

# 周波数選択性通信路における時空間送信フィルタを用いた シングルキャリア無線電力伝送の性能評価

B-21

Performance Evaluation of Singlecarrier Wireless Energy Transfer  
Using Spatio-Temporal Transmit Filter in Frequency Selective Channel

大塚 陽平  
Yohei Otsuka

宮嶋 照行  
Teruyuki Miyajima

杉谷 栄規  
Yoshiki Sugitani

茨城大学大学院理工学研究科  
Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

## 1 まえがき

無線周波数信号を用いた電力伝送 (Wireless Energy Transfer: WET) は、エネルギー問題の解決策の1つとして注目されており、盛んに研究されている [1]. WET の送信機設計に関する従来の研究の多くは、周波数非選択性通信路における伝送を前提としている. Zeng 等 [2] は、マルチキャリア (Multicarrier: MC) 広帯域信号伝送によりダイバーシチ効果が得られることを示した. 以前我々は、周波数選択性通信路におけるシングルキャリア WET (Singlecarrier WET: SC-WET) について、複数送信アンテナと FIR フィルタを用いる方法を提案した [3]. 本稿では提案した SC-WET を MC-WET と比較し、性能を評価する.

## 2 システムモデルとフィルタ設計

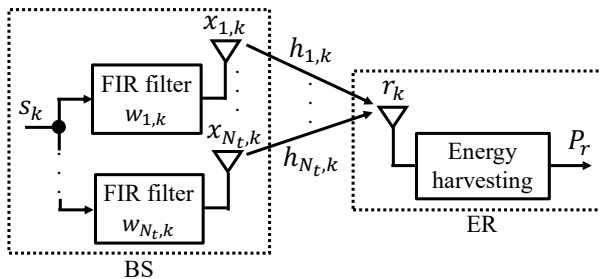


図1 送信フィルタを用いる SC-MISO-WET システム。  
図1に提案するシステムモデルを示す。  $N_t$  本のアンテナを持つ基地局 (BS) と単一アンテナを持つエネルギー受信機 (ER) から成る SC-MISO-WET システムを考える。 BS-ER 間の通信路は周波数選択性通信路と仮定し、そのインパルス応答を  $h_{i,l}$  ( $i = 1, \dots, N_t; l = 0, \dots, L_h; L_h$  は通信路次数) で表す。 さらに、BS では通信路  $h_{i,l}$  が既知と仮定する。

BS の FIR フィルタのフィルタ係数ベクトル  $\mathbf{w}$  は、BS で利用可能な最大電力  $P_{\max}$  以下に送信電力  $P_s$  を制約しつつ、収集電力  $P_r$  が最大となるように設計する。これは以下の最適化問題として表せる。

$$\max_{\mathbf{w}} P_r \quad \text{s.t.} \quad P_s \leq P_{\max}. \quad (1)$$

この最適解は固有値問題を解くことで得られる。

また、比較として MC-MISO-WET システムを考える。このシステムが利用できる帯域幅を  $N$  個の直行するサブバンドに分割するブロック伝送によって、WET を行う。送信する際、式 (1) と同様の問題により、周波数領域における送信重みベクトルを決定する。

## 3 シミュレーション結果

図2に BS で利用可能な最大電力  $P_{\max}$  に対する ER での平均収集電力  $P_r$  を示す。 BS-ER 間の距離を 10m, 送信周波数を 915MHz, 伝搬損失は  $(\lambda/4\pi)^2 10^{-2.7}$  ( $\lambda$  は送信信号の波長),  $\eta = 0.5$ ,  $L_w = L_h = 3$  とした。比較のため MC-WET の収集電力とフィルタを用いない場合の収集電力も図2に示す。図2より、フィルタを用いない場合 (Singlecarrier w/o filter) に対して、フィルタを用いる提案法 (Singlecarrier w/ filter) の収集電力が高い。また、MC-WET (Multicarrier w/ beamforming) に対しても提案法の収集電力が高い。これは同一周波数帯で伝送する際に、SC-WET の方が時間ダイバーシチ効果が得られた結果であると考えられる。

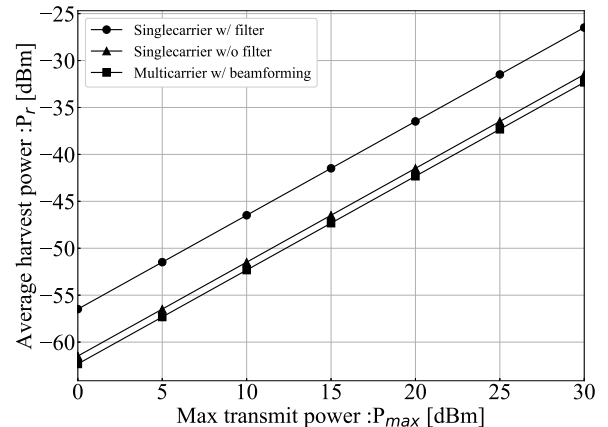


図2 利用可能最大電力に対する平均収集電力。

## 4 まとめ

送信フィルタを用いる SC-WET システムと MC-WET を比較し、提案法の有効性を確認した。

## 参考文献

- [1] X. Lu, et al., "Wireless networks with RF energy harvesting: A contemporary survey," IEEE Commun. Surveys Tuts., vol. 17, no. 2, pp. 757–789, 2015.
- [2] Y. Zeng, et al., "Optimized training for net energy maximization in multi-antenna wireless energy transfer over frequency-selective channel," IEEE Trans. Commun., vol. 63, no. 6, pp. 2360–2373, Jun. 2015.
- [3] 大塚陽平, 宮嶋照行, 杉谷栄規, "周波数選択性通信路における時空間送信フィルタを用いた無線電力伝送の検討," 信学総合大会, Mar. 2020.