

Construction of GUI for J-PARC LINAC Machine Protection System

Tatsuya Ishiyama^{1, A)}, Hiroshi Yoshikawa^{A)}, Hironao Sakaki^{A)}, Hiroyuki Sako^{A)}, Hiroki Takahashi^{A)},
Yuichi Ito^{A)}, Yuko Kato^{A)}, Masato Kawase^{A)}, Shinji Ueda^{B)}, Makoto Sugimoto^{C)},
Takahiro Suzuki^{D)}, Hiroshi Ikeda^{E)}

A) Japan Atomic Energy Agency, 2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195

B) Mitsubishi Electric Corporation, 1-1-2 Wadamisaki-cho, Hyogo-ku, Kobe, 652-8555

C) Mitsubishi Electric Control Software, 1-1-2 Wadamisaki-cho, Hyogo-ku, Kobe, 652-8555

D) Mitsubishi Electric System & Service, 2-8-8 Umezono, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305-0045

E) Visible Information Center, 440 Muramatsu, Tokai-mura, Ibaraki-ken, 319-1112

Abstract

J-PARC which accelerate huge power proton is important to prepare special beam interlock system. We call this, Machine Protection system (MPS). When an interlock event happened, accelerating beam will be stopped by MPS. MPS has many units, so it must control with LAN. So, we develop remote control system for MPS that constructs using EPICS and Java. In this paper, we report our development status.

J-PARCリニアックのMPSの制御画面構築

1. はじめに

大強度陽子加速器(J-PARC)では、加速陽子ビームが加速器コンポーネントに衝突するようなイベントが発生した場合、コンポーネントに大きなエネルギー付与が行われる可能性がある。このような、高エネルギーのビームが衝突した場合の熱衝撃損傷ダメージから、機器を保護・回避するためのインターロックシステムとして、機器保護システム(MPS)が導入される^{[1][2]}。

J-PARCのリニアックは全長約350mあり、その全域にMPSの主たる検出器であるロスモニタと、RF電源や磁石電源などが設置されている。そして、これらの機器が異常時に発するインターロック信号を、各部に分散設置された約50台のMPSユニットに入力するが、当然のごとく広範囲に設置されているMPSユニットは、中央制御室にて集中監視されなければならない。

そこで、J-PARCリニアックにおける、全MPSユニットを一台の計算機上で、遠隔により監視・制御を行うための制御系およびGUIの構築を行った。

2. MPS制御の全体構成

MPS制御は、図1のように、ハードウェアラインで行う部分とそれらを監視する部分に機能分解されていた構成になっている。

今回開発したGUIがインストールされた上位Linux計算機により、LANに接続された複数台のVMEを

IOCとしてMPSユニットの制御を行う。

IOCのOSは、VxWorksを使用。上位Linux計算機とVME間の通信をするためのミドルウェアとして、J-PARC施設全域で使用する通信用アプリケーションであるEPICSを使用している。

尚、MPSユニットは、先に述べたがハードウェアとソフトウェアの制御系機能が行われているために、上位計算機やVMEに不具合が発生しても、正常に機器監視動作を続ける。

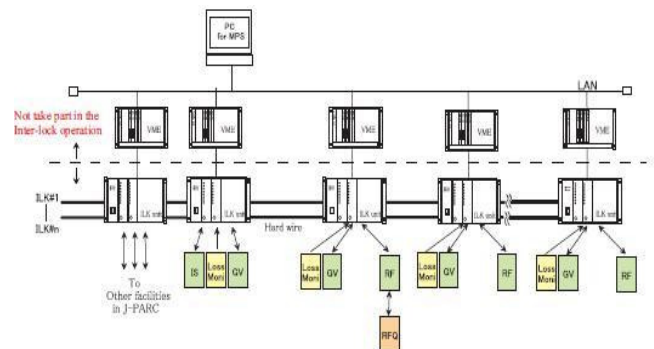


図1. MPSシステム構成例

¹ E-mail : tatsuya@post.j-parc.jp

3. MPSの制御画面に求められる要求



図2. MPSユニット単体

本GUIで制御を行うMPSユニット内のモジュールとして、一般用モジュールとロスモニタモジュールの2種類がある。一般用モジュールは接続された機器からの異常信号を検知し、インターロック信号を発報する。1モジュールで最大8台の機器からの信号の監視を行うことが出来る。

ロスモニタ用モジュールは、コンパレータ基準値を設定することが出来、その値をロス量がオーバーした時、インターロック信号を発報する。ロスモニタ用モジュールは1モジュールで最大5台のロスモニタからの信号の監視を行うことが出来る。コンパレータ基準値は、個別にビームロスモニタの特性に対応させられるようチャンネル毎に設定可能となっている。

ユニットには、最大5台のモジュールを挿入する事が可能となっている。挿入するモジュールの組み合わせは、MPSユニット毎に違いがあるため、GUIには、その変化に柔軟に対応出来るような仕様が求められる。

4. MPS制御画面の概要

4.1 開発環境

将来的なマルチプラットフォーム化を意識し、さらにはGUI中に運転に関する重要な条件判断等が含まれることから、EPICSコラボレーションで開発されたMEDMなどの操作画面作成ツールは使用せず、Java言語を用いて作成した。作成するにあたり、

SNS(Spallation Neutron Source)²のXALを参考にし、EPICSとの取り扱い部分に関しては、XALのライブラリを使用している。

4.2 運転用統合画面

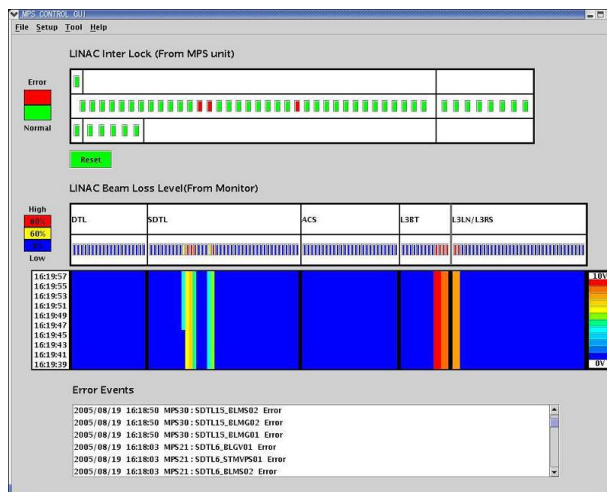


図3. 運転用統合画面

図3はメインとなる監視画面である。上部はリアック全体のインターロックの状況、下部はビームロスレベルをコンターマップ（縦軸を時間、横軸をロスモニタ配置、色はロスモニタ検出ロス量の大小）によって視覚的に判断出来るようにしている。画面最下部では、インターロック発生日時のログを一覧表示しており、ログを保存することも可能である。画面上のボタンクリックにより、単体の詳細データがわかる、MPS用個別監視画面、ロスモニタ用個別制御画面をポップアップ出来るようにすることで、莫大な信号数をコンパクトに纏めることを実現している。各ボタンに対応した機器が解るようになるためには、ボタンにマウスマウスカーソルを合わせることで、機器名ポップアップ表示するようにした。

監視する機器の種類、増減の変更等による画面構成の変更要求に柔軟に対応するため、機器名等は、編集可能な外部ファイル(表1)に記述し、アプリケーション立ち上げ時に参照させることで、自動的に画面構築が行われるようにした。表1の1列目でMPSユニット名を指定し、2列目で運転用統合画面のボタン配置場所を指定している。

表1. 外部参照ファイル一部抜粋

LI_OTL1RMP501	CNTR	blank	blank	blank	blank	blank	none	none	none	none	none	none
LI_DTQPSR MP504	DTQPSR	GEN	GEN	GEN	blank	blank	DTL1_DTQPS01	DTL1_DTQPS02	DTL1_DTQPS03	DTL1_DTQPS04	DTL1_DTQPS05	DTL1_DTQPS06
LI_DTQPSR MP505	DTQPSR	GEN	GEN	GEN	blank	blank	DTL1_DTQPS25	DTL1_DTQPS26	DTL1_DTQPS27	DTL1_DTQPS28	DTL1_DTQPS29	DTL1_DTQPS30
LI_DTQPSR MP506	DTQPSR	GEN	GEN	GEN	blank	blank	DTL1_DTQPS49	DTL1_DTQPS50	DTL1_DTQPS51	DTL1_DTQPS52	DTL1_DTQPS53	DTL1_DTQPS54
LI_DTQPSR MP507	DTQPSR	GEN	GEN	GEN	blank	blank	DTL2_DTQPS11	DTL2_DTQPS12	DTL2_DTQPS13	DTL2_DTQPS14	DTL2_DTQPS15	DTL2_DTQPS16
LI_DTQPSR MP508	DTQPSR	GEN	GEN	GEN	blank	blank	DTL3_DTQPS01	DTL3_DTQPS02	DTL3_DTQPS03	DTL3_DTQPS04	DTL3_DTQPS05	DTL3_DTQPS06
LI_ISPSR MP502	ISPSR	GEN	VAC	blank	blank	blank	LEBT1_PRC1PFS01	LI_ISPSR:LEBT1_SOLMPS01	LI_ISPSR:LEBT1_SOLMPS02	LI_ISPSR:LEBT1_NSTP01	none	none
LI_RFQ MP503	KLYG	GEN	RF	VAC	blank	blank	RFQ1_LLRF01	RFQ1_PLC01	none	none	none	none
LI_MEBT01 MP511	KLYG	RF	GEN	GEN	VAC	blank	BNCH1_PLC01	BNCH1_PLC02	MEBT1_BLGW01	MEBT1_BSTP01	MEBT1_Q1	MEBT1_Q2
LI_MEBT01 MP512	KLYG	RF	GEN	GEN	VAC	blank	CHOP1_PLC01	CHOP1_PLC02	MEBT1_SCRF01	MEBT1_QMPS05	MEBT1_Q1	MEBT1_Q2
LI_DTL01 MP513	KLYG	RF	GEN	BLM	BLM	VAC	DTL1_PLC01	none	none	none	none	none
LI_DTL02 MP514	KLYG	RF	GEN	BLM	BLM	VAC	DTL2_PLC01	DTL2_PLC02	none	none	none	none

² <http://www.sns.gov/>

4.3 MPS用個別監視画面

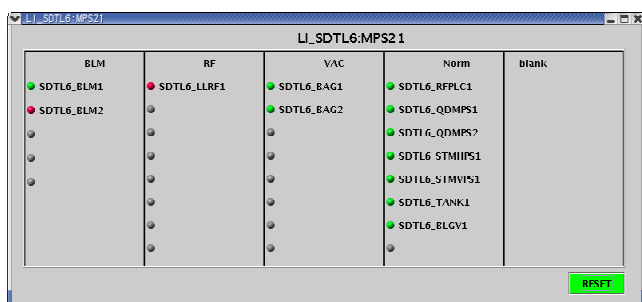


図4. MPS用個別監視画面

MPSユニット1台分のチャンネル別インターロック状態を監視するための画面である。監視しているMPSユニットのインターロック状態を解除するためのリセット機能もある。運転用統合画面のリセットボタンは、全MPSユニットにリセットが掛かるが、こちらは、監視しているユニット単体だけにリセットをかける。

一般用モジュールには8つのLED、ロスモニタモジュールには5つLEDを表示させる等、MPSユニットの外観を意識した画面構成にした。画面上のモジュールや各チャンネルの配置は、表1の3~47列目を参照して構築される。

4.4 ロスモニタ用個別制御画面

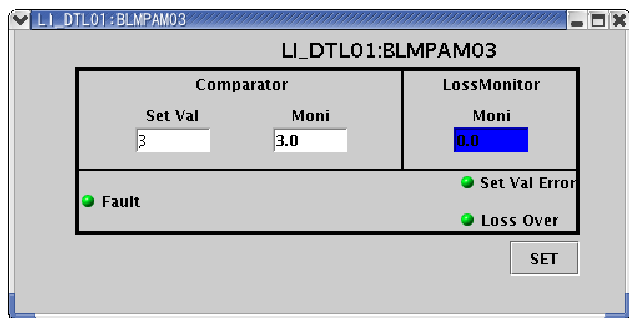


図5. ロスモニタ用個別制御画面

ロス量の監視と、ロスモニタ用コンパレータ基準値の設定をするための画面である。ロスモニタ用モジュール1台の1チャンネル分の制御をロスモニタ用個別制御画面で行う。

Set Val部に入力した値が、Setボタンを押すことで、画面に対応したチャンネルのコンパレータ基準値として設定される。設定できるコンパレータ基準値は、0~5Vの実数となっているため、負値や5を超える値、文字列をセットしようとしても、不正入力として受け付けられないようにした。その際、画面上ではSet Val ErrorのLEDを赤表示し、ユーザに不正入力のため設定されていない旨を知らせる。コンパレータ基準値に設定されている値を、Comparatorの

Moni部、ロス量をLossMonitorのMoni部に表示する。その際、コンパレータ基準値に対する、ロス量の割合を色別表示で、視覚的に判断できるようになっている。また、ロス量がコンパレータ基準値を上回った場合は、Loss OverのLEDを赤表示し、ユーザに知らせる。

5. 組み合わせ動作試験

MPSユニットのノイズによる、誤発報の発生頻度を確認するため、J-PARCリニアック実地にて、実際利用するMPSユニットの一部である9台をJ-PARCリニアック棟内で連携させて、長時間試験を行った。それに合わせて本GUIでは、発報を確認時に、自動でリセット信号を送信するような機能を付加した。運転用統合画面にて、発報した日時と場所のログを表示出来るので、この機能により誤発報の派生頻度を確認可能とした。試験では、約1.5ヶ月の1030時間以上誤発報なく稼動したので、GUIとしての動作確認は不十分な点はあるが、MPSの動作としては満足いく結果となった。

6. おわりに

今秋から、J-PARCリニアックでは、コミッションを行っていく。GUIとしては、より多くの機器と接続しての動作となるため、これまで出来なかった負荷試験にもなる。単体試験では、見つからない不具合を、早期に発見、修正を行い、信頼性が高く、使い勝手のよいGUIへとバージョンアップしていく必要がある。

参考文献

- [1] 榊泰直ら, J-PARCリニアックの運転・管理用インターロックシステムの構築, 本研究会
- [2] 榊泰直ら, 機器保護用高速インターロックユニット試作機的设计, 2004-022 JAERI-TECH