

共鳴軟・硬 X 線散乱を相補的に用いた構造物性研究 Condensed matter studied by resonant soft/hard x-ray scattering

中尾裕則・KEK、IMSS、PF・構造物性研究センター

強相関電子系では、電子の局在状態と遍歴状態の狭間で、通常の金属では出現しない高温超伝導、巨大磁気抵抗効果といった顕著な物性が頻繁に発現する。従って、系の局在性と遍歴性の競合した電子状態の研究が、新奇物性発現メカニズムの解明の上で極めて重要な課題となっている。実際、このような局在と遍歴の競合状態は、「遷移金属酸化物の局在性の強い遷移金属 3d と遍歴性の強い酸素 2p の軌道混成効果」、「希土類金属化合物の局在した 4f 電子と伝導電子との c-f 混成効果」、「遷移金属を含む分子性導体での分子の持つ遍歴的な π 電子と局在性の強い 3d 電子との間の軌道混成効果」のように、強相関電子系の共通の命題となっている。そこで本 S 課題では、硬 X 線から軟 X 線までの広い X 線エネルギーを利用した共鳴 X 線散乱(RXS)手法により、軌道混成に寄与している遍歴的電子と局在的な電子の状態を区別して観測すること、さらにその外場依存性を調べることで、『軌道混成』をパラメータとした物性発現機構の解明を目指している。

2010 年度は、既存の軟 X 線領域で利用する回折計の改良をするだけでなく、外場として磁場を利用した軟 X 線回折計を立ち上げるべく、2011 年度の完成を目指して作業している。本装置が完成すると、BL-3A での硬 X 線を用いた磁場中実験と、軟 X 線領域での研究が行え、これらを相補的に用いた構造物性研究が大きく進むものと考えている。さらに、これまで利用してきた BL-16A の軟 X 線領域(250-1500eV)と硬 X 線(5-18keV)の間である 1500-5000eV での RXS 実験を行うために、BL-11B の利用も開始した。このエネルギー領域では分子性導体系で重要となる硫黄 S、4d 遷移金属 Ru, Rh などの吸収端があり、実験の重要性は認識されていたものの、実験が不可能ということにされてきた。そこで、このエネルギー領域での回折実験法の確立を目指した。また並行して、遷移金属酸化物・希土類化合物・分子性導体系での RXS 実験を、構造物性研究センターのグループを中心として、産総研 山田 G、熊井 G、理研 田口 G、東北大 岩佐 G、有馬 G、東大 十倉 G、物性研 上田 G、阪大 宮坂 G、名大 寺崎 G、早大 勝藤 G、岡山大 花咲・野上 G、北大 網塚 G などと共同で実験を進めているところであり、これらの結果の一部をポスターで紹介する予定である。