

# SPADI Alliance

Signal processing and data acquisition infrastructure alliance

～標準化はどこまで進んだか？～

大阪大学 大阪大学核物理研究センター

大田 晋輔

発表では、

経産省 標準化の概要より

<https://www.meti.go.jp/policy/economy/hyojun-kijun/katsuyo/business-senryaku/pdf/001.pdf>

1-1 標準とはなにか：身の回りの標準

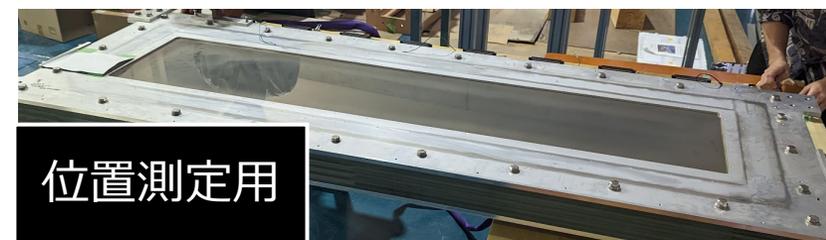
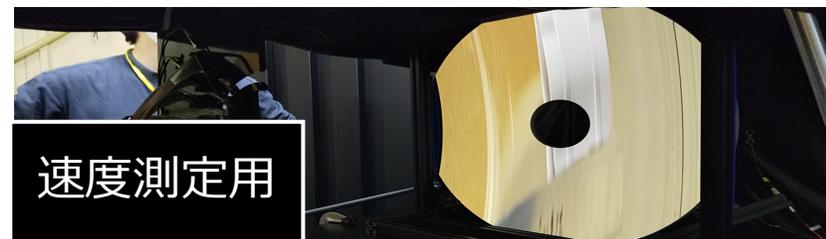
1-1 標準とはなにか：標準“化”とは

1-3 標準化する要素

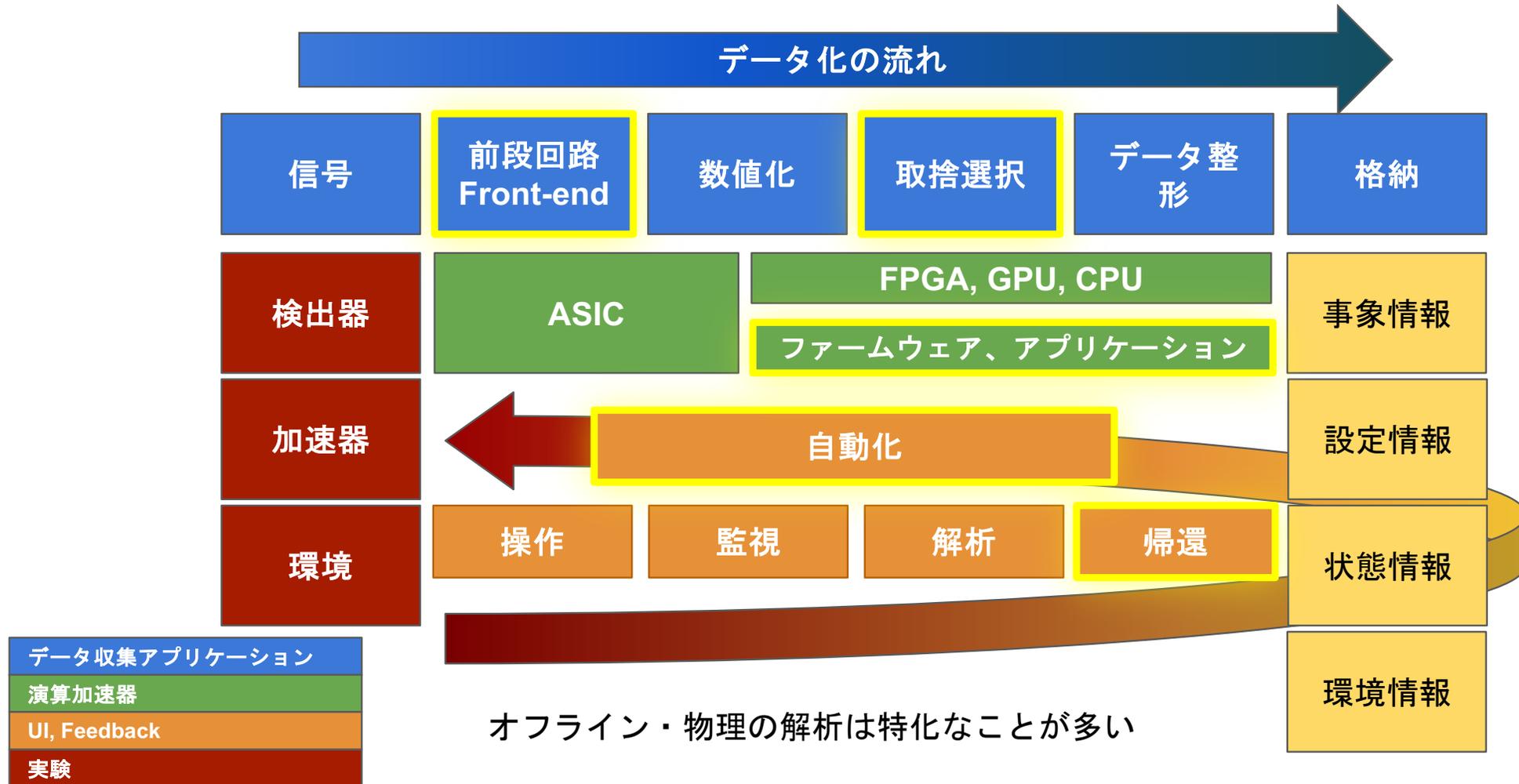
について抜粋して説明いたしました。

# 類似性の高い検出器出力と用途

- 光電子増倍管
  - MPPC
  - ガス増幅(Wire, Plate, MPGD)
  - 半導体 (Si, Ge)
- 
- 時刻・幅
  - 電荷
  - 電圧
  - 波形
- 
- チャンネル数 1 – 数万



# 実験全体を見渡して



# まずはデータ収集

1. 前段回路 (アナログ、ASIC, FEE、データ送出)
2. 共通読出し (PCI, データ受信、共通 FPGA ファームウェア)
3. データ転送 (イベント構築、データ転送)
4. 取捨選択 (FPGA, GPU, HPC)
5. ユーザーインターフェース (制御・設定、GUI, モニター)
6. インフラ (共通サーバー、開発環境)
7. 基盤化 (全体統合、知の共有、共有化)

すべてのコンポーネントを個別に開発するのが難しくなった

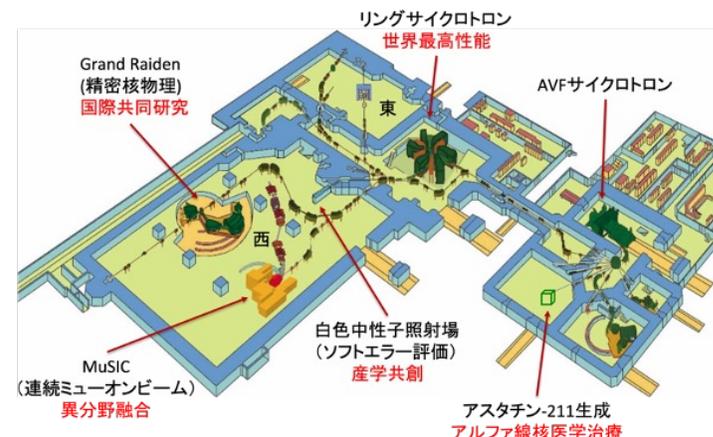
# 加速器施設の違い = 文化の違い?

シンクロトロン：バンチ構造あり

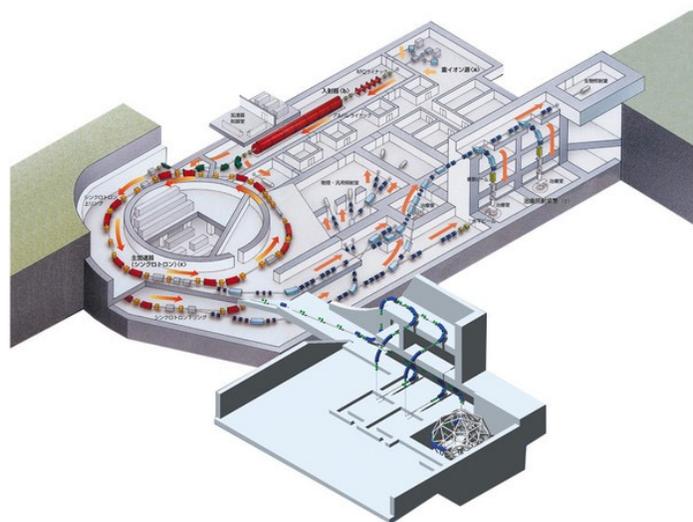


J-PARC  
Z=0,1  
MIP

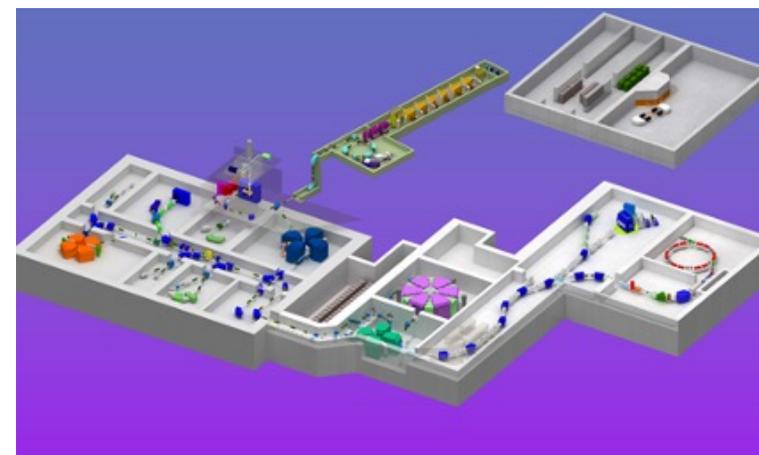
サイクロトロン：RFバンチのみ



RCNP  
Z=0-30  
 $0.1 < \beta < 0.7$



HIMAC  
Z=0-54  
 $0.01 < \beta < 0.7$



RIBF  
Z=0-82  
 $0.01 < \beta < 0.7$

仕様決定から議論すべし

# SPADI Alliance

Signal processing and data acquisition infrastructure alliance

令和4年5月発足

登録者 123 名

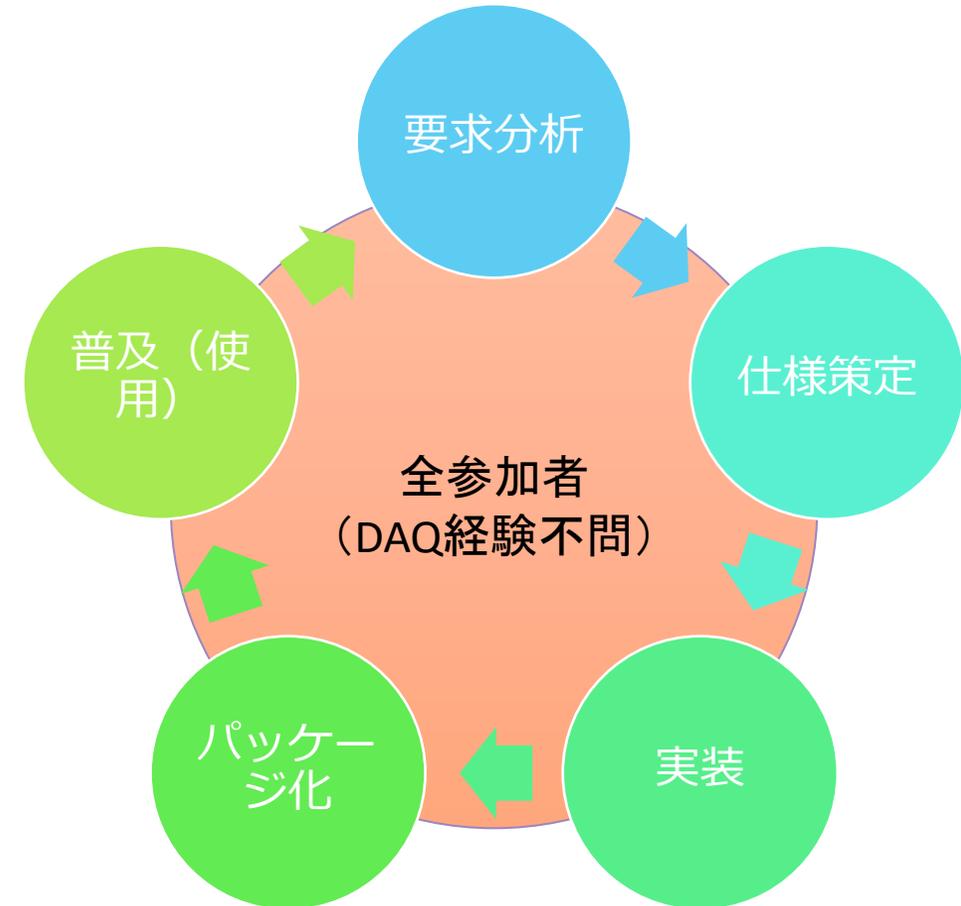
<https://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/~spadi/>

# SPADI Allianceの目的：物理も技術も

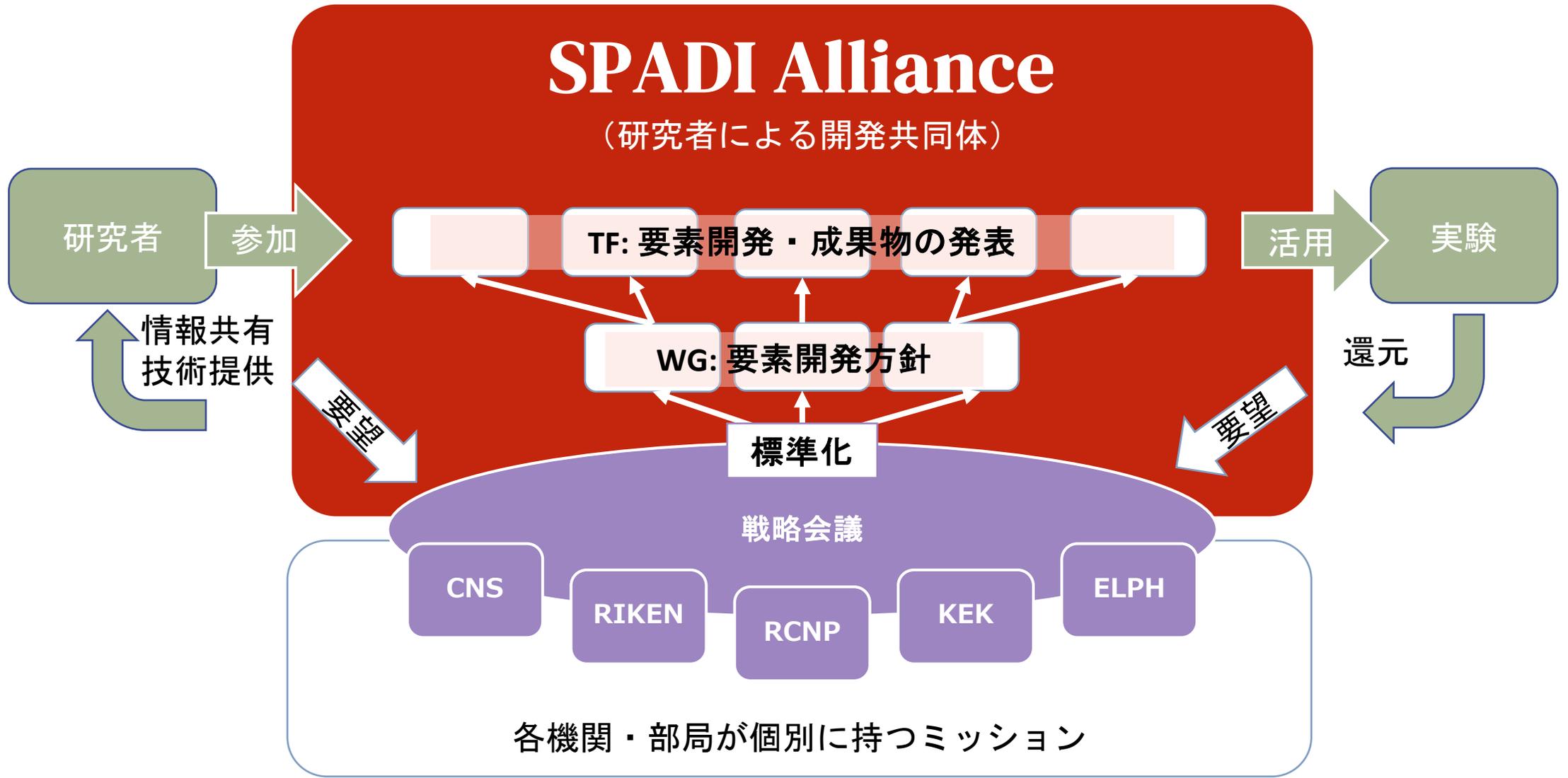
汎用的かつデータ損失ゼロなデータ収集システムを共同で開発する

開発されたシステムをアライアンス、国内、国際標準システムとして定着させる

将来にわたって開発を継続可能にする体制を構築する

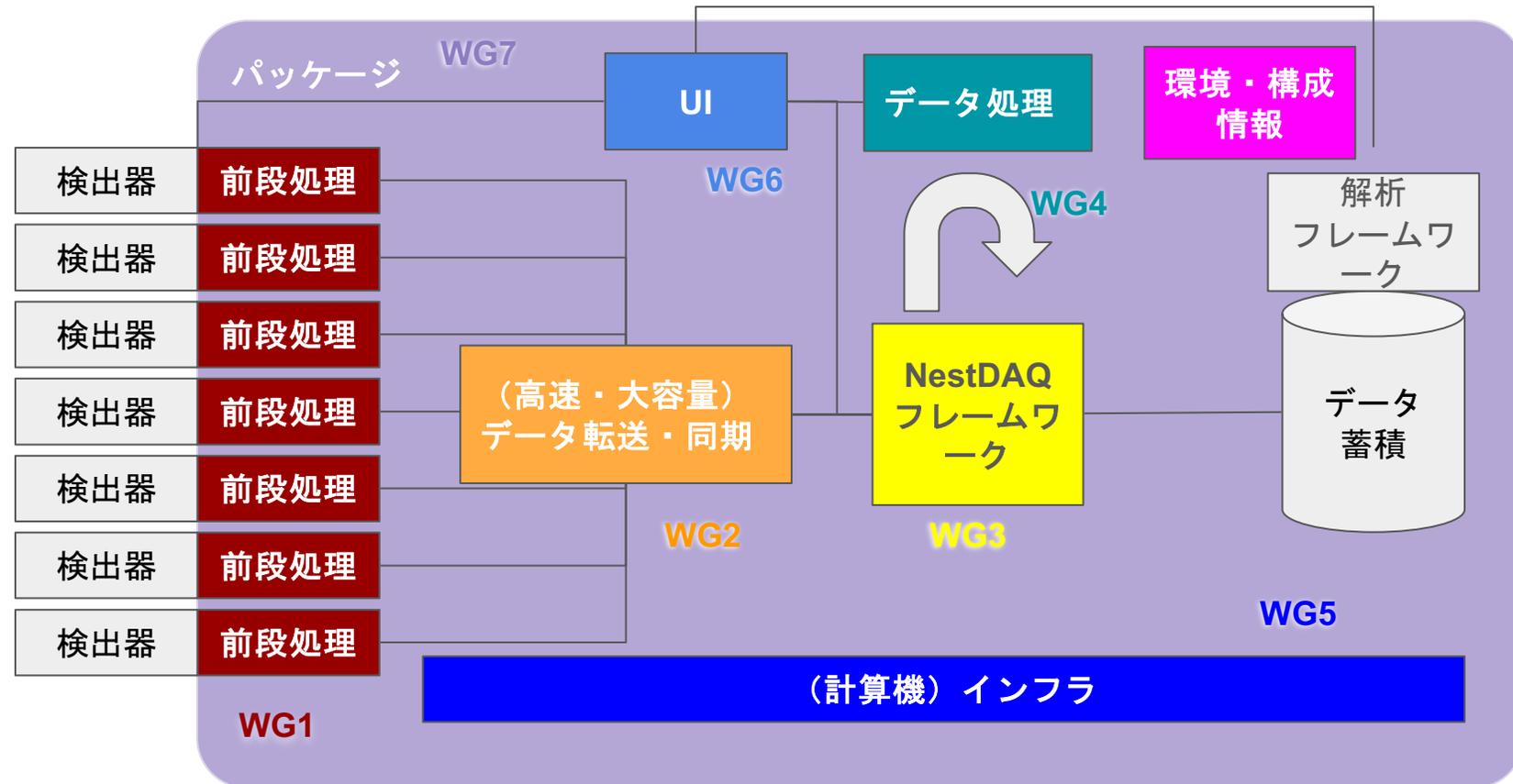


将来的には、運営母体を機関から研究者の集団へ

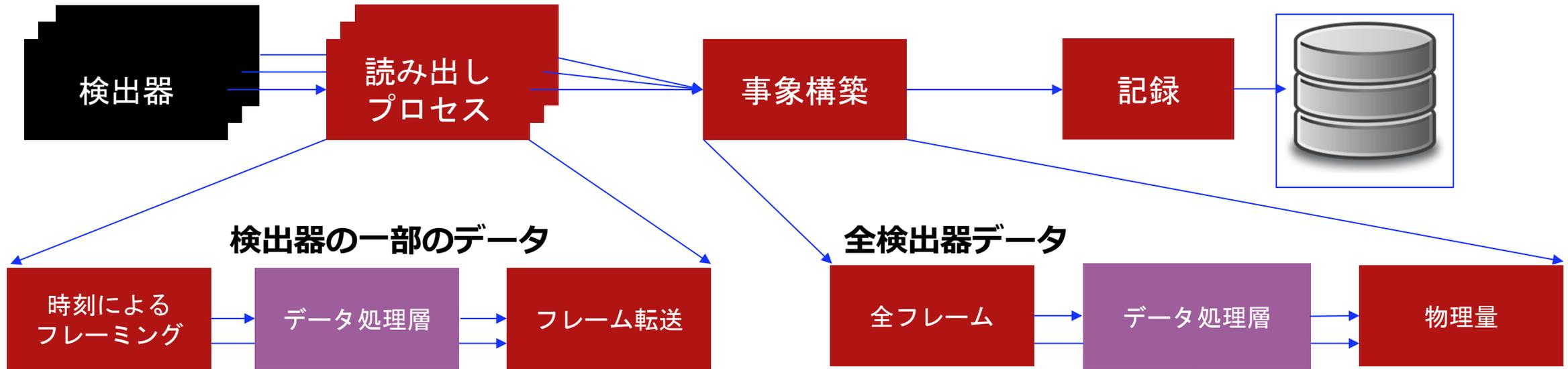


# データ収集のコンポーネント

- WG1 前置回路 (本多)
- WG2 データ転送・同期 (馬場)
- WG3 DAQフレームワーク (五十嵐)
- WG4 高速データ処理 (郡司)
- WG5 UI
- WG6 計算機インフラ (堀田)
- WG7 パッケージ化・普及 (小林)
- 解析フレームワーク (大田)

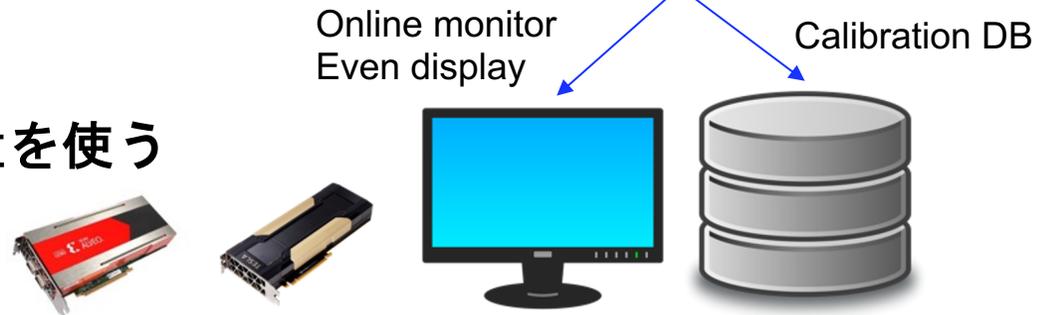


# 実際に想定されるスキーム

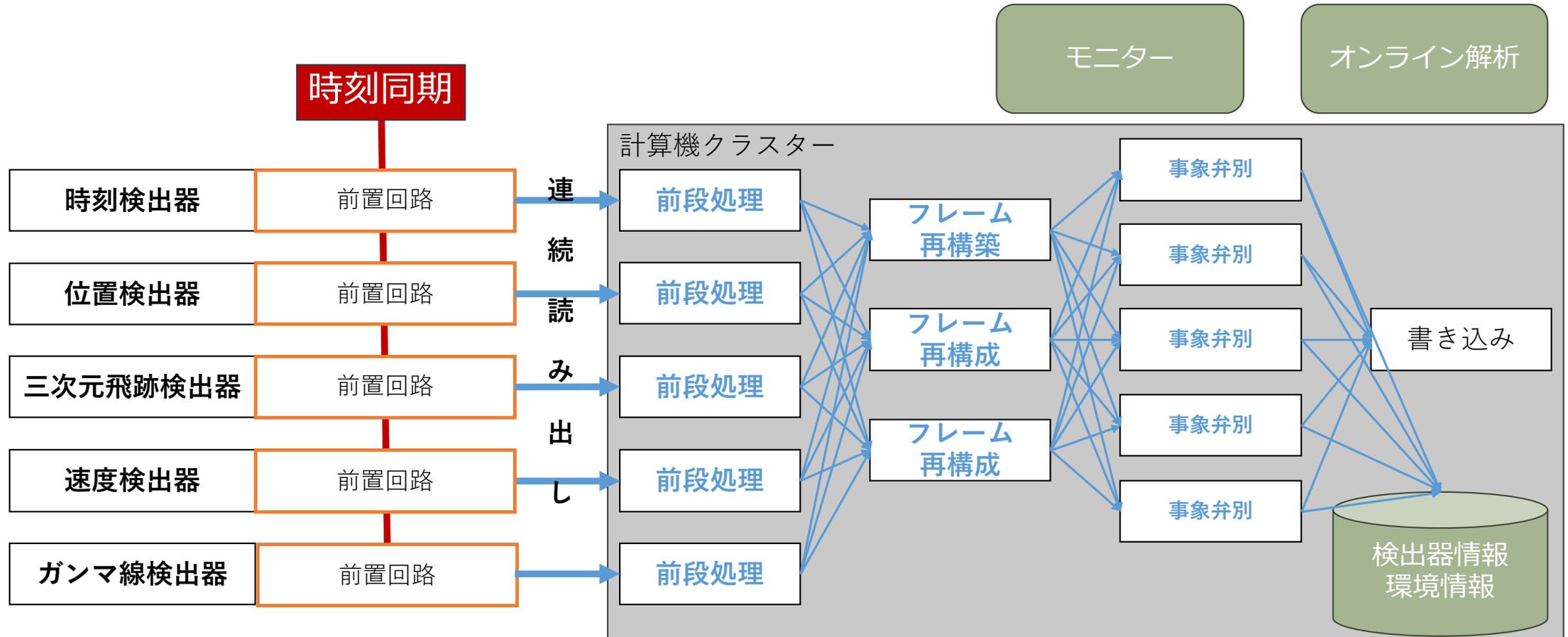


- 並列化を行って効率化・自動処理
- FPGAやGPUなどのハードウェア加速演算装置を使う
- 即時データ処理を行う

- 事前処理 (ゲイン補正、不要データの除去)
- 較正 (ゲインやタイミングの変動)
- 構築 (クラスタリング、飛跡、運動量、粒子識別)
- 弁別(reconstructionの情報を用いて。コインシデンス、多重度、エネルギー、トポロジー)



# 一般的な構成：何を標準にするか？



この中で、あるいは追加で何が標準化されると楽になるか？

# 標準化後の勝手な妄想

- データ収集・解析に関する方言・慣習が極力なくなる
- 他の施設に行ってもデータ収集はわかる
- 新しい回路開発も比較的簡単になる
- 若手への指南も分野問わずできるようになる
- 物理をやる時間が増える

# タイムライン：まずは共通で使えるもの

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
前置回路	GAS		MPPC		...				
TDC Streaming	機能特化安定版の開発・普及								
Full Streaming	汎用版の議論		汎用安定版の開発・普及						
Ubiquitous?			高度化議論			高度化			
TPC, Ge回路	議論	回路開発			実装				
高速波形 QDC?	RFSoc 評価ボード・ファームウェア?								

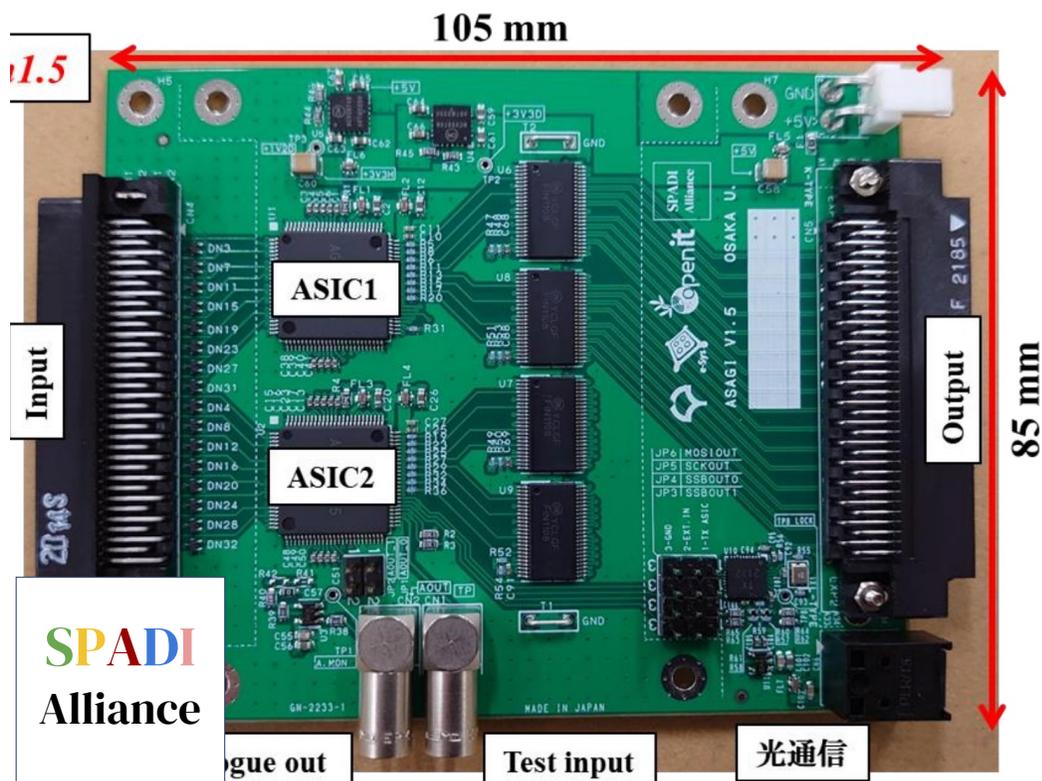
# 2022.11以降の主な活動

- RCNP, J-PARC での連続読み出しDAQの実装試験
- 連続読み出し TDC のパッケージ化
- さまざまな前置回路の設計・製作・評価
- 研究会
- 勉強会
- Monthly Meeting
- 合宿

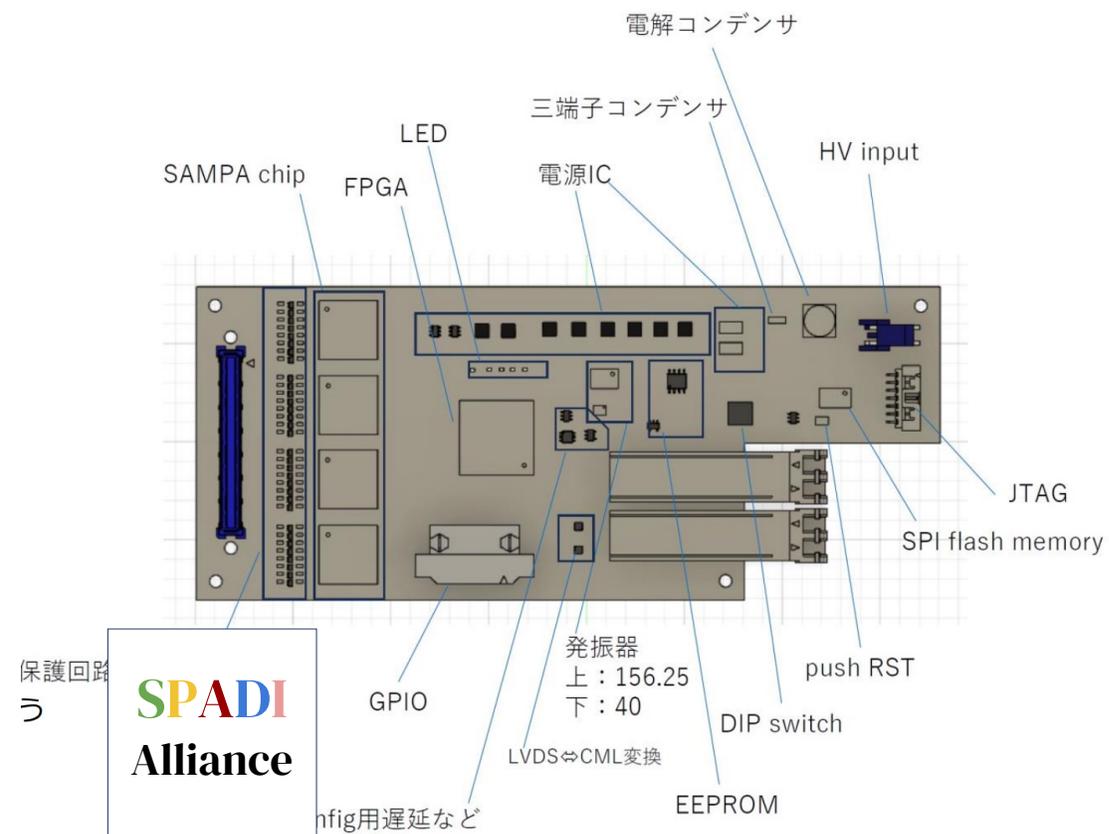


# 開発が進んでいる前段回路2

ガスチェンバー用 ASD  
 ASAGI (Shirotori, Ikeno et al.)  
 AGASA ASIC (Miyahara et al.) 搭載



SAMPA 搭載 SAMIDARE  
 (Isobe, Nagafusa et al.)



# 開発が進んでいる前段回路3

高分解能 FADC MIRA  
(Baba, Kitamura et al.)



遅延ケーブルのいらない QDC  
Slope ADC ...

under  
development

# 実装試験その1 : ビーム実験

同時計測の実証

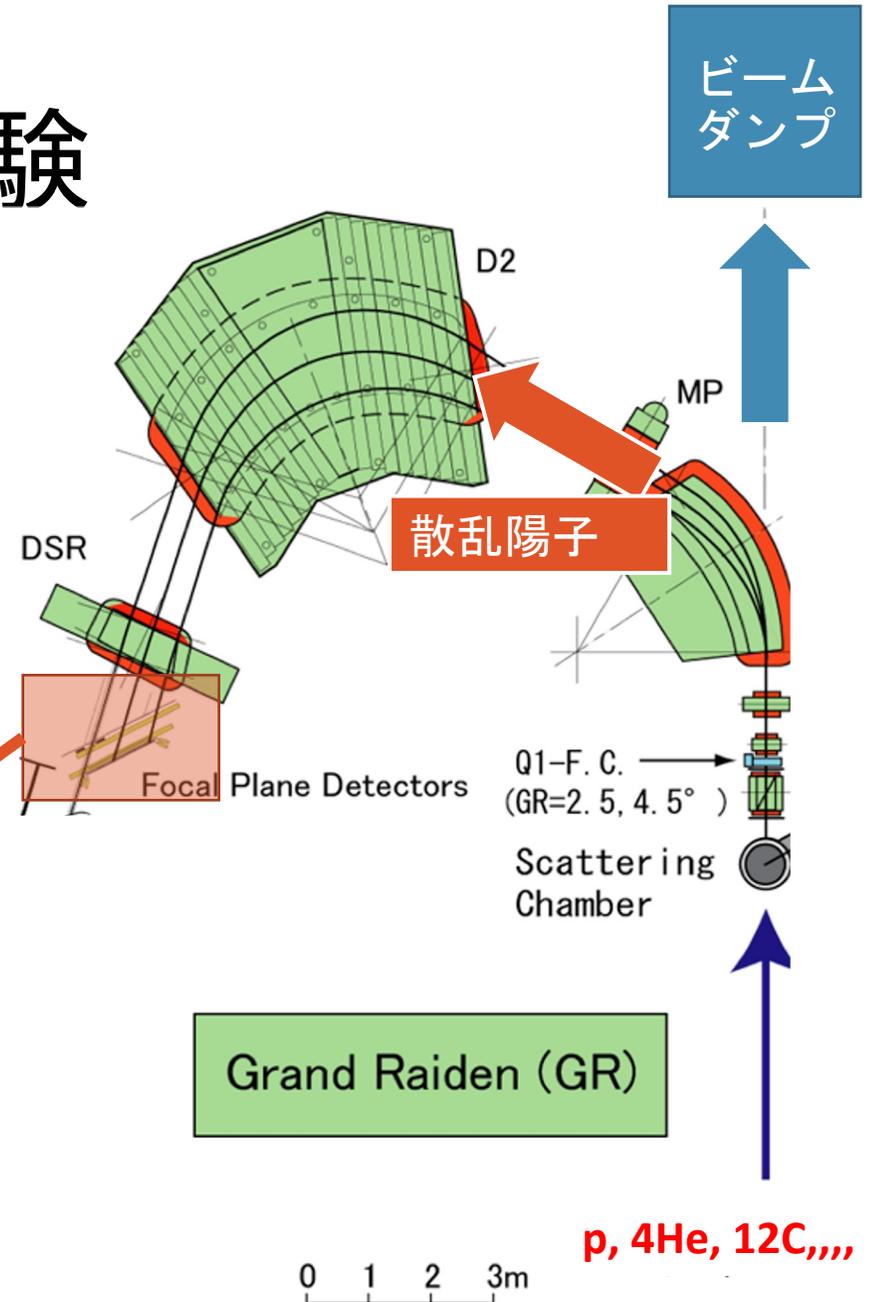
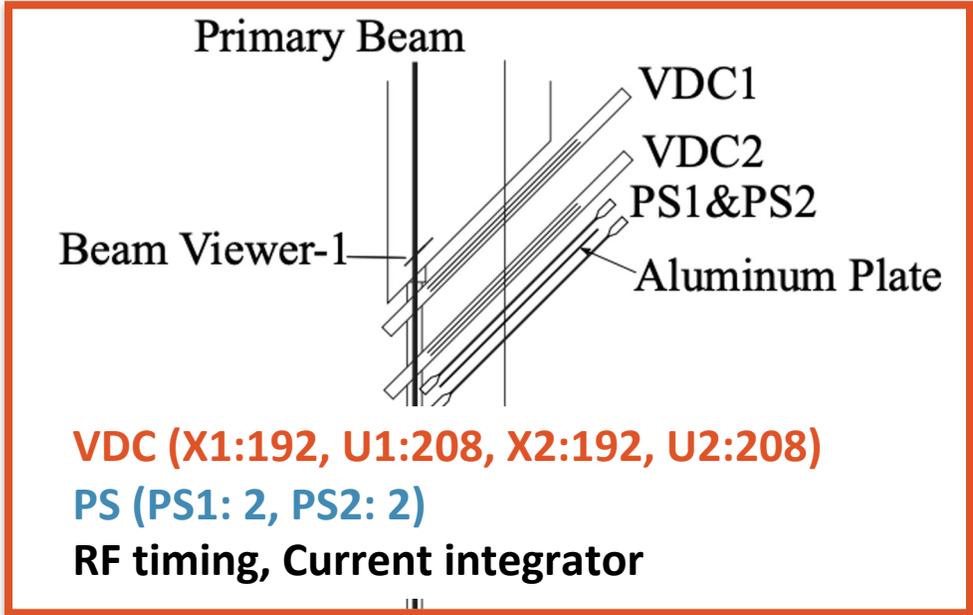
検出器データの  
相関

物理データ取得の実証

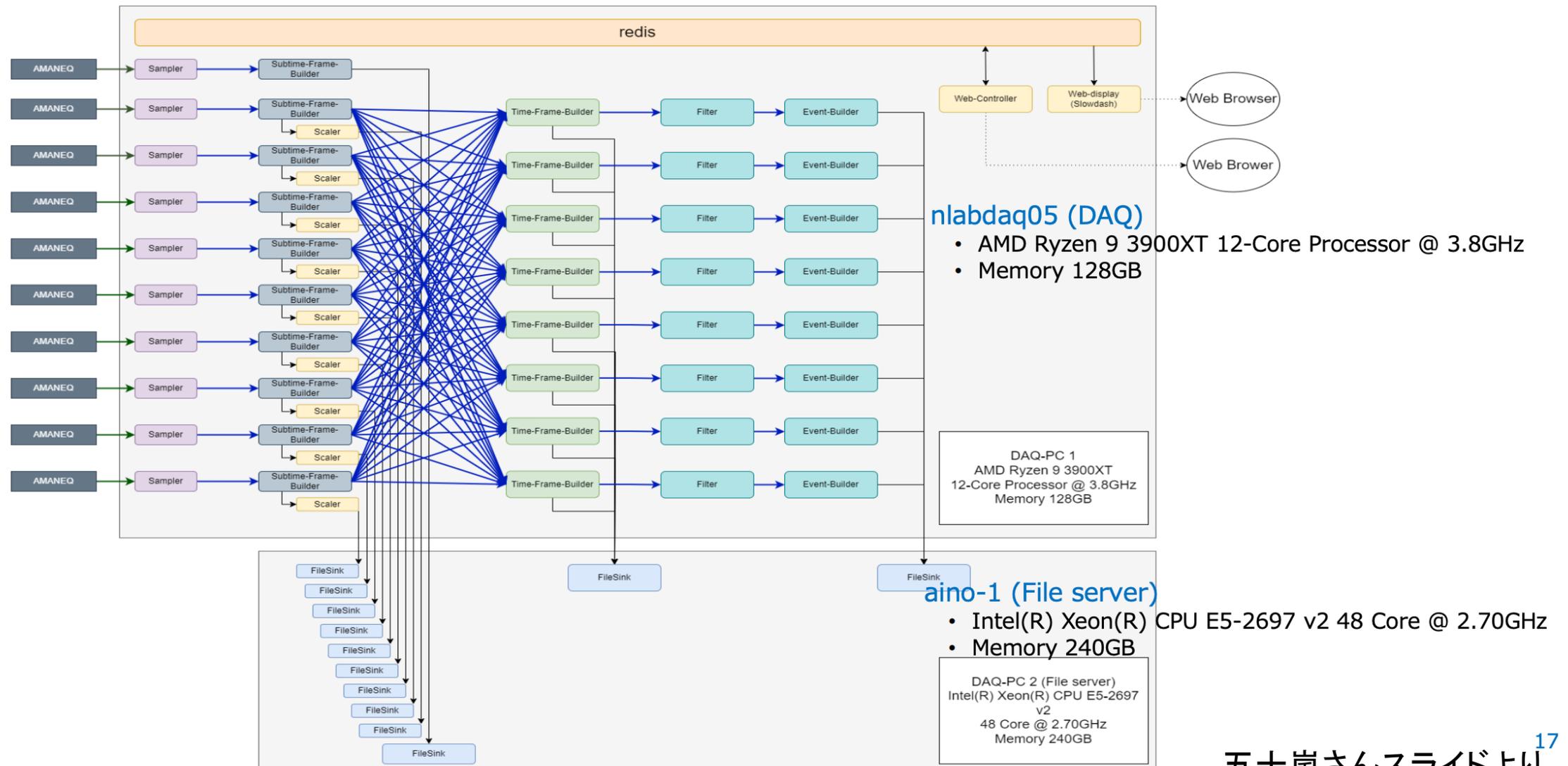
励起エネルギー  
スペクトル

データ収集効率の測定

トリガーレート  
依存性



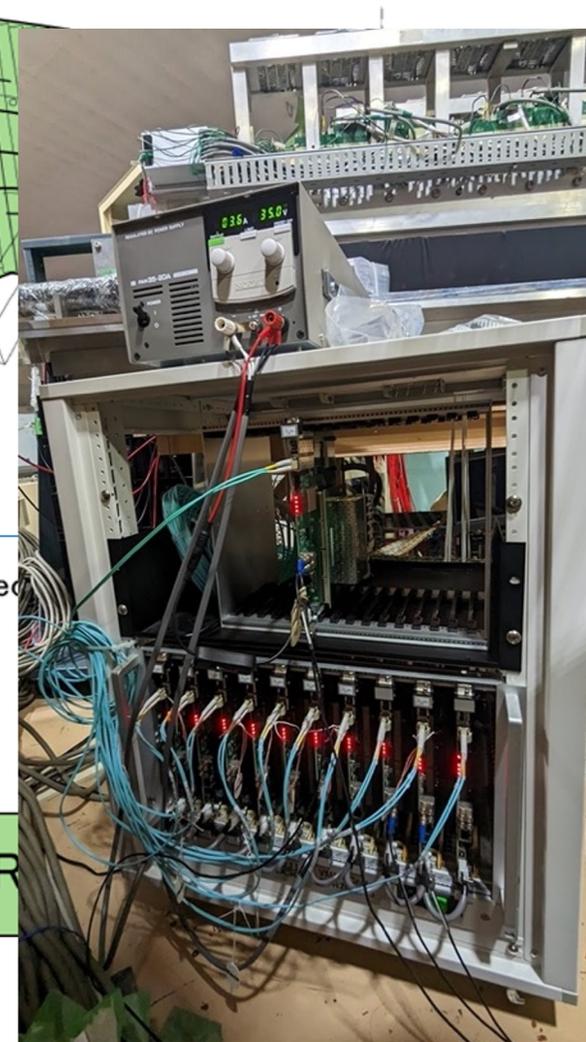
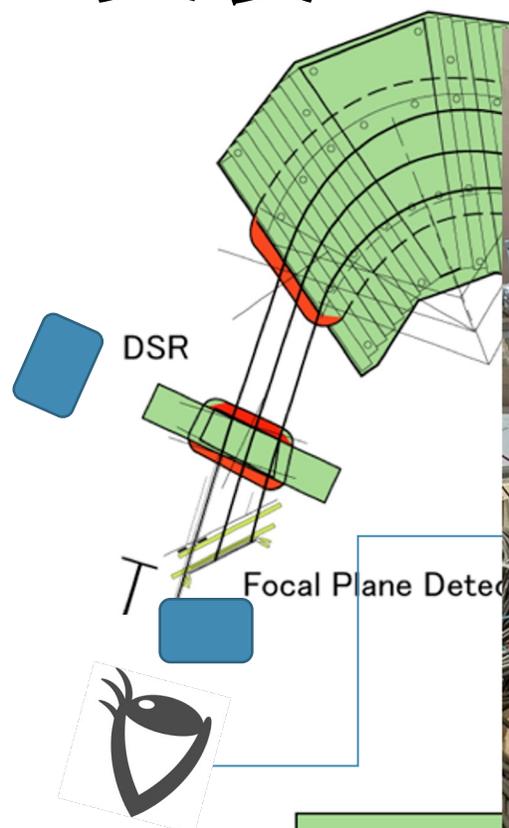
# RCNP GR/WS E585 software configuration



# グラウンドライデンでの実装

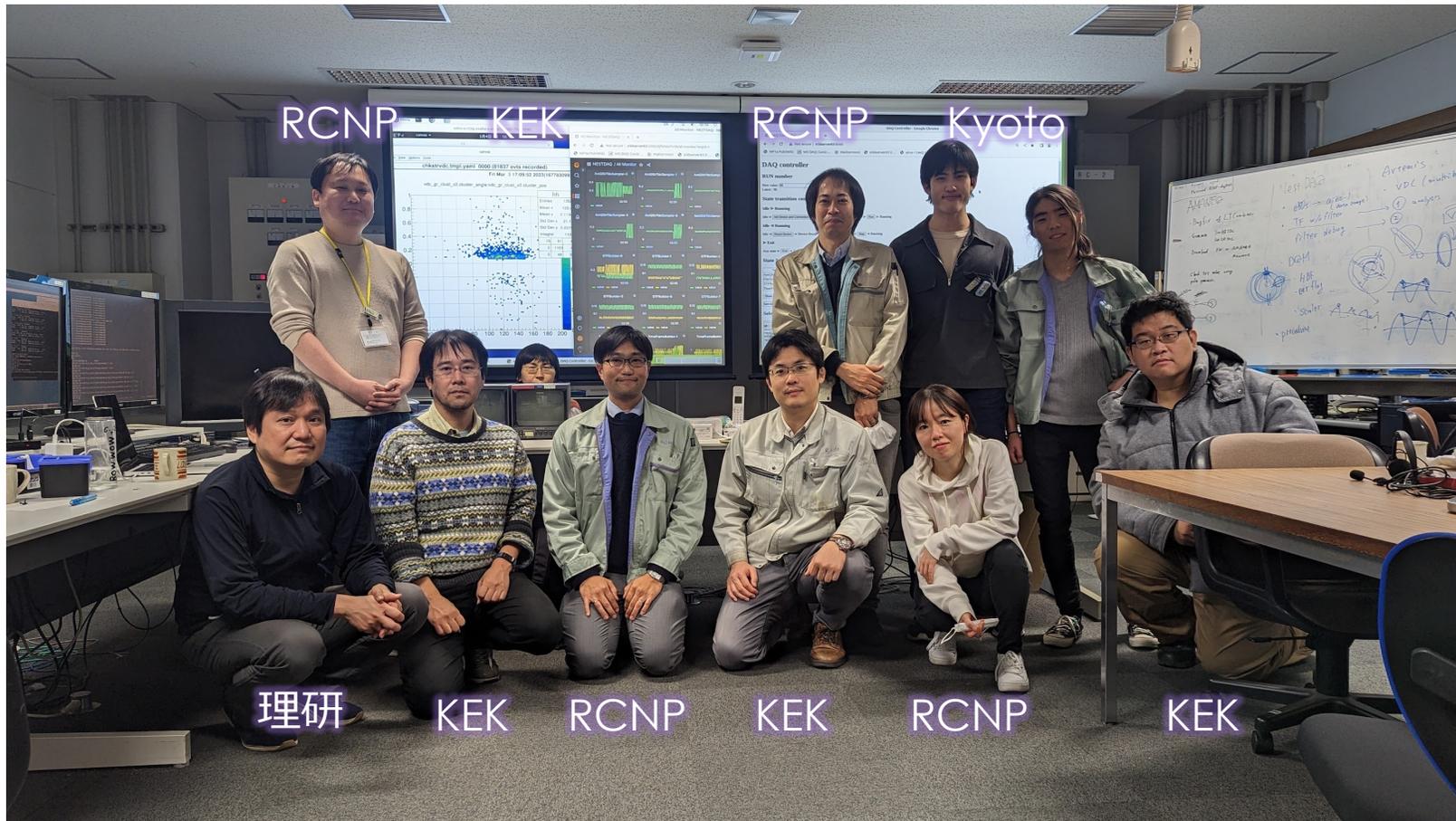
サーバー  
ネットワークスイッチ

検出器  
AMANEQ



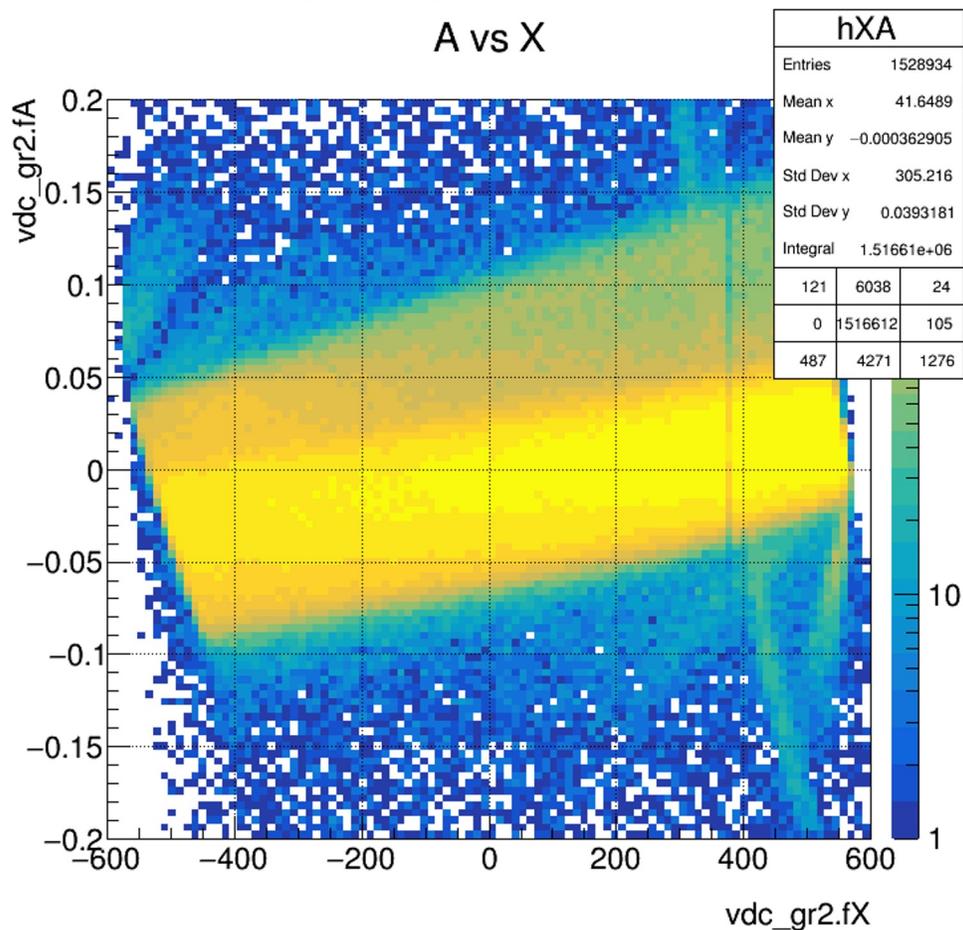
0 1 2 3m (un-pola)

2023/03/02 – 03/04  
(このときはチームが出なかったが)

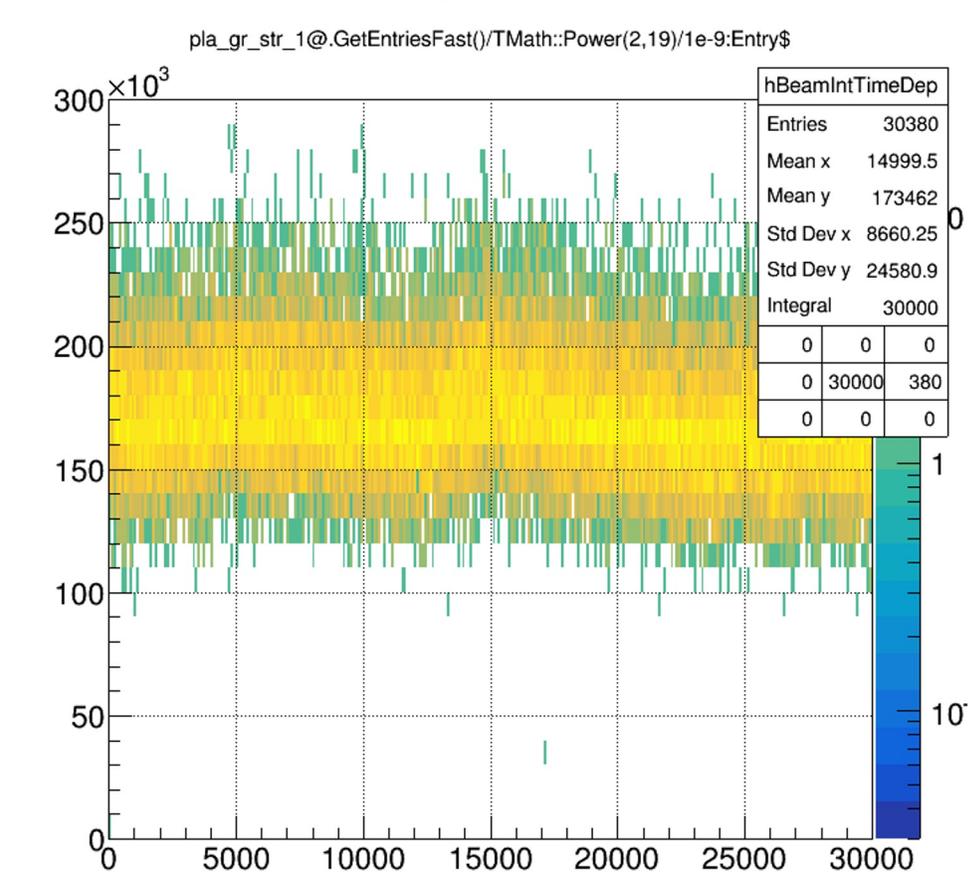


# 100-200 kcps の粒子情報を100%で計測 スループット 200Mbps (従来の40倍)

chkstrvdc.tmpl.yaml run0276 (19900 evts recorded)  
90Zr(Thick) 100kcps - 150kcps Mon Mar 20 08:54:36 2023(1679270076)

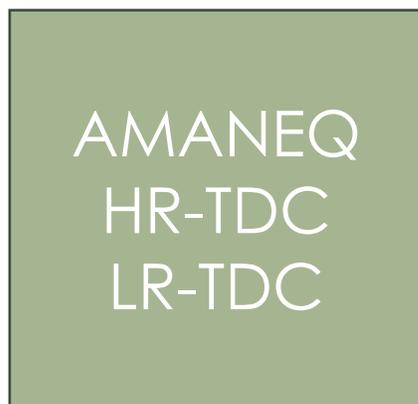


chkstrvdc.tmpl.yaml run0276 (30380 evts recorded)  
90Zr(Thick) 100kcps - 150kcps Mon Mar 20 09:05:06 2023(1679270706)



# 連続読み出し TDC パッケージ

前置回路



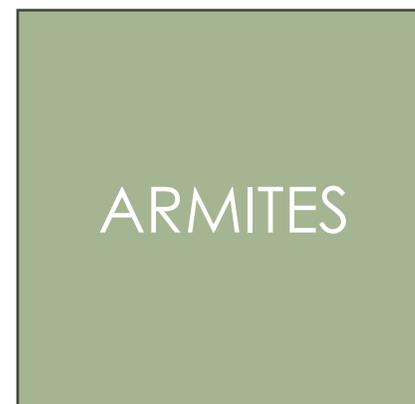
1ps LSB 30ps 64 ch  
1ns LSB 1 ns 128 ch  
LVDS / KEL

データ収集  
フレームワーク



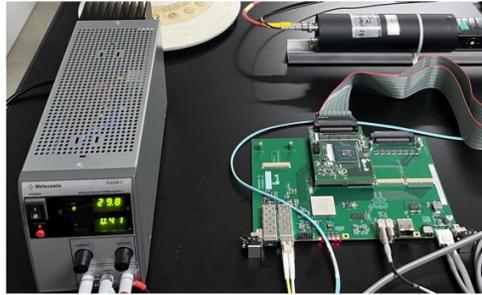
Sampler  
STF / TF builder  
Coin filter  
Event builder  
... farther filter

解析  
フレームワーク



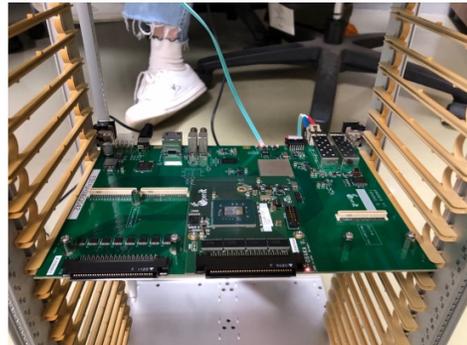
Based on ROOT  
Coincidence  
Tracking  
Filtering  
Physics ... etc.

# スタンドアロン AMANEQ + NestDAQ + ARTEMIS



## \* 九大若狭Gr.

- スタンドアロンHR-TDC の評価試験開始 (w/o 時刻同期MIKUMARI)
- パッケージ化作業
- RCNP Mattermost上 で相談
- とりあえず動かすための How to ができた
- 「サルでもわかるStrDAQ」を若狭Gr.で作成予定



## \* Korea U. J.K Ahn氏、KIST タンデム実験

- 学生さん 2名
- RCNP データ収集基盤室 柳、小林が参加 2023/6/8-10
- 次回実験 2023/10/6



## \* J-PARC ハドロンビームライン標的のビームラインロスモニター

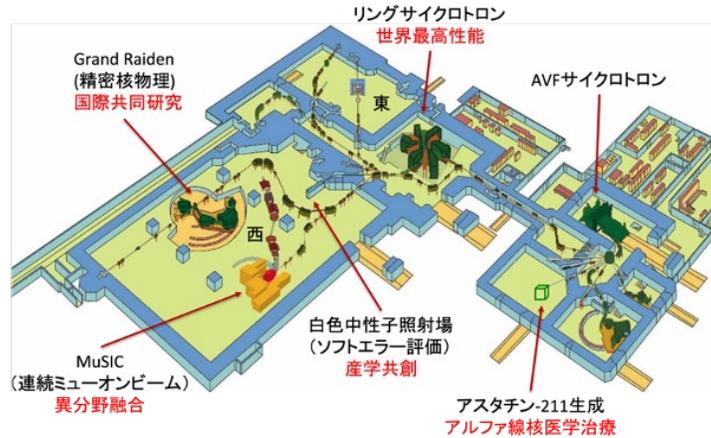
- RCNP ハドロン実験Gr. 白鳥さん他
- スピル構造が見えた
- ロスモニター、ビーム構造を見るのにやはり StrDAQは強い

## \* TRIUMF 小嶋さん導入

# 現状(私見)



特定の実験で利用される



試験運用まで。導入議論中。



連続読み出しはもう少し先か？

九大、東北大、韓国、米国など少しずつ使用されるようになってきた標準と言わないまでも知名度はあがってきたか？

# 標準化の壁(1) : KEK vs LeCroy



# 標準化の壁(2)：コネクタタイプ？

- 現在は Hirose or KEL が多いか
- SAMTEC や Molex など FPC も使われている
- RCNP ではカードエッジコネクタある
- discontinue 問題

# 標準化の壁(3)：乗り換える必然性なし？

- 施設やグループがもつデファクトスタンダード
  - 現状変更はなるべくしたくない
- そのデファクトスタンダードを超えられるか？
  - 変えるほどの魅力がない？
  - わざわざ変えずとも当面は実験ができる
- 資金やマンパワーなどリソース不足
  - 資産を活用したい
  - 難しい（よく知らない）ことには手は出したくない

# 標準化の壁(ほか?)

- 初学者の取っ掛かりが少ない
- 初学者と熟練者の間で話ができない
  - マニュアル不足?
- ...

# まとめに代えて

- これまで
  - 標準化に向けた試行錯誤の1年半
  - RCNP, J-PARC 実験で共通に使える（であろう）システムができた
    - 小規模システム・検出器テストなどにも応用され始めた
  - 前置回路群の開発が進んでいる
- これから
  - パッケージの普及活動
  - 前置回路群のファームウェア開発・評価
  - 標準システムの概念設計