

*professional report*

## 標準化活動・学会活動からみた映像規格の将来展望

Video Standards Overview from Analog to Future

今出 宅哉 Takuya Imaide

本稿では、テレビ信号に代表される映像規格を概観する。過去の規格を振り返ってみると、幾つかの類似技術の中から、必ずしも強い必然性を伴わずに規格が選択されることが多く、貢献者によって規格の中身が変わってくる。しかし、いったん世界規格となって普及すると、たいへん大きな影響を社会に与える場合がある。今後の展開として、3Dなど次世代の映像規格は、技術シーズもそろっていて、過去の例から先行者利益も期待できるため、活発な標準化活動が行われるものと思われる。

1975年日立製作所入社  
 コンシューマ事業グループ  
 コンシューマエレクトロニクス研究所  
 所属  
 現在、ビデオカメラの研究開発に従事  
 工学博士  
 IEEE会員、映像情報メディア学会会員



## 1 はじめに

本稿の執筆は2008年7月に行っているが、毎年この季節になるとテレビ放送のアナログ停波(2011年)が話題になる。情報端末をはじめとして装置や仕組みの移り変わりが激しい昨今にあって、アナログのカラーテレビ信号は半世紀を超え、ずいぶん長生きしたものだ感慨深い。よほどすばらしい規格だったのだろうか。筆者が生まれる以前に出来上がった規格ではあるが、古い文献も参考にしながら、若干の考察を加えてみる。

現在のデジタル映像規格についてはDVDフォーラムなどで若干の関与をしてきているので、公開できる情報をベースに、どのようにして規格が決まってきたか、例を挙げて解説する。また、この分野の標準化チームが現在悩んでいることも少し紹介する。

最後に、学会で議論していることも加えて、今後どのような映像規格が制定されそうか、筆者なりの見解を述べてまとめたい。

## 2 インタレース

かつて勉強したアナログテレビの信号系には、「インタレース」と「インターリーブ」という似た語感の二つの専門用語があって、これを理解していることが「テレビ屋」の条件だった。そのうちインタレースは、仕組み自体は

それほど難しいものではないが、実際美しい映像を出すうえでの障害になることが多く、筆者自身も相当な時間を費やした経験がある。一般に専門家はある程度の複雑さを好むものだが、社会全体の効率を考えると単純な規格の方がよかったのではないと思われる部分もあり、あえてインタレースを、懐疑の念をもって回顧する。

インタレースは、図1に示すように、時間軸上で隣接する映像の垂直位置を半ピッチずらす方法である。図ではずらさない単純な方法(プログレッシブ)と対比して示す。

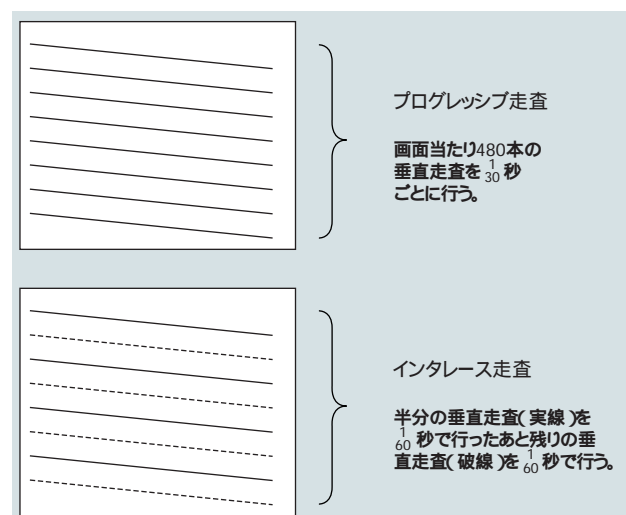


図1 テレビの走査方法の比較(プログレッシブとインタレース)  
 インタレース走査では時間軸上で隣接する映像の垂直位置をずらすことにより、垂直解像度と動解像度の両方の解像度を上げようとした。

インタレースは、規格化され普及したものの強みで、現在の「地上デジタル放送」でも主流の座を占めているが、その処理が少し複雑なことから多くの検討がなされてきた。合計すると膨大な数の技術者とその時間を消費して、なお画質はプログレッシブに及ばない。

まず、どのような経緯でこのインタレースが規格化されたのか、少し調べてみた。

当時のことを記した参考文献<sup>1)</sup>によれば、「第2次NTSC(1950~1953年審議)はカラーテレビ方式を取りまとめた委員会である。当委員会の設立以前に、フィールド順次式と同時式との比較実験公聴会を経て、FCCは当時完成度が高いとされたフィールド順次式の採用を決定した」とあり、インタレース(上記のフィールド順次式と同義)は多数(315名)の人が参加してカラーテレビ方式を議論する以前にFCC(Federal Communication Commission)で決めてしまったようである。

NTSC(National Television System Committee)のほうはその後、走査線数などの議論に入って最終的に現在のNTSC方式を完成させたようだが、「帯域幅一定の場合は(垂直走査)線数を多少変えてもあまり画質に影響しない」というベル研究所の結果が引用されているように、あまり必然性がない中で時間をかけて各数字の合意を取っていったと報告されている。

さて、インタレースに話を戻して少し事後考察してみる。両方式のナイキスト帯域を比較して図2に示す。それぞれ三角および四角の色を付けた領域がナイキスト帯域で、この範囲の映像を正しく再現することができる。縦軸は垂直解像度で白黒計何本の横縞(じま)を解像できるかを示し、横軸は動解像度で、毎秒何枚の映像を解像できるかを示している。

インタレースの特長は、図中Aのように動きの小さい映像であれば垂直480本の解像ができ、Bのように垂直相関の強い映像であれば毎秒60枚の動解像度が得られる点である。仕様書の書き方によっては480本と毎秒60枚の四角全体が再現できるかのような誤解を与えかねないが、実際にはAやBの領域は非常に不安定で、そのままでは両方同時には再現できない。AとBは、昔の日本語では「折り返しの関係」、英語だとAliasingの関係にあって、要するに同じ信号になってしまう。簡単な処理ではAがB、少なくともどちらか犠牲にする必要があるが、通常両方も再現に苦労する。

最も顕著な具体的な問題は、インタレースでは半分の垂直解像度の映像しか得られないことが多い点であろう。 $\frac{1}{60}$ 秒の映像からは当然半分の垂直解像度しか得られないが、前後の映像を合わせても必ずしも改善されない。例

えば1990年代にPCでテレビ信号を取り込み始めたころ、このような垂直解像度半分の映像をスケーリングして、さらに乏しい解像度の映像を映し出すことが散見された。それでも現実にはインタレースは生き残り、現在の地上デジタル放送になっても大半がインタレースで放送されている。いったん規格となって普及したものの強さを改めて感じる。実際、関連装置などの事業環境が整うだけでなく、技術的にも欠点を補うような関連技術が開発されてその延命を手厚く手助けしている。

最近の信号処理では、映像の動きなどから図2のAとBは分離して適応的に走査線補間するようになってきているし、またごく最近では本格的に映像各部分の動きベクトルを計算して秒当たりの映像枚数を増やしてしまう技術も実用化されてきた<sup>2)</sup>。後者は特にインタレース向けというわけではないが、インタレースの映像も問題なく扱えるようになったのは事実である。今後もまだまだインタレースの映像が生き残ると推定され、世界標準の大きな影響力を示す代表的な一例であると言える。

### 3 DVD映画の映像規格

#### 3.1 CODEC主観評価

デジタルの時代を迎えて、映像・音声規格の中心はCODEC(Coder Decoder:エンコードとデコード)の選定になった。グランドアライアンスによって放送用映像CODECは、当時審議中のMPEG(Moving Picture Experts Group)-2と決まったが、DVD(Digital Versatile Disc)映画についても同じくMPEG-2が採用された。

その後、CODECはコンテンツ系のMPEGと通信系のVCEG(Video Coding Experts Group)との共同作業JVT(Joint Video Team)でMPEG-4 AVC(MPEG-4 Part 10

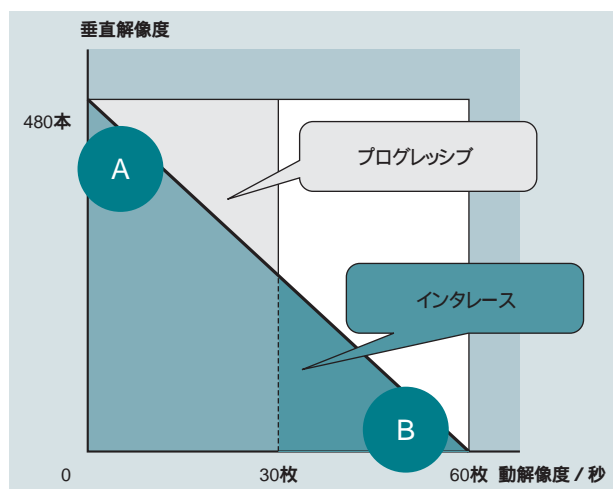
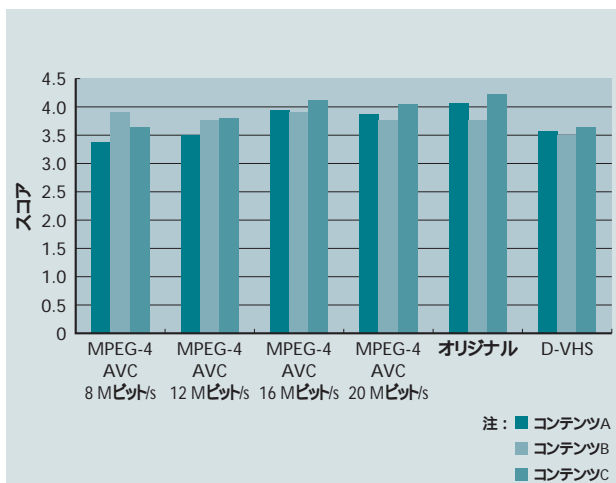


図2 ナイキスト帯域の比較  
インタレース走査の場合、正しく再現できる領域(ナイキスト帯域)が三角形状になる。



注：略語説明 MPEG ( Moving Picture Experts Group ), AVC ( Advanced Video Coding ), D-VHS ( Data Video Home System )

図3 MPEG-4 AVCの主観評価結果

コンテンツBはノイズが少なく、概して高い(オリジナルと同じ)評価結果が得られた。

Advanced Video Coding : 通信系の名称はH.264)が開発された。今でこそMPEG-4 AVCはBlu-ray Disc<sup>1)</sup>に採用され、世界中の放送にも適用されつつあるが、それぞれ簡単に新規格に移行したわけではない。

以下、Blu-ray Discでの紆余曲折(うよきよくせつ)を経たMPEG-4 AVC採用経緯を解説する。

MPEG-4 AVCがBlu-ray Discに採用された経緯は参考文献<sup>3)</sup>で公開されている。採用の決め手になった主観評価結果を図3に示す。

他のCODECも含め、Blu-ray Discの主観評価には何回か立ち会った。主たる評価には23フィート×13フィートの大型プロジェクタを使う。メートルに直すとほぼ7m×4mである。これに24PフルHD(High Definition)の映像を映して評価するが、画面は左右2分割表示になっている。右側がオリジナル映像(元の映像)、左側がそれぞれのCODECを通した映像で、CODEC名がわからないように提示される。両方ともオリジナル映像が提示されることもある。

評価者は「ゴールデンアイ」と呼ばれるハリウッドの映像評価の専門家で、プロジェクタから2~3mの距離で評価する。

評価する映像は、通常、専門家が注意深くエンコードしたもので、オリジナル映像とほとんど差がなく仕上がっているため、このように大画面に近づいて評価しないと見分けがつかない。着目点としては、一般に、通常の映像部分ではあまり差が出ず、その背景のランダムノイズのほうの違いがわかりやすい。実際、背景のランダムノイズが目立たないストリーム(図3のコンテンツB)では全体に高い点数が得られている。

1) Blu-ray Discは商標である。

このように、実質的には、主観評価と言うよりPSNR (Peak Signal to Noise Ratio) の客観評価に近い感じの評価になっている。ただ、オリジナル映像と比べて少しでも異なると減点という姿勢でまったくロスレスのオリジナル映像も4点平均(5点満点)しか取れない。この点がいかに主観らしいが、そのくらい差のない難しい評価になっている、ということだと思う。ただし何回か評価会を行って(同じCODECは)同じ結果が得られているので、信頼はできる。

MPEG-4 AVCに限らず、最近のCODECでは高いレートにおいては意味のある映像はほとんど劣化がない。ただ、上記のランダムノイズがオリジナル映像と異なる(少ない)という点で少し減点されている。一般ユーザーはノイズが少ない映画を好むと思われ、この減点はおかしな評価方向だと思うが、MPEG-4 AVCの第一回目の評価はこれで点数が下がり、不採用となった経緯がある。

不採用の公式な理由はそのとおりであるが、別な見方をすれば、当初MPEG-4 AVCが不採用になった2003年当時は、MPEG-4 AVCのCODECの実装がまだまだ難しい時代で、こういった背景が判断の根底にあったかもしれない。もちろん今でもMPEG-4 AVCのCODECはたいへん難しい技術ではあるが、チップも実用化され<sup>4)</sup>、応用範囲も広がってきている。

ただ、この主観評価で問題になったノイズ再現の必要性については解決したわけではなく、他のCODECの評価でも同様に問題になっている。

似たような案件にフィルムグレイン技術(以下、FGTと記す。)があり、これはたまたまBlu-ray Discでは不採用、HD-DVDではプレーヤ必須技術として採用、という極端な結果になった。同じような人たちが同じような規格をつくっても異なるものになってしまう一例として次に紹介する。

### 3.2 フィルムグレイン技術

MPEGに代表されるCODECは、時間軸や空間軸での信号の相関(類似性)を利用してデータ削減している部分が多く、相関に乏しいノイズ(映画の場合はフィルムグレイン)はデータ削減しにくい。したがって、ある程度小さなノイズについては前処理で削除することによって効率的にエンコードすることができる。

ところがこのノイズもあるがままに残すべきだ、という意見も出てきて、FGTが提案された。結果的にFGTはHD-DVDではプレーヤ必須機能として採用されたが、このあたりの経緯は例えば参考文献<sup>5)</sup>に公開されている。

FGT処理の簡単なブロック図を図4に示す。ポイント



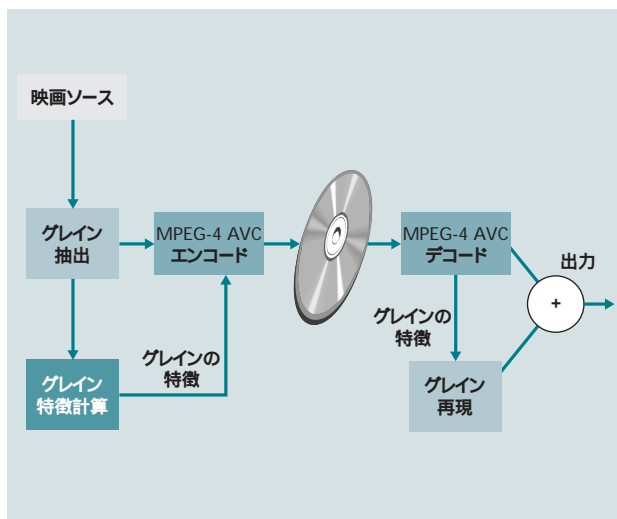


図4 フィルムグレン処理ブロック図

フィルムグレンを映像から除去すると同時に、フィルムグレンの特徴をストリームに含めて伝送し、再生時に再現させる。

は、映像からノイズは削除するものの、ノイズの特徴は映像ストリーム中に残して、デコード時に復元する点である。まったく同じノイズ映像が再現されるわけではないが、伝送した特徴は再現できるので、同じような周波数特性、空間分布、時間分布を持ったノイズを再現することができる。

評価の点では、前節で述べたPSNR客観評価は役に立たないので、これこそ主観評価が威力を発揮するテーマであろう。

このFGTはほぼ同じ時期にBlu-ray DiscとHD-DVDに提案され、後者でのみ採用された。途中の状況ではオプション採用という緩やかなものだったが、フォーマット戦争の最中だったことが影響したためか、最終的にはプレーヤ必須機能となった。余談だが、FGTのような新規技術は、採用される場合でもオプションとするのが通例である。メーカーに負担がかからないし、市場での評判が良ければメーカーは対応してくるので、仮にオプションのままでも実質必須機能になったことと同じになる。結果的に例外的な結論になった例だが、論点が少しずれるだけで反対の結論になることは世間的、一般的にも珍しいことではない。

#### 4 デジタル映像規格の現在の課題

デジタル映像の時代に入って、デコードにコンマ数秒の時間を要するようになったことを発端にしてリップシンク（映像と音声の同時性）が問題になってきている。世界的にはIEC( International Electrotechnical Commission：国際電気標準会議)の中で議論されるが、国内では社団法人電子情報技術産業協会( JEITA：Japan Electronics and

Information Technology Industries Association)の標準化チームが中心になって検討している。

この問題は、例えばニュース映像のリップシンクに限った話であれば比較的容易に基準や規格を決めることができると思われるが、コンテンツ全体を対象にすると難しい場合がある。極端な例では、花火のシーンは映像と音声のタイミングに最適解があるとは思えない。ゴルフ中継の例でも、通常はプレーヤのすぐ側にマイクを置いてショットの音声を拾うと思うが、400ヤード先のグリーン上のカメラで拾った1秒以上遅れたティーショットの音声を使う方が自然だという意見もあるかもしれない。

また、人間の脳自体がタイミングを間違えるらしい。例えば参考文献<sup>6)</sup>によれば、物体を点滅表示させるとタイミングを誤認識するし、それに音を加えるとさらに誤認識する。これらはコンマ数秒オーダーであり、前記したリップシンクで問題になっているレベルと同程度の話になる。

いずれにせよ、この課題は着手したばかりの段階にあって、単にガイドライン制定や測定法の制定にとどまるのか、あるいは何らかの規制の数値が導入されるころまでいくのか、まだ見通せない状況にある。関連メーカーとしては注意を怠れないところである。

#### 5 映像規格の将来展望

一般に語られている次世代映像規格は超高精細(水平4,000画素ないし水平8,000画素)と3D(3-dimensional)である。

超高精細については、その方向に進化するのは間違いないが、標準解像度(SD：Standard Definition)から高精細(フルHD)に移行するまでに要した数十年の年月に比較してどの程度短縮されるかの見通しは難しい。ただ、第3章で述べたような大型プロジェクトでフルHDの映画を評価すると、どうしてもソース映像の解像度不足が気になってくる。技術シーズとしては超高精細の規格が提案される下地は整っているのだから、何らかのきっかけで大型ディスプレイが必要になるニーズが見つかれば、規格化されて超高精細映像が一気に普及する可能性があると思われる。

3Dについては、メガネあり、なしに大別できる。最近研究活動が盛んなのはメガネなしの方だが、こちらは必要な情報量が約1けた多いので高精細の実用化は少し時間がかかると思われる。一方、メガネありの方は、映像コンテンツとしては左右それぞれの眼用の映像(あるいはそれらが計算できるもの)を準備すればよいので、DVD

やBlu-ray Discでは比較的簡単に規格化できると思われる。実際、学会レベルではBlu-ray Discの3D規格が提案されている<sup>7)</sup>。

CODECのほうはこれらすべてを含んだ「スケーラブル」の規格化が着々と進んでいる。ストリームの核となる一部分を抜き取れば通常のSDまたはフルHDの映像が得られるが、その他の部分を使うことにより超高精細映像や3D映像、自由視点映像が再生できる。今後それぞれの事業分野でこの「スケーラブル」CODECに準拠した規格化が行われると推察する。

## 6 研究者の起業研究活動

前章で述べたように、次世代の映像規格は、超高精細でも3Dでも、標準化を進められる状況にあるように思われる。ただし規格をリードするには少なからず人手がかかるので、着手する際に事業性の見込みが必要になる。

これは規格化だけでなく、通常の研究着手でも同様である。日本経済の状況が根底にあると思うが、企業・大学を問わず研究者が研究費確保に費やす労力が増えているように感じる。

このような背景から、研究者も起業や事業に通じる必要が生じてきた。学会もこれらに対応するべく、例えば社団法人映像情報メディア学会<sup>8)</sup>では、2000年に試験的にアントレプレナー・エンジニアリング研究会を設立し、技術シーズや事業シーズを新規事業や新産業創造につなげていくプロセスを解明することをめざした。現在では正式な研究会として認可され、工学、経済・経営学両分野の研究者が一緒になって積極的な活動を展開している。

## 7 おわりに

最近の情報端末や携帯端末の激しい変化を見るにつけ、ほんとうに社会のためになっているのだろうか、ユーザーはついていけているのだろうかとつい心配になってしまう。逆に、テレビなどの映像の世界は比較的時間をかけて進化してきた感があり、その分、多くの次世代技術シーズを抱えた状態になっている。

地上デジタル放送が普及したばかりではあるが、次の超高精細3Dなどの技術シーズはそろってきているうえ、過去の例から先行者利益も期待できることから、今後は活発な標準化活動が展開されると思われる。

筆者の周りにも、本稿で引用した動映像やCODECの技術のほか、撮像や記録の多くの関連技術が蓄積されている。それでも確度の高い新事業計画を構築しようとすると単独では難しい面があり、社内外の協業・協創も含めて標準化を鋭意検討中である。

### 参考文献など

- 1) 齋藤:カラーテレビ標準方式の制定,映像情報メディア学会誌(2003.9)
- 2) 中嶋,外:Wooo高画質テレビ映像表示技術,日立評論,90,10,828~833(2008.10)
- 3) T. Chen, et al.: Technologies in MPEG-4 AVC FExt for Improving Subjective Picture Quality in High-Definition Video Compression, 6.3-1, 2006 Digest of Technical Papers, International Conference on Consumer Electronics(2006.1)
- 4) H. Mizosoe, et al.: A SINGLE CHIP H.264/AVC HDTV ENCODER/DECODER/TRANSCODER SYSTEM LSI, 1.4-5, 2007 Digest of Technical Papers, International Conference on Consumer Electronics(2007.1)
- 5) Tech-On!,<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20050107/100269/>
- 6) 松井,外:フラッシュラグ効果における聴覚情報の寄与,映像情報メディア学会技術報告,コンシューマエレクトロニクス(2007.11)
- 7) P. Newton, et al.: Opportunities for 3D on Blu-ray Disc, 4.3-6, 2008 Digest of Technical Papers, International Conference on Consumer Electronics(2008.1)
- 8) 映像情報メディア学会,<http://www.ite.or.jp/>