B593

単純せん断流中のベシクルのシミュレーション

○野口 博司、Gompper Gerhard (IFF)

血管内の細胞の癒着などを考える上で、流れと細胞の相互作用を理解することは重要である。変形する細胞を含めて流体力学方程式と解くのは簡単な作業ではない。最近、粒子猫像をもちいて流体を扱う新しい数値計算法 [1] が提案された。流体は理想気体として扱い、多体衝突をセル内で平均速度を固定してのランダムな回転で表す。高分子の折り畳み [2] や固定障害物の周りの流れ [3] などにはすでに適用されている。今回、この手法を単純せん断流中のベシクルに適用した。ベシクルは膜上を三角格子状にビーズが繋がったモデルを用いる。詳細は当日報告する。[1] A. Malevanets and R. Kapral, J. Chem. Phys. 110, 8605(1999). [2] N. Kikuchi, A. Gent and J. M. Yeomans, European. Phys.J. E. 9, 63 (2002). [3] A. Lamura, G. Gompper, T. Ihle and D. M. Kroll, Euro-phys. Lett. 56, 319 (2001).

H. Noguchi and G. Gompper : Simulation of vesicle in share flow

B595

ジャイアントベシクル (GV) 表面における DNA 二重鎖形成

○庄田 耕一郎、丸 直人、菅原 正 (東大院総合)

我々は、光学顕微鏡で観察可能な GV を人工細胞モデルと捉え、種々研究を行っている。今回その一環として、GV に情報分子 DNA を組込むため、DNA と脂溶性の高いコレステロールを PEG を挟んで連結した複合分子 (図 1-c) を合成した。この複合分子は、コレステロール部を GV の膜に突き刺した形で存在し、かつ水相に突き出した DNA 部が膜上で二重鎖を形成できることを、蛍光 DNA プローブをもちいて明らかにした (図 1)。さらにこの知見を元に、遺伝子に見立てた一本鎖 DNA、DNA 重合酵素および dNTP を GV 内に封入し、複合分子の DNA 部分をプライマーとした DNA 重合反応が膜上で進行するかどうかを検討した。その結果、完全長の DNA 二重鎖が生成することを見出した。この結果は、膜表面という特殊な環境下でも、DNA 情報の複製が起こったことを意味している。即ち遺伝物質が膜に固定化された人工細胞でも、遺伝情報の発現が可能であることが明らかになった。また、この複合分子に対し、位相が 1/2 ズレた相補的 DNA を共存させることで形成される DNA 会合体は、周期的にコレステロールが突き出したコポリマーとなるが、この DNA 会合体が誘導する GV の形態変化についても発表する。

図 1

K.Shohda, N.Maru and T.Sugawara : DNA duplex formation on the surface of giant vesicle

B594

La³⁺ や Gd³⁺ が誘起する中性リン脂質の巨大リボソームの膜融合 (2)○田中 智樹¹、山上 歩²、山崎 昌一^{1,2} (¹ 静大院・理工・物質科学、² 静大・理・物理)

我々は脂質膜の横方向の圧縮力(張力)が膜融合や相転移などの生体膜のダイナミクスで重要な役割を果たしていると考えている。La³⁺ や Gd³⁺ が電気的に中性のリン脂質(PC および PE) の膜の界面に結合して、膜の横方向の圧縮力を増大することにより、膜の相転移や巨大リボソームの形に大きな影響を与えることを発見した [1,2]。昨年度の年回では、La³⁺ や Gd³⁺ により中性リン脂質の巨大リボソーム間で膜融合が起こることを報告した。つまり、ジオレオイルホスファチジルコリン (DOPC) とジパルミトオレオイルホスファチジルエタノールアミン (DPOPE) の混合膜の 2 個の球状の巨大リボソームを、低濃度 (2 %) のポリエチレングリコール 6000 の存在下でマイクロビベットなどを用いて接触させ、そこに 100 μ M ~ 1 mM の La³⁺ や Gd³⁺ を添加した結果、DPOPE の含有量が 10 mol% 以上の巨大リボソーム間で膜融合が起こった。今回はその膜融合に関する詳細な実験結果について報告する。

上記の巨大リボソーム間の膜融合の前後において、2 個の巨大リボソーム内の体積は変化せず、面積は減少した (同じサイズの 2 個の巨大リボソームの膜融合の場合、膜の表面積は 20% 減少)。膜融合の過程を詳細に観察すると、まず、2 個の巨大リボソームが強く会合した脂質膜の部分 (隔壁) の端の部分が破壊して膜融合が起こり、融合したリボソームは球状に変化するとともに、隔壁は変形して短くなったり、小さなリボソームになった。膜融合のときの表面積の減少は隔壁を形成する膜が融合した後に巨大リボソーム内にとり残されるのが原因だと考えられる。年回では他の実験結果も示し、この膜融合のメカニズムについて議論する。

[1] Tanaka et al., BBA, 1515, 189, 2001; [2] *ibid*, 1564, 173, 2002T.Tanaka, A.Yamagami, M.Yamazaki : Membrane Fusion of Giant Liposomes of PC/PE Membranes induced by La³⁺ and Gd³⁺ (2)

B596

秩序液体相の膜の巨大リボソームの特性 (2)

田中 智樹¹、○山下 裕子²、山崎 昌一^{1,2} (¹ 静大院・物質科学、² 静大院・物理)

秩序液体相 (*lo* 相) の脂質膜は、液晶相とゲル相の両方の性質を持つ中間的な相として物性的な興味があるだけでなく、細胞膜のラフトとして生理的にも重要である。昨年度の年会で、*lo* 相を形成している高濃度のコレステロールを含む DPPC/Chol 膜やスフィンゴミエリン/Chol 膜の 20~32 $^{\circ}$ C における巨大リボソームの形成能や、それらの *lo* 相の巨大リボソームの特性について報告した [1]。また、古細菌に多いエーテル型の脂質もコレステロールの濃度が高くなると *lo* 相を形成し、その *lo* 相の膜から巨大リボソームが形成されることを示した [2]。今回は *lo* 相の巨大リボソームの特性について報告する。

lo 相の DPPC/Chol 膜やスフィンゴミエリン/Chol 膜の巨大リボソームの近傍にマイクロビベットで CMC 以下の濃度の lyso-PC を添加し、そのときの巨大リボソームの変形を位相差顕微鏡などで調べた。円盤形の巨大リボソームはダンベル型に変形し、2 個の球形のベシクルが細いチューブでつながった形に変化した後、2 個のベシクルは膜分裂した。一方、液晶相の DOPC や DOPC/Chol の巨大リボソームで同様の実験をおこなうと、変形は起こるが膜分裂は起こらず、lyso-PC の添加を止めると巨大リボソームの形は元に戻った。この結果は、lyso-PC が外から *lo* 相の膜に挿入できることを示している。膜分裂のメカニズムについては現在検討中である。

また、1 % の Triton X-100 中で *lo* 相の巨大リボソームが安定であることはすでに報告したが [1]、*lo* 相の膜から形成された直径 200 nm 程度の LUV も 1 % の Triton X-100 中で安定であることが、蛍光プローブの LUV からの漏れの実験から明らかになった。年会では他の実験結果の解析も紹介し *lo* 相の巨大リボソームの特性について議論する。

[1] Yamashita et al. Biophys. Jpn. 42S, 133. [2] Yamashita et al. *ibid*, 134

T.Tanaka, Y.Yamashita and M.Yamazaki : Giant Liposomes of Liquid-Ordered Phase Membranes (2)