

小沢 英之  
名古屋大学 大学院工学研究科 修士課程1年  
滞在先:岡山大学大学院 自然科学研究科  
(派遣元研究者:佐藤昌利、受入研究者:水島健)

私は佐藤昌利准教授の下で、トポロジカルクリスタル絶縁体の数値計算を行ってきた。私のこれまでの研究ではトポロジカル絶縁体のみに焦点を当ててきたが、研究の視野を超流動ヘリウム3にまで広げたいと考え、今回若手派遣プログラムに申し込んだ。滞在する研究室については、超流動ヘリウム3を学ぶために、岡山大学の水島健助教が居られる研究室を選び、2013年7月20日ー7月30日の期間滞在した。滞在中はBessel 関数系やGauss-Lobatto 求積分則を利用した discrete variable representation 法を用いてBdG 方程式を解く方法を指導していただき実際に数値計算を行った。

ヘリウム3は極低温まで液体でクリーンな系であり、またバルク状態はスピン3重項P波対状態として確立しており、表面状態の物理を考える上で理想的な物質である。ヘリウム3のトポロジカルな性質については東工大の横田グループのB相での横波音響インピーダンスの実験[1]などにより急速に深まっている。

超流動ヘリウム3の準粒子状態は、Bogoliubov-deGennes (BdG)ハミルトニアン固有状態として与えられる。しかしながら、任意の3次元空間内でBdG方程式を数値的に解くことは現在の計算環境では不可能に近い。そのために、対称性の高い状況を想定して計算を行う。今回はBessel関数系を用いてBdG方程式を解く方法を学んだ。また量子渦(磁束渦)状態という空間的非一様な超伝導状態の電子状態を計算する方法やGauss-Lobatto 求積分則を利用した discrete variable representation (DVR) 法についても学んだ。DVR法の利点として、計算精度が高精度であり、任意の境界条件を適用できる点が挙げられる。

今回の滞在では上記のヘリウムB相のBdG方程式を数値的に解く方法を習得することができた。今後はトポロジカル不変量に直接的に起因した物理現象の計算を行いたい。

[1] Y. Okuda and R. Nomura J. Phys.: Cond. Matt. 24, 343201-1-19 (2012)