

メカニカル共振器と量子計測

Mechanical resonators and quantum measurements

NTT 物性基礎研 [○]山口 浩司

NTT Basic Research Laboratories, NTT Corporation, [○]Hiroshi Yamaguchi

E-mail: yamaguchi.hiroshi@lab.ntt.co.jp

微細構造素子の応用として、MEMS (Microelectromechanical Systems) に関する研究開発が盛んに行われている。MEMS はセンサーやフィルター、ジャイロなどの多彩なデバイスに應用されており、それらが用いられているスマートフォンなどの携帯端末の発展とともに、その重要性が増大している。一方、その動作原理に注目すると、殆どの素子は古典力学に基づいた動作を利用しており、ナノ領域において出現する最も特徴的な効果の一つである量子力学的な性質は、実用デバイスはもとより実験室レベルでの測定機器などにおいても、殆ど活用されていないのが現状である。

ここ数年の間、微細なメカニカル共振器における量子力学的な効果についての基礎研究が進展している。流れの一つはメカニカル共振器となんらかの量子効果を用いた構造との融合技術であり、超伝導素子や光学系と組み合わせることにより、機械共振器の振動の高感度検出や、振動制御を行おうとするものである。すなわち、高感度の質量や力のセンサーとして用いられている機械共振器の動きを、量子力学的に検出したり制御したりしようという試みである[1,2]。もう一つの流れは、機械共振器の量子力学的な振る舞い自体を研究しようというものである。機械共振器の各振動モードは調和振動子として記述でき、そのエネルギーは角振動数を ω としたとき $\hbar\omega$ の間隔で量子化される。1次元の調和振動子という単純な力学系であるとはいうものの、その実態は極めて多くの自由度からなる原子の集団運動であり、まさに巨視的な量子力学的ふるまいを探るツールとして注目されているわけである[1,3,4]。

本講演ではこのような背景のもと、我々のこれまでの研究を踏まえ、機械共振器と量子計測に関する最新の研究動向を紹介する。

- [1] 最近のレビューとしては M. Poot and H.S.J. van der Zant, Phys. Rep. 511, 273 (2012).
- [2] Y. Okazaki, I. Mahboob, K. Onomitsu, S. Sasaki, and H. Yamaguchi, “Quantum point contact displacement transducer for a mechanical resonator at sub-Kelvin temperatures”, Appl. Phys. Lett. 103, 192105 (2013).
- [3] A. D. O’Connell, et al. “Quantum ground state and single-phonon control of a mechanical resonator” Nature 464, 697 (2010).
- [4] I. Mahboob, H. Okamoto, K. Onomitsu, H. Yamaguchi “Two mode squeezing in an electromechanical resonator”, arXiv:1405.5270.