

# 多値 BPSK を用いた SSB-DFTs-OFDM における 振幅閾値誤差補償法の検討

B-5 An Amplitude Threshold Error Compensation Method  
for Multi-level BPSK SSB-DFTs-OFDM

鈴木 智也<sup>†</sup> 房安 宏和<sup>††</sup> 二瓶 茂樹<sup>††</sup> 梅比良 正弘<sup>†</sup> 阿部 順一<sup>†††</sup> 増野 淳<sup>†††</sup>

Tomoya SUZUKI<sup>†</sup> Hirokazu FUSAYASU<sup>††</sup> Shigeki NIHEI<sup>††</sup> Masahiro UMEHIRA<sup>†</sup> Junichi ABE<sup>†††</sup> Jun MASHINO<sup>†††</sup>

<sup>†</sup>茨城大学工学部 <sup>††</sup>茨城大学大学院理工学研究科 <sup>†††</sup>日本電信電話株式会社 NTT 未来ねっと研究所

<sup>†</sup>Faculty of Engineering, Ibaraki University <sup>††</sup>Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

<sup>†††</sup>NTT Network Innovation Laboratories, NTT Corporation

## 1. はじめに

無線通信の普及・拡大により、さらなる周波数利用効率 [bit/s/Hz] の向上が求められており、当研究室では、基準搬送波位相誤差に強いという特徴を持つ SSB-DFTs-OFDM を用いた超多値変復調方式の検討を進めている [1]。しかし、超多値変調では、非線形増幅などの信号歪みにより BER 特性が劣化するため、振幅閾値誤差補償が必要となる。本文では、振幅誤差参照信号を用いた振幅補償法を提案し、BER 特性の改善効果の評価した。

## 2. SSB-DFTs-OFDM における振幅閾値誤差補償法

32BPSK を用いた SSB-DFTs-OFDM は 1024QAM 相当の 10bit/s/Hz の周波数利用効率を達成できる。図 1 に 32BPSK の信号点配置を示す。各信号点には異なる振幅値が与えられ、31, 29, ..., 7, 5, 3, 1, -1, -3, -5, -7, ..., -29, -31 となる。ここで、“-” は位相が  $\pi$  であることを示す。

図 2 に振幅参照信号を付加した SSB-DFTs-OFDM 信号の構成を示す。振幅参照信号は多値 BPSK に対応して、振幅の大きいものから順に-, +, ..., と並べた。図 3 に振幅参照信号をプリアンブルとして付加し送受信を行う SSB-DFTs-OFDM のブロック図を示す。送信側では振幅参照信号を DFTs-OFDM または SSB-DFTs-OFDM 信号のプリアンブルとして送信する。受信側ではプリアンブル信号から取り出した参照信号の各振幅値の平均をとり、各振幅の中点を復調時の閾値とする。

## 3. 特性評価

SSB-DFTs-OFDM 信号を非線形増幅した場合の BER 特性を計算機シミュレーションにより評価した。SSB-DFTs-OFDM 方式のパラメータは IEEE802.11n をベースに、DFT サイズは 112 とし、64 ポイント IFFT を用いた。変調方式は 32BPSK とし、非線形増幅器には Rapp モデルを用い、出力バックオフ (OBO) は 10dB または 12dB とした [3]。32BPSK における  $E_b/N_0$  に対する BER 特性を振幅誤差補償の有無で比較した結果を図 4 に示す。補償なしと補償ありでは、OBO=10dB のときは  $E_b/N_0=20$ dB 程度まで、OBO=12dB のときは  $E_b/N_0=24$ dB 程度まで BER 特性の差はなく、線形増幅の場合の BER 特性と差はない。それ以上の  $E_b/N_0$  では、BER 特性は劣化しエラーフロアが生じる。このエラーフロアを提案する振幅閾値誤差補償により低減することができる。また、振幅参照信号は SSB-DFTs-OFDM よりも DFTs-OFDM 信号のほうがエラーフロアを小さくできる。

## 4. 結論

非線形増幅時の多値 BPSK 変調を用いた SSB-DFTs-OFDM における振幅閾値誤差補償法を提案し、エラーフロアが低減できることを示した。また、振幅参照信号は SSB-DFTs-OFDM よりも DFTs-OFDM の方が適することを明らかにした。

<参考文献>

- [1] 房安 ほか, “SSB-DFTs-OFDM を用いた超多値変復調方式の基礎検討” 電子情報通信学会 信学技報, RCS2015-265, pp.127-132. 2015
- [2] C. Rapp, “Effects of HPA-Nonlinearity on a 4-DPSK/OFDM-Signal for a Digital Sound Broadcasting System”, Proceedings of the second European Conference on Satellite Communications, Liege, Belgium, Oct. 22-24., pp. 179-184. 1991

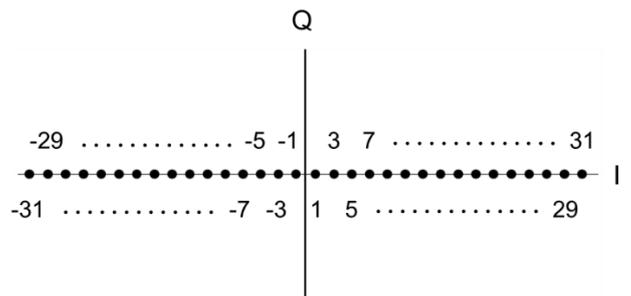


図 1 32BPSK の信号点配置



図 2 振幅参照信号を付加した SSB-DFTs-OFDM 信号の構成

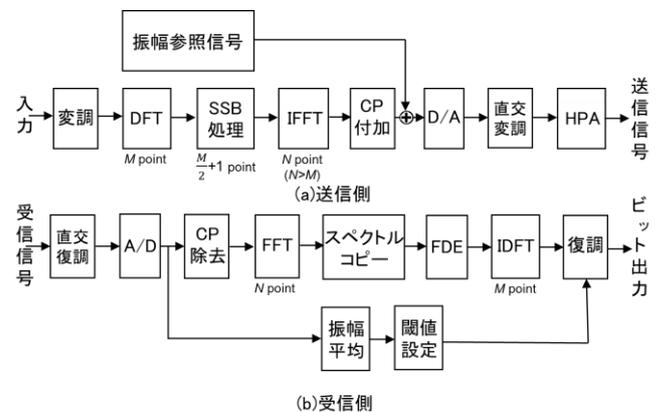


図 3 振幅参照信号を用いた SSB-DFTs-OFDM のブロック図

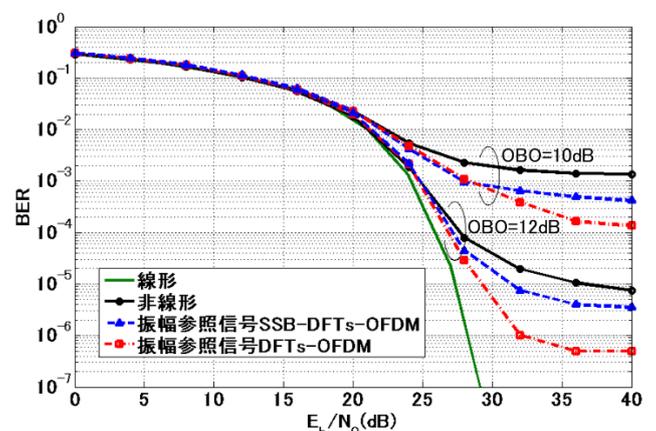


図 4 非線形増幅時の 32BPSK の BER 特性比較