

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 : 学校法人早稲田大学、日本電信電話株式会社、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、三菱電機株式会社
- ◆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6年度までの総額2,040百万円(令和6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

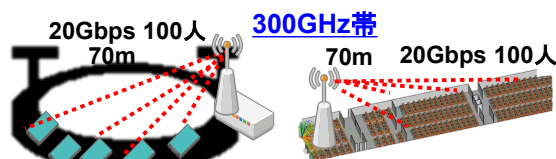
研究開発成果

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。

技術課題

高密度大容量無線通信

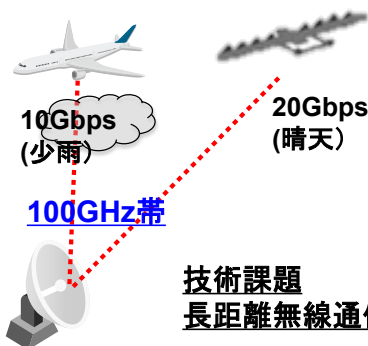


スタジアム内LAN・映像配信

機内LAN・映像配信

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。



技術課題

長距離無線通信

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

多素子パッチアレーアンテナおよびレンズアンテナを試作し、最大47dBiのアンテナ利得が得られた

研究開発成果2-b) 300GHz帯フロントエンド部の研究開発

①アナログフロントエンド部高周波部品の小型化、アンテナ接続性向上のため、アンプ、ミキサ、フィルタを格納したマルチチップモジュールを試作し個別モジュールと遜色ない性能を達成

②帯域幅2.16GHzの2チャンネルにまで対応した広帯域の中間周波数回路を開発完了

研究開発成果2-c) ベースバンド部の研究開発

アナログフロントエンドのリアルタイム歪み補償を実装し帯域幅2GHzの広帯域ベースバンドシステムを試作、データ速度20Gbps、ユーザ数100人以上に対応するMIMO-OFDM伝送系を開発完了

研究開発成果2-d) 統合伝送実験

統合伝送実験によりOFDMとして距離72.4mを達成、またMIMO-OFDMの伝送実験により4ストリームを用いることでビットレート20Gbps超を達成する目途が得られた

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プラットフォームに搭載可能な100GHz帯高利得アンテナと追尾制御システムの開発を完了し、実験用航空機にインテグレーションして統合伝送試験に提供

研究開発成果3-b) 100GHz帯フロントエンド部の研究開発

①3通倍方式と線形増幅方式との2方式のGaN系高出力アナログフロントエンドデバイスを開発。線形増幅方式100GHz帯フロントエンドデバイスで出力電力1W以上を達成

②中間周波数変換回路と、3通倍方式の増幅器と線形増幅方式の増幅器を用いたRFフロントエンド部を試作、統合伝送実験に提供

研究開発成果3-c) ベースバンド部の研究開発

アナログフロントエンドのリアルタイム歪み補償を実装し帯域幅1.25GHzのベースバンド部を試作、伝送速度3.7Gbpsを実現、帯域幅2GHzで10Gbps級へ対応できる目途を確認

研究開発成果3-d) 統合伝送実験

距離4km程度までの統合伝送実験を実施し、地上～NTNフィーダーリンクの実利用に近い条件で通信機能を検証、最終目標の距離16kmおよび伝送速度20Gbpsの実現を確認

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
6 (2)	11 (4)	6 (1)	82 (22)	12 (1)	5 (3)	4 (1)	3 (1)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- (1) 研究開発成果を積極的にPR
 - ・ 知財活動については外国出願に注力して実施。目標を大きく上回った。
 - ・ 外部発表については、目標を上回る発表数となった。
 - ・ 展示会はデバイスを中心に積極的に実施、また統合伝送実験を中心としたプレスリリースを計画中（2025年4月予定）
- (2) 研究開発運営委員会を開催し、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
 - ・ 受託番号00301と連携し2回/年ので開催。進捗のレビューとともに将来の応用に向けた議論が深まった
- (3) 標準化活動
 - ・ Beyond 5G推進白書、ITU-R WP5A、WP5D、およびIEEE 802.15 会議にて寄書等を積極的に実施
 - Beyond 5G推進コンソーシアム 白書に 5件寄書
 - IEEE 802.15 WSN MEETINGにて研究紹介 2件
 - ITU-R の技術レポートPDN report Above 100 1件
 - ITU-R WP5AとWP5D 各1件(NICTと連名)
- (4) 社会実装に向けた活動
 - ・ NICT Beyond5G テラヘルツ利用高度通信のSIG連携会合(2024/6/25) や、スペースICT推進フォーラムにて社会実装に向けて協業パートナーの探索などを実施

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2においては、計画時に想定していた「アクセス回線」における実用化の他に、大容量中距離通信の利点を生かした「バックホール」での社会実装も想定した。総務省が発行した令和6年度情報通信白書によれば、国内外の2023年の機器出荷額として、携帯基地局400億ドル、無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)に対応する小型基地局(室内用)330億ドル、ネットワークバックボーン機器(光伝送機器)150億ドルであった。この携帯基地局のうち、5G基地局の市場規模は、2023年に22.5億ドルで、2026年の予測値は23億ドルと報告されている。当初の計画から想定している携帯基地局およびWLAN機器の合計数百億ドルの市場に対して、2030年に想定している6G時代に今回の研究成果が実用化に貢献するよう展開を継続する。さらに、研究開発の途中で想定を広げたバックホールとしての応用では、光伝送を前提としている市場規模150億ドルのネットワークバックボーン機器のうち、ファイバー敷設が困難な場所などの適用として実用化が期待できる。この機能は、6Gへの転換前の実用化も考えられるので、引き続き社会実装に向けて検討を継続する。

研究開発項目3においては、HAPSなどNTNとのフィーダーリンクにおける実用化を想定した。同情報通信白書によれば、5G NTNの市場規模は、2023年に49億ドル、2026年の予想が88億ドルと拡大傾向にある。また、研究開発項目2と同様に「地上間通信」や「バックホールシステム」としての応用も考えられる。現在、80GHz帯までの無線伝送システムが実用化されているが、本課題の研究成果に基づいて100GHz帯へ拡張することは比較的短期間に実施できる実用化候補と考えている。

応用システムを視点とした実用化以外においても、アンテナやデバイスなど個別の要素技術が先行して実用化されることも想定して、実用化の推進を継続する。