

日本放射光学会 学生発表賞を受賞して

極限コヒーレント光科学研究センター 近藤研究室 新井 陽介

この度、2023年1月7-9日に立命館大学びわこ・くさつキャンパスで開催された第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムにおいて、JSR2023学生発表賞を受賞しました。本賞は、同年会・シンポジウムにて将来性・独創性のある優秀な発表を行った学生に授与されるものです。このような栄誉ある賞を由緒ある学会からいただき、大変光栄に思います。

今回の受賞対象となった発表題目は「少数キャリア半金属 CeX における強相関メカニズムの系統的な変化」です。本研究では少数キャリア半金属 CeX (X=P, As, Sb, Bi)[1] における準粒子状態の違いに注目しました。以下、その内容について簡単にご紹介させていただきます。

現代テクノロジーを支える機能物性には相転移に伴う秩序形成の働きが欠かせません。素励起(ボソン)は、この秩序状態からのズレに対する復元力として定義されますが、電子ボソン結合という形で伝導電子と協奏的に相互作用し、このとき形成される準粒子が超伝導や巨大磁気抵抗などの強相関現象を引き起こします。したがって、この準粒子を特徴付ける相互作用を解明して理解することは物質科学の重要なテーマの1つです。

そこで我々が目をつけたのが CeX (X=P, As, Sb, Bi)[1] の異常磁性です。この物質群は温度・磁場・圧力といった外部環境に応じて Ce 4f の局在磁気モーメントによる多彩な磁気構造を形成します[2,3]。なかでも CeSb の磁気相転移は特異に複雑で「悪魔の階段」と呼ばれ、磁場や圧力のない状況でも7回の転移が生じます。これまでに我々は、この CeSb で 4f 結晶場励起と伝導電子の結合した「多極子ポーラロン」という新しい準粒子が形成されることを、レーザー角度分解光電子分光 (ARPES) やレーザーラマン分光によって明らかにしてきました[4,5]。

その一方、CeX の中で CeSb の隣に位置する CeAs は磁場や圧力のない状況で1回の転移しか示さず、CeSb と対照的に単純な磁気相転移を示します。したがって、CeAs では CeSb と異なった準粒子状態の形成が示唆されます。そこで本研究では、レーザーARPES・レーザーラマン分光・非弾性 X 線散乱 (IXS) を利用して、CeAs で形成される準粒子状態を調べ、CeSb との比較を行いました。実験

の結果、CeSb では 4f 結晶場励起のみと伝導電子の結合した準粒子が形成されるのに対して、CeAs では伝導電子が 4f 結晶場励起だけでなく光学フォノンとも結合した準粒子状態が形成されることが明らかになり、伝導電子と光学フォノンの結合の影響の違いがあることが見出されました。このことは電子構造のわずかな差異に基づいた相互作用の変化が CeX に存在することを示しており、こうした違いが CeX の異常磁性の発現機構に大きな影響を与えていることが示唆されます。

最後になりますが、日頃よりご指導いただいております近藤猛准教授、広島大学の黒田健太准教授をはじめ、本研究にご協力いただいたすべての共同研究者の皆様、この場をお借りして心より御礼申し上げます。

- [1] K. Kuroda, et al., Phys. Rev. Lett. 120, 086402 (2018).
- [2] J. Rossat-Mignod et al., J. Magn. Magn. Mater. 52, 111 (1985).
- [3] M. Kohgi et al., Phys. B: Condens. Matter 281-282, 417 (2000).
- [4] K. Kuroda, Y. Arai et al., Nat. Commun. 11, 2888 (2020).
- [5] Y. Arai et al., Nat. Mater. 21, 410 (2022).

