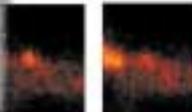
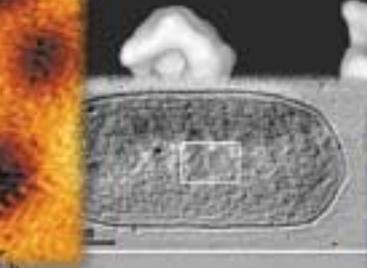
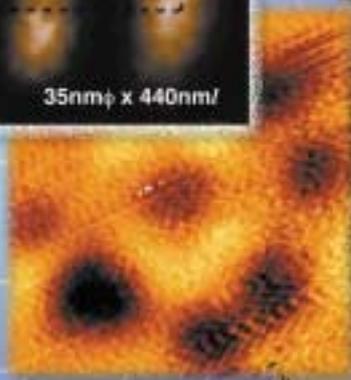
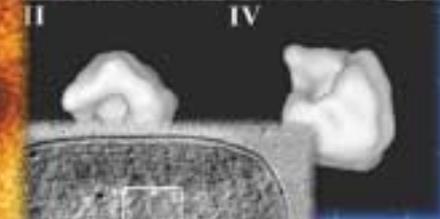
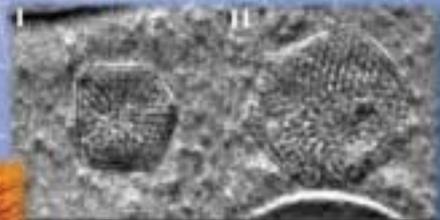
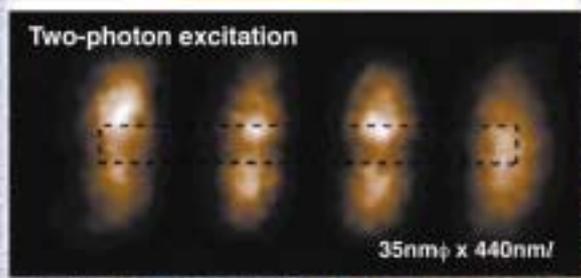
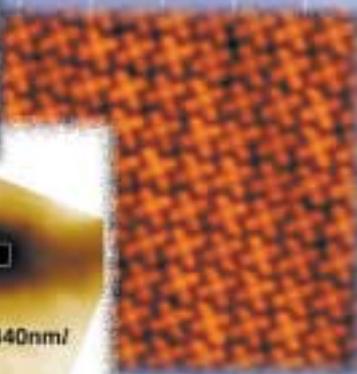
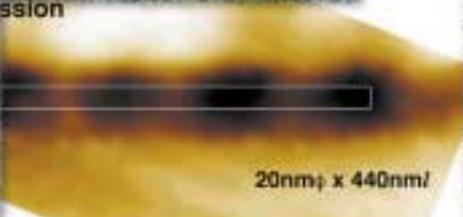
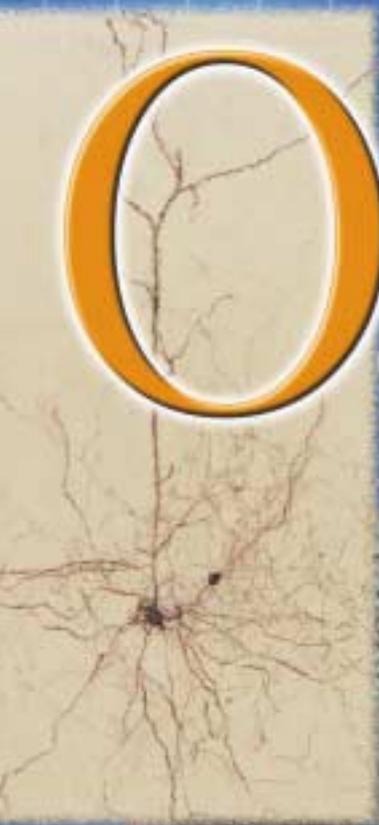


OKAZAKI

●基礎生物学研究所 ●生理学研究所 ●分子科学研究所

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構

No. **18**
2005.4



【特集】

ナノの世界

【研究室紹介】

体の基本設計を探る

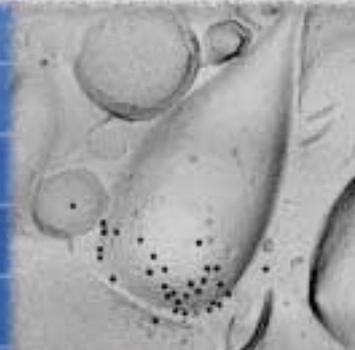
脊髄損傷後における手の器用さの回復

同一分子だけで金属が出来ることを厳密に証明

【研究紹介】外国におけるフィールドワークの成果

ボルネオ島でのフィールド調査

インドネシア・バリ島における「神々と祭り」



高校理科教育の 新たな視点と展開



愛知県立岡崎高等学校
教頭 青山伸一

(スーパーサイエンスハイスクール研究開発実践より)

1. はじめに

「科学技術と社会に関する世論調査(2004年2月内閣府)」によれば、若い世代の「科学離れ」は明らかに進んでいると思われます。科学技術に関する話題に関心が「ある」「ない」を尋ねたところ、18~29歳で「ある」が40.6%(全年代では52.7%)「ない」は52%(全年代では43%)となっています。科学技術に関心をもつ若者の割合は1981年の調査結果55%をピークとして、少々の増減はあるものの漸減して40.6%となっています。また、2004年12月に発表された国際教育到達度評価学会(IEA)の国際数学・理科教育動向調査(46カ国、中学2年生対象)では、数学・理科の勉強が楽しいとか数学・理科が得意教科であると回答した日本の生徒は40%程度で、諸外国の平均よりかなり少なく、「理科離れ」の深刻さがうかがえます。

2. 「岡高スーパーサイエンス」が目指す基本的方向

本校では毎年4月に、「新入生の学習に関する調査」を実施しています。2004年度入学生は中学3年生3学期の時点で、最も得意な教科は「数学」と答えたものが35%で、また、授業以外(塾は除く)での1日の数学の学習時間は「殆どしていない」と「30分程度」を合わせて55%という調査結果でした。進路希望調査では、理系を希望する生徒の内、32%が医学・薬学系志望と答え、自然科学系が少なく、学習習慣の確立とかなましい職業観や勤労観に基づく進路意識という面で、憂慮すべき傾向にあります。そこで生徒の数学・理科に対する意識、学習意欲を高めるために、本校のスーパーサイエンスハイスクール(以下、SSHと記す。)事業では、大学共同利用機関法人自然科学研究機構や名古屋大学

等との連携を深め、先進的な高校理科教育を推進しています。授業、特別課外活動及び部活動を研究機関や大学との連携という流れの中に位置づけ、生徒が課題研究や夏休みの集中実験等に取り組むことで、論理的思考力、問題解決力や探究力等を伸ばし、身に付けることをねらいとしています。そして、創造性を育む環境の中で、生徒を受身の学習から自立させて自ら学ぶ態度と将来にわたり獨創性や創造性を発揮する力などの育成を目指しています。

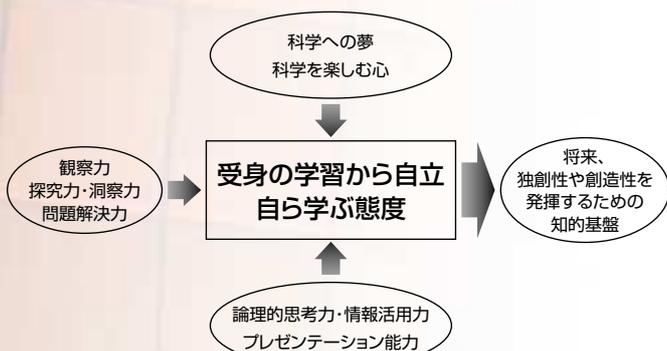
3. 「知と獨創的・先端的研究の拠点」との連携

「知と獨創的・先端的研究の拠点」である大学や大学共同利用機関法人の研究者との連携を深め、学校設定教科「スーパーサイエンス」授業、特別課外活動、スーパーサイエンス部の研究活動等を推進してきました。SSH事業の成果として、生徒の能力開発という面では、特別課外活動参加者及びスーパーサイエンス部員は論理的思考力や問題解決力、プレゼンテーション能力等において顕著な成長が認められます。具体的には、学生科学賞や化学グランプリの全国大会で環境大臣賞など、数々の入賞を果たしています。また、進路希望でも医歯系などの資格志向から脱却し、広い視野で学問を捉え、将来、研究職を志す生徒が増えています。一方、教員は授業を公開し合ったり、研究者と理科教員による学習会により授業改善と授業力の向上に努めています。例えば化学では、有機電子論による反応機構を取り入れて「なぜ?、どのようにして?」という生徒の疑問を大切に授業を進め、暗記ではない「考えさせる有機化学」の展開に努めるとともに、学んだ理論を実証するような様々な実験を導入しています。また、生物では、大腸菌に遺伝子を組み込んで発光させる形質転換実験など、原理・法則の理解を促して生徒の興味・関心を一層喚起させるような実験を実施しています。

4. おわりに

本校でスーパーサイエンスを学んだ生徒達が創造力や発想力を一層豊かなものにして、希望ある未来を切り拓くような創造的学術研究の担い手となり、我が国の科学技術や産業の長期的な発展の礎を築くような人材になってくれることを期待しています。

(参考) 文部科学広報第57号、科学技術と社会に関する世論調査(内閣府)、岡崎高校「学友47号」



基礎生物学研究所 発生生物学領域形態形成研究部門 教授 上野直人

体の基本設計を探る

私たち人間を含めた生物の体は、球体としての受精卵から、細胞増殖、分化、運動を繰り返し、その結果3次元的な構造として完成します。私たちは体の前後、背腹、左右といった「体軸の決定」や、胚を前後軸に伸長するダイナミックな細胞運動「原腸形成」を、発生という時間軸に沿って精緻に制御するしくみを理解するための研究を行っています。主なモデル動物として受精後に起こる形態変化を母体外で観察するのに適したアフリカツメ

ガエルを用いています。現在、体づくりのしくみは細胞増殖因子などによるシグナル伝達系の統御として理解されており、とくに私たちの研究で、神経系ができるためにはBMPという分子の働きが阻害されることが必要であることが明らかになりました。今年中には私たちがモデル動物として用いているカエルのゲノム解読も完了することから、複雑で神秘的な発生現象を遺伝子機能のプログラムとして理解できればと考えています。



緑色蛍光タンパク質 (GFP) を全身で発現する遺伝子導入アフリカツメガエル。同手法を応用することによって生体内での遺伝子の働きを調べることができる。

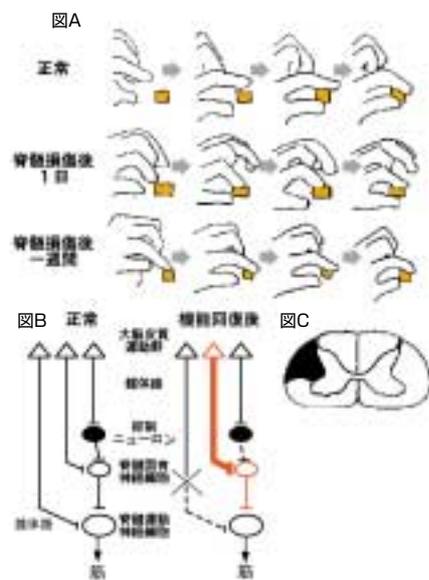
生理学研究所 発達生理学系認知行動発達機構研究部門 教授 伊佐正

脊髄損傷後における手の器用さの回復

人間を含む霊長類は他の動物に比べて手が器用です。これは脳の運動野から始まり筋肉を支配する脊髄運動神経細胞に至る神経の経路（錐体路、図B、Cの黒い領域）が他の動物より発達しているためです。私たちは頸髄に損傷を受け、錐体路が切れてしまうと手の器用さを失ってしまいます。毎年約2000人以上が交通事故や病気が原因で脊髄に損傷を受け、手足が不自由になっています。そこで、私たちの研究室では、脊髄損傷に対する有効な治療法の開発を目標として、サルを用いて脊髄損傷後の手の器用さの回復のメカニズムについて研究しています。最近、錐体路の損傷後、一時的に手の器用さは失われますが、損傷翌日からのリハ

ビリテーションにより、手の器用さが顕著に回復することがわかってきました（図A）。そして、このような回復は、脳の運動野から脊髄固有細胞を経由する間接的な経路（図B赤）が残されていて、より積極的に使われるようになるためであるということを示しました。私たちは以上の成果を最近Journal of Neurophysiology (92: 3142, (2004)) に報告しました。

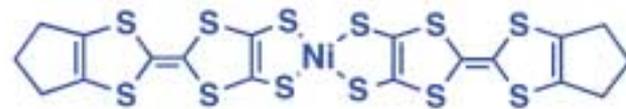
Aは脊髄損傷後における小さい芋を指でつまむ運動の回復過程です。損傷後一日では人差し指や親指とともに、他の指も動いてしましますが、1週間もするとつまむときに親指と人差し指以外はあまり動かなくなり、正常と同じようなつまみ方ができるようになります。Bは赤で示された神経回路が、機能回復後より使われるようになります。Cは黒い部分が損傷領域で、この程度の損傷であれば1週間程度で回復が見られました。



分子科学研究所 分子集団研究系分子集団動力学研究部門 教授 小林速男

同一分子だけで金属が出来ることを厳密に証明

一般に、結晶性物質は、「金属結晶」や「分子性結晶」などに分類されています。私たちは世界で初めて「分子性結晶」でありながら「金属結晶」としての性質を持つ分子を作り出しました。この成果は、「単一分子で金属性証明」という見出しで、先日の日刊工業新聞で紹介されました。専門的になりますが、最近若い共同研究者が中心となり、フロリダ州立大学の高磁場施設で最新の測定技術を用い、磁化率の振動を非常に小さな結晶で観測しました。この振動は物質が金属である事を示す厳密な証明とみなされています。



ナノの世界

ナノというのはミリやセンチと同じ長さの単位で、日本人の毛髪の平均の太さが0.08mmですから、その8万分の1が1ナノメートル (nm) です。1ナノメートルの長さに酸素分子 (O₂) を直線状に並べても2個入って少し余裕がある程度の長さですから、原子が数えられる大きさの世界なのです。この1-10ナノメートルのスケールの物質は、ありふれた物質でも並外れた特性を示します。

最近、ナノテクノロジーという言葉がよく聞かれます。汚れにくいナノ素材のパンツや高品質のアイシャドーの開発といった身近なものから、ナノ微粒子を用いた癌治療、そして将来の情報機器などに搭載される超小型の電子デバイスや新しい太陽電池の開発など、幅広い領域でナノの世界が話題になっています。今回の特集では、岡崎3研究所で独自に行われている「ナノテクノロジー」を用いた研究をご紹介します。

分子科学研究所 電子構造研究系基礎電子化学研究部門 教授 西信之

基礎生物学研究所でのナノ研究

タンパク質 —ナノメートルの分子機械— から見た生命

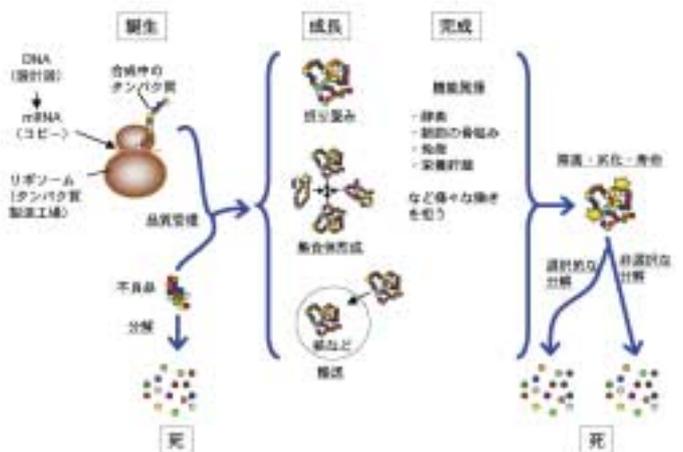
基礎生物学研究所 細胞生物学領域分子細胞生物学研究部門 教授 大隅良典

生体の機能はタンパク質によって担われています。基礎生物学研究所は分子レベルで生命の諸現象を理解することを目指していますので、全ての研究者が何らかの意味でタンパク質の研究を行っています。技術の進歩によって私たちは細胞内の1つのタンパク質を観たり操作することができるようになってきました。タンパク質は20種類のアミノ酸が数百個程度直線につながった分子で、折り畳まれて数ナノメートルの大きさを持つ数千の原子の集合体です。タンパク質分子は比較的若い原子番号を持つ元素からなる分子機械と見立てることができます。今マイクロマシーンが話題になっていますが、タンパク質とあくまで決まった固い構造をもつ機械との本質的な違いは、タンパク質がナノメートルの大きさを持つことから、常に溶媒である水分子の衝突による熱揺らぎをしている柔らかい構造をしていることにあります。

タンパク質が機能を発揮するためには、長い分子が正確に折り畳まれる必要があります。以前生物学では、タンパク質はDNA上の遺伝情報に基づいてアミノ酸の配列が正確に決まれば、自然に決まった3次元構造をとると広く信じられてきました。しかし、必ずしもそうではないことが最近明らかになってきました。すなわち、シャペロン (社交界に出るためにエスコートする貴婦人の意) という分子の助けがないと正確に折り畳まれないタンパク質がたくさんあることが明らかになってきました。また、うまく折り畳まれないためにすぐに不良品として分解を受けるものが非常に多いこともわかってきました。うまく集合体を作れないもの、行くべき場所に行けないもの、構造がおかしくなったり、いらなくなったタンパク質は品質管理の

システムで絶えず速やかに取り除かれてしまいます。

私たちの研究テーマであるタンパク質の分解を例にとれば、体をつくるタンパク質はほぼ数日以内で全て新しい分子に入れ替わっています。しかし昨日と今日で私たちは全く外見上も変化をしていませんし、記憶がなくなることもありません。タンパク質は絶えず合成と分解をバランスすることで、高度の制御性を獲得しているわけです。つまり生命は常に外界からのエネルギーの供給を受けて一見無駄に見えるほど動的に維持されていることがわかります。生物のような柔らかい構造を自己組織化し、外界からの絶えず変化に応答できるような分子機械が作れるようになるのかは今後の大きな課題の一つです。そのためには、まずはもっと生体の持つ基本原理を解き明かすことが必要です。



生理学研究所でのナノ研究

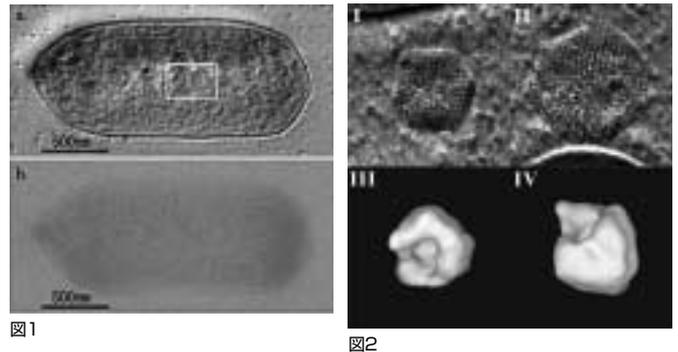
生理学研究所では数ナノメートルの大きさの1分子から、その千倍の数ミクロンの直径を持つ神経細胞の樹状突起まで、ナノの世界で引き起こされる様々な出来事が研究されています。

1. 電子顕微鏡による“生”試料のナノイメージング

岡山統合バイオサイエンスセンター 戦略的方法論研究領域ナノ形態生理 教授 永山國昭

一般的に使用されている光学顕微鏡に比べて電子顕微鏡の最大の長所は、より詳細な構造を見ることができることです。しかし、最大の短所は、生物試料そのものの構造“生”を見られなかったことです。どうしたら“生”試料が見られるでしょうか。この積年の問題に私たちは位相差電子顕微鏡十急速凍結試料作成法で取り組んでいます。具体例をシアノバクテリアについて見てみましょう。図1bは無染色氷包埋試料の従来コントラストです。それを位相差法は図1aのように高コントラストに革新しました。これだけコントラストが高いと“生”きた状態の細胞内のナノ構造が見えます。たとえば図2 I、IIは、光合成に関わる蛋白質ルビスコの微結晶(図1a白四角内)です。これは10ナノメートルのルビスコ分子の集積です。こうした画像を

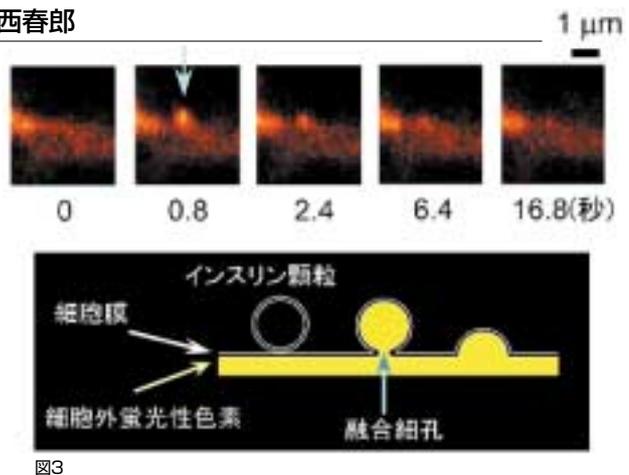
単粒子解析すればたとえば図2 III、IVのような蛋白質の立体構造が再構成できます。



2. インスリン顆粒の分泌現象

生理学研究所 細胞器研究系生体膜研究部門 教授 河西春郎

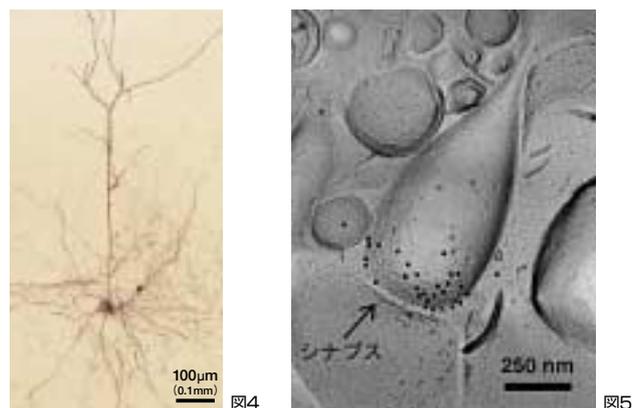
インスリンは、すい臓のランゲルハンス島(すい島)から分泌されるホルモンで、糖尿病の発症や生体の糖代謝に深く関わっています。私たちは、2光子励起顕微鏡という新しい光学顕微鏡を用いて、すい島からインスリンが分泌される現象を直接観察する新しい方法を開発しました。すい島にブドウ糖を与え、この方法を用いて観察すると、図3(上)の矢印で示すような点状の蛍光が一過性に出現します。これはインスリンの分泌に伴い、融合細孔(図3(下))と呼ばれるナノメートルの穴が開くことによります。これを利用して、見えない細孔の動態を実時間で追跡することが可能となり、細孔の分子構築について明らかにする道が拓かれました。



3. 大脳皮質と神経結合

生理学研究所 大脳皮質機能研究系脳形態解析研究部門 教授 重本隆一
大脳神経回路論研究部門 教授 川口泰雄

脳の表面に広がる大脳皮質は、人間が考えたり行動したりするのに大切な働きをします。この組織1立方mmの中に神経細胞(図4)が約5万個つまっています。一つの神経細胞は数千から数万の信号を伝える場所(シナプス)を持っています。電子顕微鏡で観察したシナプス(図5)では、二つの神経細胞が20ナノメートルの間隙を保ちながら強く接着しています。送り側の細胞からその間隙に神経伝達物質が放出され、受け手側の細胞の受容体(図5の黒い点)に結合して情報が伝わります。その情報の詳細は、二つの細胞から電気的信号を同時に記録して調べます。配線を調べるには、記録した神経細胞を染色し顕微鏡でそれらの結合を観察します。



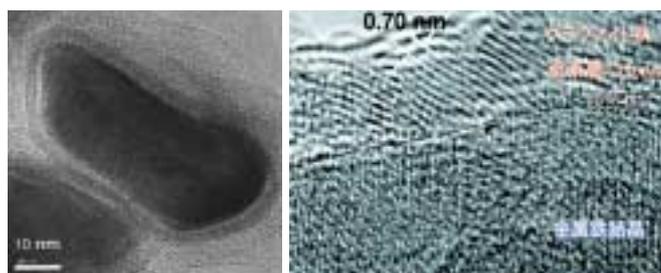
分子科学研究所でのナノ研究

1. 電子顕微鏡で見るナノ磁石

分子科学研究所 電子構造研究系基礎電子化学研究部門 教授 西信之

図1は、分子科学研究所で開発した3.5ナノメートルの厚さのグラファイト状炭素皮革を持つ鉄結晶の電子顕微鏡写真です。右側には鉄結晶と炭素皮革の境界面を拡大した写真が示されており、これには炭素原子や鉄原子が粒子として見えます。鉄結晶の表面から鉄原子の並びに沿って炭素が作るグラファイト状の面が成長し、この面と面の間隔は炭素皮革の表面付近では0.35ナノメートルとグラファイトと同じ長さになっていることがわかります。鉄と炭素が直接結合しており、この粒子全体が化学結合で結ばれた、いわば炭素と鉄からなる1個の巨大分子と言えるでしょう。このような炭素と鉄の直接の結合があるため、粒子の性質は大きく変化し、ナノ磁石としても、皮革を持たない鉄に比べて格段に良好な特性を持っていますが、何よりも空気中あるいは酸性の溶液中でも安定で、長期間磁気記憶を

保存できるという優れたものです。さらに、鉄結晶と3.5ナノメートルの厚さの炭素層との界面は電気的なp-n接合となっており、光デバイスとしての応用が期待され、現在その基礎研究が進められています。



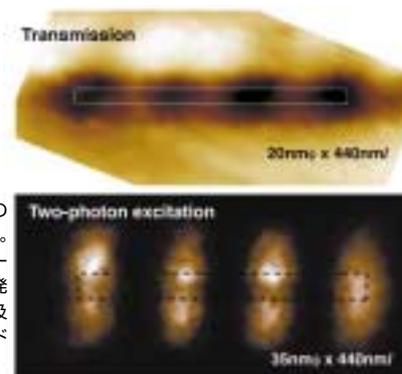
図：高分解能電子顕微鏡で見た3.5nmの厚さの皮革を持つ鉄ナノ結晶とその界面の拡大図。皮革の厚さは結晶の大きさに依らず一定です。

2. ナノの世界の金属棒

分子科学研究所 分子構造研究系分子構造学第一研究部門 教授 岡本裕巳

物質の特性はその中の電子の分布に深く関わっています。物質科学では電子の空間分布をナノ〜ピコメートルの高い空間分解能で観察することが重要です。通常の光学顕微鏡ではナノの世界は観察できませんが、近接場光学顕微鏡は、最高10ナノメートルレベルの微細な構造を観察できる新しい方法です。今回、私たちが開発した新方式の近接場光学顕微鏡を用いて、金のナノロッド(長さ数百ナノメートルの棒)に生じる、電子の空間分布のイメージングに成功しました。図はそれぞれ近接場透過光強度及び近接場二光子励起発光強度という方法でナノロッドを見たものです。それぞれの図で縞状のイメージが得られています。私たちが眼で見ることのできる大きさの金属棒と異なり、

ナノの世界の金属棒ではこのような電子分布の粗密による縞が見えたりするのです。



図：近接場光学顕微鏡で見た金のナノロッド(長さ約440nm)。上：近接場透過光強度イメージ。下：近接場二光子励起発光強度イメージ。白線(上)及び点線(下)はおよそのロッドの位置。

3. 走査トンネル顕微鏡による一分子観察

分子科学研究所 分子スケールナノサイエンスセンター 助教授 多田博一

1982年に発明されたSTM(走査トンネル顕微鏡、Scanning Tunneling Microscope)は、科学の世界を大きく変えました。原子や分子の姿を見たり動かししたりすることが可能となったからです。図1は、フタロシアニンと呼ばれる分子を金の表面上に規則正しく並べた時のSTM像です。4つ葉のクローバー形の分子が、歯車が噛み合うように並んでいるのがわかります。この画面の1辺は15ナノメートルです。ひとつひとつの分子に、刺激を与えて情報を書き込めば、1cm四方のカードに図書館にある本の内容をすべて記録することができることになります。どのような刺激を与えたらいいかを判断するには、相手がどんな性質(個性)を持っているかを知らなければなりません。STMでは物質の個性を決める電子状態に関する情報も得られま

す。図2は、ある電子状態が分子の中でどのように広がっているかを画像化したものです。非常に難しい実験ですが、 -270°C の極低温で、装置が極めて安定な状態で測定することに成功しました。集団の中に埋もれた分子ひとつひとつの「個性」も明らかにされつつあります。

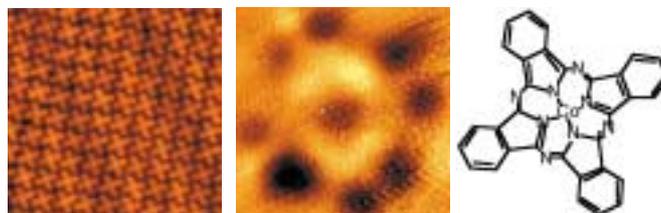


図1：フタロシアニン分子膜のSTM像(15nm×15nm)。図2：フタロシアニン1分子の微分電流像。右は分子構造図。

岡崎総合バイオサイエンスセンター 生命環境研究領域 助教授 塚谷裕一

ボルネオ島でのフィールド調査

世界第3位の面積をもつ熱帯の島、ボルネオを御存じですか。昨年12月上旬から今年の正月まで、このボルネオ島でのフィールド調査を行いました。調査地はボルネオ島の中でも、インドネシア領中央カリマンタンの奥地で、ほぼ赤道直下の熱帯多雨林です。ここは、生物の多様性が地球上で最も高い地域の1つと目されている地域ですが、正確な地図すらなく、アクセスが困難なことから、これま

で十分な調査がなされてきませんでした。熱帯多雨林の保護が叫ばれる現在、インドネシア政府は、ここをユネスコの世界自然遺産へ登録しようと目指しています。ところが、基礎資料にも事欠くのが現状です。

今回、大阪市立大学の岡田博教授を団長とする私たち調査チームは、インドネシア科学院の要請を受け、三菱財団の助成を得て、現地の調査に入りました。ち

ょうど雨季が本格化する時期に重なり、川の突然の増水など行く手を阻む様々な支障に悩まされたため、山地帯の調査は断念せざるを得ませんでした。低地林の調査は成功裏に終わりました。現在、データの解析を進めているところで、ショウガ科から少なくとも3種、サトイモ科から1種、ヒナノシャクジョウ科からも1種の新種が出ると期待しています。



ボルネオの熱帯多雨林。蛇行する川はボルネオの交通路でもある。



コショウ科の一種。熱帯多雨林では葉に模様をもつ植物が目立つ。



今回見つかったショウガ科の植物。新属新種と期待される。赤いのは苞葉(ほうよう)。

生理学研究所 大脳皮質機能研究系心理生理学研究部門 助教授 本田学

インドネシア・バリ島における「神々と祭り」

インドネシア共和国バリ島は、傾斜地で水田農耕が行われているため水争いが社会的葛藤の火種となる危険性が高いにもかかわらず、「神々と祭り」によって円滑な社会の運営を実現しています。祭りの生み出す陶酔的な快感と、神々に対する畏敬の念が、ちょうどアメとムチとな

って、人間を自然にシステム化し円滑な社会運営を実現しているのです。

こうした祭りの中では、視聴覚情報がひきおこす爆発的な快感によって、参加者が精神変容状態(トランス)を呈することもしばしば観察されます。私たちは、バリ島の祭りのなかでトランス状態にな

った人から、特異的に活性化された脳波と血液中の生理活性物質を計測することに世界ではじめて成功しました。トランス状態では快適性の指標である脳波のうちのα波が劇的に増加すると同時に、ドーパミンやベータ・エンドルフィンといったいわゆる安全無害な「脳内麻薬」が血

液中に溢れ出るほど潤沢に放出されることを発見したのです。こうした人間の自然な特性を巧みに利用して社会制御を行うやり方は、専ら文字で書かれた法律によって社会を制御する西欧近代のやり方とは対照的で、私たちの研究はその有効性を示しているものと考えられます。



祭りのなかでトランス状態になり、魔女役に短剣で襲いかかる演者



トランス状態になり昏倒した後、徐々に回復しつつある演者

いずれもOohashi T, Kawai N, Honda M, Nakamura S, Morimoto M, Nishina E, Maekawa T (2002) Electroencephalographic measurement of possession trance in the field. Clin Neurophysiol, 113:435-445. より引用

【分子科学研究所創設30周年記念式典】

分子科学研究所は、1975年4月22日に創設され、今年の4月に創設30周年を迎えます。これを記念し、5月20日(金)に創設30周年記念式典を举行します。当日は、12時30分から山手地区及び極端紫外光研究施設(UVSOR)の見学会を、15時から岡崎コンファレンスセンターで記念式典を開催し、記念講演として元東京大学教授・豊田工業大学客員教授の近藤 保先生による「分子科学の現状と将来」という講演が行われます。全国の大学・研究機関に散らばって最先端で活躍している多くの分子研出身者が集う会にもなります。

また、これから科学の道を志そうという若者や多くの科学ファンへの道しるべとなるよう「分子科学者が挑む12の謎」という本を記念出版いたします。



【開催日】2005年5月20日(金)

【見学会】12:30～ 山手地区及び極端紫外光研究施設(UVSOR)

【記念式典】15:00～ 岡崎コンファレンスセンター

記念講演 「分子科学の現状と将来」 元東京大学教授・豊田工業大学客員教授 近藤 保氏

詳細は分子科学研究所30周年記念ホームページをご覧ください。<http://www.ims.ac.jp/ims30/>

NEWS

2004年12月17日

餅つき大会

自然科学研究機構の岡崎3研究所では、12月17日に岡崎3研究所職員会館で岡崎南ロータリークラブとの共同による餅つき大会を開催しました。今回で6回目を迎えたこの催しは、岡崎3研究所に在籍する外国人研究者を主な対象として、日本の正月行事である餅つきを体験してもらうとともに、職員とロータリークラブ員との交流を図るために開催しているものです。大会には、外国人研究者とその家族、職員及びロータリークラブ員とその家族が多数参加しました。参加者は、杵を振るい、つきたての餅を食べながら、ゲームを行うなど、相互の交流を深める楽しいひとときを過ごしました。



2005年1月25日

分子科学フォーラム

分子科学研究所では、1月25日に一般市民の方々を対象とした公開講座として「第54回分子科学フォーラム」を岡崎コンファレンスセンターで開催しました。

大阪大学井元信之教授による「量子コンピューティングと物性科学」と題した講演が行われ、量子コンピューターや量子暗号に代表される「量子情報処理」の研究において、物質科学がどのようにかかわって行けるのかについて説明があり、市民の方からも熱心な質問がありました。



広報誌「OKAZAKI」に対するご意見等は、
手紙、ファクシミリ、電子メールでお寄せください。

〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38
自然科学研究機構岡崎統合事務センター 総務部総務課
TEL 0564-55-7122 FAX 0564-55-7119
E-mail r7112@orion.ac.jp

Homepage Address

自然科学研究機構 <http://www.nins.jp/>
基礎生物学研究所 <http://www.nibb.ac.jp/>
生理学研究所 <http://www.nips.ac.jp/>
分子科学研究所 <http://www.ims.ac.jp/>

本誌の一部または全部を無断で複写、複製、転載することは法律で定められた場合を除き、著作権の侵害となります。



本紙に古紙配合率100%再生紙を使用しています。