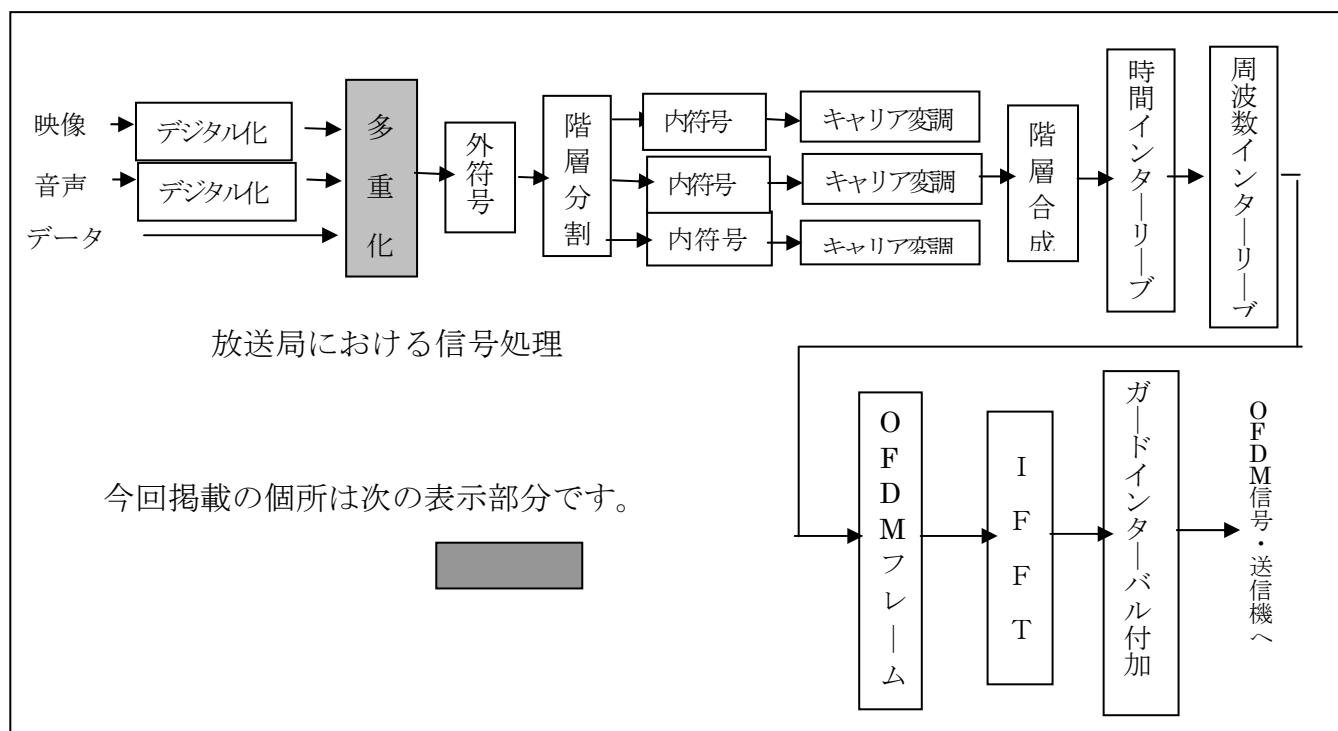




## <テレビ放送電波はどんな形？(その5・多重化)>



### ☆ 多重化方式の基礎

#### ・ 多重化と放送サービス

デジタル放送では、一つの電波のチャンネルで複数のサービスを放送することができます。ここでいう「サービス」とは、NHK総合テレビや教育テレビのようなこれまでの編成チャンネルの概念を意味します。さらに、サービスには映像・音声やデータなど複数のコンポーネント信号をも含められています。このように、多くのサービスや多くのコンポーネント信号を一つのチャンネルで伝送できるようまとめる技術が多重化方式です。

- MPEG-2 Systems

多重化方式の基本となっているのは、MPEG (エムpeg) -2 Systems です。MPEG-2 Systems では、TS (Transport Stream) と PS (Program Stream) という 2 種類の多重信号を規定しています。PS は、誤りが発生しにくい環境での伝送や蓄積に適したパッケージメディアに利用されています。デジタル放送の多重化方式は、伝送途中での連続した雑音等によるトラブルが多いことから TS による多重化の方式が採用されています。

☆ 多重の仕組み

デジタル放送の多重化方式である MPEG-2 Systems の基本は次の通りです。

- TS パケットの多重

多重の対象となる符号化されたコンポーネントは、必要に応じて分割された上で、188 バイトの固定長の TS パケット (Packet : 小包) にまとめられます。こうしてできた TS パケットの列は、他のコンポーネントの TS パケットの列と合成し、多重信号としての TS となります。各コンポーネントは、再び、分離できるように、TS パケットのヘッダーにある PID (Packet Identifier : 小包番号) を付して識別できるようにしておきます。PID は単なるラベルなので、具体的な多重信号の構成などは、後述する PSI で指定されています。この PSI もコンポーネントとして TS に多重されます。図 1 に TS における多重の概要を示します。

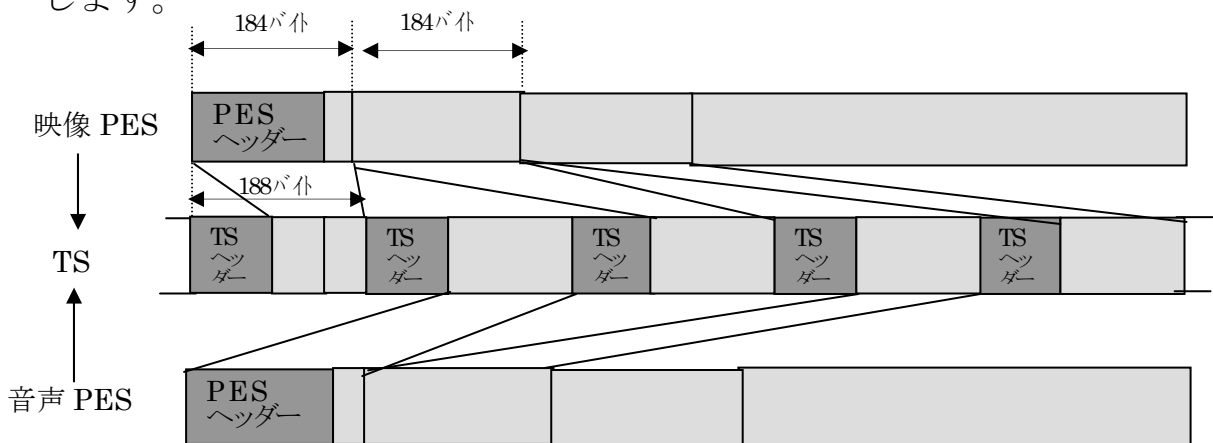
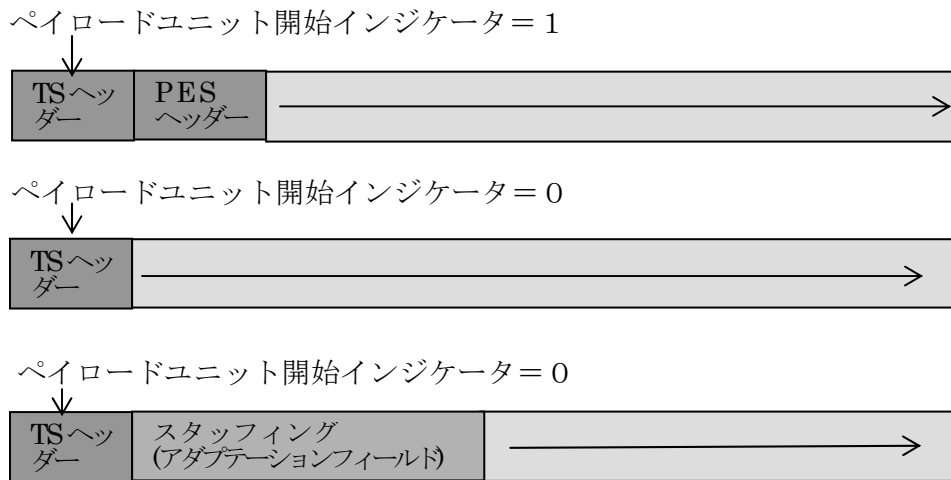


図 1 TS における多重の概要

- PES の伝送

映像や音声などのコンポーネントは、符号化されて ES (Elementary Stream) と呼ばれる符号化データの列になります。その後、デコードや提示に都合の良い塊に区切れられたうえで、パケットという長さが可変なパケットにヘッダーを付け、PES (Packetized Elementary Stream) というパケットに収められます。最後に、PES パケットは細かく分けられ、固定長の TS パケットに納められ、他のコンポーネントとともに多重され TS が作られます。

一つの TS パケットには、一つの PES やその断片のみが納められます。PES パケットの先頭が納められた TS パケットでは、ペイロードユニット開始インジケータを 1 としてそれを示し、最後の TS パケットで過不足なく PES パケットが納まるよう、アダプテーションフィールドで調整します。PES の配置手順を 図 2 に示します。



- 一つの TS パケットには一つの PES パケットのみを配置
- 最初の TS パケットではペイロードユニット開始インジケータ=1
- 最後の TS パケットではアダプテーションフィールドでスタッフィング

図 2 PES の TS パケットへの配置

- セクションの伝送

データなどのコンポーネントは、セクションと呼ばれる可変長の集団に符号化されます。セクションは、固定長の TS パケットに納められ、他のコンポーネントとともに多重化され TS が作られます。

一つの TS パケットは、複数のセクションを納めることができます。セクションの先頭を含め TS パケットは、ペイロード開始インジケータを 1 として開始を示すと同時にペイロードの先端にポインターフィールドを配置し、セクションの開始位置を示します。最後の TS パケットでは過不足なくセクションが納まるように、アダプテーションフィールドを調整する方法のほか、余ったペイロードを 0xFF (2 進数で「11111111」) で埋めることもできます。セクションの配置の手順を図 3 に示します。

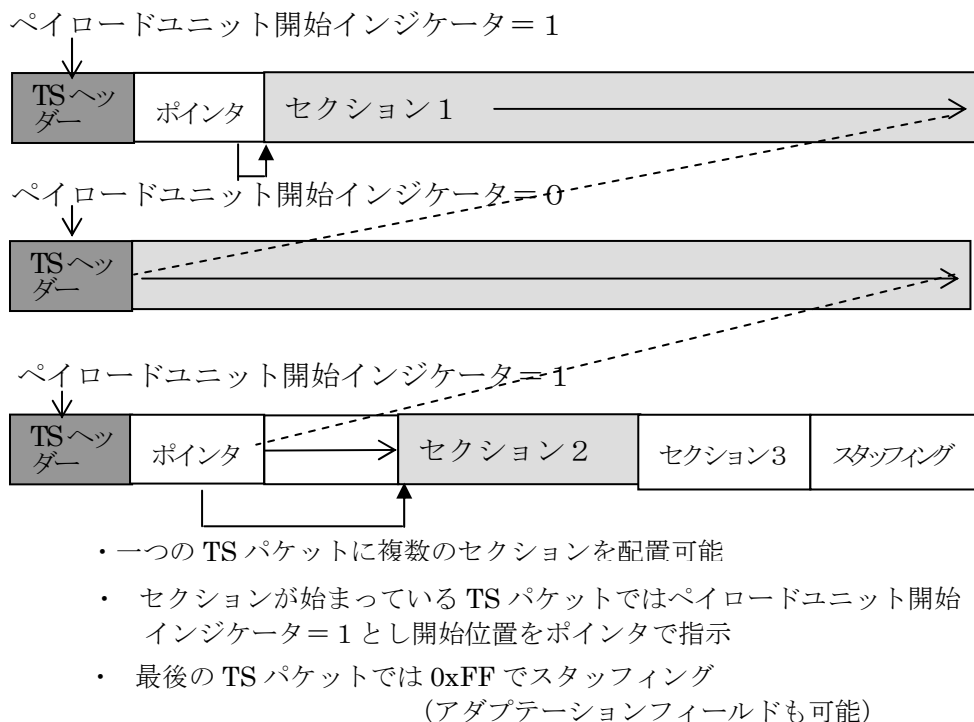


図 3 セクションの TS パケットの配置

☆ 多重化の構造

ここでは、多重に関する信号形式について述べます。

- TS (Transport Stream)

188 バイトの TS パケットが隙間なく連続した信号が TS です。TS パケットに 16 バイトの誤り訂正符号を付ける領域を含んだ信号を、インターフェースとして利用することがしばしばあります。厳密な意味では、MPEG-2 の TS とは異なりますが、これを TS と呼ぶこともあります。

- TS パケット

TS パケットは、図 4 に示すように 188 バイトの固定長のパケットです。

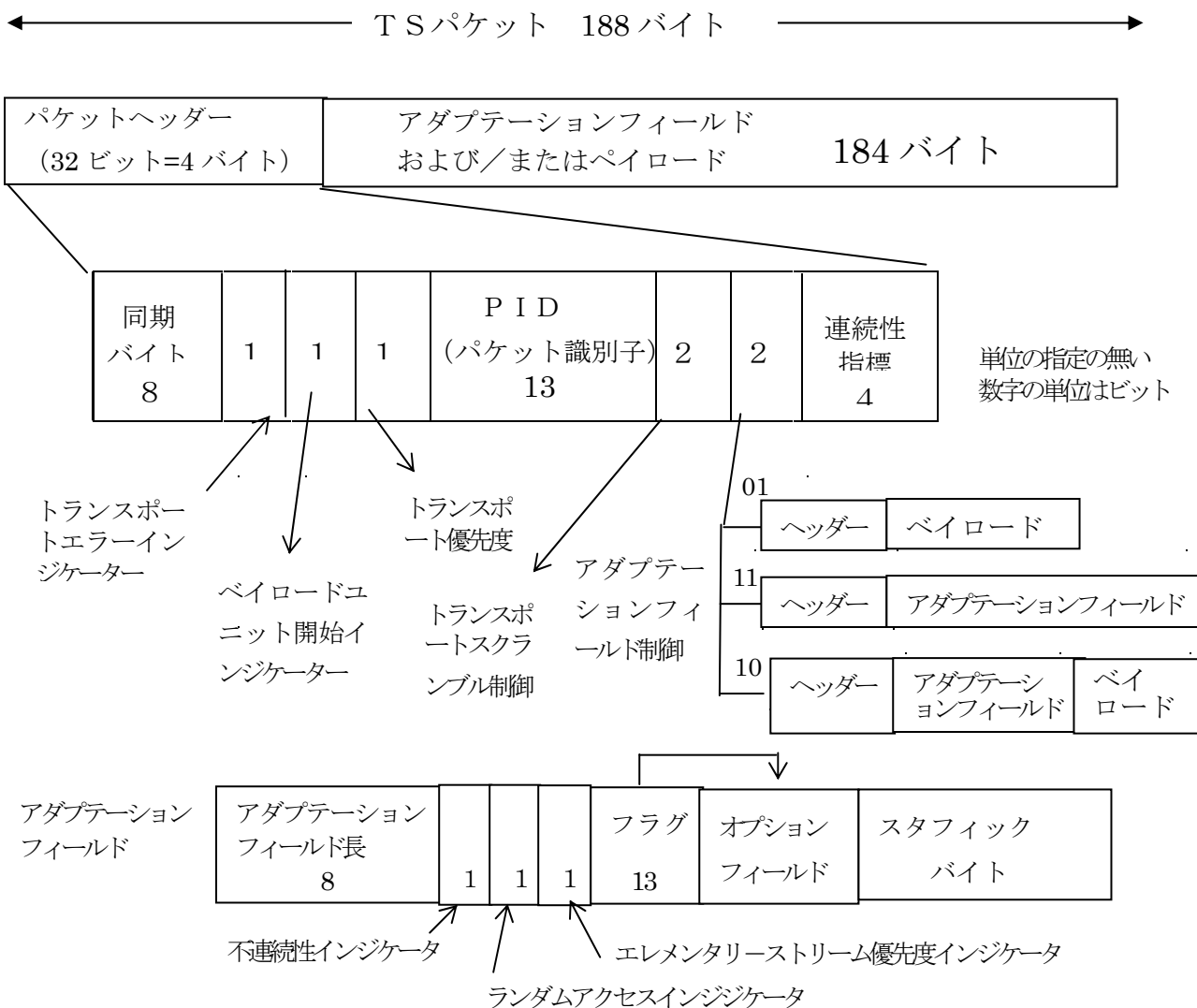


図 4 TS パケットの構造

このパケットは、4 バイトの TS ヘッダーと 184 バイトのアダプテーション領域およびペイロードからなっています。

- PES パケット

PES パケットは 図 5 に示すように、PES パケット開始コードプリフィックス、ストリーム ID、PES パケット長、PES ヘッダーオプション、PES パケットデータバイトから構成されたバイト単位の可変長パケットです。

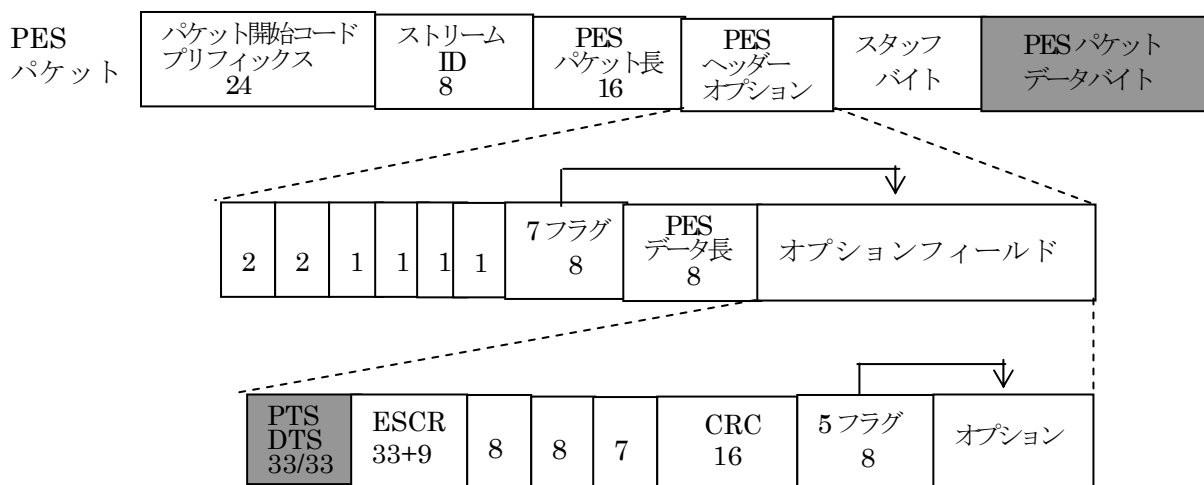


図 5 PES パケットの概要

- セクション

セクションは、テーブル ID で始まるバイト単位の可変長の集団になっています。

☆ 多重信号の同期

- PCR (Program Clock Reference )

デジタル放送では、送信側と受信機側の基準時計の同期を合わせる必要があります。基準時計は、27MHz で動作する 9 ビット (300 カウント) の下位カウンタと、90kHz で動作する 33 ビット ( $2^{33}$  カウント)

の上位カウンタで構成される合計 42 ビットの時計で、STC (System Time Clock) と呼ばれています。STC の同期は、約 27 時間で、この STC の校正データを TS で伝送することによって送受信側双方の基準時計の同期を合わせることができます。

この校正データは、PCR (Program Clock Reference) と呼ばれ、TS パケットのアダプテーションフィールドで伝送されます。STC や PCR はサービスごとに設定できます。したがって、一つの TS で複数のサービスを提供している場合においてもサービスのクロックや同期はそれぞれ独立して設定できます。

- PTS (Presentation Time Stamp )

クロック同期が合わせられたら、つぎに、映像や音声などのコンポーネント間の同期をとる必要があります。STC を基準にして符号化信号に「この符号化データはデコードしたら〇時〇分に提示しなさい」という指示時刻を付加します。この提示時刻情報を PTS (Presentation Time Stamp) といいます。

PTS は、オプション PES ヘッダーに記述され、その PES データバイトに格納された符号化データを表示する時刻を STC を基準に示しています。また、PTS とともに DTS (Decoding Time Stamp) という時刻情報が示される場合があります。この場合、DTS は、「この符号化データは〇時〇分にデコードしなさい」というデコード時刻を指示します。この動作は、SDT (System Target Decoder) という仮想的な理想でコードをベースに、DTS、PTS にしたがってデコードまたは提示を行う限りにおいてバッファのオーバーフロー、アンダーフローは起きないことが保証されています。