



近赤外多天体分光カメラSWIMS: 検出器読み出しシステムの開発と評価

SWIMS

藤堂 颯哉*、館内 謙、本原 顕太郎、小西 真広、高橋 英則、北川 祐太郎、小早川 大、加藤 夏子
(東京大学天文センター)

*Email: todo@ioa.s.u-tokyo.ac.jp

1.TAO/SWIMS

東京大学では、チリ・アタカマ高地のチャナトール山頂にTAO6.5m望遠鏡を建設中である。我々は、TAOの第1期近赤外観測装置として、Simultaneous-color Wide-field Infrared Multi-object Spectrograph (SWIMS; Figure1)を開発中である。SWIMSには2つの焦点面があり、それぞれに検出器を2台ずつ並べて読み出す(将来的には各焦点面に4台ずつとする)。

SWIMSに使用する検出器と読み出し回路:

- 4x { HAWAII-2RG (H2RG, 2.5um cutoff) SIDE CAR ASIC JADE2 card (または SAM card)

Teledyne Imaging Sensors(TIS)社から購入

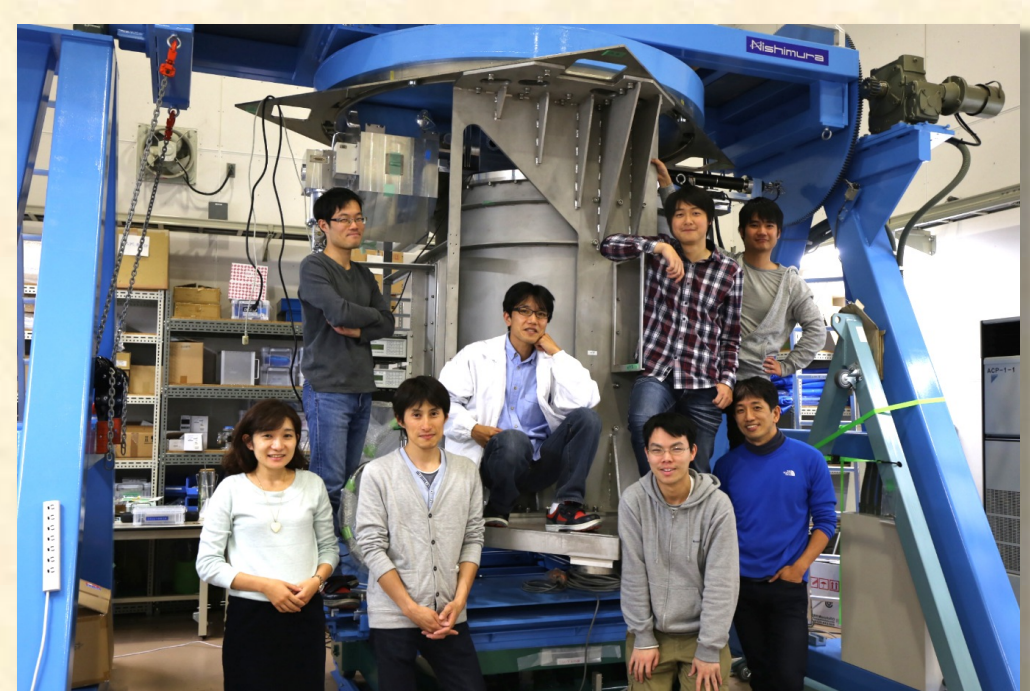


Figure 1: SWIMSデューワーとSWIMS開発チーム。

2.検出器読み出しシステム

SWIMSの検出器読み出しシステムをFigure2に示す。H2RGからのアナログ信号はSIDE CAR ASICでデジタル信号に変換され、JADE2 cardに伝送される。TIS社提供のものでは長さが不十分だったため、我々は回路間のフラットケーブル(1.5m)をSWIMSデューワー用に新しく開発した(Figure 3)。

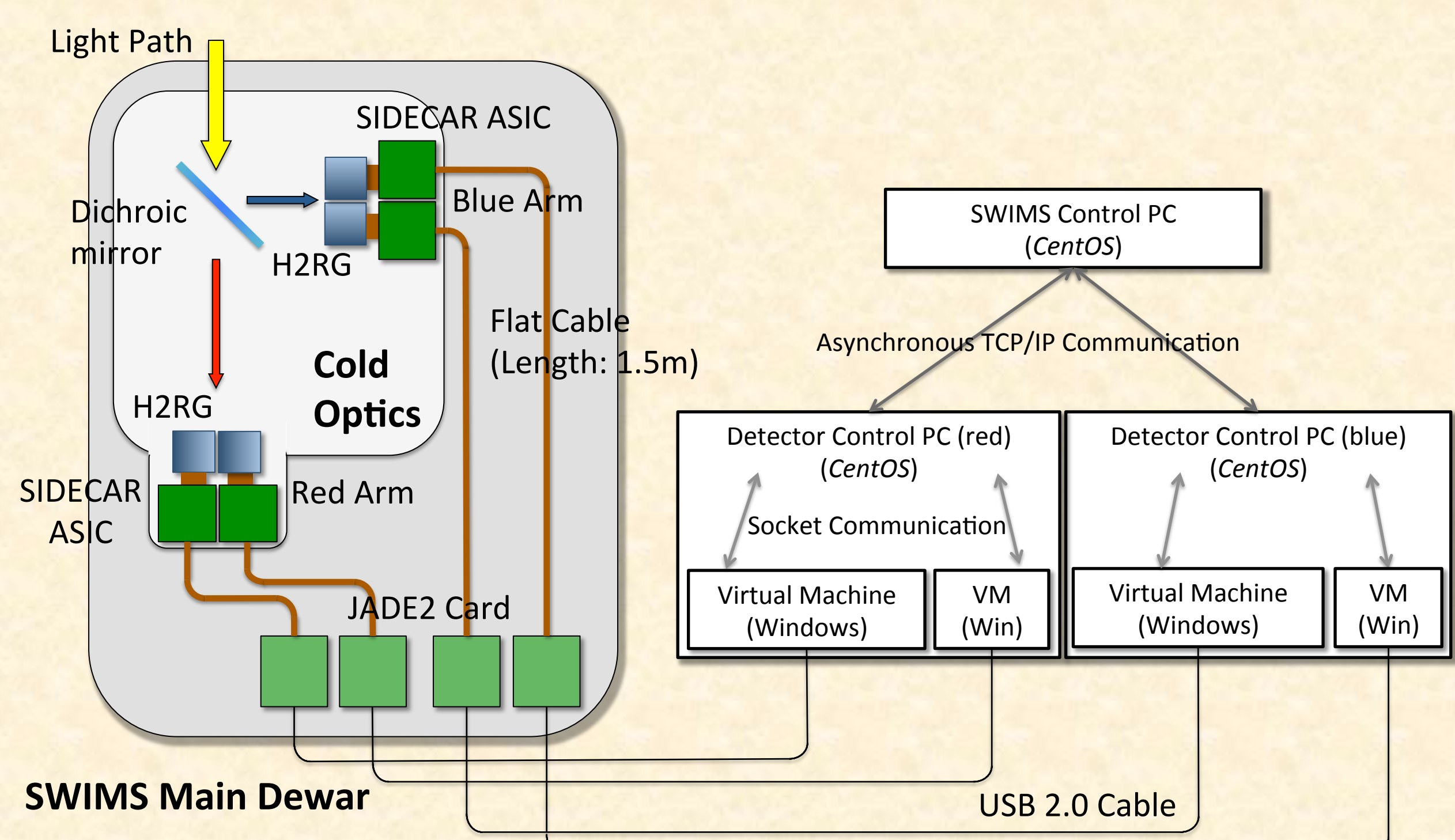


Figure 2: 検出器読み出しシステムの概念図。



Figure 3: SIDE CAR ASICとJADE2 Cardに接続した新フラットケーブル。

ケーブル製作は沖電線(以下、OKIと略称)に依頼した。

- 2層積層
- ライン太さ
 - 電源ライン: 0.3mm
 - LVDSライン: 0.12mm

3.検出器ノイズ評価

3.1.セットアップ

検出器本来のスペックを測定するため、まずは簡易的なセットアップで検出器1台の駆動でのノイズを測定し(試験①)、次にSWIMSを想定した環境で検出器1台/2台を駆動してのノイズを測定した(試験②)。それぞれのデューワーの様子をFigure 4に示す。今回採用した駆動パラメータはTable 1の通りである。

ピクセルレート	100kHz
読み出しチャンネル数	32CH
PreAmpゲイン	5.66 (#10)
バイアス/参照電圧	
Vreset	0.3715V
Dsub	0.6217V
VrefMain	1.6031V

Table 1: SIDE CAR ASICの駆動パラメータ。

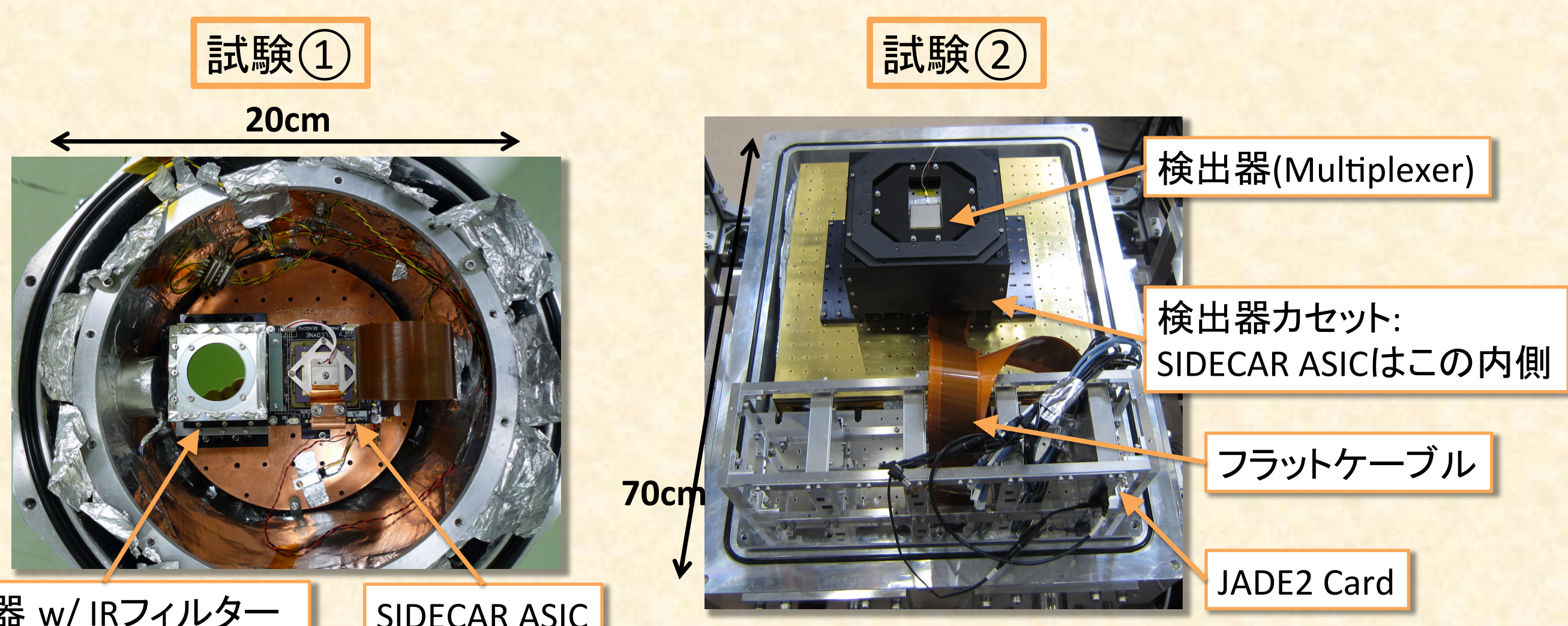


Figure 4: 試験①と試験②のセットアップ。

- 小さいデューワーでの試験
- TIS社のケーブルを使用
- JADE2 Cardは常温常圧のデューワー外に設置
- 大きいデューワーでの試験
- 沖電線製の独自ケーブル使用可能
- JADE2 Cardは常温真空のデューワー内に設置
- 検出器カセットなど、SWIMS搭載時と同じセットアップ

3.2.単独駆動でのノイズ評価

試験①の測定結果、CDS読み出しノイズは~17e-となった(Table 2)。また、Figure 5に示したように、ASICの読み出しCHによって交互に低ノイズと高ノイズが出現した。

さらに、試験①と試験②との比較をFigure 6に示す。ノイズは1.2-1.5倍と大きくなり、平均で~24e-となった(Table 1)。

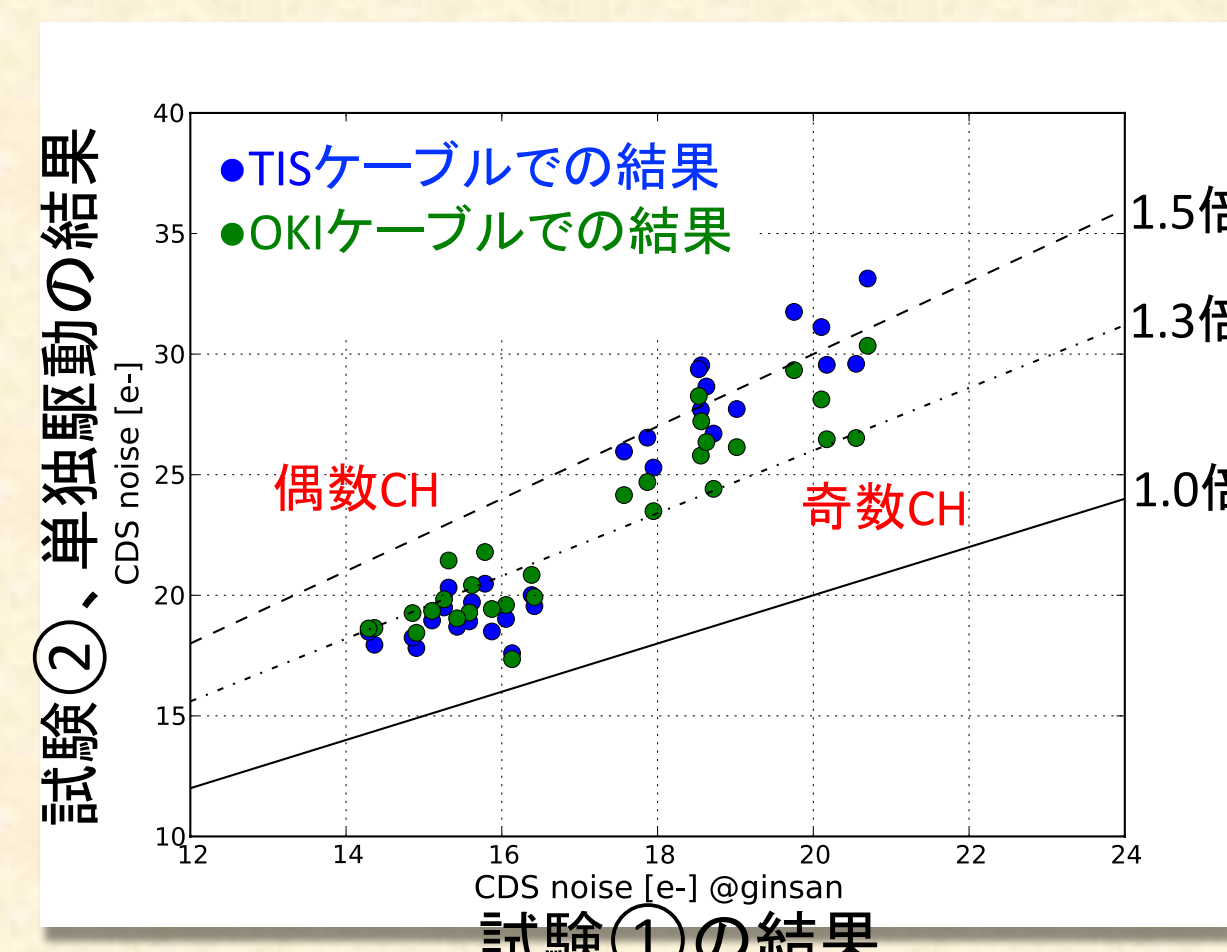


Figure 6: CHごとのノイズ測定結果。試験①と試験②を比較したもの。ASIC-JADE2間のケーブルにTIS社のもを採用した場合と沖電線のものを使用した場合で結果はほとんど変わらない。

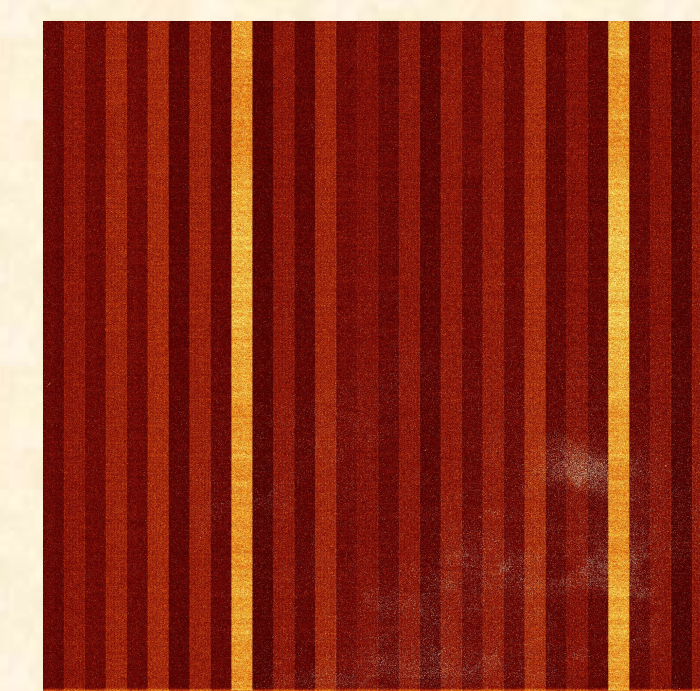


Figure 5: 試験①の標準偏差フレーム(=ノイズフレーム)。CHごとにカウントの縞ができています(ただし、特に悪い2つのCHはASICコネクタの物理的な破損によるものであり、今回の評価では除外する)。

- 試験②では、奇数CHの全体ではなく、64pixのうち始めの36pixのみノイズが大きくなる(Figure 7)
 - 試験①では見られなかった現象。36pix以外のノイズは試験①と同レベル。
 - 参照電圧などの駆動パラメータの調整によってこの現象を解消できないか調査中。
- 試験②での電源まわりの環境(Figure 8)
 - 試験①との違いを考えると、ノイズ対策として、JADE2 Cardの筐体からの絶縁が挙げられる。

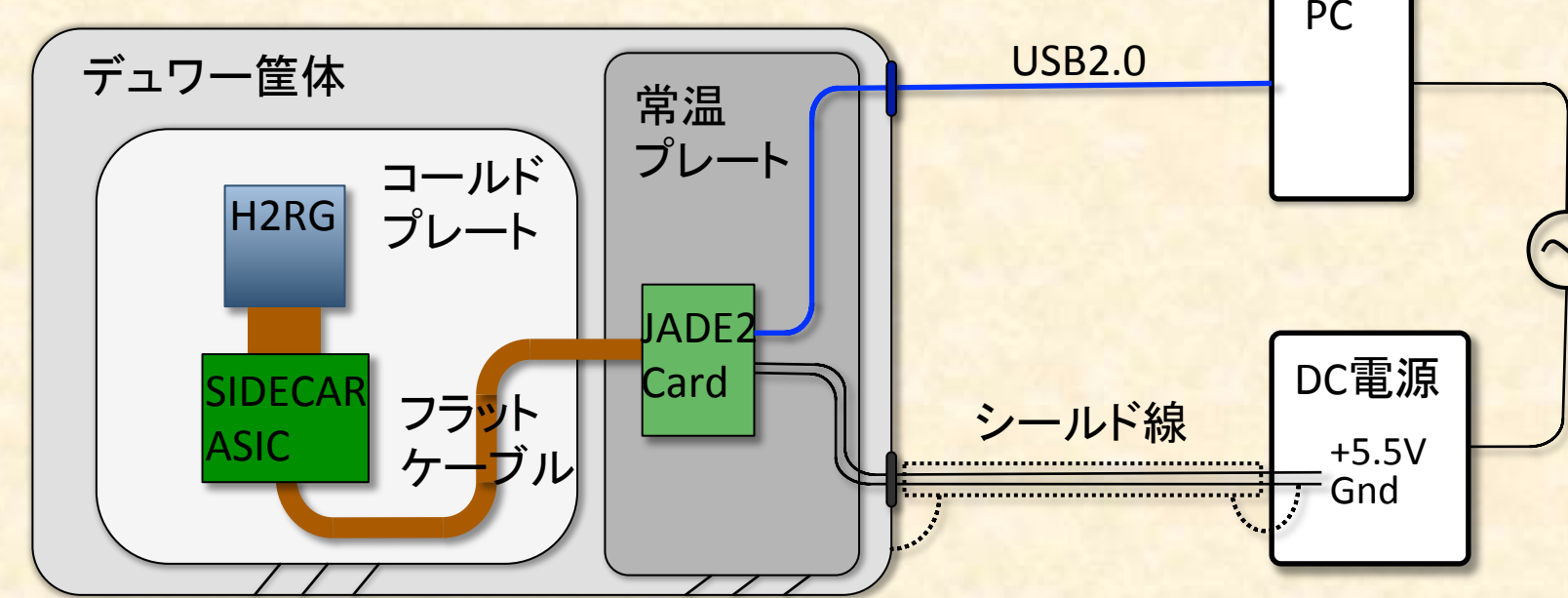


Figure 8: 試験②、単独駆動試験での電源環境。JADE2内でDCとUSBのGNDは導通している。

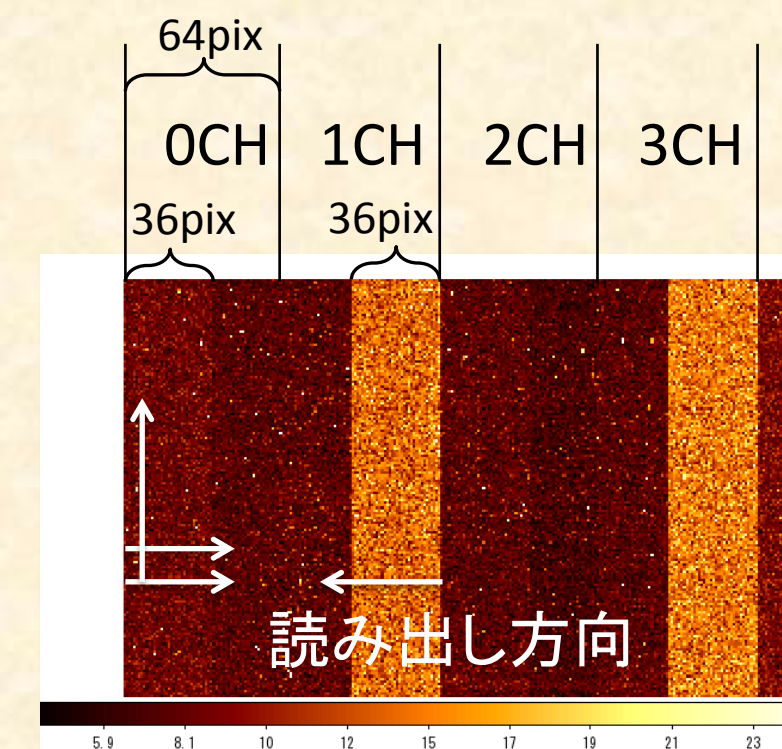


Figure 7: 試験②の標準偏差フレーム(=ノイズフレーム)。一部を拡大したもの。

3.3.同時駆動でのノイズ評価

OKIケーブルを用いるとTISの>3倍ノイズが増加するという結果が得られた(Table 2)。Figure 9に明らかのように、この増加は短周期(~10Hz)のノイズ増加によるものである。

ケーブル間の干渉によってこのような増加が起きていることを疑い、Figure 10のようにOKIケーブルにシールドを追加して試験を行った。その結果、ノイズはTISケーブルを使用した場合と同程度になった(Figure 11)。このことから、ケーブルは、TIS製と同じように干渉を受けないように設計すべきであることがわかった。

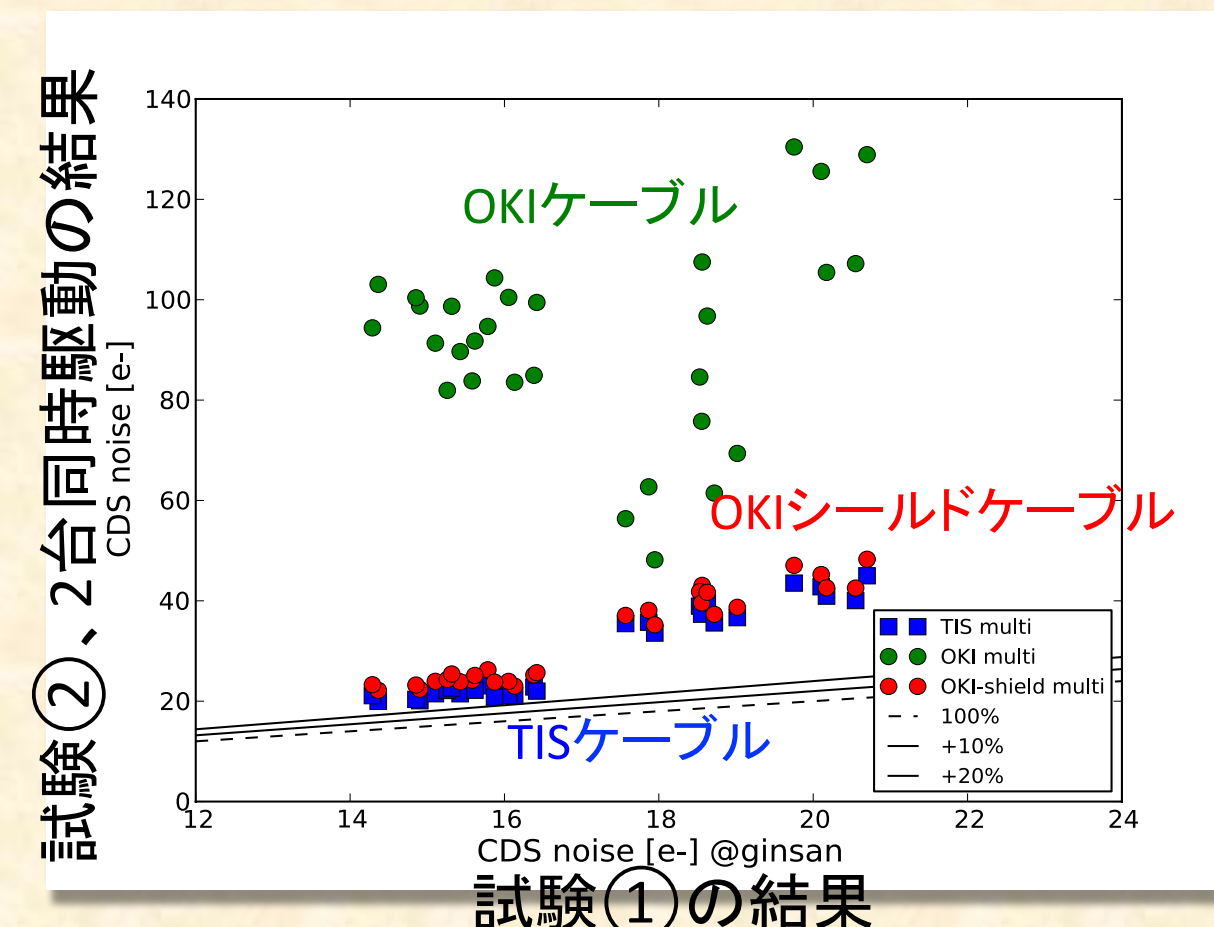


Figure 11: CHごとのノイズ測定結果。試験①と試験②の同時駆動をケーブルごとに比較したもの。

in e-	単独駆動			2台同時駆動			
	①	②		②			
cable	Ginsan (TIS)	TIS	OKI	OKI-shield	TIS	OKI	OKI-shield
平均	17	24	23	24	30	92	33
標準偏差	2	5	4	4	9	20	9
最大値	20.4	33.1	30.3	32.0	45.0	130	48
最小値	14.3	17.6	17.4	18.3	20.0	48	22
偶数CH平均	16	19	20	21	22	94	24
奇数CH平均	19	29	26	28	39	90	41

Table 2: 試験①と試験②の全ての結果まとめ。

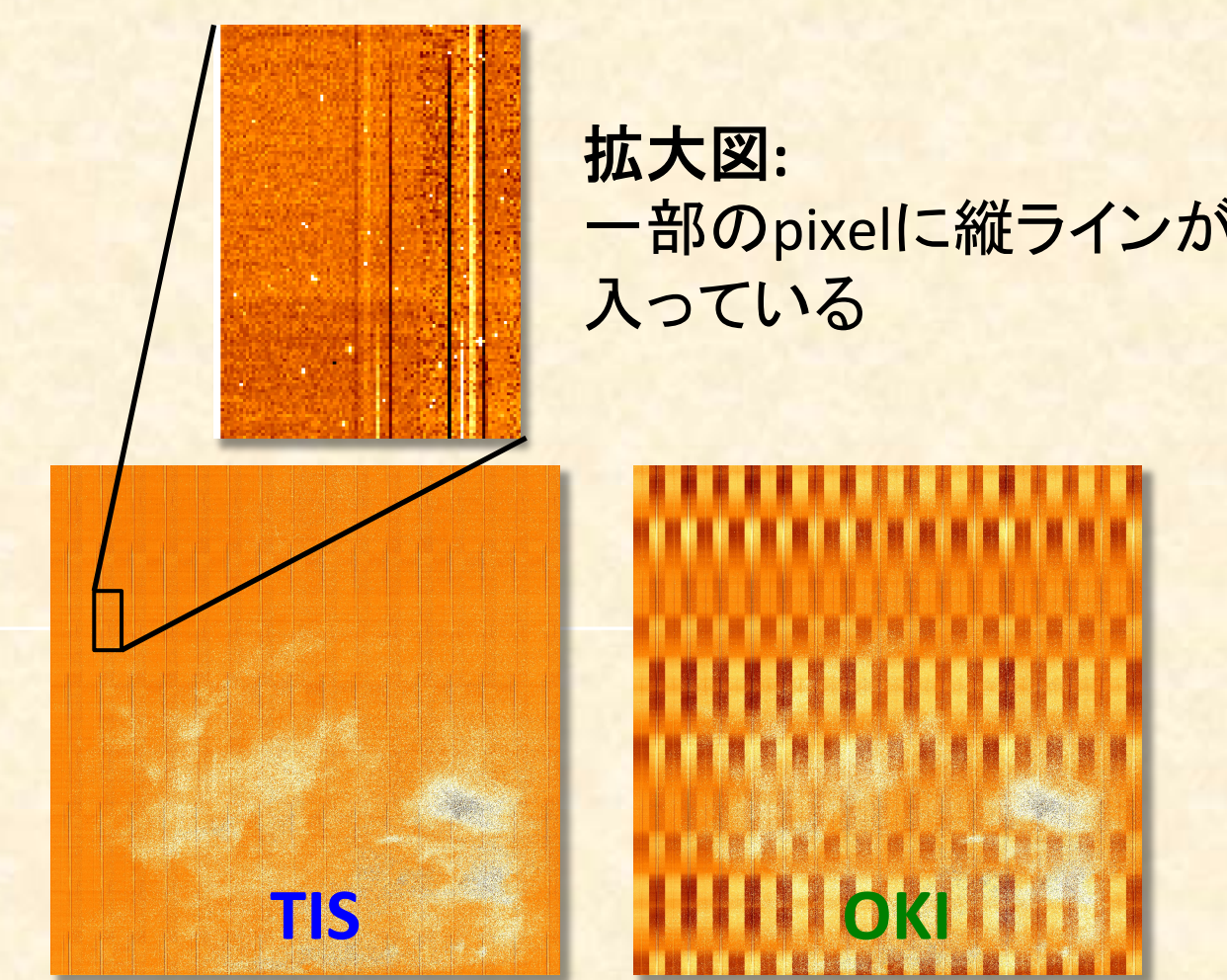


Figure 9: 試験②で2台同時駆動をしたとき、ケーブルによるCDSフレームの違い

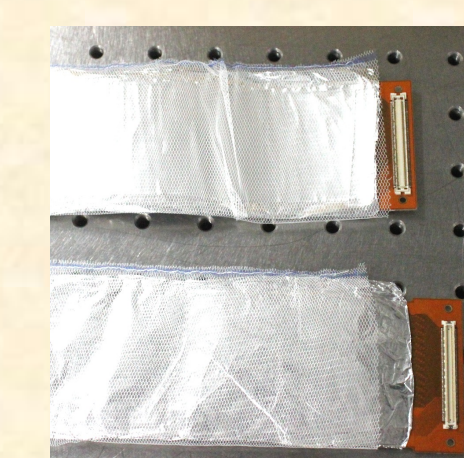


Figure 10: アルミホイルによるシールドを施したOKIケーブル。

4.まとめと今後の予定

- SWIMSの駆動環境を想定したセットアップでは、簡易的なセットアップと比べて~1.3倍のノイズ増加があった。
- さらに、検出器2台を同時に駆動した場合、ケーブル間の干渉によりノイズが増加することがわかった。

これらの問題への対処法を調査し、2014年度内にSWIMSへ検出器をインストールして駆動することを目指す。

今後の予定

~2015

- SWIMSデューワーへの検出器システムインストール
- SWIMSデューワーでの冷却試験
- 高度軸傾け光学試験

~2016

- ハワイ観測所へ搬送
- Subaru取り付け
- ファーストライト