

DNA ゲルマイクロカプセルのマイクロパターン形成の物理と分子ロボット工学への応用

Physical research of micropattern formation of DNA gel microcapsules and its application to molecular robotics

東工大情報理工¹ ○瀧ノ上 正浩¹

Tokyo Tech¹, Masahiro Takinoue¹

E-mail: takinoue@c.titech.ac.jp

近年, DNA 配列設計による DNA ナノ構造のプログラマビリティに加えて, DNA 本来の高分子としての性質を利用し, DNA ハイドロゲルが開発され, DNA ゲルからの遺伝子発現など, 応用研究が進んでいる. しかしながら, マイクロメートルサイズの DNA ゲルの構造を自己組織化的に自在に制御する技術はまだ確立されていない. 我々は, Y 字型 DNA が正に帯電したマイクロ油中水滴界面に集積しゲル化する過程で, フラクタル的なスケルトン構造が生成することを発見した. 本発表では, その形成メカニズムの解明に関する研究成果を報告するとともに分子ロボット構築や人工細胞構築への応用に関しても議論する. 特に, 最近, 当研究室で開発した DNA cytoskeleton (DNA 人工細胞骨格) に裏打ち強化された人工細胞膜小胞[1]や, 細胞核のモデルとしての応用が期待される DNA ゲルによる人工細胞核の構築などを中心に報告する.

我々は, マイクロメートルサイズの油中水滴内に DNA を封入し, 冷却を行うことで, 油中水滴の脂質膜界面上にマイクロ構造を形成させた [Fig. 1A]. 本実験では, (i) 油中水滴内で分散する DNA ゲル粒子 (ii) 油中水滴の脂質膜に一樣に吸着したカプセル状構造, (iii) 多数の孔があるカプセル状構造の 3 種類の DNA マイクロ構造が観察された[Fig. 1B]. また, 孔があるカプセルを油中水滴から取り出すと, Fig. 1C のようなスケルトン構造が得られた. 構造の形成は冷却速度に依存することが分かり, そのメカニズムは, DNA ネットワークの油中水滴界面での粘弾性相分離や, 通常のスピノーダル分解による相分離 DNA 液滴のクラスター・クラスター凝集で説明できることを見出した. すなわち, 構造形成には, ナノメートルスケールにおける DNA 会合の熱力学的な自由エネルギー最小化だけではなく, 相分離等のキネティックなプロセスが重要であることを示唆している.

参考文献 [1] C. Kurokawa, *PNAS* (2017), *in press*.

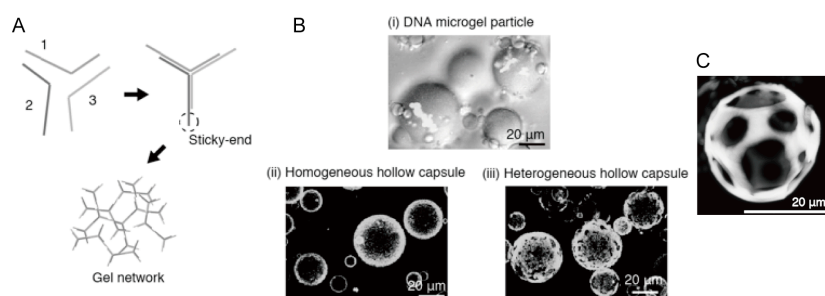


Figure 1. (A) Y-shaped DNA and network structure. (B) (i) DNA microparticles. (ii) Homogeneous spherical hollow DNA microcapsules. (iii) Heterogeneous porous hollow DNA microcapsules. (C) Porous hollow DNA microcapsule extracted into an aqueous phase.