

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4年度までの総額1,200百万円(令和4年度620百万円)

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認する。

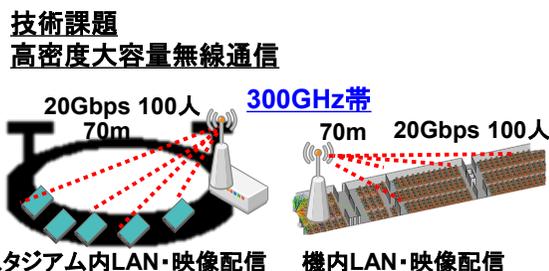
3. 研究開発の成果

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2ポートの円偏波アンテナを試作し利得13dBiを確認、2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安定供給を目指したプロセス改良を実施。HEMTの f_{max} を2割向上し、PAモジュールの出力10dBmを確認。4並列による中間目標の13dBmの達成可能性を確認
- ②2GHz以上の帯域幅をもつ中間周波数回路の基本動作を確認。アンテナのビーム試行性制御を含めて接続試験・伝送実験を実施

研究開発成果2-c) ベースバンド部の研究開発

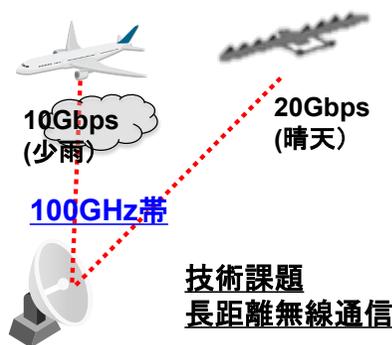
2GHz帯域幅のOFDMベースバンド部の試作・評価を完了。64QAMまで対応し、16QAM変調時に正味ビットレート5.1Gbps、周波数利用率2.55bps/Hzの基本動作を確認

研究開発成果2-d) 統合伝送実験

各研究開発項目の要素技術を結合した伝送実験を電波暗室にて実施し、中間目標「距離10mに対して正味ビットレート4Gbps」の実現性を検証し、課題抽出を実施

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

航空機に搭載可能なアンテナサブシステムと2軸アンテナ追尾機構のシステム設計を行い、反射鏡アンテナの利得47.6dBiを実測により確認

研究開発成果3-b) 100GHz帯フロントエンド部の研究開発

- ①33GHz帯GaN増幅器MMIC、および100GHz帯Ga_N3通倍器の設計・評価を完了し、飽和出力10dBmを実測で確認。また、100GHz動作増幅器の設計を行い有効性を確認
- ②フロントエンド部および広帯域中間周波数回路の試作を完了し、評価を実施。3通倍モジュールの変復調動作を確認

研究開発成果3-c) ベースバンド部の研究開発

3通倍前0.5GHz/1.0GHz帯域幅の正味ビットレート2.4Gbpsを満たす16-APSK変調方式広帯域SC-FDEベースバンド部の試作・評価を完了。接続試験で課題を抽出

研究開発成果3-d) 統合伝送実験

10m法電波暗室にて伝送実験を実施し、中間目標「距離400mで正味ビットレート2Gbps」に対する達成状況の確認と課題抽出を実施

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
2 (1)	3 (3)	3 (2)	30 (20)	5 (4)	2 (1)	1 (1)	1 (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

- ・国内学会における公開セッション
- ・国際学会における招待講演
- ・NICT主催SIG、テラヘルツシステム応用推進協議会、スペースICT推進フォーラム、Beyond 5G推進コンソーシアムなどで紹介
- ・解説記事による紹介、新聞記事でのPR
- ・マイクロウェーブ展2022にて紹介

(2) 研究開発運営員会を開催し、有識者およびNICT関係者から研究開発内容のレビューを実施

- ・2021年度2回、2022年度2回開催

(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2.0版6章に、地上～NTNの通信の伝搬情報と、300GHz帯室内伝搬の2件を掲載
- ・ITU-R M. 2376の改定(Above 100GHz) Annexに、300GHz帯室内伝搬の技術文書を寄書
- ・IEEE 802.15 会議にて300GHzWLANの計画を紹介(2022/9 および2022/11)

(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)との交流
- ・NTN通信事業者、RFモジュール業者と情報交換を実施して、研究成果の社会展開の可能性を検討

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4年度に検討・設計・試作した要素技術に対して、評価改良を進めていく。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を改良し、統合伝送試験を通して、令和6年度に設定した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の改良・評価を継続する。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4年度に検討・設計・試作した要素技術に対して、評価改良を進めていく。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を改良し、統合伝送試験を通して、令和6年度に設定した最終目標の達成を目指していく。