

# 半導体を基軸とした テラヘルツ光科学と応用展開



## 高強度テラヘルツパルス光源を開発し、生細胞の可視化を実現

テラヘルツ (THz) 光は電波と光の境界領域にある電磁波です。これまで発生・制御・検出が困難なことから未開拓電磁波領域と呼ばれてきましたが、近年の技術革新が引き金となって産業化への期待が膨らんでいます。私たちは CREST において、100 フェムト秒のパルス幅をもつレーザーとニオブ酸リチウムの結晶を用いて、電場振幅が 1MV/cm 以上の世界最高水準の高強度 THz パルス光源を開発しました。この THz 光を半導体に 1 兆分の 1 秒という短い時間照射するだけで、半導体中の電気伝導を担う自由電子数を約 1000 倍に増幅することに成功しました。また様々な極端に非線形な光学応答を発見することができました。さらに、この光源の特性をいかして、これまでにない THz 近接場顕微鏡装置を構築し、波長限界の 100 分の 1 以下の空間分解能とビデオレートで実時間観察を実現し、生細胞観察にも成功しました。

## 高分解能・高速・安全なテラヘルツイメージングシステムの構築

ACCEL で取り組むべき課題は、THz 光源・検出器の開発に加えてシステム化が挙げられます。THz 光源の開発は急速な展開をみせてはいますが、まだ出力が不十分です。光レーザー励起のテラヘルツ技術を半導体テラヘルツ技術へと展開し、半導体光源・検出器を用いたイメージング基本システムの構築を行います。半導体光源のアレイ化、モジュール化による出力改善や、検出器への位相検出技術付加による感度改善、高速イメージングのためのアレイ化、モジュール化を行い、光源・検出器・低損失最適光学系・制御系・解析ソフトウェアからなるテラヘルツイメージング基本システムを構築することにより、既存技術に比べて高分解能、高速、安全なボディスキャナー、非破壊検査装置などの実現を図ります。これによって、交通機関などの公共の場でのセキュリティー強化、工場などで生産される製品の安全性の向上など、安全・安心社会の実現を目指します。



### テラヘルツ (THz) 光

ミリ波と赤外線との間に位置し、電波と光の両方の性質を兼ね備えた特殊な光/電磁波です。布、紙、樹脂、木材などは透過し、水、金属などは透過しません。一般的には振動周波数 300GHz ~ 10THz 帯を示し、分子の振動・回転運動、分子間相互作用、固体の格子振動など、分子の構造や運動状態について多くの情報が得られる領域です。



### 研究代表者

田中 耕一郎

京都大学 大学院理学研究科 教授

私は以前、基礎物理学的な興味から半導体の中の電子、分子の励起モードなどを調べるため、そのツールとして THz 光を用いた研究を行っていました。当初、既存の装置を用いて測定を行っていましたが、光源の強度が弱く、測定方式にも物足りなさを感じるようになりました。それをきっかけに光源開発、測定装置の創出を目標に世界に先駆けた研究に挑み続け、これまでに、THz 光を用いたイメージング技術を社会実装するために必要な要素技術の開発に成功することができました。

今回 ACCEL では、これまで期待されてきた産業界からのニーズにすべて応えられるよう、半導体を基軸に個別要素の飛躍的な性能向上をめざし THz 光のシステムを作りかえることにより、リアルタイムかつ安全・安心なイメージングシステムの実現を図ります。

それを成功へとつなげる道筋は、すでに複数描いています。本技術が早く社会に普及し貢献できるようなイノベーションの創出を目指します。

物理学の原理に立ち戻り、自ら考えゼロから再構築する姿勢で挑めば、必ず新局面を拓くことができると信じています。

### プログラマネージャー

深澤 亮一

科学技術振興機構 ACCELプログラマネージャー

私はかつて企業で THz 研究をおこなっており、その頃、田中先生と一緒に当時としては画期的なコンパクト THz センシングシステムの開発に成功しました。その後、自ら研究開発型ベンチャー企業を立ち上げ、THz 光を用いた非破壊検査装置など、THz 光技術の実用化に向けた開発を継続的に進めてきました。現在、産業界からは、もっとくっきり、もっと細かく透視できる技術へのニーズが多様な方面で高まっており、既存の光技術では見えないものを見ることが可能な THz 光技術への期待を日々強く感じています。近年 THz 光の技術開発は大きく進歩してきましたが、この技術を広く社会普及させるためには課題があり、そのためにはこの ACCEL で半導体を基軸とした研究開発に取り組み、小型化、低コスト化などのブレークスルーを実現することが必須です。

THz 光技術の本格的な社会実装への道筋を拓くため、産業界からの参入と応用拡大を推進することを目指し、プロジェクトを進めていきます。

二度とチャンスはないとの覚悟で取り組み、これまで THz 技術に携わってきた多くの関係者の夢の実現を目指します。

テラヘルツ光の産業利用に向けた技術を確立し、安全・安心社会の実現に役立てます。



### PROFILE

**KOICHIRO TANAKA**  
 1990年、京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了。東京大学物性研究所などを経て、1997年に京都大学に移る。2004年、教授。2008年より京都大学物質-細胞統合システム拠点 主任研究員・教授、2014年より連携併任。2014年より現職。専門は光物性。理学博士。

### PROFILE

**RYOICHI FUKASAWA**  
 1989年、新潟大学大学院自然科学研究科博士課程修了。同年、日本分光(株)入社。(株)栃木ニコンなどを経て、2004年、(有)スペクトルデザイン設立。2008年より同社代表取締役。長年にわたりテラヘルツ工学の研究開発に携わるとともに非破壊検査システムの新規事業の立ち上げなどに従事。学術博士。