

第5世代移動通信システム用 ミリ波高機能アンテナ3種

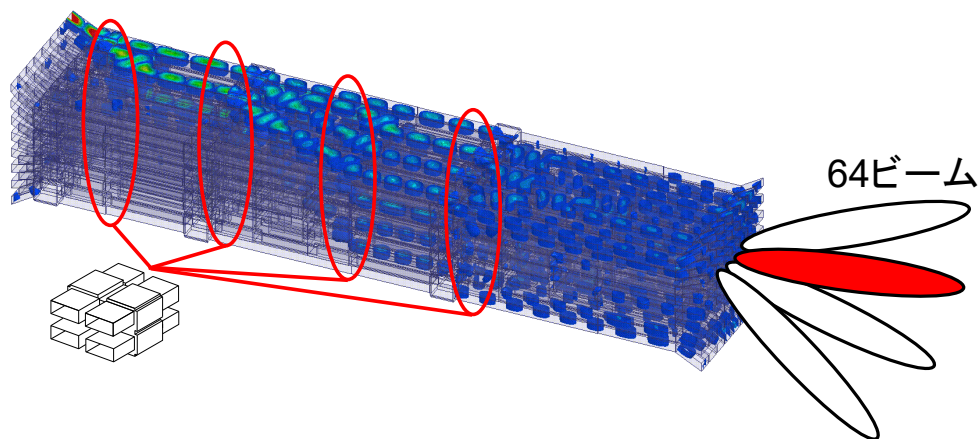
東京工業大学 工学院 電気電子系
教授 廣川 二郎

2019年11月19日

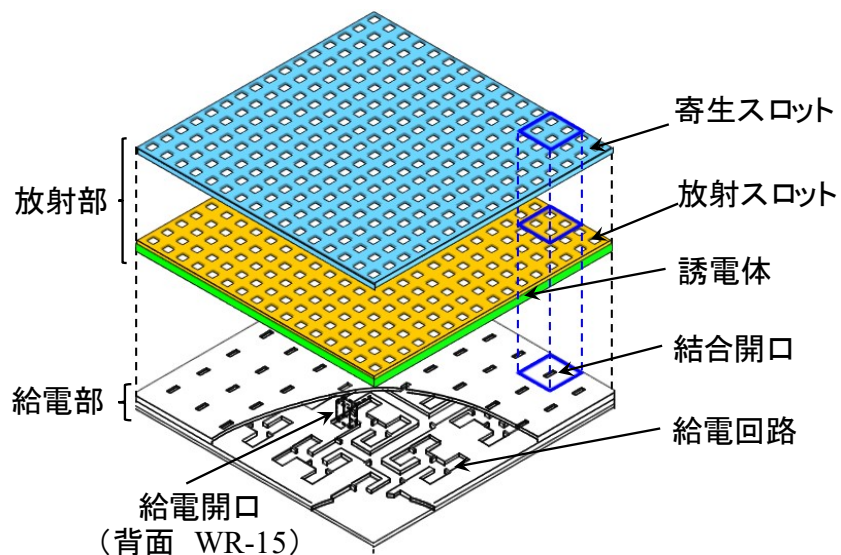
ミリ波高機能アンテナ3種

① バトラーマトリクス給電回路

64入力



② スロットアレーアンテナ



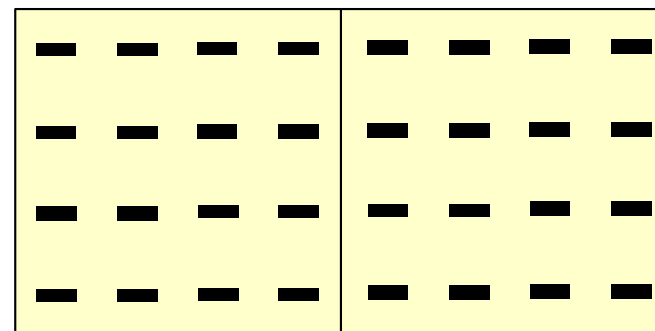
注: 実際は各層が重なっている

③ アレーアンテナ

送信アンテナ

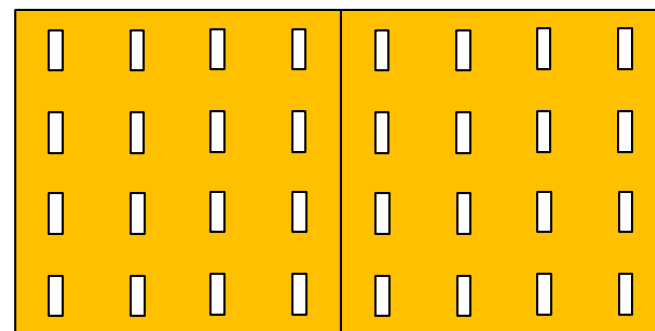
受信アンテナ

水平偏波
ダイポール
アレー板



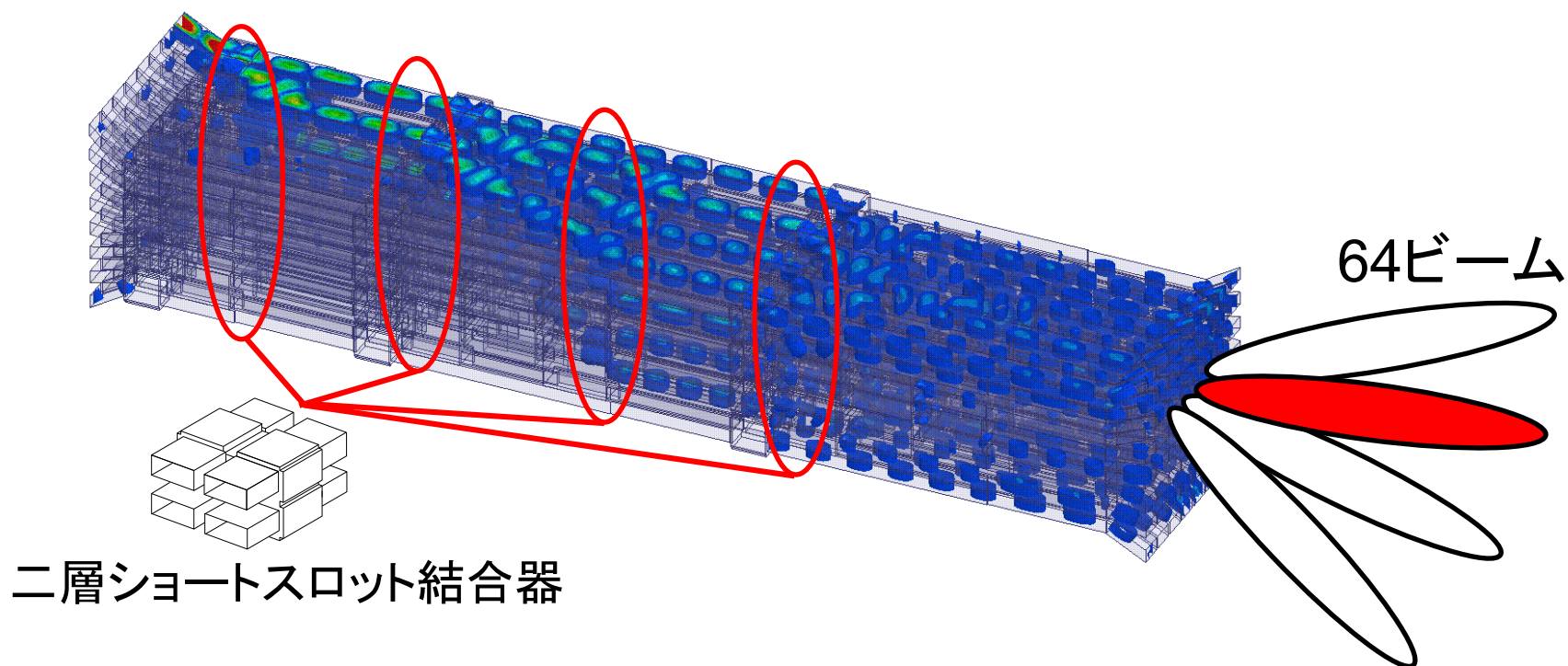
水平偏波
スロット
アレーの上に
水平偏波
ダイポール
アレー板を
のせる

水平偏波
スロット
アレー



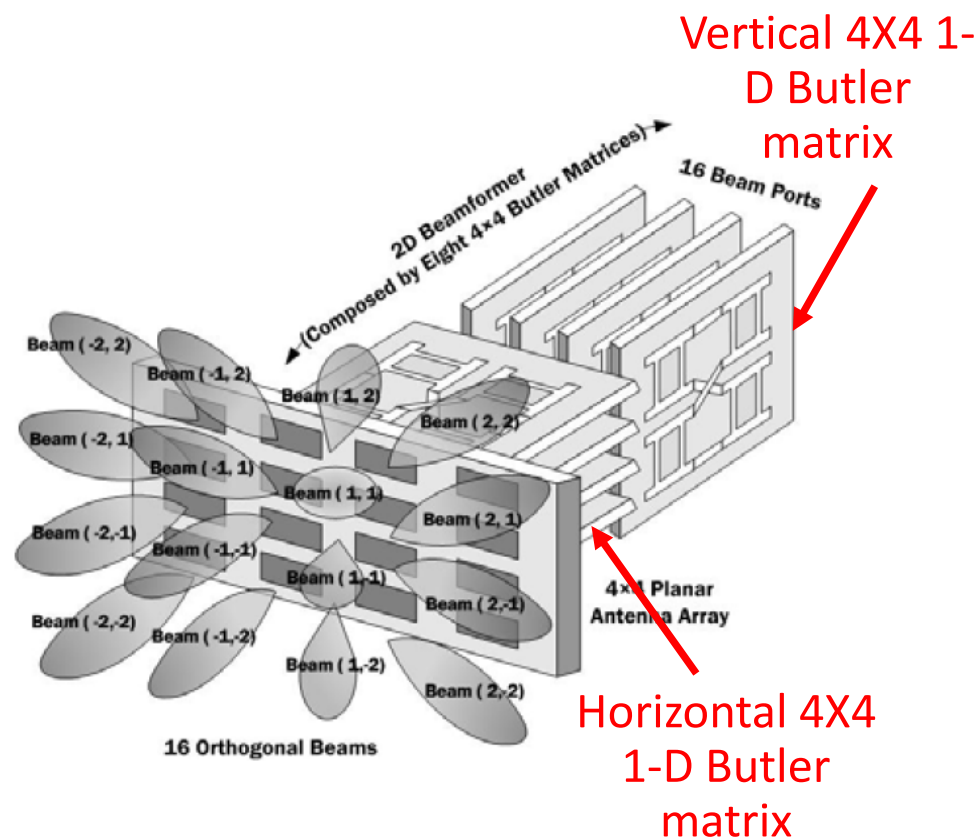
①バトラーマトリクス給電回路

64入力



- 2次元方向に複数のビームを独立かつ同時に放射する回路

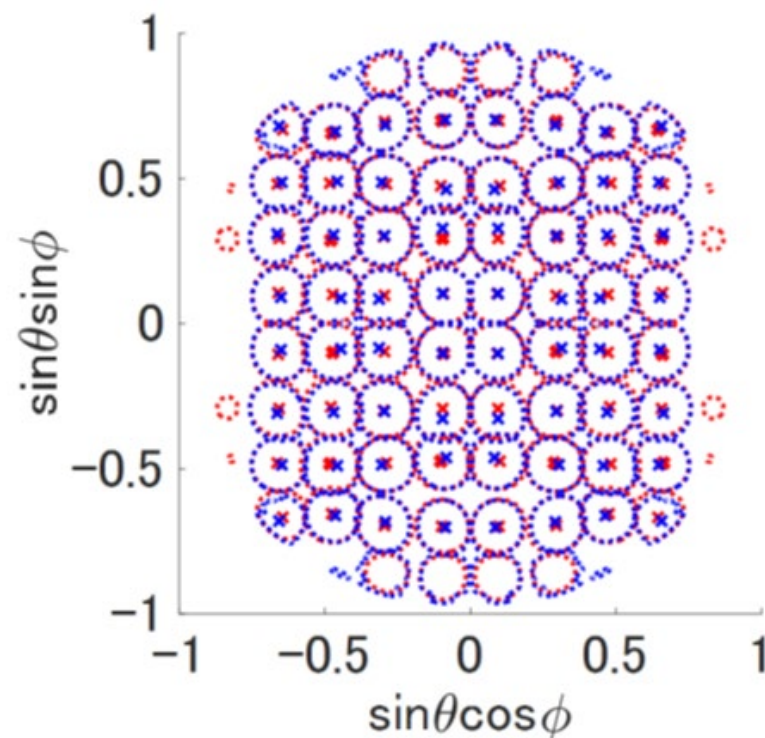
①従来技術とその問題点



- 従来は水平方向、垂直方向へ放射する回路を縦続接続。

①新技術の特徴・従来技術との比較

半空間への放射



- 従来は水平方向、垂直方向へ放射する回路を縦続接続。同一機能を半分の長さで実現。
- レンズアンテナとは異なり、原理的には全入力電力が放射。
- 22GHz帯64入力64出力回路の試作による実証済み。比帯域2%。66GHz帯への適用を検討中。

①想定される用途

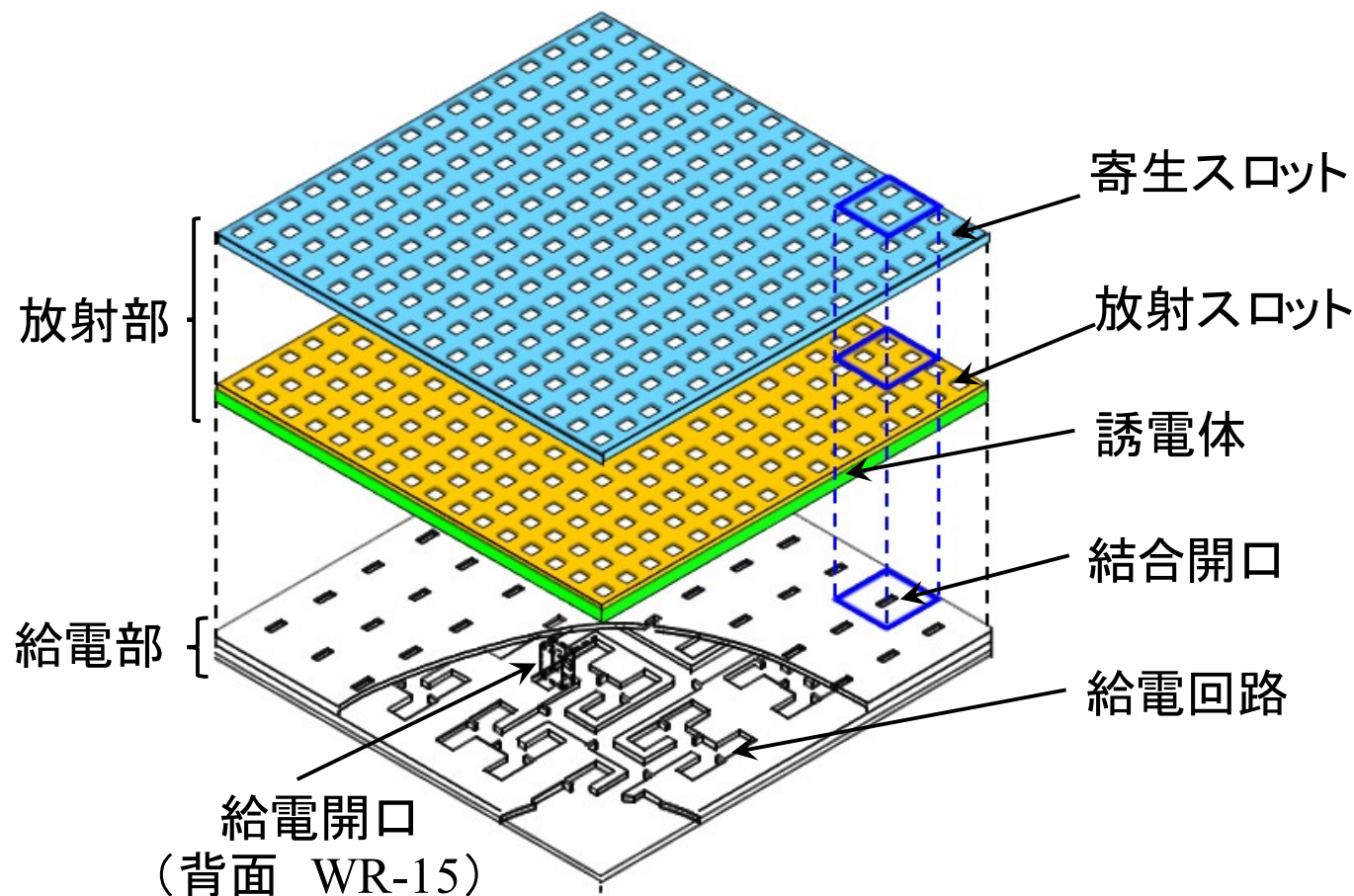
- アナログビーム切替回路との組み合わせによる信号処理の簡素化
- 第5世代移動通信基地局用アンテナ(ビーム切替)
- ドローンを用いた無線ネットワーク

①実用化に向けた課題



- 現在, アルミ合金6061の切削で重い(22GHz64ビーム型で7.6kg, 10x10x42cm)。
- プラスチック+金属膜形成による軽量化。
- 中空構造から誘電体構造への変更による小型化。

②スロットアレーアンテナ

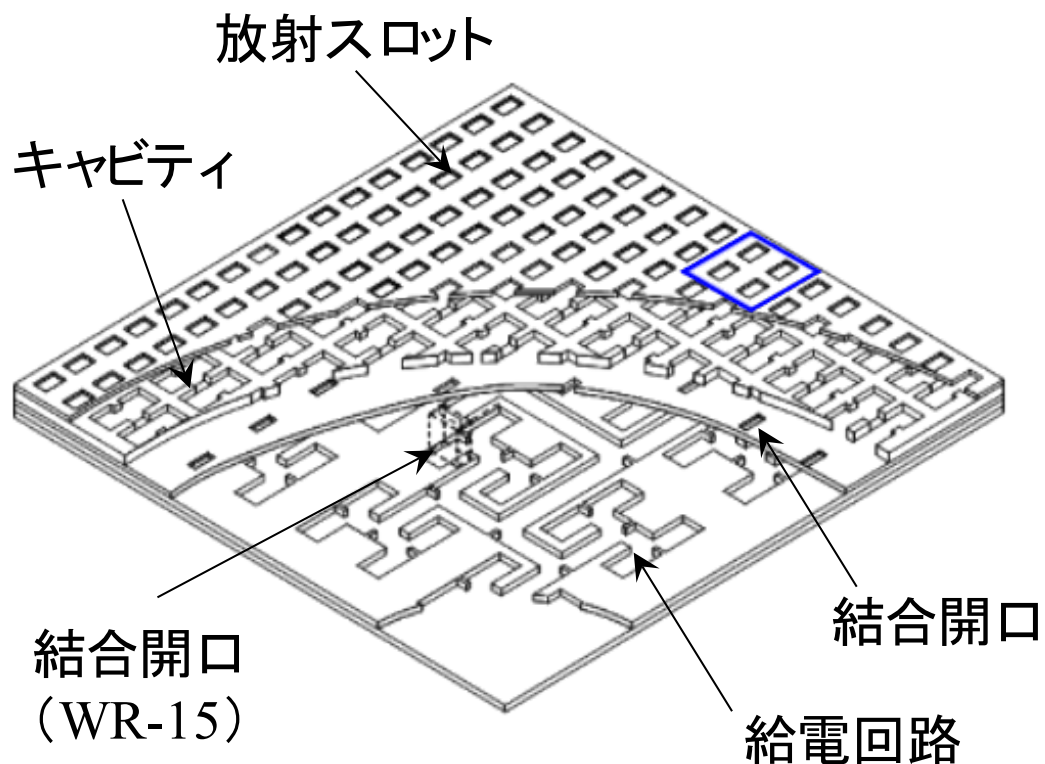


注: 実際は各層が重なっている

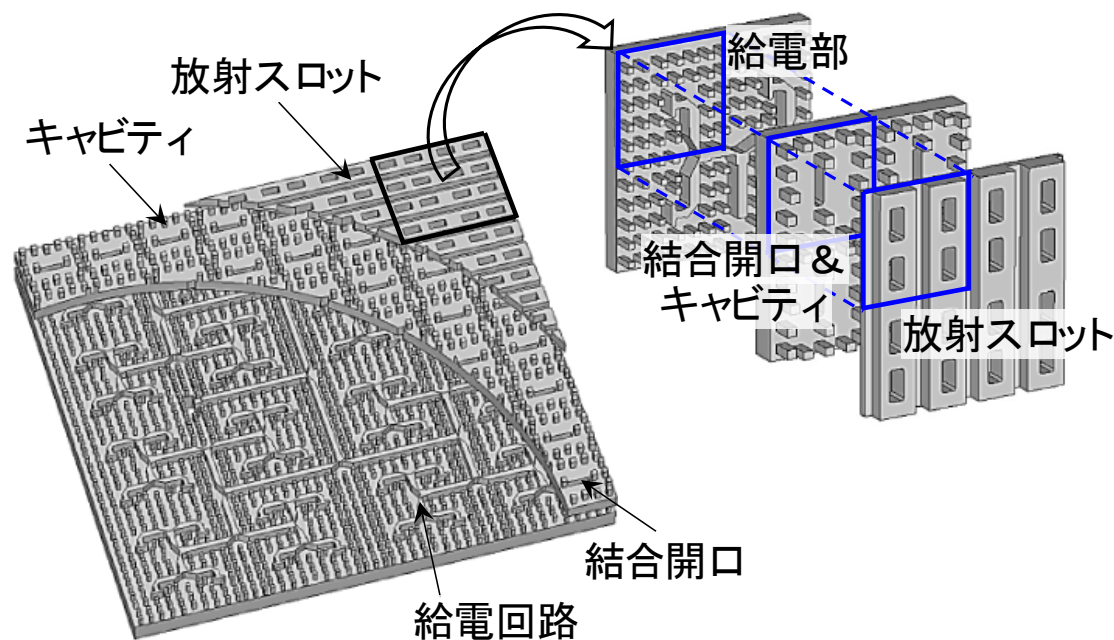
- 放射部を複数の開口を有する多層の平行平板で実現したアンテナ

②従来技術とその問題点

積層薄板拡散接合

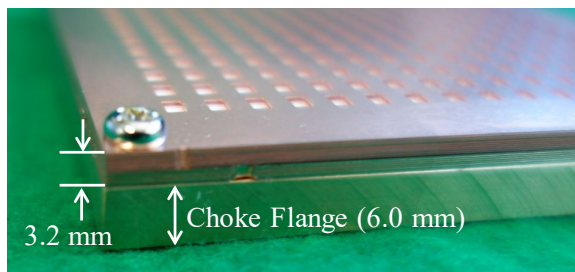
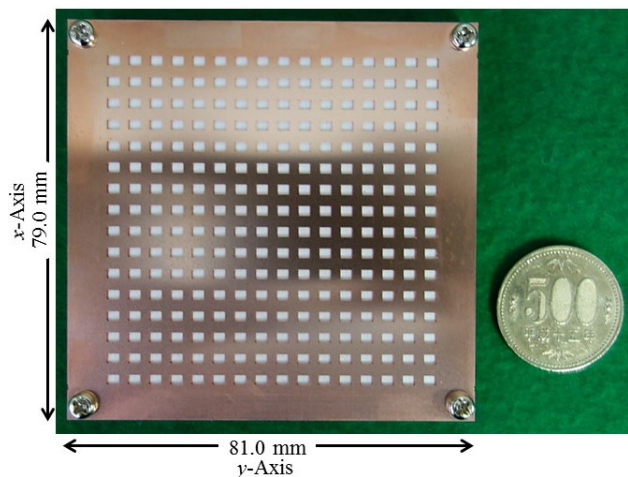


ギャップ導波路

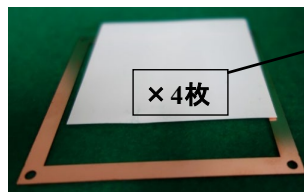


- 従来は側壁を有し、電氣的完全接続が必要。
- ピンによる非接触構造(ギャップ導波路)・・・製作が大変

②新技術の特徴・従来技術との比較



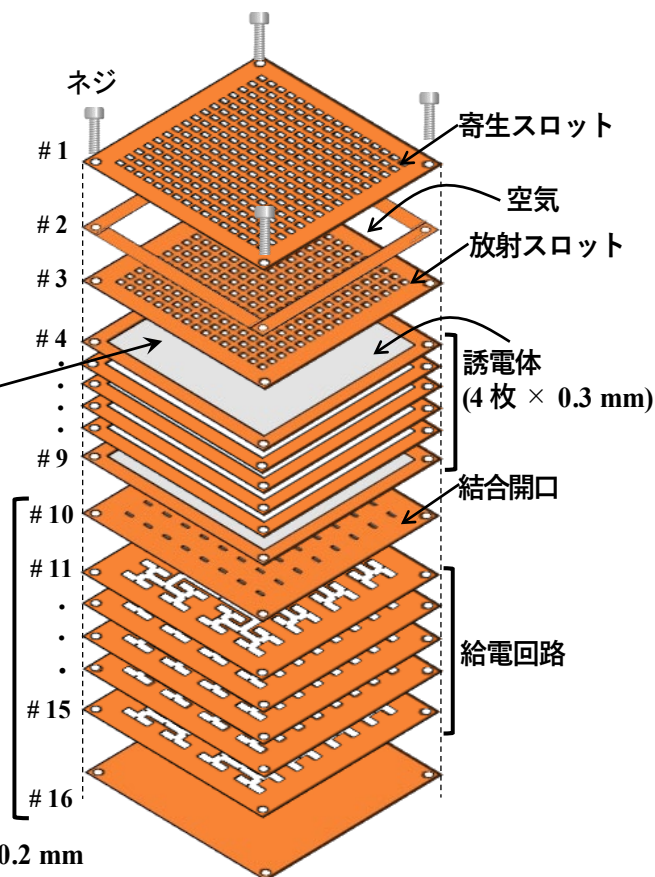
誘電体 (発泡PTFE, $\epsilon_r = 1.25$)



厚さ0.3mm

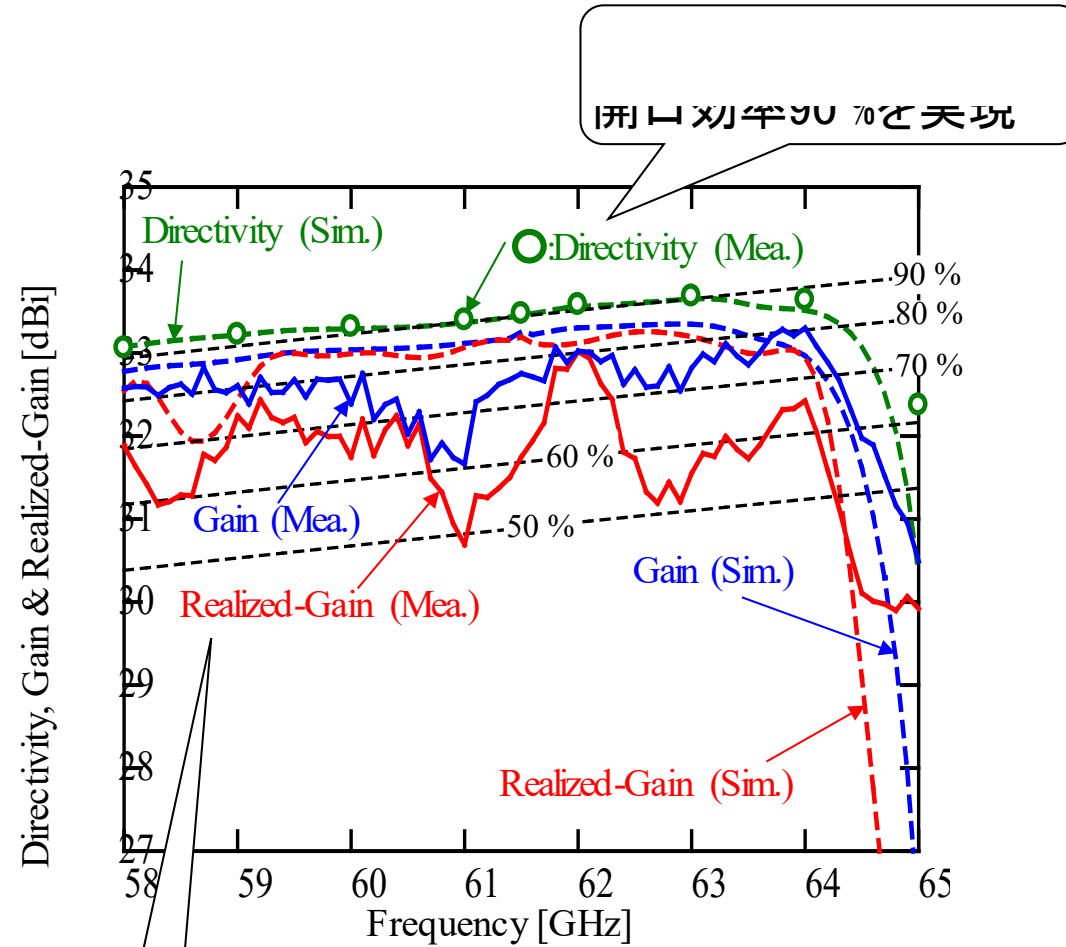
PTFE: Polytetrafluoroethylene

拡散接合



- 従来は側壁を有し、電氣的完全接続が必要。同一機能を非接触構造で実現。
- 60GHz帯16x16素子アレーで基本動作を確認。

②試作結果



☹️ 反射損失により特性が劣化

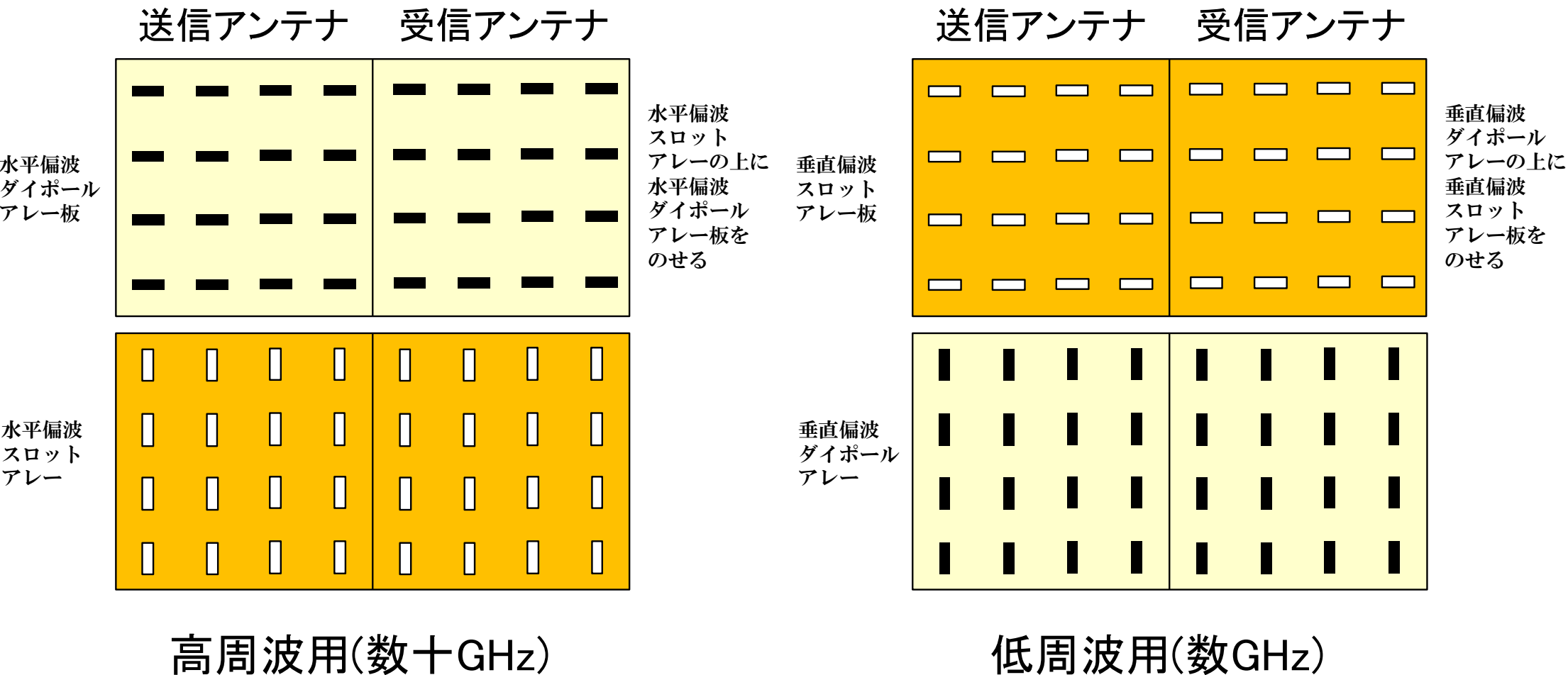
②想定される用途

- 第5世代移動通信基地局用アンテナ(単一ビーム)

②実用化に向けた課題

- スペーサとしての低誘電率(1.1~1.5程度)大型シート...現状薄いため積層→隙間がある。
- 大きさ例 : 500mm × 250mm × 3mm

③アレーアンテナ

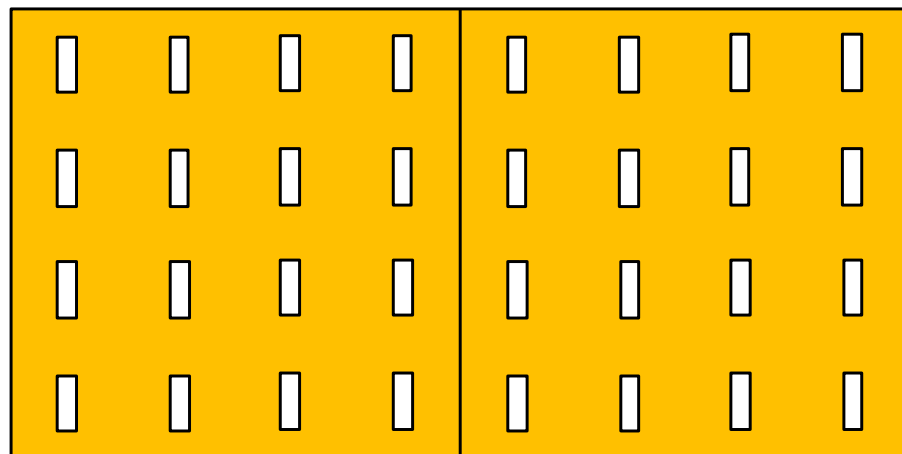


- 同一周波数・同一偏波・送受同時伝送時の送受間アイソレーションを向上させたアンテナ...周波利用効率が高い。

③従来技術とその問題点

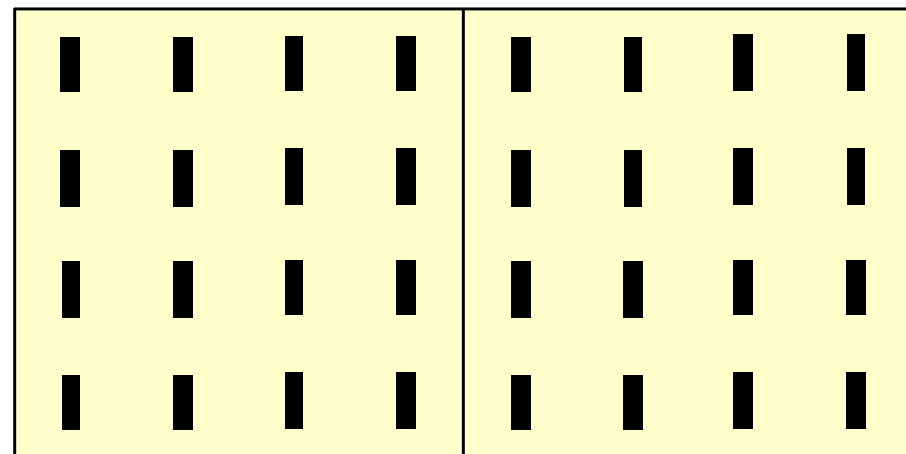
送信アンテナ

受信アンテナ



送信アンテナ

受信アンテナ

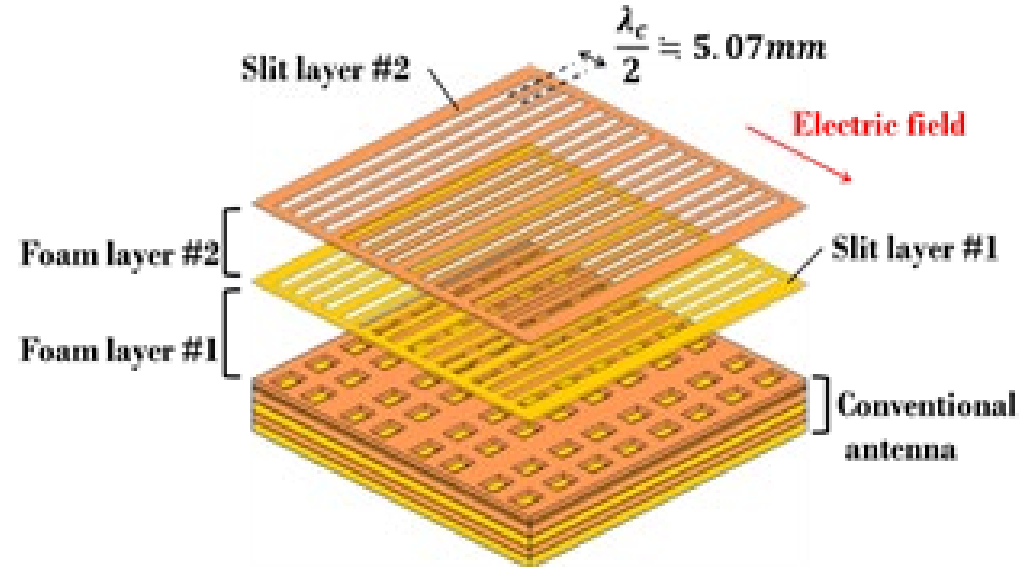
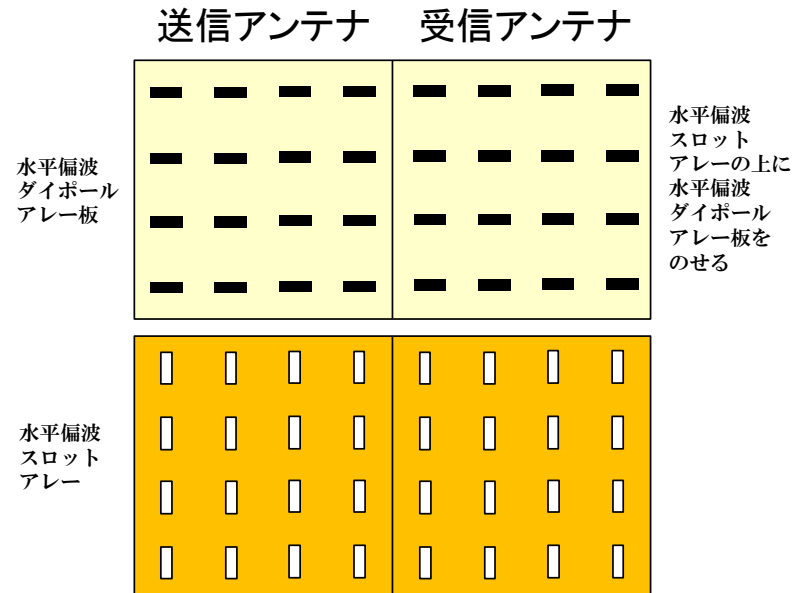


水平偏波
スロット
アレー

垂直偏波
ダイポール
アレー

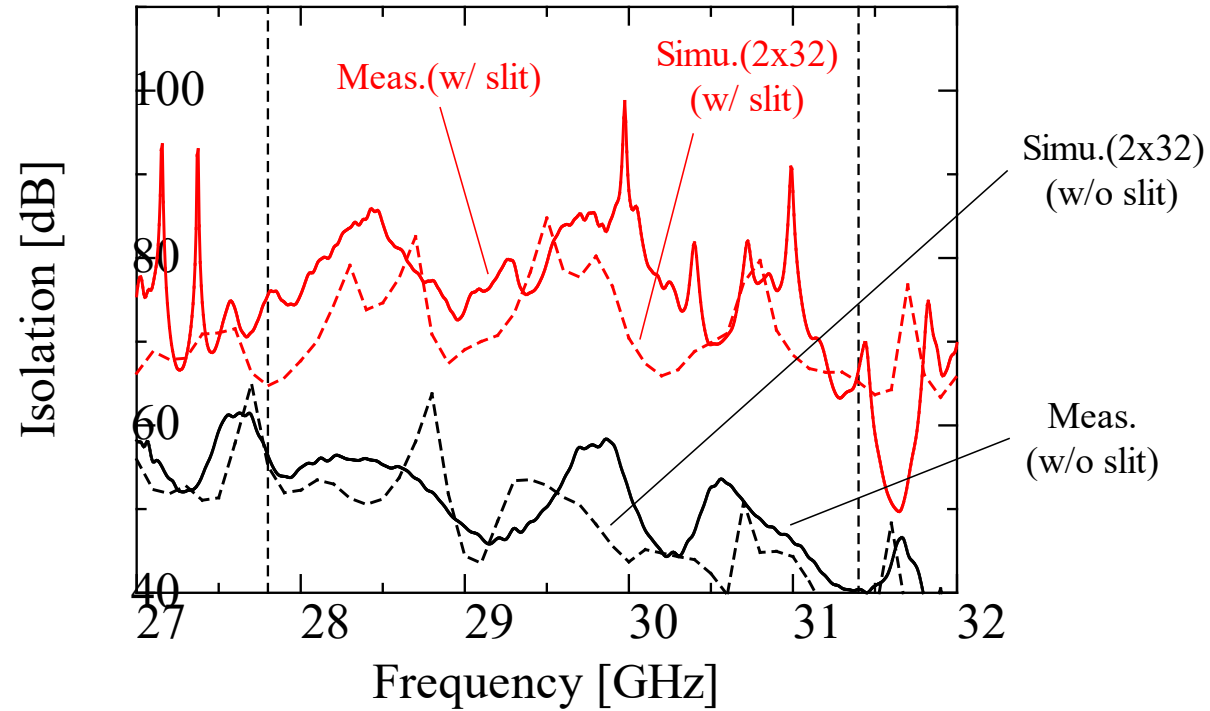
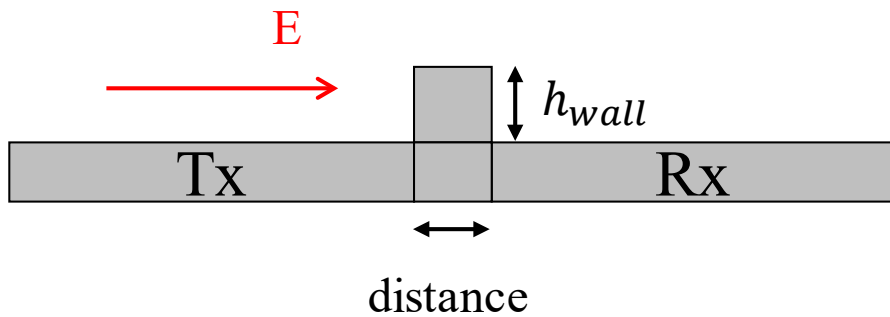
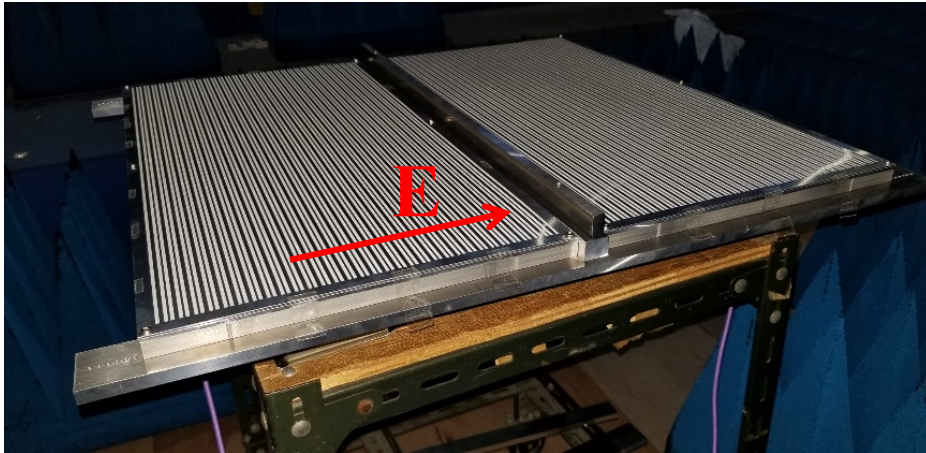
- スロットは幅方向には放射
- スロットの指向性により送受信間のアイソレーションは低い→問題

③新技術の特徴・従来技術との比較



- 指向性変換構造によりアイソレーションを改善。
- スロットアレー板，ダイポール板の代わりにスリット板でも可能。
- ダイポールアレー板の代わりに半波長間隔スリットペア板を使用

③試作結果



- 30GHz帯で基本動作確認。
- distance : 10mm, $h_{wall} = 0mm$ (壁無し)

③想定される用途

- 第5世代移動通信基地局用アンテナ(単一ビーム)

③実用化に向けた課題

- スペーサとしての低誘電率(1.1~1.5程度)大型シート(例:
500mm×250mm×3mm)
- 低周波用(ダイポールアレー+スロットスロット板)についての
検討はこれから行う。

企業への期待

- 本アンテナを使用した無線システムに関する共同研究を希望。
- 製造法(3Dプリンタ等)に関する共同研究を希望。
- スペーサとしての低比誘電率(1.1~1.5程度, 発泡誘電体)の大型シート(例: 500mm × 250mm × 3mm)の提供を希望。

本技術に関する知的財産権

発明の名称： ①二層ショートスロット結合器、バトラーマトリクス
給電回路およびフェイズドアレーアンテナ
②スロットアレーアンテナ
③アレーアンテナ

出願番号： ①特願2015-019984（特許6562497号）
②特願2016-219695
③特願2018-027407

出願人： 東京工業大学
発明者： 廣川二郎

お問い合わせ先

東京工業大学
研究・産学連携本部

TEL 03-5734-2445

FAX 03-5734-2482

e-mail sangaku@sangaku.titech.ac.jp