

国際会議 International Conference on Inelastic X-ray scattering (IXS2017)にて“POSTER PRIZE”を受賞して

和達研究室 博士課程3年 横山 優一

ドイツ・ハンブルクの放射光施設 DESY で開催された国際会議 International Conference on Inelastic X-ray scattering (IXS2017)にて、“POSTER PRIZE”を受賞する栄誉に恵まれました。IXSはX線の非弾性散乱を用いた研究に特化した会議で、今回で10回目の開催になります。近年分解能の向上が著しい軟X線領域の共鳴発光分光に加え、硬X線を用いた発光分光やコンプトン散乱などによる最前線の研究成果の発表が相次ぎました。また、立ち上がったばかりのX線自由電子レーザーEuropean XFELの見学もあり、非弾性散乱分野でも超高速時間分解測定の実現が間近に迫っていることを実感しました。

受賞対象となった発表は“Epitaxial strain induced spin states of LaCoO₃ thin films clarified by resonant inelastic soft x-ray scattering”です。この研究は、スピン状態の自由度が特徴的な遷移金属酸化物を対象に、外的な刺激(特に歪み)との関係を明らかにしたいという思いから始めました。研究遂行にあたり、大型放射光施設 SPring-8 の東京大学ビームライン BL07LSU に所属する方々を中心に多くの共同研究者の方々に大変お世話になりました。試料につきましては、東京大学・工学系研究科の十倉先生、川崎先生、中村先生、藤岡先生から提供していただきました。物質・材料研究機構の山崎先生と指導教員の和達先生には、研究の構想段階から相談させていただき、研究全体を通じてご指導いただきました。物性研究所の原田先生と宮脇さんには超高分解能発光分光装置 HORNET を用いた実験と解析についてご指導いただきました。奈良先端大の大門先生、田口先生には理論計算で大変お世話になりました。産業技術総合研究所の朝倉先生、和達研究室の平田さん、田久保さん、山本航平さんには何度も議論させていただきました。本研究は共同研究者の皆様の貢献があって初めて成し遂げることができました。この場を借りて深く感謝申し上げます。

研究内容につきましても簡単に紹介させていただきます。 $3d$ 遷移金属酸化物では強い電子相関によって電子・スピン・軌道に自由度が生まれ多彩な物性を示すことが特徴的です。中でもコバルトを含む LaCoO₃ ではスピン状態が温度変化などの外的な刺激によって変化することが知られて

おります。そこで、私は、身近なものでありながら実はまだよく分かっていない歪みとの関係に注目してスピン状態の変化を調べました。実験では、高輝度の放射光X線を用いて、共鳴軟 X 線非弾性散乱(RIXS)を行いました。この手法では、 dd 励起 (非弾性散乱にみられるコバルト $3d$ 電子間の遷移)からスピン状態を明らかにすることができ、従来のX線吸収分光法よりも精度の高い測定が可能です。RIXS の実験により、X 線吸収分光法では捉えられなかった歪みによるスピン状態の変化を観測することに成功しました。さらに理論計算と組み合わせることで、歪みの大きさとスピン状態の関係を定量的に求めることを行いました。その結果、約 1%の引っ張り歪みによって、歪みの無いバルク試料では低スピンであったものが全て高スピンの状態を見出しました。加えて、その高スピン状態は歪んでいない O_h 対称性の高スピンと歪んだ D_{2h} 対称性の高スピンが 1:1 の割合で共存していることを明らかにしました。

コバルトをはじめ様々な $3d$ 遷移金属を含む化合物を対象に、未だ明らかになっていない複雑な電子状態を解明する研究を今後も続けていきたいと考えております。

【関連論文】

“Tensile-Strain Dependent Spin States in Epitaxial LaCoO₃ Thin Films”, Y. Yokoyama, Y. Yamasaki, M. Taguchi, Y. Hirata, K. Takubo, J. Miyawaki, Y. Harada, D. Asakura, J. Fujioka, M. Nakamura, H. Daimon, M. Kawasaki, Y. Tokura, and H. Wadati, arXiv:1708.07529 [cond-mat.str-el].



エルベ川の船上で行われた授賞式の様子。一番左が横山優一氏。