

荷電リン脂質膜-電解質系の自己組織化構造形成

伊藤弘明¹、下川直史²、樋口祐次³、菱田真史⁴

千葉大学大学院理学研究院¹、北陸先端大マテリアル²
九州大学情報基盤センター³、東京理科大学理学部第一部科学科⁴

荷電リン脂質二分子膜は、ゆらぎや相転移・相分離などのメソスケールの現象について、長距離に働く静電斥力のために中性リン脂質二分子膜とは異なるふるまいを示すことが知られている。本研究では、荷電リン脂質膜のふるまいにおける静電相互作用の寄与の理解を深めることを目的として、積層荷電脂質膜ラメラに対して種々の塩や低分子カチオンの電解質を添加し、その静電斥力の遮蔽による膜間距離の変化や塩析様の現象を小角 X 線散乱 (small angle x-ray scattering; SAXS) により測定した。

まず、1 価の低分子カチオンを用いた SAXS 測定を行った。溶液中で負電荷を持つ荷電リン脂質 dioleoylphosphatidylglycerol (DOPG) 60 mM が形成している積層ラメラ構造に対し、溶液中で 1 価のカチオンとしてふるまう各種電解質を添加した。その結果、いずれも 100 mM 程度より高カチオン濃度条件において、電気二重層による静電遮蔽を示唆する濃度依存的な膜間隔ピークのシフトが見られた。高カチオン濃度においてこの膜間隔ピーク位置が収束する波数は、電解質種に依存していた。次に、多価の低分子カチオンを用いた SAXS 測定を行った。Fig. 1 に、荷電リン脂質 DOPG 60 mM の積層ラメラ構造に、溶液中で 2 価のカチオンとしてふるまう各種電解質 (CaCl₂, MgCl₂, ethylenediamine (EDA), tetramethylenediamine (TMDA), hexamethylenediamine (HMDA)) を 200 mM の濃度で添加した系の SAXS 強度プロファイルの例を示す。200 mM の電解質の添加により鋭いピークが現れ、積層膜の膜間隔に対応するそのピーク位置は電解質種に依存した。特に、炭化水素鎖長の異なる EDA, TMDA, HMDA のピーク位置は鎖長に明確に依存し、鎖長の長い分子ほど膜間隔が長くなる傾向を示した。ピーク位置に対応する膜間隔は、1 価カチオンの場合に比べ狭く、水の層をほとんど含まないことが示唆される。発表では、膜間隔について電解質の分子のサイズや形状の観点からその詳細を議論する。

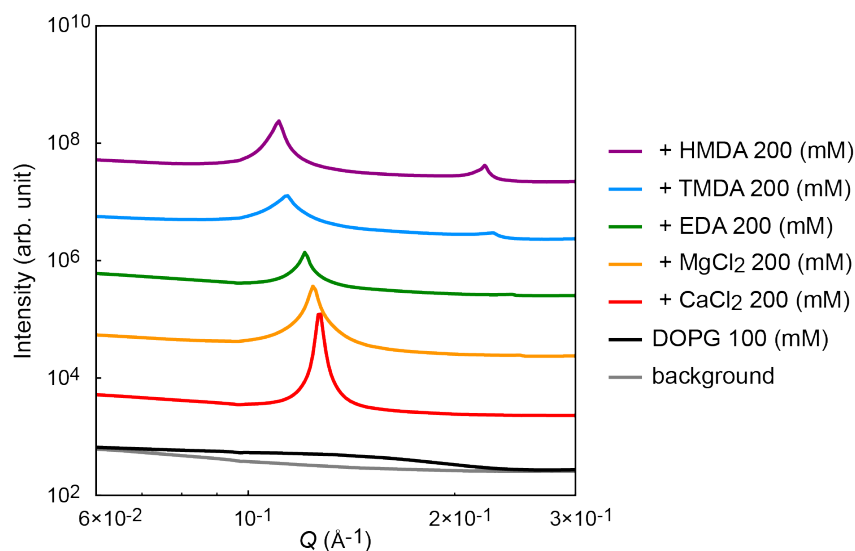


Fig. 1 SAXS intensity from DOPG lamellar structure with divalent cationic electrolytes.