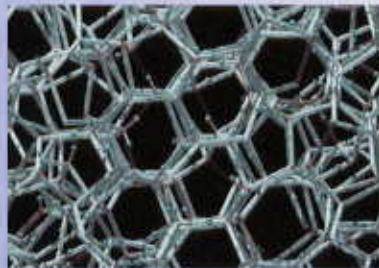
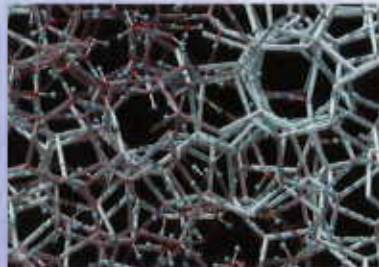
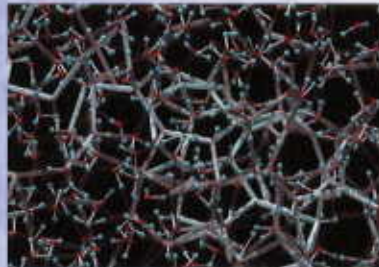
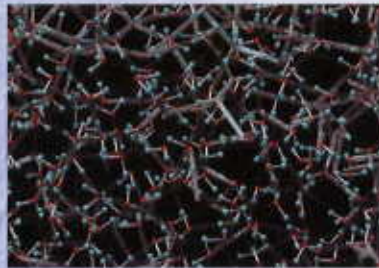


理

3

philosophia



特集「水、その不思議なもの」

インタビュー◆大峯 巖 ————— 4

● 時を語るもの◆町田泰則 ————— 2

● 理のエッセイ◆宝谷紘一 ————— 3

● 理の先端をいく◆芝井 広/伊藤 繁 ————— 10

● 講義探検◆宇宙化学/無機化学Ⅱ ————— 14

● 施設紹介◆技術部第一装置開発班 ————— 16

● 理学部交差点 ————— 18

時を語るもの

発見、岡崎フラグメント

1960年代、遺伝情報の担い手である巨大分子、DNAがどのようにして合成(複製)されるのかに関して、説明できないパラドクスがあった。それは、精製されたDNA複製酵素の性質では、細胞内の長い二重らせんDNA分子の複製の進行方向を説明できないというものであった。このパラドクスは、親の分子にそって子孫のDNAが複製される時には、まず短いDNA分子(後に「岡崎フラグメント」と呼ばれるようになった分子)として複製され、それが連結されて長い分子になるという「DNA不連続的複製機構」のモデルによって解決されたのである。そして、今日でも、世界中の分子生物学の教科書にその名を見ることができる。このモデルが、数々の批判と種々の困難を乗り越えて20年におよぶ研究により実証されたこと、しかも、重要な研究のすべてが、名古屋大学理学部の岡崎令治、恒子夫妻の研究室で行われたことに対して、我々は深い感銘を覚える。

(生命理学専攻教授 まちだ やすのり 町田泰則)

おかざき れいじ
岡崎令治 (1930-1975) 元名古屋大理学部教授。





理の工ッセイ

壊れてこそシステムである — 宝谷紘一

その日、といっても実はふた昔も前のことであるが、真っ暗な部屋の中で顕微鏡を覗きながら「ウッソー」と叫んでいた。研究者なら一生に2、3回は味わえる瞬間である。見ていたものは微小管と呼ばれるきわめて細い繊維で、どんな細胞の中にもたくさんあり、ネットワークシステムを組んでいる。見ている試料中には、微小管を構成しているタンパク質であるチューブリンを入れてあるので、そのチューブリンが微小管の端で重合し、微小管はどんどん成長していた。ところがである、その中の何本かはものすごいスピードで短縮しているのだ。これが「ウッソー」の原因である。形成する繊維と解体する繊維が同時に存在するのだ。これは化学平衡論に反する。

この不可思議な現象には「動的不安定性」というこれまた怪しげな名前がつけられ、世界中で精力的に研究された。その結果、微小管では形成された直後に大きなエネルギーを使って解体の準備が行われることがわかった。

GTPという有機分子の加水分解エネルギーを利用して、チューブリン間の結合力をわざわざ弱くしていたのである。なぜこんなアホなことをするのだろうか？ 細胞は2つの娘細胞に分裂する直前に、すべての微小管を一旦、チューブリンに解体して、分裂後両細胞はそのチューブリンを利用してシステムを再構築する。素早い解体作業のために周到な準備が必要だったのである。

有史以来、人間は高能率のシステムを「つくる」ことにのみに専念してきた。飛行機やコンピューターはその最たるものである。しかしながら、これらの人工システムは解体の仕掛けを持たない。その結果、不要なケイタイや自動車の山となるのである。生体ではほとんどのシステムが解体の仕掛けを備えている。その最たるものは細胞死である。多くの細胞がアポトーシスという仕掛けで戦略的に壊され、それらの材料はリサイクルされる。上手に壊れてはじめて一人前のシステムと言えるのであろう。

宝谷紘一 (ほうたに・こういち)

生命理学専攻教授。1940年神戸市生まれ。1969年名古屋大学大学院理学研究科分子生物学専攻満了。専門は生物物理学。生体超分子の動態を観ることに興味があり、対象は細菌べん毛、微小管など転々とし、現在は変幻自在な膜小胞に魅せられている。

◆写真の説明

上の写真は、1964年の令治博士のノートの一部であり、「不連続的複製機構」のアイデアの誕生を示す。ノートの見られる逆Y字型の図は、複製しつつある二重らせんDNAの模式図である(Yの柄がこれから複製される領域、広がったすそが複製された領域)。当時わかってきたことは、二重らせんを構成している2本のDNA分子は、互いに逆向きの方向性(極性)を持っていること、長いDNA分子全体から見れば複製は(ジッパーが開くように)一方向へ進行すること、しかし精製されたDNA複製酵素は子孫DNAを一方向にしか合成できないことであった。つまり、子孫DNAの一方は他方に対して逆向きの極性を持つので、複製方向は互いに逆向きであるはずであるが、これは精製された酵素の性質とは異なる。岡崎夫妻は、緻密な実験により、細胞内でもDNA分子は一方向にしか合成されないこと、複製された直後のDNAは短いことを明らかにした(右ページ右図に実験のデザインと解釈が描かれている)。これらの結果に基づいて、複製部位では、複製点の全体的な方向とは逆向きに合成される子孫DNAは、まず短い単位で合成され、それが連結されて長い分子になるのではないか(左ページ)、というモデルが提唱された。このモデルは、その当時考えられていたDNA複製の単純なイメージとはまったく異なり、長いDNA分子が合成されるためには、短いDNA(岡崎フラグメント)の合成の開始反応と伸長反応および連結反応(左ページ下の○とその間の線で描かれている)が必要であるという画期的なものであった。

水

その不可思議なもの

私たちにとって、水はもっとも身近な液体である。しかし、そのふるまいは意外によくわかっていない。たとえば、「水はどのようにして氷になるのか」という問いも、まだ解けていない問題の1つである。最近コンピュータシミュレーションを用いて、水が氷になるプロセスを明らかにした大峯教授にお話をうかがった。

大峯 巖 名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻教授

<聞き手> 森 郁恵 名古屋大学大学院理学研究科生命理学専攻助教授

そもそも水とは何なのか

森 水が氷になるという大峯先生たちの論文が科学雑誌『Nature』（ネイチャー）に掲載されました。ずいぶん世界中で注目されているようですね。

大峯 思いがけない人たちからメールをもらったり、いろんな国々で紹介記事がでたり、意外な反応がありましたね。

森 そのあたりはあとで詳しくうかがいたいのですが、最初に先生の研究の主旨、「水と氷」についてご説明いただけますか。

大峯 水という分子がどんなものか、まず話しましょうか。化学式では H_2O 、立体的には、3個の原子が頂点にある三角形です。酸素という大きな原子1個と、水素という小さな原子2個でできているのが特徴です(図1)。酸素はプラスの電荷を8個もっていて、マイナスの電子を引きつけます。そのために、水素のあたりは電子が少なくなってプラスに、酸素のあたりは逆にマイナスの電気を帯びます。これが、水の変った性質のみなもとですね。

森 それが、あの水素結合*1を生み出すわけですね。

大峯 そうなんですね。このプラスの部分(青)

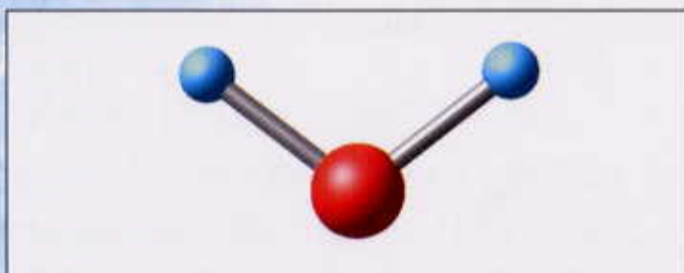


図1 水分子

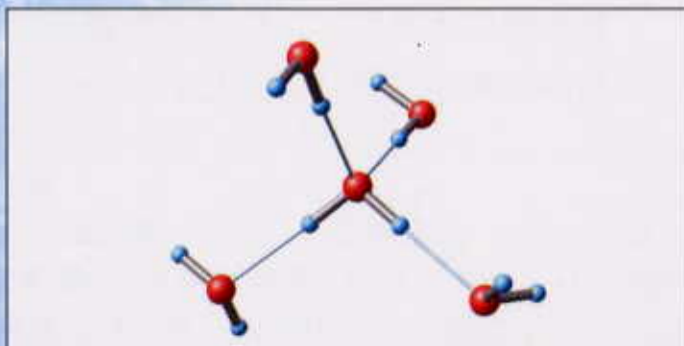


図2 水素結合

と、マイナスの部分(赤)が互いに静電気の力、クーロン力*2でひきつけあうんですね。これが水素結合とよばれる、強くもなく弱すぎもしない変わった結合です(図2)。温度が高い内は、それぞれの水分子が勝手に飛び回っています。これが水蒸気の状態です。温度が下がるとだんだんと水素結合ができてきます。これが「水」です(図3・p.8)。さらに温度を下げると、最後にはきれいに並んだ六角形の結晶になります。これが「氷」なんです(図4・p.8)。

僕が「水商売」を始めたわけ

森 水の研究を始められたのは、何かきっかけがあったのですか。

大峯 もともとは、水そのものよりも、水に溶けている物質に主眼をおいて研究していました。たとえば、光センサーのはたらきをする分子があります。この分子に光があたると、分子はエネルギーの高い「興奮状態」になります。そのエネルギーがどのようにまわりに伝わっていくのかが問題です。エネルギーの伝達によって、光信号が脳にも伝わったりするわけです。僕は、光センサー分子が水の中にあるときのエネルギー伝達の問題を調べていたんです。

森 まわりが水の場合と、ほかの物質との場合とでは違いがあるんでしょうか。

大峯 ありました。水はやはり変わってるんです。たとえば、アルゴン*3という原子、電気的には全く中性の粒(つぶ)ですが、これに囲まれているときに比べると、水が囲んでいる方が数十倍も速くエネルギーがまわりに伝わっていくことがわかりました。水分子の間には水素結合のネットワークができていて、エネルギーが系全体に非常に速く広がって



いくんです。それで、水分子の1個1個がどれくらいのエネルギーをやり取りしているかを調べたところ、水分子自身がものすごく大きくゆらいで、高速にエネルギーをまわりに伝えているということがわかったんです。それ以来、ずっと「水商売」です(笑)。

森 水には、どうして大きなゆらぎが存在できるのでしょうか。

大峯 1個の水分子は、そのまわりに最大で4本の水素結合をつくり、正四面体状のネットワーク構造をつくらうとします。しかし、液体の構造が乱れているため、一部の水素結合が切れていたり、あるいは正四面体からずれることで、ひずんだ水素結合のネットワーク構造ができます。これが時々刻々変化していき、大きなゆらぎが生じていることがわかりました。水素結合ができていない水分子のペアではエネルギーが低く、水素結合ができていないところでは高い。このような水素結合の生成・消滅によって、エネルギーは上がったたり下がったり、大きく変わることがわかりました。これが18年前のことです。

森 なぜ室温の世界で、そのような大きなゆらぎが起きるのですか。

大峯 シーソーに例えるとわかりやすいかな(図5・p.8)。シーソーというのは、支点を中心としては、こっちが下なら、あちは上になりますよね。しかし、支点そのものが上下するわけではないので、系全体としてはエネルギーは変わりません。水素結合がつながった状態が、

シーソーの下がったエネルギーの低い状態にあたると思ってください。あるところで水素結合が切れてエネルギーが高くなっても、別のところで新しい水素結合ができればエネルギーは低くなり、全体としてはほとんど変化はしません。そのため、室温程度のゆらぎでも、1個1個の分子のもつエネルギーのゆらぎは、ものすごく大きくなり得るということです。

森 時間的にはどんな変化をしますか。

大峯 水素結合ネットワーク構造はいろいろな時間スケールで変化しており、 $1/f$ ゆらぎ^{*4}を示します。一方、アルゴンのようなネットワーク構造をもたない液体では、一般にゆらぎも完全にランダムで、 $1/f$ 的な様相もまったく見られません。

森 水素結合でつながっているためエネルギーを速く伝播でき、その水素結合のネットワーク構造は、複雑にゆらいでいるということですね。

大峯 僕の見つけたことで一番大事なことは、いろんな時間・空間スケールのゆらぎが水の中に存在している、ということでしょう。水の比熱^{*5}が大きい、つまり「熱しにくく冷めにくい」のは、系全体のエネルギーのゆらぎが大きいことをいっていますが、じつは分子レベルのゆらぎはもっと大きい。さらに、いろんな時間スケールでのゆらぎがあるために $1/f$ ゆらぎになっているということです。この原因は突きつめてみると、水はフラストレーションのある系^{*6}で大きくゆらいでいることにあるんです。

森 水は我々の体の中にもたくさんある身

*1 水素結合

水分子を構成する酸素原子上には、同一分子内の結合に関与しない電子対(非共有電子対)がある。その非共有電子対と他の水分子の水素原子との間にできる結合が水素結合であり、1つの水分子につき最大4本の水素結合ができ、正四面体的なネットワークを形成する。

*2 クーロン力

2つの電荷の間にはたらく力。クーロンの法則で規定され、その大きさは電気量の相乗積に比例し、距離の2乗に反比例する。

*3 アルゴン

元素記号Ar。原子番号18。他の原子や分子などとの反応性が非常に小さな不活性元素であることから、ギリシア語の「怠け者」にちなんで命名された。常温では気体。沸点は約-185度。気体、液体は単原子分子からなる。無色、無味、無臭で、空気中に約1%含まれる。白熱電球、蛍光灯などの封入ガスに用いられる。

*4 $1/f$ ゆらぎ

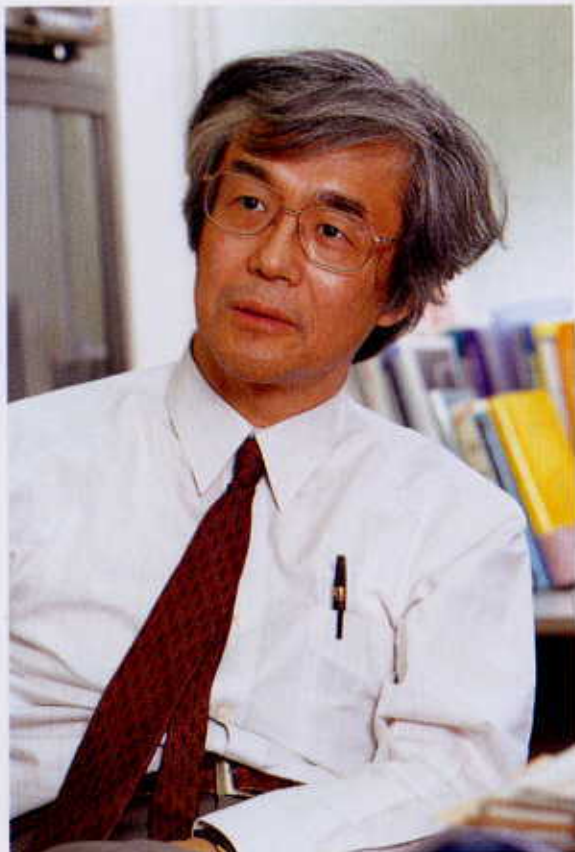
完全にランダムでもなく、また定まった時間(空間)スケールをも持たないゆらぎ。音でたとえれば、ラジオなどの「ザー」という雑音とメトロノームのように規則正しいリズムの中間のゆらぎ。小川のせせらぎ、そよ風などが $1/f$ ゆらぎを示すといわれている。

*5 比熱

比熱とは1gの物質の温度を1℃上げるに必要な熱量のこと。水の比熱は1cal/gであり、サラダ油は0.5cal/g以下である。このことから、同じエネルギーを使う場合には、サラダ油のほうが水よりも約2倍も早く温度が上がるかわかる。

*6 フラストレーションのある系

個々のエネルギーを最低にする構造が系全体の最も低いエネルギーにならない系のこと。



大峯 巖 (おのみね いわお)

物質理学専攻教授。1977年ハーバード大学大学院修了。Ph.D.専門は理論化学。特に、液体のダイナミクス、溶液や生体内の化学反応、液体の結晶化過程などの理論研究。慶応義塾大学、岡崎国立共同研究機構分子科学研究所を経て、1994年より現職。

近な液体で、いろいろな研究があると思いますが、先生のご研究の特徴は一言でどういう点でしょうか。

大峯 たしかに、これまでも水のシミュレーションはたくさんの方がやっていました。しかし、ひとつひとつの水分子のエネルギーがどう変化するかを見た人は、だれもいませんでした。たとえば、シミュレーションから拡散係数^{*7}などが求められたりしていました。このような量は、いろいろな運動の平均として出てくるもので、ひとつひとつの分子の運動が時々刻々どのように振舞っているかはまったくわかっていなかった。僕はもともと分子屋ですから、分子を見ることでそれぞれの分子がどうなっているのかという観点から、研究を進めています。この点が僕の研究の最大の特徴でしょうか。

■ 計算機の中で水を凍らせる

森 そこで氷ができる研究につながるわけですね。

大峯 最初にあった疑問は、「ほんとうの純水」って凍るのか、ということでした。ゴミも重力も何もない、宇宙空間へ行って水を浮かべて、それを冷やしたら本当に凍るのか、と。温度を下げれば水分子の運動は止まります。止まるのは確かだけど、凍るかどうかはだれもやったことがない。

森 実験科学的にもやったことがなかったのでしょうか。

大峯 実際にどうやってやるかという、油の中に水を浮かべるんですね。そうするとガラス表面などにある電荷が油の中にはないので、水分子を並べる作用が弱くなる。そのためにマイナス40度くらいまで凍らない「過冷却状態」というのができるんです。

森 過冷却状態というのは凍らない状態のことですね。

大峯 そうです。ですが、条件がそろえば最後には凍ります。シミュレーションをしてみると、はじめのうちは安定な小さな領域、つまり「核」が生まれては消えていきます。「核」の水素結合構造はまだ完全な正四面体構造になっ

ていませんが、途中からきれいな構造になってくることがわかりました。

森 核の生成・成長^{*8}というダイナミックな変化が起きているということはわかりますが、その核は偶然にできたのでしょうか。

大峯 僕たちが発見したのは、凍るというのは偶然と必然からなるということです。どこかで偶然に結晶化の核になる部分が生まれる。しかし、その核ができて、適当に運動しているだけでは、できかけた核は成長せずに壊れてしまう。核の成長には、集団的に運動し、秩序を形成することが不可欠です。水のゆらぎの中で、核の生成・崩壊を繰り返し、その中で十分に秩序を形成することができた場合に、本当の水へとになっていく。偶然といっても、そこには水に本質的なネットワーク構造とゆらぎが関係しているということです。

森 先の話に出た1/fゆらぎのようなものですか。

大峯 そのとおり。そういうゆらぎにからんで、氷化の原因を見つけたわけですね。それは日常的にはあたりまえなことだけど、よく考えたら当たり前じゃないんですよ。これが大問題であったというのはみんな知ってることなんです。水の研究というのはタレス^{*9}の時代から始まったんですけど、今でもわからないことばかりですね。

■ シミュレーションにできること

森 私は神経回路について物理の人たちと研究会で議論することがあるのですが、そこで「パラメータ^{*10}が足りないからシミュレーションができません」っていわれるんですね。

大峯 シミュレーションというのは、しょせんシミュレーションでしかない。やっぱりにせものなんです。だけど、ウソから出たまことということもある。われわれ科学者はなにがわかるかという、ウソがわかる。われわれがずっとやってきているのは、ここはウソでない、ここはウソでない、ひとつひとつつぶしていくことです。そして残ったものが真実だと信じている。

森 それは、実験科学者、理論科学者、どっちの立場ですか。

*7 拡散係数

たとえば、コップの水にインクを落とすと、インクは次第にまわりに広がっていき、長い時間が経過するとインクの濃度は一様になる。このインクが空間を広がっていく速度を拡散係数といい、拡散係数が大きいほど速い拡散現象が起きる。

*8 核の生成・成長

気体の凝縮や液体の沸騰、また液体中から結晶が生成するときなどに、その液滴・気泡・微結晶を作り出す最初のきっかけとなるもの。水分子を例にとると、水素結合により一時的に集まった分子レベルの水分子の塊(つまり非常に小さな氷)のことを核と呼ぶ。この核に他の水分子が水素結合によりくっつくと、核はだんだん大きくなり、液体や氷となる。

*9 タレス

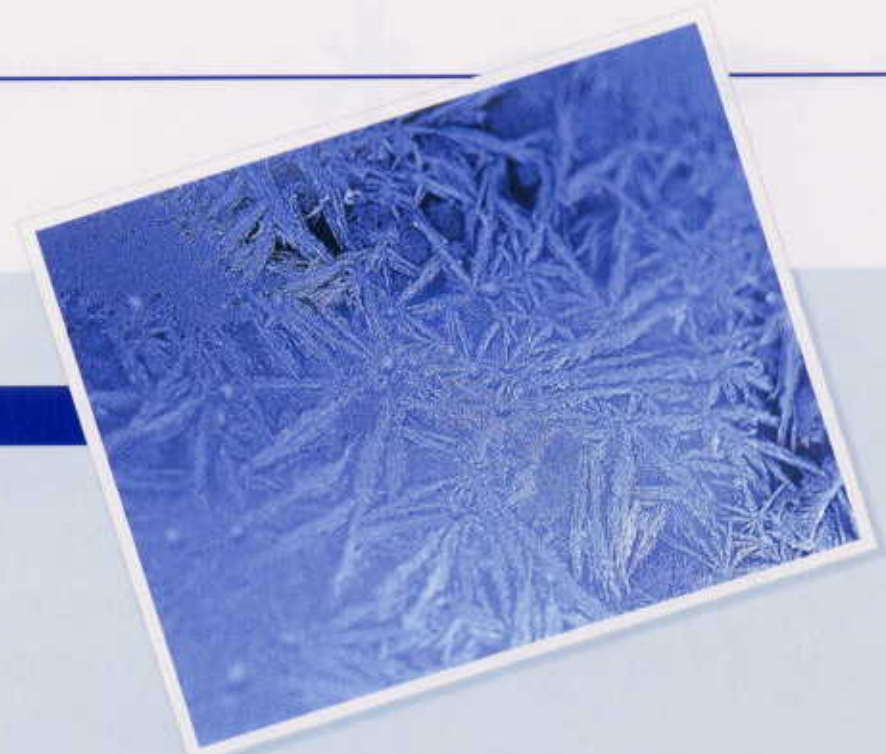
古代ギリシャの哲学者(前624頃-前546頃)。ギリシャ数学の祖ともいわれとくに幾何学に通じていた。ギリシャ七賢人の1人。イオニア自然哲学の創始者。万物の根源を水とした。

*10 パラメータ

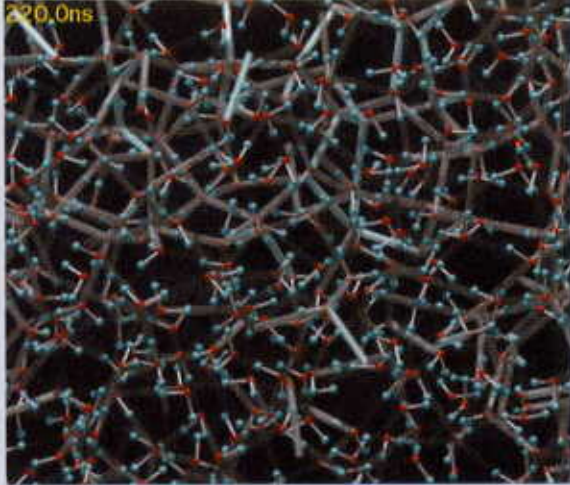
シミュレーションなどプログラムで計算を行うために必要となる数値。

研究ノート

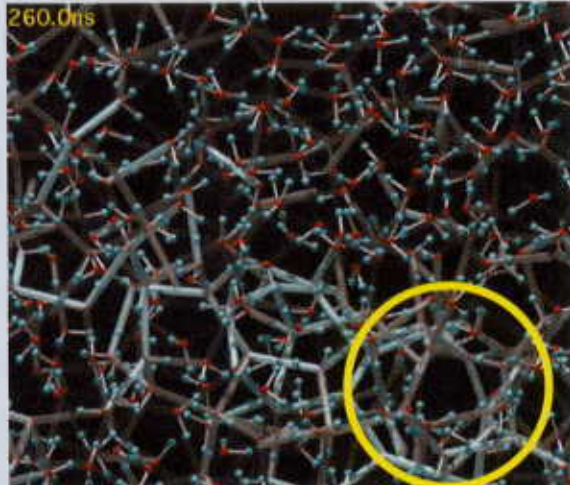
氷化過程をシミュレーションする



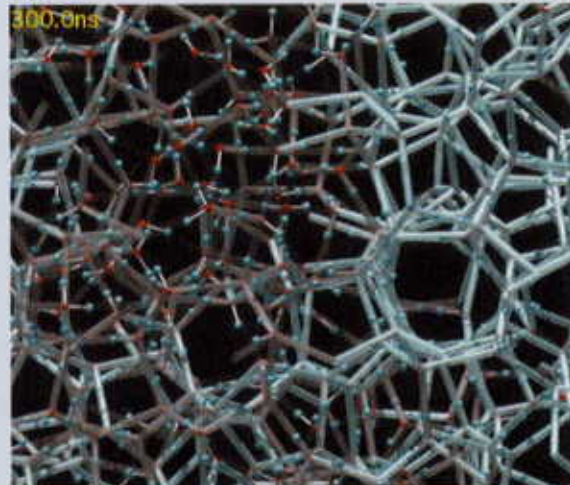
図A 220ns



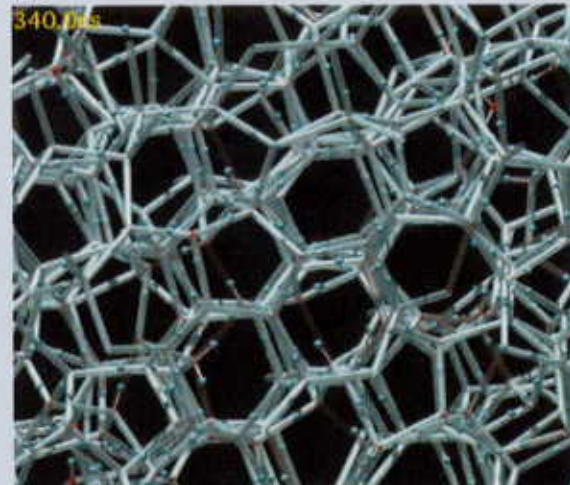
図B 260ns



図C 300ns



図D 340ns



結晶化過程のスナップショットの説明

図中の赤丸と青丸が水分子の酸素原子と水素原子。水色の線は水素結合を表している。はじめのうちは、至るところで水素結合の生成・消滅が繰り返されているだけであるが、あるときまとまった数の水素結合が1カ所(図B円内)に生じ、そこを初期核として成長していく様子がわかる。(1ns=1ナノ秒は10億分の1秒)

液体系に対するコンピュータシミュレーションが行われるようになったのは約50年前のことだ。当時から研究者たちは固体-液体の相転移の研究を進めてきたが、水の結晶化は困難であった。

その理由は大きく2つある。1つは水分子間の水素結合によって3次元的な乱れたネットワーク構造が形成され、ポテンシャルエネルギー面が複雑に凸凹になることである。たとえば、ゴルフできれいに整備されたグリーンでさえホールアウトすることは簡単ではなく、ましてや、地面が凸凹で芝も荒れたグリーンでは、ホールに近づけることすらままならないことと同じである。

2つめは、3次元であるためにネットワークのパターンは途方もなく多いからである。そのため、きれいな水素結合ネットワーク構造をもつ氷構造を見つけにくい。このように、純粋な水の結晶化のシミュレーションは非常に困難なものであった。

大峯教授をリーダーとする理論化学研究室では、過冷却状態(230K=-43°C)の水からどのように結晶化するかを解析した。まず水のなかには、水素結合が集まった「核」が間欠的に形成されるが、これらの核は短い時間で消失する(図A)。今回の計算では、このような水素結合の生成・消滅を約250ns(1ns=1ナノ秒は10億分の1秒)の間くりかえし、その後、比較的長い寿命をもつ安定な水素結合が形成された(図B円内)。その領域では、分子は構造を保ちながら運動し、比較的コンパクトな「核」を形成している。しかし、氷構造に見られるような六角形構造は、この段階ではまだ見られない(図C)。その後、少しずつかたちを変え、まわりに水素結合ネットワークを張りめぐらせていく。いったん安定な核ができると、その後急激に結晶成長に転じ、約30ns後には数百分子からなる核となり、最終的には系全体が結晶となる(図D)。



松本、齊藤、大峯による論文が掲載された「Nature」2002年3月28日号
Reprinted by permission from Nature
Vol No.416 pp.409-413 Pub Date: 02/3/28
Copyright: Macmillan Magazines Ltd.



図3 水の状態

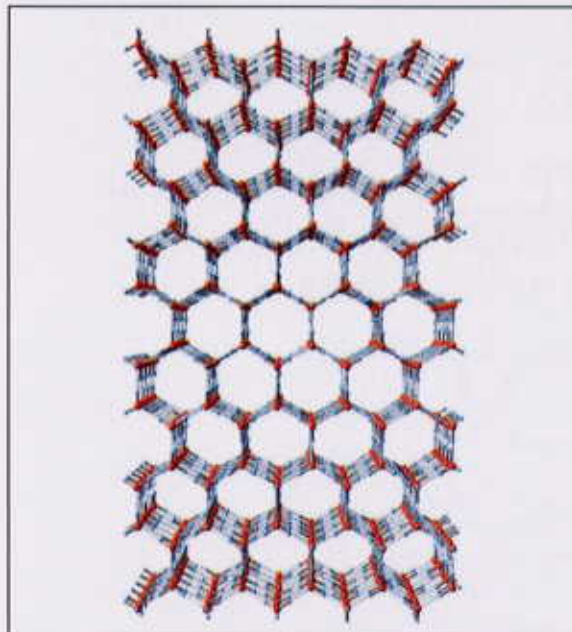


図4 氷の状態

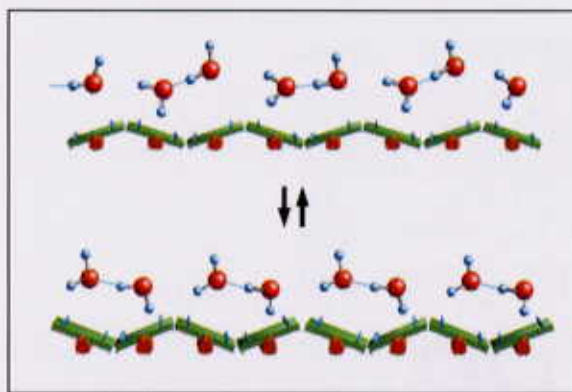


図5 ゆらぎのイメージ

大峯 理論科学者としてですね。シミュレーションは、もともとまねをすることですから、ウソの部分があります。しかしウソが多過ぎると、現実から遠く離れてしまいます。だからシミュレーションというのは、できることとできないことがあります。シミュレーションには限界がある。やはり実験とからめないといけません。そして最後に詰めていくと結構同じところに落ち着くんですよ。

森 さて、このあたりでなぜ『Nature』に投稿したのかお聞かせください。

大峯 イスラエルのジョートナー*11という先生にすすめられたのが『Nature』に発表したきっかけです。ジョートナーは、僕の研究の話聞いて「ぜひ、『Nature』に出せ」というわけ。でも、僕から見れば『Nature』なんかに出して騒いでいる人の気が知れない。僕にとっては、専門誌*12にきちんとした論文を出すことのほうが大切だったんです。

森 でも、結局は『Nature』に発表されたんですね。

大峯 あるとき、奥さんに「あんな雑誌に出せていわれた」と話したんです。すると「あなた、出す自信がないからそういうこというんでしょ」といわれてしまった。そこまできわめられるとカーッと立ち上がって「それじゃあ、出してやる」と。だから、『Nature』に投稿した直接のきっかけは、ジョートナーですが、本当の原因はうちの奥さん(笑)。

森 奥さんが、良いドライブングフォースだったということですね。『Nature』に掲載されて反応はどうでしたか。

大峯 アメリカの小学生から問い合わせのメール*13が来たのには驚きましたね。表紙に載った日本人の論文はあまりなかったこともあり、奥さんには「だから私がいったでしょ」といわれました。やっぱり僕は奥さんの掌の上で生きてます(笑)。

シンプルな疑問が科学の先端をひらく

森 それにしても、よく6年間もシミュレーションが続けられましたね。

大峯 いろんな人のおかげもありますが、日本のシステムにも助けられました。研究に対してそんなに圧力がありませんでしたから。僕みたいなスタイルはアメリカでは生きていけない。

森 今のアメリカは特にひどいですよね。

大峯 予算の申請書に書いた結果と、まったく同じものを成果として求められますからね。この研究をやるには6年間くらいスーパーコンピュータを使い続けました。普通だったらアメリカでは許してくれません。学界が僕を信頼してくれているか、あきらめてるか、どちらか。それと、名古屋大学のコンピュータセンターが使いやすかったのがありますね。それでも、最初の2年間はいくらやってもできなかった。それで、タネ、つまり結晶核を入れた。簡単にうまくいくはずだけど、それでもしばらく何も結果が出ない。学生が「どうしよう」というから「学問というのは運だ。神様にお祈りしてこい」と励ました(笑)。その後、その学生は頑張っているいい仕事をし、結果「本物の氷をつくりたい」と製氷機メーカーに就職しました。どうすればいいのかを考えていると6年くらいすぐたってしまう。長い人生、6年くらいどうってことないですよ(笑)。

森 研究テーマを選ぶ基準はなんですか。

大峯 研究はね、シンプルな疑問がいちばん良いんです。たとえば水なんか、わからないことが山ほどある。最初は素朴な発想や疑問から始まります。あとは、分子がなにをしているかということをおさえていく。問題は、学生をそこまで鼓舞できるかです。

森 そこなんです。6年かかるという、じゃあ来ません、となる。

大峯 やっぱり研究はやってみないとわかりません。だけど、いまの研究は、最初に学生をそろえてそれに合わせてやれることしかやらなくなっている。本当の研究って、そんなもんじゃない。

森 研究って本来終わりのみえない戦いですよね。

大峯 理論化学という分野は、ある程度やればできるというテーマもたくさんある。そうしたテーマも重要ですけど、僕はそれに魅力を感じない。むずかしい研究テーマでもその

*11 J.ジョートナー(1933-)
ヘブライ大学教授。イスラエル科学アカデミーの長。電子移動、無輻射遷移、凝縮系の緩和現象、生体系のダイナミクス、分子クラスターなど理論化学を専門とする。

*12 専門誌
たとえば物理学会、化学会や大手出版社が発行しているある分野の研究者のための専門的な研究論文が掲載される雑誌。それに対し、『Nature』や『Science』では、一般読者をも対象にしたさまざまな分野の論文が掲載されている。

*13 アメリカの小学6年生からのメール
(1)白く濁った水ときれいな水には化学的な違いがあるのか、(2)白く濁った水ときれいな水では融点が変わるのか、(3)どのような影響で、白く濁ったりきれいな水になったりするのかなど、の質問が書かれていた。

本質を理解させれば、学生はがんばって研究します。いまのサイエンスは複雑になりすぎているために、そこへ到達するまでにすごく距離があるようにみえる。しかし、僕らがやっている研究は、最前線は実はすぐ近くにあるものなんです。

生体系における「やわらかい化学」

森 最後に、現在、いちばん興味をもたれていることをお聞かせください。

大峯 いま僕が注目しているのは生物です。生物では反応が一意的に起き、かつまたエネルギーが小さい。化学で同じ反応を起こそうとすると、細かく制御しすぎたエネルギーが必要になります。生物は大きなゆらぎをともしないながら、ランダムに変化しているだけではない、巧妙なシステムですよ。このような生物では、相転移^{*14}的なメカニズムがあると考えてます。相転移では、ちょっとした安定・不安定のエネルギー差で、不安定状態から安定状態に変わる。しかも、いったん安定状態に変わると戻りにくい。生体内の反応では、このような過程が次から次へ連続して起こり、一方向へと反応を起こして

いるのではないかと考えています。

森 生物学者として私がイメージするのは、分子のレベルよりもずっと大きいですが、たとえば細胞の膜のところにもいろんな分子がいますよね。細胞の中にもいろんな酵素があって、たとえば、ある種の反応系が連鎖的に起こる。カルシウムなどいろんなものがある中で、神経細胞で次々と反応が起こり、人間はすぐに行動する。そのときに、脳の中ではいろんな電気信号が通っているのに、すぐ行動できるというのは生体のシステムのすごいところですよ。

大峯 すごいんですよ。そこにある最低の条件は何か。分子はどう変化するのか。それがもしもきちんとわかれば、化学反応だって変えることができると思う。今みたいにムダにエネルギーや酸なんか使わなくても、もっと「やわらかい」化学っていうのができると思うんです。それはすごく大事な問題です。

森 何気ない水や氷の性質にも、偶然、また必然的にゆらぎが現れている。さらに、生物の効率の良い反応に潜むメカニズムはなんなのか、先生の興味はまだまだつきないようですね。今日は、どうもありがとうございました。

(2002年7月、理論化学研究室にて)

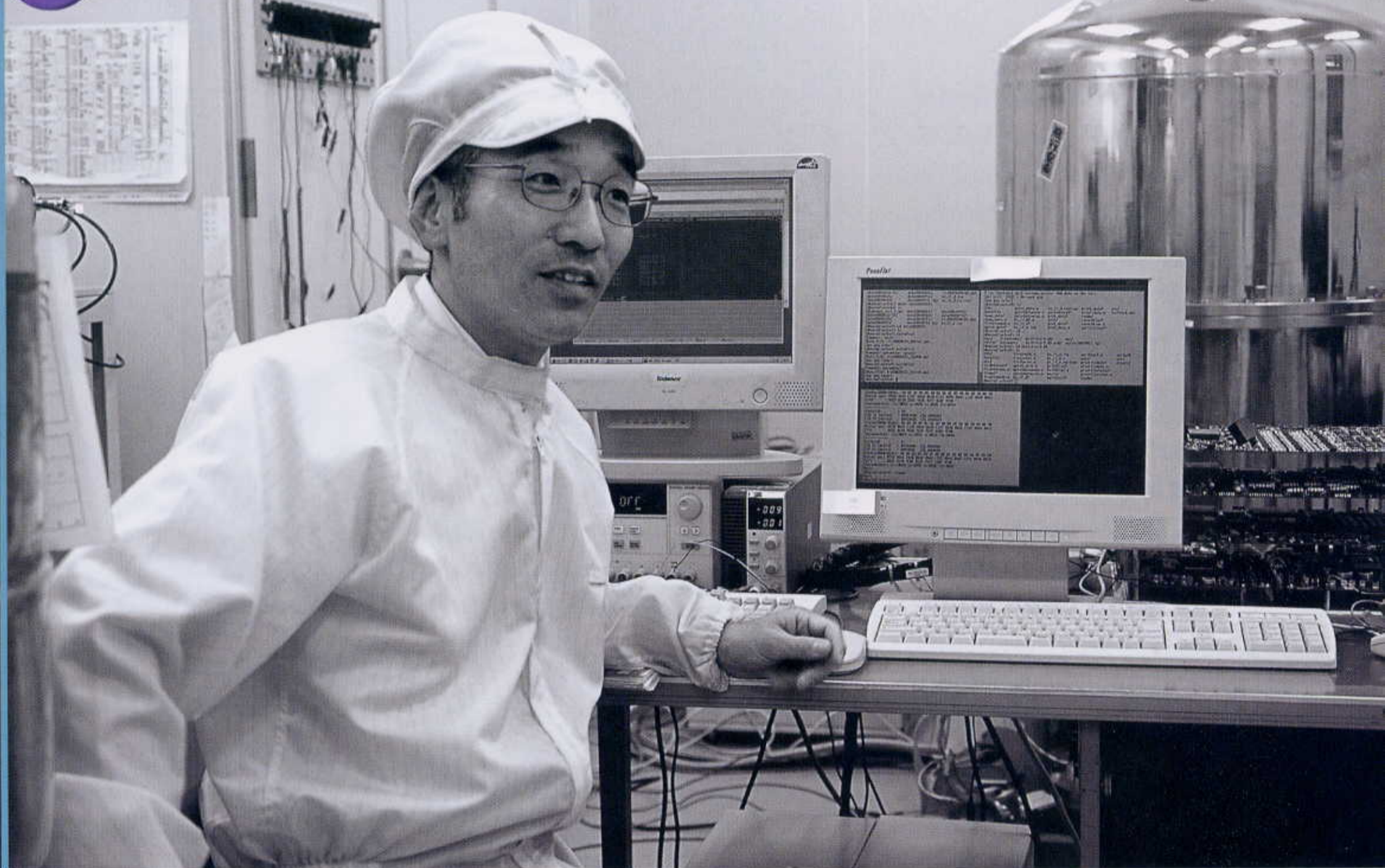


森 郁恵 (もり・いくえ)
生命理学専攻助教授。Washington大学生物医学系大学院博士課程修了。Ph.D. 1998年より現職。専門は分子神経遺伝学。

***14 相転移**
物質の状態が、温度・圧力・外磁場など、一定の外的条件のもとで、1つの相から別の相へ移る現象。例として液相-気相、強磁性-常磁性、超伝導-常伝導などがあげられる。

理論化学研究室ホームページ
<http://www.chem.nagoya-u.ac.jp/og/>





銀河誕生の謎に迫る ————— 芝井 広

芝井 広 (しばいひろし)
素粒子宇宙物理学専攻教授。1954年大阪府生まれ。京都大学博士後期課程中退後、宇宙科学研究所を経て1997年より現職。専門は宇宙物理学。ビッグバン以降の宇宙の歴史、特に銀河誕生過程を遠赤外線観測で解き明かしたい。

約130億年といわれる宇宙の歴史。いわゆるビッグバンで始まって以来、ほとんど一様な宇宙からかくも複雑で豊かな世界が出現することになるとは、「宇宙の創造主」でさえ予想できなかったのではないだろうか。現在のような豊かな宇宙が出現する種は最初の 10^{-35} 秒という短時間に蒔かれたとされているが、その種が必然的に現在のような宇宙に成長するわけではない。とりわけ、いつどのように銀河系が生まれ、成長してきたかは宇宙史上の最大の未解決テーマである。

私たちが所属する天の川銀河系は恒星の大集団である。今でもこの銀河系のあちこちで恒星が生まれているが、現在の「平均出生率」は毎年1個程度であることが観測からわかっている。ところが宇宙の年齢が約130億年で銀河系には約1000

億個の恒星があるから、平均出生率は毎年10個程度以上、つまり現在の10倍以上という計算になる。昔は現在よりずっと「多産」だった筈で、おそらく現在より100倍以上出生率の高い時代があったのではないだろうか。

実はこのように出生率が極めて高いと考えられる銀河が最近見つかった。これらはほとんどが遠赤外線の強い「赤外線銀河」と呼ばれるものである。なぜ遠赤外線が強いのかについては、次のように説明される。一挙に多数の恒星が誕生するような状況では、その周辺に大量の恒星の材料である星間ガスや固体微粒子が濃密に残っていて、誕生直後の恒星が出した光を遠赤外線に変換するというのである。

さらに興味深い仮説がある。宇宙初期には現在より小さい銀河が、現在より小さ

い宇宙に多数存在していたが、これらが衝突・合体を繰り返して、現在の姿になったというシナリオである。このような銀河同士の衝突・合体が起これば、これが引き金となって一挙に恒星の出生率が跳ね上がり、その後の短期間(数千万年)だけ遠赤外線が何桁も強くなるという仮説である。

現在でもこのような現象が起こっていると見られる場所がある。赤外線銀河 Arp220(図1)がその典型例であり、可視光では取り立てて明るくないが、遠赤外線では極めて明るく、エネルギーの99%を遠赤外線として放射している。銀河同士の合体の最終段階にあるのではないかとされている。

2004年に日本初の赤外線天文観測衛星ASTRO-F(図2)が打ち上げられる。これには私たちが開発した全天サーベイ用遠赤外線センサー(図3)が搭載される。宇宙初期の微弱な遠赤外線を検出するためには、望遠鏡や遠赤外線センサーを絶対零度近くに冷却して雑音を抑制することが必須であり、信号増幅のためのプリアンプも極低温で動作しなければならない。このために世界で初めて絶対温度2度で動作するオペアンプを自ら開発した。

このセンサーによって、約1000万個の赤外線銀河が検出できると予想されている。さらに地上望遠鏡を用いて、赤外線銀河のスペクトルの赤方偏移を測定することで、地球からの距離を求めることができる。このようにしてそれぞれの銀河の宇宙年齢を決定できれば、宇宙史上どの時代にどの程度の恒星形成が行われてきたかが求められるだろう。「銀河の誕生と進化」という宇宙の歴史の重要な部分がASTRO-Fの観測によって解明できるものと期待される。

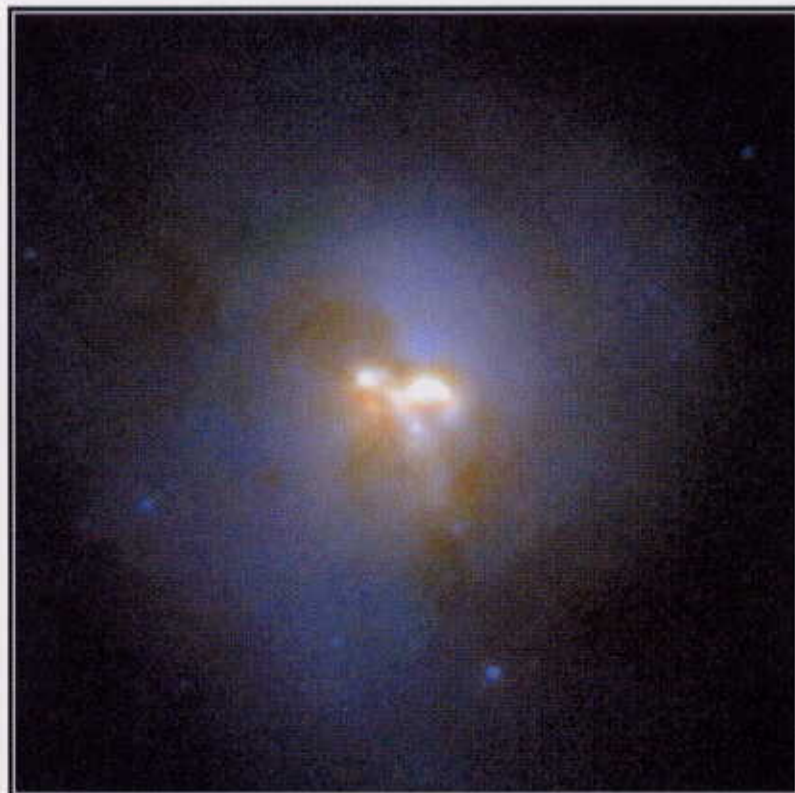


図1 代表的な赤外線銀河 Arp220

エネルギーの99%を遠赤外線として放射しており、我々の銀河系の数百倍の激しさで恒星を形成している。(NASA提供)



図2 ASTRO-Fの予想図

日本初(世界で4番目)の本格的赤外線天文観測衛星。2004年に打ち上げ予定。全天の遠赤外線サーベイで約1000万個の銀河が検出されると期待されている。

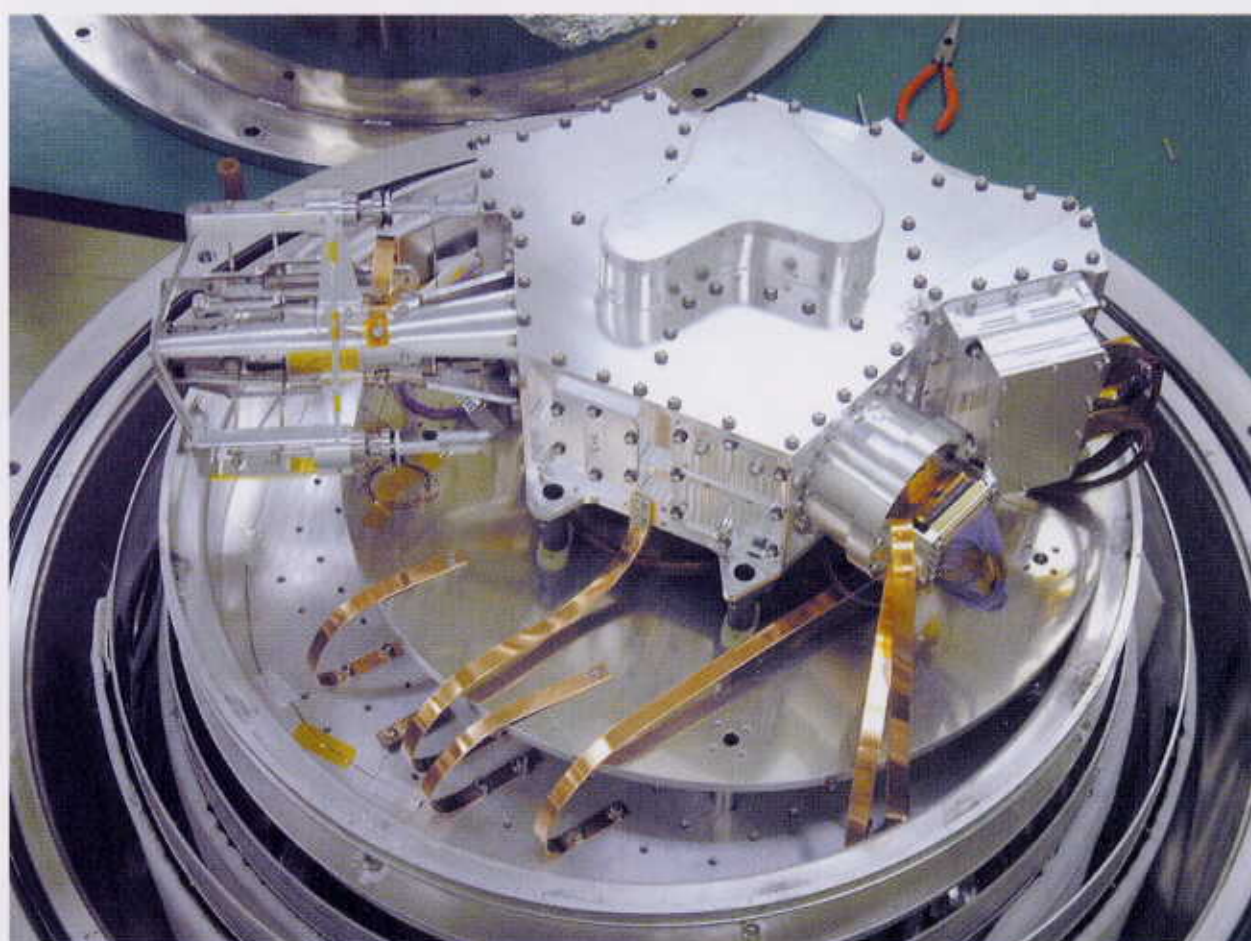
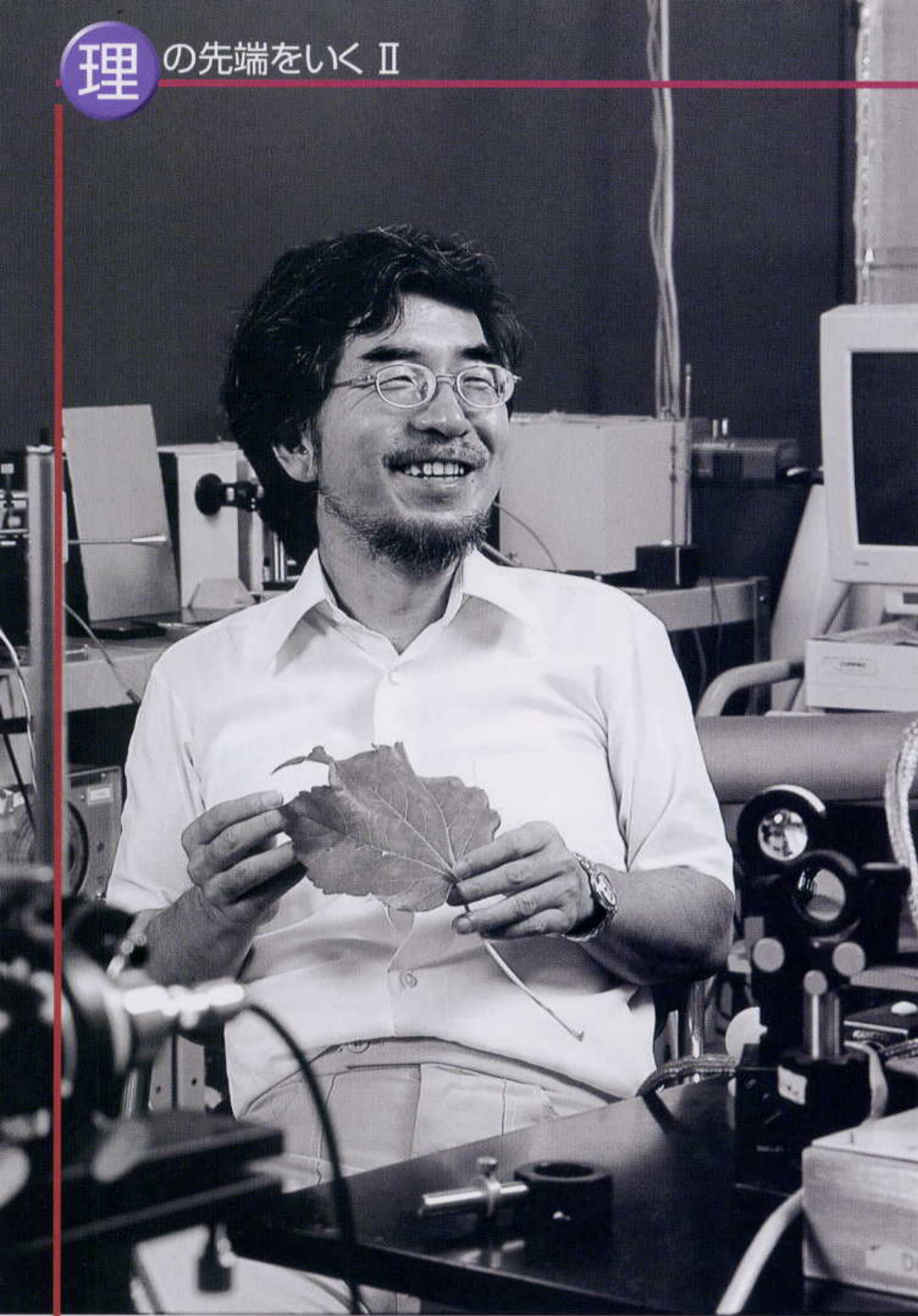


図3 遠赤外線センサー

完成した遠赤外線センサーを試験用の極低温冷却装置に取り付けたところ。差し渡し約50cm、重量約5kgで、従来のものより数十倍高い感度を達成している。全天サーベイと分光観測が可能である。



地球を変えた生体分子 ～光合成反応中心の機能と進化～

伊藤 繁

伊藤 繁 (いとう・しげる)
物質物理学専攻(物理)教授、生命理学専攻兼任。
1947年東京都生まれ。1974年理学博士(東京大学)。英国Bristol大学、九州大学、文部省岡崎国立共同研究機構を経て、2000年より現職。専門は生物物理、レーザー分光、生物進化。エネルギーを媒介に生命、分子と地球の共進化を探りたい。

物質の出入りのほとんどない惑星地球の上では太陽光のもたらすエネルギーで多様な分子が生まれ、やがて生まれた生命は光合成で得られるエネルギーで分子の進化をさらに進めたようだ。光合成は酸素大気をもたらし、呼吸は酸素に支えられる。27億年前ごろはじまったシアノバクテリア

の酸素発生光合成がこの共生環境を生み出した。その前10億年は酸素のない地球だったらしい(図1)。光エネルギーの入り口は微小なタンパク質と色素の複合体で「光合成反応中心」とよばれる。私は反応中心の動作原理と進化をピコ秒レーザー分光、単分子分光、ESR、遺伝子工学などで研究している。

明らかになった光合成反応中心の構造

酸素を出さない光合成をする紅色光合成細菌の反応中心の構造がX線回折で1985年にはじめて示された。植物とシアノバクテリアの酸素発生光合成に働く2種の反応中心の構造も2001年明らかになり研究は新段階を迎えた。私たちの研究する植物型光化学系1反応中心(図2)では、光エネルギーは外側の約90分子のクロロフィル(図2緑色部分)に吸収され、分子間を0.01psほど(1ps=1ピコ秒は1兆分の1秒)で順次移動した後、中核部分のクロロフィル(赤色)に伝わり3psで電子の流れ(還元力)に変わる。クロロフィルは相互配置と周囲アミノ酸の影響で、光を集める、電子を出す、電子を受け取るという違う機能を果たすようだ。

なぜこの構造が必要なのか?

パーツを変えたらどうなる?

外側90分子をエーテルで抽出除去した反応中心をつくった。機能はほぼ正常で、別のクロロフィルも導入できる。次にクロロフィルから電子を受け取るフィロキノ(図2矢印の藤色部分)を人工キノと入れ替えた。100種以上の大小さまざまな人工分子(図1右下)が正確にこの位置に入り反応する。機能しない分子は新型除草剤になる。この実験系で電子移動速度と反応の自由エネルギー差(-ΔG)の関係がわかった。ノーベル賞をうけたマーカス理論に従い、電子移動速度は(1)距離、(2)人工キノの性質で決まる-ΔG、(3)構造で決まる再配置エネルギーで、きわめて精密に決定されることがわかった。生体分子は半導体メモリーなどの数百分の1のサイズ中に正確に分子を固定し電

子を運ぶ。遺伝子操作や人工メゾスコピック構造とあわせた応用も試みている。

新型光合成の発見

人工化合物でも機能する反応中心の機能と美しい構造はどのように生まれたのか。長い試行錯誤があったはずだが、酸素発生光合成の反応中心はどれもほとんど同じだ。ストロマトライト(シアノバクテリア化石)が広がるカナダ北極圏の探査に参加(1998年)し、太古の光合成を考えた。20億年もの間、反応中心は変わらなかったようにも見える。しかし、この後予想もしなかった生物に出会った。岩手の鉱山跡の強酸排水から、既知の全光合成生物のもつ「中心金属がMgのクロロフィル分子」でなく、「Zn型クロロフィル」を使う細菌(*Acidiphilum*)が見つかった。人工光合成でしか使われないはずのZn型クロロフィルを使う天然光合成があったのだ。

そしてまったく新しい生物、パラオの海産動物ホヤから分離されたアカリオクロリスに出会った。酸素発生型光合成には赤色680nm光を利用するクロロフィルaが必須と今でも教科書にあるが、このシアノバクテリア型生物は低エネルギー740nmの近赤外光を吸収する新型クロロフィルdを主に使い酸素発生をする、常識を覆す反応中心をもっている(図2のクロロフィルaがすべてdに変わっている)。酸素を出さない細菌型光合成から、植物型光合成への進化の中間型とも考えられる。

秘められた自由度

「どの反応中心も精密に物理法則を満たして最適化されている。しかし、隠された構造と機能の自由度がある」ように見える。自然は光エネルギーの利用にいくつかの解を出したようだ。化石燃料まで使うヒトは地球環境をすでに変えつつあるが、幸いなことにヒトは滅びても、光合成生物と地球の共振、共進化は続き、新たな解もまた得られるのだろう。その前に私も自らの手で新しい反応中心をつくり出したいと考えている。

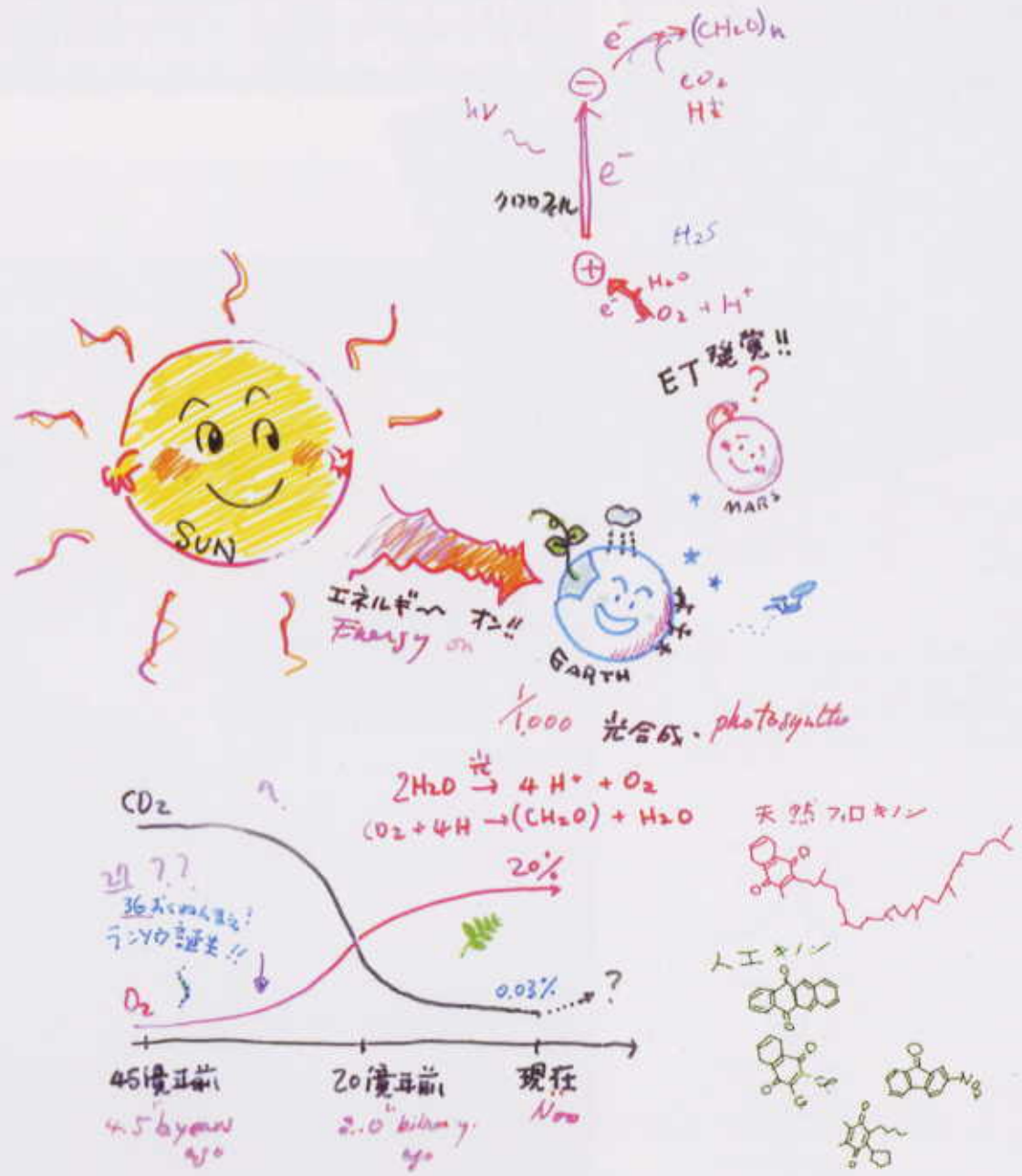
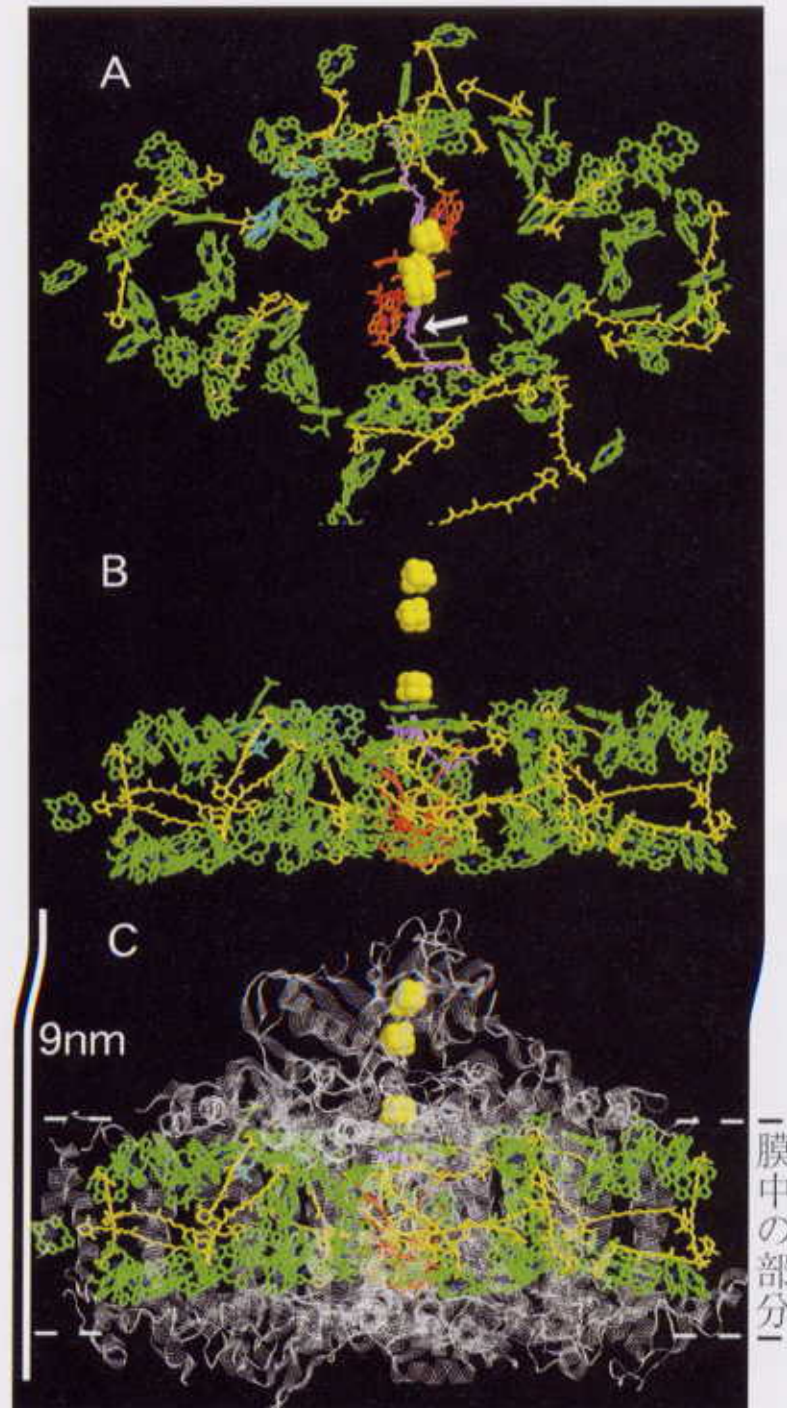


図1 太陽光と光合成

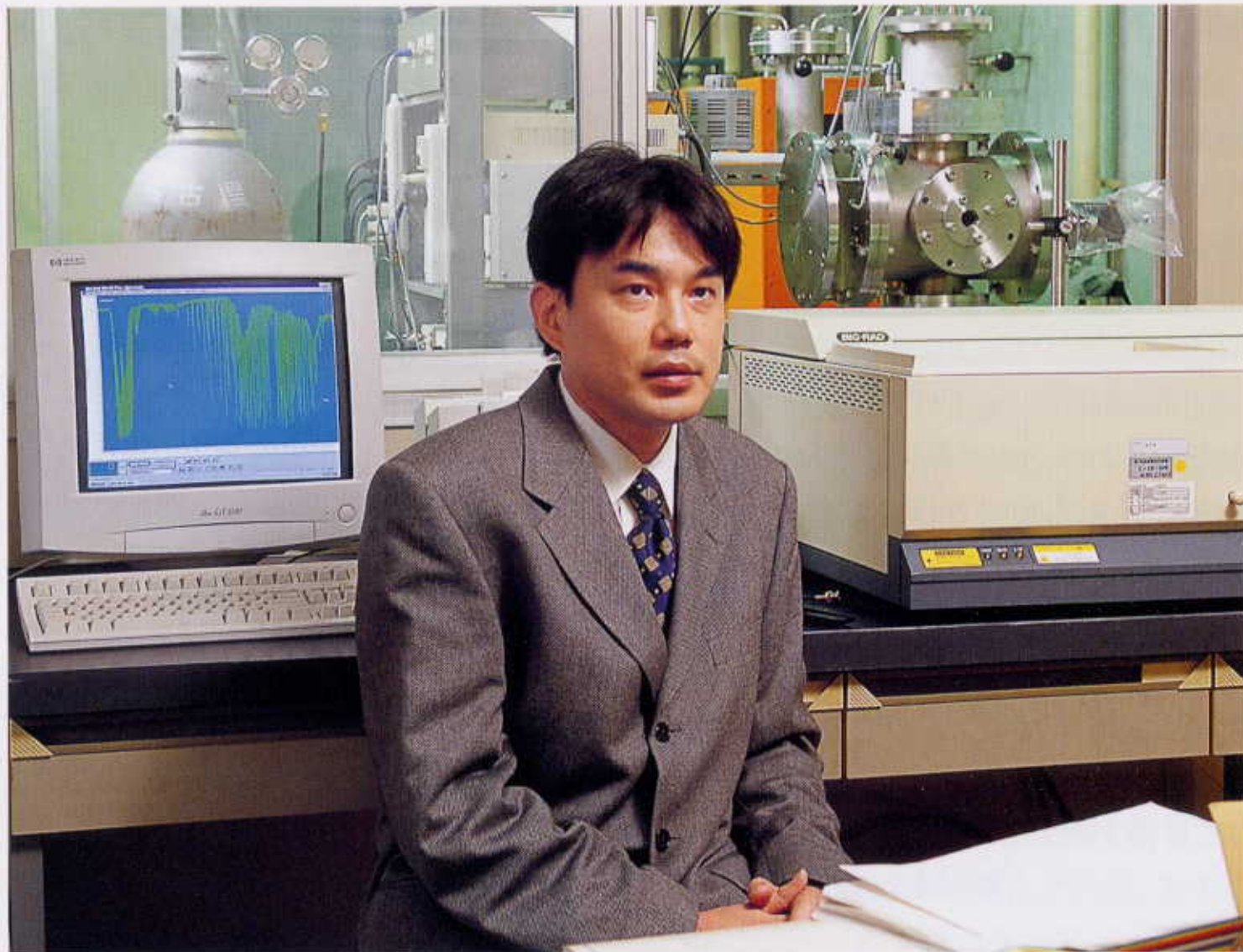
図2 X線結晶回折で明らかにされた約2万4000個の原子でつくられる光合成光化学系I反応中心の構造

A:膜面垂直方向からみた反応中心内部の分子種の配置。光を集める周辺クロロフィルa(緑色)と電子移動に関与する中央部のクロロフィルa(赤色)、矢印で示す藤色部分はフィロキノン、黄色はカロテノイド、黄色の四角は鉄硫黄センター。
B:膜面に水平方向から見た内部分子の配置。中央部分を下から上にクロロフィル(赤色)から鉄硫黄センターに向かって電子が動く。
C:分子量25万(24サブユニット)のタンパク質部分を加えた反応中心全体。





平原靖大 (ひらはらやすひろ)
地球環境科学専攻助教授。1964年大阪府生まれ。東京大学大学院理学系研究科化学専攻修了。専門分野は分子分光学、電波天文学、赤外線天文学。研究テーマは星間物質の分光学的研究および観測。



天文学に化学的センスで切り込む

【宇宙化学・2年後期】

平原靖大助教授

将来の希望の1つに「学生をしごき、学生にしごかれる日々をおくること」を掲げる平原先生は学生時代、理学部化学科に在籍していた。

「当時、不良学生だった私は実験室での実験に飽き足らず、もっと幅広い分野に興味があって、気がいたら星間分子の研究に足を踏み入れていた」と語る。

周期律表に記載された、われわれの知る多様な元素のほとんどは星から生まれたものであり、隕石に含まれる元素や物質を調べることで、宇宙で起きてきた化学的な現象の証拠を得ることができる。また、望遠鏡で分光観測をすることで、地球が誕生するはるか以前や、星が光を放つことを終えるころに、どういう物質ができるかが、詳しく調べられている。その結果、希薄で、かつ極低温な宇宙空間には、意外にも、非常に複雑な星間分子が存在することがわかってきた。

化学的なセンスで天文学に切り込んでいく平原先生の発想が「宇宙化学」の講義にも惜しむところなく取り入れられている。最も単純で、星の原料である水素原子の構造から講義は始まり、量子力学に特有の考え方にふれたあと、元素の周期律に沿って、炭素、珪素、鉄など、太陽系の成因において重要な元素の宇宙での挙動を、われわれの日常体験と対比させな

から進む。無機化学や有機化学、化学反応論や分子分光学など、宇宙化学が接する幅広い学問分野の基礎知識や考え方をできるだけ平易に解説することに努めているようだ。すでに調べられた学説の羅列のみで終わらせるのではなく、観測、実験の手法を紹介していく。そうすることで教科書などに載っているデータから、何がどのくらい正確にわかっている、何がわかっていないのかまで読み取ることができるからだ。

「僕の講義では宇宙という場所で物質がどのように形成され、どのように変化するか、という視点を学生のみなさんに持ってもらうことを目標にしています。そして、天文観測を通して、現在何がわかっている、何が謎か、そして今後どうすれば謎を解くことができるか、ということをしてできるだけ具体的かつ平易に解説したいと考えています」と話す平原先生は、他の分野に興味を持つ大切さ、研究を始めてからも時には基礎に立ち返ることの重要性を説く。

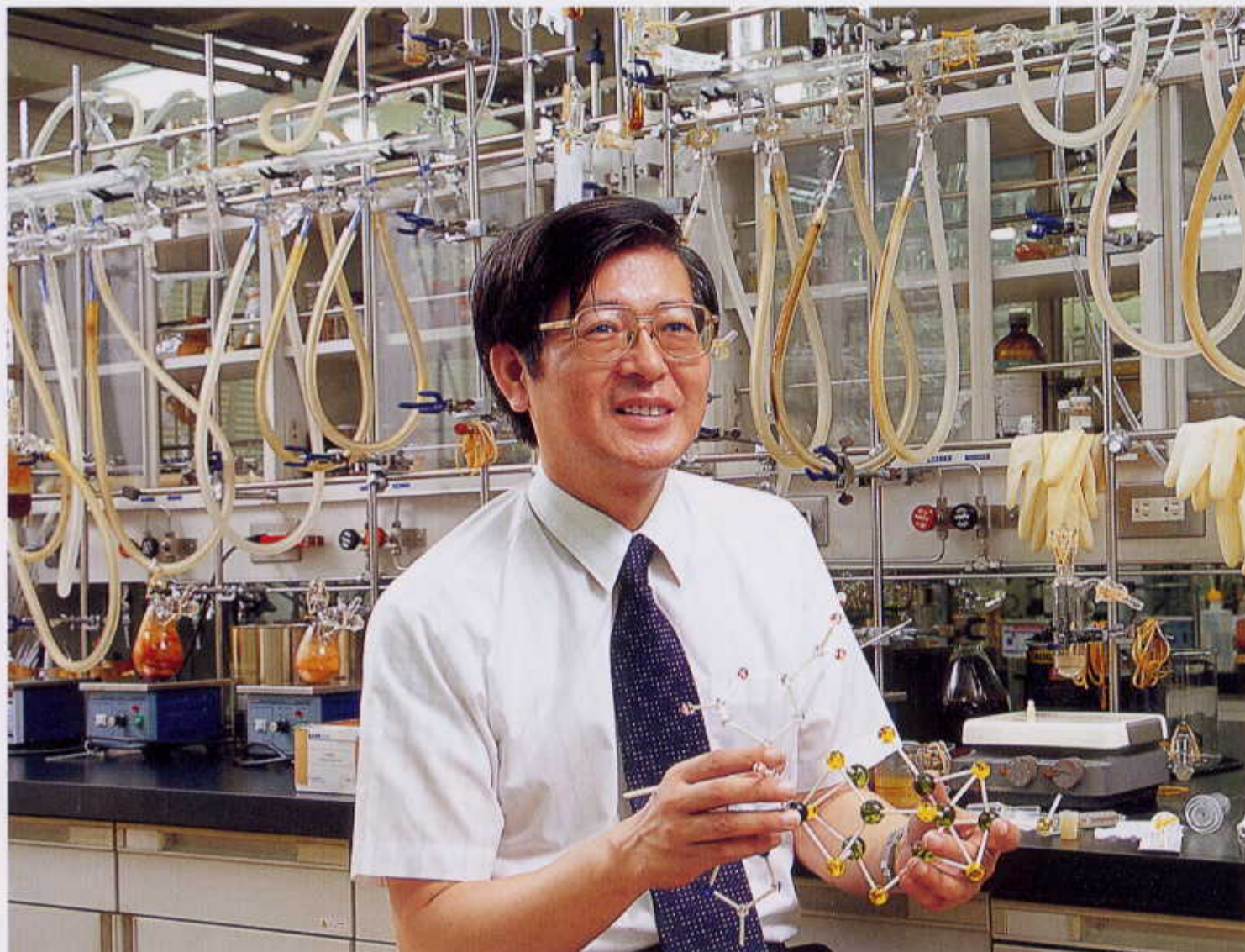
「若いうちに積極的に幅広い分野に興味をもつことは長い目で見れば必ず役に立ちます」という言葉が印象に残った。

(取材・西田大輔 物質理学専攻博士前期課程1年)

地球環境システム学講座ホームページ
<http://sys.eps.nagoya-u.ac.jp>



巽 和行 (たつみ・かずゆき)
物質科学国際研究センター教授。1949年奈良県生まれ。1976年大阪大学大学院基礎工学研究科修了。現在の専門は無機化学。分子の世界の美しさに魅せられている。



化学の多様性と美しさにふれる

【無機化学Ⅱ・3年前期】

巽 和行教授

周期表の第4周期から第6周期にはどのような元素があるのかを思い出してほしい。『無機化学Ⅱ』の授業では、これらの元素の中で特に遷移金属元素を対象とした、無機化学のトピックス的な話が続く。「有機金属化学、触媒反応化学、生物無機化学における基礎を学び、化学の多様性と美しさにふれてもらうのがこの授業の目的。そこで習うことは学生の皆さんにぜひ知っておいてほしい知識ばかりですよ」と巽先生はいう。

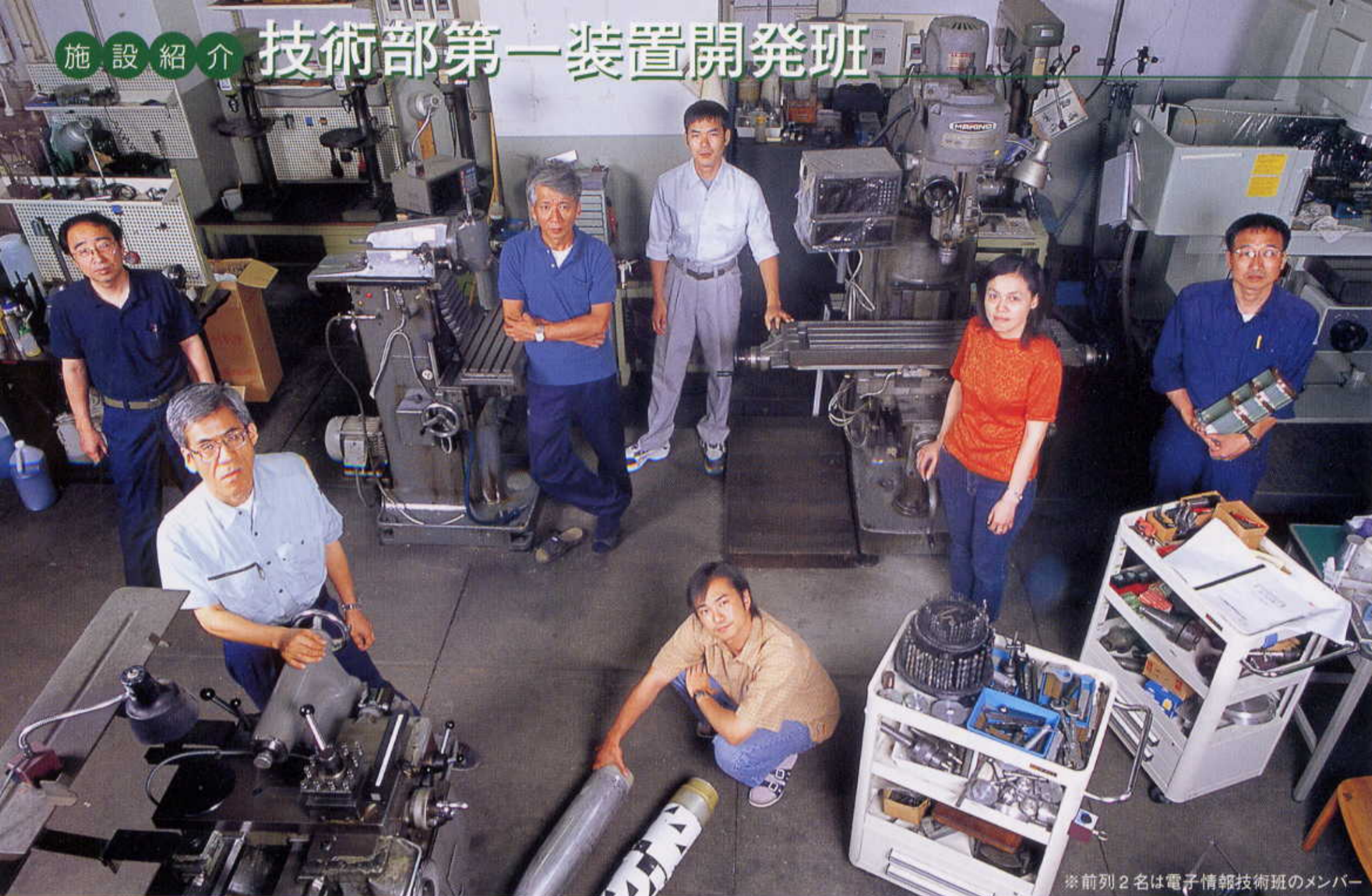
先生の部屋を訪れると、プラスチックの玉と棒でできた大層複雑な立体分子模型が目につく。これらは、無機化学研究室で合成された重要な化合物だそうで、その横で楽しみに文献を開き、「学生にはしっかり勉強してほしい」と関西弁混じりに話す巽先生の姿にはどこか親しみが湧く。分子模型を手にとってみれば、遷移金属化合物の特徴がわかり、物質の本質が見えてくるような気持ちになるだろう。それが大事なことでもあるようだ。

先生にすすめられて、授業のあとの講義室を訪れ、何人かの学生に授業に対する感想や意見を尋ねてみた。先生抜きのくだけた場で、3年化学科の学生諸君は次のように答えてくれた。「授業はわかりやすいと思います」「無機化学自体おもしろいからこの授業もおもしろい」「レポートを連休前などに出すので、どこを勉強すればよい

かわかる」というまじめな意見から、「板書は早いけど、熱心でいい先生です」「冗談が通じて、おちゃめな面もある」と、巽先生をよく観察している意見もあった。似顔絵まで書いて見せてくれた学生もいて、それがそっくりなのは驚かされた。さらに、講義ノートを広げて、「ここは面白いですよ」と触媒を使った有機化合物の反応を熱心に説明してくれる学生、「ここは実験でもやりました」とフェロセンの合成のことを楽しそうに話してくれる学生もいた。彼らは本当に無機化学を楽しく学んでいるなあという印象を受けた。

「自分の講義は、黒板を使うたって普通の授業だよ」と言っていた先生だが、学生からの評価は高い。自分の研究の話や日常生活に関連した話などを取り入れて、授業を脱線することもよくあるそうで、学生は興味をそそられるようだ。好奇心旺盛な学生は巽先生の話に引き込まれるに違いない。『無機化学Ⅱ』で教わることは、化学を専門とする人に限らず、物理を学ぶ人や、生物を学ぶ人などにも随分と役に立つそうである。化学科の学生はもちろん、化学科以外の学生も巽先生の授業から無機化学を通して世の中の現象を理解する術を学んだらいいかがであろうか。

(取材・竹内美華 物理学科4年)
無機化学Ⅰ研究室ホームページ
<http://chem4.chem.nagoya-u.ac.jp/inorg1/>



※前列2名は電子情報技術班のメンバー

科学と技術が刺激しあう高度な研究の場

独創性にあふれた研究にはオリジナルの実験装置は欠かすことができない。第一装置開発班は、その名の通り実験装置の設計から製作まで取り組んでいる。特定の研究グループに所属せず、技官のチーム体制で実験装置の開発に従事する大学内の組織・施設は日本において例がなく、名古屋大学理学部独自の研究活動を根底から支えてきた。

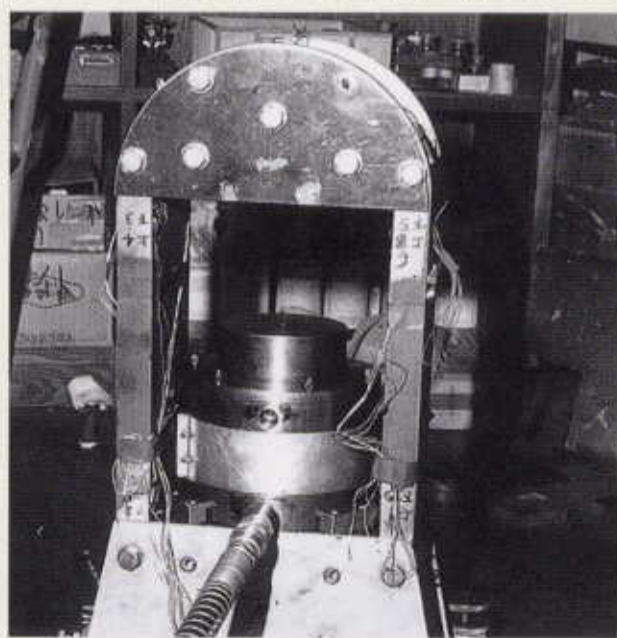
「ものづくりの精神」を培う

第一装置開発班は、昭和17年(1942)に理学部物理学教室に赴任した上田良二教授が、高橋重敏技官とともに始めた陰極線研究室附属工作室に由来する。その後、物理学教室のみならず、生物、化学、地球科学教室など広く理学部全体の金属工作全般を行う施設へと発展してきた。

発足当初の大きな成果が、上田と高橋がつくり上げた日本で最初の電子線回折装置だ。工作機械、測定装置、材料が不足していた当時(昭和30年代)、電子線回折装置は、真空計とガス流量計だけを頼りに装置のわずかな穴を見つけながら

旋盤加工機とヤスリだけでつくられた。

昭和40年代には、地球科学教室(現地球惑星科学科)の熊澤峰夫助教授(当時)によって、技官スタッフの技術教育体制が導入された。当時の若手技官は業務のあとに夜間大学に通い、寝る間を惜しんで勉学に励み、工学士の学位を取得したという。そうした教育体制の根幹をなしたのが、「単一の技能者ではなく広い視野をもつ

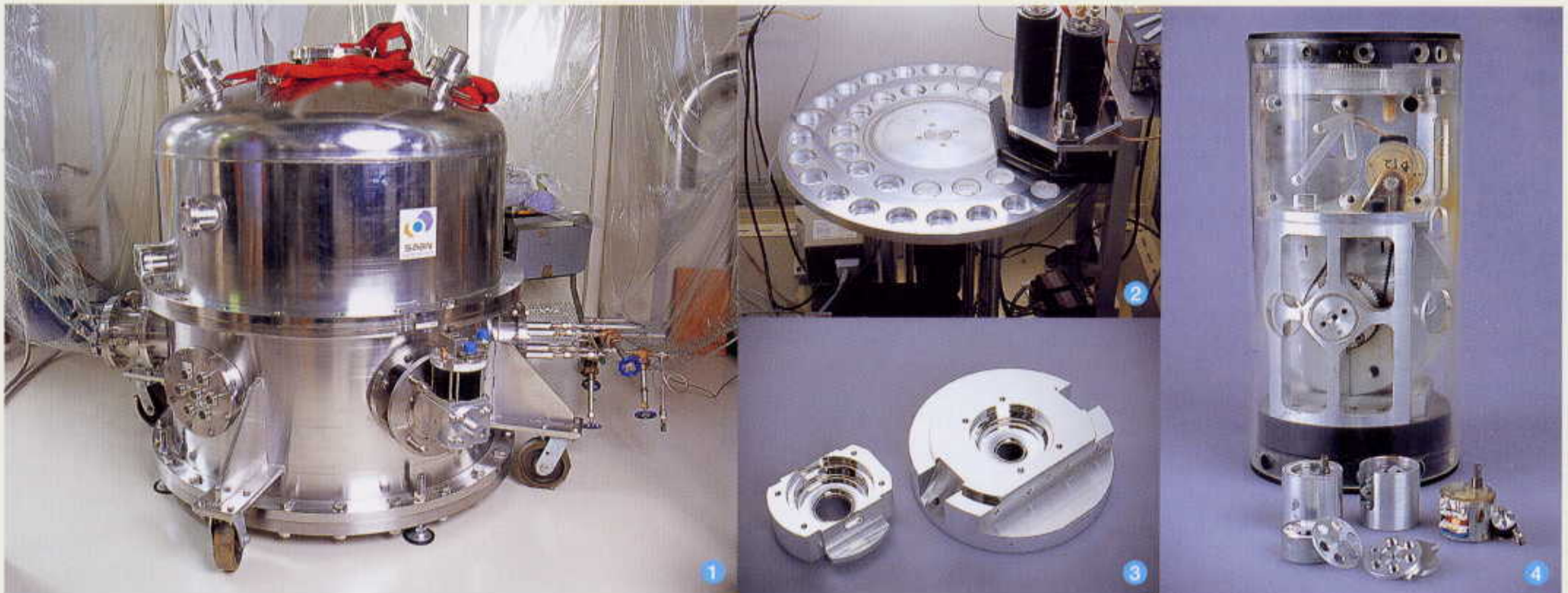


巻線型超高圧200tプレス:通常の特種鋼の4倍の強度をもつ長さ10kmのピアノ線をフレームに巻くことにより、通常の10分の1という超軽量でコンパクトなプレスを実現した。昭和49年開発。

た考える技術者集団になれ」という今に続くモットーだった。そして「市販されていないからつくれない」ではなく「ないから知恵を出してつくろう」という積極的な発想が独創的な装置開発をもたらした。巻線型超高圧200tプレスは発展期における技術の集大成であった。

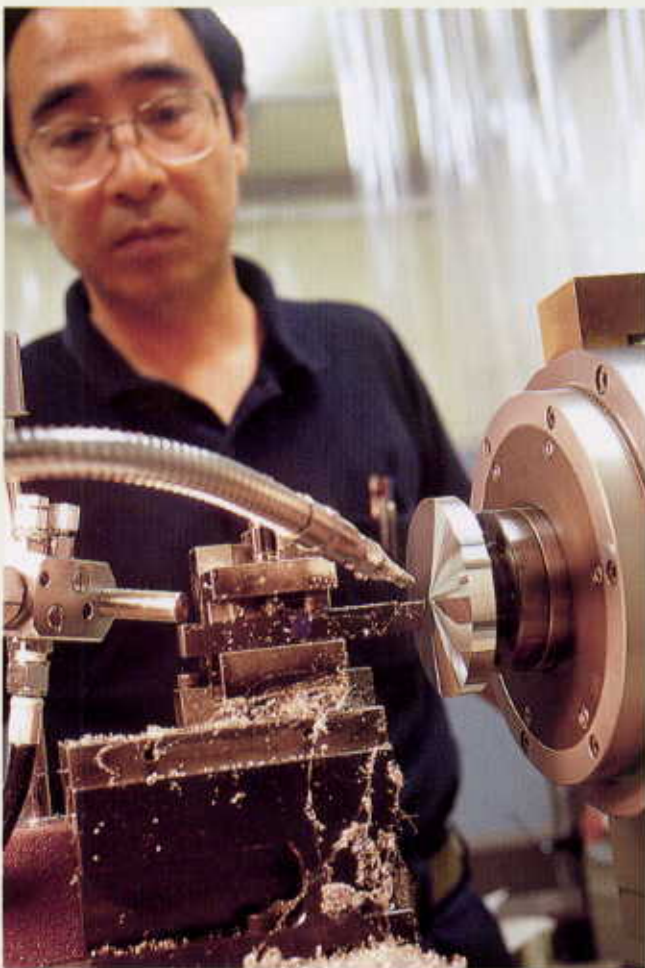
研究レベルの向上に大きな貢献

現在の第一装置開発班は、コンピュータ制御による超精密NC旋盤やフライス盤、ワイヤー放電加工機、表面粗さ計や非接触三次元測定器を導入し、金属の切削・溶接・研磨、非金属材料の精密加工といった基礎技術を応用した観測・実験装置の設計・制御・製作と性能評価を広範囲に行っている。電波望遠鏡のミラーの高精度加工や、月探査衛星LUNAR-Aに搭載される月地震計姿勢制御機構の開発、生物発光測定装置など、名古屋大学理学部の研究レベルの向上に多大な貢献をした。このような独自性の高い実験装置の開発は学外からも高い評価を受けており、名古



屋大学以外からの装置開発の要請も多い。

加工装置や測定装置が高精度化し、コンピュータ制御が主流となってもなお、その能力を最大限に発揮するためには人間がその装置や加工材料の性質を知りつくさなければならない。また、科学の最先端の実験を行う上で、研究者は常に新しい手法を模索し、それを実現する方法を知らなければならない。このような思想のもと、第一装置開発班では年に4回、装置開発実習を行い、若い大学院生に対して装置の設計・加工・評価方法や安全管理に関する指導にも精力的に取り組んでいる。



超精密NC旋盤:平成7年、日本の大学ではじめて導入された設備。加工面の表面を $0.02\mu\text{mRa}$ 以下という精度で切削できる。現在この設備で製作した装置は、フェルミ研究所やすばる望遠鏡で使用されている。

膨大なノウハウとテクニックの蓄積

現在の第一装置開発班は4名の技官と技術補佐員1名から構成されており、1つの実験装置の開発に、長いもので10年、短いものでも2~3年かけて構想、設計、製作、実験を行う。

「独創的な研究には独創的な実験装置が必要です。既存の実験装置を使った実験は発想そのものが既存の枠から逃れられません」と語るのは、増田忠志技官。もちろん企業に依頼してオリジナルの実験装置を製作することはできる。しかしそれでは大学内にノウハウが蓄積されないという問題が残る。また、超高真空、極低温、超高压といった基礎研究ならではの複合する過酷な条件をクリアする独創的な装置の試作開発を行うことは、大学の技術者の使命だという。その上で装置開発室には表には現れにくい大きな利点がある。

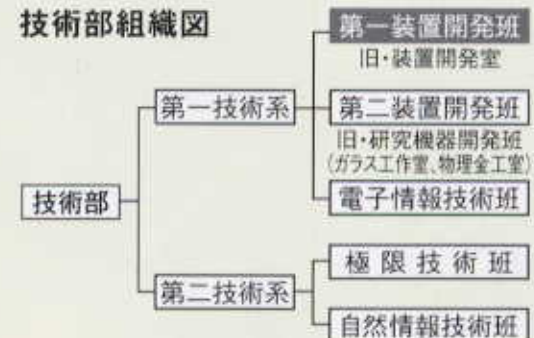
「研究者には研究者の、技術者には技術者の視点があります。それぞれがそれぞれの視点から実験装置にアプローチすることから新しい発想が生まれる。ここにこそ第一装置開発班の大きな存在価値があります」。

第一装置開発班に蓄積された膨大なノウハウとテクニックは、すべての理学研究者にとってかけがえのない知的財産だ。その意味で、第一装置開発班は科学と技術が刺激しあう高度な研究の場なのである。

(装置開発班運営委員・地球環境科学専攻助教授 平原靖大)

- ① 中間赤外線高分散分光装置:大口径の赤外線望遠鏡に設置し、低温の暗黒星雲中に存在する分子の振動遷移を観測する。
- ② 生物発光測定装置:生物の体内時計を解析するために、遺伝子操作をした発光シアノバクテリアの概日性リズムの自動測定を行う。測定装置は大型回転テーブル上の発光試料をCCDカメラで自動連続測定するもの。
- ③ 高周波電子銃:電子銃は、高エネルギー実験に用いる電子・陽電子衝突型加速器の電子ビームの発生源となる。超精密NC旋盤によって鏡面加工を施す。
- ④ 月地震計姿勢制御機構:2003年に月探査のためにミサイル型の無人科学計測ステーションLUNAR-Aの打ち上げが予定されている。地震計や熱流量計が搭載されるステーションは、衛星から自由落下で月に貫入させる。開発した姿勢制御機構は、10000Gという巨大な加速度に耐えるだけでなく、貫入誤差を月軸に対して0.1度の精度で補正できる。
- ⑤ ミクサーマウント:電波天文学で使う超伝導受信機用の心臓部。絶対温度4Kに冷却され、宇宙の微弱な電波を検出する。内部には、幅1ミリメートル程度の電波を導く「みぞ」が精密に加工されている。

技術部組織図



技術部は上図のとおり2系5班で形成されている技術集団である。なかでも、第一装置開発班(旧・装置開発室)および第二装置開発班(旧・研究機器開発班)は技術部の源流として理学部の研究に寄与してきた。

第一装置開発班ホームページ
<http://www.indec.nagoya-u.ac.jp/>

理学部創立60周年

多彩な記念事業を実施

理学研究科長 山下廣順 (やました・こうじゆん)

1942年に理工学部から分離独立した理学部は、本年4月で創立60周年を迎えることになりました。この節目に当たり、21世紀における新たなる飛躍を目指して、記念事業委員会(委員長郷通子教授・評議員)を発足させ、募金ならびに諸行事の準備を進めてきました。大学と社会との連携を深めるために、理学部・理学系研究科同窓会の設立が不可欠であり、設立準備委員会(委員長松浦民房名誉教授)を設置して、1万余名の同窓会名簿を作成しました。理学部の歩んできた道を回顧し、今後の発展の糧とするために、編集委員会(委員長黒田義浩教授)を設置して、名古屋大学理学部60年史を編纂しました。

去る4月20日に、シンポジオンと豊田講堂で、同窓会設立総会と創設祝賀会、さらに創立60周年記念の式典、講演会、祝賀会を挙行いたしました。松尾稔名古屋大学総長、工藤智規文部科学省高等教育局長、佐藤禎一日本学術振興会理事長のご臨席を賜り、多数の同窓生、旧教職員、本学の教職員・学生の出席を得て、盛会のうちに無事終えることができました。講演会では、2001年ノーベル化学賞受賞者野依良治教授に「研究は瑞々しく、単純明快に」と題してお話いただきました。また、足立守名古屋大学博物館長(理学部同窓生)の発案により、創立60周年記念碑とともに、理学部E館南の松の植えられている中庭園に、紅白の梅を記念植樹いたしました。これに笹を添えて、松竹梅としゃれてみました。幾久しく、理学部が発展していくことを祈念しています。ここに、本事業にご支援・ご協力をいただきました関係各位に厚くお礼申し上げます。



同窓会だより

理学部・理学系研究科同窓会が発足

物質理学専攻教授・広報委員 平島 大 (ひらしま・だい)

4月20日、名古屋大学理学部60周年記念式典に先立って、名古屋大学理学部・理学系研究科同窓会設立総会が行われた。総会では、松浦民房名誉教授(同窓会設立準備委員長)による経過報告の後、同窓会会則の制定および同窓会役員を選出が行われた。山下廣順研究科長(同窓会会長)のあいさつにひきつづいて、伊藤正之名古屋大学副総長、また、同窓生を代表して飛田武幸名城大学教授(元理学部長)、西寺雅也多治見市長にご祝辞をいただいた。ひきつづいて創設祝賀会も行われた。丹生潔名誉教授のご祝辞のあと、鈴木旺名誉教授に乾杯のごあいさつをいただき(写真)、にぎやかなうちに祝賀会が執り行われた。



同窓会は、名古屋大学理学部の在校生・卒業生、大学院理学研究科、多元数理科学研究科および環境学研究科地球環境科学専攻の修了・満了生および中退生、さらには、現・旧教職員から構成される。現在の会員数は、約1万余名である。学部、大学院に在籍したことがある者だけではなく、学生としての在籍には関係なく、教職員をすべて同窓会員とした点に特徴がある。

現在、大学は、これまで以上に社会とのより密接なつながりを求められている。教育や研究を通して、社会のさまざまな要請にこたえ、また、社会に対して新たな提言をすることが求められている。今回、設立された同窓会は、卒業生のあいだの親睦組織にとどまらず、大学と広く社会をつなぐ、大切な接点としての同窓会を目指している。

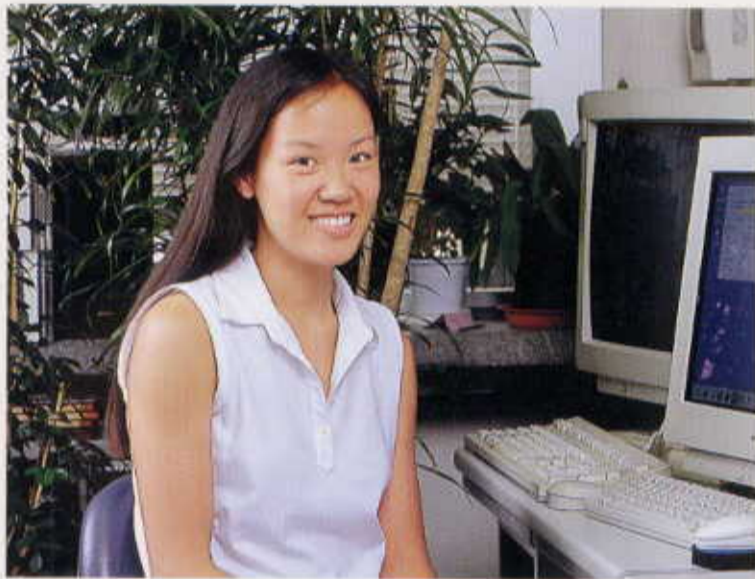
理学部・理学系研究科同窓会員は、理学の意義や重要性をよく理解していると思われる。若者の理科離れがいわゆるなか、社会からの重い負託にこたえつつ、理学教育、研究の意義を十分に社会に認知してもらえるように、同窓会を基点として、より積極的に大学の外に向かっての活動を広げていきたいと考えている。

留学生の目

違いを受け入れる努力

生命理学専攻博士課程前期1年

Kalin Elizabeth Swain (カリン・エリザベス・スウェイン)



1999年に英国マンチェスター大学生物科学科からの交換留学生として名古屋大学理学部生命理学科で学部4年生を過ごし、今年4月からは、文部科学省の国費留学生として感覚運動研究室に所属して本格的な研究生生活を送っています。毎日10～12時間も研究室で過ごす生活スタイルは、だれからも強要された訳ではありませんが、私が日本に来て感じる「無言のプレッシャー」に起因しているようです。毎週、実験の進行状況報告会があり、つねに研究成果を求められているという暗黙のプレッシャー。私にとって、日本社会の構造としてステレオタイプ化している「ランク付けシステム」とも無縁ではありません。「上位ランク」を維持するためには、効率の善し悪しに関わらず、「下の立場」の後輩よりも、長時間働かなければいけないというプレッシャー。ストレスを絶えず感じる日々ですが、非常に研究レベルの高い名古屋大学理学研究科の研究室で、研究しているという確固たる自覚と自信に満ちあふれていることも確かです。

指導教官の川岸助教授は、サイエンスに対して非常に広い視野をもつ素晴らしい科学者であり、つねに我々学生を励まし、実験結果について真剣にディスカッションしてくださり、必ず、我々を良い方向に導いてくれます。母国と日本の違いに、驚きや戸惑いを覚える私ですが、違いを列挙して批評するのではなく、受け入れる努力、対処する努力を、これからも続けていきたいと思っています。

(和訳：広報委員 森 郁恵)

キャンパス通信

名古屋大学説明会、開催

生命理学専攻講師 武内恒成 (たけうち・こうせい)

今年も例年同様に、高校生を対象とした名古屋大学説明会が8月2日に開催された。大学全体では約4300名、理系には2600名強の参加があったとのことである。午前中の全体説明会の後、理学部全体では約400名の高校生が、施設見学と各学科主催の懇談会に参加した。このうち70名の高校生が生命理学科の懇談会に訪れた。

生命理学科では懇談会において、簡単な学科紹介の後、参加者がいくつかの研究材料や実験にふれられるように心がけた。高校生に、細胞や染色体の蛍光観察やDNAの電気泳動を実際に体験してもらい、また、実際に研究室で扱っている線虫やニワトリ胚のサンプルを観察してもらった。どの参加者も、顕微鏡を覗き込む目や、DNAが電気泳動で分離されてゆくさまをはじめとしてみる姿はとても真剣そのものであり、また、当日手伝いに参加してくれた大学院生から線虫を扱った最先端の研究やビデオではじめてみる細胞の運動などの解説を生き生きとした表情で聞き入っていた。顕微鏡やチューブをのぞいて歓声が上がったり、なかには我々も驚くような質問をしてくる生徒もいたり、なごやかななかにも盛況な会となった。理科離れが叫ばれるこの頃、このような機会はとても有意義なものと思われるし、この体験から一人でも多くの高校生に興味を持ってもらうことができ、名古屋大学の生命理学科の門をたたいてくれることを期待している。



【研究会・学会スケジュール】

第17回 「大学と科学」公開シンポジウム
「星の誕生—天の川、マゼラン銀河、そして私たち—」

開催日:2002年10月30日(水)・31日(木)
開催場所:有楽町朝日ホール(東京都)
主催:文部科学省
問い合わせ:水野 亮 名古屋大学大学院理学研究科 助教授
mizuno@a.phys.nagoya-u.ac.jp / TEL:052-789-2839

日本生物物理学会第40回年会

開催日:2002年11月2日(土)~4日(月)
開催場所:名古屋大学東山地区(名古屋市)
主催:日本生物物理学会
問い合わせ:垣谷俊昭 名古屋大学大学院理学研究科 教授
kakitani@allegro.phys.nagoya-u.ac.jp
TEL:052-789-3528

2002年国際ワークショップ

「強結合ゲージ理論と有効場の理論」(SCGT 02)

開催日:2002年12月10日(火)~13日(金)
開催場所:名古屋大学シンポジオン(名古屋市)
主催:名古屋大学
問い合わせ:山脇幸一 名古屋大学大学院理学研究科 教授
yamawaki@eken.phys.nagoya-u.ac.jp / TEL:052-789-2862

第1回 坂田・早川記念レクチャー

開催日:2002年12月27日(金)
開催場所:名古屋市科学館サイエンスホール(名古屋市)
主催:理学研究科
問い合わせ:三田一郎 名古屋大学大学院理学研究科 教授
sanda@eken.phys.nagoya-u.ac.jp / TEL:052-789-2859

第17回 「大学と科学」公開シンポジウム

「化学:自然と社会へのかかわり」

開催日:2003年1月25日(土)・26日(日)
開催場所:有楽町朝日ホール(東京都)
主催:文部科学省
問い合わせ:巽 和行 名古屋大学物質科学国際研究センター 教授
i45100a@nucc.cc.nagoya-u.ac.jp / TEL:052-789-2474

ノーベル賞受賞者国際フォーラム

開催日:2003年3月21日(金)
開催場所:名古屋大学豊田講堂(名古屋市)
主催:名古屋大学
問い合わせ:巽 和行 名古屋大学物質科学国際研究センター 教授
i45100a@nucc.cc.nagoya-u.ac.jp / TEL:052-789-2474

組織図



理 *philosophia* No.3 October 2002
2002年10月15日発行



表紙説明
上:水分子の模型(水色が水素原子、赤色が酸素原子)。
下:水が凍る過程の連続写真。
(いずれも本文7ページ参照)



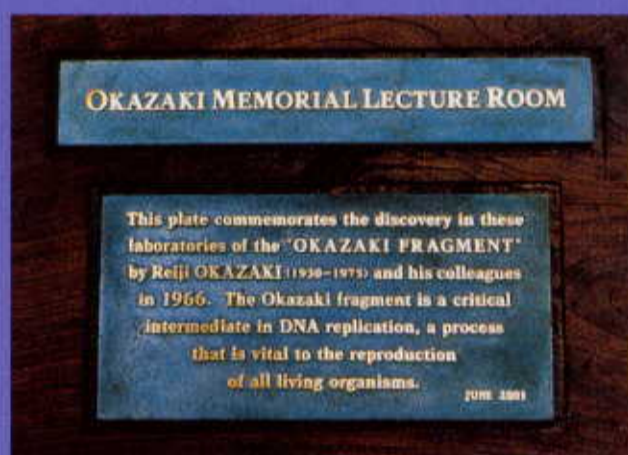
編集発行/名古屋大学理学部・大学院理学研究科広報委員会
〒464-8602 名古屋市千種区不老町
TEL 052-789-2394 FAX 052-789-2800
E-mail kouhou@sci.nagoya-u.ac.jp
URL <http://www.sci.nagoya-u.ac.jp/kouhou/index.html>

制作/株式会社電通

ご意見、ご感想をお待ちしています。
本誌の原稿執筆や取材などにご協力いただける方を求めています。
広報委員会までご連絡ください。なお、ご投稿などの採否については当委員会にお任せください。次号は2003年4月発行の予定です。

編集だより

「時を語るもの」の撮影は、生命理学専攻の実験室の一角を拝借して行いました。当日、岡崎恒子先生にお願いして、令治先生ゆかりの品をいくつかお持ちいただきました。分厚いルーズリーフのノートをはじめ、腕時計、計算尺、万年筆などすべて令治先生愛用の品とのこと。背景の木製の箱はガラスのピベット立てで、新たに特注でつくっていただいたそうです。恒子先生のご協力に感謝します。ちなみに、恒子先生は本学退官後、藤田保健衛生大学教授としてご活躍で、本学の運営諮問会議の副会長もなさっています。また、生命理学専攻には、岡崎先生と共同研究者の業績を記念して写真の岡崎プレートが飾られています。



今回の特集は水、紙面ではお伝えできなくて残念だったのは「水の音」です。シミュレーションの結果から、水分子のゆらぎが発する音を音声化できます。1/fゆらぎなので、周波数の低い音ほど振幅は大きくなり、「地響きのするほどの迫力がある」とは大峯先生の弁。講演されるときは、必ず聞かせてもらえるようです。先生の部屋には大型スピーカがあり、音楽の外に、水の作り出す音を体で実感して楽しんでおられる様子です。興味のある方は、研究室のホームページをのぞいてみると「水の音」の雰囲気は多少は味わえるかもしれません。(広報委員会)

「水の音」が聞けるホームページアドレス
<http://www.chem.nagoya-u.ac.jp/matto/50Snd/index.phtml>

- 広報委員 山下廣順(研究科長)
郷 通子(評議員)
大峯 巖(評議員)
斉藤 博(数理学科)
福井康雄(物理学科)※委員長
平島 大(物理学科)
上羽牧夫(物理学科)
斉藤真司(化学科)
森 郁恵(生命理学科)
平原靖大(地球惑星科学科)
水野昭一(事務長)

・本誌記事、写真等の無断複写、転載を禁じます。
・本誌は再生紙および大豆油インクを使用しています。
(大豆油インクとは、石油系溶剤にかわり大豆油を使用したもの。揮発性有機化合物が大気中へ排出されるのを減少させ、また廃棄物の生分解がはやく、再生紙化も容易で環境にやさしいインクです)