

2021年度成果報告会

バイオジェット燃料生産技術開発事業／微細藻類基盤技術開発／ 微細藻バイオマスのカスケード利用に 基づくバイオジェット燃料 次世代事業モデルの実証研究

【委託】

(株)ユーグレナ (株)デンソー 三菱ケミカル(株) 伊藤忠商事(株)

【再委託】

三菱化工機(株) 中央大学 (国) 東京海洋大学 ガシャ・マタ大学 (インドネシア)

問い合わせ先
株式会社ユーグレナ
URL: <https://www.euglena.jp/contact/>

事業概要

1. 期間(委託事業)

開始 : 2020年10月
終了(予定): 2023年3月

(助成事業・予定)

開始 : 2023年4月
終了(予定): 2025年3月

2. 最終目標

(事業全体の目標(2025年3月までの目標))

- ・経済性: 各工程コスト積み上げ200円/L以下 (残渣売却益込100円/L以下)
- ・環境性: バイオジェット燃料のGHG排出量削減率50%以上(対化石燃料)
- ・安定性: 実証試験実施場所における年平均増殖速度の実績値 15g/m²/d以上
培養実証プラント稼働率の実績値 80%以上

(委託事業の目標(2023年3月まで))

- ・経済性: 各工程コスト積み上げ250円/L以下
- ・環境性: バイオジェット燃料を最終製品としたGHG排出量削減率40%以上(対化石燃料)
- ・安定性: 実証試験実施場所における年平均増殖速度の実績値 12g/m²/d以上

3. 成果・進捗概要

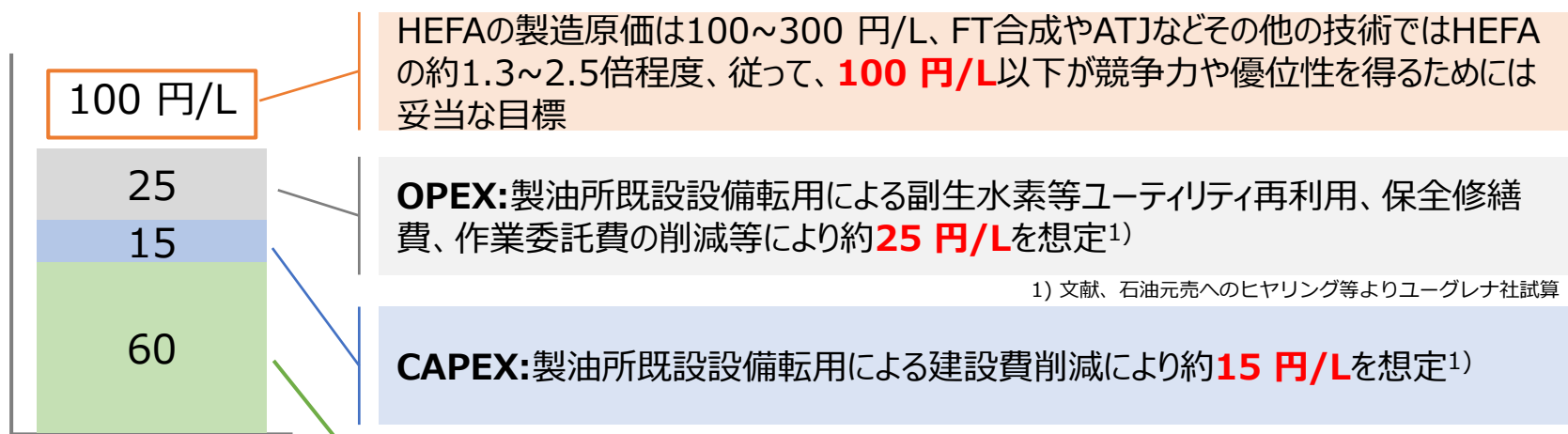
商業化時最小1ユニットの実証設備設計が進捗。並行して日本国内にて膜分離技術、抽出技術、残渣の飼料化研究が進捗。

本プロジェクトの目標設定



生産に農地を必要とせず、単位面積当たりの油脂生産量が高い微細藻類の油脂 (藻油) を持続可能な原料として安定供給する技術を完成させる

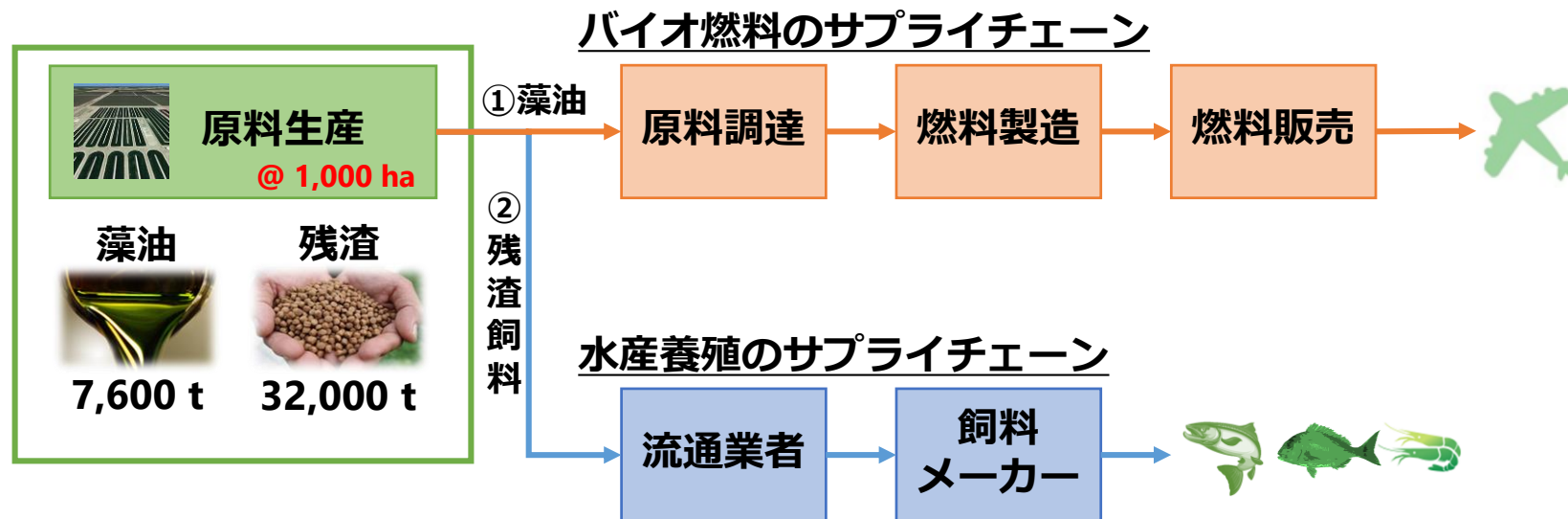
バイオジェット燃料製造コスト



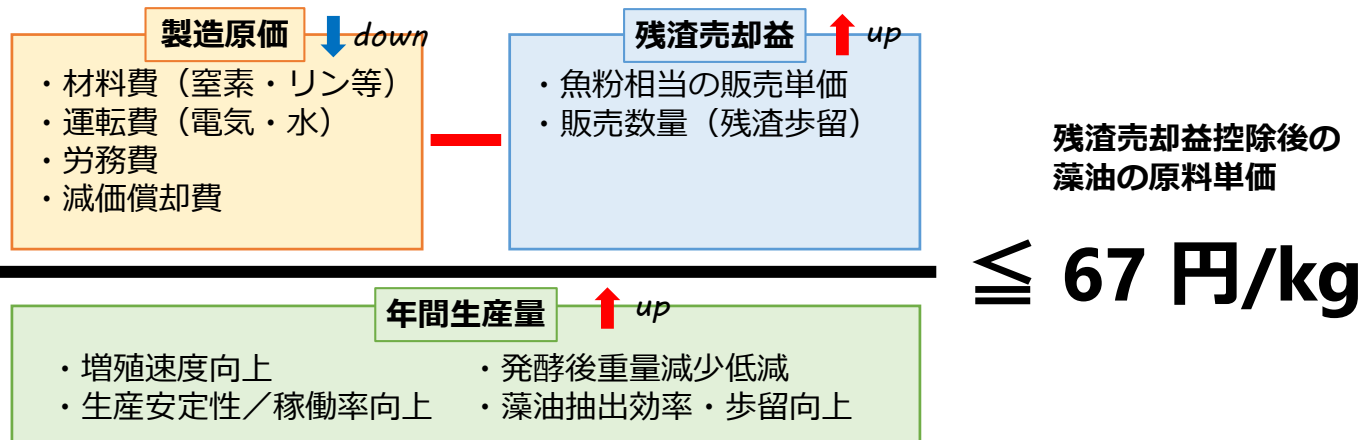
バイオジェット燃料100円/L以下を達成するため、原料は60円/L (≒67円/kg) ²⁾以下を目指す

◆微細藻バイオマスのカスケード利用事業モデル

藻油抽出後の残渣を高付加価値化して収益を得ることで、バイオマス全体の製造コストから残渣売却益を控除し、藻油の販売価格を引き下げる

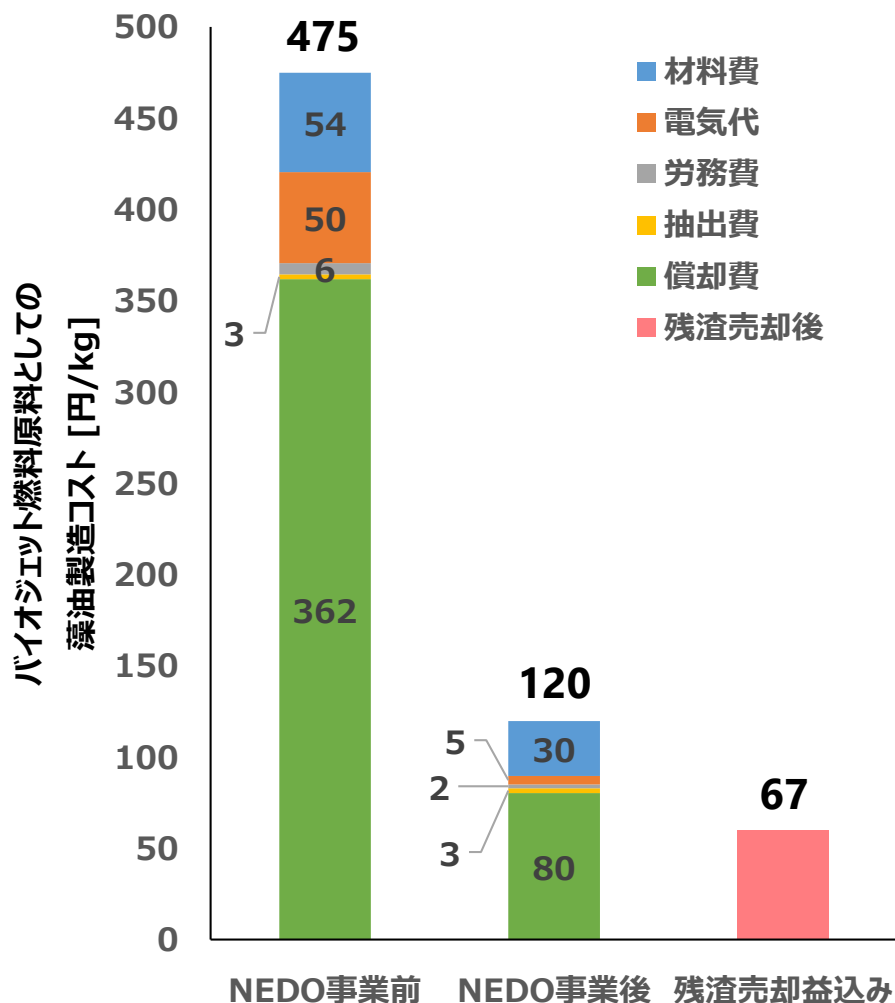


◆カスケード利用事業モデルにおけるコスト試算の考え方



現状のコスト試算

安定大量培養技術を確立し藻油製造コストを120円/kg程度へ大幅低減しつつ、残渣の水産養殖飼料としての活用法を並行して検討。飼料の売却益を控除することで藻油単価67円/kgを目指す。



※培養面積を1,000 haと仮定した場合の試算結果

◆生産量・安定性の向上

- ・年間平均増殖速度15 g/m²/d以上を達成
- ・年間稼働率80%以上（300日）を達成
- ・嫌気発酵後の重量減少15%未満を達成

◆製造コストの低減（主要テーマ）

- ・培養槽造成70%コストダウン
- ・パドル設置90%コストダウン
- ・パドル消費電力85%コストダウン
- ・回収工程高度化

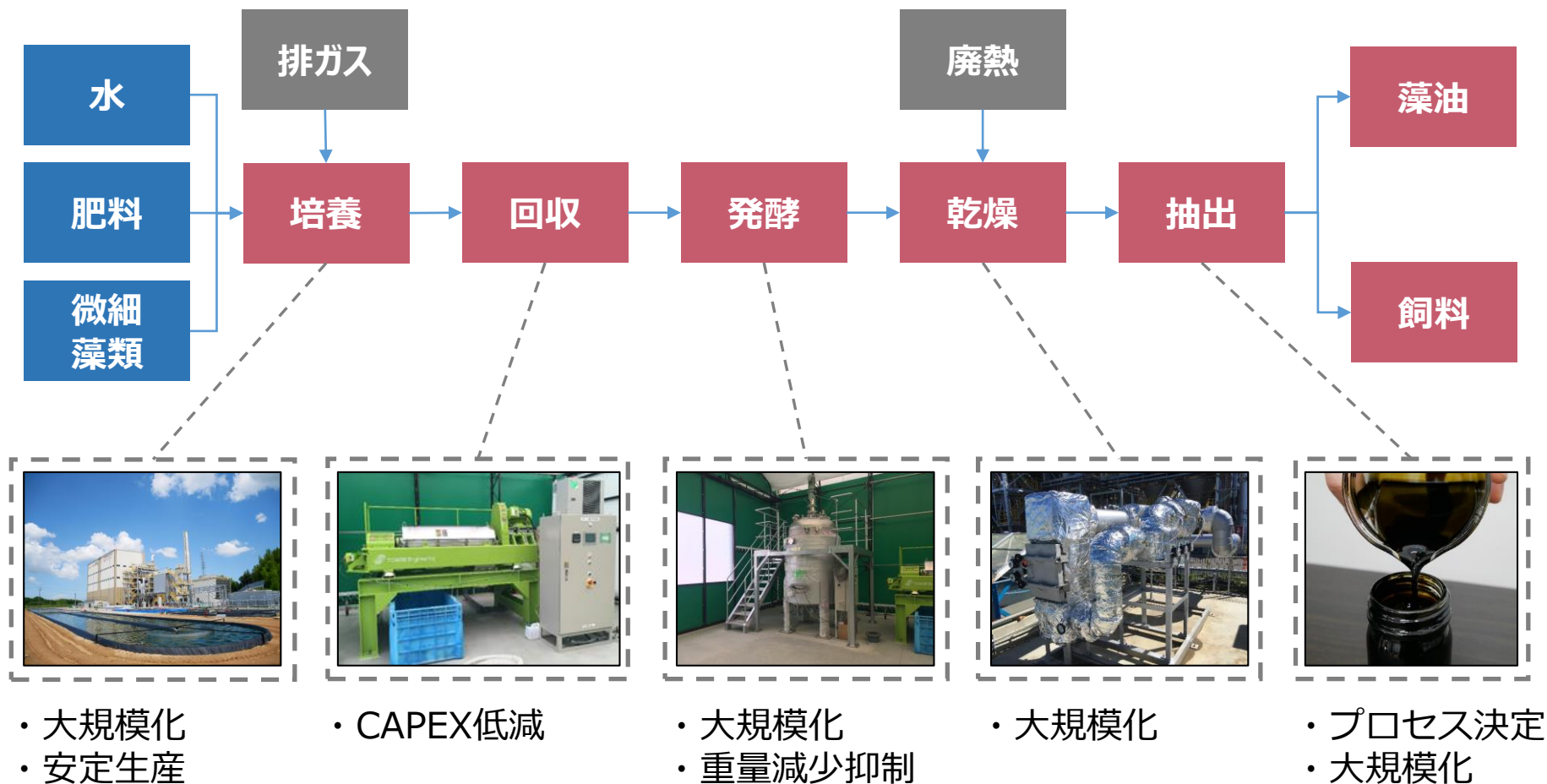
上記によりCAPEX全体で3分の1以下のコストダウンを達成

◆残渣売却益の向上

- ・藻油抽出後の残渣の水産養殖用飼料としての給餌効果が対魚粉比95%以上
- ・残渣売価が対魚粉比90%（2030年時点で約190円/kgを見込む）

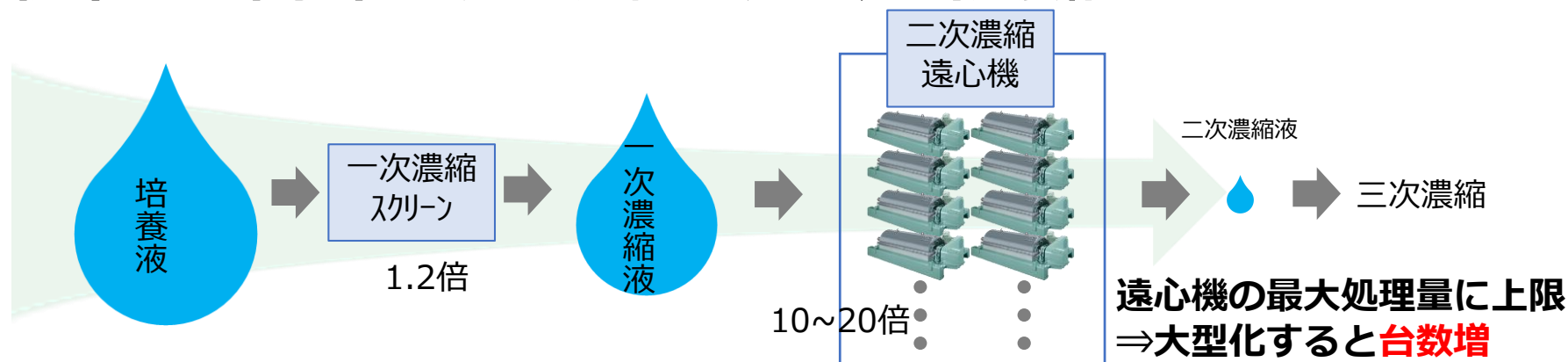
一貫生産プロセスフローの大枠は完成。商業化手前のパイロットスケールにて実証プラントを建設し、安定大量培養技術を確立しつつ、各工程の細部まで最適化する

◆生産工程の概要



※技術課題詳細は補足資料p26を参照

○従来の回収技術…遠心分離を用いた3段濃縮



膜分離技術の適用により、一次濃縮を高濃縮化（更には二次濃縮省略）することで
遠心機の台数減によるコスト削減を狙う

○検討内容

マルチボア型加圧膜モジュール：

IN-OUTろ過…加圧膜の中では懸濁物に強い
従来膜コスト1/3以下

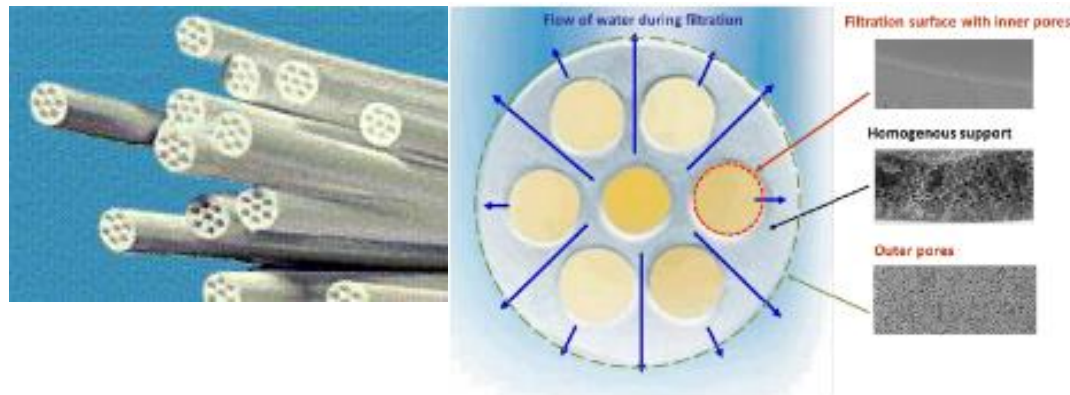
中空糸型浸漬膜モジュール：

曝気による洗浄性が高く、濃厚な懸濁物を安定的に処理可能
高濁度表流水、MBRなど実績多い

その他の回収技術の調査・応用

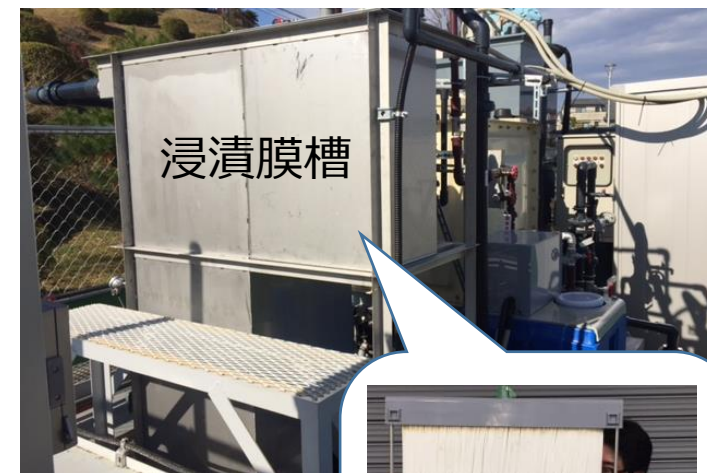


加圧膜①



- ・マルチボア型、IN-OUT加圧ろ過
- ・従来膜コストの1/3程度

浸漬膜



- ・人力で取り出して洗浄可能
(メンテナンスが容易)
- ・排水用途で実績多数

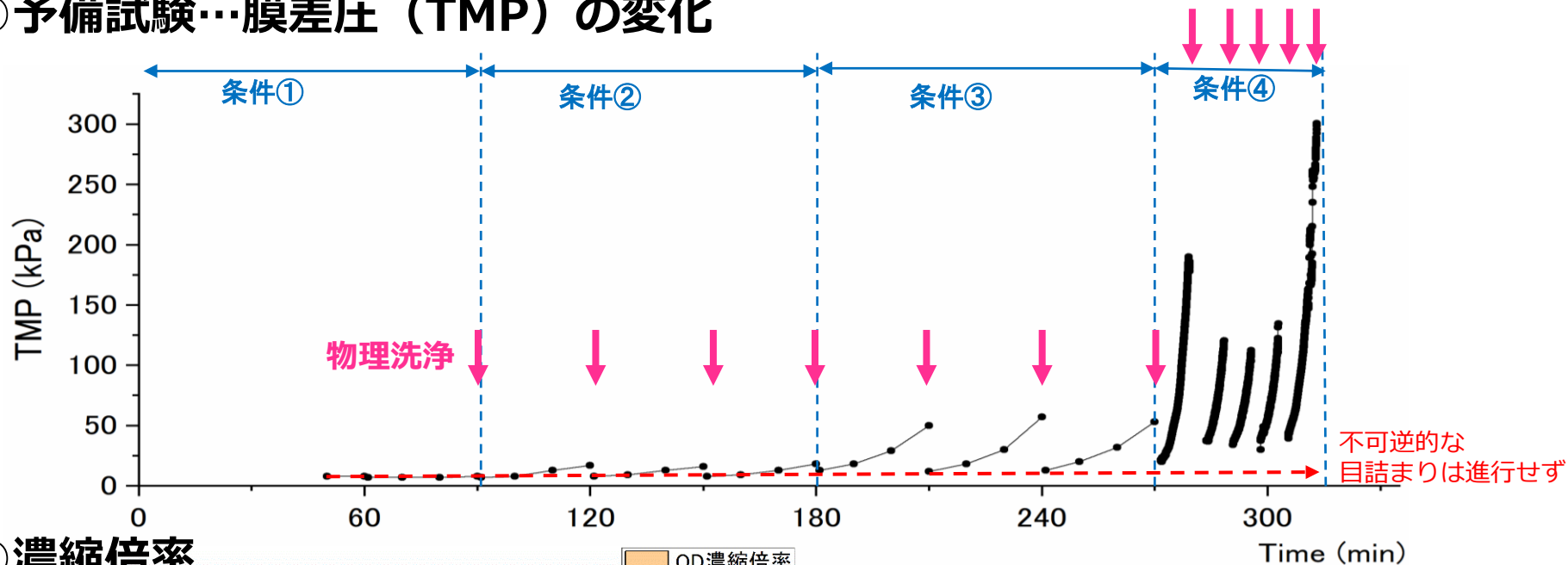
加圧膜②

【UF中空糸膜断面写真】

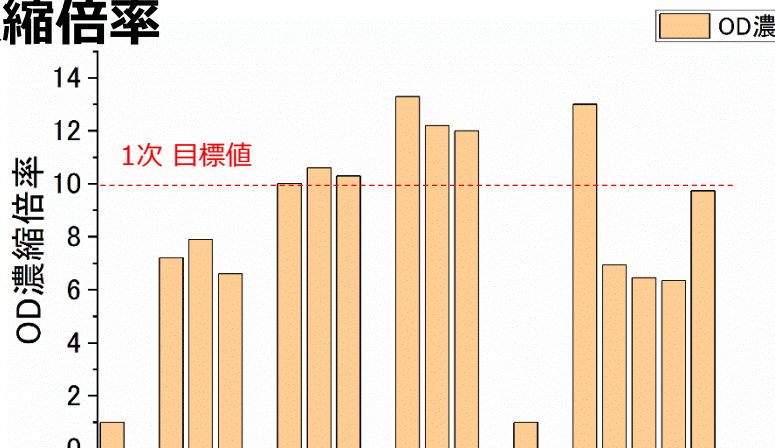


- ・中空糸型、IN-OUT加圧ろ過
- ・従来膜コストの1/6程度

○ 予備試験…膜差圧 (TMP) の変化



○ 濃縮倍率



- 各条件で安定的な膜差圧 (TMP) となり、濃縮率は約12倍となった

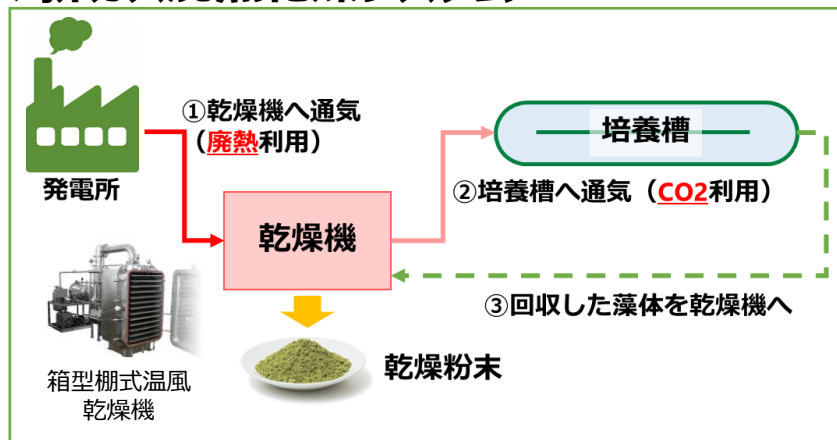
○加圧膜および浸漬膜の実証機設置は完了、稼働試験を実施中



現時点までの試験結果

- ◆加圧膜
 - 平均濃縮倍率 14.6倍
 - 最大濃縮倍率 20.8倍
- ◆浸漬膜
 - ※試験進行中

◆排ガス廃熱乾燥システム

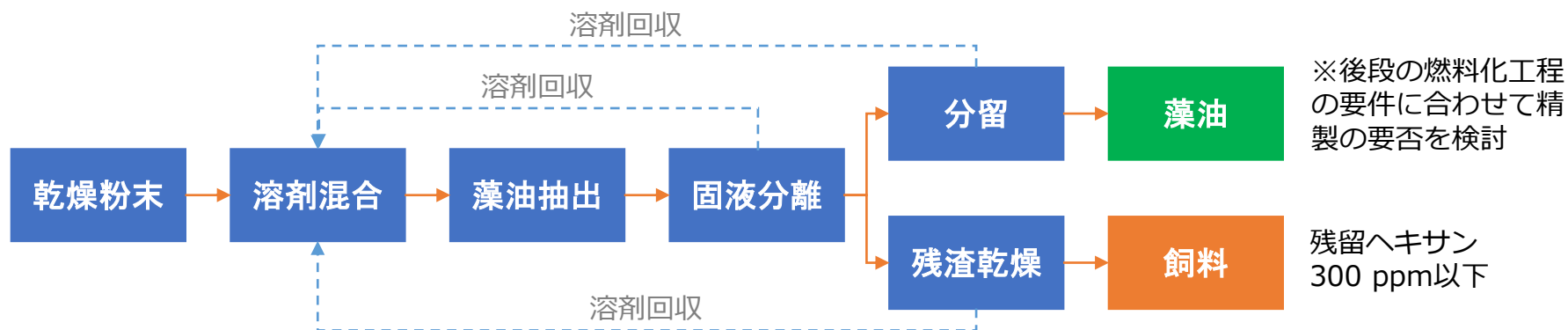


◆溶剤抽出



廃熱を利用した省エネな乾燥工程を開発したことで、**乾燥粉末から有機溶剤で藻油を抽出する**という簡便な手法を採用することが可能となった

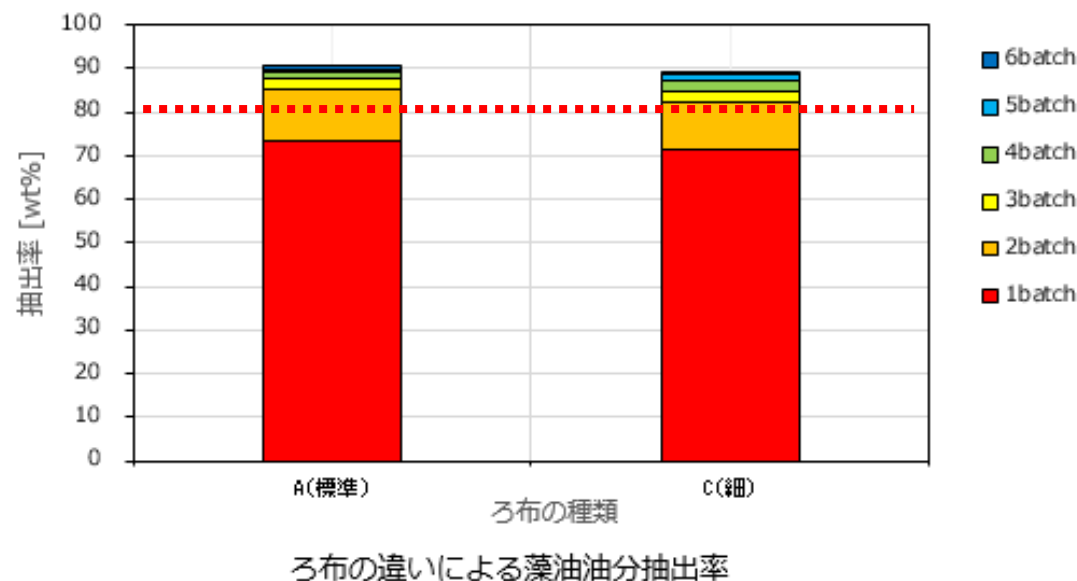
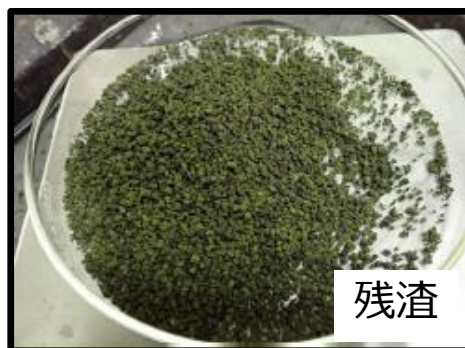
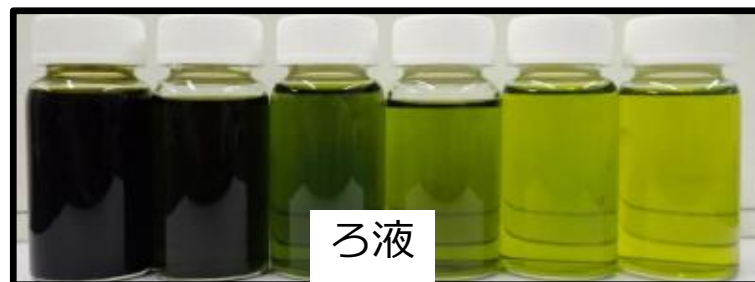
◆残渣利用を視野に入れた抽出工程の開発



抽出工程の各プロセスで最適な機器・装置・処理条件を確定する

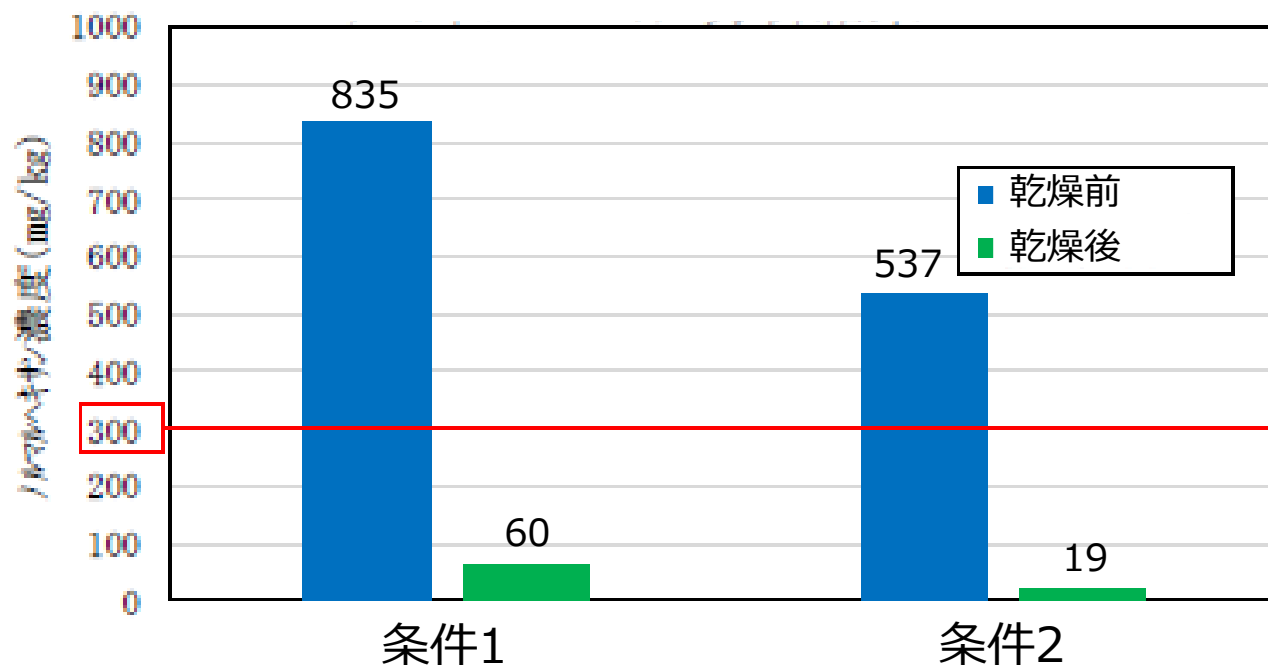
ラボ予備試験の結果：藻油

抽出6バッチ



ラボ試験の結果、抽出効率80%は2バッチで達成する事を確認。
また、6バッチで90%以上を達成可能であることも確認。

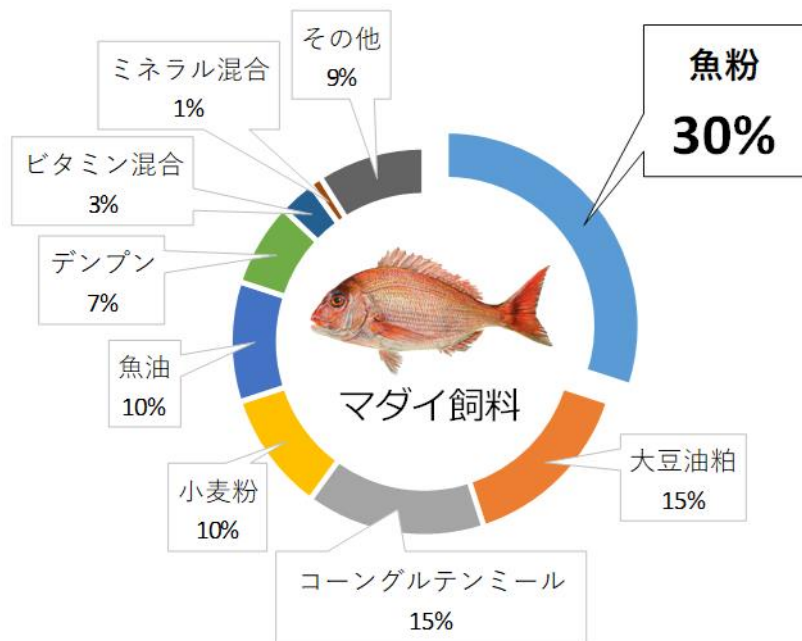
残渣中残留ノルマルヘキサン分析結果



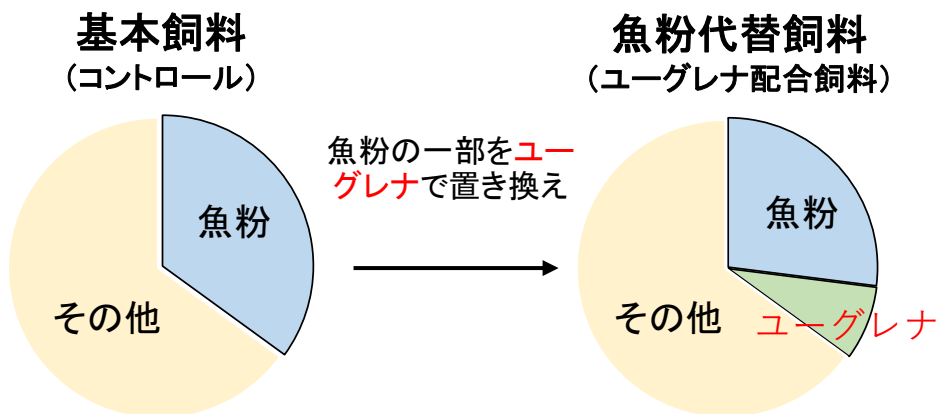
残渣を乾燥後、残留ヘキサンは最小で19 ppmを達成。
飼料として有効利用するための目標値300 ppmを大幅にクリアできる見込み。

魚類にとって魚粉は最高の原料であるため、全てを代替することは難しいが、何割まで代替しても魚体成長率が低下しないかを把握することが重要

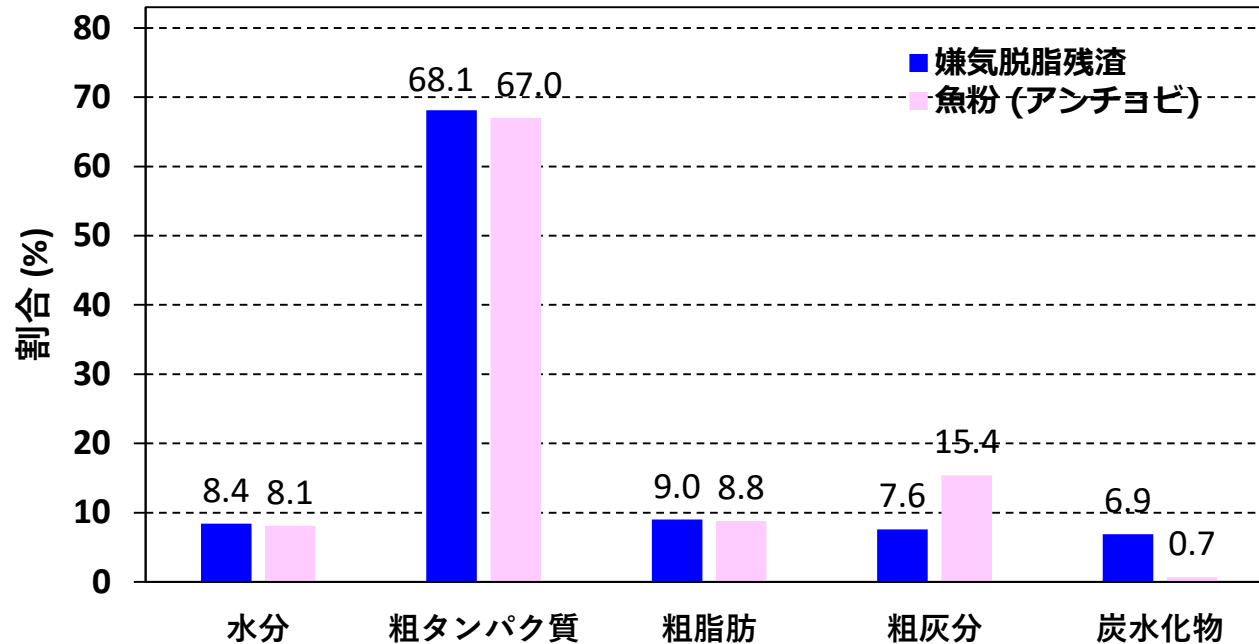
◆養魚用飼料の組成（マダイの例）



◆魚粉代替性を検証する給餌試験の考え方

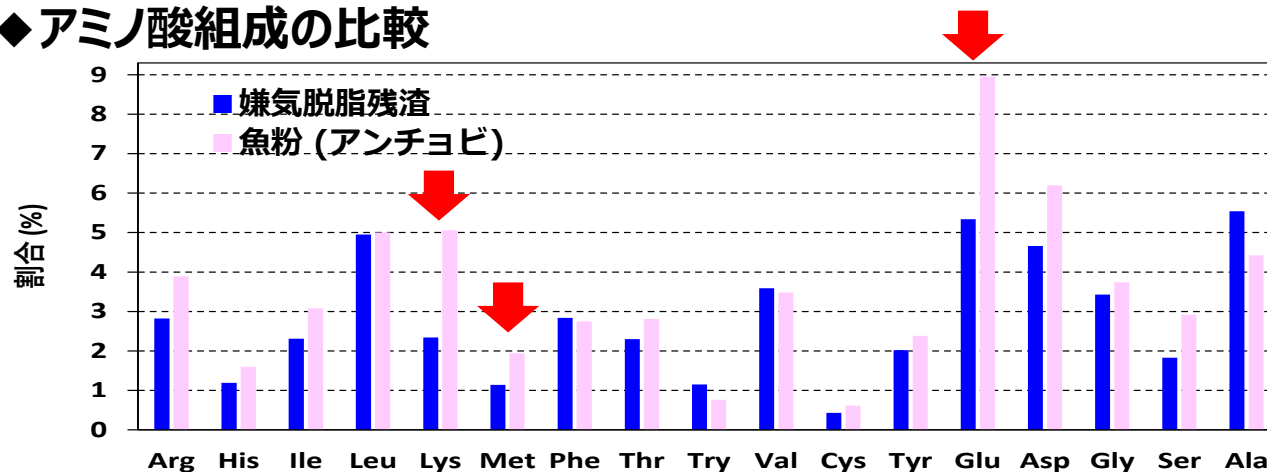


◆一般成分分析の比較



- ・ タンパク質、脂肪の含有率に大きな差異は無し
- ・ ※ヘキササン抽出後も脂質が残渣に存在している
- ・ 粗灰分（ミネラル）は魚粉に比べ少ない
- ・ 炭水化物は魚粉に比べ多い

◆アミノ酸組成の比較



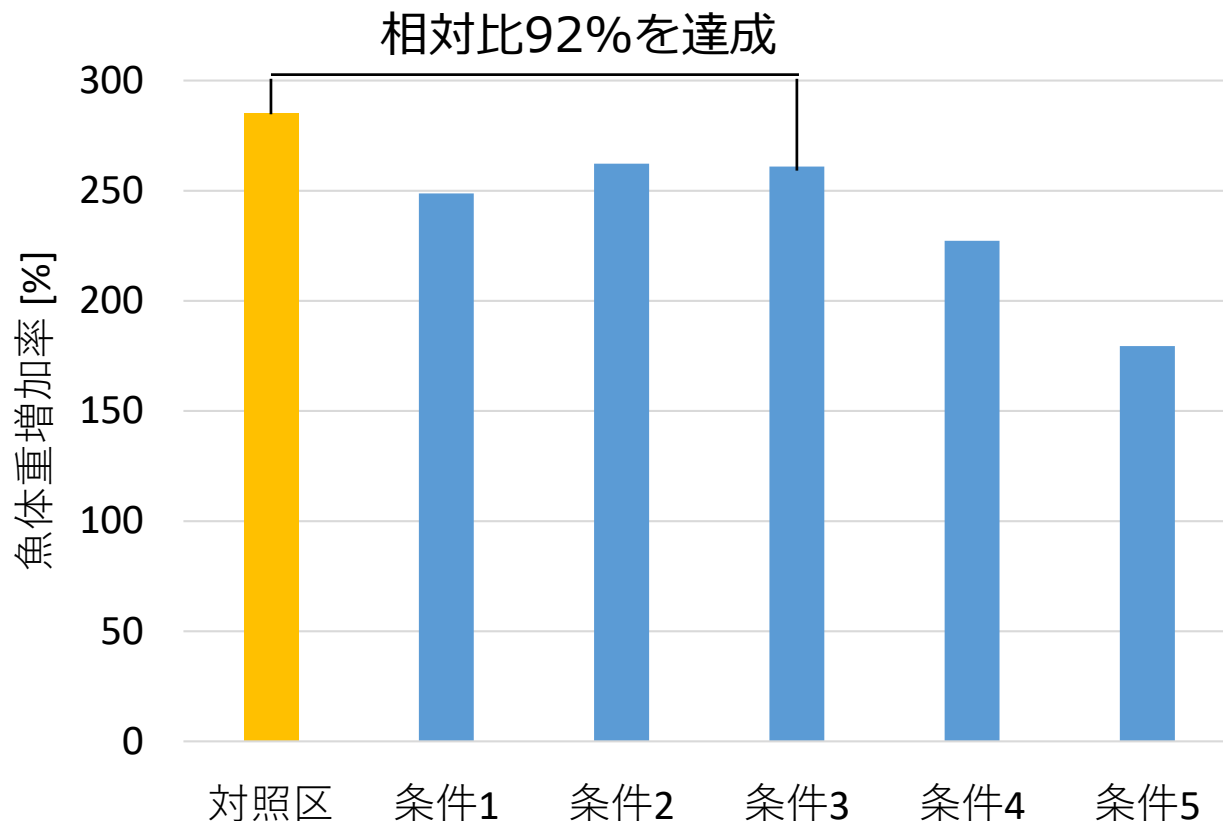
- ・ リジン、グルタミン酸が魚粉に比べ少ない
- ・ 必須アミノ酸の一つであるメチオニンもやや少ない

◆マダイ給餌試験

飼育期間：約2カ月

魚粉代替率：約17%

初期魚体重：25 g



残渣を含む飼料の給餌試験の結果、魚粉飼料と比較し最大92%の増重効果を達成
さらに、乾燥温度、乾燥方法により増体重率低下するケースあり、飼料品質を
最大化する生産条件の制御範囲が明確になりつつある

6. 新規微細藻類の探索

◆サンプリングから優良株選抜までの手順

①サンプリング



数百か所

②単離



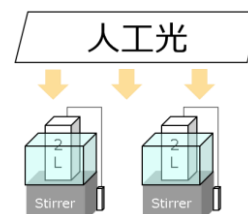
~50株

③試験管試験



~10株

④屋外模擬試験



~6株

⑤屋外試験



~3株

◆インドネシア国内における微細藻類の探索（※2019年9月～2020年1月）

田んぼ



牧場の隣の川



大学の魚の池



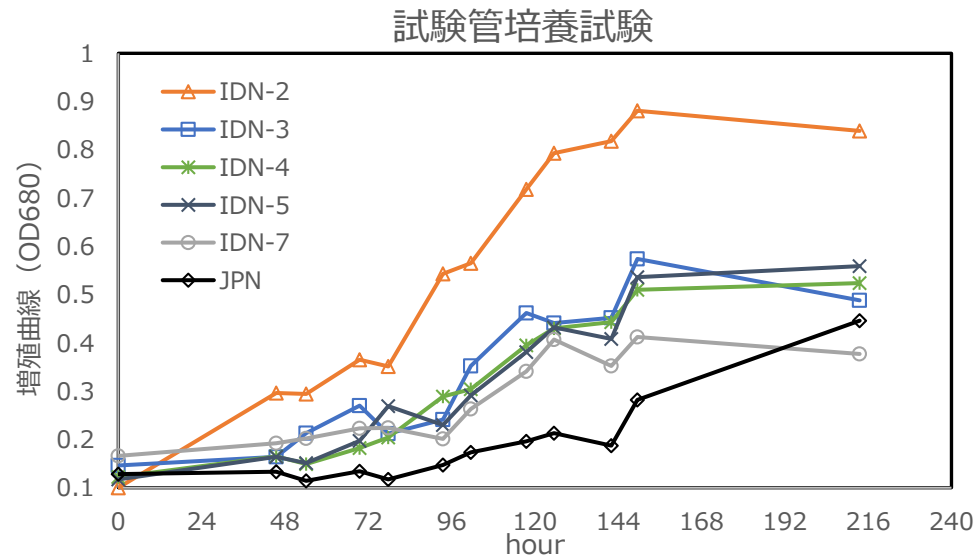
下水処理場の隣の川



サンプル数 : 194

単離されたEuglena sp.株 : 12

◆候補株の選抜状況

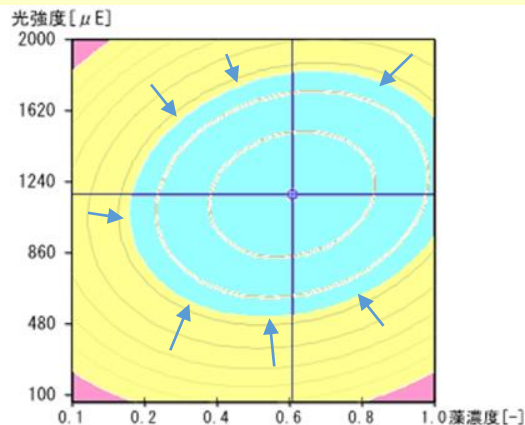


単離されたインドネシア産Euglena sp.のうち
日本産株を上回る性能を有する可能性のある
株が数種選抜された

①培養の安定化プロセス

- ✓ 生産性の高い領域を長時間維持させる
- ✓ 屋外の変化する環境に対して、藻にストレスが掛からない状態を維持させる

- 生産性Maxの70%以上：規格域
- 生産性Maxの70%未満
- 生産性ゼロの領域

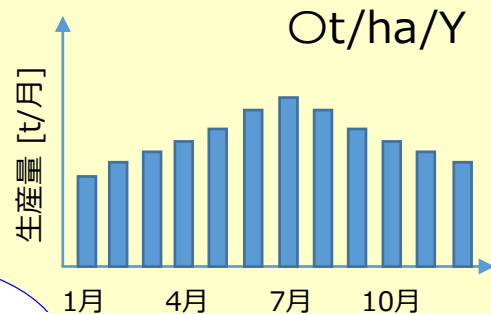


スケールアップ

5,000m²× 5 槽

大規模培養の検討：EU

②周年生産性を見積り



↑ 予測式から
計算

年間の日射量と気温データ

野生株
探索株

ユーグレナ
現地株

コッコミクサKJ
ゲノム編集株

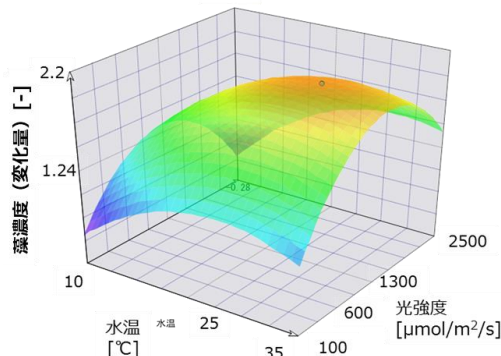
培養プロセスウィンドウ(PW)を用いて、①培養安定化プロセスを提案し
②海外培養サイトにおける各微細藻類の周年生産性を見積る

環境条件の影響度の調査

実験計画法



増殖曲面



得られる成果

1.藻の増殖に適した環境条件

- ・至適温度
- ・至適pH
- ・最適な植藻濃度 など

2.周年生産性の見積り

- ・培養する土地の環境条件
を入力して生産量を計算

3.歩留まりを上げる条件設定

培養プロセスウィンドウの構築

増殖の実測値 vs 増殖の理論予測 → ギャップ評価

ギャップの発生要因 (QY値が低下した原因)
を検証・特定する

ギャップ小

ギャップ大

実測/理論

生存領域

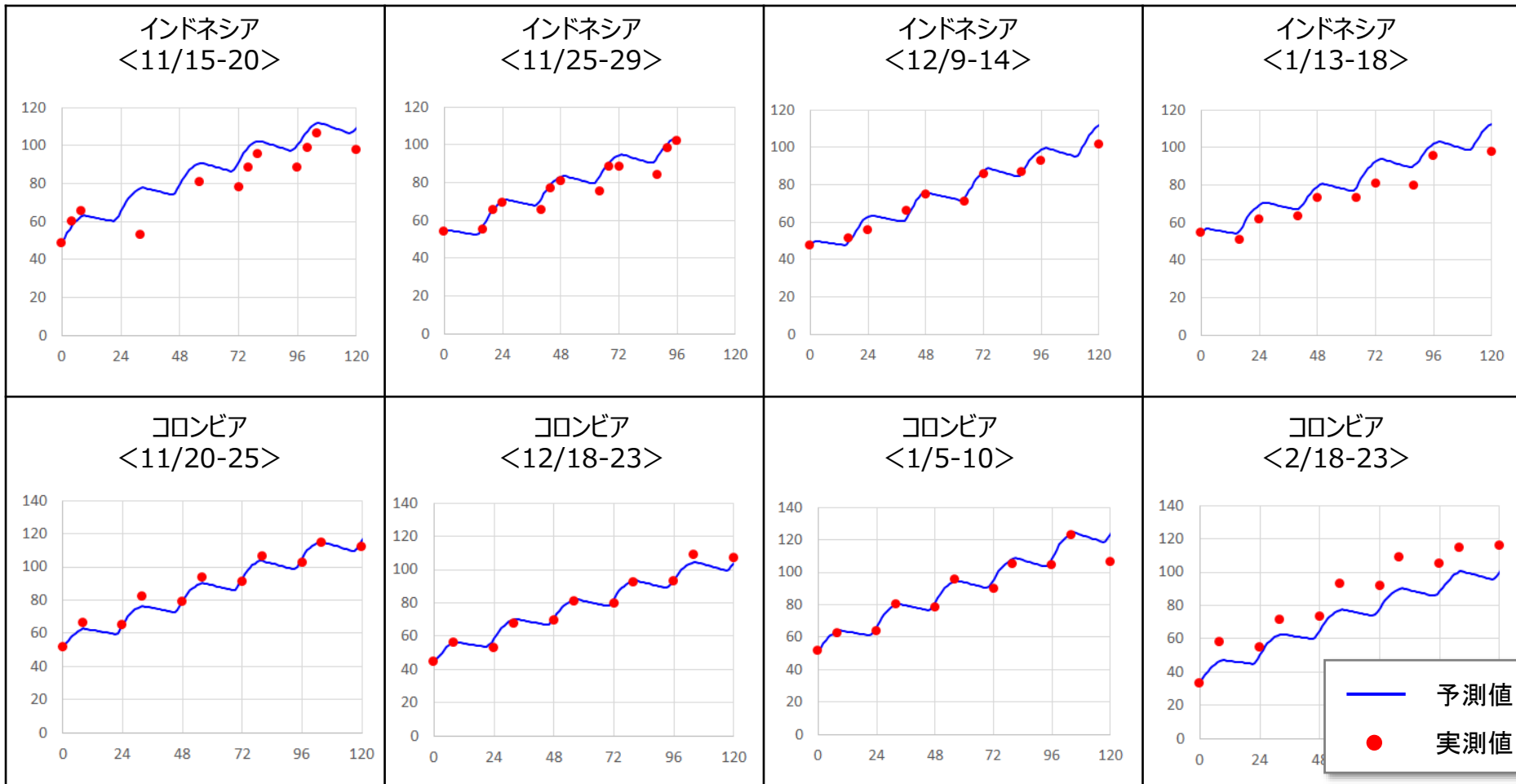
死滅領域

管理

培養時間

「歩留まりを上げる」 手段に繋げる道具として活用する

ユーグレナ株 予測値と実測値の比較



インドネシアとコロンビアの屋外培養データの両方にフィットする予測式を構築
⇒ 差異が発生するケースもあり、水温と光以外に影響する条件を見出す必要あり

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（N E D O）の委託業務の結果得られたものです。NEDO新エネルギー部にはプロジェクト推進において多大なご協力を賜り、改めて感謝申し上げます。

また、本プロジェクト推進において、各分野の専門家にご助言いただいております。この場を借りてお礼申し上げます。

筑波大学大学院 生命環境系	教授	鈴木	石根	先生
一般財団法人 造水促進センター	専務理事	大熊	那夫紀	先生
一般財団法人 日本LCA推進機構	理事長	稲葉	敦	先生
高知大学 農林海洋科学部	教授	益本	俊郎	先生