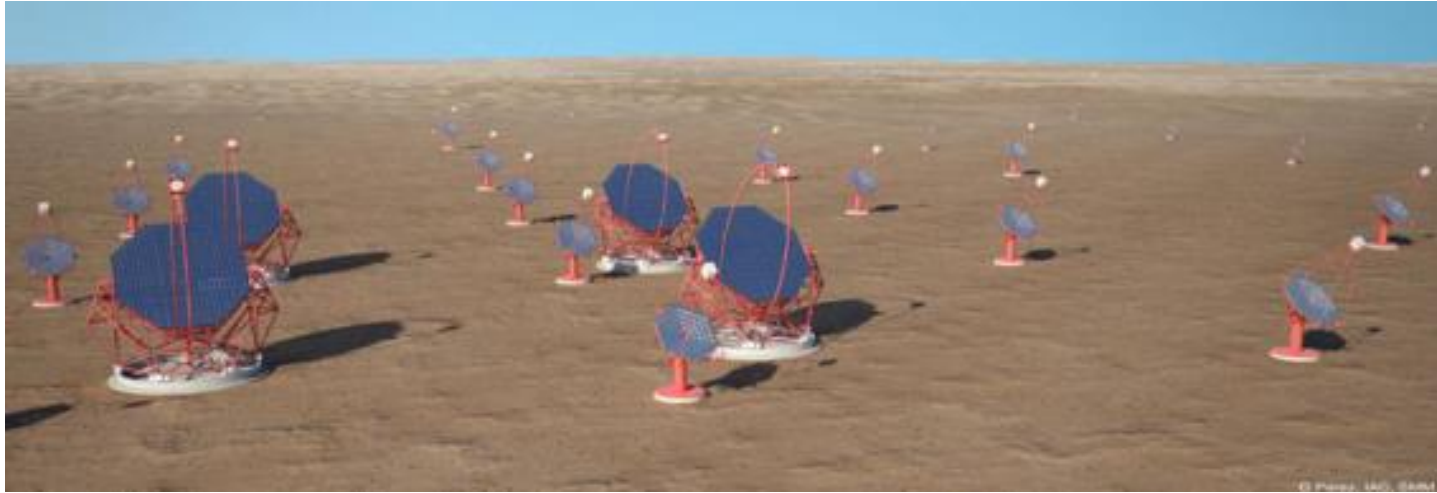


CTAの大口徑望遠鏡初号機搭載 読み出し回路の開発



武田淳希, 中森健之, 郡司修一(山形大), 窪秀利, 齋藤隆之, 増田周,
今野裕介, 畑中謙一郎, 谷川俊介(京都大), 石尾一馬, 大岡秀行,
中嶋大輔, Daniela Hadasch, 林田将明, Daniel Mazin(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(徳島大), 片桐秀明(茨城大), 田中真伸(KEK 素核研),
山本常夏(甲南大), 他CTA-Japan Consortium, 池野正弘, 内田智(Open-It)

CTA 大口径望遠鏡(LST)

23m口径の望遠鏡(4台/site 建設予定)

低エネルギー閾値

20GeV-1TeVのガンマ線を狙う

要求仕様

1.強力な夜光BG除去

約200MHz/Pixel夜光BG光子と
Cherenkov光子の分離



GHzの高速サンプリング

2.低消費電力

回路の発熱を抑える



アナログメモリ **DRS4**

3.広いダイナミックレンジ

MSTレンジとオーバーラップする
必要がある



ゲインの異なる
2系統のアンプ



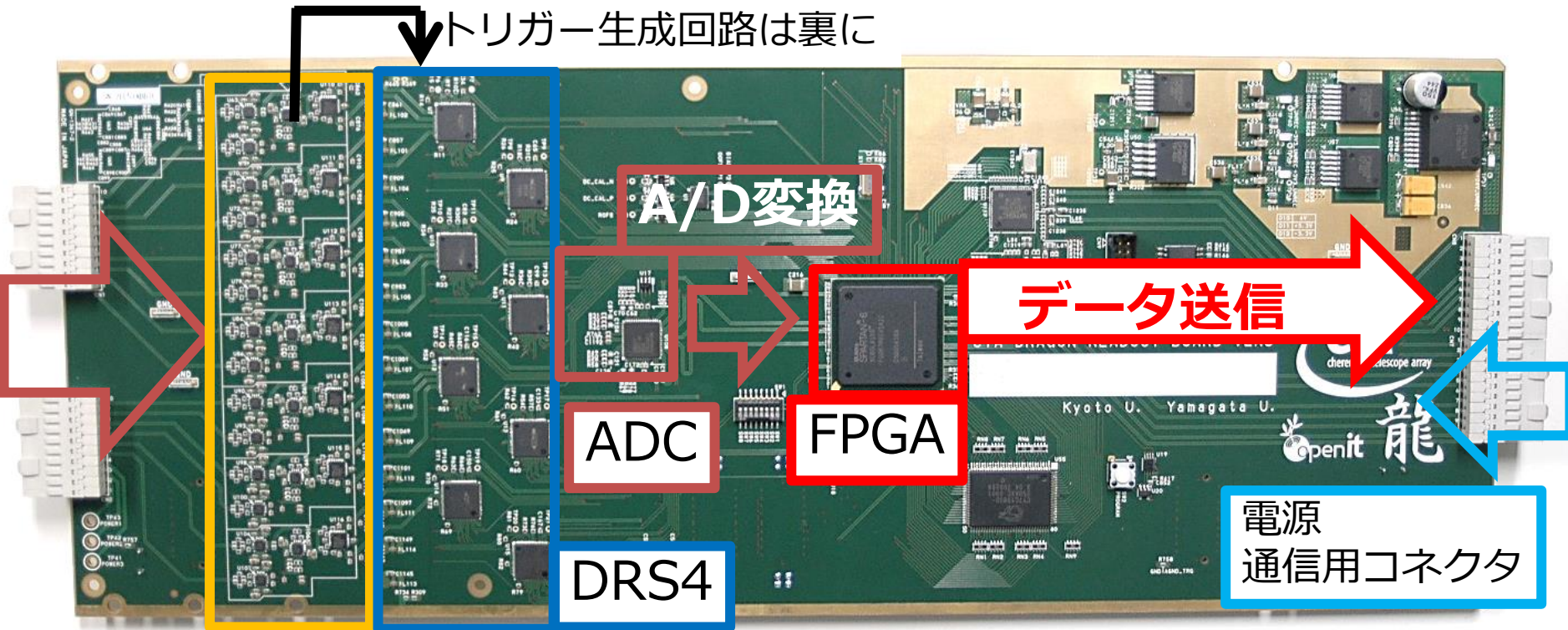
(c) CTA consortium

読み出し回路“Dragon”の信号の流れ

7本のPMT+プリアンプ+
Slow-Control-Board (SCB)

SiTCPをFPGAに実装して
イーサネットでデータ送信


トリガー生成回路は裏に



2系統のメインアンプ
HighGain・LowGain

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

スケジュール

- 
- 2015** 4-6月 一次生産-74枚性能評価試験
本講演
- 8-9月 二次生産-76枚性能評価試験
- 9-10月 19クラスタの性能評価試験
- 9-11月 イタリアで基板を150枚生産
- 2016** LST初号機建設(La Palma)
初号機ファーストライト

性能評価試験(Quality-Control)

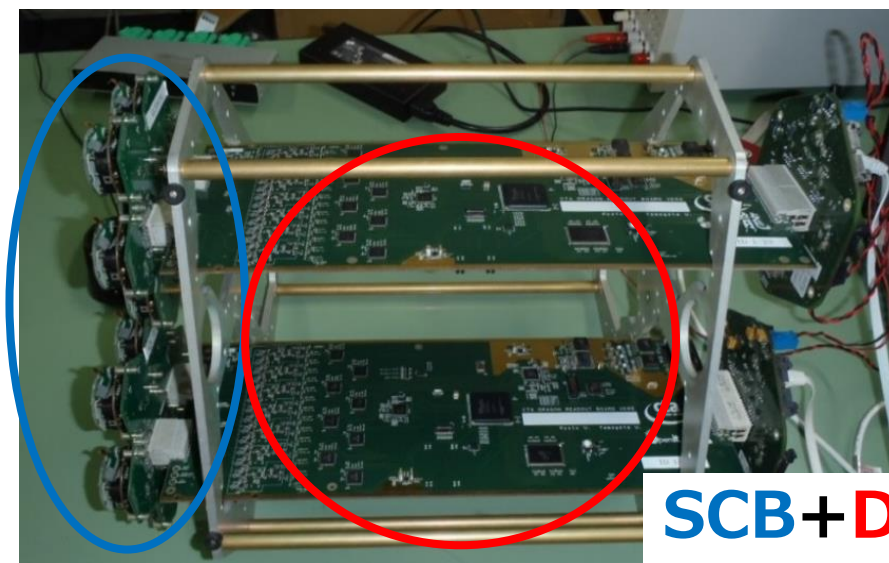
目的

望遠鏡の性能を担保するために
基板のすべてが要求を満たしていることを確認する。

セットアップ

測定項目

- 1.不良品の検知
- 2.回路のノイズ
- 3.リニアリティ
- 4.パルス幅
- 5.クロストーク



SCB+Dragon

トリガー

波形取得

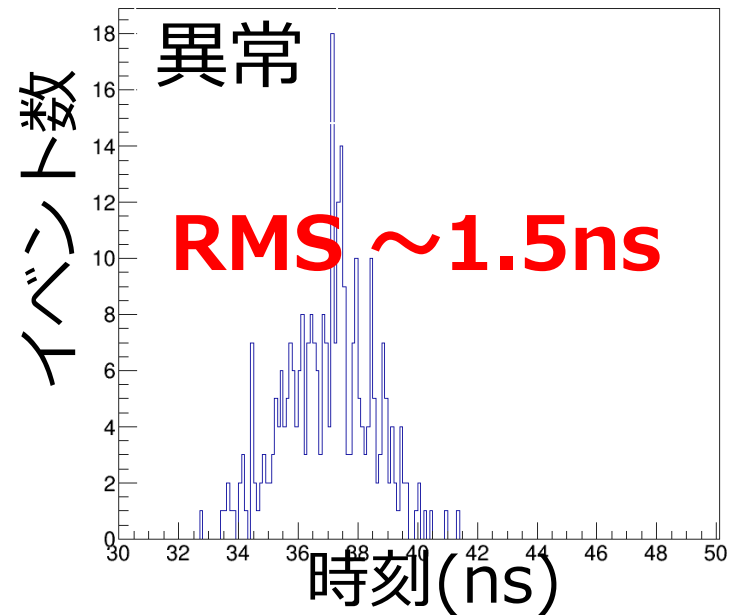
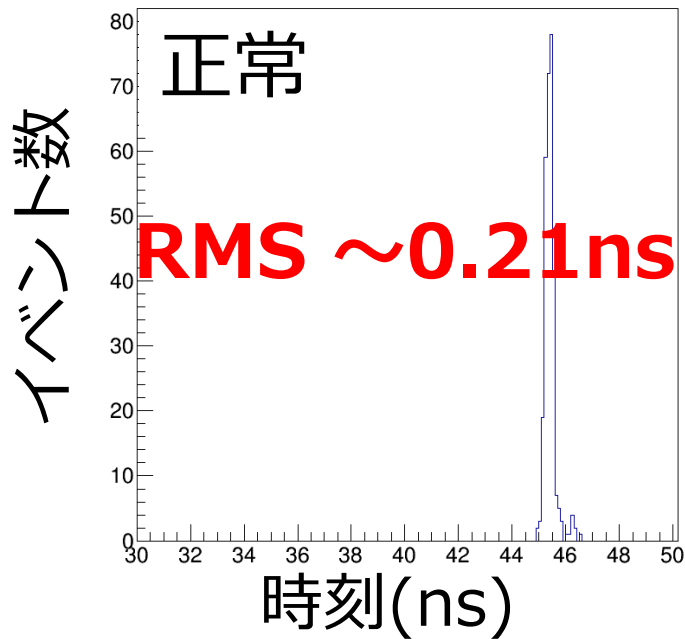


1.不良品の検知

74枚中9枚に不良品の回路基板が見つかった

不良品の回路基板

- 波形が記録されないチャンネルの存在(2枚)
- 回路部品のはんだ不良(4枚)
- DRS4チップの動作不良(3枚)
→ジッターが大きい

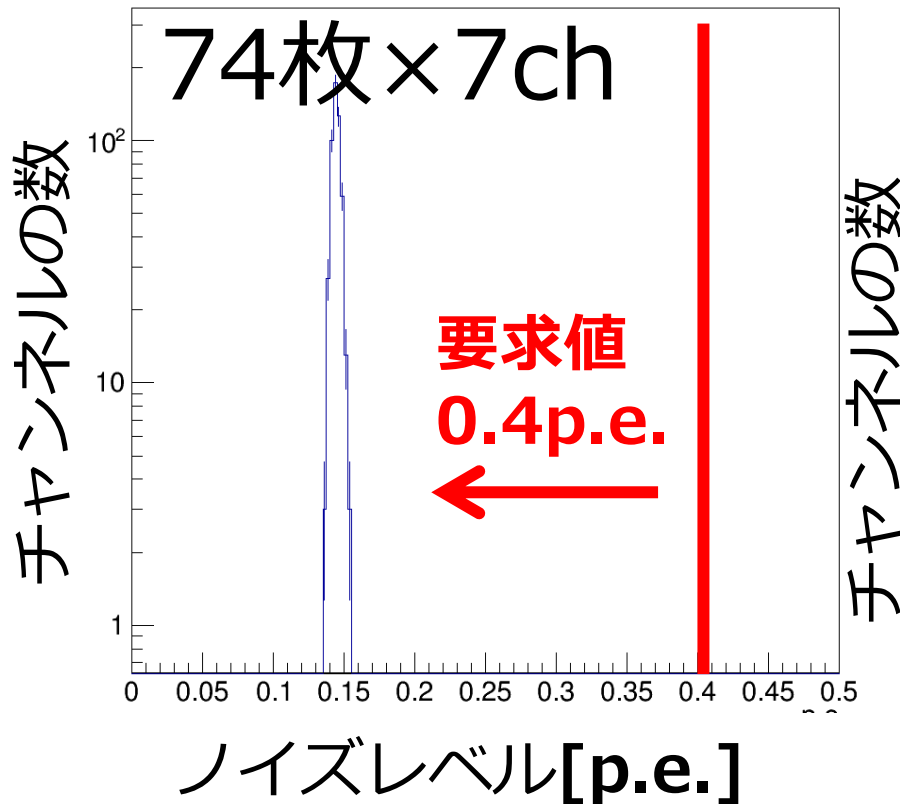


不良品を修理し、正常であることを確認した
→良品と同様に性能評価試験を行った

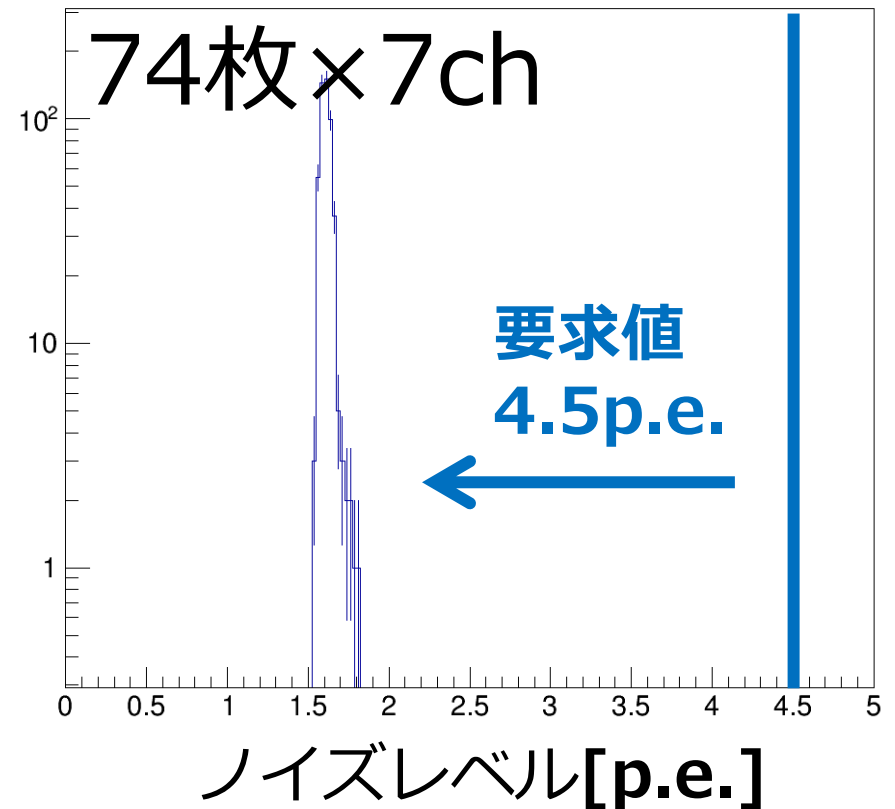
2.回路のノイズ

テストパルスを入れない状態で波形を記録し、
全ボード全チャンネルの回路ノイズの確認を行う。

HighGain



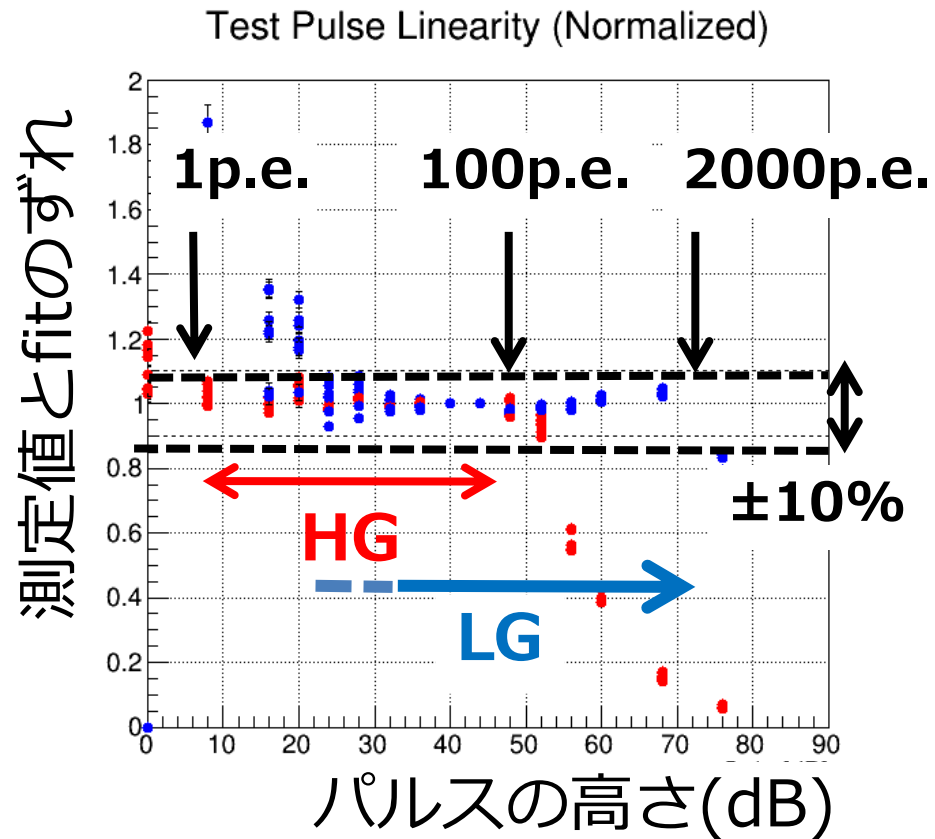
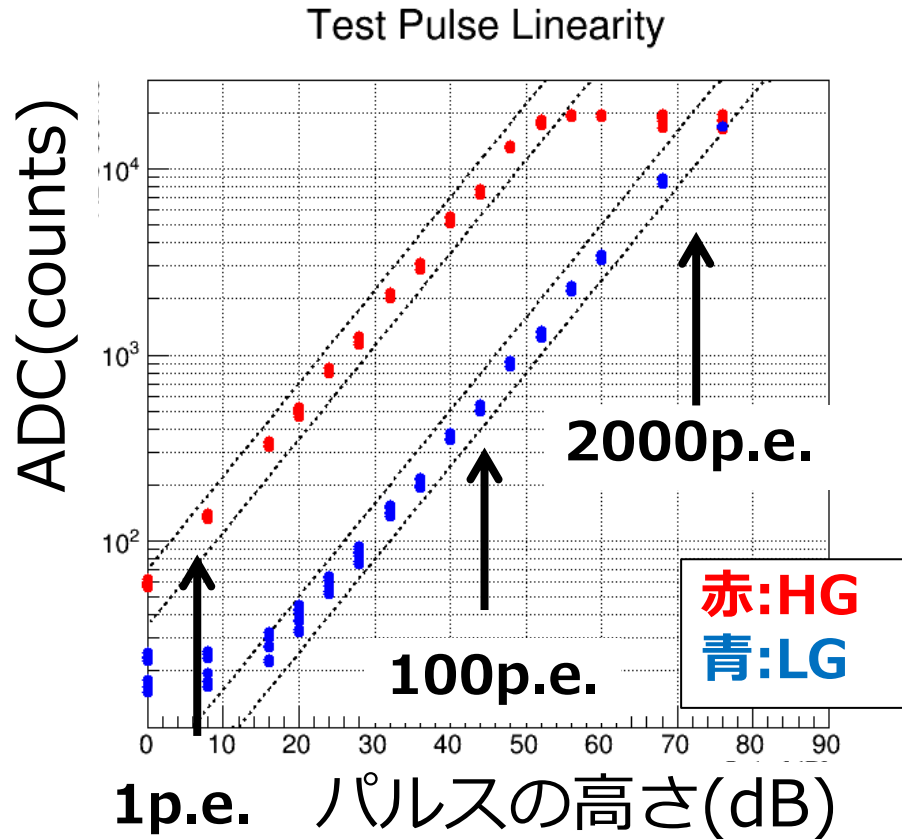
LowGain



ノイズレベルの要求を満たす

3. リニアリティ

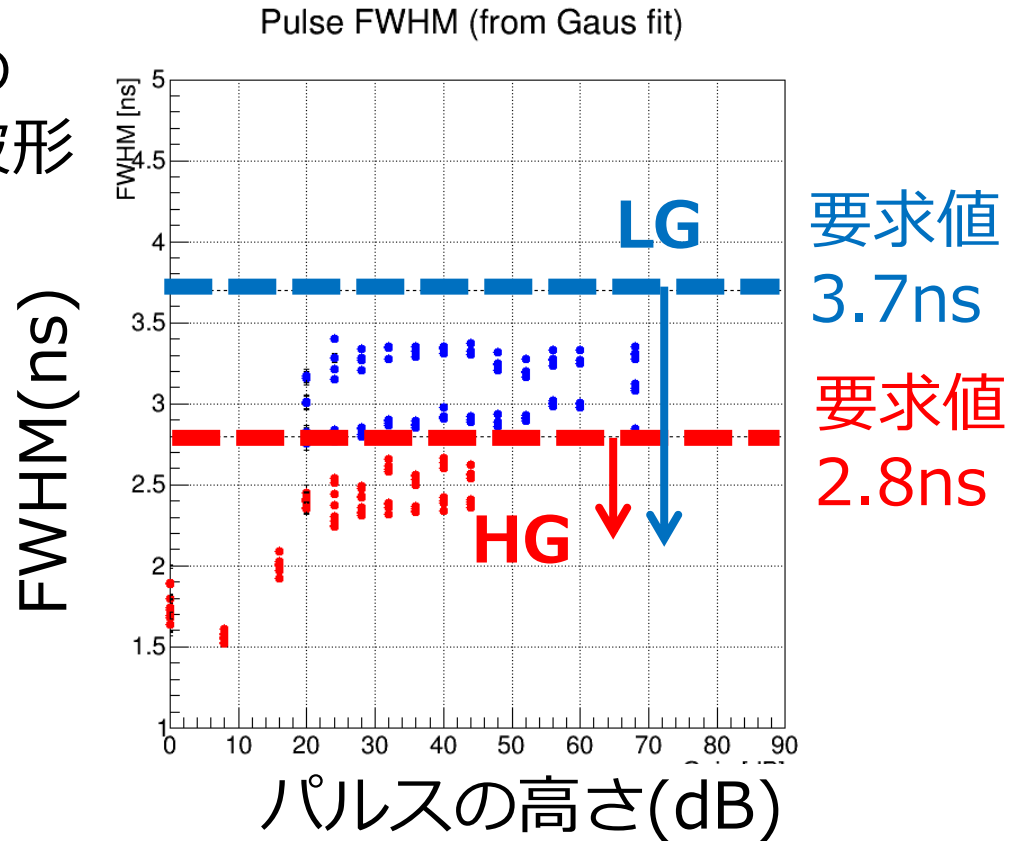
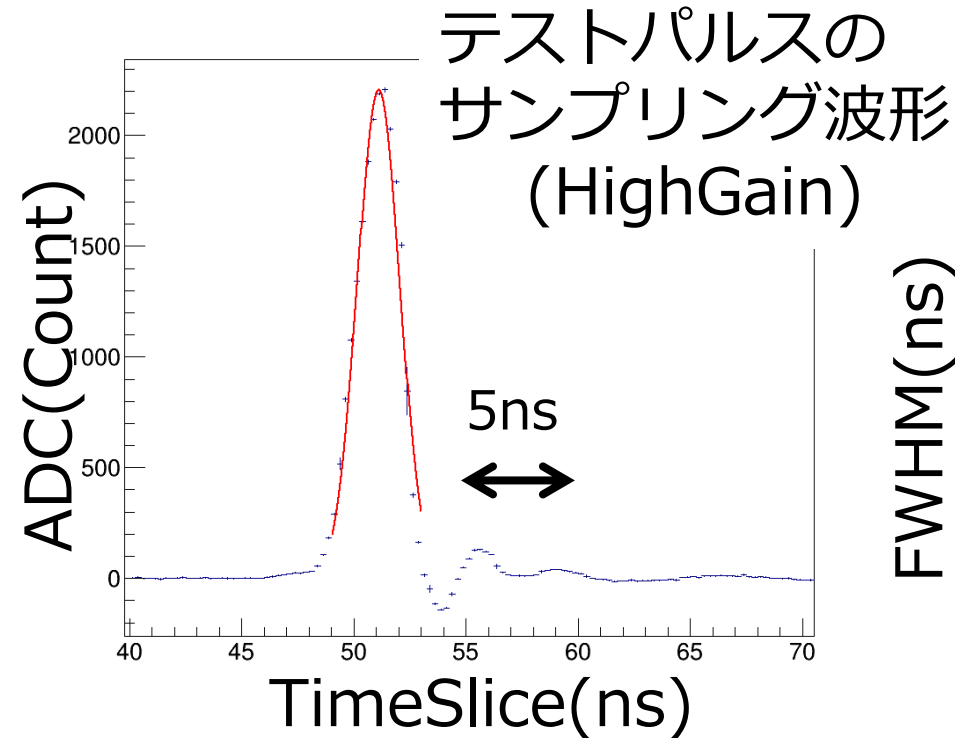
ダイナミックレンジとリニアリティを確認する
HGとLG合わせて、1-2000p.e. 2系統が十分にオーバーラップ



**74枚すべて1-2000p.eでリニアリティのズレは
±10%程度におさまる**

4.パルスの幅

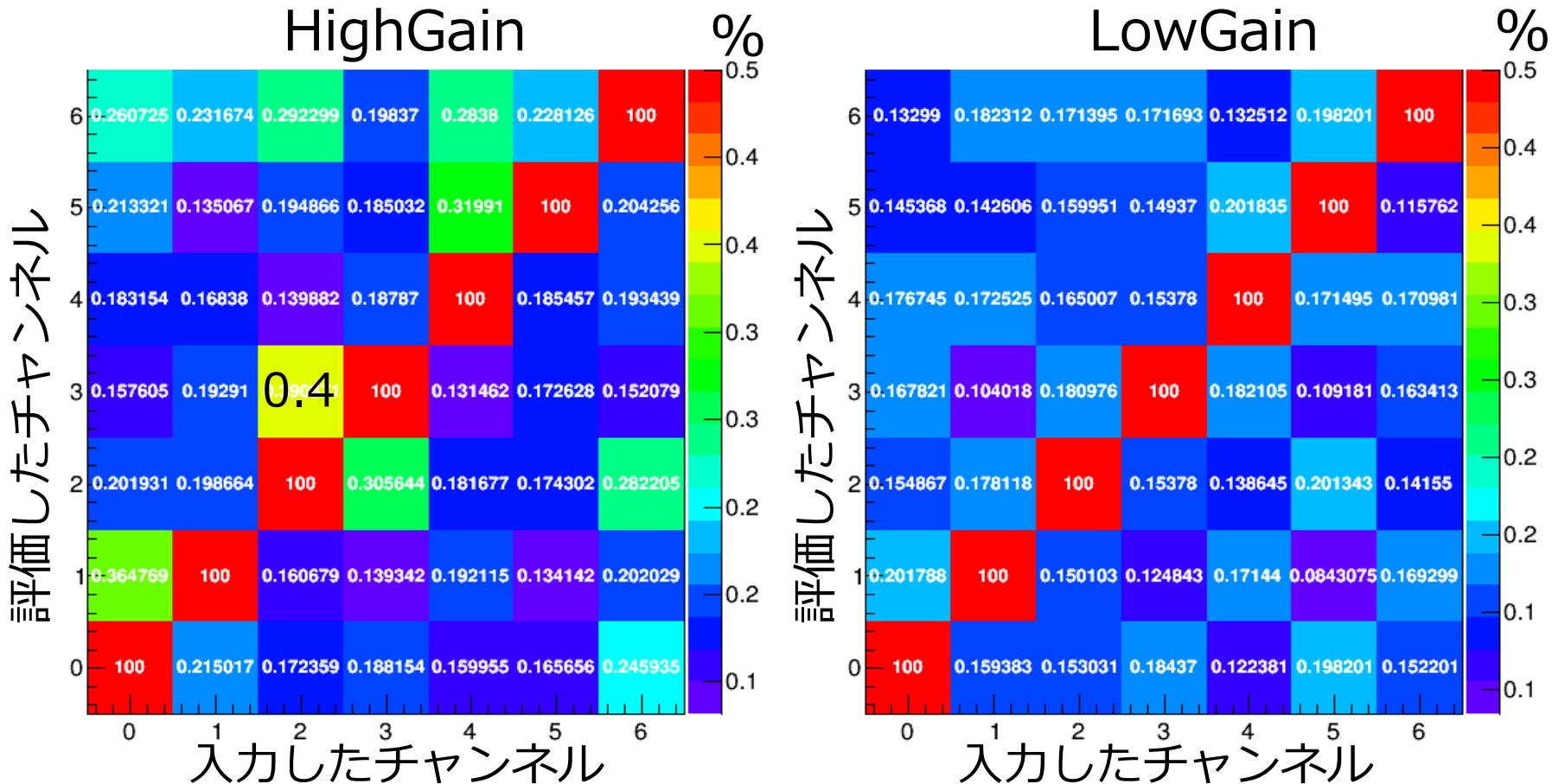
パルスの幅で間接的に周波数帯域を確認する
テストパルスの高さを変えてFWHMの計測をする



**74枚すべてパルスを大きくしてもFWHMの
要求を満たす**

5.クロストーク

1chだけ入力したときの他のチャンネルのクロストークを入力パルスの波高値に対する相対比(%)で評価する



74枚すべて0.1-0.4%未満に収まり、要求を満たす

まとめ

- CTA大口径望遠鏡初号機搭載用高速読み出し回路Dragonの大量生産第一弾74枚の性能評価を行った。
- 部品の不具合などの初期不良品とはんだ不良の検知を行った。
 - 9枚に異常が見つかり、65枚は正常であった。
- 初期不良のあった9枚(修正済み)を含み、**74枚の読み出し回路に問題がないこと**が分かりすべて要求を満たした。
 - ノイズレベル HighGain 0.4p.e., LowGain 4.5p.e.未満
 - リニアリティ ズレは10%以内
 - FWHM HighGain 2.8ns LowGain 3.7ns未満
 - クロストーク 0.1%-0.4%以内
- 二次生産-76枚の試験を8-9月に行う。
その後、19クラスタの試験を9-11月に行う。
- 2016年 La Palma島にLST初号機を建設し観測を行う。