

P2P型CDN

ストリーミングシステム(II)配信技術

Internet Week 2003 チュートリアル

2003年12月2日、パシフィコ横浜

鍋島 公章

目次

- ◆ CDN入門
- ◆ システム構築例

- ◆ MP3ストリーミング
- ◆ P2P型ストリーミング

CDN入門(1)

◆ Content の Delivery と Distribution

- IETF的定義

- ◆ 配達 (*Delivery*)

- コンテンツをクライアントに届けること

- ◆ 流通 (*Distribution*)

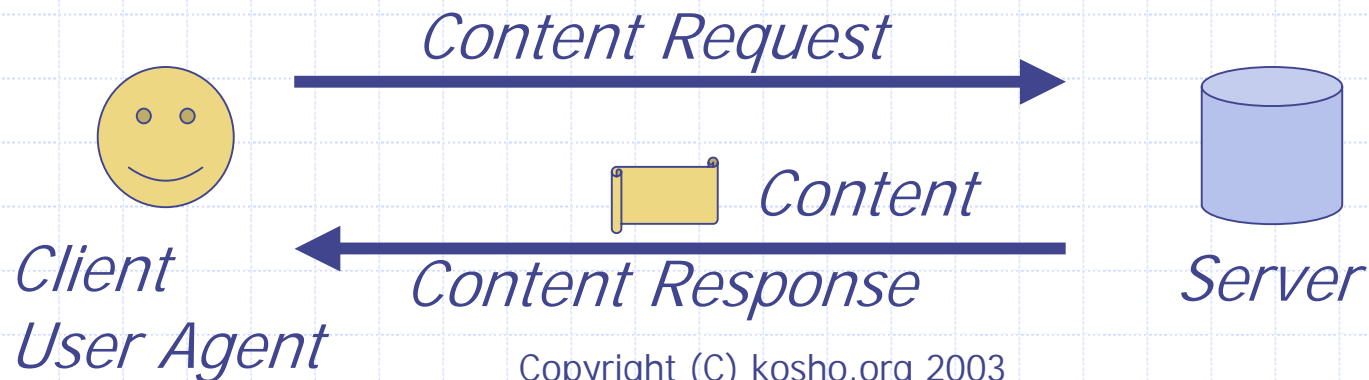
- コンテンツを配信網内に分散させること

- (*Italic*)の用語はRFCドラフトで定義されているものである

CDN入門(2)

◆ 基本用語

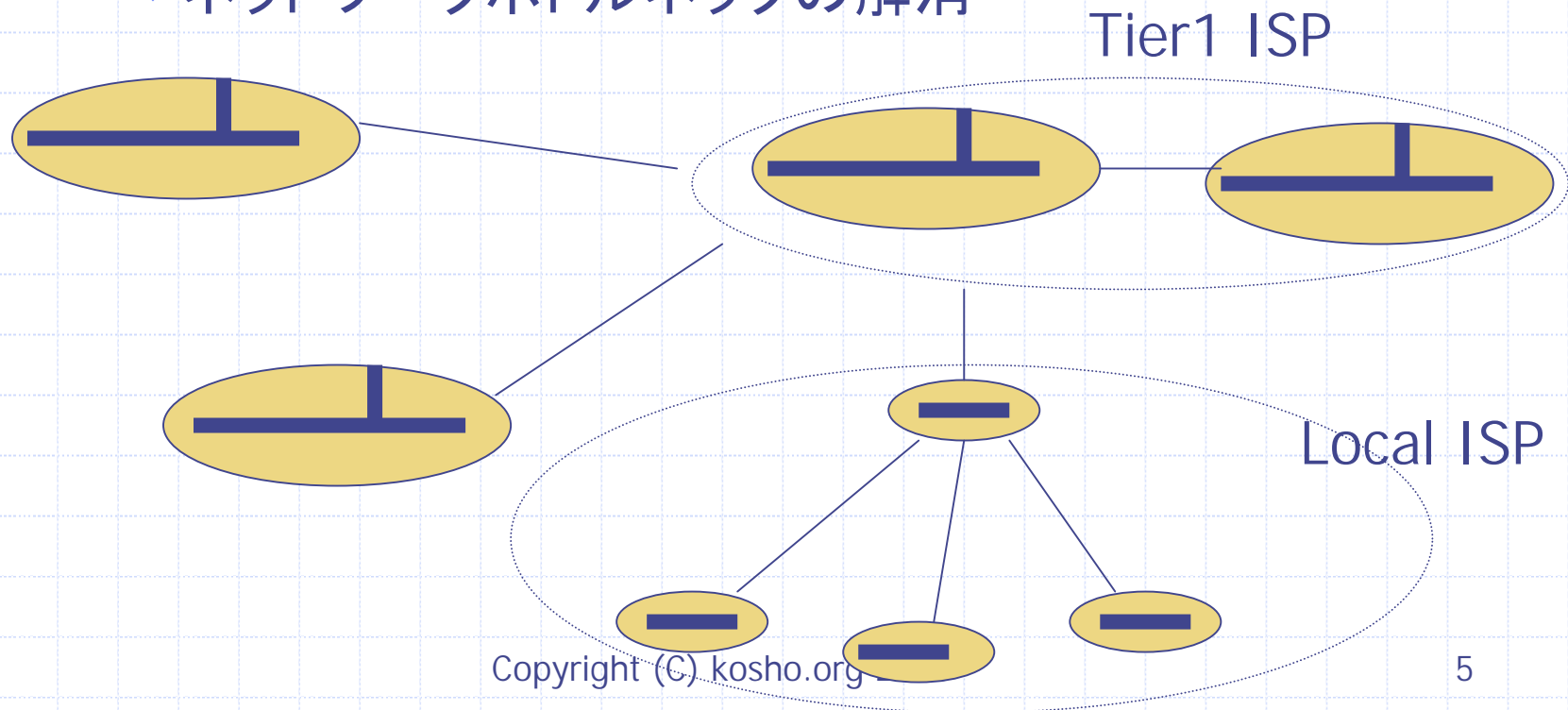
- コンテンツ(*Content*)
 - ◆ デジタルデータ
- クライアント(*Client*)
 - ◆ コンテンツ・リクエスト(*Content Request*)を送信し、コンテンツを含むコンテンツ・レスポンス(*Content Response*)を受信する
- ユーザエージェント(*User Agent*)
 - ◆ リクエストを開始するプログラム
- サーバ(*Server*)
 - ◆ コンテンツ・リクエストを受け、コンテンツ・レスポンスを返す



CDN入門(3)

◆ CDN (Content Distribution / Delivery Network)

- 別名 *CN (Content Network)*
- 目的
 - ◆ ユーザアクセスの高速化
 - ◆ ネットワークボトルネックの解消



CDN入門(4)

◆ コンテンツネットワークの要素(*Content Network Element*)

- サロゲート
- ディストリビューションシステム
- リクエストルーティングシステム
- アカウンティングシステム

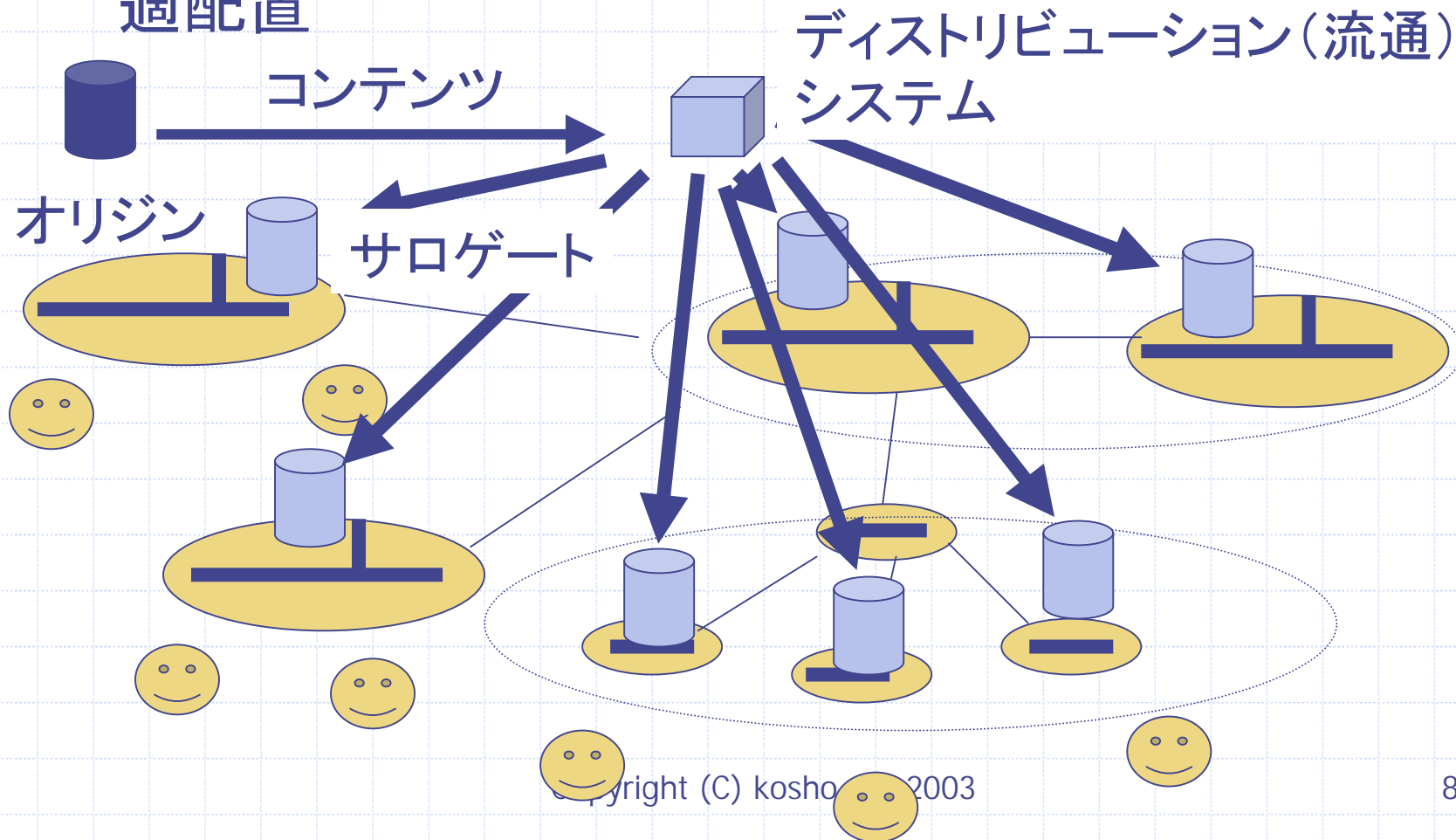
CDN入門(5)

◆コンテンツネットワークの要素(1)

- オリジン(*Origin*)
 - ◆ コンテンツが最初に登録される所
- サロゲート(*Surrogate*)/エッジサーバ
 - ◆ 複製のプレースホルダ
 - リバースプロキシ
 - 部分的ミラーサーバ
 - ◆ スプリッタ
- ディストリビューションシステム(*Distribution System*)
 - ◆ コンテンツをオリジンからサロゲート群に流通(移動、複製)(*Distribution*)
 - ◆ コンテンツの更新情報の通知(*Content Signal*)

CDN入門(6)

- ◆ セグメント内に、サロゲートを配置
- ◆ Distribution: サロゲート上にコンテンツの複製を最適配置



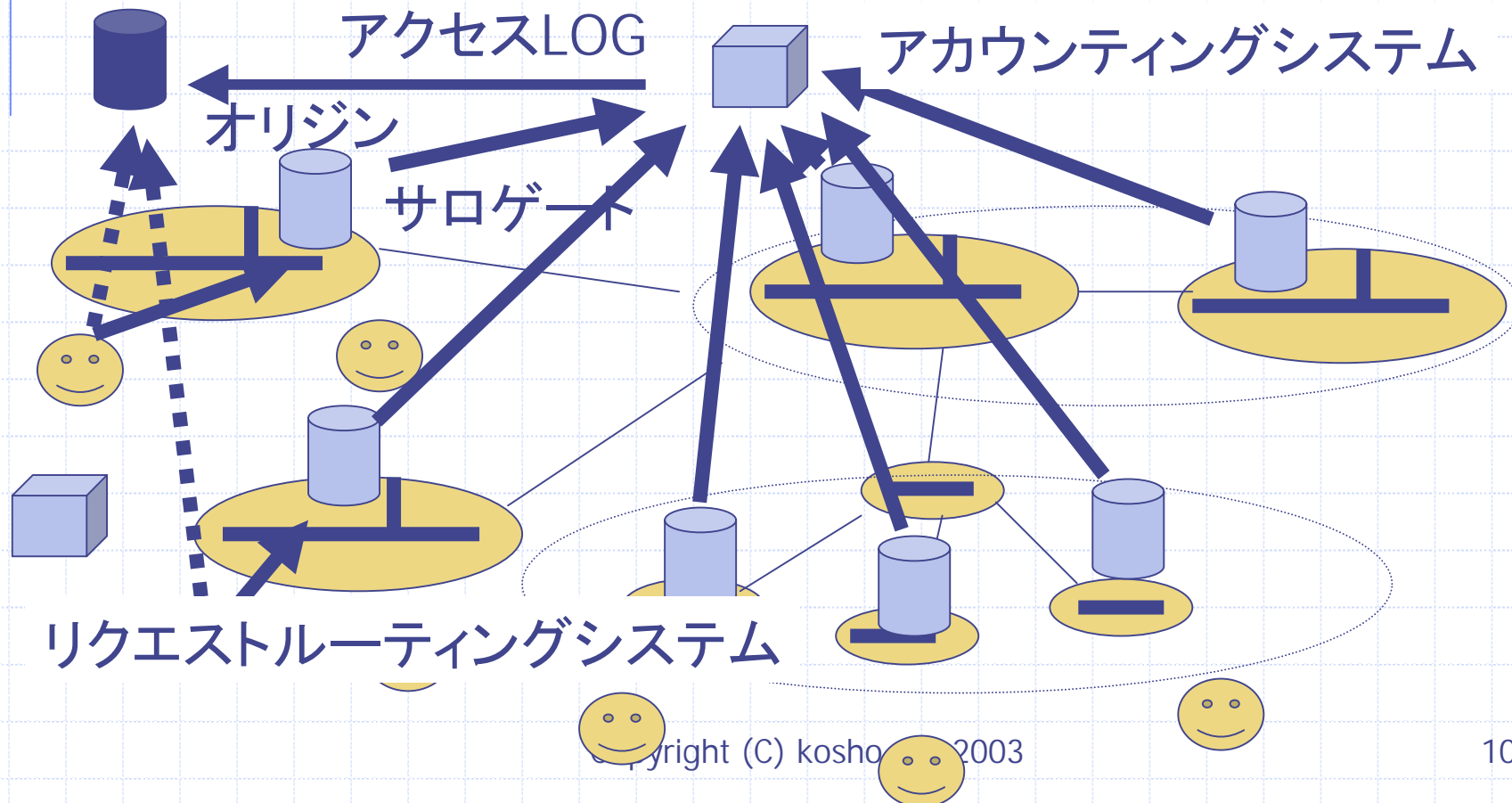
CDN入門(7)

◆コンテンツネットワークの要素(2)

- リクエストルーティングシステム(*Request Routing System*)
 - ◆ クライアントからのコンテンツリクエストを適切なサロゲートに導く
- アカウンティングシステム(*Accounting System*)
 - ◆ 流通と配送の記録管理
 - ユーザ認証、LOGの回収

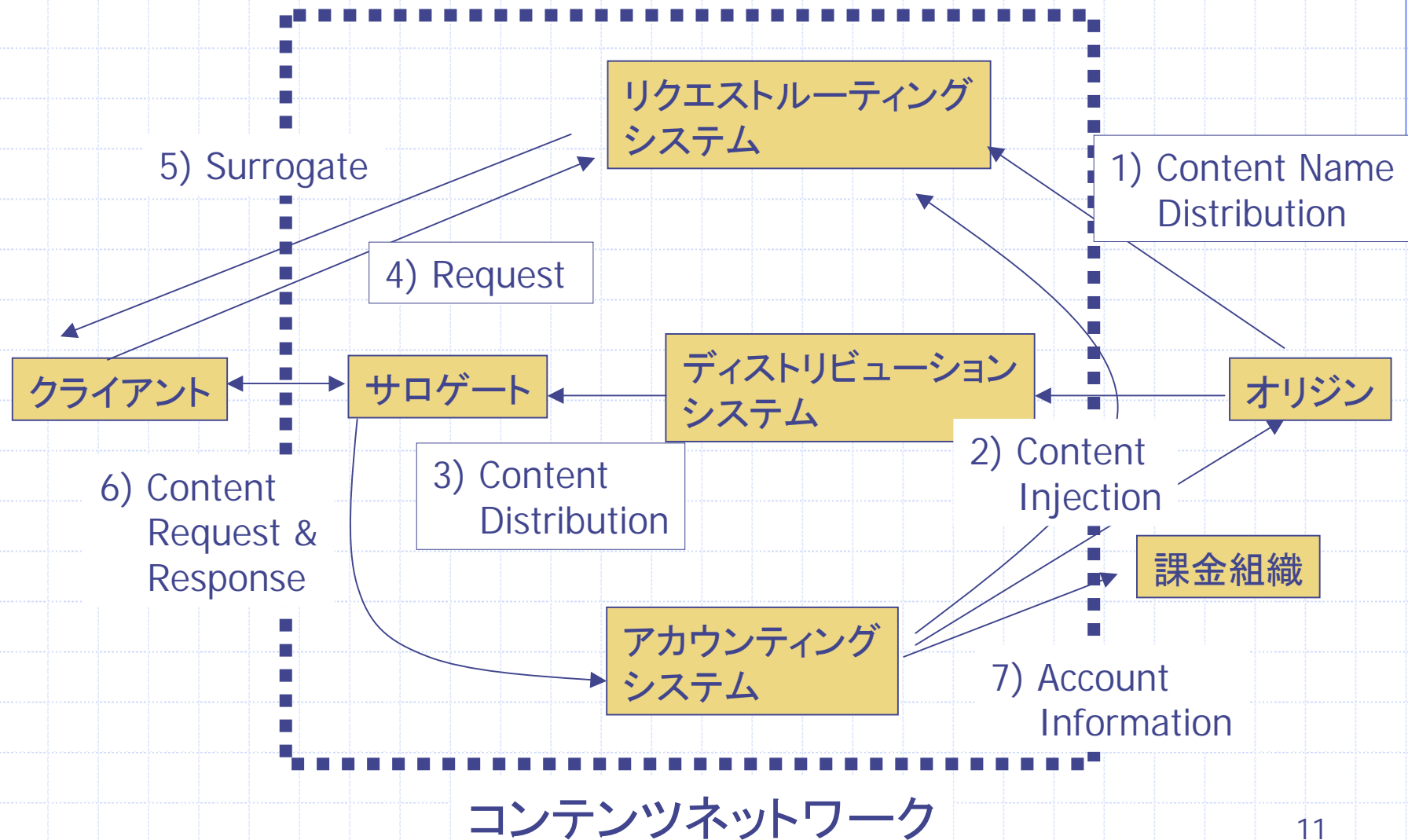
CDN入門(8)

- ◆ Request Routing: クライアントのコンテンツ要求を適切なサロゲートに導く
- ◆ Accounting: ユーザ認証、アクセスLOGの回収



CDN入門(9)

◆ 基本ダイアグラム



CDN入門(10)

◆ CDN技術と実装レベル

- グローバル・ローカル負荷分散
 - ◆ ラウンドロビン
 - ◆ 負荷分散
 - ◆ 地理的分散
 - ◆ 地理的分散＋負荷分散
- コンテンツ複製技術
 - ◆ キャッシュ型
 - ◆ 複製操作(プレロード、明示的削除)型
- アクセスLOG管理
 - ◆ 回収型
 - ◆ 即時型

CDN入門(11)

◆ ストリーミング用CDNの特徴

- ストリームはQoSに敏感
 - ◆ 広帯域、長時間
 - ◆ アグレッシブかつ強力なCDNが必要
- ライブ配信
 - ◆ 経路、QoS制御
- オンデマンド配信
 - ◆ ストリームの複製、動的生成は困難

CDN入門(12)

◆ ライブストリーミングCDN

- アプリケーション層ルーティング、QoS
 - ◆ ネットワーク層のルーティング、QoS
 - 自立・分散アルゴリズム
 - 複雑なポリシーの実現、俊敏な変更は困難
 - メトリック、アナウンス経路の変更
 - 複数のAS管理者の合意が必要
 - ◆ スプリッタ単位のラフな経路制御、QoS
 - ストリーミングのみの制御
 - 中央制御
 - 変更の俊敏性

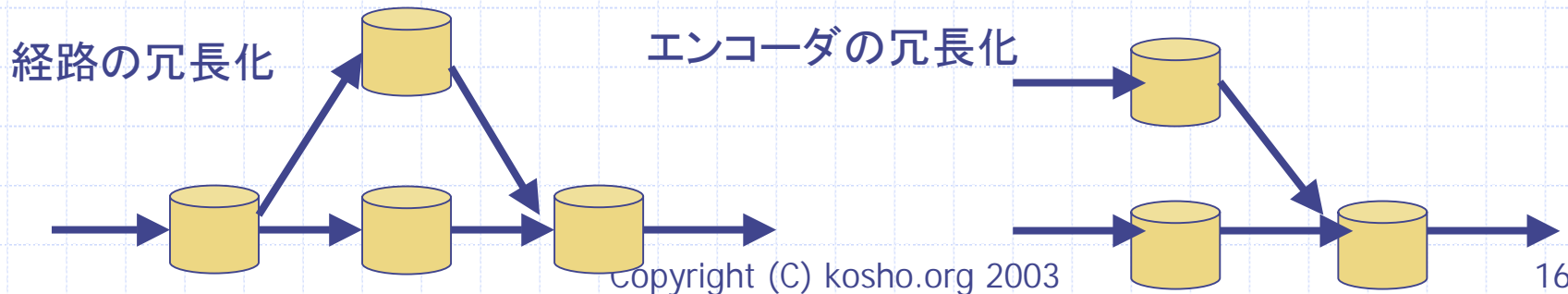
CDN入門(13)

◆ 冗長配送

- QoS機能のないInternet
 - ◆ 届けるためには、冗長性(帯域の無駄)を避けない
 - 配送コスト(ハウジング費用)も増加する
- スプリッタ上でのバッファリング
 - ◆ サーバへの欠落パケットの再送要求
 - ◆ プレイヤーからの再送要求へのパケット再送
- 冗長化
 - ◆ 経路、サーバ
 - ◆ パケット

CDN入門(14)

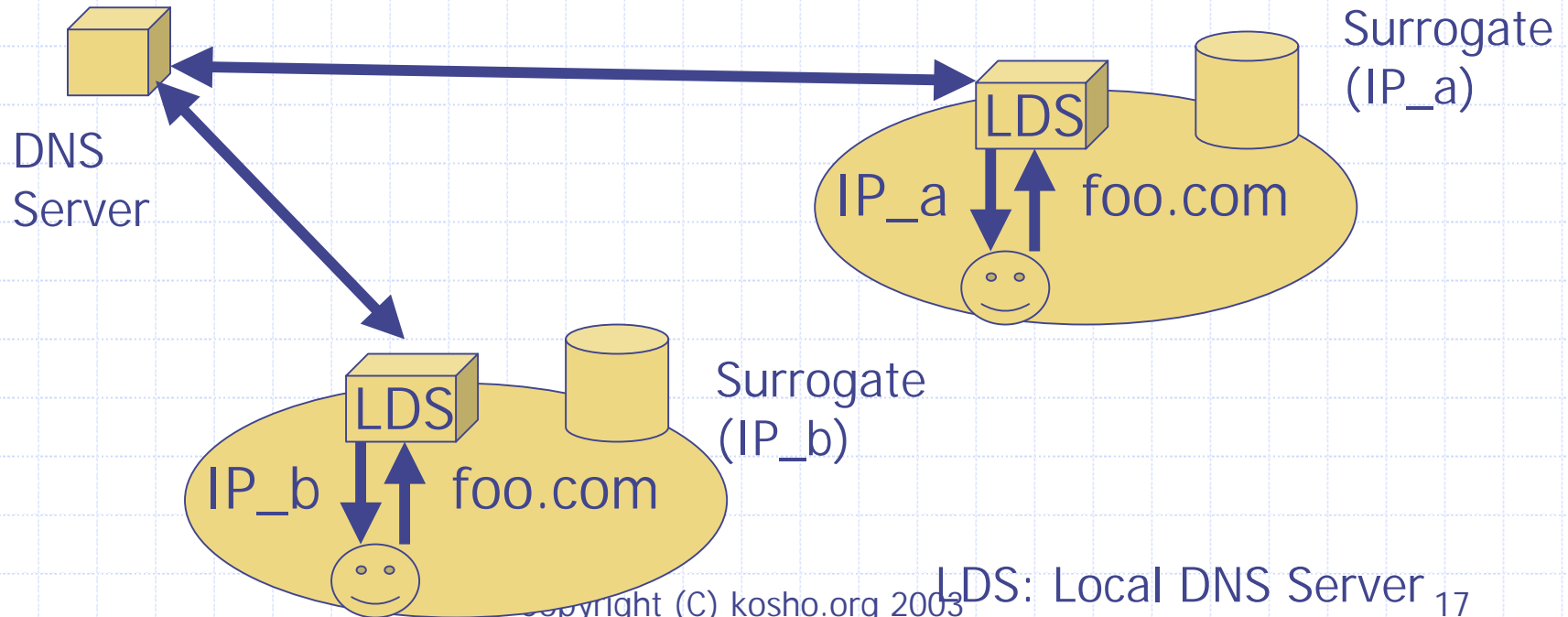
- 経路の冗長化
 - ◆ スプリッタで結合
 - パケットを一定時間バッファ、シーケンス番号で判別
 - ◆ シームレスな切替
- エンコーダの冗長化
 - ◆ 異なるソース、コンテンツ
 - シーケンス番号が同じでも中身が異なる
 - ◆ タイムアウト、再バッファリングが切替時に発生



CDN入門(15)

◆ リクエストナビゲーション(DNSベース)

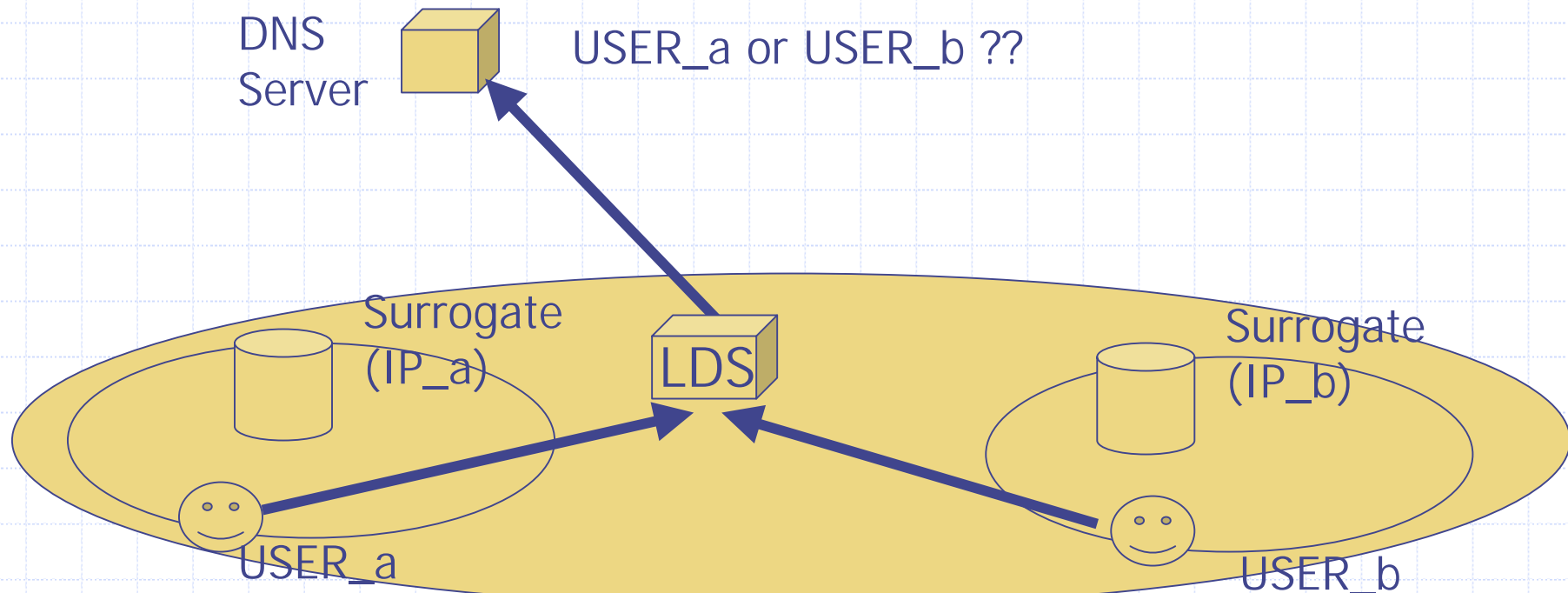
- ホスト名をResolveする時に、異なるIPアドレスを返す
 - ◆ ホスト単位のレゾリューション
 - ◆ ローカルDNS単位のユーザ認識
- WWW用としては実績多数



CDN入門(16)

◆ リクエストナビゲーション(ローカルDNS問題)

- ローカルDNS単位のユーザ認識
- 大手ISPでもローカルDNSサーバは数箇所程度
 - ◆ アクセスポイントは数十箇所



CDN入門(17)

◆ リクエストナビゲーション(ストリーミング用)

- アプリケーション層ルーティング
 - ◆ メタファイルの動的生成
 - ◆ RTSPによるリダイレクト
 - ◆ SDPによるサーバ指定
- 特徴
 - ◆ 詳細なナビゲーション
 - プレイヤーIPアドレス、メディアファイル単位
 - ◆ WWW用(DNSベースルーティング)に対するデメリット
 - プレイヤー単位のプロービング
 - 常時接続されているとは限らない
 - スケーラビリティ問題
 - ナビゲーション負荷
 - オブジェクト単位にRequest-Routingが発生
 - URLの同一性喪失
 - Forwardingキャッシュサーバとの相性が悪い

CDN入門(18)

◆ プレイヤー別メタファイル

- RealMeida (ram)
 - ◆ rtsp://foo.org/hoge.rm
- QuickTime (qtl)
 - ◆ rtsptextrtsp://foo.org/hoge.mov
 - ◆ autoplay=true
- WindowsMedia (asx)
 - ◆ <ASX Version = "3.0">
 - ◆ <Entry>
 - ◆ <Ref href = "mms://foo.org/hoge.wmv" />
 - ◆ </Entry>
 - ◆ </ASX>

CDN入門(19)

◆ ヘルスチェック

- ICMP
- TCP
- アプリケーションプロトコル
- コンテンツ内容

◆ ローカル負荷分散のメトリック

- コネクション数
- トラフィック量
- サーバ応答時間
- サーバ負荷

◆ グローバル負荷分散のメトリック

- Ping RTT
- Router Hop
- BGP AS Path

CDN入門(20)

◆ CGIサンプル(サーバのヘルスチェック/TCP)

- `#!/usr/bin/perl`
- `use Net::Ping;`
- `$t_host = "www.kosho.org";`
- `$object = "hoge.wmv";`
- `$p = Net::Ping->new("tcp",3);`
- `$p->{port_num} = 1756;`

CDN入門(21)

◆ CGIサンプル(サーバのヘルスチェック/TCP、続き)

- if (\$p->ping(\$t_host)) {
- print "Content-Type: video/x-ms-asf¥r¥n";
- print "¥r¥n";
- print "<ASX version=¥"3.0¥">¥n";
- print "<Entry>¥n";
- print "<Ref href = ¥"mms://\$t_host/\$object¥" />¥n";
- print "</Entry>¥n";
- print "</ASX>¥n";
- } else {
- print "Content-Type: text/plain¥r¥n";
- print "¥r¥n";
- print "Sorry, Streaming server is down. ¥n";
- }

CDN入門(22)

◆ CGIサンプル(サーバのヘルスチェック/RTSP)

- `#!/usr/bin/perl`
- `use RTSP::Lite;`
- `$t_host = "www.kosho.org";`
- `$object = "hoge.mov";`
- `$rtsp = new RTSP::Lite;`
- `$rtsp->open("$t_host");`
- `$rtsp->method("DESCRIBE");`
- `$rtsp->request("rtsp://".$t_host."/".$object);`

CDN入門(23)

◆ CGIサンプル(サーバのヘルスチェック/RTSP、続き)

- `if ($rtsp->status() == "200") {`
- `print "Content-Type: application/x-quicktimeplayer¥r¥n";`
- `print "¥r¥n";`
- `print "rtsptextrtsp:// " . $_host."/".$target¥n";`
- `print "autoplay=true¥n";`
- `} else {`
- `print "Content-Type: text/plain¥r¥n";`
- `print "¥r¥n";`
- `print "Sorry, Streaming server is down. Please try again¥n";`
- `}`

CDN入門(24)

◆ CGIサンプル(プレイヤーのIPアドレスによるナビゲート)

- `#!/usr/bin/perl`
- `$remote= $ENV{'REMOTE_ADDR'};`
- `print "Content-Type: audio/x-pn-realaudio ¥r¥n";`
- `print "¥r¥n";`
- `if ($remote =~ /^192.168./) {`
- `print "rtsp://rtsp1.kosho.org/hoge.rm";`
- `} else {`
- `print "rtsp://rtsp2.kosho.org/hoge.rm";`
- `}`

システム実装例(1)

◆ サンプルシステム

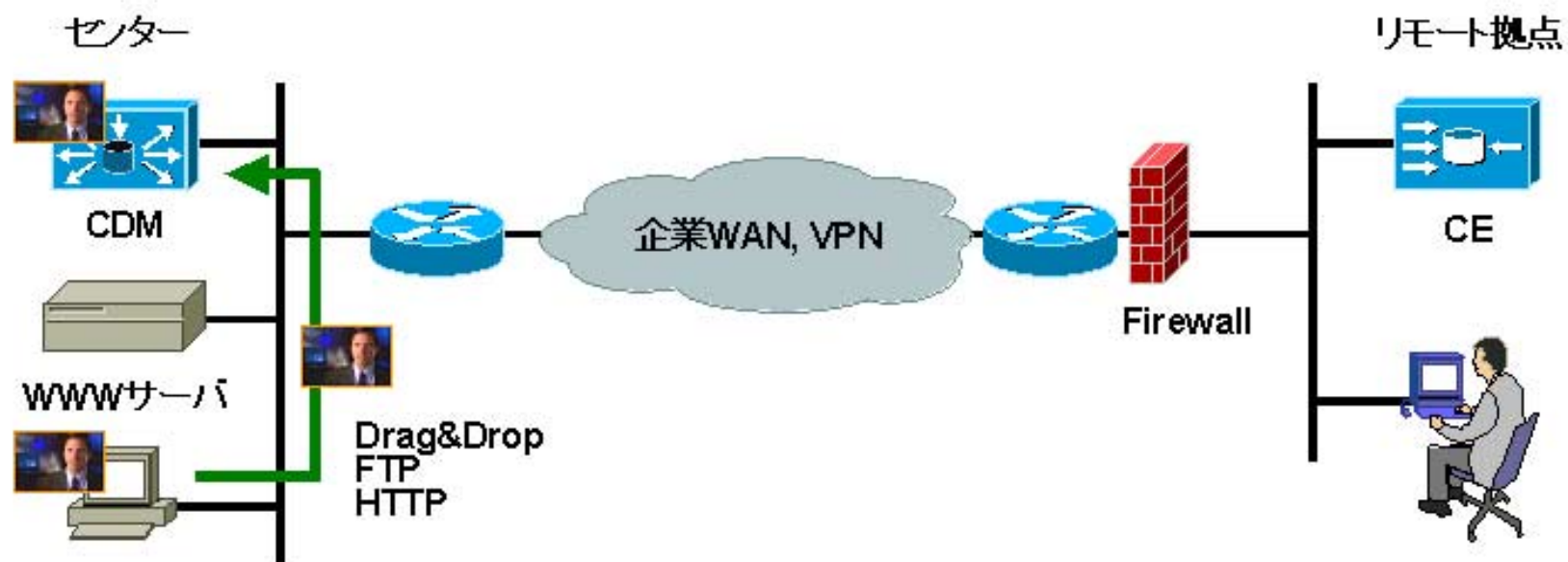
- Cisco Enterprise Content Delivery Network (E-CDN)
- 主要コンポーネント
 - ◆ Content Distribution Manager (CDM)
 - Request Routing, Distribution, Accounting
 - ◆ Content Engine (CE)
 - Surrogate



システム実装例(2)

◆ 基本動作(コンテンツのインポート)

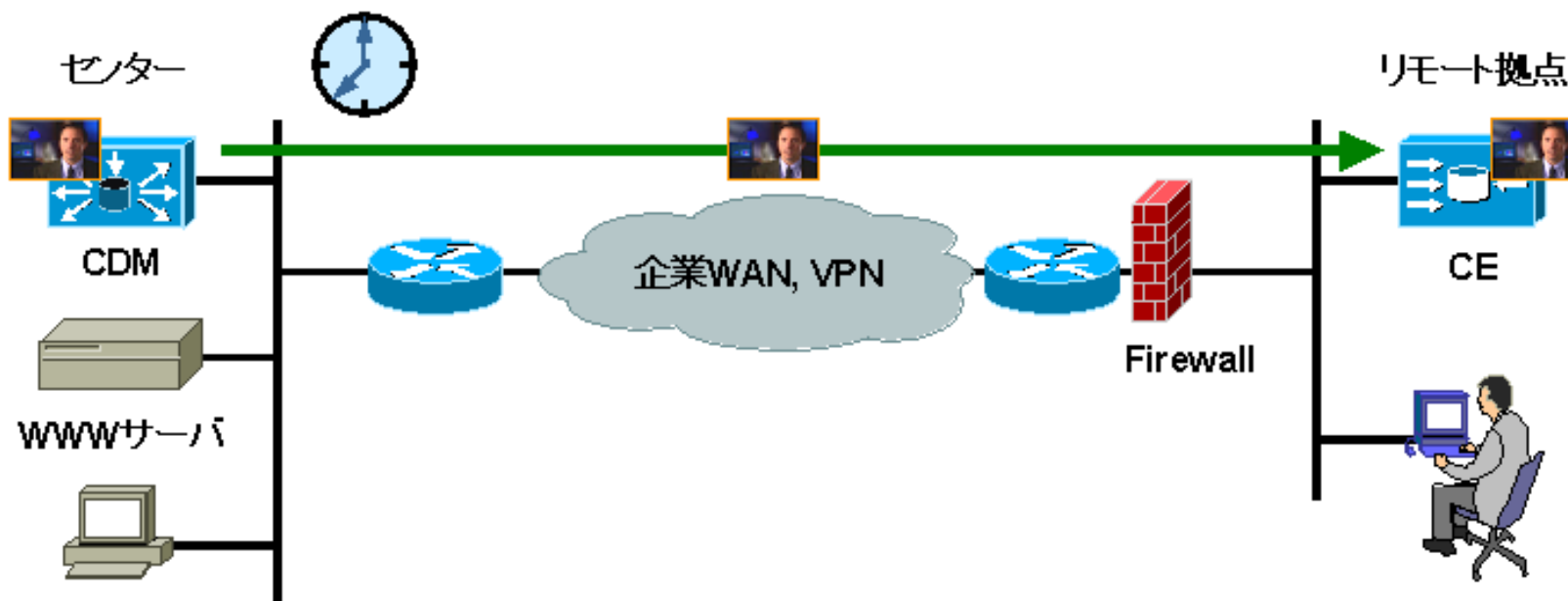
- CDMへコンテンツを登録



システム実装例(3)

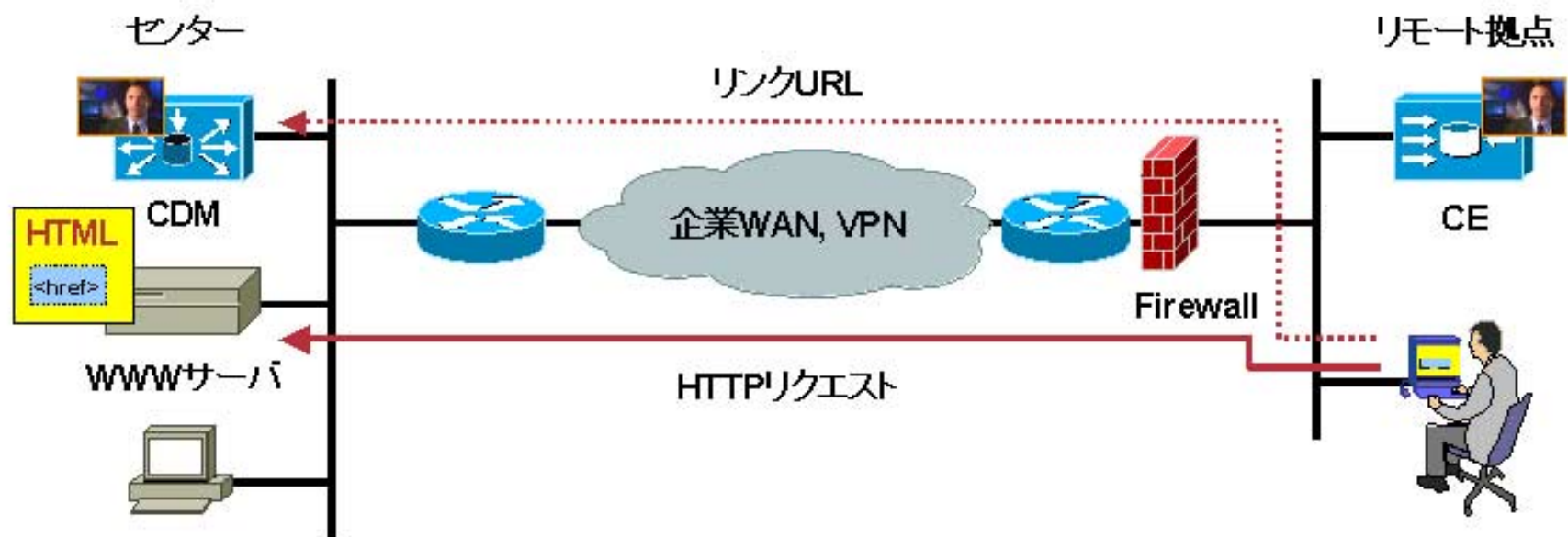
◆ 基本動作(コンテンツレプリケーション)

- CEに自動的に複製が配置される
 - ◆ 定期的な更新チェック
 - ◆ スケジューリング
 - ◆ 帯域管理



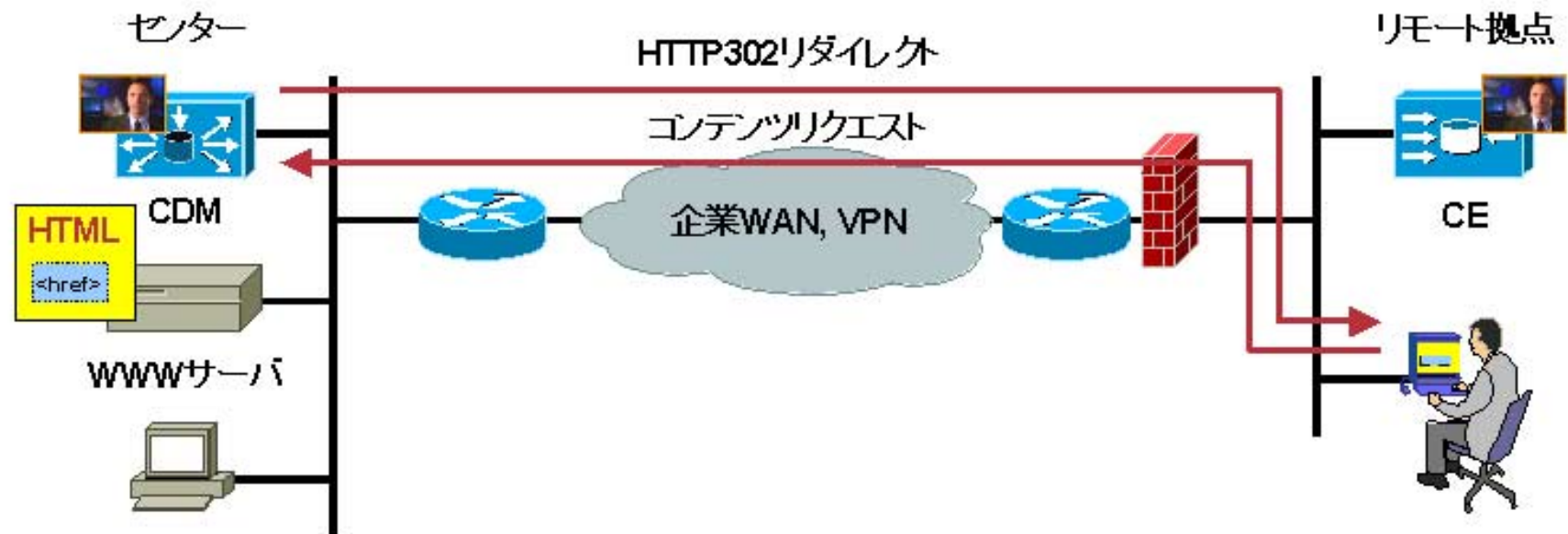
システム実装例(4)

◆ 基本動作(リンクページ編集)



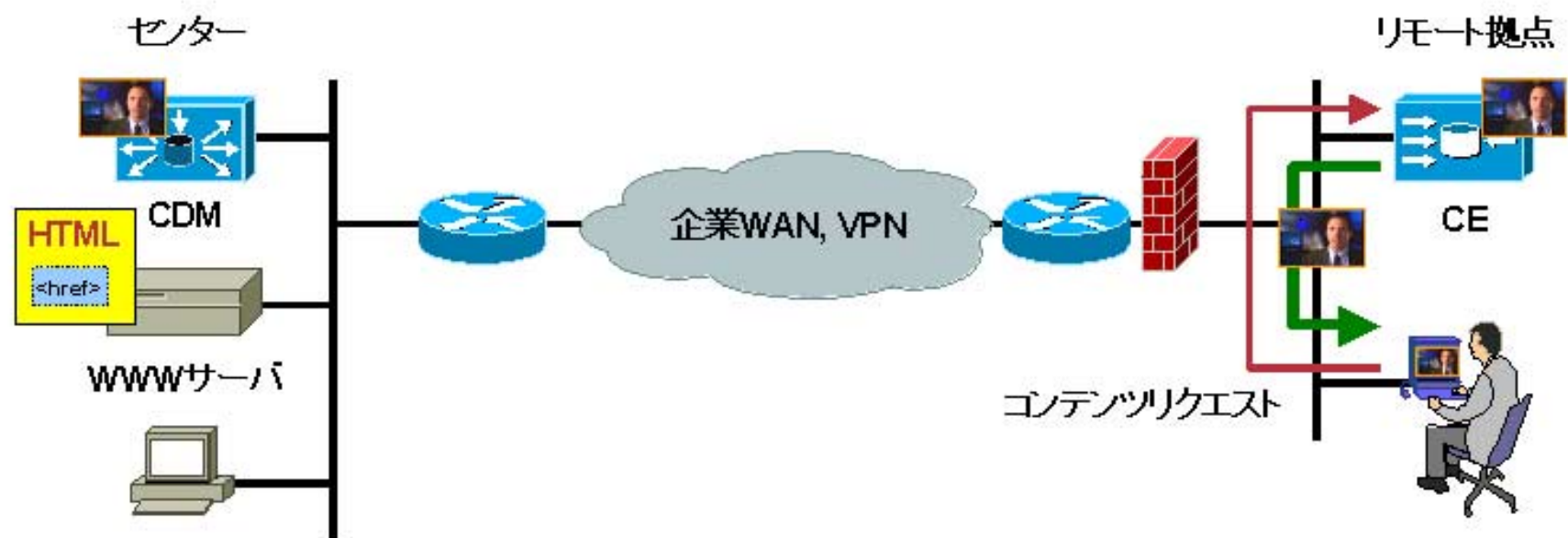
システム実装例(5)

◆ 基本動作(コンテンツルーティング)



システム実装例(6)

◆ 基本動作(再生)



システム実装例(7)

◆ CEの基本設定

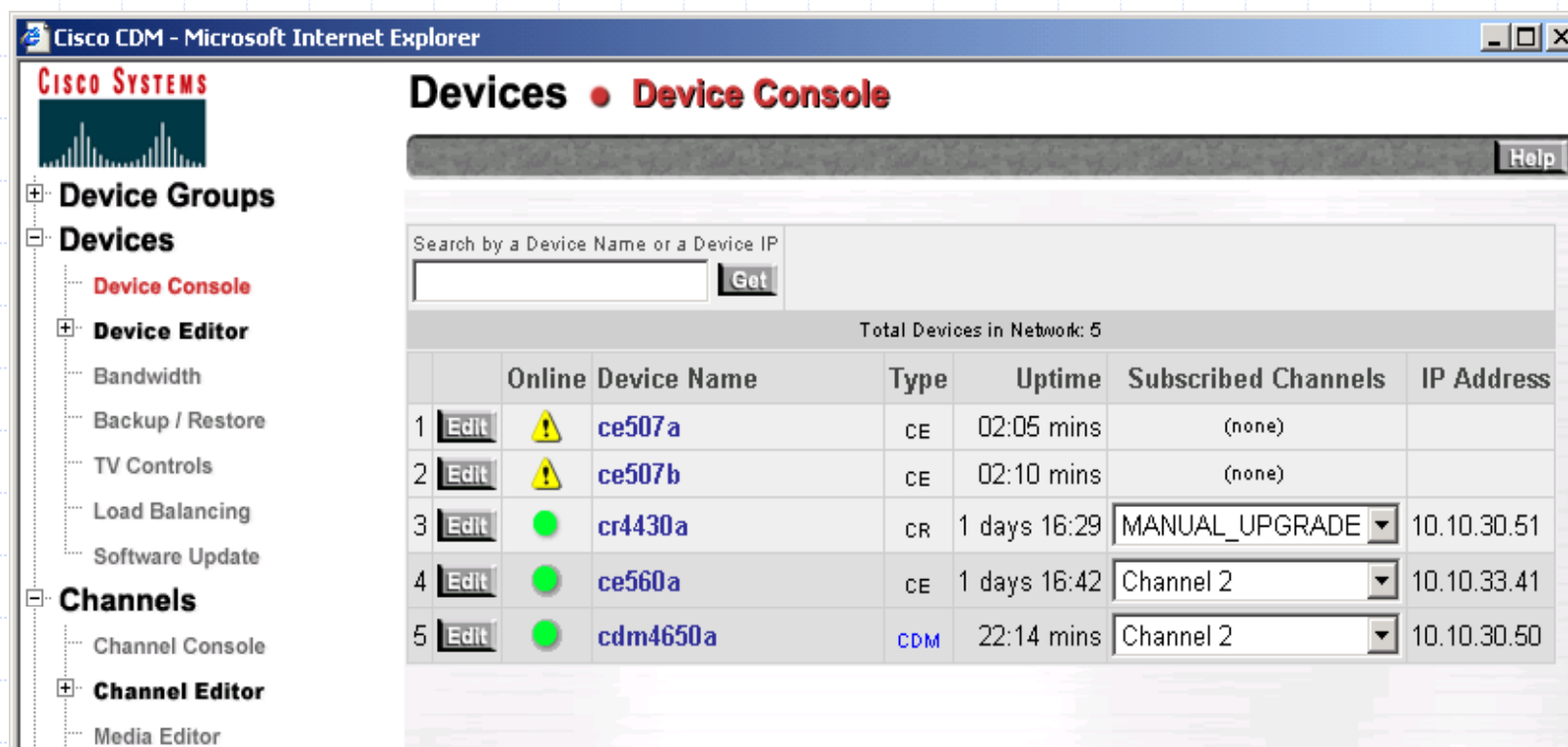
- ネットワーク設定
- CDMの登録
- ディスク割り当て
 - ◆ disk addコマンド
- ストリーミング設定
 - ◆ real-xxxコマンド
 - ◆ wmtコマンド

◆ CDMの基本設定

- ネットワーク設定






システム実装例(8)

◆ CEのCDMでの承認(1)



The screenshot shows the Cisco CDM web interface in Microsoft Internet Explorer. The page title is "Devices • Device Console". On the left, there is a navigation menu with sections: "Device Groups", "Devices" (expanded), "Device Editor", "Channels", and "Channel Editor". Under "Devices", there are sub-items: "Device Console", "Device Editor", "Bandwidth", "Backup / Restore", "TV Controls", "Load Balancing", and "Software Update". Under "Channels", there are "Channel Console" and "Channel Editor". Under "Channel Editor", there is "Media Editor".

The main content area displays a table of devices. Above the table is a search box with the text "Search by a Device Name or a Device IP" and a "Get" button. Below the search box, it says "Total Devices in Network: 5".

	Online	Device Name	Type	Uptime	Subscribed Channels	IP Address
1		ce507a	CE	02:05 mins	(none)	
2		ce507b	CE	02:10 mins	(none)	
3		cr4430a	CR	1 days 16:29	MANUAL_UPGRADE	10.10.30.51
4		ce560a	CE	1 days 16:42	Channel 2	10.10.33.41
5		cdm4650a	CDM	22:14 mins	Channel 2	10.10.30.50

システム実装例(9)

◆ CEのCDMでの承認(2)

Cisco CDM - Microsoft Internet Explorer

CISCO SYSTEMS

Device Editor • Identification

Save Changes Cancel Changes Remove Device Help

Device Selector: ce507a

Online Device Name	Type	Uptime	Subscribed Channels	IP Address
ce507a	CE	02:05 mins	(none)	10.10.31.41

Name: ce507a
Optional. Use this field to assign a meaningful name to each device.

Description:
Optional. Add descriptive information for this device; for example, its location or contact information.

Approve

A new device has been detected by the CDM. If you would like to add this CE to your network, check the approve box and save changes.

システム実装例(10)

◆ CEのカバレッジ(CEが配信するネットワーク)設定

- Preferred:正常時にカバーするネットワーク
- Regular:他のCEがダウンした時にカバーするネットワーク

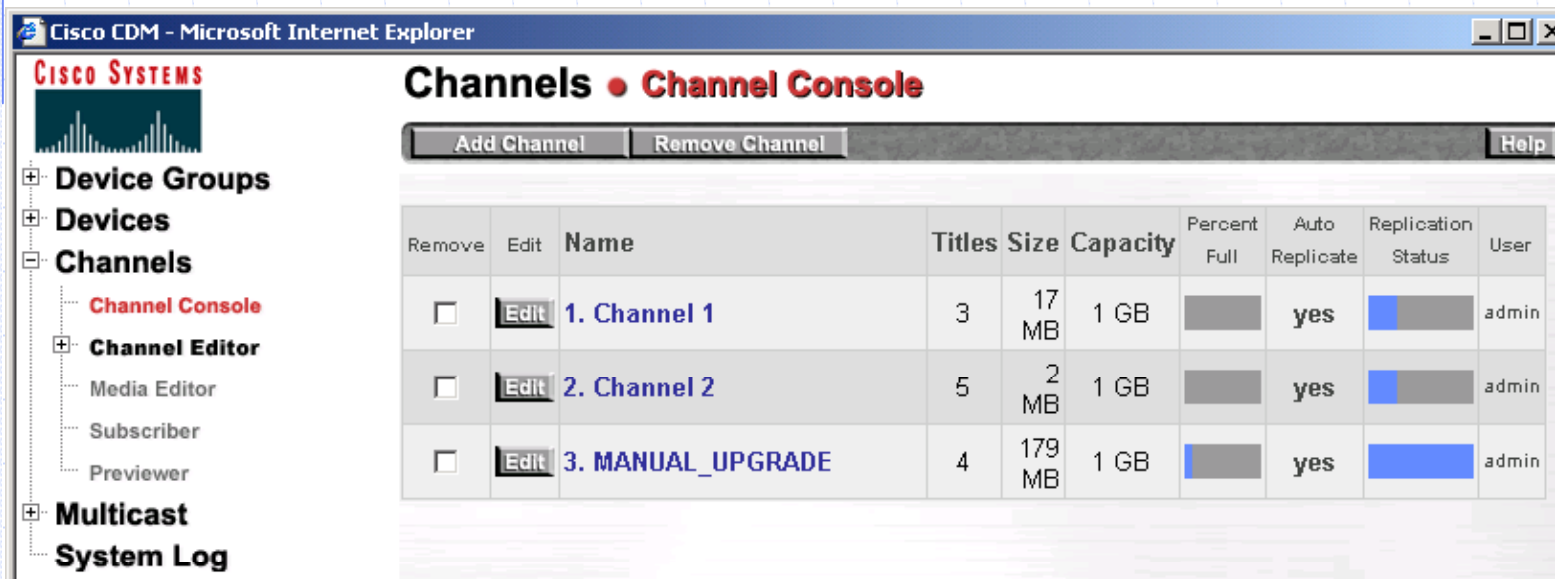
The screenshot shows the 'Device Editor' window with a sidebar on the left containing a tree view of configuration categories: Identification, TCP / IP, QoS, DNS, Proxy, Users, Time Zone, PC Folders, System (highlighted in red), Bandwidth, Backup / Restore, TV Controls, Load Balancing, Software Update, and Channels. The main area is titled 'Device Coverage Zones' and contains two radio buttons: 'Select coverage zones automatically' (unselected) and 'Specify coverage zone settings' (selected). Below the radio buttons are two sections: 'Preferred' and 'Regular'. The 'Preferred' section has a text input field containing '10.10.30.0/24' and a descriptive text below it: 'Required. A list of preferred zones. A value of 0.0.0.0/0 selects ALL possible IP addresses. A value of 127.0.0.0/8 selects only those IP addresses beginning with 127. You may enter several addresses separated by semicolon ';'. The 'Regular' section has a text input field containing '10.10.0.0/16' and a descriptive text below it: 'Optional. A list of regular zones. A value of 0.0.0.0/0 selects ALL possible IP addresses. A value of 127.0.0.0/8 selects only those IP addresses beginning with 127. You may enter several addresses separated by semicolon ';'. At the bottom of the window is a section titled 'Update Storage Capacity' with a button and text: 'Click 'Update Storage Capacity' to allow this device to determine if its disk storage capacity has changed, and if so, make the appropriate'.

システム実装例(11)

◆ チャンネルの作成

■ チャンネル

◆ コンテンツを扱う単位

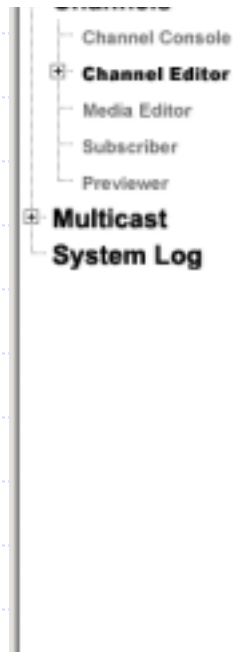


The screenshot shows the Cisco CDM Channel Console interface. The left sidebar contains navigation options: Device Groups, Devices, Channels (selected), Channel Editor (with sub-options: Media Editor, Subscriber, Previewer), Multicast, and System Log. The main content area is titled "Channels • Channel Console" and features "Add Channel" and "Remove Channel" buttons. Below these buttons is a table listing three channels.

Remove	Edit	Name	Titles	Size	Capacity	Percent Full	Auto Replicate	Replication Status	User
<input type="checkbox"/>	Edit	1. Channel 1	3	17 MB	1 GB	<div style="width: 10%;"></div>	yes	<div style="width: 10%;"></div>	admin
<input type="checkbox"/>	Edit	2. Channel 2	5	2 MB	1 GB	<div style="width: 10%;"></div>	yes	<div style="width: 10%;"></div>	admin
<input type="checkbox"/>	Edit	3. MANUAL_UPGRADE	4	179 MB	1 GB	<div style="width: 10%;"></div>	yes	<div style="width: 10%;"></div>	admin

システム実装例(12)

◆チャンネルの属性



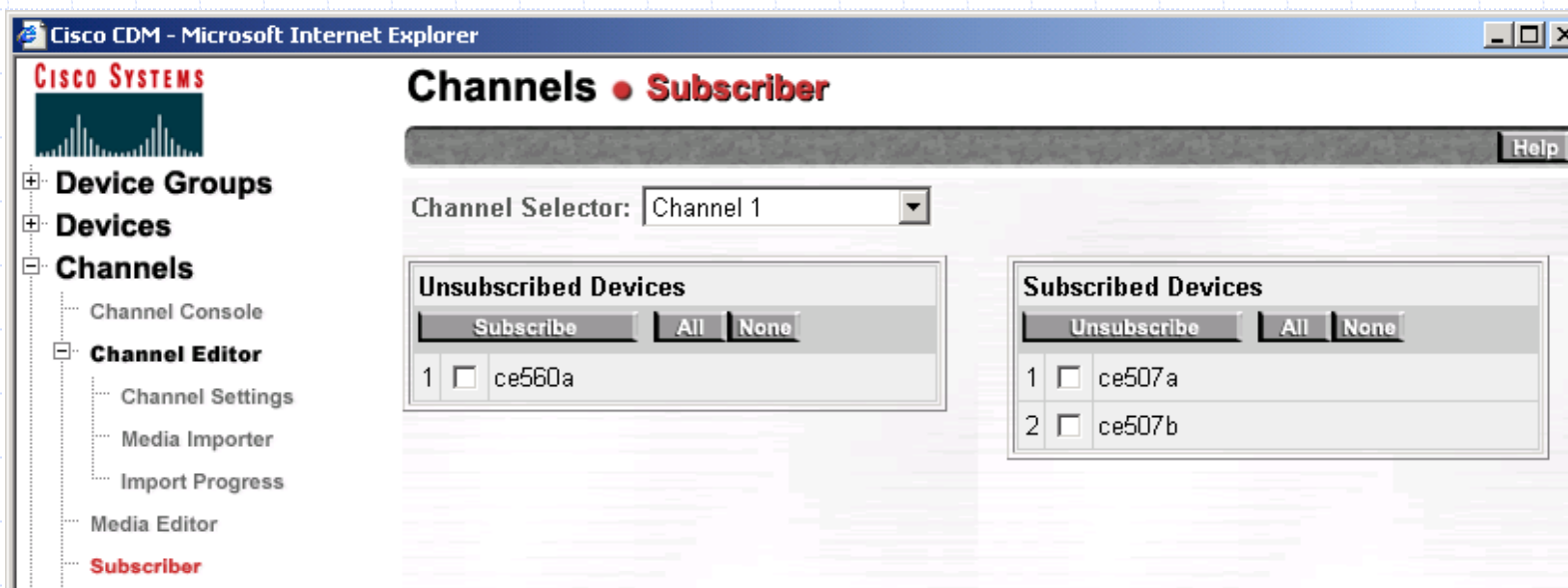
Name	Titles	Size	Capacity	Percent Full	Auto Replicate	Replication Status	User
Channel 1	3	17 MB	1 GB		yes		admin

Name	<input type="text" value="Channel 1"/>
Description	<input type="text"/>
Size Limit	<input type="text" value="1"/> MB <input type="radio"/> GB <input checked="" type="radio"/>
Auto Subscribe	<input checked="" type="checkbox"/>
Auto Replicate	<input checked="" type="checkbox"/>
User	<input type="text" value="admin"/>
Require SSL	<input type="checkbox"/>
Is License	<input type="checkbox"/>
Channel Icon	<input type="text" value="/images/Channels/default-channel.gif"/>
Enable Multicast Replication	<input type="checkbox"/>

- Auto Subscribe:
新しいCEが登録された時に自動的にこのチャンネルを登録
- Auto Replicate
新規コンテンツ登録時に、自動的にレプリケーション

システム実装例(13)

◆ チャンネルのCEへの割り当て



システム実装例(14)

◆ 帯域幅(スケジュール)設定

The screenshot displays the Cisco CDM web interface for configuring bandwidth. The main configuration area is titled "Devices • Bandwidth". It includes a "Device Selector" set to "ce560a" and options to "Apply Settings to This Device" (selected) or "Apply Settings to All Devices in this Group".

The "Total playback" is set to 50 Mb/s. The "Distribution" section shows WMT at 40%, HTTP at 40%, and Real at 20%.

The "Replication" table lists three rules:

Replication	From	To	Bandwidth	M	T	W	T	F	S	S
1. Edit	12:00 AM	12:00 AM	15	●	●	●	●	●	●	●
2. Edit	8:00 AM	8:00 PM	5	●	●	●	●	●	●	●
3. Edit	12:00 AM	12:00 AM	30	●	●	●	●	●	●	●

Below the table is a bar chart showing bandwidth usage for each day of the week (Mon to Sun). The chart shows usage for Monday through Friday, with Saturday and Sunday showing no usage.

The bottom section of the configuration allows for setting a specific rule's "From" and "To" times (e.g., 8:00 AM to 8:00 PM) and "Bandwidth" (5 Mb/s). It also includes a "Days" selection with checkboxes for M, T, W, T, F, S, S and an "All" button.

システム実装例(15)

◆コンテンツ登録

- FTP等でディレクトリへアップデート

- ◆ ディレクトリ名

- /import/チャンネル名/

- 例

- <ftp://CDMホスト/import/チャンネル名/>

MP3ストリーミング(1)

◆ HTTPを使ったストリーミング配信

- ファイルのOn the Fly再生(ダウンロードした分をそのまま再生)

◆ 代表的システム

- shoutcast
- icecast

MP3ストリーミング(2)

◆ MP3ファイルの構造

- フレームの連続により構成
 - ◆ ただし、単独のフレームでは再生できない
 - ◆ 1フレーム:1152サンプル(576サンプルx2グラニューール)
 - 44.1kHz(サンプリング周波数)として約0.026秒
- ヘッダ、フレーム(群)、フッタ
 - ◆ ヘッダ
 - ID3TagV2等
 - ◆ フレーム(群)
 - フレームヘッダ
 - 同期ワード:12ビット(12ビット連続の1)
 - ...
 - CRC
 - オーディオデータ
 - ◆ フッタ
 - ID3TagV1等

MP3ストリーミング(3)

◆ Shoutcastプロトコルサンプル(1)

■ Player -> Server

- ◆ GET /content/scpromo.mp3 HTTP/1.0
- ◆ Host: gw
- ◆ User-Agent: WinampMPEG/2.9
- ◆ Accept: */*
- ◆ Icy-MetaData:1
- ◆ Connection: close

MP3ストリーミング(4)

◆ Shoutcastプロトコルサンプル(2)

■ Server -> Player

- ◆ ICY 200 OK
- ◆ icy-notice1:
This stream requires Winamp

- ◆ icy-notice2:SHOUTcast Distributed Network Audio Server/Linux v1.9.2

- ◆ icy-name:N/A - scpromo.mp3
- ◆ icy-genre:N/A
- ◆ icy-url:http://www.shoutcast.com
- ◆ icy-pub:0

- ◆ MP3データ

MP3ストリーミング(5)

◆ icecastプロトコルサンプル(1)

- Player -> Server
 - ◆ GET /hoge.mp3 HTTP/1.0
 - ◆ Host:192.168.0.1
 - ◆ Accept: */*
 - ◆ User-Agent:Nullsoft Winamp3 version 3.0d build 488
 - ◆ Icy-Metadata:1

MP3ストリーミング(6)

◆ Icecastプロトコルサンプル(2)

■ Server->Player

- ◆ HTTP/1.0 200 OK
- ◆ Content-Type: audio/mpeg
- ◆ icy-br:128
- ◆ icy-description:Default description
- ◆ icy-genre:Default genre
- ◆ icy-name:Default stream
- ◆ icy-public:0
- ◆ icy-url:http://localhost/
- ◆ icy-metaint:16000
- ◆ Server: Icecast 2.0-alpha2/cvs

◆ MP3データ

MP3ストリーミング(7)

◆ HTTPサーバの拡張

- 転送速度の制御
 - ◆ 56Kbpsでエンコードされたオブジェクトは56Kbpsで転送する
- ライブへの対応
 - ◆ 他のプロセスからの出力をURLにマッピング(マウント)
- メタ情報の配信

◆ プレイヤーの拡張

- On The Fly再生をサポート
 - ◆ ネットワークストリームからの再生
- オブジェクトをストレージに保管しない
 - ◆ ライブ配信
- メタ情報のハンドリング

MP3ストリーミング(8)

◆ エンコーダの拡張

- 擬似ライブ
 - ◆ プレイリストによる複数のMP3ファイルから一本の連続MP3ストリームを作成
- メタ情報の埋め込み

MP3ストリーミング(9)

◆ メタ情報(曲名等)

■ 配信方法

- ◆ 特定長(icy-metaint値)ごとに、MP3ストリーム中にインターリーブ

- MP3フレームの間に挟みこむのではない。

- ◆ 配信タイミング

- 接続直後、曲が変わった直後

■ データ構造

- ◆ データ長(1バイト):16バイト単位

- データ長が0もありえる。この場合メタデータはなし

- ◆ メタデータ:データ長x16バイト

MP3ストリーミング(10)

◆ サンプル

- icy-metaint:16000(128Kbpsで1秒) の場合
 - ◆ mp3データ:16000バイト
 - ◆ メタデータ長:1バイト, 5
 - ◆ メタデータ:80(5*16)バイト
 - ◆ mp3データ:16000バイト
 - ◆ メタデータ長:1バイト, 0
 - ◆ mp3データ:16000バイト
 - ◆ ...

MP3ストリーミング(11)

◆ MP3ストリーミングの保存

- VOD
 - ◆ 完全なコピーが可能
- ライブ・擬似ライブ
 - ◆ フレーム部分はコピー可能
 - ◆ TAG情報は喪失
 - ◆ 連続した楽曲の分解は不完全ながら可能
 - メタ情報の挿入されたタイミング

P2Pストリーミング(1)

◆ P2P型CDN

- ユーザのPCをサロゲートとするCDN
 - ◆ ユーザリソースの利用
- デメリット
 - ◆ 中継の不安定性
 - FEC、マルチパス
 - ◆ コンテンツの改変
 - DRM、電子署名
 - ◆ アクセス披瀝の漏洩
 - URLの暗号化

P2Pストリーミング(2)

◆ リクエストナビゲーション・中継管理

- 集中型
 - ◆ センターサーバの存在
 - ◆ ShareCast等
- 分散型
 - ◆ P2Pプロトコルの利用
 - ◆ PeerCast等

P2Pストリーミング(3)

◆ PeerCast (<http://www.peercast.org/>)

■ 特徴

◆ 分散型P2Pストリーミング(CDN)

- 中継の判断は手動
- 最適経路等の処理なし

◆ オープンソース

■ 対応配信プロトコル

◆ MP3ストリーミング、MMS, NSV

■ P2Pプロトコル

◆ Gnutella

P2Pストリーミング(4)

◆ P2Pネットワーク

- メタ情報の伝播・取得
 - ◆ P2Pプロトコル
- ストリームの中継
 - ◆ 手動

◆ P2Pプロトコル(Gnutella 0.6)

- ノード(サロゲート、サーバント)情報の伝播・取得
 - ◆ Ping, Pong
- ストリーム情報の伝播・取得
 - ◆ Query, Query Hit
- Firewall対策
 - ◆ Push

P2Pストリーミング(5)

◆ 主要処理

- 起動処理
 - ◆ P2Pネットワークへの参加
 - Ping, Pong
- P2Pネットワークの参加ノードとしての処理
 - ◆ ノード情報の交換
 - Ping, Pong
 - ◆ ストリーム情報の交換
 - Query, Query Hit
- 目的とするストリームの視聴処理
 - ◆ ストリーム情報の検索
 - Query
- ストリームの発信処理
 - ◆ ストリーム情報の伝播
 - Query Hit

P2Pストリーミング(6)

◆ Gnutellaプロトコル

- コネクション開始
 - ◆ ノードA→ノードB
 - PEERCAST CONNECT/0.1
 - ◆ ノードB→ノードA
 - GNUTELLA/0.6 200 OK
 - ◆ ノードA→ノードB
 - GNUTELLA/0.6 200 OK

P2Pストリーミング(7)

◆ Gnutellaプロトコル

- プロトコルヘッダ
 - ◆ 識別子ID: 16バイト
 - ◆ ペイロード識別子: 1バイト
 - Ping: 0x00
 - Pong: 0x01
 - Push: 0x40
 - Query: 0x80
 - Query Hit: 0x81
 - ◆ TTL: 1バイト
 - ◆ Hop数: 1バイト
 - ◆ ペイロード長: 4バイト

P2Pストリーミング(8)

◆ Ping

- ペイロードなし

◆ Pong

- ポート番号:2バイト
- IPアドレス:4バイト
- 保持するファイル数:4バイト
- 保持するファイル量:4バイト

P2Pストリーミング(9)

◆ Query

- スピード:2バイト
- 検索キーワード
 - ◆ 終端はNUL(0x00)

◆ Query hit

- ヒット数:1バイト
- ポート番号:2バイト
- IPアドレス:4バイト
- スピード:4バイト
- 検索結果
 - ◆ インデックス:4バイト
 - ◆ エンコードレート:2バイト
 - ◆ リスナー数:2バイト
 - ◆ XMLデータ
- サーバントID:16バイト

P2Pストリーミング(10)

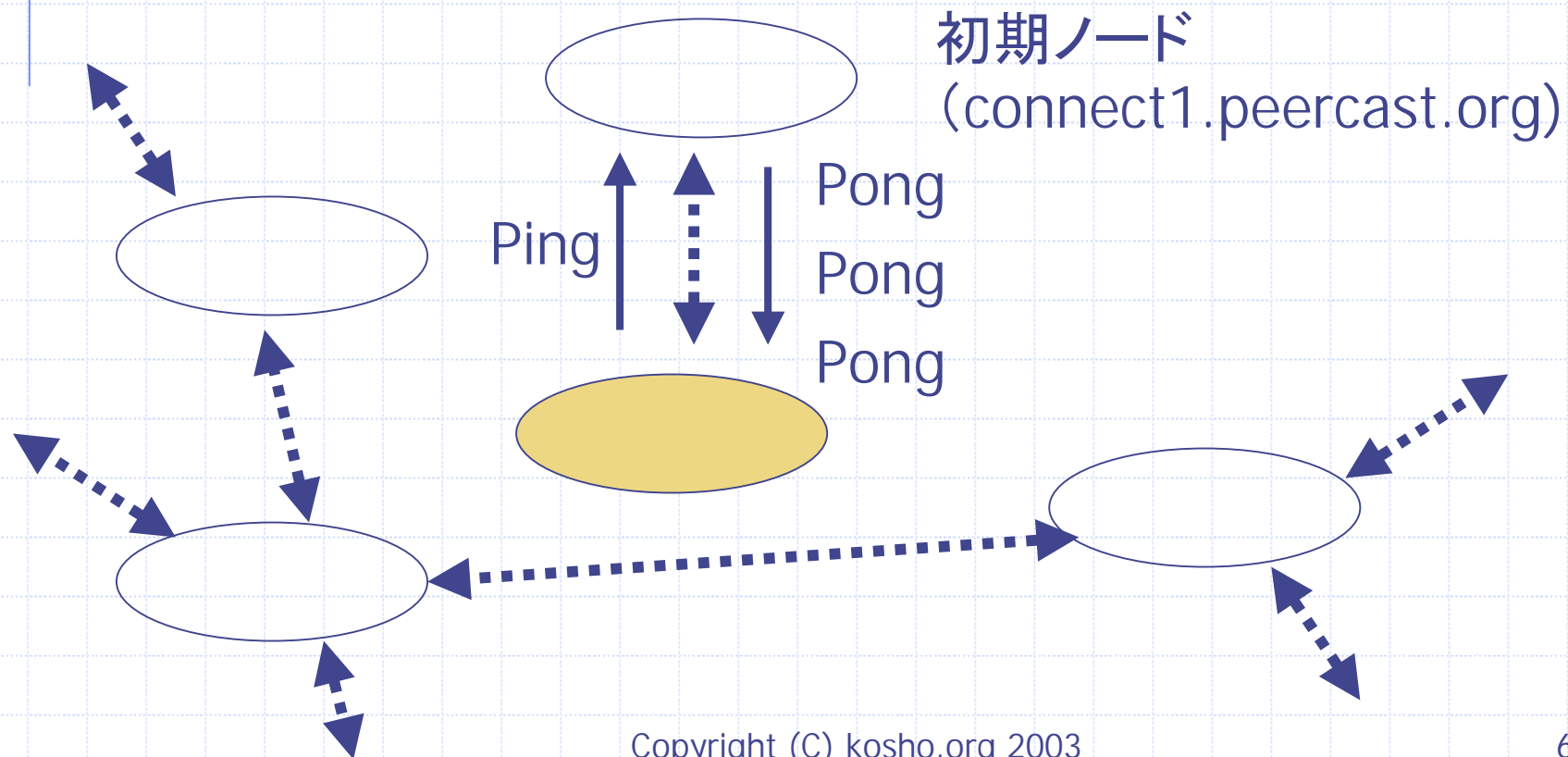
◆ Push

- サーバントID:16バイト
- インデックス:4バイト
- IPアドレス:4バイト
- ポート番号:2バイト

P2Pストリーミング(11)

◆ 起動処理

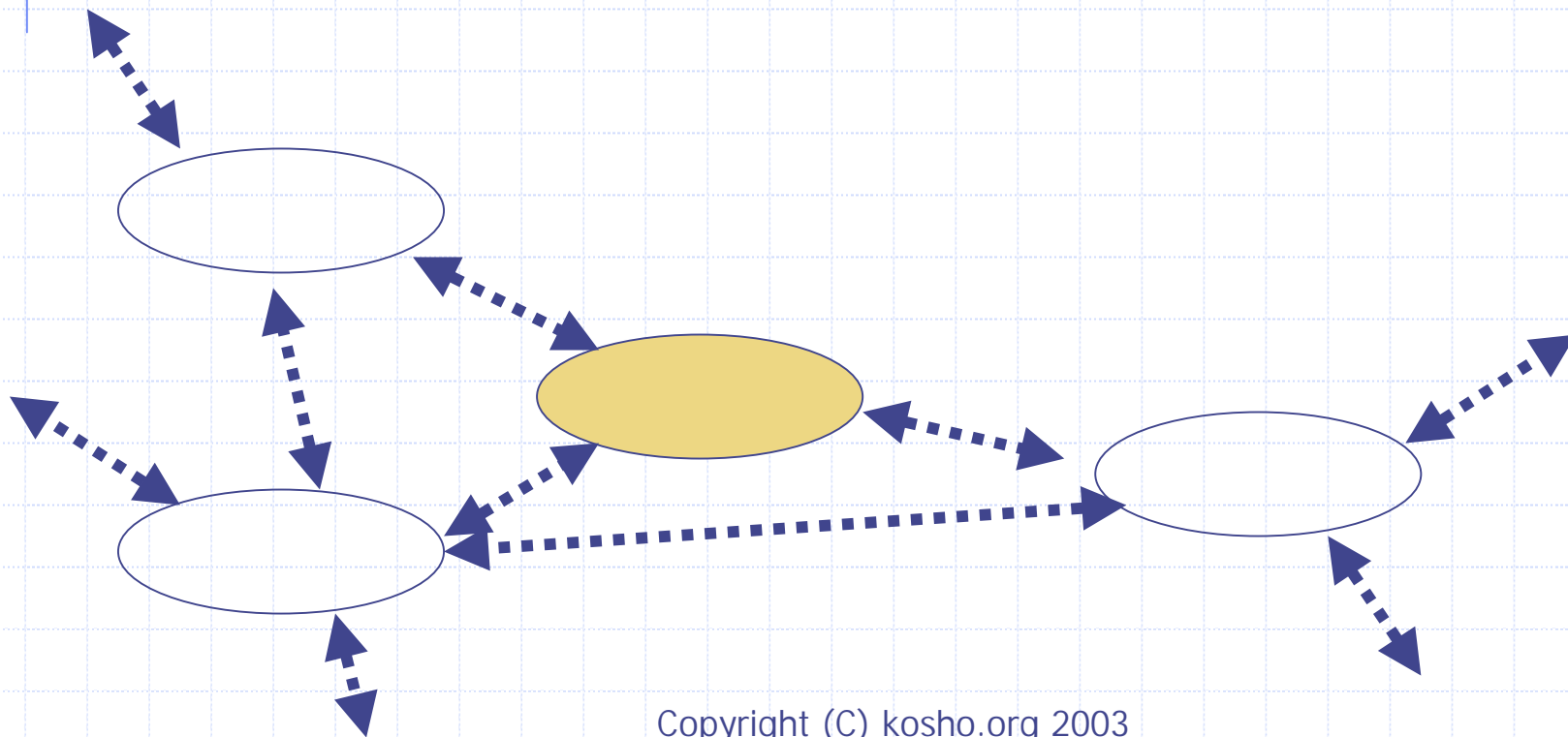
- P2Pネットワークへの参加
 - ◆ 初期ノードへの接続



P2Pストリーミング(12)

◆ P2Pネットワークの参加ノードとしての処理(1)

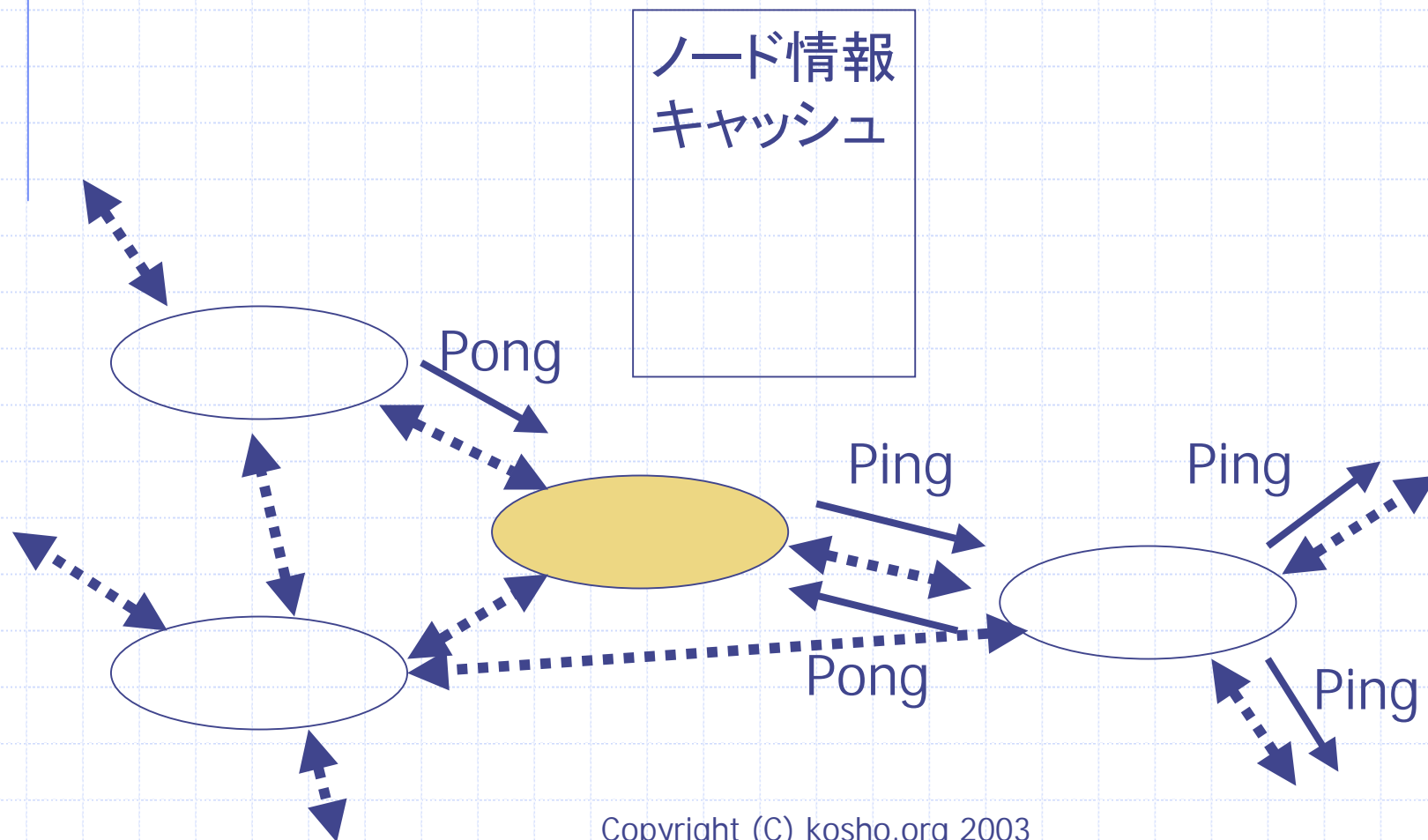
- 他ノードとのGnutella接続



P2Pストリーミング(13)

◆ P2Pネットワークの参加ノードとしての処理(2)

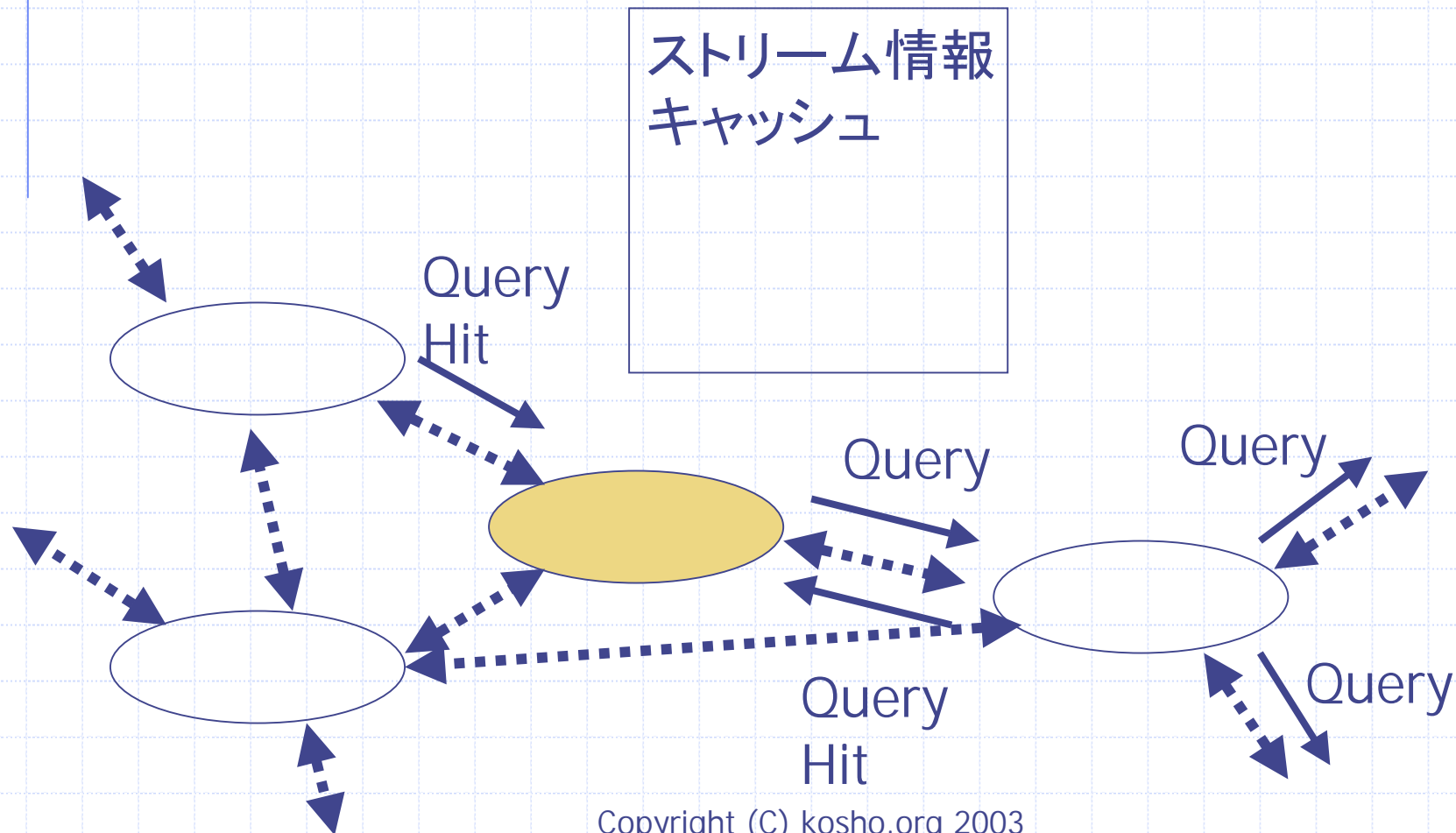
- ノード情報の交換



P2Pストリーミング(14)

◆ P2Pネットワークの参加ノードとしての処理(3)

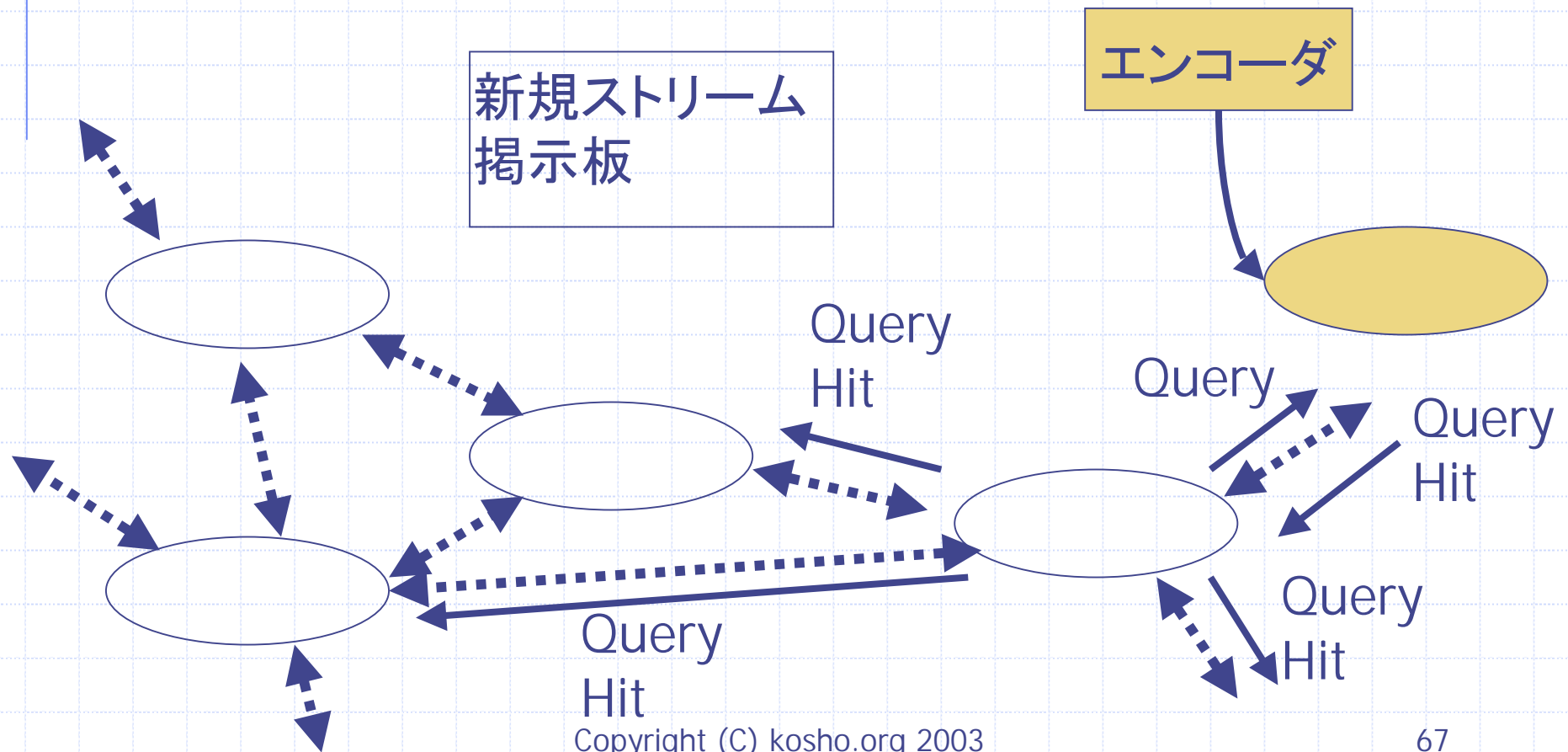
- ストリーム情報の交換



P2Pストリーミング(15)

◆ ストリームの発信処理

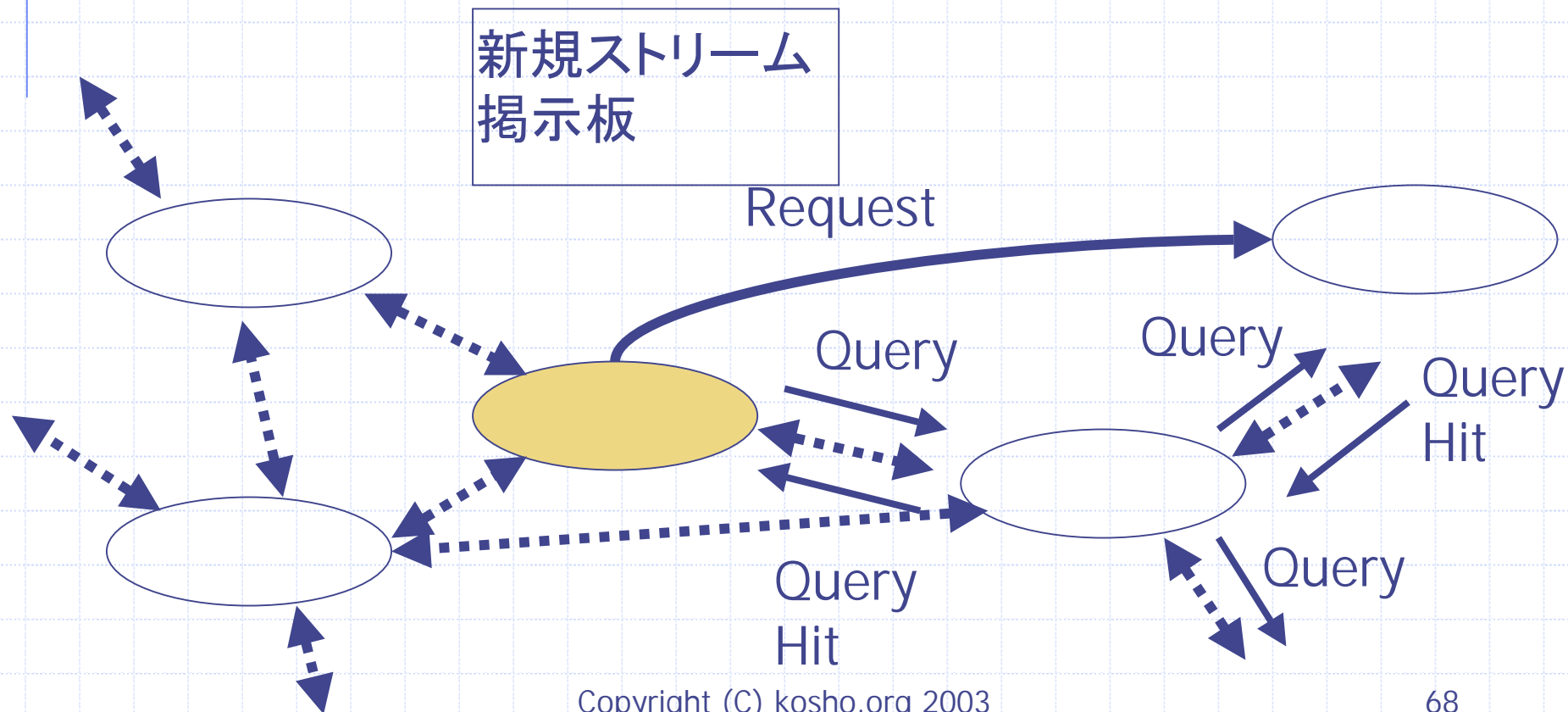
- ストリーム情報の伝播



P2Pストリーミング(16)

◆ 目的とするストリームの視聴・中継処理

- ストリーム情報の検索
- ストリームの取得・中継



おわりに

- ◆ 更新された資料は、後日、InternetWeekのホームページに掲載されます