

Development of Web-based RDB system in JAERI ERL-FEL

Nobuhiro Kikuzawa¹, Ryoji Nagai

Free Electron Laser Laboratory, Advanced Photon Research Center, Japan Atomic Energy Research Institute
2-4 Shirakata-Shirane, Tokai, Ibaraki, 319-1195

Abstract

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.

原研ERL-FEL制御系のWebベースデータベースシステムの開発

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。これらのデータが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、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、定常的に計測され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。データの管理や表示をWeb上で行えるようになったことにより、ネットワークでつながった端末であれば機種や場所を選ばずにデータの編集や検索などが行えるため、効率的に管理できるようになった。現在では計測データのほかにも機器の設定情報や作業マニュアルなどもWeb上で検索できるようになっており、情報の共有化を進めている。本論文では、このWeb DBシステム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
るデータ量も膨大になっている。これらのデータか
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する方式が有
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システムの構築

3.1 構成

H15年度に組込み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

¹ E-mail: kikuzawa@popsvr.tokai.jaeri.go.jp

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行った^[4]。DBサーバは市販のデスクトップPC(CPU: Pentium4 2.4GHz、RAM: 1GB、HDD: 120GB)を使用し、1台のPCでDBサーバとWebサーバを稼働させている。本研究で開発したWeb DBシステムの構成を図1に示す。

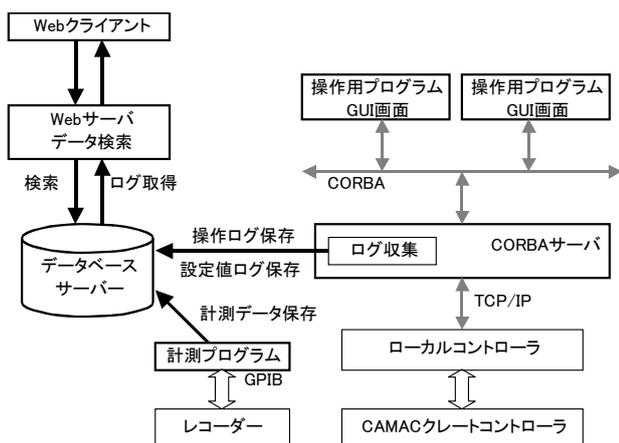


図1: Web DBシステムの構成

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、Delphi
	CORBA	JacORB、mtdorba ²
ラッピングソフト	OS	WindowsXP
	プログラム言語	C++言語
DBサーバ	CORBA	TAO ³
	OS	WindowsXP
Webサーバ	DBサーバ	MySQL ⁴
	OS	WindowsXP
Webサーバ	OS	WindowsXP
	httpd	Apache ⁵ 、PHP ⁶

3.2 開発環境

Web DBシステムの開発環境として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 (Open Source Software, OSS) を中心に採用した。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
- ・ 技術仕様が一般に公開されている
- ・ 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る必要があるため、問題箇所特定が困難

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、実用に耐えるシステムを構築するためには事前に入念な動作検証を行うことが必要である。今回の開発に使用したソフトウェアを表1に示す。

3.3 オートメーションログ

施設の安全管理上、加速器の運転時間や運転状態などを記録することが求められているが、必要な情報をオペレータが漏れなく記録することは困難である。このため、加速器の運転時間や状態を自動的に記録するシステムを開発した。インターロックの信号を監視して加速器の運転開始、終了時刻が自動的に記録される。また、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自動的に記録される。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に保存されている。

オペレータが運転パラメータを記録しておきたいときには、その時点での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。設定値ログにはオペレータが簡単なコメントを加えることができるようになっており、過去の運転パラメータを検索し、再現できるようになっている。

3.4 Webインターフェース

DBに保存されたデータを検索したり編集するために専用のプログラムが必要になるとそれぞれのクライアントにプログラムをインストールする必要が生じ、将来の計算機のアップグレードに応じてプログラムを移植する作業が必要になるため、Webブラウザ上でデータの入力や表示などの処理ができるほうが望ましい。このため、PHP(PHP: Hypertext Preprocessor)言語によってWebサーバ側でデータの入力や編集などの基本的な処理を行えるようにプログラムを開発した。個々のクライアントには特別なプログラムをインストールする必要が無く、Webブラウザが使える機種であれば利用可能となっている。

DBに保存されている計測データはWebブラウザ上で時系列のグラフとして表示させることができ、過去の日時を指定してグラフ表示させることが可能である。例として超伝導加速器の冷却系の計測データ

² <http://www.millennium-group.ru/>

³ <http://www.cs.wustl.edu/~schmidt/TAO.html>

⁴ <http://www.mysql.com/>

⁵ <http://www.apache.org/>

⁶ <http://www.php.net/>

をグラフ表示させた例を図2に示す。Web上で表示させていることから、実験室内の無線LANでつながったノートPCからも利用でき、実験室内を移動しながらデータを見ることができるようになった。

現在では計測データのほかにも機器の設定情報や作業マニュアルなどもWeb上で検索できるようになっており、情報の共有化を進めている。機器の情報などもWeb上で参照し修正できるようになっていることから、変更内容がリアルタイムで反映されるようになっている。機器のIPアドレス管理画面の例を図3に示す。

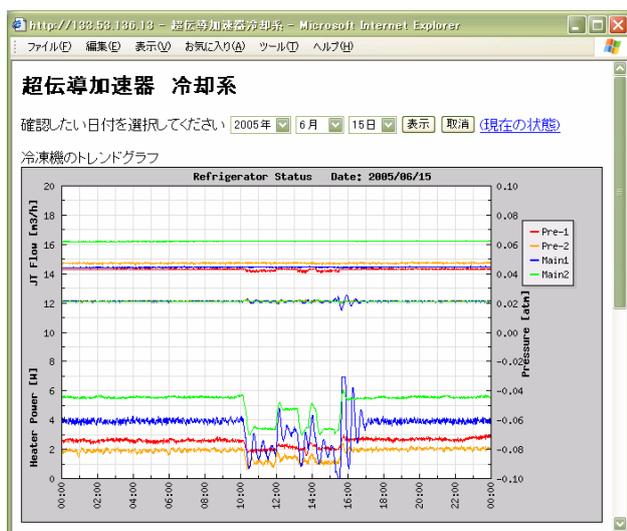


図2：計測データの表示例

ホストコンピュータ名	IPアドレス	備考	選択
FELLOWSGW	192.168.0.1	LINKSYSルータ	<input type="checkbox"/>
DHCP	192.168.0.100-150	LINKSYSルータ管理のDHCP	<input type="checkbox"/>
XP79	192.168.0.13	7-9号室 光路制御用 NotePC	<input type="checkbox"/>
feltpr50e	192.168.0.14	IBM ThinkPad R50e	<input type="checkbox"/>
IOC	192.168.0.15	テスト用IOC(Linux)	<input type="checkbox"/>
PLC	192.168.0.16	横河製PLC FA-M3	<input type="checkbox"/>
Su2	192.168.0.2	サーバ (DELL Dimension8300)	<input type="checkbox"/>
CU0	192.168.0.20	制御卓上のDell Precision 470	<input type="checkbox"/>
CU1	192.168.0.21	制御卓上のUtobia	<input type="checkbox"/>
Cu2	192.168.0.22	COMPAQ Evo	<input type="checkbox"/>
linksys	192.168.0.250	制御室の無線LANルータ	<input type="checkbox"/>
linksys1	192.168.0.251	加速器室の無線LANルータ	<input type="checkbox"/>
linksys2	192.168.0.252	FEL実験室の無線LANルータ	<input type="checkbox"/>
GPIB1	192.168.0.31	GPIB-ENET/100 SHB横	<input type="checkbox"/>
GDIP2	192.168.0.32	GDIP-ENET/100 タワー室	<input type="checkbox"/>

図3：機器設定情報管理画面の例

3.4 使用状況

ももとは超伝導加速器冷却系の冷却能力のモニタのために開発を開始したが、現在はRFローレベル

制御装置^[5]に関する計測データなども記録されており、計測データ点数は開発当初の約3倍に増加している。平成16年2月から平成17年6月現在までの運用でデータ量は約290万件、約316MBとなっている。

ネットワークセキュリティ上の観点から、Web DBにアクセスできる計算機はIPアドレスによってFEL研究棟内のみ制限されているが、仮想プライベートネットワーク (Virtual Private Network, VPN) 接続によって研究所の外部からもアクセスすることが可能になっている。休日や深夜にも自宅などから機器の状態を監視することもでき、オペレータの負担の軽減につながっている。

今後はビーム電流や波形などの計測データも自動的に記録できるようにするなど、さらに機能を拡張していく予定である。現在は市販のデスクトップPCにDBサーバとWebサーバを稼働させており、故障などに備えてデータのバックアップを行っているが、今後は故障時でもサーバ機能が失われないようなクラスタ化なども検討されている。

4. まとめ

超伝導加速器の冷却系に関する計測データを定期的に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Web DBシステムを開発した。開発にはソースコードが公開されているOSSを利用した。Web DBシステムの試験運用を行った結果、問題となるような障害なども発生せず、有用性が確認されたため本格運用に移行し、現在では記録するデータ点数も当初の約3倍に増加している。

Web DBにはVPNを利用することにより制御系ネットワークの外部からもアクセスできるようになっており、自宅などからも機器の状態の監視が可能となっている。

データが蓄積されるにつれ、データが失われたときの損失は膨大になっている。今後はデータのバックアップだけでなく、信頼性の向上のためにサーバ機能のクラスタ化などが検討されている。

参考文献

- [1] R. Nagai, et al., JAERI-Conf 2004-009 (2004) 218
- [2] N. Kikuzawa, “μITRON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
- [4] R. Nagai, et al., “原研ERL-FEL用RFローレベル制御装置の改良”, Proceedings of the 1st Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan and the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, Aug. 4-6, 2004