

$10^{12}$

THz

フロンティア研究システム  
Frontier Research System

テラヘルツ光  
研究プログラム

Terahertz-wave Research Program

$300 \mu\text{m}$



独立行政法人  
理化学研究所

## テラヘルツ光研究プログラムの概要 Outline



プログラムディレクター

緑川 克美 (工学博士)

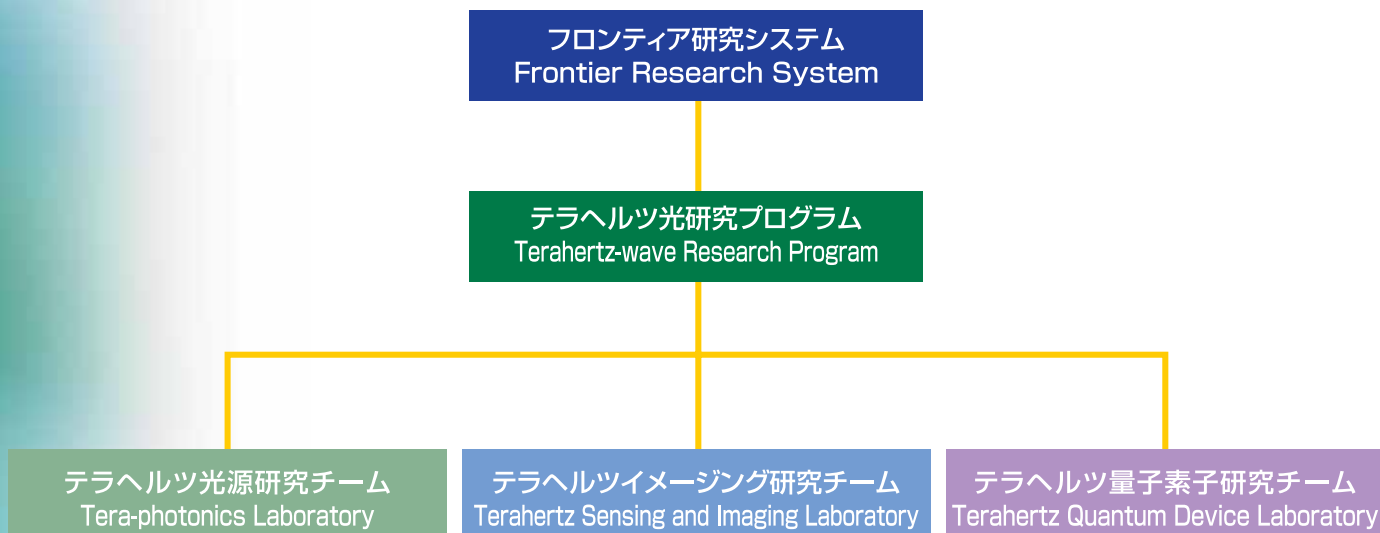
Katsumi Midorikawa, D.Eng., Program Director

テラヘルツ光研究プログラムは、かつて理化学研究所が東北大学に研究室を置いたことに由来して仙台で推進されてきた「フォトダイナミクス研究」と、中央研究所を中心とした「エクストリームフォトニクス研究」の連携のもとに開始されました。周波数が0.1-10テラヘルツ (THz) の電磁波 (テラヘルツ光) は、光学的な振る舞いをする赤外線と波動的な特徴が顕著な電波との境界領域にあります。テラヘルツ光はこれまで発生も検出も困難であったため、電磁波の最後のフロンティアと称されるなど、産業や科学研究への応用は未開拓でした。しかし、近年、固体レーザー励起による周波数可変光源やフェムト秒レーザーを用いた分光法等をはじめとする技術開発が大きく進展するにつれ、その物質透過性や物質における特徴的吸収スペクトル (指紋スペクトル) といった特長を利用した様々な応用が提案され、基礎的研究が開始されています。本研究では、光源の高度化や新しい検出システムの開発など、より高度なテラヘルツ光利用のための基盤技術確立するとともに、それらを利用した実用化技術開発を有機的かつ戦略的に連携させて、テラヘルツ光を基軸とする新たなフロンティアの開拓を目指しています。

This Terahertz-wave Research Program was inaugurated in Sendai based on cooperation between a former branch laboratory in Tohoku University conducting Photodynamic Research and a laboratory of the Discovery Research Institute in Wako conducting Extreme Photonics Research.

Terahertz wave in the band from 0.1 to 10 THz lies in a boundary region between where infrared radiation acts like light and where its propagation characteristics are very conspicuously wavelike. Because of the difficulty heretofore experienced in detecting, not to mention generating, terahertz light, it has been considered by many in scientific and industrial research to be the last frontier in the study of electromagnetic waves and thus remained largely unexplored. In recent years, however, such developments as tunable light sources utilizing pumping solid state lasers and spectroscopy using femtosecond lasers have brought about a great deal of progress in technological development, resulting in various proposals for applications utilizing unique transmission properties of terahertz wave and the characteristic absorption feature of various substances ("fingerprints"), and basic research into this field has begun. In this project, we aim to develop the field through the establishment of basic techniques for greater sophistication in the use of terahertz wave through the development of newer and better generation and detection systems, using these for the development of practical technology for their use, linking these both organically and strategically to create standard criteria for terahertz light technology.

## テラヘルツ光研究プログラム組織図 Organization



## 研究チームの紹介 Research

### テラヘルツ光源研究チーム Tera-photonics Laboratory

伊藤 弘昌 チームリーダー(工学博士)  
Hiromasa Ito, D.Eng., Laboratory Head



本研究チームでは、幅広いテラヘルツ波 (THz波) 応用分野で利用可能な新しい波長可変THz波光源の開発を、独創的な発想・手法で行い、応用分野の隅々までTHz波光を届けることを目指します。このためには、非線形光学現象を利用して、高性能なTHz波光源開発を行い、「高出力」、「広帯域同調」、「高安定」、「狭線幅 (CW)」などの新規技術開発に取り組み、研究を行います。

また、研究グループ間での共同研究を積極的に進め、開発する光源と組み合わせた応用展開、THz波応用分野の開拓を行いたいと考えています。研究進展において必要な技術開発などは、広く産業界の協力を得ながら、世界をリードする実用的なTHz波光源・技術の確立を目指します。

This research team aims to develop state-of-the-art, frequency-tunable THz-wave sources which exploit new THz-wave application fields. A THz-wave source of our own design and methodology which lights up the gray zone is created using a non-linear process, which we hope to develop into high-output wave sources that are widely tunable, and of high stability and narrow linewidth. The team will actively concentrate on collaboration with research groups both within and without RIKEN to explore new applications through the development of instruments combined with THz-wave sources. Cooperation with industry over a wide range will also be sought for the development of advanced, practical THz-wave sources and technologies.

### テラヘルツイメージング研究チーム Terahertz Sensing and Imaging Laboratory

大谷 知行 チームリーダー(理学博士)  
Chiko Otani, D.Sci., Laboratory Head



テラヘルツ光は、物質透過性や吸収スペクトル (指紋スペクトル) の存在といった特長を有し、研究・産業の広範な分野で利用拡大が期待されています。本研究チームでは、テラヘルツ光をプローブとするセンシングとイメージングを基軸として、新技術開発と研究・応用分野開拓を進めていきます。

特に、新たなテラヘルツ光センシング・イメージングデバイス開発、イメージング診断技術開発、高精度の分光分析技術開発、分光・イメージングシステム開発を行うとともに、他の測定手段では実現が困難であった分子等の励起状態の研究、表面プラズモンをはじめとする光伝搬の性質に関する研究、プラスチック・ゴム・医薬品等の非破壊診断法の研究開発を進めます。

Terahertz (THz) waves, characterized by their ability to easily pass through various substances and to exhibit specific absorption spectra (fingerprint spectra), present great potential for future research and industrial applications. Our team will take full advantage of THz waves as a probing medium to advance the development of new technologies and the cultivation not only of research but new application possibilities as well. In particular, we will focus our efforts on the development of new THz sensing and imaging devices, imaging diagnostic technology, high-precision spectroscopic analysis technology, spectroscopic and imaging systems, while at the same time pursuing research on subjects such as excitation of gases and molecules and areas hitherto left unexplored using other means of measurement such as the behavior of surface waves of materials and novel non-destructive diagnostics of industrial products.

### テラヘルツ量子素子研究チーム Terahertz Quantum Device Laboratory

平山 秀樹 チームリーダー(工学博士)  
Hideki Hirayama, D.Eng., Laboratory Head



本研究チームでは、高性能半導体テラヘルツ量子素子の研究開発を行います。まず、未だ明らかにされていない、半導体量子構造のテラヘルツ領域での光物性を解明し、それを基に高効率テラヘルツ発光・吸収を実現します。そして、量子カスケード構造のサブバンド間発光を利用した1-10THz帯量子カスケードレーザや、サブバンド間吸収あるいはそれによるバンド間遷移確率の変化を利用した、高感度テラヘルツ検出器、テラヘルツ赤外光変調器等の研究開発を行います。これらのデバイス開発により、次世代の高性能テラヘルツイメージングシステムの基礎を築きます。

In this team, we develop advanced terahertz emitting and sensing devices based on inter sub-band optical transition of semiconductor quantum cascade structures. Firstly, we design and fabricate novel quantum cascade superlattice (SL) structures for high-efficiency terahertz transitions and develop terahertz quantum cascade laser (QCLs) with frequency between 1-10 THz. We also develop high-sensitivity terahertz-wave detectors and terahertz-infrared (IR) light modulators using inter sub-band absorption of quantum structures. We hope through this research to construct what will become the base of the next-generation advanced terahertz imaging system.



**独立行政法人理化学研究所 テラヘルツ光研究プログラム**

〒980-0845

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉519-1399

TEL : 022-228-2111 FAX : 022-228-2122

<http://www.riken.jp>

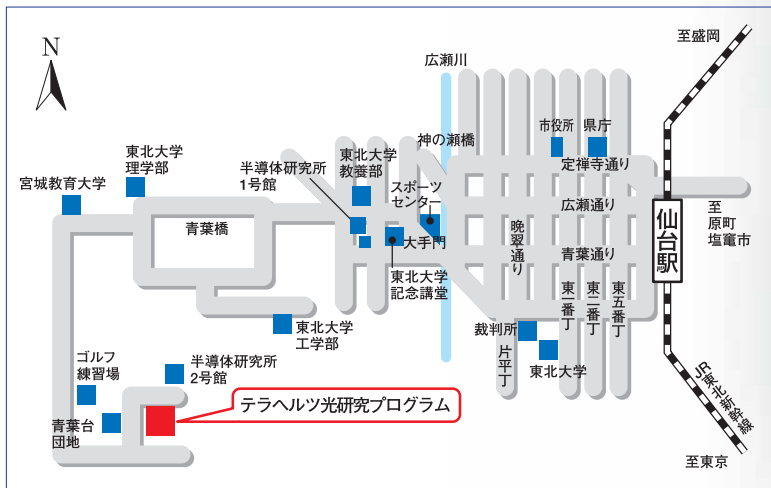
**Terahertz-wave Research Program, RIKEN**

519-1399 Aoba, Aramaki, Aoba-ku, Sendai,

Miyagi 980-0845

Phone:+81-22-228-2111 Fax:+81-22-228-2122

<http://www.riken.jp>



古紙配合率100%再生紙を使用しています