

ベシクルの自己生産の三次元画像解析

(東北大学理学研究科) 神保 岳大、佐久間 由香、今井 正幸
(山口大学物理・情報科学科) 浦上 直人
(Jozef Stefan Inst., Univ. of Ljubljana) Primoz Zihlerl

【はじめに】

生体膜のモデルであるベシクルは、顕微鏡下での実験や膜弾性理論によってその物理的性質を広く研究されてきている。特に、ベシクルが余剰面積を得ることによってみせる自己生産過程は、生命にとって必須の機能を単純な分子の集合体で実現できるという点で注目を浴びてきた[1]。また、脂質二重膜の三次元的な形状変化を実験から定量的に測定することはこれまで困難であったが、最近になって高速共焦点レーザー顕微鏡を用いて得られたベシクルの三次元画像を解析することで、そのダイナミクスを定量化することが可能になった[2]。ベシクルの自己生産過程がどのような形状変化を経るのかを知ることは、自己生産の理解のために必要不可欠である。今回我々は三次元画像解析の手法を DPPC と DLPE の二成分系からなる自己生産ベシクル[1]に用いることで、自己生産過程の定量化に成功し、それを理論的に説明することを試みた。

【結果と考察】

DPPC と DLPE からなる二成分ベシクルは温度コントロールによる相転移で余剰面積を与えられ、自己生産過程が実現される[1]。この過程を共焦点レーザー顕微鏡によって三次元解析することで、reduced volume (v) と reduced area difference (Δa) がどのような軌跡を描いて変化するのかを明らかにすることが出来た。実験によって得られた (v , Δa) の軌跡は Area Difference Elasticity (ADE) モデルから計算されるエネルギー最小の形状とよく一致し、異なる形状へ遷移する際には ADE モデルに特徴的な階段状の軌跡を描いていることが明らかになった。これらの実験結果から、観察された変形過程においてベシクルは、形状から測定される Δa とは異なる最適な膜面積差 Δa_0 を温度変化とともに増加させている事が示された。また、(v , Δa_0) の値とベシクルの形状を対応させる相図から、実験で観察される形状の転移点における Δa_0 の値を求め、ベシクルの変形過程における Δa_0 の初期条件と Δa_0 の増加を見積もり、自己生産が行われる変形過程とそうでない変形過程を比較することで、自己生産過程を実現するのに必要な Δa_0 の初期条件と Δa_0 の増加を明らかにした。これらの結果を実験に用いた脂質の幾何学的な形状を基にして議論し、自己生産に必要な構造パラメーターを抽出する。

【参考文献】

- (1) A. Sakashita, N. Urakami, P. Zihlerl and M. Imai: *Soft Matter* **8** (2012) 8569.
- (2) Y. Sakuma and M. Imai: *Phys. Rev. Lett.* **107** (2011) 198101.