

世界のデジタルテレビ放送と東芝の取組み

Worldwide Digital Broadcasting Technologies and Toshiba's Efforts

宮崎 通

■ MIYAZAKI Toru

デジタルテレビ放送は1990年代にサービスが開始され、衛星放送だけでなくケーブル放送や地上放送にも適用が進んでいる。アナログ放送と比べ、電波が弱くなっても臨界点までは画質・音質劣化が起きないこと、また、従来のアナログ放送が使用していた電波帯域で複数の放送ができることが特長で、放送開始当初からアナログ放送の後継として脚光を浴びた。その後、その帯域効率の高さと情報の柔軟性を活用して、国内をはじめ海外でも、HDTV (High Definition Television) 放送や各種のデータ放送が開始されている。デジタルテレビ放送は開始からまだ15年程度しか経過していないが、その間に技術的な改良がいくつか加えられ、更に、各地域でそれぞれの事情に合わせていくつかの方式が確立されている。

東芝は、デジタルテレビ受信機の基本である映像・音声圧縮技術について、環境問題も考慮しながら、ハードウェアとソフトウェアの両面で、積極的に開発を進めている。

Since the launching of digital TV broadcasting in the world in the 1990s, it has been applied not only to satellite services but also to cable, terrestrial, and Internet Protocol (IP) network services. Digital TV broadcasting offers higher quality service than analog TV broadcasting in weak signal areas, and makes multichannel service possible in a single radio frequency (RF) channel. Most analog TV broadcasting services are therefore expected to be replaced by digital TV broadcasting. Subsequently, high-definition TV broadcasting services and data services started in Japan and other countries utilizing the high level of band efficiency and flexibility of data characteristics. Although only about 15 years have passed since the introduction of digital TV broadcasting services, a number of the technologies in this field have been improved. Many digital TV broadcasting standards have now been established in various countries according to the conditions there.

Toshiba has been devoting efforts to the development of picture and sound compression technologies for both hardware and software, which are core technologies for digital TV broadcasting receivers, taking environmental protection into consideration.

1 まえがき

MPEG (Moving Picture Experts Group) 圧縮を利用したデジタル方式のテレビ放送は衛星放送を皮切りに開始され、世界各地で急速に普及が進んでいる。デジタルテレビ放送は、その形態によって地上、ケーブル、衛星、及びIP (Internet Protocol) の各放送で既に実用化されている。

いずれの放送でもその基本技術としてデジタル変調と映像・音声圧縮技術を応用している。ケーブル、衛星、及びIPの各放送の多くは有料放送として普及し、その放送方式の詳細も、各々のサービス提供会社独自の方式が採用される場合が多い。一方、地上デジタル放送の多くは公共性が強く、放送方式が一般に公開されており、また、現在の地上アナログ放送の後継として2020年ごろまでには世界各地域で切替えが計画されているため、今後更に普及が進むと見込まれている。

ここでは、世界のデジタルテレビ放送方式のなかで特に地上放送に焦点を当て、最新の技術動向と東芝の取組みについて述べる。

2 世界の地上デジタル放送方式

主要な地上デジタル放送方式としてDVB (Digital Video Broadcasting), ATSC (Advanced Television Systems Committee), 及びISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) が挙げられるが、中国は2008年の北京オリンピックに向けて新たな方式であるDTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast) の確立を目指している。

これら主要な放送方式であるDVB-T (Terrestrial), ATSC, ISDB-T (Terrestrial), 及びDTMBを比較して表1に示し、それぞれの概要を以下に述べる。

- (1) DVB-T 欧州圏で確立された方式でCOFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 変調とMPEG-2圧縮 (SDTV (Standard Definition Television) の場合) を採用している。近年HDTVへ向けた議論が進められており、動画圧縮規格H.264など圧縮効率が高く、少ないデータ量で動画を伝送できる技術の導入が検討されている。
- (2) ATSC 北米で確立されたHDTV方式である。変調方式に8VSB (8-level Vestigial Sideband Modula-

表1. 主要な地上デジタル放送方式

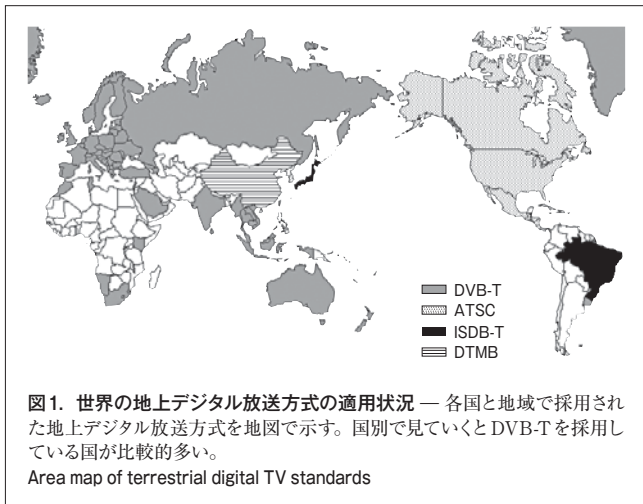
Major terrestrial digital TV standards in the world

放送方式	DVB-T	ATSC	ISDB-T	DTMB	
変調方式	COFDM	8VSB	OFDM	独自方式	
HDTV	映像	MPEG-2 H.264	MPEG-2	MPEG-2 H.264	MPEG-2
	音声	Dolby Digital Plus HE-AAC	Dolby Digital	AAC MPEG	MPEG Dolby Digital
SDTV	映像	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
	音声	MPEG Dolby Digital	Dolby Digital	AAC MPEG	MPEG Dolby Digital
有料カード	CI	運用なし	スマートカード	検討中	
データ放送	MHP MHEG5	運用なし	BML	検討中	
適用地域	イギリス フランス ドイツ イタリア スペイン ロシア オーストラリア 台湾 など	米国 韓国 メキシコ カナダ など	日本 ブラジル	中国 (香港を含む)	

HE-AAC : High Efficiency Advanced Audio Coding
 CI : Common Interface
 MHP : Multimedia Home Platform
 MHEG : Multimedia and Hypermedia Experts Group
 BML : Broadcast Markup Language

tion) と呼ばれる独自のシングルキャリア方式を採用している。ATSC方式はカナダ、韓国、及びメキシコでも導入が進められている。

- (3) ISDB-T 国内ARIB (Association of Radio Industries and Bussinesses) で確立されたHDTV方式である。変調方式にはマルチキャリア方式を採用し、独自のデータ放送も運用されている。日本以外ではブラジルもISDBを使った方式を採用することを決定しているが、映像圧縮はH.264を採用する見込みである。
- (4) DTMB 中国独自の方式で、変調方式にはマルチキャリアとシングルキャリアの両方式を採用している。映像圧縮は現状MPEG-2であるが、AVS (Audio Video



Coding Standard) と呼ばれる独自の方式の導入も検討されている。

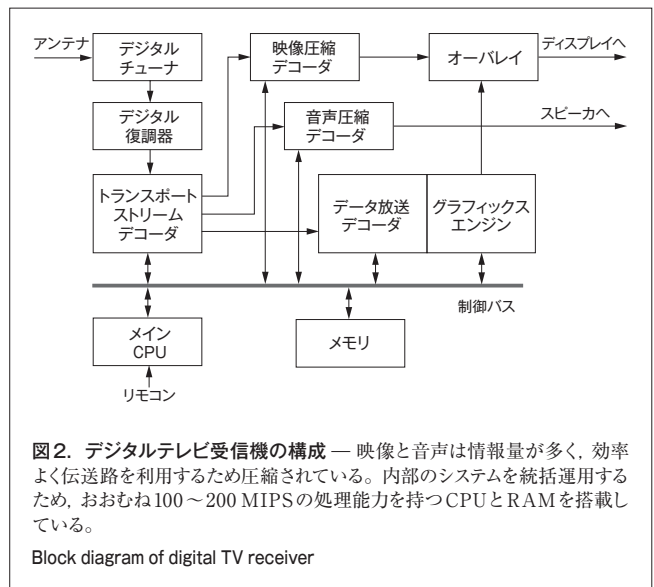
世界の地上デジタル放送方式の適用状況を図1に示す。国別に見ていくとDVB-Tを採用している国が比較的多い。しかしDVB-T方式を採用する地域の多くは、各々の国や地域ごとに運用規定又はガイドラインが設置されており、まったく同一の放送方式を採用しているわけではない。

3 地上デジタル放送受信機の基本技術

デジタルテレビ受信機の構成を図2に示す。

デジタル方式で変調された電波信号をチューナで受信し、復調器でデジタル信号を取り出す。多種の情報を一つの伝送路で共有するため、伝送路の情報は時分割多重されて送信されており、多重された情報をトランスポートストリームデコーダで映像と音声ほかに分類する。映像と音声は情報量が多く、効率よく伝送路を利用するため圧縮されている。また、データ放送は、表示するデータを受信機内部のグラフィックスエンジンで描画し、適宜メインの映像信号と合わせて画面に表示している。これらのシステムを統括して運用するために、おおむね100～200 MIPS (Million Instructions Per Second) の処理能力を持つCPUとRAMを搭載していることも、デジタルテレビ受信機の特徴である。

以下に、放送方式にかかわる受信機の基本技術について述べる。



3.1 変調方式

変調方式にはシングルキャリアを使う方式とマルチキャリアを使う方式がある。一般に、マルチキャリア方式は建物での反射などによって引き起こされるマルチパス妨害に強いとされ、一方、比較的に平坦で広大な地域向けにはシングルキャ

リア方式が活用される傾向にある。マルチキャリア方式にはCOFDMとOFDMがあり、シングルキャリア方式には8VSBがある。

DTMBはマルチキャリア方式とシングルキャリア方式の両方を採用している。

DVBではHDTVと呼応するような形で更に効率の高いDVB-T2方式が審議されている。一方、衛星放送やケーブル放送の場合、マルチパス障害が地上波よりも少なく、更により小さな電波で遠距離若しくは多チャンネルデータを転送することが求められる傾向にあり、シングルキャリア方式の一種であるQPSK (Quadrature Phase-Shift Keying) やQAM (Quadrature Amplitude Modulation) 変調が広く使われている。

3.2 映像圧縮方式

映像圧縮方式の多くは、従来MPEG-2を活用していた。日本と北米では当初からHDTV放送を目指した方式が開発され、MPEG-2 MP@HL (Main Profile at High Level) を使用している。

一方、特にDVB-T方式をそのベースとして使用する欧州地域では、先行してSDTV放送が開始されていた。その後オーストラリアでDVB-Tを使ったHDTV放送が開始され、欧州圏でもHDTV放送の計画が進行しつつある。欧州圏を含め、近未来にサービス開始が検討されているDVB-TのHDTV放送の中には、圧縮効率がMPEG-2よりも高いH.264方式を選択する地域も出始めている。

また、IP放送向けにパソコンと親和性の高い映像圧縮方式として、VC-1^(注1)方式を採用するところもある。

3.3 音声圧縮方式

TV放送の音声は2チャンネルステレオ放送が主であり、比較的早い段階で放送を開始した欧州圏のDVB-Tでは、当初からMPEG-1による音声圧縮が広く使われている。その後、北米と国内での5.1チャンネル音声放送の開始とともに、AAC (Advanced Audio Coding) やDolby Digital^(注2)方式の採用が進んだ。最近では特に、DVB-TのHDTV放送向けマルチチャンネル音声用として、圧縮効率が更に高いDolby Digital PlusやHE-AAC (High Efficiency AAC) 方式の導入が検討されている。

3.4 データ放送

データ放送はデジタルテレビ放送の大きな特徴の一つであるが、その採用いかんは同じ放送方式を採用した地域であっても差がある。以下に、MHEG5 (Multimedia and Hypermedia Experts Group), MHP (Multimedia Home Platform), 及び

BML (Broadcast Markup Language) の各方式について述べる。

- (1) MHEG5方式 英国とニュージーランドで採用され、また香港やアイルランド地域で採用が検討されている。
- (2) MHP方式 DVBが中核となって規格化された方式で、インタラクティブエンジンとしてJava^{TM(注3)}を使う。4章で述べる著作権の保護に対して技術的な仕組みが組み込まれ、DVR (Digital Video Recorder) やCI (Common Ineterface) を使った有料放送にもリンクできるように規定されており、高機能なテレビ放送向けに普及が期待される。フィンランドでは早くから投入されており、イタリア、オーストリア、オーストラリア、スペイン、及びノルウェーでも広く運用が検討されている。
- (3) BML方式 国内のISDB方式で採用された方式で、XML (Extensible Markup Language) がその起源である。日本国内では地上放送だけでなく、BS (放送衛星) /CS (通信衛星) デジタルなど幅広いサービスに利用されている。

4 デジタル出力と著作権保護

周知のとおり、各種の著作創作物の違法コピーが全世界的に注目されている。デジタルテレビ放送もその例外ではなく、番組著作権を保護する目的で機器間の接続に何らかの暗号をかけて配信するような仕組み作りが進行している。特に有料放送の場合、DVB-TのCIに代表されるようなセキュリティカードを使って受信を許可する方式を取っている。更に、HDTV放送の普及に伴い、従来のCI方式よりも安全性の高い方式へ、その取扱い方法を含めて審議が進んでいる。また、STB (Set Top Box) をTVと接続する場合には、HDMI (High Definition Multimedia Interface) を使って HDCP (High-Bandwidth Digital Content Protection) で定義された著作権保護機能が世界的にも普及しつつある。

著作権の保護管理には“Copy Free”, “Copy Never”, 及び“Copy Once”という区分けで履歴管理する仕組みが提案されているが、一部視聴者の自由度を奪う側面がある。現在も戸外のネットワークへの漏えい防止と視聴者の受信自由度確保の二律背反する技術論議が、HDTV放送を中心に進められており、DVBとしてはCPCM (Contents Protection and Copy Management) と呼ばれる形でその運用素案がまとめられている。

なお、地上放送は電波の公共性から無料放送の場合が多く、現時点では、必ずしもすべてのサービスに著作権保護機能が適用されているわけではない。

5 地域ごとの独自運用

2章で述べた主要放送方式と各々の地域やサービスの特性

(注1) マイクロソフトがSMPTE (米国映画テレビ技術者協会) へ提唱した高効率の画像圧縮方式。

(注2) Dolby Laboratories, Inc. が開発した、音声のデジタル符号化方式。映画の音声やDVD-Videoなどで利用される。

(注3) Javaは、米国Sun Microsystems, Inc.の米国及びその他の国における登録商標又は商標。

に合わせて、受信機の性能に独自の規定を加えた地域が存在する。例えばDVB-Tは、その受信機に要求される基本的な機能・性能をまとめたIEC6226-1(国際電気標準会議規格6226-1)が制定されており、主にフランスなど欧州大陸圏の受信機向けとして運用されているが、ほかの地域ではIEC6226-1とは若干異なった受信機の規格が制定されている場合がある。以下に、その代表であるNordig, DTG (Digital TV Group), DBA (Digital Broadcasting Australia), DGTVi (Per la Televisione Digitale Terrestre), OFTA (Office of the Telecommunication Authority), BSMI (Bureau of Standards, Metrology and Inspection), 及びSBTVD (Sistema Brasileiro de TV digital terrestre) について述べる。

- (1) Nordig ノルウェー、フィンランド、デンマーク、及びスウェーデンを核とした北欧圏の地域で制定された規格である。IEC6226-1をベースに、マルチパスなどに対してより高い性能を規定し、近年はHDTVに向けた議論が継続されている。
- (2) DTG 英国の受信機及び放送運用規格を規定するグループである。変調方式と映像・音声圧縮方式はIEC6226-1と同じであるが、最大の特徴はデータ放送にMHEG5を使うところにある。Nordigと同様に、HDTV放送に向けて審議が進められている。
- (3) DBA オーストラリアの受信機の規格である。欧州圏と異なりMPEG-2 HDTV 50Hz系の放送を行い、MHPを使ったデータ放送が一部で既に開始されている。
- (4) DGTVi イタリアの受信機の規格である。有料放送を含めMHPを推進する方向にある。
- (5) OFTA 香港の受信機の規格である。変調方式は中国の独自方式の一部をそのまま踏襲するが、映像圧縮にH.264を採用したHDTV放送を運用する。
- (6) BSMI 台湾の受信機の規格である。DVB-Tの変調方式COFDMを6MHzの帯域で使用する。SDTV向けの映像圧縮にはMPEG-2 MP@MLを、また、HDTV向けの映像圧縮にはH.264、音声圧縮にはHE-AACを適用する方向で検討されている。
- (7) SBTVD ブラジルの受信機の規格である。日本のISDB-Tをベースとするが、映像圧縮にH.264を使ったHDTV放送を計画している。

6 東芝の取組み

6.1 映像・音声圧縮技術

デジタルテレビの基本技術は全世界共通で伝送と映像・音声圧縮技術にある。しかし、実際の受信機では国や地域ごとに細かい規格差があり、これらの差をいかに高品質にまとめていくかが一つの鍵になると考えられている。

そこで当社は、海外を含め各種規格の検討段階からその議論に参画し、柔軟で品質の高い製品開発によりその基礎技術を製品までつなげていくことを目指している。特に海外向け製品では、現地に地の利を生かした有益な情報や高品質な資産が存在する場合がある。データ放送や有料放送にはこのようなケースが多く、当社は、その試験方法や放送現況を含め積極的に現地グループと交流を深めることで、他地域向け製品と可能なかぎり技術資産の融合を進め、開発スピードと品質の向上に努めている。

規格化された技術や独自の技術を実現するために、ハードウェア及びソフトウェアの両面で開発を進めているが、画質を含めて常に進化できるテレビ開発を推進するため、近年はソフトウェアが製品の中核を占める割合が高くなっている。例えば、汎用性の高いOS(基本ソフトウェア)を適用することで品質の高いソフトウェアモジュールの有効利用を図り、常にその品質を進化させてきたのもその一端である。

6.2 環境技術

近年のデジタルテレビ受信機を取り巻く動向の一つに環境問題が挙げられる。デジタルテレビ受信機には、各種の複雑な処理を行うため高い能力を持ったCPUやRAMが搭載されているが、ユーザーが視聴していない時間帯でもシステム上のメンテナンスのために動作しており、このことがエネルギー浪費の一因として議論されている。

そこで当社は、このような環境に配慮する規格化への議論に積極的に参画しながら、テレビ製品の開発を継続的に推進している。

7 あとがき

ここでは、世界各地で導入されつつある地上デジタル放送方式と地上デジタル放送受信機の基本技術について述べた。更に、これらの技術を踏まえて当社の取組みについて述べたが、今後、2011年に国内で予定されているデジタルテレビ放送への全面切替えや、2020年ごろまでの世界各地での切替えに向けて、各種の規格化活動に積極的に取り組んでいくとともに、環境に配慮した高品質の製品を開発し、商品化していく。



宮崎 通 MIYAZAKI Toru

デジタルメディアネットワーク社 テレビ事業部 TV設計第三部グループ長。TVの信号処理回路の開発・設計に従事。
TV&Visual Media Equipment Div.