

CTA報告61: CTA大口径望遠鏡 読み出し回路の開発



京都大学 土屋優悟

猪目祐介^A,大岡秀行^B,折戸玲子^C,岸本哲朗,
窪秀利,郡司修一^D,今野裕介,鈴木ちひろ^D,手嶋政廣^{B,E},
中森健之^D,畑中謙一郎,増田周,山本常夏^A,
他CTA-Japan Consortium,池野正弘^F,内田智久^F,田中真伸^F,
他 オープンソースコンソーシアム (Open-It)



京大理,甲南大理工^A,東大宇宙線研^B,徳島大総科^C,山形大理^D,
Max-Plank-Inst. fuer Phys^E,KEK素核研^F



CTA大口徑望遠鏡(LST)における読み出し回路

狙うエネルギー: 20GeV-1TeV

- GHzでの**高速波形サンプリング**

- 数ns幅のPMT信号と数百MHzで入る夜光との分離

- **低消費電力**(~2W/PMT)

- 1855PMTs/telescopeからの発熱を抑える

➡ **アナログメモリASIC**であるDRS4を用いた読み出し回路を開発

- **広いダイナミックレンジ**

- 中口径望遠鏡とのオーバーラップ

➡ GAINの異なる二系統のアンプ



開発されたカメラシステム

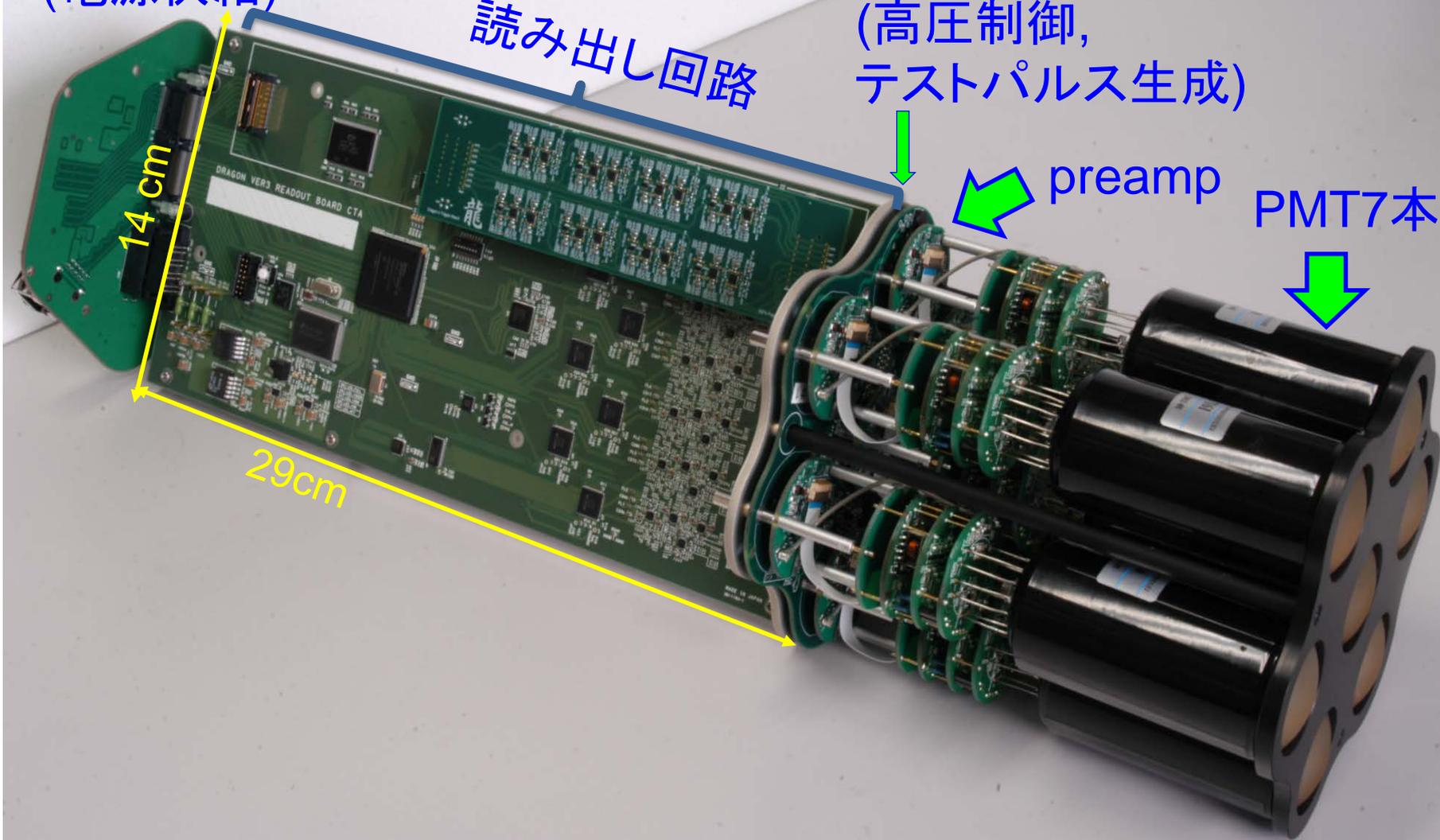
Backplane
(電源供給)

読み出し回路

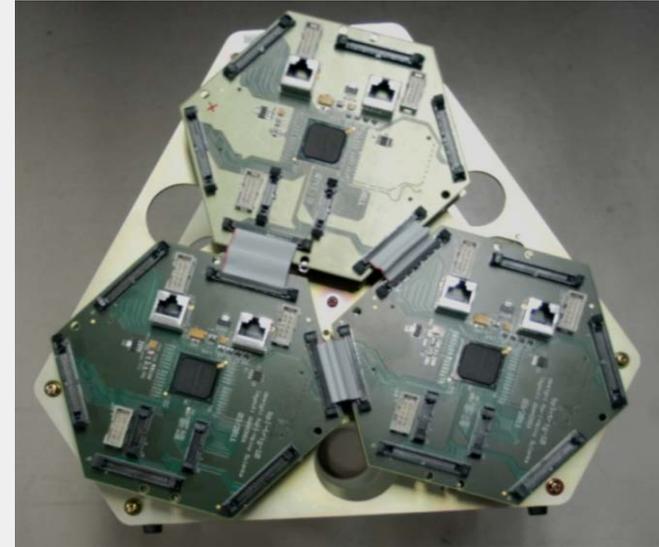
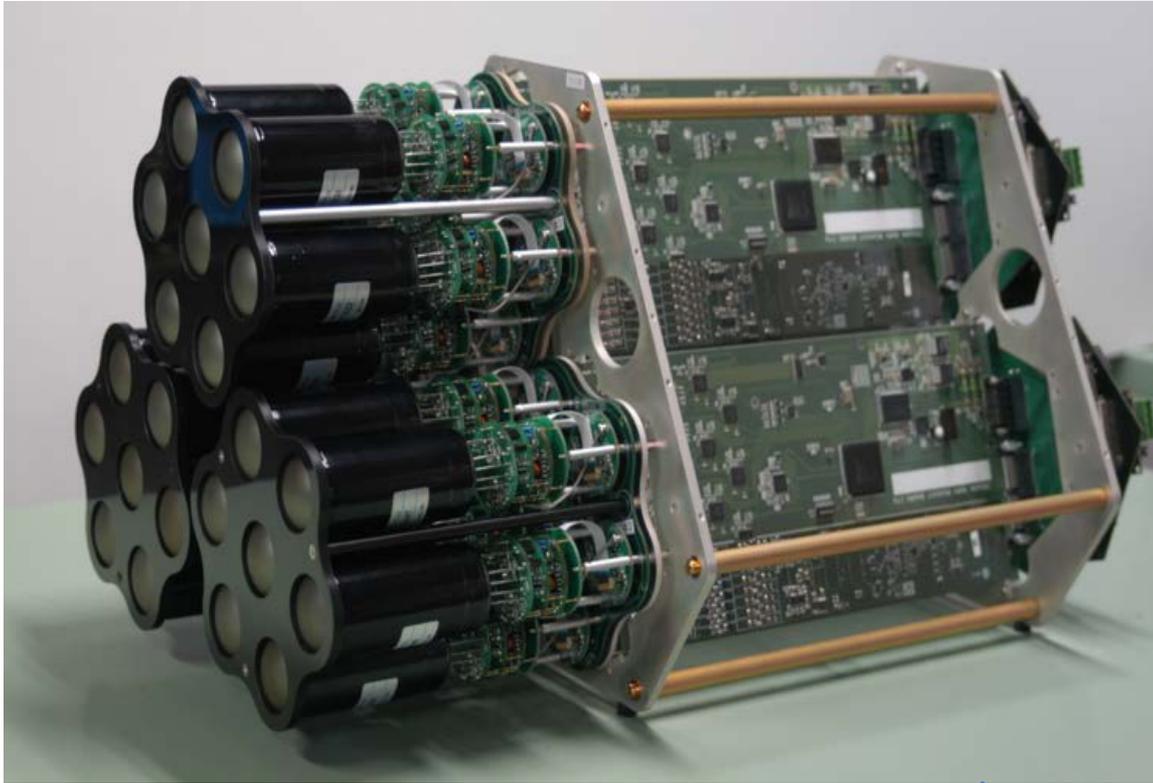
Slow-Control Board
(高圧制御,
テストパルス生成)

preamp

PMT7本



開発されたカメラシステム



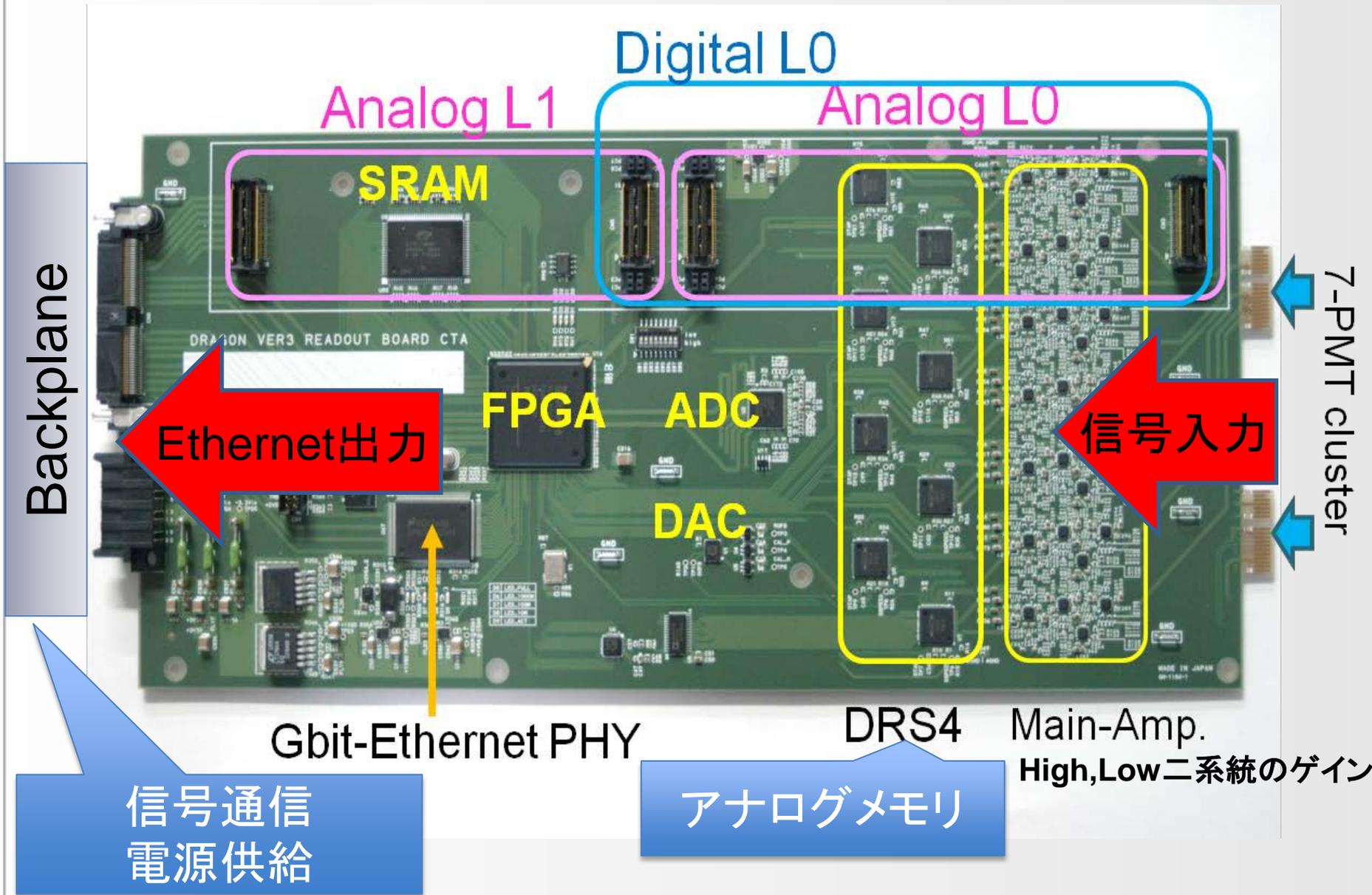
背面(BPサイド)

3クラスタによるミニカメラ

- 背面にはトリガ生成回路が接続され隣り合うクラスタ間を結ぶ



現在の読み出し回路(ver3)

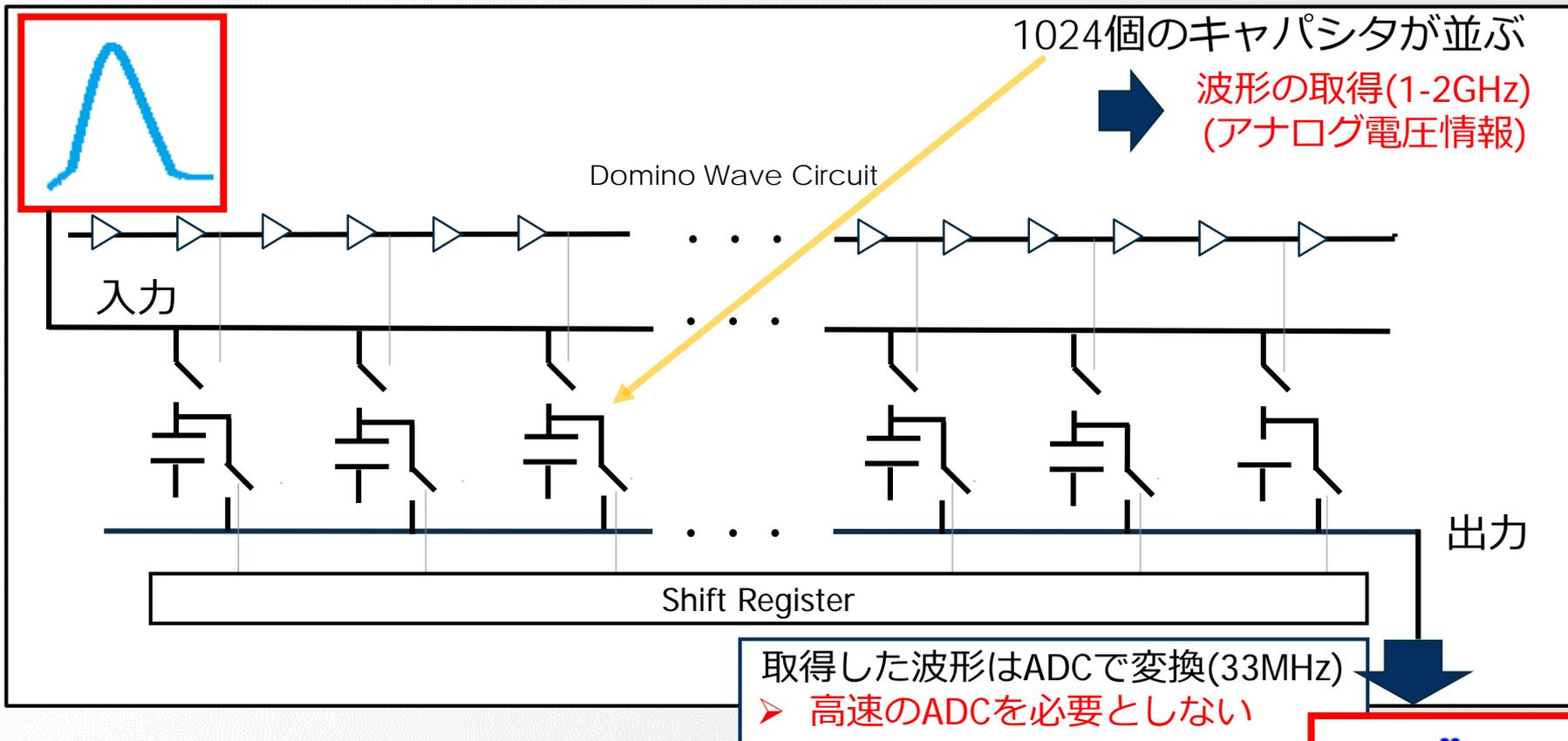


アナログメモリサンプリング



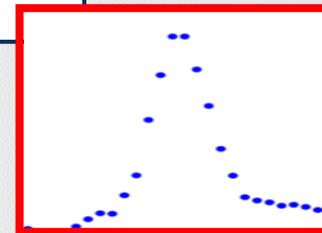
Domino Ring Sampler 4(DRS4)

➤ スイスPSI研究所が開発したASIC



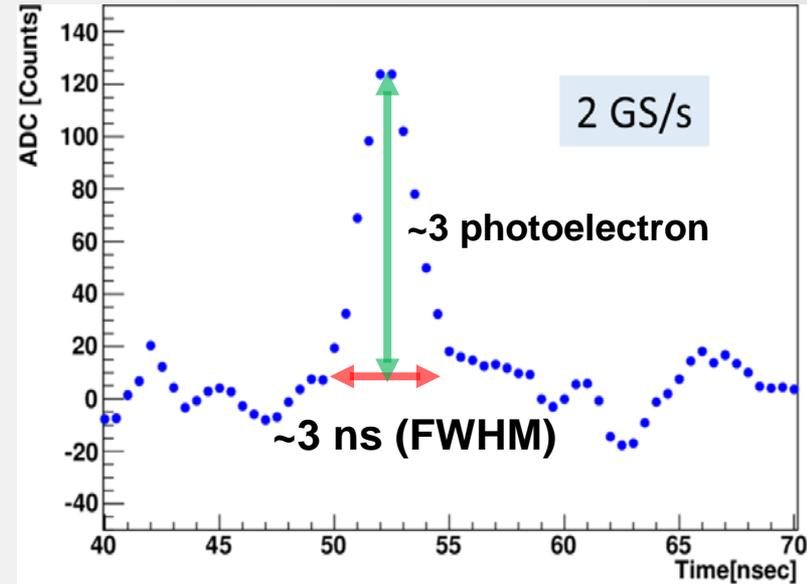
GHzでの読み出しと低消費電力(140mW/chip@2GHz)が実現

➤ 読み出し回路で~2W/chを達成



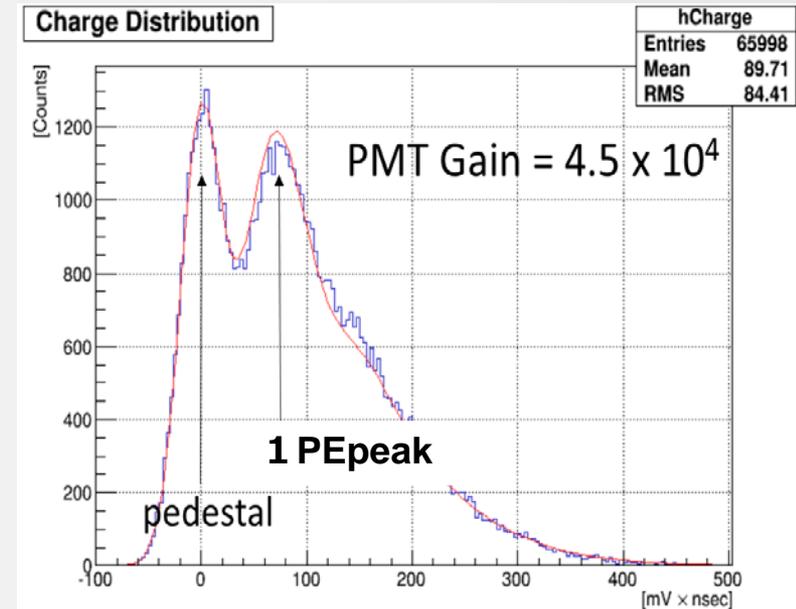
これまでの読み出し基板動作試験

- 波形取得試験(LED光)
 - GAIN 5.0×10^4
 - 2GHzでサンプリング

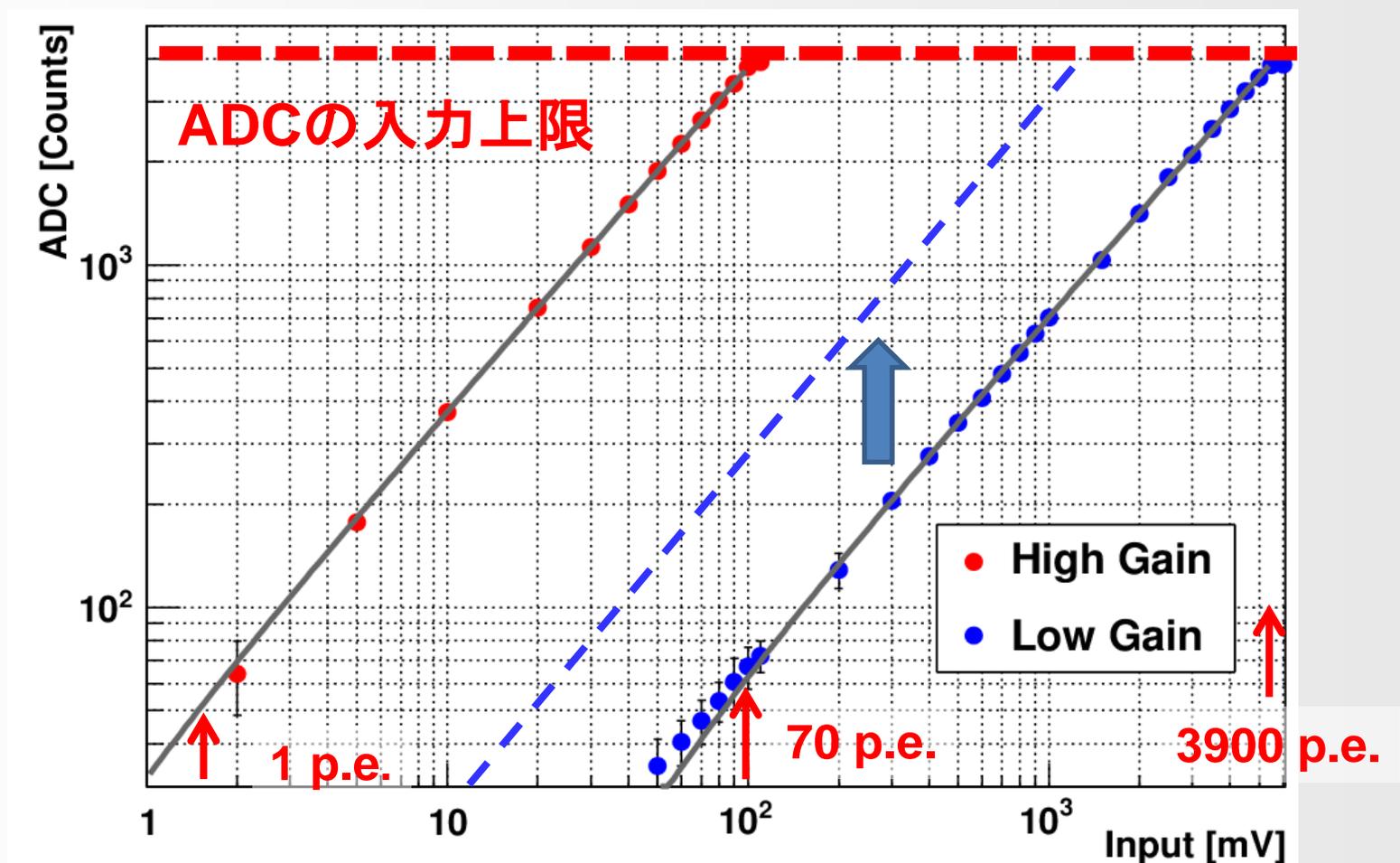


- 1光電子検出試験
 - 1光電子の信号をペDESTALと分離
 - SN比3.5

➡ 基本的な動作を確認



ダイナミックレンジ



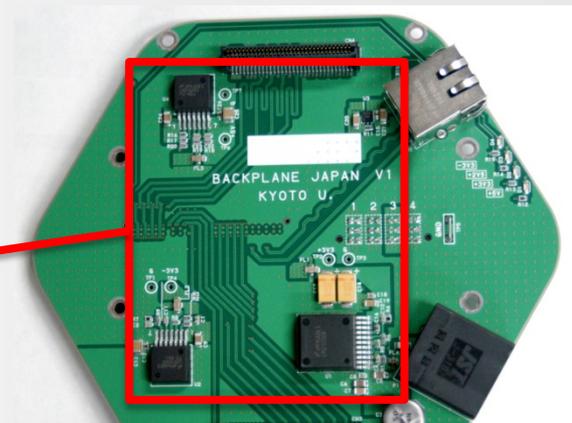
要求仕様の変更: 上限3000p.e \Rightarrow 1000p.e

➤ MSTとのオーバーラップが十分にあるため
メインアンプのLowGainのダイナミックレンジを下げる予定

読み出し回路の改良(Ver3⇒Ver4)

望遠鏡搭載予定モデル

- 帯域を改善したメインアンプの導入
- プリアンプの変更(ASICの差動入力アンプ)に伴うSCBとのコネクタ変更
- 中口径望遠鏡(MST)搭載予定読み出し基板との共通化
 - 基板サイズ幅、周辺基板との接続変更
 - BP上の電源供給系(DC/DCコンバータ)を基板上に吸収
 - 入力電源を12Vから24Vに変更
- 配線の修正 など

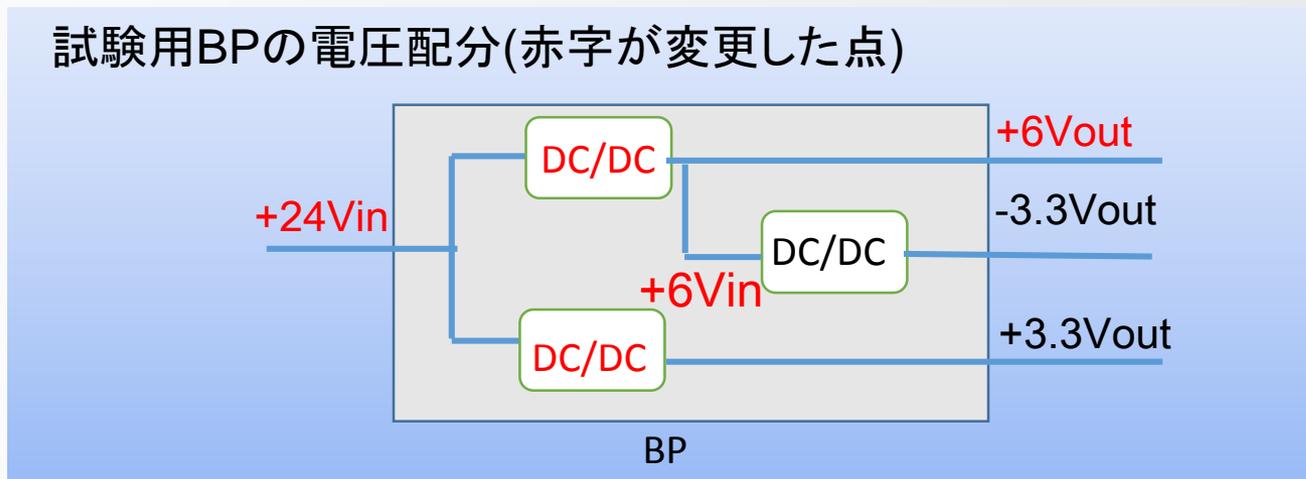


BP上のDC/DCコンバータ

Ver4基板に向けた試験

- 電源系の変更に伴うDC/DC出力電圧試験
 - 既存のBP上のDC/DC,抵抗値を変更予定のものに変えて試験

試験用BPの電圧配分(赤字が変更した点)

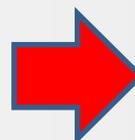


出力電圧ノイズ

	+12V(ver3) ⇒+5V	➔	+24V(ver4) ⇒+6V	+12V(ver3) ⇒+3.3V	➔	+24V(ver4) ⇒+3.3V	+12V(ver3) ⇒-3.3V	➔	+24V(ver4) ⇒-3.3V
p-p	~20mV		~50mV	~20mV		~20mV	~20mV		~20mV
RMS	~5mV		~11mV	~5mV		~7mV	~5mV		~6mV

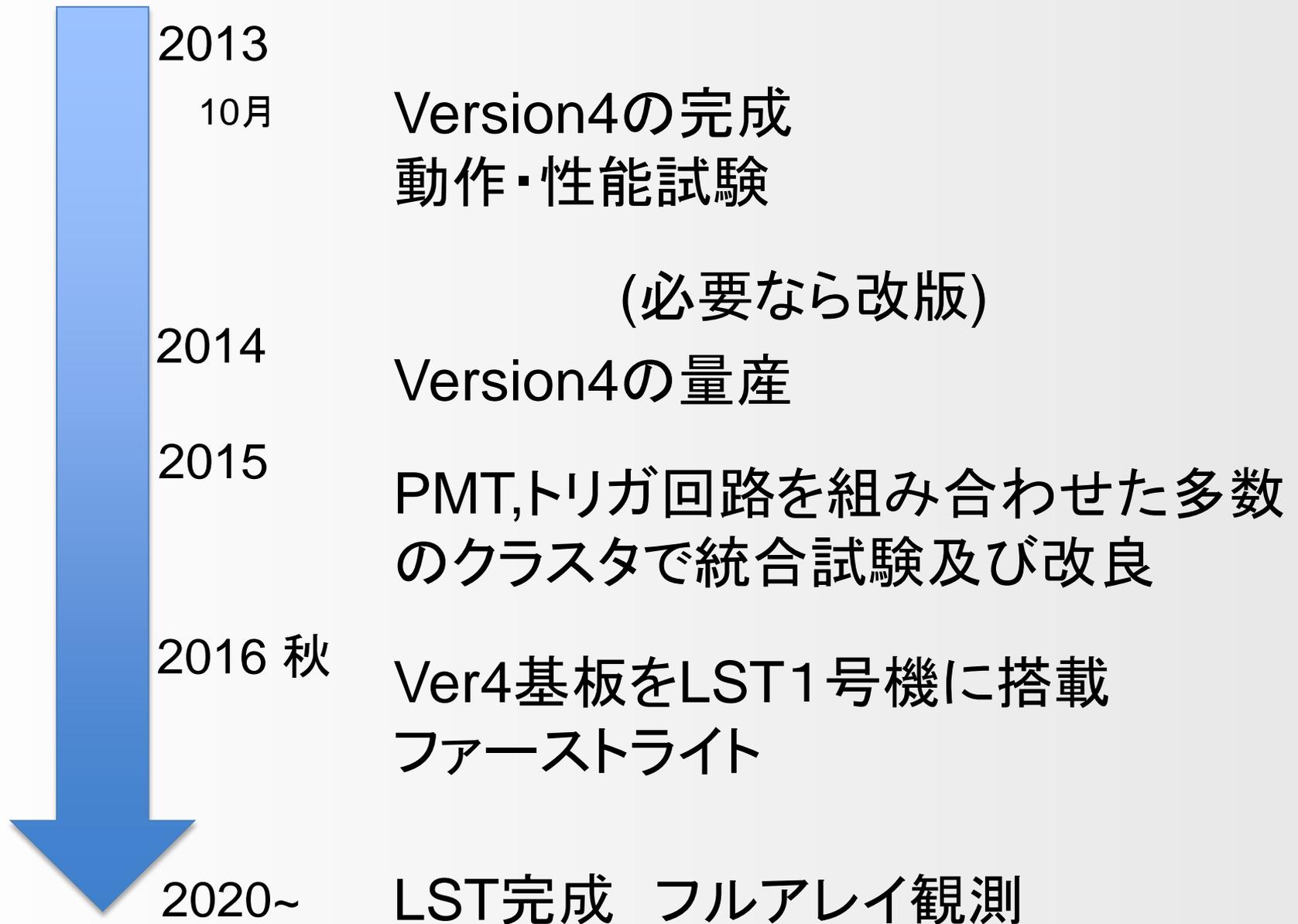
+24V 入力での+6V, ±3.3V各電圧の出力を確認

- +6V出力のノイズレベルが上昇
- +6V出力はPMTに送られる際降圧されるため、問題無しと判断



**読み出し回路(ver4)
回路図に組み込んだ**

今後の読み出し回路開発スケジュール



まとめ

- 日本グループはアナログメモリによるCTA大口徑望遠鏡用読み出し回路を開発,これまでに基本的な波形取得動作を確認。
- 改良した読み出し回路Ver4に向けた電源系の試験を行い、安定した出力が得られた。
- Version4基板は10月中に完成予定
 - 完成後、量産に向けて動作試験を行う