

IPTV サービスの国際標準化動向とサービス実現へ向けた技術



里田浩三 谷口邦弘 朝倉敬喜 日本電気(株)

■ IPTV サービスへの期待

IP ネットワークを利用した映像配信は映像品質の確保が最大の技術課題である。求められる映像はより高精細、大容量になり、それに伴い、IP ネットワークの広帯域化、安定性向上が求められた。

1997 年ごろ RealMedia の登場により、インターネットを利用した映像配信が可能になり、現在でも Windows Media, Flash などによる映像サービスが広がりを見せている。しかし、ベストエフォート型のサービスであり、映像品質、スケーラビリティの面から、さらに高度なサービスが求められている。

1999 年に IMS (IP Multimedia Subsystem) の標準化が開始され、音声通話とデータ通信が IP ネットワークに統合された。さらに 2006 年に勧告された NGN (Next Generation Network) は IMS を中核に据えたネットワークアーキテクチャとして提案され、ネットワーク品質の制御機能により、IP ネットワークによる安定したマルチメディア通信を可能とした。IPTV サービスは、IMS や NGN の効果を最も発揮できるキラーサービスとして注目され、複数の標準化団体で IPTV 技術の検討が始まっている。

現在、各国で行われている IPTV サービスは、リニア TV サービス (多チャンネル放送) とオンデマンドサービス (VoD, Video On Demand) が中心である。今後は、携帯電話やホームネットワーク機器との連携サービスや、インタラクティブサービス、パーソナライズサービスなど、IPTV ならではの付加価値サービスが期待されている。

本稿では、ITU-T などの国際標準化で議論されている IPTV サービスと、IPTV サービスを実現する技術を解説

するとともに、今後期待される IPTV サービスについて述べる。

■ IPTV 国際標準化動向

これまでは通信事業者が独自の IPTV サービスを提供してきたが、2005 年ごろから IPTV の仕様を共通化し、普及・促進を目指す国際標準化が開始された。ここでは現在行われている IPTV 国際標準化の動向について説明する。

《標準化団体の概要》

現在、IPTV の国際標準化は、ITU-T^{☆1}、ETSI^{☆2}、ATIS^{☆3}、など複数の団体によって進められている。

ITU-T では IPTV の専門家で構成される FG-IPTV (Focus Group) が設置され、要求条件、アーキテクチャ、サービスシナリオおよび関連する技術を規定した^{1), 2)}。2008 年 1 月からは、IPTV-GSI (Global Standard Initiative) で標準勧告に向けた準備が行われており、関連 SG (Study Group) で順次勧告化が進められている。

ヨーロッパでは NGN の標準を勧告した ETSI TISPAN^{☆4} で、IPTV の標準化を進めている。ETSI TISPAN では、ITU-T の定める NGN IMS IPTV の詳細アーキテクチャとプロトコルを検討し、NGN R2 として発行した³⁾。

北米では、ATIS IIF (IPTV Interoperability Forum) でリニア TV を優先して検討しており、アーキテクチャだけでなく、実際のオペレーションに必要な DRM (Digital Rights Management: デジタルコンテンツの著作権を保護し、その利用や複製を制御・制限する機能)、QoS (Quality of Service: ネットワークにおいて通信の品質を確保する機能) 等の規格書を発行している⁴⁾。

日本では、2008 年に設立された IPTV フォーラムで、IPTV サービスを実現するための送信・受信に関する規定、受信機に関する技術仕様を規格化している。

標準仕様の策定が進むと、策定された標準仕様の検証と、標準仕様に基づいた実装の相互接続検証が重要となってくる。MSF (MultiService Forum) は標準仕様に則

☆1 International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector.

☆2 European Telecommunications Standards Institute.

☆3 Alliance for Telecommunications Industry Solutions.

☆4 Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks.

Distributed content services	Broadcast services	Linear TV/Linear TV with Trick Modes
		Pay Per View
		Electronic program guide (EPG)
		Personal Broadcast Service
		Hybrid : Online and off-air TV delivery
		Linear TV with multi-view service
	On-demand services	Video on demand (VoD) / Near VoD
		Reserved delivery service
		On-demand with multi-view service
		Music on Demand
	Advertising services	Traditional advertising service
		Targeted advertising
		On-demand advertising
		Advertising message logging
Interactive services	Time-shifting and place-shifting services	
	Supplementary content	
	Information services, Commerce services	
	Entertainment services, Learning services	
Communication services	Medicine services, Monitoring services	
	Portal services, Interactive advertising	
Others	Communication service	
	Public interest services, Hosting services	
	Presence service, Session mobility service	

■表-1 IPTV-GSI で分類されている IPTV サービスシナリオ

って相互接続するための実装規約を定め、相互接続試験 GMI (Global MSF Interoperability) を行う団体である。2008 年より IPTV を課題の 1 つとして取り上げ、IPTV のベンダ間の相互接続検証を行っている。

以上述べたように、NGN での IPTV サービス実現に注力する ETSI、放送サービスの IPTV 化を先行して検討する ATIS、IPTV サービス・技術の総論を議論する ITU-T というように、スコープの違いが見られる。

《IPTV サービスシナリオ》

ITU-T IPTV-GSI では、想定サービスシナリオを策定しており、配信型コンテンツサービス (Distributed content services)、インタラクティブサービス (Interactive services)、コミュニケーションサービス (Communication services) とその他サービスの 4 つに分類される(表-1)。ここでは各サービスについて説明する。

配信型コンテンツサービス

IPTV の中核である配信型コンテンツサービスには、放送型サービス (Broadcast services)、オンデマンド型サービス (On-demand services)、広告サービス (Advertising services)、タイムシフト・プレイスシフトサービス (Time-shifting and place-shifting services) が含まれる。

放送型サービスとして、既存のテレビ放送と同じようにスケジュールに従って映像コンテンツを配信する

リニア TV (Linear TV)、リニア TV 視聴中に停止、早送りが可能なトリックモード付きリニア TV (Linear TV with trick mode)、電子番組表 (EPG, Electronic Program Guide) などが挙げられている。

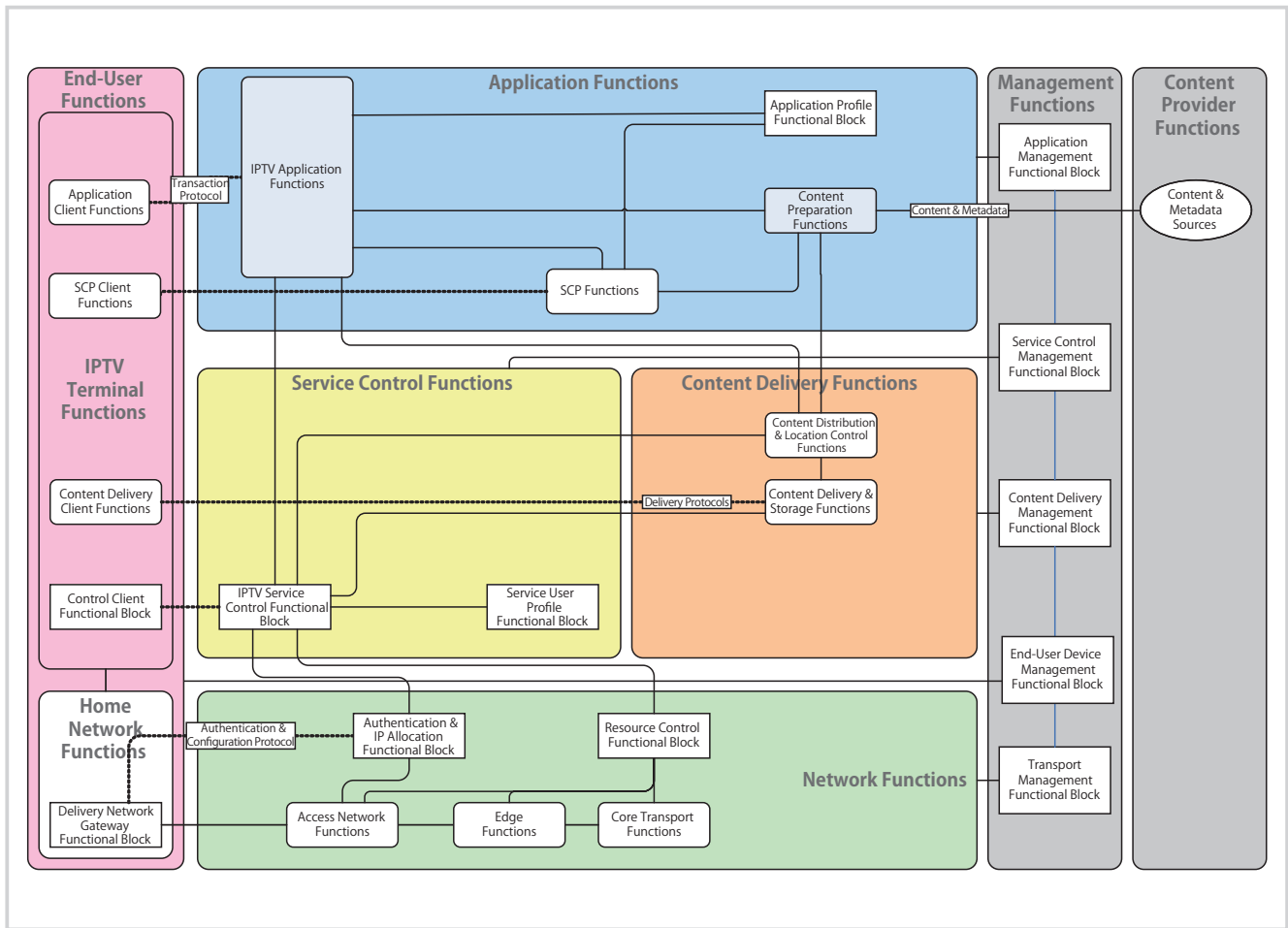
オンデマンド型サービスとして、ユーザが好きなときに映像コンテンツを選択・視聴できる VoD や Near VoD などが挙げられている。

広告サービスとして、放送型の広告 (Traditional advertising service)、ユーザの好みに応じた広告を配信するターゲティング広告 (Targeted advertising)、ユーザの要求に応じて広告を配信するオンデマンド広告 (On-demand advertising) が挙げられている。

タイムシフト・プレイスシフトサービスは、リニア TV の放送番組を後から視聴するタイムシフトサービスと、携帯電話などにより、どこでも映像視聴を可能とするプレイスシフトサービスである。タイムシフトサービスの実現には、ネットワーク側の蓄積装置に番組を録画する nPVR (Network Personal Video Recorder, N-PVR) が必要とされている。

インタラクティブサービス

インタラクティブサービスは、ユーザの要求に対して、対話的に情報を提供するサービスである。学習サービス、ニュースや天気予報などの情報サービス (Information services)、フォトアルバムやゲームなどのエンタテイン



■ 図-1 IPTV アーキテクチャ (ITU-T FG-IPTV より抜粋) ☆5

メントサービス (Entertainment services), ポータルサービス (Portal services), コマースサービス (Commerce services) 等が含まれる。

コミュニケーションサービス

コミュニケーションサービスは、映像配信サービスとコミュニケーションを融合したサービスである。同一チャネルを視聴する視聴者間でチャットを可能とするチャネルチャットングやユーザ間の高品質なテレビ電話を実現するビデオフォンや仲の良いユーザ間で視聴状態・履歴を共有するプレゼンスサービス等が含まれる。

《IPTV アーキテクチャ》

IPTV-GSI, ETSI TISPAN, ATIS IIF では機能の分類が異なるものの、各機能はそれぞれ対応付けられており、同一のアーキテクチャといえる。ここでは、IPTV-GSI で規定されているアーキテクチャの説明と、ETSI TISPAN, ATIS IIF との対応について説明する。

IPTV-GSI で規定している IPTV のアーキテクチャを

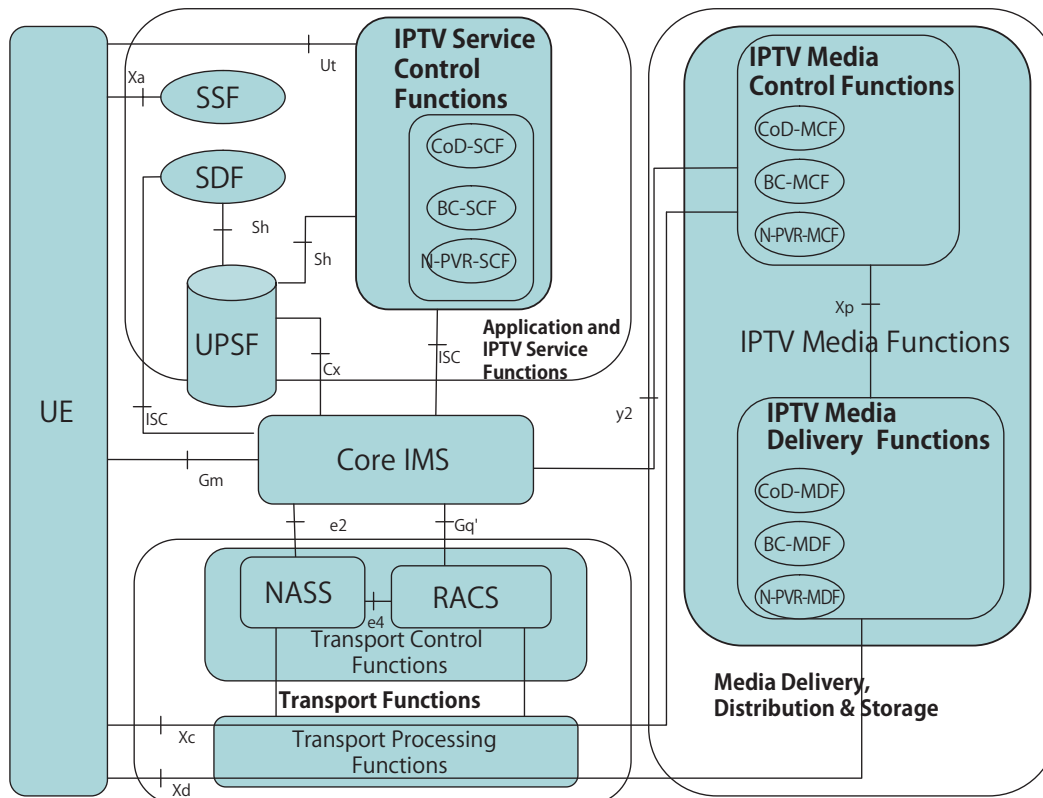
図-1 に示す。

End-User Functions は、ユーザの端末機能群とホームネットワーク機能群を示し、ユーザへのサービスメニューの提示、ユーザ端末からのサービスの要求、要求に応じた映像コンテンツの受信・表示などを行う機能であり、テレビに映像を表示するセットトップボックス (STB: Set Top Box), ホームゲートウェイなどが含まれる。Network Functions は映像コンテンツを伝送する機能群であり、映像配信に必要なネットワーク資源を確保する機能が含まれる。Content Delivery Functions は、ユーザ要求に応じて映像コンテンツを配信する機能群であり、映像配信サーバが含まれる。Application Functions は、サービスプロバイダが規定する IPTV サービスの仕様に従った IPTV のアプリケーション機能を提供する機能群である。Service Control Functions は、配信セッションの管理を行う機能群である。Management Functions と Content Provider Functions は、コンテンツプロバイダから提供される映像コンテンツの登録 (インジェクション), 利用ライセンス管理, メタデータ管理を行う。

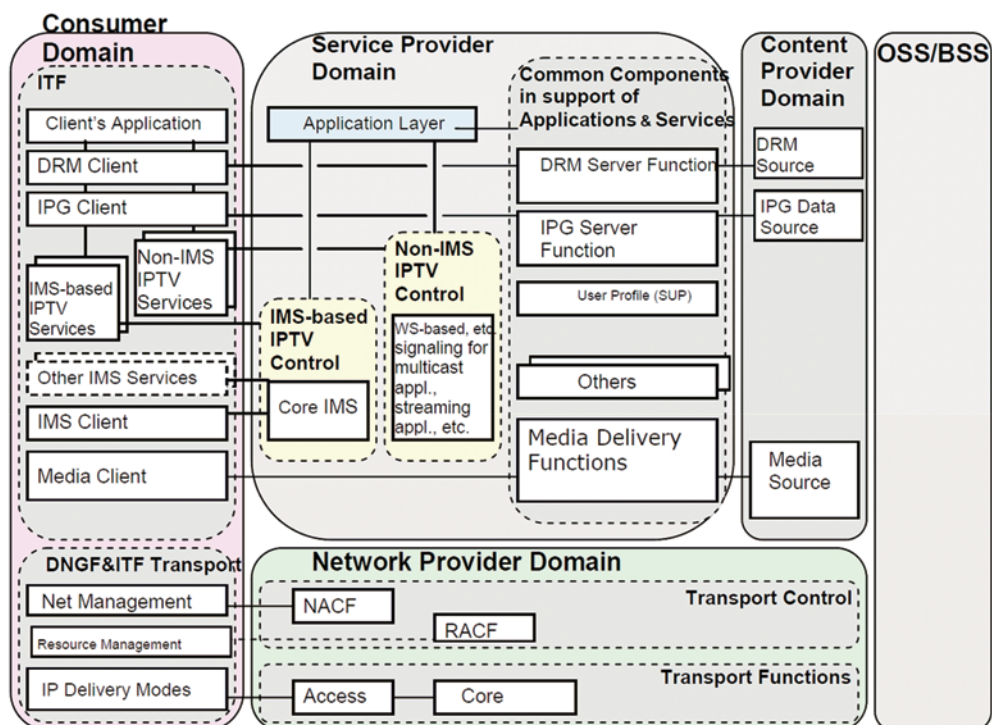
ETSI TISPAN と ATIS IIF のアーキテクチャを図-2, 3 に示す。これらのアーキテクチャは類似しており、各機

☆5 図-1 における略語: SCP (Service and Content Protection, セキュリティ機能)。

IPTVの現在と展望



■ 図-2 TISPAN IMS based IPTV アーキテクチャ (ETSI/TISPAN TS182027 より抜粋)^{☆6}



■ 図-3 IPTV Functional Decomposition (ATIS IIF, ATIS-0800007 より抜粋)^{☆7}

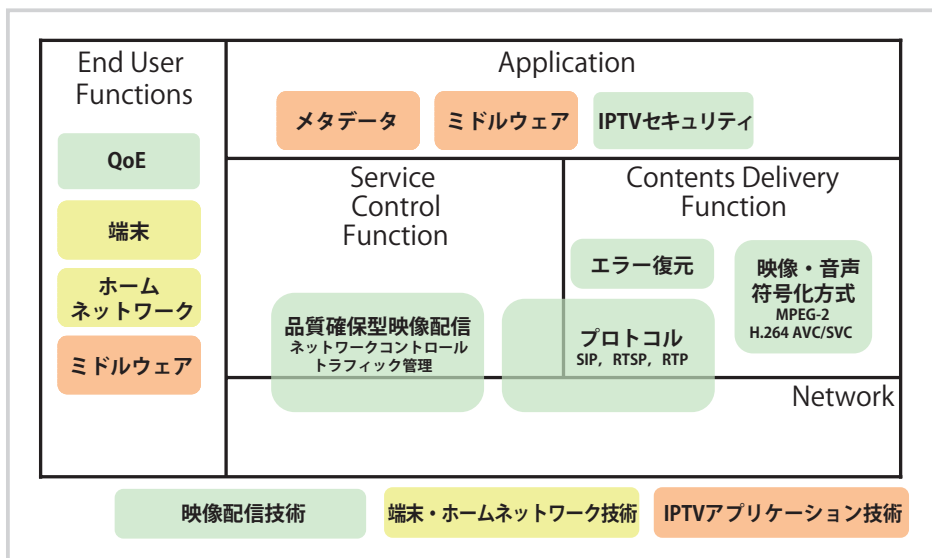
☆6 図-2における略語：SDF (Service Discovery Function), SSF (Service Selection Function), UPSF (User Profile Server Function), SCF (Service Control Function), CoD (Content on Demand), BC (BroadCast), NASS (Network Attachment SubSystem), RACS (Resource and Admission Control Subsystem)

☆7 図-3における略語：IPG (Interactive Program Guide), SUP (Service User Profile), OSS/BSS (Operational Support System, Business Support System)

■ IPTV サービスの国際標準化動向とサービス実現へ向けた技術 ■

IPTV-GSI	ETSI TISPAN	ATIS IIF
End-user Functions	UE (User Element)	Consumer Domain
Transport Functions	Transport Functions	Network Provider Domain
Content Delivery Functions	IPTV Media Functions	Media Delivery Functions
Application and IPTV Service Functions	Application and IPTV Service Functions, UPSF	Common Component
Service Control Functions	Core IMS, UPSF	IMS based IPTV Control
Management Functions	Management Functions	OSS/ BSS
Content Provider Functions	Content Provider Functions	Content Provider Domain

■ 表-2 アーキテクチャ間の対応表



能部間で対応付けができる（表-2）。ETSI TISPAN のアーキテクチャの特徴は IMS を中核としたアーキテクチャであり、IPTV サービスのコントロールを IMS 上のアプリケーションから可能としていることである。具体的には UE (User element) から IPTV Media Functions へのサービス要求は、すべて IPTV Service Control Functions を経由するように定義している。これにより、すべての IPTV サービスを IMS アプリケーションで制御できる。また、ITU-T IPTV-GSI では、NGN 固有のサービスプロファイルと IPTV 固有のアプリケーションプロファイルを分離する方向にあるのに対し、ETSI TISPAN では既存プロファイルの拡張である UPSF を定義している点も特徴である。

■ IPTV サービスを実現するコア技術^{☆8}

FG-IPTV では上記アーキテクチャに基づく IPTV サービスを実現するため、IPTV サービスを実現するコア技術

を検討している（図-4）⁵⁾。これらのコア技術は、映像配信技術、IPTV アプリケーション技術、端末・ホームネットワーク技術に分類できる。

《映像配信技術》

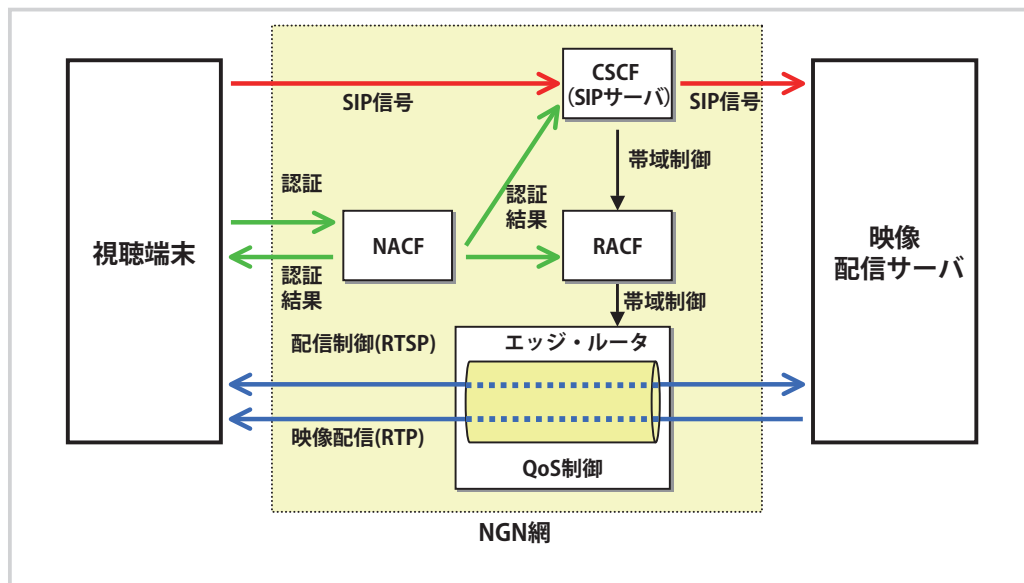
IPTV の映像配信では高品質映像の安定かつセキュアな配信が機能要件の1つとして挙げられており、品質確保型配信、QoE (Quality of Experience)、エラー復元、セキュリティ、プロトコル、映像・音声符号化方式が FG-IPTV で議論されている。

品質確保型映像配信技術

FG-IPTV で規定している IMS を使った NGN アーキテクチャ (NGN IMS アーキテクチャ) を例にとって、品質を確保して映像を配信する方式について述べる（図-5）。

NGN IMS では、セッションを制御する CSCF (Call Session Control Function)、ネットワーク帯域などのリソースを制御する RACF (Resource and Admission Control Function)、網へのアクセス認証を行う NACF (Network Attachment Control Function)、およびエッジ・ルータでネットワークの品質を確保する。CSCF は

☆8 IPTV-GSI でのコア技術の検討はこれから行われる予定であり、ここでは FG-IPTV で規定されたコア技術の内容を説明する。



■ 図-5 品質確保型映像配信技術

いわゆる SIP (Session Initiative Protocol) サーバである。

視聴端末が網へ接続されると、NACF において端末の認証が実行され、認証が成功すると IP アドレスが割り当てられる。視聴端末、CSCF、RACF へ IP アドレスとともに認証結果が伝えられ、視聴端末が利用できるようになる。

映像視聴時、視聴端末は SIP を用いて CSCF へ映像配信サーバとのセッション確立を要求する。CSCF は映像配信サーバへ SIP 要求を伝え、視聴端末と映像配信サーバとのセッションを確立する。同時に、CSCF は RACF に対して帯域制御、優先制御するよう指示し、RACF は該当するセッションに対して、要求に応じた帯域を確保する。その後、映像配信サーバから視聴端末に対して映像・音声メディアを配信する。

リニア TV や VoD などのサービスに応じて、望ましいネットワーク品質(遅延、ジッタ、パケットロス率)が定められている。これらを満たすため、映像・音声メディアの配信の際には、ルータ等の通信機器において優先制御が行われ、他の通信に比べて優先的にパケットを通過させることにより、高品質な映像配信サービスを可能にする。

QoE

従来、ネットワークのパケットロス、遅延、転送遅延揺らぎ(ジッタ)で表されるネットワーク品質(QoS)を用いて、ネットワークサービスの品質を測定・評価していた。しかし、同じパケットロス率でも、どのパケットが破棄されたかによって大きく画質が変化するため、FG-IPTV ではサービス品質として、映像を視聴しているユーザが体感する体感品質(QoE)を規定している。また、QoS/QoE を測定するためのモニタリング技術についても規定している。

FG-IPTV では、映像・音声符号化方式、解像度などの符号化パラメータ、パケットロスやパケットロスにより失われたデータの種類といったメディア品質をはじめとして、チャンネル切り替え時の待ち時間、早送り・巻き戻しの応答時間、ユーザインタフェース、広告数など、さまざまな要素がユーザの体感品質に影響を及ぼすとしている。

特に映像品質は QoE に与える影響が大きいので、HD 画質 (High Definition) を推奨し、SD 画質 (Standard Definition) を最小品質としている。

エラー復元技術

IP ネットワークで映像を配信すると、伝送路や伝送機器において、パケットロスが発生し、クライアントで映像や音声 が 乱れ、品質が低下する可能性があるため、損失したパケットの回復技術を規定している。

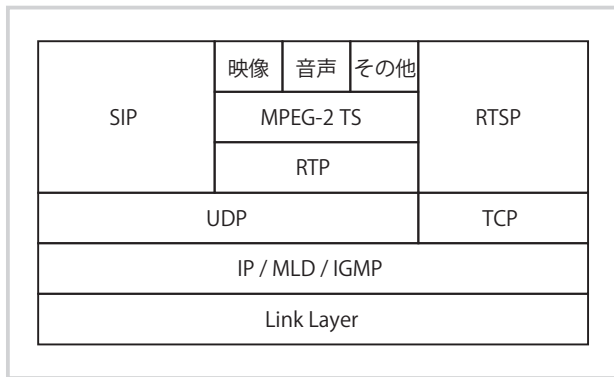
回復技術の 1 つとして、損失したパケットの再送 (Retransmission) による回復が挙げられている。

また、配信時に通信パケットを冗長化し、クライアントで損失パケットの復元を可能にする前方誤り訂正 (FEC : Forward Error Collection) が挙げられている。特に、マルチキャスト配信では、一度のパケットロスが多数の端末に影響を与え、多数のクライアントからの再送要求でサーバが高負荷になる可能性があるため、前方誤り訂正を利用することが多い。

IPTV セキュリティ技術

ユーザ認証、端末認証、アクセス制御による IPTV サービスの保護や、配信した映像コンテンツの不正利用防止のため、IPTV のセキュリティ機能が挙げられている。

映像コンテンツの不正な利用を防止するコンテンツ保護機能は、映像コンテンツを暗号化して配信し、クライアントがサーバから復号鍵を入手して、暗号化コンテン



■ 図-6 IPTV で利用される典型的なプロトコル

ツを復号して再生する機能である。FG-IPTV では詳細なプロトコルは規定しておらず、暗号化機能、鍵管理機能といった機能レベルを定義している。

また、暗号化以外のコンテンツ保護の方法として、映像コンテンツをコピーしたときに、元の映像コンテンツやユーザ ID などの情報を映像コンテンツへ埋め込んで、コピー元の追跡を容易にするコンテンツトレース機能が挙げられている。

プロトコル

FG-IPTV では、配信サーバと視聴端末とのセッション確立、映像・音声メディアを配信するプロトコルなどは、IETF^{☆9} など、他の標準化団体で定められた標準プロトコルを利用するとされ、プロトコル自体は規定されていない。ここでは IPTV で利用される典型的なプロトコルについて説明する（図-6）。

品質確保型映像配信技術で述べたように、配信サーバと視聴端末間のセッションの確立には SIP が利用され、映像・音声メディア配信には RTSP（RealTime Streaming Protocol）、RTP（Realtime Transport Protocol）が利用される。

RTSP は、いわゆるテレビやビデオのリモコンに相当し、再生、停止、特殊再生（巻き戻しなど）など、映像配信サーバの制御を行うためのプロトコルである。RTP は、映像音声メディアの送受信に適したプロトコルである。RTP パケットにはシーケンス番号とタイムスタンプが記述されており、パケットロスの検知、メディアの同期が可能である。

符号化された映像・音声メディアを RTP に格納するフォーマットには放送系システムとの親和性から、BS/CS/地上デジタル放送で採用されている MPEG-2 トランスポートストリーム（MPEG-2 TS）が用いられることが多い。MPEG-2 TS では、映像、音声ストリームを分割し、

固定長のパケットとして送信する。

映像・音声符号化方式

フル HD 映像のデータレートは 1.5Gbps にも及ぶため、ネットワークで映像配信を行うためには、用途に応じた符号化方式（コーデック）を用いてデータを圧縮して送信するのが一般的である。FG-IPTV で想定されている音声および映像符号化方式をそれぞれ図-7, 8 に示す。ここでは、IPTV で利用されることが多い映像符号化方式（MPEG-2, H.264/AVC）について説明する。

• MPEG-2 Video

DVD-VIDEO や BS/CS/地上デジタル放送で利用されている MPEG-2 Video は MPEG-1 Video をベースに 1995 年に MPEG で標準化された。

符号化方式は MPEG-1 Video と同様に、離散コサイン変換（DCT）、動き補償フレーム間予測（VC）と可変長符号（VLC）を組み合わせたハイブリッド符号化方式を基本としている。ハイブリッド符号化方式では、映像は 1 画面内の空間的な相関および、画面間の時間的な相関が高いという性質を利用し、DCT と VC により、それぞれ空間的、時間的な冗長情報を削減し、さらに VLC によりデータを削減することで効率の良い圧縮を実現している。FG-IPTV では、MPEG-2 Video での映像配信に関し、HD 映像は 15Mbps、SD 映像は 2.5Mbps（リニア TV）、3.18Mbps（VoD）程度のビットレートで配信することを想定している。

• H.264/AVC

H.264/AVC は地上デジタル放送におけるモバイル向けワンセグ放送、携帯ゲーム機での動画再生や Blu-ray の映像符号化方式として採用されており、2003 年に ITU-T と MPEG が共同制定した国際規格である。

MPEG-4 よりも高圧縮率を実現するために、動き補償の改善（MPEG-4 よりも細かな 1/4 画素精度での動き補償や複数の参照フレームの利用）、ブロック歪みによる画質劣化を抑制するデブロッキングフィルタ、従来の可変長符号より効率の良い算術符号（CABAC）など、過去の標準化において複雑度が高いとの理由で採用されなかった技術を積極的に取り入れた。

FG-IPTV では、H.264/AVC での映像配信に関し、HD 映像は 10Mbps、SD 映像は 1.7Mbps（リニア TV）、2.1Mbps（VoD）程度のビットレートで配信することを想定している。

FTTH が普及している日本では、IPTV の映像符号化方式として圧縮率が低い MPEG-2 も検討されているが、ADSL によるアクセスが多く残っている海外では、配信チャンネル数の増加を目的として、H.264/AVC が採用されることが多い。

また、2007 年に H.264/AVC の拡張規格として、ワン

☆9 Internet Engineering Task Force.

IPTVの現在と展望

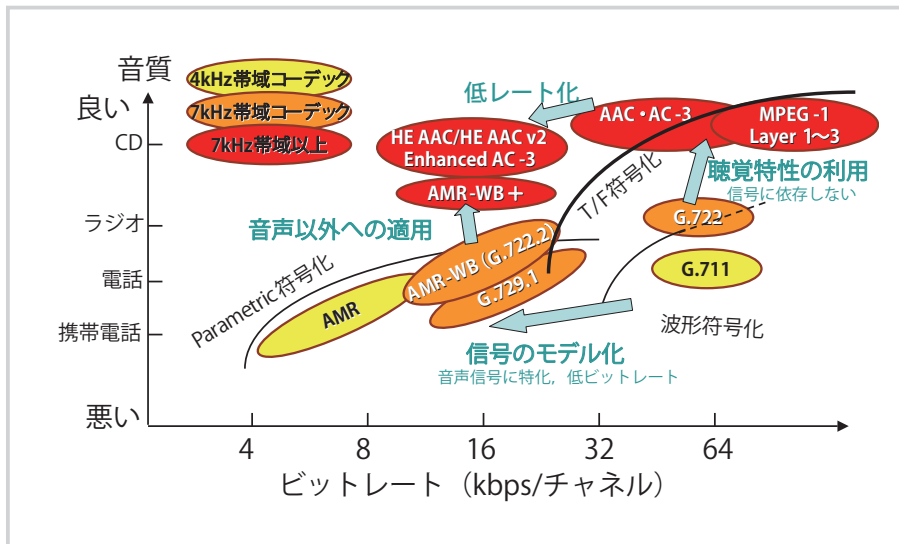


図-7 IPTV で用いられる音符号号化方式

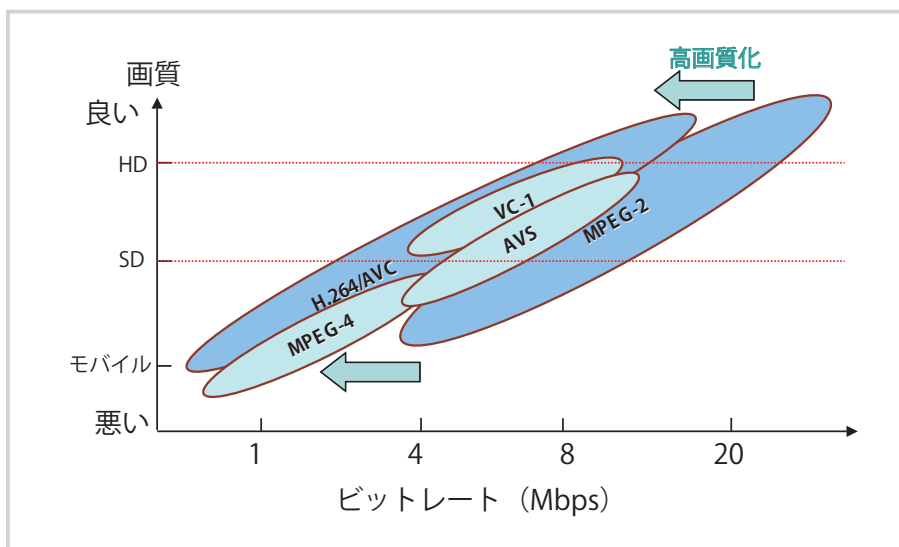


図-8 IPTV で用いられる映像符号化方式

ソースで能力の異なる端末や複数のネットワーク帯域で利用可能な SVC（Scalable Video Coding）が標準化された。SVC は、映像データを複数の階層（レイヤ）に分割して符号化し、指定した階層以下のデータを利用することで解像度・フレームレート・ビットレートの変換が実現できる技術である。たとえば、H.264/SVC で符号化された HD コンテンツは、一番下位の階層のみを利用することで携帯電話向けコンテンツとして、さらに上位の階層を加えることで SD コンテンツとして、すべての階層を利用することで HD コンテンツとして利用することができる。IPTV 標準化の間でも、このようなワンソース・マルチユースのサービスを始めたとして、SVC 技術を利用したサービスの議論が始まっている。

《IPTV アプリケーション》

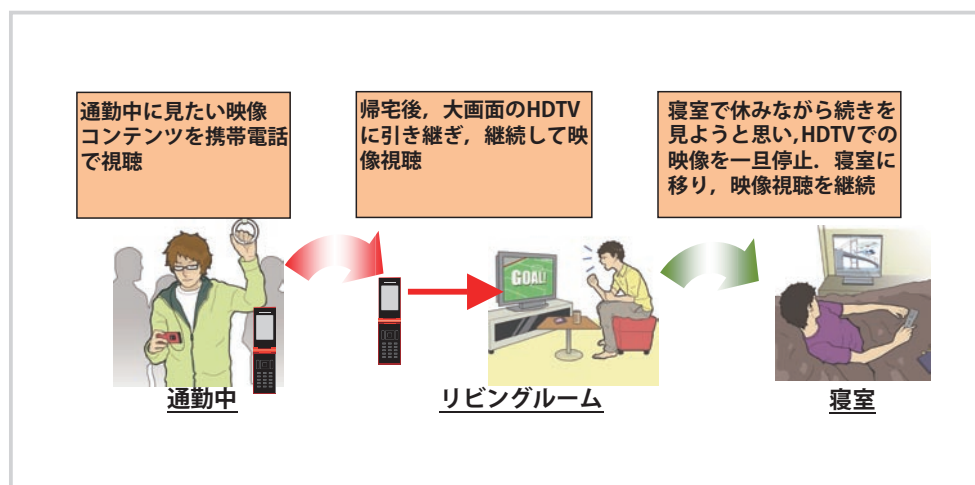
IPTV アプリケーションを実現するための技術として、メタデータ、ミドルウェアが検討されている。

メタデータはコンテンツに付与された抽象度の高い付加的なデータであり、タイトル、概要といった映像コンテンツの付加情報、保護・権利情報などが提案されている。タイトルや概要などは、ユーザへ EPG を提供するために利用される。

ミドルウェアは IPTV アプリケーションを実現するために必要なコンテンツ配信、サービスの加入情報や価格情報、利用履歴の統計情報等の多様なリソースを管理するソフトウェアとして議論されている。ミドルウェアを活用することにより高度なサービスの構築が期待されている。

《ホームネットワーク・端末》

ホームネットワーク・端末は、IPTV サービスをユーザへ提供するために不可欠な機能である。通信事業者が提供する IPTV サービス以外の IP 電話、インターネットアクセスなどのサービスを同時に利用することや、家庭



■ 図-9 携帯電話、ホームネットワークと連携した将来の IPTV サービスイメージ

内に複数の端末が存在することを想定したアーキテクチャを定義している。

■ 将来の IPTV サービスと技術課題

現在の IPTV サービスは固定網を利用した映像配信サービスが中心であるが、テレビ (STB)、PC、携帯電話を連携した 3 スクリーンサービスが、今後期待できる IPTV の付加価値サービスであると目されている。IPTV-GSI でも IPTV サービスシナリオの 1 つとして、プレイスシフトやタイムシフトを挙げており、固定された端末以外での映像視聴に対するニーズは高い。今後、無線 LAN や次世代携帯電話のデータ通信方式である LTE (Long Term Evolution) など、数 10 ～ 100Mbps が利用できる無線インフラの整備により、携帯電話での高品質映像の視聴が可能になると考えられる。

図-9 に示すように、携帯電話やホームネットワークと連携した 3 スクリーンサービスは、いつでも、どこでも、見たいときに、見たい映像のストリーミング視聴を可能にする。このようなサービスを実現するため、携帯電話の無線網や無線 LAN など、品質変動が起こり得るネットワークにおいても安定して映像を配信する技術が必要である。また、さまざまな端末へ視聴を引き継ぐ際の視聴権限管理なども重要になる。

参考文献

- 1) Y.1910 : IPTV Architecture, ITU-T (2008).
 - 2) Y.Sup 5 : ITU-T Y.1900-series, Supplement on IPTV Service Use Cases, ITU-T (2008).
 - 3) IPTV Functions Supported by the IMS Subsystem, ETSI TS 182 027, ETSI (2008).
 - 4) IPTV High Level Architecture, ATIS-0800007, ATIS IIF (2007).
 - 5) Quality of Experience Requirements for IPTV Service 他, FG IPTV-DOC-0184 ～ 0198, ITU-T Focus Group on IPTV (2007).
- (平成 20 年 9 月 29 日受付)

里田浩三

k-satoda@cb.jp.nec.com

1993 年京都大学大学院工学研究科電気工学第二専攻修了。同年 NEC に入社。メディア処理、メディア通信の研究に従事。

谷口邦弘

k-taniguchi@da.jp.nec.com

1991 年電気通信大学大学院電気通信学研究科電子情報学専攻修了。同年 NEC に入社。情報ネットワーク、通信システムの研究に従事。

朝倉敬喜 (正会員)

asakura@ay.jp.nec.com

1991 年大阪大学大学院工学研究科電気工学専攻修了。同年 NEC に入社。コンテンツ保護、コンテンツ配信の研究に従事。