

松下電器産業(株) 小暮拓世

## 2. 国際標準 MPEG の経緯と現状

### はじめに何があったか

#### ■ MPEG が生まれるまでの画像符号化方式

1980年代の通信方式規格化の世界でINS 64Kbps次いでISDN 64Kbps-1.5Mbpsが検討され始めた頃はコンシューマエレクトロニクスの世界でCDやDATといったデジタル信号処理をベースに蓄積装置のデジタル化が定着した時代でもあった。通信の世界では2値符号化方式やカラー静止画符号化方式が実用域に達し産業界の潜在的期待は高能率動画圧縮符号化方式にあった。

#### ■ TV会議の実用化で画像伝送に光が見えた

TV会議が話題になり始めたこの時代は当時の国際標準化機構CCITTで現在のMPEGの基礎をなす「動きベクトルとDCT, フレーム間符号化」のハイブリッド符号化方式が「H.261」として制定された。対象とされた伝送レートは1Mbpsであり動画の画質は「電話会議では実用になりそう」という程度のレベルであった。

#### ■ デジタル蓄積メディアの台頭でCD (Compact Disc) や DAT (Digital AudioTape) が製品としての地位を固めた

1980年代初頭のコンシューマエレクトロニクスの世界ではまだ音声分野よりはHi-Fiオーディオに関心が集まり高能率圧縮は音質を損なう恐れがあるとして時代の空気は敬遠しがちであった。すなわち、PCMに代表される直線量子化符号化方式ですら一部のオーディオ評論家と称する人たちから根柢の薄弱な音質問題を指摘され、一部マスコミ誌に記事としてもはやされた経過も経て、音声デジタル符号化方式はたくましくなり徐々に製品として市場に定着してきた。その後、結果的にはCDのみがコンシューマ製品分野の記録媒体として主流になり、DATはわずかにDATA Back-up用Streamerとして存在するだけである。ディスク媒体の有する高速ランダムアクセス性と取扱いのよさが市場の評価を得たといえる。

#### ■ 安価な画像記録メディアCDの画像記録挑戦

この強力なメディアであるCDを利用して映画を記録する試みは当時としては挑戦的な目標であり、一般に「売り物になる」画質が得られるとは予想されていない状況であり潜在的期待はあるもののそれが市場で実用になるとはとても考えられなかった。

#### ■ 非実時間処理で可能性が広がる期待感

H.261ベースの動画を見てもう少しひねればと考えたのがMPEG産みの親であるCSELT社のLeonardo Chiariglione氏、NTTの安田氏(当時)以下数人のリーダーで、成功の鍵はその人達の先見性にあった。

さらに、高能率符号化方式の実現を示唆する技術的背景としては通信分野とは異なる蓄積系固有の特性を利用することにあった。

### なんでMPEGになったか

#### ■ 情報通信業界の枠組みを超えた幅広い産業分野で使える符号化方式

H.261はTV会議という特定の用途に限定していたが、蓄積用符号化方式は汎用性が要求される応用分野であり、それなりに画質レベルも市販の映像関連製品と遜色のないことが求められる。したがってTV会議のように妥協できる画質のレベルでは製品化が困難、それ以外にも機能面でクリヤすべき要求項目がいくつもありさらにいえばハード/ソフトの規模が実用域にあり、そして信号処理に要する時間も、そこそこのレベルでの短時間信号処理が可能であるなど、が要求仕様であった。

#### ■ ITUでなくISO/IEC JTC-1で規格化検討

H.261を超える符号化方式を目標にした場合、従来の通信分野の人材のみならずコンピュータや家電産業界からの参加が必要となってその目的には混成部隊の特徴を持つJTC-1が担当する運びとなった。そして特別専門検討グループとしてMPEG (Moving Picture coding

Experts Group) を結成した。

### ■ 蓄積装置の特性を生かす符号化には

今回は特に家電分野での製品応用を視野に入れているので符号化方式を評価する場合の評価検討項目を次のように設定した。

- ①通常再生モードの再生時に得られる画質
- ②逆方向再生時に得られる画質
- ③高画質静止画
- ④ランダムアクセスに必要な復号化信号処理時間
- ⑤LSI等に要求される実装の容易さ

## それはMPEG-1から始まった

### ■ MPEG-1符号化方式

当初、MPEGとっていたのはまだMPEG-2の作業が形をなさない以前の話であって当時はMPEGしか存在しなかった。そのMPEGでは以下の項目条件を中心に符号化方式を提案募集し、提案された方式の技術検討が進められた。すなわち

- ①伝送レート1.5Mbps、ただし映像符号化への割付は1.1Mbps
  - ②伝送時間符号化方式（双方向予測や双方向補間が可能）
  - ③CIFフォーマット（360×288×29.97）
  - ④ノンインタレース（Progressive Scan）
  - ⑤高速ランダムアクセス性（復号化処理時間に関する）
  - ⑥FF/FR機能（シーケンスアクセスのための早送り機能）
  - ⑦高画質静止画（静止画の再現には情報の蓄積効果を狙う）
- 等の各項目がウェイトをつけて設定された。

### ■ MPEG-1映像符号化アルゴリズムの特徴

でき上がったMPEG-1映像符号化アルゴリズムの特徴は、次のようなものであった。すなわち

- ①時間軸冗長の利用—Pピクチャ（前方予測）とBピクチャ（双方向予測）で差分を符号化する。その時、同じ位置との差をとるのでなく動き補償を使用している。さらに「Iピクチャ」としてフレーム内符号化画像がある。
- ②空間軸冗長利用—上記差分についてはブロック単位でDCTをかける。
- ③6層のデータ構造（ブロック、マクロブロック、スライス、ピクチャ、GOP（Group of Picture）シーケンスの各層がある。

### ■ 規格書の発行

でき上がった規格書は、ISO/IEC 11172シリーズとして1993年に発行された。

### ■ MPEG-1符号化方式の用途

MPEG-1はCDに1時間の映画を記録することが主な目標であったので、主用途は当然「CDによる映画」である。これは現在でも、「Video CD」として中国市場を中心に根強い需要がある。その画質はVHS VTRの3倍モード程度の画質といわれているが、画質の点ではやや難点があっても特に問題とならないカラオケ市場ではMPEG-1が支持されている。特に文字に特化したエンコードチューニング技術が適用され読みやすい文字と本来の音の良さとあいまって、カラオケ市場で一定の評価を得た。

一方、MPEG-1はネットを通じてのさらなる普及が期待でき、MPEG-1ソフトウェアデコーダの環境が整いつつある。それに連れてPC用のボードビジネスも普及の兆しがある。

## そしてMPEG-2へと発展した

世界の画像符号化技術者が集まり放送レベルの画像符号化を目指してスタートしたのがMPEG-2である。もともと音声符号化方式はCD Qualityすなわち放送レベルを目標にしていたのでここでいう「放送レベル」の目標は、画像符号化方式に目が向けられるのはやむを得ないことであった。そこで目標画質としてはCCIR Rec601のレベルすなわち業務用デジタルVTR、D-1レベルデジタル原画と遜色のない高画質に設定した。

### ■ 放送業界のデジタル符号化方式議論に巻き込まれた

1980年代も終わりかけた頃は、放送のデジタル方式が世界レベルで議論になりかけた時期でもあった。符号化方式と並んでチャンネル変調方式の方も主導権争いが激しく欧州と米国の方式の対立、あるいは米国内の有効企業同士の方式主導権争いからさらにはアライアンスも絡んで状況は混沌としていた。

### ■ 多チャンネルかあるいは高画質かが焦点

放送のデジタル化を議論する際に必ず登場する2つの直交する対立軸、すなわち多チャンネルか高画質か、がある。日本勢はより高画質の方向に将来ビジネスの立ち上げを期待し、米国勢は多チャンネルの方向がビジネスチャンスとみた。この対立軸は時を経てビジネスの主流は多チャンネルデジタル放送の方向へと向かいつつもなお高画質デジタルのビジネス立ち上げも可能性を十分残している。MPEG-2符号化方式はATVの標準化活動への直接参加もあってこの両軸の可能性を視野に入れた方式選定プロセスとなった。

### ■ ターゲットビットレートの設定

MPEG-2の応用分野では放送画質の検証を9Mbpsと設定し、実際の放送に使用するターゲットビットレートを5MbpsさらにDVD等蓄積メディアに適用する場合のビットレートをDVDグループの実験結果より(VBRで)3Mbpsと設定した。これらの応用分野は、どれもが画質を売り物にするだけに安易な妥協は許されず厳しい画質評価をクリアする必要に迫られた。

### ■ MPEG-2の固有技術(MPEG-1との違いは)

- ①インタレースにも対応している(MPEG-1はノンインタレース対応)
- ②422/444(入力フォーマットがある。圧縮は422まで)にも対応している(MPEG-1は420のみ)
- ③Bit Stream Scalability(階層符号化方式も含む)
- ④下位互換性(MPEG-2はMPEG-1のストリームを再生できる)
- ⑤エラー耐性の強化(GOP構造、データ分割、イントラ・スライス等)
- ⑥プロファイルとレベルによる固有のクラス分け
- ⑦フレームとフィールドとは異なる予測モードとDCTを採用

### ■ 幻のMPEG-3とは

MPEG-2の公式な名称は「Generic coding of moving pictures and associated audio」であり、MPEG-2は文字通り汎用符号化方式である。MPEG Phase-2の議論の時にHDTV符号化方式を検討することが計画に上がっていたが、デジタルTVを推進する米国勢の強い反対に遭遇したので、当初計画を変更し、MPEG-2の適用範囲をHDTVにまで広げることで決着した。こうした経過でMPEG-3なる番号は消滅した。

### ■ MPEG-2規格書の発行

これは、ISO/IEC 13818シリーズとして1994年に発行された。この規格書はITU-Tの勧告汎用画像符号化方式H.262と共通テキストである。

### ■ MPEG-2の応用

MPEG-2応用の具体例はデジタル放送方式(衛星地上波)とDVD(ROM DISC)が代表的なものである。この両者だけですでに数100万のセットが実際に使用され、社会に役立っている。これほどの成功をみたのも世界統一方式の威力であろう。一方で、スケラビリティ方式に関しては欧州のケーブルが主な用途として標準の中に組み入れられたが実施計画そのものが頓挫しいまだに実用の兆しが無い。一方では、地上波デジタル放送方式もMPEG-2の採用がすでに決まっています、MPEG-2

によるHDTVの放送も計画される等々、高画質符号化方式MPEG-2の応用(適用)範囲はますます拡大する傾向にある。

### ついでMPEG-4に受け継がれた

### ■ 超高能率符号化方式の提案

携帯電話で相手の顔が見えたら、それが良いか悪いか、は別にしてこれらの潜在ニーズはありそうな気がする。電話帯域で画像を電送する試みは静止画レベルですでに一部実用化され、装置として市販されているが、普及するには至っていない。普及に至らぬ原因の1つは伝送画質の貧弱さにある。明らかに劣化していると分かる人物の特定が困難なレベルの画質では端末ユーザの支持は得られ難い。このような背景から提案(問題提起)されたのが、超低ビットレート超高能率符号化方式としてのMPEG-4の出発点であった。MPEG-4の議論が始まった1993年後半の時点では、MPEG-2の成功はみえていて、このMPEGグループはポテンシャルがあり何かできそうだとする雰囲気生まれつつあったが、MPEG-2の単純な延長線上にターゲットを持ってきたのはすでに規格化で先行し実績のあるITU-Tの符号化方式の亜流になって新たなMPEG-4を打ち上げる意味が薄れる。これらの事情もあってMPEG-4活動の目標設定までにはかなりの議論と紆余曲折があった。

### ■ 新しい符号化方式は出現したか

コンビナー[convener]キャリオネ氏から示された目標は、MPEG-2の10倍という画期的な高能率符号化方式に挑戦する意欲的な目標であった。約2年にわたる提案と実験の結果は、結論としてMPEG-2(DCT+MC)を超える画期的な符号化方式はMPEG-4規格化活動の中では出現しなかった。ただしコンビナーの期待したほどの画期的な符号化方式とは程遠い内容であったが、SNRで3dbの改善は見られたし、Object指向の新機軸が出てきた。このObject符号化や静止画、合成画、等に特化した新しい符号化方式の提案のいくつかは規格の中に組み入れられた。

### ■ MPEG-4は新概念を打ち出した

Object符号化方式は、従来にないマルチメディア対応の表現形式であり、端末ユーザ側での画像ディスプレイすなわち再現画像の表現形式に自由度を持たせた方式になっている。ただし、Objectのデータ構造ではディスプレイ上の2次元配置の座標情報があり、送り側のディスプレイ意図がユーザ側に正確に伝送される仕組みにはなっていない。MPEG-4の新しい試みでは自然画像と合成画像の同期方式や同時ディスプレイに容易なデータ構造を

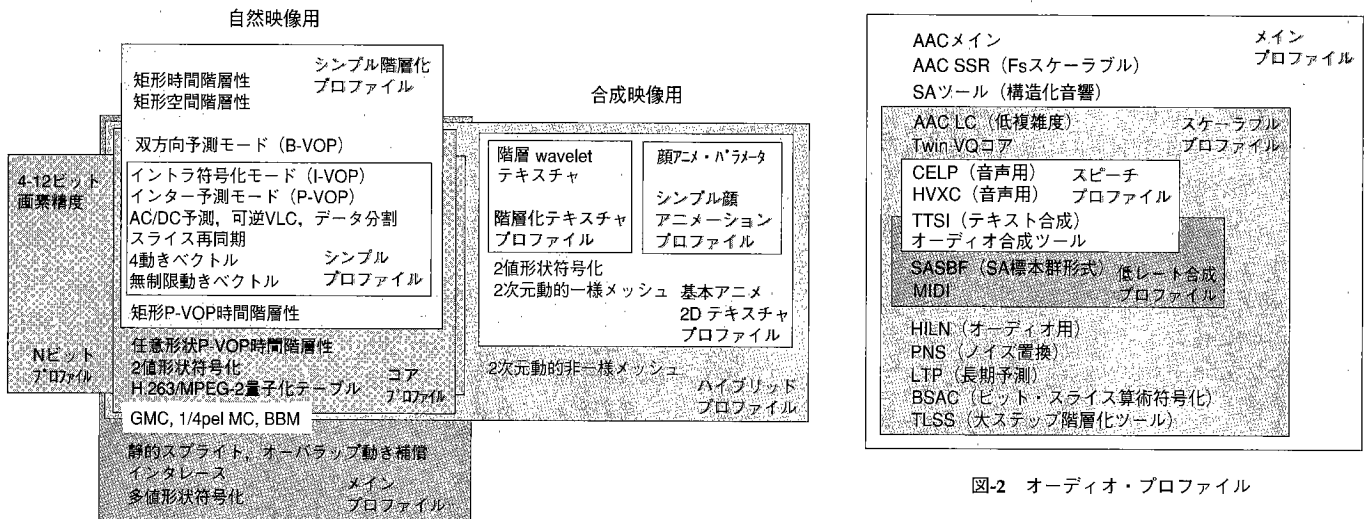


図-1 ビジュアル・プロファイル

図-2 オーディオ・プロファイル

採用している。

さらに、形状符号化方式や誤り耐性とデータ回復力のある低ビットレート符号化方式も採用され、新しい符号化方式の体系となっている。

### ■ MPEG-4の規格化の現状

1998年12月にローマで行われた第46回MPEG会議で、各サブグループごとにまとめられたFDIS (Final Draft International Standard) が承認された。このローマ会合では主として文書の詳細をチェックして矛盾のないように、そして大きな間違いのないように査読を行った。この時点では日本からの文書貢献ウェイトが高く、全体的に期待されるレベルも年々高まっている。MPEG-4で初めて採用したVersion 1 & 2に分割して規格化する案はとりあえず機能しているが、Version 2に関しては、「プロファイル」も未定義で、これからの課題も多い。特にSystemでは、産業界話題のテーマがVersion 2にあって、このレベル合わせも問題であろう。

### ■ Version 1 & 2

MPEG-4のAudioは採用されたツールが17種類、Visualツールが23種類を数え、さらにSystemやDIMFを加えるとMPEG-4のツールは膨大な数になる。これらのツールの組合せを有機結合すると「Profile」が構成されそれが「レベル」ごとにMPEG-4が実装される。この各ツールとProfileとの関係を図示したのが図-1と図-2である。図-1はVisual、図-2はAudioの各プロファイルとツールの関係を図示したものである。

ここで図-1と図-2はVersion 1に相当するものでVersion 2に相当するツールについては以下の項目が予定されている。

- ①マルチサイト環境下に適応できるBIFSの拡張コンポジション
- ②知的財産権IPR管理と保護に関する規定
- ③コンテンツの編集やデータ交換に使うMPEG-4ファイルフォーマット

ルフォーマット

- ④MPEG-J Java アプレットを追加して、コンテンツのネットワーク間転送を可能にする
- ⑤Body Animation VRMLによるアニメ符号化
- ⑥3Dメッシュ符号化
- ⑦音声符号化のエラー耐性強化

### ■ MPEG-4の応用展開

#### ①Requirements Group 活動

MPEG-4グループでは当初から「Requirement」Subgroupを作り用途と仕様の側面を追求しその活動成果として、Version 1の仕様がほぼ固まった。このSubgroupの主査はRob Koenen/KPN Research/NDが担当し、応用例に適用した「仕様」に相当するパラメータを決定してきた。この活動は1998年12月現在、なお継続中で、Version 2の考え方やそのツールの議論を取りまとめにかかっている。

最近の会合(1998年12月ローマ)では、会合時間の半分以上MPEG-7の話題になるなど常に規格化の変化を先取りして会議全体の進行役を果たしている。このグルー

#### 第46回MPEGローマ会議概況報告

第46回WG11 MPEG会合は1998年12月7～11日ローマ市郊外の大衆ホテルで開催された。

今回のローマ会議は変則的にスタートし、最後までその混乱が尾を引いた。原因は直前に突如起きたイラク危機であり、米国(出席者中35%を占める)、日本(同25%)の出席者が自国の政府の指示でイスラエル行きを事実上禁止されたため、両大国の出席不可では会議にならないと判断した議長が急遽会場をローマに変更したために起きた必然の混乱であった。会議開催2週間前の突然の会場変更で出席者の激減が予想されたが結果的に210名の参加を得てまずまずの出席状況であった。このことをみてもMPEG-4の関心の深さを窺い知ることができる。

このローマ会合のハイライトは、最早提案同志がぶつかり合う技術の争点ではなく、現在まで積み上げてきた規格案の最終仕上げ、すなわちVersion-1のFDIS (Final Draft International Standard) の作成である。

プの活動の成果は、「MPRG-4 Overview」として常に最新版が文書発行されている（現在の最新版はN2565）。それと同時に、ProfileとLevelのまとめの文書である「Overview of MPEG-4 Profiles and Levels (N2565 & 2566)」も作成し、規格全体の体系作りに貢献している。Version 2はまだ実装面で具体的な応用例があがっていないのが課題となっている。

## ②応用例

MPEG-4の考えられる応用例を以下に列記する。

- 「実時間通信応用」携帯用TV電話が代表例
- 「探査や監視」監視カメラの信号処理、資源探査等（長時間記録）
- 「モバイルツール」Personal Data Assistance, 携帯用PC
- 「インフォテイメント」情報処理主導のゲーム、たとえば仮想都市観光案内
- 「蓄積装置に特化した情報源」DVD用インタラクティブ型コンテンツ
- 「インターネット対応放送型サービス」Push型情報サービスの信号処理
- 「業務用ビデオ配信」ネットゲーム、ダイナミックTVショッピング
- 「情報検索」インターネットを利用した情報のアクセス

## 次はMPEG-7になるか

前述のごとくMPEG-4符号化方式の特徴はObject符号化であり、それに適合したコンテンツの制作ツールの開発とコンテンツクリエイターへの提供がシステム普及の鍵であることは多言を要しないところである。

コンテンツクリエイターは時として過去から蓄積され続けてきた膨大なアーカイブからのコンテンツリソースの部分切出しが重要な作業になる。一般にコンテンツ編集に

必要なフレーム番号やコンテンツ内容記述（タイトルや中身の情報）等の従来型メタ情報はObject符号化されたコンテンツにはしっくりなじまない。この種の作業に必要な情報は編集に必要なObjectコンテンツのアクセスとその切出し配信でありその目的のツール（アクセスツール自体は対象外）を提供しようとするのが「MPEG-7」である。

すなわち、MPEG-7はコンテンツアクセスを目的としたコンテンツ内容の記述の方式を規定し、アクセスインタフェースを提供することが目的でグループ結成されようとしている、言わば「Special Interesting Group」である。コンテンツの内容を言語を含めて統一した体系でアクセスに都合よく表現できれば、TV放送のEPG (Electronic Program Guide)にも直ちに利用可能で、編集作業者のみならずユーザにとっても利点が大きく期待のかかる分野である。

この概念と方式が定着すればコンテンツの知的自動編集の可能性も大きく広がるし、情報検索分野に革命をもたらすものとして期待が先行している。

## それからどうなる

21世紀の符号化技術は「知的」な方向へ向けて大きく踏み出していくのは確実視されている。特に知的符号化と自動翻訳技術を組み合わせた新技術の分野は、グローバルで自由なコミュニケーションを実現するツールを提供する可能性がある。もちろん技術課題も多くあり完成度の低い状態が続いて「息切れ」を起こす可能性も否定できないが、この技術が時代の指向する方向とマッチしている限り、着実に前進していくであろうし、世界中の技術者の努力は必ず実を結ぶであろうことを期待して止まない。

(平成10年12月1日受付)

これによってMPEG4規格Version-1はほぼ定着し今後よほどのことがない限り変更改定はできなくなった。

したがって、今回は編集作業・文章のチェックが主な仕事であり一部の人には負担が大きいもの一般参加者にとっては符号化議論が終結して、技術的興味の対象ではなくなりつつある。参加者の大半が、技術的により関心の高い分野すなわちVersion 2へ向かいがちなのはやむを得ないところである。

一方、MPEG-7（コンテンツアクセスと記述方式）への関心が集まり、この新グループ参加者は123名65社から687提案を数えるに至った。提案の中心は欧米の大学や研究機関であるが日本企業（NHKやソニー）の提案参加もいくつかが数えられる。この世界の新しい物への異常な関心の高さを物語る、といえよう。

MPEG-4のVersion 2の位置づけがPartによって大きく異なり、特にSystemではVersion 2にAudio BIFS, Chroma-Key, MPEG-4, over IP, MPEG-JAVA等が課題とされた。これらは次回以降の議論のテーマであり、産業界にとってウェイトの高い項目が残ってしまった。筆者のみ

るところ、エレクトロニクス業界で多くの関心を集めてきたMPEG-4規格体系ではあったが、具体的な商品への応用展開となると今一つ「これだ」と言いきれず焦点が定まっていない。当面参加企業の知恵比べ我儘比べ状態が続きそうに思える。

IPMP活動ではFrame WorkとしてVersion 1に入った機能は将来Bit Streamに関係するIPR（著作権+特許権）の処理（たとえばPay per View機能とドッキング）も視野に入れていて主査から公に説明があった。会場の反応は一部の米国企業を除いて比較的穏やかであった。

余談であるが本来Normativeに入るべきAudio規格の一部を、Informative Annexとして対立問題から逃げる姿勢をとる一部の参加者に対して、本来の姿でないと激しく叱責した議長の情熱が衰えない限り、MPEG-4の将来に希望が持てるし、規格化に参加した企業の熱意が衰えない限り応用展開も含めてMPEG-4に将来はあると感じた。

平成10年12月21日