ファセット化ラフ面のラフネス指数とスケーリング関数

Roughness Exponent and A Scaling Function for the Faceted-Rough Surface Near Equilibrium

大阪電通大工　°阿久津　典子

Osaka Electro-Communication University, °Noriko Akutsu

E-mail: nori@phys.osakac.ac.jp

対称性原理による理論によれば成長表面の幅WはFamily-Vicsekスケーリング関数 $W(L,t)\sim L^{\alpha}f(L^{-zt})$, $z=\alpha/\beta$に従う [1]。ここでα, β, z はそれぞれ、ラフネス指数、成長指数、動的指数である。十分時間が経つと$W = W(L,t)\sim L^{\alpha}$となる。表面の幅は、高さー高さ相関関数と同等であり、散乱の構造因子を与える。

ファセット化ラフ面について、非平衡定常状態におけるラフネス指数を調べた。Fig.1(a)にWのL依存性を示す。傾きから求めたラフネス指数は0.6～0.85の値を持ち一つの値にならない。さらに解析を進め、マクロステップ分散点$\Delta\mu_R$ 近傍について、ステップの凝集・分散のスケーリング関数を求め、Fig.1(b)に示した[2]。その結果、ラフネス指数は0.602であることがわかった（Fig.1 (b)）。すなわち$\Delta\mu/\varepsilon = 0.06$ の場合が典型であるが、系のサイズが小さい時は表面の幅にはサイズ依存が無く、スムースである。しかし、サイズが大きくなるとサイズにべき乗で依存して増大するようになる（Fig.1 (a)）。さらに、核形成頻度の増大により凝集していたステップが分散するようになり、ステップ分散ゆらぎが熱力学的ラフになる起源である。

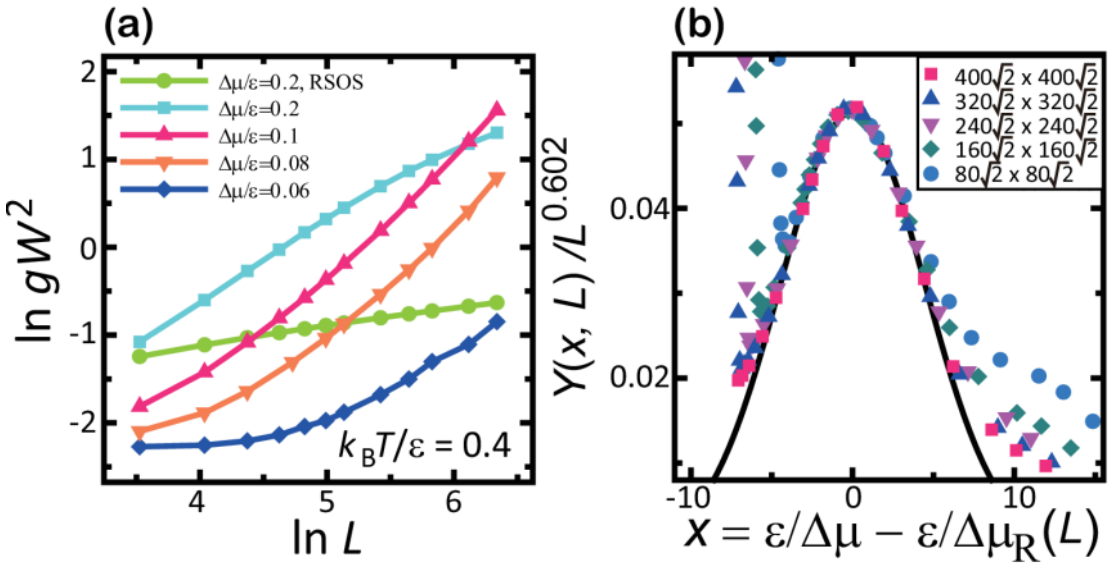

Fig. 1. (a) System size L dependence of the squared surface width [2] for the faceted rough surface. Provisional roughness exponents $\alpha_p = 0.6$～0.85. (b) The scaling function $Y(x, L)$ [2]. The roughness exponent $\alpha = 0.602$ for $L \to \infty$.　$k_BT/\varepsilon = 0.4$. $\varepsilon_{int}/\varepsilon = -0.9$. Surface slope $p = 0.530$. These figures are licensed under CC BY 4.0 (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

参考文献

1) A. L. Barabasi and H. E. Stanley, Fractal Concepts in Surface Growth(Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1995).
2) N. Akutsu, Sci.Rep., **11**,3711 (2021).