

# 客員所員を経験して

東北大学多元物質科学研究所 佐藤 卓

2014 年度後期に吉澤英樹先生のホストで附属中性子科学研究施設の客員教授としてお世話になりました。私事で恐縮ですが、2012 年 3 月まで物性研中性子所員として所属していたため、客員所員として再度物性研にお世話になるのは時期尚早かとも考えました。しかしながら、物性研転出に際して幾つかの仕事をやり残していた事もあり、これらの研究を終わらせることができればと思い、客員所員に応募させて頂いた次第です。

このような研究の 1 つは梯子型鉄系化合物  $AFe_2X_3$  ( $A = Ba, Cs; X = Se, S$ ) の物性研究です。この研究は物性研に残した大学院生羽合孝文君の博士論文テーマであり、吉澤研究室、大串研究室(現東北大)、上床研究室の 3 つの研究グループにお世話になりながら研究を進めて参りました。鉄系超伝導体は一般に鉄の 2 次元正方格子を構造的特徴としています。が、 $AFe_2X_3$  では鉄原子が梯子型構造(準 1 次元構造)を形成することに特徴があります。一方で殆どの鉄系超伝導体母物質が金属である事に対して、この系は絶縁体です。この梯子形鉄系化合物を金属化できるだろうか、さらには超伝導化できるだろうかという素朴な疑問が研究の発端です。我々は中性子散乱法を用いてこの物質群の磁気構造や磁気励起を測定する事でこの系の磁性を詳細に調べる事を分担しました。なかでも、キャリアドーピングに関しては  $(Ba, Cs)Fe_2Se_3$  の磁気構造のドーピング依存性を詳細に調べる事により、金属化には至らなかったもののドーピングにより反強磁性相が強く抑えられる事を示しました[1]。さらに、 $BaFe_2S_3$  単結晶の中性子非弾性散乱からは強い 1 次元的な磁気励起が観測されましたが、この励起は単純な局在スピン系のスピン波励起では説明出来ない可能性がありそうです[2]。これらの実験は客員所員期間に限らずそれ以前およびそれ以降の長いスパンで、米国オークリッジ国立研究所の HFIR および SNS 中性子施設を用いて継続的に行っておりますが、このような実験が可能になるのも物性研が実施している日米協力事業のおかげです。また、高橋先生(日大)、大串先生を中心に高圧物性が測定され、 $BaFe_2S_3$  において高圧下での金属化および超伝導転移が観測されたことはこの系の更なる可能性を示唆しています[3]。

もう 1 つの研究は、物性研と高エネルギー加速器研究機構(KEK)が共同で J-PARC に建設した高エネルギー分解能チョッパー型分光器 HRC を用いた eV 領域の中性子分光の可能性の追求です。これまで中性子散乱は比較的低エネルギー領域(meV 領域)の分光が中心でしたが、J-PARC に代表される大強度核破砕中性子源では eV 領域の中性子が十分な強度で得られるようになりました。そこで、このようなエネルギー領域での中性子分光にチャレンジすべく建設されたのが HRC です。電子系に限って言えば、meV 領域ではスピン励起(例えばスピン波等)が中性子非弾性散乱の観測対称になりますが、eV 領域ではスピン反転を伴う電子励起を観測出来る可能性があります。通常の半導体ではギャップが大きくスピン偏極もないため、その観測は難しいと思われれます。そこで、客員所員期間の目標としては sub eV 程度でスピン分裂していると考えられているバルクラッシュバースピン分裂系の実験を提案致しました。残念ながら 2014 年後期の J-PARC の運転が 2015 年 1 月のミュオン施設火災によって中断するなどの原因で、いまだ最終的な実験には至っておらず大変残念なところですが、是非中性子によるスピン反転電子励起の観測を成功させたく現在も準備を進めております。

半年と言う短い期間で、さらに諸般の事情により計画した実験がなかなか行えないという現実もあり、結局すべての仕事を終える事は出来ませんでした。しかしながら、梯子形鉄系化合物に関してはかなり研究を進める事が出来ました、高エネルギー中性子分光に関しても今後に向けて着実に前進することが出来ました。吉澤先生、上床先生、大串先生(現東北大)をはじめとする物性研の皆様、さらには HRC 利用を通じて伊藤晋一先生(KEK)をはじめとする HRC グループの皆様には大変お世話になりました。深く感謝申し上げますとともに、今後も中性子散乱に微力ながら努力する所存ですのでどうぞよろしくお願い申し上げます。



- [1] Takafumi Hawai, Yusuke Nambu, Kenya Ohgushi, Fei Du, Yasuyuki Hirata, Maxim Avdeev, Yoshiya Uwatoko, Yurina Sekine, Hiroshi Fukazawa, Jie Ma, Songxue Chi, Yutaka Ueda, Hideki Yoshizawa, and Taku J. Sato, *Phys. Rev. B*, 91, 184416/1-11(2015).
- [2] T. Hawai *et al.* (in preparation).
- [3] Hiroki Takahashi, Akira Sugimoto, Yusuke Nambu, Touru Yamauchi, Yasuyuki Hirata, Takateru Kawakami, Maxim Avdeev, Kazuyuki Matsubayashi, Fei Du, Chizuru Kawashima, Hideto Soeda, Satoshi Nakano, Yoshiya Uwatoko, Yutaka Ueda, Taku J. Sato, and Kenya Ohgushi, *Nature Mater.* 14, 1008-1012 (2015).