

# CTA大口径望遠鏡 読み出し回路の開発(5)

京都大学 増田周

窪秀利、今野裕介、齋藤隆之、  
土屋優悟、畑中謙一郎(京都大)、  
大岡秀行、林田将明(東大宇宙線研)、  
手嶋政廣(東大宇宙線研、Max-Planck-Inst. fuer Phys.)、  
上野遥、小山志勇、寺田幸功、永吉勤(埼玉大)、  
片桐秀明(茨城大)、折戸玲子(徳島大)、  
郡司修一、鈴木ちひろ、中森健之(山形大)、  
山本常夏(甲南大)、田中真伸(KEK 素核研)、  
他CTA-Japan Consortium、池野正弘、内田智久(Open-It)



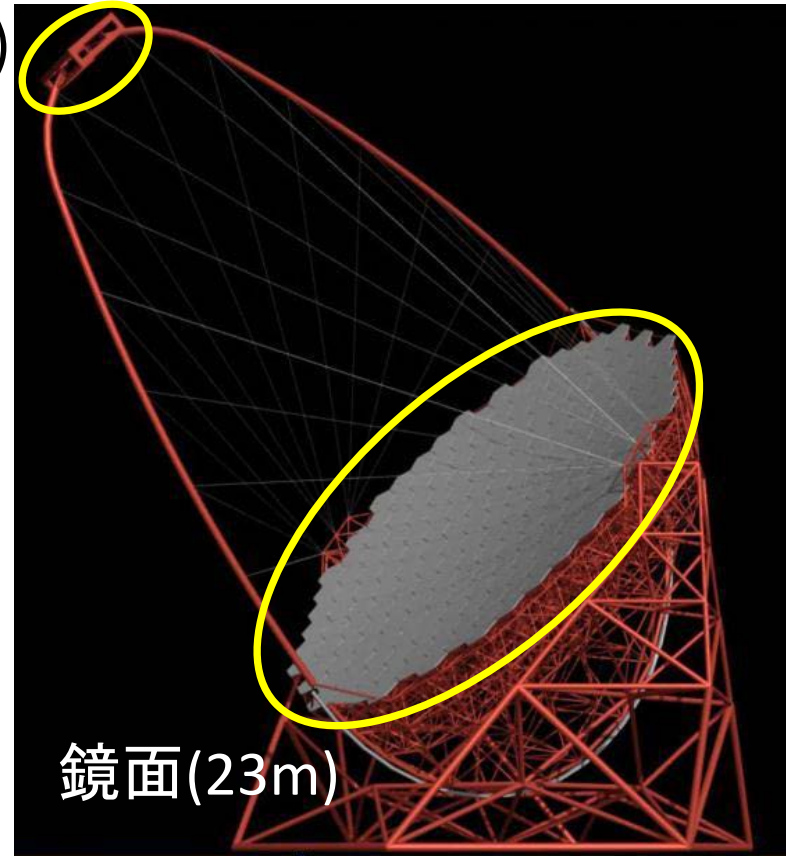
# CTA大口径望遠鏡

20GeV~1TeVのエネルギーの  
ガンマ線を狙う  
200MHzの夜光の除去が必要

焦点面カメラ  
(PMT)

## 要求仕様

- ◆ GHzの高速サンプリング・高帯域  
夜光と信号を分離、速いPMT信号
- ◆ 低消費電力  
1855PMTs/telからの発熱を抑える  
→アナログメモリASIC“DRS4”チップ
- ◆ 広いダイナミックレンジ  
MSTのレンジとのオーバーラップ  
→GAINの異なる2系統アンプ



# Dragon ver.3

7 PMTs / cluster  
1855 PMTs / telescope  
→ 265 clusters / telescope

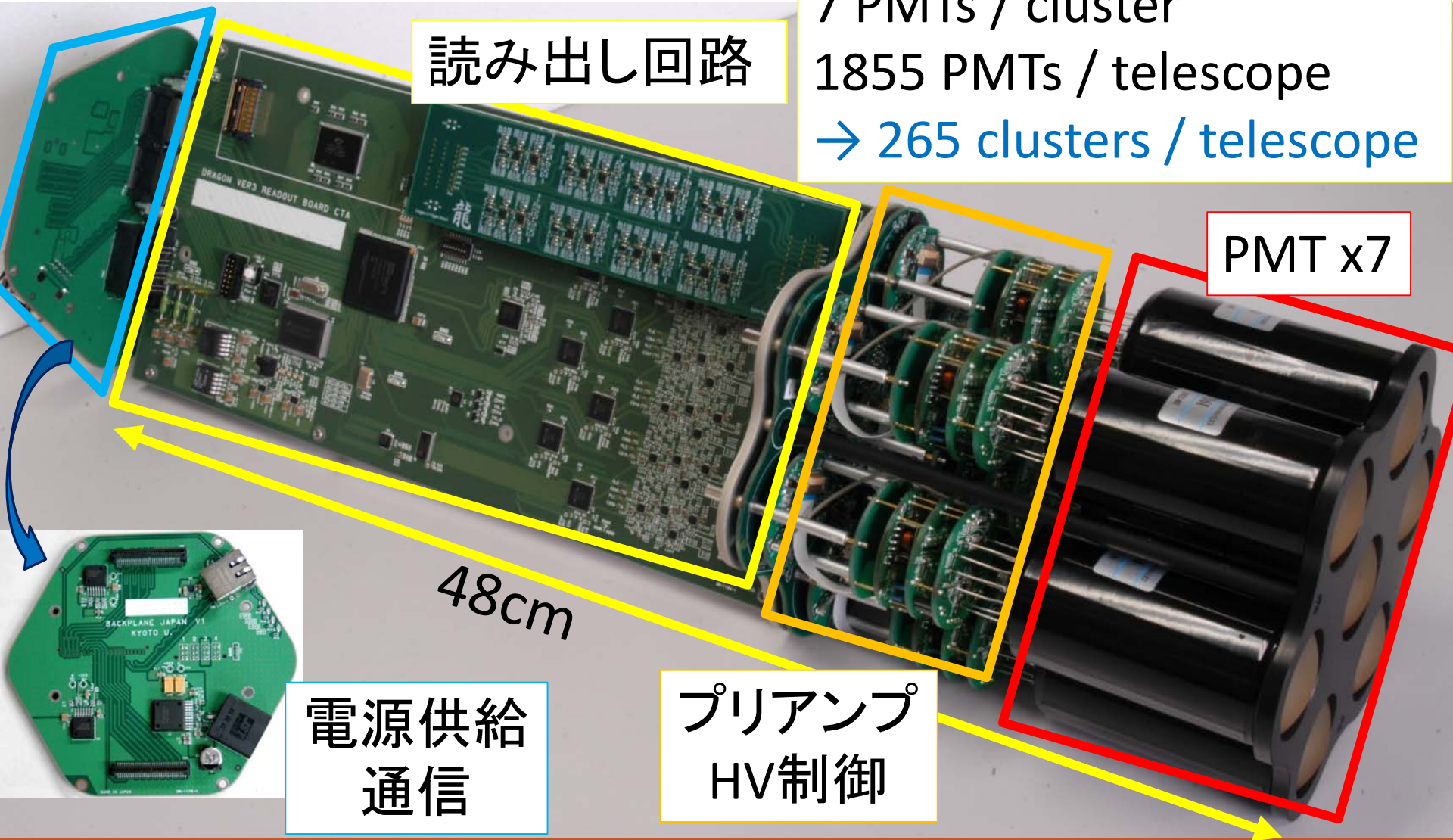
読み出し回路

PMT x7

48cm

電源供給  
通信

プリアンプ  
HV制御





# PMT波形読み出しの流れ

トリガー生成回路

PMT信号

デジタル変換

データ送信

メインアンプ

アナログメモリASIC

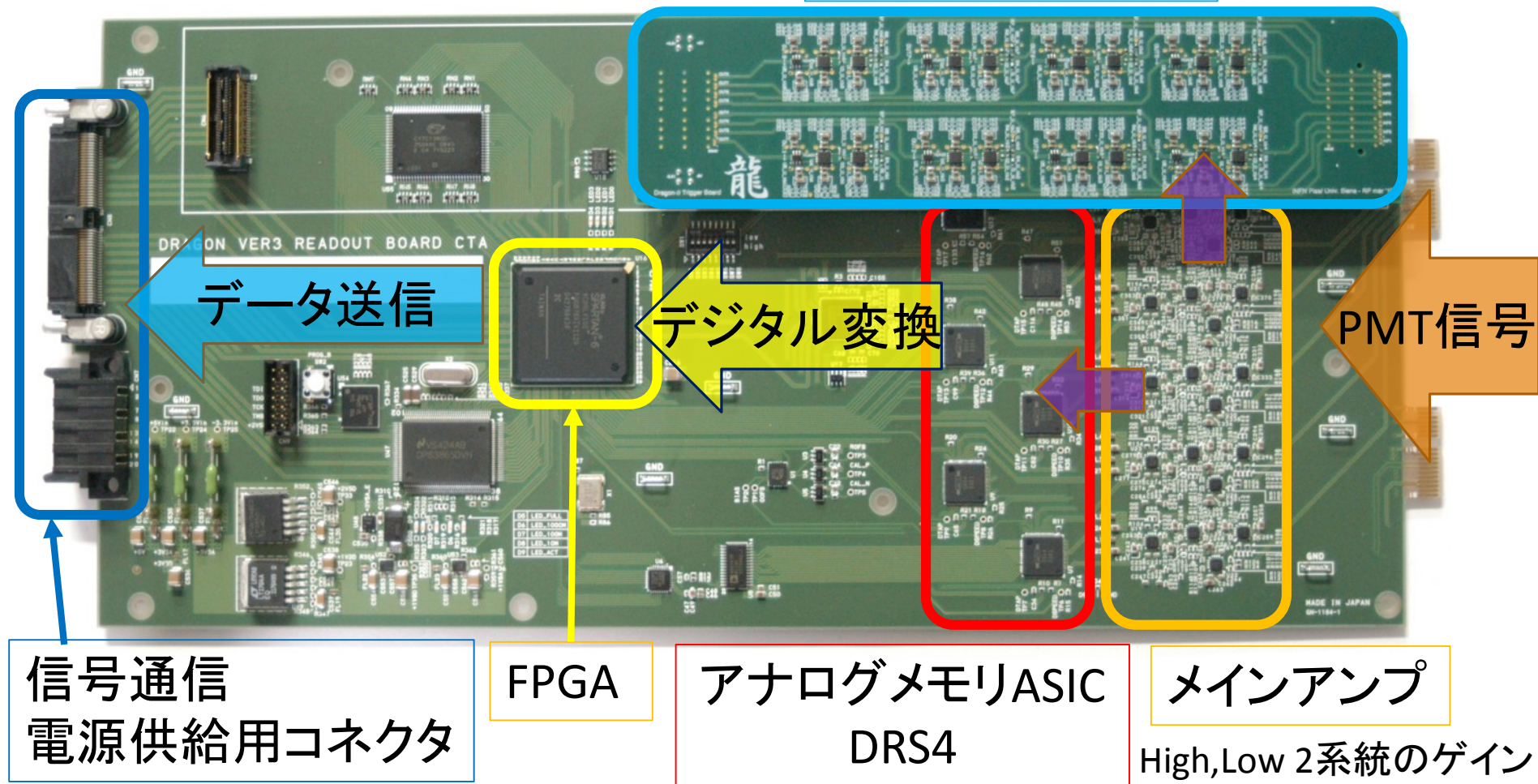
FPGA

DRS4

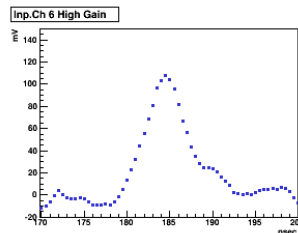
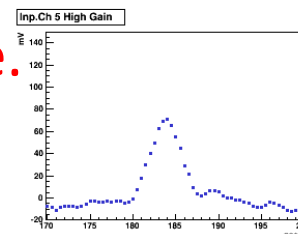
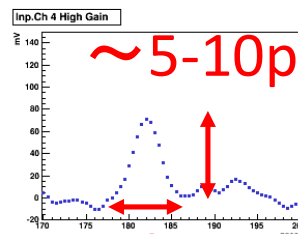
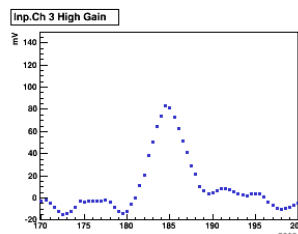
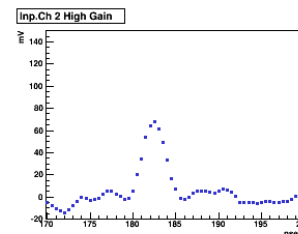
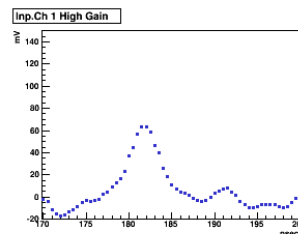
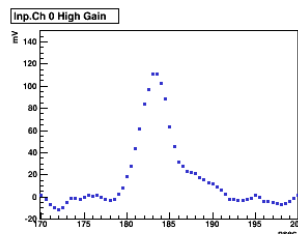
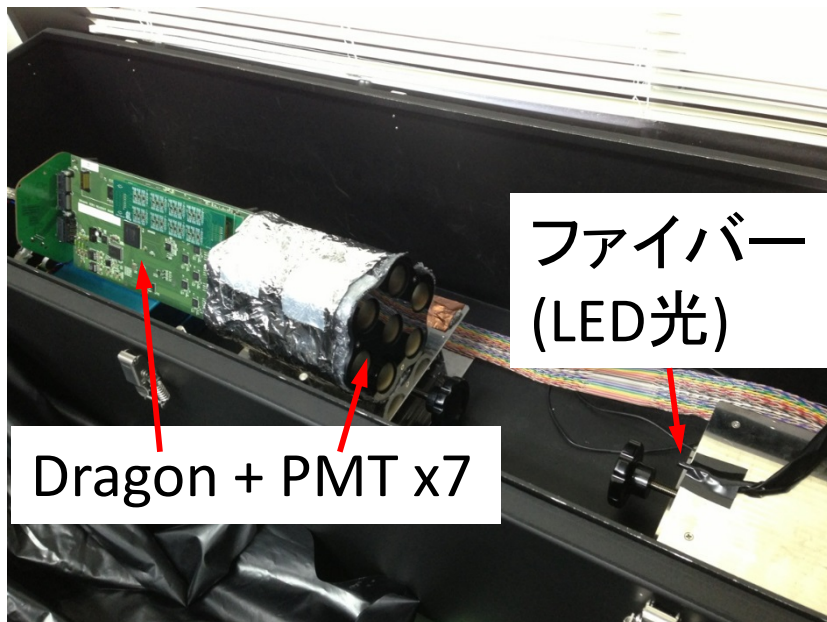
High,Low 2系統のゲイン

信号通信

電源供給用コネクタ



# 波形サンプリング



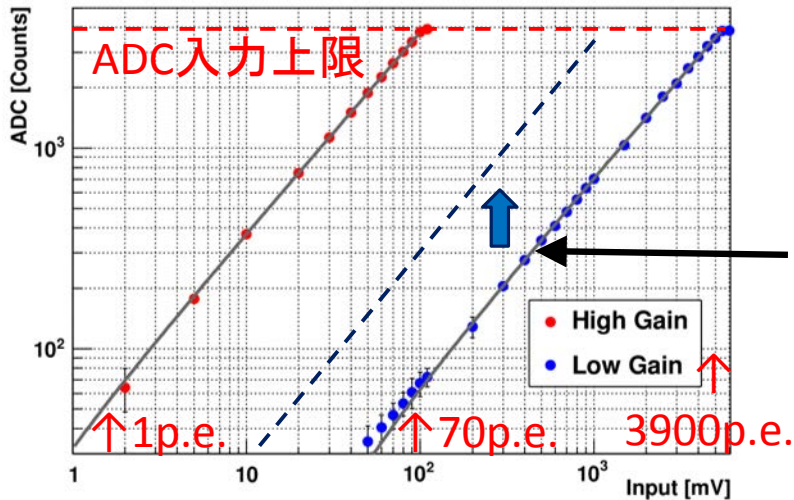
PMT Gain  $4.5 \times 10^4$   
2 GS/s

- ✓ アナログメモリASIC“DRS4”(S.Ritt(PSI))の使用により  
毎秒2ギガの波形サンプリング、メモリ深さ $2\mu\text{s}$ が可能
- ✓ 2.14W/PMTの低消費電力を実現

トリガー待ちのlook back

# ダイナミックレンジ・帯域

2013年春 中森講演



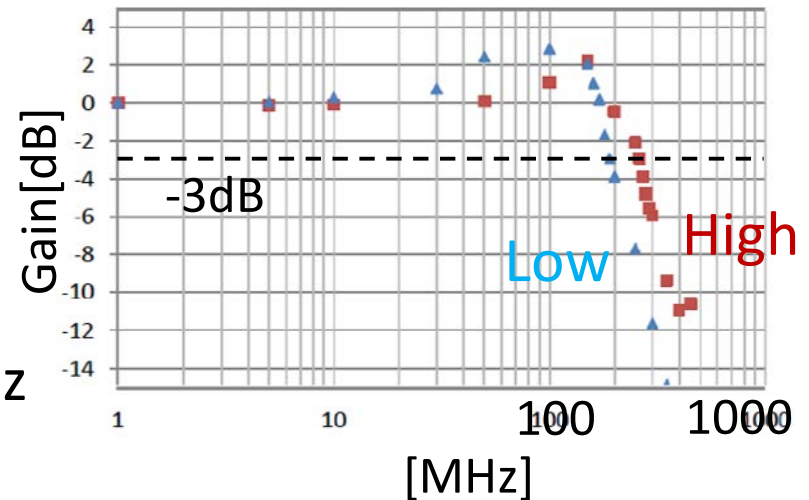
要求仕様の変更:  
上限 3000 → 1000 p.e.

Low Gainのダイナミックレンジを  
下げる予定

プリアンプ+メインアンプ+DRS4

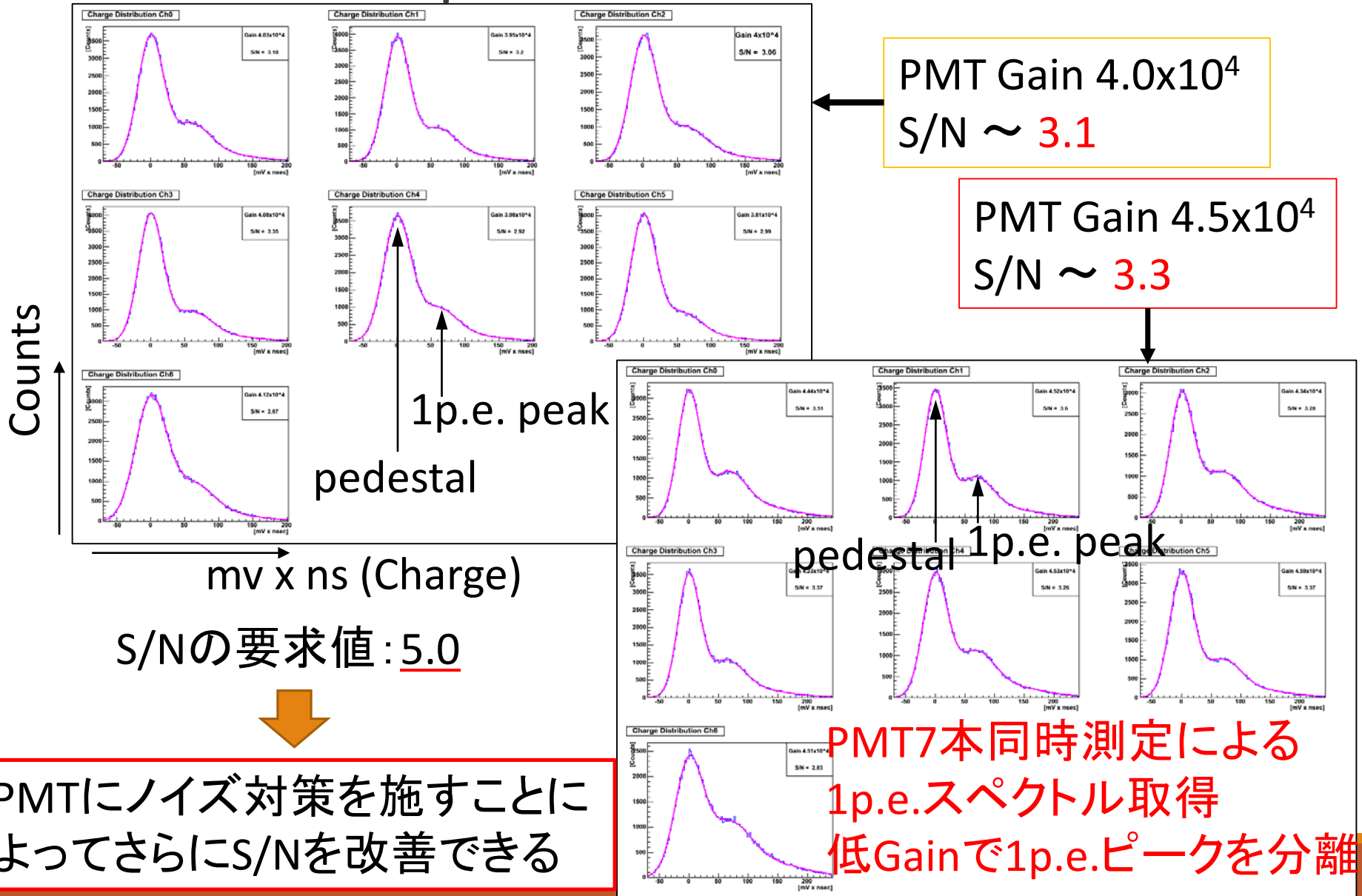
High Gain: 250 MHz

Low Gain: 180 MHz



次バージョンで要求値の300MHz  
まで帯域が改善される予定

# 1p.e.スペクトル



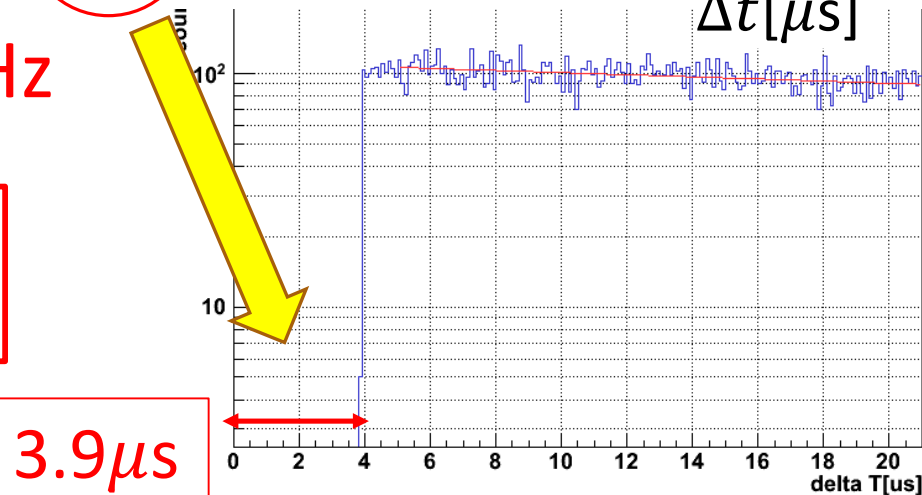
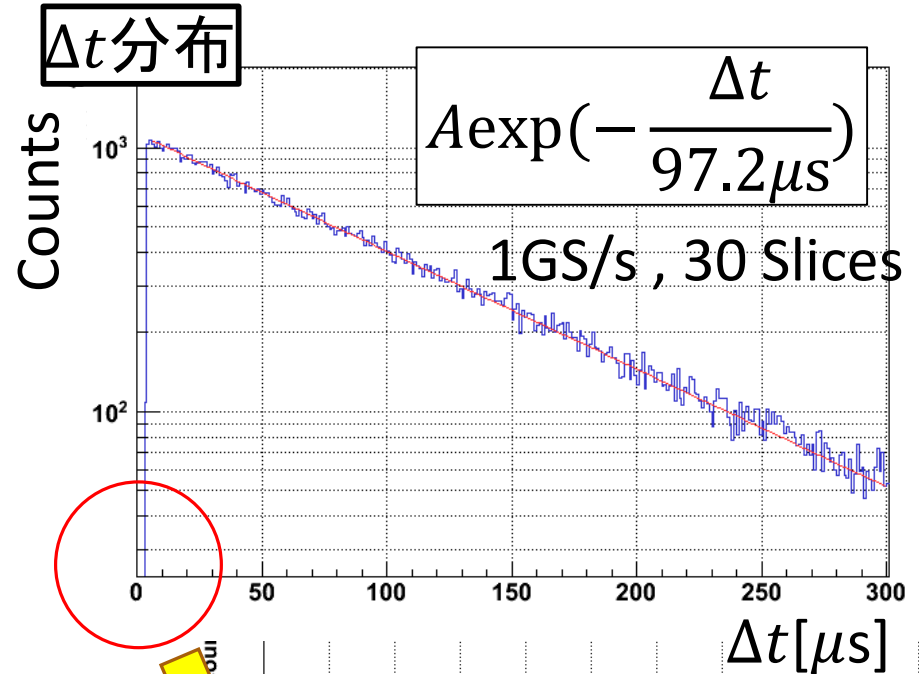


# デッドタイム

ランダムパルスジェネレータから平均10kHzのランダムなパルスを入力してデッドタイムを測定

$$\text{Dead Time} = \frac{T_{\text{total}} - T_{\text{live}}}{T_{\text{total}}}$$
$$= \underline{5.4 [\%]} @ 10\text{kHz}$$

要求性能の5%を概ね満たす結果が得られた



回路シミュレーションとconsistent

$30\text{ns}/\text{Slice} \times 30\text{Slices} \times 2\text{PMT}/\text{Chip} + \alpha$



# Dragon ver.4

## ver.3をさらに改良・LST初号機搭載モデル

- ◆ バックプレーン基板上の電源供給系(DC/DCコンバータ)を吸収
- ◆ 帯域を改善したメインアンプの導入
- ◆ 中口径望遠鏡の読み出し基板とのサイズ幅、周辺基板との接続共通化
  - ✓ 中口径望遠鏡での使用が可能に
- ◆ プリアンプが差動入力のPACTAに変更されることに伴い、SCBとのコネクタ変更
  - ✓ ノイズの低減
- ◆ 配線の修正によりクロストークの改善が期待される

# 今後のスケジュール

2013

10月

Dragon ver.4 完成

動作・性能試験開始

2014

(必要なら改版)

ver.4 量産を開始

PMT、トリガー回路を組み合わせたクラスタ同士を複数接続させた統合試験および改良

2016

LST初号機に搭載、試験運転開始

# まとめ

- Dragon ver.3による動作試験
  - 1p.e.スペクトルを取得。ノイズの低減が必要
  - デッドタイムの測定をし、要求を概ね満たす値が得られた
- さらに改良したDragon ver.4を製作中、10月に完成予定
  - ノイズ・帯域・クロストーク改善
  - ダイナミックレンジ変更
- 以降ver.4での試験を行っていく