



ストリーミングの基礎技術

NTT西日本 沖本忠久
IJJ-MC 山本文治



本セッションの位置づけ

- ブロードバンド時代に注目を集めている、ストリーミングアプリケーションに改めてフォーカスします
- ストリーミングをやったことのない人を対象に、実際のデモを通じて、基礎技術に理解を深めていただきたいと思います
- さらに、応用編としての大規模配信や、IP放送などについても紹介します
- セッション中でも適宜質問は受け付けます。普段抱いていた疑問点を解消し、セッション終了時には、ストリーミングの基礎技術を理解していただけているように、講師も頑張ります



Table of contents

1. 実際のデモからストリーミングの基本を学ぶ
2. ストリーミングアプリケーション総覧
3. 大規模配信
4. ストリーミング技術応用
5. 今後の展望

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

3



Part.1

実際のデモから
ストリーミングの基本を学ぶ

Part.1のポイント

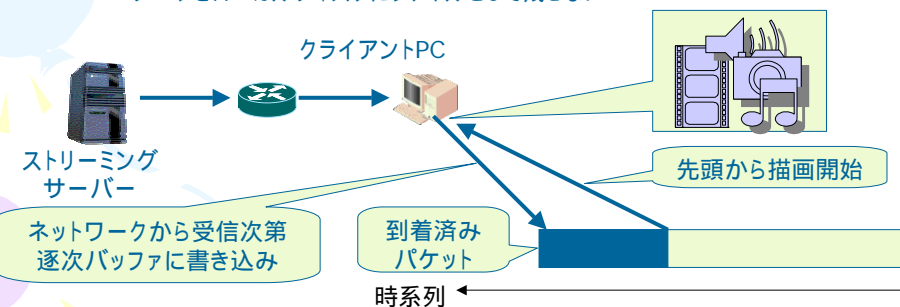
- ストリーミングとは何か
 - ストリーミングを実際に体験する
- ストリーミングのシステム構成を理解する
 - いくつかのパーツにわかれている
- ストリーミングの基礎技術を理解する

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

5

ストリーミングとは？

- 映像配信
 - ダウンロード型
 - 一度ハードディスクに保存し、ハードディスク内のコンテンツを再生
 - ストリーミング型
 - プログレッシブ(逐次)再生、ダウンロードしながら再生
 - データをローカルディスクにファイルとして残さない



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

6

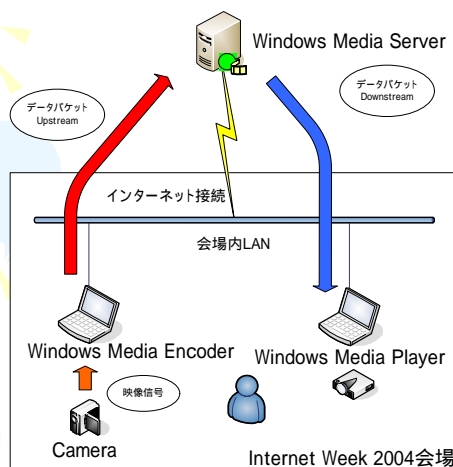
TV会議との違い

- リアルタイム性
 - TV会議は、双方向通信で、(ほぼ)リアルタイムにやりとりができる
 - ストリーミングについては、バッファリングなどの影響で、リアルタイムとは言いがたく、片方向通信をメインとしたメディア特性
- 同報性
 - 両者とも1対1や1対特定多数は実現できるが、1対不特定多数になると、ストリーミングのほうが分がある

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

7

本日のデモ構成

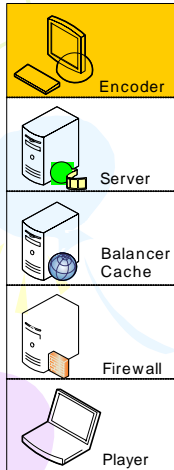


- 会場内にカメラとライブエンコーダを設置
- エンコーダはノートPCを利用し、カメラとIEEE1394経由で接続
 - Windows Media Encoder
- エンコーダを会場内LAN経由でインターネットへ接続
- 実際インターネット上のストリーミングサーバへデータを送信
 - Windows Media Service 9
- プレイヤーを別途設置し、サーバから直接受信
 - Windows Media Player 10

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

8

エンコーダ



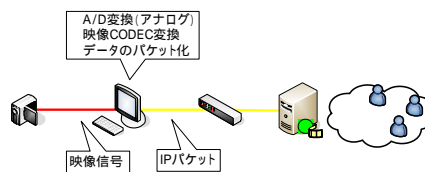
- カメラの出力をデジタルイズ
 - NTSC: National Television Standards Committeeの略。同委員会が1953年に策定した地上波アナログカラーテレビ用の方式。水平走査線数が525本、毎秒30フレーム
 - DV: Digital Videoの略。International Electrotechnical Commissionが1999年に策定。水平走査線数は同じく525本だが、実際に画面を構成するのは480本、インターレースであるため、480iと表記される
- コーデック
 - CODEC: **C**oder **D**Ecoderの略。映像の圧縮および伸張プログラムのこと
- S/W, H/W
 - ストリーミングでは汎用プラットフォームであるPC(Windows OS)上でソフトウェアとして実装、配布されることが多い
 - MPEG2などではハードウェアの利用が多い
- ライブ、ファイル作成、トランスコード

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

9

Encoder - Live

- エンコーディングしたデータをそのままネットワークへ配送する
- IPパケットとしてデータを運ぶため、データの分割がなされる
 - TCPないしUDPが使われる
- エンコーダとクライアントの間に配信サーバが必要
 - Windows Mediaエンコーダは簡易サーバ機能を持っている
 - 映像伝送装置の場合は一対一で使われることが多い
- 名のとおり、ライブ(その時限り)の再生となる
- 帯域はエンコーダの設定によって決定される



100kbps未満	ナローバンド なんとか模様わかる程度 160*120pixel程度
500kbps未満	今の標準(ブロードバンド) 地上波アナログ程度の品質 320*240pixel程度
1~2Mbps	DVDに近いクオリティ VGA程度
3Mbps以上	ハイビジョンクラス エンコード、デコードにCPUパワーが必要

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

10

Encoder - live

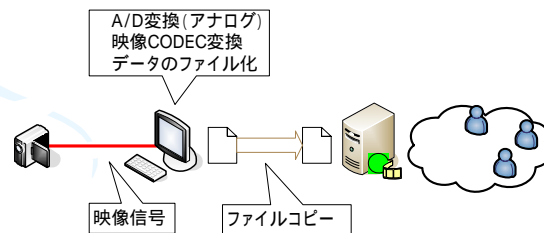
- サーバとの間の回線は、品質を保つ生命線
- 十分な品質を確保する必要がある
 - ファイアウォール等の有無
 - 通信路の安定度
 - 他の通信
 - 機器の安定度
 - 電源
 - 容量計算
 - 画質、音質
 - ノイズ対策

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

11

Encoder – ファイル生成

- エンコーディングしたデータをファイルの形で蓄積する。
- 入力映像信号であればよい
 - カメラからの生の絵、ビデオテープの再生を問わない
- 生成されたファイルはローカルPCの中でファイルからの再生が可能
- HDDに書き込んでいくため、ある程度のスペックが必要
 - › ex. HDD回転数、バス速度
 - › 細かいスペックはメーカーサイトに掲載されていることが多い
 - › ライブを流しつつファイルを生成することもできるが、ライブ生成がなんらかの原因で停止してしまった時にファイル生成も停止されることが多い、ビデオ等で同時録画がお勧め。

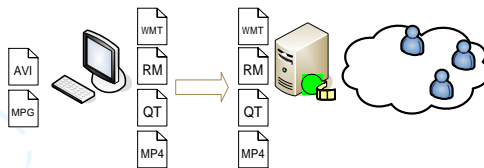


©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

12

Encoder – トランスコード

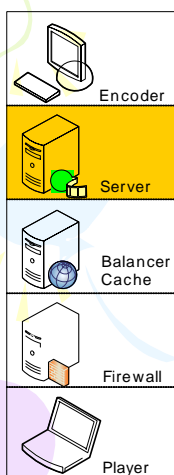
- CODECを変換することをいう
 - › AVIファイルをWMVファイルに変換
 - › JPEGファイルをMotion JPEGやMPEGに変換
 - › MPEG2ストリーミングをMPEG4ストリーミングに変換
 - › 等々w
- 非圧縮等の高画質なCODEC(ファイル)からストリーミング用CODEC(ファイル)を生成する手法が一般的
 - **編集、再生が楽になる**
 - Ex. PremiereのRealプラグイン、WMTプラグイン



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

13

サーバ



- **ライブ**
 - エンコーダから届いた一本のデータをクライアントへ同時に配布する。多数のクライアントに対応するため、データをコピーすることになる。これにはサーバ上のメモリが使われる。
 - 通常サーバは一クライアントに一本データを配信する。また、サーバは複数のクライアントに同時にデータを配信することができる。
- **オンデマンド**
 - エンコーダにて作成されたファイルを格納する。通常OSのファイルシステムにファイルとして設置する。
 - クライアントからのリクエストに対して、ファイルを読み込み随時データを送信する。一クライアントに一本ずつデータを配信する。
- **ライブとオンデマンドのサーバ**
 - 機能的にはライブとオンデマンドを同時に提供できることが多い。ただしアクセスの特性が異なるため、実際にサービスに供する場合は分けることが多い。
 - ライブ: パースト性が強い
 - オンデマンド: パースト性は低く、ライブに比べるとならぬ

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

14

メタファイル

- **メタファイル**

- ストリーミングアプリケーションの拡張子
 - Webブラウザに必要
- ファイル中にストリーミングのURL
 - ストリーミングアプリケーションに必要

- **ストリーミングコンテンツの在り処を教える**

- 通常のWeb = 単純なハイパーリンク
 - > `Example.co.jpのページ`
- ストリーミングの場合
 - ブラウザがストリーミングのURL表記を理解しない
 - ブラウザに対しストリーミングコンテンツを外部アプリとして認識させる

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

15

メタファイル

- **Windows Media**

- http://www.microsoft.com/japan/msdn/library/default.asp?url=/japan/msdn/library/ja/wmplay/mmp_sdk/asx_elementsintro.asp
- いくつか種類がある

メディアファイル拡張子	メタファイル拡張子
wma (Audioのみ)	wax
wmv (Audio+video)	wvx
Asf (WM8)	asx

- サーバがApacheの場合mime.typesの設定も必要

video/x-ms-asf	asf asx
audio/x-ms-wma	wma
audio/x-ms-wax	wax
video/x-ms-wmv	wmv
video/x-ms-wvx	wvx
video/x-ms-wm	wm
video/x-ms-wmx	wmx
application/x-ms-wmz	wmz
application/x-ms-wmd	wmd

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

16

メタファイル

• 例

```
<!--A simple playlist with entries to be played in sequence.-->
<ASX version = "3.0">
<Title>The Show Title</Title>
<Entry>
  <Ref href = "mms://MYserver/Path/title1.wma" />
</Entry>
<Entry>
  <Ref href = "mms://MYserver/Path/title2.wma" />
</Entry>
<Entry>
  <Ref href = "mms://MYserver/Path/title3.wma" />
</Entry>
</ASX>
```

- 一行目のサーバへのアクセスが失敗した場合は、プレイヤーは自動的に二行目のサーバ(URL)へのアクセスを実施する

メタファイル

• RealMedia

- <http://service.jp.real.com/help/library/guides/IntroToStreaming/prodintro.htm>

```
# Three videos that play in sequence.
# Total playing time is 10 minutes, 40 seconds.
rtsp://helixserver.example.com/video1.rm
rtsp://helixserver.example.com/video2.rm
rtsp://helixserver.example.com/video3.rm
```

- WMTと違い、一行目の受信に失敗した場合RealPlayerはアラートダイアログを出す

SMIL

- Synchronized Multimedia Integration Language

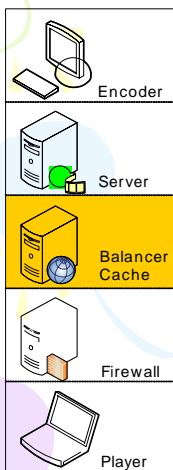
- <http://www.w3.org/AudioVideo/>
- W3C(World Wide Web Consortium)により策定
 - image,video,audio,animation,text,textstreamを扱

```
<smil>
<head>
<!-- Presentation attributes. -->
<meta name="title" content="Images of Africa"/>
<meta name="author" content="RealNetworks, Inc."/>
<meta name="copyright" content="(c) 1998"/>
<layout>
<!-- Width, height, and background color of entire presentation. -->
<root-layout height="320" width="320" background-color="black"/>
<!-- Images region. -->
<region id="images" left="40" top="40" height="240" width="240"/>
</layout>
</head>
```

```
<body>
<par>
<!-- Play these streams concurrently (in parallel). -->

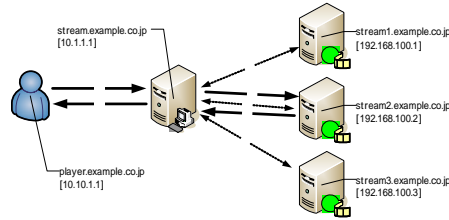
<audio src="africa_ss.rm" clip-end="2.25min"/>
</par>
</body>
</smil>
```

ロードバランサ



- サーバのクラスタリングを可能とする装置
 - Layer 4 Switch (L4SW) とも呼ばれる
- クライアントに対しては自らがサーバであるかのように振舞う
- サーバのクラスタを管理し、最適なオリジンサーバへリクエストをフォワードする
 - 適切さ:サーバの反応速度、処理数、CPUスペック等による比率などから導き出される
 - 反応が遅かったり、なかったりする場合は自動的にクラスタから外される
- 一般的にクラスタは同じ場所に設置されているサーバ群から形成される
 - 局所負荷分散
 - ロードバランサからオリジンサーバ間の通信は安定していることが前提となる
- サーバからクライアントの通信がロードバランサを経由することを回避する方法もある
 - ストリーミングではトラフィックが膨大な量となるため

ロードバランサ



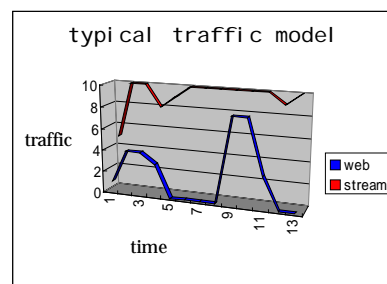
1. ロードバランサはクラスタのstream1,stream2,stream3の状態を常時監視し、最適なサーバを設定されたアルゴリズムに基づいて選択している
2. player.example.co.jpからstream.example.co.jp向けのアクセスをロードバランサが受け取る。
- stream.example.co.jpのDNSはサーバではなくロードバランサに対して登録する。
3. ロードバランサは最適なサーバにそのアクセスを振り向ける。この際、のリクエストはヘッダのアドレス部分が10.1.1.1から192.168.100.2へと書き換えられる(NAT)。
4. stream2.example.co.jpはリクエストを処理し、ストリームを10.10.1.1向けへ送出する。
5. ロードバランサはヘッダのアドレス部分を192.168.100.2から10.1.1.1へと書き換える。

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

21

トラフィックマネージメントの重要性

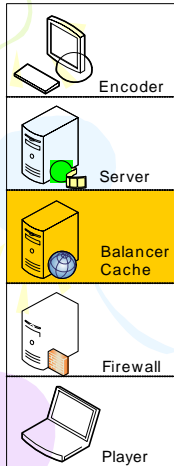
- ストリーミングはクライアント単位の回線占有率が高い
 - Webと比べて
 - データフローの差
 - コンテンツ容量の差
 - ユーザビヘイビアの差
- キャパシティコントロールがシビア
 - サーバ一台あたりの収容クライアント数はwebサーバと比較して少ない
 - 回線の利用率は高い
- コントロールがされていないと...
 - **メルトダウン**
 - 映像のコマ落ち
 - リバッファリング
 - そもそも再生できない
 - そもそもサイトにたどり着けない



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

22

キャッシュサーバ



- サーバを複数化するための技術
 - オリジンサーバのライブストリーミングをコピーする(ライブのみ)
 - スプリッター
 - Windows Media用語では「リモート公開ポイント」
 - 親サーバ側のフィード設定が必要なことも
- キャッシュサーバ
 - ライブだけでなく、VoDにも対応
 - 親サーバからデータをコピーし、内蔵HDDにストア

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

23

ブロードバンドコンテンツ配信は大変

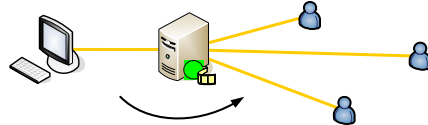
- ブロードバンド時代のストリーム配信
 - 300kbpsなどのストリームを用意に受信できる時代になってきた
- サーバが100Mbpsの帯域で配信できるのは...
 - ナローバンド(64kbps)なら同時1500人強に配信可能
 - ブロードバンドでは、...
 - 300kbps x 330人で99Mbps
 - 1.5Mbps x 66人で99Mbps
- 同時アクセスが多いライブ配信
 - 同時帯域に必要なだけの回線コスト
 - 複数の配信サーバが必要で、費用も莫大なものになってしまう

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

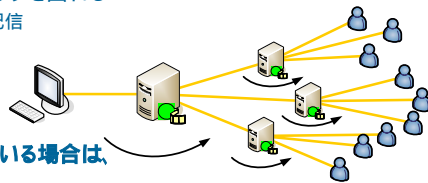
24

キャッシュサーバの必要性

- サーバが一台しかないと限界が早く来る
 - 仮にサーバのキャパシティが300人とすると、一台で300人



- サーバを複数台設置することでスケールアップを図れる
 - オリジンサーバを用意し、子サーバのみへ配信
 - フィードの安定化のため
 - 子サーバ (surrogate) を三台用意する
 - 三台で900人への配信が可能となる



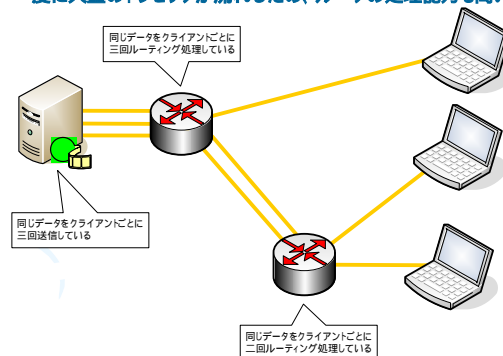
- 配信が大規模になることが事前にわかっている場合は、
こういう配置を組むことで対処する

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

25

ユニキャスト

- 一クライアントに対して一本ずつ配信する必要がある
- 問題点
 - 大規模な配信をするためには、配信能力不足をカバーするためにサーバの数を増やさないとならない
 - 一度に大量のトラフィックが流れるため、ルータの処理能力も高いものが求められる

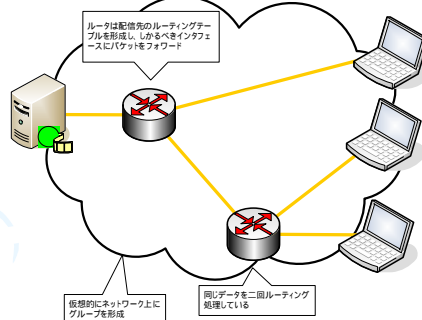


©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

26

マルチキャスト

- サーバが仮想的な配布先「グループ」に対して一本のストリームを流す
- クライアントは「グループ」に参加する (join)
- グループに対して、ルータがパケットをコピーしていく
- ネットワークに対して設備が必要(ルータ)
 - サーバは一ストリームをグループに対して送信するだけ



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

27

ユニキャスト vs マルチキャスト

- マルチキャストは便利そうだが...
 - 自分でネットワークを作る必要がある
 - Pre-configured, self-usableなマルチキャストネットワークサービスは存在しない
 - 現状のルータ、スイッチ機器はかなりのものがマルチキャスト対応済み
 - IPv6はまだのもの...
 - ライブにのみ適用可能
 - ビジネスになるのはむしろオンデマンド
 - 単一LANやキャンパスWANでは採用が進んでいる
 - **放送的なサービスには適している**
- ユニキャストのスケラビリティ
 - キャッシュサーバのコストはそれほど高くない
 - レイヤをまたいで運用する必要がない
 - マルチキャストオペレーションはサーバエンジニアとルータエンジニアの協調が必要
 - インターネットサービスでの応用性が高い
 - 各社CDNはほとんどがユニキャストベース

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

28

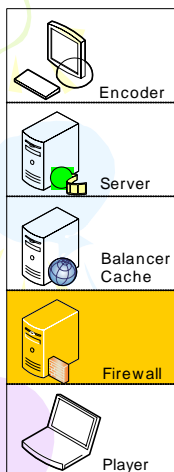
イベントの規模

- ライブ: アクセスの予測値
 - 数十~数百同時アクセス
 - » 中程度のイベント(講演会、ミニコンサート、花火大会等)
 - 数千~数万同時アクセス
 - » 大規模なイベント(有名アーティスト、大規模イベント)
- VoD: アクセスはライブより分散される
 - 公開形態によってはライブの相似形を取りえる
- コンテンツの中身

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

29

ファイアウォール

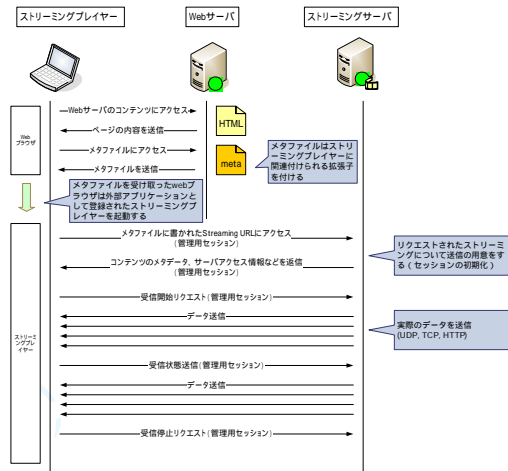


- クライアントサイドのファイアウォール
- ストリーミングデータの扱いに注意
 - セッション管理はTCP 問題なし
 - データ再生が始まると、サーバからUDPが飛んてくる
 - ストリーミングのフローを認識できるファイアウォールは存在しない
 - 対策: アプリケーション単位でセキュリティを確保する

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

30

セッション



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

31

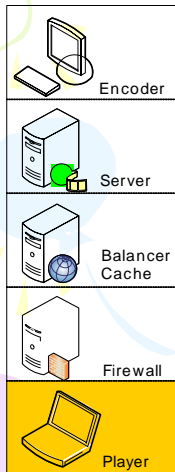
ストリーミングで用いられるプロトコル

- TCP
 - RTSP等のコントロールセッション
 - データ送信
- UDP
 - データ送信
 - ファイアウォールではルールを設定しないと弾かれる
 - » 突然大量のUDPが送りつけられ攻撃と誤認する可能性も
 - » 最近のブロードバンドルータでは適切にフォワードしてくれるものも
- HTTP
 - コントロールセッション
 - データ送信 (Pseudo HTTP Streaming)
 - 企業内などからのHTTP proxy経由での受信に用いられる
- 設定
 - 受信するにはこれらの差異を意識する必要はない
 - クライアント・サーバが自動的にプロトコルを変えて一通り試している
 - HTTP proxy serverなどの設定が必要になる場合もある

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

32

Streaming Player



- サーバ・クライアントモデル
- ストリーミングデータを以下の順番で処理
 - » サーバへの受信リクエスト、セッションのイニシャライズ
 - » パケットを受信
 - » パケットからストリーミングデータを復元
 - » デコーディング
 - » 画面表示

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved. 33

Streaming Player

- プロトコル
 - サーバとデータをやり取りする際の通信手順
 - かつての独自プロトコルの時代から、標準化へ
 - xdma, pnm, mms RTSP, RTP, SDP, etc.
 - **ファイアウォール・ブロードバンドルータ利用の際は要注意**
 - 攻撃と誤認する問題
- プレイヤーでプロトコルを試してみる



RealPlayer
「ツール」 「再生情報の統計」

Windows Media Player
「表示」 「統計情報」



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved. 34

Streaming Technology

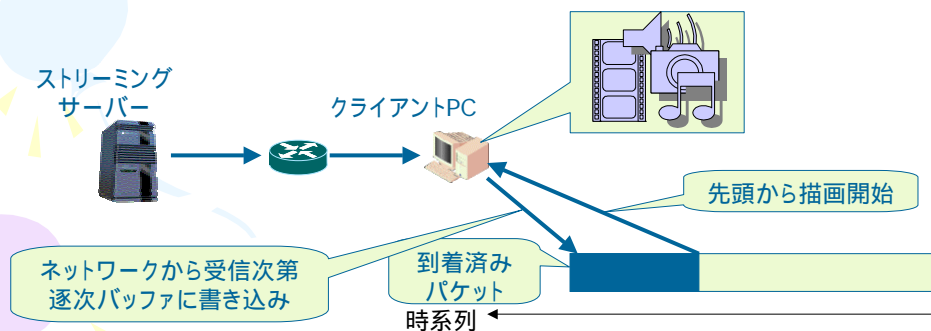
- ストリーミング、バッファリング
 - データを連続的に送出し(ストリーミング)
 - 再生するまでにデータをスプールに貯める(バッファリング)
 - 不安定なネットワーク回線を使用しても安定した再生を可能とする
 - インターネットは不安定な基盤という前提に立っている
 - 数秒~数十秒、時には数分のディレイが発生する

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

35

プログレッシブ再生

- 従来のダウンロード型のコンテンツは、一度HDDに保存をした後に、HDD内のコンテンツを再生
- ストリーミングプロトコルでは、ネットワークから受信して逐次再生

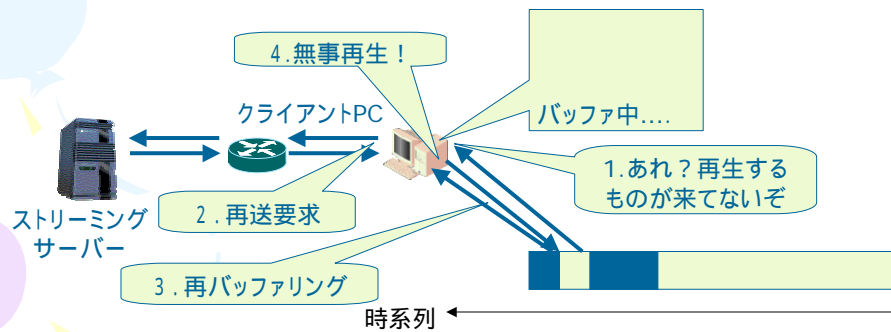


©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

36

バッファリング

- 逐次再生する際に、あらかじめジッタや揺らぎを吸収できるように、一定のバッファに蓄積をしている
- ネットワークの混雑時などには、再送要求などもあり、結果、バッファリングが行われる



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

37

ストリーミング&バッファリング

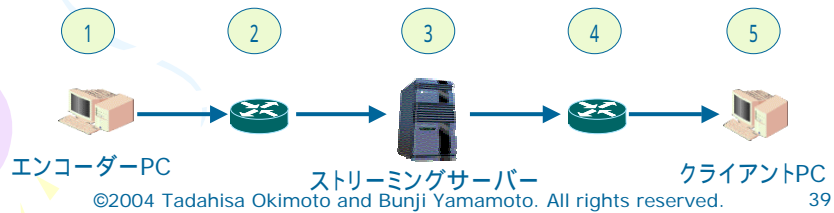


©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

38

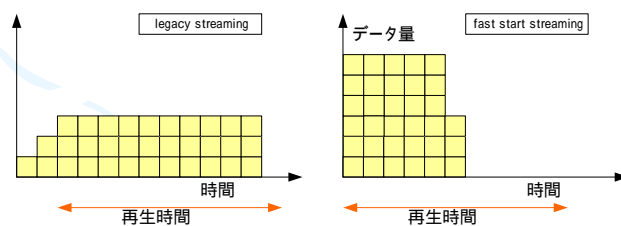
遅延

- ストリーミング放送が遅延する主な理由
 1. エンコーダーでのデジタル化処理能力
 2. エンコーダーからサーバーへのネットワーク
 3. サーバからクライアントPCに配信する処理
 4. サーバからクライアントPCへのネットワーク
 5. クライアントPCの再生描画処理能力



Streaming Technology

- ファストスタート
 - Fastcache (WMT9), TurboPlay (Real)
 - もはやインターネットのブロードバンド化が進んだ
 - ストリーミングのフラストレーションは、待ち時間と再生の途切れにある
- サーバがデータを送りつけられるだけ送りつける
 - データ転送が短時間で済む
 - ナローバンドの場合: 既存技術で対処





Streaming Technology

- 最適な帯域でのサービス
 - Thining
 - データ(フレーム)を間引いていく
 - 了解度の低下を招く
 - コンテンツスイッチング
 - プレイヤーの設定ないし状態を見てナローバンド、ブロードバンドのコンテンツを切り替える
 - JavaScriptやFlashなどでの実装あり
 - 変化するネットワーク状況に反応できない
 - バリエブルビットレート
 - 一本のストリーム中に複数帯域のデータをマージ
 - 配信状況を見て受信中に帯域を切り替えていく
 - 作成するコンテンツは一つでよい

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

41



Streaming Technology

- バーストの問題
 - 固定ビットレート(Constant Bit Rate)でも、バーストが発生する
 - 回線やルータなどのパフォーマンスに影響を及ぼす
 - ジッタやレイテンシが発生し、品質の劣化につながる
 - バーストを抑える装置
 - パケットシェーピング装置
 - VoIPの導入においてよく使われる
 - パケット平滑化技術
 - いくつかのMPEG-2伝送装置の機能
 - スイッチとルータ間に入れて使う装置

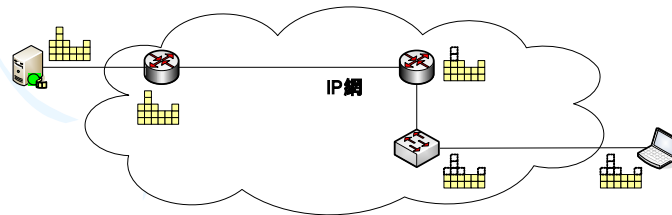
©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

42

Streaming Technology

- パケット廃棄の問題

- 送信側ルータ、スイッチだけではなく、受信側までの経路上にあるすべてのルータ、スイッチの問題
- 経路上にキューの少ない装置があるとそこでパケットが廃棄されてしまう



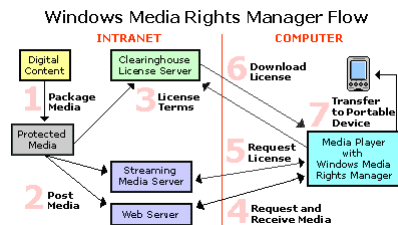
©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

43

Streaming Technology

- Digital Rights Management

- 著作権保護技術
 - Helix DRM
 - Windows Media DRM
- パッケージャ
- 配布
- ライセンスサーバ
- デバイスでの再生



出展: <http://www.microsoft.com/japan/windows/windowsmedia/wm7/drm/architecture.aspx>

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

44

オーディオビジュアル

- AVの基礎的な知識はあった方がよい
- Audio
 - PA: Public Audioの略
 - 舞台音響
 - バランス端子
 - +、-、GNDの三本で構成され、ノイズに強い
 - XLRコネクタ(キャノンコネクタ)
 - アンバランス端子
 - 信号、GNDの二本で構成
 - RCAコネクタ(白/赤の端子)

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

45

オーディオビジュアル

- Video
 - SDTV: Standard Definition TV
 - 4:3
 - HDTV: High Definition TV
 - 16:9
 - 3CCDカメラ
 - R,G,Bを分光しそれぞれ個別のCCDで情報を取り出す
 - BNCコネクタ

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

46



前半終了

10分休憩



Part.2

アプリケーション総覧

RealMedia



- RealNetworks社(創立時はProgressive Networks社)
 - <http://www.jp.realnworks.com/>
 - 現在も使われているストリーミングアプリの中では最も老舗
- サポートOSは多岐にわたる
 - サーバはWin/Unix
 - プレイヤーはWin/Mac/Linux等
 - エンコーダはWin/Solaris/Linux
- メディアサポート
 - RealOne Player以降Windows Media, QuickTimeの受信サポート
 - Helix Universal ServerでQuickTime, WindowsMediaの配信もサポート
 - 自社が運営するHelix CommunityにてOSSのサポート
- 世界初?のCDN "Real Broadcast Network" を設立
 - MCI(当時)との連携、その後他ISPにも進出
- 最近では携帯ストリーミングビジネス、音楽配信ビジネスに注力中?
 - Vodafoneとのworldwideな提携
 - Harmony

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

49

Windows Media



- Microsoft社
 - <http://www.microsoft.com/japan/windows/windowsmedia/>
 - 以前のアプリ名はNetShow
- PlayerはWin/Macをサポート
- サーバはWindows Serverにのみ標準添付
 - » Windows 2000 Server: Windows Media Services 4.1
 - » Windows Server 2003: Windows Media Services 9
- WMT9でCODECやサーバシステムの大幅な刷新
 - WMV9, WMA9
 - HDや5.1chのサポート
 - RTSP
 - 標準化仕様への追従、レガシープロトコル(MMS)の排除
 - バッファリング時間の短縮
- 次世代DVDにもVC-1(VC9)CODECの採用が決定している
 - 単なるストリーミングアプリケーションからCODECビジネスへ

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

50

QuickTime

- Apple Computer社
 - <http://www.apple.com/jp/quicktime/>
- PlayerはWin/Macをサポート
- ServerはMacOS X Server上でのみ稼動
- PC上のビデオシステムとしては最も老舗
- 最近では3GPP/3GPP2のサポートで有名
- “Darwin” OSSプロジェクト
 - <http://developer.apple.com/darwin/projects/streaming/>
 - ソースコード、MacOS X, Red Hat Linux 9, Solaris 9, Win2000/2003 Server用サーバあり



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

51

フォーマット

- MPEG
 - Moving Picture Experts Group
 - MPEG-1: ビデオCD
 - MPEG-2: デジタルTV
 - Transport Stream: リアルタイム伝送、通信
 - Program Stream: DVD
 - MPEG-4: モバイル

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

52

フォーマット

- H.264/AVC (MPEG-4 Part 10)
 - Advanced Video Coding
 - MPEG2の2倍程度の圧縮率
 - ISO+ITU-Tのjointにて開発
 - 地上波デジタルモバイル向け放送やHD DVDで採用が決定

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

53

DV/HD over IP

- DVやハイビジョンといった高品質映像のIP伝送
 - 一対一での使われ方が多い
 - 映像中継回線的な使われ方
 - ポイントでの映像配信
 - 帯域
 - MPEG-2 SD ~ 50Mbps
 - HDV 20Mbps
 - DV 33Mbps
 - MPEG-2 HD 15 ~ 80Mbps
 - 参考
 - 地上デジタルHV 14Mbps
 - 衛星デジタルHV 24Mbps
 - 非圧縮ハイビジョン 1.4Gbps

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

54

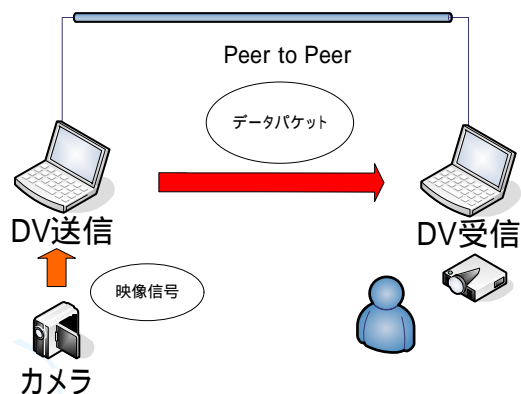
DV over IP

- デジタルビデオをIPで伝送する
 - もともとデジタル・そのデータをIPパケットにして伝送
 - 非常に手軽
 - 帯域は約33Mbps(LAN向け)
- DVTS(WIDE project)
 - <http://www.sfc.wide.ad.jp/DVTS/>
- DVcommXP(Fatware)
 - <http://www.fatware.jp/>
- IP-8000(Fujitsu)
 - <http://telecom.fujitsu.com/jp/products/broadsight/ip8000.html>
- 日本ビクターの業務用DVデッキ

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

55

DV over IPのデモ



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

56

DLNA

- Digital Living Network Alliance
 - http://www.dlna.org/home_jp/
- デジタル家電同士の接続性を持たせる
 - UPnPやHTTPの「どこをどのように使う」という基準を作成している
 - メーカーを中心とした会員メンバー
- 例) Windows Media Connect

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

57

アプリケーションリスト

- RealMedia
 - RealPlayer
 - Real Producer
 - Helix Server
- Windows Media
 - Windows Media Player
 - Windows Media Encoder
 - Windows Media Service
- QuickTime
 - QuickTime Player
 - QuickTime Broadcaster
 - QuickTime Server
 - Darwin Streaming Server

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

58



機材リスト

- Load Balancer
 - Cisco CSS series
 - F5 BIG-IP
 - Foundary ServerIron
 - Nortel Networks Alteon
- Splitter/Cache Server
 - Microsoft Windows Media Server 9
 - Network Appliance NetCache
 - RealNetworks Helix Server

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

59



機材リスト

- ハードウェアエンコーダ
 - Digital Rapids StreamZ/StreamZ HD
 - Optibase MGW5100/1100/2400
 - Sony Anycast station
 - I-O Data TSR-MS4R
- ソフトウェアエンコーダ / 映像編集ソフト
 - ChannelStorm LiveChannel
 - discreet Cleaner
 - Apple FinalCutPro/FCP HD
- 監視ソフトウェア
 - PFU StreamingMonitor

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

60



RFC

- The Internet Engineering Task Force
 - <http://www.ietf.org/>
- RTP
 - RFC3550 RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications
- RTP (DV)
 - RFC3189 Payload Format for DV (IEC 61834) Video
 - RFC3190 RTP Payload Format for 12-bit DAT Audio and 20- and 24-bit Linear Sampled Audio
- RTSP
 - RFC2326 Real Time Streaming Protocol (RTSP)
- SIP
 - RFC3261 SIP: Session Initiation Protocol
- SDP
 - RFC2327 SDP: Session Description Protocol

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

61



ITU

- International Telecommunication Union,
<http://www.itu.int/>
 - ITU-R ITU Radiocommunication Sector
 - ITU-T ITU Telecommunication Standardization Sector
 - ITU-D ITU Telecommunication Development Sector
- ITU-T
 - Audiovisual and multimedia systems
 - H.323 Packet-based multimedia communications systems
 - H.264 Advanced video coding for generic audiovisual services
 - T.120 Data protocols for multimedia conferencing

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

62



SMPTE

- Society of Motion Pictures and Television Engineers (米国映画テレビ技術者協会)
 - <http://www.smpte.org/>
- SMPTE259M
 - 10-Bit 4:2:2 Component and 4fsc Composite Digital Signals-Serial Digital Interface
- SMPTE292M
 - Bit-Serial Digital Interface for High-Definition Television Systems

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

63



3GPP/3GPP2

- The 3rd Generation Partnership Project
 - <http://www.3gpp.org/>
- The 3rd Generation Partnership Project 2
 - <http://www.3gpp2.org/>
- 第3世代移動体通信システムの標準化プロジェクト
 - 3GPP: GSM/W-CDMA
 - 3GPP2: CDMA2000
 - ストリーミング系ではその動画通信方法を指していることが多い
- NTTドコモ:i-Motion (3GPP)
- au: EZムービー (3GPP2)
- Vodafone: Vodafone Live! (3GPP)

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

64



Part.3のポイント

- ビジネス化に伴い大規模な配信が求められている
- いくつかの要素技術があり、複合系もある
- CDNの可能性とその限界、CRNアーキテクチャ

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved. 66

大規模配信

- ブロードバンド時代のキラアプリケーションとして、ストリーミングコンテンツは注目を集めている
- 特に同時に多数のユーザーがアクセスするような大規模なライブ配信には、様々な要素技術の複合系で実現されている

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

67

大規模配信の要素技術

- スプリッティング
 - 複数サーバでの同時配信の仕組み
- 負荷分散
 - 配信サーバ側での対応
 - 多量のアクセスを裁く複数サーバの高負荷対策の仕組み
 - ユーザーのアクセス時の対応
 - Webサーバでの対応
 - リクエストルーティング
 - 複合技術
 - CDN/CRN
- その他

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

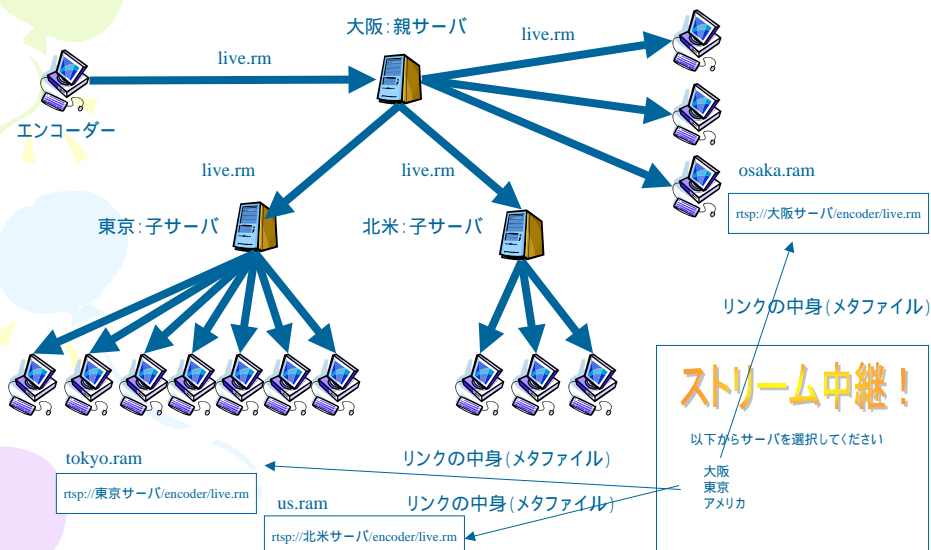
68

スプリッタ技術

- スプリッタ

- RealNetworksが提唱しているサーバ側での同時再送信の仕組み(WMTでは「リモート公開ポイントの作成」)
- 大規模配信や事業者横断的相互連携配信における要素技術で、CDNの要素技術の一つでもある

スプリッティング概念図



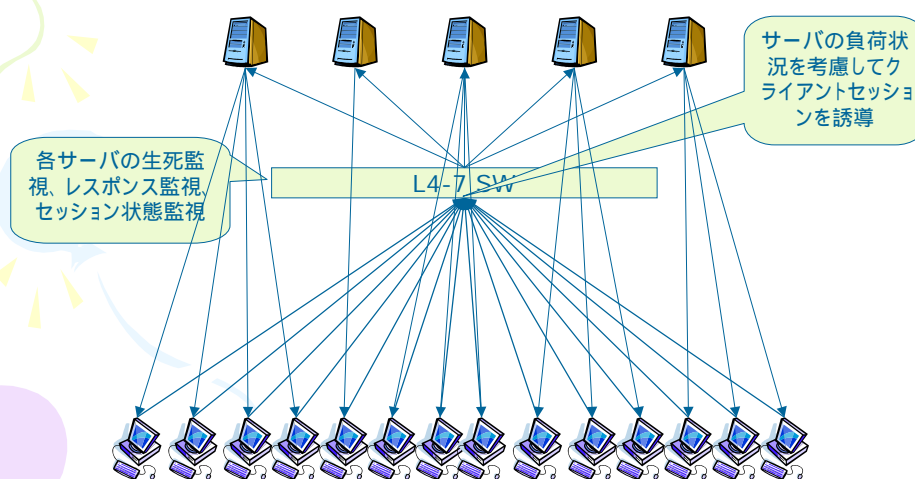
負荷分散

- 負荷分散
 - 配信サーバ側での工夫
 - 複数台のストリーム配信サーバをL4-7 SWにて局所負荷分散を実現
 - 入り口での捌き
 - Webページにおいて複数のリンクボタンを準備
 - DNSラウンドロビンで同一FQDNで対応
 - 複合技術(両側面からの実現)
 - L4-7 SW と DNSと組み合わせることにより、広域負荷分散を実現
 - CDN/CRN

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

71

局所分散



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

72

クライアント側の誘導例

複数リンクボタン

ストリーム中継!

以下からサーバを選択してください

サーバ A サーバ B
サーバ C サーバ D
...

各サーバごとにメタファイルを準備

```
server-a.ram  
rtsp://server-a.hoge.com/encoder/live.rm  
server-b.ram  
rtsp://server-b.hoge.com/encoder/live.rm  
server-c.ram  
rtsp://server-c.hoge.com/encoder/live.rm
```

DNSラウンドロビン

ストリーム中継!

PLAY!

メタファイルの中身は、FQDNで記載
rtsp://realserver.hoge.com/encoder/live.rm

```
DNSサーバ設定で、  
@ IN SOA ns.hoge.com....  
...  
realserver IN A xxx.xxx.xxx.xxx  
          IN A yyy.yyy.yyy.yyy  
          IN A zzz.zzz.zzz.zzz  
のようにラウンドロビン設定
```

いずれも、サーバの状態監視との相互連携が課題

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

73

(参考)ユーザー心理調査

ストリーム中継!

以下からサーバを選択してください

ISP A
ISP B
ISP C
...

縦並びのときは、
一番上の[ISP A]
を選択する人が
最も多い

ストリーム中継!

以下からサーバを選択してください

link A link B
link C link D
...

複数列、複数行
のときは、一番左
上の[link A]を選
択する人が最も
多い

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

74

リクエストルーティング

- リクエストルーティング

- L4-7 SW と、DNS技術を連携させた誘導

- L4-7 SW:各サーバの配信状況を監視
- DNS:ユーザーからの名前解決時に、管理下のL4-7 SWからもっとも近いノードを選択し、名前解決の答えを最寄のサーバとする (GSLB: Global Server Load Balance)

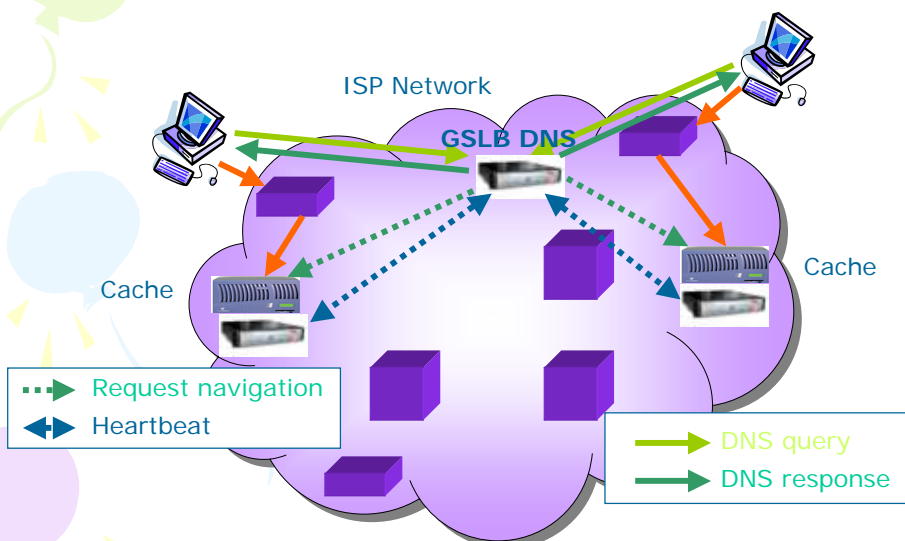
- メタファイルの動的生成技術による誘導

- DNSベースでは、自分のレゾルバDNSが遠い存在であれば、有効な手段ではないため、もう少し細かいレベルでの誘導を、IPアドレスの経路情報などを元を実現

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

75

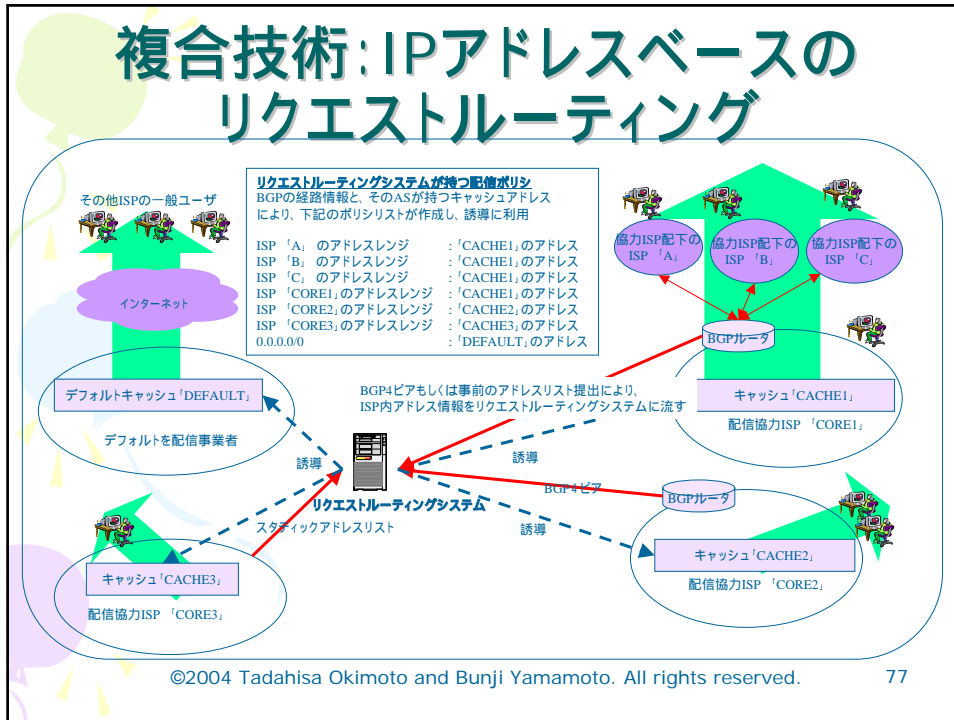
複合技術: DNSベースのGSLB



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

76

複合技術: IPアドレスベースのリクエストルーティング



CDN

- CDN: Contents Distribution/Delivery Networkの略
- Webサーバやストリーミングサーバなどで取り扱う大容量コンテンツを、キャッシュサーバなどの仕組みを積極的に利用した大規模広域分散配信システム
 - リバースキャッシュ技術
 - 局所分散技術
 - キャッシュ管理技術
 - リクエストナビゲーション技術
- 放送型メディアとしての大規模配信としてCDNが注目されている

CDNとは？

アメリカ



日本



オーストラリア



イギリス

アフリカ

エンドユーザのラストワンマイル近傍にキャッシュサーバを配置し、インターネット上のコンテンツをストレスなく配信するためのプラットフォーム

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

79

CDNに求められる要素

- 多くのエンドユーザに快適なアクセス環境を提供
 - 品質を保つことの出来るカバーエリアの広さ
 - 多数のキャッシュサーバの適正分散配置
 - エンドユーザから最も近いキャッシュへの誘導
 - リクエストナビゲーション
 - コンテンツの鮮度コントロール、キャッシュ管理
 - いかにロスなく同期をとって更新できるか
- ISP系CDN
 - 自ISP内の環境を如何に快適にするか
- CDN事業者
 - 提携ISP網、特定サービス網内に快適配信
 - インターネットを利用しつつ広い範囲をカバー

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

80

大規模配信の限界

- エンドユーザーの数の問題
 - 単一ISPだと数百万オーダーの会員数
 - コンテンツ購入をプロモーション目的以外でできる？
 - ISP会員、そのうちストリームを見る人、さらに特定のコンテンツに興味のあるのはいったい何%？
 - 300kbpsで1万ユーザーにライブ配信...
 - $300\text{kbps} \times 10,000 = 3\text{Gbps}$ 、、、とんでもない
- より多くのインターネットユーザの満足を特定1社のCDNだけで満たすことは不可能
- 事業者横断的な仕組みづくりの整備が必要

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

81

CRN

- CRN: Content Routing Networkの略
- 複数の事業者が同一コンテンツを配信する、いわゆる事業者横断的に配信を行う際、各社のCDN(もしくは配信システム)間をつなぐ仕組みが必要
- CRNフォーラムの立ち上げ
 - 上記のニーズにこたえるために2001年設立
 - 技術的な連携配信の仕組みの確立
 - ビジネスモデルの確立

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

82

CRNフォーラム

<http://www.crnf.net/>



- 2001年設立、有限責任中間法人CRNフォーラム
- 代表: 門林雄基 (奈良先端科学技術大学院大学助教授)
- 大学、ベンダー、キャリア、ISP、ASPなどで構成
- 設立趣旨:
 - 大規模かつ高品質なコンテンツ配信を可能とするアーキテクチャ“CRN”を中心として、コンテンツビジネスへの参入障壁を取り払っていくことを目指す
 - プロバイダフリーな、さまざまな高品質コンテンツを手に入れることのできる真のプロードバンド・インターネットの実現
- 技術部会とビジネスモデル部会で活動中
- 各種実証実験を通じ、事業者横断的なCDN間ピアリング技術の確立、協調配信の仕組みづくりを実現

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

83

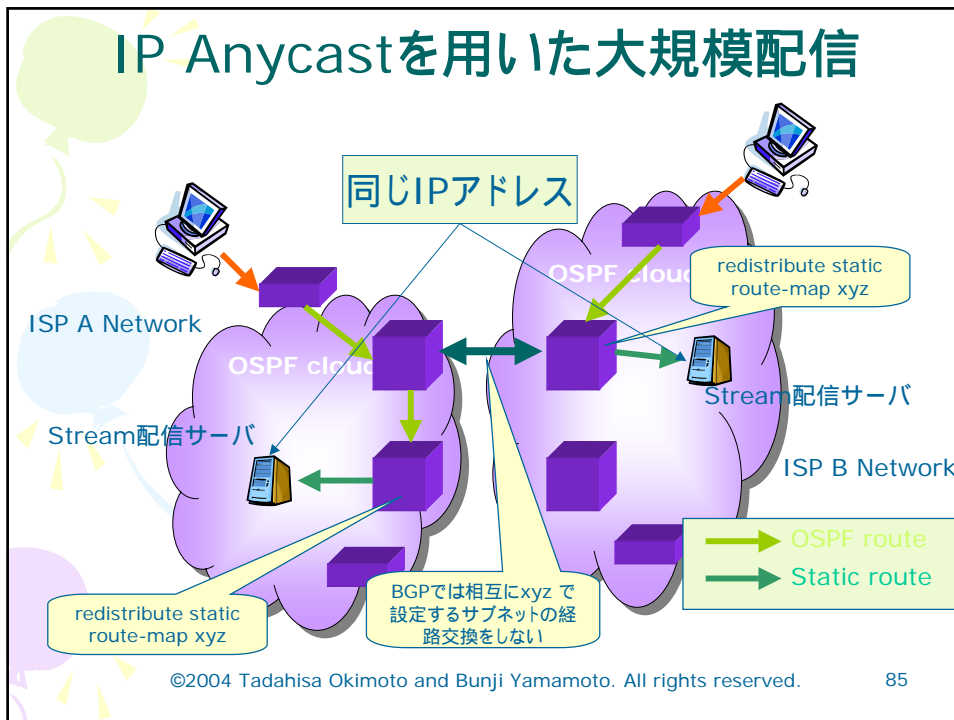
その他

- IP Anycast配信
 - ISPの単位であるAS単位ごとに、同一のIPアドレスを持つサーバを構築して、配信を行う技術
- P2P配信
 - プロードバンドのアクセス回線であるFTTHの上り回線を活用したP2P型の配信アプリケーション
 - インストールした端末同士が、P2P技術を用いて、自らがクライアントだけでなく、再送信のストリーム配信サーバとなる技術
 - 代表的なアプリケーション
 - ShareCast <http://www.scast.tv/scast/>
 - PeerCast <http://www.peercast.org/>

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

84

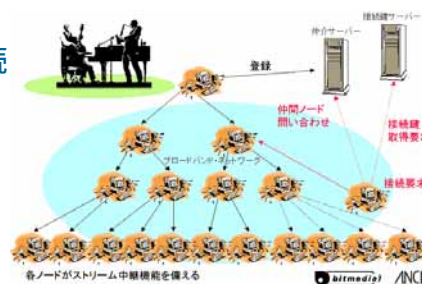
IP Anycastを用いた大規模配信



P2P型配信: ShareCastの例

ShareCastの動作

1. ノードが仲介サーバに対して配信ツリーに接続要求
2. さらに、接続鍵サーバに接続鍵の取得要求
3. 仲介サーバから仲介された仲間ノードに対してツリー参加を問い合わせ
4. 必要であれば接続鍵を同時に送付
5. ノードは自らの接続情報を仲介サーバに登録



<http://www.scast.tv/scast/>

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

86

最後に大事なTIPS

- まずWebサイトへアクセスという基本
 - Streamを見る前にはWebサイトにつながなければ再生が始まらない
- Webサイトの重要性
 - Webサイトのキャパは十分に確保する
 - 毎秒同時数万セッションはあたりまえ
 - 局所分散は必須、できれば複数サイトで広域分散
 - Webに関してはDNSラウンドロビンだけでも効果は十分
 - より精度をあげるなら、GSLBなどの導入
 - コンテンツはできるだけ軽く
 - バナー広告ばりばりだと...

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

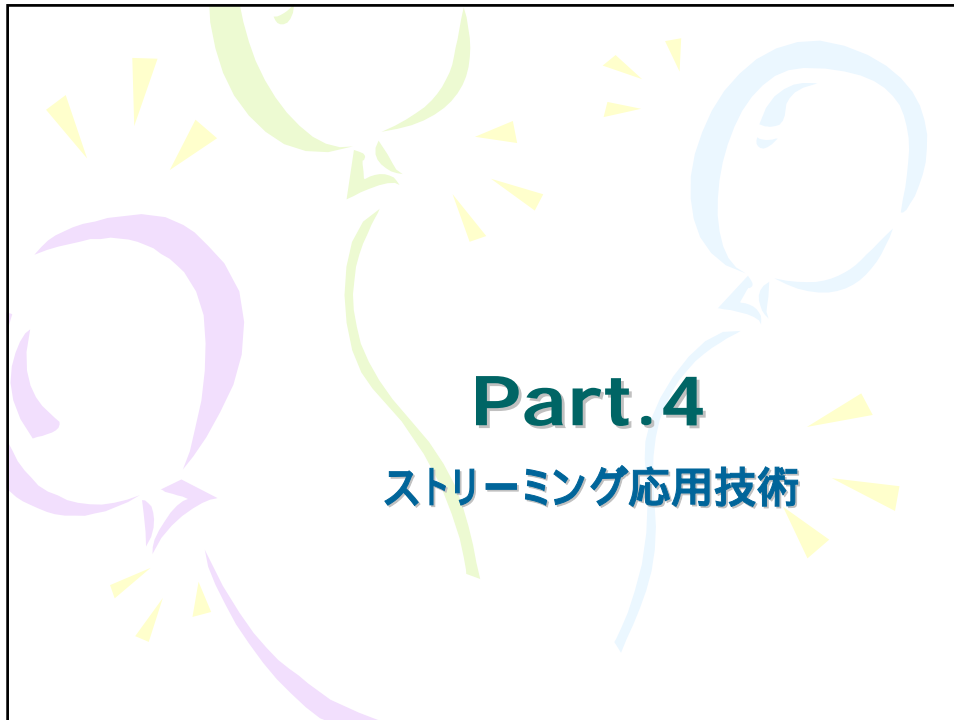
87

本当に最後の大事なTIPS

- 一番重要なのは、告知なんです
 - いくらストリームサーバやWebサーバを複数用意しても、、、
 - アナウンスがないとユーザーはイベントを知らない
 - なるべく早めにアナウンス
 - くだいぐらいにアナウンス
 - 当日さらにとどめのアナウンス
 - より多くのユーザーに見ていただく工夫は、あらゆる形態でやりましょう

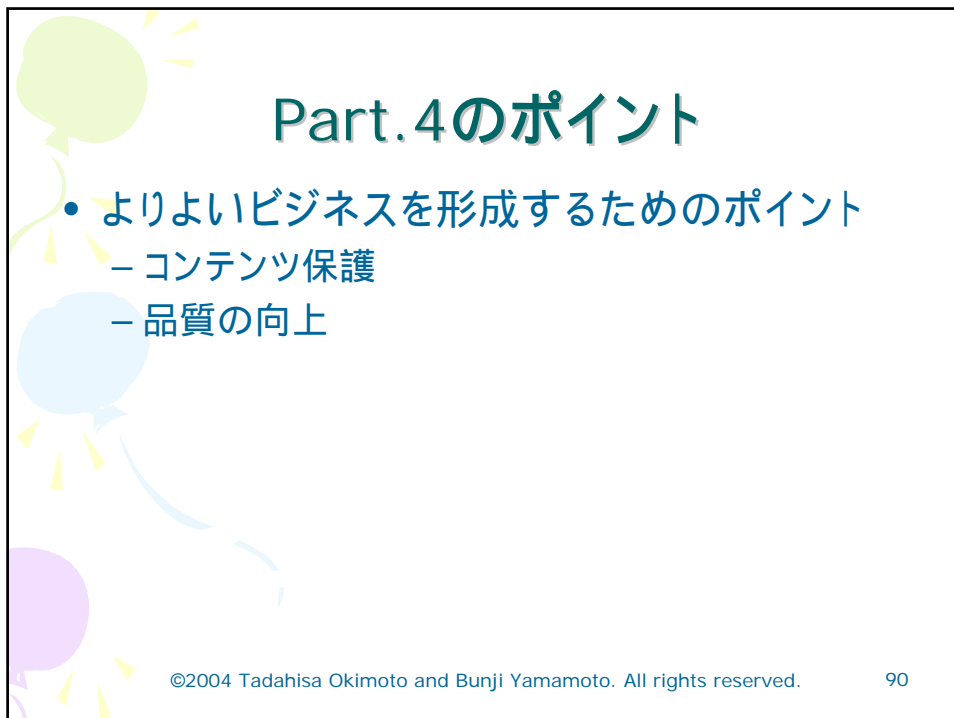
©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

88



Part.4

ストリーミング応用技術



Part.4のポイント

- よりよいビジネスを形成するためのポイント
 - コンテンツ保護
 - 品質の向上



ストリーミング応用技術

- 著作権保護
 - DRM
 - 視聴者限定の仕組み
- IP放送の受信品質

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

91



著作権保護

- デジタル情報であるためコピーを繰り返しても劣化しない
 - DRM: Digital Rights Managementが重要
 - 再生やコピー回数の制限
- オリジナルであることの証明
 - 電子透かし技術などの応用
- 視聴者限定の仕組み
 - 認証技術など

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

92

主要なDRM

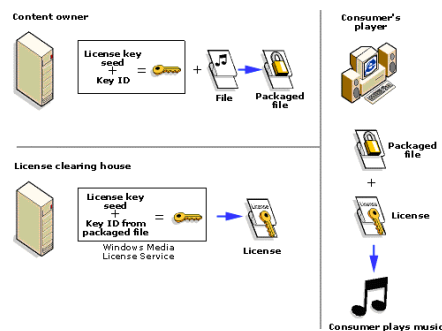
- WMRM(Microsoft)
 - WMTのDRM
- Helix DRM(RealNetworks)
 - 対応フォーマットが多いDRM
- Fair Play(Apple Computer)
 - iTunes Music Store で採用
- DNAS(SONY)
 - PlayStation2で採用
- OpenMG (SONY)
 - メモリスティックで採用
 - SDMI(Secure Digital Music Initiative)準拠

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

93

WMRM (Windows Media Rights Management)

- WMTのDRM
 - メディアファイルを鍵を使って暗号化
 - 鍵はライセンスサーバに保管
 - 再生回数、コピー回数、有効期限などを指定可能
- ユーザー側の動作
 - メディアファイルの再生の際にライセンスキーの取得を要求
 - ライセンスサーバから鍵発行を受ける
 - 支払いが発生
- 課題
 - ライセンス契約が大変
 - 暗号化の手間がかかる
 - 受信クライアントが変更になると再生できない



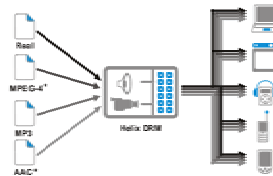
出展: <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/howto/articles/drmarchitecture.aspx>

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

94

Helix DRM

- RealNetworksのDRM技術
- 対応フォーマットが多い
 - RealAudio, RealVideo, MP3, MPEG4, AACなど
 - XMCL(eXtensible Media Commerce Language)対応
 - 5つのコンポーネントで構成
 - Helix DRM Packager
 - Helix DRM License Server
 - Helix DRM Client
 - Helix Universal Server DRM Plug-in
 - Helix DMR Device Support



出展:<http://www.realnworks.com/products/drm/>

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

95

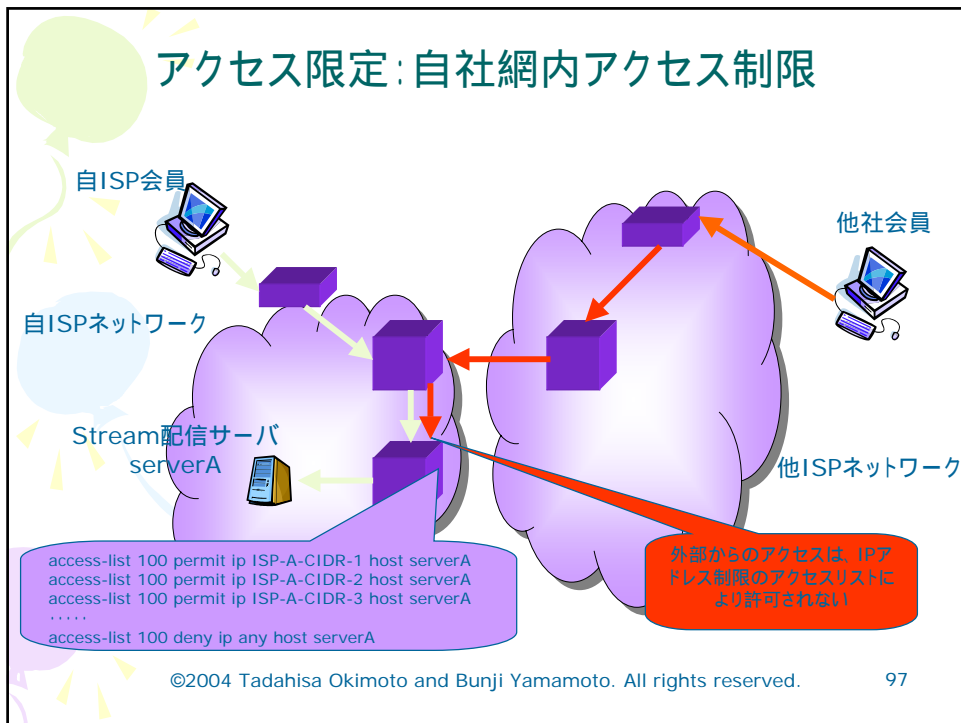
視聴者限定の仕組み

- 閉域網での配信、マルチキャスト配信
 - IPレイヤやアプリケーションレイヤでのアクセス制限による限定配信
- 専用受信デバイスの利用
 - STB(セットトップボックス)の利用、統一されておらずサービスごとに専用機
- 専用アプリケーションの利用
 - 独自方式のため業界標準とはなりにくく、流行らない

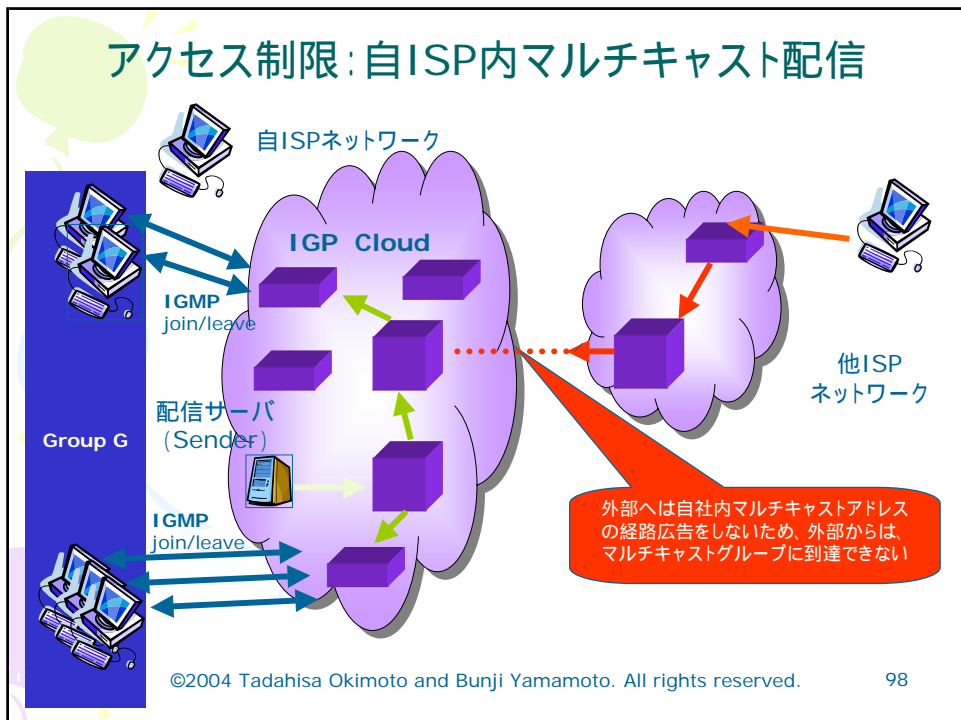
©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

96

アクセス限定: 自社網内アクセス制限



アクセス制限: 自ISP内マルチキャスト配信



視聴者限定の仕組み2

• 認証方式

– Webパスワードのみ

- ストリームサーバでの認証引継ぎができないためストリームURLがばれると著作権保護ができない

– Webパスワード+ ストリーミング認証

- 2回のパスワード入力が行われる場合もある
シングルサインオン
- 双方の認証DBの連携が必須

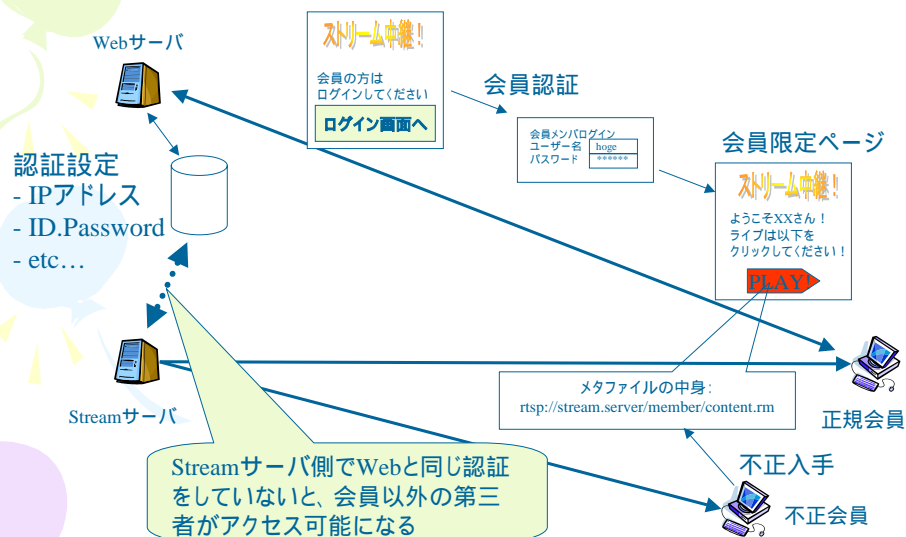
– Webパスワード+ DRM

- 購入した端末以外の再生に課題あり

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

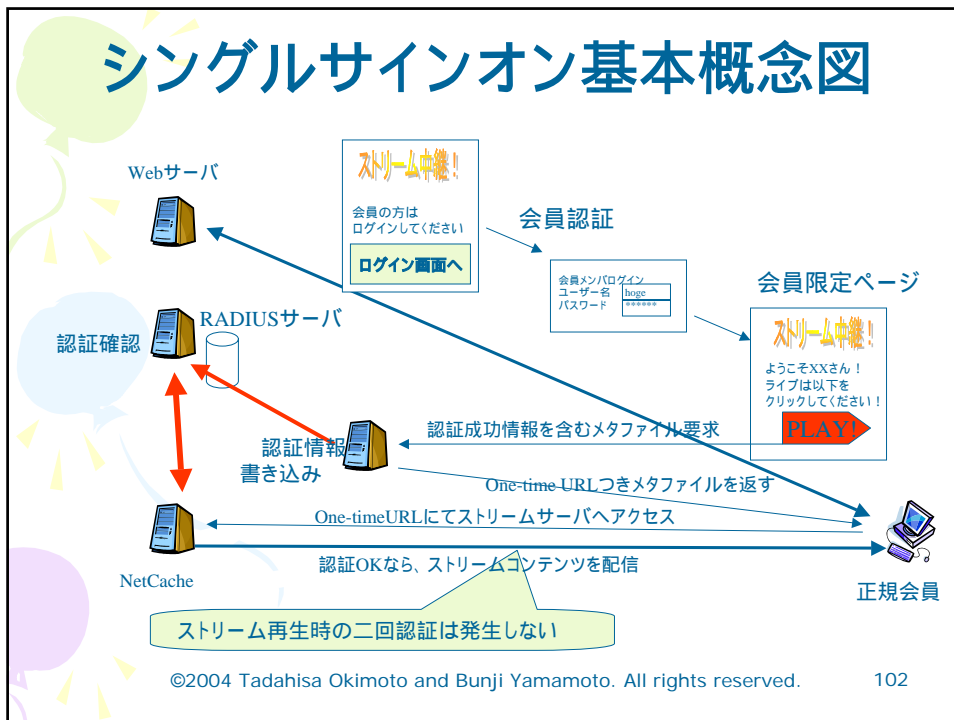
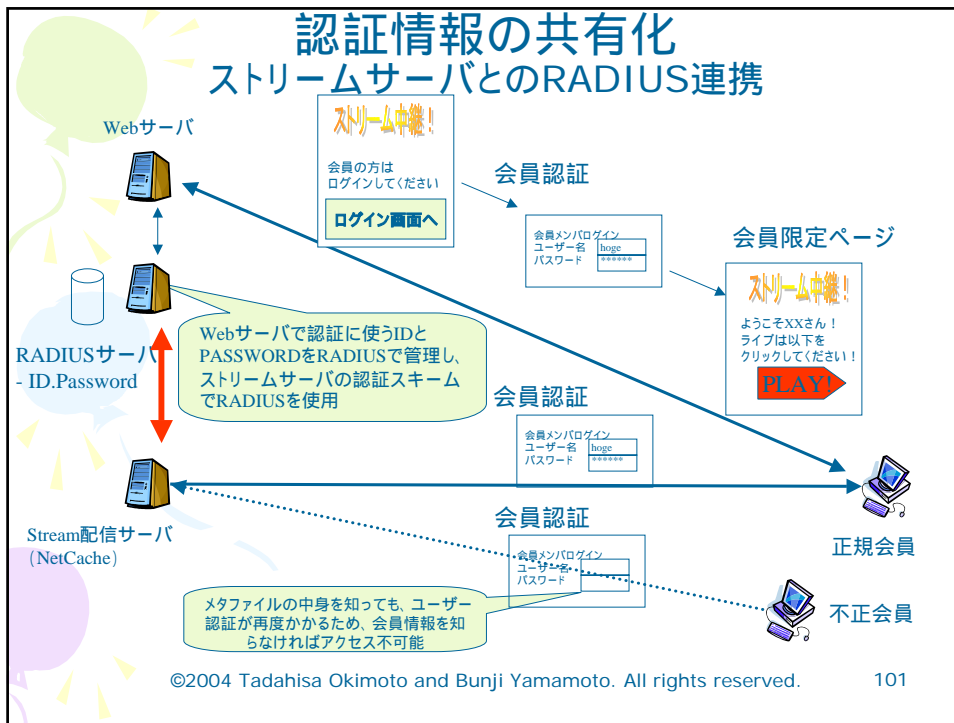
99

WebサーバとStreamサーバの認証関係



©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

100



ストリーミングにおける品質

- ストリーミングの受信品質について、誰も正しい状況を把握できていない
 - ログからデータのロスは類推できる
 - しかしリアルタイムにユーザ毎の状態を取れるシステムは存在していない
 - エラー補正の結果もわからない
- 受信品質把握のための技術
 - アクティブな観測
 - パッシブな観測

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

103

観測方法

- 仮想プレイヤーで受信(アクティブ)
 - SDKを利用し、サーバへ接続しデータのデコードはするが、画面表示は行わない「仮想プレイヤー」を作成
 - フレームレートの低下や再送パケット数の上昇は、経験的に主観評価の低下と関連があることがわかっている
- パケットモニタリング(パッシブ)
 - サーバから送出されるパケットをモニタ
 - RTSPのコマンドや、TCPの挙動からユーザ毎の状態を類推

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

104

今後の展開

- 通信事業者
 - Service Level Agreementに代表される一定の品質担保
 - 課金コンテンツやSTBなどへの展開時避けられない事項
- メーカー
 - STBなどでの再生状態フィードバックシステム
 - データの一致性、復元性など

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

105

Part.5 今後の展望

IP放送時代がやってくる

- 通信と放送が融合していく時代が到来
 - 媒体が違うだけで、要素技術はかなり似ている
 - 地上波デジタル放送の登場で、放送技術もデジタル化に完全にシフト
 - IP通信の世界でもブロードバンドを有効に活用したコンテンツ配信プラットフォームが整備されてきている
- トリプルプレイサービスの台頭
 - IPデータ通信、IP電話(VoIP)、映像配信の3つのサービスが光ファイバ(FTTH)で実現可能に

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

107

通信・放送融合をめぐる制度の動き

- 電気通信役務利用放送法の施行
 - 2001年6月 電気通信役務利用放送法の成立(2002.1施行)
 - 目的:CS放送及び有線テレビジョン放送(CATV)の設備利用の規制緩和を行うため、電気通信役務を利用した放送を制度化
- マスメディア集中排除原則の規制緩和の動き
 - 規制緩和の趣旨:放送を取り巻く環境の変化を踏まえ、放送による情報の多様な提供や地域性の確保を図るとともに、地上デジタル放送の推進にも配慮し、放送局の経営基盤の強化も視野に入れ、マスメディア集中排除原則の見直しを行う
- IP配信における著作権クリアランスルールの整備
 - 著作権を権利者と利用者との間で円滑に取引する市場の形成と著作権ビジネスの環境整備を目指す

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

108



本セッションのまとめ

1. ストリーミングの基本技術
 - 各種パーツ
 - ストリーミング技術
2. 各種アプリケーション
3. 大規模配信
 - 複数サーバ
 - 負荷分散(局所分散、広域分散)
 - CDN、CRN
4. コンテンツ保護、品質の向上
5. IP放送時代へ(午後のセッションへのイントロ)

©2004 Tadahisa Okimoto and Bunji Yamamoto. All rights reserved.

109



質疑応答

講義内容について
講義以外の内容でももちろん可

