

一次元ボース気体のダイナミクスの厳密計算

佐藤純¹, 金本理奈², 上西慧理子¹, 出口哲生¹

¹お茶大理; ²お茶大アカプロ

E-mail address: jsato@sofia.phys.ocha.ac.jp

[キーワード] Lieb-Liniger 模型, 可積分系, ベーテ仮説, ダイナミクス

デルタ関数型相互作用をする 1 次元ボース気体は Lieb-Liniger 模型として知られ、ベーテ仮説により厳密に対角化される。ベーテ仮説法は従来、熱力学極限における解析的な計算手段として主に用いられてきたが、有限系の数値計算の手法としても大変優れている。最近、Slavnov による形状因子の行列式公式を用いて数値的に高精度にダイナミクスを計算する手法が発展した。今回はこれを一次元ボース気体のダイナミクスに応用した計算結果を発表する。

古典極限において非線形シュレディンガー方程式は古典ソリトン解を持つが、これが元々の量子多体系においてどのように対応するのか、未解決の難問である。引力相互作用の場合には、虚軸方向に n 個並んだ複素数 (n -ストリング解) をベーテ根にもつ n 粒子束縛状態をフーリエ変換することによって量子波束を構成し、それによる量子場の演算子の行列要素が古典ソリトンに対応することが解析的に示されている [1]。斥力相互作用の場合には、type II 励起と呼ばれるホール励起がダークソリトンに対応するとの予想がある [2]。

今回我々は斥力相互作用の場合において、文献 [1] における量子波束の構成をヒントにして、type II 励起をフーリエ変換することによってダークソリトンに対応する量子波束を構成することに成功した [3]。さらにこれを初期状態として、Slavnov 公式を援用することによって厳密な時間発展を追跡することに成功し、古典極限においてはダークソリトンに対応する量子波束が崩壊していく実時間ダイナミクスを観測したので、結果を報告する。

[1] C.R. Nohl, Ann. Phys. **96**, 234 (1976); M. Wadati, M.Sakagami, J. Phys. Soc. Jpn. **53**, 1933 (1984); M. Wadati, A. Kuniba, T. Konishi, J. Phys. Soc. Jpn. **54**, 1710 (1985); M. Wadati, A. Kuniba, J. Phys. Soc. Jpn. **55**, 76 (1986).

[2] M. Ishikawa, H. Takayama, J. Phys. Soc. Jpn. **49**, 1242 (1980).

[3] J. Sato, R. Kanamoto, E. Kaminishi, T. Deguchi, arXiv:1112.4244