

総 論

# デジタル放送

Digital Broadcasting

岩 本 澄 男\*

Sumio Iwamoto

## 要 旨

2003年12月に三大都市圏で開始された地上デジタル放送とフラットテレビの普及という二つの流れは一つにまとまって、新しいデジタルテレビとして受け止められている。

アナログ放送は2011年で終了する予定であるが、円滑な移行のために、その間はアナログとデジタルの同時放送（サイマル放送）が行われる。また、デジタルコンテンツの権利保護の目的で、原則「1回だけ録画可能」のコピー制御信号がデジタル放送波に加えられる。

デジタル放送では、ゴーストの無いハイビジョン映像を楽しむことができ、またインターネット経由でのデータ放送も可能になるが、更にホームサーバやITの活用で新たなサービスが期待できる。

A new digital television system is emerging as two trends are accepted among customers. One is the digital terrestrial TV broadcasting started in three metropolitan areas in December 2003 and the other is the wide-spread notice of “flat display TV receiver.”

The analog signals will be simultaneously broadcast in the transition period until 2011. On the digital signals, copy control signal “Copy Once” is incorporated in principle to protect the copyrights of digital contents.

Digital broadcasting provides the ghostless Hi-Vision image and allows data broadcasting via internet. It is also expected to create advanced information services through combination of home-server and/or IT.

## まえがき

テレビ受信機ではデジタル技術を、リモコン、チャンネル選局、GUI (Graphical User Interface) などのユーザ利便性提供、また映像のデジタル信号処理技術を用いた輝度信号と色信号の分離を精密に行う三次元YC分離による高画質化実現などに有効に活用してきた。

しかし、伝送帯域が限られている放送でデジタル放送を実現するには、映像符号化技術、情報多重技術、変調技術などが必要であったが、1994年3月に米国で初めて衛星を用いたデジタル放送が開始され、衛星、ケーブル、地上での放送のデジタル化が世界各地で加速し、テレビの全デジタル化に向かって進みだしている。

日本では、既に衛星、ケーブルでデジタル化は進んでいるが、基幹放送である地上放送のデジタル化が2003年12月に開始された。

ここでは地上デジタル放送を中心に、デジタル放送の魅力と仕組みについて述べる。

## 1. 日本の地上デジタル放送開始

2003年12月1日に東名阪の三大都市圏で基幹放送として期待される地上デジタル放送が開始された。(社)電子情報技術産業協会 (JEITA) の調べでは地上デジタル放送が開始された直後の12月末までの累計で、地上デジタル放送受信機の国内出荷台数合計は約48万台となっていて、地上デジタル放送への期待が伺われる。

デジタル放送が2000年12月にスタートしているBS放送とともに、デジタルテレビの時代に入った。

地上デジタル放送が開始された2003年は、1953年2月にNHKが、8月に日本テレビがテレビの本放送を開始してからちょうど50周年にあたる。

\* AVシステム事業本部 AV商品開発センター

この50年でテレビは目覚ましく発展した。1959年には、テレビ放送のカバー所帯率が70%になり、ラジオに代わってテレビが放送の主役になった。

1960年にカラーテレビの本放送が開始され、1964年の東京オリンピックでは、世界初の衛星による中継も行われた。このようなイベントにも後押しされて、現在、日本国内で約1億台のテレビが普及している。

シャープはテレビ放送の始まった1953年に国産第一号の白黒テレビ(TV3-14T)を発売した。また、1960年のカラーテレビ(CV-2101)そして2003年には地上デジタル放送対応の液晶テレビ(AD1, AD2シリーズ)と放送の進化、節目にいち早く製品を開発、発売してきた。

## 2. アナログ放送の終了

地上デジタル放送の開始によって、地上アナログ放送は2011年7月24日に終了することが、国の方針として決定されている。政府のIT戦略本部は「e-Japan重点計画II」(2003.7.2)の中で、「2011年までに、地上テレビジョン放送のデジタルへの移行を完了し、全国どこでもデジタルテレビの映像が受信できるような環境を整備する」という目標を掲げている。

この方針の実現に向けて、地上デジタル推進全国会議の「デジタル放送推進のための行動計画(第4次)」(2003.10.31)は、基本的な考え方として、「放送のデジタル化は、これまで一方的に視聴者が受け身でサービスを楽しんでいた視聴の形態を革命的に変革し、国民、視聴者自らが能動的に働きかける視聴スタイルを現出させ、国民に今までの放送にない高度で多彩なサービス(高精細映像、高齢者・障害者用字幕・音声放送サービス、インターネット連携の予約サービス、移動端末によるテレビ受信、サーバ型放送サービス等)を提供する」普及目標として、「2011年初頭までに、全世帯(4,800万世帯)への普及、地上アナログテレビ放送の停止の期限(2011年7月24日)までに1億台の普及」を図ることを掲げている。

地上放送では、2011年までに、円滑なデジタル放送への移行をはかるため、アナログ放送とデジタル放送が並行して放送される(サイマル放送)。

地上デジタル放送免許方針では、

- ・1日の放送時間中、2/3以上の時間でアナログ放送と同一の番組を放送する。
- ・1週間の放送時間中、50%以上の時間でHD放送を実施する。

となっている。

また、アナログ周波数変更対策の進捗状況にあわせて2006年末までに順次放送サービス地域が拡大され

る。特に、三大都市圏ではカバーエリアを「放送開始当初段階で約1,200万所帯」「2004年末目途約1,700万所帯」「2005年末目途約2,300万所帯」で拡大する予定である。

アナログ周波数変更対策は、地上デジタル放送と同一チャンネルのアナログ放送を整理するためにチャンネル変更を実施している。また、そのチャンネル変更によって近接のサービスエリアのチャンネルと重なる場合には、近接するサービスエリアでも対策が必要となる。

2000年12月にスタートしたBSデジタル放送においても、アナログハイビジョン放送(BS-9ch)は2007年に終了し、アナログハイビジョンを除くBSアナログ放送(BS-5ch, 7ch, 11ch)については2011年に終了する予定となっている。

アナログ放送終了後の帯域、また、2000年の世界無線通信会議(WRC-2000)で日本に割当てられた12.00~12.2GHz帯(17・19・21・23chの計4ch)のデジタル放送での利用検討が始められている。

## 3. デジタル放送の魅力

放送のデジタル化の波は、液晶テレビやプラズマテレビによるテレビのフラット化の波と相前後しており、このデジタル化とフラット化の波が互いに強め合い一つの大きな波となって、「アナログからデジタルへの移行」が進んで行くと考えている。

アナログテレビ放送は、最初の白黒テレビから、カラー副搬送波の直交変調、周波数インターリーブによるカラー化、更には音声多重、文字多重など、限られた6MHzの周波数帯域を有効に使って機能・サービスを充実する数々の技術が投入され進歩してきた。また、受信機側はそれらに対応した受信技術とともに、3次元YC分離、インタレース・プログレッシブ変換など、送出側の映像をより良く再現する、また画面サイズの大形化に対応した技術を開発して、送受信とも完成度の高いアナログテレビ放送のシステムに成長した。

しかし、都市部においては、高層ビルによるゴーストなどの受信障害が増えてきた。また、画面の大形化とともに、テレビを見る視距離が短くなり、走査線の粗さが気になるようになり、高精細化の要求になってきた。

NHKは、1970年に高品位テレビ(後のハイビジョン)を初公開した。標準テレビ(NTSC)の走査線数525本、アスペクト比4:3に対して、走査線数1125本、アスペクト比16:9のハイビジョンは、画面の高さの3倍で見ることを想定している。その時、視野角が30度となり、臨場感のある映像が楽しめる。

地上デジタル放送では、ハイビジョンの高画質、5.1チャンネルサラウンドの臨場感ある音声だけでなく、ゴーストなどの送・受信間で発生する受信障害に対して改善されることが期待されている。

一方フラット化の波は、高柳健次郎氏が1926年に片仮名の「イ」をブラウン管に映し出してから、テレビはブラウン管と歩みを始めた。その時の走査線数は40本であった。ブラウン管においても奥行きを短くするために、偏向角の広角化、また大型化が行われた。

しかし、ブラウン管の延長では、フラット化は非常に難しい課題であった。シャープは1987年に3型カラー液晶テレビ「クリスタルトロン」を発売して、フラット化に一つの方向を示した。その後、液晶テレビの大型化、高画質化を進め、フラット化の大きな波となった。

このデジタル化とフラット化の二つの大きな波が、双方向性、モバイル性、自由な視聴形態などで、デジタル放送を、アナログ放送の単なるデジタル版ではない新たな可能性のあるメディアに変えていくと考えている。

地上デジタル推進全国会議は、今後の可能性も含めて、地上放送のデジタル化による視聴者のメリットを次の様にまとめている。

- ・鮮明な映像と高音質による臨場感豊かなサービスが利用可能に
- ・従来にない多彩な情報の入手や双方向機能等を備えた様々な利便性の高いサービスが利用可能に
- ・携帯電話や携帯情報端末（PDA）での視聴や移動体での安定したサービスの利用が可能に
- ・高齢者・障害者にやさしいサービスが充実
- ・番組選択や好きなときに見たい番組の視聴が容易に

#### 4. デジタル放送の仕組み

デジタル放送は、階層に分けて理解することができる。デジタル通信システムでは、7層からなるOSI（Open Systems Interconnection）の階層モデルがあるが、ここでは、デジタル放送を高周波受信から伝送信号フォーマットまでの伝送層、多重化を中心としたシステム層、ビデオ符号化などのソースコーディング層の3層に分ける。伝送層は、電波伝送に関する部分であり、この階層は放送の伝送媒体によって使われる変調技術が変わる。

BSデジタル放送では、8PSK（8-Phase Shift Keying）が使われ、地上デジタル放送ではOFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）が、ケーブルデジタル放送では64QAM（64-Quadrature Amplitude Modulation）が主に使われている。

ケーブルデジタル放送では主に64QAMをその変調方式に使うが、同じ1チャンネルが6MHz帯域である地上デジタル放送のOFDM信号をそのままケーブルに流すこともできる。

地上デジタル放送のケーブル再送信で、そのままOFDM信号で流す場合をパススルー方式と呼び、64QAMに変換して流す場合をトランスモジュレーション方式と呼んでいる。

システム層は、情報多重技術でMPEG-2システム規格が使われている。

MPEG-2システム規格は、伝送のための転送パケットを定義していて、デジタル放送の映像、音声、データなどのコンポーネントを別々のパケットに割り当て、1つのTS（Transport Stream）にパケット多重する。複数の番組の映像、音声の各コンポーネントを別のパケットに割り当てることで、1つのTSで複数番組を多重することができる。

地上デジタル放送では、ハイビジョンなら1番組だが、標準テレビなら3番組を1つのTSとして1チャンネルで送ることができる。

日本のデジタル放送では、地上、衛星、ケーブルとも共通でMPEG-2システム規格を採用している。ソースコーディング層は映像と音声の符号化部分である。映像の符号化技術では、地上、衛星、ケーブルとも共通でMPEG-2映像規格が使われている。

映像符号化技術には、MPEG-2の他にも、MPEG-4やH.264（MPEG-4AVC）などの技術がある。地上デジタル放送では、1チャンネル6MHzの帯域を有効な13のセグメントに分けて使う。1セグメントは約429kHzになる。この13セグメントのうち、12セグメントをハイビジョンなどの固定受信、1セグメントを移動受信に使う放送が可能になる。この移動受信で使う映像符号化技術が議論されている。

音声符号化ではマルチチャンネル音声が可能でAAC（Advanced Audio Coding）が使われていて、CD（Compact Disc）レベルの高音質や5.1チャンネルサラウンド放送が可能になる。

デジタル放送では、誤り訂正の機能があるので、その訂正が可能な範囲では、正しく信号の再生が行われ、映像、音声の品位劣化はない。しかし、放送局からの距離が遠くて、信号が小さくなり相対的にノイズが増えた場合、隣接チャンネル妨害など、色々な要素で信号が劣化した場合に、アナログ放送では、その妨害の程度で画像・音声が悪化するが、デジタル放送では、その妨害の程度が誤り訂正で訂正できないほど障害が大きくなり、ある閾値を超えると急激に受信不能になる。これをクリフエフェクトと呼ぶ。

## 5. データ放送

デジタル放送ではデータ放送を楽しむことができる。日本のデータ放送はBML (Broadcast Markup Language) 方式を採用している。BMLはデータ放送のコンテンツを記述するためのXML (eXtensible Markup Language) ベースの記述言語である。

データ放送対応のデジタル受信機には、BMLで記述されたコンテンツを再生する「BMLブラウザ」と一般的に呼ばれるソフトウェアが内蔵されている。

BMLでは、データ放送に求められる機能を実現するために、Webページの記述言語であるHTML (HyperText Markup Language) をXML対応にしたXHTML (eXtensible HyperText Markup Language) 言語をベースに、

- ・デジタル放送に含まれる映像(動画)や音声の制御(オンオフ、表示位置、表示サイズ)機能
- ・文字やイメージの表示位置の指定機能
- ・リモコンのボタンによる操作機能
- ・時間やリモコン操作に連動して表示内容を変更する機能
- ・表示に利用する情報(デジタル放送に含まれる)の変化に応じて表示を自動更新する機能
- ・デジタル受信機が持つ機能や情報を利用/操作する機能
- ・動的なコンテンツを記述する機能(JavaScriptの標準規格であるECMAScriptに対応)

等の拡張が図られている。

BMLで記述されたコンテンツをBMLブラウザで再生/表示して操作するデータ放送は、「番組連動データ放送」、「番組非連動データ放送」、「独立データ放送」に分けることができる。番組連動データ放送では、放送中のテレビ番組と関連する内容を文字やイメージ情報などで補足して、テレビ番組と一体化してゲームの操作やクイズの回答などをデータ放送で行うインタラクティブなサービスができる。番組非連動データ放送では、放送中のテレビと関連しないニュースや天気予報などを放送する。独立データ放送では、データ放送専用チャンネルで運用される。

また、電話回線やLAN(ADSLなどのインターネット接続)を介して、放送局が準備したサーバとデータの送受信を行う双方向サービスができる。双方向サービスにはテキストデータの送受信と、地上デジタル放送ではコンテンツの通信からの取得表示の機能が新たに追加される。テキストデータの送受信を利用してクイズの得点などを放送局へ送ったり、個人情報の登録/確認等ができる。

コンテンツの通信からの取得表示では、放送の帯域

制限にとらわれることなく、大量のコンテンツをサーバで保持し、その中から利用者のリモコン操作によって必要なコンテンツを表示することができる。

地上デジタル放送のデータ放送では、視聴者に身近な各地の放送局が独自に情報を発信することができ、地域に密着したデータ放送が期待される。

## 6. コンディショナルアクセスシステム

コンディショナルアクセスシステム(CAS)は、放送番組毎にスクランブル(暗号化)を行い、視聴者毎に許可された(契約した)番組のみを受信できるように視聴制御を行うシステムである。

視聴制御を行う番組では、その番組の映像、音声、データにスクランブル処理を行って送出し、正規の視聴者のみがスクランブル解除できることで制御される。日本ではデジタル放送の標準スクランブル方式としてMULTI2方式が採用されている。

コンディショナルアクセスシステムは、番組スクランブルのデータと契約者データを管理し、契約条件に応じて視聴制御や課金を可能とする。

各番組の視聴条件はECM(Entitlement Control Message)で、また各視聴者の契約内容はEMM(Entitlement Management Message)で、放送波によってそれぞれの受信機に送出される。受信機は付属するICカードの識別番号で識別される。このICカードにEMMで各視聴者の契約内容情報を書き込み、ECMの視聴条件とカード内の契約内容によって番組の視聴可否が判定されて、受信機のスクランブル解除処理を制御する。このICカードとして、BSデジタル放送、地上デジタル放送では共通にB-CASカードが使われている。

## 7. コンテンツ権利保護

高画質はデジタル放送の特徴のひとつであるが、デジタル信号はアナログ信号と違い、録画やダビングによって画質・音質の品質劣化のないコピーを作ることができ、大量コピーの作成、インターネットなどでデータとして送出することも可能になる。

このダビングからコンテンツの権利を保護するために、BSデジタル放送、地上デジタル放送では、コピー制御信号が放送波に2004年4月以降に加えられる。コピー制御信号には、「制約条件無しに録画可能」、「1回だけ録画可能」、「録画禁止」などの制御信号があるが、原則「1回だけ録画可能」のコピー制御信号が加えられる。

コピー制御信号への対応はコンディショナルアクセス

システムを用いて行われるので、無料放送でも B-CAS カードを受信機に挿入しなければ、番組を見ることができなくなる。この「1 回だけ録画可能」コピー制御信号に制御されて、デジタル放送受信機にデジタル録画機器を接続する場合、録画された番組は、他のデジタル録画機器へのダビングができなくなる。

## むすび

地上デジタル放送が始まり、2011 年までに放送はデジタルへ移行する予定となっている。

海外では、1998 年 9 月にイギリスが、11 月に米国が地上デジタル放送を開始し、スウェーデン、スペイン、ドイツ、シンガポール、韓国、オーストラリアなども地上デジタル放送を開始し、放送のデジタル化が世界中で進んでいる。

一方通信では、総務省の資料によると、2003 年 10 月末で DSL (Digital Subscriber Line) の加入者数が約 960 万、ケーブルインターネットの加入者が約 240 万、光ファイバの加入者が約 76 万となっている。2002 年の「通信利用動向調査」の結果によると、インター

ネット利用者は約 6,900 万人で人口普及率は 54.5% となっており、このインターネットを活用した、放送の双方向サービス利用が期待される。

また、今後のデジタル放送の発展として、サーバ型放送がある。サーバ型放送は受信機でハードディスクなどにコンテンツを蓄積して活用する放送形態であり、これによって時間に縛られないで放送視聴が可能になる。

先に、デジタル放送はデジタル化の波とフラット化の波が一体になって進んでいくと述べたが、ここにインターネットを中心にした通信の波、蓄積による時間自由の波が加わり、テレビはデジタル家電として新たな展開がなされると考えている。

## 参考文献

- 1) 地上デジタル推進全国会議，“デジタル放送推進のための行動計画(第4次)”(2003)。
- 2) NHK広報局，“デジタルテレビ新時代2003”。
- 3) テレビ受信向上委員会，“デジタル時代の放送受信技術—デジタル受信システム編—”(2003)。
- 4) 総務省，“平成14年通信利用動向調査の結果”(2003)。  
(2004年2月3日受理)