HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | Force Measurement of Kinesin Propelled Microtubules in Swarming Using an Electromagnetic Tweezer [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s) | Mst. Rubaya, Rashid |
| Degree Grantor | 北海道大学 |
| Degree Name | 博士(理学) |
| Dissertation Number | 甲第15405号 |
| Issue Date | 2023-03-23 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/89838 |
| Rights(URL) | https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ |
| Type | doctoral thesis |
| File Information | Rubaya_Rashid_review.pdf, 審査の要旨 |

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

# 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　モサンマツ　ラシヅ　ルバヤ

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　教授　角五 彰　(京都大学理学研究科)

## 学 位 論 文 題 名

Force Measurement of Kinesin Propelled Microtubules in Swarming Using an Electromagnetic Tweezer
（電磁ピンセットを用いたキネシンにより推進する微小管の群れにおける力測定）

魚、鳥、アリなどの生物の群れは、自然界で見られる協調行動の例である。 群れることにより、生物は、並列性、堅牢性、柔軟性などの一個体で実現できない創発的な機能を獲得する。 近年、自己推進性の物質系を用いて、このような生物の群れを物質化学として模倣する試みが盛んに行われてきた。特に、モータータンパク質であるキネシンを配置した基板上を自走する微小管を自己推進性の物質とし、微小管に一本鎖 DNA 鎖を修飾し、並進運動を誘起することにより、微小管間での DNA の二本鎖形成・解離による群れの形成の制御が実験室レベルで実現されている。この研究は、群れの形成メカニズムを理解する実験的アプローチを可能にするだけでなく、分子機械や分子ロボティクスなどのナノテクノロジーの分野にも波及効果をもたらすと期待できる。このような観点から、本論文では、同様な手法により微小管の群れを形成させ、キネシンによって微小管の群れが産生する力・仕事を評価することを目的とし、その方法論の開発と結果及び、より詳細な微小管の群れの構造の解析を行い、それらが全五章にまとめられている。

第一章では、論文の目的と研究の背景について説明され、本研究の位置づけが述べられている。

第二章では、電磁ピンセットを用いた力を評価するためのシステムについてまとめられている。主にキネシンによって微小管の群れが産生する力を評価するための電磁ピンセットの較正及び計測範囲について検討されている。

第三章では、実際にキネシンを配置した基板上を滑走する微小管の群れが産み出す力を計測するための方法論が述べられている。まずキネシン基板上において、リング状に集合させた微小管の群れに磁気ビーズを固定し、ATP の添加により、微小管の群れに回転運動させる。そこに電磁ピンセットを用いて外部磁場を印加し、磁気ビーズへの磁力を通して、微小管の群れに外力（正負）を与える。外部磁場の印加による微小管の群れの回転運動の速度の変調から、基板上のキネシンが微小管の群れを回転運動させる力を求める手法であり、実測された結果がまとめられている。

第四章では、計測された力と微小管の群れのサイズとの相関を明らかにすべく、高速原子間力顕微鏡と蛍光顕微鏡を組み合わせたシステムを用い、リング状に集合した微小管の群れの構造解析についての結果がまとめられている。リング状の群れを形成する微小管の本数を明らかにするだけでなく、微小管の三次元方向の積層情報に関しても新しい知見を得ている。

第五章では、第二章から第四章までの研究を総括し、微小管の群れが今後のナノテクノロジー分野にどのような波及効果をもたらしうるかについての展望が述べられている。

本研究成果は、微小管による群れの詳細な構造情報を提供するとともに、その群れから取り出しうる力を定量的に評価したことにある。この知見は、群れにより創発される機能の発現機構の解明にも大きく貢献するものである。

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。