

## DEVELOPMENT STATUS OF DATABASE FOR J-PARC RCS CONTROL SYSTEM (1)

Shinpei Fukuta<sup>A)</sup>, Hiroki Takahashi<sup>B)</sup>, Masato Kawase<sup>B)</sup>, Hiroshi Yoshikawa<sup>B)</sup>, Makoto Sugimoto<sup>C)</sup>, Shiori Sawa<sup>D)</sup>

A) Mitsubishi Electric System & Service Co., Ltd  
2-8-8 Umezono, Tsukuba-shi, IBARAKI, 305-0045

B) J-PARC Center / JAEA  
2-4 Shirakata-Shirane, Tokai-mura Naka-gun, IBARAKI, 319-1195

C) Mitsubishi Electric Control Software Co., Ltd  
1-1-2 Wadamisaki-cho, Hyogo-ku, Kobe-shi, HYOGO, 652-8555

D) Total Support System Co., Ltd  
3-10-11 Funaishikawa-Ekinishi, Tokai-mura Naka-gun, IBARAKI, 319-1116

### Abstract

The J-PARC 3GeV RCS control system decided that the database manages machine information and control information of the accelerator component machine. 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 in J-PARC 3GeV RCS.

## J-PARC RCS 制御システムにおけるデータベース開発 (1)

### 1. はじめに

J-PARCは、Linac、RCS、MRなどの加速器施設とMLFなどの実験施設から構成される研究用大型加速器である。また、加速対象が質量の重い陽子であることから、加速器全体が巨大となり機器の情報量が膨大となる。そのため機器情報をデータベースで管理することとした。これはRCSにおいても同様であり、機器データ管理用データベース（機器DB）と運転データ収集用データベース（運転DB）を制御システムのベースとしている<sup>1)</sup>。

本報告では、RCS制御システムにおけるデータベース、特に機器データの管理からEPICSレコードの自動生成までの役割を担う機器DBの開発について述べる。

### 2. RCS制御システムのベース

RCSでは、制御システム<sup>2)</sup>の基礎として、機器DBと運転DBの2種類のデータベースを用いる。機器DBは、主に機器情報の管理を行うデータベースである。機器の種類（磁石、真空機器、etc...）、ローカルコントローラ（VME、PLC、etc...）、機器制御信号などの情報を蓄積し、これらを基にEPICSレコードの自動生成を行う。このEPICSレコードを用いてRCSの加速器構成機器の制御は行われることになる。J-PARC制御グループは、この機器DBにて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。

運転DBは、運転データの収集・蓄積を行うデータベースである。加速器運転時の運転パラメータのセット履歴を運転DBに記録する。この履歴を参照することで、過去の特定条件のデータを再現することが可能となり、ビームコミッショニング時などにおいて大きな役割を果たす<sup>3)</sup>。また、運転DBは機器のモニタ値の収集も行う。各機器のモニタ値が予め設定されたデッドバンド値を超えた変化を起した時のみ、モニタデータを収集する。これはEPICSのモニタ機能を利用したものである。

### 3. RCS制御システムにおける機器DB

#### 3.1 機器データの一括管理

前述のように、J-PARCは加速器全体が巨大であり、関連する機器の数が多い。ビームの精密制御を実現するためには、これら全ての機器の統括制御を行うことが必須である。

この膨大な量の機器制御情報を一括管理するため、RCS制御システムでは、機器DBにリレーショナルデータベース（RDB）を採用し、機器情報の記録・管理を行っている。データベース管理システムには、無料でありながら高度な機能を有するPostgreSQLを採用した。

機器DBに入力される情報は、機器の種類、設置場所、IOC名、ローカルコントローラなどの他に、EPICSレコードの自動生成時に使用される信号情報（フィールド情報）などがある。

<sup>1)</sup> E-mail: sfukuta@post.j-parc.jp

表1 機器データテーブル一部抜粋

facility	area	name	signal0	signal1	signal2	desc	desc_jp	dtype	board	address	bitno	signal	type	nobt
LI	MEBT1B	LLRF01	STAT	REMOTE	NONE	Local/Remote	遠隔/現場操作選択	JAERI PLC2	0	DEV1C3	0	mbbi		16
LI	MEBT1B	LLRF01	STAT	CODE	NONE	Machine Status Code	機器状態コード	JAERI PLC2	0	DEV1C4	0	mbbi		16
LI	MEBT1B	LLRF01	STAT	TARGET CODE	NONE	Machine Target Status Code	機器遷移目標コード	JAERI PLC2	0	DEV1C5	0	mbbi		16
LI	MEBT1B	LLRF01	ILK	DETAIL1	NONE	Interlock1	インターロック1	JAERI PLC2	0	DEV1D	0	mbbi		16
LI	MEBT1B	LLRF01	ILK	DETAIL2	NONE	Interlock2	インターロック2	JAERI PLC2	0	DEV1E	0	mbbi		16
LI	MEBT1B	LLRF01	ILK	DETAIL3	NONE	Interlock3	インターロック3	JAERI PLC2	0	DEV1F	0	mbbi		16
LI	MEBT1B	LLRF01	ILK	DETAIL4	NONE	Interlock4	インターロック4	JAERI PLC2	0	DEV1B	0	mbbi		16

上記の情報をJ-PARC制御グループ指定フォーマットのEXCEL形式で編集し、機器DBに入力する。機器データを管理する「機器データテーブル」を表1に示す。このテーブルの他に機器設置エリアを管理する「エリアテーブル」、機器の種類を管理する「機器タイプテーブル」などのテーブルによって機器DBは構成される。

### 3.2 EPICSレコードの自動生成

J-PARCの制御システムはEPICS(Experimental Physics and Industrial Control)をベースに構築されている。EPICSとは、加速器や物理実験装置などの分散型制御システム開発用ツールキットであり、これまでに多くの加速器研究施設で採用されてきた。EPICSは、EPICSレコードと呼ばれる制御信号をPut/Getし機器の操作や監視を行う。EPICSレコードは、J-PARC制御グループで定められたEPICSレコード命名規則に沿って生成される。機器DBにインストールされている機器タイプ、命名規則に使用するsignal type及びフィールド情報などを基にレコードを作成する。図1にレコードとそのフィールド情報の一例を示す。

```
record(mbbi, "RCS_IERM_KMPS01.PILK:DETAIL4")
{
  field(ASG, "DEFAULT")
  field(DESC, "Primary Interlock4")
  field(DTYP, "JAERI PLC2")
  field(INP, "@fam3://10.32.76.64/DEV1I11")
  field(NOBT, "16")
  field(SCAN, "I/O Intr")
  field(SHFT, "0")
}
record(mbbi, "RCS_IERM_KMPS01.PILK:DETAIL3")
{
  field(ASG, "DEFAULT")
  field(DESC, "Primary Interlock3")
  field(DTYP, "JAERI PLC2")
  field(INP, "@fam3://10.32.76.64/DEV1I10")
  field(NOBT, "16")
  field(SCAN, "I/O Intr")
  field(SHFT, "0")
}
```

図1 EPICSレコードとそのフィールド情報

EPICSレコードは、基本的なデータ入出力型から計算式を行うものまで多様な信号種類(signal type)があり、それぞれ必要なフィールド情報の種類に違いがある。また、J-PARCは制御信号の数が多く先ほど述べた。そのため、レコードを手作業で作製するには多くの時間を要する。また、この膨大で多様なレコードを手作業で作成した場合、入力ミス等が起きてしまう可能性がある。そこでJ-PARCでは、EPICSレコードを機器DBから自動生成することで、レコード作成労力の削減と人的ミスによる開

発遅延の低減を可能とした。機器DBによる自動生成の流れを図2に示す。

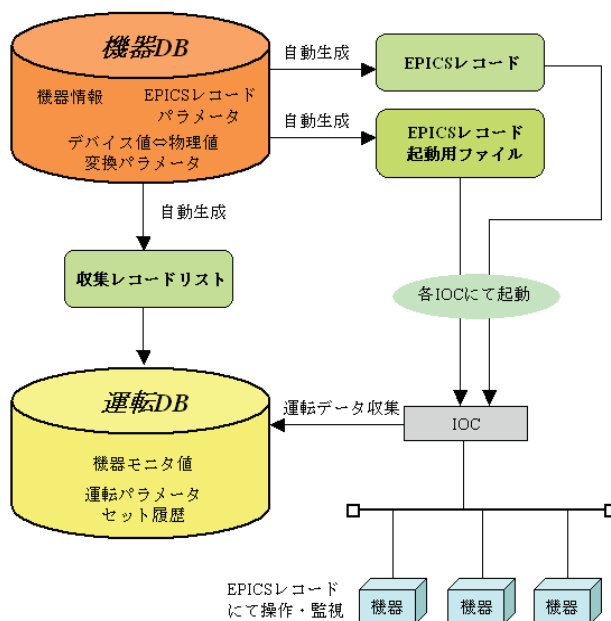


図2 機器DBによる自動生成の流れ

### 3.3 EPICSレコード起動用ファイルの自動生成

本機器DBの特徴の一つとして、EPICSレコードのみならず、EPICSレコード起動用ファイルも自動生成することが可能であるという点である。起動用ファイルの一例を図3に示す。

```
##
## IOC NAME 'rcsioc02'
##
# ENV
putenv "EPICS_TIMEZONE=JST::+540:0:0"
putenv "EPICS_TS_NTP_INET=10.16.1.17"

cd "/home/epics/rcs/iocBoot"
< cdCommands

## Load_IOC
ld < /home/epics/rcs/bin/vx/Works-ppc604_bng/iocP2.munch

## Load_DefineDatabase
dbLoadDatabase("/home/epics/rcs/dbd/iocP2.dbd");
iocP2_registerRecordDeviceDriver(pdbbase)

## Load_Database
< /home/epics/rcs/kikis/MON/blm/dbAIC-BLMH VPS.rcsioc02
< /home/epics/rcs/kikis/MON/blm/dbP-BLMH VPS.rcsioc02
dbLoadRecords("/home/epics/rcs/SEIGYO/util/vx/Stats.db", "IOC=rcsioc02")

## Parameter
```

図3 EPICSレコード起動用ファイル

このEPICSレコード起動用ファイルには、各IOCにて処理するレコードの機器タイプなどが示されており、IOC起動時にこれら起動用ファイルを読み込むことで、レコードは処理を開始する。起動用ファイルは、EPICSレコード自動生成時と同じデータを基にして生成されるため、レコードと起動用ファイルの間にデータの差異が生じることがなく、このシステムはデータの統一性にも寄与している。

### 3.4 デバイス値から物理値への変換

各種機器におけるデバイス値と物理値を変換するためのパラメータを保持するのも機器DBの役割である。この変換係数をDB内に保持し、EPICSレコードや上位アプリにて変換を行う。

### 3.5 データ収集系への寄与

さらにデータ収集系においても、収集するデータのEPICSレコードリストを機器DBから自動生成している。EPICSレコード起動用ファイル生成時と同様に、自動生成の際に使用するデータが同じであることで、データの差異が生じることがない。また、レコード修正・追加の際においても、機器DBのみのデータ編集作業で済むため、作業効率の向上に役立っている。

## 4. Linacでの運用実績

J-PARCでは、昨年11月から今年6月までLinacのビームコミッショニングが行われてきた。この7ヶ月間のビームコミッショニングにおいては、殆どのEPICSレコードをこの機器DBから自動生成し、運用してきた。対象となるIOCの数は約90点、デバイスの種類にして約60種類、レコード点数にして数万点である。これだけの数にも関わらず、Linacのコミッショニングにおいては、極めて安定に運用することが出来た。

RCSにおいても、デバイス数を考慮すると、数万点のレコードが必要であると推測できるが、Linacでの安定運用からも、機器DBはRCSの運転においても十分対応可能であるものと期待できる。

## 5. RCSの現状と今後

今秋よりRCSでは、総合試験・コミッショニングを行っていく予定である。現在、殆どの機器の設置が完了し、機器単独での試験を行っている。

キッカ電磁石電源、モニタ系のBLM (Beam Loss Monitor) については、レコードの作成、MEDMによるレコード動作確認試験は終了した。RF系に関しては、EPICSドライバで規定された状態コードの定義と信号情報の整備が進められている。その他モニタ系に関しては、工場・現地での機器の遠隔制御試験を行っており、これら現地試験においても、機器DBより自動生成されたEPICSレコードを用いて試験を行っている。

## 6. まとめ

RCS制御システムにおける機器DBの役割及び現状について述べた。RCSにおいては、Linacとは異なる種類の機器が存在するが、順次問題なく機器DBに入力できている。現在のRCSのデータ入力状況、及びLinacコミッショニング運転での実績から、機器DBはRCSの総合試験、コミッショニング運転に貢献できるものであると考える。

## 参考文献

- [1] H.Takahashi, et al., "Summary of 3GeV RCS Control system (2)" Proceedings of the 2nd Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Saga, Japan, Jul 2005
- [2] M.Kawase, et al., "Design of the Database system for the J-PARC LINAC & 3GeV RCS control system" Proceedings of the 3rd Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Miyagi, Japan, Jul 2006
- [3] H.Sako, et al., "RDB System in J-PARC LINAC and Its application to Commissioning (2)" Proceedings of the 2nd Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Miyagi, Japan, Jul 2006