

化学で創る人工細胞 ―ベシクルの自己生産と DNA の自己複製の連動―

(東京大学・院総合・複雑系生命システム研究センター) 菅原 正

【はじめに】生命の起源を物質の側から探る上で、人工細胞モデルの構築は有効なアプローチであり、近年注目を集めている。細胞の増殖に必要なダイナミクスは、内部の情報物質の増幅と境界の再生産であり、すでに我々は、ジャイアントベシクルの自己複製系を発表している(1, 2)。また最近、脂質二分子膜からなる中空の構造体であるベシクル内で PCR を行うことで、DNA の増幅が起こることがわかった(3)。しかし、ベシクル内部での情報分子(DNA/RNA)の複製と、ベシクルそのものの自己生産を化学的に連動させることは、未解決の課題であった。

【結果と考察】

リン脂質と膜分子再生産に関与する膜分子からなるハイブリッドな膜組成を用意し、ベシクル内に DNA 重合酵素、鋳型 DNA(1229 bp)を含む PCR 溶液を内封し、2 段階からなる温度昇降プロセスを行ない、ベシクル内で DNA の増殖が起こることを確認した。さらに、PCR 後のベシクルに、膜分子 V の前駆体 V*の溶液を添加し、その後起こるダイナミクスを顕微鏡で追跡したところ、内水相で DNA が増幅したベシクルは、V*添加直後から複数のベシクルに分裂することを見出した(対照実験あり)。さらに、分裂したベシクルの内水相が強い蛍光を放つことより、増幅した DNA が、娘ベシクルに分配されていることが明らかになった。以上の結果は、ベシクル内で複製したポリアニオンである DNA が、カチオン性膜分子を含むベシクル膜の内表面に局在化することで、外水相から膜に溶けこんだ双頭カチオン性膜分子前駆体と相互作用し、触媒による膜分子への加水分解を促進したことを示唆する。その結果、DNA の局在化した付近からベシクルの肥大・分裂が起こり、分裂したベシクルへの DNA の分配が達成されたと解釈される(3)。これは、Szostak らが提唱した人工細胞モデルが構築されたことを意味している。ベシクル内の欠損物質を補充する分子輸送系を組み込むことで、繰り返し増殖し環境による淘汰を受けうる人工細胞が実現すると期待される(5,6)。

【参考文献】

- (1) K. Takakura, T. Toyota, T. Sugawara, *J. Am. Chem. Soc.*, 125, 8134, (2003), K. Takakura, T. Sugawara, *Langmuir.*, 20, 3832 (2004)
- (2) T. Toyota, K. Takakura, Y. Kageyama, K. Kurihara, N. Maru, K. Ohnuma, K. Kaneko, T. Sugawara, *Langmuir* 24, 3037-3044 (2008), K. Kurihara, K. Takakura, K. Suzuki, T. Toyota, T. Sugawara, et . al., *Soft Matter*, 6, 1888 (2010)
- (3) K. Shohda, M. Tamura, Y. Kageyama, K. Suzuki, A. Suyama, T. Sugawara, *Soft Matter*, 7, 3750 (2011)
- (4) K. Kurihara, K. Shohda, M. Tamura, Y. T. Toyota, K. Suzuki, T. Sugawara, et . al., submitted for publication
- (5) 菅原 正、鈴木健太郎、分子科学の挑戦-可塑的応答・自律運動・自己生産する超分子システム- *Molecular Science* Vol.14 (2010)
- (6) 菅原 正 化学で挑む生命の起源 *科学* 89(7), pp712-720 (2010) 岩波書店