

## DEVELOPMENT STATUS OF PERSONNEL PROTECTION SYSTEM FOR THE IFMIF/EVEDA ACCELERATOR

Toshiyuki Kojima<sup>1, A)</sup>, Takahiro Narta<sup>1, A)</sup>, Kazuyoshi Tsutsumi<sup>1, A)</sup>, Koichi Nishiyama<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. In the engineering validation, the acceleration with deuteron beam of 125mA will be tested up to 9MeV at the CW mode operation. The IFMIF/EVEDA accelerator building was completed in March 2010, therefore we started making and installation the PPS equipments for the building management.

The PPS is required to protect technical and engineering staff against unnecessary exposure, electrical shock hazard and the other danger phenomena. The PPS has two functions of the building management and the accelerator management. For both functions, Programmable Logic Controllers (PLCs), monitoring cameras, emergency switches and etc. are used for interlock system, and a sequence is programmed for entering and leaving of the controlled area. This article presents the development status of PPS in details.

## IFMIF/EVEDA 加速器制御系 PPS の開発状況

### 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、付帯設備、制御システム、RFQ カプラ、据付機器調整・ビーム調整等を担当する[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)およびビームダンプ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。

加速器建屋 (IFMIF/EVEDA 開発試験棟) は、平成 22 年 3 月末に竣工し、併せて加速器室の遮へい扉や換気空調設備等の据付けを完了した。これを受けて、人員保護システム (PPS) の加速器建屋の管理機能として、加速器運転中に立入制限される区域への搬入口や出入口の扉の管理を行うための PPS 機器類等の製作ならびに据付を実施した。

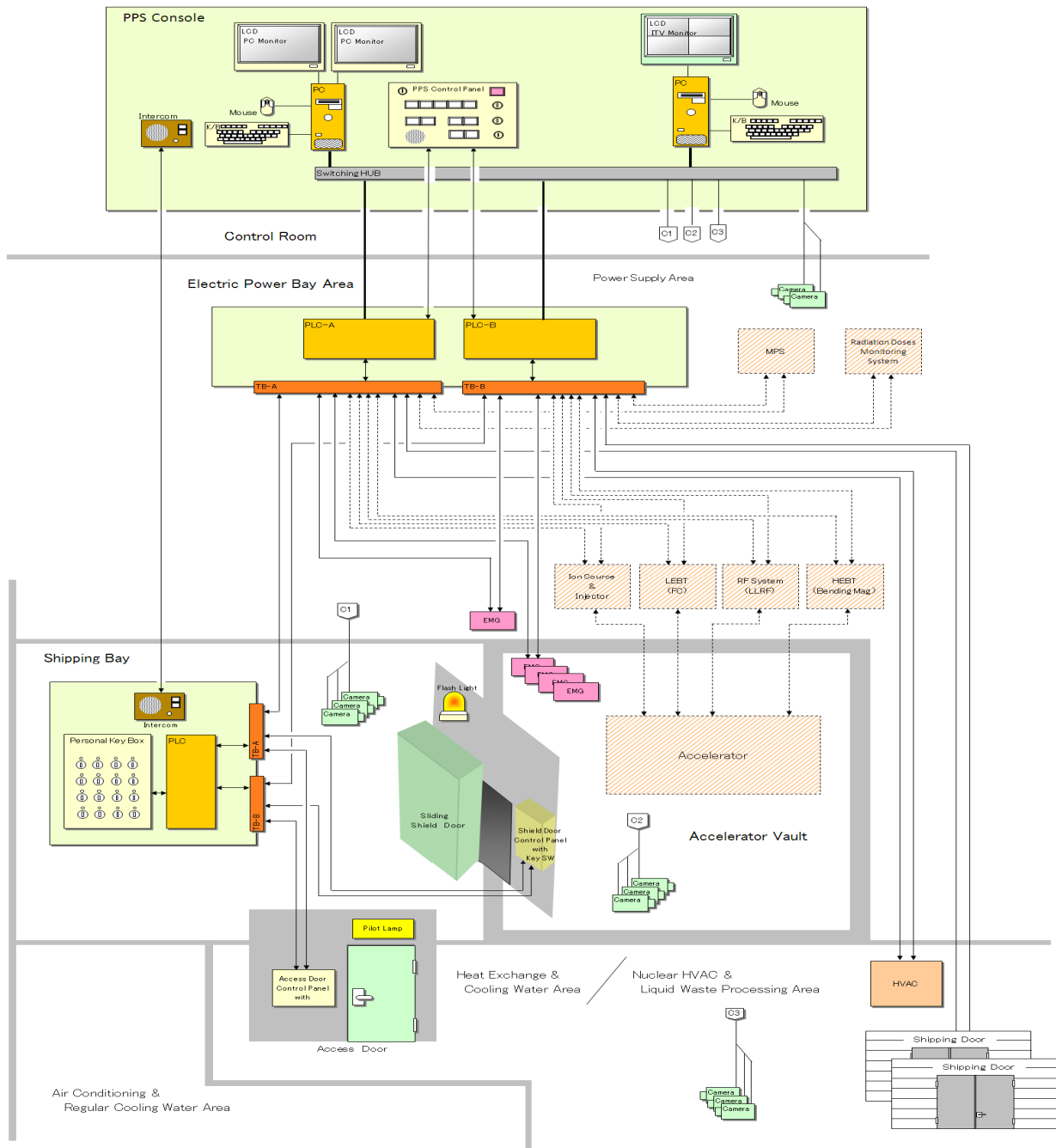
### 2. PPS の概要

PPS は、加速器の運転状態に応じて、IFMIF/EVEDA 開発試験棟ならびに棟内の放射線管理区域への人員の入退域を管理して、ビーム誤射や放射線等の危険 (放射線以外にも、RF、高電圧大電流等の危険因子も考慮) から人員を保護し、安全を確保するためのシステムである。[2]

IFMIF/EVEDA プロトタイプ加速器の PPS の基本構成を図 1 に示す。

PPS は、プログラム・ロジック・コントローラ (PLC) を中核として、PPS コンソール、パーソナルキーボックス、非常停止 SW、監視用 TV カメラ、加速器運転状態表示灯などの機器から構成される。PLC は二重化システム (PLC-A と PLC-B) となっており、加速器を構成する入射器や RF システムなどのサブシステムに対しては両系一致 (論理積) のみ運転許可となる。各 PLC とサブシステム間の信号は、すべてハードワイヤードの ON/OFF 信号で取合うものとし、PLC-A、PLC-B それぞれ独立な信号経路とした。また、建屋扉の開閉を感知するリミット SW や非常停止 SW 等の接点も可能な限り独立させて設けることとした。

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



(点線部は今後据付予定部分)

図 1: IFMIF/EVEDA PPS の基本構成

### 3. PPS 管理対象区域

IFMIF/EVEDA 開発試験棟の PPS 管理対象区域を図 2 に示す。

PPS 管理対象区域は、加速器室（黄色部分）とその南側に位置するホット機械室（青色部分）が対象であり、ホット機械室は冷却水熱交換器等が設置される冷却水ホット機械室（Heat Exchange & Cooling Water Area）と、排水貯蔵タンクや空調排気ファン

が設置される空調ホット機械室（ Nuclear HVAC & Liquid Waste Processing Area ）がある。これらの区域への入退域は、搬入室（Shipping Area：緑色部分）が分岐点となり、加速器室へは加速器入口扉（気密扉）、ホット機械室へはホットエリア入口扉を通して入域する。PPS では搬入室入口扉、加速器室気密扉、ホットエリア入口扉の 3 扉（図 2 赤丸の扉）を管理する。

加速器室は、加速器運転中は立入が禁止される区

域であり、加速器室内の無人が確認され、立入禁止状態にならないとビーム運転は許可されない。また、立入禁止状態において加速器室気密扉の解錠または扉の開放が疑われる場合には直ちにビーム運転許可をキャンセルする。なお、加速器室に導波管を引き込むための地下ピット（電源室のマンホールから入域可）も同様に加速器運転中は立入が禁止される。

一方、ホット機械室は加速器運転中も PPS の管理のもとで入域ができる立入制限区域となる。このため、パーソナルキーは加速器室用とホット機械室用の 2 系統のキーボックスを設けた。

#### 4. PPS 機器配置

PPS を構成する主な機器の配置を図 2 に示す。

##### 4.1 PPS 制御ラック

電源室に設置されている PPS 制御ラックは、4 面列盤構成の自立盤（図 3）で、UPS 電源盤、PLC 盤（A 系/B 系）、ケーブル接続盤で構成される。

UPS は、5kVA の容量をもち、PLC や PPS コンソール、各エリアの運転表示灯などの全ての PPS 機器の電源を無停電で供給する。



図 3: PPS 制御ラック

##### 4.2 PPS コンソール

制御室に設置される PPS コンソールは、3 台の TV モニタ（40 インチ）、PPS 操作盤、インターフォンなどで構成される。TV モニタは加速器室内が、監視できるほか、搬入室内での入退状況が表示され、映像と音声で入退者の確認、監視ができる。



図 4: PPS コンソール

PPS 操作盤は、PPS 管理対象区域への入退モードの管理、パーソナルキーの貸出、入退扉の開閉（解錠）管理などを統括する。主要な許可 SW にはキー SW を併設し、誤操作の防止を図っている。

##### 4.3 パーソナルキーボックス

パーソナルキーは、PPS 管理対象区域への入口扉の解錠を行うもので、入室者は汚染検査室に設置されているパーソナルキーボックスでキーの貸し出しを受ける。

パーソナルキーボックスは汚染検査室に設置されており、加速器入室用（黄色）とホット機械室入室用（青色）の 2 系統のパーソナルキーが設けられている。



図 5: パーソナルキーボックス

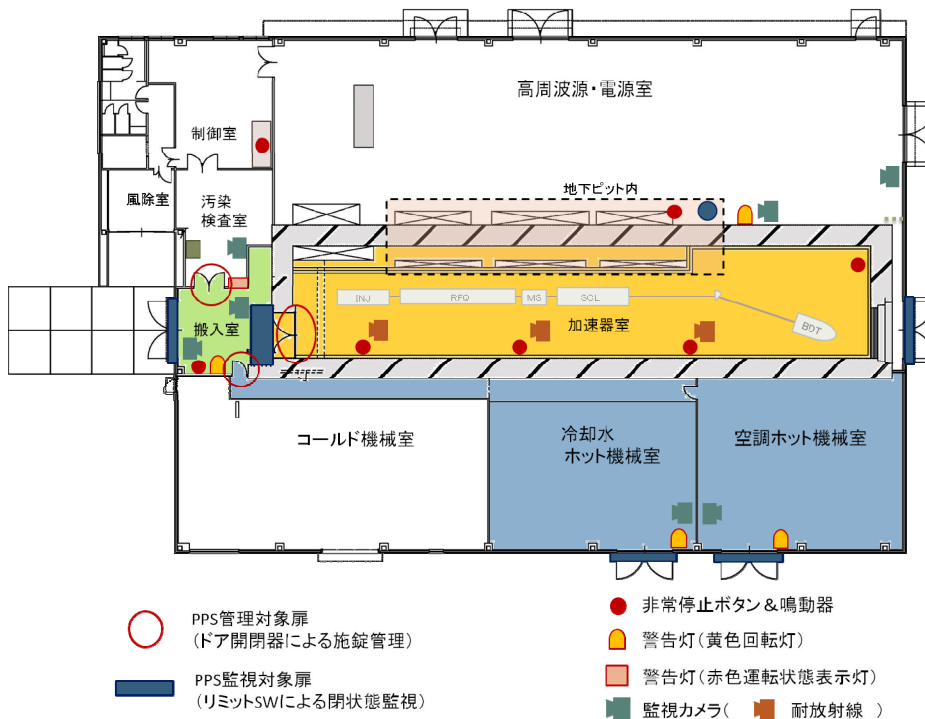


図 2: IFMIF/EVEDA 開発試験棟 PPS 機器配置

#### 4.4 扉開閉器

PPS 管理対象区域となる 3つの入口扉には、それぞれ扉開閉器が設置されている。PPS コンソールからそれぞれの扉開閉器に対し解錠許可が出ている場合にのみ、パーソナルキーを用いて扉を解錠し入域することができる。

搬入室入口扉の扉開閉器は、加速器室用、ホット機械室用のどちらのパーソナルキーでも解錠できるが、キー穴は行き先別に設けられている。

一方、搬入室は加速器室とホット機械室の分岐点となるため、各入室用の扉（加速器室気密扉とホット機械室入口扉）ごとに扉開閉器があり、入室者は、行き先別に一旦搬入室に入り、人数、行き先の確認を受けた後、PPS コンソールから行き先に応じた扉開閉器のみ解錠が許可される。



図 6: 扉開閉器  
(左:搬入室入口用、右上:加速器室用、右下:ホット機械室用)

#### 4.5 非常停止 SW と監視カメラ

加速器室内には非常停止 SW と監視用カメラが設置されている。

非常停止 SW は鳴動器を内蔵しており、非常停止 SW を押下した場合に連続音で鳴動する。また、ビーム運転の許可前の 5 分間は断続音で鳴動する。

監視カメラは、耐放射線ボックス（鉛厚 2mm、前面鉛ガラス 9mm） CCD カメラを収納し、加速器室内を 3ヶ所から監視する。



図 7: 非常停止 SW と監視カメラ

#### 5. まとめ

IFMIF/EVEDA 開発試験棟の人員保護システム (PPS) の開発は、平成 22 年度において建屋に付帯した機器の据付が完了し、現在、JAEA 独自でプログラマブル・ロジック・コントローラ (PLC) のソフトウェア開発 (ロジック設計 / ラダー製作 / デバッグ) を行っている。

PPS の中核となる PLC は、ハードウェア的には完全に二重化されており、両系一致 (論理積) でのみ加速器機器に対して運転許可となる。

ロジック的なバグ、プログラミング記述 (ラダー) 上のバグ等が潜在的に両系に埋め込まれることを防止し、より信頼性の高いシステムを目指すため、PLC のソフトウェア開発においても、A 系/B 系それぞれ独立にロジック設計、製作を行う計画である。

#### 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
- [2] T.Kojima et al., “Design policy of the Personnel Protection System for the IFMIF/EVEDA Accelerator”,  
Proceedings of the 6th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Tokai, Japan, August 2009
- [3] T.Kojima et al., “Linkage test of Control system and Injector for IFMIF/EVEDA Accelerator”,  
Proceedings of the 7th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Himeji, Japan, August 2010