

En este número de "Estándares de Información" se aborda el tema de los estándares de codificación de imágenes digitales. La actividad de desarrollo de normas para la codificación digital de imágenes tiene una larga historia que se remonta a principios de la década de 1980. En particular, las contribuciones de Japón a la internacionalización de la codificación digital de imágenes han sido muy significativas.

本号では、映像符号化標準化活動について取り上げます。映像符号化標準化活動は、映像データの圧縮技術として、MPEGが注目されています。関連技術とともにその発展を振り返る。標準の開発から実用化にわたる間に、どのように標準化作業が進んできたか、現在の情報機器産業にどのように影響を与えてきたかについて述べる。MPEG標準化活動に携わった日本メンバーの貢献は極めて大きい。この国際的な活動を成功に導いた目標設定の妙と、運営の特徴について紹介する。更に、今後の技術的課題及び方向性について述べる。

デジタルコンテンツ時代を切り開いた日本発のMPEG標準化

MPEG Standardization Originated in Japan Set the Trend of New Digital Content Era



渡辺 裕

映像音響メディアのデジタル化は1985年ごろから急激に始まった。本稿では、代表的なデジタル映像符号化方式であるMPEGに焦点を当て、関連技術とともにその発展を振り返る。標準の開発から実用化にわたる間に、どのように標準化作業が進んできたか、現在の情報機器産業にどのように影響を与えてきたかについて述べる。MPEG標準化活動に携わった日本メンバーの貢献は極めて大きい。この国際的な活動を成功に導いた目標設定の妙と、運営の特徴について紹介する。更に、今後の技術的課題及び方向性について述べる。

キーワード：MPEG、標準化、デジタルビデオ、デジタルオーディオ、映像音響符号化

Abstract

映像音響メディアのデジタル化は1985年ごろから急激に始まった。本稿では、代表的なデジタル映像符号化方式であるMPEGに焦点を当て、関連技術とともにその発展を振り返る。標準の開発から実用化にわたる間に、どのように標準化作業が進んできたか、現在の情報機器産業にどのように影響を与えてきたかについて述べる。MPEG標準化活動に携わった日本メンバーの貢献は極めて大きい。この国際的な活動を成功に導いた目標設定の妙と、運営の特徴について紹介する。更に、今後の技術的課題及び方向性について述べる。

キーワード：MPEG、標準化、デジタルビデオ、デジタルオーディオ、映像音響符号化

1. JPEG から MPEG へ

MPEG (Moving Picture Experts Group) 標準化活動の開始の陰にはまず JPEG (Joint Photographic Experts Group) の標準化活動があった。1986年より写真などの自然画像をアナログ形式ではなくデジタル形式で圧縮しようという活動が開始された。当初の目的は、ビデオテックスすなわちテキストと画像を、ISDN (Integrated Services Digital Network) などのデジタル回線を通して伝送することであった。その後、アプリケーション対象として、カラーファクシミリや印刷及び新聞写真伝送などが加わった。当時はフィルムカメラ全盛時代であり、後にJPEGを用いるデジタルカメラが出現することは容易には想像できなかった。実際、JPEGの最初のアプリケーションは、医療関連など特殊なハードウェアにより符号化を実現する場合に限られていた。

多くのアプリケーションへの対応を目指したJPEG Baselineシステムと呼ばれる基本的な部分は、DCT (Discrete Cosine Transform: 離散コサイン変換) を用

いる非可逆符号化で構成されている。しかしそれ以外にも、Independent function として DPCM (Differential Pulse Code Modulation) を使う可逆符号化モードも用意されていた。このうち、後に爆発的に使われるようになるJPEGはBaselineシステムに限られる。図1にJPEG Baselineにおける符号化処理を簡単に示す。画像にDCTを適用し、その係数を量子化し、可変長符号化を行うシンプルな処理である。

アプリケーションの実用化時期としては、5年以上前に実現可能なレベルが想定されていた。複数のアプリケーションに対する要求条件を列挙し、それらを満たすはん用的な符号化方式を開発するというアプローチが取られている。提案方式の評価段階で、これらの要求条件に対する荷重が表1のように詳細に決められたことは興味深い。MPEGなどではもう少し柔軟な判断が下せるよう画質と機能は分けて評価するのが通常である。JPEG Baselineの仕様がほぼ固まったのが1992年であり、標準 (IS: International Standard) の出版が1994年であることから、デジタルカメラの普及までは10年近くを要していることになる。

JPEGの標準化作業には日本から多大な貢献がなされた。当時三菱電機の小野文孝氏（現神奈川工科大学）、NECの大町隆夫氏、KDD研究所の山崎泰弘氏（現東海

渡辺 裕 正員 早稲田大学大学院国際情報通信研究科

E-mail hiroshi.watanabe@waseda.jp

Hiroshi WATANABE, Member (Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University, Honjo-shi, 367-0035 Japan).
電子情報通信学会誌 Vol.90 No.5 pp.412-419 2007年5月



図1 JPEG Baselineにおける符号化処理

表1 JPEGに対する要求条件と評価荷重

技術に対するパラメータ	重み(%)
逐次再構成における主觀品質	
第1段階	10
第2段階	25
第3段階	5
デコーダ複雑度	15
エンコーダ複雑度	10
順次再構成	3
逐次再構成、4段階以上	3
適応性	3
互換性	3
エラー伝搬	3
可逆性	3
特殊機能	3

大学), 遠藤俊明氏, それから ISO/IEC JTC1/SC2/WG8 議長であった NTT 研究所の安田浩氏(現東京大学)などである。日本提案方式は, ヨーロッパ提案方式(主にフランス), 米国提案方式(主に IBM, ベル研)とともに3候補の一つであったが, 評価実験の結果最もスコアの高かったフランス提案のDCT方式をベースにその後のリファインを続けることとなった⁽¹⁾。

2. MPEG-1—ディジタル映像の幕開け—

JPEGの標準化作業が開始されてまもなく, 静止画像だけでなく動画像をデジタル圧縮しようという計画が立てられた。1988年よりWG8の中にサブグループMPEGが作られ, イタリアテレコム研究所(CSELT)のレオナルド・キャリリオーネ氏が議長となった。彼は東大で博士号を得ており, 青山友紀氏(現慶應義塾大学), 安田浩氏(現東京大学)と同期にあたる。当時はちょうどアナログ形式のレコードがデジタル形式のオーディオCD(Compact Disc)に変り始めた時期であり, メディアのデジタル化の波が押し寄せてきた時代であったといえる。

CD-ROMの容量は640MByteでありデータ転送速度は1.5Mbit/sであるところから, 映像を1.5Mbit/sのレートで符号化すれば, 50分程度蓄積できることになる。また1987年に発売が開始されたDAT(Digital Audio Tape)の転送速度も約1.5Mbit/sであった。これらの媒体にビデオをデジタル圧縮して蓄積しておけないかどうかという観点からMPEG標準化が始まった。1988年には, 通信の分野では, 既にテレビ電話・テレビ会議用の映像符号化標準であるCCITT勧告H.261のドラフトがほぼ完成していた。したがって, MPEGでは「デイ

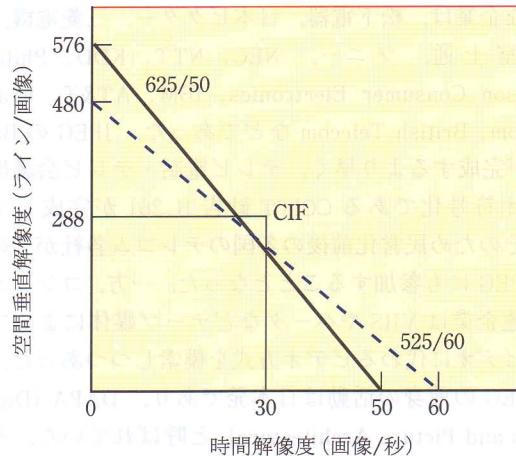


図2 CIFの時空間解像度

ジタル蓄積メディア用の符号化」を扱うことを明確に宣言してアプリケーションを区別する必要があった。

CCITT勧告H.261は, テレビ会議用の符号化標準として検討途中であったnx384kbit/sの符号化速度を想定したビデオ符号化方式を, より柔軟にpx64kbit/sの速度で動作するように変更したものである⁽²⁾。これによりISDNでの映像伝送からデジタル専用線T1レート(日本で1.5Mbit/s, 欧州で2Mbit/s)までをカバーする。この勧告作成を担当したCCITT SG XVビデオ符号化専門グループの議長はNTT研究所の大久保栄氏であった。それに先駆けて, スタジオディジタル映像フォーマットがCCIR勧告601(後のITU-R BT.601)として決められたことは重要なポイントである。世界を二分するアナログテレビジョン信号であるNTSC(National Television System Committee)とPAL(Phase Alternation by Line)の両者に対応するデジタルフォーマットを制定している。水平方向の画素数は共通とし, 垂直方向の画素数及びフレームレート(1秒当たりのフレーム数)をパラメータとすることにより, 日米及び欧州でのスタジオレベルでのデジタル映像フォーマットが統一された。

一方, H.261で用いる映像フォーマットは, CIF(Common Intermediate Format)と呼ばれる单一形式である。時空間解像度は360画素×288ライン×30Hzである。これは, PAL(625ライン/50Hz)及びNTSC(525ライン/60Hz)信号から解像度変換により得られる。その空間垂直解像度と時間解像度の関係を図2に示す。CCITT SG XVにおいて单一のフォーマットに合意するまで会議が難航したことは, 後のMPEGにおける映像フォーマットに影響を与えた。MPEGでは, この問題を回避するため, データのヘッダ部分に画像サイズや時間周波数を示す情報を入れておくことで解決している。

3. MPEGへの日本企業の参画

MPEGの活動開始当初、議長から参加の打診を受けた主要な企業は、松下電器、日本ビクター、三菱電機、東芝、富士通、ソニー、NEC、NTT、KDD、Philips、Thomson Consumer Electronics、IBM、AT&T、France Telecom、British Telecomなどであった。JPEGのBaselineが完成するより早く、テレビ電話・テレビ会議用のビデオ符号化であるCCITT勧告H.261が完成していた。そのため民営化前後の各国のテレコム各社がそのままMPEGにも参加することになった。一方、コンシューマ関連企業はVHSやベータなどテープ媒体によるアナログビデオに代わるビデオ方式を模索しつつあった。

MPEGの前身の活動は日本発であり、DAPA(Digital Audio and Picture Architecture)と呼ばれていた。その枠組みの中に、JPEG、JBIG、MPEG、Graphics CodingやAudio Codingが含まれていて、これらが後のSC2に発展していった。日本からSC2の会議運営に携わったのは、SC2議長であった安田浩氏と、JBIG議長の山崎泰弘氏であった。また、方式提案や評価試験にかかわる多くのキーパーソンを輩出している。MPEGには日本から、JVCの日高恒義氏、松下電器の小暮拓世氏、ソニーの橋本慶隆氏、三菱電機の村上篤道氏など研究開発におけるキーパーソンが参加した。技術提案に付随する人件費及び出張費など標準化作業に対する投資は次第に大きいものになり、実用化までの道筋は避けて通れないものとなった。

4. ロードマップ

1993年には、転送速度1.5Mbit/sでのビデオとオーディオ符号化標準であるMPEG-1が出版された。図3にMPEG-1における符号化処理を簡単に示す。JPEGに対してフレーム間の冗長性を取り除くために、動き補償(MC: Motion Compensation)とフレーム間予測が使われる点が異なっている。基本構造はH.261と同じであるが、蓄積メディアのアプリケーションを考慮してラン

ダムアクセス性を重視し、符号化遅延を許容した方式となっている。実際にMPEG-1の仕様が凍結されたのは1991年ごろである。MPEG-1の符号化性能では、従来のアナログVCR(Video Cassette Recorder)を大きくしのぐ画像品質を得ることは困難であった。その結果、より高い符号化速度を用いる、別のキラーアプリケーションが模索された。

MPEG-1の標準化作業の完了前に、映像の空間解像度、符号化速度とそれにより決まる画像品質の関係から、以後の活動目標が決められた。まず、通常のテレビジョン解像度の映像を6~12Mbit/sで符号化するMPEG-2が次のターゲットとなった。更に、HDTVレベルの解像度の映像を20Mbit/s程度で符号化しようとするMPEG-3がその後の目標として設定された。MPEG-2もMPEG-3もインターレース信号を扱うはん用的な符号化方式を目指した。MPEG-2のアプリケーションとして、米国におけるデジタル衛星放送であるDirecTVが名乗を上げた。次に約11Mbit/sの転送速度を持つDVD(Digital Versatile Disk)の実用化に合わせたビデオ符号化が目標として加わった。

一方、MPEG-1はPCのCPUやメモリの性能向上によって、次第にソフトウェアアプリケーションとして使われ始めた。ワークステーション(WS: Workstation)やPCに搭載されたソフトウェアデコーダにより小さな画像サイズのMPEG-1ファイルが復号され、そのままモニタ上にビデオとして再生される。ファイル拡張子として，“mpg”が使われ出した。このように、PCモニタ上に表示されるビデオは、その後インターネットやWebブラウザの発展とともに一般的になっていく。本来の目的であったCD-ROMへのビデオ蓄積というアプリケーションは、日本や欧州では余り広まらなかったが、著作権意識の薄かった一部地域でVCD(Video CD)として爆発的に普及した。

MPEG-2は、通常のテレビジョン解像度の映像を符号化速度6~12Mbit/sでアナログTV以上の品質を得ることを目指していた。ところが、MPEG-2の符号化性能は、シミュレーションプログラムの空間解像度パラメータを変化させてみると、十分HDTVにも対応でき

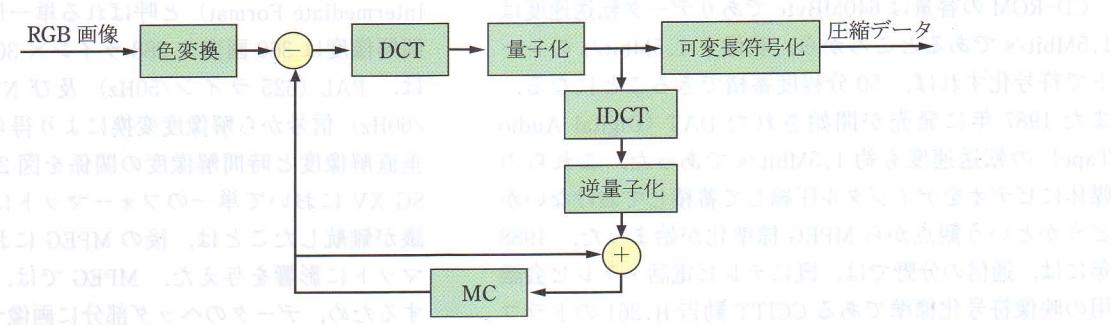


図3 MPEG-1における符号化処理

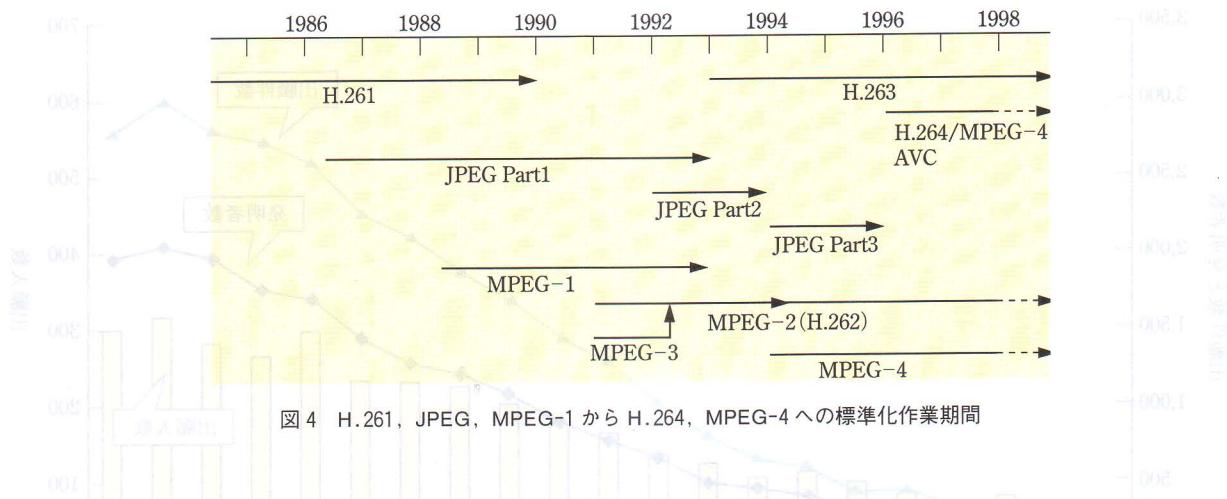


図4 H.261, JPEG, MPEG-1からH.264, MPEG-4への標準化作業期間

ることが分かった。そのため、1992年にMPEG-3のプロジェクトをMPEG-2と一体化することになった。このころ、HDTV伝送の符号化標準は、CCIRとCCITTの合同サブグループであるCMTT(Commission Mixte CCITT-CCIR)で検討されていたが、標準化リソースの大きいMPEGに合流することになった。CMTTにおけるHDTV符号化に対しても日本の貢献は大きく、エキスパートとして、KDD研究所の松本修氏、NHK技研の大塚吉道氏が活躍していた。更にMPEG-2は米国におけるデジタルHDTV放送であるATV(Advanced Television)にも採用されることになった。しかし、放送方式の変更には時間がかかることから、MPEG-2が先に使われ出すのはDVDの開発が終了した1996年以後になる。

MPEG-2の仕様が固まり出した1993年ごろに、議長のキャリオーネ氏は次世代の超高压縮符号化の可能性を探り始めた。大学や研究機関の関係者を召集し、新しいパラダイムによりビデオをMPEG-2に比べて10倍近く圧縮できるかどうかに焦点を絞った。Knowledge-based CodingやModel-based Codingといった被写体を人物に限定する符号化方式が注目されたが、一般的な映像では全く効果がないことが分かった。そこで、次の標準化対象をObject-based Codingに切り換えた。これが、映像中の要素ごとに符号化を行うオブジェクトベースのオーディオビジュアル符号化標準MPEG-4の始まりとなった。

MPEG-1からMPEG-2、MPEG-4へ至るロードマップの設定経緯に見られるように、常に求心力がありヒューマンリソースが集中している間に、次の目標を設定してしまうところがMPEGの運営手法の特徴である。これはビデオ以外のオーディオやシステムのパートにも見られるだけでなく、その後の活動でも踏襲される戦略である。図4にH.261、JPEG、MPEGの初期の標準化作業の開始時期及び最初の標準出版時期を示す。現在でもMPEG-2は付加的な細部が修正されることがあり、終了時期を限定することは困難であるので割愛する。詳細な

作業計画はSC29のURLからたどることができる⁽³⁾。

5. MPEG-2—デジタルテレビジョンとDVD—動画時代へ

米国の民間衛星放送DirecTVがデジタル衛星テレビジョンにおけるビデオ方式として、MPEG-2をいち早く採用することを表明した。そのため、受信装置であるセットトップボックスの需要を見込んで、電機メーカーが開発を争った。インターレース形式の入力映像に対して効率良く動き補償フレーム間予測を適用するための技術的工夫がなされた。これらに関する提案の多くは日本発であり、適応的なフィールド間予測、インターレース構造を意識した高効率なフレーム間予測、双向方向予測の洗練、量子化されたDCT係数や動きベクトルの可変長符号化などがある。これらの提案に関連する日本企業のキーパーソンはJVCの山田恭弘氏、杉山賢二氏、松下電器の妹尾孝憲氏、行武剛氏、高橋俊也氏、ソニーの米満潤氏、矢ヶ崎陽一氏、東芝の尾高敏則氏、上野秀幸氏、富士通の酒井潔氏、伊藤隆氏、三菱電機の浅井光太郎氏、NECの太田睦氏、KDDの中島康之氏などであった。

標準化への提案技術の知的財産権を守るために数多くの特許が登録された。特許庁のデータベースには日米欧にわたる膨大なMPEG関連の特許がまとめられている⁽⁴⁾。図5に特許庁ホームページに掲載されている1976年から1996年にわたるデジタル動画像圧縮技術の出願件数／発明者数／出願人数の推移を示す。1986年から1995年まではほぼ線形に増加していることが分かる。

日本における衛星放送については、まず1996年から民間局によるMPEG-2を用いたデジタルテレビジョン放送が開始された。また、2000年からBS(Broadcasting Satellite)を用いたNHKデジタル衛星ハイビジョン(HDTV放送)が、2002年からCS(Communication Satellite)を用いた民間衛星放送が始まった。これらの受信装置には必然的にMPEGデコーダが組み込まれており、ゴーストのないデジタル画像

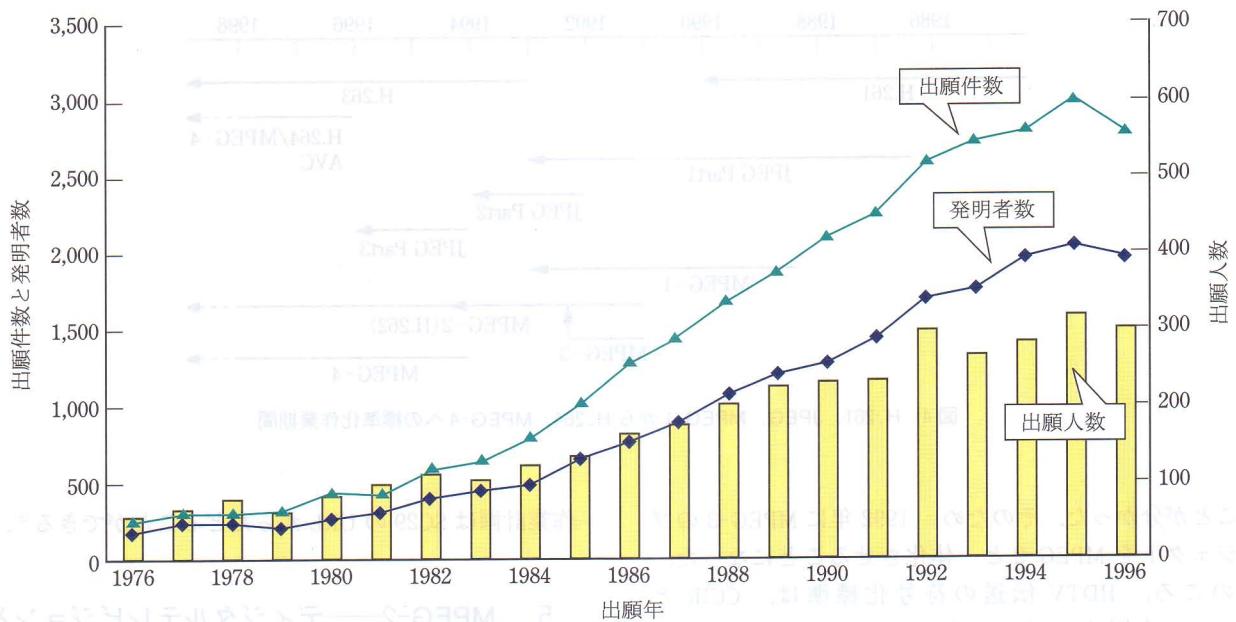


図5 デジタル動画像圧縮技術の出願件数／発明者数／出願人数の推移（特許庁ホームページより）

の利点が知られるようになった。更に2003年から地上デジタル放送が開始され、2011年には現行のアナログテレビジョン放送が廃止される予定になっている。デジタル放送の規格は ARIB (Association of Radio Industries and Businesses, 電波産業会) で作成されている。この規格では、映像には MPEG-2、音声には MPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding) が採用されており、MPEG-2 は必須技術となっている。

デジタル蓄積メディアとして CD では不十分だった容量と転送速度が DVD では解決され、デジタルテレビジョン並みに得られた。そこで、DVD-Forum⁽⁵⁾によりビデオ符号化方式として MPEG-2 が採用されることになった。1994年ごろから始まった DVD プレーヤの開発は、東芝が1996年に最初の市販モデルを発表し、日本から実用化が始まった。映画が手ごろにディスクで見られるところから、DVD は現在に至るまで爆発的に普及し、MPEG-2 の一大成功例となった。DVD-Forum の事務局も日本に置かれており、日本の基幹産業の一つに育っていた。現在も、高密度な次世代 DVD の規格の製作に向けて DVD-Forum では活発な活動が続いている。

6. マルチメディアプレーヤと Web アプリケーション

PC の高性能化に伴い、JPEG や MPEG の符号化データはソフトウェアで復号できるようになった。OS に依存しないビデオプレーヤとして Real Network 社の Real Player がまず普及し、その後、Microsoft 社も Windows Media Player を提供した。これらはオーディオだけでな

くビデオも再生可能なマルチメディアプレーヤである。CPU の処理速度が遅い初期には、再生映像が途切れがちであった。しかし現在ではプロセッサ側に DCT などに適したコアを設けて、スムーズな再生が可能となっている。ファイル名は直接 MPEG を指定する形式ではない場合が多く、フラグにより MPEG や自社符号化方式を自動的に切り換えて再生する形式になっている。現在の PC アプリケーションの主流は、映像は MPEG-4 ビデオ及びその亜流、音響は MP3 (MPEG-1 Audio Layer 3) あるいは MPEG-2 AAC である。

半導体メモリを用いたオーディオプレーヤは、1994年に NEC による試作機がシリコンオーディオとして登場し、1998年以降、MP3 を使った携帯プレーヤ市場が拡大した。その後、2001年に Apple Computer からディスクを用いたオーディオプレーヤ iPod が発売された。PC に USB ケーブルで接続されるとネットワークを通じて、MPEG-4 AAC や MP3 などで符号化された圧縮音楽データを取り込む。その後半導体メモリにも展開され、現在では非常に大きなシェアを得ている。更に、静止画やビデオを再生できる高機能バージョンも登場しており、これらも MPEG-4 ビデオをサポートしている。

Web ブラウザ Mosaic が登場したのが1993年である。その後、Silicon Graphics, Apple Computer, Microsoft は各社の OS 上で動作する Netscape や Internet Explorer といったブラウザを提供してきた。これらのブラウザ内においてネットワークストリーミングでマルチメディアをプラグインで表示する場合、転送レートが小さいことが強く望まれる。MPEG-4 ビデオや AAC はそれらのアプリケーションに適しており、広く使われている。

7. MPEG-4—使われないオブジェクトベース符号化

MPEG-4 本来のオブジェクトベースの符号化は、ビデオ製作などのアプリケーションが想定されるものの、現在でも余り広まってはいない。MPEG-4 では、被写体中の前景物体や人物や背景を、個々のオブジェクトとして別個に符号化し、シーン合成機能によって合わせて表示できることを想定している。テレビ局などで撮影する場合には比較的簡単にオブジェクト分離が可能であるが、一般的のビデオからオブジェクトを分離することは困難である。MPEG-4 は三次元シーンの合成にも対応し、オーディオについても音響の符号化方式 (MPEG-4 AAC) だけでなく、パラメトリック音声や MIDI のような合成音も混ぜて扱うことができる。しかしシステム全体を使用するケースは非常に少ない。

日本では、携帯電話で映像を送受するテレビ電話のようなアプリケーションに MPEG-4 Visual が採用されている。また MPEG-4 AAC は iPod に採用されている。また、携帯電話の着信音に音楽を用いるアプリケーションには MPEG-4 HE AAC が使われている。このように、単独の符号化方式が特定のアプリケーションにのみ使われるのが現状である。幅広く使われない問題点の一つには、ある特許権者が放送局に対して特許使用料徴収の意向を表明したことがある。

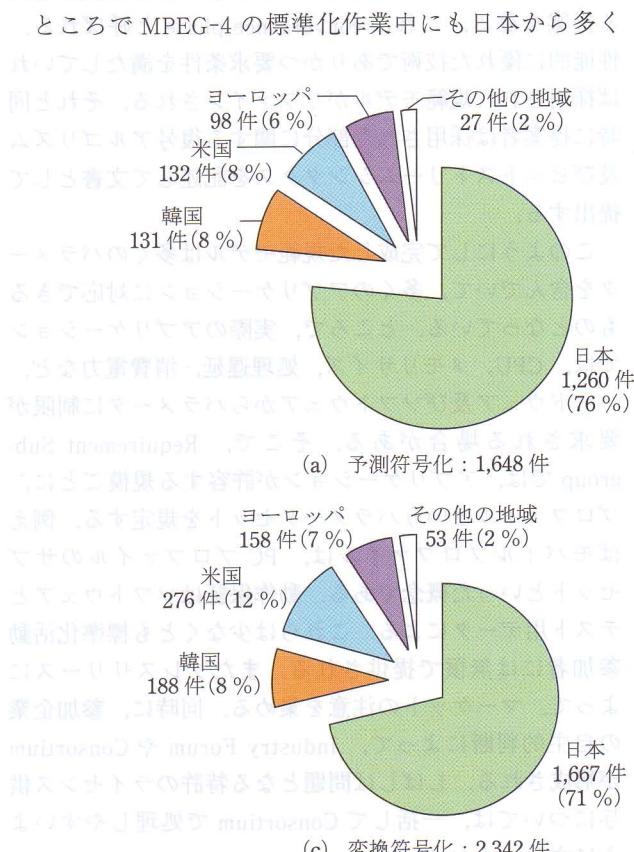


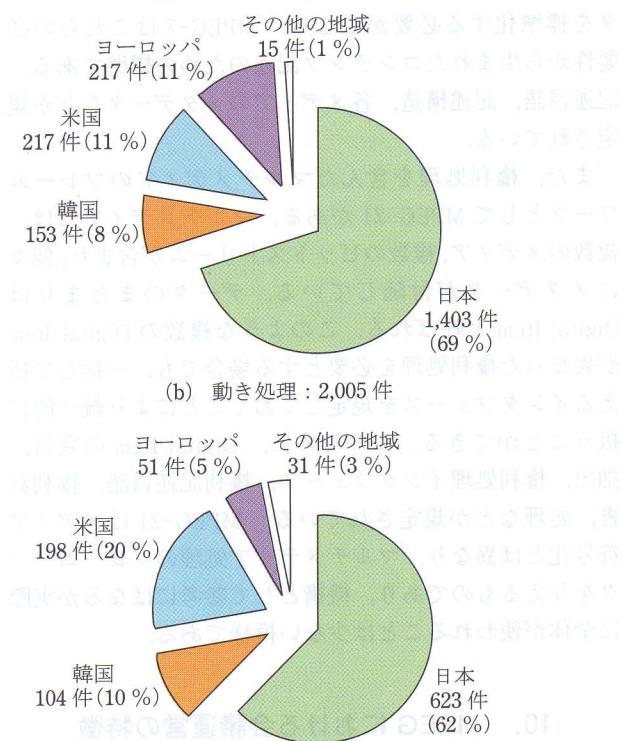
図 6 主要構成技術の地域別出願件数比率 (特許庁ホームページより)

の特許が登録されている。1992 年から 1999 年 11 月までに WPI (World Patent Index) へ収録された特許を技術項目ごとに、米国、欧州と申請数を比較したものを図 6 に示す¹⁴⁾。日本は、予測符号化、動き処理、変換符号化、符号割当の各項目において、過半数から 3/4 に近い出願件数を占めていることが分かる。このように、MPEG-2 の実用化に平行して MPEG-4 において新たな技術を模索していた時期は、日本の映像符号化の研究開発は非常に活発であった。

8. MPEG-4 AVC/H.264—符号化効率の改善

MPEG-4 AVC/H.264 は、MPEG-2/H.262 と同様に MPEG と ITU-T の専門家グループ VCEG (Video Coding Experts Group) との共同開発による超高压縮ビデオ符号化標準である。MPEG-4 のように従来と異なったパラダイムを目指したものではなく、非常に地味な効率改善の集合体である。ただし、従来は演算量の多さを問題として採用しなかった技術を再検討し、演算量を度外視して R-D 規範での最適化を施している。

例えば、一つの技術で 30 % の改善が見込めれば、二つ組み合わせれば $0.7^2 < 0.5$ となり 2 倍の効率改善になる。しかし、たとえ一つの改善効果が 5 % であったとしても 14 個の技術を積み上げれば $(0.95)^{14} < 0.5$ となって 2 倍の効率が得られる。MPEG-4 AVC/H.264 は後者の



考え方に基づいて、様々な技術的項目についてリファインを行っている。その結果、MPEG-2 の約 2 倍の符号化効率が得られている。主な改善技術には以下のものがある。フレーム内予測ブロックやフレーム間予測ブロックを 16×16 画素から 4×4 画素まで適応的に分割可能としたこと、最大 5 フレームの参照が可能な点、 $1/4$ 画素精度の動き補償、新しいエントロピー符号化 (CAVLC, CAVAC)、DCT に替わる 4×4 の整数可逆変換など。

日本では、モバイルアプリケーションの一つとして、地上デジタル放送のスロットの一つのセグメントを用いて、携帯端末用のテレビジョン放送が始まった（ワンセグ放送）。このビデオ符号化方式として、当初 MPEG-4 ビデオが予定されていたが、特許問題が解決せず、MPEG-4 AVC/H.264 が使われることとなった。今後、バッテリー性能の進化とともに、多くの携帯端末にワンセグ放送の受信機能が盛り込まれていくと考えられる。また、HDTV の解像度を持つ民生用ビデオカメラである AVCHD には MPEG-4 AVC/H.264 が使われており、今後需要が大きくなると予想される。

9. コンテンツ検索と流通の課題

MPEG や JPEG などのビットストリームがインターネット上にあふれると、コンテンツ検索を効率良く行う要求が出てくる。これに対応するために、コンテンツのタイトル、内容、製作者や権利処理を記述したメタデータを標準化する必要が生じる。MPEG-7 はこれらの必要性から生まれたコンテンツ記述のための標準である。記述言語、記述構造、各メディアのメタデータなどが規定されている。

また、権利処理を含んだマルチメディアのフレームワークとして MPEG-21 がある。マルチメディアには、複数のメディア、複数のビットストリームが含まれ、個々にメタデータが付随している。データのまとめは Digital Item と呼ばれる。このような複数の Digital Item が異なる権利処理を必要とする場合でも、一括して扱えるインターフェースを規定しておくことにより統一的に扱うことができる。このために、Digital Item の宣言、抽出、権利処理インターフェース、権利記述言語、権利辞書、処理などが規定されている。MPEG-21 はメディア符号化とは異なり、マルチメディア処理のフレームワークを与えるものであり、機構として参考にはなるが実際に全体が使われることは少ない模様である。

10. MPEG における会議運営の特徴

MPEG は JTC1 の中では幾つかの面で特殊な WG (Working Group) であるといえる。MPEG は多くのサ

ブグループを有しており、全体会合は 300 人規模に上る。一つの WG としては異例の規模であり、それによって求心力が高まっている。また、会議開催が頻繁であり、4 回/年のペースを保っている。JTC1 のルールにより、多くの承認処理が 3 か月間隔であることが主たる理由である。標準作成のタイミングに留意し、作業遅延を避ける運営を行っている。

新しい標準の必要性については、Requirement Subgroup と呼ばれるサブグループが検討を行う。アプリケーションから導かれる要求条件を整理して吟味する。その際に、参加企業に将来標準を使うというコミットメントを要求する場合もある。

規格作成にあたっては、規範モデル (Reference Software) を用いた相互検証実験による提案手法の効果の立証が基本となる。この手法は H.261 から踏襲したものである。Requirement Subgroup は要求条件を整理してメディア符号化担当のグループに提示する。メディア符号化担当のグループでは、まずこれらの条件を満たす提案方式を募る (Call for Proposal)。これは divergence phase と呼ばれる。集まった提案方式に対して、事前に決められた評価試験が行われる。ビデオやオーディオ符号化であれば、主観的、客観的な性能評価試験を行い、期待の持てる技術要素を抽出する。それらの技術を組み合わせて、規範モデルを作成し参加者全員が使えるものとする。その後、この規範モデルの様々な部分を改善する提案を募る。これは convergence phase と呼ばれる。性能的に優れた技術でかつ要求条件を満たしていれば採用され、規範モデルがリファインされる。それと同時に提案者は採用された部分に関する復号アルゴリズム及びビットストリームシンタクスを記述して文書として提出する。

このようにして完成した規範モデルは多くのパラメータを含んでいて、多くのアプリケーションに対応できるものとなっている。ところで、実際のアプリケーションでは、CPU、メモリサイズ、処理遅延、消費電力など、ハードウェア及びソフトウェアからパラメータに制限が要求される場合がある。そこで、Requirement Subgroup では、アプリケーションが許容する規模ごとに、プロファイルというパラメータセットを規定する。例えばモバイルプロファイルは、PC プロファイルのサブセットといった概念である。動作保証はソフトウェアとテスト用データによる。これらは少なくとも標準化活動参加者には無償で提供される。またプレスリリースによって、マーケットの注意を集め、同時に、参加企業の自主的判断によって、Industry Forum や Consortium が形成される。しばしば問題となる特許のライセンス供与については、一括して Consortium で処理しやすいようになる。

11. MPEG の技術的課題及び方向性

MPEG では MPEG-21 の標準化が一段落したが、ビデオの符号化については二つの大きな課題が残っている。一つは、スケーラブルビデオ符号化である。非常に細かなスケーラビリティが要求条件として挙げられている。しかし、Backward Compatibilityとの兼ね合いから MPEG-4 AVC/H.264 の拡張方式に落ち着く模様である。

もう一つは、三次元映像符号化及び多視点映像符号化である。これは最初に日本から提案された作業項目であり、名古屋大学の谷本正幸教授のプロジェクトが主体となっている。この活動は、まだ Working Draft 段階であり、三次元映像の製作ルールと表示デバイスの普及が成功の鍵となると見られている。

MPEG における標準化活動は上記の三次元映像のような新しいアプリケーションを扱う場合を除いて、基本的にメインテナンス状態に移行しつつある。MPEG-1 から MPEG-4 までのビデオやオーディオの符号化などの横断的な仕様の見直しや、マルチメディアミドルウェアといった API (Application Programming Interface) に関連した実装に近い部分の規格作成などが残っている。

12. まとめ

MPEG 標準化活動の開始にあたっては、日本人並びに日本語で書かれた「標準化」という言葉がほとんど使われておらず、高橋・中澤・西山らが翻訳した「標準化」という言葉が広く使われるようになった。その後、標準化の重要性が認識され、多くの研究者たちが標準化活動に取り組んでおり、日本は世界で最も多くの標準化規格を所有する国となりました。

日本に関連の深いメンバーの果たした役割が極めて大きいことを述べた。この国際的な活動を成功に導いた目標設定の妙と、運営の特徴について紹介した。また、技術面においても日本から多くの貢献がなされたことを示した。その結果、日本のエレクトロニクス産業の発展に大きく寄与したことを述べた。

文 献

- (1) H. Yasuda, "Standardization activities on multimedia coding in ISO," Signal Process., Image Commun., vol.1, no.1, pp.3-16, June 1989.
- (2) S. Okubo, "Video codec standardization in CCITT Study Group XV," Signal Process., Image Commun., vol.1, no.1, pp.45-54, June 1989.
- (3) <http://210.239.42.6/sc29/>
- (4) "電気 14 デジタル動画像圧縮技術," 技術分野別特許マップ, <http://www.jpo.go.jp/shiryou/index.htm>
- (5) <http://www.dvforum.org/forum.shtml>

(平成 18 年 12 月 3 日受付 平成 19 年 1 月 9 日最終受付)

要実の合計音量常識・要密高騒音



渡辺 裕 (正員)

昭 55 北大・工・電子卒。昭 60 同大学院博士課程了。同年 NTT 入社。NTT 研究所において画像の高能率符号化に関する研究及び MPEG 標準化に従事。平 12 早大大学院国際情報通信研究科教授。マルチメディア符号化に関する研究に興味を持つ。工博。IEEE 会員。

