## 温度可変原子間力顕微鏡を用いた臨界カシミール効果の計測

## Analysis of Critical Casimir Effect Using Variable-Temperature AFM 大阪電通大工 °影島 賢巳

Osaka Electro-Communication Univ.

E-mail: kageshima@osakac.ac.jp

2成分系が相分離する臨界点付近では、ゆらぎの相関長が温度のべき乗で増大するため、有限の距離を隔ててその中に置かれた 2 表面の間に力を生じるという可能性が、1978 年に Fisher と de Gennes によって予測された 1。これは、真空場のゆらぎが金属表面の間に有限の力を生み出すカシミール効果のアナロジーとして、臨界カシミール効果(熱力学的カシミール効果)と呼ばれる。2008 年に、光ピンセットを用いて臨界カシミール力を直接測定した報告がなされた 2。本研究は、臨界カシミール効果の研究に、原子間力顕微鏡(AFM)の特色である局所性や複素応答の計測などの視点を持ち込むことを目的としている。

相分離する 2 成分系である 2,6-ジメチルピリジン(ルチジン)の重量分率 0.29 の水溶液中で、カンチレバーに接着した直径約 15  $\mu m$  のガラス球とマイカ基板との間の相互作用を計測した。変位検出用のレーザー光によるカンチレバーの昇温を避けるため、Au 反射コートした弾性定数 0.03 N/m のカンチレバーを用い、検出光の強さも通常の AFM 計測の 1/32 に落とした。カンチレバー背面に永久磁石粒子を貼付して 2 kHz で磁気励振し、振動振幅と位相から相互作用力の勾配と粘性抵抗係数を算出した。溶液の温度は、試料用液体セルをペルチェ素子

で加熱して 0.1  $\mathbb{C}$ 単位で制御した。

Figure 1 に、基板の位置に対する力勾配の変化を、33.3 ℃から33.8 ℃までの温度範囲で計測した結果を示す。33.9 ℃では液体が相分離して白濁し測定不能となった。臨界温度に近づくにつれ、近距離域での力勾配が急激に増大している。この温度幅の中では、ファン・デル・ワールス力の温度依存性は弱いため、この結果は臨界カシミール効果による可能性が高いと考

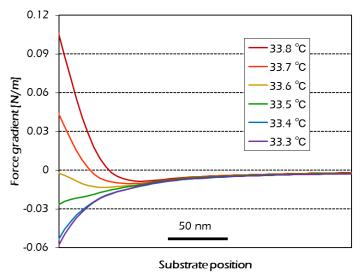


Fig. 1 Gradient of interaction force measured while mica substrate is approached toward glass colloid probe.

えられる。また、同時に計測された粘性抵抗係数も、温度の上昇に伴い、近距離域でより大きく増加する様子が観測された。

- [1] M. E. Fisher and P. G. de Gennes; C. R. Acad. Sc. Paris B 287 (1978) 207.
- [2] C. Hertlein, L. Helden, A. Gambassi, S. Dietrich and C. Bechinger; Nature 451 (2008) 172.