

No.5
Jun. 2010

CONVERGENCE

インタビュー……p.2-3

基礎を疑え！

チャレンジ精神がブレイクスルーを可能に
— 外村 彰

研究者に聞く…… p.4

将来のナノテクを形成する MANAとUCLAのパートナーシップ

— ジェームズ・ジムゼウスキー

MANAの歩み…… p.5

サテライト研究

MANAの研究成果…… p.6-7

- 手で操るナノテク：ハンドオペレイティング・ナノテクノロジー — 有賀 克彦
- 再生医療への応用を目指した新材料開発 — エンリコ・トラベルサ
- 酸化還元反応の量子力学シュミレーション — 館山 佳尚
- 自走式マイクロ・ナノロボット — サミュエル・サンチェス

ニュースとトピック…… p.8

MANA国際シンポジウム開催報告／MANA評価委員会／
ジムゼウスキー教授がNHK番組に出演／箱根国際ワークショップ／
新任研究者の紹介／受賞ニュース



国際ナノアーキテクトニクス研究拠点



International Center for Materials Nanoarchitectonics (MANA)



外村 彰 TONOMURA Akira

東京大学理学部物理学科卒業、日立製作所中央研究所へ就職（1965年）。同研究所および基礎研究所主管研究員（1985年）。新技術事業団「位相情報プロジェクト」総括責任者兼任（1989～90年）。株式会社日立製作所フェロー（1999年～）。米国科学アカデミー外国人会員（2000年）。理化学研究所基幹研究所グループディレクター兼任（2002年～）。社団法人日本顕微鏡学会会長に就任（2003～2005年）。日本学士院会員（2007年）。工学博士・理学博士。

日立製作所入社以来、電子線装置の開発およびその応用研究に従事。電子線エネルギー損失、電子線ホログラフィー電界放射型電子銃の開発を経て、1974年から本格的に電子線の干渉性を利用した電子線ホログラフィーの研究に従事。電子顕微鏡学で大きな業績を挙げている。

若者に新しいものを作り出す ポテンシャルを

—外村先生は、日立の研究所のフェローとして、また理化学研究所のグループリーダーとして、多方面で活躍なさっていますが、日本の電子顕微鏡研究の現状をどのようにみていらっしゃいますか？

日本における電子顕微鏡の開発は、技術と応用の両面で深みのある基礎を築き、学術面でも世界をリードしてきました。カーボンナノチューブの飯島澄男先生、生体分子の藤吉好則先生、そして東工大の高柳邦夫先生、立教大の黒岩常祥先生などなど、まさに日本の独壇場でした。これだけの成果を出している人が海外にいるかという、いないんですよ。ただ、私も含めみんな年をとってしまいました。新しい人を出したいのですが、状況が変わってしまいました。

その一方で、電子顕微鏡に新たな波が押し寄せてきました。これまでの分解能の限界を乗り越えた収差補正レンズがドイツにおいて開発されたのです。そしてこのレンズ技術をうまく利用し、アメリカやヨーロッパでは政府主導でプロジェクトを立ち上げ、日本は少し遅れをとってしまいました。

—先ほど、「新しい人を出したいが、状況が変わってしまった」とおっしゃっていましたが、どういうことなのでしょう？

かつては、開発も大学の先生がしていました。しかし、今の日本はもう、長い年月を要する装置開発に対しての意欲が消え失せてしまっています。大学では電子顕微鏡の講座はなくなり、最新のコンピューターなどに代わってしまい、モノづくりをする人がいなくなりました。

ここ20年くらいでしょうか、日本の場合、プロジェクトの期間は5年がほとんど。そのため、2～3年で評価をされてしまいます。昔は大学の先生には裁量経費のようなものがありましたが、今はありません。そのために競争的資金をとらないと、研究費がない。私のように開発を目指す人間にとっては非常に苦しい状況です。だから、何か面白い装置をつくって見直してもらいたいと思っています。

—研究資金を投入するときに、競争的なやり方をするというのは、あまり良くないのでしょうか？

競争的資金が悪いわけではありません。ただ、開発というのは10年くらいの単位でやらないと難しいですね。装置が揃って、5年で成果を出すというのはあってもいいと思うのですが…。ただ、基礎的な技術を新しく作り出すというのは必要だと思うのですが、残念ながら、ゆっくり何十年もかけられるという研究はなくなってしまいましたね。

基礎を疑え！

チャレンジ精神がブレイクスルーを可能に

◆聞き手：NIMS広報アドバイザー 餌取 章男

——外村先生は、「最先端研究開発支援プログラム」で日本を代表する30名の1人に選ばれ、原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡の開発を始められています。そのプロジェクトの狙いをお聞かせください。

原子分解能で電子線ホログラフィー観察が可能な顕微鏡を開発します。日本は1989年以来、国家プロジェクトを通して電子線ホログラフィー技術の向上を図り、世界をリードしてきました。また、超高压電子顕微鏡も日本の独壇場の技術です。これらの2つの技術基盤の上に立脚し、さらに収差補正技術を組み合わせ、原子・分子の世界を観察するユニークな世界最高性能の装置を実現します。そういう領域、自然の深い原理に触れるツールを提供すると同時に、これらの実験を通して、従来の理論を越える“より深い理論”への可能性を探れる環境に何とかしていきたいと考えています。

新しい装置を開発しないと新しいことはできませんよね。若い人にもそういう新しいものを作り出すポテンシャルを持たせてあげたいと思っています。現在は、ただ装置を買うという風潮になってきていますが、私はそれがイヤで反発しています。

若い人に必要なのは チャレンジ精神+馬力

——日本の若い研究者は、素質としては非常に優秀な方も多いようですが、なかなかうまく育ってくれません。ハングリー精神が少ないからでしょうか？

少ないですね。現状で満足してしまっているのでしょうか。海外では、画期的というか、思いもしないような実験をしている人がいました。今年の4月、米国科学アカデミーの総会に参加するために渡米した際、ハーバード大学で開催された国際会議へも招かれたのですが、例えば、一般相対論が間違っているのではないかと基本原理を確かめる実験をしていたり、光子の質量を確かめる実験をしていたり。若い人ばかりでしたが、刺激がありました。

最近の日本人は、問題があって、その問題に答えるということは上手いかもしいけれど、自分で、とてつもないことをやろうという人が、だんだんいなくなりました。基礎を疑ってみたりだとか、そういう新しいことをしようという気概が少なくなっていると感じています。海外の方のバイタリティと、ものすごいブレイクスルーをやるというチャレンジ精神は、見習うべきものがありますよね。

——それは大事なご指摘ですね。日本はプロジェクト志向が強すぎる感じもありますが、今おっしゃったような環境を作ってあげることが大事ですね。

私の頃は、電子顕微鏡で物理の面白いことをする方がたくさんいました。そういう環境の中だから、私もホログラフィーなどの研究を始めました。「これで何に役立つのか」なんていうことも言われましたけど。でも、私達だけでは出来ない、サンプルを作る時には皆が協力してくれました。皆それぞれ、自分の仕事はあるのですが、面白いからお前のもやってみようという雰囲気でした。しかし、今はもう、そういうことが出来なくなってしまいました。

私は、モノづくりをただで終わってしまいうけれども、後に続く次の人を育てないとなりません。そうでなければ、なんのために作ったんだ、ということになりますからね。それにはまず、ちゃんと良いモノを作って、日本だったら他ではやっていない新しいモノができるということを示したい。そしてそれをきっかけに、1回作ったものを目的に応じて、改良して作っていく人を育てたい。モノを開発しながら、人を育てる方法も開発していき、私達がやってきた超高压の電子顕微鏡の技術を今、なんとか伝承させていきたいのです。

——日本の研究を、より国際的にすすめるために、どんな方策を考えたらよいでしょうか？

新しいものを切り拓くには、ハングリーさに加えて馬力も必要です。日本人は、おっとりしてきてしまいましたから。現状を変えるような、刺激的な、頑張る人々を海外から集めて、交流しながら協力してやっていくことが必要でしょう。海外の方は、本当にいい研究が日本で出来ると思えば来てくれます。優秀な人は海外では優遇されますから、こちら環境を整えてあげないといけませんかね。

ただ、任期制のプロジェクトですと、パーマナントな職を求める若い人々を呼ぶことが難しい現実があります。特に30代、40代くらいになると安全サイドに行ってしまうから。

アジアのリーダーとして 生き残るための戦略

——研究者として日本の将来をどのようにお考えになりますか？

科学技術に対して、ずいぶんお金はいただいていますよね。国民から信頼させていただいたお金ですから、その使い道は、私達がしっかりと、若い人を育てることに使うべきだと思います。今、短期的に成果を出そうとして、若い人を道具に使ってしまっている感じがあります。若い人の意欲よりも成果を優先しています。若い人は、短期間で成果を出そうとすると、自分の中で大きなものが作れず、誰かの後追いのようなものにしかチャレンジできないと思います。もうちょっと長期的に、良い研究者を育てる工夫をしていく必要がありますね。

——今の日本は、科学技術そのものに対する一般の国民の信頼感が割と低いですよね。

そうですね。だから、科学技術の成果を国民に納得してもらえるような努力というのが、やっぱり必要です。巨額なお金を使っていますからね。例えば、もっと新聞に載るとか、マスメディアで話題になってくれたらいいですよね。そのためにはチャレンジングなことをしなくちゃいけません。状況を踏まえて、戦略を立てて、少なくともアジアの中でちゃんと生き残れるように、リーダーになれるように考えていかないと、これからが心配です。10年、20年経ったとき、あんなに投資したのに、と科学技術に対する不信感を国民に抱かれないようにしていかなければなりませんね。

——最後にMANAに対してひとこと。

MANAは既に国内外での認知度は高いと思いますが、さらに今後もますます世界に誇れる研究成果を生み出し、存在価値を高めてほしいと思っています。

——ありがとうございました。



1983年8月に、日立中央研究所で開催された「量子力学の基礎と新技術」シンポジウムでの写真。左から、C. N. Yang博士、Y. Aharonov博士、一番右が外村フェロー。

将来のナノテクを形成する MANA-UCLAの パートナーシップ

ジェームズ・ジムゼウスキー
James K. GIMZEWSKI

UCLA 特任教授

CNSI ナノピコ特性評価コア施設ディレクター

MANAはジムゼウスキー教授に、将来的に何を研究の対象にしていくのか、また、MANA サテライト機関のひとつであるUCLAの共同研究室での取り組みについてお話をきくことができました。

共同研究が織りなす明るい未来

——今後研究されようとしているものは何ですか？

私は、社会にとって大きく衝撃を与え、われわれの住む世界を劇的に、そしてポジティブに変えるような発見をしたいと思い、ナノテクの分野に関わっています。ナノテクが医療の現場でもっと広く受け入れられ活用されればと思います。そういうわけで、私はUCLAの医学部とも緊密な共同研究を行っているのです。

この共同研究で、人間の健康に関する共同研究の結果を計量化するのに加えて、病気の発見に役立てられればと思います、取り組んでいます。そこではナノ計量関係の研究が進んでおり、研究の成果が、近い将来臨床の場で用いられるのを期待しています。実際、脳と神経の働きをシミュレートできる新しいコンピューターを開発中で、必要ならば人間の脳を増強し助けることもできます。

今日の研究の状況を振り返ると、医学界では顕微鏡検査技術のような多くの技術的進歩がなされてきたにも関わらず、変わったのは医療器具の機械といった小規模なレベルにとどまっています。

共同研究を一緒にやっていくには、UCLAのような大きな医学学校であることが極めて重要です。医学者と物理学者の互いの見地は違うものかもしれませんが、共同でメカニズムに関わり、理解するひとつのチームとして情報をやりとりし、協力することができます。

MANAブレイン、ナノ粒子研究を重点的に

——UCLAの研究室ではどのような研究をされているのですか？

私たちは主に2つのテーマに焦点を絞っています。

まずは、脳と神経の作用をシミュレートできるコンピューター、MANAブレインと呼ばれる人工のシナプス結合ネットワークです。青野正和氏の原子スイッチ技術と、私がパターン材料のために開発した技術とのコンビネーションを基盤としています。電子を用いた従来のスイッチとは異なり、青野氏のスイッチ技術ではイオンを用います。

実は、MANAブレインには記憶能力があるのです。短期間の起動を繰り返すことで、長期間その情報を維持し、記憶状態を作り上げることができます。MANAブレインには、接続の強弱の違いがありますが、複数状態の神経形態学的システムを構築していく学習能力を持つ人間の脳のように、神経シナプスのネットワークの作用をします。コンピューターにとってかわるものが現れるのです。

未解明の問題は、相乗効果の原理といかにシステムを繋ぐかという方法論についてです。人工のシステムに神経細胞のような可塑性を持たせるのは、人間の脳と違って、簡単ではありません。

おそらく脳の病気の患者を救うこともできるでしょう。MANAブレインは神経の代用となり得るので、アルツハイマーも治療することが

できるのです。

MANAブレインは自ら学習することが出来るため、フラクタル状の回路と樹枝状の特質を持つことになり、プログラムの行程がなくてもシステムを生み出していく事ができるのです。将来的には人間の意識や感情をほぼ同じくらいエミュレート（模倣）出来るようにさえなしましょう。

——UCLAの研究室で2つのことに焦点をあてているとのことですが。

ええ、もうひとつは、非常に小さい結晶でX線を生み出すことができるのですが、この「非常に小さい結晶」を用いて、どんな種類の顕微鏡でも使えるように、原子サイズのX線源を配列したものを作りたいのです。

エントロピーとは、ある閉じた体系の中の利用されないで減衰／拡散されるエネルギーのことをいいますが、ここではエントロピーが大きな焦点となっていて、非常に些細なことも減衰／拡散されることのないように活用されるようにというのが、私たちの研究の目的です。

このような緊密な共同研究に文部科学省が出資するのは今回が初めてです（笑）。

——この分野の若い研究者に何かメッセージはありますか？

未来は、日本の若い研究者の双肩にかかっており、今まさに新しいテクノロジーが必要とされている時代となっています。我々の住む地球は、存続していくために次世代の方法論が必要なのです。

若手研究者には、インスピレーション、創造性、想像力があり、物の見方を変える非常に素晴らしいチャンスがあるので。

歴史の中で我々は今極めて重要なところに居て、若者には、ナノのようなミクロのレベルから変革を起こしつつも、壮大なビジョンを持ってもらう必要があるのです。

ジェームズ・ジムゼウスキー教授は、1985年に走査トンネル顕微鏡で分子の撮影に成功して以来、単一原子と分子のメカニカル的及び電気的な接触について研究分野をリードしてきた。

また、X線源やカーボンナノチューブの蒸着、単一分子DNAのプロファイリングといったプロジェクトにも関わってきた。



サテライト研究

MANAの研究を推進していく上でどうしても欠かすことの出来ない仕組みの一つがサテライト研究です。

MANAには、主任研究者 (PI) が28名いますが、その内8名は外部の研究機関に所属する招聘研究者です。そして、そうした研究者が所属している機関にサテライトオフィスを設置しています。

サテライト機関は、NIMSだけではカバーしきれない分野を共同研究という形で支援しています。サテライトPIは、MANAの若手研究者を育成するメンターの役割を果たしています。また、サテライトが情報の発信や受信の基地になっていることは言うまでもありません。

このように、サテライト機関はMANAの研究の一翼を担うことによって、MANAが更にネットワークを広げていくための前進基地の役割を果たしているのです。

現在MANAは、海外及び国内に6つのサテライト機関を持ち、それぞれ緊密な連携を取りながら、ナノテクに関する革新的な研究を進めています。

カリフォルニア州立大学ロサンゼルス校 (UCLA、アメリカ)

ジェームズ・ジムゼウスキー教授は、IBMチューリッヒ研究所で今日のナノサイエンスとナノテクノロジーの基礎を築いてきました。UCLAに移ってからは、ナノテクとバイオの融合に関する研究を行うと共に、卓上規模の核融合装置を作り上げるなど、独創性に富む研究を行ってきました。MANAとの共同研究では、ナノ材料を利用して脳の中の神経細胞を置き換える人工シナプスの研究を行っています。

MANAからはポストドク研究員がUCLAに長期滞在して共同研究を進めています。

ジョージア工科大学 (GIT、アメリカ)

Z. L. ワン教授は論文被引用総回数が15000回を超え、ナノテクノロジーの研究分野で世界のトップグループに入る卓越した研究者です。MANAのサテライトでは、一次元ナノスケール物質の結晶成長のその場観察や、特性評価などに関する基礎・基盤的な研究を行っています。

MANAからは独立研究者がGITに滞在して共同研究を進めています。

ケンブリッジ大学 (イギリス)

マーク・ウェランド教授はケンブリッジナノサイエンスセンターの所長であり、世界のナノサイエンス及びナノテクノロジーを先導すると共に、イギリス首相の科学顧問としても活躍してきました。MANAとは生体の機能を利用しながらその機能を超越する物質・材料の創製に関する研究を行っています。2008年10月から3名の大学院生がMANAの研究に従事しています。

フランス国立科学研究センター (CNRS、フランス)

クリスチャン・ヨアヒム教授は、ナノ構造の電子状態、特に機能性分子の電子状態を第一原理計算によって解明してきた第一人者であり、単分子デバイスの実現に情熱を燃やしています。MANAとの共同研究では、分子論理ゲートや分子磁性に特化した基礎研究を行い、次世代ナノデバイス、脳型コンピューターなどのための材料開発を目指しています。

筑波大学

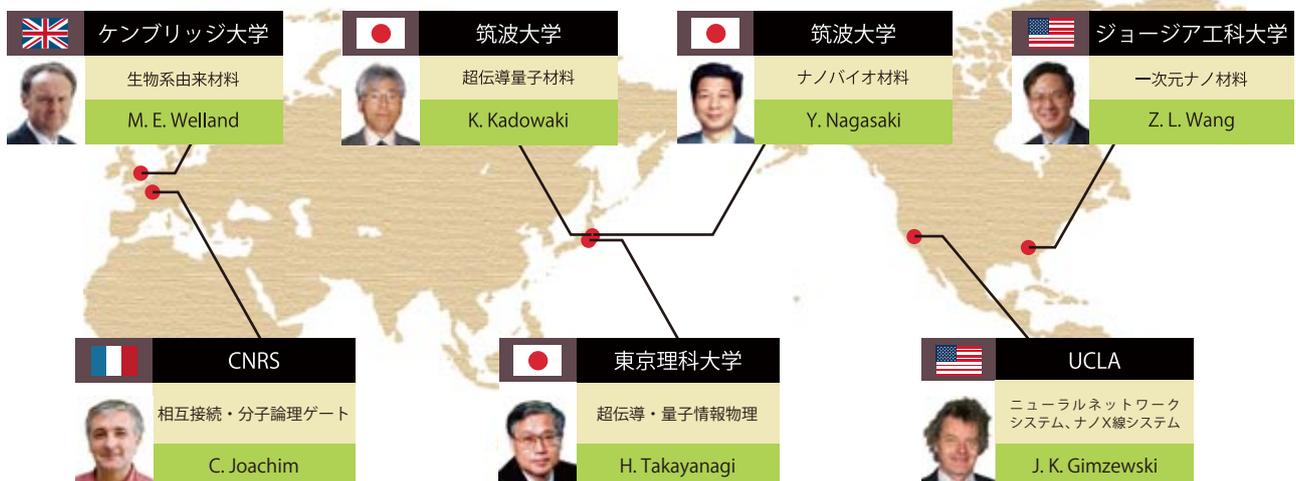
門脇和男教授は、高温超伝導を中心とした強い電子相関系物質を対象とした研究で知られており、長崎幸夫教授は、高分子合成技術を基盤としたナノ生体機能材料の開発で有名です。筑波大学はMANAと至近の距離ということもあり、相互の若手研究者が2つのサテライト研究室を頻りに行き来して共同研究を展開しています。

東京理科大学

超伝導デバイスのトップ研究者である高柳英明教授が参画し、MANAに研究スペースを確保して東京理科大学の研究とMANAの研究の一体的推進を図っています。ナノテクノロジーを活用した新規超伝導デバイスの研究が課題となっています。

以上の活動の他にもワークショップやサマースクールが頻りに行われ、研究交流が進んでいます。

2010年3月のつくば市での「MANA国際シンポジウム2010」には、ワン博士をはじめたくさんのサテライトPIが出席し、研究発表を行ったり、若手研究者の発表に熱心に耳を傾けている姿が見られました。





有賀 克彦
Katsuhiko ARIGA

MANA 主任研究者 (PI)
ナノマテリアル分野

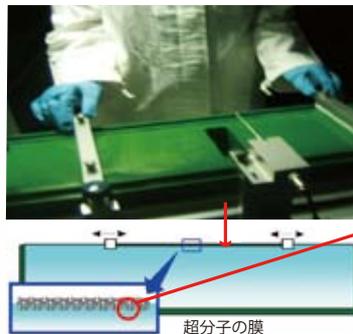
手で操るナノテク： ハンドオペレイティング・ナノテクノロジー

ナノテクの技術は既にいろいろなところに浸透しています。機械の中にある見えない超微細回路、葉の中に潜むナノマテリアル、これらはナノテクの産物なのです。でも、私達が本当にナノテクの恩恵を被り、ナノテクを手中に収めるためには、私達自身がナノを操れるようになる必要があります。我々は、世界的にも例を見ない「手で操るナノテク（ハンドオペレイティング・ナノテクノロジー）」という新しい分野の開拓に取り組んでいます。その一つ、手の動きで分子を掴む技術を紹介します。

実際には、手で自由に分子を掴むのは、普通不可能なので、「超」分子の考え方を利用します。超分子とは、分子を集めて元の分子よりはるかに優れた働きを発揮させるという考え方です。図に示した開いたり閉じたりする分子を手で駆動するようにするため、水面上に分子一つ分の厚さの超分子膜として並べます。膜を横から手で押して圧縮すると開いて

いた分子がなるべく小さな構造になろうとして閉じた構造をとろうとします。この分子の開閉挙動を利用して水中の分子を掴みます。つまり膜を手で横方向に自由に動かして、その膜の中の分子の動きでターゲットとなる別の分子の捕捉をしたり放出したりします。我々は、分子のひねりを起こすような分子を用いて、アミノ酸を識別することにも成功しています。

同様なことは、水の上だけではなく自由に伸縮できるフィルムを使ってもできると考え

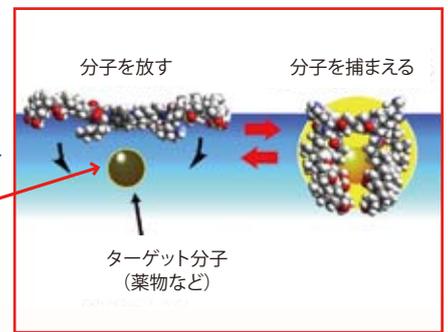


目で見える大きさで膜を圧縮・膨張（我々の世界）

られ、携帯型のシステムも開発しようとしています。そうすれば、毒物の捕捉・センシングから薬物の投与、あるいは化学物質を介した電気信号の伝達まで、すべて皆さんの手で操ることが可能になります。その時、ナノテクの技術は皆さんが自由に使える「隣のナノテク」となり、その本当の利便さを実感することになるでしょう。

参考文献

K. Ariga et al. *Adv Colloid Interface Sci*, 2010; **154**(1-2): 20-29.
K. Ariga et al. *Sci Technol Adv Mater*, 2008; **9**(1): 014109.



分子の動きをコントロール（ナノテクの世界）



エンリコ・トラベルサ
Enrico TRAVERSA

MANA 主任研究者 (PI)
ナノグリーン分野

再生医療への応用を目指した 新材料開発

臓器移植は患者の命を救う唯一の治療手段となることもあり、その重要性が高まっています。再生医療は、その有力なひとつのオプションといえます。

in vitro（試験管内操作）では、足場材料や細胞、それらの相互作用を適切に選択することにより組織が再生します。ただ血管は作ることができないため、この再生組織が健全かつ厚みのあるものができるかどうか、再生医療の抱える主要な課題のひとつです。通常、酸素と栄養物は血流によって運搬されますが、それがin vitro状態では3種の細胞層しか成長させることはできません。

私達は、厚みのある軟部組織を再生するため、生分解性の特徴を持つ足場材料を作ることになりました。まず図にあるように、指向性熱誘導相分離法により厚さ1 mmの立体的足場材料を用意しました。生分解性ポリマーのポリL乳酸（PLLA）で出来ていて、孔隙

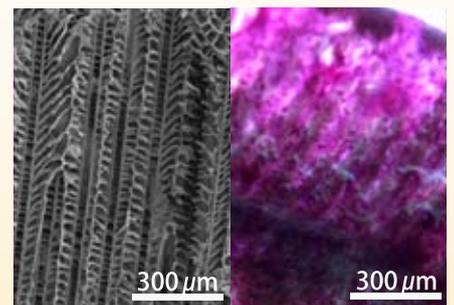
率93%、相互連結度90%です。間葉幹細胞を植え付けた後、in vitroの静置培養法の状態で14日間置いておくと正常で集密的な組織が再生されます。構築された足場材料の多孔質微細構造の性能が十分に引き出されるのです。

また、生分解性ポリマー（PLGA）のマトリックス内に酸化セリウム及び酸化チタンのナノ粒子を配列させたバイオ基板を構築しました。このように配列したセラミックナノ粒子を組み入れた足場材料には、配列して成長する幹細胞が観察されました。ただし酸化セリウムのナノ複合材だけに幹細胞増殖性の改善が認められました。これはナノ構造化された酸化セリウムが抗酸化性を有しているからです。

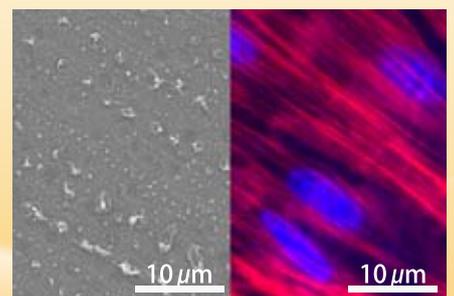
幹細胞は、酸化物ナノ粒子によってのみ、配列した状態で成長するように制御されます。このことから、メカニカルな因子がとても重要だと言えます。

参考文献

C. Mandoli et al. *Adv Funct Mater*, 2010; **20**(10): 1617-1624.
C. Mandoli et al. *Macromol Biosci*, 2010; **10**(2): 127-138.



多孔質 PLLA の足場 (左) と 14 日後に再生された間葉幹細胞 (右)



PLGA 中に配列された酸化セリウムナノ粒子 (左) と生成された配向幹細胞 (右)



館山 佳尚
Yoshitaka TATEYAMA

MANA 独立研究者

酸化還元反応の量子力学シミュレーション

環境・エネルギー問題の解決に向けて光触媒や太陽電池・燃料電池といった技術の開発・改良が現在盛んに行われています。しかし電子・原子レベルでどのような反応が起きているのかは、実はよくわかっていません。そこで私たちは量子力学の基本原則(正確には密度汎関数理論)に基づいた計算手法(これを第一原理計算と呼びます)を用いて、ナノメートル以下のサイズで繰り返されるこれらの化学反応のシミュレーションとそのメカニズムの理解に取り組んでいます。

触媒と電池は使用目的が大きく異なりますが、電子・原子レベルでは両者とも「酸化還元反応」すなわち化学結合変化を伴う電子移動反応によって記述されます。重要なものとしては水素生成 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$ や酸素還元/水分解 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ などがあります。この酸化還元反応を定量的に扱うための第一原理計算手法は最近までありませんでした。

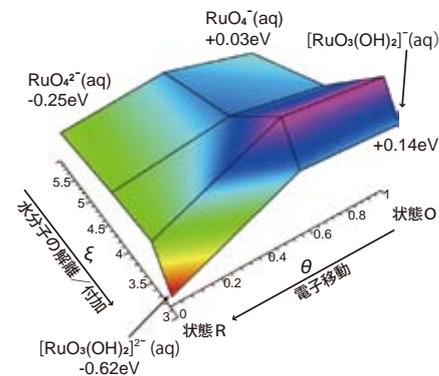
た。そこで私たちはその開発・確立から取り組みました。

Marcusの電子移動理論や統計力学理論から得られた酸化還元反応の反応自由エネルギー(酸化還元電位)や再配置自由エネルギーの計算式を、第一原理分子動力学(MD)シミュレーションを用いて計算することにより、酸化還元反応の起こりやすさや反応径路を定量的に議論できるようになりました。

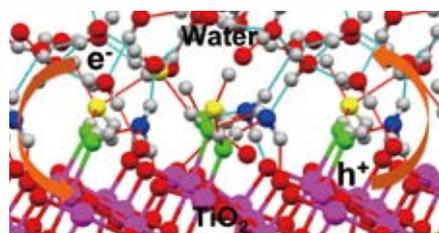
最近では触媒・電池反応の主要な舞台である固体液体界面における酸化還元反応に向けた拡張も進めています。半導体・酸化電極/水溶液の界面における構造・電子状態はもちろん、界面状態の変化により水や有機物分解の酸化還元反応効率はどう変化するか見積もれるようになりました。将来的にはこれらの計算手法をもとに界面酸化還元反応の理論的設計が可能になると期待されます。

参考文献

Y. Tateyama et al. *J Chem Phys*, 2007; **126**(20): 204506.



水分解酸化還元反応 ($\text{RuO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons [\text{RuO}_3(\text{OH})_2]^-$) の自由エネルギー曲面 (紫側が高エネルギー、赤側が低エネルギー)



光触媒系(二酸化チタン/水界面)の原子モデル



サミュエル・サンチェス
Samuel SÁNCHEZ

IFW ドレスデン
(元ICYS-MANA 研究員)

自走式マイクロ・ナノロボット

ナノテックでナノ潜水艦を作るといふ夢の実現も、私達が数年前に予想していたほど、先の話ではありません。近い将来、このようなナノロボットが体内に注入され、人体内で薬物を運搬し、手術の手段として使われたり、汚水中の毒性有機分子を発見し破壊するような日が来るでしょう。

人工ナノマシンは、回転運動をするバクテリアの鞭毛モーターのような生物モーターを模倣して作られたものです。

最近では、過酸化水素のような化学薬品を触媒転換して運動エネルギーにする試み (cm スケールボート、バイメタル・ナノワイヤー、マイクロチューブ) が成功しています。

触媒プラチナは過酸化水素の燃料を酸素と水素に分解する構造を持ち、その際に形成される泡状の酸素が反跳作用によってナノマシンを(ロケットや潜水艦のように)駆動します。人工ナノロボットを燃料自体に沈めてし

まうわけです。

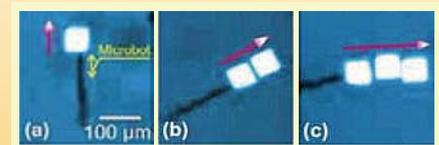
ナノテックを用いて、私達は(チタン、鉄、プラチナを薄い膜状にして)管状の構造を合成しました。内部の触媒表面(プラチナの部分)は、反応部屋やガスを集める空洞の役割を果たして、尾状の酸素ガスを推進させます。水中を泳ぐバクテリアのように、(管状構造のナノロボットは)自律的に動くことができます。管状のマイクロジェット(マイクロロボット)を用いて、高い制御能力と高い推進力を作り出します。私達は、金属製のナノプレートと同様、特定の標的に高分子の粒子を選択的に運搬させることに成功しました。

色々な種類のミクロの物体を溶解させてランダムに浮遊させる際に、磁場を外付けすることで、ミクロの物体を選んで操作することが可能になります。

また、マイクロロボットの内部を生体触媒分子で(例えば酵素で)修飾することにより、異なる化学燃料を使用してマイクロロボットに動力を与え、生体臨床医学、エネルギー変換、環境問題など、他分野への応用が可能です。



動きをどうコントロールするかというと、小型の磁石で刺激を与えるのです!



金属製のナノプレートを載せて運搬するマイクロロボット

参考文献

A. Solovev, S. Sanchez et al. *Adv Funct Mater*, 2010 in press DOI: 10.1002/adfm.200902376
S. Sanchez et al. *J Am Chem Soc*, 2010 in press.

MANA 国際シンポジウムが開催されました

2010年3月3日から5日までの3日間、MANA 国際シンポジウム 2010がつくば国際会議場で開催されました。インドのジャワハルラール・ネルー先端科学研究センター所長のラオ教授をはじめ国内外の著名な10名の研究者による招待講演、28の口頭発表、99のポスター発表によるMANAの研究成果発表が行われ、プロジェクトの順調な進捗をアピール。第3回となる今回は昨年を上回る351名が参加し、活発なディスカッションが行われました。



MANA 評価委員会



2010年3月5日、つくば国際会議場にて第2回MANA 評価委員会が開催されました。

3日間のMANA 国際シンポジウムでの成果発表後、ケンブリッジ大学教授アンソニー・チータム委員長を中心に、前回のアクションプランやサテライト機関との連携等、その後の活動について密度の濃い討議が行われました。

ジムゼウスキー教授がNHK番組に出演

MANAの主任研究者のジェームズ・ジムゼウスキー教授がNHKの取材を受けました。

2010年1月31日と2月4日にNHKのテレビ番組「未来への提言 ナノテク革命が世界を変える」として放映されました。



箱根国際ワークショップ

「持続可能な開発のための材料ナノアーキテクニクス」

2010年3月24日から26日にかけて、持続可能な発展を実現する「健康・環境・エネルギーのための材料」に関するワークショップが箱根の強羅で開催されました。外国籍研究者が多数を占める中、異分野間の研究交流が実現しました。このワークショップは、日本学術振興会の「先端学術研究人材養成事業」の支援を受けました。



新任研究者の紹介

魚崎 浩平

主任研究者
ナノ界面グループ
専門：表面物理化学
北海道大学より
2010年4月



荒船 竜一

独立研究者
専門：表面科学
東京大学より
2010年4月



富中 悟史

MANA研究者
ナノ界面グループ
専門：表面(光)電子化学
早稲田大学より
2010年4月



その他にICYS-MANA研究員(ポスドク)5名が新たに着任しました。

受賞ニュース

● 山内 悠輔

セラミックス協会
第64回進歩賞受賞
2010.4.1

● 魚崎 浩平

日本化学会
日本化学会賞受賞
2010.3.27

● 樋口 昌芳

丸文研究交流財団
丸文学術賞受賞
2010.3.3

● 河野 昌仙

日本物理学会
若手奨励賞
2010.3.21

● 山内 悠輔

井上科学振興財団
井上研究奨励賞
2010.2.4

CONVERGENCE No.5 2010年6月発行

発行：国際ナノアーキテクニクス研究拠点(MANA) アウトリーチチーム
〒305-0044 茨城県つくば市並木1-1
独立行政法人物質・材料研究機構内



電話：029-860-4709(代)
Fax：029-860-4706
Eメール：mana-pr@ml.nims.go.jp
ウェブ：http://www.nims.go.jp/mana/

CONVERGENCE：世界中の優秀な研究者をMANAのメルティングポット研究環境に結集・収斂させ、新材料の創製・イノベーションに向けて、ナノアーキテクニクスのキーテクノロジーを統合(CONVERGENCE)していくというMANA全体を表すキーワードです。

©掲載記事・図版の無断引用・掲載はご遠慮下さい