

MOIRCS 用 VPH グリズム(R~3000)の性能評価 (1)

2008年8月15日 市川 隆

8月29日 改訂

MOIRCS 用に開発した VPH グリズム(市山光太郎修士論文)を MOIRCS に搭載して、性能評価を行った。VPH グリズムは J バンド用(VPH-J)と H バンド用(VPH-H)で、100K での天文観測の応用としては世界初の試みである。実験の結果、分解能は J と H バンドでそれぞれ、 $R=3049$ 、 $R=2936$ であった。回折効率はブレイズ波長で約 75%である。

1. 冷却実験

冷却実験は東北大学の実験室で TONIC2 デュワーを用いて行った。VPH は 2 枚の BK7 ガラス材に樹脂を挟み込む形で作られており、その両側に 2 枚の ZnSe プリズムが接着されている。また ZnSe 表面には片面反射率 0.5%以下のコーティングがなされている。BK7 と ZnSe の熱膨張率の差は小さく、冷却による剥離はないものと予想されるが、コーティングの剥離も考慮して、冷却は慎重に行った。すべての VPH グリズム(合計 4 個)を、250K、200K、150K、100K の温度まで順に、各 1 回、合計 4 回の冷却をおこない、ストレスを徐々に解放するよう注意を払った。なお、冷却、昇温率は 1 時間当たり 5°Cの割合で行い、急激なストレスをかけないように配慮した。1 個についてはグリズムホルダーに入れて冷却実験を行い、ホルダーの安全性を確認した。100K での冷却実験の結果、コーティングも剥離することなく、何も異常がないことを確認した。

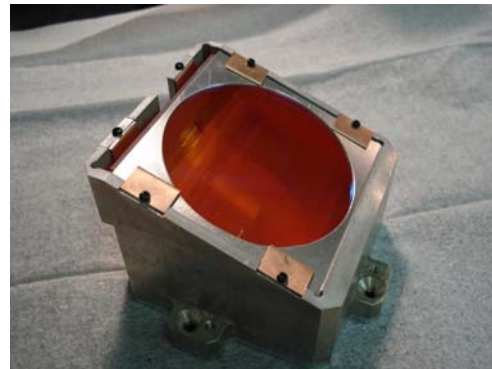
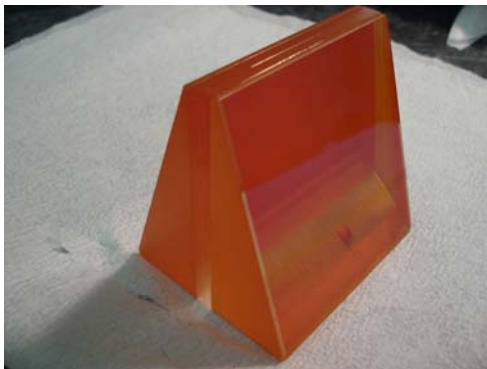


図 MOIRCS 用 VPH グリズム

2. 分解能

VPH グリズムをすばる望遠鏡に取り付けて、Th-Ar 光源を用いて分解能を調べた。用いたスペクトルデータは田中氏によって 8 月 11 日に得られたものである。0.3"スリット像(検出器面で 2.56 pixel)は視野の端から端まで半値幅で、約 2.5 ピクセルに収まっているので 0.5"スリットでの分解能はスリット幅で決まっていることを確認した。図 1 は 0.3"スリットで得た各 VPH グリズムのスペクトルである。このスペクトルから Ar ラインを同定して、

ピクセル位置と波長の関係を求めた(図 3)。この図から

図 2 Th-Ar スペクトル

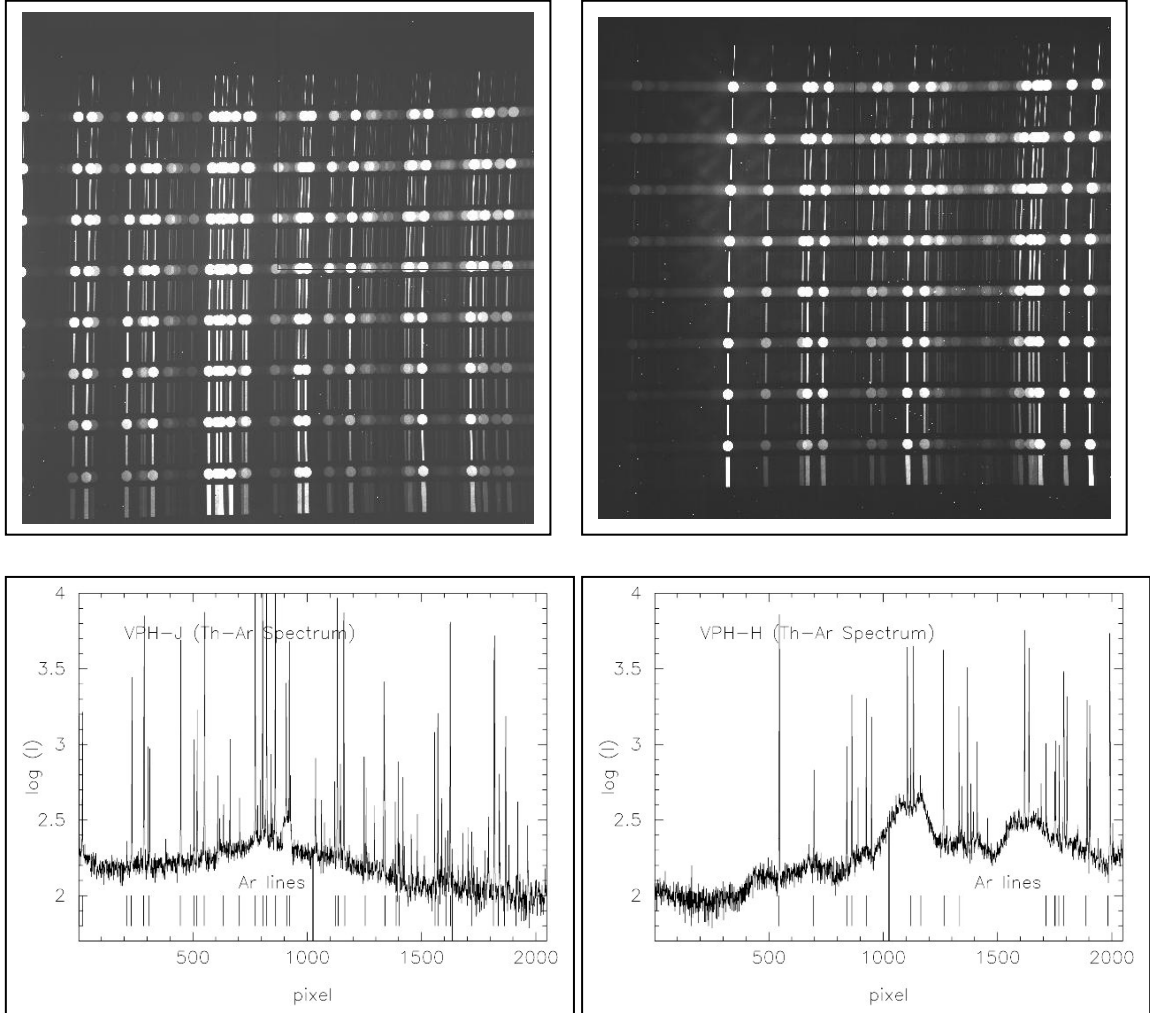
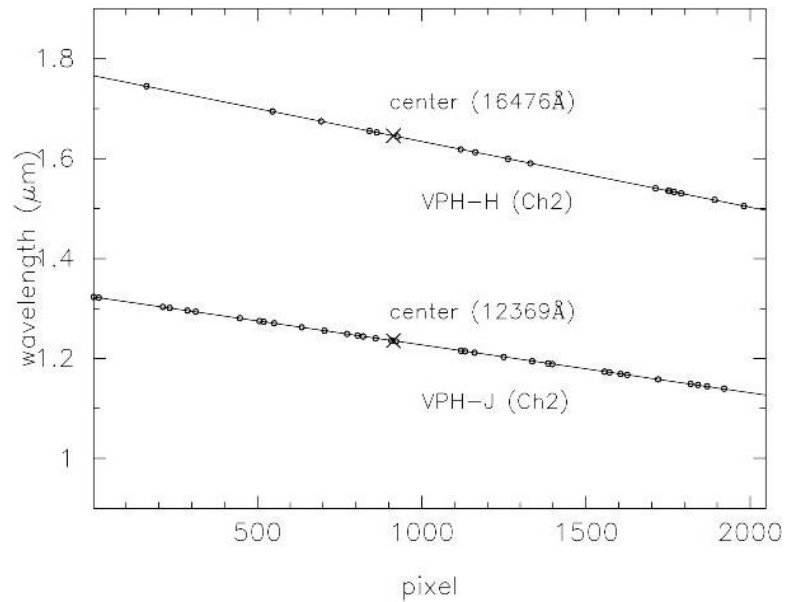


図 3 ピクセルと波長の関係



$$\text{VPH-J} \quad \lambda = -0.960x + 13233.5$$

$$\text{VPH-H} \quad \lambda = -1.316x + 17559.6$$

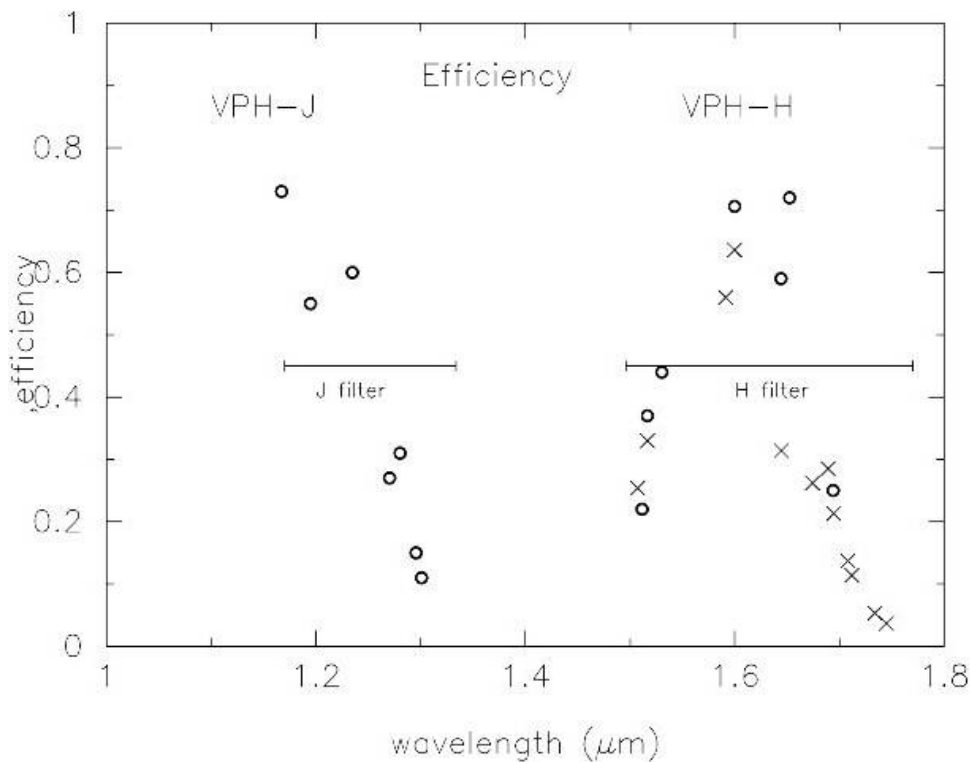
(単位 λ Å、 x pixel)

VPH-Jは0.960Å/pixel、分解能は0.5”スリット(検出器面で4.27pixel) 1.25 μm でR=3049、VPH-Hは1.316Å/pixel、1.65 μm でR=2936である。設計値R=2790より少し分解能が高いがその原因は不明である。

3. 回折効率

次に回折効率を調べた。設計では、ブレイズ波長(Jは1.255 μm 、Hは1.635)ではJとHでピーク値でそれぞれ80%と75%である。標準光源ではないので、絶対値を求めることはできない。J又はHフィルターを用い、zJ500グリズムを同条件で撮像して、そのスペクトルの強さからzJ500と相対的な透過率を求め、zJ500のメーカー提供データシートの回折効率からVPHグリズムの効率を求めた。zJ500も0.3”スリットのスペクトルは2.5pixel以内に収まっているので、スペクトルのピーク値で効率を比較した。(間接的に求めているので、特にフィルター端での精度が悪いことに注意)。

図4 グリズムの回折効率



VPH-J グリズム

回折効率のピークはほぼ仕様通りだが、このピーク波長は仕様のブレイズ波長より短波長側にずれている。VPH グリズムへの入射角が変わるとピーク波長が変わることから、グリズムが約 1 度ほど、入射角が大きい方向にずれていると思われる。グリズムホルダーにシムを挟んで、VPH の角度を調整する必要がある。

VPH-H グリズム

ブレイズ波長とピーク値はほぼ仕様通りだが、ラインが弱かったために測定精度が悪い。HK500 グリズムを用いて、再度測定する予定である。

4. 空間方向へのスペクトルのずれ

VPH-J ではスペクトルが空間方向下に約 48 pixel、VPH-H は逆方向に約 81 ピクセルずれている(図 2)。空間方向のズレに関しては VPH のレーザ干渉露光の際に 2 光束の光軸が上下に傾いていたと思われる。FOCAS の VPH グリズムにも同様の現象が見られる。

5. 今後の実験

仕様のブレイズ波長(VPH-J は $1.255 \mu\text{m}$)で最も高い回折効率を得るためには VPH の傾きを精度良く設定しなければならない。そのためには透過特性の Th-Ar 光源での実験による再確認と標準星を用いた高い精度での測定が必要である。また、望遠鏡の向きによってグリズムホルダー内でのガタがあると、効率に大きく影響を及ぼす。その影響を調べるために、Tr-Ar または OH 夜光を用いて望遠鏡を様々な方向に向けて効率の変化を調べる必要がある。

今回の実験には視野の端にある 0.3"スリットを用いた。像の歪曲が大きいので、歪曲の補正なしでスペクトルの強さを測定するのは精度が落ちる。視野の中心付近にある 0.3"スリットを用いることが望ましい。