

AIを活用した自動培養制御システム

2022年10月

株式会社ちとせ研究所

ちとせの基盤技術

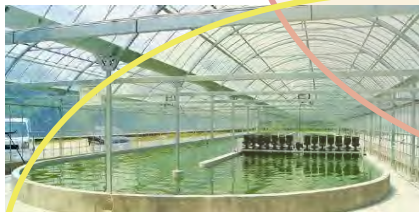


微生物・細胞・藻類などの生き物を「創出」「培養」「把握」する技術群を15年間で200億円以上の投資をして作り上げました。



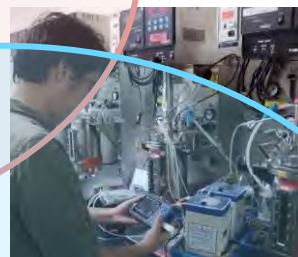
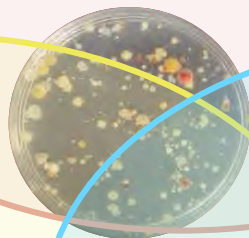
Create

生き物を「創出する」技術



Cultivate

生き物を「培養する」技術



Comprehend

生き物を「把握する」技術



事業 ⇔ 技術の関係



世界最高峰の要素技術群

Create 創出

遺伝的多様性を拡大
するための技術群

遺伝子工学技術群
・合成生物技術群

各生物種毎に固有の
知識・技術群

品種改良のための
スクリーニング技術群

などなど……

Cultivate 培養

物質循環を促す
技術群

光合成促進技術群

精製・抽出から逆算し
た培養技術群

増殖と生産のバランス
を保つ培養技術群

などなど……

Comprehend 把握

コンボリューションデー
タ取得センサー技術群

コンボリューションデー
タ活用技術群

遺伝子探索・
代謝探索技術群

クラウド連携技術群

などなど……

ちとせの基盤技術

生き物の
培養・生産
を
"安価に"
"大規模に"
"動的に"
マネジメント
できる
システム

社会構造を変えるシステム

- 1 藻類生産システム**
燃料や素材用途の藻類を安定的に
安価に大規模培養するシステム
- 2 バイオ医薬品生産システム**
世界最大効率で抗体等の
医療用タンパク質を生産するシステム
- 3 発酵生産システム**
AI技術を用い産業用微生物を
マネジメントするシステム
- 4 持続型農業生産システム**
土壌微生物を活用し、環境負荷を低くして
高品質な農作物を生産するシステム
- 5 腸内細菌マネジメントシステム**
糞便のシーケンスを読むようなことをすることなく
動的に腸内細菌の動向を把握するシステム



バイオ生産の生産性を高めるためには
培養データの活用法を再考する必要がある

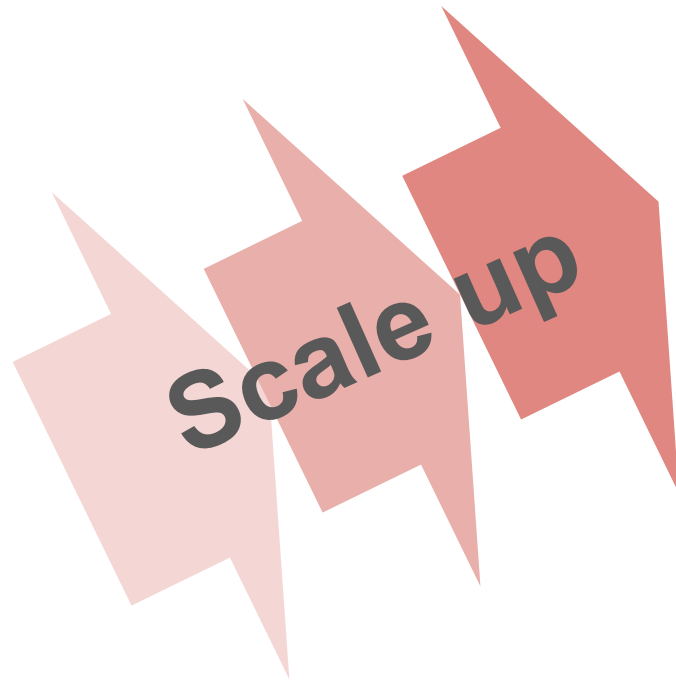
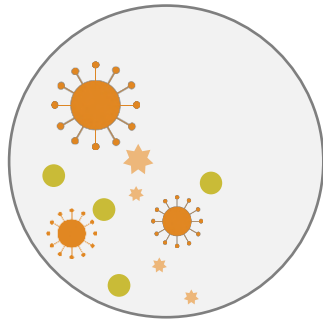


ちとせのバイオ生産事業の技術

コンボリューショナルデータ × AI技術の活用

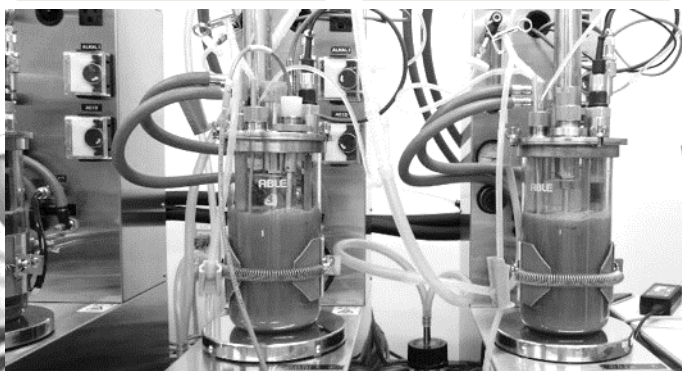
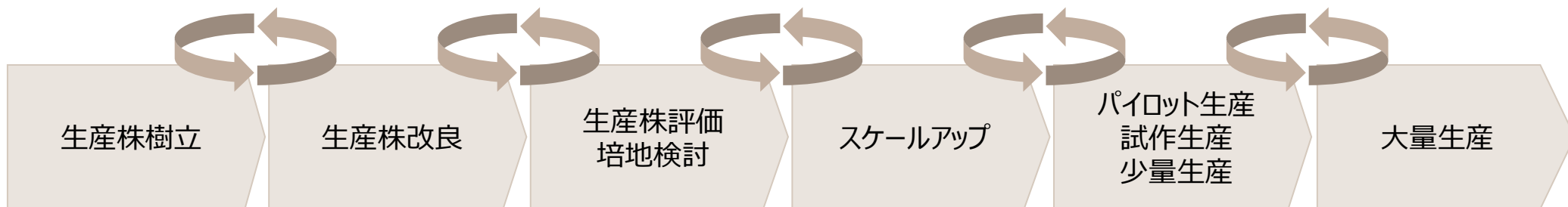
“バイオ”でものをつくる難しさ

- バイオによるものづくりは、通常「生物の設計・構築」と「生物の培養」の二つから成り立つ
- 実験室でいくら有効な物質が確認されたとしても、大量に生産することが難しいケースも多く見受けられ、これら二つの間には開発上大きなギャップがあることがある



産業競争力の根幹は 後半のフェーズに立脚する

- スケールアップの実現可能性を考慮しながら サイクルを回すことで次工程に進む
- 後段の工程ほど 経験豊富な培養技術者（=匠）に依存している



0を1に

遺伝子がちゃんと動いているか
代謝系のどこが関係しているか

1を100に

生産の律速になっているのはなにか
代謝のどこが律速になっているか

100を
さらに大きく

タンク内環境の均一性の程度
原料の様子はどうか

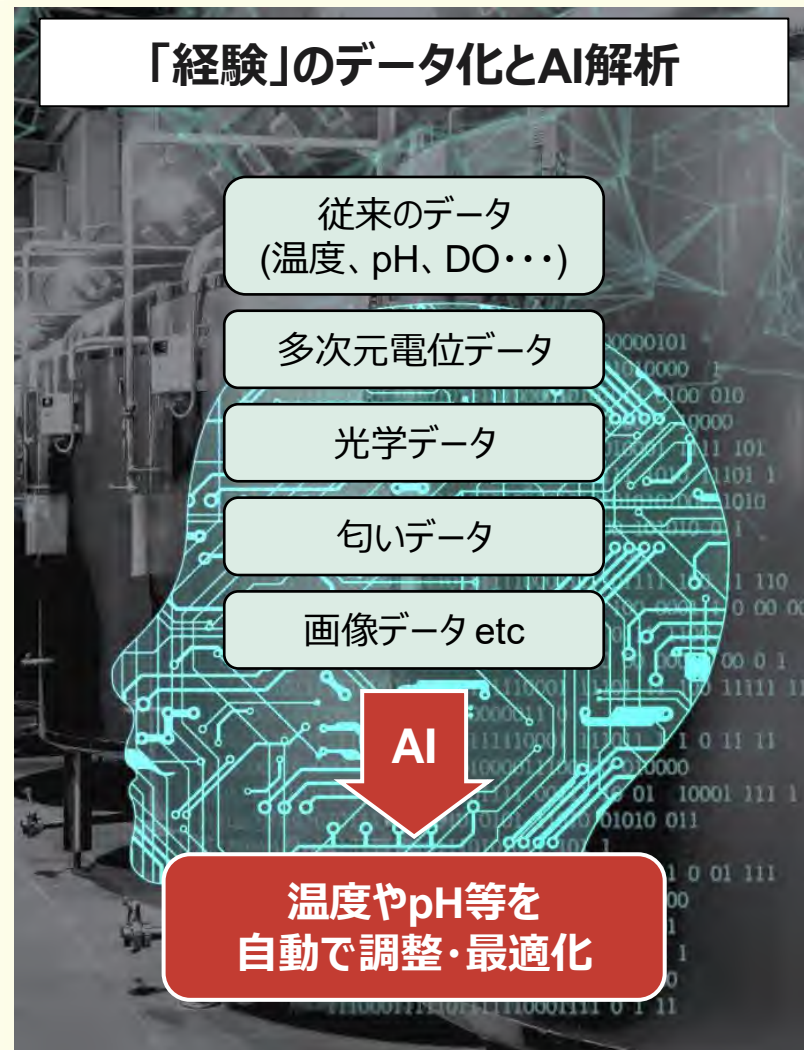
匠による 培養制御技術への依存と課題

- 後段がノウハウの塊である理由は、匠の経験が不可欠であるため
- 培養検討は経験によって手探りで進められ、培養状態を定量化して把握できていないケースがみられる



AIを活用した バイオ生産マネジメントシステム の構築

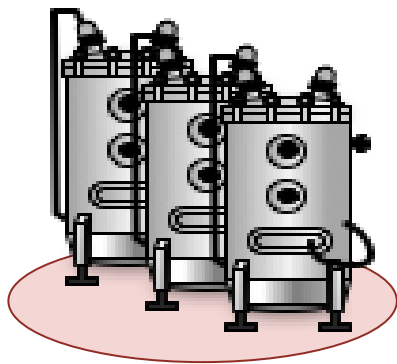
- AI技術や新規センシング技術を活用することで、匠不在でも高精度な培養制御が可能な自動制御システムを開発した



バイオ生産でAIを活用できていない現状

- バイオ生産でAIを活用する目的は、バイオ生産の目的（生産量等）を最大化するような制御値のアドバイス情報を生成することである
- 従来データを取得するだけでなく、予測・制御を見据えた機械学習のためのデータを集める必要がある

現実の現象



ギャップ

現実世界を記述するデータの
ギャップを取り除く必要がある

データ



AI学習に必要な情報を集める際、

どのようなデータを？

どういう形で？

培養データのあるべき姿 を再考する

- ちとせでは、培養環境を把握するために必要なデータのありかたを定義した

従来の培養条件の検討例

温度が40℃になると生産量が落ちた



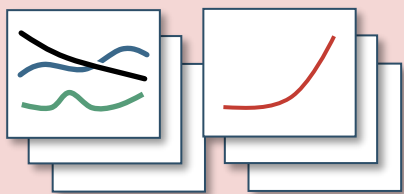
菌株の至適温度を越えてしまったことが原因と考察



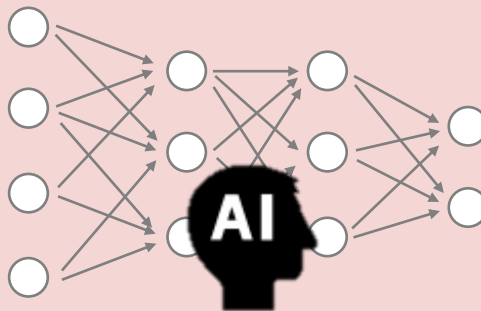
温度を37℃にすることで生産を改善！



AI を活用した検討例



培養環境の情報を豊富に含むデータを入力



AIにより膨大なデータを解析

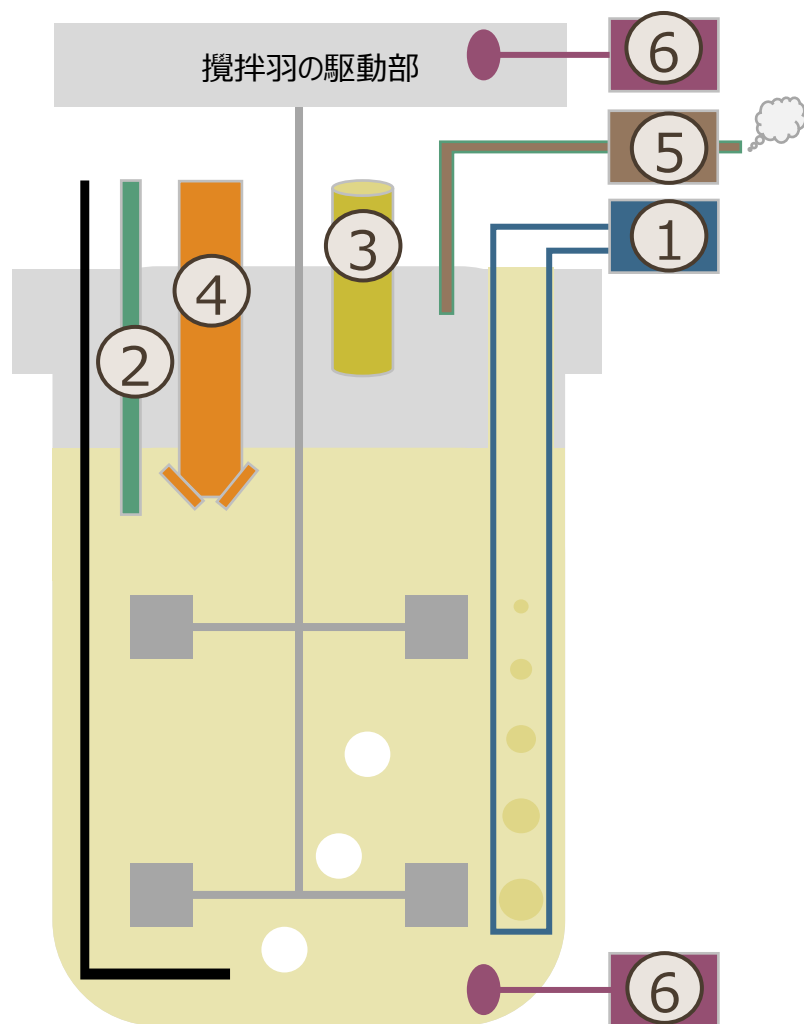
最適な温度条件を提示

生産を改善！

人の解釈を介さず 帰納的アプローチに基づいた AI学習のためのデータの取得 に着目

AI学習サイクルに特化した「コンボリューショナルデータ」

- 人の知覚できない培養情報を豊富に富み、経時的・連続的に取得できるAI学習に特化したデータセット（＝コンボリューショナルデータ）



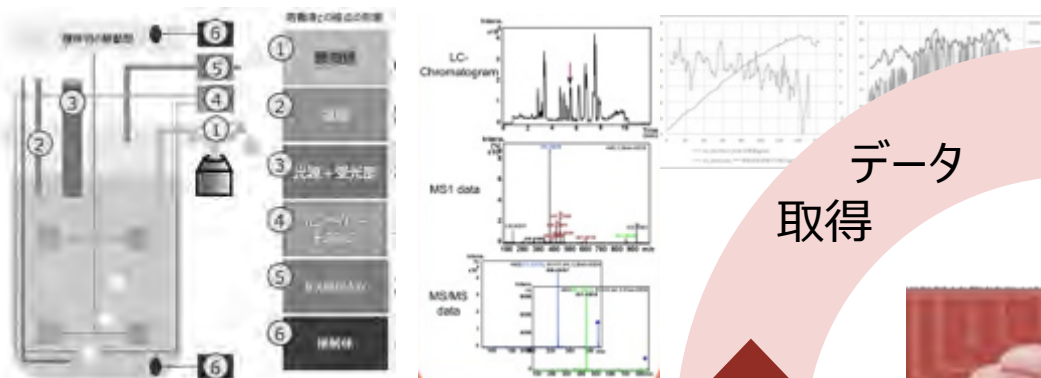
受信部の形態	検討中のセンサー
① 光ファイバー そのもの	光ファイバーセンサー（分布型）
② 電極	ORPセンサー、電気伝導度計
③ 光源＋受光部	光ファイバーセンサー（多点型）、FTIR（中赤外光）、小型分光計（可視光、紫外光）
④ 受光部のみ	サーモグラフィー（赤外）、フォトダイオード、スペクトロカメラ
⑤ ガス取り込み	匂いセンサー、排ガス計
⑥ その他	異音(振動)計、光断面画像化(OCT)、紙基盤デバイス、有機EL、空間電磁界可視化、3軸電磁界センサー、3軸電流センサー

「AIを育てるサイクル」による培養最適化

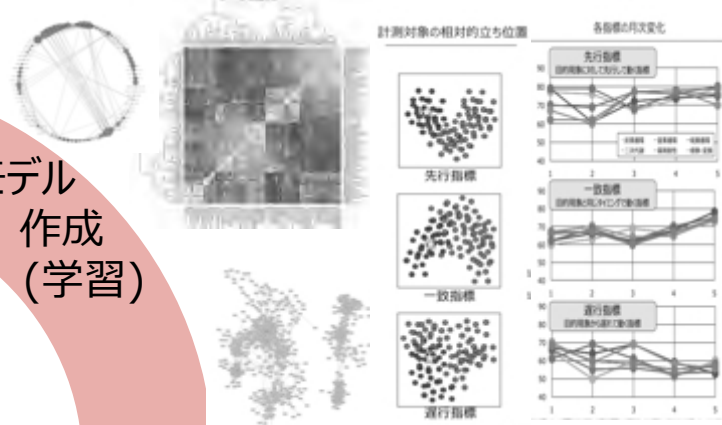


■ 培養制御のために必要な情報を効率的・効果的に取得し、バイオでものをつくる可能性を拡大する

センサーデータ、培養情報の収集



定量的な比較・モデル(仮説)作成



データ
取得

モデル
作成
(学習)

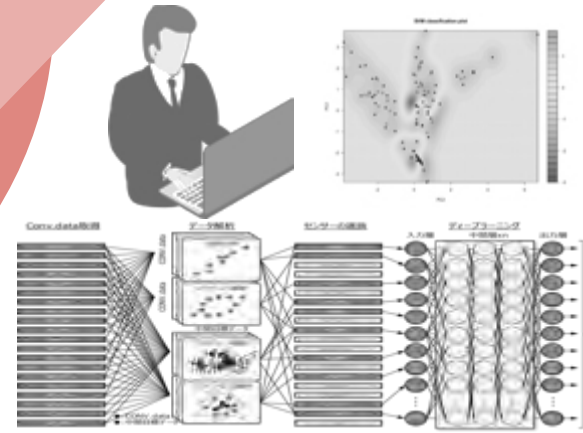
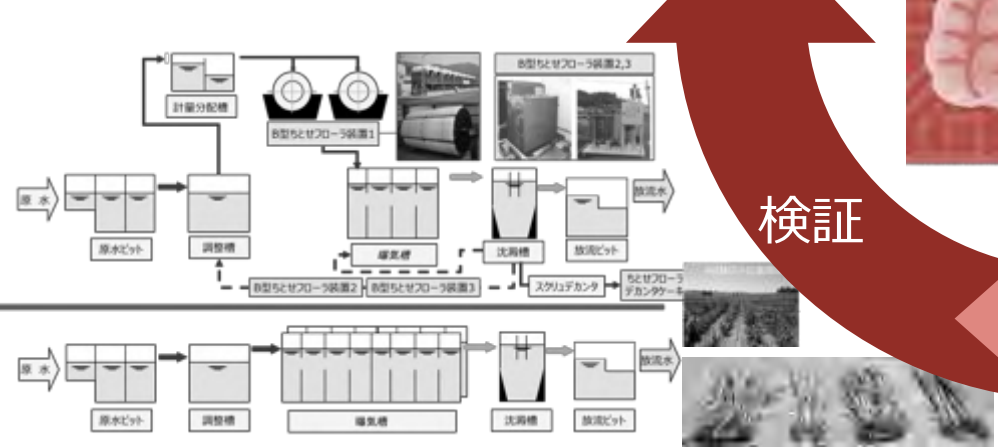


検証

推論

仮説を検証する制御試験

どうしたらより良くなるかの推論



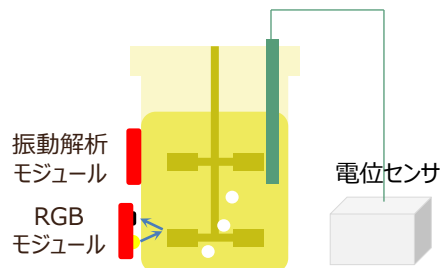
ちとせが提供するソリューション



- コンボリューショナルデータのAI活用により、バッチや特定成分量を予測するだけでなく、効率的に学習データを蓄積し、最適な培養制御値を提案することも可能にした

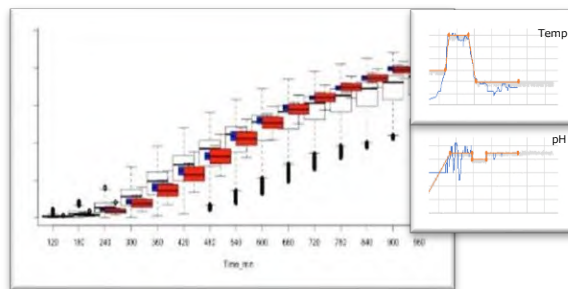
センシングデバイスの貸出・提供

コンボリューショナルデータ取得のためのセンシングデバイスを開発



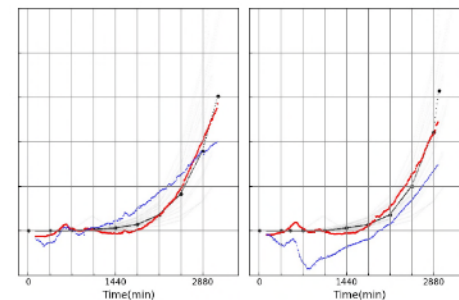
バッチ予測 & 最適化

培養開始前に、最適培養条件を予測



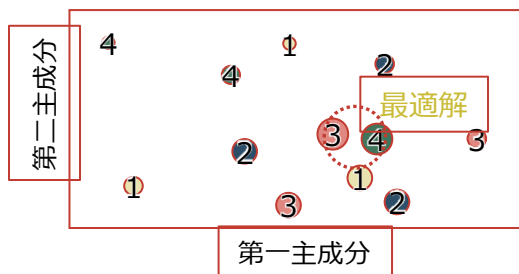
特定成分予測 (ソフトセンサ)

直接分析困難な成分をリアルタイムに予測



ベイズ最適化による実験条件提案

マルチパラメーターの条件検討を効率的に実施



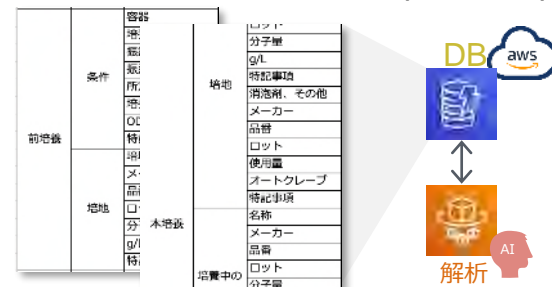
リアルタイム予測 & 制御

リアルタイムに、最適培養条件を提示



共用データ基盤の構築

機械学習に適したデータフォーマットを整備
データを利用する基盤システム整備(クラウド環境)

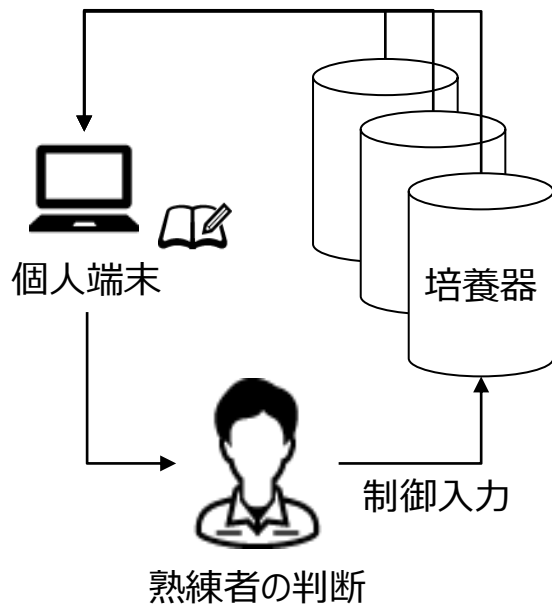


NEDOバイオものづくりPJにおける開発目標

- 効果の高いデータをAIに効率的に学習させ、学習効果を高めることで、熟練者を超越する自動最適化を最短ルートで目指す

従来の課題

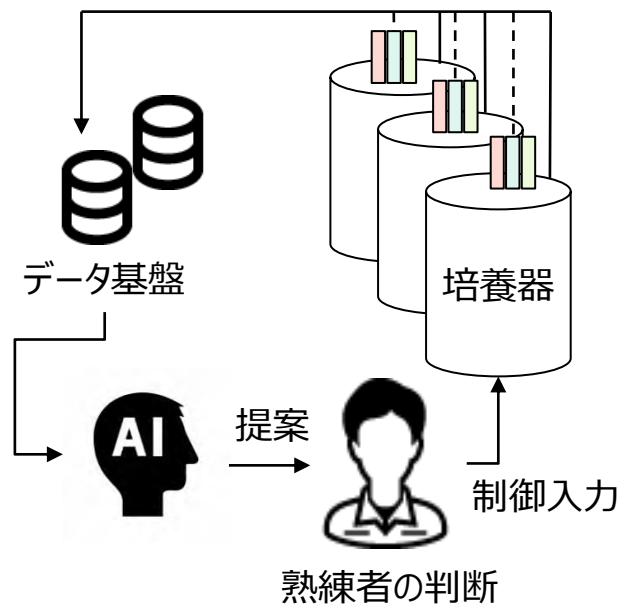
従来データ



× : 経験知が必須

ちとせの現在

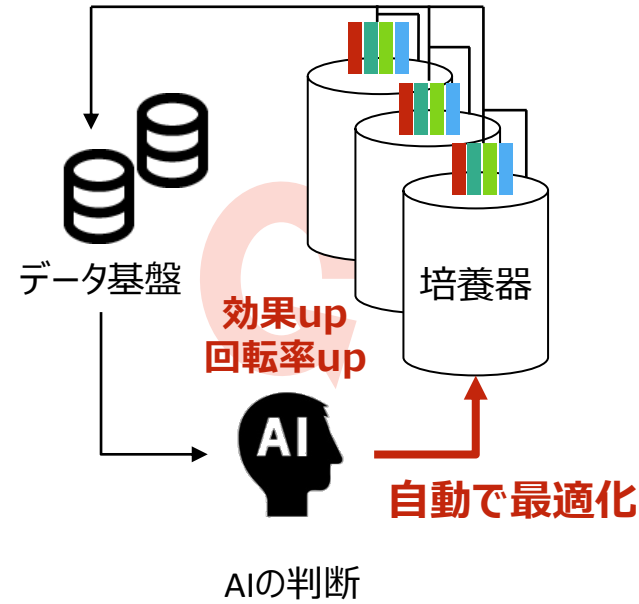
従来+独自データ



○ : 経験知をAIに集められる

ちとせのこれから

データ有効性up



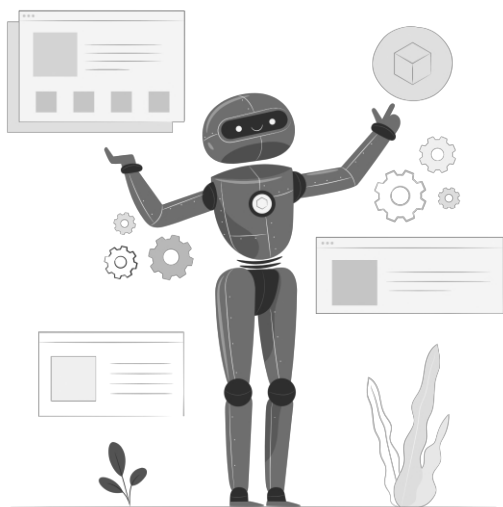
◎ : 自動化で熟練者を超越

まとめ

- ちとせは バイオ生産における 培養データの新しいありかた を提案します

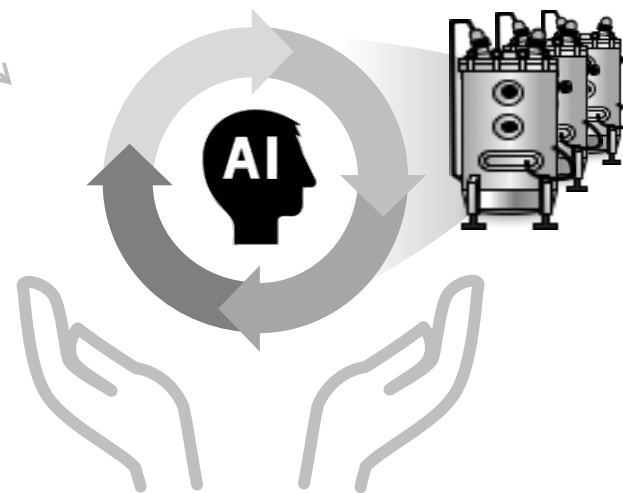
どのようなデータを？

人が知覚できない豊富な培養情報
コンボリューショナルデータ



どういう形で？

豊富なデータによりAIを育て、
AIによる自動最適制御を実現



ちとせグループ会社概要

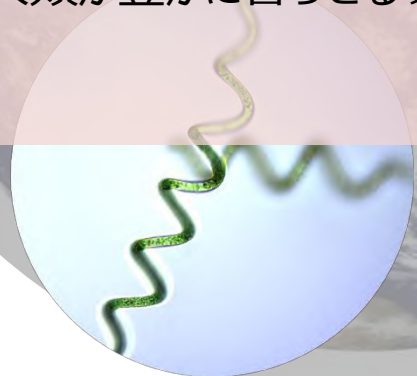
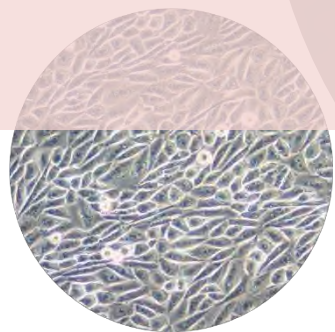
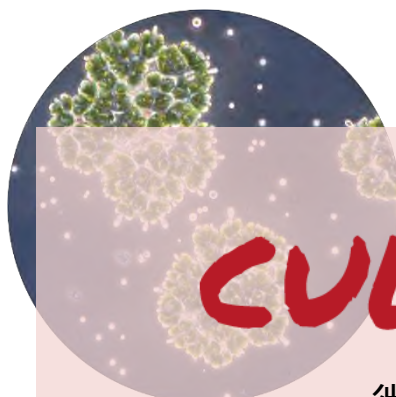
株式会社ちとせ研究所



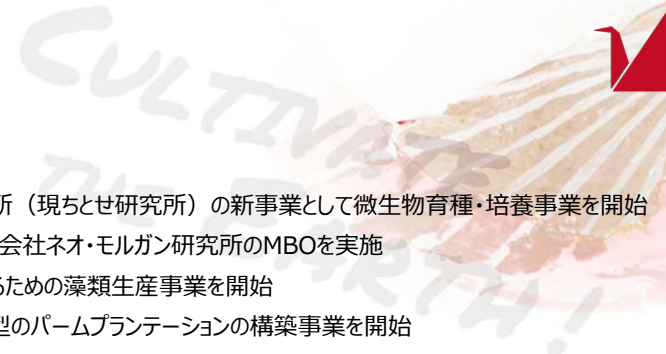
CULTIVATE THE EARTH!

CULTIVATE THE EARTH!

微生物、細胞、藻類、菌叢などの小さな生き物たちの力を借りて、化石資源中心の消費型社会からバイオマス資源基点の循環型社会に変えることで、**千年先まで**人類が豊かに暮らせる環境を残すための活動をしています



ちとせグループ概要



統括会社名 CHITOSE BIO EVOLUTION PTE. LTD.
(シンガポール法人)

代表者 創業者&最高経営責任者 藤田朋宏 Ph.D.

資本金 ¥1,596,930,258.-
(2022年3月31日現在)

グループメンバー 265名 (2022/7/1現在)
日本、中国、台湾、シンガポール、マレーシア、ブルネイ、イラン、フィリピン、インドネシア、ベトナム等

株主 藤田朋宏 : 55.3%
個人 : 36.2%
企業 (ENEOSなど、他5社) : 8.5%

- 2004年 株式会社ネオ・モルガン研究所 (現ちとせ研究所) の新事業として微生物育種・培養事業を開始
- 2009年 藤田朋宏が中心となり、株式会社ネオ・モルガン研究所のMBOを実施
- 2010年 燃料・化成品原料を生産するための藻類生産事業を開始
- 2011年 マレーシア サングカンで循環型のパームプランテーションの構築事業を開始
- 2011年 統括会社をシンガポールに設立
- 2013年 統括会社を、CHITOSE BIO EVOLUTION PTE.LTD.に改名し、グループ全体を「ちとせグループ」として再編
- 2014年 食品用藻類販売事業 (タベルモ) を開始
- 2015年 マレーシア キャメロン・ハイランドで農業を開始
- 2016年 腸内細菌叢・土壌細菌叢の解析事業を開始
- 2016年 医療用タンパク質生産用スーパー細胞のCHO-MK細胞を樹立
- 2018年 CHO-MK細胞を活用したCLD事業を開始
- 2019年 コンボリューショナルデータを活用したバイオ生産のデジタル化事業を開始
- 2021年 藻類産業の実現に向けたMATSURIプロジェクトを開始





各専門分野でトップオブトップの人材が集結し、強固なチームワークを確立しています

Founder 藤田 朋宏 Prof.
Chief Executive Officer



バイオエコノミーの産業としての立ち上げを行うため、ちとせのCEOとともに、京都大学特任教授、内閣府バイオ戦略有識者の産官学それぞれの立場で、アジアのバイオエコノミー産業を牽引している

COO 釘宮 理恵
Chief Operation Officer



前 東京大学大学院
国内外の300を超える企業と1000を超える契約の全てを監修・知的財産戦略からちとせを支える。経産省の委員等歴任。

EVP 今井 正之
Executive Vice President



元 BNPパリバ銀行 東京支店長
グローバル金融機関における豊富な経験・人脈を活かし、急拡大を続けるちとせの資金調達・経営管理を牽引。

CTO 堀内 貴之 Ph.D.
Chief Technology Officer



前 国立遺伝学研究所
医療用細胞生産の世界的スペシャリスト。国家プロジェクトを中心となって兼任しながら世界最高峰の細胞を樹立。

CIO 笠原 堅 Ph.D.
Chief Innovation Officer



前 東京大学大学院
先端のバイオインフォマティクスを活用した微生物マネジメント分野の第一人者 国家プロジェクトや民間団体なども牽引。

CBE 星野 孝仁 Ph.D.
Chief Bio Engineer



前 東京大→アリゾナ大大学院
世界最大規模の藻類培養設備の展開を牽引。国家プロジェクトを率いながらマレーシア州政府等とのネットワークも保持。

CAO 野本 直子
Chief Administration Officer



前 グローバル・ブレイン株式会社
4カ国13拠点にまたがり200名を超えた、ちとせの経理・労務・総務を支えるベンチャー企業育成のスペシャリスト。

CFO 少徳 健一 CPA
Chief Finance Officer



兼 SCS-Invictusグループ代表
グローバルに展開する会計事務所の代表として培われた知識と人脈から、ちとせのグローバルな財務戦略を支える。

CSO 清水 昌 Prof.
Chief Science Officer



京都大学 名誉教授
元農芸化学会会長
日本の農芸化学会を長期に渡って牽引してきた業界の世界的権威。ちとせの立ち上げ時から経営の一員として参画。

化石資源の時代からバイオの時代へ



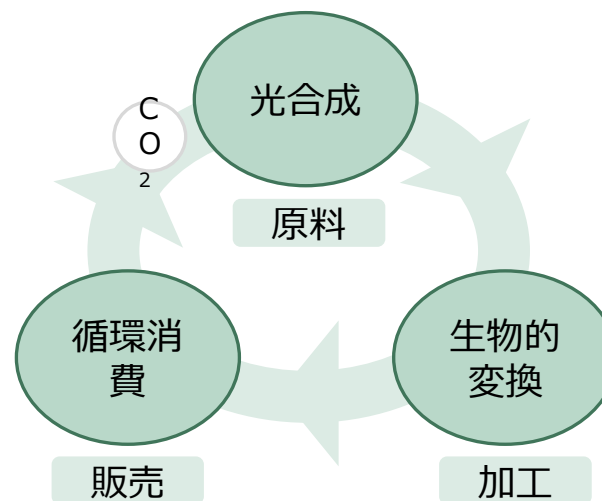
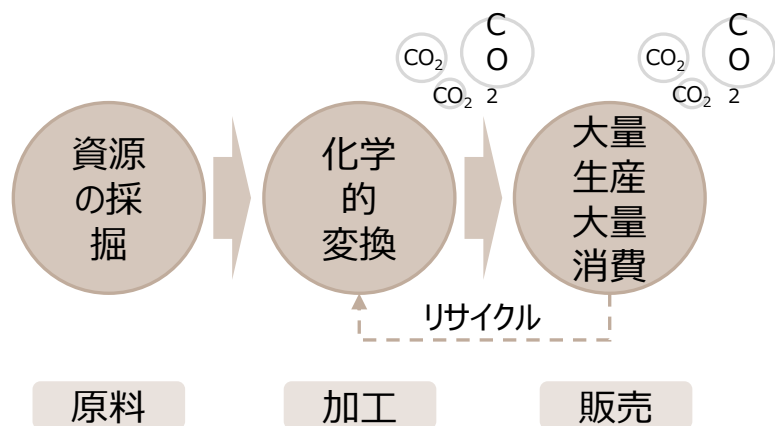
一方向の大量消費活動である石化資源前提の世界から、
太陽光起点のエネルギーを循環させることのできるバイオの時代を到来させます。

化石資源の社会

から

バイオの社会

へ



物質とエネルギーが循環する社会の構築のためには、
生き物の力を有効に利用することと 社会全体の設計をすること
の2つを同時に進める必要があります。

その2つを実行する仕組みを作り上げることがちとせのミッションです。

ちとせが実現してきたバイオで循環する社会システム

