

# 地上デジタル放送 高度化放送導入方式 既存受信機での受信課題

2020年12月23日

一般社団法人 電子情報技術産業協会

テレビネットワーク事業委員会

デジタル放送専門委員会

# 地上デジタル放送 高度化に向けた既存受信機での受信課題

- ① 高度化放送導入方式（3階層セグメント分割MIMO/SISO、階層分割多重（LDM））では、既存の2K受信機へのマイナス影響が最大の懸念事項であり、現状の実験方式では多々の受信課題があり実運用は困難と判断。
- ② 地上放送高度化方式は現放送との混信懸念には十分な検証が必要であるが、既存の2K受信機への特段の課題はないと判断。



## ■ 高度化放送導入方式の既存受信機での主な受信課題ポイント

### <3階層セグメント分割MIMO/SISO>

B階層(4K階層)での基準キャリア変調マッピングが想定外等のため、A/C階層(2K階層)も復調できない、または復調性能が劣化する場合がある(MIMO)。

また、復調可能な場合でも受信機が測定するC/N検出に大きな誤差が出て、極端に低くなり、チャンネルスキャン時に登録されない場合がある(MIMO/SISO)。

→ ARIB STD-B31のセグメント構成、変調パラメータに準拠していない。

### <階層分割多重（LDM）>

UL(2Kレイヤ)16QAM使用では、チャンネルスキャン時に登録されない場合がある。

→ 16QAMの実施は、既存受信機を考えると困難。

## 既存受信機でのOFDM復調の課題

※ 復調方式は2種類ある。(詳細は補足資料参照)

① クロック・キャリア再生

(方式A) 全13セグメントの基準パイロット信号 (SP/CP/TMCC/ACキャリア) を使用

<3階層セグメント分割MIMO>

B階層偏波間インターリーブのためのDQPSK設定により、キャリア変調マッピングが想定から外れて基準パイロット検出できず、ロックできなくなる。

→ ARIB STD-B31に定める差動変調部のセグメント構成に準拠していない。

(方式B) 全13セグメントのデータキャリア含む全キャリアを使用

<3階層セグメント分割MIMO/SISO>

4K階層TMCC上の指定 (MIMO DQPSK、SISO 64QAM) 、実際は1024QAMのため同期性能が低下、引込時間が長くなる。

## ② CN測定

(方式A) 全13セグメントのTMCC/ACキャリアを使用

<3階層セグメント分割MIMO>

4K階層ではTMCC/ACキャリア検出できないため、正確なCN測定ができない。

<階層分割多重 (LDM) >

LLでのTMCC/ACキャリアは存在しないため、2K受信ではインジェクションレベルが加算した値が測定できない。

(方式B) 全13セグメントのデータキャリア含む全キャリアを使用

<3階層セグメント分割MIMO/SISO>

4K階層TMCC上の指定 (MIMO DQPSK、SISO 64QAM)、実際は1024QAMのため非常に低いCNとして検出してしまう。特にMIMOではCN測定値が極端に低く測定され、スキャン認識CNに足りずチャンネルプリセットできない受信機がある。

- ③ 初期スキヤン時のチャンネルプリセット  
(足切方式) 一定の設定CNにより足切り

<階層分割多重 (LDM) >

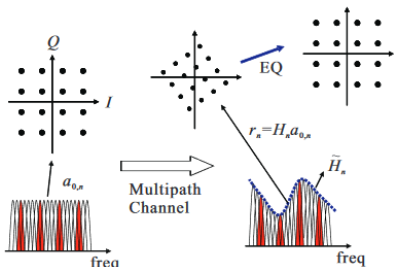
ULで16QAM使用時、スキヤン認識CNが適正值に設定されずチャンネルプリセットできない受信機がある。

# 既存受信機でのOFDM復調の一般的な仕組み

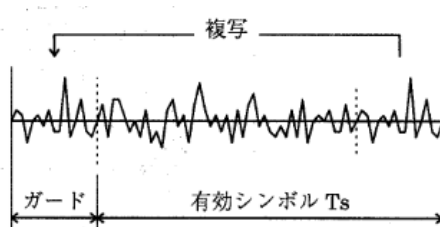
## (クロック・キャリア再生：方式A)

広帯域(キャリア周波数間隔単位)のキャリア再生としては、CP, TMCC信号などの基準パイロット信号の周波数位置情報を利用して広帯域のキャリア周波数誤差を求める。信号処理としては、FFT後の各キャリアを差動復調した信号を2乗した後、シンボル間フィルタによりシンボル方向に平均化する。この結果とCP, TMCC信号の配置情報との相関を算出し、その最大位置を検出することにより、キャリア間隔単位の周波数誤差を算出する

(解説) SPIに加えTMCC/AC信号をパイロット信号として準用している復調LSIが多数存在する。TMCC/AC信号は、伝送路応答の変動やシンボル窓位置の推定に用いられる場合がある。同時にTMCC/AC信号を用いてC/N測定も行っている。



[https://www.apmc-mwe.org/mwe2004/ja\\_mwe2003\\_TL/TL02-02.pdf](https://www.apmc-mwe.org/mwe2004/ja_mwe2003_TL/TL02-02.pdf)



## (クロック・キャリア再生：方式B)

ガードインターバル信号が有効シンボル期間後部の信号を巡回的に複製したものであることを利用して、これらの相関関数(複素ベクトル)の位相からクロック周波数誤差および狭帯域(キャリア周波数間隔以内)のキャリア周波数誤差を同時推定することが可能である。ベースバンドのOFDM信号を複素フィルタによって正負の周波数帯に分割し、これらの信号と有効シンボル期間遅延された信号との相関ベクトルを求める。これらの相関ベクトルの位相和から、キャリア間隔以内のキャリア周波数誤差、位相差からクロック周波数誤差を求めることができる

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/tvtr/20/53/20\\_KJ00001961635/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/tvtr/20/53/20_KJ00001961635/_pdf)

(解説) データキャリアも用い誤差推定、C/N測定を行う復調LSIも存在する。また、測定されたC/N値を復調処理に利用する場合もある。

## 4-4 地上デジタル放送用受信機の要素技術

正会員 影山 定司<sup>†</sup>, 正会員 西村 恵造<sup>†</sup>, 正会員 池田 康成<sup>†</sup>

### 1. ま え が き

欧米をはじめとするデジタルテレビジョン放送システムの実用化に向けた取り組みとともに、国内の地上放送についても、2000年頃にデジタル放送が開始できるよう、技術基準策定などの制度整備を進めることを目標とし、様々な研究開発、実験の取り組みが積極的に行われている。

本稿では、主に OFDM 伝送方式を用いた地上デジタル放送に係る受信システムのうち、地上デジタル放送に特有な OFDM 受信技術および LSI 化技術を中心に、その技術的特徴などの概要を述べる。

### 2. 受信機の構成および受信要素技術

図1に示すように、チューナ後段の OFDM 復調ブロックとしては、クロック再生、キャリア再生、シンボル同期、フレーム同期などの同期再生処理部、復調用に FFT 処理部、1次変調方式に対応した検波処理部、デインタリーブも含め誤り訂正を行う誤り訂正処理部、位相雑音除去部などによる構成が考えられる。以下要素技術の一例を述べる。

#### 2.1 クロック・キャリア再生技術

ガードインターバル信号が有効シンボル期間後部の信号を巡回的に複製したものであることを利用して、これらの相関関数(複素ベクトル)の位相からクロック周波数誤差および狭帯域(キャリア周波数間隔以内)のキャリア周波数誤差を同時推定することが可能である<sup>1)</sup>。

#### 2.2 位相雑音除去手法

チューナの局部発振器の位相雑音が OFDM 復調に与える影響は、シンボル毎の変動による全キャリアに共通な位相回転(CPE: Common Phase Error)と、シンボル内の変動によるキャリア間干渉(ICI: Inter Carrier Interference)とに分離できる。

<sup>†</sup> 株式会社世世代代デジタルテレビジョン放送システム研究所  
"Demodulation Technologies for Terrestrial Digital Broadcasting" by Sadashi Kageyama, Keizo Nishimura and Yasunari Ikeda (Advanced Digital Television Broadcasting Laboratory, Tokyo)

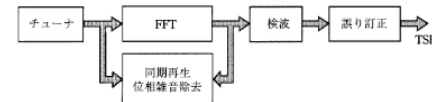


図1 OFDM 復調ブロック構成例

ベースバンドの OFDM 信号を複素フィルタによって正負の周波数帯に分割し、これらの信号と有効シンボル期間遅延された信号との相関ベクトルを求める。これらの相関ベクトルの位相和から、キャリア間隔以内のキャリア周波数誤差、位相差からクロック周波数誤差を求めることができる。

また広帯域(キャリア周波数間隔単位)のキャリア再生としては、CP, TMCC 信号などの基準パイロット信号の周波数位置情報を利用して広帯域のキャリア周波数誤差を求める<sup>2)</sup>。信号処理としては、FFT後の各キャリアを差動復調した信号を2乗した後、シンボル間フィルタによりシンボル方向に平均化する。この結果とCP, TMCC 信号の配置情報との相関を算出し、その最大位置を検出することにより、キャリア間隔単位の周波数誤差を算出する。

で有効シンボル期間での位相変動成分を時間領域で算出することにより ICI 成分の除去が可能である<sup>3)</sup>。

#### 2.3 誤り制御技術

誤り訂正符号としては、バイト単位の畳込みインタリーブを間に介したリードソロン符号と畳込み符号の接続符号を用い、ビットインタリーブ、時間インタリーブ、周波数インタリーブの3種類のインタリーブを行って、OFDM 信号の多数のキャリアに分配して伝送することにより、種々の受信条件で良好な誤り訂正能力を得ることができる。

受信機では、上記各種のインタリーブに対応したデインタリーブを行って、畳込み符号およびリードソロン符号を復号し、伝送中に発生した符号誤りを訂正する。ここで、受信機の要素技術としての誤り制御技術という点では、畳込み符号の復号回路の構成がポイントとなる。

ビタビ復号回路には、硬判定復号回路と軟判定復号回路の2種類がある。ここで QPSK, 16 QAM および 64 QAM の符号化率 1/2, 3/4 および 7/8 での、硬判定と軟判定での誤り訂正能力のシミュレーション検討を行った<sup>4)</sup>。なお、検波系は完全同期検波を前提としている。後段のリードソロン符号の復号ではほぼエラーフリーにできる。ビタビ復号後のビット誤り率  $2 \times 10^{-4}$  を得るために必要な C/N を表1に示す。このように、軟判定では