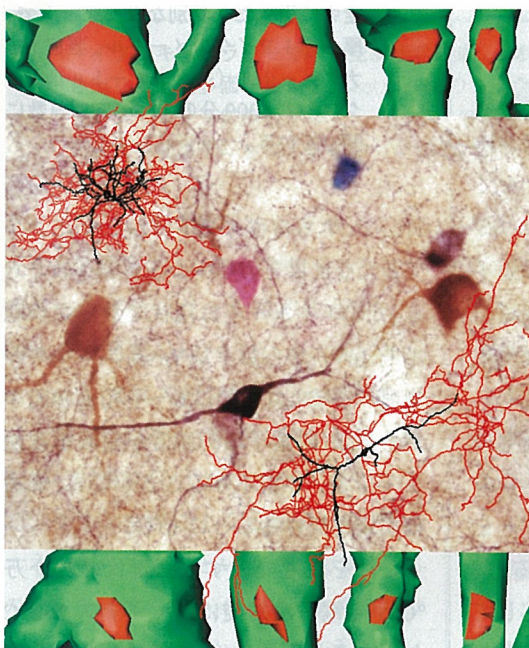


理研ニュース

5

2000 No. 227



免疫組織化学で染めた、線条体の4種類の介在ニューロン。そのうち2種類の抑制性ニューロンの軸索・樹状突起がそれぞれ赤と黒で描いてあり、図の上と下はそれらのシナプス結合領域を3次元再構成したもの。
～「脳の神経回路はどのようにして情報をとらえるのか」から

2 ● 研究最前線

- ・未知のプロープで原子・物質の世界を探る
- ・脳の神経回路はどのようにして情報をとらえるのか

8 ● SPOT NEWS

- ・脳内の β アミロイド分解系路を解明
－アルツハイマー病の予防への道を開く－
- ・新しい結晶成長プロセスによる低欠陥・高品質のGaN結晶薄膜基板作製に成功

10 ● 支所だより

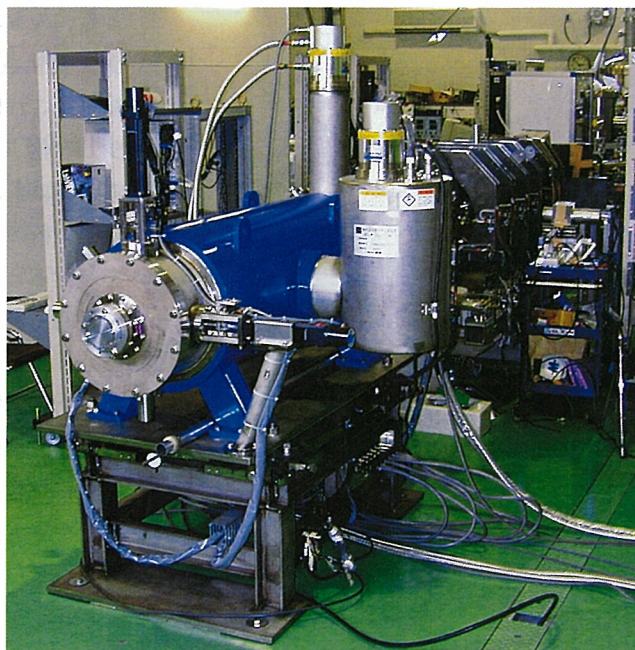
- ・理研の一般公開と科学技術週間
- ・世界脳週間／武蔵野市の高校生を対象に「脳」の講演会を実施
- ・和光本所のお花見

11 ● TOPICS

- ・アドバイザー・カウンシル (AC) を開催
- ・理研「特別展」のお知らせ

12 ● 原酒

- ・アンテナ



多価イオン陽電子冷却装置
～「未知のプロープで原子・物質の世界を探る」から

未知のプローブで原子・物質の世界を探る

原子やイオン、電子の衝突現象「原子衝突」は、原子の世界を支配しているルールや、いろいろな物質の性質を教えてくれる。およそ物質の性質を知ろうとすると、何かプローブとなる粒子をぶつけてその反応を見ることが基本になる。したがって通常の物性研究は、性質がよく理解されている粒子をプローブとして未知の物質(ターゲット)にぶつけるという広い意味での原子衝突を用いている。「私たちは未知のプローブを作り出し、まずは性質のわかっている物質にぶつけて、どんな反応が起こるのを見ます。そうすると、既知の物質の見ていなかった側面が見えてくる。さらに、未知の物質の新しい研究方法が見出される可能性もあります」原子物理研究室の山崎泰規主任研究員は、研究スタンスをこう語る。素

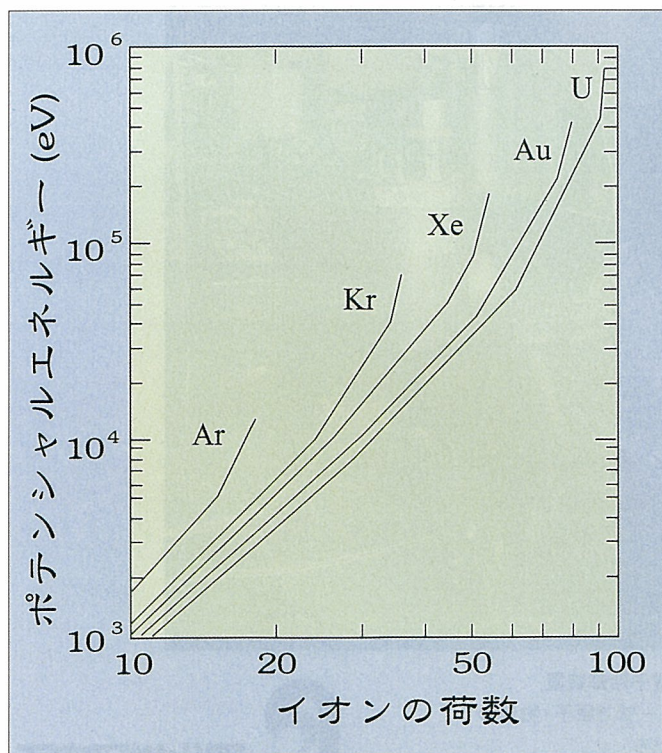


図1 多価イオンのポテンシャルエネルギー

粒子から始まって原子炉工学など多様な研究環境を歩いてきたその中で、このような逆転の発想がはぐまれたという。低速多価イオン実験、反陽子原子の生成といった新しいプロジェクトが次々に花開いており、実りの秋が楽しみである。

低エネルギーの原子衝突

山崎主任研究員らは今、いくつもの実験を並行して走らせている。その実験の半分は低速多価イオンをプローブとして使っている。加速器施設の別棟になっている低速多価イオン実験室では、多価イオンの陽電子冷却装置(表紙)や極短パルスレーザーを用いた多価イオン発生装置が立ち上がりつつある。

原子衝突で観測される現象は、衝突の運動エネルギーにより違ってくる。このとき、エネルギーを少し変化させると、結果もこれに応じて少し変化する。ところが、エネルギー変化が1桁のオーダーを超えると、現象が定性的にも変わってくる。

「量が質を変えるのです。要は、定量的に桁を変えたような物の見方が大事だと思っています」

これまで、高エネルギー物理の分野では、もっぱらエネルギーを上げて研究を続けてきた。それに

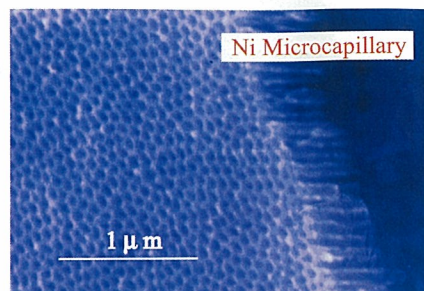


図2 マイクロキャピラリー。中空原子を真空中に引き出す特別なターゲットで、厚さ約1マイクロメートル、直径100ナノメートル(1ナノメートルは1ミクロンの1000分の1)の穴が無数に開いている。

対して、エネルギーを下げることによって新たな世界を切り開こうというのである。そのエネルギーは現状で数十電子ボルト(eV)から数十keV。高エネルギー物理の領域とはすでに6~9桁もの開きがあるが、陽電子冷却装置が完成するとさらに3~4桁下げることができ、未知の領域が開けることになる。

これを温度で表すと、現状の数10万°Cが陽電子冷却後にはマイナス260°Cということになる。この領域が実現すると、極低温で原子衝突が起こっている、星の誕生以前の星間空間における化学反応ダイナミクスも、地上で実現することができるようになる。

多価イオンが作る極限の世界

多価イオンというのは原子からたくさんの電子がはぎ取られた状態で、非常に強い電場を伴っている。したがって多価イオンをプローブとすると、例えば電場が 10^{12} V/mという極限条件下で何が起こるかを見ることができる。

多価イオンが物質に近づくと、表面にぶつかる前に電子を捕らえはじめ、膨大

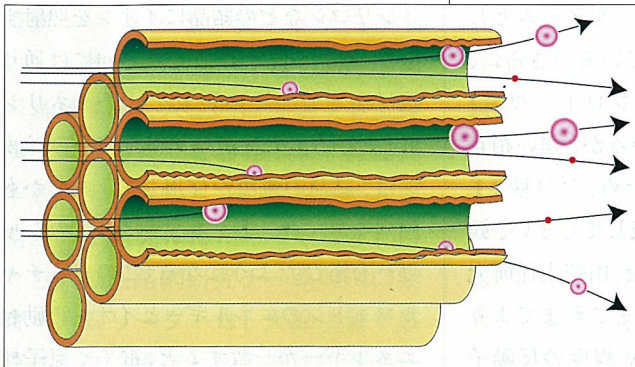


図3 マイクロキャピラリーでの中空原子の生成。イオン源から引き出した低速多価イオンを、ニッケル製のマイクロキャピラリーターゲットに照射すると、一部はそのまま出てくるが、一部は中空原子になり、壁にぶつかる前に出てくる。

なエネルギー（ポテンシャルエネルギー）を放出する。例えば裸のウランが内蔵するポテンシャルエネルギーは約800keV（図1）。アインシュタインの式 $E = mc^2$ （ E はエネルギー、 m は質量、 c は光速）によると、電子1個が全部エネルギーに変わると約500keVになるので、ウランを裸にすると電子1.6個分のエネルギーをもつということである。このような価数の高いイオンが物質にぶつかると、何が起るか？運動エネルギーはほとんどないので、そっと近づき、膨大なエネルギーを放出する。これまで実現されたことのない未知の世界である。

低速多価イオンを生成するのは非常に難しい。原子からはぎ取る電子の数が増えるにつれて、より大きなエネルギーを必要とするからで、それが可能になりはじめたのは十数年前のことだという。最近では裸のウランも辛うじて作り出されるようになってきた。現在、世界十数カ所で低速多価イオンの実験が行われているが、極低温の多価イオン研究はまだ例がない。この実験室では、イオン源で作った多価イオンを陽電子で十分に冷却することで、これを実現する予定であ

る。そのため、真空容器はマイナス260°Cに冷やされ、イオンが残留ガスと衝突して失われるのを防ぐため、容器内は大気圧の 10^{16} 分の1以下という極高真空状態に保たれる。ここへ電子と反対の電荷をもつ大量の陽電子（電子の反粒子）が「冷媒」として閉じこめられる。一方、ドイツの

GSI（国立重イオン研究所）では、巨大な加速器を用い、エネルギーを上げておいて多価イオンをつくり、減速を繰り返して低速化しようと試みている。

「われわれのほうはずっと効率の低いと思ってやっていたのですが……」

その言葉に自信がうかがえる。

基礎と応用が隣り合わせ

では、低速多価イオンを使った実験ではどんなことが見えてきたのだろうか。

多価イオンは非常に電場が強いので、金属の表面に近づくと、表面から多数の電子を奪い取る。その結果、原子核のまわりの電子のうち、エネルギーの低い内側の電子軌道には空孔がたくさん残り、外側の軌道だけに電子がいる多重高励起状態になるのではないかとわれてき

た。これを「中空原子」という。中空原子の存在は間接的には10年ほど前から知られていたが、直接見ることはできなかった。

山崎主任研究員らは、ストローの束のようなマイクロキャピラリー（図2）に多価イオンを通すことによって、中空原子を真空中に引き出すことにみごと成功した（図3）。1996年のことである。早速、その寿命を測ったところ、数十ナノ秒（数十億分の1秒）と異常に長かった。通常の多重励起状態に比べると1万倍も長い。エキゾチックな状態ができていることを暗示しているようである。

「今は、中空電子がどんな顔をしているのか、楽しんでいるところです」

意図しない発見もあった。金属の表面に低速の多価イオンを照射していたら、陽子が大量に出てきたのである（図4）。通常行われている元素分析では、放出されるX線や電子のエネルギーから、どんな物質がどれくらいあるかを調べることができる。ところが、水素の場合は特徴のあるX線や電子を出さない。そのため、水素の量や状態、位置を

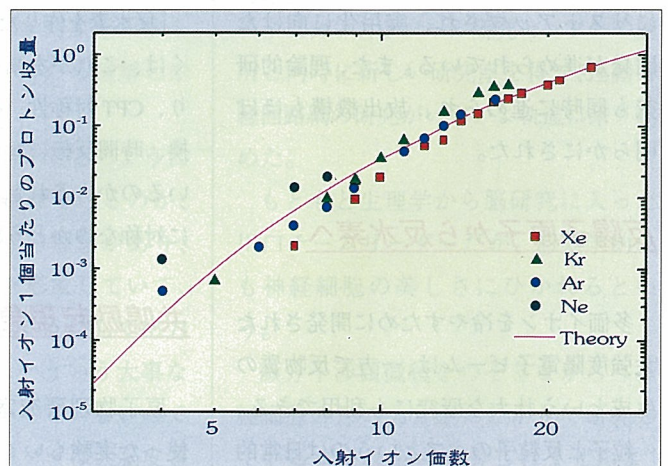


図4 多価イオンによる表面上水素のポテンシャルパターニング。プロトンの収量が入射価数とともに急激に大きくなっている。



山崎主任研究員

調べるが大変に難しい。一方、水素は物質の性質を決めるうえで重要な役割を果たしているため、これは大きな問題であった。ところが、実験によって明らかにされた多価イオンによる陽子の放出量は、価数の5乗に比例して急激に増える。20価では、多価イオン1個で陽子が1個放射されるくらいの確率になる。これは驚くべきことで、表面上の水素を調べる方法として従来から使われている共鳴核励起法などと比べると、1億倍以上の感度をもっているということである。基板を痛めない水素分析法としての応用が期待できる。1999年には、科学技術庁の「注目特許」にリストアップされ、実用化に向けた開発が進められている。また、理論的研究も同時に進められ、放出機構もほぼ明らかにされた。

反陽子原子から反水素へ

多価イオンを冷やすために開発された大強度陽電子ビームは、一方で反物質の生成という壮大な研究にも利用できる。

粒子と反粒子のペアというのは日常的な世界ではありえないが、先のマイクロキャピラリーなどを用いて電子-陽電子

のペア(ポジトロニウム)をビームとして取り出す研究が進んでいる。さらに、反陽子と陽子のペア(プロトニウム)は、存在は確認されているが、強い相互作用がはたらいっているため、ピコ秒(1兆分の1秒)程度で消滅してしまい、観測がきわめて難しかった。山崎主任研究員らは、運動エネルギーをこれまでより5桁ぐらい下げた10eV程度の反陽子ビームをまず開発し、このビームで反陽子原子を生成して真空中を「浮遊させる」ことを考えている。これで寿命は従来の100万倍、マイクロ秒(10万分の1秒)ぐらいまで延びるはずで、そうすると、これを分光して調べるというレベルに進むことができる。

「“反水素”、つまり反陽子と陽電子が結合した水素の裏返しのような物質もつくってみたいと思っています。それは、反陽子原子よりもむずかしい。陽電子も反陽子も、自然界には存在しないからです」

昨年、CERNとフェルミラボでの反水素生成が話題になった。しかし、そのエネルギーは数GeVと、ほとんど光速で走っている。これではその性質を調べることはできない。

「反水素を作りたいと思っている人の多くは、これが水素とどう違うのか。つまり、CPT対称性(荷電変換、パリティ変換、時間反転に対する対称性)が破れているのか、それともこの世界はほんとうに対称なのかどうかを調べたいのです」

共鳴励起現象の新たな側面

原子物理研究室では、大型加速器を使った実験もいくつか進められている。その中のホットな話題のひとつは、「チャネリング下での共鳴励起」である。

シリコンなどの結晶にイオンを照射すると、結晶の原子が揃った方向には通り抜けやすい。この現象を「チャネリング」という。チャネリングしているイオンは、結晶の電場が作用して、あたかも強烈な光(バーチャルフォトン)のシャワーを浴びたようになる。このバーチャルフォトンのエネルギーとイオンの励起エネルギーが一致すると、電子や原子核が共鳴的に励起されるようになる。筑波大、東大、理研の合同チームはエネルギーの高い重イオンを使って、原子核の励起を目指し、まずは予行演習のつもりで電子の励起実験を始めた。

思わぬ結果が出てきた。共鳴励起の幅が 10^{-4} とこれまでより2桁以上もシャープになったのである。イオンのエネルギーをそろえ、結晶のコントロールに注意を払えば、励起エネルギーを 10^{-6} ppmの精度で決定できる可能性がでてきた。これは強い電場下のQED(量子電磁力学)効果、不安定同位体の高精度質量決定など広い研究分野への応用が期待される。また光の強度が高いため、X線領域の量子光学研究が可能になるかもしれない。

「数keV~数十keVのエネルギー領域における、ユニークな多価イオンの高分解分光法になるのではないかと、思っています」

こうして、広い意味での原子物理学の領域で、新しい先鋭な着想がくりかえし確かめられている。

文責：広報室

監修：和光本所

原子物理研究室

主任研究員 山崎泰規

取材・構成：福島佐紀子

大脳の神経回路はどのようにして情報をとらえるのか

理研 バイオ・ミメティックコントロール研究センターでは、高等動物の運動機能を人工的に実現する生体模倣技術の確立を目指して、神経科学と工学分野の4つの研究チームが協力して研究にあたっている。このうち運動回路網研究チームの川口泰雄チームリーダーは、大脳皮質や基底核の単位構造とその情報処理の仕組みを追ってきた。高等動物の大脳皮質や基底核は運動や行動の制御を司る重要な部分だが、内部の神経回路網がどのようにできていて、どういう具合に情報処理を行っているのか、大脳の機能の本質に迫るこの問題はいまだに謎に包まれている。川口チームリーダーは新しい実験室で、この大きな謎に真正面から取り組んでいる。

情報処理の仕組みは未知

大脳の皮質は、感覚野、運動野、連合野の領域に区別される。感覚野は視覚や聴覚など外からの情報を入力する部分。運動野は末梢に向かう、情報の出力を担当する部分である。大脳のどの部位がどんな機能を分担しているかについては、さまざまな優れたイメージング技術などに助けられて急速に理解が進んできた。

皮質は大脳の表層に6つの層を成していて、ここには神経細胞が集合している。そこに出入りする神経線維の集まりが皮質のさらに奥に白質を形成する。コンピュータの機能単位はトランジスタだが、脳の機能単位は神経細胞だ。コンピュータがたくさんのトランジスタを結んで高度の機能を実現して

いるように、脳は神経細胞をシナプスで結んで、大規模で複雑な情報処理をこなしている。

マクロの知識がだんだん増えてきた一方、ミクロなレベルの研究も進んできた。神経細胞のシグナル伝達やそれに関わる多数の化学物質が知られるようになってきている。興奮性シナプスと抑制性シナプスについても研究が進んだ。

しかし、マクロとミクロをつなぐ部分となると、本質的なところはわかっていないことだらけというのが研究の現状だ。

コンピュータに例えれば、全体の機能については理解が進んだ。素子についてもわかってきたが、回路の基本原理解やオペレーションはまだわからない。そんな状態といたら理解しやすいだろうか。

「ひとつの機能単位の中でどのように信号のやりとりが行われているのか、神経細胞にはどれだけの種類があり、それらはどんな回路を形成していて、どんな入力情報をどのようにして出力に変換しているのか。そういう大事なところがさっぱりわかっていないのです」と、川口チームリーダーは大脳皮質の神経回路についての研究の現状を語る。

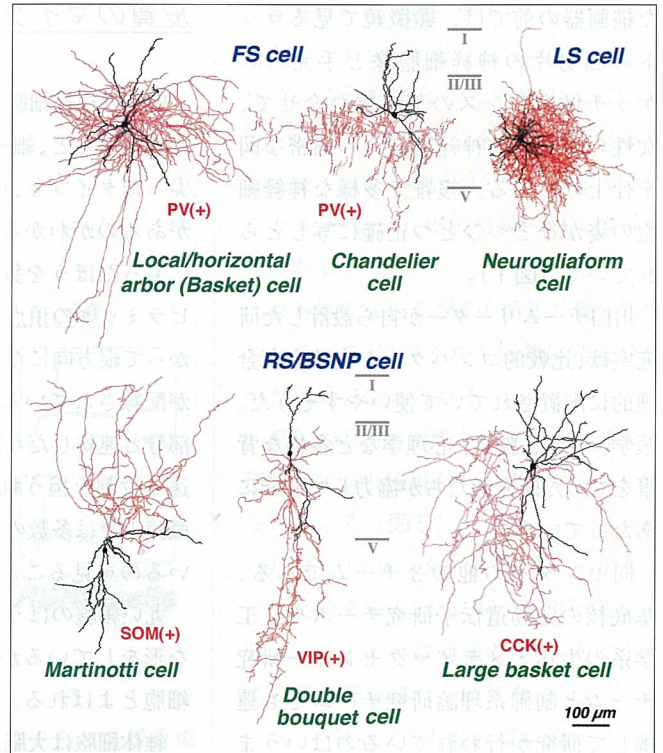


図1 大脳皮質の抑制性ニューロンタイプの軸索(赤)と樹状突起(黒)の形態

神経細胞の美しさにひかれる

1993年10月からスタートした川口チームリーダーらの活動は、97年3月に完成した名古屋市郊外のバイオ・ミメティックコントロール研究センターの開所と同時に新しい研究室を得て、運動神経回路網の研究がよい軌道に乗り始めた。

もともと生理学から脳研究に入った川口チームリーダーだが、形態学的にも神経細胞の美しさにひかれるという。

微分干渉顕微鏡をのぞきながら「神経細胞の形の美しさにひかれて研究しているようなものかもしれませんよ」と笑う。

研究室のかたわらの暗室に備えられ

た描画器の前では、顕微鏡で見るラットの脳切片の神経細胞像と手元のスケッチ像をレンズの下で重ね合わせて、女性の研究者が神経回路網の細密な図を仕上げている。複雑で多様な神経細胞の姿がひとつひとつ正確に写しとられていく（図1）。

川口チームリーダーが自ら設計した研究室は、比較的コンパクトな実験室が合理的に配置されていて使いやすそうだ。医学、工学、農学、心理学など多様な背景をもった研究者たちが協力して研究にあたっている。

同センターの他の3チームである、基底核の運動遺伝子研究チームや、工学系の生体ミメティックセンサー研究チームと制御系理論研究チームとも連携して研究が行われているのはいうまでもない。

皮質のマイクロサーキット

皮質の神経細胞を左記のような顕微鏡で観察すると、細胞体がピラミッド型に尖ったタイプと、小型で丸っこいタイプがあるのがわかる。

尖ったほうを錐体細胞とよんでいる。ピラミッドの頂点からは皮質の表面に向かって縦方向にたくさんの長い樹状突起が配線されている。また、皮質のほかの部分と連絡したり脳の別の部位に情報を送る役割を担う軸索も出ている。電子顕微鏡下では多数のシナプスが形成されているのを見ることができる。

丸い細胞のほうはよく見るとさまざまな形をしているが、ひっくりめて非錐体細胞とよばれる。

錐体細胞は脳皮質の出力を担当する細胞である。これに対して、非錐体細胞



川口チームリーダー

は軸索が皮質内にとどまった局所回路タイプだ。川口チームリーダーらは、ラットの脳切片標本を材料として、皮質の抑制性神経回路についていくつもの新しい事実を見つけた。

抑制のシグナルをシナプス間に伝える神経伝達物質はγ-アミノ酪酸 (GABA) である。GABAの働きでシナプス後膜にCl⁻の内向きの流れやK⁺の外向きの流れが生じ、抑制性シナプス後電位とよぶ電

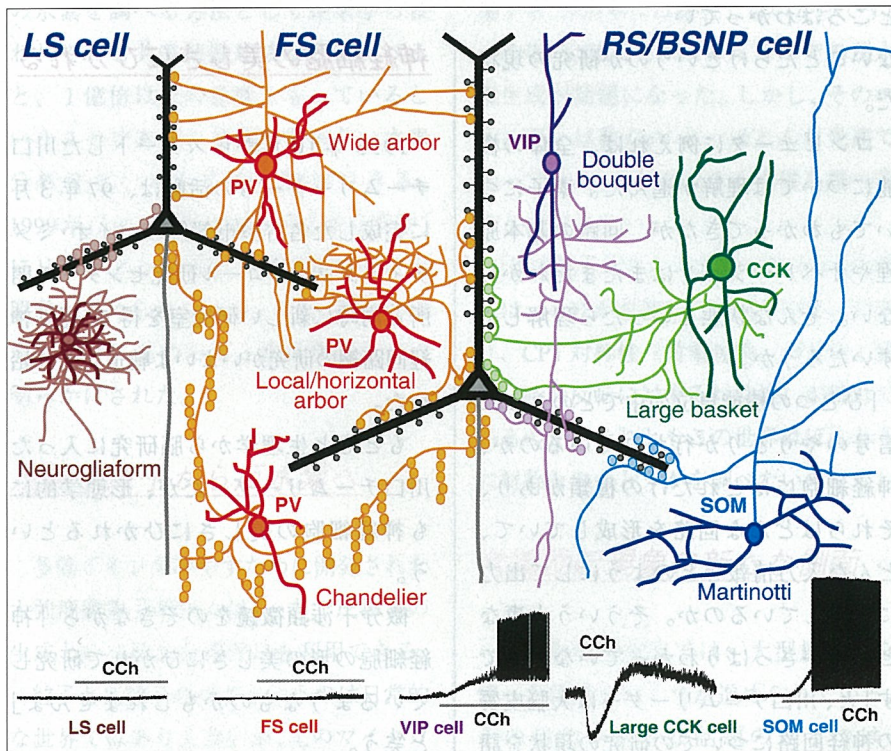


図2 大脳皮質の抑制性ニューロンのシナプス結合と伝達物質 (acetylcholine) に対する反応

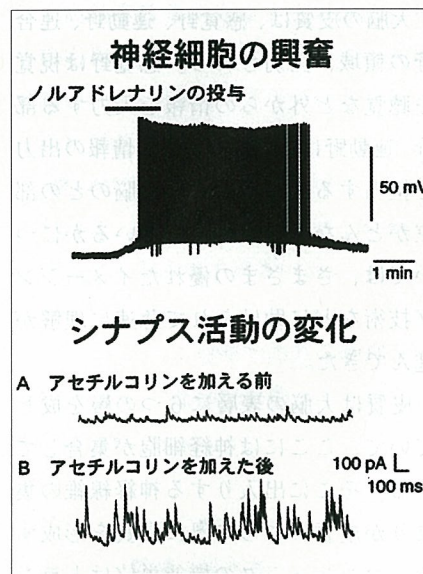


図3 大脳皮質の抑制性ニューロンのノルアドレナリンによる興奮と、アセチルコリンによる抑制性シナプス電流の増加

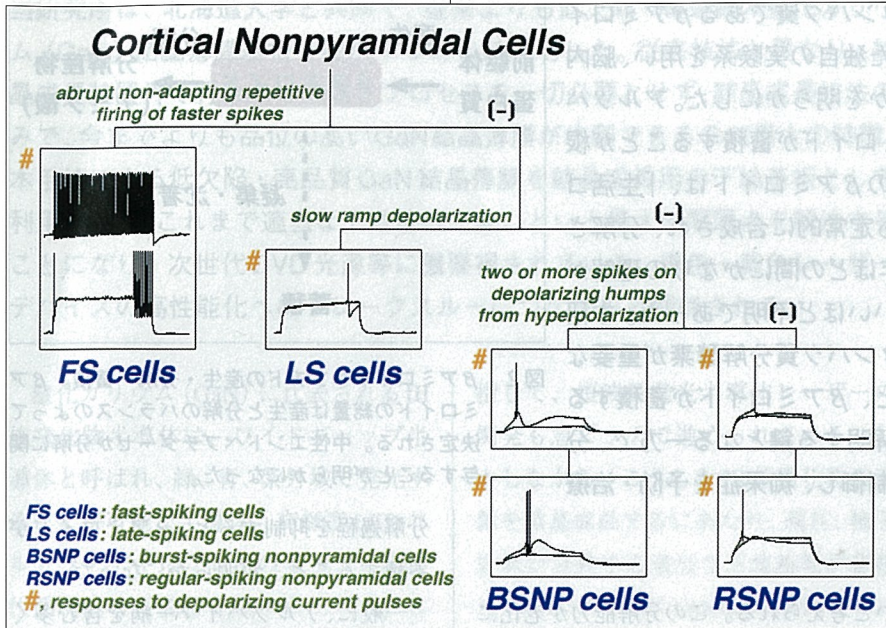


図4 生理的応答からみた大脳皮質の抑制性ニューロンのタイプ

位の変化が生まれる。大脳皮質でGABA作動性のシステムを担うのは非錐体細胞だ。非錐体細胞は形も多様だし、関連する神経伝達物質との組み合わせもたくさんある(図2、3)。さらに、細胞の電気的な性質にも3種類あることが川口チームリーダーらの研究によって判明した(図4)。それぞれが特異的な部分にシナプス結合していることもわかってきた。錐体細胞のほうには6層ある皮質のどの層にあるかによって、機能的にいくつかの種類に分かれることが知られている

が、非錐体細胞のほうはさらに多様な機能分化があるに違いない。皮質の回路がどんな仕組みになっているのかを理解するうえで大切な情報だ。

基底核にも多様な神経細胞

もうひとつ川口チームリーダーが研究の対象としているのが、大脳の基底核である。基底核は随意運動調節系で、大脳半球の奥のほうにある神経細胞の集合である線条体や淡蒼球などからなる。

線条体の局所回路を切片標本を使って明らかにすることを目的に研究が進められている。線条体は基底核の入力部分で、情動についての情報を取り込む部分と感覚についての情報を受け取る部分からなり、それぞれ皮質や視床から情報を受け取る。

線条体ではさまざまな情報が統合処理されていて、処理された情報は基底核の出力部分に伝えられる。

線条体の局所回路タイプの細胞にも生理的に3つの種類があることが明らかになっている(図5)。

97年の同センター設立以来作り上げてきた研究室も、フロンティア研究システムが8年の時限研究のため、あと1年半で終止符を打つことになっている。

「ようやく設備も整って軌道に乗ったところ」と、川口チームリーダーは残り少なくなってきたバイオ・ミメティックコントロール研究センターでの研究に拍車をかけている。

文責：広報室
監修：バイオ・ミメティックコントロール研究センター
運動回路網研究チーム
チームリーダー 川口泰雄
取材・構成：古郡悦子

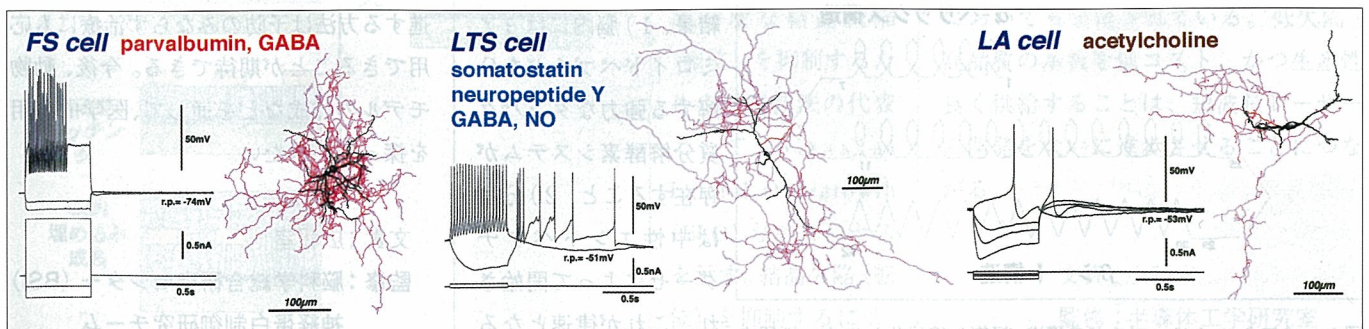


図5 大脳基底核のひとつである線条体の3種類の介在ニューロン

脳内のβアミロイド分解系路を解明

—アルツハイマー病の予防への道を開く—

(2000年1月28日、科学技術庁においてプレスリリース)

当研究所は、脳老化研究において重要なタンパク質であるβアミロイドの研究にラジオアイソトープを利用した独自の実験系を用い、脳内でβアミロイドがどのように分解されるかを明らかにした。アルツハイマー病に至る脳の老化において、βアミロイドが蓄積することが根本的な原因であると考えられている。このβアミロイドは、「生活ゴミ」とも呼べるもので、正常脳においても定常的に合成され、分解されている。合成過程については、この10年ほどの間にかなりの理解が進んだが、分解過程はまったくといっていいほど不明であった。本研究では、中性エンドペプチダーゼというタンパク質分解酵素が重要な役割を担っており、その作用を抑制すると、βアミロイドが蓄積することが明らかになった。脳の老化機構を解明する鍵となる一方で、分解過程を操作することによって脳老化を制御し、痴呆症を予防・治療する道の開かれる可能性が期待される。

脳内におけるβアミロイドの蓄積は、アルツハイマー病に至る病理学的なカスケードの引き金を引くと考えられている。この蓄積は加齢に伴って加速することが知られているが、その機構はわかっていない。蓄積を抑制することができれば、アルツハイマー病を予防し、多くの人間の尊厳を守ることができるであろう。このβアミロイドは、病気の原因である一方で、生理的存在でもある。すなわち、定常的に体内で合成・分泌されており、正常状態では速やかに分解されて蓄積に至らな

いと考えられる。この分解能力が老化に伴って低下すれば、蓄積の原因になる。逆に、分解能力を増強すれば、蓄積を抑制し、老化の速度を減速することが出来る。

脳科学総合研究センター(BSI)神経蛋白質制御研究チーム(西道隆臣チームリーダー・岩田修永研究員・津吹聡テクニカルスタッフら)は、この研究を進めるために、ラジオアイソトープで多重標識したβアミロイドペプチドを化学合成し、これをラットの脳内(記憶に最も重要である海馬)に微量注入した後、その分解

過程を解析した。さらに、蓄積に対する分解過程を抑制することの効果を検討した。その結果、1)脳内にはβアミロイドペプチドを分解する強力なタンパク質分解酵素システムが存在すること、2)分解は中性エンドペプチダーゼによって開始され、これが律速となること、3)脳内における

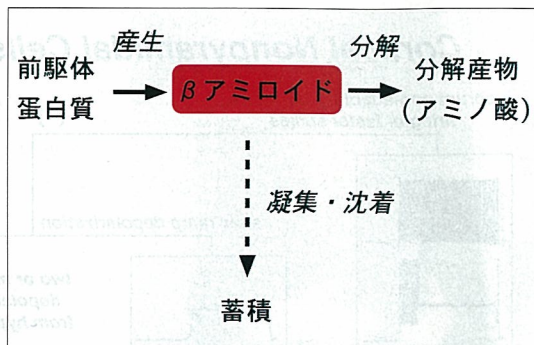


図2 βアミロイドペプチドの産生・分解・蓄積。βアミロイドの総量は産生と分解のバランスによって決定される。中性エンドペプチダーゼが分解に関与することが明らかになった。

分解過程を抑制すると、βアミロイドが蓄積すること、が明らかになった。

一般に、アルツハイマー病を含む多くの神経変性疾患において、痴呆症状が出た時点ではすでに神経細胞が不可逆的に破壊されており、完全な治療は難しい。したがって、人類がアルツハイマー病を克服するためには、予防法の確立、または、発症前診断に基づく発症前治療を可能にする必要がある(現時点ではいずれも不可能である)。本研究によって、βアミロイドの分解を減速させる因子がアルツハイマー病の危険因子となりうるということがわかった。この危険因子を排除することが予防法になりうることを期待されるだけでなく、分解の低下を表す指標が測定可能となれば診断法へと応用される可能性も考えられる。さらに、分解を促進する方法は予防のみならず治療にも応用できることが期待できる。今後、動物モデルの作成などを通して、医学的応用を探っていきたい。

文責：広報室
 監修：脳科学総合研究センター(BSI) 神経蛋白質制御研究チーム
 チームリーダー 西道隆臣

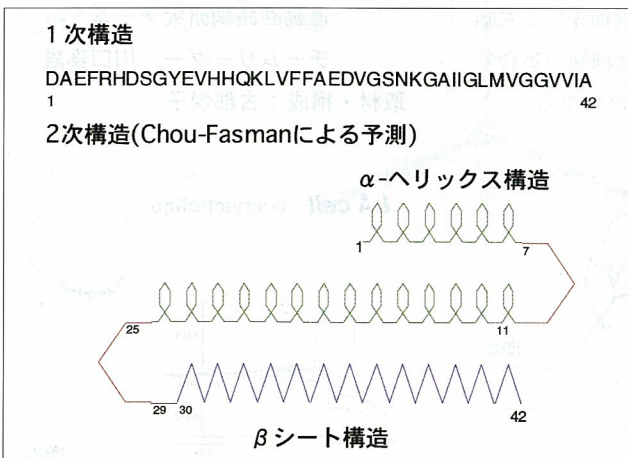


図1 βアミロイドペプチドの構造。凝集し線維化しやすい性質を有する。

新しい結晶成長プロセスによる 低欠陥・高品質の GaN 結晶薄膜基板作製に成功

(2000年2月17日、科学技術庁においてプレスリリース)

当研究所は、北海道大学と共同で、従来よりも低欠陥・高品質の窒化ガリウム (GaN) 結晶薄膜基板を製作することに成功した。従来技法と異なり、結晶成長装置外で行われる複雑なプロセスを一切必要とせず、結晶成長技法のみで、今までよりも品位の高い GaN 結晶薄膜が作製できるのが最大の特徴。本手法による低欠陥・高品質 GaN 結晶薄膜を結晶成長用の下地基板として利用すれば、これまで適当な下地基板が無いという最大の問題点を解決することになり、次世代 DVD 光源等に重要視されている、青色・紫色レーザーデバイスの高性能化へのブレークスルーにつながると期待される。

窒化ガリウム (GaN) に代表される III 族窒化物半導体は、ワイドギャップ半導体と呼ばれ、緑、青、紫外域で発光することが可能な半導体。高輝度 LED フルカラーディスプレイの実現や、次世代照明灯の可能性を切り開くほか、光情報処理の分野における光ディスクの記録密度向上、通信速度の高速化を目

指して、短波長発光半導体レーザーの開発も急ピッチで進められている。しかしながら、こうした III 族窒化物半導体を結晶成長するにあたり、現在、格子定数が合致する適当な下地基板が存在せず、サファイア (Al₂O₃)、炭化シリコン (SiC) などが主に利用されてきた。その結果、基板との格子定数差に起因した非常に多くの結晶欠陥 (転位) が発生し、これらの欠陥は、特にレーザー素子の寿命、信頼性、生産性を大きく損なう。

新しい手法は、当研究所半導体工学研究室の青柳克信主任研究員と、北大電子科学研究所の田中悟助教授らのグループで開発。図の左部に、高密度な結晶欠陥 (転位) を抑制するための従来技法の代表として Epitaxial Lateral Overgrowth (ELO) 法のプロセスを示す。結晶欠陥 (転位) を抑制するには、

いったん GaN バッ

ファー層をサファイア、もしくは炭化シリコン基板に適当な厚みで形成した後、結晶ウエハーを結晶装置外部に取り出し、その後、「SiO₂マスク形成」、「レジスト塗布」、「リソグラフィ」、「マスクエッチング」といった4過程の外部プロセスを経て、再び結晶成長装置にウエハーを導入し、GaN層を再度成長させる必要があった。

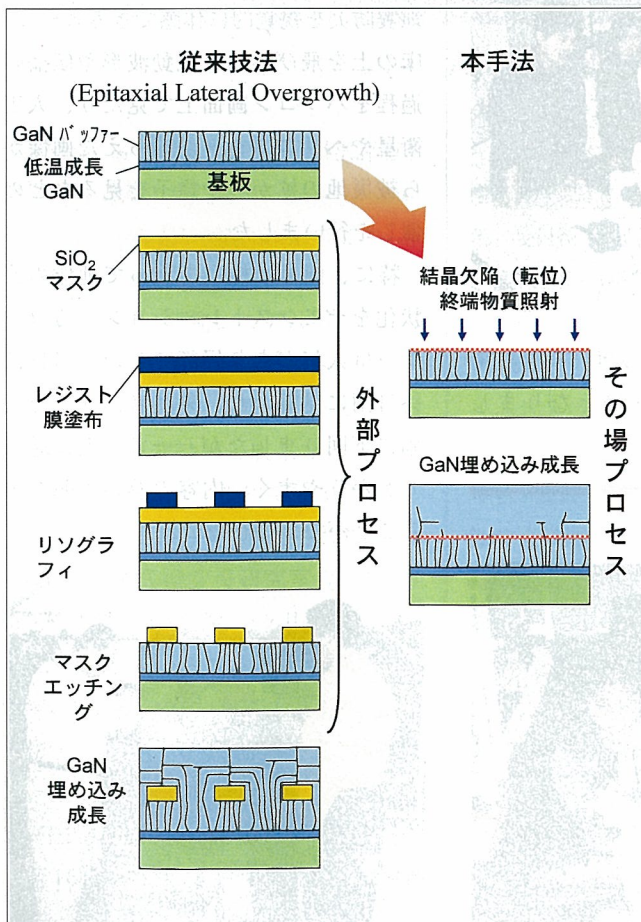
一方、図の右側に本手法のプロセスを示す。いったん GaN バッファー層をサファイア、もしくは炭化シリコン基板に形成するところは同じだが、その後、結晶成長装置外にウエハーを取り出す必要はなく、結晶欠陥 (転位) 終端物質を結晶成長装置内の結晶成長雰囲気下で供給し、GaN 第 2 層の形成は、その後引き続いて行う。こうした結晶成長雰囲気下で行われるプロセスのことを、「その場」プロセスと呼び、ELO法と比べるとプロセスの簡便さは一目瞭然。結晶欠陥 (転位) を低減するうえでの生産性は飛躍的に向上し、プロセスコストも大幅に低減される。

低結晶欠陥 (転位) GaN 基板は、短波長発光素子、特にレーザー寿命を飛躍的に改善する方法として待ち望まれた技術。短波長レーザーは、光ディスクの記録密度の向上、微細加工装置の小型化・高精度化など様々な工業分野において有望視されている。低欠陥・高品質の基板を低コスト、かつ生産性良く供給することは、短波長レーザーの開発を大いに進歩させることにつながる。

文責：広報室

監修：半導体工学研究室

主任研究員 青柳克信



理研の一般公開と科学技術週間

恒例の科学技術週間行事が4月17日～23日にかけて「よくみてかんげきしらべてびっくり かがくっておもしろい」をテーマに各地で開催されました。

理研では4月15日(土)に和光本所をはじめ、各所で一般公開を行いました。

和光本所

当日はあいにくの雨天でしたが、4500名以上の来所者でにぎわいました。各研究室や研究施設では、研究者が工夫を凝らしたパネルを使って、小学生からお年寄りまで様々な年代の来所者を前に、一生懸命説明する風景があちこちで繰り広げられました。

上田誠也・地震国際フロンティア研究グループ・グループディレクターによる「地震予知はできないのか?」と中野明彦・生体膜研究室主任研究員によ

る「細胞内情報の交通整理ー膜系の形成とダイナミズム」の2つの講演は大盛況でした。別の会場では「サイクロトン物語」、「母校へ行こう!」(サイエンス・チャンネル放映番組)などが上映されたほか、「宇宙に対するなんでも質問箱」が開催されました。

また、「シャボン玉は生きている」、「まんげ鏡をつくろう!」、「レーザーを使って絵を描こう!」、「ロボットを見

てみよう!」など数多くのイベントが開催され家族連れや小・中学生でにぎわいました。



てみよう!」など数多くのイベントが開催され家族連れや小・中学生でにぎわいました。

播磨研究所、大型放射光施設 (SPring-8)

SPring-8では4月16日に一般公開を行いました。昨年の来訪者が約1200名だったのに対し、今年は約2000名を迎えました。

この日にオープンした放射光普及棟では、SPring-8における研究活動がパネルや模型などで紹介されました。蓄積リング棟や昨年末に竣工した長尺ビームラインなどの見学や研究活動の説明も行われ、また放射光普及棟前の広場では、地元3町による模擬店や太鼓の実演が行われました。来訪者の



方々には、日頃なじみの薄い科学技術に親しんでいただける場となりました。

地震防災フロンティア研究センター(三木)

今年で2回目を迎えた一般公開では、地震防災を視覚的に体感できるように、床の上を飛び跳ねて振動波形や伝播の過程をパソコン画面上で見たり、人工衛星やヘリコプターが捕らえた画像から被災地の広がりや様子を見るなどの催しを行いました。

特に、簡単な模型を使って地盤の液状化をデモンストレーションするコーナーは人気があり好評でした。当日は終日雨に見舞われ、来訪者は昨年を大幅に下回りましたが、一人一人に対してわかりやすく、内容の濃い説明をすることができました。



筑波研究所

毎年、恒例の一般公開が4月19日、特別公開が4月22日に開催されました。

昨年から試みているミクロの世界からマクロの世界への研究内容の紹介が今年も盛況でした。また、組換えDNA実験棟では、従来の公開とは違った、実験室自体をダークゾーンに置き換えた公開を行い、約990名の見学者を迎え成功裡のうちに無事終了しました。



フォトダイナミクス研究センター (仙台)

4月22日は、前日までの大雨が嘘のように晴れ渡ってまさに公開日和でした。

今年は2年ぶり、また、初めての土曜日開催となったのでバス広告を出すなど積極的にPRしましたが、ちょうど桜が満開になったのが災いしたのか来訪者は151名と少なめでした。

しかし、来訪者が少なかった分、担当の研究者が見学者に合せて丁寧に説明できたことで、より理解を深められたことと思います。展示物では、視覚的・感覚的に楽しめた「酸素を見てみよう」「植物の音を聞いてみよう」「シリコン化合物を使った実験」「真空とは？」といったものに人気が集まっていました。



世界脳週間／武蔵野市の高校生を対象に「脳」の講演会を実施

脳科学の科学としての意義と社会的な重要性を周知するために「世界脳週間」と称して3月13日～19日の期間、世界的なキャンペーンが行われました。

その一環として脳科学総合研究センターでは3月19日に聖徳学園高等学校



で武蔵野市の高校生を対象に伊藤正男所長が「脳と心」、甘利俊一・脳型情報システム研究グループ・グループディ

レクターが「脳とコンピュータ」と題してそれぞれ、講演を行いました。当日は500名を超える知識欲旺盛な高校生が集まり、活発な質疑応答が行われ、盛況な講演会となりました。

和光本所のお花見

4月1日に恒例のお花見が和光本所にて行われました。まだ桜は三分咲き程度でしたが、約400人の和光市民らが訪れ、美しい桜を楽しみました。桜の木の下でお弁当を広げている家族の姿も多く見られ、またフォトコンテストも併せて実施されました。



TOPICS

アドバイザー・カウンシル (AC) を開催

理研は、8年前より研究所の外部評価を取り入れ、理研アドバイザー・カウンシル(RAC)として2、3年毎に実施しております。

また、最近では、RACの下にそれぞれの研究センター、研究システムが、国内外の研究機関の有識者からなる各々のアドバイザー・カウンシル(AC)を持ち、運営および研究計画と成果などについて、総合的な評価を受けています。

各ACは、次の日程で開催されました。

○第1回 主任研究員研究室 アドバイザー・カウンシル(ILAC) (2月6日～9日)

ILACメンバー：物理学、工学、物質科学、化学、生化学、構造生物学、分子生物学にわたる15名(日本6名、外国9名、委員長：ヘンリー G. フリーセン カナダ医学研究センター所長)

○第16回 国際フロンティア研究プログラム アドバイザー・カウンシル(3月13日～14日)

カウンシルメンバー：物理学、物性科学、化学、生物科学にわたる14名(日本6名、外国8名、委員長：中西香爾コロンビア大学教授)

○第1回 ゲノム科学総合研究センターアドバイザー・カウンシル(GSAC) (3月21日～23日)

GSACメンバー：生物科学(ライフサイエンス)分野における国内外の有識者及び専門家のうち9名(日本5名、外国4名、委員長：西村 暹・萬有製薬株式会社つくば研究所名誉所長)

○第3回 脳科学総合研究センターアドバイザー・カウンシル(BSAC) (4月12日～14日)

BACメンバー：脳科学の各分野にわたる19名(日本10名、外国9名、委員長：ミッシェル・クエノ前国際HFSP推進機構事務総長)

○第1回 フロンティア研究システムアドバイザー・カウンシル (5月11日～12日)

カウンシルメンバー：物理学、物性科学、化学、生物科学、工学、地震学、防災学にわたる16名(日本12名、外国4名、委員長：西島安則京都市立芸術大学学長)

理研「特別展」のお知らせ

2000年6月12日～22日に、東京の未来科学技術情報館(新宿区西新宿2-1-1三井ビル1F Tel: 03-3340-1821)にて一般の方々を対象に理研の紹介をかねた展示会を催します。展示会では『磁石を使って実験してみよう!』をテーマに「磁石

椅子」、「電磁石」、「立体磁界観察器」などの実験と展示も併せて行いますので多数の方々のご来場をお待ちしております。

また、大阪でも6月24日～7月5日の期間、天満のサイエンスサテライト(大阪市北区扇町2-1-7扇町キッズパーク3F Tel:06-6316-8110)にて同じテーマで展示を行うことになっております。



アンテナ

私が理研に入所して4年、研究という世界に足を踏み入れてからはや10年が経ちます。私がこの世界に入ったばかりの頃とは異なり、最近は大学の博士課程へ進学し、科学者として身を立てようとする女性も増えてきました。この度の「原酒」の執筆にあたり、「女性」ということに関して一女性研究者の立場から意見を述べたいと思います。

私が研究の世界に入って(実は研究に限らず一般社会に通じることだと思いますが)、ひとつづきをつけようと思ったことがあります。それは、女性は自分の真の評価を知ることが難しいということです。たいてい自分の実際の位置よりも持ち上げられるか、下に置かれます。どうも前者の方が多いようです。男性諸君は「女性でありながら、研究をやっている」ということだけで評価しようとし、やっている研究の内容をあまり知ろうとはしません。研究者として相手を評価しようとすれば、まず「何をやっているか」を知ることが肝心でしょう。また失敗をしても、厳しい評価をあまり受けません。しかし女性たちよ、そこで安心してはいけないと思うのです。彼らが私たち女性に対して寛容を示すのは、結局彼らの土俵に自分たちが入っていないからではないでしょうか？つまり「目に入ってない」から、寛容にも親切にもなれるのではないかと？本当に目に入ってきたら、きっとそんな余裕はなくなるでしょう。自分も負けまいと焦るのではないのでしょうか？評価も多少シビアになると予想します。だから私は、さしたる理由もなく寛容な評価を受けている間は、「自分はまだまだなんだな」と反省することにしていきます。

では、女性が自分の真の評価を知るにはどうしたらいいか？やはり「正確なアンテナ」を持つことが大事だと思います。そして、おそらく男性以上に自分を客観的に見つめる必要があると思います。より上でもより下でもない正確な自分の位置を知ること、それが大事だと思います。

理研は、研究(仕事)をする女性にとっては比較的恵まれた環境であると思います。私自身に限って申し上げれば、私



タイ科学技術院 Jiraporn博士の研究室にて。タイの研究室には女性研究者が多い(筆者中央)。



筆者近影

が女性ということで変な差別を感じたことは今のところありません

し、女性を意識させられることもほとんどなく、とても自由でのびのびやらせてもらっています。しかし世間では、やはり女性差別の風は吹いているようです。

さて、女性差別に対してはどうしたらよいか？男性と女性とは、考え方や感じ方においてやはり違いがあります。違うものが区別されるのは、ある意味仕方のないことだと思います。社会的差別は問題ですが、男女間の区別はある程度尊重されて良いのではないのでしょうか？よく男女平等ということが言われますが、男性と女性を「全く同じに扱う」ことが男女平等ではないと思います。女性として育てられた人間が、男性の考え方を100%模倣しようとしても無理です。「同じ扱い」ではなく、違いを認識した上で「対等に扱う」ことが、本当の平等ではないのでしょうか。性質は違うけれど対等である、そのように認識されるべきだと思います。例えば、青色と赤色は性質は違いますが、色として対等です。青が赤よりも上等だという考え方は、誰も持たないでしょう。そのように認識されたいと思います。しかし、内容が同レベルでなければ、当然対等な評価はもらえません。私たち女性はある程度研究者として対等であるべく、きちんとした根拠と説得力を持たねばなりません。説得力ある根拠を持たずに主張だけでも、誰も相手にしてはくれないでしょう。

これまでの社会は主に男性が作り上げてきたもので、「男性」が作った基準で物事が動いています。その社会のシステムが、今あちこちで綻び矛盾を露わにし始めていると感じます。私は、ここに「女性」の視点を取り入れシステムを再構成することで、そのような矛盾を解決できるのではないかと期待しています。女性が対等な立場に立てるよう説得力ある行動を取ることで、男性がそれを評価する目を持つこと、この2つが揃えば男性にとっても女性にとっても心地のよい調和のとれた社会が実現するのではないのでしょうか？

微生物学研究室
古園さおり

理研ニュース No.227 May 2000

発行日：平成12年5月15日

編集発行：理化学研究所総務部広報室

〒351-0198 埼玉県和光市広沢2番1号

電話 (048) 467-8349 (ダイヤルイン) Fax (048) 462-4715

ホームページ [http://www.riken.go.jp]

Email : koho@postman.riken.go.jp

制作協力：株式会社 スリーアイ パブリケーション