



医工連携の現場から

宮本 義孝



再生医療をはじめ、胎児外科治療、遺伝子治療、臓器・細胞移植などの先端医療を社会に生かすためには、医師と工学研究者との相互の理解が必要不可欠です。現在私も、医学と工学が相互に連携した学際領域に関わっている一人です。今回は「生物工学研究者の進む道」に寄稿する機会を得ましたので、著者の今までの研究と経験を踏まえて、医工連携研究の現場を、研究者の卵である学生の皆さんへ紹介させていただこうと思います。

大学での基礎研究

私が医学に興味を抱き、研究の道に進むきっかけとなったのは、マラリアに関する基礎研究でした。マラリアはエイズ、結核と並ぶ三大感染症のひとつで、全世界で年間150万人から270万人の生命が奪われています。現在用いられているマラリアの特効薬としてはクロロキンが挙げられますが、多剤耐性の問題もあり、有効なワクチン開発が急務です。その中で私が行った研究は、マラリアの流行地に赴いた医師が患者から血液を採取し、その血液中に含まれるマラリア原虫の遺伝子多型解析を行い、将来有効なワクチンを開発するためのターゲットとなりうるものを探索することでした。マラリアには非常に興味を持ちましたが、工学部での専攻が化学であったこともあり、「化学の知識や技術を医療分野に直接応用したい」という考えを強く抱き、奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科に進学しました。大学院では、特に生体高分子（核酸、糖鎖など）から合成高分子（ポリオレフィンなど）にいたるまで、材料に関わる幅広い研究を行いました。

医療機関での医工連携研究

大学での勉強期間を終え、平成16年の夏に、国立成育医療センター研究所移植外科研究部の絵野沢伸室長の下で、再び医学に関わる基礎研究を行う機会を得ました。このセンターは胎児から小児、思春期を経て出産に至るまでのリプロダクションサイクルを対象とした総合的かつ継続的な医療、研究を行う機関です。

その中で私は、創薬基盤としての公共的ヒト組織バンクを中心とした、肝組織・細胞の研究利用システムの構築に関する研究を行いました（主に、ヒト肝組織・細胞

の長期保存方法、薬物代謝試験および創薬ツール開発など）。近年では、創薬研究をはじめ多くの医学生物学分野で、ヒト由来組織・細胞の利用は大きな広がりを見せています。ヒト由来組織・細胞の研究資源は、医療行為の余剰として提供されるものを用いており、きわめて希少な資源です。しかしながら、同時に必ずしも研究に適する品質ではなく、また研究計画と組織・細胞提供のタイミングが合うとは限らないため、研究に適するように加工し予定実験のために保存する必要があります。そのため、私は細胞が本来有する機能を保ちつつ、長期間安定保存して供給するための方法について研究開発を行いました。特に、凍結保存がきわめて難しいヒト肝細胞に対して、凍結保存液の選定や凍結方法などを組み合わせることにより、従来よりも、質の良い細胞を保存することに成功しました。品質の高い細胞の保存と供給が可能となれば、ゆくゆくは細胞移植などの臨床へ応用できるようになるだろうと期待しています。

医工連携研究と倫理的配慮

医工連携による研究開発は、最終的に前臨床試験を経て臨床試験に進み、数多くの医療現場で利用されることが望まれています。この目的を達成するためには、患者さんやボランティアの方々のご協力を得て、倫理的な配慮のもと、臨床試験を行わなければなりません。当然、医療行為での安全性とその研究の必然性がない限り、臨床研究はもちろん臨床基礎研究も絶対に行ってはいけません。私も、臨床基礎研究に携わる研究者の一人として、そのことを心に刻みながら研究を行っています。

先のヒト肝細胞研究では、(NPO) HAB研究機構¹⁾を通じて、米国から輸入した移植不適合肝から分離した細胞を使用させて頂きました。ここであらためて肝臓をご提供頂いたドナーの方々に深く感謝の意を表します。

医工連携によるトランスレーショナルリサーチ —最先端医療機器の開発—

現在、情報があふれているこの時代において、多種多様な学問が創出されています。20世紀初頭から物理学、化学、生物学、情報学とトピックが移りながら科学技術は発展し、いまやそれらを統合した学問、すなわち学際領域の研究が盛んに行われています。特に、21世紀に入

り、今日の科学技術の発展を基礎とした医学の発達が目覚ましいものです。事実、日本国内でも、医学や工学などの基礎研究で得られた成果を実際の医療に応用できるよう発展させる「トランスレーショナルリサーチ」が数多く行われています。その一例として、国立成育医療センター特殊診療部の千葉敏雄部長らが中心となり研究開発を進めている、超高感度内視鏡の開発について紹介いたします²⁾。

近年、3次元超音波装置やMRI（磁気共鳴画像）装置などの医療機器の進歩により、生まれる前の赤ちゃんの病気を診断することが可能になりました。そして、出生前診断から病気と判定された赤ちゃんの死産などを未然に防ぐために、妊娠中に治療する「胎児治療」が急速に広がってきました。この胎児治療を実現するための医療機器は、当然、通常の外科手術で用いる内視鏡などに比べてより低侵襲かつ安全でなければいけません。というのは、一般の患者一人に対して行う手術に比べて、母体と胎児の両者のリスクを考え、侵襲を最小限に抑えなければいけないからです。これらの問題をクリアするためには、内視鏡を小型化、軽量化、高感度化にすることが必要で、これにより、母体や胎児に対して手術をより正確に安全に行うことができます。これらを実現するために、日本放送協会（NHK）放送技術研究所が中心となって開発した技術を内視鏡に導入し、国立成育医療センターとの医工連携研究が始まりました。このように、医工連携によるトランスレーショナルリサーチは医療・研究機関、大学、企業の間で活発に行われ、一定の研究成果を得ています。以下、私の医工連携の現場での経験について触れることにいたします。

医工連携研究の現場から

平成19年の夏から、国立成育医療センター特殊診療部に所属が変わり、千葉部長の下で医工連携研究に携わっています。本研究室では、さまざまなバックグラウンドを持った医師（小児外科、小児科、産婦人科など）と工学研究者（情報科学、機械、生物、化学、物理など）が一体となり、「胎児期の外科治療技術の確立」を目指して、内視鏡の開発を中心として臨床で実践できるものづくりを日々行っています。

実際の医療への応用を考えた時に、化学を学んできた私が一番強く感じることは、医師と基礎研究者との間には、どうしても考え方のギャップが生じてしまうことで

す。そのギャップをいかになくすかは、日頃からのブレインストーミングによるディスカッションが非常に重要となってきます。ここでは、医師から現在の医療状況や治療方法を聞くことにより、その場で実用化や臨床への応用に向けた研究の方向性が決定できます。そして、医師と研究者と一緒に実験を行い、その場で問題点を解決しながら、効率よく研究開発を進めてゆきます。当然ながら、基礎研究の重要性は言うまでもありませんが、臨床への応用には、医師と工学研究者との現場でのコミュニケーションが一番の近道だと私は思います。

生物工学を志す学生へのメッセージ

先端医療を発展させるためには、医師と工学研究者との相互の協力が必要であり、実際に得られた研究成果を医療分野で実用化するためには、医療現場の現状や問題点を理解しなければいけません。この現状を知ることが、医工連携によるものづくり開発の過程で生じた問題点を解決するための第一歩となり、新たに有用な技術を創成することにつながります。そして、これらの新しいアイデアを生み出すためには、学生自身が独自の研究分野を確立する必要があります。すなわち、大学時代に生物工学をはじめとする基礎科学をしっかりと学んだ上で、はじめて医学研究などの応用研究に活かされると私は思います。私自身、大学院時代にじっくりと材料分野に関する研究を行ってきたことが、今日の医学研究を進める上で役立っています。そして、数多くの研究分野がある中でも「生物工学」は、遺伝子組換えをはじめとする医学が発展する上での有用な技術を数多く開発し続けています。

今後、生物工学をさらに発展させるために、医療に関わるものづくりに興味のある学生の皆さん、医療現場を少し覗きに来て見ませんか。そうすることで、将来自分が目指すべき道が開けるかもしれません。自分から医療分野にアプローチすることを難しいと考えず、興味があったらすぐに行動してみてもいいのではないでしょうか。

最後に、医工連携研究を行うにあたり、多くの方々にご協力をいただきました。特に、国立成育医療センターの医師、研究者、スタッフの方々に感謝致します。

1) <http://www.hab.or.jp/>

2) 石山昭彦ら：炎症と免疫, 16, 15 (2008).