

人工脂質二重膜 (Artificial bilayer membrane)

下川 直史、高木 昌宏

(北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科)

細胞膜には、多くの種類のリン脂質やコレステロール、そして膜タンパク質等が含まれており、その煩雑さは膜研究や細胞信号伝達研究を行う上での障害となる。人工脂質二重膜とは、合成脂質または、天然脂質を用いて試験管内等の人工的な環境下で形成された、細胞膜よりも単純な組成により構築された二重膜の総称である。膜研究、膜チャネル研究、薬物送達、自己組織化研究に利用される。人工脂質二重膜は、その曲率の違いにより、膜面が平らな平面膜と、膜面が球殻状のリポソームに分類することができる。

【平面膜】

平面膜は、作成方法、形状により、黒膜、固体支持膜、テザード膜などが存在する。黒膜 (Black lipid membrane; BLM) は、テフロン等のシートに直径数十~数百 μm の穴を開け、平面状に脂質二重膜を再構成する方法により作成した膜である(図 a)。固体支持膜 (Supported lipid bilayer; SLB) は、酸化シリコン等の親水性の固体表面や電極上に、脂質二重膜をベシクル融合法等で固定化した膜であり(図 b)、テザード膜 (Tethered bilayer lipid membrane; t-BLM) は、基板や電極上をスペーサー分子 (PEG 等) で修飾した上に形成した人工二重膜である(図 c)。

【ベシクル】

内部に液層を含む球殻状に閉じた膜構造(直径数十 nm~数 μm)を有する小胞をベシクル、または、リポソームと呼ぶ。曲率を有する生体膜の基本骨格構造であるため、生体膜モデルとして用いられる。1枚膜から成るリポソームをユニラメラベシクル (unilamellar vesicle) と呼び、サイズに応じてさらに small unilamellar vesicle (SUV, 10 nm - 100 nm)、large unilamellar vesicle (LUV, 100 nm - 1 μm)、giant unilamellar vesicle (GUV, > 1 μm) と分類されている(図 d)。また何枚もの膜が積み重なったリポソームを、多重層ベシクル (multilamellar vesicle) と言う(図 e)。作製方法として、静置水和法、溶媒置換法、逆相蒸発法、電場形成法などがあるが、サイズの精密な制御は未だに困難であり、多くの試みが為されている。

参考文献:

・Khan MS et al. *Int. J. Mol. Sci.* 14: 21561-21597 (2013)

・Akbarzadeh A et al. *Nanoscale Res. Lett.* 8: 102 (2013)

図 1 人工脂質二重膜の模式図

- (a) 黒膜 (Black lipid membrane),
 (b) 固体支持膜 (Supported lipid bilayer),
 (c) テザード膜 (Tethered bilayer lipid membrane), (d) ユニラメラベシクル (unilamellar vesicle), (e) 多重層ベシクル (multilamellar vesicle)

