

## 超音波による四極子感受率と強相関量子系の多彩な物性

新潟大学 大学院自然科学研究科 根本祐一

超音波を物質中に波動として伝わらせると、物質の結晶そのものが非常に小さな変形を受ける。もともと電氣的に中性な結晶が微小な変形を受けることで電荷の偏りが生じ、電気四極子の電場が作り出される。超音波のこのような性質を巧みに利用することで、物質を構成する電子やイオンの運動に起因した多彩な性質を明らかにすることができる。超音波計測は難しいとよく言われるが、それは超音波によって作り出される摂動外場が2階のテンソル場であることに起因していると思われる。外部電場によって電気双極子の応答を見るのが誘電率であり、外部磁場によって磁気双極子の応答を見るのが帯磁率であるように、超音波によって誘起できる歪み場は電気四極子の応答を観測できる。

超音波が4f電子系を中心とした強相関系で重要な役割を果たせるのも、量子系の縮重度が高いために磁気双極子のみならず異方的な電荷分布である電気四極子が存在するからである。さらには磁気八極子なども議論されるに至り、多極子モーメントの生み出す物理として研究が進んでいる。また超音波は感受率としての側面に加え、超音波吸収といった環境とのエネルギーのやりとりを含むダイナミクスの測定も可能である。スクッテルダイト系で発見したフレームの中でのイオンのオフセンター運動であるラットリングやトンネリングについても、その運動の特性時間が超音波で使われる低周波数領域にあることと深く関連している。これらは低エネルギー励起の問題である。

本講演では超音波計測の基礎を解説し、実際の実験技術を述べる。また、超音波計測によって測定された四極子感受率すなわち弾性定数の温度や磁場依存性からどのような情報が得られるか実例をあげながら紹介する。オフセンター運動の現状についても紹介する。この講義で超音波実験に少しでも馴染んでいただければ幸いである。

1. 超音波歪みと四極子感受率
2. 群論の基礎と選択則
3. 超音波計測の実際
4. 弾性定数のソフト化の実例 ( $\Gamma_3, \Gamma_5, \Gamma_8$ の系)
5. 超音波分散の実例 (電荷秩序と揺らぎ, ラットリング)
6. 最近の話題 ·シリコン結晶の原子空孔·