

市街地環境におけるミリ波帯を用いた移動通信システムの電波伝搬解析に関する研究

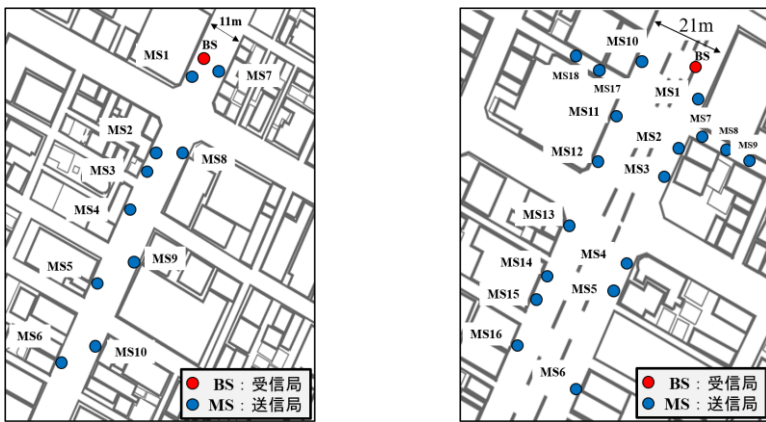


Abstract

第6世代移動通信システム(6G)では、高速かつ大容量な通信を実現するために市街地環境において高周波数帯を利用したCell-Free Massive MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)技術の導入が検討されている。市街地環境では、反射・回折・散乱波により**マルチパス環境**が形成される。市街地環境下で高品質な通信を行うためには、電波伝搬特性の解明が重要である。

本研究では、市街地環境で測定された実データを用いて電波伝搬解析を行い、ミリ波帯の伝搬特性(伝搬遅延特性, 到来角度特性)の解明を行う。また、伝搬特性に影響を与える要因の明確化を行う。

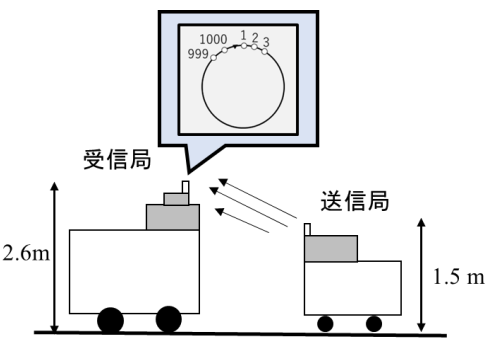
1. 測定環境



(a) エリア1(八丁堀) (b) エリア2(茅場町駅)
通り沿いにビルが建ち並ぶ市街地環境

2. 測定系・測定諸元

回転走査により
仮想的に円形アレーを形成

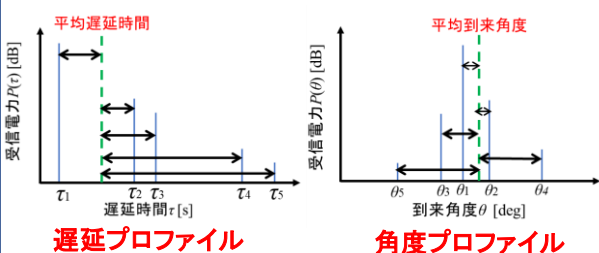


測定系

測定諸元

項目	諸元
中心周波数	67.25 GHz
帯域	2GHz
送信信号	OFDM
送信アンテナ	モノポール
送信アンテナ高	1.5m
受信アンテナ	モノポール
受信アンテナ高	2.6m

3. 電波伝搬特性および評価指標



遅延スプレッド

$$\sigma_\tau = \sqrt{\frac{\sum \{(\tau_i - \mu_\tau)^2 P(\tau_i)\}}{\sum P(\tau_i)}}$$

角度スプレッド

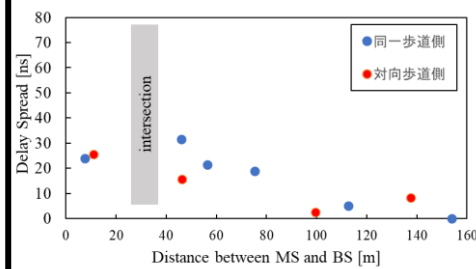
$$\sigma_\theta = \sqrt{\frac{\sum \{(\theta_i - \mu_\theta)^2 P(\theta_i)\}}{\sum P(\theta_i)}}$$

遅延時間・到来角度のばらつき(標準偏差)を評価

➤ 遅延・角度スプレッド

4. 市街地環境における電波伝搬特性

エリア1(八丁堀)



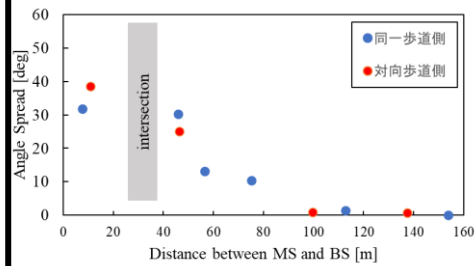
遅延スプレッド・角度スプレッドともに送受信間距離が長くなるにつれて**減少**する傾向

交差点付近のスプレッド:**大**

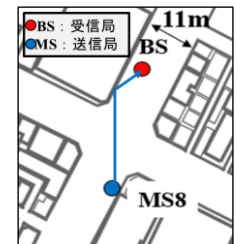


周辺の建物や車両・人等の移動物体で**反射・回折**

遅延スプレッド

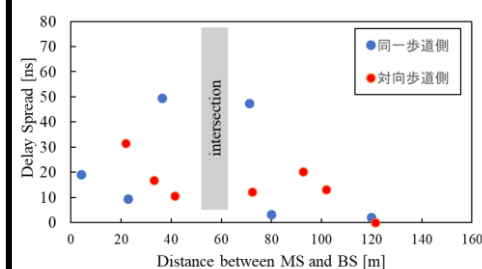


角度スプレッド



交差点付近のパスの模式図

エリア2(茅場町駅)



遅延スプレッド・角度スプレッドともに**不規則に変動**



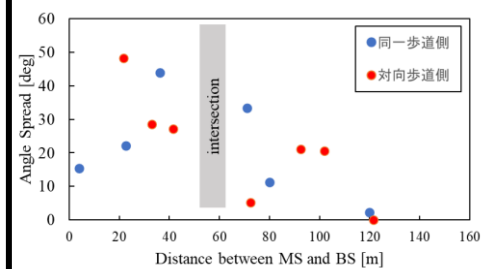
道路幅や**交通量**が影響していると考えられる

交差点付近のスプレッド:**大**

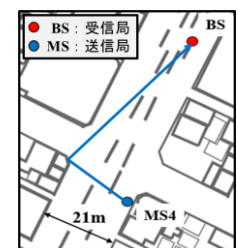


周辺の建物や車両、人等の移動物体で**反射・回折**

遅延スプレッド



角度スプレッド



交差点付近のパスの模式図

送受信間距離および周辺の建物や移動物体による**反射・回折**が伝搬特性に影響を与える

5. まとめ

本研究では、実測定データに基づき、市街地環境におけるミリ波帯の電波伝搬特性の解明を行った。エリア1では、送受信間距離が長くなるにつれてスプレッドが**減少**する傾向が確認された。エリア2では、見通し内環境、見通し外環境ともに、スプレッドが不規則に**変動**しているため、明確な距離特性は確認されなかった。また、見通し外環境の方が、スプレッドの測定回数間のばらつきが小さい傾向が確認された。

さらに、送受信間距離および周辺の建物、車両、人等の移動物体による反射、回折が伝搬特性に影響を与える要因であることを示した。