

大阪工業大学

バイオものづくりラボを活用した培養 人材育成セミナー（NEDO特別講座）

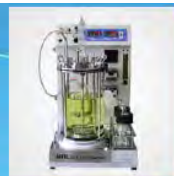
工学部生命工学科 長森英二

OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
BIO MANUFACTURING LAB



“未来へのバイオ技術”勉強会 バイオの匠～未来へつなぐ技術伝承

日時：2020年2月21日（金） 13:30～17:30 （終了後、名刺交換会）
場所：（一財）バイオインダストリー協会（地下鉄日比谷線「八丁堀駅」下車すぐ）
<https://www.jba.or.jp/access/>
主催：（一財）バイオインダストリー協会 定員：60名
協賛：（公社）日本生物工学会（予定） 後援：（公社）日本農芸化学会（予定）



培養工学を学んだ若手技術者が見つからない、どこにいるのか、との声を聞くことがある。熟年技術者の大量退職に伴い、永年培われた知見やノウハウを失うことなく、バイオ生産技術、発酵技術の技術伝承に努めねばならない。

本セミナーを契機に、わが国のバイオの匠たちの技術継承について考えてみたい。【講演30分、質疑応答10分】

【オーガナイザー：大阪工業大学 工学部 生命工学科生物プロセス工学研究室 准教授 長森 英二氏】

13:30～14:10 「技術伝承こそが我が国発酵工学の喫緊の課題」（仮題）

大阪工業大学 工学部 生命工学科生物プロセス工学研究室 准教授 長森 英二氏

我が国では、培養技術に関わる実践的な技術者教育を行っている研究室がほとんど無くなっている状況であり、ファーマンターを触ったことのない40代以下のアカデミアが増えている。産業界側のニーズに基づくバイオ生産技術・設備の時代に即したアップグレードに加え、開発プロセスの飛躍的な高効率化を下支えする高度産業基盤を産学協働で作り上げることが期待されている。培養技術者育成の重要性について訴えたい。14:10～14:50 「コンボリユースショナルデータを活用したバイオ生産マネジメント」

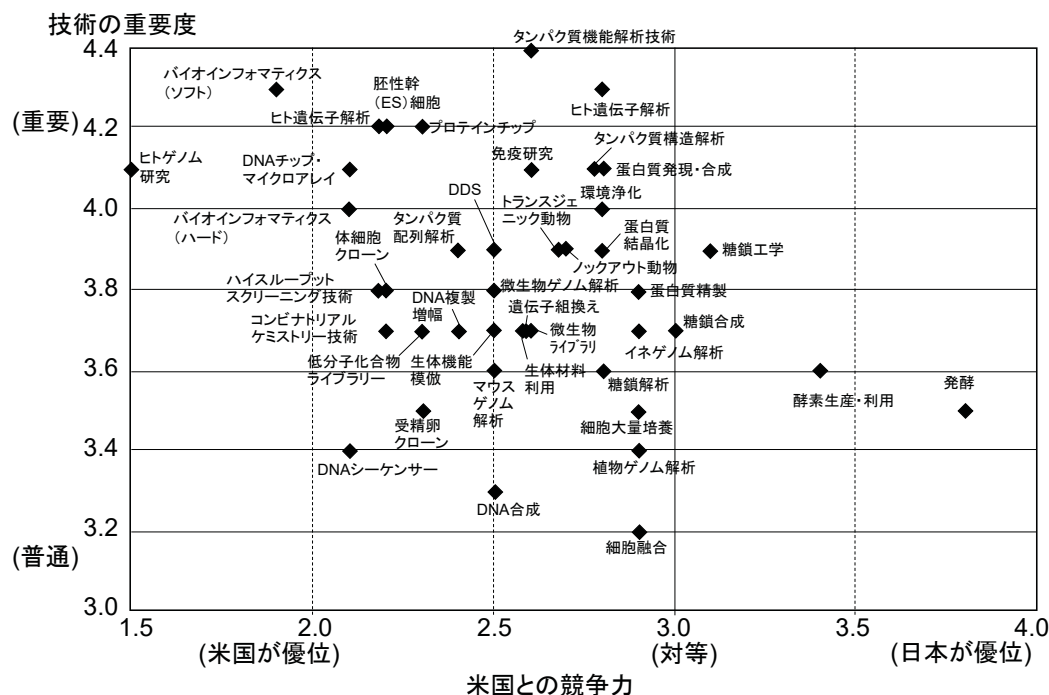
株式会社エスエスエスエス バイオ生産マネジメント部 部長 岸本 啓氏

JBA法人会員でない企業（事業者）に所属する個人会員は5,000円（税込） 非会員：10,000円（税込）
お申込み：<https://www.jba.or.jp/>
お問合せ：（一財）バイオインダストリー協会 TEL：03-5541-2731
先端技術・開発部（担当：矢田、渡邊、岸本）

日米のバイオ技術競争力の比較

※2003年当時です

(出典: 経済産業研究所「バイオ産業およびバイオテクノロジーの国際競争力比較分析に関する調査研究(2003年)」)



生物化学工学(培養工学)の知識体系化と実践的教育の変遷

1970-80年代

学術体系が出来上がる

日本の近代発酵技術の発展



1990年代

発酵企業による技術のノウハウ・秘匿化へ
アカデミアによるプロセス研究の大幅減少

あとは企業でやるんで!

当時から強い危機感は指摘されていた

2000年代

発酵企業の海外進出、鍛える場の海外流出
アカデミアによるプロセス研究の地盤沈下

培養技術者は国内では育成できなくなった 興味を持つきっかけも減少。

2010年ごろ

発酵企業による危機感の顕在化
アカデミアによるプロセス研究はほぼゼロに

築き上げてきたシニアの大量退職
「アジアの技術者の方が良く勉強してるぞ」!

2020年

バイオものづくり人材の不足

発酵産業復興のラストチャンス!?

バイオものづくり人材の育成と、その持続には、なにが難しいのか

そもそも扱う現象(生物反応)が複雑

- ・ ケースバイケースな面も多く、体系化(単純化、定式化)がむずかしい
- ・ AIなどの活用は早期から活路の芽(1990年代から取り組み) 誰でも使えるレベルには未到達で、放置

経験やノウハウ(勘?)に頼り、属人的になりがち

- ・ 各社秘匿とされるが故の、伝承法としての体系化不足
- ・ 昔の経緯を学びなおそうにも、体系的なデータが欠如 そもそもデータが残されていない
残っていても分からない。基礎知識も必要。

実務(OJT教育)を積むことが必須

- ・ 生産拠点の海外流出により、若い技術者が”鍛えられる機会”も流出 実務経験で専門性は磨かれる
- ・ 国内で培養槽が扱える公的機関・大学は皆無 設備は老朽化し、建物耐震工事の際に廃棄...

三交代制など重労働化しやすく、若者の定着率が低い

- ・ DXや自動化を取り入れた省力化による労働生産性の向上が必要 「夜勤中に黄色い液をぼんやり見ている、辞めようと思った」(教子談)

大阪工大にバイオものづくりラボを開設

日本随一のラインナップでバイオリクターを設置!! 多数の企業様が来訪中!



[0.05L(L字管) × 36]

自動吸光度測定機能付振とう培養器
(中和無し、OD=2まで)



培地基本条件

[0.25L × 32連]

スクリーニング・培養条件最適化用
回分培養、オートサンプラー
排ガス分析、pH制御、DO制御



培養基本条件

[1L × 12連]

教育・小規模流加検討用
流加、オートサンプラー、排ガス分析
pH制御、DO制御



流加培養条件

[5L × 4連]

本格流加培養用
流加2系統、加圧・排ガス分析、OD計、
セミオンラインのグルコース測定&制御pH制御、DO制御



流加詳細条件、加圧条件

周辺機器

- ・ 安全キャビネット 3台
- ・ 微生物オートカウンター
- ・ 膜分離モジュール
- ・ オートクレーブ 2台
- ・ 遠心機 大小完備
- ・ 冷蔵冷凍庫 多数完備
- ・ 菌体破砕装置
- ・ 凍結乾燥機

[30L]

蒸着滅菌・定置洗浄型
流加2系統、加圧・排ガス分析、OD計、溶存炭酸ガス、オートサンプラー、電力復舊き出し機能追加、pH制御、DO制御



定置滅菌の影響など

分析機器 (主に培地最適化・培養最適化をターゲットに)

- ・ HPLC(各種糖、有機酸)
- ・ 比色法(Mg, P)、分光光度計 2台
- ・ UPLC(アミノ酸20種)
- ・ プレートリーダー
- ・ 酵素反応式センサー (糖、有機酸、NH₄ 他) 3台

培養技術者を煩雑な操作から解放し、スピーディな開発を可能にする仕組みを提供

1 オートサンプラーを全ての装置に完備

2 大量に生じる培養データの蓄積・解析・知識発見を支援するオリジナルアプリ「BMDS」を開発



3 微生物や培地成分を解析するための自動分析装置群を設置

4 実験器具の自動洗浄装置を設置

好立地

大阪工業大学 大宮キャンパス内
・「大阪梅田」へ直通のバス・地下鉄が整備
・長期滞在者が飽きない立地



大宮キャンパス10号館

安心の情報管理体制

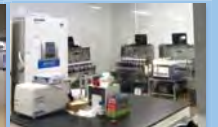
- ・ 施設可能な小部屋の設定
- ・ 安全キャビ、冷凍冷蔵庫は個別に使用可
- ・ 単独での作業は認めない

遺伝子組換え実験対応

- ・ P2大量培養にも対応 (キルタンク)



約140m²

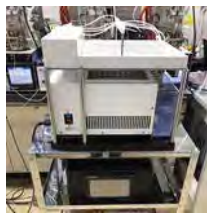


自動サンプラーや自動分析、自動洗浄を導入 培養実務者の作業負担を軽減し、アイデアで勝負できる次元へ

セミオンライン式
グルコース制御培養



オートサンプラー
(全培養槽)



自動希釈機
精度低下を抑止



自動測定 (吸光度)
OD、各種比色法定量



自動測定 (酵素センサー)
各種糖、有機酸、アンモニアなどを
培養作業中に迅速定量



自動測定 (HPLC、UPLC)
糖、有機酸、アミノ酸、ビタミン、核酸



比色法
Mg, Pなど



自動微生物カウンター
コロニーカウントを削減



自動ステージ顕微鏡



自動ウェスタン



自動洗浄装置
洗浄と共洗い



器具の傷み
の防止にも

培養データ蓄積、統
合、解析、可視化を
支援するDXアプリ



実務を知る経験豊富な（たたき上げの）熟練技術者の在籍

Member

■メンバー紹介一覧>

教授
長森 英二 博士(工学)
(工学部生命工学科)

MORE

技術員
小田 秀樹
(研究支援社会連携推進課)

技術員
三重野 晃
(研究支援社会連携推進課)

バイオものづくり拠点の整備(2025年度末竣工)



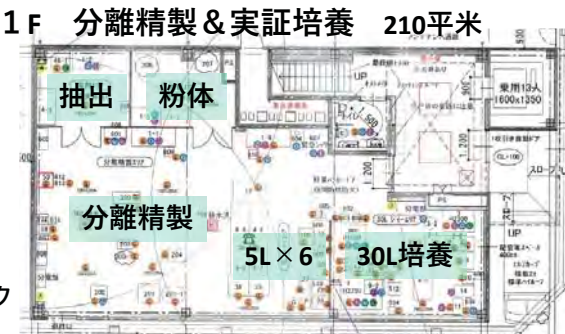
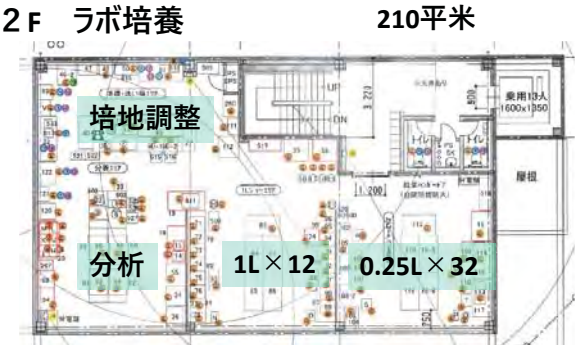
バイオものづくり拠点の整備(2025竣工)



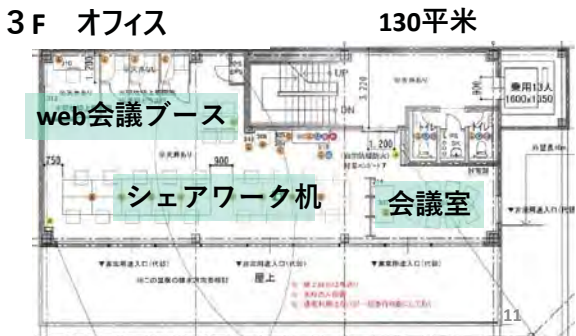
延床面積 570平米



現状は更地
 (258平米)
 大学独自の財源で建造



地下に廃水処理タンク



1階 外部から



1階 試作・実証エリア



2階 ラボエリア



3階 オフィスエリア



NEDO特別講座 バイオリアクターの設計・操作法に関する技術者セミナー（座学&実技）

配布テキスト



スライド240枚

座学セミナー：5時間（YouTube）



オンデマンド配信に高い満足度

実技セミナー：終日（バイオものづくりラボ）



2021年度より開講

- 基礎セミナー実績（実施・申込） 121社、13機関、8大学 計303名
- 応用編セミナー実績（実施・申込） 54社、2機関、4大学 計103名
- 特別回実績（実施・申込） 61社 計61名

HPから随時申し込みを受付中です!!

ラボ詳細・セミナー参加申込は、

大阪工業大学 OFFICIALウェブサイト

生命工学科

生物プロセス工学研究室

まで!!

長森 大工大



NEDO特別講座 バイオリアクターの設計・操作法に関する技術者セミナー（座学&実技）

ホームページで申込方法をご案内

1. バイオリアクターとは何か（概論）
 - 1-1. バイオリアクターの活躍の場
 - ・ バイオリアクターとは何か
 - ・ どこで活躍しているのか
 - 1-2. バイオリアクターの種類
 - ・ 通気攪拌型・気液培養・固定化細胞の活用
 - ・ センサー、制御系
 - 1-3. バイオリアクター運転の基本プロセス および操作上の注意点
 - ・ 滅菌・培地仕込み・洗浄方法・他
 - 1-4. フラスコ培養とバイオリアクターのちがい
 - 1-5. バイオリアクターの実例
 - ・ バイオリアクターの実例
 - 1-6. バイオリアクターのメンテナンス・バイオリアクターのコンタミ対策
 - ・ 起こりがちなトラブルと対処法・他
2. バイオリアクターに関わる反応の定式化と、操作設計への活用
 - 2-1. 一次反応速度式と反応速度
 - 2-2. バイオリアクターの中の反応を定式的に表し、捜査に活用する
 - 2-3. 回分培養・増殖連動型・増殖非連動型・基質/生産物による阻害と解除
 - 2-4. 流加培養操作と設計式
 - 2-5. 連続培養操作と設計式
 - 2-6. 酸素供給速度論・酸素移動容量係数
3. スケールアップ・バイオリアクターの性能を定式的に表し、スケールアップ等に活用する
 - 3-1. 反応速度
 - 3-2. 連続培養
 - 3-3. スケールアップの検証の統合
4. 各種細胞の大量培養における注意点
 - 4-1. 微生物培養の注意点
 - 4-2. 動物細胞培養の注意点
 - 4-3. iPS細胞培養の注意点
 - ・ 動物細胞や再生医療への展開

4-5時間程度。実際の資料を眺めてみましょう

基礎編の資料を投影してご紹介

オンデマンド形式が好評

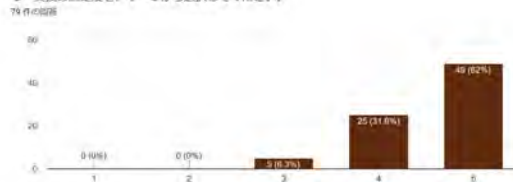
NEDO特別講座 バイオリアクターの設計・操作法に関する技術者セミナー（座学&実技）

実技セミナー：6時間で完了（大工大にて対面形式）

時間	項目	スケジュール 予定	
		チームA (企業様2社)	チームB (大工大2校)
~10:00	準備	各手順書・名札・使い捨ての白衣・手袋・メガネを配布	
10:00-10:10	イントロダクション	自己紹介・セミナー概要の説明等	
10:10-11:00	大腸菌培養	培養槽の構造	
		培養槽の分解、組み立て	
		滅菌準備、滅菌（開閉のみ）	
		培養槽の設置	
11:00-12:00	大腸菌培養	火炎植菌（デモンストレーション）	
		植菌（培養開始）	
12:00-13:00	昼休憩	ゼロ時間のサンプリング	
13:00-16:00	kLa測定 or 大腸菌培養	GassingOut法	糖濃度測定 (バイオセンサー)
		亜硫酸ソーダFeeding法	GassingOut法
		糖濃度測定 (バイオセンサー)	亜硫酸ソーダFeeding法
		濁度測定（分光光度計）説明	
16:00-17:00	大腸菌培養	培養槽からのサンプリング・濁度測定	
		比増殖速度の算出	



6. 実技の満足度を、1～5から選択してください。



良好なアンケート結果：

応用編 流加培養と蒸気滅菌型培養槽の実務を体験

実技セミナー：6時間で完了（大工大にて対面形式）

時間 (予定)	項目	内容等			場所
		A社	B社	C社	
9:00-9:15	準備	使い捨ての白衣・メガネ・手袋・各手順書・名札を配布 ※9:15時に開始できるようにお越しください。また、白衣は9:15までに着用しておいてください			NEDOものづくりラボ (10号館3階) 集合
9:15-9:30	イントロダクション	長森先生挨拶、ラボ見学			10号館
9:30-10:30	1L-Jar流加培養	1L-Jar流加培養の概要説明 コロナ型細菌の植菌作業			
10:30-12:00	30L-Jar培養	30L-Jar起動操作見学			
		培地蒸着操作見学			
		蒸着後の容量予想			
		蒸着完了 植菌前操作			
12:00-13:00	昼休憩				6号館食堂
13:00-15:00 (各40分)	3班に分かれる	30L-Jarの構造、試験時の注意点			10号館
		30L-Jarサンプリング操作、分析			
		流加条件決定法、5L-Jar：OLBIS運転			
15:00-17:00	1L Jar流加培養	流加培養見学 培養挙動解説			

実際にサンプル



実際にサンプリングしてみましょう：前抜き：30mL、サンプリング：20mL

- AV-215を開ける
- AV-214を閉める
- AV-215を開ける
- AV-210を開ける
- サンプリングバルブを開けて前抜きを取る
- サンプリングバルブを開けてサンプリング
- AV-210を閉める
- AV-214を開ける
- AV-215を開ける
- サンプリングバルブを開けてフロー
- AV-215を閉める

各バルブの動作を確認しながら進めましょう

2024年度NEDO特別講座 培養技術者育成セミナー・特別回

日時

2024年 12月10日 (火) 9:30~17:00

参加無料

場所・開催方法

大阪工業大学・大宮キャンパス 3号館 331教室・対面形式

2023年度に続き、培養技術者育成セミナーの特別回として、下記のトピックスについて勉強会を行います。

- 9:30-9:35 **ご挨拶** 大阪工業大学 工学部生命工学科 教授 **長森 英二**
- 9:35-10:35 **機能性成分の抽出・計測・精製 ～機能性タンパク質を例に～**
 ・機能性成分の抽出
 ・標的物質の検出・定量
 ・タンパク質の精製・検定
 (地独)京都産業技術研究所 理事 **山本 佳宏 氏**
- 10:45-11:45 **数値流体力学(CFD)解析の基礎、実例
 ～CFDによる培養槽のスケールアップ検討～**
 ・CFDとは
 ・CFDで扱える現象
 ・培養槽スケールアップへのCFDの活用
 ・CFDとAIの連携
 千代田化工建設株式会社 ChAS・テクノロジーセクション
 セクションリーダー **入倉 基樹 氏**
- 12:00-13:00 **昼休憩**

12:00-13:00 **昼休憩**

13:00-14:00 **エンジニアリングツールとしてのLCA**

- ・LCAとは
- ・LCAの進め方
- ・開発支援ツールとしてのLCA

東京大学先端科学技術研究センター 特任教授 **小原 聡 先生**

14:10-16:40 **バイオプロセスのコスト試算の考え方(演習あり)**

- ・製造コストの全体像
- ・プロセスフロー図
- ・原単位とは
- ・減価償却費、労務費の考え方
- ・製造コストから研究目標を定める
- ・原料単価の調べ方

三井化学株式会社 未来技術創生センター **進藤 敦徳 氏**

定員： 30名 ※今回は演習もあるため、対面式限定です。

※試算してみたい興味化合物がある方(無い方は特許実施例からの情報でも可)に限ります。
 PC必携(エクセルが使える環境が必須)です。

対象： 企業技術者、大学(教員、学生)、公設研究機関研究者 等

主催： 大阪工業大学、NEDO

後援： 京都市、(予定)(地独)京都市産業技術研究所、
 生物工学会生物工学教育委員会、バイオコミュニティ関西



参加登録

以下のURL, またはQRコードにアクセスしてお申込みください。

<https://qr.paps.jp/ZuX2r>

締切: **11月30日(土)**

お問い合わせ

長森 英二、平井 晴香 (大阪工業大学)

eiichi.nagamori@oit.ac.jp

hirai.haruka@josho.ac.jp

「1機関より原則1名まで」

「定員になり次第締切」

NEDO特別講座 バイオリアクターの設計・操作法に関する技術者セミナー（座学&実技）

分離精製のセミナーコンテンツ（座学・実技）を構築中

なぜ「バイオ生産物分離が大事」と言われるか

- ・実生産では培養工程以上にコストがかかるのが分離精製工程。
- ・分離精製までトータルで考えた施
- ・分離精製や排水処理までをひきあわせて。 (大手メーカーは出来る)

分離・精製は単位操作（共通なやり方）で構成

単位操作ごとに体系化されている。
本日：遠心分離、ろ過、菌体破砕、塩析、晶析、抽出について紹介
（精密ろ過、吸着・クロマトは次回の勉強会テーマ）

ビールの分離工程 レジンの分離工程 診断用酵素の分離工程

工業的な遠心分離装置

短時間で大量の処理が必要な食品工業プロセス等では連続的な遠心処理が可能な遠心分離機が使用される。
・原料液体（牛乳や各種の絞り汁など）
・乳製品における脂肪（クリーム）の分離
・植物油、動物油の精製

分離機型

De Laval社（1878年）
沈降距離を短くするために板を何枚も重ねるように斜めさせて挿入（間隔は数mm）により厚く大量分離液をフルローに対応。

工業的なろ過装置（デッドエンド型）

真空ドラム型ろ過器

ろ過液の抽出

定圧透過におけるスケールアップの例

$$\frac{dV}{dt} = F = A J = A \frac{\Delta P}{\mu(R_m + R_p)}$$

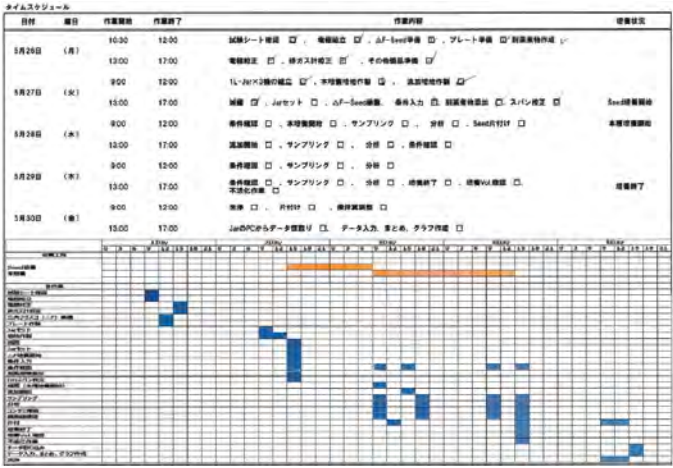
V : 透過された液体積 (m³)
ここで
 A : グーラの透過面積 (m²)
 R_m : 乾燥固形物 (乾燥ケーキ) 量 (kg)
 R_p : 単位透過液あたりに含まれる乾燥固形物 (kg)

とすると

$$R_p = \frac{u_r W_c}{A} \quad \text{m}^2 \quad u_r, p, H, V$$

実務者育成（OJT）編 1～2カ月

	A	B	C	D	E
1	教育期間（例）				トレーニング内容
2	6月2日	～	6月6日	BL-21株を用いた1 L-Jar培養（バッチ培養）試験、分析、データまとめ	
3	6月9日	～	6月13日	BL-21株を用いた1 L-Jar培養（DOを指標とした流加培養）条件設定、試験、分析、データまとめ	
4	6月16日	～	6月20日	BL-21株を用いた1 L-Jar培養（DOを指標とした流加培養）条件設定、試験、分析、データまとめ	
5	6月23日	～	6月27日	BL-21株を用いた1 L-Jar培養（定速流加培養）条件設定、試験、分析、データまとめ	



分離精製機器群の整備

分離精製の検討を受入れ、受託企業へと繋ぐ機能を整備
分離精製実技セミナーのコンテンツを構築・実装へ

アルファバルブ型
連続遠心機
（菌体分離）

限外ろ過膜分離
（UF, MF）
菌体分離
クロスフロー型

高圧ホモジナイザー
（菌体破砕）

溶媒抽出

エバポール
（遠心式薄膜真空蒸発装置）



2024
2025-26

ロータリーエバポ

冷蔵室

ロータリーポンプ
ステンパケツ

フィルタープレス
（菌体分離）
デッドエンド型

デカンタ
（大目粒子の固液分離）

スリサイズです。

90L培養槽（追加）

スプレッドライヤー
（低温、真空）

大型凍結乾燥機

培養受託企業の保有製造設備調査（有機的な連携にむけて）

confidential

回答依頼先46社 →うち21社から回答あり



2023年6月～9月末に実施。

アンケート項目：

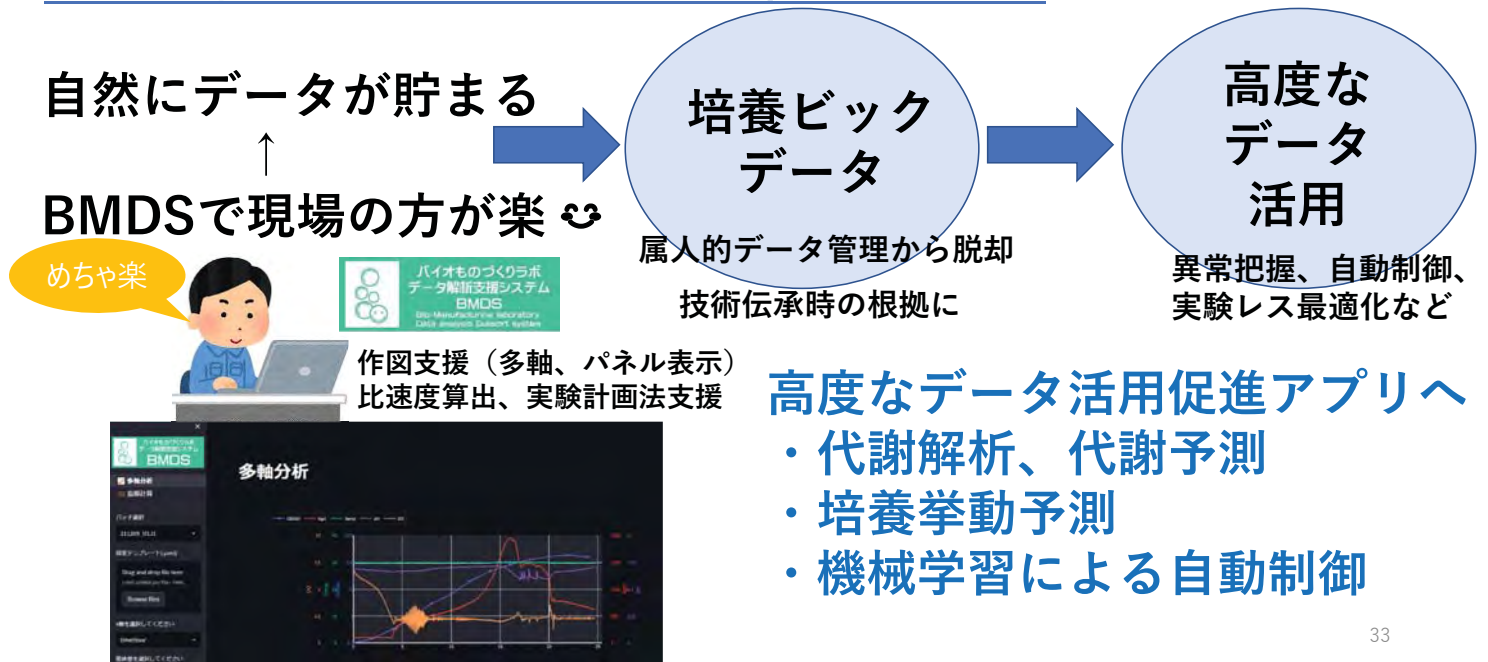
- 1.規模
- 2.運用状況
- 3.原料
- 4.対象設備、付帯設備
- 5.培養槽のサイズ
- 6.製品実例
- 7.設備、施設のグレード
- 8.設備・技術
- 9.対応可能な非技術的サービス

時間が許すかぎり、 DXアプリの現状をご紹介



BMDS 開発の動機、予想される効果

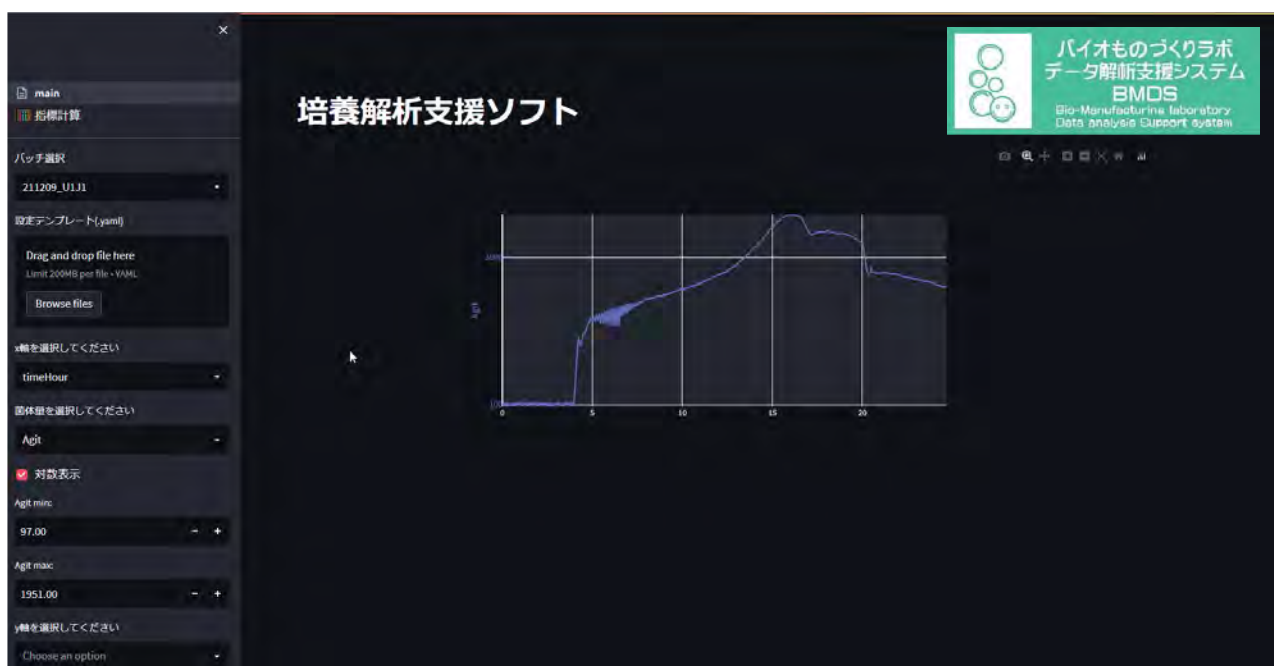
データ駆動の培養工学・産業効率化に向けて



33

大阪工大にバイオものづくりラボを開設

培養実務者の作業負担を軽減し、アイデアで勝負できる次元へ

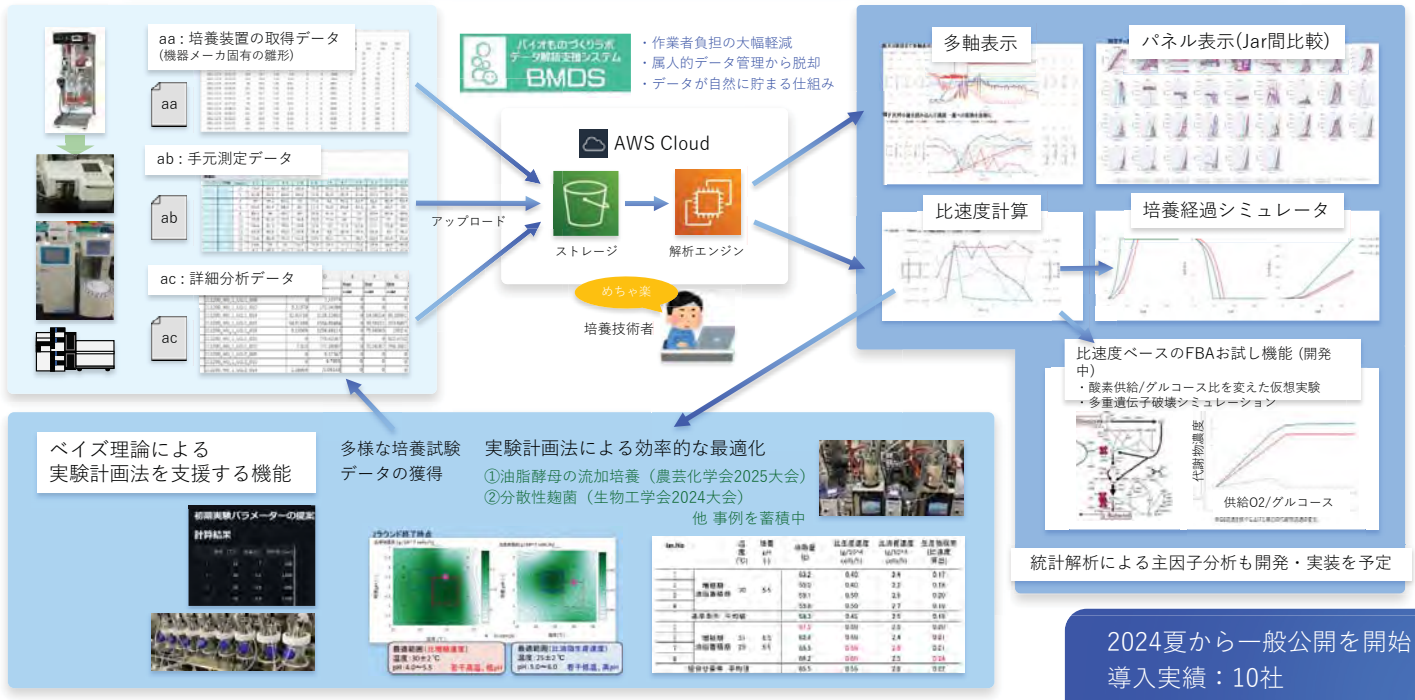


34

34

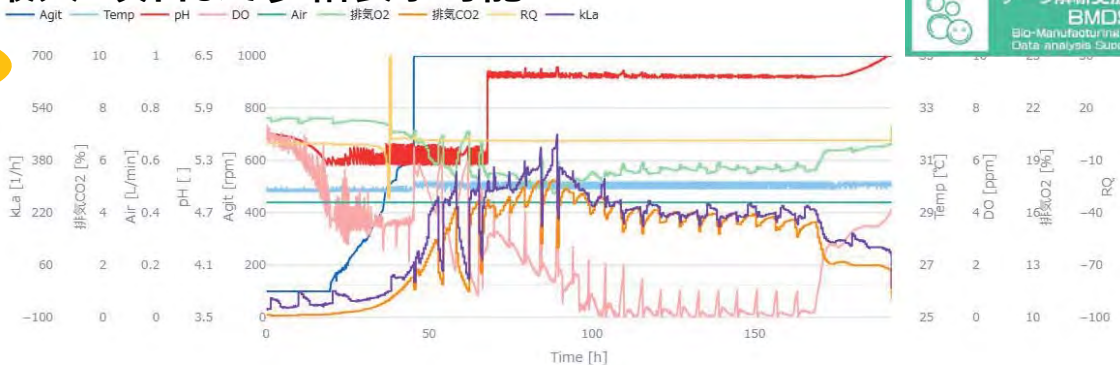
大阪工大バイオものづくりラボにおけるDX技術開発

オリジナルで制作・公開しているDXアプリ（バイオものづくりデータ解析支援システム、BMDS）

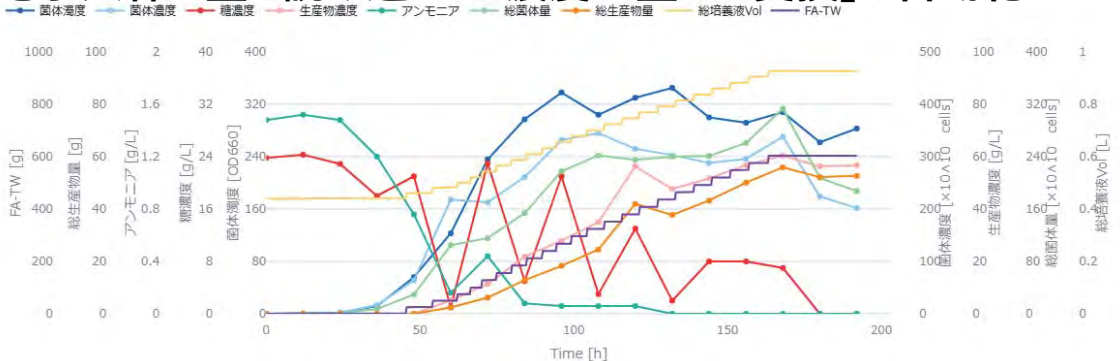


2024夏から一般公開を開始
導入実績：10社

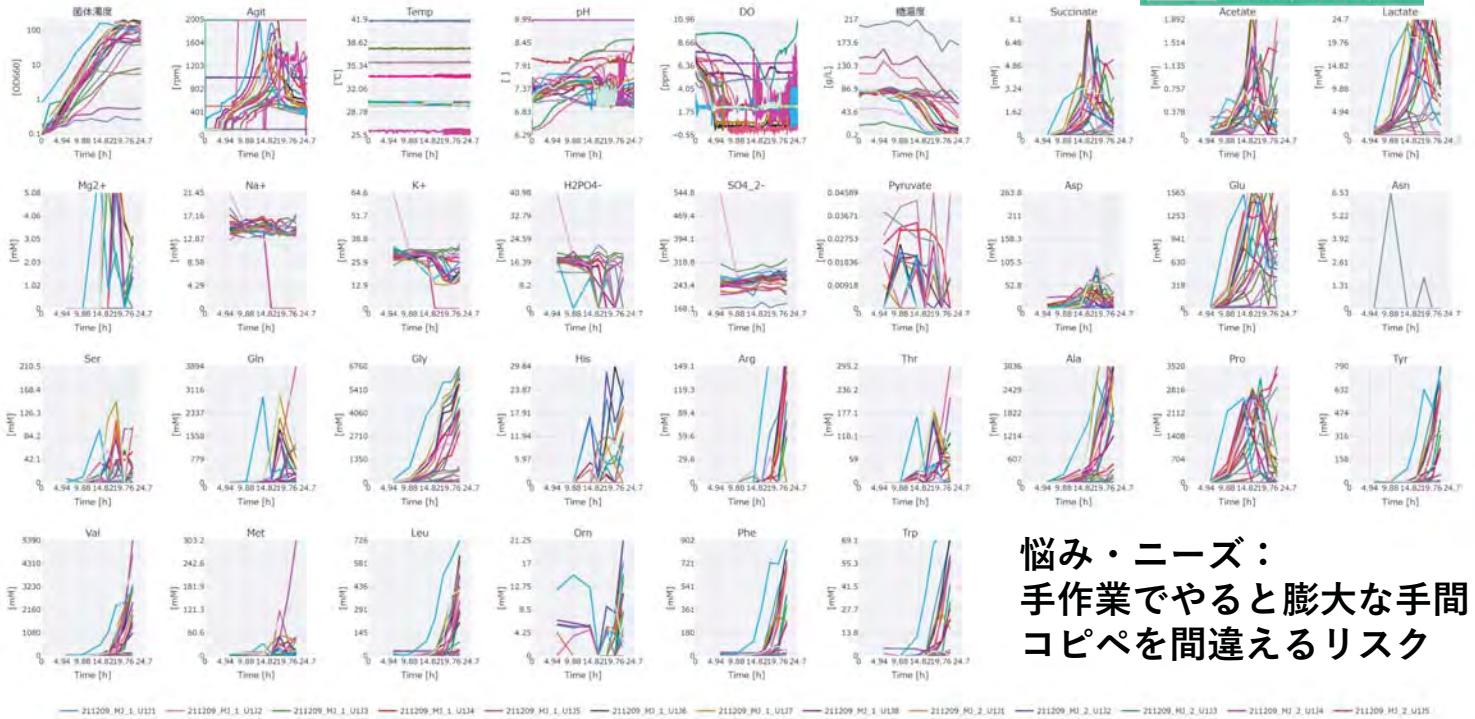
最大9項目まで多軸表示可能



電子天秤の量を読み込んで「濃度→量への変換」を自動化



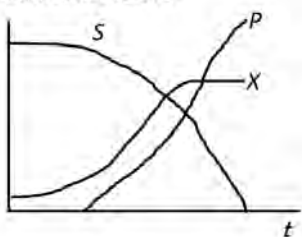
測定データを項目ごとにパネル表示 (Jar間の比較)



悩み・ニーズ：
手作業でやると膨大な手間
コピペを間違えるリスク

比速度解析を経時データ(サンプリング間隔)で実施、迅速表示

実際の経時変化

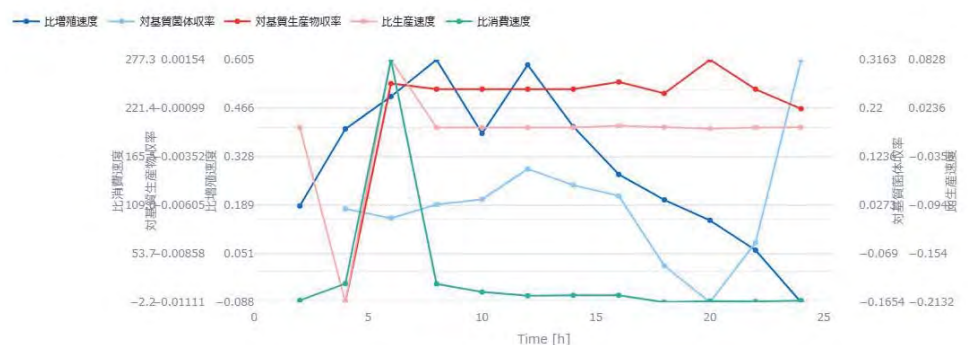
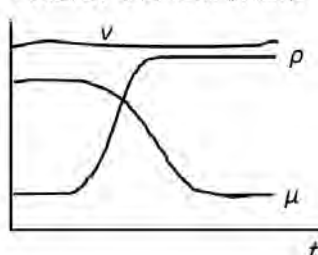


長年の悩み：

比速度計算の有用性を教育しているが、
作業が大変でなかなか計算して頂けない・・・

→ 解決へ

比速度、収率の解析結果



実験最適化（ベイズ最適化利用）支援



- ・熟練者でなくても、最適化できるようにすべき。
- ・熟練者の取り組み方が最良である保証はない。入門者には理解困難。

変数とターゲットの一覧表を食わせる

初期実験 モデル作成 次の実験 プロット

初期実験の提案

csvもしくはexcelファイル

Drag and drop file here
Limit: 200MB per file • CSV, XLSX

Browse files

試験No	温度 (°C)	管理DO (ppm)	攪拌数 (rpm)	培養 pH	内圧 (MPa)	通気量 (VVM)	蒸着時間 (分)	フィード速度	糖質量 (%)	培地濃度	生産量 (U/mL)
1	30		1000	5	0	1	20	0	0.04		3506.6
2	30		1000	5	0	1	20	0	0.04		2815.3
3	30		1500	5	0	1	20	0	0.04		4123.0
4	30		1500	5	0	1	20	0	0.04		4014.7

用いたいパラメーターを選択

初期実験 モデル作成 次の実験 プロット

初期実験の提案

試験No

管理DO (ppm)

内圧 (MPa)

通気量 (VVM)

蒸着時間 (分)

列 フィード速度

糖質量 (%)

培養温度

温度 (°C) × 培養 pH × 攪拌数 (rpm) ×

決定

39

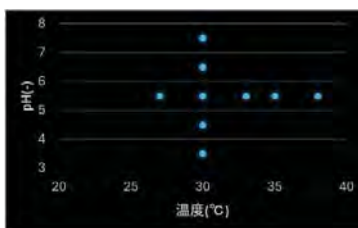
実験計画法（DOE）を活用した最適化の有用性検証



有用性検証その2

流加培養条件の最適化（モデル油脂酵母を題材に）

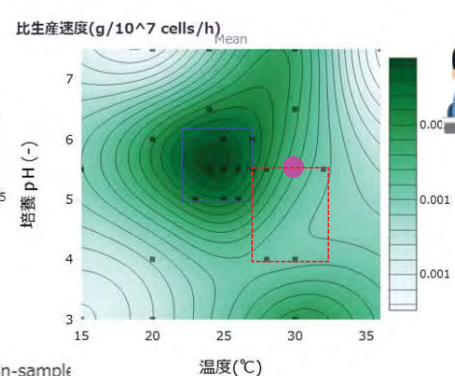
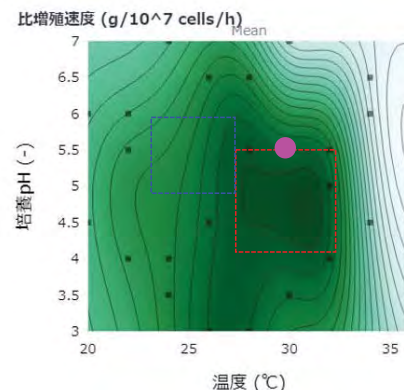
従来の最適化（一元配置）



実験計画法の活用



2ラウンド終了時点



最適範囲（比増殖速度）

温度：30 ± 2 °C

pH：4.0～5.5 若干高温、低pH

最適範囲（比油脂生産速度）

温度：25 ± 2 °C

pH：5.0～6.0 若干低温、高pH

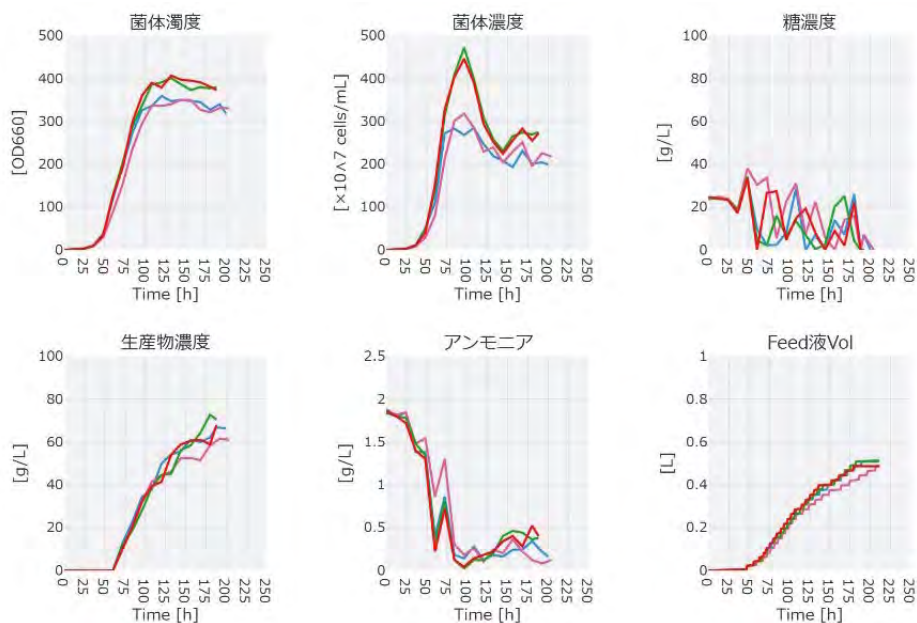
増殖期と油脂生産期で適する温度、pHの範囲に差。

今後：各比速度を最大化する実験条件で3ラウンド目を実施。流加培養で実証。⁴⁰

生物工学会2025大会（9月）で学生が発表します

流加培養で条件シフトの
有用性の実証

Jar.No		温度(°C)	pH(-)
1	増殖期	30	一定値 5.5
2	油脂蓄積期		
3	増殖期	31	5.0
4	油脂蓄積期	25	5.5

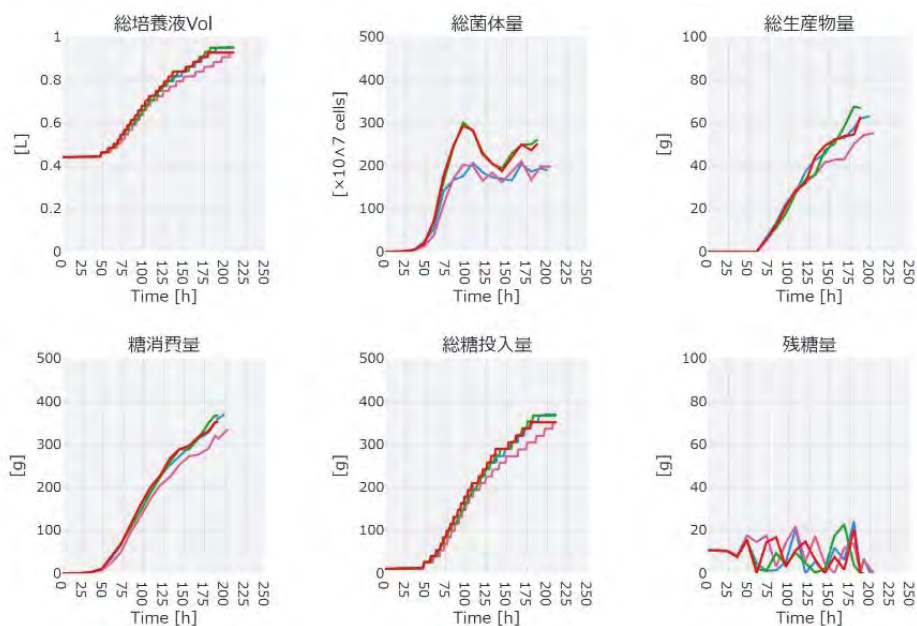


41

生物工学会2025大会（9月）で学生が発表します

流加培養で条件シフトの
有用性の実証

Jar.No		温度(°C)	pH(-)
1	増殖期	30	5.5
2	油脂蓄積期		
3	増殖期	31	5.0
4	油脂蓄積期	25	5.5



生物工学会2025大会（9月）で学生が発表します

表.各パラメータ、ターゲット値

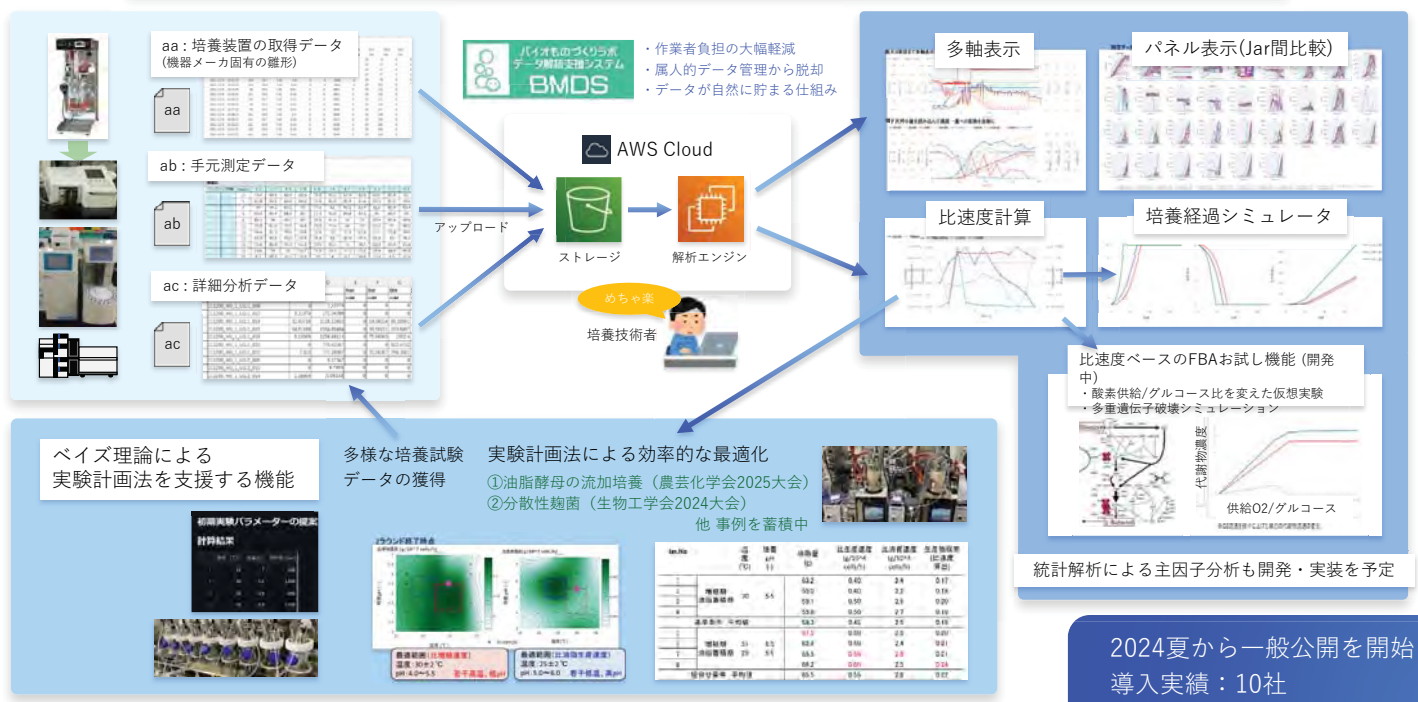
パラメータ				ターゲット			
Jar.No	温度 (°C)	培養 pH (-)	油脂量 (g)	比生産速度 (g/10^4 cells/h)	比消費速度 (g/10^4 cells/h)	生産物収率 [比速度 算出]	
1	増殖期 油脂蓄積期	30	5.5	63.2	0.40	2.4	0.17
2				55.0	0.40	2.2	0.18
3				59.1	0.50	2.5	0.20
4				55.8	0.50	2.7	0.19
基準条件 平均値				58.3	0.45	2.5	0.19
5	増殖期 油脂蓄積期	31	5.0	67.5	0.50	2.5	0.20
6				62.8	0.50	2.4	0.21
7				65.5	0.60	2.8	0.21
8				66.2	0.60	2.5	0.24
組合せ条件 平均値				65.5	0.55	2.6	0.22

- ・ 組合せ条件の方が油脂量は7.2 g高い
- ・ 比生産速度、比消費速度は組合せ条件の方が基準よりも0.10 (g/10⁴ cells)/h速い
- ・ 生産物収率は組合せ条件の方が0.03高い

43

大阪工大バイオものづくりラボにおけるDX技術開発

オリジナルで制作・公開しているDXアプリ（バイオものづくりデータ解析支援システム、BMDS）



BMDS 開発の動機、予想される効果

データ駆動の培養工学・産業効率化に向けて

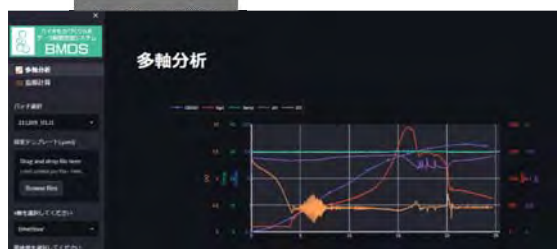
自然にデータが貯まる

BMDSで現場の方が楽♡

めっちゃ楽



作図支援（多軸、パネル表示）
比速度算出、実験計画法支援



培養ビック
データ

属人的データ管理から脱却
技術伝承時の根拠に

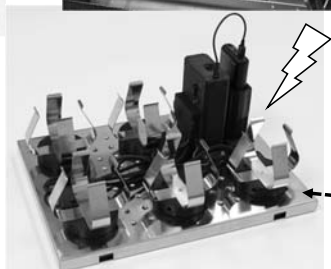
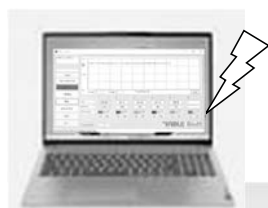
高度な
データ
活用

異常把握、自動制御、
実験レス最適化など

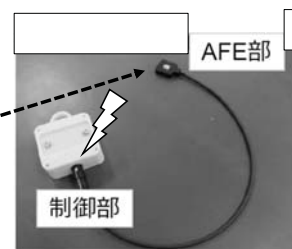
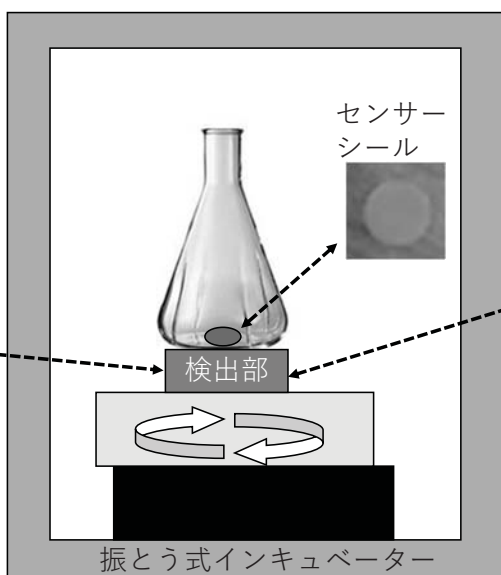
高度なデータ活用促進アプリへ

- ・代謝解析、代謝予測
- ・培養挙動予測
- ・機械学習による自動制御

「質」の良い培養データの獲得方法がKey



ワイヤレス式
非侵襲DO検出器
(エイブル)

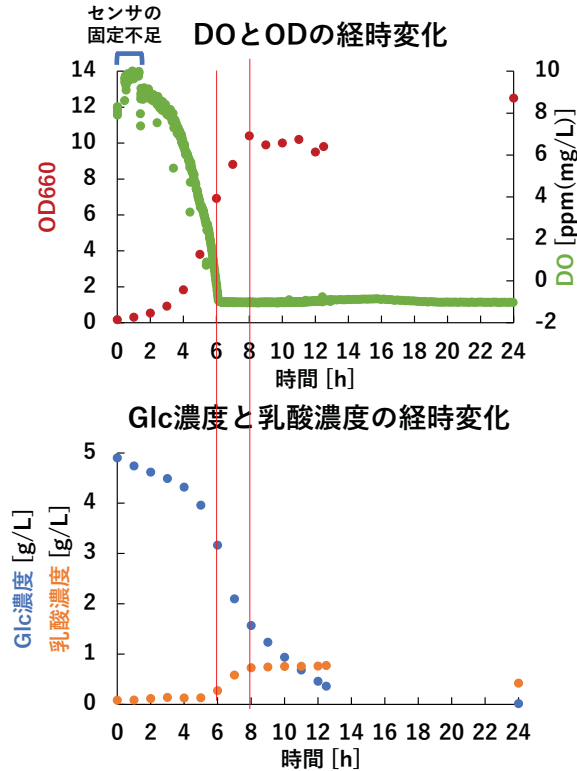


ポータブルな
ワイヤレス式
非侵襲DO検出器
(村田製作所)

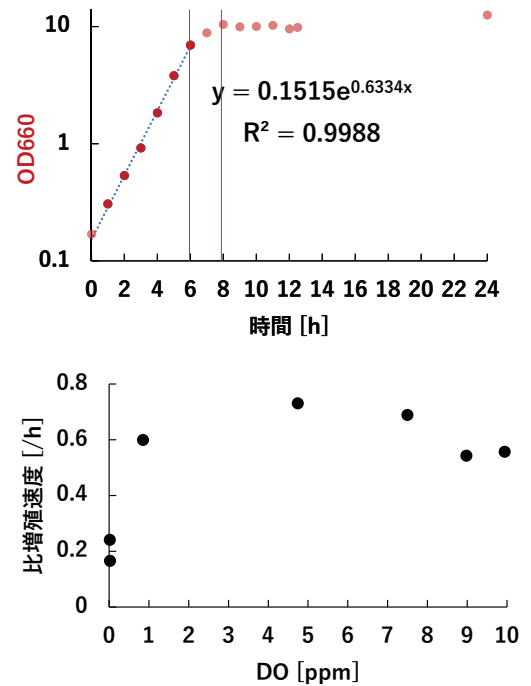
フラスコ培養のリアルタイムDOモニタリング
装置（協働先企業様の開発品）

フラスコ培養の動態把握

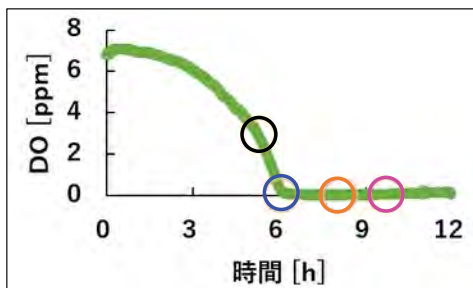
生物工学会2025大会（9月）で学生が発表します



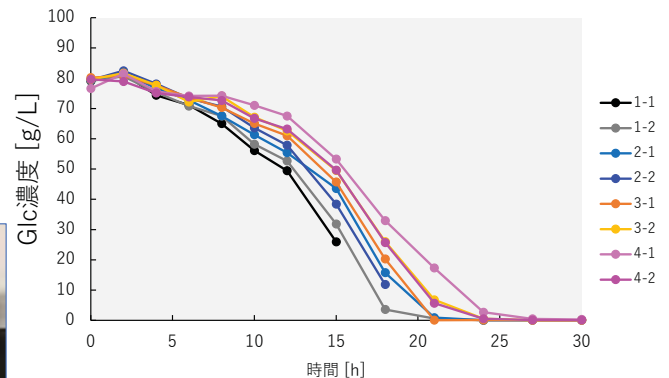
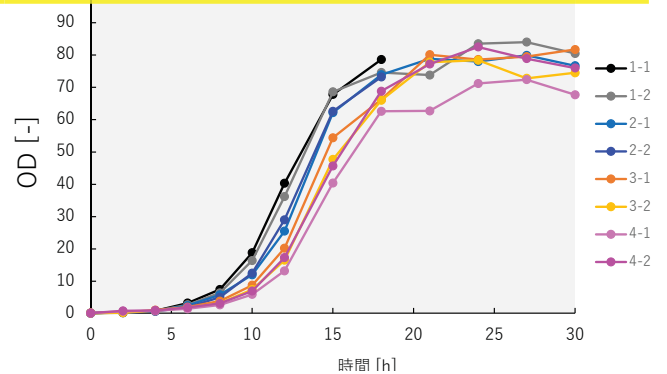
比増殖速度の算出



事例
菌株：*Corynebacterium glutamicum* ATCC13032株



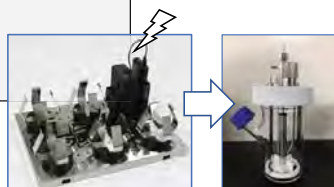
生物工学会2025大会（9月）で学生が発表します



フラスコ培養でDOをリアルタイム計測し、DO枯渇以前、**枯渇した直後**、**枯渇後2時間**、**枯渇後4時間**でジャーに植え継いだ。DOが枯渇した状態が長いほど、誘導期は長くなった。また枯渇後2時間と4時間では、同じ条件同士でもバラつきが大きくなる傾向を確認できた。

植え継ぎタイミングが与える影響 (速報)

- ①DO切れる前(3.5 ppm)
- ②DO枯渇直後
- ③DO枯渇後2時間
- ④DO枯渇後4時間



バイオものづくりラボの活動を記述した書物です。
無料でPDFが読めます。ご参照ください。

生物工学会誌 第102巻 第9号 449–453. 2024
https://www.jstage.jst.go.jp/article/seibutsukogaku/102/9/102_102.9_449/pdf/-char/ja

※JBA・フードバイオプラス研究会の企画記事

生物工学会誌 第103巻 第5号 188–191. 2025
https://www.jstage.jst.go.jp/article/seibutsukogaku/103/5/103_103.5_188/pdf/-char/ja

※JBA・バイオエンジニアリング研究会の企画記事

