2P137

リン脂質多重層膜のリップル相におけるパターン形成機構

○加藤 知、田村 崇、中井 道彦（関学大・理）

ジバルミトイルホスファチジルコリン多重層膜のリップル相においてリップル構造の畝の作るパターンがどのような機構で形成されるか検討した。実験では、試料をゲル相からリップル相に温度ジャンプさせた後の膜表面構造を、凍結断面電子顕微鏡法により観察し、リップル構造の畝の長さ分布や畝の数密度の経時変化を解析した。その結果、畝の成長は他の畝によって阻害されて、 $1\ \mu\text{m}$ 程度で止まっていることや、畝の伸長速度のジャンプ先の温度に対する依存性が明らかになった。さらに、時間経過とともに現れるパターンの特徴を整理し、パターン形成過程の再構成を試みた。前転移温度近傍に温度ジャンプした場合、 10 秒程度までは、平坦な膜面上に 1 本 1 本独立したリップル構造の畝が走っているのが観察された。さらに時間が経つと、複数のリップル構造の畝が並行して走っているのが観察されたが、その場合も互いに寄り添っていた畝が再び離れたように解釈できるパターンが見られ、畝と畝の側方の相互作用は強いことが示唆された。また、リップル構造の畝の方向転換の挙動を解析すると、 1 本の独立した畝での方向転換は、近傍にある畝と関連しており、背後にあるゲル相の炭化水素鎖の傾きによるドメインによって規程されていると考えられる。方向転換の角度は、温度ジャンプ直後は 120° よりも大きい傾向が見られたが、これはゲル相における炭化水素鎖のパッキングの異方性と関係しているのかもしれない。これらの観察結果に基づいて、リップル構造の成長機構を議論し、コンピュータシミュレーションによっていくつかのパターン形成機構のモデルについて検討する。

S.Kato, T.Tamura and M.Nakai : Pattern formation in the ripple phase of phospholipid bilayers.

2P139

リン脂質, phosphatidylethanolamine(PE)-水系のゲル相からL-サブゲル相移行に対するバルク水の役割— 2H-NMR 測定による T_1 測定からの検討—

○青木 宏之、厚東 民子、児玉 美智子（岡山理大・理・生物化学）

本研究では、中性リン脂質 dimyristoylphosphatidylethanolamine(DMPE) -水系のゲル相よりも熱力学的により安定なL-サブゲル相の出現過程に着目し、それに対する層外バルク水の役割を $^2\text{H-NMR}$ による縦緩和時間(T_1)測定から検討した。【試料と方法】 H_2O の代わりに D_2O を用いた十分に水和したDMPEゲル相試料(水分率: $24.4\ \text{g}\%$)に、L-サブゲル相移行のための熱処理[1] ($-5\sim 5^\circ\text{C}$, 昇・降温速度 $0.2^\circ\text{C}/\text{min}$, $0\sim 10$ 日間)を施した。熱処理時間の増加に伴うゲル相—L-サブゲル相移行過程を溶液用高分解能 $^2\text{H-NMR}$ 装置(Burker社製、 400MHz)によって、試料中の D_2O の ^2H 核の T_1 測定(5°C , $180^\circ-\tau-90^\circ$ パルス法: 反転回復法)から検討した。【結果】得られた一連の磁化(M_z)を τ に対してプロットし、得られた非指数減衰曲線を非線形最小2乗法プログラム(Origin)に従って単一の指数減衰関数に成分分割し、各々の関数から T_1 と成分比を求めた。ゲル相試料においては、3成分(I: 20ms , 9.2% ; II: 82ms , 32.8% ; III: 211ms , 58%)に分割されたが、ゲル相—L-サブゲル相移行の熱処理時間の増加に伴う初期過程では、IとIIIに対応するそれぞれ成分の割合は徐々に減少し、それとは逆に成分IIの全体に占める割合は増加する。L-サブゲル相移行完了時には、2成分が観測され、それぞれの成分はI: 45ms , 46.5% ; II: 138ms , 53.5% で特性された。この結果は示差走査熱量測定によるゲル相—L-サブゲル相移行過程の一連の水融解DSC曲線のDeconvolution解析結果とも対応した。[1] H. Aoki, M. Kodama (1997) J. Therm. Anal. 49, 839-845

H. Aoki, T. Koto and M. Kodama : The role of bulk water in conversion of the gel to the L-subgel phase in phosphatidylethanolamine-water system.

2P138

熱容量及び密度測定によるDLPCの L_x 相の研究

○八尾 晴彦、石毛 剛一、江間 健司（東工大・理工・物性物理）

ジラウロイルホスファチジルコリン(DLPC)では、他のホスファチジルコリンと異なり、 P_β 相と L_α 相との間に中間相(L_x 相)が存在し、この L_x 相は液晶相であることが報告されている。この L_x 相は液晶相であるため生体内に存在する可能性があり、 L_α 相とどう異なるのか興味深い。我々は、 L_x 相の存在を確認し、 L_x 相や L_α 相の相転移の性質を調べるため、DLPC多重層ベシクルの熱容量と密度をACカロリメトリーと振動式密度計を用いて調べた。その結果、図1に示すような相系列が得られ、 L_x 相の存在が確認された。また、特筆すべき点として、 L_x-L_α 相転移において熱容量(図2)及び密度は2次転移的な異常を示し、この相転移は2次転移であることがわかった。発表では L_x 相はどのような液晶相であるかについて議論したい。

図1. DLPCの相系列。括弧は準安定相であることを示す。iso. は等温過程を示す。

図2. DLPC 多重層膜の熱容量の温度依存性。降温で測定。

H.Yao, K.Ishige and K.Ema : Heat capacity and density study on L_x phase of DLPC bilayers

2P140

La^{3+} によるホスファチジルエタノールアミンの膜の H_{II} 相の安定化のメカニズム

○田中 智樹¹、Shu Jie Li¹、木下 浩司³、丹波 之宏¹、山崎 昌一^{1,2,3}（¹静大院・理工・物質科学、²静大・理・物理、³静大・SVBL）

The mechanism of effects of lanthanum ion (La^{3+}) or gadolinium ion (Gd^{3+}) on the functions of membrane proteins and the stability of the membrane structure is not well understood. In this report, we investigated effects of La^{3+} on stability of the hexagonal II (H_{II}) phase of phosphatidylethanolamine (PE) membrane at 20°C using small-angle X-ray scattering (SAXS).

As the PE membranes, we used DPOPE (dipalmitoleoyl-PE) membrane in L_α phase in $10\ \text{mM}$ PIPES buffer ($\text{pH}\ 7.4$). An L_α to H_{II} phase transition occurred in the DPOPE membrane at $1.4\ \text{mM}$ La^{3+} in $0\ \text{M}$ KCl, and at $0.4\ \text{mM}$ La^{3+} in $0.5\ \text{M}$ KCl, indicating that La^{3+} stabilizes the H_{II} phase rather than the L_α phase. The basis vector length of the DPOPE/tetradecane membrane in excess water did not change with an increase in La^{3+} concentration, suggesting that La^{3+} did not change the spontaneous curvature⁽¹⁾ of the DPOPE monolayer membrane. To elucidate effects of a small percentage of "guest" lipids having longer alkyl chains than the average length of "host" lipids on the stability of the H_{II} phase, we investigated effects of concentration of a guest lipid, dioleoyl-PE (DOPE) in host lipid (DPOPE) membrane on their structure. $12\ \text{mol}\%$ DOPE induced an L_α to H_{II} phase transition in the DOPE/DPOPE membrane, without change of the spontaneous curvature of the monolayer membrane. Based on these results, we discuss the mechanism of the La^{3+} -induced L_α to H_{II} phase transitions.

(1) Kinoshita et al., Eur. Biophys. J. 30, 207-220, 2001

T.Tanaka, S.J.Li, K.Kinoshita, Y.Tamba, and M.Yamazaki : La^{3+} stabilizes hexagonal II (H_{II}) phase in phosphatidylethanolamine membrane