

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆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
- ◆受託者 国立大学法人新潟大学、国立大学法人東京工業大学
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和5年度 (3年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和3年度から令和5年度までの総額217百万円 (令和5年度77百万円)

2. 研究開発の目標

令和4年までに、テラヘルツ帯高分解能時空間特性及び動的特性の測定のためのシステム構築及び信号処理手法を開発するとともに、約10m範囲の屋内シナリオにおける伝搬チャンネルモデルの構築を行う。令和5年までに、測定系の拡張により約30m範囲の屋外シナリオへ適用範囲を広げて、様々な移動接続シナリオにおける伝搬チャンネルモデルの構築を行うとともに、伝搬チャンネルモデルの国際標準化を行う。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1: 高分解能時空間特性

【移動接続シナリオ】

テラヘルツ帯**高分解能時空間**チャンネルモデルの開発
ペンシルビームフォーミングやウルトラ超多素子MIMOによる超高速伝送システムの評価

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

1-① 伝搬チャンネル測定系 (チャンネルサウンダ) の構築
市販の測定器とコンポーネントを組み合わせて154GHz及び300GHzにおいて信号帯域幅8GHzを有し約100mまで測定可能なチャンネルサウンダを開発。

1-② Post-processing手法の開発
電カスペクトルを用いて長時間測定により生じるスナップ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な信号処理手法を確立。

2-① Beyond 5G利用シナリオにおける伝搬チャンネル特性の測定
会議室・廊下・オフィスなどの屋内環境や広場環境において測定キャンペーンを実施し、電波伝搬特性を調査。国際標準化にインプット。

2-② 準決定論的ハイブリッドチャンネルモデルの構築
環境依存の支配的な成分とメカニズム特定が困難な成分を切り分け、それぞれ決定論的と確率論的に表現するハイブリッド手法を確立。粗面散乱モデルの開発。

研究開発項目2: 動的特性

THz基地局

テラヘルツ帯**動的**チャンネルモデルの開発
動的ビーム制御、分散アンテナ、Smart reflectorなどの要素技術の評価

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

a-① 動的伝搬チャンネルと移動物体の同時測定系の構築
300 GHz帯で動的伝搬チャンネル応答を測定するチャンネルサウンダを構築。モーションキャプチャと組み合わせた同時測定系を構築。

a-② 同時測定されたデータのPost-processing手法の開発
人体3次元データから回折理論によりチャンネルの動特性を計算する方法を提案。

b-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
58 GHzおよび300 GHzにおける結果をITU-R SG3に入力。

b-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
各種の回折理論を用いた人体遮蔽の予測方法の理論的關係・適用条件整理。

b-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
エネルギー保存則を満足したRISの高速計算法を提案。2次元固定反射板を用いた任意のバレッジ設計法を提案。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	10 (7)	32 (15)	15 (11)	0 (0)	0 (0)	2 (1)

研究論文 ※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- 新潟大 “Validation of 300 GHz Channel Sounder through Indoor Multipath Measurements,” *IEICE ComEx*, Vol.X12-B, No. 6, Jun. 2023.
- 新潟大 “THz Channel Sounding and Modeling Techniques: An Overview,” *IEEE Access*, Vol. 11, Feb. 2023
- 新潟大 “Comparison of Clustering Techniques using an Indoor Measurement at 300 GHz,” *IEEE Trans. Terahertz Sci. Technol.* Vol.13, No. 6, Sept. 2023
- 新潟大 “Indoor Channel Measurement at 300 GHz and Comparison of Signal Propagation with 60 GHz,” *IEEE Access*, Vol.11, Nov 2023
- 東工大 “Low-cost Mirror Kirchhoff Approximation for Predicting Shadowing Effect,” *IEEE Access*, vol. 10, 2022
- 東工大 “Design of Parameters of Fast Fourier Transform for Three-Dimensional Split Step Parabolic Equations and Mirror Kirchhoff Approximation,” *IEEE Access*, vol. 11, 2023.
- 東工大 “Structure of the Field behind a Dielectric Circular Cylinder in the Lit Side of the Transition Region,” *Prog. Electromagn. Res. M*, vol. 116, no. 9, Apr. 2023.
- 東工大 “A uniform additional term using Fock-type integral to unify edge diffraction, creeping diffraction, and reflection in lit and shadowed regions,” *Prog. Electromagn. Res. B*, vol. 101, no. 6, Jul. 2023.
- 東工大 “Equivalence of knife-edge diffraction model and uniform geometrical theory of diffraction applying Fresnel approximation for an absorbing screen,” *Electron. Lett.*, vol. 59, no. 22, Nov. 2023
- 東工大 “UTD-type Solution of Physical Optics Approximation for Reconfigurable Intelligent Surface Modeled by A Continuous Planar Surface,” *IEEE Open J. Antennas Propag.*, vol. 4, Nov. 2023.

国際標準化

- ITU-R SG3: WP3Kにおいて勧告P.1411(屋外伝搬), 勧告P.1238(屋内伝搬)の450GHzまでの拡張に貢献
- IEEE 802.15 SC THz: 移動接続シナリオにおけるチャンネルモデルをインプット
- 欧州COST CA20120 INTERACT: MCM(Management Committee Meeting)に参加・成果の入力
チャンネルモデルをいち早く国際標準化にインプットし議論をリードする。また、テラヘルツ帯超高速伝送技術及び高信頼性伝送技術の確立を促進し、グローバルマーケットに向けて日本の技術力をアピールする。



5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

【研究開発項目1】

THz波を移動接続応用へ活用するために、THz波多重波伝搬の測定技術の開発、伝搬特性の解明、モデリング手法の確立などを行い、THz波の限界や可能性を明らかにした。国際標準化において電波伝搬モデルを入力し、THz波の使い方のガイドラインを提供した。次のステップとして、本研究の成果に基づき、テラヘルツ波通信のエリア設計技術及び拡張技術の確立へ展開する。また、WRCの結果をうけ、24GHz～300GHzと広い周波数範囲の活用法を検討する。

【研究開発項目2】

テラヘルツ波を移動接続応用に活用するために、動的伝搬チャンネルと移動物体の同時測定技術の構築、人体形状を用いた遮蔽特性の予測手法の確立、遮蔽軽減のための反射板設計手法の開発などを行い、テラヘルツ波によるロバストな通信の実現に向けた基盤技術を整備した。また、ITU-R WP3Kに人体による電波遮蔽特性の予測方法を入力した。引き続き勧告化に向けて検討を深める。また反射板設計手法の開発を継続し、固定反射板だけでなくRISにも対応する。