

## DESIGN OF THE DATABASE SYSTEM FOR THE J-PARC LINAC & 3GEV RCS CONTROL SYSTEM

Masato Kawase<sup>1, A)</sup>, Hiroshi Takahashi<sup>A)</sup>, Makoto Sugimoto<sup>B)</sup>, Tatsuya Ishiyama<sup>C)</sup>

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

2-4 Toukai, Naka-gun, Ibaraki, 319-1195

<sup>B)</sup> Mitsubishi Electric Control Software Co., Ltd

1-1-2 Wadasaki-mati, Hyogo-ku, Kobe, Hyogo 652-8555

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

2-8-8 Umezono, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305-0045

### Abstract

The J-PARC Linac and 3GeV RCS control system decided that the database manages machine information and control information of the accelerator component machine. Now, the database which designing and developing doing part of the Linac and 3GeV RCS control system; it takes on primary role into the Linac and 3GeV RCS control system. This database system design and develop enough to doing auto-generation of the EPICS record for the J-PARC Control based on the machine information and control information.

This report describes about design of the database system.

## J-PARC Linac 及び 3GeV RCS制御データベースシステム設計

### 1. はじめに

大強度陽子加速器（以下、J-PARC）は、Linac、3GeV RCS、50GeV MRの加速器とL3BT及び3NBTのビーム輸送系、MLF、原子核素粒子の利用施設からなる。Linacは3GeV RCSへビームを入射し、RCSは高周波数で連続的にMLFとMRに、異なるパラメータで入射する。パラメータ変更は、ビームを停止することなく行われる為、遠隔操作によるビームロス可能な限り低減することが必要となる。その為、いずれの施設に供給するビームかを正確に区別して監視・操作を行うという機能を有した制御システム開発している。

本報告では、この制御システムの1部であるデータベースシステムについて報告する。

### 2. 制御システムに必要な情報

J-PARC加速器は、MWオーダーの大強度陽子加速器であり、ビーム運転時は、ビームロスの抑制に細心の注意を払う必要がある。J-PARCは、陽子を加速する為、巨大な加速器となる。その為、膨大な数の制御信号が存在し、ビームに対する精密な制御を実現するには、加速器構成機器の統括的制御が不可欠となる。

制御システムは、EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) をベースにした操作

及び監視を行う加速器構成機器制御システム、非常時に加速器運転の緊急停止を行うインターロックシステム及び加速器構成機器や外部機器と同期運転をさせるタイミングシステムで構成されている。加速器構成機器制御は、上位制御系から全て遠隔から制御を行う必要がある。インターロックシステムには、人員保護システム (Personal Protection System : PPS)、機器保護システム (Machine Protection System : MPS) の2つのインターロックシステムから成り立つ。タイミングシステムは、加速器全体の同期について、統括・管理・妥当性の判断・生成・供給するシステムであり、このタイミングシステムから配信されるタイミング信号 (トリガ信号、ゲート信号、クロック信号、ディレイ信号、ゲート信号) を正確に管理することが安定度のある加速器運転につながる事になる。

これらのシステムは、EPICSを基に制御することになる。その為、制御システムの一部であるデータベースシステムは、これらのシステムで使用される情報全てを一括管理し、加速器を安全に、また円滑に制御できるような役割を担う。J-PARC加速器制御に合ったデータベースシステム設計・開発を進めている。

<sup>1</sup> E-mail: kawase.masato@jaea.go.jp

### 3. データベースを中心として制御システム構成とデータベース設計

Linac 及び 3GeV RCS 制御システム構成は、Based Data Management system(BDM system)、Data Acquisition system(DAQ system)などから構成されている。これらの system が連携して機器の操作・監視を行う。

本データベースシステム(以下、DB)は制御システム内の BDM system に属す。BDM system は、J-PARC 加速器の統括的制御を行う。本 DB では、RDB(リレーショナル・データベース)を採用しているが、Linac 及び 3GeV RCS の加速器構成機器の特性を考慮し、複数のテーブルで DB を構成するのではなく、シンプルなテーブル構成の DB として設計している。本 DB のテーブルには、機器(電磁石など)の種類、設置場所、または機器の制御器の種類(PLC、VME etc...)、レジスタマップ等の制御に関連する情報がインストールされている。この情報を基に、Linac 及び 3GeV RCS の加速器構成機器制御は行われることとなる。J-PARC 制御 Gr.は、機器情報の一括管理を行い、機器制御が円滑に行えるシステムを提供することを目指している。その為、system の可用性及び保守容易性、情報の信頼性などの向上を重視し、現在 DB 設計・開発を行っている。

前述でも記述したように、J-PARC 制御系では、EPICS を使用することにより加速器構成機器の制御・監視を行う。EPICS は、EPICS レコードと呼ばれる制御信号を Read/Write し機器操作や監視を行う加速器制御ツールである。Linac 及び 3GeV RCS 制御システムの中核に DB を配置し、DB から Java アプリケーション<sup>[2]</sup>を使用することで EPICS に対応した EPICS レコードの自動生成を行う。EPICS レコード名は、J-PARC 制御 Gr.で定められた EPICS レコード命名規則に沿って生成される。DB にインストールされる情報は、機器タイプ、命名規則に使用する signal タイプ、及び EPICS DB ファイル構築時に使用される field 情報などがメインになる。

### 4. BDM system 開発状況

BDM systemを当初から完璧に構築することは難しく、ターゲットを絞りながらのDB開発が進められてきた。最初に取り掛かったのが、機器と上位制御系との連携に使用することのできるPLCを使用している加速器構成機器情報である。情報収集は、LinacとRCSで共通に使用できるExcelファイルベースのテンプレートを利用している。テンプレートには、加速器構成機器状態遷移の規格化・抽象化をはじめ、インターロック情報、パラメータ情報を実装している。BDM Systemの基本的な役割は、加速器遠隔制御を実現する為に必要な情報を管理し、

EPICS環境下で使用する制御信号の自動生成を行うことである。その為、本テンプレートファイルは、EPICS環境下で動作するソフトウェア及びハードウェアを十分考慮しながら構築している。テンプレートファイルへの情報入力方法は、制御Gr.と機器担当者と打ち合わせを重ね、機器制御方針を決めながら、テンプレートを完成させていく方法をとった。そうすることで、機器状態規格化などを機器担当者に理解してもらうことができた。テンプレートファイルからDBへのインストール作業は、基本的には、人によるインストール作業になっているが、テンプレートファイルに載せている項目と、DBのテーブル構成を同一にすることで、インストールも容易に行うことができています。DB情報を確認及びインストールは、『EMS PostgreSQL Manager』を使用している。先にも記述したが、BDM systemの情報を利用し、加速器構成機器の制御信号は自動生成される。制御信号の自動生成の目的は、制御信号生成時間の短縮、労力の大幅な削減である。また、これらを実現することで、多くの加速器構成機器制御の為に信号を作成する上で、人的ミスを軽減することができる。本システムでは、EPICSを使用する為、EPICSの“.dmprm”、“st.cmd”、“.db”などのEPICS定義ファイルを自動生成しなくてはならない。

### 5. EPICS定義ファイル自動生成試験

DBからのEPICS定義ファイル自動生成試験について説明する。試験で使用したデバイスはRCS出射部キッカ電磁石電源及びタイミング系である。

なお、本試験では、EPICS定義ファイルの他にJavaアプリケーション用定義ファイルの自動生成も実施している。

#### 5.1 RCS Extraction Kicker Magnet Power Supply

RCS出射キッカ電磁石電源は、PLC Ethernetモジュールを利用して、上位制御系との連携を行う。本電源同様に、上位制御系との連携部にPLCを使用するデバイスは、全てPLC用EPICSドライバサポート・デバイスサポート(以下、ドライバ)を使用することになる。DB側では、EPICS定義ファイルパラメータを管理し、定義ファイルの自動生成を可能にしている。図1に自動生成されたEPICS定義ファイルを示す。



図1. EPICS定義ファイル

本試験では、Javaアプリケーション用定義ファイルの自動生成も実施した。本DBは、EPICS定義ファイルのみでなく、機器制御アプリケーション用定義ファイルにも対応できるように設計している。機器制御用アプリケーション用定義ファイルは、EPICSレコード名及び制御対象(PLC,VME etc...)のIP Address、デバイスと直接接続時に必要なアドレス番号(PLCの場合、データレジスタ番号)などのパラメータを使用する。これらのパラメータは、EPICS定義ファイルにも利用しており、これらの定義ファイルは、自動生成後の形式のみ違うが、利用するパラメータは、同様のパラメータを使用している。

図2にJavaアプリケーション用定義ファイルを示す。



図2 . Javaアプリケーション起動用定義ファイル

このように、アプリケーション用の定義ファイルを自動生成することで、メインソースを書き換えることなく、パラメータ修正及び変更に対応でき、再コンパイルをすることなく起動することができる。また、様々な機器へ対応ができるよう汎用性、冗長性を持たせることができる。

キッカ電磁石電源制御試験では、自動生成されたファイルを使用し、試験を行った。問題無く操作及び監視が行えた事を確認することができた。

図3及び4に、キッカ電磁石電源制御パネルを示す。



図3 . Kicker Magnet Power Supply Control Panel1



図4 . Kicker Magnet Power Supply Control Panel2

## 5.2 Linac & 3GeV RCS Timing

キッカ電磁石電源同様、EPICS定義ファイルの自動生成を行った。本試験では、アプリケーション用定義ファイルの自動生成はおこなっていない。

自動生成したファイルをIOCに実装し、トリガ信号やゲート信号が受信モジュールにて、確実に受信されていることが確認できた。現在、タイミング系のソフトウェア設計・開発を行っている。

## 6 . まとめ

加速器構成機器情報や制御信号情報などの収集にとともに、インストールする情報の種類等が日々増加している状況である。制御システム全体の完成度を向上させる為、DB設計を度々変更してきた。現設計でDB開発を進めて行き、加速器構成機器の設計・開発、さらには、試験工程等の状況に合わせて、最新の情報を更新する必要がある。J-PARC構成機器制御試験等の状況に応じてテーブル構成確認または、検討を並行に進め、制御システムの基盤となるDBシステム構築を進めていく予定である。さらに、EPICSレコード自動生成用Javaアプリケーションに負荷をかけることなく、自動生成が行えるDBにする必要性もある為、このアプリケーション設計・開発の進捗状況に合わせてもシステム構築をする予定である。

## 参考文献

- [1] H.Takahashi et al., "Summary of 3GeV RCS Control System (2)", Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Saga, Japan, Jul 2001
- [2] K.Watanabe et al., "Development of User Interface for Accelerator Components Database", Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Saga, Japan, Jul 2005
- [3] H.Sako et al., "RDB system in J-PARC LINAC and its application to commissioning", Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Saga, Japan, Jul 2005