

相関系の非弾性 X 線散乱における偏光依存性

石原 純夫

東北大学大学院理学研究科

ishihara@cmt.phys.tohoku.ac.jp

遷移金属化合物などの相関電子系における非弾性共鳴 X 線散乱 (RIXS) は、その電子状態や、スピン、電荷、軌道など内部自由度の素励起を観測する有効な実験手段として広く用いられるようになってきた。特に遷移金属イオンの K 端もしくは L 端近傍に入射 X 線のエネルギーを合わせた RIXS は、高温超伝導銅酸化物、巨大磁気抵抗効果を示すマンガノ酸化物に適用され、電子構造と励起状態に関する多くの情報を得ることに成功している。

RIXS を非共鳴 X 線散乱と比較すると、RIXS の散乱過程は複雑で実験により得られたスペクトルの同定を行うには理論計算との詳細な比較検討が必要となる。一方、元素選択性や X 線の偏光依存性は RIXS における大きな特徴の一つであり、これを利用することで非共鳴散乱では得られない多くの情報を得ることができる。

本研究では RIXS における偏光依存性を理論的に調べた[1]。一般に RIXS の微分散乱断面積は電子と X 線との 2 次の相互作用過程として、Kramers-Heisenberg の式で表すことができ、これは分極率演算子 α の動的相関関数と関係をつけることができる。我々は、分極率演算子で表現したこの表式を、現象論的に取り扱うことでその励起の対称性と偏光依存性について考察を行った。 α は 2 階のテンソル演算子であり、これを電子励起を記述する演算子 O と入射ならびに散乱 X 線の偏光ベクトルの積の形に現象論的に表すことができる。ここで励起演算子 O は、X 線の吸収が行われたサイトの励起に関するもの O_0 と、その周囲のサイトが関与する励起 O_1 とに分類することができる。群論を用いた対称性の解析から、前者の RIXS 過程における散乱強度には、励起の対称性と偏光についてラマン散乱と同じ選択則が存在すること、また後者の過程では RIXS における移行運動量 $K=k_i-k_f$ に依存した選択則が導けることが示された。これらの結果と最近の $KCuF_3$ の RIXS 実験における偏光依存性の結果について触れる予定である[2]。

[1] S. Ishihara and S. Ihara, J. Phys. Chem. Sol. 69, 3184 (2008)

[2] K. Ishii, S. Ishihara, Y. Murakami, K. Ikeuchi, K. Kuzushita, T. Inami, K. Ohwada, M. Yoshida, I. Jarrige, N. Tatami, S. Niioka, D. Bizen, Y. Ando, J. Mizuki, S. Maekawa and Y. Endoh, Phys. Rev. B 83, 241101 (2011)