HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | Microtubule Swarm Programmed with p-tert-Butyl Substituted Azobenzene Tethered DNA [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s) | 石井, さつき |
| Degree Grantor | 北海道大学 |
| Degree Name | 博士(理学) |
| Dissertation Number | 甲第14894号 |
| Issue Date | 2022-03-24 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/85432 |
| Rights(URL) | https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ |
| Type | doctoral thesis |
| File Information | ISHII_Satsuki_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　石井　さつき

審査担当者

| | | |
|---|---|---|
| 主査 | 教授 | 石森 浩一郎 |
| 副査 | 教授 | 佐田 和己 |
| 副査 | 教授 | 坂口 和靖 |
| 副査 | 教授 | 松本 謙一郎 |
| 副査 | 准教授 | 角五 彰 |

## 学 位 論 文 題 名

Microtubule Swarm Programmed with *p–tert–*Butyl Substituted Azobenzene Tethered DNA
（*p–tert–*ブチル置換アゾベンゼン修飾 DNA によってプログラムされた微小管の集団運動）

群を成す鳥や魚、集団で移動する細菌にみられるように、自然界にはさまざまな群れが存在する。これらはそれぞれの個体が周囲の個体と同調的に行動する集団運動によって形成され、並列性・堅牢性・柔軟性など、個体が単体では実現できない集団としての多彩な機能の発現が可能となる。このような集団運動の仕組みを理解する方法として、近年マイクロサイズの自己推進性の物質を用いて集団運動を物質科学的に模倣する試みが多数行われている。なかでも、生体分子モーター (微小管-キネシン系) を用いた集団運動の制御はナノテクノロジー分野への幅広い応用が見込まれ、注目を集めている。

このような背景のもと本学位論文では、新しくデザインされた嵩高い置換基 (tert-ブチル) を有するアゾベンゼンが塩基配列中に挿入された DNA(光応答性 DNA) を用い、この光応答性 DNA を修飾した微小管を調製し、ATP 存在下、可視光あるいは紫外光照射下により、並進運動する微小管の会合・解離を介し、集団運動の制御を行った研究がまとめられている。

本論文は第 1 章の緒言および第 5 章の結言を含む 5 つの章より構成されている。第 1 章では、従来のコロイド粒子を用いた集団運動の研究を概説し、当該研究室で以前確立された無置換のアゾベンゼンが挿入された光応答性 DNA を修飾した微小管による集団運動の制御 (Vis-ON システム) の限界を示すとともに、本研究の位置づけを明らかにしている。

第 2 章では、p-tert-ブチル置換アゾベンゼンが挿入された光応答性 DNA を用いることで、紫外光照射による微小管の集団運動の形成と可視光による集団運動の解消を実現している (UV-ON システム)。さらに、この系に紫外光を長時間照射した場合、群れの形成が確認されなかったことから、群れの形成には短時間の紫外光の照射と暗所にて放置することが必要であることを見出している。このシステムを用いることで、集団運動について、従来の Vis-ON システムと正反対の光応答が可能であることを示したものである。

第 3 章では、長時間の紫外光照射による群れの形成阻害の理由を光応答性 DNA の二重鎖形成の安定性の観点から検討している。溶液中における消光実験と吸光度測定からは、第 2 章で用いた p-tert-ブチル置換アゾベンゼンが挿入された光応答性 DNA の一本鎖と二重鎖の平衡が基底状態と紫外光照射時の光定常状態では異なることを明らかにしている。従来、光応答性 DNA の二重鎖形成の平衡はアゾベンゼンのシス-トランス光異性化の光定常状態に必要な短時間の光照射を行うことでのみ評価されており、長時間の光照射による光応答性 DNA の新しい光スイッチの可能性を示したものである。

第 4 章では、第 2 章で述べた UV-ON システムと従来の Vis-ON システムの両者を同時に集団運動に付すことで、可視光照射下でも紫外光照射下においても一方の微小管は群れを形成し、もう一方の微小管は群れを解消するシステムの開発に成功している。この結果は、集団運動によって得られる特異な機能の一つである堅牢性を人工的に再現した初めての例である。

第 5 章では、第 2 章から第 4 章までの研究を総括し、光応答性 DNA を用いた微小管の集団運動の新しい制御法の確立および光応答性 DNA の光応答挙動の評価をまとめ、今後の研究の展望および応用について述べている。本研究成果は、光応答性 DNA 分子のスイッチ機能の解明とそれを利用した集団運動の制御であり、集団運動の発現やその理解に繋がり、物理化学及び生物物理学として重要な知見を得たものとして価値あるものである。

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。