

# 通信波長の光に共鳴する電子と

## ギガヘルツ超音波 ハイブリッド状態生成

NTTと日本大学（東京

都千代田区、林真理子理事

は、通信波長の光に共鳴する希土類元素を添加した超音波素子を作製することにより、数ミリ秒の長い寿命を持つ光励起電子とギガヘルツ超音波のハイブリッド状態を生成することに成功した—とこのほど発表

した。

希土類の一つエルビウム（Er）は、通信波長の光に共鳴する内殻電子を有する。

通常、原子核の周りの電子は原子核に近い内殻軌道から埋まり、光吸収には外

殻の電子が寄与する。これに対し、希土類元素では一部外殻軌道から電子が埋まるため、光吸収に寄与する電子は内殻軌道の電子となる。

この内殻電子は外殻電子の静電遮蔽効果を受けるため、外場の影響を受けにくく、そのため安定した電子状態となる。

こうしたことから、Erは、高い量子コヒーレンス（位相のそるい具合）干渉（しやすさ）が得られる元素として量子光メモリに利用されている。しかし、一般電子の遮蔽効果は、内殻電子の外部制御を難しくす

るといふ負の側面もある。実際に、電場を用いて結晶中Erの光共鳴周波数を10<sup>ギガヘルツ</sup>変調するためには10<sup>0</sup>V以上の高電圧が必要で、制御性の低さに課題がある。

これに対し、NTTは低電圧で大きな変調が得られる機械振動子を用いた省エネルギー量子光メモリ素子の実現にむけた研究を進めていた。これを実現するために、電子の光応答を機械振動で制御する必要があるが、それを可能にするための電子と振動のハイブリッド状態をいかにして創出す

るかが課題だった。今回、NTTと日大は、Erを添加した結晶基板上に超音波の一種である表面弾性波を生成する素子を作製することにより、約2<sup>ギガヘルツ</sup>の振動歪を結晶表面に集中させ、Erの光共鳴周波数を高速変調することに成功した。この変調速度は励起電子の寿命よりも速く、電子が共鳴線幅を上回る周波数で変調されるため、通信波長帯に共鳴する電子とギガヘルツ超音波のハイブリッド状態が生み出される。

今回の実験では、振動歪が結晶表面付近に集中する

表面弾性波を用いているが、歪の大きさが表面からの深さ位置に依存するため、ハイブリッドの程度が位置によって異なる。そのため、今後、NTTと日大の研究グループは、最表面

のみにErを添加した材料の利用や、最表面のErだけ選択的に光アクセスできるといふような構造を導入することにより、ハイブリッド状態の均一性向上に取り組んでいく。

今回の成果により、低電圧な超音波励起を用いたコヒーレンスの高い希土類電子の制御が可能となるため、将来的な省エネルギー量子光メモリ素子への応用が期待される。