

DNA コンピューティングを用いた分子ロボットの自動制御

(北大院総化¹・東北大院工²・お茶大院基幹研究³・北大院理⁴) ○西山 晃平¹・松本大輝²・川又 生吹^{2,3}・Arif Md. Rashedul Kabir⁴・佐田 和己^{1,4}・野村 M. 慎一郎²・角五 彰^{1,4}

Automated Control of Molecular Robots Using DNA Computing (¹Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, Hokkaido University, ²Graduate School of Engineering, Tohoku University, ³Faculty of Core Research, Ochanomizu University, ⁴Graduate School of Science, Hokkaido University) ○Kohei Nishiyama,¹ Daiki Matsumoto,² Ibuki Kawamata,^{2,3} Kazuki Sada,^{1,4} Arif Md. Rashedul Kabir,⁴ Shin-ichiro M. Nomura,² Akira Kakugo^{1,4}

Molecular robotics aims to construct highly self-regulated molecular systems at a nano- to a micro-scale. So far, several molecular systems that can switch their behavior by adding DNA strands as signals have been reported. To construct a system with higher autonomy, in this study, we aim to construct molecular robots that can perform a series of pre-programmed actions.

As an actuator, kinesin was fixed on a glass substrate, and single-stranded DNA-modified microtubules (MTs) were attached on the kinesin surface. A cascade reaction consisting of DNA and enzymes was driven in the above solution of the MT/kinesin substrate as the controlling system. As a result, in response to the automatic increase and decrease of the signal DNAs by the cascade reaction, the MTs, which were discrete and moving at random, automatically assemble to form the MT swarm after a certain period and then return to the initial discrete state.

Keywords : Molecular robotics; Biomolecular motor; DNA computing

分子ロボティクスとは自律的なシステムをナノ～マイクロスケールで実現することを目指す学問領域である。これまでに、シグナルとなる DNA 鎖の添加により動作の切り替えが可能な分子システムが複数報告されてきた。本研究ではさらに自律性の高いシステムを目指し、一連の動作をあらかじめプログラムされた通りに実行することができる分子ロボットを構築した。

ガラス基板に固定したキネシンに一本鎖 DNA を修飾した微小管を結合させ、これを駆動系とした。また、DNA および酵素からなるカスケード反応を制御系として用い、微小管/キネシン系と同一溶液中で駆動させた (Figure)。その結果、カスケード反応によるシグナル DNA の自動的な増減にตอบสนองし、はじめは離散したまま無秩序に運動していた微小管が一定時間経過後に自動的に集合し、やがて自動的に離散した状態へと戻る様子が観察された。

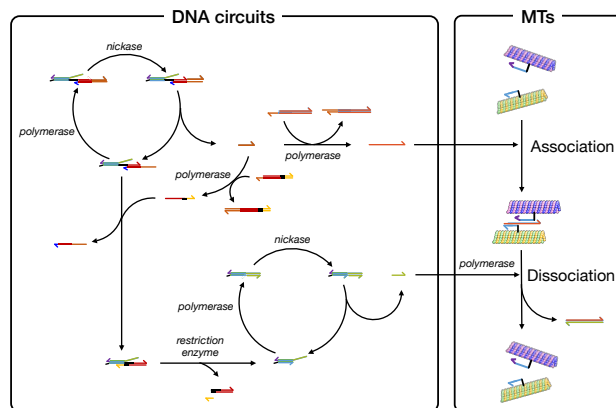


Figure Automated control of molecular robots.