称値と大差ないことから、同じレベルで評価されていると考えて良いかと思われる。

そこで、一応、上の方法で評価した SN 比を採用することにする。

以上

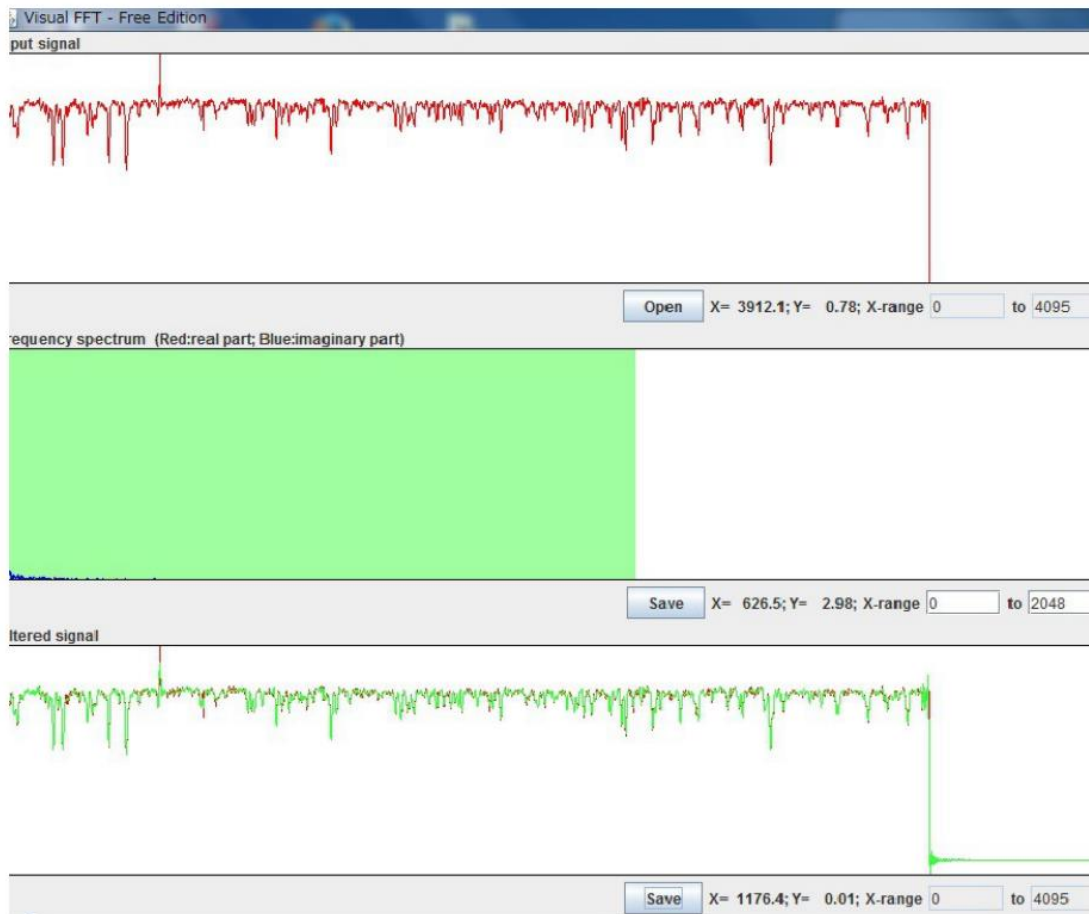


図 4. visualFFT の出力画面

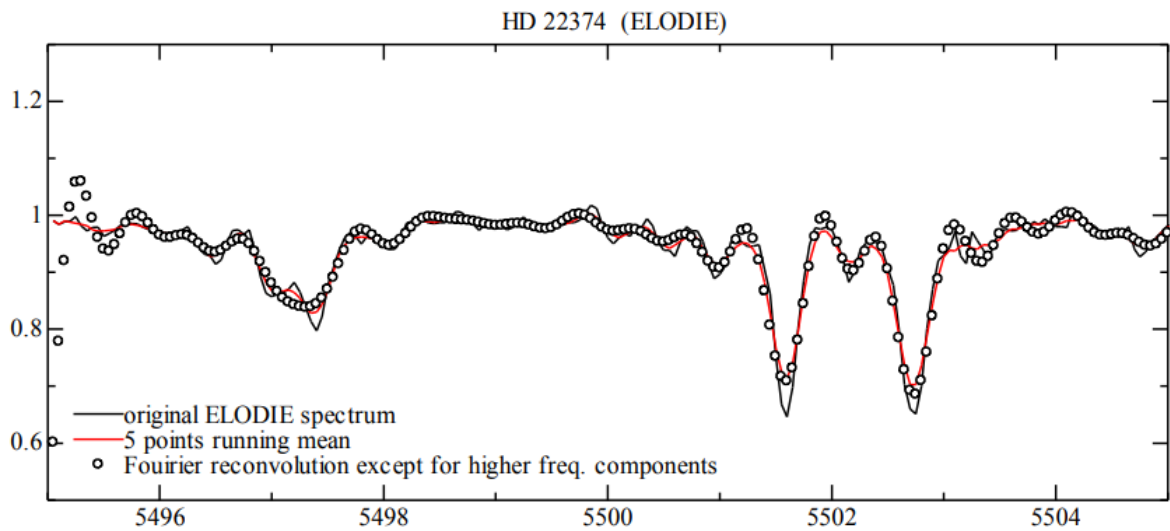


図 5. 移動平均とフーリエ法による高周波成分除去結果の比較

2022.3.3.追記

Griffin のプロキオン・スペクトル・アトラスの SN 比

Atlas of the Spectrum of Procyon (3140 - 7470 Angstrom) Griffin R.E., Griffin R. =1979

Mt. Wilson の 100-inch Hooker Telescope 付属の高分散クーデ分光器で撮影された 3 観測シーズンにわたるスペクトル・写真データ 28 枚を処理し、波長-強度図としたもので、一部の領域ではデータを重ね SN 比を上げる工夫をしている。

現在、0.05A 刻みでデジタル化されたデータが利用できることから、容易に上記の方法で SN 比が評価できるのでやってみた。目立つスペクトル線の少ない 4 領域を採用したところ、下記のような結果となった。通常、写真では SN 比は 100 程度までとされているので相当に良い結果となった。誤差論によればデータ数の平方根に応じて SN 比は上がるとされているので、2 枚重ねて 140 ほど、4 枚重ねて 200 ほどが最高とされるから、まずはこれに合致した結果と言える。また、この Atlas の元になった乾板データは SN 比は 100 程度の極めて良質のものだったことも推定される。

領域	SN 比
5350A-5360A	155
5605A-5614A	184
5820A-5850A	206
6030A-6065A	204

以下、図 6～図 9 を参照のこと。

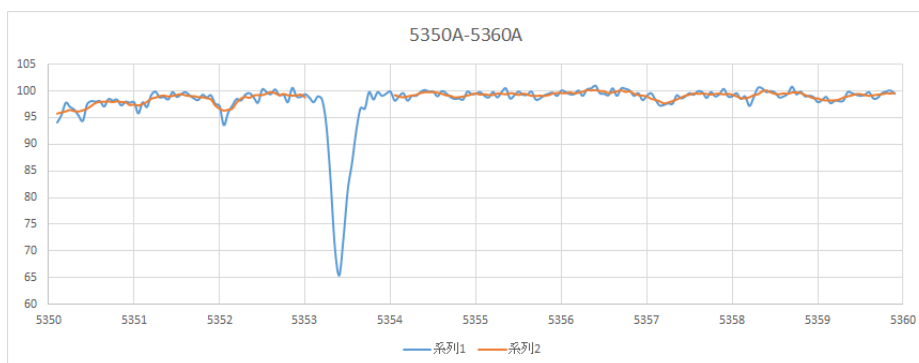


図 6. 赤線が移動平均。強いスペクトル線が除いて評価した

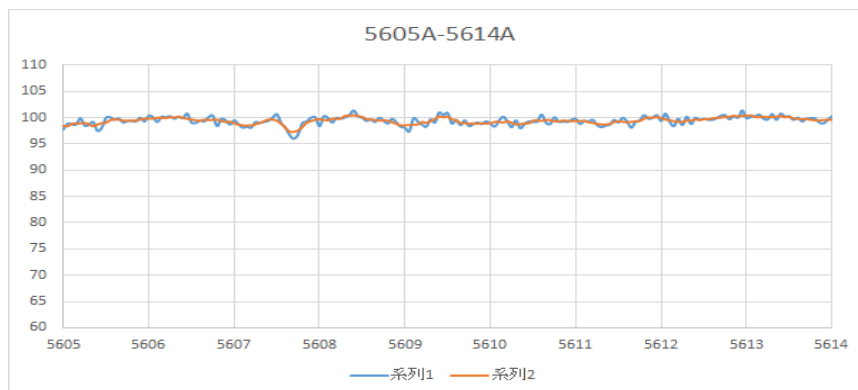


図 7.

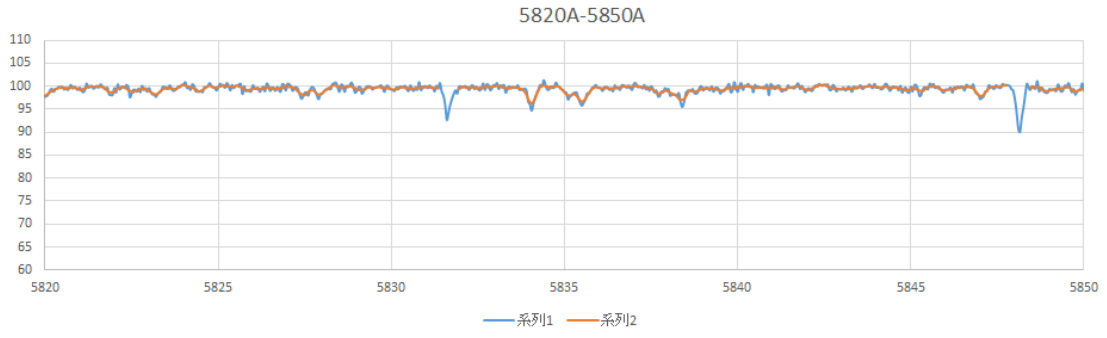


图 8 .

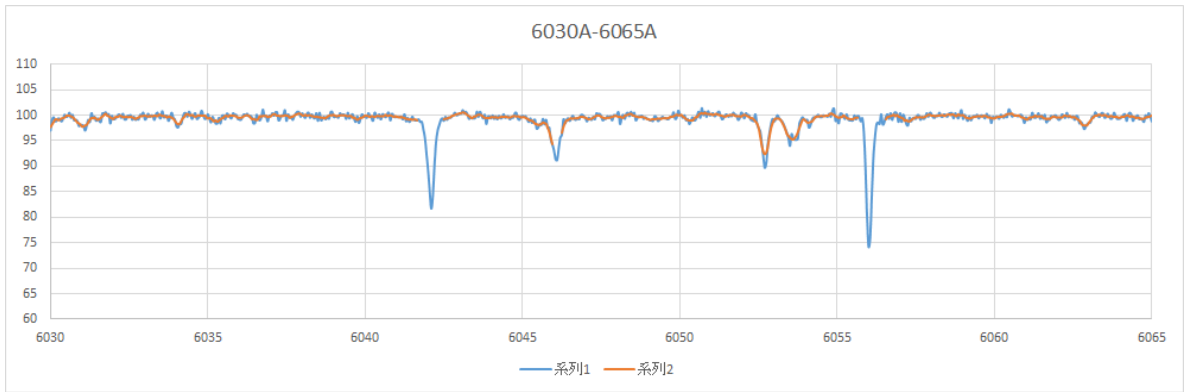


图 9 .