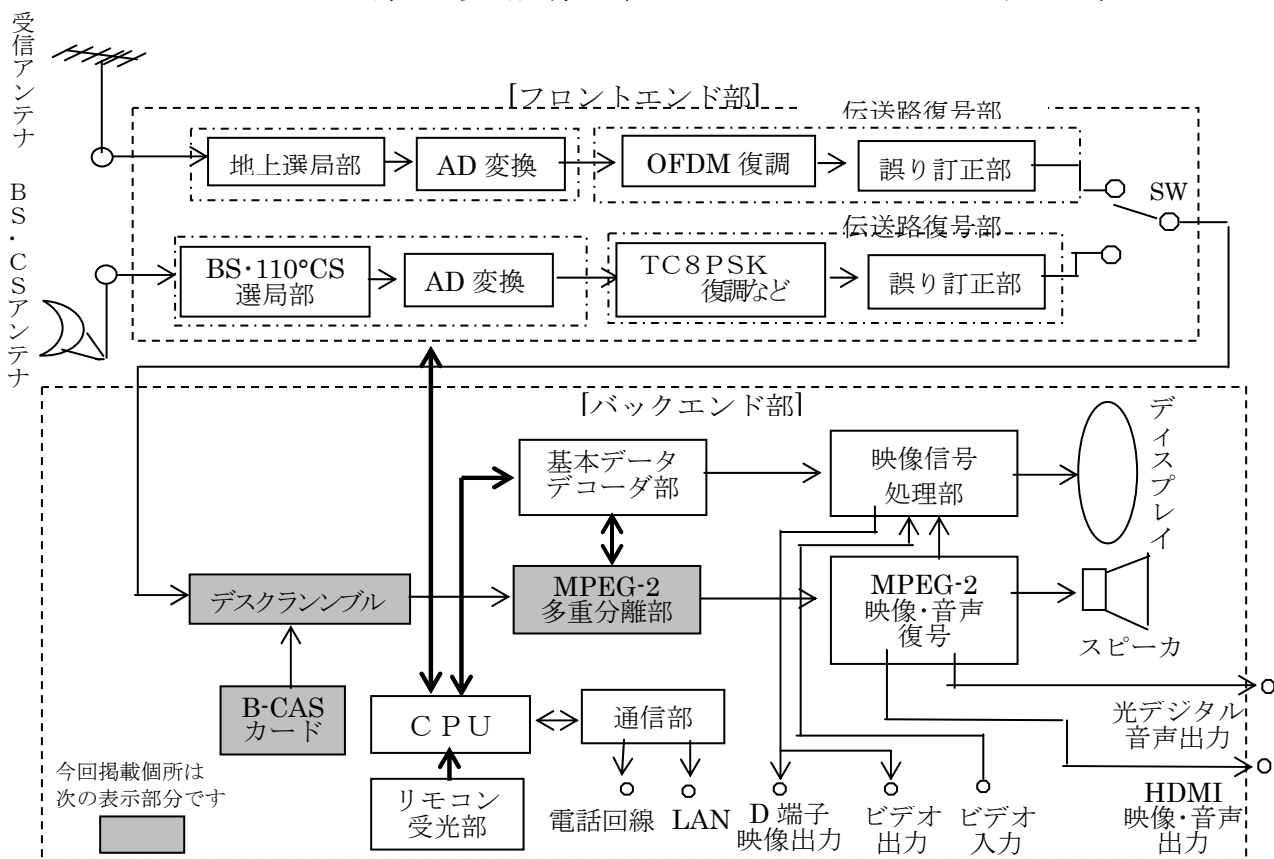


<地上デジタル放送受信機（その8 MPEGデコード関係1）>



[参考図] 実際の地上デジタル受信機の回路構成図

フロントエンド部の後半の伝送路復号部の誤り訂正部から出力された信号は、トランスポートストリーム (TS) の形でバックエンド部に伝送されます。

バックエンド部では、最初に、B-CAS カードによるスクランブルの解除、MPEG-2 多重分離部で各種信号を分離し基本データデコーダ部や映像・音声復号部への出力が行われます。

☆ デスクランブル

B-CAS カードおよび放送に多重されている鍵情報 (EMM、ECM な

ど) を使ってスクランブルを解除し、MPEG-2TS を取り出します。

CAS とは、限定受信方式 (Conditional Access System) ともいい、もともと有料放送のために考えられた方式です。日本では、MULT12 (マルチ 2) と呼ばれるシステムが採用されています。契約した人だけが視聴でき、それ以外の人には視聴できない仕組みです。そのため限定受信方式は、信号をスクランブル (かくはん) してわからなくする技術と、スクランブルを解くための情報を契約した人 (受信機) だけに送る技術からできています。

図 1 に 限定受信方式としての動作の流れを示します。

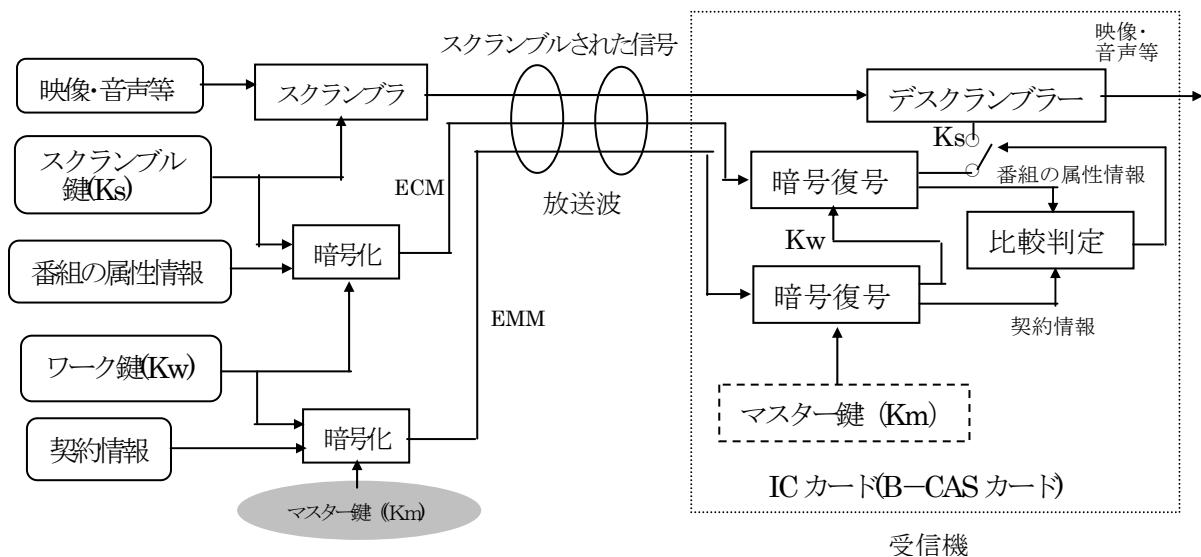


図 1 限定受信方式の動作流れ図

映像信号や音声信号のトランスポートストリーム (TS) の各パケットは、スクランブル鍵 (Ks) と呼ばれる鍵でスクランブル化されます。Ks は 1 秒程度の短時間で更新され、料金情報などの番組属性情報とともに ECM (Entitlement Control Message) という信号で送られます。ECM はワーク鍵 (Kw) と呼ばれる鍵で暗号化されて伝送されます。Ks と Kw は全ての受信機に対して共通です。

Kw は 1 ヶ月から 1 年程度で更新され、視聴契約ジャンルの情報とともに EMM (Entitlement Management Message) と呼ばれる信号で送られます。EMM も暗号化されていますが受信機ごとに独立したマスター鍵 (Km) によって暗号化されるので、他の受信機では Kw を受け取る

ことはできません。このようにして、契約した受信機だけがスクランブルを解除できます。

実際の受信機では、 K_w, K_m の保存や、EMM, ECM の暗号復号処理は、IC カード (B-CAS カード) 内で行われるので、不正視聴に対して高い防護性をもっています。また、 K_w が書き込まれていても、契約情報と番組属性情報が一致しないと K_s を取り出すことができないので、番組ごとの視聴制限も可能です。

☆ MPEG-2 システムの復習

これから MPEG-2 多重分離部で各種信号を分離し基本データデコーダ等で MPEG-2 ストリームを復号する説明を行うにあたり、まず、「テレビ放送電波の形?その 2~5 (No44~47)」で述べました MPEG-2 システムに関して復習しておきましょう。

○ MPEG-2 Systems(Moving Picture Expert Group)の概要

デジタル放送では、MPEG-2 Video や MPEG-2 AAC で符号化した映像信号や音声信号などを、それぞれパケットと呼ばれる一定の構造の信号の列に収め、これらのパケットを一行に並べて順次伝送します。これを多重化と呼び、MPEG の多重化方式は国際規格 (ISO) として規格化されています。これらの規格を MPEG-2 Systems と呼びます。

MPEG-2 Systems では放送や通信など誤りの発生する伝送路で使われることを想定したトランスポートストリーム (TS) と呼ばれるパケット形式を規定しています。また、蓄積など十分に誤り保障された環境を想定したプログラムストリーム (PS) と呼ばれるパケット形式や TS や PS に変換可能な PES パケット形式が規定されています。

図 2 に MPEG-2 Systems の規格の範囲を示します。

なお、誤り訂正符号や変調方式など伝送に関することは、この規定には含まれていません。

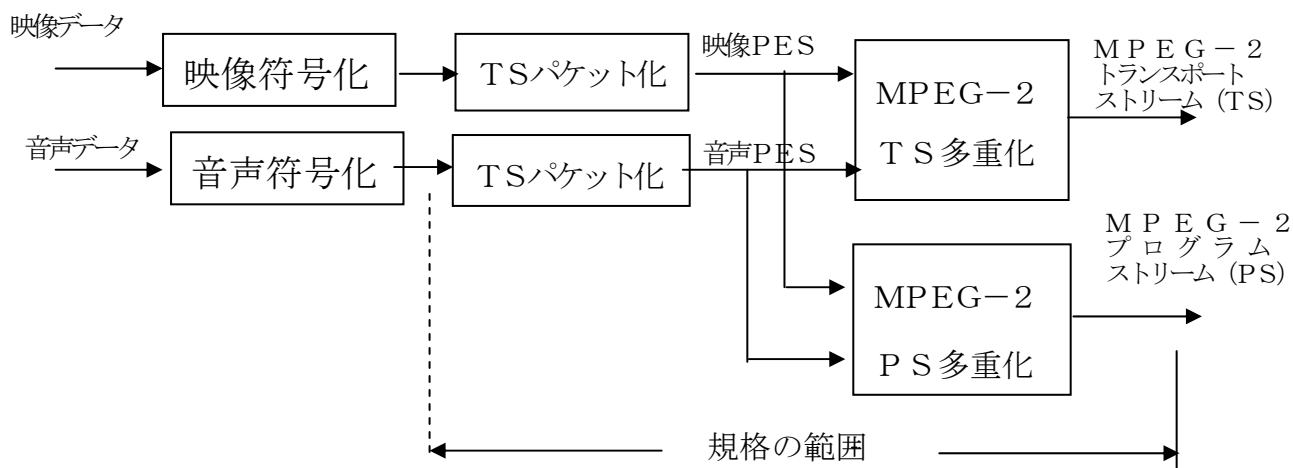


図 2 MPEG-2 Systems の規格の範囲

○ TS パケットとは？

TS パケットは、188 バイト (188×8 ビット) の固定長のパケットです。この長さは、通信で使われている ATM(Asynchronous Transfer Mode)のパケット長 (セル長) との整合性や誤り訂正符号を付けることを考慮して決められました。図 3 に TS パケットの構造を示します。

TS パケットは、パケットヘッダー、データからなり、パケットヘッダーには同期バイト、PID(パケット識別子)、アダプテーションフィールド制御などからなります。パケットヘッダー長は4バイト固定です。図に示したようにパケットヘッダー中のアダプテーションフィールド制御フラグ (2 ビット) によって、パケットヘッダーに続くデータ部分の構造は 3 通りに変わります。映像信号や音声信号などのデータは、ペイロードに収められて伝送されます。アダプテーションフィールドには、PCR (Program Clock Reference) と呼ばれる一つの番組の基準となる時刻情報や TS パケットを固定長とするためのダミーデータ (スタッフィングバイト) も収められています。

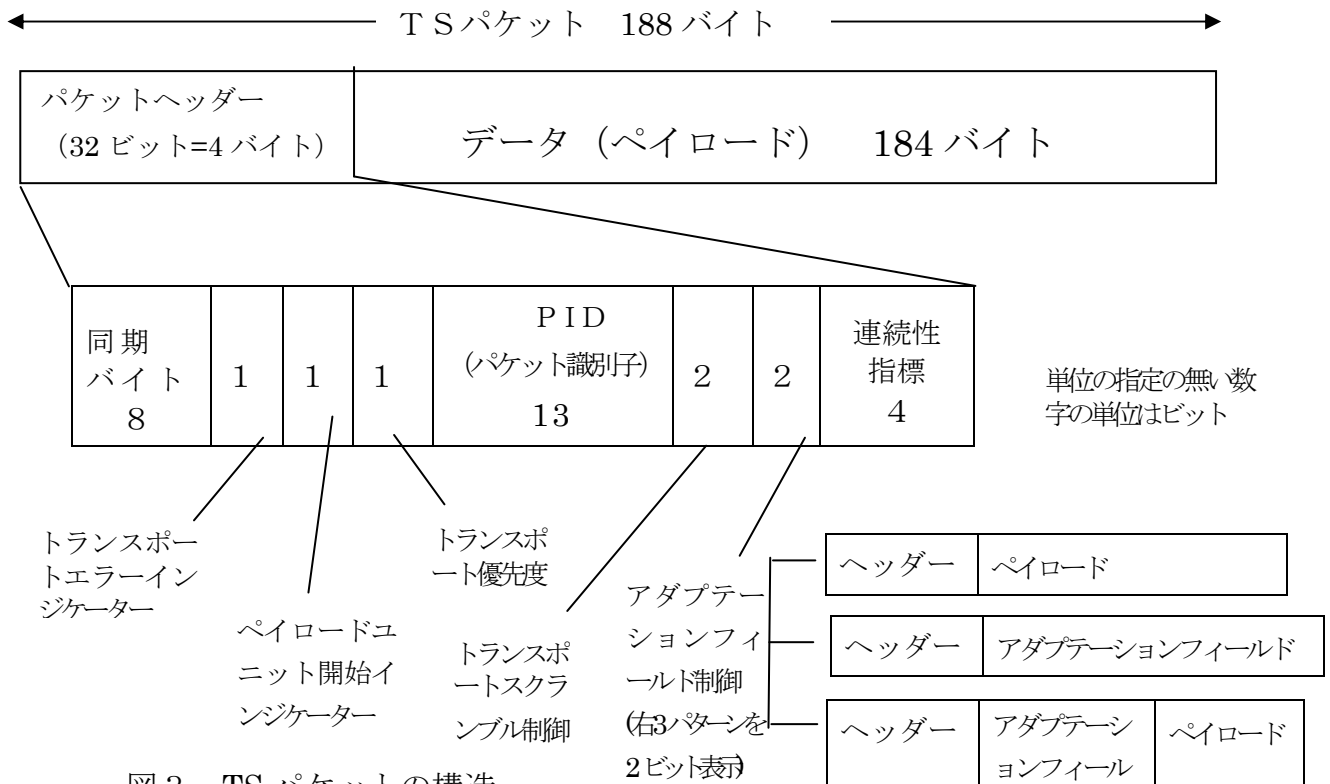


図3 TS パケットの構造

TS のペイロードにはストリームに含まれている番組とその番組の情報を表す情報も収められています。これは番組配列情報 PSI(Program Specific Information) と呼ばれ、PAT(Program Association Table)、PMT(Program Map Table)、NIT(Network Information Table)、CAT(Coditional Access Table)の4種類が規定されています。これらを用いてチャンネル選局が行われるのです。

○ PSI(Program Specific Information)によるサービスの選択

地上デジタル電波を受信した後に TS 中のサービス (番組) を利用するには、ターゲットとなる映像や音声ストリームを多重化している TS の中から抜き出す必要があります。そのためには、サービスがどのように多重化されているか知らなければなりません。

TS パケットの PID (PacketID ; パケット ID) は、各々の TS パケットで伝送されている信号を示す整理番号です。PID が同一であれば連続して信号が伝送されており、異なっていれば別の信号が伝送され

ていることが分かります。しかし、PID からだけでは、何の信号が送られているかはわかりません。

そこで、ある PID の TS パケットにどのような信号がどのような信号形式で送られているかなどの情報を提供しているのが PSI です。

PSI はセクション形式で提供されます。PSI は、ISO/IEC13818-1 (MPEG-2Systems) に定義されている信号で、「伝送制御信号」などとも呼ばれています。

PSI には、映像や音声ストリームやデータなどの素材だけでなく、TS

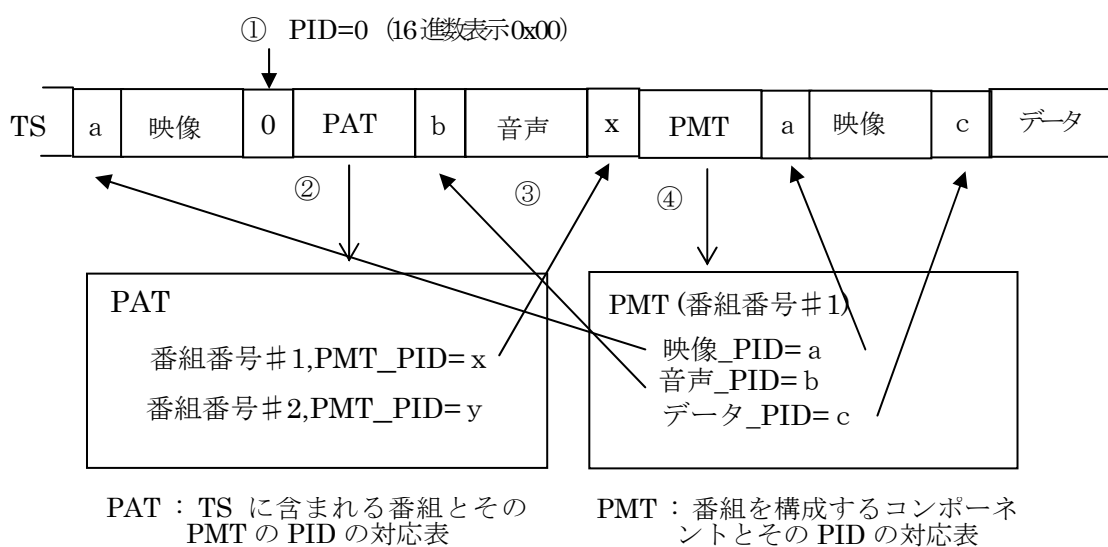


図4 PSIによるPIDの間接的指定の様子

の構造を示す情報や SI(Service Information)と呼ぶ番組名や放送局の情報なども一緒に多重されます。PSI/SI を受信機側で解読することで、映像や音声はもとより複数のプログラムが多重されたストリームでも必要なデータストリームとして正確に取り出すことが可能になります。

図4 に PSI による PID を間接的に指定する様子を示します。

TS パケットの PID から、映像・音声やデータの TS パケットを選別する流れは、次のようになります。

- PID=0(16進数表示0x00)のTSパケットがPAT(Program Association Table)です。

- その内容には TS に含まれる番組とその PMT (Program Map Table) の TS パケットの PID 対応表が記載されています。この例では番組番号 #1 のプログラムテーブル PMT の PID (パケット ID) は、“x”、番組番号 #2 の PMT の PID (パケット ID) は “y” と書かれています。
- PMT の PID に相当する TS パケットが (例の “x” と “y”) それぞれの番組の PMT となっています。
- その内容には映像_PID や音声_PID、データ_PID などの TS パケットの PID 対応表が記載されています。

この手続きによって、映像・音声やデータの TS パケットが確定されていきます。

PSI/SI の情報は、セクションで伝送されます。セクションで伝送された情報が集まったものをテーブルと呼びます。

○ PSI のテーブル

PSI に関するテーブルを 表 1 に示します。

表 1 PSI のテーブルとその機能

テーブルID	テーブルの種類	テーブルの機能	伝送する PID
0x00	PAT (Program Association Table)	TS 内の番組とその PMT の PID の対応を記述	0x0000
0x01	CAT (Conditional Access Table)	限定受信方式とその EMM(個別情報)の PID の対応を記述	0x0001
0x02	PMT (Program Map Table)	番組を編成するコンポーネント(映像・音声等)とその PID の対応を記述	PAT による間接指定
0x40	NIT 自ネットワーク (Network Information Table)	伝送路の情報などを記述	0x0010
0x41	NIT 他ネットワーク		

2 進数の 16 進数での表し方

0x00 とは 「0000 0000」

0x41 とは 「0100 0001」

0x0000 とは 「0000 0000 0000 0000」

0x0010 とは 「0000 0000 0001 0000」

4 ビットの 2 進数を 0~F までの 16 進数での表し方

[2進数] [16進数] [2進数] [16進数]

0000 → 0 1000 → 8

0001 → 1 1001 → 9

0010 → 2 1010 → A

0011 → 3 1011 → B

0100 → 4 1100 → C

0101 → 5 1101 → D

0110 → 6 1110 → E

0111 → 7 1111 → F

○ PAT (Program Association Table)

PAT は、その TS で提供されるプログラム等のサービスとその PMT (次項にて説明) の PID との対応を示すテーブルで、図 5 PAT のセクション構造に示すように Program Association Section という信号伝送形式で伝送されます。PAT を伝送する PID は 0x0000 の固定値です。

PAT は単一のセクションで構成されセクションの長さは、最大 1024 バイトです。なお、TS の長さは 188 バイトですので、長い PAT のセクションは複数の TS にまたがって伝送されます。

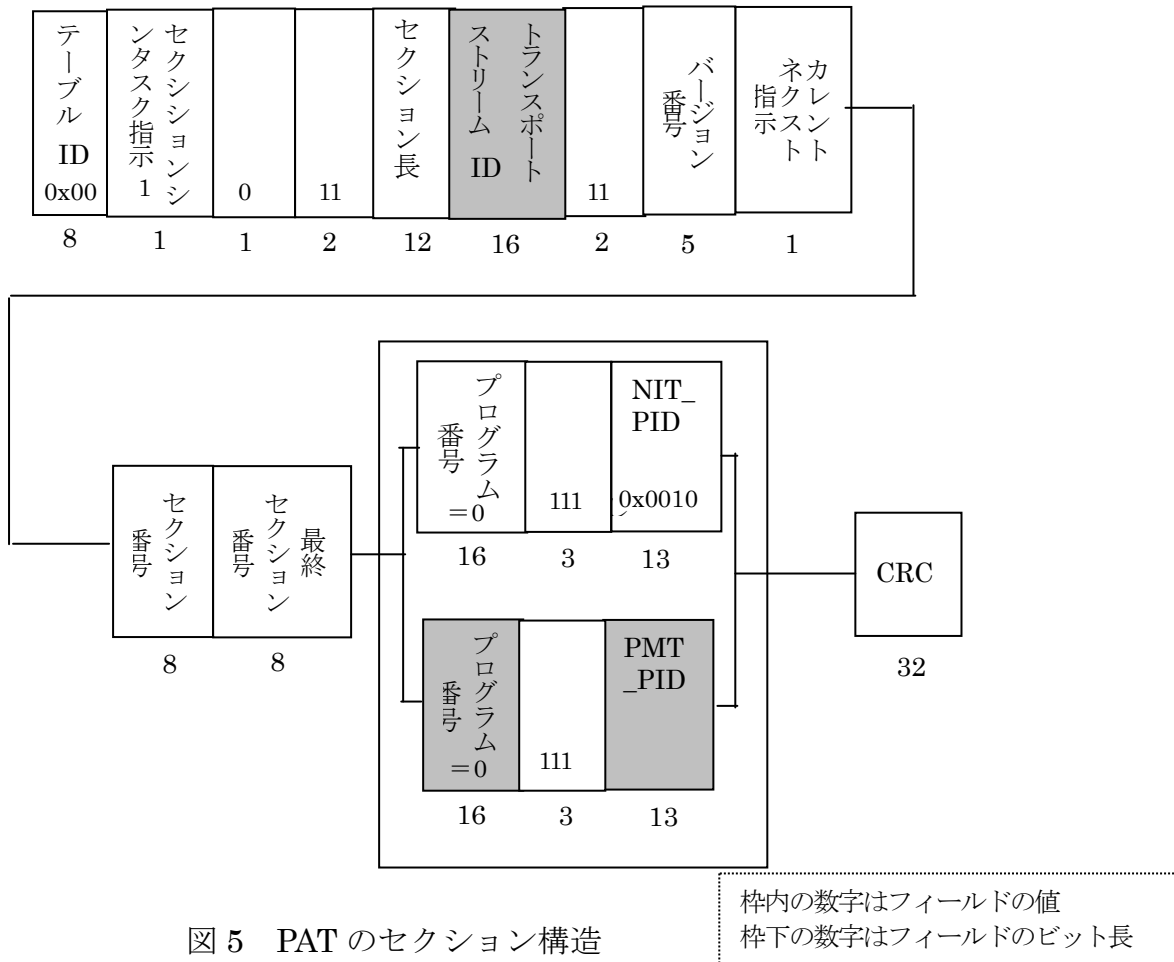


図 5 PAT のセクション構造

○ PMT (Program Map Table)

PMT は、各プログラム等のサービスについて、そのサービスを構成する各要素信号とその要素信号の PID との対応を示すテーブルで、

図6 PMTのセクション構造 に示すように Program Map Section という信号形式で伝送されます。

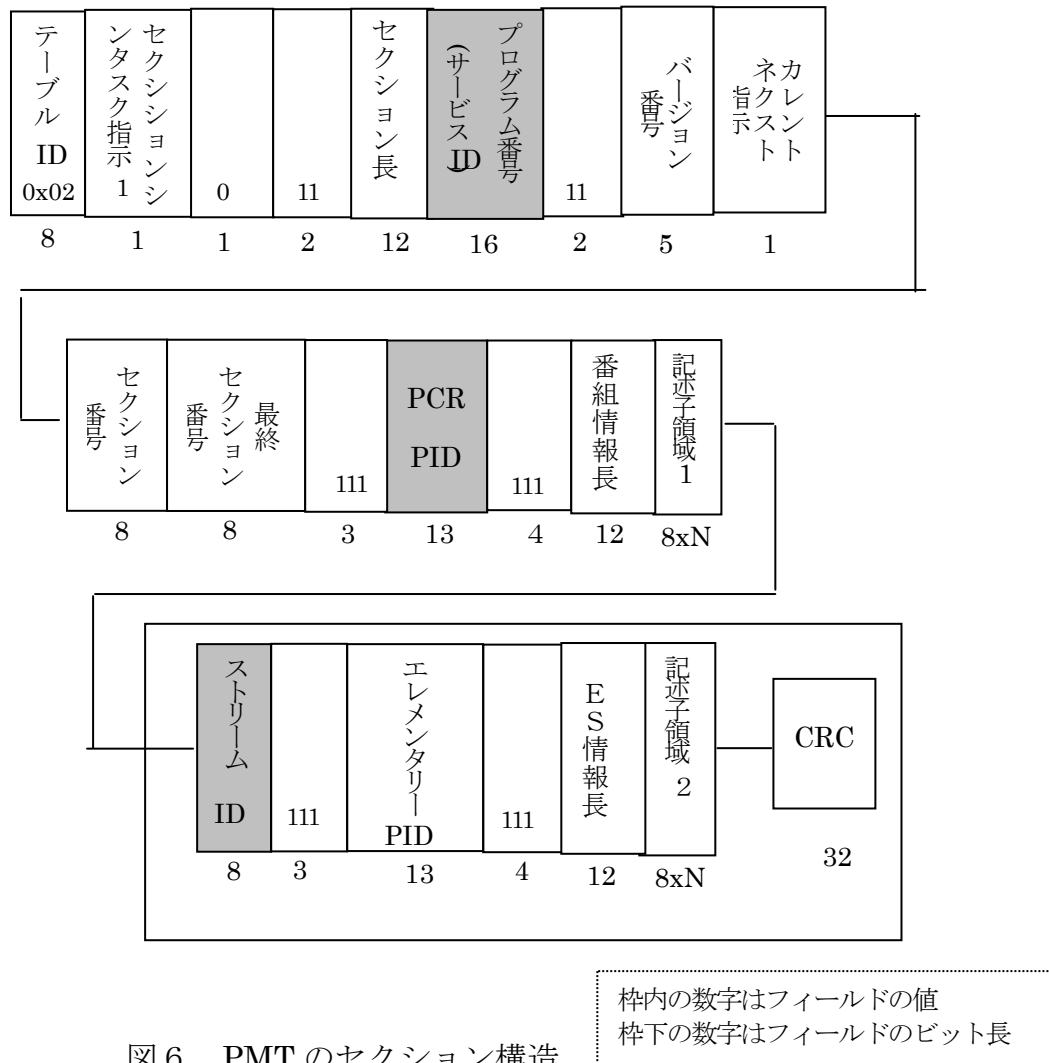


図6 PMTのセクション構造

PMT を伝送する PID は、PAT で指示されます。

PMT は、単一のセクションで構成され、セクションの長さの最大値は 1024 バイトです。

○ CAT (Conditional Access Table)

CAT は、CAS (Conditional Access System ; 限定受信システム) で使用される EMM (Entitlement Management Message; 個別情報) 等の PID を指示するために使用されるテーブルで、Conditional Access Section という信号形式で伝送されます。CAT を伝送する PID は

0x0001 の固定値です。なお、CAS の ECM (Entitlement Control Message ; 共通情報) は、通常は PMT から指定します。

○ NIT (Network Information Table)

NIT は、その TS が伝送されているチャンネルの物理的パラメータ (周波数、変調パラメータなど) を示すテーブルで、Network Information Section という信号形式で伝送されます。NIT を伝送する PID は PAT で指示しますが、その値は 0x0010 に固定値されています。