



5.14 原研 ERL-FEL 制御系の Web データベースの開発 Development of Web Database System for JAERI ERL-FEL

菊澤信宏

日本原子力研究所 関西研究所 光量子科学研究センター

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

Nobuhiro KIKUZAWA

Advanced Photon Research Center, Kansai Research Establishment,

Japan Atomic Energy Research Institute

2-4 Shirakata-Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1195 Japan

The accelerator control system for the JAERI ERL-FEL is a PC-based distributed control system. The accelerator status record is stored automatically through the control system to analyze the influence on the electron beam. In order to handle effectively a large number of stored data, it is necessary that the required data can be searched and visualized in easy operation. For this reason, a web database (DB) system which can search of the required data and display visually on a web browser was developed by using open source software. With introduction of this system, accelerator operators can monitor real-time information anytime, anywhere through a web browser. Development of the web DB system is described in this paper.

Keywords : Accelerator control system, database, Open source software

1. はじめに

原研自由電子レーザー用超伝導加速器に組み込まれている小型冷凍機は運転員なしの無人運転が可能であるが、故障時には冷凍機の交換作業が必要であり、故障の原因究明や故障の前兆現象を早い段階で発見する技術の開発などが求められている。このため、冷凍機の温度やヘリウムガス流量などの冷凍機に関するデータのほかに、冷凍機に影響を与える可能性のある室温や冷却水温度、大気圧などの外部環境に関するデータを定常的に計測していた。この結果、大気圧の変動が同軸ケーブル電気長に与える影響の発見に寄与する[1]など、これらの外部環境に関する計測データの蓄積が電子ビームの変動の原因究明に有用であることがわかったため、定常的に計測しているデータ点数も大幅に増加している。

この膨大な計測データを有効活用するためには、必要なデータを簡単な操作で検索して可視化できることが重要である。このため、データの検索から表示までの一連の操作を Web ブラウザ上で行える Web データベース(DB)の開発を行った。本論文では、この Web DB の開発について報告する。

2. 加速器の運転に必要なデータ

加速器の運転に必要なデータとして、以下のようなデータが挙げられる。

- 計測データ
- 運転パラメータ

- 操作ログデータ
- 機器の設定情報
- 運転履歴
- インターロック情報

また、これらのデータのロギング周期としては、以下のような種類が考えられる。

- 短周期ロギング (<1秒周期)
- 長周期ロギング (>数秒周期)
- イベントロギング (随時)

計算機の HDD の大容量化に伴って定常的に計測されているデータ点数は増え、変化を詳細に捉えるためにロギング周期は短くなっているため、蓄積されたデータ量も膨大になっている。これらの蓄積されたデータから必要なときに必要なデータを検索して解析するためには、データをネットワークで共有できる方式が有効である。

データをネットワークで共有する方法にはいくつかの方法があるが、本研究ではリレーショナルデータベース(RDB)を用いたクライアント-サーバ方式を採用した。RDB とは 1 件のデータを複数の項目(フィールド)の集合として表現し、データの集合をテーブルと呼ばれる表形式で管理する方式のことであり、データの ID 番号や名前などを利用してデータの結合や抽出を容易に行なうことができる利点がある。

3. Web DB システムの開発環境

Web DB システムの開発にはソースコードが一般に公開されていて無料で使用できるオープンソースソフトウェア(OSS)を中心に採用した。開発に使用したソフトウェアを表1に示す。OSS利用のメリット、デメリットを以下に示す。

メリット

- ライセンス料が削減できる
- 技術仕様が公開されている
- 特定のベンダーに依存しない
- マルチプラットフォームに対応しやすい
- 高いセキュリティが確保できる

デメリット

- 動作保証やサポートが得られない
- 開発者の確保が難しい
- 多数のソフトウェアを組み合わせて使用する必要があり、問題箇所の特定が困難

以上のような多くのメリットが得られる反面、動作保証を得られないというデメリットもあるため、実

表1 開発に使用したソフトウェア

ローカルコントローラ	OS	μITRON
	プログラム言語	C言語
クライアントPC	OS	WindowsXP
	プログラム言語	Java言語
	CORBA	JacORB
ラッピングソフト	OS	WindowsXP
	プログラム言語	C++言語
	CORBA	TAO
データベースサーバ	OS	WindowsXP
	データベースサーバ	MySQL
Webサーバ	OS	WindowsXP
	httpd	Apache、Perl、PHP

用に耐えうるシステムを構築するためには、あらかじめ動作検証を行うことが必要である。

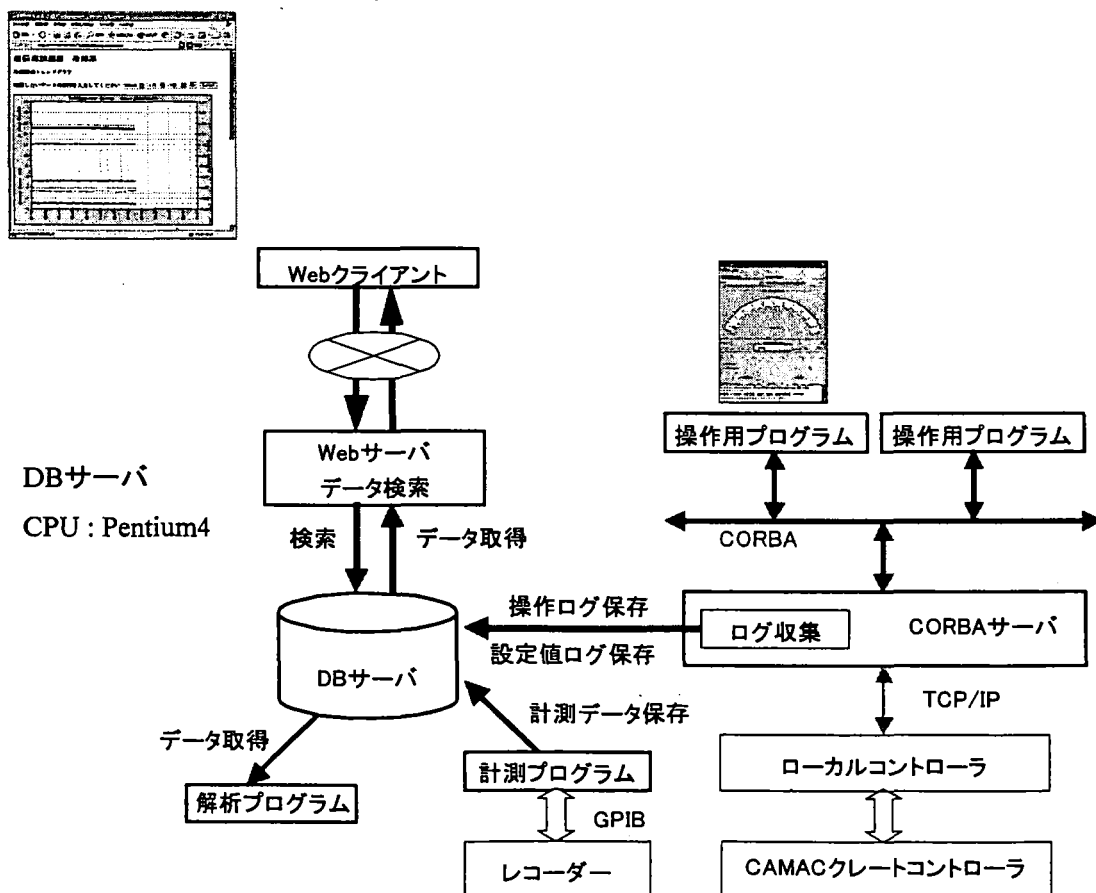
4. Web DB システムの構築

H15 年度に組み込み OS を用いたローカルコントローラを開発し[2]、制御系の更新を行った[3]。制御用プログラムは Java 言語と Common Object Request Broker Architecture (CORBA) で新規に開発し、制御用プログラムを実行するための計算機なども更新した。計算機の処理能力が向上して記憶容量も大幅に増大したため、DB システムを制御系に組込んで動作検証を開始した[4]。

本研究で開発した Web DB システムの全体構成を図1に示す。オペレータからの操作コマンドは CORBA サーバを通して各ローカルコントローラに送信されるが、同時に時刻と操作内容が操作ログとして DB にも記録される。また、オペレータがその時点での運転パラメータを記録しておきたいときには、各機器の設定値を各ローカルコントローラから収集し設定値ログとして DB に記録される。さらに、定期的に一定周期で計測されているデータなども DB に保存される。

DB に保存されたデータは表計算ソフトのようなプログラムから読み出して詳細な解析を行うことが可能であるが、数値データを可視化するためには単純な作業の繰り返しが必要である。このため、Web ブラウザ上でデータの検索や簡単なグラフ表示ができるよう、Web サーバ側で基本的な処理を行うように PHP(PHP: Hypertext Preprocessor)言語によってプログラムを開発した。ネットワークセキュリティ上の観点から Web DB へのアクセスは制限されているが、アクセスが許可された計算機上からは特別なプログラムをインストールする必要も無く利用可能となっている。

Web DB システムの有用性を検証するため、DB サーバに市販のパーソナルコンピュータを用いて平成 16 年 2 月から試験運用を開始した。90 点の計測データを 1 分ごとの周期で DB に記録しており、データ



量は平成16年9月現在で約84万件、約120MBであった。これらのデータをWebブラウザ上に時系列のグラフとして表示させることができ、過去の日付を選択することによってほぼリアルタイムでデータを検索してグラフ表示することが可能であった。このWebブラウザによるデータ表示機能により、冷凍機の冷却能力の変動などを過去にさかのぼって調べることができるため、今後の故障事例などの蓄積によって故障原因の究明に役立つと考えられる。また、このWebサーバに仮想プライベートネットワークで接続することによって外部からアクセスして休日や夜間に自宅から機器の状態監視が可能となったため、オペレータの負担の軽減につながっている。

これまでの試験運用では長期間の連続稼動に成功しており、有用性も確認されたため、本格運用に移行した。現在は、超伝導加速器のRFコントローラに関する計測データや電子ビームに関する計測データなどの記録されるデータ点数は大幅に増加しており、操作ログや外部環境に関するデータとあわせて解析することで電子ビームの変動の原因を究明し、自由電子レーザーの高出力化や安定化に大きく寄与すると考えられる。

5. まとめ

ソースコードが公開されているOSSを利用してWebDBシステムを開発し、試験運用を行った。試験運用では冷凍機に関するデータを定期的にDBに記録し、Webブラウザ上から過去のデータを検索して可視化できるWebDBシステムを開発した。試験運用を行った結果、このシステムの有用性が確認されたため本格運用に移行し、記録するデータ点数を大幅に増加させている。冷凍機の故障の原因究明だけでなく、今後はRF電源や電子ビームに関する計測データなどを蓄積することによって自由電子レーザーの高出力化や安定化に大きく寄与すると考えられる。

参考文献

- [1] R. Nagai, et al., JAERI-Conf 2004-009 (2004) 218
- [2] N. Kikuzawa, “ μ ITRONを用いたJAERI ERL-FEL制御系の開発”, Proceedings of the 14th Symposium on Accelerator Science and Technology, Nov. 11-13, 2003
- [3] N. Kikuzawa, JAERI-Conf 2004-009 (2004) 238
- [4] N. Kikuzawa, “原研 ERL-FEL 制御系の現状”, Proceedings of the 1st Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan and the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, Aug. 4-6, 2004