

ストリートセルにおける実測定に基づく電波伝搬解析およびモデル化に関する研究

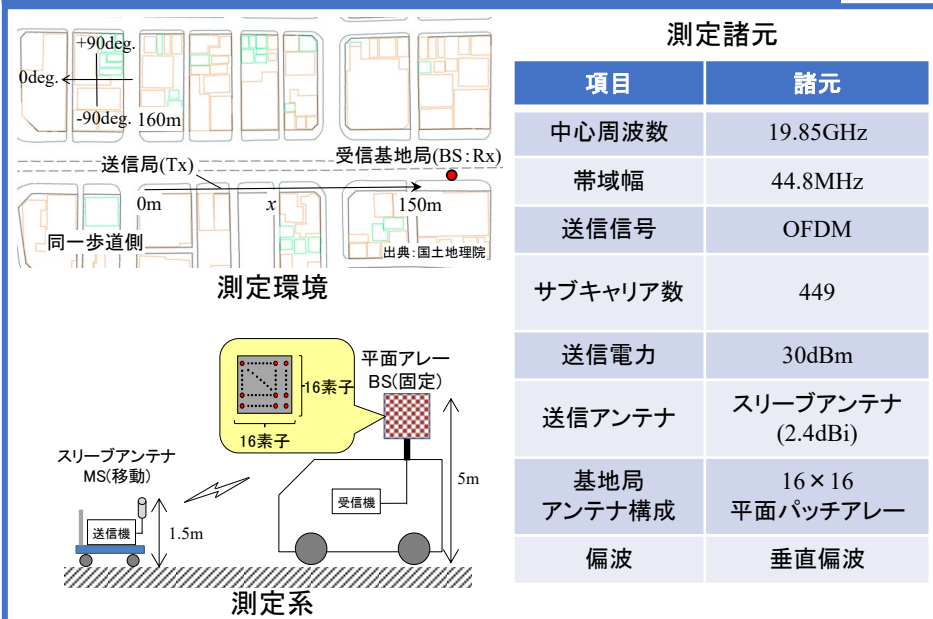


Abstract

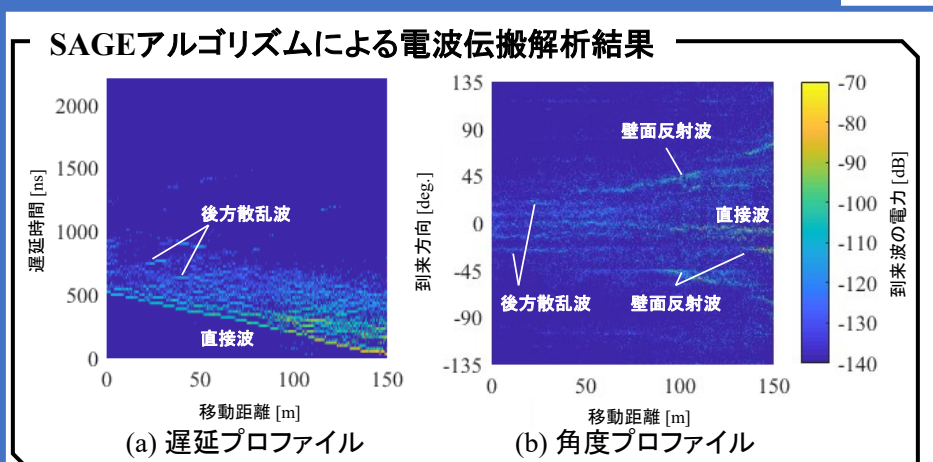
第5世代移動通信システム(5G)では、高速・大容量通信の実現のために低基地局アンテナを利用したsmallセルが導入される。smallセルの主要な設置環境は市街地環境であり、反射・回折波により複数の伝搬路が形成されるマルチパス伝搬環境となる。また、通信可能な範囲は道路に沿った形となる**ストリートセル**となる。5Gでは、基地局とユーザの両方に複数のアンテナを設け、複数の伝送路を利用して高速通信を実現するMassive MIMO(Multiple Input Multiple Output)技術が用いられる。Massive MIMOの性能評価のためには、**実際の伝搬構造の明確化やモデル化が重要**となる。

本研究では、5Gで想定される市街地ストリートセル環境の電波伝搬解析を行い、**Massive MIMO評価のための簡易な電波伝搬モデルを提案**する。また、その有効性を測定結果との比較により明らかにする。

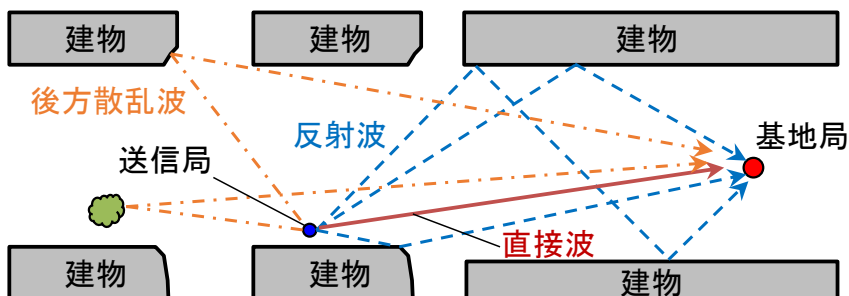
1. 電波伝搬解析の測定環境と諸元



2. ストリートセルにおける電波伝搬



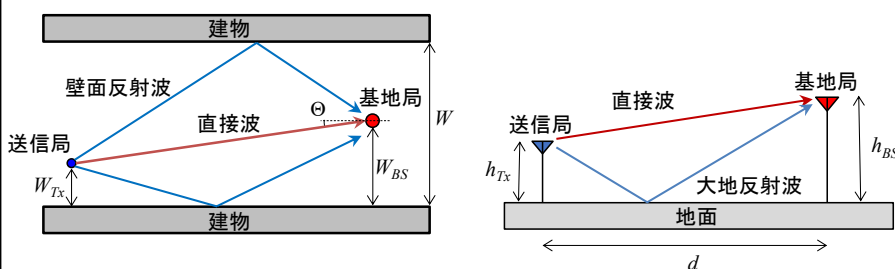
ストリートセルにおける伝搬路の模式図



- 支配的な(電力の高い)伝搬路は**直接波・大地反射波・壁面反射波**
- 後方散乱波などの多数の散乱体起因する多くの伝搬路が存在

3. 提案する電波伝搬モデル

支配的な伝搬路成分

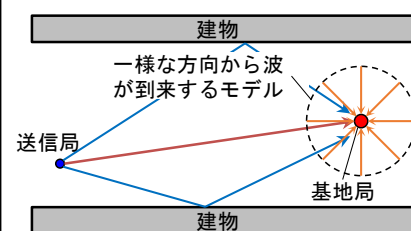


提案モデルの構成パラメータ

d [m]	送受信間距離
W [m]	道路幅
W_{Tx} [m]	送信局と近い建物間の距離
W_{Rx} [m]	基地局と近い建物間の距離
h_{Tx} [m]	送信局の高さ
h_{Rx} [m]	基地局の高さ
Θ [rad.]	基地局を基準とした送信局の位置角度

- ストリートセルを建物と道路から構成されるモデルへと変換
- 支配的な伝搬路の伝搬路情報(電力・遅延時間・到来角度)を幾何学的に算出
→閉形式で表現可能なため簡易に求められる

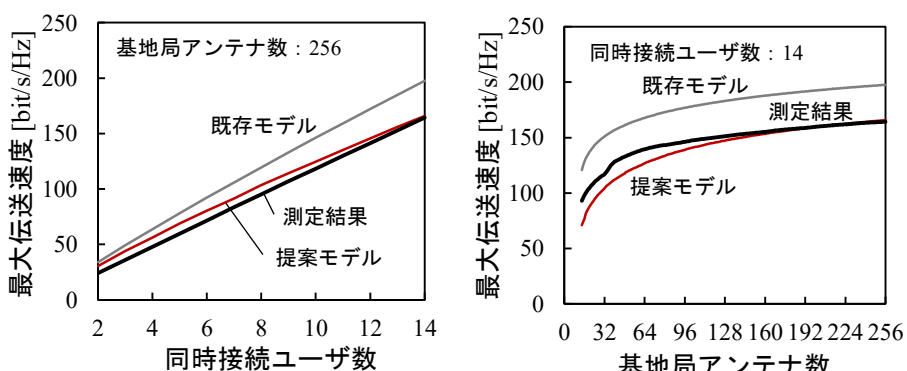
散乱波成分



- 支配的な伝搬路に対し一様な方向から波が到来するモデルを重畳(一様分布モデルは計算量小)
- 重畳する割合は電波伝搬解析結果から得られた推定式を利用

4. 提案モデルの有効性評価

ストリートセル上に多数のユーザを配置した時の伝送速度による評価



(a) 同時接続ユーザ数を変化

(b) 基地局アンテナ数を変化

- 既存モデル(一様分布のみ)は測定結果よりも高い伝送速度を算出⇒伝搬モデルが不適切
- 提案モデルは**同時接続ユーザ数・基地局アンテナ数が多い場合**測定結果と**同等の伝送速度**を算出

➤ 提案モデルは**ストリートセル環境のMassive MIMOに有効**

まとめ

市街地ストリートセル環境の支配的な伝搬路である直接波と壁面反射波、大地反射波を考慮した**Massive MIMO基地局向けの電波伝搬モデル**を提案した。提案モデルは、地図などから簡易に取得可能なパラメータから構成され、かつ、伝搬路情報(電力・遅延時間・到来角度)を算出する式も閉形式で表されており、モデル構成・計算時間の2つの観点で簡易である。提案モデルを用いたMassive MIMOの性能を評価した結果、基地局アンテナ数・ユーザ数が多い場合に、測定結果と同等の性能を得られることを確認した。以上より、提案モデルを用いることにより、**ストリートセル環境に設置されるMassive MIMOを簡易に評価**できることを示した。