

# 美星 101cm 鏡による分光観測の試み

松村雅文、福岡亜紀、八木揚子 (香川大学教育学部)

## 1. はじめに

天体物理学の入門コースにおいて、恒星のスペクトル分類は一つの重要な項目である。しかし、恒星分類の実習には、最近までいろいろな困難があった。第一の困難は、分光器が一般にはすぐに使える状況ではなかったことである。地方の大学などにおいて、分光器まで使用できる環境にある例は限られていた。第二の困難は、分光器を用いて恒星のスペクトルを得たとしても、そのデータを解析するには、そのための計算機とソフトが必要とされることであった。

しかし、これらの困難は急速に解消されつつある。美星天文台や綾部市天文館などの公共天文台では、分光器が稼動している。計算機の高性能化と低価格化は、従来ならば大型計算機でしかできなかった作業を、パソコンで行うことを可能にしている。また、最近、unix がパソコンで利用できるようになり (例えば Linux)、天体画像処理用のソフトである iraf を用いて CCD のデータを解析出来るようになった。

香川大学教育学部の宇宙物理学実習では、美星天文台の分光器を用いて、明るい恒星のスペクトルを撮る観測を行った。そのデータは、大学に持ち帰り、研究室のパソコンを用いて解析した。ここでは、解析途中での問題点と解析の結果を報告する。

## 2. 観測・解析

1996 年 10 月 7～8 日の 2 夜、美星天文台に滞在し観測実習を行った。用いた装置は 101cm 望遠鏡、回折格子分光器 (分散は 166Å/mm)、ST6 (CCD カメラ) であった。天候の影響で、データが取れたのは最後の晩の明け方の約 1 時間であり、あまり多量のデータではなかったため、フロッピーで持ち帰った。

解析には、香川大学の研究室のパソコンの Linux 上の iraf を用いて行った。まず、ccdops を用いて ST6 のフォーマットから FITS 形式に変換し、更に iraf の rfits を用いて iraf の形式に変換した。次に imcombine を用いて、dark frame の平均をとり、imarith を用いて天体・比較光源・フラットフィールドから引いた。Iraf の 1 次元化のタスクは、パラメータが多く複雑なので、boxcar を用いて空間方向の平均を行い、implot を用いて表示した。比較光源 (鉄・ネオン) の波長同定を行い、天体のスペクトルの波長を推定した。

図 1～3 に結果の一部を示す。図 1(a)は、シリウス (A1Vm) のスペクトル (波長域は 4694～3284 Å) であり、図 1(b)は、Silva and Cornell (1992)によるライブラリーの A1V～A3V に対応するスペクトルである。我々の観測は、1 ピクセルあたり 3.8Å であり、Silvia and Cornell は、5 Å ごとに値を与えてあるので、ほぼ同程度の分解能になっている。図 2

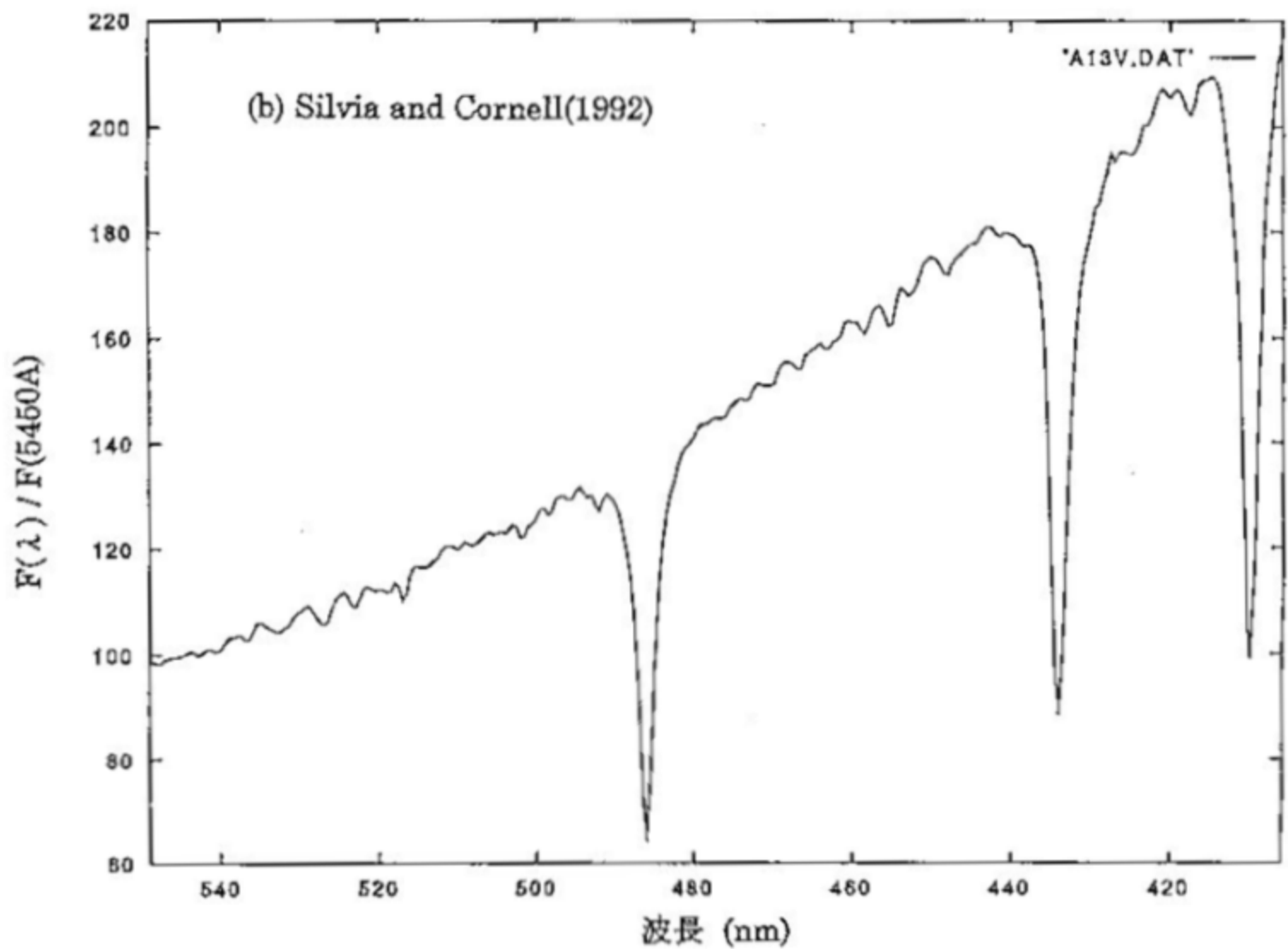
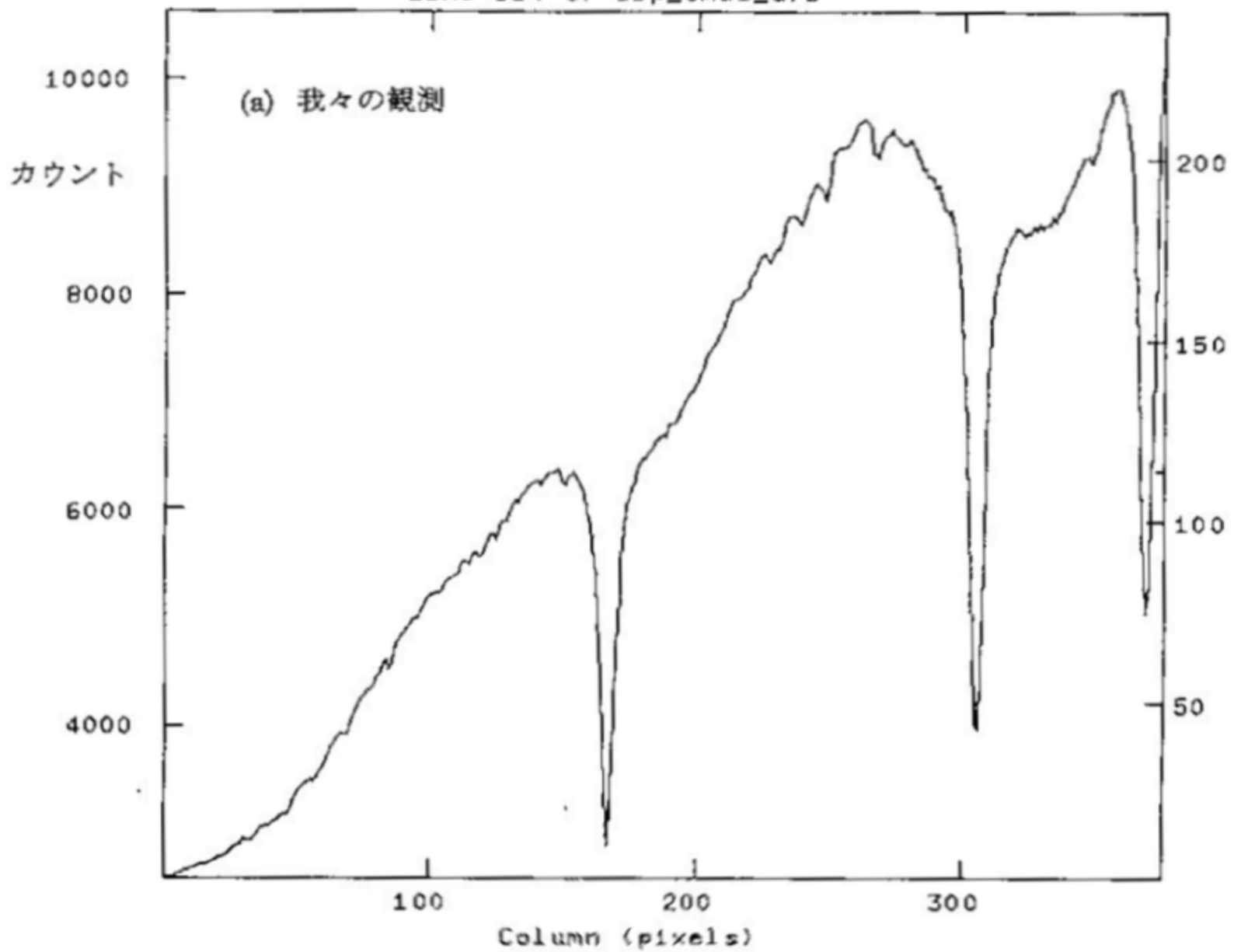


図1。シリウスのスペクトル (中心波長 4795Å)。

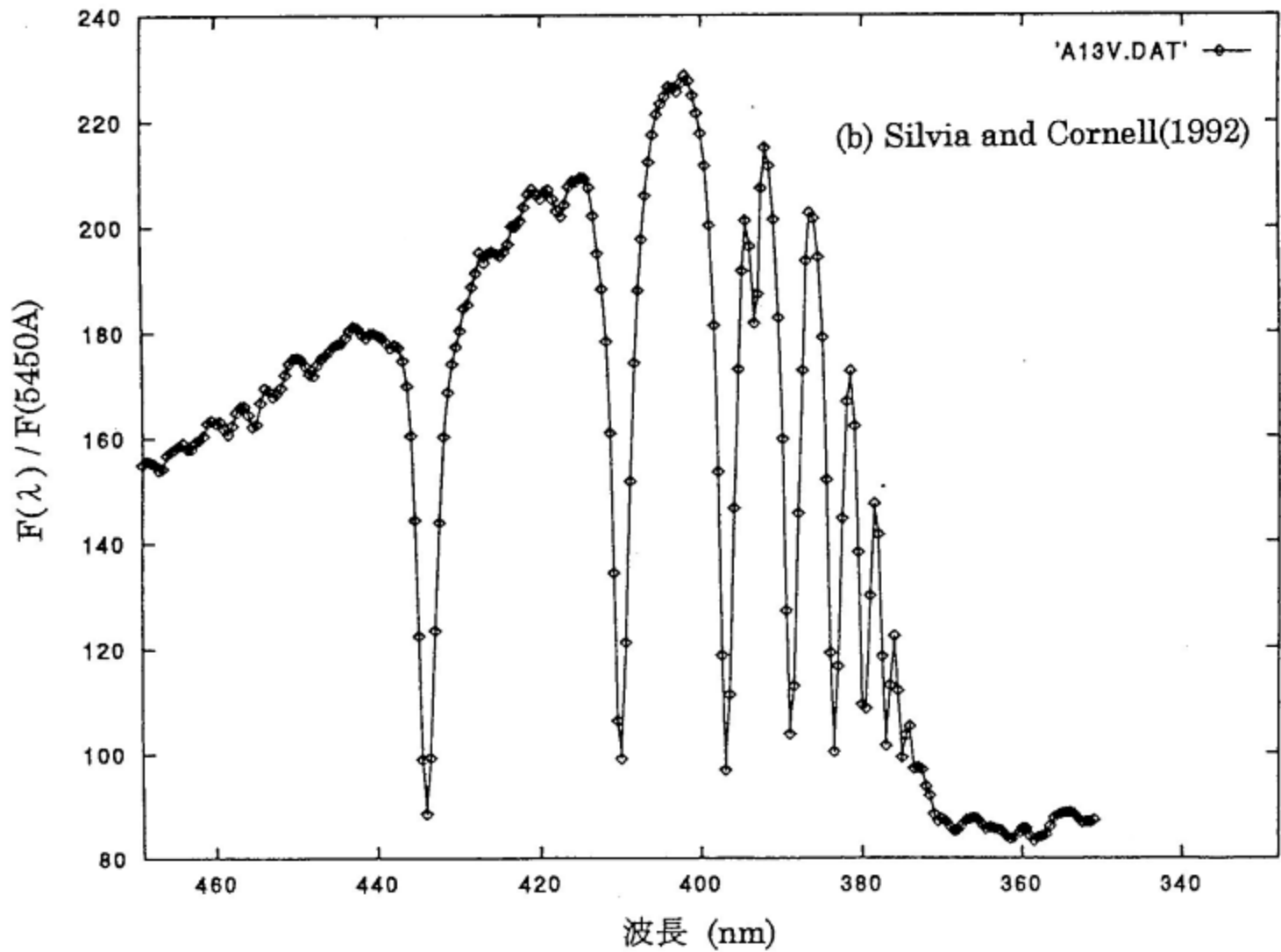
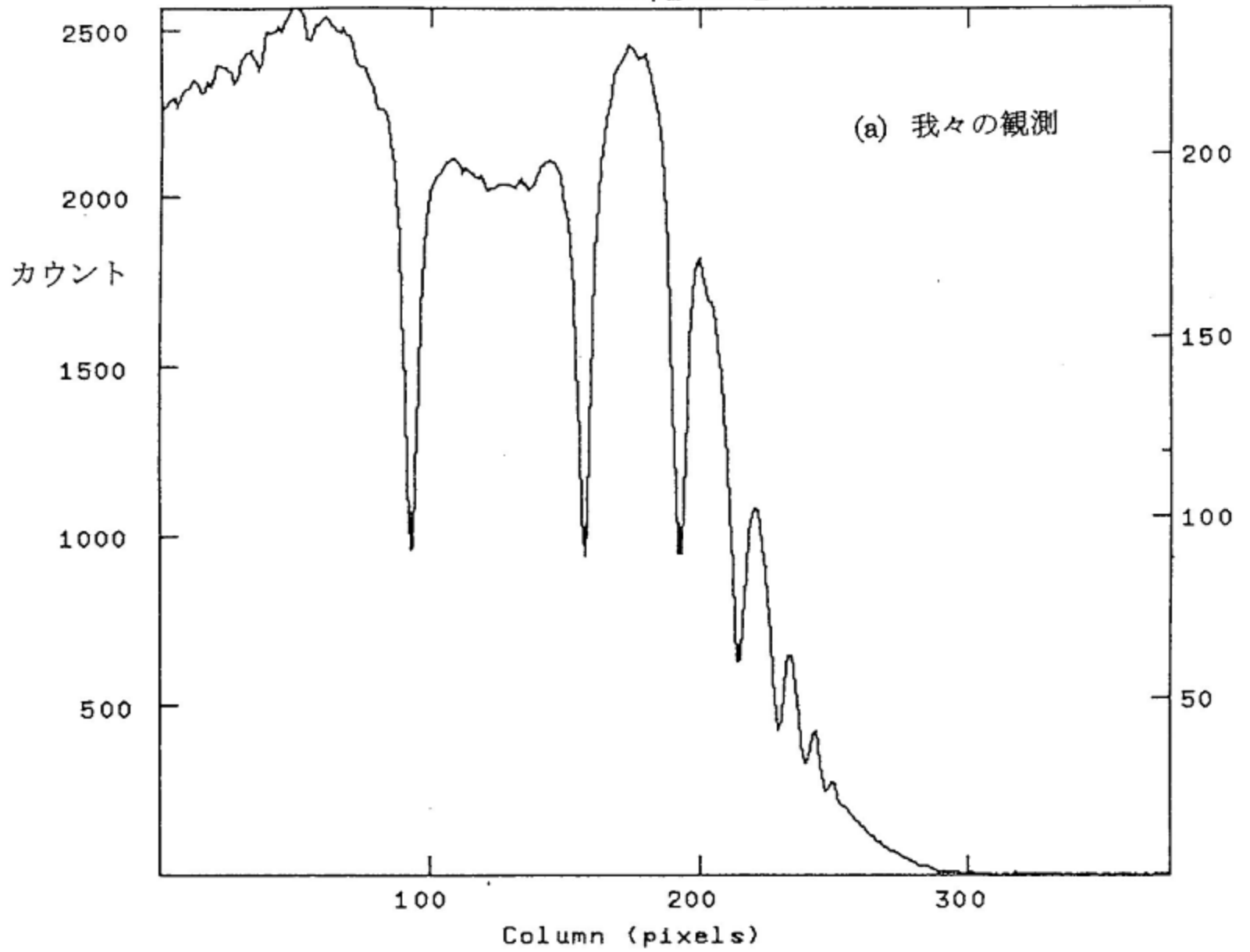


図2。図1と同じであるが、中心波長 4005A に関して。

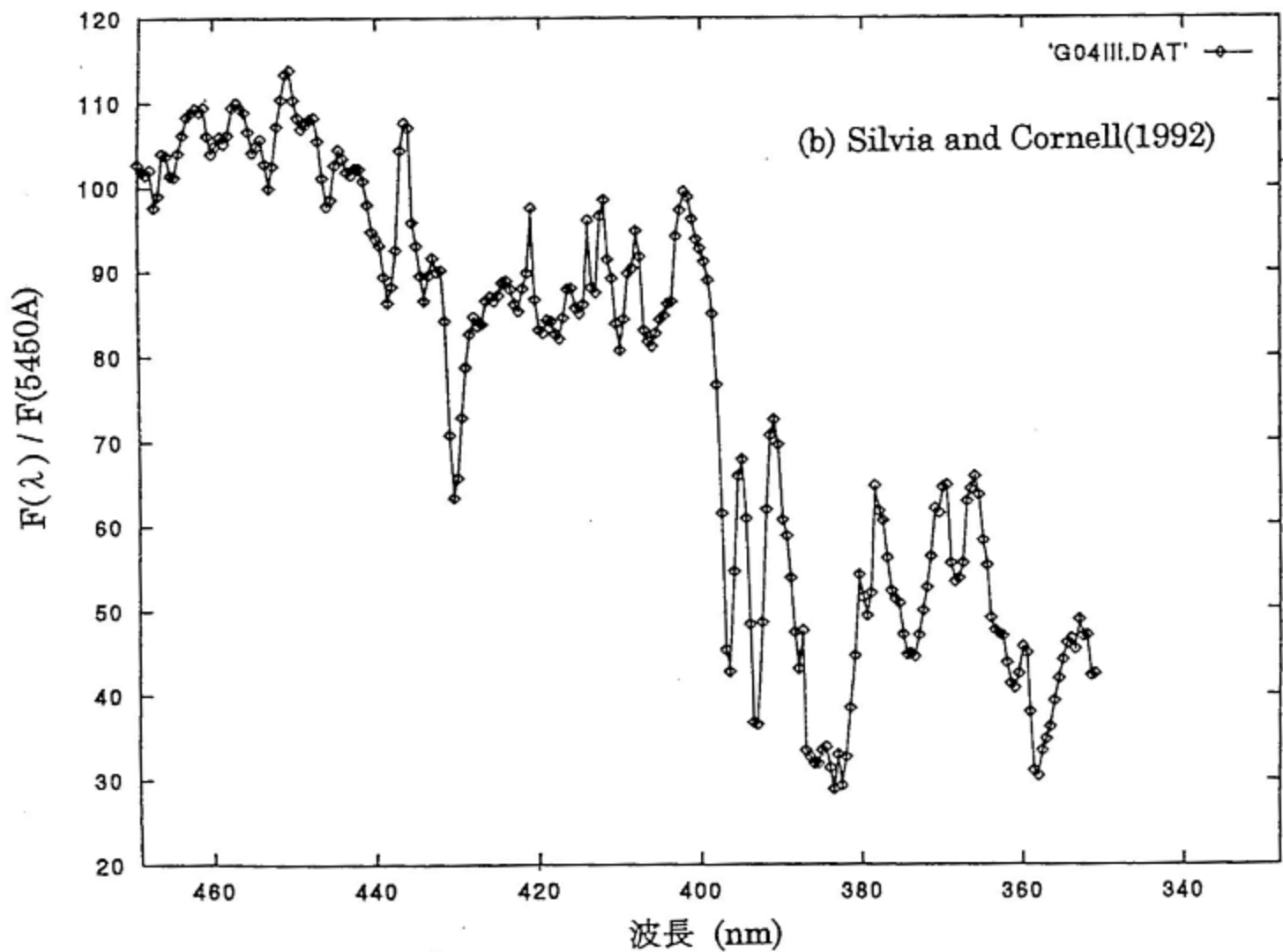
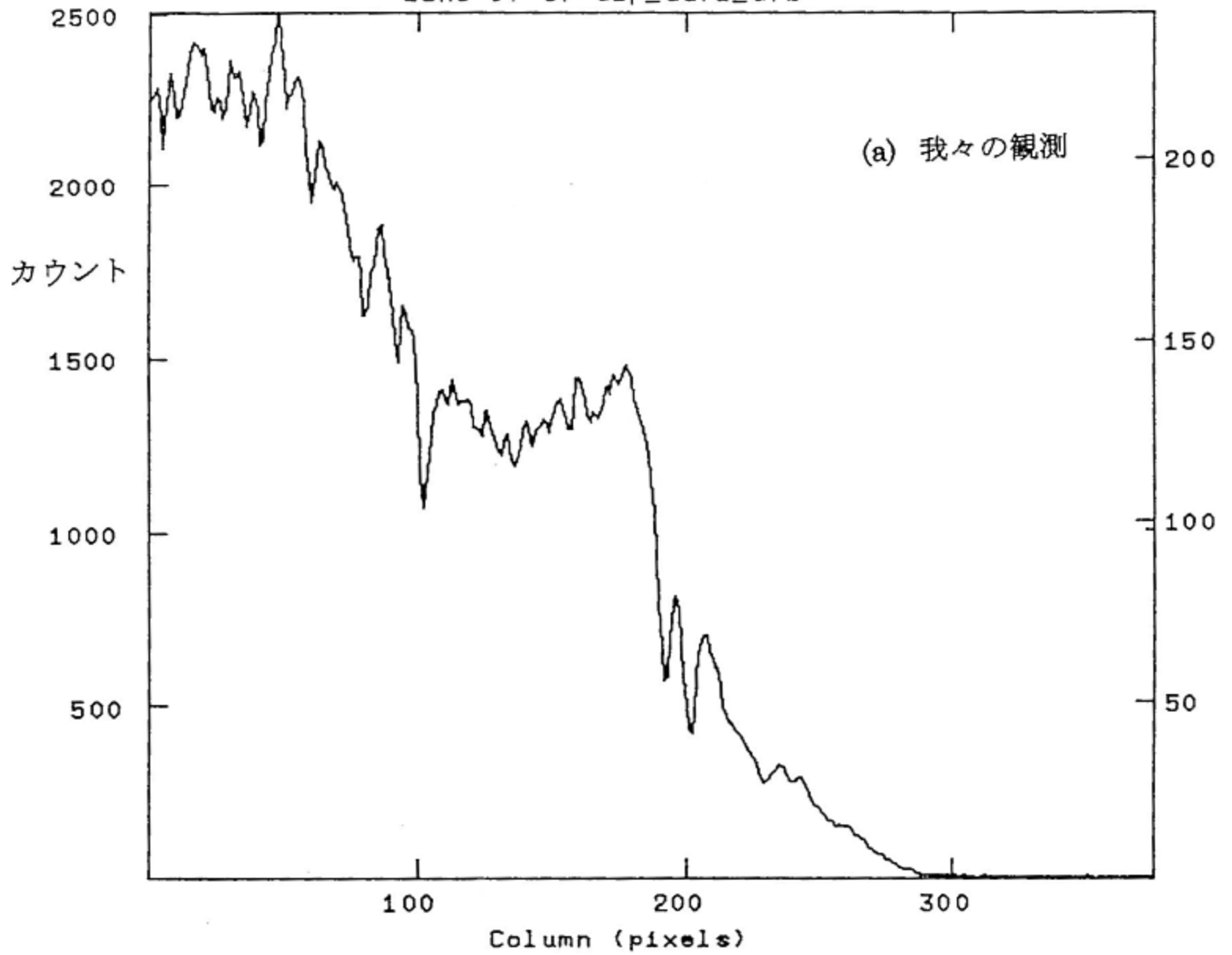


図3。図1と同じであるが、カペラに関して。

は、やはりシリウスのスペクトルであるが、波長域は 5491~4060Å である。図 1~2 より、我々の観測でも、水素のバルマー系列の吸収線がよく再現されていることがわかる。図 3(a)は、カペラ (G 3 III) のスペクトル (波長域は、図 1 と同じ) であり、図 3(b)は、Silva and Cornell (1992) の G4III のスペクトルである。金属の吸収線が見えている。これらの図から、星のタイプに特徴的なスペクトルが再現されていることがわかるが、(1)波長が 3800Å より短波長側、(2)5000Å よりも長波長側、(3)4100~4400Å の波長域において、我々の観測の値が Silva and Cornell (1992) よりも小さくなる傾向がある。これは、我々の観測では、波長感度特性の補正を行っていないからである。(1)は、CCD の感度特性、コリメータレンズの透過特性が効いている可能性が強い。ドームフラットを用いて補正しているので、(2)はドームフラットのランプの特性が効いていると考えれば説明出来そうである。(3)の 4100~4400Å で値が落ちることの原因は、よくわからない。しかし、これらの違いは、分光標準星を観測して波長感度特性を補正すればなくなるはずである。

#### 4. まとめ

美星天文台の分光器を用いて観測し、得られたデータをパソコンで解析することにより、恒星分類を学習するには充分役立つスペクトルが得られることが判った。パソコン上の iraf も、ワークステーション上の iraf と同様に機能することを確認した。指摘すべき点としては、次のようなことがある：(1)実習用とは言え、観測の時には必要なデータは取得しておかないと、最終的にはきれいな結果は得られない。(2)Iraf は、非常に優秀なソフトではあるが、設定すべきパラメータが多く初心者にとっては分かりにくい。研究を行うためには、必要なパラメータは、すべて理解することが必要とされるであろうが、教育的な観点からは、原理を理解することのための “iraf の簡便な使い方” を追求する必要があるであろう。

今回の観測・解析において、美星天文台のスタッフの方々にたいへんお世話になりました。感謝致します。

#### 文献

Silva, D.R., and Cornell, M.E., 1992. ApJS 81, 865.

### 付録1・ST6のダーク

ST6のダークのカウントの平均は、露出時間  $t$  (秒) とよい直線関係があるようである。CCDの温度が  $-35\text{C}$  のとき、カウントの平均は、 $(0.51 * t + 119.6)$  程度である。ホットピクセルと思われるものは存在するようで、 $(106 * t + 121)$  程度の値をとる。つまり、平均的なピクセルよりも、約200倍ほど時間に比例する係数が大きい。これらの 'hot pixels' が結果に影響を及ぼすことを考慮する必要がある。'Cosmic ray' は、少なくとも180秒程度の露出では、気にならない。

### 付録2・我々が遭遇した技術的な問題点

- (1) IRAFのimcombine: 数回使えた後、原因不明で使えなくなることがあった(「IRAFクックブック第2版」の太田氏の記事にも指摘してある)。太田氏の記事によると、しばらく使わないで何日かすると治るそうであるが、一回logoutして再びclを起動させて回避できた。
- (2) xvの速度: X-window上のグラフなどのハードコピーをとるとき、xvのgrab機能を用いたが、図形が取り込まれるまでの速度が、Linuxでは、Sunと比べて非常に遅い。マウスでxvの窓を前後左右に動かしてみると、grabした表示が出てくることがある。
- (3) IRAFを走らせていたパソコンのディスクの不調: パソコンには2台のハードディスクがあり、1台の方はUMSDOSでマウントして使っていたが、それが突然書き込めなくなった。このディスクはUMSDOSでマウントして使っていたので、Windows95のScan Diskを用いて修復した(このことに関して、研究会の時の大島修氏、山本道成氏の助言に感謝します)。

### 付録3・鉄ネオン光源の波長同定

図A1に、鉄ネオン光源の波長同定をしたときの図を参考のために示す。実は、たくさん線が見えていたので、同定に至るまで結構悩んだ。特に、波長の中心が4795Åの場合(下図)に関しては、シリウスのH $\beta$ 線の位置から、逆に標準光源の線の位置を推定し、同定を行った。

