

電子飛跡検出型コンプトンカメラの飛跡取得法性能評価とPMT電圧供給回路開発

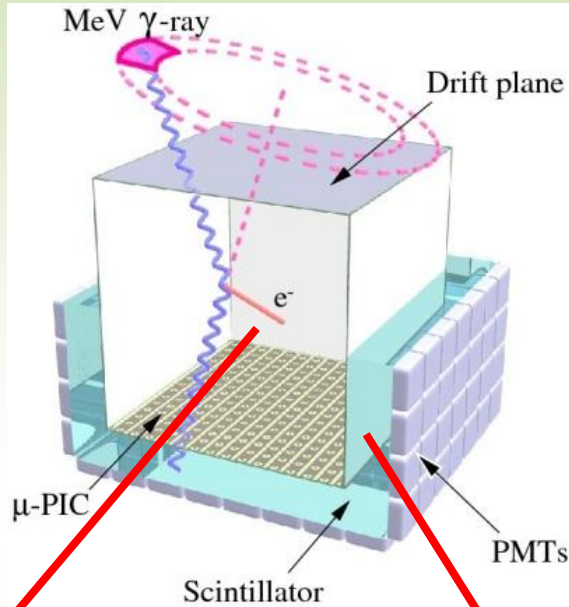
京大理, 神戸大理^A, 京大生存圏研^B, KEK^C, 理研^D,
東海大医^E, 東北大金研^F, KEK素核研^G, オープンソースコンソーシアム(Open-It)^H

水本哲矢, 谷森達, 窪秀利, Parker Joseph, 岩城智, 澤野達哉, 中村輝石, 松岡佳大, 古村翔太郎, 佐藤快, 身内賢太郎^A, 高田淳史^B, 岸本祐二^C, 上野一樹^D, 株木重人^E, 黒澤俊介^F, 池野正弘^{G,H}, 内田智久^{G,H}

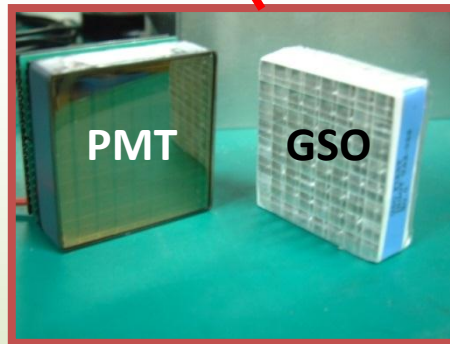
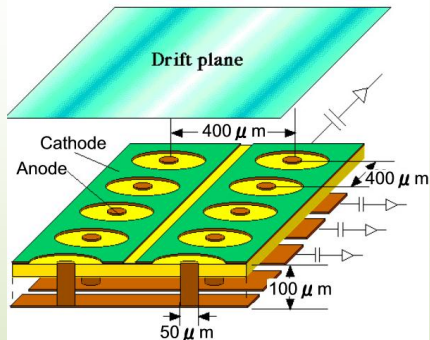
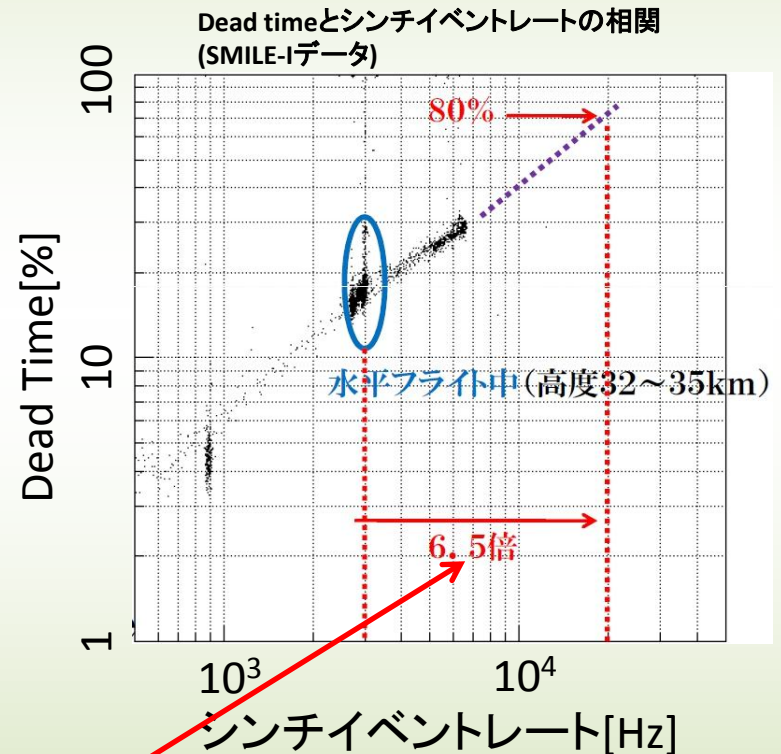
目次

1. SMILE-II気球実験で使用する電子飛跡検出型コンプトンカメラ(ETCC)の新DAQシステムの必要性
2. SMILE-IIIに向けて開発中の新DAQシステム開発について
3. PMTへの高電圧供給回路開発について

SMILE-II気球実験で使用するコンプトンカメラ (ETCC) と新DAQシステムの必要性



面積 $(10\text{cm})^2 \times 15\text{cm}$ のTPCとPMT32個で構成されるETCCを用いて行った過去の気球実験 (SMILE-I実験、2006年)より

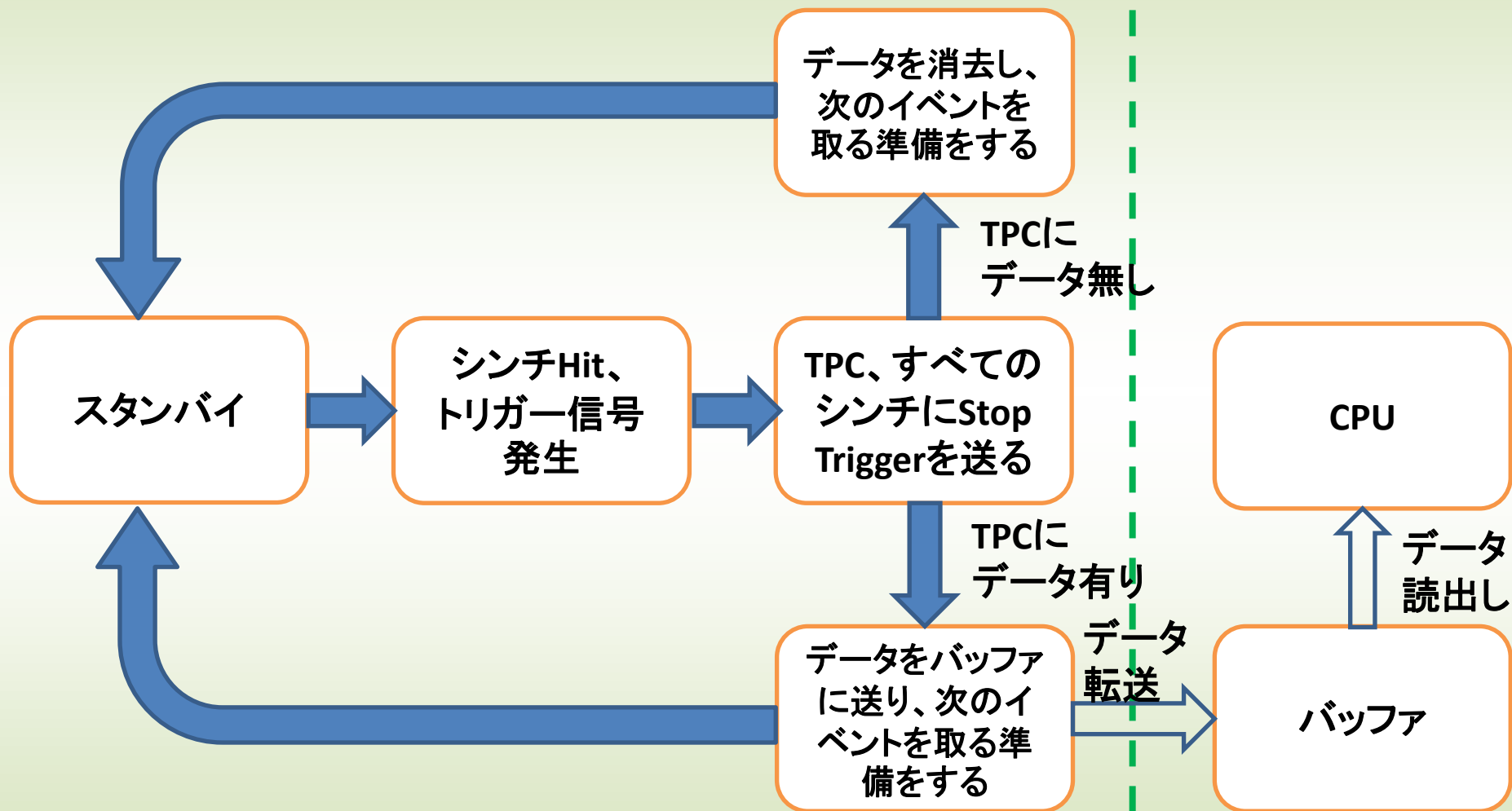


ガス飛跡検出器(uTPC)
サイズ: $(30\text{cm})^3$
800umピッチで読み出し

64chマルチアノードPMT
(浜松ホトニクスH8500C)
GSOシンチレータアレイ(8×8ピクセル、
ピクセルサイズ6mm×6mm×13mm)
PMT 216個(SMILE-Iの6.75倍)
使用予定

SMILE-IのDAQシステムを検出器のサイズが大きなSMILE-IIにそのまま用いるとDead Timeが大きすぎる
→新DAQシステムが必要

SMILE-II ETCCのデータ取得の流れ



TPCは10usecのドリフト時間があるため、DAQ全体のトリガーはシンチHitを用いる。

TPCはダブルバッファを用い、CPUによるバッファのデータ読み出しと同時に、もう一方のバッファへのデータ書き込みをできるようにした。

SMILE-II のDAQシステム

μ-PIC

GPS

Anti.

GSO

新μ-PIC信号読み出し回路
(岩城ボード)

ASIC → analog → FADC → digital → FPGA

DAQ取りまとめ基板

PMTアンプ回路
(クリアパルス 80256v2型
ヘッドアンプユニット)

FPGA

VME bus

- CPUs
- Memory Board (double buffer)
- Scaler
- Memory Board
- DIO
- Data Processing Board

SSD

Command

Telemetry

同一イベントのデータであることを識別するために各データにトリガーIDを付加する。

full writing

Data & Trig. ID

Trig. I/O

Trig. ID & Time

Trig. I/O

Interrupt

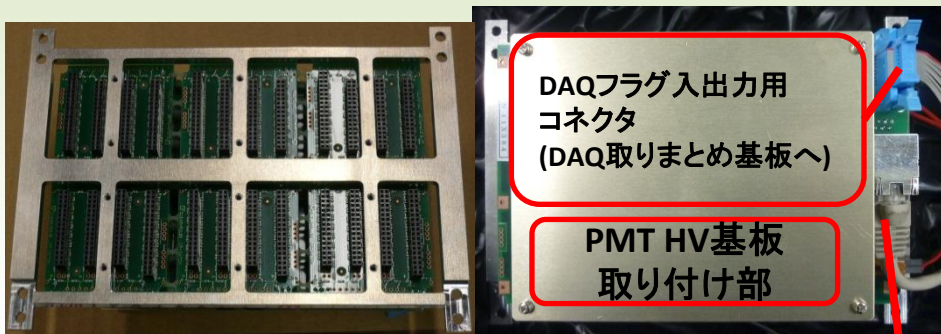
Force trig. Mode

Data & Trig. ID

busy

PMTアンプユニット単体動作チェック

SMILE-II実験に使用予定のDAQフラグを入出力できるようにPMTアンプのFPGAを書き換えたのでPMTアンプ単体で動作チェックをし、問題無いことを確認した。



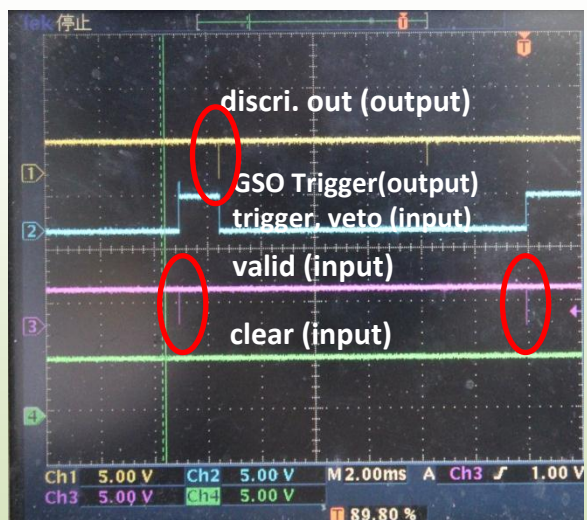
DAQフラグ入出力用コネクタ (DAQ取りまとめ基板へ)

PMT HV基板取り付け部

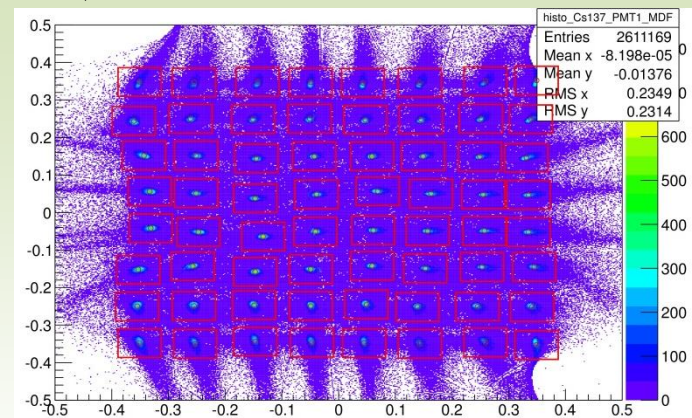
アンプユニットPMT取り付け側 (PMT6個分。抵抗分割によりPMT1つ64ch分を4ch(4端)にして読み出し)

アンプユニット背面

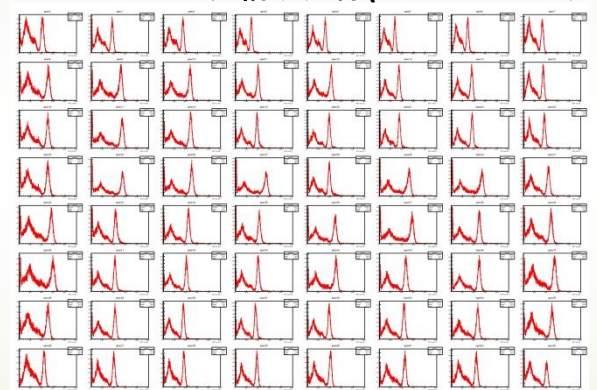
Data & Trig. ID output用コネクタ (クリアパルス80057型 PMT Data Processorへ)



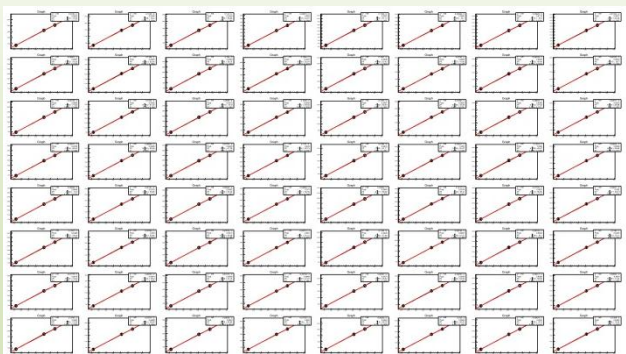
データをクリアせずに保存するときのDAQフラグ(負論理)



^{137}Cs のデータの再構成画像(2次元ヒストグラム)



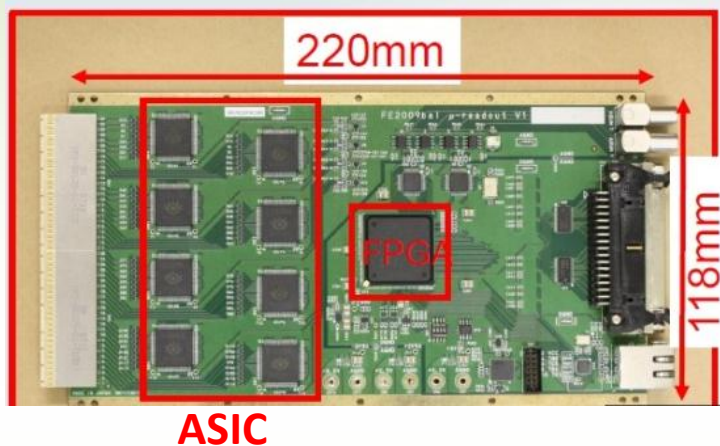
64ch分のスペクトル(^{137}Cs)



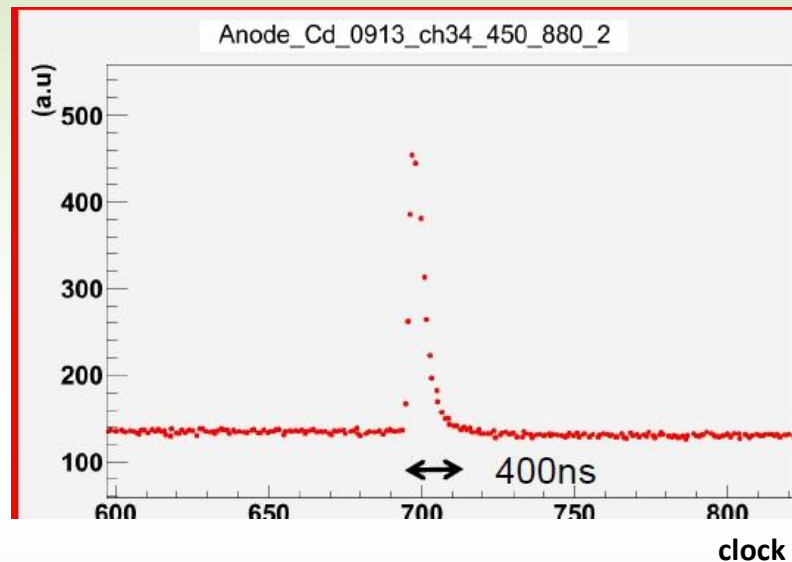
64ch分のキャリブレーション結果

新 μ -PIC信号読み出し回路(岩城ボード) を用いたTPCの単体動作チェック

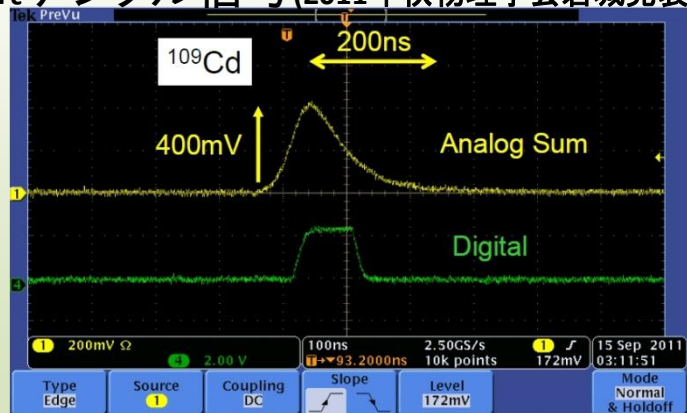
新読み出し回路写真(2011年秋物理学会岩城発表資料より)



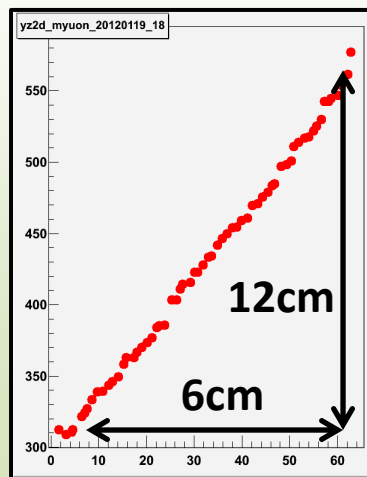
FADC波形(2011年秋物理学会岩城発表資料より)



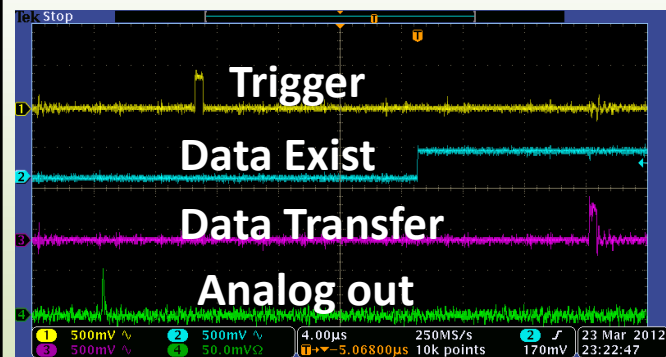
μ PICアナログサム信号と生成された
Hitデジタル信号(2011年秋物理学会岩城発表資料より)



ミュオンの飛跡



データ取得時のDAQフラグ類



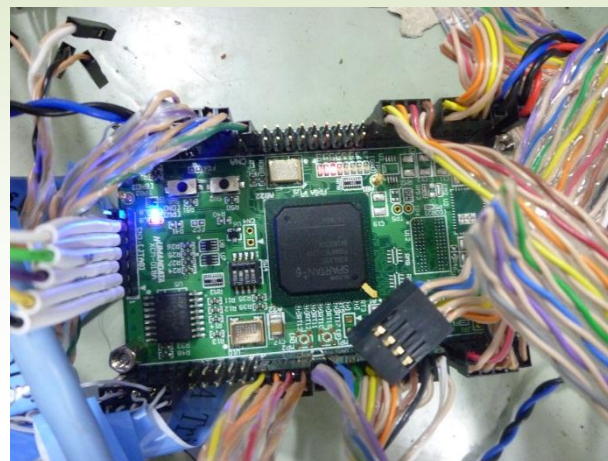
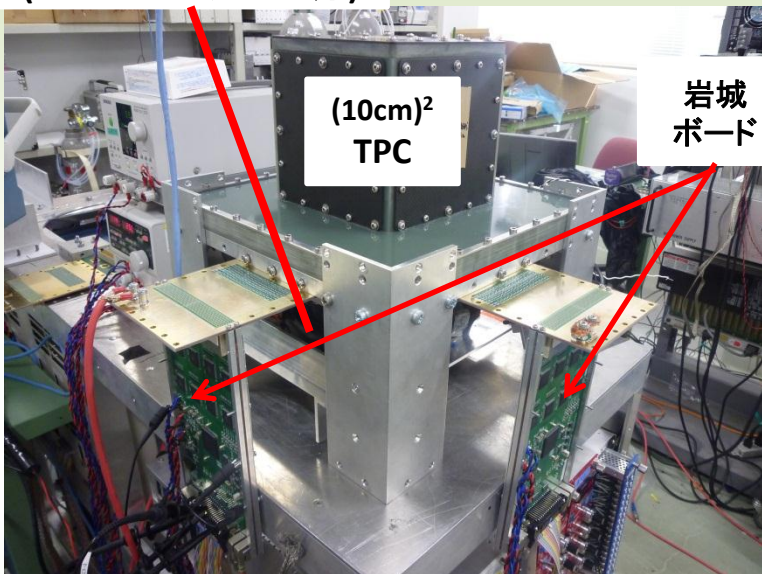
ミュオンの飛跡に沿って
すべてのストリップで鳴っている

試験用ETCCセットアップ

PMT6個
(アンプユニット1つ分)

(10cm)²
TPC

岩城
ボード



DAQ取りまとめ用のFPGA評価ボード

試験用ETCCセットアップ

- TPC、シンチカメラはそれぞれ単独では動作確認済み。
- FPGA評価ボードを用いて、ETCC DAQ取りまとめ用のコードを作成した
→ 現在、トリガーIDがずれる等の不具合が残る
- 気球搭載用のDAQ取りまとめ基板は現在設計中。

SMILE-II実験PMT用 PMT 高電圧供給基板

要請

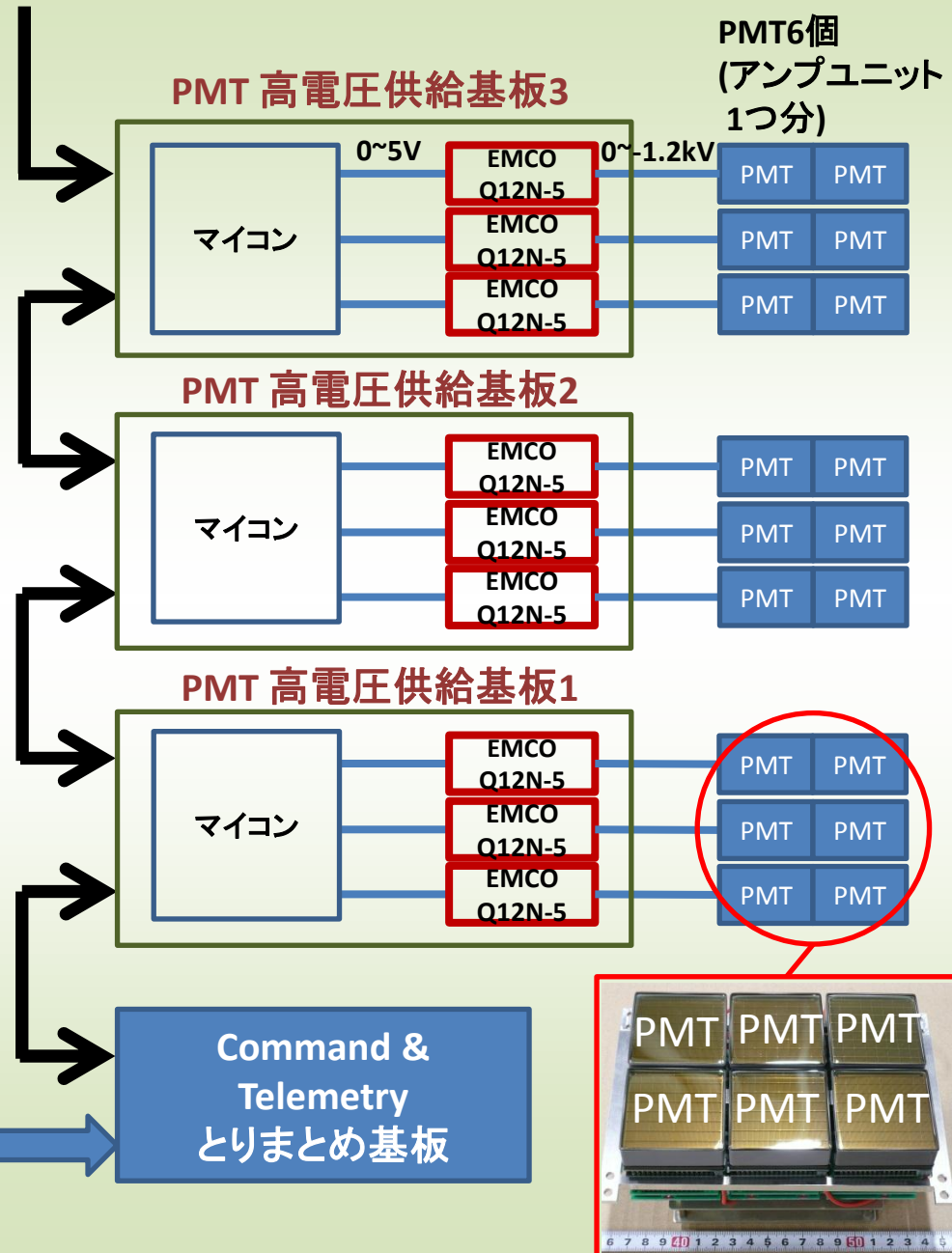
- 用いるPMTの数が多い(216個)ので軽量、コンパクトにしたい。
- PMTにかかる電圧値の命令やPMTに流れる電流値のモニターをしたい。

設計

- DC-HV DCコンバータ(EMCO Q12N-5) 1つにつきPMT2つに高電圧を供給。
- DAC、ADCを持つマイコンを使用。マイコンを用いて通信も行う。
- HV供給用の基板をPMT後方のアンプ回路に取り付けられるようにする。

命令・データの送受信
(RS-232C)

地上



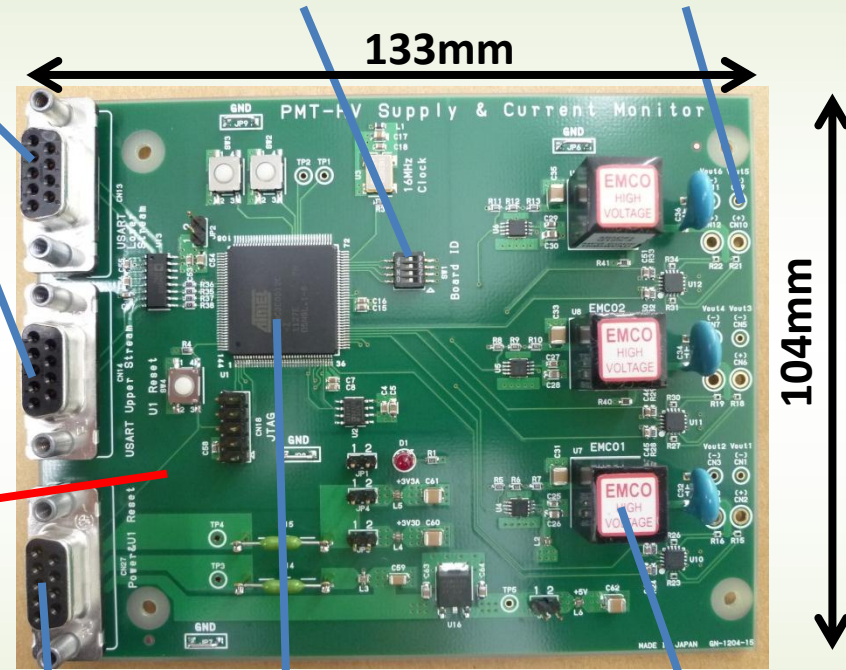
PMT 高電圧供給基板製作

- 回路図から設計を行い、試作を1枚製作し、動作チェックを行った。
- 動作チェックの結果、若干の不具合を修正し、気球実験に向けて量産を行った。

RS232C通信用
D-sub9pin

ボードID用
ディップスイッチ

PMT用
-HV出力×6か所



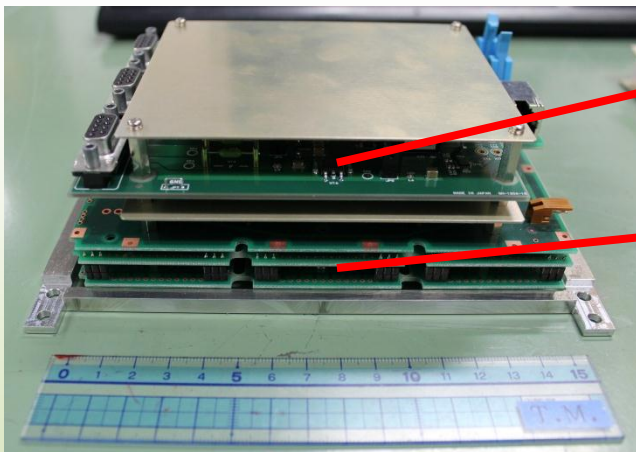
PMT高電圧
供給基板

PMT6個分の
アンプユニット

電源入力(+6V、+3.3V)
マイコンリセット input

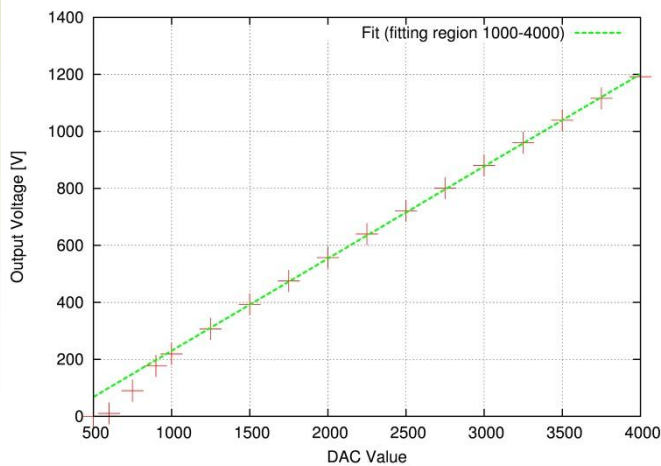
EMCO Q12N-5
(DC-DC Converter)

ワンチップマイコン
Atmel社 at32uc3c0512c

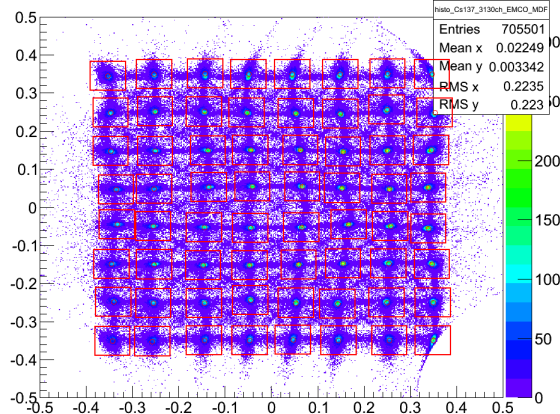


PMTアンプ基板に高電圧供給基板を
取り付けた様子。コネクタの干渉等はない。

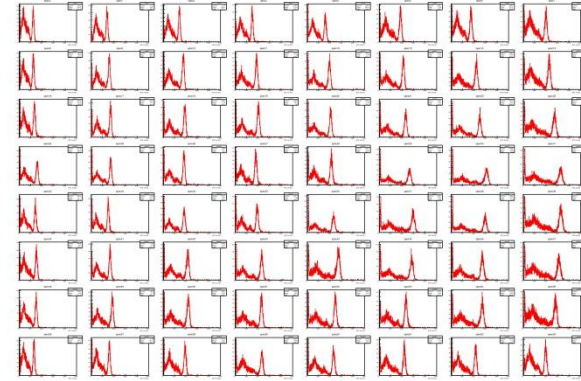
PMT 高電圧供給基板動作チェック



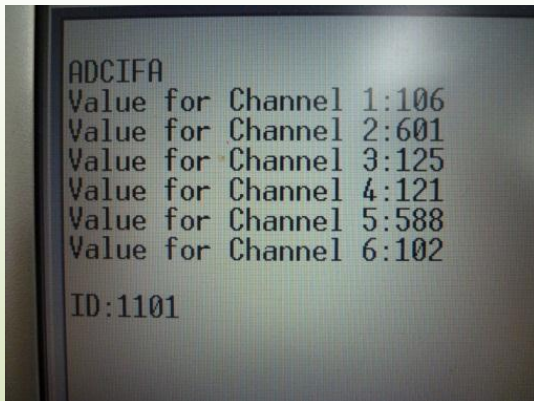
DAC値と出力電圧の関係
(HV出力にPMTを2つつけたとき)



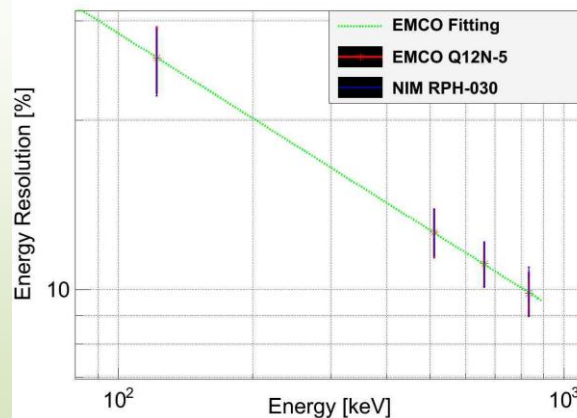
PMT測定データの
2次元ヒストグラム(^{137}Cs)



64ch分のスペクトル(^{137}Cs)



電流モニターとボードIDの
PCへの送信結果

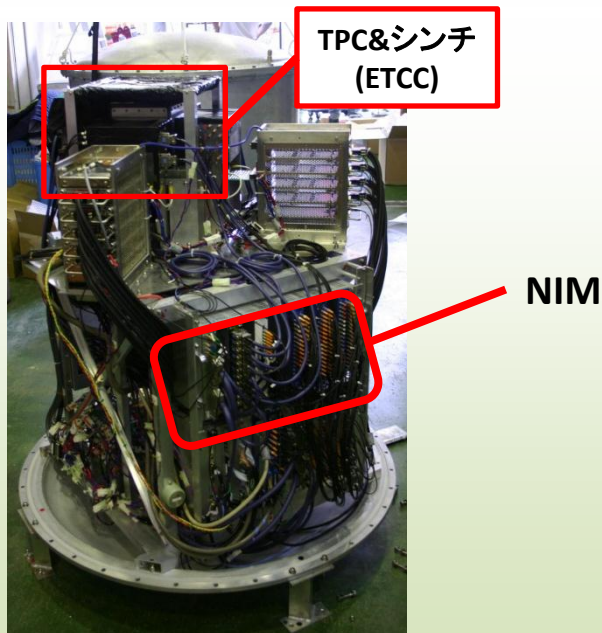


エネルギー分解能(林栄精器RPH-030NIMモ
ジュール使用時と高電圧供給基板使用時)

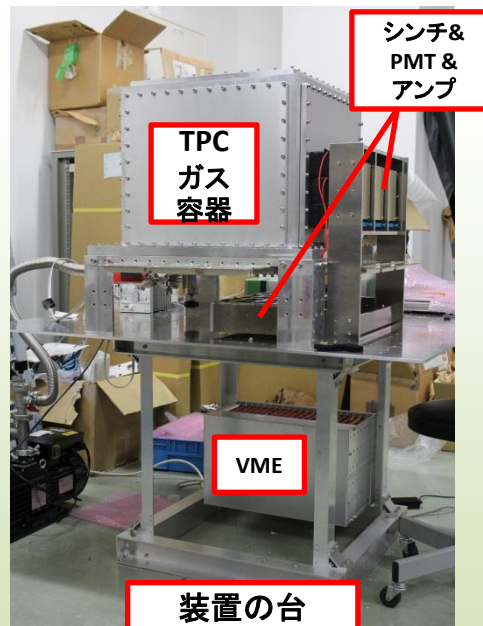
→製作した基板は
問題無く動作してい
る

まとめと課題

- TPC単独、シンチレーションカメラ単独では動作確認済み。
SMILE-II用DAQシステムを構築、テスト中、ただし現状問題あり。
- コンパクトなPMT 高電圧供給基板を設計、製作した。
→ この基板と新PMTアンプ回路により、SMILE-I実験の時に使用していたNIMモジュールの削減に成功、非常にコンパクトになった。
- 今後、DAQシステムの完成とその性能評価、気球用のPMT HV基板のマイコンコード作成、治具、ゴンドラ、与圧容器の設計等準備を行う。



SMILE-I(2006年)の装置の写真



SMILE-IIのフライトモデルETCC
治具類の現状

