

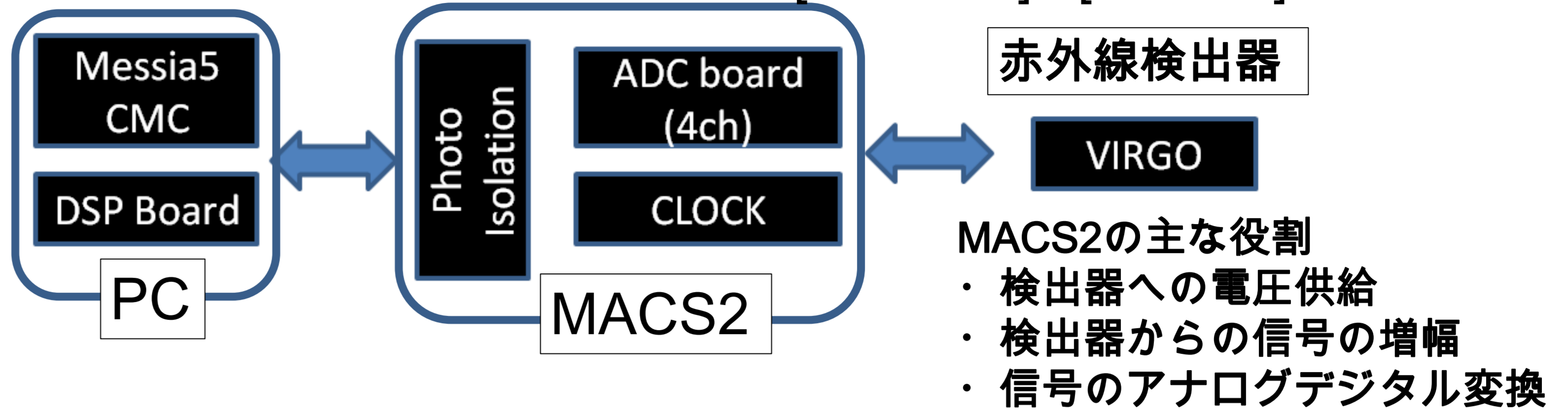
かなた望遠鏡用近赤外線検出器の読み出しシステムの開発

宇井崇紘、川端弘治(広島大学)、酒向重行(東京大学)、山下卓也(国立天文台)、秋田谷洋、先本清志、伊藤亮介、上野一誠、浦野剛志、高木勝俊、宮本久嗣、森谷友由希、吉田道利、大杉節(広島大学)、中島亜紗美(東京大学/国立天文台)、中屋秀彦(国立天文台)

広島大学では東広島天文台かなた望遠鏡用の可視赤外線同時カメラ HONIR(Hiroshima Optical and Near InfraRed camera)の開発が行われてきた。近赤外線検出器の読み出しシステムは国立天文台で開発されたMessia 5とMACS2が使用されている。このMACS2は開発から10年以上経過しており、老朽化や代替部品の枯渇など今後の安定した運用が懸念される。また、VIRGO-2Kの持つ16ch読み出しに対応していないこともあり、新たに近赤外線検出器の読み出しシステムの開発を行う事とした。新たに製作した読み出し回路は、16ch読み出し、低ノイズ読み出し、リニアリティの改善を目標に設計を行い、評価を行った。16ch読み出しを行うと読み出し速度が4秒→1秒に短縮される。multiplexerの試験を行い16ch読み出しの成功を確認し、低温での検出器の仕様ノイズ程度の読み出しノイズを達成した。

★既存の読み出しシステムと新読み出しシステム

◎現在の読み出しシステム・・・[Messia 5]+[MACS2]

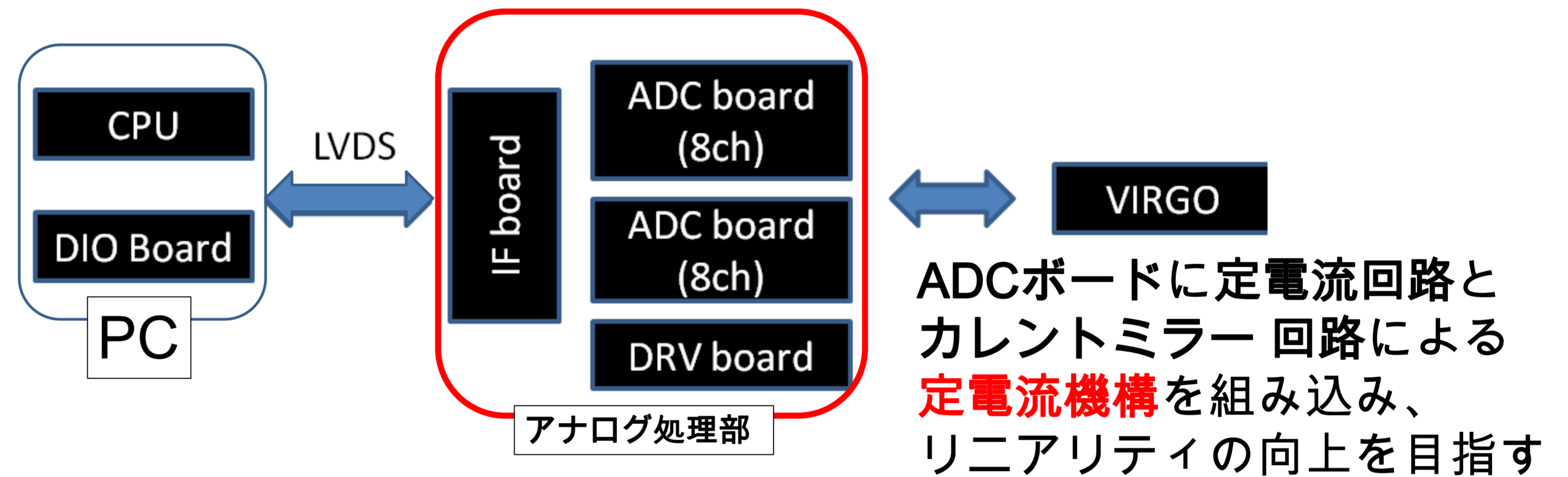


MACS2は開発後10年以上が経過している。老朽化、16ch読み出しに非対応→新しい読み出し回路を作成

◎新読み出しシステム

プロタイプはKAC(Kiso Array Controller)

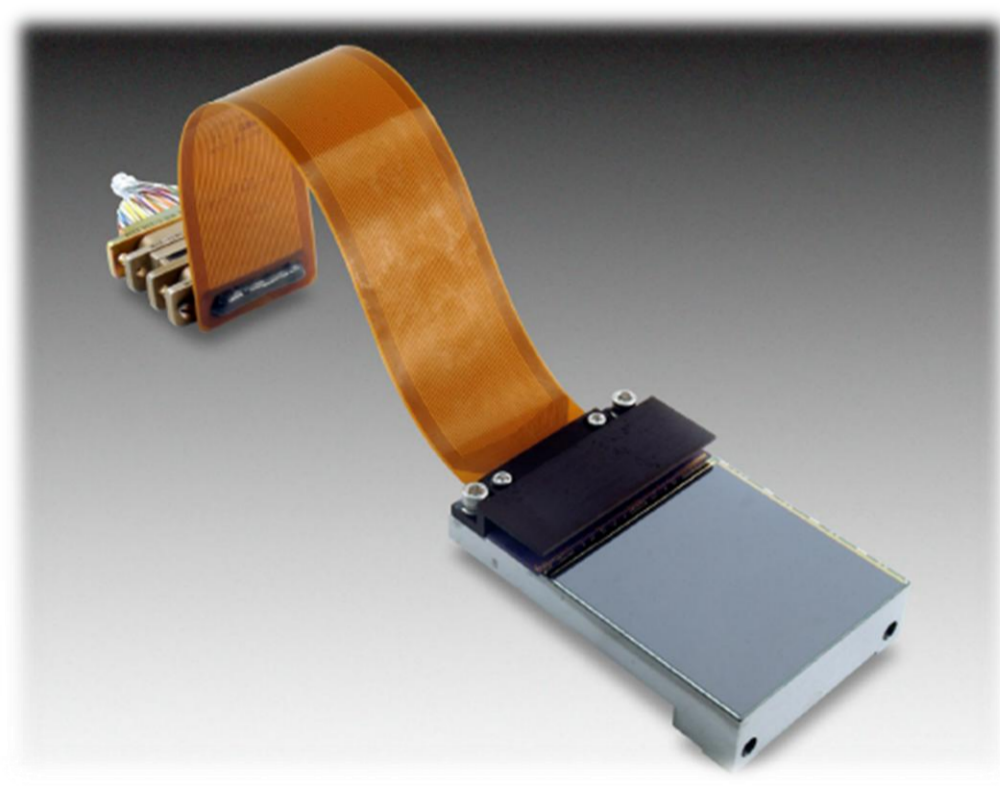
- KACのデジタル部をそのまま使用し、アナログ部をVIRGO用に改修
- VIRGO-2Kの16ch読み出しに対応(4ch, 16ch読み出しのそれぞれの読み出し時間は約4秒, 1秒)
- 完全差動型や3次ローパスフィルターで低ノイズ読み出し
- 定電流機構の導入により検出器のリニアリティ向上



Introduction

VIRGO2Kと読み出しシステム

★近赤外検出器(VIRGO-2K :Raytheon社製)



検出器タイプ	HgCdTe
ピクセル数	2048 × 2048 pix
ピクセルサイズ	20 μm × 20 μm
視野	10' × 10' (0.29"/pix)
有感度波長域	0.9-2.5 μm
量子効率	> 70 % (1-2.4 μm)
出力ポート	4 or 16 ch (現在は4 chで使用)
読み出しノイズ	5~15 e ⁻ (読み出し方法による)

読み出しシステムの動作評価とmultiplexerの読み出し試験

★読み出しシステムの動作評価とmultiplexerの読み出し試験

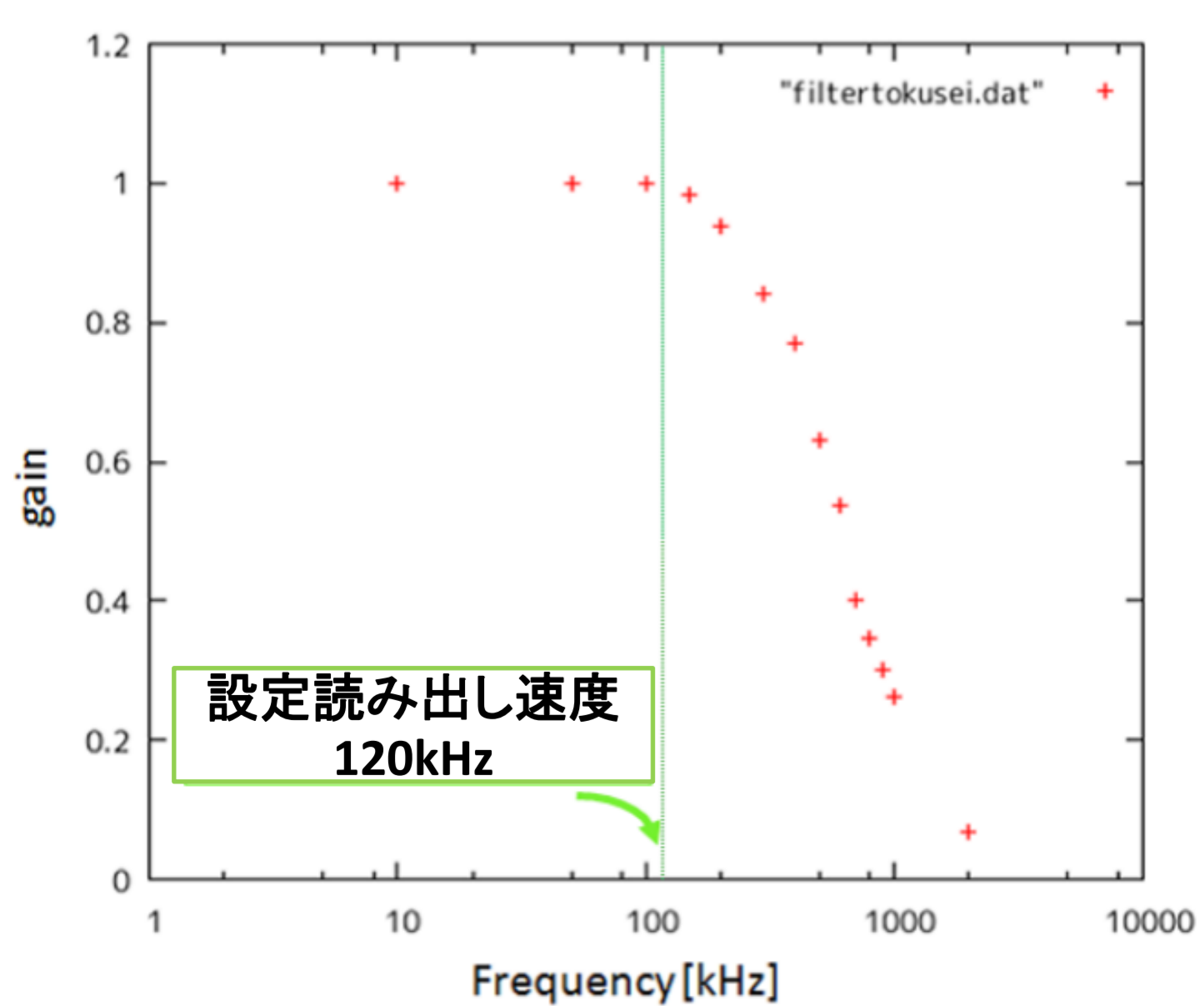
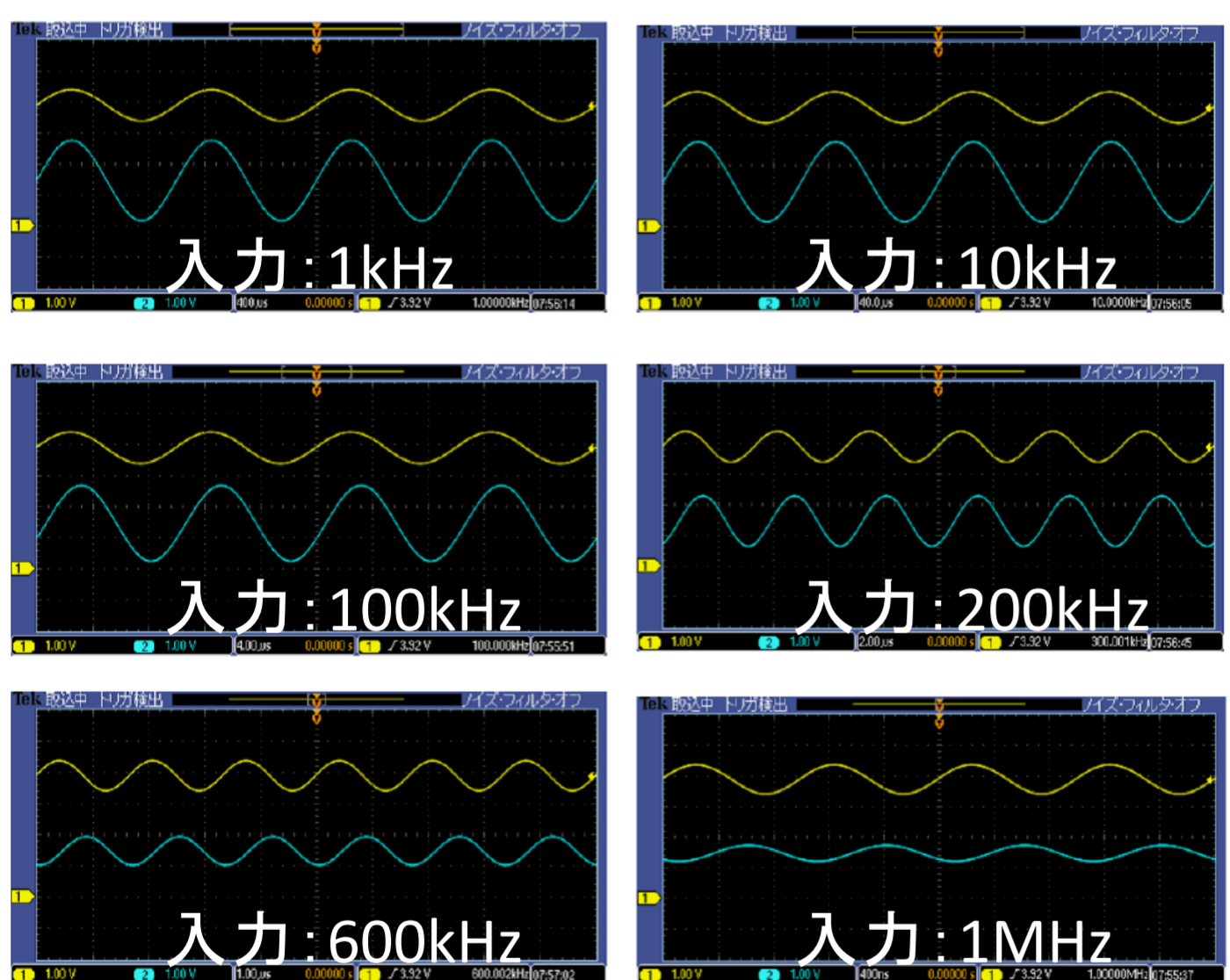
◎試験項目

- ボード上の電圧やクロックが正常に出力されているか
- ローパスフィルタの定数の最適化→結果①
- リニアリティ改善の為に定電流供給回路の組み込み→結果②
- Multiplexerを用いた4ch読み出し試験
- Multiplexerを用いた16ch読み出し試験 →結果③
- Multiplexerを用いた16ch低温読み出し試験(~130K)→結果④

結果①

◎セットアップ

- カットオフ周波数を計算してパラメータ決定
- 製作したフィルターに周波数を変化させて入力、出力をオシロスコープで測定(gain)



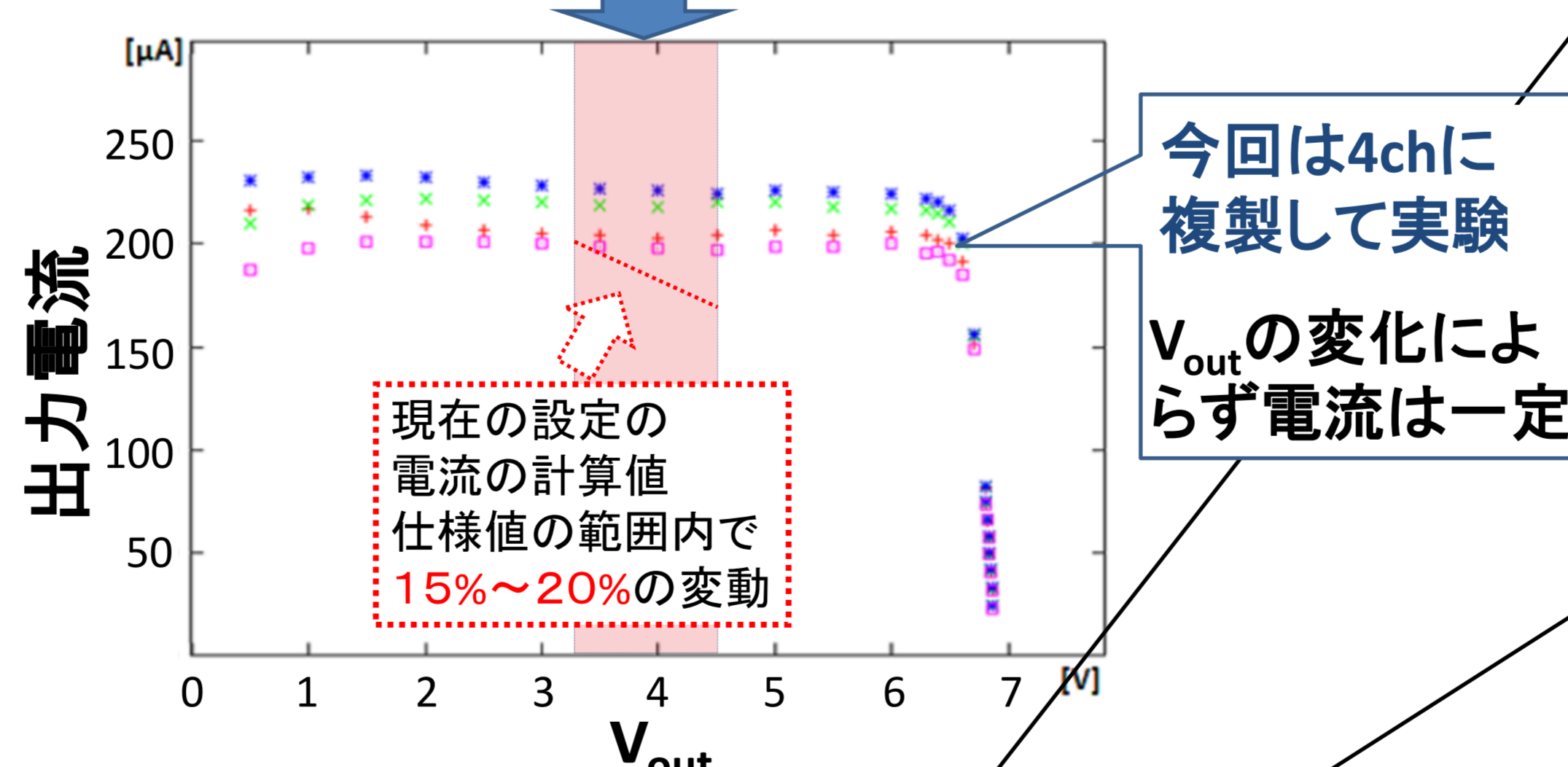
- 設定読み出し速度でgainが1
- 実用に耐える事を確認

結果②

◎セットアップ

- 定電流回路 + カレントミラー回路
- 電流値 ~ 200μA(検出器仕様値)
- V_{out}は検出器出力電圧を仮定 (GeneratorからDC電圧0~7Vを印加)

検出器出力の仕様電圧範囲



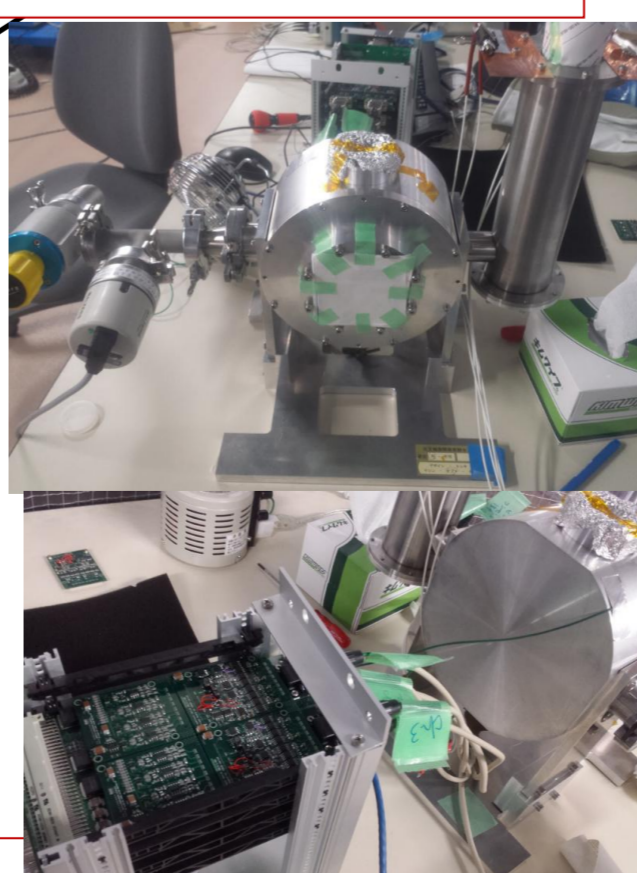
- 定電流回路を用いる事により、電流値が仕様電圧範囲内で0.5%~1%以下の変動

結果③,④

◎セットアップ

- 常温と低温(130K)で実験
- 4chと16chの試験を実施
- fits画像を取得
- darkからノイズ評価(ch毎)

- ch毎に出力電圧レベルが異なる
- 16ch読み出しの速度は4ch読み出しの4倍
- ノイズは常温で60~80e⁻,低温15~20e⁻ →常温では暗電流起因のノイズが卓越



まとめと今後

- 新読み出し回路のフィルタ・定電流機構の確認
- 16ch読み出しに成功→現在の4倍の速度(約1秒)
- Multiplexerの読み出しに成功、ノイズは低温で15~20e⁻程度(VIRGO-2Kの仕様ノイズ程度)
- Multiplexerの画像はch毎の個性が見られる、4ch毎しかoffset電圧を変化させられないので本番検出器では工夫が必要。(chのレベル毎にボード振り分けるなど)。
- HONIRに搭載されているVIRGO-2K検出器本体に接続して試験を行う

