

室温大気中におけるカシミール力計測システムの開発

Measurement System of Casimir Force in Air at a Room Temperature

東大生研¹, JST さきがけ² ○(D)紫垣 政信¹, 田中 嘉人^{1,2}, 志村 努¹

IIS, the Univ. of Tokyo.¹, JST PRESTO.², Masanobu Shigaki¹, Yoshito Tanaka^{1,2}, Tsutomu Shimura¹

E-mail: shigaki@iis.u-tokyo.ac.jp

1948年にCasimirが存在を予言したカシミール力は、平行に置かれた2枚の導体板間に引力が働く現象として知られており、これまで主に真空・極低温の極限環境下で計測されてきた。しかし、平板間に様々な誘電率の媒質を導入することができれば、カシミール力の大きさや方向を制御できると期待されている[1]。そこで我々は、平板間に導入できる媒質の種類を拡張するため、室温大気中でカシミール力を計測するシステムの開発を進めている[2]。

Fig.1に、我々が構築したカシミール力計測システムのブロック図を示す。本システムでは、ピエゾアクチュエータで強制振動させたカンチレバーの変位量をマイケルソン干渉計で計測し、カンチレバーの共振周波数シフト量から相互作用力の力勾配を計測する。今回は金平板と、カンチレバー先端に装着された金コート微小球との間に働く相互作用力の力勾配を計測した。なお、金平板と微小球の間に働く静電気力を除去するため、金平板には両者の残留電位差を打ち消す直流電源が接続されている。

室温大気中では、金コートされた微小球と金ミラーの間には、主にカシミール力と流体力学的相互作用力の2つの力が働くと予想される。球-平板間距離を d とすると、カシミール力の力勾配は d の-4乗に、流体力学的相互作用力の力勾配は d の-2乗に比例するため、平板が微小球へ接近するにつれ、支配的な力が流体力学的相互作用力からカシミール力へ変化することが期待される。

Fig.2に、本システムを用いて室温大気中で微小球-平板間の力勾配を計測した結果を示す。微小球-平板間距離 d が60nmとなる地点を境に、力勾配の値が急激に変化する現象がみられた。得られた力勾配の値をフィッティングした結果、力勾配は60nmより遠方では d の-1.3乗に比例し、60nmより近方では d の-3.2乗に比例することが分かった。したがって $d = 60\text{nm}$ を境に、支配的な力が流体力学的相互作用力からカシミール力へ変化したものと考察した。なお $d < 30\text{nm}$ の領域では微小球と平板が接触するため、現状では力勾配が計測できていない。また、両者の次数はともに理論からずれており、この要因の一つにピエゾアクチュエータの温度ドリフトが挙げられる。今後は、ピエゾアクチュエータの温度ドリフトへの対策や、ロックインアンプを用いた相互作用力の解析を進めていく。

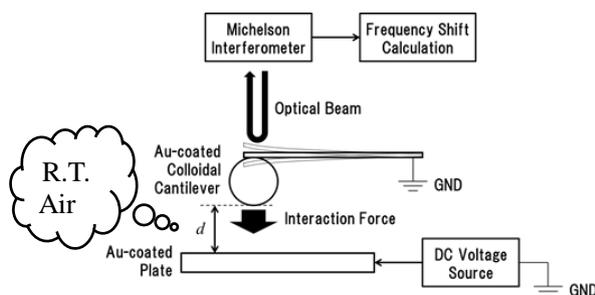


Fig.1 Block diagram of the Casimir force measurement system in air at a room temperature.

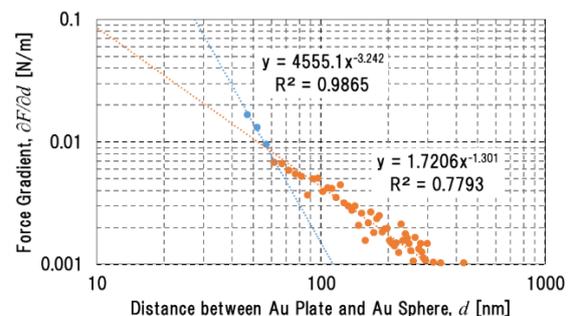


Fig.2 Distance dependence of interaction force gradient between Au plate and Au sphere.

[1] J. N. Munday, F. Capasso, and V. A. Parsegian, Nature **457**, 170-173 (2009).

[2] 紫垣 他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 11a-PA1-7.