

物性研に着任して

極限環境物性研究部門 下澤 雅明

2014年4月1日付で極限環境物性研究部門山下研究室の助教として着任致しました下澤 雅明(しもざわ まさあき)と申します。本紙面をお借りして、研究経歴を記しつつ簡単な自己紹介をさせていただきます。

私は、学部3回生の後期から2014年3月に博士(理学)の学位を取得するまでの6年半、京都大学大学院 理学研究科物理学・宇宙物理学専攻の松田祐司先生・芝内孝禎先生にご指導いただき、超伝導に関する研究を行ってきました。学部4回生から修士課程1年までは、アレイ状の微小ホール素子および走査型ホール素子顕微鏡を用いて試料の各場所における局所磁化の測定を行い、重い電子系超伝導体である URu_2Si_2 の超伝導状態に関する研究を行いました。この局所磁化測定法は試料表面の磁場分布を測定することができるので、不純物などによる影響を受けることなく、超伝導状態の磁気的性質を明らかにすることができる特徴を持ちます。本研究では、この手法を用いて超伝導の発現機構と密接な関係にある下部臨界磁場を精密に評価することで、 URu_2Si_2 で実現している特異な超伝導状態を理解するうえでの大きな手がかりを得ることに成功しました。

上述の研究を通して、微小ホール素子を用いた局所磁化測定法がエキゾチックな超伝導体を模索する上で非常に強力な手段になることが分かりました。そこで修士課程2年の時には、より詳しくこれらの超伝導体を研究するために、ホール素子よりも磁気分解能の優れた微小超伝導量子干渉素子(微小SQUID素子)を搭載した走査型SQUID顕微鏡の開発に取り組みました。SQUID顕微鏡を用いた超伝導体に関する研究はこれまでにいくつか行われていますが、その多くが4.2 K程度の比較的高い温度領域での測定に限られていました。新奇現象を示す超伝導体の多くが1 K以下の極低温で超伝導状態になることから、この測定には極低温で動作可能なSQUID素子を作製することが必要不可欠になります。しかしながら、私たちの研究室にはSQUIDに関するノウハウが何もなく、SQUID素子を一から作製するしかない状況だったので、途方に暮れそうになりました。幸いにもSQUIDのプロフェッショナルである金沢工業大学の賀戸先生・河合先生のグループと共同研究をすることができ、最終的には極低温下でも動作する微小SQUID素子を作製することに成功しました。

博士後期課程では大きくテーマが変わり、分子線エピタキシー法(MBE法)で重い電子系化合物の薄膜と人工超格子を作製し、極低温下においてその物性評価を行いました。薄膜による研究では、重い電子系化合物である CeCoIn_5 のCeサイトに価数の違うYbを均一に置換することで形成された近藤ホールが散乱体として働き、価数の違いによる影響が現れないことを明らかにしました。人工超格子の研究では、重い電子系超伝導体に空間反転対称性の破れを人工的に導入・制御することで、空間反転対称性の破れが増大するにつれてパウリ常磁性効果による超伝導対破壊が抑制されることを明らかにしました。このようにMBE法を用いて重い電子系化合物の薄膜・人工超格子を作製することで、バルクでは実現不可能な「極めて均一に分布した近藤ホールの導入」や「空間反転対称性の破れの人工導入・制御」に成功し、これによってf電子系に関する研究を大きく発展させることに貢献できたと考えております。博士後期課程の2年目には、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校に3ヶ月間滞在する機会をいただき、Laura Greene先生のもとで CeCoIn_5 のトンネル接合を作製することにも取り組みました。この研究では芳しい成果をあげることはできませんでしたが、海外での研究生活を少しでも体験できたことは、今後の人生に大きく役立つと思っております。

物性研では、希釈冷凍機温度での熱伝導率測定を通して量子スピン液体などのフラストレーション系に関する研究を行っていく予定です。また、これまでに開発してきた走査型SQUID顕微鏡を山下研究室が保有する冷凍機と組み合わせることで、極低温で実現している新奇量子現象の解明にも携わっていきたいと考えております。これらの研究に精進するだけでなく、学生の教育活動にも精一杯取り組んでいきたいと思っておりますので、どうぞ皆様のご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。