

Upgrade of Accelerator Radiation Safety System for SPring-8

Choji Saji^{1,A)}, Hirofumi Hanaki^{A)}, Masahiro Kago^{A)}, Takemasa Masuda^{A)}, Tomohiro Matsushita^{A)}, Haruo Okuma^{A)},
Kouichi Soutome^{A)}, Masaru Takao^{A)}, Shinsuke Suzuki^{A)}, Ryotaro Tanaka^{A)}, Masashi Toko^{A)}, Hiroto Yonehara^{A)}
^{A)} JASRI/SPring-8

1-1-1 Kouto Sayo, Hyogo, 679-5198

Abstract

The accelerator safety interlock system to protect persons from the radiation damages has been operated in SPring-8. The accelerator safety interlock system is monitoring the condition of safety equipment. If the condition is unsafe, the system stops the electron beam. The accelerator safety interlock system currently running is based on the operation mode control. Since the operation mode based system is quite complex, the system has some problems. Therefore, we are planning to construct new accelerator safety interlock system. We'll report the situation of current accelerator safety interlock system and the conceptual design of new accelerator safety interlock system.

SPring-8加速器放射線安全インターロックシステム更新

1. はじめに

SPring-8には加速器に関する放射線安全管理を行うためのSPring-8加速器放射線安全インターロックシステムが設置されている^[1]。SPring-8は運用開始から約10年が経過し、トップアップ運転や、蓄積リングとニュースパルの随時振分運転、ビームライン追加等の機器・機能の追加がなされており、運転形態が複雑化している。安全インターロックは、加速器の運転形態が単純だった頃の設計思想を引き継いだ“運転モード（加速器運転状態の組合せ）”を用いて安全管理しており、運転形態の複雑化に伴ってインターロック動作も複雑化している。

この状況を改善するため安全インターロックの更

新が計画されている。これは現在のシステムを基本設計から見直すものである。中核となるのは“運転モード”の見直しであり、加速器の運転形態に伴う運転モードによる管理から加速器毎のエリア管理への移行を検討している。エリア管理とは、運転する加速器毎に安全インターロックを組み、独立に安全を担保するシステムである。これによりインターロック動作について加速器の組み合わせ条件が減少し、システムの単純化、メンテナンス性の向上、将来のシステム変更への柔軟な対応が期待できる。

ここではSPring-8加速器放射線安全インターロックシステムの現状と、更新システムの概念設計について報告を行う。

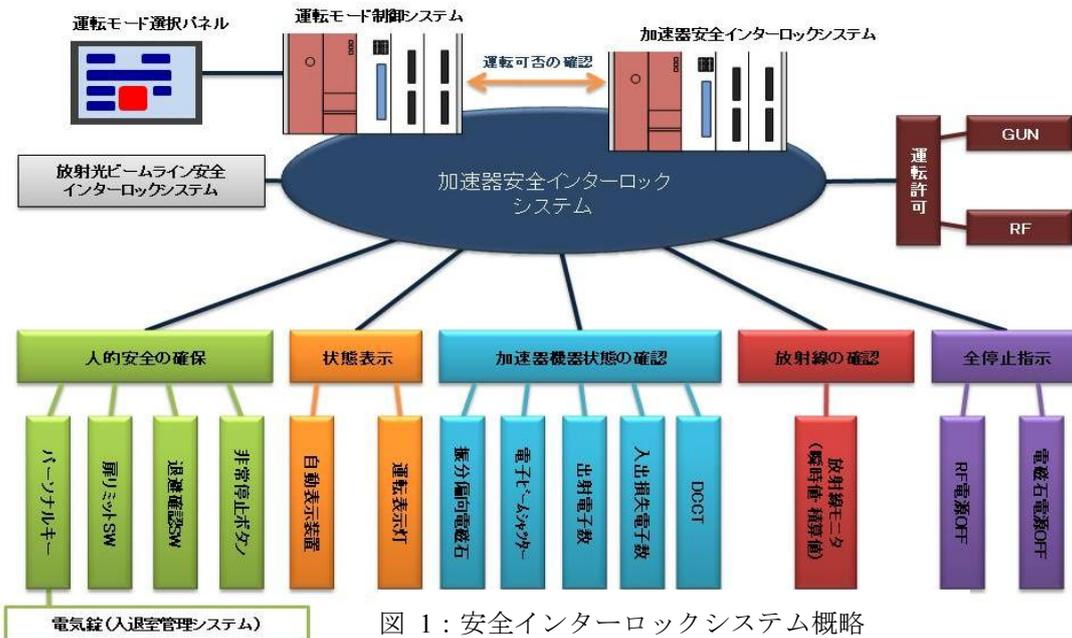


図 1: 安全インターロックシステム概略

¹ E-mail: saji@spring8.or.jp

2. SPring-8加速器放射線安全インターロックシステム

SPring-8放射線加速器安全インターロックシステムは、加速器の運転モードや運転状態と、安全管理機器の状況に応じて、加速器に運転許可を与えると同時に加速器収納部への人の立ち入りを制限する。安全インターロックから運転許可がない場合、加速器は電子ビームを生成、加速または蓄積することができない。また安全に係る諸条件が成立しなくなった場合、安全インターロックは、電子ビーム生成、加速を停止し、蓄積ビームを速やかに廃棄する。安全インターロックシステムの概要を図1に示す。

SPring-8は4つの加速器と1つのビームトランスポートが、合計5つのインターロック単位を形成し連係動作しており、それぞれに独立したインターロック関連機器が設置されている(図2)。安全インターロックは、これらの加速器・ビームトランスポートへの運転許可をコントロールすることによって、放射線安全を担保する。安全インターロックは複数のprogrammable logic controller (PLC) システムでこれらの加速器を管理している。

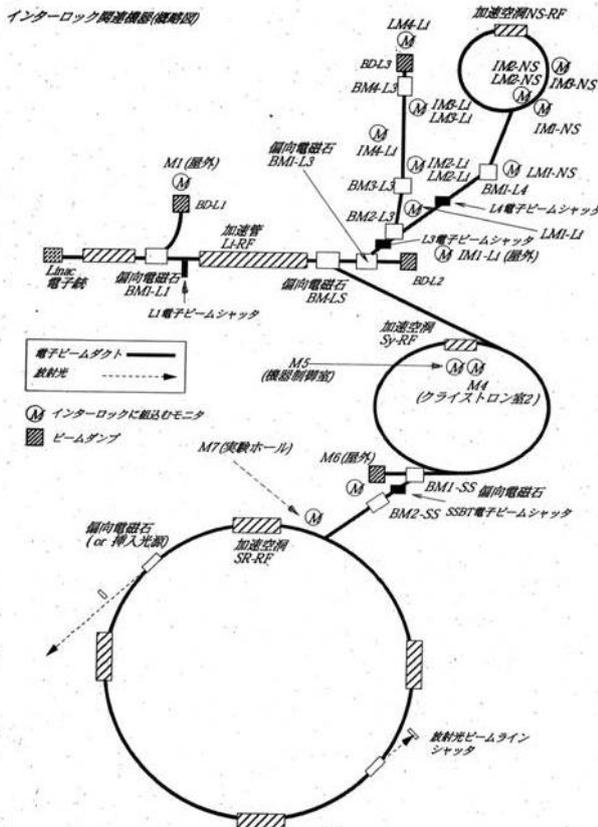


図 2: SPring-8加速器放射線安全インターロック関連機器概略

各加速器・ビームトランスポートへの運転許可は以下である。

- 線型加速器 (Li) :
電子銃 (GUN) 許可

- Li-RF許可
ブースターシンクロトロン (Sy) :
Sy-RF許可
- 蓄積リング (SR) :
SR-RF許可
- L3ビームトランスポート (L3BT) :
L3BT許可
- ニュースバル蓄積リング (NS) :
NS-RF許可

代表的な加速器運転方法は以下である。

1. 前段加速器である線型加速器よりブースターシンクロトロンに出射し、ブースターシンクロトロンでさらに電子ビームを加速し、蓄積リング (SR) へ入射・蓄積する運転。
2. 線型加速器より、ニュースバル蓄積リング (NS) へ入射・蓄積する運転。
3. 1,2の運転を随時切り替えて行うSR・NS随時振分運転。

また、L3BTへ入射することも可能である。蓄積リングへの入射方法には通常入射とトップアップ入射がある。

3. 現在のシステムの問題点

現在の安全インターロックでは“運転モード”を用いた安全管理をしている。運転モードとは、電子ビームが生成され、蓄積または廃棄されるまでのビームルート(加速器運転状態の組合せ)である。運転モードが許可されない状態では、その運転モードで加速器を運転することはできない。この運転モード間の遷移を図3に示す。また各運転モードの組合せが可能であるため、運転モードの総数は30以上に及ぶ。運転許可にあたるRF許可、GUN許可の組合せは運転モード単位で定義されているため、運転モード遷移により、RF許可、GUN許可状態が複雑に変化する。また、運転モードを介して全加速器の運転許可が一体となっている。

運転モードの遷移と組合せが複雑であるため、結果として安全インターロックが複雑化している。また、将来の加速器施設の追加に際しても、現在の運転モードと新規加速器運転状態の組合せ分、運転モード数が増加するため困難が予想される。

4. 新SPring-8加速器放射線安全インターロックシステム

これらの問題点を改善するためインターロックシステムの更新を計画している。

新システム設計においては、旧概念を見直し、管理区域(エリア)毎に独立に管理できるシステムを新たに考案した。また、インターロックシステムのみならず、施設や加速器の改造等も考慮して新システムの設計を行っており、具体的には各加速器がカバーする管理区域の変更も検討中である。

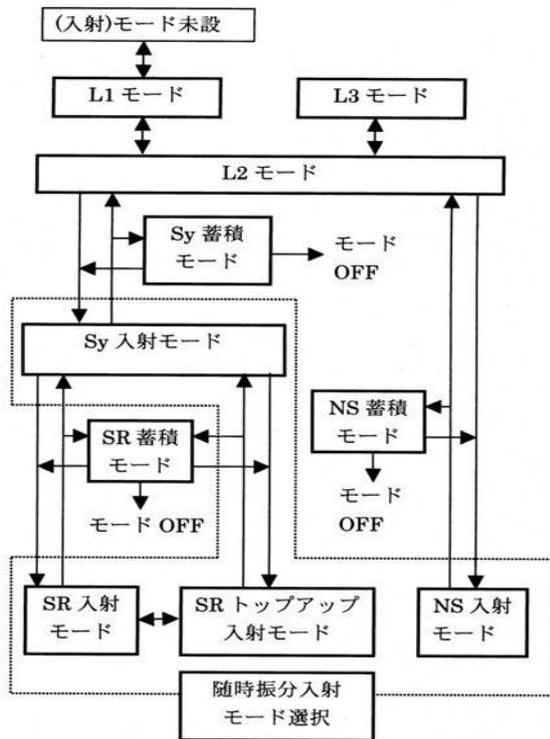


図 3：運転モード遷移

4.1 エリア管理

運転モード管理では、前述の通りビームルートで運転管理している。これに対して、エリア管理は運転するエリア（該当加速器遮蔽区域）毎にインターロックシステムを組み、エリア単位で独立に安全を担保するものである。エリア管理ではインターロック動作についての組み合わせ条件が減少するため、システムの単純化、メンテナンス性の向上、将来のシステム変更への柔軟な対応が期待できる。また新規加速器追加時にも単純なエリア追加のみで容易に対応できる。

このエリア管理を運転許可（GUN許可、RF許可）に適用する。

各エリアとそのエリアを独立に管理するインターロックシステムは以下である。

- 線型加速器： Liインターロックシステム
- ブースターシンクロトロン： Syインターロックシステム
- 蓄積リング： SRインターロックシステム
- L3ビームトランスポート： L3BTインターロックシステム
- ニュースパル蓄積リング： NSインターロックシステム

4.2 RF許可

各RF許可をエリア単位で制御することを考えている。各RFは該当エリアと1対1に対応するため、エ

リアによるRF許可の管理が可能である。該当エリア内の放射線安全が確保されている場合に該当加速器のRF許可となる。逆に該当エリア不安全時には該当加速器のみのRFが不許可となる。新システムでは、各エリアは独立なインターロックシステムで管理されるため、各RF許可もエリアに対応して独立に管理できる。

4.3 GUN許可

GUN許可は、電子輸送にかかわる全エリアの状態に依存するため、各エリアからの許可情報を総合的に判断するシーケンスが必要である。そこで最終的なGUN許可を判断するGUNインターロックシステムを構築する。GUNインターロックシステムは、各エリアから該当エリアに電子を入射するための独立なGUN安全条件を取り込み、全エリアの安全条件を考慮し、最終的なGUN許可を判断する（図4）。入射するエリアについては、あらかじめ入射宣言するシステムを採用する予定である。入射宣言をしたエリアは入射可能になると共に入射時のみに該当するインターロック機器（放射線モニター等）を監視し、電子ビーム輸送に対応する。安全条件不成立時にGUNを停止する。



図 4：新SPRING-8加速器放射線安全インターロックシステムにおけるGUN許可の概念図

5. 進捗状況と今後の計画

現在、SPRING-8加速器安全インターロックシステム更新の概念設計を詰めている最中である。今後は、2008年度末までに概念設計を確定し、2009年度に安全インターロックシステム変更のシステム設計とシステム製作を行い、2010年度には新システムをインストールし、運用を開始することを計画している。運用開始後は、安全インターロックが単純かつ拡張性を持つため、より円滑な運用が期待でき、また将来のXFELとの相互運用などに対応できる。

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