

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 : テラヘルツ帯を用いたBeyond 5G 超高速大容量通信を実現する無線通信技術の研究開発(研究開発項目2および研究開発項目3)
- ◆副題 : テラヘルツ帯通信の高密度化・長距離化に関する研究開発
- ◆受託者 : (学)早稲田大学、日本電信電話(株)、(国研)宇宙航空研究開発機構、三菱電機(株)
- ◆研究開発期間 : 令和3年度～令和6年度(4年間)
- ◆研究開発予算 : 令和3年度から令和5年度までの総額1,620百万円(令和5年度420百万円)

2. 研究開発の目標

2030年までの実用化を目指して、多数のユーザが集まった環境(スタジアム、航空機内等)におけるテラヘルツ大容量通信と、テラヘルツ帯を用いる地上局と成層圏(11～16km)に滞在するNTN プラットホーム間のフィーダーリンクを実現するための要素技術を確立する。

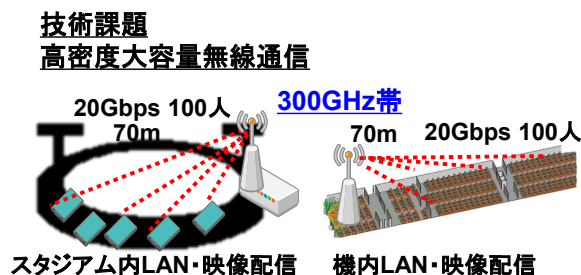
3. 研究開発の成果

研究開発目標

研究開発成果

研究開発項目2: テラヘルツ帯を用いた限定エリア内無線システムの研究開発

300GHz帯のテラヘルツ帯を用いて、距離70mに対して、最大100人のユーザに圧縮した8K映像を伝送する20Gbpsの高密度大容量無線システムを実現する。この目標を実現するアンテナ、デバイス、中間周波数処理部、ベースバンド部の技術確立および実証を行う。



研究開発成果2-a) MIMO機能を有する高利得アンテナ制御技術の研究開発

300GHz帯4x4素子4ポートの円偏波アンテナを試作し利得10dBiを確認、4ポートの合波で利得16dBiの達成見込を確認

研究開発成果2-b) 300GHz帯フロントエンド部の研究開発

- ①ゲート構造微細化新規HEMTを試作し、ゲート幅44nm化により f_{max} が約100GHz向上。設計高精度化に向けNF評価系構築。アンテナ接続性を考慮してモジュールを小型化
- ②300GHzRF部についてデバイス組込時のダイナミックレンジ低下要因であるスプリアスの迷走問題を解決。4x4ストリーム送信と4x2ストリーム送受のRFモジュールを試作

研究開発成果2-c) ベースバンド部の研究開発

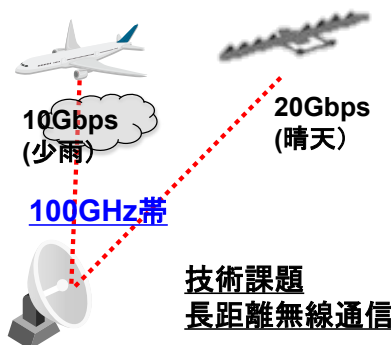
OFDMベースバンド部の改良(短フレーム化・低PAPR化・パイロット等化)でSNR 4dB改善。誤り訂正部の実装を完了。2x2 MIMOのシミュレーション評価と課題抽出を完了

研究開発成果2-d) 統合伝送実験

改良したOFDM伝送系を電波暗室で評価し、放射角度24°のビームフォーミングとQPSKで12m、16-QAMで8m(いずれも誤り訂正なし)のリアルタイム伝送を確認した

研究開発項目3: テラヘルツ帯を用いた地上～NTN プラットホーム間フィーダーリンクシステムの研究開発

100GHz帯を用いて、高度16kmの成層圏との20Gbps以上の長距離大容量無線通信を実現する。また、天候の影響を低減し、少雨時でも10Gbpsを確保するシステムを確立する。この目標を実現するアンテナ、デバイス、中間周波数処理部、ベースバンド部の技術確立および実証を行う。



研究開発成果3-a) 高利得リフレクトアレイアンテナの研究開発

実験用航空機に搭載可能なアンテナサブシステムと0.1度以下の精度で地上局を追尾できる追尾システムの試作を完了、航空機による伝送実験に必要な追尾精度を確認した。

研究開発成果3-b) 100GHz帯フロントエンド部の研究開発

- ①100GHz帯動作増幅器の評価・改良設計、およびモジュールの基本試作・評価を実施。モジュール基本試作より、チップ端評価値で出力電力 28dBmの結果を得た
- ②3通倍方式から、100GHz帯動作増幅器を用いる方式に変更、RF部とIF部を再設計して試作を完了。広帯域変調信号におけるGaAsデバイス特有の挙動を掌握

研究開発成果3-c) ベースバンド部の研究開発

32-APSK変調方式SC-FDEベースバンド部の改良・評価と誤り訂正部の実装を完了。対向動作でドップラーシフト補正範囲±1MHz(移動速度1100km/h@100GHz相当)を達成

研究開発成果3-d) 統合伝送実験

地上局の候補選定、航空機の位置把握方法を検討し、通信距離の確保およびアンテナ追尾の課題に対して、航空機実験まで複数段階の実験計画を立案

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
4 (2)	6 (3)	5 (2)	60 (30)	11 (4)	2 (0)	3 (2)	2 (1)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) ユースケースおよび研究開発成果を積極的にPR

- ・国内学会、国際学会における研究成果の積極的なPR、300GHzアンテナ技術で表彰
- ・解説記事、基調講演、依頼公演による技術課題の潜在ユーザの発掘
- ・マイクロウェーブ展2023、早稲田大学オープンイノベーションフォーラム2023にて紹介

(2) 研究開発運営委員会を開催し、研究開発内容に対する有識者およびNICT関係者によるレビューを実施

- ・2023年度も2回開催し、対面での運営委員会では開発中のシステムの動態展示での確認も実施

(3) 標準化活動

- ・Beyond 5G推進コンソーシアムホワイトペーパー3.0版英語版別冊に300GHz帯地点間通信の成果を照会
- ・ITU-R WP5AおよびITU-R WP5Dに技術文書を寄書（NICTと共同）

(4) 社会実装に向けた活動

- ・関連技術に取り組む他課題（採択番号00301、採択番号04901）との交流
- ・RFモジュールメーカーなど社会実装の可能性のある外部関係者との情報交換を実施

5. 今後の研究開発計画

研究開発項目2

300GHz帯のテラヘルツ帯を用いて、距離70mに対して、最大100人のユーザに圧縮した8K映像を伝送する20Gbpsの高密度・大容量無線システムを実現する最終目標に向けて、令和5年度までに検討・設計・試作・改良した要素技術の統合および評価を進めていく。具体的には、MIMO機能を有する高利得アンテナおよび制御技術、300GHz帯MIMOに対応した高周波アナログフロントエンドデバイス技術、帯域幅2GHzの複数チャネル中間周波数回路技術、ベースバンド部を含めたシステム技術の各要素技術の研究開発成果を統合し、統合伝送実験を通して、最終目標の達成を目指していく。

研究開発項目3

100GHz帯を用いて、高度16kmの成層圏との20Gbps以上の長距離大容量無線通信を実現する要素技術を統合し、最終目標の達成を確認する。また、天候の影響を低減し、少雨時でも10Gbpsを確保するシステムを確立する最終目標に向けて、令和5年度までに検討・設計・試作・改良した要素技術の統合および評価を進めていく。具体的には、高利得リフレクトアレイアンテナ技術、100GHz帯高出力アナログフロントエンドデバイス技術、帯域幅2GHzの広帯域中間周波数回路技術、ベースバンド部を含めたシステム技術の各要素技術の研究開発成果を統合し、統合伝送実験を通して、最終目標の達成を目指していく。