



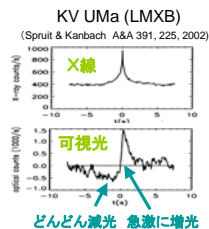
高速分光システムの開発 II

磯貝 瑞希(広島大)、嶺重 慎、野上 大作(京都大)、川端 弘治、植村 誠(広島大)、杉保 圭(京都大)、大杉 節、山下 卓也、永江 修、新井 彰、保田 知則、宮本 久嗣、上原 岳士、笹田 真人、田中 祐行、松井 理紗子、深沢 泰司、かなた望遠鏡チーム(広島大)

我々は現在かなた望遠鏡で運用している高速読み出しが可能なCCDカメラに分光器を組み合わせて高速分光を行う観測装置の開発を進めている。現在までに分散素子、筐体本体の製作を終えており、制御ソフト製作・動作試験をへて来月(2008年4月)中に試験観測を行う予定である。

1. 高速分光システムとは

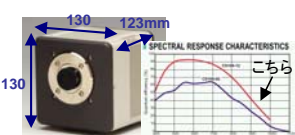
最速で **35.8 frame/sec** の連続撮像が可能な高速CCDカメラで分光観測を行うことを目的とした光学システム。目的は、ブラックホール連星、激変星での連続光SED ($R \equiv \lambda / \Delta \lambda \sim 20$) および輝線強度 ($R \sim 150$) の短時間変動 (~ 0.1 -1秒) (右図) を捉えること。製作は嶺重(京大)の科研費(19年度基盤BF高速分光システムでとらえるブラックホール粒子加速の現場)を財源とする。装置は広島大学宇宙科学センター附属東広島天文台かなた望遠鏡の第2ナスマス焦点に設置し、同じく第2ナスマス焦点を使用する観望用眼視光学系と共存。



どんだん減光 急激に増光

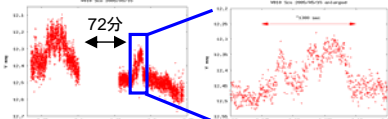
2. 高速CCDカメラとは

e2v社の電子増倍(EM)・背面照射型 frame transfer CCD (CCD87) を使って浜松ホトニクスと共同で開発されたEM-CCD カメラ(C9100-12)



ピクセル数 **512 x 512**
 ピクセルサイズ **16 μm x 16 μm**
 露光時間 **27.1 msec ~ 10 sec**
 最速frame rate **35.8 frame/sec** (No-bin, full-frame)
 限界等級 **20mag @かなた望遠鏡(1.5m)**
 (±0.2mag, 最長の10秒露光)
 → ~16mag(R=20の分光モード)

・高速カメラの観測例 (Sco X-1(LMXB)@飛騨天文台60cm望遠鏡)



300GBのHDDを積んだPCで制御。データ保管用として6TBのRAIDをLAN上に設置。飛騨天文台60cm反射望遠鏡で試験観測後、現在かなた望遠鏡で観測運用中。

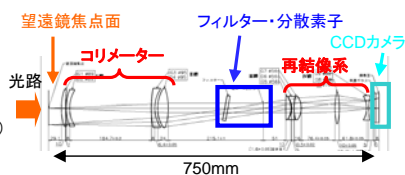
3. 製作項目

光学系は広島大で開発中の可視広視野一露出型偏光撮像装置HOWPol (詳細はV03b, V04b参照)の(予備の)レンズ群を使用

製作は

- 1: 分散素子 (2種類: R~20, R~150)
- 2: 分光器筐体
・レンズホルダ
- 3: 制御ソフト (眼視用斜鏡、マスク/スリット、フィルター、分散素子入替)
- 4: 整約ソフトの4項目

・HOWPolの光学系 (視野: 15', 縮小率: 1/1.741)



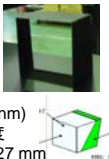
現在、2の分光器筐体の製作が終了した段階。

4. 分散素子

○超低分散素子(R~20)

2種類の異なる素材を組み合わせたプリズム(2素子プリズム)を採用。

素材 BK7 + F2
 透過率 85%以上
 直透過光 $\lambda = 600\text{nm}$
 波長分解能 $R = 70 - 10$
 ($\lambda = 400 - 800\text{nm}$)
 プリズム頂角 27.5度, 22.6度
 サイズ 36 x 36 x 24-27 mm



○低分散素子(R~150)

Newport社製透過型グレーティング 200本/mmを採用。

透過率
 直透過光 $\lambda = 550\text{nm}$
 波長分解能 $R = 155 @ H\alpha$
 観測波長域 450-680nm
 素材
 プリズム BK7, 頂角12.2度
 グレーティング 溝本数200本/mm, 溝角度10°
 プレーズ波長505nm



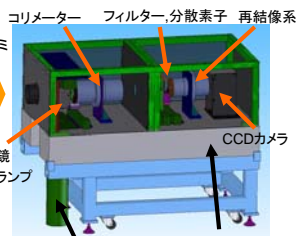
5. 筐体

分光器筐体の特徴および分光器の仕様は以下の通り。製作は西村製作所に依頼。

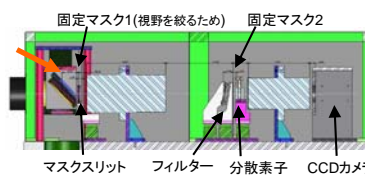
- ・全ての光学素子を光学定盤上に設置
- ・光学定盤をキャスターつきの土台で支持
- ・眼視用光学系との切替は、斜鏡の出入
- ・マスク/スリット: 3種類
丸穴: $\phi 0.9\text{mm} (=10^\circ)$
スリット2種類: 幅0.11, 0.2mm(=1.2", 2.2")
- ・フィルター:
ロングパス2種類(L38, GG495)、
広帯域(B, V, Rc)3種類
- ・波長校正: Oriel社製 Hg-Neランプ
- ・マスク/スリット、眼視用斜鏡、フィルター、分散素子の切替は、電動アクチュエータの動作によって行う
- ・オートガイドシステム:
観測天体を用いたオートガイドシステムを構築(予定)

・高速分光器 全体像

サイズ: 1100x600x864 mm



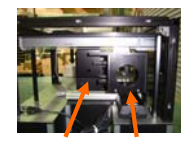
・高速分光器 横から見た図



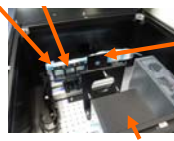
・高速分光器 撮影画像



・分光器 正面から撮影



・後部上方から撮影



・レンズホルダ (レンズ仮はめこみ後)



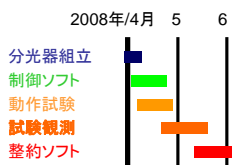
固定マスク1 眼視用斜鏡切替

固定マスク2

CCDカメラ

コレリメータ

6. 今後のスケジュール



現在: 全てのものが手元に揃ったところ
 目標: 4月中に試験観測を開始すること

7. まとめ

☆高速分光装置のスペック

・高速CCDカメラ

- ・512x512pix, 最速35.8 frame/sec(full frame, no-bin), 0.5MB/frame
- ・16 μm/1pixel → 0.31"/pixel, 視野 2.6' x 2.6' (@かなた望遠鏡)

・2種類の直透過型分光モード

- ・超低分散(R~20) スリットレス 装置透過率: 50% 限界等級~16等
- ・低分散(R~150) 0.2mm(2.2")スリット 装置透過率: 30% 限界等級~13等

・オートガイドシステム

観測天体を用いたオートガイドシステムを構築(予定)

☆4月中の試験観測が目標