

学部3年生のみなさんへ

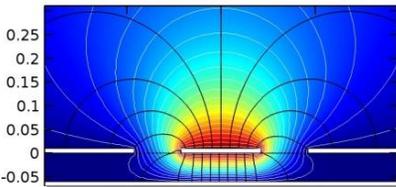
コアタイムは10:00~17:00で、週一回の全体ミーティングと各研究分野でのミーティングがあります。比較的自由なペースで研究が進められます。進捗報告や雑誌会などは各研究グループで適宜、また、研究室全体では数ヶ月ごとに開催されます。何よりも各自で勉強することが求められます。

研究は自分のやりたいと思ったことを自由にやらせてもらえます。やりたい実験、挑戦したいデバイス構造があれば、どんどん提案しましょう。

日々研究を進め、まとまった結果が得られると、学会に行けます。国内だと毎年3月と9月が応用物理学会、情報通信学会のシーズンです。国際学会は年を通して各地で数多く行われます。学会だけで物足りない人は学術論文に出すことも可能です。

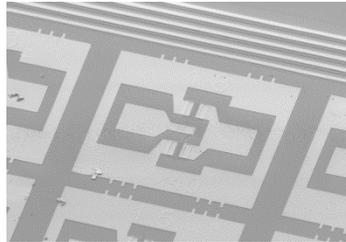
留学生や外部からの学生を積極的に受け入れているので、研究室はなかなか国際的です。また、国際学会での発表を積極的に行っています。さらには、スペイン・ロシア・フランスなど海外の大学と共同研究を行っているため、海外で研究滞在できるチャンスもあります。

～研究の流れ～



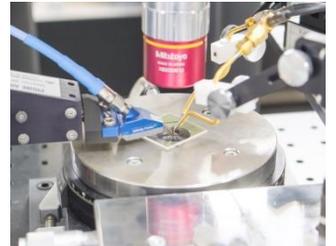
デバイス設計

今までにない全く新しい構造、特異な構造を提案し、デバイスを設計します。



デバイス試作

ナノスピンドルにはクリーンルームがあるため、自分たちで自由な構造のデバイスを試作できます。



実験・評価

測定装置も各種そろっています。もちろん自分たちで実験系を構築します。

～例年のイベント～

- 4月 B4研究室配属、花見
 - 5月 学振申請書提出
 - 6月 国際学会、電気系サッカー大会
 - 7月 ビアガーデン、工学セミナー発表
 - 8月 大学院入試
 - 9月 院試合格祝賀会、国内・国際学会
 - 10月 片平まつり (ラジオ工作教室)
 - 11月 芋煮、駅伝大会
 - 12月 忘年会
 - 1月 新年会
 - 2月 修論審査、卒研発表
 - 3月 追いコン、国内学会
- 国内学会→東京、名古屋、福岡、札幌、松江etc…
国際学会→アメリカ、フランス、スウェーデンetc…

～進路～

ドクター進学の他、下記の会社に就職しています。
日立製作所・アルプス・東京エレクトロン・ソニー・アンリツ・新日鐵住金・ブリヂストン・キヤノン・村田製作所・浜松ホトニクス・住友電工・IHI・NTT・川崎重工・富士通 などなど…

～とあるB4の1日(理想例)～

- 10:00 研究室到着
- 10:00~ クリーンルームでデバイス試作
可愛いデバイスのため苦労は惜しまない
- 13:00 昼食
片平なのでどこに行くか迷う
- 14:00~ デバイスの電気特性の測定
動いたら感動!!
動かなかったら明日がんばる
- 18:00 帰宅

この研究室に向いてる人(来て欲しい人)

- ・今までにないデバイスを作りたい人
- ・測定装置に囲まれて実験したい人
- ・高級な装置を多数使いたい人
- ・自分の手でデバイスを作りたい人
- ・電波と光波の実験の両方を楽しみたい人
- ・学会で発表しまくりたい人
- ・明るい研究室がいい人(5階南向)

随時見学可！ ナノ・スピン棟5階 A504まで！

電気通信研究所ナノ・スピン実験施設 居室A504 TEL 022-217-6108
Mail: kenichi.narita.t2@dc.tohoku.ac.jp (学生代表 B4 成田 健一)

2021年 研究室紹介

Laboratory members

Professor



尾辻 泰一
Taiichi
Otsuji

Associate Prof.



佐藤 昭
Akira
Satou

Visiting Prof.



Victor Ryzhii

Assistant Prof.



渡辺 隆之
Takayuki
Watanabe

Secretary



上野 佳代
Kayo
Ueno

Research Fellow



唐 超
Tang
Chao

MC2
佐々木 悠真
根来 拓海

MC1
田村 紘一
中嶋 大

BC
関 宏信
成田 健一
渡邊 光貴

研究内容

尾辻研究室はデバイスの研究室です。特に、ミリ波・テラヘルツ波デバイスの研究を進めています。具体的には、新材料グラフェンを用いたグラフェンFET(GFET)やグラフェンレーザー、化合物半導体を用いた高電子移動度トランジスタ(HEMT)、まったく新しい原理で動作するプラズモニックデバイスの実現に向けて、研究を行っています。

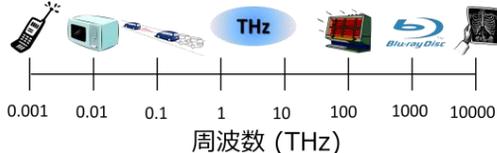


プラズモニックデバイスのテラヘルツ応用

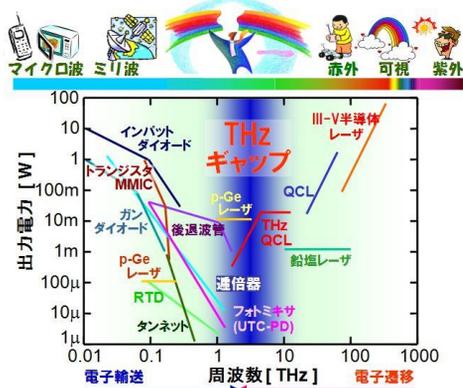
こんな研究です!!

周波数1~10テラヘルツ(THz)付近の電磁波であるテラヘルツ波は、多くの工学的応用が期待され、近年注目を集めています。しかし、放射・検出ともに難しく、実用的なデバイス開発は実現していません。尾辻研究室では、電子の粗密波(プラズモン)を用いた全く新しい概念で動作するテラヘルツデバイス創出に向けて研究を行っています。

テラヘルツ波

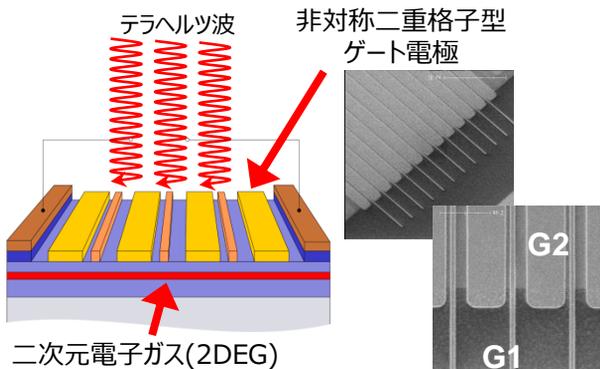


- ▶ 電波も光も“電磁波”の一種です。
- ▶ 電波と光の中間に位置するのがテラヘルツ波です。テラヘルツ波は電波の特徴と光の特徴を併せ持っており、様々な分野での応用が期待されています。
- ▶ しかし、その特徴ゆえに、テラヘルツ波の放射・検出は困難であり、実用に足るデバイスははまだ実現していません。



ADGG-HEMTの開発

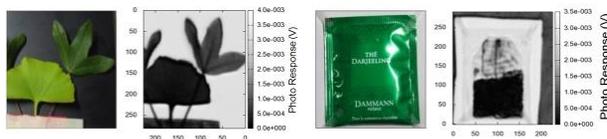
- ▶ テラヘルツ波の応用研究の促進には、小型で汎用性のある光源が不可欠です。我々は従来の電子デバイスの速度限界を超えるために、**プラズモン**という物理現象を動作原理として導入した光源の開発を進めています。
- ▶ HEMT (高電子移動度トランジスタ)と呼ばれる半導体デバイスをベースに、非対称二重格子型ゲート電極(ADGG)という斬新な構造を導入した**ADGG-HEMT**を開発し、高効率なテラヘルツ波発振及び受光を目指しています。



- ▶ 通常のHEMTとは異なり、二次元電子ガス(2DEG)領域を広く取り、テラヘルツ波受光部分とします。2DEG領域中のプラズモンを励起し、テラヘルツ波を検出します。

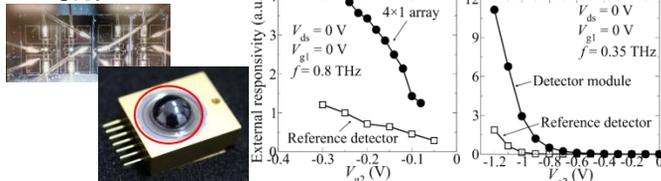
テラヘルツ波検出デバイスとして

- ▶ 半導体においてpn接合で発光・受光ができるのと同じく、ADGG-HEMTによりテラヘルツ波の検出も可能です。
- ▶ 2DEG領域中に入射したテラヘルツ波がプラズモンを励起することで、テラヘルツ波を検出します。



可視光 テラヘルツ光 可視光 テラヘルツ光

- ▶ ADGG-HEMTをタイル状に並べ、アレイにすることにより、テラヘルツ波を用いたイメージングも可能です。今まで見ることでできなかった物質の状態を検知することができ、物質同定などに威力を発揮すると期待されています。
- ▶ シリコンレンズを用いることにより感度が向上することを実証しました。



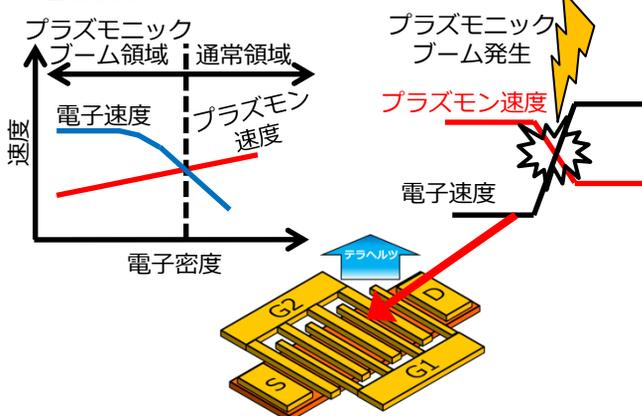
超高速無線通信

- ▶ テラヘルツ波は光でもあり、電波でもあります。テラヘルツをとても高い周波数の電波と捉え、無線通信にも応用できます。WiFiなどに使われている電波よりはるかに高い帯域であるため、干渉を気にすることなく、高速大容量の無線通信を可能とします。8K画質の映画を数秒でダウンロードする、なんてことも可能です。



プラズモニックブーム

- ▶ 物体の速度が音速を超えると、衝撃波が発生します。この原理と同じで、電子速度がプラズモン速度を超えると、プラズモンの衝撃波が発生します。これをプラズモニックブームと言います。
- ▶ このプラズモニックブームによるテラヘルツ波発生は、理論検証により予言されています。プラズモニックブームを発生させるべく、斬新なデバイス構造を取り入れ、新たなテラヘルツ光源の実現を目指します。



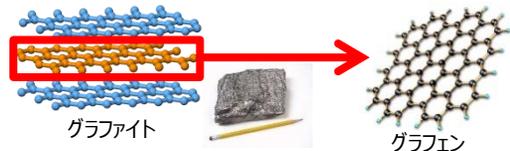
新材料グラフェンのデバイス応用

こんな研究です!!

鉛筆の材料などに用いられているグラファイトの原子1層分の膜はグラフェンと呼ばれ、その特異な物性から世界中で研究が盛んに行われています。尾辻・末光研究室では、その新材料グラフェンを用いた、今までにない高速動作をする次世代トランジスタ、グラフェンを用いたテラヘルツレーザーに関する研究を行っています。

グラフェンとは？

▶グラファイトの原子1層分を取り出したものがグラフェンです。

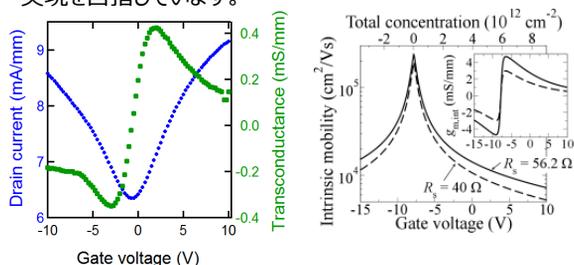


▶グラフェン中のキャリアは非常に動きやすい!

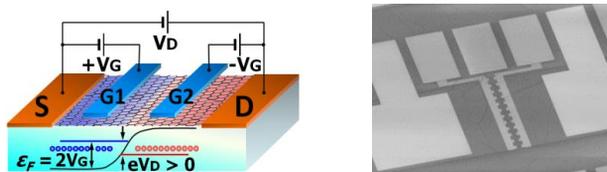


グラフェンを利用したGFET作製の研究

- ▶エピタキシャルグラフェンとSiNゲートスタックを利用して、グラフェンFET (GFET) の作製が実現されました。
- ▶既存のシリコンを用いたトランジスタの性能を超えるデバイスの実現を目指しています。



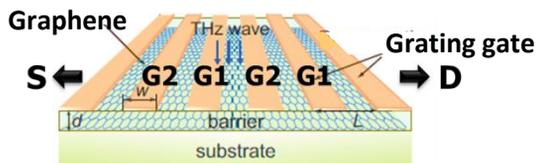
グラフェンを利用したテラヘルツレーザー



グラフェンのさらなる応用例としてレーザーの実現を目指しています。グラフェン上にゲート電極を2つ付けることにより、半導体レーザーにも用いられている反転分布状態を作り出すことで、コヒーレントなテラヘルツ波を放射します。

ADGG-G-FET

- ▶今までのプラズモニックデバイスは全て半導体材料を用いたHEMTに一工夫加えたものを用いてきました。
- ▶理論的には、HEMTよりもグラフェンを用いたほうが良いと言われていました。
- ▶今まで研究室で培ってきたグラフェンプロセスの技術を活かし、グラフェンFETにADGG構造を取り入れた、ADGG-G-FETによるプラズモニックデバイス実現に向けても研究を進めています。

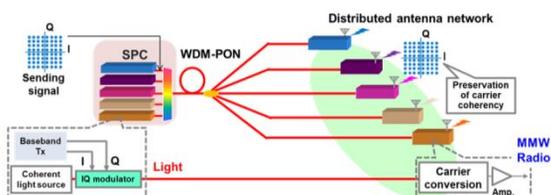


高電子移動度トランジスタのフォトミキサ応用

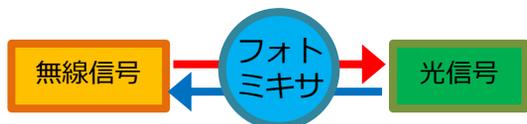
こんな研究です!!

ノートパソコンやスマートフォンの普及により、無線通信のデータ量は増加の一途をたどっています。そこで、現在のWiFiに使われている電波よりも周波数の高いミリ波を用いた通信の開拓が望まれています。そのためには、数百GHzで動作する高電子移動度トランジスタ(HEMT)が重要な役割を果たします。尾辻研究室では、InP系HEMTを用いた光無線キャリア変換デバイス創出に向けて研究を行っています。

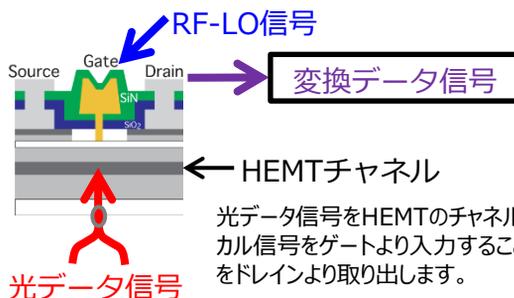
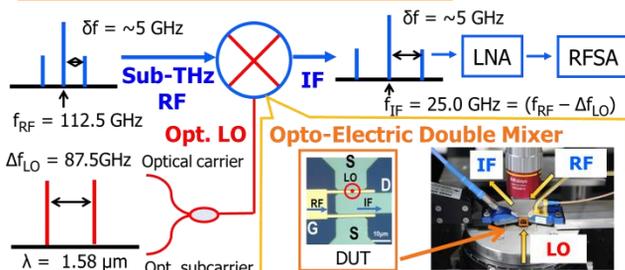
光・無線ネットワークの融合



- ▶光通信と無線通信とがお互いにシームレスにデータ変換できれば、光無線が融合した極めて高速なネットワーク構築が可能です。
- ▶光信号と無線信号をシームレスに変換するデバイスとして、フォトミキサがあります。
- ▶InP系HEMTを用いたフォトミキシングのさらなるデータレート向上を目指して研究しています。



InP系HEMTを用いたフォトミキシング



光データ信号をHEMTのチャンネルへ照射し、ローカル信号をゲートより入力することで、変換信号をドレインより取り出します。