

# CANDLES 実験における データ収集システムの更新

～DAQ Middleware を使用したシステムの構築～

大阪大学理学研究科 鈴木 耕拓

CANDLES 実験グループ

(DAQ : 大阪大学、福井大学)

計測システム研究会@核融合研 2013/07/10-11

# CANDLES 実験

## 二重ベータ崩壊の研究

- $2\nu$  二重ベータ崩壊  
→ 報告されている
- $0\nu$  二重ベータ崩壊  
→ まだ発見されず

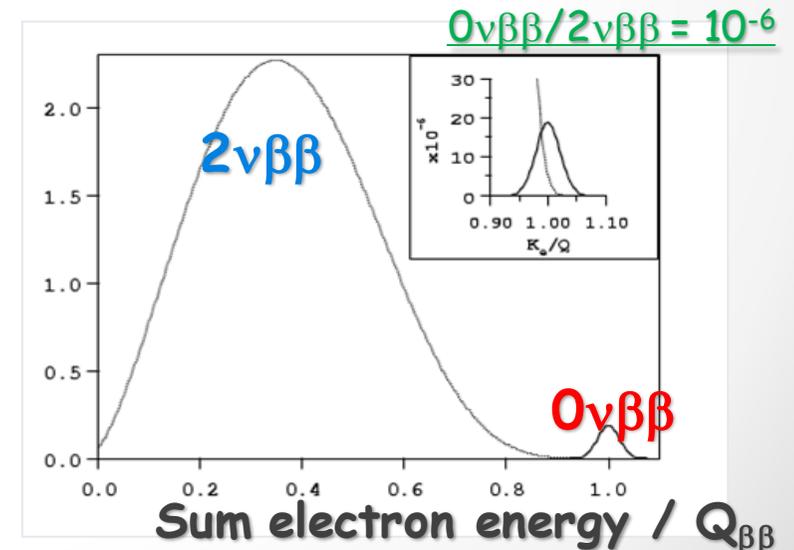
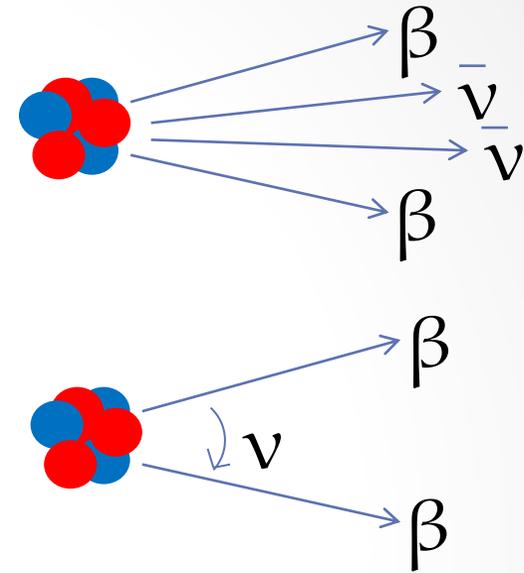
## 二重ベータ崩壊をする核種

Ca48, Ge76, Se82, Mo100, Cd116, Nd150

Ca48 はこの中では最大のQ値を持つ

もし  $0\nu$  二重ベータ崩壊が見つければ

- ニュートリノはマヨラナ粒子
- 質量の決定
- レプトン数の非保存



# CANDLES III

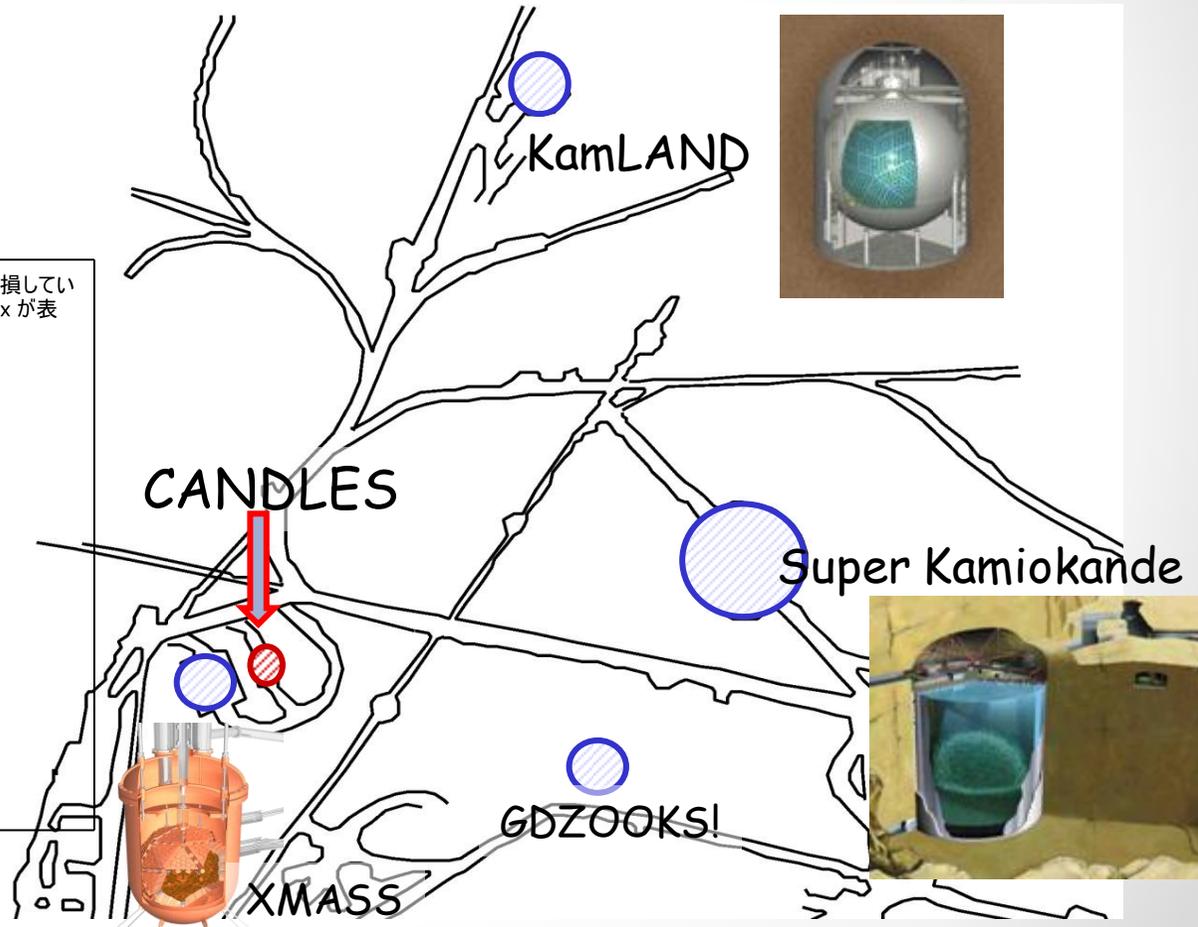
## CANDLES III の位置と外観

神岡宇宙素粒子研究施設の一室

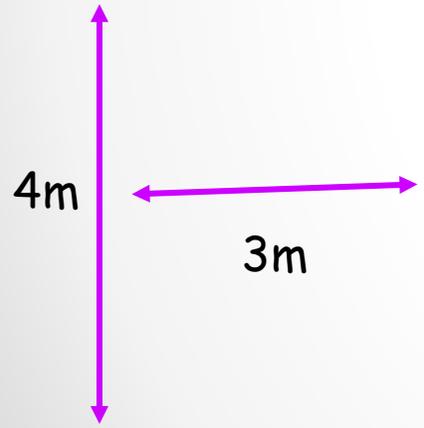
昼間は坑内

夜間は遠隔操作

Kamioka Lab. Map



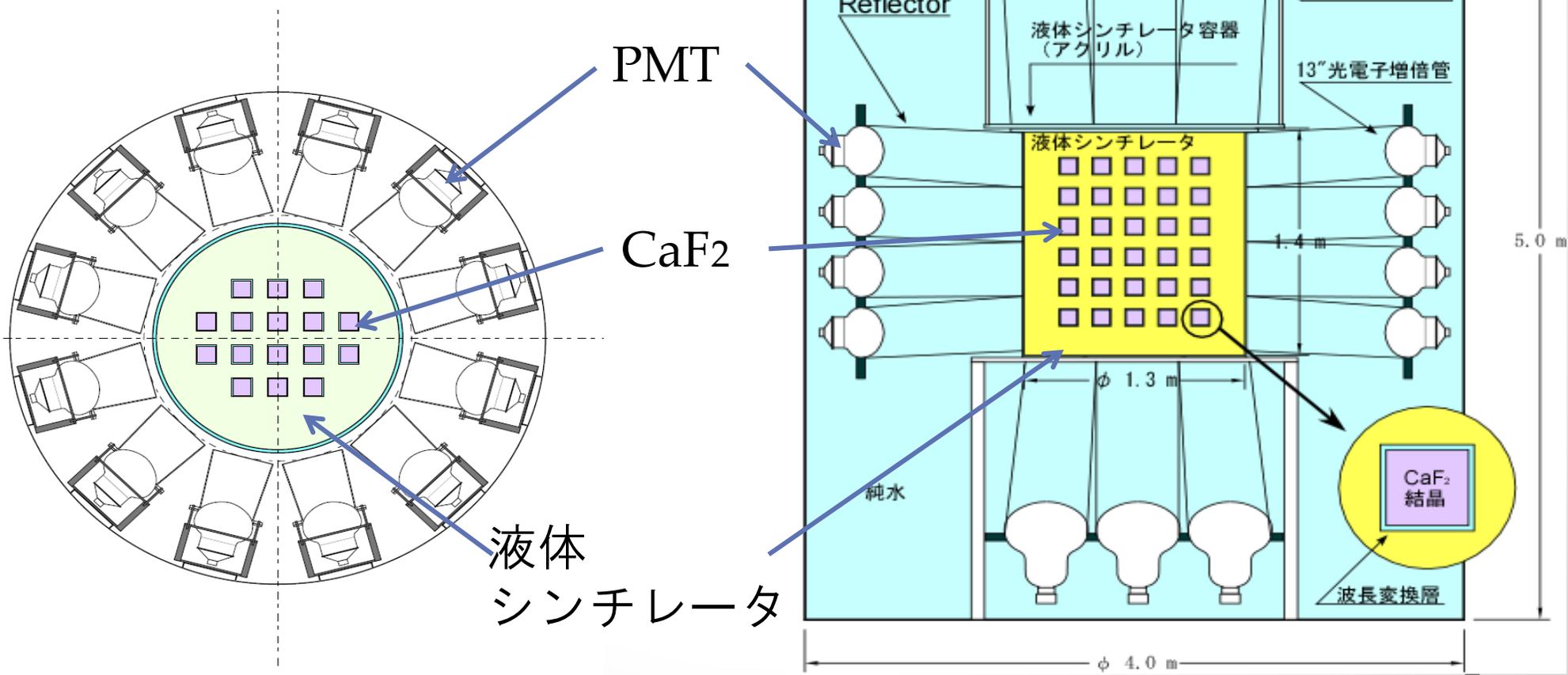
✖ イメージを表示できません。メモリ不足のためにイメージを開くことができないか、イメージが破損している可能性があります。コンピュータを再起動して再度ファイルを開いてください。それでも赤いxが表示される場合は、イメージを削除して挿入してください。



CANDLES III

# CANDLES III

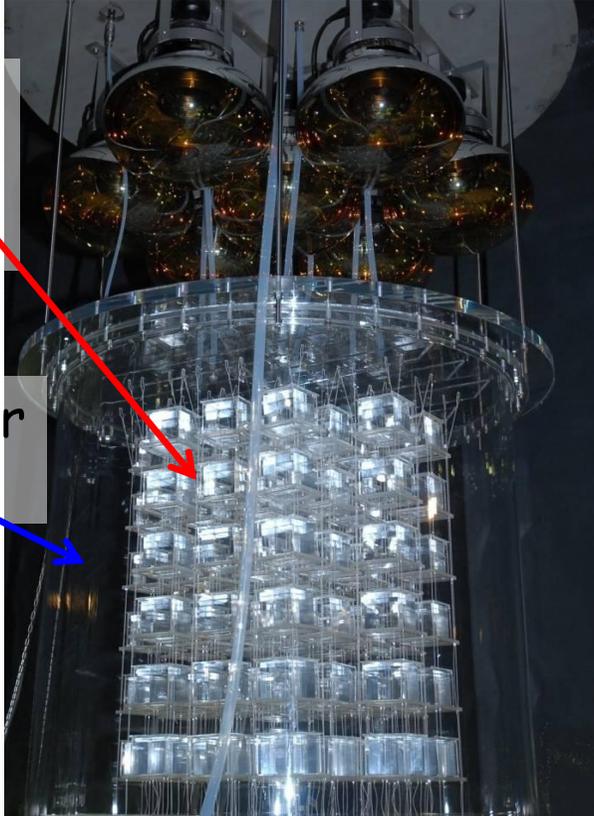
- PMT 62 個
- $\text{CaF}_2$  96 個



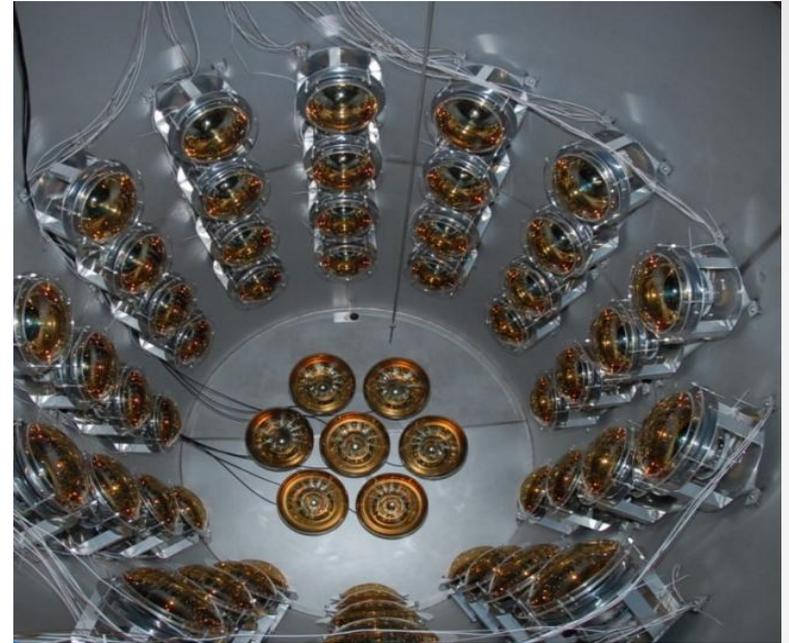
# CANDLES III

Main detector  
CaF<sub>2</sub> Scintillators  
(305kg)

Liquid Scintillator  
Tank(2m<sup>3</sup>)



13inch and 20inch  
PMTs



# CANDLES III

Mother Board for FADC



- 500MHz FADC(Finesse board)  
: developed by KEK
- バッファを3つ持つ
- FADC ボード 2ch × 4 枚

ATCA Subrack



合計 96 ch 取得

一つの波形データ  
 $256(2\text{ns}) \times 1\text{byte}$   
 $+128(64\text{ns}) \times 2\text{byte}$   
 $= 512 \text{ byte}$

$512\text{byte} \times 96\text{ch}$   
 $\sim 50\text{kbyte}$

**分散化、分散処理による  
高速化を目指す**

# CANDLES III

- SpaceWire (衛星用に開発された通信規格) による読み出し
- SpaceCube から SpaceWire-PCIe へ



Arria II GX 開発キット  
最大 8 個の読み出しポートを持つ  
(味村さんより)

データ記録速度 (実測値)

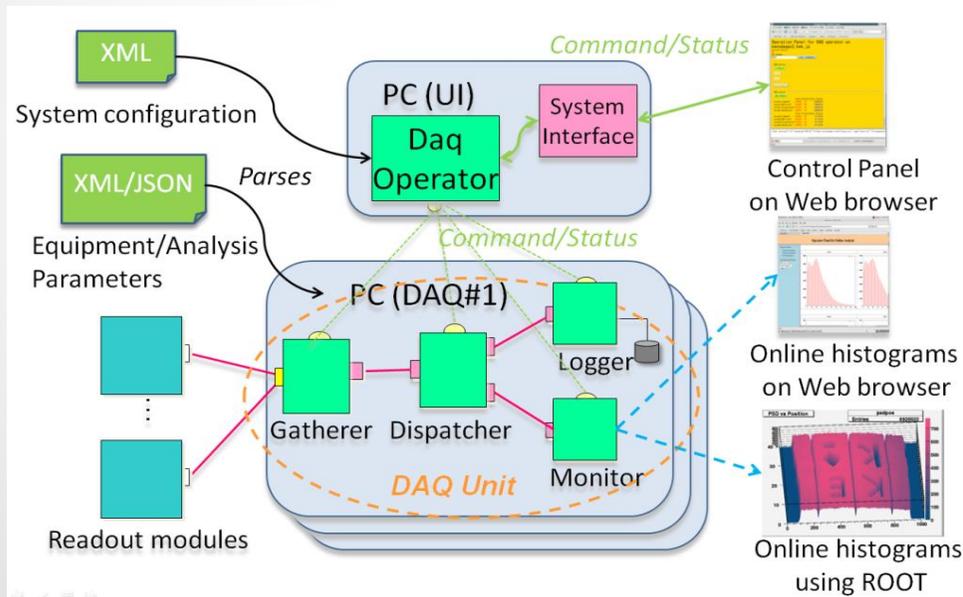
SpaceCube: ~17 Hz (~1000 counts/60 sec)

SpaceWire PCIe: ~50 Hz (~3000 counts/60 sec)

= 50 Hz × 50 kbyte = 2.5 Mbyte/sec

# DAQ Middleware

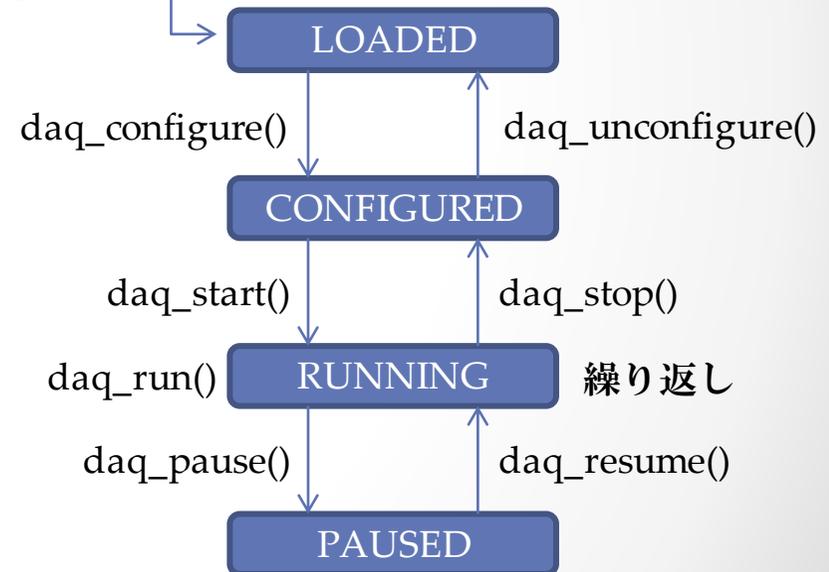
- DAQ Middleware を CANDLES 実験に導入
- ネットワーク分散化
- オンラインモニターの導入



DAQ Middlewareホームページより

## DAQ Middleware 状態遷移

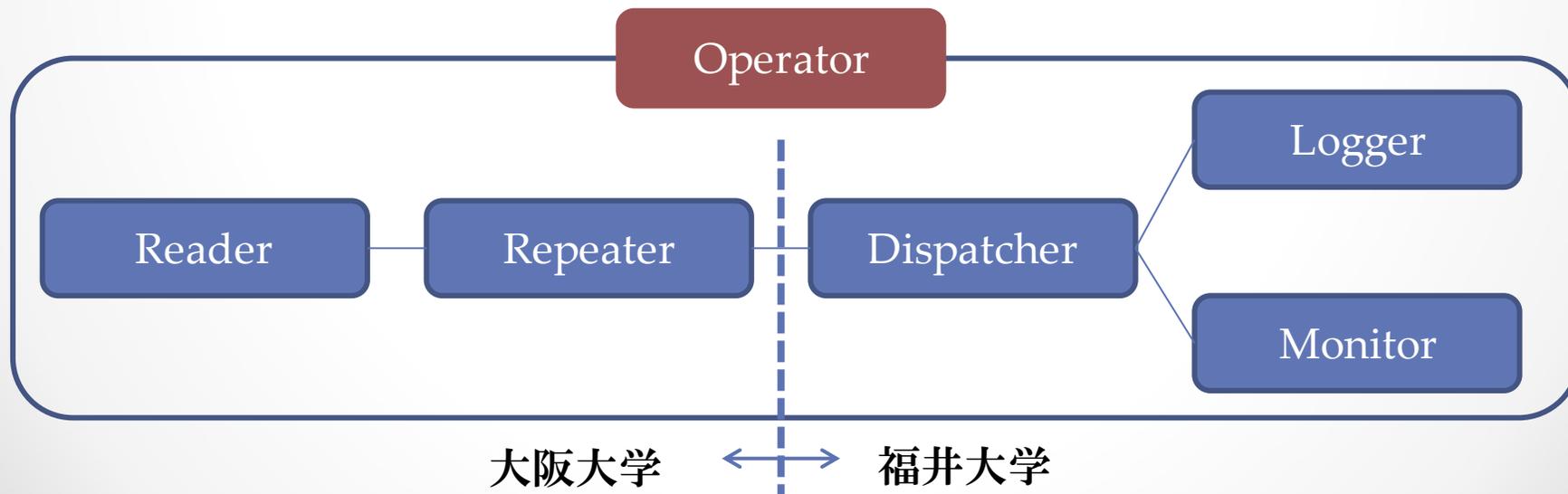
DAQ立ち上げ



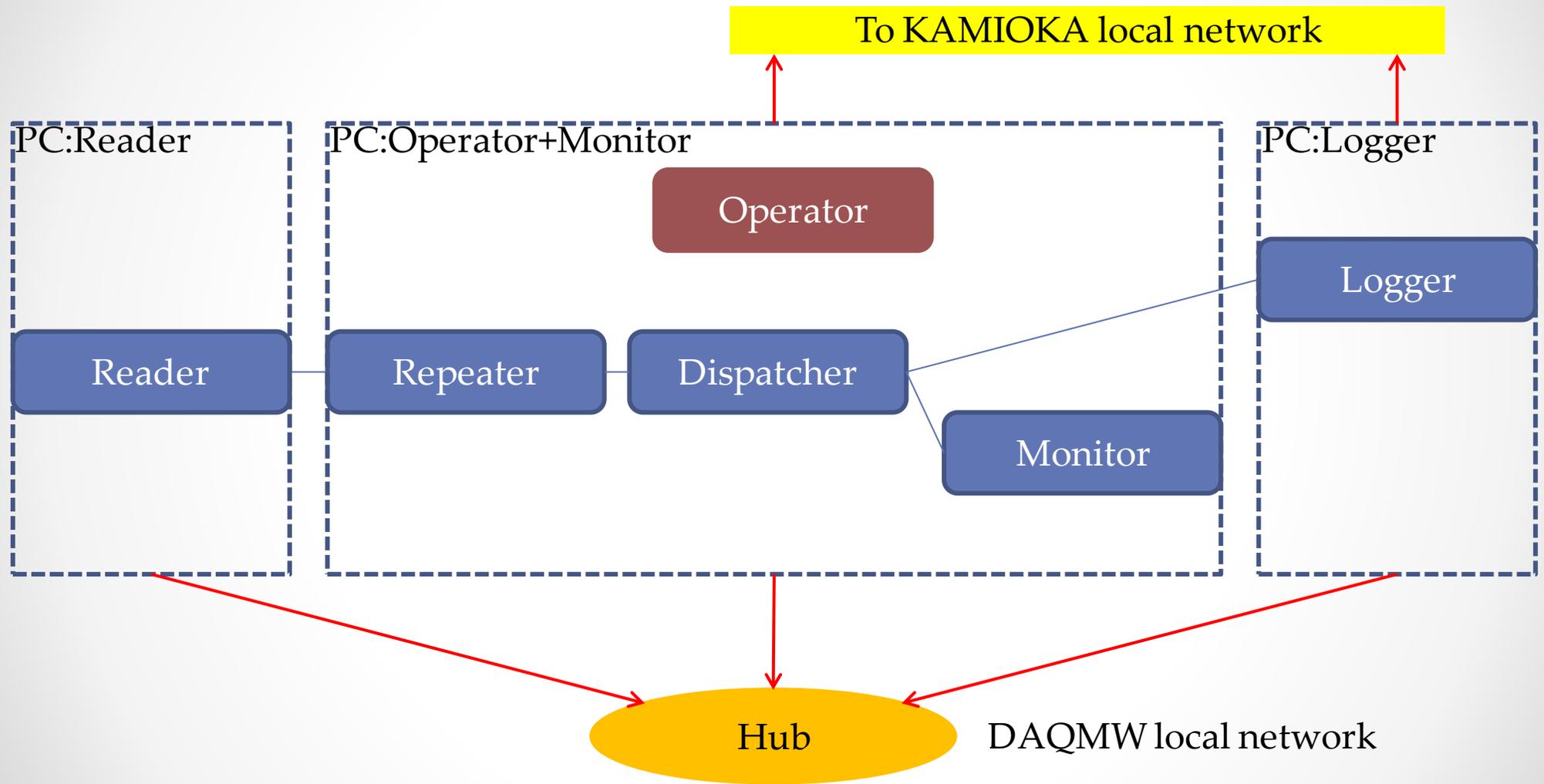
# CANDLES III の DAQ

現在、5個のコンポーネントからなる

- Reader : モジュールの設定およびデータ読み出し (PCIe)
  - Repeater : データを AtcaReader から Dispatcher へ送る
  - Dispatcher : データを Logger と Monitor (besteffort) へ送る
  - Logger : データをファイルに保存
  - Monitor : データからヒストグラムを作り ROOT にて描画
- (Operator : コンポーネントの統括)



# CANDLES III の DAQ



# CANDLES III の DAQ

## コンポーネントの具体的な動作

### • Reader : トリガーモジュール、FADC を取り扱う

daq\_configure() → パラメータ読み込み、初期設定、リセット  
daq\_start() → 最小限のリセット  
daq\_run() → イベントデータ取得  
daq\_stop() → モジュールの disable

### • Logger : データをファイルに保存

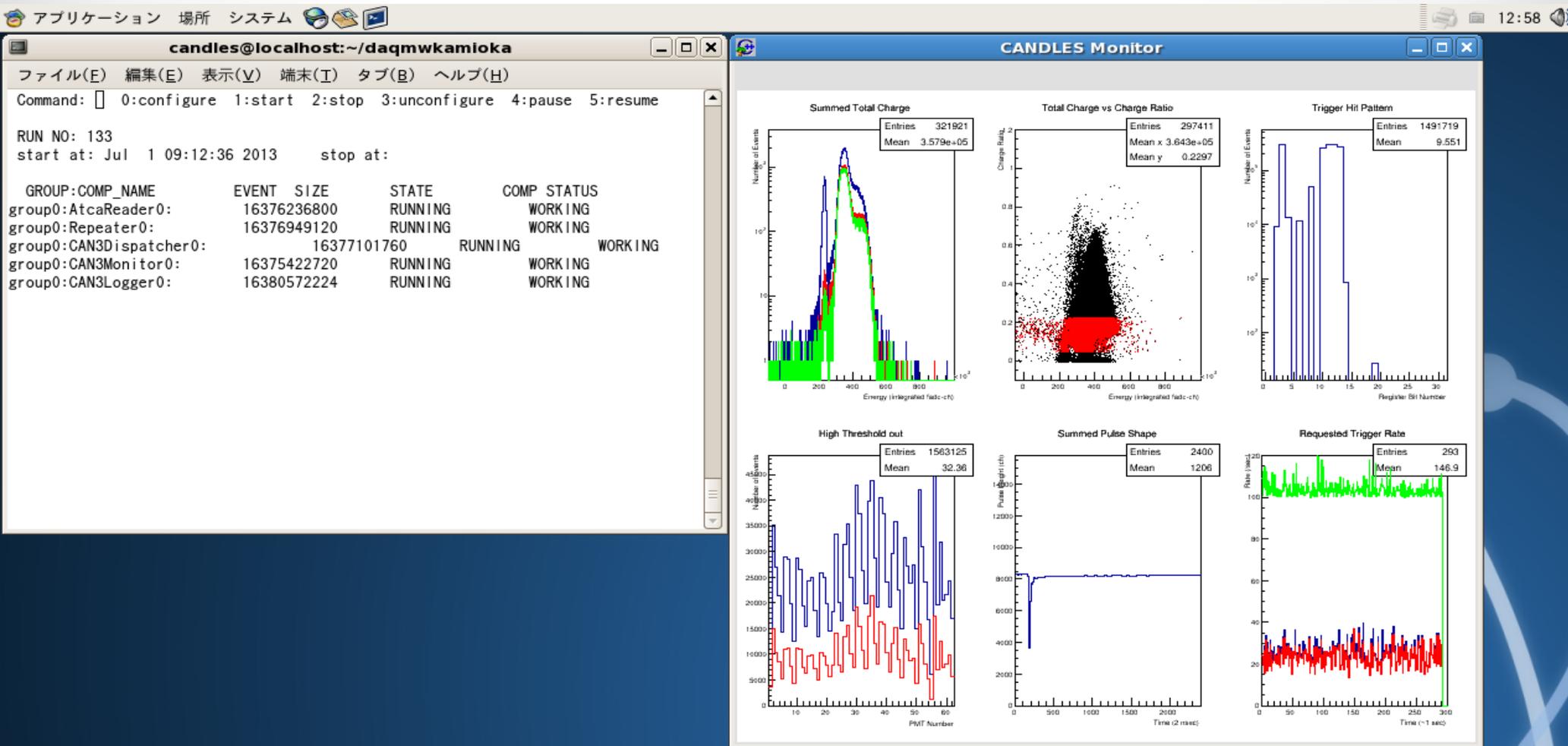
daq\_configure() → パラメータ読み込み  
daq\_start() → ファイルの作成  
daq\_run() → データ保存 (2Gbyte ごとに新規ファイル作成)  
daq\_stop() → ファイルクローズ

### • Monitor : データを ROOT にて描画

daq\_configure() → パラメータ読み込み  
daq\_start() → キャンバス、ヒストグラム、TMapFile 作成  
daq\_run() → データデコード、一定間隔でキャンバス更新  
daq\_stop() → ヒストグラム保存

# CANDLES III の DAQ

## DAQ の動作画面



# DAQの改良予定

## データ読み出しの分散化

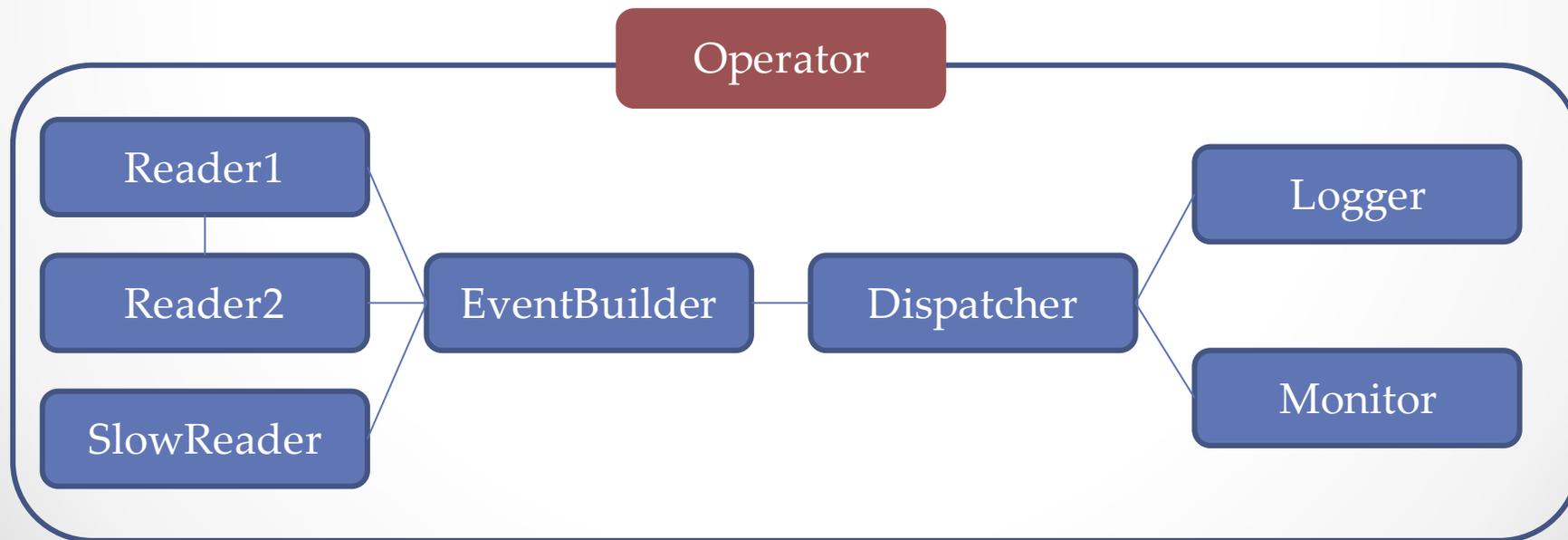
- FADC の持つ 3つのバッファを独立に
- 複数のグループに分けて独立に

Reader 同士で初期化のタイミングを統一 (daq\_start で信号のやりとり)

- Event builder の導入

## Slow Reader の追加

- 温度、気圧、HV 等のチェック
- 定期的に (1分ごととか) データを送り、保存



# DAQ の改良予定

## Monitor のシステム改良

- 動的に繋ぐ、切断を行いたい (専用コンポーネントの作成)
  - 見たいヒストグラムの追加
  - ヒストグラムの範囲変更
- 遠隔地からでも確認したい
  - CANDLES 実験では DAQ 立ち上げは坑内 (昼間)
  - 監視は鉱山外で行う (夜間)
  - 現在は ROOT TMapFile で対応

## Operator からのパラメータファイル受け渡し

- 操作する PC より Reader へパラメータの転送
  - トリガーモジュールや FADC の設定変更を容易に

## Web による制御

- パラメータファイルの変更 (複数の条件でデータ取得)
- ヒストグラムを web で表示

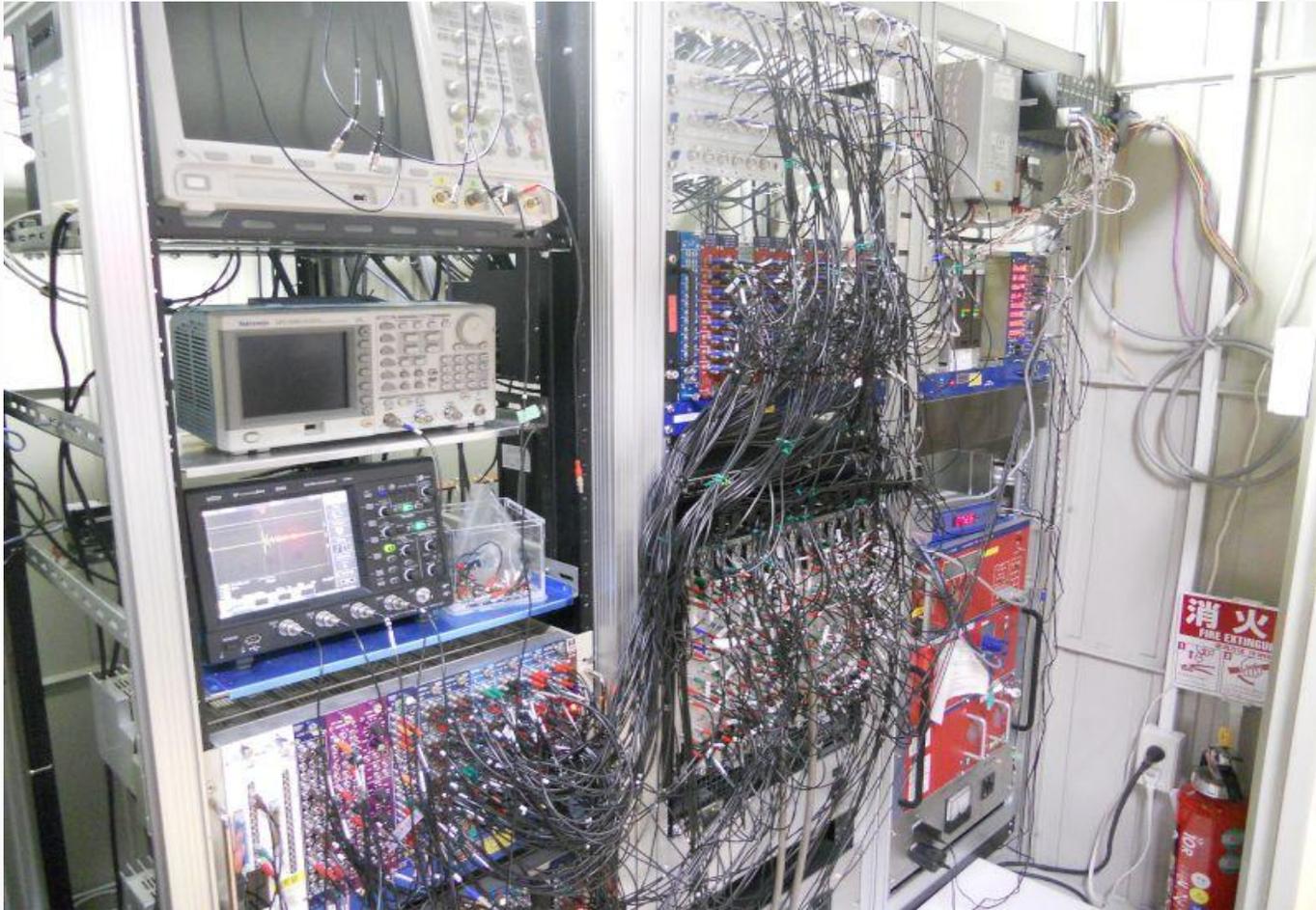
# まとめ

- CANDLES III 地下実験への DAQ Middleware の導入
- ネットワーク分散化
- 現在データ取得を実行中

## 今後の課題

- FADC の分散読み出し
- Slow (H.V. や温度、気圧等) の導入
- Monitor の改良
- Operator からのパラメータの受け渡し
- Web による制御

# Backup



# Backup

