

CTA報告81：CTA大口径望遠鏡 初号機搭載読み出し回路の開発



京都大学 土屋優悟

窪秀利, 今野裕介, 齋藤隆之, 畑中謙一郎, 増田周, 郡司修一^A,
中森健之^A, 大岡秀行^B, 折戸玲子^C, 手嶋政廣^{B,D}, 中嶋大輔^B,
山本常夏^E, 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, 山形大理^A, 東大宇宙線研^B, 徳島大総科^C,
Max-Planck-Inst. fuer Phys^D, 甲南大理工^E, KEK素核研^F



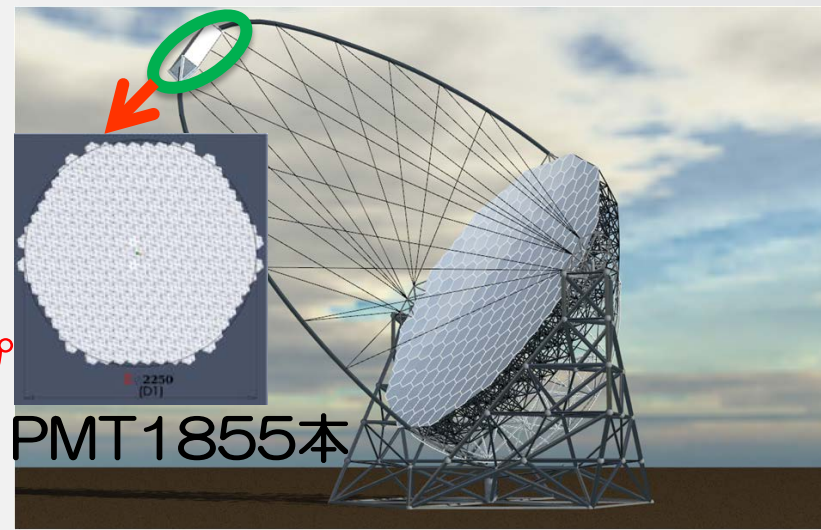
CTA大口径望遠鏡(LST)

- ◆ 23m口径(4台/site 建設予定)
- ◆ 低エネルギー領域の観測 20GeV-1TeV(Fermi,MSTとオーバラップ)

読み出し回路への要求

- GHzでの高速波形サンプリング
 - 数百MHzの夜光との分離
- 低消費電力,低コスト化
 - 1855PMTs/1台 からのからの発熱を抑える
- 広いダイナミックレンジ 1-2000phe
 - MSTとのオーバラップ
- 高周波数帯域

➡ アナログメモリ DRS4 採用
ゲインの異なる2系統アンプ

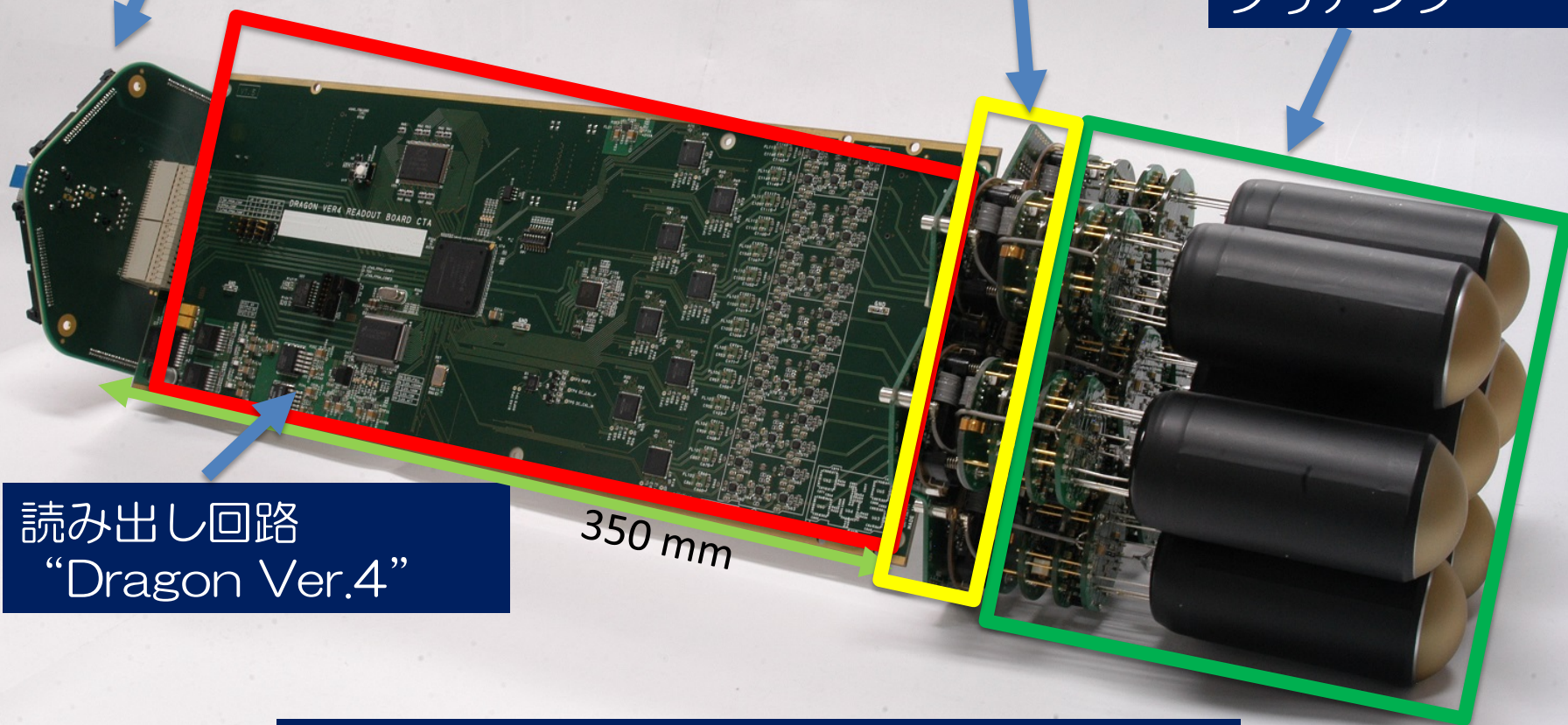


読み出し回路(Dragon Ver.4) + 周辺回路

電源供給
トリガ信号生成・分配

スローコントロール
ボード(SCB)
高圧設定

PMT×7本
プリアンプ

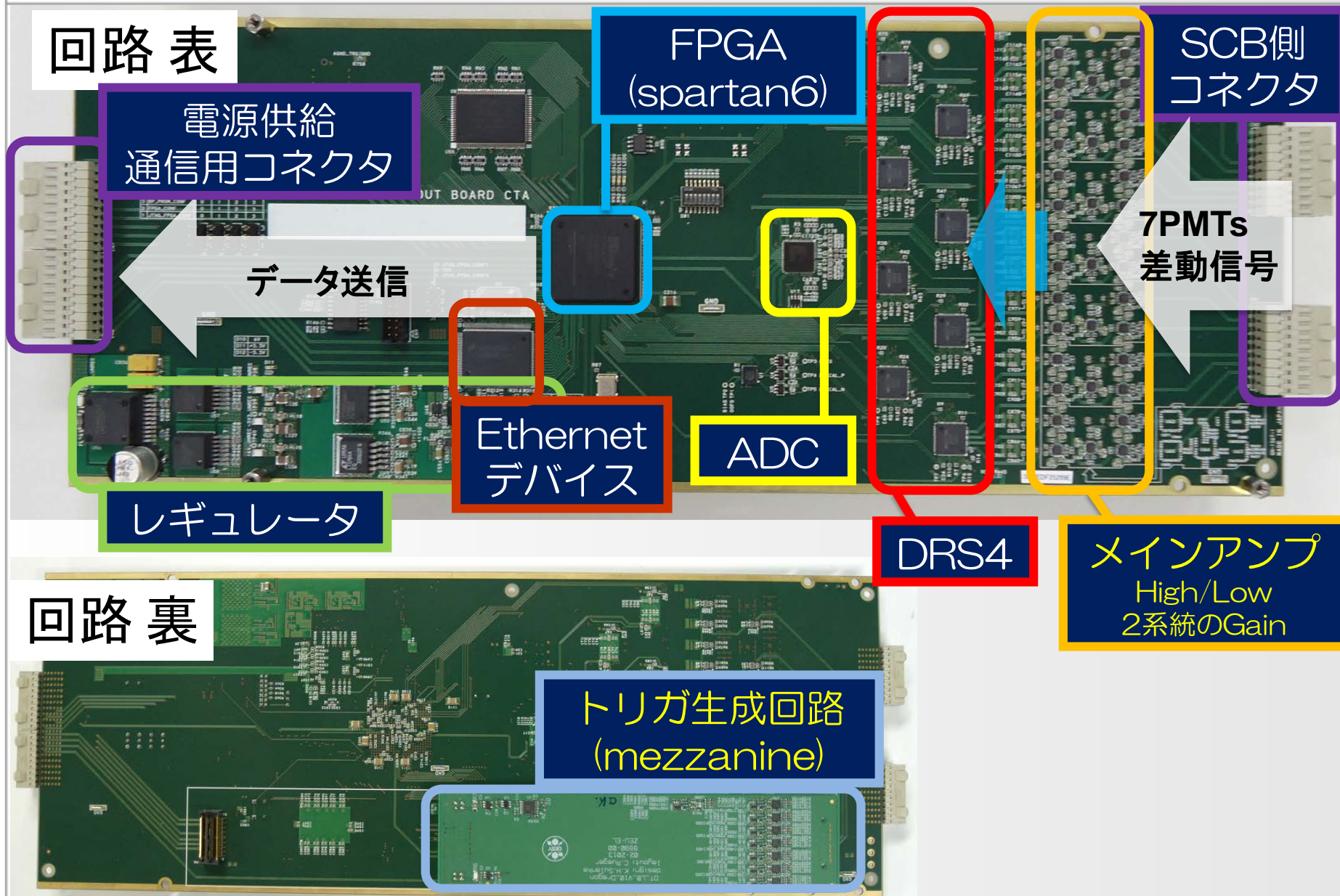


読み出し回路
“Dragon Ver.4”

350 mm

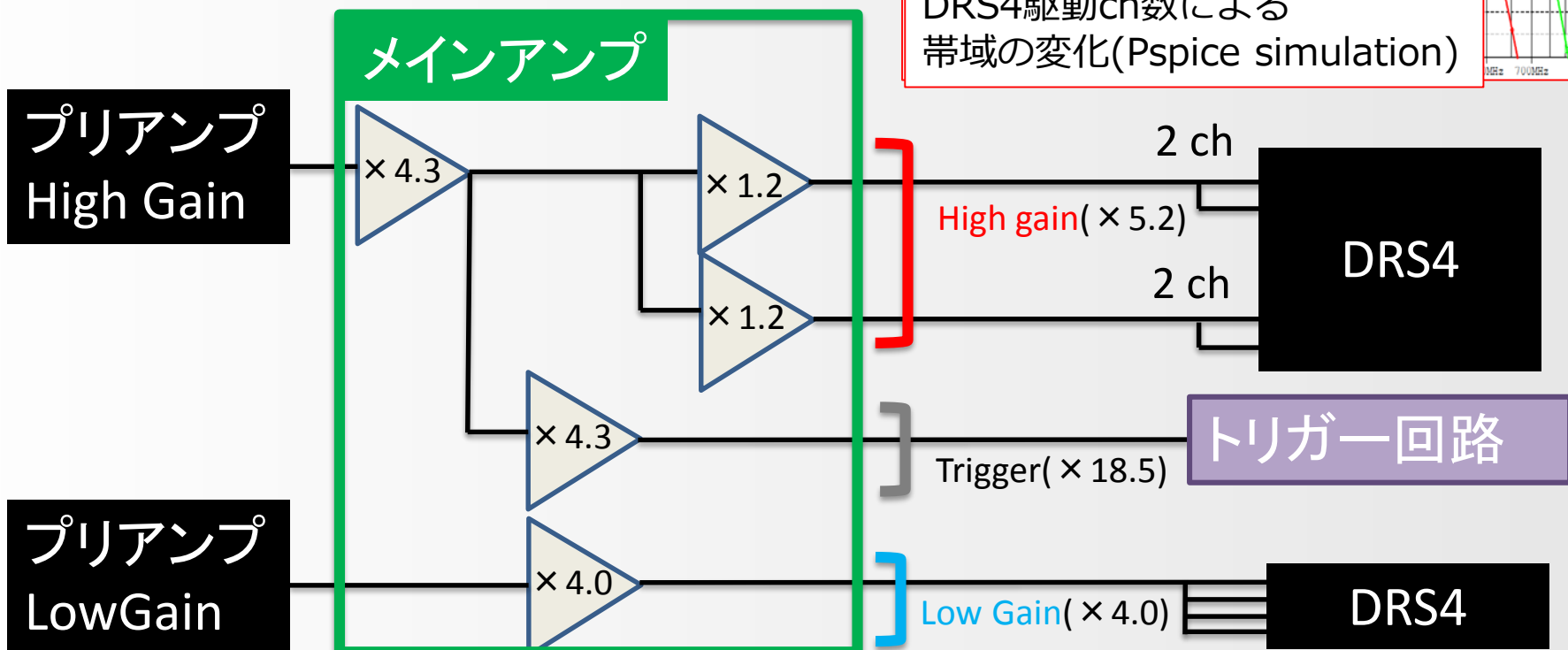
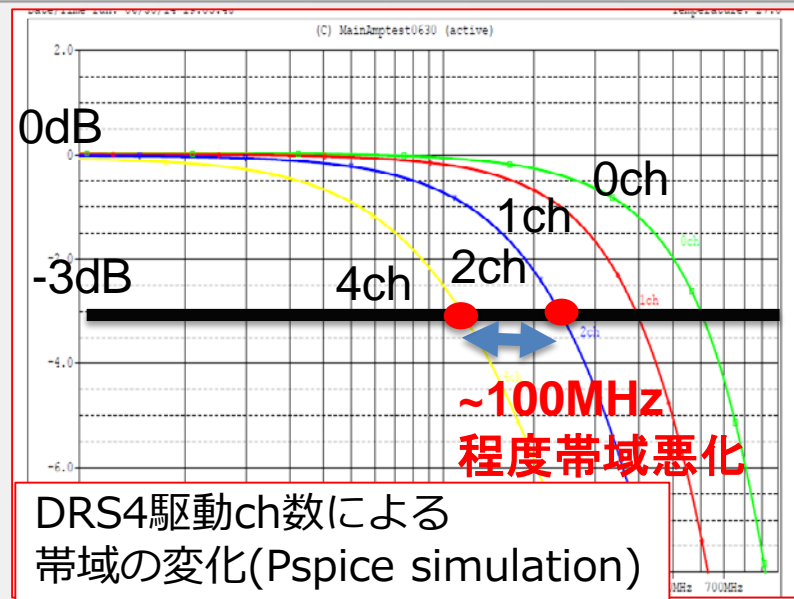
PMT7本を単位としたクラスタ
265 clusters / telescope

読み出し回路(Dragon Ver.4) 回路構成

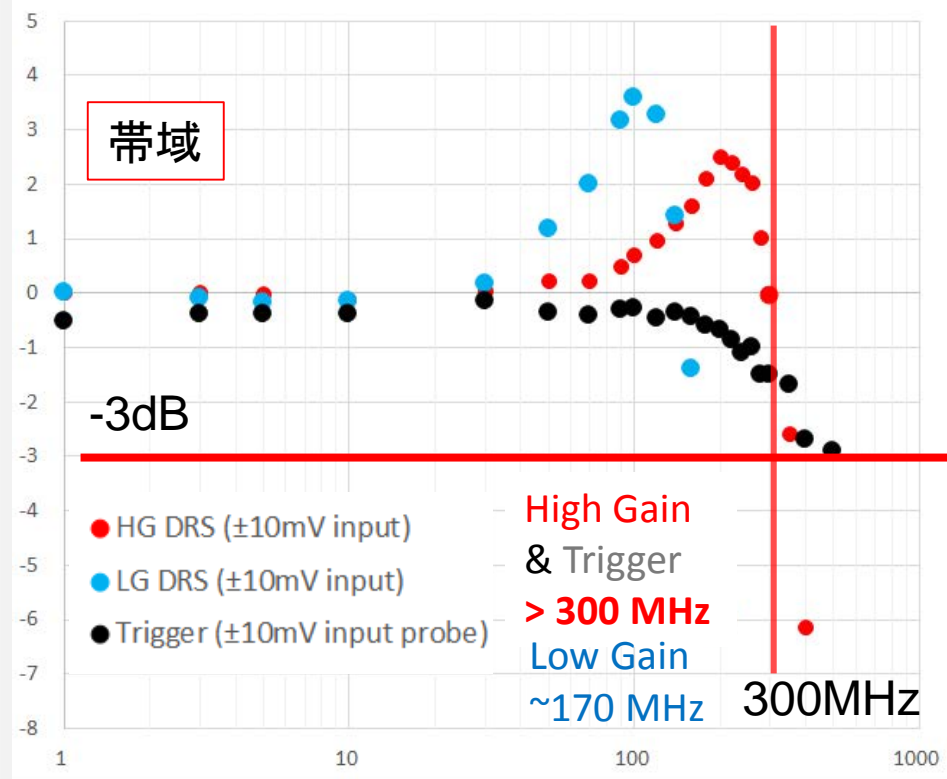
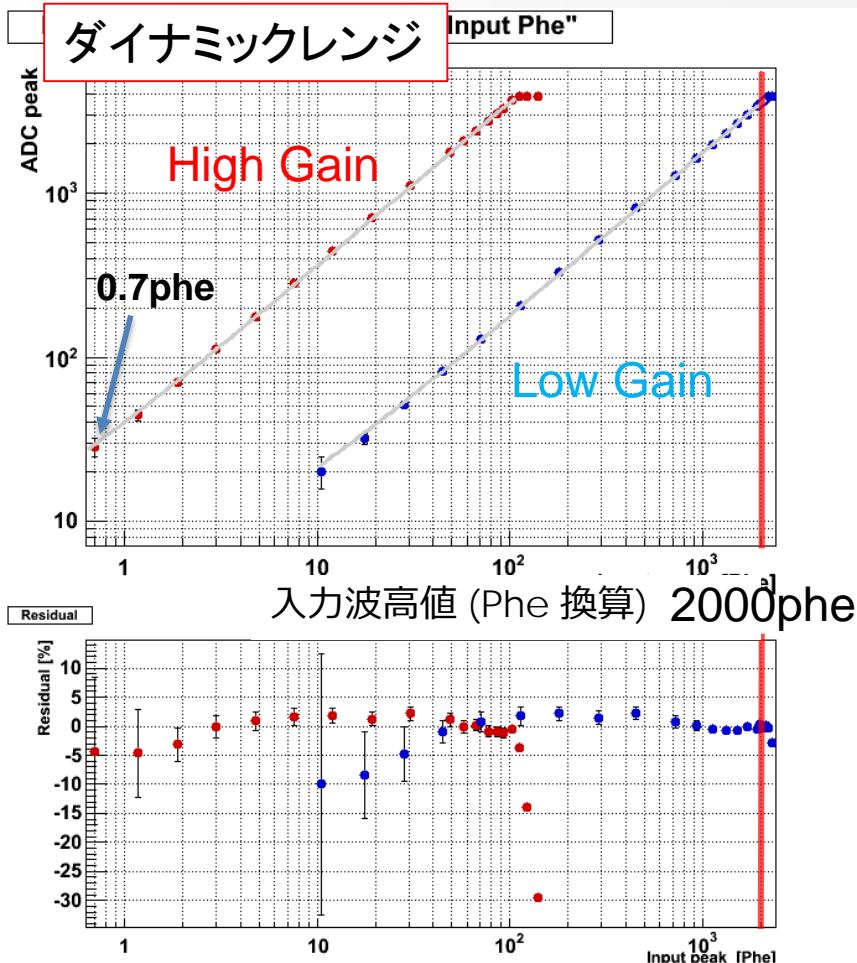


メインアンプ構成

- ◆ 高速なADA4927を採用
- ◆ HG後段に2アンプを使用し、DRS4駆動chを半分の2chに
 - 帯域改善のため
- ◆ ダイナミックレンジが1-2000pheになるようGainを調整

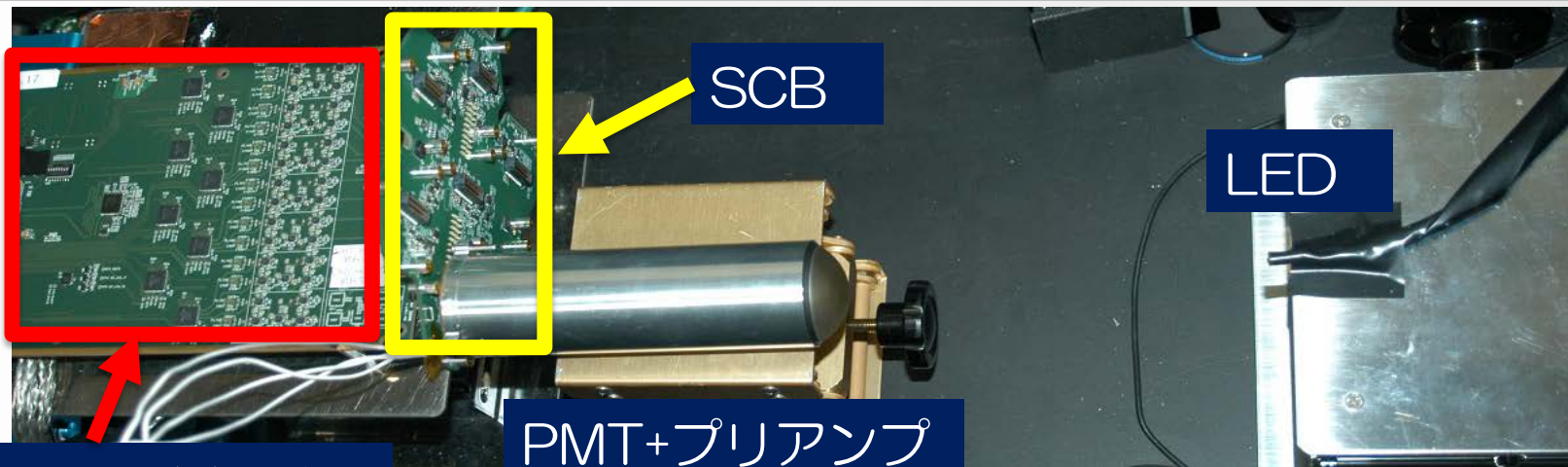


メインアンプ性能試験 ダイナミックレンジ・帯域



- ダイナミックレンジ 0.7-2000phe
- リニアリティ確認(fit直線との残差5%以内)
- High Gain 要求性能(>300MHz)を達成 *PMT pulse FWHM : ~3ns

PMT + プリアンプ + SCB + DragonVer.4 接続試験

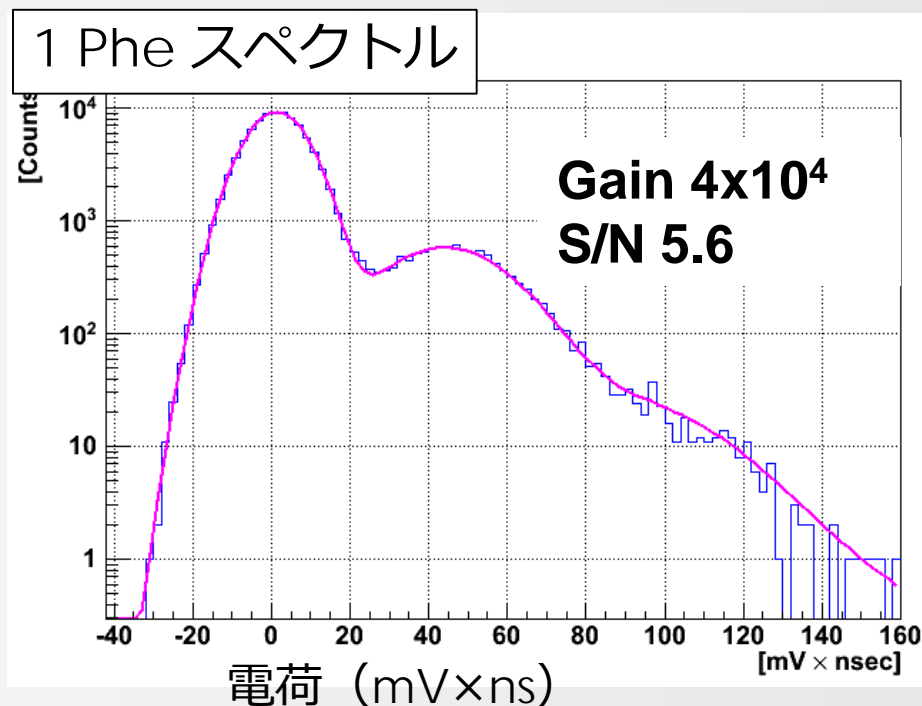


Dragon Ver.4

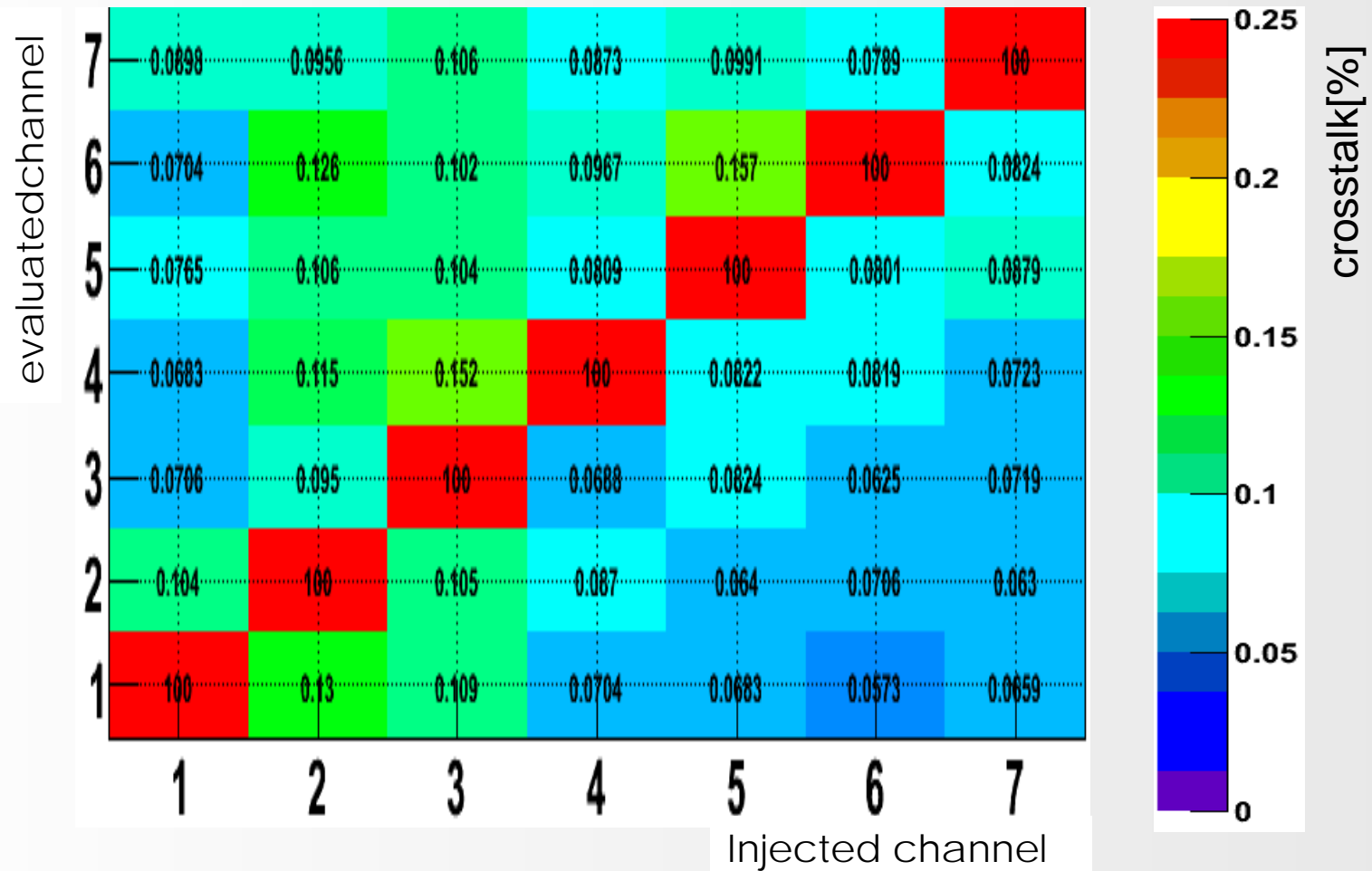
- LSTではPMTゲイン 40000 という低いゲインでオペレート
- PMTにLED光を当て、2GHzサンプリングで波形取得

➔ **PMTゲイン = 4×10^4**
S/N = 5.6 (1pheに対して)

回路への要求値を満たす
ペDESTALとの分離



クロストーク



HGクロストーク < 0.2%

*Ver.3 クロストーク < 2%

基板レイアウト・コネクタの変更により
信号線の間隔を広げたことで改善された

DragonVer.4(3 cluster) + トリガボード(digital) 接続試験

トリガ生成回路

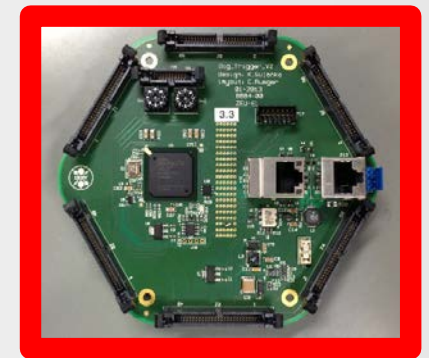
- 海外グループにより大きく分けて2通りの回路が開発されている
 - ✓ デジタルトリガ : 各ピクセルで閾値判定したデジタル信号を処理
設計が簡単 閾値未満の信号情報は失われる
 - ✓ アナログトリガ : アナログ的に足し合わせた信号で閾値判定
処理が早い 波形情報を保存 遅延処理が難しい

DragonVer.4はいずれの方式が採用されても対応可能

- 現在、各トリガボードとの接続試験を進めている
- 本講演では**DragonV4とデジタルトリガとの接続試験**について報告する



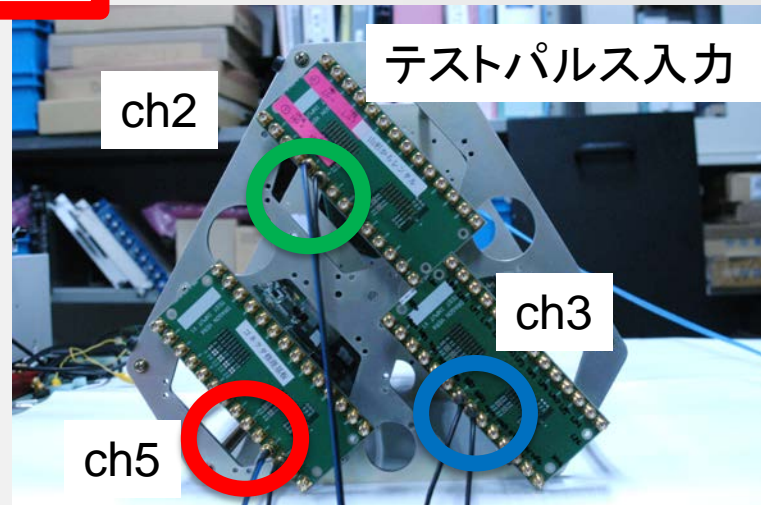
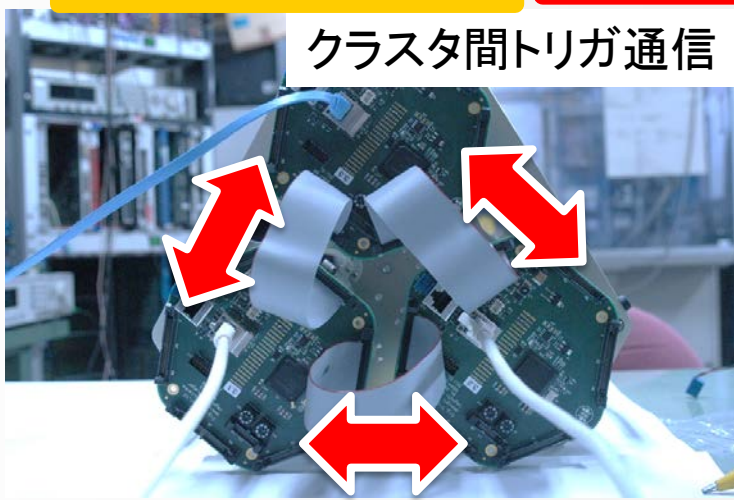
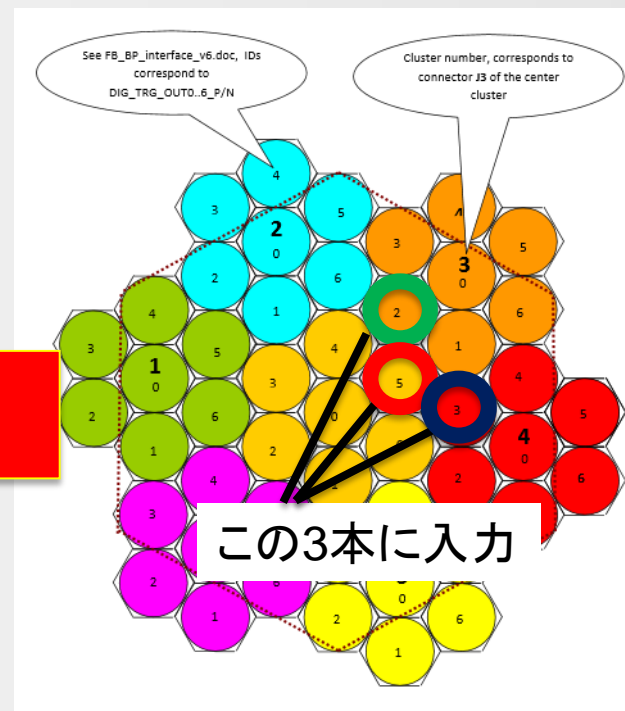
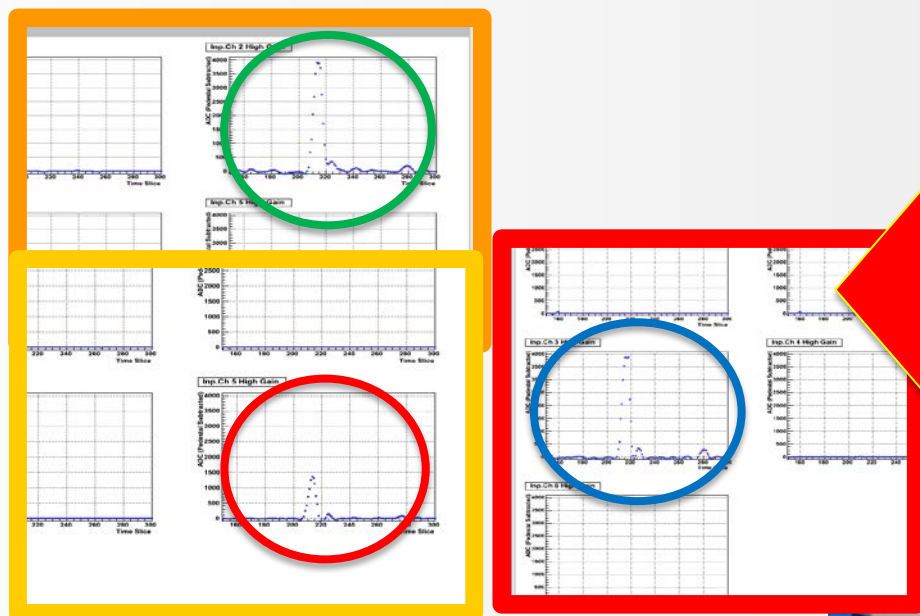
Digital L0 Trigger
1次トリガ生成



Digital L1 backplane
2次トリガ生成・分配

DragonVer.4(3 cluster) + デジタルトリガ 接続試験

- DragonVer.4 3 cluster にテストパルスを入力
- 3-next-neighborロジックを用いて、波形取得



今後のDragon開発・試験スケジュール

◆ Ver.4からいくつかのデバイスを変更したVer.5を製作

- Ver.5を望遠鏡初号機搭載モデルとする
 - メインアンプHG後段の1チップ2アンプ型に変更
 - ADCをより低消費電力のものに変更

2014

10月 基板納品 動作・性能試験開始

12月 量産開始

2015

後半 カメラ組上げ

2016

前半 LST初号機現地建設 Ver.5を搭載

後半 初号機ファーストライト

- LST2号機以降搭載モデル Ver.6製作予定
 - トリガ回路のASIC化・Dragon基板に吸収

まとめ

- ◆ CTA大口径望遠鏡初号機搭載読み出し回路の開発、
周辺回路との接続試験を行ってきた
 - メインアンプの改良
 - ダイナミックレンジを1-2000pheIに調整
 - 周波数帯域要求値(>300MHz)を満たす
 - 周辺機器との接続試験中
 - PMT+SCBとの接続試験でSN比要求値(>5)を満たす
 - デジタルトリガを用いた複数クラスタ波形取得に成功
 - デバイスの変更を行った改良基板(Ver.5)を製作中
 - 動作・性能試験後、今年12月に量産開始