

DESIGN REPORT OF ACCELERATOR SAFETY INTERLOCK SYSTEM FOR XFEL

Masahiro Kago^{1,A)}, Tomohiro Matsusita^{A)}, Nobuteru Nariyama^{A)}, Yoshihiro Asano^{B)}, Toru Fukui^{B)},
Toshiro Itoga^{B)}, Choji Saji^{A)}, Ryotaro Tanaka^{A)}

A) JASRI, XFEL Joint Project /SPring-8, 1-1-1, Kouto, Sayo, Hyogo, 679-5198

B) RIKEN, XFEL Joint Project /SPring-8, 1-1-1, Kouto, Sayo, Hyogo, 679-5148

Abstract

XFEL accelerator safety interlock system is established with the purpose of protecting persons from the radiation damages. This system consists of three interlock systems; central radiation interlock system, emergency interlock system, and beam route interlock system. A PLC is basically used to control of each module. If the condition is unsafe, the system must stop the electron beam within 16.6msec. Therefore, the optical module that can transmit a high-speed stop signal is developed. We report the present status of accelerator safety interlock system for XFEL.

XFEL加速器安全インターロックシステムの設計

1. はじめに

理研・JASRI X線自由電子レーザー(以下、「XFEL」)計画推進本部は、SPring-8サイト内において、8GeVの電子線形加速器と真空封止アンジュレータを用いた大強度のX線レーザーを発生させる加速器を建設中である。500kV電子銃からビームを入射して、加速管によって最大8GeVまで加速される。加速後の電子ビームは偏向電磁石によって、各ビームライン(BL)に振り分けられる。当初は、BL1とBL3が建設される予定であるが、最終的にBL1～BL5に振り分ける予定となっている。また、最大60Hzでそれぞれのビームラインに振り分ける計画もある。振り分けられた電子ビームは、挿入光源を通過し、X線レーザーを発振させ、その後、ビームダンプ用偏向電磁石によってビームダンプへ導かれる。

XFEL加速器安全インターロックシステムは、放射線安全管理システム^[1]を構成する1システムとして、この加速器の運転を制限し、人の安全を担保するためにアクセス制限を行う。さらに、ビームルートを監視し、不安全状態となった場合は、速やかに運転を停止する。ここでは、XFEL安全インターロックシステムの設計指針と論理、システム構成について、現状報告する。

2. 安全インターロックの論理

放射線発生装置使用室(以降、「使用室」)に立ち入る場合には、扉付近に設置されたパーソナルキーボックス(以降、「PK-Box」)に個人認証媒体をかざし、キーを一人一本抜き取り所持する。キーを抜き取ることで入室者を記録し、扉が開錠される。使用

室への出入口扉は全6箇所ある。全てのPK-Boxに全てのキーが返却され、かつ扉が開・施錠されていないと加速器は運転ができない。また、運転前に使用室内の見回り点検を行うこととする。使用室内の12箇所に退避確認ボタンを設置し、目視で残留者がいないことを確認した後、退避確認ボタンを順次確認状態にする。全ての退避確認ボタンが確認状態になると、運転を可能とする。さらに、使用室内には非常停止ボタンを約50m間隔で設置し、ボタンが押されると復帰が完了するまで運転不可とする。以下に運転条件を示し、図1に論理フローを示す。

- ✓ 全ての出入口扉が「閉」状態
- ✓ 全ての出入口扉が「ロック」状態
- ✓ 全てのパーソナルキーが「返却」状態
- ✓ 全ての非常停止ボタンが「OFF」状態
- ✓ 全ての退避確認ボタンが「確認」状態
- ✓ 放射線モニタの瞬時値、積算値が設定値以下
- ✓ 偏向電磁石(ビームダンプ、振り分け、振り戻し)が安全成立
- ✓ 放射光ビームラインが安全成立、あるいはMBSが「閉」状態

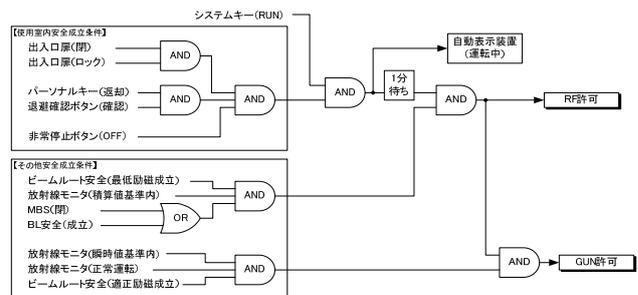


図1: 論理フロー

¹ E-mail: kago@spring8.or.jp

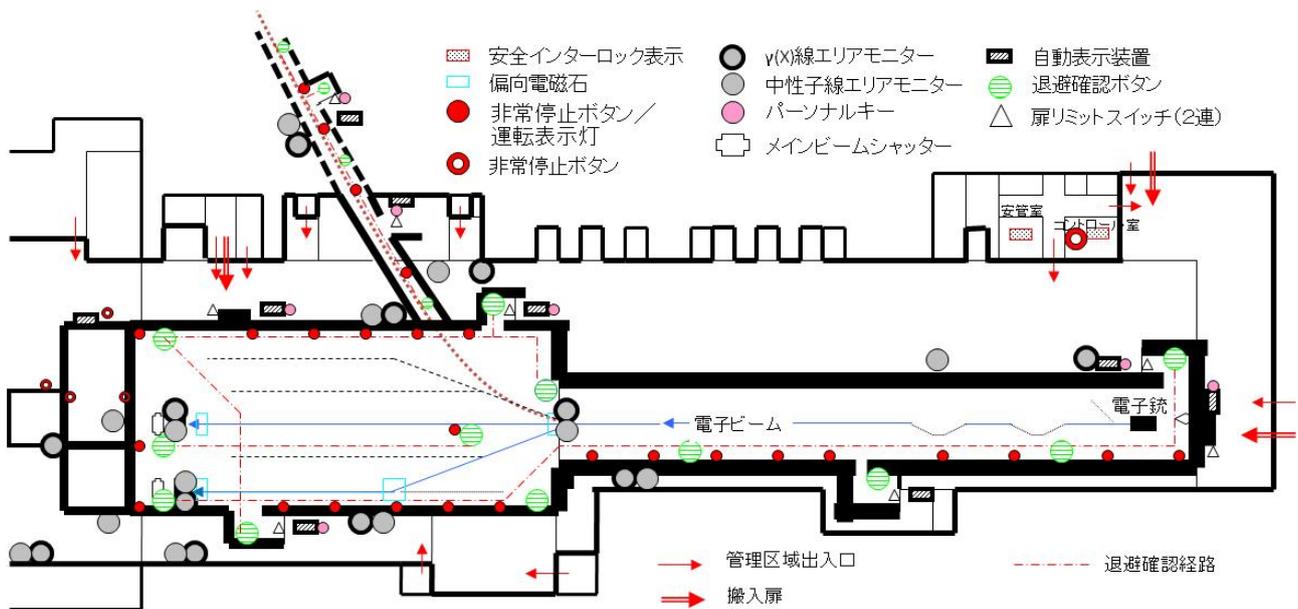


図3：安全機器の配置(予定)

ワイヤで入力し、それらの信号を光信号で送信する。Cタイプは、2つの安全信号とリセット信号を光で受信し、それらの信号を光送信する。さらにGUNおよび全てのRFに対して、停止信号を無電圧接点で出力する。

4.4 ビームルートインターロック

安全管理室に設置するビームルートPLC、ビームルート判断PLCと各偏向電磁石ラック内に設置する4台の励磁監視PLCから構成する。ビームルートPLCに対して加速エネルギーの設定を行う。ビームルートPLCと4台の励磁監視PLC間はPLCリンクを組み、ビームルートPLCに設定された値が各励磁監視PLCに送信される。各励磁監視PLCは、対象となる偏向電磁石から励磁量をAD入力し、励磁量と設定値を比較する。設定値に対して±1%以内を適正励磁量とし、比較の結果、不整合と判断した場合は異常信号を出力する。異常信号は、ビームルート判断PLCで集約し、GUNに対して運転の停止を指令する。このモジュールは高速性が要求されるため、リモートI/Oは使用せず、機能毎にPLCを設置することでスキャンタイムを極力短くし、各DIO信号は光変換して伝送する。

RF運転中は、ダンプマグネットをある程度励磁する必要があるのではないかと考える。なぜなら、電子銃を運転しなくても、RFを運転している限りは、ダークカレントが発生する。これは非常に高いスペクトルを持ち、ビームライン側へ入射しないようにしなくてはならないためである。したがって、ダンプマグネットについては最低励磁量を定め、条件が満たされなくなった場合には、GUNに加えRFも停止するよう計画している。

4.5 情報収集モジュール

安全管理室にPLCを設置し、安全系、非常停止系、

ビームルートの各インターロックからFL-net通信により情報を集約する。各インターロック間のFL-net系統は独立とする。収集された情報は、さらに別系統のFL-netで上位計算機システムに伝送する。

5. 現在の状況および今後の計画

PLCを用いたシステムは低コストで、かつ短時間に構築でき、SPring-8加速器の安全インターロックで実績があるシステムではあるものの、本システムには16.6msec以下の高速処理が要求され、さらにビームルートを監視するには新たな技術が要求される。このシステムを実現するためには、今回新たに開発する光伝送モジュールとビームルートインターロックが鍵となる。これらのインターロックやモジュールについては、さらに検討を行い、実機投入までにテストベンチなどでノイズの影響や伝送時間など様々な試験を行う予定である。

現在の進捗状況としては、アラームの分類分けやリセット方法などの詳細設計を行っている。2009年度末のシステム完成に向け、安全性の高いシステムづくりはもちろんのこと、運用面における操作性やメンテナンス性についても十分検討を行い、信頼性のある安定したシステムを目指している。

参考文献

- [1] 浅野芳裕. “Ⅲ .SPring-8における放射線管理”, RADIOISOTOPES, Vol.57, No.5, May 2008