

研究室紹介

神戸大学 分子フォトサイエンス研究センター／理学研究科物理学専攻 極限物性物理学研究室

神戸大学の極限物性物理学研究室では、THz 領域での電子スピン共鳴 (Electron Spin Resonance, ESR) 測定を行っています。ESR は電子スピンをプローブに物質の性質をマイクロな観点から明らかにする非常に強力な手法です。10 GHz 帯 (X-band) の汎用品がありますが、高周波数の電磁波を用いると、スペクトルの分解能が上がるなど様々なメリットがあります。我々は“極限”をキーワードに、装置を自分達で開発し、種々の物質の性質を調べています。ここで“極限”とは、1) 7 THz までの高周波数、2) 1.8 K までの極低温、3) パルス磁石を用いた 55 T までの強磁場、4) 2.5 GPa までの高圧力、5) マイクロメーターサイズの極小試料測定、を意味します。この様な極限環境下で ESR 測定が出来る施設は、世界でも他に例がありません。特に最近では、4) の圧力を含む多重極限 THz ESR 測定や、5) の極小試料に対する力検出 THz ESR 測定に力を入れています。

ESR は、磁場の印加によって生じた \uparrow 、 \downarrow スピンの二つの状態間のスピンの遷移を見えています。電磁波のエネルギーが状態間のエネルギー差に一致すると、エネルギーの吸収、遷移が起きるので、通常は周波数一定の電磁波を試料に与え、磁場を掃引して、電磁波の強度の変化を観測する事でスペクトルを得ています。4) の高圧下多重極限 THz ESR では、我々は試料に圧力を印加したまま、THz の電磁波を透過させる事の出来る特殊な圧力セルを開発しました。圧力は固体結晶の格子間隔を変化させる事で、電子スピン間に働く相互作用や磁気異方性を変化させる事が出来ます。我々は高圧下多重極限 THz ESR を使い、圧力が誘起する新奇なスピン状態の探索、観測を行っています (図 1 参照)。

我々は原子間力顕微鏡等に用いられるカンチレバーを利用した ESR 測定も行っています。ESR の共鳴時には、 \uparrow 、 \downarrow 各状態のスピンの数も変化するため、系の磁化も変化します。このことを利用し、5) の力検出 THz ESR では、例えば試料をカンチレバーの先端に取り付け、共鳴時の磁化の変化に伴って生ずるトルクを検出する事でスペクトルを得ています。特徴は、カンチレバーが力に対して非常に敏感に応答する点です。この特徴を活かし、生体関連物質など、非常に小さな単結晶試料しか得られない物質を THz 領域において、ブロードバンドかつ高感度に測定できる ESR 装置を開発中です (図 2)。

ここで紹介した様な ESR 測定が出来るのは世界でも我々のグループだけです。施設見学などはいつでも歓迎です。お近くにお越しの際は、ぜひお立ち寄りください。

(太田仁 : hohta@kobe-u.ac.jp、大久保晋、大道英二、櫻井敬博)

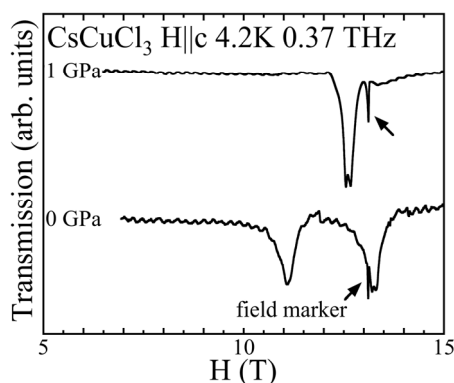


図 1. CsCuCl₃ という物質の ESR スペクトル. 圧力を印加する事で二つ見えていた信号が一つになっている。



図 2. カンチレバーを用いた力検出 THz ESR のセットアップ. カンチレバーの長さは約 200 μm 程度で、先端にある黒いものが