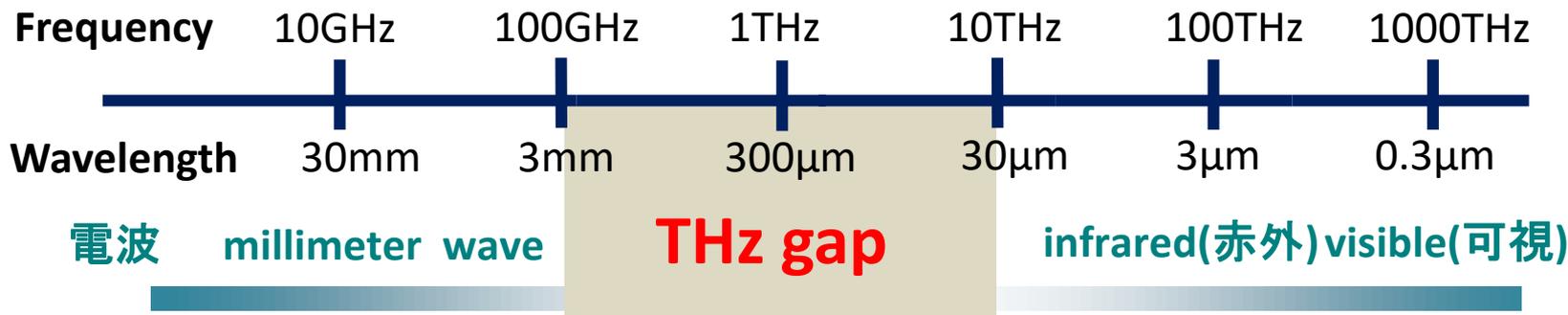


高指向性アンテナ一体集積 ワンチップテラヘルツ無線通信デバイスの研究

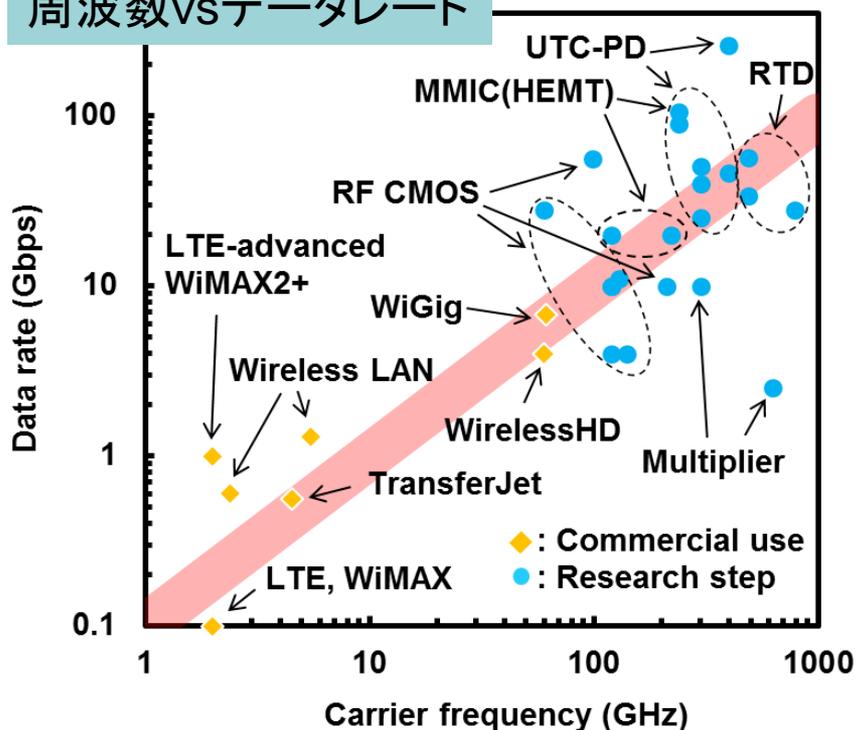
東京工業大学 鈴木 左文



Tokyo Institute of Technology



周波数vsデータレート



テラヘルツ帯では光源も受信器も貧弱

光源(送信器)に要求されること

- 室温動作・コンパクトネス
- 広い周波数カバー範囲
- 高効率・高出力
- 高速応答(広帯域)
- 多重通信に対応

→ 共鳴トンネルダイオード(RTD)

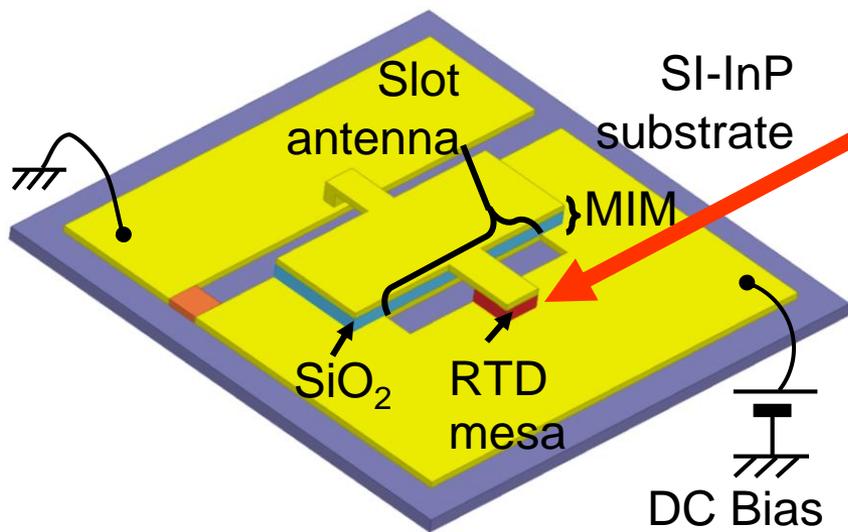
受信器に要求されること

- 室温・コンパクトネス
- 高感度、低雑音
- 高速応答(広帯域)

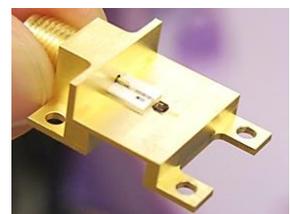
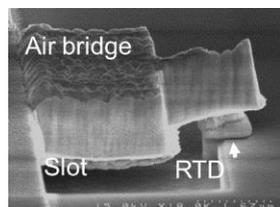
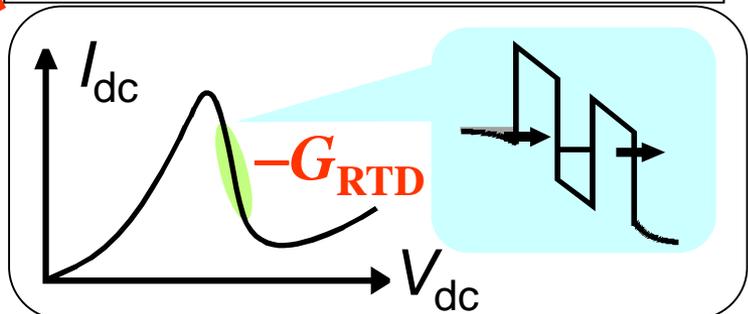
→ 高電子移動度トランジスタ(HEMT)

テラヘルツで1chあたり>数十Gbps!

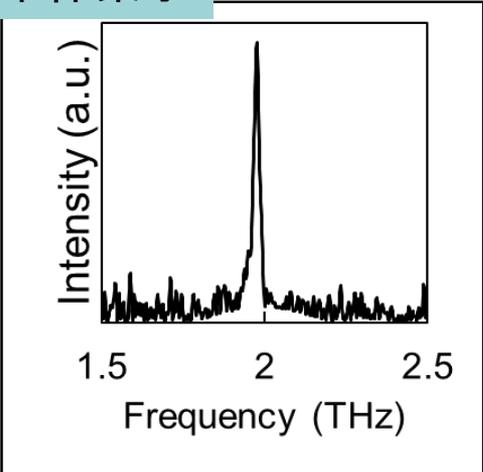
本研究: 送受信器開発と無線通信



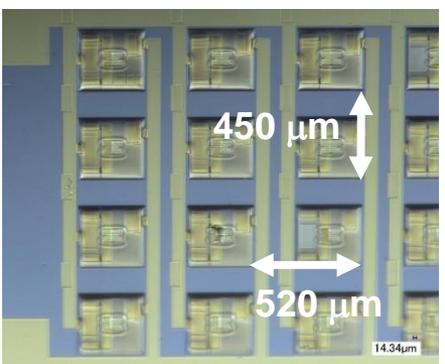
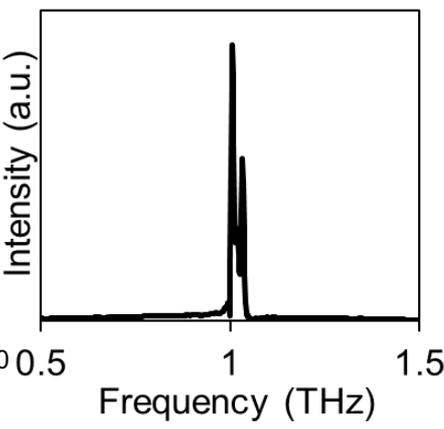
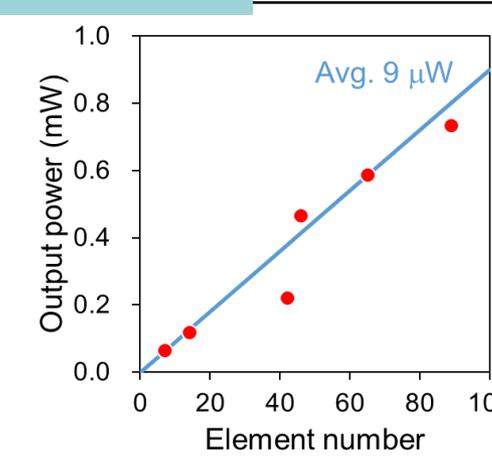
RTD (GaInAs/AlAs) $\leq 1 \mu\text{m}^2$



単体素子

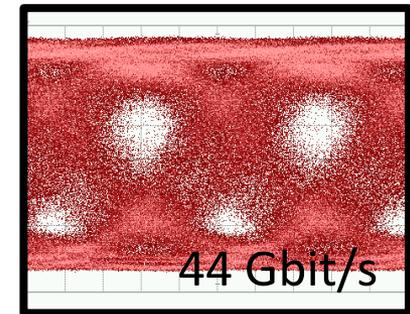
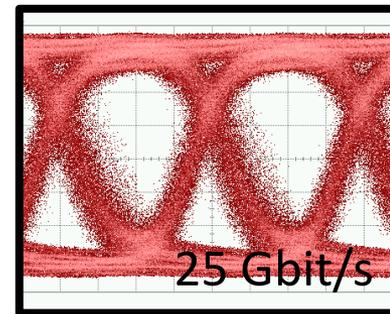
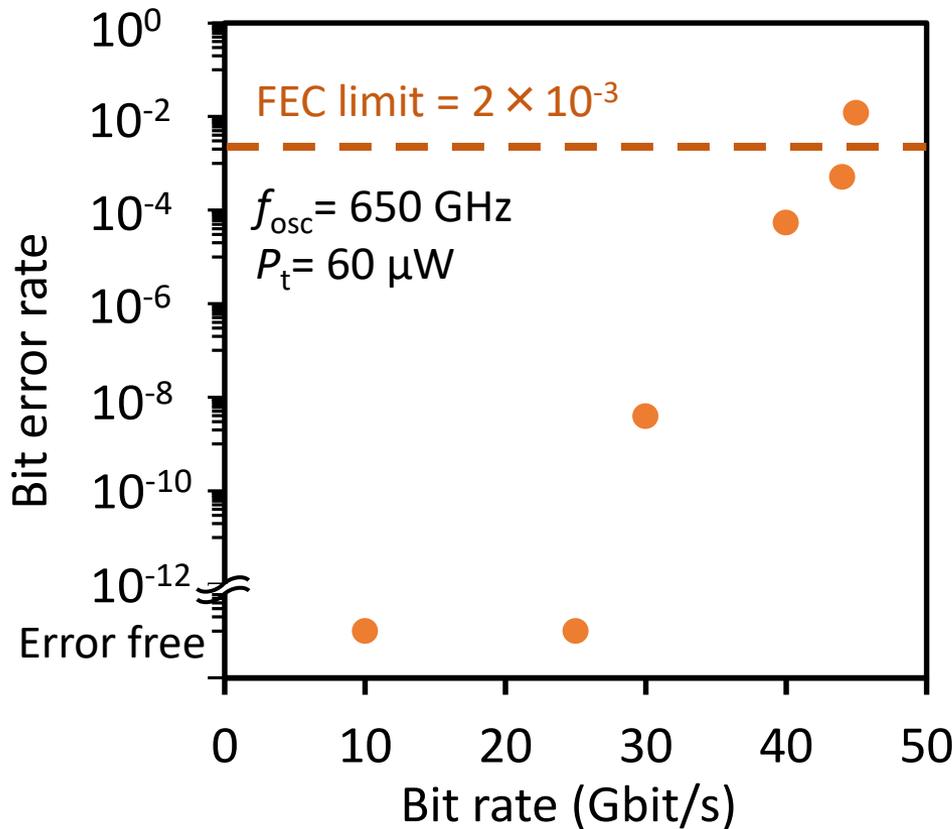
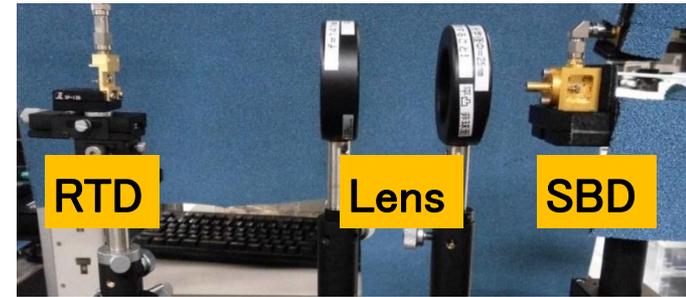
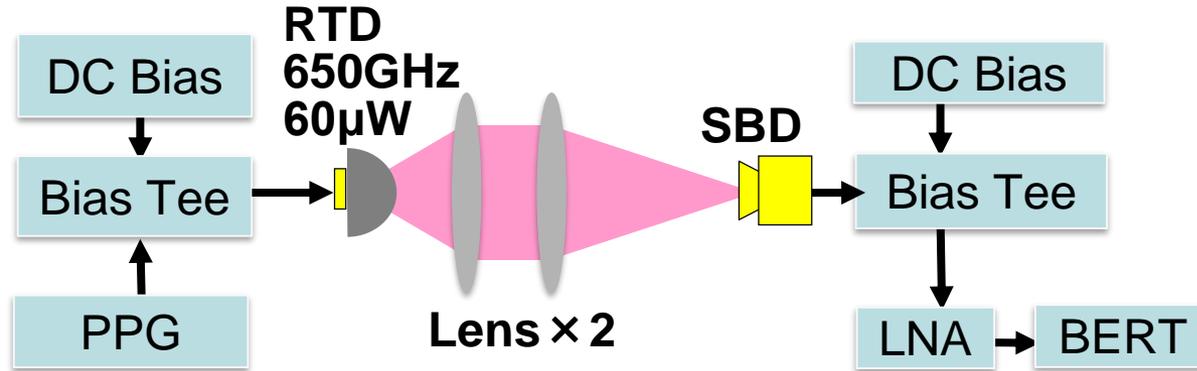


アレイ素子



・電子デバイス最高の基本波発振1.98THz、1THzで0.7mW(89アレイ)の高出力発振
 →RTDはテラヘルツ無線通信の送信器として非常に有望！

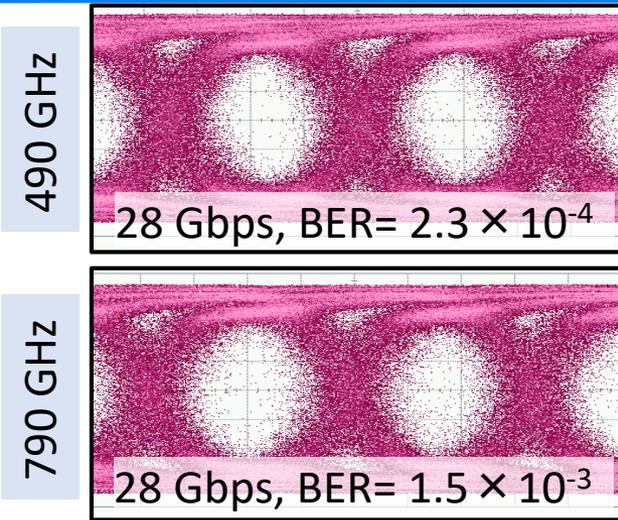
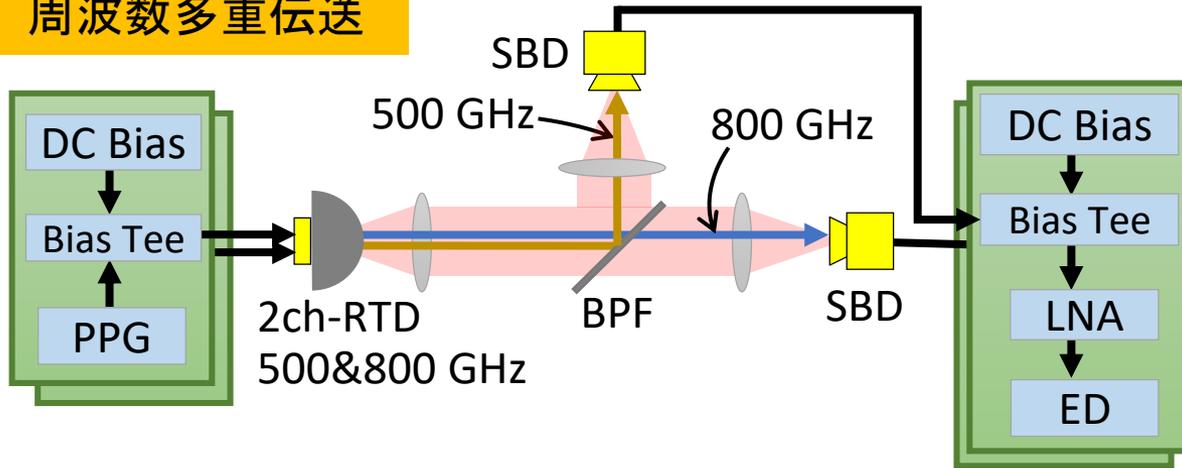
44Gbps無線通信@650GHz



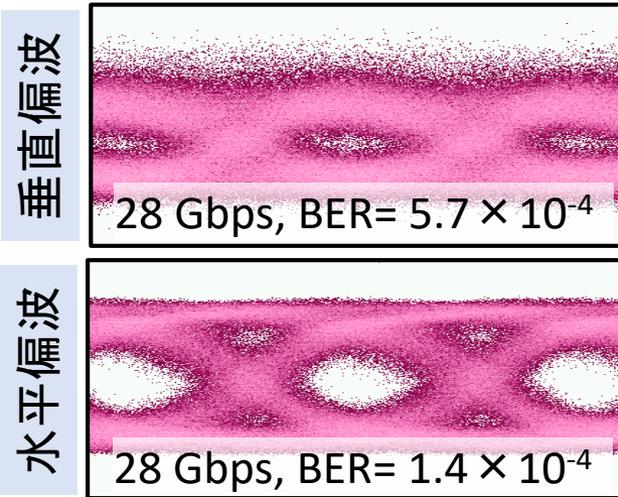
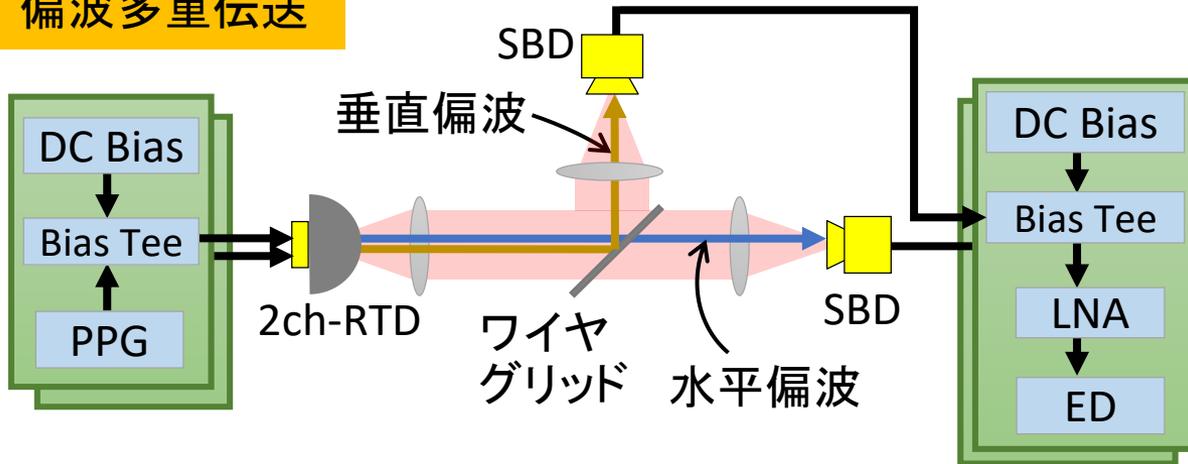
・キャリア周波数650GHz,
44Gbps 擬似エラーフリー、
25Gbpsのエラーフリー伝送達成
→携帯機器に搭載可能な
微細半導体チップで通信可能



周波数多重伝送



偏波多重伝送



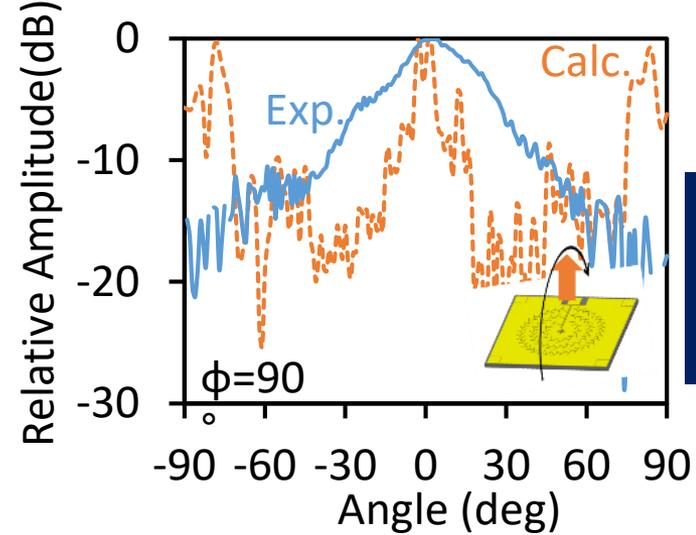
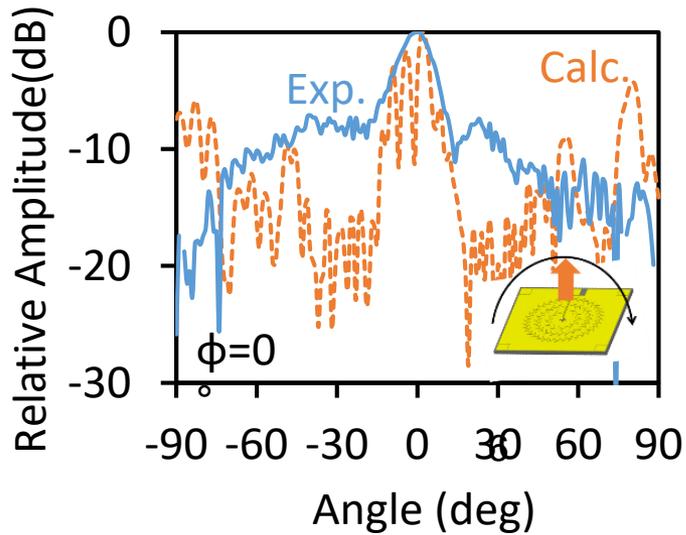
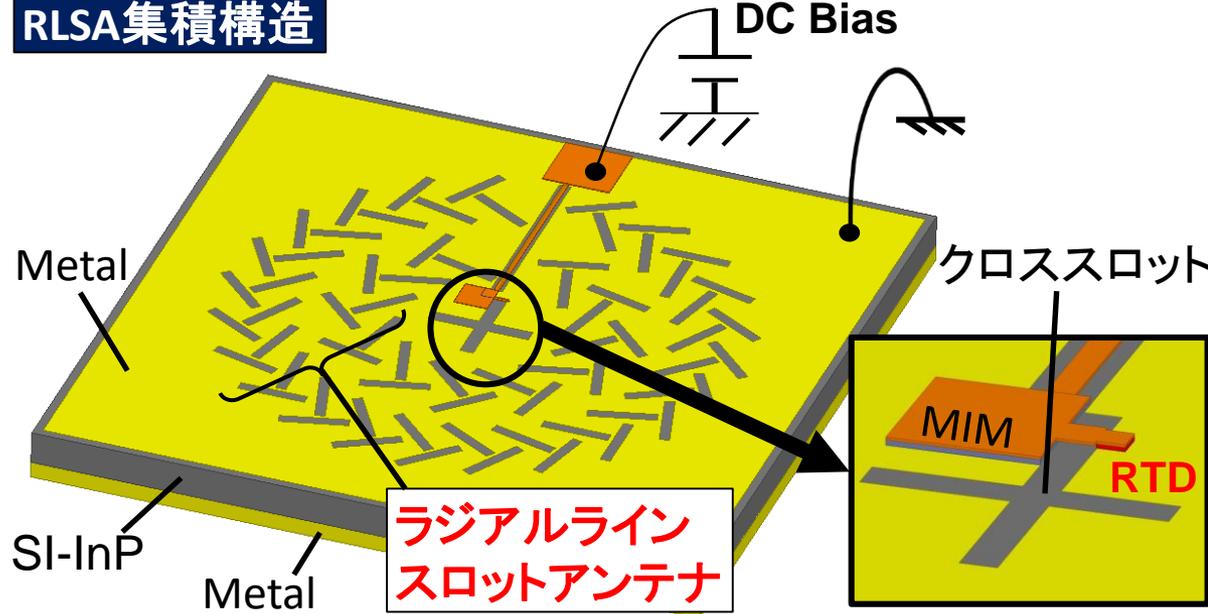
周波数多重・偏波多重どちらも28 Gbps × 2ch = 56 Gbps (FEC可能)を達成
 更なる多重化と多値振幅変調で大容量化が可能 (例) 8周波数 × 2偏波 × PAM4 = 1.6 Tbps

ラジアルラインスロットアンテナ(RLSA)による円偏波放射

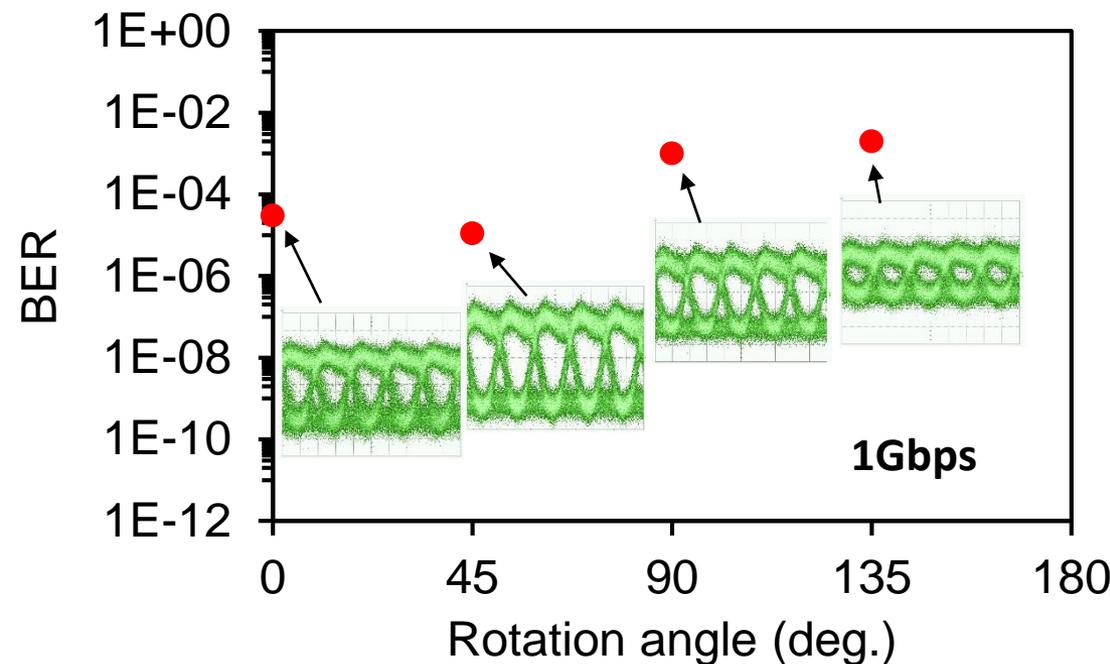
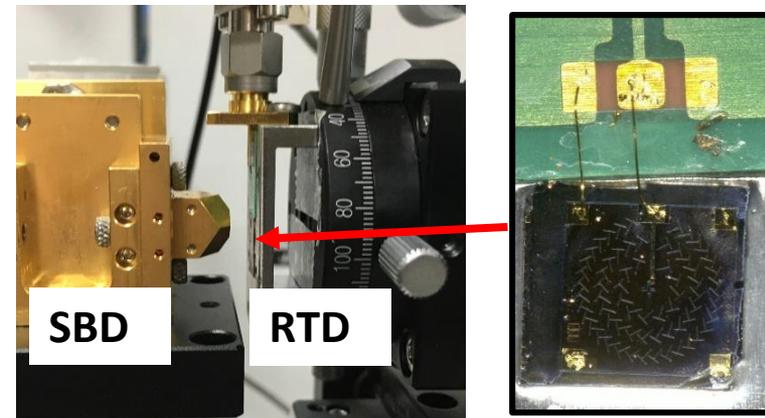
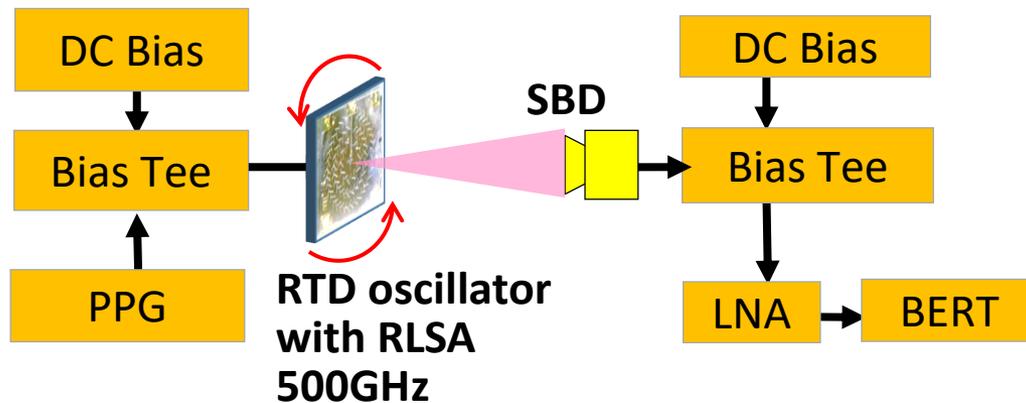
- ・従来は直線偏波
- ・円偏波放射型発振器であれば 端末の向きによらず通信可能



RLSA集積構造



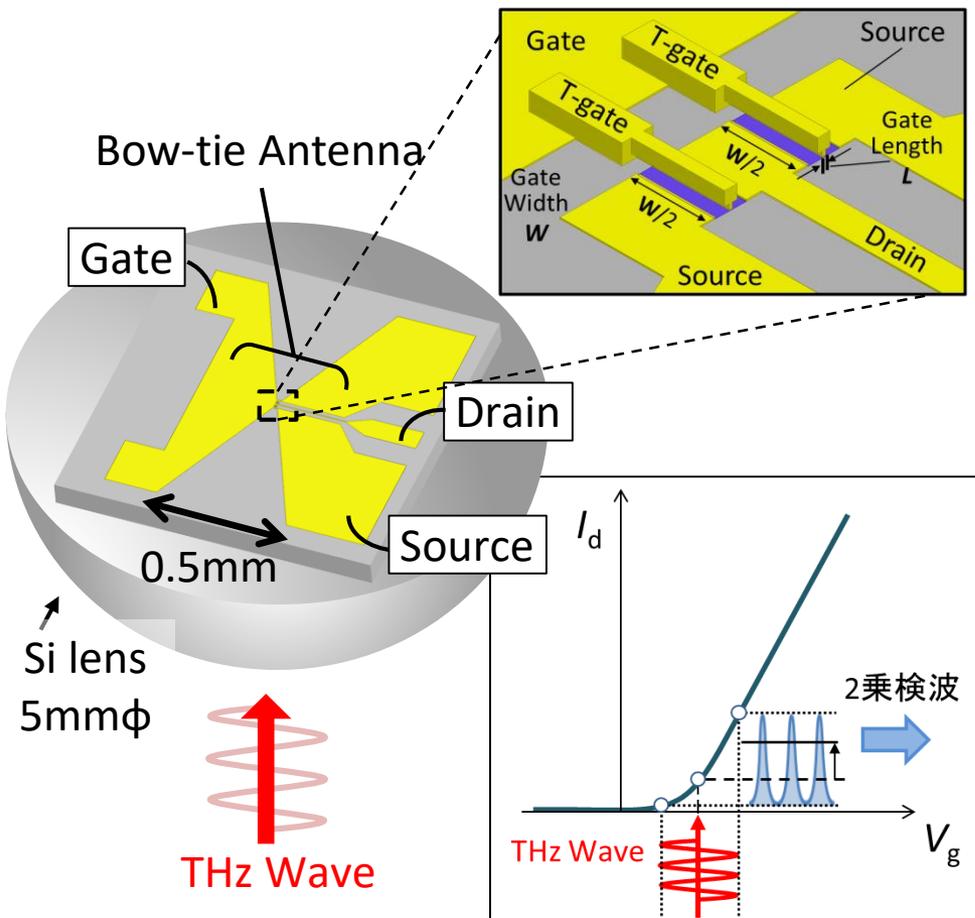
- ・上方に鋭い指向性 (15dBi)
- ・レンズ無しで放射



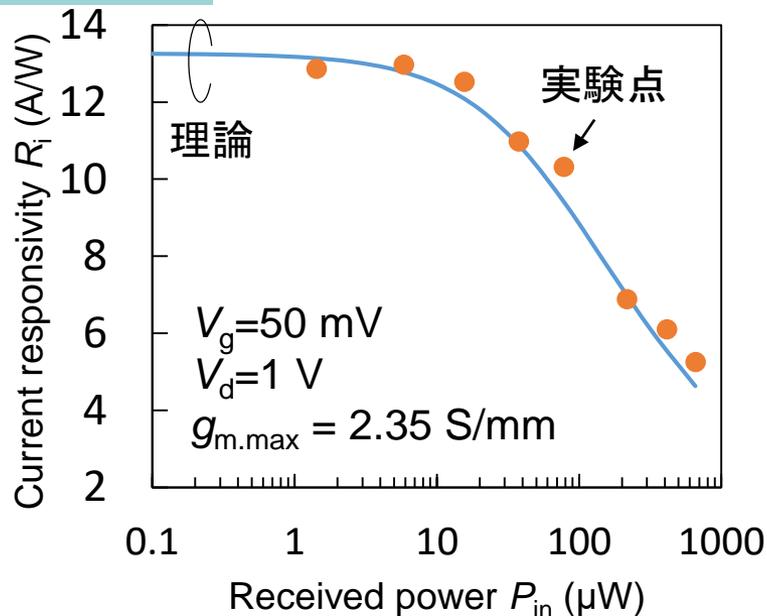
- ▶ RLSA集積RTD発振器を送信器として通信(1Gbps)
- ▶ 回転させながらBER測定
- ▶ 1 Gbps (< FEC limit)
- ▶ BERは回転角度にほぼ依存しない



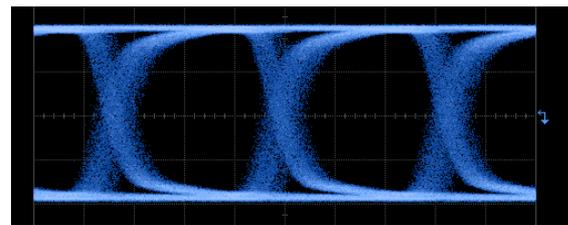
レンズ等の集光系を用いない
超コンパクト通信システム



感度特性



通信実験



- シリコンコリメーションレンズ上にボウタイアンテナ集積構造の素子をマウント
- ゲート電圧ドレイン電流の非線形性を用いて検波

- 高電流感度 $R_i \sim 13$ A/W
→ 従来のSBD受信器より3-4倍高感度！
- 300GHz帯で1.5Gbps通信達成

電子デバイスを用いたテラヘルツ発振器・受信器の開発

☞ スロットアンテナ集積RTD発振器

- ・高周波化へ向けた構造
 - ▶ 1.98THz 室温基本波発振：室温電子デバイスで最高発振周波数
- ・高出力化へ向けた構造
 - ▶ アレイによる高出力化：0.73mW@1THz
- ・RTD発振器を用いたテラヘルツ無線通信
 - ▶ シングルチャネル無線通信：44Gbps@650GHz
 - ▶ 周波数・偏波多重通信：56Gbps
 - ▶ RLSAを用いた姿勢無依存・レンズフリー通信@500GHz

☞ HEMTを用いた高電流感度受信器

- ▶ 高電流感度~13A/W
- ▶ 無線通信基礎実験：1.5Gbps@300GHz