

スケールの熱機関ではこの量子力学効果と非平衡状態が強く現れ、巨視的な世界の熱力学にはない新しい熱力学が存在するのではないかと議論されています。

今回の発表は、このような観点から、時間変化する電圧差及び温度差を量子ドットに印加した際の電子ポンピングについての研究に関するものです。量子ドットの導電性は量子ドットのエネルギー準位によって決まり、電子間相互作用はこのエネルギー準位をドット内の電子密度に応じて変化させます。本研究では、温度・電圧変調に対して量子ドットの電子密度が遅延して変化し、導電性が変化することによって起きる整流効果がポンピングの仕組みであることを明らかにしました。また、特に温度変調によるポンピングにおいて、量子ドットのエネルギー準位を調整することで、常に一方向に電子を汲み上げることができることも明らかにしました。本研究で得られた定式化は、これまで未解明であった、電子浴と量子ドットの量子状態が強く混成している状況での温度変調という問題設定に適用できるものであり、本質的に量子力学的な効果が無視できない物理領域での熱・統計力学を解明するための基礎的な手法を与えます。今後、この研究成果を基礎とし、熱力学と量子力学の関係を明らかにする研究を遂行していきたいと思っています。

参考文献：

- [1] M. Hasegawa and T. Kato, arXiv: 1601. 05812.
- [2] H. W. Kroto, et al., Nature **318**,162 (1985).
- [3] L. P. Kouwenhoven, et al., Phys. Rev. Lett. **67**, 1626 (1991); F. Giazotto, et al., Nat. Phys. **7**, 857 (2011); M. R. Connolly, et al., Nat. Nanotech. **8**, 417 (2013).

