



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

October | Vol.

4

東北発 素材技術先導プロジェクト 第3回 シンポジウム開催

2014年7月28日、仙台国際センターにおいて本プロジェクトの第3回シンポジウムが開催されました。産業技術総合研究所、東北大学、物質・材料研究機構が主催した「材料フェスタin仙台」との同時開催で、材料技術の革新で東日本の復興に貢献する本プロジェクトを強く印象づけるものとなりました。参加者は約200名でした。

開会挨拶、文部科学省大臣官房審議官の山脇



会場風景



パネルディスカッション

澤岡昭プログラムディレクター(左)がコーディネーターとなり、5人のパネリストと3領域の研究代表者が参加した。

良雄氏による来賓挨拶に続き、本技術領域研究代表者の栗原和枝教授(下)をはじめ、3領域の研究代表者から進捗状況と成果が報告されました。また、「地域連携・産業化拠点形成に向けての発進」と題してパネルディスカッションが行われ、地域連携・産業化へと歩を進めている本プロジェクトの今後について議論が交わされました。各領域を紹介するポスター展示と情報交換会も行われ、本プロジェクトの研究者と産業界からの参加者の交流が図られました。

※シンポジウムの映像は以下で公開されています。

http://tohoku-timt.net/report/symposium_3rd/index.html

突出した成果と地域貢献を

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 教授

栗原和枝

超低摩擦技術領域では、油潤滑、水潤滑、固体潤滑のそれぞれについて技術課題を立てています。そして、基盤研究として、最先端の装置と研究手法を開発・提供することで、それらの課題の解決と新技術の創出を目指してきました。スタートから3年目となり、世界初の摩擦面その場観察用XPS装置が所定の性能を達成するなど基盤研究が着実に成果をあげ、各技術課題について分子・原子レベルでの機構解明が進んでいます。今後は、参画企業からの研究者と大学の研究者が協働する分野融合研究をさらに展開し、実用的な成果を出していきたいと思っています。

その一方で、地域との連携を深めることに注力しています。その1つは、試験片を東北地域の11社に発注していることです。試験片の特性値を測定し、納入企業にデータをフィードバックして基盤技術の形成に協力してい



講演する栗原教授

ます。もう1つは、本技術領域に整備された先端機器の地域企業への共用です。特に、宮城県産業技術総合センターと密接に連携することで、機器の共用が活発になり、摩擦や表面・界面評価に関する技術相談にも一緒に対応しています。さらに、東北地方の中小企業、宮城県産業技術総合センターと本技術領域の三者連携による共同研究も検討中です。これらにより、東北復興に貢献できればと考えています。

メンバー自己紹介



本技術領域では、固体潤滑の領域である樹脂材をベースとした高分子トライボマテリアルの開発に従事しています。具体的には、PTFE(ポリ四フッ化エチレン)を母材とした複合材のトライボケミカル現象の解明と、それらの知見をベースとした複合材の設計指針確立を目指しています。分子シミュレーションの共同研究者と連携して研究を推進しています。

こちらに来ると、会社での雑用に追われず、実験に集中できます。ただし、東日本大震災以降、常磐線で直接日立から仙台に移動することができず、片道3時間以上かかっています。

学部、修士の3年間は、境界潤滑下における潤滑油中の溶存酸素と摺動特性との関係や潤滑性を向上させる添加剤(油性剤)の作用メカニズムについて研究し、入社してからは、27年間ハードディスク用潤滑剤の開発に従事してきました。樹脂材のトライボロジーは、自分にとって新しい領域であり、いろいろと勉強になります。オリジナリティに溢れる新しい高分子トライボマテリアルの開発を目指したいと思います。

学生時代は低温物理学(実験)を専攻し、超流動ヘリウム3という超低温(0.001K以下)で粘性がゼロになる液体を用いた研究をしていました。入社後は、超電導応用機器からナノメートルの精度で動く精密機器まで、幅広く業務に携わってきました。

トライボロジーを専門とするきっかけは精密機器の開発に携わったからです。本技術領域では、オイルフリー摺動材という、潤滑油を用いない金属-樹脂摺動材の低摩擦・低摩耗に関する研究を行っています。

同じ分野で研究している他の会社の人と親しくなれることが、この拠点の魅力です。仙台は街並み、食事、人、雪も含めすべて好印象で、細かいところでは、水道水が旨いと感動したことがあります。

今回の参加により、オイルフリー摺動材における摩擦摩耗のメカニズムをより深いレベルで解明して、そこから今の材料の限界を超えたものを開発し、環境に優しいオイルフリー摺動材の適用範囲を広げたいと思っています。

学部・修士・博士の7年間、トライボロジー現象解明のためのシミュレーション手法を開発してきました。また、それを応用して、自動車用エンジンオイルの研究をしてきました。現在も、様々なトライボロジー材料をターゲットとして、研究を継続しています。

機械的にモノとモノが擦れ合う界面では、通常は高温・高圧下でしか起きない化学反応が生じ、例えばプラスチックと金属の界面で、プラスチックよりもはるかに硬い金属が摩耗することがあります。そこで本技術領域では、電子・原子・分子レベルのシミュレーションを活用し、摩擦界面で本質的な化学現象を研究しています。また、得られた知見から低摩擦化や低摩耗化に有益な材料を提案し、実験研究にフィードバックしています。

トライボロジーは発電など社会インフラにも直結するキー技術です。本プロジェクトで使用できる計算リソースや実験で得た知識を十分に生かし、社会に還元できる革新的トライボロジー技術を創り上げたいと思っています。

参画企業から

超低摩擦技術への期待

トライボロジーは、様々な工業製品の信頼性を支える重要な基盤技術です。「固体潤滑」の一つである樹脂を母材とした摺動材料(高分子トライボマテリアル)は、環境保護や省エネの観点からも注目されており、今後も

様々な摺動部品への展開が期待されています。

本プロジェクトで得られる先駆的な研究成果が東北の復興と産業界の発展に貢献することを期待しています。

株式会社日立製作所 日立研究所
材料研究センター 材料応用研究部長

村上 元

実験室・設備紹介

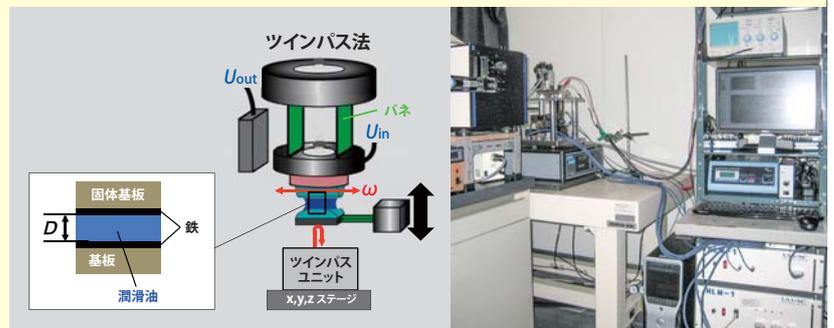
ツインパス型共振ずり測定装置

片平キャンパスにある多元物質科学研究所材料・物性総合研究棟には、栗原研究室が長年にわたって開発してきた共振ずり測定装置が何台もあります。

共振ずり装置は、2つの表面間に働く相互作用力の距離依存性を測定する表面力装置を基本とするもので、直交する円筒状の表面の間に液体を挟んで測定を行います。表面間の距離は、マイクロメートルオーダーからゼロ（表面どうしが接触）までシームレスに変えることができます。様々な表面間距離で、上側の表面を左右に正弦振動させ、その周波数 ω を挿引して共振カーブを測定します。このカーブから、液体の粘度が表面間距離によってどのように変わることがわかります。また、物理モデルを用いてカーブを解析することにより、液体の中の分子の存在状態や、潤滑機構を解明することができます。

従来の装置では、表面間の距離を測定する

のに白色光を透過させる必要があったため、石英の円筒状基板の表面に雲母を貼り付け、それを表面として使用していました。しかし、2008年に開発したツインパス型共振ずり測定装置では、レーザー光を回折格子で2つに分け、下側の円筒の下面と、参照光用ミラーでそれぞれ反射させて干渉光強度から距離を測定します。光を透過させなくてもすむため、不透明な表面についての測定が可能になりました。摩擦現象の「現場」として重要な金属表面での測定が行えるため、ツインパス型共振ずり測定装置は、本技術領域の研究開発に威力を発揮しています。



ツインパス型共振ずり測定装置の模式図と外観

超低摩擦基礎知識

転がり軸受における摩擦低減

地球環境保護の観点から省エネ、省資源が求められる現代において、自動車や生産設備工場から排出されるCO₂などによる大気汚染が大きな課題となっている。自動車業界では、1990年代後半から電動モータ駆動を利用したエコカーの普及により、CO₂排出量が減少傾向を示しているものの、依然として高い。

そのため、電動モータの低トルク化による電力量削減対策が行われており、特にグリースは、その構成成分を最適化する研究・開発が行われている。ここでは、転がり軸受に使用されるグリースについて、低トルク化の考え方を紹介したい。

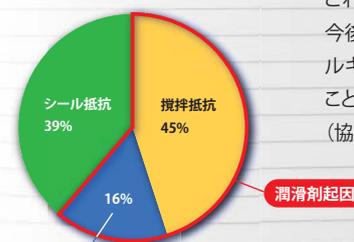
転がり軸受の回転トルクは、軸受内の摩擦抵抗によるもので、主な発生要因にはグリースの攪拌抵抗、転がり粘性抵抗、シール抵抗がある(図)。中でもグリースが大きく関わるのは、転動体と転走面間の弾性流体潤滑下で発生する転がり粘性抵抗と、転動体と保持器間で発生する攪拌抵抗である。いずれもグリースの基油粘度に大きく依存するが、低粘度基油の使用は、油膜厚さ低下による転がり疲れ寿命低下を招くという不具合があった。そのため、最近では低粘度化に頼らない低トルク化技術が求められている。

潤滑方式の観点から考えると、油潤滑では、転がり速度に比例

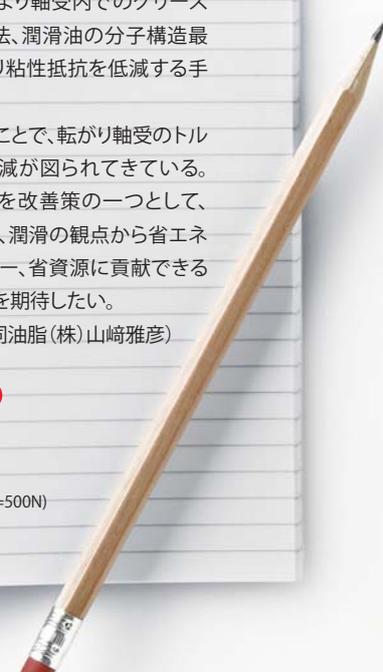
して油膜厚さが変化するため、極低速域では金属接触によるトルク上昇が避けられない。しかしグリース潤滑では、極低速域においても弾性流体潤滑膜を形成し、金属接触を防ぐことで軸受の摩擦トルクを低減することが明らかになってきた。また、構成成分である増ちょう剤の量を低減してグリースの攪拌抵抗を低減する手法や、増ちょう剤粒子形状の最適化により軸受内でのグリース挙動を改善して攪拌抵抗を低減する手法、潤滑油の分子構造最適化によるトラクション低減により転がり粘性抵抗を低減する手法が取られている。

このように、グリースの最適設計を行うことで、転がり軸受のトルク低減が図られてきている。これを改善策の一つとして、今後、潤滑の観点から省エネルギー、省資源に貢献できることを期待したい。
(協同油脂(株)山崎雅彦)

図 転がり軸受のトルク発生寄与率



転がり粘性抵抗/すべり抵抗
(軸受6204接触シール、回転速度800rpm、荷重Fa=500N)



関係者から一言

環境を生かした 活動を期待

未来科学技術共同研究センター (NICHe)
副センター長

長谷川史彦
(東北大学教授)



本プロジェクトは、栗原先生が代表となり設立した部局融合型のナノテク・低炭素化材料技術研究会が基盤となり、NICHeに発足しました。産学から様々な専門の研究者・技術者が集まり、ナノテクノロジーを活用する先端研究がなされています。自動車をはじめとする各産業技術に貢献する社会的に重要な復興プロジェクトであり、NICHeの環境を十分に活用する活動を期待しています。

一丸となって 運営を支援

未来科学技術共同研究センター (NICHe)
開発企画部事務室長

吉田幹雄



本プロジェクトの活動拠点として、NICHeに研究設備が整備され、東北大学の研究者と企業からの技術者による産学協働の低摩擦研究が進められています。復興プロジェクトであり、東北地域からの期待が大きいので、NICHe事務室も一丸となり、プロジェクトの運営をこれからも全面的に支援していきたいと思っています。

トピックス Topics

超低摩擦技術セミナー開催!

2014年6月10日、宮城県産業技術総合センターにおいて、超低摩擦技術セミナー「新産業を拓く表面・界面・摩擦の世界」を、同センターと共同で開催しました。宮城県を中心に27の企業から34名が参加し、全体では30の企業・機関から74名の参加がありました。

栗原教授は、本技術領域を説明する講演の中で、基礎的な研究成果が企業の営業活動に役立った例を紹介し、参加者の関心を集めました。これは、白石工業(株)からの社会人ドクターが、シーラント用の粘度調整剤として使われるDOPゾルの粘度増大メカニ

ズムを、共振ずり測定法で解明したという成果です。同社はこのメカニズムを前面に出した営業戦略で、ヨーロッパでのシェアをゼロから一気に拡大しました。

また、足立幸志教授が摩擦の意義と役割を、動画を交えてわかりやすく説明し、好評でした。装置の共用についての説明やポスターセッション、技術相談も行われました。2回目のセミナーが東北大学で開催されることも決定しています。



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/>