IPTV 配信システムにおける技術動向と課題

IPTV Content Delivery Technologies

小林 昭^{†1} Akira Kobayashi^{†1}

朝倉敬喜^{†2} Takayoshi Asakura^{†2}

Summary

IPTV (Internet Protocol TV) サービスは技術の国際標準化と相まって世界各国で普及が始まっている。本稿では、IPTV サービスのコアシステムである配信システムの基本技術として、映像符号化技術とネットワーク技術を概説するとともに、現在のサービスにおける配信システムの構成と技術課題を述べ、次世代 IPTV サービスへの展望と要求される技術について解説する。

Key words

IPTV, 映像配信, 映像符号化技術, VOD, QoE, NGN, IMS, トリプルシフト

1. ま え が き

広域ネットワークを介した映像配信は、MPEG (Moving Picture Experts Group) 技術と ATM (Asynchronous Transfer Mode) ネットワーク技術の標準化によって、1990 年代にサービスが開始された。その後、xDSL (Digital Subscriber Line) や FTTH (Fiber To The Home) による IP ネットワークが急速に普及することで、IPTV サービスは世界各国で開始され、現在、NGN (Next Generation Network) /IMS (IP Multimedia Subsystem) や IPTV 技術の標準化で普及期に

入りつつある。また、利用者のライフスタイル多様化に対応してインターネットや携帯電話経由のサービスが始まり、これらを融合した次世代 IPTV の時代になろうとしている。この変遷を IPTV の歴史として図 1 に概観する。

本稿では、IP ネットワーク上で映像配信を実現するための基本技術として映像符号化技術とネットワーク技術を概説するとともに、現状の IPTV サービスにおける配信システムの構成と技術課題を述べ、次世代 IPTV サービスへの展望と、要求される技術について解説する。

2. 映像符号化技術 : MPEG-2 から H.264 へ

IPTV ではテレビジョン (以下、TV) 放送と同程度の品質が要求されるが、SDTV (Standard Definition Television) のデジタル TV 信号は 100 Mbit/s 以上のデータ量となる [1] ため、IPTV 配信では高能率な符号化技術が必須である。

映像符号化技術は、フレーム間予測符号化技術と DCT (Discrete Cosine Transform, 離散コサイン変換) 方式を基本とした変換符号化技術を中心に研究開発が進められ、ISO (International Organization for Standardization) と ITU (International Telecommunication Union) で標準化された MPEG-2 方式 [2] によって放送品質のデジタル映像伝送が可能になった。その後、HDTV (High

図1 IPTV への歴史

†1 日本電気株式会社 キャリアネットワークビジネスユニット, 東京都 Carrier Network Business Unit, NEC Corporation, Tokyo, 108-8001 Japan

†2 日本電気株式会社 知的資産 R&D 企画本部, 川崎市 Intellectual Assent R&D Planning Division, NEC Corporation, Kawasaki-shi, 211-8666 Japan

Definition Television) による高品質映像配信を実現するべく、更に高能率な符号化技術 H.264 (MPEG-4 AVC) 方式 [3] が開発され、この技術が現在の IPTV 映像配信システムの主流となっている。図 2 に映像符号化技術の品質・符号化速度の対応を示す。

音声の符号化技術も並行して開発が進められ、MPEG-1 では MPEG-1 Audio Layer 2 方式 [4] によるステレオ音声、MPEG-2 では HDTV の 5.1 チャンネル高臨場音声を可能にする AAC (Advanced Audio Coding) 方式 [5] が開発されている。

図 2 映像符号化技術の品質と符号化速度

3. ネットワーク技術：ATM から IP へ

ATM ネットワーク技術は、映像などの広帯域データを安定して配信できる帯域保証型の広域ネットワークとして、トラフィック制御や通信プロトコルが開発・標準化され、1990 年代にブロードバンドネットワークとして提供が始まった。ATM 上の映像配信技術として DAVIC (Digital Audio and Visual Council) で各レイヤのプロトコル (MPEG-over-ATM や DSM-CC など) が標準化され [6]、VOD (Video On Demand) による映像配信サービスのトライアルや商用サービスが開始された。

一方で、1970 年代に複数台のコンピュータを接続する目的で IP が開発され、1990 年代にはインターネット (The Internet) の標準プロトコルとして、世界的に商用利用が盛んになった。更に 1990 年代後半から ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) などによる常時接続サービスの急激な低価格化が進み、IP ネットワークの高速化との相乗効果によって、広域ブロードバンドネッ

トワークは ATM から IP ネットワークへ変化した。

IETF (Internet Engineering Task Force) などの標準化団体でも、ATM に相当する IP ネットワーク上の映像配信プロトコルとして、音声や映像データのリアルタイム伝送に必要なタイムスタンプなどを定義した RTP (Real-time Transport Protocol) [7]、映像の再生、停止などを制御する RTSP (Real Time Streaming Protocol) [8]、IP マルチキャストのチャンネルを選択する IGMP (Internet Group Management Protocol) [9] などが標準化され、オンデマンド型映像配信サービスとともに、IP マルチキャストによる放送型映像配信サービスも可能となった。また、IP パケットの優先度制御を行う DiffServ (Differentiated Services) [10]、映像配信時に冗長パケットを生成し、ネットワークでのパケット損時に冗長パケットから損失パケットを生成するエラー訂正技術 (COP3, Raptor など) [11] も開発された。図 3 に ATM と IP ネットワーク上の映像配信プロトコルの比較を示す。

ATM が帯域保証型のネットワークであったのに対し、IP ネットワークはベストエフォート型のため、品質の高い映像配信が要求される IPTV サービスでは、帯域保証などの新たな技術課題が発生し、その対応技術が検討・開発されつつある。これらについては、5. で紹介する。

OSI 7 階層モデル	ATM ネットワーク (DAVIC)	IP ネットワーク
7 アプリケーション層	映像, 音声	映像, 音声
6 プレゼンテーション層	制御 AP	制御 AP
5 セッション層	DSM-CC	MPEG-2 TS
4 トランスポート層	CORBA/IOP	RTP
3 ネットワーク層	TCP	UDP
2 データリンク層	IP	TCP
1 物理層	IP/IGMP/MLD	IP/IGMP/MLD
	ATM	Ethernet (ATM)

図 3 ATM と IP ネットワークの映像配信プロトコル

4. IPTV 配信システムの構成

現在、ITU-T^{*1}、ETSI/TISPAN^{*2}や ATIS/IIF^{*3}などの国際標準化団体で IPTV 技術の標準化が進められ、そ

*1 Telecommunication Standardization Sector of ITU (International Telecommunication Union)

*2 European Telecommunications Standards Institute/Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks

*3 Alliance for Telecommunications Industry Solutions/IPTV Interoperability Forum

図4 IPTV 基本アーキテクチャフレームワーク

の大枠が固まってきた。ITU-Tでは、「IPTVとは、品質が管理されたIPネットワーク上で提供されるテレビや映像などのマルチメディアサービス」と定義し、放送型の「Linear TV」とオンデマンド型の「VOD」を基本サービスとしている。

ITU-Tで標準化された基本アーキテクチャ[12]を図4に示す。IPTV配信システムは、Content Delivery Functions, Network Functions, Service Control Functions, 及びEnd-User Functionsが該当する。IPTVサービスを実現するためには、電子番組ガイド(EPG: Electronic Program Guide)の管理・配信、ユーザポータル、認証・課金、著作権保護など多くの技術が必要であるが、ここでは、IPTV配信システムとして、「Linear TV」と「VOD」の構成について説明する。

4.1 Linear TV：マルチキャスト配信システム

Linear TVサービスはTV放送型のサービスで、IPネットワークのマルチキャスト機能によって配信される。サービス形態によって、全国放送の場合はセンタ局(SHE: Super Head End)からネットワーク全体に配信されるが、ローカル放送の場合は、地方局(VHO: Video Hub Office)から限定されたネットワーク内だけに

図5 マルチキャスト配信システム構成

マルチキャスト配信される。端末が電子番組ガイドで選択されたチャンネルに対応するマルチキャストアドレスをIGMPで要求し、マルチキャストルータが該当チャンネルデータを分離・伝送する。図5にマルチキャスト配信システムの構成を示す。マルチキャスト配信では、ユーザ数に制限なく映像を配信できるが、Metro Networkに提供チャンネル数分の帯域確保が常に必要である。

4.2 VOD：ユニキャスト配信システム

VODサービスは、レンタルビデオのように、配信サーバ上に準備されたコンテンツをポータル画面から選択して視聴するサービスで、端末と配信サーバをユニキャスト(RTSP, RTP)で1:1に接続する。DVDのような一時停止、早送り、巻戻し動作もRTSPで制御される。配信サーバは、センタ局(SHE)に設置されるが、大規模システムでは負荷分散のためにVHOやVSO(Video Serving Office)に分散設置されることがある。図6にユニキャスト配信システムの構成を示す。ユニキャスト配信では、マルチキャスト配信と異なり配信数に比例する帯域がネットワークに必要なになる。

図6 ユニキャスト配信システム構成

5. IPTV 配信システムの課題と対策技術

IPTVサービスは一定以上の品質が要求され、映像品質や人間の主観特性を加味したQoE(Quality of Experience, 体感品質)として、課題・対策が検討されている[13]。ネットワーク品質は、これまでQoS(Quality of Service)という言葉で表現されてきたが、これはネットワークの伝送速度や遅延、パケット損など、ネットワークの性能を表す指標であり、ユーザの体感品質の観点では十分な指標でなかった。

「高品質な映像, HDTV」, 「安定した映像再生」, 「ス

トレスのない操作性」が主な QoE 要素であり、パケット損による映像の乱れ、ネットワーク帯域不足による映像の駒飛びや再生停止、チャンネル切換などの応答時間の遅さに左右される。これらは IP ネットワークの特性に起因するもので、対策技術が検討・開発されている。

5.1 パケット損対策技術

ベストエフォート型の IP ネットワークは、トラフィックが混雑するとパケットの欠落（パケット損）が発生する。IPTV では高度に圧縮された MPEG データが IP パケットで伝送され、かつ高い伝送効率確保のため、送達確認しない UDP（User Datagram Protocol）で配信される。このため、1 パケットの欠落であっても大きな画像の乱れや、音声の途切れとなることがあり、パケット損対策技術が必須技術となる。対策技術として、パケット欠落による画像・音声劣化を再生処理で軽減する隠ぺい（Concealment）技術と、欠損パケットを復元する前方誤り訂正（FEC：Forward Error Correction）技術、自動再送要求（ARQ：Automatic Repeat reQuest）技術があり、ITU-T などで標準化が進められている。

FEC 技術は冗長データを配信サーバで生成して配信データとともに送信し、受信側で配信データが欠落したときに冗長データを使って復元するもので、ある程度のパケット損が発生しても乱れない映像配信が可能になる。FEC は複数の方式（COP3 や Raptor 等）が提案されているが、パケット損への耐久性や、冗長データ量、FEC 処理負荷^{かんが}を鑑みて、対象の IPTV システムに適した方式が選択される。

ARQ 技術は、受信端末がパケット欠落検出時に配信サーバへ欠落したパケットの再送を要求し、その再送データで復元する方式のため、パケット損失率の低いネットワークでは伝送効率が高い。再送要求は、RTSP や RTCP（Real-time Transport Control Protocol）[7] で送られるため、同時に多数の端末が接続されるマルチキャスト配信には適さない。

5.2 帯域確保技術

IP ネットワークは、トラフィック量が少ないときにはすべてのデータが伝送されるが、トラフィック量が非常に多いときにはネットワークの容量を超えたパケットは破棄される。最近のインターネットの爆発的な普及により、

図7 NGN IMS による VOD 配信システムの例

膨大な量のトラフィックが IP ネットワークに流れるため、繁忙時には帯域確保ができず、パケット損対策技術で救済できる限界を超えた状態になっている。

この問題を解決すべく、ITU-T では NGN として帯域確保技術が開発・標準化された。NGN 標準仕様では RAC 機能（RACF：Resource and Admission Control Function）として、ネットワーク帯域などのリソース管理が定義されている [14]。マルチキャスト配信では、コアネットワーク及びメトロネットワークのチャンネル数（必要帯域）が比較的少なく変動も少ないため、固定的な帯域管理でよいが、多数の接続が常に変化するユニキャスト配信では RAC 機能による帯域管理は不可欠になる。RAC 機能では DiffServ による IP パケットの優先度制御なども定義されている。

NGN IMS での VOD 配信システム構成例を図7に示す。IMS は、映像・音声などのマルチメディアデータを IP ベースのパケット網で柔軟にやり取りするために標準化された仕組みであり、特にここでは IMS のベースとなっている SIP（Session Initiation Protocol）を利用してセッション制御、セッションレベルでの認証管理を行っている。また、RACF による帯域確保とともに、NACF（Network Attachment Control Function）[15] による回線接続時に行われるアクセスレベルでの認証管理と、HSS（Home Subscriber Server）[16] によるユーザが契約しているサービスのプロフィール情報管理や認証情報管理などのサービス制御機能を活用することで、各種アプリケーションと連携した付加価値サービスを可能にしている。

5.3 応答遅延時間対策技術

デジタル TV 放送でのチャンネル切換はアナログ TV 放送より若干時間がかかるようになった。これは、MPEG データの構造、MPEG を再生する端末でのデコード処

理によるものであり、1秒前後の遅延を生じる。IPTVでは更に、IPネットワークの変動（ジッタ、揺らぎ）を吸収するバッファ処理と、IGMPによるルータのマルチキャストチャンネル切替処理の遅延時間が加わる。これらは、特にチャンネルの順送り操作で、体感品質（QoE）へ影響を及ぼしており、大きな課題となっている。

H.264のIピクチャ（IDR：Instantaneous Decoder Refresh）間隔の短縮や、IGMPプロトコル（Join/Leave）の改善でチャンネル切替の時間を短縮する方策や、ネットワーク上にIピクチャ変換装置を設置して、チャンネル切替のタイミングで瞬時にIピクチャを送出する方策等が検討・開発されている。

また、複数の放送チャンネルを小画面で一覧表示し、希望のチャンネルをワンタッチで選択することで、順送り操作が不要な新しいコンセプトによる対策も試みられている。

6. 次世代IPTV：TVからトリプルシフトへ

現在、IPTVサービスが世界各国で開始され、FTTHやNGNによる安定した品質のブロードバンドネットワークの拡大とともに普及が見込まれている。更に、従来のTV放送では提供できなかった新サービスを可能にするインフラとして次世代IPTVに期待が寄せられている。

TV放送は映画とともにIPTVサービスの最大のコンテンツであるが、ライフスタイルの変化や視聴機器の発展により利用形態が大きく変わりつつある。従来のTV

放送は放送時間にしか視聴できなかったが、予約録画できるHDDレコーダの普及で、時間に制約されないタイムシフト視聴が急速に広まっている。また、インターネットでも映像配信サービスが始まっている。品質・安定度はまだTV放送に及ばないが、Web連携などサービスの多様化とあいまって多くの利用者を集めている。更に、携帯電話等の携帯機器の普及と高機能化から、携帯機器での映像視聴（ワンセグ放送やダウンロードを含む）も日常化しつつある。

このような新しい利用者ニーズにこたえるIPTVサービスは、トリプルシフト（TripleShift：Time-Shift + Place-Shift + Device-Shiftの造語）と呼ぶことができ、「いつでも」、「どこでも」、「どの端末でも」利用可能にする次世代IPTVの方向を示唆するものといえる。図8にトリプルシフトサービスの利用イメージを示す。

以下に、トリプルシフトサービスを実現するために必要な技術を考察する。

6.1 タイムシフト：nDVR技術

TV放送の時間的制約から解放するタイムシフト視聴は、ハードディスクレコーダの予約録画機能で可能となったが、録画し忘れによる視聴見逃しへの対応が困難で、かつ保持できるタイトル数がHDD容量で制限される。これをネットワーク上のサーバで実現するものがnDVR（Network based Digital Video Recorder）技術である。IPTVで放送される全番組をnDVRサーバに常時録画することで、過去の番組表から番組を視聴可能にするもので、

図8 トリプルシフトサービスの利用イメージ

VOD サーバ機能に、自動録画、番組表管理とユーザ利用権限管理機能を追加することで実現できる。また、この技術によって、放送のライブ視聴を途中で中断し、その続きを（別の端末で）後で見る継続視聴も可能になる。

基本技術は既に製品段階にあるが、著作権処理に関するビジネスルールや法制度の整備が課題として残されている。海外では“TV Everywhere”，“Catch-up TV”，“RS-DVR（Remote Storage-Digital Video Recorder）”などのサービスとして、許諾された番組・チャンネルを対象としたサービスが試みられており、今後、次世代 IPTV の基本サービスになると思われる。

6.2 プレースシフト：ネットワーク適応型配信技術

インターネットや携帯電話などを使って、どこでも IPTV を利用できるプレースシフトサービスは、ネットワークや利用者を識別し、変動するネットワークに適応したビットレート制御を行うことで、途切れない視聴サービスが可能になる。xDSL や FTTH によって数 Mbit/s 以上のインターネット配信が可能になり、携帯電話も 3G や LTE 技術によるブロードバンド化で高品質な映像配信が可能になってきたが、現在のインターネットやモバイルネットワークは、利用場所、時間によって利用可能帯域が変わるだけでなく、ネットワーク品質（パケット損やジッタ）も大きく変動する。QoE を重視する IPTV サービスでは、品質保証のないネットワークで安定した映像配信を行うための技術が重要である。

従来のバッファリング技術によって、ある程度のネットワーク品質の変動は吸収可能だが、インターネット

配信で動画再生が止まることがあるように、安定度に限界がある。ネットワーク適応型配信技術はこの解決を目指すもので、ネットワーク状態を計測して、ネットワークで配信可能なデータ量（ビットレート）を把握し、ネットワークの変動に応じてコンテンツのビットレートを解像度やフレーム数、圧縮率の変更によって動的に制御する適応技術である。予測型のネットワーク状態計測技術 [17] やネットワーク適応型の配信制御技術 [18] などの研究・開発が進められており、3GPP（Third Generation Partnership Project）では携帯電話向けに PSS（Packet-switched Streaming Service）として、フィードバック型の配信制御フレームワークが標準仕様化されている [19]。

コンテンツのビットレートを制御するには、複数のビットレートの映像データを準備する必要があるが、これを一つのデータで実現する映像符号化技術として H.264/SVC（Scalable Video Coding）が標準化 [3] され、複数の映像品質（解像度、フレーム数、圧縮率・ビットレート）のレイヤ形式が定義されている。図 9 に H.264/SVC のレイヤ構成と利用例を示す。

6.3 デバイスシフト：端末適応型配信技術

TV（STB：Set Top Box，IPTV を一般のテレビで視聴可能な信号へ変換する装置）や PC，携帯電話が連携した IPTV サービスを提供するには、端末の機能・性能に応じて映像品質やデータ形式を切り換える端末適応型の映像配信技術が必要になる。例えば、画面サイズから、TV（STB）ではフル HDTV 解像度（1,920×1,080）まで

図 9 H.264/SVC レイヤ構成と利用例

表示可能だが、携帯電話では QVGA (320×240) または VGA (640×480) が限界であり、端末の性能や機種によって表示可能な映像品質が異なる。また、コンテンツの許諾条件から、端末のセキュリティ機能で表示可能な映像品質やデータ形式が制限される場合がある。

端末適応型配信技術は、端末の種類・特性の検知機能と、端末種類・特性に適応する映像品質・データ形式を配信できるサーバ機能が必要で、複数の配信サーバを設置して端末の能力に応じて配信サーバを選択するシステム技術と、トランスコーダや H.264/SVC レイヤ選択機能を配信サーバに実装する端末適応型配信サーバ技術とが開発されている。また、トリプルシフトサービスを提供する IPTV システムは、TV (NGN)・PC (インターネット)・携帯電話 (モバイルネットワーク) のように、プレースhift (ネットワーク適応型) とデバイスシフト (端末適応型) の両機能が表裏一体で構成される。

ただし、IPTV サービスではコンテンツホルダから映像品質確保を許諾条件とされる場合が多く、トランスコーダや H.264/SVC などのコンテンツビットレート自動変換には技術以外の課題が存在する。

6.4 認証・権限・プロフィール管理技術

トリプルシフトサービスでは、異なる時間、場所、端末で視聴の継続性を可能にするため、上記の配信技術とともに、同一ユーザの利用であることの確認 (認証)、

ユーザや利用端末・場所による利用制限 (権限)、及び途中で視聴を停止した箇所から継続するための位置情報 (ブックマーク) などを含むプロフィールの管理機能が必要である。

認証・権限管理は、現在の端末が固定された IPTV サービスでも必須機能として構成されているが、トリプルシフトサービスでは、異なる時間、場所、端末で一連の継続したサービスとするため、ユーザとサービスを一元管理するプロフィール管理機能が強化される。プロフィール管理技術は、ITU-T の IPTV 国際標準 [12] などではプロフィールのハイレベルの機能定義が行われているが、詳細機能・構成は、多様化する IPTV サービス・ビジネスモデルによって大きく異なるため、サービス別の標準化や、技術・製品開発は、まだ検討が始まった段階にある。

7. お 結 語

以上、IPTV 配信システムの技術と課題、次世代 IPTV への展開を解説した。これらの動向・変遷を図 10 のようにまとめると、IPTV サービスのパラダイムの変化と見ることができる。

最初の世代 IPTV1.0 は、従来から提供されている TV 放送、多チャンネル有料放送、レンタルビデオと同等の

	IPTV1.0	IPTV1.5	IPTV2.0	IPTV3.0
	従来の IPTV : TV+VOD (Video on Demand)	拡張 IPTV : いつでも TV (TV on Demand)	トリプルシフト IPTV : いつでも、どこでも、 どの端末でも	"Beyond-IPTV" どんなコンテンツも…へ 全サービスの共通インフラ
時 期	現 在	2008 ~	2010 ~	2015? ~
システム規模	~ 100 万加入	~ 500 万加入	1,000 万加入~	5,000 万加入~
サービス内容	・ TV 再送信, 多チャンネル放送 ・ VOD	+ タイムシフト TV + ネットワーク録画 + 広告放送	+ 3 screen IPTV (TV, PC, 携帯電話) + サービスポータビリティ + パーソナライズ TV (ウィジェット, リコメンド)	+ 3rd Party プロバイダの コンテンツサービス, 付加価値サービス + ユーザ作成コンテンツ
ビジネスモデル	トリプルプレイサービス (CATV と同等) ・ 加入契約 ・ 有料放送, PPV, レンタルビデオ型	CATV 以上のサービス ・ 加入契約 ・ 広告 ・ 付加価値サービス (有料)	"クアッドプレイ"サービス ・ モバイルユーザの獲得 ・ ターゲット広告収入 ・ ユーザプロフィールビジネス	"ペンタプレイ"サービス ・ サービスローミング ・ SDP / ASP ・ "CaaS" (Contents as a Service)
キーコンポーネント	・ マルチキャストエンコーダ ・ VOD サーバ	+ ネットワーク録画サーバ, タイムシフトサーバ + 広告挿入サーバ	+ IMS (プロフィール管理) + トリプルシフト対応 VOD + ネットワークセントリック vs. 端末セントリック	+ IPTV-SDP + ID/Profile 統合管理 + "コンシエルジュ"
コアテクノロジー	・ H.264 (HDTV 品質)	・ ネットワーク録画 (nDVR) ・ 大規模・分散配信管理	・ トリプルシフト IPTV ーロバストストリーミング (モバイル, インターネット) ーマルチレートコンテンツ	・ ID 管理 ・ CGM ・ managed-P2P/P4P ・ …

図 10 次世代 IPTV : IPTV1.0 から IPTV2.0 へ

サービスを管理された IP ネットワーク上で提供するもので、世界各国で提供されている現在の IPTV サービスの基本形態である。近年、付加価値サービスとして始まりつつあるのが、nDVR 技術によるタイムシフトサービスで、従来の TV 放送サービスで実現できない見逃し視聴を可能にする。しかし、この世代 IPTV1.5 はまだ、TV 放送のビジネスモデルの拡張であり、パラダイムシフトには至っていない。

トリプルシフトサービスは、オープンな IP ネットワークでの安定した映像配信技術によって IPTV サービスをインターネットや携帯電話にも拡大し、かつ TV 放送以外のインターネットコンテンツも提供可能な統合サービスとなるため、ビジネスモデルやライフスタイルの大きな変化・パラダイムシフトとして次世代 IPTV=IPTV2.0 と位置付けた。

更にその後も、全く新しいパラダイムの IPTV3.0 (Beyond-IPTV) が続くと考える。人間の欲求は飽くことを知らず、かつミレニアム世代と呼ばれるこれからの新世代は、ライフスタイル・趣味・嗜好が大きく変わる。例えば、自分で作ったコンテンツを交換したり、欲しいコンテンツを自動的に生成・提供したりするような、現在予想できないサービスがビジネスの本流となる可能性がある。

インターネットが現在の生活とビジネスモデルを一変させたように、IPTV が新たなインフラストラクチャ・文化となって生活を一層豊かにすることを期待している。本稿が、IPTV サービスを支える基礎技術として理解の助けになれば幸いである。

文 献

- [1] 亀山 渉, 花岡 剛, 改訂版デジタル放送教科書, インプレス R&D, 東京, 2004.
- [2] ISO/IEC 13818-2, Generic Coding of moving pictures and associated audio information; Video, 2002.
- [3] ISO/IEC 14496-10, Coding of audio-visual objects Part 10: Advanced video coding, 2008.
- [4] ISO/IEC 11172-3, Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5 Mbit/s, Part 3. Audio, 1995.
- [5] ISO/IEC 14496-3, Coding of audio-visual objects Part 3: Audio, 2004.
- [6] Digital Audio Visual Council, <http://www.davic.org/>, 2008.

- [7] RFC 3550, RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, 2003.
- [8] RFC 2326, Real Time Streaming Protocol, 1998.
- [9] RFC 3376, Internet Group Management Protocol, Version 3, 2002.
- [10] RFC 2474, Definition of the Differentiated Services Field in the IPv4 and IPv6 Headers, 1998.
- [11] RFC 2733, An RTP Payload Format for Generic Forward Error Correction, 1999.
- [12] ITU-T, Y.1910, IPTV Architecture, 2008.
- [13] FG IPTV-DOC-0185, ITU-T Focus Group on IPTV, 2007.
- [14] ITU-T Y.2111, Resource and admission control functions in Next Generation Networks, 2006.
- [15] ITU-T Y.2014, Network attachment control functions in next generation networks, 2008.
- [16] ITU-T Y.2021, IMS for Next Generation Networks, 2006.
- [17] 野上耕介, 谷口邦弘, “ネットワーク状態予測に基づく配信制御手法の提案,” 信学技報, IN2008-93, vol. 108, pp. 43-48, Dec. 2008.
- [18] 吉田裕志, 里田浩三, “映像パケットの流体モデルに基づく映像ストリーミング制御,” 信学技報, IN2008-201, vol. 108, pp.411-416, March 2009.
- [19] 3GPP TS 26.234, Transparent end-to-end Packet-switched Streaming Service (PSS); Protocols and codecs(Relase 8), 2009.

(平成 22 年 4 月 1 日受付, 4 月 27 日再受付)

小林 昭

1973 新潟大・工・電気卒。同年日本電気株式会社に入社。映像圧縮、映像配信、VOD/CDN 技術の研究開発、及び IPTV 国際標準化活動に従事。現在、キャリアネットワークビジネスユニットシニアエキスパート。

朝倉 敬喜

1991 阪大大学院工学研究科電気工学専攻修士課程了。同年日本電気株式会社に入社。コンテンツ保護、VOD/CDN、メディアコミュニケーション技術の研究開発に従事。現在、知的資産 R&D 企画本部エキスパート。