

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. **2**
OCTOBER
2012

グリーントライボ・ネットワーク 夏の学校 2012 を開催

2012年8月2日～3日、物質・材料研究機構（NIMS）千現地区研究本館において、「グリーントライボ・ネットワーク夏の学校2012」が開催されました。関東を中心に、東北、東海、関西から、潤滑油・真空機器・エンジン・化粧品などのメーカーの技術者が多く参加し、本ネットワーク内からの参加者も合わせると110人を超えました。

テーマは、今年1月の「冬の学校」に引き続き、「摩擦・潤滑の科学・技術II」でした。東京大学教授、香川大学学長を歴任し、トライボロジーの教育・研究を牽引してこられた木村好次氏の特別講義に続き、本ネットワーク内の4人の代表研究者による基礎講義と、2人の外部講師による応用講義が行われました（詳しいプログラムはp.4に掲載）。

参加者は講義を熱心に聞き、講義後の質疑応答も活発でした。終了後のアンケートでは、「基礎と応用のバランスがよかった」「実験、実物、動画などを使って講義が工夫されており、興味深く学べた」などの意見があり、技術交流会やNIMSの見学会も好評でした。



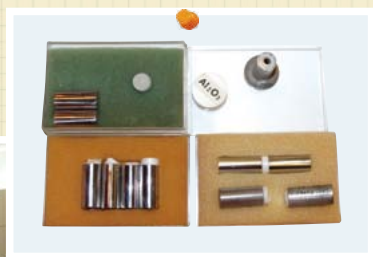
講義に聞き入る参加者たち



古川先生の講義で行われたゴム(左)とゲル(右)の実験



質疑応答も
熱心



土佐先生が回覧した
材料サンプル



見学会ではNIMSの研究者が参加者に説明



微細加工・設計チーム
岩手大学大学院工学研究科教授

森 誠之 Shigeyuki MORI



接触場の「その場観察」でよりよい潤滑油を

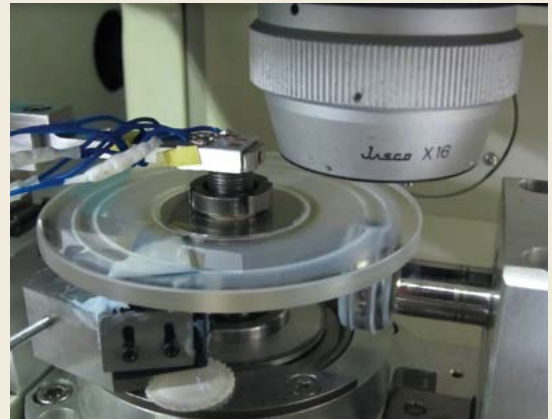
潤滑の役割は、固体と固体が触れ合って運動するときに起こる摩擦と摩耗を、目的に応じて制御することです。潤滑には、「流体潤滑」と「境界潤滑」という2つの機構があります。例えば、自動車の車輪の軸受は、流体潤滑を利用しています。粘度の高い潤滑油を使えば低速でも流体潤滑が保たれ、摩耗が起りにくくなりますが、摩擦係数が高くなるので燃費は悪くなってしまいます。そこで、摩擦・摩耗特性を制御するために、潤滑油成分の最適化が求められます。

潤滑油は、基油に様々な添加剤が加わったものです。潤滑油は2つの表面にはさまれた厚さ1~1000nmほどの接触場で油膜を形成し、高温・高圧・せん断を受けるため、その物理的・化学的状態はバルクと違うはずですが。このため、目的にあった潤滑を実現するには、接触場における潤滑油の状態をその場で観察し、その結果をもとに潤滑油成分を最適化することが必要です。そこで、私たちは、赤外線分光法を応用した

「その場観察装置」を開発し、接触場における様々な潤滑油の化学的性質を明らかにしてきました。

たとえば、接触場では潤滑油に含まれる添加剤の濃度が変わることを見いだしました。添加剤であるオレイン酸の濃度は無極性の基油中では低下しますが、極性の基油中では濃度低下が起こりませ

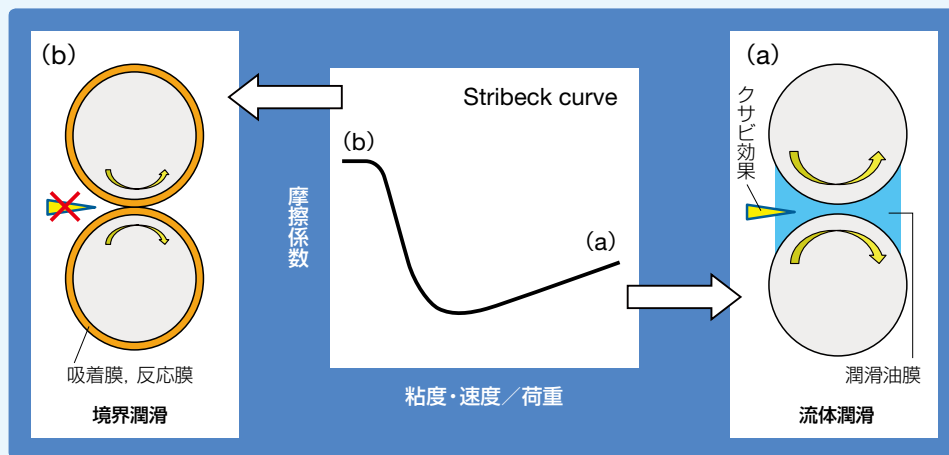
ん。これは、添加剤の分子が基油分子と強く相互作用するためです。一方、ゲル状潤滑剤に添加されているアミド化合物やグリースの増ちょう剤であるウレア化合物は、接触場で濃縮することを見いだしました。これは、添加剤分子が表面と強く相互作用し、さらに接触場の高圧によって分子間の水素結合が強くなるためです。このような接触場における添加剤の濃縮現象は、直接・間接に潤



その場観察装置(顕微FT-IR)。金属製のボールの上でファイアのディスクを回転させ、上から赤外光をあてて反射する赤外スペクトルを測定する。白く見えているのが、潤滑剤であるグリース。

滑特性に影響を与えていることがわかってきました。

本ネットワークでは、既存の潤滑油成分だけでなく、辻井先生(右ページ)や古川英光先生(山形大学)が開発した新しい材料についてもその場観察を行いたいと考えています。また、境界潤滑のその場観察のため、界面の化学構造が観察できる東北大学の和周波発生分光装置(SFG)を使うことも検討しています。



2つの潤滑機構。運動速度が速い場合や、潤滑油の粘度が高い場合は、2つの固体表面の間に潤滑油が引き込まれ、2つの表面の間を離す「くさび効果」を発揮する。これが「流体潤滑」(a)。運動速度や潤滑油粘度が下がると、くさび効果は働かなくなって表面間の距離が近づき、固体表面に吸着した膜や反応膜が固体どうしの接触を防ぐようになる。これが「境界潤滑」(b)。摩擦・摩耗を減らすには流体潤滑がよい。境界潤滑では境界潤滑膜を形成する成分が潤滑油に添加される。



新素材・材料創製チーム
京都大学化学研究所教授

辻井敬巨

Yoshinobu TSUJII



ポリマーを用いた新規潤滑システム

私たちは、リビングラジカル重合という方法を使い、基板にポリマーを「生やす」研究をしてきました。反応速度論など基礎的な研究の積み重ねにより、一定の長さのポリマーをぎっしり生やした「濃厚ポリマーブラシ」をつくることに成功しています。

従来の方法では、ポリマーの密度は濃厚ブラシの10分の1程度でした。これを「準希薄ブラシ」と呼びますが、ブラシと言いつつ、1本1本のポリマーは糸まり状に近く丸まっています。ところが、濃厚ブラシでは密度が高いため、溶媒がポリマーの間に入り込もうとする浸透圧が大きく、ポリマーはほぼピンと伸びた状態になります。そして、この特異な構造から新たな物性が生み出されるのです。

その1つが超低摩擦特性です。濃厚ブラシは、高い浸透圧と特異なブラシ形態ゆえに、2つの濃厚ブラシを向き合わせて高い荷重をかけても、これを支え、かつ、ブラシの「毛」が相手のブラシに入り込んでしまうことなく非常に低い摩擦係数を示します。この特性は、境界潤滑領域で応用可能と考えられます。

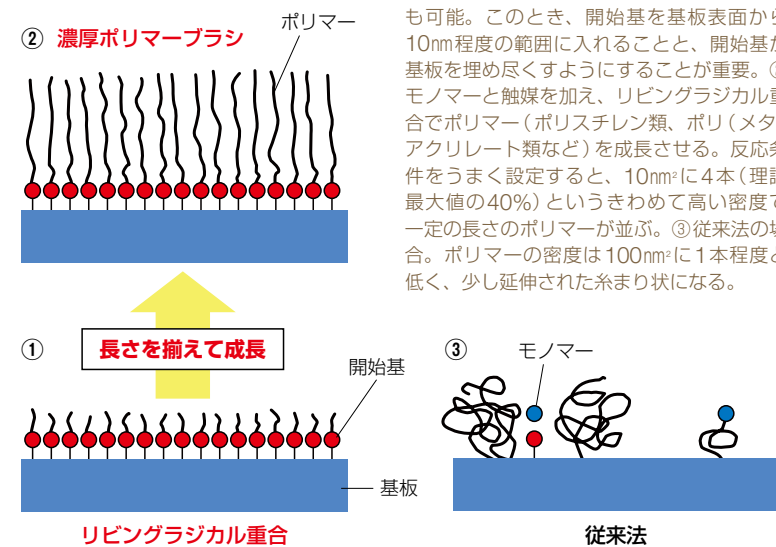
ただし、濃厚ブラシの膜厚(ポリマーの長さ)はせいぜい1 μm と非常に薄いため、潤滑面に数十 μm サイズの夾雑物が入り込めば機能なくなり、夾雑物によってはぎ取られてしまう可能性もあります。そこで私たちは、生体物質からヒントを得て構造設計したボトルブラシ型ゲルを用い、膜厚を厚くして同等の特性を

生み出すことを考えました。現在、本ネットワークの平山朋子先生(同志社大学)や森先生(左ページ)に、濃厚ブラシやこのゲル膜の摩擦特性を機械工学の観点から評価いただいています。その一方、ボトルブラシを添加剤として潤滑油の性能向

上を図る研究も行っています。

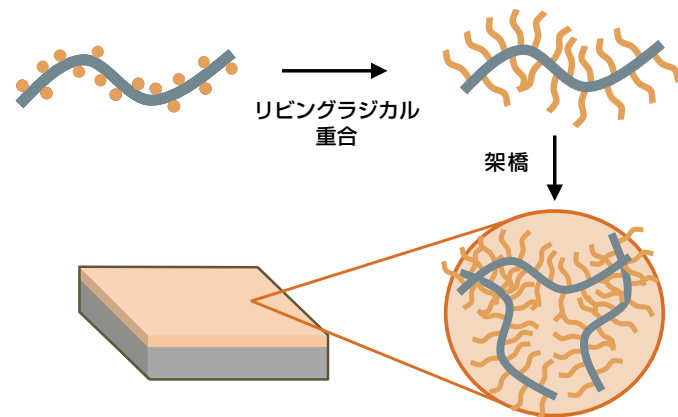
リビングラジカル重合により、きちんと構造のわかった物質や表面・界面をつくれることが私たちの強みです。この強みを活かして、本ネットワークの技術開発に貢献していきたいと思います。

濃厚ポリマーブラシの作製法



① 基板の表面に化学結合で開始基をつける。基板は金属でも、無機物でも、ポリマーでも可能。このとき、開始基を基板表面から10nm程度の範囲に入れることが重要。② モノマーと触媒を加え、リビングラジカル重合でポリマー(ポリスチレン類、ポリ(メタ)アクリレート類など)を成長させる。反応条件をうまく設定すると、10nm²に4本(理論最大値の40%)というさきわめて高い密度で一定の長さのポリマーが並び、③ 従来法の場合。ポリマーの密度は100nm²に1本程度と低く、少し延伸された糸まり状になる。

ボトルブラシ型ゲル



ピン洗いのブラシのように、芯となるポリマーにリビングラジカル重合で短い毛を生やし、このブラシどうしの間を化学結合でつないで(架橋して)、基板表面にゲル膜をつくる。強度をもたせるため、セルロースナノファイバーなどをフィラーとして加えるのも有効である。

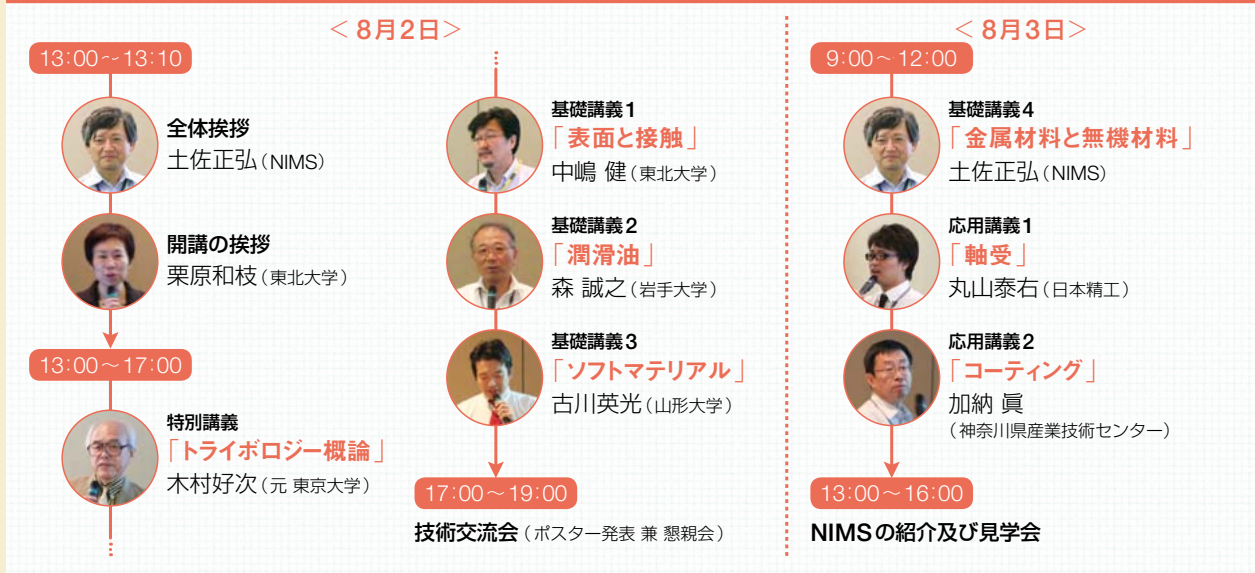
活動報告

1

「グリーントライボ・ネットワーク夏の学校2012」を開催

p.1で報告の通り、2012年8月2日～3日に夏の学校が開催されました。

当日のプログラム



活動報告

2

IACIS国際会議で 学術展示

2012年5月13日～18日に、仙台国際センターで第14回IACIS (International Association of Colloid and Interface Scientists) 国際会議が開かれました。34カ国から1000人以上のコロイドおよび界面科学の研究者・技術者が集まったこの国際会議の展示コーナーで、本ネットワークはポスターを掲示したほか、来場者にパンフレットを配布し、口頭説明を行いました。



お知らせ

1

「東北発 素材技術先導プロジェクト」が スタート

2012年6月、文部科学省及び復興庁は、東北大学を拠点とする「東北発 素材技術先導プロジェクト」を開始しました。このプロジェクトは、東北の大学や製造業が強みをもつナノテク・材料分野において、産学官の協働で先端材料を開発することにより、東北地区の産業発展を牽引することが目的で、本ネットワークとも関係の深い「超低摩擦技術領域」を含む3領域で構成されています。本ネットワークは、このプロジェクトと共催で、10月29日に「GTN-TIMTシンポジウム」を行います。

お知らせ

2

連携企業の募集

本ネットワークでは、産官学の連携として、ネットワークにおける研究シーズに基づく発展的、あるいは実用化研究を推進するため、連携企業を募集しています。本ネットワークで開催する講演会、研究会、技術講習会、シンポジウムのご案内をお送りしますので、ぜひご登録下さい。登録料は無料です。詳しくは、以下のお問い合わせメールアドレスまで。