

吉村 俊郎

yosimura@str1.nhk.or.jp

NHK放送技術研究所

デジタル放送システム

デジタル放送の世界的動向

21世紀の情報インフラの1つとなるデジタル放送の導入が、世界各地で進められている。

図-1に日米欧におけるデジタル放送の導入状況を示す。デジタル放送システムの実現は1994年のMPEG2の規格化に負うところが大きい。MPEG2映像、音声、システム規格をベースに他の情報メディアと相互運用性を有する放送システムが日米欧で開発、導入が開始されている。さらに他の地域においてもこれらのデジタル放送システムの導入が進められようとしている。

ヨーロッパにおいては、1990年代の初めにイギリス、フランス、スウェーデンなどにおいて国ごとにデジタル放送方式の開発が進められていたが、1993年にDVB(Digital Video Broadcasting)プロジェクト(<http://www.dvb.org>)が発足し、全ヨーロッパとしての取組みが進められた。その成果として、DVB標準ファミリーと呼ばれる衛星、地上、ケーブルなどの伝送方式規格、SI(Service Information)規格などが作られている。これらの規格に基づく多チャンネル衛星デジタル放送サービスが1996年から開始されている。地上デジタル放送については、最初にイギリスで1998年から開始されている。

今年の12月からハイビジョンをベースとしマルチメディアサービスも付加した衛星(BS)デジタル放送が開始される予定である。また、地上波、CATVもデジタル化の準備が進められている。

本稿では、21世紀の情報インフラの1つとなるデジタル放送システムの世界的な動向、システムを構成する技術の概要について解説する。デジタル化により情報メディア間における技術的な融合がより進むことになるが、放送のデジタル化によって当面可能となる技術的内容、今後の課題、展開について紹介する。

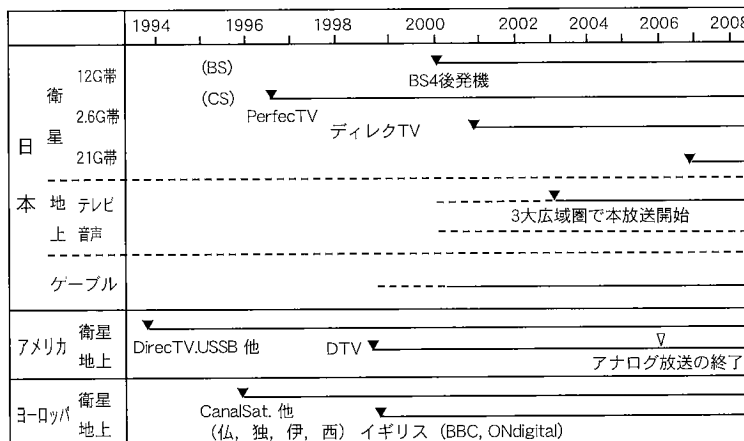


図-1 デジタル放送の導入状況

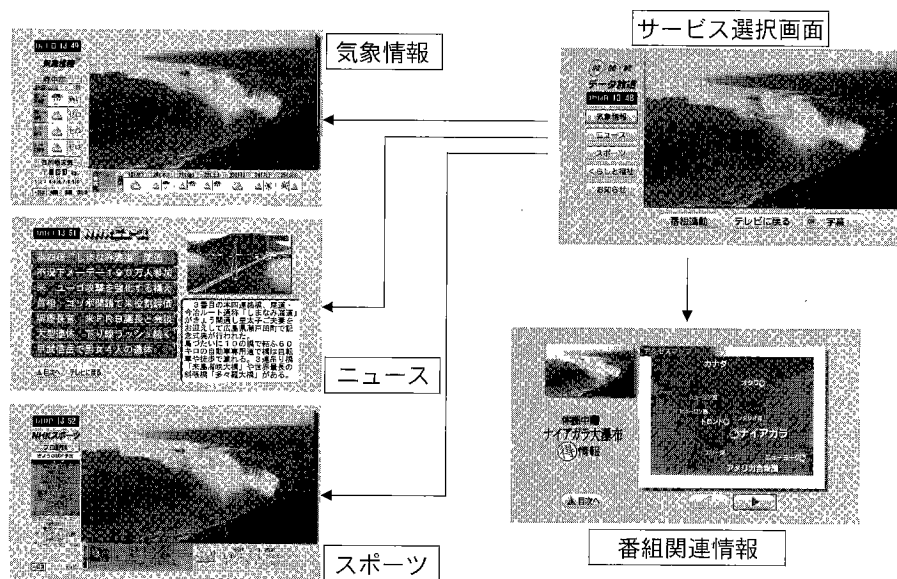


図-2 データ放送の画面イメージ

	BS-1ch	BS-3ch	BS-13ch	BS-15ch
テレビ放送	<ul style="list-style-type: none"> ・ピーエス朝日 (テレビ朝日系) ・ジャパン・デジタル・コミュニケーションズ (TBS系) 	<ul style="list-style-type: none"> ・日本衛星放送 (WOWOW) ・ピー・エス・ジャパン (テレビ東京系) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ピーエス日本 (日本テレビ系) ・ピーエスフジ (フジテレビ系) 	<ul style="list-style-type: none"> ・NHKハイビジョン放送 ・NHK衛星第1 ・NHK衛星第2 ・スター・チャンネル
音声放送	<ul style="list-style-type: none"> ・ピーエス朝日 (テレビ朝日系) ・ジャパン・デジタル・コミュニケーションズ 	<ul style="list-style-type: none"> ・日本衛星放送 (WOWOW) ・ピー・エス・ジャパン (テレビ東京系) ・ピー・エス・ジェイ・ラジオ (日本短波放送系) ・衛星デジタル音楽放送 	<ul style="list-style-type: none"> ・ピーエス日本 (日本テレビ系) ・ピーエスフジ (フジテレビ系) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ミュージックバード ・ジェイエフエヌ衛星放送 (ジャパンエフエム系)
データ放送	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル・キャスト・インターナショナル ・日本メディアーク 	<ul style="list-style-type: none"> ・メディアサブ ・ハイビジョン推進協会 	<ul style="list-style-type: none"> ・ウェザーニュース ・日本データ放送 	<ul style="list-style-type: none"> ・日本ピーエス放送企画 ・メガポート放送

図-3 BSデジタル放送の事業者とチャンネル割当て

アメリカにおいては、1988年にNTSC方式の後継テレビ方式の検討が開始され、デジタルHDTVによる地上波放送方式が1996年に作成され、1998年から放送が開始されている (<http://www.atsc.org>)。一方、衛星デジタル放送については、1994年からDirecTVなどにより開始された。

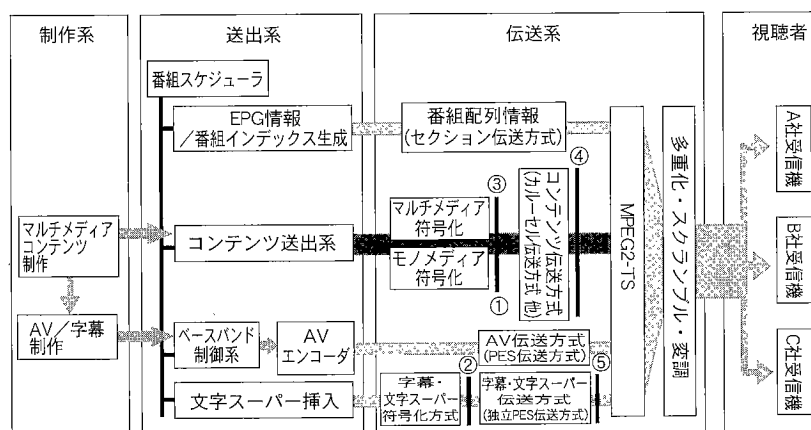
日本においては、DVB方式をベースとするCSデジタル放送が1996年から開始された。1997年に2000年に打ち上げる放送衛星による放送をデジタル方式で行うことが電波監理審議会で決定され、日本のBSデジタル放送方式の開発が進められた。今年12月からハイビジョンをベースにマルチメディア機能を有するBSデジタル放送

が開始される。また、地上デジタル放送方式についても2003年末までに3大広域圏で放送開始できるよう開発が進められている。

放送のデジタル化のメリットとして複数の要素をあげることができるが、当初は、多チャンネル放送サービスを実現できるメリットの点から開発された放送システムが導入された。次に、ハイビジョン映像による高品質化、マルチメディア機能などの多機能化を図った放送システムが開発され導入されてきている。次のステップとして、モバイル対応のデジタル放送システムが開発中もしくは開発されており、今後導入時期を迎える。

	番号	タイトル	概要
規格	STD-B20	BSデジタル放送の送信・運用条件	映像、音声の符号化、多重化、スクランブル、階層伝送、変調の各方式と運用を規定。
	STD-B10	デジタル放送に使用する番組配列情報	放送番組選択のための各種テーブル、記述子などを規定。
	STD-B21	BSデジタル放送用受信装置（望ましい仕様）	BSデジタル放送の実用化初期のニーズに対応できる最小限の機能、定格および望ましい性能について、システム設計の立場からみた規格。
	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	モノメディア、字幕・文字スーパー、BML、B-XMLの各符号化規格、伝送方式（データカプセル）の各方式を規定している。
	STD-B25	BSデジタル放送限定受信方式	ICカードを使った低速CAインタフェース方式を規定。
運用規定	TR-B15	BSデジタル放送の運用規定	BSデジタル放送の放送局での運用およびBSデジタル放送受信機の機能仕様について規定。ダウンロード、受信機、データ放送、SI/EPG、CAS、双方向通信、送出の7編で構成。

表-1 BSデジタル放送に使用されるARIB規格・運用規定^{1)~6)}



①～⑤はデータ放送で規定する符号化方式のインタフェースポイント（ARIB STD-B24より）

図-4 BSデジタル放送のシステムモデル

日本のBSデジタル放送方式の概要

日本のBSデジタル放送方式について、以下6つの項目について説明する。

<サービス、方式としての特徴>

日本のBSデジタル放送方式は、欧米のデジタル放送方式と比較して主として次のような特徴を有している。

- (1) 放送衛星の1中継器（アナログ1チャンネル）で、最大約52Mbps（48スロット [1スロット=約1.08Mbps]）の伝送が可能。これにより1中継器で2つのハイビジョン番組+音声・データ放送のサービスが可能となった。
- (2) 柔軟な編成が可能（ハイビジョン/標準TVの混合編成などを考慮した放送番組の識別など）。
- (3) 事業形態の異なる複数の事業者がそれぞれ独立して

有料方式（CAS [Conditional Access System]）、および番組選択のための番組配列情報（SI [Service Information]）などを運用可能。

- (4) データ放送の符号化方式、伝送方式が含まれており、ハイビジョンをベースとしたマルチメディア放送サービスが可能（図-2に画面イメージを示す）。
- (5) 複数伝送方式の切替えにより降雨減衰対策が可能。

2000年の12月からは4つの衛星中継器を用いて、この技術方式に基づきデジタル放送サービスが行われるが、図-3に各事業者への伝送路の割当て状況を示す。サービスの点からは、主として次のように特徴付けられる。

- (1) 全国を対象として7つのハイビジョン番組が放送される。
- (2) テレビ・音声事業者は割り当てられた伝送帯域の中

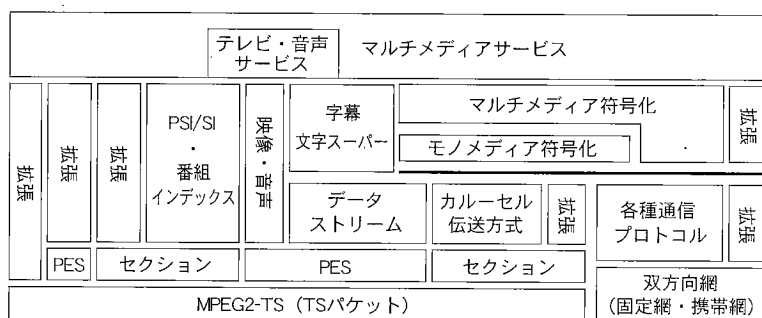


図-5 BSデジタル放送のプロトコルスタック (ARIB STD-B24より)

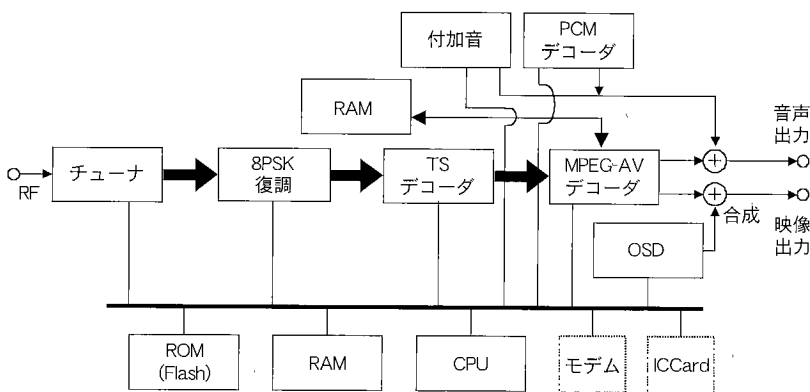


図-6 BSデジタル放送受信機の構成例 (ARIB STD-B24より)

でデータ放送が可能。7つの独立データ放送事業者も合計して約12Mbpsのデータ放送サービスを提供。データ放送が、映像、音声放送と同等の位置付けになっている。(3) 事業者間の合意により全局SIが提供されるので、BSデジタル放送全体の中での番組選択が容易。

<規格の構成>

BSデジタル放送の技術仕様は、電通技審、電波産業会 (ARIB) で審議され、制定されている。このうち、伝送方式などの一部で電波法上の規制の対象となっているものは、省令、告示となっている。BSデジタル放送のための詳細な仕様は、電波産業会の規格書として発行されている。送信信号に関する仕様はB20、番組配列情報に関する仕様はB10、データ放送に関する仕様はB24、CASに関する仕様はB25、望ましい受信機仕様に関する仕様はB21と呼ばれる規格書にそれぞれ含まれている。表-1にこれらのARIB規格群を示す。

また、BSデジタル放送の放送事業者はBSデジタル放送プラットフォーム協議会 (BS-P) を設置してBSデジタル放送実施のために必要な協議事項の検討を行っているが、同協議会の受信機仕様分科会はARIB規格群に基づ

き実際サービスとして利用する内容とその使用条件について検討を行い、運用規定としてまとめた。これは、ARIBの技術報告 (TR-B15) として発行されている。

<プロトコルスタック>

図-4にBSデジタル放送のシステムモデルを、図-5にプロトコルスタックを示す。

BSデジタル放送は、放送局から視聴者への下り回線に衛星波を用いる「1:多」の接続システムであるが、CASおよび双方向サービスのために視聴者からの上り回線も想定されている。B21で規定されている望ましい受信機は電話線用のモデムを必須としており、B24では上り回線用のプロトコルが規定されている。

下り回線プロトコルについては、欧米のデジタル放送方式と同じく伝送路依存部の上でMPEG2TSによる映像、音声、SI、データなどの多重が行われる。データ放送サービスには、蓄積型サービスとリアルタイム型サービス (字幕・文字スーパーなど) があり、前者についてはMPEG2 DSM-CCのデータカルーセル方式が用いられ、後者については独立PESによる伝送方式が用いられる。

<伝送方式、符号化方式、CASなど>

○伝送方式

主な技術的特徴は次のとおりである。

- (1) 衛星放送の変調方式として、世界で初めてトレリス符号化8層PSK (TC8PSK) 方式を採用し、34MHzの帯域で約52Mbpsの伝送容量を実現している。
- (2) 降雨減衰などを考慮し、伝送路上での信号の単位(スロット)ごとに変調方式および誤り訂正方式を指定できる階層変調方式をTMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) 信号により実現している。

○符号化方式

- (1) 多重符号化方式にはMPEG2 Systemsを採用。国際整合性、メディア間の相互運用性を図っている。
- (2) 映像符号化方式は、MPEG2 VideoのMP@HL, MP@MLを採用。国際整合性を図っている。
- (3) 音声符号化方式は、MPEG2 AACのLC (Low Complexity) プロファイルを採用。CD (Compact Disc) なみの音質を144kbps (2チャンネルステレオ) で提供可能。
- (4) 番組選択などに使用する番組配列情報 (SI) は、DVB-SIをベースとして拡張。日本語対応のために8単位文字符号を採用。CSデジタル方式のSIと共通化を図っている。いわゆる電子番組案内 (EPG [Electronic Program Guide]) は、SI情報をもとに受信機側で表示処理を行うが、どの情報をどのようなレイアウトで行うかは受信機依存である。
- (5) マルチメディア符号化方式として、XMLベースのマルチメディア符号化方式を採用。インターネットなど他メディアとの相互運用性を考慮している。

データ符号化方式の詳細については、本連載の次号の記事を参照されたい。

○CAS

BSデジタル放送を行う複数の放送事業者は、事業形態もさまざまである。これらが共通のプラットフォーム(放送局から受信機まで、および顧客管理センターまでの設備/システム)の上で事業が可能なよう、セキュリティ上問題とならない部分は可能な限り公開の規格としている。主な特徴は次のとおり。

- (1) MPEG2TSのスクランブルアルゴリズムにMULTI-2を採用。CSと同じ方式を採用。
- (2) セキュリティモジュールにICカードを採用。ICカードと受信機間のインタフェース仕様を規格化。
- (3) 鍵の更新を省電力で行うための方式を規定。

<受信機>

BSデジタル放送では、これまでの放送にない多様な機能が受信機で実現可能と期待される。受信機にこれらの機能をより多く取り込めばそれだけ多様なサービスを提供できるが価格も高くなる。このため望ましい受信機の仕様の中で必須の機能とオプション機能の分類が行われている。たとえば、映像、音声、データ放送の復号、EPG、モデム、ICカードインタフェースの機能は必須であるが、高速デジタルインタフェース (IEEE1394)、ホームサーバの機能はオプションである。受信機の構成例を図-6に示す。

<その他>

本年12月からの放送開始に向けて、放送事業者においては制作、送出にかかわる局内設備の準備が進められている。一方、各受信機メーカーでは、受信機の開発がそれぞれ進められているが、受信機の共通動作を検証する目的でBS受信機テストセンター協議会が設置され、テストストリームの作成、配布が行われている。また、2000年3月15日からは受信機調整のための実験電波の発射(放送衛星3号Nの中継器を使用。12月からの放送で使用する衛星とは異なる)が行われている。6月24日からは普及のための試験電波の発射が開始されている。7月には沖縄サミットの中継放送が行われた。9月のシドニーオリンピックの中継放送もこの電波の枠内で行われる予定である。

日本の地上デジタル放送方式の概要

日本の地上デジタル放送は、1998年郵政省の地上デジタル放送懇談会の報告において2003年末までに関東、関西、中京の3大広域圏での本放送開始、2006年末までに全国での本放送開始のスケジュールが示されている。

方式については、1999年に電通技審で答申されている。映像、音声の情報源符号化方式、限定受信方式、多重化方式は、BSデジタル放送方式と同じである。伝送路符号化方式としてはOFDM方式の1種であるISDB-T方式を採用している。その特徴は次のとおり。

- (1) 6MHzの帯域の中でハイビジョン1チャンネルまたは標準テレビ3チャンネルの伝送が可能。
- (2) 移動受信に強い。
- (3) マルチパス妨害に強い。

日本の地上デジタル放送の課題として、すでにアナログ放送のために綿密な周波数割当てが行われているため、移行計画を含めたチャンネルプランの策定が複雑であることがあげられる。このため、郵政省、民放、NHKの

3者により「地上デジタル放送に関する共同検討委員会」が設置され、2000年4月に親局チャンネル案が示されている。

電波産業会における規格の策定、発行はこれからとなるが、データ放送、受信機などの規格はBSデジタル放送のために規定した内容がベースとなる見通しである。

日本のデジタルCATV方式の動向

日本のデジタルCATV方式は、まずCSデジタル放送との整合性の観点から方式が整備され、伝送路符号化方式としてはQAM方式が採用されている。2000年1月には、地上デジタル放送の再送信を考慮し、OFDM方式を追加することが電通技審で答申されている。また、2000年5月にはBSデジタル放送の再送信を考慮し、複数TSの伝送方式を追加することが電通技審で答申されている。

デジタル放送の普及と今後の展開へ向けて

デジタル放送は、放送という情報通信メディア自身が通信の持つ双方向性や、コンピュータの持つインテリジェント性を加えて機能、性能を向上、拡大させるとともに、他の情報通信メディア間の融合を推し進める基盤となるものと位置付けられる。

特に12月からの開始が予定されているBSデジタル放送で行われるデータ放送では、ハイビジョン画面上でのマルチメディア情報の提供が可能となり、リモコン操作によるインタラクティブな視聴形態を一般視聴者が容易に楽しめるようになる。データ放送のマルチメディア符号化方式はXMLをベースとしており、XHTML、CSS、DOM、ECMAScriptといったインターネットの規格を取り入れた仕様となっている。このため、情報の提供者である放送局は、制作したデータ放送コンテンツを簡易な変換でインターネットへ提供することができる。また、双方向サービスのプロトコルとしてPPPによるTCP/IP伝送も規定されており、受信機メーカーがどのような受信機構成として販売するかにもよるが、データ放送コンテンツ、インターネットコンテンツの双方を視聴可能な受信機が期待される。

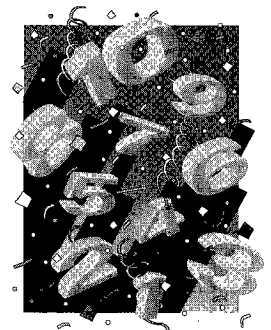
このような点を含め、デジタル放送において多様なサービス形態をさらに可能とする技術が今後求められている。たとえば、TV Anytime フォーラム (<http://www.tv-anytime.org>) などで検討されているホ

ームサーバ技術があげられる。その他、アプリケーション実行エンジン、エージェント技術といったものが考えられている。

参考文献

- (1) ARIB STD-B20, BSデジタル放送の送信・運用条件.
- (2) ARIB STD-B10, デジタル放送に使用する番組配列情報.
- (3) ARIB STD-B21, BSデジタル放送用受信装置 (望ましい仕様).
- (4) 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.
- (5) ARIB STD-B25, BSデジタル放送限定受信方式.
- (6) ARIB TR-B15, BSデジタル放送の運用規定.

(平成12年6月7日受付)



付録

連載「放送と情報処理」これまでの目次一覧

40巻4号	放送のデジタル化と情報処理
40巻5号	コンピュータ化されたTV受信機
40巻6号	ダウンロード型TV
40巻7号	エージェントテレビ 一番組洪水から視聴者を救うテレビ
40巻8号	インターネット利用のテレビ番組
40巻9号	野球中継での情報処理
40巻10号	放送における音響信号処理
40巻11号	コンピュータを駆使した最新の放送番組制作技術
40巻12号	選挙報道番組における解説用CG
41巻1号	放送番組制作におけるデータベースとその生成技術
41巻2号	コンテンツ記述の標準化 MPEG-7
41巻3号	テレビCM放送と情報処理
41巻4号	テレビ番組とインターネット放送
41巻6号	MPEG-4の放送への応用
41巻7号	通信衛星を利用した広帯域インターネットサービス