

## インターネットで個人放送局を開くには (3)

正会員 甲藤二郎

早稲田大学理工学部 電子情報通信学科

“How to open personal broadcasting system on the Internet (3)”

by Jiro Katto (Department of Electronics, Information and Communication Engineering, School of Science and Engineering, WASEDA University)

インターネット上で個人放送局を開設するための技術解説を行う。今回は実際のストリーミングソフトウェアを用いた放送局の開設方法について説明する。

キーワード：

インターネット放送、ストリームサーバ、メタファイル、RealSystem、Windows Media Technologies、QuickTime

## 4 ストリーミングソフトウェアの設定と運用

### 4.1 準備

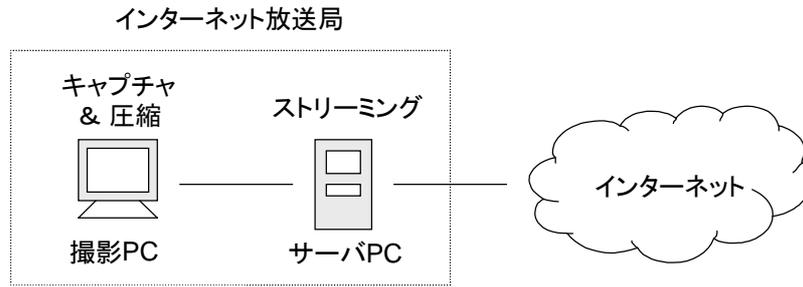
二台の PC を用いたインターネット放送局の構成例を図 1(a) に示す。撮影用 PC は、カメラとマイクを用いて AV データをキャプチャして圧縮する。あるいは、別途撮影した AV ファイルを圧縮する。ライブの場合は、圧縮データを即座にパケット化してサーバに転送し、オンデマンドの場合は、オフラインで圧縮ファイルをサーバに転送する。

それぞれの場合に対応して、サーバ PC はストリーミングを実行する。

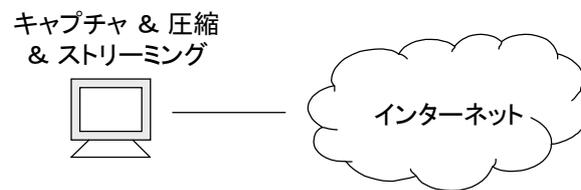
小人数の視聴者を対象とする場合、図 1(b) のように、キャプチャから放送までを 1 台の PC で行うことも可能である。一方、不特定多数の視聴者を対象とする場合には、図 1(c) に示すように、撮影用 PC、ストリームサーバ、WWW サーバ、ファイアウォール等に複数台のマシンを設置する。さらに、それぞれのサーバ自身を複数台用意してクラスタ化すれば、負荷分散の効果が得られる。

撮影用 PC の場合、基本的に PC、ビデオキャプチャカード、サウンドカード、カメラ、マイク等を一式揃える。あるいは、最近では PC の AV 対応が進み、初めからすべてのインターフェースが組み込まれている場合も多い。アナログの NTSC 入力、あるいはデジタルの DV 入力が備わっていることを確認し、インターフェースに合わせてカメラ、VTR 等の機器を購入する。

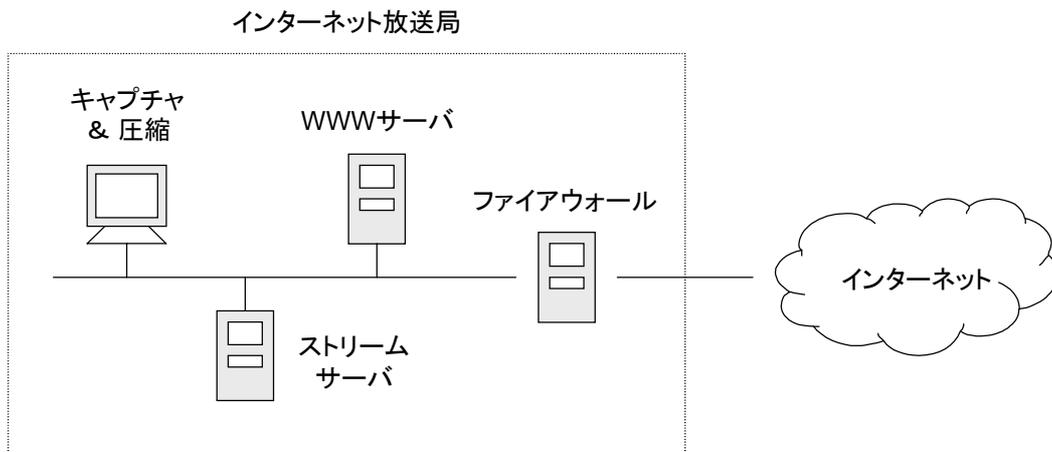
オペレーティングシステムは好みに応じて選択する。ただし、キャプチャカードに添付されるドライバは、通常は Windows 専用である。よって UNIX 系の場合は、インターネット上から別途ドライバを組み込み、カーネルを再構築するのが普通である。さらに UNIX 系では、新製品ほどドライバが提供されない場合が多い（つまり、キャプチャできない）。よって、UNIX 系の場合は、あらかじめ下調べを行った上で機器を揃えることが望ましい。



(a) 一般的な構成



(b) 小規模な構成



(c) 大規模な構成

図 1: インターネット放送局の構成例

あるいは、最近ではカメラとオペレーティングシステム、ネットワークが一体化された製品も販売されている (webcam 等)。使用用途は小人数のインターネット放送に限定されるが、機器の IP アドレスを設定すればすべての

設定が完了する。

これに対してサーバ PC では、一般的に周辺機器は不要であるが、ファイアウォールの設定や各種のネットワーク設定が重要になる。また、次節で詳しく述べるように、通常

の Web サーバを用いる場合と、インターネット放送用に専用のサーバソフトウェアを導入する場合の二通りがある。前者の場合、Apache 等の Web サーバを起動するだけだが、パフォーマンスとしては当然後者に劣る。後者の場合、Windows では 2000 Server を使用する。これは、Windows 2000 Server には予めサーバソフトウェアが組み込まれているからである。UNIX 系の場合、基本的にはオペレーティングシステムの制約は無いが、選定したサーバソフトウェアの動作は確認する必要がある。

## 4.2 二種類のストリーミング方式

用意するサーバに応じて、二通りのストリーミング方式が提供される。

- HTTP ストリーミング
- 専用プロトコルを用いたストリーミング

前者は、通常の Web (HTTP) サーバにストリーミングを行わせる方式であり、HTTP ストリーミングとも呼ばれる。

この場合、撮影用 PC と通常の Web サーバを用意するだけで放送局の開設は完了し、手間はまったくかからない。

ただし、専用サーバ方式に比べるとパフォーマンスは低下し、視聴者数の限られた小規模な運用に限られる。また、前述のネットワーク一体型カメラは、一般的に HTTP ストリーミングを行うものである。

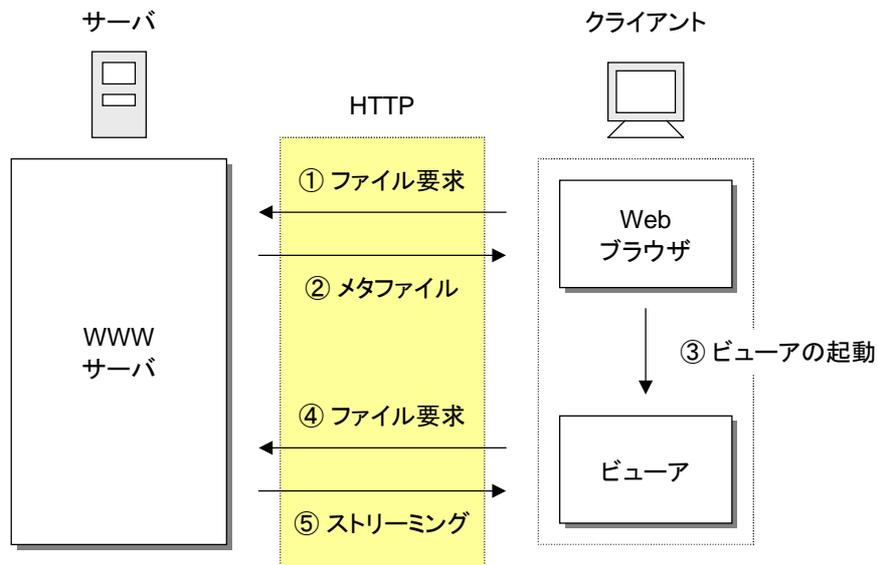
これに対して、後者はストリーミング専用の制御プロトコ

ルを使用する。具体的な制御プロトコルとしては、リアルネットワークス社は RTSP (Real Time Streaming Protocol) と PNA (Progressive Networks Audio)、マイクロソフト社は MMS (Microsoft Media Server protocol)、アップル社は RTSP を使用している。第 1 回に説明したように、RTSP は IETF で標準化されたプロトコルである (RFC 2326)。また、RTSP の作成には、リアルネットワークス社が深く関与している。一方、PNA と MMS は、リアルネットワーク社とマイクロソフト社の独自 (非標準) プロトコルである。ストリーミング専用のプロトコルを使うことで、送信レート制御やマルチキャスト、スプリッタ、トリックモード等に柔軟に対応でき、優れた特性を実現できる。

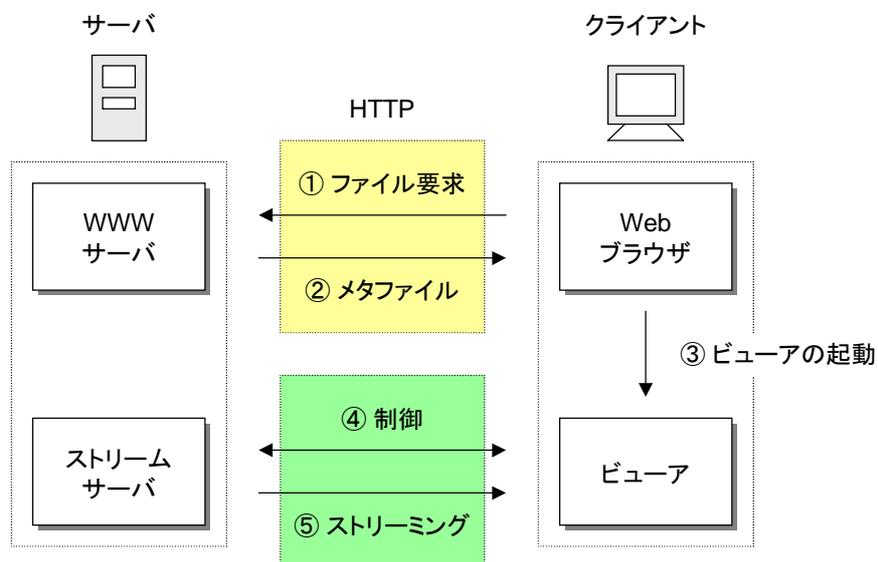
図 2 には、HTTP ストリーミングと専用プロトコルを用いたストリーミング方式の違いを示す。共に、初めは Web ページを介して番組をアナウンスする。視聴者が放送の開始を求めてリンクをクリックすると ( )、Web サーバが応答して小さなファイルを返す ( )。このファイルは **メタファイル** と呼ばれ、Web ブラウザはメタファイルを受け取るとビューアソフトウェアを起動する ( )。ここまでの手順は、HTTP ストリーミング、専用プロトコルの場合、共にまったく同じである。ただし、以降の手順が異なり、HTTP ストリーミングの場合は、Web サーバが通常のファイル転送と同じ方法 (つまり TCP) でストリームファイルを転送する (このために、ビューアも HTTP で会

話できるようになっている)。これに対して、専用プロトコルを用いる場合は、ストリームサーバが接続状況に応じて転送プロトコルや転送レートを決定し、視聴者に最適な

方法でパケットを転送する。いずれの場合も、ビューアはパケットを受け取りながら復号・再生を繰り返し、ストリーミング再生を実現する。



(a) HTTP ストリーミング



制御: RTSP / MMS

ストリーミング: UDP、TCP、IP Multicast、...

(b) 専用プロトコルを用いたストリーミング

図2: HTTP ストリーミングと専用プロトコルを用いたストリーミング

表 1： MIME タイプ一覧

名称	MIMEタイプ
RealSystem	audio/vnd.rn-realmedia rm application/smil smi smil audio/x-pn-realaudio ram audio/x-pn/realaudio-plugin rpm
Media Technologies	video/x-ms-wmv wmv audio/x-ms-wma wma video/x-ms-asf asf asx
QuickTime	video/quicktime mov qt

ありがちなのが、メタファイルを指定しないで、ホームページから直接ストリームファイルへのリンクを貼ってしまうミスである。この場合、ストリーミングは行われず、ファイルのダウンロード後にビューアが起動されることが多い。よって、ホームページにはメタファイルへのリンクを記述し、さらにメタファイルにはストリームファイルへのリンクを記述する。こうすると、ビューアが起動されてからストリーミングが実行される。ただし、サーバには、あらかじめストリームファイル、メタファイル双方の MIME タイプを登録しておく必要がある。

以下に、ストリーミングソフトウェアの代表例として、リアルネットワークス社の RealSystem [1]、マイクロソフト社の Windows Media Technologies [2]、アップル社の QuickTime [3] について説明を行う。表 1 には、各社のストリームファイルとメタファイルの MIME タイプ一覧を示しておく。

#### 4.3 RealSystem [1]

リアルネットワーク社のストリーミングソフトウェア群は RealSystem と呼ばれる。世界中でもっとも利用者が多いことでも有名である。表 2 に RealSystem のソフトウェアの一覧を示す。

##### エンコーダ

AV データのキャプチャと圧縮には **RealProducer** を使用する。機能限定された RealProducer Basic は無料で、RealProducer Plus は有償で配布されている。ライブキャプチャとファイル入力が可能であり、ファイルは .avi、.mov を始め、多種多様なフォーマットに対応している。圧縮ファイルは .rm の拡張子が付けられる。また、圧縮時に複数のレートを選択することが可能である。このとき、SureStream オプションを選択すると、生成されるのは一つの .rm ファイルだけだが、RTSP ストリーミング時にスケラブルな転送レート制御が可能となる（つまり、スケラビリティを一つのファイルで実現している）。さらに、RTSP サーバ経由のライブ放送も可能である。

##### プレゼンテーション記述とメタファイル

プレゼンテーション記述は、特にリアルネットワークス社からの専用エディタは提供されておらず、通常のエディタを用いて SMIL 記述を行う。このとき、ファイル拡張子は .smi とする。ただし、SMIL はそれほど複雑な記述言語ではなく、多くの場合、不便は感じない。

表2： RealSystem のソフトウェア一覧

目的	名称	入出力フォーマット、プロトコル
キャプチャ・エンコーダ	RealProducer	入力：ライブ、.avi、.mov 他
		出力：.rm (RealVideo, RealAudio)
プレゼンテーション記述	各種エディタ、ramgen	ファイル：.smi
メタファイル		メタファイル：.ram
ストリームサーバ	RealSystem Server	ファイル：.rm、.smi 他
		制御：RTSP, PNA*
		メディア：RTP, RDT*, UDP, TCP, HTTP, IP Multicast
スプリッタ・プロキシ	RealSystem Proxy	制御：RTSP, PNA*, HTTP
		メディア：RTP, RDT*, UDP, TCP, HTTP, IP Multicast
ビューア	RealPlayer	入力：.rm、.smi、.avi、.mov、.mpg 他

\* PNA, RDT はリアルネットワークス社の独自プロトコル

メタファイルは、通常のエディタを使って記述するか、あるいは後述する RealSystem Server の ramgen を使って自動生成する。ファイル拡張子は、ヘルパーとして起動する場合は .ram、プラグインとして Web ページに埋め込む場合は .rpm とする。共に、中身は同じである。

SMIL ファイルとメタファイルの間には密接な関係がある。後述する ASX ファイルのように、SMIL ファイル自体をメタファイルと考えることも構わない。具体的には、HTTP ストリーミングと RTSP ストリーミングのどちらを使うかに応じて、メタファイルを以下のように書き分ける。

(1) HTTP ストリーミングの .ram ファイル

`http://web_server/sample.rm`

(2) RTSP ストリーミングの .ram ファイル

`rtsp://rtsp_server/sample.rm`

ここで web\_server は実際の Web サーバ名、rtsp\_server は RTSP サーバ名である。rtsp:// の代わりに pna:// とすれば、リアルネットワーク社独自の PNA プロトコルが使用される。また、.ram ファイルの中で、ストリームファイル .rm を直接参照する替わりに、.smi 経由で間接参照しても構わない。この場合、ビューアがまず .smi ファイルを解釈し、その後ストリーム転送が開始される。

さらに、HTTP ストリーミングの場合、通常は SureStream を使うことはできないが、SMIL の switch 文を用いて視聴者の接続環境に応じた適切なレート選択を行わせる仕組みが用意されている。

(3) HTTP ストリーミングの .smi ファイル

```

<smil>
  <body>
    <switch>
      <ref src="LAN.rm" system-bitrate="150000" />
      <ref src="ISDN.rm" system-bitrate="45000" />
      <ref src="modem56.rm" system-bitrate="32000" />
      <ref src="modem28.rm" system-bitrate="20000" />
    </switch>
  </body>
</smil>

```

上の例では、あらかじめ LAN 用 (150kb/s)、ISDN 用 (45kb/s)、56k モデム用 (32kb/s)、28k モデム用 (20kb/s) それぞれに適したストリームファイルが用意されている。ビューアは SMIL ファイルを受け取り、複数のストリームファイルが選択可能であることを知り、個々の接続環境に応じて適切な速度のストリームファイルを選択することができる。最後に、プラグインとして Web ブラウザに埋め込む場合は、HTML に記述を追加する必要がある。通常のアンカーの代わりに、例えば以下のようにする。

#### (4) プラグインのための HTML 記述

```

<embed
  width=180 height=120
  src="http://web_server/sample.rpm"
  controls="imageWindow"
  autostart=true
>

```

### ストリームサーバ

ストリームサーバには RealSystem Server を使用する。これは各種オペレーティングシステムに対応し、RTSP と

PNA をサポートしている。サーバソフトウェアは高価であるが、Basic 版であれば、期限付きではあるが無料で試すことができる。デーモン起動時にポート番号の設定を行い、デフォルトのポート番号は表 3 に示すようになっている。

表 3: RealSystem Server の使用するポート番号

RTSP	554
PNA	7070
HTTP	8080
Monitor	9090
Admin	16347

RealSystem Server では、上の 8080 番を、HTTP を用いて各種の管理文書を閲覧したり、ramgen を用いて ram ファイルを自動生成したりするのに使用する。後者の場合、ホームページの HTML に

```
http://rtsp_server:8080/ramgen/sample.rm
```

と記述しておく、アクセス時に sample.rm に対する .ram ファイルが自動生成され、ビューアに返される。また 16367 番は、同じく HTTP を使用し、リモートからサーバ設定するために使用される。

なお、表に挙げた RDT (Real Data Transport) は、RTP の代替として使用されるリアルネットワーク社の独自プロトコルである。詳細は不明であるが、RTP とは異なり、パケット廃棄発生時にパケットの再送を要求する。RTP でパケット再送を要求しないのは、低遅延、マルチキャストへの対応も求められるからであり、目的が少し異なる。

## プロキシとビューア

RealSystem では、スプリッタ機能、プロキシ機能を提供する **RealSystem Proxy**、キャプションを作成する **RealText**、プレゼンテーションを作成する **RealPresenter**、なども用意されている。特に **RealSystem Proxy** はストリームサーバと対話しながら、スプリッタ、キャッシング、顧客制限（コンテンツ保護）などを実現する。ビューアは **RealPlayer** であり、よく知られているようにインターネットから無償でダウンロードすることができる。

### 4.4 Windows Media Technologies [2]

マイクロソフト社のストリーミングソフトウェア群は Windows Media Technologies と呼ばれる。表 4 にソフトウェアの一覧を示す。

マイクロソフト社のインターネットマルチメディア関係の製品は、もともとはデスクトップ用途の **MediaPlayer**、インターネット放送向けの **NetShow**、インターネット電話向けの **NetMeeting**、の三系統であった。ここ数年の間に、まず **MediaPlayer** と **NetShow** が **Media Technologies** として統合され、最近ではさらに **NetMeeting** も含めた統合も検討されているという。

## エンコーダ

AV データのキャプチャと圧縮には **Media Encoder** を使用する。Media Encoder は無償で配布されており、ライブキ

ャプチャ、ファイル入力共に可能である。ファイル形式は .avi、.mov を始め、さまざまなフォーマットに対応している。圧縮ファイルには .wma、.wmv の拡張子が付けられる。以前は .asf が用いられていたが、中身は同じであり、拡張子によってオーディオ、ビデオを明確に区別しているに過ぎない。

圧縮時に複数のレートを選択することが可能で、インテリジェント・ストリーミングの使用を前提に、出力自体は一つのストリームファイルとすることもできる。これを MMS サーバに置いてストリーミング転送を行うと、RealSystem の **SureStream** と同様に、スケーラブルな転送レート制御が実行される。また、MMS サーバ経由のライブ放送も可能である。

## プレゼンテーション記述とメタファイル

プレゼンテーション記述とメタファイルは、Media Technologies の場合は **ASX** と呼ばれる一つのファイルに統一されている。ASX ファイルの編集用に **Metafile Creator** と呼ばれるエディタが提供されるが、もちろん通常のエディタを使用してもよい。また、ASX ファイルの拡張子は .asx である。

HTTP ストリーミングと MMS ストリーミングの使い分けは RealSystem と同様である。web\_server を Web サーバ名、mms\_server を MMS サーバ名とすれば、ASX ファイルは以下のように記述される。

表4： Windows Media Technologies のソフトウェア一覧

目的	名称	入出力フォーマット、プロトコル
キャプチャ・エンコーダ	Media Encoder 等	入力: ライブ, .avi, .mov 他
		出力: .wmv, .wma (WM Video, WM Audio), .asf
プレゼンテーション記述 メタファイル	Metafile Creator 他 各種エディタ	メタファイル: .asx
ストリームサーバ	Media Server	ファイル: .wmv, .wma, .asf 他
		制御: MMS*
		メディア: RTP, UDP, TCP, HTTP, IP Multicast
コンテンツ保護	Media Rights Manager	独自
ビューア	Media Player	入力: .wmv, .wma, .asf, .avi, .mpg 他

\* MMS はマイクロソフト社の独自プロトコル

(1) HTTP ストリーミングの ASX ファイル

```
<ASX version="3">
  <Entry>
    <ref HREF="http://web_server/sample.wmv" />
  </Entry>
</ASX>
```

(2) MMS ストリーミングの ASX ファイル

```
<ASX version="3">
  <Entry>
    <ref HREF="mms://mms_server/sample.wmv" />
  </Entry>
</ASX>
```

上の例はきわめて基本的な使い方であるが、ASX ではこの他にもさまざまなタグが定義されており、SMIL と同様のコンテンツ作成が可能である。

Web ページに埋め込むプラグインの場合は、通常のアン

カーの替わりに、以下の記述を HTML に追加する。

(3) プラグインのための HTML 記述

```
<embed
  width=180 height=120
  src="http://web_server/sample.asx"
  >
```

ストリームサーバ

ストリームサーバは **Media Server** を使用する。これは Windows 2000 Server にあらかじめ組みこまれており、NT の場合は別途無償で提供される。ストリーミング用プロトコルはマイクロソフト社独自の MMS をサポートする。以前は MSBD (Media Distribution Broadcast Protocol) という独自プロトコルも使われたが、最近はほとんど使われなくなっている。

表5： QuickTime のソフトウェア一覧

目的	名称	入出力フォーマット、プロトコル
キャプチャ・エンコーダ	QuickTime Pro, Sorenson, Qdesign 他	入力: .mov, .qt 他
		出力: .mov, .qt 他
プレゼンテーション記述	各種エディタ	ファイル: .smi
メタファイル		メタファイル: .mov (詳細不明)
ストリームサーバ	QuickTime Streaming Server	ファイル: .mov, .qt, .smi 他
		制御: RTSP
		メディア: RTP, UDP, TCP, HTTP, IP Multicast
ビューア	QuickTime Player	入力: .mov, .mpg 他

## コンテンツ保護とビューア

Media Technologies では、コンテンツ保護のための Media Rights Manager を提供している。これは、ストリームファイルを暗号化して保護するものであり、技術的な詳細は不明である。RealSystem が主にプロキシによってコンテンツ保護を図るのに対し、Media Rights Manager は End-to-End のコンテンツ保護であり、好対照をなしている。

一方、ビューアは **Media Player** が提供される。これはあらかじめすべての Windows ファミリーに組み込まれており、最新版もインターネットを介して随時ダウンロードすることができる。

## 4.5 QuickTime [3]

アップル社のストリーミングソフトウェア群が QuickTime

である。古くからマッキントッシュ用のマルチメディアソフトとして有名だが、最近はとりわけインターネット対応を進めている。表5 にソフトウェアの一覧を示す。

## エンコーダ

AV データの圧縮には **QuickTime Pro** を使用する。無償でダウンロード可能な QuickTime に、有償のライセンスアップグレードを登録することで動作する。筆者の用いたバージョン (QuickTime 4.1: Windows 版) では、ライブキャプチャはできなかった。他のエンコーダと同じく、入力

は .avi、.mov を始めさまざまなフォーマットに対応している。出力では、インターネットストリーミング用を指定すると、拡張子が .mov のファイルが一つ生成される。

圧縮形式は、ビデオ圧縮用の Sorenson Video、オーディオ圧縮用の QDesign Audio、音声圧縮用の Qualcomm PureVoice

他、さまざまなソフトウェアが提供されている。ただし、ライブ放送を行うためには、現状では Sorenson Broadcaster を別途購入しなければならない。

### プレゼンテーション記述とメタファイル

プレゼンテーション記述には、RealSystem と同じく SMIL を用いることができる。一方、QuickTime のメタファイルは、.ram や .asx のようなテキスト記述ではなく、バイナリ形式のスクリプトを用いている模様である。

### ストリームサーバ

ストリームサーバには、QuickTime Streaming Server を使用する。これはアップル社のホームページから無償でダウンロードすることができる。さらにはオープンプロジェクトとしてソースコードも公開されている。サポートするプロトコルは RTSP である。ただし、表 6 に示すように、現状では RealSystem Server と QuickTime Streaming Server の RTSP レベルの相互接続性は完全には実現されていない。

表 6: RealSystem と QuickTime の相互接続性

	RealSystem Server	QuickTime Streaming Server
RealPlayer	○	×
QuickTime Player	○	○

### ビューア

QuickTime のビューアは QuickTime Player であり、これはインターネット経由で無償でダウンロードすることがで

きる。

### 4.6 総括

RealSystem の場合を例に取り、放送局開設のための具体的な手順をまとめておく。その他のソフトウェアの場合もほぼ同じ手順である。

- (1) エンコード環境とサーバ環境を整える。
- (2) キャプチャ入力、もしくはファイル入力からストリームファイル sample.rm を作成する。
- (3) 番組案内用の HTML ファイル sample.html と、メタファイル sample.ram を作成する。
- (4) sample.html を Web サーバに、sample.ram と sample.rm をストリームサーバに、それぞれ保存する。

以上で開局は終了である。視聴者がアクセスしてくると、4.2 に述べた手順に従ってインターネット放送が開始される。ストリームサーバを使わない場合は、HTTP ストリーミングが実行される。

第 1 回に説明した手順に従えば、RTSP セッションの開始時に転送されるべき SDP ファイルが存在しない。これはミスではなく、RealSystem と QuickTime の場合、ストリームサーバによって自動生成されている。この様子は、Ethereal [4] 等のパケット解析ツールを用いて観察できる。RealSystem の .rm、Media Technologies の .asf、QuickTime の .qt は、それぞれファイルフォーマットとも呼ばれてい

る。 .m ファイルの詳細は不明だが、他の二つは仕様が公開されている (最近の ASF は不明)。共にファイルの先頭に制御ヘッダを配し、圧縮データを添付してストリームファイルを構成する。上記の SDP ファイルの自動生成は、この制御ヘッダに基づいて実行される。制御ヘッダはまた、圧縮データのディレクトリ管理や RTP パケット生成のヒント等、さまざまな用途に使用される。QuickTime の場合、特に後者のヒント情報はヒントトラックと呼ばれ、エンコード時にカスタマイズすることもできる。

一方、これらのシステムは .mpg や .mp3 など、上記のファイルフォーマット以外の圧縮ファイルのストリーミングも可能である。この場合はファイル拡張子や圧縮ファイルのヘッダ部分の解析結果から、SDP を推測・生成しているものと考えられる。基本的に、固定長フレームを用いる符号化アルゴリズム、あるいはユニークワードを挿入する符号化アルゴリズムであれば、どのような圧縮ファイルもストリーミング転送が可能である。

## 5. おわりに

以上、インターネット放送に関して、基本的な原理、プロトタイプの作成方法、商用ソフトウェアの使用方法、について説明を行った。毎回述べているように、インターネット放送とは数多くの技術の集合体であり、きわめて明確なプロトコル階層として構成されている。

商用ソフトウェアの現状を見ると、リアルネットワーク社はネットワークソフトウェアとして、マイクロソフト社とアップル社はオペレーティングシステムの一部として、インターネット放送を位置付けている。インターネット上のマルチメディア配信に関してはいまだに賛否両論があるが、やがては TCP/IP のように、なくてはならないプロトコルになるのかもしれない。

インターネット放送の将来を考えた場合、結局のところ、各コンポーネントの発展が望まれる。プロトコル階層の上位から順に、

- 符号化アルゴリズムの改善
- 新しいコンテンツの導入 ([5]等)
- 品質制御と輻輳制御の協調アルゴリズム
- 各種インターネット QoS
- ワイヤレス、モビリティ拡張 ([2]等)

等の大局的な発展が期待される。

## 参考文献

- [1] Real Networks: <http://www.realnetworks.com>.
- [2] Windows Media Technologies: <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia>.
- [3] Apple QuickTime: <http://www.apple.com/quicktime>.
- [4] The Ethereal: <http://www.ethereal.com>.
- [5] Viewpoint: <http://www.viewpoint.com>.