2013年度岡山(光赤外)ユーザーズミーティング

2013/08/01~03



# 近赤外多天体分光カメラSWIMS用検出器HAWAII-2RG評価試験

西嶋颯哉\*、舘内謙、本原顕太郎、小西真広、高橋英則、北川祐太朗、加藤夏子(東京大学天文セン ター)、他TAOメンバー \*Email: nishijima@ioa.s.u-tokyo.ac.jp

### 1.Introduction

TAO6.5m望遠鏡は、東京大学がチ リ・チャナントール山頂に建設を予定 している赤外線望遠鏡です。私たち は、TAOの第1期近赤外観測装置とし てSWIMS(Simultaneous-color Widefield Infrared Multi-object Spectrograph)を開発中です(Fig.1)。 SWIMSの特長は、0.9-1.4µm, 1.4-2.5µmの2色を同時に撮像、多天 体分光、面分光することができる点で す。SWIMSの検出器には、Teledyne Scientific & Imaging社のHgCdTeハイ ブリッドアレイ検出器、HAWAII-2RGを 使用します(Table 1)。HAWAII-2RGの 読み出しシステムは、Fig.2のように構 成します。



## 4. Methods & Results

#### 4.1. 読み出しノイズ

Reference Pixelを用いてCDS読み出しノイズ σ<sub>CDS</sub>[e-]を算出しました。ただし、ADU-エレ クトロン変換係数α[e-/ADU]はまだ完了していないので、検出器・ASICの仕様値から 予想されるα=3.81e-/ADUを使用しました。

Out	tput = 1	Out	out = 4	Outp	out = 32
#7	19.0±0.3	#7	19.0±0.3	#7	18.7±0.8
		#15	20.9±0.3	#15	22±1
		#23	22.5±0.4	#23	22±1

 同一CHではOutput設定に 関わらずノイズー定 CH間に最大~40%のノ

2048×2048
18µm
4×4×2044
HgCdTe
2.5µm

JADE2 CardはPCへのデータ転送などを 担う。 読み出しには Teledyne 提供の 専 用ソフトウエアを使用。

Table1: HAWAII-2RGの仕様

## 2.Setup

検出器は、デュワーを液体窒素冷却することで80K程度の平衡状態に保って駆 動します。Fluxの入射は、デュワーの外部から黒体炉を見せることによって行い ます(Fig.4)。また、検出器の周りをRadiation Shieldで遮蔽してフィルターをつける ことによって波長を制限します(Fig.3)。





#31 20.2±0.4 #31 20.2±0.8

イズ差あり #22 18.3±0.8 (min)

#10 26.3±0.8 (max)

Table4: CDS読み出しノイズ[e-]の測定値

市販のUSBアイソレータによってノイズ が軽減されるかを調べました。



ノイズ軽減は有意ではあるものの、

読み出しノイズへのPCの寄与は大

検出器を変えずにASICだけを変えたと き、CDS読み出しノイズはどう変化する かを調べました。



- 同じpixelであっても、ASICを変えたとき のノイズはあまり相関しない
- 読み出しノイズへの寄与はASICが大部 分

Fig.3: デュワー内部のセットアップ 左から、検出器Radiation Shield Box(緑色 の円形の物体はPaβフィルタ(1.292µm))、 SIDECAR ASIC、JADE2 Card(常温常圧部)と 接続するフラットケーブル。

Fig.4: 黒体炉とデュワーの配置

黒体炉からの光は矢印の経路を通って デュワー内に入射する。デュワーの窓材に はガラスを使用。



#### 4.2. リニアリティ

わずか(~3%)

きくない

Ramp Samplingのデータから、検出器のリニアリティを評価しました。 x枚目のsamplingの出力カウントをy[ADU]としてx-yプロットし、次のように処理します。 (1)Full Wellは共通と仮定してカウントy[ADU]を[e-]に変換 (2)y[e-]のバイアスレベルを引いて原点揃え このとき、x軸の値には物理的な意味はなく、積分時間や入射光子数に比例する値 になります。

結果がFig.9です。また、最初の3frameでは 出力が完全に線形であると仮定し、その値 からのズレが1%を超えた点を1%点としてe-数と飽和電子数との割合をTable 5に示しま す。

	1%点	% well	
Jp The Ramp	23,900e-	35.7%	

Table5: 線形保証範囲

検出器ごとの特性の違いなどについても今後 評価をしていく予定です。

4.3. 現時点での問題点: ADU-エレクトロン変換係数(コンバージョンファクター)



Fig.9: リニアリティの測定結果

### 3.2. 多チャネルoutput

- PreAmpと16bit出力のAD変 換を最大32CHで並列に処理 することが可能
- frame内でCHは短冊状に割 り振られる(Fig.6)
- 設定により読み出し時間が 変化する(Table 2)

Outputモード	読出し時間	ch #
1 Output	42s	#7
4 Output	10.6s	#7,#15,#23,#31
32 Output	1.36s	#0 - #31
Table2: (		: Outputモード

#### Fig.6: 多チャネルoutputの描像

(左) Output=4の場合。4CHで処理される (右) Output=32の場合。32CHで処理される

#### 3.3. PreAmp Gain

- PreAmp: AD変換前に、ピクセル からの出力電圧とサンプル電圧 の電位差を増幅
- 増幅率は16段階(Table 3)

設定	ゲイン	ゲイン[dB]	
#0	0.70711	-3.01	
#2	1.41421	3.01	Table3:
#4	2.00000	6.02	ゲイン
#15	22.6274	27.09	設定

黒体炉による安定光源を使って、ピクセルごとのカウント平均値m[ADU]と標準偏差 σ[ADU]の関係からコンバージョンファクターα[e-/ADU]を算出します。 算出結果は、α=7.70±0.07e-/ADU (誤差はch間誤差)になりましたが、 仕様値は α=3.81e-/ADU で、2倍の差があるという結果になりました。 実験値を受け入れるとwell深さなどが仕様値の2倍になり非現実的であるため、実 験・解析方法に何らかの問題があるものとみて現在原因を追究中です。

### 5.Summary & Future works

SWIMSに搭載する検出器HAWAII-2RGの評価試験を行い、次の結果を得ました。 読み出しノイズは~20e-、読み出しCHによって最大~40%のノイズ差あり

• リニアリティの1%保証範囲は~24,000e-、wellの36% 今後の予定は、以下のとおりです。

2013	2014	2015
検出器評価試験のつづき 同時駆動試験 新デュワーでの精密試験	SWIMSデュワーの冷却試験 SWIMSデュワーへの検出器インストール 制御ソフト整備 全体のパフォーマンス試験	ハワイへ搬送 Subaru取り付け ファーストライト