

吉用 茂

(株) 東芝

shigeru.yoshimochi@toshiba.co.jp

デジタル放送受信機

12月1日より、放送衛星（BS）を利用した国内初のデジタル放送が、開始される。このBSデジタル放送では、NHK、WOWOW、ピーエス朝日、ジャパン・デジタル・コミュニケーションズ、ピー・エス・ジャパン、ピーエス日本、ピーエスフジおよびスターチャンネルが放送事業者として参画し、デジタルハイビジョン放送7チャンネル、デジタルSD（標準画質）放送3チャンネルの合計10チャンネルの映像サービスが提供される。また、音声放送事業者、データ放送事業者も参画しデジタルラジオ放送、データ放送といった多彩なサービスを提供する。さらに、デジタル放送の特性を生かしたマルチチャンネル放送、双方向サービスといったいわゆるマルチメディアサービスも提供される。8月号・9月号・10月号でこれらの詳細が紹介されたが、本稿では、放送を受信するためのデジタル放送受信機とその動向について紹介する。

デジタル放送の動向と受信機

次世代の情報インフラの1つとしてデジタル放送の導入が世界各地で推進されている。1994年に北米で衛星を利用したDirecTVが開始され、その後欧州でDVB方式を採用した衛星を利用したサービスが始まり、1996年には日本のCS放送、1998年には英国で地上波デジタル放送が導入された。これらはいずれもSD（Standard Definition：現行TV放送並の解像度）レベルの放送である。1998年に北米で導入された地上波デジタル放送・今年日本で開始されるBSデジタル放送、さらに2003年に計画されている地上波デジタル放送はHD（High Definition：ハイビジョングレードの高解像度）レベルの放送で、これらは、放送技術、伝送技術、音声画像圧縮技術、半導体技術の進歩により実現可能となった。

デジタル放送の開始にあたっては、世界標準方式を検討する動きもあったが、現行TV方式の違いや、政治・産業に与える影響もあり、結局、欧州を中心とするDVB方式・北米地上波のATSC方式、日本のARIB（電波産業界）規格に基づく方式をベースにした方式が展開されることになった。今後もこれらの方式をベースに世界各地でデジタル放送が開始されようとしている。MPEG2方式を採用したデジタル放送の開始により、他の情報メディアとコ

方式		伝送系	ディスクランブル方式	CAS	映像圧縮	音声圧縮
衛星	欧州	QPSK	DES	事業者による	MPEG2 mp @ml	MPEG
	北米	QPSK	DES	事業者による	MPEG2 mp @ml	MPEG
	日本BC	8PSK	MULTI2	BCAS	MPEG2 mp @hl	AAC
	日本CS	QPSK	MULTI2	事業者による	MPEG2 mp @ml	ATRACK
地上波	欧州	C-OFDM	DES	事業者による	MPEG2 mp @ml	MPEG
	北米	VSB	DES	事業者による	MPEG2 mp @hl	MPEG
	日本	OFDM	MULTI2	BCAS	MPEG2 mp @hl	AAC
Cable	欧州	QAM	DES	事業者による	MPEG2 mp @ml	MPEG
	北米	VSB/QAM	DES	事業者による	MPEG2 mp @ml	MPEG

DES: Data Encryption Standard (米国の標準化団体 (NIST) が1977年に米国政府の標準暗号として採択した共通鍵暗号アルゴリズム), CAS: Conditional Access System (限定受信システム), QPSK: Quadrature Phase Shift Keying, PSK: Phase Shift Keying, QAM: Quadrature Amplitude Modulation, OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing

表-1 世界のデジタル放送の主要方式

伝送帯域幅	34.5MHz
映像信号/符号化方式	525i, 525p, 750p, 1125i/MPEG-2 Video
音声信号/符号化方式	標準化周波数: 32, 44.1, 48kHz/MPEG-2 Audio AAC
データ信号符号化方式	XMLベースの民間規格による
多重方式	MPEG-2 Systems
変調方式	BPSK, QPSK, 8PSK切替可能
誤り訂正方式	外符号: RS (204, 188) 内符号: バンクチャド畳み込み
TSレート/中継器	52.170Mbps (8PSK変調の場合)
情報レート/スロット	1.087Mbps (8PSK変調の場合)

表-2 BSデジタル放送方式の主要パラメータ

コンテンツを相互活用することが可能となり、放送・通信・コンピュータの融合するマルチメディア時代が拓かれることになる。

従来のTV放送では映像・音声は映像・音声として定義されており、データはその隙間に重畳して送られていたが、デジタル放送では映像・音声もデジタルデータとなるため、さまざまなデータと混在して送ることが可能となり、番組と連動した、あるいは番組とは関係のないサービスを提供することも可能となる。サービス事業者にとっては新たなビジネスチャンスが生まれることが期待されている。各地のデジタル放送は表-1の技術によって特徴づけられる。

このようにサービス事業者により、伝送方式・CAS・圧縮方式が異なり、サービス内容により必要とされるグラフィクス能力やミドルウェア等の要求仕様が異なるため、一口にデジタル放送受信機といっても、各地域の各仕様に合わせてシステムが異なる。

以下の章では、今年開始される日本のBSデジタル放送受信機について紹介する。

BSデジタル放送とは

BSデジタル放送の主要な技術基準は郵政省令で規定され、表-2の通りである。

詳細技術基準については電通技審・電波産業界（ARIB）で審議され、BSプラットホーム協議会のまとめた運用規定とあわせて民間規格6件を策定した。詳細は8月号～10月号を参照されたい。

BSデジタル放送受信機は、これらの規定を満足し、どこのメーカーの受像器を使用しても受像できることが必要である。

BSデジタル放送受信機の構成

BSデジタル受信部は機能的に大別して、

- (1) 復調部
- (2) 映像音声復号処理部（TS処理、映像・音声デコード）

TS: Transport Stream

- (3) 映像・グラフィクス処理部
- (4) 外部機器接続部（IEEE1394, モデム等）
- (5) CPUおよび周辺回路部

の5つのブロックで構成される。図-1に受信機の構成例として、当社で開発したBSデジタル受信部の全体ブロック図を示す。5つのブロックはそれぞれLSI化され、全体を効率よくまとめている。各ブロックの動作概要を以下に説明する。

<復調部>

BSデジタル放送の伝送においては、伝送路の状態やCNの変化に対応し、安定な送受信が可能になるように、8PSK・QPSK・BPSKから同時に複数の方式と誤り訂正を組み合わせて最大7種の方式から4種類を選択し、時分割多重伝送が可能なシステムが採用されている。現在、どの方式で送られているかを示すのがTMCC（Transmission and Multiplexing Configuration Control）信号で、復調部ではTMCCに従って、復調が行われる。すなわち、アンテナで受信し、1GHz帯にダウンコンバートされたBSデジタル放送波は、セカンドコンバータで所望の周波数の信号が選択されI/Q信号として出力される。セカンドコンバータからのI/Q信号は、後段の復調部に入力され、上述の送り側の伝送方式に合わせた形で復調および誤り訂正を施されて、MPEGトランスポートストリーム（以下、MPEG-TSと呼ぶ）として出力される。

<映像音声復号処理部>

復調部からのMPEG-TSはTSP（Transport Stream Processor）（Demux部とも呼ばれる）に入力される。TSPでは、送られてきたTSの中から、映像/音声/データのデコードに必要なPES（Packetized Elementary Stream）パケットやEPG（Electronic Program Guide：電子番組ガイド）を表示するためのSI（Service Information）データが抜き取られ、映像/音声のストリームはそれぞれのデコーダ部へ、SIデータ等は外部のCPUに渡され、その内容に従って復号化される。IEEE1394に対する入出力もTSPで処理されデコーダ部へ渡される。この部分は将来性も考えて2本のHDストリ

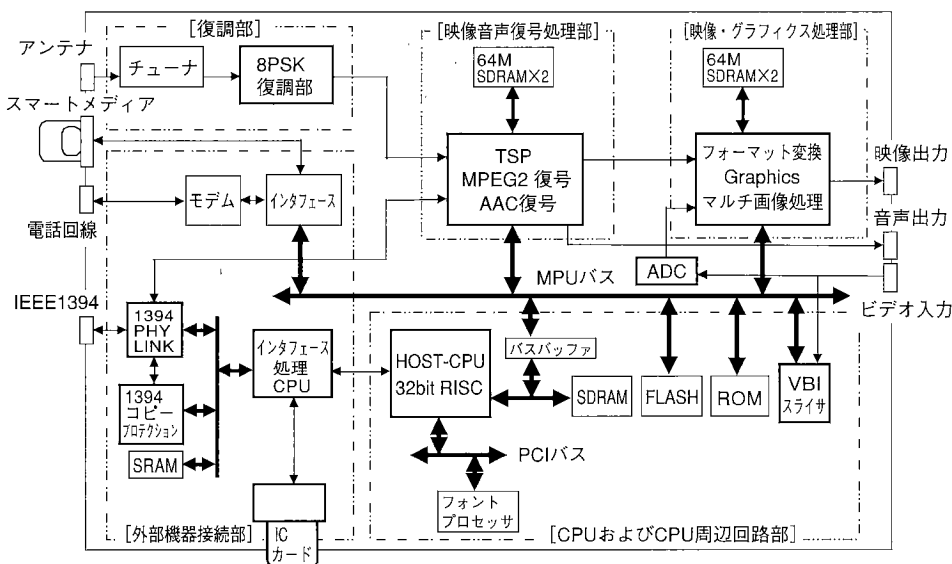


図-1 BSデジタル受信部の構成

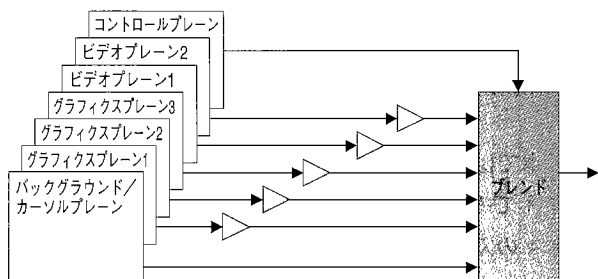


図-2 ビデオプレーン・グラフィクスプレーンのブレンディング

ームを扱える能力を確保している。

有料放送のストリームは通常スクランブル (Multi-2方式) されており内蔵のデスクランブラでデスクランブルされ、デコーダ部へ送られる。MPEG2デコーダ部でデコードされた映像データは次段の映像・グラフィクス処理部に渡される。また、映像データは同時に内部でダウンコンバートされ、内蔵のNTSCエンコーダでNTSC信号に変換され出力される。一方、音声データはAACデコーダでデコードされ、外部のD/Aコンバータでアナログ音声に変換され出力される。

映像デコーダはHD1系統SD1系統の同時デコードが可能な能力を持ち、後段の映像・グラフィクス処理部と組み合わせて多彩なマルチ画面表示を可能とした。

<映像・グラフィクス処理部>

入力は、映像音声デコーダからのデジタルHDTV入力・SDTV入力・外部からのアナログ信号をデジタル化した入力の3系統である。入力信号のフォーマットは1080i・720p・480p・480iである。2枚のビデオプレーンと3枚のGraphicsプレーンと背景の表示プレーンを持ち表示プレーン間のブレンディングが可能である (図-2)。これにより入力映像・データ放送の画面・内部で作

成したGraphics画面やオンスクリーン表示を重ねたり、マルチ画面に変換する機能を持つ。さらに表示デバイスに合わせて1080i・720p・480p・480iのフォーマットに変換して出力する。

映像同期系は、入力同期系・内部同期系・出力同期系を持ち、VTR等の非標準信号に対しても安定な表示を可能にした。

<外部機器接続部>

BSデジタル受信器では、映像/音声の再生機能に加えて電話回線、ICカード、IEEE1394、半導体メモ리카ードといった外部機器とのインタフェースを備えている。電話回線接続用にはMODEMが内蔵され、ICカード(BCASカード)にてセンターと管理データの情報交換が行われる。また有料番組の課金情報等も電話回線を通じて処理される。

DVHS (Digital VHS) 等のデジタル記録機器とのインタフェースであるIEEE1394制御部は、コピープロテクションの規格に準拠し、入力信号に埋め込まれた記録コントロール信号に基づき記録モードを設定する。BSデジタル放送の記録時には、その番組(記録可能)を構成する映像/音声等のトランスポートストリームが映像音声復号化処理部のTSPで処理されて、1394経由で外部記録機器に出力される。逆に、記録機器からのストリーム再生時には、ストリームがIEEE1394経由で映像音声復号化処理部に入力されデコードされる。

半導体メモ리카ードは、セット発売後の新サービスに対応できるようにシステムソフトのダウンロードを可能にするとともに、急速に普及しつつあるデジタルカメラの映像をケーブルで接続することなく、高画質のTVで再生できるようにした。簡単な編集も可能となり、従来は、パソコンと組み合わせて個人で楽しむことの多かったデジタル

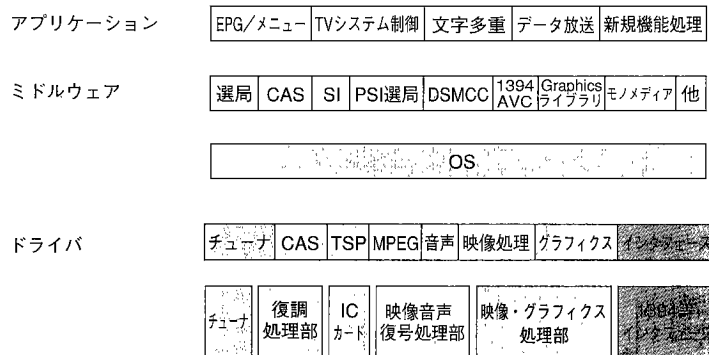


図-3 ソフトウェアの構造例

カメラを家族で楽しむことができるようになった。

<CPUおよび周辺回路部>

BSデジタル受信機の機能としては、番組を選局しデジタル映像/音声をデコードするという基本機能に加えて、データ放送や有料放送への対応、EPG等のユーザインタフェースの実現、DVHSなどの外部機器の制御など多岐にわたる。これら全体の制御を行うために、高性能32ビットRISC-CPUを採用するとともに上述の各処理部に組込型RISCを持たせ分散処理することで、システム全体の高速リアルタイム処理を実現した。パソコンのように高速のホストとコンパニオンチップを使って処理をすることも考えられるが、HDを処理するにはまだ能力不足である。また、民生機器では、安定性・簡単操作・操作の応答性・静粛性・低消費電力が求められるので、パソコンのシステムを持ち込むには、解決すべき課題が多い。一方で、インターネット接続等、パソコン周辺のアプリケーションに対応したいという要望も強くなっており、今後の課題である。

<ソフトウェア>

デジタル放送の特徴は、映像音声の高品位化・多チャンネル化・文字静止画等の付加価値情報による多機能化が挙げられる。データ放送方式規格は伝送方式・モノメディア符号化方式・マルチメディア符号化方式に分けられる。モノメディアは映像・静止画・図形・音声・文字等データだけで表現可能な表現メディアで、これらを統合して表示するためのマルチメディア符号化ではXML (Extended Markup Language) をベースに策定されたBML (Broadcast Markup Language) が採用されており、BMLブラウザが必要となる。高品位放送と同時データ放送を受信するTVセットはきわめて複雑となるため、パソコンのような大規模な階層構造のソフトウェアを開発し対応した(図-3参照)。ハードウェアをファームウェアとデバイスドライバで隠蔽し、リアルタイムOSでタスク切替え・排他制御・メッセージ処理等を行う。さらにその上に、各アプリケーションが利用するミドルウェアを構築し、さ

らにユーザにサービスを提供するアプリケーション層を構築した。今後も新しいサービスが次々に提案されることになるので、柔軟なソフトウェアシステムを継続して開発していく必要がある。

期待されるサービス

この章では、放送とアプリケーションという面から受信機を考えてみる。BSデジタル放送では電話回線を利用した種々の双方向サービスが提案されており、TV放送のみならず、特にデータ放送で期待が高い。従来のアナログTV放送でもテレホン等の電話を利用した視聴者参加番組等が実施されているし、IT (Inter Text) ビジョンとして電話回線を利用した双方向サービスも実施されているが、TVを電話回線に接続するという使い方はまだ一般的ではない。BSデジタル放送を利用した魅力的な双方向アプリケーションが提案されると、TVを電話回線に接続して利用することが当たり前になるかもしれない。

10月に開催されたCEATECにおいて、クレジットカードとデジタルTVを利用した個人認証システムと課金システムが提案されていたが、従来のインフラを活用できるという点で興味深い。

いくつか応用例を挙げると、番組やCMを見た個人を認証して、電子クーポンを発行して来店時に割引をするサービス・TVショッピングの決済をするのに家に居ながらにしてクレジットカードが使用できるサービス(図-4参照)・TVを視聴しながら、たとえばコンサートのチケットを入手するサービス、番組を最後まで見てくれると何か当たるサービス等、従来のアナログ放送の中では実現できなかった種々のアプリケーションが提案されていた。

このようなアプリケーションにより、電話回線接続が一般的になれば、また新しいサービスが生まれるということが期待される。

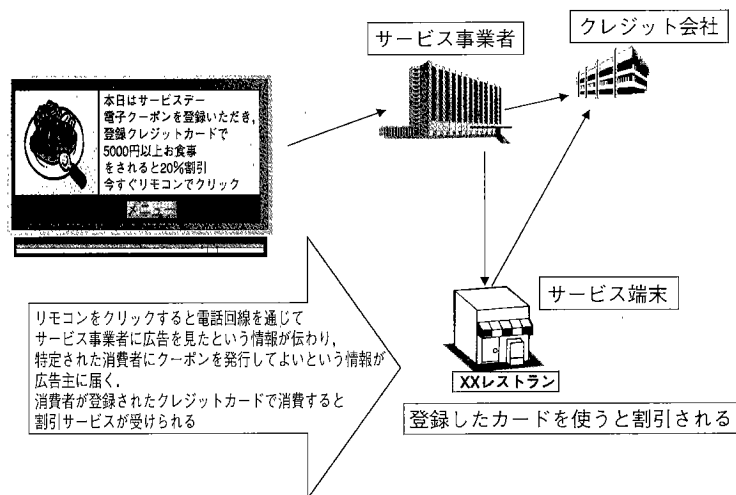


図-4 デジタル放送とクレジットカードを組み合わせた事業の例

受信機の将来

日本では、今年のBSデジタル放送開始に続き、来年には新110°衛星によるCS（通信衛星）デジタル放送が開始される予定である。アンテナの共用・共用受信機の製造の容易性を考慮した放送仕様にまとめられていることから、受信チャンネルの増加によるデジタル放送受信機の普及の加速が期待される。2003年には地上波デジタル放送の計画が進行していると同時に、地上波デジタル音声放送（車載機器をはじめとするモバイル機器に映像・音声・データを提供）の規格化も検討されており、メディア横断的に種々のコンテンツが利用できるようになる。地上波放送では伝送はOFDM方式が使われるため復調部にはOFDM復調器が必要になる。

衛星放送の場合には、1つの衛星で一挙に広い地域をカバーできることから、設備投資額も地上波に比べると安く、電波の有効利用・コンテンツの再利用という観点からも、今後、世界の各地で同様のサービスが拡大すると期待される。

放送のデジタル化により、衛星・地上波のみならず、CATV（ケーブルTV）の拡大も期待されている。映像・音声情報のデジタル化に伴い、大容量データの双方向伝送というケーブルの特徴を活かしたサービスが可能になるためである。北米では多チャンネル化という意味で、アナログCATVがすでに普及しており、デジタルCATVへの移行が進んでいる。従来は、特定の事業者によるサービスのため、消費者がその事業者と契約すると受像器（セットトップボックス）が配布されるというビジネスモデルであった。デジタル化とともに、仕様を標準化し、どこのメーカーでもセットトップボックスを作れるようにしようという動きもあり（Open Cable）、注目されている。日本では、ゴースト障害対策という意味でCATVが発展してきたが、デジタル化の進展により、

新たなメディアとして発展することが期待される。デジタルCATVの伝送方式はQAMが使われるため復調部にはQAM復調器が、また大容量双方向通信のために外部インタフェースとしてケーブルモデムが必要になる。

受信機の技術としては、ハードディスクの低価格化が進み、映像音声の記録メディアの1つとしてデジタルTV受信機への搭載が着目されており、記録しながら好きな時間に好きな場面から再生することのできるタイムシフト機能や、蓄積された画像音声データを再利用することが提案されはじめている。世界的にはTV Anytime Forumで、日本ではARIBの中でハードディスクを応用した蓄積型放送の技術仕様を標準化しようという取組みがなされている。セットメーカーでも協調して技術標準を提案しようという動きもあり、サービスとの連携等、普及には課題も多いが、デジタル放送対応のハードディスク内蔵受信機も現実のものとなりつつある。

一般消費者がTVと電話を接続するという環境の普及には時間がかかるかもしれないが、消費者に価値のあるアプリケーションを提案できれば、一気に加速される可能性もある。そうなれば正のスパイラル効果で、次々にアプリケーションが開発され、TVでインターネット・TVで電子メールという世界が実現されることが期待される。

家庭の中でのエンターテインメントの主役としてのTVが、デジタル放送開始を機に再度見直され、モバイル機器やパソコンとも連携して、新しいライフスタイルを提案し、世界の人々の役に立てることを願う。

参考文献

- 1) 東芝レビュー8月号。
- 2) ARIB STD-B10, デジタル放送に使用する番組配列情報標準規格。
- 3) ARIB STD-B21, BSデジタル放送用受信装置標準規格。
- 4) ARIB STD-B15, BSデジタル放送運用規定。
- 5) ARIB STD-B24, デジタル放送におけるデータ放送符号化方式と伝送方式。

(平成12年9月4日受付)

