

3次元 DNA ナノ構造体の可変空間に配置した酵素の逐次反応

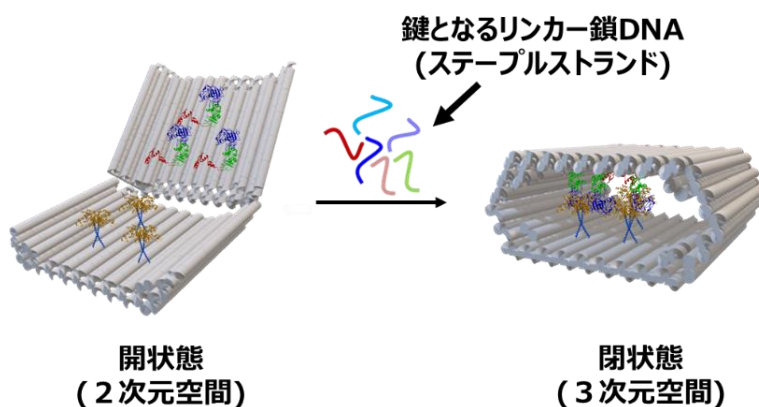
(京大エネ研) ○中林 芽以・Lin Peng・中田 栄司・森井 孝

Efficiency of stepwise reaction by enzymes assembled on a shape-transformable 3D DNA nanostructure (*Institute of Advanced Energy, Kyoto University*) ○Mei Nakabayashi, Lin Peng, Eiji Nakata, Takashi Morii

In living system, spatial arrangement of a group of enzymes is important for highly efficient and specific multi-step enzymatic reactions.¹ Because cellular enzymes are often spatially arranged on specific scaffolds of proteins or membranes, it is difficult to achieve highly efficient multi-step enzymatic reactions by simply mixing these enzymes in a test tube. Instead, it is expected that highly efficient reaction systems, such as those found in cells, can be constructed in vitro when enzymes are placed at specific locations in the single molecular level. In the previous reports of enzymatic sequential reactions, in which groups of enzymes are arranged on two-dimensional DNA nanostructures,^{2,3} it has been confirmed that the efficiency of sequential reactions varies depending on the distance between enzymes. To evaluate the sequential enzyme reaction efficiency depending on the spatial arrangement of enzymes, enzymes were specifically assembled in shape-transformable hexagonal prismatic DNA nanostructures with different size.^{4,5} Correlation between the spatial arrangement of enzymes and the efficiency of sequential enzyme reactions will be discussed.

Keywords : DNA nanostructure, Enzymatic reaction, Enzyme arrangement

細胞内で多段階の酵素反応を高効率かつ特異的に進行させるためには、それぞれの酵素の空間的な配置が重要であると考えられている。¹ 細胞内ではこの酵素群の空間的な配置は、タンパク質または膜などの足場を利用しているため、これらの酵素群を試験管内で単に混ぜ合わせただけでは、高効率な多段階の酵素反応を実現するのは困難であるが、酵素を1分子ずつ特定の場所に配置することができれば、細胞内のような高効率な反応を試験管内でも達成できると期待される。これまでに報告された2次元DNAナノ構造体に酵素群を配置した酵素逐次反応^{2,3}では、逐次反応の効率が酵素間距離に依存して変化することが確認されている。今回、酵素の3次元的な空間配置の変化に応じた酵素逐次反応を検証するため、異なる大きさの構造可変DNAナノ構造体を調整し⁴、それぞれの構造体に酵素を配置した。酵素を配置したまま構造が変化できる3D DNAナノ構造体を用いて、酵素の空間配置と反応効率の相関を評価する。



1) W. Bonacci, *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci.* **2012**, 109, 478.

2) I. Willner, *et al.*, *Nat. Nanotech.* **2009**, 4, 249.

3) T. A. Ngo, *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, 138, 3012.

4) P. Lin, *et al.*, *Front. Chem.* **2021**, 9, 1.