



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on Photoregulated Biomolecular Motor-based Microrobot and its Application in Active Transport [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Mousumi, Akter
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14252号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79667
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Mousumi_Akter_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理学） 氏名 Mousumi Akter

審査担当者	主査	教授	坂口 和靖
	副査	教授	佐田 和己
	副査	教授	渡慶次 学
	副査	教授	石森 浩一郎
	副査	准教授	角五 彰

学 位 論 文 題 名

Study on Photoregulated Biomolecular Motor-based Microrobot and its Application in Active Transport

（生体分子モーターを基礎とするマイクロロボットの光制御と能動輸送への応用に関する研究）

分子機械に向けたロボット工学として、近年マイクロメートルサイズの自己推進性の物体であるマイクロロボットの構築が注目を集めており、そのサイズの小ささと調製のしやすさから、生体分子モーターシステム（微小管（MT）-キネシンなど）をアクチュエーターとして用いる系の研究が進んでいる。また、小さなロボットを多数用意し、群れを形成させることで、柔軟な環境応答などの高次の機能を達成できるシステムが群ロボットとして、大変興味を持たれている。

このような状況のもと、アクチュエーターである生体分子モーター（微小管（MT）-キネシン）と情報処理装置およびセンサーである DNA を統合するマイクロロボットの研究が進められてきた。本論文では DNA に光応答性部位を導入したマイクロロボットを構築し、光によるマイクロロボットの運動制御を目的としており、第一章では、本研究の背景について、ロボット工学からの分子機械の開発、生体分子モーター、群ロボットの構築などについても概説している。

第二章では、マイクロロボットとして、光応答性 DNA を修飾した微小管の調製とキネシンを修飾した基板上での ATP による並進運動の発現を行ない、可視光と紫外光の照射により、光応答性 DNA 内のアゾベンゼンのシス・トランス異性化による微小管の並進運動の持続性の制御について述べられている。さらに、光応答性 DNA の修飾は紫外光によるマイクロロボットの損傷を防ぐ効果があることについても議論されている。

第三章では、第二章の結果をもとに、相補性のある光応答性 DNA を修飾した 2 種類の微小管を用い、可視光照射による光応答性 DNA 間の二重らせん形成によるマイクロロボットの群れ運動の形成と紫外光照射による群れ運動の崩壊を実現している。光応答性マイクロロボットについて、光応答性 DNA の長さ、光応答部位であるアゾベンゼンの数、光の強度などと群れ運動との相関について体系的に調査し、光制御の最適化を検討している。さらにフォトマスクを用いることにより、制御光のスポット化と形状制御を達成し、光応答性 DNA の群れ運動の制御と運動の持続性の制御を行っている。これらの結果はマイクロロボットとしての群れ運動の光による制御であり、分子ロボティクスとして重要な知見が得られている。

第四章では、光応答性 DNA を修飾した微小管による群れ運動を用いて、積荷輸送について検討している。微小管の修飾に用いた光応答性 DNA と同じ光応答性 DNA をポリスチレンの表面に修飾し、これを積荷とし、可視光の照射により、微小管の群れ運動の形成と同時に積荷の積み込み、さらには並進運動による積荷の運搬に成功し、紫外光の照射により、群れ運動の解消に伴う積荷の積み下ろしを達成している。光照射位置を制御することで、光の照射による積荷の積み込み、運搬、積み下ろしが時空間的に制御可能になり、積荷の能動輸送を実現している。

第五章では、第二章から第四章までの研究を総括し、今後の展望を述べている。これを要するに著者は、光応答性 DNA と生体分子モーターを組み合わせた系を構築し、その並進運動や群れ運動の形成や積荷輸送の光制御を達成した。これらの成果は生体材料を用いた機能開発だけではなく、ロボット工学の分野に対して、貢献するところ大なるものがある。

よって著者は北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格があると認める。