

次世代放射光を活かす共鳴軟X線非弾性散乱分光の戦略 (Strategy for resonant inelastic soft X-ray scattering using next-generation synchrotron radiation)

原田慈久

東京大学物性研究所

Yoshihisa Harada

Institute for Solid State Physics, University of Tokyo

*harada@issp.u-tokyo.ac.jp

この10年間のRIXSの発展は目覚ましく、諸外国の3GeVクラス光源で大型の共鳴軟X線非弾性散乱装置の建設が相次ぎ、現在はCu L端で30meVの素励起を捉えることができる、 $E/\Delta E > 30,000$ の超高分解能分光が実現している[1]。分光性能の向上に伴って利用分野も拡大しており、高温超電導やマルチフェロイクス材料、スピントロニクス材料等の機能性材料の分析はもとより、電解液を含む電池材料や環境応答材料、生体材料等のその場・オペランド分析でも威力を発揮している[2]。

RIXSはその遷移断面積の小ささと分光手法の極めて小さい検出立体角のために圧倒的な入射光量と集光特性の両方を必要とすることから、高輝度、連続光源という放射光の特長を最大限に活かせる手法として、放射光源の進展とともに発展してきた。日本の次世代放射光においても、RIXSが先端分光ツールの要の一つとなることは間違いない。しかし世界的な開発の流れを見ると、RIXSの開発競争は常にエネルギー分解能の向上・運動量分散・偏光解析とそれを印象付ける“デモンストレーション”的な実験が多く、XPSやXAFSのような誰もが利用するツールにはまだなっていない。これは、RIXSが二次光学過程で解釈が難しいとか、測定に時間がかかるという理由だけではなく、究極の分光を目指した尖った研究が強相関と原子分子に偏り、裾野を広げる研究とリンクしていないことにも一因があると思われる。我々が目指すべきは、究極の分光を目指した装置開発を行いつつ、尖った研究の種となる測定対象を、裾野を広げる研究の中から抽出するという連携プレーである。そのために、分光素子と集光素子、検出素子の最適化を図って $E/\Delta E > 100,000$ を達成する**超高分解能 RIXS 分光器**の開発と、従来の100倍以上の速さでRIXSを取得する**高効率 RIXS 分光器**の開発の両方が必要である。後者ではさらに固体物理から生命科学まで垣根なく分野を横断して、産業界のニーズにも呼応できる試料環境を完備する。

本講演では、次世代 RIXS で展開するサイエンスの一つとして、表面・界面分析を紹介する。超高分解能分析の実現により、表面を構成して反応に寄与する各化学種の電子状態とその反応過程における変化を追うのみならず、固液界面に形成された電気二重層が液体の構造やイオンの分布に与える影響や、その液体・イオン種が材料に与える影響を、深さ分解・高感度・電子軌道分解で詳らかに追うことが可能になる。最後に、励起エネルギー依存2Dマッピング、回折との融合による新たな展開の可能性についても議論する。

参考文献

[1] L. Chaix *et al.*, *Nat. Phys.*, **10**, 1038 (2017).

[2] See, e.g., F. Lin *et al.*, *Chem. Rev.*, **117**, 13123 (2017).