

AI を活用したバイオ生産マネジメントシステムの開発

株式会社ちとせ研究所 バイオ生産部 河合 哲志

【略歴】

2008年 岐阜大学大学院 農学研究科修了後、主に JBA つくば研究室にて NEDO 加速的先導事業「酵素糖化・効率的発酵に資する研究基盤」に従事する。2014年 株式会社ちとせ研究所に入社。ちとせ研究所では、藻類培養の海外実証試験、新規の酵素変換プロセス開発などに従事後、2020年よりバイオ生産への AI 技術開発に従事。2022年よりバイオ生産部 部長として発酵事業および AI 事業の事業責任者に就任。

はじめに

ちとせ研究所は、産業用菌株を独自技術である「不均衡変異導入法」により育種する事業からスタートした。その後、藻類、動物細胞、農業、ヘルスケアなど生物に関わる様々な事業を展開してきた。この育種を基点とすることで、発酵領域に含まれる食品、化学、医薬品など、多くの企業と横断的な関係を築いてきたのは、我々にとって大きな財産である。この関わりの中で、育種以外にも培養に関する課題に触れることができた。培養技術は、経験やノウハウとして人に蓄積されるものであるが、生産工場が海外に移転することで国内のノウハウの継承が困難になっている。これは日本全体に起きており、単一企業で解決できる問題ではない。そこで、この問題を共同で解決すべきだとの議論が起きた。本課題を解決するために、ちとせ研究所が提案したのは、培養技術の基点を人から AI に変革することである。

AI 基点のバイオ生産とは

AI の活用方法は大きく二つに分けられる。一つは人が考えた数式に基づく物理モデルを使用する方法、もう一つはデータに基づき構築される機械学習モデルを使用する方法である。近年の AI ブームは主に後者によるもので、その理由は、人間が因果関係を把握していない現象にも適用可能だからだ。例えば、囲碁や将棋では勝利の方程式が明確でないが、適切なデータさえあれば、AI は勝つための手段を提案してくれる。バイオ生産の場合も同様で、菌体の増殖や代謝の流れは数式で表現できるが、現時点で培養中に生じるすべての現象を表現することは不可能であり、物理モデルには限界がある。しかし、機械学習モデルを使用すれば問題ないかといえ、データの質が課題となる。囲碁や将棋ではゲームの全過程がデータ化されており、十分なデータが取得できているため、機械学習モデルの性能が最大限に発揮される。一方、バイオ生産でこれまでに取得されたデータの多くは、設定した制御条件になったかを確認するための「培養条件検知データ」（例えば温度計で取得した温度データ）であり、これらのデータだけでは現象を十分に説明できない。バイオ分野の代表的なビッグデータであるオミクスデータ（メタボローム、プロテオームなど）も、動的な状態を最適化するバイオ生産には時系列情報として取り扱うことが現実的でない。そのため、AI をバイオ生産に適用するには、現象の状態を学習するために特化した新たなデータセットが必要である。これを「コンボリユーショナルデータ」と命名し、培養の状況を検知する「培養状況検知データ」を取得する新規センシングデバイスの開発を目指している。

国プロを活用した AI 技術開発

コンボリユーショナルデータを取得するためのセンサ開発は一般的なセンサ開発とは根本的に異なる。開発の大前提として、「何を測定したいかが事前に分からない」という点が挙げられる。開発開始時に、何を測定すればその生産を説明する情報であるのかを知ることはできない。また、技術に汎用性をも

たせるためには、多種多様な培養に対応できる情報取得手法の開発が必要となる。このような開発を個社だけで行うことは不可能なため、2018年に「産業データ共有促進事業費補助金」に応募し、「コンボリユーショナルデータの収集および企業横断的活用事業」として採択された。この事業によりデータ活用の基盤が構築され、続いて2019年には「Connected Industries 推進のための協調領域データ共有・AIシステム開発促進事業」（以下、CI実装）に応募し、「コンボリユーショナルデータを活用したバイオ生産マネジメント」として採択された。このプロジェクトでは、多様なデバイスの開発、取得データの処理手法の開発、データを管理する基盤システムの開発などを進め、AIモデルが培養条件を改善するためのアドバイス情報を生成する仕組みを構築した。CI実装の開発成果を自動車開発に例えると、ナビゲーション機能の開発であり、提示された道順に対して最終的にどう判断し、実行するかは人が担うものである。この技術を完全な自動運転に進化させるため、2020年には「カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発」（以下、バイオものづくり事業）に応募し、「データ駆動型統合バイオ生産マネジメントシステム Data driven iBMS の研究開発」において次世代バイオ生産技術の研究項目として採択された。弊社が担当するテーマは、AI自動制御技術の開発であり、AIは培養を学習し、最適な制御値を生成し、それを培養装置に自動で入力可能なバイオ生産マネジメントシステムの開発を目指している。本開発成果がユーザーにとって資するものであるかを検討するために、天野エンザイム株式会社をはじめ多数の発酵生産を行う企業が共同実施者として参画いただき、開発と評価のフィードバックサイクルを通じて、実用的な成果を目指している。なお、本開発は26年度まで継続される予定であり、現在も開発を進めている。一方で、CI実装は既に完了しているため、その成果は既にユーザーへの導入を進めている。

AI 技術を活用した成果事例

コンボリユーショナルデータを活用したAI技術の基本原理は、培養状態を定量的に把握し、その情報を予測や制御など様々に応用できることだと考えている。この技術はバイオ生産での多様な課題に対応可能であり、例えば、培養中の特定生物の状態を知る際、培養液のサンプリングや前処理、分析機器での測定に時間がかかるため、リアルタイムでの状況把握が困難な課題がある。この課題に対し、事前に学習したAIモデルがセンサ情報から成分量を予測し、リアルタイムで定量値を提供することが可能だ。本成果については天野エンザイム株式会社より事例を共有いただく予定である。また、この技術を制御に応用した事例では、過去データを学習したAIモデルが稼働中の培養装置からのデータを基に、生産性および安定性の向上を実現した。このような事例以外にも、異常な培養状態を検知し安全性を担保するなど、幅広い活用法があると考えている。

おわりに

国全体として抱えるバイオ生産の課題の解決を目指してAI技術を開発し、ラボスケールではあるが、これまで想像していなかった成果が得られるようになった。日本にはまだ「匠」と呼ばれる高度な技術を持つ職人が現場に残っているが、その技術をAIに学ばせることが、持続可能な生産体制を構築するために今後一層重要になると考えている。これまでの開発では様々な企業の支援があったことで進められたものであり、今後も密に連携しながら実用性のある技術の開発を目指していく。