

BS デジタルCATV チューナ TU-DC1

BS Digital CATV Tuner TU-DC1

田中 稔久*1 Toshihisa Tanaka	坂口 英人*1 Hidehito Sakaguchi	工藤 徳幸*1 Noriyuki Kudoh	廣田 亨*1 Toru Hirota
森脇 祐一*2 Yuhichi Moriwaki	野末 俊也*1 Toshiya Nozue	村島 伸幸*1 Nobuyuki Murashima	松本 智行*1 Tomoyuki Matsumoto

要 旨

BS デジタル放送の開始に合せ、ケーブルテレビにおける BS デジタル再送信サービスに対応して、今回 BS デジタルCATV チューナ TU-DC1 を開発、商品化した。本受信機は複数 TS 分離処理 IC やケーブル再送信に対応したソフトウェアの開発を行い、日本ケーブルラボが定めた BS トランスモジュレーション仕様に準じた商品となっている。

In accordance with the start of re-broadcasting digital BS broadcasts on cable television, we have developed and commercialized BS digital CATV tuner 'TU-DC1'. This product has many special features such as demultiplexing function of multi-TS transfer and original software for re-broadcasting digital BS broadcasts based on the transmodulation specification standardized by Japan Cable Laboratories.

まえがき

わが国の BS デジタル放送は 2000 年 12 月より本放送が開始され、デジタルハイビジョン (HDTV) 放送やデータ放送など高度なサービスが行われている。これに伴い、ケーブルテレビ (CATV) で BS 直接受信と同じサービスを送信する事が検討され、昨年 12 月より実際のサービスが始まっている。当社は BS デジタルチューナ TU-HD1 をいち早く商品化し BS デジタル放送市場に参入したが、今回 BS デジタルの商品展開として、ケーブルテレビ用の TU-DC1 を開発し、商品化を行った。



写真 1 BS デジタルCATV チューナ TU-DC1
Photo 1 BS digital CATV Tuner TU-DC1.

1. システムの概要

ケーブルテレビで BS デジタル放送の全てのサービスを実現する事を目的として、日本ケーブルラボ (JCL : Japan Cable Laboratories) において BS トランスモジュレーション方式が制定された。

TU-DC1 はその仕様に準じて開発、商品化を行った。信号処理系は、フロントエンド部、複数 TS 処理部、AV デコード部、その他周辺部で構成される。その内の AV デコード部と周辺部には TU-HD1 の技術資産を活用する事により、開発期間の短縮を図った。

TU-HD1 との主な違いとしては、既に規格化されているデジタルケーブル用の放送方式、規格への準拠、BS デジタル信号をそのままケーブル網に伝送する為の多重フレーム (TSMF : Transport Streams Multiplexing Frame) 構成の採用、その他ケーブル放送というインフラ独自の課題を解決する為の仕様の追加が有る。

2. 日本ケーブルラボへの参画

ケーブルテレビのデジタル化が進められる中、仕様を統一して機器の低価格化やサービスの向上を進め

*1 技術本部 情報家電開発センター
デジタルビデオプラットフォーム開発プロジェクト

*2 AV システム事業本部 映像機器事業部 第 2 技術部

る事を目的として2000年6月に日本ケーブルラボが設立され、2001年5月11日現在国内ケーブルテレビ会社275社、機器メーカー42社をはじめとして341社が参加している。

当社は、標準仕様策定への貢献、情報の収集、機器の認証試験受験を目的として、日本ケーブルラボへ入会し、積極的な活動を展開している。又、日本ケーブルラボが実施したBSトランスモジュレーション方式の相互接続テストにTU-DC1で合格し、業界標準品としてケーブル局への営業活動が可能となっている。

- ・JCL SPEC-001-1.0運用仕様機器の相互接続テスト (2000年10月実施)
- ・JCL SPEC-001-1.0ダウンロード機能に関する相互接続テスト (2001年1月実施)

3. ケーブルテレビ用フロントエンド

デジタルケーブルテレビのフロントエンドは図1のように、RFチューナ、デジタル復調および誤り訂正から構成されている。後述のようにBSトランスモジュレーションでは複数TS方式で伝送されるが、フロントエンド構成は従来の単一TSと同じである。

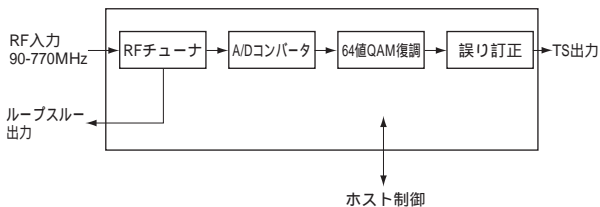


図1 デジタルケーブルのフロントエンドのブロック図
Fig. 1 Block diagram of digital cable front-end.

3.1 RFチューナ

RFチューナはJCTEA (Japan Cable Television Engineering Association: 日本CATV技術協会)規格に準じ、RF信号の入力周波数としては90M ~ 770MHzを、入力レベルとしては53 ~ 85dB μ Vを満足している。デジタル変調信号でも現行アナログ放送と同一チャンネル帯域幅6MHzで伝送されるため、アナログ放送波との並存が可能である。

本受信機では既存アナログホームターミナルへの2次接続利用を考慮し、RFチューナにRF入力信号をスルー出力する端子を設けている。本端子に外部のアナログホームターミナルを接続する事により、ケーブル

テレビ局で行われているアナログ放送サービスを楽しむことができる仕様とした。

3.2 デジタル復調・誤り訂正

日本国内におけるデジタルケーブルテレビの伝送変調方式はITU-Tで規定されており、欧州規格のDVB-Cと酷似した仕様である。すなわち、デジタル変調方式は64個のキャリアで信号を伝送する64値QAM (Quadrature Amplitude Modulation: 直交振幅変調)、誤り訂正方式としてはバースト誤りを分散化するためにインターリーブ化されたリードソロモン外符号方式が採用されており、本フロントエンドでもこれに準拠している。

表1 デジタルケーブルのフロントエンド仕様
Table 1 Specification of digital cable front-end.

RFチューナ	JCTEA STD-007-1.0準拠
1) 入力周波数	90 ~ 770MHz
2) 入力レベル	53 ~ 85dB μ V
3) 1チャンネル当りの帯域幅	6MHz
4) パススルー出力帯域	90 ~ 770MHz
デジタル変調	ITU-T Rec. J.83 Annex C準拠
5) 変調方式	64QAM
6) シンボルレート	5.274MBaud
7) 伝送レート	31.644Mbps/29.162Mbps (204/188Byte)
8) ロールオフ率	13% (レイズドコサイン特性)
誤り訂正	ITU-T Rec. J.83 Annex C準拠
9) 誤り訂正方式	リードソロモン符号RS (204, 188)
10) インターリーブ	畳み込みインターリーブ (深さ12バイト)
11) ランダム化	$1+X^{14}+X^{15}$

4. 複数TS処理

本受信機では、BSデジタル放送を効率良くケーブルで再送信するために仕様化されたトランスモジュレーション方式の受信が可能である。

4.1 トランスモジュレーション方式

トランスモジュレーション方式では、JCTEA STD-007-1.0で示される複数TS伝送方式が用いられる。その概要を以下に述べる。

BSデジタル放送では、1中継器当りの伝送容量は約52Mbpsであるのに対し、ケーブルテレビ網での1チャンネル(6MHz帯域)当りの伝送容量は約29Mbps(64値QAM変調時)であるため、そのままの形式で再送信することはできない。ここで、BSデジタル信号は1中継器当り最大で8TSの多重が行なわれており、これをTS単位で分割し、2本のストリームに複数TS形式として29Mbps以下に再構成することによ

て、ケーブルテレビ網で再送信可能となる。つまり、4中継器を用いて行なわれるBSデジタル放送のすべてのサービスは、8チャンネルを使ってケーブルテレビ網に再送信される。

複数TSを構成させる具体的な方法としては、各ストリームを53スロット単位の多重フレームで構成させ、先頭のスロットには多重フレームヘッダを配置し、残りの52スロットにはそれぞれのTSパケットを伝送容量に応じて配置させることとする。なお、多重フレームヘッダには、各TSのスロット配置を示す情報や、BSデジタル放送の伝送多重制御情報(TMCC)内の情報などの必要な情報を格納する。また、この多重フレームヘッダも先頭バイトが 0×47 で大きさを188バイトとすることで、既存のデジタル有線テレビジョン放送方式の伝送路符号化を使用可能にしている。

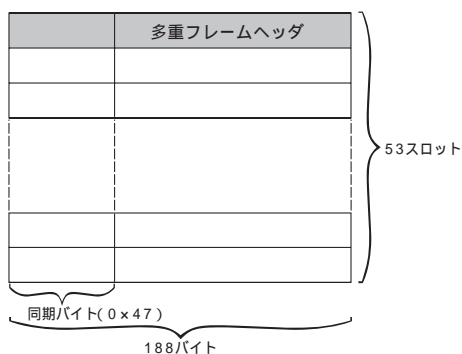


図2 多重フレーム構造
Fig. 2 Structure of multiplexing frame.

4.2 複数TS分離

本受信機では64値QAM復調後、多重された複数のTSから所望の単一のTSを分離する処理が必要であるため、複数TS分離処理を行なうICの開発を行った。以下に具体的な複数TS分離処理手順を簡単に述べる。

まず最初に分離させたいTSの情報として、TS_IDおよびORIGINAL_NETWORK_IDをCPUより与える。

次に、多重フレームヘッダとの同期をとるために、同期バイト(= 0×47)、frame_PID(= $0 \times 002F$)、およびframe_syncの監視を行う。多重フレームヘッダとの同期がとれたら、先にCPUより与えられたTS_IDおよびORIGINAL_NETWORK_IDをもとに目的のTSのスロット配置情報や受信状態等の情報を監視取得する。さらに、多重フレームヘッダの誤り検出をCRCによって行ない、誤りがなければ取得情報の更新を行ない、必要なものに関してはバックエンド側への通知を行う。

こうして得られた所望のTSのスロット配置情報に基づいて、多重フレームヘッダ以降の52スロットに

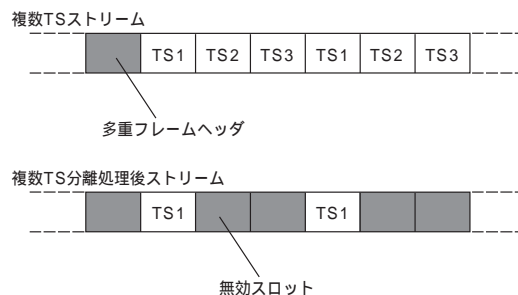


図3 複数TS分離処理
Fig. 3 Filtering of transport streams multiplexing frame.

対して不要なスロットを無効にする処理を行なうことにより、バックエンドへは単一TSとして出力することができる。

なお、多重フレームヘッダとの同期がとれないときは、単一TSが入力されたとして処理するため、単一TSによる放送へも対応可能である。

5. ダウンロード

ケーブルテレビでは、BSデジタル放送と同様に放送波による受信機の内蔵ソフトウェアの機能追加や修正を行うダウンロード機能が規定されている。このダウンロード機能についてはJCTEA STD-007-1.0「BSデジタル対応受信装置」によって受信機の機能が規定され、JCL SPEC-001 1.0「BSデジタル放送 トランスモジュレーション運用仕様」に従って運用されるが、その内容はBSデジタル放送の仕組みを極力変更せず最大限利用しているため、メーカーの新規開発に関する負担が大幅に軽減されるよう配慮されている。

JCL仕様では、BSデジタル放送と同様の衛星を経由したダウンロードに加えて、ケーブルテレビ局のケーブルヘッドエンドから独自のダウンロードデータをエンジニアリングTSに載せて送信してダウンロードを行う事も出来るように考慮されている。ケーブルヘッドエンドからダウンロードを行う場合には、通常の放送が送信されている多重フレームの空きスロットをエンジニアリングTSの送信に割り当て、このTSを利用してダウンロードデータを送信することによりケーブルテレビ局が独自にダウンロードを行う事を可能としている。ダウンロードデータの識別にはケーブルテレビダウンロード独自のTS IDとサービスIDが日本ケーブルラボによって各メーカー毎に割り当てられている。ダウンロードデータの伝送スピードについては、多重フレームの空きスロット数をどれだけエンジニアリングTSに割り当てるかによって任意に決定されることとなる。

以上のようなことから、ケーブルテレビではケーブ

ルテレビ局の判断によってBSデジタル放送と比較して、よりタイムリーで柔軟性のあるダウンロードの運用を行うことが可能となっている。

JCL仕様では、ダウンロードの方式としてBSデジタル放送の仕組みを基本的にそのまま利用したSDTT (Software Download Trigger Table) 方式によるダウンロードとケーブル独自のリンク記述子方式によるダウンロードの2つが規定されており、各受信機メーカーの判断によってどちらかの方式を採用するものとされている。本受信機では、BSデジタル放送と同様のSDTT方式によるダウンロードを採用し、搭載している。

6. 階層伝送

BSデジタル放送では衛星から送られてくる電波が激しい降雨などによって弱められ、放送が受けられなくなることがある。これを避ける為に、本来の放送と並行して少ないデータ量の放送(低階層)を降雨減衰に強い変調方式で送る仕組みがある。ケーブルテレビではヘッドエンドでBSデジタル放送の受信状態を判断し、表2に示す内容で受信状態を示す2ビットの

表2 ヘッドエンドから送られる受信状態を示す情報
Table 2 receive_status from Head-end.

receive_status	内容
00	通常状態
01	ヘッドエンドでの受信状態がやや悪い
10	ヘッドエンドでの受信不可

receive_status 値を多重フレームヘッダにより送る。

受信機ではヘッドエンドでの受信状態がやや悪い (receive_status が01) と検出した場合に、低階層の放送が行われているかどうかを判別し、行われている場合には低階層での視聴を促す案内を表示する。低階層の放送が行われていない場合や、ヘッドエンドでの受信が不可能 (receive_status が10) である場合には、ケーブル局での受信状態が悪くなっている旨の表示を行う。

7. 視聴制御

BSトランスモジュレーション方式はBSデジタル放送の仕組みを極力変更せず最大限利用している為、限定受信方式もBS放送同様にB-CASカードが採用されている。従って、各受信機の視聴制御権がB-CAS側に委ねられており、ケーブルテレビ局側でこれを独自に制御する仕組みを望む声が多かった。

これをうけて、JCLでケーブルテレビ局が管理出来

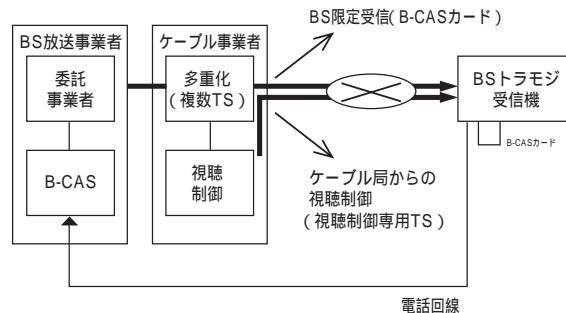


図4 視聴制御の概念

Fig. 4 Concept of access control.

る視聴制御方式を考案した。視聴制御専用TSをヘッドエンドから挿入することにより、ケーブルテレビ局の管理の下、BSデジタル方式の限定受信とは独立して各受信機毎にサービスの提供可否が指定でき、ケーブルテレビ局の自主的な視聴管理ができる仕様としている。

本視聴制御機能もJCLにて本年8月頃に相互接続テストが行われる予定である。本機能についてもJCLのテストにて相互接続性を確認した後、適宜商品に搭載予定である。

8. TU-DC1 商品仕様

8.1 商品仕様

ケーブルテレビでBSデジタル放送と同じサービスを受けられる事を目的にTU-DC1は開発、商品化されており、商品仕様はBSデジタル放送の直接受信機TU-HD1と基本的に同じである。表3にその商品仕様の概要を示す。

表3 TU-DC1 商品仕様概要

Table 3 Main specification of TU-DC1.

機種名		TU-DC1
機 能	受信サービス (BSトランスモジュレーション)	BSデジタルテレビ, ラジオ データ放送
	受信方式 (変調方式, 周波数範囲, 入力レベル他)	JCTEA STD-007-1.0準拠
	複数TS処理方式	JCTEA STD-007-1.0準拠
	ダウンロード機能	JCL SPEC-001 1.0版準拠
	EPG	独自表示方式
	メディアカラー表示	OSDの色変化
	タイマー予約	最大16番組
入 出 力 端 子	ビデオ出力端子 (RCA)	2出力
	S2映像出力	2出力
	コンポーネント出力 (RCA YPbPr)	1出力
	D端子	D4端子: 1出力
	音声出力端子 (RCA R/L)	2出力
	光デジタル出力 (AAC/PCM)	2出力 (前面/背面)
	ケーブル信号分配出力	1出力
	ビデオコントロール端子	有り
	CASスロット	1スロット
電話回線端子	2400bps	

8.2 リモコン

本受信機のリモコンは直接受信機 TU-HD1 のリモコンをベースに、アナログホームターミナル操作のボタンを追加している。11社13機種のアナログホームターミナルの電源、選局およびホームターミナルの入力切替コードを記憶する事で、従来からのアナログホームターミナル利用者への利便性の配慮を行った。

むすび

今回開発した BS デジタル CATV チューナ TU-DC1 は 2001 年 6 月から量産を開始し、システムインテグレータ(ケーブル会社へSTB及びヘッドエンド装置などをシステム一式を納める会社)やMSO(複数のケーブル会社を統括する会社)への納入を予定している。

今後はBS デジタルチューナの開発、商品化と連

携しながら、2002年にサービス開始が予定される広帯域CS放送のケーブル再送信に対応した受信機の開発を行う予定である。更にケーブルの双方向大容量という特長を生かした双方向ケーブル受信機の開発も大きな目標である。

謝辞

最後に本製品の開発、商品化にあたり、ご指導並びにご協力頂きました関係各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) (社)日本CATV技術協会:"JCTEA STD-007-1.0 デジタル有線テレビジョン放送 BSデジタル対応受信装置"(2000年5月23日)
- 2) 日本ケーブルラボ:"JCL SPEC-001 1.0版 BSデジタル放送トランスモジュレーション運用仕様"(2000年10月28日)
- 3) ITU-T Recommendation J.83 Annex C.

(2001年6月25日受理)