

冷却原子系の平衡状態シミュレーション

川島直輝¹, 大越孝洋¹, 佐藤年裕¹, 加藤康之², 鈴木隆史³,
¹ 東京大学物性研究所; ² ロスアラモス国立研究所; ³ 兵庫県立大学物質系
工学専攻

E-mail address: kawashima@issp.u-tokyo.ac.jp

[キーワード] Quantum Monte Carlo, Gross-Pitaevskii equation, Cold Atom

冷却原子系に関してグロスピタエフスキー (G P) 方程式に基づくシミュレーションは動的な情報にもアクセス可能な強力な手法であるが、近似としての精度の評価が難しく、どの程度その結果を信頼してよいか十分に理解されていない。我々は有限温度に拡張したG P方程式の方法(射影G P方程式法)によって2次元的な冷却ボーズガス系の相関関数の平衡状態計算を行い、同時に平衡状態に関しては、統計誤差以外を除けば厳密に正しいことが保障されている量子モンテカルロ法による平衡状態計算の結果と比較した。射影G P方程式法は、長波長成分については、G P方程式で扱い、短波長成分については、独立粒子として扱う方法であり、両者の境目となる波数がコントロールパラメータになっている。経験的にはモードあたりの占有数が3となるあたりをその境目とする最善に近いとされているが、我々の計算の結果はその経験則をほぼ支持するものであり、そのような場合には、臨界温度を含む温度範囲において、2点相関関数の誤差が高々数パーセント程度になることを確認した。[1] また、G P方程式の方法によって、2次元における超流動転移の特徴である、K T転移的な特徴をも定量的に再現することができることを見出した。[2] 一方、モット相をも含む広い範囲の平衡状態を調べるには、量子モンテカルロ法が適している。これを用いて、われわれが最近調べた2種のハードコアボーズ粒子が共存する場合の対超流動相、[3] 双極子相互作用する単一ハードコアボーズ系におけるストライプ相、[4] 短距離相互作用系ソフトコア条件下における超個体相。[5] などのいくつかの新しい量子相について、その相図や特性を紹介する。

[1] T. Sato, Y. Kato, T. Suzuki and N. Kawashima, in preparation (2011).

[2] T. Sato, T. Suzuki and N. Kawashima, Phys. Rev. A **81**, 025601 (2010).

[3] T. Ohgoe, and N. Kawashima, Phys. Rev. A **83**, 023622 (2011).

[4] T. Ohgoe, T. Suzuki and N. Kawashima, arXiv:1110.2109 (2011).

[5] T. Ohgoe, T. Suzuki and N. Kawashima, arXiv:1110.5261 (2011).