

# 広がる分野融合研究

## 低摩擦技術の進展に向けて

目に見えない摩擦現象をナノレベルでとらえ、低摩擦技術の開発につなげる取り組みが進んでいる。材料や計測、機械など各分野の研究者がネットワークを構築。分野融合研究による「摩擦を科学する」学問領域となるトライボロジーの進展が期待されている。新規潤滑システムへの応用を目指すポリマーブラシやゲルなどの軟らかい素材、無機酸化コーティングなどの界面評価による実用化に向けた新たな設計指針が生まれてもいる。エネルギーの最大活用に向けた分野融合研究が広がっている。

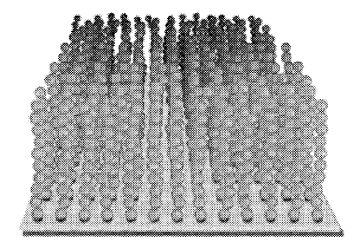
### 機械システムに新しいシナリオを

11研究室が参画

機械の性能劣化、損傷、寿命の原因はその大部分が表面・接触面E「事業の一環として由来する」という。摩擦、グリーントライボロジーの制御は機械システムのエネルギー効率向上、長寿命化につながる。また複雑な摩擦減現象を説明していくには、多分野の研究者が手を組むのが欠かせない。

エネルギーの最大活用に向けた「グリーントライボロジー」の先端技術開発において、2015年度末には一つの融合研究プロジェクトが5年間の取り組みを終えた。文部科学省の「グリーン・ネット

### ポリマーブラシ厚膜化 潤滑システムへ応用進む



「機械系との連携で、実際に機械システムに使えるんじゃないか。実験試験から確認した。試験からは300μm程度の面圧に耐える結果を得た。摺動回数は1万回を達成した。シール材や入り口が見えなくなった。潤滑システムへの応用に取組んでおり、リビングラシカル重合と呼ぶ方法で基板に長さを変えてポリマーを成長させることを可能にした。従来法よりポリマー鎖を10倍以上伸ばすことに成功した。膜厚は最新のデータでは5μmを達成している。

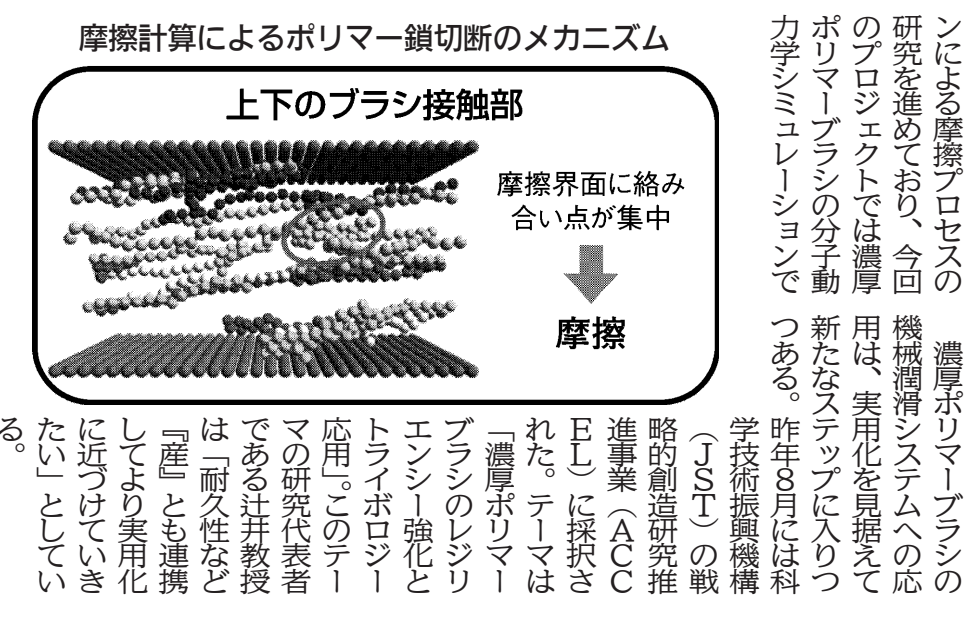
濃厚ポリマーブラシ(CPB)を溶媒に膨張させ、向かい合わせて摺動すると摩擦係数は境界潤滑領域で優れた特性を示す。機械システムに使うには、ポリマーの厚膜化は、ブラシが削り取られることを防ぐことにつながる。東北大学多元物質科学研究所の栗原和枝教授は、厚膜化したCPBがマクロ接触下でも低摩擦性と耐久性があることを実証試験から確認した。

率法による構造解析と各種摩擦試験を実施した。結果からは親油性ポリマーブラシを形成することで、潤滑油下での摩擦係数を大幅に低下させることが分かった。将来に向けてはハードディスクドライブの消費電力低減などに役立つ技術としての進化が見込めるとい

ポリマーブラシの機能構造評価では、計算科学との連携も深まっている。東北大学金属材料研究所の久保百司教授は、摩擦現象を計算科学でシミュレーションにより材料・実験チームを支援する考えで、低摩擦に最適な条件の探索に乗り出した。久保教授は分子動力学シミュレーションによる摩擦プロセスの研究を進めており、今回のプロジェクトでは濃厚ポリマーブラシの分子動力学シミュレーションで、昨年8月には科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業(ACCE)に採択された。チームは「濃厚ポリマーブラシのレジリエンシー強化とトライボロジー応用」のテーマである辻井教授は「耐久性など『産』とも連携してより実用化に近づけていきたい」としている。

「界面潤滑による低摩擦革新技術の開発と人材育成を目指すネットワークを構築することになった。ネットワークを通じて、界面科学を基盤として材料と機械システムを統合的に理解し、研究開発を展開できる人材育成を目指した」

「また背景としては、低炭素社会への貢献があった。家庭によるエネルギー消費の約1割が摩擦損失で失われているとの報告もある。目立ちは、摩擦や摩擦の制御は、



「摩擦計算によるポリマー鎖切断のメカニズム」

### 世界最高強度ゲル 多角的に特性評価し改善



ソフトかつウエットな材料のゲル。水を含むゲルは低い摩擦係数を持つことが知られている。ダブルネットワークゲル(DN)は、性質の異なる種類のゲルを組み合わせた世界最高強度のゲル。90%以上の水を含んでも車で踏んでも壊れない強度を持つ。

高専の佐藤貴哉教授らと取り組んだ。イオン液体ゲルは80度C、1000回の繰り返し測定後も低摩擦を維持。従来のゲルでは難しかった高温使用、真空使用の可能性を研究では、ゲルの専門家である山形大学の古川英光教授らがDNゲルを調製し、各研究グループにサンプルを供給。多角的にゲルの摩擦特性評価を進めた。各種評価から「ゲルを機械に適用するさまざまな問題も見えてきた」という。

ゲルシール材の評価に特化した摺動・回転トルク同時測定装置

基板(ガラス、金属など)に固定する技術も開発した。基材に固定化したゲル素アノードと共有結合によりDNゲルを固定化する技術も確立した。特許も取得し、ゲルの適用範囲を広げている。佐藤教授は「実用化に向けた連携に力を入れている」としている。

古川研究室と佐藤研究室との共同で、ゲルを摩擦材料として使ったためのサンプルを供給。最大の課題だったゲルを、これを踏まえ、東北大学の足立幸志教授らと共同で、ゲルシール材の評価に適した摺動・回転トルク同時測定装置も開発した。独自のスマートな潤滑システムも提案している。粘着度を自律制御する液潤滑システムで、将来は風力発電のタービンなどへの利用を目指しているという。

### 無機酸化物コーティング

### ベアリングに適用し発電機に

酸化亜鉛(ZnO)存在する材料。酸化亜鉛コーティングの結晶配向制御による低摩擦現象を示す実験データが物質・材料研究機構(NIMS)に示された。

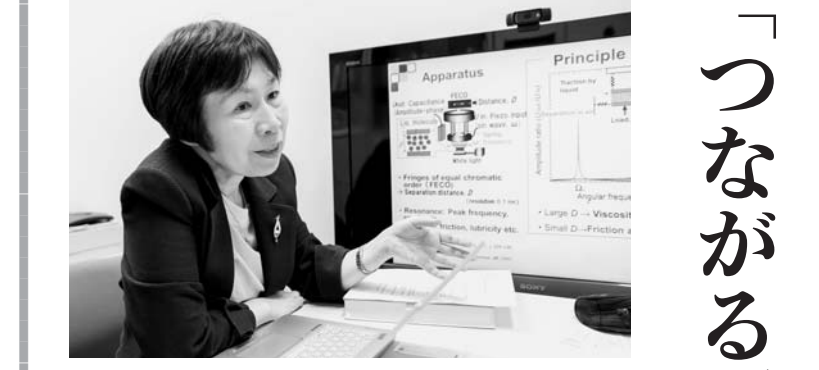
分野融合研究ネットワークに加わったNIMSの構造材料研究拠点トライボロジーグループの土佐正弘グループリーダーは、酸化亜鉛コーティングの結晶配向制御による低摩擦現象を示す実験データが物質・材料研究機構(NIMS)に示された。

NIMSの後藤真宏主任研究員と佐々木道子NIMSポスドク研究員、東北大学多元物質研究所の栗原和枝教授らと共同で、酸化亜鉛コーティングの結晶配向制御による低摩擦現象を示す実験データが物質・材料研究機構(NIMS)に示された。

### INTERVIEW 東北大学 多元物質科学研究所教授 栗原 和枝氏

文部科学省のGREENE事業の一環として、15年度末に分野融合研究による「グリーントライボロジー」の5年間の取り組みが終了した。代表研究者を務めた東北大学多元物質科学研究所の栗原和枝教授に総合的な成果などを聞いた。

「このネットワークのミッションはどこにあったのか。――」



「界面潤滑による低摩擦革新技術の開発と人材育成を目指すネットワークを構築することになった。ネットワークを通じて、界面科学を基盤として材料と機械システムを統合的に理解し、研究開発を展開できる人材育成を目指した」

「また背景としては、低炭素社会への貢献があった。家庭によるエネルギー消費の約1割が摩擦損失で失われているとの報告もある。目立ちは、摩擦や摩擦の制御は、

### 材料から機械まで「つながる研究」に

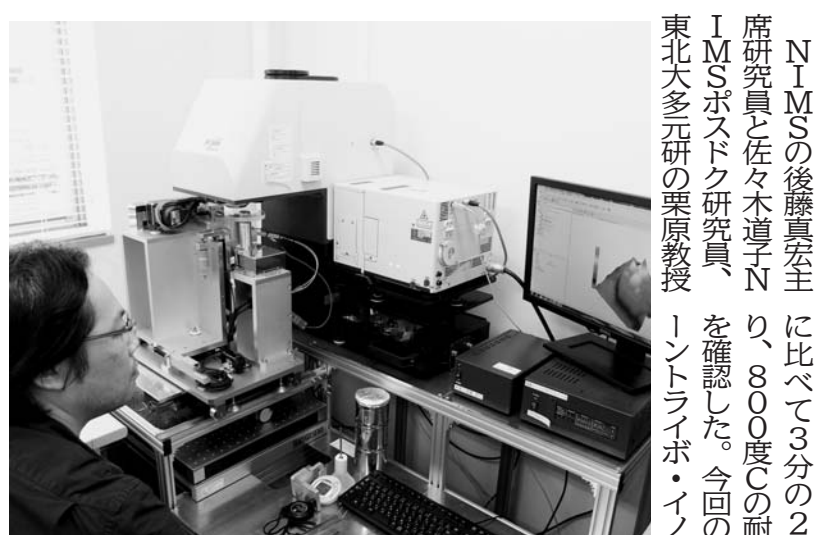
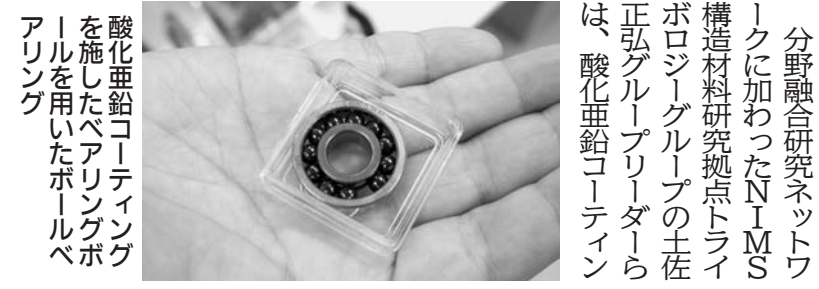
「分野融合のネットワーク」

「各分野でトップクラスの材料設計や分子レベルの機構研究が集まったので、今後解明に基き、実験モデルの製作や各種の試験が展開されたい」としている。

「今後については、」

「赤外線分光法を応用した「その場観察装置」

「森研究室では、接触場におけるさまざまな潤滑油の化学的特性を明らかにしてきており、潤滑設計の提案につなげている。その場観察をベースに多方面での共同研究を展開している」とい



「赤外線分光法を応用した「その場観察装置」

「森研究室では、接触場におけるさまざまな潤滑油の化学的特性を明らかにしてきており、潤滑設計の提案につなげている。その場観察をベースに多方面での共同研究を展開している」とい