

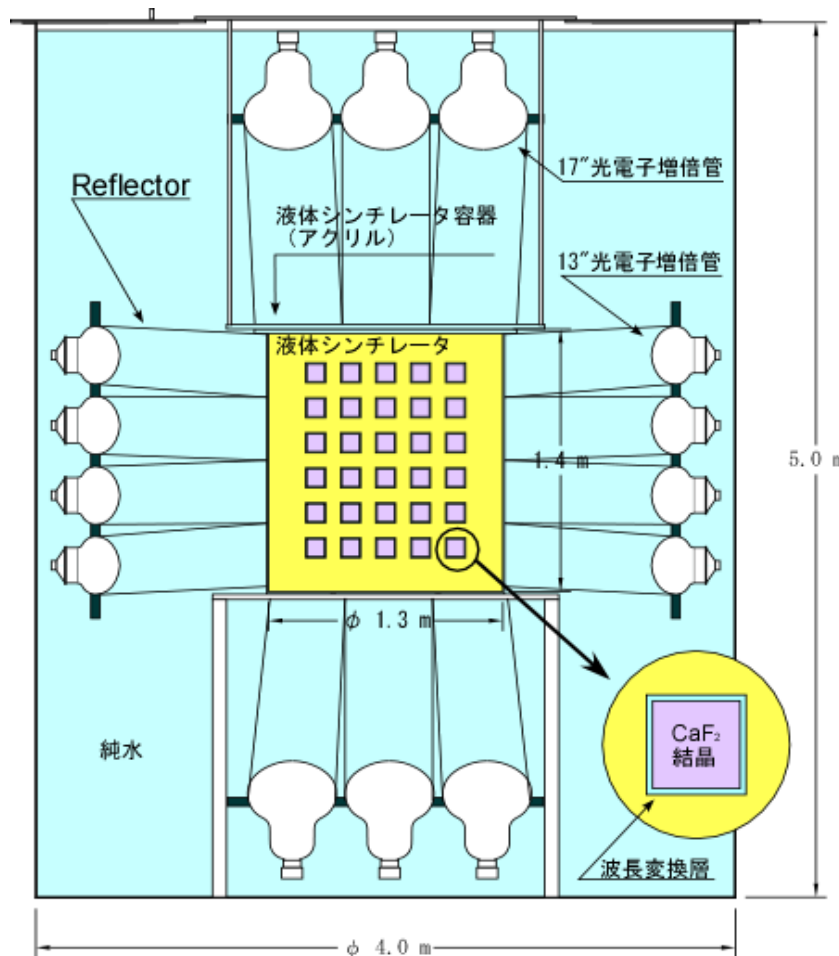
# DAQミドルウェアを用いたCANDLES 実験でのデータ収集系開発

味村周平(阪大RCNP)

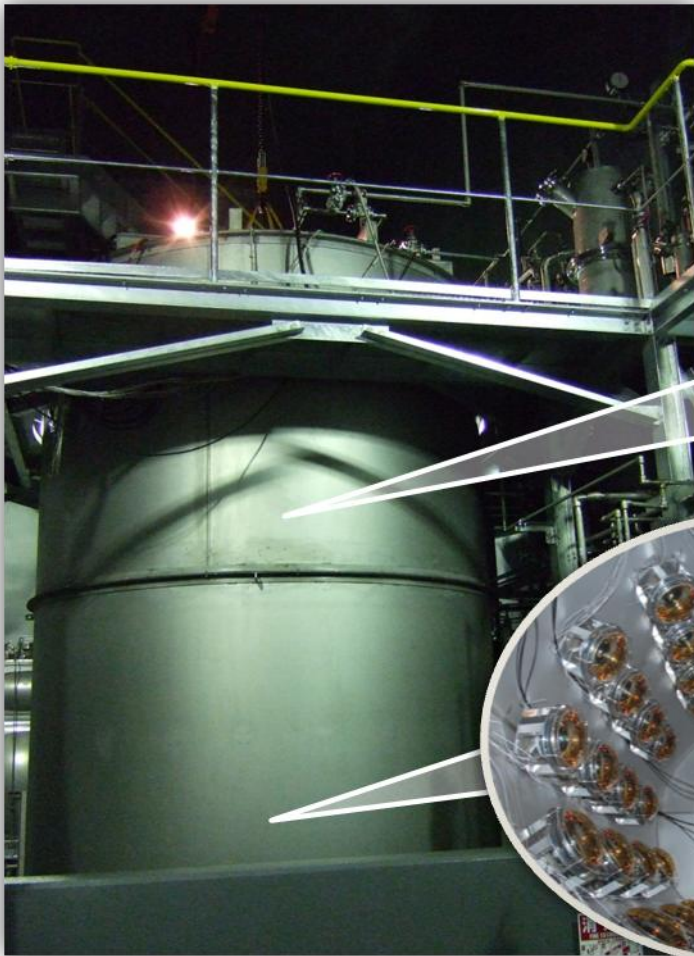
- ◆ CANDLES実験
- ◆ 開発の現状(トリガー、DAQ)
- ◆ 今後の方針

# CANDLES実験

- ✓  $\text{CaF}_2$  中  $^{48}\text{Ca}$  の二重ベータ崩壊の測定実験
- ✓ RCNPにおける共同利用・共同研究拠点の3つの主な拠点事業の1つ
- ✓ パルス波形により液シン起源か  $\text{CaF}_2$  起源かを弁別
  - パルスの減衰時間:
    - 液シン:  $\sim 10\text{nsec}$
    - $\text{CaF}_2$ :  $\sim 1\mu\text{sec}$
  - これにより宇宙線や  $\text{CaF}_2$  外の不純物によるBG除去
- ✓ Deadtimelessでデータ収集することでU, Th系列からくる $\beta$ - $\alpha$ など連続崩壊を特定し除去



# CANDLES実験 – $^{48}\text{Ca}$ 原子核の二重ベータ崩壊の測定



96個の $\text{CaF}_2$ (pure)結晶



62本の光電子増倍管

このセットアップでニュートリノ質量 $0.5\text{eV}$ の感度を目指し、将来の巨大化への知見を得る。

## CaF<sub>2</sub>結晶のシンチレーション光の特徴:長い時定数(～数μsec)

- **利点**

液シンからの時定数の短いパルスと区別可能でバックグラウンド除去が可能。

- **欠点**

時定数があまりに長いため、実際のPMTからのパルスは、離散的な1 photonパルス。

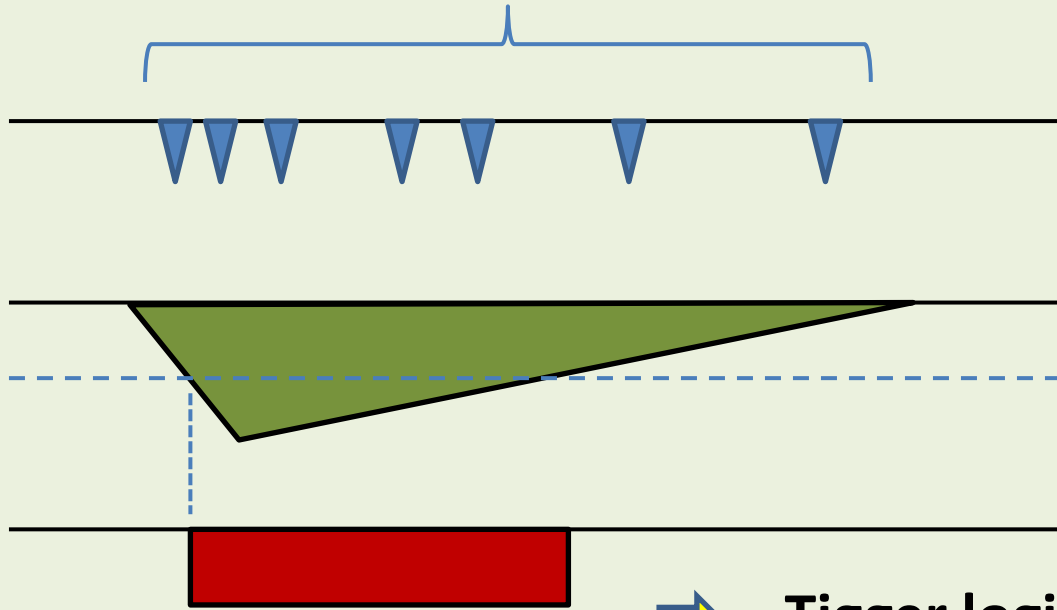


実験の初期の頃は、トリガー生成のためfilter AMP + discrimination、電荷情報としてFADC/ULMを用いていた。

# CaF2からの信号処理

パルス数から発光量 (FADC or Universal Logic)

PMTから  
の生信号



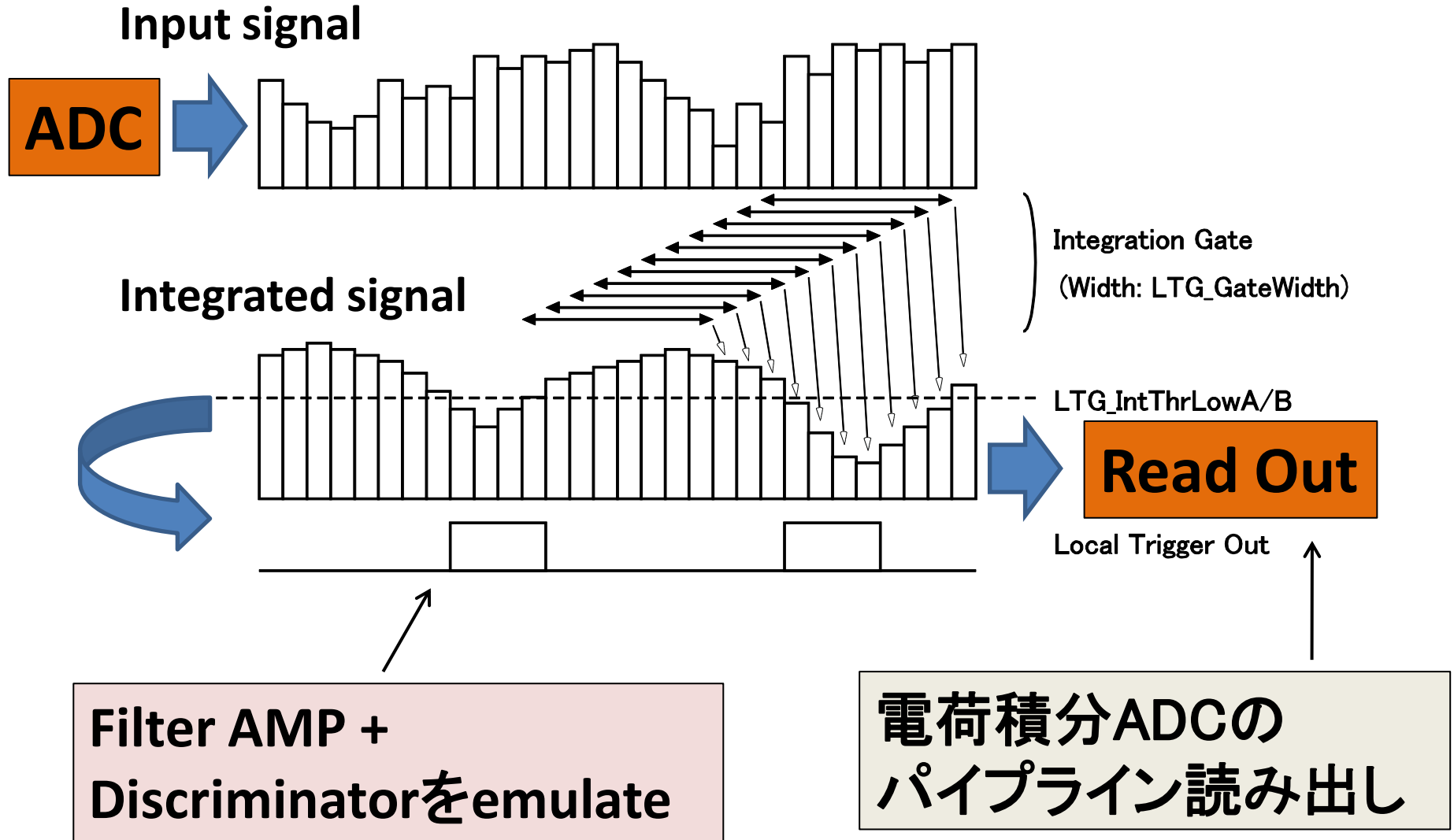
Filter AMP

Discri.

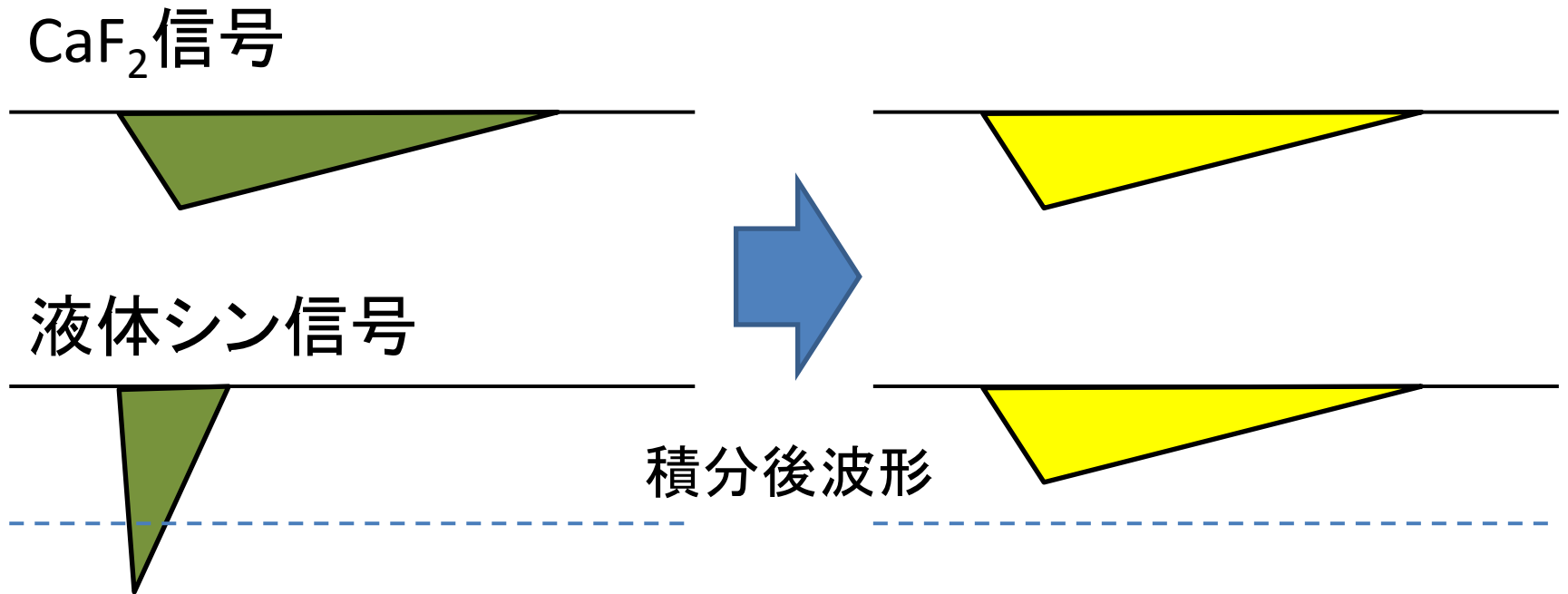
Tigger logic

現在は、FADC出力データをFPGAで処理することにより、更に高度なトリガー生成の開発を進めている。

# 逐次積分



# 波形弁別



積分の前後を比較することで波形弁別が可能

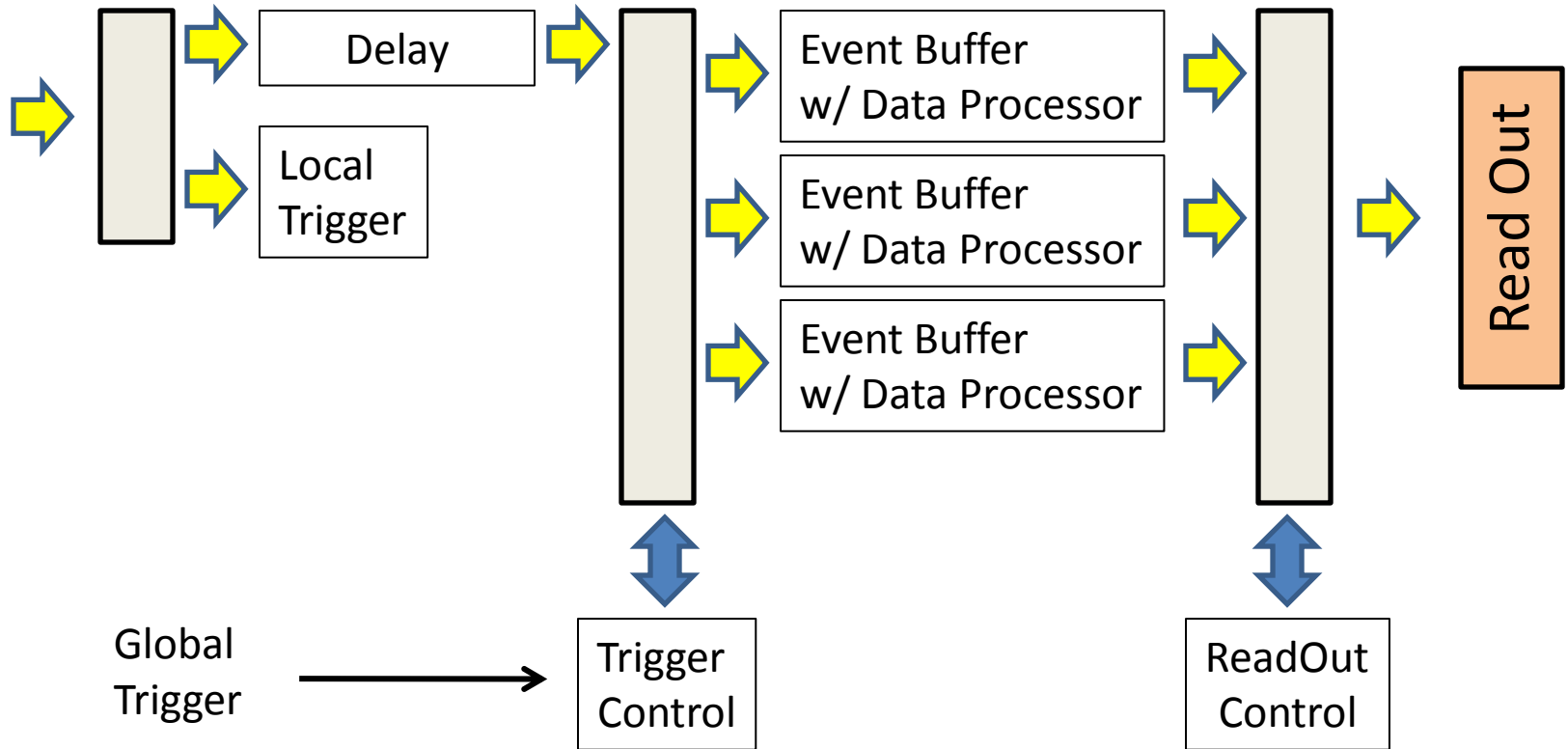
# Finesse 500MHz FADC

- Finesse + ATCAシステムを非加速器実験( $\beta\beta$ )で開発・使用中 (BNL-E949で製作したものを流用)
- 実験の要求により、さまざまな機能をFPGAで実現

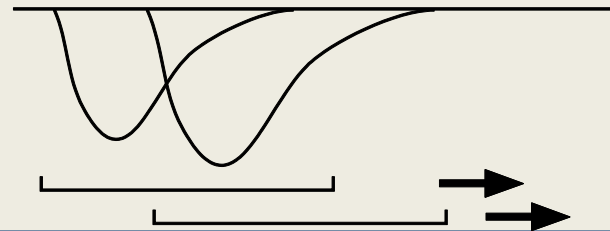




# Finesse 500MHz FADC

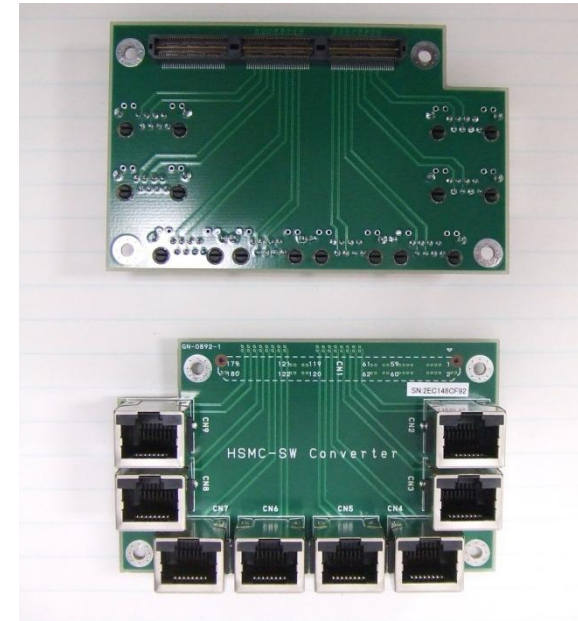


バッファだけでなくデータ処理も並列にすることで、重なった事象もす  
てることなく読み出す。

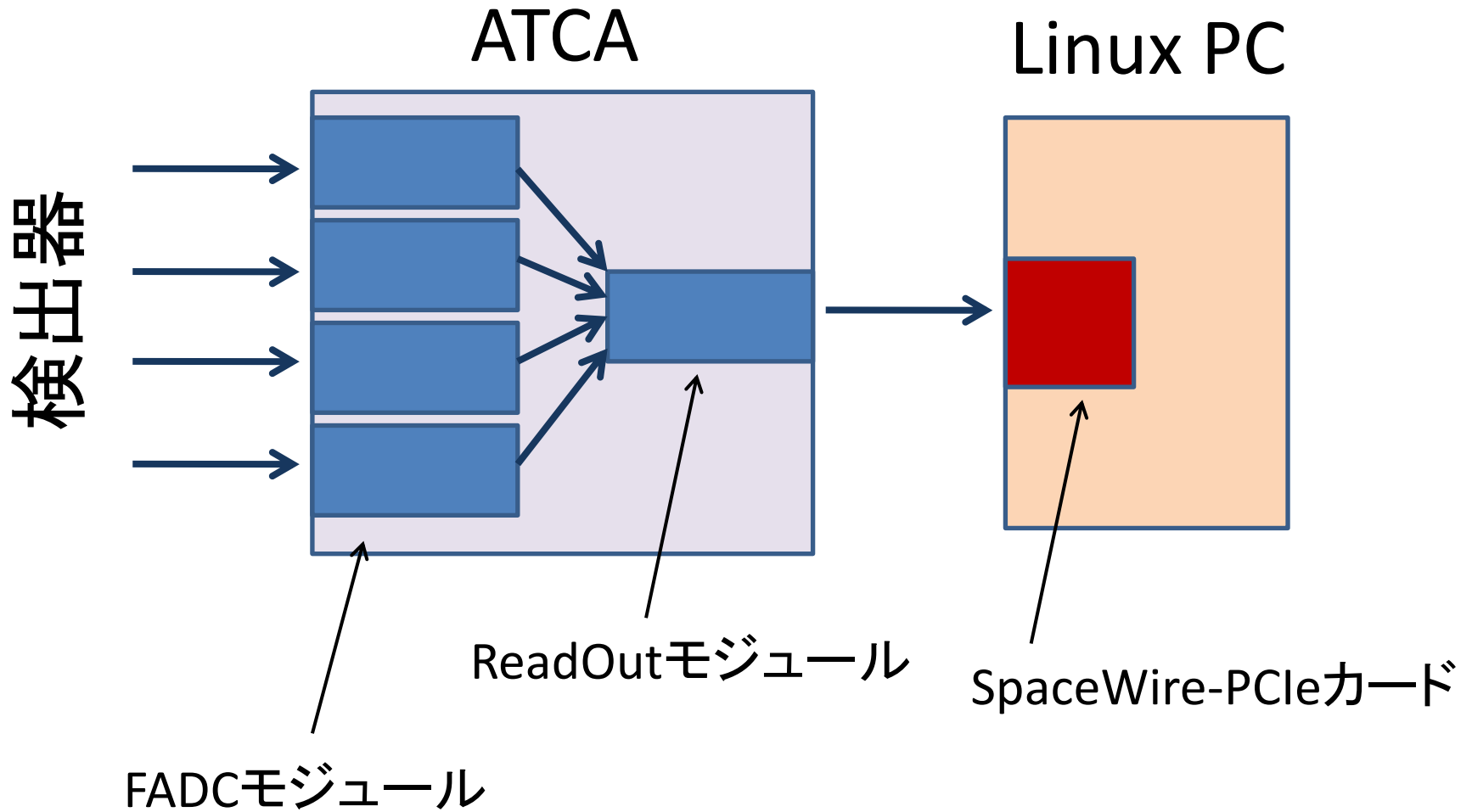


# - PCIeexpress for SpaceWire -

- モジュール間、モジュールーPC間のデータ通信にSpaceWireを使用
- Altera社Arria10GX開発キット
- SpaceWire: 8 ports
- Firmware完成
- 現在、JAXAと連携して廉価版の開発を検討中



# DAQシステム概念図



# DAQシステム

- CANDLES実験程度なら0から作り込むことも可能。
- DAQのexpertもしくははその候補の不足は深刻。
- 実験グループとしては最小限のコンポーネントの開発に集中したい
- DAQの中身を知らずともメンテナンスができるDAQ-MWを採用
- CANDLES実験でのDAQシステム開発を通して、DAQ-MWへフィードバックを行う。

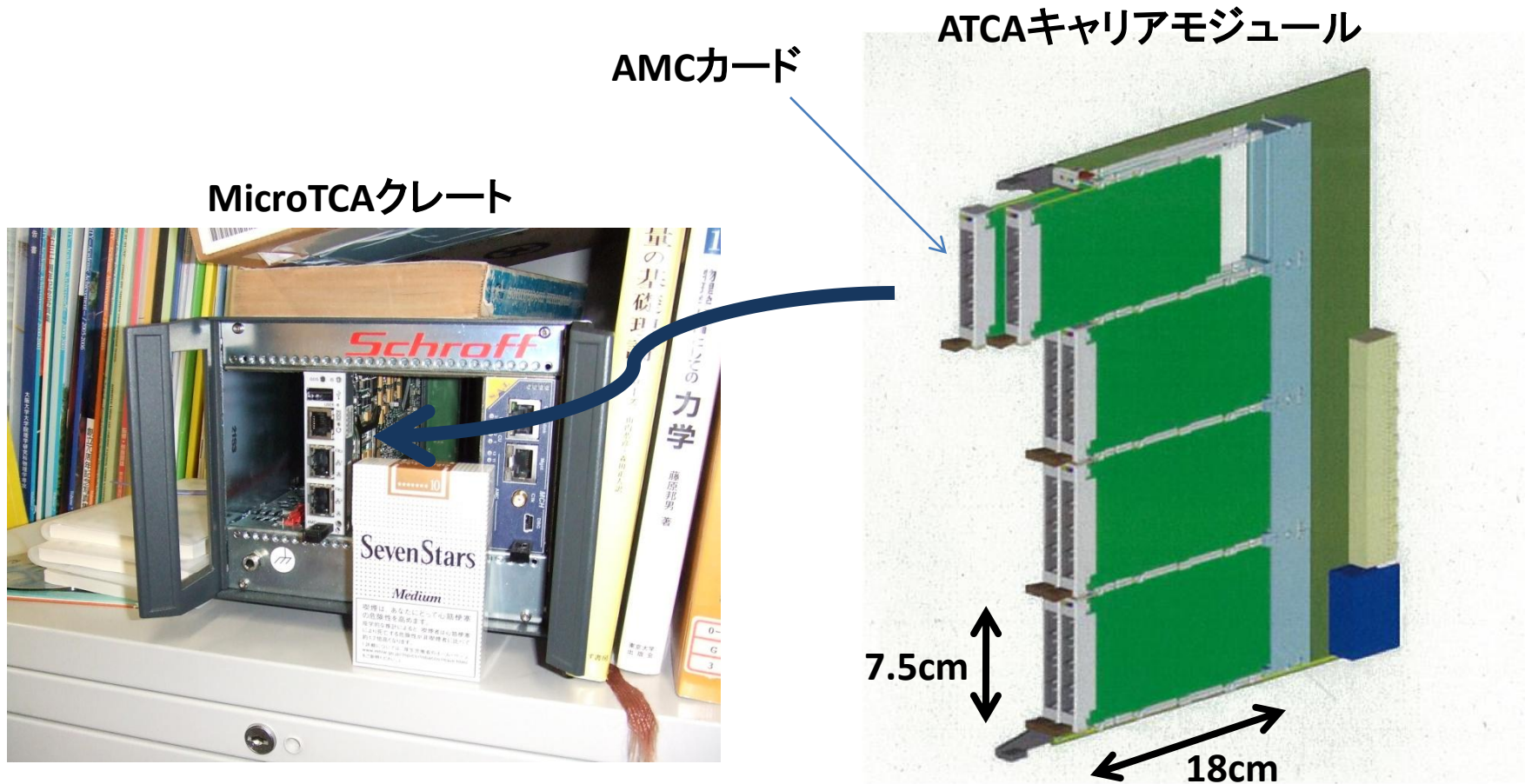
## DAQ開発へ向けた体制

- CANDLES実験用DAQソフト開発は、トリガーシステムと合わせて、主に福井大学が行っている。
- DAQに用いるハードの開発は主に阪大RCNPが行い、福井大学と連携してDAQシステムの開発を行う。
- 今年度は4年生2人(及び修士の学生1人)が卒業研究のテーマとしてDAQ-MWベースのシステム構築を行う。
- 現在までに、CAMACの読み出しが可能になった段階。  
(KINOKOにあるdevice driverなどを参考にして)
- SpaceWire-PClexpress cardの実用化、トリガーシステムの確定、DAQ-MWの新リリース公開を機会に、本番用DAQシステム構築を加速させたい。

# AMC(MicroTCA, ATCA)

- 新しく500MHz FADCを設計・製作を行っている
  - 1つのADCチップで500MHzを実現
  - アナログ入力部の実験に合わせた最適化
- AMC規格で製作
- 試作機が今年度初めに完成
- テストはほぼ終了しており、実機に向けて設計の修正中

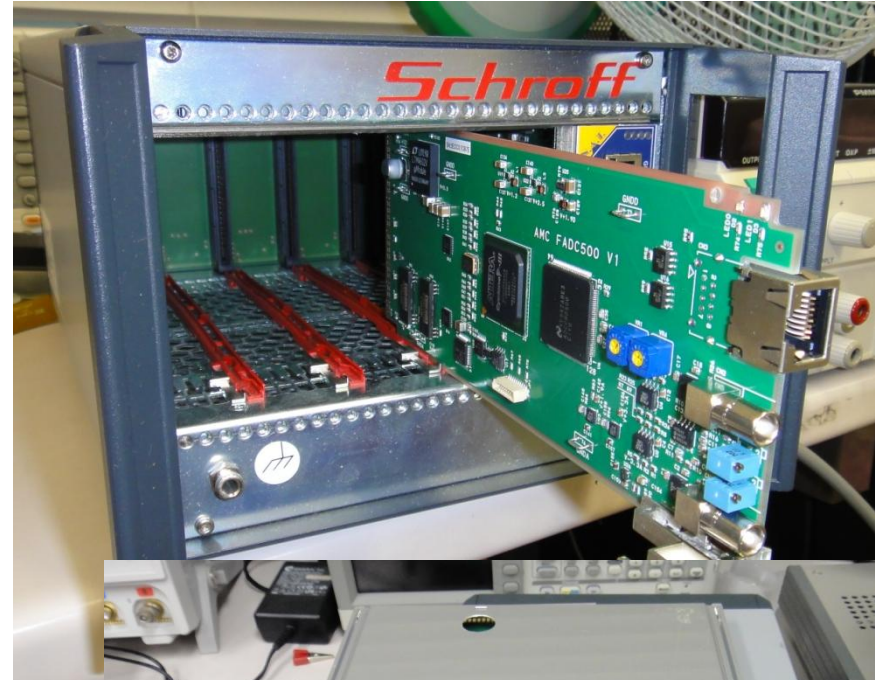
# ATCA, MicroTCA



AMCカード規格で回路開発し、回路試験や小規模実験ではMicroTCA、中規模実験ではATCAを利用可能にする。

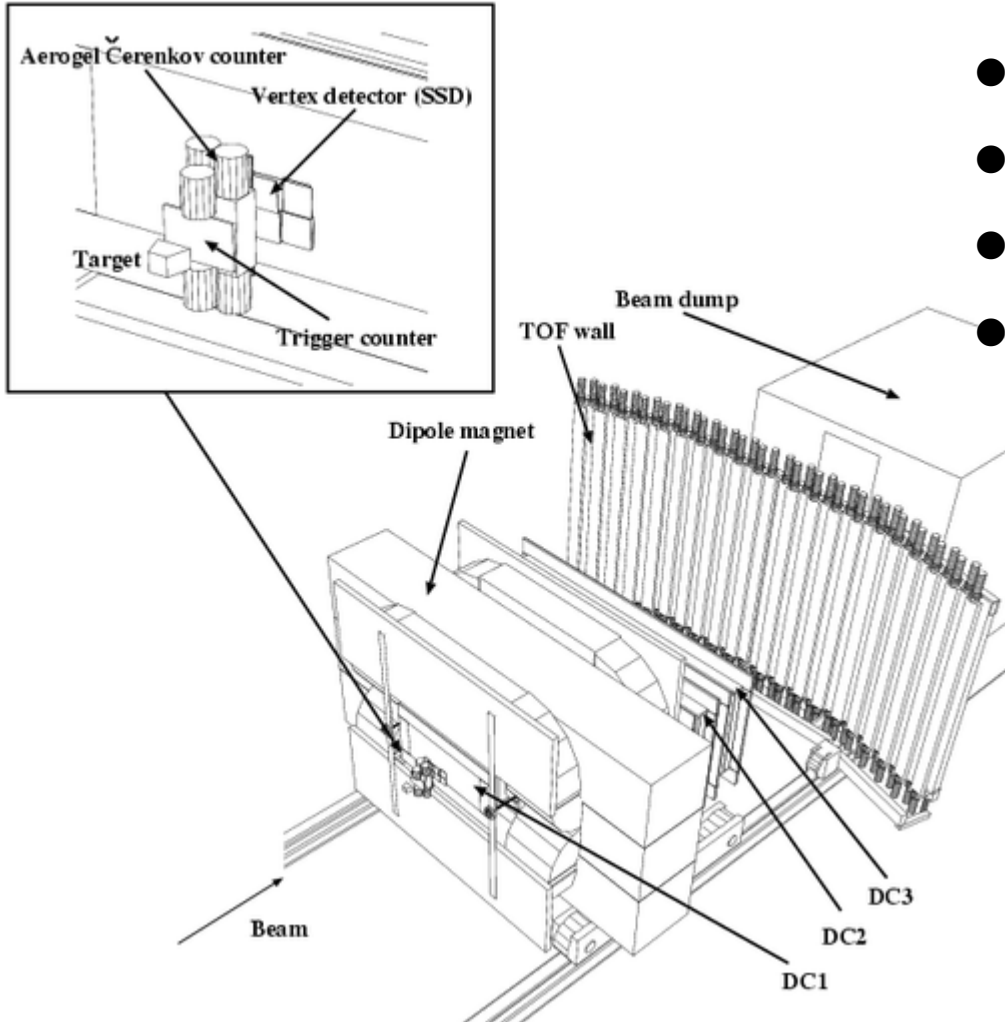
# AMC-FADC500試作

- 今年度頭に完成
- 予定していた機能・性能を確認
- アナログ入力部のCANDLES実験への対応と若干の修正で本番へ





# LEPS実験



- 偏極 $\gamma$ 線によるハドロンスペクトロスコピー
- 生成断面積、スピン観測の測定
- 前方にアクセプタンス
- 後方アクセプタンスのためTPC設置

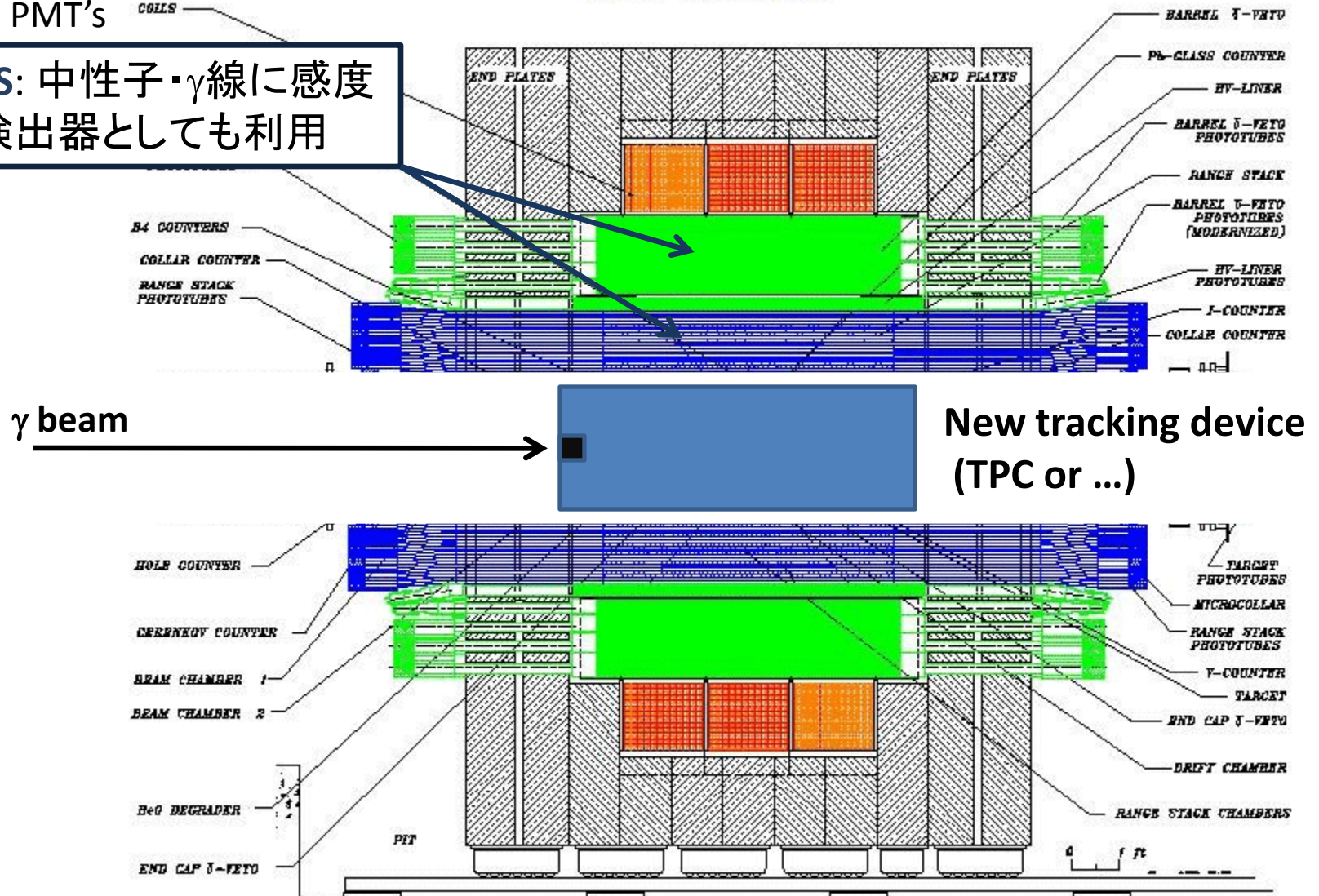


# LEPS2実験計画

E949 DETECTOR

>1500 PMT's

BV, RS: 中性子・ $\gamma$ 線に感度  
TOF検出器としても利用



BNL AGS-E949検出器を基礎に中心部分を実験にあわせた検出器を設置

# LEPS2でのDAQ

以下の検出器を～1kHz程度のトリガーレートで読み出し

- シンチレータ類PMT: ～1.5kch
- 主トラッカー (TPC検出器): ～10kch
  - GEMによるTPCを開発中
  - それに合わせたAMP+FADCの開発中
- Vertex検出器系 (SSD検出器)
  - Belleで開発されたモジュール・読み出し回路を最大限利用する
- 粒子識別器 (TOP検出器)

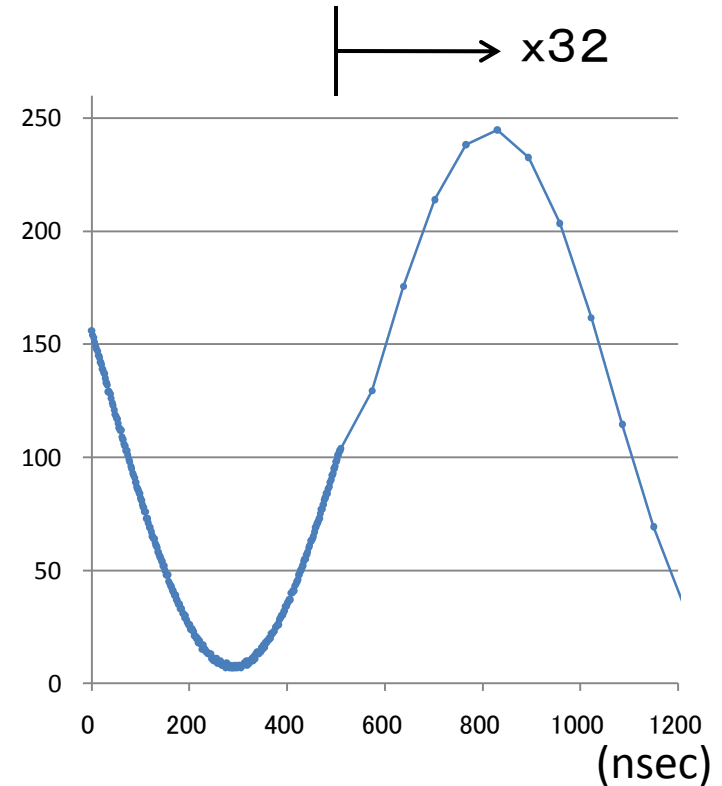
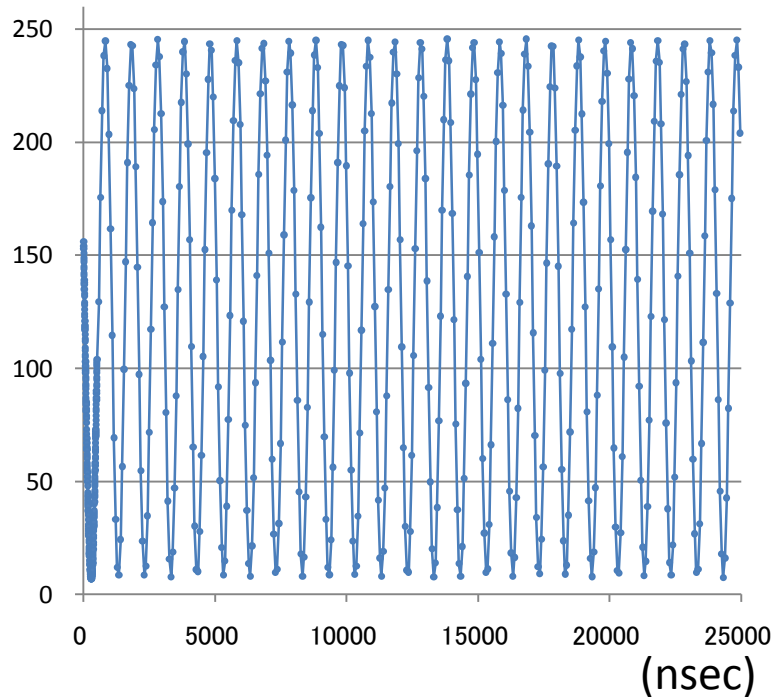
来年度初めから検出器の構築を開始、  
実験はH24年度開始予定

# 今後の予定

- 今年度秋にCANDLES検出器の構築が神岡にて完成予定
- 現在はトリガーシステムの開発に集中
- 並行してDAQ-MWをベースにしたDAQソフトの開発を行っている
- 秋以降の検出器調整の前後に新DAQシステムへの移行を行いたい
- 拠点のアクティビティとして、LEPS2実験でのDAQシステム構築に続けたい

- END -

# 可変サンプリング周期



一定時間後のデータは複数足し合わせて時間的に荒いサンプリングとして読み出し