

## インターネットを利用する小中高校での問題点と その解決策について

宇都宮 努 † 岡村 耕二 ‡

†アトラス情報サービス ‡神戸大学総合情報処理センター

近年、インターネット上でマルチメディアを利用して情報発信を行う小中高校の数が増加している。これらの学校のホームページを閲覧するとき、その学校の回線速度の問題やサーバのマシンスペックの問題から、閲覧したいホームページの表示が遅かったり、なかなかサーバに接続できないなどの障害が起こる。これらはマルチメディアを利用して情報発信を行うどの小中高校にもある問題であると思われる。本稿では、神戸市立摩耶兵庫高校に設置したライブカメラ用の WWW サーバの構築を通して、これらの問題点についての解決策を示す。

## Studies on the problems of Multimedia utilization over Internet in K12 schools

Tsutomu Utsunomiya † Koji Okamura ‡

†Atlas Infomation Service ‡Information Processing Center, Kobe University

Recently, the number of K12 schools which use Multimedia for sending their information over Internet is increasing. when we have access to their homepages, we have problems that must wait to have access to them or cannot connect their servers, because of line speed and machine specifications. We guess that many K12 schools which use Multimedia have such problems. In this paper, we show solutions about problems based on the management of WWW server of "Live Camera" in Mayahyogo senior high school.

## 1 はじめに

近年、インターネットの普及にともない、インターネットに接続している組織は大学や企業だけではなく、高等学校、あるいは中学校や小学校にまでも及んでいる。

これら小中高校にもインターネットの専用線を利用して学習の教材としてインターネットを利用しようという動きが100校プロジェクトでは、おおよそ3年程前から進められてきた。

現在、各学校でのインターネットの利用方法は主に電子メールによるメール交換とWorld Wide Web(以下、WWW)による情報の発信と受信である。メール交換については、生徒や先生などの利用者が不快感を感じる事はほとんどない。しかし、WWWによる情報の発信と受信については、ホームページのダウンロードが遅かったり、なかなかサーバにつながらないなどの問題が発生すると、利用者は不快感を感じる。この不快感を感じる原因としては、マルチメディアが各学校に浸透し、それを利用して動画などの大容量の情報発信を行うには、回線速度やサーバのマシンスペックが不足している事が考えられる。これら2つの原因について今後、各学校で解決する必要がある。

今回、我々は100校プロジェクトに参加している神戸市立摩耶兵庫高校でのライブカメラ用のWWWサーバの構築を行った。ライブカメラとは、地方固有の風景を静止画像や動画にし、インターネット上に公開できるようにするものであり、このライブカメラを使って100校プロジェクトでは、各地の映像と天気図などを見比べることで地方による気候の違いや日照時間の移り変わりなどを学習の教材にしようとしている。このライブカメラを行っている学校は100校の中でも4校<sup>1</sup>あるが、上記で提示した回線速度やサーバのマシンスペックの問題について、特に気を遣っている様子はない。またライブカメラを行っていない学校でも同様にこれらの問題について特に気を遣っていない。これらの学校ではコンテンツにあった回線速度やサーバのスペックが不足しているにも関わらず、高解像度の画像をホームページに表示したり、複数の画像ファイルを同一の

<sup>1</sup>このデータは福島県村立葛尾中学校の「100校プロジェクト 全国定点観測サーバ MAP」(<http://www.katsurao-jhs.katsurao.fukushima.jp/WebCam/spots.htm>)を参考にした。

ページで扱っている。

我々が構築したWWWサーバは、このライブカメラの映像を動画(MPEG)にするものであり、他の学校が不満を感じる事なく、動画像を受信する為に、上記の回線速度の問題やWWWサーバのマシンスペックの問題を解決する必要がある。

本稿では、神戸市立摩耶兵庫高校のWWWサーバの構築を通して、

- ・ 回線速度の問題
- ・ マシンスペックの問題

という、マルチメディアを利用して動画などの大きな情報量の発信を行う小中高校が抱えている問題の解決策について述べる。

## 2 構築したWWWサーバ

本節では、神戸市立摩耶兵庫高校に構築したWWWサーバの機器構成と画像ファイルの発信方法について述べる。

### 2.1 サーバの機器構成

摩耶兵庫高校は神戸大学とISDN(64Kbps)で結ばれ、神戸大学を經由してインターネットに常時接続されている。<sup>2</sup>このWWWサーバは摩耶兵庫高校6階の図書室に設置し、神戸の街並みを写している。

WWWサーバの性能仕様や使用オペレーティングシステムを表1に示す。また各機器の接続関係を図1に示す。

### 2.2 動画像ファイルの生成と発信

以下にWWWサーバの動画像ファイルの生成方法と利用者への発信方法を示す。

MPEGファイルは複数のJPEGファイル群から作られる。またJPEGファイルは、このサーバではUNIXのcronを利用して1分間に1枚、ビデオカメラから見える画像をキャプチャしサーバのハードディスクに保存にしている。

このサーバに利用者がブラウザでアクセスした際にはアクセスした時点の最新の画像を表示するようにしている。

<sup>2</sup>サーバ設置当時(平成9年5月)は28.8Kbpsのアナログ線であったが、平成9年10月17日に64Kbpsのデジタル線になった。

機種名	IBM ThinkPad230Cs
CPU	486SX
メモリ	20MB
ハードディスク	240MB
PCMCIA カード	IBM Smart Capture Card 3Com Ethernet Card
観測カメラ	KYOCERA KD-1500
OS	Linux (2.0.29)
httpd	apache httpd (1.1.3)

表 1: WWW サーバの機能仕様と接続機器、使用オペレーティングシステム一覧

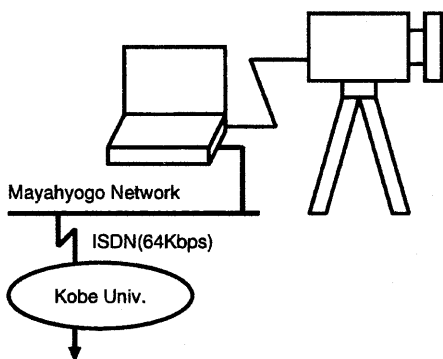


図 1: WWW サーバの接続図

利用者がサーバの URL(<http://cfpop.mayahyo-hs.chuo.kobe.jp>) をブラウザで指定した時に受信するページを図 2 に示す。

利用者が動画像ファイルの生成を行う為には利用者に生成する動画像の始点時間と終点時間を指定させる必要がある。利用者が図 2 のホームページ上で始点時間と終点時間を指定して “Submit” ボタンを押すと、WWW サーバ側では CGI スクリプトが起動される。この CGI スクリプトは C 言語とシェルスクリプトで作成しており、利用者から入力された始点時間、終点時間が現在ある JPEG ファイル群の範囲を満たすかどうかを調べる。もし範囲を満たすようなら、MPEG ファイルを生成するためのフレーム構成、取り込む JPEG ファイルの解像度と JPEG ファイルの枚数などが入力されているパラメータファイルを作成し、そのパラメータファイル

を元に mpeg\_encode プログラムより MPEG ファイルを生成する。範囲を満たさない場合はエラーページを表示する。

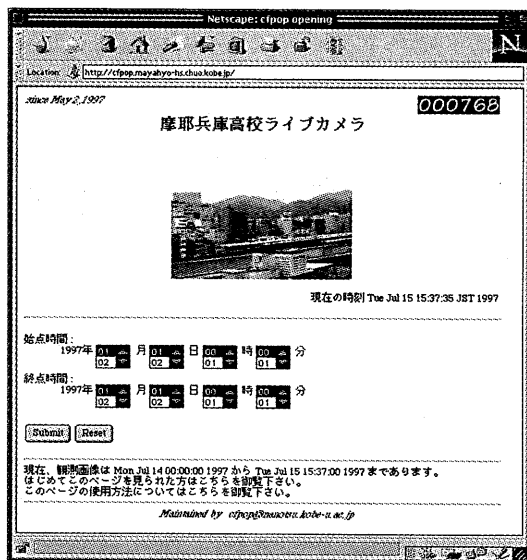


図 2: <http://cfpop.mayahyo-hs.chuo.kobe.jp/>

### 3 問題点の解決策

本節では、WWW サーバを使って情報発信する小中高校が抱えている回線速度の問題とそのサーバのマシンスペックの問題について、摩耶兵庫高校に構築したサーバでの解決策を示す。

#### 3.1 回線速度の問題に対する解決策

以下に回線速度の問題に対する解決策を示す。

##### a. 動画像は MPEG で提供する

WWW サーバで生成できる動画像の形式には、アニメーション GIF と MPEG がある。アニメーション GIF と MPEG との比較を行うため、12:01 から 13:00 までの 60 枚の GIF ファイルと JPEG ファイルをそれぞれ用意した。1日のうち最もそれぞれのファイルサイズが大きくなる時間帯が 12:01 から 13:00 までの 1 時間だからである。1 枚の GIF ファイルの大き

さは約 24KB、1 枚の JPEG ファイルの大きさは約 14KB である。なお、それぞれのファイルの解像度は、200x150 である。

アニメーション GIF は UNIX では、whirlgif プログラムを使用して生成することができる。この whirlgif を使用すると 60 枚の GIF ファイルからアニメーション GIF を生成する場合、23 秒で生成できる。しかし、生成されるファイルサイズは 60 枚の GIF ファイルのサイズの合計の約 1.4MB となりこの動画をブラウザで受信すると多大な時間を浪費するだけでなく、1 枚の画像をダウンロードする時間もかかるため、ほとんどアニメーションにはならなかった。一方、60 枚の JPEG ファイルから MPEG を生成すると約 70 秒で生成され、そのファイルサイズは、約 50 KB になる。

表 2 と表 3 に、60 枚の GIF ファイルと JPEG ファイルからそれぞれアニメーション GIF と MPEG を生成した際の生成時間の違いや神戸大学から摩耶兵庫高校に設置されたサーバの動画ファイルを受信する際に要した時間などを比較した表を示す。なお、表 2 は、12:01 から 13:00 までの動画、表 3 は 1 枚の静止画のファイルサイズがもっとも小さくなる 2:01 から 3:00 までの時間帯でそれぞれの動画を生成した。

表 2 と表 3 より、どの時間帯で生成されたアニメーション GIF も、ファイルサイズや生成に要する時間はほとんど変わらない。アニメーション GIF は生成時間は短いがファイルサイズが大きくなるためダウンロードにかなりの時間を要する事がわかる。また、MPEG は生成時間とファイルサイズが時間帯によって異なるが、かなりファイルサイズが小さくなるので、ダウンロード時間が 10 秒もかからない。

以上の事から、サーバでは動画ファイルのサイズをできるだけ小さくし利用者の不快感をなくすよう、MPEG で動画を生成することに決定した。

#### b. 静止画は JPEG で提供する

WWW サーバより情報発信を行う時の静止画の形式には GIF と JPEG がよく使われている。

しかし、GIF ファイルでは 256 色までしか表示できない事もあり、ほとんどの WWW サーバでは景色などの静止画の発信には JPEG を利用している。また解像度が等しい場合、GIF よりも JPEG の方がファイルサイズは小さくなるという長所もある。

以上の事から、サーバでは MPEG ファイルを生成するためにも、JPEG で静止画を生成した。

	アニメーション GIF	MPEG
生成時間	23 秒	72 秒
ファイルサイズ	1400KB	51KB
ダウンロード時間 摩耶兵庫～神戸大	230 秒	9 秒
1 枚の静止画像の の大きさ	24KB	13.8KB

表 2: 12:01 ~ 13:00 までの静止画より各動画を生成した場合

	アニメーション GIF	MPEG
生成時間	23 秒	56 秒
ファイルサイズ	1300KB	14KB
ダウンロード時間 摩耶兵庫～神戸大	180 秒	3 秒
1 枚の静止画像の の大きさ	22KB	7KB

表 3: 2:01 ~ 3:00 までの静止画より各動画を生成した場合

#### c. JPEG ファイルの解像度を小さくする

現在、ISDN の普及などもあり、64Kbps の専用線接続を行っている学校もあるが、100 校プロジェクトでは 7 割にあたる約 70 校が 28.8Kbps のアナログ専用線である。28.8 Kbps の回線速度では、ファイルサイズの大きい高解像度の画像ファイルのホームページを受信した場合、ダウンロードには多大な時間を浪費する。また、たとえ 64 Kbps の専用線接続をされている学校であっても、利用者側の回線速度が低い場合の事も考え、高解像度の画像ファイルを表示しないようなホームページ作りを考える必要がある。

以上の理由からサーバでは、生成する JPEG ファイルの解像度を 200x150 として、ファイルサイズを小さくし、生成される MPEG のファイルサイズも小さくなるようにした。

### 3.2 マシンスペックの問題に対する解決策

以下にマシンスペックの問題に対して、サーバでの解決策を示す。サーバのマシンスペックの問題としては、以下の問題があった。

- ・ハードディスクの容量が少ない
- ・MPEG を作成するには CPU の処理能力が低い

これらの問題に対する解決策を示す。

a. 定期的にハードディスクのファイルを削除する  
サーバでは、MPEG を生成する為、複数の JPEG ファイルをハードディスクに保存しておく必要がある。キャプチャされ、整形された JPEG ファイルの解像度は 200x150 で、ファイルサイズは一枚あたりおおよそ 7 KB ~ 14 KB である。ファイルサイズはキャプチャされた時間帯により変化する。一分間に一枚の JPEG ファイルを生成し、ハードディスクに保存すると、一日でおおよそ、10 MB ~ 20 MB 程になる。また、240MB のハードディスクの内、オペレーティングシステムが使用しているディスク容量は 100MB 程あり、利用者からのアクセスにより生成された MPEG ファイルなどを保存する容量も空ける必要がある。解決策として、保存できる JPEG ファイルの最大数を 2 日分とし、毎日午前 3 時に UNIX の cron により、cron が実行された日より 2 日前の JPEG ファイルとその日できた MPEG ファイルやパラメータファイルなどを自動で削除し、十分なディスクスペースが常に確保されるようにした。

b. MPEG ファイル生成にかかる処理時間を短くする

サーバで MPEG ファイルが生成するためには利用者が始点時間と終点時間を指定し、“Submit” ボタンを押して CGI を実行する必要がある。このような CGI を使用する場合はなるべく C 言語で書くなど、処理時間が速くなるよ

うな工夫をするべきである。また処理時間がかかるものについては実行時間を始めに明示しておくなどして、利用者に時間がかかるという事を知らせておく事が望ましい。

また、MPEG ファイルの生成時間は圧縮する際のフレーム構成や利用者が指定した時間数、及び時間帯に影響される。

MPEG の圧縮方式では、I フレーム、P フレーム、B フレームの割合により、圧縮率や MPEG 生成時間が異なる。P フレーム、B フレームを多くすると、圧縮率は高くなり、生成時間が長くなる。ファイル生成の時間を短くするだけなら、ほとんど圧縮する必要はないが、それではファイルサイズが大きくなり、回線速度の問題に直面することになり、適切なフレーム構成を探す必要があった。そこで、この問題に対する解決策としてフレーム構成を経験的に得られた“IBBBP”に設定し、なるべく MPEG ファイルの生成時間を短くし、かつ圧縮率を高めて生成される MPEG ファイルの大きさを小さくするようにした。このフレーム構成でしばらく運用しても問題がなかったためこのフレーム構成を採用した。

さらに、MPEG を生成する為の始点時間から終点時間までの時間を最大 3 時間までに設定し、利用者があまり長い時間分の MPEG ファイルを生成できないようにした。これは、3 時間以内ならば、MPEG ファイルの生成時間も 5 分以内に収まるからである。MPEG のファイル生成が 5 分以内であれば、利用者が不快感を感じる事はないと判断した。

## 4 おわりに

本稿では、マルチメディアを利用して情報量の大きいデータの発信を行う際の問題点として、回線速度の問題と WWW サーバのマシンスペックという 2 点をあげた。これら問題点の解決策について、神戸市立摩耶兵庫高校に構築したライブカメラ用の WWW サーバでの解決策に基づいて説明した。

情報発信が学校内に向けたものなら、回線速度も Ethernet で LAN が構築されている学校の場合、学校内は 10Mbps であり、これらの問題について注意す

る必要はない。しかし、インターネット上の他の学校への発信内容に画像ファイルを入れる場合やその中で CGI スクリプトなどを動かす場合は、自サイトの回線速度や利用者の回線速度、そして WWW サーバのマシンスペックを考慮して画像ファイルのサイズを小さくしたり、少しでも処理が速くなるような CGI のプログラムを考えるなどする必要があると思われる。

今後、今まで以上にインターネットに接続する小中高校は増加すると思われるが、各学校は他の学校に対して情報発信するホームページや WWW サーバに対して以下の工夫を加える必要がある。

1. 画像ファイルはファイルサイズを小さくする
  - (a) 画像ファイルの解像度を低くする
  - (b) 画像ファイルの形式を JPEG にする
2. サーバ上で動かす CGI などのプログラムの処理を速くする

このようにすれば、各学校からその情報がよりスムーズに受信できる。

図 3 に摩耶兵庫高校に構築したサーバの開設当時(1997 年 5 月)のアクセス数と動画生成数のグラフ、図 4 に開設から 3 ヶ月後(1997 年 8 月)のアクセス数と動画生成数のグラフを示す。

図 3 より、アクセス数に対して動画生成数が半数以下である事がわかる。これには、MPEG プレイヤーをブラウザにプラグインとして組み込まなければ、MPEG ファイルをブラウザより見ることができない事が関係している。それは利用者にとって MPEG プレイヤーをインストールする事が困難であるのか、もしくはインストール作業が利用者にとって面倒だからである。

図 4 からはサーバ開設から 3 ヶ月後になるとほとんどアクセスが無くなっていることがわかる。これには、サーバで提供している画像が利用者にとって興味のある景色ではなかった事や利用者が MPEG プレイヤーをインストールしなかった事が関係している。

以上の事から上記で述べた工夫を加えるだけでなく、利用者が興味を持つ画像の提供や、より簡単に動画を閲覧できる方法についても今後、考慮する必要がある。

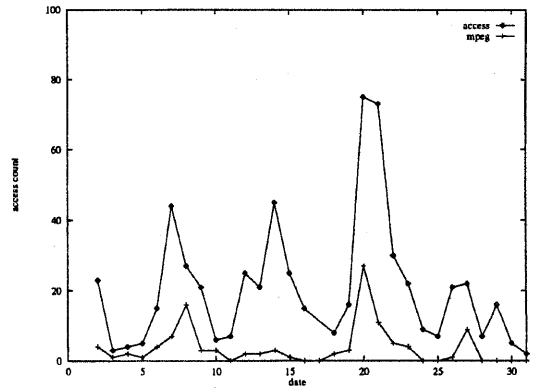


図 3: 5 月のアクセス数と動画生成数

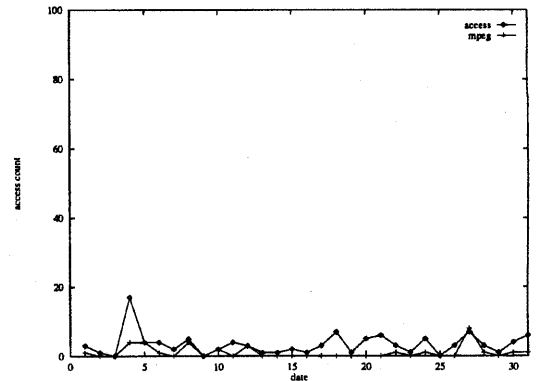


図 4: 8 月のアクセス数と動画生成数

## 謝辞

ライブカメラ用の WWW サーバの構築の機会を与えて下さった神戸市立摩耶兵庫高校教諭の浅井 徹先生と、このサーバの設置に快く協力して下さいました神戸市立摩耶兵庫高校の皆様深く感謝します。

## 参考文献

- [1] 藤原 洋 監修, マルチメディア通信研究会 編, “最新 MPEG 教科書,” アスキー出版局, 1994.
- [2] 宇都宮 努, “ライブカメラでの動画の発信”, 第 9 回 ITRC/JAIN コンソーシアム総会・研究会, Jul. 1997.