

## A web camera system for accelerator tunnel monitoring

Masahiko Kodera, Akihiro Yamashita, Toru Fukui, Ryotaro Tanaka  
Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI/SPring-8)  
1-1-1, Kouto, Sayo-cho, Sayo-gun, Hyogo 679-5198

### Abstract

We developed a web camera based video monitoring system for SPring-8 accelerator tunnel. It replaced the old system which consists of analogue video cameras and switchers. The new system employs a proxy web server between web cameras and web clients. The proxy server caches video images in its shared memory to gain delivery performance to many web clients. We covered web cameras by lead doped acrylic boxes to protect them from the radiation damage at the accelerator tunnel. In this paper we describe the details of the system and the effect of radiation protection boxes.

## Webカメラシステムによる加速器収納部監視

### 1. はじめに

SPring-8の線型加速器、シンクロトロン加速器、蓄積リング加速器では、運転中に立ち入ることの出来ない遮蔽壁内の監視をWebカメラのシステムで行なっている。これにより、加速器運転用計算機上に、Webブラウザを用いて遮蔽内の映像表示を行うことができ、動画を記録データとして保存することもできる。

また、各加速器の現場から中央制御室まで専用のビデオ回線を敷設する必要が無く、専用のテレビモニターも必要としない。ビデオ回線を用いたシステムでは、多くのカメラチャンネルを扱うために、ビデオスイッチャーをカスケード接続するなど、複雑な配線が必要である。その上で、ビデオスイッチャーで選択した一画面しか表示できないなど、運用上の制約も大きい。

これに対して、Webカメラを応用したシステムではEthernetをインフラに用いるため、ネットワーク帯域の範囲内で、複数のカメラと複数の表示画面を同時に扱うことが出来る。カメラを新たに増設する場合も、現場側のネットワークポートへの接続だけで容易に行なうことができる。

本システムでは、全カメラへのアクセスを中継するWebサーバー(画像中継サーバー)を設けている事も特徴の一つである。この画像中継サーバーは、加速器現場の全てのカメラに対するハイパーリンクを提供し、ブラウザからワンクリックで見たいカメラの画面を表示する機能を提供する。また、多くのクライアントからのアクセス集中に対し、Webカメラ側の負荷が過大にならないよう、データキャッシュ付きProxyサーバーの機能を持たせている。この機能は、動画データをキャッシュするために独自開発している。

本稿では、画像中継サーバーの解説を中心に、蓄積リング収納部内で市販カメラを用いるために施した放射線防護対策についても述べる。

### 2. 本システムの構成

システムの構成を図1に示す。加速器現場に配置したWebカメラ、画像をhttp信号に変換する画像サーバー(以下、これらをまとめてWebカメラ装置と称する)は、独立したGigabit Ethernetによって中央制御室まで引き込まれている。中央制御室には画像中継用のサーバー(x86アーキテクチャーのサーバー計算機)がある。加速器運転用端末などのWebブラウザは各Webカメラ、画像サーバーに直接アクセスせず、この中継用サーバー経由で映像を表示する構成としている。

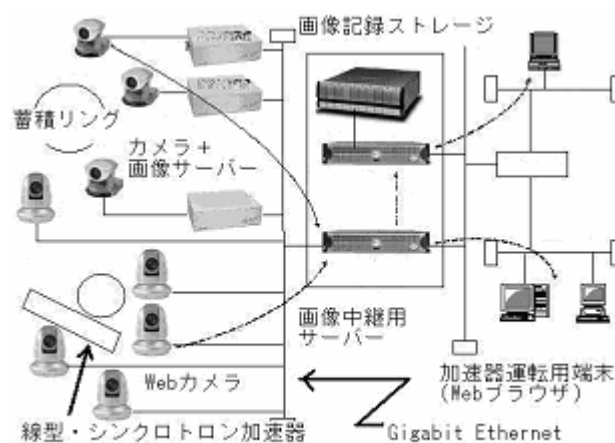


図1: システム全体の構成

また画像中継用のサーバーは2台構成としている。1台はメインの画像中継用サーバーであり、もう1台は画像記録サーバーとして、画像データを保存する機能を持つ。画像記録サーバーも、設定ファイルを書き換えることによって、画像中継用サーバーの予備機として動かすこともできる。

### 3. 中継用サーバーのページデザイン

SPring-8制御系は、主にUNIX OS(HP-UX)上で動作するX11(X-Window)のグラフィック端末を用いている。従ってWebページのデザインは、この環境で用いることができるNetscape、またはMozillaプロジェクトのWebブラウザ(FireFoxを含む)での表示を標準とした。また、動画の送受信はNetscape、Mozillaブラウザでサポートしているサーバープッシュ方式を使用している。

中継用サーバーのトップページを図2に示す。このページのクリックブルマップから表示させたいカメラのボタンをクリックすると、画像表示ウィンドウがポップアップして映像が表示される。

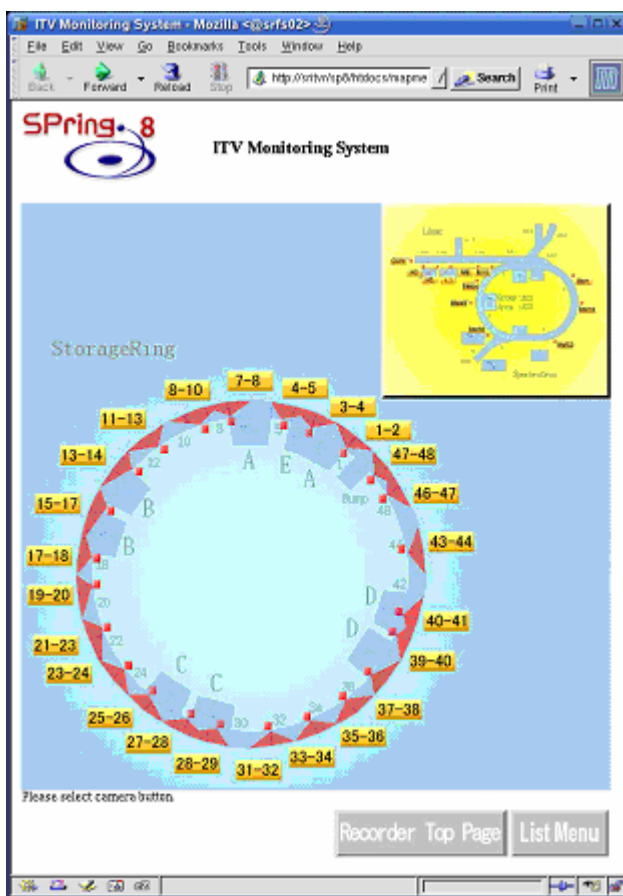


図2：中継サーバトップページ

画像表示ウィンドウの例を図3に示す。このウィンドウには、パン、チルト、ズームといった、カメラの基本的な遠隔操作を行うための、クリックブルな「操作ボタン」も表示されている。

画面表示ウィンドウ上での操作ボタンをクリックするとWebカメラにhttpで動作コマンドが送られる。画像中継サーバーはWebカメラの機種に合わせてhttpコマンドを変換するための、機種別コマンドテーブルを持っている。これによって、現場に置かれているカメラの機種を意識させることなく、全カメラに対して統一された表示と、操作方法を提供している。

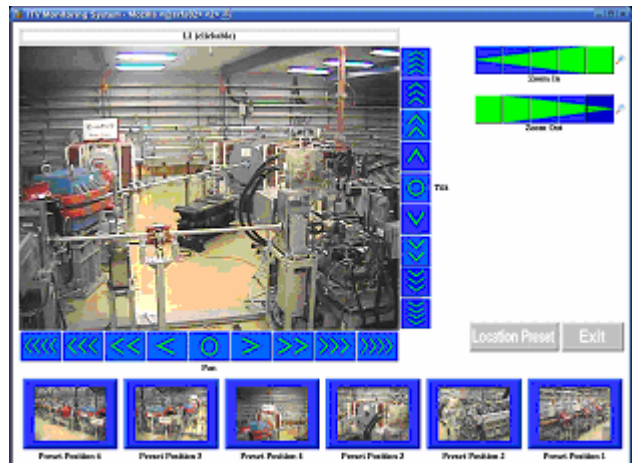


図3：画像表示ウィンドウ

### 4. プッシュ画像データの中継

#### 4.1 複数クライアントからのアクセス対応

Webカメラ装置の組み込みWebサーバーには、複数のWebクライアント(ブラウザ)から同時にアクセスされたときに、最高の動画速度を保つほどの処理能力がない。従って、Webカメラ装置に直接クライアントからアクセスをさせると、多数のユーザーが同時に同じカメラを見ようとしたときに、動画速度が大きく低下する。その対策として、画像中継用サーバー上に画像データをキャッシュし、Webクライアントはこのキャッシュデータを参照するようにしている。Webカメラ装置へは、画像中継用サーバー1台からのアクセスだけになるので、常に装置の最高動画性能が出せるようになる。一方、Webクライアント側で表示できる動画性能は、この画像中継サーバーの処理能力に依存することになる。

一般的なWeb用Proxyサーバーソフトでは、オリジナルファイルの未更新を確認した場合にキャッシュがヒットし、データソース側の負荷を軽減する仕組みになっている。本システムで扱うのは常に更新され続ける動画データのため、このような既存のキャッシュ機能付きProxyソフトを使用することができない。

そこでサーバープッシュ動画に対応できるキャッシュ用ソフトウェアを開発した。ソフトの概要は、中継サーバーでカメラからのサーバープッシュ画像を受信し、その1フレームごとデータのコピーを中継サーバー上のhttpサーバーに渡すものである。Webクライアントは、この中継サーバー上のhttpサーバーから画像データを受信する。

当初は受信から送信へのデータコピー処理をディスク上でのファイルコピーで行っていたため、ディスクI/O性能がボトルネックとなった。この時、20台程度のクライアントへのサービスが動画速度から見て限界であった。

このため、本システムを蓄積リング用常設カメラ24台から、線型加速器とシンクロトロン加速器合わせて常設カメラ36台に拡大するにあたって、一時画

像ファイルのコピーをディスク上からシェアードメモリ上で行なうように、サーバーソフトウェアを変更した。変更後のソフトウェア構成を図4に示す。

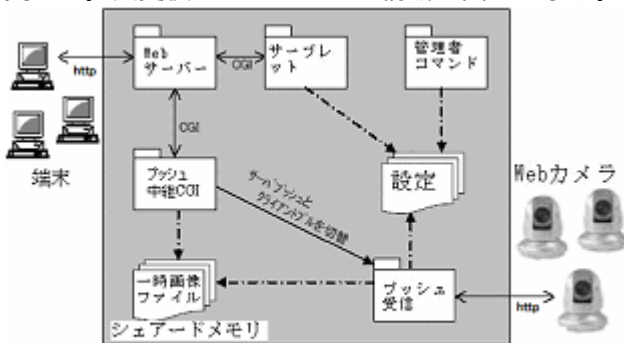


図4：ソフトウェア構成図

この変更前は、全てのWebカメラ装置からのサーバープッシュ画像を常に画像中継サーバー上で更新し、Webクライアントからのリクエストに対してホットスタンバイしている状態であった。これを、Webクライアントからのリクエストがあったカメラの画像データのみプッシュ中継を起動し、それ以外のカメラの中継プロセスは休止させる方式に変更した。

一時ファイルによる方法とシェアードメモリ方式の画像速度を図5に示す。クライアント数を増やして行っても、ほとんど動画フレームレートの低下が見られない性能を実現した。

但しサーバー計算機が一時ファイル方式の時点ではXeon2.8GHzHT 2CPU、Linux kernel2.4.9であったものを、シェアードメモリ方式用は同時にOpteron2.4GHzデュアルコアの2CPU(計4コア)、Solaris10に置き換えており、この能力向上分も含めての結果である。

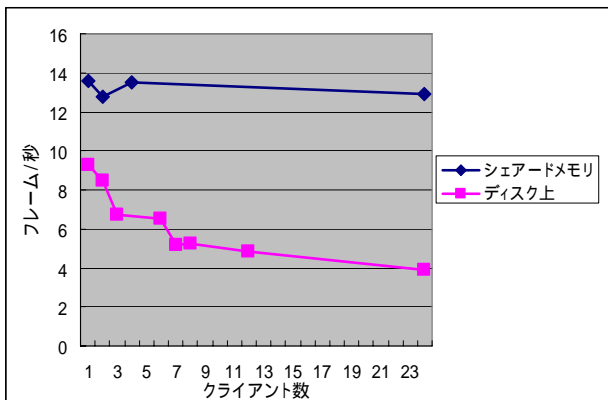


図5：プッシュ中継の効果

### 3. 蓄積リング用カメラの遮蔽について

SPring-8の加速器のうち、8GeV蓄積リング収納部内に放射線防護が一切無いカメラを持ち込むと、長直線部など条件がよい場所を除けば4週間程度で故障するものが出てくる。故障の原因は、放射光がクロッチャアブソーバーに当たり発生するX線バックグラウンドにより、内部のEEPROM(ファームウェアや設定が保存された書き換え可能揮発性メモ

リ)のデータが失われるためである<sup>[1]</sup>。フィルムバッジに鉛を巻きつけた測定から、蓄積リング内で生じている比較的エネルギーの低いX線に対しては、0.3mm厚の鉛シートでカメラ本体を覆えば十分な遮蔽効果があると考えられた。しかし実際にはレンズ部分に鉛を貼る事が出来ないため、遮蔽に開口部を生じている(図6左)。この対策の効果は、真空機器に近い場所の最短故障周期が約6ヶ月、全体の平均では1年程度の故障周期延長に留まった。

そこで、レンズ部を含めた遮蔽を検討した結果、鉛0.5mm当量の「鉛アクリル」素材をBOX状に加工したケースを製作し、カメラ全体を覆う方法を採用した(図6右)。



図6：鉛シート遮蔽(左)と鉛アクリルBOX

この方法では、鉛アクリル材料の色が映像の色再現性に影響することと、アクリルを箱状に合わせた角の部分が、カメラの視野に影響することが懸念された。しかし試用の結果、それらの影響が小さいと判断し、蓄積リング収納部内の全カメラに採用した。

図7は蓄積リングで2ヶ月のマシン運転中に、鉛アクリルBOX内(左)、鉛貼り付けカメラ内(中央)と遮蔽無し(右)でそれぞれバックグラウンド線量曝露させたガフクロミックフィルムの画像である。



図7：遮蔽効果測定

レンズを開口した遮蔽では、鉛アクリル遮蔽内と同等遮蔽効果の部分がある一方で、一部には強い被爆が見られ(図7中央の線で囲った部分)、カメラを向ける角度によっては回路に当たりやすいと考えられる。カメラ本体全面を覆う鉛アクリルBOXは、これを防げると期待している。この方法で遮蔽しているカメラは、長いもので試用期間から通算1年運用しており、現在無故障のままである。

### 参考文献

[1] M.Kodera, T.Fukui, SPring-8, "A VIDEO MONITORING SYSTEM FOR SPring-8 ACCELERATOR TUNNEL", WAO2003, KEK, March 2003, <http://conference.kek.jp/wao2003/>