

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-4

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/

熱帯気候の屋外環境下における発電所排気ガスおよび
フレキシブルプラスチックフィルム型フォトバイオリアク
ター技術を応用した大規模微細藻類培養システムの構築
および長期大規模実証に関わる研究開発

発表日：2025年7月15日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 松崎巧実

団体名 (株)ちとせ研究所

問い合わせ先 (株)ちとせ研究所(<https://chitose-bio.com>)

1. 目的

フォトバイオリアクター技術および発電所排気ガスを利用した、バイオジェット燃料原料の大規模生産技術の実用化。

2. 期間

2023年4月1日 ～ 2025年3月31日

3. 目標（中間・最終）

- ① 実生産環境下における微細藻類生産の大規模実証
- ② 大規模実証における実測値を用いた、生産コストおよびCO₂排出削減効果の算出
- ③ 生産コストおよびCO₂排出削減効果の改善策の提示

4. 成果・進捗概要

2024年時点で、8か月以上に渡る大規模連続生産を継続。
同大規模生産における生産コストおよびCO₂排出削減効果の検証を継続。



研究開発の概要



実施項目①：実生産環境下における微細藻類生産の大規模実証

目標 (i)：2023年度中に大規模微細藻類生産設備内のZONE1-3まで培養を拡大する

目標 (ii)：2023年度中に少なくとも二つの培養ZONEを用いた一カ月間以上の半連続生産を実施し、方法に記載した各種測定項目の経時変化データを取得する

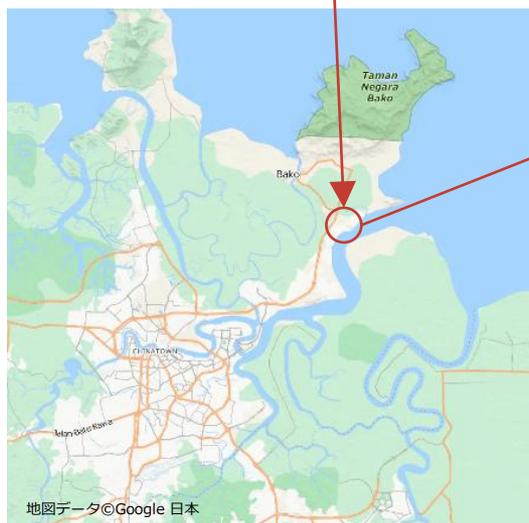
目標 (iii)：2024年度中に、ZONE1-3において稼働可能なPBRユニットの半数以上を用い、年間の80%以上の期間において半連続生産を実施

目標 (iv)：2024年度中の実証において、 $25 \text{ ton ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ 以上の微細藻類バイオマス生産性を達成する。

実施項目②：微細藻類の大規模生産実証を踏まえた、バイオジェット燃料原料生産に関する定量的な経済性分析 (TEA) およびCO₂排出削減効果分析 (CO₂フットプリント)

目標 (i)：長期間 (300日以上) および大規模 (1,500-2,000 m³以上) での生産実証における実測値より、微細藻類バイオマス生産コスト (TEA) および生産におけるCO₂収支 (CO₂フットプリント) を算出する。算出結果を分析し、微細藻類バイオマス生産におけるコストセンターの同定およびその改善策、CO₂収支改善に資する運用および設備仕様・設計の改善策を整理する。同試算・分析・改善案の整理を通じて、将来的に2000ha規模での生産を実施した際、微細藻類バイオマス生産コストJPY 300 kg⁻¹となる施策を策定する。

大規模微細藻類培養システム所在地





C4における微細藻類大規模生産実証成果紹介

2023 - 2024年度実施内容

研究開発の概要



実施項目①：実生産環境下における微細藻類生産の大規模実証

目標 (i)：2023年度中に大規模微細藻類生産設備内のZONE1-3まで培養を拡大する

目標 (ii)：2023年度中に少なくとも二つの培養ZONEを用いた一カ月間以上の半連続生産を実施し、方法に記載した各種測定項目の経時変化データを取得する

目標 (iii)：2024年度中に、ZONE1-3において稼働可能なPBRユニットの半数以上を用い、年間の80%以上の期間において半連続生産を実施

目標 (iv)：2024年度中の実証において、25 ton ha⁻¹ year⁻¹以上の微細藻類バイオマス生産性を達成する。

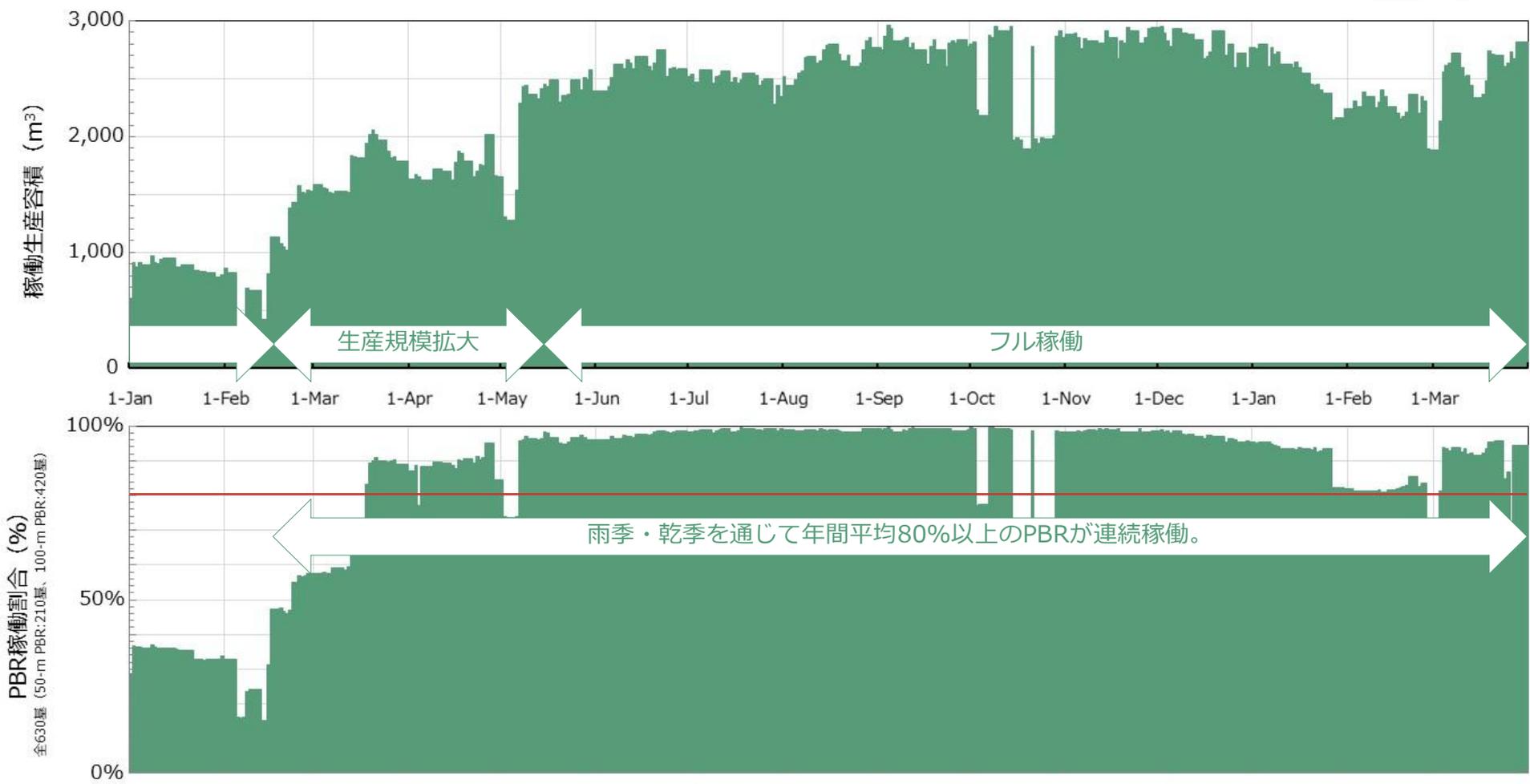
実施項目②：微細藻類の大規模生産実証を踏まえた、バイオジェット燃料原料生産に関する定量的な経済性分析 (TEA) およびCO₂排出削減効果分析 (CO₂フットプリント)

目標 (i)： 長期間 (300日以上) および大規模 (1,500-2,000 m³以上) での生産実証における実測値より、微細藻類バイオマス生産コスト (TEA) および生産におけるCO₂収支 (CO₂フットプリント) を算出する。算出結果を分析し、微細藻類バイオマス生産におけるコストセンターの同定およびその改善策、CO₂収支改善に資する運用および設備仕様・設計の改善策を整理する。同試算・分析・改善案の整理を通じて、将来的に2000ha規模での生産を実施した際、微細藻類バイオマス生産コストJPY 300 kg⁻¹となる施策を策定する。

開発成果：屋外大規模微細藻類培養実証

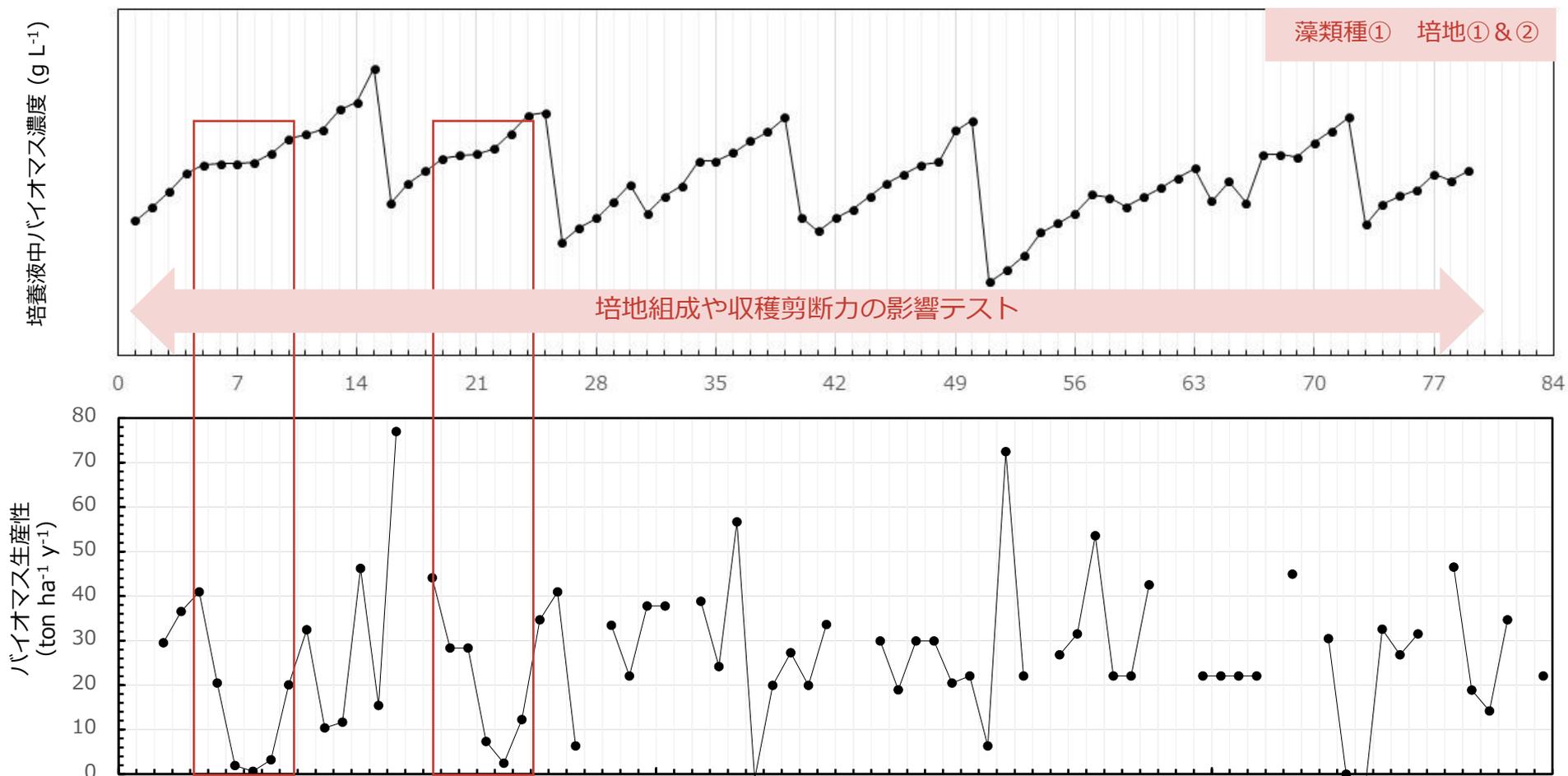


目標 (iii)：2024年度中に、ZONE1-3において稼働可能なPBRユニットの半数以上を用い、年間の80%以上の期間において半連続生産を実施



開発成果：屋外環境下におけるPBRを用いた微細藻類生産

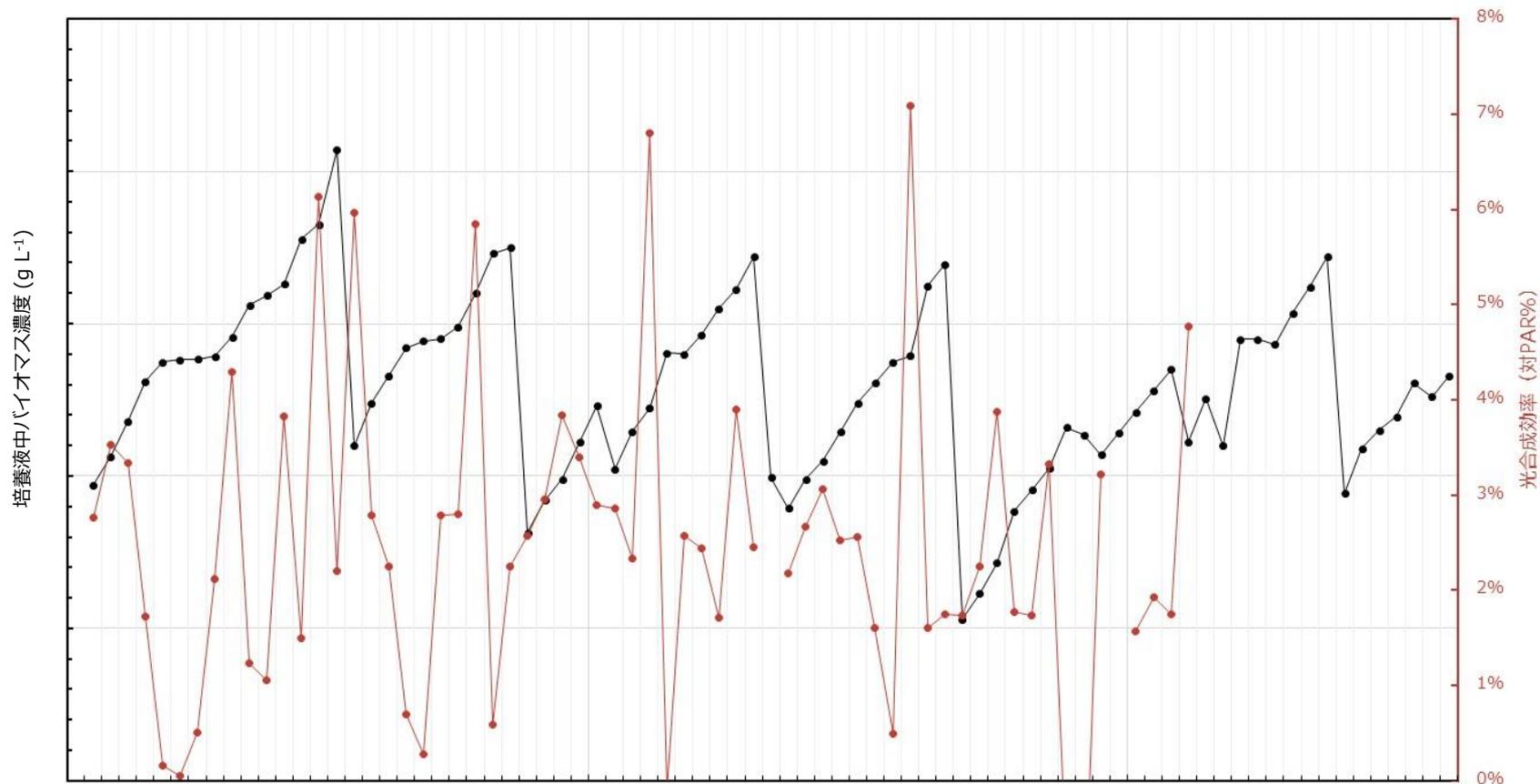
目標 (iv)： 2024年度中の実証において、 $25 \text{ ton ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ 以上の微細藻類バイオマス生産性を達成する。



CO₂安定供給時は、高いバイオマス生産性が確認された。

開発成果：屋外環境下におけるPBRを用いた微細藻類生産

目標 (iv)： 2024年度中の実証において、25 ton ha⁻¹ year⁻¹以上の微細藻類バイオマス生産性を達成する。

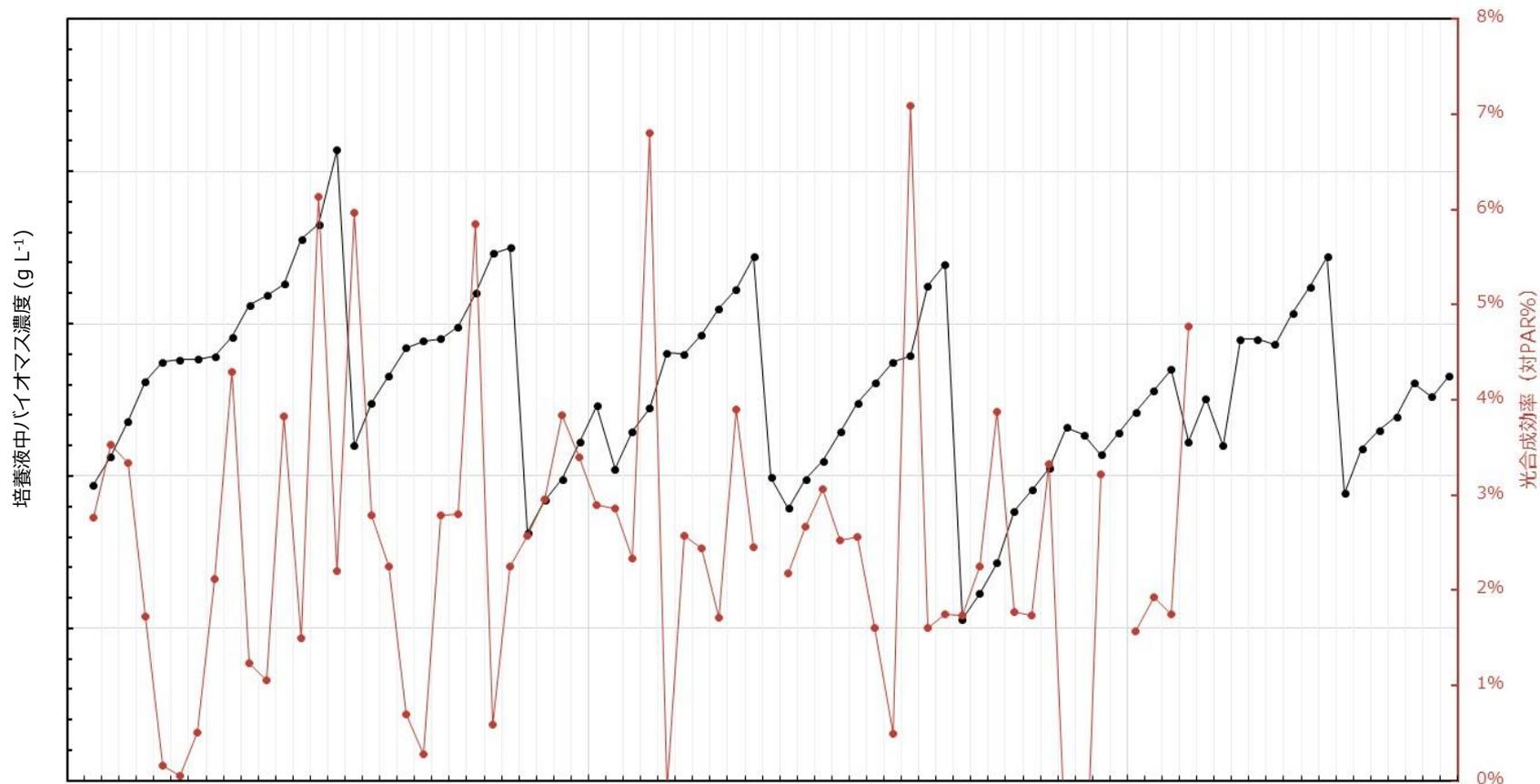


CO₂安定供給下では、PBRを用いた藻類生産において、高い光合成効率が確認された。

生産性の向上には、光合成効率の改善と共に、受光量の拡大（受光効率の改善）が非常に重要であることを示唆。

開発成果：屋外環境下におけるPBRを用いた微細藻類生産

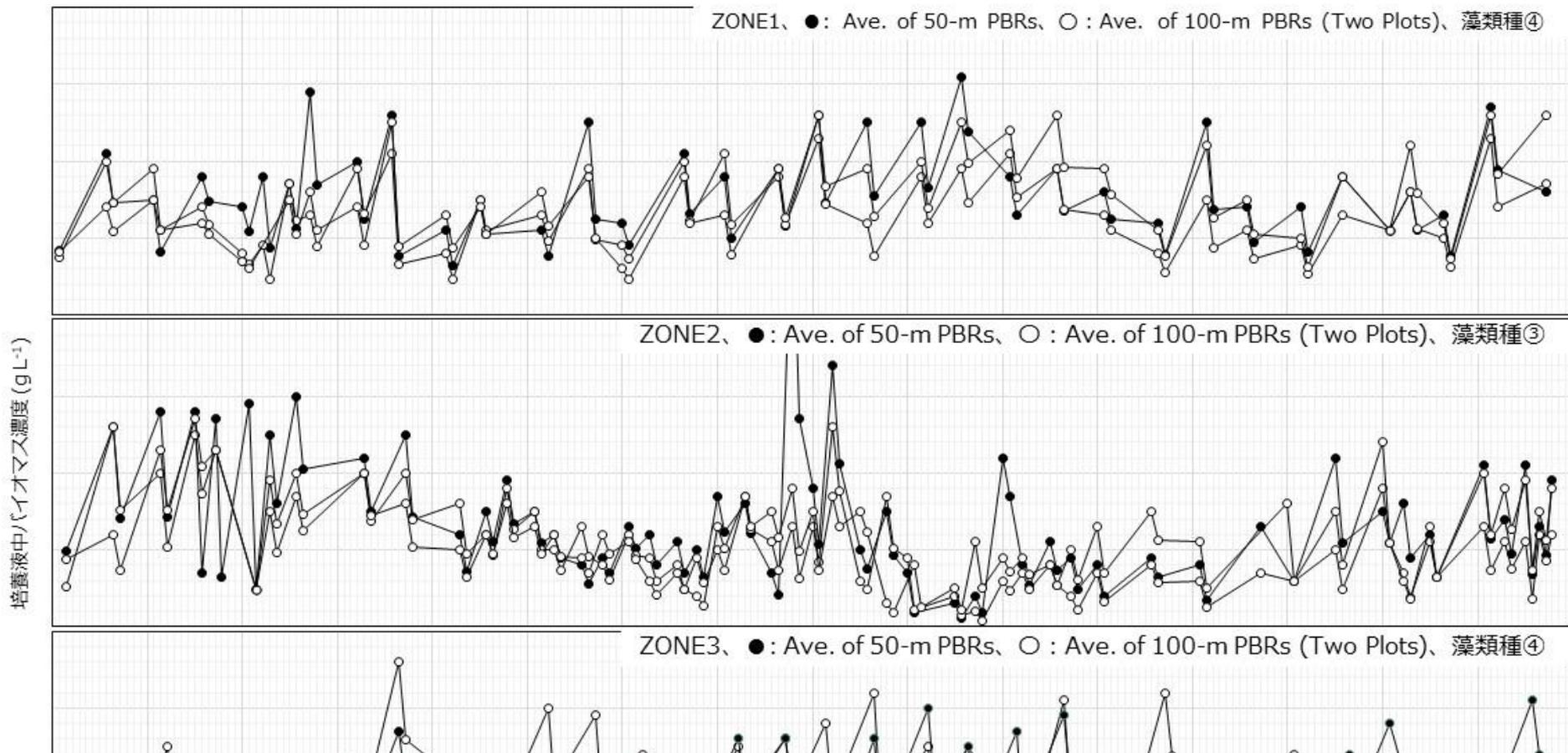
目標 (iv)： 2024年度中の実証において、25 ton ha⁻¹ year⁻¹以上の微細藻類バイオマス生産性を達成する。



CO₂安定供給下では、PBRを用いた藻類生産において、高い光合成効率が確認された。

生産性の向上には、光合成効率の改善と共に、受光量の拡大（受光効率の改善）が非常に重要であることを示唆。

開発成果：屋外大規模微細藻類培養実証



排ガス由来のCO₂供給が不安定である際は、バイオマスの生産性が低く推移した上、変動が大きい。

一方で、気候や生産性が大きく変動する中でも、通年に渡り定期的な収穫が全ての生産区画で実施された。

また収穫後過後の培養液は、一部を除き再利用された。



開発成果：屋外大規模微細藻類培養実証

数千ha規模の商業生産施設へ向けた基盤を構築

施設の構築・運用・維持・管理、培養液の再利用、等を含めたPBRを用いた大規模連続生産の実現性

大規模実証試験プラットフォームとしての意義



2025年3月時生産風景

開発成果：屋外大規模微細藻類培養実証

世界各国の多様な機関からの訪問要請が非常に多く、注目される



在マレーシア日本大使



在マレーシアフランス大使



在マレーシアニュージーランド大使



Google, OpenAi, ホワイトハウス、
NATO、WSJ、他多数



MATSURI（日本企業多数）



信州大学

研究開発の概要



実施項目①：実生産環境下における微細藻類生産の大規模実証

目標 (i)：2023年度中に大規模微細藻類生産設備内のZONE1-3まで培養を拡大する

目標 (ii)：2023年度中に少なくとも二つの培養ZONEを用いた一カ月間以上の半連続生産を実施し、方法に記載した各種測定項目の経時変化データを取得する

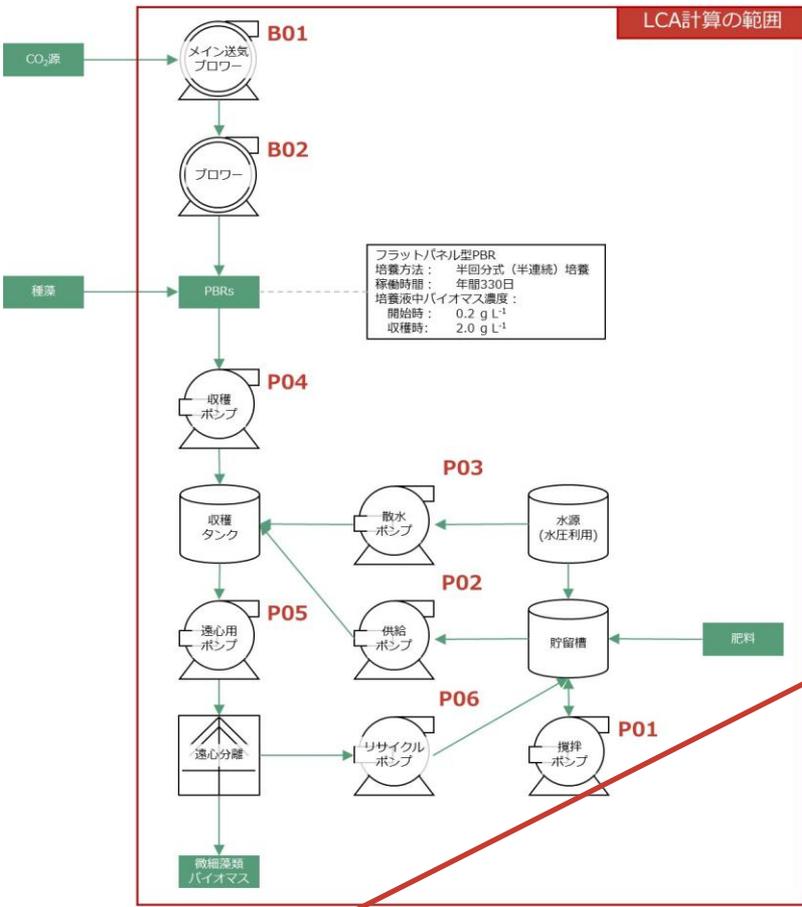
目標 (iii)：2024年度中に、ZONE1-3において稼働可能なPBRユニットの半数以上を用い、年間の80%以上の期間において半連続生産を実施

目標 (iv)：2024年度中の実証において、 $25 \text{ ton ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ 以上の微細藻類バイオマス生産性を達成する。

実施項目②：微細藻類の大規模生産実証を踏まえた、バイオジェット燃料原料生産に関する定量的な経済性分析 (TEA) およびCO₂排出削減効果分析 (CO₂フットプリント)

目標 (i)：長期間 (300日以上) および大規模 (1,500-2,000 m³以上) での生産実証における実測値より、微細藻類バイオマス生産コスト (TEA) および生産におけるCO₂収支 (CO₂フットプリント) を算出する。算出結果を分析し、微細藻類バイオマス生産におけるコストセンターの同定およびその改善策、CO₂収支改善に資する運用および設備仕様・設計の改善策を整理する。同試算・分析・改善案の整理を通じて、将来的に2000ha規模での生産を実施した際、微細藻類バイオマス生産コストJPY 300 kg⁻¹となる施策を策定する。

分析結果 : LCA



LCA計算の範囲

収集情報			算定結果	
プロセス名	項目名	詳細情報	GHG (kg-CO ₂ eq)	%
材料_培地	貯留槽	混合肥料	0.624	29.5
材料_PBR	培養	プラスチックバッグ	0.143	6.8
材料_通気管	培養	曝気配管 (HDPE)	0.069	3.3
材料_通気管	培養	曝気配管 (UPVC)	0.010	0.5
材料_送液管	培養	培地供給配管 (HDPE)	0.011	0.5
材料_送液管	培養	培地供給配管 (UPVC)	0.001	0.0
材料_送液管	散水	散水配管 (HDPE)	0.010	0.5
材料_送液管	収穫	収穫用配管 (HDPE)	0.008	0.4
電力_培養	培養	ブロウ (B01)	0.071	3.3
電力_培養	培養	ブロウ (B02)	0.881	41.6
電力_培養	培養	肥料溶解用攪拌ポンプ (P01)	0.010	0.5
電力_培養	培養	給水ポンプ (P02)	0.009	0.4
電力_培養	培養	散水ポンプ (P03)	0.031	1.5
電力_収穫	収穫	収穫用ポンプ (P04)	0.027	1.3
電力_収穫	収穫	遠心用ポンプ (P05)	0.051	2.4
電力_収穫	収穫	遠心分離機 (H01)	0.154	7.3
電力_収穫	収穫	リサイクルポンプ (P06)	0.009	0.4

曝気電力

肥料

収穫 or PBR培養槽

日中曝気量の削減

培地成分の最適化

高濃度化、新規収穫手法

夜間曝気量の削減・間欠曝気

光量・CO₂・培地のバランス
制御

PBR培養槽の対候性改善

分析結果：TEA

本事業において工業用CO₂を利用して安定したCO₂供給が得られた場合のバイオマス生産性25 t ha⁻¹ y⁻¹、と将来的に目標とする70 t ha⁻¹ y⁻¹を基に経済性分析を行った。

主な仮定値*

運用人員数	: 7人 ha ⁻¹
雇用関連費用	: 給与額の35%
設備類耐久年数	: 一律20年
設備類維持費	: 設備総額の5%
保険	: 設備総額の1%
固定費予備費	: 固定費の10%
変動費予備費	: 変動費の10%

	生産コスト内訳	
	25 t ha ⁻¹ y ⁻¹	70 t ha ⁻¹ y ⁻¹
人件費	28.9%	25.7%
減価償却費	13.9%	12.4%
施設維持に関する諸経費	19.2%	17.1%
培地関連費 (肥料、水)	8.6%	16.8%
PBRフィルム等	9.0%	8.9%
電気代	16.6%	14.8%
予備費	3.7%	4.3%

*本事業において得ることが難しい予備費や雇用関連費用などの数値、地域の規制や法律等により異なる数値に関しては一定の値を仮定した。

設備費

培養設備資材の削減
(コンクリートや鉄材)

培養設備の施工作業の簡略化

付帯設備の大型化・集約化
(ブロワ・ポンプ・収穫設備)

人件費

PBRバッグ洗浄頻度の改善

PBRバッグ交換頻度の改善

配管類の構造の改善

バイオマス生産コストを300 円 kg⁻¹まで改善するには、

- 運用人員数を1人 ha⁻¹程度まで削減
- 単位面積あたりの総設備費用を現在の20-25%まで削減

する必要があることが示された。

