

マイクロウェル架橋膜における脂質分子の側方拡散と相分離

Lateral diffusion of lipids and phase separation in freestanding membrane suspended over microwells

兵庫県大工¹, NTT 物性基礎研² ○住友弘二¹, 大嶋梓², 中島寛², 乾徳夫¹

Univ. of Hyogo¹, NTT Basic Research Labs.²

°Koji Sumitomo¹, Azusa Oshima², Hiroshi Nakashima², Norio Inui¹

E-mail: sumitomo@eng.u-hyogo.ac.jp

人工脂質二分子膜は、単純化した細胞膜のモデルとして幅広く研究されている。我々は、半導体基板上に形成したマイクロウェルを架橋する脂質二分子膜（自立膜）でシールすることで、細胞と同程度の大きさの閉じた微小空間を再現している。この自立膜に必要な生体分子を付加するボトムアップ的アプローチで細胞を模倣し、膜タンパク質機能計測を目指している。これまでに、自立膜に導入したモデルチャネル（ α -hemolysin）のイオン透過計測などを報告してきた¹。本講演では、膜タンパク質の局在や機能化に重要な、脂質分子の側方拡散と相分離形成に着目して議論する。

図1に、自立膜に形成した秩序液体相（ L_o 相）と液晶相（ L_α 相）の相分離構造を示す。自立膜では支持する基板との相互作用がないため、よりフレキシブルな L_α 相で安定になる²⁾。 L_o 相である周辺の基板に支持されている部分（支持膜）から不飽和脂質が自立膜に流入し、飽和脂質やコレステロールは逆に自立膜から排出される。基板との相互作用の有無により、自立膜/支持膜の境界で異方的な側方拡散が生じ、自立膜に形成された L_o 相ドメインは時間とともに減少していく。図2には、全面が L_α 相である脂質二分子膜に対して、自立膜部分をレーザーで退色させた時の蛍光回復曲線を示している。カーブフィッティングより、脂質二分子膜は一様ではなく、拡散係数の大きい成分（支持膜と同程度）と小さい成分の2種類が混在していることが分かる。拡散係数の小さい成分の存在は、自立膜と支持膜の境界に大きな拡散障壁が生じていることを示唆している³⁾。

マイクロウェル上の自立膜では周囲の物理的・化学的環境を制御できるため、脂質分子の側方拡散や相互作用などの振る舞いについて実験的に詳細な検討を可能にする。しかし、観察される現象の起源を議論するには実験だけでは十分ではない。今後、理論・計算との連携・協働による分子レベルでの理解が期待される。

1) K. Sumitomo et al., *Biosens. Bioelectron.* **31**, 445(2012).

2) K. Sumitomo, A. Oshima, *Langmuir* **33**, 13277 (2017).

3) A. Oshima, H. Nakashima, K. Sumitomo, *submitted*.

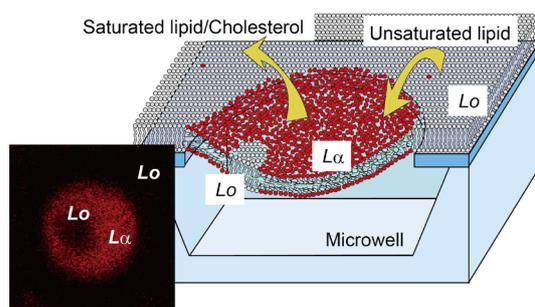


Fig.1: Raft-like domain at the freestanding membrane suspended over the microwell.

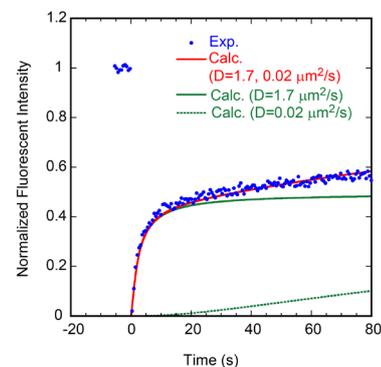
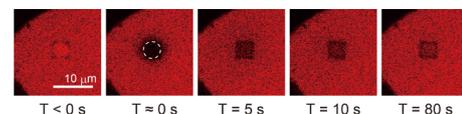


Fig.2: Fluorescence recovery after photobleaching the freestanding membrane.