

BS(放送衛星)デジタル放送時代における放送システムについて、永年積み重ねてきた送出システム技術に最新のデジタル放送要素技術を加え、更に、多くのお客さまの意見を参考にしながらシステムの検討を重ねた。そして、「デジタル放送技術と情報システム技術を中心とした放送システムの実現」を開発コンセプトに、BS デジタル放送用送出設備を完成させた。そのなかで、デジタル放送特有の情報処理と、符号化・多重化装置、システム切替えなどの新しい技術と、電子番組ガイド、データ放送、限定受信システムなどの新しいサービス放送のシステムを開発した。

After many years of experience in broadcasting system development and studies of digital broadcasting technologies, Toshiba has developed a digital satellite broadcasting system with the concept "a broadcasting system based on digital and information system technologies." Data processing, encoder, multiplexer, and system switchover technologies were developed for the system. The system also includes subsets to provide electronic program guide (EPG) service, data broadcasting service, and conditional access service.

This paper provides an overview of Toshiba's digital satellite broadcasting system.

1 まえがき

テレビ放送には、大きく分けてアナログ放送とデジタル放送の二つの方式がある。当社では、永年積み重ねてきたアナログ放送用送出システム技術に最新のデジタル放送要素技術を加え、BS デジタル放送用送出システムを開発した。

BS デジタル放送用送出システムでは、現在のアナログ放送用送出システムと比べると、いくつかの新しい装置やサブシステムが必要となる。

ここでは、BS デジタル放送を行うために必要な送出システムの構成と、今までにはない電子番組ガイド(EPG: Electronic Program Guide)、データ放送などについての新しいサービス放送の全体概要について述べる。

2 デジタル放送サービスのイメージ

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、以下に述べる。

2.1 高画質、多チャンネル化の実現

デジタル映像情報の効率的な圧縮技術により、一定の伝送帯域幅の下で多くの情報量を伝送できるため、高画質な高精細度テレビ(HDTV: High Definition TeleVision)番組の放送が可能となる。また、標準精細度テレビ(SDTV: Standard Definition TeleVision)番組の放送の場合は、3チャンネル同時放送が可能である。

2.2 サービスの統合化や柔軟な編成が可能

伝送容量の使用に際し、映像、音声、データなどへの柔軟な配分ができることから、まだら放送(HDTV放送とSDTV放送の混在)やデータ放送との連動番組などの、多様な情報の統合化や柔軟な番組編成が可能である。また、階層変調を用いた降雨対応放送といった新しいサービス編成が可能である。

2.3 サービスの高度化を実現

- (1) EPG 新聞のテレビ・ラジオ欄をテレビに表示させる機能で、以下のサービスが可能となる。
 - (a) 番組表の表示サービス
 - (b) 現在放送中の番組、次に放送される番組の表示
 - (c) 他局の番組の表示
 - (d) スポーツ番組の延長、特番発生時の変更に対応した番組表示
 - (e) 番組予約サービス
 - (f) 明日以降の番組表示
 - (g) 視聴予約や録画予約の簡便化 スポーツ番組の延長があった場合などにも追従
 - (h) 番組検索サービス 容易な番組選択
- (2) データ放送サービス データ放送では、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)、B-XML(Broadcast XML)を採用してい

る。これにより、通信ネットワークとの組合せによる視聴者参加の番組サービスが実現されるほか、番組関連情報を取得しながら番組の視聴が可能となる、などの双方向的な番組サービスが行える。また、人に優しいサービス放送として、映像番組にデータ放送を組み合わせることにより、字幕、解説放送が可能となり、聴力障害者、外国人へのサービスが実現できる。また、緊急放送などの速報字幕スーパーが行える。

3 送出システムの構成

BS デジタル放送用送出システムは、以下に定めるサブシステムから構成される。設備の全体構成を図1に示す。

3.1 データサーバ(DS : Data Server)

デジタル放送設備においては、従来のアナログ放送設備に加え、新たにデジタル放送用機器が設備され、これらが情報制御系のネットワークを介し有機的に結び付き、遅滞なく円滑に動作する必要がある。

DSは、上位システムのEDPS(Electric Data Processing Systems)と各サブシステムとの間に位置し、放送制御デー

タの作成及び放送データを一元管理する中核のシステムとして開発した。デジタル放送で取り扱う情報は、次のとおりである。

- (1) 多チャンネル放送(SDTV 放送3チャンネル同時放送)、まだら放送、データ放送、音声放送、などの統合的番組編成情報
- (2) 映像フォーマット(1080i , 720p , 480p , 480i)^{注1)}、音声モード、符号化ビットレート情報
- (3) 表番組と連動したデータ放送、字幕放送の番組連動情報
- (4) デジタル放送として必須の番組特定情報(PSI : Program Specific Information)、番組配列情報(SI : Service Information)
- (5) SI 情報として扱われる EPG 情報
- (6) 限定受信システム(CAS : Conditional Access System)で必要な共通情報(ECM : Entitlement Control Message)、スクランブル情報

(注1) 有効走査線数。i : インタレース(飛越し走査) , p : プログレッシブ(順次走査)

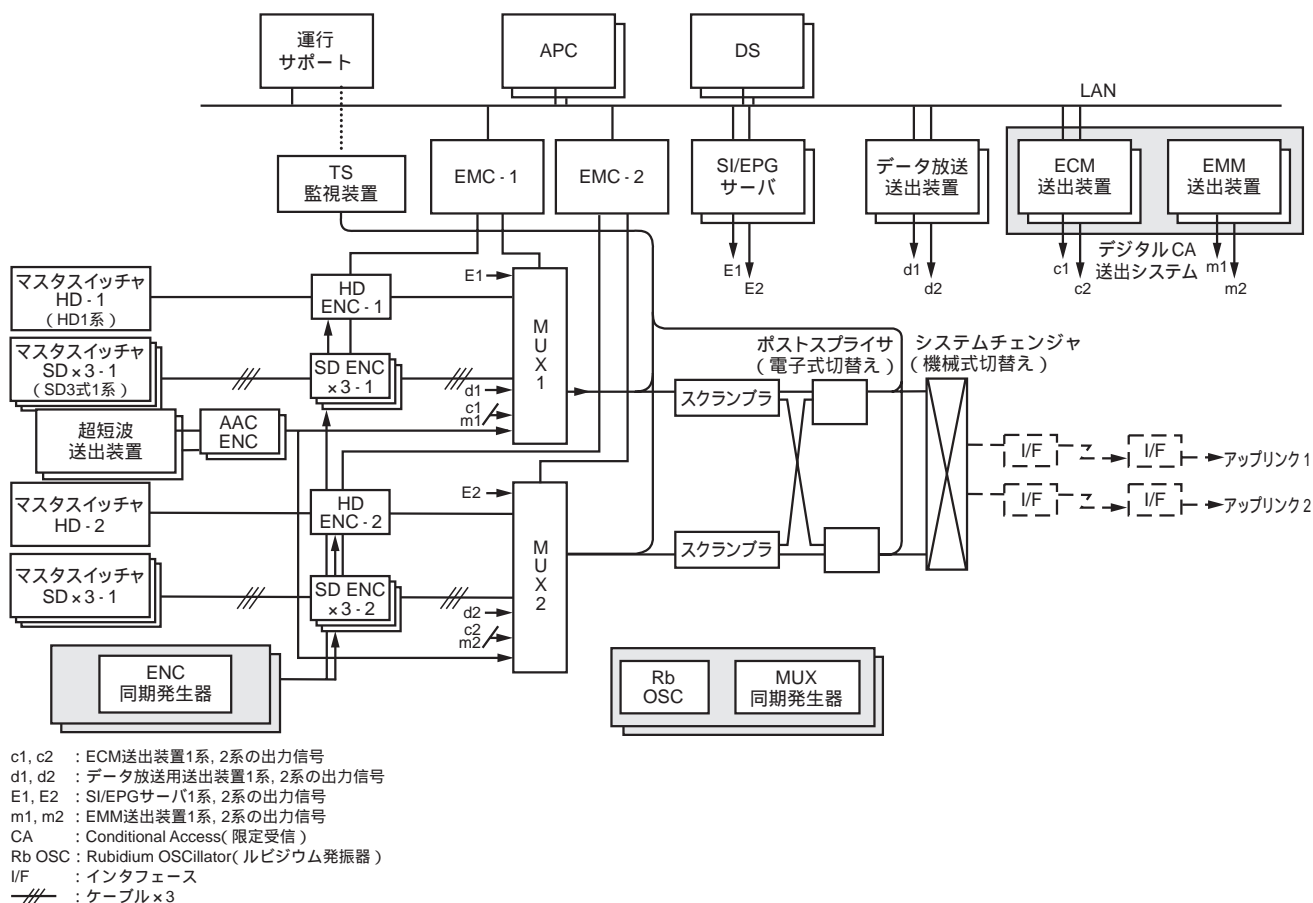


図1 . BS デジタル放送用送出設備の全体構成 BS デジタル放送用送出設備のサブシステム構成と接続先を、構成図で示している。
Overall configuration of digital satellite broadcasting system

3.2 自動番組送出制御装置(APC : Automatic Program Controller)

従来のアナログ送出設備にデジタル放送特有の制御を加えた APC システムを開発した。デジタル放送特有の制御は、次のとおりである。

- (1) 符号化多重化部制御装置(EMC : Encoder & Multiplexer Controller)に対する PSI 送出制御
- (2) MPEG 2(Moving Picture Experts Group 2)エンコーダ(符号化装置 : ENC)の SD ENC , HD ENC に対するパラメータ(ビットレート , アスペクト比 , 音声モード , など)制御
- (3) SI/EPG サーバに対する番組進行(Present , Following)制御
- (4) 多チャンネル , まだら放送 , アナログサイマル放送制御
- (5) データ放送 , 字幕放送との表番組連動制御
- (6) DS 操作端末指示に従った階段番組接続 , 緊急特番接続 , カットイン , こじ開け制御

3.3 マスタスイッチャ(HD , SD)

デジタル放送では , ハイビジョン放送や多チャンネル放送により入力ソースが従来に比べ急激に増えている。従来のスイッチャは , HDTV , SDTV , MPEG それぞれに専用のスイッチャが必要であったが , 当社では , 信号形式によらない , どのような信号でも切り替えられるレートフリーマトリクス™を開発し , スwitchャ部の共通化を実現した。このスイッチャは , 文字 , データなどの低ビットレートからハイビジョンクラスの 1.5 Gbps までの切替えが可能である。

3.4 ENC

ENC は , 入力信号(映像 , 音声)の符号化 , 及び付随する字幕データの多重化処理を行う。

- (1) HD ENC 1080i 映像信号を入力とし , 映像符号化は MPEG 2 MP@HL(Main Profile at High Level : 1080i HDTV の符号化)方式を採用している。単体機能としては , プログレッシブの信号(720p , 480p)にも対応する。出力プロファイルについては , MPEG 2 MP@HL 又は MP@14L による符号化である。音声符号化については , MPEG 2 AAC(Advanced Audio Coding)方式を採用した。
- (2) SD ENC 480i 映像信号を入力とし , 映像符号化は MPEG 2 MP@ML 方式 , 音声符号化については MPEG 2 AAC 方式を採用した。
- (3) 音声 ENC(AAC ENC) 独立の音声 ENC として , 音声符号化(MPEG 2 AAC 方式)処理と , PMT(Program Map Table)の一次多重を行う。

3.5 多重化装置(MUX : Multiplexer)

MUX は , 複数 ENC から一次多重された TS(Transport Stream)信号 , SI/EPG サーバからセクション化された SI 情報の TS 信号 , データ放送送出装置からの TS 信号 , 及び

CAS からの ECM , EMM(Entitlement Management Message : 個別情報)データの TS 信号を受ける。また , EMC からセクション化された PSI データを受けて MUX で二次多重処理をする。多重化処理においては , 番組基準クロック(PCR : Program Clock Reference)の付け替えと , 階層ごとの変調方式を指定する伝送制御データ TMCC(Transmission and Multiplexing Configuration Control)情報の設定をする。

3.6 EMC

EMC は , DS からの PSI 制御情報と , APC からの PSI 送出制御を受け取り , セクション化した PSI データを MUX へ送出する。また , APC からの ENC パラメータ制御情報により , HD , SD ENC を制御する。

3.7 SI/EPG サーバ

デジタル放送としての新しいサービスである EPG の送出設備を開発した。SI には , DS で管理される自局 SI 情報と全局 EPG 用 SI 集配信システムから送られてくる他局 SI 情報があり , 自局 SI テーブルと他局 SI テーブルを自局のストリームとして MUX へ TS 信号で送出する。また , 自局の SI テーブルを全局 EPG 用 SI 集配信システムに配信する。

3.8 データ放送用送出装置

デジタル放送の新しいサービスとして 番組連動サービス , 独立データサービス , 速報字幕サービスがある。これらのサービスを行うために カラーセル送出装置 , 字幕送出装置 , リアルタイムストリームサーバ , 文字スーパ装置を開発した。

- (1) カラーセル送出装置 ニュース , 天気などの番組の一定間隔での繰返し送出 , 及び表番組との連動送出
- (2) 字幕送出装置 聴力障害者 , 外国人向けに表番組と連動した字幕スーパの送出
- (3) リアルタイムストリームサーバ 低ビットレートの動画番組の送出
- (4) 文字スーパ装置 地震速報などの緊急速報字幕送出

3.9 デジタル放送対応型 CAS

特定の視聴者だけが視聴可能となるように , 番組を暗号化して送出するシステムを開発した。CAS は , ECM 送出装置 , スクランブル装置 , EMM 送出装置で構成される。

- (1) ECM 送出装置 DS から受けた ECM データを , ECM パケットの生成及び暗号化処理を行い , MUX へ送出する。また , APC からの番組切替指示に従い , スクランブルの開始・停止制御をする。
- (2) スクランブル装置 MUX から送られた TS 信号をスクランブル処理する。TS 信号には , 複数の映像 , 音声 , データ信号が多重されているが , 予定されたパケット識別子(PID : Packet Identification)の TS パケットについてスクランブル処理をする。
- (3) EMM 送出装置 顧客管理システムから受けた EMM データを , 暗号化処理を行い MUX に出力する。

受信機では、ECMとEMMを取得して、視聴者が番組の視聴が許可されているかを判断する。

3.10 ポストプライサ

冗長系として、現用系、予備系の二重化構成で、スイッチャ、ENC、MUXを構成している。運用系に障害が発生した場合、当社独自のシームレスな現用、予備切替えを実現した装置である。

3.11 監視装置

各種送出設備のアラームについては、運行サポートシステムにより障害発生時の状況を的確に運用者に伝え、確実な送出を実現している。また、MUXの出力信号については、TS監視装置により計測、解析を行う。TS監視装置からアラーム検知される項目については、運行サポートシステムで監視する。

4 ENC、MUXの制御フロー

ENC、MUXは、EMCからの制御を受けて符号化、多重化処理を行う。制御システムの構成と流れを図2に示す。

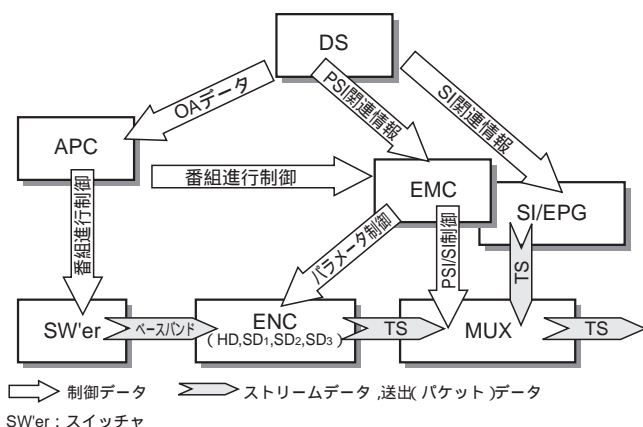


図2：制御システムの構成と流れ DSを中心とした情報の流れと、各サブシステムの制御の流れを示している。
Configuration and flow of control system

EMCは、DSからのPSI制御情報とAPCからの番組進行制御を受けて、セクション化したPSI情報をMUXへ送出する。また、APCからのENCパラメータ制御情報を受け、HD ENC、SD ENCへパラメータを設定する。APCでは、番組進行データ(OA(On-Air)データ)に基づき、ベースバンド機器の制御、EMC制御を行うほか、SI/EPGに対して番組進行(Present、Following)を制御する。SI/EPGは、DSで管理されるSI関連情報と、全局EPG用SI集配信システムから送られてくる他局SI関連情報を、自局のストリームとしてMUXへTS信号で出力する。なお、手動操作によるアン

タイム運行に対しては、APCとEMCの連携により対処している。

5 システムの特長

- (1) アナログ設備で実績のある情報・制御システムを基盤に、当社のDSを核とした情報システムを構築した。
- (2) 各装置間の連動制御 DSを核として各装置間を情報系で有機的に結合することにより、各装置間でのデータ不整合がなくなり、データ不一致による放送事故を防止できる。また、マルチ接続や緊急差替えなどの操作を、DSの操作端末から行うだけで、各装置間のデータが連動して制御されるために、各装置での操作が不要となり、運用者の大幅な負担軽減を実現した。
- (3) デジタル放送で必要とされる統合的で柔軟な編成は、ENCやMUXに正確で迅速な制御を与えることで実現できる。これらの細かい制御を行うのがEMCであり、DS、APC、EMCを、DSを核として有機的につなげるにより、DS及びAPCからの番組編成変更に対応したフレキシブルな運行サービスを実現した。高画質、高音質を実現したMPEG2 ENCは、単に信号のENCとしてではなく、EMCからの制御により各種ENCパラメータを番組編成情報に応じ柔軟な対応ができるよう工夫した。MUXについても、EMCからの制御を受け番組編成情報に対応した柔軟な放送運行に適合できる設計とした。
- (4) 高信頼性システム設計 当社のBSデジタル放送システムは、トータルデジタルシステムとして日常の機器の無調整化、画質、音質の高品質化、送出設備の安定化を図った。情報、制御系コンピュータには、コストパフォーマンスの優れた24時間連続運転可能な業界標準コンピュータを採用し、障害の波及を防ぐために、送出システムごとに制御システムとマスタスイッチャを分散した二重化構成システムにより高い信頼性と24時間運用に対応している。また、上位システムのEDPSとDSの動作不良などにより番組編成情報(PSI、SI含む)の受領に支障が生じた場合にも、PSI及びSI(EPG)が送出停止しないように、EMCとSI/EPGサーバでは、PSI、SI(EPG)データを保持し、送出システムの信頼性を確保している。
- (5) シームレス運行 ARIB((社)電波産業会)STD-B20 第2部「BSデジタル放送における運用ガイドライン」及びARIB STD-10 付属 4.4「混合多重編成」の両基準に準拠し、更に、当社独自の工夫を加えた“ENC/MUX同期運転方式”により、同一ENCでの符号化モードの切替え、まだら編成でのENC間の番組切替えに対応したシームレス切替えを実現した。
- (6) システム切替え 現用系、予備系のMUXの出力

には、シームレスなTS切替えを行うために、当社独自の“ポストプライサ”による電子切替えと同軸リレーによる機械式の切替えを併用し、画面ショックのない電子切替えとポストプライサ故障時の機械式切替えの両機能の装備を行い、高信頼性を確保している。

- (7) 冗長系 冗長系については、APC、スイッチャのベースバンド系、及びENC・MUX・EMC系を1組のブロックとして、MUXの後ろで切り替える方式とした。APCの現用/予備、スイッチャの現用/予備、ENCの現用/予備、MUXの現用/予備、EMCの現用/予備の装置があり、これらの現用/予備間での接続選択があると、複雑な組合せが多数生ずることになり、緊急時の対応が困難になる。このため、できるだけシンプルでわかりやすく、人間系で容易に操作できる冗長方式が最良と考えこの方式とした。

DSなどで使用しているコンピュータは、複数のCPUで構成され、ディスクもRAID(Redundant Array of Inexpensive(Independent) Disks)構成の採用により、基本的にはシングル構成でも24時間運転が可能であるが、このシステムでは、よりいっそうの高信頼性の確保のために、サーバを当社のHA(High Availability)機能により、現用/予備の二重化構成とした。HA機能は、障害管理機能によって自動的に障害の監視、検出、確認、復帰を実現する機能で、サービス停止時間の最小化が図れる。また、ネットワークアドレスが自動的に引き継ぎされるので、クライアントから見ると1台のサーバの存在しか見えない、シンプルなシステムを実現した。現用系と予備系のコンピュータは、ヘルスチェックを行うためのRAS(Reliability, Availability and Serviceability)機能とEthernet^(注2)で相互に接続され、相互に障害検出が可能である。通常は、現用系コンピュータによって業務を実施しており、その間は予備系のコンピュータはアイドル(ホットスタンバイ)状態にある。何らかの障害により現用系のコンピュータが停止し、業務の継続が不可能となった場合には、停止したことを予備系のコンピュータが検出して業務の引継ぎを開始する。なお、このシステムでは、データベースの同期更

(注2) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の商標。

新処理により二つのコンピュータのデータベースを一致させることによりデータの引継ぎをしている。なお、保守時の対応として、データベースの等価処理(データベースコピー)機能を持たせている。

- (8) 拡張機能
- (a) データ放送入力機能 データ放送サービスのための速報字幕、番組連動放送及び独立データ放送のデータ入力と多重化ができる。番組連動の字幕放送については、符号化装置において一次多重する。
 - (b) 音声放送入力機能 超短波放送、独立音声放送の入力と多重化が可能である。
 - (c) CAS機能 CAS関連情報パケット(EMM, ECM)の多重化と、多重化装置出力にTSスクランブラ装置の挿入が可能である。

6 あとがき

“デジタル放送技術と情報システム技術を中心としたシステムを実現”することを開発コンセプトとしてスタートを行い、BSデジタル放送用送出設備の完成により当初の目的が達成できた。

この論文では、全体概要について述べているので、詳細については各装置の論文を参照されたい。

今後も、ますます多様に発展していく放送システムの分野において、市場及び顧客のニーズにこたえる、今後のCS(通信衛星)デジタル放送、地上波デジタル放送のシステム開発に努めていきたい。



馬場 利雄 BABA Toshio

情報・社会システム社 小向工場 放送映像機器設計部グループ長。放送映像機器の設計・開発に従事。
Komukai Operations



島田 正孝 SHIMADA Masataka

情報・社会システム社 小向工場 放送映像機器設計部グループ長。放送映像機器の設計・開発に従事。
Komukai Operations