

テラヘルツ波による超大容量無線LAN伝送技術の研究開発

- 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 (ATR)
- パナソニックインダストリー株式会社
- 国立大学法人東京科学大学
- 学校法人千葉工業大学
- 新光電気工業株式会社
- ザインエレクトロニクス株式会社
- 独立行政法人国立高等専門学校機構徳山工業高等専門学校
- 国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)
- 国立大学法人広島大学
- 国立大学法人名古屋工業大学
- 学校法人東京理科大学
- 国立大学法人東北大学
- シャープ株式会社

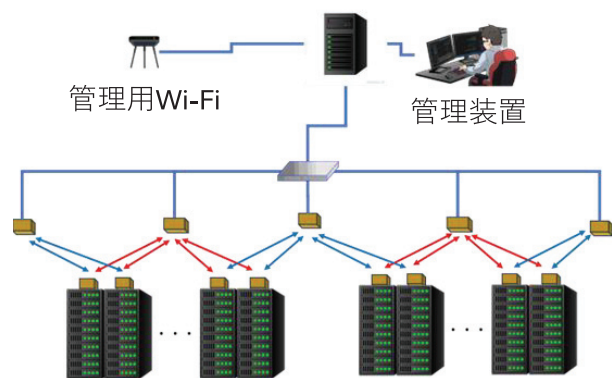
概要

本研究開発は、超大容量無線通信が実現可能な広帯域のテラヘルツ帯において、将来的に1 Tbpsを見据えたマルチストリーム無線LAN技術を確立することを念頭に、アクセスポイント及び端末間を100 Gbps以上で伝送可能かつ実利用環境を考慮した無線通信技術を確立し、新たな周波数帯の利用を促進することにより電波資源の拡大に資することを目標として実施しました。

テラヘルツ波を用いた無線LANのユースケース

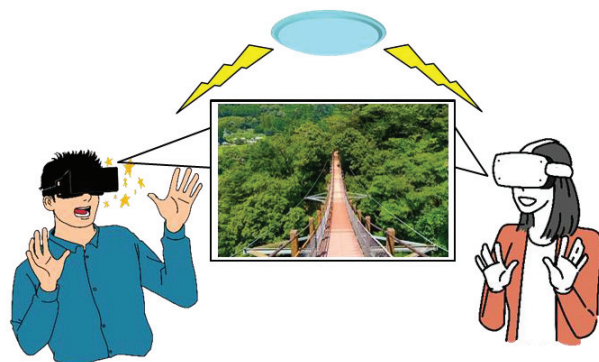
データセンター

配線を無線化し、レイアウト変更を容易にする



Immersive Experience

高精細画像をヘッドマウントディスプレイに投影し、VR空間での体験を共有する



担当と開発内容・成果

小型端末を想定した 150 GHz帯/300 GHz 帯を用いる 100 Gbps 級の無線 LAN システム実現に向けて、3つの課題を設定して研究開発を実施しました。

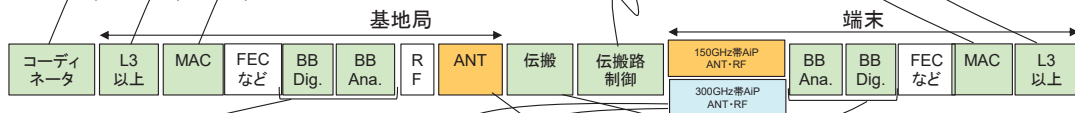
- 課題ア：MIMO対応多素子アンテナモジュールの研究開発（電波伝搬と 150 GHz 帯デバイス開発）
- 課題イ：トランシーバ技術の研究開発（300 GHz 帯デバイス開発）
- 課題ウ：マルチ周波数協調動作技術の研究開発（ネットワーキング技術と MAC プロトコルの検討）

課題ウ: マルチ周波数協調動作技術の研究開発

- ・ THz 帯アクセスプロトコル、AP 連携伝送 (joint transmission) プロトコル
- ・ 複数周波数連携による機械学習を用いた THz 帯リンク接続性予測とリソース割り当て
- ・ 100 Gbps 級 AP 連携を支える超高速バックホール通信系の開発

担当機関
・ ATR
・ 東北大
・ シャープ

IRS を用いた伝搬路制御



担当機関
・ NICT
・ ザインエレクトロニクス
・ 名工大
・ 広島大
・ 東京理科大
・ 徳山高専

ベースバンド処理技術の開発
- TDEを用いた歪補正の検討
- セミアナログによるクロックリカバリ、キャリアリカバリ回路の開発
- ビームフォーミングのための位相制御アルゴリズムを構築

300GHz帯アレーアンテナの開発
- RF集積回路に合わせた差動給電開口アンテナを実現
- 回路一体型アンテナの放射特性測定システムを開発
300GHz帯CMOSフロントエンドの開発
- 2x2アレーRF集積回路と3x3アンテナアレーによるRFモジュールで±30度以上の2次元ビーム制御を実現
- 8x8アレーに拡張したRFフロントエンド集積回路と8x8全素子給電アンテナアレーを設計と試作を完了し、初期的な測定評価を完了

課題イ: トランシーバ技術の研究開発

長距離化高利得広帯域アンテナ設計技術の確立

屋内ユースケースMIMO想定電波伝搬特性の把握
- 300GHz帯/150GHz帯電波伝搬特性の実測
- MIMOパス発生環境およびアンテナ指向性指針明確化
- 反射板の効果検証、形状・配置の指針明確化

フェーズドアレイ機能AiPモジュール化技術の確立
- 低損失な3次元積層アンテナおよび精密モジュール構造
- 世界最高密度・低消費電力および両波対応CMOSフロントエンドIC
- 半導体パッケージ製造技術活用モジュール製造プロセス

担当機関
・ パナソニックインダストリー
・ 千葉工大
・ 新光電気工業
・ 東京科学大
・ NICT

超小型(1cm³)モジュール試作完了、通信距離3mでマルチストリームMIMO伝送100Gbpsの実証

課題ア: MIMO対応多素子アンテナモジュールの研究開発

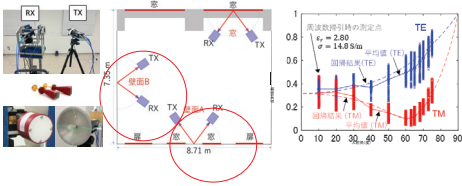
300 GHz帯無線技術に関する開発や成果
150 GHz帯無線技術に関する開発や成果

300/150 GHz帯共通(または周波数によらない)無線技術に関する開発や成果

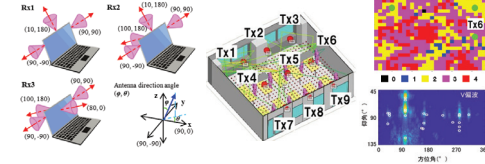
テラヘルツ波による超大容量無線LAN伝送技術の研究開発

課題ア：MIMO 対応多素子アンテナモジュールに関する研究開発

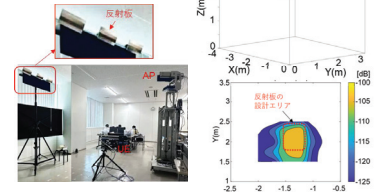
伝搬特性測定 (反射係数評価)



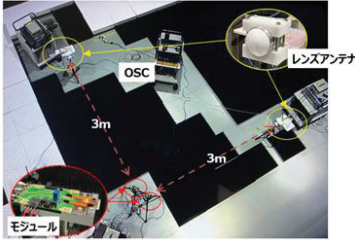
MIMOパス環境把握 (指向性・偏波・人体考慮)



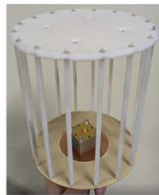
反射板設計・検証



AiP実証 (100Gbps超@3m)

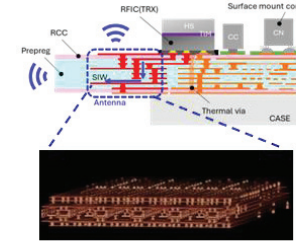


150GHz帯アンテナ設計実証



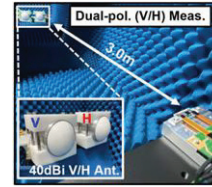
高利得化 (37.5dBi以上)

量産想定プロセス・構造検証



三次元積層アンテナモジュール化

偏波MIMOフェーズドレイ実証

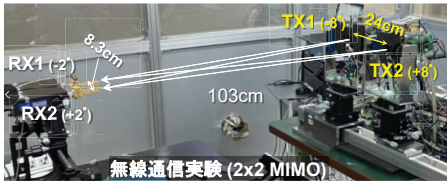


超小型
低消費電力

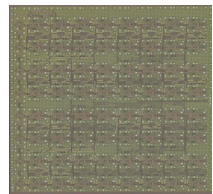


課題イ：トランシーバ技術の研究開発

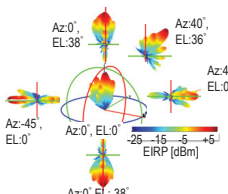
課題イ-1-a RFフロントエンド技術
2次元アレイ構成による300GHzRFモジュール
◆2チャンネル無線伝送実験 2ch x 40Gbps
◆30度以上ビーム制御



2チャンネル伝送実験



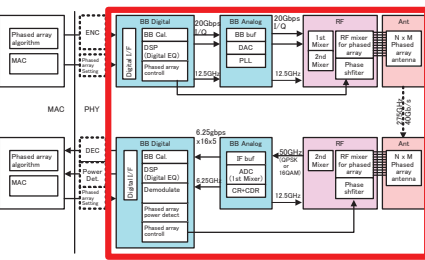
全素子給電
8x8 フェーズドアレイ
チップ



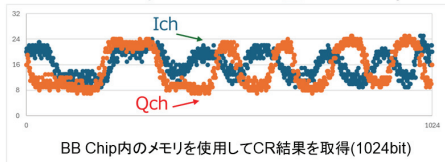
30度以上のビーム制御

課題イ-1-b ベースバンド処理技術
ベースバンド送受信系の構築

◆BB単体通信実験と、RFとの接続実験
◆ビーム制御方式の策定 (課題ウと連携)



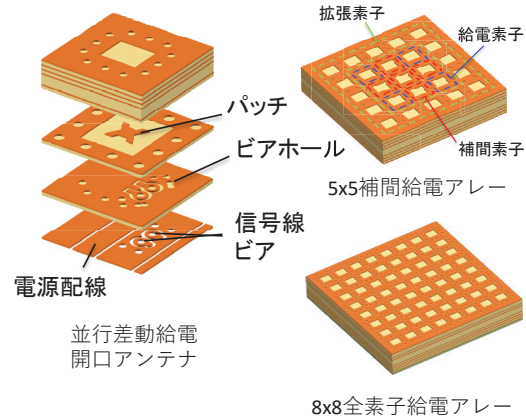
IF 48GHz 2Gbps QPSK, PRBS7 Recovery Data



ベースバンドとRFとの接続実験

課題イ-2 ビーム制御技術
2次元開口アンテナアレイ

◆ICと差動給電接続可能な開口アンテナ
◆3x3補間給電、8x8全素子給電アレイ

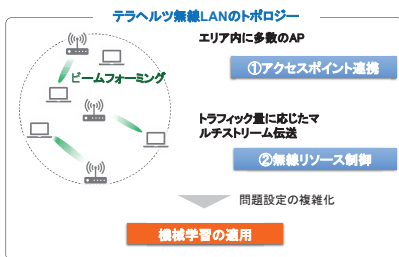


並行差動給電
開口アンテナ

8x8全素子給電アレイ

課題ウ：マルチ周波数協調動作技術の研究開発

複数アクセスポイント・周波数リソース制御

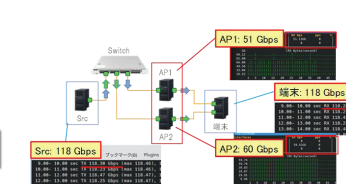


自己教師あり学習



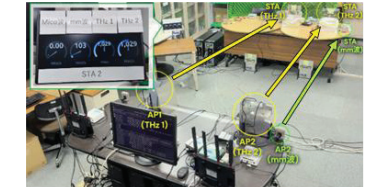
有線バックホールの高速化技術

• DPDKプロトコルの活用
• 複数APを用いたルート制御

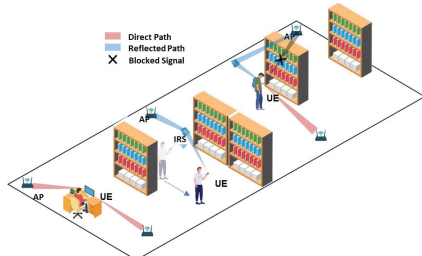


統合評価システム開発

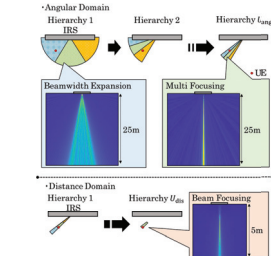
• テラヘルツ、ミリ波、マイクロ波の
3周波帯の活用
• 通信状況に応じた周波数帯切り替え



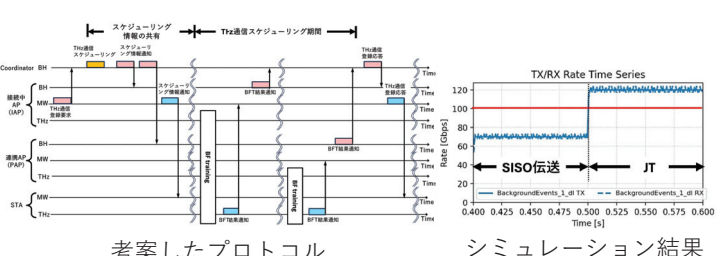
IRS制御方式・IRS連携プロトコル設計



IRSビームトレーニング手法



Joint Transmission を実現するアクセスプロトコル開発



複数のAPとIRSを高度に連携させることで、伝搬環境変動に対してロバストなマルチストリーム伝送技術を確立