

足立 幸志

東北大学 大学院工学研究科
教授

超低摩擦機械システムのためのトライボ化学反応を制御したナノ界面創成

§ 1. 研究実施体制

(1) 足立グループ

- ① 研究代表者: 足立 幸志 (東北大学大学院工学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・低摩擦を発現するナノ界面構造の分析・解析手法の開発
 - ・ナノ界面の特性分布評価システムの開発
 - ・種々因子の摩擦係数とトライボ化学反応に及ぼす影響の実験的解明

(2) 久保グループ

- ① 主たる共同研究者: 久保 百司 (東北大学大学院工学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・トライボ化学反応ダイナミクスの理論的解明

(3) 杉村グループ

- ① 主たる共同研究者: 杉村 丈一 (九州大学大学院工学研究院、教授)
- ② 研究項目
 - ・高純度ガス雰囲気における微量不純物の摩擦に及ぼす影響の実験的探求

(4) 上坂グループ

- ① 主たる共同研究者: 上坂 裕之 (名古屋大学大学院工学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・低摩擦 DLC 膜の超高速成膜条件の確立

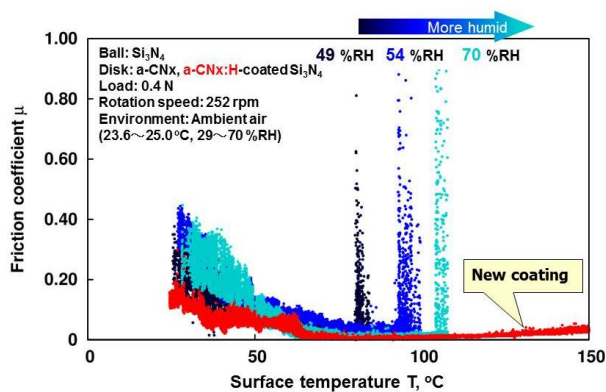
§ 2. 研究実施の概要

本プロジェクトの基盤技術となる「低摩擦を発現するナノ界面構造の分析・解析手法」、「高度に制御された DLC 膜の超高速成膜手法」の開発と「トライボ化学反応ダイナミクスおよび超低摩擦の発現を可能にする成膜の理論的追及のためのシミュレータ」の開発に注力し研究を実施した。さらに、それらを用いた実験と解析により、炭素系硬質薄膜(主にダイヤモンドライクカーボン膜(DLC)と窒化炭素膜(CNx))の超低摩擦発現機構の理論的解明を推進するとともに、そこで得られた知見を基に「大気中における炭素系硬質薄膜を用いた超低摩擦システム」の可能性を実証する研究を推進した。

DLC や CNx などの硬質炭素膜が、セラミックス、金属、樹脂のいずれの材料を相手材としても炭素の移着に起因したナノ界面の形成による超低摩擦発現の可能性を有することを実験的に示したことは主たる成果である。

さらに酸素と水分子の存在が CNx 膜の超低摩擦発現に必要な不可欠であること、ならびに大気中の水分子が摩擦界面で乖離し、低摩擦発現の鍵を握る水素基として摩擦面に終端することを明らかにした。

これらの知見を基に従来不可能であった条件下においても超低摩擦を発現する薄膜の形成に成功した(右図)。



代表的な原著論文

山田脩裕、竹野貴法、足立幸志、“高湿窒素ガス環境下における窒化炭素膜の低摩擦発現”、日本機械学会論文集、vol. 80, No. 820, pp.1-8, 2014 (DOI: 10.1299/transjsme.2014trans0388)

Takuya Kuwahara, Hiroshi Ito, Kentaro Kawaguchi, Yuji Higuchi, Nobuki Ozawa, and Momoji Kubo, “The Reason Why Thin-Film Silicon Grows Layer by Layer in Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition”, Scientific Reports, vol. 5, 9052 (7 pages), 2014 (DOI: 10.1038/srep09052)

Xingrui Deng, Yankuang Lim, Hiroyuki Kousaka, Takayuki Tokoroyama, and Noritsugu Umehara, “Effect of Tetramethylsilane Flow on the Deposition and Tribological Behaviors of Silicon Doped Diamond-like Carbon Rubbed against Polyoxymethylene”, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 53, 11S, 11RA04, 2014 (DOI: 10.7567/JJAP.53.11RA04)