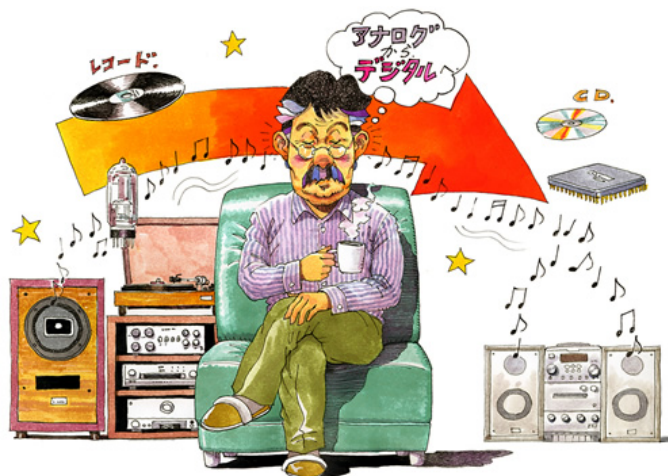


第2回 デジタル放送とは

BS デジタル、地上デジタル放送など、デジタル放送という言葉は、日常で耳にする機会が増えてきました。ところで、テレビ放送の何がデジタルなのでしょう。1953 年以来親しまれてきたアナログのテレビとは、どう違うのでしょうか。今回は、アナログ放送とデジタル放送の技術的なあらましと、デジタル放送とはいったい何か、これからのデジタル放送講座で、頻りに登場するいくつかのキーワードをおりませで解説します。



はじめに、テレビのアナログ放送について説明します。次に、アナログ放送との違いを比較しながらデジタル放送の仕組みを解説します。

■アナログテレビ放送

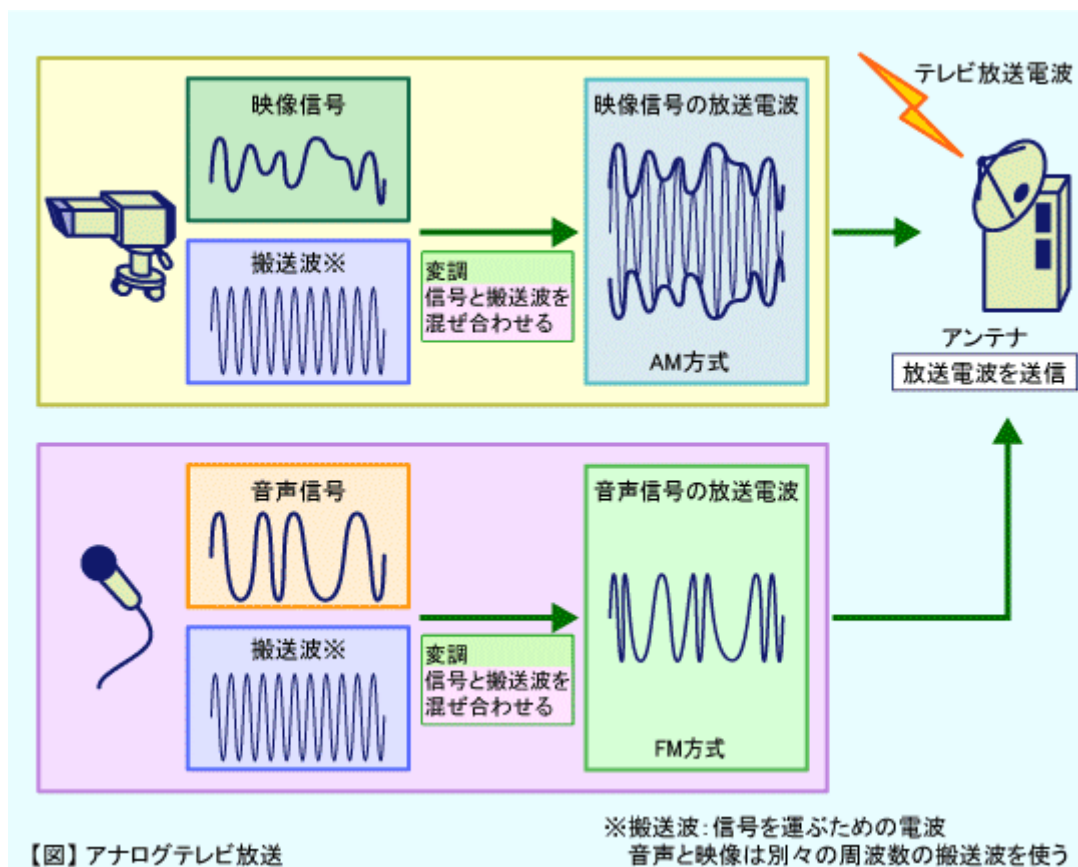
2011 年 7 月 24 日に停波するアナログ放送は、50 年以上にわたって使われ続けている技術です。テレビ放送開始、モノクロからカラーへ、ステレオ放送、文字多重放送、衛星放送、アナログハイビジョンと今日に至るまで磨かれ続けてきた技術です。デジタル放送を説明するのに当たり、テレビ放送の仕組みがわかりやすいアナログ放送を最初に説明します。

映像と音声は別々に取り扱う

音声はマイクで収録されて電気信号に、映像はビデオカメラで撮影されて電気信号に変換されます。それぞれ音声信号、映像信号と呼びます。どちらもアナログ信号です。これらの信号を遠くまで送信するには、信号を運ぶための搬送波（キャリアとも言う）と呼ばれる電波と混ぜあわせませす。混ぜあわせた電波がテレビ放送の電波です。

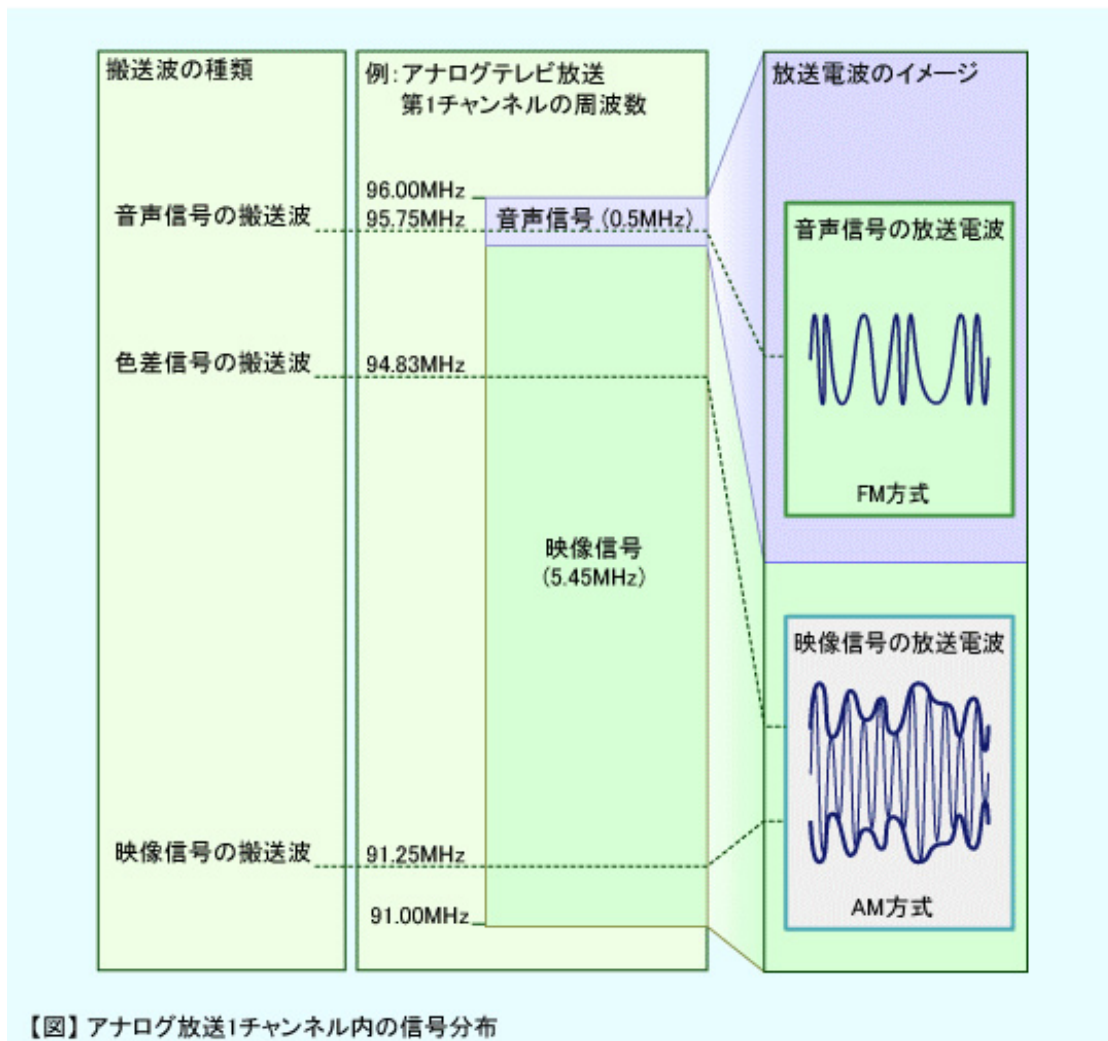
混ぜあわせることを変調と言いますが、映像信号と音声信号ではその方法が異なります。映像信号は AM（振幅変調、中波のラジオ放送と原理的には同じ）方式、音声信号は FM（周波数変調、FM ラジオ放送と同じ）方式です。変調方式が異なっているのは、音声には雑音に強い FM が採用されましたが、テレビ放送が開始された頃には映像信号のように広い周波数範囲を持つ電波を FM 方式にすることが困難だったという背景があるようです。

音声と映像信号は 1 セットで 1 つのチャンネルに割り当てられた周波数の幅の中で別々の搬送波に乗せて送られます。



もう少し詳しく放送電波をみてみましょう。

テレビ放送の1チャンネルは、次の図のように 6MHz の周波数幅を使って放送されています。地上波アナログテレビ放送の第1チャンネルは、90~96MHz が使用されています。音声は 95.75MHz、映像は 91.25MHz の搬送波で送信されています。以下はそのイメージを図示したものです。



明るさ、色の差、同期の3つからなる映像信号

映像信号は、2つの信号に分けて送信されています。映像の明るさを表す輝度信号と、映像の色を伝えるのは色差（しきさ）信号です。さらに、輝度信号には同期信号という映像の位置を表す信号が含まれています。前項のアナログテレビ放送の図中で映像信号の搬送波で送信されるのが同期信号を含む輝度信号、輝度信号から3.58MHz上の搬送波で送信されるのが色差信号です。

色差信号は、映像の色の濃さを信号の強弱で表し、再生するときに明るさの信号と合わせてコバルトブルーやピンク色など映像の色を復元しています。

こうした複雑な方法をとる理由の一つは、モノクロのテレビで正しく映像を表示するためです。

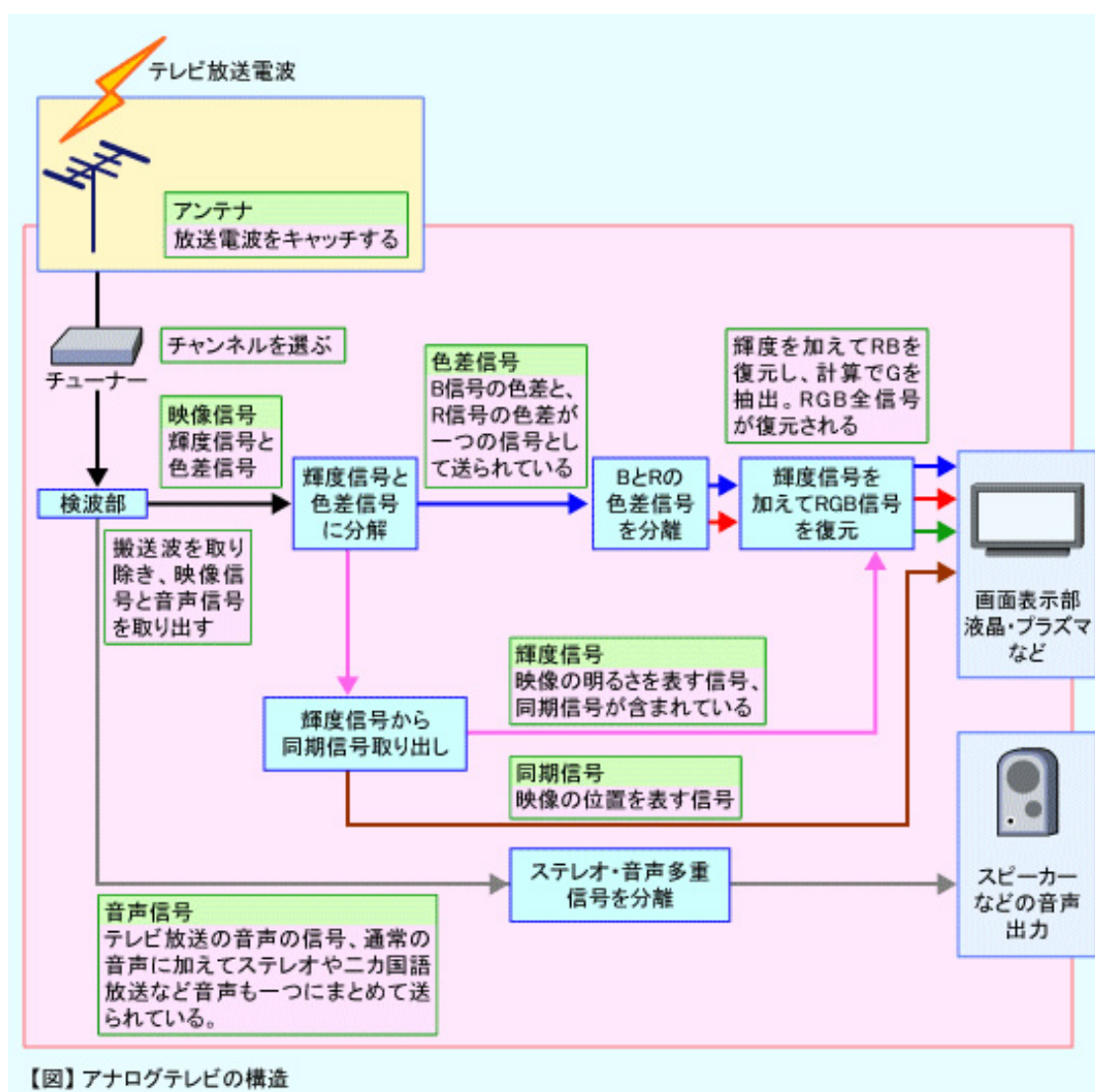
モノクロ映像は輝度信号だけで表示することができます。もう一つの理由は、1チャンネル分の周波数幅の中でRGB(赤緑青)3色と音声を放送しなければならないという制約のためです。

PCのディスプレイのようにRGB信号を同時に送信すればよいように思われますが、モノクロ1色分に相当する輝度信号だけで4.5MHzを必要としており、RGB同時となると1チャンネル分の周波数に収まらなくなります。そこで考案されたのが色差信号と輝度信号に分ける技術です。現在のビデオ機器やDVDの録画・再生にも輝度信号と色差信号が使用されています。

アナログテレビの仕組み

次の図は、映像と音声信号の流れを中心に作成したアナログ放送用テレビの構造です。

アンテナが捉えたテレビ放送電波から音声と映像信号を分離し、さらに映像信号のうち輝度信号から同期信号を分離し、色差信号と輝度信号でRGB信号を復元します。RGB信号は同期信号とともに表示用の駆動回路を経てブラウン管、液晶、プラズマなどの表示装置へ送られ、カラー映像を表示します。



■デジタルテレビ放送

デジタル放送にはいくつかの種類がありますが、放送の仕組みがわずかずつ異なります。ここでは地上デジタル放送を例に説明します。

最初に映像も音声もデジタルに変換

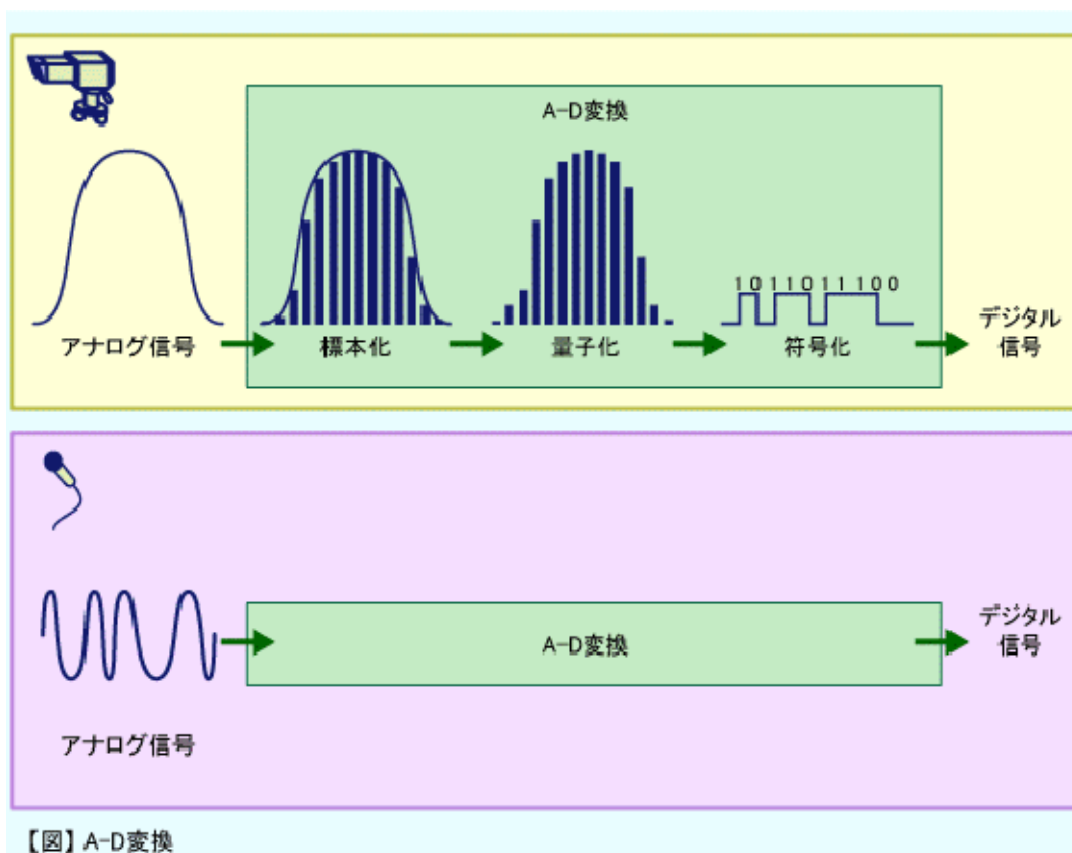
カメラの映像やマイクの音声はアナログ信号です。デジタル放送では、これらのアナログ信号をデジタル信号に変換します。これをA・D (Analog to Digital) 変換と言います。次の図のような

3つのステップで行われます。

最初に標本化（サンプリングとも言います）を行います。アナログ信号を一定の間隔で取り込んで、信号の大きさを記録します。取り込む間隔が小さければ小さいほど映像は滑らかになり、音声は原音に近づきますが、情報量が大きくなります。

次に取り込んだ信号を量子化します。取り込んだ信号の強さを、あらかじめ決めておいた数値の範囲内の数値で表します。あらかじめ決めた数値の範囲が大きければ大きいほど精細な表現ができますが、データ量も増えます。次ステップで符号化するときのビット数によって数値範囲が決まります。8ビットで符号化すれば0～255までの範囲となります。

最後に数値化した信号を符号化します。量子化された数値を決められたビット数のデータにします。



大容量化をコンパクトに。情報圧縮

実際の音声や映像信号は、符号化と同時にデータ圧縮が行われます。実際の圧縮技術については回を改めて紹介します。

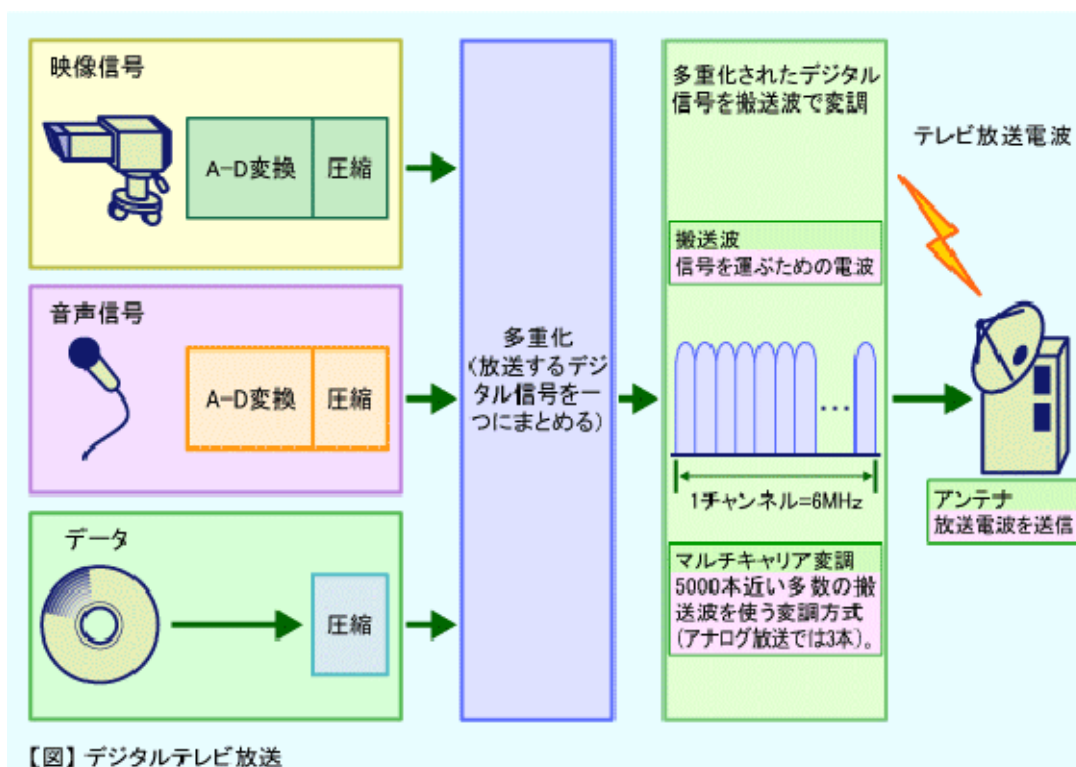
地上デジタル放送のハイビジョン映像の解像度は1440×1080、アナログテレビ放送の解像度は720×480です。ハイビジョン映像の情報量は単純比較でアナログ放送の4.5倍です。そのアナログ放送の映像信号の電送に4.5MHzの周波数を使いますので、そのままだとハイビジョン映像には約20MHz必要です。音声信号もステレオ、音声多重、5.1チャンネルサラウンドなどの様々な処理が施されています。

大画面に耐える画質、CDに迫る音質、字幕やデータ放送、電子番組表などデジタル放送のサービスの信号まで含めた大容量の情報を、アナログ放送と同じ周波数幅で放送できるのは、情報

の圧縮技術によるものです。地上波デジタル放送や DVD-Video には MPEG-2 Video という圧縮技術が使われており、動画を 30 分の 1~128 分の 1 にまで圧縮することができます。音声の圧縮には MPEG-2 Audio(AAC) という規格が用いられます。

映像・音声・データを一つにまとめて変調

地上デジタル放送では、圧縮された映像と音声信号、文字放送・字幕・データ放送・静止画なども同じ信号の中にまとめられます。これらを伝送用の信号の規格である MPEG-2 TS というデジタル信号にまとめます。これを多重化と言います。

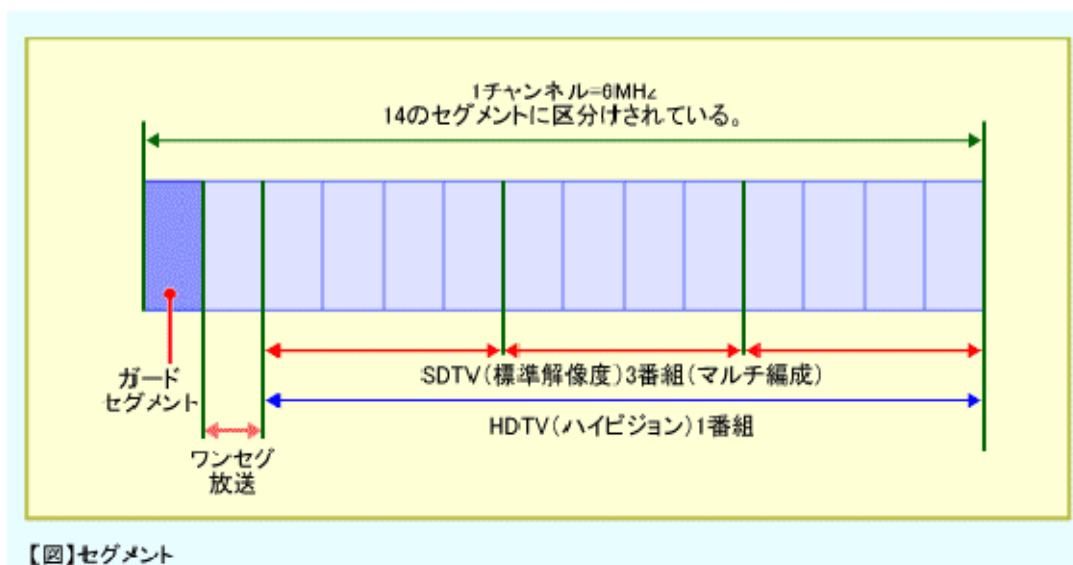


MPEG-2 TS を搬送波と混ぜあわせます。アナログと同じでこれを変調と言います。地上デジタル放送はマルチキャリア方式という大量の搬送波を使う変調方式を使います。アナログテレビ放送の搬送波は映像と色、音声の 3 本ですが、地上デジタル放送は 1 つのチャンネルで最大で 5617 本使います。1KHz 弱の間隔で搬送波を用意し、1 本の搬送波に 1 個のデジタル信号を割り当てます。しかも 1 本の搬送波で複数のビットを送信できるようにしています。この方式を多値変調方式と言ひ、地上波デジタル放送では、16 種の値 (4 ビット) または 64 種 (6 ビット) を 1 本の搬送波で 1 度に送信する効率的な仕組みになっています。

1 チャンネルを 14 に分割

地上デジタル放送も 1 チャンネル分の周波数幅はアナログ放送と同じ 6MHz ですが、この 6MHz の幅を 428KHz 幅ごとに 14 に分けて使っています。区分けされた周波数幅の 1 つ 1 つをセグメントと言ひます。14 セグメントのうち 1 セグメントだけは隣のチャンネルとの混信防止の

ために空けておくことになっており（ガードセグメントと言います）、実際の放送の1チャンネルは13セグメントです。



デジタル放送では信号を圧縮することで1セグメントだけでも動画を放送することができます。4セグメントを束ねた $428\text{KHz} \times 4 = \text{約 } 1.7\text{MHz}$ の周波数幅があれば標準画質のテレビ放送ができます。6MHzの周波数幅の中では標準画質なら同時に3つの番組を放送できるようになります。12セグメントをまとめて使用すればハイビジョン映像で放送することができます。

実際にワンセグ放送は1セグメントだけを使って放送されています。残りの12セグメントは通常はハイビジョン映像の放送に使用されていますが、4セグメントずつ3つに分ければ、1つの放送局で同時に3つの番組を放送するマルチ編成も可能な仕組みになっています。

マルチ編成では、野球中継が長引いたときに、野球放送を続行しながら、別の4または8セグメントで予定通りの番組を放送するといったことが可能で、野球ファンにもそうでない人にも喜んでもらえます。多様な視聴者のニーズを満たすことができます。ところが、現在、地上デジタル放送でこのようなマルチ編成番組はほとんど放送されていません。アナログ放送と同じ番組を放送するという制約（注1）と、4または8セグメントの放送ではハイビジョン画質のCMが放送できないためと思われます。マルチ編成が盛んなのは、BSデジタルの有料放送WOWOWです。スポーツ・映画・ドラマなど異なるジャンルの番組やタイプの異なる映画3本を同時刻に放送しています。

注1：地上デジタル放送は、地上アナログ放送と同一番組を1日の3分の2以上の時間放送しなければならないことになっています。これをサイマル放送と言います。

次の表はセグメントの組み合わせによる放送の形態をまとめたものです。ビットレートは1秒間あたりの動画の情報量です。数値が大きいほど高精細な映像になります。ちなみにVHSビデオは約2Mbps、DVD-Videoは最高で約10Mbpsです。

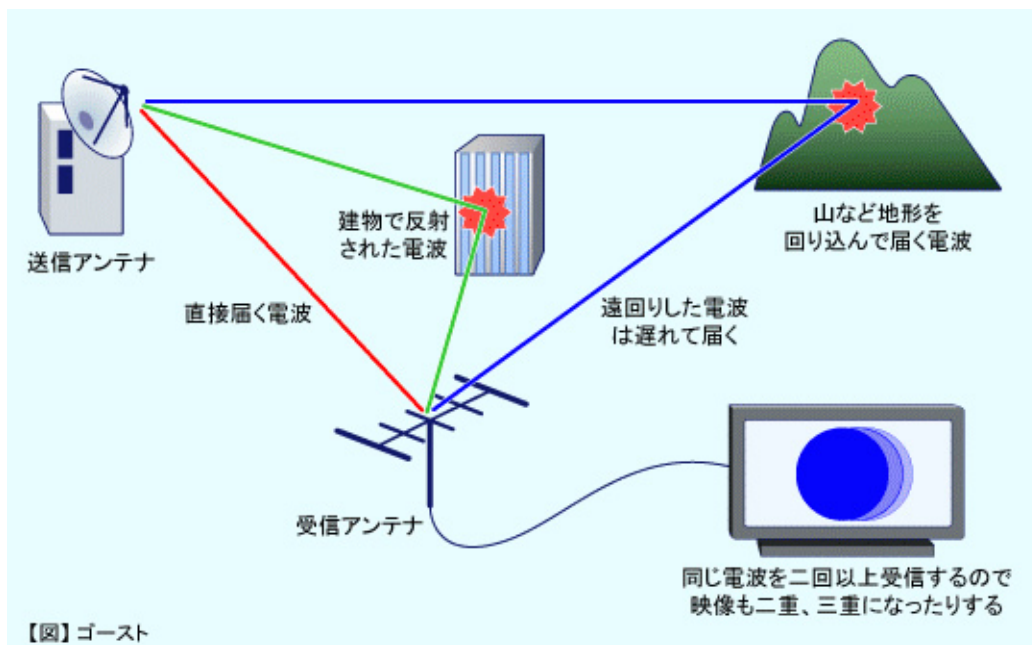
セグメント数	12 セグメント	4 セグメント	1 セグメント
テレビ放送の画質	HDTV(ハイビジョン)	SDTV (標準)	ワンセグ
データキャリア本数	4608	1536	384
ビットレート	約 16.8Mbps	約 5.5Mbps	約 300 k bps(注 2)
備考	地上デジタル放送での標準的な放送	マルチ編成 1チャンネル内で3番組を同時に放送	携帯電話などの移動体 受信向け放送

注2：参考値、他の2つとは変調方式などが異なりますので同一条件での数値ではありません。

セグメントに分ける方法を採用したのは、ハイビジョン、移動体、標準画質、データ放送など多様なテレビへのニーズを考慮したためと推測されます。世界中で日本だけが採用している方式です。

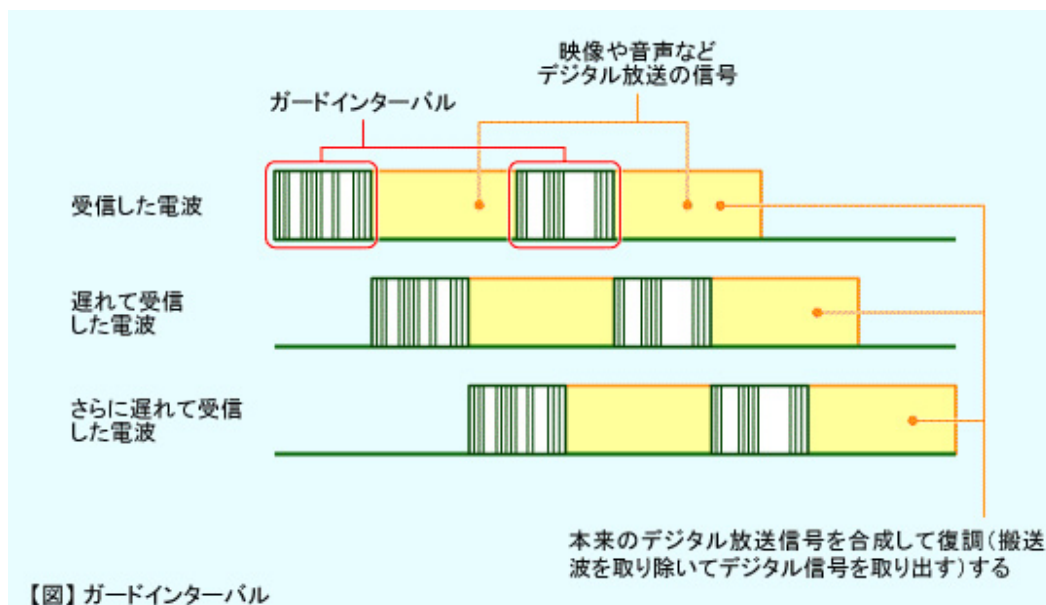
デジタル放送はゴーストに強い？

地上波放送では、送信アンテナから発射された電波が、建物や山などで反射や回り込みが発生し、同じ電波が複数の経路で受信アンテナに届くことがあります。経路の長さが異なるために、受信アンテナに届く時間にズレが生じ、その結果、受信映像が二重、三重になるゴーストという障害が発生します。



デジタル放送は「ゴーストがない」のが特徴と言われることがあります。実は、世界のデジタル放送の中にはゴーストに強くない方式もありますので、ゴーストに強いのは日本の地上デジタル放送の特徴です。

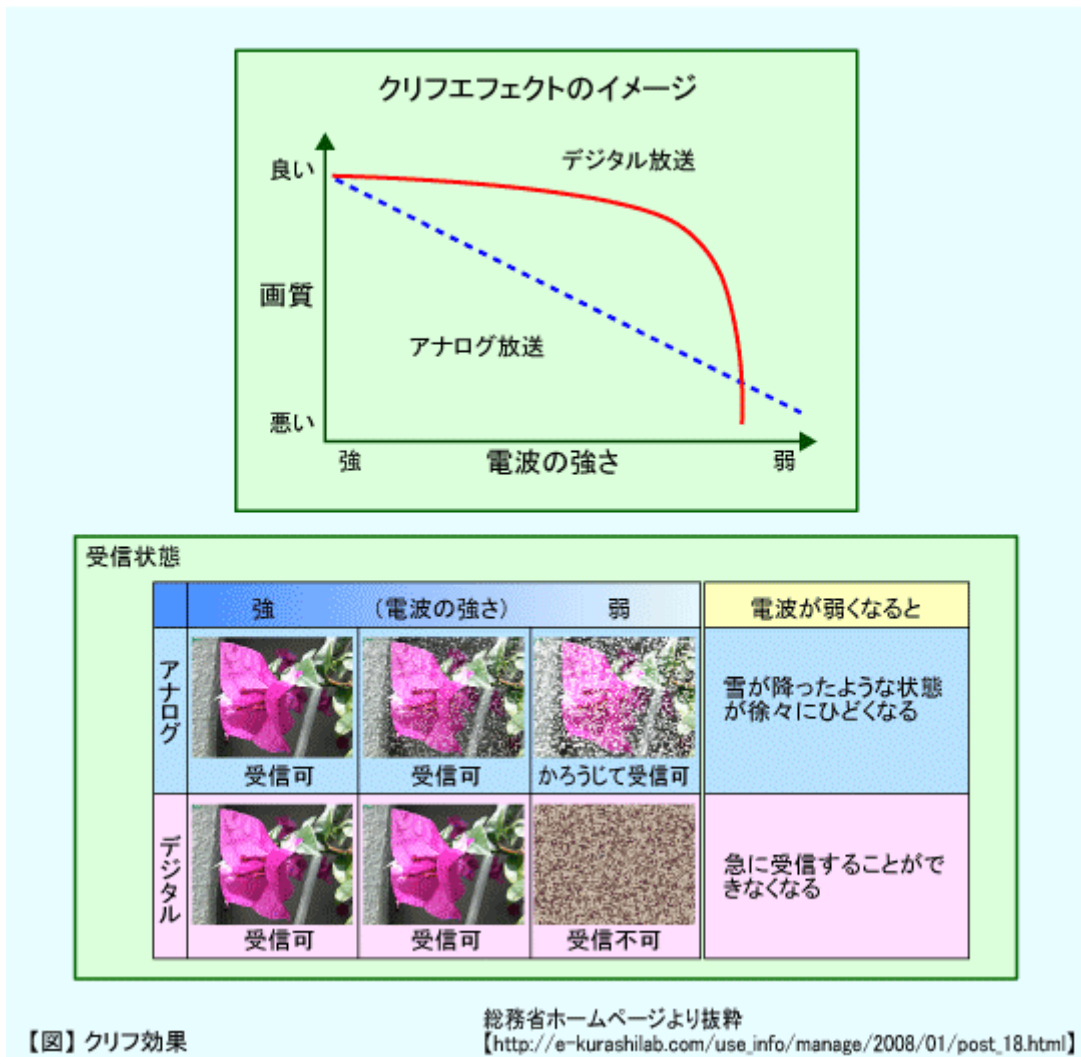
地上デジタル放送では、デジタル信号1個1個の区切りにガードインターバルという区切り信号が挿入されています。最初に届いた信号と遅れて届いた信号のガードインターバル以外のデジタル信号を比較して、重複しない部分だけを取り出すことで本来の信号以外を除去しています。無線LANにも同じ方法が採用されています。



アンテナはアナログと同じ

地上デジタル放送は UHF 波 (473.0~767.0MHz) を使用しますので、UHF 帯対応のアンテナであればアナログ放送用と同じアンテナで受信できます。ただし、アンテナは送信所の方向に向けなくてはなりません。地域によってはデジタル放送とアナログ放送の送信所が異なる場合がありますので注意が必要です。

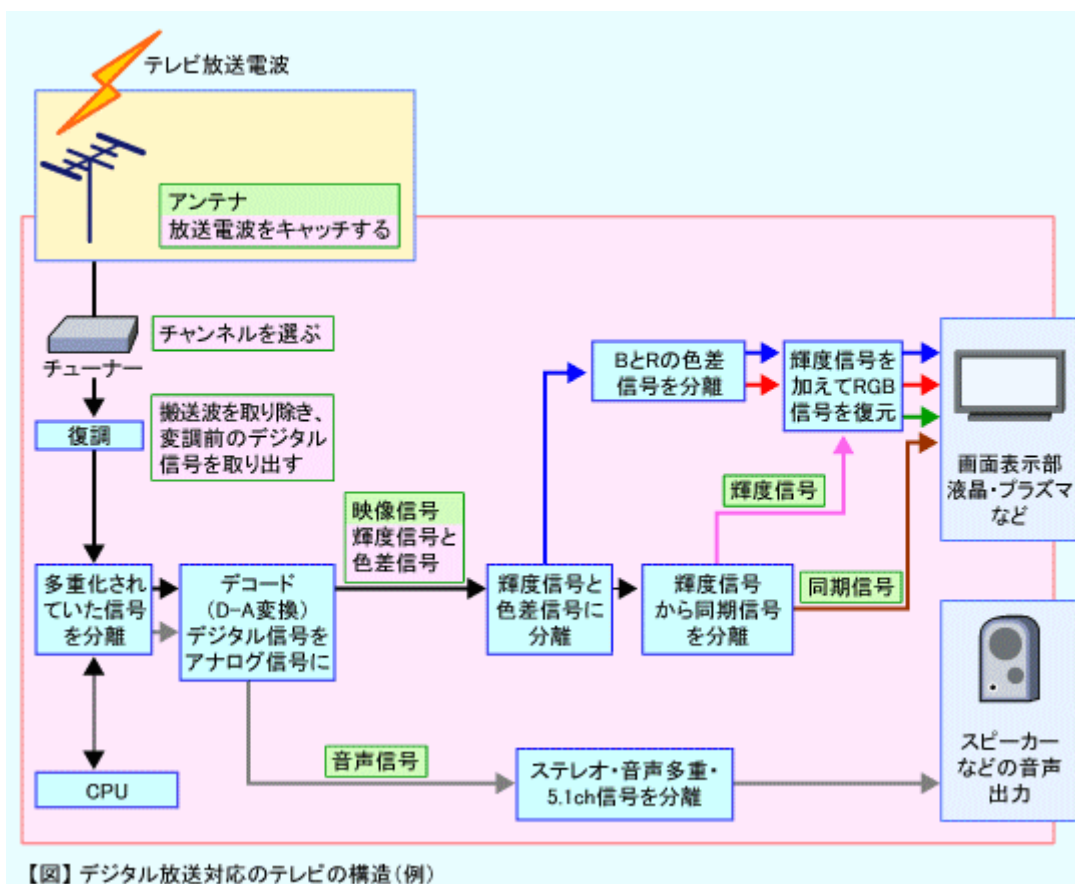
アナログ放送では電波が弱くてもノイズ混じりで受信できることがありますが、デジタル放送は良好な状態で受信できるか、全く受信できないかのどちらかです。受信可能な限界値を下回るとすぐに受信できなくなります。この現象をクリフ (崖) 効果と言います。



アナログでは受信できるのにデジタル放送は全く受信できない場合には、電波の強さが受信限界を下回っている可能性があります。室内であればアンテナを屋外に設置する、屋外のアンテナは向きや位置を調整する、またはより高性能なアンテナに変える、ブースターを設置するといった対策が必要な場合があります。アンテナについては回を改めて説明します。

・デジタルテレビの仕組み

これまで説明したように放送局から送信されてくる電波に載って運ばれてくる信号が異なるのでアナログ放送専用のテレビではデジタル放送は受信できません。次の図はデジタル放送対応テレビの構造の例です。



デコード (D-A 変換) された後の映像信号と音声信号は、アナログ放送対応のテレビと同じ構造で、ブラウン管や液晶、プラズマなどの表示装置とスピーカーを駆動します。

実際のデジタル放送対応テレビでは、符号の誤り訂正や B-CAS によるスクランブル解除、データ・プログラム信号の分離回路などデジタル放送特有の機能や機構・サービスを実現する複雑な回路構成になっています。上図は信号の流れを中心に、説明用に簡略化してあります。

■デジタル放送の特徴

前項でデジタル放送の仕組みのあらましを説明しました。ここでその特徴をまとめておきましょう。

周波数の有効利用

デジタル信号の圧縮技術によってハイビジョン映像や 5.1 チャンネル音声などの情報量の大きな信号を、アナログテレビと同じ周波数帯幅で放送することができます。また、混信に強いので、アナログ放送のように隣接するチャンネルの周波数を混信防止だけのために空けておく必要がありません。また、アナログ放送電波の中継では、受信周波数と送信周波数は別々でなければならず周波数を 2 チャンネル分使用します。同じ周波数では回り込みや反射などで自分が送信した電波を受信してしまい信号の質が低下したり、発振と呼ばれる現象を生じたりして、場合によっては中継施設にダメージを与えかねません。ところが、地上デジタル放送では、先に述べたガード

インターバルのように目的の信号だけを取り出しやすい仕組みなどにより同一周波数による中継ができるようになっていました。これを SFN (Single Frequency Network) といい、日本の地上デジタル放送が採用している変調方式の大きな特徴です。

高精細・高画質・高音質

解像度は最大で 1440×1080、ビットレート 16.8Mbps のハイビジョン映像が放送されています。大画面でも美しく高精細な映像を楽しむことができます。ゴーストなどの受信障害に強いのも特徴です。音声も劣化が少なく、アナログ放送ではモノラルの二カ国語放送かステレオのどちらかしか放送できませんでしたが、デジタル放送ではステレオによる二カ国語放送や 5.1ch サラウンドによる放送も可能です。

多彩な放送サービス

音声や映像とともにデータも同時に送信できるので、これらのデータを利用した電子番組ガイド (EPG) の番組表や番組情報、ニュースや天気予報などのデータ放送が行われています。放送中の番組の解説や関連情報がデータ放送で配信されています。デジタル放送対応のテレビを電話回線やインターネットに接続し、視聴者参加型クイズやアンケートの投票を行うことができます。特殊な例では、データ放送を利用してテレビや録画装置などの機能改善や不具合の修正を行うファームウェアの配信も可能になっています。機器の主電源がオンになっており、電波が受信できる状態であればユーザーは全く意識することなくファームウェアが最新の状態に更新されるようになっています。デジタル放送は従来の放送の枠を越えた多彩なサービスを実現しています。

多様な放送形態

デジタル放送では、高画質なハイビジョン放送から、1つのチャンネルで3つの番組を放送可能なマルチ編成、地域に合わせた情報を配信可能なデータ放送、携帯電話などの移動中にも安定した映像を視聴可能なワンセグなど、伝送方式の異なる様々な運用形態で番組を提供することができます。

■テレビは新しい情報端末

デジタル放送は、放送局でアナログ信号からデジタル信号への変換から、テレビの中で映像信号に復元されるまでがアナログ放送と異なっていることがわかりにだけたでしょうか。

デジタル放送でも、放送局ではカメラやマイクを使って番組を収録し、私たちはブラウン管が液晶やプラズマに変わっても、画面とスピーカーでそれを視聴することに変わりありません。つまりアナログ放送もデジタル放送も入り口と出口は同じです。では、デジタル放送はどこからどこまでがデジタルになったのかと言えば、入り口と出口を結ぶ中間の経路です。今まではバスだったのが新幹線になったようなものです。一度に大量の信号を送ることができ、しかも高速化され、広く快適になってレベルアップしたサービスが可能になりました。データ放送や双方向放送、電子番組表、ファームウェアなどのプログラムの提供など、デジタル放送対応のテレビは、もはや新しい情報処理装置と言って良いかもしれません。インターネットや電話回線とつなぐことで

双方向機能を活用して情報端末として、家庭の中で娯楽以上の機能を持ち始めているようです。

今回は、「いろいろなデジタル放送」です。一口にデジタル放送と言っても、衛星デジタル、地上波デジタル、ワンセグと、現在放送している電波だけでも複数あります。これらの特徴と仕組みを解説します。

参考リンク

- [社団法人デジタル放送推進協会](#)、地上デジタル放送受信方法などの情報
- [デジタル放送及びデジタル放送受信機の呼称・定義](#)
- [地デジのインフラ整ってますか・意外と知られていない受信のツボ](#)、マイコミジャーナル
- [おしえて!地上デジタル放送](#) (東海3県のテレビ放送事業者)
- [放送受信のノウハウ](#) - サン電子株式会社ホームページ
- [地デジの学び舎](#)
- [ボクにもわかる地上デジタル](#)