

超ブロードバンド信号処理研究室

研究スタッフ

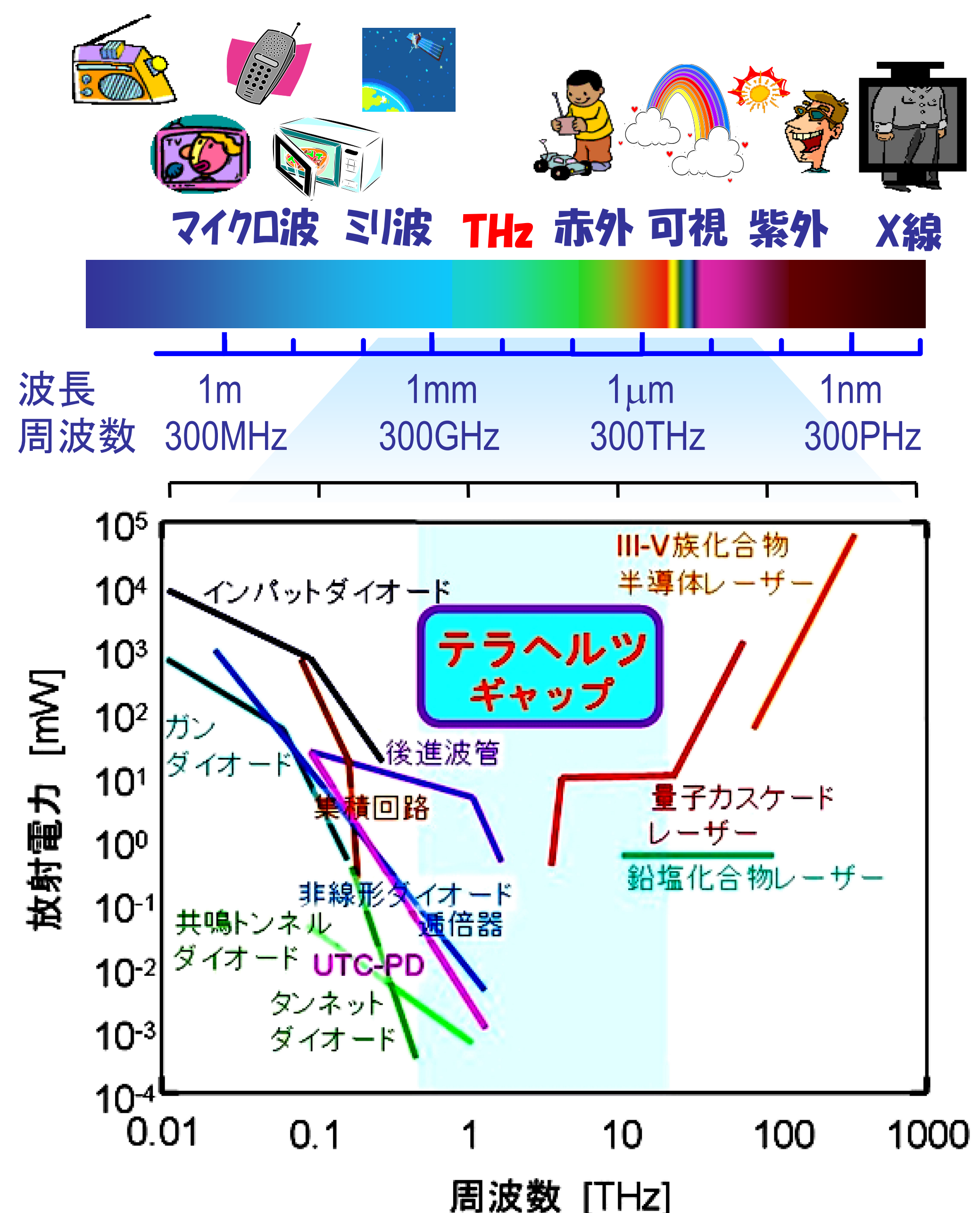
教授：尾辻 泰一、 客員教授：Victor Ryzhii

助教：佐藤 昭、 研究員：渡辺 隆之

研究目的

電波と光波の中間に位置する**テラヘルツ帯**（THz帯：数百ギガヘルツ～数十テラヘルツ）は、多くの工学的応用が期待されており、近年、研究・開発が活発化しています。

本研究室では、集積化可能な半導体技術を駆使し、THz帯で動作する素子の開拓・実用化を目指しています。その手段として、プラズモン共鳴と呼ばれる物理現象を利用したTHz帯光源・検出器、新奇材料グラフェンを用いたTHz波レーザーの創出を目指し、超ブロードバンド信号処理・計測システムに関する実験・理論研究を進めています。

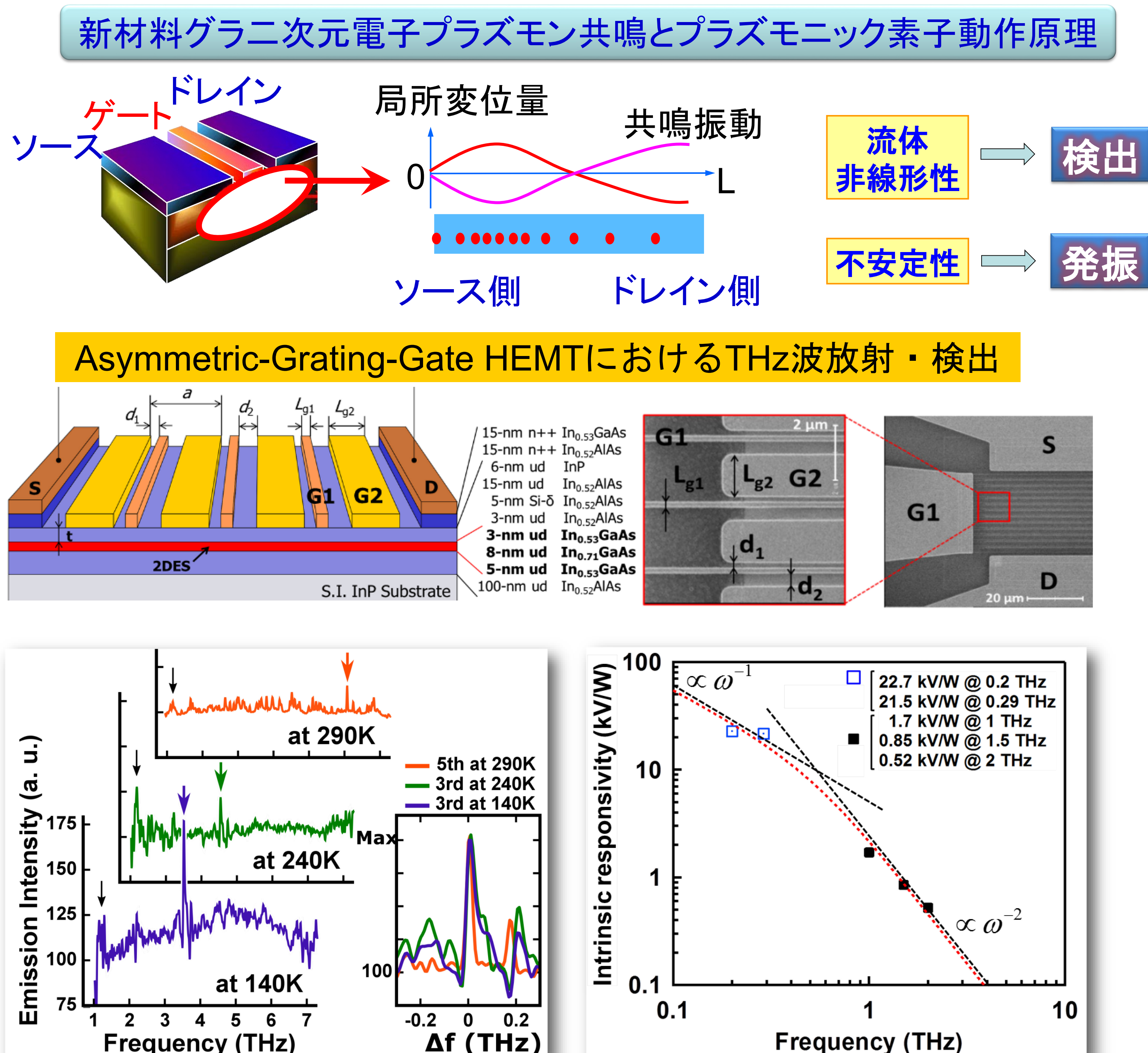


主な研究テーマ

1. 二次元電子プラズモン共鳴を用いたTHz光源・検出素子の研究・開発

高電子移動度トランジスタ（High Electron Mobility Transistor: HEMT）のチャネル内で高濃度に凝集されたシート状電子集団は、プラズマ流体として振る舞い、電子濃度と領域寸法(ゲート長)により定まる、ある特定の周波数で共鳴を起こします。これを**プラズモン共鳴**と言います。ゲート長が100ナノメートル（1mmの一万分の一）程度の微細なトランジスタでは、共鳴周波数はTHz帯に到達します。また、外部から電子濃度が変調可能なため、共鳴周波数が制御可能です。

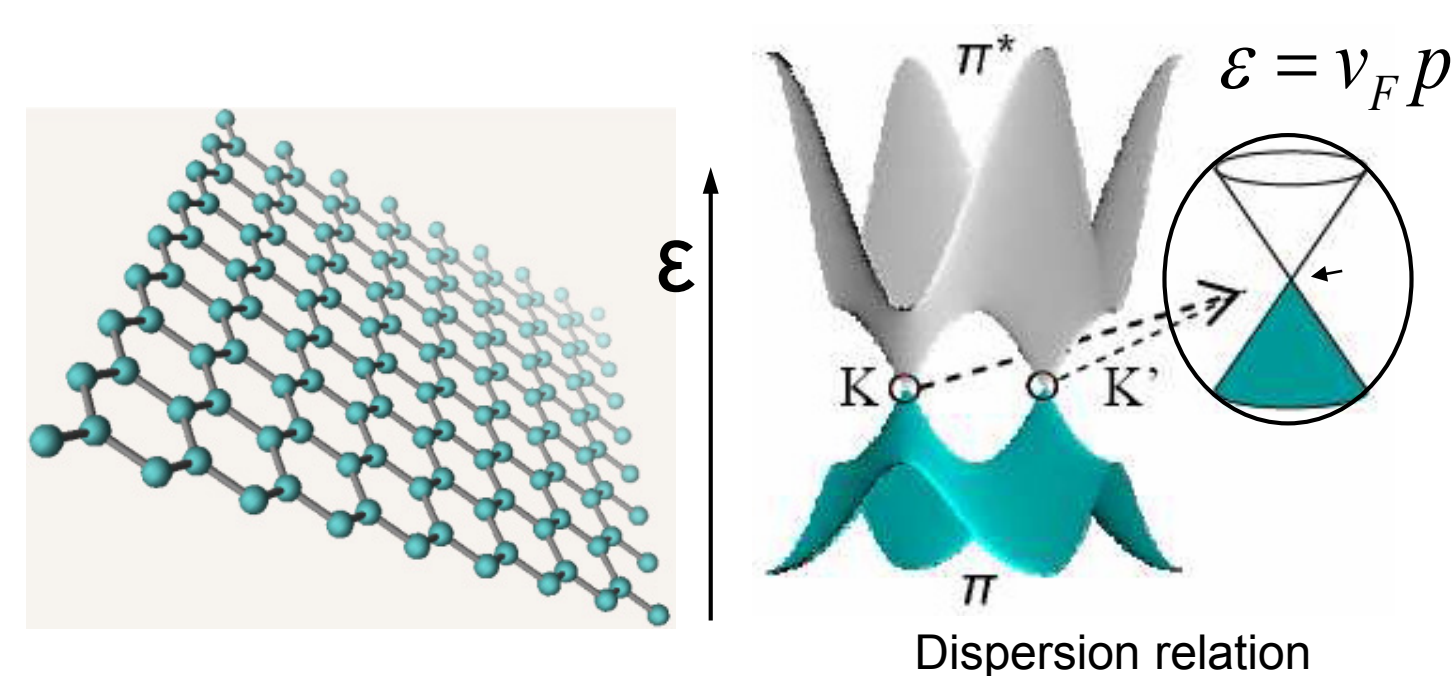
私たちは、このプラズモン共鳴を利用し、室温で動作可能なTHz光源・検出素子の実現を目指して研究を進めています。



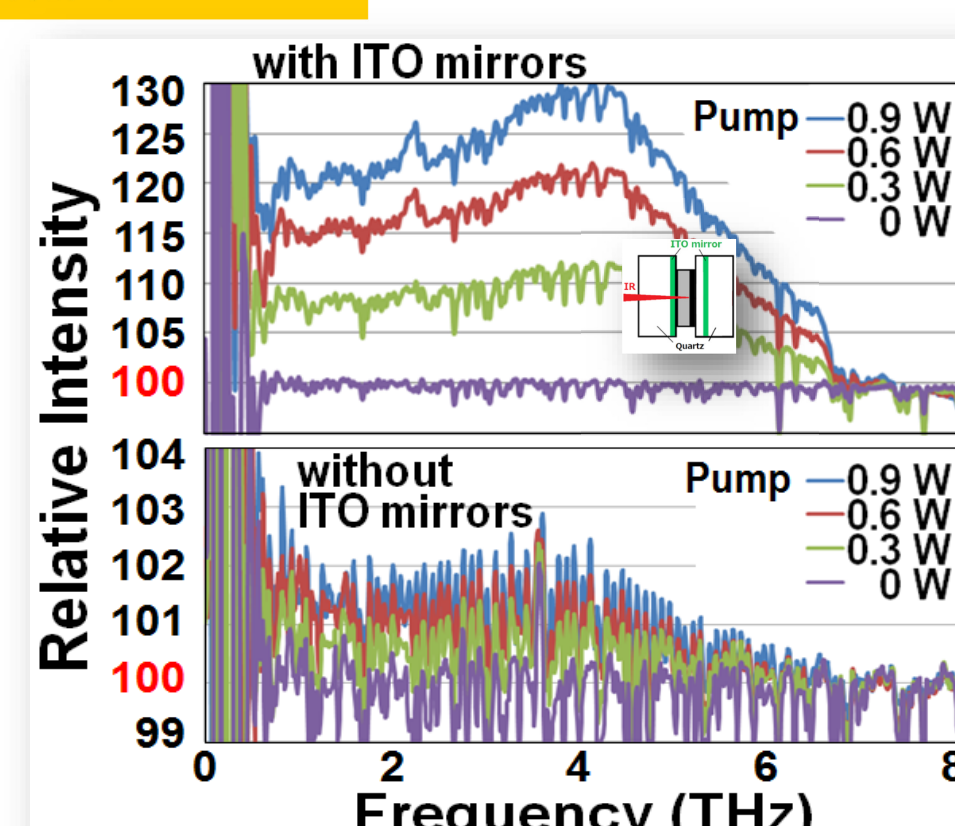
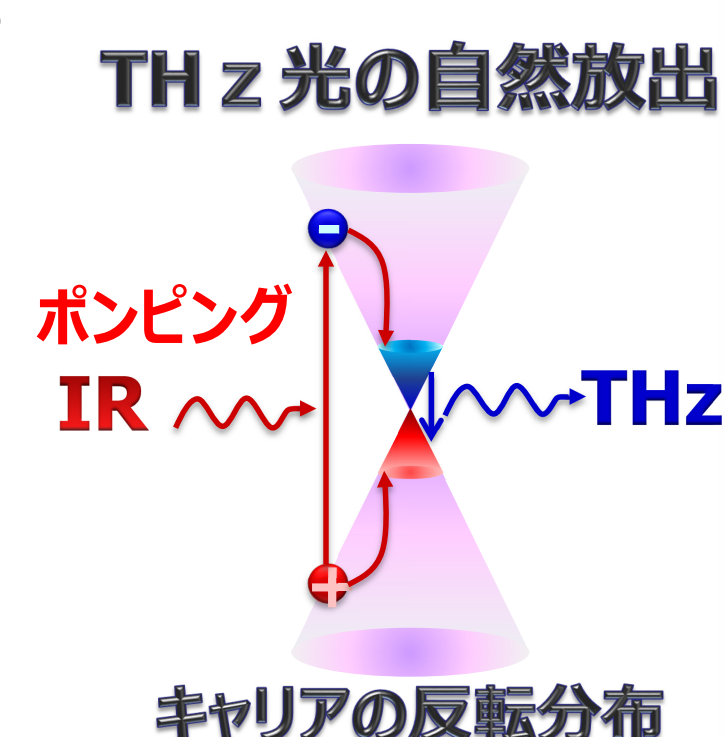
2. グラフェンTHzレーザー、プラズモニックデバイスの研究・開発

炭素原子の単層シート：グラフェンは、有効質量のないキャリアや、ギャップレスの線形分散といったさまざまな特異な性質をもち、注目を集めています。本研究室では、グラフェンのギャップレス分散を利用した電流注入THzレーザーやグラフェン二重層ヘテロ構造体による周波数可変なTHz発生・検出素子を試作・検証し、プラズモンを利用した、室温動作可能で高効率なTHz発振器・検出器・変調器などの実現を目指しています。

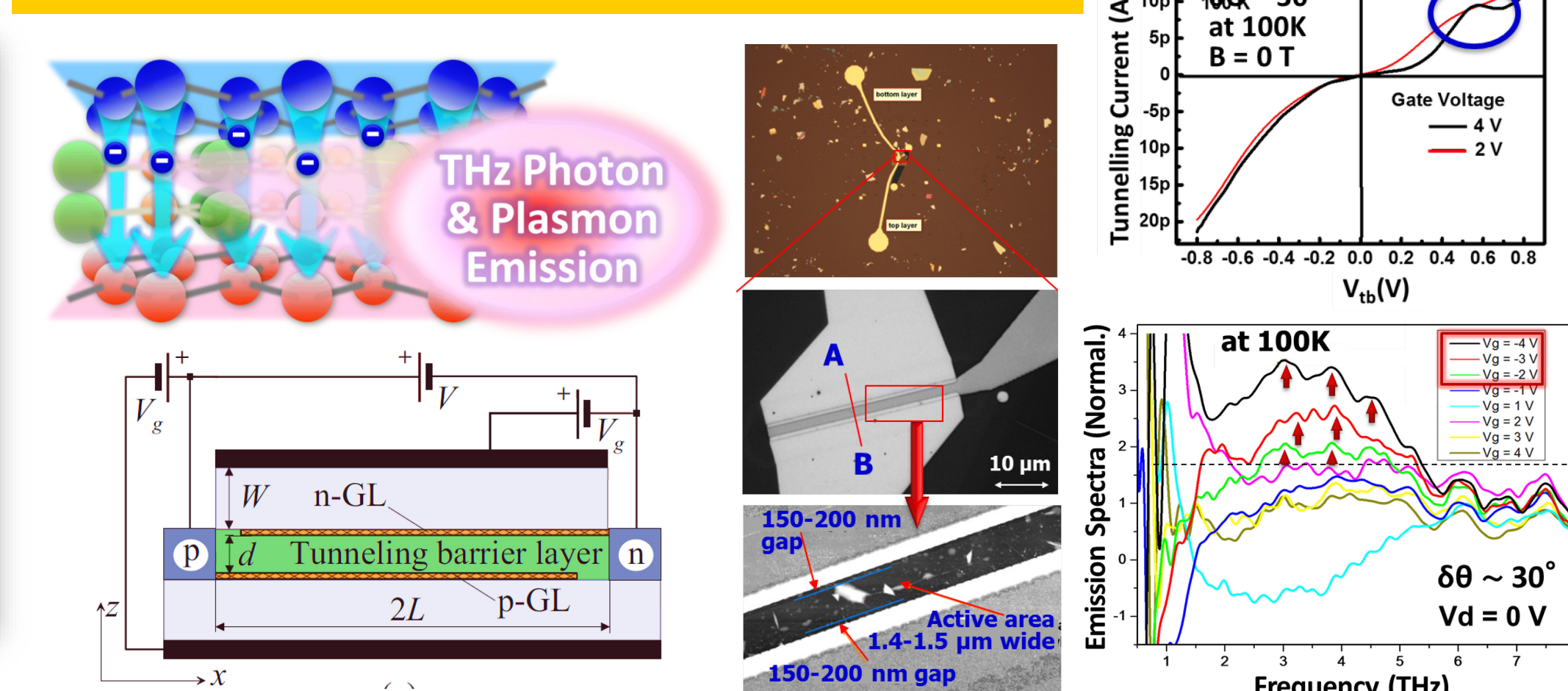
新材料グラフェン



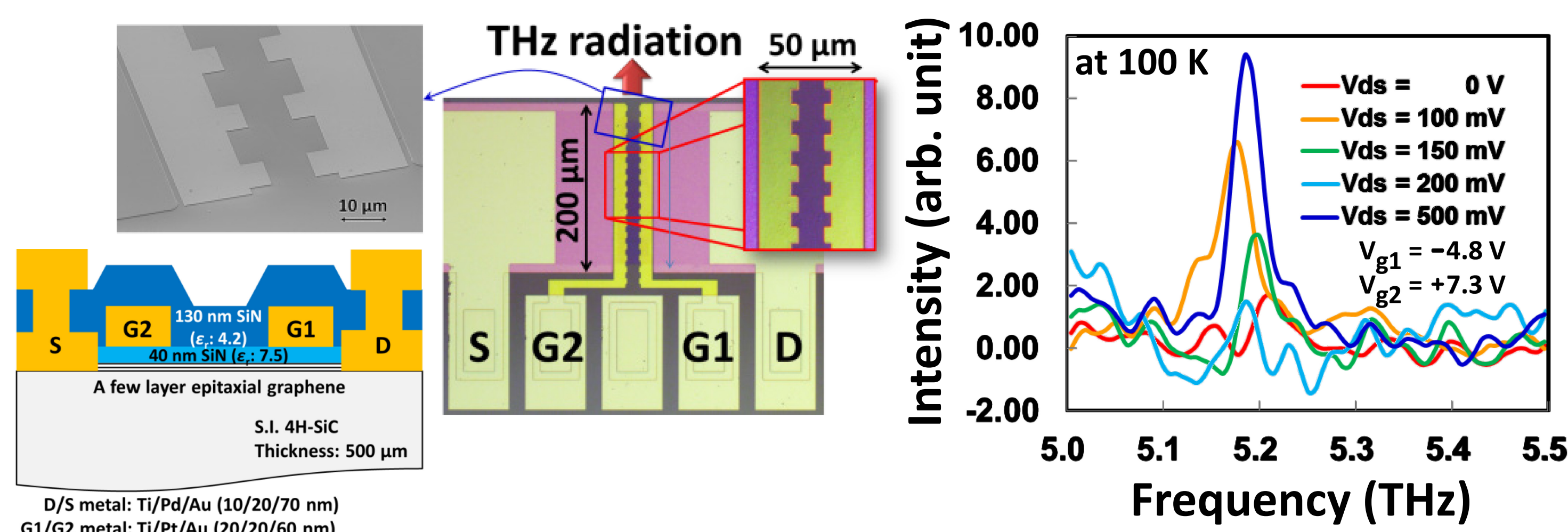
光学励起による反転分布形成とTHz光自然放出



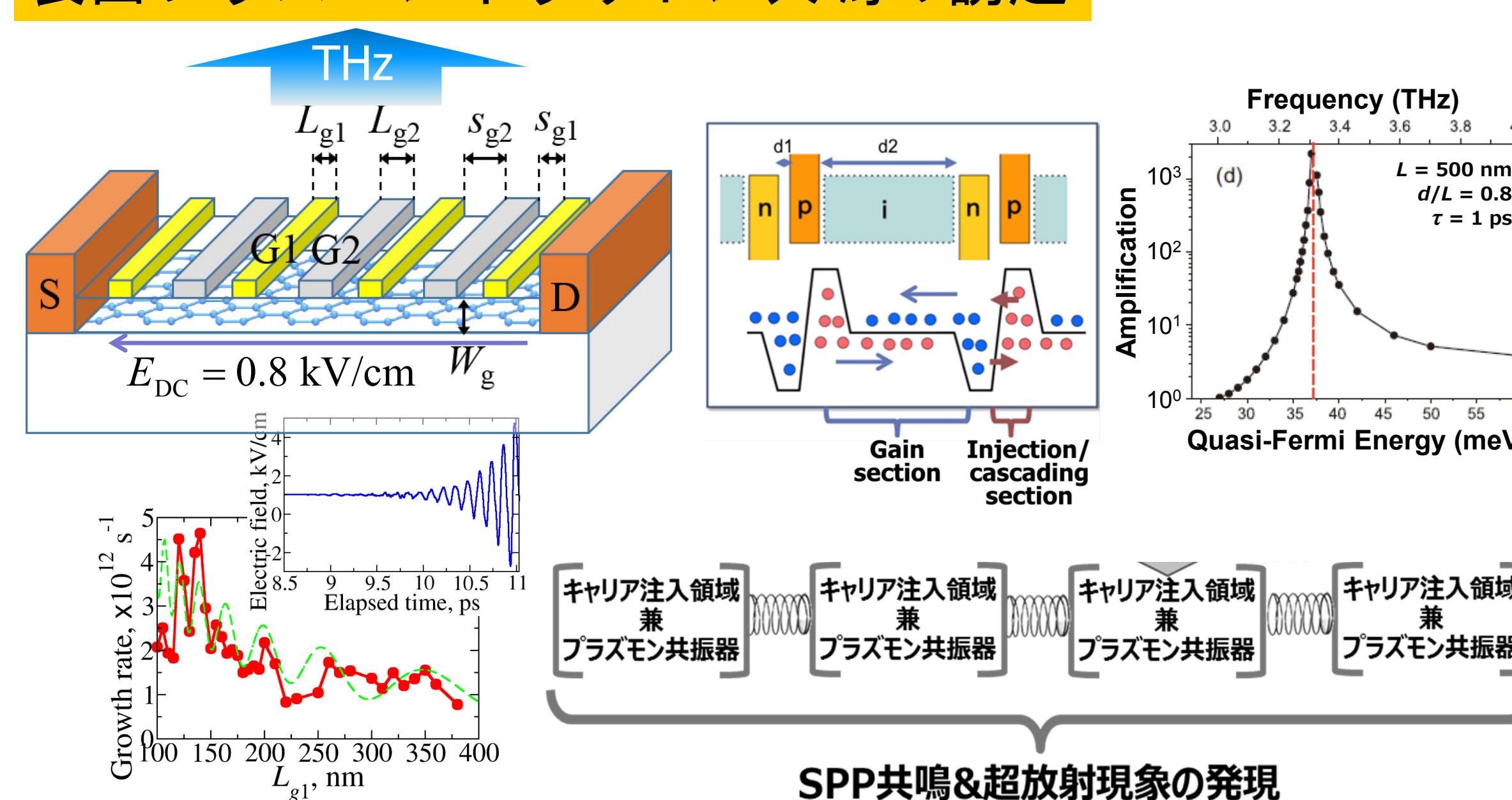
グラフェン二重層ヘテロ構造体による超高効率THz発光素子の提案



電流注入THzレーザーの提案と試作・実証



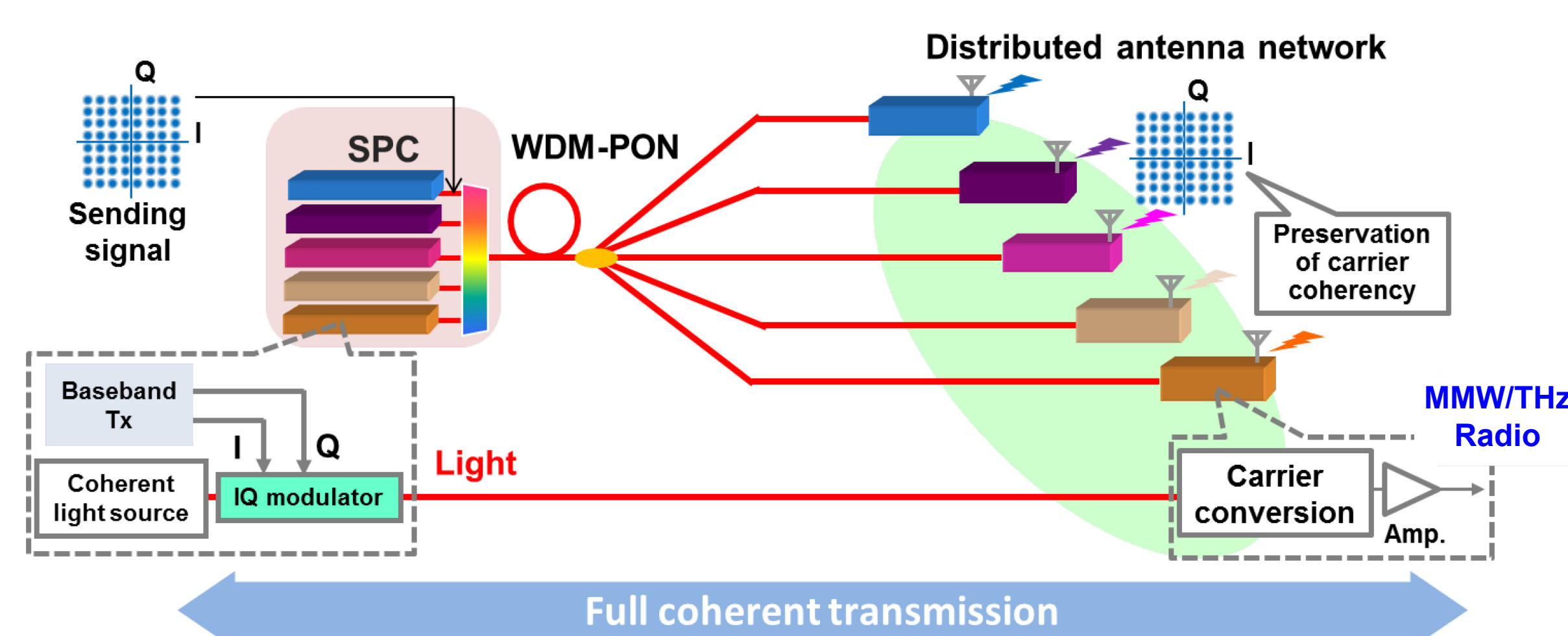
非対称二重格子ゲートの導入による表面プラズモンポラリトン共鳴の誘起



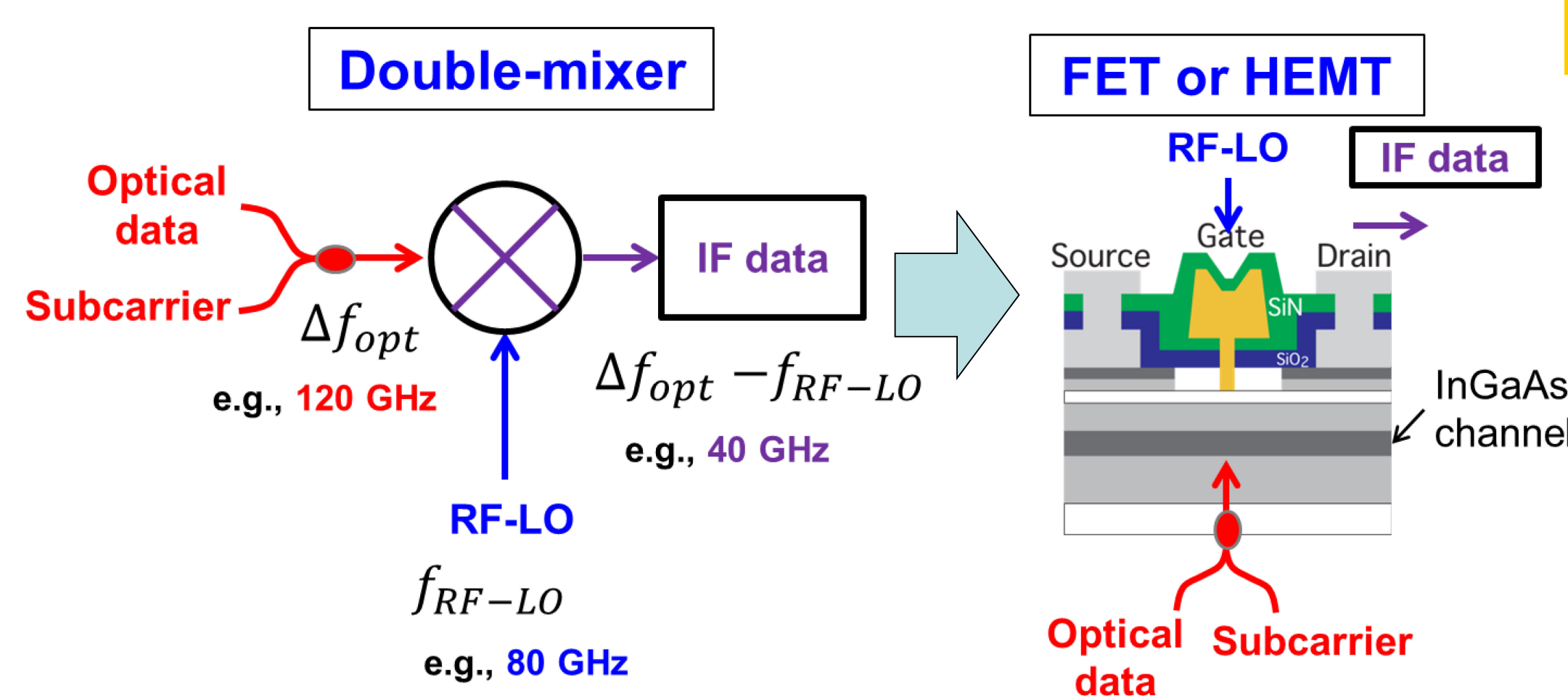
3. ミリ波帯／テラヘルツ帯光電子融合ミキサの研究・開発

将来の高速・大容量ネットワークでは、光データ信号とミリ波帯／テラヘルツ帯無線データ信号を低遅延・シームレスに変換し、光と無線のネットワークを融合すること（光無線融合）が求められています。本研究室では、光無線融合デバイスの一つとして、光データ信号を無線IFデータ信号に直接下方変換する、InP系HEMTやグラフェンFETをベースとする光ダブルミキサの研究・開発を進めています。

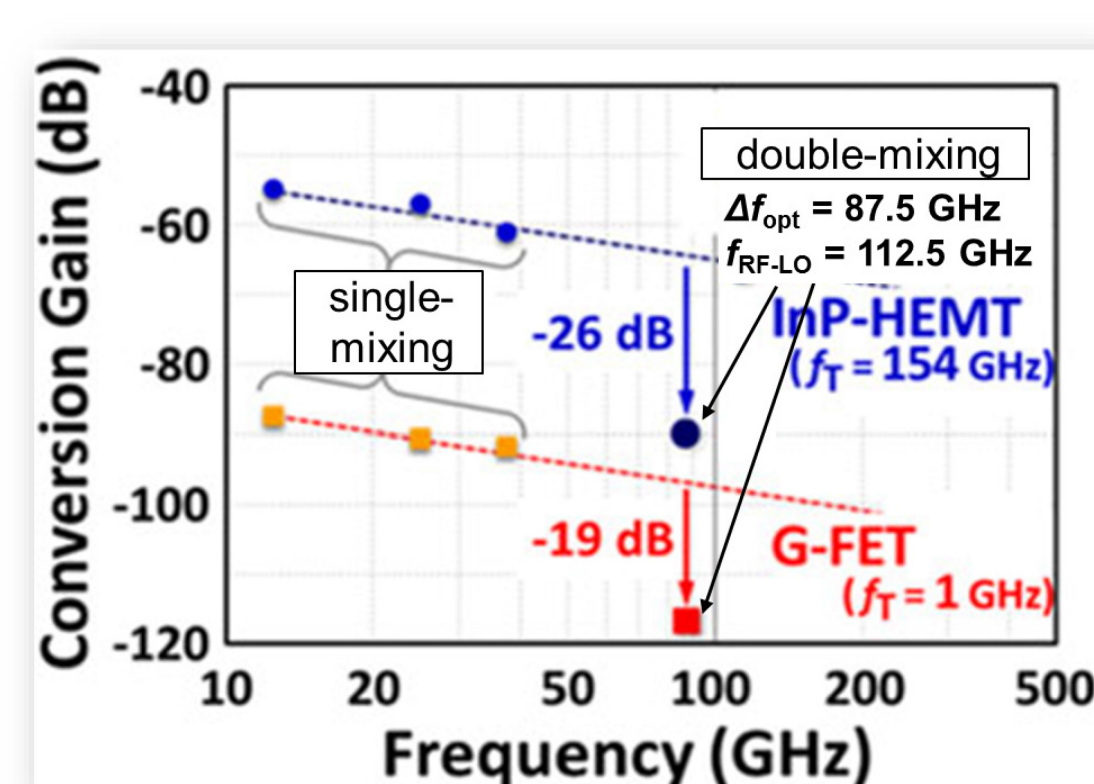
将来の光無線融合ネットワーク



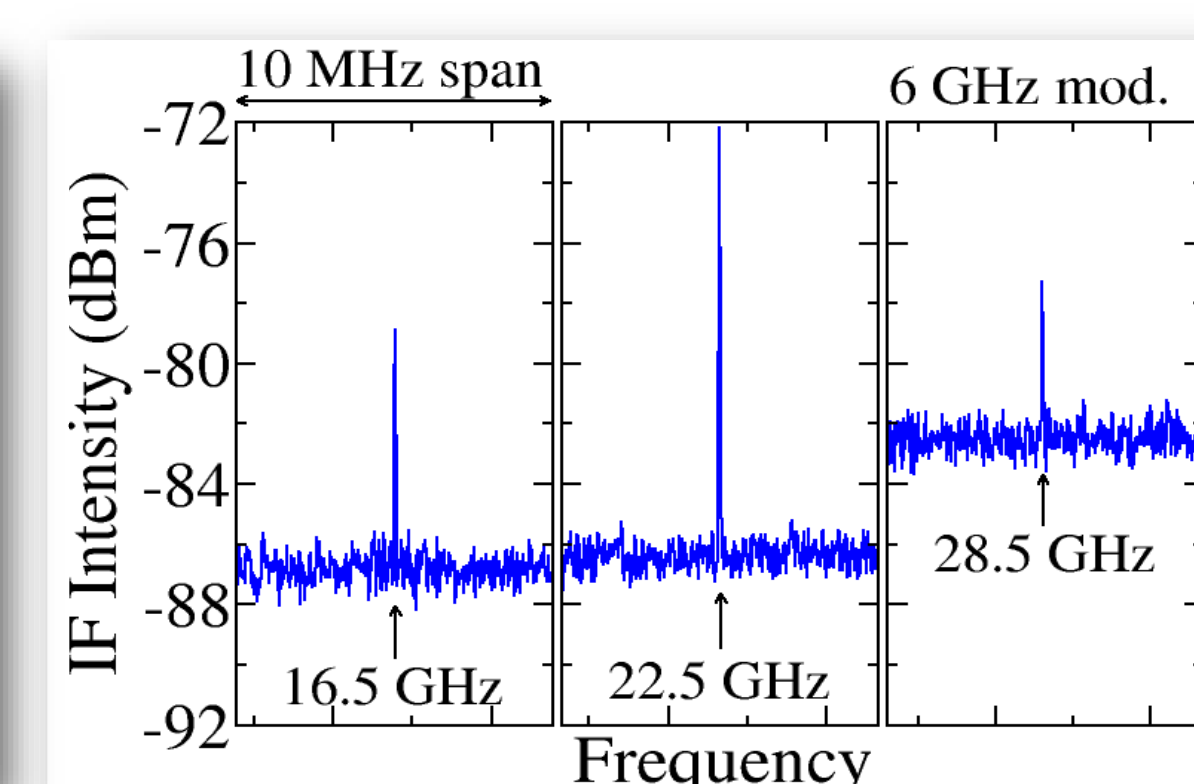
ミリ波帯光電子融合ミキサ（光ダブルミキサ）



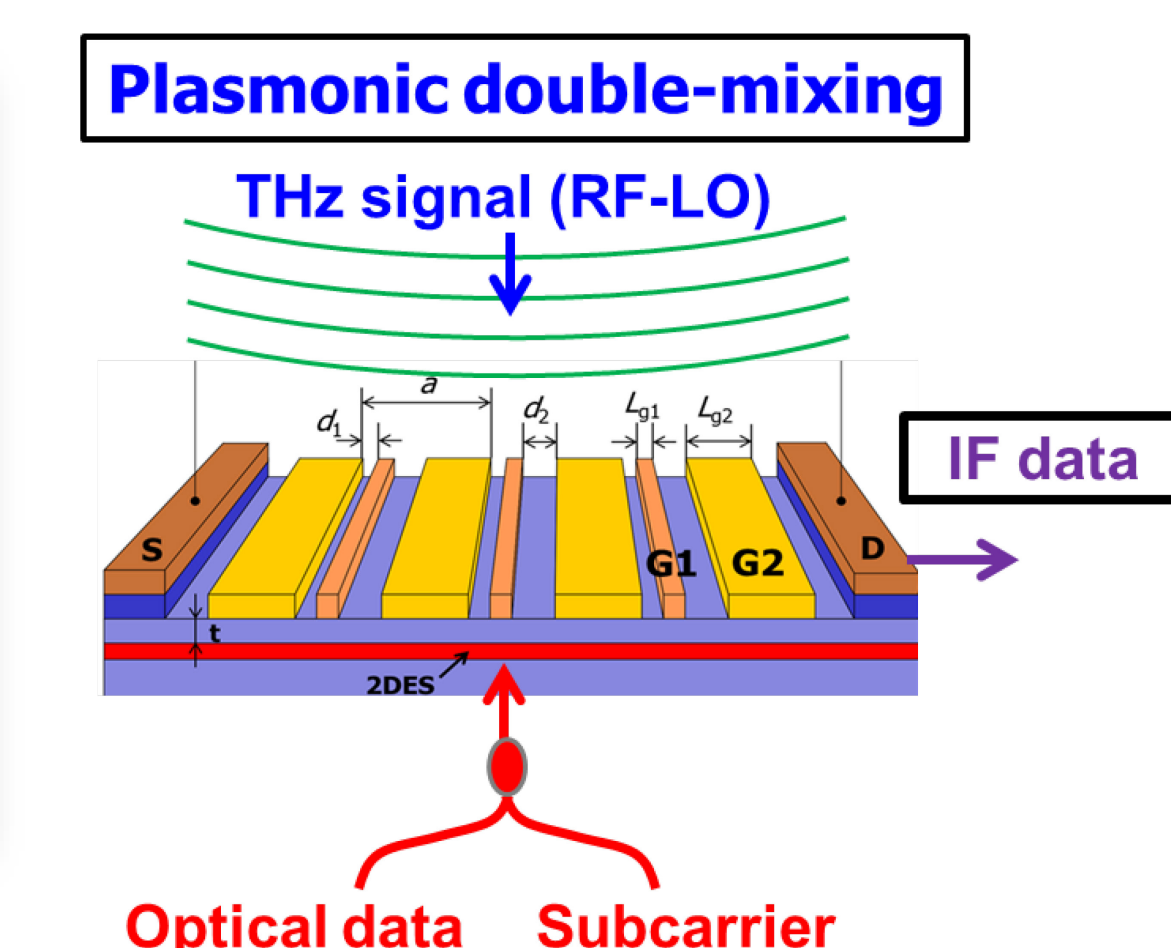
InP-HEMT & Graphene-FETのダブルミキシング変換利得



InP-HEMTによる光ーミリ波データ信号変換



プラズモンを用いたTHz帯光ダブルミキシング



産学連携を希望するテーマ例：InP系デバイスの新規エピ構造作製、各種デバイス実用化に向けた実装技術など。