

講演「ELSI の産業的実践:ゲノム編集とバイオ DX」

奥原 啓輔 (広島大学 ゲノム編集イノベーションセンター 客員教授)

奥原 ご紹介をありがとうございます。広島大学ゲノム編集イノベーションセンターの奥原です。私の講演はこのようなタイトルをもらっていますが、国のプロジェクトのマネジメントを行う現場感と、その現場からこのようなことを行っているという事例の紹介になると思います。

最初に、簡単に私の自己紹介をします。今、案内があったとおり、もともとはバイオテクノロジーの研究者になれなかったというキャリアからスタートしています。それで、科学技術振興機構に入り、産学連携プロジェクトの運営側を務めました。その後、内閣官房の知的財産戦略担当の部署に行き、2 年間、国の国際競争力を高めるためにはどうあるべきという戦略を考えたキャリアがあり、さまざまご縁で広島大学の産学連携のコーディネーターという仕事に就いたところから今に至ります。その先は、この後に話すゲノム編集のプロジェクトが進展する中で、大学発ベンチャーも起業したという経歴です。

現在、世の中にゲノム編集による、さまざまなプロダクトが出始めています。日本では、ギャバリッチトマトや、肉厚マダイ、毒のないジャガイモという品目が出てきています。肉厚マダイ、高成長トラフグの 3 品目が世に出ています。グローバルに見ても、これほどプロダクトが世に出ている国は多くないと思います。そういう意味で、このようなプロダクトがどんどん出てくる中で、どのようなプロダクトが本当に社会に必要とされ、社会課題を解決することができるのかということを考えなければいけない情勢だと思っています。

広島大学の山本卓教授はゲノム編集の研究をリードしている存在で、日本のトップランナーです。私と山本先生の出会いのきっかけは、2016 年に、産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) へ一緒に提案したところから関係がスタートしました。当時は CRISPR-Cas9 が登場し、これからさらに革新的な製品が出始めるというときでしたので、産学連携で企業が社会のニーズを捉え、ゲノム編集技術の社会実装を大学の先生たちの研究開発力で進めるというイメージだったのではないかと思います。きょうのこれまでの講演で学んだところによると、ELSI 的なアプローチ、大学の技術をどのように社会実装させるのかということを考えるプロジェクトだったのではないかと思います。

そこから、後継的な施策となる共創の場形成支援プログラム (COI-NEXT) が 2020 年に始まりました。こちらでは、先ほどの話で言うと、RRI 的な発想で、少し先の未来を見据えて、その社会をどのようにしたいのか、そのためにこの時点でどのような研究開発をすべきなのかというバックキャストして設定することが非常に大きなポイントだったと思います。

そのような意味では、人文・社会科学系のかたがたのさまざまな未来を見据える目線が非常に

求められるのではないかと思います。特に、昨今では非常に珍しく、2年プラス10年の二段階選抜という長期のプロジェクトで、現在、本格型の1年目を行っていますが、年間で3.2億円がもらえます。それが10年間続くという非常に大きなプロジェクトです。本当にその先の未来で必要とされるプロダクト、そのソリューションに対する技術開発をしなければなりません。期待されているのは国レベル、グローバルレベルの社会課題の解決ということになります。

私たちはゲノム編集という、これまでのコンソーシアム運営のベースがありました。そこから、さらにさまざまな生物をデジタル化するという、いわゆるバイオインフォマティクス、生物の情報を使い、遺伝子の情報を明らかにする研究の、トップランナーである坊農秀雅教授がこの時期に着任したこともあり、2人のトップランナーを組み合わせる新しいコンセプトをつくり、研究プロジェクトの提案をするという着想が浮かびました。そのような研究企画からこのプロジェクトはスタートしました。

最初につくったのはコンセプトです。社会課題を解決するために生物の力を使うことは非常に大事だということで、多様な生物がさまざまなビジネスの場で使われています。そのような機能をもっとうまくデザインすることは、これから非常に大事になるということで、最初に研究者と一緒に、ターゲットの遺伝子を見つけ、ゲノム編集を導入する、これまでは実現できなかった超高速で新しい形質を持った編集改良もできるようなデジタル育種の実現というコンセプトをディスカッションしました。

ビジョンをつくるどころでは、大学の研究者以外にも、グローバルビジネスを展開するかたがたが参画しました。あとは、長期のプロジェクトですので、さまざまな研究シーズからスタートアップが生まれることも期待されます。ビジネスのシーズをいかに育てるかという視点、さらには、ELSIの視点を入れて、広島大学にかかわらずオールジャパンのチームを結成しました。

コロナ禍の情勢もありましたけれども、デザイン志向のワークショップを育成型の2年間の期間に行いました。バイオデジタルトランスフォーメーション（バイオ DX）がどのような未来が開くのかということについて、たくさんのかたがた、特に若手の方を集め、フルオンライン型でワークショップを開催しました。そういうところから未来のありたい社会像を三つ設定し、バイオテクノロジーとDXの融合で人類が直面する社会課題を解決するというコンセプトで3本の柱を置きました。データ駆動型のゲノム育種、国産ゲノム編集技術を使ったスマート生物工場、さらには微生物で二酸化炭素を吸収する有用物質の生産です。昨今、経済産業省がバイオものづくりと言っている分野の研究です。

このバイオ DX というコンセプトから、三つのターゲットを置きました。ご承知のとおり、COI-NEXT はSDGsの貢献が大目標になっています。この研究を設定する上で、SDGsの17ゴールの下に169のターゲットのどこに当たるのかという整理もしました。

そのような整理をしながら、いよいよ研究開発に必要なチームを組むために、大学、企業から趣旨に賛同するかたがたに参集してもらいました。食糧問題を解決するフード&アグリテックや、

バイオ DX による健康増進、バイオ医薬品、ゲノム編集の医療を見据えた基盤技術の開発というチームを組みました。三つ目のターゲットに関しては、カーボンゼロを推進するバイオものづくりということで、主に微細藻類や植物にも着目し、二酸化炭素を吸収し光合成をして有用な物質を作る機能からさまざまな社会課題を解決するというプロジェクトを組みました。

その根幹としてのゲノム編集研究を加速させるデータベースの構築に当たっては、育成型の期間中にデータ利活用促進費という追加支援で開発を進めました。このチームは、国立遺伝学研究所や農業・食品産業技術総合研究機構という連携機関をさらに増やし、拡大しました。例えば、アカシソという植物に着目したデータベースをつくり、植物に拡張しました。一方で、ハチモクという昆虫に着目したデータベースの開発を行いました。あとは、坊農秀雅特任教授が続けてきた公共データベースに登録されている、さまざまなデータの活用も目指しました。このようにさまざまな生物をターゲットに設定し、農業から創薬まで産業応用を果たそうというプロジェクト構成になっています。

そのような流れの中で、現在は計 50 機関が参加しているかなり大きなコンソーシアムになっています。加えて、最近は産学連携、大学と企業の共同研究ではない枠組みも広がっていると感じています。例えば、スタートアップと大企業という企業間連携も、社会実装を進めるパートとして非常に重要ではないかと思っています。それらを全体としてマネジメントできる組織が必要だと感じました。別のアプローチですが、内閣府の地域バイオコミュニティという認定制度に広島県と共に提案し、12 月に認定を受けました。現在は、共創の場形成支援プログラムの拠点を軸にしながら、さまざまな産業界を巻き込んだコミュニティづくりを広げる土台ができているという状況です。

大学のほうに関しては、オール広島大学の体制で拠点運営にフルコミットしてもらっています。例えば、知的財産部隊や、URA 部隊の力も借りて進めています。大学内に拠点を整備するところでは、広島大学イノベーションプラザ、古くは科学技術振興機構のイノベーションプラザ広島という場所があります。私にとっては若干、思い出の地です。そのゲノム編集イノベーションセンターは、共創の場形成支援プログラムのみならず、地域バイオコミュニティの活動拠点としての機能を保有しています。

このコンソーシアムを運営する上で、さまざまなプレーヤーが来ますので、知的財産権の取り扱いやデータの取り扱いが非常にシビアになります。先ほど、法学の話が出ましたが、契約関係、共同研究契約がベースにある上に、コンソーシアムの中ではなるべく知を共有してほしい、オープンイノベーションを図ってほしいという思いもあります。その両立をどのように図っていくかが重要です。そうすると、参加機関の皆さんがサインする覚書の文言をどのようにまとめればいいのかと言ってもらえるかという文言調整も必要になります。

さらに、知的財産戦略の話になりますと、バックグラウンド IP として、このような知的財産が広島大学を中心に確保できている中で、このコンソーシアムのチームのそれぞれにどのような知

的財産があり、どのように要素、技術を組み合わせれば実現したいソリューションに到達できるのかを考えています。そのためには、逆にこのような開発をし、このような知的財産を押さえなければならぬという発想も必要になるのではないかと考えています。

そのような意味では、国内外の動向調査が非常にキーになるのではないかと思いますので、拠点の活動の一環としてバイオエコノミーの勉強会を、東京大学の松尾先生と行っています。本当にその時々キーワードになるバイオ戦略から始まり、バイオのビジネスベンチャー、バイオセキュリティ、バイオアート、昨今ではゲノムシーケンス情報の取り扱いと ABS というような、喫緊で問題となっている幅広いテーマやトピックスを取り上げて、その分野の専門家を集め、ディスカッションをしています。

さらには、未来を担う若者たちとのコミュニケーションとるためにワークショップの企画、実施をしています。拠点のアウトレンジの機能強化という点では、動画を作っています。一般の方にも意義や、私たちが目指す未来のビジョンがどのように伝わるかということを考えて、動画作りも進めています。

人材育成の面では、先ほど、澤井先生が今年の4月から関わるという話がありました。現在、卓越大学院プログラムにおいて、産業界で求められるゲノム編集の専門人材を育成するというプログラムを実施しています。具体的には、共創の場形成支援プログラムの、参画機関の中に企業があり、そこへ学生がインターンに行き、基礎研究のみならず産業での視点や、マインドの違う組織での経験を育むということを実施しています。

さらに、自治体との連携も行っています。現在、広島大学では東広島市と共に大学の研究成果を素早く社会実装し、地域課題の解決をするというタウン・アンド・ガウン構想を進めています。まずはコミュニケーションの場としてミライクリエという建物を建て、さまざまな方が集まり、ディスカッションができる場所づくりをしています。さらに、そこから具体的なプロジェクトのスペース、企業を呼び込む機能が必要だということで、アリゾナ州立大学の取り組みを参考にしました。現地では、スカイソングと言われる産学連携プロジェクトの推進拠点が出来上がり、そこにさまざまな企業が集う仕組みができています。そのようなことも実現したいと考えています。その文脈の中に、私たちのプロジェクトも一プロジェクトとして挙げられています。

ミライクリエを使い、例えば、春休みに高校生向けのイベントを開催しています。若い人にどんどんこの分野、この研究に興味を持ってもらいので、トップ研究者たちが今、なぜその研究をしているのか、どのようなきっかけでこの道に入ったのかという研究者としてのキャリアを語るイベントです。

少し話が変わりますが、広島県との連携に関しては、湯崎県知事はスタートアップの経験があるということで、非常にスタートアップフレンドリーだと思います。最近、ひろしまユニコーン10というプロジェクトを立ち上げ、広島県からユニコーン企業10社を出すという非常にチャレンジングなことを掲げて支援の枠組みも広がっています。特に、ビジネスのスタートアップを支援

する人材を呼び込む仕組みづくりを広げています。このような人材が集まる仕組みともコラボレーションして、県開発プロジェクトをしっかりと進めるという視点も重要だと思います。

広島県は地方だということもありまして、さまざまなフィールドがあると思います。一例を挙げますと、瀬戸内の大崎上島という離島で、次世代型の石炭火力発電所の実証事件をする NEDO プロジェクトが動いています。やはり二酸化炭素が出ますので、何とかしなければいけないということで、カーボンリサイクルの実証研究拠点を整備し、さまざまなプレーヤーが持っている微細藻類を使い、発電所から出る二酸化炭素を直接ここに固定して物質変換するという、全体としてサステナブルなエネルギー生産系を提案するという発想の拠点ができています。かなり大規模なバイオテクノロジーの実証研究ができるサイトになっていますので、全国からさまざまなプレーヤーが集まってくるという枠組みになっているのではないかと思います。

大学のみならず広島県というフィールドも最大限活用して、“共創の場”として社会課題の解決を図るというところでは、具体的な広島大学の研究成果として伝えたいのは、食のユニバーサル化と言えるような、卵アレルギーの方でも食べられる卵加工食品の実現を考えているということです。実際に、そのような卵が既にできている状況です。大学の研究室で誕生した卵をどのように社会実装するのか、安全性評価や生産規模の拡大、社会需要の促進などさまざまなパートが必要になりますので、それらに対応していくことがこれからの私たちの取り組みになるのではないかと思います。

広島大学のバイオ DX 産学共創拠点を中核にして、「ひろしまバイオ DX コミュニティ」という、大学を超えた枠組みもうまく動かす実働部隊が非常に重要になるのではないかと思います。どのように人を集めるのかというと、大学の職員はそれぞれミッションがあり、なかなかそこにエフォートが避けないという問題があります。そこで、一般社団法人バイオ DX 推進機構を昨年 1 月 11 日に立ち上げ、両プロジェクトを運営する母体として機能させようとしています。さまざまな自治体、国、大学の力を集めてプロジェクトを推進しているのが現在の私たちです。

これが最後のスライドです。私たちと一緒に社会課題を解決する多様なかたがたを求めています。メッセージとして伝えたいのは、私は URA でもありませんし、人文・社会科学系の研究もしたことはありません。そのような言葉はよく知りませんが、このようなプロジェクトを実施する上で差し迫って必要だと感じ、さまざまな方の力を借りて進めてきました。そういう意味でハブになる人材が非常に大事なのではないかと考えています。私はどの分野の専門家でもありませんが、どの分野の専門家とも話をするのが果たすべき役割だと考えて、今まで携わってきました。そのような人が 1 人いるだけでも、多様な方の接点をうまくつなぐことができるのではないかと思います。このようなことをやってみたいという人がいれば、ぜひ一緒に仕事をしたいと思います。現在、実はプロダクトマネージャーを募集しています。JREC-IN Portal で、バイオ DX で検索し、ぜひ応募してください。私からは以上です。ありがとうございます。

司会 ぜひ私も応募したいと思いますが、怒られるかもしれません。それでは、質疑応答に移ります。会場から質問がありましたら、マイクまでお願いします。

質問者 大変、興味深い話をありがとうございました。ゲノム編集のことで伺います。私自身、過去に遺伝子組み換え生物の ELSI に携わっていました。現在、ゲノム編集で同じポイントがあるのではないかと考えています。きょう紹介したプロジェクトを進める上で、ゲノム編集に関わるコンセンサスや説明に関する活動、取り組みがありましたら教えてください。

奥原 ありがとうございます。そういう意味では、卓越大学院プログラムとも連携してセミナーを開催しています。あとは、卵のプロダクトが大事だと言いましたが、そのコミュニケーションをするためのさまざまなツールの準備をしています。しっかりと安全性を科学的に確保しているということを丁寧に伝える必要があります。工夫しなければいけないのは、それをどのように安心に変えるかということです。遺伝子組み換えに携わった経験は非常に重要だと思います。当時はどのようなコミュニケーションが行われて、どのような経緯で結果的に社会から拒絶されてしまったかということも、ある意味で学びになると思います。

現在、ゲノム編集はノックインすると組み換えではありますが、ノックアウト、欠失型にするのと従来の突然変異育種と変わらないという整理がされていますので、その伝え方が重要です。難しいのは、ゲノム編集は遺伝子組み換えではないのか尋ねられたときに、科学者は否定できません。ノックインは、外から入れているので組み換えだという話になります。それでは、遺伝子組み換えと一緒にではないかと言われて終わってしまうと困ります。例えば、ゲノム編集というワードの中で新しい言葉を発明し、欠失型のゲノム編集に別の名前を付けるということも考えなければいけないのではないかと思います。

私たちが社会コミュニケーションを非常に大事にしなければならないと考えているのは、ゲノム編集の技術がこれくらい安全です、すごい技術ですと伝えることはあまり意味がなく、それによって実現できる価値の是非を問うことのほうが重要ではないかと考えているからです。例えば、現在、世の中に出ているギャバリッチトマトや肉厚マダイの価値が、本当に必要かどうかと思うところはあるのではないかと思います。それに対して現在、私たちが取り組んでいる卵アレルギーの方でも食べられる卵加工食品の実現に関しては、いいと思う人が増えるのではないかと思います。

ですから、強い価値をいかに訴求するかということだと考えています。現在、報道を見るとネガティブな話が先に出てしまい皆が反対しているように感じます。コオロギ食の話のように、食べてもいいと思っているポジティブな人も結構います。選択の中で、選択する人が少しでも増えてほしいです。そのようなコミュニケーションをしていくべきだと思っています。回答になっているかどうかは分かりませんが、工夫として過去の事例も見ながら、歩んでいきたいと思っています。

質問者 感想ですが、遺伝子組み換えのときは、まさにきょう、最初に言われていた、ELSI 的な発想からの取り組み、対応でした。今、教えてもらった部分は価値を共有してからというところは、RRI の取り組みから社会的コンセンサスをどのようにしていくのかということだと思いました。ありがとうございます。

司会 オンラインで質問をもらいましたので、それを聞いて最後にします。

「このようなつなぐ人材は育成できますか。それとも、偶発的に適切な人が、適切な時期や場所に運よくいたという好事例にとどまりますか。周りの人材を見ての印象を聞きたい。」ということです。

奥原 育成できると思うというのが一つの回答です。ここに集まっている皆さんは私より優秀だと思うので、私が行っていることは皆さんができるはずです。ですから、それを行おうと思うかどうかの違いなのではないかと思います。各大学でも URA の役割はかなり違っているのではないかと感じています。同じ役職なのに、与えられている役割はそれぞれの大学のさまざまな事情によって定義されていて、ある意味、限定がかかっている部分があるのではないかと思います。

その中で仕事をすることは当然、必要なことだと思いますが、個々人の活動で言うと、影響した取り組みを業務時間外で行ってもいいのではないかと思います。皆さんの限りある貴重な時間をさまざまなところへ持っていくという意味では、有能な能力を発揮するとより良くなると思えばいいのではないかと思います。

(了)