

井戸構造上に形成した人工脂質二分子膜の形状と側方拡散

Shape dependence of lateral diffusion in artificial freestanding lipid bilayer

NTT 物性基礎研¹, 兵庫県立大工² ○大嶋 梓¹, 中島 寛¹, 住友 弘二²NTT Basic Res. Labs.¹, Univ. of Hyogo², °Azusa Oshima¹, Hiroshi Nakashima¹, Koji Sumitomo²

E-mail: oshima.azusa@lab.ntt.co.jp

【緒言】基板上に形成した平面状の人工脂質二分子膜（人工膜）は簡易な生体モデルとしてだけでなく、膜タンパク質の機能を活かしたデバイスとしての応用も期待される。このような人工膜において、構成する脂質分子の拡散は膜タンパク質の導入効率や機能化において重要な因子である。我々は、光退色後蛍光回復法（FRAP）から得た蛍光強度の回復曲線を2次元の拡散方程式を数値演算的に解析することで定量評価を行うことを提案してきた。本評価方法により、井戸構造周囲の支持膜から自立膜への側方拡散において、支持膜／自立膜境界に拡散障壁が存在することを見出している¹。本研究では、境界における膜の形状と面内張力や曲げ応力に着目し、分子形状が異なる脂質を組み合わせ、拡散障壁の起源について議論する。

【実験】SiO₂ 表面の井戸構造基板に巨大ベシクルを展開することにより自立膜を形成した（図1(a)）。シリンダー型の DOPC (1,2-dioleoyl-*sn*-glycero-3-phosphocholine) を基本の脂質分子とし、コーン型の DOPE (1,2-dioleoyl-*sn*-glycero-3-phosphoethanolamine) を加えることで自立膜形状や曲げ応力を変化させた。自立膜部分の FRAP 計測を行い、支持膜から自立膜へ流れる脂質分子の拡散について評価した。

【結果・考察】図1(b)に、50%の DOPE を混合した場合の蛍光回復曲線を、DOPC（100%）の場合と比較して示している。いずれの自立膜においても、蛍光強度は20 s 付近までは速やかな回復が見られるがその後緩やかな回復が続き、200 s の時点ではまだ蛍光強度は回復していない。基板支持膜だけの場合、退色した蛍光強度は速やかにほぼ100%まで回復するのと対照的である。自立膜の蛍光回復の遅れは、支持膜と自立膜の間に拡散障壁モデルを設定すると説明できる。支持膜から拡散してくる脂質分子のうち、ある割合がこの障壁の影響を受けて拡散速度が遅くなっている。この拡散障壁による蛍光回復の遅れは、DOPE を混合することで軽減していることが分かる。脂質分子の形状は、構成する自立膜の形状や曲げ応力、また形状を維持するための面内張力に関与することが予想される。

(a) これらの力により、自立膜が受ける拡散障壁の影響の大きさが異なることを示している。人工膜を構成する脂質の組成を制御することにより拡散速度を定量的に変化させれば、所望の拡散速度を与える自立膜中で膜タンパクの機能を調べることが可能となる。

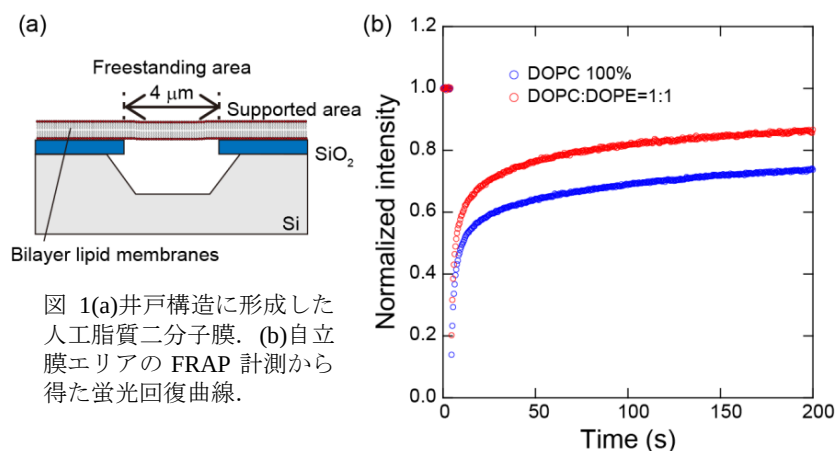


図 1(a)井戸構造に形成した人工脂質二分子膜。(b)自立膜エリアの FRAP 計測から得た蛍光回復曲線。

1) 大嶋他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 7a-A503-9.