

SUSY QM in Few-body Systems

— Application to the singly heavy-quark Baryons —

東京理科大学 澤渡研究室 4 年 奈須田 祐大

1 次元量子力学系の問題の解法として、ハミルトニアンの子因子化に基づく手法は古くから研究されてきた [1]. また、それは Witten によって超対称性との関連が議論され [2], 以降、超対称量子力学 (SUSY QM) として広く知られるようになった. これまでにも、この方法で量子力学系を厳密に解いたり、また厳密に解ける模型を構築したりする試みがなされてきた [3]. 本講演では、それを少数多体系の問題、特に質量の異なる粒子からなる系に適用する方法を議論する.

少数多体系の分野では、Jacobi 座標系において Hyperspherical Harmonics を用いて展開する、という手法が知られている [4]. 特に、球対称なポテンシャルの場合 (hypercentral), 動径成分の方程式は、

$$-\chi''(x) + \left[\frac{\gamma(\gamma + 3N - 5) + \frac{(3N-4)(3N-6)}{4}}{x^2} + V(x) \right] \chi(x) = E\chi(x)$$

と書き下される.

本講演では、更に、例として heavy quark をひとつ含んだ baryons の内部構造について考察する. 類似の定式化に基づいた数値的な研究はあるものの [5], その定式化には等質量の粒子系の場合のものを用いているため、正しいものではない. 我々は、異なる質量の粒子系を取り扱うため、粒子の座標を $\mathbf{x}_i := \sqrt{\frac{m_i}{M}} \mathbf{r}_i$ などと取り直す. ポテンシャルとして、3 体力としての線型項と擬似 Coulomb 項, 2 体力の補正項を考慮した $V(x) = ax + bx^2 - \frac{c}{x}$ を選ぶことで, singly heavy-quark baryons の質量スペクトルとその波動関数を、異なる質量の粒子からなる系として解析的に求めることに成功した.

参考文献

- [1] L. Infeld and T. E. Hull, “The factorization method,” Rev. Mod. Phys. **23**, 21 (1951).
- [2] E. Witten, “Dynamical Breaking of Supersymmetry,” Nucl. Phys. B **188**, 513 (1981).
E. Witten, “Constraints on Supersymmetry Breaking,” Nucl. Phys. B **202**, 253 (1982).
- [3] F. Cooper, A. Khare and U. Sukhatme, “Supersymmetry and quantum mechanics,” Phys. Rept. **251**, 267 (1995).
- [4] J. L. Ballot and M. Fabre de la Ripelle, “Application of the Hyperspherical Formalism to the Trinucleon Bound State Problems,” Annals Phys. **127**, 62 (1980).
- [5] K. Thakkar, Z. Shah, A. K. Rai and P. C. Vinodkumar, “Excited State Mass spectra and Regge trajectories of Bottom Baryons,” Nucl. Phys. A **965**, 57 (2017).