

# 地上デジタル放送マスタ送出システム

Master System for Digital Terrestrial Broadcasting

長石 敦

NAGAISHI Atsushi

向山 豊彦

MUKOYAMA Toyohiko

金田 昌之

KANEDA Masayuki

地上デジタル放送は、従来の地上アナログ放送に取って代わるメディアであり、2011年には地上デジタル放送への全面移行が計画されている。地上デジタル放送の大きな特長として、高画質、高音質と多チャンネルが挙げられ、データ放送を利用した視聴者との双方向通信も注目されている。また、受信機上で番組表を見ることができ、視聴予約や番組内容検索が行える電子番組ガイドもデジタル放送ならではのサービスとして可能となる。地上デジタル放送マスタ送出システムは、これらの新しいデジタルサービスを、番組進行表に基づき確実に自動送出を行っていく、いわば放送局の心臓部に当たるシステムである。

東芝は、地上デジタル放送開始に合わせ、マスタ送出システムの全面的新規開発設計を行い、まったく新しい設計概念の地上デジタルマスタ送出システムを東京、名古屋、大阪の各放送局に納入した。

Terrestrial digital broadcasting will replace conventional terrestrial analog broadcasting by the year 2011, by which date all terrestrial broadcasting is scheduled to be switched over to the digital system.

Among the advantages of digital service are high quality picture and sound, multiple channels, and interactive communication via data broadcasting. In addition, the electronic program guide enables viewers to reserve items in advance and to do program content searches of the program table from their receivers.

The terrestrial digital broadcasting master system, which is at the heart of the new digital broadcasting station, accurately and automatically sends programs listed on the program table. The terrestrial digital broadcasting system has already been operating, following development of the new master system design. It has delivered programming to many broadcasting stations in the Tokyo, Nagoya and Osaka areas.

## 1 まえがき

2003年12月から、まず関東、中京、近畿の三大都市圏で地上デジタル放送が新たに開始されており、2006年までには全国各地で地上デジタル放送が開始される予定である。従来のアナログ放送は2011年7月をもって終了し、完全なデジタル放送時代への移行が行われる計画である。今までは放送局内におけるデジタル化は実現されていたが、送出電波と受信機を含めたトータルのデジタル放送化は、BSデジタル放送、CSデジタル放送に続くものである。地上デジタル放送は、もっとも受信機が普及している放送メディアの中核のデジタル化であるので、その社会的重要性はたいへん大きなものがある。

地上デジタル放送用のマスタ送出システムは、新たなデジタルサービスを開始するためには更新や増設が必須のシステムである。放送局にとっては心臓部にあたり、番組進行表どおりに確実に番組やコマーシャル(CM)を自動送出する重要なシステムである。

東芝は、現在のアナログ放送用マスタ送出システムでは、

国内テレビ局のシェア50%を確保している。今回のデジタル放送化にあたり、アナログ放送の納入実績を生かし、各放送局の意見を取り入れた、まったく新しい概念の地上デジタル放送マスタ送出システムの開発設計を行った(図1)。

ここでは、地上デジタル放送を行うためのマスタ送出システムの構成と特長、及び地上デジタル放送ならではの新たなサービスについて述べる。

## 2 地上デジタル放送サービスのイメージ

地上デジタル放送が実施されることによる放送サービスのイメージについて述べる。

### 2.1 高画質、高音質、多チャンネルサービス

地上デジタル放送は、従来のアナログ放送に比べ、デジタル映像情報の効率的な圧縮技術により、一定の伝送帯域内により多く情報を伝送できる。このため、ハイビジョンと呼ばれている高画質な高精細テレビ(HDTV)や、5.1チャンネルといった臨場感あふれる高音質なサラウンド放送が可能となる。最近急速に普及してきているプラズマや液晶といった大



図1．地上デジタル放送マスタ送出システムの監視室 - アナログ放送とデジタル多チャンネル放送の同時放送が可能である。(写真は、讀賣テレビ放送(株)への納入システム。)

Monitoring room of the Master System

型画面受像機で視聴すれば、より大きな効果が得られる。

また、従来の画質の標準テレビ(SDTV)であれば、多チャンネルの同時放送が可能であり、野球の延長とドラマを同時に放送するといったことや、ゴルフの異なるホールを同時放送するといったサービスも可能となる。

## 2.2 移動体や携帯向けのサービス

BSデジタル放送やCSデジタル放送の受信にはパラボラアンテナが必要であり、固定受信機でしか受信できなかった。地上デジタル放送では、放送方式が異なるため、車などの移動体や携帯電話といった簡易端末での受信も可能となり、受信エリアやサービス対象が大幅に拡張される。

移動体や携帯向けのサービスについては、その放送規格と受信機規格について現在も審議中であり、近い将来のサービス開始が目指されている。

## 2.3 電子番組ガイドサービス

電子番組ガイド(EPG)は、新聞のテレビ・ラジオ欄をテレビに表示させる機能である。従来のアナログ放送にはなかった視聴者サービスが、このEPGで行われる。

例えば、番組視聴予約や番組録画がこの画面上から容易に行え、野球が延長になったとしても、自動的に録画時間が追従することが可能となる。また、番組内容の検索などが行え、全放送局の映画番組を検索するといったようなことも可能となる。

## 2.4 データ放送サービス

データ放送は、番組内容に連動した番組連動型サービス

(野球選手のデータ表示やクイズ番組視聴者参加など)と、番組に関連性のない独立型サービス(天気予報、交通情報など)が行われる。

マルチメディア符号化方式として、インターネットと親和性の高いXML(eXtensible Markup Language)をベースに、放送に必要な機能を付加したBML(Broadcast Markup Language)を採用している。通信ネットワークとの組合せによる視聴者参加も可能であり、利用方法についてもっとも期待されているサービスである。

## 2.5 字幕サービス

主に難聴者に向けた字幕サービスは、現在のアナログ放送でも実施されているが、まだまだ放送比率は低いのが現状である。総務省からの勧告もあり、将来は字幕番組比率を高めることが決まっており、字幕放送の重要性がより増してきている。

アナログ放送とデジタル放送における字幕規格は異なっているが、新規開発機器により字幕の変換送出を可能としている。

## 2.6 著作権保護

デジタル放送時代を迎え、コンテンツデータをそのままデジタルデータでコピーすることも不可能ではなくなってきており、著作権侵害の問題が生じてきた。特に、海賊版受信機による不正コピーを完全に排除する必然性があった。

地上デジタル放送ではこれに対応して、RMP(Rights Management & Protection)という著作権保護の方式が規

格化され、送出側と受信機側でこの方式に準拠した場合だけにコンテンツデータが見られるような仕組みになっている。実際はデジタルデータにスクランブルをかけることにより、データが簡単に解読できないようになっている。

### 3 地上デジタル放送マスタ送出システムの構成

地上デジタル放送マスタ送出システムは、以下に定めるサブ設備から構成される。設備の全体構成を図2に示す。それぞれのサブ設備は二重化の冗長系で構築されており、テスト運用などを考慮して三重化で構築する場合もある。

#### 3.1 データサーバ

データサーバ( DS )は、上位システムの営業放送システム( EDPS )と各サブ設備との間に位置し、放送進行データの作成及び放送データを一元管理する中核の設備である。放送局のオペレーターは、DSのクライアント端末を操作することにより、緊急特番などの番組編成変更や野球延長などに柔軟に対応することができる。また、DSには過去2週間、未来5週間の放送進行データを保持することができる。

#### 3.2 自動番組送出制御設備

自動番組送出制御設備( APC )は、DSから受け取った放送進行データにより放送制御データを作成し、リアルタイムに各サブ設備の制御を行う設備である。映像信号に同期した、きめ細かいタイミング制御を実施している。APCには、1週間分の放送制御データを保持することができる。

#### 3.3 ベースバンド伝送設備

HDTV 信号やSDTV 信号の混在処理が可能な、マルチフ

ォーマット対応のベースバンド伝送設備を開発した。これにより、アナログ放送とデジタル放送の伝送系混在構築を可能としている。また、映像信号に音声を多重して処理を行うエンベデッドシステムも新たに開発し、大幅な省スペース化を図っている。

#### 3.4 符号化多重化設備

地上デジタル放送においてはMPEG( Moving Picture Experts Group )圧縮技術を用いて放送送出される。符号化多重化設備( SCS )では、映像、音声、字幕の圧縮符号化を行い、更にEPGやデータ放送との多重を行って、著作権保護のスクランブルをかけた放送TS( Transport Stream )信号( 日本の地上デジタル放送方式( ISDB-T )に準拠 )で送信機系へ出力する。

#### 3.5 SI/EPG 設備

これはEPGを送出する設備である。SI( Service Information )生成部とSI送出部で構成されており、地上デジタル放送では自局分のEPGのみを送出する。各局分のEPGは受信機にて収集して一覧表示される。

#### 3.6 データ放送送出設備

これは、データ放送を送出する設備である。詳細はこの特集の論文“データ放送送出システム”( p.21 ~ 23 )で解説する。

#### 3.7 字幕送出設備

自局制作の字幕データを送出したり、映像信号に多重された字幕データをベースバンド伝送系で映像信号とともに処理する設備である。

#### 3.8 アラーム設備

運行監視者の運行支援のために、機器異常や機器故障、及

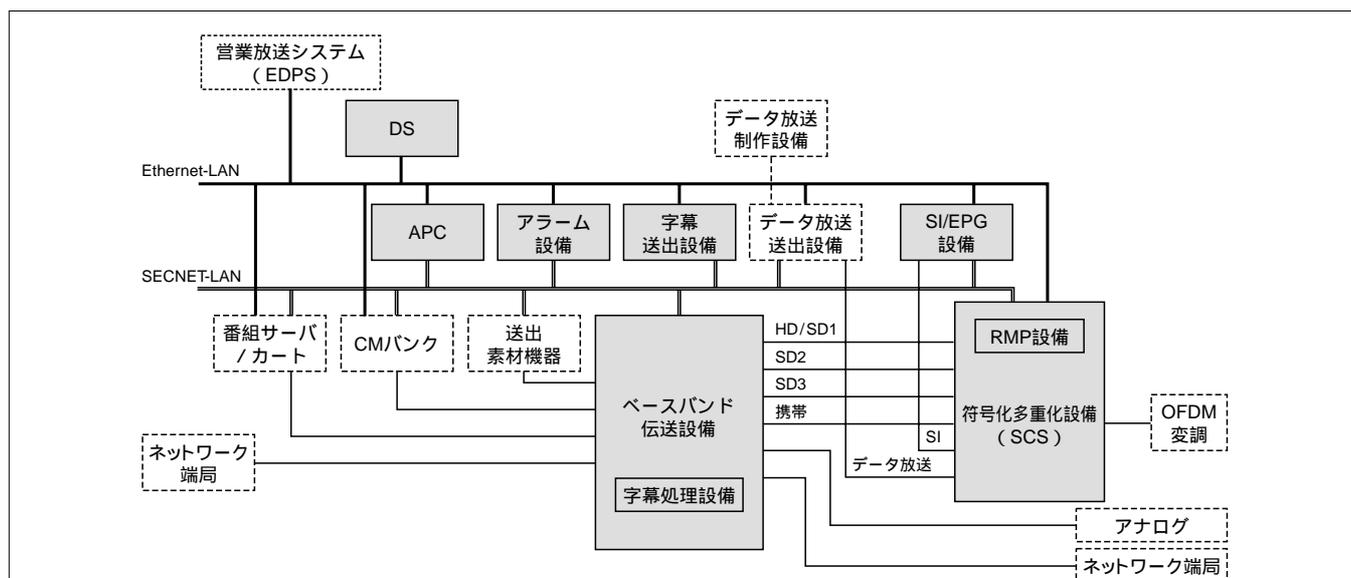
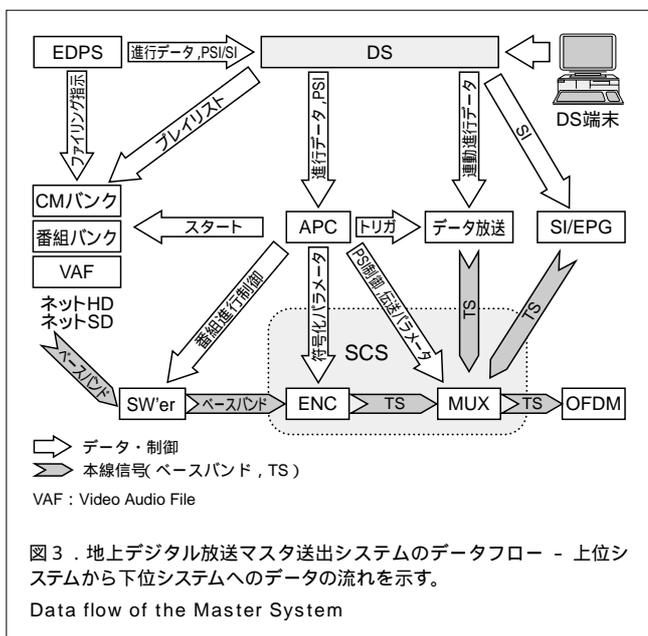


図2 . 地上デジタル放送マスタ送出システムのブロック図 - 各サブシステムを有機的に結合してマスタ送出設備として構築する。  
Block diagram of the Master System

び信号異常などを集約し、オペレーターにわかりやすく通知する。重要障害は自動でシステム冗長系に回避することも行う。サブ設備間のデータフローを図3に示す。



(b) HD放送 デジタル圧縮技術(MPEG-2)を使用したTV放送では、SD放送とHD放送がある。HD放送では、テレビ放送の3サービス分の帯域を使用して放送するため高画質ではあるが、1サービスの放送しかできない。しかし、他の2サービスは何も放送しないわけではなく、ダミー枠と呼ぶ放送枠を作成することにより、サービス1(SV1)と同じ放送をすることができる(図5)。

EDPSからそのような放送進行データを受信するが、DS端末で新規にHD放送の放送枠を作成するときには、ダミー枠も作成する必要がある。DS端末では、簡単な操作で作成するように操作性を考慮している。

(c) サイマル放送 地上デジタル放送は、アナログ放送と同じ番組を放送するサイマル放送を行う。DSでは、サイマル放送を行う場合でも、アナログの放送枠とデジタルの放送枠は別々に放送進行データを持つ。実際はほとんど同じと思われるが、一部アナログ放送とデジタル放送で変えることを可能としている。

サイマル放送を行うアナログの放送枠とデジタルの

#### 4 データサーバ(DS)

DSは、放送システムの中で、上位のEDPSと下位のAPCやCMバンクなどの放送送出装置の中間に位置する。マスタ室での放送進行データの確認と修正や緊急特番などの対応のための放送進行データの変更を行うための機能、及び下位の放送送出装置へ制御データを送信する機能を持つ、放送進行データの処理における中心的な位置づけである。

地上デジタル放送ではサービス数が増えるため、緊急時のデータ変更の作業量が増える。DS端末では作業量を低減させるように、機能と操作性を考慮している。

地上デジタル放送向けDSで考慮しなければならない要件は、多サービス、EPG、新しい放送形態である。これらに関するDSの機能、及びDS独自に設けた機能について述べる。

##### (1) 多サービス対応

(a) 画面表示 アナログ放送では1チャンネル当たり1サービスだけであったが、地上デジタル放送ではTV用が3サービス、携帯用が1サービス、移動体用が1サービスと、サービス数が五つとなる(アナログサービスも含めると六つ)。DSでは、ネットワーク回線のサービスも含めて最大12サービスまで対応可能である。DS端末の画面では、1日の番組表において複数サービスを同時に表示する画面を持つ(図4)。また、従来どおりの1サービスのデータを表示する場合は、階段編成を含めて表示する画面となっている。



図4. 単日番組表のまだら編成表示 - ある日の複数のサービスの編成を同時に表示する。

Program pattern of multiple channels

・帯域表示		・編成表示		
		SV1	SV2	SV3
① HD		① HD	①のダミー	①のダミー
② HD	③ SD	② HD	②のダミー	③ SD
④ SD	⑤ SD	④ SD	⑤ SD	④ SD

(注) 丸文字は番組ID(Identification)

図5. HD放送時の編成例 - HD放送時には、SV1に実際の制御データのある放送枠、SV2とSV3にはダミー枠という編成になる。

Program pattern of HDTV

放送枠は、放送開始時刻と終了時刻は同じであることを想定している。このため、例えば、一方の開始時刻や終了時刻が1時間遅くなったら、もう一方の放送枠も同じように1時間遅くなる必要がある。これを実現するために、放送枠に関連付けの情報を持たせ、一方の放送枠がタイムシフトすると、もう一方の放送枠も自動的に同じタイムシフトが実行される機能を設けている。

- (d) マルチ接続の連動 階段編成におけるマルチ接続も同様である。サイマル放送であれば、アナログもデジタルも同じ編成である。一方があるケースにマルチ接続をしたら、もう一方も同じケースにマルチ接続する必要がある。特に、ナイター放送などにおいて、マルチ接続を時間ぎりぎりに行うことが多い場合は、2回マルチ接続を実行するのは時間がかかるため、1度の操作で二つのサービスのマルチ接続を実行できることが望ましい。それを実現するために、マルチ予約情報にサービス間連動情報を持たせ、そのマルチ接続時には他の連動しているサービスも自動的に同じケースへ接続する機能を設けている(図6)。

(2) EPG

- (a) EPG自動延長機能 アナログ放送にはない視聴者用のサービスであるEPGは、番組録画にも使用される情報であるため、十分考慮する必要がある。EPGの番組開始時刻は原則として早くなってはいけない。

ナイターの階段編成を例として説明する。階段編成の組みかた次第であるが、最初に最大延長ケースにマルチ接続しておき、終了時刻が決定した時点でその時刻で終了するケースに接続する場合、以下のような問題が発生する。

- ・最大延長ケース接続時点で、EPGが最大延長で放送される。
- ・その後10分延長で終了する場合、ナイターの後の番組のEPGでの開始時刻が早まってしまう。

このような問題を回避するためには、10分、20分と延長が進行するにつれてEPGを追従させる必要がある。

これを実現するためにSI/EPG設備へマルチ編成の延長ケースのデータを送信し、SI/EPG設備で時刻とともにEPGを自動的に変更する機能を持たせた(図7)。

- (b) SB枠の扱い EPGにSB(Station Break: スポットCMのこと)枠は表示させないように設計している。したがって、本編枠のEPG開始・終了時刻は、SB枠込みの時刻にする必要がある。DSでは、EPGの開始・終了時刻は、その放送枠の制御上の開始・終了時刻とは別にデータを持ち、EPGにSB枠を考慮した開始・終了時刻を表示可能としている。

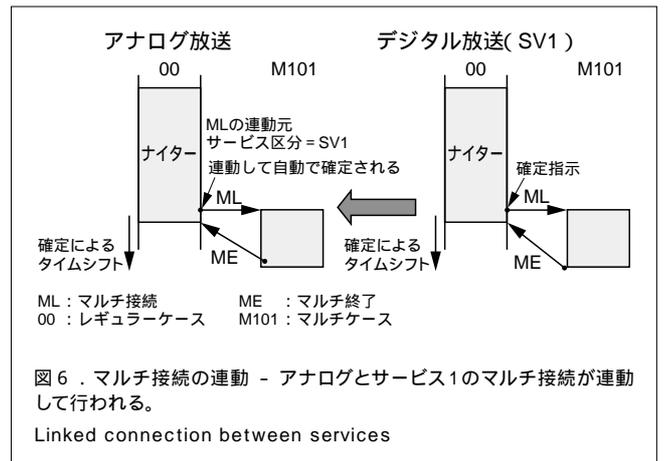


図6. マルチ接続の連動 - アナログとサービス1のマルチ接続が連動して行われる。  
Linked connection between services

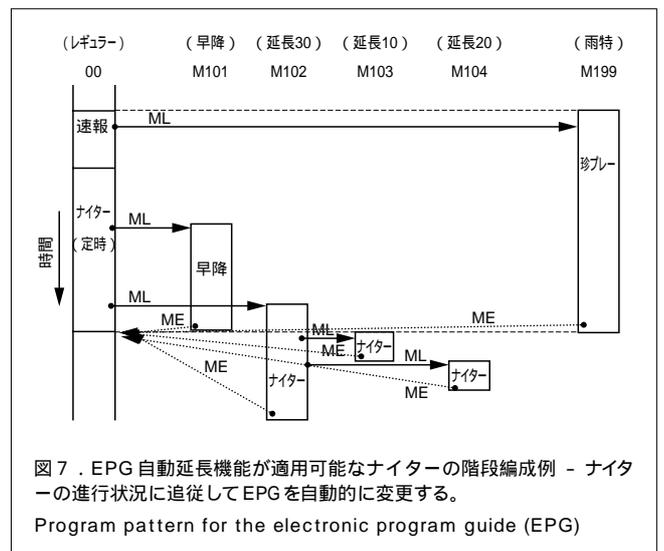


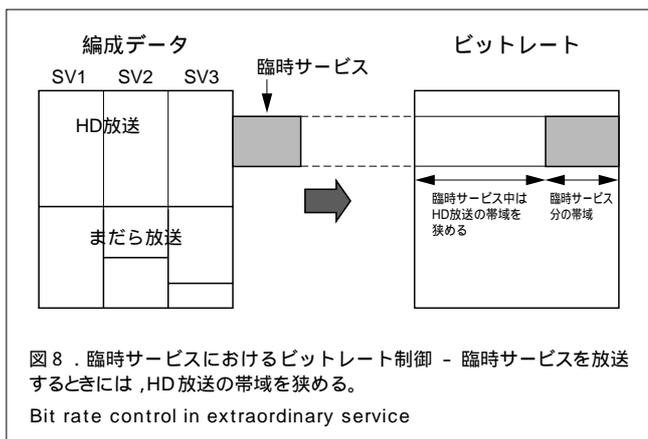
図7. EPG自動延長機能が適用可能なナイターの階段編成例 - ナイターの進行状況に追従してEPGを自動的に変更する。  
Program pattern for the electronic program guide (EPG)

(3) 新しい放送形態への対応

- (a) 臨時サービス 通常の編成の放送を続けたまま、臨時サービスに別の番組を放送する放送形態である。これは、臨時サービスに放送枠と制御データを作成することにより実現する。放送枠やイベントを作成する操作は、通常のサービスでの放送枠作成やイベント編集の操作と同じである。

通常の放送中は使用可能な帯域をほぼフルに使っているため、臨時サービスを行うためには、通常サービスの放送の使用帯域を狭めて、臨時サービス放送用の帯域を確保する必要がある。このためのビットレート制御は、APCにて自動的に行われる(図8)。これによって、DS端末でビットレートのデータを変更する必要はなくなる。

- (b) マルチビュー マルチビューとは、1サービスにおいて複数(最大3)の映像・音声の組合せを定義することが可能な放送形態である。視聴者は容易に複数の映像・音声の組合せを選択でき、様々な角度のカメラ



による映像と対応する音声を楽しむことができる。

放送進行データとしては、3映像・音声の放送進行データをSV1、SV2、SV3のサービスにそれぞれ持つ。メイン映像・音声は必ずSV1とし、SV2、SV3はサブ映像・音声とする。それぞれのサービスは独立して編成データを持つことが可能である。ただし、放送枠の開始時刻や終了時刻は同一である必要がある。

放送枠にはマルチビューを識別するためのデータを持ち、このデータを見てマルチビュー放送であることを認識する。放送枠の開始時刻、終了時刻が変更になった場合は、他サービスのマルチビューの放送枠も連動して時刻が変更される。ただし、イベント内容については放送枠ごとに独立して編成できる必要があるため、当該サービスでイベントを変更しても他サービスへの変更は連動しない。

マルチビュー放送を実現するためには、コンポーネントグループ記述子の設定が必要である。また、イベントグループ記述子の内容を、HD放送の場合と同様に、SV2とSV3はSV1を参照するように設定する必要がある。

各マルチビューの放送枠のPMT(Program Map Table)は、3映像・音声のES(Elementary Stream)の情報を持つ。

2映像・音声の組合せの場合も、メイン映像・音声は必ずSV1とする。サブ映像・音声はSV2又はSV3のどちらでもかまわない。その他の設定方法は、3映像・音声の組合せの場合と同じである。

#### (4) シミュレーション機能

シミュレーション機能とは、DS独自の機能である。テスト機能の一種であり、周辺機器への通信は実際には行わずDS内部で閉じるように処理する。したがって、周辺機器からの受信データが必要な処理は実行できないが、データの編集、マルチ接続、完了チェックなどのコマンド及び帳票印刷は実行可能である。DS端末画面

は、運用で使用する画面とならば変わりはない。モード表示部分などをフリッカ表示させることにより、シミュレーションモードであることがわかりやすいようにしている。

## 5 自動番組送出制御設備( APC )

APCは、DSから受け取った番組編成情報を基に、被制御機器(番組サーバやCMバンクなどの素材送出機器、スイッチ(SW)er)、符号化装置(ENC)、多重化装置(MUX)の制御や切替えを行うことにより、番組表どおりに自動で放送を行う設備である。

地上デジタル放送用APCは、次のポイントに着目し開発を行った。

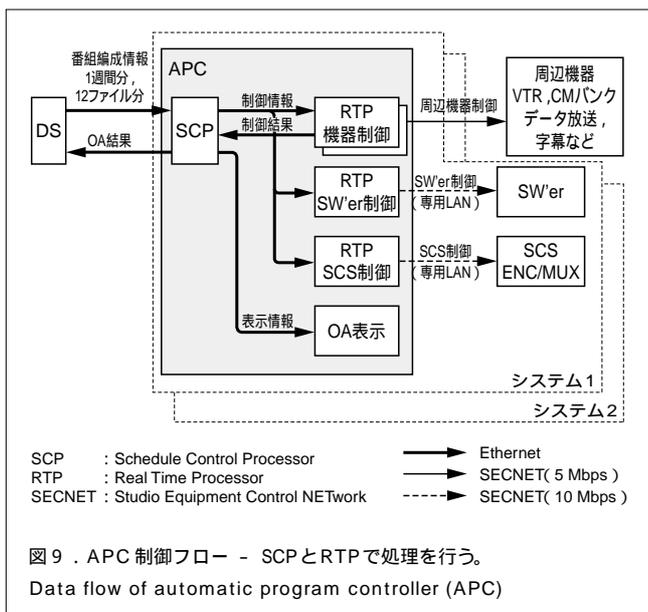
- (1) 多サービス対応 地上デジタル放送用APCは、BSデジタル放送で実現した3サービスの自動送出機能だけでなく、移動体端末向けや携帯端末向けの番組送出、及び地上デジタル放送送出システムで不可欠となるネット送りや番組収録などの機能に対応できるよう、最大12サービスまで可能とした。
- (2) 新規格への対応 DS、APC、SI/EPG、ENC/MUXなどと有機的に結合することにより、地上デジタル放送で新たに規定された階層伝送(固定、移動体、携帯)運用や補助データ領域(Ancillary)を利用した放送局間制御信号に対応している。
- (3) アナログ放送とデジタル放送の新旧規格混在への対応 ネットへの番組送りなどで使用する放送局間制御信号には、アナログ方式とデジタル方式が混在している。地上デジタル放送用APCではどちらの方式にも対応可能となっている。
- (4) 制御精度の向上 APCが使用する制御LANの転送速度を従来比4倍とし、よりいっそう制御精度を高めた。また、映像フィールドに同期した制御を可能とし、CM差替え時のチラ見え防止を更に進化させている。

APCの制御の安全性を確保するために、番組編成情報などのデータを送信するEthernet-LANとは別に、独自フォーマットのリアルタイム制御用LAN(SECNET-LAN2)上で制御信号を送る。

図9のAPCの制御データフローに基づき、各制御処理内容を以下に示す。

- (1) DSとのデータ送受信 DSから1日単位で最大12チャンネル分の番組編成情報が1週間分送信される。送信は、事前に1日分が送られ、それ以降、マルチ接続や時刻の変更などにより、番組単位での訂正転送が行われる。

番組編成情報は番組単位に、オンエア(OA)時刻、送



出素材名、及び必要な情報( CM 枠コード、音声モードなど)が指定されている複数のイベントから構成されている。

また、デジタル放送に不可欠な番組特定情報( PSI )を付加される。

1日のすべての放送終了後、DSからの要求により、APCが制御した時刻(タイムスタンプ)を付加し、OA結果データとしてDSに送信する。

- (2) 番組編成情報による制御 番組編成情報内のイベント(本編あるいはCM)により、該当機器に対し、決まった時間に決まった制御を行う。また、各被制御機器はSW'erに接続されており、該当素材のクロスポイントを選択することにより、映像・音声が出力される。

被制御機器の制御は、番組サーバやCMバンクの場合は、事前にアドレスを送信し、スタンバイ及びチェックを行い、3秒前に開始制御を行い、機器をスタートさせる。

データ放送送出設備や字幕送出設備の場合、APCから番組の開始前にスタンバイ制御を行い、番組開始で開始制御を行う。データ放送送出設備はMUXに、字幕送出設備は垂直補助データ領域(VANC)インサータに接続され、符号化多重化設備により映像・音声信号と多重化され、送出される。

- (3) 符号化多重化設備の制御 APCはENC及びMUXに対して、符号化制御と多重化制御を行う。

ENCには映像ビットレート、画角、音声ビットレート、音声モードの制御を行う。

MUXには、入力ポートのON/OFF制御及びデジタル放送に不可欠なPSI制御を行う。

- (4) アナログ放送の制御 APCは、デジタル放送の番組

組送出制御だけでなく、従来のアナログ放送の番組送出制御も行っている。また、アナログ放送とデジタル放送のAPCを一体型で構築することも可能である。

## 6 伝送系設備

地上デジタル放送マスタ送出システムの伝送系機器については、次の点に着目し、すべて新規に開発設計を行った。

- (1) 低消費電力、省スペース
- (2) マルチフォーマット対応
- (3) 映像信号への音声多重(エンベデッド)対応
- (4) 補助データ領域( Ancillary )対応
- (5) 字幕信号、CM確認信号対応
- (6) 圧縮技術の向上による高画質化、低遅延化
- (7) HD/SDみだら放送対応
- (8) システム冗長系切替え時のシームレス対応

なお、開発した単体機器については、この特集の“地上デジタル放送用スタジオシステム機器”(p.24 ~ 27)で詳しく述べている。

### 6.1 ベースバンド伝送設備

- (1) マルチフォーマット対応 アナログ放送とデジタル放送を一体で構築するため、映像フォーマットはHD、SDどちらにも対応可能なマルチフォーマットシステムとしている。マルチフォーマット対応とすることで、現在はアナログ放送のSD機器として使用している機器を、将来はデジタル放送用のHD機器として流用可能にしている。

- (2) 集合棚への集中実装 ビデオシンクロナイザ、アップコンバータ、ダウンコンバータ、字幕変換装置、ネットキュー関連装置、VANC関連装置、信号変換器、信号分配器などのベースバンド伝送系機器はすべてSDIP (Serial Digital Interface Peripheral) 棚にユニットカードで実装できるようにしており、省スペースを実現している。

- (3) エンベデッド対応 従来のアナログ放送送出システムは映像設備と音声設備を別々に構築し、別処理を行って送出していた。今回開発した送出システムにおいては、映像信号の補助データ領域に音声信号を多重する映像・音声多重システム(エンベデッドシステム)としている。

エンベデッドシステムとすることで音声設備がほとんど不要となり、ラックスペース削減及び布線削減につながっている。また、5.1チャンネルサラウンド音声といったデジタル放送ならではのサービスにも対応しやすくしている。

エンベデッドシステム特有のスイッチング時の音声

ノイズ発生についても、自動的に高速ミュート処理を行うことにより、聴感上まったく問題ないように処理している。

- (4) 補助データ信号への対応 地上デジタル放送においては、映像信号のすき間の補助データ領域に様々なデータを付加多重することによって、運用の補助を行っている。前述のエンベデッドシステムの音声信号も、水平補助データ領域(HANC)に多重されている。

VANCに多重されて運用されるデータとして、放送局間制御信号(ネットキューなど)、字幕データ、CM確認データが挙げられる。

ベースバンド伝送設備においては、この補助データ領域を保護処理することにより、様々なフォーマット変換を実施した場合でも、補助データが欠落したりすることがないようにしている。

## 6.2 SCS(Stream Control System)

- (1) エンコーダの新規開発 デジタル放送においては、圧縮技術によりHD放送を可能としているため、MPEG-2エンコーダの性能が画質と音質を左右している。

地上デジタル放送はその放送帯域がBSデジタル放送より狭く、総情報量のうちHD映像に割当てできるのは11~14Mbpsくらいである。その狭い帯域の中で、高画質が確保できるようにエンコードチップとエンコードマイクロコードを新規に開発し、付帯情報の削減などを行って、低ビットレートでの高画質を実現している。また圧縮技術においては、画質と遅延量はトレードオフの関係にあるが、高画質を保ちながら、エンコーダとデコーダの直結で遅延量19フレームという、業界最小値を実現している。

エンコーダは、VANCに多重されている字幕データを抽出して、パケット送出する機能も持っている。

- (2) MUXの新規開発 MUXは多チャンネルサービスにおける映像、音声、字幕データのほかに、SI/EPG設備からのSI、データ放送設備からのデータ放送、更にAPCから指示されるPSIを多重して(社)電波産業会(ARIB)の規格に準拠した放送TSとして出力している。
- (3) TSスプライサの新規開発 TSスプライサは、現用系システムと予備系システムで二重化された地上デジタルの放送TSを、最終段で冗長切替えを行う装置である。MPEG信号を不連続で切り替えると映像や音声に大きなショックが発生するため、TSスプライサを用いてショックのないシームレス切替えを実現している。

現用系と予備系のエンコーダ及びMUXを完全同期運転して切替えを行うため、ストリーム上も連続性が保たれた状態でのシステム冗長切替えが可能である。

## 7 SI/EPG 設備

SI/EPG設備は、デジタル放送の受信機におけるEPG表示に必要なデータの送出を行うための設備であり、このデータをSIと呼ぶので、これらを合わせてこの設備の名称としている。これまで、BSデジタル放送と110度CSデジタル放送で同様の設備が開発されており、今回、地上デジタル放送用設備の開発を行った。

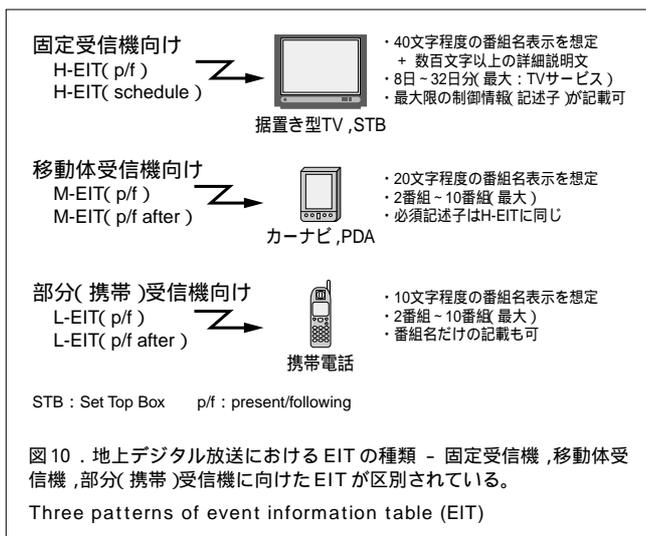
SI/EPG設備の行っている処理を簡単に言うならば、「DSや独立データ放送設備からSIに記述すべき素情報と編成を受け取り、セクション形式というデータフォーマットに変換したうえで、これを指定された編成に従ってMUXに対してTSパケット化して周期的に送り出す」となる。ただし、この動作において扱うSIというデータは、映像・音声の受信に必須となるPSIとともに、その運用方法がARIB規格で詳細に定められており、これに従ったデータの生成や送出を行わなければならない。

今回の地上デジタル放送への対応として見直された同規格の変更点には、大きく以下のようなものがある。

- (1) 移動体と部分受信機への対応
- (2) 送出パラメータの複雑化
- (3) 1放送局に1ネットワークを割当て

地上デジタル放送では、通常のTV放送サービスのほかに、カーナビや携帯情報端末(PDA)などの移動体受信機向け、携帯電話などの部分受信機向けのサービスも予定されており、このためのSI情報が用意されている。EPG上に番組名や時間を表示するためのSIは、EIT(Event Information Table)と呼ばれるデータであるが、これが対応する受信機の種類ごとに新たに定められた。これにより、例えば部分受信機向けサービスの番組情報を、そのサービス専用受信機の小さなEPG画面だけでなく、据置き型TVの大きなEPG画面でより詳しく表示させるといった運用も、同じサービスに対して複数のEITを用いることで実現できるよう考慮されている。ただし、このようにEITの種類と新しいデータ構造が増えたことで、これらが組み合わされた場合における送出パターンもより複雑なものになっている(図10)。

また、地上デジタル放送では、全放送局が一つのネットワークの中にあつたBSデジタル放送とは異なり、例外はあるが、基本的に1放送局が1ネットワークになる。これも関連して、他局のSI情報という概念がなくなり、BSデジタル放送では導入されている他局のSIを収集・配信する全局SI集配信システムは運用されない。ただし、受信機のソフトウェア更新を行うために必要な情報であるSDTT(Software Download Trigger Table)というテーブルについては、全放送局で送出を行わなければならない、このための全国共通のデータがセンターから各放送局へ配信されるため、同様のイ

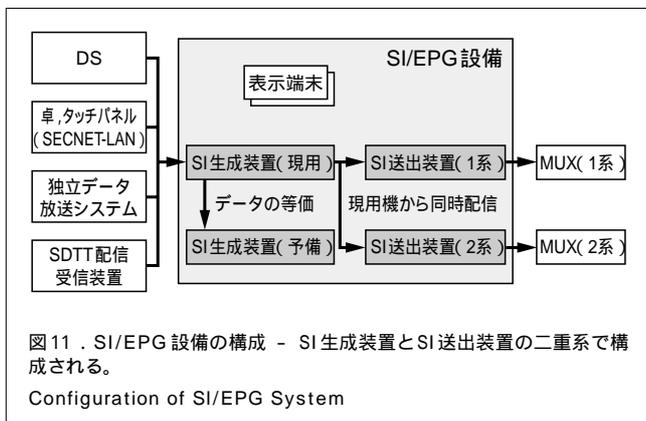


インタフェースとして機能を受け継いでいる。

以上のような ARIB 規格の変更への対応を行うとともに、SI/EPG 設備自身の構成や処理の見直しも行った。

### 7.1 設備構成の見直し

BS デジタル放送では SI/EPG 設備は 1 系統当たり 1 台であった。地上デジタル放送では、他サブシステムとのインタフェースと SI の生成及び設備全体の管理を行うための SI 生成装置と、SI の送出に特化した SI 送出装置を 1 系統当たり上下に分けて 2 台としている。これに、ユーザーインタフェースを提供する表示端末を合わせて 1 設備を構成している。設備内部では、現用機の SI 生成装置から両系の SI 送出装置に同じデータが配信されるとともに、予備機の SI 生成装置にもデータをコピー(等価)してすべての装置で同一のデータを保持するようになっている(図 11)。これにより、生成したデータの一意性の確保と機器障害への耐性、及びメンテナンスの容易さを向上させている。また、採用している UNIX<sup>(注1)</sup>サーバが更に高性能化してきていることもあり、特にこれから製造に入る地方局向けの設備では、両装置共に薄型 1U(約 44mm)のサーバを採用することで省スペース化を図っている。



### 7.2 マルチセクション送出

SI は、セクション形式と呼ばれる構造のデータを TS パケットに配置して送出する。マルチセクション送出は、あるデータをパケット化した際にまだそこに十分な空きがあれば、間を空けずに次のセクションを配置して、パケット上のむだとなる部分を極力減らし、全体のデータ量、すなわち SI の送出帯域を削減する送出方法である。規格上は BS デジタル放送の時点から存在していたが、部分受信機に対しては全体のビットレート帯域が狭くなることもあり、このシステムでは新たに地上デジタル放送用として開発を行った。

### 7.3 流動編成への対応

BS デジタル放送に対して地上デジタル放送での特に大きな変化は流動編成の存在である。もちろん、これも規格上では BS デジタル放送でも存在はしており、運用もされてはいたが、実際にそれが行われる頻度は地上デジタル放送ではるかに高くなると想定される。

具体的には、臨時サービスやカットインの操作に対応した SI を送出する機能、野球などスポーツ番組での延長処理への対応があるが、特に今回の設備では DS から事前に指定された編成に頼るだけではなく、マスタ卓にあるスイッチやタッチパネルからの制御情報を直接受けての動作が行えるインタフェースを備えている。

## 8 字幕送出設備

字幕放送とは、難聴者でもテレビ放送の音声の内容がわかるよう、会話や擬音を文字にしてテレビ画面の上に表示する、文字多重放送の一種である。総務省の指示もあり、今後、字幕放送比率を拡充していく方向にある。

テレビ放送では、通称クローズドキャプション<sup>(注2)</sup>方式を採用しており、通常のテレビ画面には字幕放送は表示されない。アナログ放送において字幕放送を見るには文字放送対応テレビや外付けの文字放送チューナが必要となる。

地上デジタル放送においては、第 2 言語及び HD 放送に対応した表示文字数の増加が、今までのアナログ放送に比べて拡張されている。現在発売されている地上デジタル対応テレビでは、標準で字幕放送を見ることが可能となっている。

### 8.1 字幕放送の形式

以下のように様々な字幕放送の形式が存在している。

#### (1) 送出形式

- (a) 交換フォーマット字幕 記録メディア(フロッピーディスク(FD)など)に登録された字幕文データを送出装置で送出する。最終的には伝送字幕となる。

(注 1) UNIX は、商標である。

(注 2) 任意の人が必要などときに見ることができる。対して、映画館で見る字幕はオープンキャプションという。

(b) 伝送字幕 映像メディア(VTRなど)の映像信号に重畳されている字幕である。

(2) データ形式

(a) HD字幕 HD放送の画面サイズに対応した字幕である。

(b) SD字幕 SD放送の画面サイズに対応した字幕である。

字幕送出設備は、これらすべての形式を取り扱うことを可能としている。

8.2 字幕送出設備の仕組み

字幕送出設備は、2言語送出対応、アナログサイマル放送対応、1台の送出装置当たり最大14台の出力処理機を接続可能、APCの指示による表番組との完全連動対応といった特長を持っている。

字幕送出設備は大きく分けて、サーバ、送出装置、出力処理機の三つの装置から構成される(図12)。

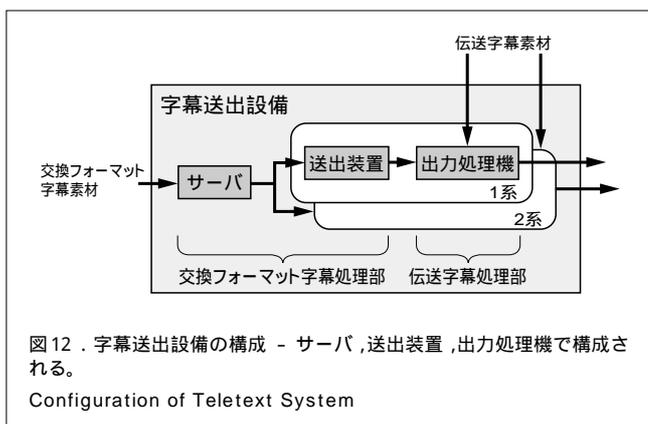


図12. 字幕送出設備の構成 - サーバ, 送出装置, 出力処理機で構成される。  
Configuration of Teletext System

(1) サーバ 交換フォーマット字幕素材を蓄積している。アナログ放送用の素材(通称NAB素材)も、デジタル放送用に交換して登録することが可能である。DSから送られた番組表を元に、放送予定の字幕素材を送出装置に送り、もし放送日が近づいても字幕素材が登録されていないときは警告を発生し、運行監視者に通知する。装置はサーバ2台とディスクアレイを用いて信頼性を高めている。

(2) 送出装置 APCからの指示に従い、交換フォーマット字幕素材を出力処理機に送出する。緊急時の手動送出・停止も可能である。通常2系統以上の冗長系を持ち、信頼度を高めている。

(3) 出力処理機 映像信号のVANCに交換フォーマット字幕データを重畳し、伝送字幕にする。また、既にVTRなどに収録された字幕データ付き映像や、ネットワーク局から送られてきた交換字幕も取り扱う。APCからの指示に従い、交換字幕か伝送字幕かを選択し、伝送字幕として送出を行う。緊急時には手動により字

幕送出の停止や“お断り字幕”を送出することができる。

この装置は新開発したDTP(Digital Teletext Processor)シリーズを用いている。ユニットの組合せにより、アナログ映像用字幕からデジタル映像用字幕への変換を可能としており、アナログ映像字幕とデジタル映像字幕の混在運用に柔軟に対応可能としている。

9 RMP 設備

デジタルコンテンツはコピーによる劣化がないことから、近年、不正コピーによるコンテンツの著作権侵害が問題となっている。デジタル放送における放送コンテンツにおいても同様の問題が懸念されており、著作権保護を目的としたRMP設備の必要性が高まっている。RMPとは、テレビ放送のコンテンツの不正コピー防止策などを定めたコピーガード機能の総称である。

送出設備は、番組のコピーを認めるか否かを定めるCCI(Copy Control Information)というデジタル信号を受信機に送り、受信機は、このCCIの情報をもとにコピー制限を行う。このとき、不正な受信機(CCIを無視する受信機)に対して番組を視聴させないためコンテンツにスクランブル(暗号化)を行い、正規の受信機以外は番組を視聴できない対策が必要となる。

9.1 B-CAS方式を使用したコンテンツ保護

暗号方式としてB-CAS方式が使用される。B-CAS方式とは、BSデジタル放送や110度CSデジタル放送の限定受信システム(CAS: Conditional Access System)で使用された方式である。

B-CAS方式によるコンテンツ保護において、スクランブルされた番組を受信機で視聴するまでの過程を図13に示す。

RMP設備では、B-CAS社が認める団体から提供されるスクランブル鍵(Ks)を用いてコンテンツにスクランブルを行う。また、コンテンツのスクランブルに使用されたKsを保持した

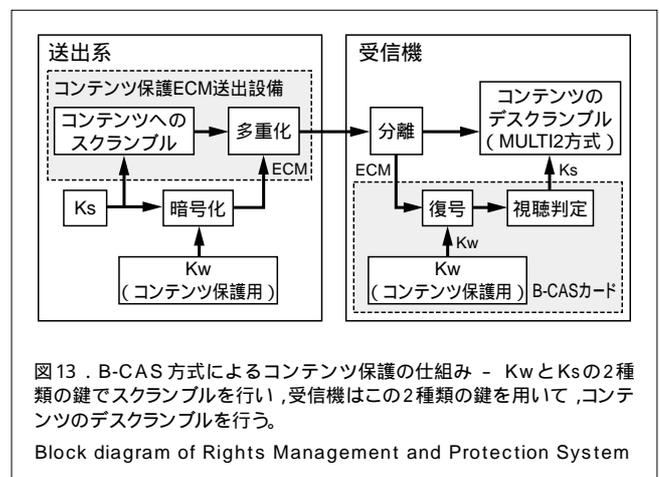


図13. B-CAS方式によるコンテンツ保護の仕組み - KwとKsの2種類の鍵でスクランブルを行い、受信機はこの2種類の鍵を用いて、コンテンツのデスクランブルを行う。

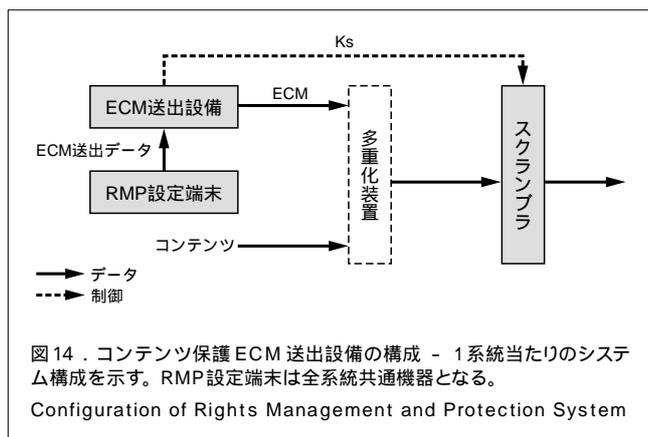
Block diagram of Rights Management and Protection System

データを、コンテンツ保護用のワーク鍵(Kw)で暗号化した共通情報( ECM : Entitlement Control Message)の送出を行う。

受信機では、受信したストリームからECMを取り出し、B-CASカードに保存されているコンテンツ保護用Kwを用いてECMを復号する。復号されたECMからKsが取り出され、コンテンツのデスクランブル(復号化)が行われる。

### 9.2 コンテンツ保護ECM送出設備の概要

今回、当社で開発を行ったコンテンツ保護ECM送出設備の構成を図14に示す。



コンテンツ保護ECM送出設備は、以下の機能を持つ設備である。

- (1) コンテンツへのスクランブル処理
- (2) 暗号化済みECMの送出
- (3) ECM送出データの登録

ECM送出設備は、暗号化済みECMの送出と、スクランブラへのスクランブル制御を、両方の同期を取りながら行う。このとき、使用されるKsは数秒おきに更新される。

スクランブラは、ECM送出設備からの制御に従いスクランブル処理を行う。ECM送出設備から受信したKsを用いて、多重化装置から出力されたデータの指定されたTSパケットに対して、ISO9979/0009(国際標準化機構規格9979/0009)に準拠した方式(MULTI2)でスクランブルをかける。

RMP設定端末は、B-CAS社が認める団体から提供されるデータをECM送出設備に登録する装置である。

今回のコンテンツ保護ECM送出設備は、BSデジタル放送や110度CSデジタル放送のCASで培った技術を継承し、開発が行われている。

実績のあるハードウェアの小型化を図り、ECM送出設備1式とスクランブラ1式の合計で2U化を実現した。

更には、今後適用が予定されている新RMP方式を考慮したハードウェア設計が行われており、ソフトウェアのバージョンアップによる新RMP方式への対応を可能とした。

## 10 アラーム設備

デジタル放送開始にあたり、アナログ放送とデジタル放送のサイマル監視や、デジタル放送の多サービス監視などの業務が新たに発生し、放送局の運行監視者の負荷が増大する傾向となっている。

アラーム設備は、機器障害発生時や異常発生時にオペレーターにわかりやすく通知を行い、障害を未然に防止したり、迅速な障害回避が行えるようにしている。

また映像・音声自動監視装置やTS監視装置との組合せにより、自動系にて監視や障害回避を行うことにより、オペレーター負荷を軽減する設備構築を実現した。

## 11 あとがき

2003年12月にまず関東、中京、近畿の三大都市圏で開始された地上デジタル放送は、2006年には全国に展開されていく。今回、新規に開発設計を行ってシステム確立を実現した地上デジタル放送マスタ送出システムは、今後の地方放送局への展開に向けた、ベースとなる製品である。

当社は、全国の放送局へのマスタ送出システムの提供と安定運用を通して、国家事業である地上デジタル放送の普及に貢献していく。



長石 敦 NAGAISHI Atsushi

社会ネットワークインフラ社 府中社会ネットワークインフラ工場 放送機器部 参事。放送局スタジオシステム設計に従事。Fuchu Operations - Social Network & Infrastructure Systems



向山 豊彦 MUKOYAMA Toyohiko

東芝ソリューション(株) 社会インフラソリューション事業部 放送システムソリューション部主任。データサーバの設計・開発に従事。Toshiba Solutions Corp.



金田 昌之 KANEDA Masayuki

社会ネットワークインフラ社 府中社会ネットワークインフラ工場 放送機器部。放送局スタジオ制御システムの設計・開発に従事。Fuchu Operations - Social Network & Infrastructure Systems