

MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.74 No.10

特集「最新のデジタル放送システム」

2000 10



Web

Multiple Channel

Transmitter



HDTV



目次

特集「最新のデジタル放送システム」

BSデジタル放送開始に向けて	1
山田 宰	
デジタル放送の動向と当社の取組	2
上杉 豪・山口哲成・村上篤道	
地上波送出システム	8
中澤宣彦・芦田 泰・篠原 潔・伊藤浩朗・今井邦一	
コーデック・多重化システム	12
松室昌宏・丹野興一・柴田邦夫	
電子番組ガイドシステム	16
吉沢健一・泉 丙完	
データ放送	20
福地雄史・虻川雅浩・厚井裕司	
SNG用HDTV新型車載局	24
奥村敬二・福島知朗・尾崎 裕・猪股英樹	
放送用情報処理システム	29
小泉裕一・坂田賢志・藤原重之	
デジタル放送用送信機	33
水川繁光・安永敏郎	
デジタル放送用SFN中継放送機	37
長野順一・三木正道・生岩量久・竹内安弘	
デジタル放送用アンテナ制御形キャンセラ	41
米澤ルミ子・千葉 勇・生岩量久・竹内安弘	
SFN中継機用ベースバンド処理型回り込みキャンセラ技術	45
山崎健一郎・石津文雄・三宅 真・竹内安弘・生岩量久	
地上波デジタル放送用受信機	49
上田幸治・中山裕之・横山幸雄	
BSデジタル放送用受信機	53
厚井裕司・菅 隆志・泉 丙完	

特許と新案

「画像符号化伝送装置動作試験方式」「車両用推奨経路自動変更提示装置」	57
「荷電粒子装置用偏向電磁石」	58

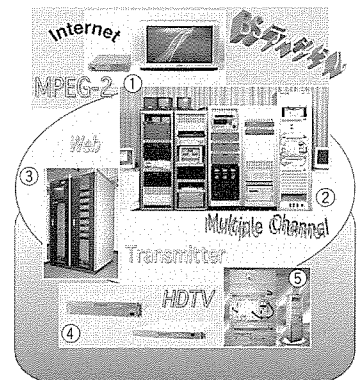
スポットライト

地上波デジタル放送1kW送信機	(表3)
-----------------	------

表紙

デジタル放送システムと機器

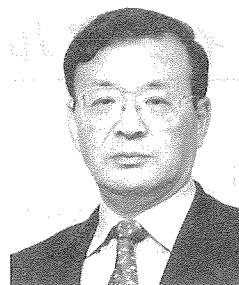
デジタル放送が間もなく開始される。デジタル化によって放送と通信の垣根が一層低くなり、融合が加速されていくと同時に情報の流通がますます盛んに行なわれていく。三菱電機では、デジタル化のキー技術であるMPEG-2のコーデックを始めとしたデジタル機器、送出されたデジタル画像品質の評価装置及びデジタル放送用送信機や中継機などの製品群とそれを利用したシステムの開発に精力的に取り組んでいる。表紙では、デジタル放送機器とシステムの一部として、受信機(①)、送出システム(②)、送信機(③)、HDTVコーデック(④)、中継機(⑤)を紹介している。



BSデジタル放送開始に向けて

日本放送協会
放送技術研究所
所長 工学博士

山田 宰



21世紀はIT (Information Technology) 革命の時代になると言われている。IT革命の基本要素はインターネットと情報家電であろう。放送のデジタル化は、21世紀の新たな情報家電技術の構築に大きな役割を果たすことが期待されている。

BS (Broadcasting Satellite) デジタル放送がこの12月から始まる。地上デジタルTV放送については、2003年開始を目標に、郵政省、NHK、民放、メーカー等の関係機関が準備を進めている。また、2001年末には地上デジタル音声放送の実用化試験放送が始まる予定である。

各国で使用できる衛星放送用の周波数は、国際会議の場で周波数の調整がなされ、使用する周波数が割り当てられている。1977年のWARC'77で8chの衛星周波数が日本に割り当てられ、先ごろイスタンブールで開催されたWRC'2000では、更に4chの追加が承認された。現在、そのうちの4chを使用して'89年からアナログの衛星放送が実施されており、受信機は1,400万台以上普及している。

衛星放送のデジタル化に関しては、これまで国内で多くの議論がなされてきた。'92年当時、'97年に打ち上げる予定だった残り4chを使用した衛星放送についての議論が郵政省で行われたが、デジタル化は時期尚早との結論で、'97年の打ち上げは延ばされた。ただし、'96年にPerfecTVがCS (Communication Satellite) を使ったヨーロッパ方式DVB-Sによる多チャンネル標準TVのデジタル放送のサービスを開始している。

その後のデジタル放送技術の進展には目を見張るものがある。衛星の伝送方式では、ハイビジョンを伝送するための多値変調と降雨対策用の階層伝送などの新しい技術が実用化になった。また、HDTVと音声信号の圧縮技術の進展によってMPEG-2の技術が成熟の域に達した。その結果、1中継器で2番組のハイビジョンと音声やデータのサービスが可能になった。これらの技術は、当初、予定の'97年の時点では到底不可能であった。我が国の2000年のハイビジョンを中心としたBSデジタル放送の開始は、遅すぎず、早すぎず、ちょうど良いタイミングのように思える。

デジタル放送の国際規格は、ITU-Rの場で審議がなされてきた。世界統一規格がITU本来の理想であるが、必ずしもその理想どおりにはっていない。自国の方式が採用されると経済的に優位になれる、技術進歩が早い、各国のサービス実施時期が異なる、放送自身が通信に比べるとローカル的である等から、ITU-Rでは、日米欧3極の対立構造の下でデジタル放送の審議が行われてきた。したがって、現在では、衛星、地上、ケーブルともそれぞれ複数の方式が国際的に認められている。

放送システムは、人の生活そのものにかかわる重要な社会システムの一つである。受信者、放送局、メーカー3者のメリットがあいまって初めて全国的な普及につながる。12月1日のBSデジタル放送開始に向けて、放送局サイドは、NHK、民放間で相互に調整をとり、ハイビジョンの素晴らしさと、これまでの放送にはない便利で、使いやすいデータ放送サービスの実現に向けて準備を進めているところである。今年4月末から5月始めにかけてのゴールデンウィーク期間中に、渋谷のNHK放送センターにおいて、民放、メーカー各社の協力を得て、BSデジタルフェアを開催し、BSデジタル放送のPRを大々的に実施した。20万人以上の来訪者があった。また、7月の沖縄サミットでは、我が国のBSと地上デジタル放送の技術を世界の首脳と記者団にPRした。9月には、いよいよシドニーオリンピックのハイビジョン試験放送が始まり、受信機も本格的に店頭に出てくるであろう。

地上デジタル放送については、日米欧3方式の比較実験が今年の初めにブラジルで実施された。その結果として、ブラジルは、日本方式のISDB-Tが技術的には最も優れていることを種々の国際会議に発表している。ブラジルがISDB-Tを採用するかどうかの争点は、日本からの受信用LSIが通常の価格で2002年初頭までに供給可能か否かに絞られてきている。

衛星でのデジタルハイビジョンは、日本が世界で最初にサービスを開始することになる。メーカー側の努力によって安い受信機とアダプタであるSTB (Set Top Box) が一日も早く市場に出ることを切に望む次第である。

デジタル放送の動向と当社の取組

上杉 豪*
山口哲成**
村上篤道***

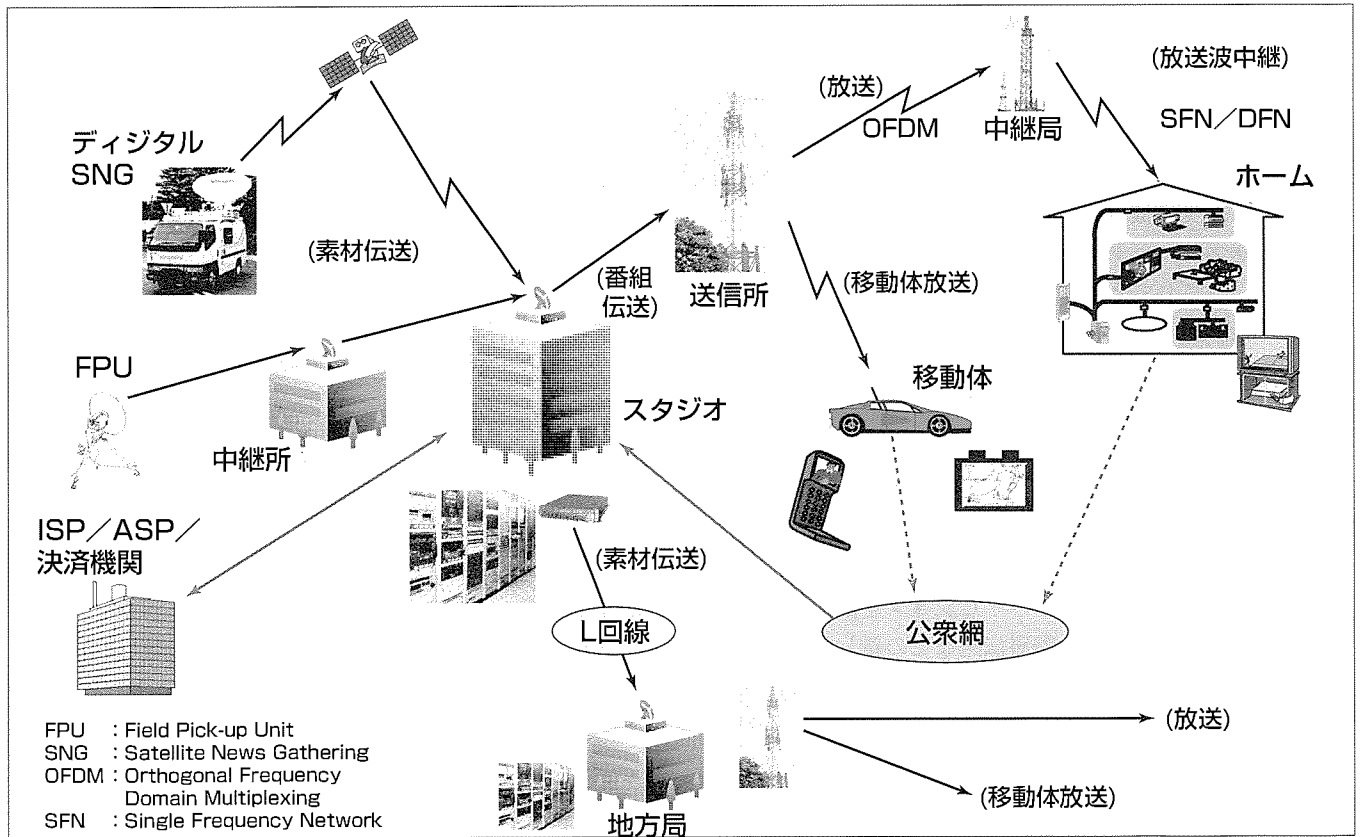
要旨

高精細(デジタルハイビジョン)、多チャンネル、データ放送を特長とするデジタル放送が始まりつつある。BSデジタル放送は、実験放送段階を終え、9月からは試験放送に移行した。9月15日からのシドニーオリンピックでは、日本選手活躍の場面がハイビジョン映像として中継された。三菱電機は、デジタル映像伝送の揺らん(籃)期から画像符号化技術の開発に注力し、世界をリードしてきた。その最先端の技術により、シドニーオリンピックのハイビジョン映像中継に寄与貢献した。

2003年から始まる地上デジタル放送に対しては、通信・放送機構の地上波デジタル放送実験施設の各種実験で技術蓄積をしてきた。その結果を反映し、業務管理システ

ム、送出系システム、送信系システムなどの送り出し側から家庭向けのデジタル放送用受信機や受像機等までの開発に取り組んできた。地上デジタル放送では、OFDM変調方式のSFNによる周波数有効利用の利点を生かすため、中継局の送信アンテナからの放送波が受信アンテナ側に回り込まない技術も開発した。

今後、デジタル化の進展により、ホームサーバでの記録・検索、インターネットとの連携による電子商取引、MPEG-4利用データ放送、MPEG-7利用検索・要約など様々な便利な機能やサービスが実現され、さらに、カーナビや携帯電話との組合せも出現するであろう。これらの製品とシステムの開発に積極的に取り組んでいく。



地上波デジタル放送システム

地上波デジタル放送システムにおける当社の事業化範ちゅう(囀)を示す。デジタルSNG・FPU・L回線による素材伝送システム、スタジオにおける送出システム、送信所・中継局で構成される送信系システム、家庭内及び移動体を対象とした受信機/受像機システム、さらには地上波デジタル放送システムをプラットフォームとする双方向サービスシステムである。

1. ま え が き

ラジオ放送が1925年に開始されて以来75年が経過し、'53年に登場したテレビ放送は、カラー化という一大転機を経て国民生活に広く浸透し、我が国の文化の発展と経済の活性化に大きく貢献してきた。

放送のデジタル化は、'94年米国での衛星デジタル放送開始を皮切りに、'98年9月英国、11月米国の地上デジタル放送が開始され、我が国においても'96年にCS放送によるデジタル放送が開始された。

このような経緯を経て、本年12月にはBSデジタル放送が開始され、2001年秋の東経110°CS放送、2003年の地上波デジタル放送開始を控え、本格的なデジタル放送の幕開けを迎えようとしている。

デジタル放送の産業界・経済界に及ぼす経済波及効果は計り知れないものがあり、また、21世紀における高度情報通信社会の基盤として大いなる発展が期待されている。

このような社会環境の変化にあって、三菱電機においても、放送のデジタル化を一大事業契機ととらえ、取組体制を強化するとともに、総合電機メーカーとしての強みを生かした戦略的な事業展開を推進中である。

2. デジタル放送の動向と当社の事業展開

2000年12月にBSデジタル放送が、2003年には東名阪主要都市で地上波デジタル放送が開始されようとしている。郵政省は、放送のデジタル化により、10年間で212兆円の経済効果と、711万人の雇用貢献、2010年には35兆円の放送関連市場が創出できると試算している(図1)。

放送のデジタル化が関連産業に及ぼす貢献はテレビ放送のカラー化の比ではなく、送信設備や受信機のみならず、デジタル放送の特長である高画質化・多チャンネル化・双方向化によって、インターネット関連ビジネス、コンテンツサービス事業や新たな通信サービス事業と密接に関連した通信・放送融合の新事業を創出する。

図2に示すように、BSデジタル放送は、九州・沖縄サミット実験放送やシドニーオリンピック中継を経て、2000年12月に本放送が開始される。'96年からサービスが行われているCS放送も2001年秋に新110°衛星による新サービス開始の予定であり、放送事業者や関係企業は、これらをビジネスチャンスとしてとらえた新たな事業展開を図ろうとしている。

一方、CATV事業者も、インターネットサービスとともに、衛星デジタル放送開始をにらんだサービスのデ

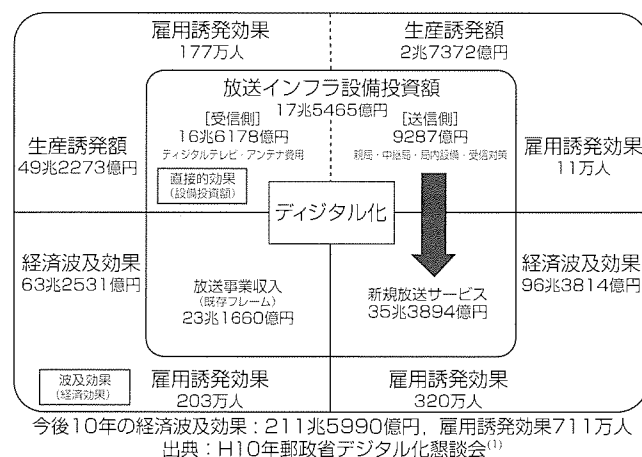


図1. 地上デジタル放送による経済波及効果

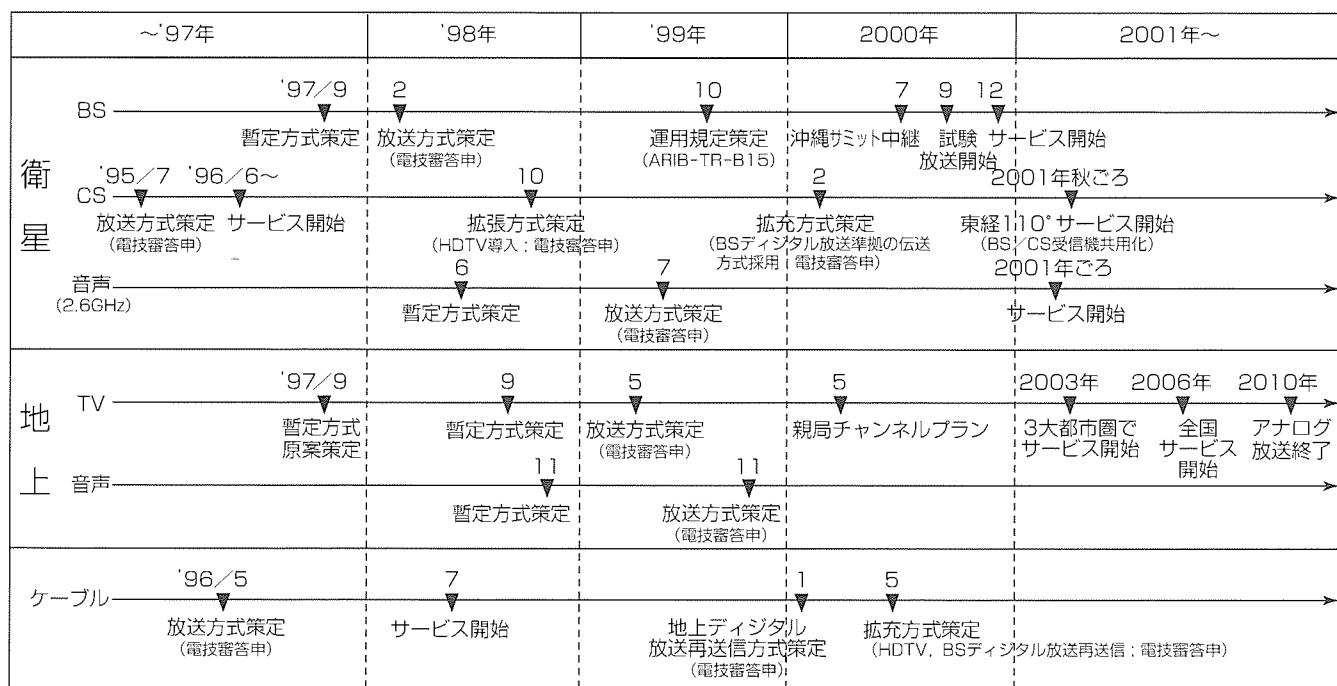


図2. 衛星放送/地上波放送/CATVのデジタル化スケジュール

デジタル化を計画中である。

地上波デジタル放送は2000年に親局チャンネルプランが決まり、放送事業者は、2006年の全国サービス開始に向け、国内10か所に設置された通信・放送機構(TAO)地上波デジタル放送実験施設等を利用して、衛星デジタル放送やインターネットサービスとの差別化を生き残りを掛けて模索中である。

これらの市場動向を背景に、三菱電機では、通信システム事業本部を中心に、開発本部の協力を得てデジタル放送事業を推進している。従来、当社の放送事業は、デジタルSNG(Satellite News Gathering)、テレビ中継機(TVサテ)等にとどまってきたが、デジタル化を契機に、システム事業に事業化範囲を拡大する。その第1段階として、'98年度、'99年度に高松・岡山地区及び信越地区の通信・放送機構地上波デジタル放送実験施設のプライム受注を果たし、事業者のデジタル放送実験に協力させていたが、放送システム運用技術の確立に努めている。

当社の目指す事業範疇は、図3に示すように、コンテンツ収集としての素材伝送システム、業務管理システムであるEDPS(Electronic Data Processing System)、プログラム送出を取り扱う送出系システム、送信機等の送信系システムで構成されるプログラムの送り出し側システムと、その送り出し側システムと密接に結び付き利用者に有効なサービスを享受する受信機/受像機を範疇とする。

さらに、これらプラットフォームを活用し、デジタル放送の特長、特に双方向性を生かした新サービス事業(図4)を放送事業者とともに検討して提案し、事業拡大につなげていく所存である。

3. デジタル放送システムの開発と製品化

当社は、2003年東名阪、2006年全国放送サービス開始をにらんで、かつ衛星、有線及び無線の伝達メディアによるデジタルテレビジョン中継プラットフォーム整備をも視野に、放送事業者の放送業務にかかわる運用要件、市場要求への合致を大前提に、圧縮符号化技術、有線・無線伝送技術、情報処理技術など当社先端技術を核に、高信頼性、簡便な保守性及びコストパフォーマンスのあるデジタル放送機器とシステムソリューションを提供していく。

'98年度、'99年度に、放送システムのキーコンポーネントである放送用エンコーダ(MH-1200E)、プログラム多重化装置(TM-1200T)、デジタル放送受信機(SR-6100)を通信・放送機構の地上デジタル放送共同利用施設に納入した。高画質・低遅延を特長とした素材伝送用途のコーデック開発も進めている。また、EDPSシステム、SNGシステム、アナログTV中継機は、既に放送事業者に採用され、実運用に使用されている。

放送のデジタル化という大きな技術変革に対応するために、システム運用規格条件、システム技術要件を踏まえ

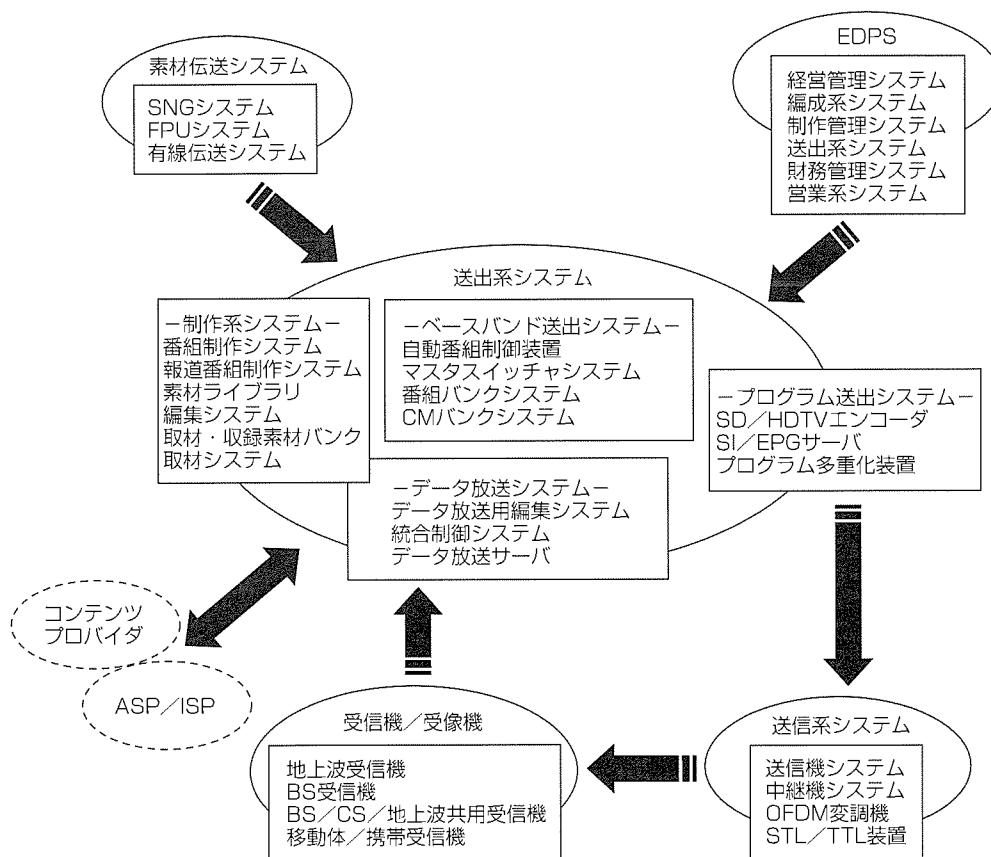


図3. 事業化の範疇

た当社デジタル放送システム(図5)の開発を進める。

素材伝送システムでは、①HDTV/SDTV対応可能な小型化、省電力化、運用までの時間短縮を図ったSNGシステム、②HDTV化、回線需要の増加に対応し、デジタル伝送方式の採用で小型化・高品質化・高効率化を実現したFPU(Field Pickup Unit)システム、③キー局とローカル局間でHDTV、SDTV、番組伝送制御信号等を含めた番組素材を広帯域デジタルネットワーク網を介して圧縮伝送する有線伝送システムを実現するシステムソリューションを提供する。

放送業務管理のEDPSでは、放送事業者の経営形態の変わり(貌)に対応し、多チャンネル化による番組制作コストの最適化、オンエア送出系の自動化、コンテンツ流通に則

した著作権管理などを踏まえ、編成系、販売系、CM素材系、送出系の放送業務全体を一元管理するオープンな統合情報システムソリューションを提供する。

送出システムでは、放送事業者の投資効率を最優先に考え、HDTV、多チャンネルSDTV及びデータ放送など多様な放送サービスの普及状況、部分的なデジタル設備導入を含め段階的な導入を考慮したコンセプトに基づくソリューションを提供する。システム運用仕様を実現するために、番組編成情報、階層情報及びSPG/SI情報、時刻情報などに基づき、送出システム内の各コンポーネントを制御するDS(Digital System)マネージャー、まだら編成放送に対応した完全シームレス切換えを実現するHyper MUXシステム、RAID5を採用したクラスタ構成によって高信頼化・

大容量化を図れるCM/番組バンクなどにより、送出システムソリューションを提供する。さらに、高圧縮可能な符号化アルゴリズム技術を確立し、データ放送帯域の拡大、SFN(Single Frequency Network)に必要なガードインタバルの確保を可能とし、地上デジタル放送における新サービスの普及促進に努める所存である。

送信システムでは、多段中継に対応する高C/N、小型化を図った1kW級地上波デジタルテレビ放送機(DMT-6000)、フィードフォワードひずみ補償方式を採用しSFNにおける多段中継を可能とする回り込み除去機能を備えた中継放送機(DMST-3000)により、経済的な送信システムを提供する。また、放送番組の中継回

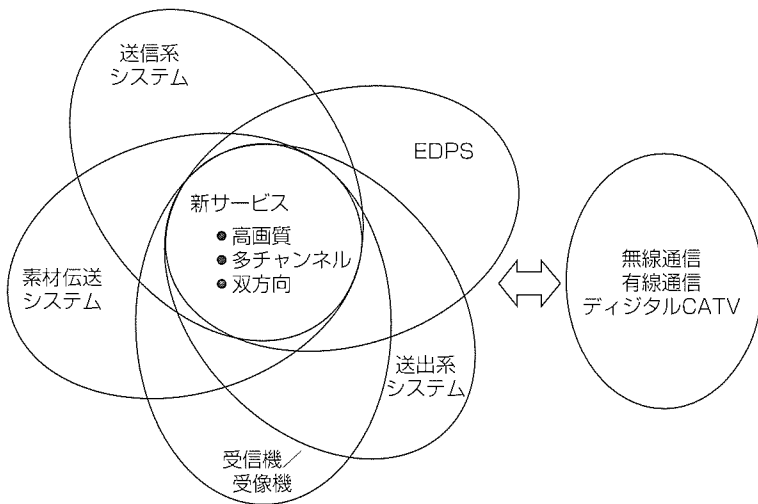


図4. 事業化の取組

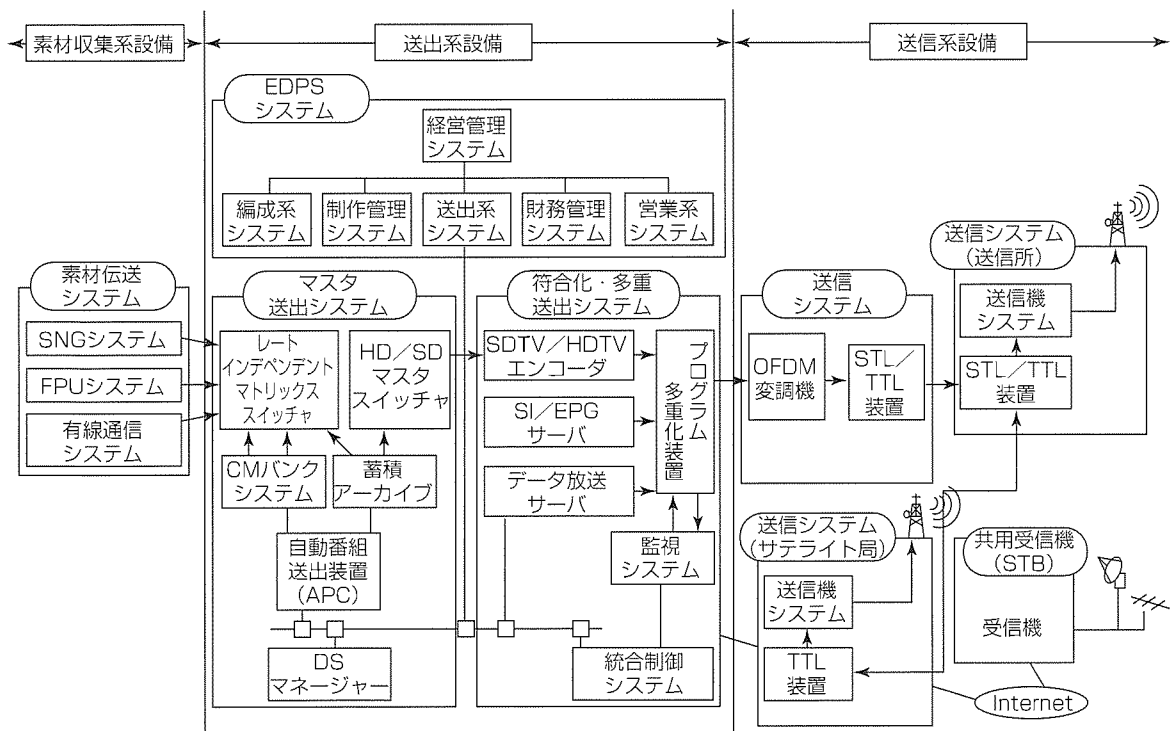


図5. デジタル放送システム

線STL (Studio to Transmitter Link)及びTTL(Transmitter to Transmitter Link)の無線伝送については、地上デジタル放送システムの要求条件に含まれるインタオペラビリティとの整合性をとったソリューションを提供している。

受信機については、BS/CS/地上波共用の受信機を提供し、さらに地上デジタル放送における移動受信サービスをも視野に入れ、携帯TV端末へ発展させ、放送における新サービスの普及促進に努める所存である。

4. 新しいサービスに向けた研究課題

放送のデジタル化は、高品質なデジタルコンテンツを各家庭に配信するだけでなく、通信回線や蓄積メディアとの組合せによって新たなマルチメディア放送サービスを創造する機会を我々にもたらす。ここでは、新たな放送サービス実現に向けた研究課題について述べる。

ハードディスク装置(HDD)の大容量化・低価格化を背景にして、HDDを内蔵した受信機やホームサーバの開発が進められている。ホームサーバは、家庭内における大容量データ蓄積及びデータサーバ機能を実現し、デジタル放送番組の収録、ランダムアクセス(再生)、検索ナビゲーション機能を提供する。さらに、映画や音楽、ゲームソフト配信などのデジタルコンテンツ流通を促進するほか、インターネットアクセスとの組み合わせにより、デジタル放送番組に埋め込まれたリンク情報からWWWコンテンツを取得し、番組と連動して表示する電子カタログや電子ちらしといったB to C(Business to Consumer)の電子商取引サービスを可能にする。このようなサービスの実現に向けては、HDDへの蓄積制御、コピーガードによる複製防止機構、課金や電子商取引のための個人認証、セキュリティや顧客管理などの解決すべき課題がある。DAVIC(Digital Audio-Visual Council)の後継団体として'99年7月に発足したTV Anytime Forumでは、HDD内蔵受信機の国際的な業界標準を2001年4月に策定するため上記のような課題解決に向けた作業を進めている。一方、国内では、電波産業会サーバ型放送方式作業班において、大容量蓄積メディアを備えた受信機を想定した次世代デジタル放送方式の仕様策定に向けて精力的な活動をしている。当社もこうした標準化に参画しており、放送・通信・蓄積系の各種技術を融合した新サービス実現に向けて積極的な活動を行っている。

放送番組の本体はMPEG-2で符号化されたストリームであるが、放送波の空き帯域を活用するデータ放送回線では、より低い符号量で圧縮されたMPEG-4ストリームを利用することが可能である。データ放送のコンテンツでは、番組と連動した情報として解説映像やダイジェスト、被写体のより詳細な情報・番組に登場する物品のショッピング

情報などのサービスが想定される。番組と独立した内容では、ニュース配信、電子番組ガイド、ビデオクリップ配信、ショッピングなども期待される。

MPEG-4では、画面をそのまま符号化するだけでなく、複数の被写体や背景、画面上にオーバーレイされたグラフィックスやロゴなどのオブジェクトを単位とした符号化を行う機能も規格化されている。こうしたストリームを扱うには、復号側にある程度の演算能力が必要になるが、各オブジェクトをインタラクティブに操作したり、取捨選択するような新しい番組を制作することが可能になる。

MPEG-4にはJava^(注1)を利用する機能があり、MPEG-Jと呼ばれている。この機能を利用すると、MPEG-4デコーダで復号されるメディアを用いたJavaアプリケーションを構築することができる。例えば、オブジェクトやメディアをインタラクティブに操作するゲームやショッピングなどのアプリケーションが実現可能となる。受信機がJava VM(Virtual Machine)を具えている場合、VMはアプリケーションエンジンとして、MPEG-4デコーダはプレゼンテーションエンジンとして動作する。

既にMPEG-4ストリームを現行のMPEG-2ストリームに多重化する方式もMPEG-2の追加標準として規格化されている。また、MPEG-4は、放送だけでなくインターネット上のビデオフォーマットとしても普及が期待されるため、放送用コンテンツとインターネット上のコンテンツとが連携したアプリケーションも想定される。MPEG-4によるこうした多彩な機能を実現するには、受信機に搭載されたプロセッサを活用するソフトウェアの開発が中心となる。

デジタル放送の提供するコンテンツ、オンラインや双方向サービスで利用可能なライブラリが膨大になるにつれ、これらを効率良く検索したり要約する技術が必要になる。このための国際標準としてMPEG-7の規格化活動が進行中である。MPEG-7は、コンテンツやシーン、オブジェクトの特長を表し、特長を用いて検索や分類を行うための規格である。例えば、あるコンテンツやシーンを見たいのだが、適切なキーワードやインデックスもなく、おぼろげな記憶やイメージがあるとしよう。MPEG-7では、色や形、動き、ユーザーの入力する画面構成などからシーンを探し出すための特徴記述子を定義している。また、ある音楽を探したい場合に、曲名や歌手の名を知らなくても、メロディを憶えていれば、一部のフレーズを入力することによって該当曲を探し出すという技術も検討されている。こうしたメディアの特徴記述とキーワードを組み合わせることにより、多くのチャンネルや大容量のストレージ、ライブラリから所望のコンテンツを検索することが可能になる。

また、検索を行う特定のキーもない長大なコンテンツ

(注1) "Java" は、米国Sun Microsystems, Inc.の商標である。

をざっと閲覧したい場合では、高速再生が不十分又は利用可能でない場合、コンテンツを要約したものがあれば効率の良い閲覧が可能である。例えば、コンテンツがどのようなシーンに分かれているか、各々のシーンはどのような内容を含んでいるかを一覧できるものがあれば便利である。MPEG-7では要約のレベルを表現するための記述子やコンテンツを自動的に要約するための技術を検討している。MPEG-7は2001年9月に国際標準を定める予定である。現在、MPEG-7の特徴情報を現行のMPEG-2ストリームに多重化する方式が検討されている。特徴の記述法が国際的な規格となることにより、海外のコンテンツに対しても同様に検索を行うことが可能になる。

HDD内蔵受信機では、こうした検索や要約の機能がユーザーフレンドリなインターフェースで提供されることが期待される。以上の機能の実現にも、受信機に搭載されたプロセッサの活用が中心となる。また、MPEG-4/7共に、新技術を活用したコンテンツの制作とサービスの提供を行うためのツールが整備されることが前提となる。

地上デジタル放送システムについては、ローカル局のデジタル化に向けてキー局から配信される番組のCMの差し替えや番組間切換えをMPEG-2ストリーム間で行うスプライサが必要とされている。スプライサ開発においては、いかに映像・音声を途切れることなくシームレスに符号化ストリーム上でつなぎあわせることができるかが課題

であり、切換え点での符号化方式も含めた検討が必要となる。また、SFNや移動受信に必要なガードインタバルの確保や、データ放送で使用できる帯域を拡大するためには、HDTVの符号化効率を飛躍的に高める高圧縮技術の開発が急がれる。さらに、地上デジタル放送の移動受信に関しては、カーナビゲーションと連動した車載端末やIMT-2000携帯電話機能と組み合わせた携帯テレビ端末の実現に向けたLSI化が課題である。

5. む す び

以上、デジタル放送の動向と三菱電機の出組について述べた。まえがきにも述べたとおり、デジタル放送は21世紀における高度情報通信社会の基盤であり、そこから派生する新規事業は計り知れず、その事業形態は産業構造の革新をもたらすほどの発展性を秘めている。

21世紀のパラダイムシフトを見据え、当社が21世紀を生き抜き、勝ち残るためには、デジタル放送事業の成功がかぎ(鍵)であると確信している。

参 考 文 献

- (1) 地上デジタル放送懇談会：地上デジタル放送懇談会報告書～新デジタル地上放送システムの形成～(1998-10)

地上波送出システム

中澤宣彦* 伊藤浩朗*
 芦田 泰* 今井邦一**
 篠原 潔*

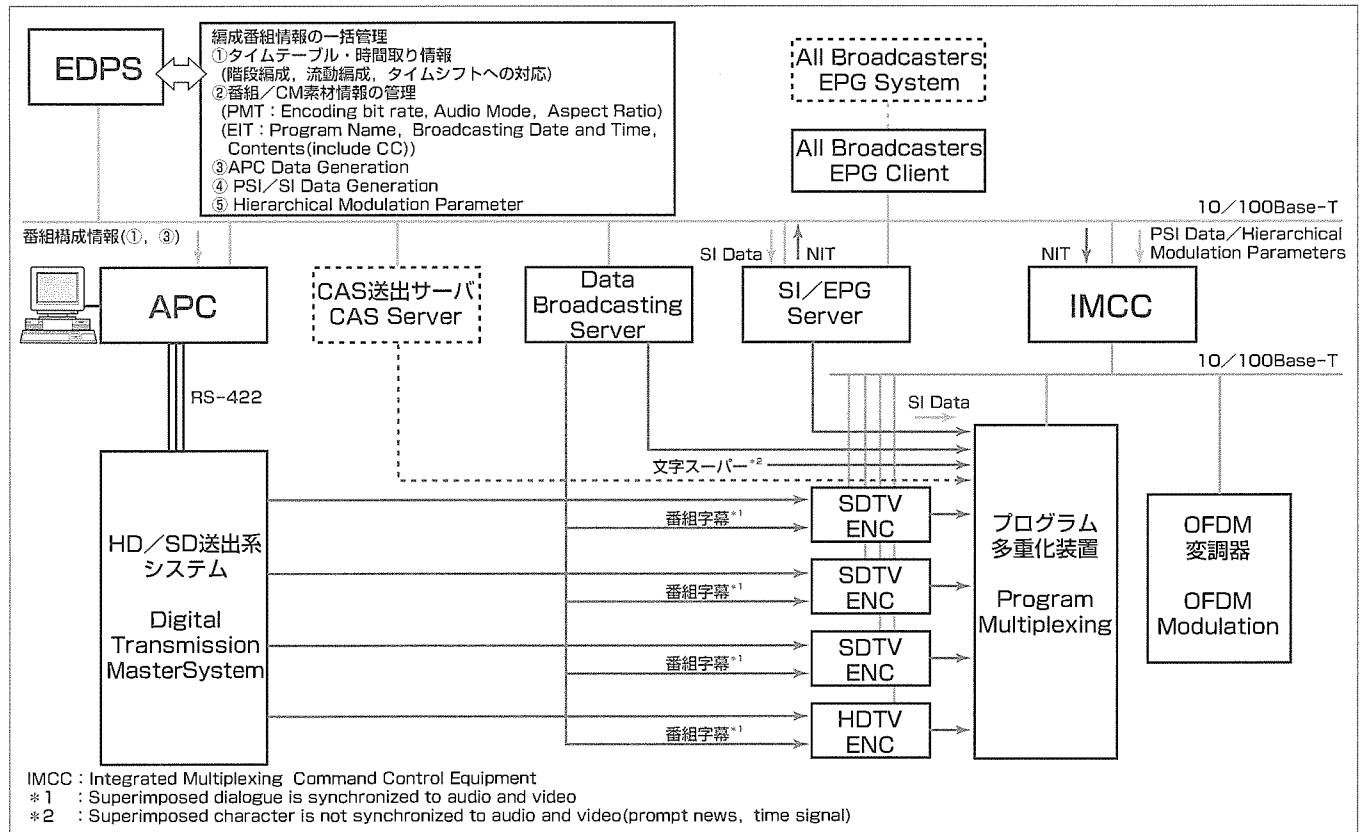
要 旨

2000年12月からBSデジタル放送が開始されるが、地上波デジタル放送では、通信・放送機構(TAO)の共同利用施設で、2003年度末の東名阪から本格放送開始に向け、様々な機能・性能に対する実証試験が展開されている。

三菱電機は、送出系、送信系、受信機に至るトータルシステムに加え、新サービスの実現に向けた製品とシステム開発を行っている。圧縮符号化技術、メディア多重化伝送技術、無線・有線伝送技術、情報処理など多くの先端技術を結集したデジタル放送モデルステーション上で総合的な検証を実施してきており、通信・放送機構(TAO)の地上デジタル放送設備の岡山・高松地区、信越地区を受注し、送出系システムを納入した。そのテストフィールドでシステム運用に対応した機器及びシステムレベルでの機能・性能検証を実施し、送出システムにおける運用上の課題、技

術課題の解決に向け、更に将来必ず(須)の技術を開発し、多チャンネル化による放送業務の効率化、放送サービスの高度化、拡張性を備えた段階的な整備を実現する放送プラットフォームとして最適な送出システムを目指している。

送出システムは、デジタルマスタ系、符号化・多重系、EPG(Electronic Program Guide)系、データ放送系、統合制御系の各サブシステムからなるブロック構造を採用し、番組編成計画、オンエア送出制御、CM番組素材計画など上位EDPS(Electronic Data Processing System)システムとの親和性、高信頼性、簡便な運用を実現した地上波送出システムを提供し、高画質・多チャンネル放送、データ放送を含め、今後のデジタル放送の新サービスに対応した最適なソリューションを提供していく。



地上波送出システム

送出システムは、情報系の上位システムとの親和性、まだら編成に基づき映像・音声符号化情報と階層変調に対応した統合的な制御を可能とし、本線系では、上位システムと連動動作し、高画質化・高音質化を実現するとともに、多チャンネル、データ放送、EPGなどサービスの高度化に柔軟に対応した最適なシステム構成を提供する。

1. ま え が き

2000年12月からBSデジタル放送が開始されるが、2003年度末を目処に本放送が開始される地上波デジタル放送では、全国11か所における地上波デジタル放送共同利用施設で、デジタル化実現に向けて課題解決のための様々な実証実験が実施されている。三菱電機は、デジタル放送モデルステーションを構築⁽¹⁾するとともに、岡山・高松、信越地区をプライム受注し、システムの機能・性能検証を実施している。

本稿では、多チャンネル、放送サービスの高度化に対応できる地上波送出システムソリューションを紹介する。

2. 地上波送出システムのコンセプト

放送事業者の投資効率を最優先に考え、HDTV、多チャンネルSDTV及びデータ放送など、多様な放送サービスの普及状況、部分的なデジタル設備導入を含め段階的な導入を考慮した送出システムソリューションを提供することを第一に考えている。図1に送出システムの機能系統図を示す。

システム仕様の面では、BSデジタル放送運用規定⁽²⁾を十分に考慮するとともに、多様な放送サービスに対応できるよう、番組及びCM素材、番組編成情報、階層情報パラメータ及びEPG情報などを一元管理する上位システムとの親和性を確保し、送出システム内の各ブロックの時刻情報

による実時間制御を可能とし、まだら編成放送に対応した完全シームレス切換えを実現する。

また、高信頼化を図るために、システムは冗長構成とするとともに、ディスク処理を行うコンポーネントについてはホットスワップ可能なRAID構成と二重化電源によって障害発生時にも連続運転可能な構成を採用している。

さらに、ディスクの大容量化、装置増設などに柔軟に対応できる拡張性を持っている。

そして、将来の新技术を最適かつ円滑に導入できるようなコンセプトとしている。

3. 地上デジタル送出システムの概要

3.1 デジタルマスタシステム

デジタルマスタシステムは、ネット回線、中継回線、スタジオサブ、カートマシン、VA、CMバンクからの入力信号をFS同期後分配する入力系設備、大規模な入出力を備えたワイドバンドなルーティングスイッチャ、マルチチャンネル対応なマスタスイッチャを採用している。ルーティングスイッチャは、MPEG、SDTV/HDTVビデオフォーマットに対応可能で1.5Gbpsまで処理可能である。マスタスイッチャは、16のオンエアチャンネルを制御し、一つのマスタコントロールシステムからSDTV/HDTVチャンネルを制御可能としている。自動送出制御装置(APC)は、これら広範囲で多機種のデバイスを上位システム(EDPS)からのオンエア送出制御情報によって制御でき、

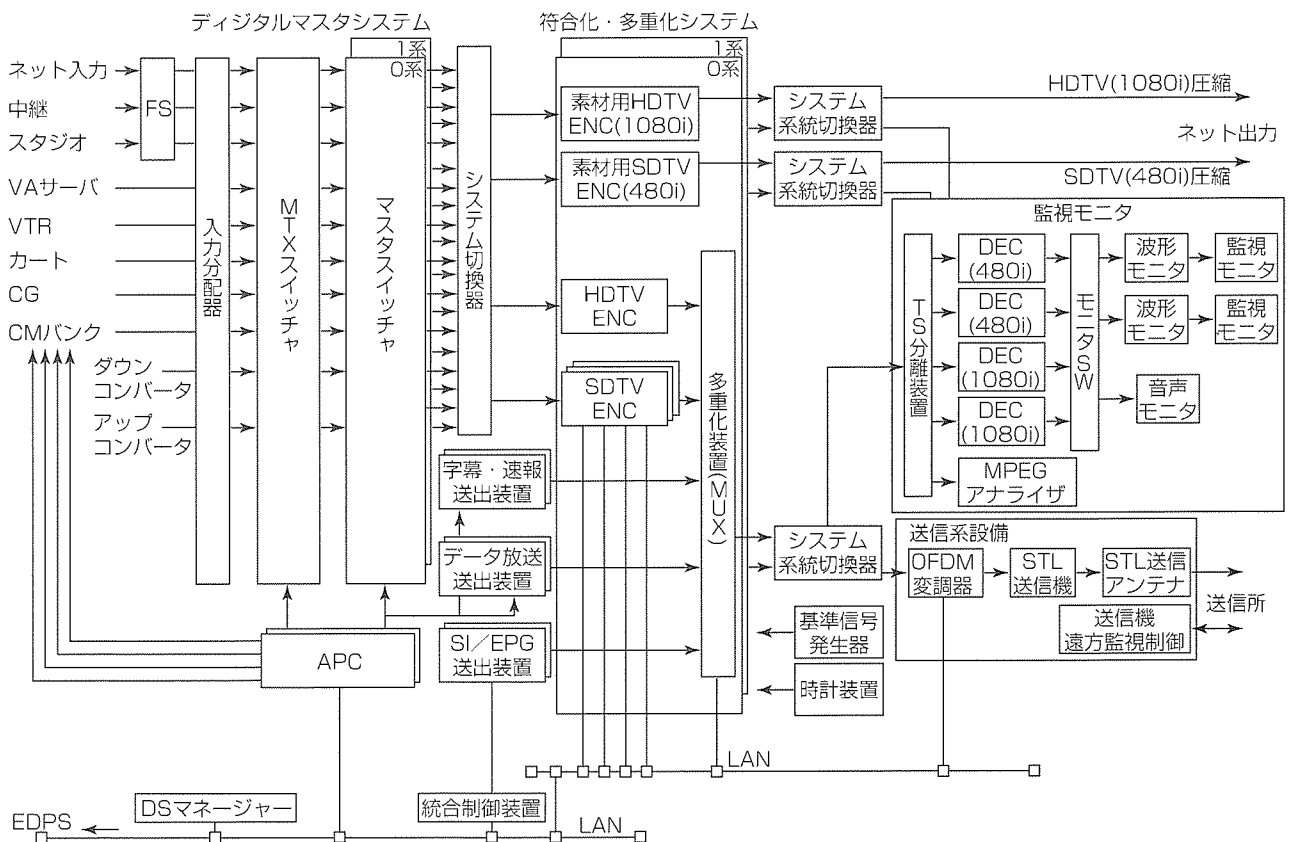


図1. 送出システムの機能系統図

放送業務の自動化・効率化を実現し、段階的な規模変更に対応できる高信頼性を持っている。

DS(Digital System)マネージャーは、デジタル放送サービスに対応した情報生成・制御を行うもので、EDPSで入力された放送番組情報などをftpによって受信する。DSマネージャーでは、イベント情報(タイムテーブル、時間取り情報(階段編成、流動編成、タイムシフト))、放送番組情報(番組名、アスペクト比、映像・音声符号化レート、音声モードなど)を編集し、入力されたイベント情報及び放送番組情報からPSI(Program Specification Information)/SI(Service Information)データを生成し、階層パラメータ情報を設定し、各コンポーネントを制御する。

3.2 符号化・多重システム

符号化・多重システム⁽³⁾は、マルチフォーマット対応のエンコーダ装置群と、マルチチャンネル、EPG、データ放送、速報ニュースのような映像と非同期な文字スーパー(非同期型PES形式)などを効率的かつ動的に多重化するプログラム多重化装置、上位システム(DSマネージャー)からの番組編成情報、アスペクト比、音声モードPSI/SI、階層変調パラメータなど運用モード情報を各同期信号及び時刻情報に従って実時間管理⁽⁴⁾して符号化・多重システムを制御する統合制御装置からなり、冗長構成が可能な構成を採用している。図2に送出システムの外観を示す。

符号化・多重システムは、放送サービスにおける画質・音質を左右し、EPG、データ放送など高度な放送サービスの質を決定する重要なブロックである。システム運用面からは、更なる高圧縮可能な符号化アルゴリズム技術確立して高画質化を実現し、図3に示すデータ放送帯域の拡大、SFN(Single Frequency Network)に必要なガードインターバルの確保を可能とし、地上デジタル放送における新サービスの普及促進を目指している。

3.3 EPG送出サーバ

EPG送出装置は、EDPSからEPG/SI作成に必要な情報

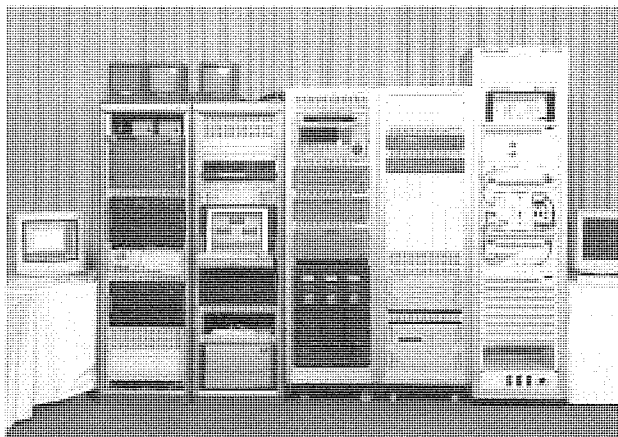


図2. 送出システムの外観

を情報系ネットワーク経由で受信し、ARIB(Association of Radio Industries and Businesses)で規定されるEPG/SIセクション形式へ変換し、MPEG2-TSパケット化し、スケジュール管理及び送出帯域を監視して、プログラム多重化装置へ送出する。また、緊急報道、流動編成に対応して、上位システムからの割り込みでEPG/SIの変更を迅速に行うことが可能である。

3.4 データ放送送出サーバ

データ送出サーバは、ARIBで規定される伝送方式⁽⁵⁾であるカラーセル伝送方式を用いて、DSM-CCセクション化、MPEG2-TSパケット化して送出する。一つ又は複数のデータコンテンツを構成するモジュールは、一定サイズのブロックDDB(Download-Data-Block)に分割し、伝送パラメータと各モジュールの属性情報を記述したDII(Download-Info-Indication Message)とともに、上位のスケジューラからの送出開始制御によってカラーセル伝送する。

3.5 CM/番組バンクシステム

バンクシステムは、IPネットワークによるクラスタ構成を採用してオープンアーキテクチャとし、高信頼性、簡便な操作性及び大容量化を実現している。図4にバンクシステムの構成を示す。

(1) システム概要

各ノード間はFiber Channel(1 Gbps)で実時間による高速転送を可能とし、全体で一つのクラスタ構成を実現している。一つのノードは、RAID5構成を採用し、12個のハードディスク構成で、9/18/36/72Gバイトから選択して搭載でき、大容量性・拡張性を持っている。

各圧縮された素材をRAIDディスクに分散し、さらに各ノードにストライピングして格納している。そのため、二重化構成なしでフォールトトレランスを実現し、一つのノードが故障しても他のノードがリアルタイムにデータを再構築して稼働し続けることを可能としている。また、ハー

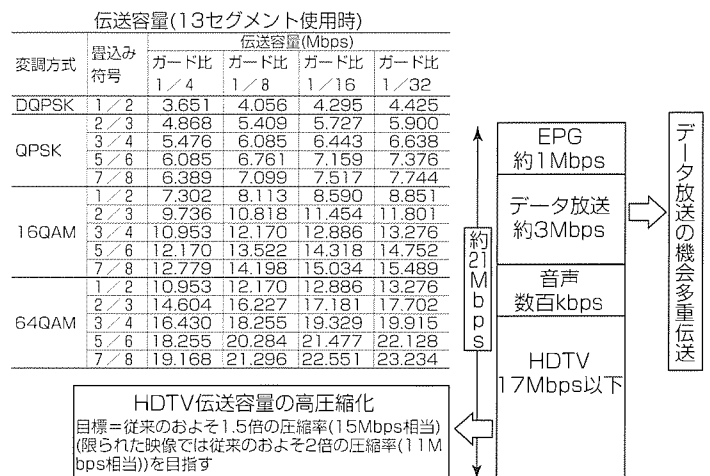


図3. 高圧縮化によるデータ放送帯域の拡大

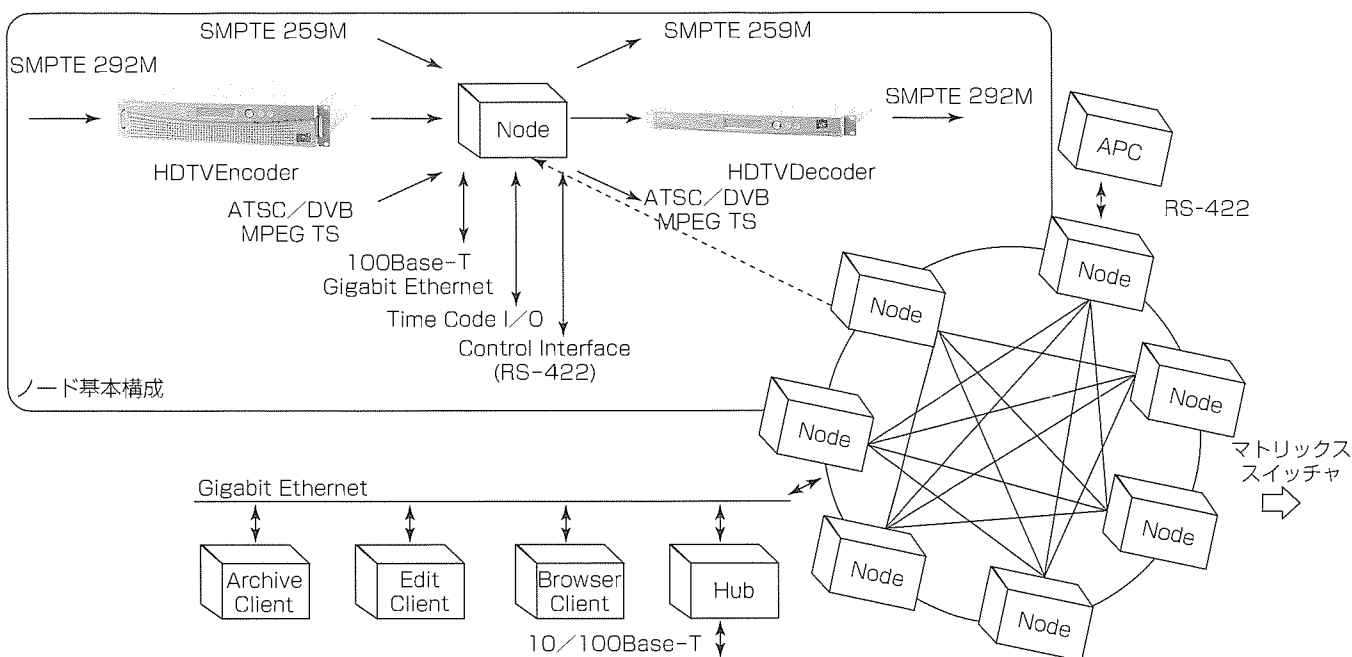


図4. パンクシステムの構成

ドディスク、電源、ファンはホットスワップ可能な機能を持ち、外部回線を介して、障害特定、障害履歴を確認し、遠隔監視制御も可能である。

(2) システム仕様

- (a) 1ノードは、六つの入出力があり、各ノードから任意に入出力を設定可能。エンコーダは最大3台、デコーダは最大5台まで接続可能
- (b) 8Mbps換算で48時間(3ノード構成)
最大1,152時間(7ノード構成)までサポート
- (c) 符号化方式
クロマフォーマット 4:2:2/4:2:0
Mark in/out, VTRライクなジョグ/シャトル機能
- (d) 記録容量
9(標準構成)/18/36/72Gバイト
最大4Tバイト(7ノード構成:300時間@30Mbps)
- (e) CMファイリング素材確認
IPブラウジング機能をサポートしており、MPEG 1レベルにしてLANを経由しCM素材の確認が可能

4. むすび

多様な放送サービスの普及状況、部分的なデジタル設

備導入を含め段階的な導入を考慮したコンセプトに基づくソリューションを提供する。今後更に高圧縮可能な符号化アルゴリズム技術を確立し、データ放送帯域の拡大、SFNに必要なガードインタバルの確保を可能とし、地上デジタル放送における新サービスの普及促進に努める所存である。

参考文献

- (1) 岡 進, 加藤嘉明, 松崎一博, 中澤宣彦, 松室昌宏, 三澤康雄: デジタル放送モデルステーション, 三菱電機技報, 72, No.8, 648~654 (1998)
- (2) ARIB TR-B15: BSデジタル放送運用規程
- (3) 伊藤浩朗, 斎藤 琢, 秋田康貴, 岡 進, 村上篤道: 効率的なメディア多重化方法の一検討, 1996年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集, 74 (1996)
- (4) 松田幸成, 堀井裕児, 岡 進, 村上篤道: メディア多重における管理情報の処理手法の検討, 1996年テレビジョン学会映像メディア部門冬季大会講演予稿集, 75 (1996)
- (5) ARIB STD-B24: デジタル放送におけるデータ符号化方式と伝送方式

コーデック・多重化システム

要旨

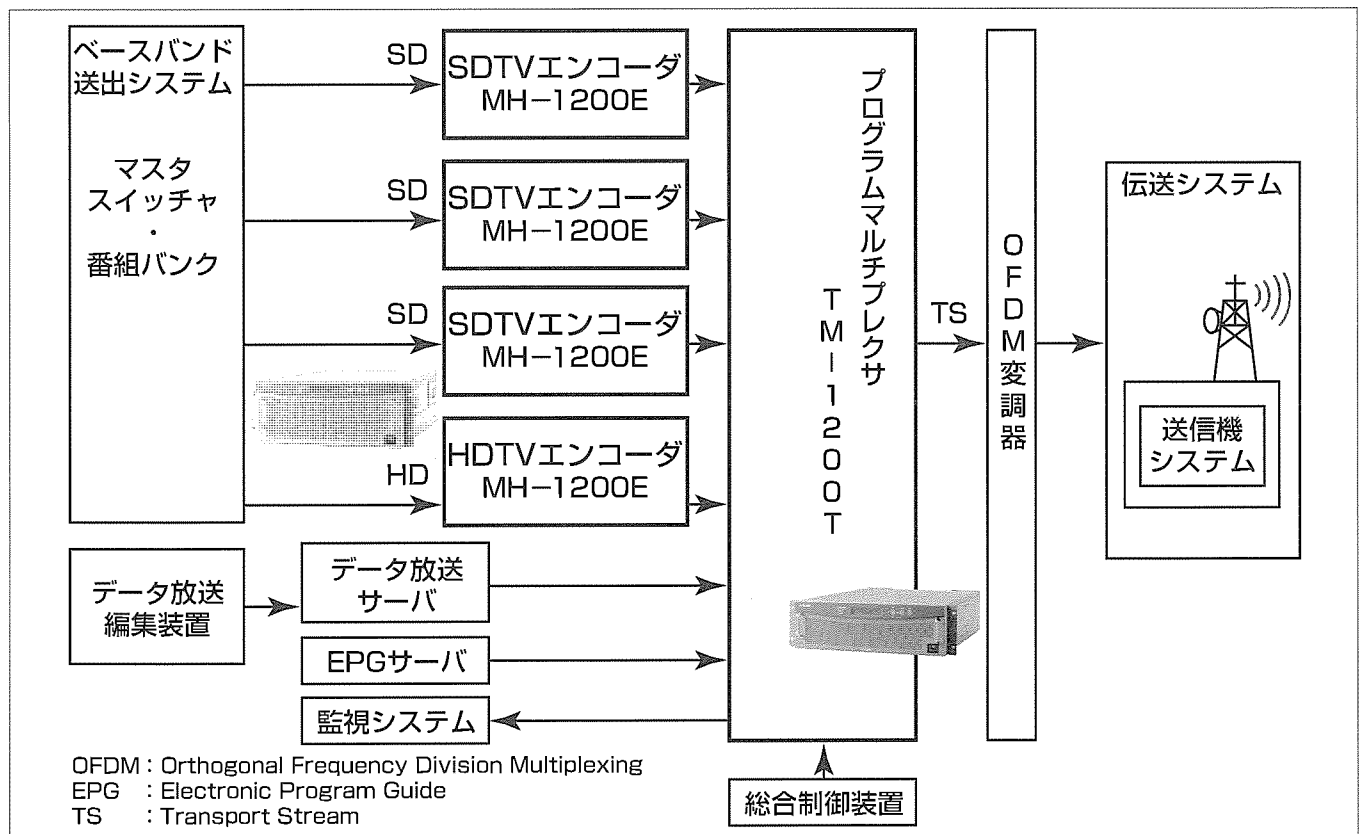
通信・放送システムのデジタル化進展に伴い、デジタル放送関連機器の実用化、特にMPEG標準を採用したコーデックの市場が急速に立ち上がっている。BS放送、地上波放送、ケーブルTVのデジタル化の中で、放送サービスの品質に大きく影響を与えるデジタル放送用コーデック・多重化システムの役割が重要となっている。

今回、米国や日本のほか、各国における映像素材の配信、地上波放送、衛星放送、ケーブルTVなど、放送局業務への適用をねらい、マルチフォーマットエンコーダ“MH-1200E”、プログラムマルチプレクサ“TM-1200T”を開発

した。

MH-1200Eは、HDTV/SDTVをサポートし、高画質化とともに大幅な小型化を実現した。TM-1200Tは、データ放送や圧縮ストリームの再多重を始め、伝送形態に対応した多様な多重パターンをサポートする。

これらの装置を組み合わせることにより、国内外デジタル放送における放送局内や局間配信など種々のアプリケーションに対し、大規模なキー局から小規模ローカル局まで様々なシステムを構成することが可能である。



コーデック・多重化システムの構成

デジタル放送システムでは、ビデオエンコーダとプログラムマルチプレクサは重要な構成要素となる。エンコーダの映像圧縮性能及び各種メディアを多重するマルチプレクサのフレキシビリティが、提供するサービスの品質を大きく左右する。

1. ま え が き

映像圧縮技術⁽¹⁾の発達と通信・放送システムのデジタル化の進展に伴い、デジタル放送関連機器の実用化、特にMPEG標準を採用したコーデックの市場が急速に立ち上がっている。MPEG-2を用いたCSデジタル放送が開始され、BSのデジタル化も目前に迫るとともに、地上波とケーブルを含めた放送のデジタル化は必至である。その中で、映像の高品質化やマルチチャンネル化、データ放送サポートなど、放送のサービス品質に大きく影響を与えるコーデック・多重化システムの果たす役割は大きい。

今回、米国や日本のほか、各国における映像素材の配信、地上波放送、衛星放送、ケーブルTVに対する放送局業務への適用をねらい、マルチフォーマットエンコーダMH-1200E、プログラムマルチプレクサTM-1200Tを開発した。

2. コーデック・多重化システムの要件

デジタル放送のメリットは、デジタル処理技術により、アナログ放送と同一の伝送帯域で、より高品質な映像やマルチチャンネル、データ放送などの多様なサービスを提供できることにある。

ビデオエンコーダに対する最も重要な要求条件は、圧縮した映像の高品質化である。映像品質の優劣が、提供するサービスの品質に大きく影響する。同一の映像品質が少ない伝送帯域で実現されれば、余った帯域を用い、新たにマルチチャンネル化やデータ放送などの付加価値サービスの提供が可能となる。電波産業会(ARIB)が実施した画質評価実験⁽²⁾では22Mbps以上でHDTV(1080I)の放送品質を満足するとの結果が報告されているが、更なる高品質化やビットレート低減が実現されれば、デジタル放送サービスを更に魅力あるものに展開していくことができる。

次に重要な要求条件は、デジタル放送に必要となる各種機能の実装である。マルチチャンネルや、いわゆる“ビッグパイプ”(汎用な高速回線)によるデータ放送、電子番組案内(EPG)など、各種サービスを提供するストリームをフレキシブルかつダイナミックに多重化することが要求される。

図1に、各種機能を実現するマルチフォーマットエンコーダMH-1200E、プログラムマルチプレクサTM-1200Tの基本接続形態を示す。以下、各装置について紹介する。

3. マルチフォーマットエンコーダ MH-1200E

三菱デジタル放送用MPEG-2マルチフォーマットエンコーダMH-1200E⁽³⁾は、放送送出と番組素材伝送を主用途とした放送局業務用エンコーダである。

このエンコーダでは、幅広い用途に適用できるよう、以下に示すスケーラブルアーキテクチャ、高画質レート制御、

小型化を実現した。図2に映像符号化部の内部構成を、表1に主要諸元を、図3に外観を示す。

(1) スケーラブルアーキテクチャ

SDTVからHDTVまでの解像度に対応するスケーラブルなアーキテクチャを実現している。

(a) 映像品質スケーラビリティ

- 映像符号化機能のモジュール化
- 各ツール間のフレキシブルな通信機能
- 探索範囲可変の動き補償

(b) 画面サイズスケーラビリティ

- 画面分割による並列処理
- 分割境界で劣化のないシームレスな動き／画質制御

(c) 階層的符号化制御

- マクロブロック単位の局所制御を並列化
- グローバルな制御の統合

(2) 高画質レート制御

符号化映像の精細度／時間追従性／色再現性の向上を図るため、以下の制御により、シーンによらない高画質化が実現される。

(a) 映像特性抽出

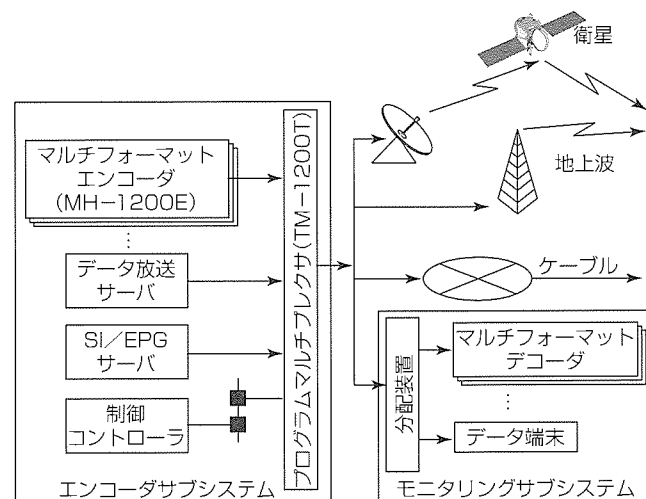


図1. システム形態

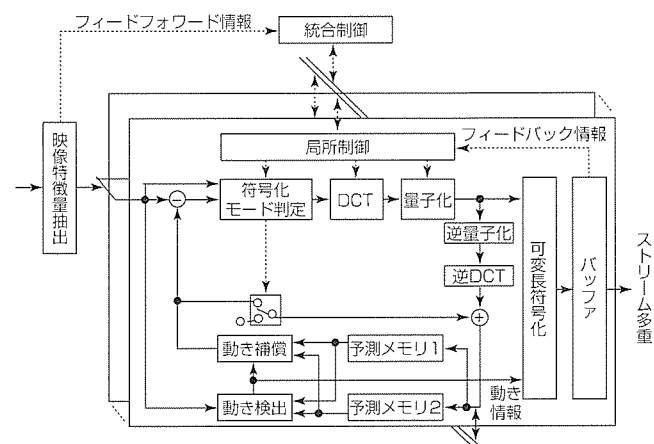


図2. MH-1200E映像符号化部のブロック構成

表 1. MH-1200Eの主要諸元

<映像>	
入 力	(1) デジタル シリアル Y, Pb, Pr(SMPTE292M) (2) デジタル シリアル Y, Cb, Cr(SMPTE294M) (3) デジタル シリアル(SMPTE259)
ピクチャ フォーマット	1,920/1,440pel×1,080line, Interlace 29.97Hz 1,280pel×720line, Progressive 59.94Hz 720pel×480line, Progressive 59.94Hz 720pel×480line, Interlace 29.97Hz
クロマフォーマット	4 : 2 : 0 / 4 : 2 : 2
符号化方式	MPEG-2 MP@HL, 422P@HL, MP@H14, 422P@ML, MP@ML
GOP構造	Adaptive GOP
フィルムモード	フィルムシーン自動検出
映像ビットレート	HDTV : ~75 Mbps, SDTV : ~50Mbps
<音声>	
入 力	(1) SMPTE299Mエンベデッド~ 8 ch (2) SMPTE259Mエンベデッド~ 4 ch (3) AES/EBU 8 ch (4) ストリーム入力(IEC958)
符号化方式	(1) AAC(外部エンコーダ接続) (2) AC-3(外部エンコーダ接続) (3) PCM
<データ>	
低速データ(LSD)	RS-422A(同期) ~192kbps, SI/EPG用TS(DVB-ASI)
<メディア多重・分離>	
フォーマット	MPEG-2トランスポートストリーム, ~80Mbps
<伝送インタフェース>	
規 格	(1) DVB-ASI (2) DVB-SPI (3) SMPTE310M
<機構>	
きょう(筐)体	19インチラックマウント, 4ユニット

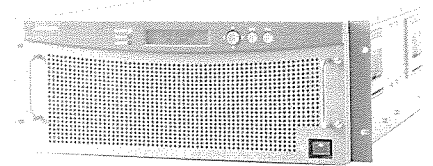


図 3. MH-1200Eの外観

クチャ、高画質レート制御機能を網羅する。

- 前処理LSI：映像特性抽出が可能
- 符号化LSI：並列処理に対応
- 動き補償LSI：探索範囲可変

また上記符号化LSIは、映像符号化・音声符号化・多重化のすべての機能を内蔵しており、民生用1チップSDTVエンコーダの実現も可能である。

4. プログラムマルチプレクサ TM-1200T

デジタル放送の特長である多チャンネル放送、また電子番組案内を実現するEPGデータ伝送などの付加サービス、さらにデータ放送を始めとする種々の新サービスの提供に要するプログラムマルチプレクサTM-1200Tを開

発した。この装置は、MPEG-2ストリーム形式のプログラム(番組)及びデータ放送や電子番組案内など付加サービスデータを最大計18チャンネル多重し、デジタル放送規格に準拠した各種伝送方式によって出力する。種々の番組編成に対応し、時刻制御に基づくHDTV番組とSDTV番組の自動切換えをサポートしたほか、従来比1/3の小型化を実現した。

TM-1200Tのブロック構成を図4に示す。また、主要諸元と装置外観をそれぞれ表2と図5に示す。

主な特長は以下のとおりである。

(1) 多様な多重パターン

TM-1200Tは、TSパケット多重動作を高速プロセッサの制御によって実現しており、プログラムのモード設定によって多様な多重パターンを実現する。各プログラムに固定レートを割り当てる固定レート多重、一定の帯域を複数のプログラム(チャンネル)に割り当てて各プログラムの画質を平均化するなど、一定の基準によって動的に各プログラムへの割当てレートを変更する統計多重、ビデオ番組ごとのレート変動によって生じる余剰領域をデータ放送等の他のサービスプログラムに割り当てる機会多重などが可能である(図6)。

(2) TS再多重

- 視覚特性上不要な雑音等の除去
- シーンチェンジ/特殊効果の検出
- (b) 映像に応じた符号化
 - 情報量の適応配分による高精細度で高い階調表現の実現
 - 4 : 2 : 2による忠実な色再現(素材伝送用途)
- (c) 動き補償処理の制御
 - パン/ズームなどに応じた適応動き検出
 - 全探索動き検出を用いた精度向上による滑らかな動きの再現
- (d) 発生情報量の一定化
 - フィードフォワード制御によって安定した画質を低遅延で実現
 - 最適なバッファ配置による並列処理間での発生情報量平滑化

これら高画質化技術によって所定の映像品質を得るための情報量が削減でき、デジタル放送のサービス領域拡大や蓄積メディアへの長時間記録が実現可能となる。

(3) 小型化

大規模LSIの開発により、従来機種MH-1100Eと比し、1/5以下の小型化を実現した。開発したLSIは、100万ゲートクラスの下記3種で、前述のスケラブルアーキテ

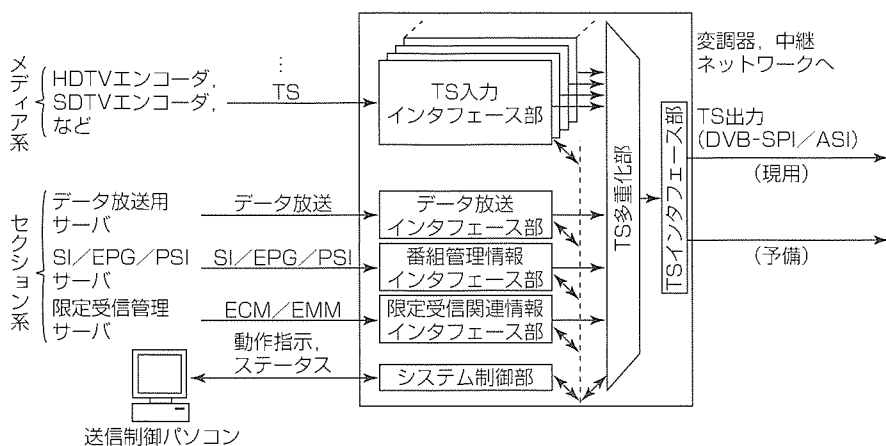


図4. TM-1200Tのブロック構成

表2. TM-1200Tの主要諸元

入力インタフェース	
ストリームTS, EPG, PSI/SI	DVB-ASI(18ch, 最大80Mbps)
時刻情報	JJY標準時刻を時計装置からRS-232C I/Fで受信
出力インタフェース	
マルチプログラムTS	(1) DVB-ASI(最大120Mbps) (2) DVB-SPI(最大120Mbps)
プログラム多重方式	
多重方式	MPEG-2 Systems準拠, スロット多重指定(階層化伝送に対応) 統計多重, 機会多重(送出優先処理)
番組編成対応	まだら編成, 階段編成 <制御/管理>
インタフェース	100BASE-TX, フロントパネル, リレー接点出力 <筐体>
サイズ	19インチラックマウントابل, 3ユニット

エンコーダがマルチプレクサとは独立した伝送クロックでTSを出力してきた場合には、システムクロック再生用のタイムスタンプに伝送遅延ゆらぎが付加されることが想定され、これをマルチプレクサ内で補正し、他のプログラムストリームと多重する。また入力TSにプログラム管理情報(PSI)が含まれる場合には、プログラム多重化後のストリーム内での整合性を確保するため、PSIの削除・編集・追加を行う。さらにパケット識別子(PID)の変更も可能である。

(3) 最大18チャンネルの番組多重

TS化されたHDTV, SDTV, 音楽専用番組等の各種放送を最大18チャンネルまで多重化する。

(4) 電子番組案内(EPG)/データ放送サービスのサポート
EPGサーバやデータ放送サーバと歩調を合わせ、各サービスに対応したストリームを多重送出することが可能である。

5. む す び

デジタル放送局業務への適用をねらって開発したマルチフォーマットエンコーダMH-1200E及びプログラムマルチプレクサTM-1200Tについて紹介した。MH-1200E,

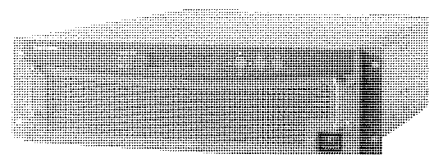
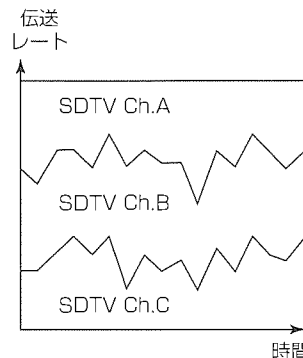
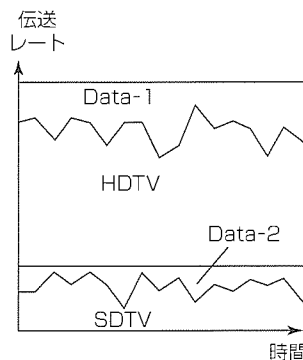


図5. TM-1200Tの外観



(a) 統計多重



(b) 機会多重

図6. 多様な多重パターン

TM-1200Tは、集信、配信、放送分野に適用するための必要機能を網羅し、適宜に組み合わせて使用することにより、冗長構成を含め、業務用放送局システムをスケラブルに構築することが可能である。今後更なる高画質化・多機能化・小型化を実現し、新しいコンテンツの素晴らしさを余すことなく提供していくことが、デジタル放送の進展を後押しするであろう。

参考文献

- (1) 村上篤道, 浅野健一: 映像圧縮技術の現状と動向 - MPEG-2を中心として -, デジタル信号処理の応用, 1~6 (1996)
- (2) 中須英輔, 中田安優, 浦野丈治, 清水 務: デジタル放送の符号化画質評価実験, 映情学技報, 22, No. 19, 13~18 (1998)
- (3) 村上篤道, 丹野興一, 新里博敏, 松田幸成, 平野晃太郎: デジタル放送用マルチフォーマットエンコーダの開発, 信学総大 (2000)

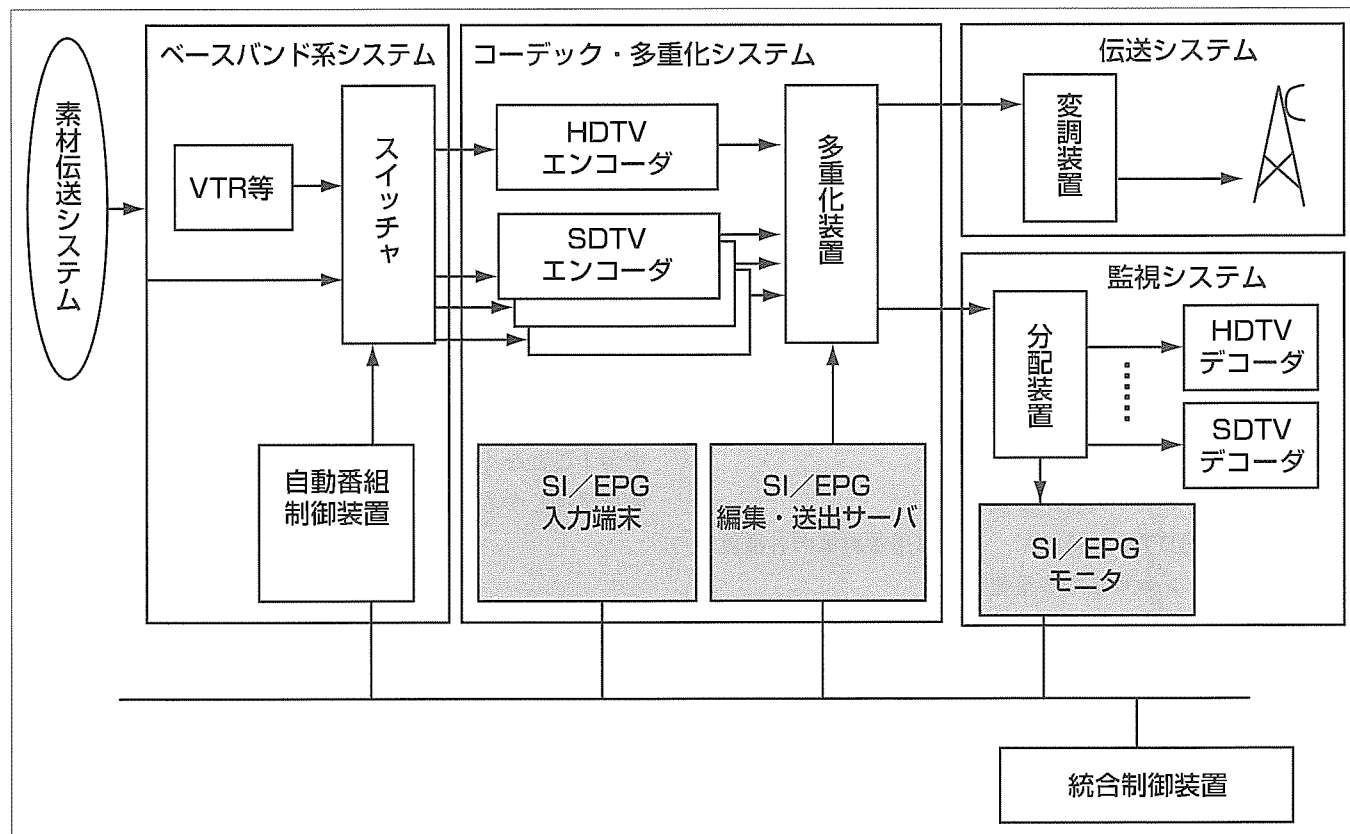
電子番組ガイドシステム

吉沢健一*
泉 丙完**

要 旨

デジタル放送システムでは、アナログ放送に比べてより多くの番組を同時に送信することができるため、放送や音声などのメディアデータに加え、チャンネル番組内容を示す電子番組ガイド(Electronic Program Guide: EPG)システムが必ず(須)機能となってきた。三菱電機では、パソコン上においてSI/EPG(System Information/Electronic Program Guide)を編集しプログラムマルチプレクサ(多重化装置)に出力する電子番組ガイドシステムを米国のDTV向けに開発したのを皮切りに、国内地上波デジタル実験用及びBSデジタル放送用の電子番組ガイドシステムを開発した。

電子番組ガイドシステムは、コーデック・多重化システムとしてSI/EPG編集・送出サーバ/入力端末、監視システムとしてSI/EPGモニタで構成される。SI/EPG編集・送出サーバ/入力端末は、局の番組自動送出装置や他の局から番組情報を取り入れ、DTVに必要な各種SI/EPG情報を追加/編集し、データを規格で定められているビットストリームに変換し、スケジュールに合わせて多重化装置に転送する。SI/EPGモニタは、SI/EPG情報が正しく配信されているかチェックするため、分配装置からSI/EPG情報を取り出して表示確認する。



電子番組ガイドシステムの構成

電子番組ガイドシステムは、コーデック・多重化システムとしてSI/EPG編集・送出サーバ/入力端末、監視システムとしてSI/EPGモニタで構成される。

1. まえがき

デジタル放送システムでは、アナログ放送に比べてより多くの番組を同時に送信することができるため、放送や音声などのメディアデータに加え、チャンネル番組内容を示す電子番組ガイドシステムが必須機能となってきた。三菱電機では、パソコン上においてSI/EPGを編集しデジタル多重化装置に出力する電子番組ガイドシステムを米国のDTV向けに開発したのを皮切りに、国内地上波デジタル実験用の電子番組ガイドシステムを開発した。

2. SI/EPGの概要

SI/EPGの標準規格として、日本ではARIB STD-B10“デジタル放送に使用する番組配列情報”(以下“STD-B10規格”という。)が策定されており、米国のDTVではATSC(Advanced Television Systems Committee)Standard A/65“Program and System Information Protocols for Terrestrial Broadcast and Cable”がある。

これらのSI/EPGでは、テキストベースの単純なEPG情報だけではなく、将来DTVシステムにおいて各種サービ

スが可能になるような様々な内容を含んでいる。例えば、既存の時間表だけによるVTRの予約では、番組内容が急に変更になった場合、録画がずれたりすることがあったが、DTVでは、各番組がEvent ID(DTVでは各番組をEventと呼ぶ。)で管理されており、番組の時間のずれにも対応できるようにする。図1に番組選択の仕組みを示す。

ARIB規格の主なSI/EPGの内容は次のとおりである。

(1) PAT(Program Association Table)

放送番組に関連するPMTを伝送するTS(Transport System)パケットのパケット識別子を指定する。

(2) PMT(Program Map Table)

放送番組を構成する各符号化信号を伝送するTSパケットのパケット識別子を指定する。

(3) CAT(Conditional Access Table)

有料放送の関連情報を伝送するTSパケットのパケット識別子を指定する。

(4) NIT(Network Information Table)

変調周波数など伝送路の情報と放送番組を関連付けする情報を伝送する。

(5) SDT(Service Description Table)

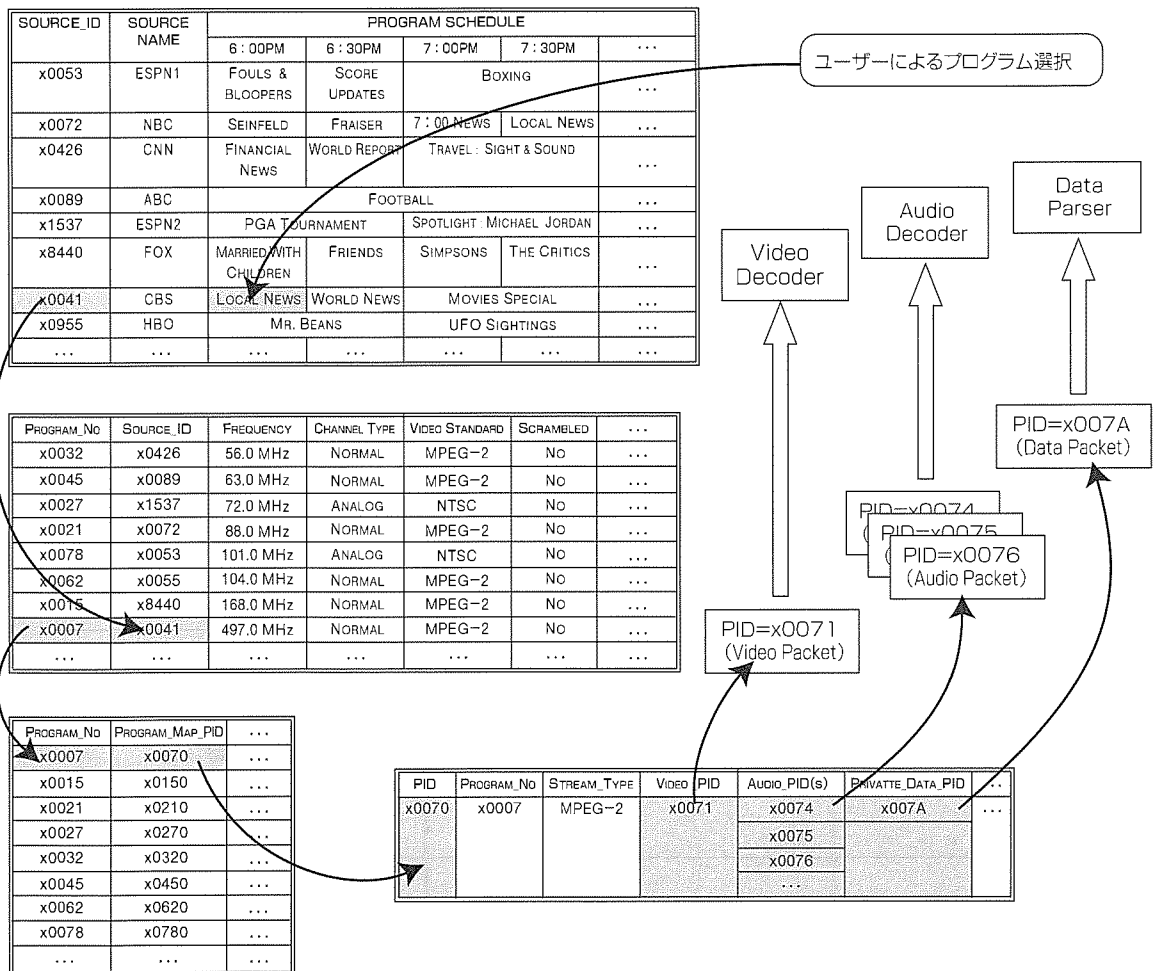


図1. 番組選択の仕組み

編成チャンネルの名称、放送事業者の名称など、編成チャンネルに関する情報を指示する。

(6) BAT(Bouquet Association Table)

ブーケ(編成チャンネルの集合)の名称、含まれる編成チャンネル等、ブーケに関する情報を指示する。

(7) EIT(Event Information Table)

番組の名称、放送日時、内容の説明など、番組の情報に関する情報を指示する。

(8) TOT(Time Offset Table)

現在の日付時刻の指示、及びサマータイム制度実施時における実際の時刻と人間系への表示時刻の差分時間を指定する。

(9) RST(Running Status Table)

番組の現在の進行状況を指示する。

3. SI/EPGシステム

当社のSI/EPGシステムは、コーデック・多重化システムとしてSI/EPG編集・送出サーバ/入力端末、監視システムとしてSI/EPGモニタからなり、いずれもパソコンをベースとして主な機能をソフトウェアで実現している。図2に、局システムにおけるSI/EPGシステムを示す。

3.1 SI/EPG編集・送出サーバ/入力端末

電子番組ガイド情報を編集・生成し、規格に従ってプログラムマルチプレクサに送出する装置である。

SI/EPGエディタ/コンパイラは以下の機能を持っている。

(1) SI/EPG編集機能

自動番組制御装置等から取得した番組関連情報を元にプレーリストにない各種SI/EPG情報をマニュアルで付加し、送出すべきEPGを作成する。マニュアルで追加する処理は次のとおりである。

- 番組時間情報変更
- PSI関連情報追加
- EPG関連情報追加
- システム設定

(2) コンパイル機能

作成されたEPGをSTD-B10規格のSI/EPGフォーマットに変換する。

(3) スケジューリング機能

SI/EPGフォーマットに変換されたデータを、上記“デジタル放送に使用する番組配列情報”で規定された送出時間と送出間隔に従ってプログラム多重化装置に伝送する。

(4) PSI作成機能

PSIについても映像/音声用SI/EPGデータと同様にSI/EPGシステムから配信される。

(5) 自動番組制御装置とのインタフェース機能

自動番組制御装置からプレーリストに記載されている放送時刻、タイトル、素材長等の番組関連情報をLAN経由で取得する。

(6) データ放送用EPG機能

データ放送のためのSI/EPGデータも、映像/音声用SI/EPGデータと同様に、SI/EPGシステムから配信され

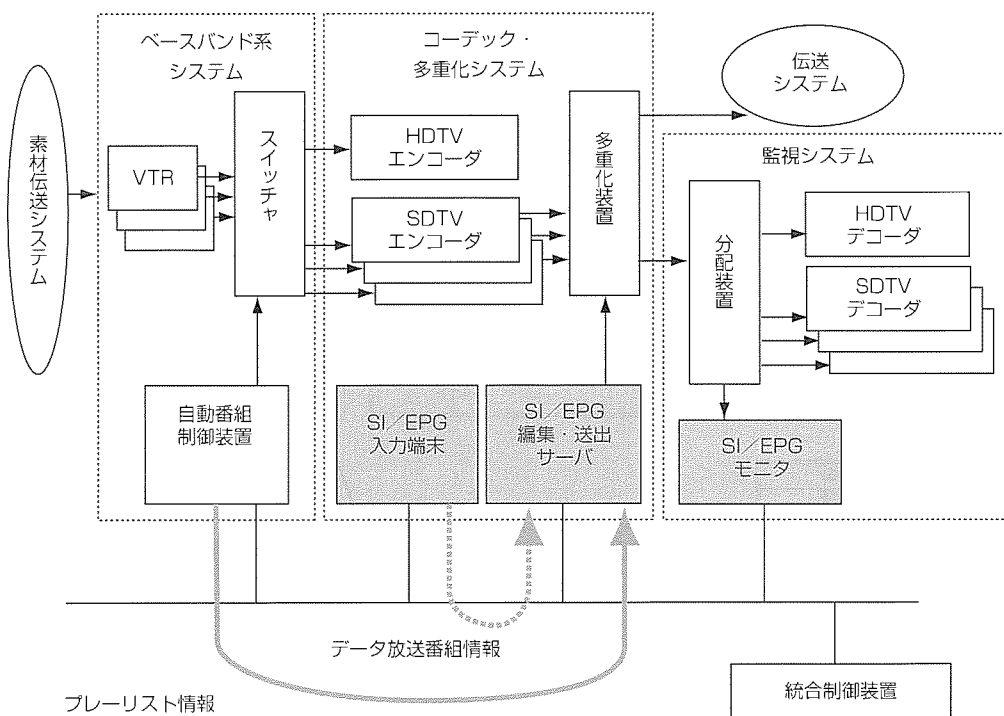


図2. 局システムにおけるSI/EPGシステム

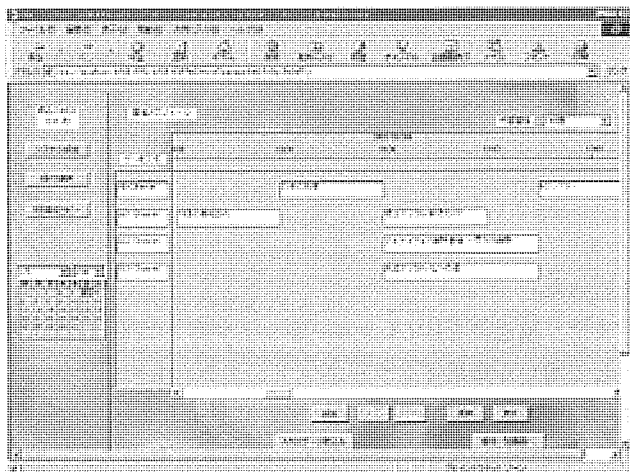


図 3. SI/EPG編集画面例

る。

なお、SI/EPG編集機能のために、このシステムでは、Webアプリケーション及びサーバ機能を構築し、SI/EPG入力端末ではHTMLブラウザ上での編集が行えるようになっている。これにより、SI/EPG入力端末はエディタ/コンパイラと離れた場所に設置可能で、柔軟なシステム構築が行えるようにした。

図 3 にSI/EPG編集画面例を示す。

3.2 SI/EPGモニタ

SI/EPGモニタは、デジタル放送局内において、送出系装置から送出されるSI/EPGデータを取得し、STD-B10規格に基づいて送出されるSI/EPGストリームの正当性を監視するものである。

表 1 にSI/EPGモニタの機能、図 4 に表示画面例を示す。

4. むすび

電子番組ガイドシステムであるSI/EPG編集・送出サーバ/入力端末、SI/EPGモニタについて紹介した。EPGは単なる番組ガイドではなく情報番組提供者による独自サー

表 1. SI/EPGモニタの機能

機能分類	機能
表示機能	リアルタイム更新
	EPG概要情報表示 (番組スケジュール一覧)
	EPG詳細情報表示 (テーブル基本情報を含む)
	指定PIDの送出周期
	指定PIDの送出レート
	状態変化表示
監視機能	各データのタイムスタンプ
	入力断、フォーマット異常、誤り訂正異常、送出周期等の誤りアラーム
	指定したPIDの送出周期の監視
	指定したPIDの送出レートの監視
データ蓄積機能	アラーム通知
	表示機能で示した表示データを一定期間(1日程度)蓄積し、検索可能とする
	監視機能で示したアラームを一定期間(数日程度)蓄積し、検索可能とする

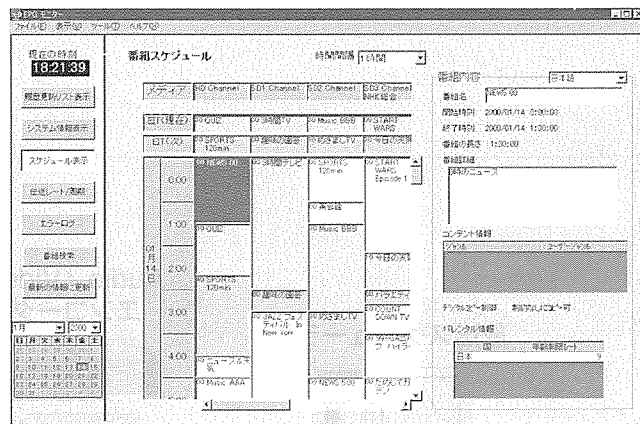


図 4. SI/EPGモニタ表示画面例

ビスでの差別化のためにも重要で、今後は端末系を含めた研究と開発が必要である。

データ放送

福地雄史*
 虻川雅浩*
 厚井裕司**

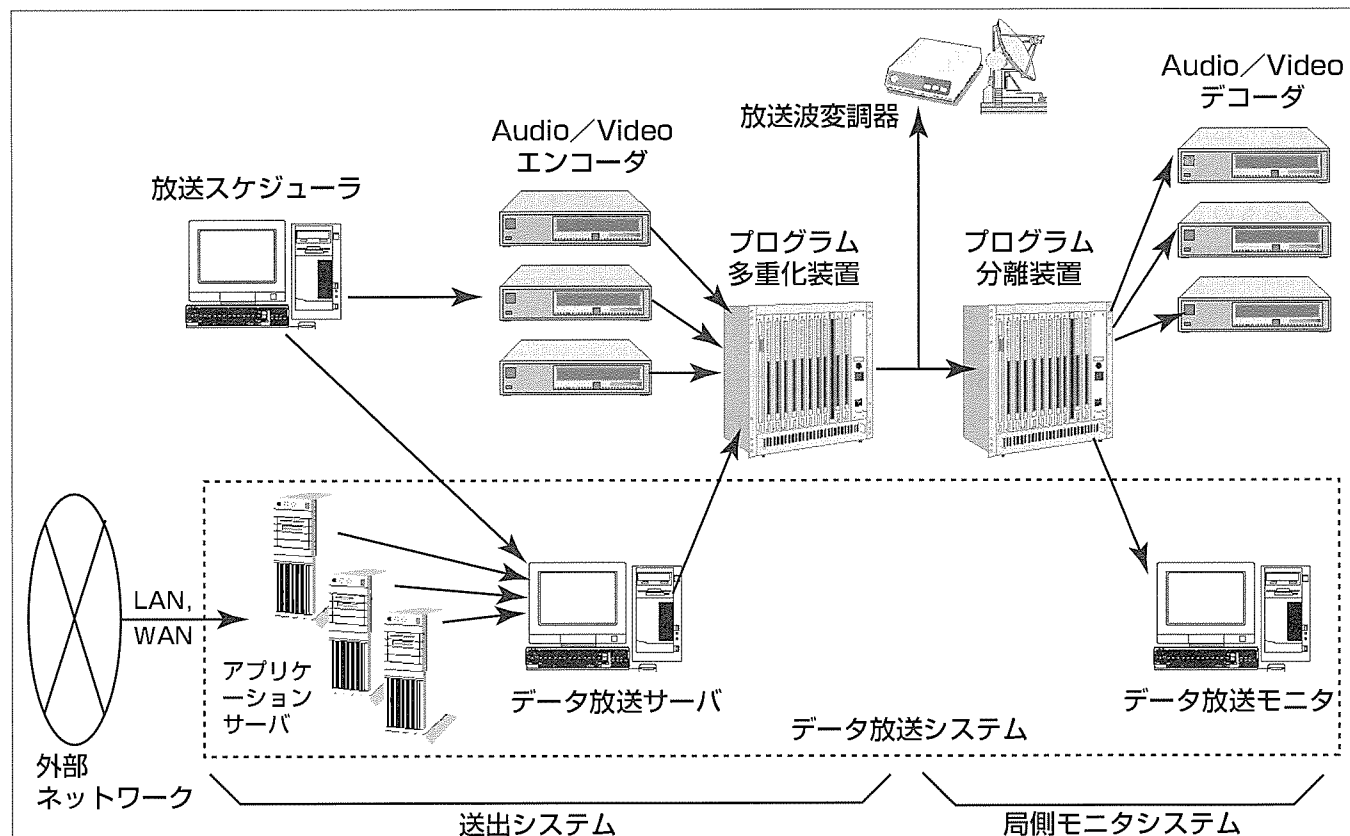
要旨

放送がデジタル化されるに伴い、放送波を情報伝送インフラとして用いるデータ放送が注目されている。今年の12月から開始されるBSデジタル放送では、データ放送によってニュース、天気予報、株価情報といった鮮度の要求される情報やテレビ番組の補足情報などをタイムリーに視聴者に提供できるようになり、上り方向の地上回線を用いて視聴者参加型番組やオンラインショッピングのような双方向サービスが可能になる。三菱電機では、このデータ放送を実現するための放送局側機器として送出側のデータ放送サーバと、送出データの正当性をチェックするためのデータ放送モニタを中心としたデータ放送システムの開発

を行った。

また、放送波をIP(インターネットプロトコル)の伝送路として用いる衛星インターネットシステムもデータ放送を用いたシステムであり、当社はCS(Communication Satellite: 通信衛星)を用いた衛星インターネットシステムの開発も行った。

今後、放送と通信の融合が進み、データ放送とインターネットを融合したサービスシステムが展開されていくと考えられる。現在開発中のデータ放送システムプラットフォーム上に放送と通信を融合させた各種アプリケーションを展開していく予定である。



データ放送システム構成例

三菱電機のデジタル放送用コーデック装置とデータ放送システムの構成関係を示す。アプリケーションサーバは外部のコンテンツ編集装置等の情報を取り込むことができ、収集した情報をデータ放送サーバがデータ放送伝送方式に従った形式に変換し、放送スケジュールからの出力指示に従ってプログラム多重化装置に出力を行う。

1. まえがき

放送がデジタル化されるに伴い、放送波を情報伝送インフラとして用いるデータ放送が注目されている。放送コンテンツとコンピュータやインターネットの世界で扱われる各種デジタル情報の垣根がなくなり、放送情報のマルチメディア化や、放送と通信の融合が今後急速に進むと考えられる。テレビ放送の分野では、各種付加サービスをデータ放送によって行ったり、データ放送単独で情報提供サービスを行うことが今年の12月からBSデジタル放送で実現される。また、テレビ放送以外でもCS(通信衛星)を使用し、衛星波をインターネットの伝送路として用いる衛星インターネットサービスもサービスを開始している。

本稿では、放送波を情報の伝送路として用いるサービスをデータ放送としてとらえ、標準化動向と三菱電機での開発状況について述べる。

2. データ放送の標準化動向

2.1 日本ARIB (Association of Radio Industries and Businesses)

参考文献(1), (2)で符号化方式, 伝送方式, 運用規定が定められているように、データ放送伝送方式には以下の3種類がある。

(1) 独立PES 伝送方式

字幕や文字スーパーの伝送に用いる。

(2) データカールセル伝送方式

マルチメディアデータファイルの伝送に用いる。

(3) イベントメッセージ伝送方式

放送局から受信端末へイベントを送る際に用いる。

このほかにも地上回線を用いた双方向通信を行うための規格も定められている。

また、ARIB規格でのマルチメディア符号化方式では、XML(eXtensible Markup Language)をベースとしたBML(Broadcast Markup Language)を使用する。BMLの概要を図1に示す。

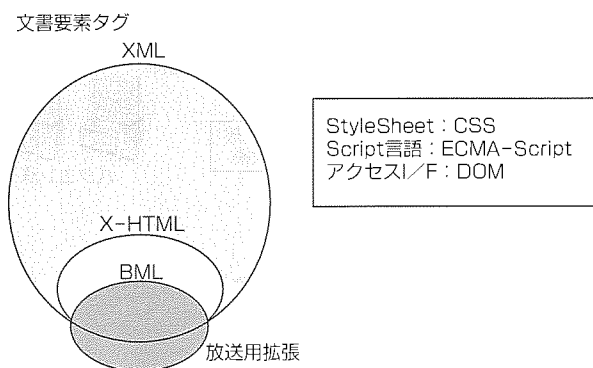


図1. BMLの概要

2.2 欧州DVB (Digital Video Broadcasting)

参考文献(3), (4)でデータ放送伝送方式について規格化されている。

DVBではARIB規格に規格化されていない伝送方式としてMPE(Multi Protocol Encapsulation)伝送方式がある。この伝送方式は、様々な伝送プロトコルをMPEG2-TS上で伝送する規格であり、放送波の上にIPを載せて伝送する際等に用いる。

3. 当社の取組

大きく分けて以下の二つのデータ放送システムの開発を行っている。

(1) デジタルTV向けのデータ放送システム

ARIB規格に基づいたデータ放送送受信システムである。

(2) 衛星インターネットシステム

DVB規格のMPEを用いたデータ放送システムである。

それぞれの概要について以下に述べる。

3.1 デジタルTV放送向け開発

ARIB規格に準拠したデータ放送送出システムの開発を行っている。

3.1.1 必要機能とシステム概要

データ放送を行うために必要な機能は次のとおりである。

- (1) 放送するデータの作成・編集・蓄積・管理
- (2) データをデータ放送用のプロトコルに変換する機能
- (3) 映像音声ストリーム等がある場合はストリームを多重化する機能
- (4) 放送スケジュールに沿って上記の(2)(3)を行う機能
- (5) 送出データのモニタリングを行う機能

図2に開発中のデータ放送送出システムの概要を示す。

3.1.2 放送機器の機能

データ放送にかかわる機器の機能を以下に示す。

(1) プログラム多重化装置

HDTVコーデック, SDTVコーデック, データ放送サーバ等から伝送されてくるデータをプログラム多重化する。

(2) 放送スケジュールラ

データ放送番組情報, 放送スケジュールの管理を行い、

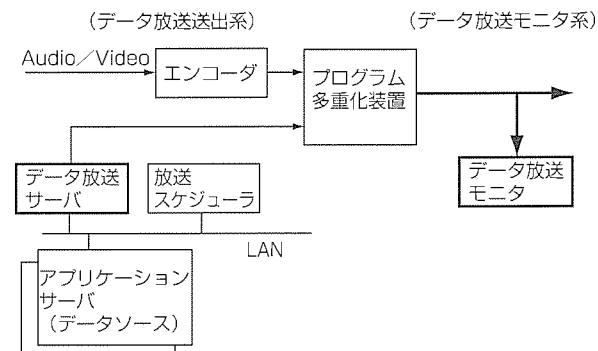


図2. データ放送送出システムの概要

データ放送サーバに対してデータ送出の指示を出す。

(3) アプリケーションサーバ

データ放送で放送するデータソースを保持するサーバである。サービス対応で複数のサーバが用いられることもある。

(4) データ放送サーバ

データ放送サービス用のデータ出力装置である。アプリケーションサーバからのデータソースを受け取り、データ放送伝送方式に対応した形式にデータを変換し、放送スケジュールに従ってプログラム多重化装置に伝送する。

(5) データ放送モニタ

多重化されたデータストリームを入力し、データ放送ストリームの送出状態をリアルタイムに表示・監視し、データの正当性をモニタリングする。

これらの機器構成によってデータ放送送出の基本的なプラットフォームを構築した。

これらの機器の中で、データ放送専用の機器は、データ放送サーバとデータ放送モニタである。

表1にデータ放送サーバの諸元を、表2にデータ放送モニタの機能を示す。

データ放送サーバはTAO(Telecommunications Advancement Organization: 通信・放送機構)の地上デジタル放送研究開発用共同利用施設(岡山高松地区、信越地区)に納入

表1. データ放送サーバの諸元

入力インタフェース	I00Base-TX/10Base-T Ethernet
出力インタフェース	DVB-ASI/SPI
出力レート	~25Mbps
エンコード方式	ARIB Data Carousel DVB MPE ISO/IEC 13818-1 MPEG2 System Transport Stream
その他	同時出力PID数16 PID単位送出帯域保証 IP Packet Filtering 送出スケジューリング機能 入出力レート/送出ログ機能

表2. データ放送モニタの機能概要

項目	機能
表示機能	DIIパラメータ
	DDBパラメータ
	イベントメッセージパラメータ
	字幕テキストデータ
	カルーセル送出周期
監視機能	送出レート
	データ形式誤り検出
	送出レート監視
ログ蓄積	エラーのアラーム通知
	表示項目のログ蓄積
	監視項目のログ蓄積

した。また、データ放送モニタは日本放送協会(NHK)のBSデジタル放送局に納入した。

3.2 衛星インターネットシステム向け開発

衛星インターネットシステムは、CS衛星(SuperBird, JSAT等)を用いたデジタル通信で、下り回線に衛星回線、上り回線に地上網を用いた非対称IP通信ネットワークとなる。この下り回線には前述の欧州DVB方式を用い、デジタルデータ放送方式を応用した形態である。

3.2.1 システムの利点

衛星インターネットシステムの利点は下記のとおりである。

(1) 通常のインターネット利用では上り回線の情報量に比べて下り回線の情報量が非常に多いため、下り回線に大容量伝送可能な物理回線を使用することによって高速なインターネットネットワークアクセスが可能になる。

(2) Push型サービスのよう、送信側主体、かつ多数の受信者にデータを送る際、物理特性として同報性を持つ回線の方が有利である。

衛星インターネットシステムのシステム構成を図3及び下記に示す。

3.2.2 送信局のシステム構成

送信局は、衛星送信処理系とTCP/IPプロトコル処理系の二つに大別される(図中一点鎖線)。

(1) 衛星送信処理系

物理回線依存処理であり、図中のその他送信設備に相当する。

(2) TCP/IPプロトコル処理系

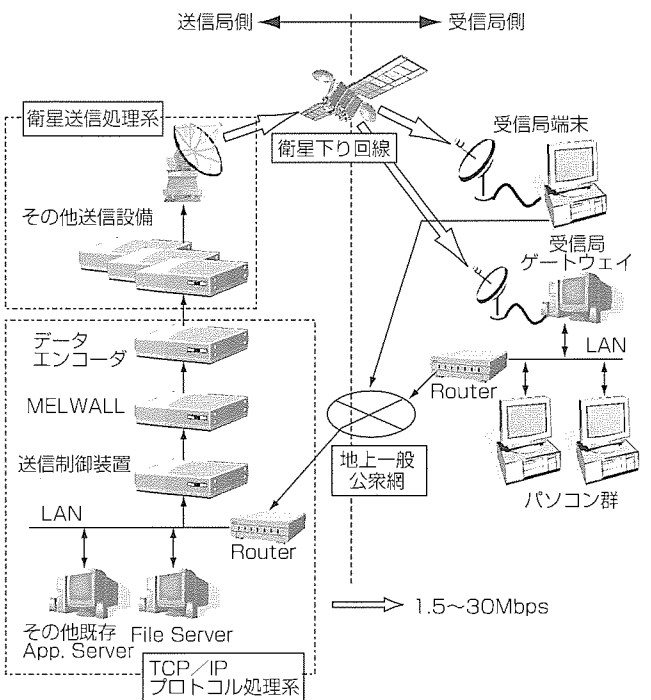


図3. 衛星インターネットシステムの構成

物理回線非依存処理であり、図中のその他送信設備以外の部分に相当する。

(1)を別な物理回線処理系、例えばデジタル地上波処理に変えることが可能である。前述の地上デジタル放送研究開発用共同利用施設(信越地区)が該当する。

(2)のTCP/IP 処理系に含まれる機器の機能を以下に示す。

(a) 送出局内LANに接続する各機器

通常のインターネットシステムと同じである。

(b) 送信制御装置

衛星系回線へ転送するIPパケットを取捨選択するIPルーティング装置で、また、BER(Bit Error Rate)の高い衛星回線を高信頼化するための特殊プロトコル変換装置である。

(c) MELWALL

当社開発の暗号アルゴリズムMISTYによるIPパケット本体の暗号装置であり、これにより、だれでも受信可能な衛星回線からIPパケットの盗聴を防御する。

(d) データ放送サーバ(データエンコーダ)

欧州DVB規格に準拠したパケットエンコーダで、図4のフォーマットを生成し、送出レート制御をしながら衛星送信処理系(図3のその他送信設備)へ送出する装置である。

3.2.3 受信局のシステム構成

一方、受信局側には様々なシステム形態が考えられるが、大別すると、図3のような単独な受信局端末と、受信局ゲートウェイを持つ二つのシステムがある。

(1) 単独受信局端末

CS衛星からの電波受信処理、DVB方式処理等を行った後にIPパケットを抽出しTCP/IP処理を行うことによって、エンドユーザーは通常のインターネットと同様に扱うことができる。

(2) 受信局ゲートウェイ

単独受信局端末の処理に加え、受信局内LANに対しIP転送処理を行う。

また、それぞれは、リクエストをサーバに発呼する場合には地上網を用いて送信する。

このシステムは、物理特性として同報通信、ひいては放

Transport層以上
IP
DVB-MPE
MPEG2-TS
物理層

図4. DVBプロトコルスタック

送により、地上網では実現が難しいIP Multicastを容易に実現可能としている。また、現在のインターネットではPush型サービスが増えており、地上回線の帯域を圧迫している報告もある。今後は、放送波としてのメリットを生かしたIP Multicastを用いたインターネット放送に広く使われていくと考えられる。

4. む す び

以上、当社で行っているデータ放送システムの開発概要を中心に述べた。

近い将来、放送と通信が融合したデータ放送の担う役割がますます大きくなっていき、データ放送とインターネットを融合した形態の情報サービスが展開されていくと考えられる。

今後は、現在開発中のデータ放送システムプラットフォーム上に放送と通信を融合させた各種アプリケーションを展開していく予定である。

参考文献

- (1) ARIB: 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, ARIB STD-B24
- (2) ARIB: BSデジタル放送運用規定, ARIB TR-B15
- (3) DVB: DVB Specification of Data Broadcasting, EN 301 192
- (4) DVB: Specification for Data Broadcasting; Guidelines for the Use of EN 301 192, TR 101 202
- (5) 横山幸雄, 泉 丙完, 福地雄史, 厚井裕司, 内海義夫: データ放送サービス, 三菱電機技報, 72, No. 8, 695~700 (1998)

SNG用HDTV新型車載局

奥村敬二* 猪股英樹**
 福島知朗*
 尾崎 裕*

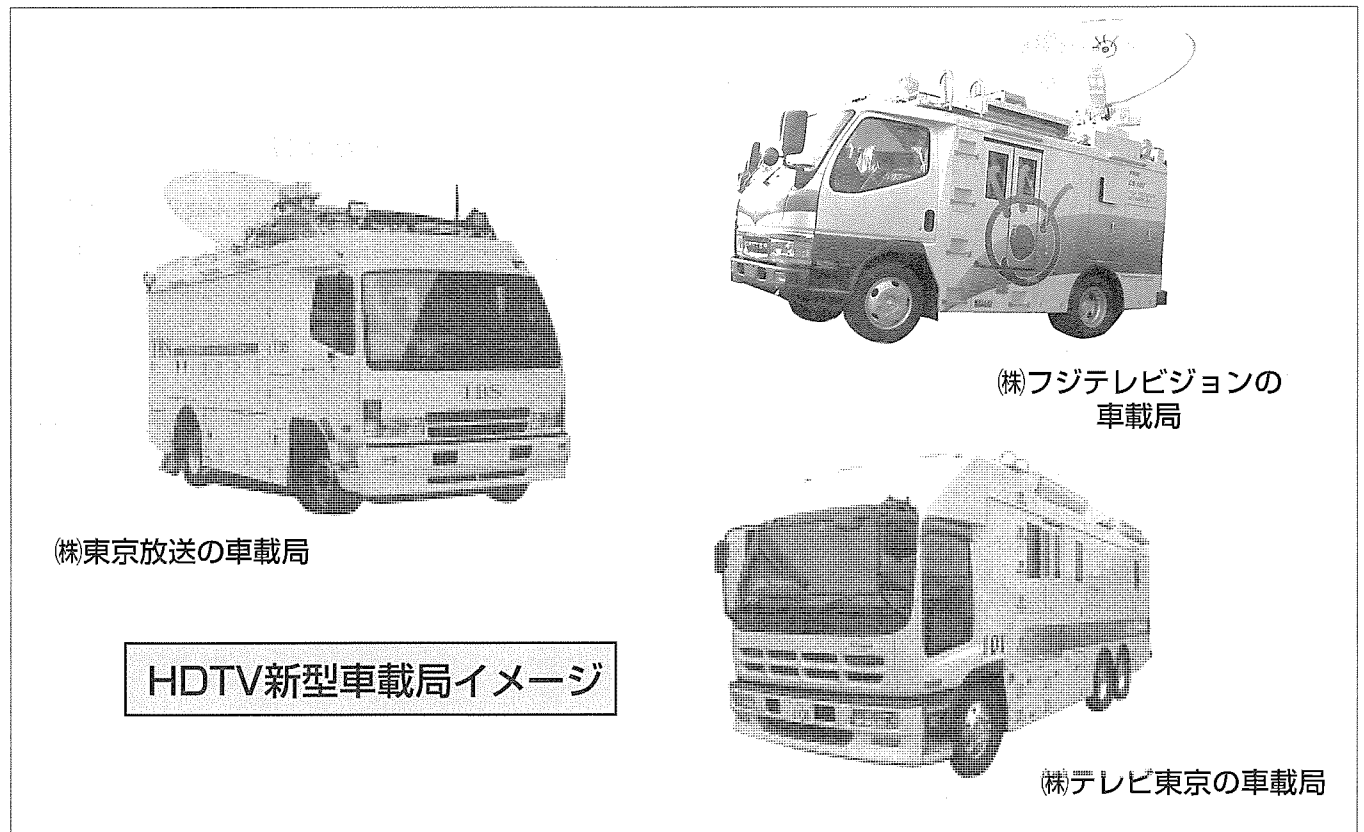
要 旨

ニュースやイベント等の放送素材を現場から基地局に伝送する手段として、衛星通信を利用したSNG(Satellite News Gathering)システムは各放送局にとって今や必要不可欠のものとなっている。この運用は1989年にアナログFM変調方式で開始された。'96年からはデジタル変調方式の運用が開始され、今ではほとんどデジタル映像伝送となっている。'98年にはデジタルハイビジョン映像を伝送するHDTV(High Definition Television)コーデックが商品化され、既にSNGシステムによるHDTV素材伝送が開始されている。

三菱電機は'99年に小型版HDTVコーデックを開発し、SNG車載局にも標準実装が可能となった。2000年には新型車載局にこの小型版コーデックを搭載したHDTV車載

局を提案し、(株)東京放送及び(株)テレビ東京に納入することが決定した。

HDTV新型車載局は(株)フジテレビジョンのご協力によって開発したアンテナ自動衛星捕そく(捉)機能を備えており、中継現場に到着後2~3分でパラボラアンテナを展開し衛星を捕捉することが可能である。また当社で開発した送信用の周波数変換器(Up Converter)と送信増幅装置(HPA)とを一体化したHPC(High Power Frequency Converter:高出力周波数変換器)を搭載して装置の小型・軽量化を図っている。この新型車載局に小型版HDTVコーデックを搭載することにより、中継現場に到着後、素早くデジタルハイビジョン映像による素材伝送が可能となった。



HDTV新型車載局のイメージ図

このイメージ図はSNG運用に使用される車載局を示す。車載局は、トラックのベース車体を改造し、SNG運用に必要なアンテナ、通信機器、AV機器、FPUパール、発動発電機、固定ジャッキ等を装備している。

1. ま え が き

BSデジタル放送が12月から開始される予定であり、各放送局もHDTVによる伝送を計画している。したがって、放送するニュースやイベント等の放送素材を現地中継現場からHDTVで衛星を介して基地局に伝送するSNGシステムが必要となる。三菱電機では、SNGシステムとして、従来、各放送局に多くの基地局及び車載局を納入してきた。今回、アンテナ自動捕捉機能を持った新型車載局に小型版HDTVコーデックを搭載し、車載局からのHDTV素材伝送が簡単に行えるシステムを開発した。

本稿では、新型車載局及び小型版HDTVコーデックについて紹介する。

2. HDTV新型車載局

2.1 基本構成

HDTV新型車載局の基本構成を図1に示す。HDTV送信系統は、冗長構成とすると同時に、高い送信電力を得るため送信出力を移相合成する構成としている。

2.2 衛星自動捕捉

開発に際し追加した代表的な機能は次の二つで、緯

度・経度の自動取得機能と衛星サーチ機能である。前者は現在位置入力を不要とし、後者はマニュアル駆動による衛星方向・偏波角調整を不要とした。これらにより、ワンタッチによる衛星自動捕捉が可能となり、専門知識がなくてもアンテナ制御装置の操作が可能となった。また、実際に操作するお客様のご意見を取り入れ、マンマシンインタフェースを向上させた。

この機能により、衛星自動捕捉が3分以内に可能となり、また斜度10°の坂道においてもXPD(Cross Polarization Discrimination)29dB以上を確保できるようになった。

具体的な改良点と成果を表1に示す。次に具体的な工夫を述べる。

表1. アンテナ制御装置の改良点と成果

改良点	方法	成果
緯度・経度の自動取得機能追加	GPS受信機をアンテナ制御装置に内蔵	従来の地名コード選択による現在位置入力が不要となった
衛星サーチ機能追加	オーダーワイヤーモデム、チャンネルモデム、ピーコンレシーバ、パイロットレシーバ等から、受信レベルに対応した0~10Vのアナログ電圧を入力	スペアナモニタを見ながら行っていたマニュアル駆動が不要となった
方位検出の信頼性向上	磁気方位センサをアンテナ鏡面最上部に取り付け、磁気方位センサが水平になる位置でアンテナの方位を検出し、以降アンテナの方位は速度指令の積分で推定	車上の着磁の影響を軽減できたためサーチ領域が狭められ、衛星サーチにかかる時間を短縮できた
マンマシンインタフェースの改善	押しボタンスイッチを2色点灯照光スイッチとし、“選択できる機能”と“選択されている機能”を明確化。液晶画面にメッセージ	操作の流れが一目りよう(瞭)然となった

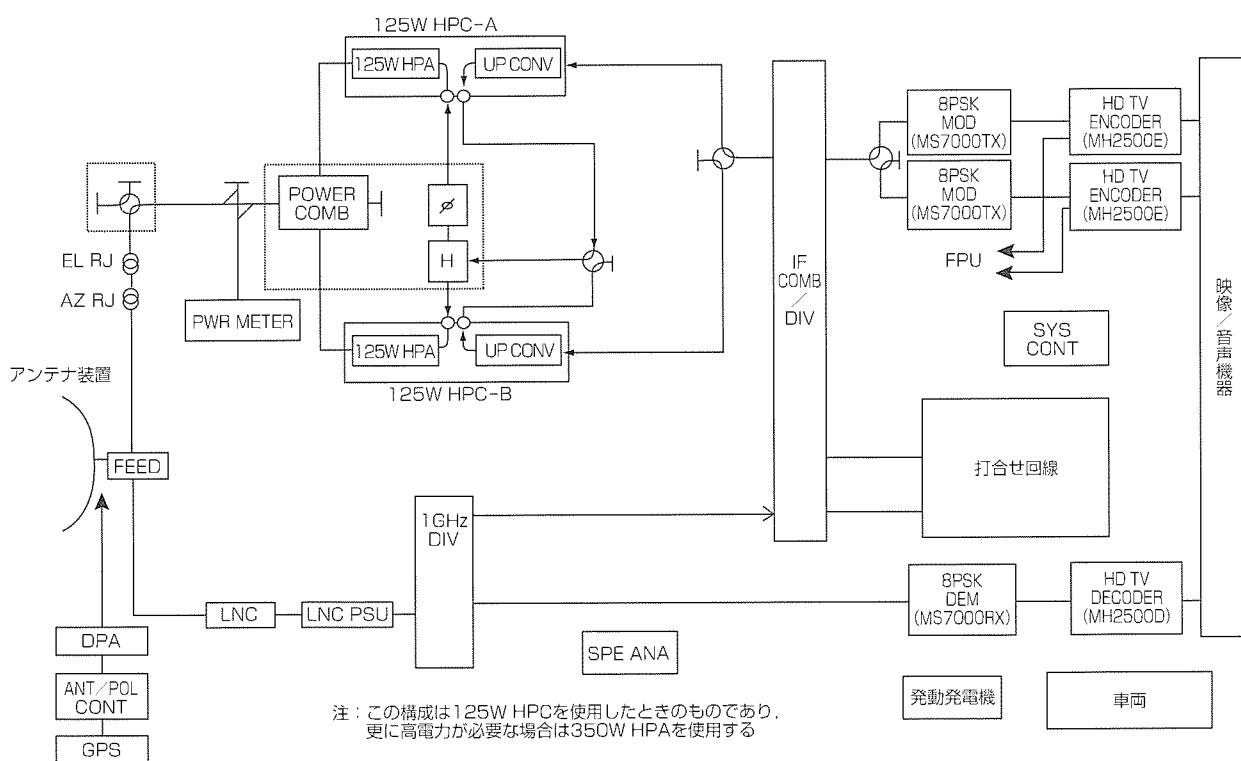


図1. HDTV新型車載局の基本構成

(1) GPS電源投入シーケンス

現場に到着後すぐにGPSによる緯度・経度情報が得られるように、GPSの電源投入シーケンスを次のように工夫した。

- 車のエンジンをかけたときにGPS受信器の電源がONとなりGPS衛星のサーチが開始される。
- 現場に到着し車のエンジンを止めてからも5分間GPS電源は瞬断することなくONのままとしている。
- 車の発電機を回してアンテナ制御装置の電源が入った時には、GPS電源は継続してONのままなので緯度・経度情報が即時に利用できる。

(2) 柔軟な受信機インタフェース

受信レベルに対応した0~10V以内のアナログ電圧が出力できるすべての受信機(映像受信機、ビーコン受信機等)と接続できるように、受信レベルの極性(電波の強度が上がると電圧が上がるものを正と定義する。)、振幅、オフセット値をアンテナ制御装置内のソフトウェアパラメータで調整できるようにしている。したがって、受信システムが変更されても、保守用パソコンで簡単に適合させることができる。

(3) 信頼性の高い新型磁気方位センサ

従来は計測機器専門メーカーのメカニカルな磁気方位センサを使用していたが、今回は当社製の可動部のない磁気方位センサに防水処理を施したものを使用した。磁気方位センサは車体の着磁の影響を受けるため極力高い場所に取り付ける必要があるが、このセンサは小型軽量であるためアンテナ鏡面の最上部に取り付けることが可能となった。

(4) 分かりやすい操作方法

従来のシートスイッチをやめ、確実なタッチ感が得られる機械式スイッチを採用した。この機械式スイッチは2色点灯であり、“選択できる”場合と“選択されている”場合の発色を変えることで、操作の流れを明確に示すことができ

る。また、表示器もバックライト付きで見やすさを向上させた。

(5) アンテナサーチ幅の自動可変

衛星が所定のサーチ領域で見付からない場合は、更にサーチ幅を広げて衛星をサーチするようアルゴリズムを工夫した。このサーチ領域は保守用パソコンで自由に設定することができる。

(6) 従来機種との互換性

従来のアンテナ制御装置の外部インタフェースを踏襲しているため、従来の機能を維持する場合は、アンテナ制御装置の入替えのみで対応することができる。

また、既設の車載局に衛星自動捕捉機能を追加する場合は、新型アンテナ制御装置への交換、GPSアンテナの追加、新型磁気方位センサ(磁気方位センサについても従来と同じコネクタを採用している。)への交換で簡単に対応することができる。

2.3 HPC

2.3.1 概要

HPCは、コーデックからの送信IF(Intermediate Frequency)信号を送信RF(Radio Frequency)信号に周波数変換した後、所定のレベルに電力増幅してアンテナへ送出する機能を持っている。今回、車載局用として標準19インチラックマウントタイプ、送信飽和出力100WのHPCを開発した。

2.3.2 構成

HPCのブロック図を図2に示す。HPCは、周波数変換部、大電力増幅部、監視制御部等で構成されている。

周波数変換部は、ダブルコンバージョン方式を採用しており、LLO(Lower Local Oscillator：低次局部発振器)によって送信IF周波数帯(140MHz)を2nd IF周波数帯(1GHz帯)に周波数変換し、更にHLO(Higher Local Oscillator：高次局部発振器)によって送信RF周波数帯(14

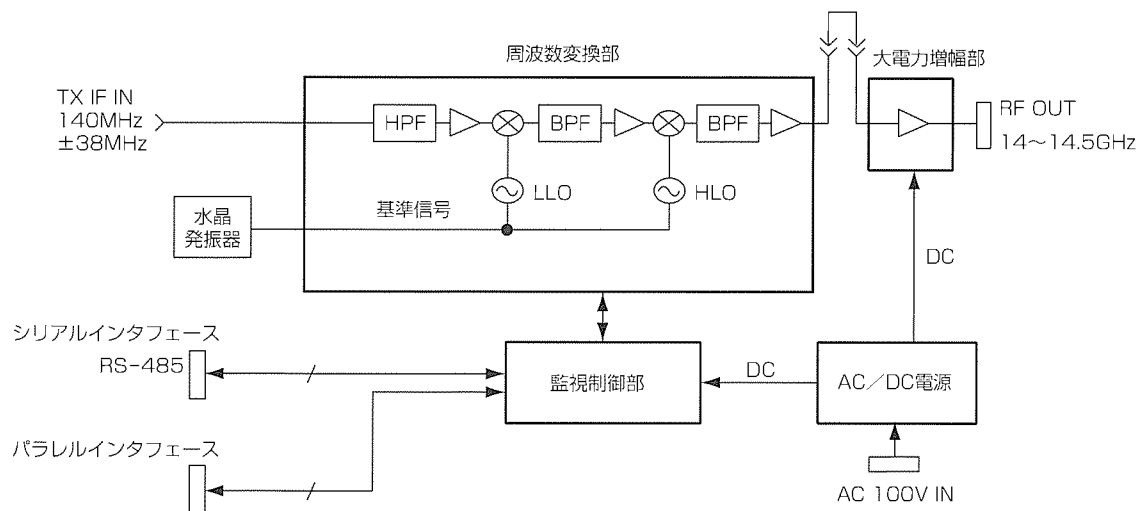


図2. HPCのブロック図

～14.5GHz帯)に周波数変換する機能を持っている。

大電力増幅部は、周波数変換部からの送信RF信号をTWT(Travelling Wave Tube：進行波管)によって所定のレベルに電力増幅する機能を持っている。

監視制御部は、不揮発メモリを搭載したCPU回路で構成され、周波数変換部及び大電力増幅部の監視制御を行う。HPC全体の監視制御は、装置前面からのローカル監視制御とRS-485シリアルインタフェース又はパラレルインタフェースによるリモート監視制御が可能である。

2.3.3 特長・性能

今回開発したHPCの主な特長を以下に示す。また、HPCの主要性能を表2に示す。

- (1) 周波数変換部と大電力増幅部を一体化することによって、装置全体の小型化を実現した(質量：35kg以下、19インチラックマウント4ユニット)。
- (2) 周波数変換部のHLOは、三重ループ構成による2GHz帯周波数シンセサイザを開発し、この出力を6通倍する構成とした。これにより、広い周波数範囲(500MHz)にわたって125Hzの変調ステップでかつ低位相雑音特性(IESS-308相当)を実現した。
- (3) IF信号帯域の振幅周波数特性、RF周波数500MHz帯域の利得の均一性、利得の温度変動等の各種RF性能についてはマイクロプロセッサによって特性の補償制御を行うことにより、安定で高精度な特性を実現した。これらの各種補償量はすべて不揮発メモリに記憶している。
- (4) 監視制御インタフェースとしてRS-485シリアルインタフェース及びパラレルインタフェースを備えており、リモートによって各種制御(周波数設定、利得設定、送信

ON/OFF等)及び状態監視(設定周波数、設定利得、送信ON/OFF状態、各種アラーム状態等)が可能である。

3. 小型版HDTV コーデック

デジタルSNGシステムにおけるビデオコーデック(符号化/復号装置)は、そのシステムの特徴から、高画質、低遅延、小型(可搬性)などの厳しい要求条件を満足することが必要となる。また、BSデジタルにおいて本格的にHDTV放送が始まることを受け、同システムにおけるHDTV素材収集設備の需要が高まっている。

当社はこれまで実用型素材伝送用HDTVコーデック“MH-2000”を開発してきたが、今般、新たに開発した大規模符号化LSIによって、大幅な小型・軽量化を図り、従来比エンコーダ約1/4(2ユニット)、デコーダ約1/8(1ユニット)の装置サイズを実現した素材伝送用HDTVエンコーダ“MH-2500E”及び同デコーダ“MH-2500D”を開発した。

このコーデックは、色再現性に優れたクロマフォーマット4:2:2対応はもちろんのこと、コンパクトサイズでありながらHDTVのみならずSDTV(Standard Definition Television)もサポートし、放送局における運用面での柔軟性を確保している。また、三菱独自の符号化制御技術によって従来機種よりも高画質を実現しており、厳しい素材伝送品質を十分満足するコーデックである。

このコーデックは次の特長を持っている。

- (1) HDTV(1080i, 720p)対応

1080iのみならず720pフォーマットサポートにより、将来の放送フォーマット多様化に迅速に対応できる。
- (2) 4:2:2クロマフォーマット対応

素材伝送では必ず(須)のクロマフォーマット4:2:2に対応し、伝送レートとの組合せを自由に設定可能である。
- (3) 三菱独自の符号化制御技術による高画質化

定評のある三菱符号化制御技術を更に高度化し、従来機種よりもクリアな映像品質を提供できる。
- (4) 多様な符号化モード搭載

高画質伝送モードであるMPEG-2 422プロファイルからイントラスライスによる低遅延伝送モードまで多種多様な符号化モードをサポートし、伝送レートに応じた最適な符号化モードを選択することで、運用面で幅広い選択が可能である。
- (5) 多様な音声符号化モード搭載

PCM, MPEG-1レイヤII, MPEG-2 AACマルチチャネルを内蔵可能とし、用途に応じた選択が可能である。
- (6) 可搬性を追求した小型化

エンコーダ：2ユニット、デコーダ：1ユニットにコンパクト化し、素材伝送品質を満足するコーデックとしては業界最小クラスを実現した。

表2. HPCの主要性能

項目	性能・諸元
入力周波数	140±38MHz
出力周波数	14～14.5GHz
出力周波数設定ステップ	125kHz
最大送信電力	100W
利得(最大設定時)	80dB 標準
利得可変範囲	25dB
利得設定ステップ	0.2dB
位相雑音	
10Hz離調	-30dBc/Hz以下
100Hz離調	-60dBc/Hz以下
1kHz離調	-70dBc/Hz以下
100kHz離調	-80dBc/Hz以下
100kHz離調	-90dBc/Hz以下
3次混変調積(IM3) (@Total Output Back-Off=7dB)	-26dBc/Hz以下
質量	35kg以下
外形寸法	(W)466×(H)177×(D)600 (mm)
環境条件 動作温度範囲	-10～+50℃

表 3. MH-2500Eの主要諸元

映像入力信号	Digital Serial Y, Pb, Pr SMPTE292M
ピクチャフォーマット	1080i/29.97Hz, 720p/59.94Hz
クロマフォーマット	4:2:2/4:2:0
映像符号化方式	MPEG-2 4:2:2P@HL, MP@HL, MP@ML
音声入力信号	SDI多重音声(SMPTE292M, SMPTE259M) AES/EBU 6ch IEC958形式 AAC/AC-3符号化ストリーム
音声符号化方式	PCM (16ビット/20ビット), MPEG-1 Layer2*, MPEG-2 AAC LC profile*
データ入力信号	低速データ: RS-422A(64/128/384kbps)
TS出力レート	最大80Mbps
TS出力信号	DVB-ASI, ARIB STD-B18*
装置サイズ	(W)430×(H)88×(D)600 (mm):2ユニット

*オプション

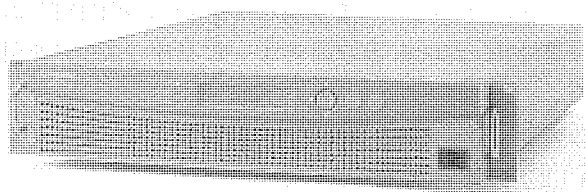


図 3. MH-2500Eの外観

(7) 低遅延化

取材現場とスタジオでの掛け合い放送などで求められる低遅延要求に応じ、エンコーダ/デコーダ間300ms以内を実現した(イントラスライスモード時)。

エンコーダの主要諸元と外観を表3及び図3に、デコーダの主要諸元と外観を表4及び図4にそれぞれ示す。

4. む す び

新型車載局は既に9台放送局に納めており、今年度も約10台納入の予定である。ご使用いただいているユーザーの方からは、短時間に衛星が捕捉可能となったことで非常に好評をいただいている。HDTV機材を実装した車載局は今年度納入予定のうちの2台であるが、HDTVについては今年12月からBSデジタル放送が開始される予定で、

表 4. MH-2500Dの主要諸元

映像出力信号	HD Digital Serial Y, Pb, Pr SMPTE292M×2 SD Digital Serial Y, Cb, Cr SMPTE259M×2 Analog Component Y, Pr, Pb (モニタ出力)
ピクチャフォーマット	1080i, 720p, 480i, 480p
クロマフォーマット	4:2:2/4:2:0
映像復号方式	MPEG-2 4:2:2P@HL~MP@ML
音声出力信号	SDI多重音声(SMPTE299M) AES/EBU×4
音声復号方式	PCM (16ビット/20ビット), MPEG-1 Layer2*, MPEG-2 AAC LC profile*
データ出力信号	低速データ: RS-422A(64/128/192kbps)
TS入力信号	DVB-ASI, DVB-SPI, ARIB STD-B18*
TS入力レート	最大80Mbps
装置サイズ	(W)430×(H)44×(D)570 (mm):1ユニット

*オプション

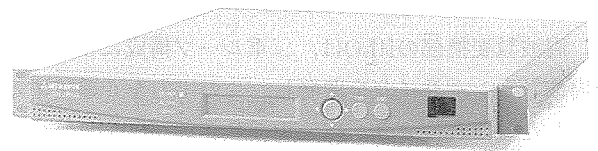


図 4. MH-2500Dの外観

来年度より、運用の増加に伴い、より多くの引き合いが見込まれている。SNGシステムのより発展のため、今後とも開発を継続していく予定である。

最後に、新型車載局開発に際しご助言、ご指導をいただいた㈱東京放送、㈱フジテレビジョン、㈱テレビ東京の関係各位に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 杉田忠彦, 鶴沢 修, 国谷哲男, 出来祐三: 衛星自動捕捉アンテナを搭載したSNG伝送車, 放送技術 (2000-6)
- (2) 清水芳之, 堀江 丞, 中西道雄, 岡田東亜, 日向正端: SNGネットワーク, 三菱電機技報, 64, No.2, 137~141 (1990)
- (3) SNGシステム完全デジタル化, 放送技術 (1997-2)

放送用情報処理システム

要旨

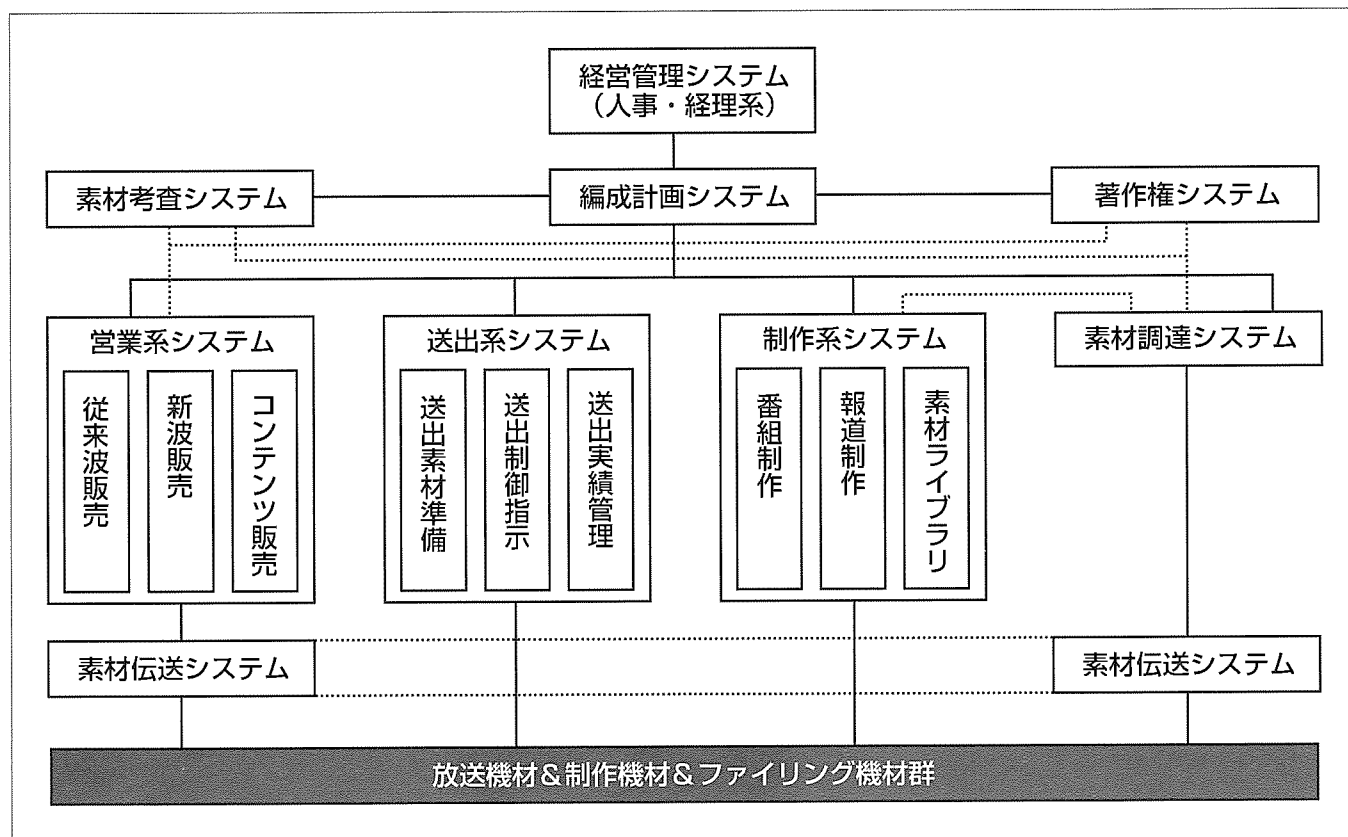
民間地上波放送局において、今後、BSデジタル放送及び地上波デジタル放送の到来で、多チャンネル化が進み、民間地上波地方放送局の経営形態が大幅に変ぼう(貌)することが予想される。

この多チャンネル化が、大量の素材の需要を生み出し、制作ボリュームの拡大を余儀なくさせる。これは言い換えると、放送枠が広がることにより、放送枠を埋めるための制作行為と、制作した番組の流通が一つのビジネスとして拡大していくことになる。

このような状況下で営業収益の向上を目指すには、現行の局内システムの合理化及び統合化、さらに、制作コストの最適化が放送局経営において重要なポイントとなる。

したがって、送出(スタンバイ)系に対して徹底的な自動化を追求するとともに、番組流通を意識した著作権の管理や損益の把握が容易な制作コスト管理を行い、さらに、制作現場の素材伝達の自動化や進ちょく(捗)管理、リソース運用を搭載した制作システムの追求が必要となる。

さらに、このようなシステムのキーテクノロジーとなる現場運用に対し、制作現場からの制作コスト情報、営業現場からの販売・売上情報、及び編成部門からの素材調達コスト情報を業務運用の結果としての吸い上げを可能にし、必要なときに必要な経営データが確実に把握できるシステム構築が求められる。



放送局用情報システムの全体像

放送局は、放送機材&制作機材&ファイリング機材に代表されるハードウェア、それらをダイナミックに運用するための経営管理・編成系・営業系・送出系・制作系で代表されるソフトウェア(情報処理システム)、及びそれを運用する人で構成される。

1. ま え が き

放送用情報処理システムは、放送局業務支援を主体とした業務系システムと放送局収支を中心に処理を行う勘定系システムで構成される。これらの二つのシステムが有機的に結合することで営業放送が可能になる。

さらに、業務系では、営業／編成／放送準備／番組(報道)素材制作／番組素材調達など多岐にわたった運用支援が求められる。

勘定系では、地上波デジタル放送到来に備え、緊迫した経営環境を支援するシステムが求められる。

本稿では、現在納入が済み稼働している製品と開発過程の製品を交え、現状の三菱電機製放送用情報処理システムを紹介するとともに、今後の地上波デジタル放送に向けてのアプローチについて述べる。

2. 業務系システム

2.1 システムの概略と特長

放送局業務系システムは、編成系サブシステム、販売系サブシステム、コマーシャル(以下“CM”という)素材系サブシステム、オンエア系サブシステムの4サブシステムで中核部を構成し、関連システムとの接続は、対応メーカー機器／システムに合わせて部分カスタマイズを行う構成になっている(図1)。

特長としては、放送番組タイムテーブル・契約CM時間取り情報／番組・CM素材情報の一元管理と送出機材・フ

ァイリング機材との連動、及びOA-VDTオペレーションの集約、さらに、事後処理の自動化及び放送履歴は民放連規定に準拠(10年保存)、放送確認書、時間取り、放送結果の同期が挙げられる。

2.2 編成系サブシステム

期を通して編成される番組基本編成、季節対応で行われる季節番組編成、社会情勢及び事件等に対応して実施される特別番組編成、スポーツ番組等で発生する雨天(雨傘)プロ、及び延長／早終りに伴う階段編成に対する番組編成業務を支援する。また、番組の裏収録／裏送り編成についてもここで行う。業務のアウトプットとしては、月次編成予定、週間プログラム、日刊プログラムの形で現れる。また、システム的には、データベースとして基本枠／編成枠(マルチ枠を含む)を生成し、それらの枠を日別に展開する。この日別枠は、各業務担当部門によるCM枠販売及びオンエア素材スタンバイに利用される。また、番組費用、素材の購入契約、素材の受入れ～プレビュー～放送枠割当て～OA後の返却までの管理もここで行われ、オンエアサブシステムの放送実施処理及び勘定系システムと連動することで、購入素材に対する支払伝票が自動起票される仕組みとなっている。

2.3 販売系サブシステム

CM販売に関する契約(引き合い)管理～請求・売上管理までの一連の業務、及び番販、イベント、事業等の請求・売上管理を支援するものである。CM販売系においては、編成計画によって確保される販売枠を基に、引き合いに対

する作案／改案、自動線引きを行い、スポンサーとの契約を締結する。契約締結後は、特番の割り込み等による契約時間取り移動(契約時の時間帯から別な時間帯にCMを移動)及びスポンサーに対する移動連絡を実施し、放送実施後は、実施結果に基づく事後移動連絡、放送実施通知(確認書)、そして請求処理を行う。契約形態は、月額／グロス／単価、レギュラ／単発、タイム／スポット／フリースポット／制作／イベント／番販等に対応している。放送確認書に関しては、すべてOAアンサーデータを基に自動事後処理されたものをそのまま出力する。ネットタイムについては、ローカル差し替え素材をマージして出力する。

2.4 CM素材系サブシステム

販売管理サブシステムでスポンサーからの引き合い・作案／改案後に契約が成立したのに対し、スポンサーから提示されるCM素材割当てスケジュール表を基に、CM時間取り情報に対して指定素材割当ての支援を行うとともにオンエアタイムテーブル上での素材送出順序の最適化業務(配列)／空き枠穴埋め業務(穴埋め)を支援する。また、配列に伴うス

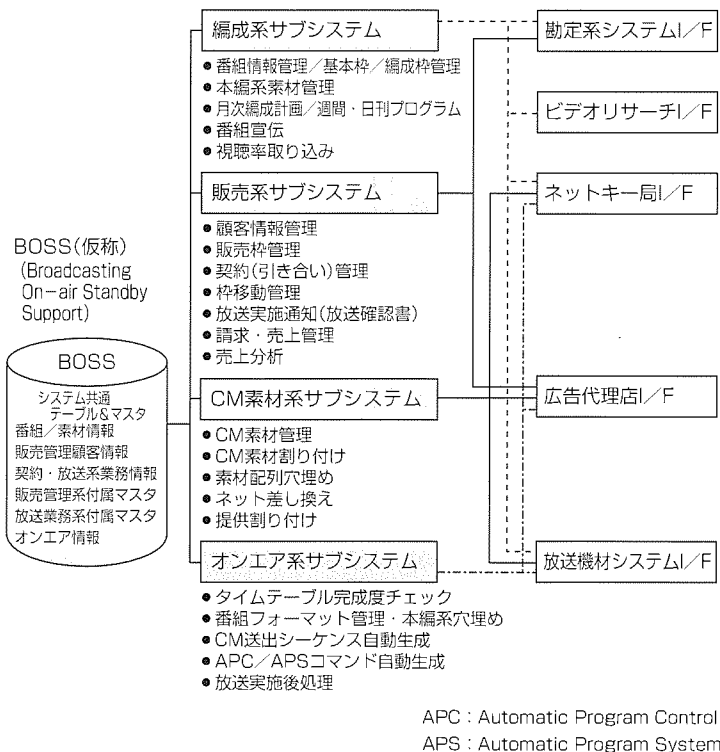


図1. 業務系システムの構成

ポンサー提供テロップの割り付け、及びネットCMに対するローカル差し替え業務の支援もここで行われる。また、CM素材の割当てスケジュール表に新規素材の指定がある場合等は、その素材情報の登録を行うことで、CMバンク、及び静止画／音声ファイルに対し登録要求を行い、実素材媒体の入荷を待つ仕組みになっている。つまり、CMバンク、及び静止画／音声ファイル系素材の状態管理とファイリング、返却・廃却コントロールは、すべてここで行われる。

2.5 オンエア系サブシステム

オンエアに際しての最終準備作業(放送枠の完成度チェック及び最終番組フォーマット調整)の支援を行い、送出機材(CMマザーファイル装置、本編バンク装置、APC or APS)に対してオンエアプレーリストを送出する。オンエアプレーリストの送出に際しては、送出システムの形態に合わせ、編成タイムテーブル放送進行表を送出機材別に分解して送出する。オンエア後は各送出機材から受信する放送実施データを統合し、オンエア後の編成タイムテーブル放送進行表を生成する。そして、オンエア最終準備状況とオンエア後の放送実施状況における差異をスポンサーに通知(事後移動通知)する放送実施後業務を支援する。また、スポンサーに対する放送実施後の請求・売上処理へのリンク、及び素材購入先に対する購入素材費用支払へのリンクもここで行われる。

3. 勘定系システム

3.1 システムの概略と特長

勘定系システムの構成を図2に示す。

クレオ社のCBMS^(注1)(一般会計・人事・給与システム)

(注1) “CBMS”は、クレオ社の登録商標である。

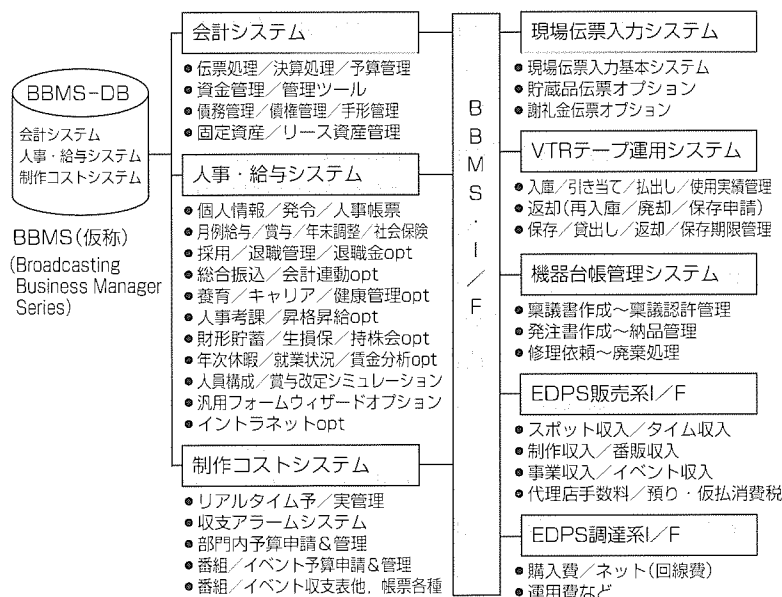


図2. 勘定系システムの構成

を中心に現場エントリーを重視した伝票入力(一般経費、制作経費、出演者ギャラ、ノベルティ等の貯藏品)管理システム、業務系システムとの連携によって放送局の営業収入もリアルタイムに把握することで、リアルタイム収支管理を可能にする制作コストシステムで構成されている。さらに、VTRテープ運用システムをオプション搭載し、テープ等の使用コスト把握、及び最適償却を可能にしている。また、設備関連に対しても、機器台帳管理をオプション搭載し、固定資産・リース資産管理と連動した設備運用を可能にしている。

特長としては、発生費用と売上状況を現場中心でリアルタイムに把握し、番組・イベント収支を担当現場にフィードバックし、各現場でのコスト意識向上をねらったシステムと言える。

3.2 会計システム/人事・給与システム

販売実績の高いクレオ社のCBMSを採用している。データ管理・管理帳票等のバッチ系処理はすべてここで行われる。データ収集は、周辺を取り巻く現場系システムと連携してリアルタイムに行われる。

3.3 制作コストシステム

会計システムに対しての予算申請及び配布される予算に対し、現場伝票入力システムと連携し部局別に詳細な予算管理(時系列な科目別予算&実績把握)をリアルタイムに実施する。さらに、番組別/イベント別制作予算の設定もここで行われ、業務系(販売/編成)システム、VTRテープ運用/機器台帳管理と連携し、番組別、イベント別収支管理が行われる。

3.4 現場伝票入力システム

現場伝票基本システム、貯藏品伝票オプション、謝礼金伝票オプションで構成されている。いずれも共通して現場

配備端末及び経理部門端末からネットワークを介して伝票入力が行われる。セキュリティについては、システムを運用するユーザー(職員)ごとに所属グループ(権限グループ)、使用する伝票種別単位で承認ルートを設定することで、権限グループと承認ルートにより、必要のない機能への不用意なアクセスを防ぐようにしている。伝票に対する承認/否認の設定が可能であり、承認伝票のみの会計システムへの転送が可能になっている。予算&実績把握に関しては、リアルタイムに会計システムと制作コストシステムが連動した形で実現されており、伝票エントリー時に端末に対応科目の予算が表れ、予算オーバー時にアラームが出る仕組みになっている。

現場伝票基本システムでは、仮払請求、仮払精算、支払依頼等の伝票処理が行われる。

貯蔵品伝票オプションでは、ノベルティ等の貯蔵品の在庫管理はもとより、入庫に伴う支払伝票処理、払出し時、棚卸し時の振替伝票処理が行われる。謝礼金伝票オプションでは、出演者のギャラ支払にかかわる伝票処理とギャラシステムとしての出演者／プロダクション別の契約及び支払管理機能を持っている。

3.5 VTRテープ運用システム

テープ自体の在庫管理(入庫・払出し・払出し先・返却・消去再入庫・廃却・棚卸し管理)、及び保存ライブラリとしてのライブラリ管理(保存審査・保存申請・貸出し・貸出し先・返却・保存抹消管理)はもとより、入庫に伴う支払伝票処理、払出し時の償却分振替伝票処理、返却時再入庫不可の場合や棚卸し時の残存価格の振替伝票処理を行う。当然、番組・イベント・番版等でテープ払出しが行われる際、償却分の費用がコストに振り返られるとともに、会計システム及び制作コストシステムと連携し、リアルタイムに予実把握されていく。

3.6 機器台帳管理システム

局内に存在する設備、特に放送機材・制作機材・システム品を中心に電子化した台帳で管理し、管理者が共有のデータを基に購入からメンテナンス(修理)、廃棄まで一貫して管理することを目的としているが、会計システムと連動することで、購入時の支払伝票処理、固定資産化、資産償却、修理時の支払伝票処理、及び資産の廃却等に伴う一連の処理を日々の機器台帳運用の中で自動的に処理される仕組みとしている。

台帳管理機能としては、りん(稟)議書の作成～稟議認許～発注書作成～発注～納品～支払～資産化～償却～廃棄に伴う台帳システムと、メンテナンス履歴管理、修理依頼書の作成～修理依頼～修理完了から支払処理、運用履歴管理、等のメンテナンス管理機能で構成されている。

4. 地上波デジタル放送に向けて

現在、業務系システムにおいては民間放送局2局で稼働中であり、勘定系システムについては民間放送局1局で稼働を間近に控え調整中である。勘定系システムに関しては地上波デジタル放送到来を意識して進めているが、業務系システムに関しては n 編成 n 波送出対応は意識し開発を進めてきたが1編成1波の概念を脱していない。したがって、更なる拡張開発が求められている。

以下に、その2～3の開発要件を紹介する。

まず、編成サブシステムへの地上波デジタル対応編成機能の盛り込みがある。現状の1放送局は、1波+文字放送で1日の1番組編成を行っている。北海道地区は n 波出力であるが、いずれも n 編成:1OA(送出)ラインに対す

る放送である。これが1日 n 番組編成を n 波+ n データ放送での編成が可能になることで、今までの1番組1波編成の概念を脱却し、1番組 n 波編成の仕組みが必要になる。つまり、 n 編成: n OA(送出)ライン、言い換えると n 放送波のラインスケジュールと n 番組タイムテーブルスケジュールを有機的に結合させた編成支援が求められる。そして、その結果をEPG(電子プログラムガイド)として自動出力していくというものである。

次に、販売系サブシステムでは、広告代理店の動向に相当左右されるが、編成サブシステムの番組編成に対応した契約形態への機能拡張は必ず(須)であり、編成バリエーションに合わせた作業/改案システム、及び自動線引き、放送確認書の開発に対して検討を進めている。

CM素材系サブシステムについては、編成系サブシステム、販売系サブシステムに同期した形のCM素材割付けが必要であり、更なる割付け作業効率向上を目指した自動割付けアルゴリズムの開発に着手していく。

オンエアサブシステムに関しては、編成サブシステムの延長であり、いずれにしろ放送機材インタフェース変更に伴うカスタマイズが発生するところであり、局ごとに採用される放送機材に合わせたカスタマイズでの対応を考えている。

5. むすび

デジタル(BS、地上波)放送の到来がもたらす放送事業背景の変化に伴い、ローカル局では対応に大変な苦慮を強いられると予想される。これらの対応の一つとして放送局におけるIT革命(放送用情報処理システムの再構築)がクローズアップしてくる。しかし、デジタル放送普及までは、相当なう(紆)余曲折が予想される。したがって、各局ともある程度の試行錯誤は免れない。このような時期は、単に手持ちの製品をメーカーから供給するといったスタンスは通用しない。このスタンスが通用するのは事業背景が確立し安定している場合のみであり、これからデジタル放送普及までの間は開拓期であり動乱期である。このようなスタンスに対し、現在の手持ち製品をどのように位置付けどのように手直ししていくべきかを考え、各局ごとに異なる最終像に向け、各局と協力し合って、システムを軟着陸させることが、我々、放送用情報処理システム担当に与えられている使命と考えている。

最後に、ここに紹介した放送用情報処理システムの開発に当たって、業務系システムでは、(株)宮崎放送編成業務局、(株)とちぎテレビ技術局と業務局、勘定系システムでは、テレビ愛知(株)技術局と総務局に大変なご協力とご支援をいただき、紙面を借りてお礼申し上げる次第である。

デジタル放送用送信機

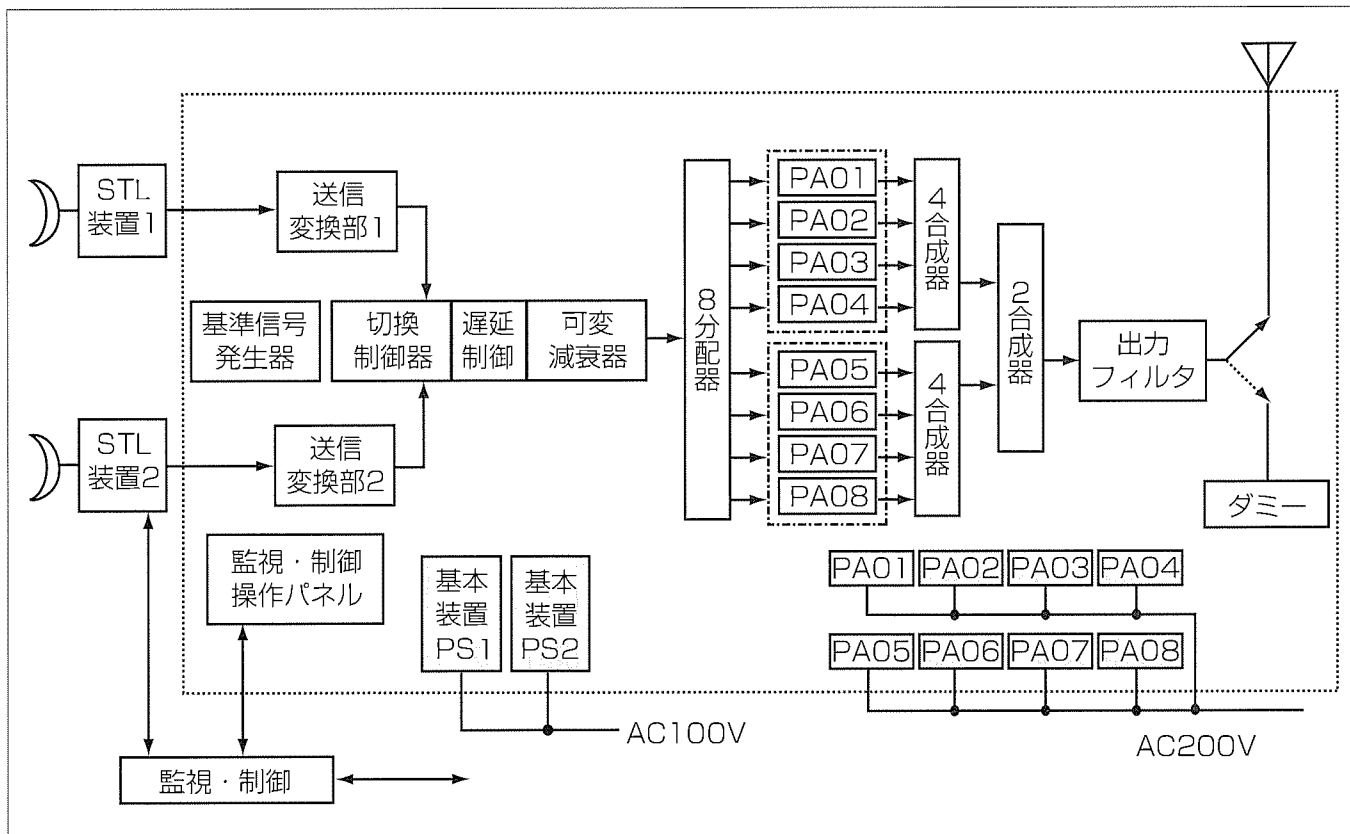
水川繁光*
安永敏郎*

要旨

地上デジタル放送用送信機として、三菱電機では、設置の容易さとアナログ放送機との併設を考慮した冷却ファンや出力フィルタ等を内蔵したオールインワンの1kW送信機を開発し、地上デジタル放送研究開発用共同利用施設で実用化試験を実施している。今後種々の置局条件で実用化試験を行っていくために計画立案をしている。送信機開発に当たっては、アナログ放送からの移行期に要求される小型化とデジタル放送の品質に重要なIM(Inter Modulation)の抑圧に留意して進めた。地上デジタル放送用送

信機では、これらのほか、信頼性を上げるためには不可欠の効率の良い冷却方式、簡便な操作性、容易な保守・点検性などが求められる。また、設置においては、小型化と同時に軽量化も重要な要素であると認識している。

本稿では、今回製作したこの高度で多様な要求にこたえることができる小型・軽量で設置も簡易にできる送信機の概要に加え、3kW送信機への取組や、今後注力していく高出力・小型・高性能送信機の概要を紹介する。



送信所放送設備の概略系統図

放送局の送信所送信設備として代表的なものはSTL装置、TTL装置、送信機、及び送信アンテナである。シンプルな構成であるが、デジタル化では、高品質、高性能、小型化等の要求がある。また、保守の容易さに対するため、監視・制御機能が多様化し複雑になってくる。

1. まえがき

我が国では、2000年から放送衛星により、2003年末からは地上波によるデジタル放送が開始される。三菱電機では、地上波デジタル放送の送信機として、小型・軽量で給電及び主信号の入出力信号をケーブルで接続すれば送信機として使用できるオールインワン1kW送信機を製作し、地上デジタル放送研究開発用共同利用施設で実用化試験を実施している。主信号入力信号としては変調器出力信号又はスタジオから伝送されたSTL-IF出力信号を、出力信号としては出力フィルタを経由した増幅器出力を接続する。このほか、モデムを介した入出力信号による遠隔監視・制御機能を持っている。送信機としては、現在同様の構成による3kW送信機のほか、10W、30W、150W及び300Wを基本構成要素とした各種送信機の開発と製品化を進めている。

本稿では、主に当社の送信機と開発・製品化に当たっての基本的な考え方を紹介している。

2. 送信機開発に当たって

送信機の開発に際しては、送信機設置スペースの節約に対応可能な小型化を実現しアナログとのサイマル放送に備えるため、機器構成の立体化、出力フィルタの小型化、及び給電のオンボード化等によってコンパクト化を実現すると同時に、IMを抑え高いC/N比を持った高品質設計として、多段中継を可能としている。また、冷却方式は、自架内に実装した冷却ファンによる強制空冷方式を基本としている。このように、送信機の開発に当たっては①アナログ送信機との併設を考えたコンパクト設計、②設置を容易にするための簡便な入出力線構成、③搬入・据付けを考慮した小型・軽量化設計、④保守及び操作性が容易なプラグイン構成と、対話型ローカル/リモート監視・制御機能を備えた構成としている。

3. 送信機の構成

送信機の外観を図1に、構成を図2に、系統を図3に示す。送信機のコンパクト化を実現するため、各電力増幅器には放熱のための空冷ダクトを設け、発熱体に直接風をぶつける衝突冷却方式を採用している。電力増幅部への冷却風は後方から前面に導いており、各電力増幅器は熱的に遮へい(蔽)しており、水平に実装している。電力増幅器の水平実装によって床面積を低減している。その他のコンパクト化設計としては、出力フィルタの小型化をひずみ

補償によってIMを低く抑えることで実現し、きょう(筐)体背面へ実装することによって達成している。

送信機では、コンパクト化のほか、操作性・保守性を、リモート/ローカルに切り換えて使用できる監視・制御パネルと冗長に構成した電力増幅器によって向上している。操作パネルでは、送信機を運用するために必要なほとんど

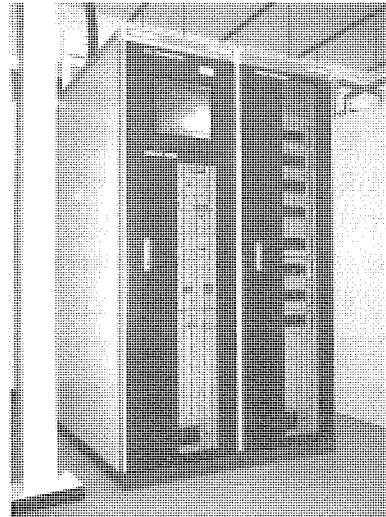


図1. 送信機の外観

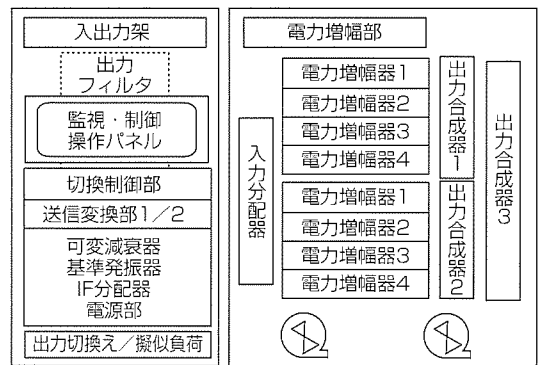


図2. 送信機の構成

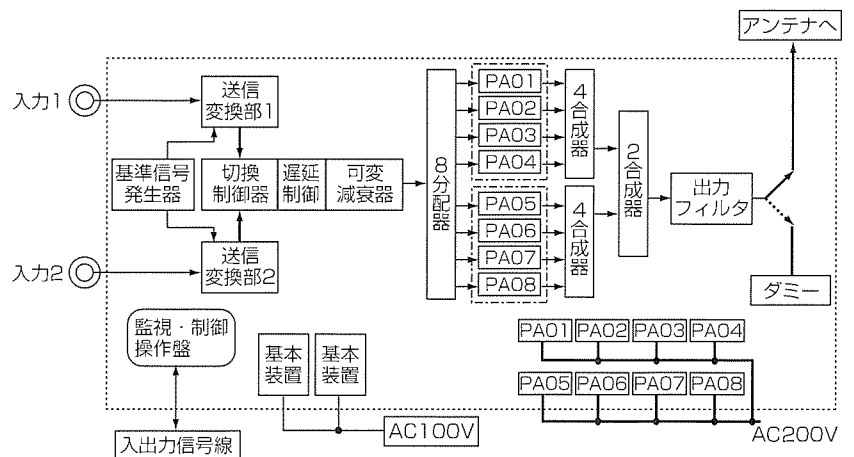


図3. 送信機の系統

の項目が遠隔に監視・制御でき、必要に応じてリアルタイムに温度、出力、冷却風の静圧などが取り出せる。

3.1 電力増幅器

1kW送信機の電力増幅器は、150W電力増幅器を8台使用して構成しており、万一故障が発生した場合には、これらの電力増幅器を切り離すようにしている。切り離した場合には、全体で約1dBの出力低下となり、サービスエリア端いわゆるフリンジエリアでのサービス低下が懸念される場合もある。そのような場合のために、予備の増幅器を1台設けて故障時に備えることも検討している。図4に電力増幅器の予備構成方式を示す。

電力増幅器は、低ひずみの高性能増幅器で構成している。ひずみの抑圧には安定なフィードフォワードひずみ補償方式又はフィードフォワードにLinearizerを組み合わせたものを採用しており、良好な特性を得ている。図5にひずみ補償回路の概略を示す。

フィードフォワードひずみ補償回路では、入力されたOFDM変調波の一部を取り出し、主増幅器で発生する遅延を付加した後、レベル、位相を制御して、主増幅器を経由したOFDM変調波との間で減算を行うことにより、まずひずみ成分をひずみ信号として抽出する。取り出されたひずみ信号は、位相、振幅が主増幅器を経由した主信号のひずみ成分と同等になるように調整された後、ひずみ増幅器によって増幅される。一方、主信号にはひずみ増幅器で発生する遅延量を付加しておく。ひずみ補償は、ひずみ増幅器で増幅したひずみ信号とひずみ成分が付加された主信号との間でレベル、遅延及び位相を合わせよう調整した後、減算を行うことでひずみ成分を消し去ることによって

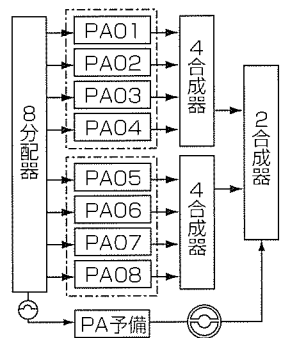


図4. 電力増幅器の予備構成方式

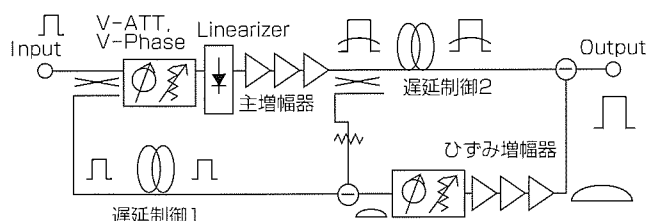


図5. ひずみ補償回路の概略

行う。フィードフォワードひずみ補償回路は、発生したひずみ成分を利用してひずみを抑圧するために良好なひずみ抑圧特性を示し、制御回路の応答速度が適当であれば広帯域性もある安定なひずみ補償回路であり、他のシステムも含めると利用実績の多い回路方式といえる。図6、図7に送信機の入力スペクトルと出力スペクトルの一例を示す。送信機のひずみ特性に大きくかわる要因としてバックオフがある。我々の評価では、理想的な直線性を持つ場合には8.6dBでよいが、非直線ひずみを考慮して更に約1dBのマージンを持った設計としている。

3.2 送信機の特性

送信機の特性として、3.1節で示したスペクトルのほか、C/N対BER(Bit Error Ratio)がよく用いられる。特に地上波デジタル放送用送信機では、C/N対BER特性がシステムの性能のほとんどを決定付けるとも言える重要な特性である。送信機でのこの特性の劣化要因としては、発振器の位相揺らぎに起因する位相雑音と、直線性の不完全さ及びキャリア相互間の干渉によって発生するIMなどがある。ここでは、図7の送信スペクトルを持つ送信機を用いたフィールド試験結果の一例として、図8にC/N対BER特性として示す。地上波デジタル放送では強力な誤り訂正機能を持っており、BERの指標として外符号(Reed Solomon符号：RS)で 10^{-11} 以下に訂正できる 2×10^{-4} の値

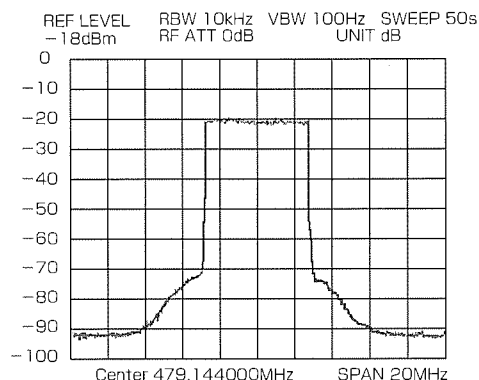


図6. 送信機の入力スペクトル例

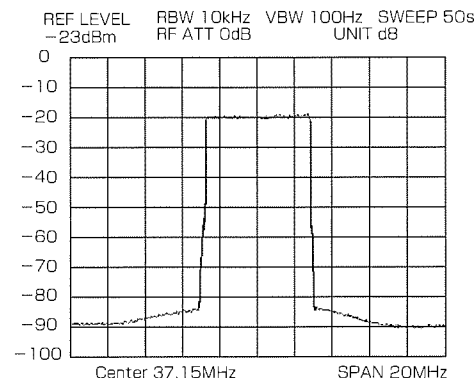


図7. 送信機の出力スペクトル例

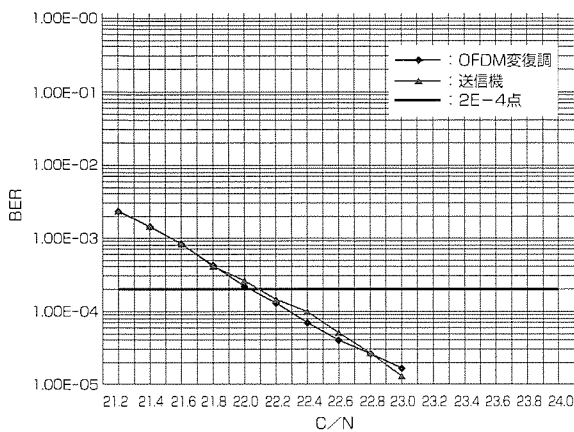


図8. C/N対BER特性

がよく用いられているので、グラフ上に太線で示した。測定系での劣化分を評価すると固定劣化としては0.05dB以下であり、良い特性を示している。

今後の送信機開発に当たっての主要な目標を表1に示す。

4. 操作盤

装置の操作性・保守性を良いものとするために、リモート又はローカルどちらからでも操作可能な操作盤を設けている。操作/監視・制御項目の主なものとしては、送信電力、反射電力、各電力増幅器の稼働状況、ATTの挿抜、ファンの監視制御と静圧監視、ANT/DUMMY切り換え、入力電圧などのほか、イベントのログがとれるようになっており、メモリメディアでパソコンなどとデータ交換ができるようにしている。リモート/ローカルの切り換えにより、同一の項目がどちらからでも行えるので、保守、操作性の向上に寄与する。図9に操作盤表示の一例を示す。

5. 放熱と排熱

放熱設計は、送信機出力及び各電力増幅器の出力によって異なっているため、一概には論じられない。ここでは、ヒートパイプを利用した場合の許容発熱量と面積拡大率の関係について述べる。

我々の評価では、ヒートパイプと衝突冷却方式を利用した熱伝導率が約100(W/m²・K)の放熱方式を採用した場合の許容発熱量は約120(W)であり、有効な面積拡大率は約10.0であった。これに従い、電力増幅器内の各モジュールの熱配分を行って設計している。許容発熱量対面積拡大率を図10に示す。一方、筐体外への排熱は、冷却風による放散と考えているが、部屋全体の熱容量が少ない場合には、屋外へ排熱するダクトを設けるなど対策を設ける場合も必要と考えている。

6. むすび

デジタル放送は、2000年にまずBS放送が、2003年か

表1. 開発目標

ひずみ補償方式	PD方式+FF方式
IM特性	-53dBc以下
C/N	50dB以上
効 率	12%以上

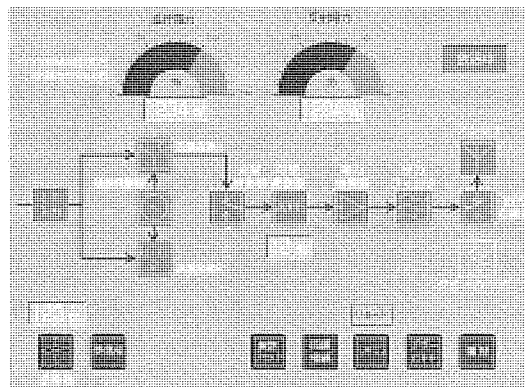


図9. 操作盤表示の一例

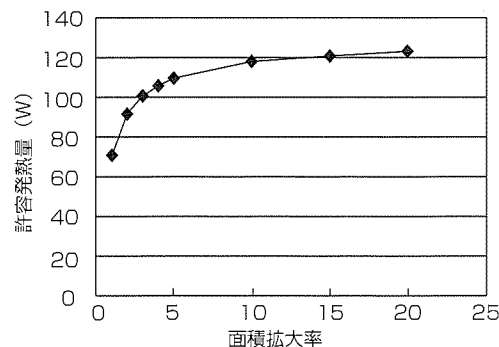


図10. 許容発熱量対面積拡大率

ら地上波が商用放送を開始する。同時に、受信機は高性能で小型化又は大スクリーンへとTPOに従った用途に使用できるものになっていくと考えられる。一方、デジタル化の恩恵はそればかりではなく、データと映像の同時放送、デジタル信号による映像の同報配信、移動体への安定な情報の提供、CASによる通信領域の伝達やインターネットとの共生への取組など、従来の放送とは趣を異にした新しい情報伝達メディアの出現と言えるかもしれない。

三菱電機では、このような新しい要求にマッチした送信機を提供するため取組を行っている。このためのエントリーフィールドとして、地上デジタル共同利用施設などでの実用化を視野に入れた実験を行っており、この経験を生かし、更に操作性・保守性・信頼性を向上し、放送事業者にとって魅力のある送信機を開発を進めていきたいと考えている。送信機の開発課題としては、床面積の削減、効率的な熱処理などのほか、簡易な設置、簡便な置局配置の検討などがあり、鋭意取り組んでいく予定である。

最後に、送信機の製品化に当たって協力・助言・指導を賜った関係各位に厚く感謝する次第である。

デジタル放送用SFN中継放送機

長野順一* 竹内安弘***
三木正道*
生岩量久**

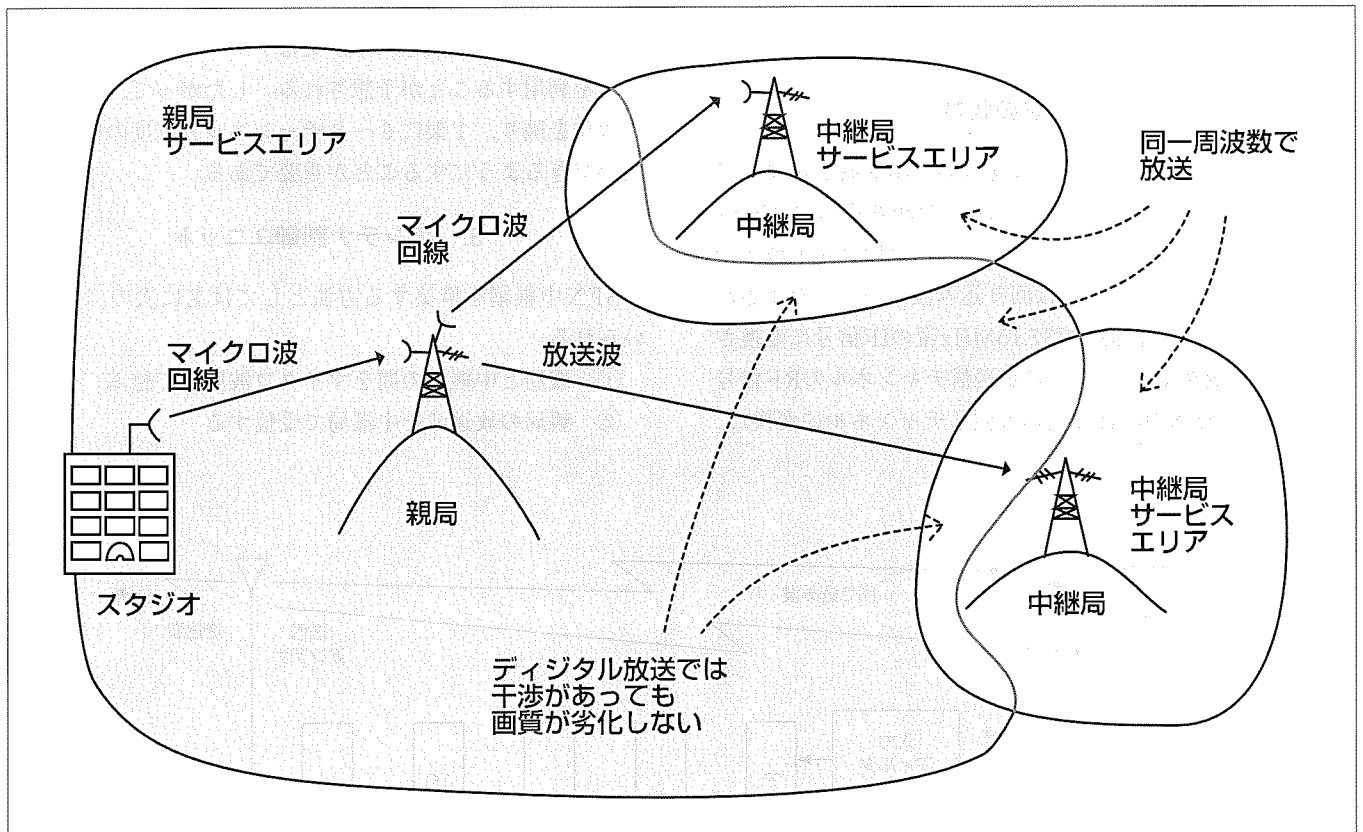
要旨

地上波テレビ放送では、山岳地域など親局から十分な電波が届かない地域にも放送を行うため、中継局で中継を行っている。これによって全国ほとんどの地域での視聴を可能にしている。アナログテレビ放送では、全国に約1万4千局の中継局がある。

地上波デジタル放送は2003年に開始されるが、当面の間アナログ放送も継続されるため、デジタル放送に割り当てられる周波数(チャンネル)のひっ(逼)迫が予想される。このため、地上波デジタル放送では、ネットワークを単一周波数で構成するSFN(Single Frequency Network)を使用することで、周波数を有効利用することが検討されている。

SFNを構築する場合に問題となるのは、中継機が送受同一周波数となるため、中継機出力が中継機の受信信号に混入する現象、いわゆる回り込みである。回り込み波は、信号の品質を劣化させるだけでなく、中継機の発振の原因となる。

今回、上記の問題を解決するため、受信アンテナを複数構成にしたことを特長とする回り込み波キャンセル装置を開発した。この装置を使用することにより、回り込み波がある状態でも、回り込み波がない場合とほぼ同等の信号品質が得られ、発振の原因となる回り込み波が減少していることを確認した。



SFN中継網

SFNでは、親局サービスエリアと中継局サービスエリアに同一周波数を用いて放送を行う。スタジオから親局までは、通常、マイクロ波回線を使用する。親局から中継局に信号を送信する場合、マイクロ波回線を用いて伝送する方法と、親局の放送波を中継局で受信する方法がある。

1. まえがき

地上波デジタル放送では、周波数の有効利用などの利点があるために、SFNでの運用が検討されている。

一般に、親局から送出されている周波数と同じ周波数で中継局から電波を発射すれば、受信点においては親局波と中継局からの出力波が混在し、両波には時間差が存在する。従来のアナログTV方式では、信号の時間差がゴーストとなって映り画質が劣化してしまうため、同一周波数での中継はほとんど行われていない。

地上波デジタル放送で採用されるOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式では、遅延波の遅延時間及びレベルをある値以下に抑え込めば、受信機での画像は遅延波の影響を受けない。したがって、親局及び中継局からの電波を同時に受信する可能性があるSFNにおいても、鮮明な画像を再生することができる。しかしながら中継局においては、送受同一周波数中継を行う場合、中継局の送信信号が中継局の受信アンテナに回り込み、発振して特性が劣化することが大きな問題となる。

本稿では、SFNを構築する中継機の概要、発振及び信号劣化の原因となる回り込み波をキャンセルするために開発したアンテナ制御ユニットについて述べる。また、フィードフォワードひずみ補償を採用して信号の劣化と隣接チャンネルへの妨害を抑えた電力増幅器についても述べる。

2. 中継機概要

図1に開発したテレビ中継放送機の基本構成を示す。受信アンテナには親局波(Desire: D)及び回り込み波(Undesire: U)が受信される。補助アンテナには回り込み波が受信される。アンテナ制御では回り込み波がキャンセルされる(3章を参照)、受信変換で37.15MHz帯のIF信号に変換される。送信変換では、IF信号が送信チャンネルのRF信号に変換され(SFNの場合は受信と同じチャンネルに変換)、

100mWまで増幅される。その後、10W電力増幅で10Wに増幅され、出力フィルタで高調波等の不要成分が除去されて送信アンテナから出力される。

デジタル放送の中継放送機では主に下記の項目が重要になる。

(1) 低ひずみであること

OFDM波の増幅器には高直線性が要求される。電力増幅ユニットで発生するひずみは、C/Nを劣化させるだけでなく隣接チャンネルへの妨害成分となるため、極力小さく抑える必要がある。このため、10W電力増幅ユニットにはフィードフォワードひずみ補償方式を採用して低ひずみ特性を実現している。

(2) 隣接波を十分除去できること

デジタル放送が開始されても、当面の間はアナログ放送とのサイマル放送となるためチャンネルが逼迫する。このため、従来のような隣接チャンネルを空きとするチャンネル配置が困難であり、両隣接にアナログ波又はデジタル波が存在するのが普通となる。

このため、受信変換、送信変換のIF段には急しゅん(峻)な減衰特性を持つSAWフィルタを各1個入れ、隣接波の減衰量を70dB確保した。SFN中継の場合でもいったんIF信号に変換しているのは以上の理由による。

(3) 小型であること

局舎は新規に建設されるか又はアナログ局舎の空きスペースを利用することが予想される。したがって、中継機の小形化を図り、1架に6~8チャンネル分程度の中継機を実装できるようにすることが重要である。

3. アンテナ制御ユニット

SFN中継網を構築する方法としては主に次の二つが用いられる。

- ① 親局と中継局の間をマイクロ波回線で結ぶ
- ② 親局の放送波を中継局で受信する

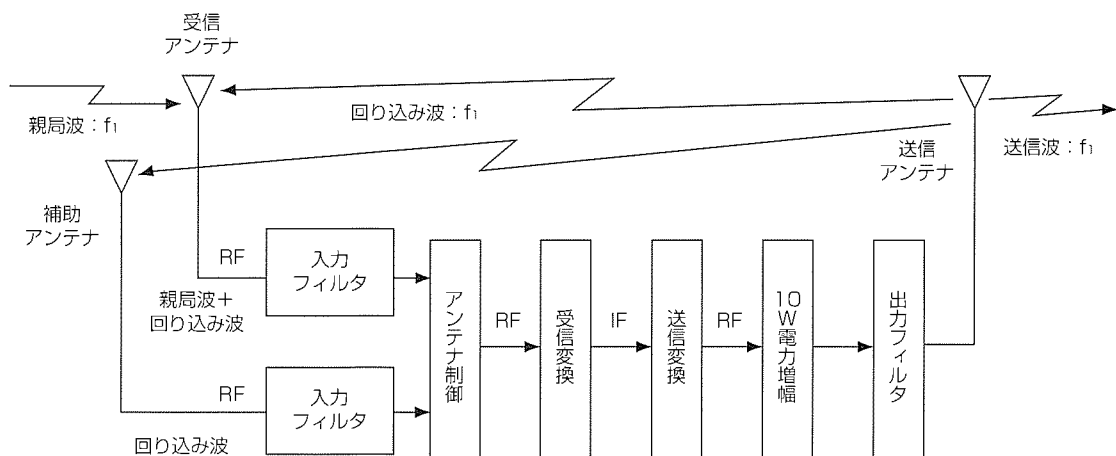


図1. 中継放送機の全体系統

地上波デジタル放送では、時間的に遅れた信号が受信波に加算されても、強度がある程度以下なら受信画質に影響を与えない。そのために、放送波とは別に新たなマイクロ波回線を必要とする①の方法を使用せずに、②の方法で放送網を構築できる可能性がある。

しかしながら、中継局で受信した信号を同じ周波数で送信すると回り込み現象が発生し、最悪の場合、発振に至る。その対策としては、回り込み量を減らして十分な希望波-妨害波比(D/U)を確保するために送信アンテナと受信アンテナの距離を離したり遮へい(蔽)物で両アンテナ間を仕切る等の対策が考えられるが、設置条件などを考慮すると常に十分な対策が行えるとは限らない。

そこで、受信アンテナとは別に回り込み波を受信する補助アンテナを付加し、そこに入射した回り込み波の位相と振幅を適切に制御することにより、受信波から回り込み波を取り除くことができるアンテナ制御ユニットを開発した。

アンテナ制御ユニットの系統を図2に示す。

図中の移相器及び減衰器を制御して回り込み波を同振幅・逆位相で足し合わせ、回り込み波のキャンセルを行う。検波制御器では、合成器の出力レベルを監視し、そのレベルが極小になるよう減衰器と移相器を制御している。レベル極小点で回り込み波のキャンセル量は最大となる。制御器は高速で動作しているため、キャンセル動作は風などによる環境変動にも追従する。この方式は構成が簡単であり、また、親局波受信レベルよりも回り込み波受信レベルが大きい場合(D/U < 0 dB)にも良好に動作することが大きな特長である。

アンテナ制御ユニットを使用しない場合と使用した場合で、スペクトル波形を観測した。回り込み波の遅延時間を約6μs、入力段でのD/Uを0dBとし、中継機出力段でAGCをかけた後の観測結果を示す。

図3がアンテナ制御ユニットを使用しなかった場合である。回り込み波によって本来平たん(坦)であるはずの波形にリップルが現れている。図4がアンテナ制御ユニットを使用した場合である。リップルが減少していることが観測され、アンテナ制御ユニットの回り込み波キャンセル効果が確認

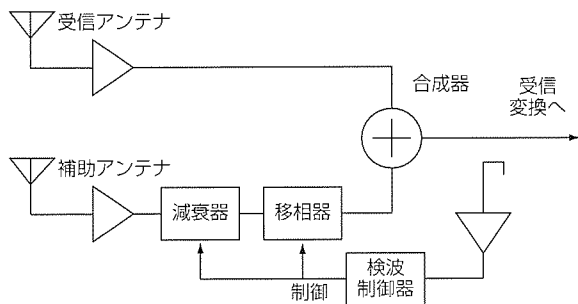


図2. アンテナ制御ユニットの系統

できる。

回り込み波キャンセル効果を定量的に評価するために、C/N対BER特性を測定した。測定結果の一例を図5に示

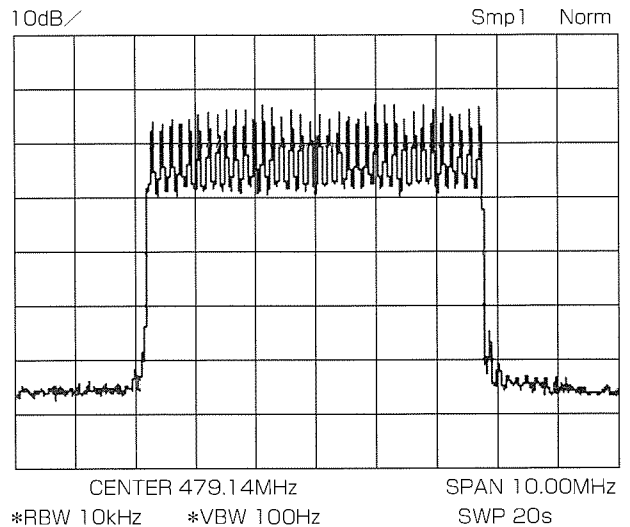


図3. スペクトル波形(アンテナ制御ユニットなし)

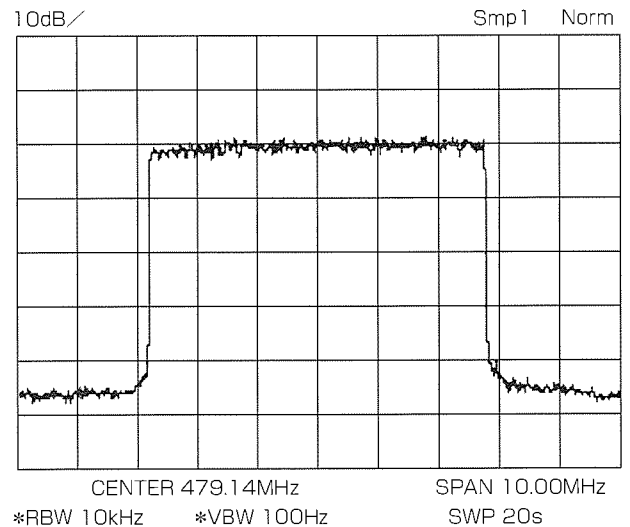


図4. スペクトル波形(アンテナ制御ユニットあり)

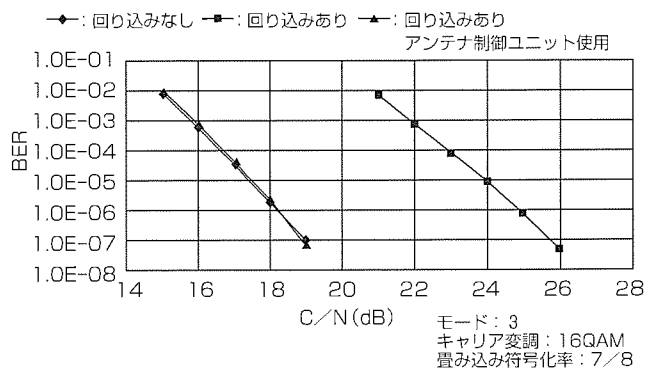


図5. C/N対BER特性

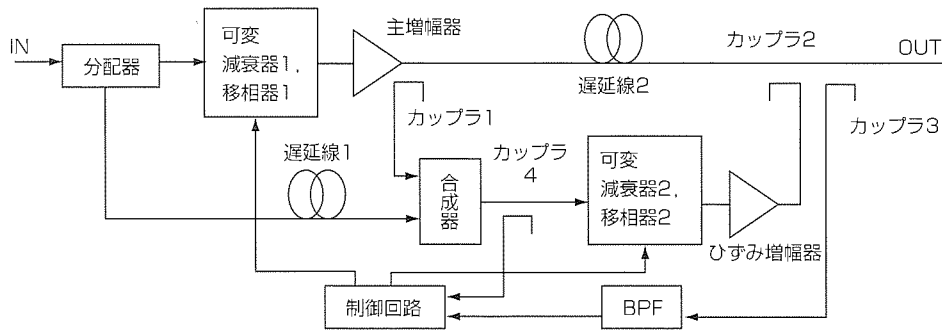


図 6. 10W電力増幅ユニットの系統

す。図から、回り込み波がない状態のBERとほぼ同等の信号品質に改善できたことが確認できる。

アンテナ制御ユニットを使用することによって自局波回り込み量を減少させることができるため、SFN中継局の設置条件が緩和できるものと期待する。

4. 10W電力増幅ユニット

開発した10W電力増幅ユニットの系統を図6に示す。ひずみ補償はフィードフォワード方式を採用している。

入力信号は分配器で分配され、一方はレベル及び位相調整用の可変減衰器1/移相器1を通して主増幅器で増幅される。他方は遅延線1を通して合成器に入力される。また、主増幅器の出力の一部はカップラ1で取り出され合成器に入力される。合成器に入力される2信号が同振幅・逆位相となるように可変減衰器1/移相器1を設定することによって信号成分はキャンセルされ、主増幅器で発生したひずみ成分のみが取り出される。ひずみ成分は可変減衰器2/移相器2を通してひずみ増幅器によって増幅され、カップラ2によって主増幅器からの出力に加えられ、ひずみが打ち消される。制御回路は、カップラ3及びBPFによって抽出されたひずみの電力が最小となるよう制御する。また、信号キャンセル量及びひずみキャンセル量は制御回路によって監視され、規定のキャンセル量に満たない場合にはアラームを出力する。

電力増幅ユニットの出力スペクトルを図7に示す。

IMは48dBと良好な特性が得られているが、今後更なる特性改善を図り53dBの達成を目指している。なお、主増幅器のIMは約30dBであり、ひずみキャンセル量は約18dBである。

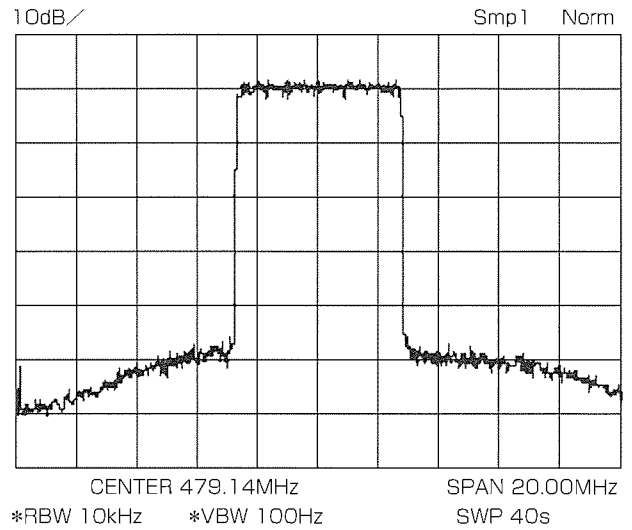


図 7. 電力増幅ユニットの出力スペクトル波形

5. むすび

地上波デジタル放送用中継放送機について、SFNを構築する送受同一周波数中継局の回り込みキャンセル方式を中心に述べた。

今後は、アンテナ制御ユニットのフィールド試験を行い、実用化の目途をつけるとともに、中継機の更なる小型化を図るなど、本放送開始に向けた製品開発を進めていく予定である。

参考文献

- (1) 米沢ルミ子, 千葉 勇, 長野順一, 児山淳弥: 地上波デジタル放送SFN方式用回り込み波除去アンテナ, 信学技報, A・P99-52, 71~76 (1999-7)

デジタル放送用アンテナ制御形キャンセラ

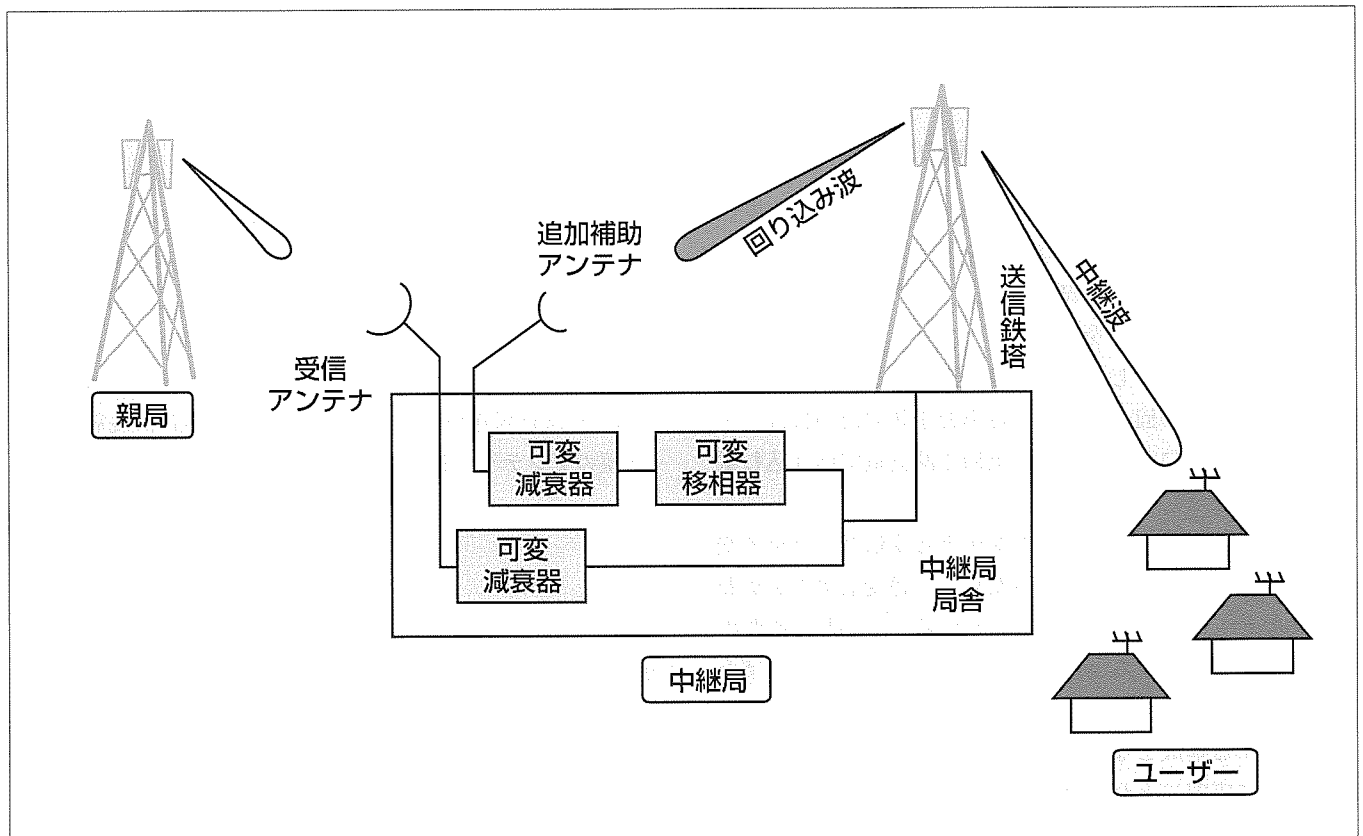
米澤ルミ子* 竹内安弘+
千葉 勇**
生岩量久***

要旨

地上デジタル放送を実現するための中継方法として、複数の放送局から同じチャンネルで送信したり親局からの受信周波数と中継局の送信周波数を同じにするSFN (Single Frequency Network: 単一周波数網) が有力な方法として検討されている。SFN方式は一つのチャンネルで広範囲をカバーすることができ、複数の放送局から同一の送信周波数で同一のプログラムを放送することができる。また、伝送方式として検討されているOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) は、マルチパス妨害に対して優れた特性を持ち、複数局から送信した同一プログラム放送を復調時にマルチパス伝送路からの信号とみなすSFNの実現が可能となる。

しかし、放送波中継システムでSFNを行う場合に問題

が一つ生じる。これは、送受信の周波数が同じであるため、OFDMの場合でも、中継器の送信アンテナから増幅された送信波が受信アンテナに回り込み、大きな不要波干渉が起きて伝送特性が劣化することである。現行の放送波中継と同様のネットワーク構成とした場合、複数回の中継を繰り返す多段中継となり、更にこの回り込みによる特性劣化が累積する。回り込み波除去方式としては信号処理による方法等が報告されているが、今回、この問題を解決する手段の一つとして受信アンテナを複数素子アンテナで構成してアレーアンテナとし、それぞれのアンテナ素子の振幅位相を制御することで送信回り込み波を除去することを検討した。



複数受信アンテナによる送信アンテナからの回り込み波除去の概念図

補助アンテナを追加することで受信アンテナを複数にし、可変減衰器、可変移相器を制御することで振幅移相分布を最適化し、送信アンテナ方向からの回り込み波を除去する。このとき、初期値として受信2素子アレーアンテナの放射パターンを送信アンテナ方向にヌルを形成するような分布を与える。また、中継局動作時には可変減衰器、移相器の調整幅を限定した方法で励振分布を調節し、特に移相器の値の変動による特性劣化を抑えた方法で最適化を行う。

1. まえがき

地上波デジタル放送において、各中継局への放送プログラム配信方法として放送波中継が多く用いられている。この中継は、親局からの放送波を中継局が受信し、これを更に中継局内で増幅して再送信を行うものである。現行のアナログ放送中継システムでは、送受信で異なる周波数を用いて同一チャンネル間干渉を避けている。このため一つのプログラムを放送するために多くの周波数帯を占有してしまうが、周波数状況がひっ(逼)迫している中、地上デジタル放送用に新たにチャンネルを確保するために周波数の有効利用を図る必要がある。

現在、この地上デジタル放送を実現するための中継方法としてSFNが有力な方法として検討されており、また、伝送方式として検討されているOFDMは、マルチパス妨害に対して優れた特性を持ち、複数局から送信した同一プログラム放送を復調時にマルチパス伝送路からの信号とみなすSFNの実現が可能となる。

しかし、放送波中継システムでSFNを行う場合、中継器の送信アンテナから増幅された送信波が受信アンテナに回り込み、大きな不要波干渉が起きて伝送特性が劣化するという問題がある。

現行の放送波中継と同様のネットワーク構成とした場合、複数回の中継を繰り返す多段中継となり、更にこの回り込みによる特性劣化が累積する⁽¹⁾⁽²⁾。

2. SFNにおける中継局の問題点

SFNは、同じ放送プログラムを同一の周波数で中継伝送したり、複数の局から同時放送をする方式である。つまり、中継局において同一周波数で送受信するために、送信した電波が回り込んで受信アンテナで受信されることで、ループして発振してしまう、又は伝送劣化を生じることが考えられる。この回り込みによる影響を防ぐためには、中継器内の増幅器による増幅率を上回る減衰量で回り込む電波を減衰させる必要がある。

この対策として、まず送信アンテナと受信アンテナの空間的なアイソレーションをとるために、送受信アンテナ間距離を離して設置することが考えられる。しかし、所要の減衰量を得ようとすると送受信間距離を大きくとらねばならず、現在の中継放送局の多くは送受信アンテナを同じ場所に設置する構成となっており、アンテナの設置上困難を生じる上に実際にとれる距離には限界がある。また信号を受信した後の信号処理によるキャンセラ方式を用いる方法等が報告されているが⁽³⁾、どちらにしても十分な減衰量を得ることができないという問題がある。

本稿では、これらの問題を克服するために、空間アイソレーション、信号キャンセラによる方法とは別に、受信ア

ンテナパターンによる回り込み波除去を用いた方法を検討した。この方式では、受信アンテナを複数素子アンテナで構成してアレーアンテナとし、初期状態でそれぞれのアンテナ素子の振幅位相を制御することでアンテナパターンにヌルを形成して送信回り込み波を除去する。また、中継局動作時には特性劣化を最小限にとどめてアンテナ励振分布を調節することで周囲の環境変化にも対応する。

3. 初期状態における回り込み波除去

3.1 アンテナ構成と除去理論

図1に示すように、従来の親局方向を指向した受信アンテナに加え、追加補助アンテナを設置する。これによって受信局を2素子のアレーアンテナ構成としている。従来の受信アンテナは親局方向にビームが最大となるように設置するが、追加補助アンテナは自局の送信アンテナ方向にビームが最大となり、かつ親局方向からの受信がなるべく小さいように構成するのが望ましい。

ここでは、方向拘束付き出力電力最小化アルゴリズム⁽⁴⁾に従ってこの要求を満足するための評価関数 F を設定し、評価関数が最小となる素子アンテナ励振分布を決定する方法を採用する⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

親局方向を指向した従来アンテナを#1、自局送信アンテナ指向した追加補助アンテナを#2とおいて、それぞれの受信素子アンテナの電界パターン $P_1(\theta)$ 、 $P_2(\theta)$ は式(1)、式(2)のように表すことができる。

$$P_1(\theta) = E_1(\theta)a_1 \exp(j\phi_1) \dots\dots\dots(1)$$

$$P_2(\theta) = E_2(\theta)a_2 \exp(j\phi_2) \dots\dots\dots(2)$$

ここで $E_1(\theta)$ 、 $E_2(\theta)$ は受信電界、 a_1 、 a_2 はそれぞれの素子アンテナに与える励振振幅、 ϕ_1 、 ϕ_2 は励振位相である。ここで文献(4)との違いは、 $P_1(\theta)$ は親局方向を指向し、 $P_2(\theta)$ は自局送信アンテナ方向を指向していることである。

次に、式(3)のように評価関数 F を設定する。 θ_1 は親局方向、 θ_2 は自局送信アンテナ方向であり、 G_0 は親局方向の所望のアンテナ受信レベルである。式(3)の右辺第1項は親

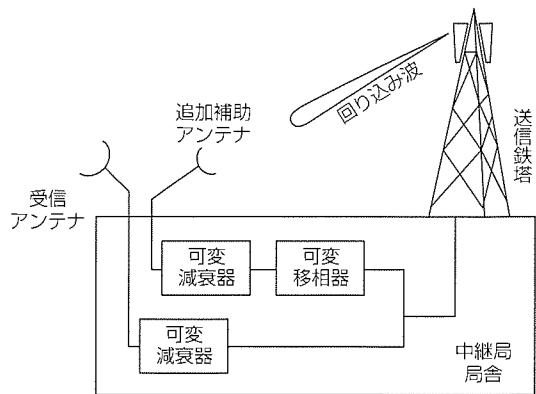


図1. 中継局の構成

局方向における受信2素子アンテナの合成電力と所望電力の差分量、右辺第2項は自局送信アンテナ方向における合成電力に対応する。このとき、自局送信アンテナ方向が回り込み波到来方向であるとしている。

$$F = \left(\left| \sum_{m=1}^2 P_m(\theta_1) \right|^2 - G_0 \right) + W \left(\left| \sum_{m=1}^2 P_m(\theta_2) \right|^2 \right) \dots (3)$$

式(3)において第1項を設けることで親局方向における所望の受信レベルを維持する。また、Wは回り込み波の抑圧の優先度を表す重みである。

受信電界 $E_1(\theta)$ 、 $E_2(\theta)$ は事前に測定しておき、二つの素子アンテナの励振振幅位相 a_1 、 a_2 及び ϕ_1 、 ϕ_2 を評価関数Fが最小になるように選ぶことで合成アンテナパターンにヌル点を形成し、回り込み波を除去することが可能になる。

3.2 シミュレーション

前節で述べた方法によって回り込み波を抑圧するようにアンテナパターンにヌル点を形成する方法について、シミュレーションによって確認した。計算では、受信アンテナ、追加補助アンテナには5素子八木アンテナを用いた。

アレー素子位置関係は図2に示すように配置した。親局アンテナ方向をz軸方向、自局送信アンテナ方向、つまり回り込み波が到来する方向をx-y面内でz軸から130°の方向とした。この2素子のアンテナを合成すると図3の破線に示すような合成パターンが形成され、正面方向と正面から130°の方向にそれぞれのピークが現れる。

素子パターンの親局方向、自局送信アンテナ方向の情報をを用い、式(3)の評価関数から正面方向のレベルを保ちながら回り込み波方向にヌル点を形成するような最適な振幅分布と位相分布を決定する。

次に、この最適分布を用いてビーム形成を行う。このときの受信アンテナの合成パターンは図3の実線のようになり、自局送信アンテナ方向にヌル点が形成されることが確認できた。単体受信アンテナの場合と比較すると、2素子アレー構成では回り込み波到来方向130°におけるレベルは約65dB抑圧される。

4. リアルタイム回り込み波除去

実際の動作状態においては、風による物理的なアンテナの変動や、鉄塔や周囲の樹木、建物などによる反射等の影響によって到来する回り込み波の状況が変化する。このような影響に対応するために、リアルタイムにアンテナの励振分布を最適値に制御する機能が必要となる。ここでは、簡易にこれを行う方法について述べる。

各素子アンテナが受信する波について式の上で表現するために以下のように設定した。

アンテナ#1、#2のI、S方向のパターンはそれぞれ次のようになる。

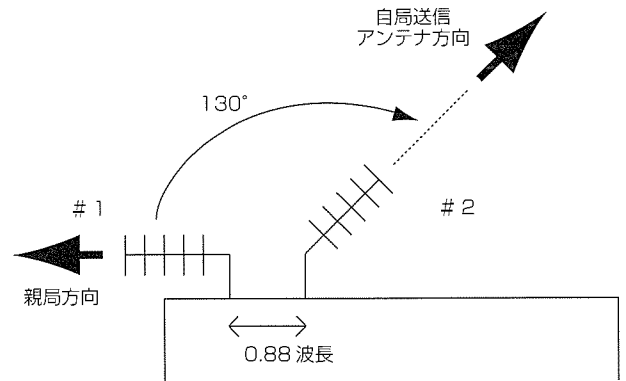


図2. アンテナの構成

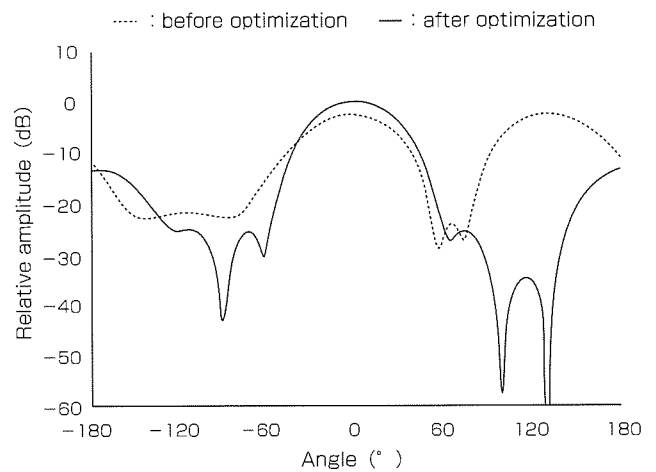


図3. 受信アレーアンテナ合成パターン

$$a_{1I} e^{j\phi_{1I}}, a_{1S} e^{j\phi_{1S}}, a_{2I} e^{j\phi_{2I}}, a_{2S} e^{j\phi_{2S}} \dots (4)$$

到来波成分は、干渉波、所望波それぞれが以下のようになる。

$$A_I e^{j\phi_I}, A_S e^{j\phi_S} \dots (5)$$

上記を用いて各素子の受信電界 I_1 、 I_2 、 S_1 、 S_2 を表記して合成電力を表すと式(6)のように書くことができる。

$$P = |I_1 + I_2|^2 + |S_1 + S_2|^2 \\ = |A_I e^{j\phi_I} \cdot \{ a_{1I} e^{j(\phi_{1I} + \phi_{1I})} + a_{2I} e^{j\phi_{2I}} \}|^2 \\ + |A_S e^{j\phi_S} \cdot \{ a_{1S} e^{j(\phi_{1S} + \phi_{1S})} + a_{2S} e^{j\phi_{2S}} \}|^2 \dots (6)$$

ここで第1項は干渉の項であり、この値が零になるように素子アンテナ#1に接続した減衰器(α)と移相器(ϕ_d)を調整する。つまり、

$$\alpha = \frac{a_{2I}}{a_{1I}}, \phi_d = \phi_{2I} - \phi_{1I} + \pi \dots (7)$$

となり、したがって合成電力は次のようになる。

$$P = |A_S e^{j\phi_S} \cdot \{ a_{1S} e^{j(\phi_{1S} + \phi_d)} + a_{2S} e^{j\phi_{2S}} \}|^2 \\ = A_S^2 \cdot \left| \frac{a_{2I}}{a_{1I}} a_{1S} e^{j(\phi_{1S} + \phi_{2I} - \phi_{1I} + \pi)} + a_{2S} e^{j\phi_{2S}} \right|^2 \dots (8)$$

ここで、補助アンテナにおける所望波の受信レベルが低いというアンテナ指向性の条件から、

$$a_{1S} \times a_{2I} \ll a_{1I} \times a_{2S} \dots (9)$$

が成り立ち、式(8)の第1項が無視できる項となり、最終的にアレーアンテナにおいては式(10)のように所望波のみを受信することができる。

$$P \approx A_s^2 \cdot a_{2s}^2 \dots\dots\dots(10)$$

ここで、中継局の動作中に到来波又は受信アンテナに変動があった場合、最適位相分布状態がくずれ、式(10)には干渉波の項が生じる。このとき、合成電力は励振位相 ϕ_d の2次関数になる。

したがって、動作中においても合成電力が最小値となる点を探すことで環境の変動に合わせてアンテナ分布を制御することができる。

上記の操作をアンテナ系にフィードバック機能を設けることで行い、制御手順としてはまず位相を調整し、その後、振幅を調整するという方法を用いる。

5. む す び

本稿では、デジタル放送SFN方式用中継局において、送受信アンテナで同一周波数を用いることによる自局送信の受信アンテナに補助アンテナを追加することでアレーアンテナ構成とし、受信素子アンテナの励振分布を最適化することで回り込み波による特性劣化を改善する方法について検討した。まず初期状態においては、受信アンテナパターンにヌル点を形成して回り込み波レベルを減少させる方法を検討し、シミュレーションによって確認した。このシミュレーションの場合、受信アンテナを2素子アレー構成したことにより、単体受信の場合と比較して約65dBの回り込み波の抑圧ができることが確認された。この方法では補助アンテナの設置位置やアンテナ種類を更に検討することで一層の特性改善が期待できると考える。また、補助ア

ンテナを複数設けることで、自局送信アンテナから直接到来する回り込み波のみでなく、周囲から反射して到来する干渉波に対しても除去機能を持つことが可能と考えられる。

また、中継局動作状態においては周囲環境の変動等による最適状態からのずれを補正する手段として、フィードバック回路を設ける方法について示した。

参考文献

- (1) 岡野正寛, 中原俊二, 沢田健志, 須賀 卓: 放送波中継SFNにおける回り込み波の影響, 1997年電子情報通信学会通信ソサエティ大会, B-5-180, 433 (1997)
- (2) 岡野正寛, 中原俊二, 渋谷一彦, 佐々木 誠: 地上デジタル放送SFNの一検討, 映像メディア学会技術報告, 22, No.25, 19~24 (1998-5)
- (3) 伊藤和人, 新宅正佳, 恵比根佳雄: ブースタ特集3, 廻り込み波除去機能付無線呼出用開空間ブースタ, NTTDoCoMoテクニカル・ジャーナル, 5, No.1, 24~28 (1997)
- (4) 米澤ルミ子, 小西善彦, 千葉 勇, 浦崎修治: フェーズドアレーアンテナにおける送信ビーム制御による近傍干渉波の抑圧, 信学論(B-II), J81, No.5, 515~522 (1998-5)
- (5) 米澤ルミ子, 千葉 勇, 長野順一, 児山淳弥: 地上波デジタル放送SFN方式用回り込み波除去アンテナ, 信学技報, A・P99-52, 71~76 (1999-7)
- (6) 米澤ルミ子, 千葉 勇, 長野順一, 児山淳弥: 地上波SFN方式回り込み波除去アンテナ, 1999年電子情報通信学会ソサエティ大会, B-1-8 (1999)

SFN中継機用ベースバンド処理型 回り込みキャンセラ技術

山崎健一郎* 竹内安弘***
石津文雄* 生岩量久†
三宅 真**

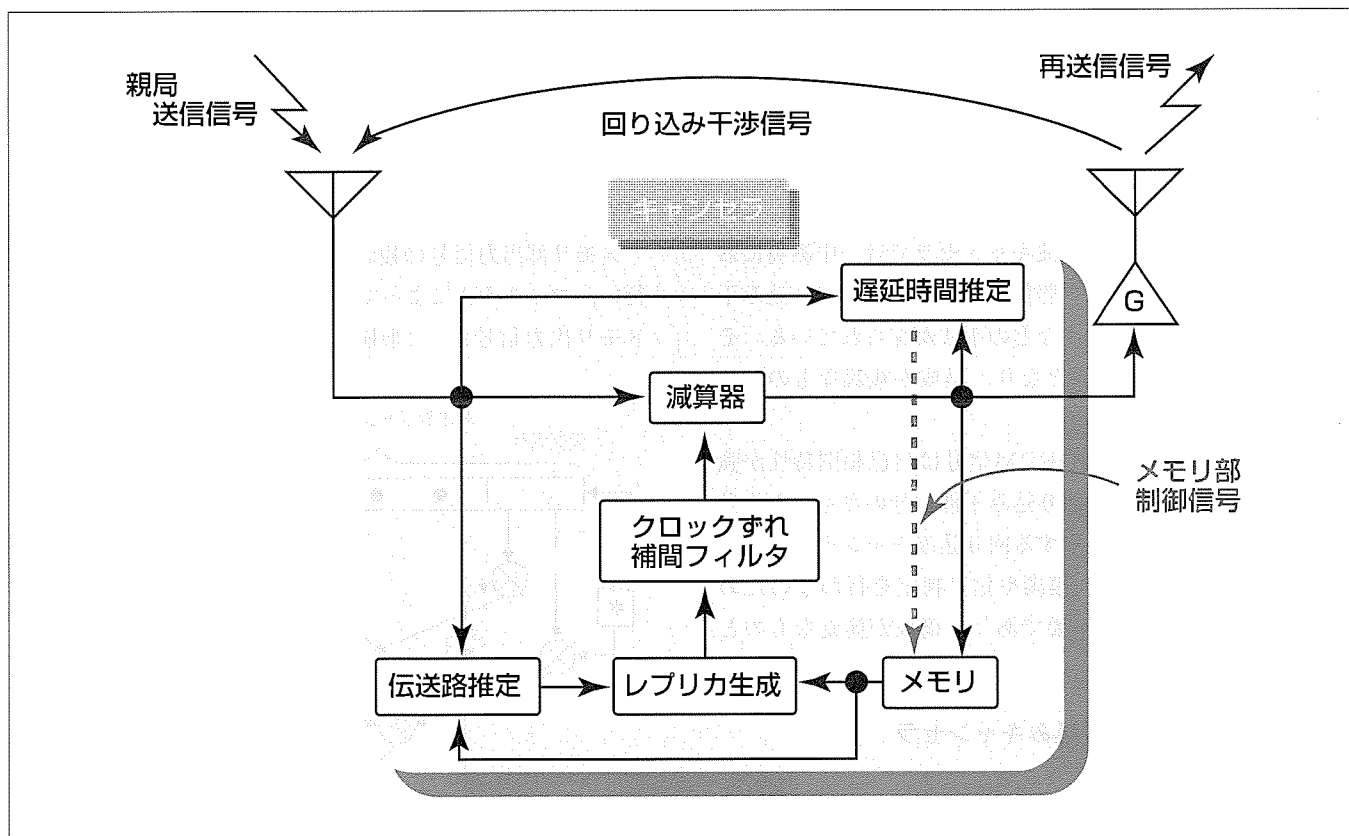
要 旨

地上波デジタル放送では、周波数利用効率が高くマルチパス耐性に優れているOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing：直交周波数分割多重方式)を用いたSFN(Single Frequency Network：同一周波数ネットワーク)による放送波中継の実現が期待されている。しかし、SFNでは、中継局での受信周波数と送信周波数が同一周波数のため、送信アンテナからの再送信信号が受信アンテナに回り込み、発振が生じて特性が劣化することが大きな問題となる。その対策として、回り込みキャンセラを組み込む検討を行っている。開発する回り込みキャンセラは、地上波デジタル放送で用いられるOFDM信号の自己相関特性が強いという特長を利用し、記憶しておいた再送信信号と受信信号との相関をとることにより、回り込み波の

伝送路推定を行い、それを元に回り込み波のレプリカを生成し、受信信号から減算することで、回り込み波の影響を軽減している。

本稿では、三菱電機が開発した回り込みキャンセラ技術について述べる。開発した回り込みキャンセラの特長としては、以下の点が挙げられる。

- すべての処理を時間領域で行うのでFFT(Fast Fourier Transform)等の複雑な処理が不要となり、構成が簡易
- フィードフォワード型キャンセラのため安定
- BTR(Bit Timing Recovery)やAFC(Automatic Frequency Control)等の回路が不要



回り込みキャンセラの構成

三菱電機では、SFN中継機用ベースバンド型回り込みキャンセラに関する技術を開発している。回り込み波キャンセラは、復調を行わずすべての処理を時間領域で行うため、FFT等の複雑な処理が不要であり、またBTRやAFC等の回路が不要となるため、簡易な構成で実現できる。

1. まえがき

近年、地上波デジタル放送の実現に向け、OFDM通信方式の検討が盛んに行われている。OFDM通信方式は、周波数利用効率が高くマルチパス耐性に優れているという点から、SFNによる放送波中継の実現の可能性が高く、その検討が行われている^{(1)~(4)}。

放送波中継とは、放送局(親局)からの放送波を中継放送局が受信し増幅して再送信を行う方式であり、ケーブルやマイクロ波を用いて中継するよりも安価に実現可能な方式である。現在の放送ネットワークでは、複数の周波数を用いた放送波中継、すなわち、中継局において受信周波数を異なる送信周波数に変換して放送する中継方式が行われている。

しかし、現在のひっ(逼)迫した周波数利用状況の中では、限りある周波数資源を有効に活用する必要があり、その点で、中継局における受信周波数と送信周波数が同一のものを用い、中継用周波数の要らないSFNは実現が大いに期待されている。

しかしSFNでは、受信周波数と送信周波数が同一周波数であるために、中継局での送信アンテナからの再送信信号が受信アンテナに回り込み、発振が生じて特性が劣化することが大きな問題となる。この解決策としては、送受のアンテナを分離して設置したり、同一鉄塔内に設置する場合でも十分に距離をとることが必要となる。しかし、このような手法では、市街地等に設置する場合に、場所的な制限が大きくなり、設置が困難になると考えられる。そこで、現在、幾つかの回り込み波キャンセラが検討されている^{(5)~(8)}。しかしこのような回り込み波キャンセラでは、中継局において復調を行い、それを参照信号として用いて回り込み干渉信号の伝送路推定を行うなどの手法が採られている。その場合、FFT処理が必要となり、構成が複雑なものになってしまう。

そこで三菱電機では、OFDM信号は自己相関特性が強いという特徴を利用し、回り込み干渉信号のキャンセル動作をすべて時間領域で処理する回り込みキャンセラを開発している。この方式は、復調や信号判定を行わないためFFT等の複雑な処理が不要であり、構成が簡易なものとして実現できる⁽⁹⁾。

2. 回り込みキャンセラ

中継局送信アンテナからの再送信信号は、再送信されるとともに、遅延時間推定部及びメモリ部へ入力される。中継局送信アンテナから再送信された信号は、伝送路変動を受け、親局送信信号と合成された受信信号として中継局受信アンテナに入射する。まず、遅延時間推定部において回り込み干渉信号の回り込み遅延時間を推定し、その推定値

に基づいてメモリ部に記憶した信号と受信信号のタイミングを合わせ、相関処理によって回り込み干渉信号の伝送路推定を行う。求められた伝送路推定値とメモリ信号によって回り込み干渉信号のレプリカを生成し、受信信号からキャンセルする。このとき、回り込み干渉信号が中継局のサンプルクロックタイミングの非整数倍の遅延時間を持って入射してくる場合には、クロックずれ補間フィルタによって補間処理が施され、回り込み干渉信号のレプリカが生成される。回り込み干渉信号が除去された信号は、再びメモリ部に入力され、再送信が行われ、以後、上記動作が繰り返される。

2.1 回り込み遅延時間推定

図1を用いて遅延時間推定動作について説明する。遅延時間推定部においては、再送信信号を記憶しておき(メモリ信号)、それと受信信号との相関係数を求める。回り込み干渉信号の遅延時間推定は相関係数が最大となるタイミングを検出することであり、その推定情報をメモリ部へ与え、伝送路推定を行う相関処理部において回り込み干渉信号とメモリ信号とのタイミングが合うように制御する。

2.2 回り込み伝送路推定

図2を用いて伝送路推定動作について説明する。メモリ部には中継局の再送信信号が入力され、送信アンテナから送信された再送信信号が回り込んで受信アンテナへ入射してくるまでの時間(Δt)だけ遅延させられる。この遅延により、伝送路推定部入力信号(受信信号)とメモリ部出力信号とのタイミングが合わせられる。ここで受信信号は、親局送信信号と伝送路変動を受けた再送信信号との合成信号で表される。

メモリ部出力信号の複素共役と入力信号との複素乗算を行い、フィルタAによって時間平均値を算出する。一方、メモリ出力信号は、2乗検出器及びフィルタBによって平

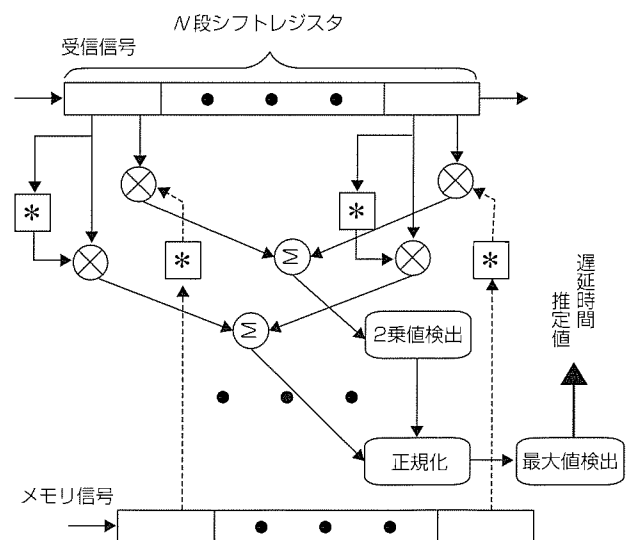


図1. 遅延時間推定部

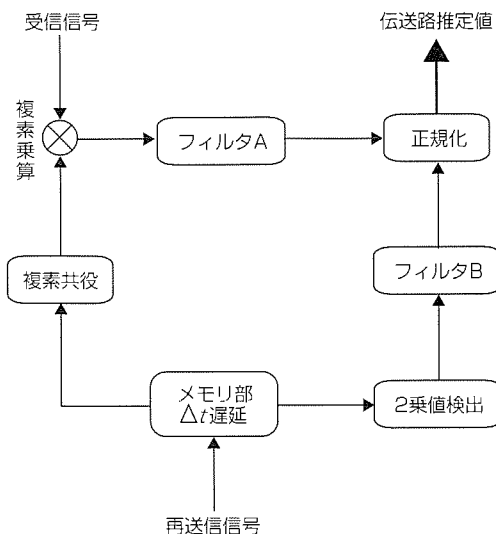


図2. 伝送路推定部

均電力値を算出する。フィルタAの出力信号をフィルタBの出力信号で正規化することで、回り込み干渉信号の伝送路推定値が得られる。

2.3 中継局での周波数系の独立性

中継局でのローカル発振器の周波数と受信信号の周波数との間にずれがある場合の影響について説明する。

本来中継局では、受信と送信を行うため、同一のローカル発振器を用いれば周波数オフセットの影響はない。しかし、復調を行う場合に中継局のローカル発振器の周波数と受信信号の周波数との間にずれがあると、AFC操作によって周波数オフセットの補正を行わなければならない。それに対して、今回開発したキャンセラは、復調を行わず、相関特性を利用したキャンセル操作であるため、AFC操作を必要とすることなく、回り込み波をキャンセルできる構成となっている。このことから、中継局における周波数系の独立性が成り立つ。

2.4 中継局でのクロック系の独立性

次に、回り込み波が中継局のサンプルクロックタイミングの非整数倍の遅延時間を持って入射してくる場合の影響について述べる。この場合、メモリ信号のサンプルクロックタイミングとキャンセルすべき回り込み干渉信号のサンプルクロックタイミングが異なるために、クロックずれが生じる。サンプルクロックタイミングずれのイメージを図3に示す。

受信信号はあるサンプリング周波数でサンプリングされ、キャンセル処理を行い、再送信されるとともに、メモリ信号として蓄積される。再送信された信号は、回り込み干渉信号となって中継局の送信アンテナから受信アンテナに回り込み、親局信号と合成されて受信される。しかし、回り込み遅延時間が伝送路等の環境によってサンプリング周波数の非整数倍で入射してくる場合には、最も相関が高くな

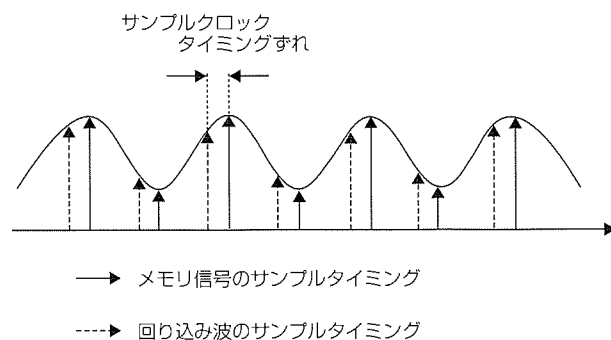


図3. サンプルクロックタイミングずれのイメージ

るタイミングに合わせても、図のようにメモリ信号と回り込み信号とが微妙にずれしてしまうことになる。このサンプルクロックタイミングずれへの対応として、開発したキャンセラでは、クロックずれ補間フィルタ⁽¹⁰⁾を用いて補間を行っている。この補間処理により、キャンセラのクロックの回り込み干渉信号へのクロックの独立性が成り立つことになる。

また、このキャンセラでは復調を行わないことから、親局送信系のクロックを再現する必要がなく、そのクロックとキャンセラのクロックとは非同期であっても問題ない。

以上の点から、中継局のクロック系の独立性が成り立つことによってBTR操作が不要となり、構成が簡易なもので実現できることになる。

また、このクロックの独立性から、親局送信信号の伝送帯域幅が標準化定理を満足する帯域幅であれば、キャンセラの動作に問題はないことになる。

3. 回り込みキャンセラの特性

計算機シミュレーションによる特性評価の結果について述べる。ここでの評価は、変調方式はDQPSK-OFDM、FFTサイズ、キャリア数ともに64、ガードインターバル長16、受信DUR=-1.8dB、誤り訂正なしで行い、回り込み波は1波で遅延時間10、振幅及び位相の変動は一定とした。

3.1 クロック系の独立性の確認

まず回り込みキャンセラを組み込むことでの特性改善効果を確認した。ここでのクロックずれは、ずれが最大となる場合を想定して評価した。結果を図4に示す。結果から、回り込みキャンセラを用いることでの特性改善効果が大きく現れていることが確認でき、また、クロック系の独立性が確認できた。

3.2 周波数系の独立性の確認

次に、中継機のローカル発振器の周波数と受信信号の周波数との間のずれによる周波数オフセットの影響を評価した。結果を図5に示す。ここでの周波数オフセットはサンプルレート正規化周波数で 1.0×10^{-2} を与えた。結果から

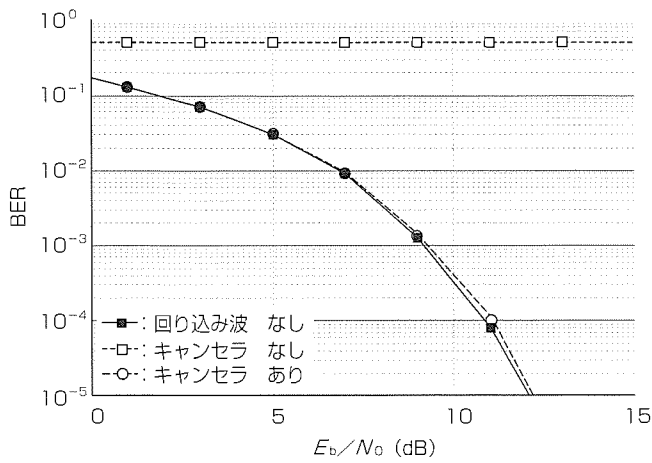


図4. 回り込みキャンセラのBER特性

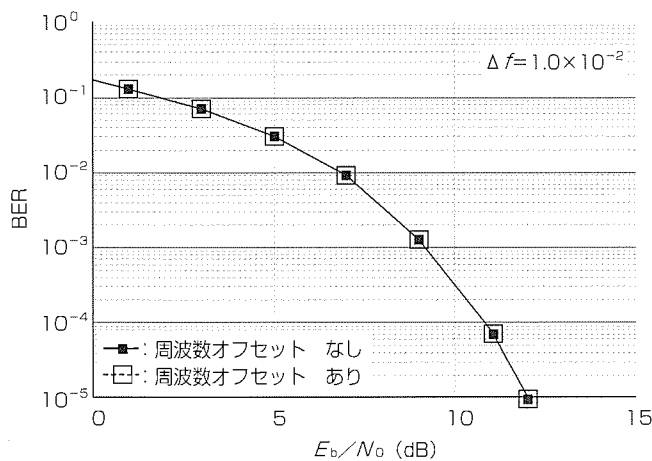


図5. 周波数オフセットの影響

分かるように、シミュレーションによってもこのキャンセラが周波数オフセットによる影響がないことが確認され、中継局でのローカル周波数が受信信号の周波数と独立していることが確認できた。

4. む す び

以上、地上波デジタル放送におけるSFN中継に向けて三菱電機が開発している回り込みキャンセラ技術に関して述べた。この回り込みキャンセラは、復調や信号判定を行わず、キャンセル動作をすべて時間領域で行うため、FFT等の複雑な処理が不要である。また、中継局におけ

るローカル発振器の周波数の独立性とサンプルクロックの独立性が成り立つことからAFCやBTRが不要であり構成が簡易なもので実現できる。なお、このキャンセラを用いることでの十分な特性改善効果が見られ、SFN構築に有効な手段であることを明らかとした。

参 考 文 献

- (1) 田中正克, 田中秀和, 渡邊勇二, 須加知也, 大石剛史, 関口正巳: テレビ放送波中継における同一周波数送受信空中線間結合量測定～SFNの実現性～, 信学技報, OCS96-128, 15～22 (1997-3)
- (2) 岡野正寛, 中原俊二, 渋谷一彦, 佐々木 誠: 地上デジタル放送SFNの一検討, 映情学技報, BCS'98-9, 19～24 (1998-5)
- (3) 今村浩一郎, 居相直彦, 渋谷一彦, 佐々木 誠: 放送波中継SFNの基礎検討～送受回り込みの測定～, 映情学技報, BCS'98-18, 13～18 (1998-6)
- (4) 三木信之: 地上デジタルテレビジョン放送の伝送特性と放送波中継SFNの回り込み波に関する一検討, 映情学会誌, 54, No.4, 609～614 (2000)
- (5) Suzuki, H., Itoh, K., Ebine, Y., Sato, M.: A Booster Configuration with Adaptive Reduction of Transmitter-Receiver Antenna Coupling for Pager System, VTC'99-Fall, 3, 1516～1520 (1999)
- (6) 川島孝司, 中川正雄: 地上波デジタルTV放送のSFN中継における廻り込みキャンセラ, 信学技報, IT98-11, 59～64 (1998-5)
- (7) 濱住啓之, 今村浩一郎, 居相直彦, 渋谷一彦: 地上デジタル放送SFNのための放送波中継用回り込みキャンセラの検討, 信学技報, EMCJ98-111, 49～56 (1999-3)
- (8) 今村浩一郎, 濱住啓之, 渋谷一彦, 佐々木 誠: 放送波中継SFNの検討～PSK-OFDM用回り込みキャンセラ, 映情学技報, ROFT99-59, 1～6 (1999-6)
- (9) 山崎健一郎, 林 亮司, 石津文雄, 三宅 真, 竹内安弘, 生岩量久: 地上波デジタルSFN中継器用廻り込み波キャンセラに関する検討, 信学技報, RCS2000-64, 89～94 (2000-7)
- (10) 貴家仁志: マルチレート信号処理, 昭晃堂 (1995)

地上波デジタル放送用受信機

要旨

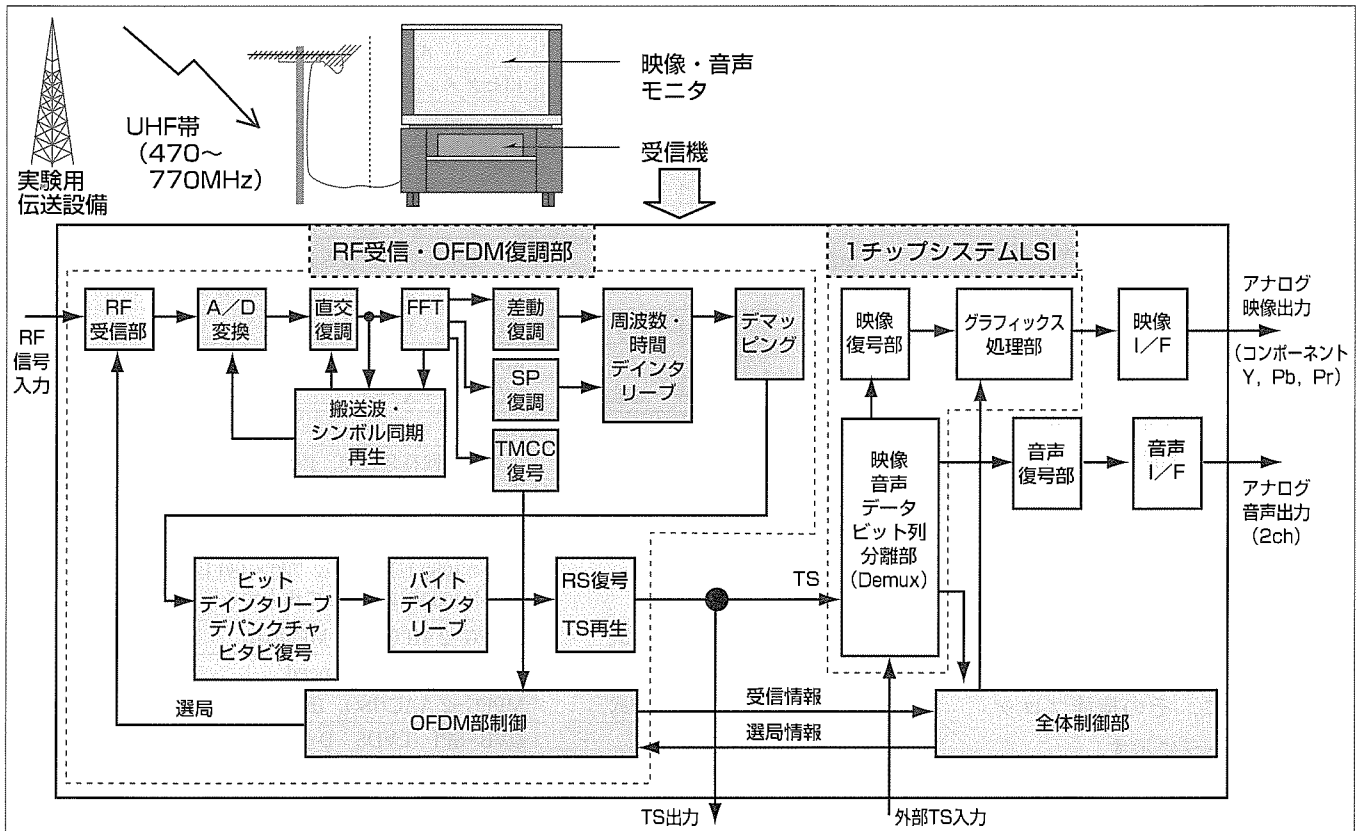
本稿では、地上波デジタル放送用受信機について述べる。この受信機は、2003年開始予定の地上波デジタル放送の方式に準拠し、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing：直交周波数分割多重)変調方式を用いたUHF帯の放送電波をUHFアンテナと接続し、受信・復調するとともに、MPEG-2で符号化及び多重化された映像・音声信号の復号を行い、モニター用テレビ等と接続して視聴できることを目的としている。

この受信機の特長及び機能は次のとおりである。

- (1) OFDM復調部のベースバンド信号処理部に高集積度のFPGA(Field Programmable Gate Array)を用いることと、映像・音声のデコーダ部に1チップシステム

LSIを用いることによって両機能を一体化して小型化を実現(2Uサイズ)

- (2) 電気通信技術審議会「地上デジタルテレビジョン放送方式」に準拠
- (3) OFDM復調後のトランスポートストリームデータの監視用とマルチメディア実験にも利用するために、高速デジタルインタフェースを具備
- (4) 映像はHDTV(1080I)／SDTV(480i, 480p)対応
- (5) 音声はMPEG-2 AAC, MPEG-1レイヤIIに対応
- (6) OSD(On Screen Display)に表示された番組案内からリモコンを用いて選局可能



地上波デジタル放送用受信機とその機能ブロック図

この装置は、地上波デジタル放送の研究開発用に使用する受信機であり、電気通信技術審議会「地上デジタルテレビジョン放送方式」(最終方式)に準拠する。アンテナからのOFDM変調RF信号はOFDM復調部で復調され、MPEG-2トランスポートデータ信号としてデコーダ部に出力される。デコーダ部では、同信号から画像・音声とその他の情報に切り分け、画像と音声を各々デコードし、モニターとスピーカーに出力する。

1. まえがき

現在、日本で開発が進められている地上波デジタル放送では、現行のアナログ地上波放送で果たしている役割に加え、下記のような長所がある。

- (1) SFN(Single Frequency Network)による周波数有効利用が可能
- (2) 高品質(HDTV)放送や多チャンネル放送が可能
- (3) 映像、音声、データの融合によるマルチメディア放送が可能
- (4) 移動受信時においても良好な受信が可能

今回、この地上波デジタル放送用の受信機SR-6100(図1)を開発した。この受信機は、地上波の伝送路で発生するマルチパス妨害に強いOFDM変調を受けたUHF帯の放送電波をUHFアンテナと接続して受信・復調を行い、モニタ用テレビで視聴することを目的としている。この受信機は、OFDM復調部に大規模FPGAを採用することと、デコーダ部において多重分離(Demux)、映像デコード及び表示処理機能を1チップ化した新規システムLSIを採用することによって小型化を図り、従来は別きょう(筐)体で実現されていたOFDM復調部とデコーダ部を一つの筐体(高さ2U)に収納したことを大きな特長としている。

本稿では、この受信機について、その構成と特長の概要、OFDM復調部でのタイミング再生方式、デコーダ部でのEPG(Electronic Program Guide: 電子番組ガイド)機能の実現について述べる。

2. 機器の全体構成と機能

受信機の全体構成と機能について述べる。この受信機の主な仕様を表1に、その機能ブロック図を前ページに示す。

(1) RF受信・OFDM復調部

RF受信部では、UHFテレビジョンチャンネル13ch(470~476MHz)から62ch(764~770MHz)までのいずれか1波のOFDM変調信号を受信し、アナ

ログベースバンド信号に変換する。OFDM復調部では、電気通信技術審議会「地上デジタルテレビジョン放送方式」に準拠したこのOFDM変調ベースバンド信号を復調し、TS(Transport Stream)信号を復号する。この受信機では、伝送モードの指定は、受信モード及びガードインタバル(GI)以外はOFDM信号に多重化されているTMCC(Trans-

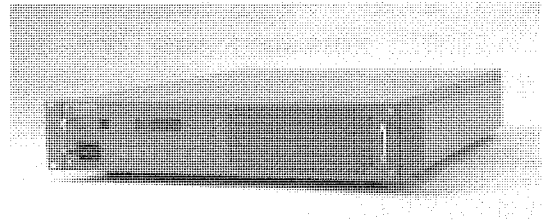


図1. 受信機の外観

表1. 受信機の主な仕様

項 目		仕様・諸元等
入 力	RF信号	UHF帯, 帯域幅5.6MHzの1チャンネルを検波
	入力信号レベル範囲	-10dBm~-60dBm/75Ω
	伝送帯域幅中心周波数	現行テレビジョンチャンネルプランの中心周波数又は同中心周波数+1/7(MHz)
OFDM復調	キャリア間隔	1kHz, 2kHz, 4kHz
	キャリア復調	DQPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
	ガードインタバル比	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
	周波数セグメント数	13セグメント
	階層数	最大3階層
伝送路復号部	周波数デインタリーブ	セグメント間/内デインタリーブ
	時間デインタリーブ	変調シンボル単位でデインタリーブ
	ビットデインタリーブ	120ビット遅延
	内符号(復号方式)	バンクチュアード畳み込み符号(ビタビ復号) 符号化レート(1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)
	バイトデインタリーブ	畳み込みバイトデインタリーブ
TMCC信号	外符号	RS(204, 188)
	エネルギー逆拡散	PRBS X ¹⁵ +X ¹⁴ +1
	キャリア復調	DBPSK
	誤り訂正	差集合巡回符号(273, 191)の短縮符号(184, 102)
映 像	出力信号	アナログコンポーネント(信号端子Y, Pb, Pr)
	フィールド周波数	59.94Hz
	出力画像形式	1920×1080 I(HDTV), 720×480 I及び720×480 Pは、1920×1080 Iに変換して出力する。
音 声	対応符号化方式	MPEG-2 MP@HL, MP@ML
	出力	アナログ 2ch Unbalanced
外部IF	対応符号化方式	MPEG-2 AAC(ISO/IEC13818-7), MPEG-1 レイヤII
	TS出力	DVB-SPI (LVDS: D-Sub25ピン)
構 造	TS入力	DVB-SPI (LVDS: D-Sub25ピン)
	外形	19インチラックマウントブル/高さ2U
	消費電力	250W
環境仕様	質量	14kg
	動作温度(性能保証)	+10~30℃
	周囲湿度(性能保証)	相対湿度20~80% ただし、結露のないこと
	電源仕様	AC100V~120V(±10%), 50/60Hz

mission Multiplexing Configuration Control)情報に基づいて自動的に選択される。チャンネルの選局, 上記受信モードとGIの指定, 及び送信側で設定される周波数オフセット(1/7 MHz)への対応は前面パネルの操作で行う。復調された信号は, TS信号として後段のデコーダ部へ出力される。

(2) デコーダ部

デコーダ部では, OFDM復調部で復号されたTS信号を入力とする。通常の使用状態では内部OFDM復調部からの信号を入力とするが, 設定によって外部からのTS入力の選択が可能となる。

TS信号は, Demux部で多重分離され, 映像と音声はPES/ES(Packetized Elementary Stream/Elementary Stream)データとして切り出され, 各々のデコーダへ転送される。

映像信号に対しては, ARIBのHDTVフォーマット(1920×1080 I)をMPEG-2 MP@HLに準拠した方式でデコードを行う。また, SDTVフォーマット(720×480 I, 720×480 P)はMPEG-2 MP@MLに準拠した方式でデコードを行う。デコードされた映像はアナログ化され, Y, Pb, Pr形式でモニタに出力する。

音声信号に対しては, 「地上デジタルテレビジョン放送方式」で指定されるMPEG-2 AACの規格に対応してデコードを行う。また, 送信の方式により, MPEG-1オーディオレイヤIIのデコードも可能となっている。デコードした音声はアナログ化し, モニタに出力する。

(3) 高速デジタルインタフェース

この受信機はOFDM復調部出力のTS信号のビット誤り率特性測定, マルチメディア実験への利用等に用いるために高速デジタルインタフェースを備えており, このインタフェースからTS信号を出力する。

(4) ソフトウェア構造

受信機本体のソフトウェアのレイヤ構造を図2に示す。ここで, 音声・映像制御は, 選局操作を受け, RF受信/復調部を制御するフロントエンドドライバ, Demuxドライバ, 映像/音声デコードドライバ等を制御し, 基本的な音声・映像の再生動作を実現する。EPGについては, その実現方法について4章で説明する。

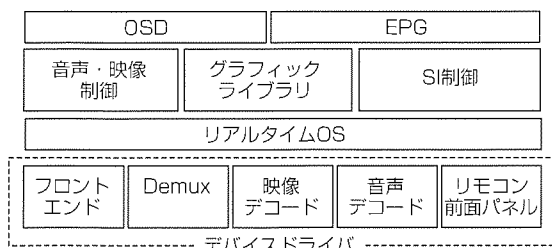


図2. ソフトウェアのレイヤ構造

3. OFDM復調部のタイミング再生方式

この受信機のOFDM復調部で用いたタイミング再生方式について述べる⁽¹⁾。タイミング再生はOFDM伝送方式を用いた地上波デジタル放送にかかわる受信システムにおいて主要な要素技術であり, 次の二つの制御を行う必要がある。

- (a) FFT (Fast Fourier Transform) 窓位置の決定
- (b) A/D変換サンプリングクロックの周波数制御

FFT窓位置が本来の位置よりも後ろ側にずれると, 符号間干渉を生じ, ビット誤り率に大きな影響を与える。また, サンプリングクロックに周波数誤差があると, 各キャリア間の直交性が崩れ, キャリア間干渉による妨害が生じる。ここでは, この復調部で用いたタイミング再生方式のうち(b)を用いた方式について述べる。

この方式では, サンプリングクロックの周波数誤差及び位相誤差が, FFT出力後においては, 同一シンボル内キャリア間の位相ずれとなることを利用している。また, この方式では, 全シンボルにわたって多重数の多いSP(Scattered Pilot)キャリアを用いることで, クロックの高速な引き込みを実現している。図3に周波数サンプリングクロックに周波数誤差があるときのSPの位相変化を, 図4に

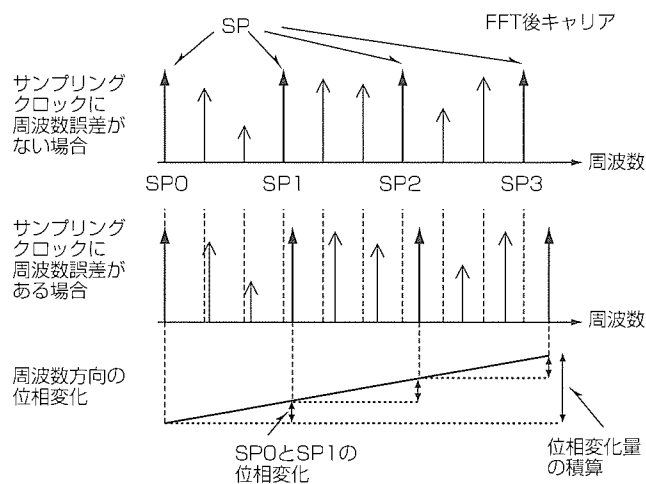


図3. SPの位相変化

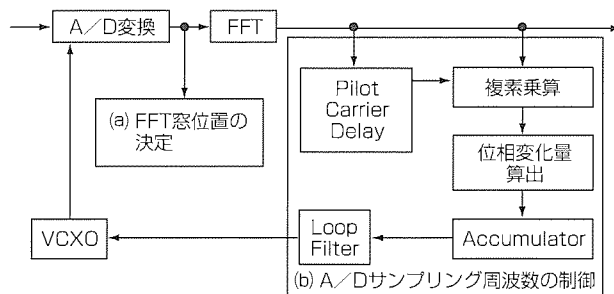


図4. タイミング再生方式のブロック図

このタイミング再生方式のブロック図を示す。

サンプリングクロック周波数制御の方法を以下に示す。

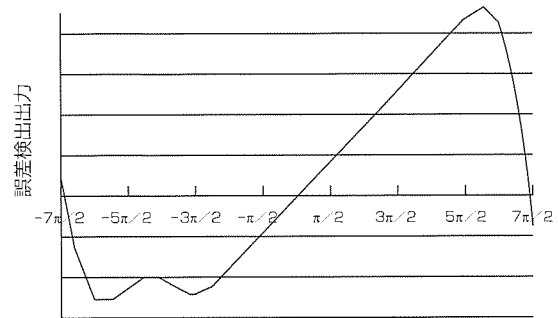
- (1) FFT後キャリアのうち、キャリア方向に12キャリアに1回、シンボル方向に4シンボルに1回、特定の振幅・位相で多重されるSPキャリアを抜き出す。
- (2) 同一シンボル内における各キャリアと隣接するSPキャリアを複素乗算し、その結果から隣接SP間の位相変化量を得る。
- (3) シンボル内の隣接SPキャリア位相変化量をすべて合算する。合算結果をループフィルタに入力し、フィルタ出力によってサンプリングクロックを発生するVCXOを制御する。

この方式を用いたサンプリングクロックの位相誤差検出特性のシミュレーション結果を図5に示す。符号間干渉が発生しない位相誤差 $-3\pi/2 \sim 2\pi$ の範囲でリニアな特性が得られることが分かる。

4. EPG機能の実現

デジタル放送における一つの特長としてEPG機能が挙げられる。ここでは、この受信機におけるEPG機能の実現方法について述べる⁽²⁾。この受信機では、将来におけるデータ放送との親和性を考慮し、XML(eXtensible Markup Language)を利用したEPG機能をSI(Service Information)受信部とEPG表示部の2部構成で実現している。

OFDM復調部から出力されたTSは、デコーダ部の1チップシステムLSIのDemux部によって映像・音声のPES/ES、そしてシステム情報のSI/PSI(Program Specific Information)に分割される。SI/PSIデータは、テーブルにまとめられ、SI受信部によってキャッシュ蓄積される。ここでのキャッシュ蓄積はバイナリーのまま行われ、上位に位置するEPG表示部からの読み出しの際にSI受信部によってXML変換が施される。EPG表示部は、変換後のXMLテキストを受け取り、EPGを表示する。また、リモコン操作によるEPG画面からの選局も可能としている。図6にこの構成のソフトウェアのイメージ図を示す。



シミュレーションパラメータ：FFTポイント数2,048
有効キャリア数：1,405本、SPキャリア数：117本、C/N：30dB

図5. 今回の方式における位相誤差検出特性

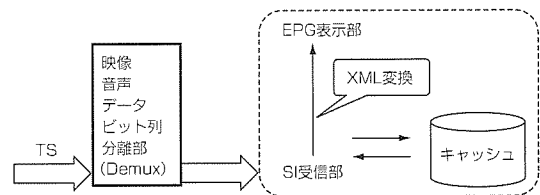


図6. EPG実現のソフトウェアのイメージ図

5. むすび

地上波デジタル放送用受信機SR-6100について、その構成と特長について紹介した。今後は、OFDM復調部については、更なる小型低消費電力化を図るとともに、移動体受信での性能向上の検討を行う予定である。また、デコーダ部についても、同様に小型低消費電力化を図るとともに、実際に普及すると予測される各種サービスに対応する機能の付加を行っていく予定である。

参考文献

- (1) 前野晶子, 井戸 純, 有田栄治, 中山裕之: 地上波デジタルテレビジョン放送におけるタイミング再生方式の検討, 2000信学総大, B-5-288 (2000-3)
- (2) 比田井正司, 横山幸雄, 平松晃一, 中井教詞: 地上波デジタル受信機の開発, 2000信学総大, D-11-82 (2000-3)

BSデジタル放送用受信機

厚井裕司*
菅 隆志**
泉 丙完**

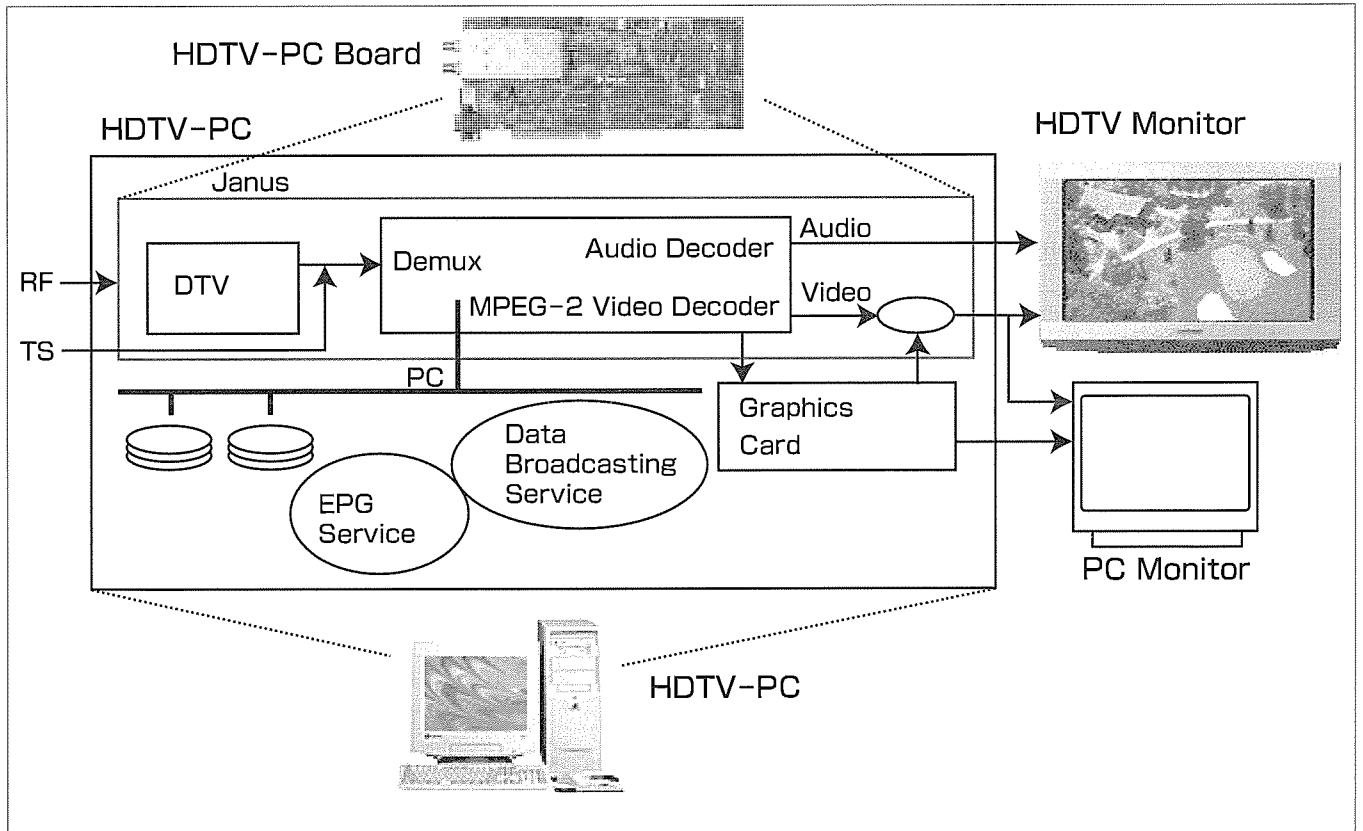
要 旨

デジタル放送では映像や音声を処理する基本機能以外にEPG(Electronic Program Guide：電子番組案内)やデータ放送を処理する拡張機能が要求されるが、これらすべての機能をTV上に実現することは大きな負担となる。

三菱電機では、映像／音声を処理する基本機能をパソコン(PC)の付加ボード(PCI)としてコンパクトにまとめ、その他の拡張機能をPC側で処理することにより、PC上で安価な拡張によってBSデジタル放送を受信できるPC型BSデジタル放送受信機(以下“HDTV-PC”という。)を開発した。TV放送とPC用では画面サイズや走査方法が異なるが、HDTV-PCではいずれにも対応できるため、個室のPCモニターとリビングルームのDTVモニターのいずれでも

HD映像を楽しめる。特に、PCモニター(順次走査)での近距離でのHD映像は、小画面ながらその高精細さから従来のTV映像とはやや異なる感覚で感動を伝えることができる。

さらに、PCの標準機能を活用して、EPGやデータ放送のほか、双方向、ソフトウェアダウンロード、ホームサーバ、電子商取引(EC)などの拡張機能をソフトウェアの追加によって実現することができる。これらのサービス内容は、現在新規データ放送局を含め各放送局が検討している段階であり、今後も機能を更に拡張していくことが予想される。このような拡張サービスに早期に対応していくためにはHDTV-PCのようなアプローチが必要となる。



HDTV-PCの構成

HDTV-PCは、RF信号を受信し映像／音声をデコードするHDTV-PCボードと、PC上でEPGやデータ放送サービスを行うソフトウェアで構成される。HDTV-PCボードからの映像出力は、直接HDTVモニター等に出力することも、PC上のグラフィックカードによってPCからのデータ出力とマージし出力することも可能である。

1. まえがき

情報家電の将来像を考える際、その主役の座がPCかTVかという議論が必ず行われてきた。このほかにもゲーム機、電話、携帯電話、冷蔵庫、分電盤などもその可能性を秘めているが、ここでは、情報家電としての機能を最も多く持つこの二つに絞って、通信放送融合という視点から情報家電の将来を考える。

既にPCは、インターネットや映像、音楽、ゲームなどの娯楽を含めた多目的用途に着実に家庭に浸透してきている。一方、TVも、今年末から本格化するデジタル放送により、データ放送や双方向サービスを契機に、情報家電として大きく変貌しようとしている。また、同時に、異なる技術と文化によって進化してきたこの二つは、通信と放送の融合という潮流とも連動して、急速に接近しつつある。

本稿では、まず、変貌しつつある家庭用PCと新たに現れるデジタルテレビ(DTV)の動向とその融合化の具体例を示す。

さらに、通信と放送の融合によって生まれる新しいサービスとその実現のための課題を述べ、情報家電の将来像の一端を垣間見ることにする。

2. PCとDTVの融合

2.1 PCとTVの動向

最近のPCのマルチメディア化とTVのデジタル化によって両者が様々な点で接近している状況をまとめると表1のようになる。

近年、PCは、高性能化により、高度なGUIと映像/音声技術を活用して、ユーザーフレンドリなインターフェースを実現した。また、利用目的も、従来のワープロや表計算などから、娯楽を目的としたゲームや映像サービス、インターネットへと変化している。さらに、世界的な量産効果による低価格化に伴い家庭に急速に浸透している。

一方、TVは、デジタル化により、高精細映像や多チャンネル化に加え、EPGやデータ放送による新しいサービスが始まる。また、双方向機能やソフトウェアダウンロード、蓄積機能などにより、将来更に高機能なサービスも期待される。これらの個人向けサービスや最近のライフスタイルに合わせ、TVのパーソナル化がますます進展するものと考えられる。

このように、PCとTVでは、まだ多くの相違点があり各々に進化し続けると考えられるものの、放送のデジタル化を契機に、

両者が融合した新しい情報家電の登場も期待される。また、これらの進展により、飽和し始めているPCとTVの市場の活性化とともに、新市場の創出も期待される。

2.2 PCとDTVの融合例

これまでも、情報家電の主役を目指し、PCからのアプローチとTVからのアプローチが試みられ、製品化されたものもいくつかあるが、いずれも期待されたほど普及していない。その大きな理由は、従来のTVとPCでは、技術や機能、サービス、操作性、価格帯、製品寿命などが大きく異なるにもかかわらず、これらを一体化し排他的に使用せざるを得ないことにあった。

しかし、前述のようなPCのマルチメディア化と放送のデジタル化の結果、従来の二つのアプローチの差は減少し、むしろ融合した新しい製品の実現が技術的に可能となってきている。

ここでは、このような新しい製品の一つの例として、当社で開発したデジタルハイビジョン放送対応のPC(HDTV-PC)を紹介する。HDTV-PCは、今年末から放送開始のBSデジタル放送が受信できるデジタルハイビジョンチューナー、HD(高精細映像)デコーダ、AAC音声デコーダなどを内蔵した新しい情報家電である。

デジタル放送では、映像や音声を処理する基本機能以外に、EPGやデータ放送を処理する拡張機能が要求される。これを実現するためには、現在のPCと同等レベルの性能のCPUやグラフィックス機能のほか、OSやブラウザを含む様々なソフトウェアとそれらが使用する十分なメモリ容量が必要となる。これらすべての機能をDTVとして実現

表1. PCとTVの変遷比較

	TV →	デジタルTV	家庭用PC ←	PC
用途	娯楽番組視聴	娯楽/知的消費 番組視聴, データ放送ほか	娯楽/知的生産 インターネット, ゲーム, AVほか	知的生産 文書処理, 計算, 電子メールほか
生活空間	家族/リビング	家族/リビング 個人/個室	個人/個室	企業, SOHO
放送受信 通信機能	◎(アナログ) ×	◎(デジタル) ○	○(アナログ) ◎	× ◎
伝送多重化	×	MPEG-TS	TCP/IP	TCP/IP
マルチメディア 符号化	×	BML	HTML, XML	HTML, XML
映像表示 グラフィックス	◎ ×	◎ ◎	◎ ◎	× ◎
OS ブラウザ	×	リアルタイムOS ◎	Windowsほか ◎	Windowsほか ◎
操作 デジタル インターフェース	リモコン ×	リモコン 1394	キーボード マウス 1394, USB, Ether	キーボード マウス USB, Ether
蓄積機能 移動・携帯	×	△ △	◎ ◎	◎ ◎

◎：対応，○：ほぼ対応，△：一部対応，×：未対応

することは大きな負担となる。

これに対して、HDTV-PCでは、映像音声を処理する基本機能をPCの付加ボード(PCI)としてコンパクトにまとめ、拡張機能はパソコン側で処理するアプローチを採っている。これにより、パソコンユーザーにとっては、安価な拡張によってBSデジタル放送を受信できる。表示については、放送とPC用では画面サイズや走査方法が異なるが、いずれにも対応できるため、個室のPCモニターリビングルームのDTVモニターのいずれでもHD映像を楽しめる。

特にPCモニター(順次走査)での近距離でのHD映像は、小画面ながらその高精細さから、従来のTV映像とはやや異なる感覚で感動を伝えることができる。特に映像版グラフィック雑誌のような視聴表現や文字・静止画を多用するデータ放送に適している。また、PC用モニターと共用するため、PCユーザーにとってはスペースの節約になる。

さらに、PCの標準機能を活用して、EPGやデータ放送のほか、双方向、ソフトウェアダウンロード、ホームサーバ、ECなどの拡張機能をソフトウェアの追加によって実現することができる。これらのサービス内容は、現在新規データ放送局を含め各放送局が検討している段階であり、今後も機能を更に拡張していくことが予想される。このような拡張サービスに早期に対応していくためにはHDTV-PCのようなアプローチが必要となる。

また、端末側で通信と放送の両サービスに対応することにより、以下のようなこれまでにない新しいサービスを行うことが可能となる。

3. 放送通信融合サービス

3.1 インターネットとデジタル放送

双方向パーソナルメディアである通信と片方向マスメディアである放送では、それぞれに利点と弱点があり、それぞれに進化している。

通信サービスの中でも特に家庭内に浸透が著しいインターネットサービスでは、放送に類似した機能を実現するための方式(後述)もある。しかし、放送規模のユーザーを対象に映像のような多量のデータを配送することは、現在の通信インフラでは困難である。

一方、大容量で大多数に同時に伝送できる放送波の弱点である片方向性を補完するため、通信回線によるアップリンクを利用したインターネットTVやWebTVなどが既に存在する。しかし、これらの通信機能は、基本的には放送とは排他的に独立して使用されている。

3.2 Web & Shower

通信と放送のそれぞれの弱点を補完し合うためには、前述のHDTV-PCのような端末を使用することが必要となる。すなわち、デジタル放送による大容量一斉配信のダウンリンクと双方向の通信回線を連携させることにより、

通信と放送を融合させた新しいサービスが可能となる。これをインフラとして見た場合には、世界中に網の目に張り巡らされたインターネット網と広域にすき(隙)間なく降り注ぐ放送波の両方を活用した新たな融合ネットワーク(以下“Web & Shower”という。)と考えることができる。

将来は、すべての家庭に高速光ファイバが接続され、FTTH(Fiber To The Home)が実現することが期待される。しかし、その実現にはまだかなりの時間が必要であり、Web & Showerのインフラを活用することが効果的である。また、将来FTTHが実現されても、コストやバックボーンのパフォーマンスの問題で、Web & Showerの融合ネットワークは継続的に使用されると予想される。

3.3 融合サービス

放送と通信の両方を接続し独立して双方を利用したサービスとしては、従来からTVショッピングなどが考えられてきたが、デジタル放送(特にデータ放送)を前提とした融合サービス例としては次のようなものが考えられる。

(1) データ放送からインターネットへ

基本動作としては、番組に連動したデータ放送によって関連情報提供先へのリンク情報(URL)を提供する。これにより、TVブラウザ上でのユーザー選択によって自動的にISP(インターネットサービスプロバイダ)と接続しサービスを受ける。

(2) インターネットからデータ放送へ

インターネット経由からの番組情報とデジタル放送のEPGを連携させることによる内蔵ディスクへの自動録画予約のほか、ISPや放送局へのリクエストやコンテンツ配信によって放送番組へ反映させることが可能となる。

4. 融合化の課題

前述のような放送と通信を融合したサービスの実現には以下のような課題が残されている。

(1) マルチメディア伝送多重化方式

映像、音声、データなどの異なるメディアを多重化するマルチメディア伝送には、放送系では実時間伝送に適したMPEG-TS(Transport Stream)パケットが、インターネット系ではデータの蓄積伝送を行うIP(Internet Protocol)パケットが一般に使用される。

このため、それぞれのコンテンツが相互乗り入れするためには、TSを蓄積したりIPの実時間伝送を行う技術が必要となる。また、放送の映像コンテンツをIPに埋め込んでインターネットに送る方式(MPEG over IP)や、逆にIPをTSにカプセル化することによってインターネットコンテンツを放送する方式(IP Encapsulation)なども開発されている。ただし、国内放送規格にはIP Encapsulation機能はまだ含まれていない。

(2) リアルタイム性と蓄積機能

インターネットでは、網全体の効率を優先し伝送路の途中のノードでいったん蓄積して送る方式を採っているため、リアルタイム性の確保が難しい。これを解決するためRSVP(Resource Reservation Protocol)が存在するが、高精細なリアルタイム映像を大多数に放送する目的などには限界がある。このため、映像もいったんファイルで伝送し、受信側で蓄積した後、映像を再生する場合が多い。

一方、従来の放送では、テレビに蓄積機能がないことを前提(個人制御のビデオは除く。)としてきたため、放送局が蓄積機能を活用したサービスを提供することはできなかった。そこで、データ放送では、これを補強するため同一データを繰り返し放送し、必要なときに必要なデータを取り込むデータカールセル(回転木馬)方式が採用されている。また、最近では、DTVやSTB(Set Top Box)にHDDなどの蓄積機能を内蔵する動きもでてきたほか、蓄積系を活用することを前提としたサービスも既に米国では一部で開始されている。

これらの動向は、空間と時間のトレードオフで進展しており、リアルタイム性、通信コスト、蓄積コスト、伝送帯域などのバランスで最適なサービス方法やビジネスモデルが形成される。このような課題は、従来VODの規格化を進めてきたDAVIC(Digital Audio Visual Council)の継続新組織であるTV Anytime Forumの中で活発な議論が進められている。

(3) マルチメディア符号化方式

データ放送では、映像、音声などを符号化するためXML(eXtensible Markup Language)をベースにデジタル放送向けの拡張を行ったBML(Broadcast Markup Language)を使用する。一方、インターネットでは、現在HTML(Hypertext Markup Language)が一般に使用されているが、徐々にXMLへ移行しつつある。これらは、親和性は高いものの相互乗り入れには変換が必要であり、自動変換の研究開発が現在進められている。

(4) IPマルチキャストとデジタル放送

インターネットでも、放送と類似した機能として、IPブロードキャストやIPマルチキャスト機能がある。これらは、基本は1対1通信の拡張であり、アドレス管理やルータ機能として実現されている。このため、インターネット上で

多数の人が無制限に放送機能を使用することは、インターネット全体の運用上問題となる。

特にライブコンサートや災害情報などの映像データを長時間配信する場合には、たとえ高速なバックボーンであっても、インターネットの伝送容量をはるかに超えてしまうおそれがある。

このような情報に対しては、IPブロードキャスト/マルチキャストの方式のまま実際の放送で使用できることが望ましい。しかし、放送では片方向であるため送信結果が確認できず信頼性の確保が難しい。また、受信端末アドレス管理が難しいこと、限定受信の機構が異なることなどの相違があり、これらをシームレスに運用するための方式の研究開発が進められている。

上記以外にも、端末側の問題として、PCとDTVの融合化には、価格、信頼性、製品寿命、著作権保護方式などの課題がある。

5. むすび

放送と通信のインフラを融合したサービスは既に幾つかの実験が始まっており、今年末のBSデジタル放送の開始とともに本格的に始まる。これに合わせ、今後、無線通信を含め、様々な形態の通信放送融合端末が新たに情報家電として姿を現すことが予想される。

このような流れの中で、情報家電の将来を考えた場合、現在のPCとインターネットによる情報社会の次にくる新たなパラダイムが情報家電と“Web & Shower”(インターネットとデジタル放送)と考えることもできる。すなわち、情報家電の大きな潮流は、PCやモバイルをも飲み込んで、Web & Showerという複合ネットワークをベースに、通信と放送が融合した新たなパラダイムを生み出そうとしている。

参考文献

- (1) ARIB STD-B10: デジタル放送に使用する番組配列情報
- (2) ARIB STD-B24: データ放送におけるデータ放送符号化方式と伝送方式
- (3) ARIB TR-B15第2編: BSデジタル放送受信機仕様書



特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

画像符号化伝送装置動作試験方式 (特許 第2503556号, 特開平1-157684号)

発明者 村上篤道, 西田正実

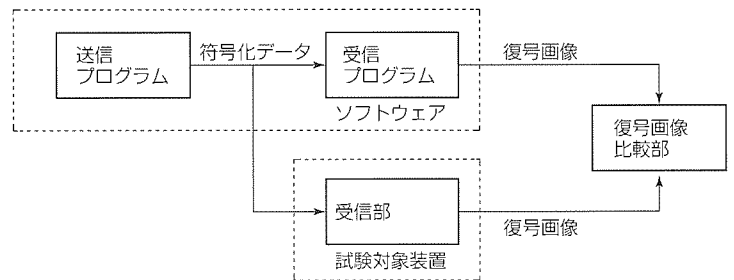
この発明は、送信側で動画信号を圧縮符号化して伝送し、受信側では受信した符号化データを動画信号へ復号する画像符号化伝送装置の動作試験方式に関するものである。

この発明では、正しいアルゴリズムが実装されたソフトウェアを用いて、ソフトウェアの送信プログラムによって生成された符号化データをソフトウェアの受信プログラムと試験対象装置の双方で復号し、復号画像の一致を調べることで、装置の受信側の動作試験を行う。また、受信側の動作試験後に、装置の受信側と送信側の間で試験を行うことにより、送信側の動作試験を行うことができる。このように、ソフトウェアを用いた試験を行うことにより、不具合の原因が送信側/受信側いずれの原因によるものかを特定することが可能となるとともに、送信側と受信側での共通の誤りも検出することが可能となる。

動画信号の符号化方式の標準であるMPEG-

2標準やMPEG-4標準においては、標準準拠の参照ソフトウェアデコーダと試験用の符号化データを規定し、試験対象のデコーダと参照ソフトウェアデコーダとの間でこれらの符号化データの復号画像が一致するかを調べることで、標準に準拠のデコーダかどうかを試験する方式を規定している。

この発明は、上述したようにMPEG-2標準やMPEG-4標準に規定されている試験方式と同一であり、広範な活用が見込まれる。



車両用推奨経路自動変更提示装置 (特許 第2806065号, 特開平4-313018号)

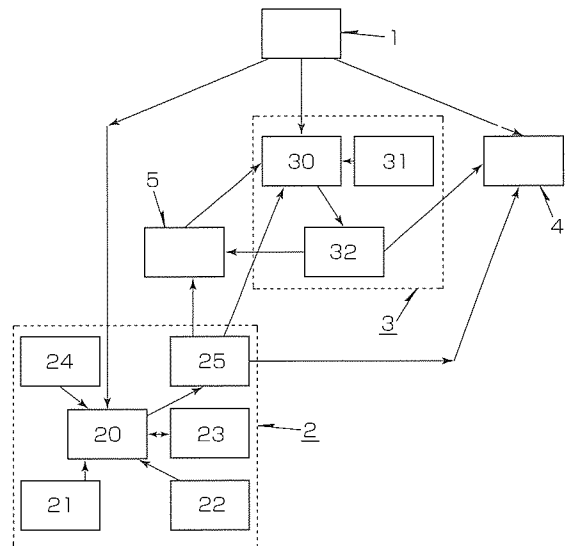
発明者 上田文夫

この発明は、車両等の移動体に搭載され、出発地/現在位置から目的地までの推奨経路を演算し、その経路上を移動中には現在位置/経路/進路などを提供するナビゲーション装置にかわり、特に何かの要因で移動体が推奨経路から外れた場合には、自動的に新たな推奨経路を提示する車両用推奨経路自動変更提示装置に関するものである。

従来のものは移動体が推奨経路から外れたことを経路と移動体位置間の距離で判定していた。そのため、経路を外れて相当に長い(実施例: 5 km)距離を移動してからしか、新たな推奨経路が得られなかった。判定距離を小さくすると、位置検出誤差によって不必要な再計算の頻発を招いた。

この発明の装置は、移動体の軌跡形状と経路形状の相関を演算(マップマッチング)し、マッチングが推奨経路から外れて他の道路にマッチングした場合に、その位置を基点に目的地までの新たな推奨経路を演算提示するようにした。

これにより、従来の欠点が除去され、例えば推奨経路と並走する道路へ移動した場合でも、新たな推奨経路が提示できるようになった。



- 1: 地図データ記憶手段
- 2: 走行道路切片/位置推定手段
- 3: 経路探索手段
- 4: 出力手段
- 5: 道路切片経路照合手段
- 20: 地図軌跡照合手段
- 21: 方位検出手段
- 22: 速度検出手段
- 23: 軌跡記憶手段
- 24: 絶対位置/絶対方位検出手段
- 25: 道路切片/位置記憶手段
- 30: 探索手段
- 31: 目的点設定手段
- 32: 経路情報記憶手段



特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

荷電粒子装置用偏向電磁石 (特許 第2819579号, 特開平2-183956号)

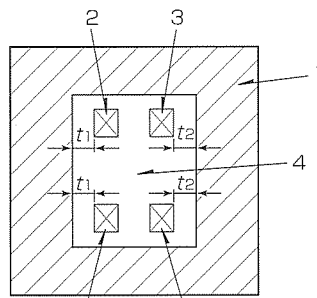
発明者 牛島敏恵, 山田忠利, 山本俊二

この発明は、荷電粒子の進行方向を曲げるために使用される荷電粒子装置用偏向電磁石に関し、特にそのコイル部分の電磁力の改良に関するものである。

従来の荷電粒子装置用偏向電磁石は、内径側コイル巻線と外径側コイル巻線からなるコイルとコイルを取り囲むように設置されたリターンヨークが径方向に非対称であるため、コイルとリターンヨーク間に極めて大きなマクスウェルの応力が働き、そのため、コイルを支えるサポートが必要となるなどの問題点があった。

この発明は上記の問題を解消するためになされたもので、実施例を図1に示す。リターンヨーク(1)内側と内径側コイル巻線(2)間の距離 t_1 をリターンヨーク(1)外側と外径側コ

イル巻線(3)間の距離 t_2 より小さく構成することにより、コイルとリターンヨーク間に働く径方向の応力を平衡させることができる。コイルが超電導コイルの場合、室温からのサポートが小さく構成でき低温部への熱侵入を削減できる効果がある。図2はコイルとリターンヨーク間の距離に対する電磁力の効果を解析で求めたグラフである。



1: リターンヨーク 3: 外径側コイル巻線
2: 内径側コイル巻線 4: アパーチャ

図1

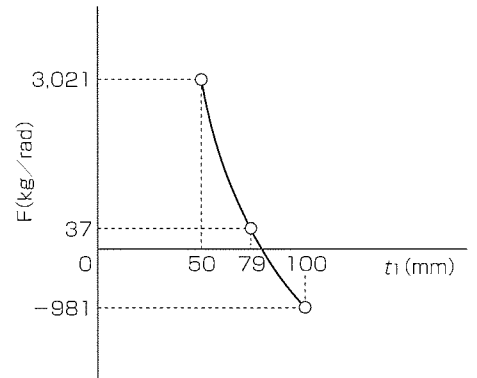


図2

〈次号予定〉三菱電機技報 Vol.74 No.11 「最新の水力発電技術」特集

特集論文

- 水力発電の位置付けと技術動向
- 水力発電所設備の変遷と展望
- 水車発電機/発電電動機における最新技術
- 水車/ポンプ水車の最新技術動向
- 水力発電所における監視制御システムの動向
- 中小水力発電所向け一体形配電盤技術
- 発電機励磁制御における技術動向

- 水車调速機制御における技術動向
- プラント状態監視システムの最新技術
- 水力発電所建設における輸送・掘削工事の最新技術
- 既設水力発電所への最新技術の応用
- 水力プラントの総合解析・検証システム
- 水系制御システム
- 東京電力葛野川揚水発電所2号機の概要

<p>三菱電機技報編集委員</p> <p>委員長 鈴木 新</p> <p>委員 中村 治樹 永 峰 隆 藤川 裕夫 河内 浩明 浜 敬三 茅 嶋 宏 佐々木和則 吉原 孝夫 畑 谷 正雄 松本 修 村松 洋 西谷 一治 伊藤 敬</p> <p>幹事 鈴木 隆二</p> <p>10月号特集担当 水川 繁光</p>	<p>三菱電機技報 74巻10号 2000年10月22日 印刷 (無断転載・複製を禁ず) 2000年10月25日 発行</p> <p>編集人 鈴木 新</p> <p>発行人 鈴木 隆二</p> <p>発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 ドキュメント事業部 〒105-0011 東京都港区芝公園二丁目4番1号 秀和芝パークビルA館9階 電話 (03) 3437局2692</p> <p>印刷所 菱電印刷株式会社</p> <p>発売元 株式会社 オーム社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 電話 (03) 3233局0641</p> <p>定 価 1部735円(本体700円) 送料別</p>
<p>URL http://www.melco.co.jp/giho/</p>	<p>お問い合わせ先 cep.giho@ml.hq.melco.co.jp</p>

スポットライト 地上波デジタル放送 1 kW送信機

地上波デジタル放送も2003年には3大都市圏でいよいよ開始されますが、三菱電機は、デジタル化時代に送信機市場へ参入するために、1 kW送信機を開発しました。

これは、4月にラスベガスで開催されたNAB2000でも展示し好評を得ております。また、6月には、高松・岡山地区地上波デジタル実験設備を青峰送信所へ持ち込み、高C/N (Carrier to Noise Ratio) 設計の送信機による多段中継時でのC/N劣化量の測定、サービスエリアにおける画像品質の確認を検証するなど、今後のデジタル放送の置局計画に寄与しています。

特長

(1) 高品質設計

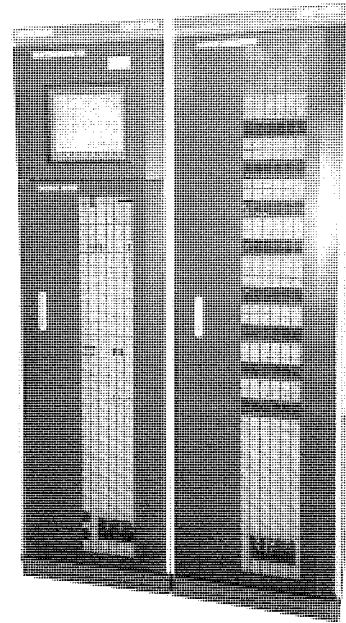
- デジタル放送の多段中継に対応する高C/N設計

(2) コンパクト設計

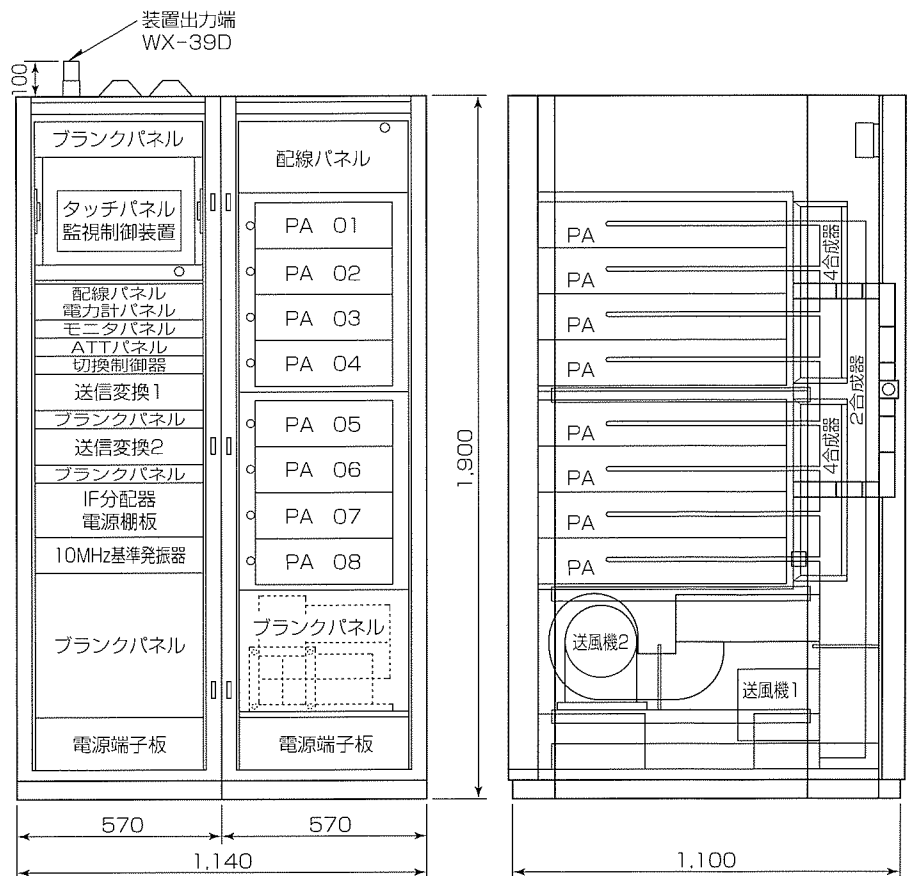
- 既設局舎への設置を可能とするため、機器実装の立体化による小型化を実現
- 低ひずみ電力増幅器の採用によって不要ふく(輻射)を抑えることで、出力フィルタの小型化を実現
- 各電力増幅器に電源を内蔵させることによって小型化を実現
- 送風機を架内に実装することで現地工事の簡易化を実現

仕様

- 送信電力 : 1 kW
- 送信周波数 : UHF TVchの指定の
1波
- 入力信号 : OFDM IF信号
37.15MHz
-10dBm/50Ω
- I M : -45dB以下
(実力-50dB)
- 電源 : AC100/200V ±10%
50/60Hz
- 消費電力 : 10kW以下
- 寸法 : (H) 1,900mm
(W) 1,140mm
(D) 1,100mm
- 質量 : 650kg



1 kW送信機(青峰送信所)



1 kW送信機実装図