

令和 4 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 4 年度 90 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	3	2
	その他研究発表	17	14
	標準化提案・採択	3	3
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	1	1

(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：RF 部を含めて完成

市販の測定器と部品を組み合わせることでチャンネルサウンダの構築を完了した。300GHz 帯において信号帯域幅 8GHz・ダイナミックレンジ 70dB を達成し、約 100m 程度の距離までの電波伝搬測定を可能とした。信越総合通信局において特定実験試験局免許を取得した。

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

指向性アンテナ走査測定方式への適用することを想定して昨年度まで電力スペクトルベースのアルゴリズムを開発した。今年度は、実測データを用いて開発した手法を検証し、多重波成分のクラスタリングを含めた Post-processing 手法を確立した。

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

開発した測定系を用いて、会議室やオフィス、廊下など屋内環境での測定を実施した。得られた測定データから、伝搬パラメータを抽出し、IEEE 802.15 委員会などに入力した。また、屋内インテリア壁面材において表面の粗さにより拡散散乱の影響を評価した。

② 準決定論的ハイブリッドチャンネルモデルの構築

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と互換性を意識して、幾何光学法を用いて決定論的に求めた支配的な正規反射経路と実測データとの比較を行い、準決定論的モデルの構成法を検討した。

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

外部共用トリガを用いて動的伝搬特性を測定する 300GHz 帯 CW 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。チャンネルサウンダは関東総合通信局において特定実験試験局免許を取得した。時刻同期は画像のフレーム間隔のオーダで正確であると確認した。

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

①で構築した同時測定系により取得した動的チャンネル応答と複数フレームの時刻付深度画像を用いて、チャンネル応答と同期した人体の 3 次元幾何モデルを構築した。

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)

① 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

物体による遮蔽効果を正確に計算できる多重キルヒホッフ近似 (MKA) を 3 次元物体の散乱・遮蔽問題に拡張した。誘電体球による遮蔽における明領域から影領域への遷移において、厳密解とほぼ一致する高い計算精度を実現することを示した。

また、THz 帯における衣類の表面散乱特性に関し文献調査を行った。

② 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

smart reflector の散乱特性評価法に関する文献調査を行い、エネルギー関係を考慮した散乱の電磁界シミュレーションを行う手法を特定した。

(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:

令和4年度まで開発したシステムを拡張し、150 GHz・300 GHzの二周波数同時測定に対応するシステムを構築する。

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

広場やストリート環境など主に屋外環境(送受信間距離 30m 程度)を測定対象として電波伝搬測定と伝搬パラメータ抽出を行う。

② 準決定論的ハイブリッドチャンネルモデルの構築

屋内環境と同様に、屋外移動通信環境における決定論的成分と確率的成分の構築法を検討し、準決定論的ハイブリッドチャンネルモデルを構築する。

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)

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

令和4年度に実施完了。

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:実験条件を多様化した人体の動的遮蔽の測定

研究開発項目 2-a)で構築した同時測定系を用いて、移動する人体による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と高さのオフセット、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

令和4年度の検討に基づき、より高速な計算を目指す。併せて、衣類を含む人体表面の微細形状および電気定数変化のモデル化手法を確立する。

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

令和4年度に検討した反射板の電磁界シミュレーション技術を使用し、動的な遮蔽に対するカバレッジ拡大を念頭に置いた反射板の配置・位相制御の設計手法を構築する。