



東北発 素材技術
先端プロジェクト
Tohoku Innovative Materials Technology
Initiative for Reconstruction



東北大学

東北発 素材技術先端プロジェクト

超低摩擦技術領域

Ultra-low Friction Technology Area

Newsletter

March 2015

Vol.

5

進む地域支援 —— 第2回 技術セミナーを開催

本技術領域の拠点としての特徴は、地域振興、産学協働、そして分野融合にあり、超低摩擦技術の研究開発をする一方、地域支援活動を活発に行い、東北復興に貢献することを目指しています。

活動の柱の1つは、拠点に整備された機器の共用です。摩擦・表面・界面の研究に威力を発揮する世界先端の機器を、地域の企業の皆さんに使っていただく体制を整えています。もう1つの柱は、技術相談と共同研究です。摩擦に関する悩みを抱えている企業からの相談を受け、必要に応じて機器の共用や共同研究へと進めています。さらに、拠点において開発している低摩擦材料に関する東北地域における企業への技術移転と事業化も検討しています。

本技術領域では、宮城県産業技術総合センター、地元中小企業との3者連携を推進するために、同センターと超低摩擦技術セミナーを共催しているほか、講演会なども開催しています(詳細はp.2参照)。こうした努力が、機器

共用、技術相談、ひいては、共同研究へとつながっています。

また、東北大学の産学連携本部に設置された地域連絡協議会を通じて、東北経済産業局、東北経済連合会(ビジネスセンター)から、連携の可能性のある地域の企業を紹介していただく体制もでき、すでにいくつかの企業との連携が始まっています。



2014年11月14日に宮城県産業技術総合センターと共同開催した、第2回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」

XPS装置が本格稼働

本技術領域で開発を進めてきた「摩擦面その場観察用X線光電子分光(XPS)装置」がいよいよ本格的に稼働することになりました。この装置は汎用型ではなく摩擦面の研究に特化したものです。X線源として、軟X線だけでなく、実験室レベルでは世界的にもほとんど例のない硬X線を備えているほか、環境制御ができる、摺動しながらの測定が可能であるといった特徴を備えています。この装置によって、摩擦のメカニズムを、これまでよりもずっと深く理解することができると期待されます。



よきパートナーとして— 宮城県産業技術総合 センターの紹介

宮城県産業技術総合センター(以下、産技センター)は、本技術領域が地域貢献を行う上での重要なパートナーです。仙台市泉区にあり、敷地面積は45,166m²、延べ床面積は15,380 m²で、職員数は2015年3月現在75人(うち、技術職員61人)です。長年、地元企業に対して技術支援、機器使用、試験分析を提供してきた実績があります。その中で培われた地元企業との密接な関係を生かし、本技術領域と地元企業の仲立ちとして、三者連携の推進に尽力くださっています。

2013年度、産技センターと本技術領域は5月に2回の交流会を開いて互いの施設を訪問し、相手の施設がどのような装置をもち、どのような技術支援ができるのかを把握するところから活動をスタートしました。その後、産技センターが地元企業からの技術相談や共用機器による測定を仲介するという流れができました。

さらに、今年(2014年)度は両者の共同により、6月に産技センターで、11月に東北大学で、地元企業を対象とした低摩擦技術セミナーを開催しました。このセミナーは、製品や設備のトラブルの多くが表面・界面・摩擦に起因すること、その解決のために3者連携が役に立つことを伝えるのが目的で、講演、装置見学のほか、個別相談も行いました。参加企業は1回目が27社、2回目が17社でした。

こうした活動が奏功し、2015年3月現在までに、10件ほどの技術相談を受け、このうち5件が機器共用へと進んでいます。また、地元企業、産技センター、本技術領域の3者による共同研究も1件スタートしました。本技術領域は、今後も、産技センターとの共同で3者連携を推進し、こうした事例を増やしていきます。



宮城県産業技術総合センターの外観

関係者から

地域貢献への期待

文部科学省 参事官
(ナノテクノロジー・物質・材料担当)

長野裕子



東日本大震災からの東北地域の産業復興をいち早く達成するために、材料分野に強みを持つ東北大学を中核として地元企業や自治体と連携し、まさに「東北発」の素材を生み出していくこと、これが本プロジェクトで目指す大きな目標です。平成24年度の事業開始以来、来年度で早4年目を迎え、これまでの研究成果を企業等と連携し、実用化していくことが強く求められる段階にきております。

この基礎研究から実用化までの流れは、一方向ではありません。文部科学省のナノテクノロジー・材料科学技術

委員会においてとりまとめた「ナノテクノロジー・材料科学技術の研究開発方策について(中間とりまとめ)」(H26.12.19)においても、「問題の本質への理解の深化等を通じ、各段階での課題が基礎研究への課題へと翻訳され、基礎研究に立ち戻るような『循環研究』が、課題の解決とサイエンスの発展の双方にとって重要」であり、そのためには「プロジェクトの初期段階・企画段階から産学官が膝詰めで議論・協働を行うことが重要」とされております。

「超低摩擦技術領域」で対象となる動摩擦現象は、科学的にも未解明な部分もあり非常に面白みがあると共に、その解明を通じ輸送機器や産業機械のエネルギーロスの低減が可能となる等の応用も期待される分野です。その意味において、「循環研究」の効果が大きく顕れる分野と言えます。本プロジェクトにおいて、引き続き、東北大学と民間企業等との間で連携を進めていく中で、「循環研究」を通じ、学術的な成果を積み重ねていくと共に、地域貢献への取り組みを更に加速していくことを期待いたします。

実験室・設備紹介

摩擦面その場観察用
光電子分光(XPS)装置

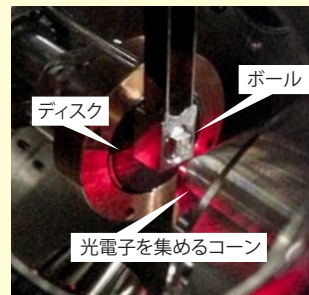
この装置は、市販の装置にさまざまな改良を加えることで、摺動中の摩擦面を観察できるようにしたものです。ディスク回転装置と摺動用ボールを測定部分に設置しており、回転中のサンプルの摺動痕にX線をあてたときに放出される光電子のエネルギーを分析します。通常のXPS装置は超高真空下で測定を行います。本装置では放出される電子を試料のごく近くで集めるための工夫がしてあり、 10^{-2} 気圧程度までの低真空下での測定が可能です。

最大の特徴は、通常の軟X線($AlK\alpha:1.5\text{keV}$)に加え、硬X線($CrK\alpha:5.4\text{keV}$)による観察ができることです。摩擦面には汚れや水分の吸着があり、ほんとうに観察したい固体表面は埋もれているため、1-2nmの深さまでしか到達しない軟X線では十分な観察ができません。そこで、本装置には、硬X線の照射装置を取り付け、約20nmまでの深さの観察を可能としました。

Crターゲットから発生する硬X線はさまざまな方向に広

がります。その硬X線を、サンプル表面の直径0.2mmの範囲に収束させることが開発のポイントでした。ゲルマニウムでできた長方形の平面ミラーを8枚、トロイダル状に配置したものを作製し、それを微妙に動かすことで、サンプル上での μm 単位の位置合わせが可能となりました。

個々の改良要素の動作確認は終了しており、今後は、実際のサンプルを摺動しながら硬X線で観察することになります。摩擦面では、摺動回数が増えるにつれて摩擦係数が下がる「なじみ」という現象が起こりますが、本装置ではその過程をリアルタイムで観察することができ、その結果は、超低摩擦表面の設計に役立つものと期待されます。



測定部分



硬X線照射装置

超低摩擦基礎知識

光電子分光法による
固体表面分析

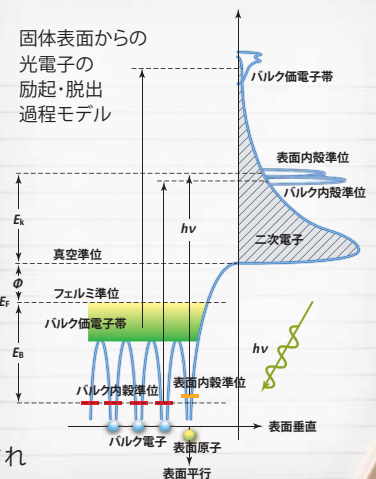
光電子分光法では、試料に紫外線もしくはX線を照射し、表面から飛び出してくる光電子の運動エネルギー・運動量・スピンを測定する。これにより、化学組成分析、化学結合状態解析、原子の局所的な配列の決定ができ、価電子帯のエネルギー分散も調べられる。

紫外線照射の場合を紫外線光電子分光(UPS)、X線照射の場合をX線光電子分光(XPS)、特にX線エネルギーが約5 keV以上のとき硬X線光電子分光(HAXPES)と呼ぶ。実験室ではUPS用励起光源として希ガス放電管(He-I共鳴線: 21.22 eVなど)、XPS用としてMg K α 線(1253.6 eV)とAl K α 線(1486.6 eV)などの限られた励起光しか利用できないが、電子蓄積リングからの高輝度放射光では、紫外線から硬X線までの励起光を利用でき、表面感度を連続的に変えて元素の深さ分布を非破壊で調べられる。

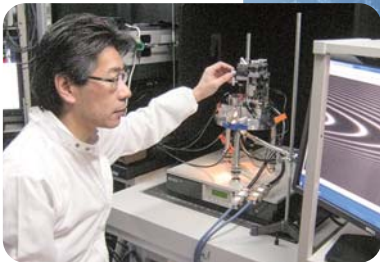
光電子分光法では、固体表面から飛び出した光電子の運動エネルギー E_k 、励起光エネルギー $h\nu$ 、仕事関数 ϕ 、内殻電子の結合エネルギー E_B の間に、 $E_k = h\nu - \phi - E_B$

のエネルギー保存則が成り立つ。 $h\nu$ と ϕ は既知なので、 E_k を測定すれば E_B が求まり、元素の同定ができる。 E_B には、化学結合に関係する原子間の電気陰性度の差による化学シフトが生じ、これから、原子の化学結合状態がわかる。

他方、固体中で励起された光電子は表面から脱出するまでに他の電子との非弾性散乱を多数回繰り返し、エネルギーを失ってバックグラウンド(図中の斜線)となってしまうため、光電子が非弾性散乱するまでの平均自由行程 λ が光電子分光法の検出深さを与える。 λ はUPSで1 nm以下、XPSで1-2 nm、HAXPESで10-20 nmである。このような表面感度を考慮して、固体表面分析を行うことが重要である。(東北大学 高桑雄二)



メンバー自己紹介

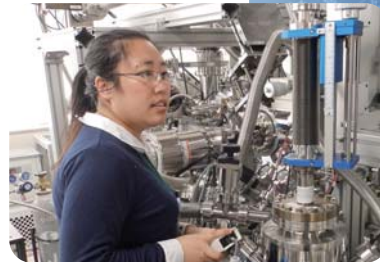


基盤技術
SHINJI YAMADA
山田真爾

私は仙台の出身で、東北大学大学院(修士課程)修了まで実家に住んでいました。花王に入社して仙台を離れ、商品開発の基礎となる表面・界面科学研究を長く担当してきました。その中にはトライボロジーの研究もあり、表面力測定装置(SFA)も使っていました。

当拠点では、SFAを中心としたナノレベルのトライボロジー計測をもとに、潤滑油・添加剤系での低摩擦界面を構造設計する研究を進めてきました。花王ではしばらく別の研究領域を担当していたので、愛着のあるトライボロジー研究に復帰でき、没頭できたことが非常によかったです。

3月末で任期を終え会社に戻りますが、二十数年ぶりに実家で暮らし、少しだけ親孝行ができた?かもしれません。当拠点では、専門分野の異なる大学研究者や異業種のエンジニアの方々といっしょに研究を進め、価値観や目標の共有化の難しさを感じながらも、新たな気付きの多い日々でした。帰任後もこの経験を生かし、視野の広い研究リーダーを目指したいと考えています。



基盤技術
ZHANG LEI
張蕾

私は中国の大学で修士課程を終え、東北大学で博士号を取得しました。博士課程では、プラズマの励起機構と発光分析への応用について研究していました。仙台は、冬はあまり寒くないし夏は暑くなくて、とても住みやすいところです。私は外国人ですが、日本の料理を食べるのは大好きなので、楽しく過ごしています。

いままで学んだ経験を活用し、当拠点では、「摩擦面その場観察用X線光電子分光(XPS)装置」の開発に取り組んでいます。開発した装置で摩擦のメカニズムが解明され、超低摩擦技術の実現に貢献できると考えています。

ここでは、他の会社の人といっしょに装置を開発するとともに、摩擦現象の研究も経験することができます。企業から来ている研究員の皆さんとも親しくなれ、協力して仕事を進める方法も勉強しました。

毎日、多くの知識を蓄積し、経験を積み重ねています。その知識と経験をもとに、将来、角度分解と加熱が可能なXPS装置の開発にも関与できたらいいなと期待しています。

トピックス Topics

東北大学イノベーションフェア 2014 Dec.に出展!

2014年12月4日に仙台国際センターで開催された標記行事の特別展示に、本技術領域のポスターを出展しました。

第3回国連防災世界会議 in 仙台に出展!

2015年3月14日～18日に国連が主催する標記行事が開催され、世界防災戦略を策定する会議とさまざまな関連行事が行われました。本技術領域は展示企画の1つ「東北大学復興アクション」に出展しました。

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/