

# メカライフな No.17 人々



名城大学 理工学部 教授  
日本電気（株） 特別主席研究員  
（独）産業技術総合研究所

ナノカーボン研究センター センター長  
**飯島 澄男**氏

今回は、カーボンナノチューブの発見者である飯島澄男氏のインタビューです。機械系の私達には、物理系の専門的知識はありません。しかし、飯島先生が一研究者として、どのような信念の基で研究されているのか、どのような人生を経て今に至るのか。さらには、重要な発見をするために必要な事はなにと考えられているのか、など大変興味があります。そこで、（独）産業技術総合研究所（以下、産総研）のナノカーボン研究センター長室でお話を伺いました。

—先生は研究者ですが、今はほかのお仕事もお忙しいかと思えます。もっと研究したいという思いはありますか？

そうですね。でも、あきらめているかな。技術としては電子顕微鏡の専門家で、昔はだいぶ（研究する）時間をとっていたんだけど、最近は実験はやっていないですね。

—どうということかという、研究グループの“雑用”をだれかがやらなくてはいけないので、私がやるということですが、ここの産総研のナノカーボン研究セン

ターは2001年から始まったけれども、私は若い研究者のバックアップ的な仕事をやっています。私のやりたいことは皆さんがやってくれるので満足しています。

—研究者にはいろいろなタイプがあると思いますが、先生は実験屋でやってこられたのですか？

初めからこれがやりたいという人もいますが、私はそういうタイプではなかった。学部ときは勉強もしていなかった。オーケストラ部や山岳部に入り部活に忙しかった。自分はなにをいちばんやりたいかを探していた。

私は電通大にいたんだけど電気回路などはあまり面白くなかった。それで、エレクトロニクスの会社に就職するのは厳しいなということで、東北大学の物理に鞍替えしたんですね。そして、4年のときには大学院の入試の準備をしていた。で、そこに行ってから、たまたま電子顕微鏡に巡り合って、やっとやりたいことが見つかった。そうすると実験屋として後はまっしぐらですね。

なにをやりたいかということ、私の場合はそういう形で見つかりましたけれど、いろんな人がいるので、私の場合はひとつの例ということです。

—電子顕微鏡のどこに興味を持ったのですか？

これがやりたいといったのではなくて、4年生から続いて大学院に進む人はだいたい研究室がすでに決まっていた。そしたら、入試後の面接であまり学生の行かない研究室を勧められた。そこは電子顕微鏡の研究室で、自分のやりたいことにぴったりだったんですね。そういう意味ではきわめて消極的なんですね。電子顕微鏡をやりたいと思って行ったわけじゃないですから。結果よければ何とかで、私は人生の分岐点ごとにうまいこと選択してきていますね。

—テーマとして与えられた電子顕微鏡をずっとやっていこうと思ったきっかけは？

それはね、タイミング、時代背景がありますね。電子顕微鏡は1932年ドイツで発明された。初めの頃は光学顕微鏡にかなわなかったんですけど、いろいろな技術開発があって、あるところで逆転した。さらに、金属学で電子顕微鏡が使われることで飛躍的に進歩したんですね。そういう黄金時代があった。

でも、私が大学院を出たときはもう面白いことはあ

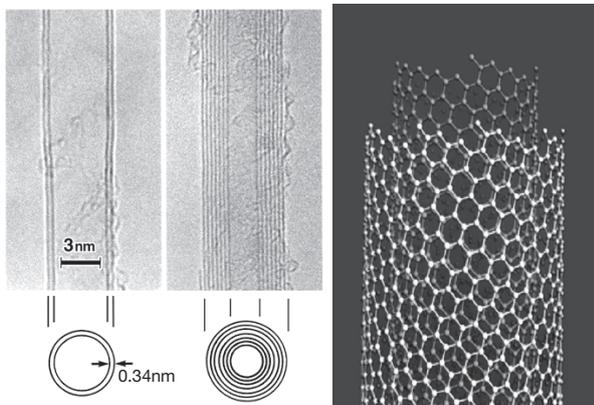


図1 カーボンナノチューブの電子顕微鏡写真とそのモデル

まり残っていなかった。残ったのは顕微鏡の分解能をどんどん上げて原子、分子を直接見るという仕事、これはだれもやっていなかった。私は原子を直接見るという電子顕微鏡の新しい使い方を開発したというわけですね。ここにはまだだれもいないので、論文を書けばみんな受理されるというきわめて“環境”のいい、フェーズに巡り合った。それが1970年からほぼ10年間続いた。非常にいい時期だったのでトップの座を離れがたく、結局アメリカには12年間も長居をしました。

—うまく選択するのは偶然かもしれないけれども底に必然性があると思うのですが？

それはね、やっぱり丸腰だと戦うことができないので、実験やるならとにかく最高のテクニックを持っていると自負していないと、『その分野では』自分が一番という自負があればどこでもいける。それが支えですね。私は、電通大から、東北大、アリゾナ大へ行って、JST（科学技術振興機構）という国の研究プロジェクトに5年、それからNEC（日本電気（株））の研究所に45歳で入った。その後、名城大、産総研で67歳になっていた。

かなりいろいろなところに渡り歩いているけれども、動くことにはよし悪しがある。私の場合は、積極的に動くと、いい先生に恵まれて、行く先々で影響を受けましたね。つまり、動くことですばらしい先生に巡り合うことができた。これは新しい研究のチャンスが増えたということです。

積極的に動くことで経験をつみ、それらのすべてが次の研究の肥やしになった。結果だけ見ると偶然のように見えますが、そこに至るのはなにか必然性があったと思います。

—他の分野を研究したことで参考になったことはありましたか？

私はいろいろな研究機関に移動したけど、基本となる実験技術は電子顕微鏡が中心ですから、その部分には変わらない。研究する対象が変わっていった。

ナノチューブを発見した経過についてよく聞かれるけれども、C60 フラーレンを見ていて、偶然細長いチューブが偶然見つかった。でもよく考えてみるとそこに至るいくつかの条件があって、それがみんなつながっている。その積み重ねが発見につながった。ここが重要です。ナノチューブをみつける条件は、まず電子顕微鏡を使う技術のない人には発見するチャンスがない。それでC60、正確にはC60の生成機構が知りたくてある炭素物質、を見ていたときに細長い構造物が見つかった。そのときにそれを無視するか、C60に固執するか、これはなんだと興味を示すことが分かれめになる。そういうフレキシビリティな見方をどうトレーニングするかはわかりませんが。

私の場合は修士の時に銀のホイスター（ひげ結晶）の結晶構造を調べてた経験があります。その形態がナノチューブとまったく同じなんです。電子顕微鏡でナノチューブの原子構造を調べることと全く同じなんです。30年後に新しい同じ形状のものに出会ったときに、直ちに昔に立戻り銀のフィラメントと極似していたということが役に立った。

院生時代、私のいた研究室ではアスベストの鉱物学的な結晶構造を調べている助教授がいて、私はその研究を横で見ていたんだけど、その構造もチューブ状で長く、基本的にはナノチューブと同じです。そう

という体験的に見たり聞いたりしたことがメモリーされていたので、ナノチューブのような新しいものを見たときに、そうしたメモリーと比較できた。こうした情報は教科書には書かれているけれども、身に付いた情報になっていないんですね。教科書に書いてあることを現場でリアルタイムで適用できるかということ、なかなかできないと私は思うんですね。

ところが、自分で経験したことは多くないけれど、やってきたことはみんなナノチューブの発見につながっている、というわけです。

他の炭素の研究では、アモルファス炭素の構造がどうなっているか調べたこともありました。今は、アモルファスのシリコンは太陽光発電に使われていますけれども、その結晶構造がどうなっているかが1970年代の世界的な問題で、世界中の研究者があれやこれやと論争していた。そういう論争を見ていて、みんながシリコンでやっているけども、シリコンとカーボンによく似ているので、じゃあカーボンのアモルファス構造を調べようと思った。

そういう経験が積み重なってカーボンナノチューブの発見になった。そういう意味では偶然だけではなくて、ある意味必然であるということです。特に実験屋の場合は経験することが後々まで有効に使えるようになる。

**一顕微鏡ではだれにも負けない自信があったと思いますが、それでも「これは失敗した」とか「出し抜かれた」という体験はありましたか？**

それはもちろんありますよ。研究は投稿が1日遅れるとペケですからね。0か1なんですよ。そういった意味では真剣にならざるを得ない、競争ですから、一歩遅れるとだめです。

**一そういうときに自信をなくしたりしたことはないんですか？**

負けたときは悔しがって、ベストをつくして結果がでなければ、「すいません」といって引き下がりますね。で、また挑戦する。一回ゼロまで落ちて、それでまた飛び上がればいい。マイナスまで行くとちょっと後に響きますが。

**一カーボンナノチューブをほかの人が発見することも可能だったのに、先生が発見したということはそこに一歩何か進んだものがあったのでしょうか？**

それはさっきも言ったように研究の背景がありますね。その背景がないとせっかくいいものがあったも見逃してしまう。そういう意味で非常にラッキーだった。

結局研究過程ではなにが出てくか予測できないので、全方向に注目しなければならぬ。たぶん見逃しているものはたくさんあるけれども、たまたま見逃さずにナノチューブが見つかったと、結果的にはそういうことです。

**一研究するうえでなにが重要であるとお考えですか？**

実験中は新しい部分はどこなのかを意識していることが重要なのではないですか。実験する中でどこが新しいのかを考える。大部分は他の人がすでに報告しているが、それはすぐにはわからない。

大きな発見ということではないが、現場の問題をひとつづつ解決するというところで、興味ある話があります。NECの九州工場での話ですが『風が吹くとデバイスの生産効率が良くなる』ということが経験的に言われていたんですね。どういうことかということ、風が

吹くと火山灰が舞って、シリカの砂粒が混入して生成中の結晶中に微量な不純物となって役に立つことがわかった。

**一先生がお持ちの知的好奇心は、先生の少年時代とか、青年時代の経験が効いたということは具体例はありますか？**

なかなか自分のことは言いにくいところがありますが、何事も挑戦という共通したモットーのようなものがありますね。私は学生時代に山登りをしていました。ただ歩くだけではなくて岩壁を登ります。落ちると死ぬっていう、なんというか、自分をぎりぎりのところで試す事をしていました。冒険心ですね。これは、研究にも通じる場所があるかもしれない。アメリカに12年間行ってましたが、日本の大学の席を清算して飛び出しました。そうすると、帰っても職がない。ある意味では挑戦です。違う言葉では、背水の陣ですね、とにかくいつも真剣勝負です。帰る場所があるという生優しい感じではなくて、その環境でベストを尽くす。

私は好奇心のほかにそういうチャレンジするところ、常に闘争心をもっているんですね。学問上の闘争心も今でも必要なものだと思っています。

ほかには何て言うのかなー。たとえば、子供のころには、私は魚を捕るとか鳥を捕まえるとか、ねずみや、うさぎを飼うとか、鳩を飼うとか。いろいろ遊びました。『魚はどうして上手く捕まえられないんだろう』とかね、それは一生懸命問題を解決しないと捕まらない。大人になってからはフライフィッシングによく行きましたね。これも頭と足を使わないとマスは釣れない。自然に接する中から自然のなんたるかを体験して学ぶ。そこがおもしろいところだと思いますね。ですから、たぶんコンクリートに囲まれた都心で育った子供には、自然科学者は育たないんじゃないのかな。自然から学ぶことがないからね。だけど、プログラマーにはなるかもしれない(笑)。やっぱり、そういう周りのものから学ぶっていうのは、たぶん間違っていないと思うね。自然から学ぶということ。

**一先生が研究者の道を志した時期ときっかけはなんでしょうか？**

きっかけは、マスター終わったときに就職試験を受けに行こうとしたけれども、もう時期が過ぎてだめでした。多分、電子顕微鏡に出会い、その虜になってしまったので、研究者になろうと決心したのかもしれない。もちろん不安はいっぱいだったけど。

**一NECに就職したのは顕微鏡を？**

この分野はとにかく装置がないと仕事ができない。それはとにかく絶対条件。もうひとつは、顕微鏡は始めの頃は、原子が見える見えないとかアカデミックな研究だけなんだけども、そういう時代がすんで、だんだん終わって見る対象が材料になりましたね。エレクトロニクス会社では、いろんな半導体の材料を作りますから、電子顕微鏡でおもしろい材料ないかってそればかり見てた。そうすると、大学に行くよりは、エレクトロニクスの大手に行ったほうがおもしろい研究対象があるはずだとおもったの。それは狙い通りだった。というのは、今はそうでないかもしれないけど、半導体の化合物みたいなのは、大学の研究所ではできない。大手企業でないと、お金がかかって結晶を作ることができないわけね。結晶作る装置はお金かかるから。

いろいろな物が周りがあると、面白い材料がたくさんあるのでそれを電子顕微鏡で見ればなにか見えるとそういう予想もあった。それが見事に的中していくつか論文を書いたんですけども、だから、やりたいことは決まっていなくて、やっぱりなにをするか、なにを見るかが大事なんだと思う。そういうモチベーションでやっていた。

—企業では大学よりも実用性を求められると思うのですが、その点はどう思いますか？

私が NEC に入った年は 1987 年で、バブル経済の頃で、多くの企業の研究所は基礎科学までサポートしていました。そういう時代があったんです。

アメリカの場合はたとえば IBM とか、今はそうではなくなってきているけれども、わりと基礎研究をどんどんやってノーベル賞を取っている。そういう実力があるんですね。日本の場合、企業の研究所では基礎研究を片手間でやっていた。それは、私は悪いと思っている。企業の研究所でも、アメリカのように基礎的な仕事をどんどんやらなくてはならない。基礎研究を大学の先生に任せると大学の先生が怠けちゃってやらなくなってしまう。企業から実力のある人が大学の先生にハッパをかけなくてはならない。そうすれば切磋琢磨して大学と企業というのが両方成長していく。そういううまいキャッチボールがアメリカのシステムにはあった。

基礎研究とはいわば日本の文化を造っている。そういう意識が必要だと思いますね。そういうことは大学ではもちろん、企業としてもやっていかなくてはならない。たとえば韓国、中国はエレクトロニクスの商売では日本に勝っていて、日本の企業が東になっても売上がかなわない。だが、日本企業がかつて批判されたように、将来、商売で儲けているが、何も基礎的に発明してこなかったことを批判されてくると思う。そういう批判が出たときに文化的な財産がないとバカにされてしまう。

—基礎研究が重要だということですが、すごくつらいところがあると思います。たとえば研究が世の中にどのように貢献できるのかが見えてこない部分は孤独な戦いで、その中でさらに一人で研究するはかなりしんどい作業だと思います。それを支えるモチベーションはどこから出てくるのでしょうか？

研究はすべからず極めて孤独だと思うんですが、われわれの場合は論文が採択されるとかそういうのは、ホッとしますよね。あとは、基本的にいつも不安との戦いですね。あんまり表には出しませんがね。私なんかは何が悩みかと言うと、年間に 4 億、5 億とか使ってますからね。そうすると情報公開とか、それなりの結果を出さないといけない。そういう使命感をもって研究しています。そういう意味では研究員の人はずれれしっかり信念をもってやってくれてると思います。役に立つんだっていう自分の信念を信じないとできないですね。

—なにかを生み出すことは、やはりアメリカ人のほうが強いと思いますか？

日本人は先行モデルがあるとよりいいものを造ろうとする。でも、ナノチューブもそうだけど、アメリカ人はいいものにはそれをいち早く認めて、これも出来る、あれも出来る面白いアイデアを出してくる。けれどもフォローアップはしないでアイデアだけ。でも結構危険なんですよ。パテントになるからね。日本

ではそういうことは比較的のんびりしている。ナノチューブは日本で生まれたけれど、その可能性探索研究では欧米が先んじているように思いますね。残念だけど。

—一次の若い世代の人がカーボンナノチューブのような発見をするために必要な教育はどのようにお考えですか？

日本の受験制度が良くないね？自分で考えるトレーニングをしていませんね。先週、私、アジアの若手の研究者を育成するセミナーに参加するためインドに居たんですが、そのセミナーで日本の若手研究者が英語でしっかり発言してました。こういうのが必要なんです。特に西ヨーロッパ社会では黙っていると損しますからね。語学のバリアを破るのもこれからの研究者の条件の一つですよ。積極的に人前で主張しないとダメですよ。そういう私は人前でしゃべるのは大嫌いなんで、説得力はないのかも知れませんが。(笑)

—先生が大事にしてる座右の銘を教えてください。

挑戦！でもそれにとらわれてるわけではないんです。新しいことにいろいろ突っ込んでいく、山登り、スキーは一生懸命やったけど。ある意味では自分の可能性をいろんなところで試す。人にはそれぞれ得意なものがあるので、いろいろ試してもらいたい。それを見つけて果敢に挑戦する。基本的には、あまりとらわれないで、なんにでも対応できるっていうのが大事。

—最後に、機械系の学生へのメッセージをお願いします。

苦手なところにきたなあ。そうですね、自分のやりたいことをやる！ダメだったら引き返す。またリセットして、違うところで挑戦する！フレキシブルな、柔軟な考え方がいいんじゃないかな。

今回のインタビューで、飯島先生が経験をされたこと、研究者としての心構え、ここが世紀の発見をするポイントだった、という貴重な話を伺い、私達の将来における判断材料の一つになるのではないかと感じました。

お忙しい中、インタビューに応じていただきまして誠にありがとうございました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

(文責 メカライフ学生編修委員 増田良太、上野弘傑、大西崇文、岡本健太郎、小川友岳、奥元敦洋、木森将仁、後藤小百合)



図 2 飯島先生と編修委員