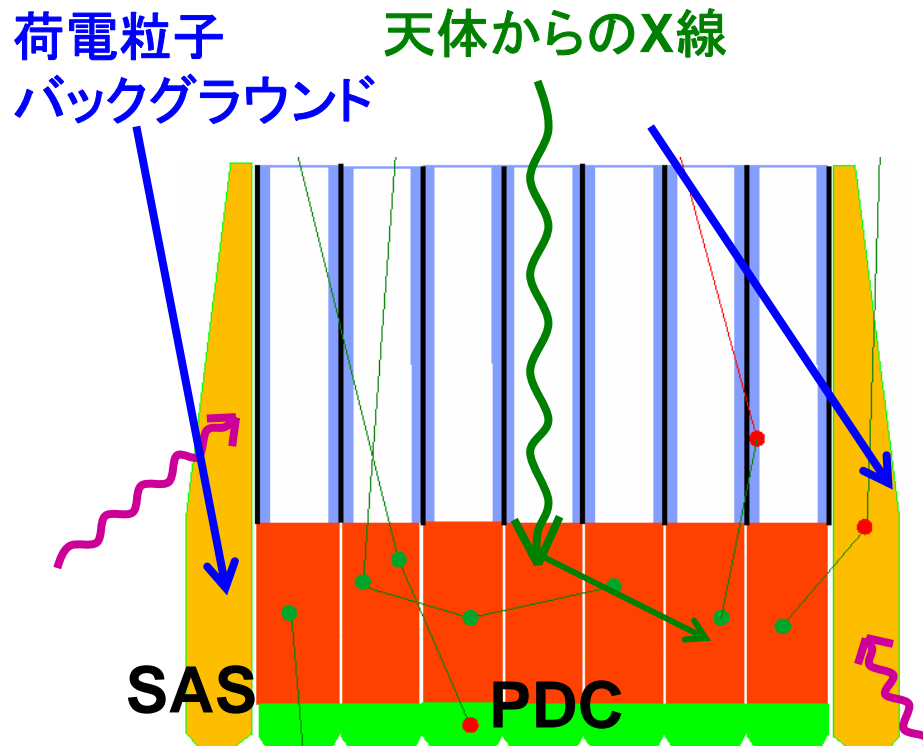


気球搭載硬X線偏光計 PoGOLiteの開発(II): エレクトロニクスの開発

田中琢也(広島大学)

山本和英、高橋弘充、水野恒史、深沢泰司(広島大学)
有元 誠、金井義和、植野 優、片岡 淳、河合誠之(東京工業大学)
Cecilia Marini Bettolo, Mark Pearce (Royal Institute of Technology)、
田島宏康、釜江常好(SLAC)、齊藤芳隆、高橋忠幸(ISAS/JAXA)、
郡司修一(山形大学)、他PoGOLiteチーム

PoGO Liteの概要（おさらい）



PDC (主検出部)

Fast plastic, Slow plastic, BGO

波形弁別 (PSD) によるバックグラウンド除去

1 p.e. レベルの微弱信号検出

SAS (アクティブシールド部)

BGO

視野外バックグラウンドの除去

大気ガンマ線フラックスモニタ

(100keV以下まで)

徹底的なバックグラウンドの除去と見積もりが高感度観測を実現

信号処理はバックグラウンド除去の重要な要素

DAQの性能が観測の質に大きく影響する

データ収集システム (DAQ) に要求される機能

PDC出力

オンラインでもPSD (バックグラウンド除去) → trig, veto生成
Waveformを記録 (オフライン解析でバックグラウンド除去、偏光検出、スペクトル生成)

SAS出力

veto生成
オンラインで視野外ガンマ線スペクトルを取得 → Self PHAで独立
(バックグラウンドの見積もり)

各ユニットからのtrig, veto信号

バックグラウンドイベントと天体のイベントを適切に区別
→ データを記録するユニットを選択 (データ量を抑える)

高度な信号処理を機上で行わなければならない

システム構成

PMT信号処理ボード(FADC Board)

PMT HV設定 ←

DAC

SpaceWire I/F

SpaceWire

科学衛星上での装置間通信用統一インターフェイス規格

高い信頼性と機器の柔軟な接続を実現

ESAを中心に世界的に開発が進められている(日本からはISAS/JAXA、大阪大学など)

NeXT、VSOP-2、MMOなどでも採用予定

SpaceWire

data

CPU

アナロ
し、処

●FPGA
PDC,S

●FPGAに大規模アナログ回路を大表

複雑な信号処理を実現

●部品点数の大幅な削減

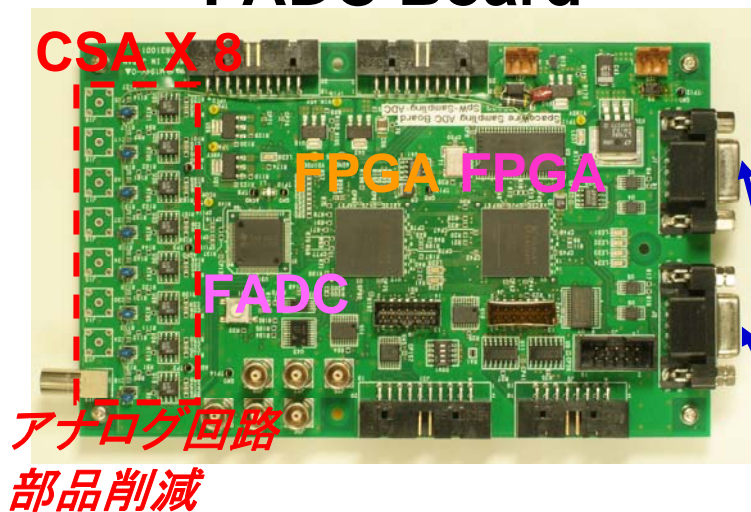
省面積、低消費電力、高信頼、低コスト

通信インターフェイスに
SpaceWireを採用

プロトタイプボード

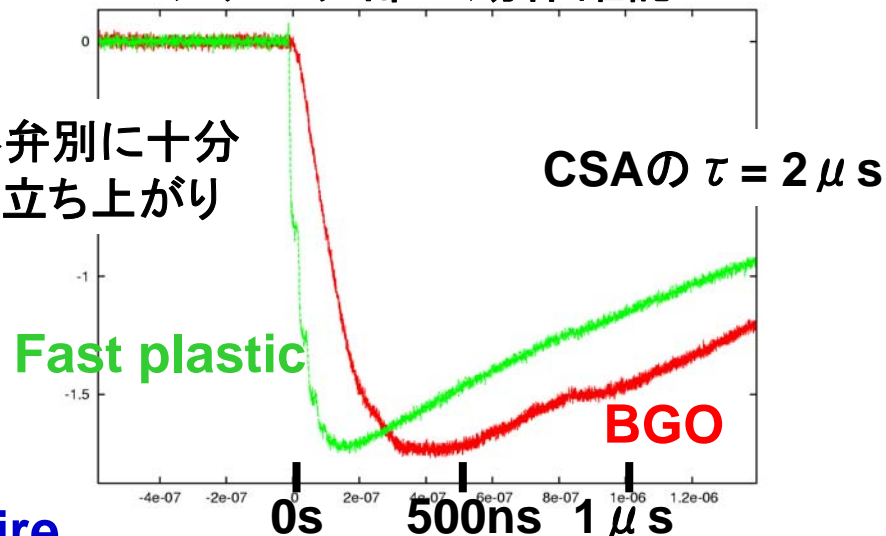
ハワイ大学、SLAC、
JAXA/ISAS

FADC Board

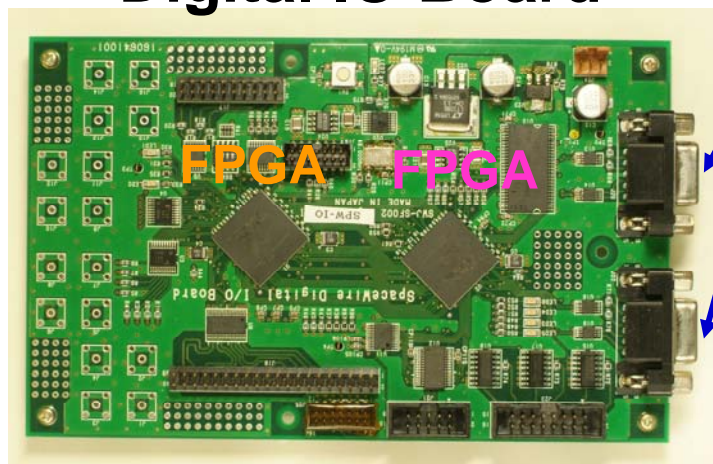


アナログ部の動作確認

波形弁別に十分
速い立ち上がり



Digital IO Board



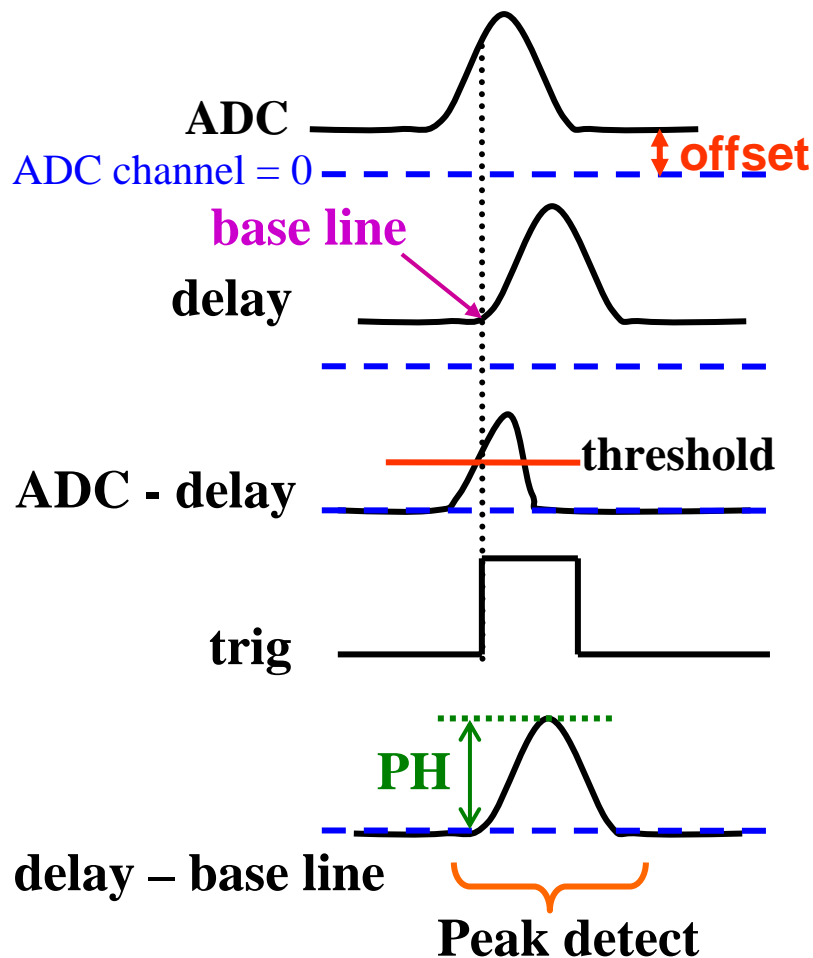
SpaceWire



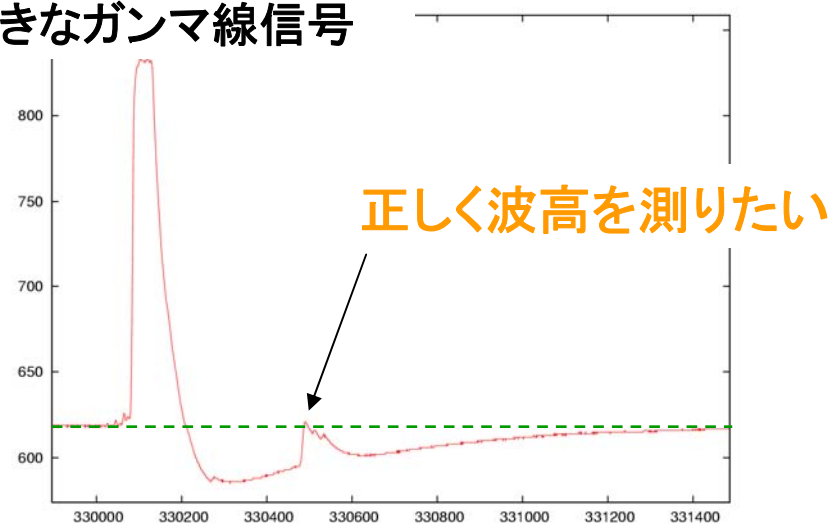
T-Engine版
SpaceCube

SpaceWire搭載超小型PC
SpaceWireを通してFPGA
内の情報にアクセス

SAS用PHAロジックの開発



大きなガンマ線信号



1. ADC出力と一定時間遅延させたものとの差分を取る→トリガ生成
2. 波形の立ち上がり直前の値→base line
3. base lineを引いた波形からピークを探す
4. ヒストグラムに詰める

このようなロジックをVHDLで記述し、FPGAに実装した

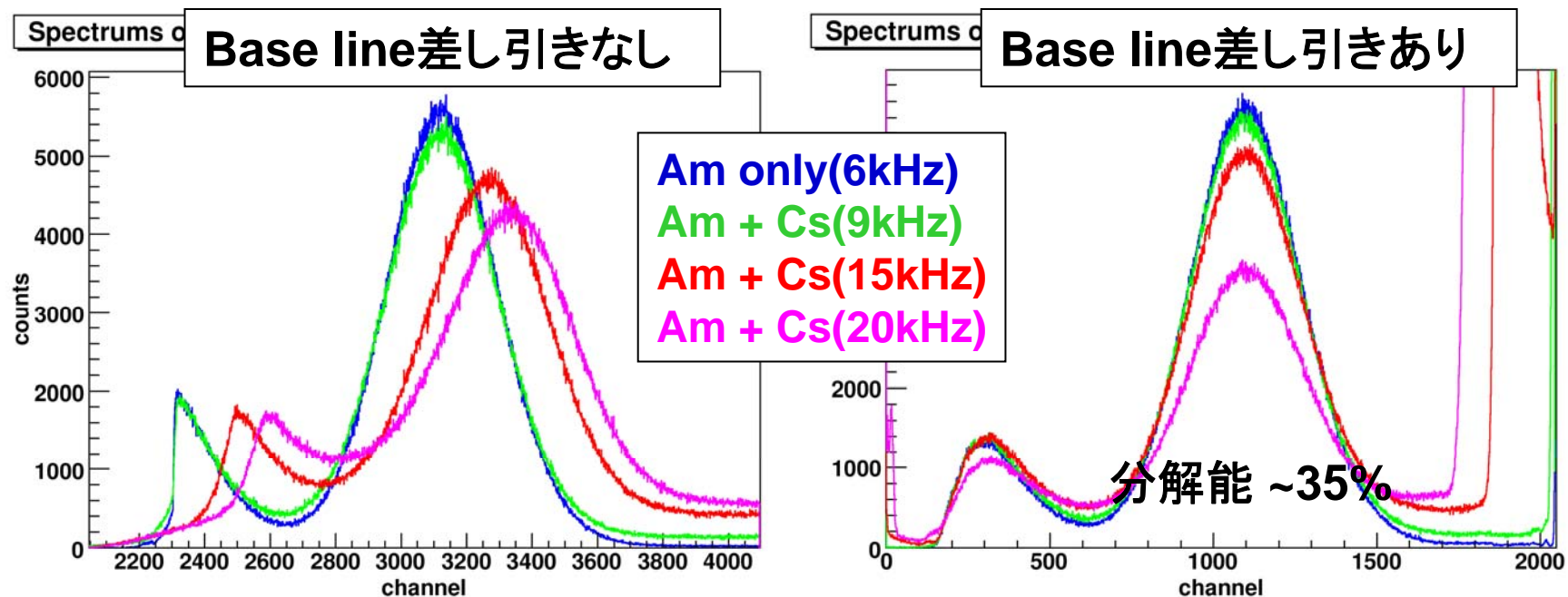
実験室での動作確認

- 高レートの大気ガンマ線フラックスを低エネルギーまで測定
- 高エネルギー荷電粒子バックグラウンド中でも正しく動作

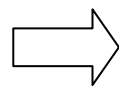
汎用SpaceWire
FADC Board



Base line差し引きによりピークのずれを抑えられた



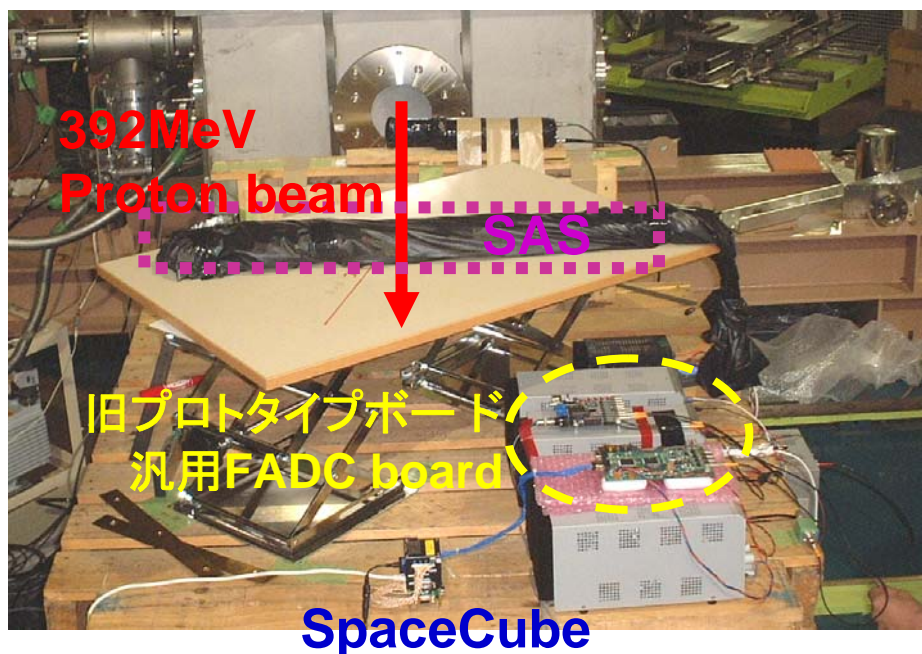
ビーム試験



試験の詳細、PDCについては
金井講演を参照

7月25日～31日 大阪大学核物理研究センター(RCNP)

フライト用BGO,PMTと組み合わせ、**高エネルギー荷電粒子のバックグラウンド環境下**でPHAロジックが正しく動作するかを調べる



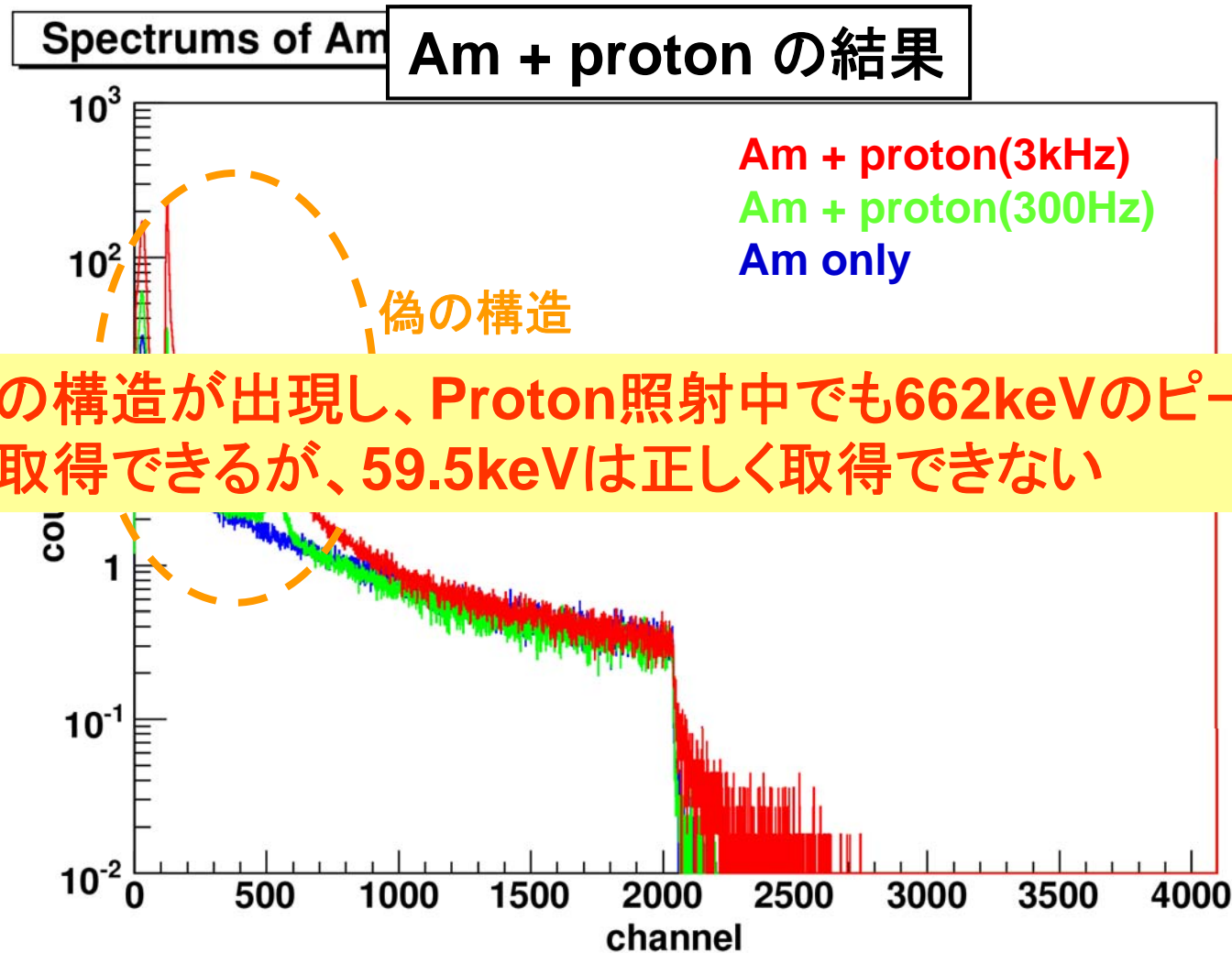
CSAに旧プロトタイプボードを使用
アナログ部の回路はフライト用と同一

測定

Cs137(662keV)
Am241(59.5keV)
with
Proton beam

Waveform analyzerで波形も取得→今後のPHA開発に活用

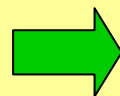
ビーム試験の結果



問題の原因と解決策

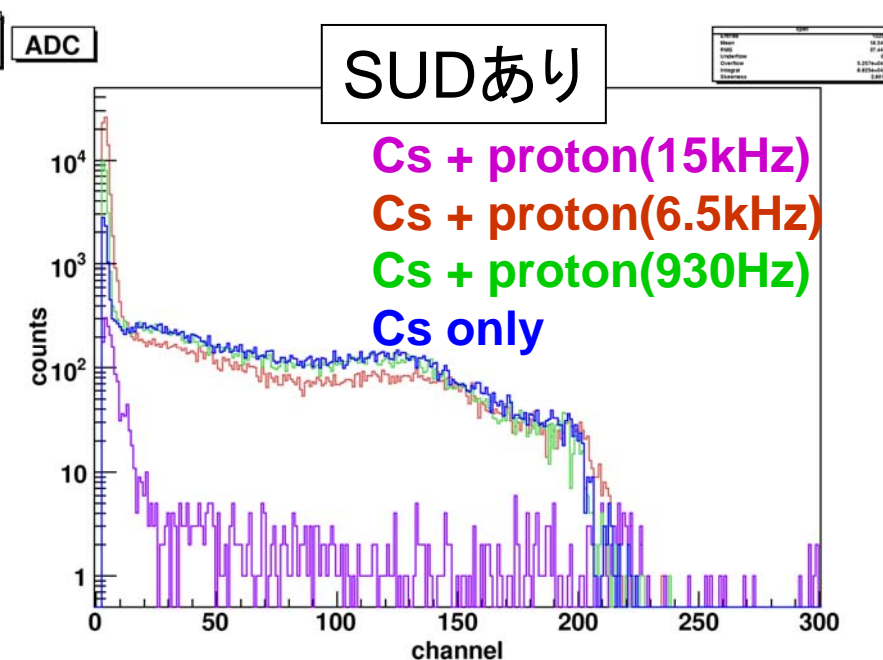
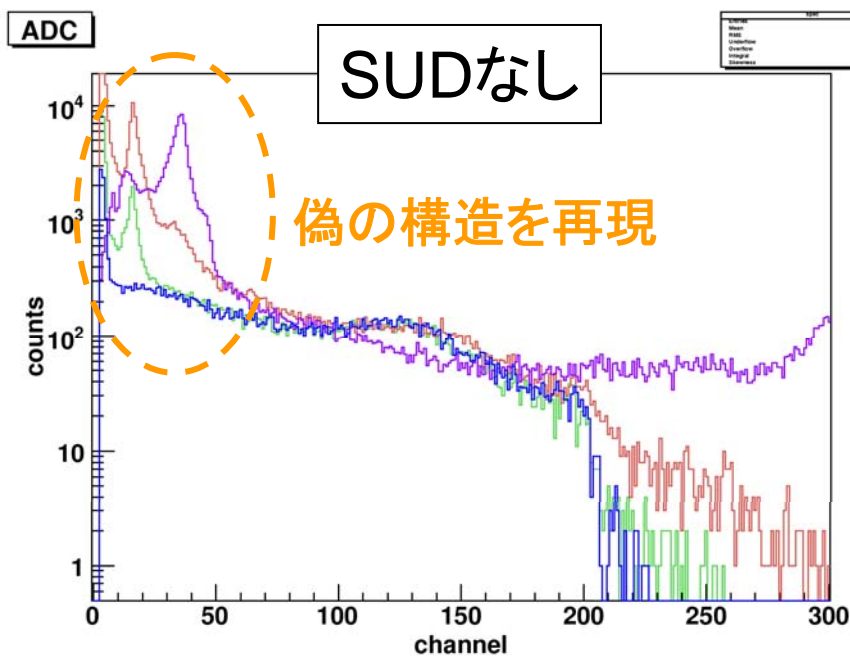
解決策

アンダーシュートが非常に大きい場合 (proton) は veto をかける



Super Upper Discriminator の導入

数kHz程度のprotonレートまで問題なくスペクトルを取得できる
(観測中に予想されるレートは~1kHz)

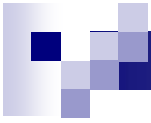


まとめ

PoGOLite : 高感度硬X線偏光観測を実現するため271本ものユニットから構成される

- **PoGOLiteの高感度観測実現を目指しDAQシステムを開発中**
アナログ部の設計は完了、デジタル部の開発も順調
- **SpaceWireを用いた新しいプロトタイプボードが完成**
アナログ部の動作を確認済み
FPGAに実装する回路を開発中
- **SAS用PHAロジックを開発**
59.5keVのピークまで良好に取得
ビーム試験で問題が明らかになったが、解決できる

ビーム試験の詳細、PDCの試験結果  **金井の講演に続く**



END

