

# 客員所員を経験して

大阪大学大学院理学研究科 酒井 英明

2016 年度前期に徳永研究室と辛研究室に共同ホストと  
なって頂き、客員所員を務めさせて頂きました。両研究室  
の皆様には、さまざまな実験や議論で大変お世話になりま  
した。まずは深く御礼申し上げます。

はじめに自己紹介を兼ね、私と物性研のこれまでの関わり  
について書かせて頂きます。私が初めて物性研を訪れた  
のは、大学院 1 年生として物性理論研究部門に配属となっ  
た際で、ちょうど物性研が柏キャンパスに移転した直後で  
した。私は安藤恒也先生にご指導頂き、カーボンナノ  
チューブの理論研究をしておりました。当時の柏キャン  
パスには、まだ物性研と宇宙線研しか建っておらず、敷地が  
広がったこともあり閑静というよりは、むしろ静かすぎて  
やや殺風景な印象を持ったことを覚えております。修士課  
程の卒業と同時に物性研を離れ、企業や国内外の大学、研  
究所をわたり歩いておりました。この間に物性実験家に転  
身した私は、東京大学の石渡研究室助教として、約 3 年前  
から徳永研究室で共同利用実験をさせて頂く機会があり、  
年間 1-2 回の頻度で再び物性研にお世話になっておりま  
した。久しぶりに訪問した際には、キャンパス内の建物と  
人の数が劇的に増え、賑やかになっていたことに、とても  
驚いたのを記憶しております。今回は、実験や議論の空き  
時間に客員所員の居室で過ごす時間がいくらかありました  
ので、研究所内の雰囲気もいろいろと知ることができまし  
た。所内は、私が大学院生だったころとあまり変わってお  
らず、落ち着いて研究に集中できる環境のままでした。大  
学院生当時は当たり前と思っていた、このような恵まれた  
研究環境が懐かしくもあり、また羨ましくも感じました。

さて前置きはこれくらいとし、研究内容について説明さ  
せて頂きます。今回の客員所員での私の研究テーマは  
「ディラック電子系新規磁性体の量子伝導現象と微視的電  
子状態の解明」です。ディラック電子系とは、固体中の電  
子状態がシュレディンガー方程式ではなく、相対論的ディ  
ラック方程式により記述される物質群のことで、近年、基  
礎科学とデバイス応用の両面から大きな注目を集めていま  
す。この最も有名な例は、黒鉛の単一原子層であるグラ  
フェンですが、最近ではトポロジカル絶縁体の表面ディ  
ラック状態や、グラフェンの三次元版のディラック・ワイ

ル半金属など、精力的に新しいディラック電子系物質が見  
出されています。この中でも、我々のグループが力を入れ  
ているのが、磁性体のディラック電子系物質です。これま  
でのディラック電子系のほとんどが非磁性体でしたが、  
我々は、ディラック電子を担う二次元伝導層と磁性を有す  
る絶縁ブロック層が積層した多層ディラック電子系新物質  
の創製に成功しました。本物質では、ディラック電子と磁  
気秩序が強相関状態を形成していることが大きな特徴で、  
磁性層の磁気秩序を変化させると 1,000 パーセント以上の  
大きな磁気抵抗効果が発現します。しかし、ディラック電  
子の微視的状态が、磁気秩序の有無や秩序パターンの変化  
に対して、どのように変調されているかについては未解明  
のままでした。このメカニズムを明らかにできれば、さら  
に新たな磁性ディラック電子系の設計も可能と考え、強磁  
場測定と光電子分光法を駆使することにより、実験的にそ  
の解明を目指すというのが本客員所員研究の大目標でした。

まず強磁場測定については、電気抵抗における量子振動  
現象を利用して、フェルミ面の詳細な変化を捉えようと計  
画しました。これには、パルス磁場中（最大約 50 テスラ）  
の低温において、試料回転ステージを用いた電気抵抗測定  
が必要であり、実験的には厳しい条件でした。徳永研の多  
くの協力のもと、どうにか磁場の傾斜角度依存性に関する  
系統的なデータを取得することができました。解析結果から  
は予期しなかった興味深い電子構造が明らかとなり、現  
在論文を準備しています。また光電子分光測定については、  
辛研究室の石田助教に先行して進めて頂いていた、ポン  
プ・プローブ型の時間分解測定の結果を詳細に議論するこ  
とができました。これにより、ディラック電子の超高速ダ  
イナミクスを理解を深めることができ、新しい物質への展  
開も非常に楽しみです。さらに近藤研究室とも協力し、高  
分解能の光電子分光測定により、磁気秩序前後のディラ  
ック電子状態の変化を明らかにするための共同研究を開始  
できたことは、とても嬉しく思っております。

この半年を振り返ってみますと、上記のような当初の計  
画に近い研究に加え、予想以上に幅広く共同研究を展開  
できたことは、特に有意義であったと感じております。長  
谷川研究室からは、本物質の磁気状態の詳細な解明に向け、



スピン偏極走査トンネル顕微鏡での測定のご提案を頂きました。研究室の皆様と実際の実験について議論させて頂いたことは、大変刺激的でした。また我々のグループで合成している他の物質群についても、徳永研究室や上床研究室の方々と多くの議論や予備実験をさせて頂き、新たな共同研究を開始することができました。客員所員として比較的余裕を持って物性研に滞在できたため、客員のプロジェクト以外についても、所員の方々と自由に議論させて頂いたことは、私にとって一番の貴重な経験でした。

今後も共同利用に加え、上記のような新しい研究の芽を育むためにも、物性研を訪問させて頂く機会が多々あると思います。これらの研究テーマのさらなる発展に向け、引き続き多くの所員の方々と研究交流を持たせて頂ければ幸いです。この度、このような素晴らしい研究機会を与えてくださった物性研関係者の皆様には、改めて御礼を申し上げます。