

日本分子生物学会 キャリアパス委員会主催 ランチョンセミナー2013  
～日本の分子生物学を牽引する、そして展開する 君たちへのメッセージ～  
セッションⅡ：21世紀のアカデミア、君たちは何を指す？

●日 時：2013年12月4日（水）11：45～13：00

●会 場：神戸国際会議場 3階 国際会議室

●司 会：小林 武彦（遺伝研）

○小林武彦（司会） ちょっと時間は早いですが、だいたいおそろいのようなので、そろそろ始めさせていただきます。キャリアパス委員会主催のランチョンセミナー2013で、本日は「21世紀のアカデミア、君たちは何を指す？」ということでセッションを進めてまいります。後半では皆さんとケータイゴングを使った双方向のディスカッションをいたしますので、ここのアドレスにどうぞアクセスして設問に答えてください。コメントはまだ入れないでください。コメントは設問ごとにご意見があったらバンバン入れていただければいいです。これは後半に使いますので、まだご飯を食べている方はそんなに慌てて入れなくていいですけども、一応アクセスはしておいてくださいね。

それで、そろそろお時間なので本題に入らせていただきます。去年は若手教育問題のワーキンググループでしたが、今年からキャリアパス委員会ということでバージョンアップされまして2日間にわたって、昨日はベンチャー企業をどうやって作るのかを勉強しまして、今日はアカデミックな話題で「研究テーマ」についてやっていこうと思います。

去年は、覚えておいでの方、出られた方もおられるかもしれませんが、コミュニケーションとプレゼンテーション、「コミュプレの達人」になるということで、どうやってうまくコミュニケーションを取るか勉強しました。コミュニケーションを取るということはもちろん話す内容がなければならぬので、今年はその内容つまりどういうテーマが将来伸びるかということと一緒に考えていけたらと思います。「21世紀のアカデミア、君たちは何を指すか？」ということですね。

前半は、堀田凱樹先生に「未来を見通した研究テーマの選び方」ということでご講演をいただきます。それが30分です。後半の45分はパネルディスカッションで、研究テーマについて共に考えていけたらと思います。

それでは、最初の演者であります堀田先生のご講演に早速移らせていただきますが、その前に少しだけ堀田先生についてご紹介させていただきます。堀田先生は東京大学の医学部をご卒業されて、学位修得後 Benzer 博士のもとハエの行動遺伝学について研究をはじめられました。帰国後は東大理学部で物理学教室で生物物理学の講師、助教授、教授を勤められまして、1997年には、現在私がおります国立遺伝学研究所の所長になられて、2004年からは組織の再編に伴いまして情報・システム研究機構の初代機構長になられています。この「情報・システム」も先生が考えられた名称です。その辺のところは今日のキーワードになってくるというところですね。その後、退職されてからも生命科学の研究をずっとリードされてきてまして、先月、11月に長年の功績をたたえられて瑞宝中綬章を受章されております。おめでとうございます。長年にわたって未来を見据えた融合研究や新分野創造に精力を注ぎ込んでこられました。現在もそのパワーは増幅し続けているようにお見受けいたします。それでは、堀田先生どうぞよろしくお祈りいたします。

<講演>

○堀田凱樹 今ご紹介をいただきました堀田です。みんな若い人が多いので、「Hotta? Who?」と言われるのではないかと恐る恐る出てきました。今ご紹介をいただきましたように、私は本来医者ですけれども死亡診断書を1通も書いたことがないのが自慢のタネです。臨床医学はインターンまでしかやらないで基礎医学の大学院に行きました。そして、大学院卒業後は、今度はショウジョウバエの遺伝学を始めたものから医学部からは蹴り出されて、理学部の物理の先生になった。ですから、僕が一番困る質問は「ご専門は何ですか?」という質問です。スライドの一番右側に「専門」を書いておきました。初めは「医者」ですが、大学院時代は薬理学、生理学、カリフォルニア工科大学に留学したときは Division of Biology ですので生物学。物理学科に行って物理の先生といっても物理プロパーではなくて生物物理ということで、そこで長いこと過ごしました。

基生研の客員教授だったこともありますが、アメリカ留学から物理学科の頃にはショウジョウバエの脳神経や筋肉系の遺伝学的な研究をしていました。ですから、ショウジョウバエ遺伝学がまだ古典遺伝学の頃から40年、今、分子生物学の時代になったという流れです。基生研の頃には小型魚類の仕事を始めました。と言っても僕の研究室の若手たちが始めたわけですが、それが今は根付いております。遺伝研の所長をしばらくやっていたら国立大学の法人化に巻き込まれて、研究所をまとめなければいけないと言われて非常に困りました。研究所をまとめるときに新しいアイデアでまとめようと主張して、どさくさに紛れて「情報・システム研究機構」を作りました。これは国立遺伝学研究所、国立情報学研究所、統計数理研究所、国立極地研究所の4つが入っています。要するに、地球環境から生命まで複雑なシステムの情報とその処理、そこから新しい科学を作り出すというのが情報・システム研究機構の狙いです。そういう流れで大学卒業から50年やってきました。

今日は、研究テーマの選び方という話をしろと言われたのですが、どういう話になりますか、自分でも心配ですが、やってみます。

まず、研究テーマを選ぼうとすると、まずは研究者の一生を考えなければいけない。1年、3年、10年、30年、研究者が本当にアクティブなのは10から20年かもしれませんが、そのあともしばらく余韻が残って30年、そういうオーダーのことを考えなければいけない。そうすると、自分は本当に何が一番おもしろいと思うのかということが一番大事だと思います。これを無視して目先のことだけを考えて研究テーマを選ぶというのはやはり間違いだと、僕は主張したい。ぼんやりしたイメージが決まったならば、当然次に達成目標が出てくる。出てくればそれに必要な条件がありますので、それを満たすように努めていかなければいけない。そのためには現在すべきことは何か。そういうことを考えて研究テーマを選びましょうというのが今日の結論です。これは理想論ですが、まず大上段にそう振りかぶってみます。つまり、30年後に自分はどうなっていて、何に興味を持って、何をしたいかということ考えたときに、今すべきことは何か。それが本来の研究テーマの選び方であります。

別の言葉で言えば全体計画を立てることから始めるのです。そのためには、自分は一生を懸けて何をしたいのかを考えなければいけないし、最も夢中になれないと続かないと思います。自分がそれをやると夢中になれるものを探すことが非常に大事だ。そういうことを考えると不確実性を伴いますが、まあ夢を持ちましょうよ。研究者というのは、自分が好きな得意な能力で勝負をするとみんな思っていますが、実は本当は不得意な欠点をどうやって補うかで勝負をするのです。初めのうち、頑張れば得意なところは自然に勝てます。自然にうまくいくのですが、不得意なところに差し掛かったときに、そこでつまづく。それはみんな経験することです。そこをいかに補ってフォローできるかが要(かなめ)ですので、苦しくても夢中になれる研究テーマを考えていかないと挫折しかねません。

しかし、そんなことを言っても実際にはどうしたらいいかわかりませんから、最初は人マネで始まります。人マネと言うと何か悪いことのように聞こえますが、例えば文献をたくさん読んで何がおもしろいか考えるのはまさに人マネですね。私も随分とそれをやりました。特に名著の論文を精読することは非常に大切です。これが今の若い人にはなかなかできないではないかと思います。ちゃんと図書館に行って古い本や雑誌を持ち出して見る。見てみると、そのおもしろいと思ったものの隣にもっとおもしろい論文があることもある。これがインターネットではダメなんです。キーワードで選んだものしか読めない。でも、雑誌だったらパラパラとめくっていきと思わぬおもしろいものを見つける。まず最初はそういうことを一生懸命努力するのが重要です。

その時に僕は、ノートなど取らない。これは人によるとと思いますが、僕は一切ノートを取ったことがありません。ノートを取る暇があったら、もっと読もうということです。たくさん読むと、ノートを取らないからだいたい忘れてしまうのですが、時々、忘れられないことが出てくるのです。これは忘れられないという論文に出会ったときに、それが自分が本当におもしろいと思うことなんです。それを皆さん、ぜひ見つけてください。

人マネの第2段階は、今度は先輩とかメンターから習うわけです。だからこそメンターは選ばなければいけない。ちゃんとした、いいメンターを選ばないとダメです。そのためには世界、日本を見渡して比較検討をして、本当にいいラボに入ることが極めて重要です。この努力は日本人には欠けている。自然に自分の学科の上にいる教授のどこかへ学生実験で行って、そのまま大学院に入ることが多いのですが、そういうことではなくて、もっと広く、視野を広げて考えてください。指導教官だけが大事なのではなくて、先輩や同僚も非常に大切です。そういう人たちから「お作法」を学ぶのですからね。科学にはやはりお作法がありまして、ある決まったパターンで研究をしないと誰からも理解されません。そのお作法を学ばなければいけない。

しかし、ラボのテーマをこなしながらも、自分が夢中になれて将来栄えるであろうテーマは何かを考えて、そちらに向かって何をしたらいいかを考えていく。これが非常に大切です。こういうことをあまり最近みんな言わないと思うので、強調したいと思います。栄えるテーマとは何かですが、私は今まで40年これを見てきまして、40年間の過去の話ならできます。しかし、これから40年の未来の話はもちろん想像しかできません。でも、ここからは、過去から想像して未来を推定してみるということを考えてみたい。

新しい分野というのは新しい技術で生まれることが非常に多い。ゲノムを考えてごらんください。あるいは、生理学で言えばシングルチャンネル・レコーディングとか、分子生物学で言えばクローニングとか遺伝子導入とか、これはみんな技術です。しかし、この技術が大きく新しい分野を展開した。新しい技術がどういうものが出てくるかという予想が非常に大切です。どういうものが出てくるのか、そんなことを言われてもわからないと言いますが、過去の経験から言うと現在のニーズが大事。現在何がしたいのか。これをしたいと思うのだけでも、どうしてもできない。技術がなくてできないということがたくさんあると思います。それを可能にするような技術が新しい技術です。そういうものが生まれてくる。

ここまで来ると、人マネから脱却しなければいけません。人マネだけをしていたのでは、ちゃんとした科学者になれない。ここには指導教官の人もたくさんいるのではないかと思います。「指導教官を超えて発展する科学者になろう」と書いたので、ヒヤヒヤしているかもしれません。でも、本当にそうです。逆に言えば、自分を超越する人間をつくるのがいい指導教官です。自分の明日の研究費を取るために役に立つ実験をしてくれるのだけの子飼いにしておくのが、いい指導教官ではない。弟子たちは指導教官の20年後を歩むわけ

です。自分がもし指導教官になったら、その20年後を歩む学生を指導することになりますから、都合40年ぐらいの見通しが必要になる。そんなことは不可能だと思うかもしれません。実際、不可能です。

不可能ですが、ヒントはやはり現在のニーズです。現在何をしたいのか、どういうことをしたいのかを突き詰めていると、それに相当する技術が出てきたときに素早く展開できる。新しい技術が出てきたときには大抵の人にはその意味と重要性がわかりません。でも、本当にニーズを突き詰めていた人にはその価値がわかって、素早くそこに取り付ける。人よりも何年か前にそこに取り付いた人は勝ち組になります。

私はどうしてきたかという過去の話ならできますので40年間のお話をしましょう。私の心の琴線に触れた論文を1つだけ挙げるとしたら、これです。これはPaul Weissと言う人の1950年の論文の図です。オオサンショウウオの右腕の根元に左腕を植えてある。こういう移植実験が当時たくさん行われました。これで変態するのですが、変態したあとに、このオオサンショウウオは元もとの腕も移植された腕も動くようになる。どう動くかという、この腕が前に出るときはこの腕が後に下がるということが、ちゃんと連続写真で書いてありました。これはショッキング！

これはどういうことを意味しているのだろうかと考えてみる。右腕の下に左腕を植えて、鏡像対称ですので筋肉も鏡像対称にあるわけですね。それで、動きも鏡像対称だということは両腕の同じ名前前の筋肉が同時に縮んでいることを意味しています。同時に縮んでいるというのは、多分脊髄から来る運動神経が、この筋肉へ行くべき運動神経と同じものが他の腕の同じ筋肉にもつながっている。そのときに僕が思ったのは、これは神経細胞が自分の行き先を知っているということである。実は論文にはそう書いてないのです。そんなことは不可能だからと別の仮説が書いてある。でも、どう考えても、これは神経は行き先を自分で知っていた。知っているとはどういうことだろうかと友達たちと議論していました。

その頃、これは1965年にアメリカSperry研から出た論文ですが、オタマジャクシの横腹の皮膚を切り取って180度回転して植え直す。180度回転しているから、背中にお腹の皮があって、お腹に背中のある皮がある。こういうカエルが出てきた。そこでここ（お腹）をくすぐると、このカエルはどうするかというと、一生懸命背中を払う。背中にあるお腹の皮をくすぐると、お腹を払うと書いてありました。先ほどは運動系でしたが、これは感覚系でも感覚神経細胞は自分がつながるべき中枢の神経の行き先を知っているということの意味する。

これはすごいなと思って、自分はこういうことのメカニズムを解きたいと思いました。でも、どう解いていいか全然わからない。何が起きているのだろうか考えると、多分遺伝子だろう。遺伝子が何かいろいろなことをして最後の行動につながる。今で言えば神経回路ですね。中間段階はブラックボックスで何だかわかりませんが、もし遺伝子を叩いて壊して行動が変われば、それは突然変異で、この何かを明らかにすることができるのではないかと。突然変異で行動異常をつくってみたい。

こういうことを大学院の頃にぼやっと考えていたのですが、大学院を出る頃になって、就職先はないし、お金もないわけですから、何もできない。いろいろ勉強してみたけれども、どれもこれも実験にはお金がかかる。ネズミを飼おうと思っても大変だし、サカナも考えました。ニワトリとウズラも考えました。しかし、そういうものは若造が勝手に一人でやることは難しい。でも、きっと突然変異で脳を研究できるだろう。それを思っていたときに、アメリカでBenzerという、これは分子遺伝学で超有名な先生で、つい2、3年前に亡くなりましたが、この人がショウジョウバエを使って行動の突然変異をたくさん取って解析する研究を始めるとい話が聞こえてきた。光半導体の物理学から分子遺伝学に転向した巨人が、再転向するのを伝え聞いて、これはすごいと思い、僕は手紙を書いたんです。

そしたら、Benzer がどさっと過去のファージの論文を送ってきた。ご存知だと思いますが、Benzer はシストロンという言葉を作ったことで有名ですね。ファージの遺伝子の突然変異体を多数作って遺伝子地図を作り、遺伝子の中も 1 列だということを決めた人です。そんな人が脳をやるというんです。彼は多分 40 歳代だったと思います。新しい実験計画書には、実験が容易なモデル生物で信頼性の高い行動の測定法を作るんだということが書いてありました。これには非常に感銘を受けました。行動の突然変異を取ろうと思ったら、行動が測定できなければならない。行動の測定は容易ではないし、いいかげんな話が多い。しかし、その中で Benzer は再現性のいい簡便な行動実験を行うというのです。今日は細かいことをお話する時間はありませんけれど。あとは夢中で働く研究者が必要だということで、じゃ、やりますというので行って始めたわけです。

ここではその中身をお話する暇はありませんが、1 つ 2 つスライドをお見せします。これは僕がやっていた遺伝的モザイクという実験です。これは正常な頭と異常な脳や頭をくっつけた、こういうモザイクのハエを作ることができます。これに行動や神経に関与する遺伝子を絡めると、脳の中で一部だけが異常であるというハエを作ることができるはずだ。あるいは目だけが異常であるというハエを作ることができて、遺伝子の働き場所についての詳しい解析ができる。この手法で僕はメシをだいぶ食ったわけですけど。あとから気がついたんですが、これは、先ほどの Paul Weiss の移植実験と同じことだった。そのときに意識をしていなかったけれども、実は感銘を受けた Weiss の論文と同じことをもっとエレガントに遺伝学的な手法でやったということになっています。

今のが 1972 年です。次は 1995 年に出した論文です。今度は遺伝子クローニングも遺伝子導入も使える時代です。それらをフルに活用して、運動ニューロンが筋肉につながる運動神経回路が 100% 正確かどうかを調べた。これが 100% 正確なんですね。100% 正確であるならば、それを変えてみせる実験を突然変異でやることができました。やはり神経は行き先を知っている。知っているということは、この場合には細胞接着因子などの複数の分子の遺伝子発現とその相互作用でこの行き先が決まっているということだったのです。

この経過をずっと眺めてきて、30 年ぐらい経ったわけですが、その 30 年間のことを考えてみると、一番最初は古典遺伝学です。最初のモザイクをやっていた頃には、もちろんクローニングはありません。遺伝子導入もありません。ですから、古典遺伝学的な実験ですが、しかし、おもしろい楽しい時代でした。分子遺伝学の技術が入ってきて 80 年代から高等生物にもそれが応用されて、クローニングと遺伝子導入ができて、今や全ゲノム解読という時代になる。70 年代 80 年代、それで 2000 年代というふうに発展してきた。これは一つ一つが全部技術の発展です。この新しい技術を作った人は偉い人ですが、でも作った人がいい仕事をするのはなくて、その技術を使っていい仕事をする人がいいサイエンティストになります。ですから、ゲノム解読にはもちろんハイスピードのシーケンサを作る人も大事ですが、それを使って何をするかということがもっと大事です。それが現在の皆さんに課せられている課題です。

一つ一つが想定外の発展をしてきているので、どういう経過をたどったかを残りの時間でお話したいと思います。生命系を理解しようと思うと、2 つの理解の仕方がある。1 つは分子、これは分子生物学会ですから、皆さんはお得意。もう 1 つは情報とシステムという理解の仕方がある。これは、実は私の情報・システム研究機構はそちらを狙っているわけです。生命は非常に複雑なもので、この両方で理解をすることが極めて大切です。

古典博物学の時代とはどういう時代だったのかということ、この複雑な系を記載して情報を集めたという時代です。これをみんなバカにして古い生物学と言いますが、実はこれは基本です。これから 4 つの「革命」があったという主張をします。まず、第 1 革命は Darwin と Mendel です。20 世紀の初頭に Mendel の法則が

再発見されます。種の壁を超えた普遍法則です。Darwin にしても Mendel にしても、そういうものを達成した。これは何だったかという、やはり記載の学問の極地ですね。Mendel は記載プラス定量化、Darwin はそれに時間軸の追加、そういうことをきちんとやった人です。Mendel や Darwin を分子生物学の基だと誤解している人がいますが、そうではなくて、これは明らかにこちら側の問題、情報とシステムの問題を明らかにしたのです。情報として理解する、システムとして物事を理解するというのが Mendel や Darwin の研究の本質です。

これで遺伝子が概念として生れ、皆はそれを追及していった。この追求していった人たちの最初がショウジョウバエの研究者です。これは僕の一番尊敬する Thomas Hunt Morgan ですが、この人の 1917 年の教科書のタイトルがすごいです。「Physical Basis of Heredity」、1917 年ですよ、Physical Basis なんて、どうしてその頃に言えたのだらうと思いますが、第 1 章の冒頭に「生命現象の複雑さは、我々が無知であるために、一見そう見えるだけである」と書いてある。実際、育種なんて非常に複雑な現象のように見えるけれども、Mendel のように整理できるわけです。「発現現象というのは遺伝子の展開である」とも書いてあります。今、Developmental Biology と言いますが、遺伝子の展開ですね。

これが進んできたので、やがてだんだん分子の話が始まりました。その極にあるのが 1953 年、メンデル法則再発見から約 50 年後に DNA の二重らせん。これはもう皆さんよくご存じですね。DNA の構造が相補性を持っている。高い対称性と高度な情報量を持っていることがポイントだと思います。あまりこういうふうにみんな言いませんが、でも高い対称性がなかったら結晶解析なんかできないわけです。結晶解析ができるほど高い対称性を持っているくせに、その中にはすごいたくさんの情報量があった。これは一見物理の常識には矛盾しているわけです。高い対称性があるものは情報量が少ないわけですから、それが両方成り立っているのは DNA の特徴です。

ここは釈迦に説法ですので、話を進めましょう。1953 年の大革命を経まして、分子の研究がだんだん増えてきた。でも、この Watson、Crick を分子解析の問題だと思っている人がいるかもしれないけれども、それも違います。Watson、Crick はやはり生命現象をシステムとして理解したわけですね。分子というものを介在にはしたけれどもシステムとして理解した。それがやはり偉いところです。

その後、凡人がたくさん入ってくるようになって分子生物学全盛時代となりました(笑)。分子のカタログ作りが始まった。分子だけではなくて相互作用のカタログ、因果関係のカタログ、いろいろなものを時間軸・空間軸で並べる。ですから、これは爆発的に知識が高まります。知識は高まってパンパンに膨れ上がりましたが「博物館」という状況が、まだ今も抜け切れていない。一つ次元が上の博物学の時代が来たのです。何とかしてこのカオスを情報とシステムの側へ整理しなければいけないのが現代です。バイオインフォマティクスという努力が行われているけれども、まだまだ容易なことではない。

そうこうしていたら、いよいよゲノム時代が訪れた。これも釈迦に説法ですが、ゲノム全解読が 21 世紀の初頭に行われました。仮に 2003 年としておきます。この学問は、いわゆる科学の常識と全然違います。これが革命である理由です。科学の常識とは精密な記載をして、捨象して、抽象化することです。法則というのは一を聞いて十を知るためのものです。法則を導き出すための材料は限られていたけれども、得られた法則は全部に適用できる。これが法則です。ゲノム学というのはそうではない。分からなくても全部見てしまおうというわけです。これは量とスピードで勝負します。しかし、これが技術的に可能になった。僕も一時はなかなか理解しにくかったけど、でも実はこれはバカにしてはいけない。全部を見てしまおうというのは全く新しい科学のスタイルであって、その中から法則を見つけ出すのが今の課題であります。

生命科学の第4革命が2053年に起こるとというのが私の最後の予言です。なぜかというのはあとでお話しします。この先に何が起こるかという、やはりこの3つ（複雑な生命・分子解析・情報とシステムとしての理解）を自由にぐるぐると回るような状況になる。これはもちろんコンピューターの助けを借りなければいけないと思います。人間の頭とコンピューターの両方を使ってこの複雑な系の実験と、それから得られる物質やエネルギーの知識と、情報やシステムとしての知識、そういうものが混然一体のものになる。それが2053年に期待されることです。

今までをまとめますと、1903年、これはMendelの法則の再発見ですね。このときは観察データの蓄積・整理が大事で天才が必要だった。第2革命はWatson & Crickです。これは生化学データの蓄積と物理科学技術の高度化で、しかも物理学者が入ってきたことが非常に重要でした。決して生物学者だけではできなかった。第3革命は2003年のヒトゲノムの解読ですが、ゲノムとか遺伝子データが蓄積してくる。そして、ここにコンピューターとかシーケンサとか、そういう技術が発展して、これが可能になったわけです。ここまでは既知ですね。これを見ていると奇しくも大革命が50年ごとに起こっている。だから、50年後の2053年にもう一回起こるだろう。これは科学者としてはどうしても避けられない結論であります。

2053年に何が起こる。何が起こるか。過去からの類推をしてみよう。そうすると、やはりデータの蓄積が非常に大事だ。今度は単なるゲノムのデータではなくて全科学のデータではないかと思えます。これは生物や物理や化学、あるいは人間社会の問題、今ビッグデータという言葉が流行りですが、そういうものまで含めて、そういう大きなデータの蓄積があって、それをどうやって扱うかということを経験者ができるようになる。これは生物学だけの問題ではなくて、すべての科学がつながるようなものである。科学には境界がなくなるかもしれないし、もしかするとこの頃にはジャーナルなんてなくなっているかもしれない。ジャーナルなんてなくても、誰かが考えたことはすぐにネット上に出て、それがみんなでも共有されるようになるかもしれません。全科学者の活動や思考がリアルタイムで統合されるようなICTができる可能性があります。このICTの飛躍的な発展とその応用には、どうしても数学や情報学が必要です。第2革命の実現には物理学者が必要だったと同じように、第4革命のためには数学者・情報学者が必要になる。それが僕の予想です。

今、皆さんはこの中間、ここに近いところで、あくせくしているわけです。大革命が起こるためにはその10年か20年前にいろいろなことが芽生えてこなければいけませんので、そこを作り出すのはやはり皆さん方の世代です。ですから、そのためにどうしたらいいかを深く考えるべきです。

僕にはちょっと間に合いませんので、僕が最後にやったことは数学者でも使える生命の統合データベースの重要性を盛んに主張したのです。数学者が生命科学に入ってこようと思うと、数学者は今の生命科学の複雑な実験データや知識を理解しなければいけません。しかし、これは不可能です。我々だって不可能です。広範な生命の情報を全部は理解できません。それを理解するためにはどうしたらいいかというと、どうしてもコンピューターの力を借りることになります。統合データベースを作って、自分が質問を投げかけるとそれに見合った総説が出てくる時代が来るかもしれない。そうなるようなデータベース作りをすることが今、基本であります。そのためのデータ生産者はデータ生産労働者になるわけですが、その人たちに頑張ってもらわなければいけないけれども、それを統合してちゃんと使えるものにする人たちがより頑張らなければいけない。それが現代という時代であると思います。

こういう流れで時代は進んでいますので、皆さん、研究テーマを選ぶときには遠い将来と明日のことすべて考えなければいけない。遠い将来のことも考えながら明日のことを考えてください。2053年の革命に向けて、ぜひ研究テーマをちゃんと選んでください。皆さんのご活躍に期待しております。もし2053年にお会いできたら、私の予想が当たっていたかどうか議論しましょう。これでお話を終わらせていただきます。(拍手)

<ディスカッション>

○小林 どうも堀田先生、大変興味深いお話をありがとうございました。たくさんご質問等がおありのことと存じますが、時間の関係で、どうぞここのアドレスにアクセスしてコメントをください。それと、アンケートに答えてください。そのアンケートを基に後半の議論を進めてまいります。会場に360名ぐらいいらっしゃるのですが、まだ150名しかアクセスしていません。このアンケートを使いますので、よろしくお願いいたします。

皆さんお聞きになられたように、堀田先生から今後の生命科学の方向性、データベースを使った知の統合というか、今どんどんあふれてきたデータをこれからどうやってうまく利用していくか。そのための大きな変革が起こるのではないかとということを予測していただきました。

後半は凡人会議になってしまいますが(笑)、凡人たちが集まってとりあえずどういうテーマが今後重要になっていくかを議論していきたいと思います(笑)。本日は凡人とはいっても、一応新進気鋭の当委員会が誇る若手研究者、プラス堀田先生にもパネリストに加わっていただいて議論を進めてまいりたいと思います。

研究テーマということでこれから具体的なイメージを膨らませていきますが、まず自己紹介も兼ねてお一人ずつ1分ぐらいで現在やられているテーマとご自身の将来の見通しを言っていていただければいいと思います。

まず私から、申し遅れましたが、国立遺伝学研究所の小林と申します。よろしくお願いいたします。やっていることは「若返り」の研究です。あまり自分は若返っていないのですが(笑)、そういうことをやっております。地球ができて45億年、生命が誕生したのが35億年前。その35億前にできた細胞が、皆さん、私も含めて体の中で生きているのです。ということは、熱力学の第2法則で言うとすべてのものは壊れていくのだけど、それに反して集合するというのが生命の特徴です。その細胞の再生というか若返りのメカニズムは一体どうなっているのだろうかということを研究しております。将来の見通しとしては、幹細胞とか生殖細胞とか、「死なない」細胞が僕らの体の中にあって、そういうものの解明につながっていけば非常に将来性があるのではないかと考えています。もっと遠い将来は生命の連続性を支えるエネルギーみたいなものが解明できればいいと考えております。45秒です。

次は、斎藤さんからお願いします。

○斎藤通紀 2番目の凡人であります、京都大学医学研究科の斎藤です。研究テーマは、小林先生がおっしゃられたテーマに関係しています。私も、堀田先生のお話にもありましたが、大学院生のときに一生やっていくのだったらどんなテーマがおもしろいかなといろいろ考えまして、生命の不死性を司るような細胞ということで、生殖細胞に注目いたしました。どうせやるのだったら、その誕生の機構から始まって1つずつ順番に研究を進めて行きたいと考えまして、生殖細胞の形成機構を起点とした研究をしております。基本的なメカニズムの研究から試験管の中で誘導することまでやっけていまして、この研究をこのまま進めて行くのと同時に、いろいろと議論はありますが、やはりヒトでもやってみたいと考えて、今頑張っております。

○岩崎渉 皆さんこんにちは、東京大学の岩崎と申します。先ほども出てきましたバイオインフォマティクスを専門にしています。具体的な研究テーマとしては、いろいろやっているのですが、特に今の生き物の複雑なゲノムがどのようにして形づくられてきたのか、そのメカニズムを大規模なゲノムデータを基に解析す

るという研究をしています。将来性については、先ほどの堀田先生のご講演でもう私から付け加えることはないと思いますが、そうですね、バイオインフォマティクスで生命がわかるのか？ということをよく聞かれます。実は私の見方はちょっと違って、バイオインフォマティクスは生命がわからないことを考える学問かと思っています。つまり、これからあらゆる遺伝子の働きを調べて、それを全部分厚い教科書に載せれば生命がわかったことになるのか？私は何となくそれでもわからないような気がするのですが、わからないとすれば、それはなぜなのか。そういったことをこれから 30 年 40 年考えていくのかなと思っています。よろしく願いいたします。

○石井優 大阪大学の石井と申します。私は免疫反応とか、骨の中でいろいろな血液細胞がどんなふうにして生まれて移動して分化していくのかということを生きたまま見るというイメージングの研究をしています。昔はこういうことは見えなかったのですが、最近はどうもテクノロジーが進歩しまして、本当に生きたままで見ることができるようになってきました。これまで見えなかったものが見えるというのは大きな進歩で、いろいろな新しい情報が入ってきます。「動物」の本質は動くことですが、これまで動きそのものをちゃんと評価できていなかったのです。いわば動く前と動いた後の静止画しか見られなかったのです。イメージングという技術を使うことで動物がいかにか動くかという本質を、これからも研究していきたいと思っています。

○柳田素子 京都大学腎臓内科の柳田でございます。私は腎臓内科医ですが、腎臓病は今 8 人に 1 人と言われています。あまりに腎臓が悪くなると透析などしなければいけなくなります。今の治療法は非常に限界があります。また腎臓にはわかっていないことが非常に多いのですけれども、私たちのグループでは腎臓の中にある複数の細胞それぞれの系譜追跡実験をやりまして、それぞれの発生的な起源から始まって、どれぐらい障害されても可逆性があるのか。その可塑性を邪魔しているものは何か。そういったことを明らかにして、もともと体の中に備わっている治る力を賦活化する。そういう治療法に結びつけたいと考えています。何とか腎臓病を治る病気にしていきたい。そういうところを目指しております。よろしく願いいたします。

○五島剛太 こんにちは、名古屋大学理学部の五島です。研究歴は 17 年で、一貫して細胞分裂の基礎研究をやっています。最初の 15 年ぐらい、僕は一言で言うと「遺伝子ハンター」だったと思います。新しい遺伝子を見つけて、それに名前を付ける。今まで 20 個以上名前を付けていると思います。残念ながら大半は勝手にほかの人に名前を書き換えられてしまいましたが、今の研究室のキーワードは、「再構成と多様性」を掲げています。再構成というのは「創れずして理解し得ず」ということで、試験管内で細胞分裂の装置が作れないかなと思っています。多様性というのは、今までいくつかのモデル細胞で分裂の研究が進められてきて、何か大きな見落としがあるのではないかなと思って、あえてちょっと変なモデル生物を使った研究を展開しています。以上です。

○小林 ありがとうございます。さすが皆さん、おもしろそうな、しかも将来性に満ちあふれた研究をされていると思います。それで、ケータイゴングに入っていきますが、今からでもリアルタイムで入れますのでアクセスされていない方、パソコン、携帯でお願いします。あちらにおられる日本分子生物学会事務局の並木さんがスクリーンにどんどん提示していきますので、よろしく願いいたします。

最初は練習設問です。どんどんアンケート結果を挙げていきます。まず皆さんの属性について教えてください。並木さん、できますか。コメントはその設問ごとに入れてくださいね。どれがどの設問かわからなくなってしまうので、お願いします。

練習設問で、1番が「学部学生、大学院生」、2番が「ポスドク」、3番が「助教、講師、研究員等の非PI職」。PIというのは若い方は知らないかも知れませんが、Principal Investigator、ボスのことですね。テーマを与える側の人たちです。4番が「准教授、教授、主任研究員等のPI職」。5番が「企業、その他」の方です。

あれ、なかなか出ませんね。これが出ないと皆さんに手を挙げてもらわなければいけない。(笑) 去年はうまくいったので、今年もちゃんといくはずで、あっ出ました。リアルタイムでも入っていますので、今やっていない人はどんどん入れてください。300名ぐらい入っています。母数はそのぐらいです。パーセント(%)で表示されています。

練習設問で「あなたの現在の属性は？」ということで、「学部学生、大学院生」が58.1%、6割近くの方が非常に若い方です。「ポスドク」が10.4%。「助教、講師、研究員等の非PI職」が15.3%。「准教授、教授、主任研究員等のPI職」、ボスの方が10.8%で、だいたい1割。そして、「企業、その他」の方が5.4%となっています。ですから、若い方が約6割いるということですのでよろしく願いいたします。今の調子でどんどん、どうぞお楽しみください。

実際の設問に入っていきます。先ほどの堀田先生のお話でもありましたが、テーマはだいたい研究室で決まってくるわけです。それで最初の設問として「所属している(あるいはいた)研究室を選んだ理由は?」。今、学生でない方は学生のときのことを思い出して研究室を選んだ理由を教えてください。

はい、結果が出ました。1番「テーマや興味で選んだ」が61.0%、「就職の有利さで選んだ」が3.8%、「設備や環境で選んだ」が13.9%、「PIで選んだ」が13.6%、「その他」が7.7%となっています。テーマや興味で選んだという人がやはり多いですね。「くじ引き等」というのは少なかったですね。もうちょっと多いかと思ったのですが。学生さんが多いところだと、最後はくじ引きなんかで調整するところもあるとお聞きしたのですが。やはりテーマや興味で選んだという方が多いと思います。堀田先生、どうでしょうか?

○堀田 大変健全でいいのではないのでしょうか。PIで選んだという人がもう少したくさんいてもいいかなとは思いますが。PIを選んで、必ずしもその人のテーマが今の自分の興味と合わなくても、そこで修業をして次へ飛躍するために、むしろそのほうがいいという判断もあり得ると思いますね。

○小林 なるほど、おっしゃるとおりだと思います。ほかの委員の方からコメントはありませんか?

それでは、次の設問、重要な設問ですが、設問2「ご自身の現在の研究テーマに満足していますか?」。はい、結果が出ました。「満足している」が65.0%、「満足していない」が11.9%、「どちらともいえない」が20.4%、「いまは特に研究テーマがない」が2.7%。ということで、満足しているという方が65%という数字が出ております。満足していない方が12%で、満足している方が多いのでこれで今日の議論を終わってもいいですかね。(笑) 現在満足していても、もっといいテーマとか、もっと将来性のあるテーマが当然あるわけで、そちらに移ることも考えられるわけですから、とりあえず続けさせてください。

次は設問3で「満足している」と答えた方が65%ありましたが、その方にお聞きします。「その理由を教えてください」、複数回答可です。アンケート結果はこうなっています。「面白い、興味をそそるテーマ」が62.3%、「勉強になる、技術も学べるテーマ」が18.4%、「論文が書ける、成果が期待できるテーマ」が14.6%、

「その他」。「その他」の人は、ほかにもっとおもしろい理由があったらコメントをくださいね、ここに出ますから。

まあ、いいところですかね。やっぱり面白い、興味をそそるテーマが非常に人気があるようです。コメントのときに、満足だったら、「満足」と書いてコメントをくれると選びやすいので、そのようにお願いいたします。

今度は逆に、先ほど 12%ぐらいおられた「満足していない」と答えた方、その理由を教えてください。設問 4 です。アンケート結果はこうなっております。「面白くない、例えば再現性を見るテーマ」が 19.0%、「実現の可能性が低い難しいテーマ」が 12.7%、「意味不明、やる意義が理解できないテーマ」が 10.1% いるんですね。「部分的で一貫性がない、他の人のお手伝い的なテーマ」が 22.8%、これはやっぱり多いですね。「その他」、こういう理由で満足していないというコメントをください。差し支えない範囲でお願いします。「不満足」と書いてから、その理由を書いてください。

こうなっておりますが、石井さん、この結果をご覧になっていかがでしょうか？

○石井 これ、「その他」のコメントは出てきていますか？

○小林 まだ出ていないじゃないかな。

○石井 まだですか？

○小林 まだ「不満足」は出ていないですね。ただ、「不満足」の方は 12% ぐらいおられるというところですね。それはどうしたらいいですかね？

○石井 まずはその PI とよく話をすることですかね、やはり。これは主には学生さんですかね。PI だったら、自分のおもしろいテーマをやりますよね。ですから、まずはよく相談することが大事ではないですかね。普通の答えですけど。

○小林 皆さんの的には、例えば学生が「僕のテーマは気に入らない」と言ってきたときにはどうですか。どういうレスポンスになりますか？

○石井 ある範囲内では、それは話を聞いて、こういうことをしたいという積極的な理由であれば考えますけどね。

○小林 そうですよ、逆に「このテーマはダメだ」と言ってくるぐらいの人のほうが将来的な見込みはありますよね。だから、そういう人はどんどん言って相談して、どこが不満かというところをボスにどんどんぶつけたほうがいいのではないかと、私も思います。

ほかに何かありますか。コメントもどんどんお願いいたします。

「PI がテーマ面白くないと思ってたら、ダメダメだろ」、PI はおもしろいと思って出しているのでしょうかね、それがうまいこと学生さんに伝わっていないと、よくない。それは昨年やったコミュニケーション

の問題だと思います。「どのモデル生物を選ぶかも重要」、それは確かにそのとおりだと思います。びっくりするようなコメントは入っていないかな。わかりました。五島さん、何かコメントがあれば。

○五島 まだコメントが出ていないので個人的なことですが、僕は自分の指導教官にテーマがおもしろくないと言ったことはないですけども、何かのきっかけで「あることをやりたい」と言ったときに、「そういう一番やりたいことは教授になってからやれ」と言われました。教授、というのはたとえて、PIになったら、という意味ですね。それも考え方の1つかなと思いました。あと、もし不満に思っている方がいらしたときに考えたらいと思うのは、不満でも重要な研究テーマだとしたら、自分の個性をその中で生かしておもしろい方向に持っていく、ということですね。PIになったら本当に好きなことができます。僕は植物のことをやりたいと思っていたのですが、大学院時代もポスドク時代もそれをやらなくて、PIになってから習いに行つてやり出したという経緯があります。PIでも特に若いうちなら自分で手を動かさずし、新しいことを始められます。ですから、大学院生のときは、我慢ではないですけども、今与えられているテーマを、自分なりのおもしろい切り口で進めていくことも1つかなと思います。それは1つの考えとして言っておきます。

○小林 ありがとうございます。テーマに満足している方も多いのですが、仮に満足していない、あるいは将来変えたいと思っている方もおられるかもしれません。それに関して設問をさせてください。

設問5「研究室や分野の変更についての考えを教えてください」。アンケート結果はこうなっています。「研究室（大学）や分野の変更は考えていない」が26.6%、「もっと面白い分野があったら積極的に変更したい」が66.5%、「その他（あまり考えたことがないなど）」がありますね。岩崎さん、どうでしょうか？

○岩崎 私自身、最初は、いわゆるウェットをやっていたのですが、一念発起してバイオインフォマティクスに分野を変えましたので、そういう意味からすると心強い結果かなと思います。…そうですね、研究分野の選択は、どこか結婚と似たようなところがあると思っています。どういうことかと言うと、もちろん、最初につき合った方と結婚される方もたくさんいらっしゃると思いますが、今だと、結婚する前に何人かつき合うのも一般的ですよ。研究分野の選択というのもやっぱり一生に関わってくることで、ある程度いくつか選んでみてから選ぶ、体験してみたら選ぶというのは、私としては自然なことかなという気がします。ただし、分野の変更は短期的にはデメリットも結構あるので、やはりある程度戦略をもって分析をしてから移ることが大事な、と思います。

○小林 最初、学生するときにはしっかりとそのテーマを理解して、そのテーマがどういう位置にあるかをしっかりと把握して、それで一生懸命それを自分のものにしていくというプロセスが必要ですね。それでもやはりもうちょっとやりたいことがあるとか、将来を考えてこうだということは当然出てきてもいいと思います。先ほどの結婚に関する例えは岩崎さんだけかもしれないが（笑）。

次に進ませていただきます。ほかの方から意見がありますか。コメントを見てくださいね。ピックアップするようなおもしろいコメントが出ていますか。「自分が面白いと思う研究と人の役に立ちそうな研究に乖離がある場合は？」もあるし、「予算が取りやすい研究をすべき？」も出てきましたね。「まず研究というものに触れようと思ってます」、そうですね、若い方は最初に与えられたテーマを一生懸命理解して、どういう意味があるかを考えて進めていくことがまず重要だと思います。

ここまでのところをいったんまとめますと、現テーマには満足している人が 65% ぐらいおられた。でも、将来もっとおもしろい分野があったら積極的に変更したいという方も同じぐらいおられるということで、これは非常にいい傾向ではないかと思えます。では、何をやるのかというところで、次に内容に入り込んでいきたいと思えます。

もちろん、内容といったときに先ほどの堀田先生のお話にあったように将来性が 1 つのキーワードになると思えます。そのことについて議論していきたいと思えます。訓練のためとか、いろいろなことを勉強するために与えられているテーマもありますので、将来性のあるテーマがよくて、将来性のないテーマが悪いというわけではないのですが、今回は「将来性」がどのぐらいテーマにとって必要かにフォーカスして話を進めていきたいと思えます。

設問 6「ご自身（あるいは研究室）の現在の研究テーマに将来性はあると思えますか？」。結果はこうなっています。「すごくある、ノーベル賞も夢ではない」が 6.4%、もうちょっと多いと思ったのですが。私は若いときはノーベル賞が取れると思って頑張っていましたよ。今はちょっとくじけていますけども（笑）。「将来性はあると思う、このテーマでこれからもやっていけそう」が 58.2%。「あまりない、面白い問題は近い将来解かれてしまいそう」が 20.9%、「ほとんどない、ボスの趣味にすぎない」が 4.5%、「よく判らない」10%。この「ボスの趣味にすぎない」は昔は多かったと思うのですが、悪いことばかりじゃないと思えますが、やはり将来性というところでは、いいものもあれば、そうではないものもあるのかもしれない。これは、五島さん。

○五島 結構意外だなと思ったのですが。僕が 8 年ぐらい前、ポスドクだったときにこの質問を受けたら、迷わず 3 番目「あまりない、面白い問題は近い将来解かれてしまいそう」と答えたと思えます。細胞分裂の研究というとか伝統種目的なところがありまして、おもしろい問題はもう解かれているとか、あるいはすぐに解かれてしまいそうと、すごく不安だったのですね。一回その心情を吐露したことがあったんですが、その分野で 30 年間活躍されておられる先生から励まされました。「心配するな、俺が 30 年前に学生だったときに今のお前と全く同じことを思った」と言うのですね。「だけど、この 30 年間を見てみろ。今の分裂研究のほうが 30 年前よりもずっとおもしろい。だから、おまえも続けろ」と言われて、そのときに僕は当面は分裂でメシを食っていこうと決意しました。

では、今聞かれたら何と答えるか、僕は実はこの 5 番目「よく判らない」。（笑）学生にテーマを与えるときも、僕は 5 番だと告白してから与えています。それで何がまずいのですか、よく判らないでいいじゃないですか、と。例えば昔から多くの方が興味を持って取り組んできた課題は、ほとんどの場合、今後も重要な問題であり続けると思っています。細胞分裂なんかは根源的な生命現象ですよ。ですから、科学的に重要であると思う問題に真摯に取り組めばいいのではないかと僕は思っています。もちろん新しい切り口はいつも必要で、堀田先生の話にもありましたが、去年出た技術や新たなモデル系とかを使った新しい切り口が大切だと思えます。

○小林 ありがとうございます。ほかのパネリストの方から何かご意見はありませんか。私も、こう見えても結構年で 50 歳を過ぎているのですが、26 年間ぐらいこの分野にいて、今回テーマのことを考えようと思ったのは、将来性ということをもうちょっと、みんな考えたほうがいいのではないかと思ったからです。というのは、やはり堀田先生あるいは堀田先生の上の人というのはかなりいい時代に生きてきたのですよね。（福岡歯科大の）関口睦夫先生はその頃のことをロマンチックな時代と言いますが、要するに何かを見つけ

よと思ったらずと書いていい程何かが見つかってくる。モデル生物もがんが増えて、すごくいい時代があったわけです。だから、我々は何も考えずにその先生の言うてくることをやっていたら、とりあえず外れはなかったのだけど、今はだいたいそういうことが終わってきて、ちょっと飽和状態にある。今度は融合研究とか、割と積極的にテーマを探っていかなければいけない過渡期に来ているのかなと思っています。また、情報もあふれてきています。そういう意味で、もうちょっとテーマを考えてやっていたらいいのではないかと思うので、私は最初は1番「ノーベル賞も夢ではない」だったけれども、今は順番が下がって、「このテーマでやっつけよう」くらいのところまで下がってしまったかな。堀田先生はどう思われますか？

○堀田 例えこれを見て「やっつけよう」というのは5年とかそういうオーダーではいいけれど、もっと将来その分野がどうなっているかという見通しはなかなか立てにくいし、難しいですね。やはり自分の興味の方向とそれを合わせる。ぴったり合っているのなら、それでいいですけども。自分がおもしろいと思っていることが根幹にあって、今やっているテーマとそれがどういうふうに整合させられるのか。どういう未来を持つのかということ、ぜひ皆さん考えてほしいと思います。

質問の中に、本当におもしろいと思うことと実利的というか役に立つ、いろいろなことがあったときにどちらを選ぶかといったら、僕は絶対におもしろいと思うことを選びます。おもしろいと思うことは20年30年で少し変形はしても変わらないけれど、そのほかのことはいろいろに変わるので、今いいと思っている方向が最終的にいいとは限らない。昔、僕が物理にいた頃はバブルで、多数の物理の学生が金融界に行きましたけど、今はその人たちどうなっているのだろうという感じですね。ですから、皆さん、未来を見るのは大事だけでも流行にあまりにとらわれるというのはいけないと思います。

○小林 はい、ありがとうございました。ほかに会場から何かおもしろいコメントはありますか。皆さんコメントは読んでくださいね。

設問7です。やはりテーマというのはより良いものに変えていくという努力が必要だと思います。日本人にはずっと同じことをやっていくことが善しとされていた時代もあるのですが、そういう時代からどんどん変わってきて新しいことを開発していかなければいけない時代になってきたと思います。「現在のテーマとは違う、将来やりたい研究テーマを心に秘めている」。48.9%が「はい」。素晴らしいですね。「いいえ」が16.0%。どうでしょう。「いまはまだないが、必要性は感じている」が35.2%。半分近くの方が一物を持っているとか腹案を持っているというのは非常にいいですね。こういうところ（ランチョンセミナー）に来られる方はそういう意識の高い方が多いのでしょうか。「いまはまだないが、必要性は感じている」という方も35%おられて、この2つで80%を超えていますので、やはりテーマは重要ですね。新しいことを考えていくこと。さて、柳田さん、どうでしょうか？

○柳田 すごく健全な結果でうれしいなと思っています。私自身は大学院2年のときに突然自分でプロジェクトをやらなければいけなくなったのですが、そのときに、確立したラボでプロジェクトもマテリアルも全部与えてもらえる同級生がうらやましかったですね。何でこんなに違うのだろうと思っていたのですが、今になって振り返ると、あのときにプロジェクトを立案するトレーニングをしたことはすごくよかったと思っています。やはりPIになったら当然自分でプロジェクトを立案しなければいけません。堀田先生がおっしゃったように、そのときの自分の知りたいことを大事にして、リサーチクエストを育てて、それを形にしていく過程にはものすごく経験値が利いてくると思います。そういうプロセスを初めてするときは大変で

すが、できるだけ早く始めたほうが良いと思っています。今はボスのプロジェクトをしなければいけないという人もたくさんいると思いますが、そういう方は、ぜひエアプロジェクト立案をやっていただきたいと思っています。今自分がPI だったら何をやりたいか。そのためにはどのマテリアルがあって、競合相手はどうでという、そのようなエアプロジェクトをたくさん作っておくと、独立したときにいいのではないかと思います。

○小林 そうですね、そのボスのやっているテーマは、ボスのある意味趣味的な要素が必ずあるわけで、そのボスがいるわけだから、自分がPI になってやっていくときには必ずそれとは違うことをやっていかなければならない。でも、修業のときにはボスに言われたテーマをもちろんやっていて、それでいろいろなことを勉強していくわけですから、そのときに大切なのは、次に何をやるのかを考えながらやっていくということです。ボスになったときに、PI になったときに、前のボスと同じことは決してやらないで新しいことをバツとやるような勇気と能力を、若い方には備えていただいたらいいのではないかと思います。だから、「いつやるか?」と言ったら「今でしょ!」ではないんですね(笑)。今は準備の段階で、エアで考えていく。論文を読んだりして勉強していくことが重要なのでしょう。

コメントに目をやってみますと、46 番「自分で自身や周囲のモチベーションをあげられる人は、面白そうな研究してる」。そうですね、やはり自分がやる気を持って上げていく。つまらないテーマだなと思ってしまうと本当につまらないテーマになってしまうので、その良さというか、その研究のいい点をしっかり理解してやっていくことが重要なのでしょう。

岩崎さん、何かコメントを拾っていますか?

○岩崎 さっきからコメントを見ていますと、やはりどういうふうにテーマを選べばいいのか、ということに皆さん興味を持っているようですね。自分がおもしろいと思うことと将来性とどちらを重視するかで迷うということですが、そうですね、これはやはり二者択一ではなくて、当然どちらの視点もあったほうが良いですよ。私がバイオインフォマティクスの中で最初の研究テーマにゲノム進化を選んだのも、まず1 つはこれからどう考えてもゲノムデータはどんどん増えていくからこの分野はこれから伸びるだろうということもありましたし、微積分とか線形代数が必要になるのですが私はそのあたり結構好きだったので、そういう自分の強みを生かせるのでチャンスがあるかなということもありました。そして、ゲノム進化はやはりロマンがあるので、ワクワクして20 年やっても飽きないかなと思ったということももちろんありました。迷っているということは、逆に言うと迷わないぐらいの強い思いがあるわけではないとも言えるわけで、いろいろな観点からどのテーマがいいかを選んでいくことも、これからの時代は大事かなと思います。

○小林 分子生物学会年会ではいろいろな他分野に触れるいい機会ですから、こういうときには自分の分野だけではなくておもしろそうなテーマ(ポスターやワークショップ)に行ってみる、あるいは人の多そうなところ(ポスターなど)をとりあえず何をやっているのか、のぞいてみる。そういう姿勢が重要かもしれません。

5 分ビハインドですが、設問 8、最後の設問です。「次の中から将来さらに発展すると思われる分野を選んでください」、複数回答可です。1 番「脳の機能に関する研究」が 16.9%、今おっしゃられましたが「ヒトのゲノムに関する研究」が 8.6%、「iPS 等の再生に関する研究」が 13.0%、「食料、エネルギー生産に関わる研究」が 12.7%、「コンピュータを使った情報学」が 15.5%、「まだ姿が見えない新分野・異分野融合研究」が 29.8%、これは期待が持てますね。「その他」、何かありましたらコメントをください。

こういう結果になっております。ここに挙げさせてもらった項目は、現時点でかなり追い風が吹いている分野として挙げました。中でも iPS は皆さんご存知のことだと思います。追い風が吹いている 1 つの代表ということで、斎藤さん、コメントをお願いします。

○斎藤 追い風と言いますか、私の場合は、生殖細胞におけるエピゲノムプログラミングを解明すれば、繊維芽細胞を ES 細胞のような状態に戻せるかもしれないと考えたのも生殖細胞の研究を選んだ理由の一つでしたので、iPS 細胞の話をもっと最初に聞いたときは、驚くべき方法で一つのゴールが達成されたなと感じました。その後、iPS 細胞を起点とした生殖細胞誘導研究に関わらせて頂いています。

最初の質問に戻りますと、私も、どの分野も恐らく今後重要な分野で伸びると思いますし、どの分野も面白いと思います。ただ、どの分野が伸びるのかと、その分野に入っていき皆さんが伸びるのかというのは全然別話であると思います。だから、それぞれのおもしろい分野で自分が伸びるにはと聞きますか、どういう視点を持って研究をしていったらいいのかということが大事なポイントになると思います。

それはどうしたらいいのかと言われますと、なかなか難しいところですが、最後に一言のところでも少しだけ考えを述べさせていただけたらと思います。

○小林 ほかにどなたかコメントがありますか。もうちょっとこういう分野が伸びるとか、伸びないという議論があってもいいですけど、最後に提言をいただきますので、そのときでも構いません。

会場の皆さんからのコメントを見てみますと、石井さん、どうですかね？

○石井 まず、結構ボスにもものを言いにくい雰囲気なんだなという感じですね、ざっと見た感じ。割となかなか言いにくいものですかね、ボスによりますかね。それを勇気を出して言うよりはラボを移ったほうがいいというコメントもありましたし、それはそれで 1 つの選択肢だと思いますね。あとで私も最後に言いますが、自分自身の人生を決めるのは自分ですから、やはりこうだと思ったら、そのときは決断する。そのときは決断するのは今だと思いますので。ボスがフランクに聞いてくれるところもあれば、そうでない人もいます。この結果を見て、必ずしも相談しなくてもいいというような気もしました。

○小林 そうですね、ボスにはボスの考えがあって、いろいろあって、その辺のコミュニケーションをうまく取っていくことは重要だと思いますが、やはりダメだと言われても、自分の中で一生懸命準備をしていくことは自由ですので、それはどんどんされたほうがいいと思います。若いときは修業というか、昔、日本人は若いときの苦労は買ってでもしろと言ったぐらいで、すべてのことがうまくいくなるとはまずないわけで、そのときの苦労を身に染みて感じた人が、かえって後伸びするのだと思います。ほかにどなたか。大丈夫ですか。いろいろコメント、ありがとうございます。

医学の分野ではどうですか、柳田先生、今後伸びる研究みたいなものは。

○柳田 やはり本当は一番伸びてほしいのはトランスレーショナルリサーチだと思います。基礎研究の成果は大変上がるのですが、それがどのぐらいの割合で現場に届いているかというと非常に少ない。でも、それは構造的な問題もあって、橋渡し研究を主としてやる人のポジションが非常に少ないのです。ですので、そういう人たちを推奨するようなポジションを確保した上で、その分野に人が入ってくるという方向も重要ではないかと思っています。

○小林 ありがとうございます。それでは、ちょうどあと3分4分なので、そろそろ締めに入っていきたいと思います。恒例になりましたパネリストからの提言ということで、こういうテーマをやりなさい、あるいは、やったらあかん、お勧めの研究分野、テーマとの付き合い方等々についてご自身の考えを30秒ぐらいでお願いできますか。今度は五島さんから。

「直球勝負だ」 by 五島 剛太

○五島 先ほども言いましたように、僕は、自分が科学的価値のある重要な問題だと思ったら、それを正面からストレートに取り組んだら、挑んだらいいと思っています。不安は自分が健全な問いを発しているかどうかですが、それについてはちょっと分野の離れた人に自分のやろうとしていることを15秒間で説明してみてください。その人を納得させられたらだいたいOKで、ほとんどの方は納得させられるのではないかと思います。それが、この言葉の意味です。

○小林 ありがとうございます。次に、柳田さん。

「「知りたい」に忠実に」 by 柳田 素子

○柳田 ありがとうございます。やはり知りたいと思うことでないと続かないと思います。これが流行りだとか、これが研究費が来るとか、そういうことではなくて、やはり研究生活には山あり谷ありなので、谷のときの自分を支えるのは知りたいというモチベーションだろうと思っています。以上です。

○小林 次、石井さん。

「自分を信じて」 by 石井 優

○石井 こういうところで言うのも何ですけど、私は、あまり他人の話、例えば成功したPIの話を書くということはあまり参考にならないと思います。人それぞれ、やはり生きてきた時代も違いますし、また、そういった成功談はあとから多少脚色して話を作りますので。ただ、言えることは多分それぞれ皆、いろいろな局面でかなり悩んで、ある決断をしてきたと思います。人に言われてすることだと、困難が立ちはだかると嫌になってしまいますが、自分で決断したことであれば、どんな困難でも受けとめることができますし、克服することができると思います。これから多分まっすぐではない人生だと思いますが、いろいろな局面で、しっかり自分を信じて、自分の能力と勘と運を信じてしっかり決断していかれるのが一番いいのではないかと思います。

○小林 ありがとうございます。岩崎さん。

「生物学者にとっての情報学は物理学者にとっての数学のようなもの」 by 岩崎 渉

○岩崎 私も最初はもっと抽象的なことを書いたのですが、堀田先生の話を受けて少し具体的なことにしてみました。物理学者はみんな数学をやりますよね。それはやはり物理学は法則から演繹がすごくできるので、みんな数学をやる。それで、生物学ではなかなかそういうふうにはいかなかったのですが、これからもっともっとデータが出てきますから、そこから帰納していこうとすると、情報学がどうしても必要になってくると思います。ですので、物理学者が数学をやるように生物学者が情報学をやるようになったら、本当に生物学は全然変わった姿になるのではないかと考えています。あと1つ、俗っぽいことを言うと、情報ができると民間でもアカデミアでも就職の選択肢が広がるかなということもあります。

○小林 ありがとうございます。最後に、斎藤さん。

「最も基礎的なところから始めよう」 by 斎藤 通紀

○斎藤 私の経験からは、何か自分がやりたいというか、こういう分野の研究を始めたいと思ったとき、それに関する最も基本的なところから始めると、他人のマネにならずに独自の研究ができるのではないかと感じています。私の場合は、まだエピソードという言葉があまり使われていなかった時代ですが、そうした変化を含む未知の変化が生殖細胞で起こるということを勉強しまして、そのときに生殖細胞のでき方がわかっていなくて、まずは入れ物の出来方の研究から始めよう、研究を進めるうちに初めの目標にたどり着ければいいかという感じで始めました。これはどんなに発展している分野でも、そのレベルでの最も基礎的なところがあると思いますので、そういうところから始めるのがいいのではないかと感じています。

「らしい研究」 by 小林 武彦

○小林 ありがとうございます。最後に私ですが、「らしい研究」ということで、何のことはないのですが、これは「斎藤さんらしい」とか「岩崎さんらしい」とか、その人の個性に乗ったような独創的な研究がとりあえず一番ベースになっていくのではないかと。そうすると、先ほど最後の設問8でお見せした6個の項目、今追い風が吹いている研究、実はあれは30年前からあまり変わってないのですよね。だから、追い風が吹き続けているところはずっと吹いているのですよ。僕らを変えなければいけないのは、その切り口です。その切り口をどういうふうにやっていくかというところが、我々の腕の見せどころというか、個性の見せどころですよ。その「らしい研究」。もう超独創的な研究なんか無理ですから。我々がモディファイ（修正）できる場所というのは、同じ問題だけでも、それをどういう方向から攻めていくのかというところが一番重要ではないかと考えています。

さて、ちょうど時間となりました。非常に駆け足でコメントもたくさんいただきました。コメントはいくつももらったのですか。63ですね。今日いただいたコメントはもちろん全部ご紹介できませんけれども、会報の2月号に載せさせていただきますので、どうぞそちらをご覧ください。

全体のまとめといたしましては、テーマは非常に重要だ。皆さん、腹案を持っている方もおられるし、将来変えたいと思っている方も8割ぐらいおられる。ですので、どんどんチャレンジして新しいことをやっていただけたらいいと思います。それともう1つ、今日は将来性ということにフォーカスしていきました。実は将来伸びるとかそういうことではなくて、基盤的に僕らが絶対に知っておかなければならないこと、先ほどの細胞分裂とかDNAの複製とか組換え、細胞の中の代謝とか、そういうものもあるのですよ。そうい

う基盤的な基礎研究に敬意を払いつつ新分野創造とか融合研究にどんどん着手できたらいいと思います。堀田先生、最後にまとめの一言をお願いします。

○堀田 まとめることもできませんけど。大変おもしろく皆さんのご意見を聞きました。実は僕が大学院生の頃にみんなと議論したとき、将来伸びるテーマはといったときに常に挙げたのは脳と進化と遺伝子でした。ですから、今でもほとんど変わっていない。ただ、中身は変わっている。何が変わったかというやはり技術が変わった。それを明らかにする技術の大きな進歩があった。それが今後また起こることだと思います。

それともう1つ、今度PIの方のいろいろな注文がたくさんありましたが、私からPIと将来PIになる人に注文ですが、やはりラボには余裕を。そこに何かエキストラの余裕がないラボは、やはりダメだと思うのですよ。そこに余裕があって将来伸びるものをその中に育てて、明日の論文を書いたり報告を書くためのデータを出す人だけではないというラボをぜひ、皆さん作っていただきたい。

皆さん、よろしくをお願いします。

○小林 ありがとうございます。それでは、堀田先生、パネリストの皆さん、そして参加してくださった皆さん、どうも本日はありがとうございました。では、また来年お会いしましょう。(拍手)