

内海 豊三

utsumi@strl.nhk.or.jp

NHK放送技術研究所

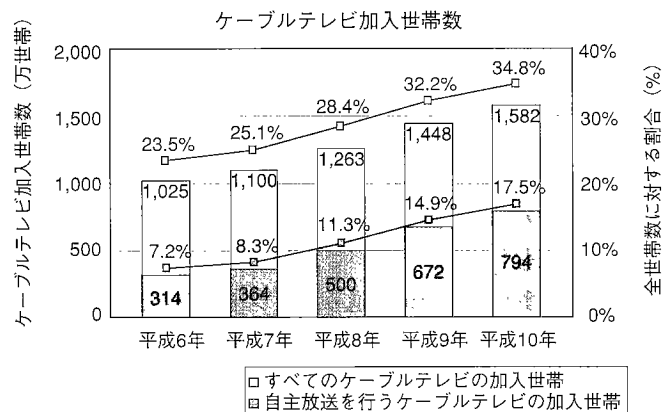
# 放送技術の将来

## ISDBの時代

2000年12月から、デジタルハイビジョンとデータ放送を両輪とするBSデジタル放送が始まった。21世紀初頭は、これに続く地上デジタル放送と合わせて、デジタル放送の普及定着の時期といえる。これらのデジタル放送には、NHKが1980年代初めから提案していた「ISDB」<sup>☆1</sup>のコンセプトが反映されている。ISDBは、衛星波、地上波、CATVなどの伝送路を通じて統合的に各種マルチメディア情報を含む放送コンテンツを提供するものである。

これからはISDBの高度化が重要な研究開発テーマになる。また、21世紀初頭は、さらに将来の新しい放送技術の芽を育み、夢の実現に向けて、研究を推進すべき時期でもある。

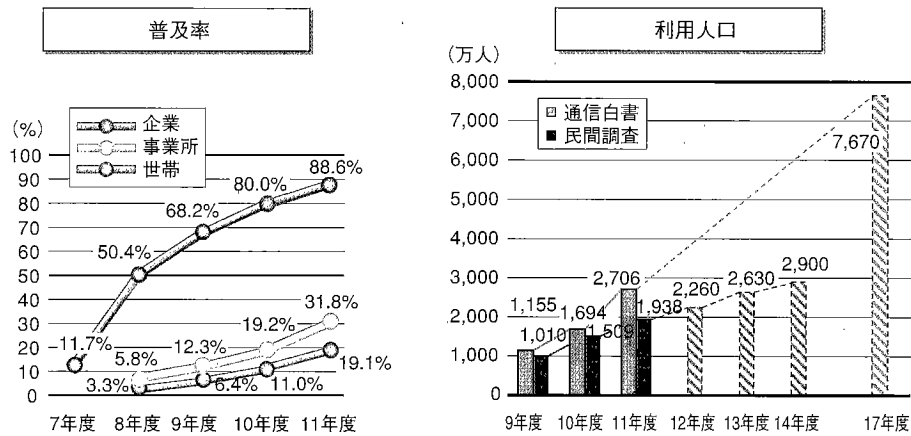
本稿では、デジタル放送とそれを取り巻く環境の変化および、将来の放送を支える新しい放送技術について概観する。



出典：郵政省放送行政局長定例記者会見資料別紙（1999年8月30日）  
 国立社会保障・人口問題研究所「日本の世帯数の将来推計（全国推計）  
 （1998年10月推計）」より作成

図-1 ケーブルテレビの普及状況

<sup>☆1</sup> Integrated Services Digital Broadcasting, 統合デジタル放送。



出典：郵政省編 通信白書平成12年版  
 アクセスメディアインターナショナル (株)「インターネット動向調査2000」より作成

図-2 インターネットの普及状況

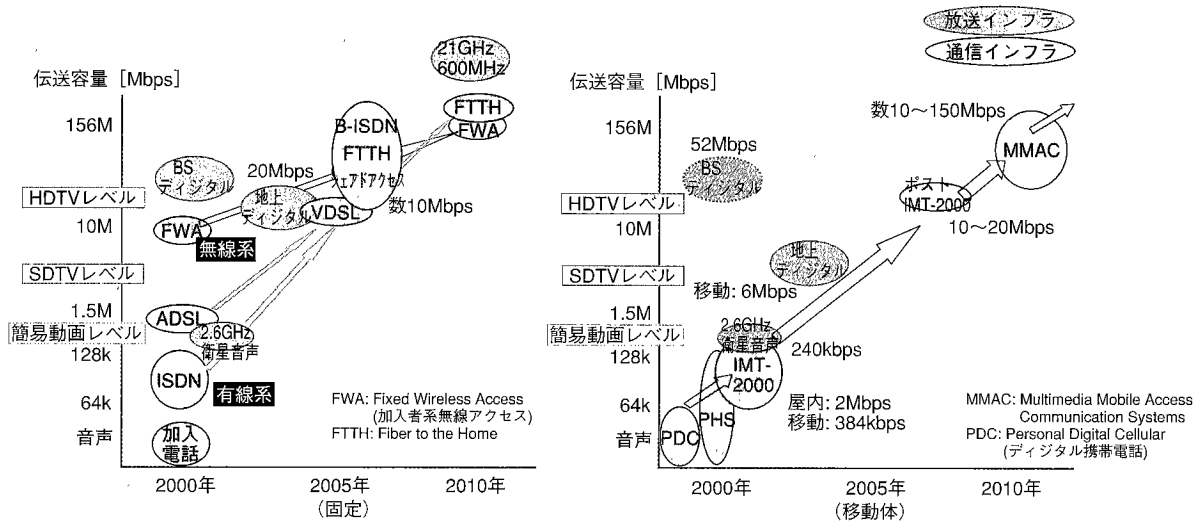


図-3 放送・通信伝送路のトレンド

## 放送を取り巻く環境

### <社会状況と視聴スタイルの変化>

21世紀初頭の放送を取り巻く社会状況は、

- 光ファイバ、CATV (図-1 参照)、インターネット (図-2 参照) の普及など情報インフラが高度化し、放送と通信の融合が加速する。
- 多チャンネル化、多メディア化が進み、コンテンツがますます重要となる。
- 急速に高齢化社会が進み、高齢者や障害のある方などを情報弱者 (デジタルデバイド) にしないための対策が一層望まれるようになる。

また、視聴者と放送局のかかわり方も変化し、

- 視聴者のライフスタイルの変化に伴い、放送の視聴形態が多様化する。すなわち、いつでも、どこでも、何でも、誰でも見たい番組が視聴でき、欲しい情報が入手できることを望むようになる。

- 視聴者は放送に対してより能動的になる。
- 個人からの情報発信能力が拡大し、視聴者は個々の意向を放送に反映させることを望むようになる。
- 家庭内の情報機器のネットワーク化 (情報家電) が進む。

### <放送と通信の伝送路>

このように、放送を取り巻く社会状況と視聴スタイルに変化が現れ、放送サービスもIT革命という世界的な潮流の中で、否応なしに従来からの変化・脱皮を求められることになる。これらの要求に対して、放送と通信伝送路の融合とコンピュータ技術を駆使して、視聴者がメディアの違いを意識することなく、シームレスに、見たい番組、欲しい情報をいつでも得られるサービスが求められることになるだろう。

図-3に、放送・通信伝送路のトレンドを示し、想定されるサービスについて述べることにする。

2000～2003年頃には、固定受信系では、ISDNやADSL (デジタル加入者線) の容量が数10kbps～

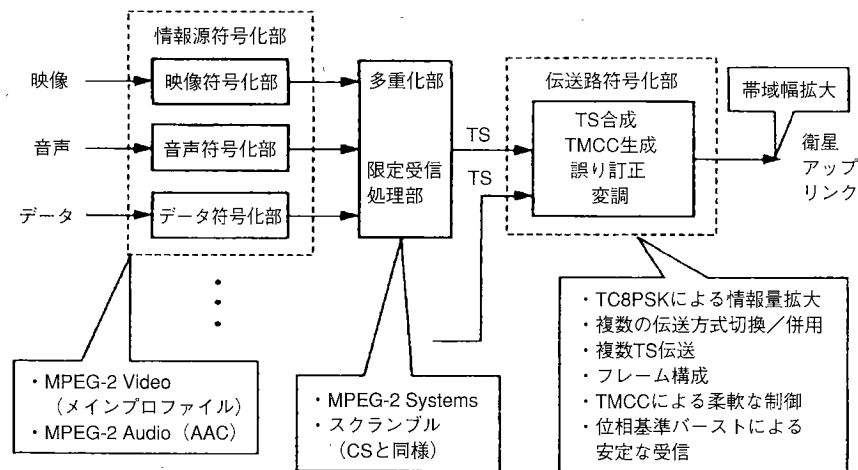


図-4 BSデジタル放送の伝送方式の構成と各信号処理部の技術方式

1.5Mbpsになり、これらを上り回線に用いた各種のインタラクティブサービスが考えられる。また移動受信系では、IMT-2000が384kbpsのサービスを始め、これを含め、移動通信を利用した出先からのホームサーバ<sup>★2</sup>へのアクセスなど各種の情報家電サービスが想定される。

2003～2008年頃には、固定受信系では、地上デジタル放送(20Mbps)およびVDSL(高速デジタル加入者線)やFTTHを用いたB-ISDNのシェアアクセス<sup>★3</sup>として数10Mbpsのサービスが考えられている。また、移動受信系では、地上デジタル放送(6Mbps)およびポストIMT-2000(10～20Mbps)のサービスが予定されている。これらを用い、たとえば街角に設置された受信機能を備えたサーバに番組を放送局から一括配信し、そこから各個人が持つ超小型の携帯サーバに情報を蓄積させる補完的なシームレスサービスが想定できる。さらに、地域分散サーバをネットワーク化してよりきめ細かい地域放送を可能にするサービスや趣味・嗜好の同じ仲間同士を結ぶネットワークサービスなどが考えられる。

2008～2012年頃には、固定受信系では、600MHz帯域幅を持つ21GHz帯衛星放送が予定されている。またFTTHやミリ波を用いたFWA(加入者系無線アクセス)が150Mbps程度のサービスを、移動受信系では、MMAC(マルチメディアモバイルアクセス)が150Mbps程度のサービスを始めると予想される。これらを活用して、オンデマンド型の大容量アーカイブ放送や出先でのオンデマンド型の情報収集を対象とするサービスの開発が考えられる。

## 放送メディアのデジタル化

### <BS>

衛星波で提供されるISDBであるISDB-Sの伝送方式(図-4参照)では、

- トレリス符号化8相変調方式(TC8PSK)および伝送帯域幅の拡大による衛星1中継器あたりの伝送容量の増大
- 降雨による電波減衰の影響をできるだけ少なくするためのTC8PSKとQPSK(またはBPSK)を併用する階層伝送方式
- 変調方式やMPEG-TS信号などを柔軟に制御可能なフレーム構成多重方式

などさまざまな新しい提案が1990年代初めから行われた。

上記のISDB-Sの概念をベースとして電気通信技術審議会と電波産業会でBSの放送方式が検討され、1998年2月に同審議会により規格化された。この方式により1中継器あたり52Mbpsという大容量の伝送が可能となり、デジタルハイビジョン2番組と多様なデータ番組の伝送が可能となった。

また、映像・音声のデジタル符号化は、国際整合性を考慮して、高い圧縮効率とLSI化が進んでいるMPEG-2方式を採用している。マルチメディアデータ符号化についてはインターネットで今後普及が予想されるXML(Extensible Markup Language)をベースとして放送用に拡張したBML(Broadcast Markup Language)が電波産業会で規格化され多様なデータ放送に対応できる。

この方式によるBSデジタル放送は4チャンネルを使って2000年12月より開始され、高精細画質と優れた臨場感を持つデジタルハイビジョンと多様なデータ放送や双方向機能による従来になかった新しいサービスが提供されている。BS伝送方式については1999年10月に国際標準方

★2 デジタル放送やCATV、インターネットなどから家庭に供給されるさまざまなサービスに、よりインタラクティブ性を与え魅力的なものにするランダムアクセス可能な大容量な蓄積装置

★3 複数のユーザが加入者光伝送装置の帯域を共用することにより高速性と経済性を両立する方式。

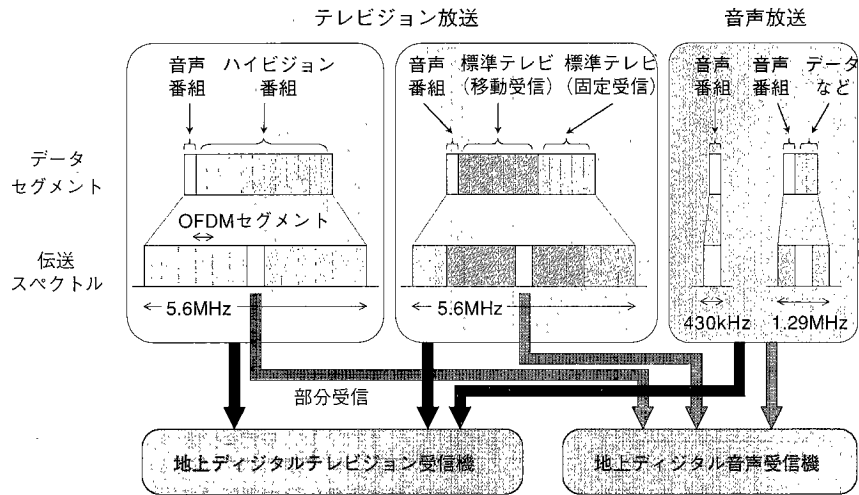


図-5 地上デジタル放送のサービスと伝送形態の例

式の1つとなっている<sup>1)</sup>。

### <地上>

地上波で提供されるISDBであるISDB-Tの変調方式には、マルチパスが多く受信環境の悪い伝送路においても安定した受信ができるように、多数の変調キャリアを同時に伝送するOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) が採用されている。また、さまざまな放送サービスに適応できるように、帯域幅約429kHzのセグメントを単位として、伝送スペクトルを柔軟に構成できる特徴がある。

テレビジョン放送<sup>★4</sup>は13個のセグメント、音声放送は1個もしくは3個のセグメントを用いてそれぞれ伝送される(図-5参照)。セグメント単位で個別のサービスを構成できることから、たとえば、1つのテレビジョン放送のチャンネルで、固定受信サービスと移動受信サービスとを共存させることができる。また、テレビジョン放送の一部のセグメントと音声放送のセグメントを共通化することにより、音声受信機でもテレビジョン放送の一部を受信することが可能となる。

ISDB-Tは、1999年5月に電気通信技術審議会から答申され、2000年10月に国際規格勧告として承認されている。放送の開始時期の目的は、音声放送が2002年、デジタルテレビジョン放送が2003年であり、現在それに向けた準備が進められている。今後は、移動受信の性能向上やSFN (Single Frequency Network) によるチャンネル利用効率の改善、さらには、通信メディアとの融合による双方向サービスも含めた地上デジタル放送システムの高度化が期待されている<sup>2)</sup>。

★4 ハイビジョン1チャンネルまたは標準テレビ3チャンネル程度。

### <CATV>

CATVのデジタル化としては、本来のサービスである放送のデジタル化に先行して、インターネット接続サービスが始まっている。

CATVでインターネット接続を利用するには、双方向通信が可能な送受信装置を使用する。下り(CATV会社から家庭へ)は数10Mbps、上り(家庭からCATV会社へ)は数100kbpsから数Mbpsの伝送速度を持つ、上りと下りが非対称帯域を持つモデムが通常用いられている。下りの伝送には、放送で使用していない空きチャンネルを利用し、上りの伝送にはそれより低い10~55MHzが用いられている。

これに対して、CATVの放送サービスのデジタル化(ISDB-C)は、BSデジタル放送の再送信を契機にして、急速に進みつつある。

デジタル放送を再送信する方式として最も単純な方式は、電波で受信したままの変調方式で伝送する「パススルー方式」であるが、BSデジタル放送の再送信をする場合には、広い周波数帯域が必要になる。これを解決するため、CATVに適している64値直交変調(64QAM)方式に変調し直して伝送する方式が、「トランスモジュレーション方式」である。

我が国のCATVのデジタル伝送方式として、トランスモジュレーション方式が、2000年7月に規格化された。欧米の方式と比べて、日本の方式の大きな特徴は、BSデジタル放送と同様に、1つの搬送波で複数のMPEG-TS信号を伝送できることである<sup>3)</sup>。

2001年末に予定されている新しいCSによるデジタル放送や、2003年開始予定の地上デジタル放送など、放送のデジタル化と並行して、CATVのデジタル化も着実に進むことになるだろう。

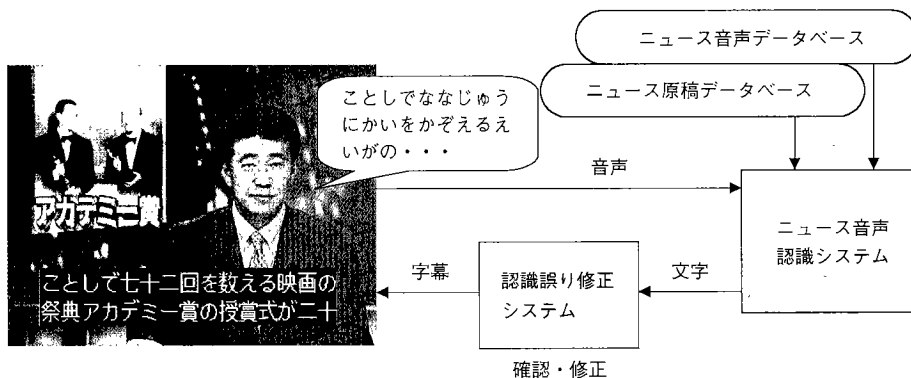


図-6 音声認識を利用したニュース字幕制作システム

## 新しい放送技術

### <ISDBの高度化>

従来のアナログ放送では一度スタートしたサービスが長期間継続する固定的なイメージが強いが、デジタル放送では伝送路が汎用化されたことでサービスが流動化し、多様な展開が期待できる。

ISDBは、BSデジタル放送でスタートしたが、受信端末の高性能化やホームサーバ、ホームネットワーク<sup>5</sup>など周辺機器の進展に並行して高度化する。たとえば、料理番組のレシピと調理器具の連携や冷蔵庫内の材料と照合して不足分を通信回線で発注する情報家電サービスなど、今までにない放送サービスが誕生する新たな発展の形態も期待される。

また、前述したように、放送の特徴であった大容量の伝送路が放送波以外にもCATVや次世代移動通信など有線/無線で実現しつつあり、電波を使った従来の放送を補うメディアとして、放送事業者と通信事業者の双方が注目している。逆に、メールやホームページといった通信サービスを放送波で実現するなど、放送と通信の垣根がなくなり、伝送路の違いを意識することなくコンテンツが流通する時代が迫っている。

一方で、ハイビジョンに代表されるコンテンツの高品質化とコンテンツや情報のセキュリティも大きな課題であり、電子透かしやコピー制御の技術など一層の高度化が求められる。

以上、ISDBの高度化の一例を述べたが、これらの開発により、一層便利で、豊かな放送文化の創造が期待できる。

<sup>5</sup> 各種機器（パソコンやテレビ受像機などの情報機器、エアコンや冷蔵庫などの家電機器を含む）をつなぎ、家庭に配信される放送サービス、通信サービスなどのさまざまなサービスから見たい番組や欲しい情報をいつでもどこからでもアクセスできるようにするなど、機器の遠隔制御・集中管理を可能にする家庭内ネットワーク。

### <音声認識技術>

音声認識とは、人間の声を自動的に文字に変換する技術のことであり、IT時代の重要な技術として注目されている。連続音声認識システムとして、ニュース字幕放送が実用化されている。

ニュース番組の字幕放送は、特に聴覚障害者の方などから、その実現が強く求められてきた。ニュースの字幕放送を実現するため、NHKは、音声認識を利用したニュース字幕制作システムを開発し、平成12年3月27日から、「ニュース7」の字幕放送を試行的に実施している。このシステムは、誤りのない字幕放送を行うため、音声認識システムの他、認識誤り修正システムも備えている<sup>4)</sup> (図-6参照)。

今後、音声認識技術のさらなる高度化が求められ、スポーツ中継や対談番組などの字幕放送への応用がデジタルデバインド解消の一手段として大きな期待を集めることになろう。

### <自動翻訳技術>

伝送技術の進歩によって、世界中の放送を家庭に配信することが可能になりつつある。しかし、ただ配信しただけで、外国語のままの番組では十分に楽しむことができない。言語の壁である。この壁を取り払うための技術手段として自動翻訳技術がある。

自動翻訳は、基本的に直訳であるため、技術文書の翻訳には適しているが文学作品の翻訳には適していない。放送ニュースにおける翻訳は、両者の中間的な位置にあり、今後の技術進歩が期待されている分野である。

自動翻訳は、翻訳元の言語と翻訳先の言語が近い関係にあるかどうかで技術としての困難性が異なる。ヨーロッパの言語間の自動翻訳と比較して、日本語と英語の間のそれは困難性が高い。

将来、あらゆる言語の番組が自動翻訳によって相互に翻訳され、世界中の誰もが楽しめる放送システムの実現が望まれることになろう。

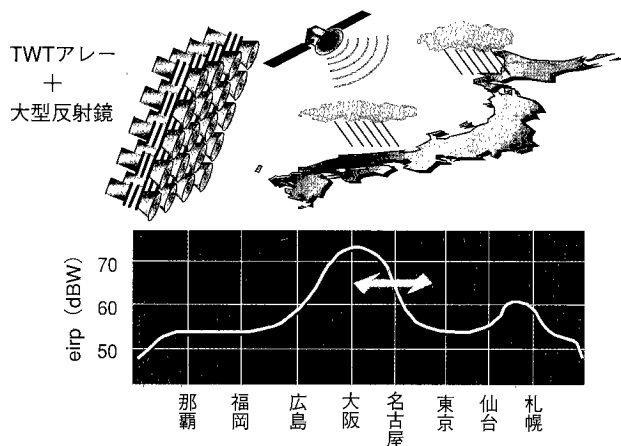


図-7 降雨減衰に強い21GHz帯衛星放送システム

### <高感度撮像技術>

カメラの心臓部である撮像デバイスは、高画質、小型などを特徴とするCCD (Charge Coupled Device) が主流となっているが、その感度については十分とはいえない。このため、報道や科学番組の制作現場からは、照明が困難な夜間緊急中継や夜行性動物の撮影などの場合でも鮮明な画像が得られる超高感度カメラを求める声が高まっている。

これに応えるため、NHK技研では、すでに、アバランシェ増倍現象（電子のなだれ増倍現象）を利用したHARP撮像管と呼ばれる超高感度で高画質な撮像管を開発している。これを実装したHARPカメラは、通常のCCDカメラの約100倍の感度を有し、月明かり程度(0.3lx)の条件でも鮮明な映像を得ることができる<sup>5)</sup>。

さらに、カメラの小型化、高感度化を図るため、このHARP光電変換膜と冷陰極アレイを組み合わせた、冷陰極HARP撮像板の開発を進めているが、このカメラを利用して、将来の放送コンテンツの充実が期待できる。

### <高密度記録技術>

デジタル放送時代には、コンテンツ需要の増大にともない、記録の大容量化がより一層求められるとともに、インタラクティブな制作や視聴形態への対応が重要になる。このためアクセス性に優れたディスク媒体への期待が高まっている。すでにビデオサーバやノンリニア編集機などでハードディスクが使われており、光ディスクも一部使われ出した。

ともに記録密度の向上が著しいが、前者は媒体の熱揺らぎ、後者は光の回折による限界である約100Gb/inch<sup>2</sup>に数年のうちに達する勢いであり、より高密度化が可能な記録方式の実現が求められている。磁気記録については従来の長手記録から垂直記録方式への転換で1Tb/inch<sup>2</sup>程度にまで密度限界の向上が見込まれている。

さらに、超高密度化を目指して、原子単位で記録を行うスピンエレクトロニクス技術による固体メモリの研究も始まっている。

### <大画面・高精細表示技術>

NHK技研では、自発光・平面型のディスプレイであるPDP (Plasma Display Panel) の研究を行ってきた。1994年に「ハイビジョン用プラズマディスプレイ共同開発協議会」をメーカーと共に設立し、さまざまな要素技術の開発を行い、1998年2月の長野オリンピックへ向けた42インチハイビジョン用PDPの開発に成功した<sup>6)</sup>。

現在では、ハイビジョンで対角50インチのものが製品化され、60インチのものが開発されている。ただし、消費電力がまだ300W程度と大きく、高価であるので、これらの解決が今後の普及の鍵を握っているといえよう。

一方、微小な冷陰極のアレイから放出される電子で蛍光体を刺激する冷陰極ディスプレイ (FED) は、PDPに比べて発光効率が格段に大きいことなどからポストPDPとして大画面・高精細ディスプレイの有力な候補として研究開発が進むであろう。

また、有機ELディスプレイについては最近、素材の高効率化やデバイス化技術の改善がなされている。今後、高効率化に大きなブレークスルーがあれば、有機ELはフレキシブルな大画面・高精細ディスプレイとして期待できる。

### <21GHz帯衛星伝送技術>

現在、衛星放送が実施されている12GHz帯に加え、2007年からは21GHz帯が使用できる。帯域幅が600MHzと広帯域である特性を生かし、高画質の放送や超高速インターネット配信をはじめとする多彩なデータ放送などが可能になる。一方で、21GHz帯の電波は12GHzに比べ降雨による電波減衰が大きいという欠点を持ち、その克服のために以下のような研究が行われている。

1つは、強い雨は集中して起こるという性質をとらえ、降雨減衰量に応じて衛星からの電波の強さを適応的に変えて強い雨が降っている地域だけに電力を集中させる衛星システムである(図-7参照)。そのため、降雨の地域分布特性、降雨減衰量とその頻度の分析や降雨減衰の分布に応じてビームを成形するフェーズドアレイアンテナのアレイ化に適した高効率増幅素子の開発などが研究課題となっている。

もう1つは、蓄積受信を前提として、放送のリアルタイム性は損なうが、インターリーブを使用し、デジタル化した放送番組を長時間に分散させて伝送することで、降雨による連続した符号誤りを受信側で平均化して誤り訂正を行う技術である。21GHz帯の衛星ではこれら2つの技術を併用したシステムが有望と考えられる<sup>7)</sup>。

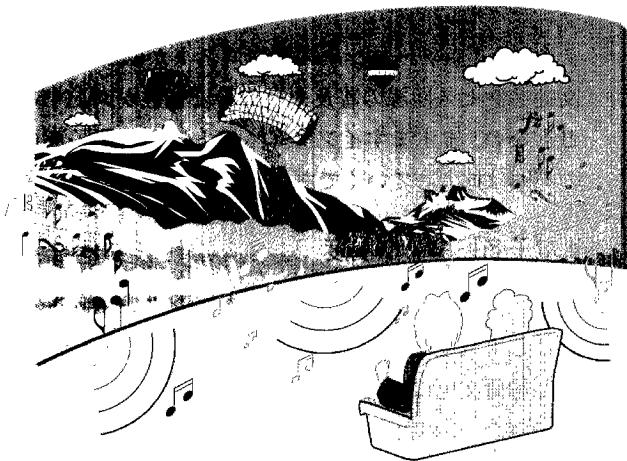


図-8 高臨場感映像・音響システム

### <コンテンツ制作技術>

デジタル放送時代には大量のコンテンツが要求される。そのため、放送局内外のネットワークやデータベースは、ギガビット級から、テラ、ペタビット級へと充実していく必要がある。こうした時代には、番組制作者一人ではとうてい扱えないくらいの情報の中から必要なものだけを取り出してくれるようなエージェント技術が非常に重要となる。

エージェント技術により、企画、立案段階ではネットワークを走り回ってテーマに沿ったトピックスを探してくれるだけでなく、これから流行しそうなモノや現象を予測して提示することができるような技術が実現するだろう。

番組の編集段階では、コンピュータ言語で記述された台本データがVロケ素材のシーンを自動的に選び出して、番組の流れが確認できる程度にエージェントが編集してくれることが期待できる。また、番組素材や完プロ<sup>6</sup>テープを、構成表や台本のデータとの関連づけを保ったまま、データベースへの登録を代行するエージェントも考えられ、これにより定型的なデータ入力作業を自動化することも期待できる。

現在、低コストで短期間にたくさんの番組を制作することを目的としたワンソースマルチユース制作手法がある。これは、1つの素材をいろいろな番組で利用する手法である。今後は1つの素材から放送番組だけでなく、インターネットや携帯端末用に自動的に番組を変換・生成するワンソースマルチアウトプット制作手法が重要なテーマとなる。

<sup>6</sup> 複数の番組素材をつなぎ合わせて作った放送用として完成したプログラム。

### <高臨場感映像・音響システム>

あたかもその場にいるような臨場感溢れる放送を目指して、超高精細画像、立体画像、3次元音響技術などの研究開発が進展することが予想される(図-8参照)。

走査線2,000本を超えるような超高精細画像の研究開発が進み、縮小や切り出しにより、ハイビジョンへ変換されて、より高度な番組の制作システムへの応用も可能となる。

立体テレビでは、現時点では2眼方式の画質が高いが、眼の疲労の問題などがあり、これらの克服をめざして研究が継続するものと思われる。また、眼鏡が不要で、同時に多くの人が見ることのできる高度なシステムの研究も進展することが予想される。

3次元音響システムとしては前方3、後方2のサラウンドステレオがDVDやデジタル放送で実用化されている。しかし、音の距離感や音の響きの忠実な再現はまだ不完全である。そのため、音場そのものを再現できる收音再生方式の研究が進展していくと考えられる。また、希望する聴取位置に応じた音場を再生できるバーチャルリアリティ技術との融合が進む可能性もある。

### さらなる夢の実現に向けて

放送を取り巻く環境と放送技術の将来における変化について概観してきた。

21世紀の放送の進展においては、本稿で述べてきたように、従来の放送技術に加え、とりわけ通信分野のネットワーク技術やコンピュータ分野の情報処理技術など放送以外の分野での技術進歩に注視する必要がある。

また、デジタル放送時代には、多メディア化・多チャンネル化が進み、コンテンツの需要が増大し、効率的で柔軟なコンテンツ制作技術の開発が一層望まれることになる。

さらに、21世紀初頭には、ハイビジョンを超える夢のテレビジョンの実現に向けて、新しい研究の芽を着実に育てることが重要な課題となるだろう。

#### 参考文献

- 1) NHK 技研R&D, No.52, pp.1-18 (1998).
- 2) NHK 技研R&D, No.56 (1999).
- 3) 放送技術, Vol.53, No.8, pp.59-70 (2000).
- 4) 信学技報SP2000-102, pp.43-48 (2000).
- 5) IEEE Trans., Broadcasting, Vol.42, No.3, pp.251-258 (1996).
- 6) 映情学誌, Vol.54, No.2, pp.301-309 (2000).
- 7) NHK 技研R&D, No.60, pp.4-7 (2000).

(平成13年1月11日受付)

1999年4月号から続いてきた「放送と情報処理」の連載は今回が最終回となります。

長い間ご愛読ありがとうございました。

(本連載エディタ/江原暉将, 浦谷則好, 金 淵培)

