

## SUMMARY OF 3GeV RCS CONTROL SYSTEM (2)

Hiroki Takahashi<sup>1,A)</sup>, Hironao Sakaki<sup>A)</sup>, Hiroyuki Sako<sup>A)</sup>, Hiroshi Yoshikawa<sup>A)</sup>, Yuichi Itoh<sup>A)</sup>,  
Yuko Kato<sup>A)</sup>, Masato Kawase<sup>A)</sup>, Makoto Sugimoto<sup>B)</sup>, Kazuhiko Watanabe<sup>C)</sup>

<sup>A)</sup> Japan Atomic Energy Research Institute

2-4 Shirane, Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1195

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

1-1-2 Wadamisakichou, Hyougo-ku, Kobe-shi, Hyougo, 652-8555

<sup>C)</sup> Total Support Systems Co.

3-10-11 Eki-nishi, Funaishikawa, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1116

### Abstract

J-PARC 3GeV RCS send the beam of a different parameter to both the institutions of MLF and MR. Therefore, 3GeV RCS Control System is required unprecedented capability to supervise correctly by distinguishing the beam for MLF and MR.

Following the status report last year, this report shows the status of 3GeV RCS Control System focusing on Data Acquisition system which is able to collect the synchronized data and Based Data Management system which become the basis for 3GeV RCS Control System.

## 3GeV RCS制御システムの概要 (2)

### 1. はじめに

大強度陽子加速器を用いた科学技術の展開を図るために、原研とKEKは「大強度陽子加速器計画 (J-PARC計画)」を共同で推進している。施設は原研東海研究所内に建設中である。J-PARCはLinac、3GeV RCS、50GeV MRの加速器とL3BT、3NBTのビーム輸送系、MLF、原子核素粒子施設の利用施設からなる多目的利用の施設である。

3GeV RCSは、高い周波数 (25Hz) で連続的にMLFとMRの両施設には、それぞれ異なるパラメータのビームを入射する。また、一般的な加速器同様に、パラメータの調整等がビームを停止することなく連続運転中に行われることも考えられるため、操作によるビームロスと可能な限り低減することも必要である。そのため、いずれの施設に送るビームかを正確に区別して監視・操作を行うという、他に類をみない機能を有するRCS制御システムの開発が必須である。

本発表では、昨年の検討状況報告に引き続き、開発を進めている25Hz同期データ収集を可能としたDAQシステムとRCSの加速器構成機器データ管理システムを中心に、現状報告を行う。

### 2. RCS制御システムの構成概要

RCS制御システムの構成概略を図1に示す。RCS制御システムは、主にBased Data Management system (BDM system)、Data Acquisition system (DAQ system)、Control Parameter Optimize system (CPO system)及びHuman Machine Interface (HMI)から構成され、これ

らが連携してComponent (Devices, Machines)の監視・制御を行う。

BDM systemは、RCS制御システム構築の基礎となる。これは、Component parameter DB (Cmp DB) と Control parameter DB (Ctl DB)の2種類のデータベースを主として構成され、Component情報の蓄積とRCS制御システム構築に必要なパラメータの生成を行う。

DAQ systemは、運転データの収集・蓄積を行う。これは、Operation DB (Ope DB)、Reflective Memory (RM)、及び、Wave Endless Recorder (WER)などで構成される。Ope DBは機器制御器 (machine controller)、モニタ機器、WER等の運転データをRM及びLAN経由で収集する。

CPO systemは操作パラメータの妥当性・正確性を確保する。これにより、ヒューマンエラーなどによる謝った操作パラメータが機器制御器などに設定されることを防ぐ。これは、Simulation DB、Operation Logなどによる構成で、現在、詳細構成などについて検討中である。

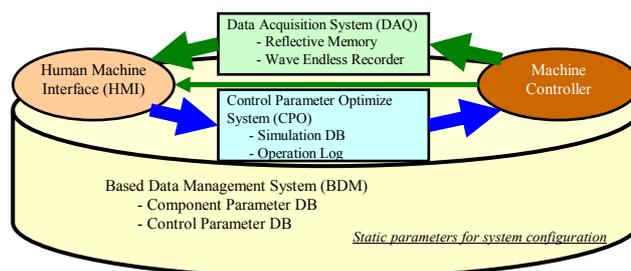


図1 : RCS制御システムの構成概略

<sup>1</sup> E-mail: htaka@linac.tokai.jaeri.go.jp

### 3. BDM system

BDM systemは上述した様に、Cmp DBとCtl DBから構成される。

Cmp DBは、電磁石の種類・大きさ・設置場所（設置座標を含む）、電源の最大許容電圧（電流）値など、RCSを構成するComponentの不変な（ほぼ不変な）情報を蓄積するDBである。また、このDBでは機器、及び、機器の主要な構成部品（キッカ電磁石電源のサイラトロンなど）の変更・交換履歴、アライメントの調整履歴などを記録する。これは、機器の変更と運転データの変化との関連性を見出すのに役立つと考えられる。

一方、Ctl DBは、機器（電源など）の制御器の種類（PLC、VMEなど）、レジスタマップなど制御に関する不変な（ほぼ不変な）情報を蓄積する。そして、Cmp DBの機器名称と、Ctl DBに蓄積されたレジスタマップなどの情報とを関連づけ、EPICSの".dbprn"マクロ定義ファイルと、".db"ファイルを生成する（図2）。この自動生成したファイルを用いて、RCSキッカ電磁石電源（制御器PLC）を問題なく遠隔操作出来ることを確認した[1]。これにより、EPICSレコード作成費やされる時間と労力の大幅な削減が期待できる。

また、RCSとLinacでは簡易画面の定義ファイル自動生成を行うことについても検討を進めている。Linac 60MeVのデモ試験においては、その実現可能性を確認した。

さらに、工場試験時に用いるアプリケーションプログラムの定義ファイル（PLC遠隔制御Javaツール開発[2]）、リフレクトメモリのレジスタ定義ファイルなど、HMI、DAQ system、CPO systemそれぞれの構成に必要な定義ファイルの自動生成を考慮して、BDM systemの検討・設計を進めている。

この様にして、BDM systemによる、RCS制御システムの基礎データ一括管理を目指している。

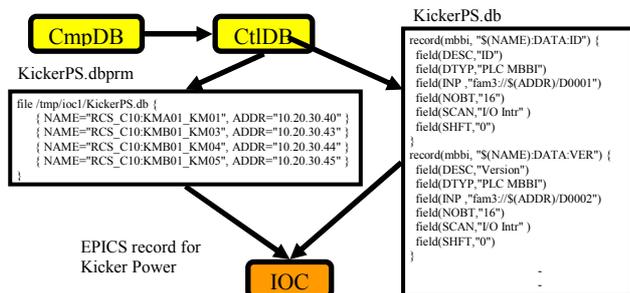


図2：EPICSレコード自動生成概略

### 4. DAQ system

RCSは25Hz（40msec）で運転され、MLFとMRの両施設にビームを送る。両施設にビームを送る場合の代表的な運転パターン1周期（MR周期）は、3.64秒（91ビーム）であり、3.48秒間（87ビーム）がMLF、0.16秒間（4ビーム）がMRである[1]。この両施設に送られるビームのパラメータがそれぞれ異なることから、MLFのビームとMRのビームを区別し

てモニタリングすることが要求される。

そこで、RCS制御システムでは、データを(1)区別が要求されるデータ（Synchronized Data）と、(2)区別が不要なデータ（Standard Data）の大きく2種類に分けて扱うこととしてDAQ systemの検討・設計を進めている。

#### 4. 1 Synchronized Data

J-PARC制御系はLANを基幹としているため、データの同期性を確保したデータ収集が不可能である。そこでSynchronized Dataについては、まず、機器側でモニタデータに基本となるビームtag、及び、ビームタイプ（行き先：MLF or MR）を添付する。次に、DAQ systemはLAN経由で収集したデータについて、ビームtag、ビームtypeに基づきデータの整理を行い、MLFのビームとMRのビームの区別、及び、データの同期を行う。このDAQ systemで整理されたデータを使用することで、区別したモニタリングが可能となる。

また、機器の種類に応じて、常時25Hzで収集を行うデータ（(1) Fast Synchronized Data）と、上位制御系の要求（異常時など）、もしくは、定周期（>1秒）で収集を行うデータ（(2) Slow Synchronized Data）がある。よって、Synchronized Dataについては、さらに2種類に分類して検討を進めた。

##### (1) Fast Synchronized Data

Fast Synchronized Dataは、全25Hzのデータを記録する必要があるだけでなく、MLFとMRを区別しての常時モニタ表示を行う必要がある。そのため、ビームtag、ビームtypeだけでなく、MR周期tag、MR周期回数なども合わせてデータに添付することとした。

しかしながら、収集データがDBなどにInputされた後に整理される方法では、データ処理に時間がかかるため、常時モニタ表示するHMIへのデータ供給には不十分である。

そこでRCS制御システムでは、Reflective Memory（RM）をring memoryとして使用することで（図3）、25Hz全データ収集と常時モニタ表示の両立を可能とするDAQ systemの検討・設計を進めている。

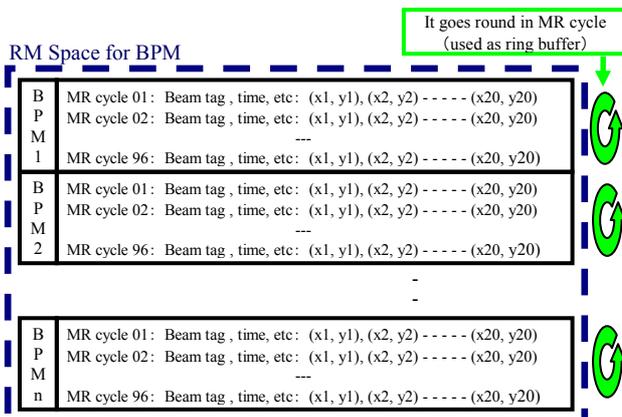


図3：Reflective Memoryエリアの概略

まず、RCSのBeam Position Monitor (BPM) Positionデータを対象として、BPMの信号処理回路部分とDAQ systemを模擬したテストベンチを行い、全25Hzデータ収集について簡易検証を行った。

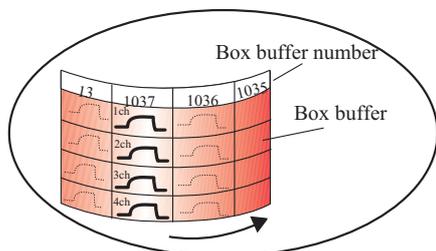
その結果、50ビーム分のBPM Positionデータをバルクデータとして一括でDBにInsertする方法、及び、BPM Positionデータをファイルに記録する方法において、問題なくデータ収集可能であることを確かめた[3]。

次の段階として、常時モニタ表示を実現するためのHMIとRMのデータ授受方式の検討・設計を進めている。

## (2) Slow Synchronized Data

Slow Synchronized Dataは、ゆっくりとした周期(>1秒)のモニタ、または、上位制御系のデータを要求時(特に異常時)に要求される同期データであり、そのデータ収集に関して早さの要求はあまりない。よって、DBにInputした後にデータ整理する方法によるHMIへのデータ供給が有効である。

この方法の1つとして、Wave Endless Recorder (WER) (図4)を用いたデータ収集の開発を進めている[4]。また、このWERを用いた方法は、異常時解析を行うPost Mortem Systemに有効である。



OS: uITRON (Realtime OS)  
CPU: SH4(200MHz)  
Memory: 32MB  
1024(Box buffer) x 8k(B/Box biffer) x 4ch  
ADC: 12bit (isolated) x 4ch, 10MS/s, differential input  
Trigger: TTL

図4 : Wave Endless Recorderハードウェア概略

## 4. 2 Standard Data

Standard Dataについては、定周期、もしくはデータに変化があった場合に収集する。このデータ収集に関しては、EPICS Channel Archiver、KEKB Logger

を参考にして検討・設計を進めている。

テストベンチとして、RCSの入出点データ数から概算したデータ量(3GB/day)について、IOC (VME)とDAQ systemを模擬したテストベンチを行い、問題なく収集可能であることを確かめた。

以上のテストベンチ(4.1, 4.2)は、Synchronized DataとStandard Dataについて別々に行ったものである。実際のRCS制御システムの構成を想定し、両種類のデータを同時に収集するテストベンチを行う必要があると考えており、現在、準備を進めている。

## 5. まとめ

RCS制御システムのBDM systemとDAQ systemについて、検討、設計、及び、開発状況について述べた。

BDM systemについては、第1段の開発フェーズが概ね終了した時点と考えており、EPICSレコード自動生成などについて、ほぼ問題なく実現可能であることを確認した。さらに現在、機器の設計進捗に合わせて最新の機器データの収集を進めており、この最新機器データを基にして第2段のフェーズとして、Cmp DB、Ctl DBのテーブル構成確認、並びに、再検討を進め、RCS制御システムの基盤となるシステム構築を進める予定である。

DAQ systemについては、大方針がほぼ確定し、それぞれの方法(RM、WERなど)について概ね見通しを得た。さらに、2種類のデータの同時収集に関して試験を行い、この結果を基にしてDAQ systemの最終構成の設計を進める予定である。あわせて、定常モニタ方式に必要なRMとのデータ授受方法等のHMIとの通信方式についても検討・設計・製作を進める。また、CPO systemについても、検討・設計を進める予定である。

## 参考文献

- [1] H.Takahashi et al., "Summary of 3GeV RCS Control System", Proceedings of the 1st Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Funabashi, Japan, August 2004
- [2] M. Kawase et al., "Development of Remote Control Java Tool for PLC", These proceedings.
- [3] H.Takahashi et al., "25Hz Synchronized Data Collection System in J-PRAC 3GeV RCS", Proceedings of PCaPAC2005, Hayama, Japan, March 2005
- [4] H.Sakaki et al., "Development of Trigger Management Device for the Waveform Record Device", Proceedings of the 1st Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Funabashi, Japan, August 2004