

## ◆ Contents

滑る・止まるを科学するトライボロジー ..2

細胞内の生命システムに挑む  
— SBRC の新たなる目標 ..4

◆ 研究トピックス ..6

白金フリーな  
垂直磁気記録材料の薄膜  
燃料電池のイオン交換膜 ナフィオンの膨潤過程

◆ 施設情報 ..7

cERL 周回部、間もなく完成  
XAFS と小角散乱のタンデムビームライン  
偏極中性子散乱装置 POLANO 建設開始  
中性子共鳴スピンエコー装置群 VIN-ROSE

◆ お知らせ ..8



# 滑る・止まるを科学する トライボロジー

trimn.kek.jp

今をさかのぼること 4000 年前、エジプトでは超巨大建造物ピラミッドが建設されていた。ピラミッドは重さ数トンの石を積み上げた建造物で、これを組み上げるには石材を切り出して運搬する必要がある。そのまま石を運ぶのは相当な労力が必要だが、古代エジプトの人々は木製のソリやコロ、さらには油や牛乳を地面にまくなどして効率的に運搬していたと考えられている。これらの道具は今でも利用されているが、その原型が紀元前 2500 年に既に存在していたことは本当に驚くべきことである。そして、我々はこれらの道具を改良してより良い道具を造り出しているが、実は摩擦と潤滑のメカニズムは未だ完全には分かっていないのだ。

## 摩擦面における潤滑とは

家具の転倒防止や滑り止めなど、摩擦を利用したものは身の回りにたくさんある。一方、工業においては、エンジンやモーター、ギアやベアリングなどの機械を摩耗させたり、熱を発生させたりする厄介者だ。そのため、金属表面を覆って摩擦を軽減させる潤滑油が利用されている。接触面の状態は運動によって異なり、止まっている時には金属同士が直接接触しているが（境界

潤滑）、動き始めると潤滑油が面に入り込み、摩擦係数が下がっていく（混合潤滑）。そしてさらに動きが速くなると、潤滑油によって面が完全に覆われて、劇的に摩擦を減少させる（流体潤滑）。つまり、エネルギーロスを抑えるには、摩擦係数を減らすだけでなく、いち早く流体潤滑領域へ到達させることが重要だといえる。

## タイヤのグリップ性と低燃費性 - 矛盾する性質の両立 -

工業製品に求められるのは低摩擦だけではない。例えば自動車のタイヤはブレーキをかけてから止まるまでの距離

図1 摩擦面における潤滑の分類

止まっている時：金属同士が接触。摩擦係数は高い（境界潤滑）  
動き始め：潤滑油が摩擦面に入り込み、金属同士の接触が減ることによって摩擦係数は下がる（混合潤滑）  
運動中：摩擦面が潤滑油によって完全に覆われ、劇的な摩擦係数の減少（流体潤滑）

（制動距離）を短くするため、摩擦が大きくグリップ性の高いタイヤを設計する必要がある。その一方で、最近のタイヤには燃費を良くすることが求められており、走行中の摩擦（転がり抵抗）が小さいことが必要となる。低燃費タイヤには、高い摩擦のグリップ性と小さい転がり抵抗の低燃費性という矛盾を同時に満たす必要があるのだ。ここで鍵となるのは運動と摩擦の関係。タイヤの場合、グリップ性を良くするには、素早く接触を繰り返す路面に対して、ゴムが激しく運動しエネルギーを吸収することが必要なのだ。一方、走行中の転がっているタイヤでは、ゴムがゆっくりと動きバネのようになることでエネルギーロスを抑える（図2）。速い運動と遅い運動によるゴムの応答を制御できれば、グリップ性と低燃費性という相矛盾する低燃費タイヤになる。そして、これらの問題を解決するための摩擦・潤滑の科学が「トライボロジー」である。

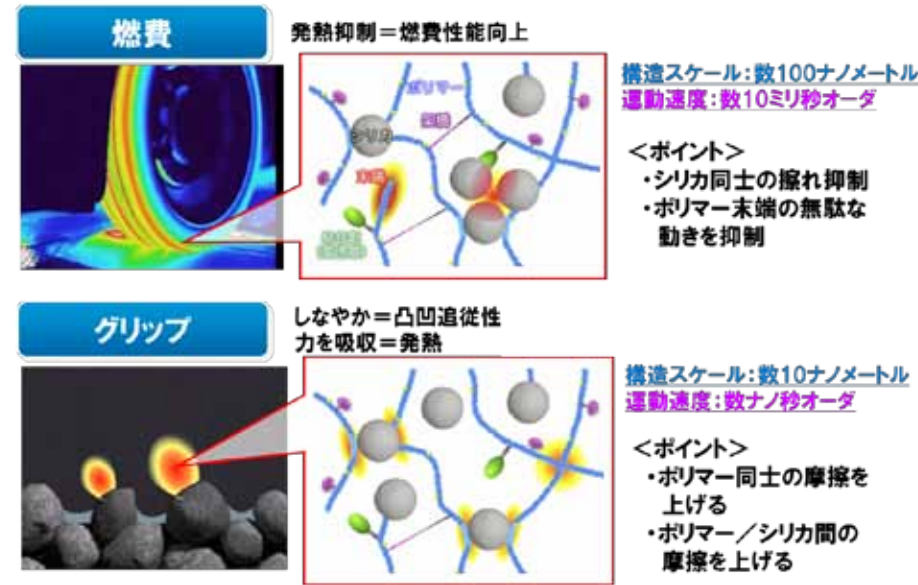


図2 低燃費タイヤに求められる性能と、それに関わる分子のダイナミクス

## 中性子・ミュオンを用いた トライボロジー研究

摩擦・潤滑のメカニズムを根本的に理解するには、摩擦面を覆っている潤滑油の構造や、タイヤを構成するゴム分子の運動を観察することが鍵となる。しかし、驚くべきことに摩擦面を覆っている潤滑油は分子数層分（ナノメートル）の厚さしかないという。摩擦面という物と物との隙間で、かつこれだけ小さなスケールの構造を直接観察することは、現在の測定技術をもってしても非常に困難なのだ。測定の困難さは空間的な問題だけではない。タイヤはゴム分子以外にもフィラーと呼ばれる補強材が含まれており、これらが相互作用しながら動いている。この観測には広い時間・空間スケールが必要となるのだ。そのために、KEK 物質構造科学研究所の瀬戸秀紀教授は中性子・ミュオンを使ったトライボロジー研究のプロジェクトを立ち上げた。

中性子は物質の内部まで透過できる特徴を持つほか、試料に入る前後の速度の変化から、分子の動きを調べられる。これらを利用して、摩擦面における潤滑油の挙動やタイヤ中のゴム分子の動きを観察できる。

また、ミュオンを試料に打ち込むと試料内部でミュオンが崩壊するまでの動きを観測できる。これを利用して、タイヤ中で転がり抵抗に関係するゴム分子の動きを観測できる。中性子ではゴム分子の速い動きを、ミュオンでは遅い動きを見る。その時間スケールは、中性子では数ピコ秒（1兆分の1秒）から数百ナノ秒（1000万分の1秒）と

いう非常に速い動きを、ミュオンでは数ナノ秒（10億分の1秒）から数十マイクロ秒（10万分の1秒）という中性子より遅い動きである。それぞれの特徴を活かしながら、対象に適した方法で観測していく。

## 測定技術の開発

摩擦面の観察には J-PARC（大強度陽子加速器施設）に設置されている中性子反射率計 SOFIA を使用する。摩擦面のナノスケール構造を観察するには、対向した面同士をナノスケールで平行にそろえる必要がある。例えば 1cm 四方の面を用意したとすると、0.0001 度ずれただけで両端の高さが 1 ナノメートルずれてしまう。そのため、なるべく狭い領域に中性子を照射する集光ミラーを開発し、それを摩擦面の観察に利用しようとしている（図3）。

また中性子の既存の装置でタイヤ中のゴム分子の動きを見ようとすると、ゴム分子が部分的に動いている様子しか観察できない。そこで、ゴム分子全体が動くような比較的遅い動きも観察できる、「中性子スピンエコー分光法」という中性子のスピンを利用する分光器 VIN-ROSE を開発する（図4）。また、鉄などの磁性材料をフィラーとして利用することで、鉄の動きをミュオンで観察する、新しいアイデアも出ている。周りのゴム分子の動きによって引き起こされる鉄の運動をミュオンで観察した例は無く、実験と測定データの解釈について 1 から考察を行う必要がある。実現すれば低燃費タイヤの性能向上にむけた指針となるような現象を観察できる可能性があります。中性子・ミュオンを用いたトライボロジー研究を行うには、測定対象に合わせて実験装置・手法の開発が必要となる。このような最先端の実験手法は、トライボロジー研究のみならず、様々な応用分野への波及効果が期待できる。今回のプロジェクトを通してさらなる応用分野への発展をご期待いただきたい。

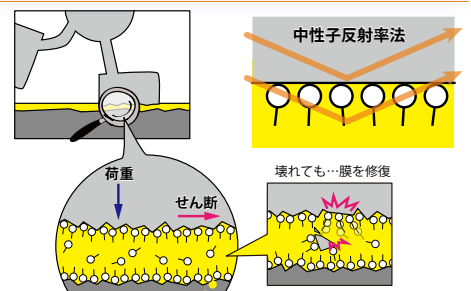


図3 流体潤滑領域における皮膜形成とその観測

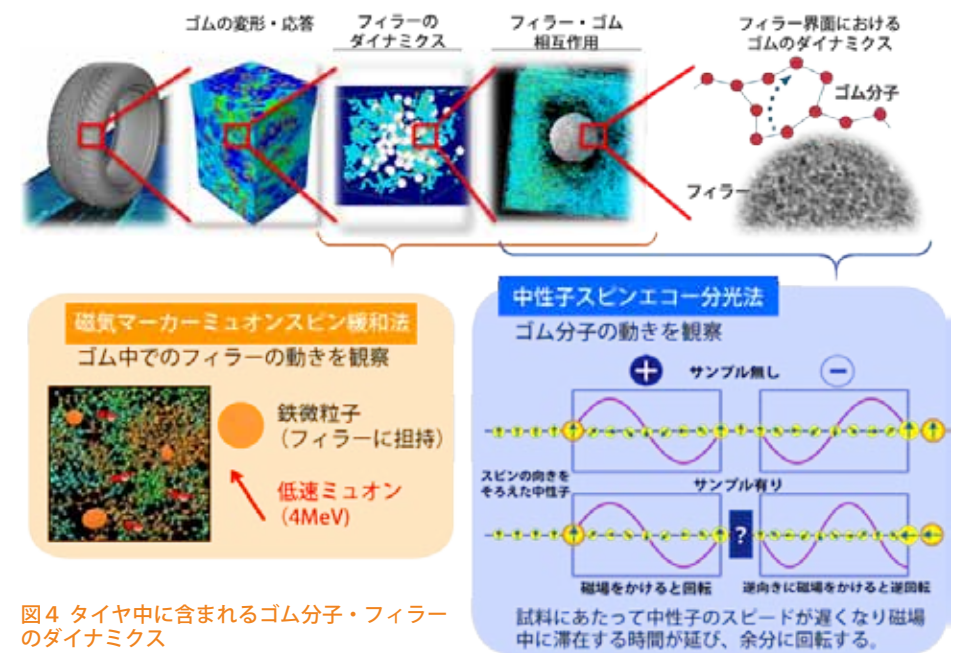
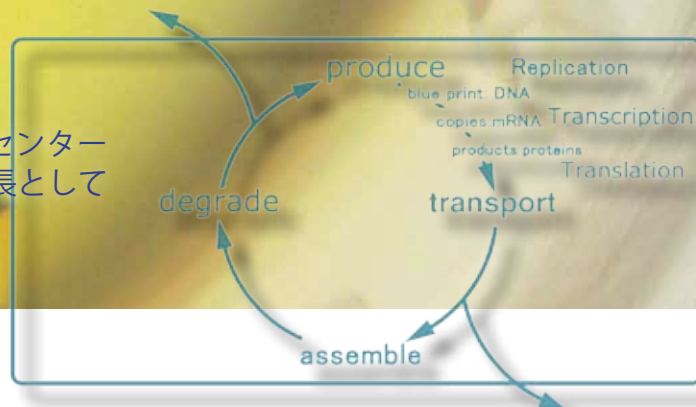


図4 タイヤ中に含まれるゴム分子・フィラーのダイナミクス



# 細胞内の生命システムに挑む — SBRC の新たな目標

物構研が擁する研究センターの一つ、構造生物学研究センター (SBRC) は 2013 年 1 月、千田 俊哉氏を新たにセンター長として迎え、メインプロジェクトも変わろうとしている。今後、SBRC は何を主眼として活動していくのか伺った。



— まず千田さんがこれまでにされてきた研究についてお聞かせください。

千田：3つぐらいあって、ひとつはピロリ菌由来のタンパク質。ふたつめは真核細胞生物の核内のタンパク質の話。核内で起こっている遺伝情報の読み取りの仕組みとか。核の中では DNA とタンパク質がくっついていて、そのままじゃ読めないの、ほどいたり、また元に戻したりする仕組みがあるんですけど...

— 先日カソクキッズで取り上げさせていただきましたよね。

千田：そうそう、あれです！シャペロンお姉様 (笑) もう 10 年ぐらいやっていますね。あとは、酸化還元酵素という、電子を運んだり受け渡しをする酵素です。長岡技術科学大学 (長岡技大) にいたときに、当時公害として社会問



題になっていた PCB (ポリ塩化ビフェニル) を微生物で分解しようという、バイオレメディエーションという考え方があって、農学部の先生と一緒にその中の酵素を研究していたんですよ。燃やす代わりに、微生物の中で酸化して壊していくって言う...

— それは実用化を目指した研究ですか？

千田：違います。農学部の先生は目指しているかもしれないけど、僕はそうじゃなくて、単純に電子を受け渡す仕組みとか、一般性がある面白いから。

— 実用化を目指す農学部の先生と、生物の基本的な仕組みに興味がある千田さんとが手を組んでやっているということですね。ピロリ菌のお仕事は医学部の先生と一緒にやっておられるんですか？

千田：ピロリ菌は東大医学部の島山先生とやっています。医学部の先生だけど、島山先生はたぶん仕組みに興味がある、と僕には見えますね。どういうふうな感染が成立して、細胞内が悪い状態になって、どういうふうにかんや病気になるか... と。僕らは構造を解いて、それから分かることを彼らの研究にフィードバックするという感じですね。まだ構造が解けたばかりなので、これからもっと、他の 2 つの真核細胞生物や酵素の研究みたいに深くなっていくはずですね。

※ 1 TF IID : Transcription Factor IID の略。DNA の遺伝情報を RNA に転写する過程を調節する転写基本因子のひとつであるタンパク質複合体。

センター長として、ユーザーから施設側に移って

— 1 月から物構研の構造生物学研究センター長になられて、これからどのような研究を進めていこうとお考えですか？ 今までユーザーとしてフォトンファクトリー (PF) を使ってこられて、今度は施設側の立場になり、意識が変わったことがあると思います。それも含めてお聞かせください。

千田：基本的にはさっきの 3 つのテーマを続けていきますね。細胞内では、いろんな複雑なことが起きているじゃないですか。それをちゃんと解明するという仕事やりたくて。細胞内のタンパク質複合体って言うても、小さいものから大きいものまでいろいろあるでしょ。一番小さい複合体はタンパク質 2 つでできているけど、大きいものは 10 個とか 15 個だとか... で、それがさらに何個もくっついているものがある。そういう、今までやるのが難しかったことを真つ当にやってみようと思っていてね。そうするとなかなか結果が出ないんですが、それでもやらなきゃいけないことなんです。今やっているテーマのひとつで、真核細胞生物の核内タンパク質で TF IID<sup>※1</sup> っていう転写に関わる分子量 100 万ぐらいの大きな複合体があるんだけど、それは、酵母を何十リットルって培養して、1

ミリグラム取れるか取れないかぐらい。— タンパク質を抽出するところから高い壁があるんですね...

千田：普通やらないよね (笑)。もう 5~6 年はやってるけど、やっと複合体もちゃんと取れるようになってきて。材料はなんとか揃って来たんですよ。— まだ結晶化まで行かないんですね。

千田：結晶なんか取れたら、もう大騒ぎですよ (笑)。今はまず電子顕微鏡で見ようとしているところです。電子顕微鏡で見ると、ちゃんと粒ぞろいになって分かるわけ。形が揃ってなかったら絶対結晶にならないんだけど、それを見る手法っていうのはあまりなくて、電子顕微鏡か、溶液散乱ぐらい。それで、粒が揃ったな、となれば結晶構造解析。質の良い結晶ができれば基本的にはもうおしまいですから、結晶構造解析は。— そういうものなんですか...

千田：だからドクター 3 年間で X 線構造解析をしない人だっているかもしれないけど、それでもいいの。X 線構造解析は、バイオロジーの目的からすると、もうどっちでもいいんです (笑)。誤解があるといけないうけど (笑)。逆にビームラインの方は、構造解析はどっちでもいいんですっていうぐらい、高度化をしないとイケないよね。

— 今は、結晶さえできれば、もう測定は簡単にできるということですか？

千田：簡単ではないけど、昔と比べたら全然違うよね。でもね、PF のタンパク質結晶構造解析のビームラインは、昔からルーチンワークでできるようになってたよ。それからロボットが入ったりどんどん高度化してきたから、僕らがこういうバイオロジーができるようになってきたんですよ。どういうバイオロジーをするかということに主眼を置くようになって来ていたから、それはここでも継続するわけですよ。だからビームラインに関しては、もっとみんなが **バイオロジーに集中** できるようなものを作ろうってことになりそうですよ。

— 千田さんが、かつてユーザーとして PF に求めていたポイントって何ですか？

千田：使いやすさ。PF のビームラインは使いやすいよね。PF はどのビームラインも全部同じシステムが入ってるから。でも、人数が少ないからみんなヒューヒュー言ってるよね。



— PF は世界の放射光施設と比べると、ビームラインあたりのスタッフの数が少ないですね。

千田：少ないよ。だって向こう (米国) 行くと人がいっぱいいるし、それだといろんな R & D もできるよね。だから人を増やそうと思っていて。学生を入れたいと思ってますよ。学生がいた方が僕は好きなんで、産総研にいたときも、研究所でありながらいつも学生がそれなりにいたんだよね。バイオロジーの方は研究室になっているけど、できれば **ビームライン開発の方も研究室みたいに** したいんですよ。— 以前は X 線結晶構造解析の専門家がユーザーのほとんどだったと思うんですけど、今は必ずしもそうではなくなって来ていますよね。

千田：もっとそうしよう、という動きになってますよ。それが今やってる創薬等支援技術基盤プラットフォーム<sup>※2</sup> ですね。

— 最近講習会もやってますよね。あれも千田さんの方針ですか？

千田：僕の方針じゃなくて、あれもそのプラットフォームのアクティビティです。だけど実際、ユーザーはすごく増えたと思いますよ。最初にタンパク 3000<sup>※3</sup> があったわけですが、そこで研究費が来たから、結晶構造解析のラボが増えて、すごく裾野が広がったんですよ。今の学生さんって、ドクター取った後もずっと X 線を続けられると思ってるでしょ？ 僕のと違って、大

学で X 線やってても、卒業したら製薬会社の分析室かなと思ってた (笑)。

— 千田さんは薬学部のご出身なんですか？

千田：修士までなんですけどね。その後会社 (日立製作所) に 2 年間いて、その後長岡技大に行ったんですよ。でも、僕はもともとはそれほど研究者志向ではなかったんだよね。会社で研究をそこそこやって、なんとなくドクター取らせてもらって、老後は薬局とか (笑)。でも、薬剤師の試験も甘くないじゃない (笑)。で、日立行って、いろいろいい先輩がいて、そのときにちゃんと研究やろうと思ったんだよね。1 年ぐらい経ったときに、大学のときの指導教官が長岡技大に移ったので、長岡行かせてくださいって。

— いろいろあって、今は加速器の研究所に移られたわけですけど (笑)、新しい加速器の R & D、例えば今 KEK で開発している ERL<sup>※4</sup> が実現してできることというのは、生物学から見ても魅力的ではないですか？

千田：ちゃんとしたい光源は、もちろん必要です。まだ誰もやってないような光は、それで何か見えるものがあるんだったら、道具として使いたいですよね。ここは放射光施設なんだから、本来は一番ラジカルじゃなくちゃいけないんだよね。

— そうですね。今日はいろいろなお話を聞かせていただいて、どうもありがとうございました。

聞き手：物構研広報室

※ 2 創薬等支援技術基盤プラットフォーム：文部科学省が H24 年度から実施しているプロジェクトで、創薬プロセスや生命科学に活用可能な技術基盤の整備、積極的な外部開放 (共用) 等を行うことで、創薬や生命科学の発展に貢献することを目的としている。フォトンファクトリーはその解析拠点の代表機関となっている。

※ 3 タンパク 3000 プロジェクト：文部科学省が H14 年度から 5 年間実施したプロジェクトで、約 3000 種のタンパク質の構造とその機能を解析することで、ゲノム創薬の実現等を目指した。

※ 4 ERL：エネルギー回収型ライナック。リング型の光源加速器で、1 回だけ電子ビームを周回させ、残ったエネルギーを次の電子ビームの加速に使うため、質の良い電子ビームから超高輝度の光を発生できる。



# 研究トピックス

物構研、およびPF、MLFの共同研究・共同利用による研究成果

■ もっと詳しく  
KEK ニュースルーム  
<http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/>

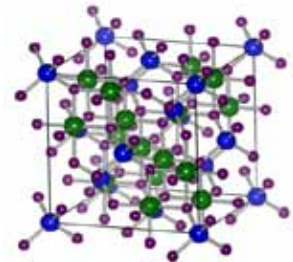
## 材料・磁性薄膜

### 白金フリーな垂直磁気記録材料の薄膜

筑波大学 数理物質系 新聞智彦助教（現東北大学）、柳原英人准教授、喜多英治教授らのグループは、KEK 物質構造科学研究所・構造物性研究センター 中尾裕則准教授、北海道大学大学院 理学研究院 小池和幸教授らとともに、量産に適した成膜手法で、良質なコバルトフェライト単結晶薄膜の作製に世界で初めて成功した。さらに、この薄膜が白金等の貴金属を含む磁性材料に匹敵する強い垂直磁気異方性をもっていることを見出した。

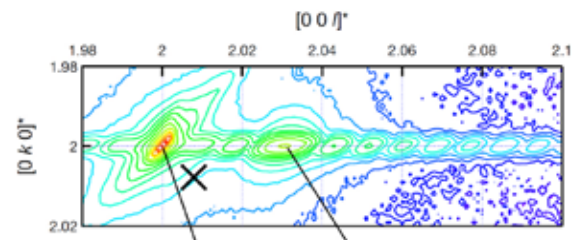
今日、広く使われている HDD の記録媒体には、高記録密度化（大容量化）するため、強い垂直磁気異方性の磁性材料として、白金を含む磁性金属合金が用いられている。今回開発したコバルトフェライト薄膜により、貴金属を用いない高性能な垂直磁気記録方式の HDD の記録媒体を実現できる可能性が示された。

本研究で着目したコバルトフェライト  $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$  ( $0 < x < 1$ ) は、永久磁石として知られた磁性材料で、コバルトや鉄を中心に酸素原子による四面体と八面体の組み合わせからなる構造（スピネル型結晶構造）をしている。この物質に特定方向の歪みを導入し、結晶を変形させることで



スピネル型結晶構造  
青に Fe、緑に Fe または Co、紫には O が位置する。

垂直磁気異方性を示す薄膜となりうることを、従来から指摘されていた。本研究では、酸化マグネシウム単結晶 MgO 基板上にマグネトロンスパッタリング法を用いて  $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$  薄膜を成膜した。この方法は、HDD 媒体の製造に利用されているもので、本実験ではコバルト鉄合金ターゲットを用い、酸素を導入しながら成膜した。そして KEK フォトンファクトリー BL-4C で格子定数、格子歪などの構造評価を行い、MgO 上に成長する  $\text{Co}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$  薄膜は界面に沿って格子が引っ張られ、膜が成長する膜厚方向に対しては、格子が縮んでいることが確認された。



コバルトフェライト薄膜と酸化マグネシウム基板の結晶格子定数

また、室温における本薄膜の飽和磁化 ( $M_s$ ) は、バルクと同等の値 ( $M_s = 410 \text{ emu/cm}^3$ ) を示した。そしてコバルトの濃度を高めた  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  薄膜では、現在垂直磁気記録媒体として用いられているコバルトクロム白金合金と比べて十分に大きな垂直磁気異方性 ( $K_u$ ) の値  $K_u = 15 \text{ Merg/cm}^3$  にも達する垂直磁気異方性を持っていることが明らかになった。

*Appl. Phys. Lett.* 103, 162407 (2013)

## 材料・燃料電池

### 燃料電池のイオン交換膜、ナフィオンの膨潤過程

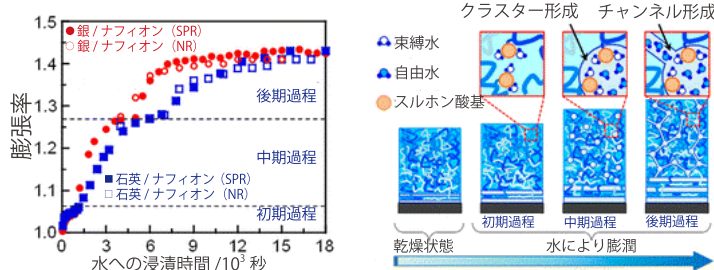
九州大学大学院工学研究院 田中敬二教授の研究グループは燃料電池にも使われる高分子電解質「ナフィオン」の薄膜が水中で膨潤していく過程を解明した。

燃料電池の電極界面は、炭素、白金、そしてナフィオンと呼ばれる高分子固体電解質で構成されている。水素と酸素の化学反応は白金触媒の表面で起こり、効率的に反応させるには水素と酸素を素早く供給することが重要である。ナフィオンは長い紐状の分子で、その側鎖にスルホン酸基という強い酸性の部分があり、水を吸着することで水素イオンを生成する。この水素イオンはナフィオン中に形成される水のネットワークを流れ、白金へと水素を効率よく供給できるが、そのネットワークが薄膜中でどのようにネットワークが形成されるのか、詳細なメカニズムは分かっていない。

研究グループはナフィオンの薄膜が水を吸収してネットワークを形成する過程を調べるため、銀や石英の表面にナフィオン薄膜を作成し、水がナフィオンに浸漬・膨潤していく過程を表面プラズモン共鳴、および J-PARC の物質・生命科学実

験施設 (MLF) の中性子反射率計 SOFIA を用いて観測した。その結果、基板表面でスルホン酸基に水が吸着する初期過程、球状のクラスターが形成される中期過程、そしてクラスター間にチャンネルが形成される後期過程の 3 段階を経てナフィオン膜が膨潤することが明らかになった。また薄膜の膨潤速度は、薄膜にしない場合と比較して非常に遅く、基板との相互作用によってナフィオンの動きが抑制され、チャンネルの形成が阻害されることが示された。

*ACS Macro Lett.* 2, 856 (2013)

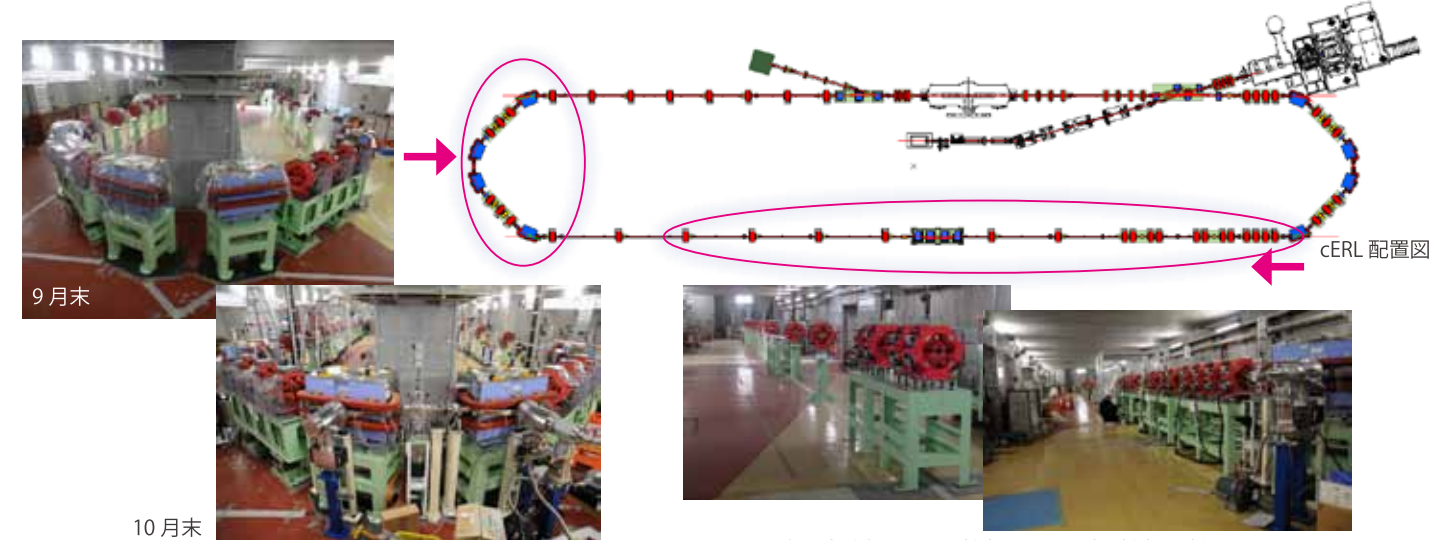


表面プラズモン共鳴 (SPR)、中性子反射率法 (NR) を用いて観測したナフィオン膜の膨潤率と、実験結果より得られた膨潤過程の模式図

## 施設情報

### 放射光 cERL 周回部、間もなく完成

コンパクト ERL (cERL) では、2013 年 7 月から 11 月までの予定でビーム周回部の建設を進めている。7 月から 9 月にかけて周長約 90m にわたって約 80 台の電磁石が設置され、加速器の全景が姿を現し始めた。10 月末には、ほぼ全てのビームダクトが設置され、電気配線、追加遮蔽等の作業が進められている。11 月末から超伝導加速空洞のコンディショニングを行い、年内にビーム運転を開始することを目指している。



南側直線部の 9 月 (左) と 10 月末 (右) の様子

### 放射光ビームライン BL-15 XAFS と小角散乱のタンデムビームライン

フォトンファクトリーの BL-15 では、XAFS/XRF (X 線吸収微細構造) と SAXS (X 線小角散乱) の 2 種類の測定を行える新しい挿入光源ビームラインの建設が進んでいる。今春に古いビームラインを撤去し、夏のシャットダウン中にアンジュレータ、基幹部、ハッチ、ビームライン、実験装置などの設置、調整作業を行った。安全検査を経て、10 月 17 日にはアンジュレータからの初ビームの観測に成功した。引き続き調整を行い、11 月中に最下流の SAXS 装置までビームを通す予定。



上：10 月 17 日に観測された初ビーム

下：BL-15 全景。左上の上流からピンク色が XAFS 陽実験ハッチ、黄色色が SAXS 用実験ハッチ

### 中性子ビームライン BL23 偏極中性子散乱装置 POLANO 建設開始

東北大学と共同で検討してきた偏極度解析分光器が、8 月末より J-PARC 物質・生命科学実験施設にて建設が開始された。中性子源から中性子を装置まで運ぶダクト内にスーパーミラーが挿入され、中性子源から実験ホールまで徐々に設置されている。POLANO は、偏極中性子非弾性散乱を利用し磁性研究など物質材料科学への利用を目指し、2015 年度に完成する予定。



MLF シャッターセクション内に搬入されるガイド管

シャッターに格納されたガイド管

### 中性子ビームライン BL06 中性子共鳴スピネコー装置群 VIN-ROSE

J-PARC 物質・生命科学実験施設に建設中の BL06 では、2012 年度より中性子共鳴スピネコー分光器群 VIN-ROSE の建設を進めている。10 月からは中性子を輸送するガイド管の設置作業と並行して遮蔽体 (写真、赤いブロック) の増設作業を行っている。その後、分光器を設置作業へと続き、ビーム運転の開始と共に調整作業を行えるよう準備を進めている。



左図：設置中の遮蔽体。この内部に分光器が設置される。右図：BL06 全景



## イベント予定

11/16 (土)

### 大学共同利用機関シンポジウム 2013 「万物は流転する～因果と時間」

KEKを含む、全国の大学共同利用機関が日々行っている最先端の研究を紹介します。

東京国際フォーラム ホール B7  
12:00～17:00 (入場無料)

>> <http://www.nijl.ac.jp/int-univ-symp2013/>



12/24 (火)～27 (金)

### ウィンターサイエンスキャンプ in KEK 「加速器って何だ？素粒子から身近な物質までを探る」

素粒子を探究し物質の構造を明らかにする研究現場を訪れ、研究者との交流を通じて研究の進め方や楽しさを体験。実習では、基礎的な実験を通して測定機器の製作、調整、データ取得、データ整理、成果発表などを行います。

※参加申込は11/8 (金)まで。

>> <http://www.kek.jp/ja/Education/HighSchool/ScienceCamp/>

## お知らせ

3/18 (火)～19 (水)

### 物構研サイエンスフェスタ 2013 第5回 MLF シンポジウム / 第31回 PF シンポジウム開催

2014年3月18日(火)-19日(水)の日程で物構研サイエンスフェスタをつくば国際会議場(エポカルつくば)で開催します。MLFシンポジウムと合同開催となり、例年以上の盛り上がりが見込まれます。プログラム等詳細は決まり次第お知らせします。