

# 臨界2成分系における臨界カシミール効果と粘性の挙動の計測

(大阪電通大基礎理工学科) 影島 賢巳

## 【はじめに】

1978年に Fisher と de Gennes は、相分離に近い2成分系液体中に置かれた2面間に、相関長 $\xi$ の増大に伴う特徴的な力が作用することを予言した[1]。これは、真空場の零点振動が金属面間に力を及ぼすカシミール効果との類似から、臨界カシミール効果と呼ばれる。実験的報告は、濡れ膜などの間接的な測定が主であったが、2008年に相互作用ポテンシャルの直接測定がなされ[2]大きな進展を迎えた。いっぽう、2成分系の粘性の臨界点付近での異常な挙動については、1960年代にモード結合理論による Kawasaki の研究[3]などがあり、巨視的なシア粘性や拡散特性などの計測も報告されている。しかし、臨界カシミール効果と臨界粘性異常は密接に関連しているにも関わらず、両者を統合した計測や議論は乏しく、相関長と同程度かそれ以下の近距離レンジにおける局所的な実験結果も十分ではない。そこで、本研究では、近距離領域での複素力学応答計測が可能な原子間力顕微鏡(AFM)を用いて計測を行った。

## 【結果と考察】

2,6-ジメチルピリジン (ルチジン) を重量分率 0.29 で水と混合した2成分系は約 34.0 °Cで2次の相転移をして相分離する。この液中で、直径約 15  $\mu\text{m}$  のガラスコロイド球を接着した AFM の力センサーに変調を与えてロックイン検出することで、マイカ (白雲母) 基板とコロイド球の間の相互作用力の勾配 $\partial F/\partial z$ 、およびコロイド球の受ける粘性抵抗力の係数 $\gamma$ を、距離 $z$ の関数として同時に計測した。力勾配は、臨界温度 $T_c$ に近づくにつれて近距離域で急激に負に増大するようになる。これは、臨界カシミール効果によって斥力が生じていることを意味する。水-ルチジン系では、親水性表面同士の臨界カシミール効果は通常は引力になる。斥力となったのは、マイカ表面から放出されたカリウムイオンが、水とルチジンとで異なる溶解度を持つため、臨界カシミール効果と強調した静電反発力が生じたためと考えられる。いっぽう、 $\gamma$ は、 $z$ が 20 nm より大きい領域では、 $\xi = \xi_0(1 - T/T_c)^{-0.63}$ におおむね比例する傾向を示し、先行研究と整合するが、 $z$ が小さくなるにつれ不一致が大きくなることがわかった。

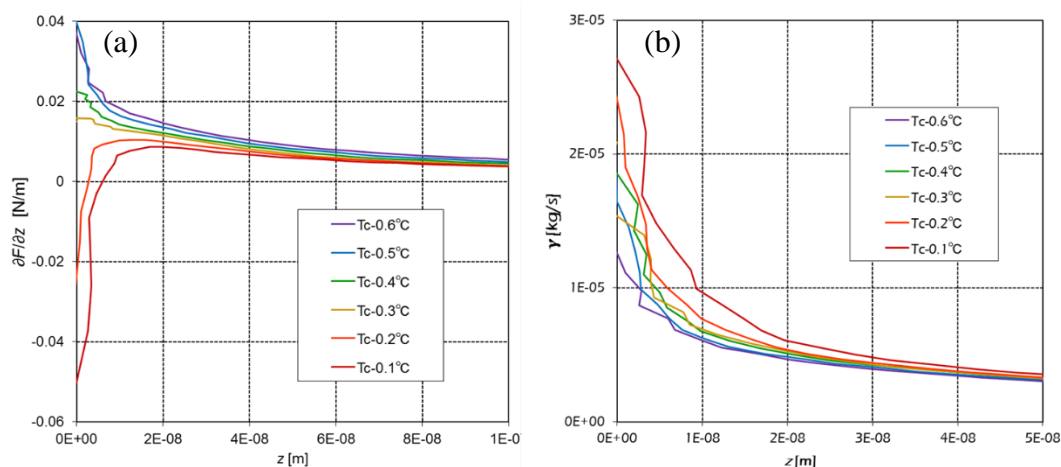


図1  $T_c$ 以下 0.6°Cから 0.1°Cの範囲で計測された力勾配(a)と粘性抵抗係数(b)の $z$ 依存性

## 【参考文献】

- (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.
- (3) K. Kawasaki, Ann. Phys. (N. Y.) **61** (1970) 1.