

CONTROL SYSTEM FOR RIKEN RI-BEAM FACTORY

Misaki Komiyama^{A)}, Masaki Fujimaki^{A)}, Makoto Nagase^{A)}, Masayuki Kase^{A)}, Akito Uchiyama^{B)}

^{A)} RIKEN Nishina Center

2-1 Hirosawa, Wako, Saitama, 351-0198

^{B)} SHI Accelerator Service, Ltd.

1-17-6 Osaki, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-0032

Abstract

We had set up all controllers for accelerators and their beam transport lines, EPICS Input/Output Controllers (IOC) and application programs for the beam commissioning of the RIKEN RI-Beam Factory (RIBF), and extracted the first beam from the SRC on December 28 2006. Besides making all database and control programs, we made some improvements of the RIBF control system such as renewing a part of IOC system, improvement of N-DIM which is our original controller for beam diagnostic devices or vacuum system, replacement a GUI application and so on.

理研RIビームファクトリー制御系の現状

1. はじめに

RIBF制御系はイオン源及びRF、サイクロトロン本体の真空系や冷却系などそれぞれが独立した制御系を持つものを除き、その大部分を Experimental Physics and Industrial Control System (EPICS) をベースに構築して運用している^[1]。現状のEPICSによるRIBF制御系全体図を図1に示す。被制御対象物のコントローラの種類ごとに、大きく

- 1) CAMACモジュールを用いたグループ
- 2) NIOを用いたグループ
- 3) N-DIM及びPLCを用いたグループ
- 4) GP-IBを用いたグループ

に分けることができ、導入時期の古いものから、GP-IB、CAMAC、NIO、N-DIM及びPLCの順となる。GP-IBはリニアックの一部の電磁石電源及びRF電源制御を、CAMACはリニアックの一部及びリングサイクロトロンとそのビームラインの電磁石電源やファラデイカップやビームプロファイルモニタなどの診断系デバイスの制御を、NIOはリニアックの一部及びfRC入射ビームラインよりも下流のビームライン、fRC、IRC、SRC本体の電磁石電源の制御を、N-DIM及びPLCは同じくリニアックの一部及びfRC入射ビームラインよりも下流のビームライン、fRC、IRC、SRC本体の主に診断系デバイス及び真空制御盤の制御を行っている。

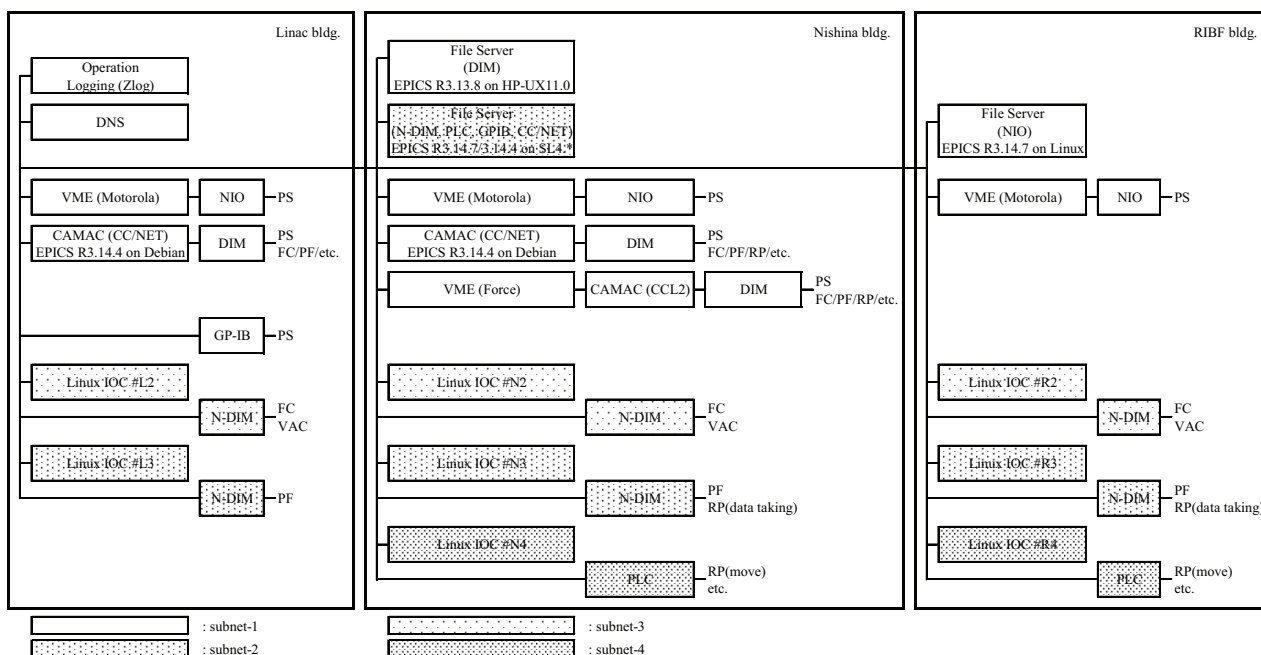


図1：RIBF制御系全体図

RIBFはリニアックからスタートしていくつかの段階を経て徐々にその規模を拡張してきた大規模な加速器施設であるために、このように多くの種類のコントローラが混在する結果となっている。しかし、制御系を分かりやすくシンプルにすることはビーム調整の効率を上げることにつながり、またメンテナンス性を向上させることにもつながると考えられるため、今後機器を新規導入もしくは更新する場合には、可能な限り電源制御はNIOをコントローラに、診断系機器制御はN-DIMもしくはPLCをコントローラに統一していくことを考えている。表1にRIBF制御システムで現在使用中の各コントローラの数をまとめる。DIMとはDevice Interface Moduleの略であり、1)のグループに含まれる。20年以上前に理研が独自に開発したCAMACモジュールであるCommunication Interface Module (CIM)と光ケーブルで接続することにより各デバイスを制御するコントローラである。

表1: RIBF制御系のコントローラ数

| | |
|---------------|-----|
| DIM (PS) | 80 |
| DIM (BD) | 100 |
| GP-IB (GMACS) | 4 |
| GP-IB (IDX) | 5 |
| NIO | 420 |
| N-DIM (PF) | 90 |
| N-DIM (RP) | 12 |
| N-DIM (FC) | 60 |
| N-DIM (VAC) | 70 |
| PLC (Omron) | 3 |
| PLC (Melsec) | 4 |
| PLC (FA-M3) | 3 |

2. 制御系改良項目

2.1 IOCシステムの更新

今回更新を行ったのは3)のN-DIM及びPLCの制御システムである。従来、加速器施設の3棟の各建物に敷設している4系統の各サブネットにEPICSのフロント・エンド計算機の役割を担うIOC用のLinux OSをマウントしたPCを1台ずつ設置してシステムを運用してきた。実際には全ての建物に同じ制御対象物が存在するわけではないため、3)のグループに関してはリニアック棟ではN-DIM制御用に2台、仁科記念棟とRIBF棟ではN-DIM制御用に各2台とPLC制御用に各1台のPCを設置している。それら8台のPC全てに同じEPICSベースプログラムとN-DIM及びPLCに共通のデバイス/ドライバサポートプログラム (NetDev)^[2]をインストールして同じベース環境を作り、その上でデータベース及びシーケンサに関してはそれぞれの制御範囲の対象物固有ものをインストールして、それぞれが完全に独立したIOCとして運用してきた。しかし、EPICSベースプログラム及びNetDevは8台のIOCがそれぞれ持つ必要はなく、

メンテナンス性を考えてもそれらを8台で共有したほうが良いとの観点から、1台のLinux計算機をサーバ計算機としてそれらのプログラムをインストールし、また全てのデータベース及びシーケンサもインストールして、各エリアのIOCとしてはLinuxの必要な環境だけを持つハードウェアを準備し、必要なファイルだけをそれぞれがサーバ計算機にNFSマウントしてダウンロードして動作するようなシステムに更新した。IOCは長期の動作の安定性と扱いやすさとコストを考え、従来のPCから小型の組み込み用途のシングルボードコンピュータに更新して、昨年11月から運用を始めた^[3]。現在までに大きな問題はなく順調に運用を続けており、これらの更新作業による今後の安定した運用が期待される。

2.2 上位プログラムの整備

2001年秋に導入したHP-UX11.0のOSをインストールした計算機 (rarfsrv) は、RIBF制御系の中の最も古いサーバ計算機として、オペレータインターフェースのGUIプログラムやビームモニター用のMotifの作りこみのプログラム等を運用し、仁科記念棟のCAMACループを構成しているクレートを制御するためのVMEの上位計算機として現在もなお制御系の中心的存在として運用している。しかし、CAMACループを構成する光モジュールの将来的なメンテナンスが困難であることから、従来のクレートコントローラをLinux OSがあらかじめマウントされているネットワーククレートコントローラにこの夏に全数を更新予定であること、それによりrarfsrvは上位プログラムだけが走ることになること、それならば高額なメンテナンス費用を必要とするrarfsrvよりも普通のLinux OSをマウントしたサーバ計算機のほうがメンテナンス性の面でも費用の面からも優れていることから、このサーバ計算機からLinux OSのサーバ計算機に移行する方針とし、新たにLinux OSのサーバ計算機を導入して (filesrv)、更新作業を進めている。各種作りこみプログラムの移行はほぼ終了し、あわせてEPICSコラボレーションが提供しているアラーム通知アプリケーションであるアラームハンドラの運用もスタートしている。現在は電源のインターロックに関するアラームをカバーしているだけであるので、今後はビームモニター系の信号なども取り込んでいく予定である。オペレータインターフェースのGUIプログラムとしては従来から同じくEPICSコラボレーションが提供しているDM2Kというアプリケーションを使用してきた。しかしこれはメモリークの問題があり、100個超のファイルを (制御画面を) 開いておくと操作ができなくなりハングアップしてしまうこと、それによりオペレータがビーム調整中にもかかわらずコンソールのPCを再起動しなければならないという問題点があることが分かってきた。更に、それにもかかわらず数年前からDM2K自体のメンテナンスが停止してしまっているという問題点もあり、filesrvでは検討した結果、全てのGUIを全く新しい

ものに更新するのはコミショニングスケジュールからも困難であることから、DM2Kの代わりにその元となり現在もメンテナンスが続けられているMEDMというアプリケーションを採用することとした。押しボタンや数値入力ウィンドウなどGUIを構成する殆どの部品は両方で互換であるが、一部互換でない部品が存在するため、ファイル全数の移行作業には少々時間を要したが、一部調整中のファイルを除き、現状はDM2Kを使用して行っていたほとんど全ての制御はMEDMから行うことができている。しかし、時々制御用端末がハングアップするという問題は依然として存在することが明らかとなってきた。GUIアプリケーションの更なる更新を考える前に、制御用端末のOSの再検討等ユーザー側でできる対策を夏のメンテナンス期間中検討する予定である。

2.3 N-DIMの改造

N-DIMは従来のCAMAC-CIM/DIMシステムに替わるものとして理研で開発し、3年前から実際の制御系において運用を始めている。従来のDIMと異なり直接ネットワークに接続することによって主にビーム診断系機器などを制御できる仕様となっていることがもっとも大きな特長であり、DIMからの更新の際に各機器からの制御ケーブルのコネクタをそのまま差し替えてネットワークにつなぐことによってすぐにその機器を制御することができるよう、現在真空制御盤制御用、ファラデイカップ制御用、ビームプロファイルモニタ制御用、ラディアルプローブ制御用の各N-DIMの種類が存在する。しかし、いずれもN-DIMボードを収めているケースの形状が異なるだけで、N-DIMボード自体は1種類で全てに共通のプログラムを持っている。ほとんど全てのN-DIMは放射線管理区域内に設置されていることもあり、運用を進めていくに従っていくつかの問題点が明らかとなってきた。それらの問題点に対してはその都度改良を加えてきているが、最近の大きな改良点としては、

1) 放射線などの影響によりCPUがハングアップした場合に、確実に自動的にリポートがかかる仕組みに更新した

2) 入力したインターロック信号に対して確実にDO信号を出力するように更新した
が挙げられる。

1) はウォッチドッグタイマーでかかるリポートされるハードウェア領域を拡げることで実現した。

2) は従来ボード上のFPGAに組み込まれていたインターロック入力とそれによるDO出力の関係をFPGAからはずし、外部にハードウェアを追加したことで実現した。これらの改良後、最近の実験中においては、制御系が原因で発生したと思われる不具合に関して全ての解析を終えているわけではないが、N-DIMに関しては問題が収束したものと考えている。

3. 今後の目標

EPICS制御系が対象とするRIBFのデバイスはほぼ全てが上位から制御可能となった。今後はコミショニングを通して明らかとなった制御系の不具合の解析と対策を行い、アラームシステム及びデータアーカイブ・ロギングシステムを充実させていきたいと考えている。あわせて、RIBFはリニアックを1台、サイクロトロン4台を有する巨大な加速器施設であるため、そのビーム調整時間をできるだけ短くすることは大きな課題であり、その為に制御系としてできるプログラムの効率化等の検討を進めたいと考えている。

参考文献

- [1] M. Komiyama et al.: Proc. 3 Annu. Meet. Particle Accelerator Society of Japan and 31 Linear Accelerator Meet. in Japan, Sendai, 932-934 (2006).
- [2] J. Odagiri et al.: Proc. 3 Annu. Meet. Particle Accelerator Society of Japan and 31 Linear Accelerator Meet. in Japan, Sendai, 925-927 (2006).
- [3] A.Uchiyama, et al., in this Proceedings.