Technical
Survey

技術解説

テレビジョン伝送とCATVに関するITU-T SG9の最近の標準化動向(その3)

ケーブルモデム、ホームネットワーク およびデータ放送API

松本 檀[†], 正会員 武智 秀^{††}, 正会員 平川 秀治^{†††}

ITU-T SG9では統合型広域ケーブルネットワークおよび映像・音声伝送を研究対象としている。本技術解説ではSG9の所掌の中で、ケーブルモデム、ホームネットワークとデータ放送APIを記述している。ケーブルモデムについてはQoS制御の概要と次世代モデムの特徴が挙げられており、ホームネットワークではアーキテクチャとゲートウェイの概念が述べられている。またデータ放送APIについてはPE (Presentation Engine), EE (Execution Engine) の区別と特徴、国際標準化の経緯がまとめられている。

キーワード: ケーブルモデム, ホームネットワーク, デジタル放送, データ放送, プレゼンテーションエンジン, ITU-T SG9

1. ケーブルモデム関連

ケーブルネットワークのIP化の進展に伴ってケーブルモデムは急速に進化を遂げてきた。初期の上り下り非対称型に始まり、QoS制御を含む高速パケット転送技術の導入を経て、ケーブルモデムは更なる高速化と雑音耐性を狙った対称型に移行しつつある。本章ではITU-T SG9で勧告化作業が行われているケーブルモデム関連の技術動向について解説する。

1.1 QoS制御

通信に先立ってコネクションを確立し、回線上で必要な帯域を保証するギャランティ(保証)型回線ではQoS (Quality of Service) 制御はほとんど必要ないが、IPパケット伝送のようにコネクションを予め設定しないベストエフォート型回線ではQoS制御が重要となってくる。QoS制御技術はレイヤによりさまざまな方式が提供されている。アプリケーション層ではRTSP (Real Time Streaming Protocol), トランスポート層ではRTP (Real Time Transport Protocol), RTCP (RTP Control Protocol) やRSVP (Resource reSerVation Protocol), ネットワーク層ではTOS (Type of Service) やDiffServ等が使用される。最新のケーブルモデムのQoS機能としては以下が挙げられる。ミニスロットとはケーブルモデムが親機であるCMTS (Cable Modem Termination System) との間で同期をとるための最小時間単位である。

- (1) UGS (Unsolicited Grant Service): 固定ビットレートのパケットに対して固定のミニスロット数を割当てる方式で、低遅延が要求される電話トラフィックに向いている。
- (2) rtPS (Real-Time Polling Service): UGSに似ているが、CMTSはCMに対して周期的に上り信号送出のためのミニスロット要求を受け付ける方式。要求がなければミニスロットを別要求に割当てるため、リソースの効率化が図れる。
- (3) UGS/AD (Unsolicited Grant Service with Activity Detection): 上記二つを組合せたもので、常時はUGSとしておき、使用していないミニスロットはrtPSに振り向けられる。
- (4) BE (Best Effort): ミニスロットの割当て保証もなく、CMTS~CM間で可能なときのみパケットを送受する方式で、QoSは保証されない。信頼度が低く高速性が要求されるデータ通信向き。

上記のパケット優先処理によるQoS制御以外に、CATV網全体でリアルタイム通信を行うためのメカニズムとしてRSVPを使用するダイナミックQoSが最新ケーブルモデムで適用可能であるが、解説は紙面の都合で割愛したい。

1.2 次世代ケーブルモデム

従来の非対称型ケーブルモデムでは、上りストリームの変調方式が最速でも64QAMであったため、伝送容量の増加要求に応じることが難しくなっている。次世代ケーブルモデムでは256QAMを導入し、併せてリードソロモン符号による誤り訂正機能を強化することでより高速、かつ安定動作を保証できるようになる。具体的な上り方向での特性改善点は以下の通りである。

- (1) 高次シンボルレート: 5.12 Msymbol/sの採用
- (2) 高次QAM変調方式: 8QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM with TCMの追加
- (3) S-CDMA 変調方式: 128 直交拡散コードを使用

[†] NECマグナスコミュニケーションズ株式会社

^{††} NHK 放送技術研究所

^{†††} 株式会社東芝 技術企画室 標準化グループ

"Recent ITU-T SG9 Standardization Activities Related to Television Transmission and CATV (3): Cable Modem, Home Network, Application Program Interface for Data and Multimedia Broadcasting" by Mayumi Matsumoto (NEC Magnus Communications Ltd., Tokyo), Masaru Takechi (NHK Science and Technology Research Laboratories, Tokyo) and Shuji Hirakawa (Toshiba Corporation, Corporate Standardization Group, Tokyo)

- (4) 誤り訂正能力：トレリスコード変調とリードソロモン符号の併用で16シンボルまで訂正可能
- (5) バースト雑音耐性：リードソロモンコードワードによるインタリーブ強化
- (6) マルチパス（反射）抑圧：24タップチャネル等化器の採用

上記の中で、特記すべきはS-CDMA (Synchronized Code Division Multiple Access) 方式の採用である。従来のケーブルモデムはTDMA (Time Division Multiple Access) 方式のみであり、遅延と高速性に優れているが、1ミニスロットでのケーブルモデム接続台数は1台のみしか許されていなかった。S-CDMAにすれば同時接続可能なケーブルモデムは最大で64台となり、大幅にスループットが改善される。両方式はケーブル網上で時分割で併存できるため、従来のケーブルモデムとの接続互換性が保たれている（図1）。

S-CDMA方式は、①直接シーケンス拡散スペクトルと直交符号の集合を用いた複数アクセス変調技術であり雑音に強い、②直交性は伝送波形の配列と同期化により維持されるため正確な同期回路が必要となる、③時間と符号領域を同時に割当てることが可能、といった特徴が挙げられる。

1.3 呼制御サーバ

～加入者端末間のプロビジョニング仕様～

ケーブルモデムシステムの設定や保守のための仕様は、プロビジョニング仕様と呼ばれる。現在のところ、プロビジョニング機能はCMTSが設置される局舎に個別に設置されることが多い。将来的には、WEBサービスモデルを用いてこのプロビジョニング情報を共通サーバに格納して各オペレータからの要求に応じることが考えられている。呼制御サーバ（CMS）とプロビジョニングサーバ間のサービスプロビジョニング情報交換のためのインタフェースにはWEBサービスモデルが採用され、WSDL 1.1 (Web Service Description Language) を記述言語として、XMLでエンコードされたオブジェクト（CMS(Call Management Server),

Service, Endpoint, MTA(Multimedia Terminal Adapter)) 情報をサーバ間に転送するものとなっている。転送用プロトコルにはSOAP (Simple Object Access Protocol) が採用されている。図2にプロビジョニングシステム概要を示す。サービスオブジェクトにはサービスID、課金ID、リングパターン、キャリアコード等が、MTAオブジェクトにはFQDN (Fully Qualified Domain Name)、ポート番号、コーデック種別等が記述されるようになっている。なお、本仕様の適用範囲は単一サービスオペレータに限定されている。

2. ホームネットワーク関連

ITU-T SG9ではケーブルモデムの上位層を拡張した上で、各種ポータル機能を組込んでゲートウェイ化し、これに接続する宅内のネットワークをIP (Non-IPへのプロトコル変換含む) で統一するホームネットワークの検討が進められている。

2.1 レジデンシャル・ゲートウェイ

ITU-Tでは、アクセス網とホームネットワークを接続し、IPパケットレベルで入出力情報をコントロールする機能をレジデンシャルゲートウェイ (RG) と呼ぶ。RGは物理層およびMAC層としてJ.112またはJ.122ケーブルモデムを持ち、上位層として、ネットワークマネジメント、プロビジョニング、アドレス変換、セキュリティ等の機能を有している。具体的にはホームネットワークに接続される端末機器との間でQoSサポート、デバイスとサービスの発見、プラグアンドプレイ、ファイアウォール、認証、アドレス解決等を含む広範なインタフェース機能を含んでいる。

- (1) ネットワークマネジメント：マネジメントツールとして、管理ポータル、テストポータル、バウンダリー（境界）ポイント管理を記述、QoSサポートやデバイスとサービスの発見もここに記述されている。
- (2) プロビジョニング：プロビジョニングツールとして、

DHCP ポータル, ToD (Time of Day) クライアント, DHCPクライアントを記述.

(3) アドレス変換: アドレスポータルによるWAN側, LAN 側のアドレス変換を記述すると共にDNS によるネーミング解決も含む.

(4) セキュリティ: 機器認証, ファイアウォール, ソフトウェアダウンロードを記述している.

図3に, ケーブル網におけるホームゲートウェイの概念を示す.

また, 図4に, ポータル機能とWAN側, LAN側インタフェースの関わりを示した. ケーブル管理ポータル (CMP) の下にポータルサービス (PS) データベースがあり, 各ポータル機能と連携を取りながら入出力パケットの処理を行う.

2.2 ホームネットワークアーキテクチャ

ホームネットワークアーキテクチャは基本的には2.1で述べたRGに接続される各種デバイスの機能クラスと最終的

にサービスを受けるエンドポイント (EP) の接続状況で記述されている. 図5にホームネットワークアーキテクチャを示す.

図5に示された各種デバイスの機能は以下の通りである.

(1) HA: アクセス網をJ.112またはJ.122ケーブルモデムのRFインタフェースで終端し, 単一ホームネットワークまたは複数ホームネットワークとアクセス網をIPレベルで接続, 変換, 処理するデバイスである. このため, 各種ポータル機能を実装している. RGもHAデバイスの一形態である.

(2) HB: 後続する複数バウンダリー (境界) ポイントの接続と必要に応じてレイヤ変換を行うデバイス.

(3) HC: バウンダリー (境界) ポイント (BP) デバイスであり, IP-Non IPプロトコル変換の機能を持つ. また, 配下のデバイスのディレクトリ管理を行う. 基本的の一つのBPは一つのプレーン (同一サービスカテゴ

図3 ホームゲートウェイの概念

図4 ポータル機能とWAN側, LAN側インタフェース

図5 ホームネットワークアーキテクチャ

リー)に接続される。

- (4) HD：エンドポイント (EP) デバイスの総称であり、最終的にサービスを受け渡しするデバイスを意味する。ホームネットワークへの接続には認証機能が要求される。

2.3 IP over IEEE 1394

実際のホームネットワークの構築に当たってはさまざまなトランスポート技術を許容しなければならない。物理層ではメタリック系、無線系、オプティカル系等が想定されるが、その上位層プロトコルでは、通信サービスではIP、放送サービスではIEEE1394による伝送が適していると考えられる。将来の放送・通信融合サービスではIP層の直近でのプロトコル変換が処理時間的にも有利と思われる。IP over 1394はIEEE1394のリンク、トランザクションレイヤを利用してIPパケットの送受信機能を提供するもので、IEEE1394の非同期パケット (Asynchronous Packet) を使用してユニキャストのIPパケットを転送し、非同期ストリーム (Asynchronous Stream) を使ってブロードキャスト、またはマルチキャスト方式でIPパケットの転送を行う。図6にIP over IEEE 1394を含むプロトコル構成を示す。

しかしながら、イーサネット (802系) のネットワークと1394ネットワークではアドレス体系が異なっている。具体的には、802系が6バイトの物理アドレスで端末を識別しているのに対して、1394では8バイトのGUID (Global Unique ID) で端末を識別している。そのため、1394側の端末は802系ネットワークに接続された端末宛に、逆に802系ネットワークに接続された端末は1394側の端末宛に直接ユニキャストパケットを送信することはできない。このためIP over IEEE1394では、代理ARP (Address Resolution Protocol) の手法を導入している。代理ARPとは、異なる種類のネットワーク (1394とEthernet) に跨る端末が、1394側に対してはイーサネット側の端末の代理で、イーサネット側に対しては1394側の端末の代理としてARPパケットを処理する方法である。この処理により両方に跨る端末は、1394側には、イーサネット側の任意の端末として、逆にイーサネット側には、1394側の任意の端末として擬似的に機

能することが可能になる。本技術によりIP系サービスとIEEE1394系サービスのホームネットワーク上でのシームレス変換が促進されると期待されている。(松本 檀)

3. データ放送API

2000年12月にBSデジタル放送が開始され、HDTVデジタル放送と同時に本格的なデータ放送が開始された。データ放送は映像と音声という従来のテレビ放送に対して、文字、静止画、別の動画といった要素を加え、多様な表現を可能とするマルチメディア放送である。このような情報表現はWWW (World Wide Web) で実現されたものも多い。一方、データ放送には番組連動型、独立型のサービスがあり、独立型サービスではニュースや天気予報といった現在放送されている番組とは独立した情報を提供、番組連動型では現在放送中の番組に関連する情報を提供といった違いがある。独立型ではWWWで実現されたものに近い情報表現をとることが多いが、テレビ画面上で実現されるサービスであり、リモコンで操作されることが大きく異なる。また、字幕放送との関連制御といった放送特有の処理も行わなければならない。番組連動型では、放送局側からの任意のタイミングによる指示に基づくページ遷移などWWWでは実現されてこなかった技術要素が必要である。例えば、クイズ番組での無制限の回答時間などはナンセンスであり、放送番組の進行に合わせて入力を拒否する等の処理が必要となってくる。このように、WWWで実現されているものと似ているようで異なる技術が必要となるのがデータ放送である。

ここでは、このデータ放送に関する技術的背景およびITUでの標準化について述べていくことにする。

3.1 PEとEE

マルチメディアコンテンツを記述する方法として、大別してPE (Presentation Engine) とEE (Execution Engine) によるものがある。

PEはタグ等を用いてコンテンツを構成する要素 (テキスト、静止画等) を羅列的に記述するもので、WWWで用いられるHTML (Hyper Text Markup Language) や日本のデータ放送で用いられているBML (Broadcast Markup Language)¹⁾がこれに属する。羅列的に提示要素を宣言することから、宣言型コンテンツフォーマット (Declarative Content Format) とも呼ばれる。タグで提示要素を羅列し、コンテンツの動き (リモコンによる項目選択やページ遷移など) はスクリプト言語で記述する。また、レイアウト情報はCSS (Cascading Style Sheet)²⁾等を用いて記述し、それぞれの提示要素にレイアウト情報を与える。PEによるコンテンツ記述は、シンプルなコンテンツは単純に記述でき、コンテンツ記述は基本的にテキストファイルであるため可読性に優れるが、複雑な動きや外部機器との通信を行うようなコンテンツでは、ブラウザの機能拡張や複雑な記述が

必要である。

一方EEは、マルチメディアコンテンツそのものをプログラムとして記述するものであり、PEのようにコンテンツの提示要素を単純に羅列する方法は特別な場合を除いて行わない*。コンテンツがプログラムそのものであるため、手続き型コンテンツフォーマット (Procedural Content Format) と呼ばれる。動きの記述そのものがコンテンツであり、外部機器との通信や複雑な動きを伴うコンテンツの記述が比較的容易であり、受信機に搭載される処理系の拡張はあまり必要でない。これはPEに比べて一段階低いレイヤーでコンテンツが記述されるためである。その反面、シンプルなコンテンツを作成する場合にも、それなりの量のプログラムコードを必要とする。

PEでの体系としては、XHTML 1.0 (HTML 4.0をXML 1.0のシンタックスで整理しなおしたもの)³⁾をベースとして、欧州で開発されたDVB-HTML (Digital Video Broadcasting, Hyper Text Markup Language)⁴⁾、米国で開発されたATSC DASE-1 (Advanced Television System Committee, DTV Application Software Environment-1)⁵⁾、ACAP-X (Advanced Common Application Platform-Declarative)⁶⁾、SMPTE DDE-1 (Society of Motion Picture and Television Engineers, Declarative Data Essence-1)⁷⁾、日本で開発されたBMLなどがあり、一時期は乱立の様相を呈していた。しかし、最近の標準の集約化などにより落ち着きを見せつつある。

EEとしての体系はOpenTV⁸⁾やJavaTV⁹⁾などがあるが、DVB-MHP (Digital Video Broadcasting, Multimedia Home Platform)¹⁰⁾が開発されたことにより、Javaをベースとしたものに集約されつつある。

3.2 ITU-T J.200

ITUでは、マルチメディア標準は、CATVと電波を利用した放送に共通する技術であることから、ITU-T SG9とITU-R WP 6Mで共同して勧告作成の検討を行っている。このために両組織の間にJRG-1 (Joint Rapporteur Group-1)を結成した。

前述のような技術的背景を踏まえ、まず初めにトータルシステムアーキテクチャを記述したアンブレラ勧告を2001年3月に作成した。これがITU-T J.200である。

J.200においては、PEおよびEEの存在形態、またPE-EE間の連携、ネイティブソフトウェア (PEやEEを用いずに記述されるソフトウェア) の存在形態について述べている (図7)。EEやPEはOSの層の上のシステムライブラリー層 (ネットワークアクセスやコンディショナルアクセスサービス、GUI提示ライブラリー、放送用イベント・データアクセスライブラリー等) の上に位置し、EE、PEそれぞれのエンジンより各ライブラリーにアクセスできるだけでな

* 外部実体 (External Entity) としてそのような記述ファイルを持つことは不可能ではない。

図7 ITU-T J.200が定めるシステムアーキテクチャ

図8 ITU-T J.200で定める標準的なEE/PE構成

く、EE-PE間のブリッジが存在できることも示している。このブリッジはPEコンテンツ上のスクリプトからのEEメソッドの呼び出しだけでなく、EEコンテンツ上からPEコンテンツ上のDOM (Document Object Model)¹¹⁾アクセスなども可能とするものである。

またこの勧告は、図8に示した様にEEやPEの標準的構成やベースとなる標準を述べている。

ネイティブソフトウェアは、これら標準の範囲外で存在するソフトウェア処理系であり、日本のBSデジタル放送や地上デジタル放送で言えば、EPG (Electronic Program Guide, 電子番組表) や受信機設定のためのソフトウェアなどが該当する。

3.3 ITU-T J.202

ITU-T J.202はJ.200に次ぐ一連の勧告の一部であり、2003年4月にEEについて定めたものである。J.200ではEEの標準的構成について述べているものの、その詳細については述べていない。その詳細について規定している勧告がJ.202である。

EEについては、DVB-MHPが作成されたことは前述したが、MHP 1.0をベースとして、DVB固有のAPI (Application Program Interface) を除外し、各地域における標準化団体が同等な機能を実現すべきものについてまとめたGEM (Globally Executable MHP) 1.0¹²⁾がDVBにおいて作成された。GEM1.0は、下記の構成となっている。

- (1) PersonalJava (コア仮想マシン仕様)¹³⁾
- (2) JavaTV (サービス選択、番組リソース取得等の放送用拡張API)
- (3) JMF (Java Media Framework) (映像・音声等のストリームアクセス用拡張API)¹⁴⁾
- (4) DAVIC API (DAVICで拡張されたりリモコン用API等)¹⁵⁾
- (5) HAVi Level 2 UI API (HAViで拡張されたGUI API)
- (6) DVB拡張API (DVBで拡張された標準的放送用拡張API)
- (7) 最低限必要なモノメディア規定

J.202はGEM 1.0をベースとしており、共通のコアAPIとDVB (MHP1.0および1.1)、OCAP (Open Cable Application Platform, 米国のCATVの標準方式) 1.0¹⁶⁾、DASE-1 (DASE-1にはEEの規定も存在する)¹⁷⁾、日本のARIB STD-B23それぞれにおける追加機能パッケージと英国MHEG-5をJ.202上で動作させるために必要な修正をまとめたものである。

MHP1.0, OCAP1.0, ARIB STD-B23といった標準はいずれもGEMベースの形で記述でき、これらの標準はITU-T J.202に準拠していると言える。一方、これらの標準でJ.202に対して拡張している部分は、それぞれの標準化団体が定めるトランスポートプロトコルに依存する部分や、シグナリングに依存する部分、固有の使用言語 (日本語や英語など) に関する部分であり、それぞれの仕様に基づいて記述されたコンテンツが直ちに他の処理系において実行可能となるとは限らないものの、必要な変更部分は明確であり、移植そのものは容易となるようになっている。各標準とJ.202の関係を図9に示す。

また、GEMはJavaをベースとしており、Javaそれ自身は高い記述性を持つ、優れたオブジェクト指向言語という側面も持っていることから、EE上でPEコンテンツを実行するためのブラウザを記述することも可能である。この場合、PEコンテンツに併せてそれを実行する処理系であるブラウザも放送波に乗せ、最初にブラウザを実行開始し、ブラウザにPEコンテンツを読み込ませて提示する。PEベースで開始したサービスをEEベースへ移行したり、EEとPEを併

図9 J.202と各標準化団体によるEE規格の関係

用する時などは有効な方法である。

3.4 PE勧告案

J.202に続いてPE標準に関する勧告案もITUでは検討されている。基本的にJ.200のアーキテクチャに基づいた勧告となる方向である。前述の通り、一時期の乱立の様相はおさまりを見せつつあることから、各標準化団体で規定するPE仕様の共通部を規定する勧告が作成できる可能性がある。3.1節で述べたPE仕様はどれも、XHTMLを記述の骨格とし、提示制御のスタイルシートとしてCSS, XMLで記述された要素にアクセスするためのインタフェースとしてDOM, スクリプト言語としてECMAScript¹⁸⁾を使うという点では同じである。これらを組合せて、EEと同様、①映像・音声のストリームアクセス、②リモコンによる入力、③放送局側からのイベント信号処理などの機能拡張が図られている。BMLでは、さらに外部機器へのメッセージング、プリンタへのアクセス、受信機に内蔵された記憶装置への入出力などの機能が実現されている。

しかし、DVB-HTMLやACAP-XのようにEEの存在が前提となるPE仕様であったり、一方でBMLのように独立して機能するものであったりなど、本質的な構成が異なるものもあり、勧告はEEの場合と同様、共通部とそれぞれの仕様が独自に追加した部分を区分するものとなる。

ただし、世界的には現時点ではEEを用いたサービス展開がようやく始まろうとしているところであるが、すでにサービスを開始した日本のように、PEベースで展開しているところは少ないため、予断は許さない。

3.5 今後の動向

図10は、各地域でのマルチメディア放送システムの採用状況である。現在ITU-Tでは、アンブレラ勧告とEE勧告が作成されているものの、英国と日本で実際に使われているPEの勧告がなく、また、無線放送を所掌するITU-Rで関連勧告が作成されていない。したがって、今後ITU-Rでの勧告化も必要である。

さらに、ITU-Rでは無線放送を対象にした勧告となるので、ITU-Tでは範囲外となる携帯・移動端末向けの仕様も対象となる。したがって、こういった状況を併せて勧告化作業を進めていくことが、データ放送コンテンツの国際交

図10 各地域の放送方式採用状況

換の観点から非常に重要である。

3.6 む す び ～データ放送APIの今後～

本解説（後半部分）では、ITU-R WP 6MとITU-T SG 9が共同作業により作成しているデジタル放送向けのマルチメディアデータ放送方式の動向を見渡し、その中での日本方式である、いわゆるBML方式の位置付けを明確にした。

方式を採用した、または、採用予定の国数で見ると、JavaをベースにしたEE方式であるMHP/GEMが優勢であるが、稼働している受信機数をベースにすれば、英国のMHEG方式、日本のBML方式であるPE方式が圧倒的に優位である。

ITUでの勧告作成は、審議の中では国の数が多い欧州が優位になる傾向が強く出る。今回のデジタル放送におけるマルチメディア符号化に関しても、EU（欧州連合）として開発を進めたMHPに、米国のケーブルテレビジョン業界が賛成し、また、ARIB STD-B23により日本のサポートも加わり、ITU-T J.202が先行して勧告化されることになった。

2004年5月のITU-T SG9会合においては、日本と米国のACAP-Xグループの協力により、欧州のMHP 1.1でのサポートも得て、PE方式で国際番組交換を容易にするための勧告案としてITU-T J.201をとりまとめる方向が決まる予定である。ITU勧告で日本のBML方式が、J.202と同じレベルで国際勧告化される方向になったことは、日本としての標準化戦略上、大きな前進である。

（武智 秀・平川 秀治）

（2004年4月13日受付）

〔文 献〕

- 1) ARIB STD-B24
- 2) <http://www.w3.org/Style/CSS/>
- 3) <http://www.w3.org/MarkUp/>
- 4) ETSI TS 102 812
- 5) ATSC A/100-2
- 6) ATSC CS101/A
- 7) SMPTE 363.2M-2002
- 8) <http://www.opentv.com/>
- 9) <http://java.sun.com/products/javatv/>
- 10) ETSI TS 101 812
- 11) <http://www.w3.org/DOM/>
- 12) ETSI TS 102 819
- 13) http://java.sun.com/products/personaljava/pjava_ds.html
- 14) <http://java.sun.com/products/java-media/jmf/1.0/guide/index.html>
- 15) http://www.davic.org/Download/Spec1_4_1/141_part09.pdf
- 16) <http://www.opencable.com/downloads/specs/OC-SP-OCAP1.0-I10-040305.pdf>
- 17) ATSC A/100-3
- 18) <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-262.htm>

松本 檀 1969年、熊本大学工学部電気工学科卒業。同年、日本電気（株）入社。アナログ通信、デジタル通信用端局装置開発および大陸間光海底ケーブル通信システム開発を担当。その後、DAVIC、ITU-T等のケーブル網双方向システム関連の国際標準化活動に従事。現在、NECマグナスコミュニケーションズ（株）第2技術部担当部長。ITU-T SG9ラポータ。

武智 秀 1990年、東北大学大学院工学研究科（電子工学専攻）修士課程修了。同年、NHK入局。以来、放送技術研究所において衛星放送システム、デジタル伝送方式、マルチメディアサービス、デジタル受信機アーキテクチャの研究に従事。BML、ARIB-AEの標準化に参画。ITU-R WP6M/ITU-T SG9 JRG-1副議長、正会員。

平川 秀治 1978年、東京大学大学院工学系研究科博士課程（電気工学）修了。同年、東京芝浦電気（株）（現、（株）東芝）に入社。スタジオ機器のデジタル化に従事。その後、MUSEエンコーダ、初代のMPEG-2実時間エンコーダ、CATVを利用したケーブルモデム、衛星デジタル音声放送システムの開発に従事。現在、技術企画室 標準化グループに所属。ITU-R WP 6M副議長、IEC TC100国際幹事。2002年IEEE Fellow。工学博士、正会員。