

客員所員を経験して

広島大学大学院先進理工系科学研究科 多田 靖啓

2022 年度の一年間にわたり、物性研究所客員所員として大変お世話になりました。まず最初に、受け入れ先である押川所員をはじめとする関係者の方々や秘書の辻さんをはじめとする事務的な対応を下された皆様にお礼を申し上げます。コロナ禍が明けつつあった 2022 年度に柏キヤンパスを頻繁に訪れることができたことを、とてもうれしく思っております。

私の研究課題は、量子多体系における対称性やその非自明な性質に関する理論的研究でした。近年、物性物理学において系のもつ対称性はますます重要性を増しています。従来の対称性が自発的に破れた相だけでなく、対称性によって守られた相や新しいタイプの対称性によって区別される相など、対称性に関わる物理は急速に発展しています。さらに、これらを場の理論的観点からとらえようという分野横断的な研究も進展しています。そのような中で、私の設定した具体的な課題は 2 つあり、(i)対称性に守られた (SPT) gapless な状態、及び(ii)磁場中での空間対称性によって特徴づけられる状態に関するものでした。ここでは、これらの研究の動機付けについて簡単にご紹介したいと思います。

1 つ目の gapless SPT 状態のポイントは、その名の通り、エネルギーギャップのない励起をもつ基底状態を対象にしていることです。2010 年くらいからギャップのある SPT 状態については、非常に多くの研究がなされてきました。それらの系を理解する上で不可欠なのがエネルギーギャップの存在です。その拡張として、ギャップのない系を考えたいものですが、実はこれは大変難しい問題でまだまだ発展途上にあります。Gapless SPT はそのような研究の一つと解することができます。

2 つ目の磁場中での対称性は、量子状態の分類の一般論などと関連しています。理論的に対称性の帰結を理解することは非常に大切であり、様々な SPT 状態、さらには高次 SPT 状態と呼ばれる状態の存在が明らかにされてきました。高次 SPT では空間対称性が重要になるのですが、

一般に相互作用のある量子多体系における空間対称性に守られた量子相については、まだ理解されていないことが多くあります。磁場中の空間対称性の研究は、そのような目標の第一歩だということができます。

客員所員として一年間を過ごした今、頻繁に物性研究所を訪れる機会を頂けたからこそ、これらの研究を進展させることができたと感じています。実際、対面で色々と議論することを通して、1 つ目の gapless SPT については物性研の博士課程学生らと論文を一つ出版することができました。また、2 つ目の磁場中対称性についても、受け入れ先である押川所員との論文を現在投稿中です。心残りなのは、実験の先生方と議論する機会をあまり積極的に作れなかったということです。とくに、磁場中対称性については元々は電子系の数値計算から始まった研究であり、具体的な物質や実験との関係も大変重要です。これは 2022 年 5 月に物性研で行われた磁場中物性に関する研究会で発表させて頂いた内容ではあるのですが、今後より説得力のある研究を進展させていきたいと感じています。Gapless SPT と磁場中対称性についてまだ現在進行中の研究もありますので、今後とも物性研の方々とはお会いする機会もあるかと思えます。そのような際には、是非、楽しく議論させて頂ければ幸いです。