

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」

2021年10月

(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: 044-455-6363

1. 期間

開始 : 2020年8月
終了 : 2023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

2020年度は、建屋の基本設計条件の設定、研究拠点に導入する設備選定までを完了した。2021年度上期までに、建設工事の大部分が完了し導入する設備の移設準備まで進めている。並行して、標準培養条件・標準分析条件の基準策定を進めた。

- ◆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番地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 : 11名
- ◆会 員 : 7社

株式会社ちとせ研究所、株式会社デンソー、ENEOS株式会社

株式会社ユーグレナ、株式会社IHI、マツダ株式会社、三菱化工機株式会社

※アルファベット順で表示

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

気候条件

分析条件

培養条件



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。

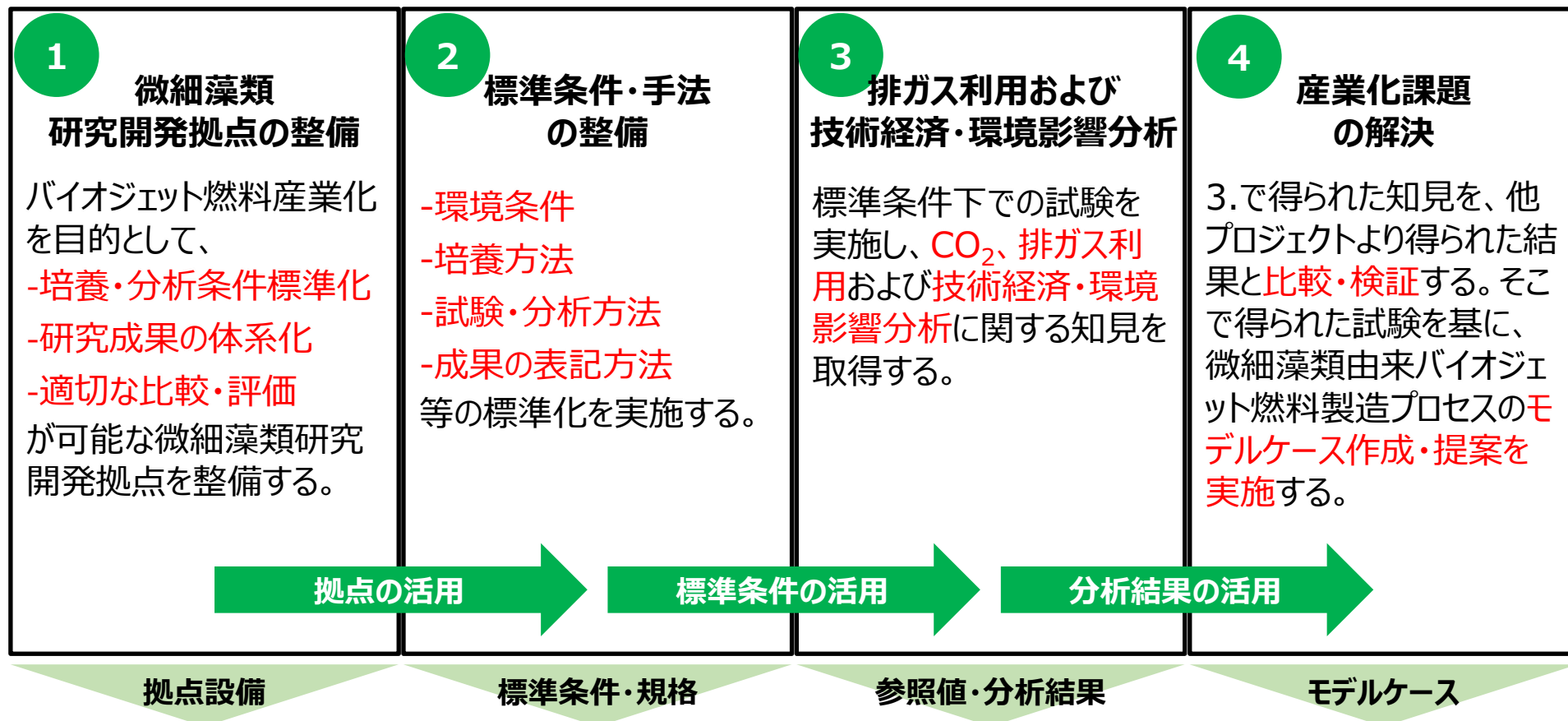
研究者や事業者の交流活性化を通じて、共同研究や新規事業創出を推進する



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

標準条件において、技術を適切に比較・評価することで、 微細藻類由来ジェット燃料の産業化へ貢献する



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

【研究項目1】「国内基盤拠点」の整備

大崎クールジェン株式会社



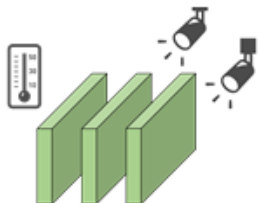
※完成イメージ図



微細藻類技術研究所 大崎上島拠点
 - 2021年5月着工

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



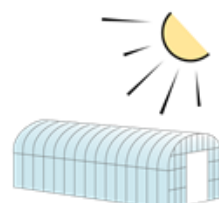
- パネル型PBR
 - チューブ型PBR
 - レースウェイポンド
- ※光・水温制御が可能

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

培養室



屋内で人工光を用いた培養

3種類の培養システムを屋内に設置。水温、光照射角、光強度、明暗周期等を制御し一拠点で様々な培養環境を再現。

収獲・乾燥・抽出室



プロセス検討

微細藻類培養後の工程として候補に挙がる設備について、異なる原理のものを導入し、最適なプロセスを検討。

文献調査などから拠点として必要な要素を整理し、拠点設計を完了した

電算室・会議室



拠点で生じる成果を整理

電算室：取得データの解析および生産したバイオマスの管理・培養状況のモニタリング。

会議室：拠点紹介、議論の場として活用。

分析・研究室



バイオマスの安定分析

各種培養試験で得られたバイオマス中成分の組成分析、抽出物サンプルの分析、評価等に必要な研究設備、機器類を整備。

①完成予想図

拠点全体の鳥瞰図



前面通路側



海側



【研究項目1】 研究拠点の設計・建設

②建設進捗

整地、測量 (2020.12)



地鎮祭 (2021.5.10)



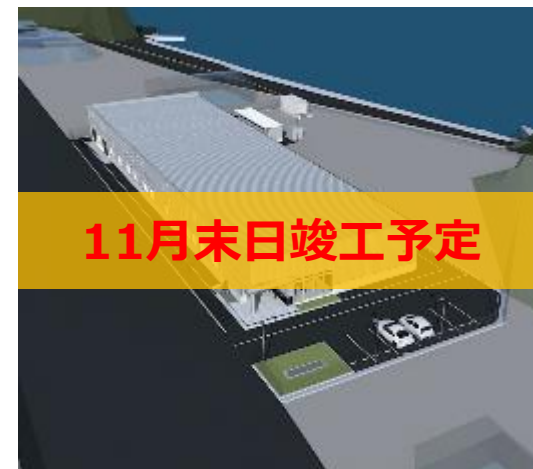
基礎工事中(2021.6.12)



基礎工事完了(2021.6.30)



鉄骨棟上げ工事完了(2021.7.30)



11月末日竣工予定

【研究項目1】 研究拠点の設計・建設

2021年9月	内装仕上工事
2021年10月	機器搬入開始・ユーティリティ工事
2021年11月	培養装置移設
2021年11月末	竣工予定
2021年12月	培養装置試運転
2022年1月	分析装置移設
2022年2月	FP-PBR培養試験開始
2022年3月	T-PBR・ORP培養試験開始



- CR事業者の中で、先行して工事を進めている
- 予定通り建設工事は進んでおり、現時点で内装仕上工事までが完了している
- 10月現在、培養設備を優先して移設を開始している状況
- 2021年度中に研究拠点の本格稼働の準備を完了見込

【研究項目2】 標準条件の設定 研究開発の目標

標準条件を設定する意義

➤ 標準測定、分析手法の整備

標準測定・分析手法が明確になることで、得られる**培養データの正確さおよび有用さが改善**される。

➤ 標準培養条件の整備

標準化された条件と拠点の設備を用いることで、**多様な気候条件・地域における実証**に対応した先導試験が様々な微細藻類種・場移送システムにて可能となる。

➤ 分析手法の標準化

確立した分析手法のうち、独自性の高いものについては標準化・規格化を進める。それらを武器に国際的ガイドライン策定を先導することを狙う。

開発スケジュール

研究開発項目	2020年度	2021年度	2022年度
【研究項目2】標準条件の設定			
・標準測定、分析手法の整備	→		→
・標準培養条件の整備	→	→	→
・分析手法の標準化		→	→

【研究項目2】 導入設備の設計・選定

- 2020. 08 プロジェクト受託
- 2020. 09 分析対象の設定
- 2020. 10 培養設備の基本設計
- 2020. 11 培養設備・分析設備の詳細設計
- 2020. 11 収穫設備の選定
- 2020. 12 乾燥・抽出設備の選定
- 2021. 01 標準気象条件の設定
- 2021. 02 標準微細藻類種の設定
- 2021. 03 分析フローの設定
- 2021. 03 培養・分析装置の試運転開始

上記のスケジュール通り、研究拠点に導入する設備の設計・導入までを完了した。
並行して、標準気象条件・微細藻類種を設定し、培養・分析装置の稼働確認を開始した。

導入設備の検証：抽出装置

購入装置名：超臨界CO₂抽出機

導入目的：抽出工程の検証

収穫、乾燥を終えたバイオマスから目的成分を抽出するための装置として、超臨界CO₂抽出装置を導入する。本装置の特徴は、有機溶媒を用いず、かつCO₂を使用した抽出が可能である点にあり、環境負荷の少ない（＝LCAの結果が良い）抽出方法として注目されている点にある。

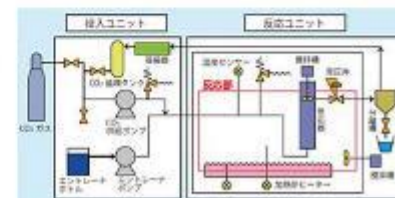
導入効果

本装置を導入することで、機能性成分をグリーンに抽出することが可能となる。また、抽出時の圧力を変更することで、炭化水素・カロテノイド、クロロフィルをそれぞれ選択的に抽出可能になることが期待される。抽出工程の検証のため、国内外各メーカーを集めている方式であるため、導入する必要があると判断。



装置写真

バイオマスからの抽出物写真



【研究項目2】 標準培養条件の整備

各種標準条件の整備にあたっては、IMATで設置している技術委員会を活用して、法人会員や大学の先生等専門家の意見を取り入れながら整備を進めています。

○ 条件整備・データ取得のフロー



*法人会員(2021年3月現在)

・株式会社THT
・CNDOS株式会社
・株式会社バイオ研究所
・株式会社アソシー
・マツダ株式会社
・三菱化学株式会社
・株式会社ユーグレナ
全7社

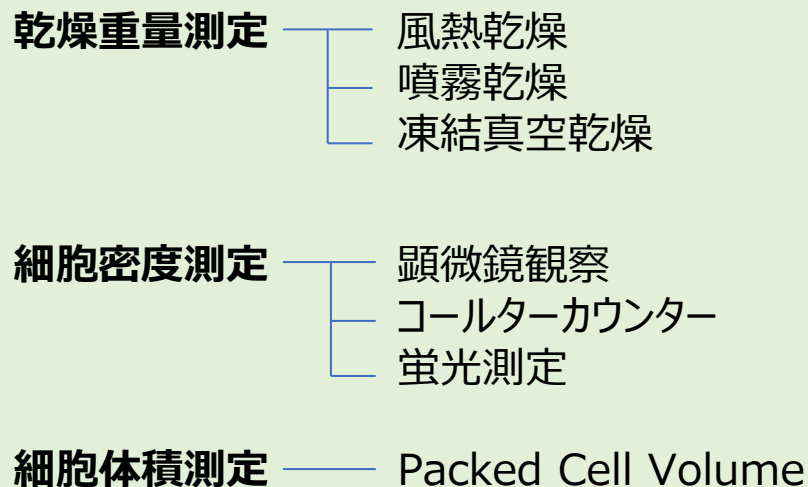
**技術委員会

・事務局員、研究開発員、会員にて構成される委員会
・IMATの標準化計画をレビュー、または企業や大学から意見や助言、提言を頂いた見解集約期間。

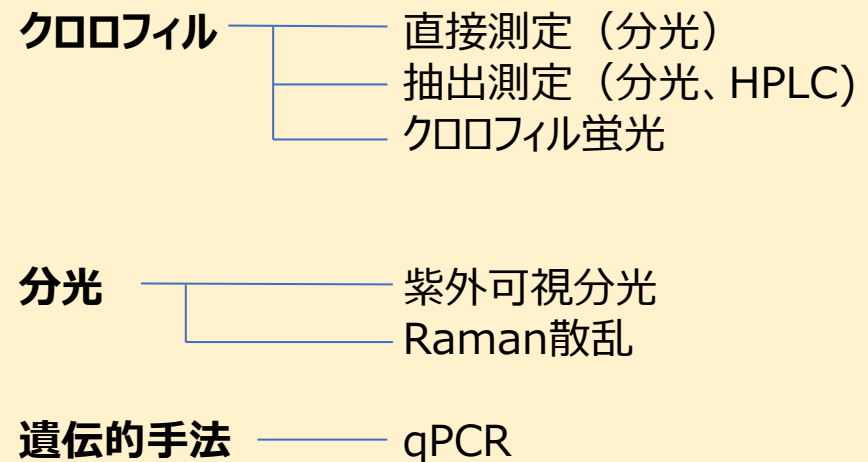
大区分	詳細	協議・決定内容	完了時期
標準測定、 分析手法の 整備	バイオマス測定手法	ABOにて推奨される「ASTM D5907 水中フィルター可能物質と非ろ過性の物質のための標準試験方法」を基にバイオマス測定手法を確立。	完了
	脂質分析手法	GCMS・HPLC等を用いて脂質分析手法の確立	11月
	バイオマス成分比	IPC・全自動ケルダールを用いて成分比測定手法の確立	12月
標準培養 条件の整備	参照地域	温帯、熱帯、乾燥帯の区分から1か所ずつ選定した。NEDOプロジェクトの実証試験地であり、会員企業がデータを有している拠点を優先。	随時更新
	光強度明暗条件 水温条件	選定した参照地域の光強度・日照時間実測値から、バイオマス生産性が最大および最小となる気象条件を決定。	完了
	微細藻類種	DOEなど、国内外のPJを参照し、使用実績や多様性を考慮して微細藻類13種類を決定。	完了
	培地条件	各種工程における“基準”となるデータを取得することを念頭に、研究に広く使用されている培地を選定。	完了
	流速・水深・曝気	NRELなどの論文を参照し、各条件を選定。	一部完了

様々な手法が開発されているが、測定原理に起因する精度差や対象となる微細藻類種の特性を理解して選定しなければならない。今回は、ABOにて推奨されている乾燥重量測定をベースに手法の検討を行う。

直接法



間接法



(参考)

-Wood. et al. (2005) "Measuring Growth Rates in Microalgal Cultures"

-K. Yamaguchi et al. (2016) "Evaluation of Indirect Measuring Methods for Microalgae Biomass at the Growth Stages"

-ABO (2017) "Industrial Algae Measurements"



Industrial Algae Measurements

October 2017 | Version 8.0



A publication of ABO's
Technical Standards Committee

Algae Biomass Organization (ABO, 藻類バイオマス機構)

2017年 version 8.0

Chapter 1: State-of-the-Art algal Product and Operations Measurements より

Biomass productivity in cultivation systems depends on both the cell number and the dry weight. Thus, it is not useful to derive a highly sensitive measurement for cell content, such as cellular protein/cell, when that figure will be divided by a parameter that has lower statistical confidence. Sampling frequency and sample size will also influence the ratio. For this reason, an accurate measurement of sample volume and representative sampling are essential as well. **A standard method that is routinely used throughout the water and wastewater industry is the ASTM D5907 method, which provides a detailed assessment of filterable matter (or dissolved solids) in a water environment.**



Designation: D5907 – 18

Standard Test Methods for Filterable Matter (Total Dissolved Solids) and Nonfilterable Matter (Total Suspended Solids) in Water¹

This standard is issued under the fixed designation D5907; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last approval. A superscript symbol (e) indicates an editorial change since the last revision or approval.

1. Scope[®]

1.1 These test methods cover the determination of filterable matter, total dissolved solids (TDS), and nonfilterable matter, total suspended solids (TSS), in drinking, surface, and saline

Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

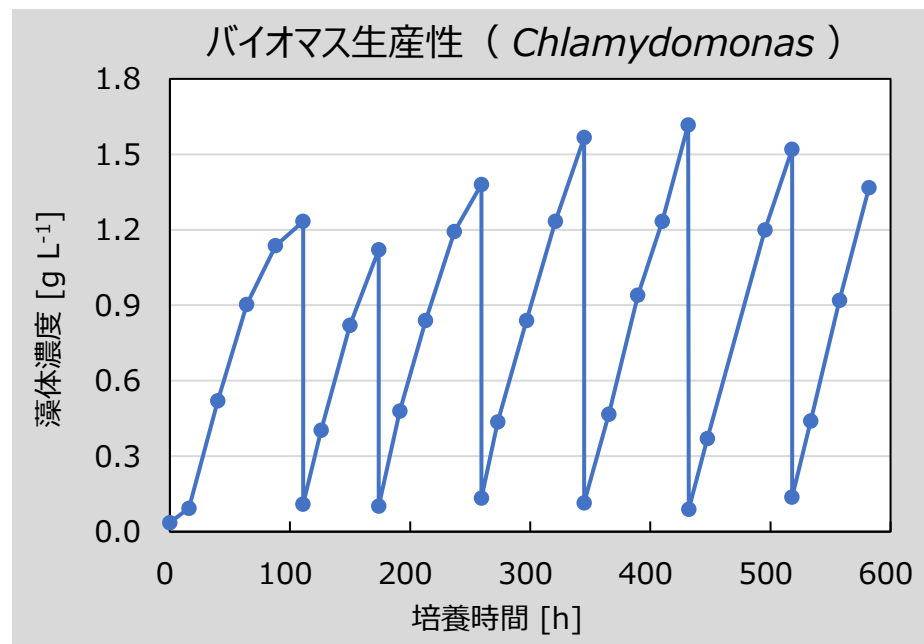
2. Referenced Documents

ASTM D5907 水中フィルター可能物質と非ろ過性の物質のための標準試験方法

藻類バイオマスの乾燥重量測定は、ABOにて推奨されている、「ASTM D5907 水中フィルター可能物質と非ろ過性の物質のための標準試験方法」を参照した。

【研究項目2】 各培養システムの事前検討

- 標準分析手法の整備と並行して、各培養システムを用いた培養試験を進めている。



BG-11培地組成

試薬名	mg/L	試薬名	mg/L
NaNO ₃	1500	Na ₂ EDTA・2H ₂ O	1
K ₂ HPO ₄	40	H ₃ BO ₃	2.86
MgSO ₄ ・7H ₂ O	75	MnSO ₄ ・5H ₂ O	1.81
CaCl ₂ ・2H ₂ O	36	ZnSO ₄ ・7H ₂ O	0.22
Na ₂ CO ₃	20	Na ₂ MoO ₄ ・2H ₂ O	0.39
Citric Acid・H ₂ O	6	CuSO ₄ ・5H ₂ O	0.079
Ferric Ammonium Citrate	6	Co(NO ₃) ₂ ・6H ₂ O	0.0494

<http://web.biosci.utexas.edu/utex/Media%20PDF/bg-11-medium.pdf>

- FP-PBR・T-PBR・ORPの事前検討を実施。
- 使用藻類種は、*Chlamydomonas* ・ *Nannochloropsis* ・ *Botryococcus braunii* の3種を先行して使用した。
- 上記以外にも約10種類の藻類種を検討予定。

1

微細藻類 研究開発拠点の整備

バイオジェット燃料産業化
を目的として、

-培養・分析条件標準化

-研究成果の体系化

-適切な比較・評価

が可能な微細藻類研究
開発拠点を整備する。

- ✓ 研究拠点に必要な要素を調査・検討し、要件の整理を行った。
- ✓ その要件を基に設計を開始し、拠点設計図を完成することができた。
- ✓ 現在、設計図を基に建設工事が進められている。

2

標準条件・手法 の整備

-環境条件

-培養方法

-試験・分析方法

-成果の表記方法

等の標準化を実施する。

- ✓ 測定・分析手法に関して文献調査を実施し、各生産工程における手法を整理した。
- ✓ 調査結果を基に、適切な分析装置を選定し導入した。
- ✓ 本年度、拠点建設が完了後に各種培養・分析装置を移設し、本格稼働を開始する予定である。