

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12796 号
------	---------------

氏名 程博豪

論文題目

Studies on the Reversible Photo-regulation of Strand Displacement with Azobenzene-tethered DNA
(アゾベンゼン導入DNAによる鎖交換反応の可逆的な光制御に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	浅沼 浩之
委員	名古屋大学	教授	関 隆広
委員	名古屋大学	教授	村上 裕
委員	名古屋大学	准教授	檍田 啓

論文審査の結果の要旨

程博豪君提出の論文「Studies on the Reversible Photo-regulation of Strand Displacement with Azobenzene-tethered DNA(アゾベンゼン導入DNAによる鎖交換反応の可逆的な光制御に関する研究)」は、光応答性分子であるアゾベンゼンを導入したDNAによるtoehold不要な光駆動型鎖交換反応と、DNAライゲーション反応の恒温光増幅反応への応用を論じており、全3章で構成されている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、研究背景として、DNAのナノマテリアル応用を俯瞰し、特にナノマシンへの応用に焦点を当てて、その意義と問題点について述べている。従来のDNAナノマシンは、メカニカルな動作を駆動するため燃料としてDNAを加えるため、DNA二重鎖が廃棄物として溶液中に蓄積され、駆動効率が徐々に低下するという問題があった。これはすなわちナノにおける環境問題であり、マシンの駆動エネルギーとして環境を汚染しない光をエネルギー源として使用する必要があった。このように本博士論文における研究の意義を述べている。

第2章では、光駆動型DNAナノマシンの設計と、それを用いた光駆動型鎖交換システムについて述べている。鎖交換反応はDNAナノマシンを駆動する一般的な方法だが、DNAを燃料として加える従来の鎖交換反応は、第1章で述べたようにDNA二重鎖を廃棄物として排出するという問題があり、これを克服するため、特定波長の光照射のみでDNA二重鎖の形成と解離を可能にする光応答性DNAの分子設計と、それを利用した光照射のみによる可逆的鎖交換システムを提案している。さらに鎖交換反応を加速するためシャペロンポリマーを併用し他の因子を最適化することで、UV光および可視光を交互に照射することで最大66%の可逆的な鎖交換が可能などを述べている。また従来の鎖交換反応と異なり、鎖交換反応を繰り返しても劣化しないことを明らかにしている。

第3章では、第2章で開発した光駆動型鎖交換反応の酵素的DNAライゲーションの光増幅反応への応用について述べている。二つのDNA鎖を連結するライゲーション反応は鋳型依存的に1サイクルのみ可能で、増幅させる場合はPCRの様にサーマルサイクルが必要である。その場合には熱で失活する酵素（リガーゼ）を使用することが出来ないという問題があったことを述べている。そこで光駆動型鎖交換反応を利用し、酵素の至適温度である37°Cの一定の温度でライゲーションを行いつつ、その産物を光照射で鋳型DNAから剥離してリセットし、再びライゲーション反応を起こすという手法を提案している。この方法によりライゲーションの恒温光増幅が可能になり、紫外一可視光照射を交互に行うことでライゲーションの線形増幅を実現した。

以上のように本論文では光応答性DNAを利用した光駆動型鎖交換反応と、それを利用した恒温型光増幅反応を実現している。本論文を通じて得られた成果は、DNAのナノマテリアル応用のみならずバイオテクノロジー展開も可能である、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である程博豪君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。