



ナノメディシンが 世界を救う

ナノテクノロジーを活用し、新しい考え方で
がん治療を目指す片岡一則教授に、
研究者としての転機となったブロックコポリマーとの出会いから、
現在取り組まれている『ナノメディシン』の最新の研究状況と
今後の展望についてお話いただきました。
ナノDDSがもたらす新しい治療システム
果たしてそれはどんなもののでしょうか？

インタビューア：石原・秋元・亀石・金（東京女子医科大学）・佐久間（東京理科大学）
@東京大学本郷キャンパス（東京） 2013.01

片岡
一則

INTERVIEW 09

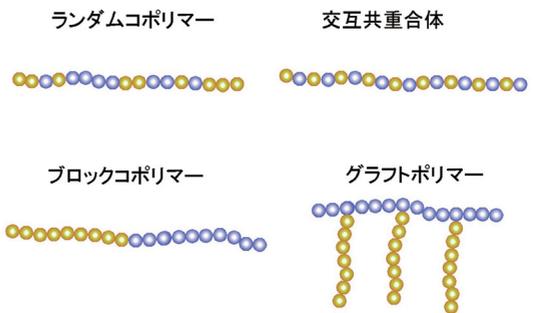
Kazunori Kataoka

1979年東京大学大学院工学系研究科 合成化学専攻博士課程修了。その後、東京女子医大医用工学研究施設にて助手、講師、助教授を務め、1989年東京理科大学基礎工学部に異動。1994年同大教授に就任後、1998年より東京大学大学院 工学系研究科教授、2005年より同大医学系研究科附属疾患生命工学センター臨床医工学部門 教授（兼任）。ナノバイオテクノロジーを基軸として、医薬工の分野を融合し、新たなイノベーションの創出を目指す。

研究を大きく変え転機となった ブロックコポリマーとの出会い

——片岡先生は東京大学理科1類で入学され、応用化学の道に進まれました。その後、鶴田禎二先生の研究室に入られたとお伺いしていますが、バイオマテリアルを研究テーマにされたのはどういったきっかけだったのでしょうか？

片岡一則(以下、片岡) 鶴田先生はその頃、高分子の重鎮で、高分子学会の会長であり、「アニオン重合の鶴田」として有名だった。研究で身を立てたいと思いついて、鶴田先生のところへ行って「ドクターコース(博士後期課程)へ行きたい」と話しました。すると鶴田先生は、「それは大変よいことだ」と言ってくれて、



様々な共重合体:2種類以上のモノマーからなる高分子を共重合体と呼び、高分子はそのモノマーの配置の違いにより異なる物性をしめす。モノマーAとモノマーBがランダムに配置された直鎖状の高分子をランダムコポリマー、交互に配置されたものを交互共重合体、ポリマーAとポリマーBが結合したものをブロックコポリマー、ポリマーAの側鎖からポリマーBが伸びるものをグラフトコポリマーと呼ぶ。

ポリマーというのは面白いなと思いました。それがきっかけでブロックコポリマーを使って医用材料をやり始めたわけです。最初の頃は細胞分離、リンパ球の亜集団であるB細胞とT細胞を分けることをやっています。リングスドルフというドイツの先生

きている。だからもっと将来的に重要になるような分野をやったらどうか」と言われたのです。それは何かと聞いたら「バイオマテリアル、医用高分子だ」と。

——恩師の一言がきっかけだったのでね。
片岡 それまで鶴田研究室ではやっていなかったテーマだったので「本当ですか？」という感じでしたね。

——その後、助手として勤められた東京女子医科大学も、鶴田先生から紹介していただいたのでしょうか？

片岡 そうです。鶴田研究室の5年先輩に、井上祥平先生のグループだった赤池敏宏先生(現・東京工業大学教授)がい

ました。
——その頃、研究者としての転機となつた出来事などはありますか？

片岡 それはいっぱいありますね。女子医大のようなところは梁山泊とい

な。つまり、いろいろな分野の人が来て、そこでやったというの是非常に印象的です。違う世界を見たというか。それで、研究面がものすごく広がりました。

女子医大で岡野光夫先生(現・東京女子医科大学先端生命科学研究所所長・Twinセンター長・教授)と出会ったのですが、岡野先生は抗血栓材料をその頃ずつとやっていた、当時のメインテーマはブロックコポリマーだったのです。ブ

ロックコポリマーのマイクロ相分離構造を作って、それが実際に細胞、血小板の活性化を抑えるとかそういった研究をしていました。僕もその研究と一緒にやらせてもらったのですが、あれはすごかったです。本当に血小板の活性化が抑えられる。いまだにメ

カニズムはわかっていないと思いますが、ブロックコ

アニオン重合——活性部位がイオン化して重合が進む高分子合成方法をアニオン重合と呼び、この活性種がアニオン(陰イオン)であるものをアニオン重合という。

が「高分子医薬」という総説を1975年に『Journal of Polymer Science』という雑誌に書いたのですが、その総説を大学院の時に読んだら、高分子の薬が作れると書いてあった。これは面白いなという気がして、いつかそういうこと、薬の研究をやりたいなと思っていました。

僕がブロックコポリマーを使って医用材料をやり始めた頃、東大の恩師である鶴田先生が定年になり、井上祥平先生に代わりました。女子医大の学生には、少なくとも化学の学生はいないわけです。いまでもそうですよね。その頃もまったく同じで、東大から大学院生に来てもらって一緒に研究していた。だから、井上先生にもぜひ協力してほしいとお願ひしたので

す。そうしたら井上先生も、「それはいいでしょう」と。ただ、鶴田研究室でやっていたことをそのままやるというわけにはいかないといいことになって、ポリアミノ酸を成分にするブロックコポリマー、グラフトポリマーを使った医用材料をやることになったわけです。これが転機といえれば転機です。
——その後はどういった研究をされたのでしょうか？

片岡 それからは主に細胞分離をやっていたのですが、これが大変だったのです。ポリアミノ酸の原料となるモノマーを作らなければいけないのですが、これをいつか作るのが大変なのです。大量に作って表面にコーティングしてなどやっていたら、これはとてもではない。むしろ薬の



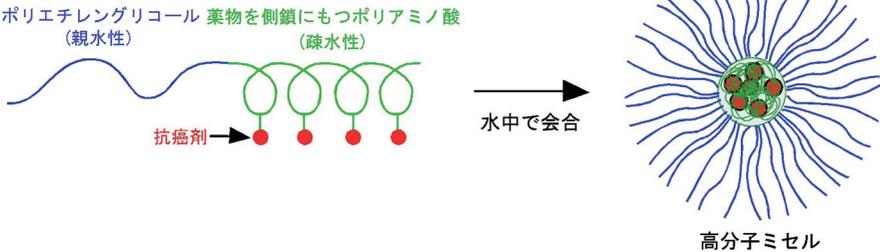
我々は頭で知ったというよりは、
実験事実を説明するためにEPR効果が
あることを知った

かったのです。それで、これはこれで面白いのではないかと。さらに、それを今度は実際に動物実験をしようということになった。その頃、我々のところで動物実験をするのは非常に難しかったので、ある会社に渡してやってみてもらったのです。そうしたら、面白い結果が出た。抗体をつけたものもそこそこ効いたのだけれども、抗体なしのただのミセル、これがもっと効いたのです。その会社は抗体のほうに興味のある会社だったので、抗体がなくても効くということで、急速に興味を失ったわけです(笑)。それでこのようなミセルを積極的に作って、ドラッグデリバリーに展開しようということになったのです。

ちょうどその頃、松村保広先生と前田浩先生ががん部位特異的に高分子物質がたまりやすくなるという現象、いわゆるEPR (enhanced permeability and retention) 効果を論文で出した。1986年のことです。僕らが、横山君と一緒に実験をやっていたのが84〜85年頃です。まさに同じ時にやっていた。お互いに全然、知らなかったのだけれども。僕らのほうはEPR効果がよくわからない、知らない状態で動物実験をやった結果が出た。その頃、前田先生の話聞いて、EPR効果というものを知ったわけです。そうすると、これはもう符合すると。それまでも実は薬に興味があつて、何度かシンポジウムには行っていました。だいたいその頃のドラッグデリバリーシステムの研究はみんなリポソーム

なので、僕は2つのことがわからなかった。1つは、抗血栓材料の研究をやっていたから、単なるリポソームを血中に投与したら、全部、異物認識されてしまうのではないかと。実際にはそうだったのだけれども、それに対する解答がまったく出た。その後はポリエチレングリコールを修飾したステルスリポソーム^{*}というものが出てきましたが、その頃はそれからもう1つ、あんな大きなものが、どうして血管から外に出るのだろうかというところも謎でした。質問もしたのだけれども、誰もきちんと答えてくれないわけです。これは何かおかしいなと

片岡らが考案したブロックコポリマーモデル



片岡らは、親水性のポリエチレングリコールと側鎖に疎水性の抗癌剤を結合したポリアミノ酸からなるブロックコポリマーを合成した。この高分子は、抗癌剤の疎水性の影響により、水中でポリアミノ酸部位が会合するため、ポリエチレングリコールが内核を覆うミセル体形成する。

ほうがいいのではないかということになりました。その時に、ちょうど横山昌幸(現・慈恵医科大学准教授)君という学生が大学院に来てくれた。修士までは細胞分離をやっていたのだけれども、ドクターコースに行ってもいいということだったので、では、ブロックコポリマーをベースにしたドラッグデリバリー(DS、P72参照)をやろうということになりました。最初のモデルは、ポリアミノ酸の側鎖に薬をぶら下げたものをつくり、それをさらに抗体につける。いま、流行っている抗体医薬のようなものです。薬と抗体の複合体、まさにそれをやろうとしたわけですが、かなり時期尚早でした。

——当時、なぜ、そういったものを作ろうとされたのでしょうか？
片岡 抗癌剤というのは概して疎水的なので、抗体に薬をつけると沈殿してしまうわけですね。そこで、親水性のポリエチレングリコールと側鎖に薬をつけたポリアミノ酸をつなげたブロックコポリマーモデルを考えました。さらに抗体をつけられ、親水性のポリエチレングリコールが薬の周りを覆うので、溶解性を下げずに、かつ抗体も完全に覆われない。これで、ミサイルドラッグができるのではないかと考えました。それが最初でした。結果的には、それは横山君が頑張ってくれたおかげでできました。

実際にこれを調べてみると、ポリアミノ酸に結合した抗癌剤の疎水性のおかげで、このポリマーが会合して高分子ミセルになるわけです。そういうことがわ



それを何とか自分たちで明らかにしたいというのも1つのモチベーションになっていましたね。逆に言うと、まだ結構こ

だったら勝負できるのではないかと直感的に思ったのです。この分野はほとんど未開拓ではないか、たぶん、そういう思いがあったのだと思います。結果的には、やってみて、EPR効果があと実証出来ました。だから、我々は頭で知ったというよりは、実験事実を説明するためにEPR効果があることを知ったのです。

ただ、その頃のEPR効果というのは、前田先生自身もそうだけれども、せいぜいアルブミン^{*}くらいの大きさのものを念頭に置いていたわけです。だからたぶん50ナノメートルもあるようなものがEPR効果でがんを集まることを実証したのは、我々が最初だと思います。その点は転機ですかね。ブロックポリマーと出会ったということ。それから、ドラッ

が、それは無理ですよ。誰がお金を払うかという話になるでしょう。

——そうなりますね。

片岡 僕は、ドラッグデリバリーシステムとかナノメディスンというのは『いつでもどこでも誰にでも』ということが大切だと考えています。つまり大きな装置はいらなし、一定の設備のある病院ならみんな使える。例えば、MRI(核磁気共鳴装置)のイメージング造影剤として使うのもいいですね。MRIイメージングのよい点というのは、いま、この装置は日本中で6000台動いているのです。ほとんどは強さが1.5テスラー(T)くらいある。これの性能を、感度をもっと上げたい。そうすると、X線CTに比べて放射線を使わないし、空間分解能もよいものができるのです。PET(陽電子放射断層撮影)は感度が高くてよいのですが、空間分解能は必ずしもよくない

グデリバリーを意識して研究をスタートさせたということです。

治癒率を上げるための研究 ナノメディスンの可能性とは

——研究者としての転機を経て、その後、片岡先生は数々の業績を残されてきました。現在、先生はナノメディスン(ナノ医療)という新分野に取り組んでおられますが、今後の課題と展望をお聞きましたと思います。

片岡 ナノメディスンをやった確かにかつたことは、高分子ミセルの技術というのはかなり奥が深いということです。中に入れるものも、最初は疎水的な薬だけでしたが、遺伝子などいろいろなものが入れることができるのです。

それ自身で広がりが出てきたというのは良い点なのですが、やっていてんだんわかってきたことがあります。僕らは

がんの研究をやっています。そうすると、がんの患者さんというのは、今70万人以上いると言われていて。そして、日本では毎年35万人ががんで亡くなっているのです。そうすると、簡単に「がんの死亡率を下げる」とみんなが言うけれども、たとえば10%ががんの死亡率を下げるには、年間数万人の人を救わなければいけないのです。大きな装置を作るとか、それはそれでいいけれども、たとえ

重粒子線治療——低分子の薬に対して、ナノサイズの粒子などは体内動態、細胞への取り込みなどが大きく異なる。このような性質を利用して、従来の医薬品では治療出来なかった病気に対して、ナノテクノロジーを駆使した新たな治療薬、診断薬の開発が活発におこなわれている。

がんの研究をやっています。そうすると、がんの患者さんというのは、今70万人以上いると言われている。そして、日本では毎年35万人ががんで亡くなっているのです。そうすると、簡単に「がんの死亡率を下げる」とみんなが言うけれども、たとえば10%ががんの死亡率を下げるには、年間数万人の人を救わなければいけないのです。大きな装置を作るとか、それはそれでいいけれども、たとえ

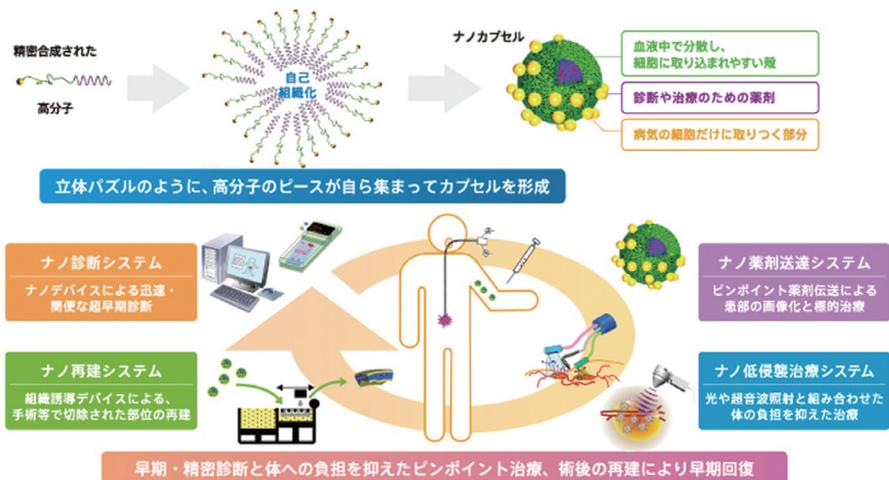
た高性能の造影剤で安全なものができれば、今の1.5TのMRIの性能を飛躍的に上げられる。そうすると、もう既に6000台動いているので、それがそのまま高感度MRIに変わるわけです。

片岡 ナノメディスンのよ

ナノメディスンは大勢の人に使ってもらえる統計的に難病の治癒率を上げられる

大勢の人に使ってもらえるので、統計的に難病の治癒率を上げられる。このことは大事だと思います。国民にとって、税金を使ってやる研究に関しては、統計的に目に見える形で出してもらおうのほうがいいわけでしょう。統計的に言うと、非人間的なように思われるかもしれないけれども、もちろん1人の人間を救うことはすごく大事です。だけど、オーバーオールで考える時





ナノメディシンの使った治療システムのイメージ図

用して、かつ効果を高める。言葉で言う、「均質な高付加価値医療の提供」です。それは結果的には効果も高まるし、経済合理性の面でも優れているし、それから、技術で優れていれば輸出できるので、海外でも使ってもらえる。そうすれば少なくとも日本にとつては、貿易収支が改善することにもつながる。だから結局は、みんなが納得する形で医療の質を上げていけるのではないかと思う。これが僕は大事だと思っています。

——エコカーのように使う資源を抑えながら質を上げるということですね。

片岡 車で言うと、個別化医療とか先端医療の1つの道筋はフェラーリやF1です。つまり金に糸目はつけない。だけど、非常に画期的な治療ができる。これは必要だと思えます。車だって、F1があるからこそ、そこでの技術がいろいろな車に反映されるわけでしょう。ただ一方においては、F1だけでは自動車産業が成り立たない。フェラーリは馬力があるし性能は高いけれども、それを本当に享受できる人の数は限られていて、アクセスが非常に限定的ですよ。ナノメディシンというのは、プリウスのようなエコカーです。から品質は優れている。さらに、いつでもどこでも使える。アクセスが限定されない。僕らが目指している最先端というのはそういうものなのです。だから、なるべく多くの人に使ってもらって、がんであれば目に見える形で、死亡率を下げ

には、統計的な数字として死亡率を下げるとか、そこまではないかと、本当の意味で医学的貢献はないわけです。

全然話は違うけれども、乳児の死亡率は1920年代の日本では、たぶん20%とか30%あったでしょう。だからまさに、お産は危険行為だった。けど今は1%を切っているわけです。誰も危険だと思わないでしょう。だからこそありがたみを感じないという面もあるけれども、あれはすごいことなのです。僕はそれと同じようなことをやりたいのです。

それから、最近では、ナノメディシン、たとえばミセルを使うと転移がんが治せる可能性ができています。転移を抑えてしまおう。そうすると、たまたま転移してしまっても、まだ十分に治療ができるわけです。そうすると不安がなくなる。不安のない難病治療を実現したいです。他には、いまのところドラッグデリバ

目指すは「プリウス」のような経済合理性に優れた治療方法

リーシステム技術はまだこれからなので、既存の薬を入れていきますよね。これはもうしようがない。まず既存の薬を新しいキャリアに入れて認可を取らないと、認可は取れないのです。認可が取れると、そのポリマーは使えるという話になる。そうすると、今度はそのポリマーに新しい薬を入れることができるのです。そうなるって創薬プロセスが変わる。つまり、いまはまず薬があって、薬を作つて、これはどうにもならないから「何とかしてくれ」となっているけれども、その薬を開発する段階からドラッグデリバリーシステムを念頭に置いて薬の開発を行なう。核酸医薬などはそうなっているでしょう。それによって創薬プロセスが間違いなく革新するのです。

片岡 基本的には、ナノメディシンの技術は日本のものづくりから来ているので、高品質のものを適正価格で提供できるはずなのです。そうすると、経済合理性が非常に優れていて、医療費が抑制できる。医療費の抑制というのはやはり大事なことです。つまり、今、エコカーにみんな乗っているでしょう。あれは資源が有限であることを念頭に置いて考えているわけです。医療も同じです。負担できるものは当然、限界がある。その中でいかに高品質にするかという概念がすごく大事なのです。医療費抑制というと、みんな何か身構えるのは、質が下がるのではないかという思いがあるからなのです。でも僕はそう思わない。だってエコカーなどはまさに質が上がっているわけですから。要は、限りある資源を有効に活

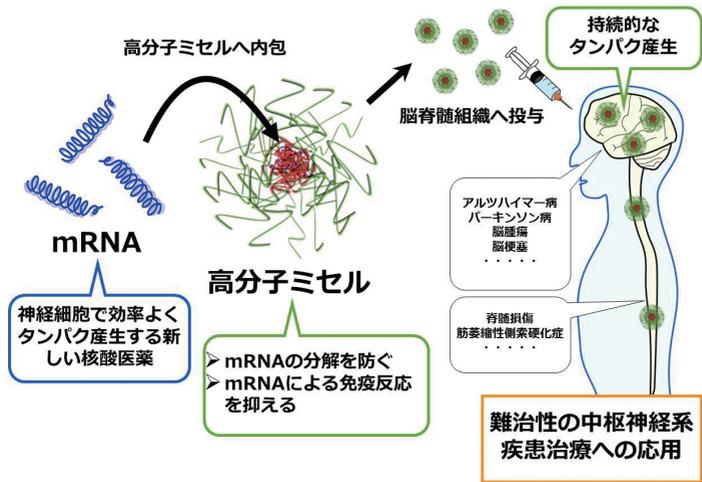
核酸医薬 DNAやRNAなどの核酸を用いた医薬品。核酸は体内ですぐに分解してしまうため、ドラッグデリバリー技術が非常に重要となる。



るといふ形で貢献していく。もしそういうものが普及すれば、製薬会社も潤うし、国民の医療費にも余裕が出る。そのよう

にして余裕が出たところを、数は少ないけれども非常に困っている難病、それを救うのがフェラリとかだから、F1の開

をやる、神経再生などにはすぐいいわけです。もちろん遺伝子治療もいいけれども、いくつかの困難な問題があつて、ものすごくハードルが高い。これが



メッセージRNA内包ミセルを用いた中枢神経治療システム

発に投入すればいいわけです。それをやることによって、全体が回るのではないかと。それが「ナノメディスンが世界を救う」ということにつながるのではないかと思います。

——再生医療とも関連はあるのでしょうか？

片岡 再生医療ももちろん関係が深くて、たとえば最近かなり成果が出てきているのは、メッセージRNAをデリバリーするというのがあります。これ

は、唯一の問題は分解しやすいとか、免疫原性が出ること。でも最近わかったのは、うまくナノメディスン化すればそういう問題は解決する。そうすると、それらを使った再生医療ができるでしょう。細胞を使った再生医療とドッキングさせることによって、対応できる疾患が広がると思います。

再生医療でも比較的急を要するような

治療、それから、非常に複雑な臓器などには細胞を使わないと無理ですね。一方においては、単純な骨の再生であるとか神経の再生というのも半年とか時間がかかっていますね。つまり、明日までに神経を再生しろという要求はないわけです。そういうものだったら、デリバリー

な使い方をされるといふことが重要なのではないかと思います。

新たな分野を切り拓くために
縄張り意識や限界を捨てる

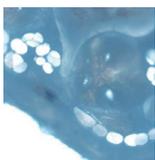
——今後の夢と、若手へのアドバイスをお聞かせください。

片岡 1つはいま、医・工連携とか医・工融合と言っていますが、多くの医・工連携というのには「私、作る人。あなた、使う人」みたいなものです。勝手に自分の専門、限界を作ってしまうわけです。「私はもの作りですから、細胞はわからないです」あるいは「動物実験なんてよくわからない」と。一方において、「私は医者ですから、くれたものは使いますが、ポリマーの構造なんかわからない」と。こういう形でやっていると、まず破綻するわけです。特にうまくいかなかった時に、お互いに相手に責任をなすりつけ

るので、だいたい仲が悪くなります。そうではなくて、工学の考え方や工学の知識を持った医学者、それから医学の考え方や、医学の技術、医学の心を持った工学者を作らないといけない。自分の中で融合しないと意味がないわけです。たとえば自分が化学屋であっても、医者と一緒に実験をやっている時に、医者がやっている手術がおかしかったら、「それはおかしいんじゃないか」と言えなくてはいいけない。それを言って怒るようなやつとは共同研究しなければならないのです。そのような意識、縄張りを持たないということをぜひ実践してほしい。自分の分野は、どちらの分野でも一流の研究、一流の話ができるようにしなければいけない。「鳥なき里のコウモリ」では困るのです。化学の学会に行って医学の話をして、医学の学会で化学の話をするのではなく、化学の学会に行ったら化学

の再生や骨の再生のように、時間はある程度かかってもいい。ただ、確実に安全に行われたほうがいい時には、デリバリーシステムを使う。場合によってはその両方をコンビネーションで使う。そういう点では再生医療にももちろん役に立つ。ただその場合は、「エコマデysin」と言っているのだけれども、エコマデysin

の再生や骨の再生のように、時間はある程度かかってもいい。ただ、確実に安全に行われたほうがいい時には、デリバリーシステムを使う。場合によってはその両方をコンビネーションで使う。そういう点では再生医療にももちろん役に立つ。ただその場合は、「エコマデysin」と言っているのだけれども、エコマデysin



のペースで勝負する。医学の学会に行ったら医学のペースで相手を説得できるようにする。大変だけれども、ぜひそれを進めていってほしいと思います。それが本当の新しい分野を作っていくことではないかと思います。

——うわべだけではない、本当の医・工連携が実現できたとき、新しい分野が作られていくことですね。

片岡 僕は「デリバリー」という言葉が嫌いなのです。デリバリーというとピザ屋の宅配みたいな感じになる。ピザを持って行って、玄関で判子をもらって帰る。だけど我々がいまやろうとしていることは、行くだけではないのです。そこで環境をセンシングしてプロセスングして、オペレーションをやるわけでしょう。僕はこれをナノデバイスと呼んでいます。要するに、小さなものの中に非常に大きな医療機器のあらゆる機能を凝縮してい

というのがわかる。そうすると、今までわからなかった新しい生物の事実が出てくる可能性がある。だから Bio Vivo 生物学。Bio Vivo 生物学をやるための、なくてはならないツールですよ。そうすると生物学自身が変わると思います。僕は「ナノ生理学」と言っているのです。ナノ生理学を学問分野にするには、ナノメディシンというか、いま、我々が言っているようなデリバリーシステム、そういうものが必要になる。それが絶対にできると思います。

——それを広めるのも夢の1つということですね。

片岡 そうです。だからみんなが思っている以上にこの分野は奥が深い。デリバリーシステムという、生物の人はすでに非生理的なことをやっていると勘違いする人が多いけれども、まったく違うのです。体の中はデリバリーシステムだら

る。そういうものを作るはずだと。そういうものが作れると、生体内のいろいろなバリアを克服できるので、新しい治療法が生まれる。つまり既存の方法を補完するのではなく、それが存在することによって治療法が変わる。たとえば、がんの治療が変わる。そういうことができる、それをやるべきだと思っています。

もう1つは、病気の治療や診断だけではなくて、いまの生物・生理学自身も曲がり角だということです。つまり、昔の生物・生理学というのは形態学だったわけで、分子生物学が出て一気にそちらにシフトした。だから、生物・生理学というのは古臭い学問のようになってしまったのです。ところが分子生物学や細胞生物学は、所詮はシャーレの話なのです。シャーレの中で起こっていることが体の中で起こっている保証などありません。結局は、生物は生物に関わらなけれ

けなのです。だって、細胞というのはサイトカインのデリバリーシステムでしょう。^{*} サイトカインなどは全身に出たら毒だから。だけど、それを出している。それからエクソソームはまさにデリバリーですよね。実は、多細胞生物はみんな自分の体の中に持って生まれたデリバリーシステムがあつて、それをうまく使うことによって情報伝達をしたり、機能を出したりしているのです。ですから、ある意味ではそれを我々の合成化学の力で作ってやるだけだから、これは自然の摂理に合ったことをやっているわけです。だから何も非常識なことをやっているという意識はまったくくないのです。

——最後に、スランプの脱出法はありましたか。

片岡 これは難しいですね。「転んでもただでは起きない」という感じでしょうか。あとは、「風車 風が吹くまで 昼

ばいけない。そうすると、生体内でおこなっていることこそが最終目標である。たとえば、月の世界はどうなのだろうか。それは地球の上で模擬の月の環境を作って実験していてもわからない。月に行かないといけない。だから、シャーレから Bio Vivo (生体内) にシフトしないといけないのです。

僕らが研究を始めた頃は、やろうと思っても方法がなかった。でも、いまは方法がある。体の中を見るイメージングもできているし、高機能な顕微鏡もある。見るためのツールはある。だけど、問題はそこで起きることにトリガーをかけるとか、そういう方法論が欠如しているのです。だけど、ナノメディシンができると、そこにもう持って行って、環境に応じて、たとえば薬を出すとか遺伝子を働かせるとか、何かができる。それで生物はどのように応答するのだろうか

寝かな」というような。つまり風車は風がなければ回らないので、しばらく昼寝をするというか。

最近はずいぶん辛いなからなかなかそうも言っていられないでしょうけれども、あまり焦らないことですね。それから、あまり横に逃げないことですね。これが駄目だから次にこっち、こっちと行ったら、全然違う方向に行ってしまうかもしれない。何でもいいから1つ成功させることです。何も大きいことをやらなくても、小さいことでもいいのです。するとそれが結構、成功体験になると思います。

——ありがとうございます。

サイトカイン——細胞から放出される種々の細胞間情報伝達分子となる微量生理活性タンパク質。

エクソソーム——細胞が放出する脂質二重膜で囲まれた膜小胞。この中にはマイクロRNAという核酸が入っていることから、がんの有無や悪性度の診断が行えるのではないかと注目を浴びている。



