

地上デジタル放送方式とITSへの応用

濱住 啓之

日本放送協会
放送技術研究所（無線伝送方式）
〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11

内容

1. 地上デジタル放送の概要
2. 地上デジタル放送で使われている技術
 - 2.1 映像・音声の符号化技術
 - 2.2 地上デジタル放送方式(ISDB-T)の概要
3. 研究開発状況 …… ITSへの応用
 - 3.1 地上デジタル放送の移動受信技術
 - 3.2 携帯端末向けサービス“ワンセグ”
 - 3.3 緊急警報放送による端末の自動起動

地上デジタル放送の特徴

- クリアな映像と音声を楽しむ(HDTV)
 - 1チャンネルの帯域でハイビジョン並の映像とCD並の音声を
 - 雑音の影響を受けにくく、ゴーストがなくなる
- 欲しい情報を簡単に入手できる(データ放送)
 - 番組で紹介された情報、天気予報、地域情報など
- 放送番組に参加できる(双方向)
 - クイズ番組への参加、テレビショッピング
- 走行している車でもクリアに受信(移動体受信)
 - 観光バス、タクシー、後部座席など
- 携帯電話でもTV視聴を(携帯受信)
 - 携帯電話、携帯型端末でどこでもTVが視聴できる
- 周波数の有効利用
 - 同じチャンネルを使った中継局を利用可能

地上デジタルテレビジョン放送局の免許方針

- 2002年9月27日に制定された免許方針(総務省報道資料より)
- 関東広域圏、中京広域圏および近畿広域圏については平成15年(2003年)までに、その他の地域については平成18年(2006年)までに開始すること
- 高精細度テレビジョン放送を中心としつつ、デジタル技術の特性を生かした放送をすること
- サイマル放送の比率
 - 地上アナログテレビ放送との同一の番組が1日の放送時間中の3分の2以上あること
- 高精細度テレビジョン放送の比率
 - ハイビジョン放送の比率が1週間の放送時間中の50%以上であること

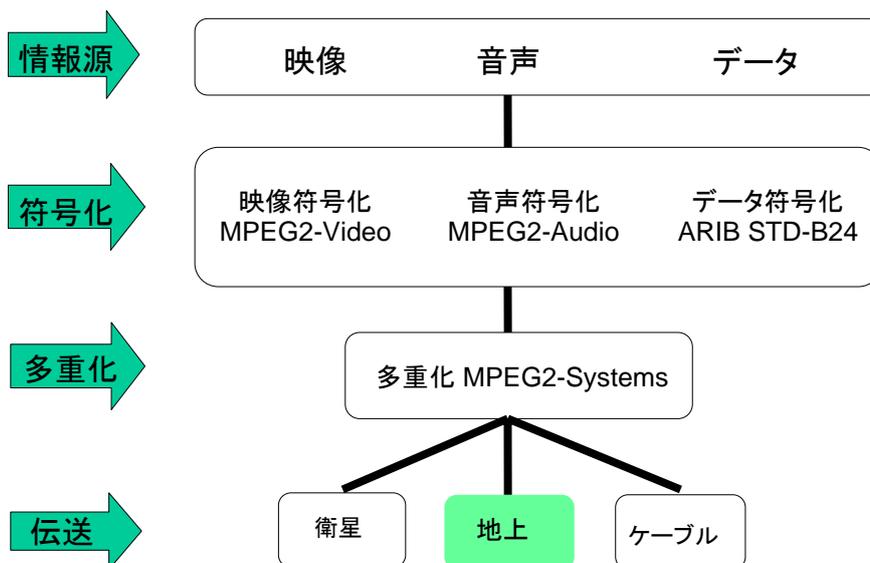
1. 地上デジタル放送の概要

地上デジタル放送のサービス

形態	サービス内容	エリア		備考
		都心 (電波の強い地域)	郊外 (電波の弱い地域)	
(1) 固定受信	ハイビジョン または 標準テレビ 3番組  + 独立音声放送 データ放送	 簡易なアンテナでハイビジョンが受信可能	 屋外アンテナでハイビジョンが受信可能	日米欧で 共通
(2) 一部移動受信	固定受信 ハイビジョン または 標準テレビ 3番組  + 独立音声放送 データ放送 + 移動受信 独立音声放送 データ放送	 音声・データを移動・携帯受信 (ハイビジョンの移動受信は不可) 固定受信のエリアは(1)と同じ		日本方式
(3) 固定移動混在	固定受信  標準テレビ1番組 + 移動受信  標準テレビ1番組 + 独立音声放送 データ放送	 標準テレビを電車・バス・自動車等 移動体でも受信可能 固定受信のエリアは(1)と同じ	 小型モニタ付きテレビで 携帯受信も可能	

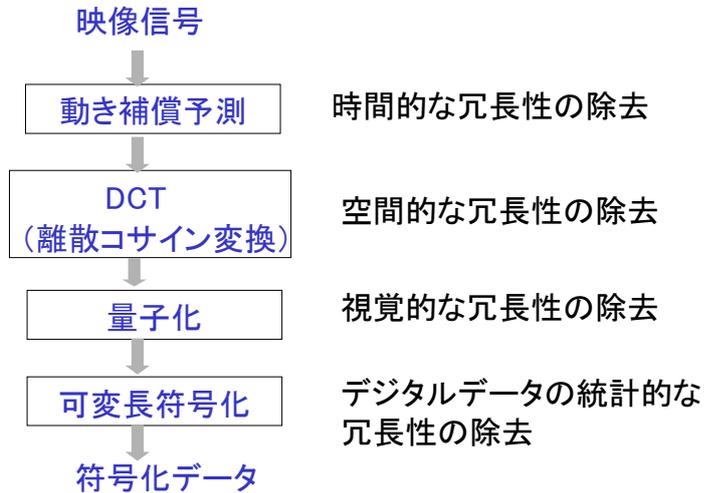
2.1 映像・音声の符号化技術

デジタル放送の階層構造



映像符号化(MPEG-2)

- 映像信号の冗長性を、画質を損なわないように、圧縮する

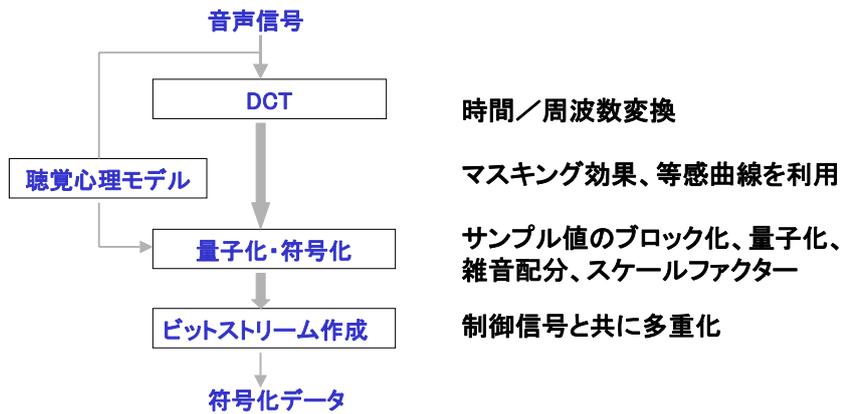


デジタル放送の映像フォーマット

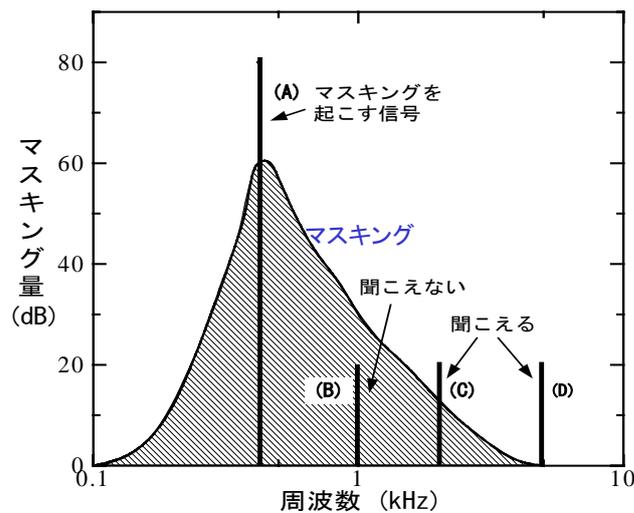
走査線数	走査方式	有効走査線数(縦)	有効サンプル数(横)	アスペクト比	フレーム周波数[Hz]	フィールド周波数[Hz]
1125	I	1080	1920	16:9	30/1.001	60/1.001
750	P	720	1280	16:9	60/1.001	
525	P	483	720	16:9	60/1.001	
525	I	483	720	16:9 4:3	30/1.001	60/1.001

音声符号化 AAC: Advanced Audio Coding

- 音声信号を周波数領域の信号に変換し、聴覚の性質を反映して圧縮する



マスキング閾値の例



デジタル放送の音声モード

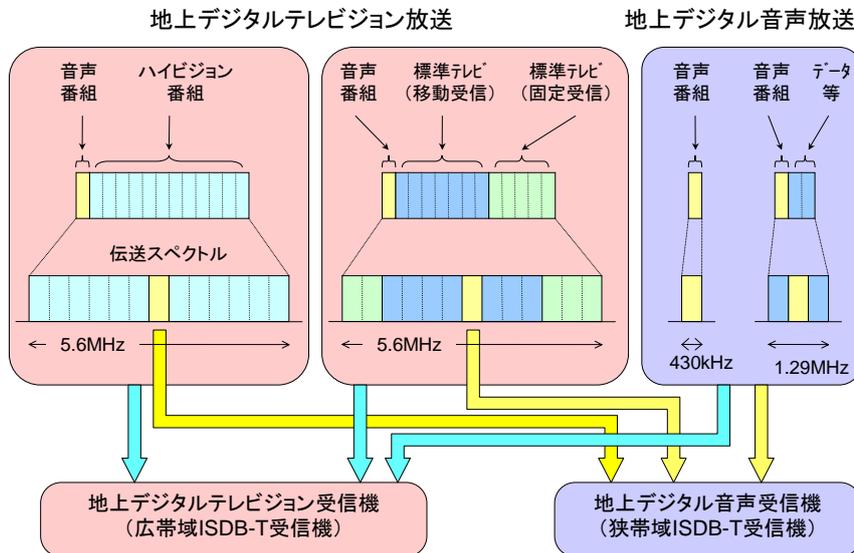
- MPEG-2 AAC符号化
 - 量子化ビット数 :16ビット以上
 - 音声チャンネル数:最大 5.1チャンネル
 - サービスによって使い分ける。(移動、固定、携帯)

サンプリング周波数	音声モード	符号化レート
48kHz	標準ステレオ	96kbps – 256kbps
	高音質ステレオ	192kbps – 256kbps
	マルチチャンネル	288kbps – 384kbps
32kHz	モノ	24kbps –
	ステレオ	32kbps –
24kHz (ハーフレート)	モノ	24kbps –
	ステレオ	32kbps – 96kbps

伝送方式(ISDB-T)の特長

- セグメント構造
 - 6/14MHz(428.57…kHz)のOFDMセグメント13個
- 階層伝送(3階層)
 - 伝送特性の異なる階層を同時伝送
 - 変調、誤り訂正、時間インターリーブが可変
- 部分受信可能
 - 中央の1セグメントのみ
 - 地上デジタル音声との共用受信器可能
- さまざまなサービス展開が可能
 - 地上デジタル放送の特長

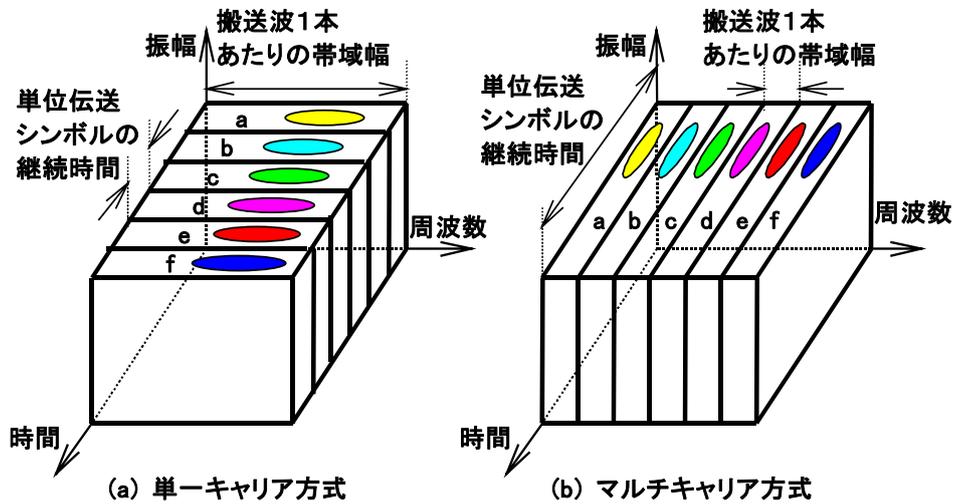
2.2 地上デジタル放送方式(ISDB-T)の概要 地上デジタル放送の伝送とサービス例



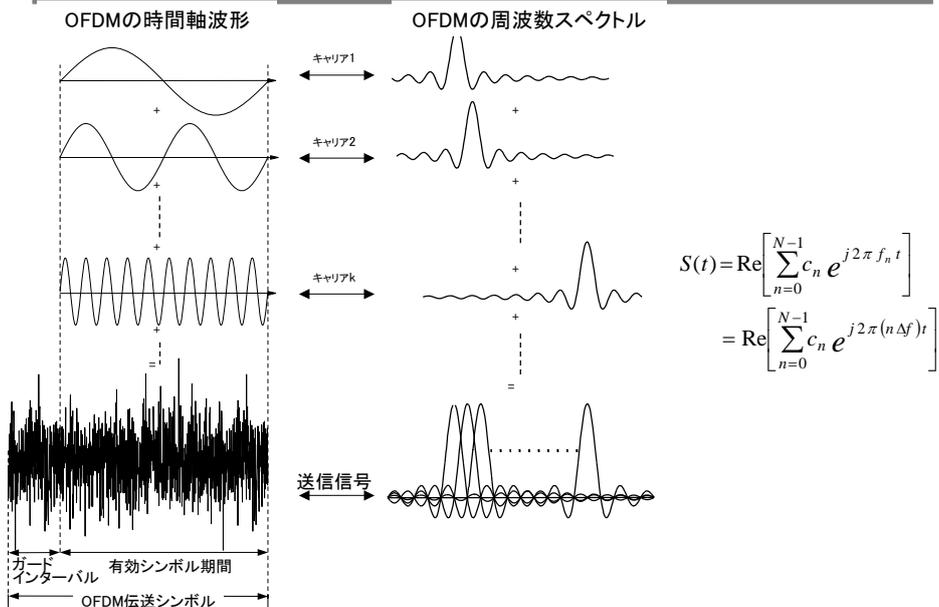
2.2 地上デジタル放送方式(ISDB-T)の概要 OFDMの特徴

- Orthogonal Frequency Division Multiplexing
- 多数のキャリアを用いるマルチキャリア方式
- 変調はIFFT、復調はFFTによって行う
- マルチパス妨害に強い
 - シンボル期間が長い
 - ガードインターバルによりマルチパスの影響: 小
- SFN(単一周波数ネットワーク)が可能
- 他に妨害を与えにくい
 - 信号波形がランダム雑音に近い
 - スペクトルがフラット
- 非線形特性に弱い

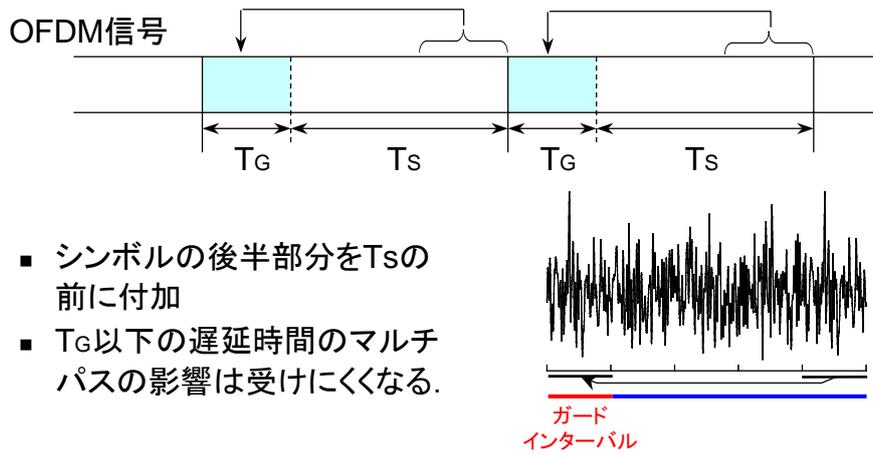
2.2 地上デジタル放送方式 (ISDB-T) の概要 シングルキャリアとマルチキャリア



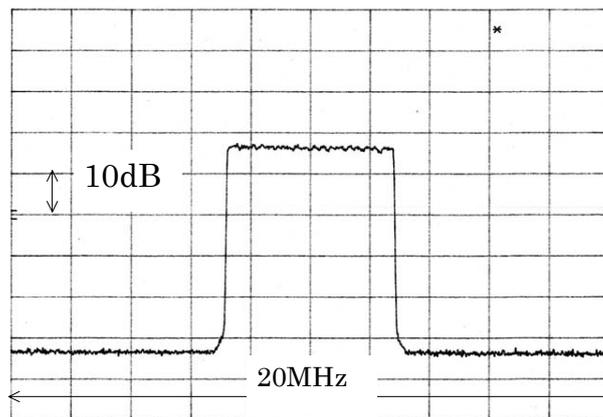
2.2 地上デジタル放送方式 (ISDB-T) の概要 OFDMのキャリアと信号波形の関係



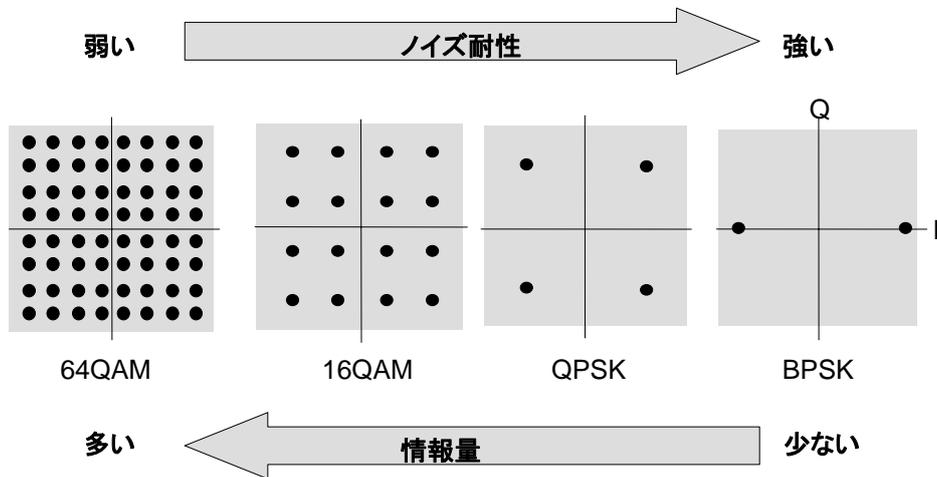
ガードインターバルの導入



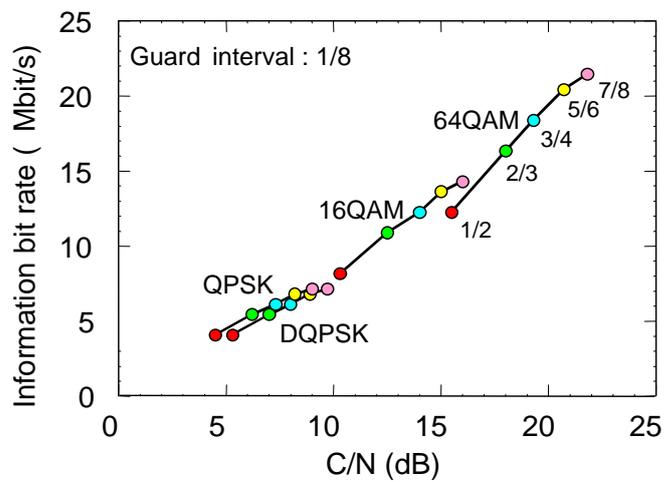
OFDMのスペクトラム



2.2 地上デジタル放送方式 (ISDB-T) の概要 各キャリア変調方式とノイズ耐性

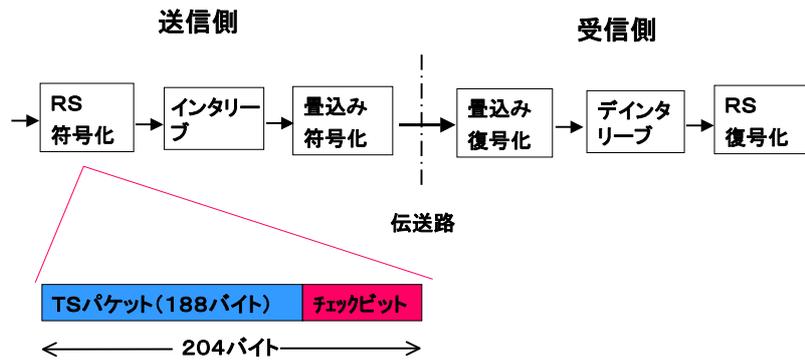


2.2 地上デジタル放送方式 (ISDB-T) の概要 CN比と情報レートの関係

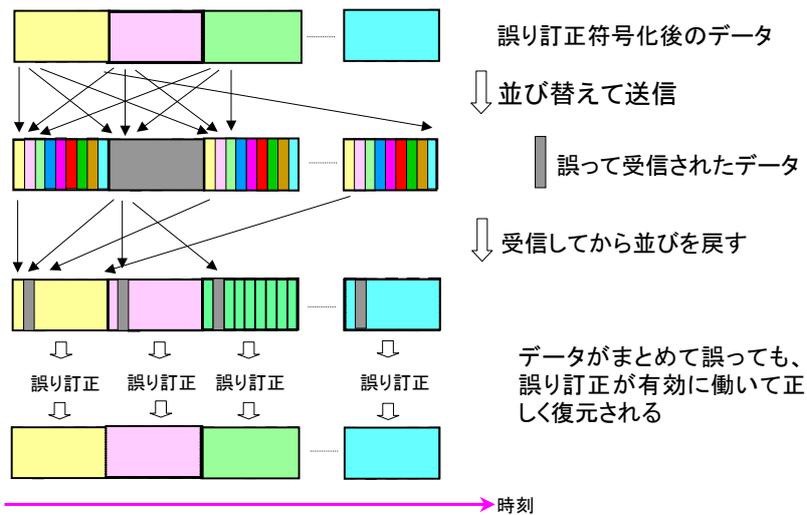


デジタル放送の誤り訂正方式

- 伝送路の雑音や妨害に対して2重に誤り訂正符号化を施す

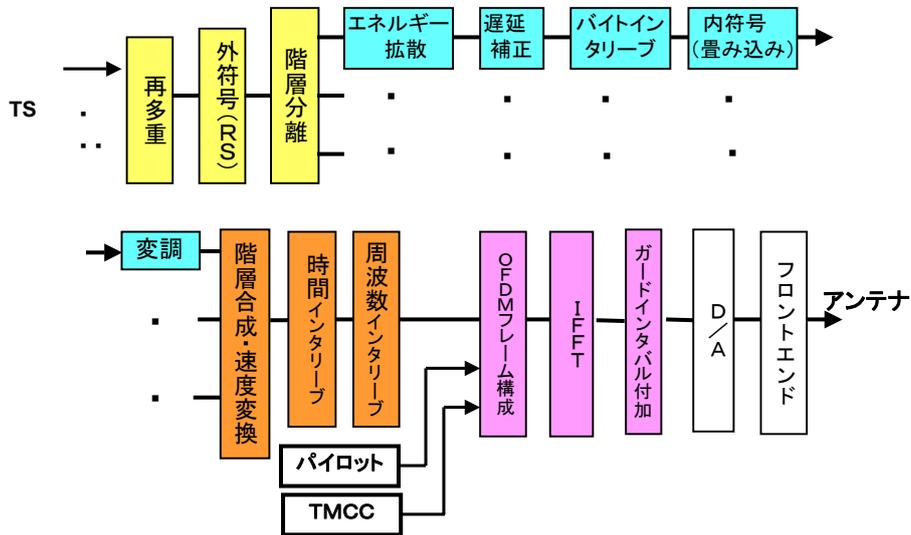


インターリーブ



2.2 地上デジタル放送方式(ISDB-T)の概要

伝送路符号化の系統図

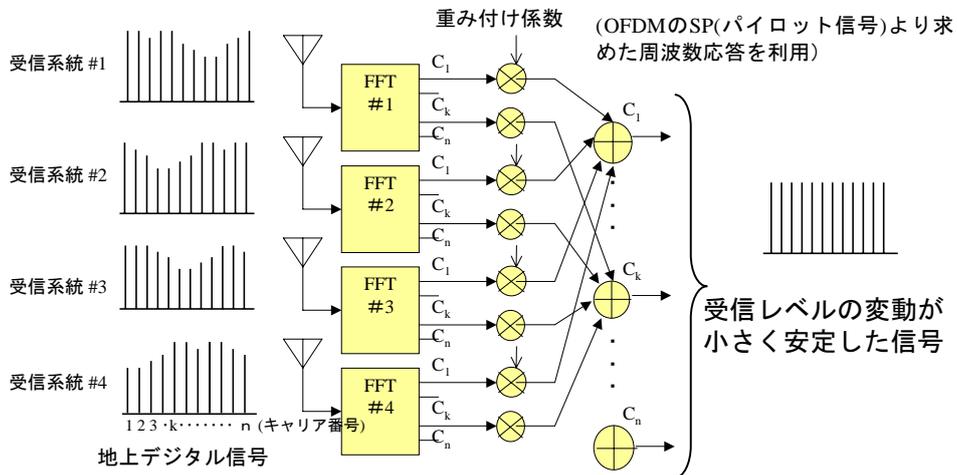


2.2 地上デジタル放送方式(ISDB-T)の概要

TV放送の伝送パラメータ

伝送パラメータ	モード1	モード2	モード3
OFDMセグメント数	13		
帯域幅	5.575MHz	5.573MHz	5.572MHz
キャリア間隔	3.968kHz	1.984kHz	0.992kHz
キャリア数	1405	2809	5617
変調方式	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK		
有効シンボル長	252 μs	504 μs	1.008ms
ガードインターバル長	有効シンボル長の1/4、1/8、1/16、1/32		
シンボル数/フレーム	204		
時間インターリーブ	各設定の最大値 0、約 0.13、0.25、0.5sec の4種		
内符号	たたみ込み符号(1/2、2/3、3/4、5/6、7/8)		
外符号	RS(204, 188)		
情報ビットレート	3.65Mbps~23.23Mbps		

3.1 地上デジタル放送の移動受信技術 OFDM信号のダイバーシティ信号処理



3.1 地上デジタル放送の移動受信技術 ハイビジョン映像の移動受信

4ブランチと1ブランチの比較

きぬた実験局



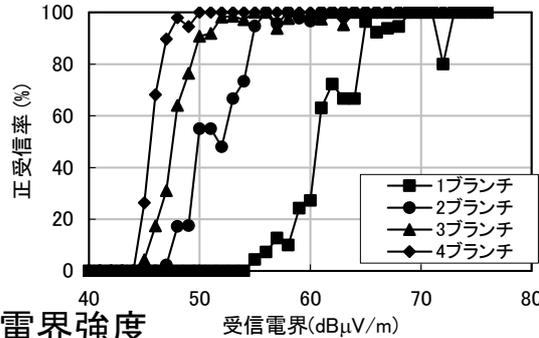
RF 周波数	UHF19ch (509MHz)
出力	3W
偏波面	水平



モード	3
ガード比	1/8
変調方式	64QAM
符号化率	3/4
時間インターリーブ長	215ms

3.1 地上デジタル放送の移動受信技術 ダイバーシティ受信の改善効果

◆ 正受信率



変調方式:64QAM
符号化率:3/4



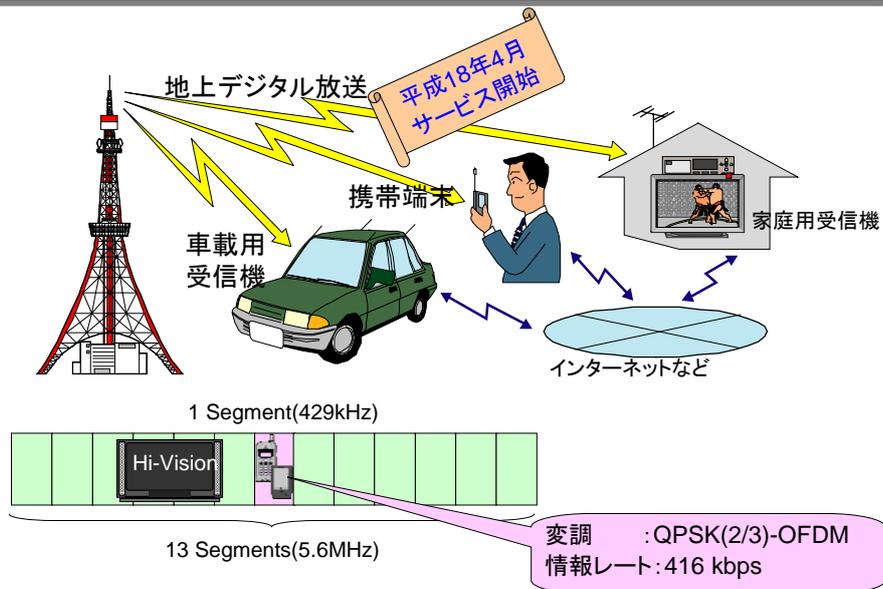
◆ 所要電界強度

ブランチ数	1	2	3	4
正受信率 50%	61	50	48	46
正受信率 90%	65	55	50	48

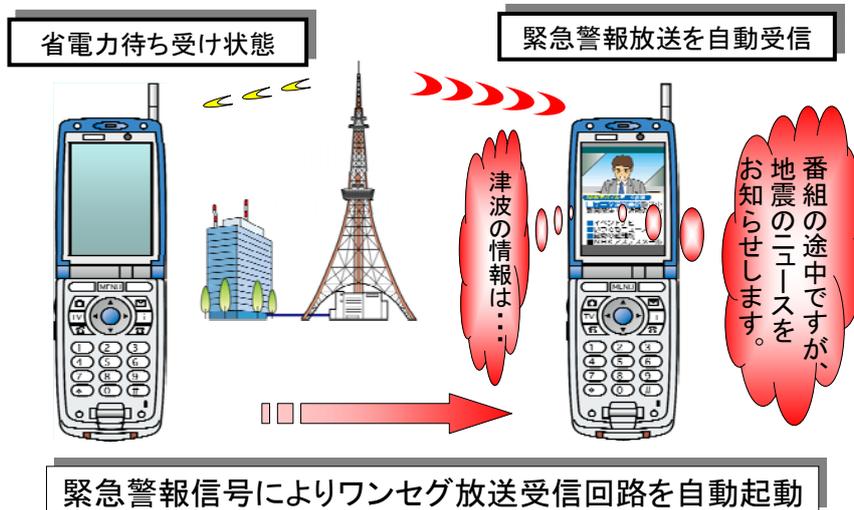
(dBμV/m)

3.2 携帯端末向けサービス“ワンセグ”

携帯端末向けワンセグ放送サービス



ワンセグ携帯端末自動起動のイメージ



アナログ緊急警報放送 ～経緯と実施条件～

経緯～運用開始から20年

- 1980年 東海地震予知の可能性が明らかになったのを機に研究開始
- 1985年9月1日 運用開始
- これまでに13回の運用実績
- 受信機普及台数:約55万台

実施の条件は3つ

- (1)大規模地震の警報宣言(大規模地震対策特別措置法)
- (2)津波警報(気象業務法)
- (3)都道府県知事からの放送要請(災害対策基本法)

緊急警報放送の特徴

アナログ放送・ワンセグ放送共通

- 輻輳がないため、一度に大量の受信機を遠隔起動可能
- 大規模地震の警報宣言 → 第一種(全国)
- 津波警報 → 第二種(全国/広域/県域): 受信選択可能
- 災対策による放送要請 → 第一種(全国/広域/県域)

ワンセグ放送独自

- 携帯端末のGPS機能により自動的に待ち受けchの設定が可能
- 受信状態が悪い所でも緊急警報信号の受信率が高い
- 低消費電力化により、固定受信機のリモコン等に内蔵可能

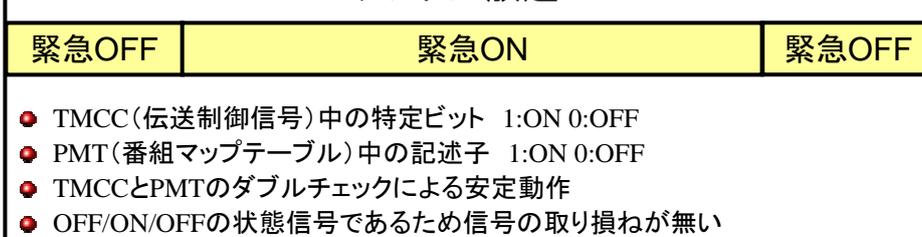
緊急警報信号アナログvsデジタル

アナログ放送

- 警報音を兼ねた640/1024Hzからなる開始信号・終了信号を使用
- 開始信号・終了信号を取り損ねてしまうと動作しない



デジタル放送



緊急警報信号アナログvsワンセグ

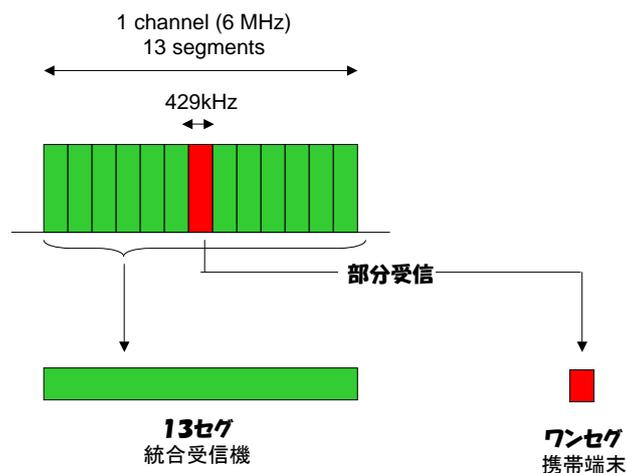
アナログ放送

- 対応受信機は全て据え置き型
- 受信機が起動しても知らせるべき人が近くに居なければ無意味
- 受信機起動までに最低5秒必要

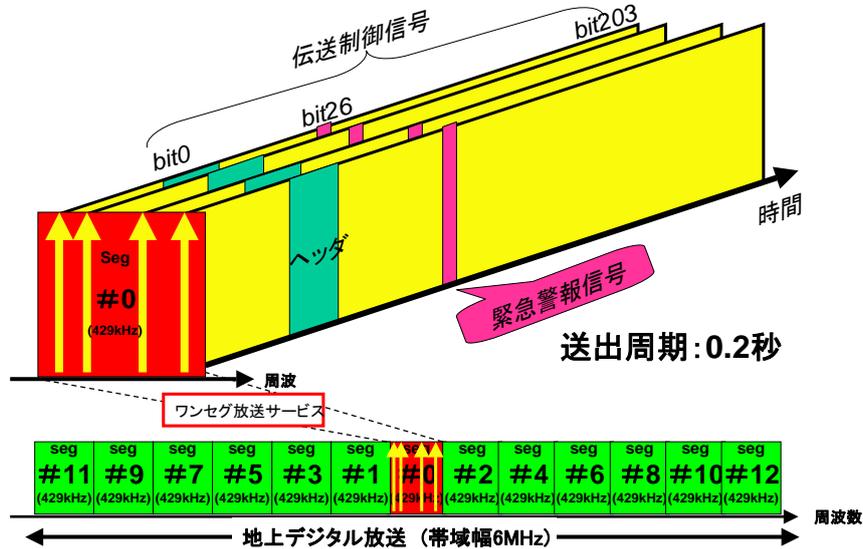
ワンセグ放送

- 受信機は携帯端末
- いつでもどこでも緊急情報を知らせられる
- 受信機起動までに最低1~2秒
- データ放送により、きめ細かな情報伝達が可能

ワンセグ放送の周波数配置



ワンセグ放送における緊急警報信号



緊急警報信号待ち受けの省電力化の目標

	携帯端末用 チューナ	緊急警報放送 専用受信回路
フロントエンド (アナログ回路)	~100mW	~5mW (1/10間欠動作)
A/D変換	クロック2MHz以上	クロック1MHz以下
処理ゲート数 (ASIC換算)	10万規模	3万程度
デジタル処理部	~50mW	~1mW
合計	~150mW	~5mW
電池の持ち時間 (3.7V,800mAh)	~20h (~1日)	~600h (~1ヶ月)