

CTA報告70

CTA大口径望遠鏡読み出し回路 初号機搭載モデルの開発

中森健之 鈴木ちひろ、郡司修一（山形大理）

畑中謙一郎、今野裕介、土屋優悟、窪秀利、増田周、齋藤隆之（京大理）

猪目祐介、山本常夏（甲南大理）

大岡秀行、手嶋政廣（ICRR）、折戸玲子（徳島大）

他 CTA-Japan Consortium、

池野正弘、内田智久、田中真伸（KEK）、他Open-It

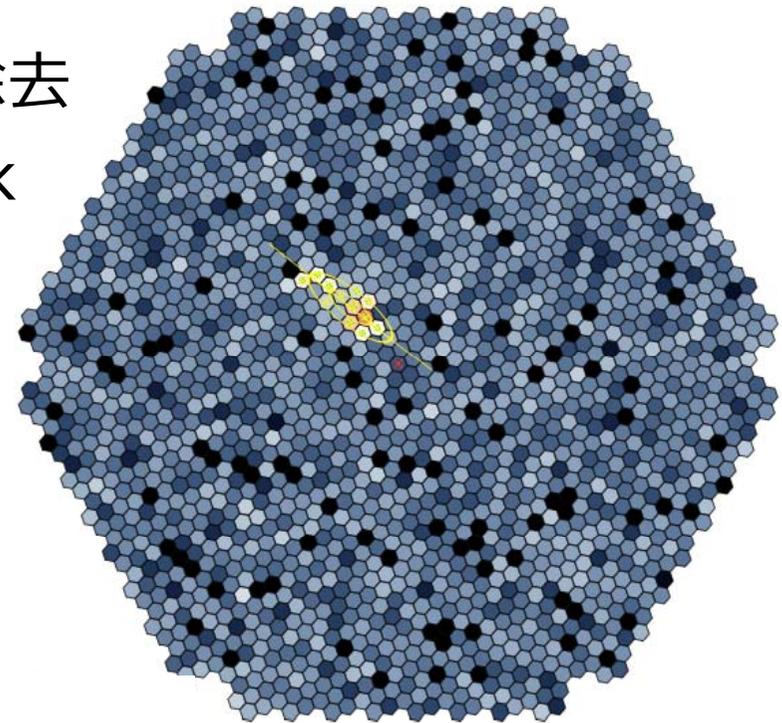
2014年3月 物理学会年次大会（東海大学）



要求仕様

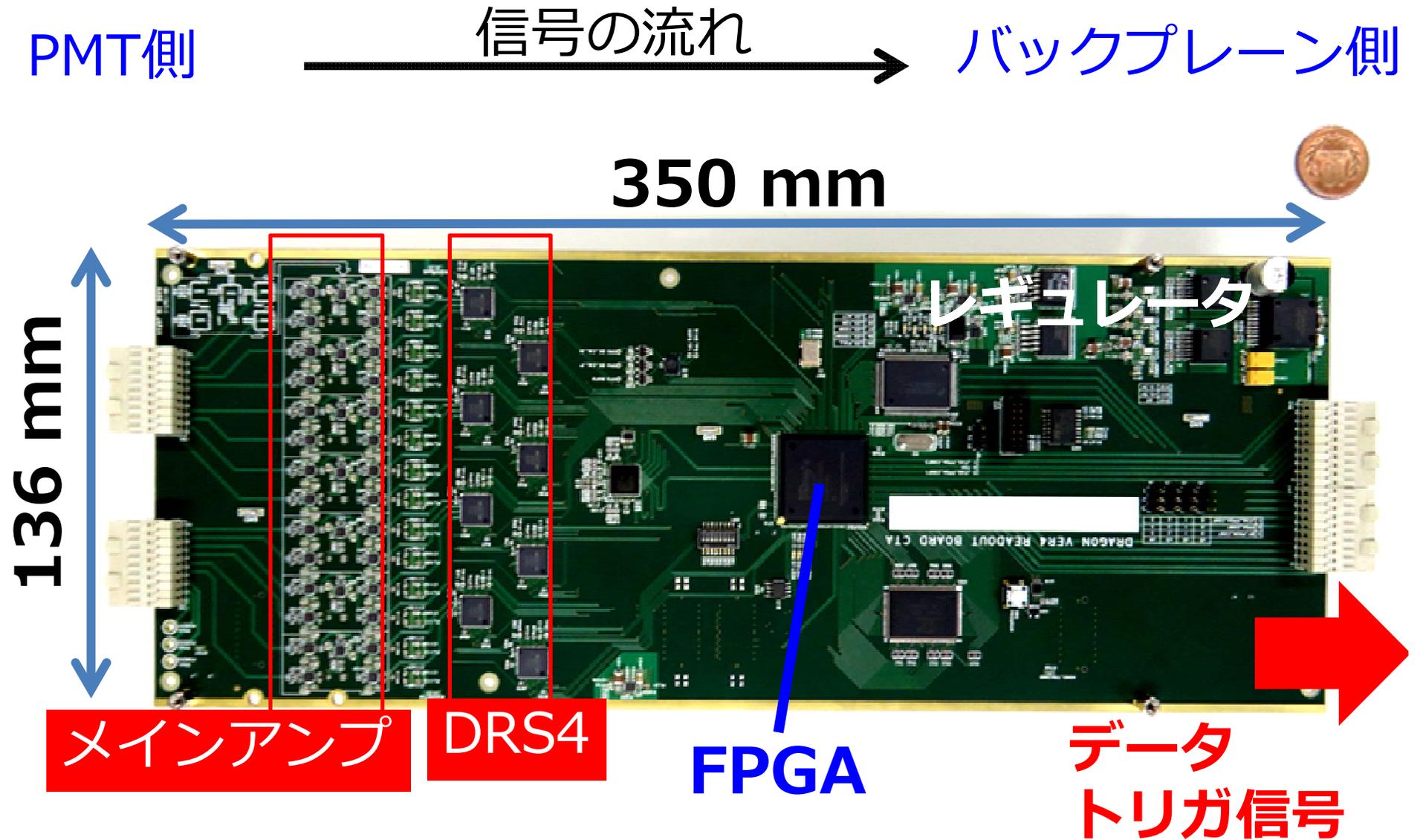
低エネルギー閾値 + **強力なBG除去能力** + **互換性**

- 23m 大口径望遠鏡 = 閾値**20GeV**
- GHzの波形記録
 - 夜光 ~ >200MHz/pixel の除去
 - トリガ待ち(~2 μ s)のlook back
- アナログメモリ “DRS4”を採用
- ダイナミックレンジ 1-2000 p.e.
 - MSTと十分にオーバーラップ
- ゲインの異なる2系統アンプ
- MSTとの互換性
 - フランスチームの回路とコンパチに



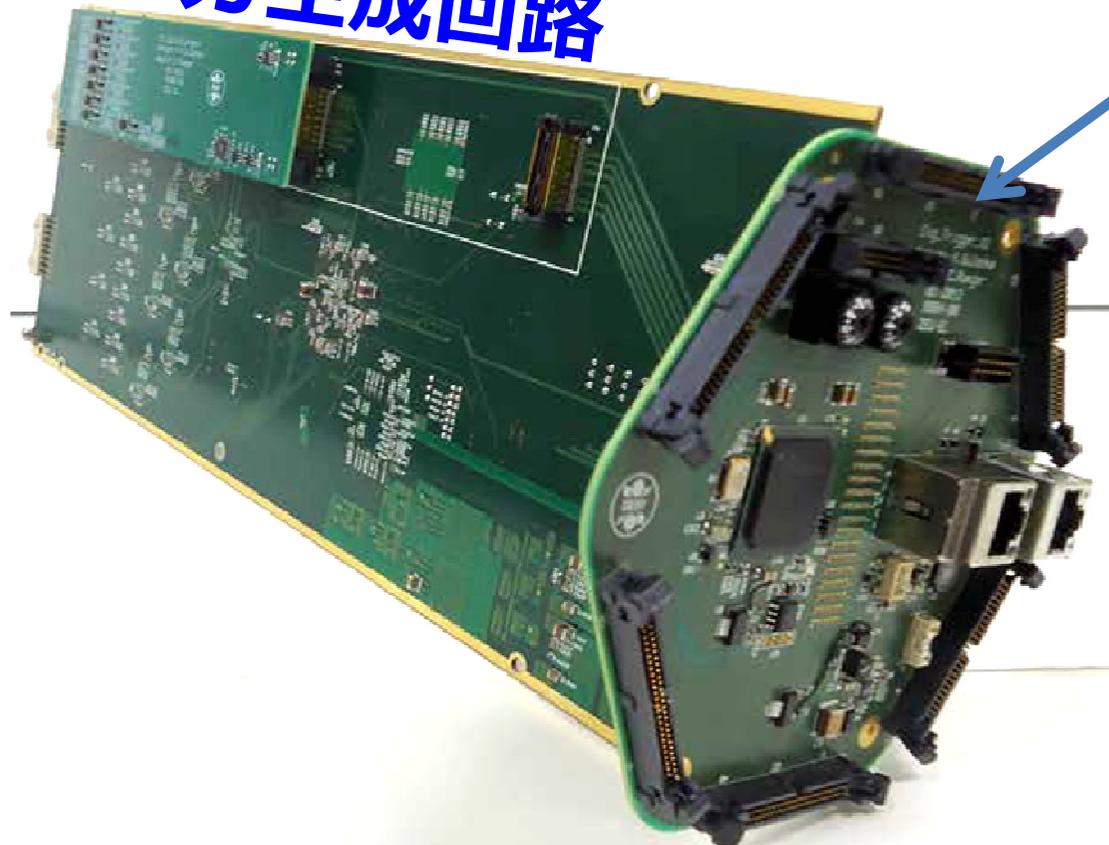
100 GeVガンマ線

“Dragon v4”を製作



“Dragon v4” 背面

トリガ生成回路



バックプレーン

電源接続部
イーサネット
トリガ通信
(アナログ・デジタル)

スペイン・ドイツ製基板との機械接続に問題なし
アナログ方式・デジタル方式ともに対応

v3→v4の変更点

- **機能面の主な修正**

- メインアンプのゲインとコンポーネント変更
- トリガ回路のASIC化に対応したソフトの改良

- **共通規格化に伴う修正**

- 電源供給がバックプレーンからの24Vに
- メカニカルサイズの変更
- 共通コネクタの変更に伴う修正

メインアンプの変更に伴い消費電力が増加

10.2 W → 13.5 W < 2 W/PMT

**LST初号機搭載モデルとして制作した、
v4の性能評価について報告する。**

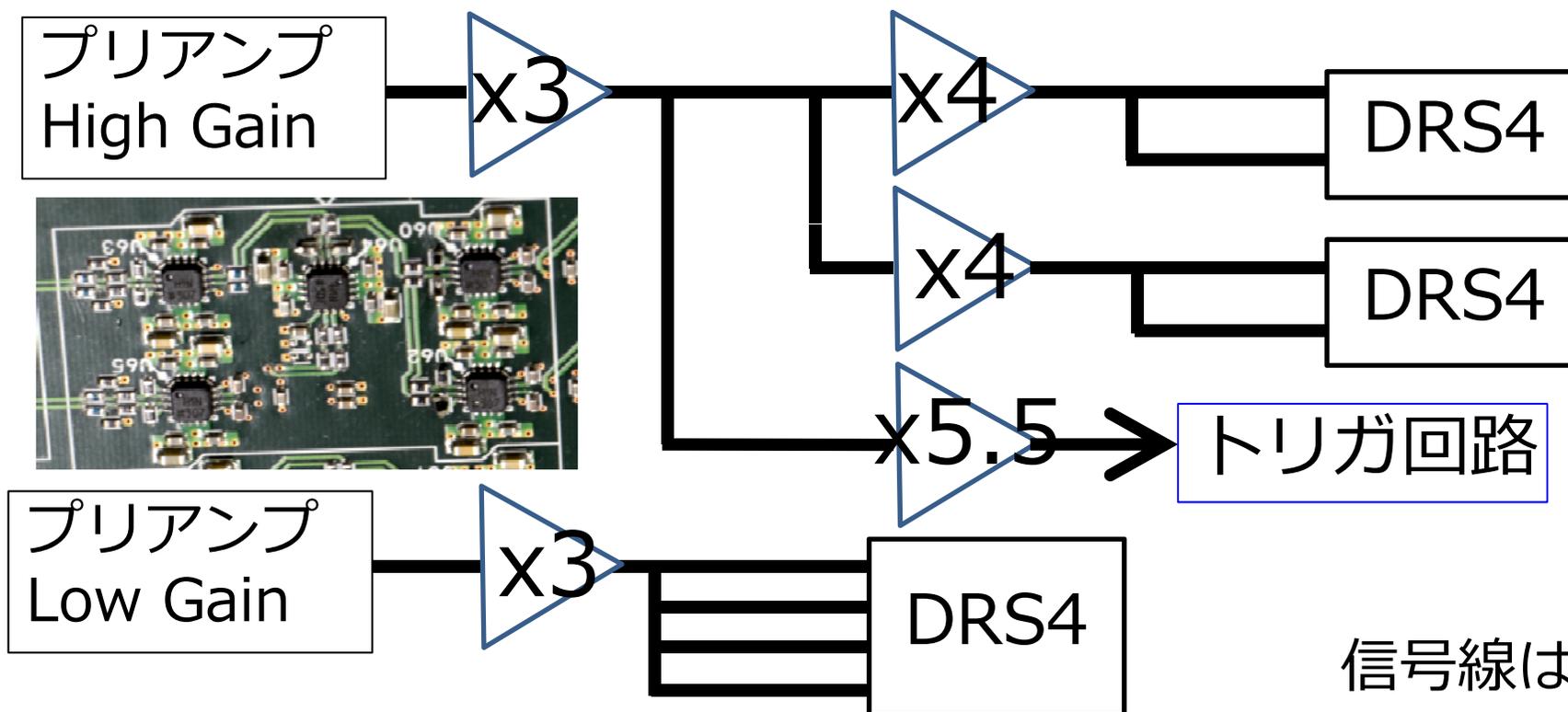
メインアンプの改良

高速の**ADA4927**で統一

HGアンプが**駆動するDRS4のチャンネル数を半分に**

ダイナミックレンジの調整 : 1-2000 p.e.

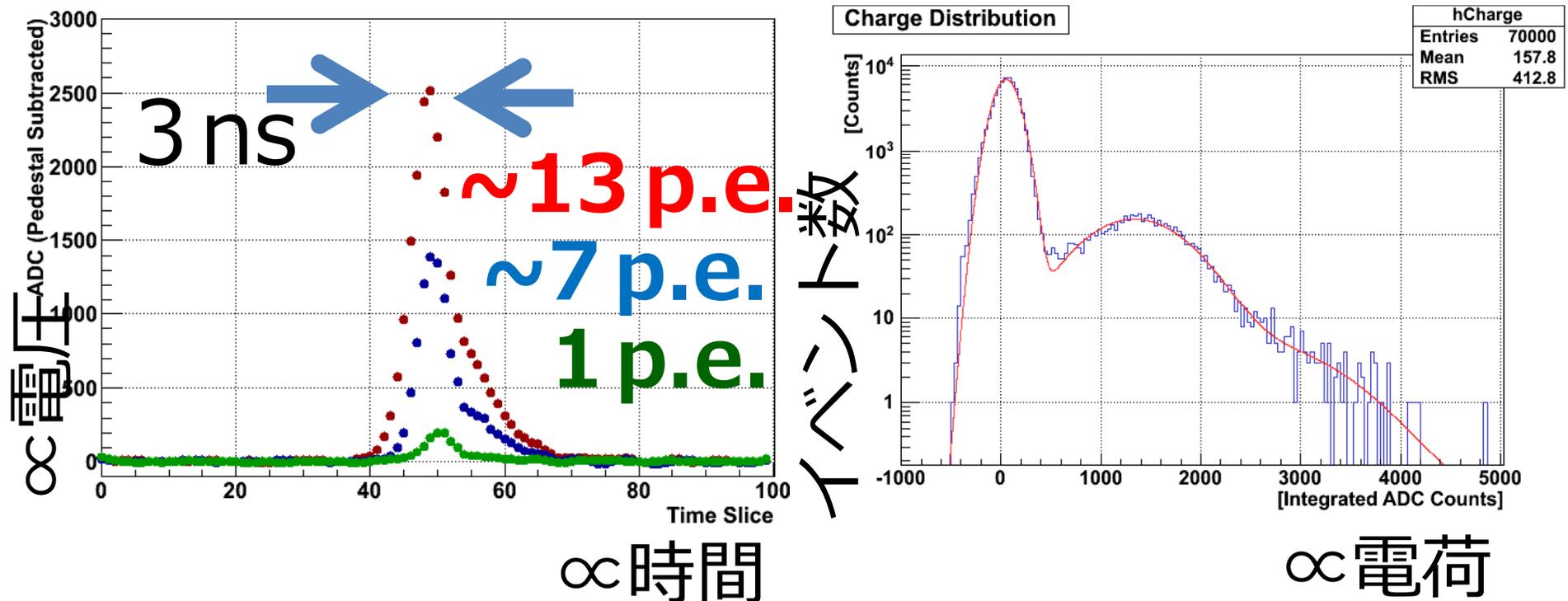
トリガ出力ゲインの調整 : 20 mV/p.e.



波形取得に成功

LED + PMTの信号を2GHzでサンプリング
 Gain 4.5×10^5 (印加電圧は1300 V)
 TCP/IPで波形データを読み出し

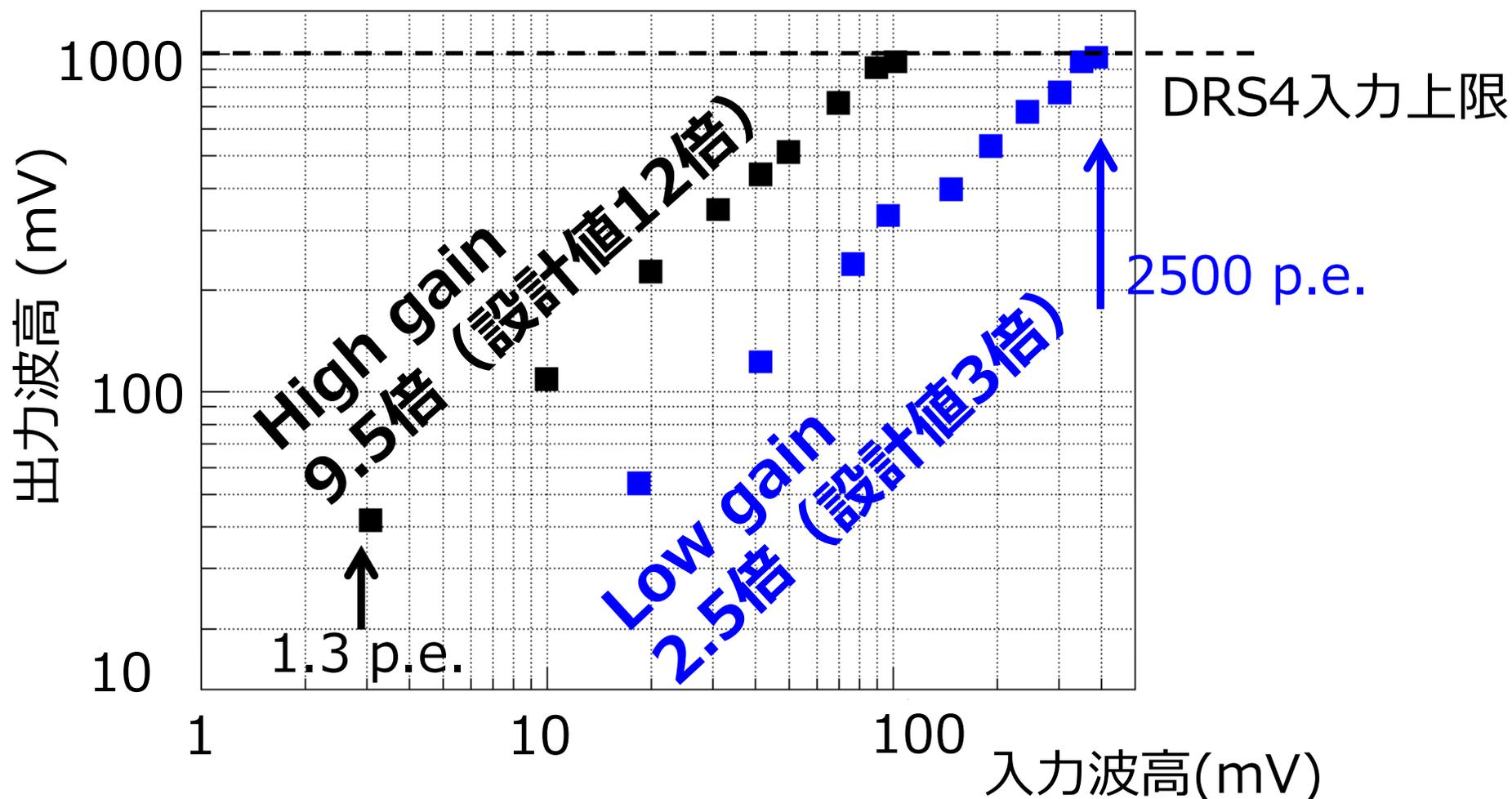
波形を積分することで1 p.e.スペクトルを取得
 固定積分幅 7.5 ns



ダイナミックレンジ

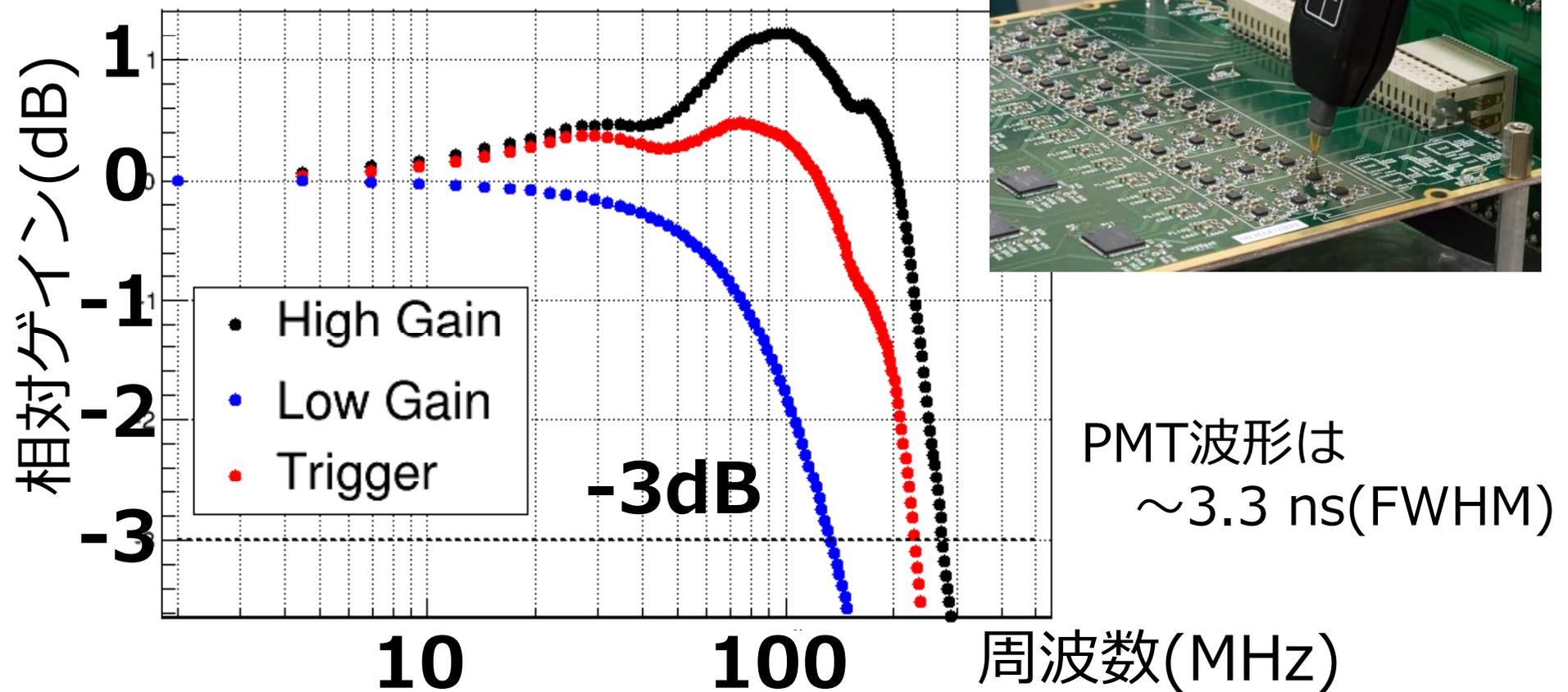
PMTを模擬したテストパルスをDRS4で波形記録して評価
上限は～2500p.e.。 **要求を満たした。**

p.e.換算時にオーバーラップが不足。 **HGを下げる調整が必要**



周波数帯域

ネットアナと差動プローブによる基板上での測定

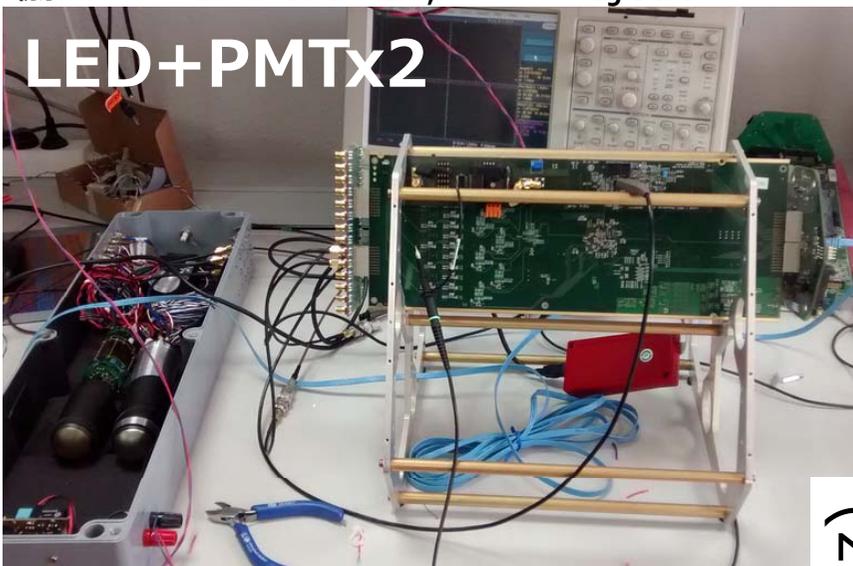


PMTの信号に対して十分な帯域を持つことを確認した。

帯域の違いはADA4927が駆動するDRS4のチャンネル数の可能性
帯域が重要となるのは夜光の影響が相対的に大きくなるHG

トリガ回路制御実験

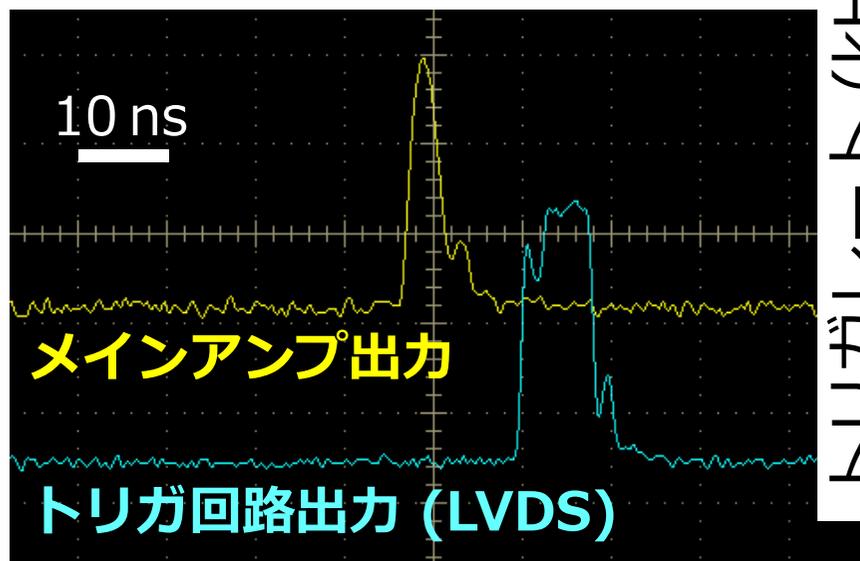
協力： G. Martinez, L.A. Tejedor



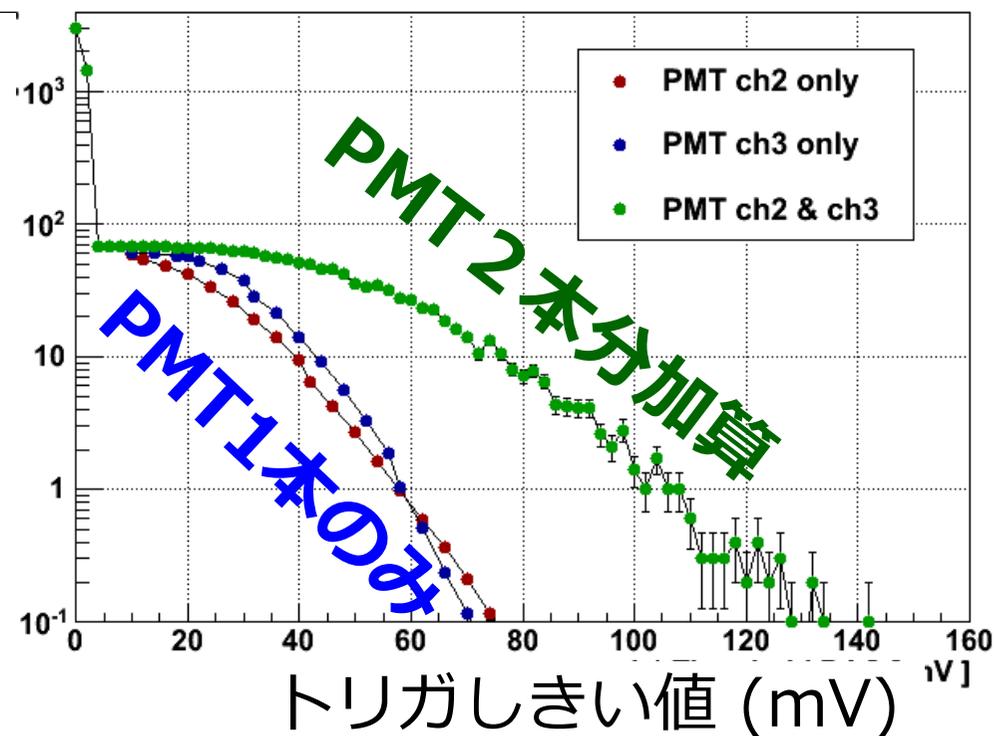
LED+PMTx2

FPGAとトリガASICの通信を確立
トリガ信号の生成を確認

70HzでLEDを照射
アナログ加算トリガの動作を確認



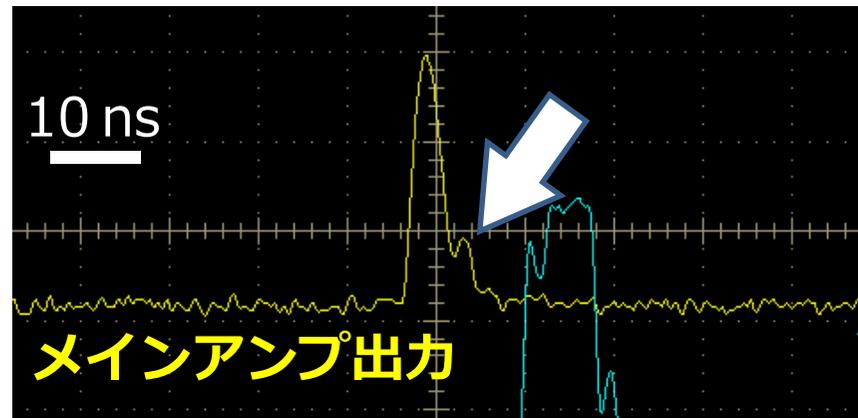
トリガレート (kHz)



メインアンプの最終調整を

量産する前に以下の修正を行う

1. (前述) High gainの倍率を下げ、Low gainとのオーバーラップを確保する。
2. 入力インピーダンスを調整して入り口での反射を抑える。



アンプ本来の性能より帯域が悪い (2.3 GHz → 0.1-2 GHz)
原因探索のために回路シミュレーションを行う予定

まとめと今後の予定

- CTA大口径望遠鏡の高速波形サンプリング読み出し回路を開発してきた。
- 初号機に搭載する量産モデルを試作し、機械接続と機能評価を行った。
- トリガ設定と波形取得に成功した。

- メインアンプはゲインの再調整が必要
- メインアンプの入カインピーダンスも調整する
- 3枚の読み出し回路による「ミニカメラ」実験へ
- 2016年の初号機建設に向け、来年度より量産開始