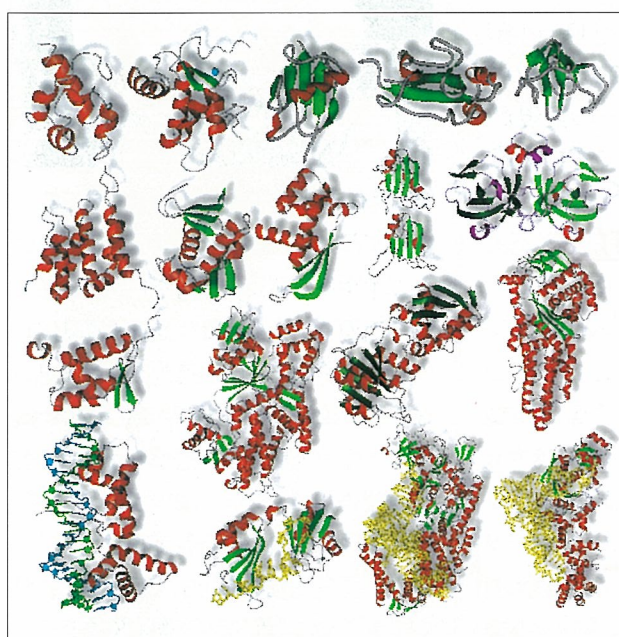


理研ニュース

11

2000 No. 233



構造ゲノム科学で決定されたタンパク質の立体構造
 ～「構造ゲノム科学構想の離陸—タンパク質の構造と機能の全容を解明する—」から

2 ● 研究最前線

● コヒーレント光からコヒーレント科学へ

レーザー物理工学研究室 (和光本所)

● 構造ゲノム科学構想の離陸—タンパク質の構造と機能の全容を解明する—

タンパク質構造・機能研究グループ
 (横浜研究所・ゲノム科学総合研究センター)

8 ● SPOT NEWS

● 世界で初めて共生微生物「ブフネラ」の全ゲノムを解析
 ● 第4回理化学研究所アドバイザー・カウンシル (RAC) の報告について

10 ● 記念史料室から

● 広島・長崎の新型爆弾調査を探る—理化学研究所の研究者が残した2冊の日記—

11 ● TOPICS

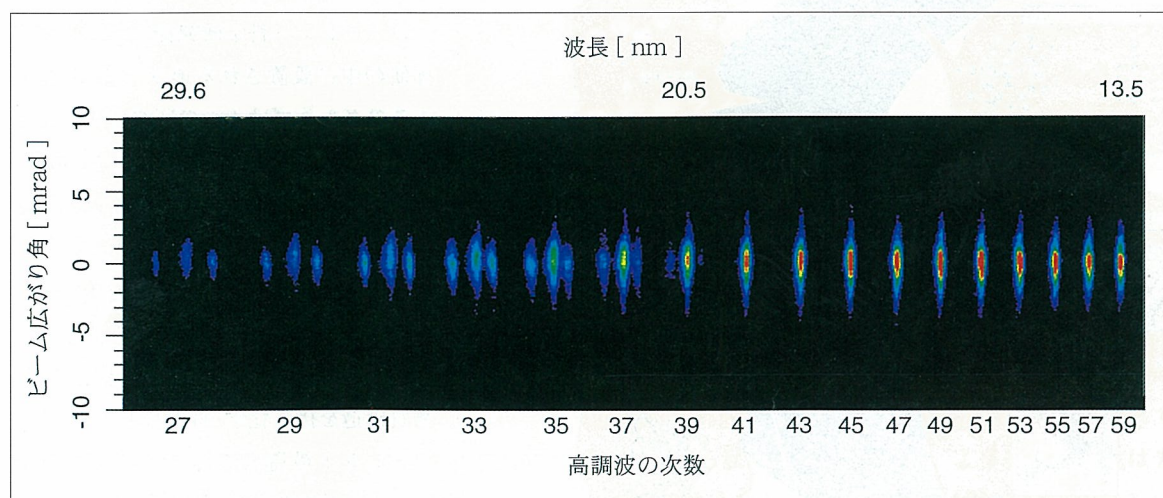
● 脳科学総合研究センター、新チームリーダー紹介
 ● 脳科学総合研究センターに新グループディレクター
 ● 「地震防災フロンティア研究センターワークショップ」開催のお知らせ

11 ● 支所だより

● マウスcDNA機能アノテーション会議を開催

12 ● 原酒

● プロとアマ



Ne ガスからの高次高調波スペクトル
 ～「コヒーレント光からコヒーレント科学へ」から

コヒーレント光からコヒーレント科学へ

レーザー物理工学研究室（和光本所）

フェムト秒(10^{-15} =1000兆分の1秒)という超短パルス高強度レーザーを開発してきたレーザー物理工学研究室の緑川克美主任研究員たちは、今、新たなパラダイムのもとに研究の方向を定めつつある。

それは「コヒーレント科学」という新しい枠組みだ。光だけではなく、電子、原子、分子などの物質もその対象となっている。

「そもそもはレーザーのように光波の位相がそろっていることを指すのがコヒーレントですが、私たちはミクロな物質の配列や構造が協動的に相互作用し、マクロな現象を生じる性質をコヒーレントとよび、これを

利用して新しい機能や特性をもつ材料やデバイスを作る基礎を築こうとしているのです」

コヒーレント科学の中で緑川主任研究員たちが扱うのは、レーザー光電場のもとにある電子の振る舞いである。そのミクロなコントロールによってアト秒 (10^{-18} =100 京分の1秒) 単位のパルスレーザーの実現が、確実にターゲットに入ってきている。

コヒーレント科学事始め

「コヒーレントという概念はいろいろな分野に広がっています。C₆₀やカーボンナノチューブのようなものも、順序よ



緑川主任研究員

く基本単位が並んで構造を作っているという面からいえばコヒーレント構造ですし、原子が規則正しく並んでいる結晶はまさにコヒーレント構造そのものです。このような周期的な構造からマクロな機能が生み出されてくるのです」

光子系の位相のみならず物質系のミクロな配列や構造を制御する手法を開発して、発現するマクロな協調現象を利用した新しい研究分野を開こうという緑川主任研究員たちの「コヒーレント科学」の提唱は、1995年頃からはじまり、97年にはコヒーレント科学研究推進グループが理研の中に設置される運びとなった。

このグループは4つの研究分野からなる。ひとつは緑川主任研究員たちのレーザー研究を中心とした「コヒーレント自由電子制御」であり、その他には量子ドットなどを扱う電子工学分野の「コヒーレント量子プロセッシング」、フラーレンやナノチューブなど規則正しい物質構造を扱う化学・材料科学分野の「コヒーレント構造制御」、そして表面分子と吸着分子の相関を扱う表面科学などの「コヒーレント分子相関」がある。制御対象も光子、電子、原子、分子、構造と多岐にわたっている（図1）。

コヒーレント科学とは....

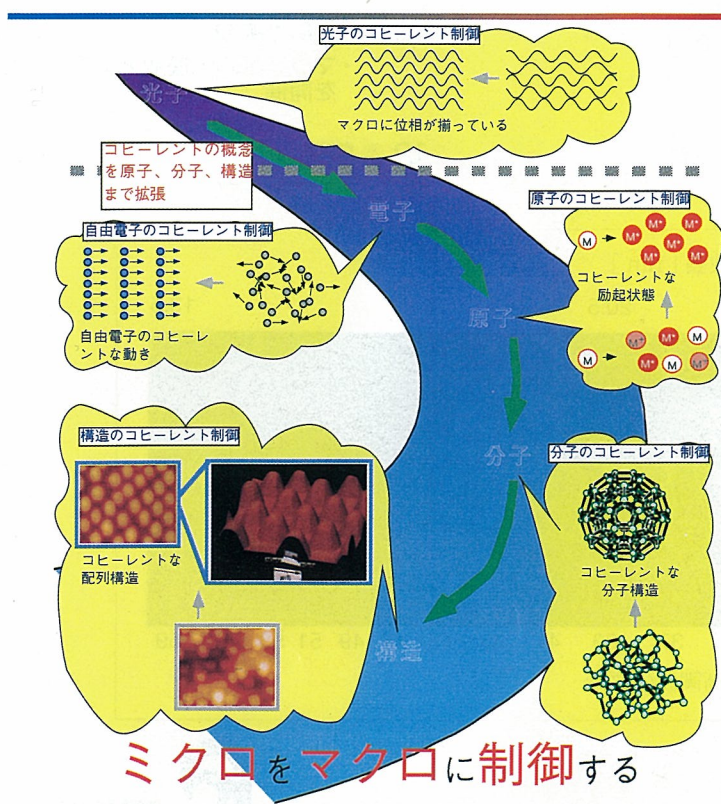


図1 コヒーレント科学の研究分野

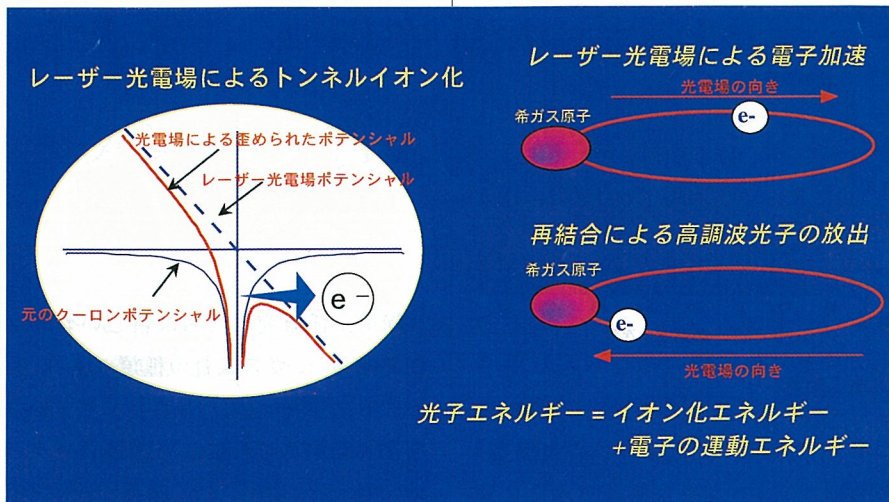


図2 高次高調波の発生原理

物質系のコヒーレンスとその応用

原子のコヒーレント状態として世界中で研究されているのが、ボーズ・アインシュタイン凝縮だ。ルビジウム原子のようにボーズ統計に従う粒子の温度を下げると、最低エネルギー準位というひとつの状態にすべての原子を閉じ込めることができ、原子の波動性がマクロな規模で現れる。

「ひとつの位相の中にすべての原子が閉じ込められているという点では、レーザーの光子と同じで、原子レーザーとよぶべきものが実現しています」

原子を制御してこのような状態を作るには、レーザー冷却という方法が使われる。熱運動している原子に多方向からレーザーを当ててその動きを止める方法で、飛んでくるボールに反対側からボールを当てるようなものだ。緑川主任研究員たちはシリコンを対象としたレーザー冷却システムの研究を行っている。

「半導体との絡みでシリコンを対象にすれば、面白いデバイス開発につながるのではないかと考えたからです」

原子の作るナノメートル ($10^9=10$ 億分の1メートル) 単位の構造物である量子ドットにおいても、ある周期構造を作ると、各ドットの電子を光で同じ位相に励起することができるように

なる。また反対に、電子の励起により出てくる光の波長程度の間隔でドットを並べると、各ドットから出る光に協調現象が生じて効率がよい量子ドットレーザーの実現が可能になる。

「大きさや間隔のそろった量子ドットを作ることは現在の技術では難しい。また、原子や分子を走査型トンネル顕微鏡 (STM) などで1個1個扱うことはできますが、これを積み上げてデバイスを作るとは困難です。しかし、これらもコヒーレントという視点から研究していけば、道が開けるのではないかと私たちは考えています」

その他にも、屈折率の違う物質がマイクロな構造で三次元的に配置されているフォトニック結晶を使った光導波路やフィルターの研究もある。

レーザーで電子を制御する

緑川主任研究員の専門分野である高強度・超短パルスレーザーに話を戻そう。

「実をいうと、コヒーレントの基であるマイクロな構造の協調相互作用を観測したり、制御したりするためには、短いパルスや短い波長のレーザーが不可欠なんですね。ですから私たちは、電子の制御によってこのようなレーザー光源を開発し提供するという体制をとっています」

レーザーの研究開発を振り返ると、

1960年に米国のメイマンがルビーの丸棒を利用してレーザーを実現したが、80年代半ばにはすでにフェムト秒パルスレーザーが開発されている。しかし、80年代までは色素レーザーを中心としたシステムで、パワーも小さく動作が不安定で、信頼性も低かった。一方、テラワット ($10^{12}=1$ 兆ワット) 級の高強度を得ようとすると、体育館規模の巨大装置が必要であった。

80年代半ばにチタンサファイアのような幅広い波長を共振・増幅することのできる新しい固体結晶が発見され、またチャープパルス増幅法が発明されると、その様相はがらりと変わった。装置は卓上サイズとなり、フェムト秒でテラワット級の高強度・超短パルスレーザーが現実のものとなった。

このフェムト秒オーダーの高強度・超短パルスレーザーが可能にしたのが、緑川主任研究員たちが研究している「自由電子のコヒーレンス制御」だ。自由電子を得るには原子から電子をはぎとってイオン化し、プラズマを作らなければならない。気体のイオン化に通常用いる放電の場合は、加速した電子が原子に衝突して電子をはぎとり、はぎとられた電子がまた原子に当たり電子をはぎとるといった過程が繰り返される。

一方、フェムト秒オーダーの高強度・超短パルスレーザーを気体に照射すると、レーザーの強い光電場により原子のクーロンポテンシャルが歪み、電子が束縛状態を逃れて自由になる。このようなイオン化は光電場イオン化とよばれる。

「光電場イオン化では、瞬間的に光電場をかけてクーロン電場による電子のトラップを外すだけなので、電子に大

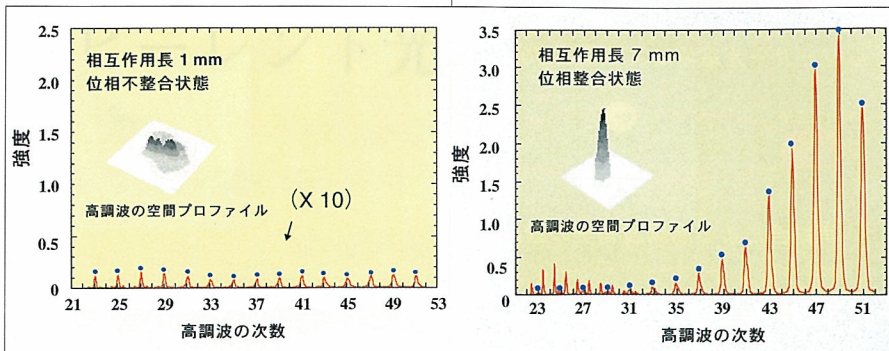


図3 位相整合による高次高調波の増大とビーム品質の改善

きな運動エネルギーを与える必要がなく、制御が可能です。しかし、衝突ではぎとられた電子の場合は、運動量が大きくかつランダムなので制御することはできません」

光電場イオン化では用いるレーザー光の波長や偏光を選べば、高いエネルギーの電子から低いエネルギーの電子まで自在に得ることができ、またレーザーの強度によってはぎとる電子数も制御できる。

「これを使ったX線レーザーの開発も行いましたが、私たちが最初でしたね」

この光電場電離型X線レーザーの原理実証はうまくいったが、これを実用化しようとする、さまざまな問題が出てきた。そこで光電場イオン化を使って高次高調波を発生させ、これをX線光源とする方法も追究された。

高次高調波でアト秒レーザー実現へ

高調波発生というのは、レーザー光を結晶や気体に照射すると、光と原子や分子との非線形相互作用によって元のレーザー光の整数倍の周波数をもつコヒーレント光が放出される現象だ。

通常のレーザーを用いて原子に束縛された電子を励起しても、せいぜい数倍の周波数をもつ光しか放出されない。X線にまでもっていくには50~100倍の周波数をもつ高次高調波を発生させなければならない。

その実現にはフェムト秒の高強度・超短パルスレーザーを希ガスなどに照射し、光電場により自由電子を発生させ、その電子の加速を行う光制御が不可欠だ。

光電場イオン化で自由になった電子は光電場で加速されるが、光電場はサイン波なので半サイクル後には電場は逆向きになり、電子は今度は逆方向に加速される。元の原子の近くに戻るわけだが、この時ある確率で元の原子との再結合が生じる。そして光電場から得た運動エネルギーとイオン化のエネルギーの和にほぼ等しいエネルギーが高調波として放出される(図2)。

しかし、従来のガスジェット中にフェムト秒レーザーを集光する方式では、高調波への変換効率が低く、応用に十分な強度が得られなかった。これは励起レーザー光と出力光である軟X線の位相速度が違うので、相互作用長が1ミリメートル以下に制限されてしまうためであった。非線形波長変換を効率よく行うためには、位相整合すなわち励起光と出力光の位相速度を一致させることが不可欠である。

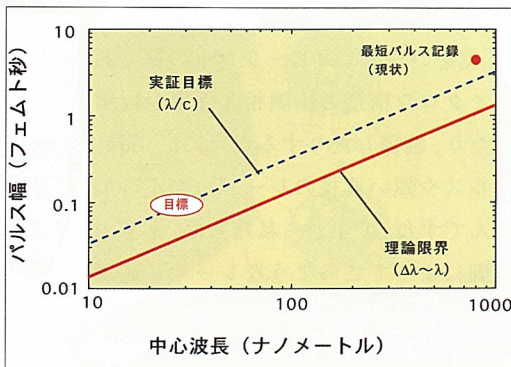


図4 中心波長と達成可能なパルス幅の関係

緑川主任研究員たちは新しいガスセルを開発し、ガス媒質の種類や圧力、照射する高強度・超短パルスレーザーの強度を調節することにより励起レーザーの伝搬状態を制御して、初めて軟X線領域での位相整合を満たすことに成功した。この結果、軟X線領域の特定の波長で、従来より100倍も高い強度で出力することのできるシステムを確立している(図3)。

「発生する軟X線の空間的なコヒーレンスも非常に改善されました。コヒーレント軟X線として完全に使えるビームにまでもっていったというのがトピックでしょう」

さて高次高調波は軟X線の光源というだけでなく、アト秒領域の極超短・高強度パルスレーザーの光源にもなりうる。理論的には現在のように可視領域のレーザーを光源にする限り2フェムト秒が限界だが、高次高調波を使えば100アト秒の極超短パルスの発生が見込まれる(図4)。

昨年度のノーベル化学賞は、フェムト秒のパルスレーザーで化学反応を追った業績に対して与えられたが、「100アト秒レーザーを使えば、化学反応における電子の動きそのものを見ることが出来ます。水素原子の電子が軌道を回るのに150アト秒はかかるのですから……。いずれにしろアト秒レーザーがコヒーレント科学探求の強力な武器となるのは間違いありません」

文責：広報室

監修：和光本所

レーザー物理学研究室

主任研究員 緑川克美

取材・構成：由利伸子

構造ゲノム科学構想の離陸

—タンパク質の構造と機能の全容を解明する—

タンパク質構造・機能研究グループ

(横浜研究所・ゲノム科学総合研究センター)

ポスト・ヒトゲノム解読計画として、タンパク質に大きな注目が集まっている。

「ゲノム解読は塩基配列を読み取るという記号解読が本質です。しかし、実際に体の中で働いているのは、塩基配列に基づいて作られたタンパク質で、これには物質としての実体と機能があります。この仕組みを解き明かしてこそ、生命系の実体をつかむことができますし、また新薬や医療の開発が可能になります」とゲノム科学総合研究センター(GSC)タンパク質構造・機能研究グループの横山茂之プロジェクトディレクターは言う。

タンパク質は塩基配列に対応する20種のアミノ酸が立体的に並んだ構造をしており、その形と機能には深い関係がある(図1)。ひとつひとつの構造を解明し、機能との対応を探る研究は、1960年代に始まり80年代半ばに急成長した。横山プロジェクトディレクターは、これまでもその最前線で仕事を進めてきた。

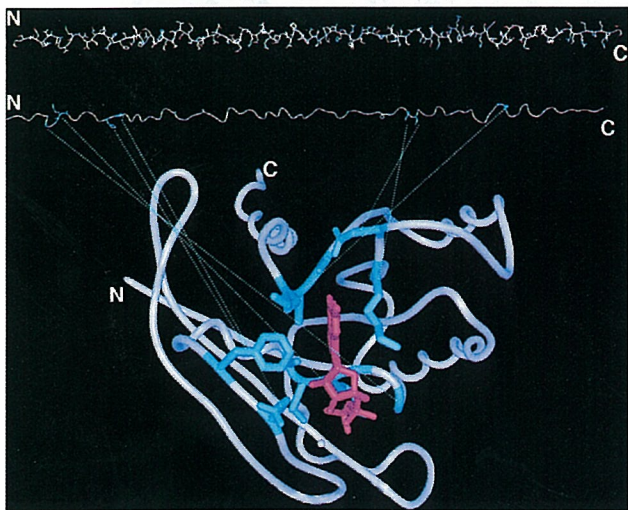


図1 タンパク質のアミノ酸配列から立体構造が形成され、機能が発現する

さらに今、ヒトゲノム解読での知見を取り込みつつ、タンパク質の構造を網羅的・包括的に調べようという「構造ゲノム科学」が国際的なプロジェクトとして立ち上がりつつある。

構造ゲノム科学を巡る国際競争

9月末、アメリカ国立衛生研究所(NIH)は「ヒトゲノムのデータを使い、10年間でヒトの主要なタンパク質約1万種類の構造を明らかにする国際共同研究計画に着手した」と発表した。理研もこの計画に参加することになっている。

1988年に始まったヒトゲノム解読計画も国際共同研究計画である。しかし、アメリカのNIHとイギリスのウェルカムトラストが強いリーダーシップを取る形で進められてきた。この夏、クリントン大統領によって解読の大筋(ドラフト)の完成が宣言され、その映像にはイギリスのブレア首相の姿もあった。

「タンパク質の構造の解明がゲノム解読の轍を踏まないように、GSCを核として各国との協力・調整に務め、着々と布

石を打ってきました」と語る横山プロジェクトディレクター。

そもそも構造ゲノム科学構想を最初に提案したのは、横山プロジェクトディレクターと倉光成紀・放射光利用連携研究(播磨研究所)ストラクチュローム研究グループリーダー/遺伝情報系蛋白質研究チームリーダーで、1995年のことだ。



横山プロジェクトディレクター

「2人が独自に同じような提案をしたのは、まったくの偶然です。理研はこの提案に素早く対応してくれました。2年後の97年にはGSCの設立決定を含め、プロジェクトとして動き始めました」

GSCは98年10月に和光本所に設置されたが、この秋に理研横浜研究所の開設に伴い、その広大な研究施設が完成し、横浜の鶴見区へ移ってきた(図2)。

さて、97年に理研で構造ゲノム科学のプロジェクトが動き出すと、それを聞いたアメリカは12月頃から検討を開始し、小規模ながらも同様のプロジェクトを展開するようになった。

「アメリカが検討を始めてからは、その関連会議には私自身も出席して、日本はこう考えているという意見を述べてきました」

今年4月に構造ゲノム科学のポリシーに関する初めての国際会議が開かれたが、その席上、NIHとウェルカムトラストとが組んで構造ゲノム科学を国際共同計画で行うと宣言した。

「これを聞いて、またこの2つで仕切ろうとしているのではないかとこの各国の懸念が深まったわけです」

両者の独走に歯止めをかける必要が痛感されたのだが、この問題は経済開発協力機構（OECD）のグローバル・サイエンス・フォーラムにかけられ、国際的な枠組みでの話し合いが始まった。同時に理研及び科技庁、NIH、ウェルカムトラストで主催する会議を毎年行う方向となった。

「構造ゲノム科学構想では、当初から日本も中心国の位置を占めることができました。これには日本の研究が先行していることが大きいですね」

その象徴がGSCなのである。

GSCの優位性

タンパク質の構造と機能を調べるためには、まずタンパク質を作ることから始めなければならない。それにはタンパク質の遺伝子が必要である。

生物のもつ遺伝情報全体（DNAの総

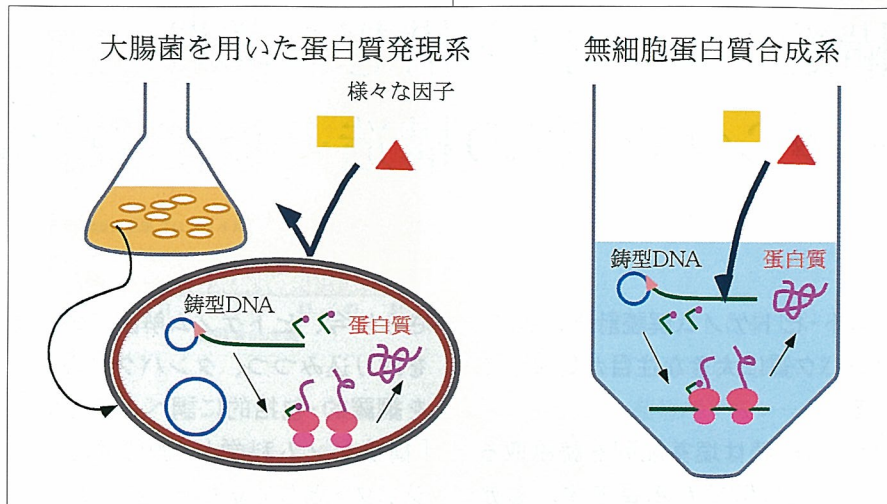


図3 無細胞のタンパク質合成

体)であるゲノムのうち、実際にタンパク質を合成する遺伝子の部分は数パーセントに過ぎない。

遺伝子はタンパク質を作る時に、その遺伝情報（DNA）をメッセンジャーRNA（mRNA）に転写する。そこでmRNAを取り出し、これを酵素を使って逆転写し、遺伝子を合成する。こうして作られた遺伝子は相補的DNA（cDNA）とよばれるが、「cDNAのすごい技術がGSCにはあります」と横山プロジェクトディレクター話す。

実は、GSCの遺伝子構造・機能研究グループの林崎良英プロジェクトディレクターたちは、熱に強い逆転写酵素を開発するなどして、ひとつのタンパク質の合成情報が途中で途切れることなく、すべてそろった“完全長cDNA”の作成技術を世界に先駆けて完成させている。つまり、完璧な遺伝子を作れるのだ。

一般には完全長cDNAを大腸菌に組み込み、大腸菌にそのタンパク質を作らせる。しかし大腸菌の存在に有害なタンパク質の場合

では作られなくなる。どんなタンパク質の合成でも引き受けることができるのが、横山プロジェクトディレクターたちが開発した無細胞タンパク合成システムだ。

このシステムでは大腸菌をつぶしたものをバイオリクターとし、ここにcDNAを入れてタンパク合成を行わせる（図3）。もちろん単に大腸菌をつぶすのではなく、さまざまな要素を調整して最適な合成システムを作り上げている。その結果、従来の無細胞タンパク合成システムの何十倍もの効率を実現している。

「このような高効率でタンパク質を合成できるのは日本勢だけです。私たちのシステムと、遠藤弥重太博士の開発したコムギ胚芽を使ったシステムです」

ちなみに遠藤博士は愛媛大学教授だが、今年2月からGSCの客員主幹研究員を務めている。

さて、冒頭に紹介したアメリカの構造ゲノム科学構想では、アメリカ国内に7つの構造解析のセンターが置かれているが、そのうち3つに横山プロジェクトディレクターは関わっている。

「どこでも私たちの技術を欲しがっています。また、誰もがここの施設を使いたがっていますね」

横浜研究所の施設にはタンパク質の構造解析用に600メガヘルツのNMR（核磁気共鳴装置）が10台、現在世界に数十台しかない800メガヘルツNMRが6台あり、さらに来年3月には900メガヘルツ

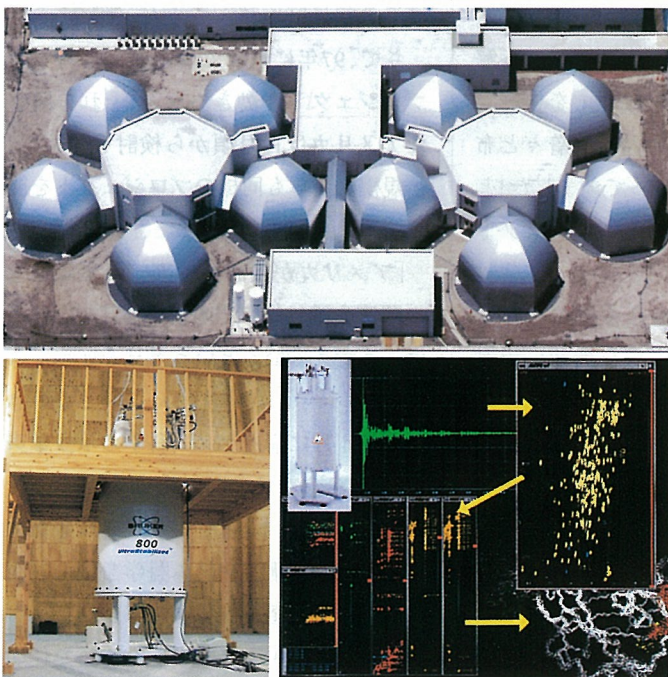


図2 横浜研究所のゲノム科学総合研究センター（上）とNMR（左下）によるタンパク質立体構造解析（右下）

が2台入る予定だ(図2)。まだ世の中には存在しない1ギガヘルツも計画には入っている。NMRを使えば溶液中のタンパク質の構造を決めることができ、使用する超電導磁石の磁場が強いほど難しい(分子量が大きい、など)タンパク質の構造をより高い精度で解析することができる。

一方、結晶化したタンパク質の構造を明らかにするのがX線結晶構造解析で、使用するX線ビームが強くて良質なほど解析精度が上がる。兵庫県の播磨科学公園都市にある大型放射光施設SPRing-8のビームを使えば、世界でも第一級の成果を得ることができる。

1万種の基本構造(フォールド)とファミリー

タンパク質の構造解析には約40年の歴史があり、現在までに7000~8000種類の立体構造が明らかになっている。そのデータから最近では「タンパク質には有

限の基本単位があり、すべてその組み合わせからできているのではないかと考えられている。その基本単位はドメインとよばれ、サブタイプも入れるとおよそ1万種くらいあると予想されている(図4)。

一方、ゲノム解析からもタンパク質の基本単位につながるグルーピングが行われている。ヒトだけではなく、古細菌や大腸菌や酵母などでもゲノムのすべてが解読されており、近い将来、シロイヌナズナやイネなどの植物の解読も完了しそうである。また、林崎プロジェクトディレクターたちはcDNA作成技術をもとにマウスの2万個の遺伝子の解読を終えている。これらのデータから、塩基の並びつまりアミノ酸の一次配列の似た者同士をグルーピングしていくと、やはり1万から1万5000のファミリーに分類できるのではないかと予想されている。

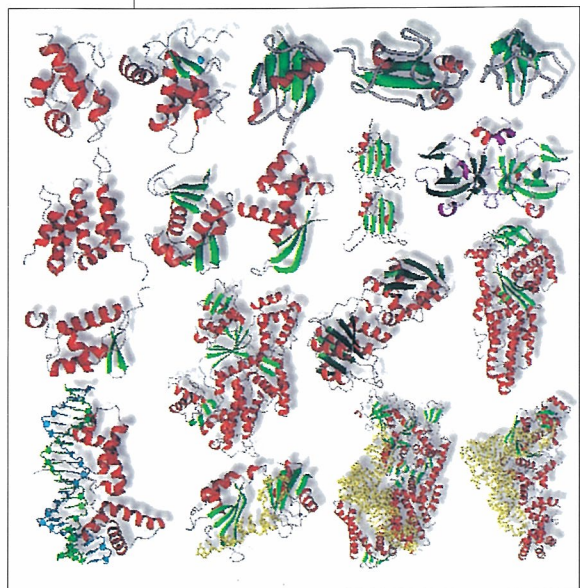


図5 構造ゲノム科学で決定されたタンパク質の立体構造

「これを利用すれば構造ゲノム科学を効率よく進めることができるでしょう。ひとつのファミリーの代表的な1~3個のタンパク質の構造を決めれば、そのファミリーに属するタンパク質なら、その構造が予測できる可能性が大いにあります」

また、国際共同研究においても、将来は、ファミリー単位で各国が担当することが考えられる。ちょうどヒトゲノム解読で染色体単位で各国が担当したようにである。

「いずれにしろ、万単位のタンパク質の構造を決めていくのは膨大な作業です。人手には限りがありますから、自動化システムの開発などの工夫が不可欠です」

日本の構造ゲノム科学プロジェクトの滑り出しは順調である(図5)。しかし、潤沢な予算を投じ始めたアメリカの最近の展開はめざましく、激しい競争、国際的な研究協力、成果の公開など、現代科学の象徴的な諸側面を含んだこの分野から、目をそらすことはできない。

文責：広報室

監修：横浜研究所

ゲノム科学総合研究センター(GSC)
タンパク質構造・機能研究グループ
プロジェクトディレクター 横山茂之
取材・構成：由利伸子

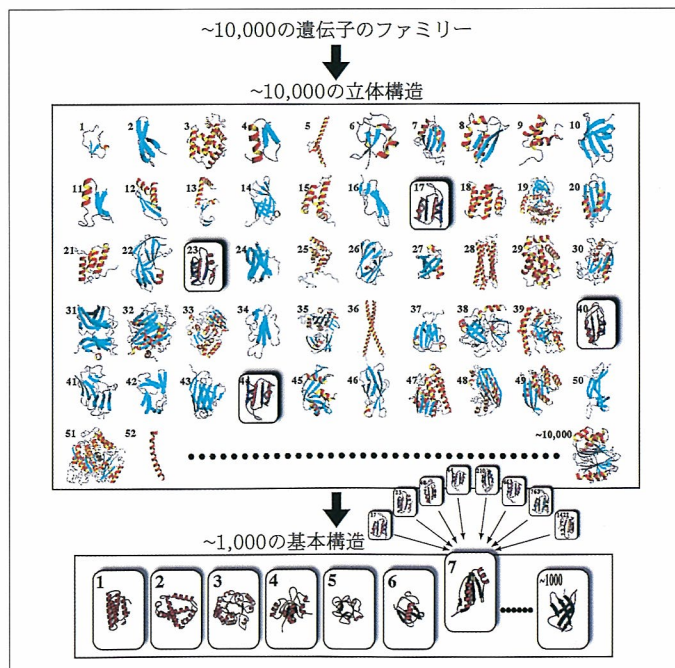


図4 1万種類のタンパク質ファミリーと1000種類の基本構造

「タンパク質というトンネルを、基本構造単位とアミノ酸の並び方という2つの方向から掘っていったら、同じような面につながったということですね」

アミノ酸配列が似ていれば立体構造も似ることは知られているが、さらにアミノ酸配列によるファミリーと基本構造単位からくるサブタイプとの対応も類推される。

世界で初めて共生微生物「ブフネラ」の全ゲノムを解析

(2000年9月5日、科学技術庁においてプレスリリース)

当研究所と東京大学は共同で、世界で初めて共生微生物であるブフネラの全塩基配列を解読した。ブフネラは、アブラムシ（アリマキ）の細胞内に共生するバクテリア。ブフネラの全ゲノム解析の結果、宿主であるアブラムシと協調して生きていくための情報がDNAにプログラムされていることがわかった。また、ブフネラは、生命維持に必須な遺伝子の一部を失っており、アブラムシの体外では生存できないことも明らかになった。これらの遺伝子セットの特徴は、既存のあらゆる生物には見られないユニークなものであり、生命進化を理解する上で極めて重要な成果である。

地球上のすべての生物は、種を越えた相互作用の中で生態系を作りあげている。そのなかでも真核生物の細胞の中に原核生物が生息する「細胞内共生」現象は、異種間相互作用の中でも最も緊密なものと考えられる。なかでも、アブラムシに典型的にみられる細胞内共生は、共生微生物であるブフネラが、宿主昆虫の世代を越えて永続的に垂直感染を繰り返す、相互依存度の極めて高い共生系である。

東京大学大学院理学系研究科・細胞生理化学研究室に所属し、当研究所のゲノム科学総合研究センター（GSC）・ゲノム構造情報研究グループのジュニア・リサーチ・アソシエイト（JRA）である重信秀治氏（同大学院博士課程在学中）らは、全ゲノムショットガンシーケンス法を用いて、エンドウヒゲナガアブラムシ（*Acyrtosiphon pisum*）の細胞内に生息するブフネラ（*Buchnera* sp. APS）のゲノム解析を行った。

ゲノムからわかったブフネラのアミノ酸合成能力

必須アミノ酸(動物(宿主)は合成できない)	可欠アミノ酸(動物(宿主)は合成できる)
アルギニン *	チロシン —
バリン *	プロリン —
イソイロイシン *	セリン —
ロイシン *	グリシン *
フェニルアラニン *	システイン *
トリプトファン *	グルタミン酸 —
スレオニン *	グルタミン —
メチオニン —	アスパラギン酸 —
リジン *	アスパラギン —
ヒスチジン *	アラニン —?

*：ブフネラが合成可能 —：ブフネラが合成不可能

解析の結果、以下のことが明らかになった。

1. 大腸菌に近縁であるが小さなゲノムサイズ

ブフネラのゲノムDNAは、640,681bで、既知のゲノムのなかで2番目に小さい。近縁の大腸菌のゲノムに比べ、そのサイズは7分の1しかなく、ブフネラに特有な新規遺伝子は4つのみであり、他のほとんどすべての遺伝子は、大腸菌の相同遺伝子となっている。

2. 宿主と相互依存関係であることを裏付ける遺伝子セット

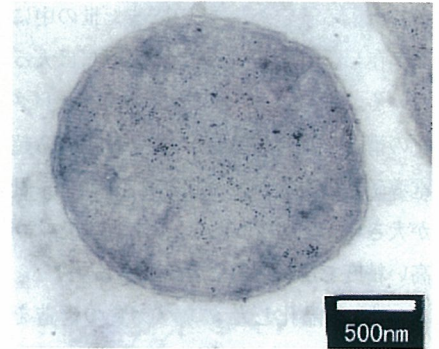
583個のタンパク質をコードする遺伝子を同定。ブフネラは、宿主が合成することができない必須アミノ酸の合成に関与する遺伝子をそろえているが、宿主が合成可能な可欠アミノ酸に関する合成遺伝子をほとんど持っていない。

3. DNAレベル、細胞構造レベルで無防備であることを示す遺伝子セット

ブフネラは、“DNA修復関連遺伝子を多く失っていること”、“細胞壁合成能力がないこと”が明らかになった。これらの特徴は、ブフネラがDNAレベルで細胞構造が脆弱であり、宿主の外では生存することができないことを意味している。

4. 転写制御の欠失

大腸菌などには数多く見られる二成分シグナル伝達システムをブフネラは持たず、さらに転写制御の遺伝子はほとんど見つからない。これは、ブフネラが環境



ブフネラの電子顕微鏡写真
(提供：東京大学・森岡瑞枝氏)

の変化に対応できないことを示し、宿主細胞内の安定した環境でのみ生存可能であることを表している。

5. 生存に必須な遺伝子の欠如

ブフネラは、リン脂質合成酵素をほとんど失っているため細胞膜を作ることができず、宿主に依存していると予想される。このことは、ブフネラが独立したバクテリアから、ミトコンドリアのようなオルガネラに近い存在に進化したことを示唆している。

ブフネラのゲノム解析が、他のゲノムプロジェクトと比べて極めてユニークであった点は、ブフネラの生命現象がブフネラのゲノムだけで賄われているのではないことも明らかにした点である。そのため今後、宿主側の因子を考慮したアプローチが重要となる。

本研究成果は、英国の科学雑誌「Nature」9月7日号に掲載された。

文責：広報室

監修：ゲノム科学総合研究センター（GSC）
ゲノム構造情報研究グループ
（東京大学大学院理学系研究科
博士課程）

JRA 重信秀治

第4回理化学研究所アドバイザー・カウンシル (RAC) の報告 について

(2000年9月28日、科学技術庁においてプレスリリース)

当研究所の外部評価機関である「理化学研究所アドバイザー・カウンシル (RAC)」は、今年6月に開催された第4回 RAC 会議の報告書をまとめた。今回の提言は、当研究所の“理研の将来に対する考え方”の中に示されている5つの基本方針を基に作成されている。提言の主な内容は、「理研の自立性、柔軟性およびユニークな特徴を維持するための基本計画の策定」、「国際的に優れた研究者を確保する具体的計画の作成、および採用を促す支援体制の整備」、「2つの研究システム(主任研究員研究室とセンター群)を調和・発展させるための運営体制の確保」、「他機関との協力関係の構築」となっている。これらの提言を今後の組織運営に反映させることにより、当研究所のさらなる発展に結びつくことが期待される。

「我が国の中核的総合研究所としての役割を果たす」および「常に適正規模を意識し、安易な拡大主義を排する」について

理研の自律性、柔軟性およびユニークな特徴は、日本の科学行政に変化があっても維持されるべきである。理研は、その未来像、使命、義務、戦略および独自性を主張するために基本計画を早急に策定する必要がある。そのためにも科学の最先端を捉え、理研のとるべき研究戦略について、定常的に理事長に提言を行うためのプライオリティー委員会を設置すべきである。

「国内外の最も優秀な研究者を結集し、機動的な研究体制をとる」について

理研の戦略的目標の実現を支える優秀な研究者を確保し、具体的な計画を作成する必要がある。また、国際的に優れた研究者の採用を促すために支援体制の整備が重要である。

「プロジェクト制の重点的研究群と、プロジェクトを生み出す土壌となるインキュベーター的研究群で構成する」について

プロジェクト制の重点的研究を実施するセンター群とプロジェクトを生み出す

インキュベーターの役割を担う主任研究員研究室 (IL) という2つの制度の共存は、理研の経営上極めてチャレンジングである。両システムの調和と相乗効果が最大に確保されるよう、それぞれの長所、短所を明確にし、運営に関しては積極的な指導力が発揮される必要がある。

「大学との差異を明確にしつつ、大学、産業界との相補的協力関係を尊重する」について

理研内および国内外の研究機関との共同研究を容易にする必要がある。その際、相乗効果を上げる関係を構築することに重点を置くべきであり、理研内外において国境、地域差、研究あるいは学問領域を超えて共同研究が自然に発展することを奨励するシステムが重要である。また、理研の高い研究水準は、重要で価値のある知的財産を多量に生み出す可能性を有している。その活用のためには、研究・技術部門と同様に質の

高い技術移転部門の整備をさらに進める必要がある。

さらに、個々のACの報告書に関する横断的提言がなされた。

「理研の科学研究は国際的にレベルが高く、なかには並外れて優れた研究も含まれる。理研は、幅広い研究分野で優れた科学を継続して生み出していることを誇るべきである。

理研は、科学的成果の評価を行う場合、例えば、特別な国家目的や計画などの達成度よりは、むしろ国際的基準を念頭に置くことが必要不可欠であると RAC は考える。理研の研究水準は、すべての分野を通じて世界の上位10%の中に位置づけられるべきである。常に科学の質が、絶対的に優先されなければならない。どの既存の分野においても、もし理研内で質の高い結果が得られない場合、その分野からは撤退すべきである」

* 第4回 RAC 会議報告書については、本文(英文)と仮訳(和文)が理研のホームページ「プレス発表」で掲載されている。

文責：広報室

監修：RAC 事務局



広島・長崎の新型爆弾調査を探る

—理化学研究所の研究者が残した2冊の日記—

日本を終戦に導く2発の新型爆弾が広島、長崎に炸裂した。仁科芳雄（主任研究員）をはじめとする理化学研究所の研究者たちは、当時、行くことも非常に困難だった現地に赴き、新型爆弾の調査を行い、原子爆弾との確証を得る。記念史料室には、当時の調査状況を克明に記した篠原健一（当時・九州大学教授、のちに主任研究員）、木村一治（西川研究室）による2冊の日記が保管されている。その内容をひもとく、理研の科学者が果たした役割を紹介したい（敬称略）。

1945年（昭和20年）8月6日、広島に新型爆弾が投下された。仁科は、玉木英彦（仁科研究室）に一通の手紙を残し、大本営参謀本部の要請で同調査団とともに現地に入った。8月7日付のその手紙の冒頭には「今度のトルーマン声明が事実とすれば吾々「ニ」号研究の関係者は文字通り腹を切る時が来たと思う」と記され、仁科の沈痛な決意が示されている。「ニ」号研究とは、日本における仁科を中心とした原子爆弾研究そのものであり、トルーマン声明は、米国による原子爆弾開発成功を宣言するものだった。

翌8日、仁科は爆心と思われる西練兵場付近を調査した。さらに、被爆した銅線、ゴム、セメントなどを採取し、理化学研究所に空輸便で送り、放射能の検査を指示する。仁科から送られたサンプルは10日、木村によりローリツェン電位計を用いて放射線の測定が行われ、銅線から放射線が検出された。木村の日記には「午後広島より空路サンプルがついた。先づ電線のactivityをみるにNaturalの三倍程度の弱activityがある」と記述されている。

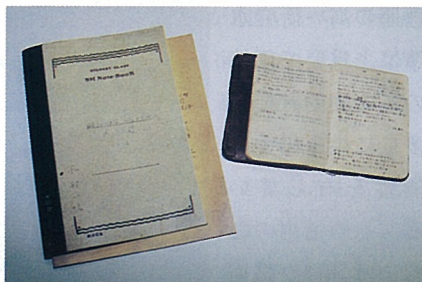


日赤病院のフィルム保管庫
（撮影：菊池俊吉氏）

仁科は放射線の測定のほか、X線フィルムの探索を大本営調査団に指示した。保管されているフィルムが強い放射線により感光されている可能性があるからだ。仁科の指摘は的中し、日赤病院のフィルム保管庫から感光したX線フィルムが発見された。また、放射線による白血球減少なども示唆する。これらの事実は、8月10日に広島の補給兵廠で行われた大本営調査団による陸海軍合同の研究会議で、新型爆弾は「原子爆弾」であると認定される理由となる。篠原は九州大学代表として会議に出席。日記のなかで「仁科博士、荒勝教授アリ、阪大浅田教授ト会フ」と書き残す。

大本営調査団は、この日の研究会の結論を「判決」として報告し、その主な理由を「日赤病院保管の写真フィルムの感光」「中心部付近の土砂の放射能の存在」「人体の白血球の著しい減少」とした。これらは、仁科の調査団への示唆によるものが大きく、この「判決」が終戦に少なからず貢献したことは間違いない。

一方、木村と玉木は、原子爆弾に対する科学的な調査を行うため、軍の御園生圭輔少佐とともに広島に向かった。8月



木村博士（左・複製）、篠原博士（右）の日記



仁科芳雄（1890～1951）

14日から4日間、現地で調査を実施。当時の木村の日記には、「だれも未だ放射能関係を測定した者は居ないらしい。午後似の島の研究室にて測定をする。似の島で死んだ人の頭ガイ骨にNaturalの10倍程度のactivityのあることを知る。Uranium bombなることを確定せり」（15日）。「夜、護国神社西南40mにて拾った馬の骨に非常に強いActivityをみる」（17日）と記しており、精力的に原子爆弾に関する調査を行っている様子が伝わる。

木村らは8月18日に広島から戻り、原子爆弾（広島）の調査報告書をまとめる。その後、木村をはじめ、多くの理研の研究者が広島、長崎におもむき、爆心の確定など、次々と科学的な成果を上げ、原子爆弾投下直後の貴重なデータを後世に残した。仁科は原子爆弾の研究に関与していたからこそ、科学的調査の重要性を強く感じていたのではないか。

木村一治博士に関する遺品は正子夫人より、篠原健一博士に関する遺品は長男・彰一氏より寄贈していただきました。感謝申し上げます。

執筆・文責：嶋田庸嗣（広報室）

脳科学総合研究センター、新チームリーダー紹介

新しく就任したチームリーダーを紹介します。

- ① 生年月日 ② 出生地 ③ 最終学歴
④ 主な職歴 ⑤ 研究テーマ ⑥ 信条
⑦ 趣味

<老化・精神疾患研究グループ>



精神疾患動態研究チーム

チームリーダー
かとうだふみ
加藤忠史

①1963年8月16日
②東京都 ③東

京大学医学部 ④ 東京大学医学部精神神経科講師 ⑤ 躁うつ病の神経科学、分子遺伝学 ⑥ 誠実・勤勉・努力・実行
⑦ 音楽

脳科学総合研究センターに新グループディレクター

脳科学総合研究センター (BSI)・ニューロン機能研究グループのグループディレクターにヘンシュ貴雄チームリーダー (同グループ・神経回路発達研究チーム) が就任しました。

<修復機構研究グループ>



細胞修復機構研究チーム

チームリーダー
みうらまさゆき
三浦正幸

①1960年9月18日
② 秋田県 ③ 大

阪大学大学院理学研究科 ④ 慶應義塾大学医学部助手、筑波大学基礎医学系講師、大阪大学医学系研究科助教授 ⑤ ショウジョウバエとマウスを用いた神経細胞死の分子遺伝学的研究 ⑥ 中央突破 ⑦ 音楽

<脳型情報システム研究グループ>



認知動力学研究チーム

チームリーダー
Cees Van Leeuwen

①1957年4月20日
② ハーグ (オラ

ンダ) ③ ネイメゲン大学 (オランダ) ④ サンダーランド大学 (イギリス) 心理学部門教授 ⑤ 知覚情報処理の時間過程 ⑥ Stand Firm ⑦ 人間と科学を哲学すること

「地震防災フロンティア研究センターワークショップ」開催のお知らせ

地震防災フロンティア研究センター (EDM: Earthquake Disaster Mitigation Research Center) では、阪神・淡路大震災の教訓を生かし、平成10年1月の開設以来、「都市部を中心とする地震災害の軽減を目指す総合的な研究」を実施してきました。EDMは、災害過程シミュレーションチーム、災害情報システムチーム、破壊・脆弱性評価チームの3つ

のチームにより研究が進められています。また、アジア・太平洋地域に適した地震・津波災害軽減技術の開発とその体系化に関する研究 (EQTAP) も並行して進めています。

今回、各チームにおける研究トピックについての議論を深める目的でワークショップを開催いたしますので、ご興味のある方はぜひご参加ください。

日 時：平成12年12月15日 (金) 13:30～17:30

場 所：和光本所・総合支援施設大会議室

問い合わせ先：フロンティア研究システム

地震防災フロンティア研究センター

TEL: 0794-83-6651

フロンティア研究推進部 TEL: 048-462-1111 (代表) <内線: 6132>

支所だより

マウス cDNA 機能アノテーション会議を開催

当研究所のゲノム科学総合研究センター (GSC) は8月28日から9月8日まで、国内外のバイオインフォマティクス、およびゲノム科学などの専門家と共同で「マウス cDNA 機能アノテーション会議 (Functional Annotation of Mouse [FANTOM] meeting)」を筑波研究所で開催しました。

GSCではこれまで、遺伝子構造・機能研究グループ (林崎良英プロジェクトディレクター) が中心となり「マウス遺

伝子エンサイクロペディア計画」としてマウス完全長 cDNA の解析 (約2万クローン) を進めてきました。会議では、この完全長 cDNA の機能に関する情報をコンピュータ解析した結果を参照しながら、研究者が機能の注釈付け (機能アノテーション) を行いました。

マウスの遺伝子はヒトの遺伝子とほとんど同じであり、体の中での働きや、病気などとの関連を解明することで、ヒト遺伝子の機能解明につながります。本会



議で明らかになったマウスの遺伝子情報は、国際貢献の立場から、学会誌やホームページ上で公開される予定です。



プロとアマ

生命科学を行う者には生命の成り立ちのメカニズム—生命原理—を知りたいという根源的欲求がある。それはとりもなおさず生命原理があらゆる生物の生命活動を支えているからであり、そこには昆虫、微生物、植物、脊椎動物の別け隔てはない。私はこれまで昆虫を対象として生命科学を進めてきたが、これはまさしく生命の成り立ちのメカニズムを知りたいという根源的な興味に根ざすものであり、昆虫をやること自体は何も特殊なことではない。しかし、無脊椎動物で最も進化した生物群である昆虫の生命活動を解析してゆくと、かつて本能と言われた昆虫の知的行動がフェロモンという化学物質によって支配されていることがわかったように、そこには未知なる意外性が数多く潜んでいることがわかる。と同時に、昆虫の多様性を考えると、ある面では昆虫科学は生命科学をリードしうるものでないかとも思える。

昆虫は高等でありながら、その知能は基本的に記憶や学習を伴わない。したがって、生命の営みの本質がそのままダイレクトに発現されるのが昆虫である。私は昆虫を相手に研究を進めていくと、昆虫にしかない特殊性や多様性だけでなく、生物としての普遍性や共通性の中に潜んでいるちょっとした昆虫らしい意外性も見えてくるのではないかと考えている。そうした普遍性の中での意外な発見や驚きはそれ自身が理屈ぬきの面白さでもあるが、昆虫ではそれがそのまま生命の本質を捉えた大きな発見につながるものではないかと考えている。

とはいえ、私がこうして好んで昆虫を用いて生命科学をやってきたことには背景がある。それは、私自身がかつて昆虫少年であり、いまだアマチュアの虫屋としてチョウの飼育や生態撮影をかけがえのない趣味としていることである。日本の国土は面積が狭いにもかかわらず南北に長く伸び、起伏に富んだ多数の島嶼からなっている。したがって、生息しているチョウにもバラエティーがあり、八重山、沖縄本島、奄



筆者近影

美、小笠原、対馬、北海道にはそれぞれ特産種があり、また、日本アルプスや大雪山系には固有の高山蝶が棲息している。現在、日本に土着しているチョウは226種にのぼるが、私はこれら日本の風土に根づいて健気に生きているチョウの全種類を、一生の間に一度は目にしたいと常々思っている。古来より農耕牧畜を行ってきた日本の農村では、定期的に手が加えられることで人為的でありながら豊かな自然—里山—が発達してきた。里山は四季の移ろいとともにも日本の情景を描きだし、日本人の心のふるさととなってきたが、その中でセミヤトンボや秋の鳴く虫は欠かすことのできない要因であった。里山が失われつつある現在、チョウでは10種が絶滅危惧種に指定されているが、その多くは里山が育ててきたチョウである。私のいまだ見逢えぬ佳き蝶は余すところ20種であるが、いずれの種も絶滅することなく、日本の自然とともに生き続けていて欲しいものである。

昆虫は見方を変えると自然が作り出した精巧なロボットであり、未知なる数多くのユニークな機能や能力を持っている。それは、生物としての原型を古生代デボン紀にまで遡ることのできる昆虫が、4億年という長い年月の間、さまざまな環境に適応する過程で獲得してきた所産でもある。これらの機能や能力に着目し、それが成り立つメカニズムを分子の言葉で解明することは生命科学の研究者としての知的好奇心を大いにくすぐる。私の根源的な興味のひとつに「昆虫たらしめているものの追究」があるが、プロの虫屋であるうちにこの昆虫たらしめているものを、生物共通の分子の言葉で解き明かしたいと思う。しかし、昆虫の生命活動が分子の言葉ですべて語られるようになったら、あるいは、そういう目でしか昆虫が捉えられなくなったら、何とも味気ない存在に昆虫はなってしまうだろう。

深まりゆく秋、カンタンの音色に聞き入りつつ、もうひとりのアマチュアの自分がそう囁きかける。

分子昆虫学研究室

主任研究員 松本正吾



早春の陽光を浴びるチャマダラセセリ。

代表的な里山のチョウであるが、現在、絶滅が危惧されている。
(2000年3月27日、愛媛県松山市米野町にて撮影)

理研ニュース No.233 November 2000

発行日：平成12年11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