

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、(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(契約額) 令和3年度から令和4年度までの総額1,200百万円(令和3年度580百万円)

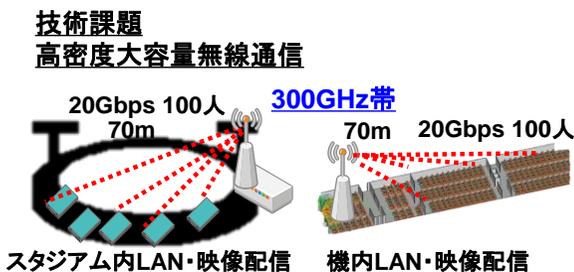
2. 研究開発の目標

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プラットフォ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

4x4素子アンテナを試作し利得10/5dBi@275GHzであることを確認した。導波管インターフェイスの接続については、基本設計を実施し、導波管の損失特性を求めた。

研究開発成果2-b) 300GHz帯フロントエンド部の研究開発

- ①フロントエンドIC向けHEMT・ICを試作・評価し300GHz帯IC動作に必要な特性実現の見込みを得た。また75~325GHzの超広帯域でNoise Figureを評価する測定環境の部材選定・構築を進めた。
- ②複数チャネル中間周波数回路に関する開発では、2GHz以上帯域幅、振幅偏差±0.3dB以内、位相偏差±3度以内の性能を実現の見通しを得た。

研究開発成果2-c) ベースバンド部の研究開発

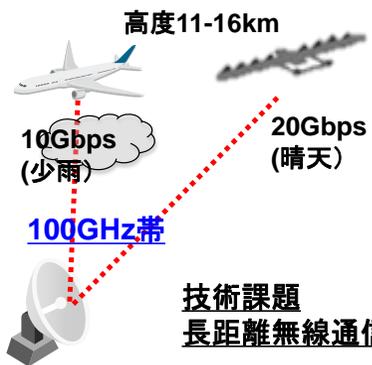
システムのハードウェア仕様を策定し装置本体の試作完了。信号処理部はOFDM-64QAMによる正味ビットレート6.6Gbps、周波数利用率3.3bps/Hzの基本設計を完了。

研究開発成果2-d) 統合伝送実験

特定実験試験局(関実第48731号)を開局し、早稲田大学小野記念講堂における屋内・屋外伝搬実験を実施した。試作した円偏波アンテナなどにおける各伝搬条件での伝搬特性の知見を得た。

研究開発項目3:テラヘルツ帯を用いた地上~NTNプラットフォ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

NTN模擬環境でのフィーダーリンク通信実験時の搭載性を考慮した高精度複合材による軽量高指向性利得反射鏡アンテナ、ポーラライザ、導波路、アンテナ追尾機構等の部分要素試作を行い、解析により40dBi以上のアンテナ利得と10dB以下のアンテナ系挿入損失の実現妥当性を確認した。

研究開発成果3-b) 100GHz帯フロントエンド部の研究開発

- ①33GHz帯30W出力GaN MMICおよび100GHz帯1W出力のGaN3通倍器の基本設計を完了した。また、微細加工プロセスGaNTランジスタ試作を実施した。
- ②広帯域中間周波数回路では、3通倍RFフロントエンドに対応し、4チャネル同時並行動作可能な構成を開発した。

研究開発成果3-c) ベースバンド部の研究開発

装置本体を試作完了した。信号処理部はSC-FDEによる正味ビットレート2.4Gbpsの基本設計を完了。さらにGaN3通倍器専用の16-APSK変調器と同変調器用DPDの基本設計を完了した。

研究開発成果3-d) 統合伝送実験

第2年度の統合伝送実験に向けた10m法暗室評価の評価系を検討した。第4年度に向けてはリンクバジェットにおける天候影響の精査、およびフィーールドや高利得アンテナの地上実験局のフェージビリティの調査結果を得た。これら調査結果に基づいて統合伝送実験の計画を策定した。

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・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
1 (1)	0 (0)	1 (1)	10 (10)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※ 成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- (1)研究開発運営委員会を開催し、有識者およびNICTから研究開発内容のレビューを実施
 - 第1回:2021年10月29日 研究開発計画に対するレビュー
 - 第2回:2022年 3月15日 2021年度の進捗に対するレビュー
- (2)ユースケースおよび研究開発成果を積極的にPR
 - ・Regional Conference on Electrical and Electronics Engineering (RC-EEE 2021) 2022/1/6
 - ・スペースICT推進フォーラム光通信技術分科会 2022/1/27
 - ・OPT(Optical Packaging Technology)公開研究会 2022/2/10
 - ・ミリ波・サブミリ波受信機ワークショップ 2022/2/21
 - ・テラヘルツシステム応用推進協議会 2022/3/1
 - ・電子情報通信学会総合大会 2022/3/15-18
- (3)Beyond 5G研究開発ワークショップ(2022/3/7)にて関連する新課題を提案・参画事業者の拡大等を喚起
 - ・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サービスリンク無線通信技術の研究開発
 - ・テラヘルツ中距離バックホール／フロントホール技術の研究開発
- (4)Beyond 5G推進フォーラム白書分科会にてホワイトペーパーに寄書
 - ・ホワイトペーパーの内容は、ITU-R M.2376の改定(Above 100GHz) Annexへの寄書候補となる
 - ・来年度も継続的に寄書を予定

5. 今後の研究開発計画

研究開発項目2については、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3年度に検討・設計した要素技術に対して、試作・評価改良を進めていく。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確立し、令和4年度に設定した中間目標の達成を目指していく。

研究開発項目3については、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最終目標に向けて、令和3年度に検討・設計した要素技術に対して、試作・評価改良を進めていく。高利得リフレクトアレアンテナ技術、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確立し、令和4年度に設定した中間目標の達成を目指していく。