

**SPADI**  
Alliance

# SPADI-A DAQ パッケージの 最近の進展について

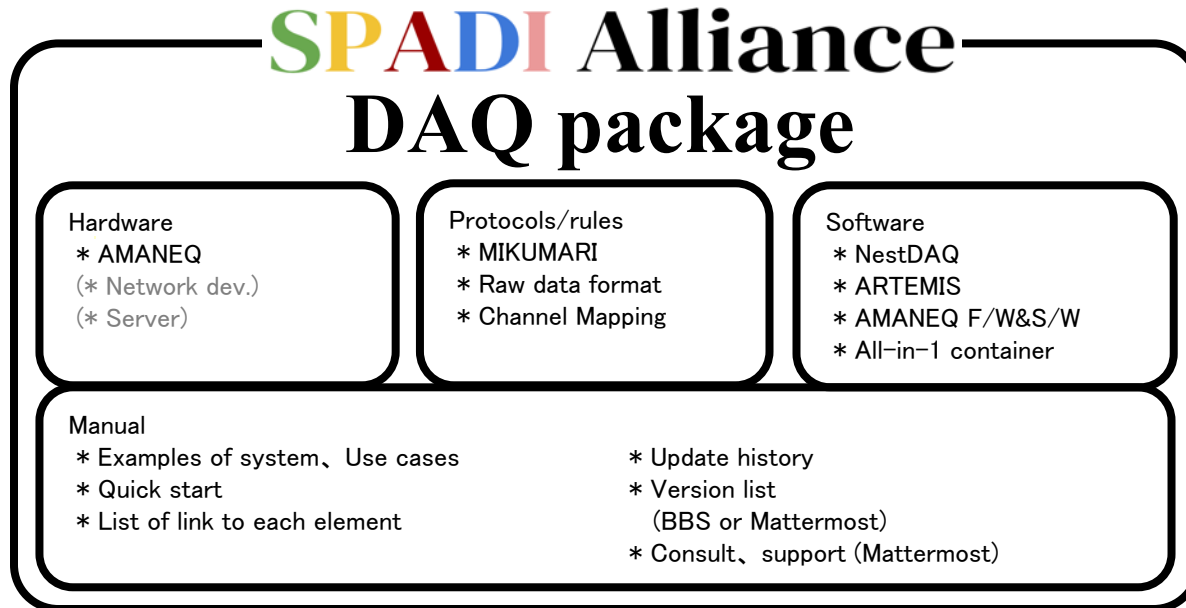


阪大RCNPデータ収集基盤室/  
SPADI-A 戦略会議メンバー/  
SPADI-A WG7 取りまとめ  
小林 信之



# Contents

- ▶ イン트로ダクション
- ▶ SPADI-A WG7
- ▶ SPADI-A DAQ パッケージ



- ▶ パッケージリリース in FY2024
- ▶ 実装事例紹介
- ▶ 普及、標準化、etc...

## 近年の加速器実験の傾向

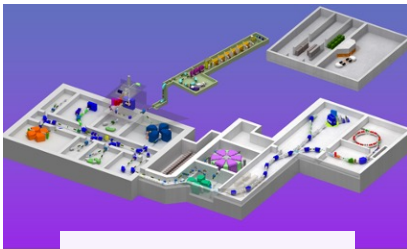
ビーム強度増大  
10 times and more



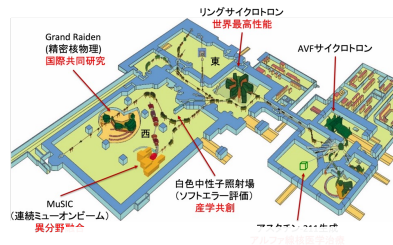
検出器大型化  
for the high resolution and  
high intensity



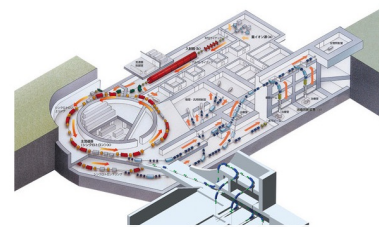
超高速データ収集  
システム  
1000 times larger amount data



RIBF



RCNP



HIMAC



J-PARC

従来のDAQとコンピューティングの制限を越えるには？

→ 連続読み出しDAQシステムの開発

→ 持続可能な形で実現したい

>140 researchers (23 institute)



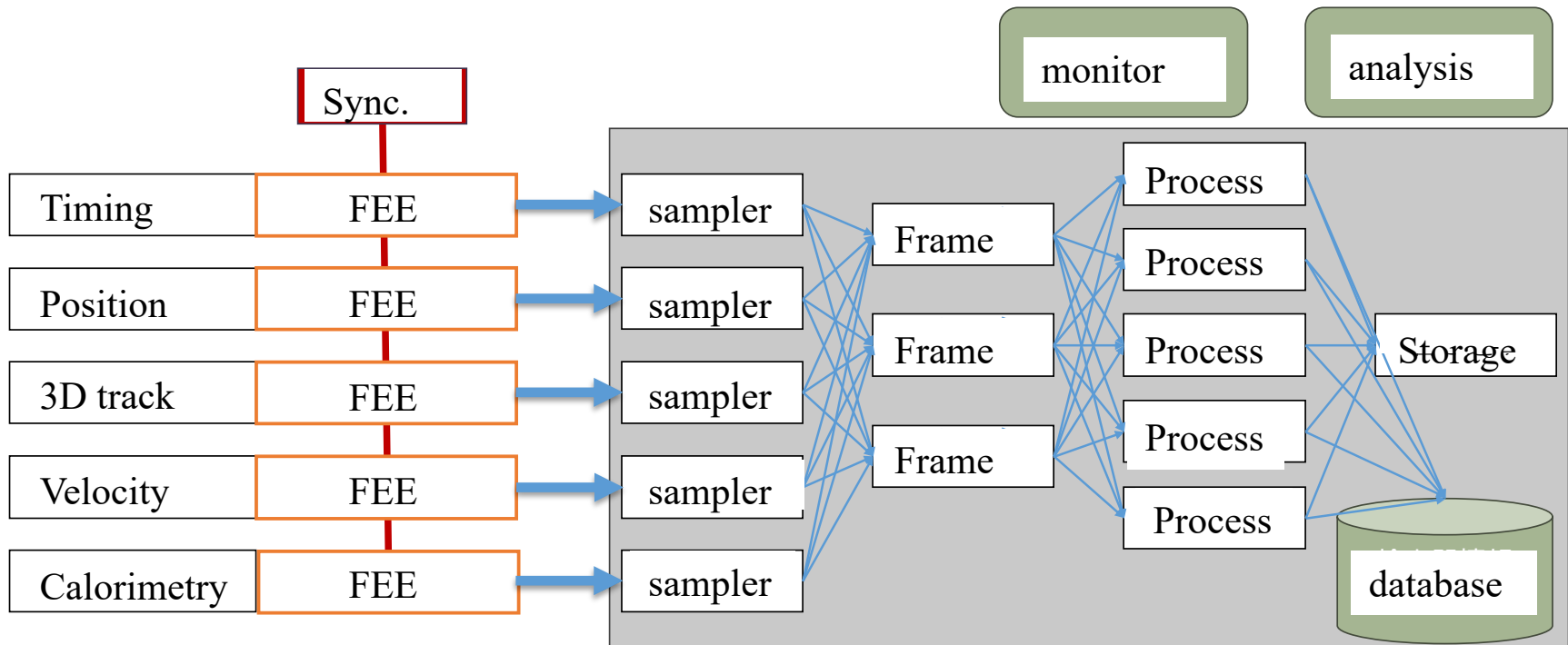
ゴール:  
共通システム  
(デファクト)標準化

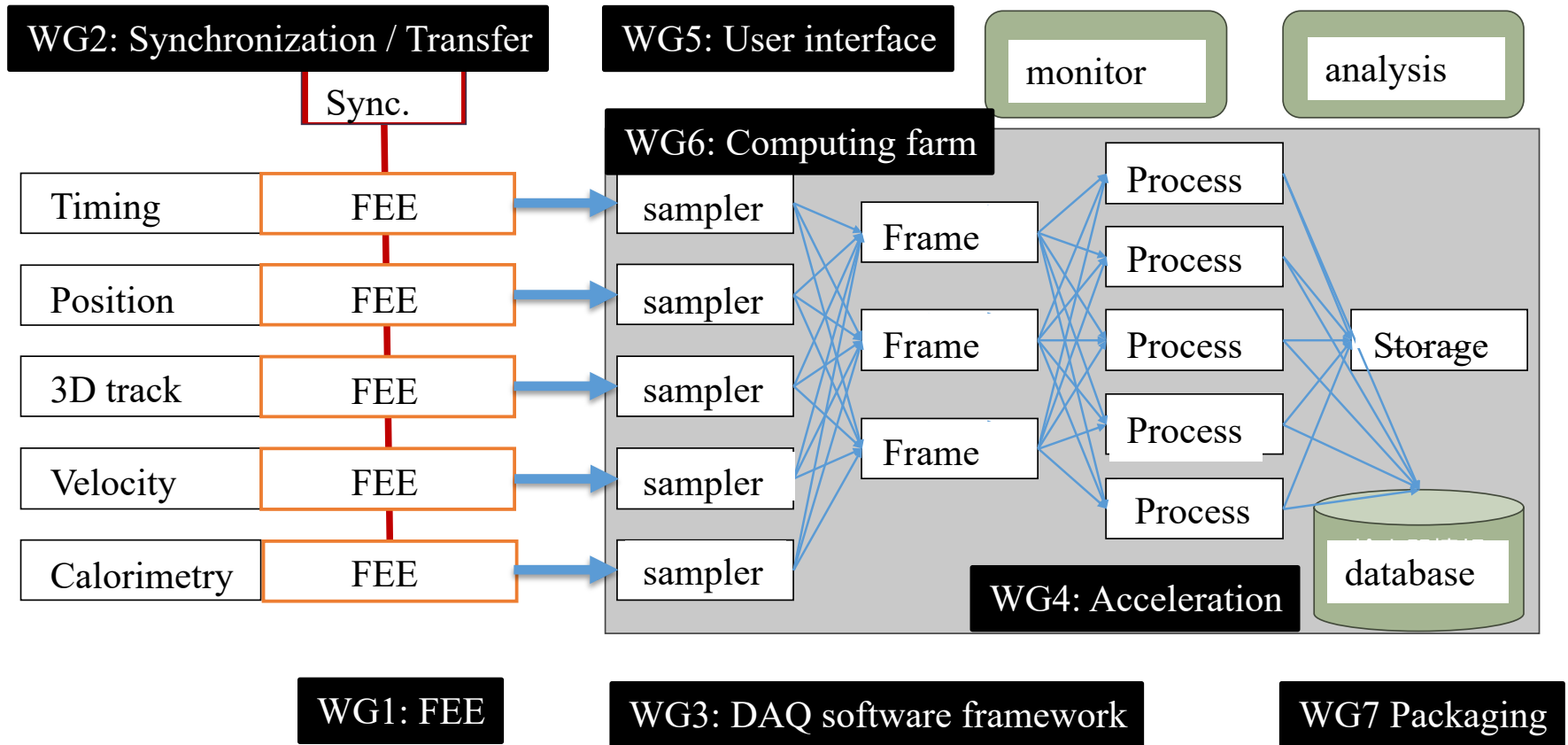
- DAQ システム構築における人的リソース、開発コスト削減
- 持続可能な開発

Strategy committee

Chair : Shinsuke Ota

Vice-Chair: Ryotaro Honda and Hidetada Baba





# SPADI-A Working Group 7 (WG7)

SPADI-A WG1 – WG6 において順調に連続読み出しDAQ関連の要素開発が進んでいる

→ パッケージ化して普及

→ DAQの学習コスト、インストールコストを下げるには？

→ システムインテグレーション

→ マニュアル、インストラクション、コミュニティのサポート

## SPADI-A DAQ パッケージ

= AMANEQ + MIKUMARI + NestDAQ + ARTEMIS

### \* 強力で堅牢な要素技術

- AMANEQ: 連続読み出し High Resolution & Low Resolution TDC (R. Honda)
- MIKUMARI: 時刻同期 & データ伝送 (R. Honda)
- NestDAQ: 次世代 DAQ ソフトのフレームワーク (Y. Igarashi, T. N. Takahashi)
- ARTEMIS: オフライン (& オンライン) データ解析フレームワーク (S. Ota)

### \* ゴール

- 修士課程の学生でもセットアップをできるように
- デファクトスタンダード (事実上の標準) を目指す

# パッケージの要素の概略図

## SPADI Alliance DAQ package

### Hardware

- \* AMANEQ
- (\* Network dev.)
- (\* Server)

### Protocols/format

- \* MIKUMARI
- \* Raw data format
- \* Channel Mapping

### Software

- \* NestDAQ
- \* ARTEMIS
- \* AMANEQ F/W&S/W
- \* All-in-1 container

### Manual

- \* Examples of system
- \* Use cases
- \* Quick start
- \* List of link to each element
- \* Update history
- \* Version list  
(BBS or Mattermost)
- \* Consult, support (Mattermost)

実装事例の紹介、チュートリアル執筆をこれまでのユーザーにお願い



# SPADI-A DAQ パッケージマニュアル



## SPADIA\_DAQ\_Manual

### 内部向け

- internal

### 最新の20件

2024-07-17

- SPADIA\_DAQ\_Manual

2024-06-21

- SPADIA\_DAQ\_Manual/  
SPADIA\_DAQ\_Package

2024-06-20

- SPADIA\_DAQ\_Manual/  
トラブルシューティング
- SPADIA\_DAQ\_Manual/  
質問集
- SPADIA\_DAQ\_Manual/  
リンク集

2024-05-15

- EntryPoint

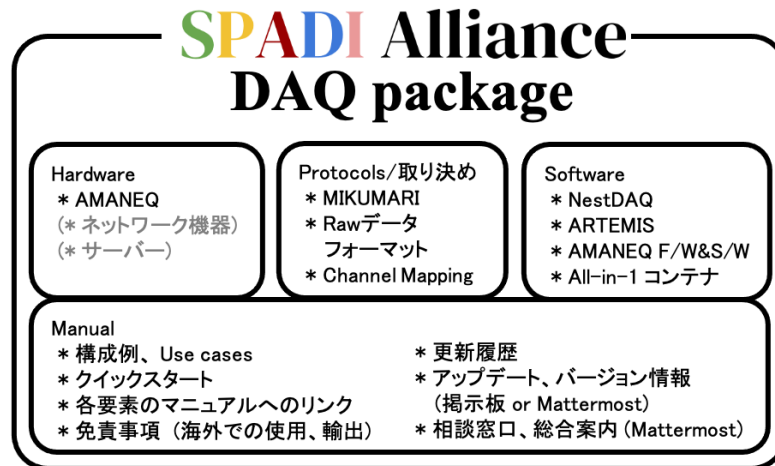
2024-05-09

- internal/MenuBar
- MenuBar
- internal/test
- internal

2024-05-04

- Implementation
- Implementation/  
TimeFrameSlicerByLogicTiming

## SPADI-Alliance DAQ Package Manual



### 目次

#### イントロダクション (編集担当: 小林 / 柳)

- SPADIA DAQ Package
  - 概要
- **DAQシステム概要**
  - ブロックダイアグラム

媒体は wiki

編纂者: N. Kobayashi  
& S. Y. Ryu

執筆者:  
これまでのAMANEQ  
& NestDAQユーザー

SPADI DAQ マニュアル



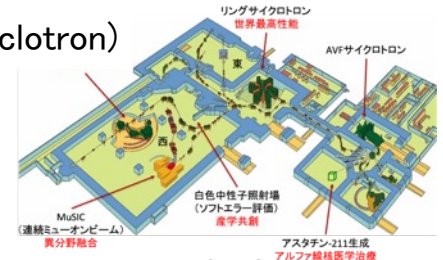
# WG7: SPADI-A DAQ パッケージ化

J-PARC (Synchrotron)



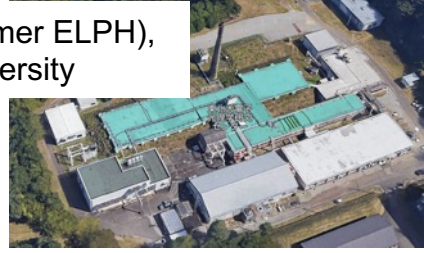
T103 / E50 test bench@K1.8BR K. Shirotori et al

RCNP (Cyclotron)



DAQ Commissioning: S. Ota, NK et al.,  
E585: S. Ota, M. Dozono et al. @Grand Raiden

RARIS (Former ELPH),  
Tohoku University



BLM development, R. Kino, S. Nagao et al.

KIST Tandem  
Ion accel.,  
South Korea



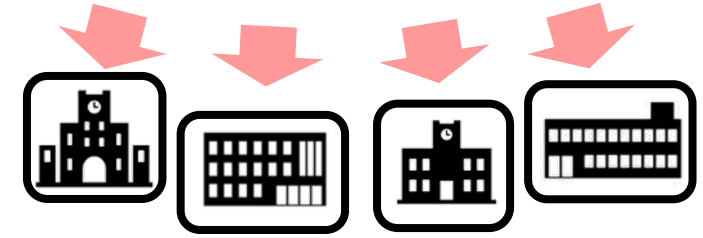
Physics exp. w/ LaBr3, J. K. Ahn, S. Y, Ryu et al.

その他の施設...

## SPADI Alliance DAQ package

- Hardware
  - \* AMANEQ
- Protocols/  
rules
  - \* MIKUMARI
- Software
  - \* NestDAQ
  - \* ARTEMIS

Manual



使いやすさを武器に StrDAQ Pkg. 普及フェーズへ  
FY2024に Pkg. リリース済

# Get a better feel: パッケージの導入

Step 0. ものを揃える (1 or 数ヶ月)

- AMANEQ 本体 w/ HR-TDC or/and LR-TDC from ジー・エヌ・ディー
- ネットワークスイッチ、光ファイバーケーブル、コンピュータ

Step 1. ハードウェアのセットアップ (1日)



With MIKUMARI



Stand alone  
w/o MIKUMARI

Step 2. AMANEQ ファームウェア書き込み (数時間)

Step 3. NestDAQ をインストール (半日) → DAQ が Non-byass で利用可能

Step 4. 単純なコインシデンスフィルター / イベントフィルター  
→ (ソフトウェアトリガー for データ量削減) (1日)

Step 5. ATREMIS インストール (数時間)

Step 6. オフライン解析, 論文発表 (1年 or それ以上?)

**現状では、修士の学生がセットアップを組むにはまだ辛いかも**

# システム導入事例

星の数は実験数もしくは試験回数

★ Before FY2023

★ After FY2024

KIST Tandem  
Ion accel.,  
South Korea,  
J.K. Ahn, S.Y.  
Ryu+



RARiS, Tohoku U.  
- NKS2 spec. BPM, R.  
Kino, S. Nagao+  
- Det. Test, H. Kori,  
S.Y. Ryu+



LEPS2  
- S.Y. Ryu,  
K. Mizutani+

CNS, U. of Tokyo  
- S. Hanai+



J-PARC  
- T103, T106  
K. Shirotori+

Kyushu U.  
- T. Wasaka+



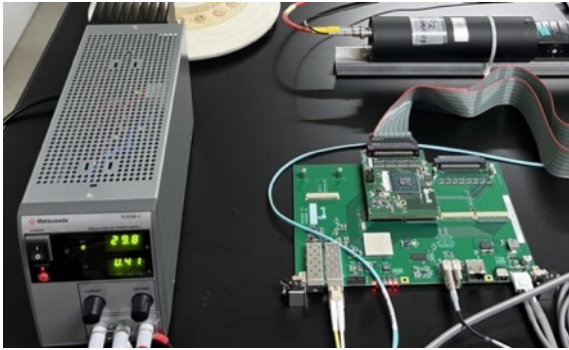
RCNP, Osaka U.  
- Honner Seminar,  
S. Ota, J. Tanaka+  
- E585, M. Doszono+  
- ONOKORO, J.  
Tanaka+



HIMAC  
- H487 Kitamura+  
- H445-5 S. Ota, S. Hanai+

システム導入の障壁はまだありそう...  
サポートが必要な場合、ご相談ください

# スタンドアロン AMANEQ + NestDAQ 運用実績



- **Wakasa Gr. from Kyushu Univ.**
  - Stand alone HR-TDC test (w/o MIKUMARI)
  - Now operational
  - Writing manual
  - Communication in RCNP Mattermost
- **J. K. Ahn Gr. from Korea U. ,  
KIST Tandem acc. in Korea**
  - Two doctor course students involved
  - RCNP DAQ div. S.Y. Ryu, N. Kobayashi  
2023/6/8-10, 10/6, 12/17-20
- **J-PARC beam loss monitor**
  - RCNP Hadoron Gr. K. Shirotori et al.
  - Spill time structure  
StrTDC is very powerful to see time dependence of  
beam structure
- **TRIUMF Kojima-san**

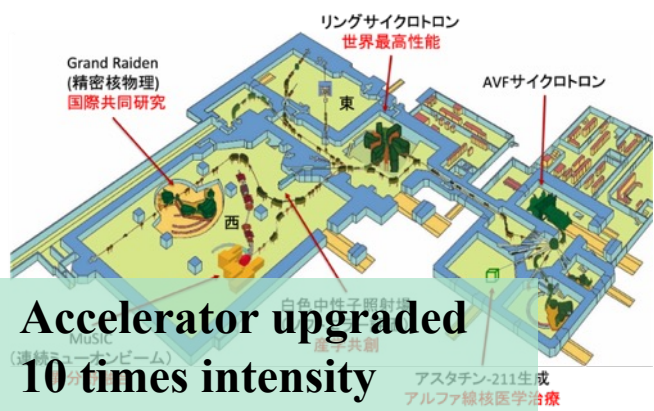
# AMANEQ + MIKUMARI + NestDAQ + ATREMIS 運用実績

## J-PARC (Synchrotron)



T103 / E50 test bench  
@K1.8BR K. Shirotori et al.

## RCNP (Cyclotron)



Accelerator upgraded  
10 times intensity

DAQ Commissioning S. Ota, NK et al.  
E585 S. Ota, M. Dozono et al.  
@Grand Raiden



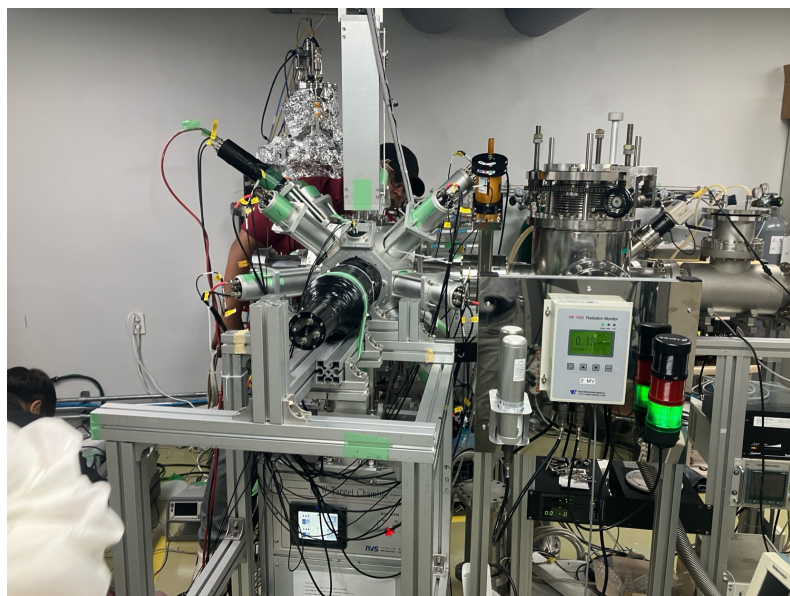
BLM development  
@RARIS (Former ELPH),  
Tohoku University  
S. Nagao, R. Kino et al.

# Latest physics exp. at KIST Tandem accelerator

J. K. Ahn Gr. from Korea U. ,  
KIST Tandem acc. in Korea



- Two doctor course students involved
- RCNP DAQ div. S.Y. Ryu, N. Kobayashi  
2023/6/8-10, 10/6, 12/17-20  
2025/11/5-7

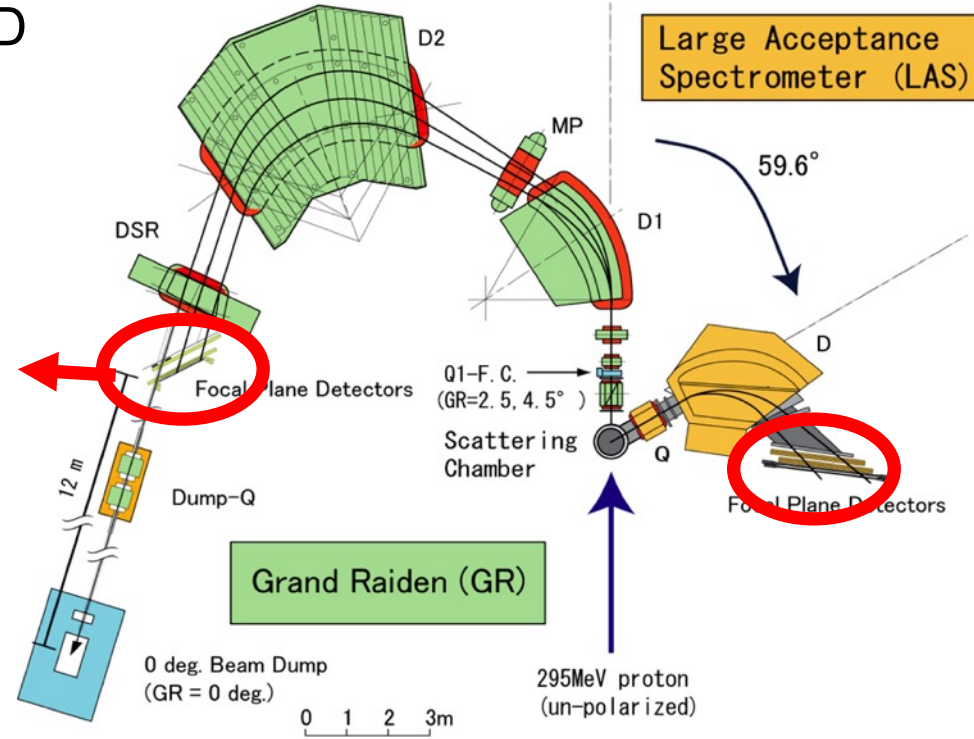
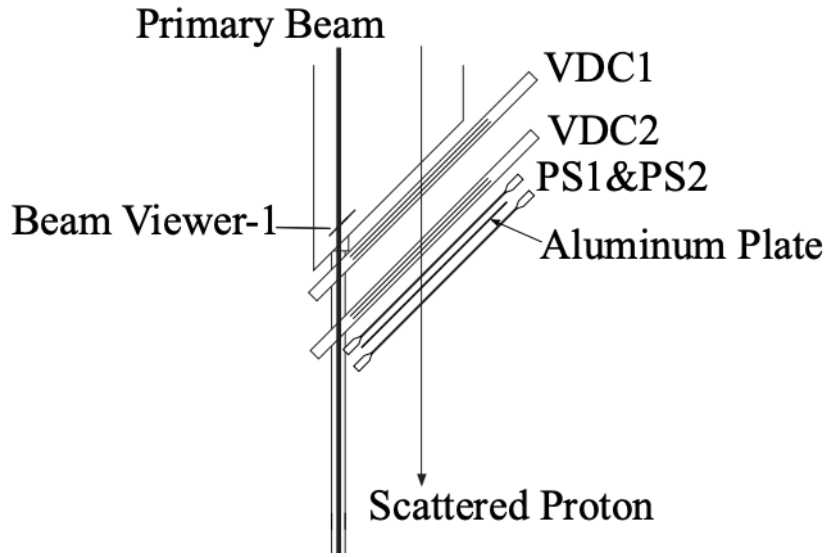


Terminal voltage 2MV, 4 MeV proton etc...

# GR & LAS focal plane detectors

Position: MWDC (Vertical Drift Chamber (VDC))

TOF counter: plastic scintillator → PID



GR VDC wires: 800 wires

(X1: 192 wires, U1: 208 wires, X2: 192 wires, U2: 208 wires)

Sensitive area 1150 x 120 mm<sup>2</sup>

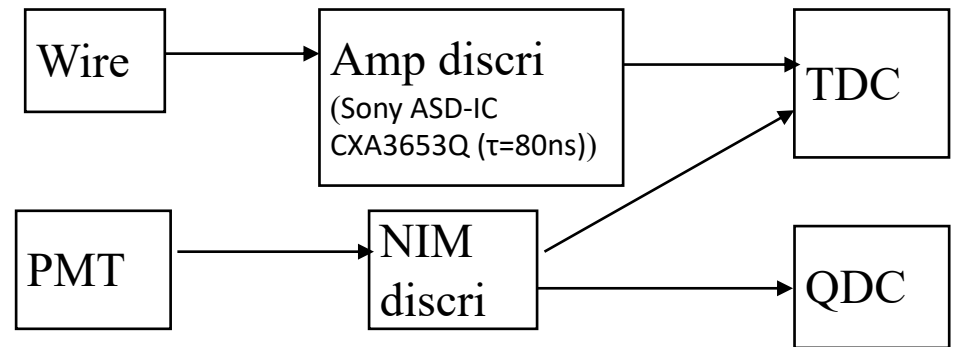
LAS VDC wires: 1578 wires

(X1: 272 wires, U1: 256 wires, V1: 256 wires  
X2: 272 wires, U2: 256 wires, V2: 256 wires)

Plastic scintillator

GR channel: 4 – 8ch

LAS channel: 12ch



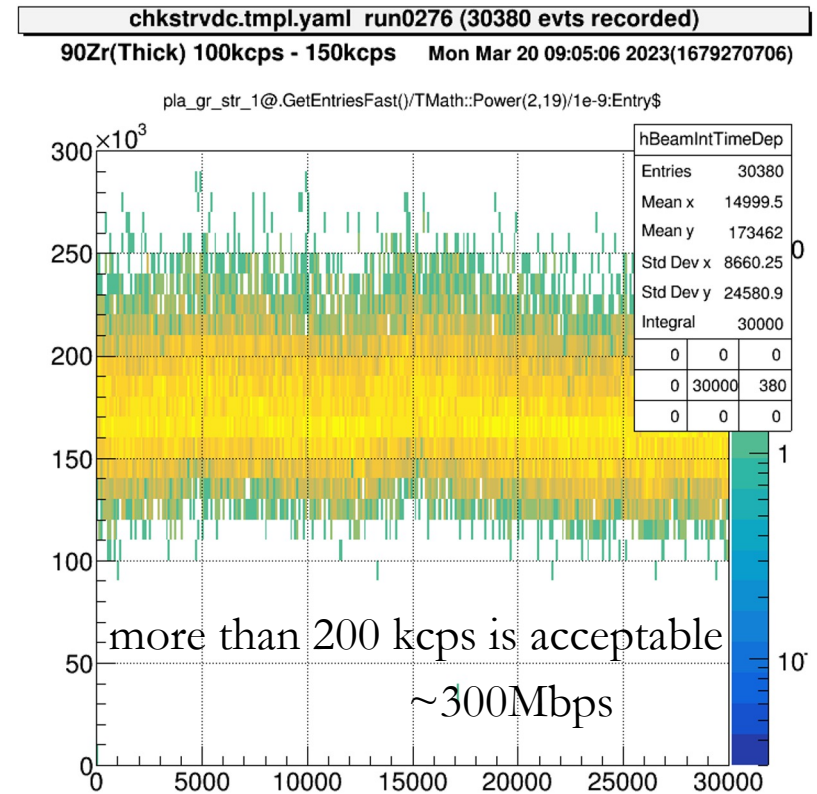
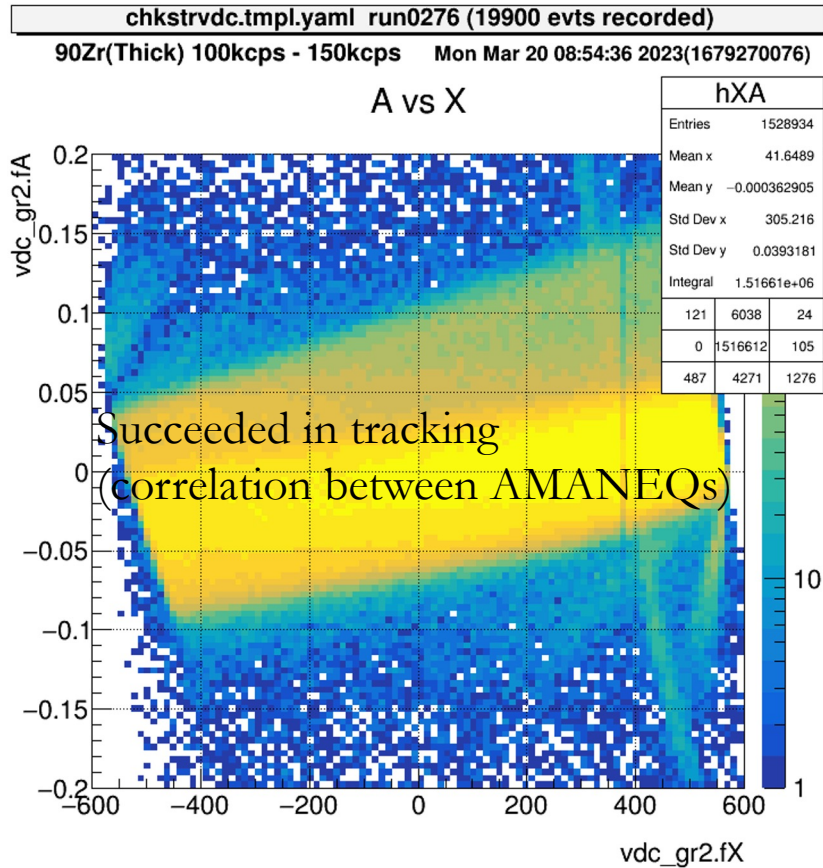


# 実装事例...

## Grand Raiden & LAS @ RCNP

### Higher throughput is achieved

**40 times faster** than the traditional DAQ



IPNS WS [CEF-SPADI-A] 2024/07/17

From Ota-san's slides

Also physics production runs were performed



## J-PARC における MARQ テストベンチを用いた 連続読み出しDAQシステムの性能評価

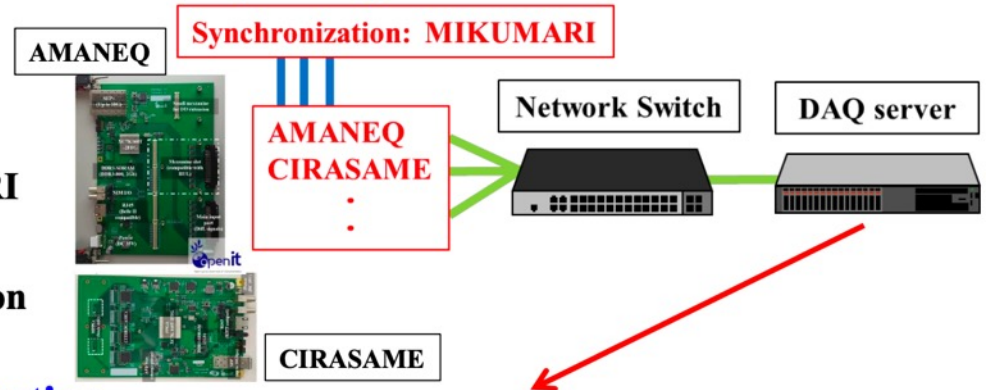
白鳥昂太郎 et al.

3

### Purposes of test bench study: MARQ-T103

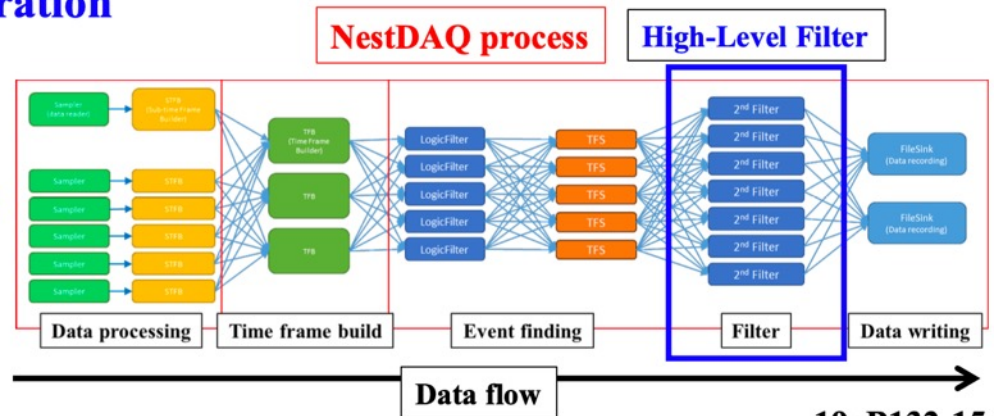
#### Streaming DAQ performance evaluation by using actual hadron beam

- Full FEE operation
  - Streaming TDC: AMANEQ
  - MPPC specified FEE: CIRASAME
  - Timing synchronization: MIKUMARI
- NestDAQ full processes
  - Event finding and online data selection
  - Scaler and data monitoring function
- Network and multiple PC configuration



#### ⇒ DAQ system integration test

- Smaller scale than actual setup
- Test High-Level Filter (“Trigger”)

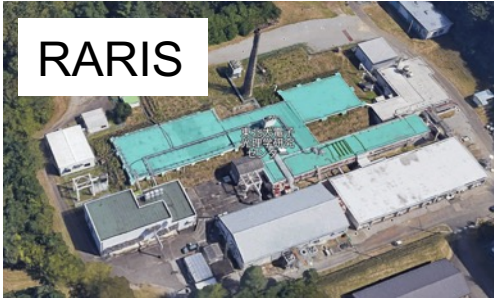


Che-Sheng Lin (18aB131-12): MIKUMARI system  
 R. Honda (18aB131-6): CIRASAME specification  
 Y. Igarashi (18pWA203-1): NestDAQ  
 T. N. Takahashi (18pWA203-1): NestDAQ  
 R. Okazaki (19aB132-6): CIRASAME operation

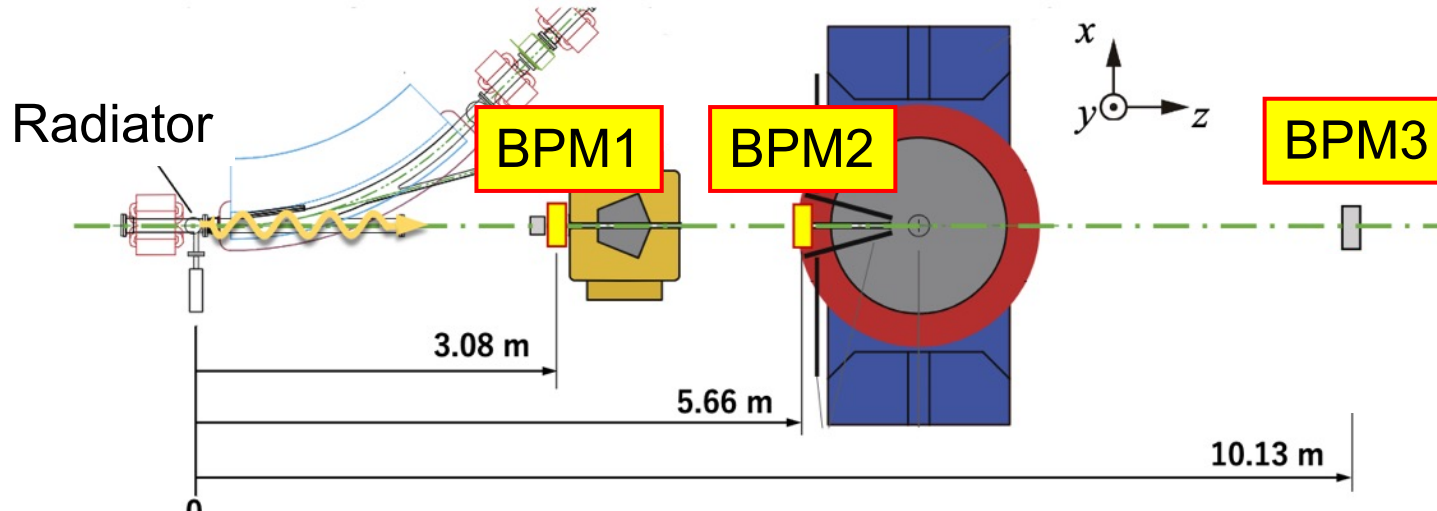
19aB132-15

# 実装事例...

## Upgrading DAQ of Beam Profile Monitor (BPM) for NKS2 exp. at RARIS, Tohoku Univ.



S. Nagao, R. Kino et al.  
NKS2 collaboration



HUL system replaced by new Streaming DAQ

From

ELPH Symposium 2023  
ELPH BM4光子ビームラインにおける  
ビームモニタリングシステムの開発  
木野量子 東北大学 (NKS2 collaboration) 2023年3月2日(木)  
東北大学電子光理学研究センター

# 実装事例...

## Upgrading DAQ of Beam Profile Monitor (BPM) for NKS2 exp. at RARIS, Tohoku Univ.

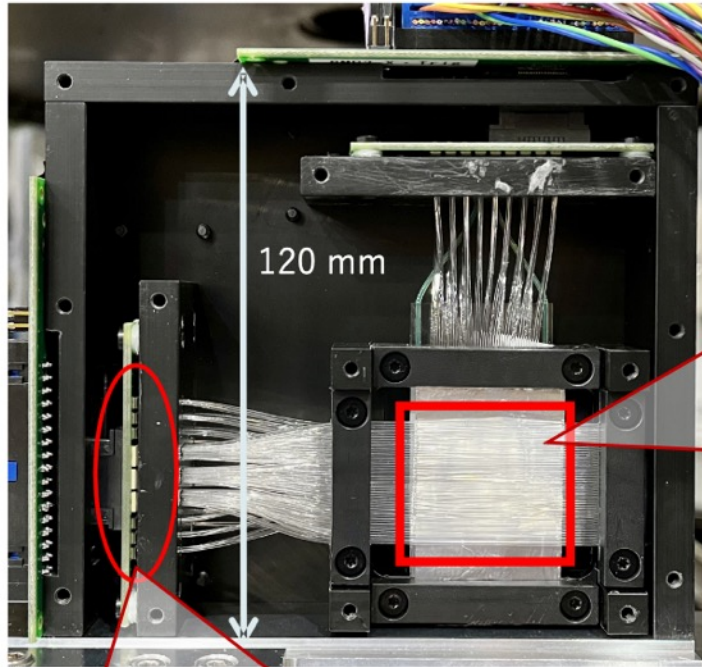
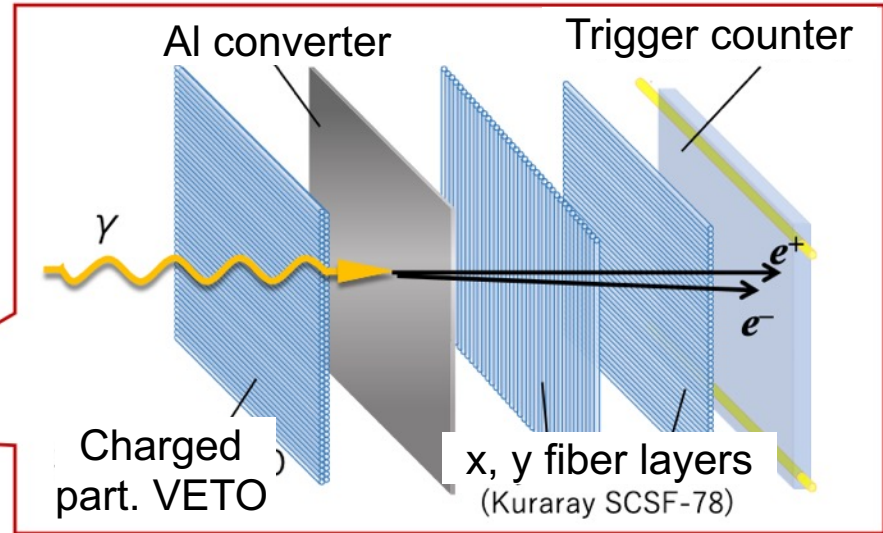


Photo sensor: SiPM  
(HAMAMATSU MPPC  
S13360-1350PE, S13360-3050PE)



Trigger (or filter) condition

$[\overline{\text{VETO}}] \otimes [x \text{ layer}] \otimes [y \text{ layer}] \otimes [\text{trig.}]$

Experiment was performed  
in last month (Jun. 2024)

Data taking succeeded.

Analysis ongoing, documentation...

# 苦勞話?

- DAQパッケージのマニュアルの記述
  - 読む量が多くて辛いので簡潔に(ChatGPTのサポート?)
  - 将来的にはコンテナ
- DAQパッケージの普及にむけたマネジメント
  - 設定ファイルの管理
  - 実験毎に異なる → 実績のあるファイルをGitHubで管理
- バージョン管理
  - 要素技術のアップデートに追隨できる体制づくり
- ドキュメンテーションは片手間になりがち…
  - 締め切りを決めて、モチベーションを維持

# 今後

- 読みやすい、使いやすいマニュアル
- 新しいFEE、ソフトウェア追隨
- 作業者は常に募集中
- NestDAQ大規模化のパッケージ?  
(足元では米国EIC計画が走っており、RCNPではDAQへの貢献が求められつつある)

# パッケージ化まとめ

## これまで

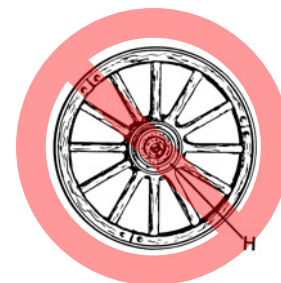
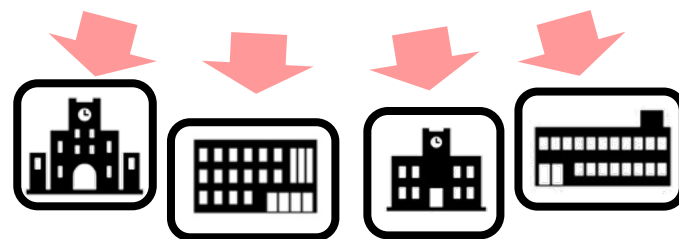
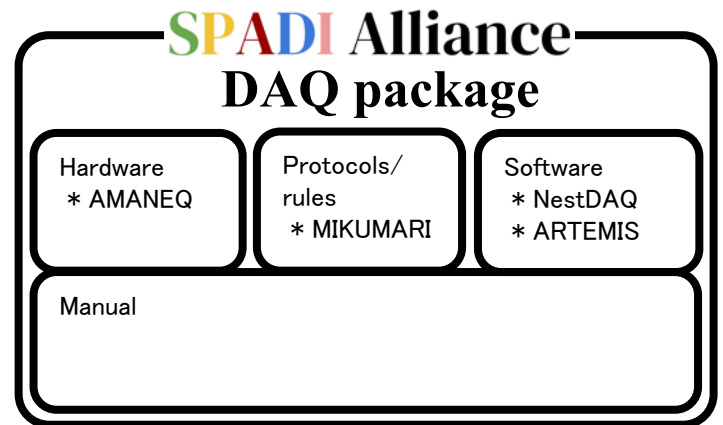
順調に開発が進む…

← 強力な要素技術による堅牢なシステム

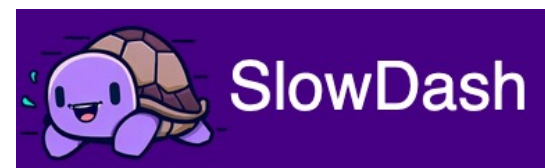
SPADI-A の運営力、組織力

## これから

- ユーザーの拡大  
他施設、大学、研究室  
→ コミュニティにおける選択と集中、  
開発コストの低減…
- 実装事例の拡大  
テーブルトップの実験、学生実験、検出器テスト  
小中規模実験 → 大規模実験？
- 新しいFEE、ソフトウェアなど (SlowDash etc…)

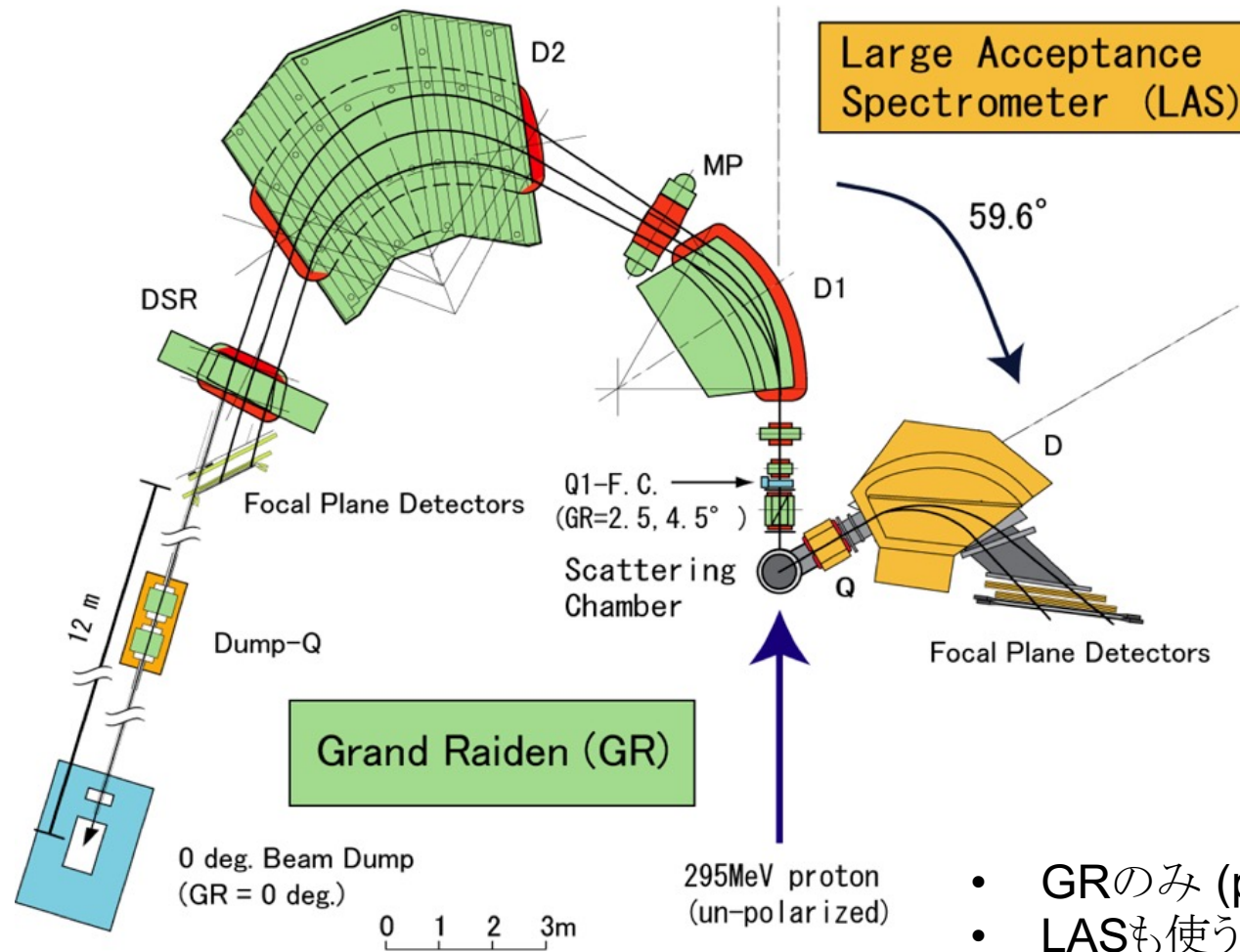


[https://en.wikipedia.org/wiki/Reinventing\\_the\\_wheel](https://en.wikipedia.org/wiki/Reinventing_the_wheel)



# Backup

# Grand Raiden & LAS @ RCNP



## Grand Raiden

Configuration: Q-SX-Q-D-D

**Resolving power: 20,000**

Solid angle acc.: ~4 msr

Momentum acc.: 5%

Angle: 0-70 deg.

Bending Power: 5.4 Tm

Magnetic field: 1.8 T

Dispersion: 15.4 m

## LAS

Configuration: Q-D

Resolving power: 5,000

**Solid angle acc.: ~20 msr**

**Momentum acc.: 30%**

Angle: 0-130 deg.

Magnetic field:

Bending Power: 3.22 Tm

Magnetic field: 1.61 T

Dispersion: 2 m

- GRのみ (p,p'), (<sup>3</sup>He,t), (α, α'), etc...
- LASも使う (p,2p), (p,pα)



# Grand Raiden & LAS @ RCNP

## Many experiments (in FY2018)

276 hours E404 T. Kawabata et al.  
120 hours E462 U. Garg et al.  
24 hours CAGRA dev. I. Eiji et al.  
36 hours Beam dev. et al.  
48 hours E492 S. Kanatsuki et al.  
48 hours Beam dev. (p-pol-65) et al.  
300 hours E483 Y. Watanabe et al.  
168 hours E413 T. Wakasa et al.  
72 hours E377 PvNC et al.  
156 hours E422 PvNC et al.  
48 hours E492 S. Kanatsuki et al.  
96 hours E442 K. Sekiguchi et al.  
168 hours E461 T. Aumman et al.

**Total: 1560 hours (65 days)**

- 5-15 exp. / year
- Beam time : a week / exp.
- Preparation: 1 - 2 weeks / exp.
- Standard detectors  
+ user's detectors

- Scrap and build of user's detectors
- Constructing complicated triggers for each exp.
- No time, no man power (, no money)