

次世代移動通信システムに向けた ミリ波帯の電波伝搬解析に関する研究



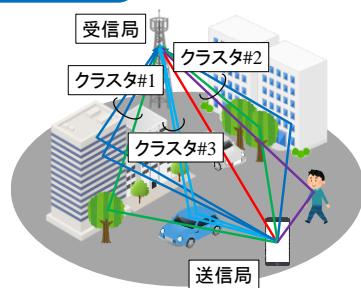
Abstract

次世代移動通信システム(Beyond 5G / 6G)では、**超高速・大容量通信**を実現するために、**ミリ波**や**サブミリ波**などの高周波数帯の電波の利用が検討されている。しかし、高周波数帯の電波は**直進性が非常に強く**、**伝搬損失が大きい**ため、新しい周波数帯を使うためには、**電波伝搬特性**を明らかにする必要がある。また、高周波数帯の電波は、送信局から送信された電波が**遅延時間**や**到来角度的**にいくつかの塊(**クラスタ**)として受信局に到来する。そのため、到来した電波(到来波)全体の電波伝搬特性に加えて、各クラスタの電波伝搬特性(**クラスタ特性**)を明らかにする必要がある。

本研究では、クラスタ特性解析において重要な**到来波クラスタリング手法**の提案および提案法を用いた**ミリ波帯のクラスタ特性の解析**を行う。

1. 高周波数帯の電波伝搬

高周波数帯の電波は
帯域幅が**広く**、**伝送速度が速い**
↓
到来波間の**僅かな遅延差**が
通信品質に**大きく影響**
↓
到来波を**時空間的にクラスタリング**し
クラスタ特性を解析する必要



2. 提案するクラスタリング手法

K-Power Means法(従来法)

➢ **Multi-path Component Distance (MCD)**に基づき
到来波を**遅延時間・到来角度的にクラスタリング**する手法

◆ MCDの定義式

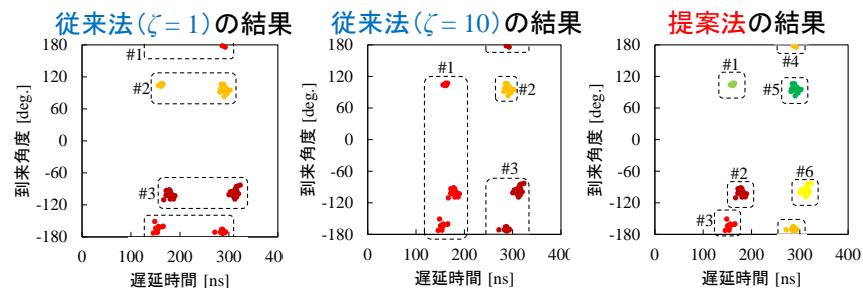
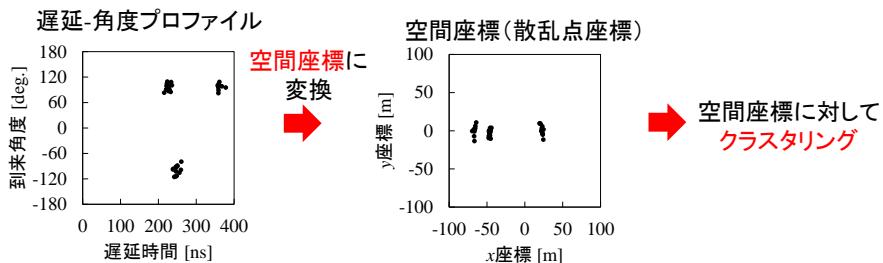
$$MCD = \sqrt{\left(\zeta \cdot \frac{MCD_{TOA}}{\Delta\tau}\right)^2 + \left\| \frac{MCD_{AOA}}{\Delta\theta} \right\|_2^2} \quad (\zeta: \text{遅延時間のスケール})$$

クラスタリング性能が係数 ζ に**依存する**(遅延時間・到来角度に**偏る**)

空間座標型K-Power Means法(提案法)

➢ 到来波の遅延時間・到来角度を**空間座標(散乱点座標)**に変換し
ユークリッド距離に基づき到来波を**クラスタリング**する手法

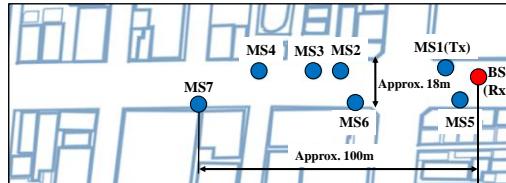
提案法によるクラスタリングのイメージ



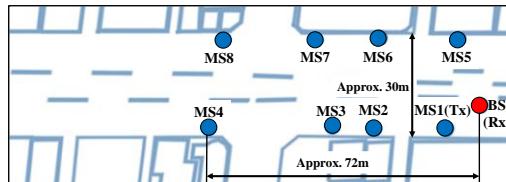
クラスタリング性能が係数 ζ に**依存しない**(遅延時間・到来角度に**偏らない**)

3. 実測定環境

測定エリア



(a) エリア1



(b) エリア2

測定諸元

項目	諸元
中心周波数	67.25 GHz
帯域幅	2 GHz
送信信号	OFDM
送信電力	14 dBm
送信アンテナ	モノポール (2 dBi)
送信アンテナ高	1.5 m
受信アンテナ	モノポール (2 dBi)
受信アンテナ高	2.6 m

4. ミリ波帯のクラスタ特性

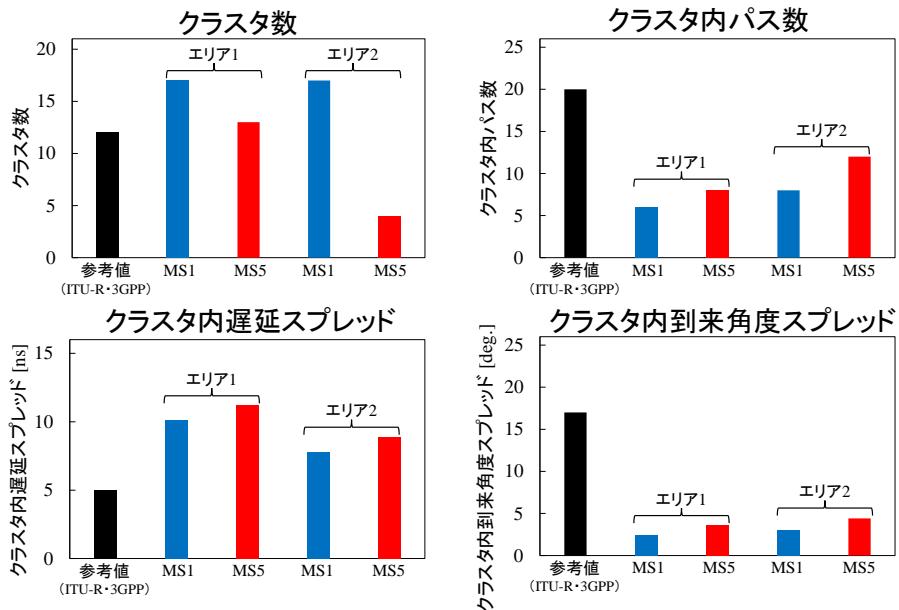
➢ 実測定結果と参考値(ITU-R・3GPP)[1][2]を**比較**することにより
ミリ波帯のクラスタ特性を評価

クラスタ特性の参考値

クラスタ数	12
クラスタ内パス数	20
クラスタ内遅延スプレッド	5 ns
クラスタ内到来角度スプレッド	17 deg.

参考値の解析諸元

項目	諸元
搬送波周波数	30 GHz
基地局高	10 m
端末高	1.5 m
送受信間距離	10 m



実測定結果と参考値のクラスタ特性が**大きく異なる**

実測定と参考値の**環境(エリア・周波数・アンテナ高など)**が異なる影響
➢ ミリ波帯のクラスタ特性は**測定・解析環境に依存**

[1] Rep. ITU-R M.2412-0
[2] 3GPP TR 38.901 v18.0.0

まとめ

本研究では、**空間座標(散乱点座標)**に基づく**到来波クラスタリング手法**を提案し、提案法を用いた実測定データに基づくミリ波帯のクラスタ特性の解析を行った。提案法は、到来波の遅延時間および到来角度を**空間座標**に変換し、**ユークリッド距離**に基づきクラスタリングを行うため、従来法に比べて**遅延時間や到来角度に対する偏りが小さい**クラスタリング手法であることを示した。また、ミリ波帯のクラスタ特性の解析・評価結果より、**測定・解析環境に依存する特性**であることを示した。