

DEVELOPMENT OF CONTROL APPLICATION FOR J-PARC 3-50BT MAGNET POWER SUPPLY

Takao Iitsuka^{1,A)}, Susumu Yoshida^{A)}, Makoto Takagi^{A)}, Shigenobu Motohashi^{A)}, Hiroyuki Nemoto^{B)},
Norihiko Kamikubota^{C)}, Noboru Yamamoto^{C)}, Tadahiko Katoh^{C)}, Hidetoshi Nakagawa^{C)}, Jun-ichi Odagiri^{C)},
Masashi Shirakata^{C)}, Kunio Koseki^{C)}

^{A)} Kanto Information Service (KIS)

8-21 Bunkyocho, Tsuchiura, Ibaraki, 300-0045

^{B)} ACMOS INC.

2713-7 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1112

^{C)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801

Abstract

J-PARC 3-50BT is a beam-transportation line to the Main Ring (50GeV proton synchrotron) from the RCS (3GeV proton synchrotron). The 3-50BT comprises 5 Bending magnet power supplies, 27 Quadrupole magnet power supplies, and 14 Steering magnet power supplies. In order to control 3-50BT magnet power supplies remotely, control applications have been developed using the EPICS toolkit. The magnet power supplies are controlled by three commercial PLCs (Programmable Logic Controller). EPICS records, which correspond to reading/writing PLC registers, have been configured on an EPICS IOC (Input Output Controller). The control information (status of the power supply, interlock information, start, stop, read/write current, etc.) is handled remotely over the network using EPICS records. EDM, one of the standard tools of EPICS, has been used to develop GUI applications for 3-50BT magnet power supplies. Some control components are set accessible only by limited users, using the Access Security function of EPICS.

J-PARC 3-50BT電磁石電源 制御アプリケーションの開発

1. はじめに

3-50BTとは、J-PARC 3GeV シンクロトロン (RCS) と50GeVシンクロトロン (MR) を繋ぐ入射路のことである。平成20年5月に開始したMRビームコミッショニング¹⁾用に3-50BTの電磁石電源を遠隔制御するアプリケーションを開発した。実際のMR初期ビームコミッショニングでの使用経験とともに、本稿で報告する。

2. 制御機器

2.1 機器構成

3-50BTには、5台の偏向電磁石 (Bending magnet)、27台の四極電磁石 (Quadrupole magnet)、14台の補正電磁石 (Steering magnet) の個別電源ユニットがあり、3つのコンバータから直流電圧を供給している。個別電源ユニットとコンバータの構成は以下の通りである。

- コンバータ1--- 偏向 5台
- コンバータ2--- 四極 14台
- コンバータ3--- 四極 13台+補正 14台

これらのコンバータごとにPLCと制御を行うタッチパネルを備えている。ローカルでの制御は、タッチパネルからPLC上のレジスタに読み書きすることで行っている (図1左側)。一方上位制御 (遠隔制御) では、IOC (3.2参照) を経由してPLCのレジスタを読み書きする (図1右側)。

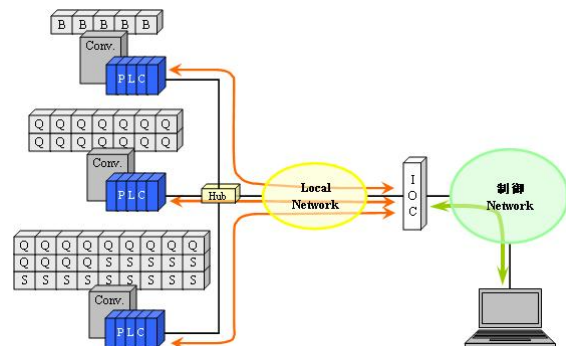


図1：制御環境

2.2 制御する機能

PLCのレジスタは、アドレスマップにより制御機

¹ E-mail: takao@post.j-parc.jp

能が割り振られ、上位制御（遠隔制御）用のアドレスが用意されている。今回のアプリケーションで必要となる主な機能は、以下の通りである。

- ・ 状態の読出し（運転中,準備完了,非常停止）
- ・ インターロック情報の読出し
- ・ 設定電流値の読出し,書込み
- ・ 運転・停止・リセットの出力

3. 制御アプリケーション

上記の機能を、ネットワークを使って遠隔地（中央制御室）で制御するため、EPICS（Experimental Physics and Industrial Control System）^[2]を使用した。

3.1 EPICSレコード

PLCのアドレスマップからEPICSレコードを作成するには、以下の手順を行う（図2）。アドレスマップの情報からデータベースファイルを作成する。スタートアップスクリプトに個別電源情報を定義することで、実際のEPICSレコードを作成している。

EPICSレコードの実装には、他にも必要なファイルがあるが、makeすることで自動作成される。

今回のアプリケーションに必要なEPICSレコードは、PLCのアドレスが異なるだけのレコードを電源毎に作成することになる。そこで、データベースファイル内のPLCアドレス指定フィールドをマクロ指定にし、スタートアップスクリプトにてマクロを定義することで、共通のデータベースファイルを使用して全体を単純化した。図2の例では、個別電源ユニット名をtype、PLCのアドレスをadd01~03のマクロ指定でデータベースファイルを作成し、スタートアップスクリプトでそのマクロを個別電源ユニットB15UとBFIN用に定義することでそれぞれのEPICSレコードを作成している。

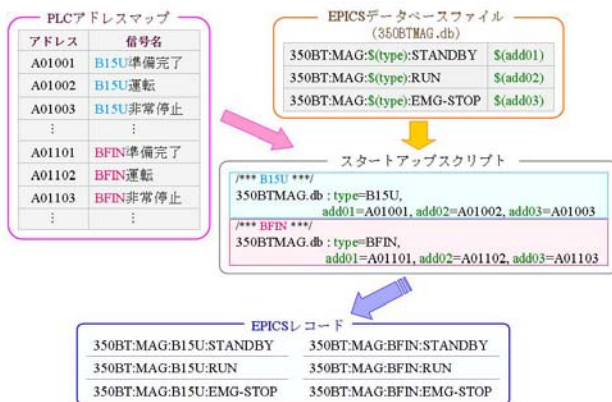


図2：EPICSレコード作成イメージ

なお、このアプリケーションで作成したデータベースファイルは、ステータス用（運転モード、運転状態など）・数値データ用（電流値など）・インターロック用の3つのファイルをコンバータ用、偏

向電磁石用、四極電磁石用、補正電磁石用に分けている。

3.2 IOC

EPICSは、IOC（Input Output Controller）を介してデータのやり取りを行う（図1）。PLCと同じネットワークに置いたIOCでスタートアップスクリプトを起動させる。それによりIOC上にEPICSレコードを作成し、そのEPICSレコードに対して遠隔から読出し・書込みを行うことでPLCのレジスタの制御アドレスを操作できる。

図1で分かるように、今回のPLCはLocal Network（図1左側）にあり、アプリケーションを起動するPCとは別のネットワーク（制御Network、図1右側）になっている。今回IOCとして使用したシングルボードコンピュータ（Sanritz SVA041）は、Ethernet Portを2つ持つため、1st Ethernetを制御Network、2nd EthernetをLocal Networkに設定している。

3.3 GUI

GUIの作成には、EPICSの標準的なツールの一つであるEDM（Extensible Display Manager）を使用した。メイン画面は、コンバータごとに作成した（図3）。画面上部がコンバータの情報、下部が個別電源ユニットの情報になっている。運転モードや運転状態、インターロック情報などの表示は、通常（正常）時は緑、異常時は赤というように色によって一瞬で判断できる画面を作成した。

個別電源ユニットのインターロック情報は、サブ画面として別に用意した（図4）。サブ画面の内容は、すべての個別電源ユニットで共通しているため、共通のサブ画面テンプレートを用意した。3.1で述べたEPICSレコードのデータベースファイルと同様に、マクロをサブ画面テンプレートに追加定義することで個別電源に対応したサブ画面を生成することが出来る。また、インターロック情報をORしたものをEPICSレコードとして別途用意し、メイン画面に表示させることでインターロックの有無がサブ画面を開かなくても判断できるようになっている。

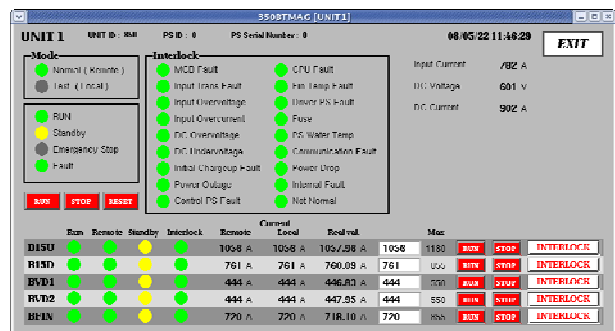


図3：メイン画面（コンバータ1）

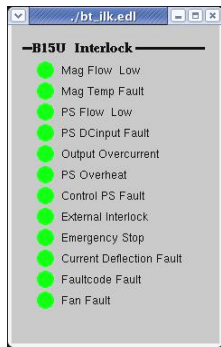


図4：インターロック画面

ドをEDMの画面で操作しようとするすると禁止マークが表示され、操作できないことがわかる（図5）。

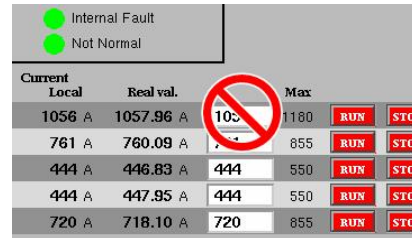


図5：禁止マークの出した操作画面

3.4 アクセス・セキュリティ

このアプリケーションは、通常であれば制御ネットワーク内のどの端末からでも動作させることができる環境にある。起動・停止ボタンや電流値入力など、本来操作するべきでない人にも操作できてしまう危険性がある。そのため、誤操作を防ぐ目的でEPICSのアクセス・セキュリティ機能^[3]を導入して操作可能なユーザを制限した。

EPICSのアクセス・セキュリティを使うには、まず、アクセス・セキュリティ設定ファイルを作成する。下記にアクセス・セキュリティ設定ファイルの例を示す。

```
UAG(userg) {user1,user2}
HAG(hostg) {host1,host2}
ASG(secug) {
    RULE(1,READ)
    RULE(1,WRITE) {
        UAG(userg)
        HAG(hostg)
    }
}
```

この例では、名称が"userg"のUAG (User Access Group) にユーザIDのuser1とuser2、名称が"hostg"のHAG (Host Access Group) にホスト名のhost1とhost2を設定。名称が"secug"のASG (Access Security Group) は、読出し時は、制限なし。書込み時は、"hostg"のHAGに設定したホスト (host1,host2) 上の"userg"のUAGのユーザ (user1,user2) のみ許可する設定になる。

次に制限するEPICSレコードのASGフィールドにアクセス・セキュリティ設定ファイルで指定したASGの名称を設定する。上記の例では、"secug"をASGフィールドに設定する。

最後にスタートアップスクリプト内のiocInitの前にasSetFilenameコマンドにてアクセス・セキュリティ設定ファイルを指定すればアクセス・セキュリティの設定を有効にすることができる。

アクセス・セキュリティが設定されたEPICSレコー

4. 初期ビームコミッショニング時の状況と結果

5月および6月に行われたMRの初期ビームコミッショニング時にこのアプリケーションが実際に使われた。ビーム入射前のコンバータおよび個別電源ユニットの起動と電流値の設定、運転中の動作状況のモニタリング、そしてビーム入射終了後の電流値のゼロ設定と停止等を中央制御室から繰り返し行い、問題なく動作していた。また、3-50BT電磁石電源の状況は、このアプリケーション画面を中央制御室に設置してある大型ディスプレイに常時表示させることで確認できていた。

3-50BT電磁石電源の遠隔制御という目的はクリアした。そして、今回の初期ビームコミッショニングを円滑かつ効率的に進める上でこのアプリケーションが重要な役割を果たした。

5. おわりに

現段階のアプリケーションは、基本的な機能のみである。今後は、より使いやすくするためのカスタマイズが考えられる。他の制御アプリケーションについては、今回取り入れたEPICSのアクセス・セキュリティ機能のように、ソフトウェア段階で誤操作を防ぐ設定が必要になると思われる。

今回の開発経験を今後のアプリケーション開発に活かし、ビームコミッショニングに役立てていくことが大切である。

参考文献

- [1] Tadashi Koseki. "Beam commissioning of J-PARC MR", in this meeting
- [2] EPICS web site "http://www.aps.anl.gov/epics/"
- [3] Martin R. Kraimer. "EPICS Input/Output Controller (IOC) Application Developer's Guide" Chapter 5 : Access Security