

馬場 基彰

京都大学大学院理学研究科
さきがけ専任研究者・特定講師

量子状態の制御と保護を両立させる相転移環境

§ 1. 研究成果の概要

本研究で注目する超放射相転移は、ある温度を下回った際に、物質との相互作用によって電磁場が自発的に発生する現象です。この現象は1973年に提唱されて以来、いまだ実現された例がなく、その実現のためには量子力学特有の性質を示す物質が必要となります。この未踏の現象を実現することで、これまででない物質と電磁場の量子力学的状態を制御し、それによって社会的実用性のある機能を産み出すことが、本研究の狙いです。

2019年度は、超伝導物質で構成された回路(超伝導回路)において超放射相転移に類似の現象を起こすことで、回路を流れる電子を冷却できることを理論的に解明しました。超伝導回路中の電子を通常よりも冷やそうとすれば、大がかりな装置が必要になりますが、本研究の成果を使うことで、比較的小さな構造を作成し電圧を制御することで、電子の温度を一時的に下げることができます。例えば、量子計算機を将来的に実用レベルで動作させていこうとすれば、様々なノイズを排除していく必要があります。本研究の成果により、比較的小さな構造によって、熱によるノイズを抑制できることが期待されます。

2019年度はまた、超放射相転移を起こすための候補物質である磁性体の実験について共同研究を行い、従来に比べて量子力学的な揺らぎを抑制した状態が安定して得られることを示唆する結果が得られました。さらには、超放射相転移を起こすことで、その揺らぎを完全に抑制できることも理論的に見出しました。より詳細な研究を2020年度に行う予定です。