

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Evaluation of physical and chemical structures required for anti-biofouling self-assembled monolayers and polymer brush films
著者(和文)	PalaiDebabrata
Author(English)	Debabrata Paloi
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12174号, 授与年月日:2022年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:林 智広,八木 透,柘植 丈治,森 俊明,石田 忠
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12174号, Conferred date:2022/9/22, 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	Debabrata Palai	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	林 智広	准教授	石田 忠	准教授
	審査員	八木 透	教授		
		柘植 丈治	准教授		
森 俊明		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Evaluation of physical and chemical structures required for anti-biofouling self-assembled monolayers and polymer brush films」と題し、英文で書かれ全6章から構成されている。

第1章「Introduction」では、本研究の研究対象である細胞接着とタンパク質吸着の関係、情報科学を用いたバイオマテリアルの開発に関する過去の知見をまとめ、本研究の目的について述べている。

第2章「Survey of related literature」では、材料に接着した細胞の挙動を決定する因子として、足場タンパク質の重要性に関して述べ、過去の報告を総括している。また、情報科学を用いたバイオマテリアルの開発例に関して、過去の成功例が非常に少ない事実およびその理由について述べている。

第3章「Methodologies used in this study」では、本研究でタンパク質吸着・細胞接着のプラットフォームとして用いている自己組織化単分子膜(self-assembled monolayers: SAMs)および、高分子ブラシ薄膜についてその特徴、作製方法について説明し、これら2種類の有機薄膜の物理化学的特性の評価手法について述べている。また、水晶振動子マイクロバランス法(quartz crystal microbalance: QCM)による吸着タンパク質の量、吸着後の構造変化の解析手法について述べている。また、細胞接着実験、接着した細胞密度、接着形態を観測するための蛍光顕微鏡観測の詳細についても述べている。

第4章「Results and discussion: Evaluation of anti-biofouling properties of SAMs based on protein-mediated cell adhesion in serum environment」では、SAMsの物理化学的特性、タンパク質の吸着量、タンパク質の種類、細胞接着特性の相関を定量的に解析し、抗付着性が発現する材料表面の条件について述べている。また、抗付着性に関するメカニズムに関しても言及し、分子の柔軟性に起因するエントロピー効果、界面水分子の役割に関しても議論している。

第5章「Results and discussion: Investigation of protein adsorption on polymer brush films with structure-properties analysis」では、5種類のモノマーから分子集積密度、膜厚が異なる50種類の高分子ブラシ薄膜を作製し、モノマーの化学構造、密度・膜厚と高分子ブラシ薄膜表面へ吸着した血中成分の吸着量との相関を機械学習を用いて解析した結果について述べている。特に小さいサイズのデータセットから正確に相関を導くためのアルゴリズムの選択、機械学習の最適化などの技術的知見に加えて、より高い抗付着性を得るためのモノマーの選択、膜の構造の最適化の方針に関しての定量的な議論も行っている。

第6章「Conclusions and overall outlook」では本研究で得られた知見をまとめ、本論文の結論と共に今後の研究の展望を述べている。

以上を要するに本論文は、有機材料表面の化学構造、物理化学的特性と、タンパク質吸着、細胞接着との相関を機械学習を用いて網羅的に解析した画期的な研究成果について述べている。これらの知見は、材料表面へのタンパク質吸着、細胞接着の理解という基礎研究としての成果のみならず、体内埋め込み材料、防汚コーティング材料などの設計のための指針も与える事から、理學上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。