

2023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/

微細藻類由来バイオジェット燃料生産の産業化 とCO₂利用効率の向上に資する研究拠点 及び基盤技術の整備・開発

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

代表者名 野村 純平

団体名(企業・大学名など) (一社)日本微細藻類技術協会

問い合わせ先 (一社)日本微細藻類技術協会 E-mail: info-al@imat.or.jp TEL: 0846-64-4108

事業概要



1. 目的

世界的にCO₂排出削減を伴った燃料需要が拡大しており、持続可能な航空燃料(SAF)の供給は急務となっている。微細藻類由来のSAFを活用した目標達成へ貢献する上で、関連技術・研究における体系化された効率的な技術開発環境の整備が必要となる。そのため、本事業では、広島県大崎上島町において、微細藻類技術の向上を図り、2030年頃のバイオジェット燃料生産技術に係る確実な市場形成および社会実装に資するため、様々な条件下での微細藻類種ごとの実証データ取得が可能なテストベッドを含む研究拠点を整備し、事業化にあたっての課題の解決や培養工程でのCO₂利用効率を向上させるための手法の検討等を行うことを目的とする。

2. 期間

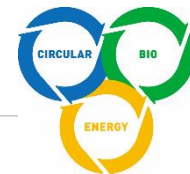
2020年8月 ～ 2025年3月

3. 目標（中間・最終）

中間目標：建設された建屋を活用し、微細藻類培養・分析に関する標準化手法の確立と技術経済・環境影響分析の実施を行う。
最終目標：大規模実証に関するNEDOの他プロジェクトにおいて得られた結果を比較・検証し、微細藻類由来バイオジェット燃料製造プロセスのモデルケース設計を実施する。

4. 成果・進捗概要

研究項目1（建設・移設）2021年12月竣工、2022年4月に開所。開所後は組織体制の充実化や知名度向上のためのセミナー・展示会への積極的な出展を行っている。
研究項目2（標準化）標準化に必要な設備類の導入を完了。微細藻類種の選定、標準培養条件の設定、バイオマス等の分析手法条件の設定および標準化を計画通り進めている。
研究項目3（排ガス利用・分析）大崎クールジェンから供給いただいたCO₂を用い、影響評価を実施。また、収穫以降の工程におけるCO₂排出量やコスト試算を進めている。
研究項目4（産業化課題の解決）産業化に必要な連続培養試験を計画通り進めている。また、各機関との連携強化を開始している。

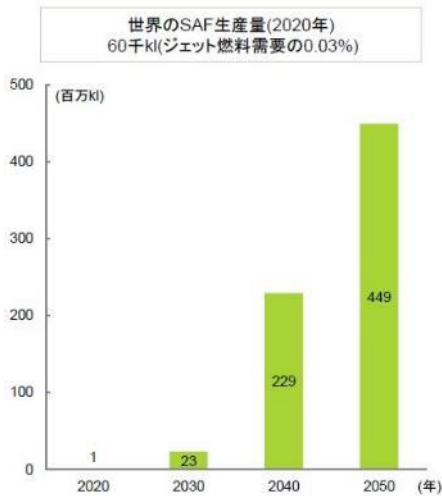


微細藻類のバイオ燃料生産の世界的動向

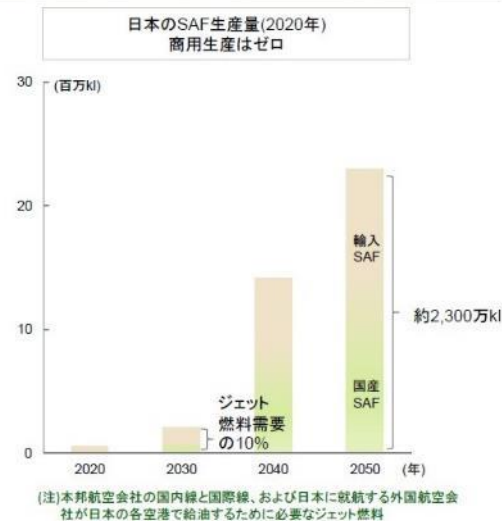
◇世界的にSAFの需要が大きく高まっており、以下の課題が挙げられている。

- 課題A) 必要な原料の量が存在するか
- 課題B) 各原料の収集が実際に可能であるのか
- 課題C) SAF製造用途に供給が可能であるか

世界のSAF需要見通し(IATA, 2021年10月)



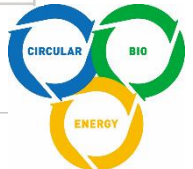
日本のジェット燃料需要(注)見通し(ANAホールディングス・日本航空)



各国・地域におけるSAFに関する目標・規制




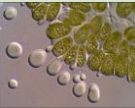
	SAF導入比率			備考
	2025年	2030年	2050年	
日本	-	10% (約2.5~5.6百万kl)	-	・政府目標(国内線・国際線)
米国	-	約8%製造 (11百万kl)	100%製造 (130百万kl)	・政府目標 ・製造資金支援(総額43億ドル)、税制優遇を検討中
EU	2% (約1百万kl)	5% (約3百万kl)	63% (約37百万kl)	・燃料供給事業者への混合義務を検討中
ノルウェー	-	30%	-	・燃料供給事業者への混合義務(20年導入済<0.5%>)
スウェーデン	5%	30%	-	・燃料供給事業者への混合義務(21年導入済<1%>)
英国	-	10%	75%	・導入義務を検討中 ・21年~製造資金支援開始(10年間で180百万ポンド)
ドイツ	2026年: 5万トン	20万トン	-	・SAF(CO2由来)導入義務を検討中
フランス	2%	5%	-	・燃料供給事業者への混合義務(22年導入済<1%>) ・22年~SAF導入に対する税制優遇開始
スペイン	2%	-	-	・政府目標
オランダ	-	14%	-	・政府目標(グリーン水素/電力含む)

(出所) SMBCLレポート 持続可能な航空燃料(SAF)国産化に向けた取組と事業機会



背景：国内でのSAF製造可能量について(2050年予測)

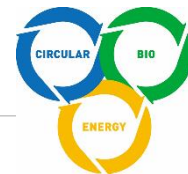


原料	製造技術	概算製造可能量(万kl/年)	
	廃棄物	ガス化・FT合成	424
	廃食油	水素化処理	21
	植物油脂	水素化処理	3.2
	バイオマス糖	ATJ	2.3
	木質バイオマス	ガス化・FT合成・ATJ	347
	CO ₂ ・水素	PtL (逆シフト反応・FT合成)	514
	微細藻類	触媒水熱分解・ 水素化処理	N.A.
合計	—	1,312	

(出所) 運輸総合研究所「我が国におけるSAFの普及促進に向けたサプライチェーン全体の課題・解決策(報告)」から引用

**2050年時点での国内SAF需要をカバーするためには、
微細藻類由来SAFの製造が重要となる。**

国内SAFの需要 **2,300** 万kl/年

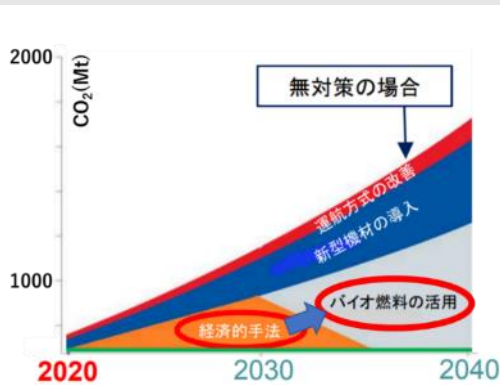


背景：国内組織設置の必要性と目的

1

バイオジェット燃料の需要は年々拡大していく

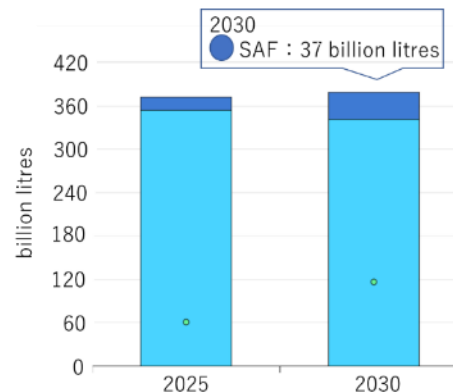
航空業界の、バイオジェット燃料に対する期待は非常に大きい。2030年以降は、積極的なバイオジェット燃料の生産・利用が期待されている。



2

微細藻類生産の技術開発、大規模化が急がれる

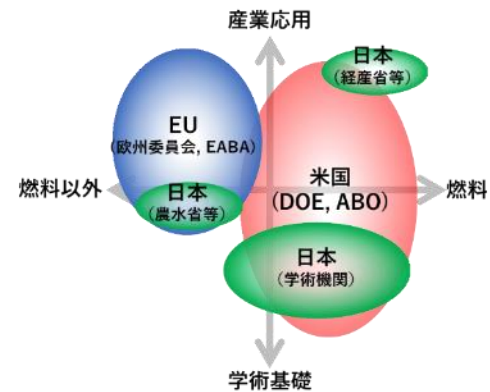
2030年のSAF需要は、国内で250-560万 kLと見積もられる。その需要に寄与するためには、単位面積当たりの収量の大きい微細藻類生産技術開発が重要となる。



3

しかし、国内における微細藻類の研究開発は、、、

これまで国内では、政府支援による優れた微細藻類の技術開発成果が公表されてきた。しかし、その成果の体系化や適切な比較・評価がなされていない。



研究拠点および基盤技術の整備・開発ならびに研究開発の体系化・効率化が急務。

一般社団法人日本微細藻類技術協会

(IMAT: Institute of Microalgal Technology, Japan)



- ◆ **設 立** : 2020年5月14日
- ◆ **事 務 所** : 神奈川県川崎市高津区坂戸3-2-1
- ◆ **研 究 所** : 広島県豊田郡大崎上島町中野6208-1
- ◆ **設立目的** : 微細藻類の産業利用と関連技術発展の推進
- ◆ **社 員** : 4名 (従業員: 19名, 駐在17名)

代表理事

芋生 憲司



東京大学
大学院農学生命科学研究科
教授

理事

上原 与志一



三井化学株式会社
研究開発本部
未来技術創生センター長

理事

福田 明



ENEOSホールディングス株式会社
未来事業推進部
事業推進1グループマネージャー

監事

中川 智

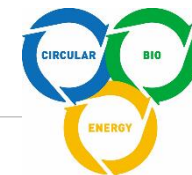


バイオインダストリー協会
事業連携推進部長

- ◆ **会 員** : 14社



※アルファベット順で表示



背景：米国の類似組織と研究開発状況概要



標準化機関



Industrial Algae Measurements
October 2017 | Version 8.0



A publication of ABO's
Technical Standards Committee

© 2017 Algae Biomass Organization

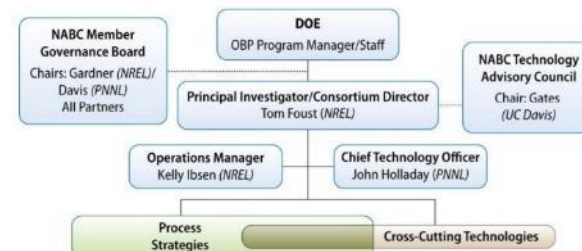
微細藻類のバイオマス分析を中心とした標準化業務を行っている。

テストベッド



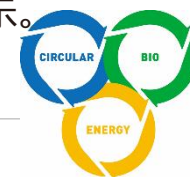
地域、季節、環境、運用の異なる条件下で、実証試験を行い、有望な生産株や規模の検討を実施している。

研究機関



PNNL：水熱液化技術等の詳細開発を実施。

NREL：全体のレビューを統合して報告、バイオマスの評価手法などを提示。



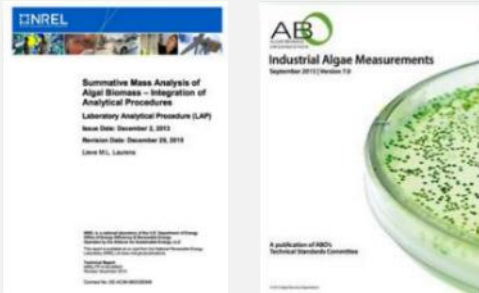
IMATは、日本国内の微細藻類事業者の意見/技術の集約の場として、微細藻類の産業利用と関連技術の発展を推進します。

微細藻類産業の創出に向けた基盤整備の推進

標準化の推進

微細藻類技術に関する研究開発の標準手法や規格の確立・規定、産業利用にむけた技術基盤の整備、政策への提言を実施。

米国NRELやABOの事例を参考に、様々な機関・研究者が得た各種研究成果の適切な比較を推進する



事業例

- 試験や分析/評価方法、単位表記の標準化
- バイオマス生産性等の各種標準参照値の取得
- モデルケース・シナリオの提案
- 各種目標数値、共通課題等の整理
- ロードマップの作成
- 政策や法整備への提言

研究用テストベッドの整備

微細藻類事業の共通実証基盤機能を有する屋内研究設備を設置し、微細藻類事業者の共通利益に資するオープンな研究開発を実施。

米国ATP3テストベッドの事例を参考に、日本国内のテストベッドを整備する



事業例

- 培養から抽出までの工程に関する基礎データの収集および分析
- CO₂フットプリント、TEA、EROI等の分析
- 会員の研究設備利用
- 会員の技術委員会への参加
- 会員への研究成果公開
- 会員の技術セミナー等参加

事業創出の支援

異なる分野の事業者を交えたイベントの開催等による情報収集機会の提供を通じて、微細藻類関連事業の創出を促進。

研究者や事業者の交流活性化を通じて、共同研究や新規事業創出を推進する



事業例

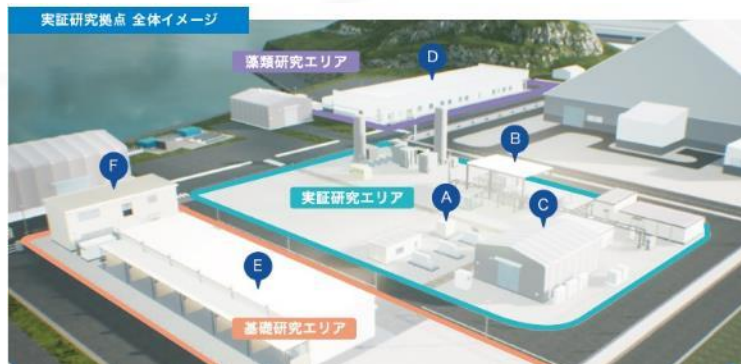
- 産官学連携による研究開発
- 地域産業との連携
- 実務経験を通じた研究員の技術交流
- 各種産業分野・企業との交流会の開催
- ニュースレター等による業界情報の提供

背景：大崎上島での実施目的



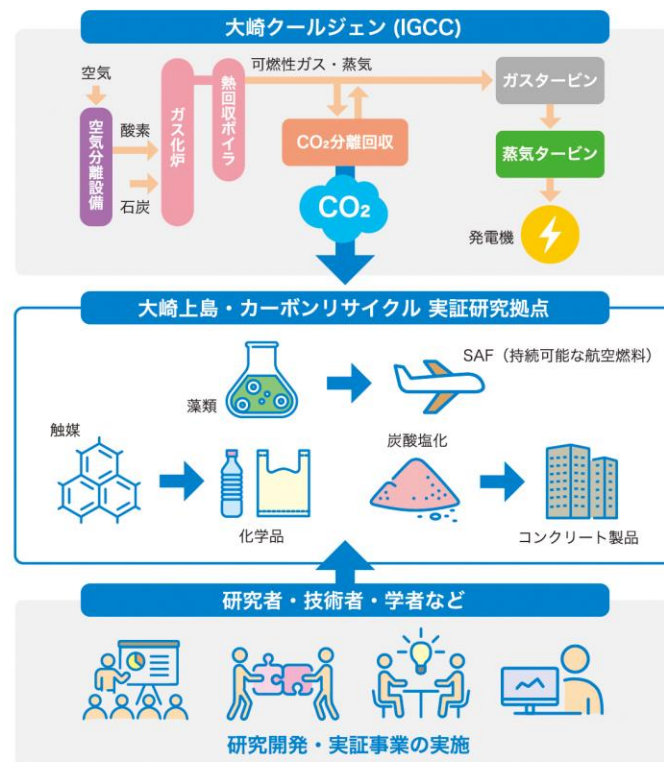
◆実施場所について

事業活動は、中国電力大崎発電所構内にて実施しております。

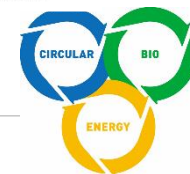


◆実施目的について

隣接する発電所である大崎クールジェンからのCO2を有効利用し、カーボンリサイクルの基盤技術を構築するため。また、知見を集約するための拠点としても活用しています。



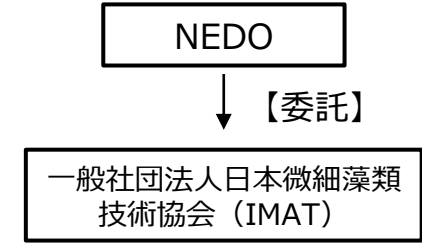
出典：革新的環境イノベーション戦略（経済産業省）を基に NEDO 作成



- <内 容>** 研究項目1：『国内基盤研究拠点』の整備
 研究項目2：標準条件・手法の整備
 研究項目3：排ガス利用および技術経済・環境影響分析
 研究項目4：産業化課題の解決

<期 間> 2020年8月～2025年3月

<実施体制図>



1 研究拠点の設備

安定したデータの取得と複数のアプローチによる技術検証が可能な屋内研究拠点を整備します。

◆特徴①

光・水温制御により世界各地の気候を再現可能な3種の培養設備を導入



◆特徴②

乾燥、成分抽出・分析など、藻類生産に関する一連の工程の技術検証が可能



2 手法・条件の標準化

微細藻類の生産における標準手法・標準条件を整備し、それらを用いて標準参照値の取得を行います。

◆培養

- 環境条件（光、水、栄養等）
- 設備稼働条件（水深、曝気量、流速等）
- 標準（推奨）手法

◆乾燥、抽出

- 装置稼働条件（温度、時間、溶媒等）
- 標準（推奨）手法

◆分析

- 必要（推奨）分析項目
- 装置稼働条件
- 標準（推奨）手法

◆成果の表記

- 生産性の表記法
- 製品に含まれる藻類の割合表記

3 排ガス利用・分析

大崎クールジェンから供給されるCO₂を用いて微細藻類の培養試験を実施し、産業化に必要な各種分析を実施します。



CO₂の利用

◆要点

- 排ガス由来のCO₂の利用
- 標準手法・条件の利用
- 微細藻類の生産における技術経済分析、環境影響分析の実施

4 モデルケース作成

取得したデータと他のNEDOプロジェクトにおいて得られた実証データを比較・分析し、商業化に必要な知見を取得、提案する。



他プロジェクト結果との比較・分析

産業化に有用な情報の整理

モデルケースの作成・提案

微細藻類関連技術の研究基盤構築およびその成果の公正な比較・評価を通じて、
微細藻類由来バイオジェット燃料の産業化に貢献する

研究開発項目 1 「国内基盤研究拠点」の整備



大崎クールジエン株式会社



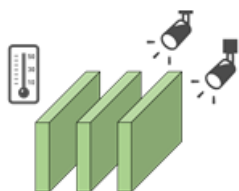
広島県大崎上島



IMAT基盤技術研究所 大崎上島拠点
- 2022年4月開所

提供：大崎クールジエン株式会社

培養



- パネル型PBR
 - チューブ型PBR
 - レースウェイポンド
- ※光・水温制御が可能

収穫・濃縮



- 遠心分離機
- 濾過分離機
- 化学凝集設備 等

乾燥



- 噴霧乾燥機
- 凍結乾燥機
- 風熱乾燥機
- 天日乾燥設備 等

抽出



- 溶媒抽出装置
- 超臨界流体抽出機 等

分析



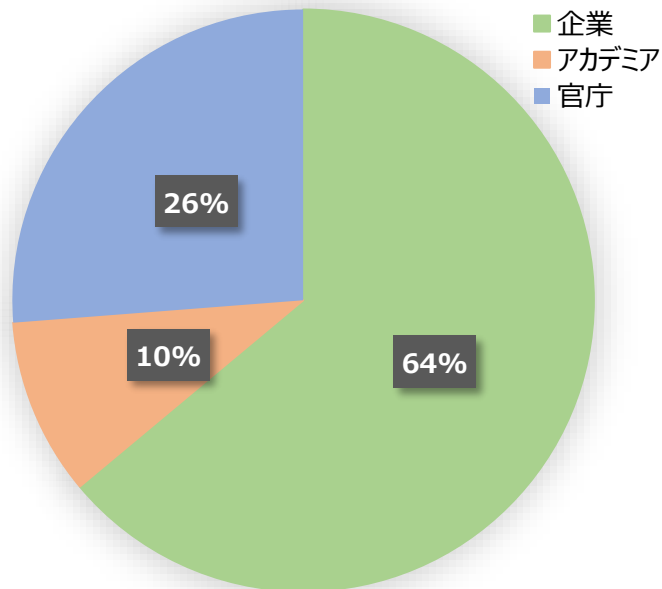
- 培地成分
- バイオマス成分
- 脂質成分
- 等の分析装置

22年度には各種工程に対して複数のアプローチによる技術検証を可能とする研究拠点を整備した。今後は本拠点を活用し、産業化に資する活動を進めていく。



研究開発項目 1 「国内基盤研究拠点」の整備

団体別訪問者の割合



産・学・官の技術集約の場として、
様々な方にご来所いただいている。

経済産業省_吉田大臣政務官

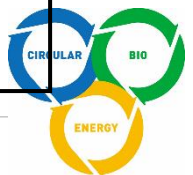


広島大学含むALCA研究チームとの技術的協議



2022年度4月開所式後の来所延べ数：1000人以上、企業延べ数：100社以上

企業間での交流機会が増え、微細藻類関連事業の活性化に繋がっている。
また、拠点訪問がきっかけとなり、本事業の成果を最大化するための産学連携を開始。

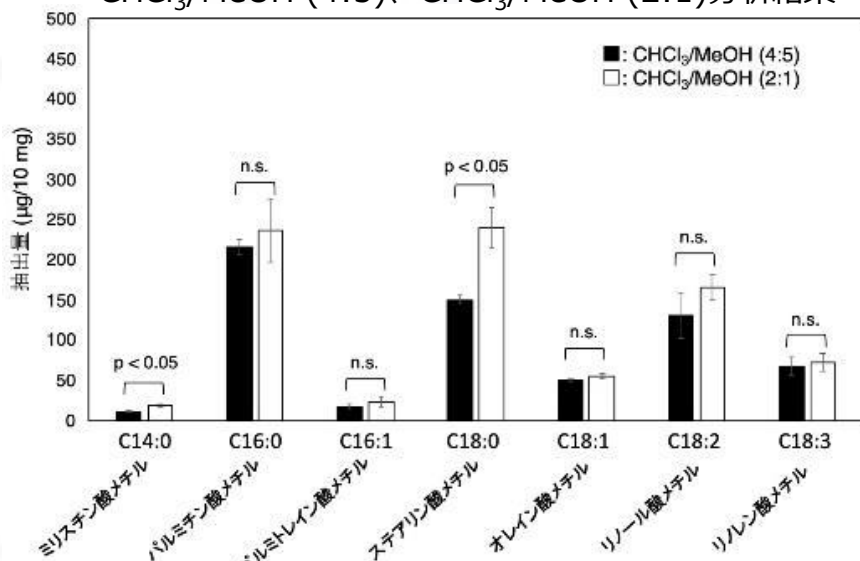


研究開発項目2：標準条件・手法の整備

- 分析条件の標準化において、微細藻類由来脂質成分の詳細分析手法の検討を行っている。以下にその成果例として、脂肪酸メチルの抽出手法検討の結果を示す。

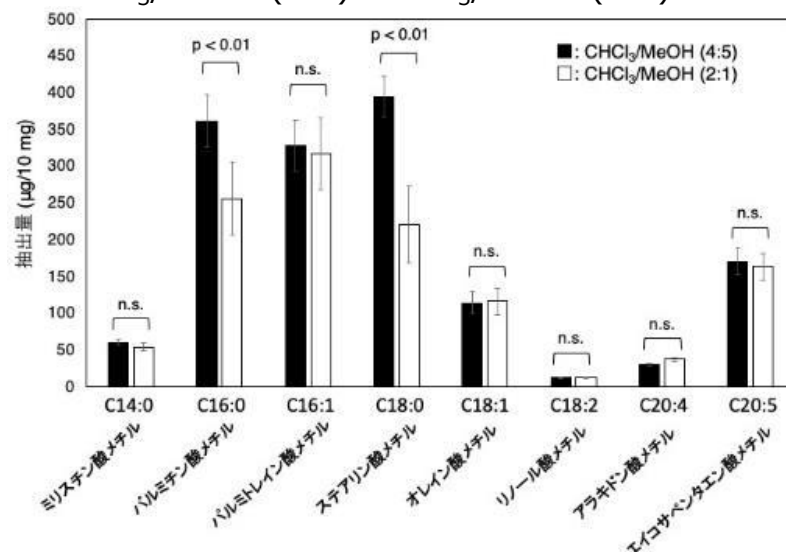
Chlamydomonas reinhardtii CC-1010

CHCl₃/MeOH (4:5)、CHCl₃/MeOH (2:1)分析結果



Nannochloropsis oceanica NIES-2145

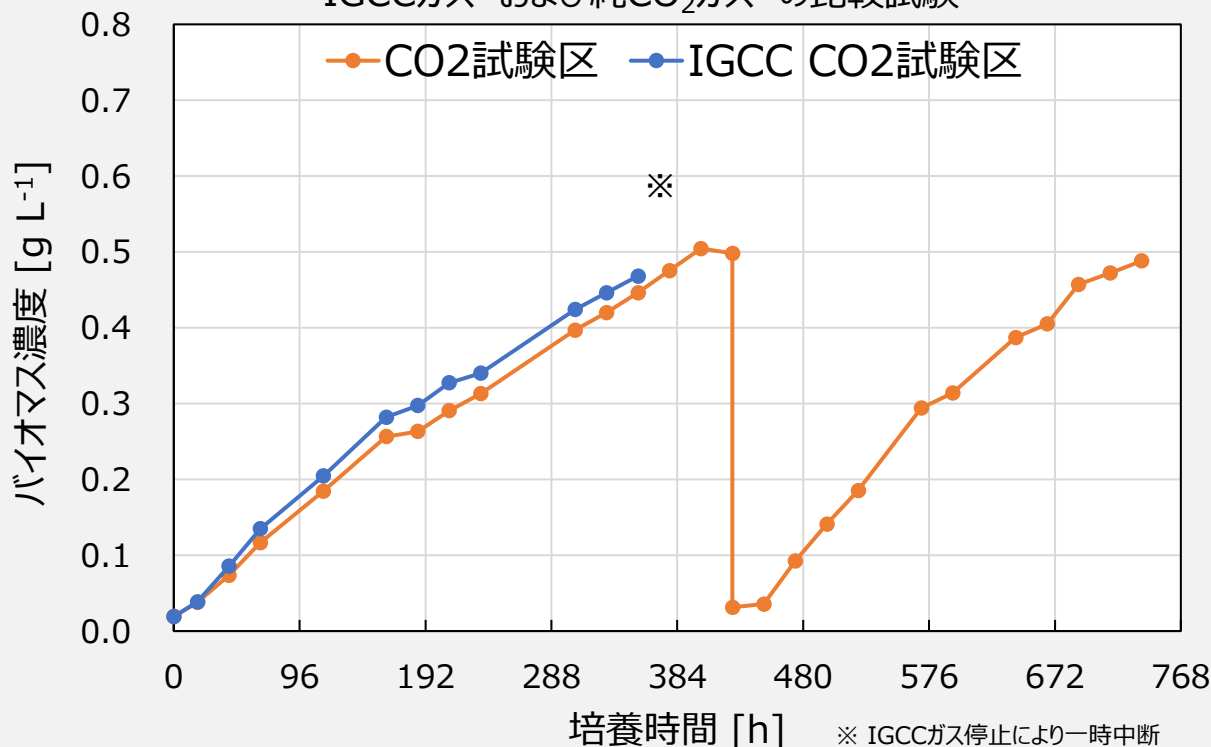
CHCl₃/MeOH (4:5)、CHCl₃/MeOH (2:1)分析結果



- CHCl₃/MeOHの比率によって、抽出量の差が確認された。
- さらに、*Chlamydomonas reinhardtii* CC-1010、*Nannochloropsis oceanica* NIES-2145の藻類種によって、最適な比率が異なっており、藻類種ごとに標準化の必要性が示唆された。
- そこで今後は、CHCl₃/MeOH比率による最適手法を確立する。またそれ以外に、**藻体含水率、抽出温度、抽出時間を検証し、各抽出工程のモデルケースを作成する。**

➤ 火力発電所から排出されるガスの影響評価として、以下の比較試験を実施した。

IGCCガス※および純CO₂ガス※の比較試験



全培養期間バイオマス平均生産性 [g L⁻¹ d⁻¹]

CO₂試験区

0.027

IGCC CO₂試験区

0.031

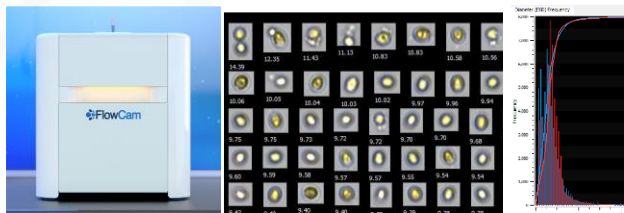
	CO ₂ 試験区	IGCC試験区
株	NISE-2145	
培地	F/2 + 人工海水	
気象	Malaysiaを再現	
	最小日照条件	
光量子束密度	0~350 μmol m ⁻² s ⁻¹	
培養温度	22~33 °C	
CO ₂ 濃度	1.0 %	0.8~1.0 %
曝気量	0.05 L L ⁻¹ min ⁻¹	
pH	7.5前後	
培養液量	1000 L	
追肥頻度	N,P,Feのみバックテストで測定後、 枯渇時に追肥	
測定時刻	10:00	
測定項目	SS,OD,PAM,dCO ₂ ,pH, バックテスト,顕微鏡観察	

※IGCCガス：石炭を高温高压のガス化炉で可燃性ガスに転換させ、ガスタービンに導入して発電し、その排熱を蒸気にして熱回収し、蒸気タービンで発電する複合発電。
大崎クールジェンからの供給
純CO₂ガス：99.9%以上がCO₂で構成されている微細藻類試験にて通常用いられるガス

➤ 微細藻類産業の課題解決のため、大学との連携を行い検討を進めている（以下一例）。

日本微細藻類技術協会

形態・サイズによる分類

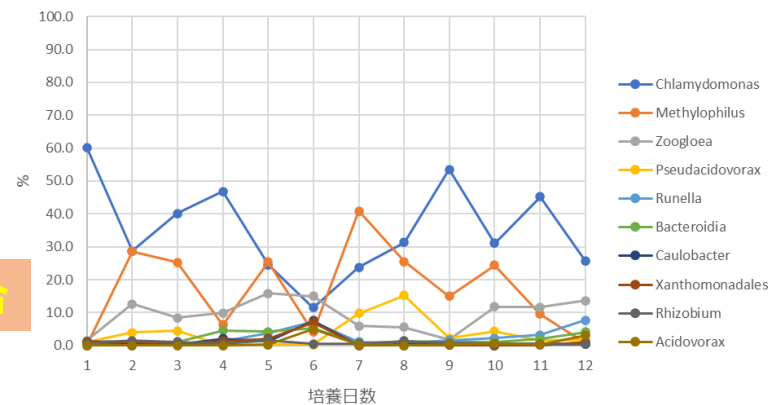


遺伝子情報による分類



統合

培養環境の微生物存在比（クラミドモナス）



微細藻類の培養環境を多角的に観察することで、培養破綻の要因を追求

今後は更なる連携を行い、産業化において重要課題であるコンタミネーションのリスク評価の実現を目指す