

原子間力顕微鏡による 1 細胞力学診断：細胞レオロジー特性のばらつきの定量評価

Single cell mechanical diagnostics using atomic force microscopy:

Quantifying spatial cell-to-cell rheological variation

北大情報科学¹, 北大新渡戸² ◯澤野 麻紀¹, 田中 良昌¹, 繁富(栗林) 香織², スバギョ アグス¹,
末岡 和久¹, 岡嶋 孝治¹

Info. Sci. & Tech, Hokkaido Univ¹, Nitobe Sch, Hokkaido Univ², ◯Maki Sawano¹, Ryosuke Tanaka¹,

Kaori Kuribayashi-Shigetomi², Agus Subagyo¹, Kazuhisa Sueoka¹, Takaharu Okajima¹

E-mail: maki_saw0923@ist.hokudai.ac.jp

細胞の力学特性は、正常細胞とがん細胞の細胞診断の重要な指標の 1 つになると期待されている [1]。正常細胞と疾患細胞を 1 細胞レベルで力学的に識別するためには、同種の細胞にも存在する細胞固有の大きな力学量のばらつきを考慮した診断技術が必要である。特に、1 細胞レベルの診断精度を向上するには、同種の細胞間の力学量のばらつきが、正常細胞と疾患細胞の力学量の差よりも小さくなるような計測条件の探索が課題となる。近年、細胞の局所領域の粘弾性（レオロジー）を計測できる原子間力顕微鏡法（AFM: Atomic Force Microscopy）を用いて、細胞レオロジー特性のばらつきに空間依存性が存在することが明らかになってきた [2]。この結果は、上記の計測条件を満足できる最適な測定位置が存在する可能性を示唆するが、細胞レオロジー特性のばらつきの詳細な空間依存性は不明のままである。本研究では、多重周波数 AFM フォースモジュレーション法[3]を用いて細胞レオロジーの空間依存性を調べた。一辺 $30\mu\text{m}$ の正方形にマウス線維芽細胞をパターン化し、 $2\mu\text{m}$ 間隔の AFM マッピング測定を行ったところ、貯蔵弾性率の比例係数 G_0 および周波数のべき乗係数 α に顕著な空間依存性が存在し、それらのばらつきが細胞核周辺部で減少することがわかった。(Fig.2) 当日は、正常細胞とがん細胞のレオロジー特性の空間依存性についても報告する予定である。

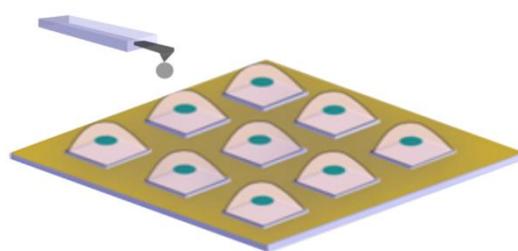


Fig.1. Schematic of AFM measurement of squared-shape single cell on substrate.

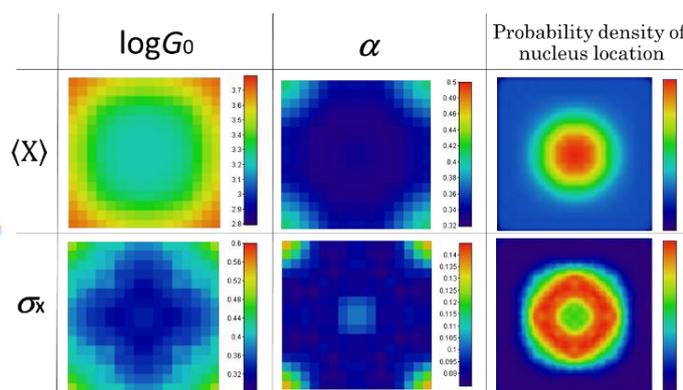


Fig.2 Spatial distribution and variation of G_0 , α .
($\langle X \rangle$ is the arithmetic mean of X . σ_X is the standard deviation of quantity X .)

[1] Cross, SE. et al. Nat Nanotech. 2(2007)780

[2] Cai, P. et al. Biophys J. 105(5)(2013)1093

[3] R.Takahashi. et al. Appl. Phys. Lett. 107(2015)173702