

第28回 講演〈2〉

未来の食を考える上でのフレーム ～新しい食のテクノロジーとどう向き合っていけばいいのか？～

宮城大学 教授 石川 伸 一

【小西座長】ここで、石川伸一先生の簡単なご略歴をご紹介します。

先生は、1973年福島県生まれです。東北大学農学部をご卒業され、東北大学大学院農学研究科を修了されました。その後、日本学術振興会特別研究員、北里大学講師、カナダ・ゲルフ大学客員研究員、宮城大学准教授などを経て、現在、宮城大学食産業学群の教授としてご活躍されています。

先生のご専門は分子食品学、分子調理学、分子栄養学、研究のテーマは「調理現象の分子レベルでのメカニズム解明に関する研究」などです。

ご著書に、『必ず来る！大震災を生き抜くための食事学』『料理と科学のおいしい出会い』などがあります。他にも、『夜食日記』というブログを開いておられます。私も時々楽しんでおりますが、そこを開くと先生の独創的な切り口からの様々な実験。例えば、アイスクリームの実験、焼き芋の実験、いろいろな実験が楽しめます。

それでは先生、よろしくお願いします。

【石川伸一先生】宮城大学という宮城県の県立大学、公立大学で働いております石川と申します。よろしくお願いします。

宮城大学の学部が変わっていて、食産業学群という食に関する産業に関して広く学ぶという学部で教育と研究を担当しております。

自己紹介がたら私の専門をお話しさせていただくと、かなり幅広い範囲、食品学、調理学、栄養学というところを専門としていて、特にその分野、なぜそういう現象が起こるのかということを出るだけ細かく分子レベルで調べていこうというスタンスで研究をしています。最近、特に真ん中の調理学というところを中心に分子調理学という分野を数年前に、他の研究者と一緒に立ち上げて研究をしています。

今回、お話を香川先生からいただいて大変嬉しく思いましたが、いま食の分野でいろいろなテクノロジーが入ってきています。例えば、垂直農法（Vertical farming）はかなりお聞ききになっていると思います。更に、食の調理分野だと3Dフードプリンタとか、ロボティクスの

話とか、更に幅広いAI、IoT、テーラーメイド食、まさに様々なテクノロジーが食の分野から生まれているというわけではなくて、食の分野のほうに登場、更に応用されています。いわば、食のアップデート化が起きているというのが昨今の傾向だと思います。私たちは、そのような技術とどのように向き合っていけばいいのかというのを、今回、皆様と一緒に考えていければなと思っております。

食のテクノロジーに関して、ここ数年いろいろなイベントがありまして、今年の6月に日経BBさん主催の「テクノロジーネクスト」という1つのセッションの中に「テクノロジーが変える食とフードビジネスの未来」があり、また「スマートキッチンサミット」といって、スマートフォンのようにキッチンがスマート化するだろうというイベントが去年初めて日本で行われて、今年も2年目で8月にありました。

年々、こういうイベントに参加する方が増えてきているなという印象がありますが、これを見た方はいらっしゃるのでしょうか。

食のテクノロジーのイベントで、栄養士関係の方があまりいらっしゃらないというところは私は非常に問題だと思っているので、いま食の現場で起こっていることを情報共有させていただきたいと思います。

もう1つ、このテクノロジーの流れとしては、食に関してベンチャー企業というか、スタートアップの企業さんがたくさん出てきています。食と、このスタートアップの関係が深まっている1つの例として、『モダニスト・キュージーヌ』という料理本があります。英語で出版されたのは6年前の2012年ですが、先月ぐらいに日本語版がやっと出ました。これは、調理の目から見るととてもすごい本で、調理の過程の断面を写真で示してあります。

これを書いたのは誰かということ、料理関係者ではなくてネイサン・ミアボルドというマイクロソフトの共同開発者、CTOだった方です。IT系の方が料理に興味を持ってテクノロジーとか科学の分野で見ているという流れがあります。なので、食の分野にIT系の方とかスタートアップの方がいまだどんどん入ってきています。



きょうお話することは、テーマが大きく3つあります。その中で、最初のトピック1に関しては先に香川先生のお話と重なる部分が多いので補足的な内容になっているかと思います。2番目、3番目に関しては多少、私の考えたいものを入れながら、途中、私の話は眠くなると思うので動画をご覧になっていただければと思います。

最初のトピック1としては、食のテクノロジーが勃興しているという例を挙げながらお話しし、あと食のテクノロジーがどこに向かっているのかという辺りの方向性、私の私的な見方もあると思いますが、ご紹介したいと思います。

今回のテーマの「第4次産業革命」は、サイバーとフィジカルが合わさっているシステムです。私たちはリアルな空間でのロボットとか、デジタル、サイバー空間のビッグデータなり、IoT、この2つが合わさるといのがポイントだろうと思います。

食の分野で言えば、料理そのものはフィジカルのリアルの空間ですが、いろいろな情報としてサイバー、仮想空間に載っている情報がリアルと合わさるといろいろなことができます。その事例を何個か紹介したいと思いますが、その前に女子栄養大学さんの「栄養クリニック」のサイトをかなり昔から私は拝見していて、特に遺伝子栄養学、遺伝的な個人の違いによって栄養指導というところが非常に素晴らしいなと以前から注目しておりました。

そのような栄養指導に関して、かなりいろいろなテクノロジーが入ってきている。御存じの方も大勢いらっしゃると思いますが、例えば日立のグループ会社に日立ソリューションズ・クリエイトというところが、食事の写真の画像から栄養情報を自動計算するというものがあります。

管理栄養士さんの栄養指導業務の負担軽減も兼ねて、食べる方に写真を撮ってもらい、その写真をAIが自動で栄養計算結果を作成して、問診での食事内容の確認とか、あと栄養計算に関わる時間を軽減しますよとか、食事の写真を撮っておけば、それが履歴になって管理出来ます。何を食べたか記憶が曖昧なもの、写真からデータを引き出せばいい、更に、ステップの次としてはAI、人工知能が個人に適したメニューや食事を提案しま

す。その食事履歴とか、病歴に合ったお勧めの食材をAIが提案します。管理栄養士さんの負担を軽減しますよというのを日立さんが造っています。

更に、同じような写真管理の1つで、ネスレ日本さんが今年の5月ぐらいに、同じように食事の写真を撮って、その食事の写真をラインというアプリで送ると人工知能がエネルギーや栄養素の摂取量を分析してくれるサービスを始めました。

その背景には、個人の栄養に合わせた栄養素のカプセルを去年から始めていて、最終的には一人ひとりに合った栄養を提案するサービスにつなげていきたいという背景があります。

更に、もう少し私たちの身近なところで言うと写真でエネルギーを管理するアプリでフードロームというのが実際にスマホであります。使ったことがある方は、いらっしゃいますか？ はい、4、5人いらっしゃいました。ありがとうございます。

実際に写真を撮って、AIが画像認識してくれる。東大の相澤研究室が開発したもので、かなり精度は上がっていますが、私が使ってみた例を示すと、これはこのアプリで読み込むと、巻きずしは認識してくれました。ただ、本数が1本と計算しているので、後で修正すると量は変えられます。なぜか、いなりずしとかは認識してくれませんでした。精度的には未熟なところもあると思いますが、これからどんどん精度が上がってくるだろうなと思います。

写真からだ、既存のこれまでのデータからエネルギー等を計算するしかありませんが、成分を測ろうというアプローチもかなり現実化してきたと思います。成分を測定できる分子センサー付スマホも中国で発売されています。中国の家電メーカー、チャンホンというところが分子センサーを搭載したスマートフォンを2017年に発売した。それで、フルーツの糖度とか、飲み物の成分を物に触れることなく、スマホをかざすだけで測定できるという。

実際に搭載されている分子センサーというのは、もともとイスラエルのスタートアップの企業で、コンシューマーフィジックスという会社が2014年に開発したハンドヘルド型の分子スキャナースキーオというのを開発していて、それを更に小型化してスマホに載せました。

原理的には近赤外の分析、分光法を使っています。これも、日本で大型の機械で分析しているところがありましたが、海外は本当にスピードが速くて、コンシューマーフィジックスという会社がクラウドファンディングという一般の方から資金を集めることによって発売しました。多分、最初は精度は高くなかったと思いますが、どんどん現場に投入してから上げていくという方法でこういうのが出てきています。

この食品の成分だけではなくて体脂肪みたいなものも測りますよ、というふうに謳っていますが、精度的にはこれもまだどうかという気はしています。ただ、そうい

うものが既に世の中に存在しています。

更に、人側のほうの分析に関するテクノロジーもたくさんあって、これも御存じの方が多くと思いますが、血糖値については「FreeStyle リブレ」というものが去年ぐらいから保険適用になっています。血糖値を測りますが、細い針が付いたものを二の腕の後ろ辺りに刺して、血糖値を測るのではなくて間質液の血糖を測るため、リアルタイムに血糖を測ることが出来る装置です。そのため、採血によって、そのときしか測れなかった血糖値が情報として新たに血糖値の変動が見える化されたわけです。

実際にこれを使っている方に話を聞きましたが、お昼にカレーを食べると血糖値がパンと上るのが目に見えてわかったので、もうお昼にはカレーを食べませんとか、とろろを御飯にかけて食べると確かに血糖値が上がらないというのを、自分の体験値でリアルに語るのも、実際にそういうのを見ると、確かに自分の食行動が劇的に変わるというのが、その方の話からも実感しました。なので、私たちはこの新しいテクノロジーによって何となく身体感みたいなのがどんどん変わっていく可能性があると思っています。

更に、コンピュータのアップルが先月ぐらいから新しい「アップルウォッチ 4」を出しました。日本ではあまり騒がれませんが、この新しいアップルウォッチの最大の特徴は、心電図が記録できるという機能だと思います。実際に心臓発作とか脳卒中につながる恐れのある不整脈とか心疾患の兆候を検出できるようになっています。ただ、この機能はアメリカのFDAからは認可を得ているそうですが、日本では認可を得ていないので、その辺りはPRに日本では使っていないという現状です。そのため、端末、スマホが健康を測定する機械に既になりつつあるというもあります。

実際に、先ほど香川先生のお話にもあったように医師の仕事の8割ぐらいはAIとかロボットで代替できますよとも言われています。特に診断の部分に関しては、人よりもAIに頼ったほうが正確な診断ができるということも言われています。

あと、手術に関してもかなりロボットの部分が入ってきています。ただ、最初の問診とか研究の辺りでは、やはり機械で出来ない部分は当然あるので、しばらくはAIと人の共存というか、人がAIをうまく使う時代が続くだろうなと思っています。そのため、食に関する仕事も同様で、ある程度はAIに任せるみたいな分野はあると思いますが、取って代わられることは当然ないでしょう。特に人と接する部分であればなおさらだと思います。

もう1つ、食の現場の「作る」というところに関しては、今回、参加していただいた方のご所属を見ると給食の現場とか施設の現場の方がいらっしゃるのも、実際に作るという部分に関してはかなりロボットに頼りたいというか、なかなか人が集まらないという部分もあると思うので、ロボットがかなりこれからは伸びてくるだろう

と私も予測しています。

それは、給食を作る現場等だけではなくて、私たちの家庭にもかなりいろいろなものが入ってきています。その例を何個かお見せしたいと思います。1つ目は、ネット接続フライパンの「ヘスタン・キュー」というもので、スマホで料理をコントロールするというものです。端末で作り方を見ながら、フライパンが自動に温度コントロールをします。

ここにいらっしゃる方はこんなのに頼らなくても作れると思いますが、料理の初心者にとってはリアルなガイドが付いているし、自動でコントロールしてもらえて助かるという部分は子供さんなんかもあるのかなと思います。ただ、これでやるとあまり失敗しない料理ができるので、それはそれで創造力を失ってしまうのではないかなという気もしています。

この「ヘスタン・キュー」が出来た1つの背景としては、熱源がIHになったというのが大きいと思います。普通のガス火であればコントロールができませんが、IHになったことで外部からのコントロールが可能になったという背景があります。

もう1つは、自動調理IoTキッチンロボットはスービーというものです。ヘスタン・キューは焼く料理だけでしたが、もう少しいろいろな料理が自動でできます。これは、スマートキッチンサミットの今年のところに出ていましたが、これも映像をご覧になっていただきたいと思います。

朝方に準備しておく、帰って来てすぐに食べられるということです。この専用のミールキットも売ろうという作戦です。自動調理ロボットですが、出てきた料理はそんなにおいしそうではないなという気が個人的にしますが（笑）。

多分、売り方としてはインクジェットプリンターのようなもので、本体はそんなに高く売らずに、ミールキットで儲けようみたいな意識が私はあるのかなという気がします。

確かに、自動調理ができれば非常に便利だなと思う方はたくさんいるかなと思います。

もう少し未来的なものに、これも先ほど香川先生のスライドにもあった自動調理ロボット・モーリー（Moley）というのがあります。

これは、更に面白いというか先端的です。この男性がいまダウンロードしているのは、グランマのレシピをダウンロードしたものです。そうすると、ロボットがおばあちゃんのバスタを作って、「おじいちゃん、どう？」と出しているところです。

更に、シェフが作っている料理の操作を記録してダウンロードします。そのシェフが作った料理、作り方も記録されています。

ロボットがハートの模様も作ったりして、人は食べるだけ。掃除もしてくれる、片付けもしてくれる、OKも出してくれる。まあ本当にOKなのかという気はものす

ごくします。ただ、そういうことが考えられていて、これはイギリスの会社ですが、2018年、今年に発売する予定だと聞いたことがあります。1台800万円ぐらいだった気がします。

もっと進むと、恐らく1から食べ物を作る「3Dフードプリンタ」みたいな形になっていくでしょう。下から上に積層して載せていくというもので、これがかなり騒がれたのは2013年、アメリカの航空宇宙局（NASA）が3Dフードプリンタを開発する企業に高額の助成金を出したことが一つのきっかけです。

目的としては、恐らく、長期滞在する宇宙飛行士向けに3Dフードプリンタで食をプリントアウトするというものです。昔の宇宙食のイメージは、チューブ食とか、タブレット食でありましたが、いまは普通の日本食が食べられていて、食のおいしさにはテクスチャー、食感が重要なため、その食感を作るために3Dフードプリンタが大きな役割をするのではないのでしょうか。

更に3Dフードプリンタには、誰でも、どこでも作ることができるというメリットもあるので、本当に宇宙空間の限られたところで、宇宙飛行士という限られた人が、ある程度の限られた食材で食事らしい食事を作るのに、この3Dフードプリンタが有効です。ということで、実際にいまいろいろな形の食べ物が作られています。

香川先生の遺伝子栄養学のように、遺伝子解析によって疾病のなりやすさとかが個人の遺伝子多型に依存する。それに応じた個人個人に合ったテーラーメイド食というか、オーダーメイド食というか、個別化食というところが私は注目されると、5年前から言っていて、その一例として個人の体質に合った卵の栄養成分を変えたり、抗体を作らせたり、あとは諸々の操作をすることによって、個人の体質に合ったデザイナーエッグみたいなことができないかなと思っていましたが、最終的にこの3Dフードプリンタみたいなもので作れば、個人個人のデータ、年齢・性別、遺伝情報、病気の有無、その日の体調というものと、どういうものが食べたいかという好みもあると思うので好みのフードデータみたいなものを合わせれば、究極のテーラーメイド食、個別化食が来るのではないかなと思っています。

それを作る3Dフードプリンタというのは、究極の調理器具ではないのでしょうか。

産業界でいろいろな食に関するテクノロジーの話がありますが、お役所でもその辺りはかなり若手が注目していて、農水省の若手が今年「この国の食と私たちの仕事未来地図」というのを出しています。これは、ダウンロードが自由にできるので、興味のある方はご覧になっていただきたいと思います。

その中に、「未来への提言」等に「調理概念を変えるフードプリンタで食をパーソナルに」というものとか、食生活指導をパーソナライズし、膨大な医療費を削減しましょうといった話が盛り込まれています。なので、農水省の若手も「個別化」というところに関してはかなり

そういう流れになっていくだろうという視点があるのだと思います。

もう1つ、オランダのワゲニング大学のTNOというところが「フードチャー2018」、多分、フードとフューチャーを合わせた用語だと思いますが、その報告があり、ハイパー・パーソナライゼーション・アンド・ヘルスというものです。

食のスタート、調整するところ、作るところにおいて、各自の好みに応じた作り方ができるだろうというところと、実際に食べたりするところも個人に合った状態で食べる。更に、冷蔵庫などでどういうものを食べているかをモニタリング。冷蔵庫にカメラを付けてどういうものを食べているかを自動でモニタリングして、更に食べた後の私たちの健康データ、血糖値とか心電図とかのデータを撮る。更に、そのデータをサイバー空間に挙げて、ビッグデータにして傾向を更に掴んでいくでしょう。

実際にビッグデータから、更に個人に合った栄養指導や、健康指導もして、それによって、私たちはより健やかな生活を送るようにでき、実際に食べ物等を買うときも、個人に合ったものを推奨していくという、私たちの食生活というか、生活全体において個別化が進むでしょう。これを、ハイパー・パーソナライゼーション（超個別化）というふうに言われていて、これからの未来のキーワードになっています。そのため、一人ひとり顔が違いうように暮らし方、食べ物も当然変えなければいけない、リアルな多様性の時代になりつつあるのかなというのが、最初の私のトピックのまとめになります。

2つ目のトピックですが、2つ目は食テクノロジーの進化予測というもので、いろいろなテクノロジーがどうなっていくのかということと、さらにサイエンスとテクノロジーの関係のお話をしたいと思います。

もともとのサイエンスとテクノロジー、広辞苑的な意味は何かというと、サイエンスは体系的であり、経験的に実証可能な知識のことを言います。テクノロジーは、物事を巧みに行う技とか、科学を実地に応用して自然の物事を改変・加工し、人間生活に役立てる技というふうに広辞苑に書いてあります。

食の場合、食に限らずいろいろな分野がそうだと思いますが、テクノロジーがどんどん先に進んでいきます。サイエンス自体は知識だけなので、私たちの生活には直接役立つものではありません。たまにものすごく役立ちたりはしますが、基本、役立つものではありません。物を開発する上でテクノロジー中心の開発では、やはり試行錯誤で時間がかかり過ぎるとか、本当に新しいブレークスルーは生まれにくいといった背景があります。そのため、何か新しいイノベーションを起こすためのサイエンスとテクノロジーとの関係は何かというのを考えてみたいと思います。

その前に、1つまたムービーを見てもらいたいのですが、電通さんがメインで行っているオープンミールとい

うチームのもので、スシテレポーテーションというものです。

これも、かなり奇抜な映像です。東京で寿司を職人が握っています。ここから、どうなるか。寿司をデータ化するところで、データを飛ばした先は宇宙です。宇宙に飛ばして、宇宙飛行士に3Dフードプリンタで印刷して食べる。こういう未来がやってくるのではないかと思います。

これは、本当にリアルに考えられています。この寿司のデータを取って宇宙に飛ばして、宇宙でまた寿司を再現するというのを考えた場合に、難しいところが2つあって、1つは宇宙で3Dフードプリンタを再現するところで、特に白黒印刷ではありませんが、単一の食材でいろいろな形を作るとというのが、チョコレートでこういう形ができ、バスタでこういう造形のものが既に作られています。ただ、カラー印刷、いろいろな食材を使って、本当に寿司とか、てんぷらのようなものを作る場合、その料理の食材とか、成分の立体的な配置とか、どういう構造になっているかを知らないと最後に料理が再現できません。その知識がいま圧倒的に不足しているのがもう1つの課題です。

例えば、揚げ物で言うと、揚げ物の油は一体どこまで浸みているのか。油に溶ける脂溶性色素を使って食材への分布を見ると、割りど中に入っていない。表層にかなり固まっているというのがわかります。

その揚げた天ぷらを置いておくと、油はどんどん内側に沁み込んでいくのかということ、そうでもなくて、これも実験でやってみましたが、いろいろな温度帯で置いてもそんなに油は入って行きません。こういう油の移動みたいな成分ごとの食材の中の構造という情報は、食の3D化に必要なだろうと思います。

もう1つ、煮物で言うと煮物も同じように煮汁に吸い寄せの色素を入れて、色の食材値の分布を見えます。4つの食材はこんな感じで、よりわかるように色素だけを可視化できるハイパースペクトルイメージングという処方を使って、じゃがいもの冷蔵での保存と常温での保存を見ると、常温のほうが味は染みていきます。

煮物は冷やすと浸みるとよく言われていると思いますが、科学的に見ると決してそうではなくて、数値的にも浸透率を計算してみると有意に温度が高いほうが浸みていくことがわかります。そのため、食品構造の科学的な解明が食の3D化、最後のアウトプットのところには必要になってきます。

サイエンスとテクノロジーの両方を考える上で、私は専門として分子調理という分野の考え方で言うと、学問的なサイエンスのところと、応用のテクノロジーのところを分けて考えましょうということが大事です。食材が調理されて、料理になっていくところのメカニズムを調べるのが分子調理学という学問で、分子調理法というテクニック的なところは、美味しい食材とか、新しい調理方法を、分子レベルに基づいて開発していこうというも

ので、お互いにうまく回っていくと、それぞれの分野がうまく発展していくでしょう。まず、サイエンスとテクノロジーを分けて考えることが重要なと思っています。分子調理研究会というのを有志で立ち上げております。もし、ご興味のおありの方はサイトをご覧くださいいただければと思います。

食のテクノロジーにおける学問の重要性などは、特に遺伝子診断なども疾病とどういう遺伝子がうまく関係しているのかがわからないと一気に進まないと思うので、そういうものが重要だろう。いま遺伝子診断もいろいろ簡易的にできるものがある、私がやったことがあるのはDH3の肥満関連遺伝子「 β -3アドレナリン受容体」の変異とか、運動も持久系が得意な遺伝子を持っているか、瞬発系が得意な遺伝子を持っているかという辺りも簡単にいま調べられる時代になっているので、そういうのがわかるための科学的なデータはもちろん必要になってくるだろう。

更に、いま健康にかなり影響を及ぼしている腸内フローラの解析も簡単にでき、慶應大学発のベンチャーのメタジェンさんなどもかなり積極的に研究の分野と、更に応用の利用の分野をやっています。なので、アカデミック、サイエンスで培われたデータというのはやはりイノベーションを起こすための基盤になるだろうと思っています。

テクノロジーの未来を考える上で1つの例として、包丁の進化みたいなものを考えてみると、包丁のスタートは恐らく石器のようなもの、黒曜石を削ったような包丁の原型で、それに人が握る柄の部分をつけて材質がどんどん変わっていった。そういう流れと、あとは職員の用途ごとにピーラーとか、チョッパーとか、いろいろなものも合わせて登場してきた。

食の歴史を考えると、こういうテクノロジーの歴史でもありますし、当然、包丁の出来る過程において廃れていったものはいっぱいあります。そのため、テクノロジーの歴史は失敗の歴史でもあります。こういう包丁の歴史を考えたときに、では、何が消えて、何が残っていくのかと、何が重要で、何が重要でないのかという指標を考えたときに、1つの考えがあるかなと思いますが、食に関してはこんな変なものもあります。車の排気のところはこの装置を付けて、ハンバーグを焼こうというイグゾーストバーガーという装置が10年ぐらい前に、多分、本気ではなくネタで造ったと思いますが、排気ガスが触れないような構造になっています。果たしてこれが未来に使われるかというと、当然、電気自動車が普及している未来を考えると、こういうものは廃れていくでしょう。

そのため、生き残る食のテクノロジーを考えた場合、ものすごく優れているものとかが残っていくわけではなくて、恐らく、人に使われるもの、環境に適したものというのが残っていくと思われます。それは、進化論的な考え、ユニバーサルダーウィニズムと言いますが、

そういう視点で見ると何が残るのか、みたいなものが見えてくると思っています。

食のテクノロジー自体はどう変わっていくかは、この流れを時間軸で見るとわかるかなと思います。例えば、包丁もライトセーバー包丁みたいなレーザーで食べ物を切るみたいなものも造ろうと思えば造れます。ただ、いろいろな形に切るとか、あと安全性とか考えると、こういうライトセーバー包丁は恐らく普及しないでしょう。

予測が難しいのは、その技術が社会にどう受け入れられるのか、そこが非常に難しいと思います。スマホとかパソコンであれば、新しいもののほうが性能はいいので、当然、そちらのほうが受け入れられます。ただ、食の場合は必ずしも新しいもので造ったものが人々に受け入れられるかという、決してそうではなくて、3Dフードプリンタで造るようなものは食べられない、おふくろの料理がいいと言う人は当然いるわけです。なので、食の分野の未来の予測は人の心理、思想、文化的なところが非常に大きいなと思っています。

未来の食テクノロジーの発展する条件みたいなものを考えていくと、1つはきちんと過去から現在の食の歴史に基づいているか。食の進化論的な視点できちんと残るかという点が1つ。後、どうしても人が使うものなので、人が使い易いかという辺りは感性工学とか、人間工学的な視点はちゃんと踏まえているか。ユーザーフレンドリーかどうかということが2つ目にあるでしょう。

3つ目は、やはり使う側の心理的な影響を考えているか。特に、新しい機械とか、新しいテクノロジーで造ったものというのは、それだけ安全性を脅かす可能性もあるので、食物新奇性恐怖という食の心理学的な視点で考えているかということもあるかなと思います。

特にいま人工肉に関しては、どんどん生産しようとしている段階で、ただいろいろな倫理的問題はあると思います。そういう議論をちゃんと進めていかないと、いろいろまずいことが起こると思っています。

最後は、SDGsのように持続可能性、サステナビリティにきちんと配慮がないといけないでしょう。すなわち、私たちではなくて未来の人への対応をしているかという辺りが食の未来の条件かなと思います。

最後、「食の未来を考える上でのフレーム」、考え方はいろいろあると思いますが、私なりの視点を幾つかご紹介したいと思います。2年前か3年前ぐらいに「新しい石油」という言葉を聞くようになって、「新しい石油」とは何かと言うと、ビッグデータです。

集めたビッグデータは石油と同じで、「うまく加工しないと役に立たないよ」という意味だそうです。私も何年前かに、料理を検索するときに使う「クックパッド」が提供するビッグデータを研究に使っていました。季節によってどういう言葉が変動しているかが見られるものですが、何を見たいかは、使う側の意図がはっきりしないと、ビッグデータがあってもわかりません。その辺り

を非常に実験しながら迷っていたところですが、集めたビッグデータはどういう視野、視座をもって見ていくかということが重要ななと感じています。

更に、食の未来を考える上で、食の学問自体は本当に幅広い範囲があって、石毛直道さんの書いた『食の文化マップ』の中に、食に関する研究が「生産と消費」「自然科学と社会学」という縦と横で分かれています。本、本当に農学、調理学、栄養学、生理学から経済学、心理学、民俗学という幅広い分野が食の科学に含まれます。そのため、新しく出てくるテクノロジーが一体どの領域をターゲットとしているのかというのは、かなり大きなマップから考える必要があるのかなと思っています。

更に、食の未来の未来図を見ると、先ほどの動画にもあったと思いますが、家族が食卓を囲んでいるという未来が描かれていますが、実際に私たちは人と食事をしているのでしょうか。共食とか個食の現実を踏まえた未来の食テクノロジーみたいなものも考えないといけないのかなともっています。

いろいろな視点を連続でお話ししていますが、更に私たちの食事というのはいわゆる日常のケの食事と、非日常、イベントのハレの食事があり、さらにお家で食べる内食と、外で食べる外食によっていろいろな食事のパターンがあります。そのため、それを一緒に考えてしまうのは危険なので、例えばハレとケないし、内食、外食の分野の縦軸と横軸で切ったときに、この新しい食のテクノロジーはどこに関わってくるのか、それが、どう移動していくのかといったことも考えて私たちの食とテクノロジーの未来を考える必要があると思います。

いろいろお話ししましたが、食の科学の全体像や、いろいろな見方、フレームを踏まえて食の未来を俯瞰していくことが大事だと思っています。

もう1つ、調理学の視点ですが、調理学の学問的には作る側の視点と食べる側の視点、両方が含まれています。いま本当に現代人は忙しくて調理する時間なり、調理する人が本当に減ってきていると感じます。調理することが減っていくと、社会的に一体どうなってしまうのか。作る人、食べる人をどう変化させていくのかというのは、個人的には非常に興味というか関心があって、調理自体には栄養とか嗜好とか健康という、もちろん、生理的な意味もありますが、団らんとか、コミュニケーションとか、憩いの場、癒しになるという精神的な意味もあります。

これがだんだん減っていくと、どういう社会になっていくのか。よく生物学の実験で、一個体の動物なり、人のある遺伝子を調べるときに、その遺伝子の働きを弱めるノックダウンや、遺伝子をなくすノックアウトみたいなことをすると、その個体全体の遺伝子の働きがわかる手法があります。調理というものも、いま社会からだんだん失われており、ノックアウトまでいかないと思いますが、ノックダウンされていくと、実際に社会というのはユートピアになるのかディストピアになるのかはわか

りませんが、なくなることで料理を作る意義とか、食べる意味みたいなものも徐々に明らかになってくるのではないかと感じています。

更に、話がいろいろ混ざっていますが、3Dフードプリンタのようなもので料理が本当に作られていくとすると、では、シェフの役割とは一体何でしょうか。人が料理を作る意味とは何だろうということを考えたときに、特にシェフはいろいろな役割があって、科学者とか、技術者とか、デザイナーという役割がある中で、恐らく、人が最後に作る大事なところとしては、アーティスト性みたいなのが重要になるのではないかとと思っています。

以上、3つのトピックを強引にまとめると、サイバーフィジカルシステムというものが食の世界でいろいろな分野で構築されつつある。

サイバーフィジカルシステムに使われる食のテクノロジー、新しいテクノロジーの向かう先は、恐らく、ハイパー・パーソナライゼーション、超個別化だろう。

食のイノベーションに大事なものは、科学と技術の両方です。それが、車の両輪のようになるだろうということ、新しい食のテクノロジーは社会的な許容、人がどうそれを認めていくかは一番予測が難しいところかなと思います。

更に、人がする仕事や、食を作る意義、食べる意義みたいなのが調理をする機械の低下によって見えてくるので、それらについて私たちは考えていかなければいけないかなというふうに思います。

最後、「終わりに」として、食の未来なりを考える上で、昔の未来予測本みたいなのは非常に参考になるなと思っていて、いろいろ昔の予測本を見ているのですが、その1つにJ.D. パナールという科学者、イギリスの結晶物理、生物物理学の方ですが、20世紀最大の科学啓蒙家

でもある方が、1929年に出した本の中で「人類全体を予測する未来論」を展開しています。

これは20代に書いている本で、20代の若さでこんなことが考えられるのかという本です。その当時、ロケットとか、人工臓器とか、インターネットというものが登場するずっと以前に、スペースコロニー、宇宙植民地とか、身体の細胞化とか、脳同士の結合、複合像、これは多分いまのAIとかインターネットだと思いますが、そういうものを予言しています。本のタイトルは「宇宙、肉体、悪魔」ですが、人の頭脳の想像活動に基づく人類の未来の進化を妨げる要因として物理的なもの、生理的なもの、心理的なものを示しています。

いま、この食と未来に関してかなり関心をもたれているという印象がありますが、食は私たちの未来の進化を妨げる物理的な宇宙というのは環境でしょう。農業とか、キッチンとか、食卓です。生理学的な体のことで、「進化、健康、疾病」であり、更に、「心理的な悪魔」というのは精神、思想とか心理とか、アイデンティティを食が変えてきたという歴史があるのではないかと思います。

そのため、私たちが実際に食べ物を農業等によって変えてきたのと同時に、食によって私たちは変えられてきました。肥満などもその1つかなと思います。ですから、食の未来を思うというのは、どちらかと言えば食ではなくて、私たちがどうなっていくのかといった私たちの未来を思うことにつながっているから、食に興味があるのかなとも感じます。

最後はまとまりのない話でしたが、以上でございます。ご清聴、ありがとうございました。

【小西座長】石川先生、食と未来に関する示唆に富んだお話をいただきまして、どうもありがとうございました。