



次世代の研究者たちへ

石川研究室～生体分子機能工学専攻



石川 智久 教授

現在、東工大には800もの研究室がある。それらの研究室は研究テーマ、研究方法はもちろん学生の教育方針まで、そこを率いる教官の個性により大きく異なっている。ここ、石川研究室は其中でもかなりユニークな研究室である。石川研究室では産業界に目を向けた研究と、そしてなにより次代を担う力を持った科学者の育成を目指している。脅威的な速度で新しい技術が生まれている今の時代において、科学者には何が求められているのだろうか。石川教授に話を伺った。



「厳しさ」の裏側に

「厳しいところですよ、ウチは」。自分の研究室を評して、石川教授はそう言っていた。石川研究室の特色は「ウチは研究ばかりを行うわけではありません。人材育成、産業界に資する人材を育成する、それがウチの目的です。」という教授の言葉に端的に表れている。「産業界」を見据えた研究と教育、これは教授自身が自らの体験から出したひとつの答えである。ここでまず、その答えにたどり着くまでに教授がどのような道を歩んできたのかを見てみることにしよう。

石川教授は北海道大学大学院で博士課程を修了したあと、ドイツにわたり5年間研究を行った。帰国後、大阪大学に助手として2年間務めたが再びドイツに戻り、ドイツで2年間、アメリカで4年間を過ごしている。その後、研究の場を企業に移しファイザー製薬で4年間研究活動を行った。そして2000年の6月1日に東京工業大学大学院生命理工学研究科の教授として迎えらるることになったのである。

このように石川教授は、外国の大学で11年間、企業で4年間研究者として働いている。外国の大学や産業界での豊富な経験から、今の日本の大学



ドイツ時代の石川教授

の状況を変えたい、という思いを持つにいたった。今の日本の大学は研究の成果をどのようにして社会に還元するのかを考える視点に欠けており、また教育においても社会が本当に求めている人材を育成できていないというのだ。このままでは2010年には日本は世界に取り残されてしまう、という危機意識が「厳しい」研究室にしている。ここ東工大で、将来世界と伍していけるだけの能力を備えた人材を育成したい、そのための教育を立ち上げたい、これがひとつの目標である。



これからの研究者に求められるもの

それでは石川研究室が目指している、つまり、いま産業界が求めているのはどのような人材なのだろうか。石川研究室ではゲノム創薬学の基盤研究というテーマがあり、そのための人材育成を目標にしている。しかしどのような専門分野であれ次代を担う研究者に求められる能力は共通している。大まかに言えば、

1. 専門分野に関する基礎力・応用力といった、いわゆる研究能力
2. 国際的ビジネス感覚
3. コミュニケーション能力

の3つである。

これまで、研究能力を身に付けることが学生教育の大半を占めていた。しかし、産業界への貢献を視野に入れたとき、研究能力の養成は全体の3分の1の重みしか持たない。これまで軽視されてきたこと、国際的なビジネス感覚を磨き、他者とのコミュニケーションを自在に取っていく能力を重視しているのだ。

ここで言っている「国際的ビジネス感覚」というのはつまり「自分の研究で何を目指し、成果を何に役立てるのか、それにどれだけの価値があるのか」を見通す感覚のことである。従来のように、論文の数やそれが掲載された雑誌の格付けを基準に研究を評価するのではない。その研究が実際に社会、産業界にどれだけのインパクトを与えられるのかによって評価することが求められている。そうでなければこれからの社会では生き残ることはできないのだ。例えば、ある研究で論文を書き、それに対してどういう評価を受けた、というだけでは国際社会はほとんど関心を示してくれない。世界の関心を引くためには、まず研究の成果を実際の社会に還元し役立てる道を示さなければならない。その上で、設備投資の内容に始まり、研究に必要な人材にいたるまで、しっかりとしたビジネスプランを立てることによって初めて評価を得ることができる。これが新しい時代に求められる研究のスタイルなのである。

しかし、どんなにすばらしい成果を出そうともそれを世界に発信できなくては何の意味もない。そこで、他者とのコミュニケーション能力が必要



スタッフルームの学生たち

となる。自分の研究成果を世界中に発信するための語学力、いまや世界言語として認知されている英語の力を身に付けなければならないのだ。

それでは、単に英語が流暢に扱えればそれでいいのだろうか。残念ながらそれだけでは不十分だ。これからの時代に求められるのはもっと高度なコミュニケーション、つまり、英語という共通語を用いて議論をする能力なのだ。まず、自らの研究成果から未来へのビジョンを描く。そこからできるだけ大きな利益を引き出すために、世界と交渉できる能力が求められるのだ。

ここで、単なる語学力から議論をする能力への橋渡しとなるのは論理的思考力である。ところが日本人にはこの論理的思考力が欠けているといわれている。さまざまな民族の交流が見られるヨーロッパと異なり、日本は単一の民族、文化の中を歩んできた。そのため、「目と目で通じ合う」文化が育ってしまっている。しかし、国際社会にひとたび出るとその感覚はまったく通じない。欧米をはじめ、昔から異文化との接触が日常であった文化圏の人々にとって、周りの人間は「得体の知れない他人」である。そのような環境の中で生きていくには厳密な論理的思考が必要となる。論理によって話し合い、説得し、分かり合う。そんな文化を背負った人々とこれから国際社会という舞台で私たちは競っていかなければならない。これからの研究者にとって、論理的思考力に根ざした英語力は必須のスキルであるといえる。

東工大が目指すべき道

このような産業界、社会への貢献を考えた教育をこそ東工大は行うべきだと石川教授は語っていた。旧七帝大をはじめとする他の国立大学とは異なる役割を背負っているというのだ。旧七帝大はもともと官僚養成機構としての性格を持っていた。与えられた任務を忠実に、すばやく、正確にこなせる人材を育成することをひとつの使命としていた。しかし、東工大の場合はそれとは大きく異なっている。東工大の前身は「東京職工学校」、職人を養成するための学校であった。つまり、生まれたときから民間に目を向けた大学としての役割を背負っているといえる。そんな東工大に期待されているのは、社会や産業界に役に立つ人材、テクノロジーとその研究基盤の供給源たることなのである。東大や京大でも行われているような研究では何の意味もない。東工大で行われる研究は、新しいテクノロジーを生み出し産業を発展させるようなものであるべきなのだ。生み出されたテクノロジーが中小企業を活性化して、雇用の拡大を生み産業界をさらに活性化させる。そういった形で社会にインパクトを与えることが求められているのだ。例えば2000年の大学別特許登録件数を見てみると、現在でも東工大は確かに13件で1位の座についている(表1)。しかしそれでもまだまだ十分ではない。「東工大はまわりをダントツ

順位	大学	件数
1	東京工業大学	13
1	東海大学	13
1	名古屋大学	13
4	大阪大学	12
5	京都大学	11
5	東京大学	11
7	広島大学	10
8	東北大学	8
9	九州工業大学	5
9	北海道大学	5
9	豊田工業大学	5
	全大学合計	161

表1 2000年の大学別特許登録件数上位校

で抜いて、それこそ50件くらい出す。そのくらいまで行かないとだめなんじゃないですか。」と石川教授は語っていた。東工大には、スタンフォード大学やMITと肩を並べるほどのアクティブな大学になってほしいという思いを持っているという。それだけの實力を持った人材を育て、それだけの可能性を持ったものを生み出す。21世紀という新しい時代を迎える中で東工大に寄せられる期待は大きい。

ゲノム創薬研究の新しいアプローチ

このように世界への飛躍を目指す石川教授の研究対象のひとつは創薬である。ここ数十年のバイオテクノロジー・バイオサイエンスのめざましい発達の中で、創薬の分野も大きな影響を受けた。新薬候補物質の探索、合成技術の進歩によって、以前とは比べ物にならないほど創薬の効率は良くなっている。しかし薬としてうまく利用できるようになるのは現在のところ候補物質の1割程度に過ぎない。ほとんどの場合期待していたほどの効果が上がらず、場合によっては副作用として害を与えることになってしまう。

それでは、そもそも薬が効いている、というとき私たちの体では何が起きているのだろうか。

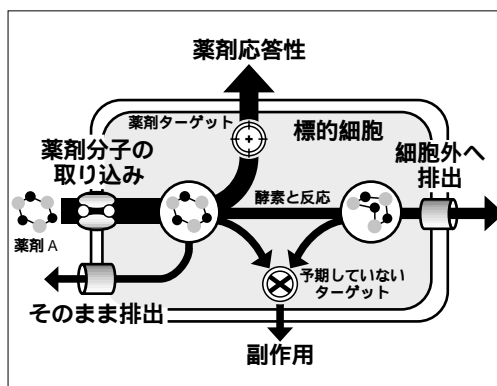


図1 細胞内での薬物の動き

それを知ること、十分に薬効が得られないときに何が問題になっているのかが分かってくる。

薬剤分子は多くの場合細胞内の酵素など、ある特定の標的に対して働きかけている(図1)。その後ほとんどの場合が特定の酵素と反応して構造が変化しトランスポーターによって排出される。その薬剤分子と細胞内の標的との相互作用により、私たちの体に目に見える変化が起こるのだ。このことから、薬を創るということは生体内に標的を定め、それと相互作用をする分子を創り出すことであるということができる。

しかし、ターゲットと正しく相互作用をする分子を創っても、それだけでうまくいくとは限らない。十分な効果を得るためには薬剤分子が、適切な量、時間だけ、働きかけなければならないのだ。少なければ、効果は薄くなってしまし、多すぎれば副作用の原因になる。

そこで重要になってくるのが、薬剤を細胞の外に輸送するトランスポータータンパクである。石川教授はこの輸送機構に着目し研究を行った。それをもとに薬剤分子を作ることができれば、はずれない薬剤開発ができるというわけだ。

細胞内への薬剤分子の取り込みや排出には、多くの場合、細胞膜に組み込まれたタンパク質が関わっている。そのひとつが、ガン細胞で働いているP-糖タンパクである。その働きが過剰になっている細胞では、制ガン剤の効き目が弱くなってしまうことが知られている。ガン細胞が薬剤に対する耐性をもってしまうのだ。P-糖タンパクが細胞内から薬剤物質を次々と排出してしまうことが耐性の原因になっている。この問題を解決するためには、P-糖タンパクがどのような物質を排出するのかを見極めたうえで薬剤分子をデザインする必要がある。

その例としてテキサス大学M.D.アンダーソン癌センターのPriebe博士(石川教授の共同研究者)は、より効果的な制ガン剤、アナマイシンの開発に成功したのである(図2)。

アナマイシンの合成は、一般にアントラサイクリン系と呼ばれる薬剤をもとにして行われた。まずP-糖タンパクの性質から、アントラサイクリンの3'-位のアミノ基が輸送のために重要な構造であるという示唆が得られた。そこで、その3'-位のアミノ基を水酸基に置換し、P-糖タンパクによ

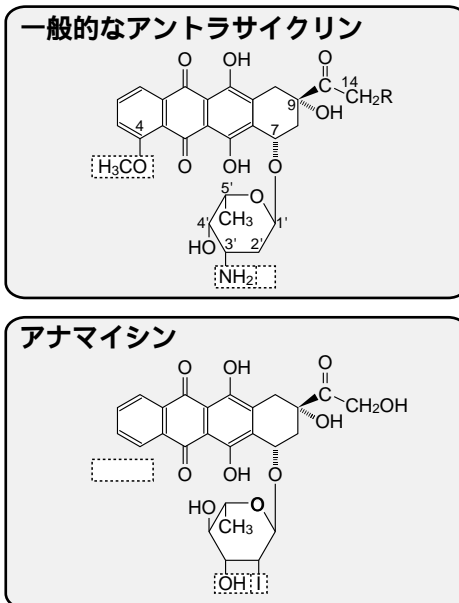


図2 新しい制ガン剤 アナマイシン

る排出のターゲットから逃れるようにした。

しかし薬が細胞内にとどまることができたとしても、それがガン化していない細胞であってもは何の意味もない。的確にガン細胞を狙えるような工夫が必要となるわけだ。実は、薬剤をリボソームと呼ばれる脂質の膜に取り込ませることで特定局所に薬剤を運ばせることができ、ここではそれが利用される。また、リボソームに取り込ませることで身体への負担を和らげることできる。そこで薬剤の脂溶性を増加するために、C-4位のメトキシ基を除きC-2位にヨウ素を取り入れてある。

こうしてできた新物質アナマイシンの有効性は実験により明らかにされている。まず、耐性をもたない普通のガン細胞に対しては従来の制ガン剤とほぼ同等の効果を示している。一方、耐性をもつガン細胞の場合アナマイシンの方が50倍から100倍の効果があることが観測されている。細胞内に蓄積される量を見ると、アナマイシンの方がより多く細胞内に蓄積されるという結果が出ている。従来の制ガン剤はP-糖タンパクにより、速やかに細胞内から排出されてしまうのだ。

これらの結果はアナマイシンがP-糖タンパクによる排出を受けないことを強く示唆している。薬剤が細胞内でじっくりと効果を発揮できるという

わけだ。

アナマイシンの開発は、輸送機構に注目した薬剤分子設計の有効性を示す好例であるといえる。トランスポーターに注目するという、これまでにない切り口で進められたこれらの研究に対して産

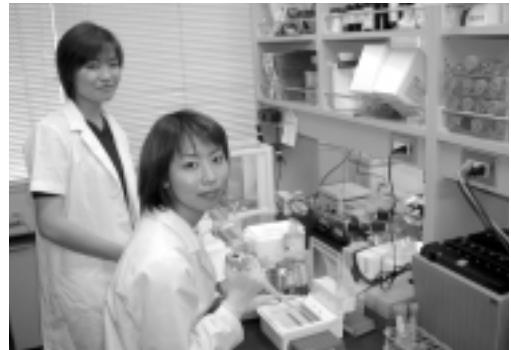
研究室内の活動

石川研究室ではトランスポーターに関する研究から、ベンチャー企業を興すことを目指している。東工大が社会や産業界にインパクトを与える存在となるために、その先鞭をつけようというのだ。実際、その技術は今年大阪で開かれた「パイオビジネスコンペJAPAN」において優秀賞を受賞した。内に潜むビジネスの可能性が高く評価されたのである。年度内の起業を目指し、国際特許の申請など着々と準備が進められている。官主導型の時代遅れなスタイルではない。民間の資金を使い短期間で結果を出すという、今の時代の流れにあったやり方で成功を掴む。そして理工学振興会（東工大TLO）がそれをサポートし、東工大全体が日本の大学をリードして、世界に認められるアクティブな大学になる。石川教授が目指す夢はまさに始まろうとしている。

この強い思いは研究室の学生の就職に対しても向けられている。石川教授は「どこかの会社にウチの学生をお願いしますというのではなく、自ら興した会社に研究室で育てた人材を送り込む。それくらい能動的な人材育成をしなければならないだろう。」と語っていた。この言葉には人材を育てることに対する積極性がにじみ出ている。使えない人材をさっさと放り出すのではなく、徹底的に鍛える。「研究室に残る人も社会に飛びだしていく人も、一人前の太鼓判を押すまでは徹底して人材育成する。」というのだ。

石川研究室において学生達に課せられているの

業界からも注目が集まっている。石川教授の目指す社会へのインパクト、そこから生まれるビッグビジネスの可能性に大きく期待しているのではないだろうか。



ヒト遺伝子クローニング中の学生

は次のようなことだ。例えばマスター以上の人には3ヶ月ごとに自分の業績評価をさせている。そのうえで、次の3ヶ月で何をするかを考えさせ、その目標に達しなかったときは業績評価が落ちることになる。卒論を書く場合には、目標、結果、考察以上のものが求められる。他の研究室との違いや、研究室の最新の状況をレポートする。そのうえで、自分たちはどのような進路をとるべきか、というところまでが求められるのだ。社会に出たとき私達は他者との差別化を図り、どのように自分の領域を広げていくのかを考えなければならない。石川研究室で行われているのは、まさにその訓練なのである。国際社会の厳しさをその身をもって経験した石川教授だからこそ、研究にも教育にもそれを乗り越えていけるだけのものを目指しているのだ。

私たちは大学で何を学ばなければならないのだろうか。これから先、学ぶ目的が見つからなかったり、専門に偏りすぎて周りが見えなくなってしまうことがあるだろう。そんなときに、社会が研究者に何を期待しているのかについて考えてほしい。今回の取材で、研究者は研究のことだけ

を考えていればいいと堅くならず外から自分の研究を眺めてみるのも必要なのだと思った。

最後になりましたが、多忙な中取材や質問に快く応じて下さった石川先生にこの場を借りてお礼申し上げます。

（古川 和史）