

ピコリットル液体のフォースカーブ計測による 脂質膜の力学特性

Mechanical properties of lipid membrane

by force curve measurement of picoliter liquid

阪大院理¹, °(M2)上堀内 武尉¹, 大塚 洋一¹, 竹内 彩¹, 松本 卓也¹

Osaka Univ.¹, °Bui Kamihoriuchi¹, Yoichi Otsuka¹, Aya Takeuchi¹, Takuya Matsumoto¹

E-mail: kamihoriuchib17@chem.sci.osaka-u.ac.jp

細胞はピコリットルの細胞質が脂質二重膜に包まれた構造を有する。細胞内や細胞膜に分布したたんぱく質の分布は、細胞膜の流動性により変化し、細胞内外の物質輸送が促進・抑制される。したがって、流動性と多様性が高い脂質膜の計測技術とその理解は、細胞機能の追究の上で重要である。近年、原子間力顕微鏡を用いることで固体基板上に形成された脂質膜の局所的な力学計測が報告されているが^[1]、乾いた脂質膜に限られる。

我々はこれまでに、試料の局所領域に含まれる化学成分を、キャピラリープローブ（以下プローブ）を用いて大気圧環境下で抽出・イオン化し、質量分析を行う計測システムを開発した。この手法にプローブ変位の光検出法を導入すれば、細胞や膜構造の化学成分を力学特性と相関付けて可視化することが出来ると期待される(Fig.1)^[2]。

本研究では、上記の系のモデルとして脂質膜に囲まれたピコリットル液架橋の力学特性に着目し、リン脂質とコレステロールの混合膜について計測した。開口径 10 μm のプローブに高電圧が印加された溶媒を流しながら、基板上的の試料に短時間の接触と乖離を行い、両者の間に形成される液架橋に試料成分を抽出・イオン化し、同時にフォースカーブを計測した。試料はマイカ基板上に形成されたリン脂質 (DOPC (1,2-Dioleoyl-sn-glycero-3-phosphocholine)) とコレステロールの混合膜を用いた。Fig.2 にフォースカーブの比較を示す。液架橋の延伸時(b)に、伸張量に対して応力が増加し(1)、その後緩和した(2)。脂質膜の存在下では、(1)の応力が脂質膜なしの場合に比べて約 1.2 倍に増加した。また(2)の緩和速度が増加することが分かった。さらに、脂質とコレステロールの共在によって、(1)の応力が更に増加(コレステロール添加 (9 wt%) に対して約 1.1 倍増加) した。本結果は液架橋表面の脂質分子膜と、基板表面における液架橋の空間的広がり両方の影響を受けた結果であると考えられる。

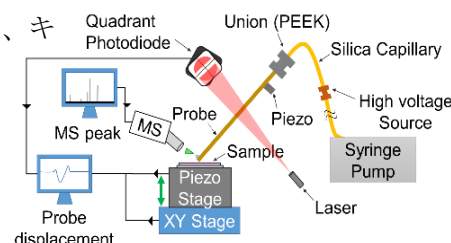


Fig.1 : Schematic illustration of the measurement system

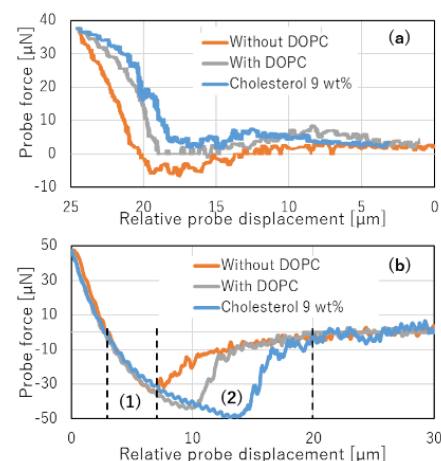


Fig.2 : Force curve in the (a) formation and (b) extension of liquid bridge. (1) and (2) shows the region in which the pulling force was increased and relaxed during the stretching of liquid bridge.

[1] Z. Al-Rekabia, *PNAS*, 115, 265, (2018). [2] B. Kamihoriuchi, et. al., *Mass Spectrom (Tokyo)*, 7(2): S0078