

オリゴエチレングリコール末端チオールを集積密度と 界面領域における水の構造化、抗タンパク質吸着・抗細胞接着との関係

The effect of molecular density of oligo(ethylene glycol)-terminated alkanethiols
on the interfacial behavior of water molecules, protein adsorption, and cell adhesion

東工大総理工¹, 山形大工² ○(M1) 関根 泰斗¹, Narangerel Ganbaatar¹, 佐藤 千香子²,
田中 賢², 久保 光亮¹, 矢野 隆章¹, 原 正彦¹, 林 智広¹
Tokyo Tech.¹, Yamagata Univ.², ○Taito Sekine¹, Narangerel Ganbaatar¹, Chikako Sato², Masaru
Tanaka², Kosuke Kubo¹, Taka-aki Yano¹, Masahiko Hara¹, and Tomohiro Hayashi¹
E-mail: sekine.t@echem.titech.ac.jp

1. 緒言

バイオセンシング, 固体表面上でのタンパク質や細胞のパターニングでは, 非特異的なタンパク質吸着・細胞接着を防ぐための表面設計が必要になる。アルカンチオール系の自己組織化単分子膜 (Self-assembled monolayer: SAM) は分子がとくに高配向で集積しているため, モデル有機表面として広く用いられている。アルカンチオールの分子集積密度は基板に用いる金属の種類によって異なる。特に [HS-(CH₂)₁₁-(OC₂H₄)₃-OCH₃: EG3-OMe] の SAM の抗タンパク質吸着特性は分子集積密度に大きく依存することが分かっている¹⁾。我々は以前, SAM 表面近傍での厚さ 2-3 nm に及ぶ水の構造化と抗タンパク質吸着・抗血小板付着との関係を明らかにした²⁾。本研究では, 水の構造化の有無とそのメカニズム, SAM とタンパク質・細胞の相互作用への影響に関してさらに議論するため, EG3-OMe SAM のチオール集積密度と水の構造化及び抗タンパク質吸着・抗細胞接着との関係を解明することを試みた。

2. 実験方法・結果・考察

Au(111)とAg(111)の基板を用いてSAMを構築後, 水晶振動子マイクロバランス法によるタンパク質吸着量測定, 血小板とヒト血管内皮細胞の接着密度測定を行った。又, 探針先端にシリカビーズを接着してAuもしくはAgを蒸着したコロイドプローブにSAMを構築後, 金属基板(プローブに蒸着した金属と同一)に構築したSAMに対してプローブを原子間力顕微鏡(AFM)でリン酸緩衝液(PBS)中にて接近させ, SAM間に作用する表面間力を測定した(Fig. 1)。

Au(111)基板上的低集積密度のSAMは高い抗タンパク質吸着特性, 抗細胞接着特性を示したのに対し, Ag(111)基板上的高集積密度のSAMはタンパク質吸着・細胞接着が確認された(Fig. 2)。SAM表面間力測定の結果, Au(111)基板上的SAM間には表面間距離7-8 nmから斥力が観測されたのに対し, Ag(111)基板上的SAM間には斥力が観測されなかった(Fig. 3)。この斥力は界面領域での水の構造化と深く関わっている²⁾。上記の結果からEG3-OMeチオールの集積密度は近傍の水分子の構造化を決定する主要な要因であり, タンパク質の吸着, 細胞の接着・伸展に多大な影響を与えるという知見を得た。本発表では界面領域での水の構造化のメカニズムについても議論する。

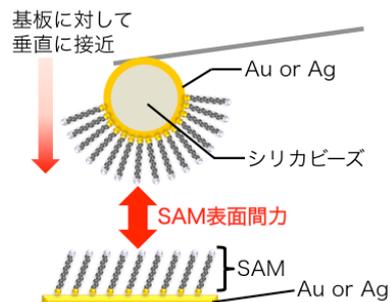


Fig. 1 コロイドプローブを用いた, AFMによるPBS中でのSAM表面間力測定の様式図。

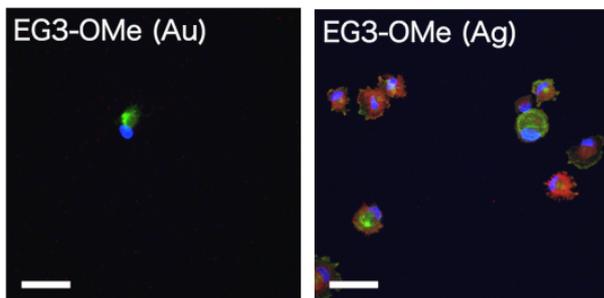


Fig. 2 Au(111)基板とAg(111)基板に構築したEG3-OMe SAM上に接着したヒト血管内皮細胞の蛍光顕微鏡像。白線は50 μm

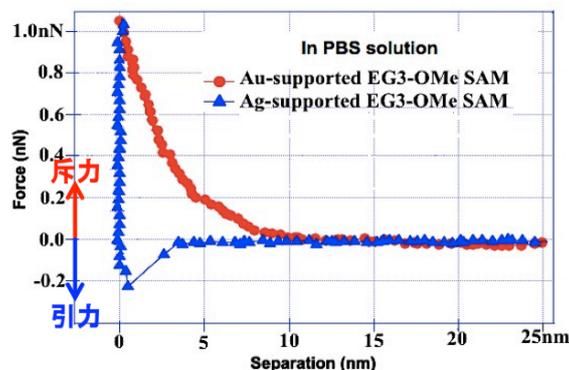


Fig. 3 PBS中で測定したSAM間に働く表面間力-距離曲線(Au及びAg基板)。正の値は斥力, 負の値は引力を表す。

3. 参考文献

- 1) P. Harder *et al.*, *J. Phys. Chem. B* **102**, 426-436 (1998)
- 2) T. Hayashi *et al.*, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **14**, 10196-10206 (2012)