

# フェージング環境下におけるスケーラブル OFDM の伝送特性

## Performance of Scalable OFDM under Multipath Fading Channels

B-5

小菅 大輔<sup>†</sup>

仙田 航基<sup>‡</sup>

大塚 裕幸<sup>‡</sup>

Daisuke Kosuge<sup>†</sup>

Koki Senda<sup>‡</sup>

Hiroyuki Otsuka<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 工学院大学情報学部情報通信工学科

<sup>‡</sup> 工学院大学工学研究科電気・電子工学専攻

<sup>†</sup> Dept. of Information and Communications Eng., Kogakuin University

<sup>‡</sup> Graduate School of Eng., Kogakuin University

### 1. はじめに

5G では高速、大容量化の要求条件を満たすため、高周波数帯の利用が想定されている。また、高周波数帯を用いて広帯域伝送する場合、スケーラブルな無線フレーム、OFDM サブキャリア間隔が定義されている。しかし、マルチパスフェージング環境下でのスケーラブル OFDM の伝送特性の評価は十分に行われていない [1]。

本研究では、サブキャリア間隔と CP (Cyclic prefix) 長が異なる 3 種類の OFDM 信号に対して、マルチパスフェージング環境下における伝送特性をリンクレベルシミュレーションにより明らかにする。

### 2. スケーラブル OFDM

図 1 にスケーラブル OFDM の一例を示す。5G では OFDM サブキャリア間隔は 15, 30, 60, 120 kHz が適用される。例えば装置の位相雑音が大きき場合はサブキャリア間隔を広くする。表 1 に 3 種類の OFDM 信号の諸元を示す。モデル A, B, C のサブキャリア間隔はそれぞれ 15, 30, 60 kHz とする。CP のオーバーヘッド比率は固定とし、モデル A, B, C に対してそれぞれ 4.76, 2.38, 1.19  $\mu$ s とする。変調方式は 16-QAM で共通とする

### 3. シミュレーションモデル

図 2 に Simulink を用いたシミュレーションモデルを示す [1]。送信側にはフェージングのチャネル特性を推定するためのパイロット信号を挿入する。受信側では、そのチャネル推定に基づいたチャネル等化を行う。表 2 に無線区間のマルチパスフェージングの諸元を示す。3GPP で定義されている EPA (Extended pedestrian A) モデルに、CP の効果を確認するために反射波の遅延量が大きいパスを追加している。

### 4. シミュレーション結果

図 3 にモデル A, B, C に対する BER 特性を示す。モデル A, B においては、フェージングを付加した場合、フェージング無しに比べて BER =  $10^{-3}$  を満足する SNR は約 2 dB 劣化する。これはチャネル推定誤差およびドップラーシフトに起因していると思われる。モデル C では、フェージングを付加した場合 BER =  $10^{-3}$  を満足する SNR は大幅に劣化する。これは先の理由に加えて、反射波の遅延量が CP 長を超えているためシンボル間干渉が増加しているためである。

### 5. おわりに

本稿ではサブキャリア間隔と CP 長が異なる 3 種類の OFDM 信号に対して、遅延波の大きいパスを含むマルチパスフェージング環境下における伝送特性をリンクレベルシミュレーションにより明らかにした。

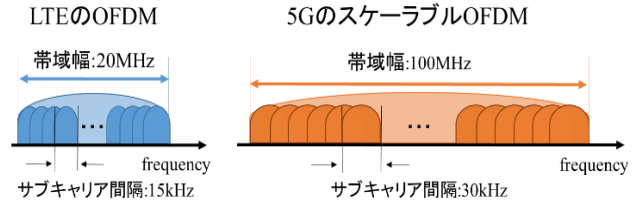


図 1 スケーラブル OFDM の一例

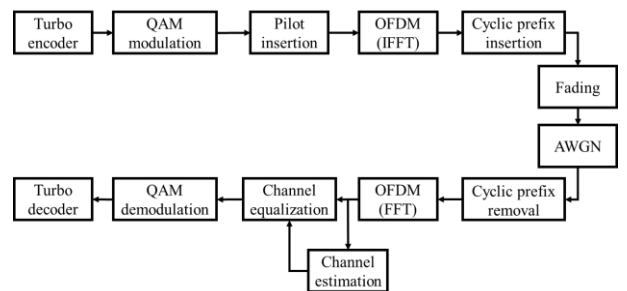


図 2 シミュレーションモデル

表 1 主なシミュレーション諸元

Model	A	B	C
Symbol modulation	16-QAM		
Encoder	Turbo coding, CR:1/3		
Subcarrier interval (kHz)	15	30	60
Bandwidth (MHz)	20	100	100
Cyclic prefix ( $\mu$ s)	4.76	2.38	1.19

表 2 フェージング諸元

Maximum doppler shift (Hz)	5
Path delay (ns)	0, 30, 70, 90, 110, 190, 410, 1400
Path gain (dB)	0, -1, -2, -3, -8, -17.2, -20.8, -26.8

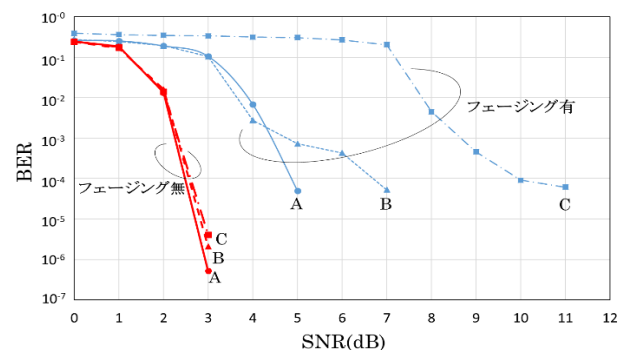


図 3 SNR 対 BER 特性

### 参考文献

- [1] 田儒驍, “フェージング環境下における OFDM ベースの 1024/4096-QAM の伝送特性に関する研究,” IEICE ソサエティ大会, B-5-50, 2018 年 7 月。