

物質と情報の量子協奏
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

赤城 裕

東京大学 大学院理学系研究科
助教

CP^N スキルミオニクス—スキルミオンと情報の量子統合

研究成果の概要

[冷却原子系で実現可能な CP^2 スキルミオン結晶とその派生相]

本さがけに応募する直前に、本さがけ研究において最も重要となる CP^2 スキルミオン結晶が $S=1$ の特別な量子スピン模型で安定化することを明らかにした[1]。本年度(10月～)は、我々が提案した一般化Dzyaloshinskii-守谷相互作用の導入[2]が(比較的)行いやすい冷却原子系で、 CP^2 スキルミオン結晶が広く安定化することを明らかにした。具体的には ${}^7\text{Li}$ 、 ${}^{23}\text{Na}$ 、 ${}^{41}\text{K}$ 、 ${}^{87}\text{Rb}$ などの $S=1$ のスピノールボース系のパラメータを用いて、先行研究[3]で提案されているレーザーによる一般化スピン軌道相互作用の下、有効スピン模型を構築した。これまでの我々の研究でのスピン模型[1]は、bilinear biquadratic模型における結合定数 J_1 、 J_2 が $J_1=J_2$ となるようなfine tuningが必要であったが、上記の有効スピン模型は $J_1 \neq J_2$ という状況に該当する。幸い、上記の冷却原子系のいずれにおいても、 CP^2 スキルミオン結晶が安定化するパラメータ領域(磁場領域)が存在することが明らかとなった。また、他にも新規磁性相として、 CP^2 分数スキルミオン結晶、 CP^2 ダブルスキルミオン結晶、 CP^2 ヘリマグネティック相、 CP^2 スキルミオニウム結晶が現れることを明らかにした。

[1] Y. Amari, Y. Akagi, S. B. Gudnason, M. Nitta, and Y. Shnir, Phys. Rev. B **106**, L100406 (2022).

[2] Y. Akagi, Y. Amari, N. Sawado, and Y. Shnir, Phys. Rev. D **103**, 065008 (2021).

[3] G. Juzeliūnas, J. Ruseckas, and J. Dalibard, Phys. Rev. A **81**, 053403 (2010).

【代表的な原著論文情報】

1) Masahiko G. Yamada, Takumi Sanno, Masahiro O. Takahashi, Yutaka Akagi, Hidemaro Suwa, Satoshi Fujimoto, Masafumi Udagawa “Matrix Product Renormalization Group: Potential Universal Quantum Many-Body Solver”, Preprint arXiv:2212.13267