

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 欧州との連携による300GHzテラヘルツネットワークの研究開発
- ◆受託者 国立大学法人東海国立大学機構、学校法人早稲田大学、学校法人千葉工業大学
- ◆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4年度までの総額100百万円(令和3年度23百万円)

2. 研究開発の目標

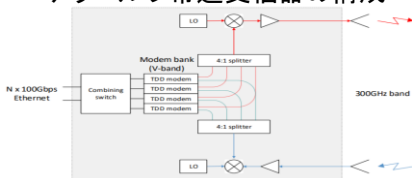
- ・屋外で長期間連続動作可能で、実際のネットワークに接続可能な300GHzテラヘルツ帯伝送システム装置を開発する。伝搬状況の変化に合わせて、複数リンクの協調動作や、再送アルゴリズムの最適化により、可用性向上と高速伝送特性の両立を実現する。
- ・高層ビル群が密集する新宿エリアや大手町エリアで、リンク間干渉を生じることなく、自動的に基地局やRAUを配置するプログラムを開発する。
- ・300GHzテラヘルツ帯伝送システム装置で測定した無線機特性および回線特性を、電波伝搬シミュレータに実装することにより、開発したテラヘルツ帯伝送システムを使用した300GHz帯無線バックホール/フロントホールリンクの回線特性や稼働率のシミュレーションを可能とする。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1:無線装置開発および伝送実験

ThoRプロジェクトで開発した300GHz帯周波数変換器、増幅器を用いた、連続動作可能なテラヘルツ帯送受信器の開発を実施。ThoRプロジェクトで得られたデータを活用して、アンテナの仕様を決定。

テラヘルツ帯送受信器の構成



研究開発成果:無線装置開発および伝送実験

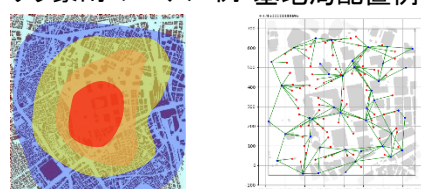
実環境においても安定動作可能なテラヘルツシステムを実現を目指し、悪天候時の伝送特性解析を進め、実用レベルのミリ波帯システムを中間周波数帯信号発生部としたテラヘルツ帯送受信器と、安定動作のために最適化されたアンテナを組み合わせたテラヘルツ帯固定無線システムの開発を実施。

- 暴風雨の条件下での300GHz帯伝送特性解析モデル構築
- 連続動作可能なテラヘルツ帯送受信器開発
- 動作安定性と伝送特性を両立するアンテナ仕様を決定

研究開発項目2:フロントホール無線基地局の自動配置シナリオ

リングトポロジーでのテラヘルツ帯フロントホール無線回線基地局自動配置プログラムおよびゲリラ豪雨発生時の回線稼働率を計算可能なプログラムを開発し、ゲリラ豪雨発生時での回線稼働率向上を実現

ゲリラ豪雨のモデル例 基地局配置例



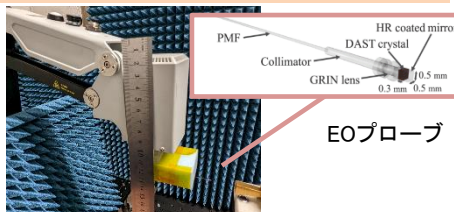
研究開発成果:フロントホール無線基地局の自動配置シナリオ

Beyond5GではRemote Antenna Unit(RAU)をビル屋上や信号、街灯などに高密度で配置する必要があるが、高層ビルが乱立する都市部では多数の全てのRAU間で見通しをとれるように配置することが困難。また、ゲリラ豪雨時でも回線稼働率を維持するため、冗長性のあるトポロジーでの基地局配置が必要

- 実際の新宿の都市データを使用し、リングトポロジーでビル屋上のRAUと街灯や信号に設置したRAUを見通しで接続するアルゴリズムの構築に成功
- XバンドMPLレーダ(XRAIN)合成雨量データを参考に、ゲリラ降雨の降雨量が継続する時間およびエリアのモデル化を実施

研究開発項目3:アンテナ評価技術の開発

4軸ロボットアームと回転ステージを組み合わせた円筒操作システムと、6軸ロボットアームを用いた円筒操作システムを構築し、アンテナ遠方界を評価。



研究開発成果:アンテナ評価技術の開発

光技術に基づくアンテナ近傍界可視化技術を改良し、ロボットアームを用いた円筒操作型の近傍界測定システムを構築。25dB程度 の利得を有するホーンアンテナを対象として、VNAを用いた直接遠方界測定結果との比較を実施。

- ±45度での測定を実施
- E-面方向を円筒操作した結果の比較から、プローブ感度の補正をせずとも、E面方向の遠方界分布が直接計測した遠方界分布と良い一致を示すことを確認。

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・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	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) IEEE802.15.3d準拠の無線装置開発実施

5. 今後の研究開発計画

研究開発項目1 無線装置開発および伝送実験

耐候性アンテナモジュールとテラヘルツ帯送受信器からなる長期間運用実験装置を開発する。初年度に開発したテラヘルツ帯送受信器をベースとして複数チャネル対応の長期間運用実験装置を開発する。4チャンネル同時使用時に40Gbpsの伝送が可能となることを実証し、数ヶ月以上の連続実験で様々な天候条件での伝送特性を取得することが可能な構成とする。また、開発する耐候性アンテナモジュールの放射パターンを実測し、所望の特性測定が得られていることを確認する。

研究開発項目2 テラヘルツフロントホール無線基地局の自動配置シナリオの研究開発

令和3年度に開発したリングトポロジーによる基地局配置のアルゴリズムをプログラムに実装する。また、ゲリラ豪雨のモデルを用いて、リングトポロジーにより配置した回線のゲリラ降雨時の回線稼働率を算出するプログラムを構築するとともに、回線稼働率の評価に必要な300GHz帯アンテナ・伝搬特性の基礎データを取得する。

研究開発項目3 アンテナ評価技術の開発

令和3年度に開発した円筒走査システムを球面走査に拡張する。また、長時間計測においても測定精度を保持する計測アルゴリズムの開発に取り組む。高利得アンテナを対象とした近傍界計測-遠方界評価を行い、直接遠方測定で得られる結果と比較検討する。

6. 外国の実施機関

- ブラウンシュヴァイク工科大学(ドイツ)
- ブラウンホーファー応用固体物理研究所(ドイツ)
- リール第一大学/マイクロエレクトロニクス・ナノテクノロジー電子研究所(フランス)
- シュツットガルト大学(ドイツ)