



デバイスグループ  
電気電子コース  
大岡山・S9-703

教授 浅田雅洋

研究分野: 電子デバイス、テラヘルツエレクトロニクス、半導体物理  
キーワード: テラヘルツ波、テラヘルツデバイス、半導体ナノ構造、量子効果  
ホームページ: <http://www.pe.titech.ac.jp/AsadaLab/>

1 主な研究テーマ: テラヘルツデバイス

電波と光の間にある約0.1~10THzの周波数はテラヘルツ帯とよばれ、これまで未開拓の領域でした。最近この領域は、超高速無線通信、イメージング、分光分析など非常に幅広い応用への可能性が明らかになり、盛んに研究が行われるようになってきました。しかし、テラヘルツ波を発生できる光源や、それを検出する受信器はまだ十分に開発されているとはいえない状況にあります。特に、室温で動作するコンパクトな高出力・高効率の半導体光源や高感度・低雑音の半導体検出器は未だに実現していません。

本研究室では、半導体ナノ構造の中で生じる新しい現象を使って、テラヘルツ波を発生・検出する微細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ます。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、それを使った無線伝送実験などを行ってきました。

2 最近の研究成果

■電子デバイスで初めて1THzを超える  
室温発振を実現

周波数が1THz前後のテラヘルツ帯(以下、略してTHz帯。サブミリ波帯、遠赤外ともよばれる)は、光と電波の中間の未開拓領域で、半導体による光源で満足なものはまだ存在しません(図1)。

ところが、この周波数帯が開拓されれば、超高速通信やイメージング、分光分析、計測など非常に広い分野で種々の新しい応用が期待されており、光源や検出器などのキーデバイスの開発は必要不可欠となっています。

THz帯の高性能光源や検出器を実現するには、ナノメートルオーダーの極微細構造を形成し、電子の走行時間を大幅に短縮するとともに、ナノ構造に生じる新たな電子物性を用いることが有力な方法の一つと考えられます。

本研究室では、THz波に対する半導体ナノ構造の新しい現象や、ナノ構造によるテラヘルツ発生デバイスの実現を目指した研究を行っています。最近、ナノ構造の一つである共鳴トンネルダイオードを用いたTHz光源を作製し、電子デバイスで初めての室温THz発振に成功しました。さらに、周波数を制限していた電子遅延時間の短縮などを行い、最高発振周波数を更新しました(図2)。

現在、室温で1THzを超える周波数を単独で発生できるのは共鳴トンネルダイオードしかなく、THzギャップを埋める素子として期待されています。

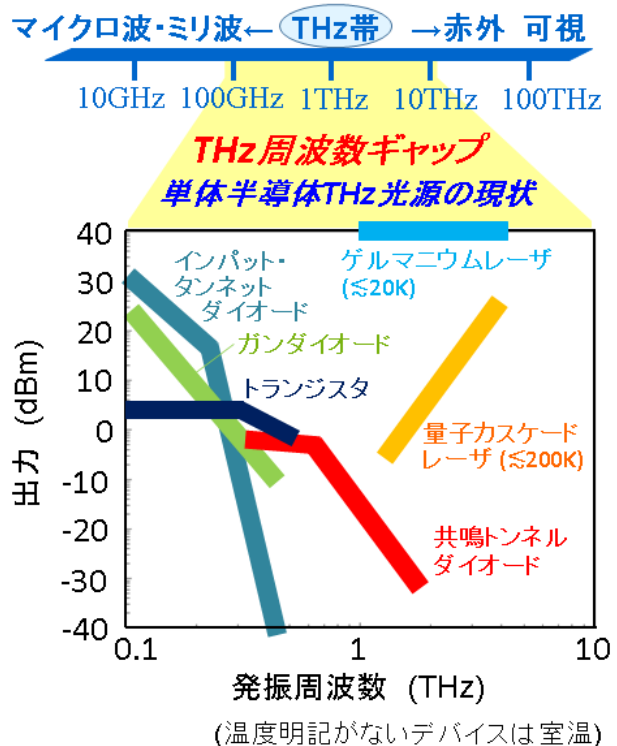


図1 半導体単体のテラヘルツ光源の現状。現在、周波数1THz周辺には満足な光源がなく谷間になっており、テラヘルツギャップと呼ばれています。

# 大岡山・デバイスグループ

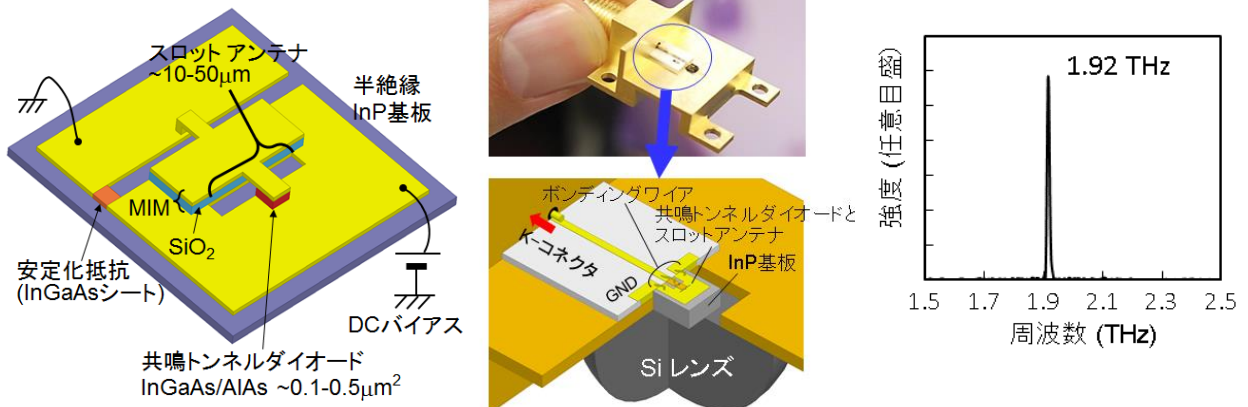


図2 共鳴トンネルダイオードによる、電子デバイスで唯一の1THzを超える室温発振器。素子構造(左)、モジュール化した素子(中央)、現在の最高発振周波数1.92THzの発振スペクトル(右)。

このような共鳴トンネルダイオードによるTHz光源をさらに高周波化・高出力化するための素子構造や、放射する出力ビームを鋭くするための微細アンテナ集積など、高性能化に向けた研究を進めています。

### ■半導体THz光源の高性能化と応用 (超高速無線通信、分光分析)

THz帯を用いることにより、簡易なシステムで数十～百Gビット/秒の超高速無線通信が可能となります。本研究室では、このような無線通信応用を目指して、共鳴トンネルダイオードのTHz出力に信号を乗せる高速直接変調や、これを用いたTHz送受信系(図3)の研究を行っています。

最近、共鳴トンネルダイオードの高速直接変調に成功し、これによる初期実験として、30Gビット/秒の高速THz無線通信のデモンストレーションを行いました。

THz帯では、超高速無線通信だけでなく、他の周波数では不可能な物質の分光分析が可能です。これには、周波数が連続的に変えられる光源が必要不可欠です。本研究室では、共鳴トンネルダイオードとバラクタダイオードを集積した周波数可変THz光源を実現しました。この素子の周波数範囲拡大や物質分析への応用の研究を行っています。

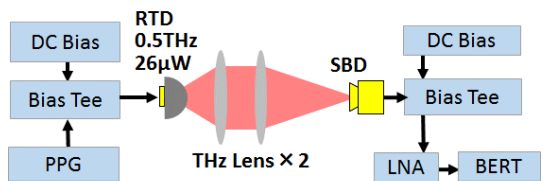


図3 共鳴トンネルダイオード送信器を用いた高速テラヘルツ無線通信系。

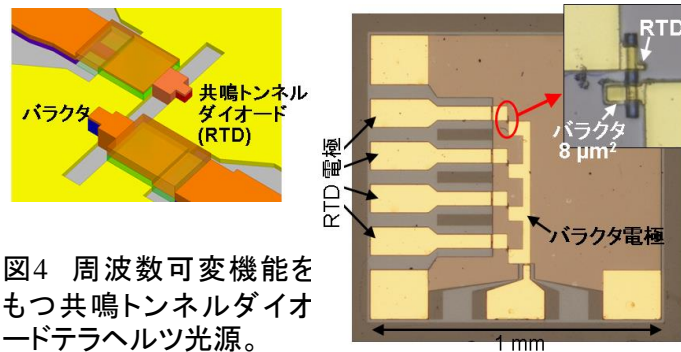


図4 周波数可変機能をもつ共鳴トンネルダイオードテラヘルツ光源。

## 3 教員からのメッセージ

研究はテラヘルツという未知の分野で、物理現象の探索からデバイス作製・応用にまで及んでおり、それぞれ実験あり理論あり。簡単ではないけれど、一歩先には今までになかった最高周波数のデバイスや新しい現象がある。メンバーが協力しあって新しい発見やデバイス実現を目指していきたいと思っています。

研究室メンバーから一言:世界初のデバイスを作れるかも?!(教員:作れます)／電子の気持ちができるようになるかも／研究するには最高の環境です／動作時間”0”の超高速デバイスを目指せ(教員:これは…無理です)／メンバーは個性派ぞろい／