



質疑応答

「活力ある未来の`想像、と新たな展開を求めて」

小松 賢志 氏（京都大学放射線生物研究センター教授）

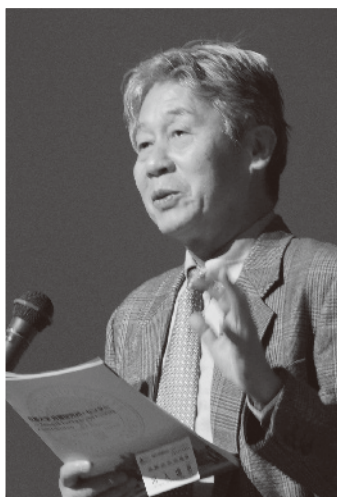
村山 美穂 氏（京都大学野生動物研究センター教授）

大場 淳 氏（広島大学高等教育研究開発センター副センター長・准教授）

清水 展 氏（京都大学東南アジア研究所教授）

岡本 久 氏（京都大学数理解析研究所教授）

司会：岸本 泰明 氏（京都大学エネルギー理工学研究所所長）



質疑応答

「活力ある未来の`想像、と新たな展開を求めて」

岸本 ただいま紹介いただきました京都大学エネルギー理工学研究所の岸本です。本日は本シンポジウムに大変多くの方に参加いただき、ありがとうございました。

40分という限られた時間でしたが、京都大学から4件、広島大学から1件の密度の濃い講演をいただきました。皆様からも多くの質問をいただいております。どうもありがとうございました。

時間は限られますが、会場の皆様と交流を図りたいとの考えから質問コーナーを設けさせていただきました。

それでは、講演の順番に寄せられた質問を紹介させていただきます。

最初は、「DNA修復研究から放射線障害をみる」という題目で講演をいただきました放射線生物研究センター・小松先生への質問です。

1件目ですが、「DNA修復することで何ができるのか、それからiPS細胞とのかかわりはどうなのか」という内容ですが、いかがでしょうか。

小松 DNA修復の研究というように解釈されてもらいますと、私の話の中で、最近の研究の進歩として、特定の位置でDNA二重鎖切断を起こすことができることを話しました。これは生物実験そのものに必要だったんです。

ある遺伝子が見つかったとき、どういう機能があるかどうかというのは、その遺伝子を潰したマウス、ネズミをつくれればいいわけなんです。それを潰すために非相同末端再結合の技術が必要です。また、相同組換え修復というのをを使うと、その悪い遺伝子をそっくりといい遺伝子に交換することもできるんです。

今までは、これは夢のような話なんですけど、ある悪い遺伝子を持って生まれた人、いわゆる遺伝病の人は治すことができなかったんですね。だけど、この技術を使って良い遺伝子に変えて、それをiPS細胞に入れて遺伝子治療できる。どれくらい実現性があるかというのは、これからの進歩次第ですけど。

岸本 どうもありがとうございます。

2件目ですが、「DNA修復が放射線から体を守るだけではなく、障害の原因にもなると聞いて驚きました。私たちの体には他にも、そのような例があるのでしょうか。」という質問です。

小松 これもあります。紫外線と電離放射線というのは似たような性質がありまして、紫外線の量を増やすと突然変異が増えていくんです。ところが、ある遺伝子を潰すと突然変異が全く起こらないんです。

なぜ起こらないかというと、その突然変異は、遺伝子が自分でつくっていたんです。そのつくっている遺伝子を破壊してしまうと、全く突然変異が起こらない。

どうしてこんなものがあるのかというと、これはチャールズ・ダーウィンがハクスレーに質問されて答えられなかったのと同じことなんですけど、生物の多様性は、どうやって生まれるかということとかかわってくるわけですね。

人間であれば男と女がいて、そこで染色体が組み合わせがあって、それで一回組み換えを起こすと何千万種類の多様性を生むチャンスがあるんですけど、細菌の場合は、同じものが子ども、孫と生きていくわけですから、多様性が生まれる機会がない。そこで、そういう妙な遺伝子があって、紫外線が照射されると突然変異を自分で起こすんですね。

自分で起こして、その新しい環境に適応するような変異体をつくって、それが新しい環境にちょうどマッチすると、その子孫がワッと増えるようにする。そういう多様性をつくるための遺伝子というのがありまして、それと、もしかすると、先ほど私が言った非相同末端再結合というのは関係があるのかもしれないと思ってます。

岸本 どうもありがとうございました。それでは、2番目に「遺伝子から野生動物との共存を考える」という題目で講演いただいた野生動物研究センター・村山先生への質問です。

「ご意見をお伺いしたいのですが、幸福なオランウータンは長生きするという例がありました。前提条件があるかもしれませんが、幸福なオランウータンとは、どのような状態で、どのように生息したのでしょうか、それとも、「長生きするオランウータンは幸福である」からの逆算ということでしょうか。よろしくお願いします。」

村山 ご質問ありがとうございます。これは、性格の評価と同じように、その動物をよく知っている飼育者とか研究者、1頭当たり3人の方をお願いして、その平均をとるという形でしています。

その質問項目というのは、オランウータンが楽しそうにしている時間というのは、どのくらいか、それを7段階で評価するんです。それから、ほかのオランウータンとの社会交渉で満足している感じでしょうか、それともいじめられたりしている感じでしょうか、その楽しそうなよい社会交渉ができていく度合い、それから、オランウータンがしたいと思ったことができる状態かどうか、例えば、こっちの場所に行きたいと思ったらすぐ行けるか、ほかの個体がいじめたりして行けないような状態になっていないかどうかといった質問、それから最後に、その評価者自身が、もしオランウータンに1週間なつたとしたら、どのくらい幸福でしょうかという、なかなか答えが難しいと言われる方もいるんですけども、そういった質問をして、そしてそのオランウータンが、どの程度、幸福かというスコアをつけています。

だから、人から見た評価で、オランウータン自体の幸福度が本当に合っているかどうかというのはわからないんですけど、3人の評価の一致度が高ければ、ある程度、信頼性が置けるのではないかというふうにしています。

また、別のやり方として、例えば、ストレスホルモンなんかをオランウータンの尿から測るといったような別の検証方法もあるかもしれませんが、今回用いたのは、そのような質問項目ということです。

それから、性格が遺伝子で決まるということをちょっとつけ加えさせていただきますと、決まるという印象を持たれた方もいるかもしれないんですけど、環境と遺伝子と半々ぐらいということなので、遺伝子で完全に決まってしまうわけではなくて、十分それ以外の環境要因で変わる余地があるということ、それから性格は、いい性格、悪い性格といったように、一元的に見られるものではなくて、例えば、不安を感じやすかったら、ストレスとかが多くなってよくないかもしれないんですけど、一方で慎重な性格というのは、いろいろな面で注意深くなくて、よいこともあるかもしれないということで、性格自体がいいとか悪いとか言えるものではなくて、両方の面があるということはいえるかと思います。

そしてまた、性格が違うということが遺伝子で、ある程度影響されていることがわかったときに、例えば、自分と同じように相手を感じていないかもしれないというような、共感性につながるかと思うんですけども、相手は、もしかしたら自分とは違う物事の見方、感じ方をしているかもしれないということがわかるようになる。私自身は、そういう事実がわかって、自分の物の見方、考え方が変わってきたなど。相手はみんな違うかもしれないので、コミュニケーションとか、いろいろな物事の捉え方について多面的な見方をしたほうがいいということがわかるようになりました。

岸本 ありがとうございました。次は高校生からの大切な質問ですが、「DNAを採取する猿のふんとか、イヌワシの羽は、採取するのも非常に大変だったと思うが、そのように研究を続ける意志というのは、どのように保っておられるのか」というものです。お願いいたします。

村山 確かに、とても大変なんですけれども、それしか方法がないということです。絶滅危惧種がいて、それが生態系の中で重要な役割を果たしていて、私たちも生態系の一員なので、生態系を保つためには、なるべく人の影響による絶滅は避けるようにしたい。イヌワシの多様性を調べるためには、大変でも、そういうことをしなければいけない。昔は捕まえて、その血液をとらないとDNAが調べられないという時代もあって、ほとんど不可能だったわけですね。けれども、技術の進歩で、羽をとるだけでも大変ですけど、調べることが可能になった。

そしてまた、さらに将来、技術が進歩すると、もっと簡単な方法になるかもしれませんので、まずはやってみたいという意欲があると、その手段も見つかるのではないかと思います。

岸本 ありがとうございました。それでは、3番目に「高等教育の未来を考える」の題目で講演をいただいた広島大学高等教育研究開発センター・大場先生への質問です。

最初は高校生の方から、「きょうは大変素敵な講演、ありがとうございました。大学の説明の際に話してくださった生徒主体の学校と教師主体の学校というのは、日本のこれからの高等教育について、どちらが日本の高等教育に向いていると思われますか、個

人的には、教師主体の学校のほうが多いように思っているのですが、そのあたりを教えていただきたい」という質問です。

大場 ご質問ありがとうございます。大学は学生主体か教員主体か、明らかに以前の大学は教員主体でした。全て教員が決めて、学生は黙って講義を聞いている、そういったあり方だったと思います。すなわち、学生は受け身的で受動的な存在でした。

それが、1990年代ぐらいからパラダイムが変わったと言われます。つまり、教員主体から学生主体へ、教授から学習へ、ティーチングからラーニングへということがよく言われます。最近の高等教育のキーワードとして、例えばアクティブ・ラーニングや反転授業がありますが、そういった学生を中心とした学びのあり方が、学習成果を上げていく、あるいは社会に出ていく学生にとって重要になってくると考えられています。

そのような中で、学生が一緒になって大学のあり方、教育のあり方を考えていく必要があるという議論があります。やはり、学生抜きに大学のこれからの運営というのは考えられない。例えば隣の岡山県では、岡山大学が学生・教職員教育改善委員会という名の学生参加型FDのための委員会を設けています。委員の半数以上が学生で、学生委員からいろんな意見が出されて、非常に有益な成果を上げているとうかがっています。こういった例は幾つもあります。

また、私どもは今年度から学生シンポジウムを始めておりますが、こういった行事に来ていただいて、議論に参加いただけたらと思います。あいにく私どものウェブサイトが機械の故障で見られないので、今は高等教育研究開発センターのフェイスブック等で案内しています。今年も開催する予定ですので、多くの方にお越しいただければ幸いです。

岸本 ありがとうございます。もう1件ですが、「日本の大学の進学率は50%で、それほど高くないが、専門学校に通っている人が多いのではないかと思う。みんなが大学に行く必要はないので、多様性の観点からはいいことではないのか」というご質問です。

大場 単純にイエスかノーかといったら、イエスです。日本の中等後教育への進学率は大学・短期大学が6割弱で、専門課程を持つ専門学校、すなわち専修学校入れると8割近くになります。そうするとアメリカとそんなに変わらない。隣の韓国にも匹敵するぐらいの進学率になります。

制度的に見ると、大学は設置に国の認可が必要で、教育プログラム自体も認可の対象です。申請してもすぐにはできない。それに対して専修学校は大学と比較すれば簡単に許可がありますので、時代の需要に応じて、それぞれ必要な教育をやっていただけるといいわけです。

ただ、実態を見れば、先ほど申し上げたとおり大学には数百の教育プログラムがあって非常に多様化しています。ですので、従来専修学校でしかやっていなかったような教育も大学が行うようになっていきます。少子化の中で専修学校も、かなり苦労している様子がうかがえます。

他方、制度的に大学と専修学校の敷居は低くなっています。専修学校を出て大学3年次に編入できますし、さらに国の一定の基準を満たした4年間の教育を専修学校で受けた者については大学院にも進学できます。ですので、この点では制度的には全く大学と共通ですので、専修学校へ行っても、大学へ行っても、結果的に大学院に入ることが可能な状態になっています。

唯一違うのは学位です。学位には国際通用性があります。学士、修士、博士、これらは国際的な基準にのっとっています。外国へ行ったときに、大学を出たのと専修学校を出たのとでは、学位の有無に差が出ます。

もう一つの専修学校の特徴として、短期の教育プログラムが提供できることがあります。短期大学が縮小して、現在では短大進学者は大学進学者の1割程度しかありません。短期大学の多くが、閉鎖するか4年制大学に転換してしまいました。そういった意味で、短期の教育を行っている専修学校は大事なかと考えています。

岸本 どうもありがとうございました。次は、4番目に「新しい人間と新しい社会の創出」の題目で講演いただいた東南アジア研究所・清水先生に対するご質問ですが、「アエタの人々のように急激により変化が起こったのは災害のみでしょうか、また、変化が起こったのは反動が大きかったからでしょうか。今の世界は、結論のように、かわいい日本も受け入れるのでしょうか」という内容です。

清水 ありがとうございます。変化が起こったのは、災害に限らず、戦争でも変化は起きると思います。広島の事例を見ますと、やはり原爆が落ちて、焼け野原の更地になって、平和都市として戦後の復興があったと思います。東京も大空襲で灰燼に帰した後に復興してゆきました。神戸も東北も創造的復興を成し遂げてゆくことを期待しています。

そして確かに大きな変化が起こったのは反動とみることもできるかもしれません。被災の規模があまりに大きすぎて、旧来の社会が壊れてしまったからなんですね。大きすぎてすべてを失い、旧来のシステムがうまく機能せず、それでもより良い生活を取り戻そう、あるいは新しく作り出そうとして、無手勝流というか、今までの惰性という縛りから抜け出て自由に柔軟に動けたということが大きかったと思います。

創造的復興のためには誰のために、何のために、という問いがとても大切だと思います。

岸本 どうもありがとうございました。もう一つ、「ピンチを次の変革へのチャンスと捉えるのは、災害だけではなく、経済、経営とか、政治など、全てにいえることと思いますが、いかがでしょうか。」という質問です。

清水 そのとおりですね。政治でも経済でも、経営でも、飛躍的發展のためには古くなって機能不全に陥ったシステムを捨てる、壊すなどして、新しいチャレンジが必要です。シュンペーターという経済学者は、企業内部のイノベーションによる効率的な方法の導

入や発明によって経済成長が可能になると説き、それを創造的破壊と呼びました。自然災害の場合、それが外部からの力によって短期間で一気に全面的に進む可能性を生み出すのです。ただしピンチをチャンスとする、苦難を生みの苦しみとするためには、復興の進む先がどこなのか、誰のためなのか、ということに注意深く意識しておく必要があります。

たとえばカナダのジャーナリストのナオミ・クラインが『ショック・ドクトリン― 惨事便乗型資本主義の正体を暴く 一』（2011、岩波）という本を出して警鐘を鳴らしていますが、戦争や自然災害、政変などの危機の際に人々がショックのあまり茫然自失になっているすきをついて、過激な市場主義経済のための改革だか改悪が強行されることが多々あります。結果として、大企業だけが儲けて被災者は捨て置かれ、社会が壊されてゆく、という趣旨の本です。被災者と被災地にとってより良い復興を成し遂げるためには、アチェやピナトゥボの事例のように、外部世界の人々や NGO が関心をもち、物心の両面で支援をしてゆくことが大切だと思います。国境を超えて広がる、さまざまな市民ネットワークが果たす役割がとても大きいのです。

自然災害はできたら避けたいのですけれども、起こってしまった後にそれを創造的復興のために必要な創造的破壊と見る可能性をお話ししたんですけれども、ピナトゥボ・アエタの場合に、それを可能にするのは何だったのかというと、それはまず、災害という非常時の火事場のばか力、それを発揮した個々人の必死の思いと努力でした。逆に、一般のフィリピン人はアエタというのはフィリピンで一番おくれて未開で、野蛮で、学校教育を受けず読み書きができない、最下層の人間だと差別的に見ていました。

けれども、そのアエタの人たちは災害時のばか力を出すことによって、蒸気機関の発明による 18 世紀半ば以降の産業革命の進展とそれに伴って世界中に広まった近代化という人類 250 年の歴史を、被災後の 10 年あるいは 20 年で凝縮して追体験していったのです。

それは、最初に私が提起した、人間の同じであることと違いがあることの根幹にある問題に係わっています。一見、我々と一番遠い山奥の未開の人たちが人間として、我々と同じ潜在力・適応力を持っていることを証明しました。驚嘆すべきことです。人間の可塑性と可能性を信じ、それを生かす形での復興のあり方というのを考えるべきだなというふうに思っております。

岸本 どうもありがとうございました。それでは、最後に「数学の役の立ち方」の題目で講演いただいた数理解析研究所・岡本先生に対するご質問です。

少し専門的ですが、「数値解析で精度保証付証明という言葉をお聞きしましたが、普通の数学の証明と、どんな違いがあるのでしょうか」、という内容です。

岡本 これは精度保証付きというのは、計算にコンピューターを使うということです。コンピューターを使って手計算の代わりにやる。手計算でできてしまえばいいんですけど、できない部分があるので、そこについてはコンピューターにさせようと、コンピューター

一のプログラムの入力が正しかったら出力も正しいですから、それを、コンピュータでプログラムをチェックすることによって最終的に正しいと、で、結論としては正しい。

結論としては、どちらも証明するという点に関しては同じなわけです。人間だけで証明したときも証明は正しい。コンピュータを使っても正しいときには正しい、そういうことです。

岸本 この質問と少し関係あるかもしれませんが、次は、「数の使い方は多くありますが、数の力や数字の考え方、10、1、2とか、掛け算とか関数など、数学というのは統計というものと関係していると思いますが、そういうことでしょうか」、というような内容です。

岡本 これは、ちょっと質問の意味がしかとはわかりかねますが、そういう統計学というものが非常に重要なものであるかということであれば、それは間違いありません。正しい。きょう私が統計について申し上げなかったのは、それは私が統計について無知だったからです。

以上、それだけの理由です。私はこれを知っております。これについてお話申し上げますと言いましたけれども、自分の知らないものについては、ある程度何も言わなかったわけです。それは、無視しているということとは全く違います。私がきょうお話しなかった分野の中で私が尊敬している分野は幾らでもあります。

岸本 最後のご質問です。今日の講演の中に、数学というのは考えに考え続けるというお話がありましたが、「老後になっても数学で活躍できるのですか」という内容です。これは私にとっても切実な問題かもしれませんが、いかがでしょうか。

岡本 これは、なかなか大事な質問で、よく聞かれる質問なんですが、人によってこれは違います。ある人は、もう35で、全くだめになってしまいます。ある人は、私ぐらいの年になっても、まだ現役でいられます。さすがに70になると、もう無理でしょう、私はそう思います。いわゆる数学者としてよりも、コーディネーターとして若い人と一緒にやって、おまえ、これをやれという感じで学問を進める、そういう駆動力のあることは十分70歳でもできます。

ですが、自分だけで単独で、全く他人の思いつかないものを思いつくというのは、70になったら無理です。ただし、これが何歳に起きるかは人によります。個人差があり過ぎてわかりません。

岸本 どうもありがとうございました。いずれも素晴らしいご講演と明快な回答をいただきましてありがとうございました。高校生の方を含めて、ぜひ学門、学術の世界に興味を持っていただいて、将来を目指していただければと思います。

短時間でしたけれども、ありがとうございました。