



東北発 素材技術
先導プロジェクト
Tohoku Initiative Materials Technology
Initiative for Reconstruction



東北大学

東北発 素材技術先導プロジェクト

超低摩擦技術領域

Ultra-low Friction Technology Area

Newsletter

January 2017 | Vol.

8

産学官連携シンポジウムを開催

本技術領域では、超低摩擦技術の実用化開発に取り組むとともに、産学官連携による地域支援を活発に行っています。こうした活動を地域の皆様にご紹介し、さらなる復興を推し進める力としていただくため、2016年10月24日、仙台国際センター萩において、東北発 素材技術先導プロジェクト 超低摩擦技術領域 産学官連携シンポジウムを開催しました。

東北大学の矢島敬雅理事、文部科学省研究振興局の尾西晃典氏、本プロジェクトの澤岡昭プログラムディレクターからのご挨拶に続いて、本技術領域代表の栗原和枝教授からプロジェクト活動全体の説明が行われ、その後、6件の講演が行われました。

最初に、ヘルシンキ工科大学（現在のアールト大学）のPer Stenius名誉教授が基調講演を行いました（下欄参照）。国際コロイド・界面科学者連盟（IACIS）の創設メンバーで会長も務め、スウェーデン王立科学アカデミーをはじめとする数々のアカデミーの会員でもあるStenius教授は、科学の側からの技術支援のあり方と、北

欧における産学連携拠点の運営方法と特徴（強みと問題点）を語り、104名の来場者はそれぞれの立場で、今後の活動への示唆を得ることができました。

次に、本技術領域の3つのグループの研究成果が発表され、GRENE事業グリーントライボ・イノベーション・ネットワークの2つのチームからも成果の発表がありました（詳細はp.2参照）。

ポスター発表と技術交流会も行われ、本技術領域のほか、25の企業と3つの関係機関がポスターを出展しました。



会場風景

Industry/Academia Relationships – a personal view



アールト大学名誉教授 Per Stenius

1つの技術が開発される過程は、ロケットのような構造をとっています。1段目は基礎研究で、その一部が2段目の実用化研究に進み、その一部が最後にスピノフします。北欧では、産学の研究者（多くの分野、さまざまな企業）が、期間を決めていっしょに基礎研究を行うコンピテンス・センターが設けられ、同じ目的をもって研究に

取り組むことで素晴らしい成果をあげていますが、期間の終了後や学術的な評価に問題点もあります。一方、企業団体と政府がつくる終身雇用制の研究所もあり、そちらにも長所と短所があります。こうした組織にとって大切なことは、有能な科学者がトップとなり、密接な人間関係を保ち、資金面の手当てをきちんとすることだと考えます。

研究成果発表の概要

本技術領域の油潤滑グループの成果は、トヨタ自動車東日本株式会社の小池亮氏が発表しました。低粘度潤滑油の焼き付きを防ぎ、エンジンの摺動部品の低摩擦化を図るために、金属表面どうしのなじみ、MoDTC（ジアルキルジチオカルバミン酸モリブデン）からMoS₂が生成する反応などのメカニズムをナノレベルで解明したこと、さらに、そうした成果をもとに地域の27企業と議論しながら効果的な材料の技術開発を進めていることが報告されました。

株式会社デンソーの新山泰徳氏は、水潤滑グループを代表して、ダイヤモンドライクカーボンコーティング膜の摩擦特性のメカニズムを解明し、新たな成膜法の開発に活かそうとしていることを報告しました（右ページ参照）。

固体潤滑グループからは、株式会社日立製作所

の小野寺拓氏が発表しました。フッ素樹脂を潤滑材料として用いる際に起こる「移着」のメカニズムを、実験とシミュレーションの組み合わせによって解明したことが報告されました。これは、よりよい樹脂材料の選択に役立つ成果です。

澤岡PDのご挨拶で、「表面化学という理学研究に基づいて低摩擦化技術が開発され、プロジェクトの終盤に向けて急速に成果が蓄積されている」というご指摘がありましたが、3件の発表は、そのことが実感できるものでした。

一方、昨年度末で終了したグリーントライボ・ネットからは、京都大学の辻井敬巨教授が濃厚ポリマーブラシについて、物質・材料研究機構の土佐正弘氏が酸化亜鉛潤滑コーティングについて、成果を発表しました。



小池 亮氏



新山泰徳氏



小野寺拓氏



辻井敬巨 教授



土佐正弘氏

● 地域企業と本技術領域を結ぶ

東経連ビジネスセンターは、東北7県（新潟県を含む）の企業を対象に新規事業の成長を支援する非営利の民間支援組織です。一般社団法人東北経済連合会が域内の産学官と金融に呼びかけて2011年に設立しました。

100人以上の支援専門家を擁し、“Innovation for Growth”をスローガンとして、ILC・加速器産業参入支援事業、産学・企業間連携支援事業、マーケティング・成長戦略支援事業、セールス・マッチ



東経連ビジネスセンター
<http://tokeiren-bc.jp/>

ング支援事業の4つの事業を行っています。

産学・企業間連携支援事業の1つである、新事業開発・アライアンス助成事業は、企業と大学等とのコーディネートを通じて、東北地域の企業の競争力を強化することを目的としており、これまでに40件以上を採択しています。このうち、株式会社大武・ルート工業に対して、本技術領域がネジ供給機の技術開発に協力しています。

研究成果紹介

水潤滑グループ

ダイヤモンドライクカーボン (Diamond-like carbon, DLC) は、ダイヤモンドとグラファイトの中間にあたる材料です。DLCコーティング膜は硬度と耐摩耗性が高く、摩擦係数が低いので、自動車部品や工具など、摺動条件のきびしい表面に使われています。

水潤滑グループでは、DLC膜を廃熱発電システムに応用するための研究開発を行っています。想定しているシステムは、廃熱で水を加熱して蒸気を生成し、蒸気の圧力でピストンを動かすことで電力を得るタイプのもので、ピストンとシリンダーの表面にDLCをコーティングすることで、低摩擦による効率向上と耐久性の向上を図ろうとしています。

DLC膜は、水中では、大気中や油中よりも摩擦係数が下がりますが、摩耗量は多くなることが知られています。廃熱発電システムに用いるには、摩耗量を減らし、摩擦係数もさらに下げなければなりません。そこで、私たちは、①さまざまな条件下でDLC膜の摩擦試験を行って影響因子を明らかにする、②表面分析技術、ナノ界面計測技術を用いて、現象のメカニズムをナノレベルで解明する、③そのメカニズムに基づいて成膜技術を開発するという計画を立て、これまで計画は順調に進んできました。ここでは、代表的な成果をご紹介します。

私たちは、水中で摺動する前に大気中で予め摩擦すること（予滑り）により、摩擦係数が廃熱発電システムに十分なレベルまで下がり、摩耗量も減ることを見いだしました。そこで、

予滑り前後のDLC膜のラマン分析を行ったところ、予滑り後は炭素の二重結合の数が増えています。この結果から、予滑りでDLCの構造がグラファイトに近くなり、軟化し平滑化することで低摩擦・低摩耗が発現したというメカニズムが考えられました。

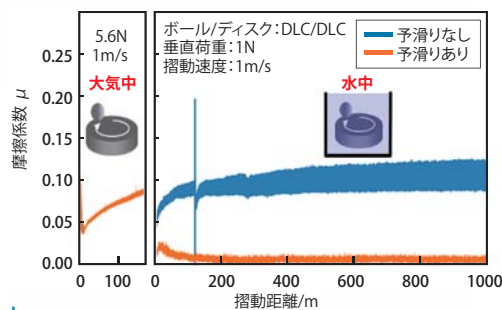
また、水中での摩擦試験後の表面の水の接触角の測定から、予滑りを行ったDLC膜は、行わなかった膜よりも濡れ性が高いことがわかりました。それは予滑りで膜の表面が酸化されて-OHや=Oができ、水が水素結合によって吸着しやすくなったことに要因があると考えられます。膜表面に水が吸着し、固体どうしの接触が減ったことが低摩擦・低摩耗をもたらしたと考えられました。

一方、廃熱発電システムでは、DLC膜が高温の水にさらされることになります。そこで、私たちは、高温水中で摩擦係数を測定できる装置を開発しました。温度を変えて測定した結果、高温ほど摩擦係数が低くなることを見いだしました。摩擦試験後の摩耗痕の解析から、温度が上がると膜の構造変化と親水化が進み、それらが低摩擦に寄与するという、予滑りと同様のメカニズムが考えられました。

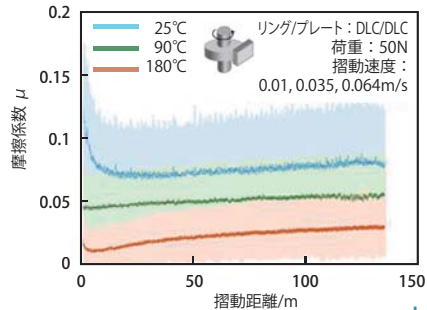
こうして明らかになったメカニズムに基づいて設計指針を立て、成膜法の開発を進めています。DLC膜は化学気相蒸着 (CVD) 法でつくりますが、現在、その条件は経験的に決められており、理論に基づく成膜法の開発は世界で初めてです。よりよい成膜法を確立し、廃熱発電システムの実用化検討につなげたいと考えています。
(貴志 健太郎)

水潤滑下におけるDLC膜の摩擦挙動と、そのメカニズム

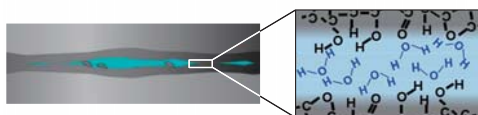
大気中予滑りによる低摩擦発現



180°C水中での低摩擦発現



低摩擦界面を表面分析



- 構造変化 (SP²化) → 軟質層形成、平滑化
- 親水性向上 → 固体接触低減

構造変化促進、親水性向上の有効性を確認

メンバー
自己紹介



私は日立製作所に勤務しており、出張の形で頻りに当拠点を訪れて、研究を行っています。

学生時代の研究テーマは可視光応答型光触媒の開発で、無機材料を開発し、その構造を解析し、触媒性能を評価していました。入社後は、一転して樹脂材料の開発に携わってきました。デバイスの基板に用いられる低誘電損失樹脂材料や、修復性を

もつ樹脂材料、多分岐樹脂などです。また、潤滑油の開発も行ってきました。

当拠点では、樹脂を用いた固体潤滑で低摩擦を実現するため、開発中の材料の摩耗挙動の可視化評価と、摩耗表面の評価に取り組んでいます。評価結果をもとに、よりよい材料づくりをめざしています。

皆さんが言われていることですが、当拠点のいいところは、大学の方たちや他の会社の方たちとコミュニケーションをとることができ、また、さまざまな装置が利用できることです。そのおかげで、常駐ではありませんでしたが、密度の濃い研究開発を行うことができました。

このプロジェクトも残りわずかとなりましたが、当拠点で解明した現象のメカニズムをベースにして、今後も新しい材料の開発にトライしていきたいと思っています。

トピックス Topics

支援企業が新聞に登場！

東北地方のブロック紙として広く読まれている河北新報に、当拠点が技術支援する企業が相次いで取り上げられました。

8月に「きらりこの技ー東北のものづくり」という連載記事の第1回に登場したのは、株式会社ティ・ディ・シーです。記事では、同社がもつ世界最高水準の鏡面研磨技術が、小惑星探査機「はやぶさ2」のサンプル回収カプセル内面の研磨に使われたことや、そうした技術がどのように培われたかが、赤羽優子社長の言葉を引きながら詳しく紹介されました。

次いで、9月には、「復興庁『ハンズオン支援事業』からー『新しい東北』の創造」という特集記事で、KFアテイン株式

会社の川又貴仁代表取締役が紹介されました。東日本大震災で社屋と工場が水没するという被害に会いながらも、宮城県や東北大学などの支援を受けつつ、除雪車用の滑雪塗料「雪王」、屋根用の「陸王」を開発してきた経緯と、今後に向けての決意が語られています。

産学官連携フェアに出展！

2016年11月29日に仙台国際センターで開催された「産学官連携フェア 2016 みやぎ」において、本技術領域の展示を行いました。研究内容や地域企業の復興支援の状況を来場者に説明しました。



編集・発行

文部科学省・復興庁 素材技術研究開発拠点形成事業

東北発 素材技術先導プロジェクト 超低摩擦技術領域

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-10 東北大学未来科学技術共同研究センター
東北発 素材技術先導プロジェクト 超低摩擦技術領域拠点 事務室

TEL : 022-795-4131 FAX : 022-795-4310 E-mail : tribology@niche.tohoku.ac.jp

<http://www.tohoku-timt.net/tribology/>