

# 長倉研究奨励賞受賞

飛躍の土台はいかに作られたか

2002年度の受賞者は2人も先導科学研究科の卒業生である。創立以来、全国に散らばる大学共同利用機関で教育と研究を行ってきた総研大だが、新たに開けつつある分野の研究者を自前の研究室でも育てようと、5年前、葉山に先導科学研究科を設立した。その本領がいよいよ発揮され始めた。

## 進化の過程で機能を失った遺伝子の実態に迫る

東京都臨床医学総合研究所細胞生物学研部門  
(受賞当時は生命体科学専攻3年)

おだまご  
尾田真子



進化と聞くと、何か新しい性質を獲得したものが生き残ってきたというイメージを抱きがちだ。しかし、実際には何かを失っている場合もある。

例えば、ヒトは尿酸を分解する酵素(尿酸酸化酵素)をもっていない。これが通風という病気の一因ともなっているが、ヒトより下等とされる哺乳動物の多くはこの酵素をもっている。ヒトは「なぜ」「どのようにして」この酵素を失ったのだろうか。

尾田さんは、学位論文の研究テーマとしてこの問題を選んだ。しかし、それまでこうした分野の研究の経験はなかった。その上、「先導科学研究科の2期生でしたから、まだ研究の形が決まっておらず、先生方も学生も試行錯誤でした。どんな研究をしたらどんな結果を出せるのかが見えなくて、題材を決めるのには苦労しました」

ようやくテーマが決まると、研究方法も独自のものとなった。指導教官の高畑尚之教授はDNAの

塩基配列などのデータ解析が専門だが、あえて実験にも取り組んだのである。

### 遺伝子のネットワークに注目

よく、「ヒトはサルから進化した」と言われるが、詳しくは図のように分かれてきたと考えられている。これらの動物についてDNAを詳しく調べたところ、尿酸酸化酵素を作る遺伝子は、ヒトやチンパンジーなどの祖先とテナガザルとで別々に変異が起っていた。どちらも酵素のタンパク質を作る暗号が変化してしまい、酵素を作れなくなっていたのである。

この結果自体、「酵素をもたない」という現象をより深く理解できたという点で重要だが、尾田さんはさらに研究を進めた。尿酸を分解する酵素がなくなれば、体内の尿酸量が増えてしまう。その効果を打ち消すような、別の遺伝子の変異も起こったはずだと考えたのだ。

候補は、尿酸を作る働きをするキサンチン酸化還元酵素だった。尿酸が作られにくくなるように、この酵素の働きが落ちているのではないか——予想をもとに、さらにDNAを調べたが、実験は難しかった。尿酸酸化酵素とは違って、酵素タンパク質を作る暗号は変化していなかったからだ。

「先導研の棟続きにある宿泊施設には何度もお世話になりました」というハードワークの末、暗

号の読み取りを調節する部分に、読み取りを抑えるような変異があることを突き止めた。しかも、同様の変異が進化の過程で3回も起こり、そのうち2回は尿酸酸化酵素の変異をはさむように起こったことがわかった。

### 環境にも目を向けたい

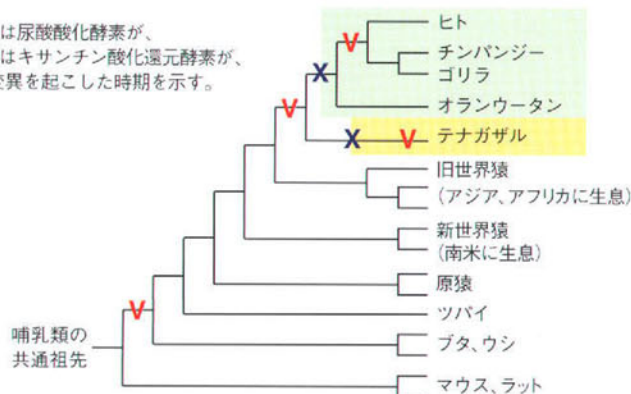
こうして、2つの遺伝子が関連をもちつつ変化してきたことがわかった。では、なぜこんなことが起こったのか。尾田さんにとっていちばん難しかったのは、この問題を探ることだった。膨大な量の医学文献にあたった末、悪者扱いされがちな尿酸が老化やがんを防ぐ抗酸化作用をもつことに着目し、尿酸量を適正に保つために2つの遺伝子が関連して変化したと結論づけた。

尾田さんは、学部卒業後に就職した企業で「たまたま研究部門に配属され」、研究者魂を呼び起こされて総研大に入った。もともと環境と生物の関心に興味をもっていた彼女は、得られた結論にも「この2つの遺伝子の変化と環境との関係を確認するすべがない」点では満足していない。

非常勤流動研究員として4月から所属している現在の研究室では、実験とデータ解析の両面からDNAの複製機構に取り組み、DNAが保たれたり変化したりする仕組みの理解をさらに深めようとしている。

霊長類の進化と2つの酵素の遺伝子の変異

Xは尿酸酸化酵素が、  
Vはキサンチン酸化還元酵素が、  
変異を起こした時期を示す。





長倉三郎初代学長からの奨学寄付金をもとに、優秀な学生の研究を奨励し、先導的な学問分野を開拓するために1995年に設置された。2003年3月までに18名が受賞。

## 物理学と情報科学の接点で息づく若い感性

科学技術振興事業団 (JST) CREST 研究員  
(受賞当時は光科学専攻3年)

やまもと たかし  
山本 俊



山本さんの受賞研究は、「線形光学素子を用いたエンタングルメント操作」である。この題名を見て、「意味不明のことを延々と話す人だったらどうしよう」と、インタビュー前は不安だった。しかし、実際の山本さんはひょうひょうとした青年で、「いろいろな人に説明したから、難しいのはよくわかっています」とやさしく解説してくれた。

原子のような微視的レベルの世界で物理現象を支配しているのは量子力学だ。その大きな特徴の1つは、対象とする系の物理量が測定するまで決まらないということである。例えば、原子核のスピン

はいくつかの値を取りうるが、測定するまでは、どの値の状態も重なり合っている。測定したとたんに、そのうちの1つに決まるのである。

このような量子状態を利用して演算や通信を行おうというのが、量子情報科学という分野である。「0か1」という従来のビットの代わりに、原子核のスピンや光子の偏光といった量子状態を用いる。このアイデア自体は1980年代からあったが、実証されたのは1990年代に入ってからである。将来は、超高速計算機や絶対に安全な暗号通信が実現する可能性もある。

### まったく新しい通信法

量子状態を利用するときに大きな役割を果たすのが「量子エンタングルメント (連結)」だ。2つの量子状態が、どんなに離れていても一定の関係を保つことをいう。「例えば、2個のサイコロが連結しているとしましよう。東京にいる人と熊本にいる人が、そのサイコロを1個ずつもち、東京の人がサイコロを振ると、いつもそれと同じ目が熊本でも出る。そういうイメージですね」

2つの量子状態が連結していると、それを利用してこの2つとは別の量子状態を相手に伝えられる。連結したサイコロと別のサイコロを東京で振ったとき、その目ではなく、「連結したサイコロとの目の和」を熊本に送る。その和から連結したサイコロの目を引けば、熊本側でも「別のサイコロ」の目がわかる。量子状態は、普通の通信回線で送ると壊れてしまうが、「量子状態と連結の相互作用の結果」を伝えるだけなら大丈夫である。

### 葉山から世界へ

では、通信に先立って東京と熊本とで連結した量子状態をもつにはどうしたらよいか。例えば、特殊な結晶を使って高エネルギーの光子1個から低エネルギーの光子2個を作ると、2個が連結することがある。これを光ファイバーで2カ所に送ればよい。しかし、送ると連結が弱くなってしまふ。

「連結が弱くなるということは、データの誤りになるし、盗聴された可能性も示しています。だから、弱くなった連結を強くするための方法を考え、装置を作って実証しました」

弱く連結した光子対を2つ作り、山本さんが考えた回路に通したところ、強く連結した光子対が1つできた。数は減るが連結が強くなるので、このような操作を「抽出」と呼ぶ。通信に限らず、量子情報科学を実用化するときには必須の技術だ。これを世界で初めて実現した山本さんの研究は“Nature”に掲載された。

井元信之教授と小芦雅斗助教授の指導があったとは言え、山本さんが「ゼロから作り上げた」装置は、抽出実験以外にもさまざまな研究に使えるスケレモノだ。萌芽期に量子情報科学の分野に飛び込んだ山本さんは、この装置で光子を使った研究を極めるべく奮闘中である。その上で、原子のような別の量子状態にも挑戦したいという。

(取材構成: 青山聖子)

