

中性子スピンエコー法によるDPPC/D₂O/CaCl₂系における 脂質二重層膜のダイナミクスの研究

広島大学総合科学部	武田隆義 ¹
広島大学生物圏科学研究科	山田悟史
東京都立大学理学研究科	川端庸平
京都大学理学研究科	瀬戸秀紀
東京大学物性研究所	長尾道弘

リン脂質dipalmitoylphosphatidylcholine(DPPC)/水/CaCl₂系について中性子スピンエコー(NSE)および中性子小角散乱(SANS)実験を行い、脂質2重層膜のダイナミクスを調べてきた。DPPC/水/CaCl₂系は通常脂質2重層膜が積層したラメラ構造を形成するが、CaCl₂を微量加えたDPPC/水系では、水の濃度によりラメラ構造の膜間隔周期 d が60Åから1000Å以上まで変化する。膜間の相互作用を分離するために $d > 300$ Åの試料についてのNSE実験を行い、脂質2重層膜の曲げの弾性率を求めた。

SANSではラメラ構造の膜間隔周期に対応する回折ピークが観測されたが、X線小角散乱(SAXS)の場合 $d > 280$ Åでは回折ピークは現れず、脂質2重層膜の形状因子に対応した幅広い散乱が観測された。中性子で観測されるピークがX線で観測されなかったのはラメラ構造の回折ピークに寄与する脂質2重層膜の形状因子への膜の波状ゆらぎの効果の違いに起因していると考えられる。SANSおよびSAXS実験での回折ピークから得られた膜間隔周期 d のDPPC濃度 c への依存性を図1に示す。希薄領域では d は c に反比例している。

NSE実験で得られた中間相関関数 $I(Q, t)$ は指数2/3の stretched exponential、

$$I(Q, t) = \exp[-(\Gamma_Q t)^{2/3}] \quad (1)$$

によくフィットし、得られたrelaxation rate Γ_Q が Q^3 に比例した。これらのNSE実験の結果はZilmanらの膜の波状ゆらぎのダイナミクスの理論[1]を支持していると考えられた[2]ので、NSE実験の解析にZilmanらの理論を用いて膜の曲げの弾性率 κ を求めた。液晶相で得られた κ は温度 T 上昇とともに単調に減少した。また、図2に示すように κ は $d > 300$ Åであっても

¹E-mail ttakeda@hiroshima-u.ac.jp

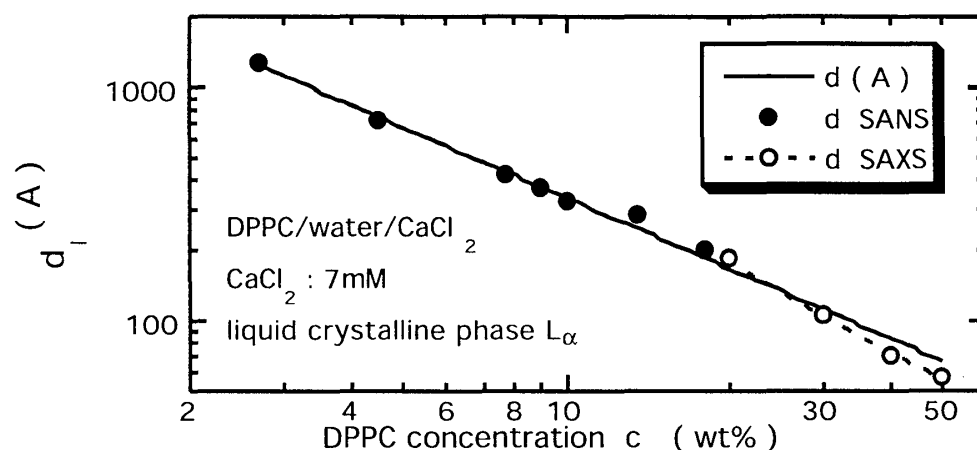


図 1. 回折ピークから得られた膜間隔周期 d の DPPC 濃度 c への依存性。実線は $d \propto c^{-1}$ を示す。

d に強く依存し、 d の増加とともに減少する結果が得られた。Zilman ら理論の有用性と限界について議論したい。

参考文献

- [1] A. G. Zilman & R. Granek: Phys. Rev. Letters 77 (1996) 4788.
- [2] T. Takeda et al: J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001) Suppl. A 323.

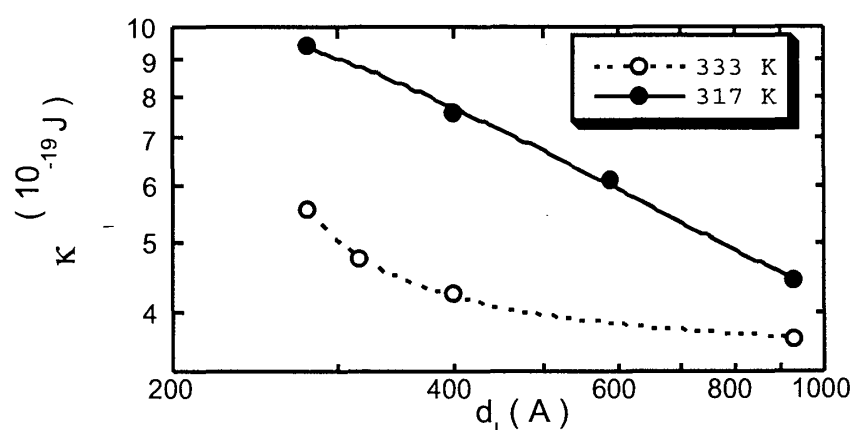


図 2. NSE の解析に Zilman らの理論を用いて得られた DPPC/D₂O/CaCl₂ 系 (CaCl₂: 7mM) における脂質 2 重層膜の曲げの弾性率 κ の膜間隔周期 d への依存性