

CTA大口径望遠鏡 読み出し回路の開発 (3)

京都大学 栗根悠介

岸本哲朗、窪秀利、今野裕介、畑中謙一郎(京都大)

池野正弘、内田智久、田中真伸(KEK 素核研、Open-it)

上野遥、小山志勇(埼玉大)

梅原克典、片桐秀明(茨城大)

大岡秀行(東大宇宙線研)、手嶋政廣(東大宇宙線研、Max-Planck-Inst. fuer Phys.)

折戸玲子、菅原隆希(徳島大)

株木重人(東海大)

郡司修一、萩原亮太(山形大)

佐々木浩人、山本常夏(甲南大)

田島宏康(名古屋大)、中森健之(早稲田大)、他CTA-Japan Consortium

大口径望遠鏡における読み出し回路

PMTカメラピクセルからのアナログ信号を
デジタル化する回路

20GeV～1TeVのエネルギーが
ターゲット

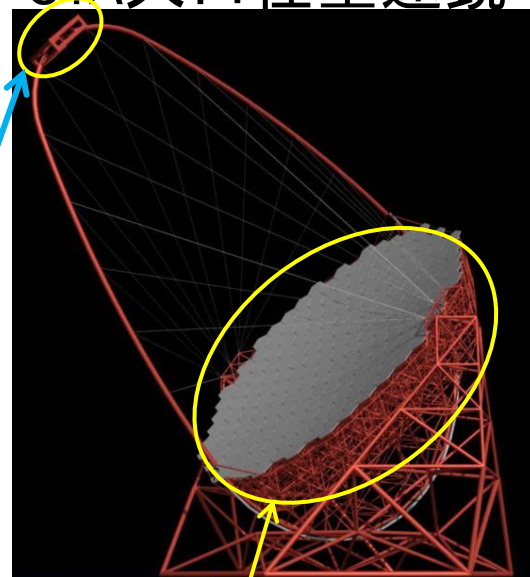
焦点面カメラ
(1855ピクセル)

回路への要求

- 毎秒数ギガサンプリング
 - 夜光の信号を分離
- 低消費電力
 - 大量の回路からの発熱を抑える

他に2 μ s以上の記録深さ等

CTA大口径望遠鏡



鏡面(23m)

アナログメモリASIC
DRS4を用いた
読み出し回路を開発

開発した回路

PMT組み合わせ時

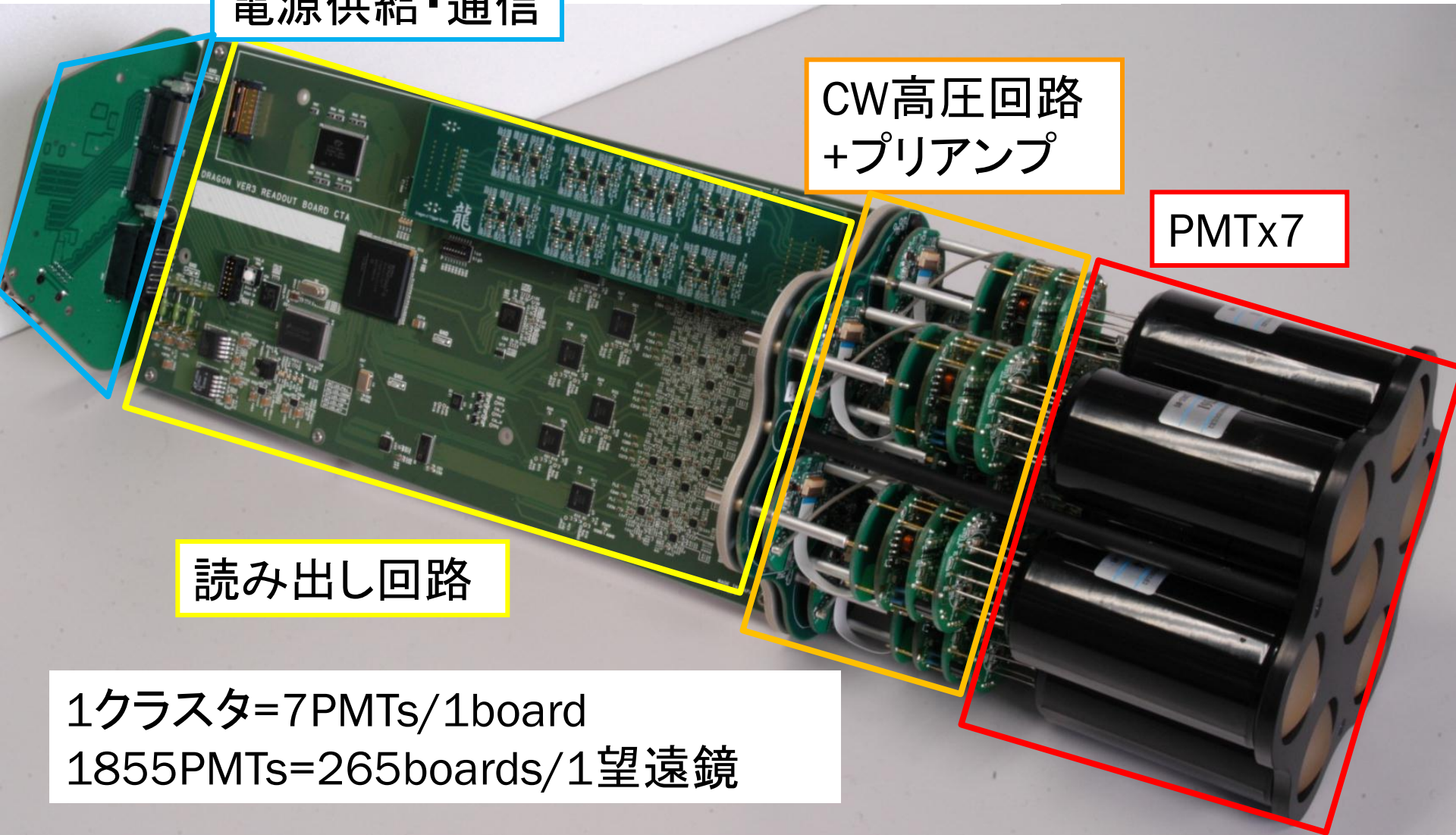
電源供給・通信

CW高圧回路
+プリアンプ

PMTx7

読み出し回路

1クラスタ=7PMTs/1board
1855PMTs=265boards/1望遠鏡



PMT波形読み出しの流れ

トリガー生成回路

データ送信

デジタル変換

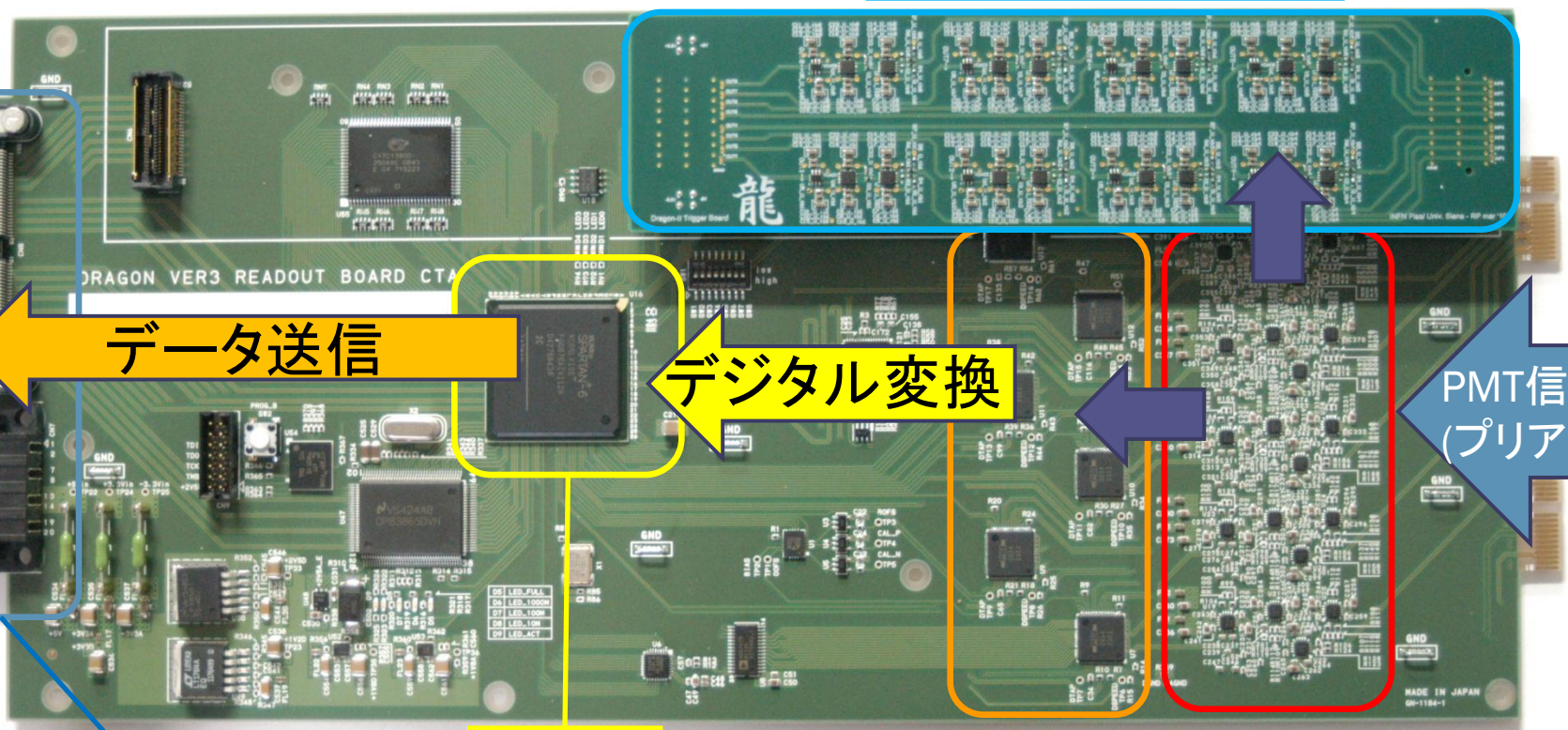
PMT信号
(プリアンプ後)

信号通信
電源供給用コネクタ

FPGA

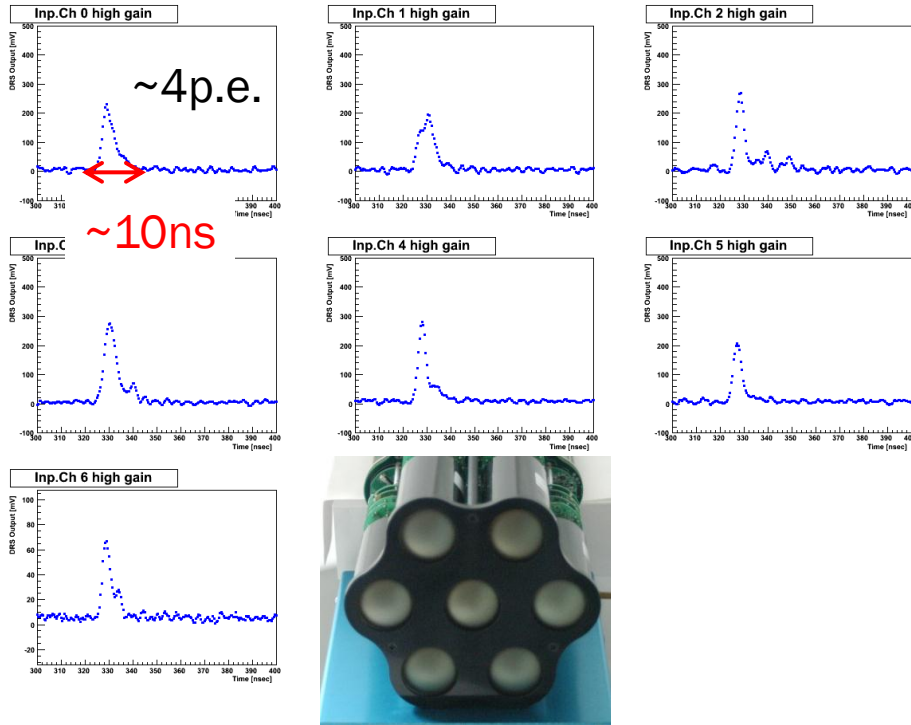
アナログメモリ
(DRS4)

メインアンプ

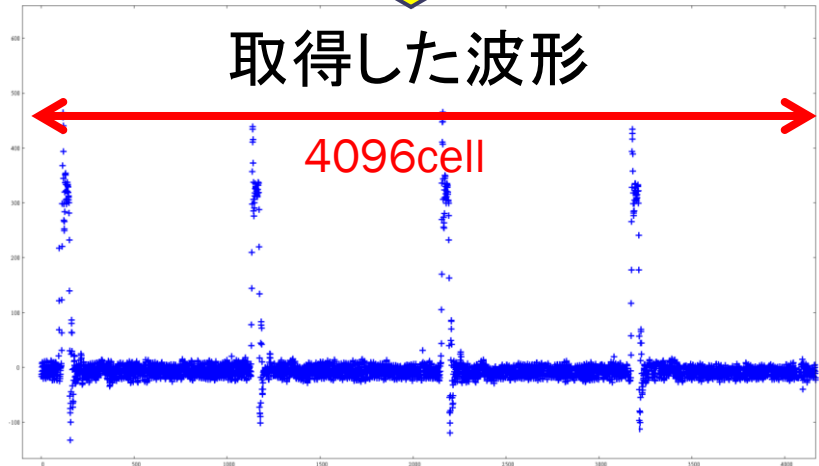
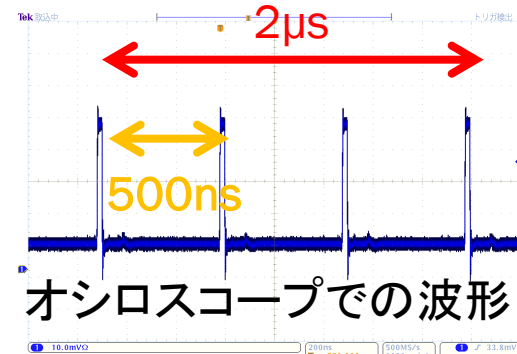


読み出し回路で取得した波形

LED光の7ch波形同時読み出し



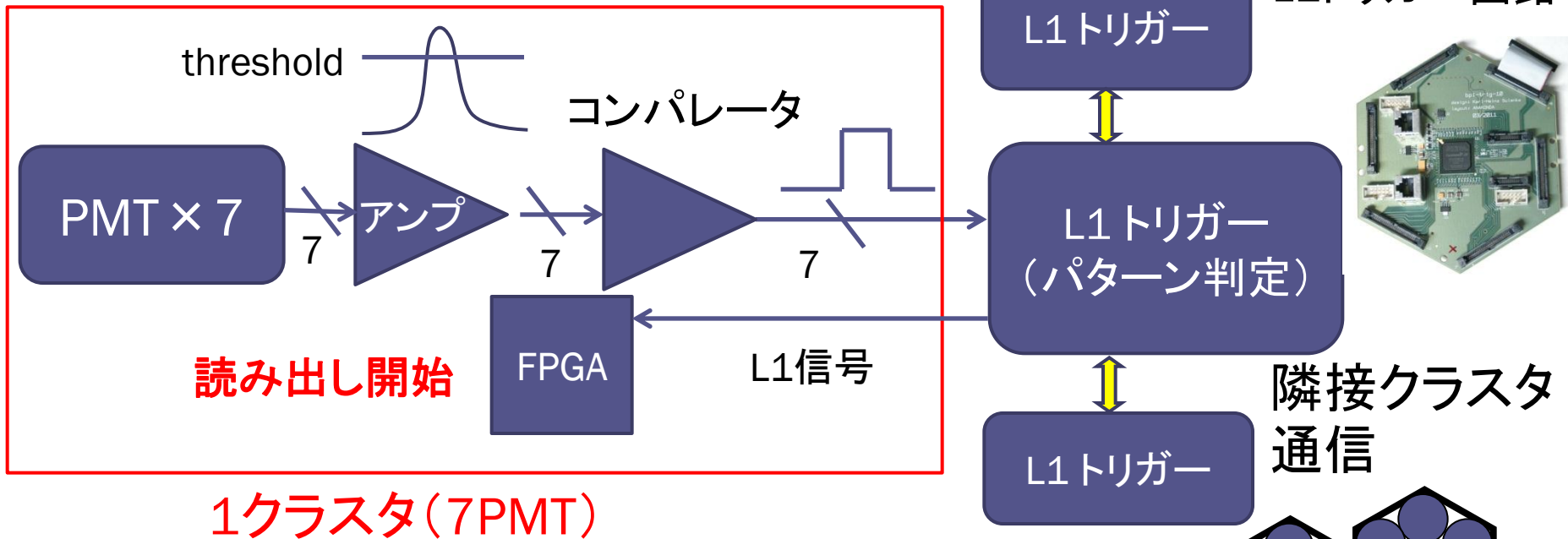
7PMTの各波形



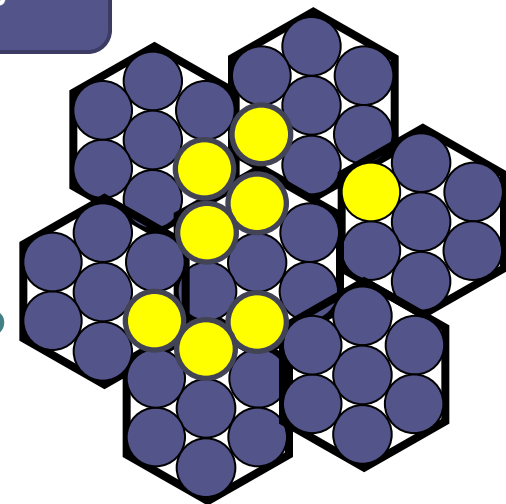
- ・アナログメモリASICであるDRS4を使い
波形**毎秒2ギガサンプリング**、記録深さ **$2\mu\text{sec}$** が可能
- ・ **$2.04\text{W}/\text{PMT}$** の低消費電力を実現

デジタルトリガーシステム

それぞれのPMTから閾値以上の信号を判定



- L1トリガーは周囲のクラスタと通信を行いパターンから読み出し開始のhit判定を行う
 - 隣り合ったPMTにhitするチェレンコイベントからランダムで発生する夜光イベントを落とす

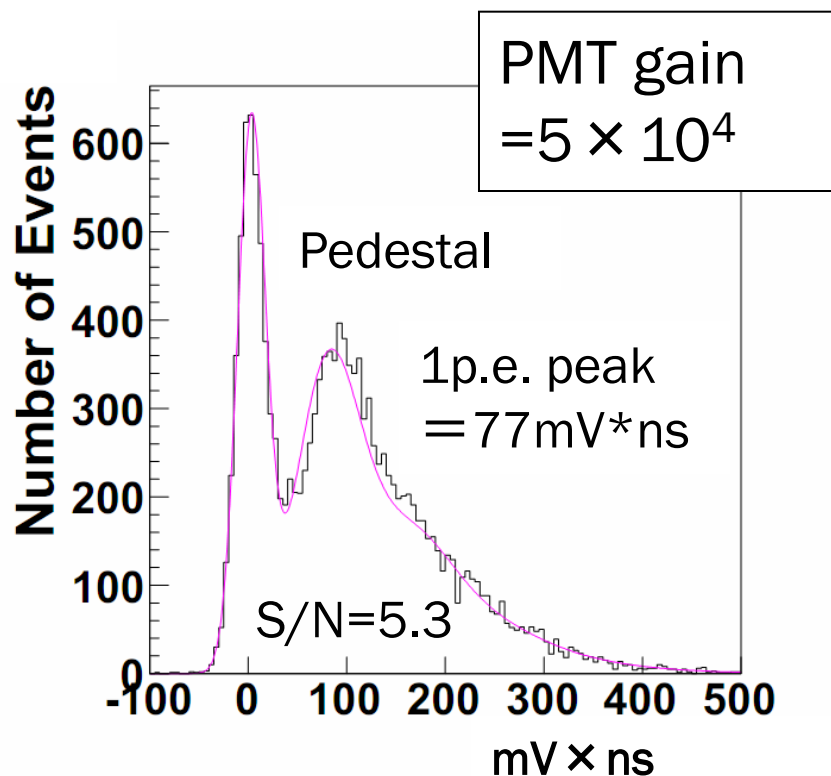


今回の報告

- 独グループの開発したデジタルトリガーと我々の読み出し回路を組み合わせて動作確認した
 - PMTからスペクトルの取得
 - トリガー回路ノイズ測定
 - 3クラスター間トリガー通信試験

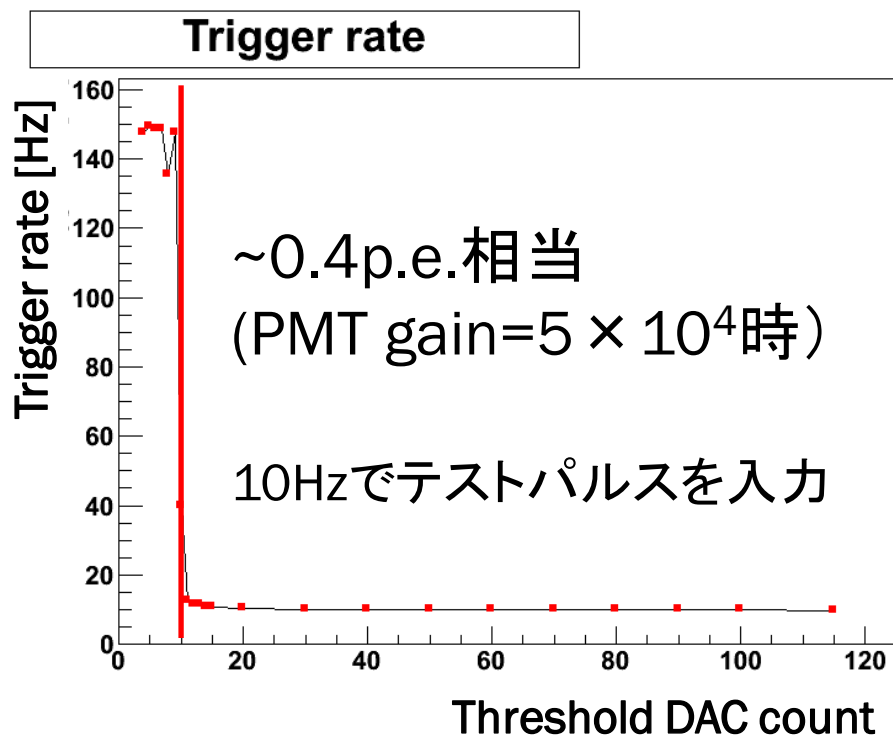
ノイズの測定

LED光からのPMTのスペクトルを
読み出し回路を用いて取得



読み出し回路を通して
1p.e.を分離できた

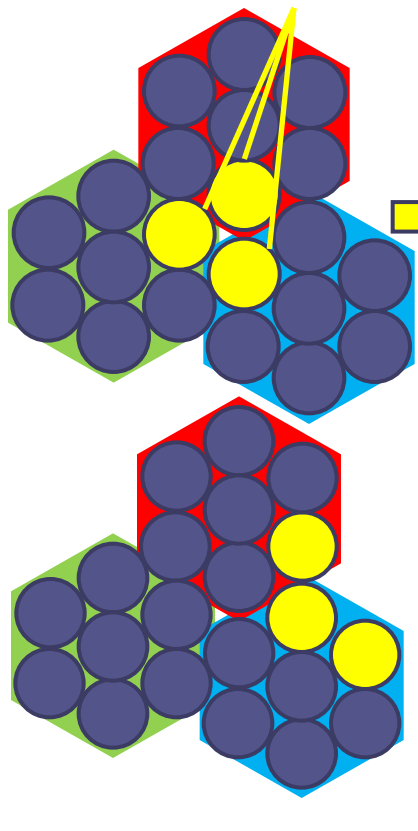
トリガーの閾値を変えて
トリガーレートを計測
→回路単独のノイズを確認



3クラスタ間トリガー通信試験

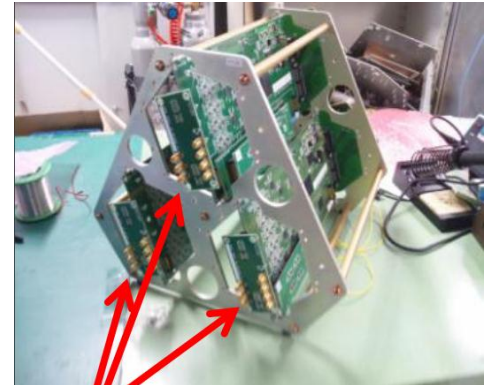
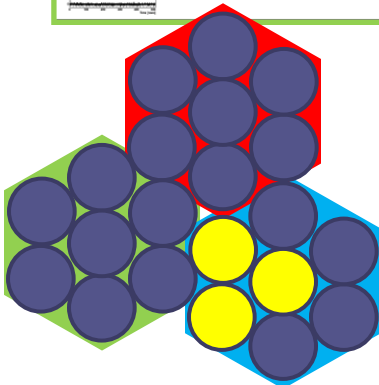
トリガー信号を3クラスタ間で通信
3-next-neighbor ロジックで実装
テスト信号を入力して波形を取得

テスト信号入力ch



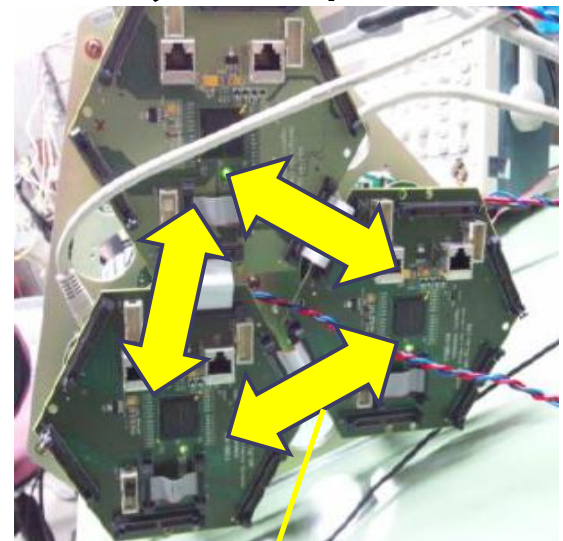
テスト信号の
波形

テストした
判定パターン例



テスト信号入力

L1トリガーボード×3



信号通信

まとめと今後

- CTA大口径望遠鏡に搭載する読み出し回路を開発
- 読み出し回路とトリガーシステムを組み合わせた試験を進めている
- 37クラスタを組み合わせたミニカメラの稼働に向けて試験、改良を進める
 - 帯域改善
 - 複数クラスタデータ取得システムの構築