

課題番号	GR053
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成25年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	ナノ液体膜の微細パターンニングによる機能性薄膜潤滑システムの創成
研究機関・ 部局・職名	国立大学法人名古屋大学・大学院情報科学研究科・准教授
氏名	張 賀東

1. 当該年度の研究目的

<p><u>・トライボロジー特性の評価</u> ナノ潤滑膜パターンのUV照射と非照射領域の線幅やパターン形状などをパラメータとして、ナノ潤滑膜の減耗・修復・摩擦特性を系統的に評価し、パターンニングの効果を明らかにするとともに、機能性潤滑表面を創成するためのパターン設計指針を得る。また、走査型プローブ顕微鏡を用いた測定などを行い、パターンニング効果のメカニズムを実験的に解明することを試みる。</p> <p><u>・分子シミュレーション</u> 紫外線照射や固体二面間のせん断運動に対して、潤滑剤分子の構造・運動が変化していく過程の分子描像を明らかにする。また、高速摺動条件において、パターンの寸法・形状とナノ潤滑膜のトライボロジー特性との関係やそのメカニズムを解明する。さらに、分子シミュレーションと実験の結果を統合して、機能性潤滑表面を創成する方法論の構築を試みる。</p>

2. 研究の実施状況

<p><u>・トライボロジー特性の評価</u> 走査型プローブ顕微鏡を用いて、パターンニングしたナノ潤滑膜の局所的トライボロジー特性を測定し、パターンの凸部が低凝着・低摩擦を示すこと(機能的パターンの実現)を明らかにした。また、開発してきたトライボテストを用いて、ナノ潤滑膜の摩擦・減耗・修復特性に及ぼすパターンの線幅や形状の影響を系統的に評価するとともに、そのメカニズムの実験的解明を行った。その結果、(1)パターン線幅の減少とともに、ナノ潤滑膜の摩擦力と減耗量が低減し、UV照射と非照射領域のいずれよりも優れた機能を創成できること、(2)パターン方向が摺動方向と直交する場合のほうが、両者が平行の場合より、摩擦力が低くかつ潤滑膜の修復が速いこと、(3)UV照射領域の面積割合の増加とともに、ナノ潤滑膜の減耗量が低減すること、などを明らかにし、パターン設計の基本指針を得た。</p> <p><u>・分子シミュレーション</u> 潤滑剤分子のUV吸収スペクトルや、励起状態における潤滑剤分子の構造変化について、量子化学計算を実施し、UV照射による固体表面への潤滑剤分子ボンディングのメカニズムを明らかにした。また、パターンニングしたナノ潤滑膜について、高速摺動時の摩擦特性を評価できる粗視化シミュレーションを実現し、パターン方向の違いによって、せん断力と潤滑膜の粘性係数が変化することを確認した。さらに、実験と分子シミュレーションの結果に基づき、パターンニングによる潤滑特性制御のメカニズムとしては、微細パターンの凸部で摺動面を支持させ、かつパターンの寸法・形状に対応した固定潤滑剤分子の分布が流動潤滑剤分子の運動を制御することを示唆した。</p>
--

様式19 別紙1
3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 5 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 5 件</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) R. Lu, H. Zhang, Y. Mitsuya, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Friction Measurements of Nanometer-thick Lubricant Films Using Ultra-smooth Sliding Pins Treated with Gas Cluster Ion Beam," Applied Surface Science, 2013, Vol. 280, pp. 619-625. (2) Md. K. Alam, H. Zhang, N. Koga, S. Iuchi, "Ultraviolet Bonding of Perfluoropolyethers to Carbon Surfaces Investigated Using Quantum Chemical Methods," Microsystems Technologies, 2013, Vol. 19, No. 9-10, pp. 1383-1391. (3) M. Fukuda, H. Zhang, T. Ishiguro, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Adhesion Properties of Nanometer-thick Perfluoropolyether Films Confined between Solid Surfaces: A Coarse-grained Molecular Dynamics Study," Tribology Letters, 2013, Vol. 51, No. 3, pp. 479-487. (4) M. Fukuda, H. Zhang, T. Ishiguro, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Structure-based Coarse-graining for Inhomogeneous Liquid Polymer Systems," Journal of Chemical Physics, 2013, Vol. 139, No. 5, pp. 054901-1-11. (5) R. Lu, H. Zhang, Y. Mitsuya, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Contributions of Mobile and Bonded Molecules to Dynamic Friction of Nanometer-thick Perfluoropolyether Films Coated on Magnetic Disk Surfaces," Tribology Letters, 2014, Vol. 54, pp. 237-247. <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 9 件</p>	<p>専門家向け 計 9 件</p> <p><u>国際会議</u></p> <ol style="list-style-type: none"> (1) R. Lu, H. Zhang, Y. Mitsuya, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Contributions of Mobile and Bonded Molecules to Dynamic Friction of Nanometer-thick Perfluoropolyether Films Coated on Magnetic Disk Surfaces," 5th World Tribology Congress (WTC2013), Torino, Italy, September 8-13, 2013. (2) R. Lu, H. Zhang, Y. Mitsuya, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Super-smooth Sliding Pins Processed with Gas Cluster Ion Beams for Pin-on-Disk Tests of Nanometer-thick Liquid Lubricant Films," 5th World Tribology Congress (WTC2013), Torino, Italy, September 8-13, 2013. (3) M. Fukuda, H. Zhang, H. Washizu, T. Kinjo, H. Yoshida, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Dissipative Particle Dynamics Simulation of Nanometer-thick Liquid Lubricant Films under Shear," 3rd International Conference Molecular Simulation (ICMS2013), Kobe, Japan, November 18-20, 2013. <p><u>国内会議</u></p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 福田基雄, 石黒高寛, 張賀東, 福澤健二, 伊藤伸太郎, "分子動力学解析のためのナノ厚さ液体潤滑膜の粗視化モデル," 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月 8-11 日. (2) 駒田俊, 呂仁国, 張賀東, 伊藤伸太郎, 福澤健二, "単分子層潤滑膜の減耗・修復特性に及ぼす紫外線照射パターンニングの効果," 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月 8-11 日. (3) 福田基雄, 張賀東, 鷺津仁志, 金城友之, 吉田広顕, 福澤健二, 伊藤伸太郎, "粗視化分子動力学法を用いたナノ厚さ液体潤滑膜のせん断特性解析," トライボロジー会議 2013 秋, 福岡, 2013 年 10 月 23-25 日. (4) (招待講演)張賀東, "ナノ厚さ潤滑膜の分子構造と凝着・摩擦特性に及ぼす UV ボンディングの効果," ファイル記憶のトライボロジー研究会 2013 年度第 2 回研究会, 大船, 2014 年 3 月 7 日. (5) 呂仁国, 張賀東, 三矢保永, 福澤健二, 伊藤伸太郎, "ナノ厚さ液体潤滑膜の摩擦特性に及ぼす紫外線照射パターンニングの効果," IIP2014 情報・知能・精密部門(IIP 部門)講演会, 東京, 2014 年 3 月 18-19 日. (6) (招待講演)張賀東, "粗視化分子動力学シミュレーションを用いたナノ厚さ液体潤滑膜のせん断・凝着特性解析," 第 18 回分子シミュレーションのトライボロジーへの応用研究会, 東京, 2014 年 3 月 26 日. <p>一般向け 計 0 件</p>

様式19 別紙1

図書 計0件	
産業財産権 出願・取得状 況 計0件	(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件
Webページ (URL)	http://www.is.nagoya-u.ac.jp/dep-cs/nanosurf/index.html (名古屋大学大学院情報科学研究科複雑系科学専攻物質情報論講座張研究室ホームページ)
国民との科 学・技術対話 の実施状況	女子中高生理系進学推進セミナー:特別講演「ナノワールドを観る、楽しむ」, 2013年8月8日名古屋大学にて実施, 対象者:女子中学生・高校生および保護者, 教員, 参加者数:約100名, 内容:本研究で取り組んでいる液体薄膜のパターニングを紹介しながら, マイクロ・ナノ領域の物理現象に関する研究の手法と楽しさを語った.
新聞・一般雑 誌等掲載 計0件	
その他	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	94,000,000	74,960,000	19,040,000	0	0
間接経費	28,200,000	22,488,000	5,712,000	0	0
合計	122,200,000	97,448,000	24,752,000	0	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	2,672,122	19,040,000	0	21,712,122	21,712,122	0	0
間接経費	9,834,292	5,712,000	0	15,546,292	15,546,292	0	0
合計	12,506,414	24,752,000	0	37,258,414	37,258,414	0	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	12,934,534	卓上顕微鏡, 6インチレチクル, ソフトウェア, AFMプローブ等
旅費	640,170	SRC第35回技術報告会旅費(飯田橋レインボービル)等
謝金・人件費等	6,995,207	研究員人件費
その他	1,142,211	WTC2013学会参加費, トライボロジー会議2013参加費, 英文校正等
直接経費計	21,712,122	
間接経費計	15,546,292	
合計	37,258,414	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
AFMプローブ	ブルカー・エイックス イス社製 ONTV/MPP- 31120-10/MPP- 32120- 10/SCANASYST	1	629,160	629,160	2013/7/4	名古屋大学大学 院情報科学研究 科
ソフトウェア	アクセルリス社製 MS AmorphousCell	1	1,116,150	1,116,150	2013/10/25	名古屋大学大学 院情報科学研究 科
卓上顕微鏡	株式会社日立ハイ テクノロジー製 TM3030	1	5,943,000	5,943,000	2013/12/16	名古屋大学大学 院情報科学研究 科
6インチレチクル	HOYA株式会社 製 MASK	4	892,500	3,570,000	2014/1/30	名古屋大学大学 院情報科学研究 科