



地上デジタル放送においては、遠方の山岳などからの反射波や、他の SFN（単一周波数ネットワーク）送信局からの放送波などにより、遅延時間差の大きいマルチパス波が受信され、受信信号品質が劣化する場合があります。マルチパスとは送信された電波が、伝搬時間の異なる複数の経路を通過して受信アンテナに到達し、受信される現象のことです。アナログ放送では、映像が二重や三重に見えるゴーストと呼ばれる障害になります。しかし、デジタル放送では、受信した信号の“0”、“1”を判定して映像を再生するためゴースト障害にはなりません。しかし、受信信号から正しい映像を再生できなくなる原因になります。

OFDM 信号の場合、マルチパスの遅延時間差がガードインターバル（GI）長以内であれば、その影響が少ないという特徴があります。しかし、マルチパスの遅延時間差が GI 長を越えると、受信特性が大幅に劣化するため、受信不能になる場合があります。

### 1 チャネル推定

受信した OFDM 信号の全てのキャリアシンボルの情報を利用して、遅延時間差の大きいマルチパスを正しく検出できるようにしています。この方法により、遅延時間差が有効シンボル長の半分（地上デジタル放送の場合、およそ  $-500 \mu\text{秒}$  から  $+500 \mu\text{秒}$ ）までの範囲のマルチパスを推定することができ、マルチパスで生じる周波数特性の歪みによる受信特性の劣化を改善することができます。また、遅延プロファイルを推定する際に必要となるリーク処理に、時間方向の分散を利用した適応制御アルゴリズムを導入することで、山岳反射等によりレベルの小さい GI 越えのマルチパス波が多く受信される環境においても受信特性の改善効果が得られます。

### 2 等化

マルチパスによって歪んだ信号を、歪みのない信号に戻すことを等化と呼びます。キャリア間隔の  $1/4$  の分解能で動作する周波数領域等化器と通常の OFDM 受信機と同じチャンネル等化器を併用することで、GI 内マルチパス環境における受信特性を損なうことなく、有効シンボル長の半分までの遅延広がりを持つ GI 越えマルチパス環境における受信特性を改善することができます。

## 提供可能な技術

- 周波数領域等化技術
- 高精度なチャンネル推定技術

#### 関連特許

特許第 5023006 号	OFDM 信号受信装置および中継装置
特許第 5331583 号	マルチパス等化器
特許第 5460487 号	OFDM 信号受信装置および中継装置
特許第 5570456 号	OFDM 信号受信装置および中継装置

# MIMO-OFDM用の 長遅延マルチパス等化技術

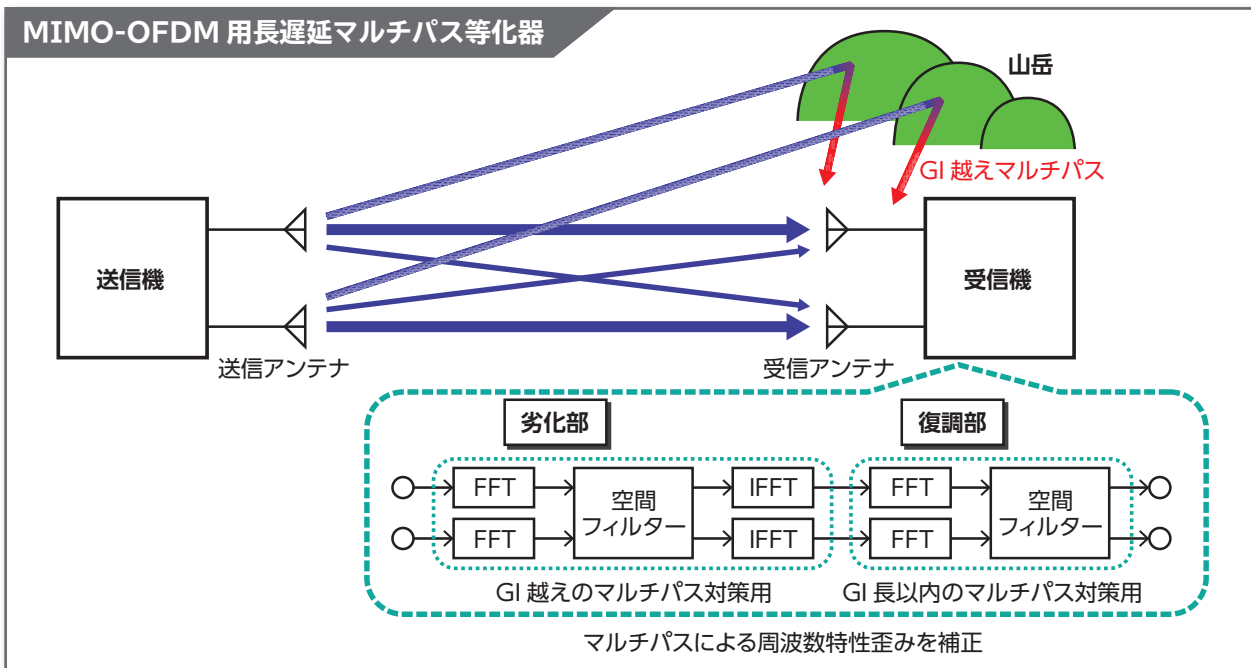
送信側と受信側でそれぞれ複数のアンテナを使用し、異なる情報を伝送する空間分割多重 MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)-OFDM方式に適用できる長遅延マルチパス等化技術です。ガードインターバル長 (GI 長) を大きく越えるような長い遅延時間のマルチパスが多数存在するような受信環境においても、受信特性を改善することができます。

## 利用分野

- MIMO-OFDM信号受信機

## 特長

- 1 遅延時間の差が GI 長を越える長遅延マルチパスによる周波数特性歪みを補正できます。
- 2 送受アンテナ間の複数の伝搬路の特性をそれぞれ推定し、推定結果を組み合わせて等化処理を行うことで、MIMO 方式に対応します。
- 3 地上デジタル放送用として実用実績のある長遅延マルチパス等化技術を、MIMO 方式に拡張したものです。



キーワード ▶ MIMO-OFDM / ガードインターバル / マルチパス / 等化器

空間分割多重 MIMO システムは、複数のアンテナからそれぞれ異なる情報を変調した電波を送信し、複数のアンテナを用いて受信した後に系統分離・等化处理を行います。周波数帯域幅を増加させることなく、伝送容量を拡大できることから、無線 LAN や LTE などのさまざまな無線システムに応用されています。

OFDM 方式は、周波数選択性フェージングに対する耐性に優れることから、地上デジタル放送を含む多くのシステムにおいて、変調方式として採用されています。

この両者は、それぞれの利点を損なうことなく組み合わせることができますが、それぞれの欠点も合わせ持つこととなります。ここで紹介するのは、空間分割多重 MIMO-OFDM システムにおいて、「遅延広がりガードインターバル長 (GI 長) を越えるときに、受信特性が急激に劣化する」という OFDM 方式の欠点を改善する技術です。

### 1 チャンnel行列の推定

送受アンテナ間の伝搬路の数の周波数特性 (チャンネル行列) を、信号に多重されているパイロット信号や、復調後の信号をシンボル判定処理することにより得られる推定送信シンボルなどを用いて推定します。2 送信 2 受信のシステムの場合は、伝搬路は  $2 \times 2$  の行列となり、4 つの周波数特性をそれぞれ推定します。

### 2 周波数領域空間フィルターによる長遅延マルチパス等化

周波数領域で行列演算を行う空間フィルターを、2 つ従属接続します。前段の空間フィルターは、遅延時間が GI 長を越えるマルチパスによる周波数特性歪みの補正を目的とし、後段の空間フィルターは、遅延時間が GI 長以内のマルチパスによる周波数特性歪みの補正を目的としています。

全体としてチャンネル行列の逆特性が乗じられるように、上記の 2 つの空間フィルターを動作させることによって、マルチパス (遅延時間が GI 長を越えるものも含む) による周波数特性歪みの補正と系統分離を実現することができます。

## 提供可能な技術

- 周波数領域等化技術
- 高精度なチャンネル推定技術

#### 関連特許

特許第 5331583 号	マルチパス等化器
特許第 5460487 号	OFDM 信号受信装置および中継装置
特許第 6306857 号	受信装置及びプログラム
特許第 6209087 号	受信装置及びプログラム