

IFMIF/EVEDA 加速器制御系データ収集系の開発状況 DEVELOPMENT STATUS OF DATA ACQUISITION SYSTEM FOR IFMIF/EVEDA ACCELERATOR

宇佐美 潤紀^{#,A)}, 高橋 博樹^{A)}, 小向 聡^{B)}
Hiroki Usami^{#,A)}, Hiroki Takahashi^{A)}, Satoshi Komukai^{B)}

^{A)} Japan Atomic Energy Agency

^{B)} Gitec Co., Ltd.

Abstract

EU and JAEA are advancing development of Linear IFMIF Prototype Accelerator (LIPAc) control system jointly, but JAEA keeps developing central control system (CCS) mainly. Data transfer during an equipment control system of CCS and EU is performed through EPICS.

JAEA is using PostgreSQL as 1 of development elements in CCS and is advancing development of the system to record the whole EPICS data of LIPAc (the data acquisition system). On the other hand, a data acquisition is performed using BEAUTY (Best Ever Archive Toolset, yet) in an element test of equipment at Europe. Therefore "1 client refers to collected data by more than one server machine" with "compatibility securement of data with BEAUTY" in case of development of the data acquisition system of CCS, and, it's necessary to consider "To do a data acquisition and backup work at the same time." For the moment, former 2 are in progress. And a demonstration of the data acquisition system is being performed simultaneously with commissioning in injector. The data acquisition system is collecting data of injector other ones, and the data reference by a monitor with CSS (Control System Studio) is also possible.

We will report on the current state of the development of the data acquisition system by making reference to a result of the test by injector commissioning. (Translated by Excite)

1. はじめに

国際核融合材料照射施設に関する工学実証及び工学設計活動 (IFMIF/EVEDA) におけるプロトタイプ加速器 (Linear IFMIF Prototype Accelerator: LIPAc) の開発にあたり、実験データの保管および参照を行うシステム(以下、「データ収集系」と呼称)、および実験データの表示画面が必須であるため、それらの制作と改良を進めている[1]。

データ収集系においては、入射器(EU 側開発)、Common Cooling Skid(EU 側開発。以下、「 commonsキッド」と呼称)、放射線モニタ(日本側開発)のデータについて、EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) のレコードデータとして PostgreSQL にて構築した DB にて収集することに成功している。ハードウェア構成としては、ほぼ完成の状態にあり、主にソフトウェアの面で、後述の課題に対応している。

表示画面においては、人員保護システム (PPS)、機器保護システム (MPS)、commonsキッドおよび中性子計測システムに対して、CSS(Control System Studio)の OPI(Operator Interface)作成機能を用い、状態表示機能とブザー機能を実装している。加えて、データ収集系においては、CSS のグラフ表示機能を利用して蓄積したデータの検索と参照が可能となっている。

本件では、データ収集系と表示画面の開発の状況とについて報告する。

[#]usami.hiroki@jaea.go.jp

2. システム構成

データ収集系のシステム構成を、Figure 1、Figure 2 に示す。Figure 1 より、データ収集系は、画面表示用 PC(Monitor PC と呼称)、管理用サーバー(Master Server と呼称)、収集用サーバー(Slave Server と呼称)、IOC(Input Output Controller) から構成される。Monitor PC からの問い合わせ内容を Master Server が分析し、Master Server は分析内容に沿ったクエリを各 Slave Server に投げ、Slave Server は蓄積していたデータから Master Server からのクエリに従ったデータを返信する構造になっている。なお、Master Server などの役割、およびデータ収集～画面表示までの流れなど、詳細は「4.収集データの画面参照」と「5.BEAUTY との互換性確保」にて後述する。

Figure 2 において、LAN 配下の IOC としては、PPS 情報共有機能、MPS、中性子計測カウンタ、入射器、commonsキッドがある。このうち PPS と MPS についてはデータ収集を行っておらず、画面表示のみである。PPS 情報共有機能と MPS の PLC(programmable logic controller)が、データ収集系と同一のネットワークに据え付けられている一方で、入射器と commonsキッドについては、VME と OPC サーバーが IOC からのアクセスの受け口となっており、PLC は同一ネットワーク上に接続していない。なお、Figure1 にて示されている PC およびサーバー群は、Figure2 にて示されている IOC 配下の機器に直接的に

アクセスを行うことはない。

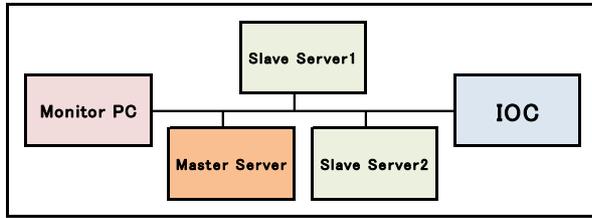


Figure 1: Data acquisition system – Network setting (summary).

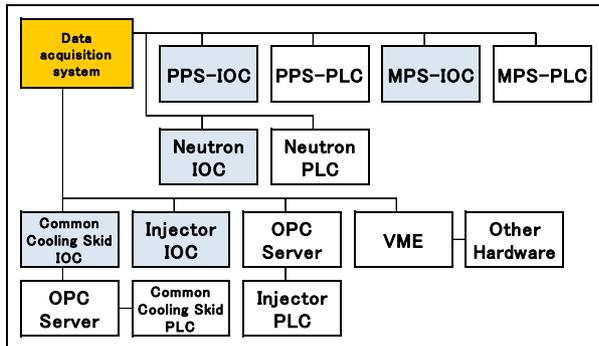


Figure 2: Data acquisition system – Network setting (IOC-detailed).

3. 画面表示

3.1 状態表示

ビーム運転においては各機器の状態表示を行う必要がある。現状、JAEA が開発した画面としては、PPS 情報共有表示画面、MPS 状態表示画面、COMMON SKID 状態表示画面、中性子計測システム状態表示画面があり、EU が開発したものを六ヶ所でのビーム運転用に改良した画面としては入射器監視・操作画面がある。JAEA が開発した画面の例として Figure 3~6、入射器監視・操作画面として Figure 7 を示す。

PPS 情報共有機能 (Figure 3) においては、各状態を機械的に表示するための、0/1 のフラグ確認のみを行う画面を実装した状態だが、一方で必要な情報のほぼ全てが取得可能となっている。PPS の機能上、入射器等の機器との結合試験や、定期点検が必要になるが、この画面から状態の詳細な追跡が可能となっている。

COMMON SKID 状態表示画面 (Figure 4) は、COMMON SKID の実機には専用のモニタを模した仕様となっている。これにより、現場と同様の監視・操作が遠隔で可能となり、なおかつ他の機器状態と見比べることも可能となった。

MPS 状態表示画面 (Figure 5) は、エラー状態を画面上の LED にて判断する簡素なものを実装した。これは、ハードウェア上の LED 配置を模して作成し

たものである。エラー情報は、エラー要因の解消後も MPS の PLC シーケンスにてラッチされるが、画面上的のリセットボタンにてラッチの解除が可能である。

中性子計測システム状態表示画面 (Figure 6) は、加速器室内に設置されたレムカウンタにて取得した中性子の個数を 1 秒周期でリアルタイム表示を行っている。この画面により、D+ビーム運転中の加速器室の放射線量、運転後の残留放射線の推測が可能となっており、入射器の放射線に関する運転管理に有用に利用されている。

入射器監視・操作画面 (Figure 7) は、イオン源、ファラデーカップ等を制御し、ビーム発射の実行と状態確認を行うための画面である。現状、唯一、Local Control System(LCS)を直接的に制御する画面となっている。JAEA にて改良した箇所は、Pulse/CW という運転モードの切り替えを、運転責任者が使用する PC からのみ行えるようにする機能の追加である。Pulse/CW の切り替えは、ビーム出力時間に関係があるものとなっており、Pulse の時は画面上から波形の調整(1 秒間に 10msec のみ出力する、等が可能となり、CW の時は常にビームを出力する。ビームの出力時間は、許認可により、3 ヶ月 (91 日) につき 58.4 時間、1 週間につき 40 時間という制限があるため、運転モードの管理は運転責任者が行う必要がある。

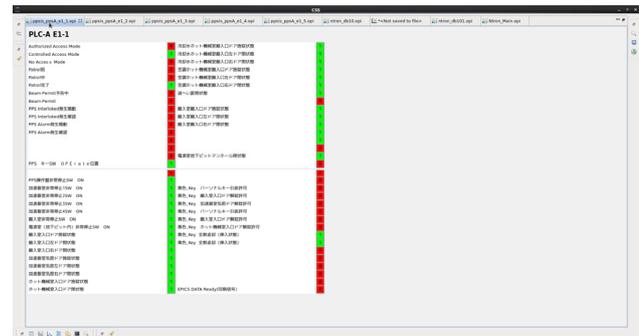


Figure 3: PPS information share OPI.

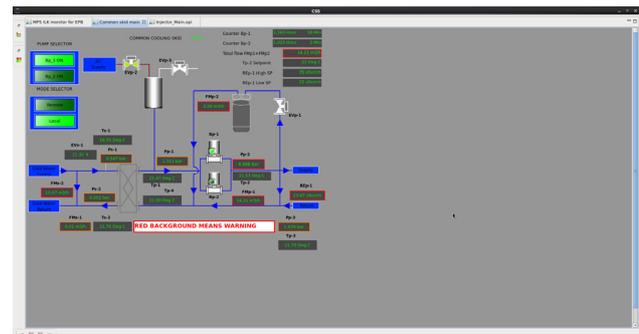


Figure 4: Common cooling skid OPI.

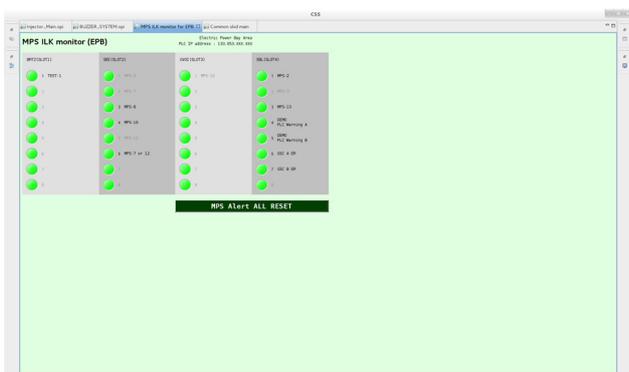


Figure 5: MPS OPI.

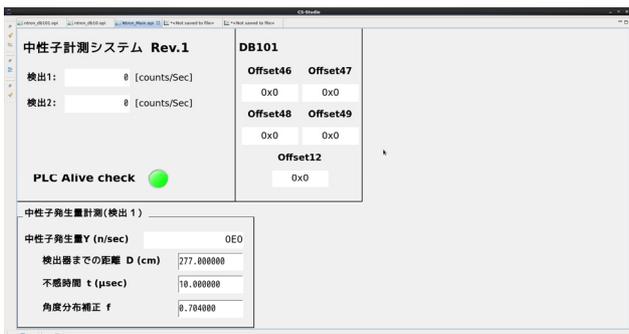


Figure 6: Neutron measurement system OPI.

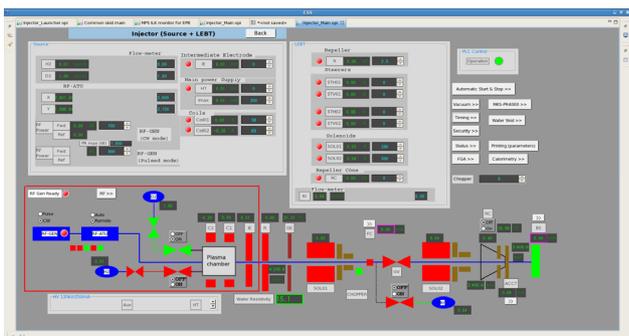


Figure 7: Injector control OPI (created by EU and customized by JAEA).

3.2 ブザー出力

加速器運転員による誤操作防止措置の一環として、EPICS レコードの値がある一定の変化をした際に、警報音の出力と、異常状態の画面表示を行うシステム(以下、「ブザーシステム」と呼称)を実装した。

ブザーシステムの監視・操作画面として、Figure 8 を実装した。LED の点灯色は、赤はエラー(運転上、問題がある状態)、黄は警告(運転上の問題はないが、運転員が認識しておくべき状態)を意味する。赤または黄の点灯と同時にブザーが発報し、ブザーの解除は画面上のボタン押下にて行う。LED は、EPICS レコードの数値の上で、問題となっている条件が解除されない限り消灯しない。

現在、MPS からのエラー信号と、入射器-PPS 間のビーム出力用パラメータの不整合に対する発報動作を実装している。発報の条件は、設定ファイルに

て編集が可能であるため、条件の追加等が発生した場合にも、柔軟に対応が可能である。

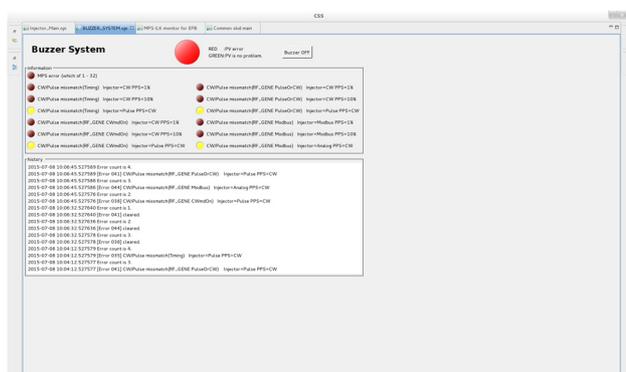


Figure 8: Buzzer system.

3.3 波形表示

データ収集系にて蓄積を行っている入射器、コンソスキッド、中性子計測のデータについては、CSS の機能により、グラフによる波形表示が可能となっている。グラフとして表示させる EPICS レコードを選択し、期間を指定することにより、各ハードウェアからの出力値を時系列にて参照することが可能である。また、1つのグラフに表示する EPICS レコードは、複数選択が可能となっており、各数値の連動等を観測することも可能である。

実際のグラフ表示例を Figure 9 に示す。限界点については未検証だが、少なくとも下記のような性能であることを確認している。

- データ値の最大/最小
→ 指数にて $e \pm 10$
- 時間軸の設定幅
→ 1 秒～年単位で設定可能
(但し、1 か月間に設定した場合で、表示までに 10 秒ほどのタイムラグを費やす)
- 表示更新周期
→ 約 3 秒
- 波形の同時表示数
→ 10 個まで

表示値はテキストファイルとして出力することが可能であるため、表計算ソフトウェア等への転記にも利用できる。

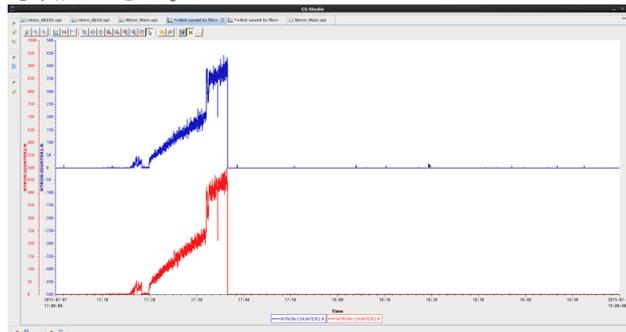


Figure 9: Corrugated (neutron).

4. 収集データの画面参照

データ収集時の負荷分散のため、複数の Slave Server を、ネットワーク上に設けている。現在は2台の Slave Server が存在する。

オペレータが、画面から収集データを参照する際に、目的のレコードを担当するサーバーを把握するというような負担を避けるべく Master Server を実装している。Master Server では、Slave Server からデータを引き出すためのテーブルを保持しており、PostgreSQLに実装したストアドプロシージャ(簡単な命令を実行するスクリプトのようなもの)等と連携を行い、Figure 10 のような形式のデータアクセスを実現させている。

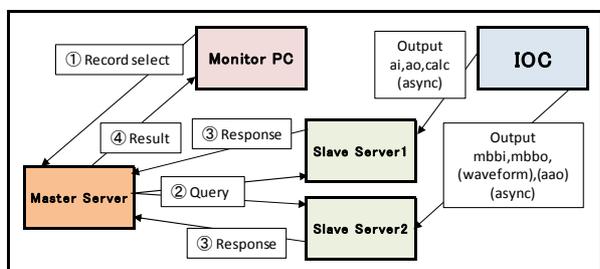


Figure 10: Data acquisition system – Data Read/Write sequence (waveform and aao record is not archiving today).

5. BEAUTY との互換性確保

EU では、BEAUTY(Best Ever Archive Toolset, yet)を使用してデータ収集を行っている。BEAUTY とは CSS 標準のデータ収集システムであり、JAEA のデータ収集系と同様に、DB へのデータ蓄積および CSS からの参照が可能である。BEAUTY には収集エンジン同士の連携機能がないため、データ参照の際には、Figure 11 のように、Master Server を経由せず、各個にアクセスせざるを得なくなる。よって、オペレータに、各サーバーで収集しているレコードの詳細の把握等を強いるという問題が発生する。

BEAUTY を基にし、データ収集系に組み込むべき機能は、主にデータ収集基準の設定(振れ幅等)、数値変化ごとに判定する Status(アラーム状態)と Severity(アラーム深刻度)の取得、EPICS レコードの設定値取得(最大/最小値等)の3点となる。現在、DB のテーブル構造まで、設計と実装が完了している。

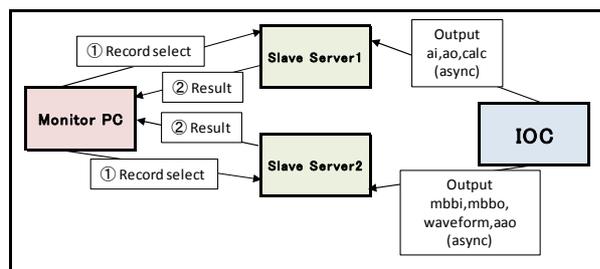


Figure 11: Data acquisition system (by BEAUTY).

6. まとめ

現在進められている入射器のコミッショニング試験において、JAEA が開発したデータ収集系およびデータ表示画面について開発状況を説明した。

データ収集系においては、入射器だけでなく、放射線モニタシステムなどのデータも収集しており、また利用者は複数のサーバーPCでデータ収集していることを意識することなく、蓄積されたデータの検索、参照ができる環境となっている。また、データ表示画面については、EU で開発した画面をベースとしJAEA が改良した入射器画面、および、JAEA が開発した PPS 画面、コモンスキッド画面などがある。入射器画面については、ビーム出力時間の管理の観点から、運転責任者の PC からのみ Pulse/CW の運転モードの変更を可能とする機能などを追加し、許可に基づいた運転を実現している。

以上から、JAEA が開発したデータ収集系、および、データ表示画面が、入射器コミッショニングの遂行に貢献していることを示した。

今までは、入射器の運転に必要なものを優先的に設計・開発してきた。今後は、これらをベースとして、RFQ 以降のコミッショニングに必要となるデータ表示画面として、LIPAc 加速器のサマリ画面のテストバージョンを作成し、入射器コミッショニング中のデータ表示によりその性能評価を行うなどして、次のビームコミッショニング試験に向けた準備を進める予定である。

参考文献

- [1] H.Takahashi, et al., "IFMIF/EVEDA 加速器制御系の開発状況", Proceedings of the 11th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan.