NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026
発表No.： o-10

研究拠点におけるＣＯ₂有効利用技術開発・実証事業／カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発

カーボンリサイクルに資する微細藻類の担持体培養技術とバイオマスの製品化の研究開発

団体名：㈳日本微細藻類技術協会（IMAT)、日本製鉄株式会社
発表日：2026年7月21日

事業の目的・目標

鉄鋼業のCO_2排出量は、国内CO_2排出量の40%弱を占めている（図１.）そこで、**微細藻類**（***Botryococcus braunii***）による新しいカーボンリサイクル技術の実現性を評価することを目的として、革新的な「**担持体培養技術**」（図２.）を用いた高効率なバイオマス生産から最終製品製造までの一連のプロセスに必要な技術を開発検証する。

主な目標

1. **新規培養技術の確立**：従来の液体培養より**省資源・高効率**な担持体培養システムを大型化し、実用レベルの生産性を実証する。
2. **バイオマスからの有価物製造**：藻類由来バイオマスから高分子材料（**PET樹脂**）を合成し、**化成品**（ペットボトル、インクリボン等）としての**社会実装**を検証する。
3. **LCA評価**：生産から製品化までの一連のプロセスにおいて、**カーボンニュートラル**への貢献度と経済合理性、環境影響負荷を評価する。

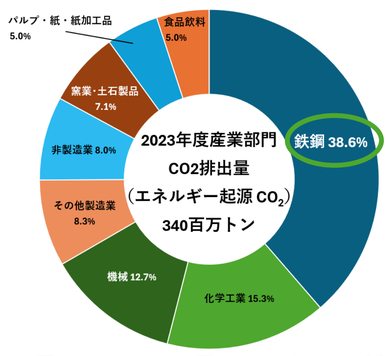

図１. **2023**年度の国内CO_2**排出量**の推移
（出典）国立研究開発法人国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ」（2023年度確報値）

2023年度の国内CO_2排出量の**38.6%**が**鉄鋼業**から発生している。本プロジェクトは、この排出量の削減に貢献すべく、微細藻類を利用した新しいCCUS技術を検証するものである。

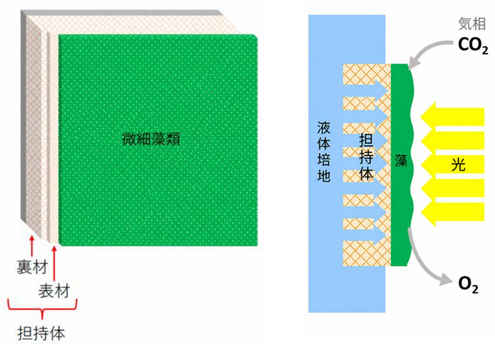

図２a. **担持体培養**の基本構造　図２b.光合成培養の図解

担持体培養とは担持体の**裏材**から栄養を含んだ**液体培地**を供給し、**表材**に**吸着**させた**微細藻類**に**光**を照らして、気層中のCO_2を**光合成**で固定して培養する手法である。

2025年の主な成果

2025年度は、主に**基盤構築**と高効率なバイオマス生産に必要な**要件定義**において以下の成果を**達成**。

◆ バイオマス生産システムの構築：

- ***B. braunii***の**生産性**において**最も重要**な**要件定義**として光条件の検証を実施した（図３.）。

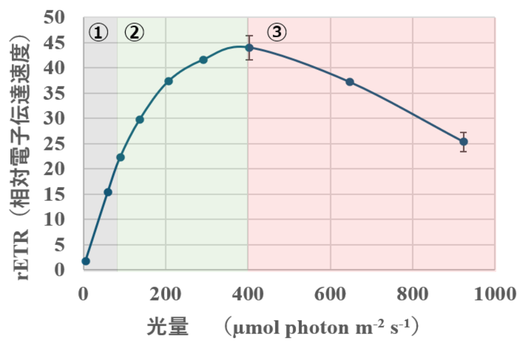

図３　微細藻類***B. braunii***の光応答曲線

B.brauniiの**光応答曲線**の解釈：
① 光が**足りておらず**、生産性が**遅い**
② 光が足りており、**利用効率**も**高く**、生産性が**最も早い**。rETRの最高値付近の光量が**目標値**となる。
③ 光が**飽和**しており、**余剰**のエネルギーを**熱**として放散している状態。生産性は①より早いが、**培養破綻**のリスクが高い

ライトカーブとは
本プロジェクトで実証する***B. braunii***の担持体培養のバイオマス生産における**要件定義**の一環として**光応答曲線**を実施。光応答曲線とは藻類がどの程度の光を**効率的**に光合成に**利用**できるかを検討するテストである。
rETR（相対電子伝達速度）とは光合成の速度を意味し、**高い**ほどより多くのCO_2を**吸収**し、早く**成長**する。

- 3～5 m²規模の**屋内担持体培養装置**（図７.）の設計、製作、および試運転を完了。
- 既存の市販材料から、ラボスケールで面積当たり**25 g m⁻² d⁻¹以上**の生産性を達成可能な担持体基材を選定。

◆ 有価物検証および材料合成：

- 高分子材料合成に向け、乾燥重量で**50 kg以上**の*B. braunii*バイオマス（図４.）を**確保**。
- *B. braunii*バイオマスに**豊富**に含まれる**炭化水素**（**ボツリオコッセン**）を自然由来の原料とし、**PET**樹脂製造のための**プロセスフロー**（前処理・抽出条件等）を設計（図５.）。

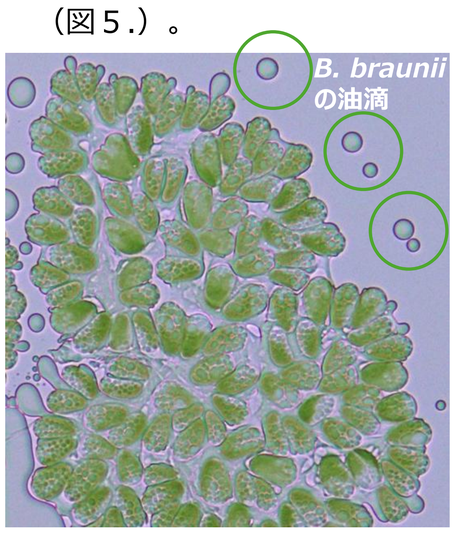

図４. ***B. braunii***の顕微鏡画像。**ボツリオコッセン**を含む**油滴**が確認できる。

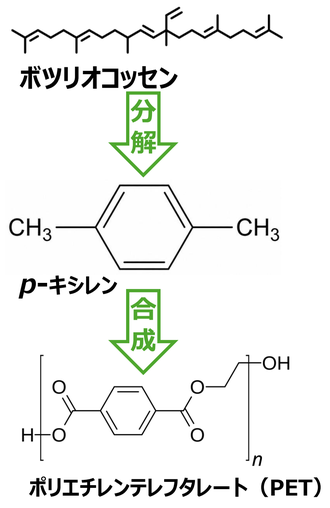

図５. **ボツリオコッセン**から**PET樹脂**を合成する簡易的フロー。

- 最終製品（インクリボン、ペットボトル）に求められる**品質要件（IV値等）を定義**し、試作準備を完了。

◆ LCAおよび社会実装シミュレーション：

- 国内外の論文**50報**以上を調査し、先進技術開発に必要な**データベース**を構築。
- **培地調達**から**バイオマス分離**までの**インベントリ分析**（図６.）を実施。

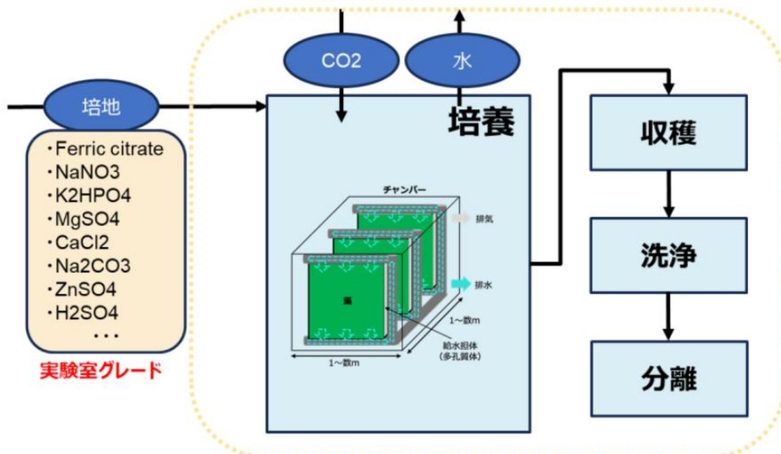

図６. 想定される**LCA算出**の範囲図

インベントリ分析とは
本プロジェクトで実証する担持体培養から分離の一連の**プロセス**が**カーボンニュートラル**かを客観的に**判断**するために必要な分析。
インプット（電気、水、CO_2、培地成分等）と**アウトプット**（バイオマス、排水、排ガス等）を**リスト化**し、その収支を分析し、**カーボンニュートラル**の判断基準を構築した。

課題と今後の取り組み

- **高生産性の実証**：シミュレーション値である**25 g m⁻² d⁻¹**の生産性を**屋内担持体装置**を用いて安定的に達成できることを実証する。
- **樹脂合成のスケールアップ**：確保したバイオマスから、**製品試作**に十分な量の**PET**樹脂（**1 kg**以上）を安定的に合成するための技術確立を図る。
- **LCA算出および社会実装課題の導出：ISO14040**を基準とした**環境影響評価**（図８.）を実施し、**社会実装**に耐えうる収支が実現できるかを検討する。
- **装置の大型化と屋外適応**：**屋内担持体培養装置**での検証を基に、2026年度には国内最大規模となる3～10 m²の**屋外担持体培養装置**（図９.）の構築と試運転を実施する。
  - 2027年度には**屋外担持体培養装置**を用いて**社会実装**を見据えた**15 g m⁻² d⁻¹**の生産性を目標値とした培養試験を開始する。

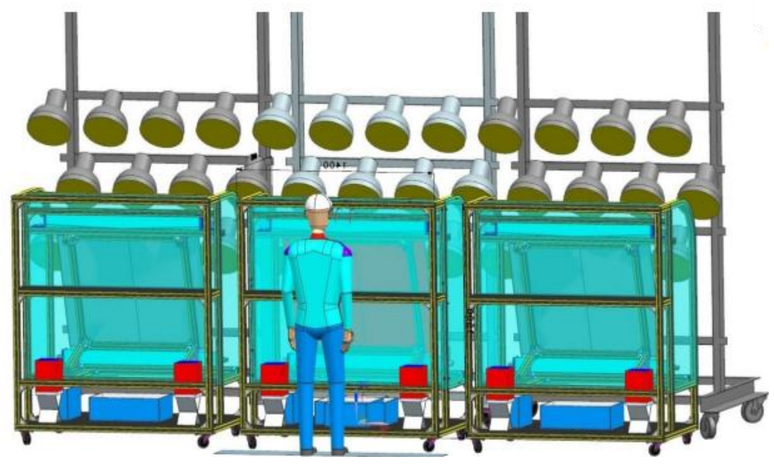

図７. 2025年度に導入した**屋内担持体装置**のイメージ図

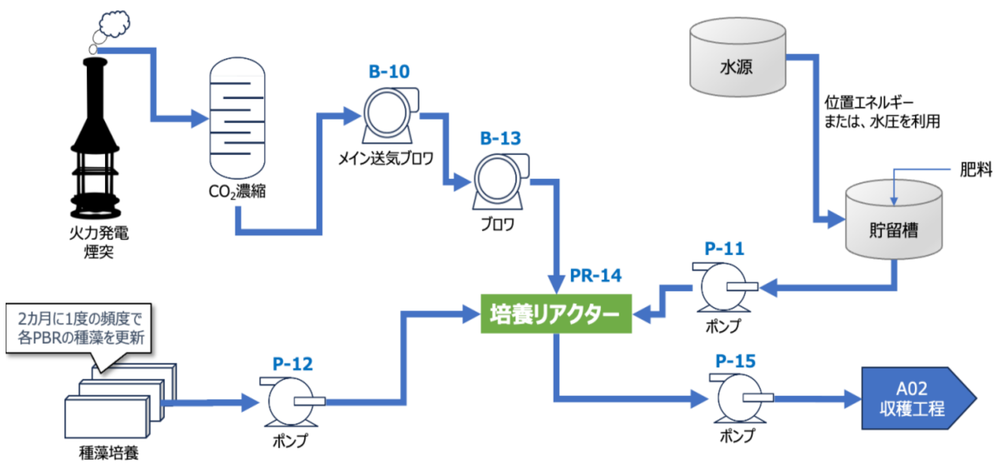

図８. **屋内担持体装置**での実験的**LCA算出**から**社会実装**した際のLCAシミュレーション図

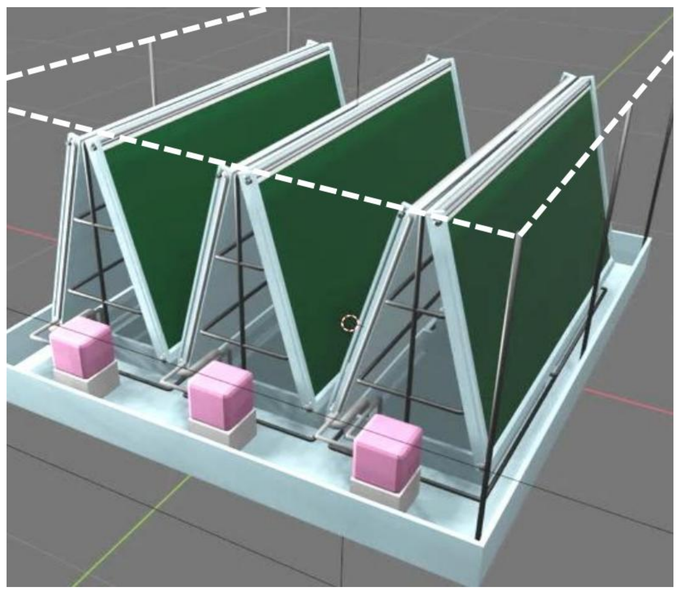

図９. 2026年度に導入する屋外担持体培養装置のイメージ図

屋外担持体培養装置の**蛇腹構造**について
- 平面に比べ、蛇腹状は**省スペース**を実現しつつ藻類を生産できる**表面積**を**数倍**に**拡大**できる。
- 設置面積あたりのCO_2の**吸収効率**を**最大化**できる。
- **太陽**の**光利用効率**を**最大化**できる
- 上記を併せて**藻類**による**新しいカーボンリサイクル技術**の**実現性**を大きく**向上**させる構造である

実用化・事業化の見通し

- **経済合理性の確保**：担持体培養技術を用いて屋内**25 g m⁻² d⁻¹**、屋外**15 g m⁻² d⁻¹**の生産性を達成することで、高い経済合理性を持つバイオマス生産が可能となる見通しである。
- **藻類由来のPET樹脂**：*B. braunii*バイオマスから**PET製品**を**製造**する一連の**プロセスモデル**を構築し、**微細藻類**による**新しいカーボンリサイクル技術**として検討していく。
- **環境価値の証明**：今後のLCA分析を通じて、**数百ha**規模への拡大時に**カーボンニュートラルを達成**できる確度、そのための課題を検証し、産業利用における環境優位性を明確化していく。

本プロジェクトを通じて、**微細藻類**による**新しいカーボンリサイクル技術**の**実現に**向けた**技術検証**を行う

NIPPON STEEL
日本製鉄株式会社

㈳日本微細藻類技術協会　野村　純平
連絡先：（junpei.nomura@imat.or.jp）
日本製鉄株式会社　　吉村　航
連絡先：（yoshimura.sb9.koh@jp.nipponsteel.com）

IMAT
日本微細藻類技術協会