

## 質問回答

---

**【司会】** これより、京都大学附置研究所・センターシンポジウム「京都からの挑戦」を再開させていただきます。

まずは、パネルディスカッションを始めさせていただきます前に、本日は行いました全ての講演について、皆さま方からいただきましたご質問を元にお答えする、質問回答のお時間を取らせていただきたいと思います。ご質問につきましては、お時間の都合上、全てにお答えすることはできないために、あらかじめ選出をさせていただきましたことをご了承くださいませ。

それでは、本日講演いただきました先生方に、まずはご登壇いただきます。基礎物理学研究所 森前智行先生、生存圏研究所 梅澤俊明先生、東南アジア地域研究研究所 Mario Lopez先生、そして霊長類研究所 徳山奈帆子先生、ウイルス・再生医学研究所 小柳義夫先生、生態学研究センター 宇野裕美先生、経済研究所 関口格先生。先生方、どうぞよろしくお願ひいたします。

それでは、お時間に限りがございますので、もう早速進めてまいりたいと思います。まずは、午前の部の講演から、森前先生へのご質問です。よろしくお願ひします。

「解くのに何千年もかかる問題は どうやってつくられるのですか。その計算結果が合っていることを どうやって証明するのでしょうか」という質問です。お願ひします。

**【森前】** どうやって難しい問題をチェックするかというのは非常に重要なポイントでして、非常に良い質問だと思います。素因数分解の話をしたのですが、素因数分解とかは、掛ければ正しいことは分かるので、そういう問題はNP問題と言って、簡単にチェックできる問題はあるのですが、ただ量子コンピュータというのはそういうNP問題というのは苦手だろうと。特にさっき話した組み合わせ最適化問題のような、そういうNP問題は苦手だろうと言われていたので、ではどうやってチェックするのか。実は、研究者もみんな今研究している問題でして、私も含めていろんな人が取り組む問題になっています。

**【司会】** ありがとうございます。いかがでしょうか。

それでは、続いてなのですが、梅澤先生へのご質問でございます。先生はバイオマス生産を上げるために、遺伝子研究を行っておられるとのことでしたが、遺伝子組換え植物を植えることには問題があるということでしょうか。または、インドネシア側で問題があるのではありませんでしょうか。中国で森林面積が増えたのは、中国の政策で植栽したためでしょうかというご質問です。

**【梅澤】** 2番目の中国の件から先にお答えさせていただきますが、それはご指摘のとおりです。退耕還林といって、畑を減らして林に戻すという政策を随分やられましたので、その結果もかなりあるだろうと思います。

それから、はじめの遺伝子組換えの件ですけれども、直接のお答えではなくて、現状に触れさせていただきますと、世界の、2018年のデータですけれども、例えば、大豆をとってみますと、世界の大豆の作付面積の78パーセントはすでに遺伝子組換え植物と言われています。そして、日本では、遺伝子組換え大豆ではないですよと書いてある食品などでは、基本的に、微量の許容されている混入分は別として、組換え植物は使われてないのですが、それ以外にいっぱい遺伝子組換え大豆由来の食品というのは日本に入ってきています。皆さん、食べておられます。食べているというのかな、油なんかで入ってきて、それを使ったものを食べておられます。

それで、遺伝子組換えというのはいろんな感情的な問題もありますし、なかなか難しい問題なのですけれども、いろいろちゃんとチェックをした上で、組換え植物を世の中に出す場合は大きな問題はないのではないかと考えています。ただ、そのことと、今、世の中に受け入れられるかどうかというのは、また別な問題だと思いますね。

今日もちょっと話しましたけれども、ゲノム編集という手法が非常に発達してきて、あれを使いますと、ゲノム編集でできることの内のある一部分については、従来の育種と全く区別の付かない、全く同等なものができるようになってきています。そういうふうには技術が進んでくると、また世の中の状況も変わってくるのではないかなと思っています。

インドネシアについては、一部問題にしている動きもありますけれども、それが非常に、社会全体で大きな問題になっているとか、そういうことは、私は存じ上げておりません。以上です。

**【司会】** ありがとうございます。

続きまして、Mario Lopez先生へのご質問です。フィリピン人女性と結婚した日本人男性は、キリスト教に改宗しますか。

**【Lopez】** これはなかなかいい質問で、たぶん日本人はなかなか改宗しない、あるいは信仰心がないと思っている方もいらっしゃると思います。ただし、私が調査を行いながらも、実は、2、3人ぐらいが改宗しました。要するに、クリスチャンになって、当初の研究を立ち上げたときには、まだクリスチャンになるかどうかというのは何も考えていない夫のインタビューをしたことがあります。だけど、自宅に訪問する際、徐々に、妻が使っている聖母マリアの像が部屋にあったにも関わらず、居間に移動しました。知らないうちに仏壇が消えてしまいました。

これはどういうことですかと聞いたら、私はクリスチャンになりましたという話を伺いました。それはなぜかと言いますと、フィリピン人同士で毎週、教会に行っています。そして、週1回ぐらいは、特に水曜日は特別な祈り会も開きますし、それは教会でも行いますし、あと家庭内でも行います。旦那たちがそれを見ることによって、新しい目で自分の妻たち、そして彼女たちを支える文化圏、信仰心などを見直すチャンスになります。

実は、これに関しては統計とかデータがありません。ただし、日本全国でこのような聞き取り調査を行うことによって、意外に改宗している日本人がいるのではないかと、私は考えております。以上です。

**【司会】** ありがとうございます。

続いて、徳山先生へのご質問です。進化論的に言うと、チンパンジーのほうが、力が強くなっていきそうですが、生態系の中では生き残れますか。メスの協力と釣り合っていますかということです。

**【徳山】** いい質問をありがとうございます。実は、私も、チンパンジーとボノボが例えば出会ったとしたら、ボノボは負けてしまうのではないかと考えています。例えば、野生ではチンパンジーとボノボは出会わないのですけれど、飼育下でチンパンジーとボノボを同じところに飼育している場所で、チンパンジーとボノボを見せると、チンパンジーは非常に攻撃的な行動を見せるのですね。ボノボは、何か知らない人がいるけれど仲よくしてみようというふうに手を差し出すのだそうです。そういうふうな状況になると、やはりチンパンジーの攻撃的な面で、ボノボはたぶん殴られて殺されてしまうのではないかと思います。

ですが、チンパンジーとボノボの生息域の間にはコンゴ川という大きな川が流れていて、それをチンパンジーとボノボは渡ることができませんので、彼らは泳げませんので。ですので、その川がボノボを守っているというふうにも言えるのではないかと思います。

**【司会】** ありがとうございます。

続きまして、午後の部の講演から小柳先生です。これから日本がワクチンを作る可能性は、どうでしょうか。

**【小柳】** ワクチンについては、もうすでに二つの会社で始まっています。ですから、今日紹介したのは、実は、すでに有効性が確認されているという意味で紹介しております。40種類以上、いろんなワクチンが実験室レベルから、動物実験まで行われています。ここの、我々の現場にあるという理由は、つまり大きな製薬会社が数万人レベルで臨床治験をやって、その有効性を確認しているからこそ、我々の臨床の現場に出てくる。それが、実は日本の会社、あるいは日本の政府には感染者が少ないので、おそらくやるタイミングを逸したのだと思います。

アメリカ、ブラジル、それから海外、あれは実はいろんな国をまとめて数万人レベルでそれぞれやった結果です。ですから、我々の手にあるものは、すでに評価されているものですから、日本の会社のものはまだこれから評価というところです。それがうまくいくかもしれません。以上です。

**【司会】** ありがとうございます。

続いて、宇野先生にお願いします。球磨川は去年大きな洪水災害が起きました。生物の生態系も壊されたのでしょうか。元に戻るまでどれだけの時間がかかるのでしょうかということです。

**【宇野】** ありがとうございます。球磨川の災害、本当に河川の研究をしているものとして、心の痛むことで、早く復興されることを祈っています。河川の生態系へのインパクトという意味では、実は、河川というのは自然で推移が上昇したり、下降したりという、水の流れが強くなったり、弱くなったりというのは自然の現象です。河川生態系に関して言うと、そういうふうな水の増減というのがあったほうが、成立するような、生物多様性が維持されるといったようなことも知られています。

一方、球磨川のような場合ですと、あと気候変動によってこれまでになかったような大災害ということで、生物もそれには適応進化していないということもあるかもしれません。

また、本来の河川というのは、また大きな話になるのですが、氾濫原といって、その河川が溢れて、水が広がるといったような形態をしておりましてけれど、それを我々は護岸して、川の幅を狭めるといったようなことをしてきました。そのような状況でこの氾濫が起こったということは、進化の歴史で生物が経験したこととはまた違うかなと思われまます。

ただ、希望としては、生物はたくましいです。自然の中で氾濫が起こったときにも、実は結構川の端っこのほうには流れの緩いところがあったり、川の石のもっと下のほうに潜って、その災害をやり過ぎずとか、いろんな適応進化をしています。ですので、北海道でもすごい災害がありましたけれども、その後も、すごく早く生態系は回復してきました。熊本のほうも、早急に回復されることを願っています。

**【司会】** ありがとうございます。

それでは、関口先生にお願いします。自分がチームワークから逸脱してしまったときに取るべき行動とは何でしょうか。お願いします。

**【関口】** 謝ってください。さっき、ブラック企業と労働組合の例をしましたが、そこで壊してお仕置きという話をしたときに、まずは壊すのですけれど、相手がホワイト化したら許して元に戻るというふうになっていました。つまり、あの分析でも、やってしまった側が謝る、落とし前を付けるというのは重要な一部分です。

あと、あのときの全体のメッセージとして、お仕置きする側はなるべく手短に、そして後腐れなく元に戻るという態度を強調しています。ですので、お仕置きの期間は短いですから、謝るのは気まずいとは思うのですけれど、どうか手短に謝って、早く助け合いに戻るというふうに、これも重要なチームワークだと思います。以上です。

**【司会】** ありがとうございます。お時間、先生方が短くまとめていただきましたので、もう一周お願いしたいと思います。

それでは、森前先生、量子暗号について、伝達の際に盗聴されて、情報が変化してしまえば、非伝達者にうまく情報が伝達せず、暗号として成立しないのではないのでしょうか。

**【森前】** それも非常に多い質問で、ちょっと時間の都合上、かなりシンプルな説明をしたので、そういう誤解を生じてしまったのですけれど。

最初に送る量子状態にはメッセージが入ってなくて、くまモンを送る話を思い出していただくと、そのルールを書かれた紙ですね、9を2に変えるとか、文字をランダムに変えるルールのほうを最初に、その量子状態で送ります。それは盗聴されて、壊されると、確かに仰るように受け手も読めなくなりますけれども、ただそのルールは危険だから使っちゃいけないと分かるので、使わないようにすると。

さっきの例で言うと、ルールブックを郵便で盗まれるようなものですね。郵便で盗まれた証拠がもう出ちゃったから使わないと、そういう話で、それが終わった後



に安全な鍵ができたことが確認されてから、初めてメッセージを送るので、メッセージは壊れないということになります。以上です。

**【司会】** ありがとうございます。

続いて、梅澤先生、お願いします。高校でゼニゴケを材料として、重力に適應する仕組みの研究を始めようと考えています。ゼニゴケの細胞壁の成分について、リグニン含有量の多少など分かっているなら教えてください。重力に対しての構造があまり発達していない状況の植物なので、リグニンが少ない状況なのかと思うのですが、ということです。

**【梅澤】** 大変重要なお質問をいただきました。最後の文章ですね。リグニンが少ないのではないかというお話ですけれども、ご指摘のとおりですね。一応、ゼニゴケにはリグニンがあるという報告はないと思います。確かに、重力に抵抗して立ち上がるような維管束植物ではないので、リグニンはないということに一応なっています。維管束植物ではなくても、紅藻でリグニンが確かにあるという報告も一例ございますけれども、リグニンは、一応、維管束植物特異的な成分ということになっています。

京大の生命科学研究科にはゼニゴケ研究の大家の先生がおられますので、ぜひこちらでまた勉強されてみられたらと思います。以上です。

**【司会】** ありがとうございます。

Mario Lopez先生にお願いします。国際結婚の増加による、その家族、生まれた子どもたちのサポート体制について、言語の壁、社会全体の理解など、行政やNPO法人、また地方公共団体などによって温度差があるように思うのですが、今後、日本が共生社会をつくっていくにあたって、どのような状況が考えられるのか、少しお伺いできないでしょうかということです。

**【Lopez】** これは難問です。ありがとうございます。うまく答えるかどうか分からないのですけれども。まずは、日本は非常に大きい国で、その地域の特徴によって、どのような、例えば、外国の方々がそこに生活しているかということ把握する必要があると思います。例えば、それは結婚移民なのか、あるいは人手不足で技能実習生としてその地域にいるのか、または留学生、あるいは避難民を含めて、いろんな方々がいるわけですよね。あとは企業のニーズ、あるいはその部門、要するにホテル部門なのか、あるいは介護分野なのか、それを含めて検討する必要もあると思います。

ですので、わりとトップダウン形式ではなく、その地域からこういった状況に基づいてどう対応するかというのが、もう行政レベルでちょっといろんなことを検討

しないといけないと思います。

ちょっと枝分かれしますが、5、6年前に私がドイツのほうに訪問して、一つの研究プロットで、ドイツの国際協力公社GIZのほうに訪問しまして、そこでは今、介護士、看護師を受け入れる事業をスタートしております。トリプル・ウィン・プロジェクトと言います。このプロジェクトは基本的に循環型ではなく、できるだけ人材を確保すると30年間ぐらい、ドイツで根を下ろしていただいて、働いて、その後、退職の時点で、もし本国に帰国したいならそれは自由だというようなプログラムを立ち上げました。

重要なのは循環型ではないことです。日本は、例えば、技能実習制度だと、基本的に5年間でいろんなスキルを身に付けた上で、本国に帰ってもらおうというような制度設計になっています。ただし、例えば、その中に介護分野で来られて、たくさんの専門用語を身に付けて、スキルも身に付けて、せっかく日本語を通してそれを全てやっているにも関わらず、その後、国に帰るとというのが極めてもったいないかなと、個人的に思います。なので、できるだけその地域の特徴とニーズに基づいて、今後どういう設計、あるいは新しいシステムをつくるかということは、ボトムアップで検討する必要があると思います。

ちょっと枝分かれのような話になってしまいましたけれど、以上です。

**【司会】** ありがとうございました。

それでは、徳山先生にお願いします。メス同士の助け合いについて伺いました。ボノボのカップル、オス、メス、一対一なのかどうか分からないのですが、オスをめぐって嫉妬心など燃やし、争うことはないのでしょうか。

**【徳山】** 非常にいい質問をありがとうございます。実は、ボノボはペアではなくて、集団の中のオスとメスが、どのオスとどのメスでもカップル成立というか、交尾をするという、乱婚形態ということを持っております。なので、ある意味、ペアを形成するということがないので、オスをめぐる嫉妬というものが存在しないのですね。それが、ボノボのメスの協力をたやすくしている面もあると思います。

人間の繁殖形態というのは、集団によってさまざまなバリエーションはあるのですが、基本的に男性1、女性1のペア型ですね。そうなので、女性をめぐる男性の争いというものも生じますし、男性をめぐる女性の争いというものも生じます。それが女性の中の嫉妬というものがあるわけで、それが意味、女性同士の協力を難しくする面というものもあると思うのですね。

こういう発表をすると、例えば、人間がボノボのメスみたいに女性が協力する社会になるにはどうすればいいのですか、みたいに聞かれたりもするのですが、そう

いうとき、私はまあ、できるだけ嫉妬を抑えて、認め合って、協力していくようにしていくのがいいですねとお答えするようにしています。

**【司会】** ありがとうございます。

続いて小柳先生、お願いします。日本は自粛要請をすることで感染者、死者を抑制しています。それで落ち着くのでしょうか。日本人の感染率、死亡率が低いのは遺伝的なものなのか。それとも、生活習慣など、文化の違いが大きいのでしょうかということです。

**【小柳】** ありがとうございます。簡単に申せば、遺伝子、ならびに生活様式、両方です。世の中、遺伝子で全て決められていると発言される人もいますが、よく考えてみれば、人はそれぞれ行動様式が違いますから、それによっても左右されます。

このコロナの場合、どうして感染が起こっているかという、対面の会話です。異なる方向をみて会話があった場合には、感染に至る例は非常に少ないといわれます。感染成立にはどれぐらいの量のウイルスが入ってくる必要があるか、感染者はどれぐらいの量のウイルスを排出しているかによる要因が非常に大きいです。ですから、排出を少なくしてもらおうということで、皆さんにマスクを求めますし、人から人への感染を抑制するために、人の行動を抑制するというのが政府の姿です。

ですから、世の中はいろんなファクターがありますが、最後に申し上げたように、正しく恐れれば、感染のリスクは減りますから感染者数は減るし、すなわち死者数は減ります。日本人は比較的言うことを聞いてくれますから、日本が少ないのはそういう理由だと思います。先ほど、途中で言いましたように、大統領選のときに、マスクなんて外せと言った共和党が、僕は間違っていると思います。それは明らかに間違いで、科学的な証拠は何もないのに、自分のプロパガンダのためにああいう言葉を使ったというのは、私は間違いだと思います。

**【司会】** ありがとうございます。

それでは、宇野先生をお願いします。どうして緯度の高低によって、川を訪れる回遊生物の周遊形態が異なるのでしょうか。

**【宇野】** はい、素晴らしい質問をありがとうございます。先ほど私がお話しした中で、高緯度ほどサケのような遡河回遊、海で成長して川で卵を産むというようなタイプが多くて、低緯度、熱帯、暖かい地域では反対に、ウナギのような降河回遊、海で産卵して川で成長することが多いという話をしました。

どうしてこういうパターンが生まれたかという、はっきりした答えは、結着は



付いていません。というのは、検証できるような話ではないので。ただ、すごく有力な仮説というのが1980年に、先ほど紹介したときに提唱されていて、それは陸上と海の中での生産性のパターンが、高緯度と低緯度で異なるためじゃないかと言われています。

というのは、陸上生態系、高緯度から低緯度に比べると、低緯度の、熱帯地域のほうが、日光量が多くて生産性は高い、たくさんの食べ物があるということが知られています。一方で、海の方に関しては、実は高緯度のほうが、資源が多いということが知られているのです。というのは、栄養塩、先ほど申し上げた窒素とかリンに関しては、海の底の方にあるのですけれども、光合成できるのは表面のほうだけ。それで、水が冷たいほど、上の下の水が混合しやすいのですね。それで、高緯度の、冷たい地域では表層にたくさんの栄養塩があって、海で生産性が高いと。

ということで、高緯度地域では、海で生産性が高く、陸で生産性が低いので、海で成長するようなサケのようなパターンが多くなり、逆に、陸で生産性が高く、海の生産性が低い低緯度の熱帯地域では、陸で成長するような降河回遊のパターンが増えたのではないかとされています。ありがとうございます。

**【司会】** ありがとうございます。

最後に関口先生に質問です。ゲーム理論が使えないのはどういうときですか。

**【関口】** はい、経済学の、今活発に研究されている分野に実験経済学というのがありまして、要するに実験して検証しましょうということなのですが、その結果によれば、率直に言って、ときどき失敗しています。

ここから先は、私自身が承知しているチームワークに関することだけに絞らせてください。チームワークの実験とかで失敗する一つのパターンとして、損得勘定の理屈が示唆するよりも、皆さん協力的に振る舞うという意味で、失敗することが何となく印象としてはあります。私自身が承知している実験的研究でも、あてはまりません。

ですので、損得勘定、損得勘定と今日言いましたけれど、皆さん、いろいろな場面でそれではない、そういうドライではないもので意思決定されている場面があるのだらうということで、そこらへんが使えないように見える場面かなと思います。

ただ、私としてもう一つ、ぜひ言いたいのは、ゲーム理論が使えないというよりは、研究者がゲーム理論を使いこなせていないということだと思います。だから、私らの問題です。ゲーム理論に申し訳なくないような研究を、私自身はやっていきたいと思っています。ありがとうございます。

**【司会】** ありがとうございます。先生方、本当にどうもありがとうございました。駆け足でございましたけれども、お答えいただきました。なお、先生方には引き続きパネルディスカッションをお願いしたいと思いますので、そのままお待ちください。

なお、たくさんのご質問をお寄せいただきました皆さま、本当にどうもありがとうございました。