

# DAQ-Middlewareの E16実験への適用調査

高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所

エレクトロニクスシステムグループ

濱田英太郎

# 概要

J-PARC ハドロン実験施設にて、E16実験が計画されており、DAQシステムにDAQ-Middlewareを応用する

## 目次

- DAQ-Middlewareとは
- J-PARC ハドロン実験施設 E16実験
- E16実験へのDAQ-Middlewareへの応用状況

# DAQ-Middlewareとは

汎用のネットワークベースデータ収集(DAQ)

ソフトウェアフレームワーク

## 特徴

- ・DAQシステム構築が簡単にできる
- ・高い柔軟性の実現

## ターゲット

- ・中小規模実験
- ・テストベッド（測定器、エレクトロニクス等）

# DAQ-Middleware構成図

- 使用するコンポーネントを指定
- コンポーネント間接続情報
- パラメータ

XML

System Configuration

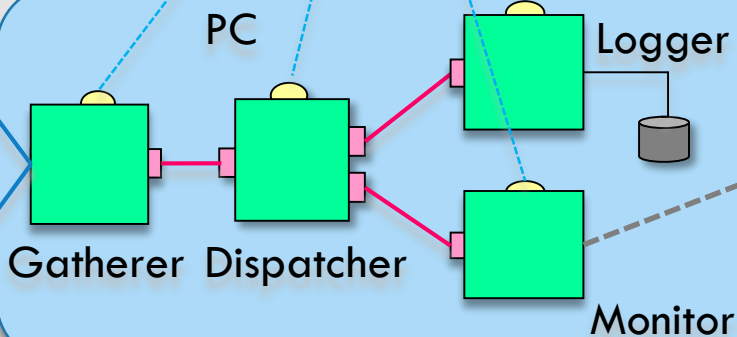
XML/JSON

- 装置パラメータ
- オンラインモニタパラメータ

Device Condition/  
Online analysis

Detectors

Read-out  
modules



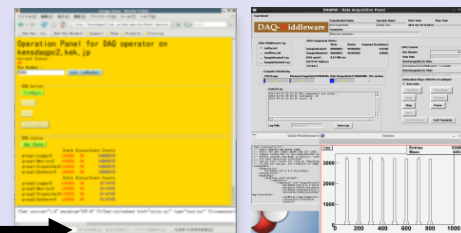
PC

Daq  
Operator

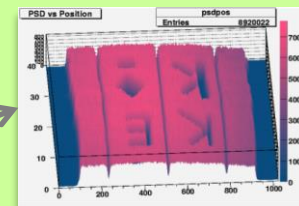
HTTP  
Server  
mod\_python  
mod\_wsgi

Command  
/Status

User Interface



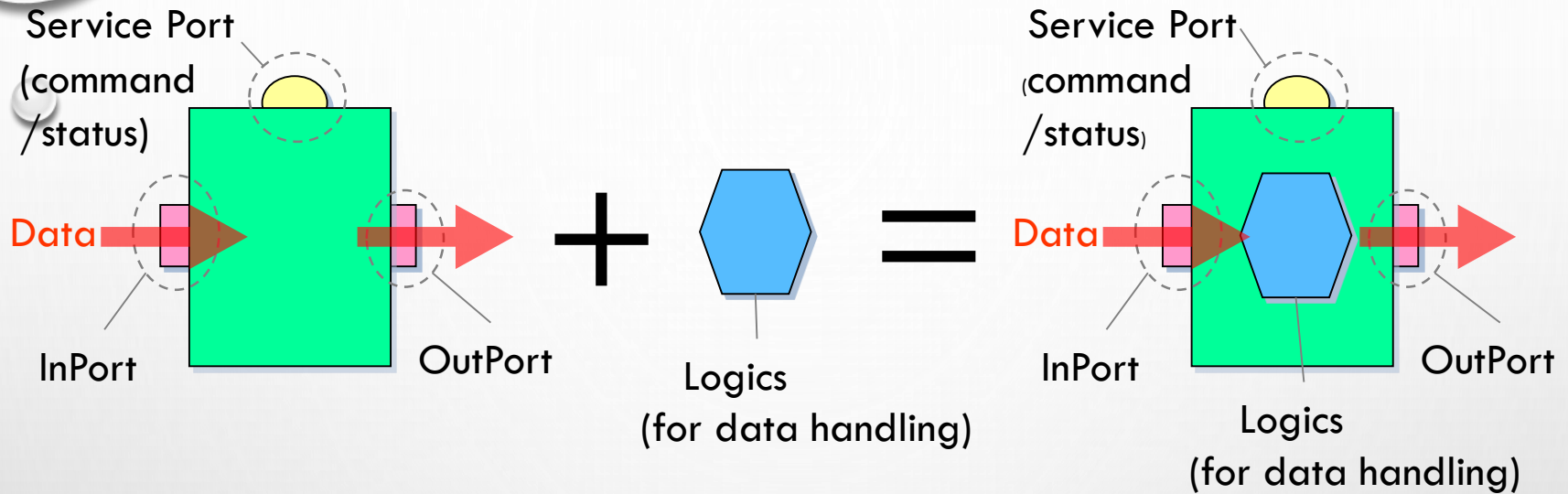
- Control Panel on Web browser
- Python GUI
- Command line program



Online histograms  
using ROOT



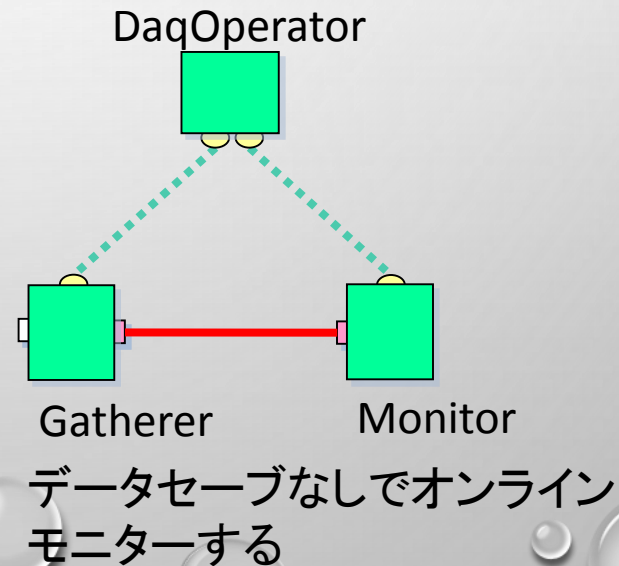
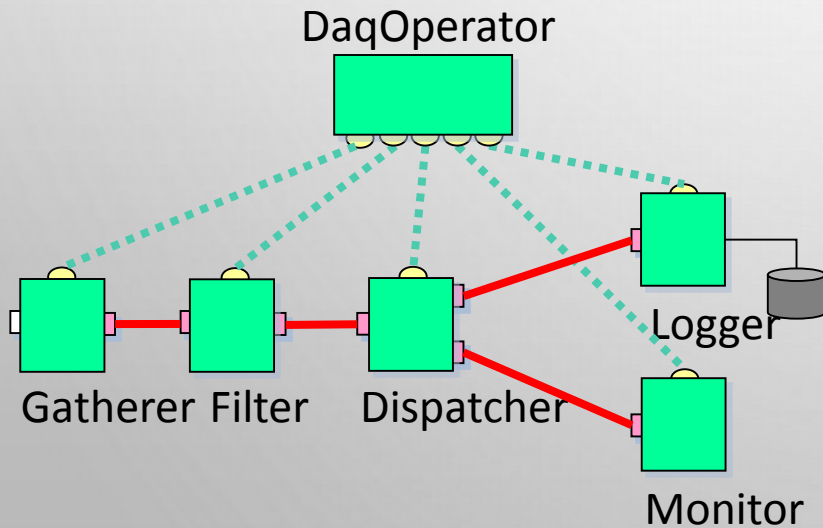
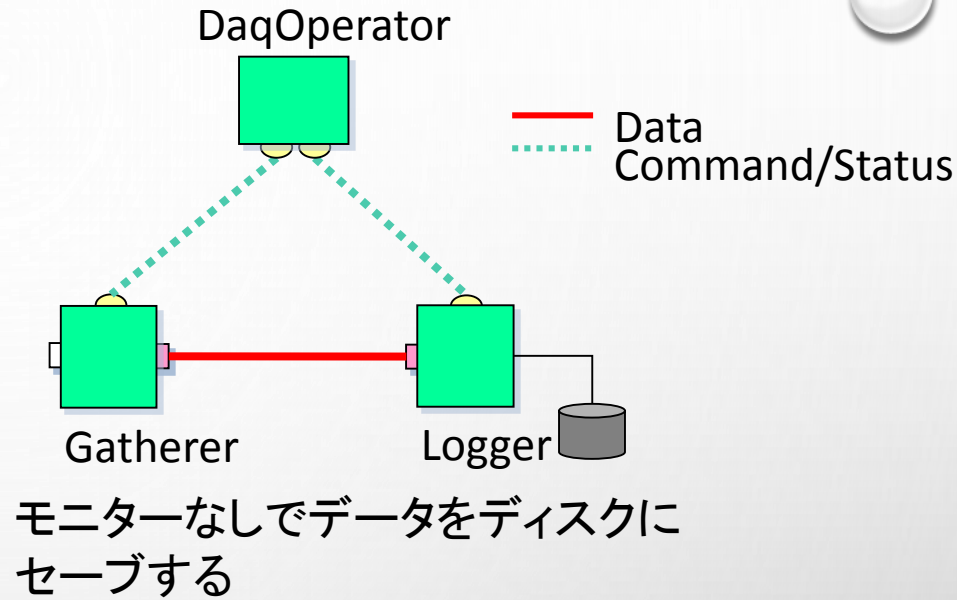
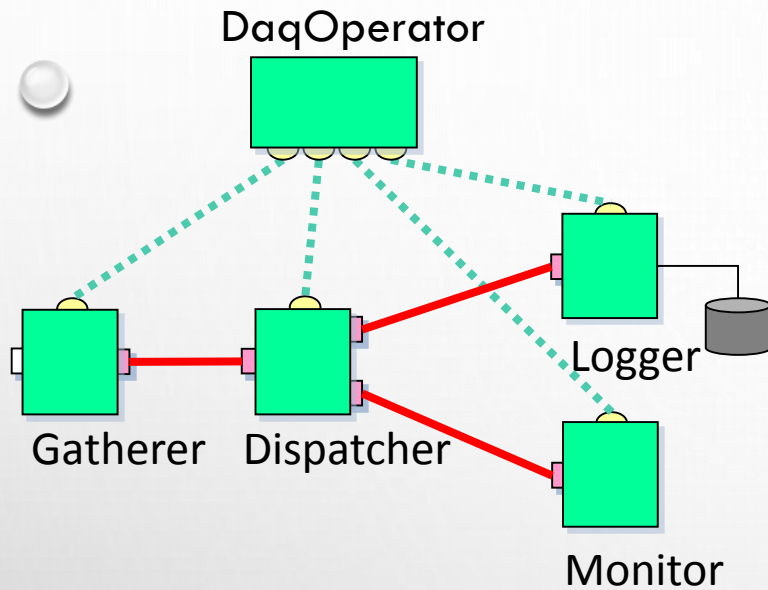
# DAQコンポーネント



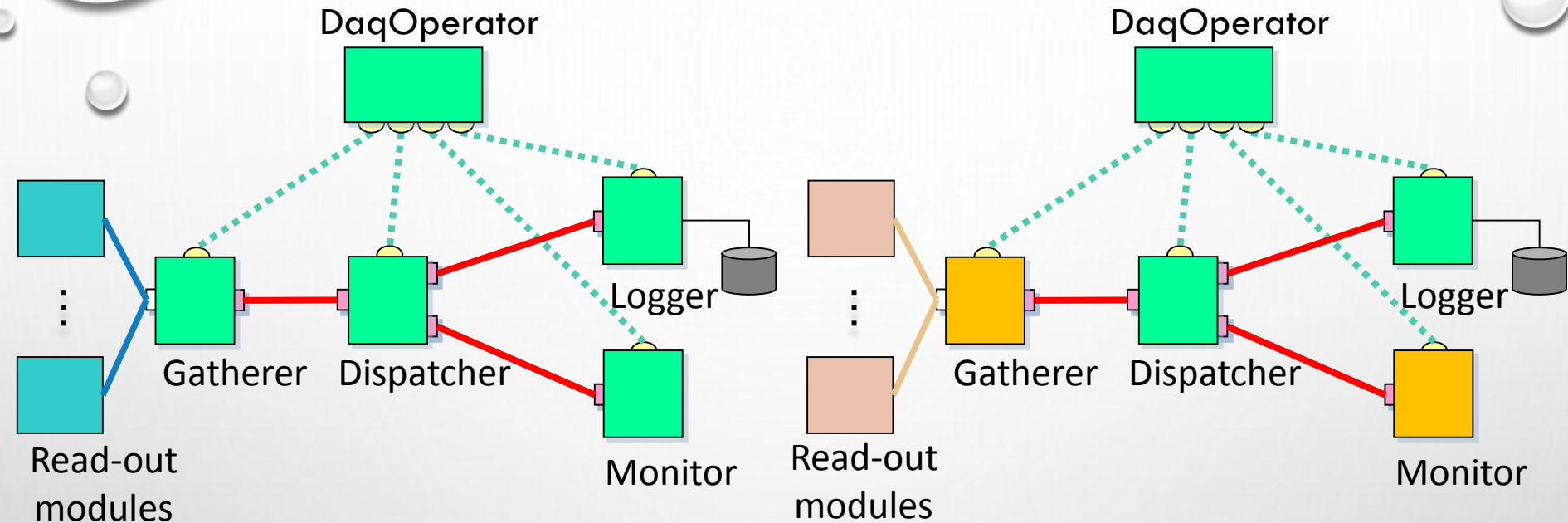
- DAQコンポーネントを組み合わせてDAQシステムを構築する
- データ転送機能、ランコントロールはDAQ-Middlewareで実装済み。
- ユーザーはコアロジックを実装することで新しいコンポーネントを作成できる。

コアロジックの例：リードアウトモジュールからのデータの読み取りロジック  
ヒストグラムの作成ロジック

# コンポーネントの組み合わせ



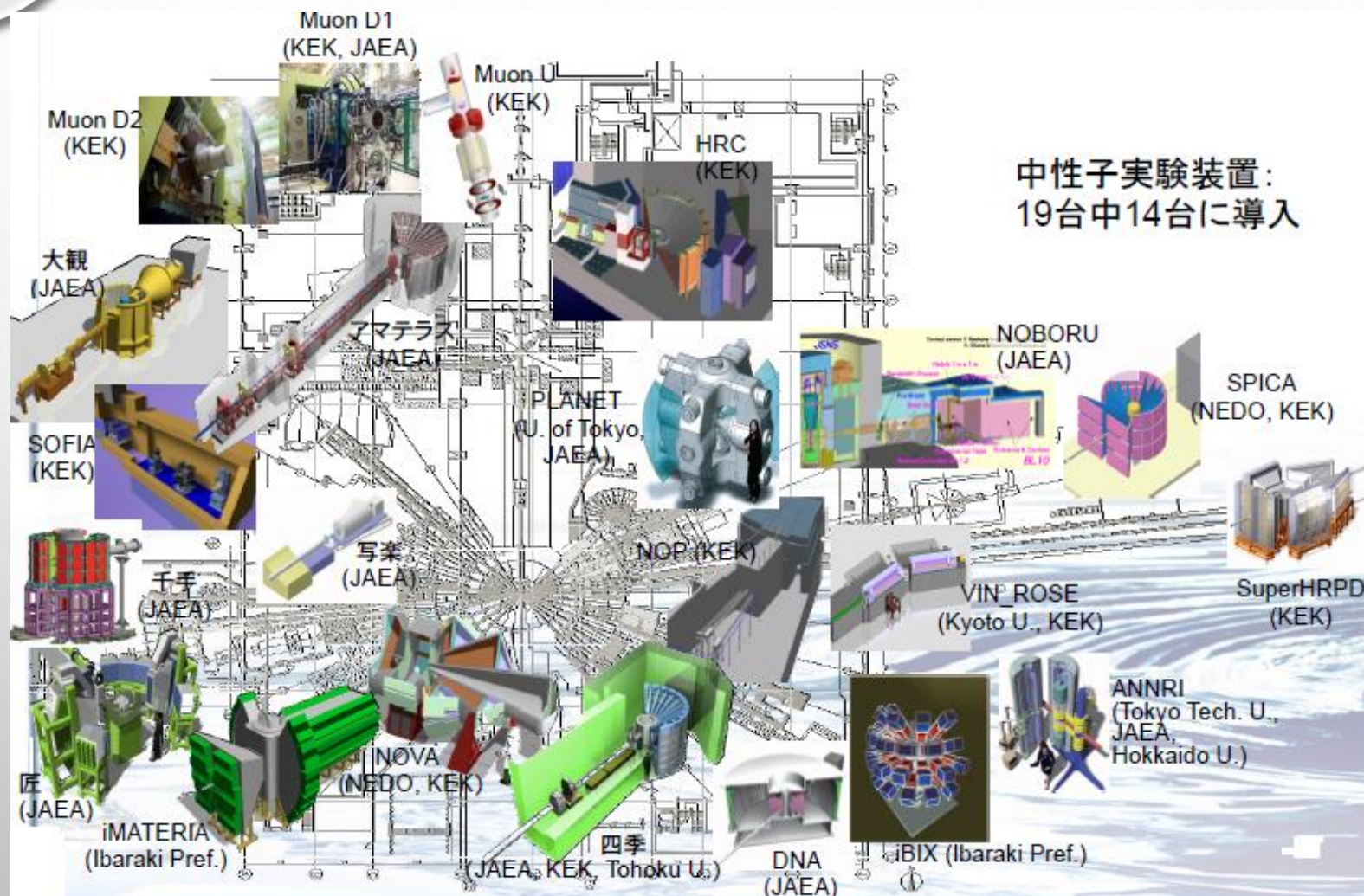
# コンポーネントの再利用



- Read-out modulesが変わっても、コンポーネント全てを変える必要はない。
- 他のコンポーネントやDaqOperatorは再利用することで、DAQシステム構築が簡単になる

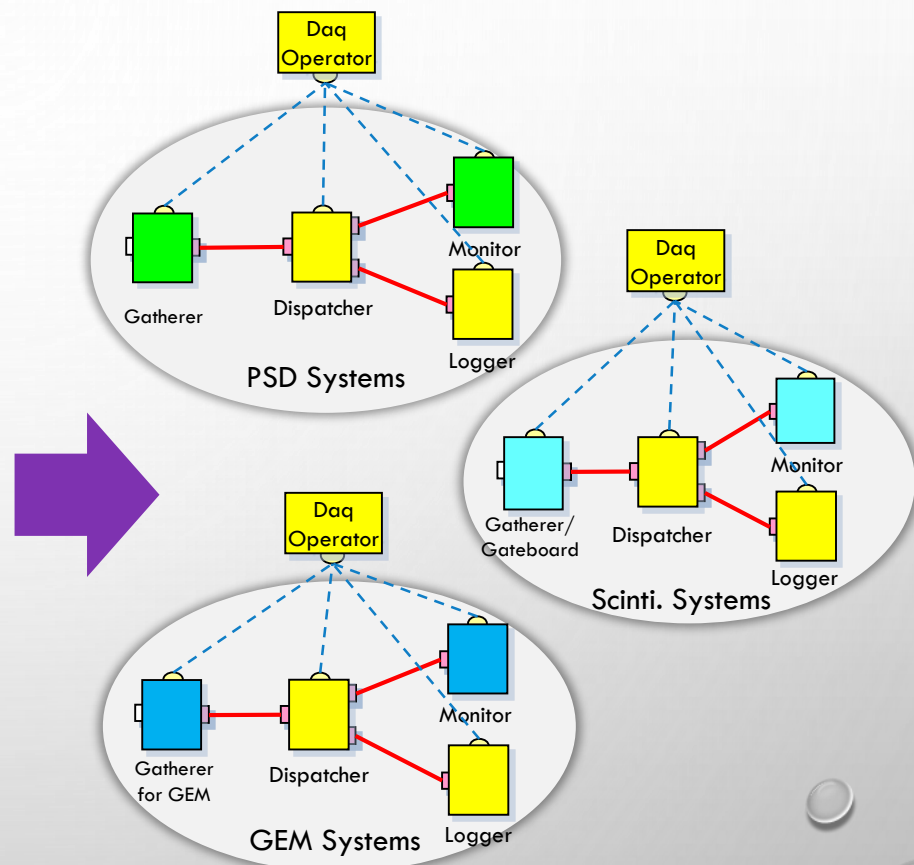
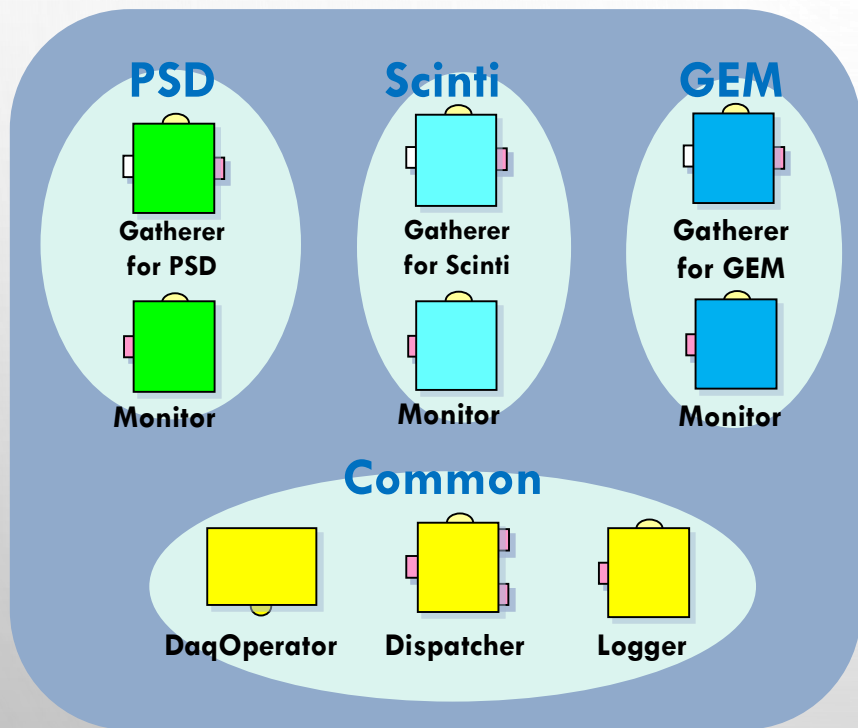


# J-PARC物質・生命科学実験施設(MLF)での使用状況



# J-PARC物質・生命科学実験施設(MLF)での使用状況

## DAQ-Component lineup for MLF



# その他の使用例

- 実験

- DAQ system of Depth-resolved XMCD (X-ray Magnetic Circular Dichroism) experiments at Photon Factory(KEK IMSS, KEK IPNS)

- CANDLES

- 実験(検討中)

- J-PARC Hadron E16(High  $P_T$ )

- SUPERNEMO

- 検出器テストヘッド

- ILC CCD Vertex (KEK, 東北大学)

- GEM(KEK 測定器開発室)

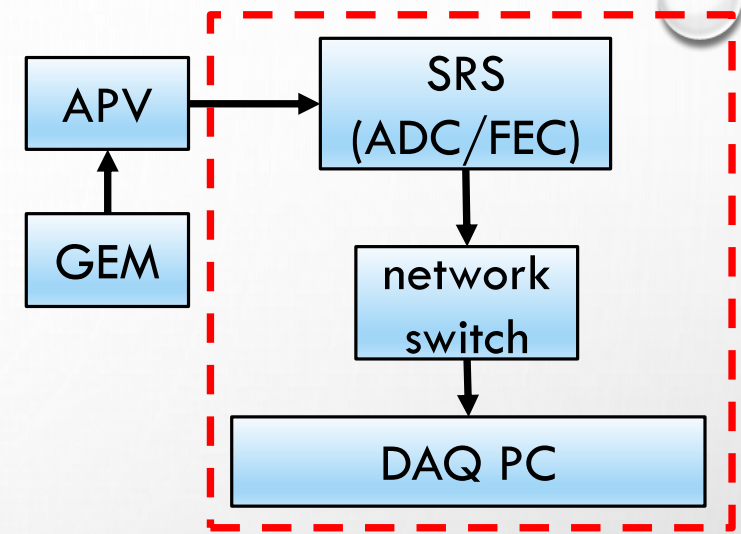
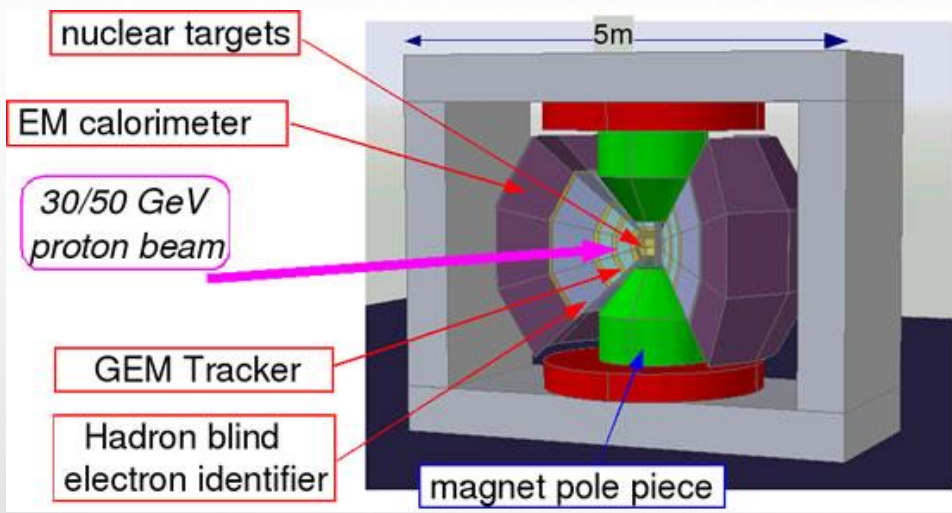
- SOI(KEK 測定器開発室)

- ADC\_SiTCP (Open-it)

- J-PARC Hadron COMET Roesti, CDC (これから)



# J-PARC ハドロン実験施設 E16実験



- 目的は、原子核中での $\phi$ 中間子の質量を測定
- $\phi$ 中間子崩壊で電子・陽電子対が生成
- Gas Electron Multiplier (GEM)  
電子数を増やし、信号として捉えるようにする



# SRS ADC/FECボード1枚による評価

## 準備

- スローコントロールによるボードの設定変更を可能にした
- DAQ-Middlewareを使わずにデータを受信し、  
データフォーマットを習得した

## 1枚のボードで評価を行なう

(ADC/FECボードが出力するテストデータを利用)

- プロトタイプ of 動作確認
- プロトタイプによる処理速度測定

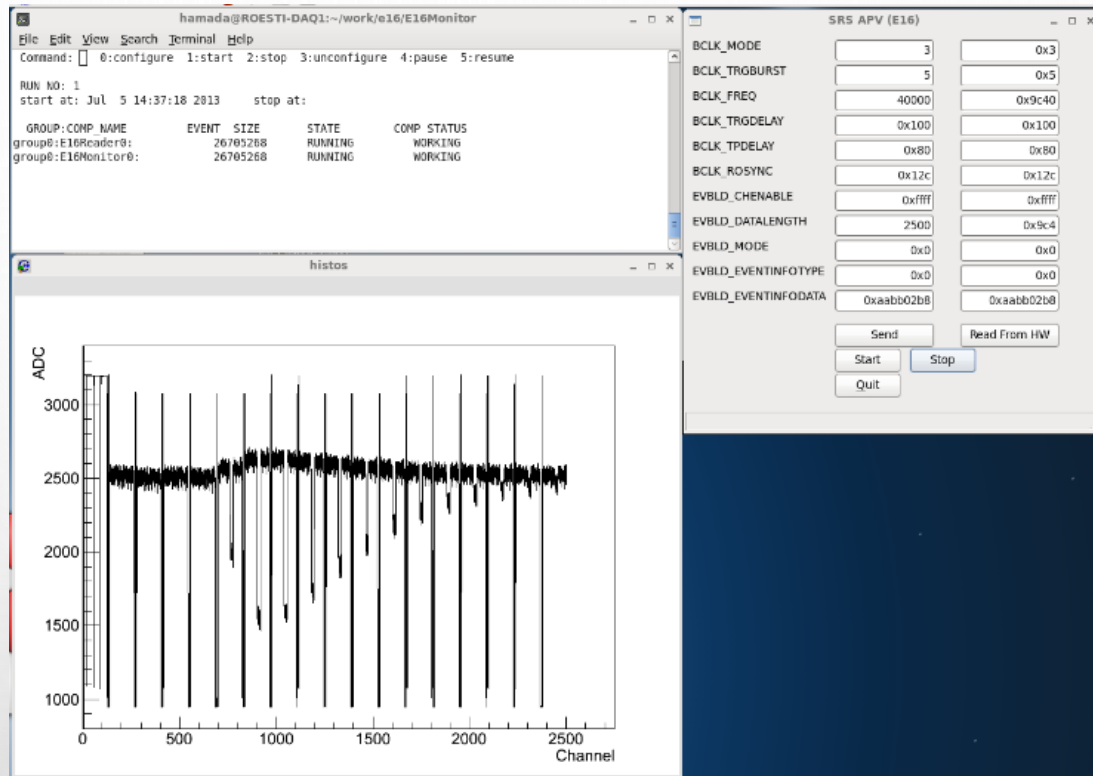
# プロトタイプの動作確認



Gatherer

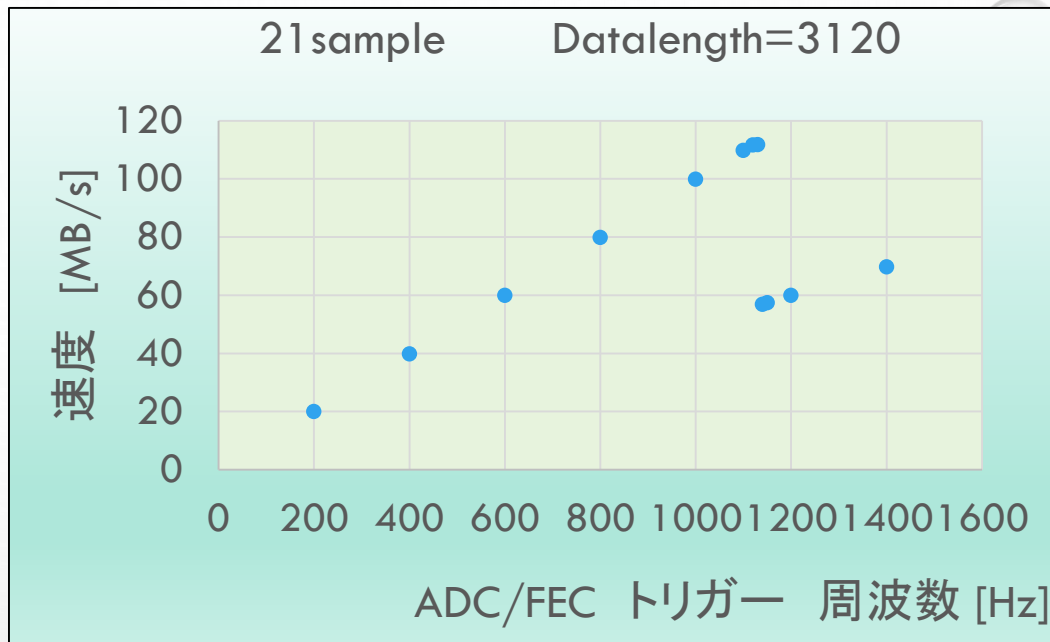
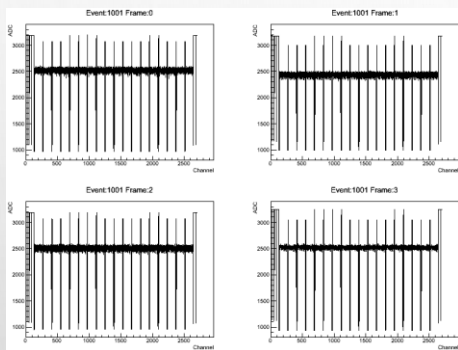
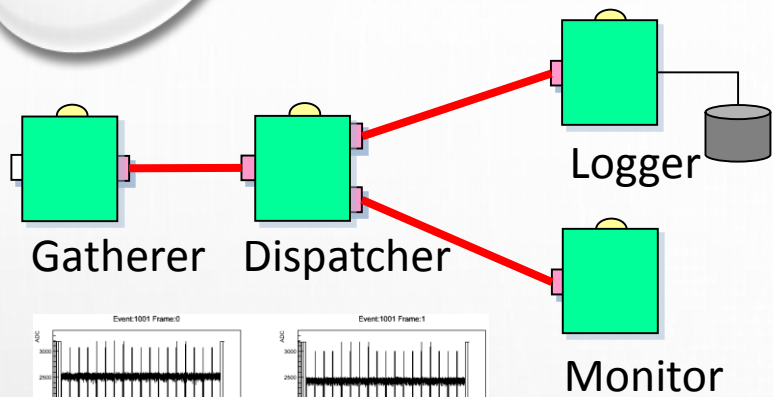
Monitor

データセーブなしでオンライン  
モニターする



- Monitorコンポーネントでは、一定期間ごとに1イベントの128chのデータを表示
- 問題なく、動作できることを確認

# プロトタイプによる処理速度測定



- Monitorコンポーネントでは、一定期間ごとに、1イベントの128ch×4のデータを表示
- Loggerコンポーネントでは、全データ(128ch×16)をPCのハードディスクにログ
- 1ボード((128ch×16)との1GbEリンクで115MB/s以上の処理速度  
(ギガビットイーサネットの最大速度)
- (予想)スケーラブルなのでボードN個用意するとN倍の処理速度に

# まとめと今後の予定

## まとめ

- DAQ-Middleware → 汎用のネットワークベースデータ収集 (DAQ)ソフトウェアフレームワーク
  - ・DAQシステムを構築が簡単にできる
  - ・高い柔軟性の実現
- E16実験 → 原子核中での $\phi$ 中間子の質量を測定
- SRS ADC/FECボードとDAQ-Middlewareの評価
  - 1ボードでは、DAQ-Middlewareを使うことに問題ない
  - 処理速度を測定

## 今後の予定

- 複数台のSRS ADC/FECボードを使った場合の評価
- zero suppress機能を用いた場合の評価

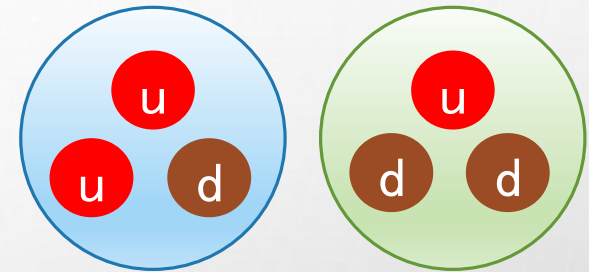


backup

# E16実験

## 物質質量の起源を実験的に探る

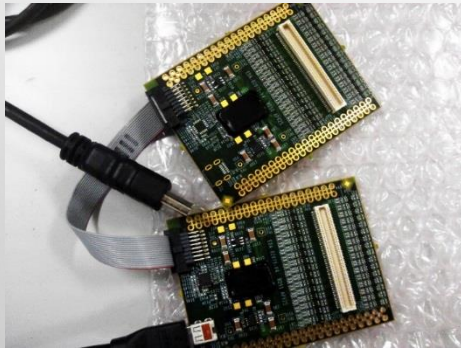
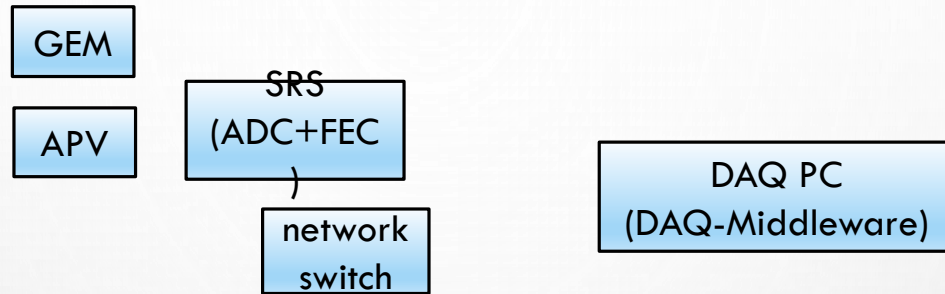
- 陽子や中性子は、3つのクォークから構成される
- しかし、3つのクォークは、陽子や中性子の質量の1/100程度しかない
- これを説明するのが、カイラル対称性が自発的に破れて生成される「真空へのクォーク凝縮」→高温あるいは高密度環境においては、これが減少
- 温度や密度を変更して、高統計、高質量分解能で原子核中での $\Phi$ 中間子の質量を測定する





# E16実験

データフロー



128ch/board

640枚程度(予定)

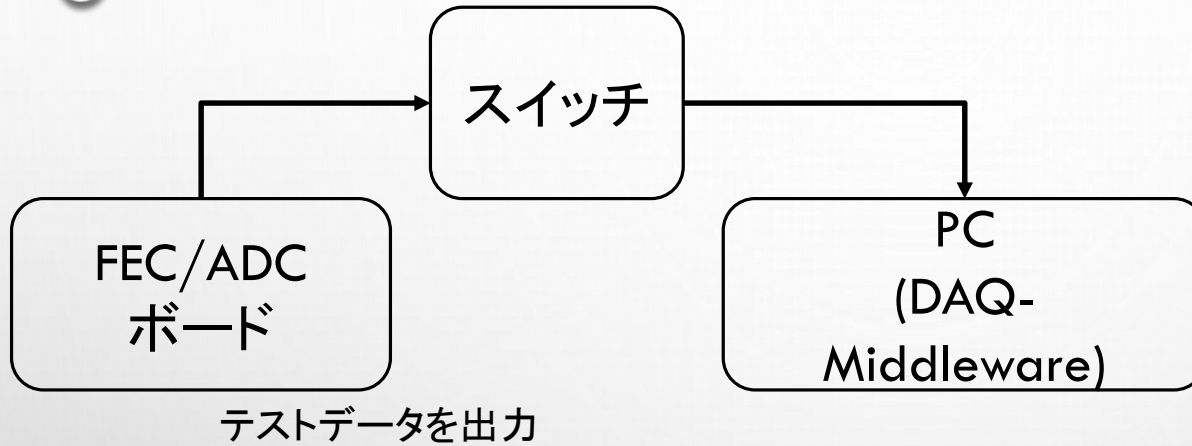


左 ADC 右 FEC

16入力frame/board

40枚程度(予定)

# 評価環境



## PC

- ・CPU・・・INTEL XEON® CPU E5-2680  
2.7GHZ、8コア
- ・メモリ・・・32GB
- ・OS・・・SCIENTIFIC LINUX 6.3

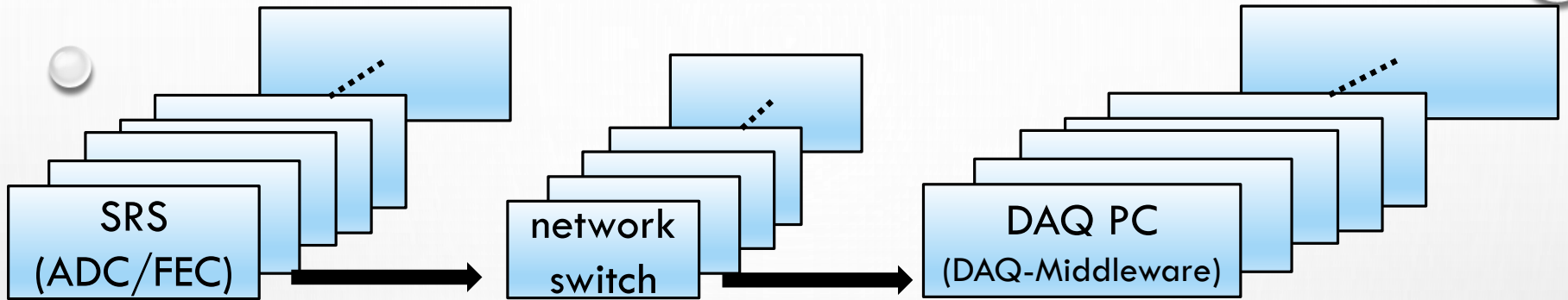
## スイッチ

- ・Cisco Catalyst 2960G
- ・8ポート
- ・ギガビットイーサ

BCLK_MODE	<input type="text" value="0b0100"/>	<input type="text" value="0"/>
BCLK_TRGBURST	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="0"/>
BCLK_FREQ	<input type="text" value="0x28"/>	<input type="text" value="0"/>
BCLK_TRGDELAY	<input type="text" value="0x100"/>	<input type="text" value="0"/>
BCLK_TPDELAY	<input type="text" value="0x80"/>	<input type="text" value="0"/>
BCLK_ROSYNC	<input type="text" value="0x12c"/>	<input type="text" value="0"/>
EVBLD_CHENABLE	<input type="text" value="0xffff"/>	<input type="text" value="0"/>
EVBLD_DATALENGTH	<input type="text" value="3840"/>	<input type="text" value="0"/>
EVBLD_MODE	<input type="text" value="0x0"/>	<input type="text" value="0"/>
EVBLD_EVENTINFOTYPE	<input type="text" value="0x0"/>	<input type="text" value="0"/>
EVBLD_EVENTINFODATA	<input type="text" value="0xaabb02b8"/>	<input type="text" value="0"/>

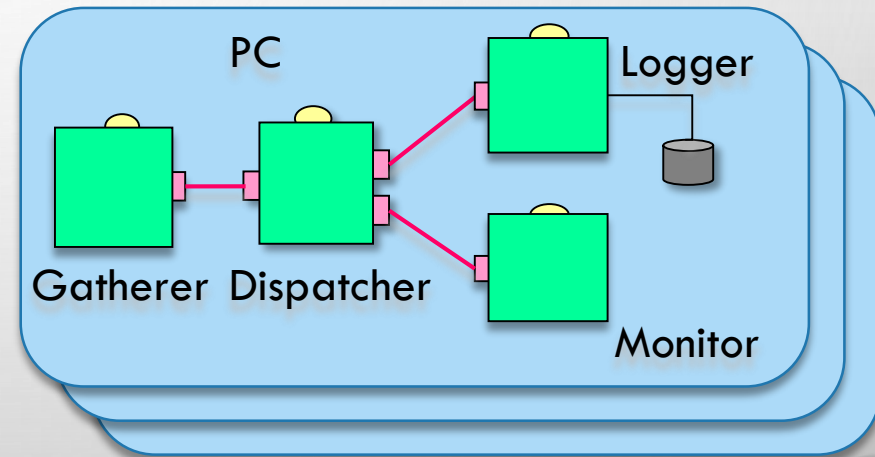
timeout

# E16実験DAQシステムにDAQ-Middlewareを

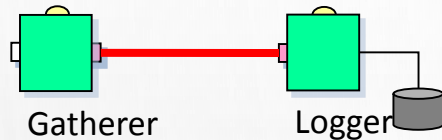


40台(予定)

- 分散して、DAQシステムを作成できる  
→DAQ-Middlewareを採用

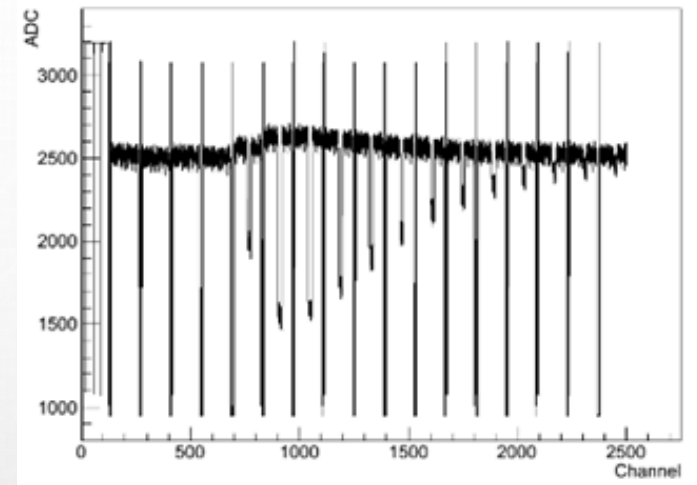


# DAQ-Middleware Logger



モニターなしでデータをディスクに  
セーブする

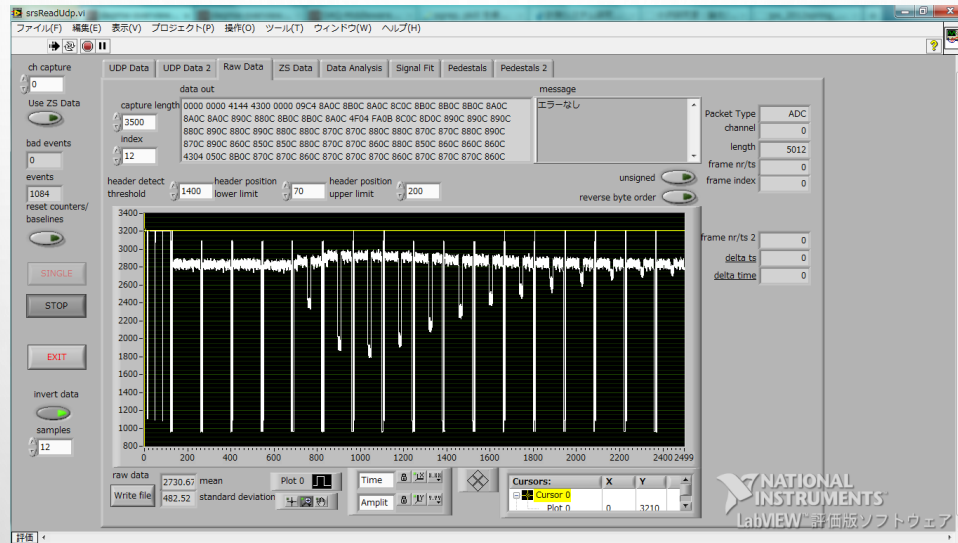
```
00 00 00 00 41 44 43 00  
7d 0c 5e 04 e1 0b 80 0c  
7c 0c 7e 0c 7f 0c 7d 0c  
7c 0c 7e 0c 7e 0c 80 0c  
7b 0c 7b 0c 7c 0c 7b 0c  
7a 0c 7b 0c 7b 0c 7a 0c  
7a 0c 79 0c 7a 0c 79 0c  
78 0c 7a 0c 79 0c 77 0c
```



- Loggerコンポーネントでは、全てのデータをPCのハードディスクにログ
- ログを解析し、データの詳細を理解

# データ受信

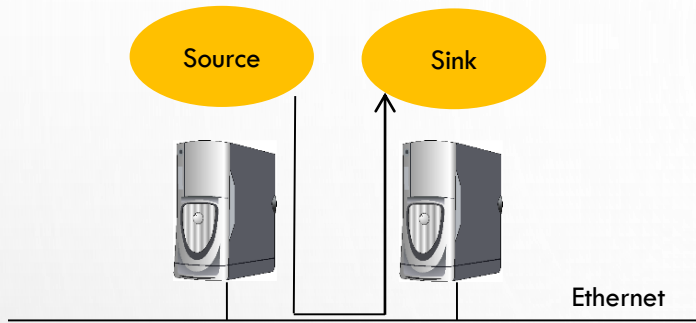
CERNのサイトからダウンロードできるLabviewプログラムを使う



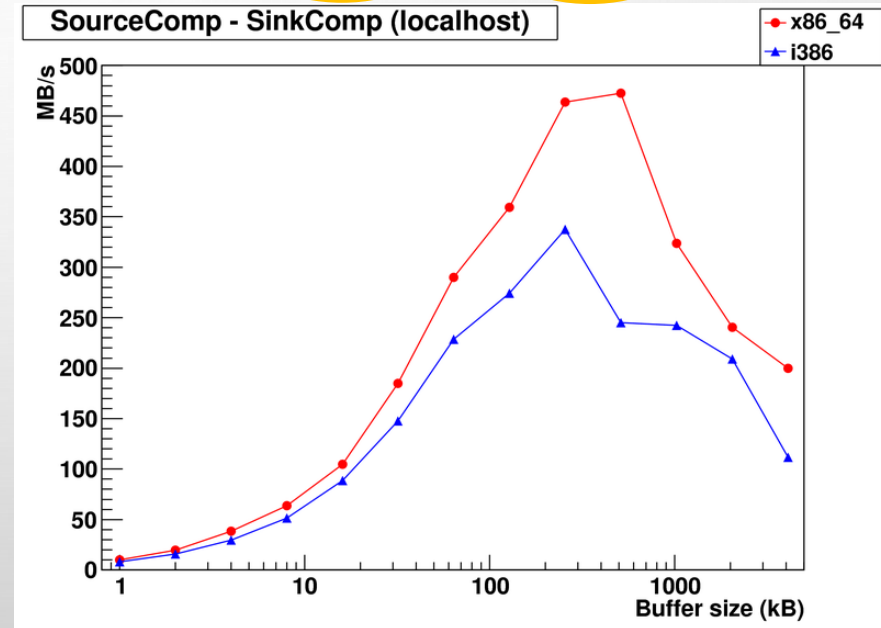
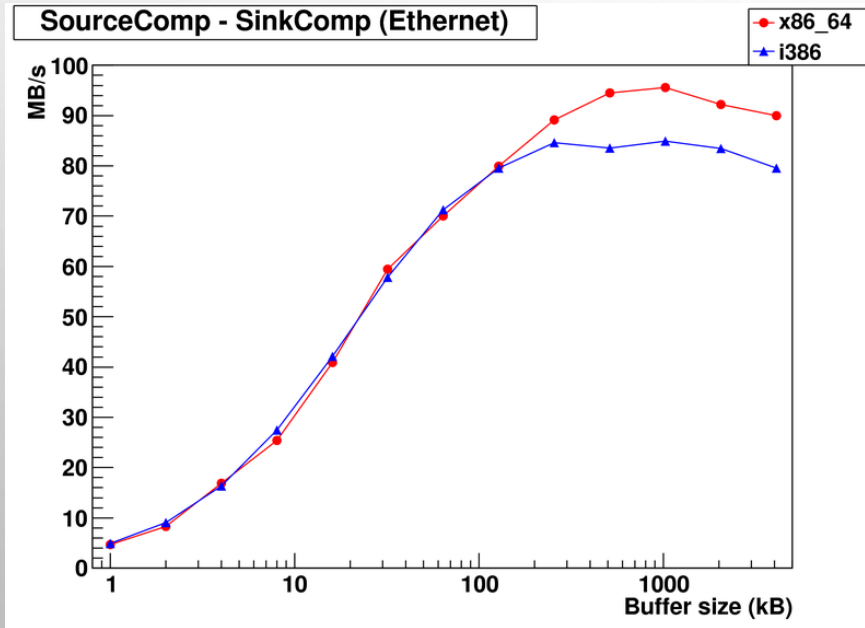
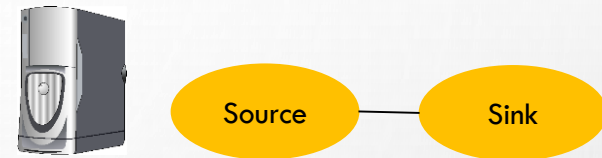
- テストデータを問題なく受信できることを確認
- テストデータのだいたいの構造を理解



# 転送速度



Model: HP 8600 xw  
CPU: Intel Xeon E5420 2.50GHz  
NIC: Broadcom NetXtreme BCM5755  
Scientific Linux 5.7 i386, x86\_64



## 1. Connection

The FEC card needs 2 jumpers to be placed on the components named "U4" and "U30" (2.5V). The ADC card needs 2 jumpers (J2 and J4) and 2 bridges (ST7 and one of 2 GND\_BRIDGE) to be placed.

See image for positions:

