

# UPGRADE OF ELECTRONIC LOGBOOK SYSTEM AT KEK INJECTOR LINAC

Takuya Kudou<sup>#A)</sup>, Shiro Kusano<sup>A)</sup>, Kazuro Furukawa<sup>B)</sup>, Masanori Satoh<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> Mitsubishi Electric System & Service CO., LTD.

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

<sup>B)</sup> High Energy Accelerator Research Organization

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

## Abstract

In the KEK injector Linac, the operation information has been stored in an electronic logbook system since 1995. The system is developed by using a relational database with Windows operation system. It has been kept in good working order. However, the system replacement is strongly required since the hardware maintenance is getting harder because of degradation over time. For this reason, we develop a new logbook system with Linux operation system. In this paper, we present the status of the new logbook systems in detail.

## 入射器における電子ログブックシステムの更新

### 1. はじめに

KEK 入射器(以下、入射器)では、リレーショナルデータベースを用いた電子ログブックシステムを開発・導入し、加速器運転情報の記録をおこなってきた。本システムは、自動記録される機器情報に加え、運転トラブルおよび対処状況などを運転員が手入力することにより、詳細かつ高品質な情報の蓄積を可能とした。本システムは、大きな障害もなく安定に運用されてきたが、導入から 15 年以上経過しているため、ハードウェア保守が困難になってきている。また、本システムは、Windows 上のアプリケーションとして実装されており、Unix/Linux 上で構築された入射器基幹制御系との情報共有は簡便さに欠ける。これらの理由から、Linux 上で動作するデータベースサーバを基盤とした新たな運転ログブックシステムを開発し、運用を開始した。本稿では、新電子ログブックシステムの詳細について報告する。

### 2. 旧システム概要

1982 年の入射器ビーム運転開始から 1995 年までの期間は、オペレータによる手書きの運転記録日誌が用いられてきた。このような記録方法では、過去の障害対処事例の検索が困難であり、蓄積されたナレッジベースを迅速なトラブルシューティングに役立てることが容易ではない。このような理由から、検索が容易である電子運転ログブックシステムの重要性が高まり、1995 年にリレーショナルデータベースを用いたシステムを開発した<sup>[1]</sup>。

本システムは、Microsoft SQL Server で構築したデータベース部、および Microsoft Access を使用したユーザーインターフェイス (以下、UI) 部から構成されている。ビームの ON/OFF、ビーム繰り返し変更などの運転情報は、Microsoft Visual Basic にて開発された運転情報書き込み部から自動的に記録さ

れる。これらのソフトウェアは Windows 上で構築されており、Unix/Linux 上で構築されている入射器基幹制御系とのデータ共有が容易ではない。このため、ゲートウェイ用 PC 計算機を経由した運転情報の共有をおこなってきた。運転トラブルおよび対処状況の記録など自動化が困難な情報は、データベース部および Open Database Connectivity (ODBC) 接続された UI 部を用い、オペレータによる詳細な情報入力がおこなわれる。また、本運転記録は、2000 年以降 KEK 所外からも Web ブラウザ経由での閲覧が可能となっている。これにより、時と場所を選ばず、機器担当者全員がリアルタイムでの運転情報共有をおこなうことが可能となり、入射器ビーム運転の可用性を高めることに成功した。本システムは、導入以降安定運用を続けてきたが、近年、データベース用サーバ計算機の老朽化により保守が困難となってきたため、新システムへの移行が課題となっていた。

### 3. 新システム

#### 3.1 システムの概要

新システムは、図 1 に示すように、データベース部、運転情報自動書き込み部、UI 部および運転情

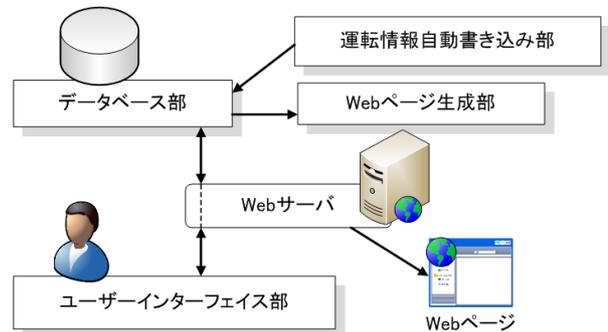


図 1 : 新システム概要図

# kudoh@post.kek.jp

報を配信する Web ページ生成部から構成されている。本システムは、入射器基幹制御系との親和性を考慮し、Linux 上のアプリケーションソフトウェアとして構築された。これにより、旧システムで必要とされたゲートウェイ用 PC 計算機が不要となり、システム構成の簡素化および耐障害性の向上を図ることができた。また、高品質な情報の記録を維持するため、旧システムと同様に自動化が困難な情報は、オペレータが手入力をおこなう仕様が継承された。

### 3.2 データベース部

本システムのデータベース部は、オープンソースのリレーショナルデータベース管理システムである PostgreSQL<sup>[2]</sup> Ver. 9.0.2 を用いて構築した。同様な管理システムである MySQL の検討もおこなったが、近年の目覚ましい性能向上、日本語文書によるマニュアルおよび導入事例情報の豊富さなどから、PostgreSQL の採用を決定した。データベース管理には、Web ブラウザ上で動作する phpPgAdmin<sup>[3]</sup> を使用している。これにより、どの端末からでも管理が可能となり、管理面の利便性が飛躍的に向上した。

データベースクライアントおよびデータベースサーバ間の通信には、pgpool-II<sup>[4]</sup> を用いた。これは、PostgreSQL 専用のミドルウェアであり、データベースへの接続をあらかじめ一定数確立・保持し、アクセス時にはこれを再利用するコネクションプーリング機能を有している。この機能により、データベースへの接続・切断による CPU 負荷を軽減し、システム全体の処理能力を向上することが可能となる。また pgpool-II は、複数の異なるデータベースサーバに同一のデータを持たせ、データベースサーバダウン時には、ダウンしたものを切り離して運転を継続するレプリケーション機能も有している。現在、この機能を活用し、図 2 のようなデータベースサーバ 3 台による冗長構成を用いた運用をおこなっている。

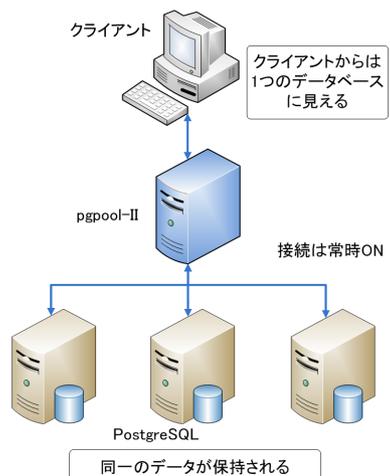


図 2 : データベース部の構成図

データベースの論理構造は、旧システムと同様の構成を基本とし、添付画像の URL 管理用カラムを追加したものである。これにより、データの連続性を維持することが可能となり、また、旧システムか

らのデータ移行も容易におこなうことができた。データ移行のために、旧システム上でのデータをエクスポートし、そのテキストファイルを新システム用にデータ変換するための Python スクリプトを開発した。

### 3.3 運転情報自動書き込み部

入射器の制御システムは、RPC コールを基盤とした独自システムとして構築されたが、現在では、すべての制御パラメータを EPICS 経由で制御することが可能となっている<sup>[5]</sup>。入射器および KEKB リングの UI 開発には、EPICS 用のモジュールが整備されている Python/Tkinter が広く用いられており、多くの運転情報表示用パネルもこれを用いて開発されている。本システムでは、Python 用の PostgreSQL API である pgdb モジュールを利用し、運転記録書き込みクラスを開発した。運転情報表示用パネルは、運転情報変化時に、このクラスを利用してデータベース部への情報書き込みをおこなう。また、Python/Tkinter を用いたパラメータ調整用パネルが数多くあるが、これらのソフトウェアにも本クラスを利用し、ボタン 1 つで調整履歴を運転ログに書き込む機能を追加した。本機能は、マシンスタディーなど短時間で多くのパラメータを変更する状況において、運転効率を飛躍的に向上させた。

### 3.4 UI 部

UI 部は、Adobe Flash を用いた Web アプリケーションとして構築されている。Flash アプリケーションは、単純な HTML で記述されたページに比すると操作性や表現力に優れており、Flash Player が動作する計算機環境であれば OS を問わず動作可能である。これにより、旧システムでは必要であった Microsoft Access のインストールおよび ODBC の設定追加など、クライアント側での環境設定が不要になった。さらに、クライアント側の OS 種別が不問になり、運用管理面の煩雑さが格段に減少した。

Flash アプリケーションの開発は、リッチインターネットアプリケーションの開発環境である Adobe Flex SDK<sup>[6]</sup> を用いておこなった。本 UI 部は、Web ブラウザ上で動作するものに加え、ブラウザの制約を受けずスタンドアロンのクライアントアプリケーションとして動作する Adobe Integrated Runtime (AIR) 版もあわせて開発した。AIR 版の動作には AIR ランタイムが必要であるため、本 UI は、AIR ランタイムの有無を検知し、無い場合には、アプリケーションインストール時に AIR ランタイムのインストールも自動的におこなうシームレスインストール機能を備えている。また、AIR アプリケーション側で自動的に最新バージョンを確認し、自身のバージョンより新しければ、更新を促す自動更新機能も有している。

UI 部とデータベースサーバ間の通信には、ActionScript Message Format (AMF) と呼ばれるバイナリフォーマットを使用する amfphp<sup>[7]</sup> を用いている。これにより、軽量かつ高速に UI 部とデータベースサーバ間の通信をおこなうことが可能となり、アプ

リケーションのパフォーマンス向上に大きく寄与している。

アプリケーション画面には、運転日誌の入力/編集、トラブル情報の入力/編集、情報の検索および添付ファイルのアップロード画面など、計 9 つの画面が格納されている。ユーザーは、図 3 のように、任意の画面の最大/最小化、複数画面の配置、配置の変更などの操作をおこなうことが可能である。これにより、画面遷移をすること無く、検索画面において検索した過去の記録を参照しつつ、入力画面での入力をおこなうなど、操作性の飛躍的な向上に成功した。さらに、運転記録の各項目には、画像を添付することが可能となり、事象の内容をより正確かつ詳細に記録することが可能となった。



図 3 : UI 部の使用例

また、運転記録は運転シフト毎に印刷する必要があるが、Flash の印刷機能は機能性に乏しく実用に堪えない。このため、一度 HTML に変換した後、Web ブラウザの機能を使用して印刷することも検討したが、Web ブラウザの種類に依存した挙動の差異がある。そのため、本システムにおいては、php の PDF 作成クラスである FPDF を使い、動的な PDF ファイルの生成をおこなっている。これにより、OS およびブラウザの種類に依存することなく、あらゆる環境下において同等な印刷結果を得ることができる。

### 3.5 Web ページ生成部

入射器の所外向け Web サーバは、KEK DMZ ネットワークに接続されており、データベースサーバが配置されている入射器ネットワークとは隔離されている。そのため、所外向け Web サーバからはデータベースサーバへアクセスできず、php などを用いて動的に Web ページを生成することは困難である。このため、旧システムと同様に Web ページを生成後、所外向け Web サーバにデータをコピーし配信をおこなうこととした。

Web ページの生成は、作成した python スクリプ

トにておこなう。このスクリプトは、Linux/Unix 計算機汎用のスケジューラである cron を用いて、1 分ごとに実行される。生成された Web ページには、JavaScript ライブラリの 1 つである JQuery<sup>[8]</sup>を用いているため、ユーザー側から、動的に添付画像のサムネイル表示および項目の表示/非表示などの切り替え設定をおこなうことが可能である。

## 4. 今後の課題

### 4.1 Web サーバの冗長化

前述の通り、UI 部が Web アプリケーションであるなど、本システムの動作は Web サーバに依存している。しかしながら、入射器の Web サーバは冗長構成となっていないため、現在、Web サーバの HA (High Availability) クラスタ化を検討中である。

### 4.2 AIR 版 UI の機能拡張

UI として使用している AIR は、アプリケーションに組み込んで利用される軽量のデータベースである SQLite<sup>[9]</sup>が実装されており、データをクライアント側に格納することが可能である。本機能を利用することにより、Web サーバおよびネットワーク障害時においても、UI を用いた運転情報記録の継続が可能であるため、耐障害性の向上が期待できる。現在、本機能の実装に向けて、ソフトウェアの改良をおこなっている。

## 5. まとめ

入射器では、1995 年にリレーショナルデータベースを用いた電子ログブックシステムを開発・導入し、詳細かつ高品質な運転情報の記録をおこなってきた。しかしながら、ハードウェアの老朽化のため保守が困難となったため、新システムの開発・導入をおこなった。

新システムにおいては、データベースの冗長化、Flash アプリケーションである UI 部の開発および記録情報への画像添付機能の追加をおこなった。このため、旧システムと比較して、信頼性、操作性、ひいては記録情報の品質が向上している。2010 年 9 月の導入以降、安定な運用が実現している。今後もシステムの改良を重ね、より高品質な運転情報の記録を目指す予定である。

## 参考文献

- [1] 草野史郎ほか, “KEKB Linac と Ring の運転ログブックシステム”, Proceedings of the 28th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tokai, Jul. 30 - Aug. 1, 2003
- [2] <http://www.postgresql.org/>
- [3] <http://phpggadmin.sourceforge.net/>
- [4] <http://pgpool.projects.postgresql.org/>
- [5] S. Kusano et al., “CONTROL SYSTEM USING EPICS TOOLS AT KEK LINAC”, Proceedings of the 32nd Linear Accelerator Meeting in Japan, Wako, Aug. 1-3, 2007
- [6] [http://www.adobe.com/jp/products/flex/flex\\_framework/](http://www.adobe.com/jp/products/flex/flex_framework/)
- [7] <http://amfphp.sourceforge.net/>
- [8] <http://jquery.com/>
- [9] <http://www.sqlite.org/>