

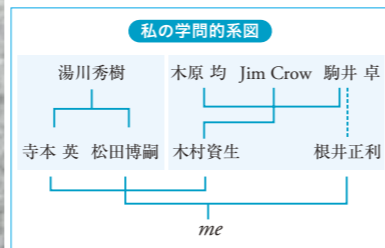
進化を知ることにはなぜ大切なのか

高畑尚之
総合研究大学院大学長

高畑尚之学長は、理論集団遺伝学者として世界をリードする存在である。核外遺伝子の集団遺伝学、遺伝子系図学、ヒトや類人猿の祖先集団の研究、遺伝子退化の研究など、数々の研究業績をあげてきた。学生時代からの歩みは、偶然と幸運に身を任せながらその場その場で対応し、大局を誤らなかつたように見えて興味深い。進化を学ぶことが時空を超えた思考の助けとしていかに大切かを説き、生命を軸とした新たな自然哲学を模索する。



高畑尚之（たかはた なおゆき）
1946年名古屋生まれ。1970年京都大学理学部化学科卒業。修士課程を経て、九州大学博士課程修了。国立遺伝学研究所研究員、助教授。1992年総研大教授に。2008年から現職



アカデミックヒストリーのはじまり

「私は、集団遺伝学といって、集団のなかでの遺伝子構成の変動を数理的に表現し分析する学問をやってきました。もともと生物学をやろうと思ったわけではなかったのです。学生時代を過ごした京都大学では、ボート部の仲間に誘われて化学科に進みました。子供の頃は機械いじりよりは生き物好きでしたが、高校の先生が、“20世紀に残された問題が2つある。1つは宇宙。もう1つは生命の原理を解き明かすことだ”と言われた、その言葉に大きな影響を受けたのだと思います。

ところが、化学科に進んで早々の1969年暮に大学紛争が始まり、大学に行っても講義もなく、実験もできない。教養部時代の同級生と自主的に量子力学を勉強したりしていました。71年から、生物物理学教室の寺本英教授の研究室に出入りするようになりました。寺本先生は湯川秀樹のお弟子さんで物理学出身ですが、理論生態学や化学反応論をやっている、研究室は行き場のないノンポリ学生の溜まり場ようになっていました。“ここは避難所だ”と先生も言われたものです。当時の生物物理学教室は発足したばかりで、新しいことをやろうという機運に満ち、物理、植物、動物などから“避難民”がたくさん集まっていました。京大の自由な学風がいよいよ自由になり、学内いざこへ行くもよしという風潮でした。寺本研には3年机を置かせてもらいました。大学院の後期課程に進む段になって、勧められて九大に行くことになったのです」

数学の問題として集団遺伝学に会う

「行ったのはできたばかりの生物学教

室の講座です。担当の松田博嗣先生は幸いなことに物理学の出身で、生物学をご存じなかった。“お前たちと一緒に勉強する”と言われ、確率論を駆使する集団遺伝学なら自分にも貢献できると思ったそうです。そこではじめて集団遺伝学に出会いました。生物学的な意味は知らないまま数学という道具を使って楽しくやりました。それはかえってよかったと思います。松田先生は優れた方で、郷通子（お茶大）、宮田隆（前・京大）、石井一成（前・名大）などの先輩諸氏もおられ、多くの研究者が育ちました。先生は学生だった私のことも“さん”づけで呼び、一人前の研究者扱いして下さった。毎朝、研究室に出ると先生が待っていて、少なくとも1時間、長いと午前中一杯、一対一で研究の話の間かされたものです。実験？ まったくしません。紙と鉛筆とおしゃべりです。数学としては明快な議論ができました。よい人間関係に恵まれ、本はたくさんあるし、研究室は広い。あれに勝る環境はなかったと思います。国際誌にはじめて論文を載せてもらったのは2年生の時です。1975年、“PNAS”（米国科学アカデミー報）に載りました」

1977年、博士号を取得。ちょうど国立遺伝学研究所研究員のポストが空いた。木村資生博士のところだった。1968年に提唱した中立説*をひき上げた博士は、若手の理論研究者を探していた。推薦されて国立遺伝学研究所勤務が始まる。

中立説を旗印に独り戦う姿から学ぶ

「遺伝研に行って遺伝学というものがいかに広いかを知って驚きました。集団遺伝学をやっている人も生物学を知りませ

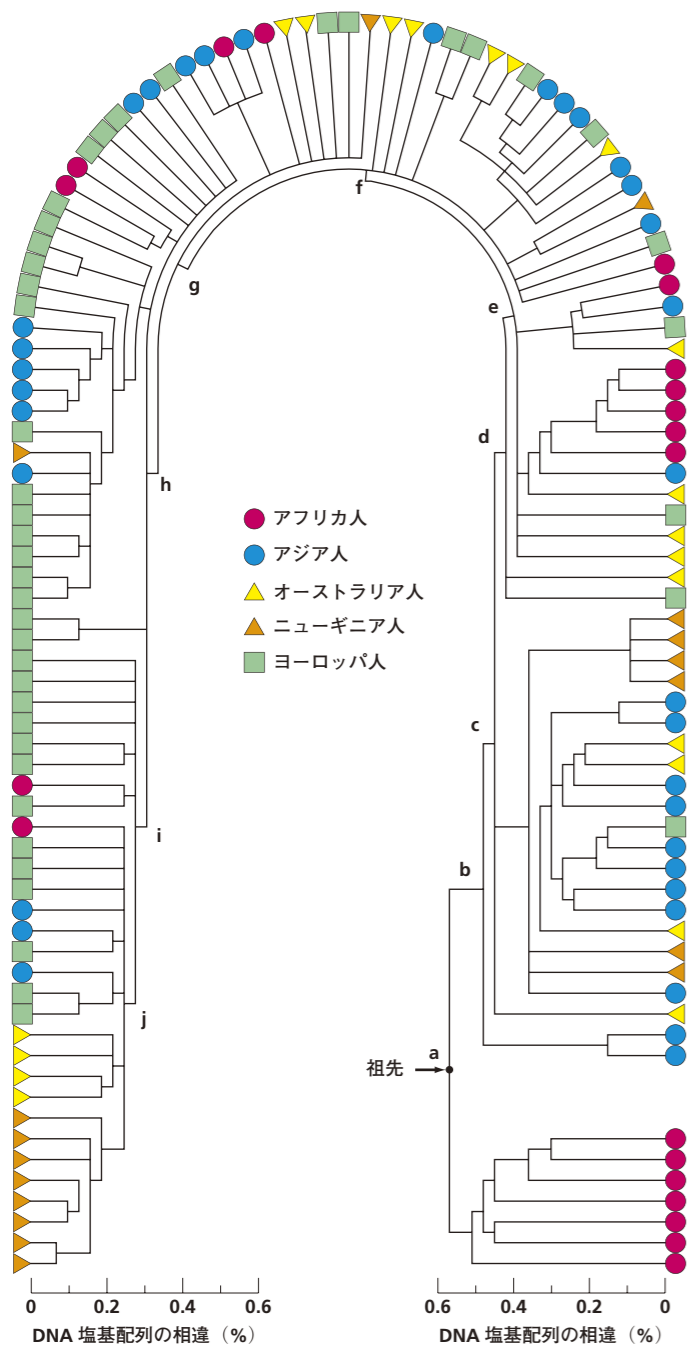
んでしたから。木村先生は具体的には何も教えてくれませんでした。85年ぐらいつまで中立説に対する攻撃が強かったなかで、ただ独り世界に立ち向かっていました。中立説を旗印に、自分の信じたことを敢然と主張し戦うその姿が最高の教えでした。背中にまで戦う雰囲気は漂っていました。そのなかで、世界のトップレベルはどこなのか、科学の世界で新しいことを主張するときには相当の勇気と力をもってやらないといけないということ学んだわけです。木村先生は自分の主張をガンとして曲げない、実に個性的な人でした。

中立説がなぜそんなに攻撃されたかですか？ それはネオ・ダーウィニズムの立場からすると、生物の運命が偶然で決まるなんて受け入れがたいという感情的反発です。進化とは何らかの意味で進歩することだと進化論を勉強した人はみな思っていました。自然選択説のもとで人間、生命、倫理などを理解してきた人たちにとっては、偶然では進化の意味がなくなる、ということです。反・中立説の代表選手だったドブジャンスキーは、英国BBC放送のインタビュー（1973）で中立説をどう思うかと問われて“キムラは悪魔だ”と答えたものです。40億年にわたる進化の意味を全く否定するけしからん奴だ、と。これが伝統的な進化論を学んできた人の典型的な反応でした。

* 中立説
国立遺伝学研究所の名誉教授、故木村資生博士が1968年に提唱した分子進化に関する学説。進化の機構には、多様性を創り出す突然変異のような分子機構とそれを集団からふるいにかける自然選択や遺伝的浮動のような集団機構がある。中立説はダーウィンの正の自然選択を否定し、分子進化では遺伝的浮動による偶然性が支配的であるとされる。

「私の原点は、九大時代に先輩から教えられた木原均博士の言葉です。“地球の歴史は地層に、生物の歴史は染色体に刻まれている”と。以降、この言葉が心の支えになりました。生物の歴史を復元することはやりがいのある仕事です。この言葉の英訳と木原先生のサインが刻まれたプレートは、実は今、私の手許にあるのです。遺伝研に木原先生のレリーフがあり、そこにこのプレートが埋め込まれていたのですが、レリーフの出来がよくないと、木村先生が外してしまったのです。私が総研大に移るときに、“私が持っても仕方がないから、君が持っている”と言われて、それ以来、大切に保管しています」





ヒトのミトコンドリアDNA配列に基づくはじめの馬蹄形系図。最も近い共通祖先は約20万年前と推定。Cann, Stoneking and Wilson (Nature, 1987)

中立説が認められるようになったのは80年代以降です。DNAの塩基配列データが大量に出るようになって、中立説が予想していることがほとんど全部当たっていることがわかってきたのです。中立説にとって決定的に有利だったのは、機能を失った痕跡的な遺伝子である偽遺伝子の進化速度が速いことです。自然選択

説からいうなら、機能的に重要な遺伝子ほど進化速度が速いはずですが、そうではなかったのです。そのほか、DNAレベルでの分子進化のデータや、ひとつの集団中の遺伝的多様性のデータもすべて中立説でよく説明できました。こうした事実が蓄積することで、次第に分子進化の中立説が常識化していったのです。

生物進化はたった1回だけの現象であって、再現は不可能です。しかし、再現性がないから科学でないというのはおかしい議論です。天文学も地質学もそうで、実験的再現性のない科学はいくらでもあります。中立説のように仮説として反証可能であること、つまり予測して事実がそれと違っていたら仮説を修正できること、それが大切なのです。論理的な再現性や反証可能性こそ肝腎です。DNAデータが大量に得られるようになったことで、進化学がひとつのディシプリンとして確立してきたと私は思います」

核外遺伝子の集団遺伝学を始める

「遺伝研ではしばらく中立説的な研究をしていましたが、理論的な部分はほぼ終わっていて、5年もすると、あとは落ち穂拾いだと思うようになりました。新しいことをしないといけないと考えました。母性遺伝するミトコンドリアの集団遺伝学にはまだ誰も手をつけていないので、中立説から少し離れて、核外遺伝子の集団遺伝学をやることにしたのです。ミトコンドリアには多数のコピーがあり、卵子から次世代に伝わるゲノムは100とも1000とも言われます。リン・マルグリスが70年代はじめから言い続けていたミトコンドリアの細胞内共生説は、すでに確立されていました。85年まで5年ほどミトコンドリアの仕事をしたのです。

振り返ってみると、私は5～10年ごとにテーマを変えてきました。85～90年に取り組んだのは遺伝子系統学、つまり遺伝子の親子関係です。これも確率論で記述できるのです。中立説を記述する拡散方程式と違って新しいことは出ないのではないかと思ったのですが、おもしろいのは系図の形で描けることです。拡散方程式よりずっとわかりやすいし、詳しい情報が入っているので、これによって集団遺伝学そのものがずいぶん進んだと思います。例えば、日本人のヘモグロビンのある遺伝子座の共通の祖先はという問いに、系図をたどっていけば20万年というような答えを出すことができるわけです」

ホモ・サピエンスの起源を求めて

「90年から取り組んだのはヒトです。系図学をやっているとヒトについてのデータが最も多いこと、現代人の起源について論争が活発だったことがきっかけです。当時、2つの説がありました。直立原人が200万年前にアフリカ大陸から出て、独立に進化してホモ・サピエンスに至るとするカンデブラ（燭台）説は仮説として少々無理があったため、その修正版として、分かれた系統間である程度の移住があったとする説と、現代人の起源は20万年ほど前で、すでにアフリカから出て先住民だった直立原人と遺伝的に交配することなく広がったとするアフリカ単一起源説です。われわれの祖先が2回アフリカ大陸を出たという説は正しいと考えられているのですが、前に出た人類が現代人の起源に寄与しているかどうかは議論の的だったのです。

私はDNAデータと中立説に基づいた集団遺伝学の方法を組み合わせ、現代人の起源を調べてみたいと思いました。現代人は急激に世界に拡散した新しい種であることは確かです。そこに先住民である直立原人の寄与があったかなかったか、それはどちらとも言い切れないのです。今日も決着しておらず、われわれの遺伝子のなかに絶滅した直立原人の遺伝子が残っているのではないかと、今も調べている研究者がいます」

ドイツ人共同研究者と著書を出版

「しばらくすると中立説に少々疲れた感じがして、中立でないものを始めることにしました。それが主要組織適合(MHC)抗原の研究です。外界から侵入する異物を認識する分子は細胞表面にあり、侵入があると外界由来のたんぱく質を認識して2つの応答をします。1つは免疫グロブリンを出して抗原抗体反応によって抗原を中和すること。もう1つはキラー細胞を活性化して感染細胞を殺すことです。この免疫系を形づくる遺伝子群は中立ではないのです。この研究はドイツのマックス・プランク研究所のヤン・

クライン博士と共同で10年以上行いました。2002年に2人で“Where do we come from? —The Molecular Evidence for Human Descent” (Springer) という本をまとめました。表紙は私の好きなゴーガンの絵“われわれはどこから来たか、われわれは何か、われわれはどこへ行くか”です。この本は専門書というにはあまりに内容の幅が広く、結果としてあまり売れませんでした。

ヨーロッパの研究者と仕事をすると、彼らの教養の幅の広さに感心します。国際学会などで日本人はなかなかリーダーになれません。なぜなのか。言葉ができないからではないのです。リラックスした場で各国の人たちとワイワイやるときに、会話のテーマは政治、経済、芸術、哲学と広く、どんどん飛びます。日本人は専門分野の話はできても、そうでないテーマになると対応できない。それだけの幅の広さをもった人がいないのです。先導的な存在になるには、専門の道具立てとともにもっと広い興味をもたないといけないと思います」

1992年、15年間を過ごした遺伝研から総合研究大学院大学に教授として移った。創成期の大学院で研究と学生の教育に取り組み、2001年に副学長に、2008年春、第4代学長になる。

総研大の底力を教育に向けよう

「総研大の底力には途方もないものがあると思います。ここで行われている研究はまことに深くまた広い。しかし、教育の場ではどうでしょう。残念ながら、研究の後継者育成は当初考えていたほど進んでいません。力を出し惜しみしているのではないのでしょうか。そもそも総研大とは、国立の研究機関、大学共同利用機関が自前で後継者を育てたいと願ってスタートした大学院だったはずです。

創立前に設置を審議する国会で、ある野党議員が質問した記録があります。研究機関に大学院を設置するのはリスクがある。果たして教育を本気でするかどうか疑問であると。さらに、先生は一流、1つの大学ではとうてい持てない施設や

装置をもつ。そんな大学院は独り勝ちにならないか、という質問でした。前者は残念ながら当たっています。後者は当たりませんでした。総研大は教育という点から言うと未だに“眠れる獅子”です」

すべての生命が共存できる科学を

「大学として、人類が存続するための課題に対してメッセージを発信したいと考えています。“生きとし生けるものが共存できる科学”(福井謙一)が理想です。中立説は生命観にかかわる大きな問題を提起しました。進化を合目的性から解放し、生命はいかに偶然に依存して歴史を刻んできたかを示したわけです。40億年も生き延びたことは富くじを100回引いて100回とも当たったほどの奇跡的なことです。あらゆる生物は幸運の連続でここまで来たのだと思います。それだからこそ、どんな生命もかけがえのないものなのです。特に、人間の幸運は驚異的です。しかし、絶滅の危機はいつでも存在し、最大の危機を作り出しているのはまさしく人間にほかならないのです。地球環境も長い歴史の産物で、消滅したら二度と復元できません。人間は自分の首を絞めるようなことをしているんですね。

ヒトは互いに0.1%にもならない遺伝的な違いしかなく、皮膚の色、毛髪の色などが異なっても、ほかの生物に比べたら同種性が高いのです。しかも、そのほとんどは中立的なものです。このことは人間どうしや国と国の関係が問題になるときに、心に留めておくべきことだと思います。進化の研究は人間誰しもが時空的なつながりをもった存在であることを教えてくれます。ダーウィンは、心臓発作で倒れて少し意識が戻ったときに“死ぬことは、ちっともこわくない”とつぶやいたそうです。進化学者なら誰でもこうした死生観をもつようになるに違いないと思うのですよ」。

(2008年6月9日、葉山で収録)

(聞き手 古郡悦子)