

2022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/
微細藻類研究拠点における基盤技術開発/
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

野村 純平

(一社)日本微細藻類技術協会

2022年2月1日

問い合わせ先

一般社団法人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. 期間

開始 : 2020年8月

終了(予定): 2025年3月

2. 最終目標

本事業では、微細藻類由来のバイオジェット燃料生産およびCO₂排出削減・有効利用を目的とした、より体系化・効率化された微細藻類関連技術の研究開発に必要な研究拠点および基盤技術の整備を行う。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。

その後、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。

3. 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。技術委員会等にて協議し追加で設備導入を実施。

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)

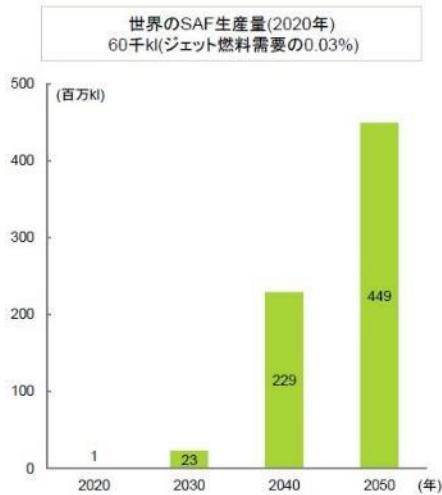
産業化に必要な連続培養試験を計画通り進めている。また、各機関との連携強化を開始。

微細藻類のバイオ燃料生産の世界的動向

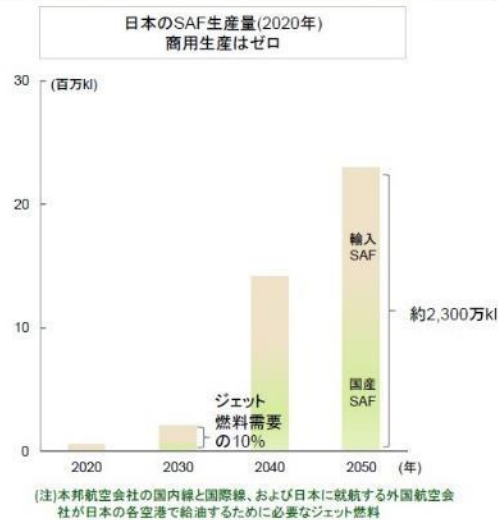
◇世界的にSAFの需要が大きく高まっており、以下の課題が挙げられている。

- 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
ルウー	-	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

国内でのSAF製造可能量について

原料別SAF製造可能量と調達に係る課題

 海外で実用化済みの原料・製造技術

原料	製造技術	SAF÷原料 (原油換算トン)	SAF製造可能量(注1) (万kl/年)			原料調達に係る課題・対応方法
			未利用量のみ	既利用分の転換(注2)	原料全て使用	
廃棄物	ガス化・FT合成	0.12	20	276~377	424	<ul style="list-style-type: none"> 既存用途(発電)からの転換 SAF製造に関連する廃棄物処理施設への政府支援
廃食用油	水素化処理	0.51	5	5.6	21	<ul style="list-style-type: none"> 既存用途(飼料・工業用)からの転換 海外輸出分の国内利用促進 低質油脂の回収
植物油脂 (ジャトロファ等)	水素化処理	0.43	3.2	3.2	3.2	<ul style="list-style-type: none"> 栽培地(海外)の確保、栽培地からの輸送
バイオマス糖 (サトウキビ等)	ATJ	0.035	0	0	2.3	<ul style="list-style-type: none"> 食料競合への配慮
木質バイオマス (農業残渣・森林残渣・建設発生木材等)	ガス化・FT合成 ATJ	0.11	164	186	347	<ul style="list-style-type: none"> 既存用途(発電)からの転換
微細藻類	触媒水熱分解・水素化処理	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	<ul style="list-style-type: none"> 大規模培養に向けた技術革新、広大な土地
CO ₂ ・水素	PtL(逆シフト反応・FT合成)	1.37	514	514	514	<ul style="list-style-type: none"> 水素製造コスト低減に向けた技術開発(商用化は2040年以降)
合計(微細藻類除く)			706	984~1,085	1,312	<p>(参考) 国内におけるSAF需要 2030年:250~560万kl/年 2050年:2,300万kl/年</p>

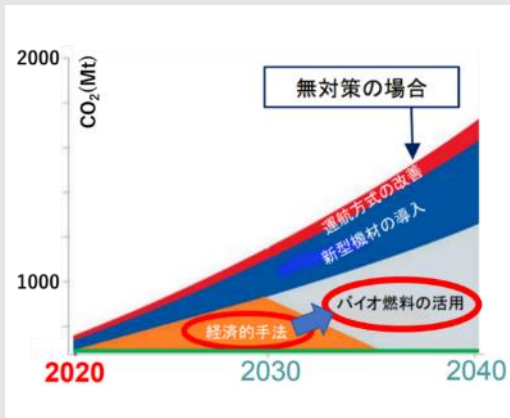
(注1)運輸総合研究所による試算(世界経済フォーラムClean Skies for Tomorrow「Sustainable Aviation Fuels as a Pathway to Net-Zero Aviation」(2020)等を参考に換算係数を設定。なお、この換算係数は、原料から燃料への変換効率及び製造される燃料のうちSAFの製造を最大化するよう設計した場合に得られるSAFの割合をパラメータとして含む)。(注2)未利用量+バイオマス発電以外の用途での利用分

(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)」を基にSMBC作成

原材料および供給元の原料に制限が少なく、拡張が比較的容易である微細藻類由来SAFの製造に注目が集まっており、2050年時点での国内SAF需要をカバーするためには、その産業化検証は今後の需要対応には必要不可欠であるとされる。

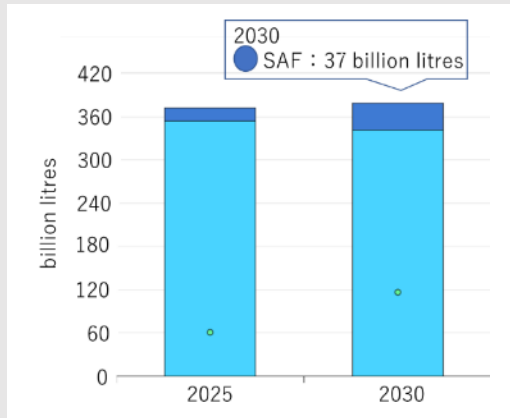
1 バイオジェット燃料の需要は年々拡大していく

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。



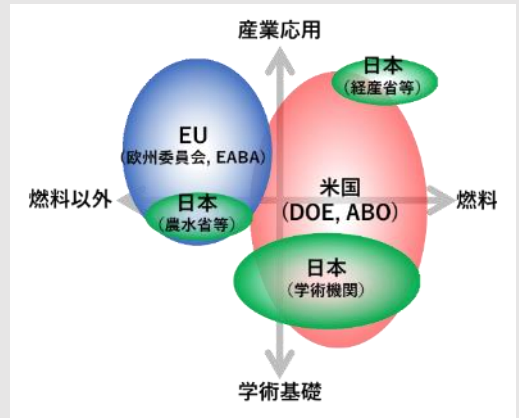
2 微細藻類生産の技術開発、大規模化が急がれる

2030年におけるバイオジェット燃料の需要は、国内で、およそ250-560万 kLと見積もられる。現在の技術水準では、広大な微細藻類培養面積が必須。



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。

- ◆ 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かながわサイエンスパーク東棟B02
- ◆ 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: 22名, 駐在14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

伊藤 潔



三井化学分析センター
代表取締役社長

理事

大間知 孝博



ENEOSホールディングス株式会社
未来事業推進部 副部長

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 : 10社



※アルファベット順で表示

標準化機関



Industrial Algae Measurements
October 2017 | Version 8.0



A publication of ABO's
Technical Standards Committee

© 2017 Algal Biomass Organization

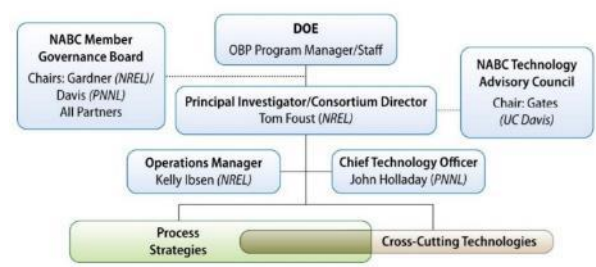
微細藻類のバイオマス分析を中心とした標準化業務を行っている。

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

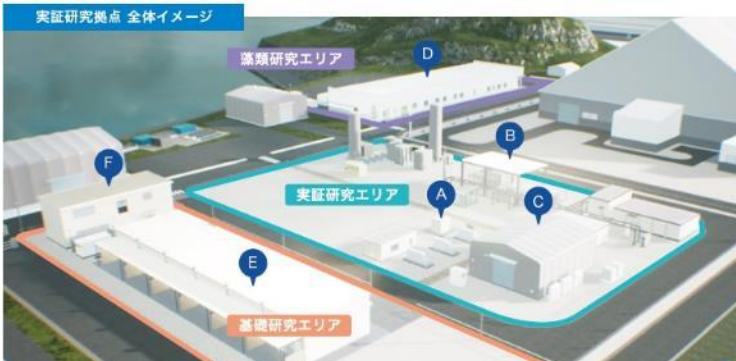


事業例

- 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

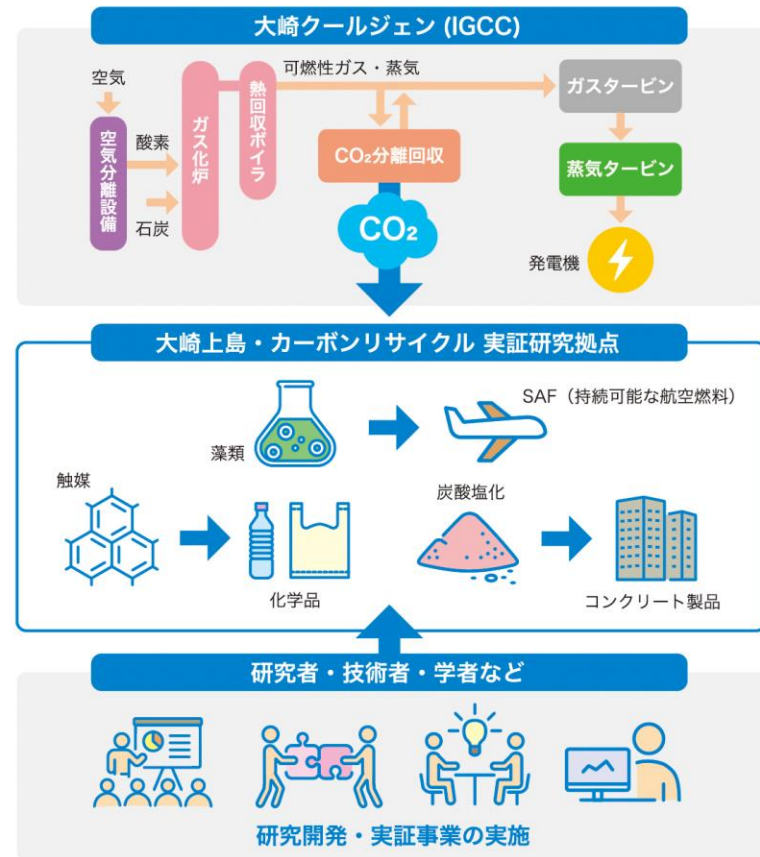
◇実施場所について

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。

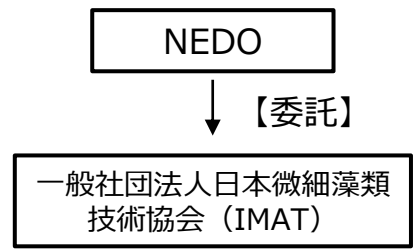


出典：革新的環境イノベーション戦略（経済産業省）を基に NEDO 作成

- <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。



◆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

NEDOホームページ：
https://www.nedo.go.jp/koubo/FF3_100285.html

研究開発項目 1 「国内基盤研究拠点」の整備

- 2021年12月にIMAT基盤技術研究所の建設が完了し、竣工した。
- 研究に必要な機器を整備し、2022年4月に開所式を執行した。総勢約50名の方が来所し、NEDO弓取理事をはじめ、県庁・町長・各企業殿に参列いただいた。



「(一社) 日本微細藻類技術協会 基盤技術研究所 開所式」開催

https://www.nedo.go.jp/ugoki/ZZ_101068.html

IMAT基盤技術研究所、微細藻類由来SAF実用化へ始動

<https://greenproduction.co.jp/archives/5604>

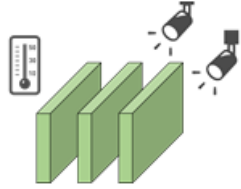
【プレスリリース】IMAT開所式

<https://imat.or.jp/%E3%80%90%E3%83%97%E3%83%AC%E3%82%B9%E3%83%AA%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%82%B9%E3%80%91imat%E9%96%8B%E6%89%80%E5%BC%8F/>

研究開発項目 1 「国内基盤研究拠点」の整備

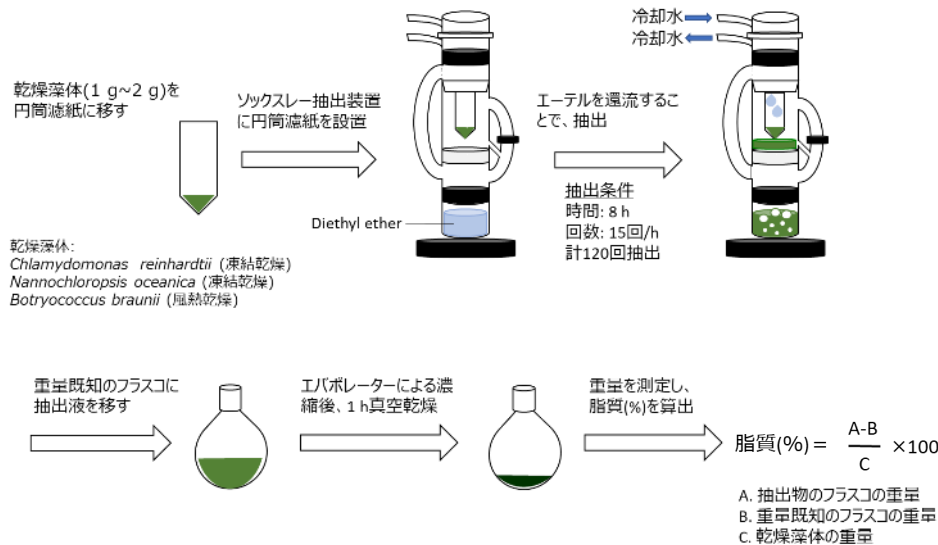


各種工程に対して複数のアプローチによる技術検証を可能とする研究拠点を整備

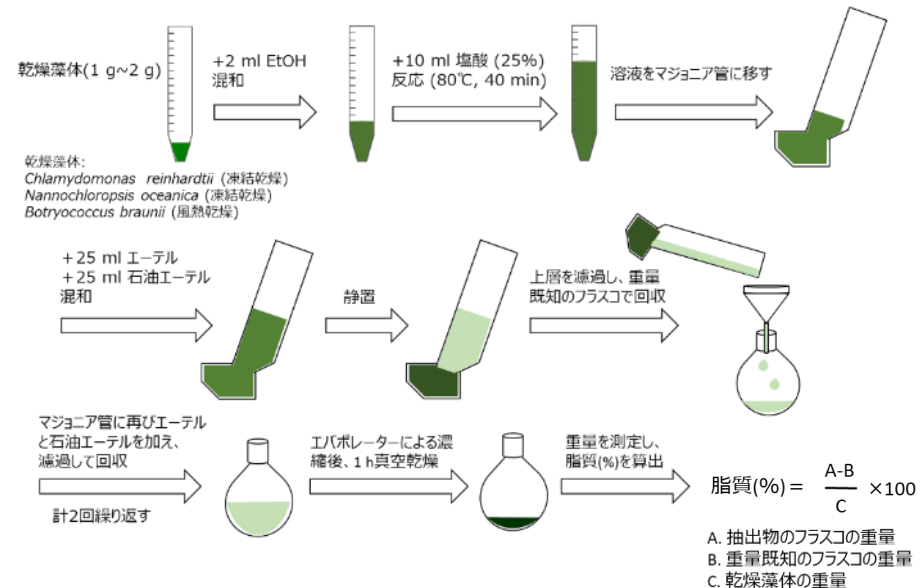
培養	収穫・濃縮	乾燥	抽出	分析
 <ul style="list-style-type: none"> - パネル型PBR - チューブ型PBR - レースウェイポンド <p>※光・水温制御が可能</p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 遠心分離機 - 濾過分離機 - 化学凝集設備 等 	 <ul style="list-style-type: none"> - 噴霧乾燥機 - 凍結乾燥機 - 風熱乾燥機 - 天日乾燥設備 等 	 <ul style="list-style-type: none"> - 溶媒抽出装置 - 超臨界流体抽出機 等 	 <ul style="list-style-type: none"> - 培地成分 - バイオマス成分 - 脂質成分 等の分析装置

手法	参照した規格	概略
エーテル抽出法	JOCS参2.1.1	中性脂質含有量が多いサンプルの測定に推奨
	AOAC 920.39-1990	
酸分解法	JOCS参2.1.3	中性脂質よりも糖脂質等の含有量が多いサンプルの測定に推奨
	AOAC 954.02-1990	

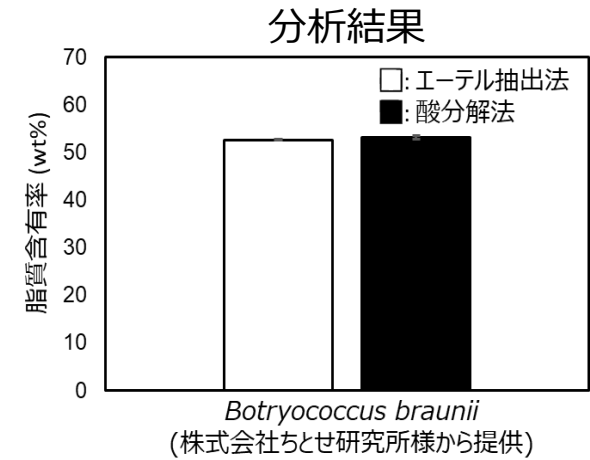
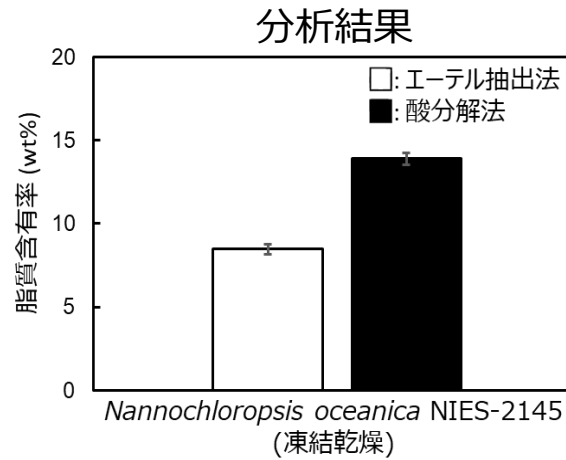
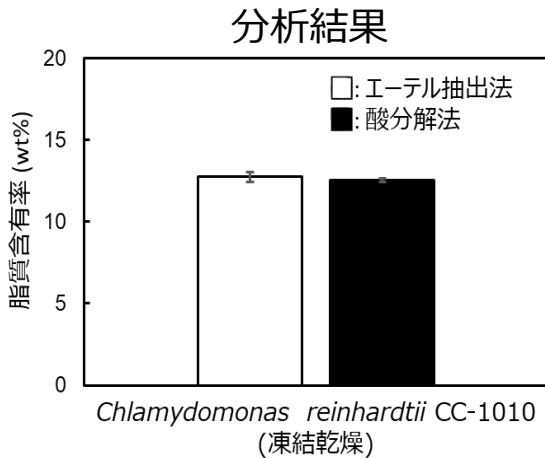
エーテル抽出法の手順



酸分解法の手順



研究項目2：標準条件・手法の整備



藻類種	脂質含有率	
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> CC-1010	エーテル抽出法	12.7 ± 0.3%
	酸分解法	12.5 ± 0.1%
<i>Nannochloropsis oceanica</i> NIES-2145	エーテル抽出法	8.5 ± 0.4%
	酸分解法	13.9 ± 0.3%
<i>Botryococcus braunii</i> (株式会社ちとせ研究所様から提供)	エーテル抽出法	52.6 ± 0.2%
	酸分解法	53.1 ± 0.3%

- 本結果により、エーテル抽出法ならびに酸分解法の両方で、測定による誤差は確認されなかった。
- また酸分解法は微細藻類の脂質量測定において、抽出効率が高いため、手法の確立を行う。

CORSIAでは、GREET,E3モデルを計算モデルとして採用している。

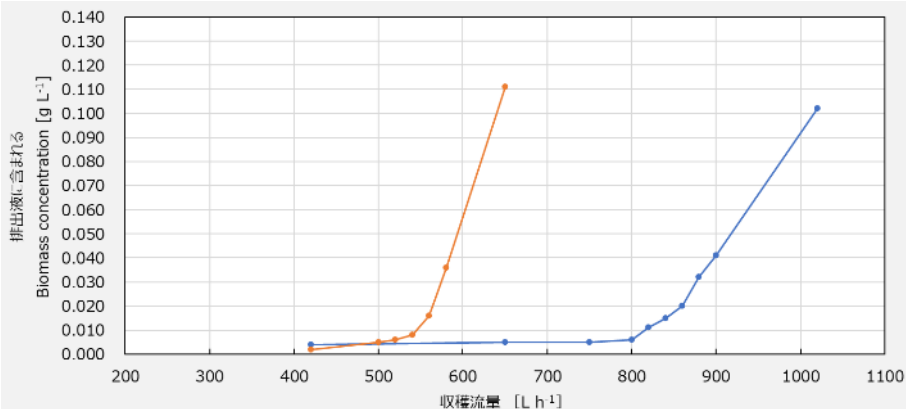
AAF※生産に影響を与える規制、ガイドライン、会計基準 ※Alternative Aviation Fuels

Fuel programs	Region	Responsible parties	Allocation approach	Calculation tools
California LCFS	California	Transportation fuel providers	Attributional displacement	CA-GREET,GTAP
CORSIA	International	Flight operators and airlines	Attributional, energy	GREET,E3
EISA section 526	U.S.	Federal agency fuel procurers	Attributional	GREET

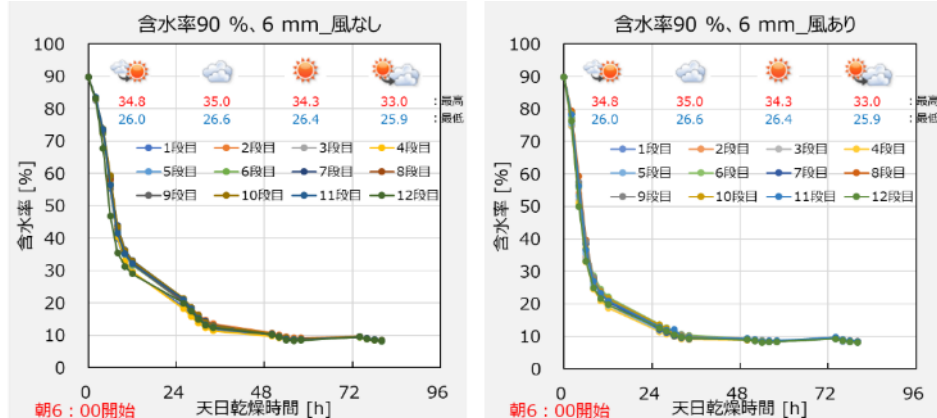
参考文献から作成：B. W. Kolosz et al. "Life cycle environmental analysis of 'drop in' alternative aviation fuels: a review" Sustainable Energy Fuels, 2020, 4, 3229–3263

- GREETモデルは、アルゴンヌ国立研究所（ANL）監修のライフサイクルモデルである。
- そこでIMATではGREETモデルを採用し、GREETから算出した**CO₂排出係数0.5712 kg CO₂ kWh⁻¹**を用いて各工程でのCO₂排出量を試算。

遠心分離機による収穫コストおよびCO₂排出量



天日乾燥手法による乾燥コストおよびCO₂排出量



バイオマスkgあたりの収穫コストおよびCO₂排出量

藻類種	収穫コスト	CO ₂ 排出量
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> CC-1010	325 円 kg ⁻¹	12.3 kg _{CO₂eq} kg _{DM} ⁻¹
<i>Nannochloropsis oceanica</i> NIES-2145	435円 kg ⁻¹	16.7 kg _{CO₂eq} kg _{DM} ⁻¹

Chlamydomonas reinhardtii CC-1010 バイオマスkgあたりの乾燥コストおよびCO₂排出量

風速	乾燥コスト	CO ₂ 排出量
あり	278 円 kg ⁻¹	3.4 kg _{CO₂eq} kg _{DM} ⁻¹
なし	198 円 kg ⁻¹	0 kg _{CO₂eq} kg _{DM} ⁻¹

会員企業数の増加（2021年度7社から2022年度現在10社に増加）



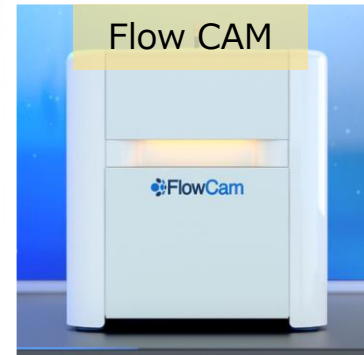
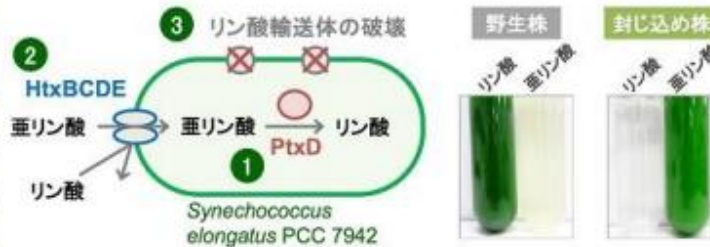
技術委員会詳細

技術委員会開催日	協議内容
2022年4月20日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 開所式について ➤ 脂質分析の標準化（第3回）
2022年5月18日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 開所式のフィードバックと今後のご訪問等について ➤ 脂質分析の標準化（第4回）
2022年6月15日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 新規会員企業様のご紹介 ➤ 培養進捗と収穫工程
2022年7月20日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ タンパク質量測定手法の選定 ➤ 脂質量測定手法の選定
2022年8月24日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 灰分測定手法の選定 ➤ BioJapanへの出展について
2022年9月21日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 温室を用いた乾燥工程 ➤ 膜分離を用いた収穫工程

広島大学大学院 廣田 隆一准教授 × IMAT

亜リン酸を用いた封じ込め技術等、遺伝子試験に精通

充実した解析装置を活用し、産業課題を解決

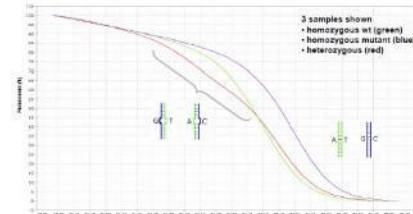
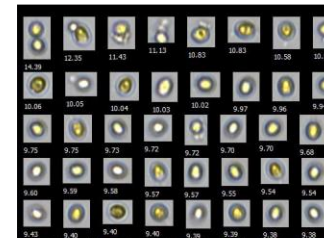


広島大学に培養液のコンタミネーション解析を依頼
Miseq解析結果

Family	リード数	割合(%)
Stramenopiles(order)	13348	23.9
mitochondria	13279	23.8
Pseudanabaenaceae	9057	16.2
Rhodobacteraceae	6284	11.3
Cryomorpaceae	1649	3.0
Alcanivoraceae	1210	2.2
Flavobacteriaceae	1274	2.3
Cytophagaceae	695	1.2
Pirellulaceae	833	1.5
Alteromonadaceae	448	0.8
[Marinicellaceae]	187	0.3

NanoPore解析結果

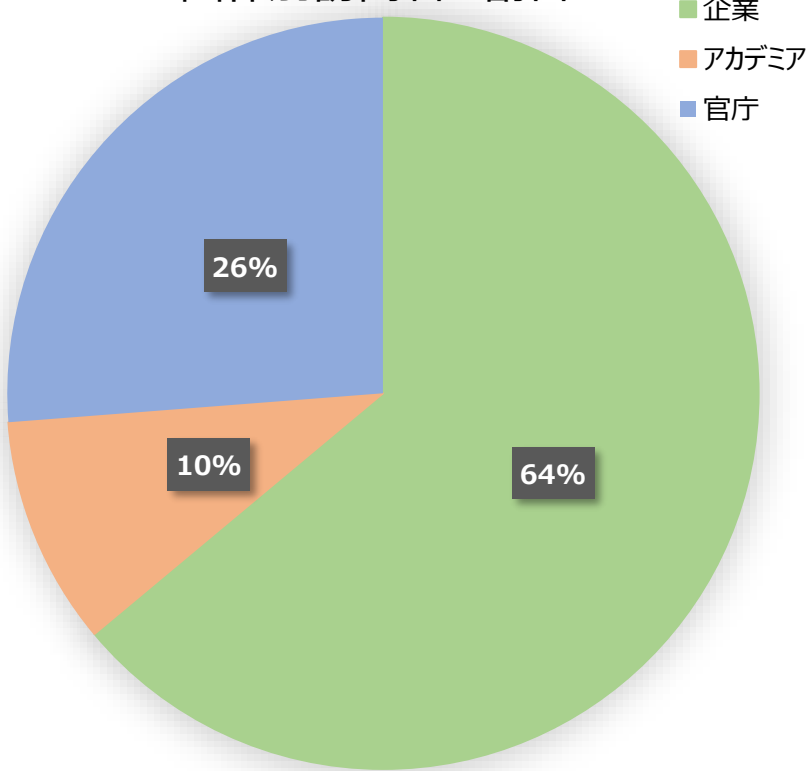
Taxon ⇄	Cumulative Reads ▼
Prochlorotrichaceae	15,359
Schleiferiaceae	2,358
Flavobacteriaceae	1,912
Planctomycetaceae	933
Rhodobacteraceae	803
Alcanivoraceae	653
Acaryochloridaceae	349
Erythrobacteraceae	253
Cytophagaceae	225
Pseudomonadaceae	188
Dermocarpellaceae	111
Verrucomicrobiaceae	93



フローイメージングにより、コンタミネーション生物を1細胞ずつ分析、定量化が可能。

高分解能融解（HRM）分析により、PCRの融解（解離）曲線のわずかな違いを検出し、捕食者の同定精度を向上。

団体別訪問者の割合



経済産業省_西村大臣



広島大学含むALCA研究チームとの技術的協議



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た。

- 藻類技術に関する関心を幅広い機関に対して発信しており、関心度を高めている。
- 企業：参画を提案中（計：10社） 大学：課題解決のための連携中（計：3機関）