

# 投稿

## あなたの望遠鏡が分光器付きに!!

### ～ 小型分光器 LHIRES Lite 接続アダプタの製作～

竹内彰継、山脇貴士（米子工業高等専門学校）

#### 1. はじめに

LHIRES Liteとはフランスの Shelyak Instruments社が製造・販売している安価な太陽スペクトル観察用小型分光器である[1]。

これは、太陽スペクトルを眼視で観察するだけの単純な分光器であるが、格子定数2400本/mmの回折格子を使用しており、NaD線で15.5 /mmという比較的高い波長分解能を実現している。したがって、もしこの分光器が望遠鏡にとりつけられれば、手持ちの望遠鏡でも分光観測が可能となる。

そこで、株式会社ピクセンのフリップミラーを改造して、LHIRES Liteを市販の天体望遠鏡に接続するアダプタを製作した。このとき、天体の導入を容易にするため、スリットビューアも設けた。

本稿では、アダプタ製作のためのフリップミラーの改造仕方について、またテスト観測の結果について報告する。

#### 2. LHIRES Lite とは？

LHIRES Lite とはフランスの Shelyak Instruments 社が製造・販売している小型で安価なリットロー型分光器（Littrow **HIgh RE**solution **S**pectrograph の略）のことである。

これは単に太陽スペクトルを眺めるだけの分光器であり（図1）、その構造はいたって単純で、スリット付近にあるノーモンの影をなくし、スリット面に垂直に太陽光を入射させ（図2）、側面の波長選択バーを動かして希望の吸収線を選択する構造になっている（図3）。



図1 小型分光器 LHIRES Lite

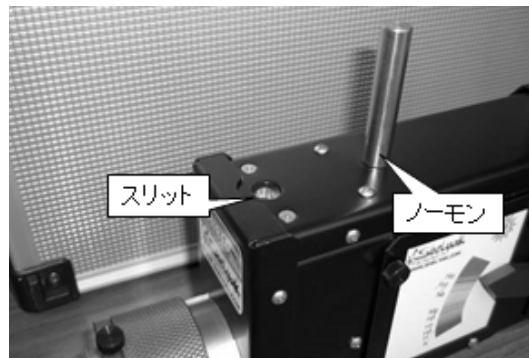


図2 LHIRES のスリット入射部分  
右側のノーモンの影をなくし、左側のスリットに垂直に太陽光を入射させる。

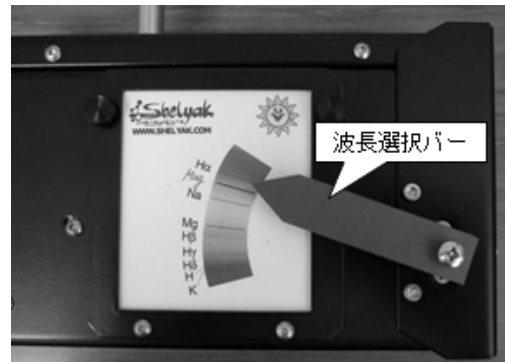


図3 LHIRES Lite の波長選択部分

LHIRES Lite は、このように単純な構造をしているが格子定数 2400 本/mm の回折格子を使用しており、NaD 線で 15.5 /mm という比較的高い波長分解能を実現している。これを、ピクセン株式会社の CCD カメラ BJ40L で撮像した場合に置き換えると 0.129 /ピクセルとなり（速度分解能に換算して 6.6 km/s/ピクセル!!）天文学の研究に十分耐える性能を有していることがわかる。

そこで、ピクセンのフリップミラーを改造してこの分光器を市販の天体望遠鏡に接続するアダプタを製作した。

### 3. 望遠鏡への接続

図 4 に今回製作したアダプタで LHIRES Lite を望遠鏡に接続した写真を示す。本アダプタにはペンタックスのカメラレンズを利用したスリットビューワが設けてあり、天体の導入が容易になるように工夫してある。

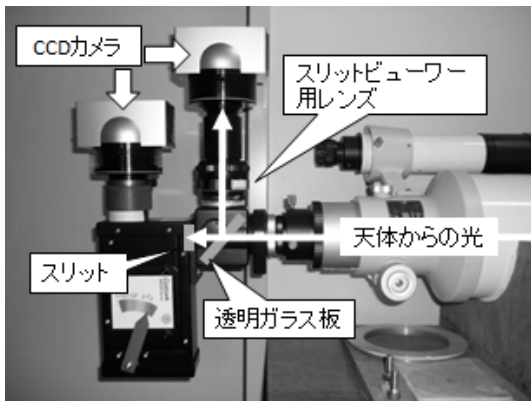


図 4 フリップミラーを改造したアダプタで LHIRES Lite を望遠鏡に接続した様子

図 5 のように、ピクセンのフリップミラーは光路切りかえ板にミラーが取り付けられており、板の角度を変えることにより光路を切りかえる構造になっている。そこで、光路切りかえ板に穴をあけ、ミラーのかわりに、同じサイズの透明ガラス板を接着した。

すると、望遠鏡から入射した天体の光はガ

ラス板を透過し LHIRES Lite のスリット上に結像する。一方、スリット面は鏡のようになっているため(図 6)結像した光は反射し、再びガラス板を透過する。このとき、光の一部がガラス板で反射して光路が 90° 曲がり、スリットビューワのレンズに入射する。そして、CCD 上にスリット面の像が結ばれる。



図 5 株式会社ピクセンのフリップミラーつまみの部分を回転させて、切りかえ板の角度を変える。



図 6 LHIRES Lite のスリット面（矢印）スリット面は鏡のようになっている。

このようにすると、透明ガラス板での反射率は非常に低いので、スリットビューワに入る光量は少なくなる。しかし、本分光器の観測対象は、太陽、恒星、惑星といった明るい天体ばかりなので実害はない。

以下ピクセンのフリップミラーの改造について少々詳しく説明する。

### 3.1 ビクセンのフリップミラーの改造

前述のように、フリップミラーの光路切りかえ板上のミラーをとりはずし、光路切りかえ板に穴をあけ、その上に適当な長さで切断した透明ガラス板（顕微鏡のスライドガラスを流用）を接着した（図7）。これによって、スリット面で反射した光の一部をスリットビューワに導くことができる。



図7 フリップミラーの光路切りかえ板に穴をあけ、その上に透明ガラス板を接着した

### 3.2 フリップミラーと分光器の接続

続いて、フリップミラーの2インチ取付口（図5の左側）をはずし、図8のように分光器との接続板を取付けた。これはアルミ板を加工して製作したもので、中央に分光器のスリット面と同じサイズの穴が開いており、分光器に光が入射できるようになっている。なお、フリップミラーと分光器は、分光器のノーモンのねじ穴を利用して接続する（図9）。

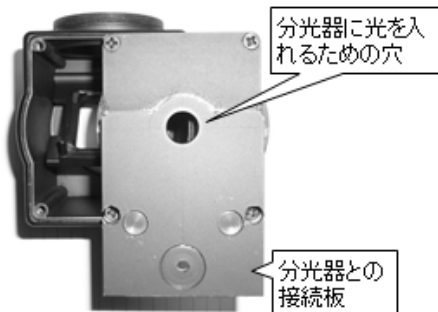


図8 フリップミラーに分光器との接続板を取付ける

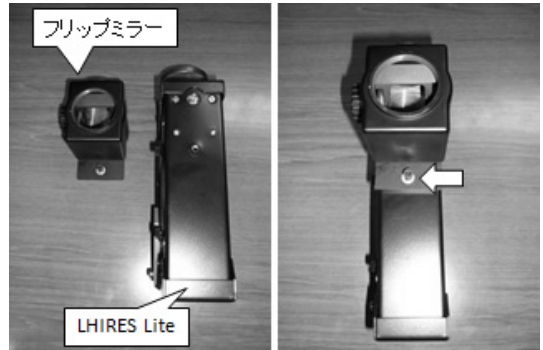


図9 フリップミラーと分光器の接続  
両者は分光器のノーモンのねじ穴（矢印）を流用して接続する。

### 3.3 スリットビューワについて

本アダプタにはペンタックスの古いカメラレンズを利用したスリットビューワを設けた。このレンズのフィルター径は49mmである。一方、ビクセンのフリップミラーには接眼方向に42mmのネジが切ってある。そこで、42mmの雌ネジ、49mmの雄ネジのアダプタリングを自作し、フリップミラーとレンズを接続した。こうすると、レンズとアダプタリングの間にフィルターを挟み減光できる。

また、ペンタックスの古いカメラレンズは42mmのスクリーマウントとなっているため、ピッチは多少異なるが、もともたについている31.7mm接眼アダプタをねじ込んで使用することができる（図10）。



図10 スリットビューワ

なお、この接眼アダプタにビットランの CCD カメラ BJ40L を取付けると、カメラレンズの合焦範囲内でピントを合わせることができる。

#### 4. テスト観測

##### 4.1 H 線や Ca HK 線のスペクトル

まず、太陽の H $\alpha$  線などの強い吸収線のスペクトルを撮像した。図 11 に H $\alpha$  線、図 12 に Ca HK 線のスペクトルを示す。両者とも非常にシャープであり、特に HK 線では線中心にプラージュによる輝線まで見えており、LHIRES Lite の波長分解能の高さがうかがえる。

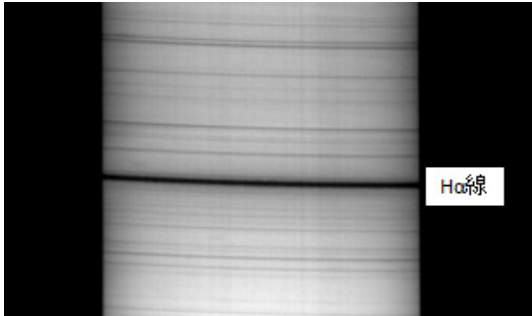


図 11 太陽の H 線のスペクトル

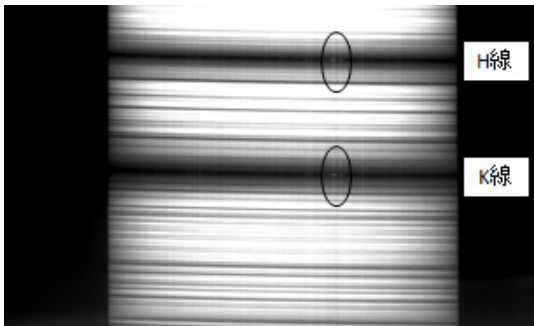


図 12 太陽の HK 線のスペクトル  
プラージュによる輝線(丸印)まで見える。

##### 4.2 H 線のスペクトロヘリオグラム

次にスリットを赤緯方向に固定し、望遠鏡のガイドを止めて、スリットで太陽像をスキャンし、強い吸収線の底の光だけを取り出して

並べてスペクトロヘリオグラムを作成した。

図 13 に H $\alpha$  線のスペクトロヘリオグラムを、図 14 にソーラーспекトラム社の H $\alpha$  フィルター(半値幅 0.3 )で同時刻に撮像した単色画像を示す。両者の画質はほぼ同等であり、LHIRES Lite で波長純度が十分高い単色画像が得られることがわかった。

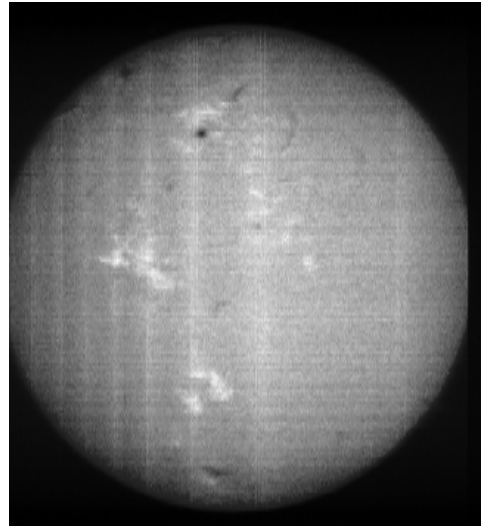


図 13 H 線のスペクトロヘリオグラム

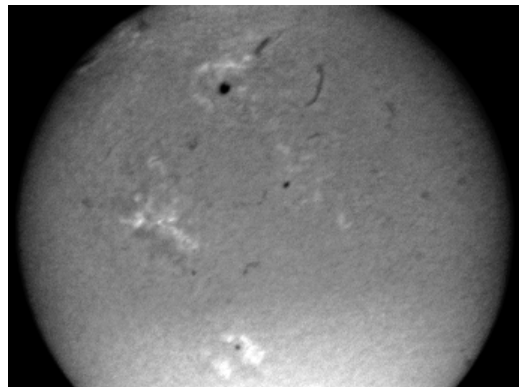


図 14 H フィルターによる H 線単色画像。  
図 13 のスペクトロヘリオグラムが同等画質であることがわかる。

##### 4.3 土星の速度の測定

最後に、土星のスペクトル撮像を行った。スリットビューワーの有用性により、問題無く

土星をスリット上に導くことができた。また、スペクトル撮像に 20 分かかったが、土星がスリットからずれないように半自動ガイドすることもできた。

図 15 に土星の自転軸と垂直にスリットをあてた場合の速度分布を示す。土星本体部分では自転のため速度変化は直線的となるが、輪の部分ではケプラーの法則により中心に近いほど速く回転しているの、本体部分とは傾きが逆になる。

図 16 に今回撮像した土星の H $\alpha$  線スペクトルを示す。H $\alpha$  線の形が図 15 のようになっており、土星の自転や環の回転が検出できていることがわかる。そこで、H $\alpha$  線のすぐ横の H $_2$ O の吸収線(波長 6564.2 nm、地球大気由来のため、土星の自転による吸収線の移動は生じない)を利用して、ドップラー効果から土星の自転速度を求めたところ 10 km/s となり、真値に近い値が得られた。

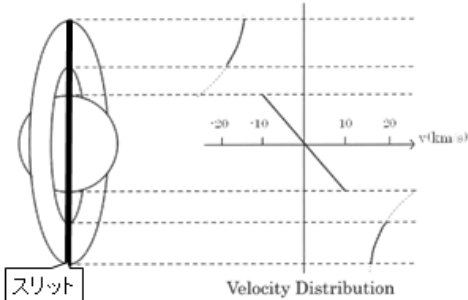


図 15 土星の自転軸と垂直にスリットをあてた場合の速度分布

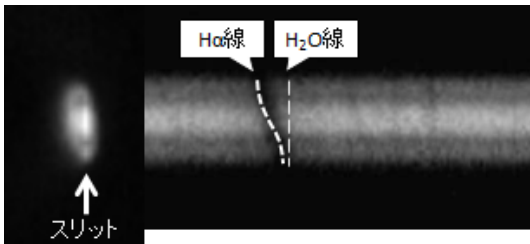


図 16 土星の H $\alpha$  線付近のスペクトル  
図 15 のような形状になっている。

## 5. おわりに

本アダプタを利用すると LHIRES Lite があらゆる望遠鏡に接続可能となる。この分光器は比較的安価なので、地方大学での天体観測実習や公共天文台での天体観測会に分光観測を採り入れることができるようになる。また、ハイエンドアマチュアに分光観測への道を開く道具にもなると期待される。

## 文 献

- [1] Shelyak Instruments (2009) ‘Lhires<sup>Lite</sup> Spectrometer User Guide’