

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	杉浦慎哉
研究機関名	東京大学
所属部署名	生産技術研究所
役職名	教授
研究課題名	ワイヤレス通信における革新的非直交フレームワークの確立
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、直交リソース配分に依存する従来のワイヤレス通信設計の枠組みを超え、時間、周波数、空間など複数の次元にまたがる統一的な非直交リソースフレームワークの構築を目指している。このアプローチにより、通信システムの設計空間を原理的に大幅に拡張し、より高効率なリソース利用を可能とする新たな理論と実装基盤を提供することを目的としている。

2024 年度には、時間領域における非直交リソース配分の一形態である Faster-Than-Nyquist (FTN) 信号伝送に着目し、急激な時変動を伴う無線伝搬路に対して優れた耐性を発揮することを示した。非直交リソース配分の主たる目的は周波数利用効率の向上にあるが、本研究ではドップラーシフトの影響が大きい時変チャンネルにおいて伝送ブロック長が性能限界に与える影響に着目し、FTN 信号を利用したブロック長の短縮によって、誤り率の限界性能を改善できることを理論的および数値的に明らかにした。具体的には、遅延スプレッドおよびドップラーシフトの両方の影響を含む二重選択性フェージング伝搬路に対して、FTN 信号伝送と、ドップラー耐性に優れる Orthogonal Time-Frequency-Space (OTFS) 変調を組み合わせたシステムを設計した。このシステムでは、遅延-ドップラー領域における伝搬路推定手法を用いており、干渉行列の固有値分解による信号検出器を開発した。さらに、相互情報量を最大化するプリコーディングを導出した。以上の構成に基づき提案システムの解析を行った結果、従来の直交化に基づく通信システムと比較して優れた性能を有することを数値的に確認した。本成果は、IEEE Wireless Communications Letters 誌に論文として掲載されている。