

## Linkage test of Control System and Injector for the IFMIF/EVEDA Accelerator Prototype

Toshiyuki Kojima<sup>1, A)</sup>, Takahiro Narta<sup>1, A)</sup>, Kazuyoshi Tsutsumi<sup>1, A)</sup>, Hiroki Takahashi<sup>1, A)</sup>, Hironao Sakaki<sup>1, B)</sup>

<sup>1)</sup> Japan Atomic Energy Agency, IFMIF Development Group,

<sup>A)</sup> 2-166 Obuchi Omotedate, Rokkasho-mura, Kamikita-gun, Aomori, 039-3212

<sup>B)</sup> 8-1-7 Umemidai, Kizugawa city, Kyoto 619-0215

### Abstract

The IFMIF/EVEDA prototype accelerator consists of Injector (Output: 100keV), 175MHz RFQ (a 4-vain type; Output: 5MeV), Superconductive Linac (SC HWR-Linac; Output: 9MeV) and the other sub-systems. These accelerator subsystems are going to be transported to Japan sequentially from 2012. In the engineering validation, the acceleration with deuteron beam of 125mA will be tested up to 9MeV at the CW mode operation. Each developed subsystem are performed the linkage test with the Control system in EU. And these are transported to Japan after the confirmation about interface specifications and functions. For this purpose, the Test Bench for the linkage test is being developed now.

## IFMIF/EVEDA 加速器制御系と入射器との接続試験

### 1. はじめに

国際核融合材料照射施設 (IFMIF : International Fusion Material Irradiation Facility) に関する工学実証及び工学設計活動 (EVEDA : Engineering Validation and Engineering Design Activity) でのプロトタイプ加速器は、9MeV/125mA の CW D<sup>+</sup>ビームを生成する。日本の実施機関である JAEA は、建屋、制御システム、RFQ カプラ等を担当する[1]。

プロトタイプ加速器は、入射器(100keV)、RFQ(5MeV)、初段の超伝導ライナック(9MeV)等のサブシステムから成り、それらは EU の実施機関 (F4E) 及び EU の貢献研究機関 (CEA, INFN、CIEMAT) で開発され、2012 年より、順次、六ヶ所サイトに搬入、据え付けられる予定となっている。

EU の各サブシステムは、単体試験時に制御システムとの接続試験を EU で行い、基本的な仕様と動作の確認を取った上で日本へ搬出することになっている。そのため、現在、制御システムが Injector と取合うハードワイヤード信号について、それらの信号を生成、確認するためのテストベンチを開発中であり、その開発状況、及び、試験内容について報告する。

### 2. 制御システムの概要

制御システムは、IFMIF/EVEDA 加速器全般の遠隔監視や操作を可能とするだけでなく、サブシステム間の同期、機器の協調保護、人員保護等の機能をもつ。制御システムは、各サブシステムと Ethernet やハードワイヤードの信号インターフェースを介して連携し、加速器全体を統合して、円滑、安全な運転を実現する。

制御システムは、図 1 に示すとおり主に 6 つの制御サブシステムから成る。

<sup>1</sup> kojima.toshiyuki@jaea.go.jp

- 1) Central Control System (CCS)  
遠隔監視/操作、データのアーカイブ等
  - 2) Local Area Network (LAN)  
CCS と LCS 間のデータ授受のための制御系ネットワーク
  - 3) Personnel Protection System (PPS)  
人員保護システム
  - 4) Machine Protection System (MPS)  
機器保護システム
  - 5) Timing System (TS)  
同期信号の生成
  - 6) Local Control System (LCS)  
加速器を構成する各サブシステムのローカルな制御系
- ここで、1) ~ 5) は日本担当分、6) は EU 担当分である。

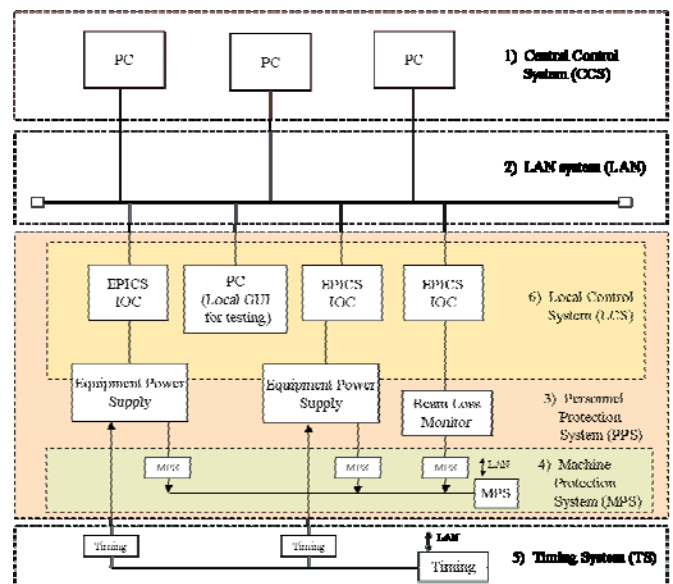


図 1 IFMIF/EVEDA 加速器制御システムの概要

## 2. テストベンチ

テストベンチは、TS、MPS、PPS の3つの制御サブシステムから成る。(図2)

いずれも、複数のサブシステムから成る加速器を、全体として同期し、また協調保護をとりながら安全に運転するために重要なシステムであり、EU に適宜搬送してサブシステムとの接続試験に使用する。

テストベンチは、ハードウェアの準備はほぼ完了しており、Injector と取り合う信号について、現在 EU 側のサブシステム担当者とするり合わせつつ、開発を進めている。



図2 テストベンチ

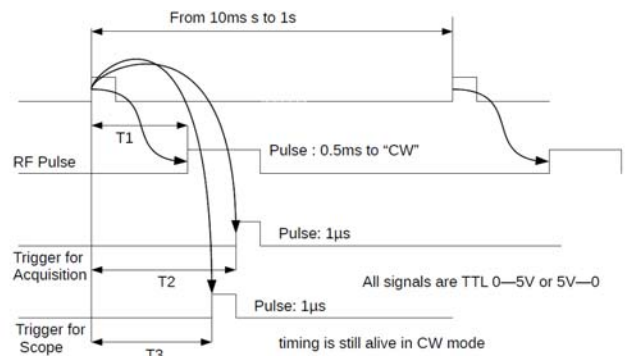
## 3. テストベンチでの接続試験

### 3.1 TS との接続試験

TS は、加速器を構成するサブシステムに対し、同期したクロック信号や、トリガー信号、ゲート信号を生成し、発信する機能をもつ。各サブシステムは、このタイミングに同期して動作することにより、加速器全体として協調した運転が可能となる。

TS との接続試験では、TS からのトリガー信号/ゲート信号に同期して Injector が動作し、良好なビームが放出されることを確認する。

現在、Injector 側から提示されているタイミング信号の要求仕様を図3に示す。また、この要求仕様に基づいて、生成したタイミング信号例を図4に示す。



T1, T2, T3 are adjustable by steps of 1μs ( or 100ns )

図3 Injector のタイミングチャート

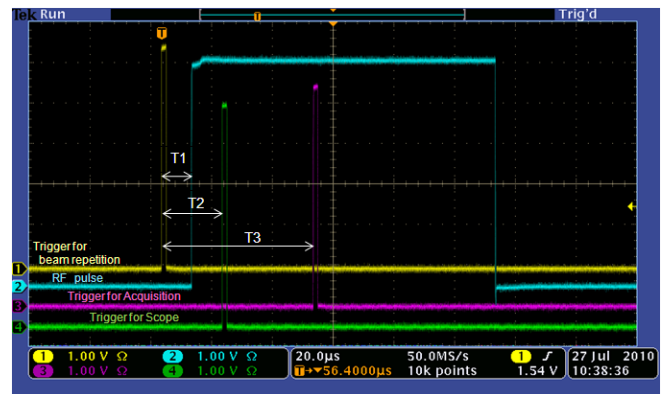


図4 タイミングモジュールによるタイミング信号生成

### 3.2 MPS との接続試験

MPS は、サブシステム間の協調保護を図り、ロスビームや機器不良の発生時に速やかにビームを停止する機能をもつ。

MPS との接続試験においては、Injector からのインターロック信号により MPS が作動することを確認するとともに、MPS の作動によりビーム遮断信号を発信し、Injector がビームの放出を停止することを確認する。

現在、MPS に関して Injector と取り合う信号は下記のものを想定している。

インターロック信号 (Injector → MPS)

- ・入射器不良
- ・冷却系異常
- ・ビーム収束系異常
- ・真空系異常

ビーム遮断信号 (MPS → Injector)

- ・RF 停止

### 3.3 PPS との接続試験

PPS は、加速器室への人員の入退出を監視して放射線や高電圧電流などの危険因子から人員を保護する機能をもつ。PPS は許認可に係る重要なシステムで、サブシステムとの確実なインターフェースが求められる。

PPS との接続試験では、PPS が発信する操作許可/禁止に対し、Injector の該当操作が操作可/不可となることを確認するとともに、操作許可信号の取り消し（操作禁止）により該当機器の状態がリセットされる（例えば、ファラデーカップ引抜き操作の許可信号が取り消された場合は、引抜かれたファラデーカップが速やかに挿入される）ことを確認する。

現在、PPS に関して Injector と取り合う信号は下記のを想定している。

#### 機器状態信号 (Injector → PPS)

- ・ファラデーカップ
- ・ゲートバルブ
- ・イオン化用 RF
- ・引出し電圧

#### 操作許可/禁止信号 (PPS → Injector)

- ・ファラデーカップ引抜き
- ・ゲートバルブ開
- ・イオン化用 RF ON
- ・引出し電圧 印加

## 4. 今後のスケジュール

今年の秋から予定されている Injector の単体試験を皮切りに、加速器を構成するサブシステムとの単体試験が順次実施される予定であり、合わせてテストベンチとの接続試験で制御系とのインターフェースの確認を行う。

図5に IFMIF/EVEDA 加速器の開発スケジュールを示す。

## 5. まとめ

Injector は、EU で開発されている加速器サブシステムの中で最も早く単体試験が開始されるもので、日本が開発するテストベンチとの最初の接続試験となる。したがって、Injector で確認された取合い信号の仕様については、IFMIF/EVEDA 加速器サブシステムのインターフェース標準となるため、Injector 以降に続く各サブシステムとの接続試験を円滑に行う上でも重要である。

テストベンチは、TS 部、MPS 部はほぼ完成し、テストベンチとして動作する環境ができている。また、PPS 部は、インターフェースする信号に合わせてラダーを作成する予定で、この秋に計画されている Injector との1回目の接続試験に向けて順調に準備を進めている。

## 参考文献

- [1] H.Takahashi et al., “Overview of the Control System for the IFMIF/EVEDA Accelerator”,  
Proceedings of the 6th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Tokai, Japan, August 2009

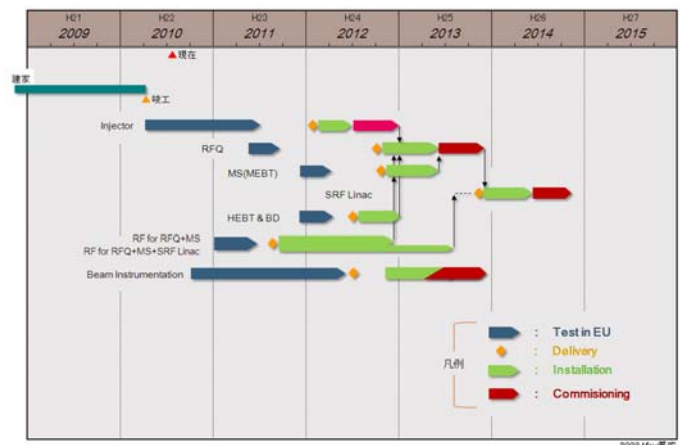


図5 IFMIF/EVEDA 加速器の開発スケジュール