

「X線非弾性散乱による電子の動的構造の研究」

石井賢司

日本原子力研究開発機構

第三世代放射光の普及により、電子励起を観測する手法としてのX線非弾性散乱は著しい発展を遂げた[1]。その結果、有限の Q まで広げて光による電子励起の議論ができるようになり、光学測定から得られる $Q = 0$ の情報に限定されていた従来の状況が一変した。課題であったエネルギー分解能も着実に向上し、現在では数十 meV から 100 meV 程度での測定が日常的に行われている。中性子非弾性散乱と観測可能なエネルギー領域に重なりも生じ、非弾性散乱においてもX線と中性子の相補利用が有効となってきている。

X線の特徴の一つには、いわゆる強相関電子系で重要とされる電子の三自由度（電荷・スピン・軌道）いずれとも結合できるという点がある。スピン励起に関しては、最近、銅酸化物やイリジウム酸化物で注目を集めており、中性子非弾性散乱による研究の蓄積もあって理解が進んでいると言える。一方、電荷励起については、教科書的には、個別励起としての電子正孔対励起、集団励起としてのプラズモンなどが知られている。しかし、遷移金属酸化物などの強相関電子系のように短距離クーロン相互作用や他の自由度との結合が重要である系や、さらにそこで電荷秩序が生じた場合にどのような電荷励起が現れるかについては、実験的検証を伴った研究は緒に就いたばかりである。軌道励起も同様に未開拓の領域にある。

今後の方向の一つとして高分解能化の流れは続くと考えられ、その実現には高指向性、高フラックスのX線が不可欠である。次の5-10年で数十 meV 領域の測定が中心となり、物性と直結した温度と同程度のエネルギーにある励起が観測に進むであろう。例えば、物理現象を記述するモデル計算については、これまでの基底状態に加えて Q - ω 空間での励起状態まで調べることで、モデルに取り込んだ相互作用の妥当性についてのより厳密な検証が期待できる。X線非弾性散乱を用いた強相関電子系の電子励起研究の現状を踏まえ、今後の展開を議論したい。

[1] Kenji Ishii, Takami Tohyama, and Jun'ichiro Mizuki, J. Phys. Soc. Jpn. **82**, 021015 (2013).