

平成24年 4月 27日

流動ダイナミクス国際融合ジョイントラボラトリー

平成23年度プロジェクト報告書

ジョイントラボラトリー長 殿

プロジェクトリーダー _____ 高木 敏行 _____

| プロジェクト名 (和文及び英文) | | 接触境界面におけるナノメカノ流動ダイナミクス (Functionality DE sign of the CO ntact dynamics: DECO Laboratory) | | |
|---------------------|----------|---|--------------------------------|-------|
| 研究組織 | | 氏名 | 所属 | 職名 |
| 研究組織 | 国内 | 高木 敏行 | 東北大学 流体科学研究所 | 教授 |
| | | 三木 寛之 | 東北大学 流体科学研究所 | 講師 |
| | | 竹野 貴法 | 東北大学国際高等研究教育機構 国際高等融合領域研究所 | 助教 |
| | | 足立 幸志 | 東北大学 工学研究科 | 教授 |
| | | 大塚 誠 | 東北大学 多元物質科学研究所 | 准教授 |
| | | 汪 朋飛 | 東北大学「流動ダイナミクス知 の融合教育研究世界拠点」 | 博士研究員 |
| | | 伊藤 耕祐 | 日本大学 工学部 | 准教授 |
| | 後藤 実 | 宇部工業専門学校 | 准教授 | |
| | 松本 康司 | 宇宙航空研究開発機構 | 主任研究員 | |
| | 海外 | Julien Fontaine | 国立中央理工学校リヨン校 | 准研究員 |
| | | Sandrin Bec | 国立中央理工学校リヨン校 | 主任研究員 |
| | | Michel Belin | 国立中央理工学校リヨン校 | 研究技師 |
| | | Manfred Kohl | カールスルーエ工科大学 | 教授 |
| | 今年度の主な成果 | 1 非晶質炭素薄膜に軟質金属を分散し、低摩擦発現と摩耗との相関について評価した。従来の研究では、大気中摺動においてあまり摩擦係数が低いとされていた非晶質炭素薄膜であったが、CVD+PVD 同時スパッタ法により非晶質母相にナノサイズの金属を分散させることで安定した低摩擦を示し、導電性を付与することが出来た。また、CVD法により作成した非晶質炭素膜において、油潤滑下において膜の摩耗がほとんど生じない耐摩耗性が発現することを示した。具体的には、 | | |

| | |
|--------------|---|
| | <p>①含有するナノ金属クラスタとして軟質金属を選択し、金属 - 非晶質炭素複合薄膜における低摩擦潤滑層の形成プロセスを明らかにした。</p> <p>②高真空環境下における DLC の潤滑性評価として、宇宙用合成炭化水素油を用いた摺動試験を実施し、本グループが作成している水素と炭素を含む DLC は、摩耗を抑制し摩擦係数を低減する効果をもたらすトライボケミカル反応を促進することを見出した。</p> <p>2 三木講師が平成 23 年 5 月 18 日-5 月 23 日の期間に国立中央理工学校リヨン校（以下 ECL）に滞在し、導電性に優れた炭素系薄膜の摺動性と特性評価に関する共同研究に関する打合せを行った。本議論に基づく研究を実施し、平成 23 年 11 月 9-11 日に開催された ICFD2011 において共同研究の成果を発表した。</p> <p>3 三木講師は平成 22 年 10 月 10 日-21 日の期間、博士前期課程 2 年の中山遥介君は平成 22 年 10 月 10 日-28 日の期間に ECL による震災支援を受け同校にて、震災により遅れていた修士論文の研究を進めることが出来た。表面テクスチャを有する多結晶ダイヤモンドの耐荷重性と接触剛性の評価に関する共同研究を行った。</p> <p>4 ECL 准研究員の Julien Fontaine 博士が平成 23 年 11 月 9 日-12 日の期間に本所に滞在し非晶質炭素薄膜の高真空中摩擦挙動に関する共同研究を実施した。また、Julien Fontaine 氏は IFS Collaborative Research Forum (AFI/TFI-2011)にて公募共同研究の成果を発表した。</p> <p>5 宇部高専 後藤准教授、宇宙航空研究開発機構 松本主任研究員が ICFD2011 ” 5th Functionality DEsign of the COntact Dynamics: (DECO2011)” にて招待公演を行い、後藤准教授は IFS Collaborative Research Forum (AFI/TFI-2011)にて公募共同研究についても成果を発表した。</p> <p>6 竹野助教が平成 24 年 1 月 10 日-19 日の期間に国立中央理工学校リヨン校に滞在し、炭素系薄膜の摺動性と導電性の特性評価に関する共同研究を実施した。</p> <p>7 汪 GCOE 博士研究員が平成 24 年 3 月 5 日-11 日の期間に国立中央理工学校リヨン校に滞在し、窒化炭素系薄膜と金属の複合材料における摺動性と導電性の特性評価に関する共同研究を実施した。</p> <p>8 平成 24 年 3 月 12 日-14 日の期間フランス Giens で開催された Annual Workshop of ELyT Laboratory に高木教授、三木講師、竹野助教、汪 GCOE 博士研究員が参加し、導電性炭素薄膜に関する国際共同研究の成果をそれぞれ発表した。</p> |
| <p>主要な業績</p> | <p>[雑誌論文]</p> <p>[1] Takeshi Ohno, Takenori Takeno, Hiroyuki MIKI, Toshiyuki Takagi: Microstructural design for fabrication of strain sensor utilizing tungsten-doped amorphous carbon coatings, <i>Diamond & Related Materials</i> 20 (2011), pp. 651-654. (査読あり)</p> <p>[2] Toshiyuki Takagi, Takanori Takeno, Hiroyuki Miki, Yun Luo: Metal-containing DLC: toward a smart coating on smart materials, <i>Materials Science Forum</i> 706-709 (2012), pp. 2014-2019. (査読あり)</p> |

〔学会発表〕

[3] T.Takeno, J.Fontaine, M.Goto, K.Ito, H.Miki, K.Adachi, M.Belin, Toshiyuki Takagi: Design and Deposition of Amorphous Carbon Nanocomposite Coatings for Tribological Application, International Conference on Metallurgical Coatings & Thin Films 38th ICMCTF, (2011.5.2), p. 5.

[4] T.Takeno, M.Sawano, H.Miki, Toshiyuki Takagi: Tribological behavior of Diamond-like Carbon Coatings containing Silicon Carbide deposited by PVD-CVD Hybrid Technique, 5th International Conference on New Diamond and Nano Carbon 2011, (NDNC2011), Shimane, Japan (2011.5.17), p. 180.

[5] M. Iwaki, T. Takeno, H. Miki, Toshiyuki Takagi: Diamond-like Carbon as Protective Coating for MAC (Multiply Alkylated Cyclopentane) Oil Lubrication in Vacuum, 5th International Conference on New Diamond and Nano Carbon 2011 (NDNC2011), Shimane, Japan (2011.5.19), p. 105.

[6] H. Miki, A. Tsutsui, T. Takeno*, Z. Fuadi, K. Adachi, Toshiyuki Takagi: Friction properties of the partly polished CVD diamond films under different sliding speeds, 5th International Conference on New Diamond and Nano Carbon 2011 (NDNC2011), Shimane, Japan (2011.5.19), p. 212.

[7] M. Iwaki, T. Takeno, H. Miki, Toshiyuki Takagi: Diamond-like Carbon as Protective Coating for MAC (Multiply Alkylated Cyclopentane) Oil Lubrication in Vacuum, 5th International Conference on New Diamond and Nano Carbon 2011 (NDNC2011), Shimane, Japan (2011.5.19), p. 105.

[8] H. Miki, A. Tsutsui, T. Takeno*, Z. Fuadi, K. Adachi, Toshiyuki Takagi: Friction properties of the partly polished CVD diamond films under different sliding speeds, 5th International Conference on New Diamond and Nano Carbon 2011 (NDNC2011), Shimane, Japan (2011.5.19), p. 212.

[9] 岩木雅宣, 竹野貴法, 三木寛之, 高木敏行: DLC コーティングによる宇宙用合成炭化水素油の真空中境界潤滑特性の向上, トライボロジー会議 2011 春, 東京, (2011.5.23), pp. 9-10.

[10] Toshiyuki Takagi, Takanori Takeno, Hiroyuki Miki, Yun Luo, Metal-containing DLC: toward a smart coating on smart materials, THERMEC2011, Quebec City, CANADA (2011.8.1-5), pp. 2014-2019.

[12] 高木敏行, 三木寛之, 竹野貴法, ナノクラスタ金属を分散したダイヤモンドドライカーボンを用いたコーティングとそのセンサ応用, 第 6 回 Clayteam セミナー, 仙台, (2011.9.1).

[13] T.Takeno, T.Ohno, H.Miki, Toshiyuki Takagi: Evaluation of metal-containing diamond-like carbon coatings as a vibration sensor, 15th International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics, Naples, Italy (2011, 9.6-9), OS13.3.

[14] H.Miki, N.Nakayama, H.Takeishi, Toshiyuki Takagi, Friction properties of the molybdenum disulfide dispersed Al-Si-Cu-Mg based composite material prepared by the dynamic molding, 38th LEEDS-LYON SYMPOSIUM ON TRIBOLOGY, LYON, FRANCE (2011.9.6-9)

[15] Masanori Iwaki, Takanori Takeno, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi: Synergetic use of diamond-like carbon coating and multiply-alkylated cyclopentane oil for vacuum boundary lubrication, 38th LEEDS-LYON SYMPOSIUM ON TRIBOLOGY, LYON, FRANCE (2011.9.6-9)

[16] 竹野貴法, 齋藤勇人, 後藤実, Julien Fontaine, 三木寛之, 高木敏行, Michel Belin: 銀を含む非晶質炭素膜を用いた導電性摺動要素, 日本機械学会年次大会, 東京 (2011.9.11-13), S043033.

[17] K.Nishigaki, S.Abe, T.Takeno, H.Miki, Toshiyuki Takagi, K.Adachi: Formation of Nanointerface Using MoS₂-Containing DLC Composite Coatings for Low Friction System in Vacuum, International Tribology Conference, Hiroshima, Japan (2011.10.30-11.3), F1-04.

[18] Z. Fuadi, Toshiyuki Takagi, H. Miki, K. Adachi, The Role of

Asperity Impact on Frictional Sound Generated in Rubbing, International Tribology Conference, Hiroshima 2011, Hiroshima (2011.10.30-11.3)

[19] Pengfei Wang, Takanori Takeno, Koshi Adachi, Hiroyuki Miki and Toshiyuki Takagi: Preparation and tribological characterization of carbon nitride coatings in a RF PECVD-DC PVD hybrid coating process, 8th International Conference on Flow Dynamics (ICFD 2011), Sendai, Japan (2011, 11.9-11), pp. 654-655.

[20] Masanori Iwaki, Takanori Takeno, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi: Improvement of Vacuum Boundary Lubrication Properties of Multiply Alkylated Cyclopentane Oil by the Concurrent use with Diamond-like Carbon Coating, 8th International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.9-11), pp. 650-651.

[19] Takanori Takeno, Masaki Sawano, Pengfei Wang, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi: Deposition and Tribological Behavior of Amorphous Silicon-Carbon Coatings, 8th International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.9-11), pp. 652-653.

[21] Julien Fontaine, Michel Belin, Sandrine Bec, Thierry Le Mogne, Toshiyuki Takagi, Takanori Takeno, Koshi Adachi, Hiroyuki Miki: Tribological Behavior and Electrical Contact Resistance of Metal-containing DLC Coating for Electrically-Conductive Tribo-elements, IFS Collaborative Research Forum (AFI/TFI-2011), Japan (2011.11.10), pp. 128-129.

[22] Hak-Joon Kim, Sung-Jin Song, Sung-Duk Kwon, Toshiyuki Takagi, Hiroyuki Miki, Tetsuya Uchimoto, Evaluation of Thin Coating Layers using Non-Specular Reflection of Rayleigh Waves, IFS Collaborative Research Forum (AFI/TFI-2011), Japan (2011.11.10), pp. 168-169.

[23] Minoru Goto, Kosuke Ito, Hiroyuki Miki, Takanori Takeno: Study of Contact Alignment for the Slider Specimen of Tribometer, IFS Collaborative Research Forum (AFI/TFI-2011), Sendai (2011.11.10), pp.126-127.

[24] 竹野貴法、大野威、三木寛之、高木敏行: ナノクラスタ金属を含む非晶質炭素膜を用いた歪みセンサ, 第25回ダイヤモンドシンポジウム, 産業総合技術研究所 (2011.12.7-9),

[25] 中山遥佑、三木寛之、竹野貴法、高木敏行: Ti 中間層を設けた研磨ダイヤモンド膜とステンレス鋼材間の摩擦特性, 第25回ダイヤモンドシンポジウム (2011.12.8).

[26] Miki Hiroyuki, Takanori Takeno, Minoru Goto, Koshi Adachi, Toshiyuki Takagi: CarbonCoat: Tribologically-based design strategies for advanced carbon coating, 2012 Annual ELyT Workshop, Giens, FRANCE (2012.3.13).

[27] Masanori Iwaki, Hiroshi Shiomi, Takanori Takeno, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi: Tribological behavior of multiply-alkylated cyclopentane oil in the running-in period, 2012 Annual ELyT Workshop 2012 Annual ELyT Workshop, Giens, FRANCE (2012.3.12).

[28] Takanori Takeno, Hayato Saito, Minoru Goto, J.Fontaine, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi, M.Belin, Tribological Behavior of Silver-Carbon Nanocomposite Coatings deposited by CVD-PVD Hybrid Technique, 2012 Annual ELyT Workshop 2012 Annual ELyT Workshop, Giens, FRANCE (2012.3.12).

[29] Pengfei Wang, Takanori Takeno, Koshi Adachi, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi: Tribological Properties of Amorphous Carbon Nitride Coatings Prepared by a CVD-PVD Hybrid Coating Process, 2012 Annual ELyT Workshop 2012 Annual ELyT Workshop, Giens, FRANCE (2012.3.12).

[30] 中山遥佑、三木寛之、竹野貴法、高木敏行: 鋼材上に製膜した多結晶ダイヤモンド膜の耐久性・摺動特性評価, 第25回日本機械学会東北支部 第47期講演会 (2012.3.13).