

脂質 2 分子膜相分離構造の側方圧依存性とラフト形成機構の解明

北陸先端科学技術大学院大学マテリアルサイエンス研究科・助教・濱田勉

1 . 脂質膜相分離ドメインの内包ダイナミクス

細胞が物質を取り込む過程(エンドサイトーシス)は、脂質膜の内包変形および内包された小胞の分裂からなる動的な膜構造変化である。近年、この膜内包機構のひとつとして膜面に存在するマイクロドメイン構造(脂質ラフト)が注目されている。このドメイン構造は脂質多成分系における膜面内相分離構造体であると考えられ、巨大ベシクルによるモデル研究が進められてきている。我々は、ドメインを持つ脂質多成分巨大ベシクル系において、外部刺激(浸透圧および界面活性剤)による応答を蛍光顕微鏡でリアルタイム観察した。結果、膜表面上のドメインがベシクル内部に向かって自発的に出芽するプロセスを見いだした。この内包過程はドメインサイズに依存し、「ドメイン陥入による内包(simple budding)」と「波打ったドメイン境界からの連続的小胞放出(wavy budding)」の2つのパターンに分けられた。また、wavy buddingにより形成された膜小胞は単分散のサイズ分布を示した。これは、脂質膜自体が、ある特徴的なサイズの膜小胞を生み出す力学的性質を備えている事を示唆する。膜面の弾性エネルギーと相境界エネルギーを考慮に入れた自由エネルギーを用いて、ドメイン内包ダイナミクスのメカニズムを議論する[1]。

2 . 光感受性脂質混合ベシクルの可逆的小胞輸送

生体内では、脂質膜に埋め込まれた高分子の光異性化反応による構造変化が情報伝達等の生理学的機能に密接に関係している。このような生体膜のモデル実験として、リン脂質に光感受性分子を混合した2成分ベシクルを構築し、膜構造の光応答を位相差顕微鏡でリアルタイム観察した。UV 光照射による Trans 体から Cis 体への分子の異性化反応により、ベシクル内部の小胞が外側へ輸送される様子が観察された。また、可視光により Cis 体から Trans 体へ分子形状を戻すことで、外側に送られた小胞が再び内部へ取り込まれた。すなわち、ナノメートルスケールでの分子形状変化がマイクロメートルスケールにおける膜構造変化を誘起している。また、Langmuir monolayer による表面圧測定から、光異性化により膜面の分子断面積が増減することを確認した[2]。ベシクル膜面の余剰面積増減効果により、光誘起小胞輸送のメカニズムを議論する。

< 参考文献 >

- [1] T. Hamada, Y. Miura, K. Ishii, S. Araki, K. Yoshikawa, M. Vestergaard, M. Takagi, J. Phys. Chem. B, 111, 10853-10857 (2007).
- [2] T. Hamada, Y. T. Sato, T. Nagasaki, K. Yoshikawa, Langmuir, 21, 7626-7628 (2005).