

# 客員所員を経験して

東京工業大学 古賀 昌久

2014 年度に常次宏一先生のもと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。

私が最初に物性研を訪問したのは大学院生時代、量子スピン系の研究でセミナーによんで頂いたときでした。その頃物性研は六本木にあり、(在籍していた大阪大学吹田キャンパスとは違って...) 都会のだ真ん中で驚いたことをよく覚えています。柏に移転後も短期研究会やスーパーコンピュータの利用などで大変お世話になっています。

今回の客員期間中には、強相関係の関係者が集まったワークショップ **New Horizon of Strongly Correlated Physics** (NHSCP2014)が物性研で開かれ、多くの研究者と議論する機会がありました。その中で、新たなアイデアが生まれ、国外研究者と共同研究を始めるきっかけになりました。また、常次先生とたびたび議論させて頂く機会を得、共同研究をする運びとなりました。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) 光格子多成分系における超流動、(2) 準周期性を持つ系における相関効果の二つの問題について研究を進める計画を立てましたが、計画(2)の方についてある程度進展がありましたので、それについて以下に紹介します。

$\text{Yb}$  を含む希土類化合物においては、 $f$  電子の遍歴性、局在性が低温物性に大きな影響を与えることがあり、しばしば量子臨界性が議論されてきました。最近、準結晶である  $\text{Au}_{51}\text{Al}_{34}\text{Yb}_{15}$  系において量子臨界性が観測されました。この量子臨界現象は、長周期性を持つ近似結晶(*approximant*)においては出現しないため、準周期性が量子臨界現象の重要な役割を担っていると考えられています。準周期系の研究に関しては、準結晶が作成された 1980 年代に精力的に研究がなされており、相互作用のない系に関しては、これまでに詳細な研究がなされてきました。しかしながら、準周期系における強相関効果については取り扱いが難しく、現在もなおチャレンジングな問題となっています。

これまでに我々は、二次元ペンローズハバードモデルにおけるモット転移について動的平均場近似により調べ、幾何学的構造と局所相関効果の関係についてある程度明らかにしてきました。しかしながら、準結晶特有の離散的な、もしくは局在した波動関数の特徴に関しては、理論的に取り扱う系の大きさが十分ではないため、物理量の微細構造の可能性など、明らかにすることはできませんでした。以上のこれまでの研究について、常次先生や上田先生と議論を行いました。両先生は 1980 年代にこのペンローズ格子について詳細に検討されており、私とは全く異なる視点からの議論となりました。特に、準周期性の特徴がどのような物理量に現れているかなど、私の見落とししている点が明らかになり、大変勉強になりました。検討の結果、準周期性が低温物性に及ぼす影響を調べるため、相関効果によって誘起される磁気構造に注目することにしました。パーテックスをサイトとみなす二次元ペンローズ格子は、これまでに多くの理論研究があり、局在した波動関数がハミルトニアンを厳密な固有状態であること、この固有状態がマクロに縮退しており、エネルギーがゼロであることが知られています。このことは、無限小の相互作用を系に導入したときに、興味深い振舞いが現れることを示唆しています。出現する反強磁性磁化は、厳密な固有状態である局在した波動関数を反映したものですが、それほど自明なものではなく、自己相似性が磁化分布に出現している可能性があるのではないかと現在考えています。今後、この共同研究を進展させ、二次元ペンローズ系における磁化分布と局在した波動関数の特性について詳細に調べていきます。

最近興味を持っている準周期系における相関効果に関して議論、検討して頂いた常次先生と上田先生に感謝いたします。期間中は常次先生の大学院生ならびに秘書の松下さんにも大変お世話になりました。最後になりましたが、このような客員の機会を頂きました東京大学物性研究所に感謝いたします。