

2つのドメインから成るスピン系における負温度スピン状態への緩和現象

○濱 祐介¹, William J. Munro^{2,1}, 根本 香絵¹

国立情報学研究所¹, NTT 物性科学基礎研究所²

E-mail: yskhama@nii.ac.jp

近年量子技術の進歩に伴い、相異なる量子系で構成されるハイブリッド量子系が固体中の電子及び核子や原子・分子および光系等様々なものを用いて提案・実現されている。ハイブリッド量子系は個々の部分系が持ち得ない多機能性やハイブリッド化に起因した新奇な現象を示すことが期待されている。

ハイブリッド量子系で期待される重要な現象の一つとして、超放射等のスピン集団の協同現象があげられる。これまでの研究の多くは一つのスピン集団による協同現象に注目したものであり、それに対して本研究では複数のスピン集団が示す協同現象を扱う。複数のスピン集団が成す複雑な構造に起因した新たな現象と、最新の量子技術による実験的検証が期待される。

そのための第一歩として、本研究では同種の $1/2$ のスピンで構成される二つのスピン集団（ダブルドメイン・スピン系）と一つのボゾンの熱浴から成るハイブリッド量子系における協同的スピン緩和現象の研究を行った。本研究では協同的スピン緩和現象が二つのスピン集団の大きさによってどのように特徴付けられるかを、特に定常状態に着目して解析した。ここでは初期時刻において、一方のスピン集団内のスピンのすべてが励起状態、他方のスピン集団内のスピンのすべてが基底状態にあるとした。初期時刻において励起状態にあるスピン集団の大きさが、他方のスピン集団の大きさに比して十分大きい時、二つ目のスピン集団は励起状態にあるスピンをより多く含む定常状態、負温度スピン状態へと緩和する [1]。

この負温度スピン状態への緩和現象は、例えば量子ホール系における二つの核スピン集団と電子スピンの集団励起としての南部・ゴールドストーンモードのハイブリッド量子系 [2]や、ダイヤモンド中の窒素-空孔中心における二つの電子スピン集団と超伝導共振器のハイブリッド量子系 [3]などで実証できると期待できる。

参考文献：

[1] Yusuke Hama et al., arXiv:1612.08963, Phys. Rev. Lett. in press.

[2] M. H. Fauzi et al., J. Korean Phys. Soc. **60**, 1676 (2012); M. H. Fauzi et al., Appl. Phys. Lett. **101**, 162105 (2012); M. H. Fauzi et al., Phys. Rev. B **90**, 235308 (2014).

[3] T. Astner et al., Phys. Rev. Lett. **118**, 140502 (2017).