

井深対談

深く広い自然の不思議

謙虚で、そして独特のユーモアがにじみ出るお人柄が爽やかな村上先生は、遺伝子の研究では世界をリードする方です。

「単細胞から植物、ヒトまで、生命あるものすべての遺伝子に組み込まれている暗号は、単純か複雑かの違いはあっても、基本的には同じ...」。

お話を聞いているうちに、「生きとし生けるもの」という日本語のもつぬくもりを思い出しました



村上和雄(むらかみ・かずお)

1935年奈良県天理市生まれ。筑波大学応用生物化学系教授・遺伝子実験センター長。京都大学卒業後アメリカ留学。オレゴン医科大、京都大、バンダービルト大での研究を経て、1977年から筑波大学に迎えらる。1983年、高血圧の黒幕といわれる昇圧酵素「レニン」の遺伝子暗号全解読に世界で初めて成功。

著書に『生命の暗号』『生命の暗号』『人生の暗号』(サンマーク出版)

『生命のバカ力』(講談社+ 新書)がある。

この驚くべき統一性

井深 遺伝子の問題のやさしい解説をしていただくといいんだな、数の問題も含めてね。

村上 今、話題になっている遺伝子工学、バイオテクノロジーというのは、人のホルモンとか酵素とか、そういうものをカビが作るんですけども、十年ぐらい前までは手品みたいだと思っていました。ところが今、私どもでできるようになった、そういうことです。

基本的なことは、ここ三十年ぐらいの学問の進歩で分かってきまして、すべての生物がカビ、植物、動物、人間も含めて、基本的には全く同じ遺伝子暗号を使って、情報をずっと子孫に伝えたということが分かったからです。

井深 組み合わせは全く違うわけですか。

村上 組み合わせというのは？

井深 暗号の順序とか…。

村上 カビと人間ですか。

井深 はい。A T C G (生物のすべての遺伝子情報を伝える「分子の文字」)の組み合わせは違うわけでしょうね。

村上 それは違います。全く同じだったら同じものしかできません。だから組み合わせだけの問題なんです。カビはやっぱり情報量としては少ないんです。人間は情報量が多い。

井深 一つの遺伝子で？

村上 はい。一つの細胞には人間の場合、すべて同じ情報が入っているわけです、どこの細胞であろうと。だから、人間の遺伝子というのは、例えば両親からもらったもの、それは一つのセットです。大腸菌も一つのセットです。大腸菌はうんと遺伝子の数が少ないんです。

井深 そうすると、例えば人間、私とあなたとだったら、その組み合わせが相当違うんですか。

村上 いや、違います。基本的にはほとんど同じです。違うところがごくわずかしかない。

井深 それは面白いな。共通項をとったら割に少なくなるわけですね。

村上 正確にはよく分からないんですけどね。しかし、共通項がほとんどで、違うところがごくわずかあるというふうに私どもは考えております。

例をあげますと、私のヘモグロビン - 血を運びます蛋白と井深さんの蛋白は全く同じです。ただ、遺伝病とか、白人と黒人みたいに皮膚を決定するような蛋白は違うわけです。

二十一世紀までに人間一人分の、三十億のA T C G全部を読もうという研究が、日本

とアメリカの共同プロジェクトで始まって、一人分で一千億円かかると言われています。

井深 一千億円かかるんですか。

村上 はい。しかし、そういう情報を常に私どもは親からもらって、しかもその情報の解読法がすべての生物は基本的に同じなんです。ただ、情報の量が生物によって違う。地球ができてから約三十億年ぐらいといわれていまして、その間に一億種類ぐらいの生物が出ては消え、出ては消えしている。現在、二パーセントしか残っていない。二パーセントというのは、それでも二百万あるわけですけども、それが基本的にはすべて同じ情報の伝達法で親から子に伝えたと、そういうことが分かってきたわけです。これはやっぱり、生物界の非常に驚くべき統一性であると。

カビと植物と人間というのは、全く違うような格好をしておりますし違うものなんですけれども、基本的な情報伝達方法は同じなんです。

これは、生物としての共通言語があるようなものです。これから類推できることは、命のもととは一つなんじゃないかということなんです。

要するに共通のインフォメーションで、ずっと情報を伝えてきたんですから。

そういうことが原理的に分かったことの応用として、暗号が同じなんだから、人間の遺伝子の情報もカビが読めるのではないかと思出した学者がいるわけです。もっと具体的には、人間の遺伝暗号を読みたいという意味、そういう思いが前からあったわけです。カビの一種である大腸菌は単純な生き物で、細胞一個で生きているんです。普通、細胞は核というのがあるんですけど、これは核もないんです。

したがって、生物学者、特に分子生物学者という分子レベルで生物を理解しようとした学者が、大腸菌を集中的に研究したんです。そして、大腸菌の遺伝暗号はかなり読めだしたんです。しかし、人間の遺伝暗号はとつても読めないと。ところが、基本的に同じなんだから何とかして人間の遺伝子の遺伝暗号を読みたい。そのためには、必要な遺伝情報をカビに移してやったらどうかと。しかしやっぱりそれだけではカビは読まない。読む前に、人間の遺伝子のコピーをつくる情報を、大腸菌から借りてくるわけです。そして人間の、あるホルモン、例えばインシュリンならインシュリン、インターフェロンならインターフェロンという人間のホルモンをつくる情報の先に、カビのコピーをつくる情報を組み入れた、そういう組みかえ遺伝子 - 合いの子遺伝子 - ができた。それを大腸菌に入れてやると、大腸菌はコピーをつくってくれて、それと一緒に人間の遺伝子のコピーもできて、そのコピーから情報を読んできた。読むというのは、A B Cの順番を決めていくのと同じようなことです。

しかし、そういうことが可能になったのは、さっき言ったような基本的な情報、遺伝子暗号が同じであるからです。それをコピーする大腸菌の能力は本当にものすごいものです。したがって、どんな小さい情報でも、そのものさ是的確につかんでくることができれば、あとはもうコピーを大量に作ることができます。

勝つか負けるか ...



井深 その場合、一つの代表としてレニンを取り出せたのはたまたまですか。

村上 いえいえ、もうそれはちゃんとねらって取り出しました。

大体、人間の遺伝子は五万から十万ぐらい種類があるとされています。その中から一つを選んでこなければいけないわけです。十万個の中から自分の最も望む原子を釣れるんです、魚みたいに。アイソトープでラベルしておいて、釣り出す。そういう技術が開発されています。

井深 だけど、先生が始められたときは存在しなかったわけでしょう、ほとんど。

村上 しかし、牛の脳下垂体からごくごくわずか取れましたね、三万五千頭の脳下垂体から〇・五ミリグラムと。それを使って、ウサギに注射してやると抗体ができますから、実際にカビがつくってくれたものが本物かどうかという検定は抗体を使ってできるわけです。

井深 そうですか。そうすると、大腸菌にコピーをされる前にそういうことはやっておられたわけなんですね。

村上 少しですね。しかし、これではどうしようもないなと思っていたわけです。

井深 量的にね。

村上 〇・五ミリグラムぐらいでは...。だから、そのときに僕たちが運がよかったのは、ちょうど新しい技術が開発されたわけです。

井深 その話が面白いね。

村上 大腸菌に頼む... (笑い)。

井深 でも行き詰まっちゃったわけですよ。せっかく三万五千頭の牛の脳下垂体をもたらってきて、それをむいたのに...

村上 行き詰まったところに新しい技術が出てきたというのは僕たちが非常に運の強いところなんです。

井深 その話をしてください。

村上 ところが私どもはこれについては何の経験もなかったのです。頭のいい学生は反対しました。先生、こんな技術に入って競争に勝てるんですかと。先端技術が日進月歩で、古い先生なんかは使いものにならない。

しかも僕たちの仕事は、特許と同じで、先に発表されると二束三文なんです。だからといって牛を三百五十万頭処理するかといったら、それはもう到底できない(笑い)。

そうしたら、もう負けても勝っても新しい技術を取り入れて、ここでたとえ負けても次のためのベースになるからやろうということで。

だから、本当に素人集団から始めたんです。ただ遺伝子組みかえは、五、六年前は、世界じゅうが素人ですね。それで始めたわけです。

井深 そのときに目的が非常に強かったでしょうね。

村上 それもあります。人間の遺伝子の暗号を解読して、できればそういうものをカビにつくらせてと。僕たちはもう人の臓器から取り出すことが、いかに大変かというのには身にしみて感じているんです。

井深 人のを東北大学から提供してもらったと先生のご本に出ていましたね。

村上 はい、それは手術で人の腎臓が手に入ったんです。でも人の材料を集めるというのは至難の業です。

しかし、世界がやっぱり同じようなことを考えるわけです。まず人は対象にできないから動物で練習をする。動物の遺伝子を釣り出してきて、さあいざ読もうと思ったときにパスツール研究所に、先に発表されました。

これはもう完全に負けで、先生はえらい大きなことを言うけど、やっぱり世界の強豪とは太刀打ちできんと。しかし、人が本命だから、やっぱり人の遺伝子への方へいこうということでやったんですけど、どうも形勢が悪いんです。

私どもの筑波大学の實力から言えば、ハーバードとかパスツールを横綱とすれば、せいぜい前頭。要するに取り組みに何とか当ててもらえる程度、しかし、十五番やったら十四番負けるぐらいの實力です。ハイデルベルク大学も創立以来六百周年ですね。哲学とか宗教だとしたら、それはもう六百年の伝統があるからどうしようもない - 向こうもまさか負けるとは思っていないわけです。最先端技術のありがたいのは、十年前まではみんな知らないんだから何とかしようと。それで、そのハイデルベルクで出会った京大の中西重忠先生と最後は一緒になって、京都と筑波と分かれて仕事をした。

僕たちは、千五百文字読んだんです。それでもハーバードに勝ったとか言っているんですけど、三十億という文字が、すでにもう情報として人間にはインプットされているわけです。これはやっぱりすごい。

井深 千五百というのは、レニンに関しては全部読んじやったわけですか。

村上 はい。

井深 三十億というのはほかのことですね、人間すべて。

村上 はい。今、世界でまずだれの遺伝子を読むかというのが問題になってきました、僕は井深さんのところに頼みにいくかもしれない。井深さんの遺伝子を読ませてもらえませんか（笑い）。

とけない生命の謎

井深 人に関するの、ほかに似たようなことはどこかでやっているんですか。

村上 ぼちぼち今、始まっているんです。

井深 でも、そのきっかけは先生がつけられたと言ってもいいですか。

村上 いや、もうほぼ同時です。人の遺伝子を読むというのは、世界で、うちはトップではないけれども非常に早い段階ですね。

井深 そこがちょっと重要のような気がするんです。

村上 人の遺伝子を読んで、三十億という情報をインプットした大自然のすごさ、本当にこれはすごいと思いたしたんです。しかも、情報ですから - 普通、情報というのは、何か意図とか思いとかがなければ集まらないですね。だけど、これは自然に書かれたんです。

そうすると、自然とは何か、ということです。普通にいう岩や石のような自然だけではなくて、ものすごいエネルギーと長い時間、その自然の思いみたいなもの、生命を生み出したもの、というのがあって、そういうものを総称して「神様」とか「仏様」とか、一言で表現されているんじゃないかというのが私の感じなんです。しかも私たちの体は遺伝子の情報を毎日毎日読んで生きているわけです。

生きているものの自然と、死んでいるものとは私は違うと思うんです。ものが生きているのは本当にすごい力で生きているわけで、そういうことから、自然に感謝するという気持ちが起こってくる。

井深 先生の本を読んでいて面白いと思ったのは、あらかじめ死んだ後の営みのプログラムが、ちゃんと遺伝子の中に入っているという表現なんです。それまでは、生きるためのことをやっていたんだけれども、死んだ途端に今度はどうやって腐らせて土に返すかというプログラムがバーっと進むという - 。

村上 僕らはそれを科学的に証明したいと思って今やっているんです。

死んだ後のことまでだれが考えるかですね。それはやっぱりすごいプログラムなんです。

井深 すごいよね。本当に、自然というものに対して頭を下げないやつはよっぽどどうかしていると思うんだけれども...

村上 さっき言ったように、遺伝子暗号は自然に - 僕たちが自然にというのは、何の思いもなく集まることが自然ですね。そうすると、蛋白質一個つくられる確率というのは目茶苦茶低いんです。一番小さなものでも百ぐらいのアミノ酸が並んでいるのです。それでアミノ酸が二十種類ありますから二十の百乗という形でやっていく。二十



の百乗という数字を計算するとすごい数なんです。それ分の一というものを遺伝子は選んでいるわけです。そういう情報が本当にインプットされているということは大変なことで、人間どころか、カビ、最も僕たちがよく使っている大腸菌というものの一つすらハイテクでつくれないんです。この大腸菌のおかげで何人ノーベル賞をもらったか分からない。神棚に奉らないかんぐらい世話になりながら、大腸菌は今のハイテクでつくれない。なぜつくれないかと言うと、大腸菌がなぜ生きているかということがわからない、科学的に。

井深 だから、十の四万乗を繰り返さなきゃ（笑い）

村上 生きているということが、いかにすごいことか - 死ぬと途端に秩序が乱れてアトランダムな方向にいく、腐っていくわけです。もうでたらめな方向にいつている。ところが生きているということは、秩序のあるほうへあるほうへといっているわけです。何でそんなことができるんだということが、ライフサイエンスとかバイオテクノロジーとか、難しいことを言っている先生にも全然、説明ができない。本当はまだ、生命にさわってもいなくて、ライフの材料のサイエンスです。（笑い）

井深 それはいい言葉だな。

村上 材料としてのサイエンス - 。材料と、それがオーガナイズされてちゃんと生きているということとは、情報量においては格段の差がある。だから遺伝子に書き込んであるのは材料の情報なんです。ところが材料の情報から、細胞ができ、臓器ができ、個体ができるところの情報については、まだその原理すら分からないです。

井深 人間であれ何であれ、細胞から成り立っているんだと。だからその細胞さえちゃんと見きわめていけば人間全体というものが分かるに違いないというのが、ヨーロッパから始まった科学の根本的なものですね。それは医学であろうが何であろうが、細かく切り刻んで一生命顕微鏡でのぞいたら解決つくかと思ったら、どうにもしょうがないということが分かってきた。そして一方で全体というものをどうつかまえるかということに対しては一つも手出しができない。そこへいくと、お釈迦様とか、そういう存在はオーバーオールのかみ方をしているように思えるんだよね。

村上 それがまたすごいですね。何千年も前に、科学なんていうものが全然なかった時代に...

井深 そういう科学の本質というのをつかんでいるという...

村上 だから、そういう点で、またここで新しい生き物についての原理とか方法論とかが確立しないと、どうしようもないということに気がつきだした学者がごく少数ですが、いる。しかし、まだまだ大勢は狭いほうへ狭いほうへといっている。

井深 ちょっと今の、細胞が分かったらそれでいいと、まず最初は思ったわけですよ。それから？

村上 それじゃ分からないからもっと細胞を壊していったわけです。そうしたら細胞の中には、蛋白質があり、遺伝子というものがあったと。遺伝子さえ

分かればこれで全部生物の謎が解けると豪語した学者がたくさんいたわけです。

井深 それは何年ぐらい前ですか。

村上 今でもそう思っている人がいますけどね。

井深 遺伝子が言いだされたのは二十年ぐらい前ですか。

村上 謎が予言されたのが三十年ぐらい前です。だから、今から少なくとも二十年ぐらい前までの遺伝学者はみんなそう思っていました。それで、遺伝子を読んだけど - しかし、それを読んだって、生命の謎は依然として残っている。

細胞から臓器へ、臓器から人へ、そして人になれば認識とか心とか精神とか魂とか、その人の性格とかいうものと遺伝子の間にはまだまだものすごく大きなギャップがある。だから遺伝子ですべて決まるとは、勉強している学者は思っていないんです。

井深 よく遺伝を知らない人は、遺伝子の組みかえでどうにでもなるという、そういう考えですね。

村上 遺伝子を変えたら怪物ができるとかね。

体育とパターン・ラーニング

井深 人間のハードウエアとソフトウエアについて、これは大脳生理学になっちゃうんですが、ソフトウエアにはどのくらいタッチできるのか、ということのヒントはありませんか。

村上 エクルス(ノーベル賞受賞者)がそのハードウエアとソフトウエアの関係をやっているんです。あのひともやっぱり、心とか精神とかはマテリアルと違うといっています。

そこが今の遺伝子では、到底説明できません。そうすると、人間の記憶とか教育とかは、もちろん生物の細かいことを教えるのも大切なんだけど、まずイエスの尊さとかすごさとか、そういうものを教育段階で教えたらいいと思いますね。しかもそれはサイエンスをやりながら教えないと、これは反発を食う。

基礎、応用で、今の最先端技術はここまでいっているという話をしておいて、それから...

井深 それからは何も分かっちゃいない(笑い)

村上 それで、倫理とか道徳とか宗教の話を持っていくと、今の若い人でも納得できるんです。僕は遺伝子というものをやり、科学の最先端みたいところで自然の不思議さを感じますから。そうすると、敬けんになったり謙虚になったり...

井深 一つのそういうものを勉強していくツール(道具)を与えられたということですね、サイエンスにおける遺伝子というものはね。

ただそのツールをどういうふうにアプライしていくかということは、その人の問題になってくるんで別の問題だということですね。

村上 そうですね。

井深 いや、遺伝というものが非常にはっきりしていないところに、教育の間違いがあると私は思うんですね。生まれつきで頭の良さというのは決まっちゃっているという、そういう考えが非常に強い。そのことで、私が一番強く指摘したいのは、生まれてからの、0歳から一歳、一歳から二歳までの期間というものが全然無視されていることです。生まれてすぐから、いろいろな外界とか母親の影響を受けて、そういう傾向にずっと育っていこうとしているのにもかかわらず、それを生まれつきと決めちゃっているわけなんですよ。二歳とか三歳になったら、これはもう知力であろうが、性格だろうが、相当、確固としたものを人間は持っているわけです。

だけれども、じゃあ初めから持っているのかと、さかのぼってきて、七ヶ月や八ヶ月だったらどうだろうということを見ると、七ヶ月や八ヶ月では知力がこうだという判別はできないわけなんです。しかし、その前からもう始まっているだろうと。だから、それを早くスタートさせれば、性格とか、そういうソフトウェアというのが定着してくるんだろうというのが私の持論なんですよ。それからやっぱり体育なんです。体育というものと知育は一緒に、だから、体育と、一生懸命やろうとか、これは集中しようとか、という性格を持つようなしつけ方をしておくと、もう自分で育っていくわけなんです。

私は一つの要素として漢字を考えているんです。漢字のパターンというものを読める力というのは、0歳から始めておかなければだめなんですよ。

村上 僕なんかはもう完全に手遅れですね。

井深 ある意味ではできないことがあるんですよ。それで、漢字というのは一歳以下で十分認識できるんです。またエレメントとして、漢字のほかにも分子式であるとか、化学方程式とか、意味は全然追求しないで、ジャストパターンとして暗記できる力というのは、私の考えでは言葉が始まったらもう手遅れだと思います。ということは、言葉が出てくると頭が少し理屈詰めになっちゃうんですよ。その前に、本能であるとか、芸術が分かる心とか、そういう言葉で説明できないようなことは、インプットしておくべきだろうと思います。事実、覚えてくれるんですよ。

だから、うちの実験でやっているのは、「臥薪嘗胆」「八面六臂」とか…。

村上 それを覚えちゃうんですか。

井深 そういふことの方が、字数字画は多いけど覚えているんです。

村上 小さな子供が？

井深 二歳何ヶ月だったかな。

村上 それは忘れないですか。

井深 忘れないですね。だって、お母さんの顔を忘れないんだからね。だからパターンで丸暗記するということが苦手になる前に、そういうものをインプットすべきだというのは、私の一つの持論なんです。

村上 実際にそういう実験をやったわけですか。

井深 はい。例えば、一茶の俳句をおなかの中にいるときに一句だけ何遍でもお母さんに言わせるんです。それで、生まれてきてから、その一茶の俳句を聞いたら、さぞいいリアクションが得られるだろうと思ったら、何の変化も起こらない。

ところが、面白いことに、ほかの俳句が出てくると、あっと思って心拍数が変わるんですよ。俳句じゃない普通の会話だと、これは何も起こらないです。だから、類似性を求めて、あれっ、耳なれたんだけど違ったなという、そういう学習意欲とっては大げさだけれども、そういうものを生まれてすぐの赤ちゃんが持っているという、これはデータが出ているんですよ。

村上 生まれる前に聞かせたんですか。

井深 ええ、おなかの中で。

村上 どれくらい？

井深 一日に、二回、三分ずつ。

村上 音楽はどうですか。

井深 音楽はもちろん覚えています。やっぱり、昔聴いたものはすごく好きでそれを聴くと泣きやむとか…。そういう胎児が学習している例は非常にたくさんあります。

村上 母親の役目というのが大切ですね。

井深 おやじはもうえさを運ぶだけで…（笑い）

村上 おやじも遺伝子を提供しますが、後は母親の力がいかにすごいかですね。

井深 母親の感情が、子供に影響する。

村上 夫婦げんかをしていたら悪いとか…（笑い）

井深 夫婦げんかも…。ただ、面白いのは、一遍や二遍はいいんですけど、常にいつもいらいらしているとよくない。だから、おやじさんは、奥さんをいらいらさせないこととえさを運ぶことだけです、遺伝子を提供した後は（笑い）

いらいらというのは非常に悪い。それから、おっばいにもきますね。

環境と臨界期



村上 本当に面白いですね。そういう研究は大学ではあまり…。

井深 これは、世界じゅうでやられていない。というのは、お母さんと一緒になきゃ実験できないんですよ。遊びでも、テレビでも、お母さんが一緒に参加していれば、子供は喜んでそれが何でも好きになっちゃうわけです。

もうお母さんが一緒になきゃだめ。そういうアプローチは、今の心理学の背景の中に存在しないわけなんです。したがって、一歳とか二歳の幼児の成長というのは、お母さんしか読めないと思う。そこに私は非常にポイントを置いて、言葉以前のというのはそのことなんですよ。

だから、ひょっとしたら超能力的なものも胎児が持っている - お母さんの感情は相当ピリピリ赤ちゃんには伝わっていますね。

村上 教育者がやれることというのはその後ですから、いかに女の人の役割が大切かということですね。

井深 そうなんです。二、三歳まで…。お母さんがどういう考え方を持つかということが非常に重要なんですね。

村上 それから、そのタイミングというのももう一つ…。

井深 臨界期というものはみんなあると思うんです。それもあまり触れられていないんです。動物にははっきりありますけどね。

村上 遺伝子ということを考えても、父、母だけじゃなくて、太古からの生物の歴史が遺伝子に書き込んであるわけですから、そのどれが出てくるか分からない。そのどれが出てくるかというのは環境ですね。

だから、恐らく獣時代からの遺伝子も入っているわけです。

井深 それがどれでも出し得る可能性を持っている…。

村上 ある場合には獣みたいになる、遺伝子的に言えばそういう基本的な情報があるのかもしれない。それから、あるときは神様みたいになる、それは同一人物で起こる場合があるわけです。

井深 そうでしょうね。そういうものが飛び出してくる可能性というものもある。だから、そのきっかけですよ。そういう意味で、たとえ遺伝があるとしても、そんなものは何にも役に立たないんだ、という表現もあり得るわけです。どれをどうやって引っ張り出そうかという…。

村上 どれが出てくるかというのはそのタイミングであり、環境であり - 環境というのは、心の環境もあるし、環境でその人は変わっていくということです。これは別

に学問的に言わなくても常識的によく分かる。それを学問的に何とか説明しようとしているわけですが、学問、特に生き物の学問はまだまだですね。

井深 ところで先生の信仰心というのはどういうふうにおつけになったの、身についておられるからね。

村上 祖母、父と三代目ですが、私はあまり信仰心があると思っていない。むしろ意識せずに、母の胎内のときからそういう雰囲気の中に育てられた、それが何かのときに出てくるというのはありますね。だから、私は母親の信仰とか、そういうのが非常に大切だと思います。それは別にどの宗教とか何とかじゃなくて、生命を生み出す大自然と周りの人々に感謝するとか、そういう気持ちを持つこと、母親がそうしておれば自然に子供は身についてくるというわけです。

おわり

井深 大（いぶか まさる）

一九〇八年栃木県生まれ。一九四六年ソニー創立。幼児開発協会を一九六九年に設立。一九九二年文化勲章受章。ソニー(株)ファウンダー・名誉会長。幼児開発協会理事長。著書に『幼稚園では遅すぎる』『0歳児の驚異』『あと半分の教育』『0歳』『井深大の胎児は天才だ』などがある。