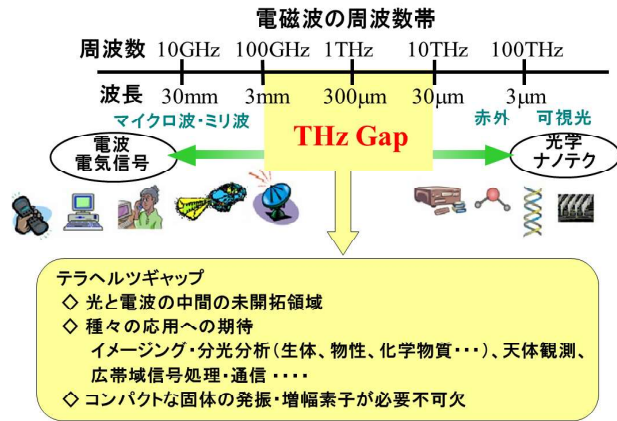


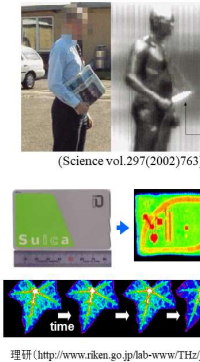


テラヘルツとは？



いろいろな応用

イメージングへの応用



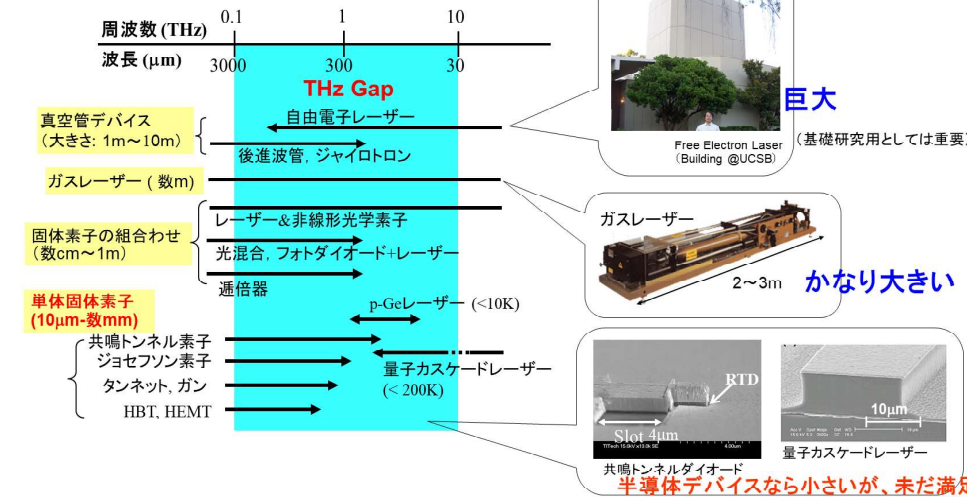
超高速無線通信への応用

大容量短距離の無線通信が可能(周波数0.1-1THz, 伝送速度~100Gb/s)

- ◆ 災害復旧
- ◆ デジタルシネマ配信システム
- ◆ FWA(固定無線アクセス)
- ◆ リアルタイムHDTV伝送
- ◆ チップ間データ伝送

中継放送 遠隔医療
THz発振素子 LSI (Tokyo Tech)

テラヘルツ光源デバイスの現状



本研究室の研究テーマ

研究の背景

未開拓周波数であるテラヘルツ帯は、超高速無線通信やイメージングなど非常に多くの応用が期待されている。しかし、テラヘルツ波を発生できる光源や検出器はまだ十分に開発されているとはいえない状況にある。特に、室温で動作する小型で高出力・高効率の光源や、高感度・低雑音の検出器は未だに実現していない。

本研究室では

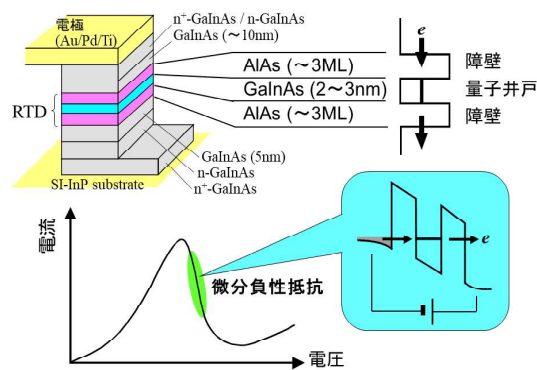
半導体ナノ構造中で生じる新しい現象を使った、高性能光源などのテラヘルツデバイスやその集積回路の実現、さらにはそれらの応用展開を目指している。

これまでに

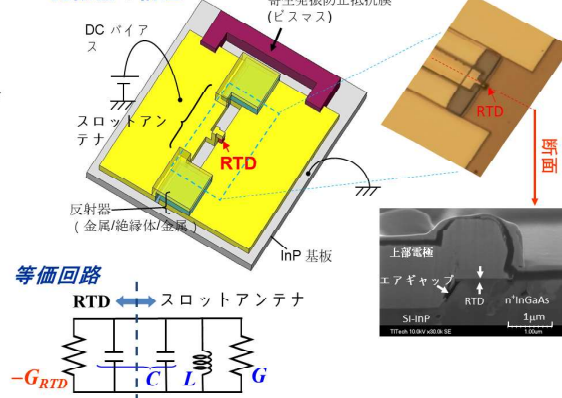
半導体電子デバイスで初めての室温テラヘルツ発振の達成や、それを使ったテラヘルツ無線伝送実験などを行ってきた。

本研究室で作製しているテラヘルツ発振デバイスとその特性

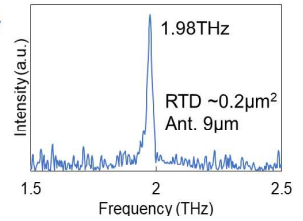
共振トンネルダイオード (RTD)



RTD発振器の構造



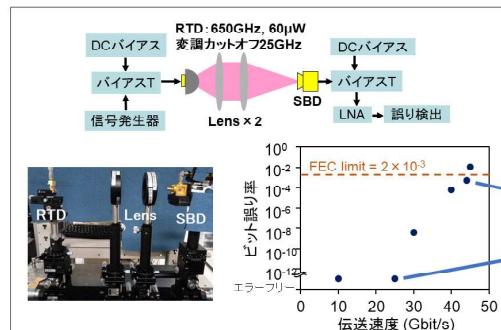
発振特性



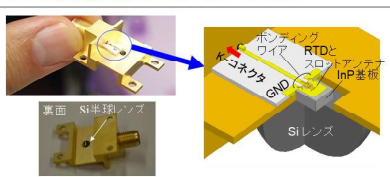
室温電子デバイスで唯一のテラヘルツ発振達成
RTDとアンテナ構造の最適化により、さらなる高周波発振 (>2THz) を目指す
アンテナ構造考案と多素子アレイによる高出力化
0.73mW@1THz: この周波数帯では最高レベルアンテナとRTD構造の最適化でさらなる高出力 (→ >1mW) を目指す

テラヘルツ無線通信の実験

RTD発振器による送信系と無線伝送特性



RTD発振器のモジュール化



伝送速度25Gbps (エラーフリー) および 44Gbps (エラー訂正可能) の無線伝送実験に成功
RTDへの信号導入回路の改善 および多重(周波数・偏波)多値伝送で >100Gbpsの通信が可能

研究室の場所など

研究室の場所

東工大大岡山キャンパス南9号館703号室(教員室)および南9号館8階807号室(学生室)。電気電子系鈴木左文研究室と共同研究を行っています。

研究室の見学

ナノデバイス形成のクリーンルームや測定室の見学希望は浅田(asada@pe.titech.ac.jp) まで。



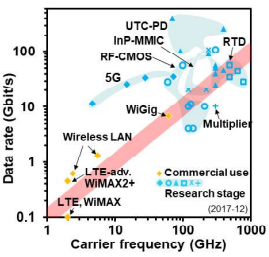


いろいろなテラヘルツ応用

テラヘルツ (THz) 帯 (~0.1-10THz) では種々の応用が期待、応用を実現するための室温電子デバイス光源・受信器・システムが必要!

超高速無線通信への応用

キャリア周波数と伝送容量



THzは帯域が広く大容量伝送可能
多値化、多重化(周波数・偏波・OAM)で>1Tbpsも可能

3次元イメージング・レーダーへの応用

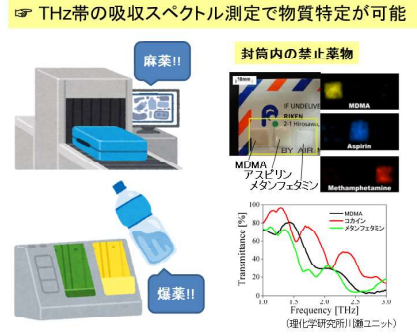
製品ライン、空港、スタジアム等での3次元透過検査



波長が短く(<1mm)、広帯域で高分解能
小さな異物(針、昆虫、etc)、凶器の分別、また、どこに隠されているか位置も特定可能
不良視界下でも検知OK
光に比べて散乱されにくく、粉塵、雪などの悪条件に強い

分光分析への応用

禁止薬物・爆発物の特定



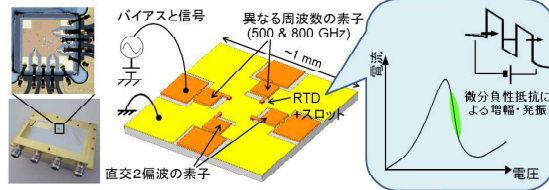
無線通信大容量化のためのデバイス

多重化による大容量伝送

- 周波数多重
- 偏波多重
- OAM (Orbital Angular Momentum)

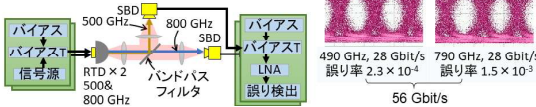
多重化による多チャンネル伝送
テラヘルツは使っていない周波数帯ばかり
→ 全部の周波数帯を使えば超大容量化
軌道角運動量 (OAM) は多重化の新軸軸

2周波数×2偏波の多重通信用RTD集積チップ



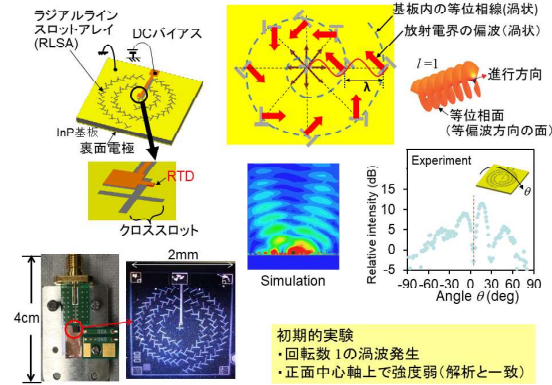
周波数・偏波の異なる4つの共振トンネルダイオード (RTD) 発振器を集積

2CH周波数多重通信



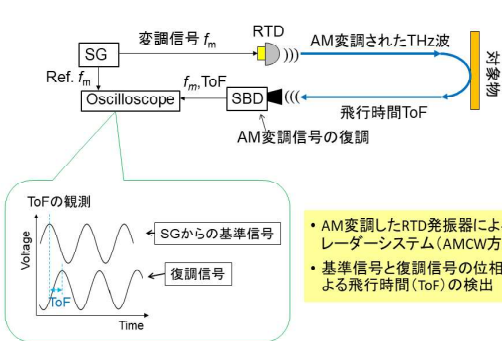
500&800GHzの2CH周波数多重による56Gbps通信(偏波多重でも56Gbps)

OAM多重に向けた渦放射デバイス



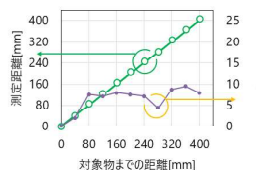
3次元イメージング・レーダーのためのシステム

RTD発振器を用いたAMCWレーダーシステム

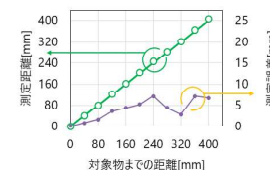
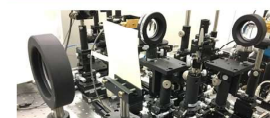


AM変調したRTD発振器によるレーダーシステム (AMCW方式)
基準信号と復調信号の位相差による飛行時間 (ToF) の検出

構築したレーダーシステム



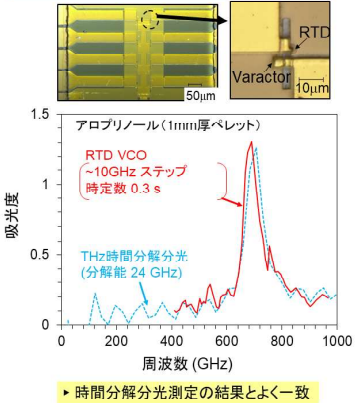
対象物までに紙(遮蔽物)を入れた系



AMCW方式による距離測定に成功
光を通さない物質(紙)を挿入しても測定可能

RTD発振器を用いた分光分析

周波数可変RTD発振器アレイ(410-970GHz)



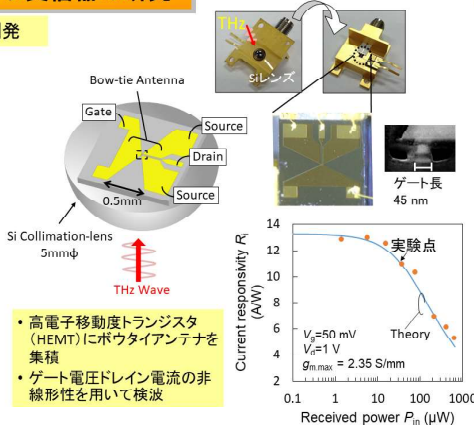
時間分解分光測定の結果とよく一致

高電子移動度トランジスタを用いたテラヘルツ受信器の研究

室温・高感度・高速応答なTHz受信器はまだ無い→要開発

テラヘルツ帯の種々の受信デバイス		NEP=雑音/感度	
動作温度	等価雑音電力 NEP(W/Hz ^{2/2})	応答速度	
熱	パイロ検出器	10 ⁻⁹	10μs
	ゴレイセル	10 ⁻¹⁰	10ms
	マイクロボロメータ	10 ⁻¹²	1ms
量子	ボロメータ	10 ⁻¹³	100μs
	TES, HEB	10 ⁻¹⁸⁻²⁰	0.1ns~10μs
	単電子素子	10 ⁻²²	1ms
	Ge:Ga光伝導	10 ⁻¹⁶	1ms
非線形	SIS	10 ⁻¹⁶	1ns
	ショットキバリアダイオード(SBD)	10 ⁻³²	10ps
	トランジスタ(FET)	10 ⁻¹¹	10ps

室温動作・高速応答・高感度の受信器が鍵
→電子デバイス受信器は有力候補



高電子移動度トランジスタ (HEMT) にボウタイアンテナを集積
ゲート電圧ドレイン電流の非線形性を用いて検波

研究室の場所など

研究室の場所

東工大大岡山キャンパス南9号館803号室(教員室)および南9号館8階007号室(学生室)。未来産業技術研究所浅田研究室と共同研究。

研究室の見学

ナノデバイス形成のクリーンルームや測定室の見学希望は鈴木(safumi@ee.e.titech.ac.jp)まで。

