

二次元ナノカーボンを基盤とする積層構造の摩擦・凝着のメカニズム

Mechanism of Friction and Adhesion of Layered Structures

Based on Two-Dimensional Nanocarbon

電通大院情報理工¹ ○佐々木 成朗¹

The University of Electro-Communications¹ ○Naruo Sasaki¹

E-mail: naruo.sasaki@uec.ac.jp

ナノメートルサイズの世界では摩擦・凝着の効果が著しく増大する。微視的なデバイス間の摩擦の制御は、あらゆるサイズの機械の効率的な稼働に寄与するため、産業上の要請である。こうした事情に鑑みて、我々のグループでは摩擦を制御する材料やシステムを数値的・理論的に開発する研究をナノテクノロジーの観点から進めてきた。そこで本講演では特にナノカーボンが形成する二次元材料界面における超低摩擦（超潤滑）や接触、またはエネルギー散逸のメカニズムに関する研究について紹介する。

まずグラフェン/グラフェン界面を粗視化したポテンシャルモデル (Fig. 1) を考案して、グラフェン剥離¹⁾の計算時間を従来の 10^4 分の 1 に短縮することに成功した²⁾。このモデルに原子間力顕微鏡バネの効果を組み込んで、グラフェンシートサイズの関数として剥離過程を分類する相図を導出した³⁾。次にグラフェン/ C_{60} /グラフェン界面 (Fig. 2)⁴⁾のせん断滑りの超潤滑シミュレーション⁵⁾を行い、平均水平力の荷重依存性を計算したところ、高荷重領域でアモントンクーロン則が破綻する結果が得られた。これを封入 C_{60} 分子の実効的硬さの観点から説明する。また、金表面に吸着したスマネン薄膜 (Fig. 3) を原子間力顕微鏡探針で圧縮してこする分子動力学シミュレーションについても紹介する。グラフェン/グラフェンのような同種界面だけではなく、グラフェン/金のようなヘテロ界面における摩擦の数理的理解についても議論したい。

文 献

- 1) M. Ishikawa, N. Sasaki, and K. Miura et al.: Appl. Phys. Exp. **5**, 065102 (2012).
- 2) R. Okamoto, K. Yamasaki, and N. Sasaki: Mater. Chem. Front. **2**, 2098 (2018).
- 3) R. Okamoto and N. Sasaki: Jpn. J. Appl. Phys. **58**, 110901 (2019).
- 4) K. Miura, S. Kamiya, and N. Sasaki: Phys. Rev. Lett. **90**, 055509 (2003).
- 5) N. Sasaki, et al.: Tribology Online **7**, 96 (2012).

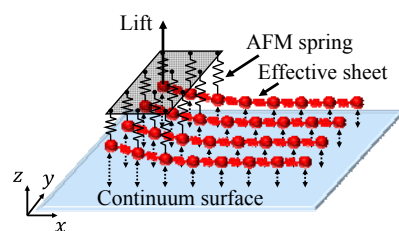


Fig. 1. Coarse-grained model of graphene/graphene interface for the peeling process of atomic-force microscopy.

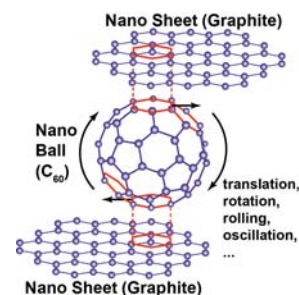


Fig. 2. Simulation model of graphene/ C_{60} /graphene interface for the superlubric scan.

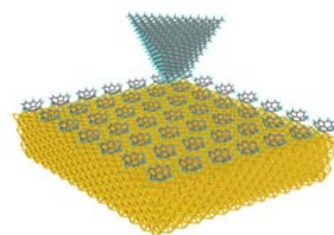


Fig. 3. Simulation model of $C_{21}H_{12}/Au$ interface for the tip scan of atomic-force microscopy.