T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Experimental investigation of the thickness, hydrogen bonding states, and viscoelasticity of interfacial water on solid surfaces
著者(和文)	SongSubin
Author(English)	Subin Song
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12175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12175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

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

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		Song Subin	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	林　智広	准教授	審査員	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「Experimental investigation of the thickness, hydrogen bonding states, and viscoelasticity of interfacial water on solid surfaces」と題し、英文で書かれ全 5 章から構成されている。

第 1 章「General introduction」では、本研究の研究対象である、界面における水分子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「Principles and Theoretical Aspects of the techniques used in this thesis work」では、本研究で開発した、線形分光と情報科学の融合による新しい表面選択的振動分光法に応用した、全反射型赤外吸収分光法、多変量スペクトル分解法の原理について述べている。また、和周波発生分光法、X 線反射率分光法、表面増強ラマン、赤外吸収分光法などの他の表面・界面選択的分析手法と原理の説明に加え、それぞれの手法の特徴を比較することで、新しく開発した手法の位置づけを明確にしている。後半では水晶振動子マイクロバランス法(quartz crystal microbalance: QCM)を用いて、共振周波数シフトとエネルギー散逸から、センサー表面に吸着した水分子の層の粘弾性を解析するための理論を、粘弾性力学モデルを基に説明している。

第 3 章「Evaluation of the hydrogen bonding state and thickness of interfacial water using a new interface-sensitive analytical method based on a combination of linear spectroscopy and informatics」では、水晶、自己組織化単分子膜(self-assembled monolayers: SAMs)、高分子膜など様々な材料の表面近傍の水分子の水素結合状態を解析した例を紹介している。和周波発生分光法、X 線反射率法によって得られた結果との比較によって、本手法の定量性に関しても報告し、さらに、材料表面の水への濡れ性、タンパク質・細胞に対する抗付着性などの界面現象と界面水分子の水素結合状態の相関に関しても議論している。

第 4 章「Evaluation of water film formations on model surfaces by quartz crystal microbalance with energy dissipation monitoring (QCM-D)」では、温度・湿度調節装置と QCM-D 装置を組み合わせ、センサー表面に吸着した水分子の量を制御しつつ、形成された水分子層の機械的特性を解析した結果について述べている。ここでは、同一の湿度・温度下で水分子の吸着スピードは巨視的な濡れ性(水の接触角)からは説明できず、SAM が同様の親水性をもっていても、吸着水分子層の機械的特性は SAM を構成する分子の末端基によって大きく異なることを報告している。また、アルカンチオール、フッ素化チオールから形成した疎水性 SAM においては、形成される水分子と SAMs との相互作用が弱く、エネルギー散逸が非常に大きくなることを報告し、巨視・微視の双方の視点から表面の濡れに関して議論している。

第 5 章「Summary and Conclusions」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、線形分光と情報科学の融合し、新しい表面・界面選択的な分光手法を提案している。さらに QCM-D と温度・湿度調整装置を組み合わせることで、材料表面に形成される吸着水の量・機械的特性の解析にも世界で初めて成功している。これらの成果は表面・界面科学分野において、固液界面における分子の振る舞いの基礎的理解だけで無く、将来的には接着・摩擦の理解・制御などへの展開も考えられることから、理学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。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。