

リン脂質二分子膜中の水のダイナミクスへの塩添加効果 Effect of Salts on Dynamics of Water between Phospholipid Bilayers

山田 武¹、瀬戸秀紀²

¹CROSS、²KEK 物構研

生体物質の多くは、生体中で水に囲まれて存在している。これらの物質の機能発現には物質自身だけでなく周囲の水分子や、各種イオンが重要な役割を果たしている。我々はこれまでに、中性子準弾性散乱を用いてリン脂質二分子膜中の水のダイナミクスを調べてきた[1]。その結果、DMPC に水和した水は、バルク水と同程度の拡散係数を示す自由水(Free)、DMPC と相互作用が小さく一桁小さい拡散係数を示す水(Loose)、DMPC と強く相互作用し協同的なダイナミクスを示す水(Tight)の 3 種類に分けられることを明らかにした。また、Alsop らは、X 線回折により DMPC 二分子膜中で、 Ca^{2+} はグリセロール基近くに配位し、 Mg^{2+} と Fe^{2+} はリン酸基近傍に配位することを報告している[2]。本研究では、各種金属塩化物を DMPC-37H₂O に添加したときの水のダイナミクスの変化を中性子準弾性散乱により調べた。

試料は乾燥させた d₆₇DMPC に適量の XCl₂ 水溶液を加えて混合し、d₆₇DMPC-37H₂O-0.25XCl₂ (X=Ca, Mg, Fe)を用意した。中性子準弾性散乱実験は J-PARC/MLF に設置された DNA を用いて行った。QENS 測定は 275 K ~ 316 K の範囲で測定を行った。エネルギー分解能は 3.6 及び 13 μeV とした。得られた準弾性散乱プロファイルは d₆₇DMPC-37H₂O の場合と同様に 3 種類の水が存在するとして解析できた。得られた各成分の水の数を図に示した。CaCl₂ の場合は、塩を添加しなかった場合と殆ど変わらなかったのに対して、MgCl₂、FeCl₂ の場合は、自由水が減少し、DMPC と協同的な水(Tight)が増加した[3]。リン酸基近傍に配位した Fe^{2+} や Mg^{2+} によるものと考えられる。一方で、グリセロール近傍に配位した Ca^{2+} は遮蔽されて、その効果が小さかったと考えられる。この結果は、X 線回折の結果[2]ともよい一致を示した。

[1] T. Yamada, et al., *J. Phys. Chem. B* 121, 8322 (2017)

[2] R.J. Alsop, et al. *Soft Matter* 12, 6737 (2016)

[3] H. Seto and T. Yamada, *Appl. Phys. Lett.* 116 133701 (2020)

