

MERIT 長期海外派遣 活動報告書

新領域創成科学研究科 物質系専攻

博士課程 2 年 鈴木慎太郎

1. 概要

期間：2016 年 10 月 4 日から 2016 年 12 月 29 日

派遣先：米国、Johns Hopkins University (JHU)

指導教員：Collin Broholm 教授

研究課題：中性子散乱実験による Yb 系価数揺動物質における量子臨界現象の解明

2. 研究内容

受け入れ先の Broholm group では、強相関電子系、とりわけフラストレート系や重い電子系の様々な現象を中性子散乱の手法を用いて研究を行っている。中辻研究室とはサンプル提供を通して過去から継続した交流があり、今回の派遣に至った。

β -YbAlB₄ は価数揺動系でありながら異常金属状態や重い電子超伝導を示す物質として注目を集めてきた。この構造異性体 α -YbAlB₄ は Fermi 液体的振る舞いを低温で示すが、 β -YbAlB₄ と同じ Yb 周辺の局所構造を持つ価数揺動系であり、3T の磁場印加により Lifshitz 転移による量子臨界現象を極低温にて示す。

一般にこうした非 Fermi 液体的挙動には、磁気相関が強く関係している。磁気揺らぎによる量子臨界現象と磁気相関の関係の研究は CeRhIn₅ などに対してこれまで行われてきた。こうした従来の系とは異なり、 α, β -YbAlB₄ の量子臨界現象には価数揺らぎが中心的役割を果たしていることが期待される。しかしながら、その微視的な磁気相関や価数相関、スピン分散等は明らかになっていない。そこで今回の渡航では、これら解明のため中性子散乱実験を行った。

中性子散乱実験では、信号強度増幅のため、試料の大きさが問題となる。今回の測定では、単結晶 1 個当たり 0.1mg 程度の β -YbAlB₄ と比べてより大きな結晶を得やすい α -YbAlB₄ を対象とした。しかしながら、その試料サイズは、単結晶 1 個当たり 3-5mg と依然として中性子散乱実験を行うためには小さい。そこで、70 個の単結晶を平行に並べることにより、300mg 程度の疑似単結晶を作成し、今回の実験を行った。

今回の渡航では、米国 Oak Ridge National Laboratory の CNCS での測定を 10/17-24 に、米国 National Institute of Science and Technology の MACS での測定を 11/17-11/25 に現地学生の Shan Wu と共同で行った。CNCS での測定は、3T の磁場印加による量子臨界現象の観測を目的として行った。70 個もの結晶を並べたにも関わらず、軸方向の誤差がすべて 2 度以内に収まり、疑似単結晶はうまく機能したものの、マグネットに由来するバックグラウンドにシグナルが隠れてしまい、Bragg ピークを除いた相関由来の信号を確認

することが出来なかった。そこで、MACS では、マグネットを置かず、代わりに相関に由来する信号を確認する実験を行った。その結果、磁気由来と思われるピークが確認され、現在 Shan と共同で引き続き解析作業を行っている。

3. 滞在中の生活

今回の滞在は、出国直前の事故により左腕を骨折した状態での渡航となった。幸いにして、ギブス等の大掛かりな固定器具の必要がなかったこと、現地で病院にかかる必要がなかったことから無事米国に渡ることが出来たが、三角巾で腕を



写真：物理学科のある Bloomberg center の外観

吊るした状態で学内を歩いていると、「何があったん

だ?」と学部の人をはじめ、食堂の店員や見知らぬ人からも声をかけられたのが非常に印象的だった。社会全体に聞きたいことを聞く、話したいことを話していくという、人と人との間に壁を作らないオープンな精神性が浸透しており、個人的にも非常に感化され、帰国後に性格が明るくなったとの評価を受けることが多くあった。

また、JHU の研究者の多くが朝型の生活を徹底していたことも印象的だった。朝 7 時 30 分ごろからすでに人が集まりだしている一方、夕方 6 時にはほとんどの人が帰宅していた。長時間オフィスに居ず、規則正しい生活のもと成果を着実に出していくスタイルは、非常に合理的な働き方であり、見習うべき内容だと感じた。

謝辞

今回の滞在では大変多くの方にお世話になりました。快く受け入れを許可して下さった Collin Broholm 教授に深くお礼申し上げます。また、実際の中性子散乱実験では Shan Wu さんに多大なるサポートをいただきました。現地では Visiting Professor として滞在していた指導教員の中辻知教授、ルームシェアを行った西川尚君や、生活面でお世話いただいた Man Huiyuan 博士をはじめ、多くの方に大変お世話になりました。また、交通事故により出国直前には多くの方にご迷惑をおかけいたしました。研究室の皆さまや MERIT 事務局の皆さま、とりわけ、出国に際し多くのことをご相談させていただいた浅野様には大変お世話になりました。深くお礼申し上げます。