

# 客員所員を経験して

愛媛大学理工学研究科 楠瀬 博明

平成 25 年度後期の半年間、上田和夫、常次宏一両先生にホストになっていただき、物性理論研究部門の客員所員としてお世話になりました。物性研には、これまでも研究会やセミナーなどの機会に度々お邪魔することはありましたが、今回まとまった期間滞在できたおかげで、ホストの方々だけでなく実験研究室の方々、共同利用で来所されていた方々にも多くのお話を伺う機会があり、有意義な時間を過ごすことができました。この場を借りて感謝申し上げます。

客員所員の期間中には、(1) 強磁性超伝導体の磁区構造と自己誘起磁束格子状態、(2) Pr 1-2-20 系の非フェルミ液体的振る舞いと多極子・超伝導、(3) 多体効果による反転対称性の自発的破れとスピン軌道相互作用による新しい電子状態、の 3 つの問題について研究を進める計画を立てましたが、多くの方々との議論を通じてそれぞれある程度の進展がありました。その様子をかいつまんで以下にご紹介します。

強磁性と超伝導の共存は古くから興味をもたれているテーマですが、それらがミクロに共存する U 系化合物が相次いで発見されたことから、最近非常に注目を集めています。引力機構やスピン 3 重項と予想されるクーパー対の対称性はもちろんのことですが、強磁性が作る強い内部磁場によって生じる自己誘起磁束格子状態も興味深いテーマです。磁束格子は磁壁などのトロポジカルな励起と結合しますが、強磁性超伝導体においては磁束格子自体が自己誘起的かつ自己無撞着的に形成されたものであり、その安定性や空間構造は自明ではないからです。常次さんとは、このような問題に対する現実的な理論的アプローチについて、ボゴリューゴフ=ド・ジャン方程式やギンツブルグ=ランダウ理論に基づくものから準古典理論によるものまで様々なアイデアを出し合いました。いろいろと検討した結果、第ゼロ近似として大まかな空間構造を捉えるには、磁束コアをハードコアな粒子に見立て、磁束間の斥力や磁壁との相互作用などを現象論的に導入して議論するのがよかろう、ということに落ち着きました。常次さんは話題に富んだ方で、議論を続けていると多方面の話題に花が咲き、気がつけば夜も更けてということもありました(遅くまでお付き合いいただき、ありがとうございました)。

PrV<sub>2</sub>Al<sub>20</sub>, PrTi<sub>2</sub>Al<sub>20</sub>, PrIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> に代表されるカゴ状物質 Pr 1-2-20 系は、結晶場基底状態にスピン縮退がなく純粋に軌道縮退のみが残る系です。この軌道縮退に由来する四極子秩序、四極子秩序と共存する超伝導が観測されており、広義の電荷揺らぎに由来する超伝導が発現しているものと期待されています。さらに、一部の系では非フェルミ液体的な振る舞いが見られ、長年理論的に議論されてきた四極子近藤効果が具現化したものと思われる。量子臨界性によらず 3 次元でフェルミ液体とならない初めての例ではないでしょうか。これらの系に関して、フェルミ液体性と非フェルミ液体性の観点から一見取り留めも無い実験結果を系統的に整理できないかと考えていました。ちょうど共同利用で来所される広大の鬼丸さんと議論する予定でしたので、同じく実験に来られる広大の梅尾さん、東工大の井澤さん、物性研の松林さん、荒木さんも交えて最新の実験データを基に議論しようということになりました。種々の物理量の間の整合性について理解が深まり、理論模型の構築において大変有意義でした。お陰様で、数値計算に適した理論模型を思い付き、計算結果が出始めています。実験家の方々は現象の解釈について具体的なイメージを持っておられるので、その見識に日々接することのできる環境は素晴らしいと感じます。後ほど、中辻さんもグループミーティングの時間を割いて議論の場を設けて下さり、志村さんからも最新の実験結果や解釈について教えていただきました。

この話題については、上田先生とも四極子近藤効果や超伝導に関して議論しました。スピンと異なり電荷は連続的な広がりをもつ自由度なので四極子近藤模型の妥当性は遮蔽距離を理論的にどこまで考慮するか依存するだろうということや、四極子揺らぎの超伝導に特有の現象は何かという点を明確にすることが肝要である、という大局的な観点からの助言をいただきました。他にも最近、柳さんと取り組まれている 2 次元格子における連続的モット転移の理論についてお聞きしましたが、モット転移マニアの私には大変興味深いものでした。

このところ興味をもって取り組んでいる反転対称性の自発的な破れとスピン軌道相互作用が産み出す新物性の話題については、物性研でセミナーを行ったほか、常次、上田、広井各先生と議論していただきました。また、物性研滞在の機会



を利用して共同研究者である東大本郷の求さん、速水さんを訪ね、細部にわたって十分な議論を行うことができました。議論が白熱したため物性研に戻れず、柏ロッジの鍵を返し損ねて秘書さんにご迷惑をおかけしてしまいました……。

滞在中、ホストの両先生にはいろいろと気を遣っていただきました。昼食後は理論の談話室でよく雑談しましたが、ETHにいたとき皆で昼食に行った後一時間ほど雑談していたことを懐かしく思い出しました。また、榊原研の食後のお茶にも招いていただき、実験研究室の裏舞台も垣間見ることができました。URAの鈴木さんに伺った行政寄りの(ura)話も大変興味深いものでした。

客員を経験しての雑感(というか改善希望)ですが、客員所員室は机の他は何もないので何となく落ち着かず(と言われてもどうしようもないでしょうが)、また、柏ロッジも含めてVPNを介したネットワーク接続が制限されているので、本拠地にあるデータに簡単にアクセスできず不便を感じました。紙と鉛筆だけあれば十分な正統理論家ならば問題は無いのでしょうが……。柏ロッジは便利なのですが、まともな朝食にありつのが難しく、海外から長期滞在される方は苦勞されるだろうと思います。

当初は、折角の機会なので定期的に来所して共同研究を精力的に進めようと考えていたのですが、講義期間中は思うように出張できず、2月と3月の駆け込み訪問になってしまいました。そのため、他の理論の方々と話す機会を持てなかったことが心残りです。最後になりましたが、秘書の松下さん、江口さん、菱沼さんには、滞在中大変お世話になりました。客員期間を充実したものにして下さった皆様に感謝致します。