

異分野融合による研究活性化に向けて

株式会社島津製作所
田中 耕一先生へのインタビュー

革新的がん研究支援室 (PRIMO)
神野 美里

株式会社島津製作所
エグゼクティブ・リサーチ フェロー
田中耕一記念質量分析研究所 所長
田中 耕一先生



< ご略歴 >

1983年4月 (株)島津製作所入社 技術研究本部 中央研究所 配属
1986年5月 計測事業本部 第二科学計測事業部 技術部
1992年1月 英国 Kratos Group PLC. 出向
12月 分析事業本部 第一分析事業部 技術部
1997年4月 英国 Shimadzu Research Laboratory(Europe)Ltd. 出向
1999年12月 英国 Kratos Group PLC. 出向
2002年5月 分析計測事業部 ライフサイエンス研究所
11月 フェロー就任
2003年1月 田中耕一記念質量分析研究所 所長 (現在)
2010年3月 田中最先端研究所 所長
(兼務, 2014年9月まで)
2012年6月 シニアフェロー就任
2020年4月 エグゼクティブ・リサーチ フェロー (現在)

【これまでのご経験から】

1.ご専門分野について教えてください

－質量分析

質量分析は、もともとは元素の同位体を分けたり、それぞれの元素に対して同位体があるのかを調べたりする手法でした。ほぼ真空の状態でイオンの形にして、それを飛ばして、大きさごとに分けるというものが、いわば質量分析の最初と言えます。その後、より細かく分けたり、より大きな分子であるタンパク質や糖鎖や水素の1万倍かそれ以上の大きさの抗体の分析などを行ったりできるようになってきました。その過程で、実際にどのような分野が質量分析の守備範囲になってきたかという、医学や薬学、天然物、小さいものから大きいものまであります。薬に不純物や副産物が混ざっていないかの確認、ポリマー、プラスチック、環境分析までも守備範囲です。質量分析ができる範囲がさまざまな分野に広がってきたというのがここ100年の経緯です。

2.がん研究に携わるようになったきっかけは何ですか

質量分析の新たなテーマとして、がんが非常に大きな課題だったことがきっかけです。

3.がん研究を行う際に難しいと感じたことは何ですか

－病態が細分化され治療が複雑化していること

例えば乳がんはHER2発現などにより細分化されており、それぞれに対して一番いい方法を取らなければなりません。より複雑になっているものをどう紐解いて解決策を見つけていくかというのは、特にがんでは、これまで積み上げたところのさらに上にいろいろやらなければならないということが難しいと感じました。

4.異分野研究者との共同研究の概要について教えてください

－様々な学術分野とのコミュニケーションにより質量分析学が育まれてきた

質量分析学として、見たいものだけを見るためには、他のものは排除し、イオンを作り、それを分けて検出して、データを最終的に解析するというステップがあります。この質量分析に不可欠な分野を見ると、医学、薬学、分子生物学などの分野から「こういうものを見られないか？」と求められ、それに私たちが応えてきた歴史があります。イオン化は、もちろん化学の発展なしにはできませんし、分けるためにはイオンが小さいものから大きなものまでどのように挙動するかを、数学の力を借りて物理の式を解くという形を取ります。そして、測定のためには、測定装置として不可欠な電気回路や機械部品、さらに特別な性能を出すためのさまざまな素材を使って分けることも必要です。

このような分野を俯瞰すると、私たちは好むと好まざるに限らず、その場、その場で必要な学術領域とコミュニケーションせざるを得なかったと言えます。そういったさまざまな学術を組み合わせることによって、私たちは質量分析という場を通じて発展してきました。

つまり、さまざまな学術により「必要は発明の母」のような形で育てていただき、逆に、例えばプロテオミクスのようにタンパク質の研究が進んだのは、質量分析があったからこそ、そういう学術の枠組みができたと考えています。質量分析により新たな研究分野ができたということもできるでしょう。

－電気工学と化学の融合

質量分析の場で私が他の分野のことを学ぶ過程で、電気工学の電波の知識をレーザー光へ応用することができました。電波と言ってもレーザー光と波長が違うだけで、同じ電磁波です。電気工学ではとにかく電波を吸収させますが、化学では吸収させてイオンを作る原動力にします。分野を超えたアイデアの応用、適用ができたのは、分野を超えて知恵を出し合い、コミュニケーションする場があったからです。それはチームの中で行った部分もあり、私自身が他の分野を学んで適用した部分もあります。そういったことが自然とできる場が質量分析でした。

－医療の分野でもあり得る

異分野融合は質量分析の場だけでなく、医療の現場でも存在します。今まで患者さんと医師と看護師だけの場とされていたものが、チーム医療として例えば技師さんやテクノロジーといった工学分野の技術者と医学の分野の方々が交流し、別の分野に適用することによって、今までアイデアも思い浮かばなかったようなことが可能になることがあります。イノベーションというのは堅苦しい話ではなく、別の分野に生かすとか、新しい切り口とか、新しく組み合わせるという定義であり、それによりイノベーションにつながる可能性は高いと考えます。

－テーマはいくらでも見つかる

異分野融合は私にとっては当たり前になっていますが、学会で若い人から「課題をどうやって見つければいいですか」という質問がありました。いろいろな分野の人が集まってコミュニケーションすれば、課題というのは幾らでも見つかるのに、と思いました。課題を見つけれないと思っているがために、何か新しいことができないという部分もあるのではと感じました。

－国家プロジェクト「FIRST」

まず課題があって、その課題を解決するために「この指止まれ」という方法でやるのは、最近、国家プロジェクトでもよくあります。私たちはFIRSTというプログラムでがんのメカニズム解明をし、根本的治療薬を開発するということに取り組みました。

その時、少なくとも私がリーダーとして何をやらなくてはならないかを考えました。がんの早期発見のためには、微量なものを選び分けて測れるようにしなければなりません。そのためにはどういった人が必要か、あるいは今いるメンバーで何ができるかといったこ

とをいろいろ内部でディスカッションしました。私たちはがんの専門家ではなく、逆に、医学部の方はまだ質量分析のことをあまりご存じないので、課題に向かって解決策を見つけ出すためにどうするかをお互いにコミュニケーションしなければなりません。そのコミュニケーションをする時に、私たちは医学の専門用語は分かりませんし、逆に医学部の方にとっては質量分析の専門用語は分かりにくいので、いかに分かりやすくお互いの共通理解を深めるかが重要です。簡略化したことによって誤解も生まれやすいですが、まずはどこかでお互いに理解するベースをつくらなければならないと思います。そういう時に、私自身がもともと電気工学出身で入社後に化学のことを任せられた経験から、高校、中学で学んだことを、専門用語を使わずに、いかに理解するかというようなことを自分の中で練習していた部分もあり、それをチームの中でなるべく展開しようということに徹しました。

5.異分野研究者との共同研究で難しいと感じたことは何ですか

ーお互い理解するために分かりやすくコミュニケーションすること

チームのみんなが理解できるようにベースを作り、そこから出発しなければなりません。これは私だけでなく他にも仰っている方がいますが、例えば2-3年のプロジェクトの中で、課題は何か、共通に理解できることは何かというコミュニケーションをするために、極端な話、1年ぐらい必要になってくるかもしれません。それでお互いに共通理解できる言葉を使って、ゴールが何かということを確認できれば、そこからの開発スピードはかなり加速されます。お互い理解不足のまま進めると「あれ？手掛けていることや出口が全然違う」というふうになってしまう場合が多く、共通理解は非常に重要です。これは異分野融合のゴールであり、出発点でもあると思います。

【異分野融合研究の加速化に向けて】

1.異分野研究者間の共同研究を成功させるために、どのようなサポートが必要だと思いますか

ー連続的なサポート

非常に嬉しいことに京都大学の先生方と一緒に研究をすることができましたが、やはり3、4年というのはものすごく短かったです。質量顕微鏡という方法で、今まで見分けられなかった違いを見分けることができましたが、この違いが逆に疑問になり、また新たな仮説が幾つかできてきました。その仮説のどれが正しいかを見分けるために、また枝分かれしていきます。仮説は立てられましたが、それ以上のことを実施するのに3年間では不十分でした。新たな疑問や仮説が出てきた時に、そこに着目すればがんが治るかもしれないというように、治療まで見据えると、それこそ薬の開発に10年かかるのは当たり前という状況ですので単純ではなくなります。患者さんごとの治療薬や治療法を開発するとなると、あっという間に5年、10年経ってしまいますので、次のステップや実用化につなげていける気の長いサポートは当然必要だと思います。

－基礎研究から産業化までを見据えた研究費や研究の在り方

一つ解決したら、「あとは企業に任せれば」ということになりがちですが、企業側は製品化にその倍以上、もっとかかるかもしれません。せっかく見つけたことを使って産業にしていくなか、うまくベンチャーにつなげていくことを前提に考える予算に切り替えなくてはいけないと思いますし、企業あるいはアカデミアとしても、そういったことを前提に研究を進める必要があると思います。基礎研究は、日本は昔からすごいと言われていましたが、なかなかそれが実際の治療まで結びつかないというのは、例えば途中までで、もうゴールだというふうになってしまっているのではないのでしょうか。何とか治療までつなげていくという考え方に基づいてやれないものかと思います。

－フレキシブルに使える研究費

アメリカでは限定的なお金の使い方は少なく、産業的に使うとなれば寄附ファンドを追加して進めるという決定がすぐになされるようです。柔軟性という点で参考になるのは、10年前に実施した国家プロジェクトでは、約4年間の研究期間の途中で方針を変えることが認められていました。私たちは当初、根本治療薬の開発を目指していましたが、途中で、ある意味諦めました。その後、根本治療薬に相当するものが今ようやくできつつあります。10年経ってもそのような状況であり、10年前にはできなくて当然だったかもしれません。

4年間では治療薬開発に至りませんでした。アルツハイマー病でキーとなるメカニズムを私たちは前半で学んだことになると思います。その学んだことを生かして、質量分析という方法を使って発症の非常に初期の段階、まだ発症していない状態を見つけ出すための知識をため込むことができました。国家プロジェクトでも、そのような予測のつかない部分を、その時々に合わせて変えられるというファンドの作り方は必要だと思います。

異分野融合という点で考えると、研究の段階によって、それに適した仲間を新たに迎える必要が出てきます。国の予算を預かっているというプロジェクトでも分野間の連携を途中で切り替えやすくすることで、より治療につなげることができると思います。基礎研究でも、今まで使っていた方法では駄目だとなった時に、別の方法に切り替えることを前提にしてプロジェクトが進められるようになればいいと思います。

一部だけでもそのような新たなシステムが採用されることで、失敗を次はこちらに生かすという話になった時に、方向性や予算を切り替えられる、あるいは新たに導入することが受け入れられるといいと思います。挑戦する壁が高ければ高いほど成功する確率は低いですが、そのままなら失敗に終わるものを、失敗したところからうまく活用できれば、フレキシビリティがあるやり方のほうが全体として成功率は上がるかもしれません。

2.がん研究を加速させるためにどのような研究分野や異分野の技術が必要だと思いますか

－質量分析

私たち自身もまだまだ質量分析がどのように役立つかわかっていない部分があります。がんの研究分野に限らず、お互いにうまくコミュニケーションして、知恵を出し合う必要があると思います。がんは完全に克服できたわけではなく、まだ発見や治療がうまくいっていない部分があるので、もっと気軽に、コミュニケーションをすることが大切ではないでしょうか。

3.若手研究者が異分野研究者と共同研究を行う際に、どのようなことが課題になると考えられますか

－若手は自分の意見をしっかり言い、トップの先生は若手の意見を聞くことが大切

若手研究者は、自分が若いから、専門知識が少ないからといって「先生の言われるとおりです」という感じではなく（研究室によってはいまだにそういうところがあるみたいですが）、自分の意見も生かさなければ、ある意味そのトップの先生にとってはせっかく良いものを生かすチャンスを失っているということになります。トップの先生にもいい考え方をうまく取り入れる方向になっていただければ、もっと日本の中で新しいアイデアを入れて、イノベーションが起きていくチャンスを増やすことになると思います。結果的に若手研究者の意見を取り入れなかったとしても、聞くぐらいはしたほうが良いのではないのでしょうか。その時に、「ああ、あの若手の彼、彼女のことを聞いていればこういうふうになったのに」ということがあれば、それが次に若手の意見を聞くことにつながるかもしれません。

若手のアイデアは10個のうち9個ぐらいまではしょうもないと思うかもしれませんが、その中に1個ぐらいは、本当にはっと気づかされるアイデアがあります。そのような「下手な鉄砲も数撃ちゃ当たる」ということを許容できるチームで、かつ若手研究者は、とにかく何か貢献しようとして、勉強しながら、質問やトライをすることが大切です。若い時のほうがトライできると思うので、自分は至らないから駄目だというふうにあまり思わないでほしいです。

まずは、聞いてみる、そしてお互いに言ってみることが大事です。私自身が古い考えで固まっていけないように、外に言った言葉を翻すことがないようにするため、この様な（インタビューの）機会をつくっているとも言えます。

－広い分野を浅くても学ぶことが大切

言い方は悪いが、専門ばかみたいにならないほうが良いと思います。私は大学院を出たわけではなく、専門的な研究を行ったのは約1年だが、そこで学んだことさえも生かしたということになります。いわゆる模式図で表す程度の知識はありましたので、大学の学部を出たての人間でも、受験勉強でやった物理、化学、数学あるいは生物の基礎が、意外に生きている部分があります。それを基に多少でも自分の学んだ専門分野をうまく別のところに当てはめるためには、理系のいろいろな分野を学んでいるということが、場合によっては専門家さえも思いつけないようなアイデアにつながる場合があります。著明な先生方

からお聞きした話として、国家プロジェクトで予算を獲得するためには専門家以外の方、特に文系の方に分かりやすく説明することを必要条件としているとのこと。申請書を書く時に、いかに分かりやすく、例えば別の分野の説明に置き換えて書こうとすると、その段階で今までの自分の専門分野とは違うところのアイデアを取り入れることにもなり、書いているうちに新しいアイデアが生まれるということもあります。

－自分はこれしかできないと思込むとチャンスを逃すかもしれない

私は入社後に電気工学から化学に移ることになりました。5人のチームのうち、周りの物理や電気の専門家集団の中で私は一番若く、また、化学実験ができる人間が逆にいませんでした。とにかくチームでやるために、半分以上期待されない状態で仕方なくやらされたという部分はありますが、私にとってラッキーだったのは、化学の専門でないために、自由に実験ができたということです。化学の専門家からすると「そんなことやっても無駄」と思われていることでも、自分の発想、若手の回転の速さでできた部分があります。自分の専門分野を中心になって行うというのではなく、任せられた仕事をやっているうちに、その失敗の中からうまくいくものを見つけ出せました。例えば会社に入ると、学生時代の知識を活かしながら別のことをやってほしいということがよくあります。自分の専門以外に回されることが当たり前で、もしかしたらそれがすごくいいチャンスになるかもしれません。海外に行くと、博士号を持っていても他の分野の基礎的なことを知らないことがよくありますが、日本の場合は高校までに理系の基礎的なことはみんな学びますので、そのシステムのおかげで、私が異分野でアイデアを展開できる基礎ができたのかもしれない。

ここにある装置にはイオントラップという方法が使われていますが、これに用いている高周波は私が大学の時に学んでいたアンテナ工学の電波と同様のもので、大学時代の知識を40~50歳になって生かせるということも実際に経験しました。大学を卒業する時に、「私は、これしかできません」と言う人がよくいますが、「いや、そうかな」と思います。やってみると意外に面白いということもありますし、思い込みが過ぎると、逆に自分ができることのチャンスを逃しているかもしれません。

【異分野研究者・若手研究者へメッセージをお願いします】

自分がその筋の専門家と同じことができるわけではありません。しかし、自分が持っている別の分野の知識が、たとえプリミティブなものでも役立つことはたくさんあります。とにかく意見やアイデアをぶつけてみると10回に1回ぐらいはうまくいくでしょう。逆に、失敗することを恐れて何もしないよりも失敗を積み重ねたほうが、将来よりよいアイデアをより確率高く生み出す、そういう訓練にもなります。

それから、自分の考えをできる限り育てるようにしてほしいと思います。なぜなら、専門家に話を聞いて実験や研究を進めてもうまくいかないこともあります。ここで、人の意見を聞いた場合と自分の意見でやった場合、それぞれに対して、失敗した場合と成功した

場合、 2×2 で4つの結果に分けて考えてみます。まず、人の意見を聞いて、成功してもあまり嬉しくありません。失敗したら人のせいにしてしまうかもしれません。自分の意見を通して、うまくいったらすごく嬉しいでしょう。失敗したとしても、自分のどこがまずかったかということを考え自分で新たなアイデアを出せれば、次につなげていこうというループができるので、若いから、自分が勉強不足だから駄目と思わないでほしいです。できれば多く経験を積んで、より多く自分の考えやアイデアをうまく成功につなげるようなトレーニングを積み重ねていけば、将来はその専門家を明らかに超えるようなことができるのではないのでしょうか。

以上