

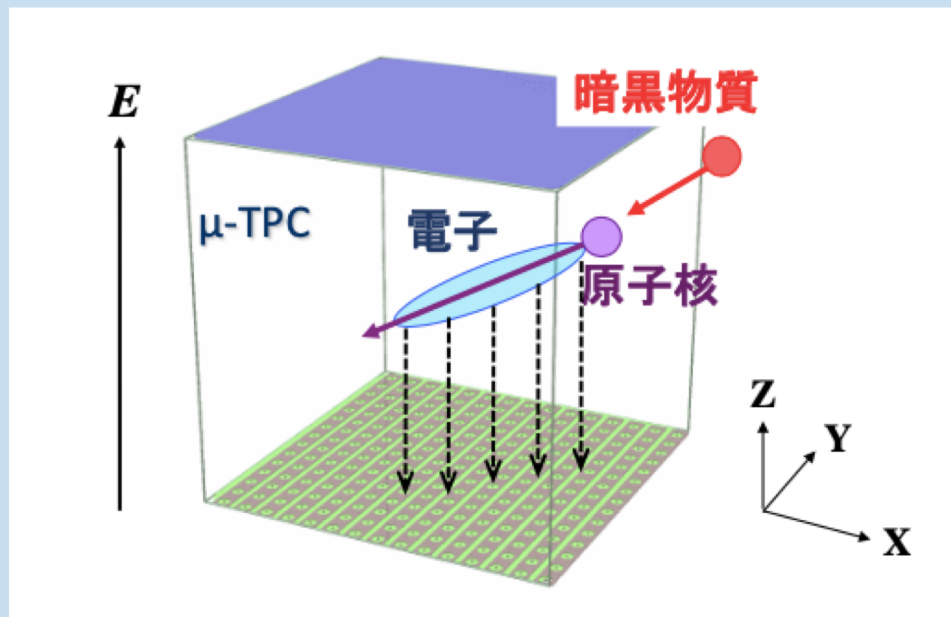


LTARS Gain測定

新学術領域「地下宇宙」合同研究会

◆ NEWAGE実験では方向に感度を持つ
3次元飛跡検出器(μ -TPC)を用いる。

- ダークマターにより原子核反跳された
原子核の飛跡を測定する。



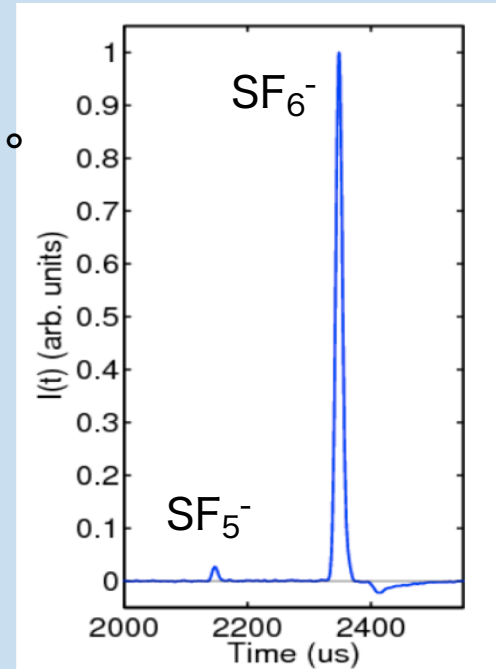
中村拓馬さん修士論文

◆ 問題点

- バックグラウンドが大きい。
- 電子の拡散で位置分解能と角度分解能が悪くなる。

*NEWAGEにおけるバックグラウンドは μ -PICに含まれる
 ^{238}U , ^{232}Th 系列崩壊由来の α 線である。

- ◆ 問題点は、有効体積カットをすることで解決する。
- ◆ ドリフトするものを電子から陰イオンに変えた陰イオン3次元飛跡検出器が開発されている。
 - 現在神岡では CF_4 が使われ、新たに SF_6 が開発された。
 - SF_6 ガスを用いたときの生成陰イオンは SF_6^- , SF_5^- である。
- ◆ マイノリティーチャージ検出
 - SF_6^- , SF_5^- のドリフト速度に差が生じる。
 - ドリフト速度の差から位置分解能が決定される。



N.Phan et al 2017

SF_6 ガスを用いたマイノリティーチャージ

LTARS2018_K06A について

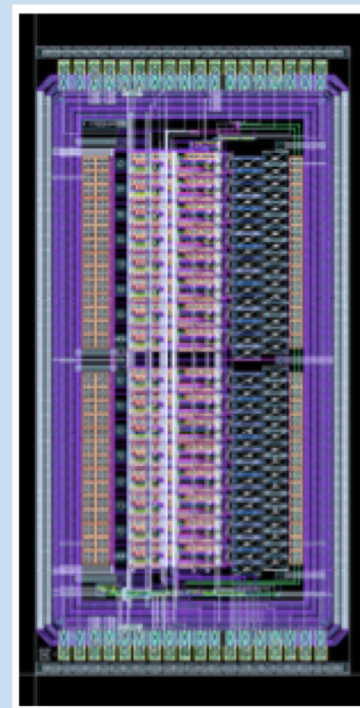
- ◆ NI μ TPCのための読み出し用ICとして”LTARS2018_K06A”の開発が行われている。

中村拓馬さん修士論文

(HighGain,LowGain)出力の異なるMT回路
(fast,slow)時定数の違い

	High Gain (マイノリティチャージ)	Low Gain (メインチャージ)
最小信号	3 fC	100 fC
ENC	<4000(0.6 fC)	< 1.3×10^5 (20fC)
ダイナミックレンジ	-80 fC、80 fC	-1600 fC、1600 fC
ゲイン	10 mV/fC	0.5 mV/fC
時定数	4~7 μ s / 1~4 μ s	4~7 μ s / 1~4 μ s

- ◆ LTARSについて多チャンネルのGain測定を行いばらつきを評価した。
 - LTARSの大きさは5×2.5mm²
- ◆ Gain値が何に依存して変化するかを調べるために、boardやchipごとにGain値を測定して依存性を調べた。



LTARS2018_K06Aのレイアウト図

LTARS2018__K06A について

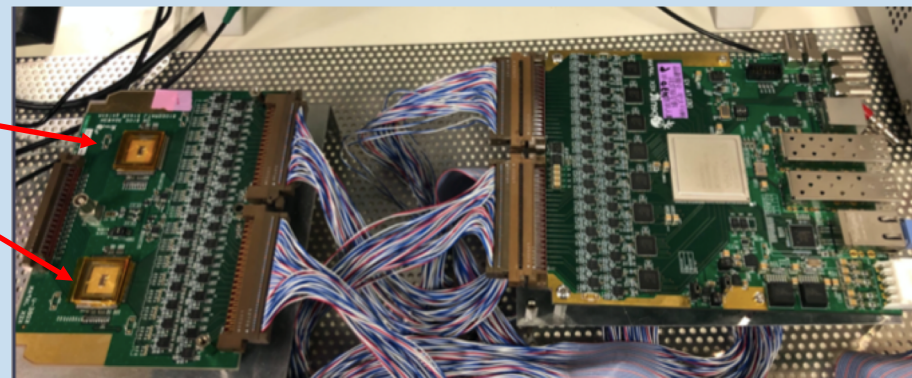
◆ 基板の中央に
LTARSが2つ載っている。

◆ アナログボードには
全6枚、計12chip、192チャンネル
載っている。

◆ アナログボードで信号の増幅、整形
を行い、デジタルボードでデジタル信号
に変換。

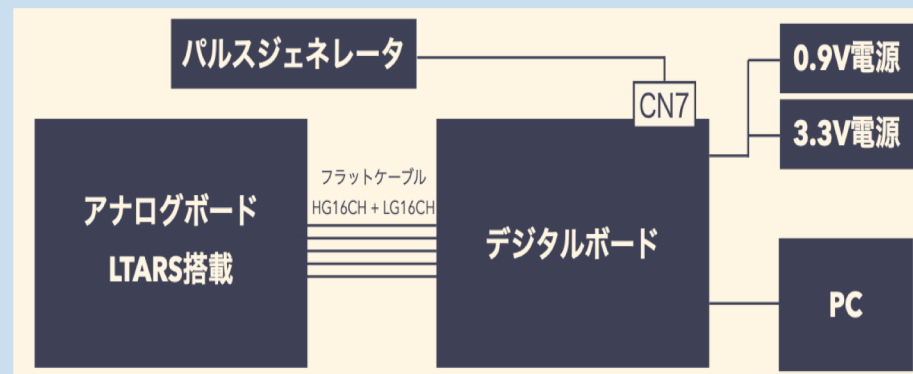
◆ ADCを用いて波形を記録。

- 全64CHの波形情報
- 縦軸ADC(-1~1V/12bit)
- 横軸 μs (4000sampling)



アナログボード

デジタルボード



回路図

Waveform

board1 の waveform

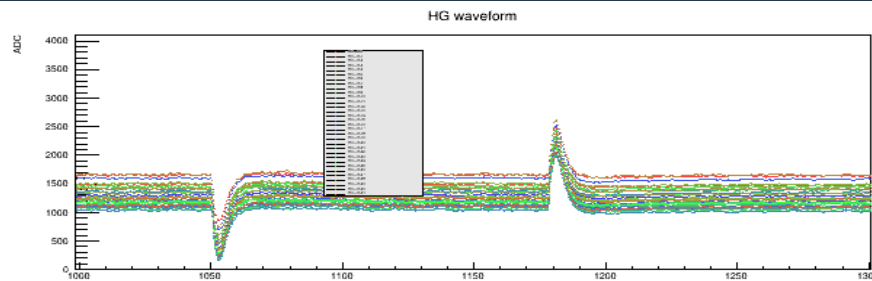
- ◆ 50.3fCの内部テストパルスを入れて波形を出力。

ADC(-1~1V/12bit)

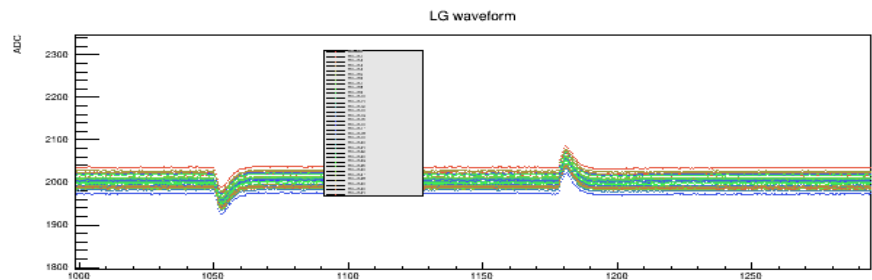
μ s(4000sampling)

- ◆ 全boardでfast/slow・HG/LGのすべての波形が正しく見えている。

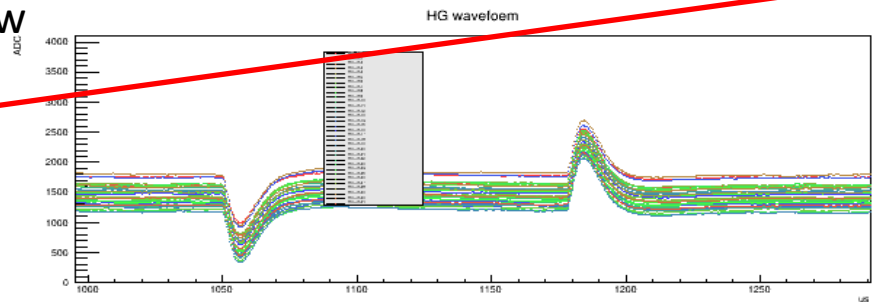
HG fast



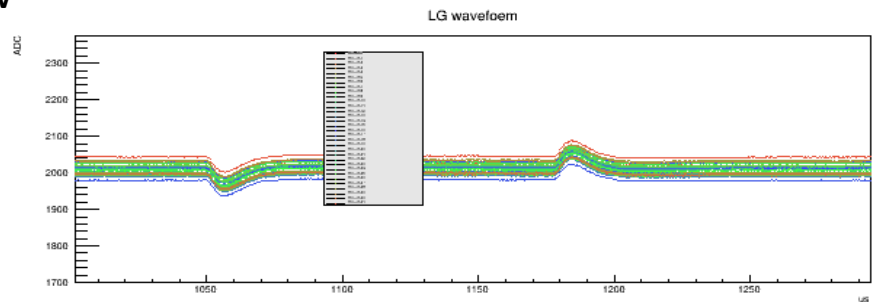
LG fast



HG slow



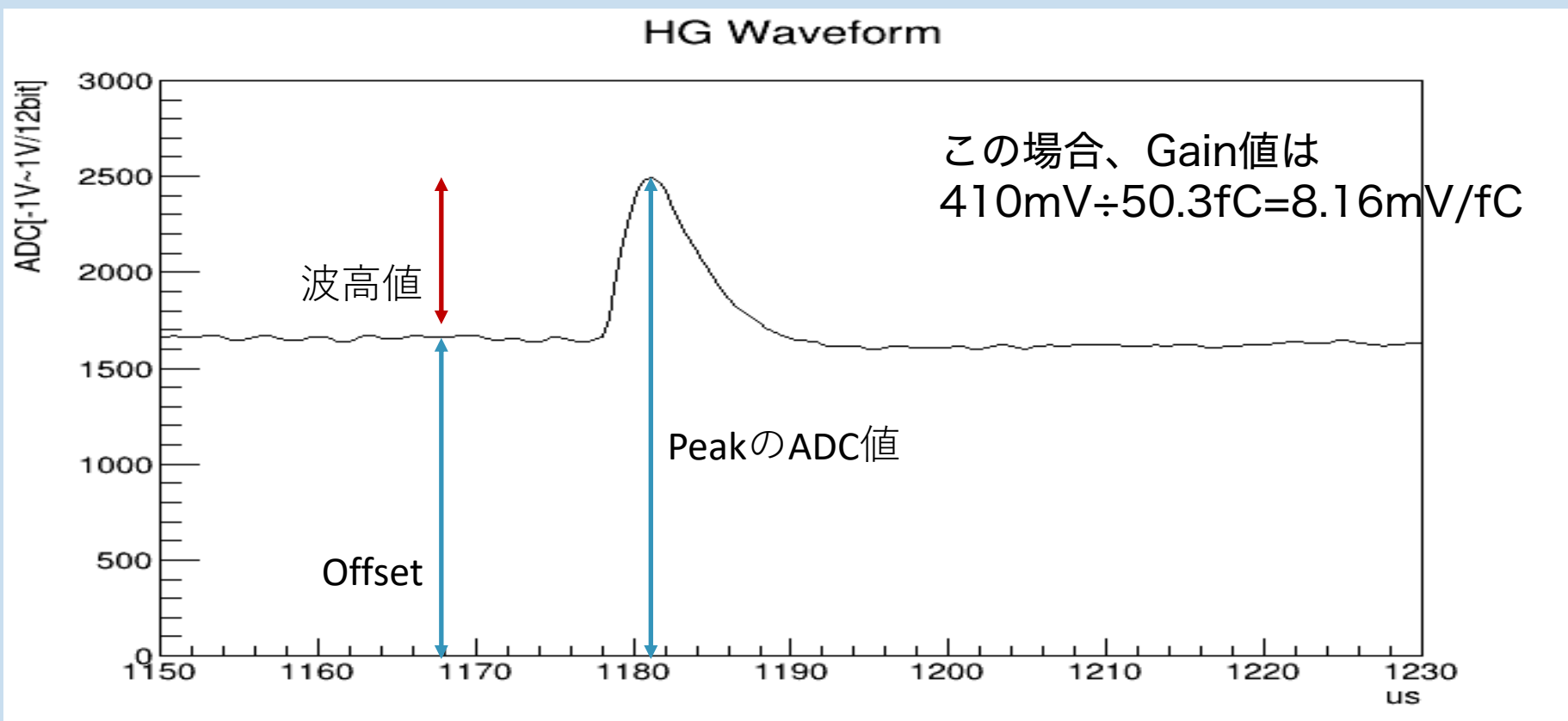
LG slow



Gainの評価

- ◆ 得られたwaveformから各boardで得られた波高値(Height)を出し、波高値からGainを出す。
- ◆ 波高値は下の図のように(PeakのADC値-Offset)の値を評価している。
- ◆ Gain値は入力電荷50.3fCと波高値から求める。

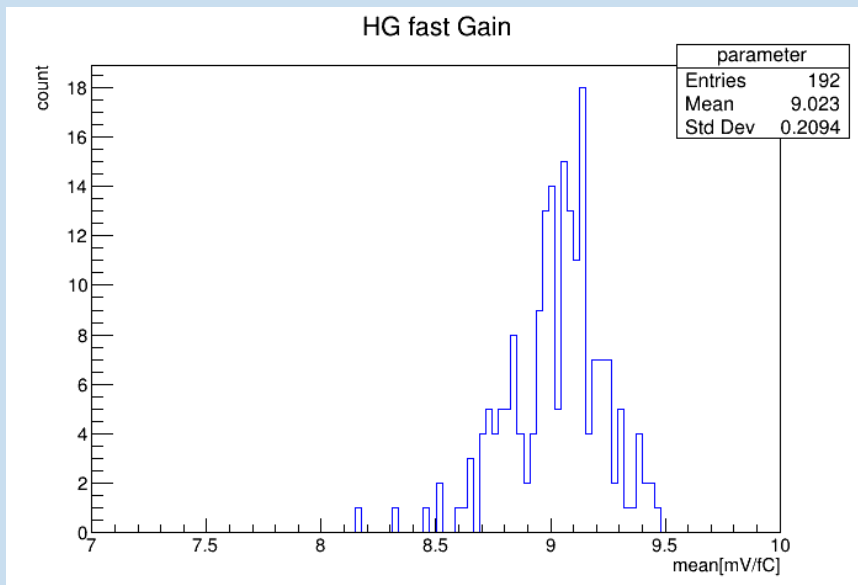
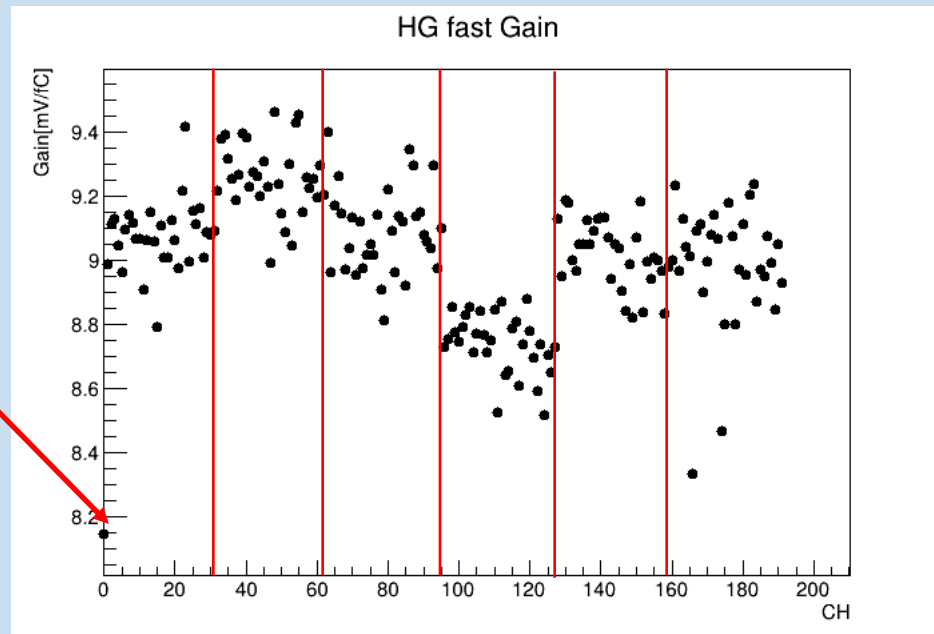
Board1 ch0 HGのwaveform



Gainのばらつき

◆ 全チャンネルのGain値のばらつき

B1CH0



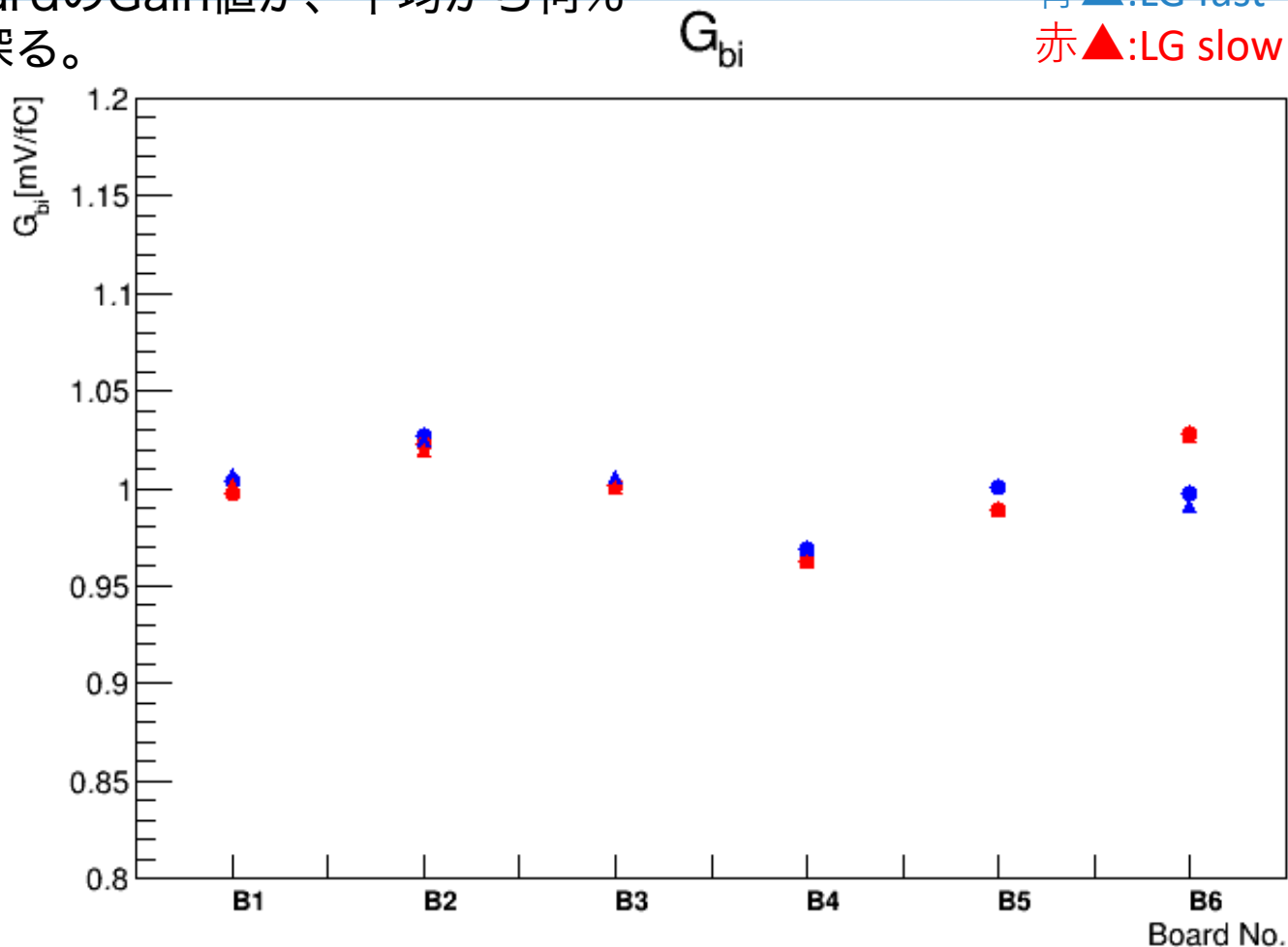
◆ ばらつきが大きく、Gain値が定まらないので修正する必要がある。

◆ Board、chip等ばらつきの原因を探る

boardごとのGain分布

- ◆ ばらつきを正確に見るためにboardごとにGainの平均値 $G_{b1} \sim G_{b6}$ を求め、 $G_{b1} \sim G_{b6}$ の平均が1になるようにスケールし直し、各boardのGain値が、平均から何%ずれているか探る。

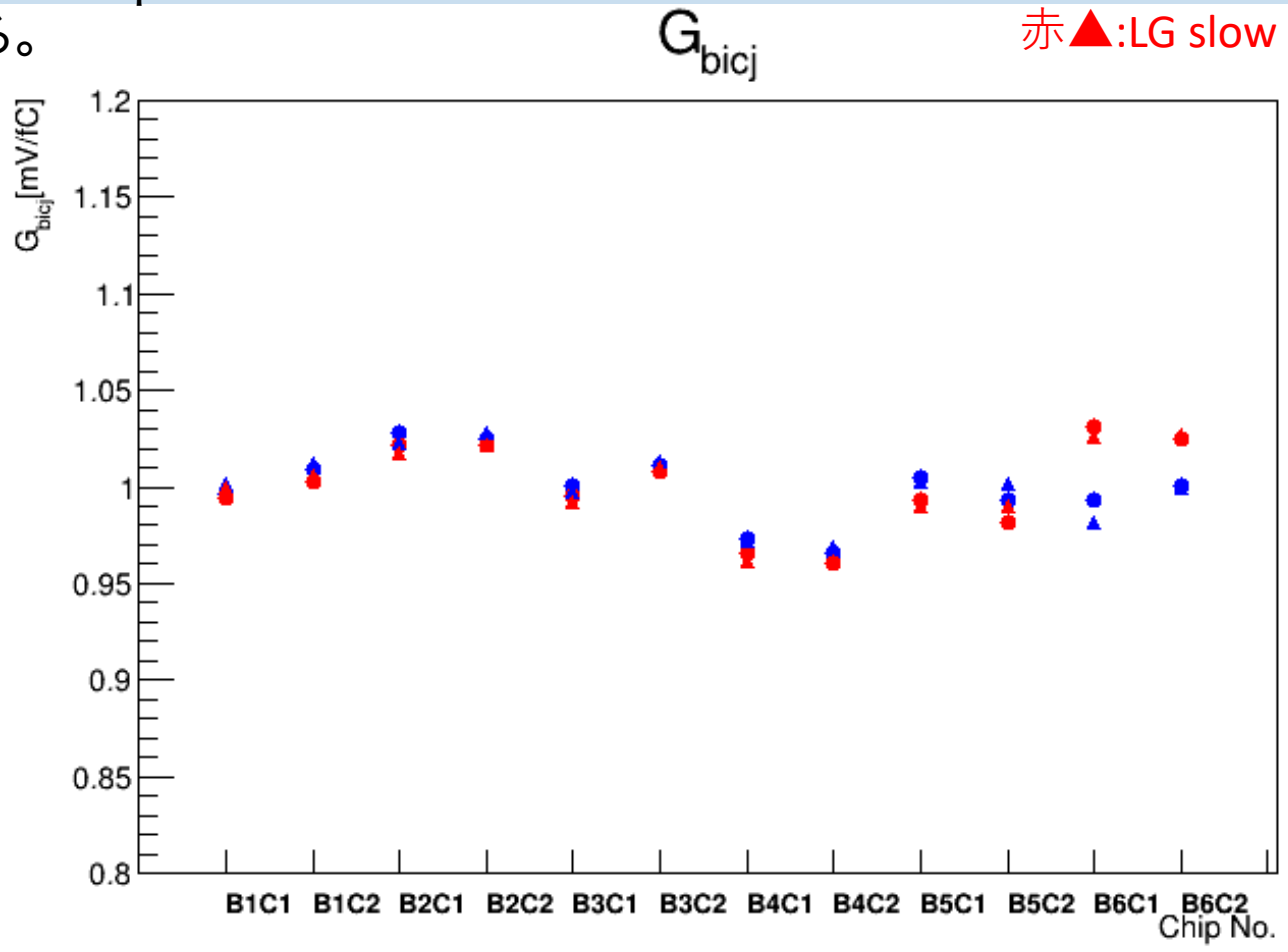
青●:HG fast
赤●:HG slow
青▲:LG fast
赤▲:LG slow



ChipごとのGain分布

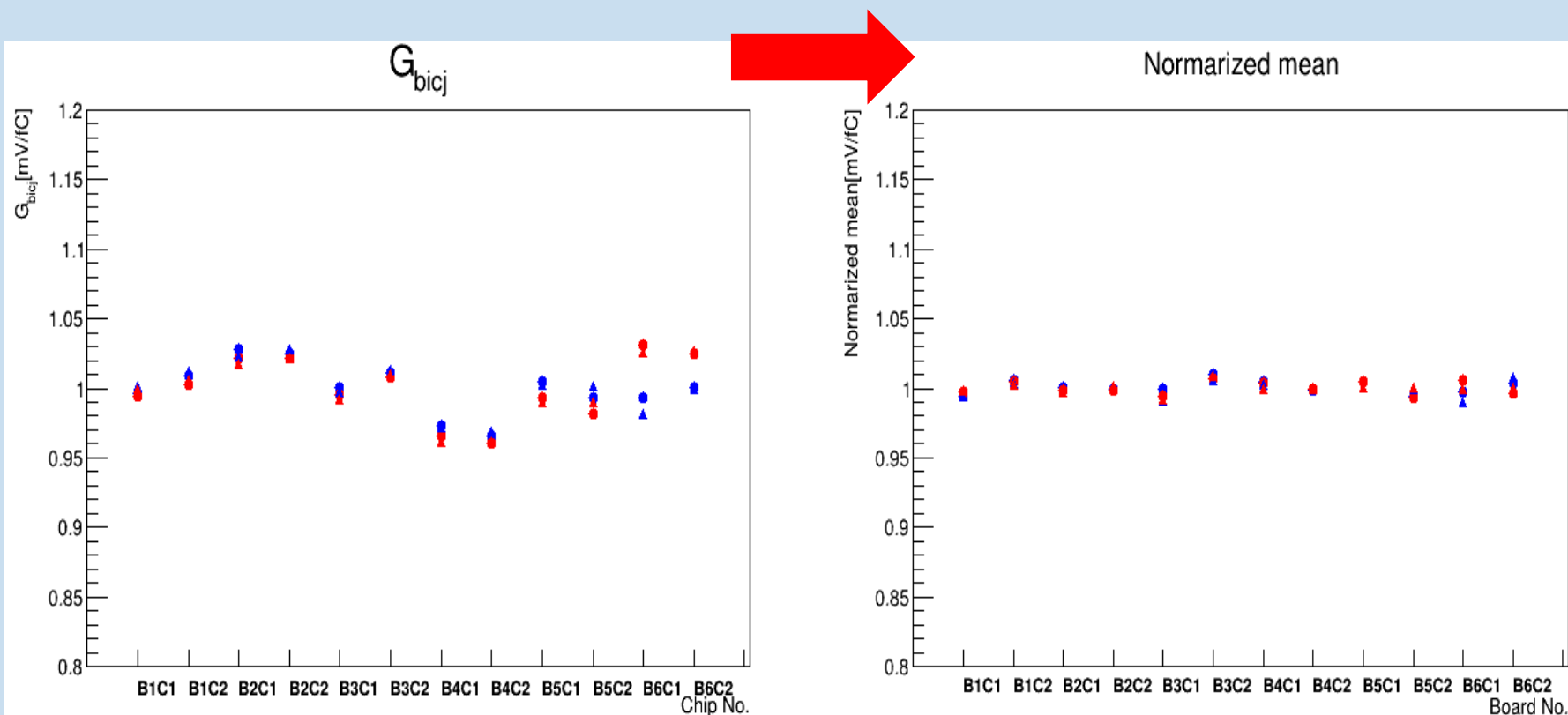
◆ ばらつきを正確に見るためにchipごとにGainの平均値 $G_{b1c1} \sim G_{b6c2}$ を求め、 $G_{b1c1} \sim G_{b6c2}$ の平均が1になるようにスケールし直し、各chipのGain値が、平均から何%ずれているか探る。

青●:HG fast
赤●:HG slow
青▲:LG fast
赤▲:LG slow



ChipごとのGain値の推測

- ◆ Gain値のばらつきをなくすことを考える。
- ◆ 電流値を変更して、各boardのGain値が1になるようにしたとする。
- ◆ その際、chipごとのGain値がどうなるかを見る。



結果

- ◆ 全192CHのGain値のばらつきが何に関係しているのかを調べた。
- ◆ 各boardに2chip乗っていることから、boardごとのGain分布とchipごとのGain分布を両方評価した。
- ◆ 結論として、Gain値のばらつきはchip依存性よりもboard依存性の方が強いと判断できた。

	HG (fast)	HG(slow)	LG(fast)	LG(slow)	[mV/fC]
Gain要請値	10	10	0.5	0.5	
過去のGain測定値	10.17	10.17	0.54	0.54	
Gain測定値(chip別)	9.025	8.413	0.4738	0.4332	
Gain測定値(board)	9.015	8.411	0.474	0.4332	

- ◆ 全board見てみたが、LTARSのGain要請値より低い傾向



Back up

◆ 原因は以下のものだと思います。

- 入力がLTARS内部からのテストパルスであること。
- チップをパッケージしたものを使っていること。
- ADC変換時にデータの減衰が起きている可能性がある。

◆ 次の課題

- 内部ではなく、外部から同量の電荷を入れてテストしてみる。
- 実験ができるようになったら、p10の推定を再現したい。
- Peak time 立ち上がり時間 立ち下がり時間の測定をする。