



## 2019年度 助成

## 研究 経過 ・ 終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	界面束縛鎖を用いた超潤滑表面の構築に向けた <i>in-situ</i> トランススケールアプローチ
研究の結果	<p>本研究では固体基板表面に形成させた界面吸着鎖の摩擦特性をマクロとミクロな手法を用いて評価し、摩擦特性の発現メカニズムについて検討した。</p> <p>摩擦特性評価は、荷重変動型摩擦摩耗試験および水平力顕微鏡測定に基づきマクロおよびミクロスケールでそれぞれ評価した。</p> <p>図1には摩擦試験機で評価したマクロスケールの動摩擦力と摺動回数の関係の典型的な例を示している。スピコート膜およびクロロホルム浸漬により作製した界面吸着膜では、摺動回数の増加に伴い動摩擦力が増加し、200回以降あたりから一定値に漸近する挙動が観測された。一方、トルエン浸漬により作製した界面吸着層においては、摺動回数の増加に伴う動摩擦力の増加は観測されず、摩擦初期から低い値を維持していた。平衡状態に到達した領域における動摩擦力を比較すると前者はおよそ 50 gf であったのに対して、トルエン浸漬由来の界面吸着層の動摩擦力は 3 gf と極めて小さい。同じポリスチレンから成る薄膜であるにもかかわらず、界面吸着層上の動摩擦力はスピコート膜のそれと比較して20分の1程度であり、低摩擦表面の形成することを見出した。また、同じ界面吸着層であっても、浸漬した良溶媒によって動摩擦力の挙動は全く異なっていたことから、界面層の分子鎖凝集状態が摩擦力を制御するために必要不可欠な要素であることが明らかとなった。</p> <p>図2は走査フォース顕微鏡を用いて膜表面を走査した際の水平力の平均値である。摩擦試験機で測定した結果と同様に、トルエン浸漬により作製した界面吸着層の水平力が最も低い値を示した。さらに、クロロホルム浸漬で作製した界面吸着層がスピコート膜と同程度の水平力の値であることもマクロスケールの摩擦力と同じ傾向を示している。</p> <p>さらに、分子量の効果についても検討を行い、96.4k および 427k の界面吸着層表面における水平力を比較した。その結果、それぞれの水平力は <math>0.47 \pm 0.02</math> V および <math>0.68 \pm 0.03</math> V であり、分子量が高いほうが、水平力、つまり摩擦力が高いことが示唆された。これは、界面吸着層の厚みと分子鎖の束縛の程度と関係していることを示している。</p> <p>以上の結果より、界面吸着層が同じ高分子から成るスピコート膜と比較して低摩擦特性を示すことが明らかとなった。さらに、界面近傍の吸着分子鎖の凝集状態が摩擦特性と関係していることを本研究課題の遂行により明らかにした。</p>
研究発表 (実績)	<ol style="list-style-type: none"> <li>西脇雄大, 西川瑚乃, 藤井義久, 鳥飼直也, “シリコン基板表面に形成されたポリスチレン吸着鎖の摩擦特性”, 第 69 回高分子学会年次大会, オンライン開催, 2020 年 5 月 27 日.</li> <li>西川瑚乃, 西脇雄大, 藤井義久, 鳥飼直也, “ポリスチレン界面吸着鎖の摩擦特性に及ぼす分子量の効果”, 第 68 回レオロジー討論会, オンライン開催, 2020 年 10 月 21 日.</li> </ol>

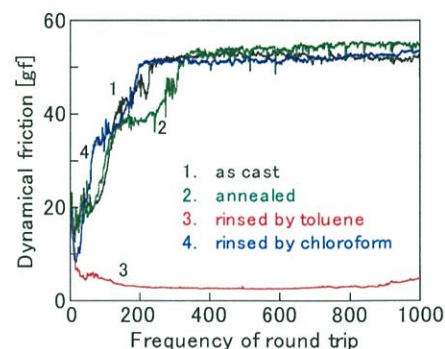


図1. マクロスケールの動摩擦力と摺動回数の関係。

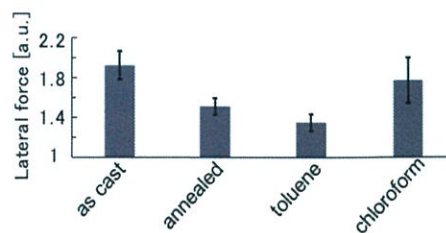


図2. 水平力顕微鏡により評価した種々の膜のミクロスケールの摩擦力(水平力)。

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。  
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。