

ストリーミング配信での著作権保護(DRM)と 配信ネットワーク(CDN)

Digital Rights Management (DRM) and Contents Distribution Network (CDN)
for Digital Streaming Contents

甲斐真興

要 約 ブロードバンド環境が急激に普及している．その環境を利用して，新たなコンテンツ流通市場の形成が図られている．その実現の為に，コンテンツの保護環境と安定した配信環境の構築が必要である．

現在どちらも実現する技術は発展途上であるが，現状では，それぞれ著作権管理（DRM）とコンテンツ配信ネットワーク（CDN）によって実現するのが最善である．

DRM は各ストリーミング方式毎に提供されているものをゲートウェイで纏める方式を，CDN については，リクエスト・ナビゲーションの方式について紹介する．リクエスト・ナビゲーションに関しては，順にその方式，クライアントの特定方法，サーバの特定方法，サーバの選択方法について記述する．

Abstract Broadband access environments have spread rapidly in recent years. A new contents distribution market is created using the networking environment. It is necessary for the realization of this market creation to provide for both the contents protection and of and the stable distribution environment.

Although the technology which realizes both of them is now in a developing level, the best practice is to realize by Digital Rights Management (DRM) and the Contents Distribution Network (CDN), respectively.

This paper introduces DRM system in which a gateway collects data transmitted according to various streaming technologies, and CDN focused on the method of request navigation. For the request navigation, it also describe the client specification, the server specification, and the server specification methods in turn.

1. はじめに

今日のインターネットの普及とそれに拍車をかけた形になっているブロードバンド環境の普及により，新たなコンテンツ流通市場の形成がなされようとしている．

この場合，成功の可否を握っているのは，優良なコンテンツを安全にかつ安定した品質で流通させられるか否かである．その為には，コンテンツの不正利用を防止する為の著作権管理（DRM）と快適な配信環境を実現する為のコンテンツ配信ネットワーク（CDN）がキー・テクノロジーになる．

これらの技術要素は，完成されたものではなく，実績も少ない．その中で実情や実環境への適用方法について以下に記述する．

2. ブロードバンドの現状

2.1 ブロードバンドの利用状況

平成 13 年度の通信白書で「ブロードバンド元年」の宣言があったが，実際にその後急速に拡大して平成 14 年 3 月末の時点で 387 万加入と 1 年間で 4.5 倍にもなっている（図 1）．

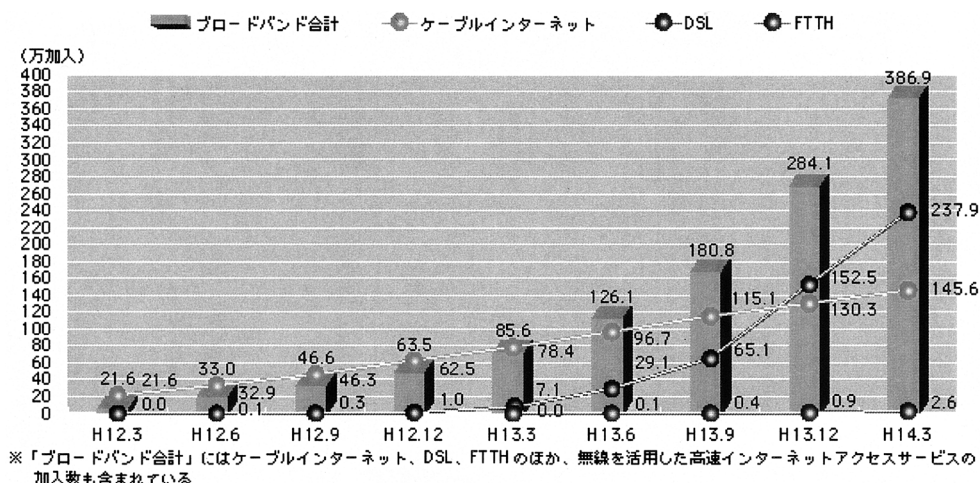


図 1 ブロードバンド・アクセスの加入数の推移（出典：情報通信白書平成 14 年版¹⁾）

10 月末では 663 万加入（速報ベース^[2]）と一向に衰えを見せていない。今後も着実に普及して平成 17 年末には 2000 万弱加入と予測されている（図 2）。

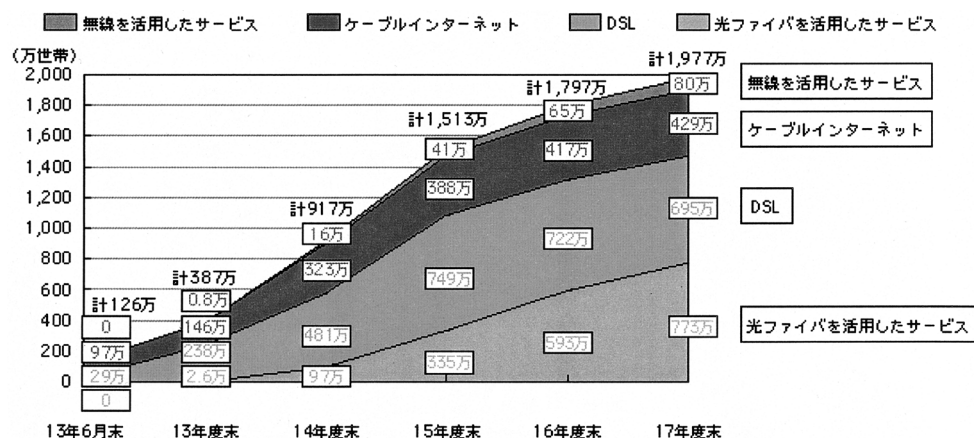


図 2 高速・超高速インターネットの普及予測（出典：情報通信白書平成 14 年版）

このような通信基盤の下で、インスタントメッセージや大容量ファイルのダウンロード等が有効に使用されているが、その利用が期待されたストリーミングによる動画の配信の利用状況については、有償のコンテンツはこれからというのが実情で、ほとんどの場合は広告が無償の実験用のコンテンツである。

ユーザの期待度という点では、現在でも動画（映画・TV番組・スポーツ中継）のストリーミング配信は高位にあり、優良なコンテンツを快適な環境で適切な値段で配信できれば十分ビジネスとして成立する状況にある。実際に人気のコンテンツも有償で登場するようになってきている。

この場合、優良なコンテンツを入手するには、著作権をはじめとした権利関係の解決が必要

であるが、それと同時に、コンテンツを保護できる環境とユーザが快適に利用できる環境を提供できなければならない。

3. コンテンツの保護

コンテンツの保護という点では、いわゆる著作権をはじめとする権利関係とデータの暗号化等の技術要素に分けられる。

権利関係とそれに必要となる管理については、今回は対象としないが、興味のある方は例えば cIdf の仕様書^[3]等を参照されたい。

3.1 電子透かし

世間一般に知られているコンテンツの保護技術の一つとして、電子透かしがある。

電子透かしとは、コンテンツに情報を追加し、入れた情報を読み出す技術であり、

- ① 使用者には分からない様に情報を入れることで、音声・図画・動画を劣化させずに情報を入れることができる
- ② 入れた情報は改竄できない様になっていて、情報の切り出しや追加を行っても入れた情報を正しく取り出せる

の2点が満たされる必要がある。

この特性を利用して、権利情報や流通経路情報をコンテンツに追加して、権利の管理・保護に使用する。

実際に使用している例も見られるようになったが、課題も残っている。

第一に、時間がかかり過ぎる。最低でも実視聴時間は必要であり、実際には強度にもよるが相当の時間がかかってしまう。これではライブでは使えないし、VOD (Video On Demand) でも実用に達しているとは言えない。図・画等の静止画が音楽への適用が現在の適用範囲である。

第二に、コンテンツの劣化が発生する。透かし技術は進歩しているが、並べて比べれば違いは明らかであり、製作者の理解を得るレベルまでは達していないのが実情である。

更に抑止効果は期待できるものの、結局視聴は可能であるという点にも大きな課題が残る。

追跡ロボットとの組み合わせで不正利用の追跡・調査あるいはタイムリな発見のマーク付けに利用するなどの応用も考えられていて、色々使い道はありそうだが、コンテンツの保護という点では残念ながら未成熟である。

3.2 DRM (暗号化システム)

コンテンツ保護の本命は現在のところ暗号化である。権利取得者以外は利用ができないというのがコンテンツ保護のあるべき姿である。

ただし、DRM の方式は一本化されているわけではなく、適用する場合にはストリーミングを提供しているベンダの製品を個々に使用するか、要素技術の提供を受けて独自に開発するかである。

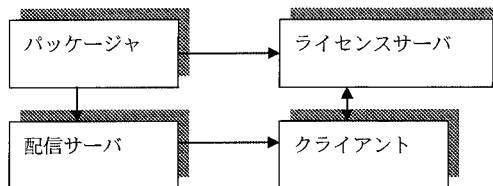
ダウンロード型のコンテンツの場合は確かに単純であり現在でも一本化の可能性もあるが、ストリーミング方式の場合はそれ自体それなりのレベルには到達してきたものの発展途上であり、スタンダードとして一本化されるところまでは至っていない。今後の拡張への対応を考え

た場合、当面ベンダの製品を使うのが自然な選択であるといえる。

■ DRM 方式の例

マイクロソフト社は Windows Media Rights Manager、リアルネットワークス社は RealSystem Media Commerce Suite とそれぞれ独自の DRM システムを提供している。

それぞれで違いはあるが、基本的な構成は図 3 の通りである。



パッケージャ： コンテンツ自身の暗号化を行い、ライセンスサーバにコンテンツの ID と対応するキー情報を渡す。基本的には同一のコンテンツに対しては共通のものが作られる。

ライセンスサーバ： 復号キーに相当するライセンスを生成し送付する。ライセンスは対応するコンテンツに対して利用者情報及び有効期限の設定等を付与して作成される。

配信サーバ： パッケージされたコンテンツの配信を行う。

クライアント： プレイヤーでライセンスを使用しコンテンツの復号化を行う。コンテンツに対応するライセンスの有無、ライセンスの正当性(利用者情報)及び有効性(期限等)を確認することで、コンテンツの保護を実現する。

図 3 DRM システム構成図

実際の適用に当たっては、コンテンツ毎に権利関係を確認し、認証・課金(決済)を行ってライセンスを発行することになり、それらのシステムとの連携をとる必要がある。

更に、複数のストリーミング方式を提供する場合には、それぞれの DRM 方式に応じてインタフェースを作り込む必要があるが、煩雑である。そこでそれらを個々に組み込む代わりにインタフェースの違いを吸収する為のゲートウェイを間に置くのが分かり易い方法になる。

3.3 ゲートウェイ

複数のストリーミング方式に対応する場合に、個々にインタフェースを確認して作り込むの

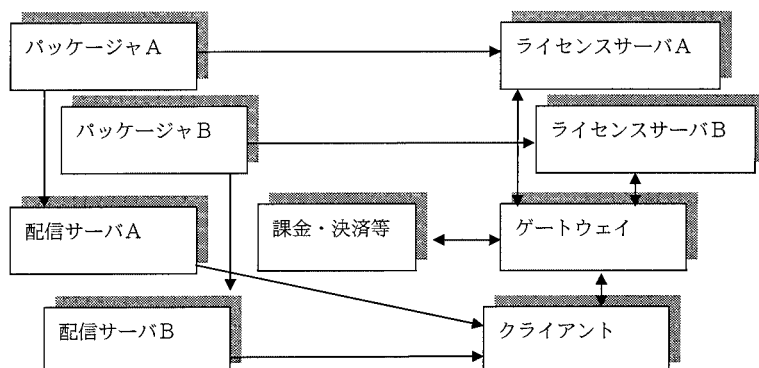


図 4 ゲートウェイを使用した構成図

は大変であり、更にストリームの追加や機能変更に都度対応するのではバグを作り込むことになる。そこで、混乱を避ける為にもインタフェースを統一する必要がある、ゲートウェイを用意することになる(図4)。これにより、クライアントは共通のインタフェースが使用可能となりストリーミングの方式を意識する必要はなくなる。

3.4 ゲートウェイ適用事例

事例としては、2002年10月30日に記者発表も行ったが、東京通信ネットワーク株式会社(TTNet)の例が上げられる。2002年の11月より同社が提供するブロードバンドポータルサイト「Powerbroad(パワブロード)」において、コンテンツホルダーの要望により複数種類の配信方式で提供しているコンテンツに対して必要に応じてDRM処理を適用し、コンテンツの保護を行っている。

商用のストリーミングとしては、Real/Windows Mediaを提供しておりそれぞれのDRM方式としてRSMCS(Real System Media Commerce Suite)/WMRM(Windows Media Rights Manager)を適用し、更にMPEG2配信用のDRMも予定されているということで、日本ユニシスが開発した統合DRMシステム(日本オラクル社のOracle DRM Gatewayを採用)を使用して国内で初めて複数のDRM方式の同時提供を実現している。

4. 効果的な配信システム

ブロードバンドの進展に伴い、ラストマイルの帯域は広がり着実に加速しているが、その結果、ボトルネックはラストマイル以外のポイント(サーバ、アクセスポイントからISP間及びISP・ISP間)へと移っている。特に、バックボーンの高速化というネットワーク設備の強化はコストとも関係し追従できていないのが実情である。

地域IXや広域分散IXという方法での改善策も図られているが、CDN(Contents Delivery Network)という方法が有力な回答として存在している。

4.1 CDN

CDNとはコンテンツを配信する為のネットワークであり、構築したネットワークをより効果的に使用する為の技術である。CDNの機能は大きくコンテンツのサロゲートとリクエスト・ナビゲーション(広域負荷分散)からなっている。

4.1.1 サロゲート

サロゲートの主流はキャッシュサーバを拠点に配置することである。キャッシュには大きく分けてクライアントのプロキシとして動作するフォワードプロキシとサーバのプロキシとして動作するリバースプロキシの2種類がある。

また、コンテンツのキャッシュの方式として、最初のクライアントからのリクエストをきっかけに取りに行くプル型と、事前にサーバ側より配備しておくプッシュ型に分けられ、製品としてはどちらか片方だけのもの、両方をサポートしているもの、条件により片方だけのもの等様々である。

何をどこに事前配備するかというのは、利用者の嗜好や世間動向などから経験的に決めていくか予約を受けつけるしかないが、それらの環境が整っているか(CRMやデータ・マイニン

グを適用) 提供している全てのコンテンツを事前配備しておくのでない限り事前配備のみでの運用は容易ではない。

実際に適用するシステムで必要とされる機能に応じて製品を選択する必要がある。検討すべき主な機能は以下の通りである。

- ・必要な対象(ストリーミング方式等)のキャッシュの可否
- ・プッシュ型・プル型のサポート状況
- ・事前配備時の帯域コントロールの可否
- ・事前配備時のスケジュール管理の可否

4.1.2 リクエスト・ナビゲーション

ネットワーク上の拠点に効果的にコンテンツが配備されたとして、それを効果的に正しく利用する為にはユーザを最適なサーバに導く必要がある。その為の技術がリクエスト・ナビゲーションである。

リクエスト・ナビゲーションには大きく以下の五つの方式がある。これらを環境に合わせて単独であるいは組み合わせて使用する。

- ① DNS: DNS として動作し URL の名前解決時に最適のアドレスを返す。
- ② Redirect: WWW サーバとして動作し HTTP/RTSP の Redirect あるいは asx ファイルの内容変更で最適のサイトへ誘導する。
- ③ Anycast: 同じコンテンツを同一 IP アドレスで複数サイトに存在させて、レイヤ 3 のルーティングに従って、最適のサイトが選択される。
- ④ クライアントが選択: 候補サーバ情報を提示し、クライアントがその中から最適のサイトを選択する。
- ⑤ URL: 個々のクライアント(地域あるいはエッジ)に合わせた URL を提示し、最適のサイトへ導く。

リクエスト・ナビゲーションは、ナビゲータ(専用の広域負荷分散装置・ソフトウェア・アプリケーション等)が、クライアントを特定し、要求されたコンテンツを配信可能なサーバを特定し、その中から最適なものを選択する。

以下に現在使用されているクライアントを特定する方法、サイトを特定する方法、最適のサイトを選定する方法について順次提示し、最後に五つの方式の特徴・利点・問題点を提示する。

1) クライアントの特定

同一の地域や支店などのように、同一の条件で同一のサーバからコンテンツを配信されるクライアントはグループ化することで処理や運用を単純にできる。

対象とするクライアントを識別する方法には以下の方法がある。

- ① グループ分けをしてその単位で判定する。
- ② 範囲を指定しそれを対象とするが、ダイナミックにグループ分けを決定する。
- ③ 範囲を指定しそれを対象とするが、グループ分けは行わず個々に判断する。
- ④ 特に範囲は指定せず、全てのクライアントを渡された情報を元にグループ分けを行う。
- ⑤ 特に範囲は指定せず、全てのクライアントを渡された情報を元に個々に判断する。

判断に使用する情報には以下のものがある(表1)。

- ① Local DNS の IP アドレス

- ② クライアントの IP アドレス
- ③ ユーザ ID
- ④ Cookie 情報
- ⑤ URL (ヘッダ , ディレクトリ , ファイル , 疑似 URL 等)

一覧にすると表 1 の通りである .

表 1 クライアント識別方法一覧

クライアント IP アドレス	固定アドレス	個別に管理 グループ化	
	動的アドレス	アドレスプール	グループ化 グループ化不能
LocalDNSの IP アドレス		個別に管理 グループ化	
ユーザ ID	識別情報	加入 ISP ID	
		住所・郵便番号	
		電話番号	
	持ち回り方式	Cookie	
		URL/擬似 URL へ付加	

2) サーバの特定

サーバも同様に , 同一のセンタに配置されているもの同士等 , 条件の同じものをグループ化することで処理や運用を単純にできる .

サーバを選択する場合に識別する方法として , 個別に選ぶのか , あるグループから選ぶのか , で以下の様に分けられる .

- ① グループ分けを行い , 最適なグループを決めてその中から最適なサーバを選ぶ .
- ② グループ分けを行い , 対象となるグループの中から最適なサーバを選ぶ .
- ③ 全てのサーバの中から最適なサーバを選ぶ .
- ④ 特定のサーバの中から最適なサーバを選ぶ .

具体的には表 2 の単位で識別する .

ナビゲータは , クライアントからのリクエストを以下に述べる方式で判定して宛先を決定する .

表 2 サーバ識別方法一覧

IP アドレス	個々のアドレス	
	代表のアドレス	VIP アドレス
	グループ化	アドレス範囲で指定
		個々に IP/VIP を指定
URL	個々のホスト名	
	代表の URL	
	疑似 URL	
	グループ化	共通の部分を指定
		特別な意味づけをして指定
		個々に指定

ナビゲータが判定の為の情報を入手する方法には以下のものがある．

- ① 各エッジに配置した専用の機器（対等の機器あるいはサブの機器）から入手
- ② サーバ内の Agent から入手
- ③ サーバから SNMP で入手
- ④ サーバから入手（PING）
- ⑤ クライアントから入手
- ⑥ 早い者勝ち
- ⑦ 単純に順番に割り当てる

ナビゲータが入手して使用する情報を一覧にすると表 3 の通りになる．

表 3 サーバ選択判定条件一覧

固定方式	距離	IP アドレス	指定・対応付け 国・地域
	順番	Round Robin	
動的方式	サーバの生死	PING	L3
			L4 Well known port
		ハートビート	アプリケーション
		IP アドレス	Routing情報
	距離測定	Round Trip Time	
		早い者勝ち	
		経験値	
	負荷状況	セッション数	
		利用回数	
		帯域使用量	
		CPU 使用状況	
		メモリ使用状況	
		Disk 使用状況	
		独自の判定状況	
		負荷状況予測	

製品により，どのような単位で，どのような方式で，クライアントをサーバに導くかは異なるので，実際のネットワーク環境に合わせて方式を選択し，それに合った製品を選択することになる．

リクエスト・ナビゲーションの各方式の特徴・利点及び問題点を表 4 に纏める．

リクエスト・ナビゲーションにおいて，現在これならば絶対であるとか，最善であるという方式は無いので，表 4 に示す方式の中から，それぞれのネットワークに適した方法を，単独であるいは組み合わせて選択する必要がある．

また，製品版を利用するのか，作り込んでしまうのかの判断も必要になる．当然予算のことも考えなければならない．

これら以外では，クライアントが Proxy を指定して実現するとか，スイッチを使ってトランスペアレント・キャッシュで実現する，等の方法があり，条件があれば技術的にも簡単だが，制約も多くなかなか実用には向かないのが実情である．

表 4 リクエスト・ナビゲーションの方式毎特徴・利点・問題点一覧

方式	特徴・利点	問題点
DNS	・実績が多い ・標準の機能を使用 ・余分なデータが流れない	・DNS を設置する単位でしか管理が出来ない ・名前解決からリフレッシュ迄は同じ場所に振られる ・リフレッシュで再度選択が必要 ・ピアリング時に URL を合わせる等の工夫が必要
Redirect	・標準機能を使用 ・細かい設定が可能 ・クライアント単位で指定可能 ・アドレス体系がエッジと整合性をとらせるかサーバ選択に早い者勝ちを使用する	・NAT 越え等 Global と Private の違いの吸収が必要 ・Dynamic address の場合(DHCP server 等) 管理サーバの単位でしか管理ができない ・余分なデータが流れる
Anycast	・特別な設備は不要 ・その時点で最適なサイトを選択	・現状では独自のネットワークが必要 ・運用が複雑になる
ユーザが選択	・処理が分散される為ボトルネックになりにくい ・自由度が高い	・ユーザに余分な判断が必要 ・ユーザが間違える可能性がある
URL	・最適のサイトの選択が可能 ・細かい選択が可能	・管理の複雑さ ・ローミングの場合に、アクセスポイントの近接へ振る方策が必要 ・WWW サーバの処理負荷が大きい ・ユーザ情報を収集する必要がある

5. お わ り に

ブロードバンド関連の要素技術は日進月歩で開発改良されており、今回述べた内容もすぐに陳腐化してしまう可能性があるが、キー・テクノロジーの DRM と CDN に関して、簡単ではあるが現状の紹介をした。参考になれば幸甚である。

DRM は黎明期にあり、各種方式が出揃ったとは言えない状況である。今後急速に各種方式の登場が予想され、並立の時期があるものの、その後ストリーミング方式や圧縮方式も一本化され、コンテンツの二次利用・三次利用も含めた流通の為に、コンテンツ管理や著作権管理技術も一本化されていくことが予想される。並立の間はゲートウェイを使用し、その後は、どのように一本化されるのかを慎重に見極める必要がある。

CDN はネットワーク環境に左右されるので、それぞれの状況に合わせて適宜方式を組み合わせる必要がある。今後 IPv6 に移行して行く中で、IPv4/IPv6 混在の時代の CDN そして IPv6 時代の CDN と変化していくものを、引き続き追いかけていく必要がある。

それと同時に、効果的な CDN を構築するには、関連する分野の CDN ピアリングや地域 IX 等のインターネットの有効活用技術、更にはネットワーク自体の進化も追いかける必要がある。

何年後にはそれなりの正解が出ると思うが、それまでは圧縮方式、ストリーミング方式、ネットワーク環境等も含めて最新の情報と状況を常に追いかけていく必要がある。

参考文献 各種数字等については、

- [1] 総務省発行情報通信白書平成 14 年版
- [2] 総務省のホームページ <http://www.soumu.go.jp/>
より各種速報を参照のこと。
- コンテンツ管理関連の資料としては、
- [3] ciDF 発行 ciDF 仕様第 2.0 版 <http://www.cidf.org/>
等を参考のこと。
- DRM 関連の資料としては、
- [4] マイクロソフト社 Windows Media Rights Manager 9 Series SDK
- [5] リアルネットワークス社 Real system media Commerce suite technical white paper
がある。
- CDN については各ベンダの www 及びその他公開されている各種 www がある。
また、基本的な話であれば、例えば
- [6] <http://www.soi.wide.ad.jp/iw/2000/>
を参照のこと。

執筆者紹介 甲 斐 真 興 (Masaoki Kai)

1955 年生。1977 年早稲田大学理工学部数学科卒業。同年日本ユニシス(株)入社、以来 2200 系の通信制御ソフトウェアの受け入れ・開発・保守を担当。ネットワークのオープン化に伴いネットワーク・マイグレーションを担当し現在ファウンデーションサービス部ブロードバンドサービス室で、CDN 等のブロードバンド関連技術の調査・客先提案及び設計・構築作業に従事。