

「共鳴軟X線非弾性散乱と振動分光」

原田慈久

東京大学物性研究所・東京大学放射光連携研究機構

軟X線領域の非弾性散乱実験は、価電子励起やスピン励起を捉えられる点が注目され、ここ数年の劇的な分光器の高分解能化によりその研究対象が広がり、世界的に見れば競技人口が増えている。これは一種の共鳴ラマン過程であり、可視紫外域であれば振動分光として盛んに使われる。しかし軟X線領域では、共鳴励起で素早く応答するのは電子やスピンであり、フェムト秒オーダーの内殻正孔の寿命内で起こる振動励起についてはまだ報告例が少ない。これは、電子・スピン物性の注目される系では遷移金属や希土類が主役であることが多く、軟X線で励起できる内殻は一般に寿命が短く振動励起を起こしにくいためと考えられる。

軟X線の共鳴励起で振動励起が見えることの利点は元素やサイト選択的に振動励起を観測でき、電子状態励起と同一スペクトル上で直接比較できるというところにある。これは分子、表面吸着系、固体のいずれにも当てはまる。我々はこれまでにグラファイト[1]やアナターゼ型 TiO_2 [2]、鉄水素化物 Mg_2FeH_6 [3] のような固体試料、イオン液体、DNA 塩基、水[4] のような分子系において振動励起を観測している。実際は分解能と S/N 比さえ上げれば振動励起の観測できる系は多いと考えられる。講演では、典型的なサイト選択の例として TiO_2 と水の例を示す。

共鳴軟X線非弾性散乱は様々な素励起を分離観測できる手法として、高エネルギー分解能化によって今後ますます発展すると考えられる。一方情報がリッチになればなるほどその中身を見分ける必要性に迫られる。振動励起は温度や同位体効果が利用でき、共鳴励起と非共鳴励起で ON/OFF のスイッチが可能のため、他の素励起と見分けることは比較的容易と思われる。さらに次世代光源では、赤外・テラヘルツ放射光と軟X線の同時照射により構造を制御しながら電子状態を観測することも可能になり、ここで紹介した振動励起が構造と電子状態の関係を取り持つ重要な情報源になると考えられる。

[1] Y. Harada *et al.*, PRL **93**, 017401 (2004). [2] S. Moser *et al.*, PRL, submitted. [3] K. Kurita *et al.*, JPSJ **84**, 043201 (2015). [4] Y. Harada *et al.*, PRL **111**, 193001 (2013).