DAQ-Middleware概論

千代浩司
高エネルギー加速器研究機構
素粒子原子核研究所

ネットワーク読み出しモジュールで、接続するとデータがくる場合には

nc 192.168.0.16 24 > datafile

nc - arbitrary TCP and UDP connections and listeners

nc 192.168.0.16 24 | histo_prog

```
nc 192.168.0.16 24 | tee datafile
  | histo_prog
```

アウトライン

- DAQ-Middlewareの紹介
- 実際に使用されているところの紹介
- 開発体制
- 性能測定
- その他

- DAQ-Middlewareホームページ
  http://daqmw.kek.jp/

DAQ-Middlewareの紹介

DAQ-Middlewareとは (1)

- 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
  - 再利用性を考慮
  - DAQコンポーネントでいろいろな状況に対応
  - 全体の枠組は統一されている（フレームワーク）
- ターゲット
  - 中小規模実験
  - テストベッド（センサー、読み出しモジュール)

DAQ-Middlewareで提供するもの

- データ収集パス
  - 複数のDAQコンポーネントでデータを集める

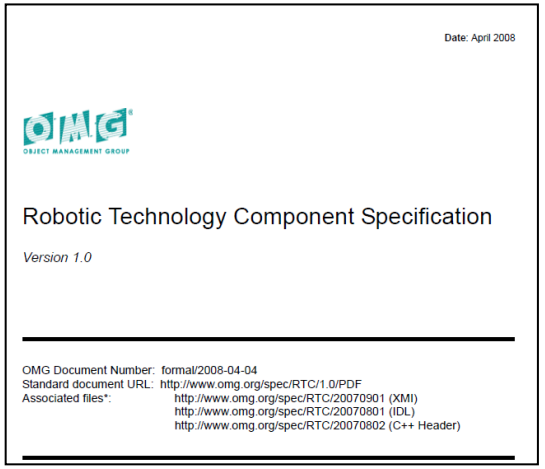
- ランコントロール
  - スタート、ストップ、状態遷移
- システムコンフィギュレーション
  - DAQコンポーネントの組み合わせを指定する
  - その他必要なパラメータを指定する

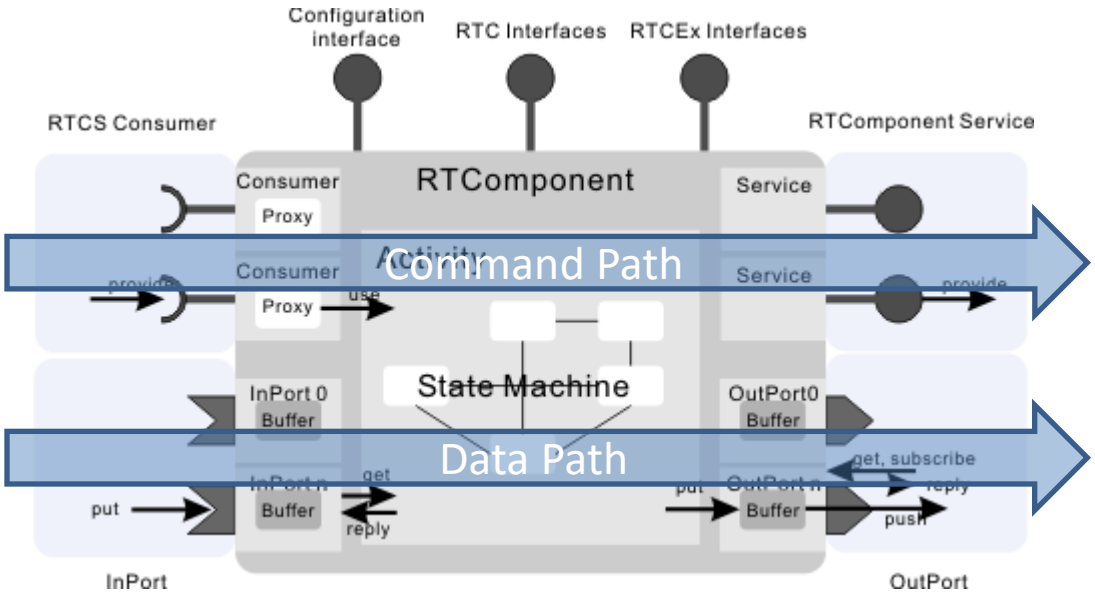
背景、構想

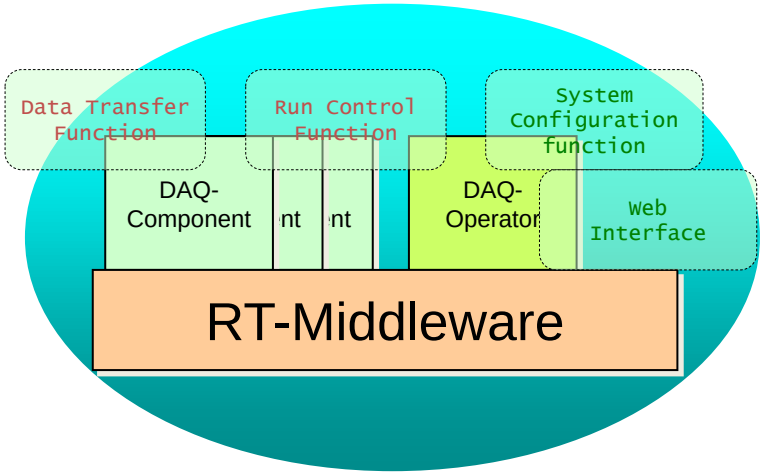
- 背景
  - 従来DAQシステムでのソフトウェアの再利用化はドライバ、ライブラリレベルでおこなわれてきた。
  - 扱うデータの増大、使う計算機の数が増えてきてDAQシステムを構築するのがむずかしくなってきた。
  - どんな実験にも対応できるように、抽象化、汎用化してしまうとデータ収集効率が落ちてしまう。
- 解決案
  - ドライバ、ライブラリとDAQシステムの間にコンポーネントという中間層を作り、実験毎の違いを吸収、収集効率を確保し、
  - システムの枠組みは普遍であるDAQフレームワークを作ればよいのではないか？

DAQ-Middleware (2)

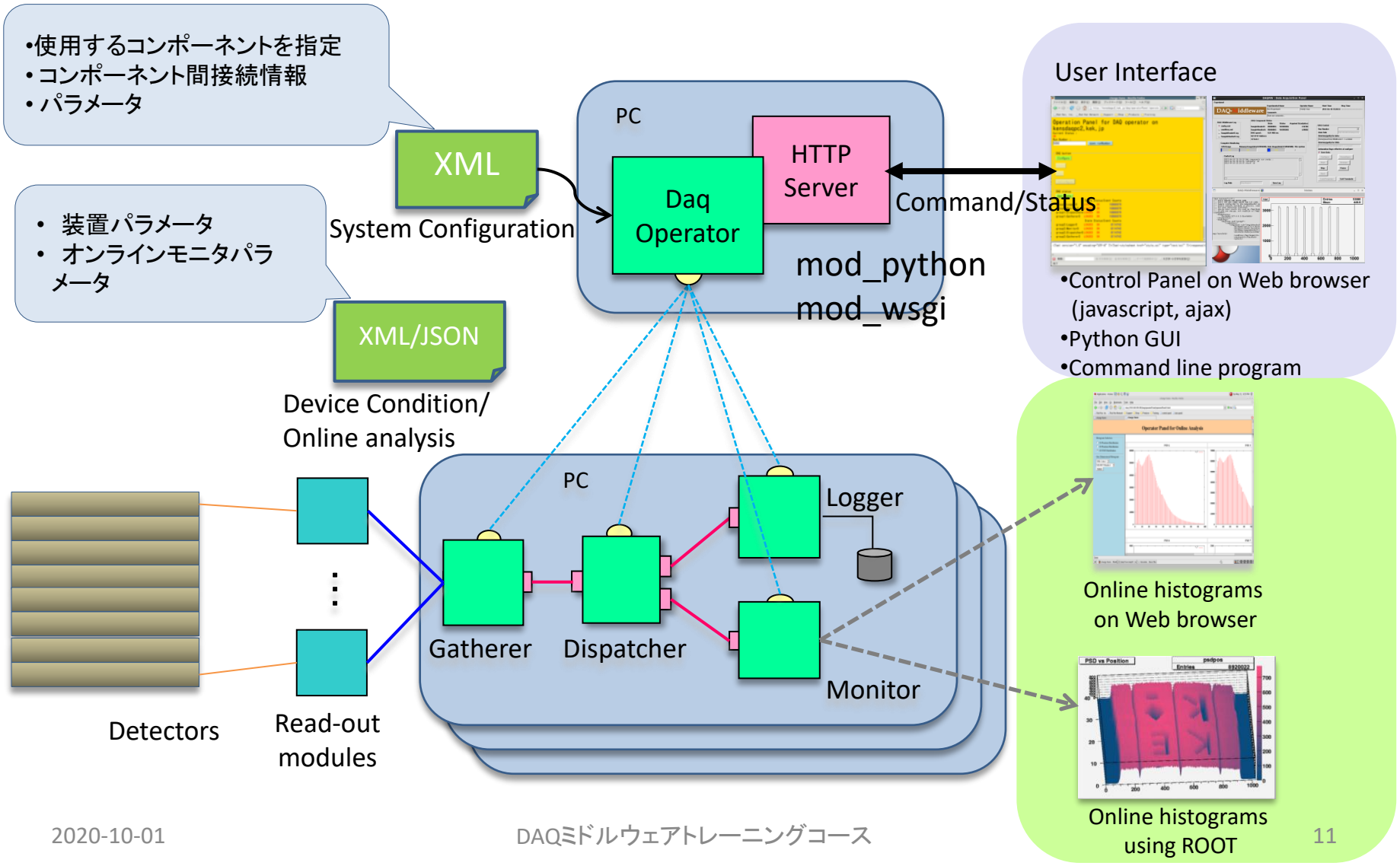
- RT(Robot Technology)-Middlewareをデータ収集用に拡張
- RT-Middleware
  - ネットワークロボットシステムの構築のためのソフトウェア共通プラットフォーム
  - 産総研知能システム研究部門・タスクインテリジェンス研究グループが開発
  - 複数のコンポーネントが通信してひとつの機能を実現する
  - そのソフトウェアコンポーネントの仕様は国際標準規格（OMG）
  - 我々は2006年から産総研と共同研究を行っている



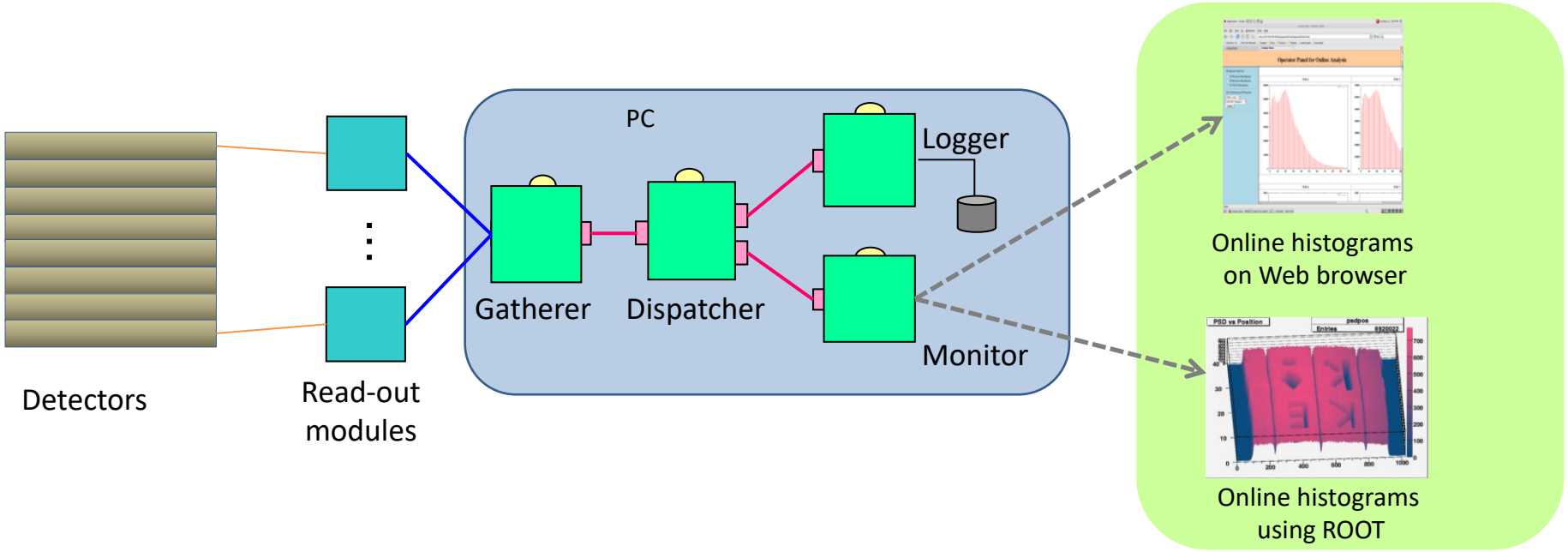




DAQ-Middleware構成図



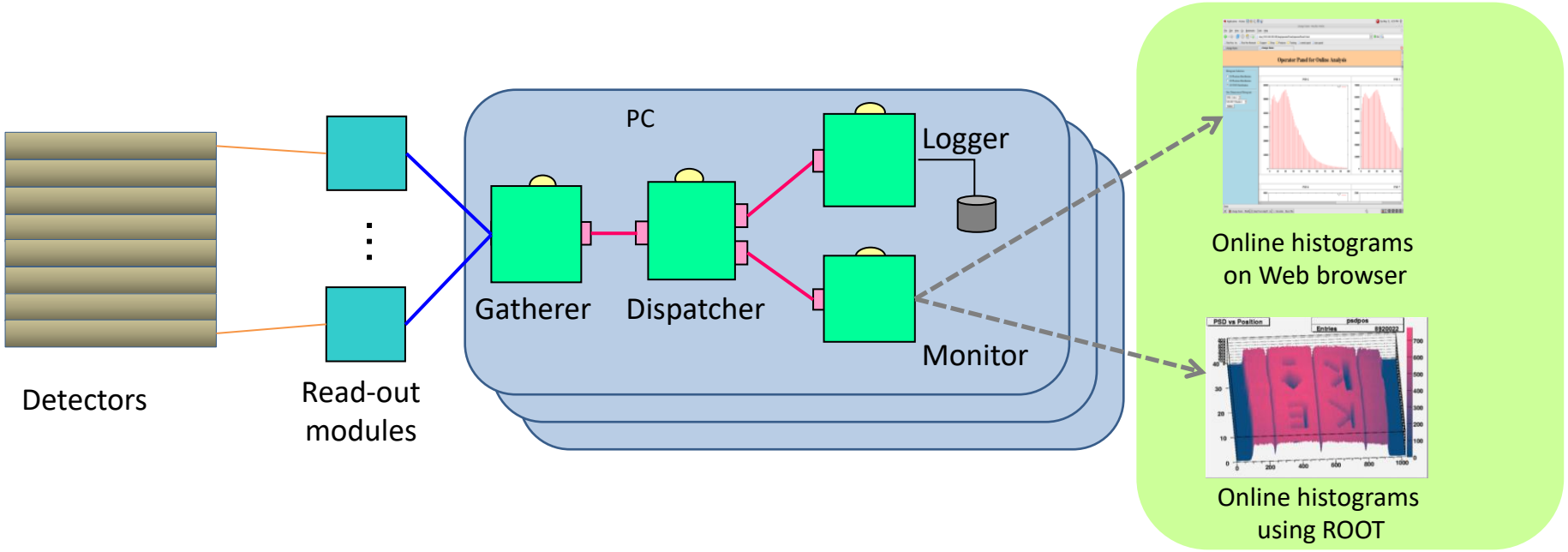
データ収集パス



複数のDAQコンポーネントを組み合わせてデータ収集パスを作る。

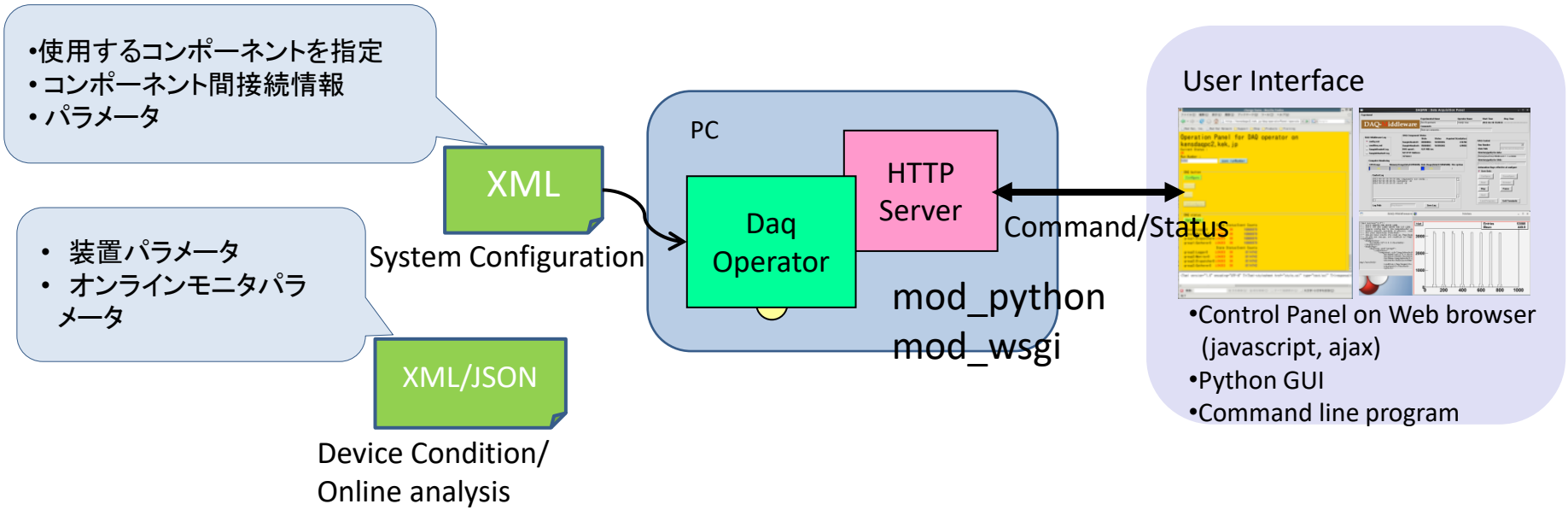
- DAQ-Middlewareで提供するパス（ネットワーク接続）
- リードアウトモジュール - gatherer間はネットワークだったり
  その他だったりする（リードアウトモジュールによる）

データ収集パス

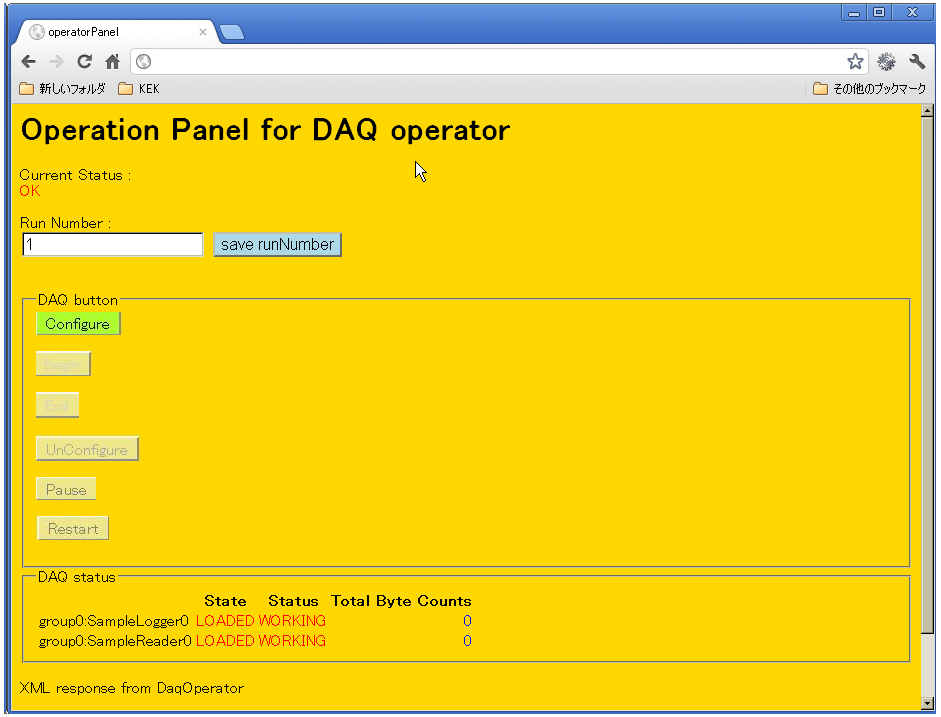


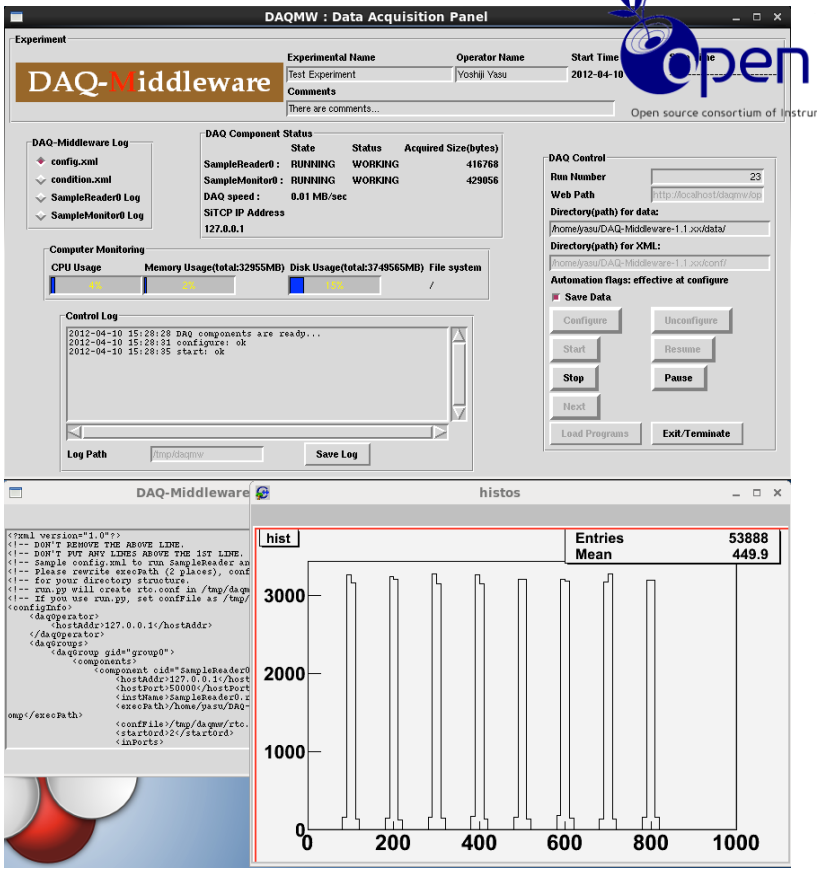
リードアウトモジュールが多い場合は複数セット用意することで対応する

ランコントロール



- DaqOperator: DAQコンポーネントを統括する
- DaqOperatorに対する指示はhttpで行う
  - •既存のものがあるときはそれがhttpで通信するようにすれば使える






```
% daqcom http://localhost/daqmw/operatorPanel/ -g state
[('-g', 'state')] []
LOADED
% daqcom http://localhost/daqmw/operatorPanel/ -c
[('-c', '')] []
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?><?xml-stylesheet href="style.xsl" type="t
ext/xsl" ?><response><methodName>Params</methodName><returnValue><result><status
>OK</status><code>0</code><className/><name/><methodName/><messageEng/><messageJ
pn/></result></returnValue></response>
% daqcom http://localhost/daqmw/operatorPanel/ -b 1
[('-b', '1')] []
OK
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?><?xml-stylesheet href="style.xsl" type="t
ext/xsl" ?><response><methodName>Begin</methodName><returnValue><result><status>
OK</status><code>0</code><className/><name/><methodName/><messageEng/><messageJp
n/></result></returnValue></response>
%
```

ランコントロールインターフェイス

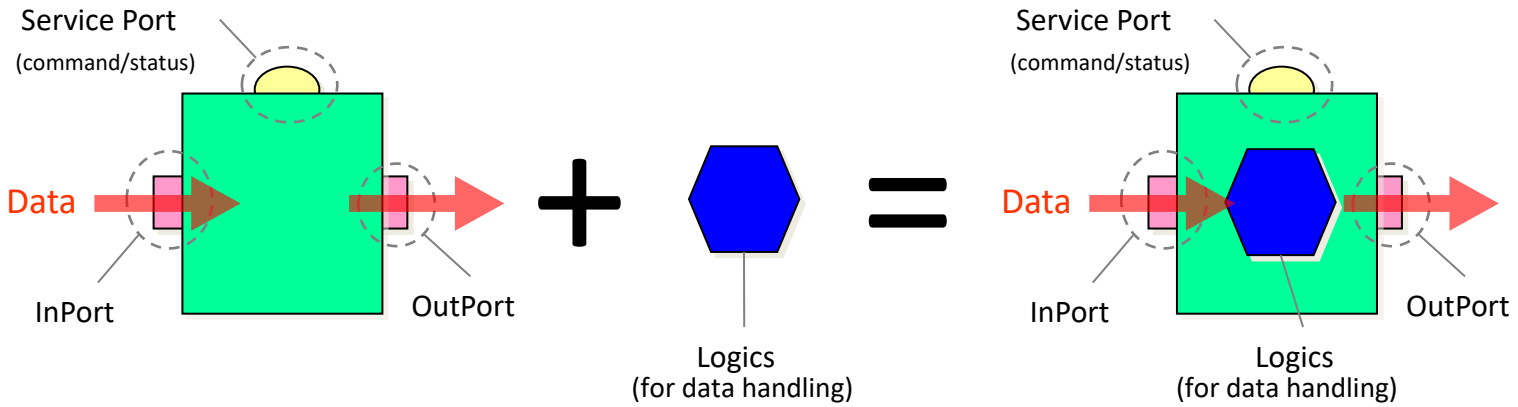
- Web browser UI
- python TK UI
- Linux command line

システムコンフィギュレーション

XMLで記述する

```
<configInfo>
  <daqOperator>
    <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
  </daqOperator>
  <daqGroups>
    <daqGroup gid="group0">
      <components>
        <component cid="SampleReader0">
          <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
          <hostPort>50000</hostPort>
          <instName>SampleReader0.rtc</instName>
          <execPath>/home/daq/MyDaq/SampleReader/SampleReaderComp</execPath>
          <confFile>/tmp/daqmw/rtc.conf</confFile>
          <startOrd>2</startOrd>
          <inPorts>
          </inPorts>
          <outPorts>
            <outPort>samplereader_out</outPort>
          </outPorts>
          <params>
            <param pid="srcAddr">127.0.0.1</param>
            <param pid="srcPort">2222</param>
          </params>
        </component>
```

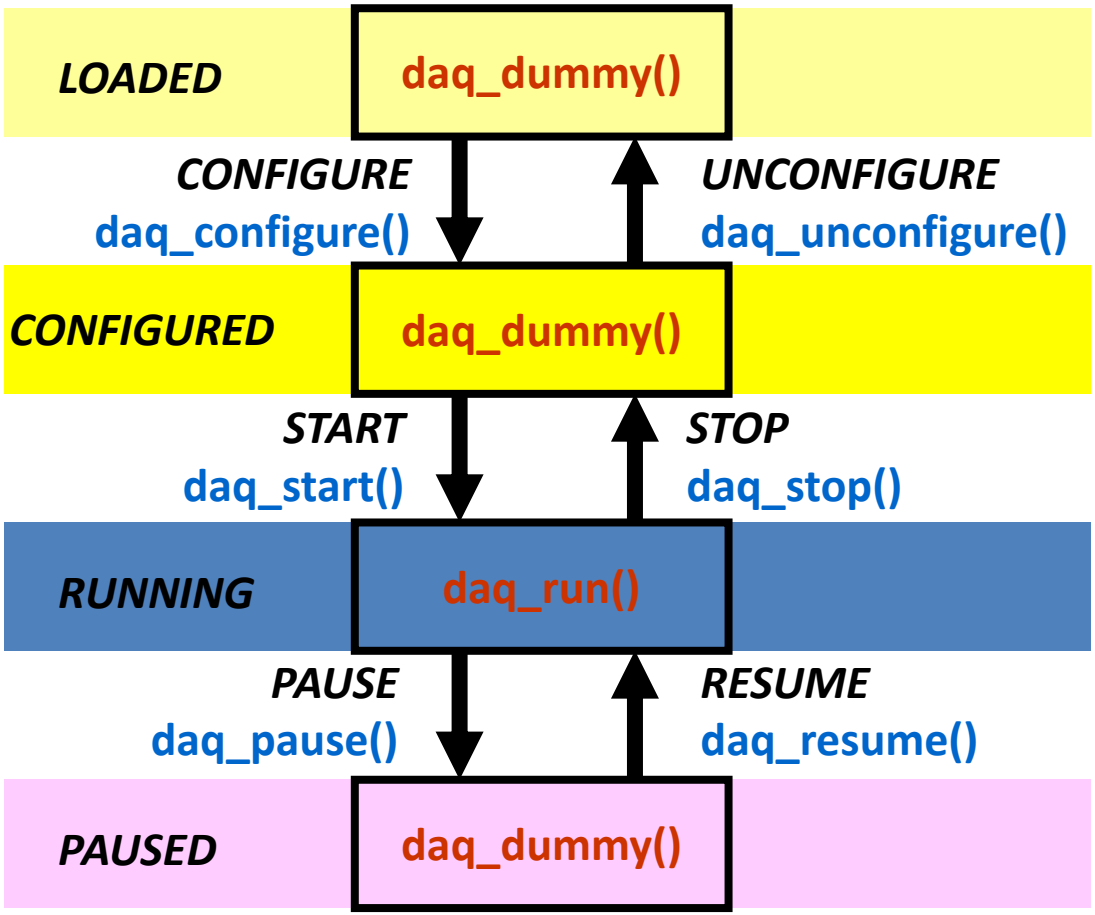
DAQコンポーネント



- 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。
- 上流からのデータを読むにはInPortを読む。
- データを下流に送るにはOutPortに書く。
- DAQコンポーネント間のデータ転送機能はDAQ-Middlewareが提供する
- 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

技術解説書15-17ページ

コンポーネント状態遷移



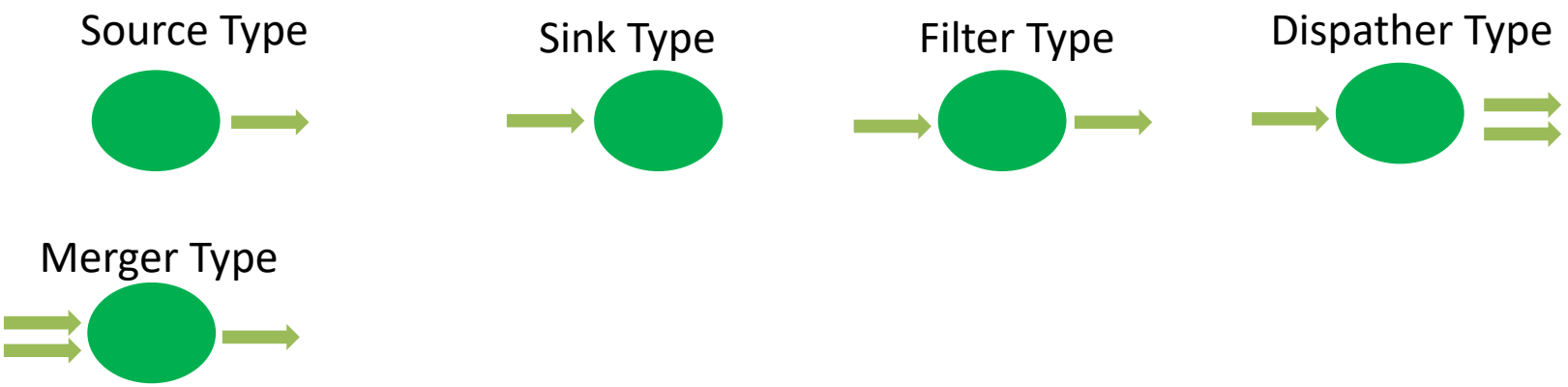
各状態(LOADED, CONFIGURED, RUNNING, PAUSED)にある間、対応する関数が繰り返し呼ばれる。

状態遷移するときは状態遷移関数が呼ばれる。

状態遷移できるようにするためには、daq_run()等は永遠にそのなかでブロックしてはだめ。
（例：Gathererのソケットプログラムでtimeoutつきにする必要がある）

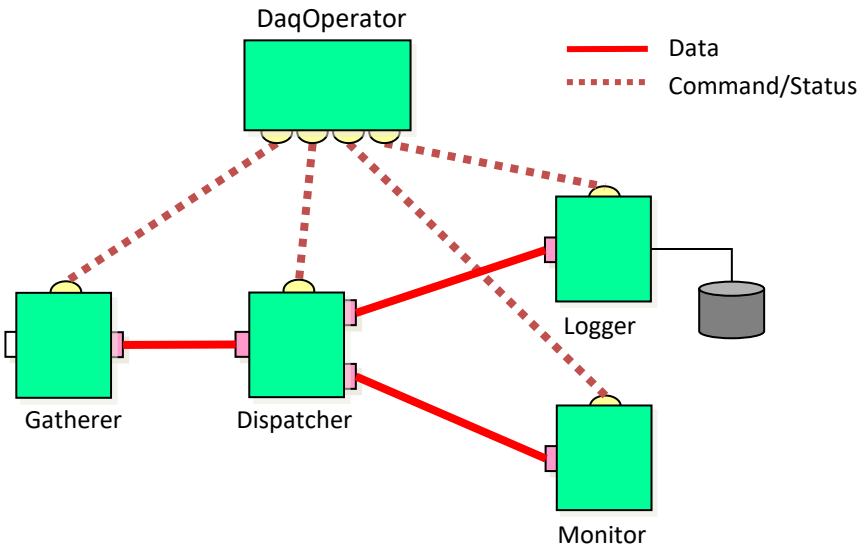
各関数を実装することでDAQコンポーネントを完成させる。

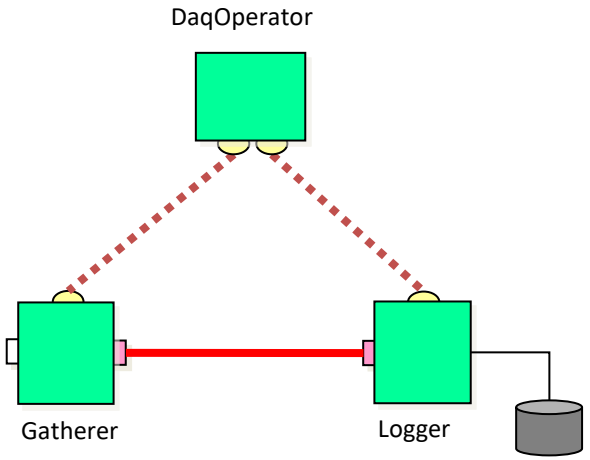
コンポーネント間通信での分類



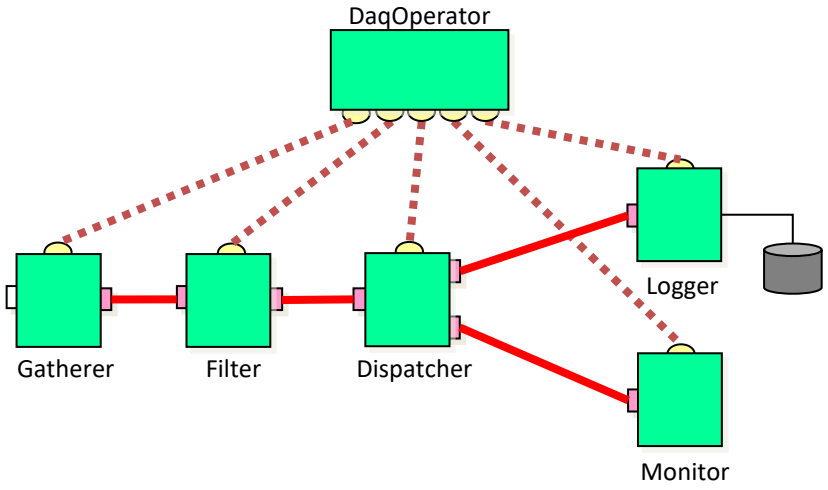
- Source Type (Gatherer)
- Sink Type (Logger, Monitor)
- Dispatcher Type

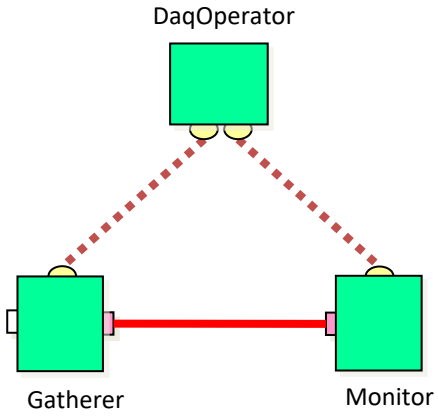
DAQコンポーネント 構成例(1)





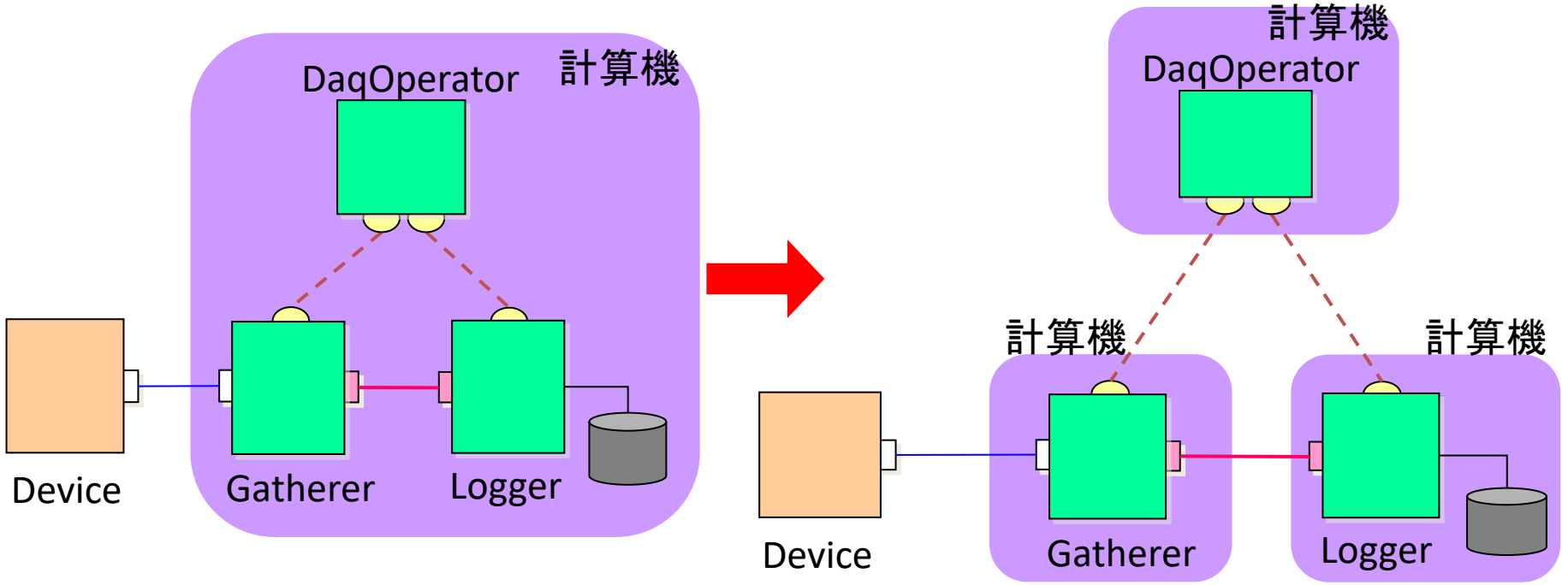
モニターなしでデータをディスクに
セーブする





データセーブなしでオンライン
モニターする

DAQコンポーネント構成例 (2)
ネットワーク透過性

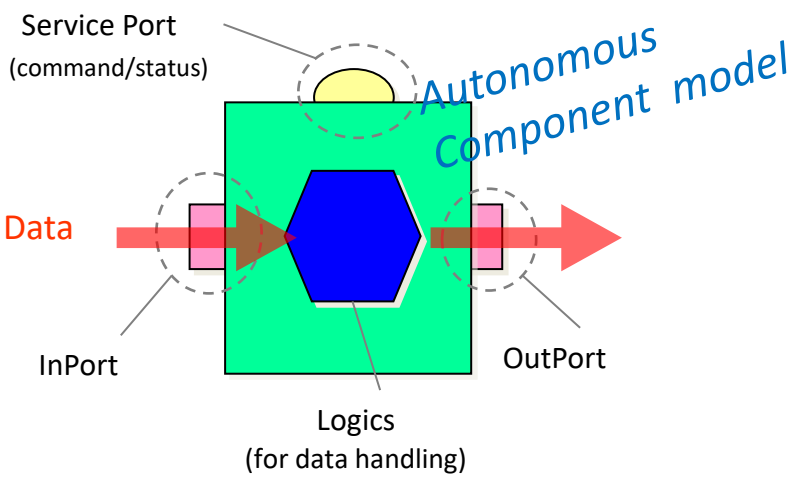


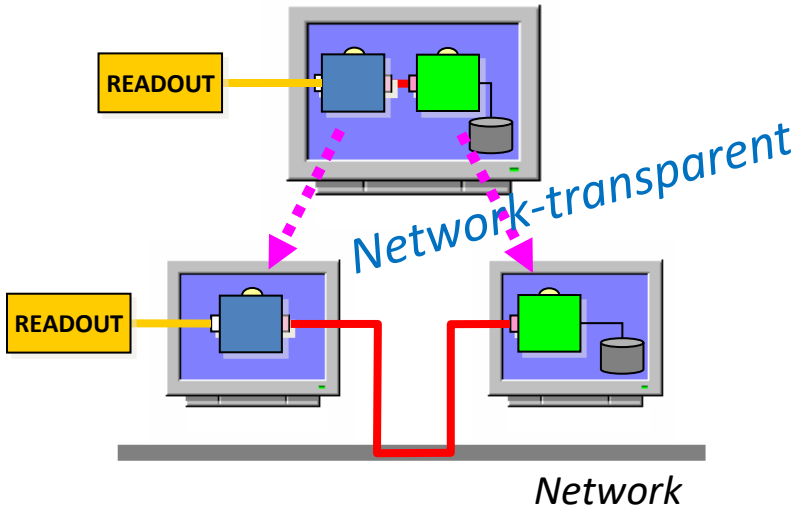
DAQ-Componentは、1台の計算機でもネットワーク分散環境でもシームレスな利用が可能

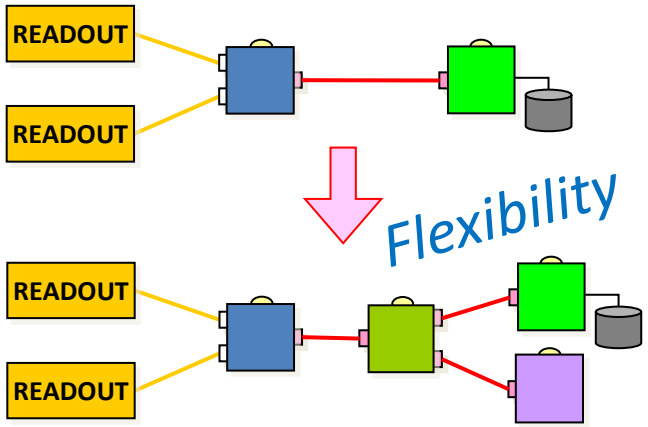
たとえばDAQシステム(PC)の負荷を分散させたい場合、計算機を追加してDAQ-Componentを移すだけで対応できる

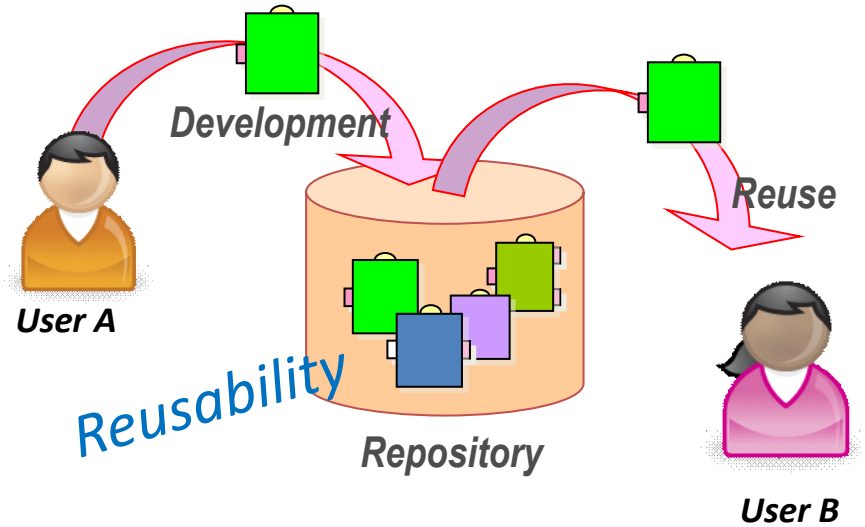
CPUコアが複数ある現在はPC1台のほうがCPUキャッシュを使えて有利な場合もある。

DAQコンポーネント特徴のまとめ









データ収集システム

- データ収集システムで必要な事柄
  - データ読み出し、保存
  - 実験中のモニタリング
  - データ収集スタート、ストップ等のランコントロール
  - 周辺機器コントロール

DAQ-Middleware 使用例

使用例

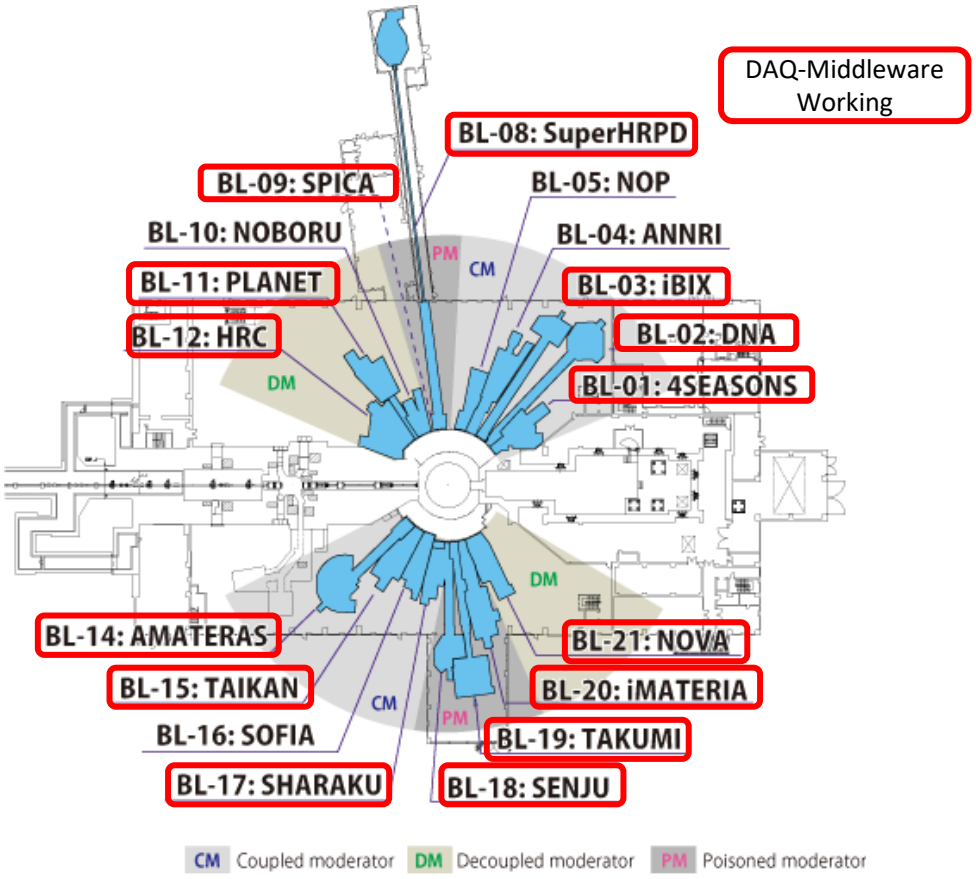
- 実験
  - J-PARC/MLF
  - DAQ system of Depth-resolved XMCD (X-ray Magnetic Circular Dichroism) experiments at Photon Factory
    (KEK IMSS, KEK IPNS)
  - CANDLES
- 実験（これから）
  - J-PARC Hadron E16 (High P)
  - SuperNEMO
- 検出器テストベッド
  - ILC FPCCD Vertex (KEK,東北大学)
  - GEM (KEK 測定器開発室)
  - SOI (KEK 測定器開発室)
  - ADC_SiTCP (Open-It)
  - J-PARC Hadron COMET CDC
  - J-PARCニュートリノ 液体アルゴンTPC ボード

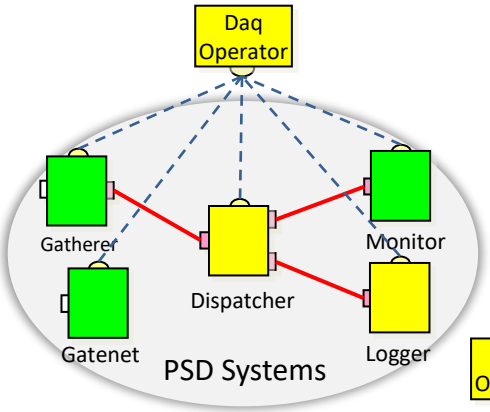
J-PARC/MLFでの例

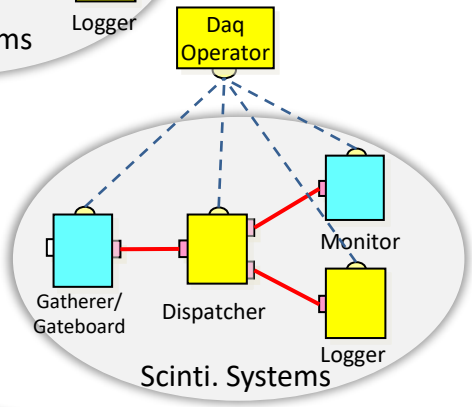
Japan Proton Accelerator Research Complex

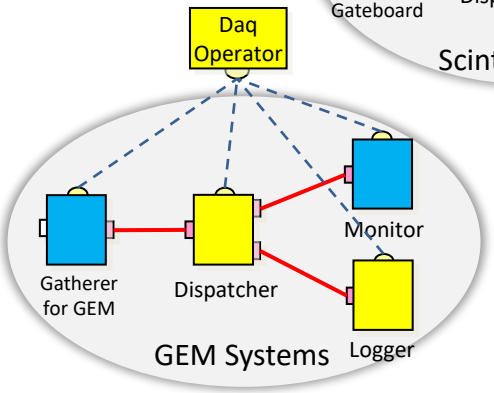
高エネルギー加速器研究機構 (KEK)、原子力研究開発機構 (JAEA)共同運営

J-PARC MLF中性子での使用状況







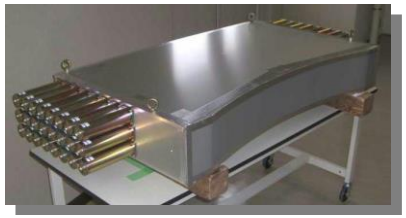


J-PARC/MLF 中性子検出器・リードアウトモジュール

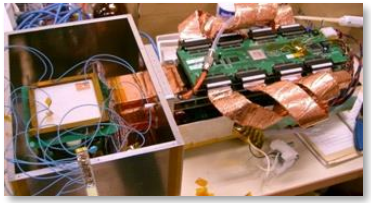
- Position Sensitive Detector (PSD)
  - ^{3}He filled proportional counter
  - The most common neutron detector
- Photon-counting 2-D/1-D detector (Scinti)
- Gas Electron Multiplier (GEM)

PSDs

2-D Scinti

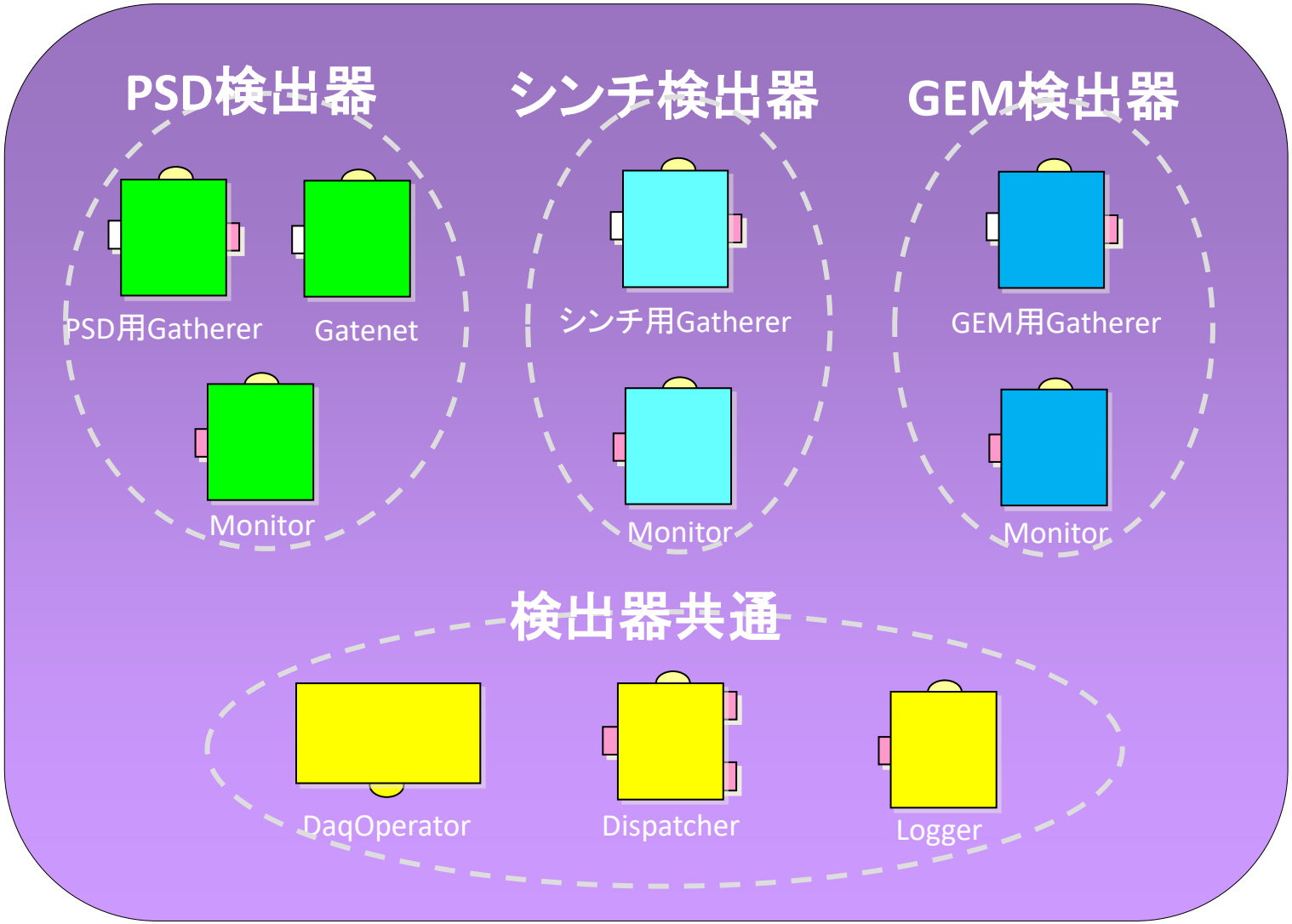


1-D Scinti



GEM

MLF中性子用DAQコンポーネント群



DAQ middleware

BL 21 GEM
（大下さんのスライド）

DAQ middleware is a standard tool for MLF in J-PARC.

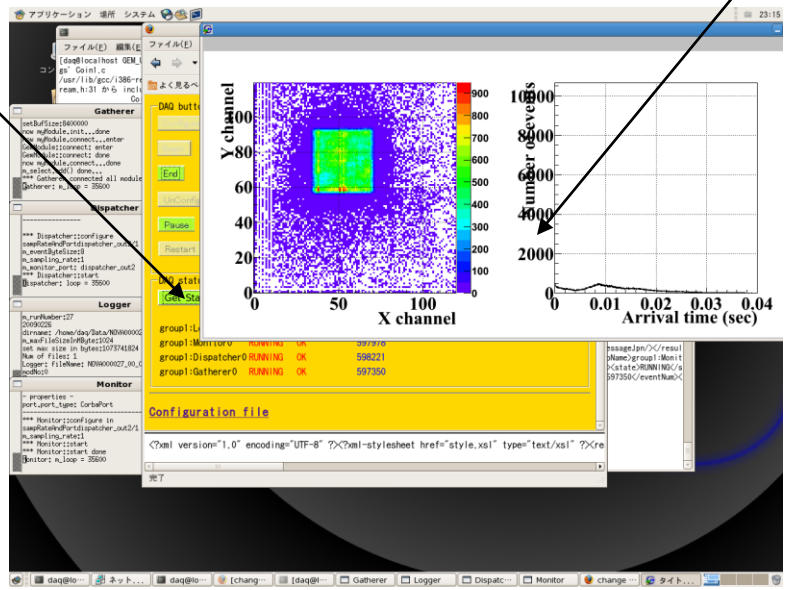
Users are able to take data without regard for the difference of detectors and to control the detectors from a web browser.

DAQ middleware is available as an online monitor.

Control panel in a web browser

The 2D image and the TOF distribution are updated every additional 100 events.

A screen shot during data taking



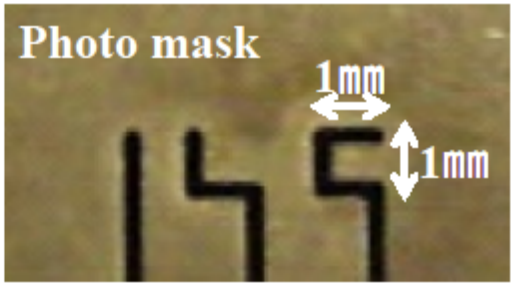
ILC CCD Vertexでの状況

順調にデータがとれている。
下は担当の齊藤さんにいただいたスライド

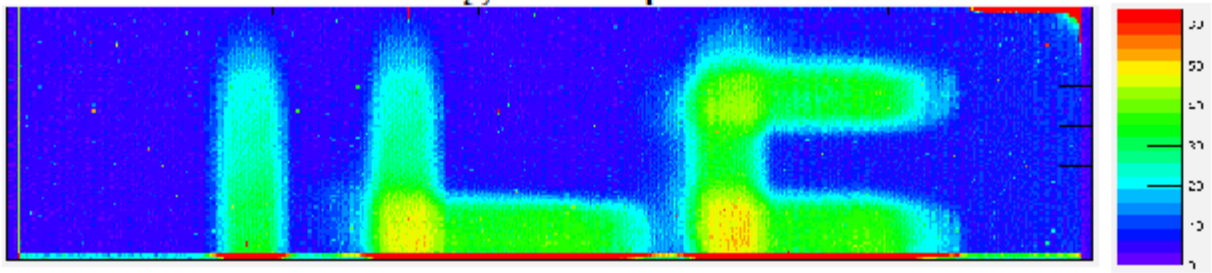
CCD readout test : Test with LED

CCD is covered with the photo mask and radiated by LED light.

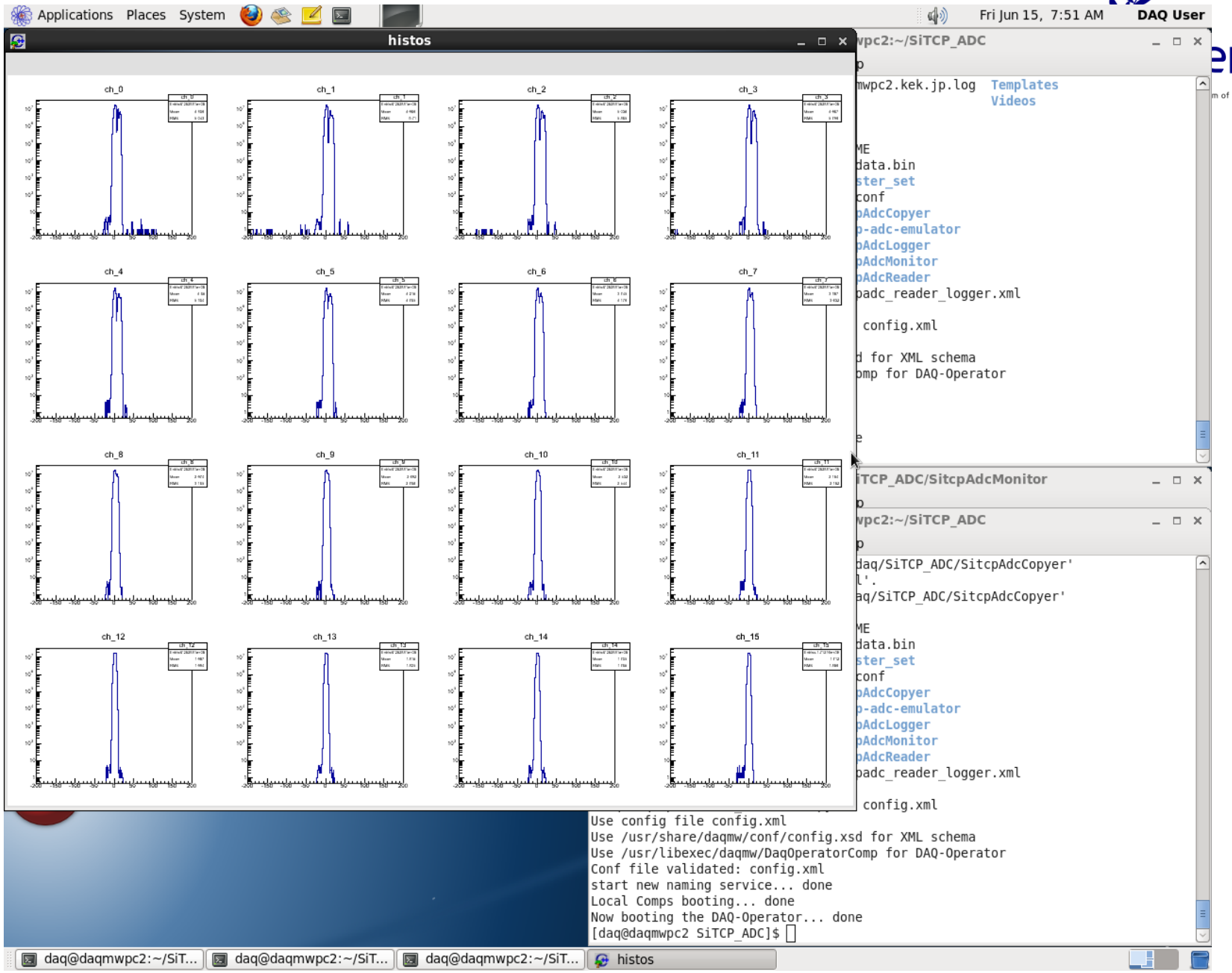
- Photo mask (made of brass)
  - ☞ Character size : 1mm×1mm
  - ☞ Line width : 0.2 mm



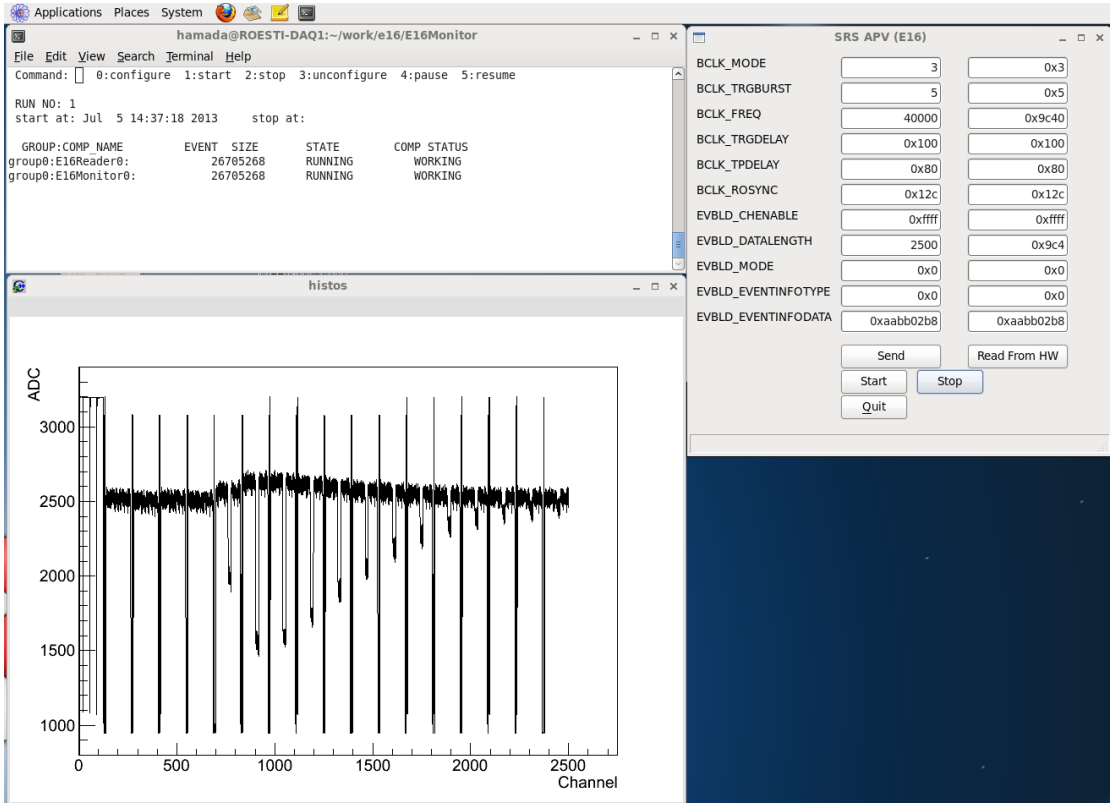
CCD image with photomask



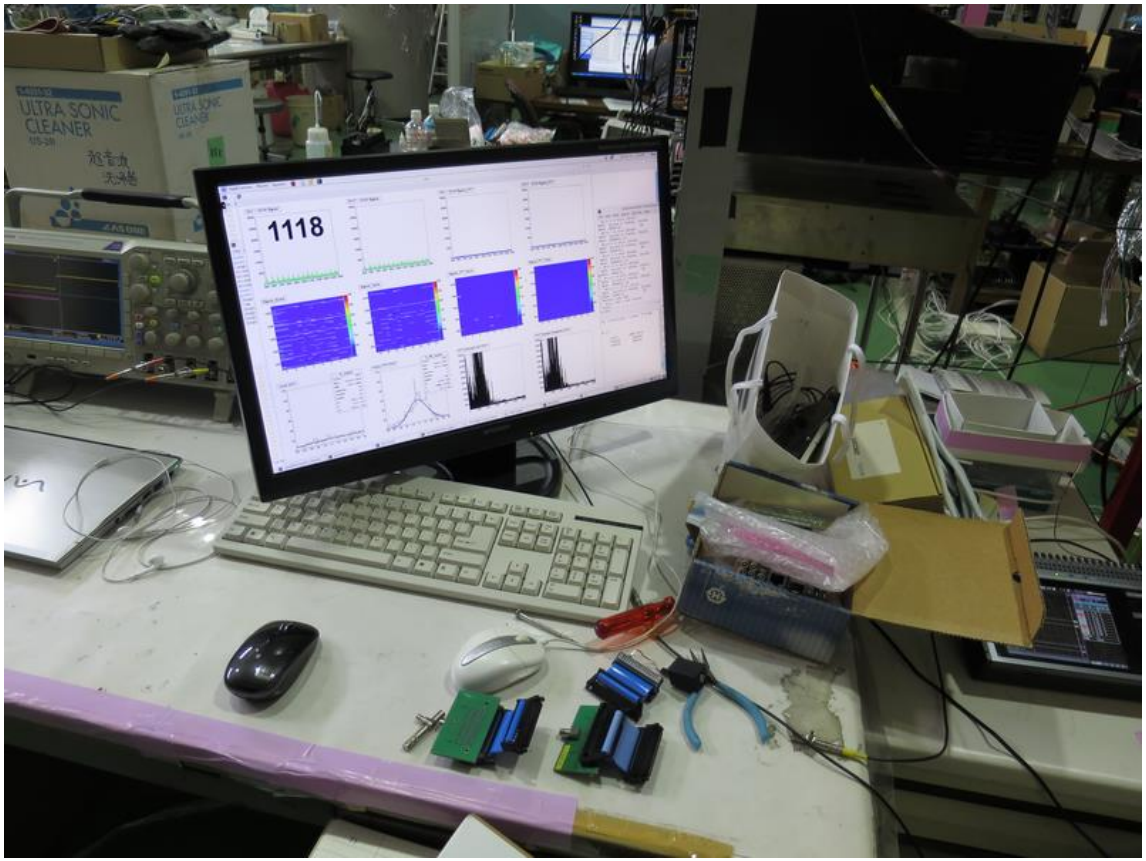
Success in reading "ILC" image !


Applications Places System
Fri Jun 15, 7:51 AM DAQ User
histos
ch_0
ch_1
ch_2
ch_3
ch_4
ch_5
ch_6
ch_7
ch_8
ch_9
ch_10
ch_11
ch_12
ch_13
ch_14
ch_15
wpc2:~/SiTCP_ADC
mwpc2.kek.jp.log Templates
Videos
ME
data.bin
ster_set
conf
pAdcCopyer
p-adc-emulator
pAdcLogger
pAdcMonitor
pAdcReader
padc_reader_logger.xml
config.xml
d for XML schema
omp for DAQ-Operator
iTCP_ADC/SitcpAdcMonitor
wpc2:~/SiTCP_ADC
daq/SiTCP_ADC/SitcpAdcCopyer'
l'.
aq/SiTCP_ADC/SitcpAdcCopyer'
ME
data.bin
ster_set
conf
pAdcCopyer
p-adc-emulator
pAdcLogger
pAdcMonitor
pAdcReader
padc_reader_logger.xml
config.xml
Use config file config.xml
Use /usr/share/daqmw/conf/config.xsd for XML schema
Use /usr/libexec/daqmw/DaqOperatorComp for DAQ-Operator
Conf file validated: config.xml
start new naming service... done
Local Comps booting... done
Now booting the DAQ-Operator... done
[daq@daqmwpc2 SiTCP_ADC]$
daq@daqmwpc2:~/SiT...
daq@daqmwpc2:~/SiT...
daq@daqmwpc2:~/SiT...
histos

J-PARC Hadron E16 (High Pt) DAQ-Middlewareテスト



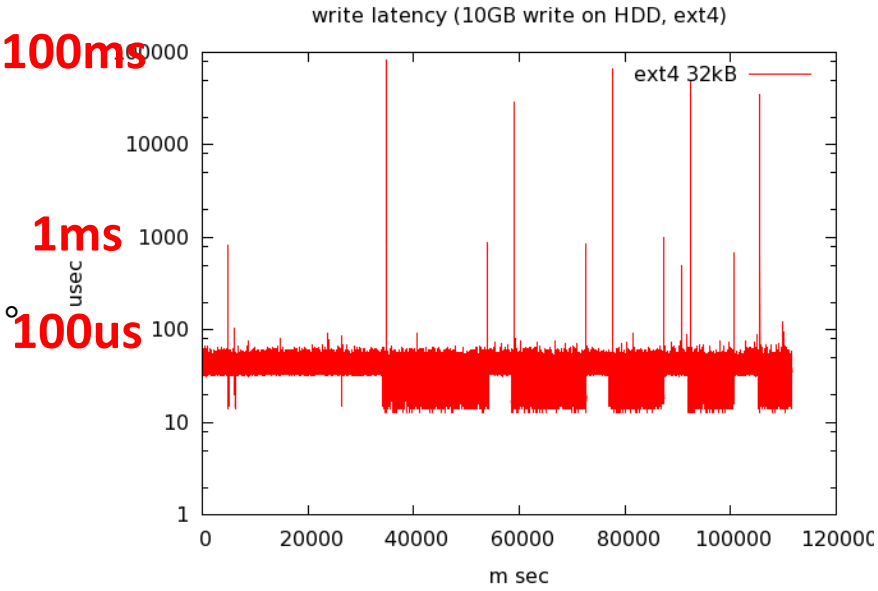
J-PARCハドロン液体アルゴンTPC



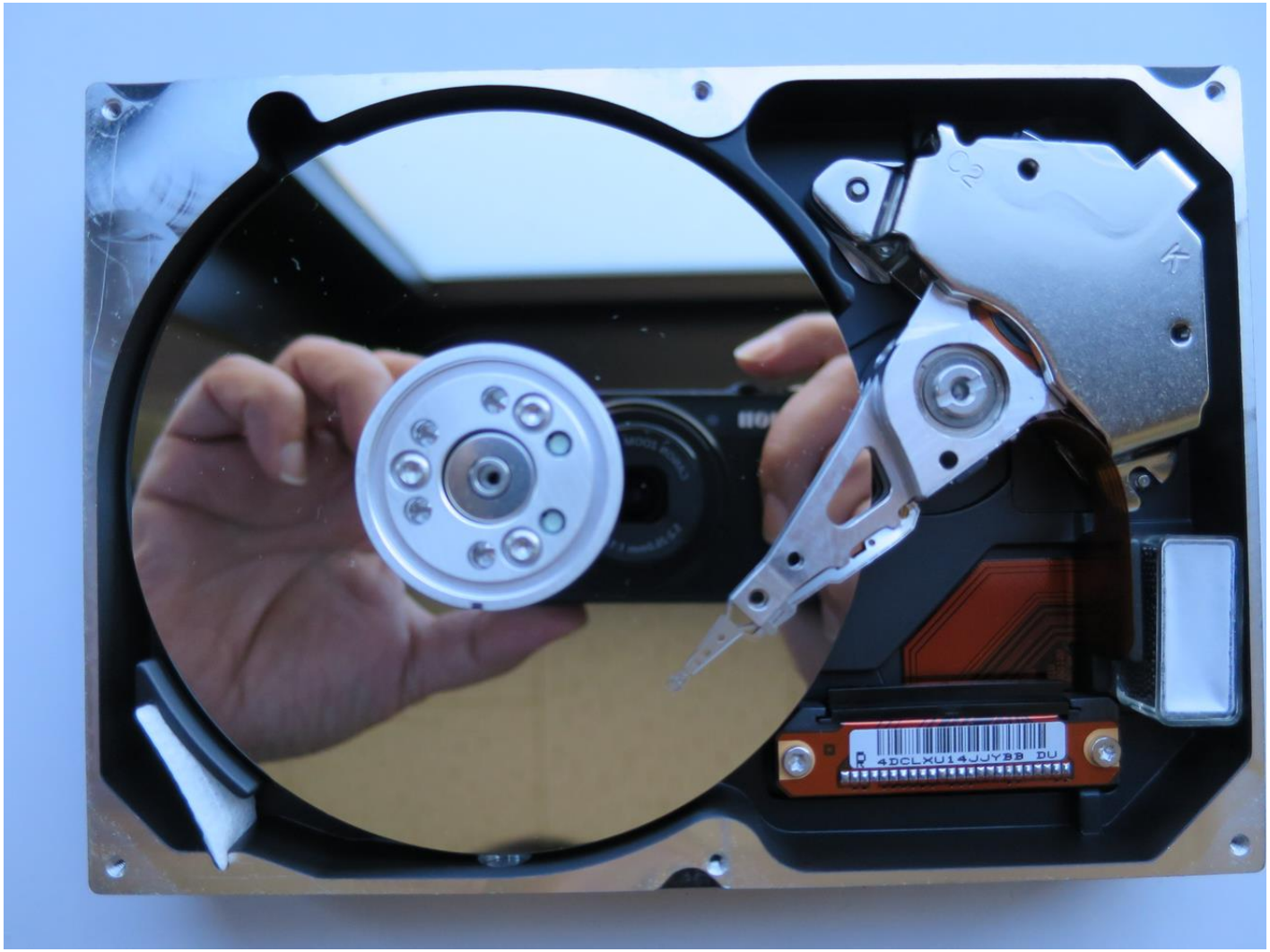
ディスクへの書き込み (1)

ハードディスク書き込み時間の測定
DAQ-Middlewareではなく普通のCで書いたプログラムで測定

- 最大スループット120MB/s のハードディスクを使用。
- 32kB書いて360us sleepするワークロードを定義。
- スループット88MB/sで10GB分書く。
- おのおの32kB書くのに要した時間を測定
（10GB/32kB = 327680回）




Maxtor X
APL
Made under U.S. and foreign patents issued and pending.
For full warranty, patent or installation information, contact:
www.maxtor.com or 1-800-2MAXTOR or +1.303.678.2045 or +353.1.2041111
Model 4D080H4
HDA 24A
PCBA 05A
Unique 11A
Code DAH017K0
Mfg.Date:13MAR2002
War.End:JUN05 C 75
Cylinders 16383
Heads 16
Sectors 63
LBA 160066528
Drive S/N D419KWGE
Made in Singapore ( )
+12V, +5V ER:
Master
Slave
4092 Cylinder Limit
Cable Select Enabled
Spare Jumpers
MAXTOR D540X-4D 5400 RPM
80 GB Ultra ATA/100 Hard Drive
1 GB=1,000,000,000 Bytes
4D080H4240511
C,M,D,B
E-H011-01-3267
FRAGILE
Maxtor is not responsible for consequential
damages, including loss or recovery of data.
X 2003161 3

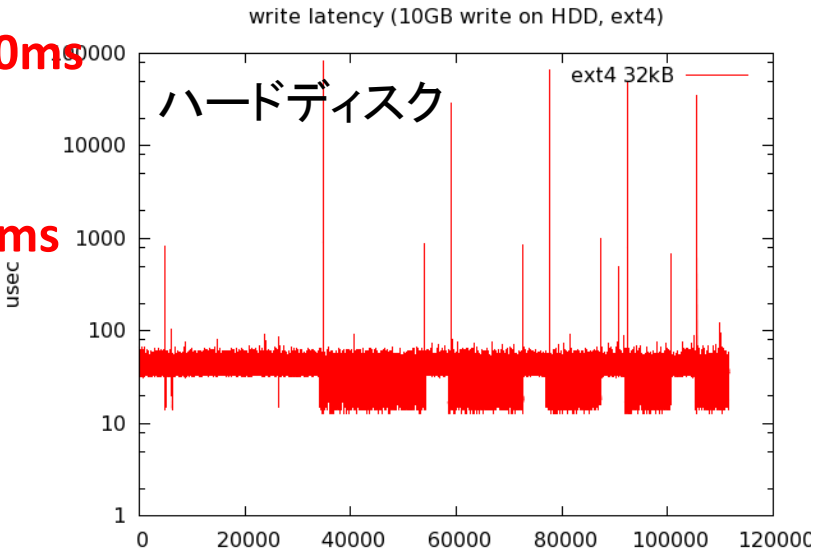

4DCLXU14JJY88 DU


4DCLXU14JJYBB
DU

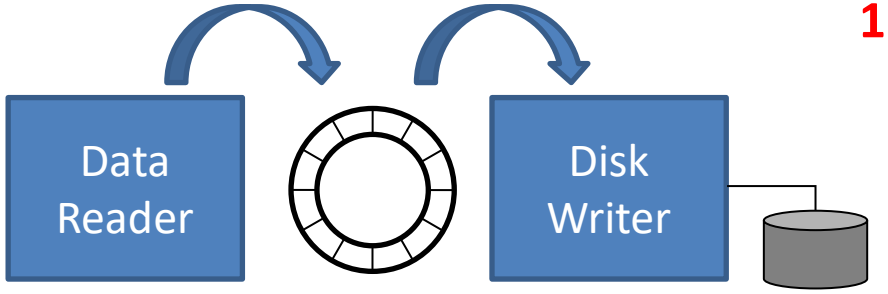
ディスクへの書き込み (2)

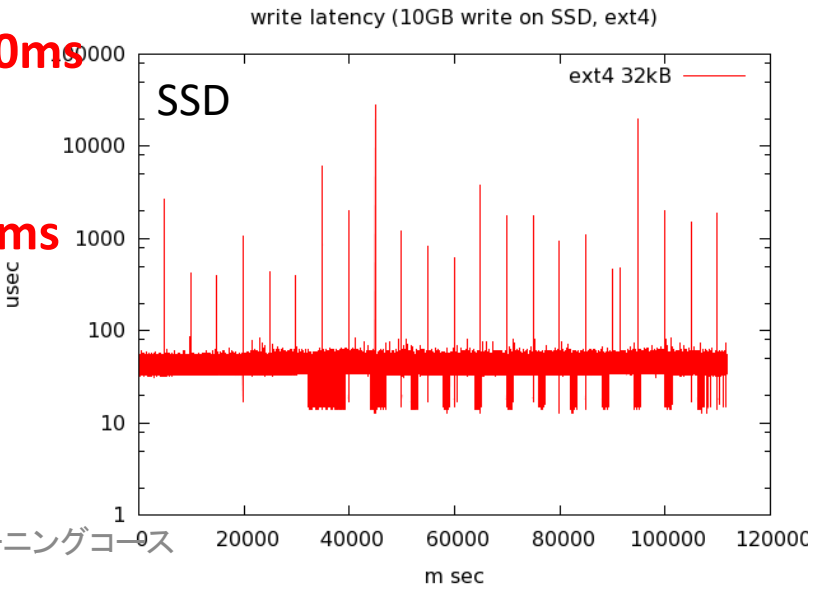
ハードディスク書き込み時間の測定
DAQ-Middlewareではなく普通のCで書いたプログラムで測定

- 32kB書いて360us sleepするワークロードを定義。
- 最大スループット120MB/s のハードディスクを使用。
- スループット88MB/sで10GB分書く。
- おのおの32kB書くのに要した時間を測定
（10GB/32kB = 327680回）

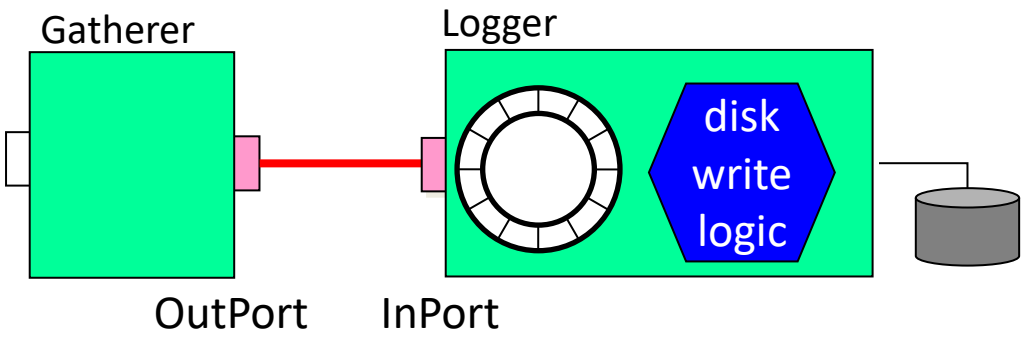


データを読む
データを書く
をシーケンシャルに実行するとデータを書くところで動作が止まることがあるのでバッファを設け、読み書きが独立に動作する必要がある。

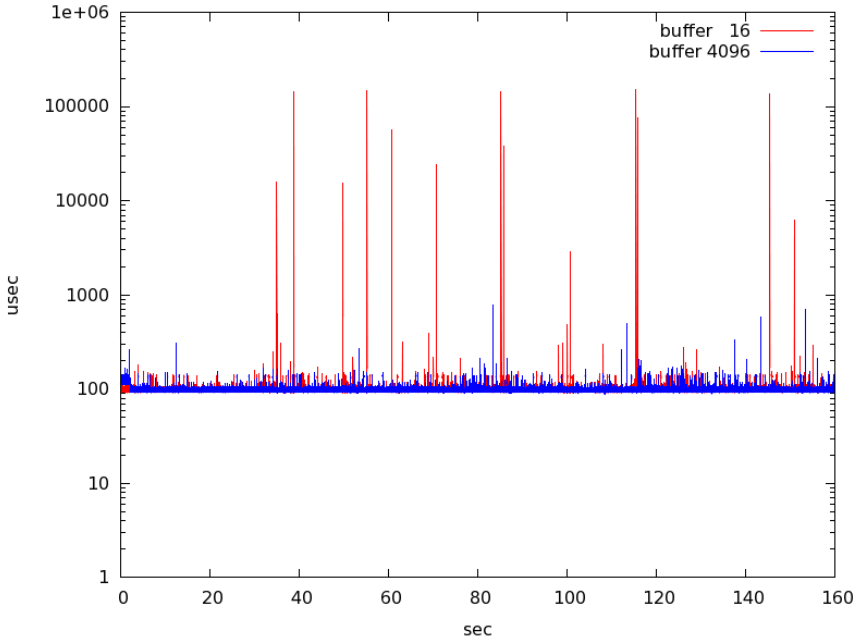




ディスクへの書き込み (3)

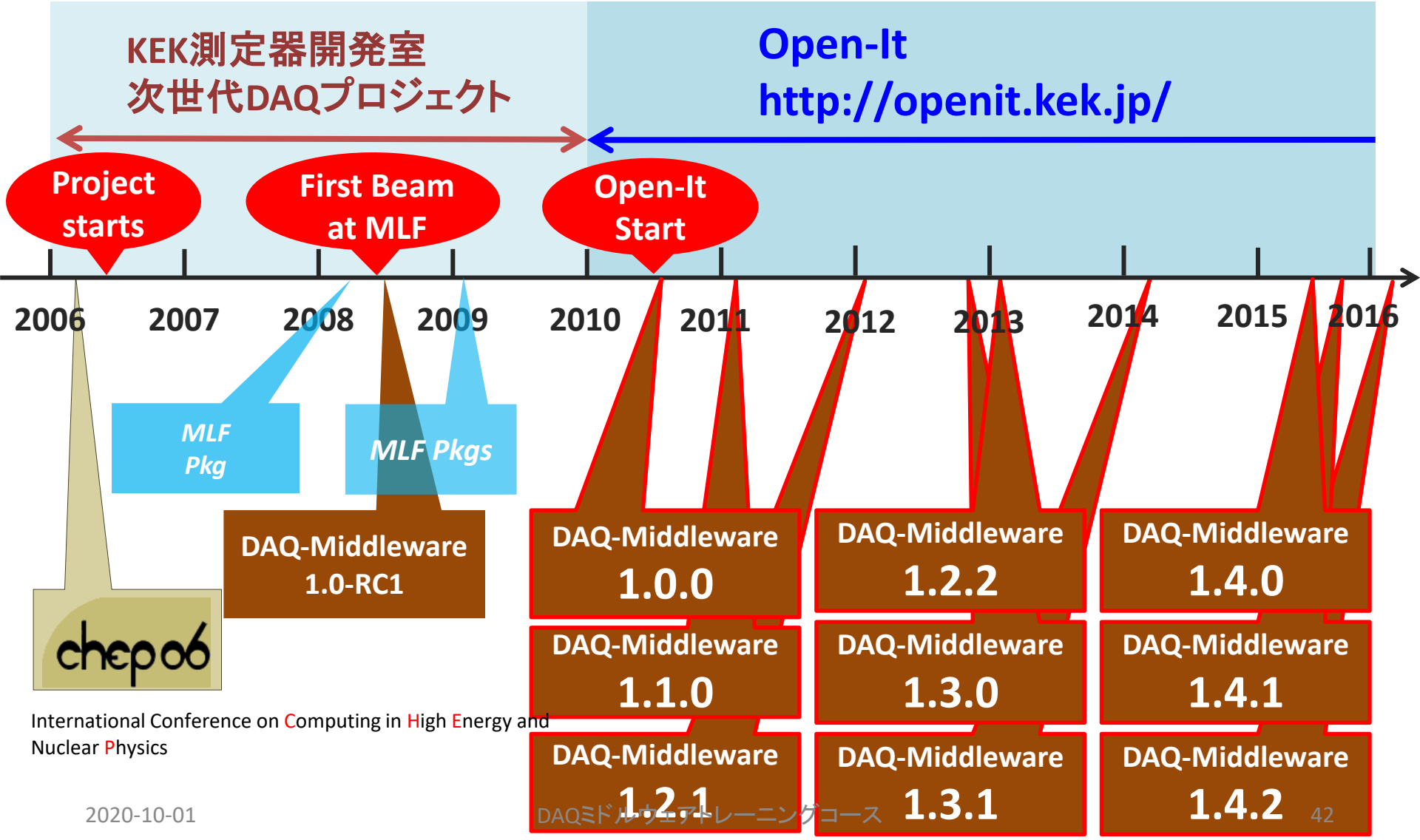


- すでにバッファが用意されており遅延を吸収することが可能



開発体制など

DAQ-Middlewareの歴史



International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics

1.0.0～1.4.0

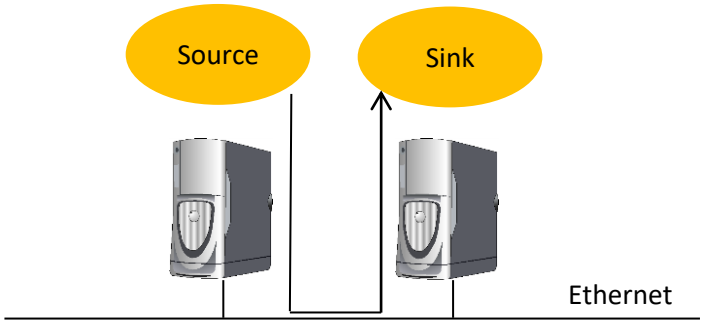
- 1.0.0　MLF中性子依存のものを排除した最初のバージョン
- 1.1.0　Scientific Linux x86_64 (64bit)サポート
- 1.2.0　Scientific Linux 6.xサポート (ソースコートではUbuntu、Debianをサポートしている)
- 1.2.1 - 1.2.2 Bug Fixes, Features
- 1.3.0 Buffering、Configuration GUI
- 1.4.0 Scientific Linux 7.xサポート

開発体制

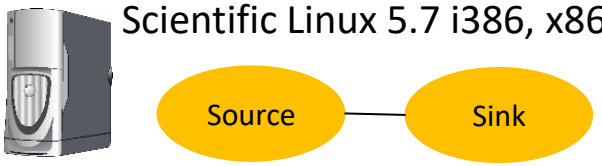
- 2010年４月 DAQ-Middleware Core グループ結成
- メンバー
  - 千代、濱田 (KEK)
  - 長坂 (広島工業大学)
  - 味村 (大阪大学)
  - 神徳、安藤 (産業技術総合研究所)
  - 和田 ((株) Bee Beans Technologies)
  - 仲吉(KEK, 2011年4月まで)、安(KEK, 2012年3月まで)、井上（KEK, 2015年3月まで）

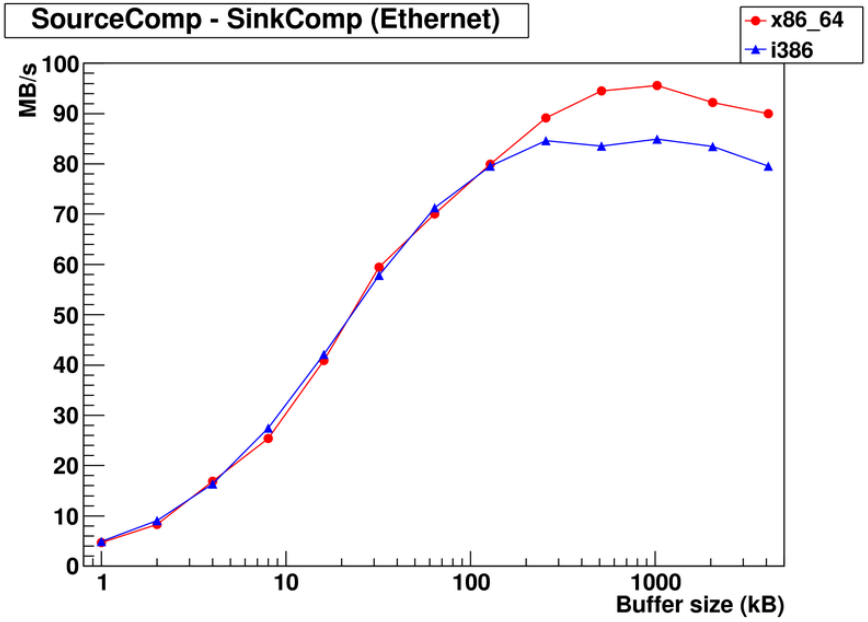
性能測定

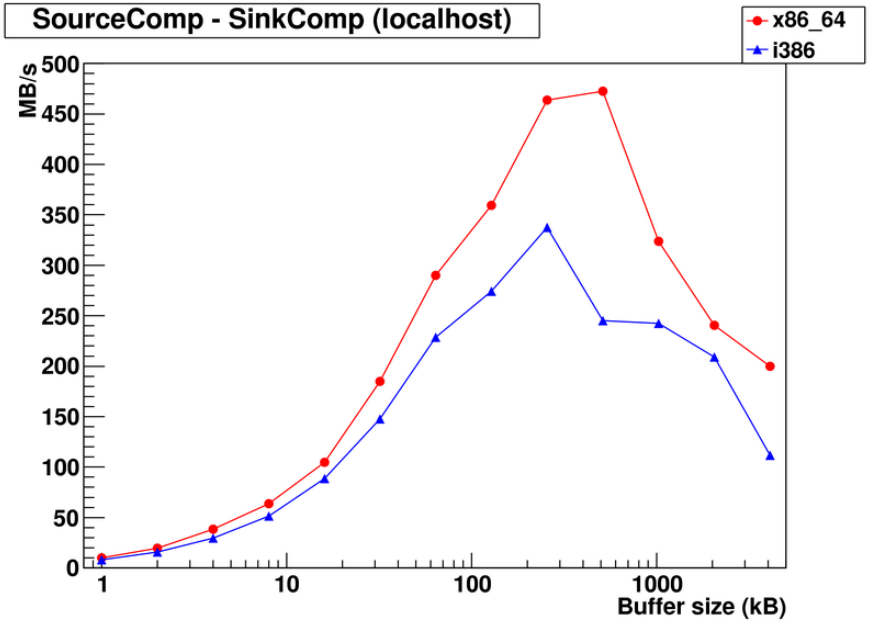
転送速度テスト



Model: HP 8600 xw
CPU: Intel Xeon E5420 2.50GHz
NIC: Broadcom NetXtreme BCM5755
Scientific Linux 5.7 i386, x86_64







開発に必要なプログラミング技能

- 言語：C++
  - 解説書例
    - 技術職員専門課程研修（平成22年度）データ処理のためのC++入門
      http://www-lib.kek.jp/tiff/2010/1026/1026005.pdf あるいは
      http://daqmw.kek.jp/docs/fujii-cpp.pdf
- リードアウトモジュールからのデータ読み出し
  - SiTCPリードアウトモジュールからのデータ読みだしならネットワークプログラム
  - ネットワークプログラムについては単純なものならDAQ-Middleware配布物としてライブラリがある
- モニターで使用するヒストグラムツール（ROOTなど）

開発環境

- DAQ-Middleware開発者提供のVirtualBoxイメージを使う
- 自力
  - Scientific Linux/CentOS 6.x 32bit, 64bit, 7x 64bit用バイナリパッケージがあるのでこれを使ってセットアップ
    - wget http://daqmw.kek.jp/src/daqmw-rpm
    - sh daqmw-rpm install
  - それ以外のOSにはソースからセットアップ
    - 依存物(OpenRTM-aist、omniORB)があるのでちょっとめんどくさい。

ドキュメンテーション

- DAQ-Middleware 1.1.0 技術解説書
  （1.4.1でも有効）

  http://daqmw.kek.jp/docs/DAQ-Middleware-1.1.0-Tech.pdf

- DAQ-Middleware 1.4.4開発マニュアル

  http://daqmw.kek.jp/docs/DAQ-Middleware-1.4.4-DevManual.pdf

ホームページ、サポート

- http://daqmw.kek.jp/
- サポートメールアドレス

daqmw-support@ml.post.kek.jp