

# 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. **6**  
NOVEMBER  
2014

## スイスー日本トライボロジー会議開催

150   
Anniversary of Diplomatic Relations  
between Switzerland and Japan  
1814-2014 日瑞国交樹立150周年

2014年9月8日～10日に、スイス連邦工科大学チューリッヒ校(ETHチューリッヒ)において、Swiss-Japanese Tribology Meeting 2014が開かれました。この会議は、日本ースイス国交樹立150周年の記念行事の1つです。グリーントライボ・ネットワーク(GRENE)における研究活動が高く評価され、スイストライボロジー学会のRowena Crockett会長および「Tribology Letters」の編集長を務めるなど本分野において非常に著名なNicholas D. Spencer教授(ETHチューリッヒ)らから共同開催の申し込みを受け、開催に至りました。

日本とスイスだけでなく近隣諸国からもトライボロジー研究者が参加し、“Energy Savings through Tribology”という副題のもと、交流が図られました。日本からは、GRENEのほとんどの研究者が参加したのを含め、多くの参加がありました。日本トライボロジー学会の会長を務めた木村好次名誉教授(東京大学)、森誠之特任教授(岩手大学)、益子正文教授(東京工業大学)、現会長の加藤孝久教授(東京大学)など、分野を代表する研究者が揃って出席しました。

33件の口頭発表(うちプレナリー講演は6件、講演者は写真参照)が行われ、日本人研究者の発表は18件に上りました。講演内容は多彩で、トライボロジー研究の「今」を網羅する会議となりました。



### Swiss-Japanese Tribology Meeting 2014



会場風景



Taylor 博士



中野准教授



Cayer-Barrio  
教授



ポスター  
セッション



Gotsmann 博士



栗原教授



中嶋准教授



出席者  
集合写真

## 充実のプログラムで深まった交流



講演の一部 (GRENEの研究者以外) を紹介しましょう。新たな装置や手法を用いた摩擦特性の測定に関する発表は件数も多く、シンクロトロン放射光で焼き付き過程をその場観察した八木准教授、原子1個レベルでの摩擦計測を報告したMeyer教授、非常に小さい摩擦係数の測定に成功したBelin教授などの講演が注目を集めました。また、新たな潤滑材料や表面のパターニングによる低摩擦化の試みも、Cayer-Barrioz教授のプレナリー講演をはじめ、さまざまな報告がありました。摩擦現象や潤滑油設計に関する基礎的な考察や摩擦面での化学反応に関する講演もあり、活発な議論が交わされました。

会期前日のウエルカムパーティー、2日目のポスターセッション、3日目のETHチューリッヒ見学会、その翌日のスイス連邦材料試験研究所 (Empa) 見学会と、講演以外のプログラムも充実し、参加者はくつろいだ雰囲気の中で交流を深めました。



ウエルカムパーティーで談笑する参加者



Empa見学会での一コマ

## Swiss-Japanese Tribology Meeting 2014

### program — プログラム —

### 9/8 (月)

A.M.

**Robert I. Taylor**

(シエルグローバルソリューションズ@イギリス)

「燃費・耐久性向上のための潤滑油設計」

加藤孝久 (東京大学)

「超高精度表面力分析システムの開発」

Alberto Rota (モテナレージョ・エミリア大学@イタリア)

「シリコン(001)面のトライボロジー特性における表面ナノ構造の効果」

八木和行 (九州大学)

「シンクロトロン放射光を用いた鋼の摩擦過程における接触部のその場XRD解析」

Sriharitha Rowthu (Empa@スイス)

「メソポーラスアルミナのトライボロジー特性における多孔性/孔密度と潤滑性の影響」

森 誠之 (岩手大学, GRENE)

「顕微FTIRによる潤滑膜のその場観察」

P.M.

**中野 健** (横浜国立大学, GRENE)

「液晶潤滑：摺動面の速度変化に応じた自発的な粘度変化による低摩擦最適化」

MacDonard Ofune (リーズ大学@イギリス)

「弁機構の摩擦摩耗低減におけるコーティングと潤滑油のトライボケミストリー」

益子正文 (東京工業大学)

「潤滑剤と表面の適合性が潤滑性能に及ぼす影響」

古川英光 (山形大学, GRENE)

「ゲルによる革新的トライボロジー」

Frederik Wolf (アントンパウル@ドイツ)

「静摩擦評価の新たな手法」

### 9/9 (火)

A.M.

**栗原和枝** (東北大学, GRENE)

「ナノトライボロジーのための共振すり測定」

Ernst Meyer (バーゼル大学@スイス)

「ナノスケールにおけるエネルギー散逸のメカニズム」

足立幸志 (東北大学, GRENE)

「超低摩擦のためのナノ界面創製」

土佐正弘 (NIMS, GRENE)

「先進ZnOコーティングによる低摩擦」

Michel Belin

(フランス国立科学センター, リヨン工科大学)

「緩和計測式摩擦試験機による低摩擦系の評価：グリーン潤滑への適用」

木村好次 (元 東京大学)

「摩擦凝着理論の再来」

P.M.

**Juliette Cayer-Barrioz**

(リヨン工科大学@フランス)

「弾性流体潤滑と混合潤滑における摩擦低減方法：表面効果」

荒船博之 (鶴岡高専, GRENE)

「平滑なシートとイオン液体ポリマーブラシの組み合わせによる低摩擦滑りの創製」

Shoufan Cao (スイス連邦工科大学ローザンヌ校)

「混合潤滑領域におけるトライボロジーモデリングとメタルオンメタル人工股関節への応用」

澤井 周 (東京大学)

「プラズマイオン注入法により作成されたカーボンナノ粒子についての合成とトライボロジー研究」

辻井敬巨 (京都大学, GRENE)

「潤滑性向上に向けたポリマーブラシの新しい構造」

●ポスターセッション

### 9/10 (水)

A.M.

**Bernd Gotsmann**

(IBMチューリッヒ研究所@スイス)

「ナノトライボロジー：動的な特徴」

Andrea Benassi (Empa@スイス)

「相転移による摩擦、エネルギー散逸、滑り運動の制御」

佐藤真哉 (鶴岡高専, GRENE)

「イオン液体による新たな低摩擦システム」

Christian Mathis (ETHチューリッヒ@スイス)

「潤滑性ポリマーコーティングの溶媒浸透性測定」

Andrea Acrifa (ETHチューリッヒ@スイス)

「シリカー-シリコン摺動面におけるイオン液体の潤滑特性に対する分子構造や摩擦環境の影響」

槍光清道 (九州大学)

「人工ヒドロゲル軟骨の摩擦摩耗挙動の評価」

Denis Mazuyer (リヨン工科大学@フランス)

「潤滑接触の摩擦におけるすす凝集の役割」

久保百司 (東北大学, GRENE)

「DLCの低摩擦発現メカニズムと量子化学分子動力学シミュレーションによる関連する低摩擦材料の探索」

P.M.

**中嶋 健** (東北大学, GRENE)

「ナノ触診AFM法とソフト材料のナノトライボロジーへの応用」

Manjesh Singh (ETHチューリッヒ@スイス)

「分子動力学法に基づくポリマーブラシのトライボシミュレーション」

田所千治 (東京理科大学)

「摩擦振動に由来する摩擦係数の測定誤差」

●ETHチューリッヒ見学会

※ 太字はプレナリー講演。演題はすべて仮訳。



機能・構造評価チーム  
東北大学多元物質科学研究所 栗原和枝 教授

栗原和枝

Kazue KURIHARA



## 摩擦・潤滑をナノレベルで解明

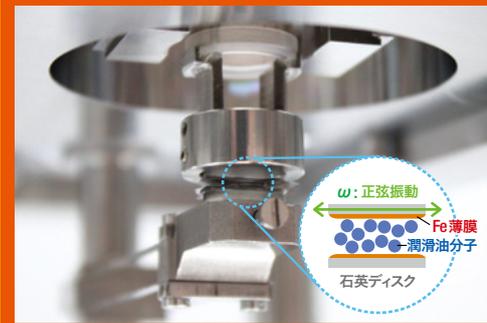
摩擦表面を拡大すれば、必ず凹凸があります。このため、境界潤滑の領域になると、表面間の距離が狭いところでは数nmから接触まで近づきます。このように狭い空間に閉じ込められた液体は、バルクとは異なる構造・物性を持ち、摩擦・潤滑現象に大きく影響します。

私たちは、このような狭い空間の液体について、独自の方法(「共振ずり測定法」)を開発し、表面を平行に振動させた時の応答(共振周波数と応答強度)からナノメートルスケールでのレオロジーやトライボロジー特性を評価しています。共振応答を利用するために感度が高く、ノイズに強いという特徴があります。同時に、表面間距離を光学干渉法により0.1nmの分解能で測ることができます。また、長年にわたって本装置の性能向上に取り組んでおり、特に2008年に報告した「ツインパス法」を用いると、不透明である鉄などの金属表面についての測定もでき、表面間距離も0.2nmという高い分解能

で決定できます(写真)。本測定により、液体の構造(液体分子の配向や溶媒和など)、粘度、摩擦力などを知ることができます。

適用例として、シリカ表面間に挟んだ水の研究があります。SiCやSiN、シリコン含有ダイヤモンドライクカーボンの材料表面は水中で優れた潤滑特性を示すことが知られていますが、その機構は不明でした。そこで、シリカ表面を水蒸気プラズマで処理した場合としない場合について、共振ずり測定を行った結果、水酸基密度の高いプラズマ処理表面で挟んだ水のほうが高い負荷をかけても潤滑性を維持することと、それが水の水素結合ネットワークの強さに起因することが明らかになりました。

本ネットワークにおける融合研究として、山形大学の古川英光教授のダブルネットワーク(DN)ゲルにつ

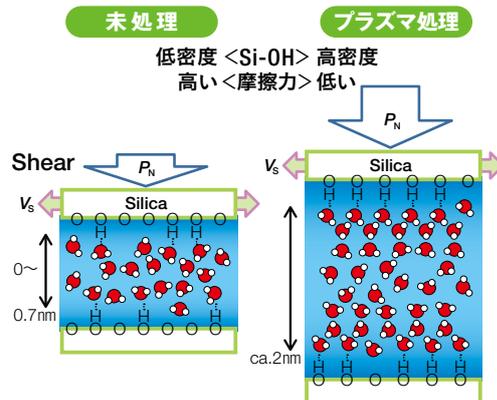
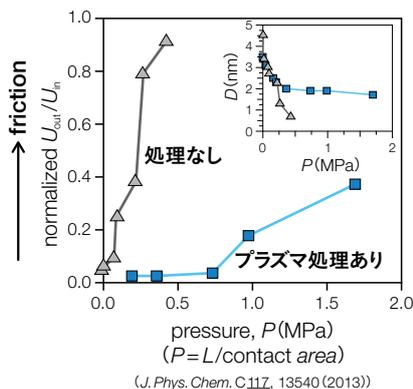


### 鉄表面-潤滑油の共振ずり測定

石英ディスク上の鉄薄膜間に潤滑油を挟み、表面間距離をナノメートルオーダーで制御しながら、上表面を正弦振動させ、その変位の周波数依存性を測定する。表面間隔や垂直負荷により変化する潤滑油の有効粘度や表面間の摩擦力の評価により、低摩擦を発現する表面・潤滑油・添加剤の作用メカニズムが解明され、その組み合わせを最適化できる。

いては、ゲルの粘弾性が摩擦にどう関与するかを検討しており、鶴岡高専の佐藤貴哉教授のイオン液体についても測定を行っています。このほかにも、様々な潤滑材料を扱い、添加剤の効果も検討しています。これらの研究を通して、「共振ずり測定装置」によるナノレベルでの低摩擦発現機構解明に基づく、低摩擦設計指針を得ることを目指しています。

### シリカ表面間の水の潤滑特性



負荷を変えながら共振ピーク強度を測定した結果(左のグラフ)、未処理表面では0.4MPaまでしか潤滑性が維持されませんが、プラズマ処理表面では1.7MPaまで維持されることがわかった。和収差発生振動分光測定も行った結果、これは、プラズマ処理によりシリカ表面のシラノール基が増え、挟まれた水の水素結合ネットワークが強力になったためと考えられた(右の模式図)。

お知らせ

1

## 『高分子』でトライボロジー特集

高分子学会の機関誌『高分子』の2014年5月号で、「今こそ注目！トライボロジー」と題してトライボロジー研究の特集が組まれました。分子レベルで摩擦・摩耗・潤滑の理解と制御が可能になってきたことに着目しての特集で、おもに固体-流体界面の解析法と高分子を活用した表面加工事例が取り上げられています。本ネットワークからは、栗原教授が巻

頭言「摩擦を科学する」を寄稿し、辻井敬亘・京都大学教授が濃厚ポリマーブラシについて、平山朋子・同志社大学准教授が中性子反射率法などの解析法について解説しました。これらを含め特集の記事は7つで、合計21ページが割られました。高分子材料の研究者の間でも、トライボロジー研究の存在感は高まっているようです。



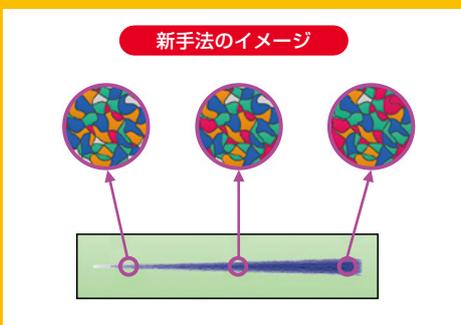
お知らせ

2

## 摩擦材料の高効率開発が可能に

金属酸化物のコーティング膜は、結晶配向によって摩擦係数が大きく異なります。しかし、望みの摩擦係数をもつ膜を開発するには、膜の作製条件を様々に変えて多数のサンプルをつくり、測定を行う必要がありました。物質・材料研究機構の土佐正弘グループリーダーらは、膜の結晶配向と摩擦係数の相関を一度の実験で明らかにできる画期的な手法を開発し、6月にTribology Letters誌に発表しました。

この手法では、膜の上で荷重を変えながら圧子を往復させた後、摺動痕を細かく分けて、場所ごとに結晶配向と摩擦係数を測定します。荷重の大きさによって結晶配向が変わり、摩擦係数も変わるので、一度の実験が約1000通りの条件を試すことに相当します。この手法により、望みの摩擦係数をもつ膜の開発効率が非常に高まると期待されます。



摺動痕の右にいくほど荷重が大きくなり、結晶配向も変化していく

お知らせ

3

## 宮助教と栗原教授が受賞

本ネットワークの研究成果は、様々な受賞という形で高い評価を受けています。2014年に入ってから、2件の受賞がありました。

山形大学古川研究室の宮瑾助教は、3月に資生堂第7回女性研究者サイエンスグラントを受賞しました。この賞は、指導的立場を目指す自然科学分野の女性研究者に研究費を助成するもので、新規性・独創性があるテーマが授賞対象となります。宮助教は、「眼内レンズへ応用可能なスマートゲル材料の開発」というテーマで受賞しました。

同じく3月に、栗原教授が第19回日本女性科学者の会功労賞を受賞しました。この賞は、広く理系の分野において顕著な業績をあげ、また、女性研究者の地位の向上やネットワークづくりに長年尽力してきた方に贈られるものです。



〈左〉賞を受ける宮助教(6月13日、資生堂リサーチセンターで行われた授賞式にて) 〈右〉日本女性科学者の会の大倉多美子会長(写真右)と栗原教授(6月22日、学士会館で行われた授賞式にて)