

稲村泰弘 (日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター)

計測システム研究会2022@J-PARC

J-PARC MLFにおける 装置制御用 基盤ソフトウェア



自己紹介とコンテンツ

来歴

中性子や放射光を用いた物性研究 (KENS, SPring-8, ISSP)
→ J-PARC MLFへ

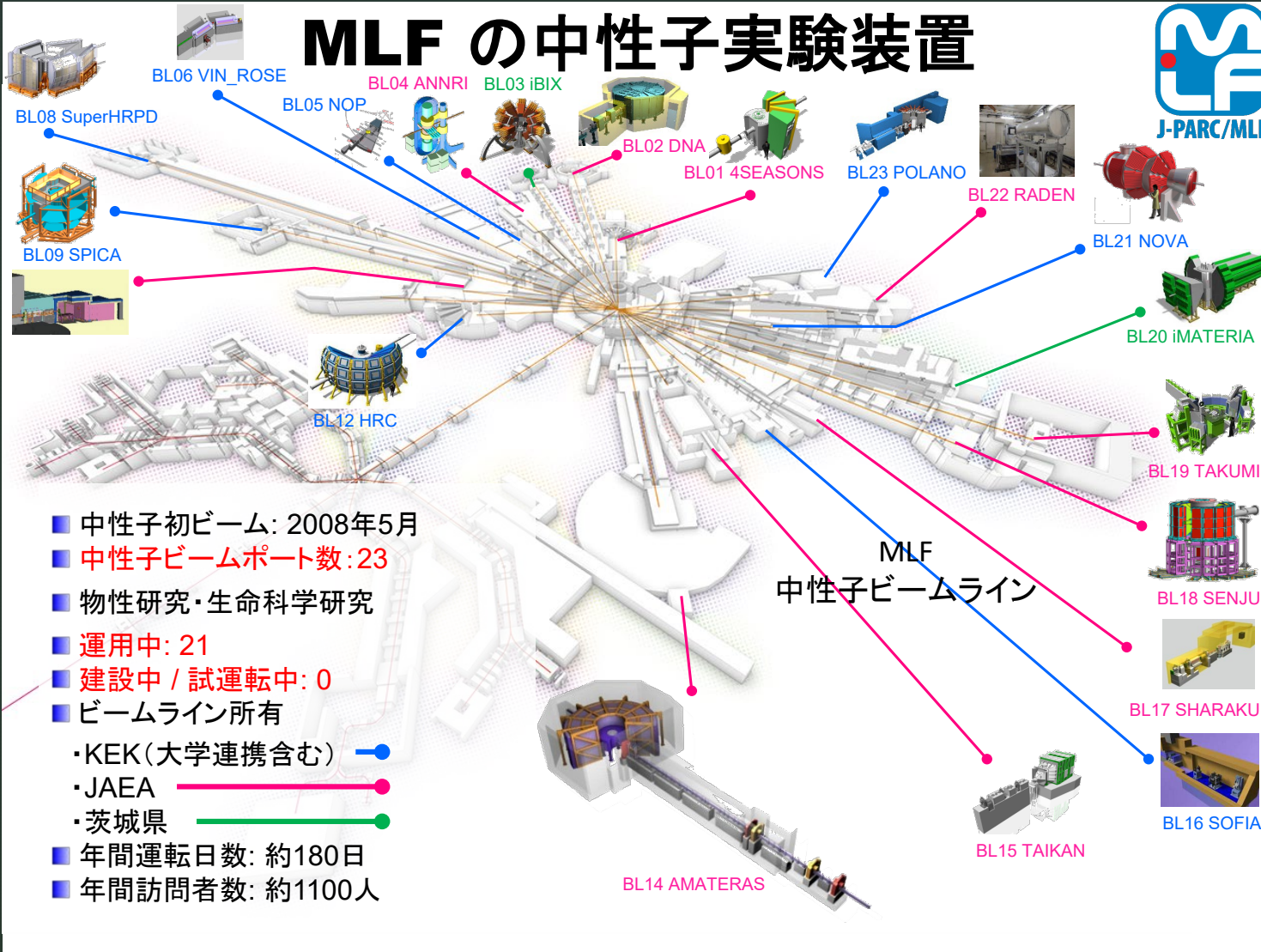
MLF計算環境チーム(電脳班)

所属	メンバー
KEK	大下・瀬谷
CROSS	伊藤・岡崎・森山・笠井・永井
JAEA	稲村・巽・長谷美・村井・高橋(秀) + 業務委託

CROSS: J-PARC特定中性子線施設に係る登録施設利用促進機関

- MLFのビームラインでの測定について
- 装置制御基盤ソフトウェアIROHA2について
- 苦労している点
- まとめ

MLF の中性子実験装置



- 中性子初ビーム: 2008年5月
- 中性子ビームポート数: 23
- 物性研究・生命科学研究
- 運用中: 21
- 建設中 / 試運転中: 0
- ビームライン所有
 - ・KEK(大学連携含む) —●—
 - ・JAEA —●—
 - ・茨城県 —●—
- 年間運転日数: 約180日
- 年間訪問者数: 約1100人

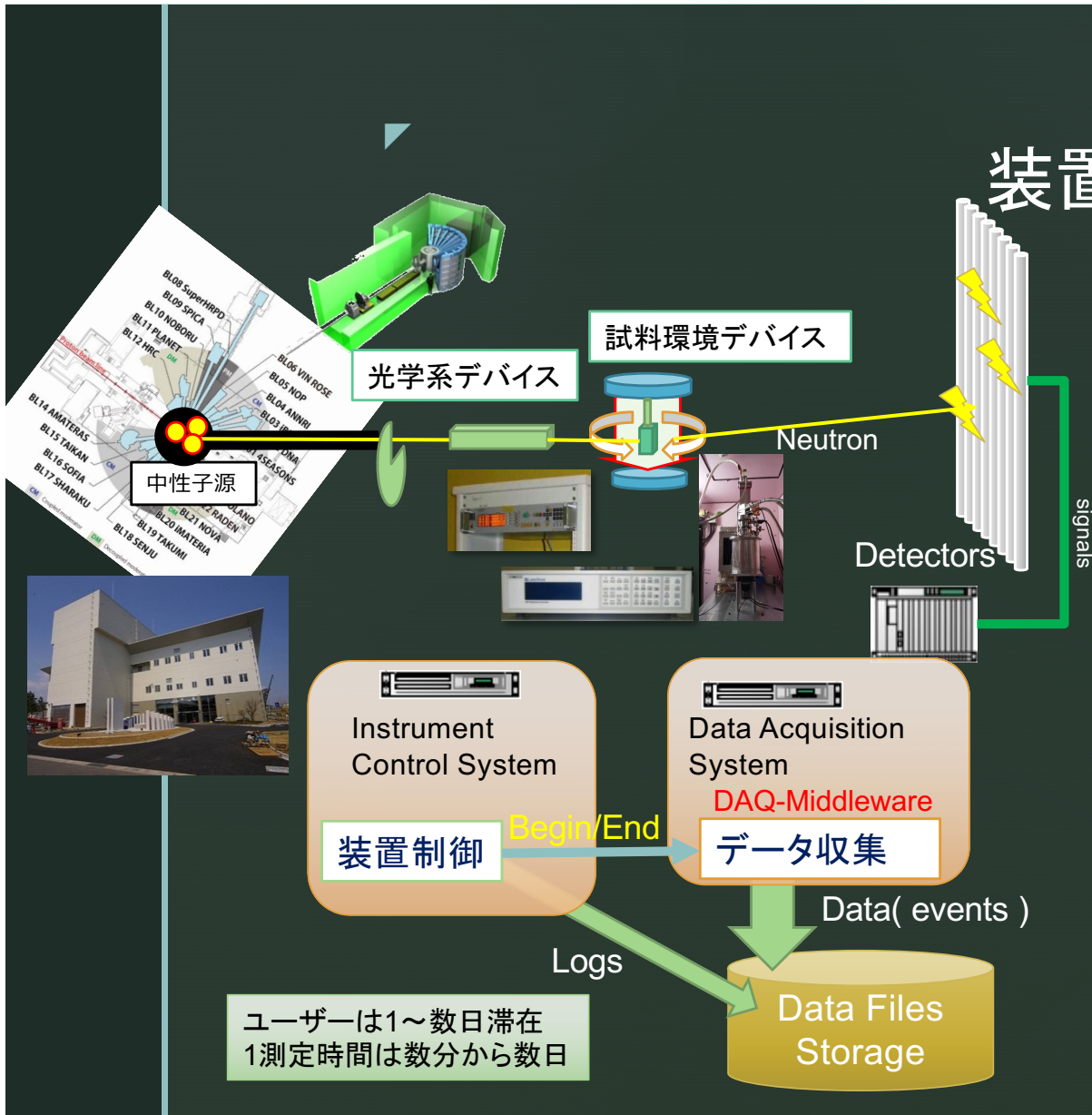
装置(ビームライン)制御

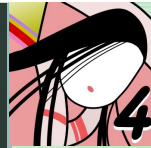
中性子測定を行うために制御が必要なもの

- 光学系(ビーム整形など)
 - ビームナロー(サイズ)
 - チョッパー(波長方向制限)
 - 偏極機器
- 試料環境
 - 外場(温度、電場、磁場、圧力など)
 - 方位(ゴニオメータ)
- 検出機系
 - データ収集システム(DAQミドルウェア)

多数のユーザーが様々なビームラインで様々なデバイスを組み合わせて測定

- ミドルウェアを包む共通インターフェース
- 遠隔(リモート)からの制御





※ MLF-neutronでの定義

1次データと2次(処理, 解析)データ

```

5b 00 00 00 00 96 c5 bb 5c 0e 35 79 e8 02 14 28
5a 00 59 a0 00 0a 86 aa 5a 00 62 46 03 3e d5 fd
5a 02 5a 13 05 0e f4 33 5a 02 5b 00 03 9e f0
5a 02 5b fd 03 b3 f0 ec 5a 02 5c 00 01 8b f0
5b 00 00 00 00 96 c5 bc 5c 0e 35 79 e8 59 0a
5a 00 53 ad 05 0f 04 86 5a 02 56 8c 05 14 45
5a 02 58 6c 05 0f c4 ab 5a 02 5b 67 03 9d 80
5a 02 5b f9 03 ae e0 d2 5a 02 5e ad 03 d0 51
5a 05 f7 69 04 0f 94 ba 5a 06 2a 2d 05 32 45
5a 08 16 97 06 23 12 28 5b 00 00 00 00 96 c5
5c 0e 35 79 e8 82 01 8d 5a 00 51 8a 06 13 87
5a 00 5f 76 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5a 02 5e 83 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5a 06 2b 1d 04 0c 25 31 5b 00 00 00 00 00 00 00
5c 0e 35 79 e8 aa 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5a 02 52 fb 05 52 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5a 04 3a f1 07 43 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5c 0e 35 79 e8 d3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5a 00 cb 09 01 2f 52 06 5a 04 2a 54 02 31 51
5b 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5a 02 56 80 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5a 02 5e 6f 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5c 0e 35 79 e9 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
5a 00 8e c1 03 10 23 0a 5a 02 00 00 00 00 00 00
5a 02 55 9e 07 75 f2 97 5a 02 56 5c 01 1e 95 6e
5a 02 5a 54 03 81 90 bd
5a 02 5f 42 02 37 b0 5a
5c 0e 35 79 e9 4e cc 97
5a 02 57 e3 04 19 57 86
5a 02 5e da 02 36 c0 4d 5a 04 4b e7 05 41 e0 ff

```

メタデータ
測定自体の情報

1次データ
検出器データ
デバイスログ

装置の形状
検出器の種類
試料の組成情報
試料の温度変化
磁場の強度変化
...

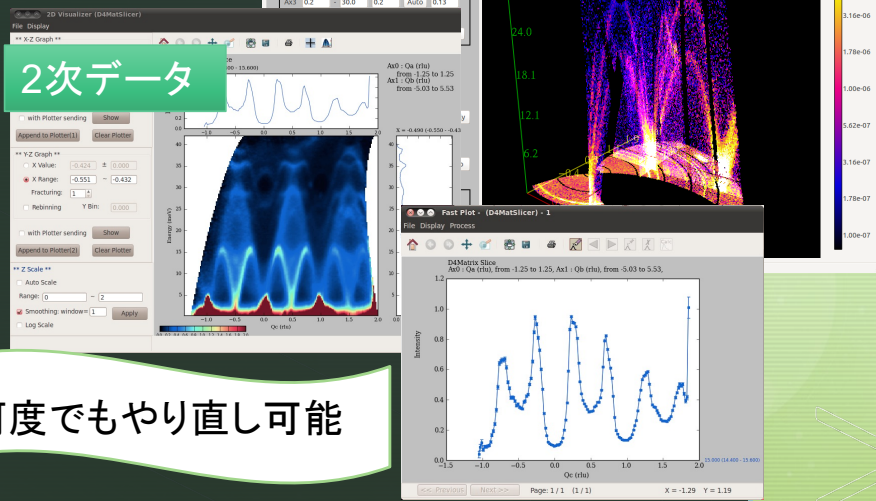
これ以上遡れない

最終的な結果が出るまでには、様々な種類の解析手法(切り口)やパラメータがあるので、測定後数日~数年かかる時もある

データ処理

- 求めるサイエンスに対して
- 適切な座標変換
 - 適切な領域の切り出し
 - ノイズデータ除去
 - 強度の補正
 - ...

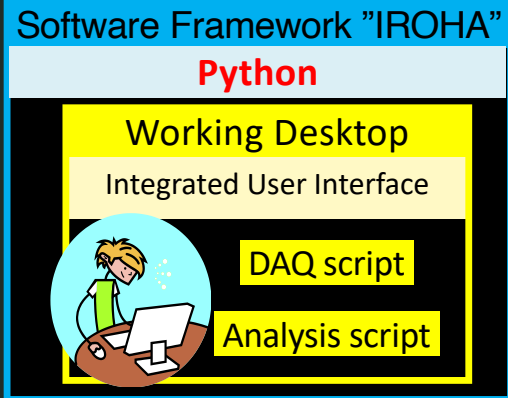
2次データ



何度でもやり直し可能

※全ての装置でやり直しが必要なわけではない

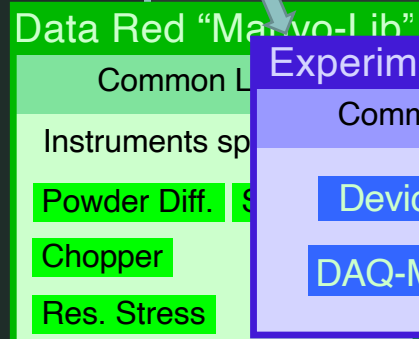
History of MLF computing environment



Analysis (Data reduction): Manyo-Lib
 “Working Desktop:WD” design
 DAQ software with LabVIEW@KENS

Standardized event mode DAQ
 DAQ Middleware
 Viewer of Manyo-lib data-container

Working Desktop and “SW framework” developments
 Client-Server model (XML/http), GUI, data I/O
 Instruments’ software commissioning
 Analysis specified event data
 Database prototyping
 Experiment Scheduler



Start developing IROHA2
 only instrument control
 → Release

- 2002 Construction J-PARC
- 2003 Construction MLF building
- 2004
- 2005
- 2006 Construction Neutron instruments
Linac accelerated first beam
- 2007 Completion of MLF
3GeV RCS accelerated proton
- 2008 First neutron beam
First muon beam, User operation
- 2009
- 2010 Beam power 120kW
- 2014 Beam power will be 200kW
- 2015

Japanese “IROHA” is the ABC’s in English, in other words, “IROHA” is the basics of all MLF software.

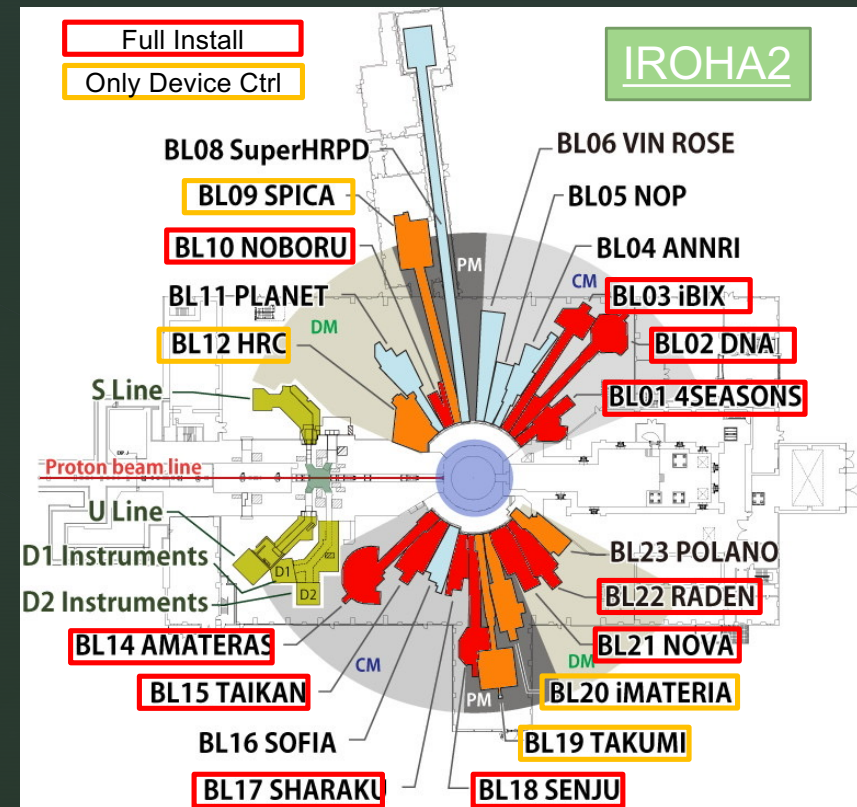
MLF装置制御基盤ソフトウェア IROHA2

Features

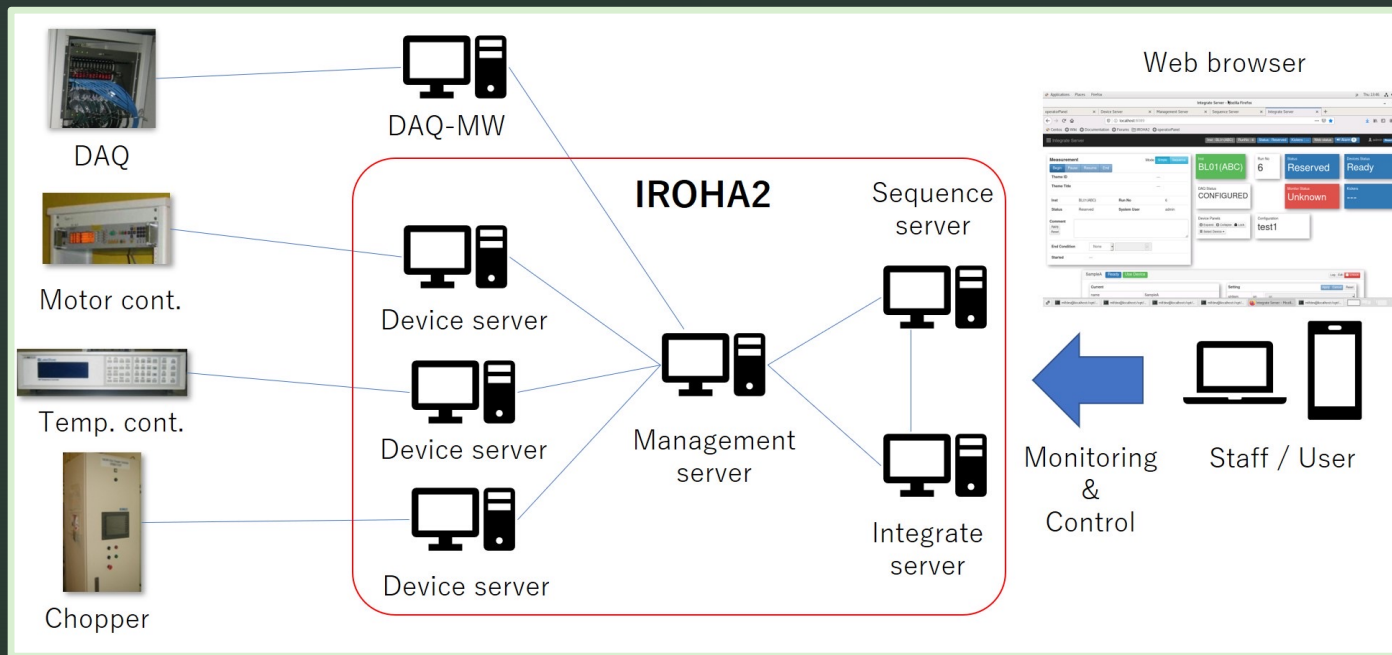
- Python based
 - デバイスのミドルウェアもPythonから駆動できるように対応させる必要あり
- XML / HTTP経由のServer-Clientモデル
- 全ての機能にWebブラウザからアクセス可能
 - 多数のユーザーの教育コストを激減させる
 - タブレットやスマホからも

Status

- 多くのMLFの装置に導入され運用中
- 管理・サポート
 - 運用は計算環境T(1.5人)
 - 開発は1人+アウトソーシング



IROHA2の概観



デバイス制御サーバー

シーケンスサーバー

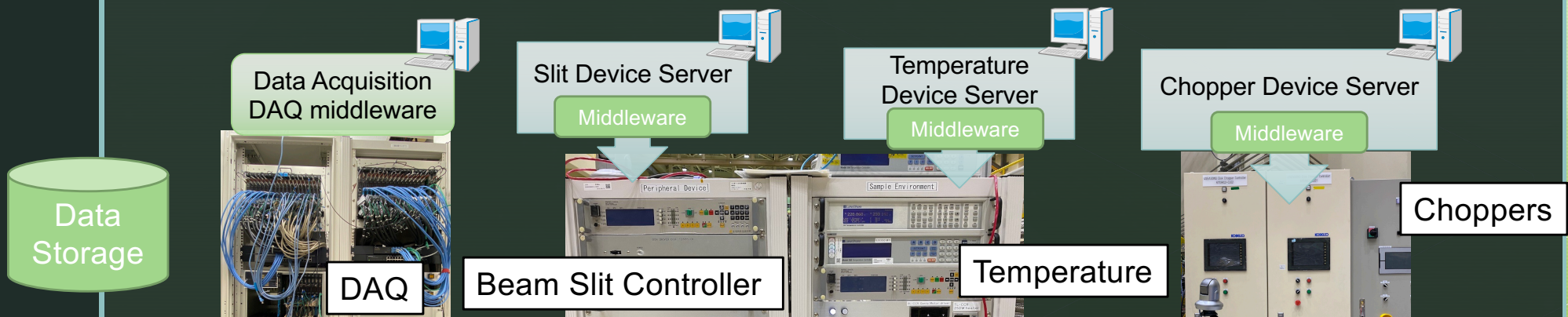
装置管理サーバー

統合制御サーバー

デバイス制御サーバー

デバイス制御サーバー

- デバイス制御用のフレームワークソフトウェアである。デバイス制御のミドルウェアに、Webブラウザ用のインターフェースや共通APIを付け加える
- 多くのデバイスが用意
 - 90 以上のデバイス in MLF
 - 各種デバイス制御サーバーの開発は外部発注



デバイス制御サーバー

デバイス制御サーバ
- デ
We
- 多

ミドルウェアに、

Version : 2.7 RC Copyright(C) J-PARC/MLF

Data A
DAQ m

Data
Storage

opper Device Server
Middleware

Choppers

DAQ

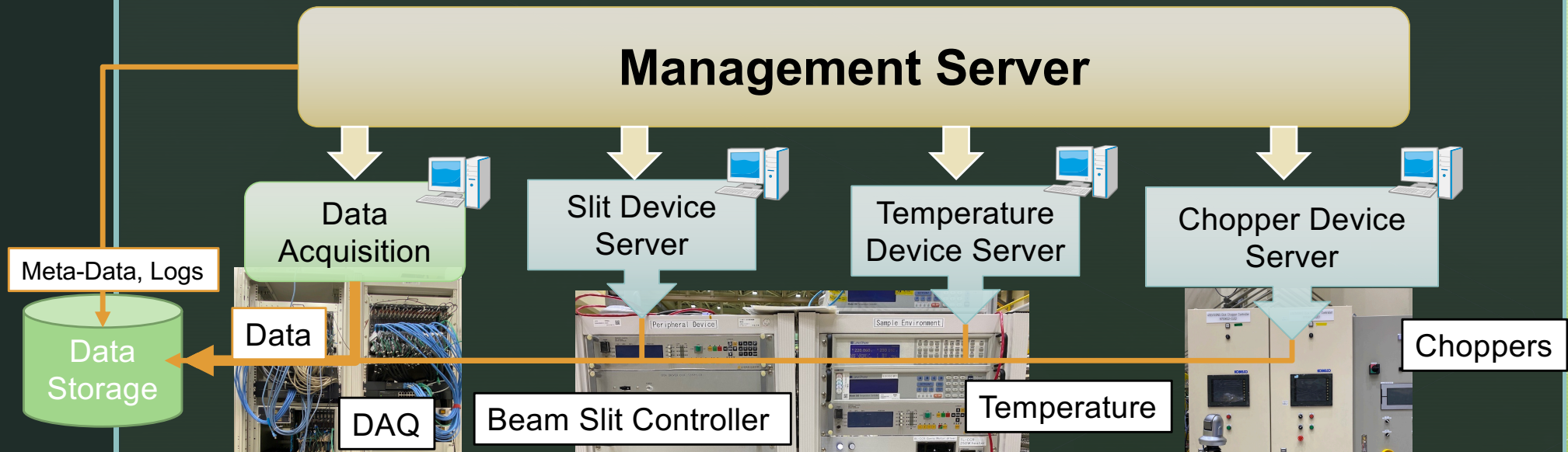
Beam Slit Controller

temperature

装置管理サーバー

装置管理サーバー(測定を管理する)

- データ収集システム (DAQmiddleware) のBegin/EndとRun Numberの管理
- 測定に参加させるデバイス構成の管理
- 測定データやデバイスのログなどの保存先の管理
- 測定情報(測定メタデータ)の作成



装置管理サーバー

Numberの管理

Management Server

DEVICES:Unknown MONITOR:Unknown DAQ:LOADED Reserved Reserved for admin admin Logout Help

Configuration

Edit device configuration for this Management Server.

No.	Config Name	Devices	Access	Action
1	BL	11 devices (Gonio-1, Slit1, Slit2, FastDouble, LowDoubleUpStream, LowDoubleDownStream, FastSingle, FastTandem, LS340, BeamShutter, GMRefrCtrl) Monitor (BeamShutter)	Public	Delete Edit Activate
2	TL	11 devices (Slit1, Slit2, FastDouble, LowDoubleUpStream, LowDoubleDownStream, FastSingle, FastTandem, Gonio-TL, LS350-1Out1, LS350-1Out3, BeamShutter) Monitor (BeamShutter)	Public	Delete Edit Activate
3	DAQ_Test	3 devices (LowDoubleDownStream, FastSingle, FastTandem)		
4	comCCT	9 devices (Slit1, Slit2, Gonio-comCCT, FastDouble, LowDoubleUpStream, LowDoubleDownStream, FastSingle, FastTandem, BeamShutter) Monitor (BeamShutter)		
5	7TMagnet_with_Choppers	8 devices (FastDouble, LowDoubleUpStream, FastSingle, FastTandem, LowDoubleDownStream, SE7TMagnet, BeamShutter, Slit1) Monitor (BeamShutter)		
6	He3_Cryo	9 devices (Slit1, Slit2, Gonio-2, FastDouble, LowDoubleUpStream, LowDoubleDownStream, FastSingle, FastTandem, BeamShutter) Monitor (BeamShutter)		
7	Nb_Furnace	9 devices (Slit1, Slit2, Gonio-furnace, SE_Furnace, FastDouble, LowDoubleUpStream, LowDoubleDownStream, FastSingle, FastTandem)		
8	AMR_Chopper_Slit	4 devices (FastDouble, FastSingle, FastTandem, LS350-2D)		
9	TL_oneLS350	8 devices (Slit1, Slit2, LS350, FastDouble, LowDoubleUpStream, LowDoubleDownStream, FastSingle, FastTandem)		
10	LS350Test	5 devices (LS350-1Out1, LS350-1Out3, LowDoubleDownStream, FastTandem)		
11	default	10 devices (FastDouble, LowDoubleUpStream, LowDoubleDownStream, FastSingle, FastTandem, Slit1, Slit2, LS350-1Out1, LS350-1Out3, BeamShutter) Monitor (BeamShutter)		
12	Without_CH02	5 devices (FastDouble, LowDoubleUpStream, LowDoubleDownStream, FastSingle, Slit1)		
13	LS350-2	8 devices (FastDouble, LowDoubleUpStream, LowDoubleDownStream, FastSingle, FastTandem, Slit1, Slit2, LS350-1Out1, LS350-1Out3)		

Management Server

DEVICES:Unknown MONITOR:Unknown DAQ:LOADED Reserved Reserved for admin admin Logout Help

- Home
- Measurement
- Configuration
- Run Information
- Message Log
- Servers
- Users
- Theme
- Settings
- Configuration Log

Measurement Control

Recent Run : Not Available.

Run No : 83635 Device Configuration :

Measurement Control Begin Pause Resume End Reset

Measurement Setting

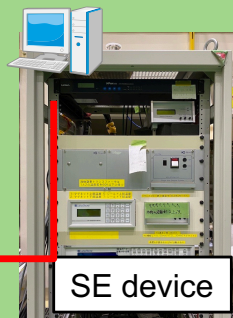
No.	Name	Value
1	Run No	83635

DAQ Beam Slit C

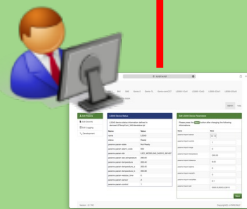
運用例：共通試料環境機器

デバイス制御サーバーと管理サーバーの結合は緩いのでデバイスの貸し借りなどの運用は簡単

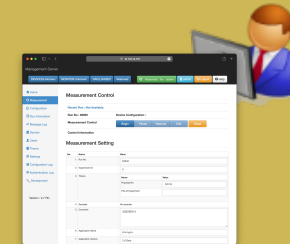
Sample Environment Area



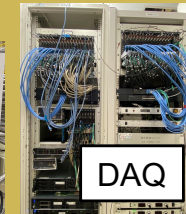
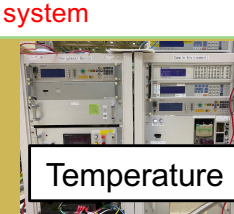
- Testing
- Preparation
- Pre-setting



Beam Line Area



Management Server or other system



1. Connect Network
2. Change configuration on Management system

シーケンスサーバー

あらかじめ用意されたコマンドでステップbyステップで実行する

- ユーザー自身でコマンドを組み合わせてシーケンスを作成
 - シーケンスの作成、保存、編集もWebから行える
- コマンド自体もWebから作成・登録可能
 - デバイスのパラメータ設定、DAQのBegin/End
- コマンドの進行状況もWebから確認可能

Sequence Server

Management Server

Data Acquisition

Slit Device Server

Temperature Device Server

Chopper Device Server

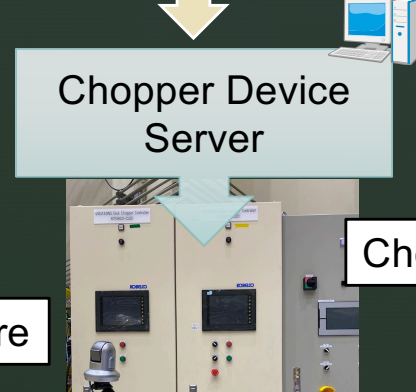
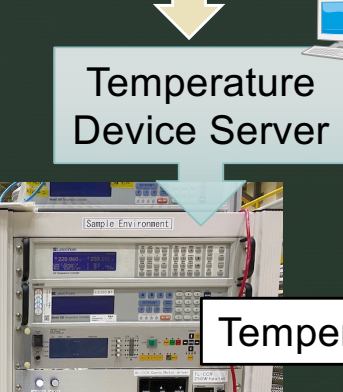
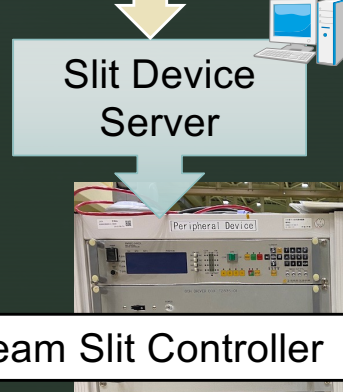
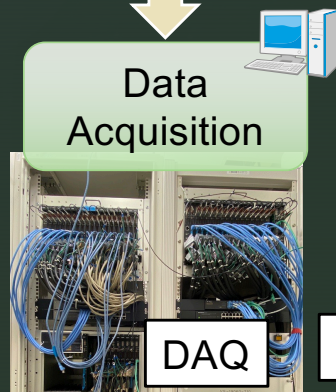
Data Storage

DAQ

Beam Slit Controller

Temperature

Choppers



シーケンスサーバー

あらかじめ用意されたコマンドでステップbvステップで実行する

The screenshot shows the Sequence Server interface in a web browser. The top status bar indicates 'Run: Not Running' and 'System status: Reserved'. The main area is the 'Script Editor' for a file named 'YInamura_Test'. On the left, a 'Commands' list includes various options like CH01, CH02, CL04, LS340, LS350, SE7TMagnet, Slit, and wait. The 'wait' command is selected. The right pane shows the script content with a table of steps:

[Do/Skip]	Name	Arguments
✓	wait	timeout=60, return=
✓	daq_run	kickerCount=, timeout=600, return=
✓	wait	timeout=300, return=

The screenshot shows the Sequence Server interface in a web browser. The top status bar indicates 'Run: YInamura_Test.i2s' and 'Run status: Running in Facade'. The 'System status' is 'Running'. The 'Run No' is 83635. Below the status bar, there are control buttons: Start, Pause, Resume, and Abort. A 'Booked Scripts / Add Commands' section contains 'Auto scroll', 'Save', 'Clear sequence', and 'Graph' buttons. The main area displays a table of the current sequence:

[Do/Skip]	Name	Arguments	Start	End
✓	sequence			
✓	wait	timeout=60, return=	2022-10-10 19:37:49	
✓	daq_run	kickerCount=, timeout=600, return=		
✓	wait	timeout=300, return=		

統合制御サーバー

測定やデバイス制御および監視を一つの画面で

- デバイスの状況監視(エラーなど)
- デバイス制御はスタッフにより制限された機能のみ
 - ユーザーから隠蔽したい機能がある場合

**Integrate
Server**

Management Server

Data
Acquisition

Slit Device
Server

Temperature
Device Server

Chopper Device
Server

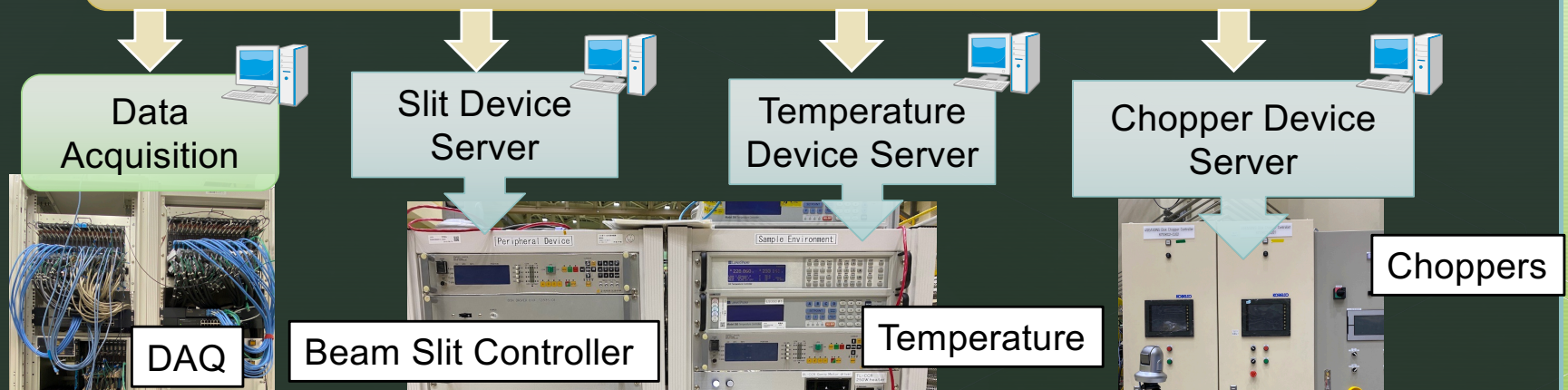
Data
Storage

DAQ

Beam Slit Controller

Temperature

Choppers



Integrate Server

RunNo: 25369 Status: Measuring Alarm 0 admin Reserved

Run Info

Inst	AMR	Date/Time	2018-06-11 20:50:17
Ex ID	0	Theme ID	---
Run No	25369	Sample ID	---
Status	Measuring	System User	admin
Kickers	1172895	Session User	admin

Comment: 201810014 Ce complex

Sequence Info

Status	Succeeded	Started	2018-06-07 22:43:20
Detail	Succeeded	Estimated End	2018-06-07 22:45:26
Step	2/2	End	2018-06-07 22:45:26
Facade	wait	Duration	0:02:06

100%

Device Panels

Expand Collapse Select Device

LS340 Ready


Name	Current	Setting
temperature [K]	3.171	1.000
temperature_a [K]	3.171	
temperature_b [K]	4.150	
sensor	A	A
date	2018-06-12 10:38:57	
range		0
tolerance		8.000
rampOn		0
rampRate		0.6

測定やデータ
- デバイス
- デバイス
- コ

Manage

Slit Device Server

Slit Controller



Integrate Server

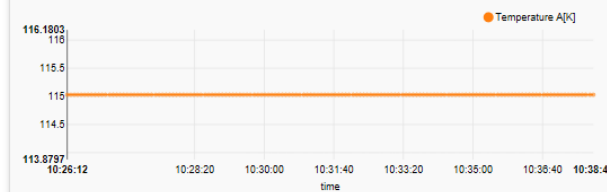
RunNo: 32271 Status: Measuring Alarm 0 admin Reserved

LakeShore340 Ready

Name	Current	Setting
temperature [K]	115.03	115.03
sensor	A	A
control	1	1
range		5
tolerance		5.00
eqtime		5

Name	Current	Setting
state	Ready	
temperature_a [K]	115.03	
temperature_b [K]	97.45	
residue_time	0	
date	2018-06-12 10:38:53	

Graph Temperature A Temperature B




FermiChopper2 Ready In Phase Running

バ
み

evice

evice

Choppers



苦勞している点

開発面

ビームラインの数に対して人が少ない

- 専任担当者 1.5人 + 外部発注
 - 基幹部分は毎年修正点を洗い出してスポット発注
 - 共通化の進んだデバイス(温度制御、パルスモーターコントローラー)の高度化も
 - 導入されている14のビームライン(BL)の全サポートは厳しい
 - 装置ごとに状況が異なる(担当者がいる場合やいない場合も)
 - 要望が拾いにくい

微妙に統一感がない

- ビームライン固有のデバイスは、BLごとに発注するため
 - デバイスに関するMLF横断的な状況共有が難しい(新しいデバイスは増えてゆく)
 - 受注する業者によって品質の差が出る(安定性や「混ぜるな危険」も)
 - デバイスとの実際の通信を行う部分(ミドルウェア)の対応は個別にBLでの対応
 - 基幹部分の高度化への追隨に差がある
 - 例: Python2 -> Python3
 - 共通化の進んだデバイス(+ミドルウェア)は動作検証済みだが、ビームライン固有のデバイスについては検証する人手がない

苦勞している点

運用面

ビームラインの数に対して人が少ない・・・が

- 基幹部分はかなり安定しているので、測定前に初期設定だけすればよい
- 多数のBLで装置担当者が対応 ->解決しないと専任担当者へ

新しいデバイスが持ち込まれた時に弱い・・・

懸念点

そろそろ古くなってきた

- 構造的な問題点
 - バグの原因が掴みにくい(エラーのキャッチが不完全)
 - ちょっと古い技術
- デバイス制御系の独自仕様
 - 世界の中性子他施設ではEPICSが積極的に利用されている

まとめと将来構想

- MLFの多くのビームラインで導入が進む
 - 多くのデバイスに対応中
- Webインターフェースで共通化
- 専任担当が1.5人+アウトソーシング
 - デバイス開発 → ビームラインごと

将来に向けて

- ◆ 構造の改良
 - ◆ デバイスとDAQをよりフラットに扱う
 - ◆ 管理構造を変更
 - ◆ 全てのデバイスのステータスや制御情報を汎用DBに
 - ◆ インターフェースの自由化
 - ◆ デバイス制御にEPICSとの連携が置き換え
 - ◆ クラウド対応
- ◆ 測定情報(実験者、試料情報)との連携

ポータルサイト:

<https://mlfinfo.jp/groups/comp/ja/iroha2.html>

