

脂質膜構造とダイナミクスに対する添加直鎖アルカンの影響

臼田初穂^A, 菱田真史^A, Elizabeth G. Kelley^B, 齋藤一弥^A, 長尾道弘^{B,C}
筑波大数物^A, NIST^B, Indiana U.^C

脂質膜のダイナミクスは生体膜中におけるタンパク質の動的性質と関係していることが指摘されている[1]。脂質膜のダイナミクスの中でも厚み揺らぎは、数 nm の膜における数百ナノ秒程度の速い分子協同運動であり実験的に調べることは難しい。しかし、小角領域の中性子非弾性散乱測定法の一つである中性子スピンエコー法 (NSE) では、観測できる時間的・空間的スケールが厚み揺らぎの測定に適している[2]。NSE では中間散乱関数の緩和速度 Γ が測定され、次式で表される[2]。

$$\frac{\Gamma}{q^3} = 0.0069 \sqrt{\frac{k_B T}{\kappa} \frac{k_B T}{\eta}} + \frac{(\tau_{TF} q_0^3)^{-1}}{1 + (q - q_0)^2 \xi^2}$$

右辺第一項は膜全体の波打ち運動に由来し、 κ は膜の曲げ弾性係数、 η は溶媒の粘性である。第二項のローレンツ関数は膜の厚み揺らぎに由来し、 τ_{TF} は厚み揺らぎの緩和時間、 ξ^1 は厚み揺らぎの振幅と比例関係にある。厚み揺らぎに由来するピークの位置 q_0 は同じ試料を小角中性子散乱 (SANS) で測定して得られる散乱パターンから見積もることができる。

アルカンなどの小分子が膜に含まれる場合、膜の相転移温度、曲げ弾性 (膜の硬さ) などの膜物性が変化することが知られている[3,4]。厚み揺らぎは膜の粘性や弾性に依存するため、小分子の添加によりその振幅や緩和時間が変化すると考えられる。本研究では、脂質膜の構造とダイナミクスに対する小分子の影響を調べることを目的として、炭素数 8, 10, 12, 14 のアルカンを 40 mol%ほど脂質膜に添加し、SANS、小角 X 線散乱 (SAXS)、NSE により構造とダイナミクスを調べた。

[1] R. Phillips, T. Ursell, P. Wiggins, P. Sens, *Nature*, **459** (2009) 379.

[2] M. Nagao, *Phys. Rev. E* **80** (2009) 031606.

[3] M. Hishida, R. Yanagisawa, H. Usuda, Y. Yamamura, K. Saito, *J. Chem. Phys.* **144** (2016) 041103.

[4] H. Usuda, M. Hishida, Y. Yamamura, K. Saito, *Chem. Lett.* **47** (2018) 1512.