

Green TriboNet Newsletter

グリーントライボ・ネットワーク・ニュースレター

vol. **3**
MARCH
2013

GRENE : グリーントライボネット シンポジウム開催

2013年2月8日、横浜国立大学教育文化ホールにおいて、「GRENE : グリーントライボネット シンポジウム」が開催されました。代表研究者の栗原和枝・東北大学教授の開会挨拶に続き、永井雅規・文部科学省ナノテクノロジー・材料開発推進室長が本プロジェクトへの期待を話しました。その後、グリーントライボネットの4研究室のこれまでの成果発表と、益子正文・東京工業大学教授と糸魚川文広・名古屋工業大学准教授による特別講演が行われました。

このシンポジウムには、本プロジェクト参加研究室や連携企業のメンバーのほか、「東北発 素材技術先導プロジェクト」超低摩擦技術領域の関係者も参加し、出席者は約100名にのぼりました。先端技術を用いた摩擦現象の計測の成果が次々に発表され、ナノレベル領域での潤滑メカニズム解明に向けて、講演者と来場者との間でホットな議論が交わされました。講演の間の休憩時間や懇親会のときにも、研究者どうしが熱心に情報交換する姿が見られ、本プロジェクトの今後の進展に大きな期待を抱かせるシンポジウムとなりました。

(当日のプログラムと、各講演の概要はp.2をご覧ください。)



会場風景



栗原教授の
開会挨拶



永井室長の
挨拶



質疑応答の一コマ

13:00~13:20

開会の挨拶

東北大学 原子分子材料科学高等研究機構/多元物質科学研究所 栗原和枝 Kazue KURIHARA

「グリーントライボネットへの期待」

文部科学省ナノテクノロジー・材料開発推進室長 永井雅規 Masanori ISHIKAWA

13:20~14:20

研究成果発表 ①



東北大学多元物質科学研究所
講師

水上雅史
Masashi Minakami



同志社大学理工学部
准教授

平山朋子
Tomoko HIRAYAMA

「トライボロジー評価のための
共振ずり測定データ解析」

栗原研究室で開発したナノ共振ずり測定法のデータから、2表面間の液体の摩擦・潤滑特性を評価する方法を開発しました。共振カーブの物理モデル解析により、せん断速度、摩擦力などを求めることができ、Stick-slip摩擦の評価も可能になりました。この方法は、測定条件の調整により、幅広い物質に適用できると考えられます。

「各種分析法から見る油性剤吸着層の
形成・成長プロセス」

潤滑油に添加される油性剤は、表面に物理・化学吸着して摩擦係数を下げる働きをします。よりよい油性剤の開発に役立てるため、油性剤吸着層の形成・破壊プロセスを中性子反射率法など4種類の分析法で調べています。精密な測定により、油性剤分子の挙動について新たな結果が得られ、その解釈を進めつつあります。

14:35~15:35

特別講演



東京工業大学大学院理工学研究科
教授

益子正文
Masabumi Masuko



名古屋工業大学大学院工学研究科
准教授

糸魚川文広
Fumihito ITOIGAWA

「潤滑油添加剤としての高分子化合物
による耐荷重性能付与特性」

長い直鎖アルキル基をもつ油性剤は摩擦表面に吸着し配向することで耐荷重性を発揮しますが、温度が上がると配向が乱れ、潤滑性を失います。そこで、多点吸着高分子を油性剤として使うことを考えました。種々の手法で評価したところ、高温でも摩擦低減作用を維持すること、基油の極性が摩擦低減効果に影響することがわかりました。

「AFMを用いた単分子吸着膜の
力学応答」

液中AFMを用いて、固体表面に吸着した炭化水素分子膜の形状測定と摩擦試験を行っています。孤立した島状吸着膜と連続した吸着膜では、限界荷重以上の繰り返し摺動に対する応答が異なることを見いだしました。この違いは分子の配向に基づいて解釈できるのではと考え、さらに実験を重ねています。

15:50~16:50

研究成果発表 ②



鶴岡工業高等専門学校
教授

佐藤貴哉
Takaya SATO



横浜国立大学大学院環境情報研究院
准教授

中野 健
Ken NAKANO

「イオン液体を利用する
トライボマテリアル」

イオン液体構造を有する濃厚ポリマーブラシが、きわめて低い摩擦係数を示すことを確認しました。ポリマーブラシをシリカ平面で摺動したときの摩擦係数は0.001以下、イオン液体の耐熱性や安定性と相まって実用的な低摩擦表面が構築できました。さらにシリカ微粒子やイオンゲルを用いた低摩擦表面を開発中です。

「液晶の特異なレオロジーを利用した
摩擦係数の自律制御」

低摩擦をめざすには、流体潤滑領域では粘度が下がり、混合潤滑領域では粘度が上がるような潤滑油が理想的です。液晶を基油に用い、摩擦表面につけた膜で液晶が配向を自律的に変えるようにしたことにより、このコンセプトを実現することができました。今後は、期待された摩擦性能を示すかを試験していきます。



新素材・材料創製チーム
物質・材料研究機構
極限トライボロジーグループリーダー

土佐正弘 Masahiro TOSA



酸化亜鉛膜で高効率のベアリングを

金属表面にコーティングされたセラミックス薄膜は、固体潤滑剤として働くことが期待されます。なかでも酸化物薄膜は、大気中や高温でも酸化されず、焼き付きが起りにくいという特徴があります。しかしながら、従来通常の酸化処理膜では所定の潤滑性能が得られませんでした。そこで私たちは、薄膜の結晶構造の配向性を制御することで、環境負荷の小さい酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜をガスタービン用のボールベアリングの潤滑に利用する研究を行っています。

現在、この種のボールベアリングは、大量の潤滑油を循環させることで潤滑と冷却を行っており、固体潤滑は使われていません。私たちの目標は、固体潤滑によってエネルギー効率と寿命を向上させること、そして、環境負荷の大きい潤滑油の使用量を極力減らすことです。

研究ではまず、独自に開発したコンビナトリアルスパッタシステムを用いて、さまざまな蒸着条件で膜厚 $1\mu\text{m}$ 程度の ZnO 薄膜を作製しました。その結果、蒸着時の酸素分圧によって膜の中の支配的な結晶配向が変わることがわかりました。さらに、作製した膜の真空中、大気中、潤滑油中での摩擦特性を調べ、特定の結晶配向 (002) をもつ領域の摩擦係数が低いことを見いだしました。

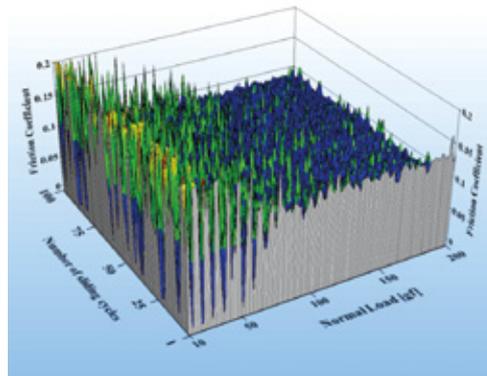
一方、摩擦係数は一般に荷重が小さいと高くなるのですが、ZnO 膜では荷重が小さいときにも摩擦係数が低くなる現象が見られました。これは、おそらく ZnO 膜のピエゾ効果による静電的な反発が原因だろうと考

えています。この現象は、摩擦特性に優れた結晶配向とは異なる結晶配向 (103) の領域で起こることを突き止めました。このため、2つの配向がバランスよく組み合わせられた膜が、優れた摩擦特性を発揮するのです。

本プロジェクトでは、この知見をマイクロガスタービンの実機モデルで検証する計画を進めています。ステンレス製ボールの向きを変えなが

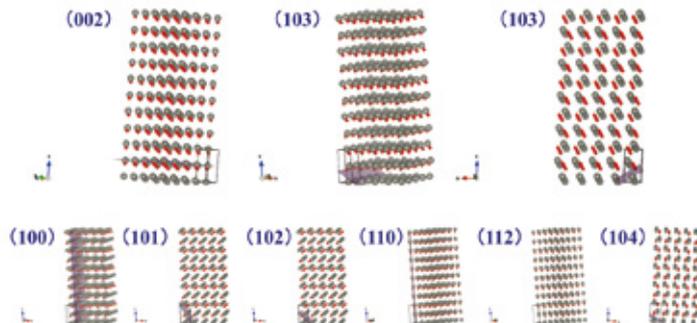
ら蒸着を行って、表面全体に ZnO 膜をつくり、ベアリング試験機で膜の性能を確かめてから、ガスタービン内に設置して試験する予定です。ボール表面に均一に膜をつけられるのか、その膜が平面と同様の性能を示すのか、 400°C と予想される動作温度で膜が剥離しないかなど、課題はたくさんありますが、1つずつ解決していきたいと思っています。

ZnO 膜の摩擦特性



酸素分圧60%の条件でステンレス版の表面にコーティングした ZnO 膜をステンレスのボールでこすったときの摩擦係数。縦軸は摺動回数、横軸は荷重、高さ方向が摩擦係数。ピエゾ作用促進性分子であるパルミチン酸1wt%の環境中で測定したもの。摺動を繰り返しても摩擦係数が低く保たれていることがわかる。低荷重の領域にみられる低摩擦係数は、ZnO 膜のピエゾ効果によると考えられる。

ZnO 膜の結晶配向



ZnO 膜は作成時の条件によってさまざまな結晶配向をとる。このうち、(002)では低い摩擦係数が、さらに、(103)混成ではピエゾ効果によると考えられる低荷重での低摩擦状態が促進される

活動報告

1

東北発 素材技術先導プロジェクト超低摩擦技術領域との連携シンポジウムを開催

2012年10月29日、東北大学片平さくらホールにおいて、本ネットワークと超低摩擦技術領域による連携シンポジウムが開催され、110名を越える参加者がありました。

栗原教授の開会挨拶の後、文部科学省の取り組みについて永井雅規・ナノテクノロジー・材料開発推進室長からお話



会場風景

がありました。さらに、栗原教授と参画企業による超低摩擦技術領域の領域紹介と日本電気(株)の大橋啓之氏による



講演する大西教授

特別講演が行われ、引き続き、本ネットワークのゲストである大西 洋・神戸大学教授による特別講演と森 誠之・岩手大学教授、辻井敬巨・京都大学教授の講演が行われました。大西教授は、原子間力顕微鏡の探針をやわらかくあてることで、固体表面にある液体の構造を調べるといった興味深い研究について話し、トライボロジー研究において界面を「見る」ことの重要性を強調しました。

このシンポジウムは、学のネットワークである本ネットワークと、産学共同の取り組みである超低摩擦技術領域が、知見を共有して研究を推進する活動の第一歩となりました。

活動報告

2

中野研究室ラボツアーを開催

2013年2月8日、横浜国立大学でのGRENE: グリーントライボネット シンポジウムに先立ち、本ネットワークメンバーである中野 健・同大学准教授の研究室を見学するラボツアーが行われました。ネットワーク内の研究室や連携企業などからの参加者が、摩擦現象を発生させる装置や計測する装置など、中野研究室が独自に開発した実験装置を見学したり、研究内容の説明を聞いたりしました。運営委員会委員と文部科学省関係者のラボツアーも別途行われ、合わせて約40名が参加しました。



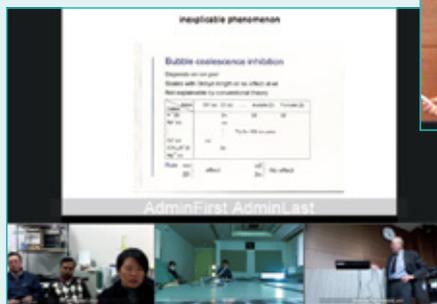
装置の説明を聞く参加者

活動報告

3

GRENE トライボ・ネット セミナーを開催

2013年2月22日に、東北大学片平さくらホールにおいて、標記セミナーを開催しました。Australian National UniversityのBarry W. Ninham教授が“Conceptual Locks and Factual Lacks: Disconnects between Science and Technology and their Consequences”と題して、公益財団法人北九州産業学術推進機構の國武豊喜先生が“地域の産学連携の在り方、北九州のケース”と題して講演し、テレビ会議システムによりネットワーク内の各機関に中継されました。



國武先生の講演 (片平さくらホールにて)

Ninham教授の講演 (テレビ会議システムの画面、右下が教授)