日本物理学会若手奨励賞を受賞して

東京大学物性研究所　附属国際超強磁場科学研究施設　金道研究室　助教　石川 孟

第 17 回(2023 年)日本物理学会の若手奨励賞 領域 3(磁性)を受賞いたしました。この場を借りて共同研究者の皆様に感謝いたします。この賞は将来の物理学を担う優秀な若手研究者の研究を奨励し、学会をより活性化するために設けられた賞で、領域ごとに毎年2-3名が受賞します。歴代の受賞者を見ると多くの物性研助教の方々が受賞しており、物性研と関係の深い賞といえます。今年 35 歳でサッカー選手なら引退する年齢ですが、ありがたいことに若手として表彰していただきました。

受賞対象となった研究は”量子磁性体の配位子場制御による新奇相開拓”です。私は新物質開発を基盤とした物性研究を行っており、特に新しい量子磁性体や超伝導体の開発に取り組んでいます。物質開発では物理的な興味に加え、面白い結晶構造、珍しい原子価数、特徴的な合成法といった化学的な視点も重視しています。受賞対象となった 3 つの論文では、磁性体において磁性イオンの周りにある配位子を通じて磁気状態を制御し、その結果さまざまな量子磁気状態を発見した点を評価していただきました。

1 つ目の論文では、カゴメ格子磁性体 volborthite の大型単結晶の合成に成功し、物性研のパルス強磁場を用いた磁化測定を行い 1/3 磁化プラトーと複数の磁場誘起相転移を発見しました。これらの磁気状態は粉末試料では観測されなかったもので、単結晶試料で初めて発見されました。系統的な研究により、単結晶では粉末試料に比べて磁性 Cu イオンの周りの配位環境の乱れが大幅に減っていることが分かりました。本研究によって volborthite では単純なカゴメ格子からのずれが大きいことが明確になり、カゴメ格子に特有な磁性の研究対象ではなくなってしまいましたが、1/3 プラトー近傍に現れる磁気相においてスピンネマティック状態が実現しているのではないか、という方向に研究が大きく進展しました。

2 つ目と 3 つ目の論文では、スピン軌道相互作用の強いハロゲン化物磁性体において、理想的なスピン軌道結合状態を実現し、その磁性を観測しました。これまでスピン軌道結合系の磁性は主に酸化物で研究されてきました。酸化物では配位酸素と磁性イオンの軌道混成が強く、スピン軌道相互作用の効果が実効的に弱められるという問題がありましたが、イオン性の高いハロゲン配位子を用いることでその問題が解決され、新しい研究の舞台を提案することができました。2 つ目の論文では、タンタル塩化物において電子の軌道とスピン磁気モーメントがほぼ完全に打ち消しあったイオン状態を実現し、低温で多極子自由度の秩序化を観測しました。3 つ目の論文では、三ヨウ化サマリウムにおいて Γ_7 多極子が二次元ハニカム格子に並ぶという、スピン液体の実現が期待される状況が具現化していることを示しました。0.1 ケルビンまで磁気秩序が観測されておらず、基底状態に興味がもたれます。

以上の研究は物性研での学生時代、ドイツ Max Planck 固体研究所とシュトゥットガルト大でのポスドク時代、現所属の物性研強磁場施設での成果です。所属したグループや研究所の皆様に感謝したいと思います。今後も物性や強磁場コミュニティの発展に寄与できるような面白い物質を発見できるよう研究を続けていきたいと思います。

受賞論文

1. "One-Third Magnetization Plateau with a Preceding Novel Phase in Volborthite" H. Ishikawa, M. Yoshida, K. Nawa, M. Jeong, S. Krämer, M. Horvatić, C. Berthier, M. Takigawa, M. Akaki, A. Miyake, M. Tokunaga, K. Kindo, J. Yamaura, Y. Okamoto, and Z. Hiroi, Physical Review Letters 114, 227202 (2015).
2. "Ordering of hidden multipoles in spin-orbit entangled $5d^1$ Ta chlorides", H. Ishikawa, T. Takayama, R. K. Kremer, J. Nuss, R. Dinnebier, K. Kitagawa, K. Ishii, and H. Takagi, Physical Review B 100, 045142 (2019).
3. "SmI_3: $4f^5$ honeycomb magnet with spin-orbital entangled Γ_7 Kramers doublet", H. Ishikawa, R. Kurihara, T. Yajima, D. Nishio-Hamane, Y. Shimizu, T. Sakakibara, A. Matsuo, and K. Kindo, Physical Review Materials 6, 064405 (2022).