

# ジャイアントベシクルによる「生命らしさ」の創出

(東大院総合 菅原研・複雑系生命システム研究センター) 鈴木 健太郎

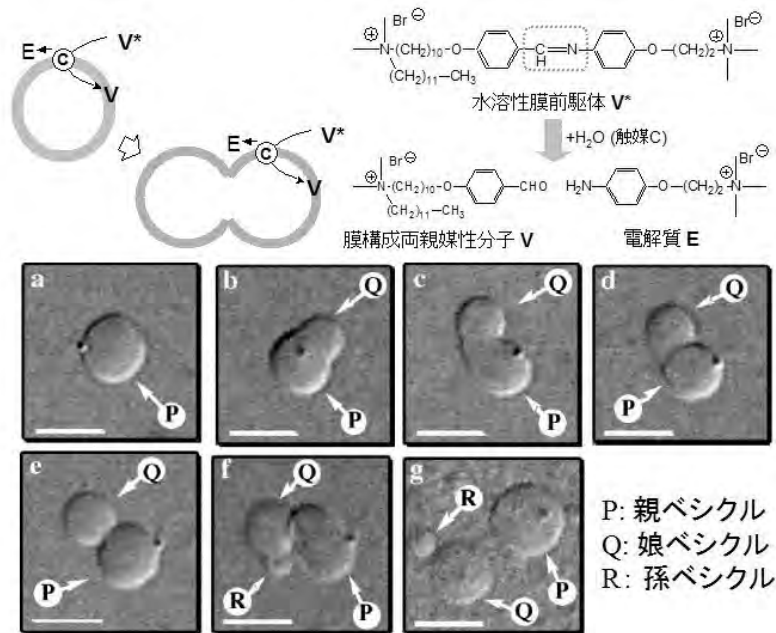
## はじめに

ベシクル(リポソーム)は、両親媒性分子が水中でつくる二分子膜が、球状に閉じることによって形成された、内側にバルク水相から切り離された内水相を持つ特徴的な構造を持った柔らかい袋状構造体である。ベシクルを構成する分子の種類や調整条件によって、様々な形状や構造を示す。特にマイクロメートルオーダーの粒径を持ったベシクルはジャイアントベシクルと呼ばれ、光学顕微鏡で直接観測可能なことから、物理・化学・生物の様々な領域で活発な研究なされている。

当研究室では、生命システムの構成的理解を目標に、人工膜分子によるジャイアントベシクルを中心とした分子集合体が「生命らしく」振る舞うシステムの構築を、化学、物理的の手法を用いて様々な研究を行っている。本要旨ではその一部を紹介する。

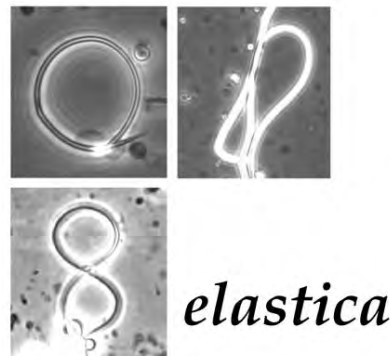
## 自己生産するジャイアントベシクル[1]

細胞が示す生命らしい特徴的な挙動の一つに、細胞分裂時に見られる自己生産ダイナミクスが挙げられる。我々は、細胞に見られる自己生産過程を、1) 外部から養分(前駆体分子)の取り込み、2) ベシクル内部での養分からベシクル構成分子への分子変換、3) 構成分子の増加に伴ったベシクルの肥大・分裂、が段階的に起こるものとモデル化し、図に示すような分子系を用いて、自己生産するジャイアントベシクルを実現した。両頭極性型膜前駆体  $V^*$  は、高い水溶性のためベシクルを構成することはないが、酸触媒  $C$  が担持された膜分子  $V$  からなるベシクルに近づくと、 $C$  の効果により  $V^*$  の一方の極性部位が外れ(加水分解反応)、ベシクル構成分子と同じ  $V$  へと変換される。新たに生成した  $V$  は、すぐさまベシクルへと取り込まれるため、ベシクルの肥大および分裂が引き起こされる。この系では、反応の進行と共にベシクル中の触媒濃度が希釈されることにより、膜分子生成反応の効率が低下するが、微分干渉顕微鏡下で観測すると共に、フローサイトメータによる集団的解析(FCM)により、一個のベシクルから少なくとも第三世代のベシクルが生成していることを確認している。



## チューブ状ベシクルが磁場中で作る曲線構造体[2]

コラーゲンを封入させたリン脂質からなるチューブ状ジャイアントベシクル(Col-tGV)溶液を、8 Tの静磁場中、37 °Cで約20時間静置したところ、特徴的な曲線構造体が観測された。純粋なチューブ状ベシクルおよびコラーゲン繊維の静磁場応答は、それぞれ磁場に平行、あるいは垂直方向への単純な配向であるので、各構成成分の受けた磁場の影響の組み合わせだけでは、このような曲線構造の形成を説明することは出来ない。そこで、磁場の影響のほか、Col-tGVの持つ曲げ弾性ポテンシャルとを考慮して計算を行ったところ、観測された曲線構造は、エラスティカ曲線であると解析された。二種類の磁場応答成分が拮抗することで試料に働く磁気ポテンシャルが、曲げ弾性ポテンシャルと同程度の大きさになったことが、エラスティカが形成される原因であると理解される。



## 自発運動するジャイアントベシクル[3]

不飽和脂肪酸の一種であるオレイン酸を水中に分散すると、溶液のpHやオレイン酸の濃度に応じて、ベシクル、ミセル、油滴などの様々な分子集合体を形成する。pH8.0付近に調整した緩衝溶液中では、特徴的な螺旋構造体が形成され、さらに、この螺旋構造体が周期的に巻き直すダイナミクスを示した。このようなダイナミクスは、構造体内で、オレイン酸とオレートの間でプロトン移動が連動して起り、構造体全体でひずみが伝播することによって理解される。



また、無水オレイン酸による油滴が、加水分解反応によって形成したオレインさんによるベシクルを放出することで自走する現象についても見出している。

### 【補足】

本発表は、主に東京大学大学院総合文化研究科において、菅原正教授のもと、発表者の他、山田幸司(現 北大院地球環境 准教授)、高倉克人(現 鈴鹿高专 講師)、庄田耕一郎(現 東大院総合 助教)、豊田太郎(現 千葉大工 助教)、景山義之(現 東京理大薬 PD)の歴代博士研究員、および菅原研所属の学生さんの研究をまとめたものです。

### 【参考文献】

- ( 1 ) K. Takakura, T. Totota, T. Sugawara, *J. Am. Chem. Soc.* **125**, 8134 (2003), K. Takakura, T. Sugawara, *Langmuir* **20**, 3832 (2004).
- ( 2 ) K. Suzuki, T. Toyota, K. Sato, M. Iwasaka, S. Ueno, *Chem. Phys. Lett.* **440**, 286 (2007)
- ( 3 ) M. Ishimaru, T. Toyota, K. Takakura, T. Sugawara Y. Sugawara, *Chem. Lett.* **34**, 46 (2005), M. H. Hanczyc, T. Toyota, T. Ikegami, N. Packard, T. Sugawara, *J. Am. Chem. Soc.* **129**, 9386 (2007).