

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24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	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> 減耗・修復特性および凝着・摩擦特性を定量的に測定することにより、ナノ潤滑膜に及ぼすパターンニングの効果を評価する。減耗・修復特性については、まず再現性の向上を目的として測定条件を最適化する。凝着・摩擦特性については、ナノ潤滑膜パターンの寸法や形状などの効果を評価するとともに、パターンニング効果のメカニズムの解明を試みる。</p> <p>・<u>分子シミュレーション</u> 粗視化分子動力学法を用いて、ナノ潤滑膜の凝着シミュレーションを実施し、凝着現象の分子論的描像を明らかにする。また、摩擦特性を評価できる粗視化シミュレーションプログラムを開発する。さらに、極性潤滑剤および紫外線照射の効果について、粗視化モデルを構築する。</p>
--

2. 研究の実施状況

<p>・<u>トライボロジー特性の評価</u> (1) ガスクラスタイオンビーム加工により、表面粗さRpがsub-nmの超平滑化摺動子を実現した。単分子層の薄膜の場合には、摩擦試験への摺動子表面粗さの影響が顕著となることを明らかにした。そのため、磁気ディスク装置におけるナノ潤滑膜の摩擦特性の評価には、磁気ヘッドの表面精度に匹敵する超平滑化摺動子の使用が必須である。(2) 測定装置の改良や測定条件の最適化などにより、再現性が高い測定を実現するとともに、ナノ潤滑膜パターンの寸法や紫外線照射と非照射領域の面積割合をパラメータとして、減耗・修復・摩擦特性を測定した。その結果、パターンニングによりナノ潤滑膜のトライボロジー特性を制御・調整可能であることを確認した。とくに線幅0.5 μmのパターンを形成した場合は、線幅の広い(50 μm)パターンを形成した場合やパターンニングせずに潤滑膜全面を均一に紫外線照射した場合に比較して、接触摺動による減耗量が小さく、微細パターンニングがナノ潤滑膜の耐摩耗性を一層向上させることを明らかにした。</p> <p>・<u>分子シミュレーション</u> (1) 開発していた粗視化分子動力学法を用いて、固体二面間に介在するナノ潤滑膜の凝着特性を定量的に評価した。実験結果と一致していることから、粗視化シミュレーションの妥当性を確認できた。また、潤滑膜の内部構造を解析することにより、最大凝着力の発生メカニズムを分子論的に解明した。(2) 散逸粒子動力学法を用いたプログラムを新規に開発し、粗視化シミュレーションによる摩擦特性の評価を実現した。(3) 量子化学計算を行い、潤滑剤分子の極性末端基の有無により、紫外線照射のボンディング効果が異なることなどを明らかにした。(4) 量子化学計算と全原子計算の結果に基づき、極性潤滑剤分子を対象とする粗視化モデルの構築に取り組んだ。</p>
---

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 2 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 1 件                  (1) R. Lu, H. Zhang, M. Itakura, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Adhesion Properties of Monolayer Lubricant Films Coated on Magnetic Disk Surfaces: Contributions of Mobile and Bonded Molecules," IEEE Transactions on Magnetics, 2012, Vol. 48, No. 11, pp. 4269-4272.</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 1 件                  (1) Md. K. Alam, H. Zhang, N. Koga, S. Iuchi, "Ultraviolet Bonding of Perfluoropolyethers to Carbon Surfaces Investigated Using Quantum Chemical Methods," Microsystems Technologies, in press.</p>
<p>会議発表 計 10 件</p>	<p>専門家向け 計 10 件  <u>国際会議</u>                  (1) R. Lu, H. Zhang, M. Itakura, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Adhesion Properties of Monolayer Lubricant Films Coated on Magnetic Disk Surfaces: Contributions of Mobile and Bonded Molecules," IEEE International Magnetics Conference (INTERMAG 2012), Vancouver, Canada, May 7-11, 2012.                  (2) Md. K. Alam, H. Zhang, "Quantum Chemical Study of Ultraviolet Bonding of Perfluoropolyethers to Graphene," JST International Symposium on Multi-scale Simulation of Condensed-phase Reacting Systems, Nagoya, Japan, May 10-12, 2012.                  (3) H. Zhang, Y. Kawai, M. Fukuda, Md. K. Alam, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Molecular Dynamics Simulations of UV Patterning of Nanometer-Thick Liquid Lubricant Films," 2012 ASME-ISPS/JSME-IIP Joint International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment (MIPE2012), Santa Clara, USA, June 18-20, 2012.                  (4) Md. K. Alam, H. Zhang, "Ultraviolet Bonding of Perfluoropolyethers to Carbon Surfaces Investigated Using Quantum Chemical Method," 2012 ASME-ISPS/JSME-IIP Joint International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment (MIPE2012), Santa Clara, USA, June 18-20, 2012.                  (5) M. Fukuda, T. Ishiguro, H. Zhang, K. Fukuzawa, S. Itoh, "Simulation of Adhesion Properties of Nanometer-Thick Perfluoropolyether Films Using Coarse-Grained Molecular Dynamics", 2012 ASME-ISPS/JSME-IIP Joint International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment (MIPE2012), Santa Clara, USA, June 18-20, 2012.                  (6) Md. K. Alam, H. Zhang, "Quantum Chemical Study of Interactions of Perfluoropolyether with Carbon Surfaces: Effects of Nitrogen Incorporation and Ultraviolet Irradiation," 12th Joint MMM/Intermag Conference, Chicago, USA, Jan. 14-18, 2013.</p> <p><u>国内会議</u>                  (1) 難波克也, 飯田勤, 張賀東, 三矢保永, 福澤健二, 伊藤伸太郎, "ナノ厚さ潤滑膜特性評価用のピンオンディスク摩擦測定機の性能向上," 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月 9-12 日.                  (2) 呂仁国, 張賀東, 三矢保永, 福澤健二, 伊藤伸太郎, "ガスクラスティオンビーム加工による超平滑化摺動子を用いたナノ潤滑膜の摩擦測定," トライボロジー会議 2012 秋, 北海道室蘭, 2012 年 9 月 16-18 日.                  (3) 桑原卓也, 呂仁国, 張賀東, 福澤健二, 伊藤伸太郎, "紫外線照射によるナノ液体潤滑膜のパターン形成と減耗特性に関する研究," トライボロジー会議 2012 秋, 北海道室蘭, 2012 年 9 月 16-18 日.                  (4) 呂仁国, 張賀東, 三矢保永, 福澤健二, 伊藤伸太郎, "磁気ディスク表面におけるナノ厚さ液体潤滑膜の動的摩擦特性," IIP2013 情報・知能・精密部門(IIP 部門)講演会, 2013 年 3 月 21-22 日.</p> <p>一般向け 計 0 件</p>
<p>図書 計 0 件</p>	

様式19 別紙1

<p>産業財産権 出願・取得状 況 計 1 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件  (出願中) 計 1 件 2面間相互作用力あるいは摩擦力測定用の摺動子アセンブリ、摺動子アセンブリの製造方法および測定装置, 張賀東, 三矢保永, 名古屋大学, 特願 2012-196243, 2012 年 9 月 6 日, 国内.</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p><a href="http://www.is.nagoya-u.ac.jp/dep-cs/nanosurf/index.html">http://www.is.nagoya-u.ac.jp/dep-cs/nanosurf/index.html</a></p>
<p>国民との科 学・技術対話 の実施状況</p>	<p>名古屋大学オープンレクチャー:ナノ世界の魅力 液体膜による潤滑技術のはなし, 2013 年 3 月 20 日名古屋大学にて実施, 一般向け, 参加者数 15 名, 内容:本研究で取り組んでいる凹凸パターンを形成した液体膜による新しい潤滑技術を紹介しながら, ナノ世界の魅力を語った.</p>
<p>新聞・一般雑 誌等掲載 計 0 件</p>	
<p>その他</p>	<p>(解説記事一査読有り) 計 1 件  (1) 張賀東, “ナノ厚さ液体膜のパターニングによる機能性潤滑表面の創成,” トライボロジスト, 2012, Vol. 57, No. 8, pp. 522-527.</p>

4. その他特記事項

## 実施状況報告書(平成24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	32,560,000	42,400,000	19,040,000	
間接経費	28,200,000	9,768,000	12,720,000	5,712,000	
合 計	122,200,000	42,328,000	55,120,000	24,752,000	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	19,129,405	42,400,000		61,529,405	58,857,283	2,672,122	
間接経費	3,406,404	12,720,000		16,126,404	6,292,112	9,834,292	
合 計	22,535,809	55,120,000	0	77,655,809	65,149,395	12,506,414	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金 額	備 考
物品費	47,858,404	走査型プローブ顕微鏡、ソフトウェア 等
旅 費	1,288,460	技術報告会 等
謝金・人件費等	9,066,331	研究員人件費
その他	644,088	ガスクラスターイオンビーム加工 等
直接経費計	58,857,283	
間接経費計	6,292,112	
合 計	65,149,395	

## 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
ソフトウェア	米国Accelrys社製 MS Visualizer 外	1	9,043,440	9,043,440	2012/7/31	名古屋大学
6インチレチクル	MASK-RAD-5	1	892,500	892,500	2012/8/31	名古屋大学
走査型プローブ 顕微鏡	米国ブルカー ナノ社 製 Dimension Icon SPMシステム	1	27,675,816	27,675,816	2012/9/7	名古屋大学
レーザドップラ振動計	小野測器製 LV-1800	1	3,102,750	3,102,750	2012/11/22	名古屋大学
6インチレチクル	MASK-RAD-5 (再版)	1	787,500	787,500	2012/12/17	名古屋大学
ソフトウェア	アクセルリス社製 MS Compass 1→3 ライセンスアップグレード*	1	794,850	794,850	2013/2/22	名古屋大学
ソフトウェア	アクセルリス社製 MS ForcitePlus 1→3 ライセンスアップグレード*	1	2,880,150	2,880,150	2013/2/22	名古屋大学
オイルフリースクロール コンプレッサ	アネスト岩田製 SLP-22EEDM6	1	798,000	798,000	2013/3/26	名古屋大学
ハイパフォーマンス コンピュータ	HPC5000- XS216TS-Silent /Intel Composer XE	1	892,500	892,500	2013/3/27	名古屋大学