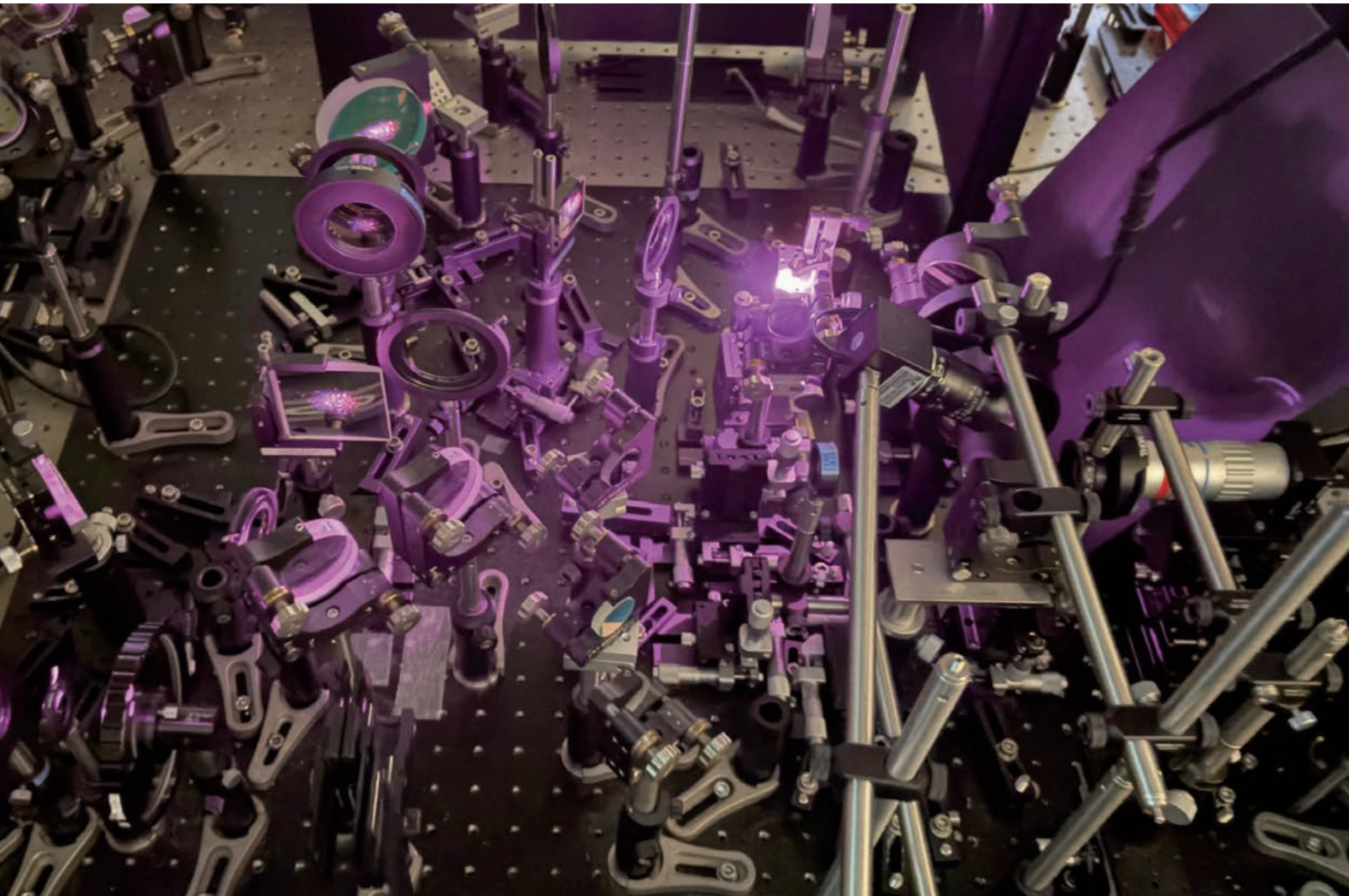


物質の一瞬を光で追う



スマートフォン、通信、センサー、磁気メモリなど、現代の技術は物質の中を動く電子に支えられています。電子は電気を運ぶだけでなく、小さな磁石のような性質もっており、その働きを理解し制御することは、より少ないエネルギーで情報を扱う技術にもつながります。私たちが知りたいのは、光や電場を受けた瞬間に電子の流れ方がどのように変わり、そこからどのような光応答・電流・磁気応答が生まれるのかです。

私たちの研究室では、レーザー光やテラヘルツ波を用いて、物質の中で起こる一瞬の動きを調べています。テラヘルツ波は電波と光の中間に位置する電磁波で、半導体中の電荷の運動、結晶格子の振動、磁性体の低エネルギー運動などと深く関係しています。フェムト秒レーザーやピコ秒テラヘルツパルスを使うことで、通常の測定では捉えにくい短い時間の応答を直接観測できます。

これまで私たちは、半導体材料を中心に、光やテラヘルツ波を加えた瞬間に電子がどのように動き、どのような光応答が生まれるかを調べてきました。電子は物質の中のエネルギーの地形に沿って動きますが、外から加える電磁波によって、その動き方は変化します。たとえば、光の偏光や電場の向きによって電子の流れる方向が変わり、通常とは異なる光電流が生まれることがあります。電子の超高速運動を調べることで、光を受けた物質がどのように応答し、どのような性質や機能が生まれるのかを、ミクロな視点から理解することができます。

半導体と磁性体は一見異なる材料に見えますが、どちらも物質中の電子の振る舞いが機能を決めています。電子は電気を運ぶ性質と、磁気に関わる性質をあわせ持っています。そのため、半導体の中にも、光や電場によって電荷の動きと磁気的な応答が関わり

合うものがあります。こうした観点から、私たちは電子の運動に加え、磁性体やスピンが関わる超高速応答にも研究対象を広げています。

私たちは、金属を螺旋状や周期的な微細パターンに加工したメタマテリアルを用いて、物質に作用する電磁場の向き、位相、偏光、局所的な分布を設計する研究を進めています。螺旋型メタマテリアルでは、入射したテラヘルツ波によって金属構造内に電流が誘起され、局所的なテラヘルツ磁場成分を発生・集中させることができます。さらに、電磁場設計の考え方を発展させ、テラヘルツ磁場パルスによって磁性体の磁気状態を瞬間的に切り替えることにも成功しています。

重要なのは、単に電磁場を強くすることではなく、どの向きに、どのような波として物質に作用させるかを設計することです。人工構造を持たない通常の薄膜では捉えにくい電流や磁気応答を、テラヘルツ放射として読み出す新しい測定法の開発を進めています。これは、光やテラヘルツ波を観測の道具として使うだけでなく、物質の隠れた応答を引き出すための手段として利用する試みです。

化学研究所で培われてきた半導体・ナノ材料の光物性研究の流れを受け継ぎつつ、光やテラヘルツ波を物質に合わせて操る新しい光技術を開発し、一瞬の応答を手がかりに新しい機能性材料を探求しています。これまで捉えられなかった超高速現象の発見を通じて、光で物質の性質を引き出す原理の解明と光機能の開拓に挑戦しています。電子・格子・スピンの動きや相互作用を明らかにすることで、光を受けた物質が示す性質や機能の本質に迫り、その理解を、新しい機能原理に基づく光機能材料・デバイスや、光・スピンを活用した低消費電力情報技術へとつなげることを目指しています。

電子の超高速運動から新しい材料機能へ

半導体を中心とする機能性材料では、光を受けた瞬間に電子やスピンの動き、普段とは異なる性質が現れます。私たちは、フェムト（1000兆分の1）秒レーザーやピコ（1兆分の1）秒テラヘルツパルスを用いて、その超高速な変化を観測・制御する研究を進めています。光と物質の相互作用を手がかりに、新しい物性を引き出し、次世代の光・電子デバイスにつながる基礎学理の開拓を目指しています。



元素科学国際研究センター 光駆動固体物性 教授 廣理 英基

京都大学化学研究所で、固体材料における光と物質の相互作用を研究しています。超短パルスレーザーやテラヘルツ波を用いて、電子の超高速な動きを捉え、光によって物質の性質を制御することを目指しています。

ます。近年は磁性体などスピンに関わる物質にも対象を広げながら、学生・スタッフとともに、基礎物理の理解から新しい光機能材料・デバイスへの展開まで研究を進めています。

