

DNA 鎖長依存型超分子触媒を起点とする情報の流れ

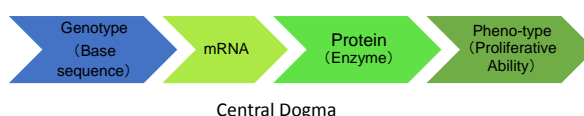
(¹東大院総合・²神奈川大理) 松尾宗征¹・平田結子²・鈴木健太郎²・菅原 正²

生命の起源およびその本質を物質サイドから解明するには、膜や高分子といったソフトマターを用いて人工細胞を化学的に構築するアプローチが有効である。生命は遺伝情報の子孫への伝達を伴った、細胞の自己再生産に本質がある。現存細胞において、遺伝情報発現のダイナミクスは、DNA に書き込まれた配列情報(遺伝子型)の転写と翻訳により、タンパク質を発現すること(表現型)で達成されているが、このように高度な仕組みが前生物的時代に存在した原始細胞に最初から備わっていたとは考え難い。

既に我々は、人工細胞にとってコンパートメントに相当するジャイアントベシクル(GV)内部での DNA 複製と、GV の自己生産が連動して起こる系の構築に成功している[1, 2]が、内封した DNA の情報分子としての役割は明確ではなかった。その際、GV 内部で増幅した DNA の表面がカチオン性脂質に取り巻かれて疎水化するのに伴い、GV 膜内に陥入してカチオン性の分子性触媒と超分子触媒(C@DNA)を形成すると考えられる。これが DNA 封入ベシクルの迅速な自己生産の起点になっているとする仮説を、その錯体形成および触媒機能における相乗効果により実験的に証明した。この超分子触媒における DNA の鎖長は、引き付ける触媒分子数を制御し、翻って膜分子生産の効率に影響を与える可能性がある。

そこで、鎖長の異なる DNA を封入した 3 種の GV (核酸濃度一定)を用いし、外部からの膜分子前駆体が誘起する GV の分裂様式およびその頻度について、フローサイトメトリによる多数 GV (10^4 個)の集団解析、共焦点顕微鏡を用いた増加 GV 数 ($10^2 \sim 10^3$ 個)の数え上げ、および、単一 GV 観察による形態変化の追跡より、DNA の鎖長と分裂様式に明らかな相関があることを見出した。このことは、DNA の鎖長が情報としての役割を担っていることを意味している。すなわち転写・翻訳系をもたない原始的モデル人工細胞においても、生物的情報の流れが創発することが示された(図 1)。さらに異なる鎖長の DNA を内封した複数の GV に V*添加を行い、競争的自己生産を行わせることで優勢種が出現することも明らかになった。これらの成果は GV 型モデル人工細胞における進化の可能性を示唆している。

Mechanism of Gene-expression of a contemporary living cell



Mechanism of Gene-expression of a GV-based protocell

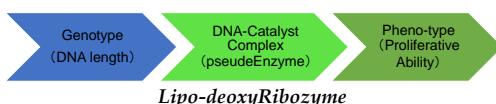


図 1 : 人工細胞における原始的セントラルドグマ

【参考文献】

- (1) K. Kurihara, M. Tamura, K. Shohda, T. Toyota, K. Suzuki, T. Sugawara, *Nature Chem.* **3**, 775 (2011)
- (2) K. Kurihara, Y. Okura, M. Matsuo, T. Toyota, K. Suzuki, T. Sugawara, *Nature Commun.* **6**, 8652 (2015)