

## ISDB 伝送システムにおけるマルチメディア放送の可能性

河合直樹 難波誠一 山崎 滋  
kawai@strl.nhk.or.jp

日本放送協会 放送技術研究所 デジタル放送方式研究部  
〒157 東京都 世田谷区 砧 1-10-11

マルチメディア放送を行うと、情報表現が多彩になり、パーソナルな視聴環境を形成でき、また経済性を向上させられるというメリットがある。マルチメディア放送は ISDB により実現できる可能性がある。ISDB は様々なサービスコンポーネントを柔軟に編成できる“表現のマルチメディア”を実現できる機能を基本的に備え、また各種放送伝送路の特性を活かし全放送ネットワークを統合してサービスを行うとともに、通信、パッケージメディアとも結合し合う“伝送のマルチメディア”とも言える。マルチメディア放送は、従来の放送より個人の視聴満足度を向上させることができると期待され、また小規模な放送局を多数登場させることを可能とし、さらに個人が不特定多数に情報を発信する多対多の情報結合環境を提供できる可能性がある。

## Performance of Multimedia Broadcasting Through ISDB Transmission System

Naoki Kawai, Namba Seiichi and Yamazaki Sigeru

NHK Science and Technical Research Laboratories  
Digital Broadcasting Systems Research Division

1-10-11, Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo 157, Japan

Multimedia broadcasting has the benefits of versatile information representation, intelligent viewing environments, and economical systems. There are two aspects in multimedia broadcasting from the viewpoint of ISDB. One is "presentation multimedia" and another is "transmission multimedia." The former means that ISDB can flexibly combine various types of representation media. The latter means that ISDB provides services by exploiting the characteristics of various types of channels. Multimedia broadcasting is expected to achieve interactive viewing and to raise individual viewer satisfaction. ISDB will also make it possible to set up small-scale broadcast stations and to provide a many-to-many information linking environment between an unspecified number of individuals.

### 1. はじめに

将来の放送サービスのひとつの方向としてマルチメディア放送が考えられる。マルチメディア放送は、情報表現が多彩になるとともに、パーソナルでインテリジェントな視聴環境を形成でき、また経済性を向上させられるなどのメリットが期待できる。放送は本質的に一方向性の情報伝達システムであるが、マルチメディアの技術を用いて、インタラクティブな視聴環境を提供し、従来の放送の概念と異なる新しい放送サービスを提供できる可能性がある。

NHKでは1983年以来、ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) と呼ぶ概念の下でデジタル放送を構築することを計画し、研究開発を行ってきた<sup>1)</sup>。ISDB は様々なサービスのコンポーネント信号を自在に編成することができるので、初めからマルチメディア放送の基本機能を備えている。またISDBの信号は、通信やパッケージメディアと相互接続することを考慮して構成されており、将来の情報化社会において、放送と通信、パッケージメディアと融合した新しい情報メディア環境を構築することも想定している。

現在、ハイビジョン放送が普及しつつあり、家庭におけるマルチメディアの表示端末として、高精細なHDTVディスプレイが利用できるようになると予想される。また衛星、地上、ケーブルにおけるISDBのデジタル伝送方式の開発も進みつつあり<sup>2)</sup>、さらに視聴者のニーズにあったサービスの研究も行われ<sup>3)4)</sup>、ISDBによる本格的なマルチメディア放送が登場する日が近づいているといえる。

本稿ではマルチメディア放送のメリットを分析し、そのメリットを実現する観点からISDBの放送方式のあり方を論じ、将来展望としてマルチメディア放送の技術的可能性を述べる。

### 2. マルチメディア放送の目的

放送にマルチメディアを導入する目的は、図1示すように3つの要素からなる放送メディアの情報伝達能力のさらなる向上である。

#### 2.1 提示機能の向上<sup>5)</sup>

##### (1) マルチメディアによる情報提示

マルチメディア放送はこれまでのように連続する動画、音声だけでなく、静止画、文字、ソフトウェア、CG素材、動画シーン、音声セグメントなど、情報内容に適した表現メディアを組み合わせ提示できることが必要である。

##### (2) 品質の多様化

大画面でホームシアターを楽しんだり、移動受信で小さな端末を用いるの場合は、必要な解像度が異なる。また、情報内容に応じて様々な画像・音声品質が求められる。さらに、視聴者の好みや視力に応じて、文字のフォントや大きさが自由に設定できることが望まれる。

##### (3) 多情報化

各種表現メディアが必要とする伝送速度を表1に示す。マルチメディア放送では、限られた容量を持つ放送伝送路の中で、これらの様々な表現メディアを用いて、多数の情報を提供することが求められる。

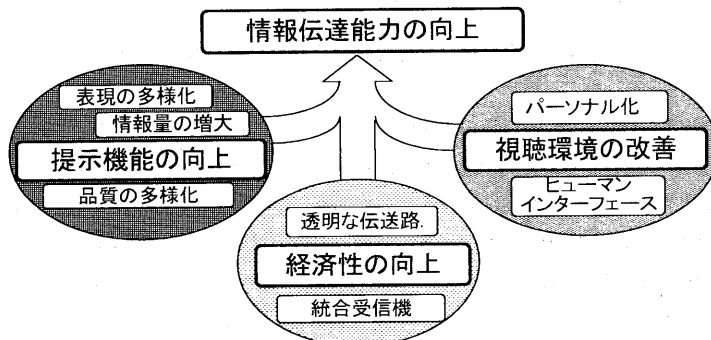


図1 マルチメディア放送の目的

表 1 各種表現メディアと必要な伝送速度の例

表現メディア	符号化規格、提示条件	伝送速度
文字	HDTV画面上 1000字	12kb/s (1s/page)
静止画	ADCT符号化、HDTV品質	120kb/s (10s/page)
動画	ADCT符号化、LDTV、ウインドウ上小画面	1.5Mb/s
音声	サブバンド符号化、モノラル	64-128kb/s
ソフトウェア	パソコン向けプログラムダウンロード	10-20kb/s
テレミュージック	MIDI信号自動鍵盤楽器向け	1-3kb/s
ファクシミリ	G3規格 A4サイズ、8dot/mm	20kb/s (20-30s/page)

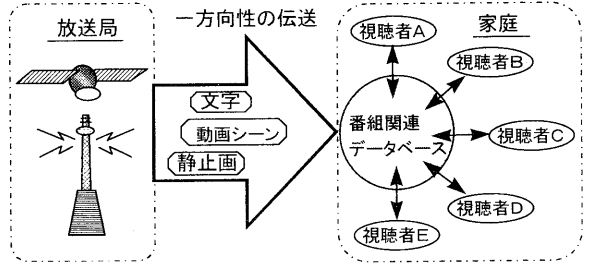


図 2 番組関連データベースによる放送のパーソナル化

## 2.2 視聴環境の向上

### (1) 放送のパーソナル化

従来、放送はマスメディアとして平均値的な視聴者を対象として番組を制作してきた。しかし、マルチメディア技術のひとつであるインタラクティブな視聴により一人一人の視聴者の満足度をより向上させることができると期待される。放送は一方方向性であるが、例えば図 2 に示すように、番組に関連する小さなデータベースを各家庭に送り込み、視聴者はこのデータベースの中から個人の興味、必要性に応じて情報を選択して視聴することが考えられる。

### (2) インタラクティブな視聴環境

放送のパーソナル化にはインタラクティブな視聴環境が必要となる。具体例には図 3 のようなノードとリンクにより構成されるマルチメディア/ハイパーメディア番組が考えられる。ノードは情報の小さな単位であり、それぞれ内容に適した表現メディアが用いられる。

ノード間はリンクにより関係づけられ、いもずる式 (Chain) に視聴することができる。図 3 はこのような番組の場合に視聴している位置関係を見失わないための一覧性の案内情報で、「ナビゲーションマップ」と名づけられる。

インタラクティブな視聴には、視聴者の意向に応じて表 2 に示すような様々な視聴モードを用意することが求められる。

表 2 マルチメディア/ハイパーメディア番組の視聴モード

モード	視聴方法
ダイジェスト	要点のみを視聴し、情報内容を短時間で知る
クエリ	リンクによりノードをたどり関連情報を引き出す
カテゴリ	各種コースを選んで、これに沿って視聴する
ハンティング	キーワードにより情報を検索して呼び出す
ブラウジング	多画面表示や画面の早めくりにより情報を探す

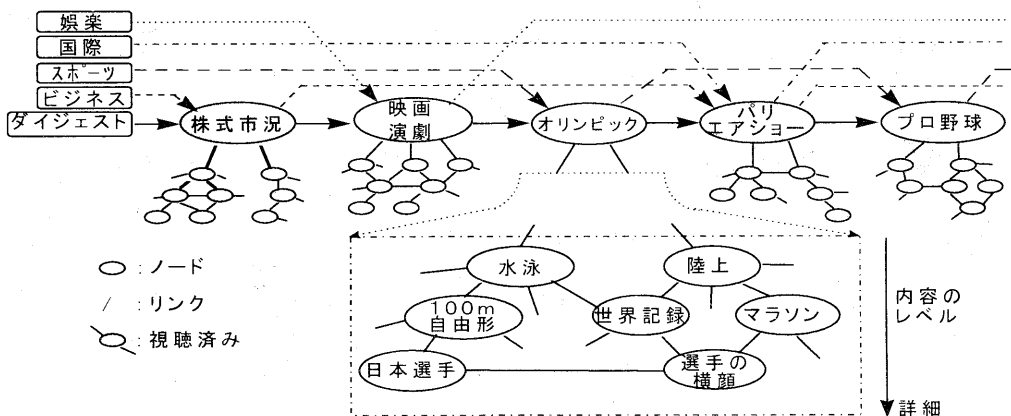


図 3 マルチメディア/ハイパーメディアの番組構成例 (ナビゲーションマップ)

## 2.3 経済性の向上

### (1) 透明な伝送路

伝送路を経済的に使うには、一つのサービスに伝送路を固定的に割り当てるのではなく、必要に応じてコンポーネント信号を自在に編成できる、サービスに関して「透明な伝送路」を構築する必要がある。

### (2) 統合受信機

家庭におけるマルチメディアの端末は量産でき安価でなければならない。そのため、放送だけでなく通信やパッケージメディアも含め、各情報メディアの共通要素を含んで構成される統合受信機が求められる。

## 3. ISDB によるマルチメディア放送の実現

### 3.1 ISDB の概要

#### (1) 放送システム

ISDB 全体の放送システムを図 4 に示す。そこでは取材から制作、送信、受信、提示に至るトータルデジタルシステムが構成される。局内外のデジタルネットワークにより情報が伝送され、この情報がマルチメディアデータベースに記録蓄積された後、番組制作が行われる。制作されたサービスのコンポーネント信号は多重され、ISDB の伝送路を経由して放送される。視聴者は統合受信機を用いて番組・情報を視聴する。

### (2) 伝送信号

ISDB の伝送信号フォーマットを図 5 に示す。ISDB は固定長の短パケットを用いているため、様々な特性をもつサービスを柔軟に送信でき、また将来への拡張性も確保している。ISDB を OSI のレイヤ構造で示すと図 6 のような機能構成となる。デジタル放送の信号処理をできるだけ統一するため、ISDB はレイヤ 3 以上の機能が共通化されている。

さらに、ISDB は通信とパッケージメディアに対して、レイヤ 3 と 2 の間のインターフェース信号により相互接続ができる。通信では AAL を介して B-ISDN の ATM へ、コンピュータネットワークへは TCP/UDP を介しての接続が考えられる。

ISDB は 10 年以上前から短い固定長パケットを使用する放送システムを試作してきた。最近、そのような ISDB で考えられてきた基本伝送概念とほぼ同等な多重伝送方式が MPEG-2 Systems で検討され、国際規格 (ISO/IEC 13818-1) となった。現在、ISDB は国際的な規格統一と情報メディア間の相互接続の利便性のため、伝送信号の部分として MPEG-2 を導入することとして研究開発を行っている。

レイヤ 2 以下の信号処理は、伝送路の性質とサービスの目的により異なるが、ISDB では変調方式、誤り訂正方式、階層化伝送モードな

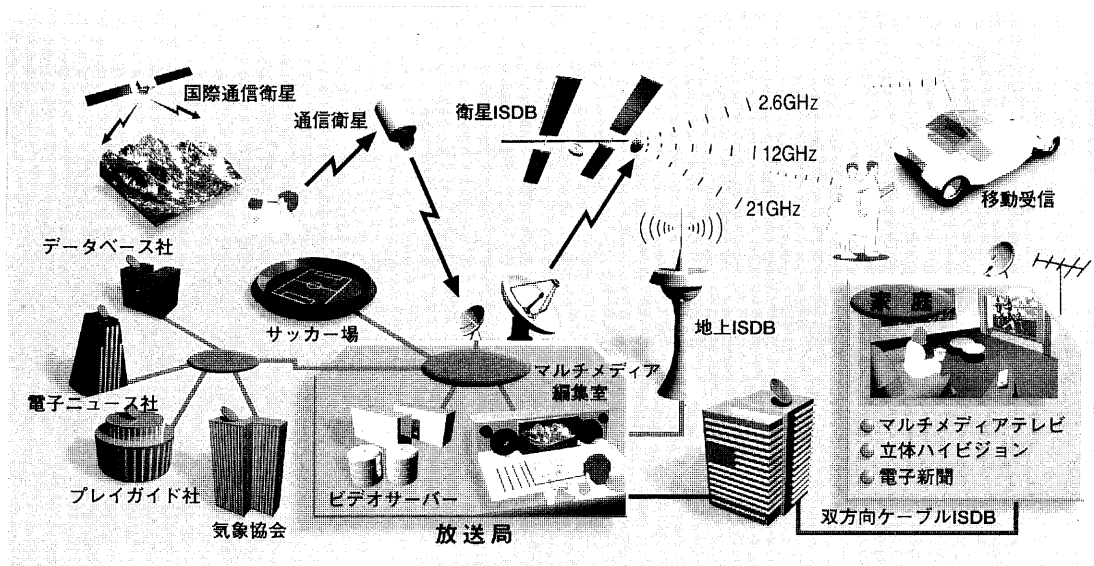


図 4 ISDB によるデジタル放送のシステム構成

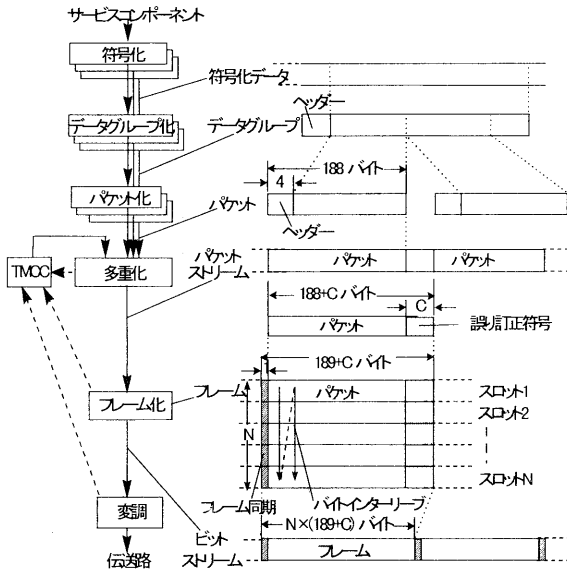


図5 ISDB 伝送信号の構成

どの伝送のバリエーションの違いを、TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) 図と呼ぶ制御信号を送ることにより、一つの受信機で共通に信号処理できるようにしている。このTMCCを送るため、ISDBの伝送信号フォーマットではパケットストリームを包み込むフレームの外側にフレーム同期信号とTMCCを送る領域がある。

(3) 伝送路

ISDBは衛星、地上、ケーブルなどの伝送路を用いて放送することができる。各種放送伝送路の特徴を表3に示す。ISDBでは貴重な資源である放送周波数を効率的に使用するため、総

表3 各種ISDB伝送路の特性

伝送路	周波数帯	帯域幅	伝送容量	放送範囲	その他
衛星	12GHz	27MHz	40-50Mb/s	全国	降雨減衰
	21GHz	150MHz	150Mb/s	全国/ローカル	降雨減衰
	2.6GHz	1.5MHz	2-3Mb/s	全国	回折効果
地上	UHF/VHF	6MHz	20Mb/s	ローカル	SFN*
ケーブル	VHF	6MHz	40Mb/s	ローカル	

\* Single Frequency Network

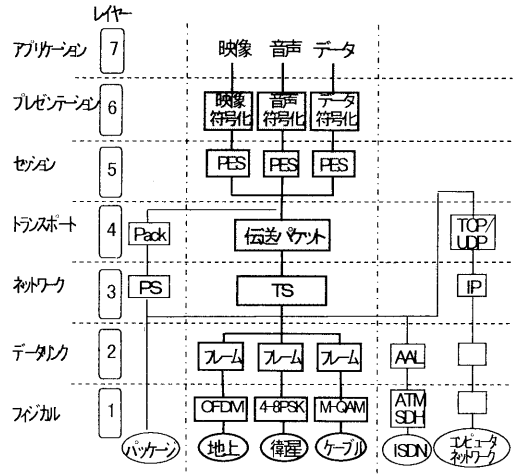


図6 OSIに基づくISDBの機能構成

合的に伝送路の特性を考慮し、それに相応しいサービスを割り当てる予定である。

ISDBは各伝送路の伝送容量やその特性を活かして、互いに補完し合いながら放送体系全体として優れた放送機能を提供する「伝送のマルチメディア」とも言える。ISDBによる将来の放送サービスと伝送路の体系は、図7に示すように、伝送路の特性により「高品質」「TV/音声多チャンネル」「マルチメディア」「移動・携帯受信」「双方向」の5つの基本サービスに分類できる。

3.2 ISDBによる提示機能の向上

(1) マルチメディアによる表現

3.1(2)項で述べた伝送信号を用いることにより、ISDBを行う伝送路はサービスのコンポーネント信号を柔軟に編成することができる。従

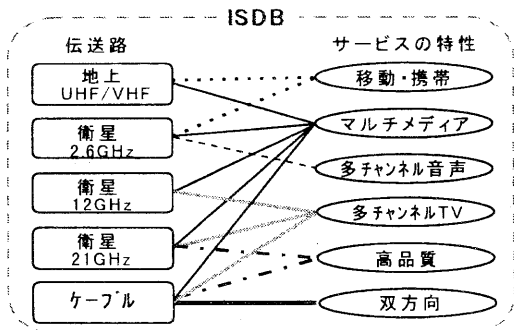


図7 各種伝送路とサービスの特性

って、ISDB は情報内容の表現に適するように、表1で示した表現メディアを組み合わせることができるマルチ表現メディアになり、放送の情報伝達能力の向上を図ることができる。

(2) 品質の多様化

ISDB では画像、音声などで基本的な符号化アルゴリズムを変えずに品質を設定できる符号化方式を用いる。ところで、降雨減衰のある衛星放送やフェージング環境下の移動受信においてサービスを維持するため階層化伝送を行う場合がある。この場合、誤り耐性を強化して小容量で伝送するため、低ビットレートの画像を用いる必要がある。ISDB では伝送品質の多様化に対しても、図5に示したように小さいスロットで構成した伝送フレームを用いて、階層化伝送する信号をスロット毎に分けて多重するようにしている。

(3) 多情報化

図8に示すように、1時間のHDTV番組を放送していると仮定し、その伝送容量のわずかな量を他の表現メディアに割り当てると、非常に多くの情報を視聴者に届けることが可能になる。このように、限られた放送伝送路を有効に活用し、人々の嗜好の個性化、価値観の広がりに応え得る多様な情報を提供することができるようになる。

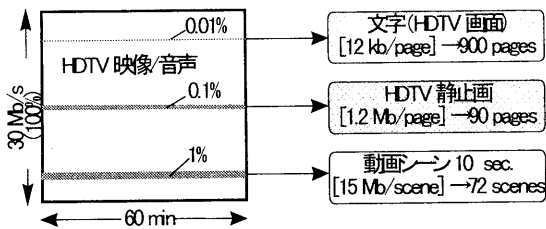


図8 マルチメディアによる伝送できる情報量の拡大

3.3 ISDB による視聴環境の向上

ISDB の視聴環境における新しい機能は、視聴者が番組・情報を利用する上で最も革新的に変化する部分である。

(1) 放送のパーソナル化

図9は各情報メディアについて、情報を利用するユーザーの数を表したものである。ISDB によるマルチメディア放送では、多様な表現メディアを用いて、少ない伝送容量の中で多数の情

報を送ることができる。これは送信側から見ると、利用者の少ない情報を提供する“narrow casting”となるが、視聴者から見ると“broad catching”となり、視聴者の満足度を上げることができると考えられる。マルチメディア時代には、個人を重視した新しい放送形態が登場する技術的可能性がある。

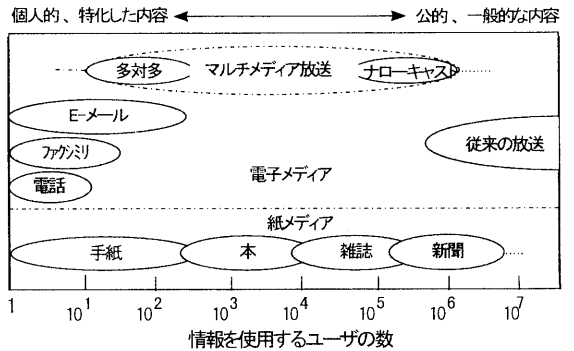


図9 各種情報メディアと情報を使用するユーザーの数

3.4 ISDB による経済性の向上

(1) 透明な伝送路

ISDB では一つのサービスに固定的に伝送路を割り当てるのではなく、サービスあるいはサービスコンポーネントを自在に編成できる透明な伝送路となる。また、図8で示したように静止画、文字、短い動画シーンなどを利用すれば、非常に少ない伝送容量の中でより多くの情報を伝送することができる。このように ISDB では伝送路を効率的に利用でき、伝送コストの低減を図ることができる。

(2) 統合受信機

ISDB の伝送信号の構成は図5で示したようにレイヤ3以上で共通な信号処理を行っており、伝送路が異なっても受信機の多くの部分を共通化できるので、受信機の生産コストを下げることができる。そして家庭における統合受信機は、単に放送の世界だけでなく通信やパッケージメディアも含め、情報メディアと人との間の共通のインターフェースになりうる。

(3) 制作環境の革新

放送局内外のネットワーク、データベース、編集室がマルチメディアサービスの制作に適した環境になると、表現メディアの区別無く一括してデスク上で検索、加工、編集などの番組

制作が行えるようになり、人、機材、素材の物理的移動が最小限となる。これらは DTPP (Desk Top Program Production) ⑩と名付けられ開発が進められており、番組制作の生産効率を向上させることができると考えられる。

#### 4. マルチメディア放送を実現する

ハードウェア技術

##### (1) 表示端末

マルチメディアサービスを受信するため十分な解像度を持つ、多様な端末が現れると考えられる。文字を提示する場合、標準 TV では 1 画面に 200 字程度であるが HDTV では 1000 字程度を提示することができる。マルチメディアの普及とともに一般家庭では、HDTV ディスプレイが手軽に使用されると考えられる。

##### (2) ヒューマンインターフェース

放送が高齢者から子供に至るまで幅広い人々を対象とし、親しみやすく気軽に接することのできる情報媒体であることから、インタラクティブな視聴の場合でも分かりやすい操作が求められる。オブジェクト指向による表示上の単語、ボタン、シンボルなどの対象を直接ポインティングすることが分かりやすい。TV ゲームのリモコンのような少ないファンクションキーによるアクセスも参考となる。

##### (3) 記録メディア

インタラクティブな視聴形態を実現するには、一度情報を記録して視聴するため、ランダムアクセスが可能な記録メディアが必要となる。これはパッケージメディアと同様と考えられるが、ISDB が決定的に異なるのは、情報が最新のものにリアルタイムで更新されるというメリットがあることである。

##### (4) コンピュータ

優れたヒューマンインターフェースと情報を管理するエージェント機能を持つ視聴環境を実現するには、受信機に高度な情報処理機能を備えなければならない。そのため高いレベルのコンピュータが組み込まれる必要がある。

#### 5. マルチメディア放送の将来展望

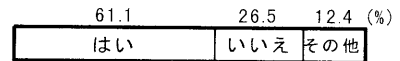
##### 5.1 インタラクティブな視聴形態

###### (1) 能動的な視聴傾向

受動的な視聴形態が変わりつつあることを示唆する調査結果を図 10 に示す<sup>[10]</sup>。調査結果

に対し次のような考察がなされている。「リモコンによるチャンネル切替行動が、番組の面白いところだけ見たり、多量の情報収集を可能にした結果、テレビへの興味を増幅させた。」この調査はリモコンを手に入れた視聴者は内容を選択し、能動的に視聴する傾向があることを示している。

###### (1) リモコン装置がついたことでテレビの見方が自由で多彩になったか?



###### (2) 番組が面白くなくなったら次々と番組を切り替えることがありますか?

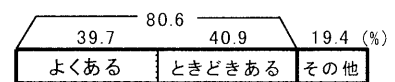


図 10 テレビの視聴傾向の調査

(NHK 放送文化研究所の調査より<sup>[10]</sup>)

###### (2) パーソナル視聴の事業的可能性

3.3(1)で述べたようなパーソナル視聴がどのくらいの視聴者が利用すれば成り立つのか、ひとつの目安として伝送コストの面から検討する。図 8 で示した場合を想定し、静止画と文字で番組関連データベースを送る伝送量は番組全伝送量の 0.1%程度とする。ある番組の視聴者の数が 100 万人で採算がとれているとすれば、伝送コストとして番組関連データベースは 100 万人の 0.1%である 1000 人以上が視聴すれば採算がとれることになる。一方、制作費用を低減させるには、放送局内外のマルチメディアデータベースを充実させ、DTPP によりオンラインで効率的に制作を行う必要がある。

###### (3) 小さな放送局の登場

現在の TV 放送局は 1 チャンネルの周波数を占有し、長時間放送するため事業規模が大きい。しかし、自在な編成を可能とする ISDB の特長を活かすと、小規模の放送局が容易に存在できるようになる。ISDB では伝送容量の少ないマルチメディアの符号化表現を用い、短時間でかつノンリアルタイムの放送を行うことが可能なので、放送局の事業は非常に少ない資金で成り立つことになる。

###### (4) 多対多の情報結合

現在の情報環境の中で個人が容易にできな

いことの一つに、多数の人々への情報発信がある。ISDBは小さなパケットを伝送しているが、そのパケットを個人で利用できるようになると、多数の個人から不特定多数へ放送できる技術的可能性がある。個人が広い地域にいる不特定多数の人々に向けて質問したり、意見を交換したりすることができるようになる。具体例として、大地震の際の安否情報の放送がある。

1パケットの伝送コストの計算を試みると、0.001円となる\*1。HDTVディスプレイ全面にテキストを表示させるには約10パケット程度で送ることができるので、およそ伝送コストは0.01円となる。HDTVディスプレイ全面に高品質な静止画を表示させるにはテキストの場合のおよそ100倍となるが、1円程度である。このように放送の伝送コストは基本的に低い。

情報内容の社会的規制や制度の問題を解決する必要があるが、放送伝送路を広く人々に開放することも不可能ではない。これは人類が今まで経験したことのない多対多の情報結合社会を出現させる可能性がある。

## 6. おわりに

ISDBでマルチメディア放送を行うと、情報表現が多彩になるとともに、パーソナルな視聴環境を形成でき、経済性を向上させることができるというメリットがある。将来のISDBによるマルチメディア放送は、低コストという放送のメリットを確保しつつ、インタラクティブでインテリジェントな視聴形態を実現させ、今までより個人の視聴満足度を向上させることができると期待される。

また、小規模な放送局を多数登場させることを可能とし、さらに、個人が不特定多数に情報を発信する多対多の情報結合環境を提供し、人間本位の新しい高度な情報社会を形成できる

-----  
\*1事業方針によりコスト計算は異なるが、ここではおおよその伝送コストを認識するための概算を行う。

1チャンネル当りのネットの伝送容量を30Mbpsとし、188Byte長のパケットの1秒あたりのパケット数は $30 \times 10^7 / 188 \times 8 \approx 1.99 \times 10^4$ であり、1年間の総パケット数は $6 \times 10^{11}$ となる。1チャンネルの伝送コストを年間6億円と仮定すると1パケットの伝送コストは0.001円となる。

可能性がある。

マルチメディア放送の実現に向けて、情報符号化、伝送方式、情報処理の研究開発が進められているが、視聴者に喜んで受け入れられる情報メディアとするには、マンマシンインターフェース、提示効果、制作手法、著作権などの幅広い課題を今後解決する必要がある。

## [参考文献]

- [1] 柳町：“21世紀を目指す統合デジタル放送”、スペクトラム誌、Vol.02, No.9 (1989)
- [2] H. Katoh, et al, “Flexible Transmission Technique for Satellite ISDB System,” IEEE Trans. on Broadcasting, vol.42, No.3 (1996)
- [3] 加井、他：“高機能テレテキスト(PRESENT)の試作”、テレビ学技報、Vol.16, No.71, pp.7-12, BCS'92-39 (Oct.,1994)
- [4] 妹尾、他：“マルチメディア情報放送サービスの基本機能”、テレビ誌、Vol.49, No.3, pp.336-343 (1995)
- [5] 河合：“マルチメディア放送”、テレビ誌、Vol.45, No.8, PP.914-920 (1991)
- [6] N. Kawai, et al: "Transport Structure for Integrated Services Digital Broadcasting," Institute of Electronics, Information and Communication Engineering, vol. E77-B, no. 12, pp. 1474-1479 (Dec., 1994)
- [7] 諮問第74号：“デジタル放送方式に係わる技術的条件”、電気通信技術審議会答申 (Jul.,1995)
- [8] K. Ohsaki, et al, "Transmission Structure of Digital Broadcasting," Proc. SUPER COMM/ICC'94, pp. 853-858(May.,1994)
- [9] 榎並：“デスクトッププログラムプロダクション”、テレビ学技報、VAI.92.32 (1992)
- [10] 戸村、他：“今、人びとはテレビをどのように視聴・評価・期待しているか”、放送研究と調査、pp4-13 (Feb.,1993)