

令和3年度研究開発成果概要書

採択番号 02701

研究開発課題名 テラヘルツ帯チャンネルサウンディング及び時空間チャンネルモデリング技術の開発

(1) 研究開発の目的

5G以降(Beyond 5G)のモバイルネットワークにおいては、超高速データレートと超低遅延の需要は一段と高まることが予想され、5Gよりさらに10倍以上の100 Gbpsに及び超高速データレートの実現が必要となる見込みである。本研究開発では、数～数十 GHzの大きなチャンネル帯域幅の使用が可能な100 GHzを超えたテラヘルツ帯(100 GHz～10 THz)の開拓に注目して、移動接続応用に向けて300 GHzテラヘルツ帯における電波伝搬測定技術及び伝搬チャンネルモデルの開発を行い、新たな超高速無線伝送システム的设计・開発及び評価に広く資することを目的とする。

(2) 研究開発期間

令和3年度から令和5年度(3年間)

(3) 受託者

国立大学法人新潟大学<代表研究者>

国立大学法人東京工業大学

(4) 研究開発予算(契約額)

令和3年度から令和4年度までの総額141百万円(令和3年度52百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目1 高分解能時空間特性の測定及びチャンネルモデリング技術の開発

研究開発項目1-a) 高分解能時空間特性の測定技術の開発 (国立大学法人新潟大学)

研究開発項目1-b) 時空間チャンネルモデリング技術の開発 (国立大学法人新潟大学)

研究開発項目2 動的特性の測定及びチャンネルモデリング技術の開発

研究開発項目2-a) 動的特性の測定技術の開発 (国立大学法人東京工業大学)

研究開発項目2-b) 動的チャンネルモデリング技術の開発 (国立大学法人東京工業大学)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計(件)	当該年度(件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	1	1
	その他研究発表	3	3
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1 高分解能時空間特性の測定及びチャンネルモデリング技術の開発

研究開発項目 1-a) 高分解能時空間特性の測定技術の開発 (国立大学法人新潟大学)

① 伝搬チャンネル測定系(チャンネルサウンダ)の構築

市販の測定器(超広帯域信号発生器及びデジタイザ)とハーモニックミキサーを用いたアップ・ダウンコンバータ、バンドパスフィルタ・パワーアンプなどテラヘルツコンポーネントを組み合わせてチャンネルサウンダを構築する。今年度は、信号帯域幅 8GHz を達成するためのベースバンド及び IF 部の構築を完了した。また、信号処理利得を 40 dB 以上向上させることにより通信距離の確保手法を計算機シミュレーションで確立した。

② チャンネルサウンダで測定されたデータの Post-processing 手法の開発

テラヘルツ帯測定系により取得した多次元電力スペクトルから多重波パラメータを求める信号処理手法を確立した。電力スペクトルを用いることから、長時間測定により生じるスナッチショット間位相ドリフトが大きいテラヘルツ帯測定において有効であると考えられる。

研究開発項目 2 動的特性の測定及びチャンネルモデリング技術の開発

研究開発項目 2-a) 動的特性の測定技術の開発 (国立大学法人東京工業大学)

① 中間周波帯(ミリ波帯)における動的伝搬チャンネルと移動体の同時測定系の構築

自作のレーザトリガを使用し、中間周波帯(ミリ波帯)における動的特性を測定するチャンネルサウンダと移動物体の幾何形状を測定するモーションキャプチャの時刻同期測定系を構築した。画像のフレーム間隔のオーダで同期が正確であることを確認した。

研究開発項目 2-b) 動的チャンネルモデリング技術の開発 (国立大学法人東京工業大学)

② 電磁界シミュレーションを併用した動的チャンネルモデルの構築:シミュレーション手法の検討

2次元の任意形状を有する完全導体による遮蔽効果を正確かつ高速に計算できる鏡像キルヒホッフ近似(MKA)を開発した。従来のキルヒホッフ近似(KA)に境界条件としての鏡面反射を考慮し、多数の等価波源面で繰り返し計算を行うことで、任意形状導体の前方散乱を計算することが可能となった。精度と計算量に影響する空間領域間隔、角度スペクトル領域間隔、窓関数など高速フーリエ変換(FFT)のパラメータの設計法を示し、高い計算精度を保ちながら準解析的手法である一様回折理論(UTD)よりも高速に前方散乱波が計算可能であることを示した。

(8) 今後の研究開発計画

研究開発項目 1 高分解能時空間特性の測定及びチャンネルモデリング技術の開発

研究開発項目 1-a) 高分解能時空間特性の測定技術の開発 (国立大学法人新潟大学)

① 伝搬チャンネル測定系(チャンネルサウンダ)の構築:

R3の開発システムにRF部を組み合わせて測定系を完成する。

② チャンネルサウンダで測定されたデータの Post-processing 手法の開発

評価測定により信号処理手法を完成する。

研究開発項目 1-b) 時空間チャンネルモデリング技術の開発 (国立大学法人新潟大学)

① Beyond 5G 利用シナリオにおける伝搬チャンネル特性の測定

本研究開発では、屋内においては会議室やオフィス、エントランスホール環境などを、屋外においては広場やストリート環境などを測定対象としてモデル化を行う。

② 準決定論的ハイブリッドチャンネルモデルの構築

空間伝送技術・アンテナ指向性制御等の通信方式評価のために、ミリ波帯チャンネルモデルで用いられている準決定論的ハイブリッドチャンネルモデル(例えば、3GPP Map-based hybrid モデルや IEEE 802.11ay Q-D チャンネルモデル)と互換性を持たせたチャンネルモデルを開発する。

研究開発項目 2 動的特性の測定及びチャンネルモデリング技術の開発

研究開発項目 2-a) 動的特性の測定技術の開発 (国立大学法人東京工業大学)

- ① 動的伝搬チャンネルと移動物体の同時測定系の構築：RF 部を含めた同時測定系の完成
R3 に構築した中間周波帯で動作するシステムに周波数変換器を追加し、正弦波信号(CW)で動的特性を測定する 300 GHz 帯のチャンネルサウンダを構成する。
- ② チャンネルサウンダとモーションキャプチャで同時測定されたデータの Post-processing 手法の開発：時刻同期を行う測定系と人体ソリッドモデルの構築
R3 に構築した同時測定系を用いて、複数フレームの深度画像からトリガ時刻とフレーム時刻の関係をより詳細に求める方法を検討する。また、モーションキャプチャ出力により人体の 3 次元幾何学モデルを構築する手法を確立する。

研究開発項目 2-b) 動的チャンネルモデリング技術の開発 (国立大学法人東京工業大学)

- ① Beyond 5G 利用シナリオにおける伝搬チャンネル特性の測定：10 m 未満の屋内固定リンクに対する人体の動的遮蔽特性の測定
研究開発項目 2-a) で構築したチャンネルサウンダとモーションキャプチャの同時測定系を用いて、移動する人体による近距離見通し伝搬路の遮蔽の時変動特性を、送受信アンテナ間の距離、被験者、遮蔽する部位、衣類の種類などをパラメータとして測定を行い、チャンネルモデルとしてデータを整理する。
- ② 電磁界シミュレーションを併用した動的チャンネルモデルの構築：シミュレーション手法と電気定数モデル化の検討
動的チャンネルモデルの構築のための電磁界シミュレーション技術を確立し、これを用いてより柔軟な動的チャンネルモデルを構築する。
- ③ 遮蔽軽減技術を導入した動的チャンネルモデルの構築：反射板のシミュレーションモデル構築
② で構築した電磁界シミュレーション技術に、smart reflector での散乱の電磁界シミュレーションを行う手法を追加導入してモデルを拡張し、動的なカバレッジ拡大を含めたチャンネルモデルを構築する。