

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	DNA複合化分子認識材料の開発
Title(English)	
著者(和文)	菅原勇貴
Author(English)	Yuuki Sugawara
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9527号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山口 猛央,小島 英理,西山 伸宏,上田 宏,田巻 孝敬
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9527号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	菅原 勇貴		
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	審査員	主査	山口 猛央	教授	田巻 孝敬	講師
			小島 英理	教授		
			西山 伸宏	教授		
			上田 宏	教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「DNA 複合化分子認識材料の開発」と題し、DNA の状態変化により制御される感温性ポリマーの凝集現象の解明および分子認識機能を有するゲート膜の開発を行った内容であり、7 章より構成されている。

第 1 章「緒論」では、既存の刺激応答材料・分子認識材料の研究を概説し、課題を述べている。また、DNA の特異な性質を利用したポリマーの形態制御に関する既往の研究を挙げ、DNA をセンサー部位とし感温性ポリマーをアクチュエーター部位とした分子認識材料のコンセプトを提案している。

第 2 章「DNA 固定化ポリマーの荷電支配の凝集現象」では、DNA が感温性ポリマーである poly(N-isopropyl acrylamide) (PNIPAM) に共有結合で固定された DNA 固定化 PNIPAM を合成し、凝集挙動を解析している。1 本鎖 DNA と 2 本鎖 DNA の状態を比較した結果、1 本鎖 DNA 固定化 PNIPAM に比べ 2 本鎖 DNA 固定化 PNIPAM はより凝集が抑制されることを見いだしている。また、DNA 固定化 PNIPAM の凝集現象は DNA の持つ荷電の静電反発により制御されることを明らかにしている。

第 3 章「DNA 固定化ポリマーの 2 つの凝集現象の解明と系統的整理」では、DNA 固定化 PNIPAM の凝集現象の解明を目的とし、DNA の荷電と自由度にそれぞれ支配される、異なる凝集現象の要因を明らかにし、それぞれの凝集現象を任意に切り替えることを試みている。凝集挙動の系統的な調査の結果、DNA 固定化 PNIPAM は 4 種類の凝集現象を有し、荷電支配の凝集現象と自由度支配の凝集現象は溶液中の塩濃度と DNA 固定率によって制御可能であることを明らかにし、DNA とポリマーから成る複合化材料の開発のための設計指針を提案している。

第 4 章「DNA 固定化ポリマーの凝集現象を利用した標的分子認識」では、第 3 章の結果に基づき、特定分子の検出を試みている。色素化合物の認識を目指した場合、DNA が色素化合物と結合することにより、DNA 固定化 PNIPAM の凝集を制御できることを明らかにしている。また、DNA アプタマーから成る 2 本鎖 DNA を固定した PNIPAM では、DNA アプタマーと結合するトロンピンを加えることで、DNA アプタマーがトロンピンを認識すると同時に 2 本鎖 DNA が解離し、PNIPAM を凝集することに成功している。分子認識により凝集挙動が変化する特性を利用し、DNA 固定化 PNIPAM を分子センシングに応用することが可能であることを明らかにしている。

第 5 章「DNA 固定化ゲート膜の開発」では、DNA 固定化 PNIPAM をグラフトポリマーとして固定した多孔膜である分子認識ゲート膜の開発を行っている。作製した膜の透過実験により、1 本鎖 DNA 固定化ゲート膜と 2 本鎖 DNA 固定化ゲート膜の水透過性が異なることを明らかにし、ポリマーの系と同様に膜の系でも DNA の荷電によりポリマーの形態を制御できることを明らかにしている。

第 6 章「DNA 固定化ゲート膜の特異的分子認識特性」では、開発した DNA 固定化分子認識ゲート膜において特定タンパク質の検出を行っている。DNA アプタマーを持つ 2 本鎖 DNA 固定化ゲート膜は、トロンピンの添加により 2 本鎖 DNA が解離し、膜透過性が低下し、トロンピンの検出が可能であることを明らかにしている。解離と再生による透過性の切り替えも可能であり、簡便なセンサーとしての機能を実証することに成功している。

第 7 章「総括及び今後の展望」では、本論文の成果を総括し、今後の展望を述べている。

以上要するに、本論文は、DNA と感温性ポリマーの複合化材料において、DNA の状態変化により感温性ポリマーの形態を制御することに成功し、DNA 固定化ポリマーの凝集挙動の解明および DNA の分子認識に起因するポリマーの形態変化による分子の検出が可能であることを述べている。さらに、分子を認識して応答する機能膜に展開し、標的分子のシグナルを膜の透過性に変換できるセンサー材料の開発に成功しており、工学上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。