

今後の研究計画

2011 年 4 月 1 日

塚本 光昭

これまで私は、量子モンテカルロ法の新しいアルゴリズムの開発、及びその様々な物性系への適用を行ってきた。量子モンテカルロ法とは、経路積分表示を用いて、虚時間方向の経路をランダムサンプリングすることで統計力学的な問題を数値的に解く手法であり、非常に汎用性の高いものである。以下に示したように、今後も引き続きアルゴリズムの開発とその量子流体、特に超流動現象の理解のために適用をする。

(1) アルゴリズムの連続空間への拡張

量子モンテカルロ法には、虚時間方向の経路を連続的に取り扱い実空間方向を離散化する方法と、虚時間方向を離散化し実空間方向を連続的に取り扱う方法の2通りの方法がある。計算の便宜上、これまでは格子系などの離散的な空間で適用出来るアルゴリズムを用いていたが、後述する量子流体の研究に適用するため、連続空間での計算が可能となるアルゴリズムへ拡張する。これにより、 ^4He などの量子流体を用いた実験との定量的な比較が可能になり、現象の理解が深まる。

(2) 低温での ^4He などの量子流体への適用

現在私が興味を持っているのは、ボース・アインシュタイン凝縮 (BEC) や超流動といった、低温で ^4He や原子気体などの量子流体に現れる現象と、その発現機構、また両者の関係である。そのため、ボース粒子系を記述するモデルであるボース・ハバードモデルを数値的に解き、ボース粒子の有限な領域への閉じ込め、秩序を壊すポテンシャル、低次元性などといった様々な外部の環境が、BEC相転移や超流動状態へ与える影響を調べることを主な研究の目的としている。近年、低温でBECを起こした超流動 ^4He の物性を様々な状況下で調べる実験が精力的に行われており、これらの実験と数値計算結果を比較することにより、超流動などの量子流体の性質を理解する。