



SW / mS

# 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

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)



# Today's Talk

- 検出器読み出しシステム
- 検出器ノイズ評価
- 今後の予定



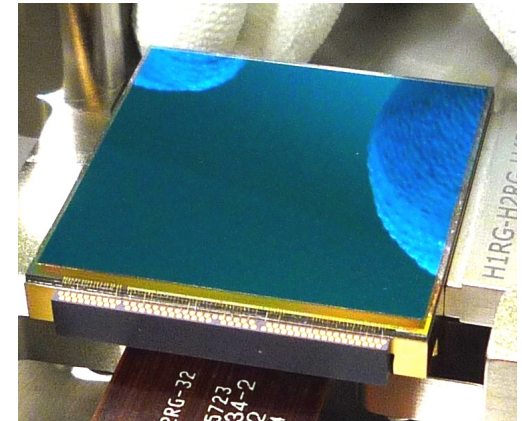
- 検出器読み出しシステム
- 検出器ノイズ評価
- 今後の予定



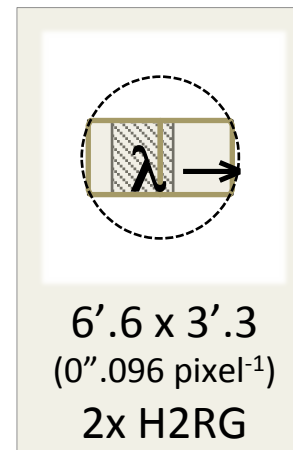
# 検出器: HAWAII-2RG

HgCdTe Astronomy Wide Area Infrared Imager with  
2K x 2K resolution, Reference pixels and Guide mode

- HgCdTeハイブリッドアレイ検出器  
(Teledyne Imaging Sensors社、TIS)
- 2×2台の4台使用 (最終的には8台)



ピクセル数	2048×2048
ピクセルサイズ	18 $\mu$ m
参照ピクセル数	4×4×2044
半導体結晶	HgCdTe
カットオフ波長	2.5 $\mu$ m

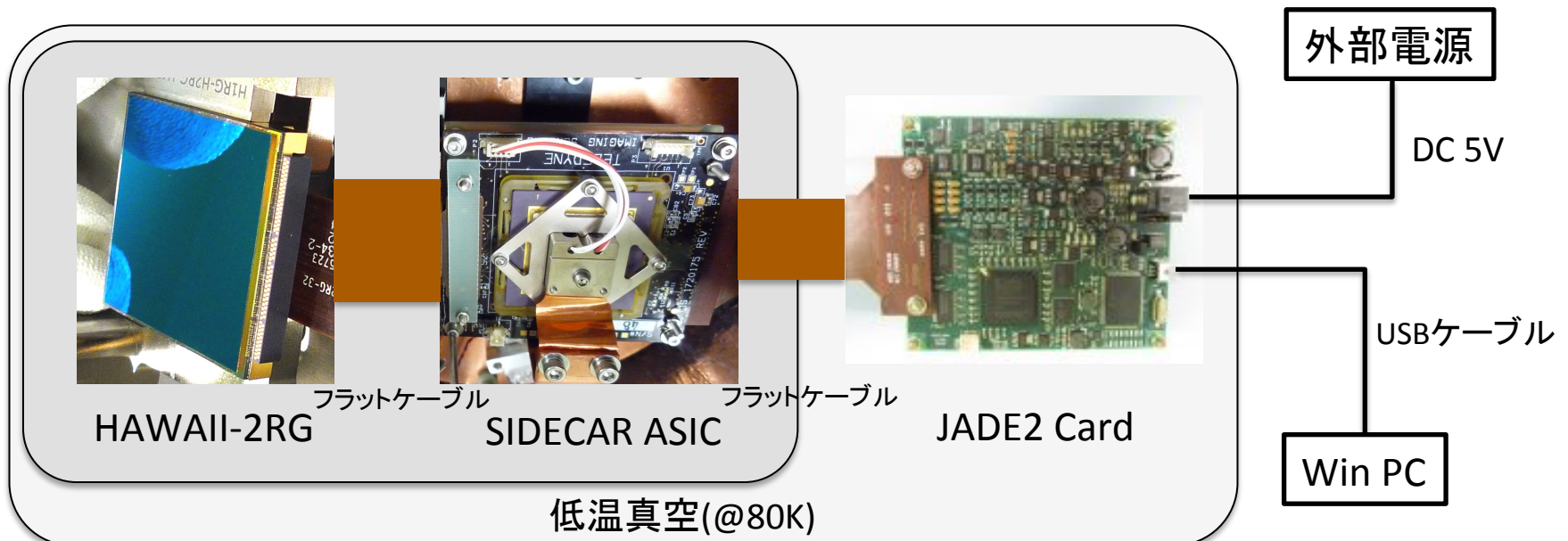


◀焦点面レイアウト



# 読み出し回路

- 2つの専用読み出し回路
  - SIDECAR ASIC: クロック生成、PreAmp、AD変換、etc...
    - PreAmp、AD変換は32CHで並列処理
  - JADE2 Card: ASIC制御、データ転送、etc...
- パッケージ化されている読み出し回路を装置に組み込んでシステムを構成する

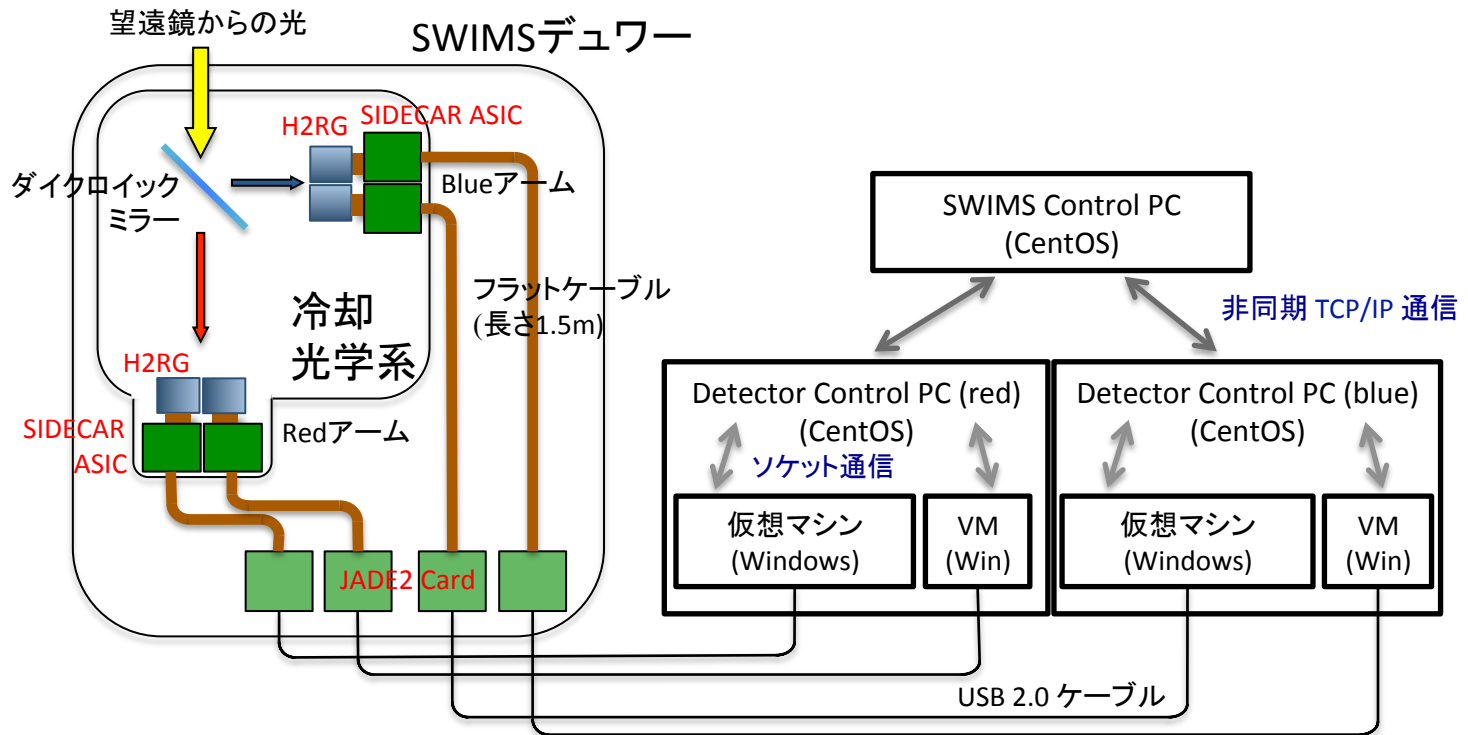






# 検出器読み出しシステムの構築

- ✓ Linux PC 2台で4台の検出器を駆動
  - ✓ 制御用にWindowsの仮想マシンを導入
  - ✓ 制御ソフトにはpythonを使用





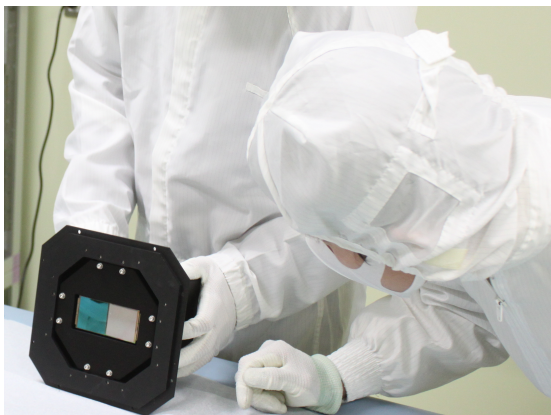
# システムコンポーネントの要素開発

- ✓ SWIMSデュワー用に1.5mのフラットケーブルを開発
- ✓ 焦点面カセットの開発
- ✓ ソフトウェア整備
- ✓ 試験用新デュワーの開発/整備

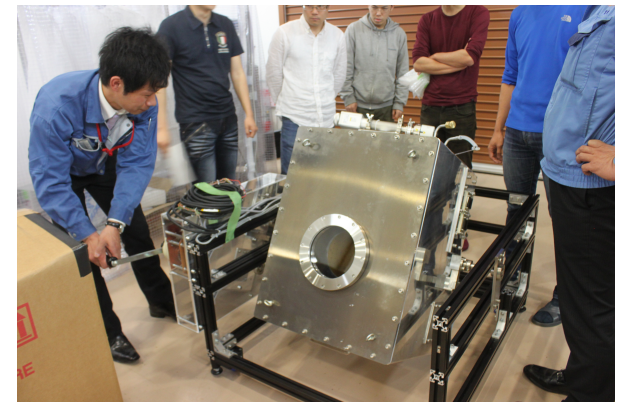


▲開発した新フラットケーブル

→システムに必要な要素開発はほぼ終了



◀焦点面カセットへの搭載



▲納入された試験用新デュワー



# 沖電線製フラットケーブル

- 長さ1.5m
- 2層構造
- ライン太さ
  - 電源ライン: 0.3mm
  - LVDSライン: 0.12mm

(以降、略称'OKI'と表記)



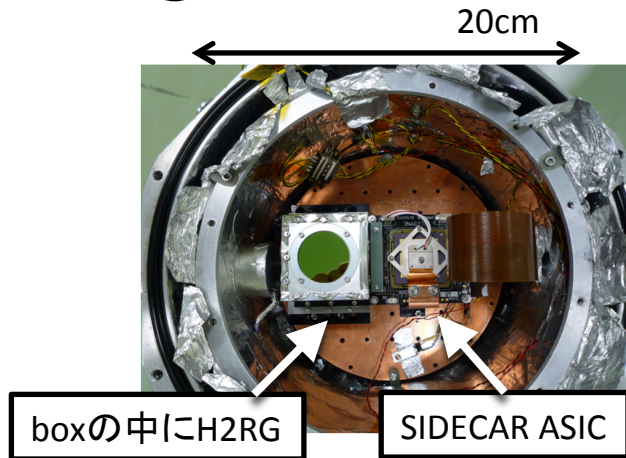


- 検出器読み出しシステム
- 検出器ノイズ評価
- 今後の予定



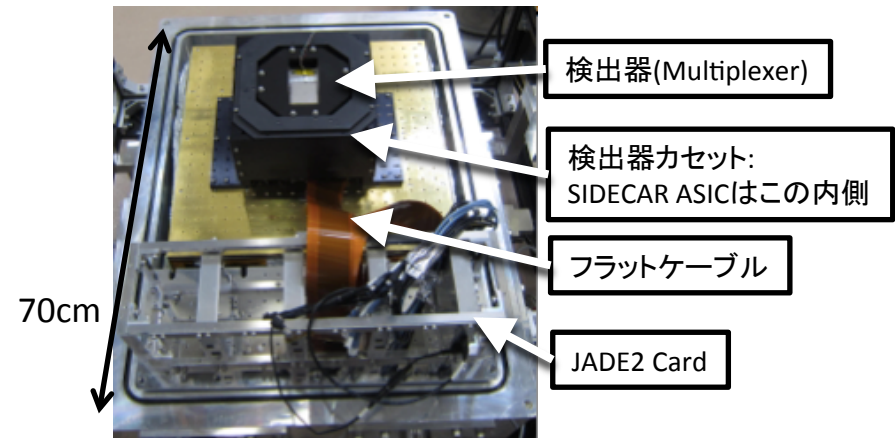
# 実施した試験の環境

## 試験①: 単独駆動環境



- 小さいデュワーでの試験
- TIS社のケーブルを使用
- JADE2 Cardは常温常圧のデュワー外に設置

## 試験②: 同時駆動環境



- 大きいデュワーでの試験
- 沖電線製の独自ケーブル使用可
- JADE2 Cardは常温真空のデュワー内に設置
- 検出器カセットなど、SWIMS搭載時と同じセットアップ



# 試験①でのノイズ測定結果

- 光を入れない環境での測定
  - 20frameの標準偏差よりノイズを算出
- CDS frameの読み出しノイズ:  $\sim 17e^-$
- ASIC上の読み出しCHによってノイズが変わる
  - 交互に(偶奇CHで)低ノイズ、高ノイズ、...

in e-	single
cable	Ginsan (TIS)
32CH 平均	17
32CH 標準偏差	2
32CH 最大値	20.4
32CH 最小値	14.3
偶数CH 平均	16
奇数CH 平均	19



◀標準偏差フレーム(=ノイズフレーム)  
32CHごとにカウントの縞ができています

(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)

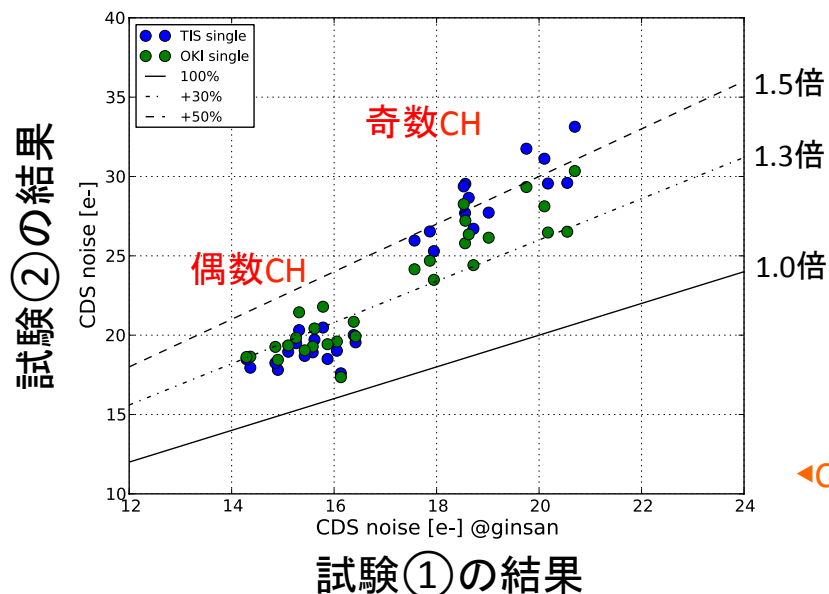




# 単独駆動でのノイズ増加

- 平均で6-7e<sup>-</sup>のノイズ増加
- TIS、OKIどちらのフラットケーブルを使用しても同程度の増加
- 偶奇CHによって増加量は異なる

in e-	single		
	①	②	
試験	Ginsan (TIS)	TIS	OKI
cable			
32CH 平均	17	24	23
32CH 標準偏差	2	5	4
32CH 最大値	20.4	33.1	30.3
32CH 最小値	14.3	17.6	17.4
偶数CH 平均	16	19	20
奇数CH 平均	19	29	26



◀CHごとのノイズ測定結果: 試験①と②を比較したもの

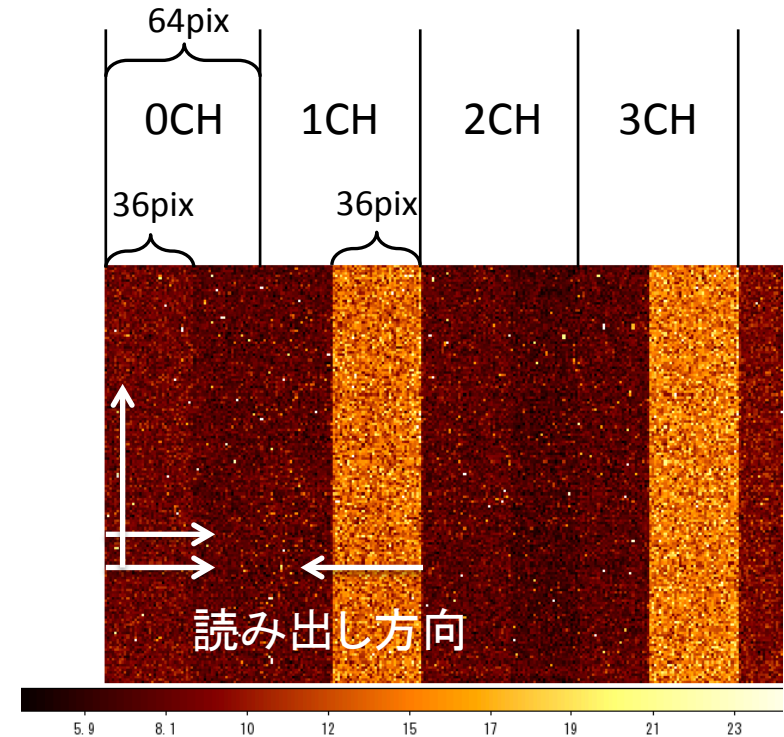


# 単独駆動でのノイズ増加: 考察

- ①と②の主な違い:
  - デュワーサイズ、構造
  - JADE2 Cardを真空中で駆動
- 奇数CHの一部でのみノイズ増加している
  - CH幅64pixのうち、奇数CHの36pixだけ有意にノイズが大きい
  - (他の部分のノイズレベルは①と②同程度)

→ASICの“癖”でこの部分にノイズが乗りやすい可能性もあり

- 他のASIC or H2RGでの試験
- 参照電圧など、駆動パラメータの調整



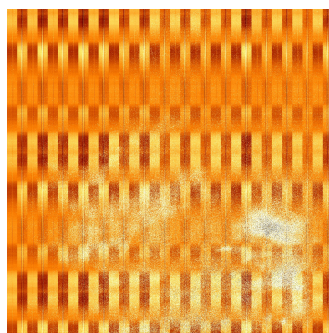
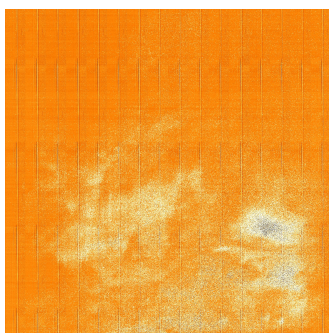
▲標準偏差フレーム(=ノイズフレーム):  
試験②の結果の一部を拡大したもの



# 同時駆動でのノイズ増加

- 検出器を2台インストールし、同時に読み出す
- 用いるケーブルによって結果が大きく異なる
  - OKIケーブルでは壊滅的な状況

in e-	単独駆動		同時駆動	
	TIS	OKI	TIS	OKI
cable				
32CH 平均	24	23	30	92
32CH 標準偏差	5	4	9	20
32CH 最大値	33.1	30.3	45.0	130
32CH 最小値	17.6	17.4	20.0	48
偶数CH 平均	19	20	22	94
奇数CH 平均	29	26	39	90



TIS

CHの端わずかに  
短周期ノイズ見える

OKI

全体に短周期ノイズ  
が卓越

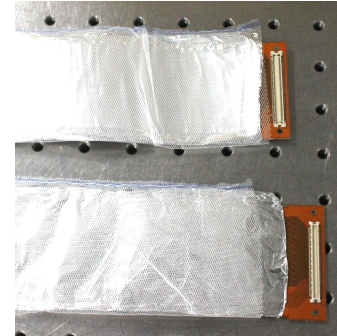
◀試験②で2台同時駆動をしたとき、  
ケーブルによるCDSフレームの違い





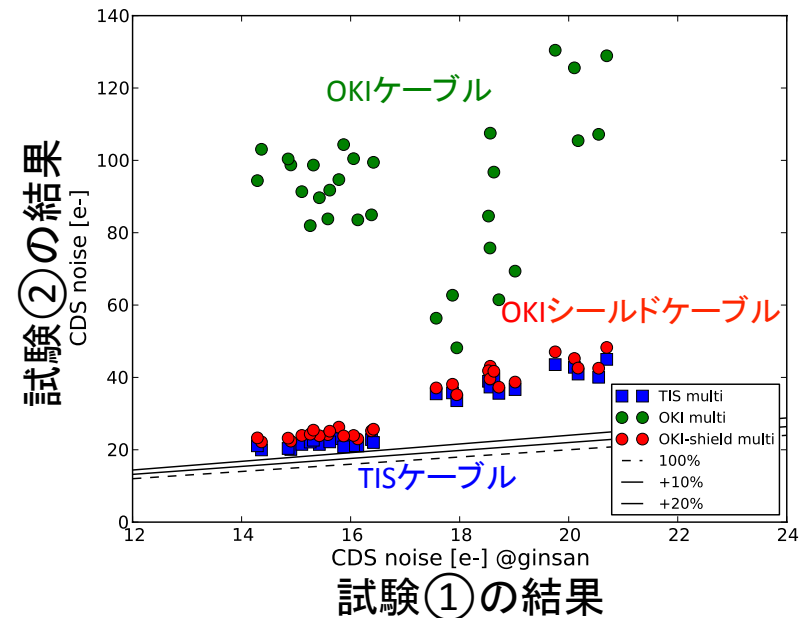
# 同時駆動でのノイズ増加: 考察

- ノイズ増加はケーブル間の干渉によるものか? - **Yes**
  - OKIケーブルにシールドをして測定する
  - TISケーブルと同程度までノイズ減
- ASIC-JADE2間のケーブルはノイズ流入がないように設計する必要あり



◀シールドをしたOKIケーブル

▼同時駆動試験でのケーブルごとのノイズ比較



- 検出器読み出しシステム
- 検出器ノイズ評価
- 今後の予定



# 今後の予定

- **ノイズ対策**
  - ケーブルの再製作
  - 駆動パラメータの調整
- **検出器システムの組み込み/SWIMS全体の組み上げ**
  - 傾け試験/光学調整
  - 結像性能評価
- **試験観測/初期科学観測@Subaru**
  - 2015年度ハワイ観測所持ち込み
  - 2016年すばる望遠鏡でファーストライト

