

## Event notification system with a PLC

M.Kawase<sup>1,A)</sup>, H.Yoshikawa<sup>B)</sup>, H.Sakaki<sup>B)</sup>, H.Takahashi<sup>B)</sup>, H.Sako<sup>B)</sup>, J.Kamiya<sup>B)</sup>, T.Takayanagi<sup>B)</sup>, R.Hongo<sup>C)</sup>

<sup>A)</sup> Accelerator Engineering Center, Mitsubishi Electric System & Service Co., Ltd.

2-8-8 Umezono, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305-0045

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

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

<sup>C)</sup> IDX Co., Ltd.

568-113 Ishizuka-cho, Sano, Tochigi 327-0103

### Abstract

When an interlock occurs in the equipment, it is required to notify the upper rank control system of the Interlock and receive information for apparatus information in the upper rank control system as at high speed as possible. In the apparatus using FA-M3, it can respond to this by using the notice function of an event. This report shows the event notification system with a PLC based Kicker electromagnet power supply for 3GeV RCS.

### 制御系との連携を考慮したイベント通知機能の概要

#### 1. はじめに

電磁石電源等の加速器構成装置のコントローラとしてPLCを使用した時のインターロック検出の問題点は、『ラダーシーケンスプログラムのループの中で次々に検出されるインターロックの原因として何が最初のインターロックなのかがわからない』という点である。J-PARCの加速器運転では、放射化<sup>1)</sup>の為、何度もビーム運転をしながら原因を追究できる加速器ではない。ビーム停止の原因となったインターロックを確実に把握し、効率的な運転をしなくてはならない。

J-PARC機器では、横河電機製PLC FA-M3を使用している機器がある。このFA-M3にはEthernetモジュール F3LE01-5Tがあり、この型式のモジュールには、イベント通知機能を有している。そこで、PLCに関してはイベント通知機能を使用し、インターロックの最初の原因（ファーストインターロック）を把握できるようにインターロックイベント通知ラダーシーケンスプログラムを構築した。本件では、J-PARC制御系と連携を考慮したイベント通知機能の概要と試験について説明する。

#### 2. イベント通知機能フロー

イベント通知機能フローを図1に示す。

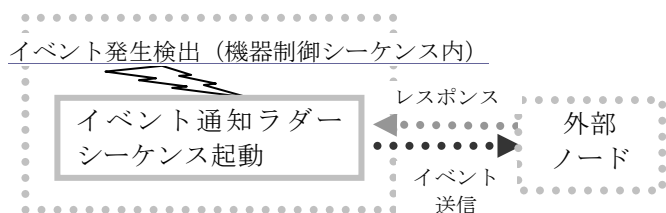


図1. イベント通知フロー

機器制御用メインラダーシーケンスプログラム内でイベントデータを検出し、イベント通知機能を使用してイベントを外部ノードに対して送信する。外部ノードは、イベントを受信後、レスポンスを返す。イベント通知ラダーシーケンスプログラムは、レスポンスを受信したことで、正常にイベントが送信されたと判断し、イベント通知を終了させる。

#### 3. J-PARC制御系での機器PLC制御

J-PARC制御系でのPLC制御の構成は以下のようになっている。J-PARCでは、各機器と上位制御系とはEPICSを介してデータ送受信を行う。機器制御用ラダーシーケンスプログラム側では、機器情報をデータレジスタへ集約することで上位制御系からの制御・監視を可能にする。この集約されたデータレジスタは、EPICS用IOC(Input Output Controller)に実装されたFA-M3形PLC用EPICSドライバにてポーリングを行い、監視している。PLCを制御するJ-PARC制御システム構成を図2に示す。

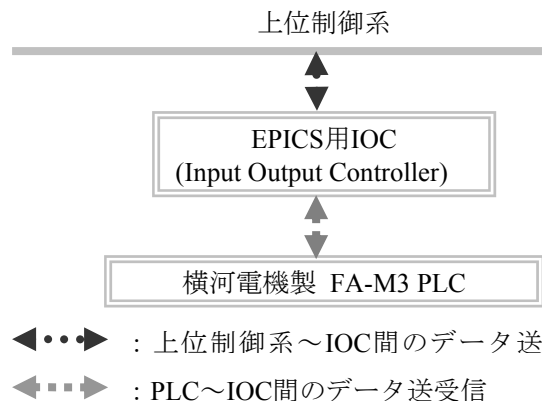
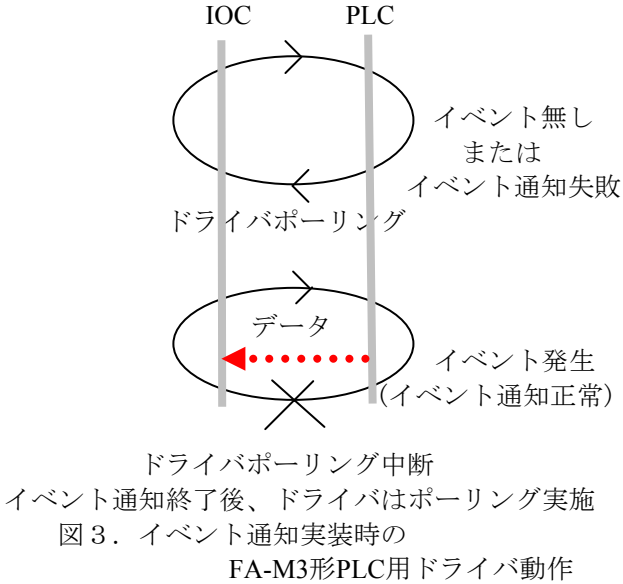


図2. J-PARC制御システム構成図

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

#### 4. J-PARC制御系を考慮したイベント通知

イベント通知機能を実装した場合のFA-M3形PLC用EPICSドライバ動作を図3に示す。



J-PARC制御系を考慮したイベント通知機能の実装を実現するには、FA-M3形PLC用EPICSドライバ動作を考慮する必要がある。通常のドライバポーリング時とイベント通知の正常時、異常時におけるドライバの動作について説明する。

- ・通常ポーリング時  
通常のポーリングは、データレジスタをポーリングし、データを制御・監視を行う。
- ・イベント通知正常動作時  
イベント発生時には、ドライバは、ポーリングよりも、イベント通知を優先的に使用し、上位制御系へイベントデータを送信する。
- ・イベント通知異常時  
イベント通知が何らかの異常で動作不良になった場合、ドライバは、ポーリングにて監視する動作に切り替わる。その為、イベント通知ラダーシーケンスプログラムでは、エラーコードを特定領域に書き込む必要がある。ドライバは、その特定領域をポーリングし、イベント通知の正否を確認する。

イベント通知は、機器制御用ラダーからのイベント発生信号の立ち上がりを取り込み信号として使用してイベント通知処理が行われる。しかし、イベント通知中にイベント発生信号が発生すると、次々にイベントの取り込みが発生してしまいます。1回のイベント通知の確実性を上げる為には、イベント発生信号をイベント通知が終了するまで保持する必要があります。イベント通知ラダーの“信号保持”を図4に示す。

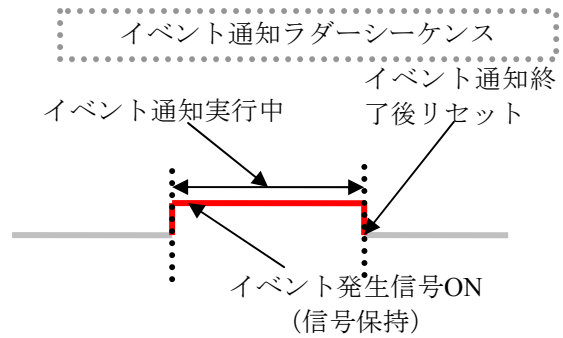


図4. 信号保持

イベント通知の確実性を向上させる為、図4のように、イベント発生信号にマスクをかけることで、割り込みを防ぐ。イベント通知終了後、マスクを外し、イベント発生割り込みを受け付ける。

イベント通知終了の目安は、外部ノードからのレスポンスを受け取った時としている。これは、通信プロトコルをTCP/IPを採用している為、レスポンスがあったことで正しく実行されたと考えられることが出来るからである。イベント通知ラダーシーケンスプログラムは、イベント発生信号がリセットされた事で、プログラムとしては動作せず、次のイベント発生信号がONになるまで待機する。

#### 5. キッカ電磁石電源における実装試験

イベント通知ラダーシーケンスプログラムに対応しているキッカ電磁石電源PLCで実装試験をおこなった。試験時のシステム構成を図5に示す。本試験で使用したEPICS用IOCは、制御系LANとデバイス用LANの2ポート実装し、PLC系とEPICS系LANを分離した。

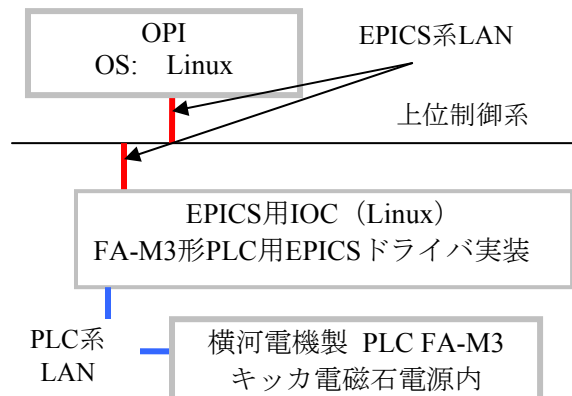


図5. キッカ電磁石電源における実装試験のシステム構成

今回の試験では、インターロックが発生した場合のイベントについて行った。インターロック発生後、制御系にイベントが送信されるまでのフローを図7に示す。

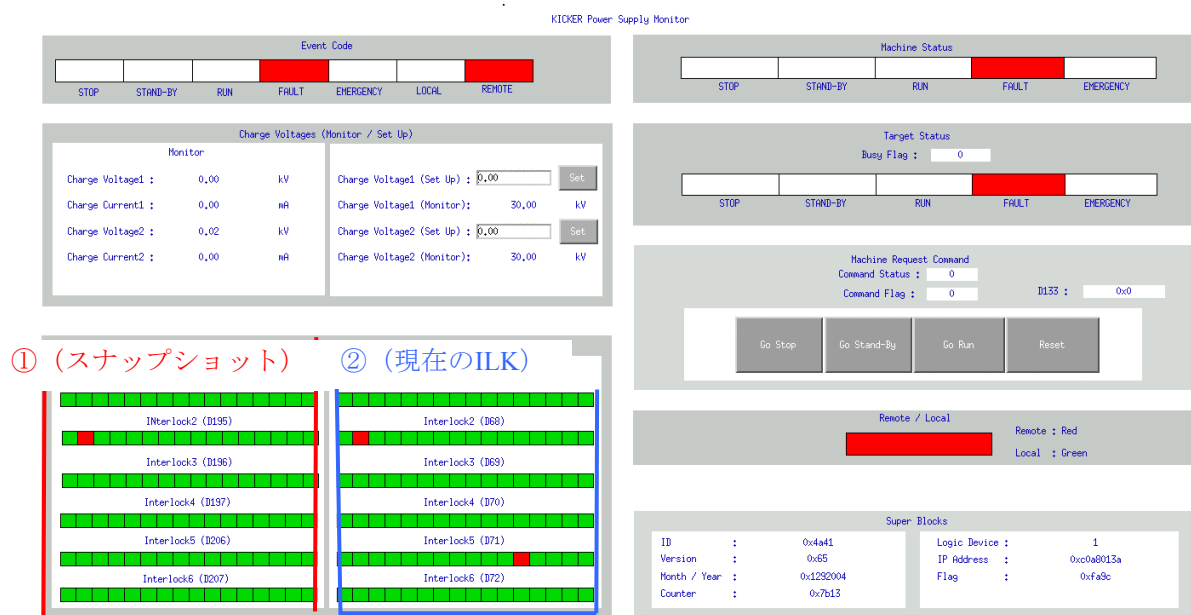


図8. インターロック発生時のOPI画面

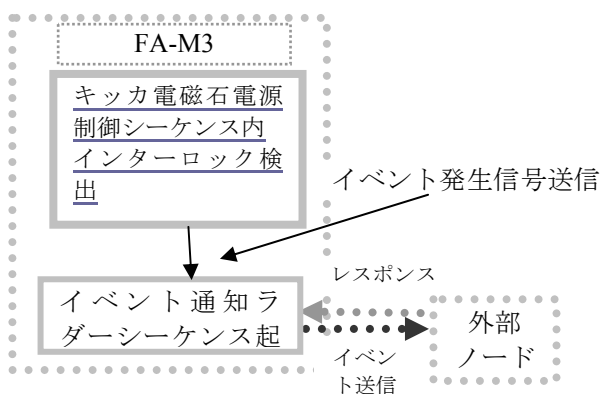


図7. イベント通知フロー

実装試験では、キッカ電磁石電源制御用ラダーシーケンスプログラム内でインターロックを検出し、イベント発生信号をイベント通知ラダーシーケンスプログラムに送信する。イベント通知ラダーは、イベント発生信号を受信後、外部ノードに対してイベントデータを送信する。レスポンス受信後、イベント通知は終了する。イベント通知ラダーは、次のイベントが発生するまで、待機状態になる。

キッカ電磁石電源の機器状態を表示する画面は、EPICS拡張ツール“MEDM”を使用し作成した。この画面では、機器の状態やインターロック情報を表示させている。イベント通知成功時のMEDM画面を図8に示す。

イベント通知によるデータは、ファーストインターロック情報を上位制御系に送信する。図8のように、①と②を比べるとILK2が発生して後にILK5が発生していることがわかる。イベント通知の最大の目的であるファーストインターロックをスナップショットとして保持することができる。

## 6. イベント通知機能の評価と考察

今回の実装試験は、PLCと制御系が1対1の関係での試験で行った。本来、イベント通知を有効に活用できるのは、1台のPLCが複数台の機器を制御している時と思われる。J-APRC制御系でのPLC制御では、データレジスタへ機器情報を集約していることから、複数台の機器を制御するPLCのデータをドライバの通常ポーリング読み出しでは、データレジスタの上位アドレスから順にポーリングする為、データレジスタの下位アドレスに格納されているデータを読み取るには、時間を要するのは明確である。しかし、イベント通知では、イベントが発生した機器PLCが制御系に対して機器PLC自身からデータを送信する為、ポーリングより早く、送信することができる。今後の課題として、複数台の機器制御を行うPLCに対してイベント通知を実装し、その有効性を確認する予定である。

## 謝辞

今回のイベント通知ラダーシーケンスプログラムを構築時に、AKTサービスの寺島靖志氏にはご教授して頂き、ここに感謝致します。

## 参考文献

- [1] H. Takahashi, et al., “Summary of 3GeV RCS Control System” Proceedings of the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, Funabashi, Aug. 4 - 6, 2004
- [2] 横河電機PLC FA-M3 Ethernetインターフェースモジュール取扱説明書