

# 動的分子間力分光を用いた異なる環境下における機能性分子間相互作用ポテンシャルの解析

## Dynamic Force Spectroscopy on the Functional Molecule Interactions in Various Ionic Environmental Conditions

○谷中 淳<sup>1</sup>, 平野 祐一<sup>1</sup>, 武内 修<sup>1</sup>, 重川 秀実<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>筑波大学 数理物質系

○Atsushi Taninaka<sup>1</sup>, Yuichi Hirano<sup>1</sup>, Osamu Takeuchi<sup>1</sup>, Hidemi Shigekawa<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup> Faculty of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8573, Japan.

### 1. はじめに

DNA や抗原抗体などの機能性分子を利用して医療などへの応用を目指す場合、相互認識により特異的な結合を形成する2分子間の局所的な相互作用を、溶液や温度など環境の変化に対して正しく理解することが重要である。しかし、機能性分子の反応選択性は、局所的な性質や反応過程により決定されるため、巨視的な相互作用ポテンシャルの描写では解明することが困難である。こうした問題を解決する方法として動的分子間力分光法<sup>1)</sup>(Dynamic Force Spectroscopy : DFS)がある。DFSは結合している分子に直接動的に力を印加して結合を破断させ、そのときの破断力と力の印加速度(Loading rate)の関係から2分子間相互作用ポテンシャルと2分子間結合寿命を求める手法である。

本研究ではDFSと原子間力顕微鏡(AFM)を組み合わせ、精度の高いDFS測定を行うことのできるシステムを構築し<sup>2)</sup>、このシステムを用いて機能性分子であるBiotin-Streptavidinの様々な溶液中における相互作用を解析した。

### 2. 実験

AFMにデジタル信号処理装置を組み合わせ、フォースフィードバックにより、Loading rateを高精度に制御可能な装置を開発した。カンチレバーの先端に長さ30nmの分子鎖付きBiotinを結合させ、Auマイカ表面に破断頻度が5-10%になるようにStreptavidinを固定した。DFS測定は液中、室温で行った。

### 3. 結果および考察

Figure 1に各緩衝溶液におけるLoading rateに対する最頻破断力をプロットした結果を示す。傾きは相互作用ポテンシャルの障壁位置を示しており、リン酸および硫酸イオンを含む溶液では0.66-0.69 nm、それ以外の溶液では0.25 nmとなった。0.66-0.69 nmの障壁は四面体型のイオンがStreptavidinのSER45とBiotinとの間に架橋して生じていることを示しており、0.25 nmの障壁はSER45とBiotinが直接結合することによって生じたことを示している。また、直線の切片は結合寿命を示しており、四面体型イオンの濃度が大きくなると結合寿命が長くなることから、架橋によって結合を促進する作用があると考えられる。

会議では他の結果など含めて詳細を紹介する。

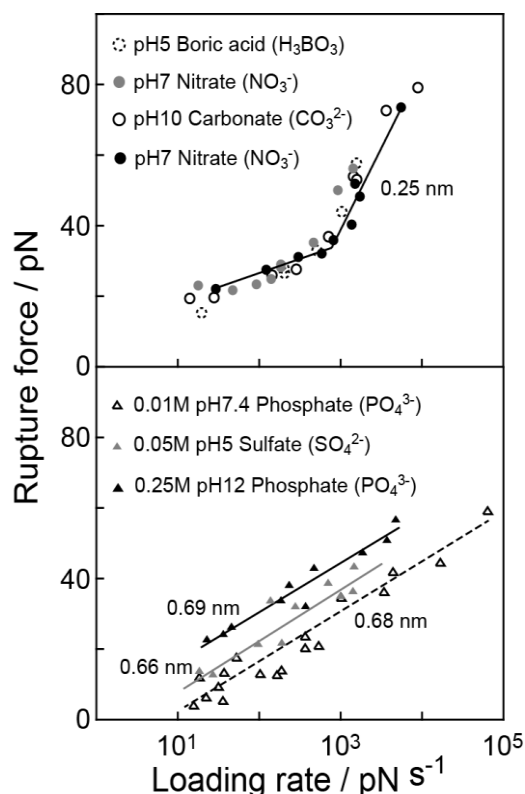


Fig. 1 Relationship between the modal rupture force and the logarithm of the loading rate obtained for streptavidin-biotin in several buffer solutions. Lines are slopes for indication, and the potential positions shown together are those obtained from the slopes.

### 4. 参考文献

- 1) R. Merkel, P. Nassoy, A. Leung, K. Ritchie and E. Evans : Energy landscapes of receptor-ligand bonds explored with dynamic force spectroscopy, *Nature*, 397, 50-53 (1999).
- 2) A. Taninaka, O. Takeuchi and H. Shigekawa : Hidden variety of biotin-streptavidin/avidin local interactions revealed by site-selective dynamic force spectroscopy, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 12, 12578-12583 (2010).