

## J-PARC 加速器 PPS 情報収集・表示系の更新

### UPGRADE OF ACQUISITION AND MONITORING SYSTEM FOR J-PARC ACCELERATOR PPS

渡邊和彦<sup>#, A)</sup>, 仁木和昭<sup>B)</sup>, 高橋博樹<sup>C)</sup>, 山本昇<sup>B)</sup>, 吉本政弘<sup>C)</sup>, 福田真平<sup>A)</sup>  
Kazuhiro Watanabe<sup>#, A)</sup>, Kazuaki Niki<sup>B)</sup>, Hiroki Takahashi<sup>C)</sup>, Noboru Yamamoto<sup>B)</sup>, Masahiro Yoshimoto<sup>C)</sup>,  
Shinpei Fukuta<sup>A)</sup>

<sup>A)</sup> Mitsubishi Electric System & Service Co., Ltd.

<sup>B)</sup> High Energy Accelerator Research Organization

<sup>C)</sup> Japan Atomic Energy Agency

#### Abstract

The monitoring of J-PARC Personnel Protection System (PPS)[1] is performed using by acquisition and monitoring system (PPS Data System), which consists of data acquisition PCs and information display PCs installed in Central Control Building, and PLCs distributed in the three Accelerators and Central Control Building by an independent network for PPS (PPS Network). PPS Data System has been using Yokogawa Electric's SCADA software "ASTMAC" but it has become difficult to handle increased data due to the limited number of signals. In addition, due to OS dependence and the discontinuation of ASTMAC, it became necessary to build PPS Data System using different software. Therefore, PPS Gr. decided to construct a new system using EPICS[2], which has been used for many years in the J-PARC control system. On the other hand, PPS is a system that guarantees the safety of personnel during operations and maintenances of Accelerator, so it cannot be shut down for long periods of time. In addition, it is the most important safety system and must maintain high reliability and stability, so it would be dangerous to update the entire system in a short period of time. Therefore, we decided to divide the PPS Data System by function and replace it with the new system partially while operating the old system. This allows us to verify the operation of the updated parts and correct any problems without compromising the functionality of the PPS, and to construct a new system with high reliability and stability. This presentation will provide an overview of the new system, the updating process, and the progress.

#### 1. はじめに

J-PARC 加速器の Personnel Protection System(以下、PPS という)では、中央制御棟に設置されたデータ収集用 PC 群と情報表示 PC 群で構成される情報収集・表示系(以下、PPS Data System という)と、3つの加速器施設及び中央制御棟に分散配置された PLC 群を、PPS 用の独立したネットワーク (PPS Network)により接続することで、中央制御棟でのデータ表示、収集を行っている。

PPS Data System では J-PARC 加速器の運転開始当初から横河電機製 SCADA ソフトウェア「ASTMAC」を使用してきたが、サーバ 1 台当たり 1000 点という信号点数の制限がある為、多くの信号を監視対象から外している。そのような状況にありつつ、加速器の状況に合わせて信号は増加する為、対応が難しくなっている。また、ASTMAC には対応 OS が Windows7(32 bit)までという制限があることや販売が終了していることもあり、別ソフトウェアによる新たな PPS Data System の構築が必要となった。そこで J-PARC PPS Gr.では J-PARC 制御システムでも長年用いられた実績がある EPICS を採用して、信号点数の制限も、OS の制限もない新システムを構築することとした。

#### 2. これまでの PPS Data System について

まず、PPS の全体的な構成と役割について説明する。

PPS は中央制御棟及び加速器施設建屋毎に PLC を配置し、各施設の空調機や誤入射防止装置等に対して許可信号という形で、その動作が安全方向になるよう制御している。また、インターロックエリアと呼ばれる各加速器使用室内への出入口にも制御盤を設置して、パーソナルキーと呼ばれる鍵の取得を入域者に義務付けている。これにより入域者の有無を正確に把握可能となり、パーソナルキーが全て返却されなければ入域者ありと判断し、そのエリアのビーム運転はできない仕組みとなっている。

また、PPS は信頼性、安全性を向上させるため、基本的に A 系、B 系の二重化構成となっており、それぞれが独立動作している。これにより、一方に問題が発生したとしても、もう一方により、加速器を安全な状態(ビーム停止や機器停止の状態)にすることが出来る。

これら PPS の信号はハードワイヤーにより中央制御棟に送信されるが、各施設から送信される情報は集約されたものであり、詳細な情報までは中央制御棟まで送られては来ない。そこで、PPS 全体の集中監視及びデータ収集の為、PPS Data System が設置された。PPS Data System はハードワイヤーでは集めきれない各 PLC が持つ詳細な情報を、ネットワーク経由で中央制御棟に集約し、中央制御室での集中監視及びデータ収集を可能と

<sup>#</sup> kaz@post.j-parc.jp

している。これにより、PPS の状況確認や異常時のトラブルシューティングを容易にしている。

Figure 1 に現在の PPS Data System の各ハードウェアと機能及び情報の流れを示す。

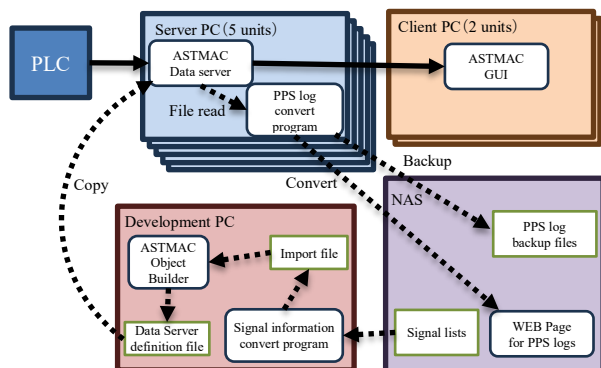


Figure 1: Current PPS Data System.

PPS Data System のハードウェア構成は下記のとおりである。

- ・ASTMAC データサーバ用サーバ PC 5 台
- ・ASTMAC GUI 用クライアント PC 2 台
- ・データ保存・WEB サーバ用 NAS 1 台
- ・開発用 PC 1 台

PPS Data System は、まず中央制御棟にあるサーバ PC 上で動作する ASTMAC データサーバ(以下、データサーバという)が、各施設に配置された PLC から PPS Network 経由で情報を取得する。5 台のサーバ PC はそれぞれが中央制御棟、LINAC、RCS、MR、実験施設ビームラインの信号を担当している。

また、データサーバは情報をログファイルとして保存しており、Windows タスクスケジューラに登録された PPS log convert program により、1 日に 1 度、各データサーバのログファイルを NAS へバックアップし、さらにそれをコンバートして PPS ログ閲覧用 WEB ページを生成する。

クライアント PC 上の GUI は各データサーバから情報を取得し、表示を行う。

NAS は WEB サーバ機能をもっており、PPS Network からブラウザで NAS にアクセスすることにより PPS ログを閲覧することができる。

開発用 PC は、GUI やデータサーバ用定義ファイルを作成するために使用する。GUI は開発用 PC 上にインストールされた ASTMAC のグラフィックビルダを用いて作成し、クライアント PC にコピーして使用する。

データサーバ用定義ファイルは、NAS 上にある信号情報リストをもとに作成されている。信号情報リストは CSV 形式のファイルで各施設にある PLC 制御盤毎に 1 つのファイルとなっている。これを開発用 PC 上でコンバートプログラムを用いて ASTMAC へのインポートファイルを作成、ASTMAC オブジェクトビルダというソフトウェアにインポートするという手順を踏むことでデータサーバ用定義ファイルが生成される。

### 3. 更新計画の検討

新しい PPS Data System (以下、新システムという) は、EPICS を採用してシステムを構築し、既存の PPS Data System (以下、旧システムという) で問題となっている OS の制限及び信号点数の制限の解決を目指す。そこで、まず、最終的にどのようなシステムを構築するかを考える。概要を Fig. 2 に示す。

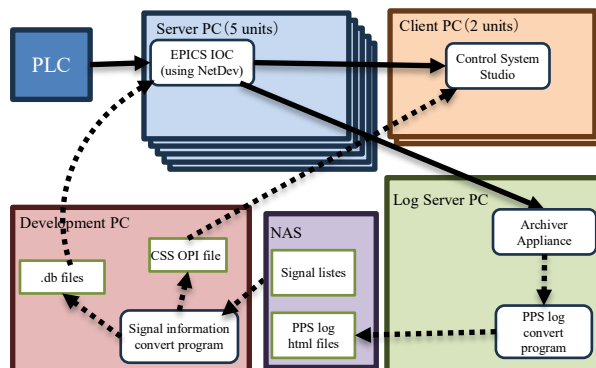


Figure 2: Target PPS Data System.

まず、EPICS IOC(以下、IOC という)を動作させる PC はトラブル発生時のリスク分散を考慮し、現在のサーバ PC と同様に施設毎に 1 台ずつ、5 台用意する。PLC との通信は NetDev[3]を用いて行う。GUI は Control System Studio[4](以下、CSS という)を用いて作成する。GUI を動作させるクライアント PC も現在と同様に 2 台とする。ログの管理については新たにログサーバ PC を用意し、Archiver Appliance を導入してログデータを蓄積する。ログ表示の GUI としては現在使用している形式を踏襲し、使い勝手が変わらぬようにする。db ファイルのメンテナンスや CSS の OPI ファイル作成は基本的に開発用 PC 上で行う。これらのファイルについては信号情報リストをベースに自動生成可能な仕組みを用意する。

最終的なシステム構成としては以上ようになるが、しかしながら、これらを構築しようとした場合、既存のシステムのほぼ全てを作り直す必要がある。

PPS Data System は取り扱う信号点数が多い為、開発に時間を要する。さらに、新システムの信頼性及び安定性を確認する為には十分な試験期間が必要不可欠である。その為、1 度の夏季メンテナンス期間で全ての更新と動作試験を行うことは現実的に不可能である。また、全体を 1 度に更新した場合、不具合発生時に原因調査、修正の為のダウンタイムが長期化してしまうリスクが高まる。

そこで、旧システムは通常動作させたまま、新システムを構築・動作試験を行うことを検討し、下記に示す更新計画となった。この計画では旧システムを機能毎に分割し、段階的に新システムへ更新を進める。更新部分は旧システムと並行して動作できる為、PPS Data System の機能を損なうことなく、各段階で長期動作試験を行い、信頼性、安定性を確認しながら新システムへの更新を進めることが可能となる。

### 3.1 更新第 1 段階 OPC デバイスサポートを用いた IOC の構築

まず、PPS Data System を更新するにあたり、優先しなければならないことは何かを考える必要がある。

PPS Data System は OS の制限の為、サーバ PC とクライアント PC に Windows7 搭載の 8 年前の古い PC を使用している。経年劣化による故障が懸念される為、PC の更新を急ぐ必要がある。まず、データサーバについては後継ソフトウェアである VDS に移行することで、Windows10 で動作させることができ ASTMAC GUI との通信が可能となることから、PC の更新が可能である。

一方、クライアント PC については ASTMAC GUI と VDS GUI では互換性が無い為、VDS に移行したとしても全て作り直しとなる。その為、EPICS レコード(以下、レコードという)の整備と CSS での GUI 作成を行い、クライアント PC の更新を優先することとした。

まず、レコードを整備する為、IOC を設置し、PPS の情報をレコードの値として取り出す仕組みを構築必要がある。そこで VDS と EPICS の間で情報のやり取りする方法を調査した結果、VDS のデータサーバにはデフォルトで OPC[5]サーバとなる機能が存在していること、また、EPICS にはドイツの放射光施設 Bessy で OPC サーバにアクセスする為のソフトウェア(OPC デバイスサポート)が開発されていることが分かった。この 2 つを用いることで VDS のデータサーバが収集した情報をレコードの値として取り出すことが可能となる。そこで、新システムへの更新の第 1 段階としては、OPC サーバ機能を利用した IOC とレコードの整備を行う。また、PPS の大量の信号について手作業で db ファイルを作成するのは現実的ではない。そこで、信号情報リストをベースに db ファイルを生成するプログラムも作成する。

### 3.2 更新第 2 段階 CSS による GUI の作成

レコードが整備されれば、CSS による GUI の作成を開始できる。更新の第 2 段階としては ASTMAC の GUI と同等の内容を持つ GUI を CSS で作成し、ASTMAC GUI 及びそれが動作するクライアント PC をリプレースする。CSS で作成する GUI の本体は OPI ファイルと呼ばれる XML 形式のファイルとなっており、構造が把握できれば生成プログラムを作成し、信号情報リストから自動生成が可能である。そこで、自動生成プログラムも併せて作成する。

### 3.3 更新第 3 段階 ログサーバの構築

第 3 段階としては、ログサーバの構築を行う。ログサーバ PC 上に Archiver Appliance を構築し、レコードのアーカイブ登録を行う。また、アーカイブした情報を表示する為の GUI を、既存のログ表示 WEB ページの外見を踏襲した形で作成する。

### 3.4 更新第 4 段階 NetDev を用いた IOC の構築

第 4 段階として、OPC サーバから取得していた情報を PLC から直接取得するように変更する。

この段階より前までは VDS データサーバを使用しているが、VDS から脱却しなければ、OS の制限と信号点数

制限から逃れることができない。

そこで、NetDev を用いた IOC を構築し、PLC と直接通信を行うこととし、最終的には VDS に依存しない PPS Data System とする。また、信号情報リストをベースに NetDev に対応した db ファイル生成プログラムを作成する。

この第 4 段階をもって、更新作業の完了とする。

## 4. 現在までの更新状況

更新作業として、まずは準備段階として VDS 試験機を用意し、ASTMAC GUI との通信試験を行った。後継機である為、特に問題はなく動作の確認ができた。

次に、OPC デバイスサポートを用いた IOC を構築し、CSS で試験用に作成した GUI を用いて試験を行った。

ASTMAC GUI が 1 秒周期でデータサーバからデータを取得しているのに対して、IOC では SCAN フィールドに I/O Intr を設定している為か、ASTMAC GUI よりも CSS の方がレスポンスよく表示された。

OPC デバイスサポートを利用した情報取得の確認が取れた為、信号情報リストをベースに db ファイルを生成するプログラムを作成し、ASTMAC で使用している全信号データを賄う db ファイルを生成・動作させた。

また、レコードの値の変化を確認する為、CSS でテスト用 GUI を作成した。作成した GUI を Fig. 3 に示す。

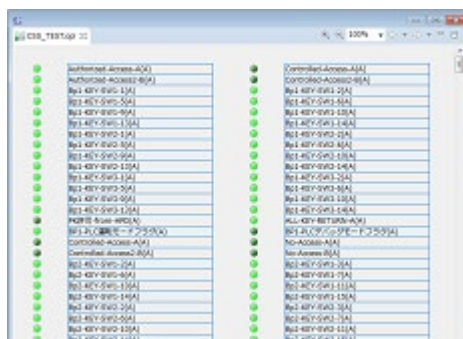


Figure 3: GUI created with CSS for testing.

この GUI も PPS 信号情報リストをベースに OPI ファイルを生成するプログラムを作成し、生成した。この GUI を用いて信号の変化を既存システムと比較した結果、更新したシステムが問題なく動作することが確認できた。これにより、更新の第 1 段階が完了したと判断した。

次に、第 2 段階に本格的に取り掛かる前に、試験的に一部の GUI について CSS により作成して動作を確認した。作成した GUI を Fig. 4 に示す。これはビームの行先を示す表示画面例である。

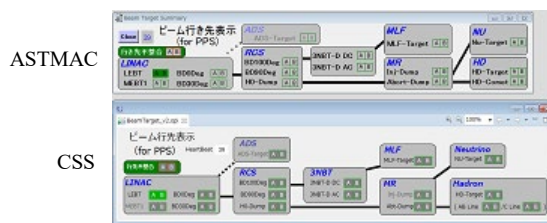


Figure 4: GUI for beam destinations.



これにより、CSS を用いて ASTMAC GUI とほぼ変わらない GUI が作成でき、ASTMAC GUI から変更しても違和感はない更新ができることがわかり、第 2 段階を進める目処がついた。

## 5. 今後の計画

今後は、第 2 段階となる CSS での GUI を作成し、動作確認を行う。

第 3 段階となる Archiver Appliance を用いたログサーバの設計検討は GUI の動作確認と並行して行う。ログサーバについては今後、詳細な検討を行い、仕様を決める予定である。最後に第 4 段階の NetDev を用いた IOC を構築して OPC 版 IOC とリプレースすれば、今回の更新計画は完了となる。

## 6. まとめ

現在の PPS Data System には信号点数の制限や、ASTMAC に OS の制限がある上に販売終了している等の問題があり、4 段階で更新を行う計画を立て、各段階では長期的に動作試験を行い、信頼性と安定性を確保することとした。現在のところ、第 1 段階である IOC の構築まで完了した。今後、第 4 段階まで実施し、現在の PPS Data System と同等の機能を EPICS を採用した新システムで実現する。

また、PPS Data System は EPICS を採用することで、高い柔軟性を獲得することができる。この特性を活用し、より高度なアプリケーションを構築することで、PPS の異常時の対応力を強化する。

## 参考文献

- [1] N. Kikuzawa *et al.*, “J-PARC における人的保護システムの現状”, Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan July 31 - August 3, 2019, Kyoto, Japan.
- [2] M. Clausen, L. Dalesio, “EPICS: Experimental physics and industrial control system”, ICFA Beam Dynamics Newsletter. 47. 2008, pages 56-66.
- [3] J. Odagiri, “ネットワーク・デバイスのための EPICS デバイス・サポート”, 2004.  
<https://www-linac.kek.jp/cont/epics/netdevbis/netdev-man.html>
- [4] K. Kasemir, “Control System Studio Applications”, ICALEPCS’07, Knoxville, Oct. 2007.  
<https://accelconf.web.cern.ch/ica07/PAPERS/ROPB02.PDF>
- [5] <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/>