

## 生命科学と私

小川智子

私は、2年前に45年ぶりに盛岡に帰り、目に入る自然が昔と変わる事がなく、都会では想像もつかないすばらしい自然環境が残っているということに、心が踊りました。まさに、ここはユートピアであると思いました。

しかし、瀬戸内海の豊島で起った産業廃棄物の問題が取り上げられており、東京、大阪などの大都会は、今年の産業廃棄物を捨てる場所がないなどと報道されていたり、立派な東北縦貫道路ができているのを見たりすると、外目に美しく見える自然の中が、本当に大丈夫なのかと心配でした。私の心配は見事に適中し、その17倍もの廃棄物が岩手と青森の境で発見されたというニュースは本当に残念でなりませんでした。産業廃棄物がどれだけ、我々の生活や子孫に影響を及ぼすかを知っていれば、これだけの量が捨てられるまで、気が付かないことは無かったのではないかと、思ったからです。

20世紀に50年の年月を掛けて、これだけ発展した生命科学の重要な意味を、中学や、高校で十分に教えられていないのではないかと思います。と同時に、分子生物学を研究して来た私が、それに気が付かないできたことを思い知った時でもありました。この50年間に発展してきた生命科学の恩恵を日本中の人々が、十分に受けられる様にしなければならない。その義務を果さなければならぬのは、研究者自身であると思いました。

それを、この岩手でどのようにして行ったらいいのか、問題は大きすぎ、個人では何もできないのではないかと思います。放りだしてしまうわけにもいかないので、私に与えられた岩手看護短期大学で学生さんの教育を通して、徐々にでも良いから広めようと思いました。

私が看護短大に赴任して来た時の学生さん達は、分子生物学とか分子遺伝学という言葉は聞いただけで、難しい学問、我々にはあまり関係ないと、思っているように見えました。私は、難しいと思われている学問を、わかりやすく、そして興味を持たせる様に教える、その難しさに直面したのです。そんな時に、私は、現在、県立大学の学長をなさっておられる、西澤潤一先生（前東北大学総長であり、文化勲章受賞者）が講演された原稿を読む機会があり、教師の在り方、教育の仕方について書かれた1節に目が留まりました。

そこには教育哲学者であるアーサー、ワードの教師を4種類に区別する言

葉が引用されておりました。

凡庸な先生は、説明をしゃべり続ける。

ましな先生は、生徒に理解させる。

優秀な先生は、自分でやってみせる。

最も優秀な先生は、生徒の心に火をともし。

私は、優秀な先生は学び方に深さがあり、多分、先生自身が心に火を灯された経験を持ったことがあり、そのような学ぶ機会があって、始めて良い教育ができるのではないだろうかと思いました。

教育とは、学生が学んだと思った時に、始めて教えたということなのであり、それが、明日か、5年先か、10年先か判らないし、あるいは一生かかっても、学んで貰えない場合もあると思います。でも、最も優秀な先生は、講議を聞いた生徒に、その時点である感動を与えているのだと思います。

そのための講議の工夫は、そう簡単にできるものではないのですが、でも、教師は、その努力をしなければならないと思いました。自分でそれを試みることによって、一人の学生でも、分子生物学に関心を持たせる事ができるのなら、それで良いではないかと考えて、始めました。

## 生命科学とは

さて、生命科学という言葉は、何の説明も無しに使って来ましたが、「生命科学とは、あらゆる生物が、生命を維持するための仕組みの研究である」ということで説明できます。つまり、「生命科学は生物を創る一つ一つの細胞がどのような働きをして、生物の生命をいじしているかを明らかにする」学問です。

生命科学の基礎となる分子生物学は、1953年にワトソンとクリックという二人の学者によって、明らかにされた二重鎖DNAの構造により、大きな発展を遂げました。この発見は、世界中の多くの研究者に、生体の仕組みの研究に取りかかるきっかけを作ったのです。そして、このDNAに記された暗号、または、情報によって、総ての生物は形作られ、生命を維持し、しかも種を安定に保持していることが明らかになりました。

この研究の過程で生み出された多くの技術や方法はバイオテクノロジーとして発展し、生体の仕組みを明らかにする手法の開発を促したばかりでなく、人の重篤な病気の原因やその治療法、薬の開発などを促しました。育種では

品種の改良など、また最近ではクローン生物や組換え植物、再生医療など、様々な分野に、その広がりをみせています。こう考えると、分子生物学は、私達の生活ときっても切れない関係にあることが、おわかりと思います。

### 人類の誕生

生命の誕生は地球の誕生と密接な関係を持っています。これまでの研究で地球は45億年前に作られ、初めての生命の誕生は35億年から40億年前であるとされています。それからの長い年月の中で、最初は1個の細胞であった生物が60兆個の細胞を持つ人を創り出し、何千万種類の生物を創りだしました。

この35億年の歴史を経て人間が作り出される進化の過程は、まさに、1個の受精卵が人になる10ヶ月の過程を明らかにすることによって、その歴史を科学的に観ることができると思うならば、その過程が明らかにされることに、我々は、わくわくする程の感動と興味を感じるのではないのでしょうか。

### 生活の便利性和その害

一方、20世紀の石油化学の発展は、自然には存在しない種々のものを創り出し、我々の生活を便利な方向へと展開してきましたが、その便利性和同じ様に、生物にとって害となるものを生み出してきました。それらによって、目に見えない地球環境の変化は着々と進んでいます。地球温暖化もその一つでしょう。

私が最初にお話した産業廃棄物は、明治時代の人々が捨てた産業廃棄物とは、全く質の異なる物です。昔のものは、捨てられると自然の力で、土や水、空気に戻る物ばかりでした。しかし、石油化学の発展で作られた物質は、廃棄されても分解されるものが少なく、また分解したものが、生物の体内に取り込まれ、生物の本来持っている機能を狂わせる物が多くあることが判って来ました。

例えば、代表的なダイオキシンやPCB、DDTの分解物は、人のホルモンと同じ様な働きをするものがあることが判って来ました。

山に捨てられた廃棄物が分解し、地下水に溶け出し、川に流れ出すと、それらは、藻やコケに取り込まれます。それを餌にする魚、例えば鮎やふな、ヤマメなどに取り込まれ、それを食べる動物や鳥類に取り込まれていくという食

物連鎖を経て人にも取り込まれます。これらの物質は生物の脂肪に貯えられ、徐々に血液の中に溶け出し、女性ホルモンや、甲状腺ホルモンが働く場所に結合して、本来のホルモンが働く邪魔をします。

恐ろしいのは、これらの物質の活性が半分になる期間（半減期と呼びます）が100年と長い事です。だから、一度、人に取り込まれてしまうと一生、取除く事ができないことです。また、どのように真剣にそれらを口にしないように心くばりをして、防ぎようがないということもあります。

現在、大きな問題になっているのは、男の子を妊娠した母親が、この物質を持っていると、生まれて来る男の子は未発達な性器を持って生まれたり、また、そのような物質を取り込む様な環境で育った成人男子の精子の数が減り不妊の原因にもなると考えられている事です。実際に、現在の20才代の数パーセント男子の精子の数は、正常の男子のその半数に減少しているという報告もあります。これらの物質は本来のホルモンとは、全く似ていない構造を持っているために、解析が非常に困難でした。

これらの物質を内分泌攪乱物質と呼んでいましたが、今は、環境ホルモンと呼ばれて、産業廃棄物の処理や工場廃水との関連で、大きな問題として真剣に考えなければならない問題です。

生活の便利性だけを取り上げて、石油化学製品の安易な使い方は、最終的に人類はもちろんのこと、生物の絶滅に繋がることを意味します。我々の安心できる生活の基盤は、先ず、この美しい自然を保つ事にあると思います。

我々の身体は60兆個の細胞からできていることをお話しましたが、それぞれの細胞は身体の機能を保つ重要な働きを持っています。そして、どの細胞も父親と母親の遺伝子を半分ずつ正確に受け継いでいるのです。両親の持つ、どんなに好きな性質も嫌な性質も、この遺伝子により、50%の確立で受け継がれています。それらは、主に体質や性格、形や色に現れます。子が親に似る原因はここにあるわけです。特に男性の象徴であるY染色体は、父親から息子へ、そして男の孫へとたうたえられます。一方では、母親の卵子が持つミトコンドリアDNAは、総ての子供に受け継がれます。でも、遺伝子がそうであったとしても、環境が変われば、また身体の調子も変化して行くものです。先日のテレビで、日本で一番長寿である沖縄の男性の死亡する年代が50—60才に低下しているという報告を見ました。戦後にアメリカに統治され、食生活が

アメリカタイプに変わった事が原因といわれています。このように、どんなに長生きができる遺伝子や環境を受け継いでいても、生命維持は自分達作りだす環境により、大きな影響を受けるのです。これらの悪い影響を防ぐのは、現状では、人間の知識と知恵と認識でしかないと思います。

### 遺伝子とは

次に、遺伝子について、簡単に少し説明をしたいと思います。

私が盛岡に参りました時に、白い熊が出たということが新聞の話題になりました。メラニン色素を作る遺伝子に変化が起きてメラニンができなくなったために白い熊になったと説明されました。この変異をアルビノと呼びます。人でも生まれつき、髪の毛や皮膚の白い人がいるのも、同じ遺伝子の変化によります。昔から、我々が飼ってきた、白ウサギや、ハツカネズミも、野ウサギや野ねずみと違って、メラニン色素のできない変異を持ったもので、白くて赤い可愛い目を持っているので、ペットとして育てられてきました。雷鳥の様に自然の変化とともに、保護色で雪があるときに白くなったり、夏場は褐色の羽に変わったりするものがありますが、これは、冬になり温度が下がると、メラニン色素の合成ができない様な変異を持っているためです。これなどは典型的に、そのような変異を持った雷鳥が、自然淘汰で生き残ったことを示していると思います。

同じ様に、人には太る人と太らない人がいます。それは、大昔に飢饉が続いた時に、脂肪を貯える様に遺伝子が変わ化したものを持っている人と、そうでない人がいるためです。この遺伝子を飢餓遺伝子と呼びます。この他に、お酒が飲める人、肺癌になりにくい人、エイズに罹りにくい人などが持つ遺伝子は進化の過程で、環境の試練に耐えた遺伝子の生き残りといえるでしょう。

### クローンとは

ひつじのドリーがクローン技術で生まれたことが話題になりましたが、植物の世界では、数十年も昔から、このクローン技術を使ってきました。種から育てない継ぎ木や挿し木で作る植物は統べて同じ遺伝子を持つクローンなのです。

その代表的な例は、気象庁が毎年発表する、桜前線にみることができます。そめいよしのは、東京の染井にある植木屋さんが、美しい花を咲かせるさくら

を、たまたま見つけました。そして、そめい吉野と名付けられました。あまりにもその美しさに、8代将軍の吉宗公が、堀川端に植えたのがはじまりで、日本中に広まりましたし、アメリカのポトマック河岸に植えられているのは有名です。

後に、そめいよしのは、大島桜と江戸彼岸さくらを掛け合わせで出来たさくらであることが、国立遺伝学研究所の竹田先生によって明らかにされました。

継ぎ木や挿し木で増やされてきたそめいよしのは、皆、同じ遺伝子を持っているので、同じ気候条件になれば、花が咲きます。気象庁は、その性質を利用して、桜前線を描いています。動物のクローン技術の研究が、多くの問題点を提起するのは、後に述べる様に、その利用が非常に有益な反面、倫理的な問題が大きいからです。

これまでの、私の話を復習してみますと、1個の個体を作る事ができる細胞は、受精という過程を経て作られ、分化を繰り返し、人になれば、親には似ているが、一つの独立した遺伝情報を持った個体となります。つまり、個体間で、少しずつ違った遺伝情報を持ちます。一方、クローンは個体間で全く同じ遺伝情報を持っています。

1個の受精卵が、60兆個の細胞に増えて、一人の人間を作りだしますが、その人間の60兆個の細胞の一つ一つにある遺伝情報は、最初の受精卵が持つ遺伝情報と全く同じなのです。つまり、それが皮膚にあるものでも、内臓にあるものでも、形や働きは違っていても、どの細胞も同じ遺伝情報を持っています。ただ、細胞の役割によって、組織や器官で働いている遺伝子と休んでいる遺伝子があるわけです。肝臓の細胞では肝臓の働きに必要な遺伝子が働いており、肝臓の働きに関係のない遺伝子は休んでいます。腸でも、脳や、心臓、筋肉の細胞でも同じ事が起っています。

これらの細胞で実際に働くのは、蛋白質です。ですから、DNA上にある遺伝情報は、統べて、蛋白質に読み替えられて働きます。DNAの暗号に変化が起ると、正常な蛋白質ができなくなったり、ちょっと違った働きをする似た蛋白質が作られたりします。これが、卵子や精子の受精前の遺伝子の中で起り、受

精卵になると、人の身体の全部の細胞が、その変わった遺伝情報を持つ事になります。その変化が重篤の場合は、受精卵は子宮に着床ができなくなり、流産したりしますが、正常な人へ分化し生まれて来た場合には、遺伝病として発祥することになる場合があります。人の細胞はすべて両親由来の2セットの染色体を持っていますから、一方の染色体が変異を持って、発病することは殆どありませんが、遺伝子によっては、変異を持つ方が優性で病気に成る場合もあります。

個体が出来た後に、その人が放射線や紫外線の照射を受けたり、活性酸素や薬剤等で遺伝子が傷つけられた場合には、身体の局所に、性質の変わった蛋白質が作られたり、休んでいなければならない遺伝子が働きだしたり、あるいは、働かなければならない遺伝子が働けなくなったりして、本来必要とする性質と違った性質を持った細胞になることがあります。これが、いわゆる病気の原因です。問題になっている腫瘍とか癌とかいわれる病気の原因でもあります。

## 再生医療

現在の移植医療の殆どの場合、他人の臓器を貰って行われています。肝臓移植、心臓移植、あるいは、白血病の骨髄移植などは頻繁に行われています。ここで、問題になるのは、個々の人間が持っている免疫反応です。免疫反応とは、自分のものでないものが、自分の身体に入って来た時に排除する働きです。

例えば、ウイルスや細菌に感染した時に、それを排除するために、侵入してきたものを殺したり、侵入者に対する抗体を作り、侵入の拡大を防ごうとします。ですから、他人の臓器を移植した時は、当然免疫反応が起り、せっかく移植した臓器を排除しようとして、臓器移植が成功する可能性が高いのが、親兄弟の臓器の提供によることも、遺伝情報の受け継がれ方を考えれば、当然のことと理解できるでしょう。しかし、それは簡単ではないので、現代の臓器移植では、この免疫拒絶反応が起らない様にする薬を一生飲み続けて移植された臓器を保っています。

しかし、移植する臓器が全く自分のものと同じであれば、免疫拒絶反応を考える必要は全くなくなります。例えば、顔をやけどして、自分の腿や背中の皮膚を移植すれば、全く問題はないでしょう。

そこで考えられたのが、卵子の核の遺伝子（1倍体）を自分の身体を作っている細胞の核の遺伝子（二倍体）と入れ替えて、受精卵と同じ性質を持たせて子宮で発生させれば、自分と総てが同じ子供ができます（クローン人間）。その発生を途中で止めて必要な臓器に分化させれば、自分と同じ性質をもった臓器ができると考えられます。ES細胞（胚幹細胞；enbrionic stem cell）は一個の個体まで発生できる能力を持っていますから、どの臓器でも作る事が可能と考えられ、万能細胞とも呼ばれます。この研究が最近、盛んに行なわれている再生医療の研究ですが、生命を持つ個体になるものを途中で止めて利用するということになり、どこまでを生命と考えるかということなどで、倫理的な大きな問題になり、議論が十分になされる必要があります。

### 幹細胞の利用

皮膚や胃腸の粘膜細胞など、人の色々な組織には将来それぞれの組織になる運命を担った細胞があります。それを幹細胞といいます。

我々がお風呂で古い皮膚の細胞を垢として落としても、新しい皮膚ができていく様に、幹細胞は身体の至る組織や臓器に存在します。成人の身体で幹細胞が無いといわれているのは、心臓、脳、歯などです。歯は、それを克服する技術が発達し、総ての歯を失っても殆ど問題がなくなりましたが、心筋梗塞や脳梗塞の様に心臓の筋肉や脳の細胞が死んでしまった場合には、再生が中々できないので、これらの病気は死に至るような、重症になることが多いと考えられます。

骨髄は血液を作る幹細胞であり、白血病の治療に使われています。角膜や皮膚もこれまでは移植に頼っていましたが、これらの幹細胞から皮膚や角膜を試験管の中で作らせて移植される様になったという報告もされています。血管が詰まって、足や手を切断しなければならない病人も血管の幹細胞を移植することで、新しい血管を再生し、足の切断を免れたという報告もあります。

これらの医療を再生医療と呼びますが、21世紀の医学の治療法の一つの中心的な役割を担うのではないかと考えられます。

これまで、生命科学について、そのアウトラインを簡単に述べて来ました。

。

最後に、私が研究に携わって感じた事をお話したいと思います。と申しま



しても、私が行った研究をここで説明したとしても、難しくなると思いますので、研究、あるいは、その生活を通して、感じて来た事を、述べてみたいと思います。

私は共立薬科大学を卒業して、国立予防衛生研究所（現感染症研究所）に勤務しました。そこで、指導者として富澤純一先生に、本当に偶然に巡り会ったことは、私の一番の幸運であったと思います。もし、お会いする事が無ければ、私は、多分、今の様な科学者にはなっていなかったと思いますし、他の事をしていたと十分に考えられます。

富澤先生の教育方針は、自分が一番興味を持つことを、若い人達にも興味を持たせる方法を取られた事です。私達と同じ気持ちで、未知のものに挑戦し、良い結果が出れば共に喜び、悪い結果に終われば、自分が失敗した様になりがっかりされる、という方法でした。今、考えると、この方法は先生ご自身の興味であったかも知れませんが、初心者の教育として、一番優れた教育方法であると思います。

また、当時は、女性は結婚したら辞めてもらう、あるいは、子供ができたら辞めてもらうということが、周りでは当然のこのように行われていました。

私が、その時に考えたことは、私が居なくなったら研究に困ると思われるようになるれば、そのような事は起らないかも知れないと思った事でした。また、研究能力に対して男女の区別はしないという、富澤先生のお言葉も、私を勇気付けました。

しかし、先生の研究に対する姿勢は厳しく、もたもたしていると、先生に自分の研究を先にやられてしまう事もありました。そのような面では研究室の中で、先生と競争をしているような感じがありました。私は、幸いにも丈夫でしたし、若さもあったので、始発の電車で研究所に来て、終電で帰ることが日常生活になるほど、研究に没頭しました。もちろん土日も、年始年末の休みも取らない事がありました。そうしなければ、私の様なものが研究をさせてくれるような雰囲気ではなかったし、周りの研究者に追いつけるとは思えませんでした。このような生活が8年続き、ようやく誰からも文句をいわれないような、満足のできる論文が6報できて、東大薬学部から学位を戴きました。

このような頑張り方ができたのは、父親の研究生活を目の前に見ていたことでもあります。何よりも高等学校のバレー部で、朝6時からの朝練、放課後7時までの練習、土日も休まず、チームのために自分の技術を磨き、国体の県代表になった経験が役立ったと思っています。365日バレーをしていたのが、まさに365日研究をすることに代わったのかもしれませんが、このような生活を通して、私は、目的を達成した時の喜びは、それまでの辛さを一蹴し、嬉しさと感激はいつまでも残るということを学びました。その喜びや充実感を味合う快感のとりこになってしまったといっても良いかもしれませんが、さらに、同じ喜びを共有できる人が傍にいたことは、喜びを何倍にも大きくしました。

この時、私が行った研究は、ウイルスの二重鎖DNAが複製して二倍になる過程を、世界で始めて明らかにしたことです。日本の分子生物学の発展を世界に示す一役を担ったと思っています。

1968年に大阪大学へ先生と主人ともども移動しましたが、70年安保闘争で、研究が全くできなく、その時に子供が生まれ、4ヶ月の赤ん坊をつれて、アメリカのボストンにあるMITで研究員として働きました。初めて行った外国で、しかもMITやハーバードの大学院生が主人の研究も私の研究も、大学院の講義の教材として、勉強していること知り、富澤研究室の研究が、国際的に素晴らしいものであることを、初めて実感として理解した時でもありましたし、そのような研究室で我々が研究できた事の幸運を感謝した時でもありました。この時点では、日本の分子生物学はアメリカを抜いておりましたので、アメリカの大学院生の研究を色々と助けをすることになりましたが、この二年間に知り合った大学院生は、本当に義理堅く、我々のその後の長い研究生活で、常に親身な声援を送ってもらい、援助を与えてくれました。

日本に帰ってきてから、当時のある学生が大学院を卒業するときに、「智子がいなければ、私は博士号を貰うことができなかつたらう」という手紙を送って来ました。その後82年に再会したときには、「智子、私は本当の科学者になったとおもうか？」と訪ねてきました。私は、そんなに私が役立つ様な事をしたという意識がなかったし、私がやれることで、助けてあげたくらいにしか、思っていなかったもので、本当に、こんなに信頼され、尊敬されて良いのかと

自分の実力がかえって恥ずかしく感じました。でも非常に嬉しく思った事も事実でした。

1972年に大阪大学に戻った時は、富澤先生はすでにアメリカのNIHに研究場所を移され、主人と二人で研究室を作る事になりました。これまで以上の研究をしなければ、これまでの成果は総て富澤先生のアイデアと力によることになってしまうので、どうしても、ここで、自分達の力で良い研究をしなければならぬと思ひましたし、良い研究者を育てなければならぬと思ひました。

その後の25年間で、我々はDNAの組換えで主役を担う数個の遺伝子を見つけ、それらの活性を明らかにし、組換えの機構の大筋を示す事ができました。ここでの学生の教育を通して、私は如何に多くの事を富澤先生から学んだかを身をもって体験しました。

また、卒業生からの智子先生のいっておられた事が今わかったという、電話や手紙を貰った時、教育には時間がかかる物だと、つくづく感じましたが、それらの言葉は、私への最高の贈り物であったと思ひます。また、そう感じた時に、私も教わった先生方に、学んだ事を伝えるべきであるということ、自分の学生から教わった様に思ひました。

我々は、常に周りの人から色々な事を学ぶことができる環境にいます。しかし、学ぼうと思わなければ、それは目の前を通り過ぎるだけです。特に、人の行動や言葉が自分の考えと違う時には、学ぶ事が多く隠されているように思ひます。学ぶ努力とは、自分を向上させるために使われるべきものであるのですから、気の障る言葉も自分のためにあると考え、学ぶ事を見つけ出す事ができます。そして、ほんの少し自分が賢くなって行く事が実感でき、大きな喜びを見出せるようになると思ひます。

職業がなんであろうとも、人が歩む道は、何かを極めることに通じるのではないのでしょうか。それが、出発の時点から、どのくらいの時間であるかは、それぞれの人の努力と時の運で決められている様に思ひます。

美空ひばりさんの歌に、小椋佳さんが作詞した、愛燦々という歌があります。この歌を小椋さんが、ひばりさんの病氣を知って書いたのか、どうかを私は知りませんが、彼女が亡くなった今、この歌詞を読むと、ひばりさんの人生

がそうであったと考えられると同時に、人間の生きる道のり、そのものであると感じます。私は、この歌詞に、真剣に生きて来た人の心が、また、自分の気持ちに正直に生きて来た人の気持ちが、込められているように感じます。

最後に、この歌詞を紹介し、私の講演を終わりたいと思います。

愛燦々 小椋 佳 作詞

雨、燦々と この身に落ちて  
僅かばかりの運の悪さを 恨んだりして、  
人は哀しい 哀しいものですね。  
それでも過去達は、優しくまゆげに憩う  
人生って 不思議なものですね。

風、散々と この身に荒れて  
思い通りにいかない夢を、なくしたりして  
人はかよわい かよわいものですね  
それでも未来は 人待ち顔して微笑む  
人生って、嬉しいものですね。

愛、燦々と この身に降って、  
こころ秘かに嬉し波だを 流したりして  
人はかわいい かわいいものですね。  
ああ 過去たちは 優しくまゆげに憩う  
人生って不思議なものですね。

ああ 未来達は 人待ち顔してほほえむ。  
人生って 嬉しいものですね。

平成15年6月22日 メトロポリタンホテルに於いて。