

表面増強ラマン散乱を用いた脂質二重膜のラマンイメージング

Raman Imaging of Lipid Bilayer Membrane by Surface Enhanced Raman Scattering

学習院院化¹ ○森 基彰¹, 阿部 駿介¹, 近藤 崇博¹, 齊藤 結花¹

Gakushuin Univ.¹, ○Motoaki Mori¹, Shunsuke Abe¹, Takahiro Kondo¹, Yuika Saito¹

E-mail: 17142022@gakushuin.ac.jp

脂質二重膜の構造は、膜輸送や吸着及び膜領域内で発現する多様な生物学的機能の観点から、多くの生物学者および化学者の関心を集めている。今回の研究では、脂質二重膜のモノレイヤーの構造や分布を知るために、表面増強ラマン散乱(Surface Enhanced Raman Scattering, SERS)を用いて脂質二重膜のラマンイメージングを行った。

ガラス基板上に作製した 1,2-ジステアロイル-sn-グリセロ-3-ホスホコリン(DSPC)の脂質二重膜のモノレイヤーに銀薄膜 30 nm を蒸着した。銀を蒸着した試料に水浸レンズ($\times 60$, NA=1.20)で集光したレーザー(強度 0.1 mW, 波長 488 nm)を露光時間 1 s/pixel の条件で照射し、ラマンイメージングを行った。CH 伸縮振動領域($2800\sim 3000\text{ cm}^{-1}$)の積分強度から得られたラマンイメージを図(a)に示す。また、(a)中に示す直線 AA',BB'での断面を図(b)に示す。ラマンイメージは CH_2 対称伸縮振動($\text{CH}_2\text{-s}$)、 CH_2 逆対称伸縮振動($\text{CH}_2\text{-a}$)、 CH_3 のフェルミ共鳴による振動($\text{CH}_3\text{-f}$)、 CH_3 逆対称伸縮振動($\text{CH}_3\text{-a}$)の 4 つの成分からなっている

[1]。今回用いたサンプルではほとんどの領域が同様のスペクトルを示したが、一方で一部異なるスペクトルが得られる領域が存在することが分かった。この領域では $\text{CH}_3\text{-a}$ の強度が有意に増加していることが確認されたため、 $\text{CH}_3\text{-a}/\text{CH}_2\text{-s}$ の強度比をとり、図(c)に示した。図(d)に、 $\text{CH}_3\text{-a}$ の強度が強い領域(青線)とそれ以外のモノレイヤー領域(赤線)のラマンスペクトルを示す。

密度汎関数法を用いた DSPC 分子の計算結果から、分子間の相互作用がある状態の $\text{CH}_3\text{-a}$ の強度は、ない状態と比較して弱くなることが分かっている。このことから $\text{CH}_3\text{-a}$ の強度が増加した領域では遊離した脂質分子が多く存在し、その脂質分子によって $\text{CH}_3\text{-a}$ の強度が増加したと説明できる。この試料では、ほとんどの領域で脂質分子が分子間相互作用により二重膜を構成しているのに対して、部分的に脂質分子が疎あるいは密に混じりあった領域が存在し、遊離した脂質分子が存在することを示唆している。

[1]C.Lee, C.Bain, *Biochimica Et Biophysica Acta*, **2005**, 1711, 59-71

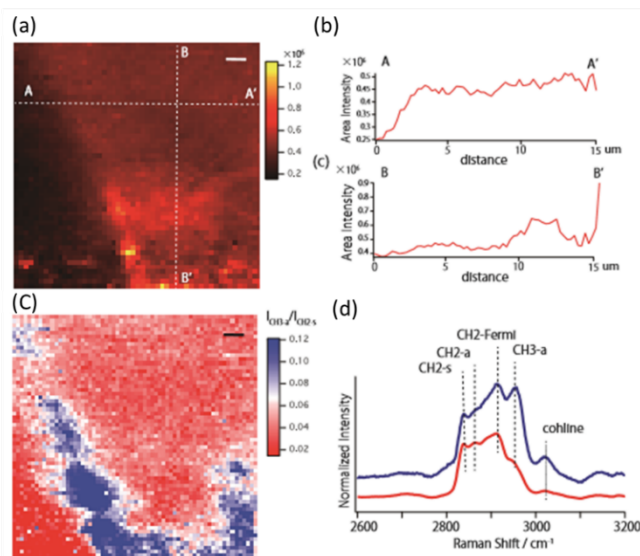


図 (a)C-H 振動領域($2800\sim 3000\text{ cm}^{-1}$)のシグナル強度を積分したラマンイメージ。4 つの CH 振動成分が含まれる。(b)(a)中の AA',BB' 断面。(c) $\text{CH}_3\text{-a}/\text{CH}_2\text{-s}$ の強度比の分布。(d)赤線はモノレイヤー領域の、青線は $\text{CH}_3\text{-a}$ が強い領域のラマンスペクトル。図中のスケールバーは $1\text{ }\mu\text{m}$ 。