

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にお答えする質問回答のお時間を取らせていただきます。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、あらかじめ先ほどの時間で選出をさせていただきました。どうぞご了承くださいますようお願いいたします。

それでは本日ご講演いただきました先生方にご登壇いただきます。エネルギー理工学研究所の宮内雄平先生。防災研究所の小坂田ゆかり先生。数理解析研究所の牧野和久先生。学術情報メディアセンターの緒方広明先生。フィールド科学教育研究センターの館野隆之輔先生。こころの未来研究センターの内田由紀子先生。経済研究所の清水延彦先生。先生方、どうぞよろしくをお願いいたします。

それでは、先生方にお掛けいただきましたところで早速ご質問を紹介させていただきます。まずは午前の部からいただきました質問でございます。それでは早速でございますが宮内先生からまいりたいと思います。よろしくをお願いいたします。巻き方の異なるCNTは選択的に合成可能なのでしょうかということです。

【宮内】 ご質問ありがとうございます。すごく重要な質問なのですけれども、先ほどお話ししたようにカーボンナノチューブの巻き方が変わってくると、その性質ががらっと変わります。ボタンを一つ掛け違えるだけで金属のように電気が流れるようになり、全く流れなくなったり、色も変わってしまう。そのため構造を選択して合成することが非常に重要なのです。

まず現状を申し上げますと、ある程度の構造の選択性を持った合成はできるんですけれども、完璧にある一つの構造を合成する技術、しかもそれを大量につくる技術はこの世界にはまだないです。ただ、ごく少量で良ければ選択的につくることもできつつあります。また今合成では難しいんですけれども、いろいろな種類のことを最初にたくさんつくっておいてから分ける技術がかなり発達してきています。99%の純度である構造だけを分けるみたいなことまでは技術が開発されてきています。だから、もう少したてばさらにその技術も発展するし、構造を制御して大量合成をす

る。これはカーボンナノチューブの分野ではまだ究極の目標として残っています。そういう答えになります。

【司会】 ありがとうございます。ご理解いただけましたでしょうか。

それでは、次の質問は小坂田先生にお願いしたいと思います。線状降水帯というものは発生しやすい地形があるのでしょうか。どこでも発生するものなのでしょうか。起こりやすい地域が分かれば、その地域の対策、集中することが可能なのでしょうかということです。

【小坂田】 はい。ご質問いただきありがとうございます。

線状降水帯の起こりやすい場所はやはりあると考えています。というのも雨というのは水蒸気が供給されていないと起き得ないものなので、その場所場所によって水蒸気の供給されやすさが地形である程度決まってくるものです。例えば手前に山があったり、大きな山脈があったりすると、そこでもう先に水蒸気が持ち上げられてしまって雲ができて水が落ちるので、その奥ではなかなか豪雨が起きにくいという地形的な影響があります。ただ、温暖化でそうした水蒸気の供給され具合も少し変わってくるのではないかと予想して、そういうことを目下研究中です。

そうしたところに対して、集中的に対策もやはり可能だと思っていて、今は豪雨がよく起きやすい場所に対して集中的に観測を行って、どういうメカニズムで豪雨がそこで起きているのかも取り組んでいるところになります。

【司会】 ありがとうございます。

それでは続いて牧野先生へのご質問です。難しい分野だと思います。実社会に役立つということですが、トヨタ自動車と実際にやられていることはどういうことでしょうかということです。

【牧野】 はい。質問ありがとうございます。

トヨタ自動車さんとはモビリティのアルゴリズムの基礎的な研究です。具体的に一つ挙げますと、乗り合いタクシー。時々刻々とお客さんが来て、お客さんはできるだけ待たせずに、どの車をそこに持っていくか。システム全体でコストを削減しようというシステムで、アルゴリズムをつくりました。実際、これは特許を今出願中ですが、まだ実社会では使われていません。

一方三菱重工さんのほうは実社会で使われています。例えば、スケジューリングシステム。日々の運用で使われているようなアルゴリズムをつくりました。以上です。ありがとうございます。

【司会】 ありがとうございます。

続いて緒方先生にご質問をいただいております。ICTを利活用して起こせる教育現場のパラダイムシフトとはどういうものなのでしょう。現状のICT機器の利活用の多くは工業化のコード、企画化、同時化などに絞られたものの延長であるように思います。教育現場で実際に起こすべきパラダイムシフトとはどういうものなのでしょう。そのパラダイムシフトの先に実現される教育現場で、生徒はどのような学び方をしているのでしょうかということです。

【緒方】 非常に難しい質問をありがとうございます。

デジタル化というのは、今コロナの影響とか、国のプロジェクトの延長でGIGAスクールで端末が導入されたり、もう一気に進んでいます。これは単にデジタル技術が教育のところに導入されただけではなくて、今まで教育はやりっぱなしであったところが多いと思うのですけれども、デジタル技術を使って教育をすることで、そこにデータがたまるといのが大きな違いです。

これを分析することによって、どういうふうに教えて、どういうふうに学生さんが学んだということが全て如実に分かってくるということなのです。それによって、次にどういうふうに改善をすると、教育、学習のどういった改善できるかが分かってくる。これはフィードバックがかかる、ループが回せるということが大きな違いです。今までデジタル化、デジタル化と単にデジタル機器を使うことしか考えられていなかったのですけれども、そうではないところが大きなパラダイムシフトです。

これからこのデータを使うことで、今はもうオリンピック選手もそうだと思うのです。タイムを計ったり、ビデオで撮って短距離走であれば、タイムを縮めるためにフォームを考える。学び方も同じようにどういうふうに学ぶと、自分にとってより効果的な効率的な学び方ができることを自分自身がデータを基に客観的に考える。がむしゃらに学習をすればいいというものではなくてくるところが大きく変わってくるのではないかと思います。

【司会】 ありがとうございます。

続いては午後の部の講演から館野先生にお願いいたします。窒素の流出がどのぐらい脅威となるのか。その危険性をもう少し具体的に教えてくださいということです。

【館野】 質問ありがとうございます。

窒素の流出なのですけれども、二酸化炭素の問題も言われ始めたころは、べつに温暖化、温暖化と言われていたけれども、何が起きているのか分からない。20年前とか、そんな状況だけれども、今になってみると、やっぱりいろいろなことが起

こり出して、身近なものになってきています。

窒素の問題というのは、さらに具体的にどんな脅威があるかと言われますと、自然界がどういう応答をこれからしていくのかということが、まだちゃんと我々科学者も言えない。それも一つの脅威かなというか、具体的にどこまで増えたらどうなってしまうのかが分からないけれども、自然界にはすでにいっぱいあふれている。そういうところが一つ脅威になっている。

具体的に飲み水が飲めなくなるとか、生きものが死に絶えてしまうとか、そういう目に見えるかたちのものはあまりないし、例えば、飲み水なんかだと規制があって、硝酸の濃度がこれ以上のものは飲み水にははいけませんよということがあるので、我々が飲む水というのは、そういう脅威にはさらされないと思うのですけれども、そういうものが自然の中で漏れ出て行って地下水なんかに入り込んで、そういうものを飲んでしまったときに実際病気になることもある。

そういうような脅威はあるのですけれども、目に見えるかたちの脅威がないというのが、むしろ脅威なのかなと思っています。以上です。ありがとうございます。

【司会】 ありがとうございます。

続いては、内田先生へのご質問です。

日本的幸福感は日本の古典や思想とどのようにつながっていますか。獲得型幸福感のベースにあるのは自由主義経済と同じ思考なのですかということです。

【内田】 ご質問いただきどうもありがとうございました。

日本の幸福感は少しだけお話ししましたとおり、無常感というか、幸せ過ぎると駄目なんじゃないかというような、ある種達観したような考え方がかなり含まれているんです。これは実は古典文学の中にもたびたび登場するコンセプトかなと思います。無常感は、人生というのは非常にはかないものなんだけれども、その中で私たちがどう生きるのかを問いかけてきます。やはり何かそういうものが脈々と受け継がれてきたことが、今の日本の幸福感の中にも反映しているのかなと思っています。

もう一つ獲得的な幸福感というのは自由主義経済とつながっているのかというご質問です。これはおそらくつながっているだろうと思います。どちらが先かというのはすごく難しいのですけれども、自由主義経済になると基本的にはまず競争というものと、都市へのマーケットの集中が発生します。

流動性が高く人口密度が高い場所で競争して勝ち抜くことが、非常に重要な生き残りをかけた「幸福の要素」として捉えられるようになり、結果として獲得志向的な幸福感が生じる可能性があります。また、こうした幸福感がさらに自由主義経済をサポートするという循環関係もあると思っています。ありがとうございました。

【司会】 ありがとうございます。

それでは最後に講演をいただきました清水先生でございます。終わってすぐに書いていただきました。ありがとうございます。経済的手法は正直もの、企業において正直ものが馬鹿を見ることはないですかということです。

【清水】 おそらく質問の趣旨は、率先して取り組んだときに、その企業などが損をするということかと理解するのですけれども、率先して取り組むかどうかはまた自由意志で判断をしているわけなので、損をするかどうかというのは、その人にとってやる価値があると判断してやるわけなので、損をすると評価されることはないのかとは思いました。

ただ、もう一つ現実的な問題としては、昨今企業の環境取り組みというのは非常に重要視されていて、金融などの局面でも環境に積極的に取り組んでいる企業がファイナンスを受けやすいという現状もあって、情報開示に企業は積極的に取り組んでいます。そうしたときに、現実問題としては損をすることはあまりない世の中になってきつつあるということかと思えます。

【司会】 ありがとうございます。今日はオンライン参加もあるハイブリッド形式なのですけれども、皆さま、本当に早く答えてくださったので、もう一巡させていただきたいと思えます。お願いいたします。

それでは宮内先生、お願いします。ナノチューブの処分方法は、炭素なので燃えると思ったのですが、熱に強そうで劣化もしにくいように感じたのですがということです。

【宮内】 重要なお質問ありがとうございます。

まず燃やせるかということかというと、もちろん炭素なので酸素がもしあれば燃えます。燃えるとまたCO₂に戻るわけです。ここが実は重要だと思っています。先ほど講演でお話したように、もともとのカーボンのCO₂の中のCから取れる時代になったときに、そこで炭素材料をつかって、それをまた燃やして解放しても、もうこれは大気中のCO₂が増えなくなるのですけれども、木炭みたいなものとか、グラファイトといったものは放っておけば、すごく安定な構造ですから、もうずっと二酸化炭素に戻ることはないわけです。

その安定な構造にして使ってあげて、皆さんが使い終わって要らなくなったときに、それを燃やしてもいいのです。べつに安全な物質ではあるのですけれども、どこか地中深くとか、もう触れなくていいようなところに保管しておく。そうすると、そのCO₂にもともと入っていたCはもう二度と大気中に戻ってこなくなることも想

定されると思っています。要は燃やさないでストアしておいても、ずっとその形を保てるというのも黒鉛由来のグラファイトのメリットと考えています。

【司会】 ありがとうございます。

それでは、小坂田先生お願いします。ずばり温暖化していない時代にも線状降水帯は発生していましたかということです。

【小坂田】 はい。ご質問いただきありがとうございます。温暖化していない時代からというのは、豪雨が見えるようになった時代からということで、まずお答えさせていただきます。昔から線状降水帯はありました。線状降水帯はやはりその場所にずっと豪雨がかかり続けるということが一番怖いところなので、災害が起こすような豪雨は線状の雨域をしていることが多いというのは昔から知られていました。

それで近年本当に線状降水帯という言葉がすごくはやりで、皆さん耳にすることが多いと思うのですが、観測技術がすごく発達してきたというのも1つあると思っています。今、本当に皆さん携帯とか、スマホで今の雨域がすごく簡単に見られると思います。なので、たくさん線状の降水帯の観測ができるようになって、どんどんそのものが見られるようになってきたということで、昔から線状降水帯という現象そのものはあったと考えています。

【司会】 ありがとうございます。

それでは牧野先生にお願いしたいと思います。ストレートに数学嫌いをなくすには、どうすればよいでしょうか。

【牧野】 はい。これは難しい問題です。しかも、私ではなくて教育学部の方のほうがいいのではないかと思ったのですけれども、やはり答えないといけないかなと思って選ばせていただきました。

まず、嫌いと苦手の二つあると思うのです。なおかつ大学入試に代表されるような学校での数学が嫌いということではないか。苦手であって嫌いだし、学校の数学が嫌いという人の質問と思って答えさせていただきます。私としては数学というのは論理的な思考をするための練習だと思っています。ですから、学校の数学イコール数学と思うのではなくて、論理的なこと自身が数学だと思っていただければと思います。

ただ、この質問で真に言ってほしいのは、大学入試の数学をどうやるんですかということだと思うんです。大学入試とかの数学はある意味パターン認識的な要素がありますので、ちょっと頑張っていただくことができるようになる。できるようになる

と、苦手要素がなくなって好きになっていただけるのではないかという希望を持ってお答えにさせていただきたいと思います。ありがとうございます。

【司会】 ありがとうございます。頑張りましょう。

それでは緒方先生をお願いします。テストの成績だけではなく、学習プロセスを分析し個人に合わせた教育ができることは、障害を持つ学生や、突出した能力を持つ学生を取り残さないことにつながると思いました。まず感想を添えて。そして、私が疑問に思ったことは、学生の苦手や得意を、AIがデータ分析することで学生自身が苦手や得意に気づき、学習計画を修正する力、そもそも計画を立てる力を学ぶ機会が失われてしまわないかということです。社会に出てからも必要な力だと思うので疑問に思いましたということです。

【緒方】 ありがとうございます。仰るとおり、そういう力は非常に大事だと思います。今回はあまり時間がなかったので、成績ということを中心に話をさせていただきましたけれども、研究としては主体的に学ぶ力や対話の中で学び取る力といった、いわゆる資質能力、コンピテンシーといった力を、データを基に客観的に計測して伸ばしていくという研究もしています。

内田先生も言われていたようにアンケートで、古くからはそういった力を自分で評価することは、よくやられていたんですけども、そうすると、小学生とか、中学生は非常に難しいです。自分にどれぐらいそういう力が身に付いているかというのは非常に難しいです。これは先生も一人ひとりを毎日細かく見ていくのは非常に難しいので、今我々が共同研究している学校では、我々が採ったデータを基に参考にしてもらって、そういった力を評価していただいています。

【司会】 ありがとうございます。

続いて館野先生をお願いします。肥料の三要素は窒素、リン酸、カリウムですが、窒素以外のリン酸、カリウムは環境にどのような影響を与えますかということです。

【館野】 はい。ありがとうございます。

有名な肥料だと、窒素、リン酸、カリウムとその三つが出てくるのですが、実はそれ以外に微量な元素も足りないものは足すことで肥料になる。それ以外のものでどういう影響を与えるかということ、リン酸は昔琵琶湖が非常に汚かった時代に、リン酸の洗剤が原因だからリン酸の入っていない洗剤に変えようとか、過去にはそういうこともあったわけです。カリウムの問題はあまりないかもしれませんが、水質に影響を及ぼすこともあるのかなと思います。

さらに難しいのが、窒素とリン酸はどちらも大事なのですが、そのバランスが大事で窒素が多くて、リン酸が足りない場合と、リン酸が多くて、窒素が足りない場合で生態系が違う反応をすることもあるので、そういうのも含めて、ほかの元素との関わりでいろいろな問題が起きると思っています。ありがとうございます。

【司会】 ありがとうございます。

では、内田先生お願いします。豊か過ぎる故の不幸は欧米にも見られますがということなのですが、どうでしょう。

【内田】 豊か過ぎると言いますか、豊か過ぎる故の不幸、ある意味、目標を見失うという意味ではそういうことはあるのかもしれませんが。もう一つ重要な問題は、豊かさというものを一体どう捉えるか。やはり競争による格差と、裏表になるという部分だと思います。『格差は心を壊す 比較という呪縛』という本があります。要は、格差というものが豊かさみたいなものが指標になっていったときに、結局格差ができていて、その格差からこぼれてしまった人たちだけではなくて、むしろ一見競争に勝っている人たちさえも、もっと勝ち続けたいといけないとか、自分は十分なんだろうかと、自分が幸せでい続けなければならないというプレッシャーにさらされるということが、特にアメリカでは確かに非常に強く見られるようになってきています。

こういうプレッシャーの対応策として、ある意味自尊心教育を一生懸命やるわけです。あなたは大丈夫だ、自分は大丈夫だということを確認しながらでないと生き残れない、なかなか厳しい社会にもなっていると思います。この格差は場合によっては情報の分断や、意思決定の難しさみたいなことも生み出しています。

社会全体としての疲弊につながる部分があります。なので、真の豊かさを一体どういうふうに考えるのかという点で、格差の問題とセットで考えなければならないと思っています。ありがとうございました。

【司会】 ありがとうございます。

では、清水先生へのご質問です。経済的な手法で脱炭素を促進する場合、個人の意思決定にはどれぐらい影響しますかという質問です。

【清水】 はい。ありがとうございます。

まさにどれぐらい個人の意思決定に影響をするかは、政策のデザインによるのかなと思います。例えば、十分に理解が行き届いていない政策、あるいは不十分な情報開示しかされていない状況では、やはり個人に前向きな意思決定を望むことは難しい。やはり十分な取り組みをしてもらうためにも、十分な情報を提供する。そ

して、分かりやすい情報を提供することが重要なんだと思います。

実際に、ちょっとジャンルは違いますが、省エネ製品を買ってもらうという場面でどういった表示をすると、人々がそれを理解して、省エネ商品の購入が進むのかの実験をやったという例もあります。そのように情報を受け止めた側が分かりやすく前向きな判断をしやすいように、こちらからもインプットを変えてあげることが重要だと思っています。

【司会】 ありがとうございます。もうたくさんのご質問をいただきました。先生方に2つずつお答えいただきましたけれども、残りの質問に関しましては、あとのパネルディスカッションに託したいと思っておりますので、よろしく願いいたします。先生方どうもありがとうございました。引き続きパネルディスカッションを行いたいと思いますので、そのままお待ちくださいませ。お願いいたします。