

しても思ったほど治療効果が出ないなど、大手の有名な外国製品も少なからず不具合が出ています。

米山 用具、薬というのが分かれている状況とはまったく違う応用や、治療が可能になるということでしょうか。

土屋 新たな夢のある治療法として、薬以上に効くデバイスができるというように変わると思います。

米山 そうなると、これまでは材料を入れて治していたのではないところに、材料を入れて治すということもありえますか。

土屋 どちらかというときは工業製品を入れて、埋めていたという感じですが、いまは、しだいにさまざまな技術なり、材料側も通常化学物質としての作用や、薬など多くの tool となりうる化学合成品や天然由来成分の特性や活性などの作用がわかってきました。それから材料と細胞とのインターアクション、メカニズムがわかってきました。なにが異物反応を起こしてくるのか、どういうものが病気を起こしているのかということが昔にくらべ、格段とわかってきています。それにどのような化学物質なり材料を持ってくればよいのかということが、先生方、企業などのなかにもアイデアとしてあるはずですが、ですからやはり次世代には、いまの医療機器以上のものをつくっていただきたいと思います。

米山 それは改良されるものというだけでなく、まったく新しいところに医療用具を使うということも含めてですか。

土屋 少なくともいまの医療機器でもよいものはありますが、従来型のものより進んだものを出していただきたいと思います。認められているものはすべてよい、というわけではありません。ほかにないから使用している場合もあります。

米山 高齢化ということで、そのようなテクノロジーがどんどん活かされてくると考えられますか。

松下 はい。いままでだったら、疾患があるので、それを治すために入れざるをえないという話であったのが、今度はむしろそれを自分で取り入れていって治していこうという、自発的な治療という発想になるのではないのでしょうか。

岡野 これまでは薬の研究が非常に進みました。ペプチドのようなバイオテクノロジーが出てきて、生理活性物質というのが非常に大量に合成できる時代に突入したのです。しかしあまりにも活性の切れ味がよいために、ターゲットの場所に持っていけないことには副作用ばかりが大きくなってしまいます。そうすると、薬を標的部位に送達する DDS ではバイオマテリアル抜きではつぎの新しい世代が出ないのではないのでしょうか。DDS はまさにバイオマテリアル抜きには考えられない時代に来ていますし、組織工学、ティッシュエンジニアリングのように、細胞で組織をつくるというのも、やはりどのように一体化していくかで、バイオマテリアル抜きの応用は考えられません。

いま、ES細胞、ステムセルなどの新しいテクノロジーがどんどん出てきています。ではES細胞をちょっと体のなかに入れると、一瞬にして心臓ができて、体に瞬時につながってしまうかという、そんなことはできません。それを治療に使うためには、バイオマテリアルとどうやって複合させていくかというシステムで考えていかなければいけません。

バイオマテリアルというのは、これまで医療のなかにつくられてきたベーシックなテクノロジーをブレイクスルーしていく一つの大切な手法になりつつあるのではないかと思います。

のです。“材料”というものの頭のようにみえますが、そうではなくて、そこに表面、あるいは内部から薬を出して、機能を伴っていて、そういう全体の設計論がバイオマテリアルの本質であり、これからさまざまな治療や診断をブレイクスルーして、われわれが予想しなかったような新しいものをつくり出す可能性のある新材料であると考えればよいと思います。

米山 治療方法自体が変わってしまうということですか。

岡野 はい。

土屋 バイオマテリアル単独では炎症を起こすような材料でも、そのバイオマテリアルにあるものを、たとえば薬まではいなくても炎症を抑えるような普通の化学物質を添加することによって、その材料の力学的な特性を活かせる材料の創生ということがかなりあります。ですから多少わるいといわれたからといってあきらめないでいただきたい。デグラデーションというのは大変重要な組織置換型のよい性質があるわけですから、工夫すればできる可能性はあるのです。非常に領域が広がるので、ぜひチャレンジするべきだと思います。

堤 再生医療でのバイオマテリアルというと足場材料だけが強調されますが、いま、お二人の先生がおっしゃったように、場や環境として、生体との間で対話する大事な場だということです。そこにはさまざまな環境因子が必要だし、物理的な力学の場、電磁の場なども入ってくるでしょうし、そういう場を提供するのです。体のなかで夢の舞台となる場をつくるのがバイオマテリアルです。夢の大きい分野だと思います。

米山 マテリアルなものは有効なターゲティングのできる場の提供が困難ですから。

明石 三つポイントがあると思

ます。名古屋学芸大学学長(元・鹿児島大学学長)の井形昭弘先生が言われたのですけれど、歴史的に考えると、ダイアライザーが登場して、これだけ多くの人の生命を救うことができるとは想像もできなかつた、マテリアルというのはすごいと、はじめてお目にかかったときにそのように褒めていただいたのです。そういう一つの世代があったのだという気がします。そのつぎは骨の問題です。チタンを中心にしたようなものを体のなかに埋め込んで、どれだけ多くの人が歩け、どれだけ多くの人が正常なことになってきたかということがあります。この二つだけでマテリアルというのはもう社会に十分に認識されて、大きな期待をもって、非常にファミリアなものになったと思います。

では三つ目のポイントとしてこれからはなにかあるかと考えると、土屋先生がご指摘されたように、医薬品を有効に、その切れ味を出そうと思うと、マテリアルサポートというのが一つの分野になってきます。それは非常に幅広く、DDSの問題ですし、再生医療の問題です。そういう世界がこれから出てきて、われわれが想像もしないような、みながよかつたと思うようなものが出てくる可能性が非常に高いと思います。それがこの10年以内に起こるという気がします。

米山 そうするとまったく違う治療用具であり、まったく違う薬の投与方法であるということになってきます。

土屋 Drug delivery device (DDD) というのがあります。Drug delivery system (DDS) というのはいままでかなり長く使われているので、新しいネーミングを、ということでこちらを使用してもよいかと思ひます。

若い人は、これまでのようにサン

ブルを ABCD と並べて、ただそれらの違いを見つけて、論文を書いて、デバイスにすればよいという時代ではなくなっています。やはり自分の論理や理想を大きく掲げて粘り強く一貫してやっていただければ、ステップアップして、日本発の医療材料として世界に発信できるものが出来てくると思ひます。その例としては、岡野先生、明石先生、それから本日おられますので、そういう方が何十人とつづいて出てくるようになれば、自然と日本から世界に発信するバイオマテリアルサイエンスが生まれてくるはずですよ。

#### 社会の用意がなされること

米山 いまの土屋先生のお話のように、新しいデバイスが応用できるような研究をこれからプロモートしていくために必要なことで、われわれが用意しなければいけないこと、社会が用意しなければいけないこと、そういう点でご意見をいただけます。臨床も含めて、これまでは分かれていた多くの領域の科学が融合しなければならぬということはあるのですが、具体的にはどういったことでしょうか。

岡野 バイオマテリアルサイエンスというのはかなり以前からありました。バイオマテリアルが体と接触して使われるときに、どこまで構造と機能相関がしっかりと整理できるかという、複雑系でなかなかできませんでした。そうすると誰もが、わけがわからないから行き当たりばつたりで材料を体に入れて利用していました。そのような時代から、いまはある程度設計しながら、予測しながらできるような時代になってきたわけですよ。

それがもう一歩進んで、かなり機

能が設計できるとか、さらに材料設計からただたんに物理的な問題のみならず、表面や、体にどのように働きかけるかという意味での機能なども含めて、そういう設計論が立つようなことが必要だと思うのです。そのためには、いままではクラシカルな物理科学を勉強したり、材料を勉強したりしていればよいという時代でしたが、ダブルメジャーの時代になってきていて、体がどうなっているかとか、生体側を理解するバイオロジーを勉強しなければいけないのです。工学がわかればよいというのではなくて、われわれの体や細胞、バイオなどがわからないといけませんし、逆に医学部の立場から見ると、いままでの医学だけではなくて、工学的なセンスも持たなければいけません。医学と工学の両面のことが必要な時代になってきたと思ひます。

そういう研究者が活躍できる場というのをこれからきちんと整備しなければいけなくて、この日本バイオマテリアル学会はそういうことにとずっと取り組んできたのです。私は工学の出身の立場で医学部教授をやっているのですから、このようなダブルメジャーでやれるような場所をもっと整備していく必要があると思ひます。工学部にいてあまりにも多くの動物を使うと、工学部でそこまでやるのかといわれてしまうような雰囲気は研究の阻害因子になってしまうし、医学部のなかで工学的なことをどこまでやれるのかというのも、そういう理解なしにはできないと思ひます。ですから工学と医学というこれまでの縦型の枠組みを決めた学問体系をもう一歩切り崩して、医学と工学の間に新しいものをつくり上げるといふ環境づくりにこの学会は力を入れて、若い人たちがそういう境界にチャレンジできるような

研究環境を、きちんと整備していくというのが急務だと思います。

米山 先生方の研究所のように、医学部と工学部の融合したような場所をもっと増やすというようなことでしょうか。

岡野 東京女子医大はそうやって頑張っていますし、東京医科歯科大も生体材料工学研究所をつくっています。堤先生のところの京都大学再生医科学研究所はいかがですか。

堤 私はそういう意味ではラッキーで、いま私は医学研究科の教授であり、工学研究科の教授でもあるので、大学院生は両方から来ています。一つの研究室、実験室のなかで、2分野の学生が一生懸命討論して、面白いものをつくろうと頑張っています。交流と協力のありかたを問いかけていかなければいけないのではないのでしょうか。

米山 医学・工学両方の講義を受けるからといって学生が育てられるというわけではなくて、やはり普段から一緒に研究することが重要です。

松下 企業でもそうです。従来は、自分が機械工学を知っていて、お医者さんとおつき合いをしていれば物が生まれるという感じでしたが、しだいに創造的になってくると、ケミカルもわからないといけないうし、医師がなにをニーズに持っているかもわからないといけないう。それらが全部要るのです。そうすると、これまでの企業体系のなかではおそらく対応できませんので、新人を採用するときは、医学知識を持っていて、なおかつ工学に興味があるという学生を採用したくなるわけです。企業にいる人材で、機械系で入ってきた人を大学に留学させて医学を勉強させたり、体験させたりしていると、時間的にも費用的にもとても間に合いません。ですからそういう医学的な知識を持った、先ほど岡野先生がおつ

しゃったようなダブルメジャーな学生さんだったら、喜んで採用したいというニーズを企業も持っているという気がします。

明石 大阪大学も、インターファカルティー教育という言い方で、積極的に、医学部の方は工学部のこのカリキュラムをとってくださいとカリキュラムを提示して、いくつか取るとライセンスを発行するようなシステムにしました。さらに、工学部の先生方には、医学部の学生さんが必ず何名か来ますからそれを考えて講義を組み立ててくださいと、医学部の先生方には、工学部の学生さんたちが聞きにくることを前提にして講義をしてくださいとして、一つずつそのような講義をつくりました。ある程度の単位をそこで修得すると、それにライセンスを出すということにしました。

米山 どういったライセンスを出すのですか。

明石 臨床医工学融合研究教育センターの修了証書です。そして、そのようなものを取っている学生は見てもほしいと企業の方にお問い合わせしました。きちんと教育を受けて、このような単位を取っているのだということになれば、そこにどんどん人が入っていきますし、できればそこを独立させて大学院をつくりたいのです。ここでドクターコース、あるいは修士を出す。教員の配置もする。そうしますと、岡野先生が実践されているようなことを、各大学でできてくると思います。古い体質の大学に新しいものをつくるのはきわめて難しいですが、一つずつでもやっていこうと思っています。

岡野 やはり日本というのは、産業があつて、産業のために大学があつたわけです。さまざまな産業があつて、どのくらいの人数がそこに必要かで各学部の大きさが決まっ

ていました。そうすると、現在の企業を誰がつくるのかという問題が起きます。改良はやっでいけるのが新産業というのほなかなかできないのです。

ところがアメリカは、1970年代の後半から80年代にかけて、すでに50もの大学でバイオエンジニアリングやバイオメディカルエンジニアリングの学部や学科が出来ているので、リソグラフィーをやっている人たちに必修で遺伝子を教えてしまっています。つまりバイオとエンジニアリングを合体させる教育をやっていたわけですが、彼らはそのときに産業があるわけでもなんでもなかったのです。このような教育を受けた人たちが未来の産業をつくるのだということを信じて、そういう人たちをつやつてきたのです。それで21世紀に突入すると、遺伝子チップや新しいバイオテクノロジーの新産業をそのような人たちがつくりはじめています。

そのことをそろそろ日本も本気でやらなければいけない時代に来ていて、産業があるから人をつくるのではなくて、未来のために産業をつくり出すような人をつくらなければいけません。そのプロセスのなかで、工夫の仕方によって企業はいくらでもメリットを出していけると思います。そういう課題をきちんと持って教育されてきた人たちは、おまけを出しながら目標に向かっていますから、場の設定ということをそろそろみんな本気で考える時代が来たのではないかと思います。

明石 間違いなくそのまよになつています。松下先生が言われましたが、若い人はそのような分野をやりたいから、大きな会社ではなくて新しい会社にどんどん来るようになってきている。間違いなく、若い人は自然にそのようなところに集まるてきているのです。先ほどお話しした臨

床工医学融合研究教育センターでも予想外の人数が集まっています。受講者は、特にまだなにも習いません。ライセンスといっても卒業要件にもなにも入っていないのですが、とにかく学生は来ています。勉強しています。おそらくそのようにして学んだ人は、新しいなにかを生み出してくれるのだけは間違いありません。

米山 科学技術立国として、多額の国家予算でそのサポートが行われていますが、先ほど岡野先生がおっしゃったように、未来を見据えてやらなければいけないにもかかわらず、それが充分に行われているかという、なかなか難しい問題があるように思えます。

#### 開発・臨床応用の促進

米山 教育の話、若手を育てるといふ話とは少し変わりますが、未来に貢献するような次世代のバイオマテリアルを活かしたデバイスに関して、開発・臨床応用のエリアで、どのようにしてプロモートできるかということで、土屋先生、松下先生からお話いただけますか。

松下 土屋先生が日ごろからおっしゃるような標準化が重要な手段だと思います。評価するにしても物をつくるにしても、その基準になるものがオーソライズされていて、そういう意味での標準化がなかったら、やはり速度は上がらないし、無駄が多いと思います。

私は台湾の人造とも若干おつき合いをしていますが、股関節をつくる場合に彼らは、“ISOのこの番号でやっているから間違いはない”と主張します。事実、標準に従っていますから間違いがないわけですし、世界中に通用します。基準や標準は非常に強い力を持っていて、特に物づくりの世界に入った途端に一つの証に

なってしまいますので、非常に大事だと思います。この点日本は整備がずっと遅れています。

明石 日本で独自で持つべきなのか、国際的なスタンダードに日本が合わせていくのか、先生方はどのようにお考えですか。

松下 すでにあるものはそれをいかに取り込むかということでもよいと思いますが、新しい領域に関する場合はやはりそれを手がけて、先駆けてやっているところがそのドラフトを出して行って、それを国際的な標準にしていくということだと考えます。

明石 日本が独自のスタンダードを示してでも国際的な標準化を測るべきだということでしょうか。

松下 そうすべきだと思います。

土屋 ISOだからすべてよいわけではなくて、かなりいい加減なポリテカルで概念しか示していないものもあります。事実、米国の調査では、医療機器の不具合の40~43%は設計のミスであるといえます。すべて“外国は素晴らしい”ではなくて、もう少し冷静に自分たちも自信を持ってやっていただきたいと思えます。

質問も漠然としているのです。要するに、評価が食い違っていると、なぜPLAは駄目なのかなど、非常に漠然としています。そのところだけで、自分たちで勝手に無理と決めつけて、もうそこから敬遠している。開発しない。私にはそのようにみえます。その場で聞きづらいようであれば1対1で対応したら適切にお答えします。JCH(化学技術戦略推進機構)など、さまざまなところの会に呼ばれて行ったのですが、そういう漠然とした質問しかできていないということです。ですから漠然と答えればよいのか、どこのメーカーのあれはこうではないですかと失敗例とし

てあげればよいのか、名前を言ってもよいのか迷うことは事実です。

いわゆるそういう意味で標準化を、なにを優先するのかを考えるべきだと思います。すでにあるものや、でき上がっているものを勉強するために行うのは標準化ではありません。リードしていくもの、日本の医療機器を売れるようにしていくような先進的な標準化というものがあるはずです。まずそれから行うべきだと思います。いわれたから仕方なくつくっているような状況ではいけません。大したものはありません。

堤 ISOも含めてですが、基準が必ずしも品質を保証しているわけではありません。保証するために皆で知恵を出し合って、評価する手順やシステムを示すことなので、基準をパスしたからといって実全であると保証しているわけではないのです。ただ、評価の手法がなにもなければもっと危ないわけです。

米山 少なくとも基本要件のところだけは、できるだけ同じ方法でくべられるようにしようという考え方がまずあります。

堤 そういう意味では、日本の医療用具はまだほとんど規格化がなされていません。早く国際標準と整合化していき、同時に、いま土屋先生がおっしゃったように、日本から発信するような規格案をつくり、どんどん世界をリードしていくために努力すべきであるのは間違いありません。

米山 グローバルなマーケットに対して売らないと商売としても成り立たないということになりますと、国際標準のほうが主体になってくると思うのですけれども、偶然にもISO日本代表の委員長がお二人いらっしゃると思いますので、日本の国際標準に対する姿勢や環境ということについて、ご意見をお願いします。

土屋 ISO国際会議に、日本の医

療機器メーカーはあまりにも出席していません。ISO/TC150の人工血管のWGは誰も出席していない。ステントなどはDESの標準化がスタートし、どんどん進んでいます。そのWGに日本のメーカーの方はどなたも参加されていません。中国からは5名も出席されていました。

米山 土屋先生はISO/TC194で生物安全に関して検討していらっしゃると思いますが、そちらはいかがでしょうか。

土屋 生物学的安全性についてはISO/TC194国内委員会がしっかりとやっています。30~40名の委員で構成され、中村前療品部長のときに築かれた伝統を引き継いでいまして、医療機器の高度化に伴い、しだいにメンバーが増えてきている状況です。

米山 その国内委員会における最新の標準の状況などはどのようにして知らせているのでしょうか。

土屋 TC194国内委員会ホームページ(<http://dmd.nihs.go.jp/iso-tc194/>)に標準化に関する最新の情報を掲載しております。ホームページをみていただければ、これまで開催された国内委員会の議事録がすべて掲載されています。

米山 産・官・学連携のフォーラムなどでも公開されていますか。

土屋 前回の医療機器フォーラムまではISO/TC194の状況を紹介していましたが、2005年10月の医療機器フォーラムでは動物組織材料のBSE問題をとりあげました。医療用具の場合、コラーゲンや生体弁などがありますので、それらのBSE問題について、大阪大の黒澤 努先生に現在の状況を説明していただきます。国立医薬品食品衛生研究所でもISO/TC194 SCIで作成作業が進められている“動物組織安全性”に関する三つの文書案について専門の方々をお招きして拡大委員会をやることになっ

ています。また、実際そういったものを扱っている国内と外資系企業にも入っていただいた拡大委員会でも議論し、厚生労働省の担当官にもご意見をお聞きして進めていく予定です。

米山 堤先生のISO/TC150では医療用具のメインである外科用インプラントを対象に審議されているところですが、どういう状況でしょうか。

堤 ISO/TC150の国内検討委員会では、参加企業がしだいに増えてきたのですが、全体としてやはり、外科系インプラントそのものを製造する会社が、日本としてはまだまだ多くない。インプラント産業の底上げをしていかなければいけません。その原因として、先ほどからさまざまなことが出ていますが、日本の企業体質が医療器具に対してまだまだ積極的でない。若い人がどんどん企業に入っていて、日本独自の外科用インプラントを開発していただくというのが本当に望まれます。

米山 環境という面では、前よりもよくなっている部分もありますが、依然として十分に整っていないので、これからのバイオマテリアルを活かした次世代の医療用具開発につながるような研究開発をますます推進していくためには、さらに環境も整えていかなければいけませんし、残っている問題もかなりあります。

土屋 このところ約2年間は、認証基準のためのJISや規格づくりを中心に進めていただいていたのですが、いまは承認審査ガイドラインづくりが中心になっています。現在は月1回程度、規格・基準づくりなどのための会議を開いています。医療機器・医療材料の合同部会は3カ月に1回ありますが、合同部会での審議にターゲットを絞って可及的に早くガイドラインなどの文書が公開されるように進めています。

米山 そのガイドラインの制定は行えば承認にもつながるような、労力を省けるようなものではないでしょうか。

土屋 はい。承認審査ガイドライン(案)も厚生労働省のホームページで公開し、コメントを募集後、修正し、最終版となります。これは月に2回発行される薬事行政の本に掲載されています。

今年度から次世代医療機器評価指標策定事業を経済産業省と一緒に行うことになり、再生医療、ナビゲーション医療、生体親和性インプラント、体内埋め込み型能動型機器、リポソームなどのデリバリーシステムの五つのWGで次世代的医療機器の評価指標作成のための事業が行われることになりました。それぞれ五つのWGにおいて、関連学会からの委員も入っていただくことになっています。そのような状況のなかで評価指標が整備されていきますと、今後は企業側の体質が問われる時代になると思います。

#### 未来の研究への期待

米山 企業側の体質も問われるという話が出たところで、将来を背負って立つ若手の研究者、あるいはこれからそう思うと思っている学生さんたち、企業に入ってくる準備軍、あるいは入ったばかりの人たち、技術者、そういった人たちに対して、こういうところが魅力だ、こういうところは気をつけたほうがよいとか、こういうことをやりなさいという助言などをいただきたいと思います。

明石 教育面から考えると、医学部の先生の理解がかなり進んだような気がします。医学部の先生の間から工學部の学生にも講義をしています。松田 暉先生が、工學部の4年生の学生さんに熱心に講義されているという時代が来ているのでは、感動

です。大阪大をもうリタイアされていて、でも講義をする。講義していただいた後、松田先生にお礼を申し上げましたら、来年はもっと準備しますからとおっしゃられて、びっくりしました。松田先生がこういう気持ちを持っていらっしゃるということは、もうみなさん方がそういう意識にしだいに変わってこられているのでしょうか。

これも岡野先生のお力が大きいと思うのですが、大阪大医学部の澤 芳樹先生、松田先生に対して、われわれ工学の研究者が、工学だけではなく、誠意を持ってこういう分野を一生懸命働きかけてきたと思うのです。いまの時代になってきて、医学部の先生方が、やはり自分たちも同じ土俵で学ばねば先の治療、医療をする者がいないという意識に変わってきたのです。それを今度は若い人が敏感に感じて、教育面ではかなりうまくいくようになってきているのではないのでしょうか。工学部の方々も、医学部の先生方に対して、いい意味での畏れはあるけれど、怖いという意味の恐れはなくなってきている。そのような雰囲気はありませんか。

米山 そういう環境としてはよい面も出ているかもしれませんが、逆に言うと、ただ興味を引かれてそういう融合領域のところへ行っただけでも、結局どっちもわからないというような学生も出てくるのではないのでしょうか。

明石 どっちもわからなくなっているというよりは、新しい分野に対する興味を持っている人が増えてきていると思います。われわれ団塊の世代とくらべて、いまは外国語を非常に自然に受け入れています。それと同じように、このようなバイオサイエンスやバイオテクノロジー、バイオエンジニアリングというのを非常に普通のものとして受け入れる

時代が来ているのではないかと思います。

岡野 お手本があれば真似はしやすいのです。ある世代、つい最近までは、先生がいて、先輩がいて、先生や先輩の真似をしていけば間違いがなかった。なにかできたわけです。日本はみんな、自分の専門ですとって小さなフィールドで、そこから出ない方がむしろよい人生が描けたし、それが成功者になりました。ところがそういう限られたところというのは、中国・韓国の人たちがどんどん出てきて、追いつかれています。アメリカはどうしているかという、縦割りではない学際領域に出ていって、新しいフィールドをどんどん立ち上げていっているわけです。むしろ先生や先輩がやらないことをどうやってやるかということ、アメリカの若い人たちは本気で考えています。日本は先生と先輩のやったことしかやらない、それがよいことだと思いつ込んでしまっているのです。

そこにいま大変なギャップがあります。バイオマテリアルというのは医学と工学のちょうど境界領域のようなところであって、そういう場所こそが、つぎの新しい時代をつくるということが最近ようやくいろいろな実績から注目されるようになってきました。ところが教育は変わっていないから、本気で取り組むにはなかなか勇気が要るわけです。

東京女子医大の清水達也先生は循環器のお医者さんで、しばらく臨床はやめて、細胞で心筋をつくりたいとって私の研究所にきました。現在講師で活躍しています。泌尿器のお医者さんだった白柳慶之先生は、助手を辞めて、細胞で膀胱をつくるから大学院の学生にしてくれとって、新しい再生医療の研究をはじめたりしています。そういう人も出てくるのです。

医師にとっては、これまでのやり方とは変わったやり方というのをやるにはかなり勇気が要るわけですが、それでも夢があるからやるという人が出てきたわけです。工学サイドでも、夢があるからこういうバイオマテリアルをやるという人たちが出てきたわけです。時代がやはりそういう人たちを必要としているし、そういう人たちが出てきて成功していく時代になってくればますます人材が集まってくる。やはり、お手本どおりの生き方でよいのかどうかです。本当に賢い人は新しいフィールドへ出てきてチャレンジしたら面白いのではないかと行ってあげたいです。

米山 おそらく、お手本どおりのことをやっても、自分がお手本となるべき年齢になったときにその場所はないという状況が、いまの展開では充分ありえると思います。さまざまな授業や講演などもあるので、そういうところに積極的に出席して、どういうところがあるのかを自分で探せということでしょう。

松下 ありふれたことですが、やはり最後までやり遂げる粘り強さが大切です。先ほど岡野先生がおっしゃった、自分はこれをしたいという、やりたいことに対する情熱をどれだけ燃やせるかという精神構造になったときに、最後まで粘り強くやれるかどうかでしょう。

よく言われるように、途中でやめたらそれは失敗で、粘り強く最後まで行き着いたらそれは成功だと。その成功というところへ行き着くための粘り強さというのは、なかなか普通はできないと思いますが、本人がまず情熱を持ってその努力をする。組織の場合は、それを今度は上司がサポートする。先がみえない場合でも、激励することで限りなく力が出てくると思います。そういう組み合わせが必要で、本人の情熱と努力

は最も重要だと思いますが、それだけでなく、その二つの組み合わせがないと最後まで行き着かないのではないかと思います。

明石 社会としての受け皿を用意するように組んでいきたいです。そういう人たちの生きる道を与えようということです。

松下 道を見せるような感じです。

堤 大学で新しい教授を迎えるときに、実績で評価します。論文が多いとか、引用数が多いとかありますが、陥りやすいのは、その人の先生が偉くて、その先生の仕事を一所懸命やってきたという候補者ばかりが目立ちやすいのです。そういう人よりも、まさに岡野先生がおっしゃったような、変わった人、自分の発想でやってきた人を発掘しようとしているのに、逆にそうした人材がまだまだ少ないというのも困ったものです。

若い人には大いに自分らしさを発揮する研究を粘り強くやっていただきたいと思います。熱意を持っている人はかなり増えてきましたが、他人と違うことを言うと叩かれるのはやむをえません。そこで打たれ強くなるためには、情熱もそうですが、理論を持たなければいけません。こうあるべきだという、従来と違う自分の哲学をつくるような、粘り強くとことん頑固でありながら、間違いとわかれば正しい方向へと豹変できる勇気もある、そういう人を待望しています。

米山 現実として、Ph.Dを取った後に助手のポストが充分にない場合には、どんな気持ちで頑張れと先生方は助言をさいますか。

岡野 私は工学部を卒業しましたので、医学部に行くときに、周り中からどうかしているのではないかと問われました。医学部で万年助手をやるつもりかと言われて出てきたのです。現在、東工大の赤池先生と東大の

片岡先生と、3人で助手をやっていた時代があるわけです。そのように言われながらも、いま3人とも教授になっています。

時代とともにそういうものは変わるし、自分が大丈夫だと思っても窓際になってしまうこともあります。それなら、ポストのために研究をするのはやめて、自分が信じられる場所でやったほうがよいと思うのです。ポストがあるからとか、教授になれるからというのは研究が好きなのはありません。本当に好きな研究をやって、そこで頑張りがつづけていけば、ポストはどこかでついてくるのではないのでしょうか。結局私はアメリカまで行って、働く場所をアメリカに求めて、そこまで追い詰められても好きなことをやりつづけたのです。そうするとなにかが変わります。ですからやはり研究が好きだったら、あるいはやる必要があるだと思ったら、先ほど堤先生がおっしゃった理論的なバックグラウンドをきちんと持つことが大事だと思います。こういうことをやりたいという夢に向かって努力する若者は、社会が必ず必要とするから、いつかポストは回ってくる。ポストのために自分を曲げる必要はまったくないと思います。

明石 バイオマテリアル分野の若手研究者は自分で道を拓けと言ってしまってもいいかもしれません。先駆者たちはそうしてきたのです。先ほど申し上げた、ポストを社会で用意できたというのは願望で、若い人に言うべきこととしては、哲学を持ってとか、自分で道を拓けというのが、この分野としてはふさわしいのかもしれません。

米山 若い人が、これがよいと思うのが一番正しい方向かもしれません。

明石 そういう人でないと生き残

れないし、拓いていけない分野であることは間違いないと思います。いまの教育システムはそれなりに意味があると思います。ただ、国民の利益を考えるとしたら、もう少し受け皿を用意して、教育システムを充実させて、そういうところに人材がうまく流れるように持っているたほりが国益に適うと思いませんか。

米山 産業のほうまで影響するような知的なバックグラウンドを整えて、国際競争力のある新産業創出にという方向につなげるためには、重要なご指摘だと思います。

岡野 電機というフィールドは非常に日本は頑張っている。ところが少し自分で工夫が必要だったり、創造や新しい挑戦が必要だったりするフィールドが、日本では懸案事項になっていて、ゲリラ的な戦いになっている。バイオマテリアル研究では平均値でアメリカにやられていますが、トップレベルの研究も負けているかという点必ずしもそうではなくて、世界で通用するような、というの、世界をリードするような研究がたくさんあるのです。このフィールドのかさ上げという意味では、社会整備をきちんとしていれば優秀な若者が入ってくるはずですよ。ほかのフィールドにとられてしまうのは、先駆者たちがわるいのではないのでしょうか。企業でもそうです。優秀な人材をたくさん採れば自分の事業部も一気に大きくなって、会社も発展するわけです。それを電機会社や自動車会社にとられてしまうのは工夫がないからです。大学も同じではありませんか。

米山 生体材料を標榜する大学の研究室、学科はますます増えてきておりますので、会社のニーズを満たしたような卒業生がどんどん出てきて、よりどりみどりのことなればよいですね。

岡野 行政サイドでも、そういう人が必要なのです。おそらく土屋先生のような、バイオマテリアルを本場に専門でやってこられた人が行政サイドに立ってやったらもっどよくなるはずですが。しかしそういう人を出す仕組みがないのです。

土屋 はい。審査官も300人定員のところ190人しかいないのです。

明石 埋まっていないのですか。

米山 無理に埋めても仕方ないからです。

土屋 そうです。募集で受けられるのですが、落とされるようです。医療機器の生物系もそうです。現在、2人ぐらいの審査官ですから、そのあたりが今後も課題だと思います。

若い人というのは上の人の一言で変わるので、エンカレッジして、この人は駄目だと決めつけしないで、その人の能力を最大限に引き上げてあげてを常に考えてあげるとかなり違います。

米山 若手に対するというよりはわれわれに対する助言ですね。

土屋 私のところには大学院生が1人いますが、学生さんはいません。さまざまところを経由したPh.Dがいますが、前の教授が非常に明るく育てた人と、いじめられたかと思っような人とはかなり違うので

す。そこで自信を持たせて、あなたならできると言ってあげるのです。一見元気がなさそうでも、本日ここにいらっしゃる先生方は成功例だからご自分の経験としてはおわかりにならないかもしれませんが、一言、元気づけてあげれば人は変わります。若手は特に変わります。そうすると日本のパワーになります。そこがまず非常に重要です。人材育成をもっともっと重要視していただきたい。優秀になれる可能性がある人がたくさんいます。全員にその資格があり、よいところはあるわけですから、よい面をみて育ててください。

明石 土屋先生は激励型ですか。先生はもしかしたら怒るタイプかと思っていました。

土屋 若いころはそうでした。室長のころは必死ですから、そうすると若い人を厳しくみてしまいます。それで反省したのです。

米山 若手をエンカレッジするので、若手自身は自分を信じて粘り強く頑張れと。

土屋 定員は少ないわけですから、最大限活躍してもらうように、いままで一つで済んだことを三つも四つもやれるような人材を育てないとやっていけません。

米山 このエリアはチャンスが多

いということですか。

岡野 バイオマテリアル学会に来ると普段会えないような人と会えるという学会にして、そういう人が集まっている学会だから、常に未来のテクノロジーの創出に向けて、エンカレッジメントをしながら学会で若い人を育てていくというのも大切ですね。

米山 学会の懇親会にも出ましよう。

土屋 そうすると、周りの方々に理解していただけてよいかもしれません。

堤 アメリカの学会では本当に学生を大事にする部会がたくさんあります。論文の書き方の講習とか、もちろん就職相談のコーナーもあります。

明石 バイオマテリアル学会も落ち着いてきたようなので、若手の育成というのを次期は入れていただいたらどうですか。

米山 本誌24巻3号(2006年5月号)に若手の特集が組まれておりますので、是非そちらも参考にしていただいて、バイオマテリアルの未来を背負う人材がますます育っていくように、学会をあげて取り組みましよう。

本日は貴重なお話をいただき、ありがとうございました。