

生体分子・細胞に対して抗付着性を示す 自己組織化単分子膜の近傍の水の電子構造

Electronic structure of the interfacial water

in the vicinity of bioinert self-assembled monolayers

東工大物質理工学院¹, 東大物性研究所², JST さきがけ³ (D) 張 嶺碩¹,

山添 康介², 宮脇 淳², 原田 慈久², 〇林 智広^{1,3}

Tokyo Tech¹, Tokyo Univ.², JST-PRESTO³ (D) Ryongsok Chang¹, Kosuke Yamazoe²,

Jun Miyawaki², Yoshihisa Harada², 〇Tomohiro Hayashi^{1,3}

E-mail: chang.r.aa@m.titech.ac.jp, hayashi.t.al@m.titech.ac.jp

緒言

バイオセンサー、人工血管の内壁、ステントおよび人工心肺の内壁材料など、血中細胞・生体分子に対して抗付着性を示す材料は、最先端の医療において重要な役割を担っている。過去の我々の研究により、抗付着性をもつ自己組織化単分子膜 (Self-assembled monolayer: SAM)の表面近傍には厚さ2~3 nmの特殊な水素結合状態を持つ水が存在し、タンパク質や細胞の吸着を忌避する物理的障壁となることが明らかとなった¹。しかしながら、その水素結合状態の詳細に関しては不明な点が多い。本研究では、軟X線発光分光法 (soft X-ray emission spectroscopy: XES)を用いて、水分子の電子状態の観点から、この界面水分子の水素結合状態の解明、抗付着性との関わりの解明を試みた。

実験手順

抗付着性を示すEG3OH-SAM[HS-(CH₂)₁₁-(O-CH₂-CH₂)₃-OH](親水性)と付着性を示すOH-SAM[HS-(CH₂)₇-CH₃](親水性)、C8-SAM[HS-(CH₂)₇-CH₃](疎水性)に、乾燥状態から加湿することで吸着水の量を制御し、SPRING-8, BL07LSUにおけるXES装置を用いて、吸着水のO1s XEスペクトルを取得した。スペクトル解析から配位数の少ない水素結合を有する水と、四面体配位しつつ、氷よりもひずんだ水素結合状態の存在比、吸着した水の膜厚を算出した(Fig. 1)。

結果と考察

付着性SAMであるOH-およびC8-SAMの表面近傍に存在する水分子に関しては、ひずんだ四面体配位水は界面近傍のみ (0.5 nm以下の膜厚)に集中し、急峻にバルク水の構造に近づくことが分かった。一方で抗付着性SAMであるEG3OH-SAMの表面近傍に存在する水分子は膜厚1 nmまでひずんだ四面体配位の構造を維持していることが判明した(Fig. 1)。また、このひずんだ四面体配位水の層の厚さは、過去に報告した生体分子の吸着を忌避する水分子層の厚さと一致していることから、ひずんだ四面体配位水の層が抗付着性の鍵となっていると結論した。

参考文献

1. Chang, R. *et al.*, *Polym J* **2018**, 50 (8), 563–571.

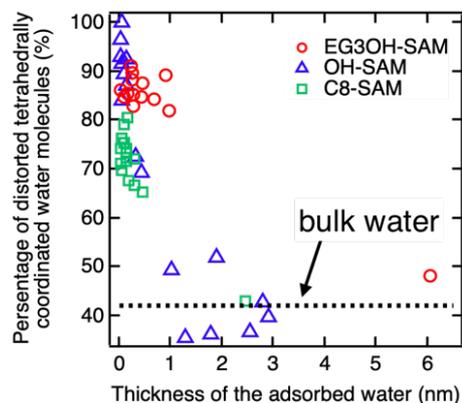


Fig. 1. Percentage of distorted tetrahedrally coordinated water molecules plotted as a function of thickness of the adsorbed water on SAMs.