

Upgrade of Console System at the KEK injector Linac

Shiro Kusano^{#,A)}, Takuya Kudou^{A)}, Kazuro Furukawa^{B)}, Masanori Satoh^{B)}

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

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

^{B)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801

Abstract

In the KEK linac control room, many PCs and monitors are utilized for displaying many beam parameters and device statuses. A first operator console system has been used in this three decades. In March 2011, the catastrophic earthquake made many PCs and monitors to be collapsed and damaged. From this experience, the quakeproof is required for the linac console system. Towards SuperKEKB project, we are planning to expand the linac control system and control room. From these reasons, the console system of KEK linac was renovated in the last summer. In this paper, we report the upgrade of console system at the KEK injector linac in detail.

KEK 入射器におけるコンソールシステムの更新

1. はじめに

現在、KEK 入射器（以下、入射器）では PF リングおよび PF-AR リングへビームを供給しつつ、SuperKEKB 計画にむけた制御システムの更新および増強をおこなっている。特に、PF リングへのビーム供給においては、トップアップ入射をおこなっているため、高いビーム安定性が要求される。しかしながら、気温などの環境変化に起因したビームパラメーターの変動が見受けられるため、ビーム状態の常時監視や変動を補正するためのビーム調整が不可欠となっている^[1]。入射器では、監視および調整のための様々なオペレータインターフェース

(OPI) が開発され、重要な運転情報は、コンソールシステムのモニター上に常時表示されている。

入射器のコンソールシステムで使用している PC およびモニターなどの制御機器類は、建設当初から 2011 年 8 月まで専用制御卓およびラックに設置していた。2011 年 3 月の東日本大震災により、制御卓上部に設置していた数台のモニターが落下し、破損する被害があった。また、SuperKEKB に向けた制御機器の更新および増強を進めていることから、2011 年 8 月に加速器運転コンソールシステムの大規模な更新をおこなった。本稿では、新コンソールシステムについて詳しく報告する。

2. 入射器制御システム概要

現在、入射器の制御システムは、複数の Unix/Linux 計算機 (HP Tru64 Unix, CentOS5 Linux) によるサーバー部、多様なフロントエンド (VME 17 台、PLC 約 200 台など) による機器制御部、および OPI 部の 3 階層の構成になっている。OPI 部であるコンソールシステムは、Windows PC および Linux PC を混在して使用している。入射器制御システムでは、制御機器毎に多階層クライアント/サー

バープログラムが用意されている。クライアントおよびサーバー間のデータ通信には、Remote Procedure Call を基盤とした、独自開発のソフトウェアが使用されている。これと同時に、近年、加速器制御分野にて広く利用されている EPICS によるデータ通信も可能となっている。次章に、コンソールシステムを中心とした入射器制御システムの変遷をまとめる。

3. コンソールおよび制御基幹システムの変遷

3.1 第一世代 (1980 年代)

入射器建設当初の制御システムには、サーバー部として 8 台のミニコンピュータ (三菱 MELCOM 70/30)、機器制御部として約 300 台のマイクロプロセッサが使用されていた。ミニコンピュータ間のデータ通信には、Loop-1 と呼ばれる専用の光ファイバーネットワークが使用されていた。

コンソールシステムは、監視表示盤、表示モニター、機器操作パネル、および安全系パネルから構成され、システムで使用する PC およびモニターなどの制御機器類は、専用制御卓およびラックに設置されていた。監視表示盤は、加速器全体の運転状態を監視するため、制御室の壁一面に設置したリレー回路および電球を用いて構築された。また、表示用モニターおよび機器操作パネルとして、PC (富士通 FM-R) を採用した。PC のモニターに表示する OPI は、F-BASIC 言語 (富士通社製) を用いて開発された。機器操作パネルにより、クライストロンのもジュレーター電圧、RF 位相、および電磁石励磁電流値などの設定値変更が可能である。本機器制御パネルは、タッチパネルおよびダイヤルノブを用いて開発された。タッチパネルシステムは、ミニコンピュータ (富士通 F11 OS-9) および CAMAC 専用モジュールから構成される。安全系パネルは、制御

卓中央にビーム ON/OFF スイッチを設置し、リレー回路を用いて各制御機器とハードワイヤ接続されたものである。

3.2 第二世代 (1990 年代以降)

1993 年、第一世代制御システムの老朽化のため、新システムへの置き換えをおこなった。サーバー部は、ミニコンから Unix 計算機へ、機器制御部はマイコンから VME 計算機に置き換えられ、TCP/IP による安定性の高いネットワーク通信を実現した^[2]。

コンソールシステム (図 1) においても、90 年代前半は DOS/V PC、後半は Windows PC を用いた表示パネルを採用した。タッチパネル (図 2) に関しては、CAMAC 専用モジュールから DOS/V PC (NEC-PC98) によるシステムへ更新された^[3]。OPI は、DOS/V PC 使用時には MS Basic、Windows PC 使用時には Visual Basic を用いてシステム開発をおこなった。安全系システムは、リレー回路から PLC に置き換えられ、それにともない制御室全面の監視表示盤も廃止された。



図 1 : 1993 年以降の入射器制御室



図 2 : タッチパネル

1999 年から KEKB の運転が開始され、入射器のビーム運転は KEKB 制御室においておこなうこととなった。そのため、KEKB 制御室に入射器コンソール

システムを構築した。本システムは、Linux PC を基盤としたものであり、OPI 開発にはスクリプト言語である Tcl/Tk を用いた。

4. 新コンソールシステム

新コンソールシステムでは、地震などによる機器の落下・転倒の防止や SuperKEKB に向けた表示情報量の拡充を目的として、多くのモニターを設置可能かつ汎用製品であることから、モニターアームを採用した (図 3)。制御卓中央部分には、19 インチモニターを 18 台、制御卓左右部分には、27 インチモニターを 4 台ずつ設置した。19 インチモニターを多数設置することにより、表示可能な OPI 数が増加した。



図 3 : 新コンソール

4.1 システム構成

新コンソールシステムにおける監視および操作用モニターでは、Windows PC (Windows7, Windows XP) および Linux PC (CentOS 5) を使用している。Windows PC では、X サーバーソフトウェアを用いて OPI の表示をおこなっている。また、OPI 開発には、主に Python/Tkinter を用いている。

第一世代から使用していたタッチパネルは、ハードウェア保守が困難であるため、X Window 上で動作する仮想タッチパネルシステムに変更している^[4]。これまでのタッチパネルシステムでは、調整用ダイヤルノブを用いた直感的操作が可能であった。安価な代替品が存在しなかったため、ダイヤルノブは廃止し、キーボードの上下左右キーを利用したシステムに変更した。表 1 に、これまでの制御システム、ネットワーク、フロントエンド、および OPI の変遷を示す。

表 1 : コンソールシステム等の変遷

機器	1980 年代	1993 年～	現在
主計算機	ミニコン	Unix 計算機	Linux 計算機
OS		リアルタイム OS	CentOS5
		Tru64 UNIX	

ネット ワーク	専用光ファ イバ	Ethernet	光/Ethernet
	5 Mbps	10 Mbps	(100 M -1 Gbps)
応答速度	100 ms	1-10 ms	0.1-数 ms
フロント エンド	MELCOM 70/30 CAMAC	VME	VME, VXI, CAMAC, PC, PLC, FPGA
	マイクロプ ロセッサ	マイクロプ ロセッサ	
OPI	FM-R	DOS-PC	Windows PC Linux PC
開発言語	F-Basic 言語	MS Visual Basic	Tcl/tk Python/tk, MS Visual C#

5. 課題

5.1 KEKB 制御室における入射器コンソールシステム

KEKB リングは、2010 年 6 月に運転停止し、2011 年 3 月の震災以降は、震災復旧および SuperKEKB に向けた建設が始まっている。そのため、KEKB 制御室における入射器ビーム運転は不要となった。また、KEKB 制御室のコンソールシステムの制御卓は、オフィスデスクにモニターを上下に設置したもので、上段のモニターについては設置台を高くしただけであった。そのため、震災時にはほぼ全てのモニターが倒壊した（図 4）。このようなことから、KEKB 制御室においても、入射器と同様な新コンソールシステムの導入を検討中である。しかしながら、入射器に導入したシステムは高価であるため、より安価かつ堅牢なものを検討している。

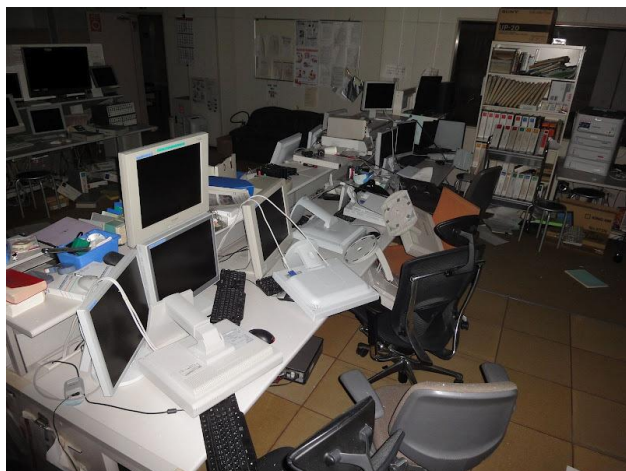


図 4： 震災直後の KEKB 制御室

5.2 キーボードおよびマウスの設置

制御卓の広さには限りがあり、多くのキーボードやマウスを置くことが困難である。省スペース化を

実現するため、1 台のキーボード・マウスを用いて複数台の PC を操作可能な Synergy^[5] と呼ばれる無償のソフトウェアを導入した。Synergy を用いることにより、キーボードおよびマウスの設置数を最小限に抑えることが可能となり、制御卓を有効に使用することができる。しかしながら、しばしばソフトウェアの動作が不安定となり、マウスポインタの表示が消失するあるいは他のモニターへ移動することができなくなるという障害が発生した。この現象については、詳しく調査をおこなっている。

5.3 安全系パネルの移動

安全系パネルは、入射器建設当初から制御卓中央部分に設置されていた。新システム導入の際、安全系パネルの移設も検討されたが、配線が非常に複雑であり、断線などによる入射器ビーム運転への影響を考慮して、今回の移行は見送ることとした。本パネルの移設については、今後の検討課題である。

5.4 Windows PC の不安定性

新コンソールシステムへの変更当初は、すべての PC を Windows PC として動作させ、OPI は Windows で動作可能な X サーバー上で実行していた。しかしながら、Windows 上の X サーバーがしばしば不安定になるとともに、重要な OPI が操作不能となり、ひいてはビーム運転が滞る事態が生じた。そのため、一部の PC を Linux PC に置き換える対応をおこなった。現在は、入射器運転上とりわけ重要な OPI は、安定な Linux PC 上で動作させている。

6. まとめ

2011 年 3 月の東日本大震災により、入射器制御卓上部に設定していた数台のモニターが落下し、破損した。また、現在、SuperKEKB に向けた制御機器の更新および拡充を進めている。このため、2011 年 8 月に、入射器運用用コンソールシステムの大規模な更新をおこなった。新システムにおいては、モニターの追加設置などの拡張性が大幅に改善された。今後は、SuperKEKB に向けたさらなる改善をおこない、入射器の安定したビーム運転に貢献していく予定である。

参考文献

- [1] K. Hanamura et al., “KEK 電子陽電子入射器における高品質ビーム維持”, Proceedings of the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, Funabashi, Aug. 4-6, 2004
- [2] N. Kamikubota et al., “KEK-Linac の新制御システム”, Proceedings of the 18th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tsukuba, Jul. 21-23, 1993
- [3] N. Kamikubota et al., “PC as a touch-terminal controller”, Proceedings of second workshop on PCs and Particle Accelerator Control (PCaPAC'99), Tsukuba, Jan., 12-15, 1999
- [4] T. Kudou et al., “KEK 電子 LINAC における仮想タッチパネルシステムの開発”, Proceedings of the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, Funabashi, Aug., 4-6, 2004
- [5] <http://synergy-foss.org/ja/>