

とやまと自然

富山市出身・田中耕一さんが
ノーベル化学賞を受賞

／朴木 英治 2

小柴昌俊・東京大学名誉教授が
ノーベル物理学賞を受賞

／林 忠史 4

富山にはどんなヘビがいる？

／南部 久男 6



田中耕一さん（富山市出身）
ノーベル化学賞受賞
（写真提供：島津製作所）



小柴昌俊さん
ノーベル物理学賞受賞
（写真提供：東京大学）

富山市出身・田中耕一さんが ノーベル化学賞を受賞

朴木英治

今年の富山市のピックアップニュースは、なんと言っても富山市出身の田中耕一さん（株）島津製作所勤務：写真1、2）がノーベル化学賞を受賞したことです。

ノーベル賞は、ご存じのとおり、ダイナマイトを発明したスウェーデンの科学者アルフレッド・ノーベルの遺言により、その遺産を元に作られたもので、人類に最も貢献した人に与えられる賞です。今年を受賞者のうち、化学賞に富山市出身の田中耕一さん、物理学賞に小柴昌俊さんの二人の日本人が受賞しました。

ノーベル賞の受賞者を決めるスウェーデン王立科学アカデミーは、今年の化学賞を"生体高分子の同定および構造解析のための手法の開発"をした人に送ることにし、田中さんはヴァージニア・コモンウェルズ大学（アメリカ）のジョン・B・フェン氏と共に"生体高分子の質量分析法のための穏和な脱着イオン化法の開発"でこの賞を受賞しました。また、"溶液中の生体高分子の立体構造決定のための核磁気共鳴分光法の開発"に対して、スイス連邦工科大学およびスクリプス研究所（アメリカ）のクルト・ビュートリッヒ氏にもノーベル化学賞が贈られました。

田中さんの研究

田中さんの勤務する（株）島津製作所は、理化学機械や医療器械などを作っている会社で、田中さんの研究の成果は、レーザーイオン化飛行時間型質量分析装置の中に、最も重要な部品として組み込まれ、生命科学や医学などを研究する大学や研究所などで使われています。

質量分析装置とは、その名前のとおり、分子の1個の重さを量る装置で、それ単独で使ったり、混ざった分子を別々により分けるクロマトグラフ装置（気体の分子を分けるガスクロマトグラフや液体に溶けた分子を分ける高速液体クロマトグラフなどがあります）と組み合わせ、分離されてきた分子の重さを調べて、それがどんな分子なのかを調べる装置です。質量分析器で分子の重さを量るには、真空にした容器の中で、調べたい物の分子を一つ一つに分かれるようにバラバラ



写真1 田中耕一さん



写真2 質量分析機開発中の田中さん（1984-85年当時）

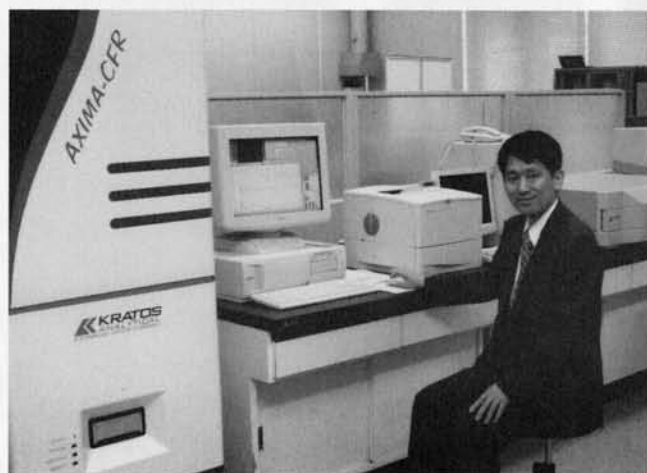


写真3 田中さんが開発した質量分析機

にし、その分子に電気を帯びさせ（イオン化）、電気の引っ張り合う力や反発する力を使って、分子を検出器の方に飛ばします。このため、質量分析器は、バラバラの分子になりやすく、しかも、バラバラにするときに分子が壊れにくい物しか調べることができませんでした。生命に関することを研究するためには、細胞が作り出すタンパク質を調べる必要がありますが、タンパク質はたくさんのアミノ酸がつながりあってできた大きな分子で、これまでは、分子をこわさずにうまくバラバラにしてイオン化することができませんでした。

田中さんの研究は、タンパク質をどのようにしてバラバラの分子にしてイオン化するかというもので、調べたいタンパク質とバラバラの分子になりやすい物質（マトリックス：基材）を溶液に溶かした状態で混ぜ合わせ、これを試料板の上につけて乾燥させることで解決できたそうです。こうすると、マトリックスの中に調べたいタンパク質の分子がバラバラになって混ざった状態になっています。試料とマトリックスの混合物に強いレーザー光（窒素レーザー337nm）を瞬間的に当てると、光が当たった部分のマトリックスがバラバラになって蒸発し、そのマトリックスに取り囲まれていたタンパク質も一緒にバラバラの分子の状態

に飛び出します（図1）。

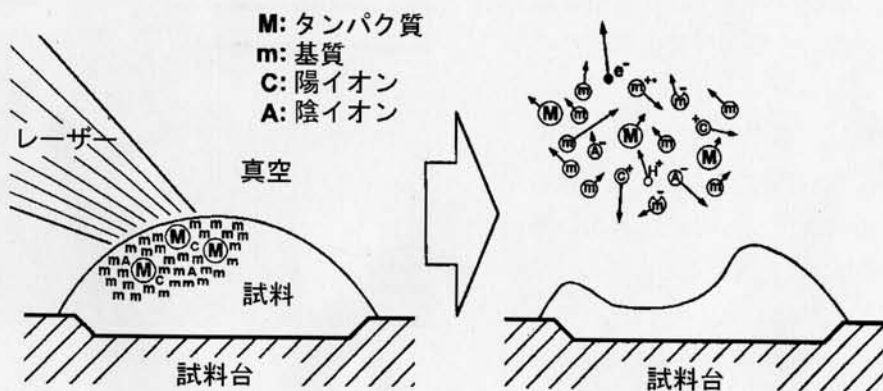
マトリックスが蒸発するときにレーザー光からもらったエネルギーと一緒に飛び出したタンパク質に渡されてタンパク質がイオン化します（+の電荷を持った正イオンで、ほとんどは電荷を一つだけ持った一価のイオン）。イオン化したタンパク質を、電極にかけた一定電圧によって加速し、一定の距離を進むのにかかった時間を計ります。分子が重いと速度は遅く、軽いほど速く進みます。その速さの違いから分子の重さを量ります。この方法は、分析の精度が高く、感度も良いので、試料の量も少なくても良いそうです。

これに対してジョン・B・フェン氏の考案した方法は、タンパク質が溶けた溶液を電気を帯びた霧状にし、小さな液滴から溶媒を蒸発させて電気を帯びたタンパク質の分子にする方法です。

このノーベル賞に続くもの

今回のノーベル化学賞はタンパク質をどのようにして分析するのかという手法の開発に対するもので、この方法を使うことで、今まで調べるのが難しかったタンパク質に関する研究が容易にできるようになったという点がたいへん重要なところですよ。

タンパク質はたくさんのアミノ酸がつながりあって



調べたいタンパク質とマトリックス（基質）を液体にとかしてよく混ぜ、試料台の上につけて乾燥する。タンパク質がマトリックスにとりかこまれた状態になる。

試料に強いレーザー光を当てるとその部分のマトリックスがバラバラの分子になって真空の空間に蒸発し、その中のタンパク質もいっしょに飛び出してバラバラになる。

図1 マトリックスアシストレーザー脱離イオン化法の原理図

できた、たいへん複雑な分子で、これを作る設計図が細胞の中にあるDNAです。DNAのほとんどは、わずか4種類の塩基の組み合わせでできており、人間のDNAの塩基配列の全解読に関する研究は、日本をはじめ、アメリカやヨーロッパの研究者の間でたいへんな競争が繰り広げられましたが、その成果は既にネイチャー、サイエンスの両科学雑誌に掲載されています。

人間のDNAを構成している塩基の配列は基本的にはどの人も同じはずなのですが、人によって、その配列や種類が所々で異なる場合があります、これが原因で遺伝に関係する様々な病気やガンが発生したりします。このような人の場合、細胞の中で作られるタンパク質は正常な人の細胞が作る物とは異なるので、その違いが、タンパク質分子の重さや形に現れてきます。そこで、タンパク質の質量分析パターンを標準のタンパク

質のそれと比較して異なっていれば、細胞がガン化したりなど、何か病気にかかっていることがわかります。病気の治療をすることによってタンパク質が正常なものに変われば、治療の効果があったということもわかります。さらに、同じ薬を使っても良く効く人と効かない人の違いのあることもタンパク質の分析から分かるようになるでしょう。さらに、DNAのこの部分で作られるタンパク質がどんなものなのかを調べる研究も、この質量分析機を使うことで可能になります(写真3)。このような研究はプロテオーム解析と呼ばれ、これから急速に発展する研究領域の一つのようです。

もしかしたら、田中さんの研究によって作られた質量分析器を使った研究から、新たなノーベル賞が生まれるかもしれません。

(本文中の写真及び原理図は(株)島津製作所提供)

小柴昌俊・東京大学名誉教授がノーベル物理学賞を受賞

林 忠 史

今年のノーベル物理学賞に、東京大学名誉教授の小柴昌俊氏が選ばれました。小柴さんは岐阜県神岡町に「カミオカンデ」というニュートリノを観測する装置を作り、超新星爆発の解明などに画期的な成果を出し、「ニュートリノ天文学」という研究分野を創るほど天文学への貢献をしたことで、今回の受賞となったのです。

ニュートリノは原子核反応などで放出される粒子ですが、地球さえも簡単に通り抜けるほど何でも通過してしまう性質があり、それを見つけるのは非常に難しい粒子です。現在カミオカンデを大きくした「スーパーカミオカンデ」が使われています(図1)、これは直径約40m、高さ約40mの水槽を地下1000mの地中に作り、その壁に、「光電子増倍管」という、非常に弱い光を検出する装置約11000個をびっしりと取り付けたものです。ニュートリノが水に当たると高速の荷電粒子ができ、それが「チェレンコフ光」と呼ばれる光を出します。水は透明なので光はタンク内に広がりますから、それを光電子増倍管で検出することで、ニュートリノが来たことを見つけるというものです。ほとんどのニュートリノはタンクの水も通過しますが、ほんのわずかのものが水にぶつかって光を出す、それをとらえるのです。



写真1

1987年2月、地球から16万光年離れた大マゼラン星雲で、「超新星爆発」が起きました。このとき大量のニュートリノがまき散らされ、うち11個を「カミオカンデ」でとらえることができました。それまでニュートリノが超新星爆発で放出されるというのはあくまで想像の話でしたが、それを世界で初めて実際に確認し、超新星爆発の研究を大きく進めました。

また、太陽エネルギーは中心部での原子核反応で作られています、奥深くにあるため見ることはできません。ところがニュートリノは中心部で作られて、そ

のまま外へ出てきます。ニュートリノを観測することで、太陽エネルギーのどきかたについて調べることができます。

1996年、小柴さんのパイオニア的研究を受け継いでスーパーカミオカンデが作られ、これによって1998年、「ニュートリノ震動」とよばれる現象が発見されました。これが見つかれば、ニュートリノが質量を持つことを検証できると考えられていました。実際に発見したことでニュートリノとはどのようなものかや、物質が何からできているかの研究に大きく貢献しました。

このように、ニュートリノの観測を行うことで、他の方法ではどうしても分からなかった現象を解明する

ことに成功し、ニュートリノを観測することのすばらしさを証明しました。今回同時に物理学賞を受賞した他の2人のうち、デービスさんは同じく「ニュートリノ天文学」への貢献から、もう1人のジャコーニさんはX線で宇宙を見る「X線天文学」への貢献から選ばれました。

スーパーカミオカンデは岐阜県神岡町の北部、富山県からわずか数km岐阜県に入ったところにあり、意外と言って良いほど富山からすぐ近くです。神岡町の市街地にある「宙ドーム神岡」という施設に光電子倍增管の展示などがありますので、ぜひ行ってノーベル賞クラスの研究にふれてみて下さい。

写真1 小柴昌俊・東京大学名誉教授
(写真提供：東京大学)

写真2 スーパーカミオカンデの内部
(写真提供：東京大学宇宙線研究所)

図1 スーパーカミオカンデ外観の想像図
(画像提供：東京大学宇宙線研究所)

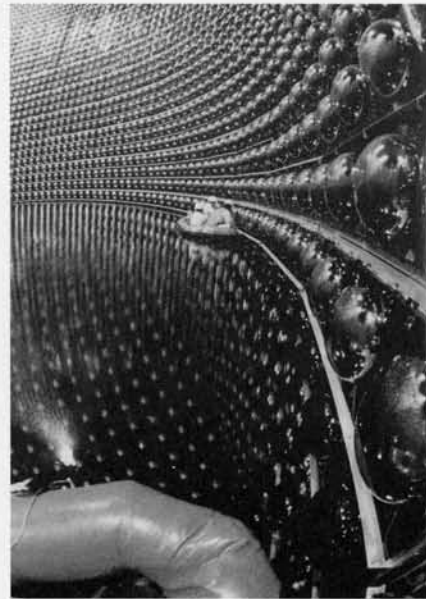
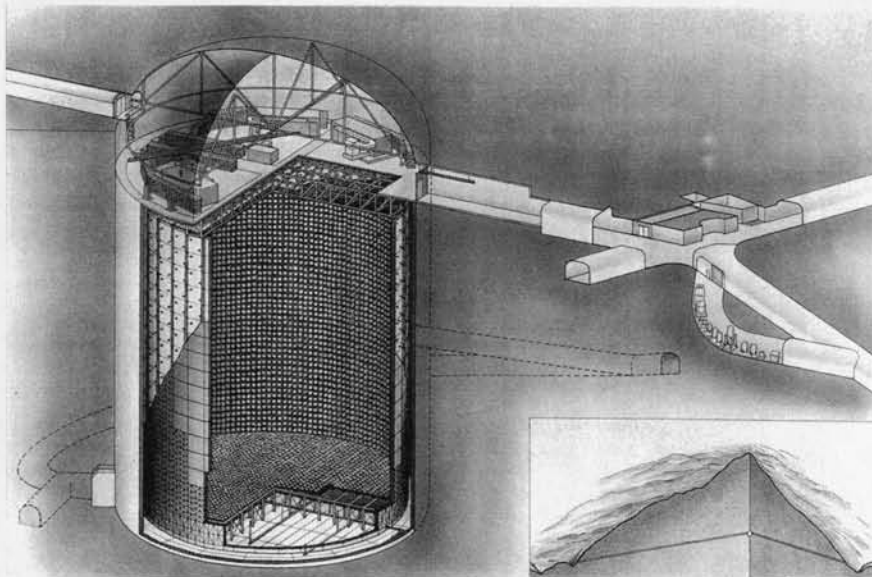


写真2



SUPERKAMIOKANDE INSTITUTE FOR COSMIC RAY RESEARCH UNIVERSITY OF TOKYO

図1

富山にはどんなヘビがいる？

南部久男

ヘビは嫌われ者の代表ですが、秋は田んぼの稲刈りが終わり、田んぼの畦や道路でヘビをよく見かける季節です。遠足やハイキングに出かける機会も多くなり、山道でヘビに出会うことも増えてきます。ヘビに出会った時にはびっくりしますが、特徴を知っておくと、毒のあるヘビなのかどうか分かり事故も防げます。富山県にはどんなヘビがいるのでしょうか？

富山県には8種類のヘビがすんでいる

町の公園や川原の土手にはアオダイショウ（図1，2）やシマヘビ（図3，4）が、山地にはこれらの2種類の他にヤマカガシ（図5，6）がよく見られます。山地には他にマムシ（図7）、ジムグリ（図9，10）、シロマダラ（図11）、タカチホヘビ（図12）がすんでいます。ヒバカリ（図8）は丘陵や平地の水田の周りで時々みられます。これらの8種類のヘビの内、マムシとヤマカガシには毒があります。

よく見るアオダイショウとシマヘビ

アオダイショウ（図1）とシマヘビ（図3）は誰でも出会ったことのある、よく見かけるヘビです。アオダイショウは山地にもいますが、平野部の河川の土手や家の周りでもよく見かけ、家にも住みつきネズミや小鳥を食べて生活しています。全身灰色の大きなヘビで、全長は110～190cmです。

シマヘビは名前のように体の頭から尾にかけ4本の黒い模様のある、全長80～200cmのヘビで、トカゲやカエルなどを食べます。山地や平地で見かけます。シマヘビは、追い詰めたりすると体をS字状にし鎌首をもたげて向かってきくことがある気性の荒いヘビです。

変わった模様をしているためマムシではないかと科学文化センターに持ち込まれることがあるヘビがいます。実は、アオダイショウの子供のことが多いのです（図2）。アオダイショウもシマヘビも子供の時は親と全く違った色と模様をしています。アオダイショウの子供にはハシゴのような模様があり、家の玄関を開けておくと時々進入してきて大騒ぎになることがあります。私の家でも玄関から進入し、物置に入りこみ取り



図1 草原でひなたぼっこをしているアオダイショウ。4月で気温が低く、動きはまだにぶい。



図3 草原のシマヘビ。首を持ち上げている。



図5 ヤマカガシ



図7 水辺にいたマムシ

出すのに苦労したことがあります。

シマヘビの子供(図4)は茶色の体の背に短い横の模様が並び、親にみられるような縦の線はありません。



図2 玄関にあらわれたアオダイショウの子供

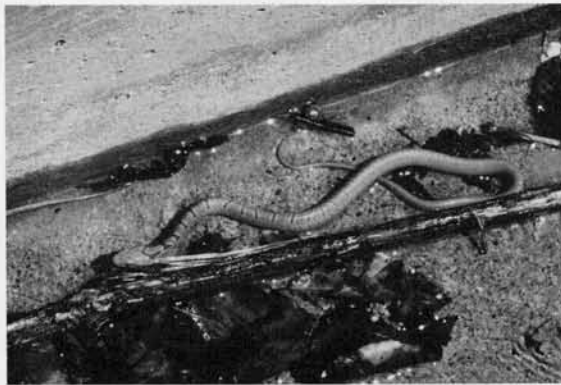


図4 シマヘビの子供



図6 首の黄色が目立つヤマカガシの子供



図8 首の淡い黄色の線が目立つヒバカリ

毒のあるのはマムシとヤマカガシ

マムシ(図7)は日本の代表的な毒蛇^{どくへび}です。全長40~65cmの短く太い体で、丸い模様があります。カエルやネズミを食べる夜行性のヘビです。口の前には注射針のような毒牙^{どくが}があり、かまれると毒が注入されます。目と鼻の間には穴があいていて、穴の奥の膜^{せき}で赤外線^{がいせん}を感知することができ、夜でもネズミ等が出す赤外線を感知して捕まえることができます。

ヤマカガシ(図5)は70~150cmで、黒、黄色、赤の模様があるヘビで、アオダイショウやシマヘビとともに山地でよく見かけます。子供のヤマカガシ(図6)は首の周りの黄色がよく目立ちます。ヤマカガシは毒のないヘビと思われがちですが、奥歯の付け根と首に毒線^{どくせん}があります。深くかまれると奥歯の付け根の毒腺から牙をつたって毒が傷口から入ります。ヤマカガシの毒牙は口の奥にあり、短いため、毒が大量に注入されることはありませんが、かまれてなくなった方もいますので注意が必要です。首の皮膚の下にある毒腺^{えんしょう}も破れて中から毒が飛び散り目に入ると、炎症を起こすことが知られています。

その他のヘビ

ヒバカリ(図8)は40~60cmの小さなおとなしいヘビで、口の後ろから首にかけ淡い黄色の線があるのが特徴です。田んぼの周りなどに見られ、カエルやミミズを食べて生活しています。ジムグリ(図9)は70~100cmの背中が茶色っぽい色で、腹には黒く四角い模様が並んでいるのが特徴です(図10)。山地の森林で生活し、よく穴にもぐります。富山県ではほとんどのヘビは標高が1500mくらいの山地までしか見つかっていませんが、ジムグリは例外で、標高2992mの立山の雄山頂上で見つかったことがあります(図13)。

シロマダラ(図11)は30~70cmの白と黒の模様のある夜行性のヘビで、トカゲや小さなヘビを食べます。山地で時々みつかります。タカチホヘビ(図12)はあまり発見されませんが、全長30~60cmの紫色がかった褐色の光沢のある美しいヘビです。背の中央に1本の黒い線があるのが特徴です。山地の地中でくらし、ミミズを食べています。

ヘビは変温動物ですから日当たりのよい場所でひなたぼっこをして体温調節をしています。出会っても人の足音に驚いて逃げる人が多いのです。いじめたり、近づいて足でふんづけられない限りめったにかまれ

ることはありません。しかし、マムシやヤマカガシには毒がありますので、どんな特徴を持ったヘビなのか覚えておくことが大切です。



図9 全身茶色のジムグリ (福田保氏提供)

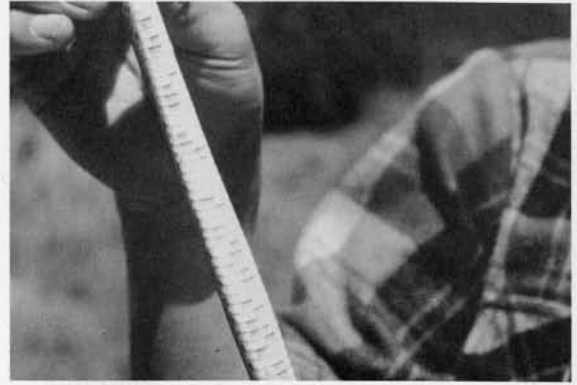


図10 ジムグリの腹 (四角い黒い模様がある)



図11 白と黒の模様のあるシロマダラ。



図12 背中に黒い1本の線があるタカチホヘビ

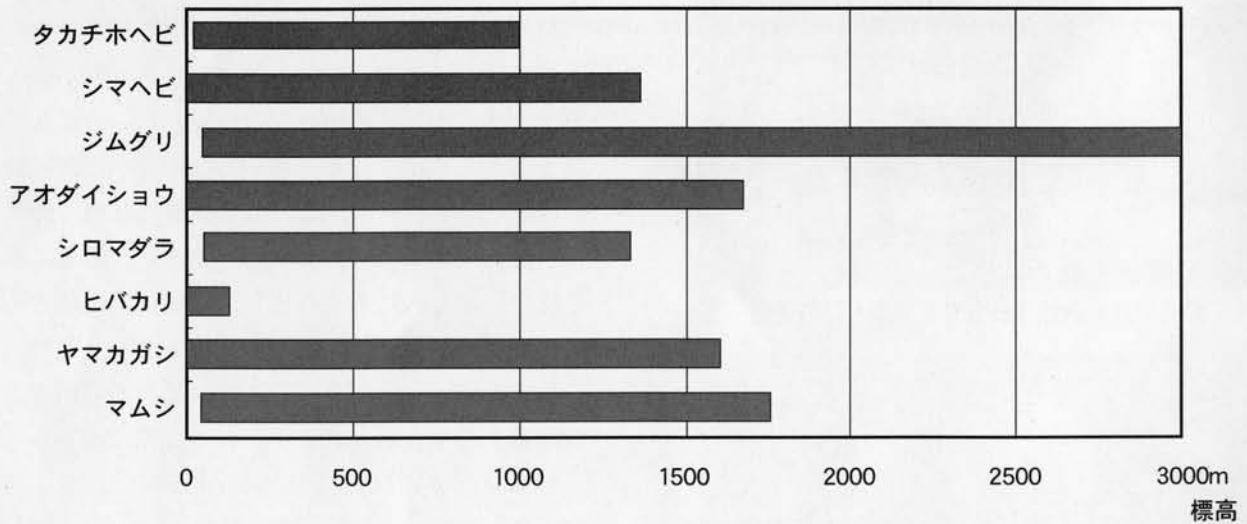


図13 富山県のヘビの垂直分布 (すんでいる標高の範囲)

「とやまと自然」第25巻 第3号 (秋の号) (通巻99号) 平成14年10月20日発行
 発行所 富山市科学文化センター 〒939-8084 富山市西中野町1-8-31
 TEL 076-491-2123 FAX 076-421-5950 <http://www.tsm.toyama.toyama.jp>
 富山市天文台 富山市三熊49番地-4 TEL 434-9098 FAX 434-9228
 発行責任者 布村 昇 印刷所 あけぼの企画社 TEL 424-1755