

研究会「生命現象の物理学的側面」

日時：2011年12月16日（金）16:30 - 18:00

場所：鳥取大学工学部大ゼミナール室（大学院棟6階）

講演1

「モデル生体膜における細孔の形成とそのメカニズム」

山田 悟史（高エネルギー加速器研究機構）

講演2

「自発駆動する液滴」

住野 豊（愛知教育大学）

物理学の対象として、近年生命現象が注目されている。本研究会では物理学の視点からの生命現象について、上記2つの講演および討論を行い、鳥取大学における生物・物理分野の学際融合への道を模索する。

世話人：中井唱、星健夫(工応数)

企画：鳥取大学「21世紀型物理学分野形成プロジェクト」

(星健夫(工応数)、岸田悟(工電電)、川添博光(工機械)、藤村薫(工応数)、木下健太郎(工電電))

モデル生体膜における細孔の形成とそのメカニズム

山田 悟史 (高エネルギー加速器研究機構)

生物の構造上・機能上の基本単位である細胞は、両親媒性分子（親水的な部分と疎水的な炭化水素鎖の両方を有する分子）の一種であるリン脂質の二分子膜(脂質二重膜)を外殻とした、シャボン玉のような構造をしている。この脂質二重膜はリン脂質の疎水部分が水に触れないようにして安定化された構造で、リン脂質を水に溶かしただけでも脂質二重膜が自発的に形成される。このようにして作成した人工的な脂質二重膜は生体膜のモデルとして広く利用されており、系をシンプルにすることで現象の本質が追求しやすくなるというメリットがある。

では、このような系に対してどのような物理学的アプローチがあるだろうか？例えば、膜の変形運動については表面張力や曲げ弾性などを考慮することによって記述が可能である[1]。また、実際の細胞には「脂質ラフト」と呼ばれる膜に埋め込まれたタンパク質が局在しているドメインが存在しているが、これは異種成分を混合した際の相分離によって解積することが可能である[2]。

冒頭で述べたとおり、細胞は脂質二重膜に囲まれている。これは物質の流入や流出を防ぐ上で重要な役割を果たしているが、一方で細胞の生命活動を維持するには何らかの形で物質を交換する必要がある。そのためには、内部と外部を接合する細孔が膜表面に形成される必要があるが、膜が破断されると脂質二重膜の疎水部が水に接触してしまう。これにより、縁には約 $20kT/nm$ の非常に大きな線張力が生じるため、このエネルギーロスを緩和するために縁を安定化するための仕掛けが必要になると考えられる。

講演者は、この細孔形成のメカニズムを理解するために、通常のリン脂質に炭化水素鎖の鎖長が短いリン脂質を混合したモデル系に着目した。この系は低温で直径 $20nm$ 程度の小さな板状の脂質二重膜が、高温で直径 $20-100nm$ 程度の単層膜のベシクル（脂質二重膜を外殻とした小胞）が形成される。このベシクルの構造を中性子小角散乱、および蛍光分光を用いて調べたところ、ベシクルの表面に細孔が形成されること、そして細孔の形成にはリン脂質同士の相分離が大きな役割を果たしていることを明らかにした[3]。

講演では、この実験結果とその解釈について、詳細を述べる予定である。

[1] P. Fromherz, *Chem. Phys. Lett.* **94** (1983) 259.

[2] S. Komura, H. Shirotori, P. D. Olmsted, and D. Andelman, *Europhys. Lett.* **67** (2004) 321-327.

[3] N. L. Yamada, M. Hishida, and N. Torikai, *Phys. Rev. E* **79** (2009) 032902.

自発駆動する液滴

住野 豊 (愛知教育大学)

近年, 化学反応や外界からのエネルギー流の下, 能動的に応力や運動を生み出す系, アクトミオシンゲル系や加振下の棒状粒子系の性質に対して注目が集まっている (R. Voiturez et al. *Phys. Rev. Lett.* 96, 028102; V. Narayanan et al., *Science* 317, 105-108). これは, 平衡条件下で大いに発展した統計力学的手法の発展を目指すとともに, これまで物理学の範囲外となっていた生体系を支配する物理法則の理解を目指すものとなっている (F. J. Nedlec et al., *Nature* 389, 305-308; J. Buhl et al., *Science* 312, 1402-1406). このような能動性を持つ系の中でも比較的単純な系として自発的に駆動する素子の系, すなわち自発運動系が存在する. ここでは界面張力の空間変化を利用して自発運動する液滴 (Y. Sumino et al., *Phys. Rev. Lett.* 94, 068301, Y. Sumino et al. *Chaos* 18, 026106) 及び界面活性剤会合体を生成しながら自発変形する液滴 (Y. Sumino et al., *Phys. Rev. E* 76, 055202, Y. Sumino et al., *Soft Matter* 7, 3204-3212) に関して発表する. また時間が許す場合, 自発駆動する粒子の集団挙動 (Y. Sumino et al., Submitting) に関しても触れる予定である.

(Web: personal) <http://sites.google.com/site/ysumino/>

(Web: laboratory) <http://sites.google.com/site/ffesoftmatter/>