



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



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

March 2016 Vol.

7

2つのシンポジウムを開催

2015年11月と12月にシンポジウムを開催しました。

11月4日にはホテルメトロポリタン仙台で、GRENE事業グリーントライボ・イノベーション・ネットワークとの連携シンポジウムを開催しました。文部科学省の尾西晃典氏、東北大学の伊藤貞嘉理事のご挨拶のあと、今年度で終了するグリーン・トライボネットの研究成果発表が9件行われました。参加者は132名でした。

講演会場の隣に設けられた会場には、70枚近いポスターが展示されました。本技術領域とグリーン・トライボネットの各グループ(チーム)のポスターからは、両プロジェクトが着実に研究成果を生み出していることが示され、また、地域を中心とする企業(24社)と宮城県産業技術総合センターなど地域の公的機関(4機関)からのポスターからは、本技術領域の地域連携活動が経済復興に貢献しているようすが読み取れました。



GRENEとの連携シンポジウム(11月4日)の会場風景

この会場では技術交流会も開かれ、基礎研究の成果を応用につなげようとしているグリーン・トライボネットの研究者、本技術領域で実用化研究に取り組む研究者、製品開発上の具体的な課題の解決を模索する企業が互いに刺激を受ける、貴重な交流の場となりました。

一方、12月9日には、仙台国際センターにおいて東北発 素材技術先導プロジェクト 第4回シンポジウムが開催されました。参加者は105名でした。本技術領域の澤岡昭プログラムディレクターが基調講演を行った後、各技術領域が進捗状況、研究成果、産業界における技術開発などについて報告しました。本技術領域からは、代表の栗原和枝教授が成果報告を行い、経済産業省「戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン事業)」に採択され、本技術領域の支援を受けて技術開発を進めている株式会社ティ・デイ・シーの赤羽優子氏が、「半導体の低価格化に貢献する、多結晶炭化ケイ素(SiC)の研磨の高度化・高速化・大口径化技術確立と装置開発」と題して講演しました。



東北発 素材技術先導プロジェクトシンポジウム(12月9日)で講演する赤羽優子氏

本技術領域の支援を受けて技術開発を進めている株式会社ティ・デイ・シーの赤羽優子氏が、「半導体の低価格化に貢献する、多結晶炭化ケイ素(SiC)の研磨の高度化・高速化・大口径化技術確立と装置開発」と題して講演しました。



同技術交流会

支援している企業のご紹介

本技術領域では、地域の産業復興に資するため、東北経済産業局、東北経済連合会（ビジネスセンター）、宮城県産業技術総合センターを通じて、地域企業が抱えている技術課題の解決に協力しています。ここでは、支援している企業とその技術をご紹介します。

● KFアテイン（株）

KFアテインは、2005年にスキー用ワックスの製造からスタートした仙台市の塗料メーカーです。船底に海洋生物が付着するのを防ぐ塗料用添加剤「海王」を開発し、売り上げも順調でしたが、東日本大震災で事務所を失ったうえに、漁業が打撃を受けたことから海王の売り上げも激減しました。震災後、業績回復を期して新たに開発したのが、除雪車のショベル用塗料「雪王」です。雪王は、従来品に比べ

て塗膜の滑り性が高く雪が付着しにくい
ため、除雪作業の効率が格段に上がります。さらに、その塗膜が丈夫ではがれにくい
ため、塗り替え回数も少なくて済みます。しかし、塗布後の乾燥にかかる時間が長いという難点がありました。そこで、本技術領域は、宮城県産業技術総合センター、KFアテインとの3者連携研究を2014年から開始し、雪王の効果を評価するとともに発現機構を解明しました。その結果をもとに、同社は滑り性は保持したまま乾

燥時間の短い塗料の開発に成功し、さらに品質を高めるための3者連携研究が続いています。



雪が付着しにくくなる塗料「雪王」

● (株)大武・ルート工業

大武・ルート工業は木工加工機のメーカーとして1968年に岩手県一関市で創業しました。その後、おもに医療用の高性能ランニングマシンを製造・販売してきましたが、1996年に自動ネジ供給機の分野に参入しました。当時の既存品はネジをフォークですくい上げ、自重で落下させる方式だったため、ネジが詰まりやすく、扱えるネジのサイズも限られていました。これらを解決するため、同社は

モーターの振動でネジを水平搬送させるというまったく新しい方式を開発。これが高い評価を得て、現在は国内で5割を超えるシェアを誇り、輸出先も30カ国以上にのびます。最近では、スマートフォンなど



自動ネジ供給機に使われるローラー

に使われる微細なネジ向けの新製品開発に注力しており、その一環として、直径0.5mm未満のネジとレールの間の摩擦特性を解明したいと考え、昨年、東経連ビジネスセンターの「新事業開発・アライアンス助成事業」に応募して採択されました。この事業で、本技術領域は高精度の摩擦測定などを行って同社を支援しており、同社は、測定データをもとに、微細なネジを安定して供給できる装置の設計を進めています。

● (株)ティ・ディ・シー

ティ・ディ・シーは、本社が宮城県の利府町にあり、1989年の設立以来、超精密研磨と超精密加工を行ってきました。セラミック、金属、樹脂などを、表面の凹凸が1nm以下になるまで研磨する独自技術をもち、さまざまな分野のものづくりに貢献しています。この蓄積を活かした半導体研磨技術の開発が、2015年7月に、経済産業省「戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）」に採択されました。炭

化ケイ素（SiC）パワー半導体は、電力変換用途を中心に需要が拡大すると予想されていますが、製造コストを抑えるために多結晶基板に単結晶を貼り合わせる手法があり、表面が平滑な多結晶・単結晶基板の量産技術が求められています。同社はサポイン事業で、多結晶基板表面を面粗さRa0.3nm以下にまで研磨する技術と装置を開発中で、研磨後の表面の評価などに本技術領域が協力しています。大口径の基板を高速で処理できる装置を完成さ

せ、高品質な基板の量産を可能にすることが目標です。



さまざまな材質に対応し、ナノオーダーの品質保証をしている研磨技術

研究成果紹介

固体潤滑グループ

コンプレッサーなど産業機器の摺動部には、フッ素樹脂が広く使われています。フッ素樹脂を用いることで、摺動部をオイルフリー化できるなどのメリットがありますが、耐久性が課題でした。フッ素樹脂は相手面に移着することで潤滑性を生み出しますが、移着膜がきちんと形成されないと、摩耗が起これるのです。そこで、固体潤滑グループでは、摩耗のメカニズムを分子レベルで解明し、その結果をもとに、耐久性に優れた材料の開発を進めています。

これまでに、代表的なフッ素樹脂であるポリ四フッ化エチレン (PTFE) とアルミニウム (Al) の組み合わせを対象として、3つのシミュレーションと検証実験を行ってきました。

まず、PTFEとAlとの摩擦界面で起きるトライボケミカル反応を理解するため、結晶性PTFEと酸化Alとに摩擦を与えた際の分子の挙動を、分子動力学 (MD) シミュレーションしました。これは、PTFE-Al系で初の「量子論に基づいたMD計算」であり、非常に精度の高いものです。その結果、表面のAl原子がルイス酸として機能し、PTFEからF原子を引き抜くトライボケミカル反応が起きることが明らかになり、実験でも確かめられました。

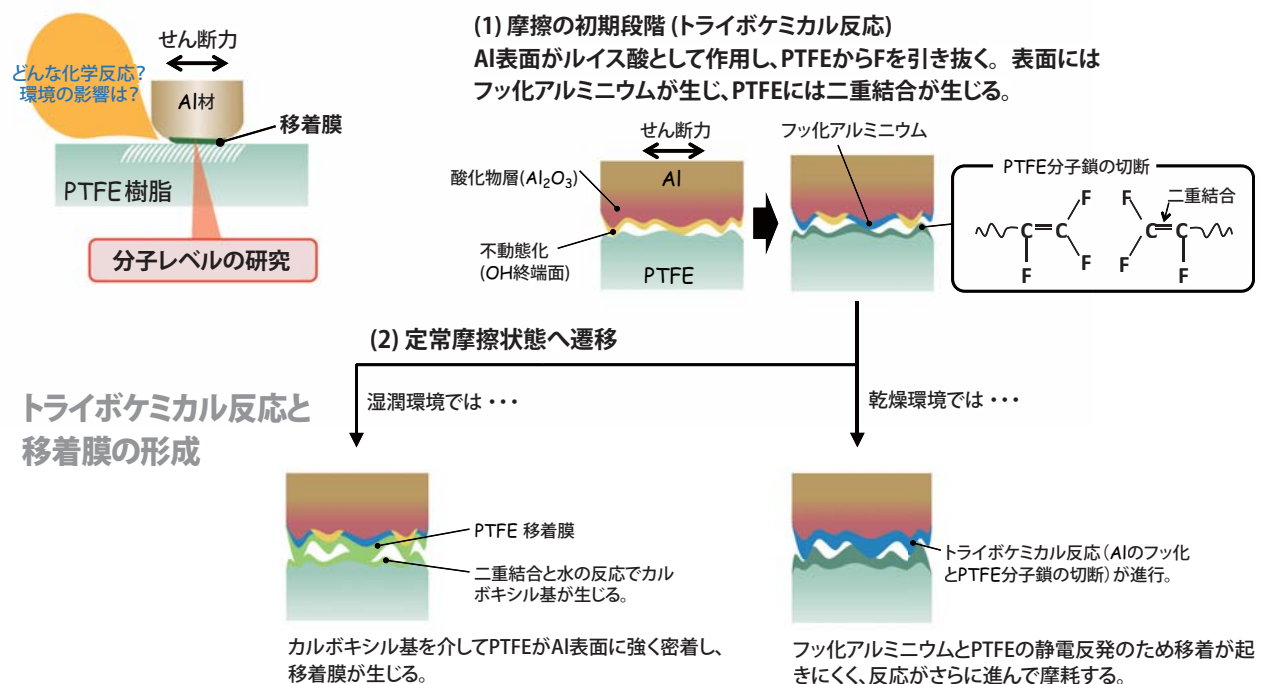
次に、反応で生じたフッ化アルミニウムが移着現象にどのような影響を与えるかを調べるため、フッ化表面へのPTFE移着をシミュレーションで確かめたところ、移着が起きにくい結果

が得られました。フッ化アルミニウムとPTFEの間の静電反発により、移着が起これにくくなるのです。

一方、湿潤な環境ではPTFEの摩耗が少ないことが知られています。そこで、PTFEからF原子が引き抜かれた結果生じる二重結合と水分子との間の化学反応を計算したところ、カルボキシル基が生じ、Al面にしっかりと密着することがわかりました。つまり、水があると移着膜が形成されやすく、摩耗が抑制されるのです。逆に、乾燥環境では、フッ化アルミニウムの生成反応が進みやすくなります。

さらに、フッ化アルミニウムが生じる反応の起これやすさと摩耗の関係を検討しました。同じアルミニウムの酸化面であっても、 γ - Al_2O_3 が α - Al_2O_3 よりもフッ化アルミニウムを生じやすいことを計算と実験で確かめた上で、摩擦試験を行いました。表面の化学分析から、反応を起こしにくい α - Al_2O_3 表面では移着膜が安定して形成され、摩耗が少ないのに対し、 γ - Al_2O_3 表面では移着膜があまり形成されず、多くの摩耗粉が発生することがわかりました。

以上の結果から、フッ化アルミニウムの生成を抑えることが、摩耗耐久性を向上する上で重要であることが示されました。そのためには、フッ素樹脂の相手面にフッ素との化学的親和性の低い材料を用いるなどの施策が考えられます。この方針に沿って、さまざまな材料の摩耗特性を評価しており、今後は実機試験を推進していく予定です。 (小野寺 拓)



メンバー自己紹介



基盤技術
DAISUKE SHIRASAWA
白澤大輔

私の大学院時代(修士・博士)の研究テーマは、摩擦とはあまり縁のないものでした。金のナノ粒子の合成法として、金イオンの溶液にパルスレーザーをあててレーザー誘起相分離を起こさせ、そのときにできる微小構造を利用する方法があります。この

方法で生成する金のナノ粒子の物性を調べ、生成メカニズムについて研究していました。

当拠点では、共振ずり測定や摩擦試験機を用いて潤滑油の摩擦特性を評価し、低摩擦に必要な潤滑油組成等について検討しています。新たな分野に飛び込んだので、はじめは専門知識の欠落を補うのに苦労しましたが、いまでは、技術の幅が広がることをうれしく思っています。また、これまではなかなか使えなかったような最先端の装置がたくさんあることも、新鮮に感じています。

時間に限りがある大きなプロジェクトの中にいるので、研究効率を強く意識しながら研究を進めなければいけないのが大変ですが、これからも努力を続けたいと思います。



基盤技術
PHAN THI NHU QUYNH
ファン ティ ニュ
クイン

I received a Monbukagakusho scholarship for studying master and doctor courses in Physics Department, Graduate School of Science, Tohoku University. I was impressed with both serious academic attitude in university and peaceful society in Sendai city. My doctoral thesis was focused on electronic ground state of organic intercalation compound which is a very fundamental subject in Physics and Material Science. After my graduation, I have joined TIMT project which gives me a lot of experience of combination between fundamental science and application technology.

The aim of my research is studying the mechanism of MoS₂ formation which provides us information to modify conditions of reaction and extend application of Mo-containing additives. The formation has been investigated by employing Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Raman, X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), and tribometer measurements. Because of the specific and distinct target, it is necessary for me to propose a focus research plan.

私は文部科学省の奨学金を受けて、修士課程から東北大学に留学しました。大学では誰もが学問に真剣であり、仙台の街は平和であることに感銘を受けました。専攻は物理で、有機層間化合物の電子基底状態という基礎的な問題について研究し、博士号を取得しました。大学院修了後、当拠点に参加し、基礎科学をいかに技術に応用するかという貴重な経験をしています。

研究の目的は、MoS₂の形成メカニズムを明らかにして、Mo含有添加剤の反応条件を改善し、応用範囲を広げるのに役立てることです。形成過程を明らかにするため、FTIR、ラマン、XPS、摩擦試験機などを用いています。目的は明確なので、しっかりした研究プランを提案しなければと思っています。

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/>