

第 5 世代移動体通信 (5G) システム向け新通信方式 UTW-OFDM の 実証実験に世界で初めて成功

—LTE に対する簡単な信号処理追加のみで帯域外漏洩電力を大幅に抑圧—

概要

国立大学法人 京都大学 大学院情報学研究科の水谷 圭一 助教、松村 武 特定准教授、原田 博司 教授らの研究グループは 第 5 世代移動体通信 (5G) システム向けの新しい通信方式 である、UTW-OFDM 方式¹の実証実験に世界で初めて成功 しました。本実証実験により、現行の第 4 世代移動体通信 (4G) システム LTE/LTE-Advanced で問題となる帯域外輻射²を、簡単な信号処理の追加のみで大幅に抑圧できることが実証され、移動通信に適した周波数 (6 GHz 以下) において、これまで以上に高密度な周波数利用や、5G が目指す超多数端末の同時接続やチャンネルあたりの通信速度の向上が期待できます。また、UTW-OFDM 方式は現行の通信方式に簡単な信号処理を追加するだけで実現可能なため、現行の 4G システムから 5G システムへのスムーズな移行も期待できます。

1. 背景

現在、端末数の激増ならび超高速のデータから超多数の低速伝送のセンサーまで多様化する無線通信のトラフィックを収容するために、第 5 世代移動通信システム (5G) の研究開発が国際的に進められています。しかし、移動通信に適した周波数は現在逼迫しており、限りある周波数資源を有効利用するためには、現在利用可能な第 4 世代移動通信システム LTE/LTE-Advanced と互換性があり、さらに周波数の高密度配置が可能な通信方式の開発が急務となっています。

このような背景の下、本研究グループが 5G システム向けの新しい通信方式として開発したのが UTW-OFDM 方式です。計算量の少ない「時間軸窓処理³」を用いることにより、現行の 4G システムで採用されている CP-OFDM (Cyclic Prefix-OFDM) 方式⁴と比べ、帯域外不要輻射を 1000 分の 1 以下に削減することが可能な方式として注目を集めています。しかし、この方式をリアルタイムで動作させる実システムの構築ができておらず、その実現可能性について更なる研究開発が必要になっていました。

¹ Universal Time-domain Windowed Orthogonal Frequency Division Multiplexing (ユニバーサル時間軸窓直交周波数分割多重) 方式。従来の CP-OFDM 方式において、帯域の利用効率劣化につながる帯域外不要輻射の発生原因である、隣接シンボル間の不連続性を長大な時間軸窓で波形整形することで、強力に抑圧する方式。フィルタを用いた抑圧手法は畳み込み処理が必要になるが、UTW-OFDM 方式では乗算処理のみで実現できるため、計算量が非常に小さい。また、受信側は従来の CP-OFDM 方式のアーキテクチャがそのまま利用可能なため、従来システムとの親和性が非常に高い。

² 無線周波数の利用効率劣化の要因となる割り当てチャンネル帯域外への漏洩電力。

³ 現行 CP-OFDM 方式において高い帯域外輻射を発生させる原因となる、隣接シンボル間の不連続性を平滑化する処理。フィルタの畳み込み処理と違い、乗算器 1 つで実現できるため非常に小さい計算量で実現できる。

⁴ Cyclic Prefix Orthogonal Frequency Division Multiplexing (サイクリックプレフィックス直交周波数分割多重) 方式。マルチキャリア伝送方式の一つで、マルチパスフェージングに対する耐性があり、現行の 4G システム (LTE/LTE-Advanced) のダウンリンク、無線 LAN システムなどに採用されている。

2. 研究成果

今回、現行 LTE/LTE-Advanced システムに対応したリアルタイム波形整形処理装置を開発し、実際の LTE システムにおける送信信号の UTW-OFDM 方式化に世界で初めて成功しました[図 1]。さらに UTW-OFDM 方式を導入した LTE システムの評価を実施し、従来の LTE システムのスループット（通信速度）を劣化させることなく、帯域外不要輻射を約 20 dB（約 100 倍）抑圧することに成功しました[図 2-3]。

本実証実験により、現行の 4G システム LTE/LTE-Advanced で問題となる帯域外輻射を、簡単な信号処理の追加のみで大幅に抑圧できることが実証され、移動通信に適した周波数（6 GHz 以下）において、これまで以上に高密度な周波数利用や、5G が目指す超多数端末の同時接続やチャネルあたりの通信速度の向上が期待できます。また、UTW-OFDM 方式は簡単な信号処理の追加のみで実現可能なため、現行の 4G システムから 5G システムへのスムーズな移行も期待できます。

3. 波及効果、今後の予定

今回成功した LTE ダウンリンクにおける UTW-OFDM 方式の実証実験結果について、2017 年 5 月 26 日に東京ビッグサイト（ワイヤレス・テクノロジー・パーク(WTP)2017 会場内）で行われる「電子情報通信学会スマート無線(SR)研究会」にて、研究発表および技術展示を行います。

4. 研究プロジェクトについて

本研究成果の一部は、総務省から受託した「電波資源拡大のための研究開発」によって実施しました。

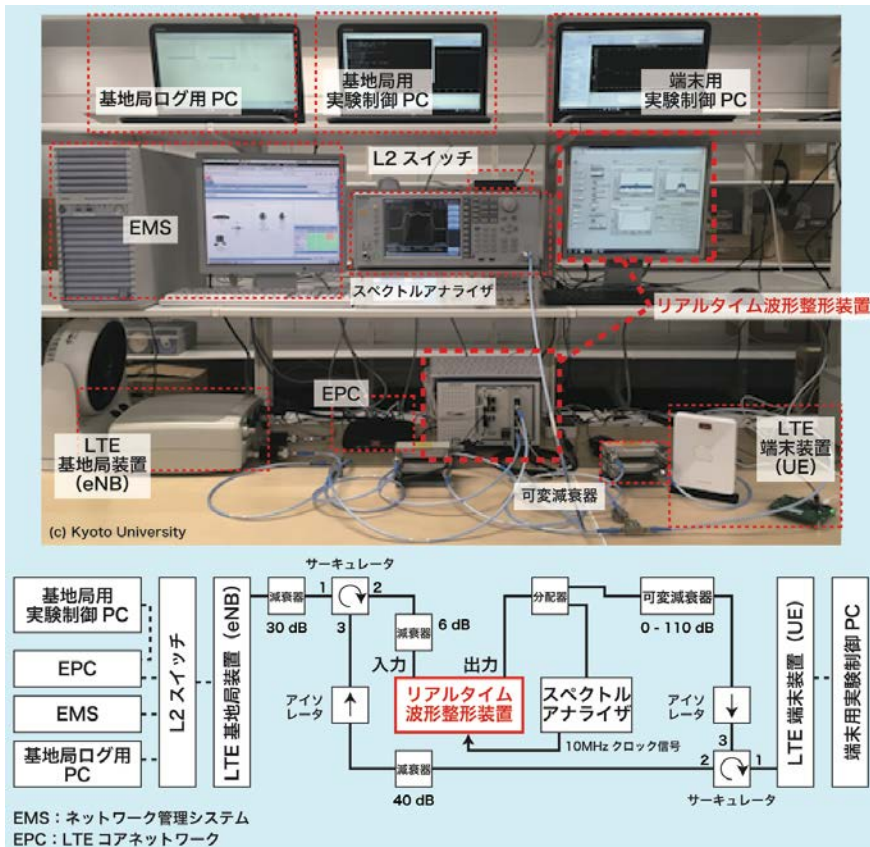


図 1 : リアルタイム波形整形装置を用いて UTW-OFDM 方式を導入した LTE ダウンリンクシステム実機評価系

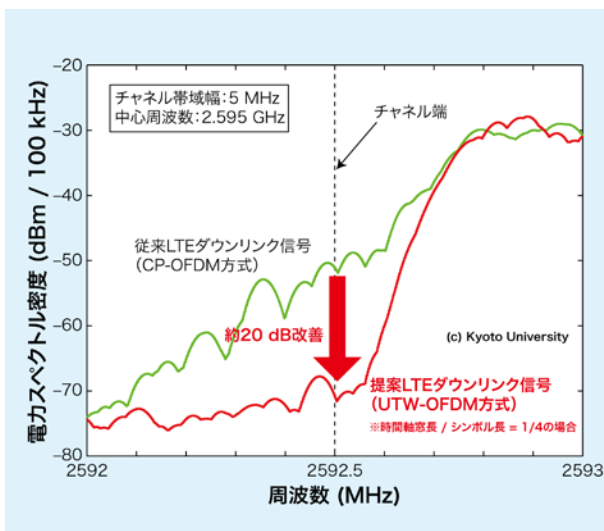


図 2 : UTW-OFDM 方式を導入した LTE ダウンリンクシステムの実験結果 (送信スペクトル測定結果)

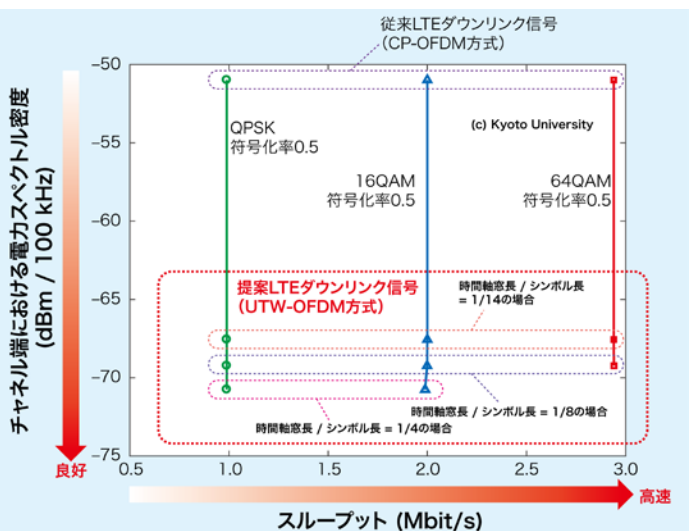


図 3 : UTW-OFDM 方式を導入した LTE ダウンリンクシステムの実験結果 (スループット特性と不要帯域外輻射との関係)