

# REAL-TIME OBSERVATION OF THE ACCELERATOR OPERATION THROUGH THE INTERNET

Masakatsu MUTOH, Masashi NANA O, Osamu KONNO  
and STB CONSTRUCTION GROUP

Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University  
1-2-1 Mikamine, Taihaku-ku, Sendai 982, Japan

## Abstract

A World Wide Web (WWW) has been rapidly becoming popular. We have provided real-time information on an accelerator operation through the Internet. If the accelerator has any troubles, accelerator researchers and engineers refer to operation records stored in a control database, and will be able to diagnose the accelerator having the troubles from their offices or homes via the Internet. A recently noticed Java language is used for various graphical displays shown in client computers. The stretcher-booster ring is under construction, but the information on the vacuum system, which has been running, can be observed using the Web-Browser<sup>1</sup>.

## インターネットから加速器の運転監視

### 1. 概要

WWW (World Wide Web)の利用が急速に広がってきている。世界中の情報が瞬時に入手できる仕組みと、OSに依存しないオープンなシステムがインターネットを身近なものにした。当初は、情報が送り手側からの一方通行であったが、Java言語の誕生といった、インターネット関連技術の進歩が、送り手と受け手相互のコミュニケーションによるダイナミックな情報処理を可能にし、最近ではアニメーション、ビデオ画面、音声を利用したいわゆるマルチメディアの情報伝達へと広がりを見せている。我々はこうした最新のインターネットの技術を加速器の分野へ応用し、ウェブ・ブラウザを使って、いつでも、どこからでも加速器の運転状態を知ることができる運転情報システムを構築している。ビームを使って実験をしているグ

ループに対しては、時々刻々の加速器の動作情報を提供し、加速器の開発保守グループに対しては、各自の居室や自宅からでも動作状態が監視できるようにする。最終的には、制御データベース上の運転情報を検索して、必要な情報をそれぞれの要求に応じて加工を施して表示し、機器の故障診断、或いは異常状態の事前検知に役立つシステムを目指している。今回は、東北大核理研で建設中のストレッチャー・ブースタリング(STB)制御系 [1,2]の運転情報システムを例にして、加速器への応用について述べる。

### 2. 運転情報

加速器運転情報の詳細を知りたい場合には、制御室に向かうか、或いは運転者に問い合わせる必要があった。TVを利用した情報システムを使っている例もあるが、提供される情報は限られた内容で、情報量も多くはない。しかし、最近のインターネット或いはイントラネットの普及で、取り扱うことのできる情報内容に制限がなくなり、また情報の送信・受信のためのソフトウェアも充実してきている。

第1表は STB 完成時にインターネットで提供する予定の運転情報の主な内容と表示形式である。この表に挙げた以外にも運転ログ、故障記録、アラーム記録などがある。

第1表 インターネット上でモニタできる STB 機器に関する情報と主な表示形式。

機器	主な表示内容	表示形式
真空系	真空圧力 バルブの開閉状態	分布 (圧力)、トレンド グラフィックパネル
冷却系	流量、水温	トレンド
電磁石電源系	出力電流、出力電圧	分布 (電流)、トレンド
RF系	入出力パワー、位相	トレンド
ビームモニタ系	平均電流 パルス波形、 プロファイル 位置 (ボタンモニタ) ビームロス	トレンド 波形表示 ビデオ表示 分布 (位置)、トレンド 分布 (ロス)、トレンド

・分布表示

横軸を加速器上の位置、縦軸は真空圧力、 $Q$  電磁石やステアリングコイルの電流、ボタンモニタで測定したビームの中心位置、ビームロスなどの値で、折れ線又は棒グラフで表示する。分布表示はそれぞれの値の適否、相互の比較を一目で知ることができる。又、過去のデータも重ね合わせて表示する。更に、2次元グラフに加えて、過去から現在までの動作状態の推移が分かるように、時間をZ軸にした3次元で表示する。

・トレンド表示

機器の動作値の時間的な推移をグラフで表示する。表示時間(横軸)はスクロールバーで移動できるようにし、過去から現在までの変化の様子が分かる。又、表示対象の機器も任意に選択できる。この形式で表示されるのは、真空圧力、冷却水の流量/温度、電磁石電源の出力電流、RF源のパワー/位相、ビーム電流、ビームの中心位置、ビームロスなどである。第1図に現在STBで提供している真空圧力のトレンド表示の例を示す。

・グラフィックパネル

例えば、加速器の真空系の構成図に、バルブの開閉状態をシンボリックに表示し、真空システムの動作状態が一目で分かるようにする。その他、冷却系ではタンク内の水位、バルブの開閉、ポンプの動作もアイコン(絵文字)で表示する。

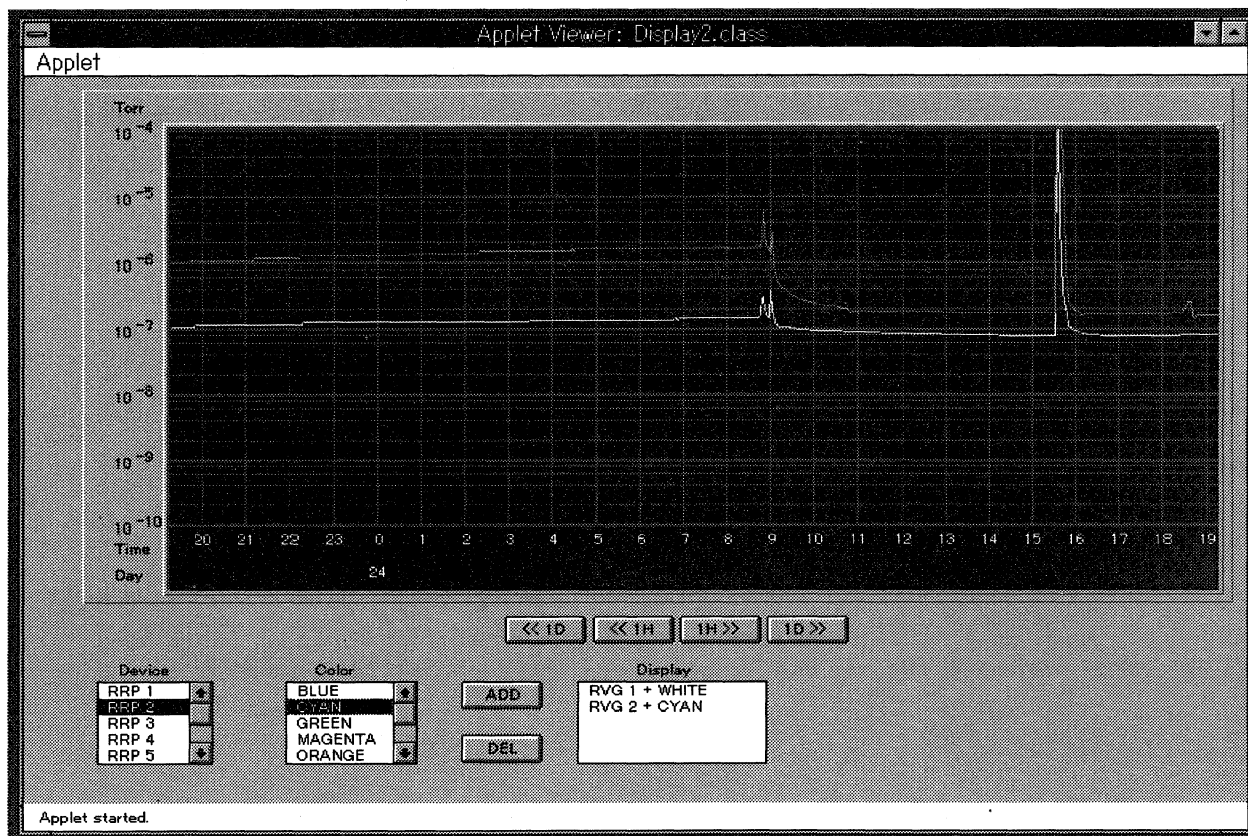
・波形表示

パルスビームの電流波形、パルス運転する電源の電流・電圧波形は、オシロスコープでデジタル化する。この場合データ量が多いため、適当に圧縮化してクライアントへ転送し、オシロスコープの画面に似たグラフィックで表示する。

・ビデオ表示

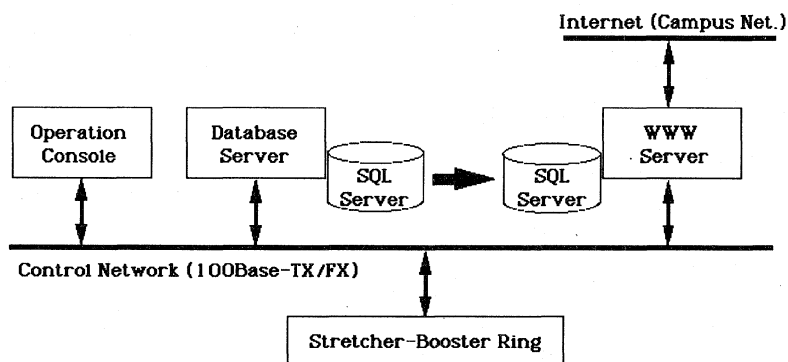
ビームスクリーン・モニタからのビデオ信号をデジタル化して、輝度分布、中心位置を求めするために画像処理をおこない、GIF又はJPEGヘデータ変換し、クライアントで動画として表示する。

以上の表示にはJavaを使用する。Javaはインターネット対応の新しい言語で、GUI(Graphical User Interface)機能に優れており、又どのコンビ



第1図 真空圧力のトレンドをJavaで表示している。表示する時間はグラフの下のスクロールボタンで変更することができる。表示する圧力計、プロットの色は最下段のリストから選択する。

ユーザでも動作する、マルチプラットフォーム向けに出来ている。サーバからクライアントに送られた Java で記述された表示用のプログラム（アプレットと呼ぶ）は、クライアントのコンピュータで実行される。アプレットはその後、定期的にデータだけをサーバに要求し、表示中の画面の内容をアップデートする。この際、サーバは前回送ったデータから変化しただけを送るようすれば、ネットワークのトラフィックを抑えることが出来る。



第2図 STB 制御システムとデータベース。

### 3. データベース構成

STB 制御系の構成を第1図に示す。インターネットに情報を提供している WWW サーバは、キャンパスネットワーク（インターネット）と STB 制御用のネットワーク（100Base-TX/FX）に接続している。STB 制御システムの中核として機能しているのがデータベース・サーバコンピュータで、データベースとして MS-SQL Server を使用している。運転に関する全てのデータはこのデータベースサーバが集中管理している。一方、インターネットから検索される運転データは、WWW サーバ内の MS-SQL Server に格納される。

加速器からの運転データは、全てデータベース・サーバに集積され、ここで処理された後、制御卓などへ転送される。又、制御卓からの操作情報も一旦データベースに送られ、そこから関係する電磁石電源へ指示が伝えられる仕組みになっている。つまり、制御データベースには、運転データだけでなく、制御に必要なあらゆるデータ、ストアードプロシージャ化された制御手順などが格納されている。

インターネットから直接このデータベースにアクセス出来れば必要な情報は確実に入手することは可能だが、安全性の確保と、データベースサーバに不要な負担をかけて制御のスループットを悪化させないために、それを許してはいない。そこで WWW サーバにも同じ MS-SQL Server を用意し、インターネットからの参照を許すデータをこのデータベースに持たせることにした。データベース・サーバ上の一部のデータは、MS-SQL の持っているレプリケーション機能によって、一定時間間隔でその間に更新された内容が WWW サーバのデータベースに自動的に転送される。このメカニズムは厳密な意味でデータの一貫性の保持では

ないものの、許容時間差内での一貫性は保たれている。インターネットから WWW サーバのデータベースへのアクセスは、万一間違った SQL を発行してデータを壊しても、加速器の運転に何ら影響を与えないし、制御データベースに直接アクセスした場合と同じ情報が得られる。

### 4. 今後の展開

現在建設中の STB では、真空システムが運転していて、インターネットから動作状況をモニタリングすることができる。今後、建設の進捗に合わせて、第1表の情報内容を順次提供する予定である。またこれからの展開として、情報の転送方法に関しては、これまでのクライアントから逐次要求を出して、サーバがその都度情報を送り返すといった方式から、一度サーバに要求を出しておけば、後はデータがアップデートされた時だけクライアントにデータが転送されるという、最近注目されているプッシュ方式の導入も考えている。これを使って、着目している機器の動作状態が変化した時、居室のパソコンにアラームを表示させることもできるようになる。

### References

- [1] M. Mutoh et al., "A New Approach to control System for Medium-Scale Accelerators", Proceedings of the International conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control System, Chicago, p926 1995
- [2] M. Mutoh et al., "A COMPACT CONTROL SYSTEM WITH PCs AND PLCs", International Workshop on Controls for Small- and Medium-Scale Accelerators, KEK, Tsukuba

<sup>1</sup>URL: <http://www.lns.tohoku.ac.jp>