

DEVELOPMENT OF J-PARC LINAC/RCS MPS SUBSYSTEM2

Takahiro Suzuki^{1,A)}, Yuichi Ito^{A)}, Tatuya Ishiyama^{A)}, Tomofumi Maruta^{A)}, Yuko Kato^{A)},
Masato Kawase^{A)}, Shinpei Fukuta^{A)}, Yuki Sawabe^{B)}, Nobuhiro Kikuzawa^{A)}

^{A)}J-PARC Center/JAEA

2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Nakagun, Ibaraki, 319-1195

^{B)}Mitsubishi Electric System & Service Co., Ltd

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

Abstract

MPS(Machine Protection System) of J-PARC was installed aiming to decrease the radioactive contamination by beam loss. When equipment trouble happened, the system that united MPS with MPS Subsystem achieved high speed beam stop. And it enabled beam operation restart of steady beam.

In J-PARC now, the beam is supplied to MLF (Material and Life science Facility) and MR(Main Ring) facilities (Hadron facility, and Neutrino facility) at the same time. There is a problem in this beam operation. It is utilization rates is improved. To solve this problem, we developed MPS Subsystem2. The design of MPS Subsystem2 and the status of the installation is described in this report.

J-PARC LINAC/RCS における MPS サブシステムの開発 2

1. はじめに

J-PARC の MPS (Machin Protection System) [1][2][3][4] は、ビーム衝突による放射化を可能な限り低減させることを第 1 目標として設置された。これに MPS サブシステム^[5]を組み合わせさせた統合システムによって、機器異常発生時における高速ビーム停止と、運転再開時のビーム安定性の再現を両立させている。

現在 J-PARC では MLF (物質・生命科学実験施設) と MR (Main Ring) の各施設 (ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設) への供用運転を行っている。供用運転における重要な課題として、各々の施設の稼働率を向上させることがある。また、ビーム強度増強の要求も増えてきており、それに耐えうる安定したビーム供給のための仕組みも求められている。

我々は、これらの要求を満たすため「MPS サブシステム 2」を開発し、各々の施設の稼働率向上と、ビーム安定供給のための機能の追加を行った。本報告では、MPS サブシステム 2 の概要とその効果について述べる。

2. MPS サブシステム 2 に求められる機能

(1) 供用運転における稼働率の向上

これまでの供用運転では、MR の機器異常にて MPS が発報した場合、MR と MLF 両施設へのビーム供給を停止していた。MR の機器異常の影響を受けない MLF へのビーム供給を再開させるためには、MR の障害が回復されるのを待つか、又は、MR からの MPS を無効にするためにビーム行き先モード

を MLF のみに変更する必要があった。施設の稼働率向上を考慮した場合、MR の機器異常が MLF に影響しないものであれば、MLF のみに向けたビーム運転を迅速に再開できる仕組みが求められる。

(2) ビーム増強に対応した安定したビーム供給

J-PARC の最終目標であるビーム仕様 (ピーク電流: 50mA, ビーム幅: 500 μ sec, 周波数: 25Hz) の安定供給を考えた場合、RF 空洞に与えるフィードフォワードも強化しなければならない。しかし、ビームが無い時に強いフィードフォワードを与えてしまうと、放電の発生する可能性が高くなりビームの安定供給に支障をあたえる。このような状況を回避するための仕組みが必要である。

(3) ビーム停止機能の性能向上と安全担保

これまでは、ビームが加速されないことの保証として、イオン源ディレイ (以下 IS-Delay ※詳細は後述する) とビームストップ (以下 BSTOP) の 2 つの手段によって安全を担保していた。しかし、(1) で説明した仕組みを実現するにあたっては、IS-Delay のみでビーム運転を停止しなければならない。ビーム停止の安全性を担保するためには、IS-Delay の健全性をチェックする機構が必要になる。

これらの要求を満たすために、

「LogicController2」、「FF-Stop」、「IS-check」、「Gate-Check」4 ユニットからなる MPS サブシステム 2 を開発した。現在のビーム停止システム周辺の構成図を図 1 に示す。赤枠が新しく開発した MPS サブシステム 2 用のユニットである。

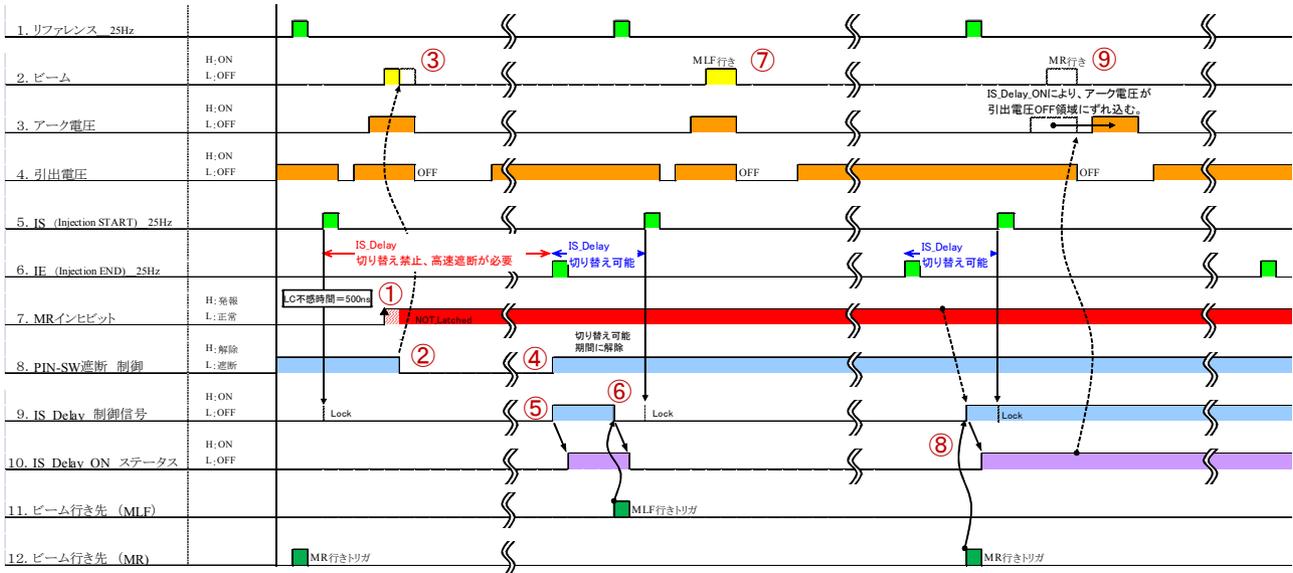


図 2. MLF-Inhibit 発報時のビーム停止タイミングチャート。

- ⑤ビーム加速領域外(IE～IS 間)になったら IS-Delay を動作させる。
- ⑥MLF 行きトリガを検知した場合、IS-Delay を解除する。
- ⑦IS-Delay が解除されているので、MLF 行きビームがイオン源より引き出されて加速される。
- ⑧MR 行きトリガを検知した場合、IS_Delav を動作させる。
- ⑨IS-Delay が動作していることにより、アーク電圧が引出電圧 OFF 領域にずれ込む。そのため、MR 行きビームはイオン源より引き出されない。

3.2 FF-STOP

FF-STOP は、ビームが無い時に RF フィードフォワード制御信号を遮断させるためのユニットである。ビームの有無を判断するために、BSTOP 閉状態、ビームラインゲートバルブ閉状態、IS-Delay-ON 状態、ファラデーカップ IN 状態、RFQ-PIN-OFF 状態を監視する。どれかが一つでもビーム停止方向に動作していれば、ビームが停止しているものと判断してフィードフォワード制御信号を停止する。

3.3 IS-CHECK

IS-CHECK は IS-Delay 機能が正しく動作しているかを確認するためのユニットである。

IS-Delay の動作要求信号がある時に、イオン源のアーク電圧と引き出し電圧のタイミングが重なった場合には、直ちに MPS を発報させる。MPS 発報により RFQ-PIN を OFF、BSTOP 閉にてビームが停止する。

3.4 GATE-CHECK

MPS では、ビームを高速で停止するために RFQ-PIN-OFF により高周波電力をローレベルで遮断する。高周波電力遮断の際に、RFQ 空洞内で反射が発生す

るので、これを受けて RFQ-LLRF システムがさらに MPS を発報してしまう。加速電力遮断による MPS 発報を避けるための仕組みが GATE-CHECK である。高周波遮断によって発生した反射を認識させないために、VSWR-ILK GATE タイミング信号を利用した。LLRF システムが反射異常を検知するのは、GATE タイミング信号が出力されている期間内だけなので、RFQ-PIN-OFF 要求信号にあわせて VSWR-ILK-GATE も遮断する。これにより、RFQ-PIN-OFF によって発生する反射は、LLRF システムにて検知されない。

4. まとめと今後の予定

これらのサブシステムによって、MPS の機能向上と稼働率の向上を図ることができたものとする。今後は MLF-Inhibit も計画されており、更なる稼働率の向上を実現したい。

参考文献

- [1] 榎 泰直, 「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」第31回リニアック技術研究会 P119 (2006)
- [2] 榎 泰直, 「J-PARC LINAC用高速インターロックシステムの設計」JAERI-Tech 2004-021
- [3] 榎 泰直, 「機器保護用高速インターロックユニット試作機の性能試験」JAERI-Tech 2004-022
- [4] 石山 達也, 「J-PARCリニアックのMPSの制御画面構築」第31回リニアック技術研究会 P1 (2006)
- [5] 鈴木 隆洋, 「J-PARC LINAC/RCSにおけるMPSサブシステムの開発」第5回日本加速器学会 P84
- [6] 山本 昇, 「J-PARC 加速器の可用性向上に向けたMPS機能強化について」第7回日本加速器学会 P383
- [7] 田村 文彦, 「J-PARCのタイミングシステム」第1回日本加速器学会 P677