

NEDO CR拠点 技術交流セミナー

CO₂ の高効率利用が可能な藻類バイオマス生産と利用技術の開発

2024年1月24日

日本製鉄株式会社

先端技術研究所 環境基盤研究部

環境技術研究室 研究第一課

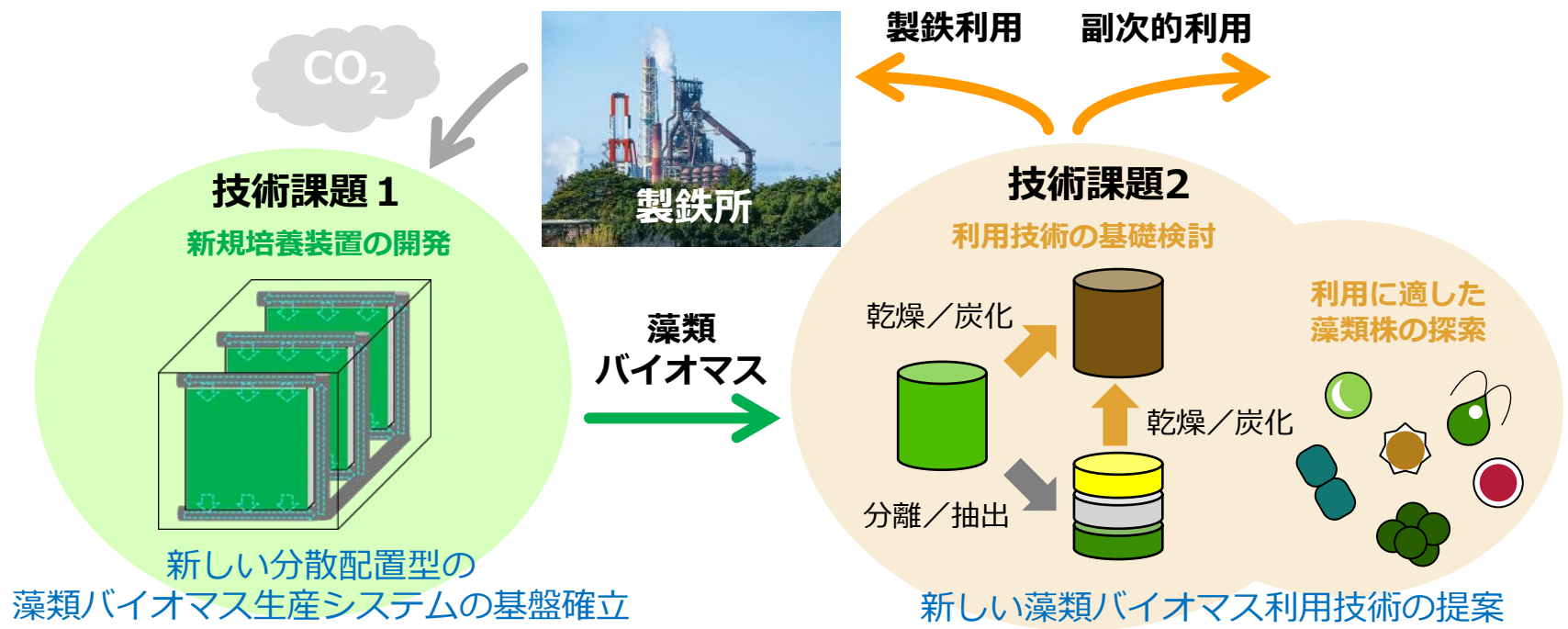
吉村 航



New Energy and Industrial Technology Development Organization

研究開発内容

- <概要> CR技術としての藻類バイオマスの実用化に向け、生産と利用の両面で研究を行う。
- <事業期間> 2022年4月～2025年3月
- <委託先> 日本製鉄株式会社



<実施内容>

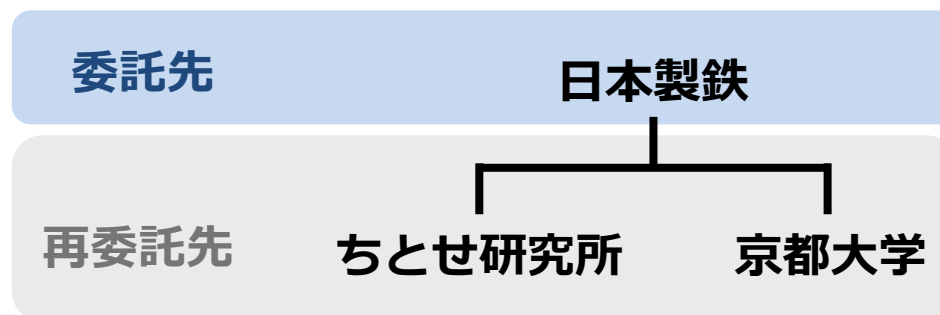
本研究では、CO2集中排出源からのCO2を活用して藻類バイオマスを効率的に生産するための技術開発と、生産したバイオマスを製鉄プロセスを含む多角的用途に適用するための技術開発を行います。

- 技術課題① 固相表面培養の原理に基づく高効率の藻類バイオマス生産システムの開発
- 技術課題② 藻類バイオマスの製鉄を含む多角的利用に向けた技術開発

研究体制と研究課題

再委託先・共同実施先と課題を分担し、
3年間の研究期間で段階的に研究を進めている。

研究体制図



技術課題① 固相表面培養の原理に基づく高効率の藻類バイオマス生産システムの開発

生産

1-1. 固相表面培養装置の開発と運転 日本製鉄

1-2. バイオマス生産におけるシミュレーションとエネルギー評価 日本製鉄／ちとせ研究所

技術課題② 藻類バイオマスの製鉄を含む多角的利用に向けた技術開発

利用

2-1. 藻類バイオマスの物性評価による適用性検討 日本製鉄／ちとせ研究所

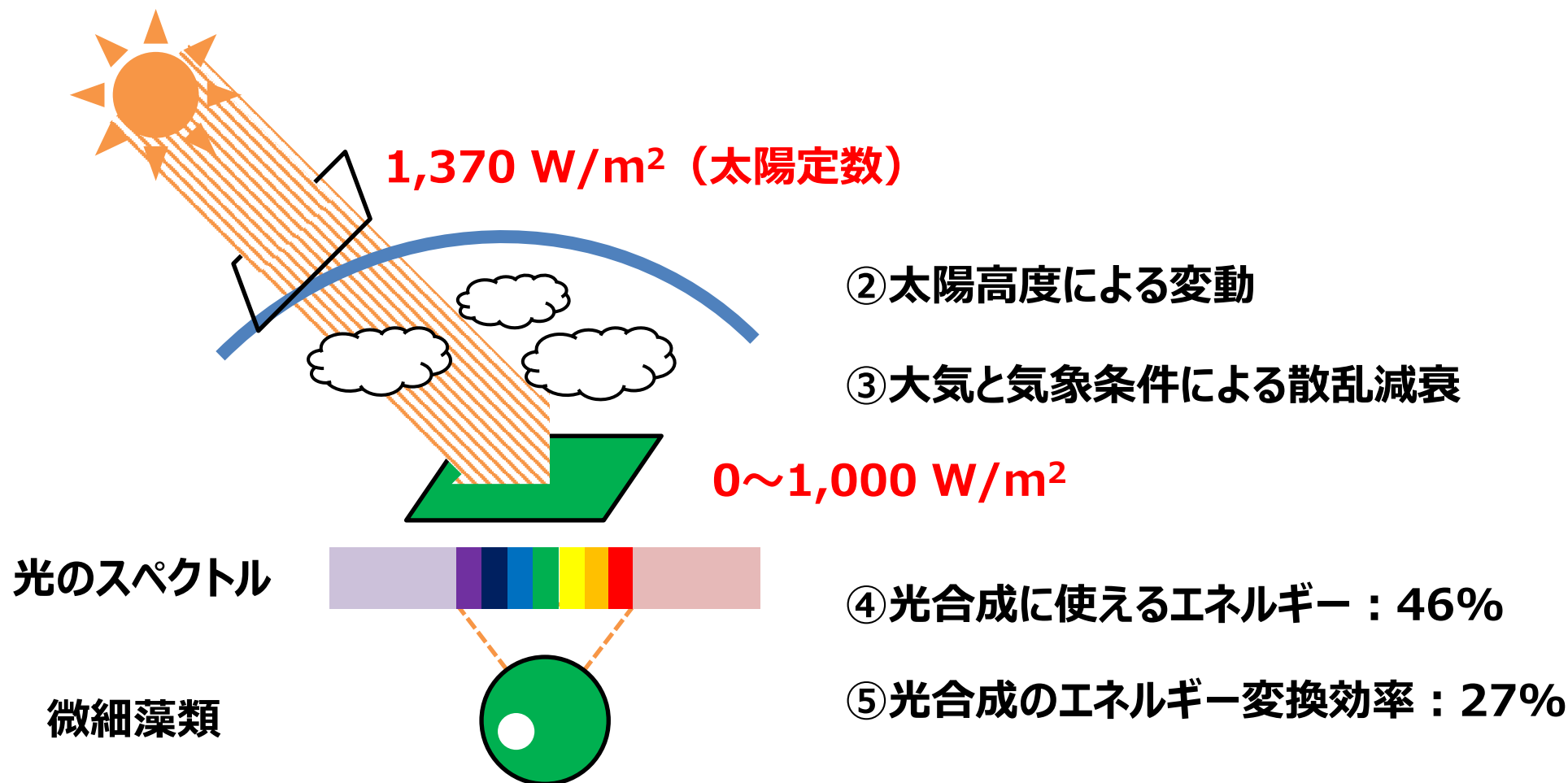
2-2. 製鉄利用に適した藻類の探索 日本製鉄／京都大学

大崎上島NEDO CR拠点为主要拠点とし、各参加者の研究施設でも並行して研究を実施。
今回は各課題の概要・研究方針についてご説明。

1：固相表面培養の原理に基づく藻類バイオマス生産システムの開発

背景：太陽光を利用したバイオマス生産について

土地面積あたりで利用可能な太陽光のエネルギーには限りがある。



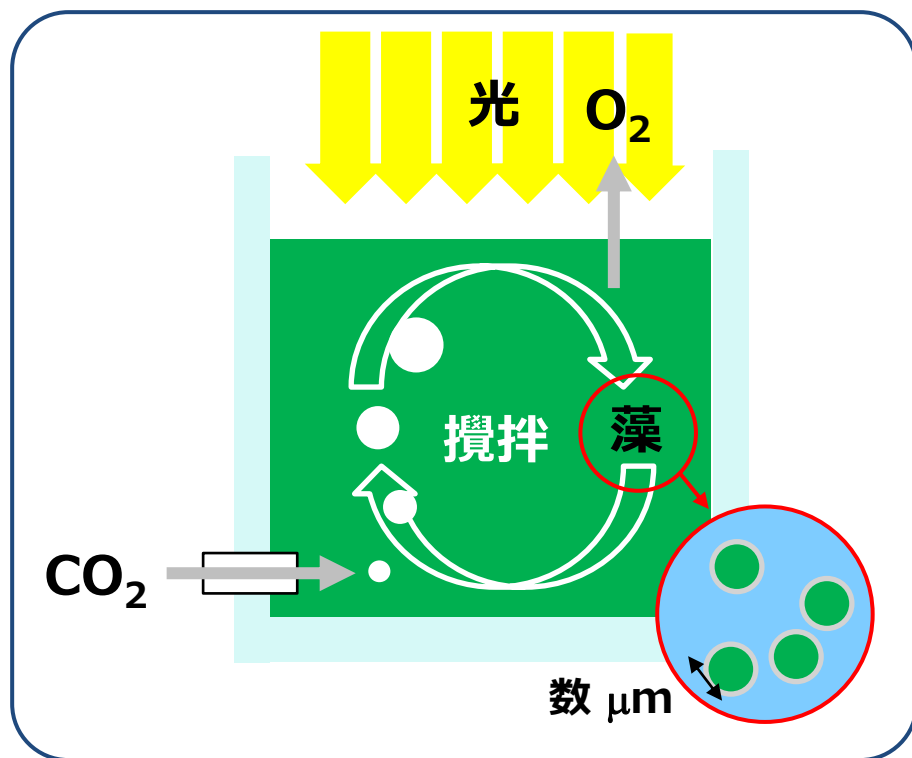
限られた太陽光を効率よく利用できる培養技術（バイオマス生産技術）が必要

1：固相表面培養の原理に基づく藻類バイオマス生産システムの開発

効率的なバイオマス生産を可能にする方法として、固相表面培養に着目した。

【液体培養】

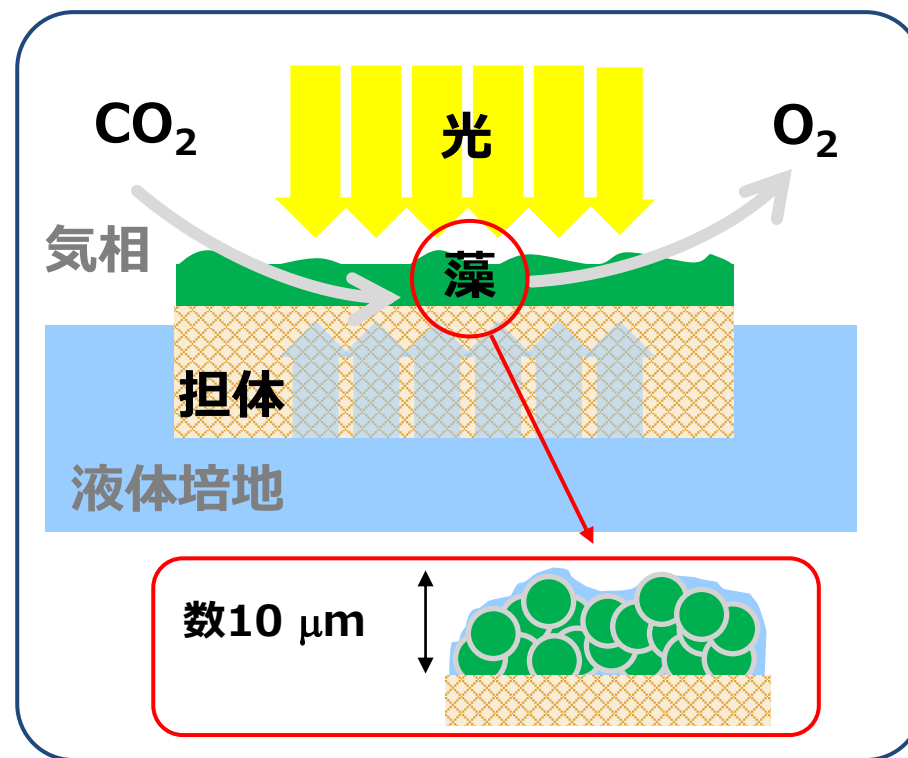
液体中に懸濁した微細藻類を攪拌して培養する方法。
最も一般的な培養方法。



- ・ほとんどの微細藻類に適用できる培養法。
- ・技術的な蓄積があり、系として安定している。

【固相表面培養（担持体培養）】

担体上に担持した藻類を気相中で培養する方法。
藻が気相と液相の両方に接する点に特徴がある。



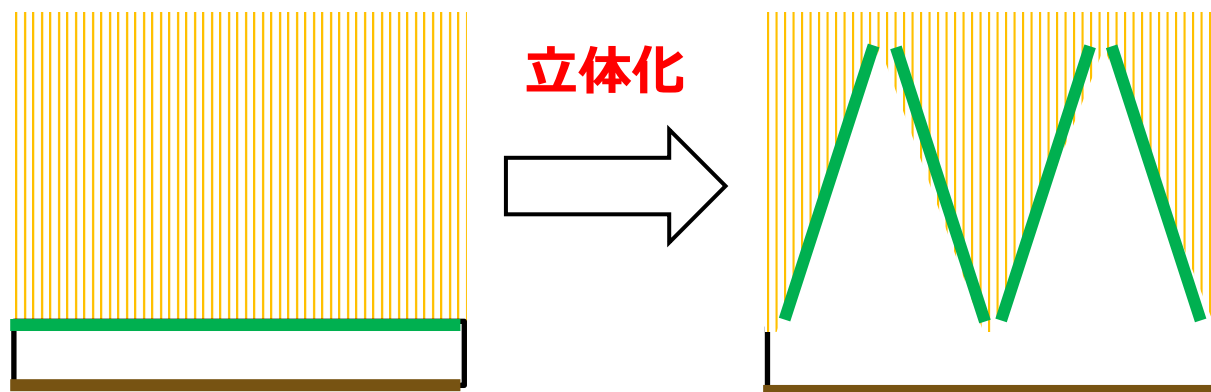
- ・ガス交換が速く、CO₂による増殖促進効果が高い。
- ・太陽光を効率よく利用できる。

固相表面培養では高いバイオマス生産性を達成できる可能性。

1 : 固相表面培養の原理に基づく藻類バイオマス生産システムの開発

背景 : 固相表面培養による太陽光の効率的な利用について

固相表面培養では土地面積当たりの培養面積を増やすことができる。



立体化することで、

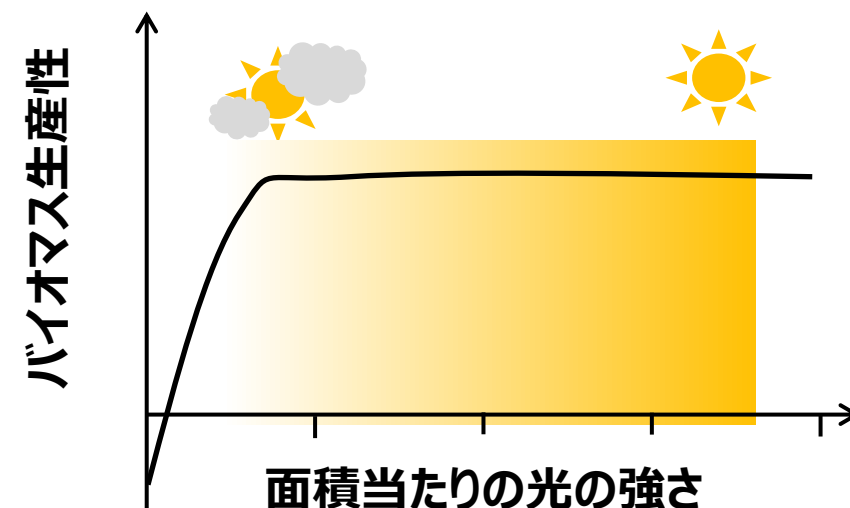
- ①土地面積当たりの培養面積が増加
- ②培養面積当たりの光の強さが低下

培養面積を増やすことで、太陽光を効率よく利用することができる。

- ・太陽光は非常に強い光である。
- ・光合成は強い光をうまく利用することができない。

立体化することで、

- ①光の強さが低下しても、バイオマス生産性は変わらない
- ②培養面積が増えた分、バイオマス生産量が増加



上記を実現するためには、「培養の立体化」つまり培養装置が必要。

A：固相表面培養の原理に基づく藻類バイオマス生産システムの開発

培養を立体化するというコンセプトに基づいて培養装置を設計・製作した。

コンセプト

①光：培養面の立体化

大面積で太陽光を受光し、光合成に適切な光の強さに調整



担持体に角度をつけることが必要

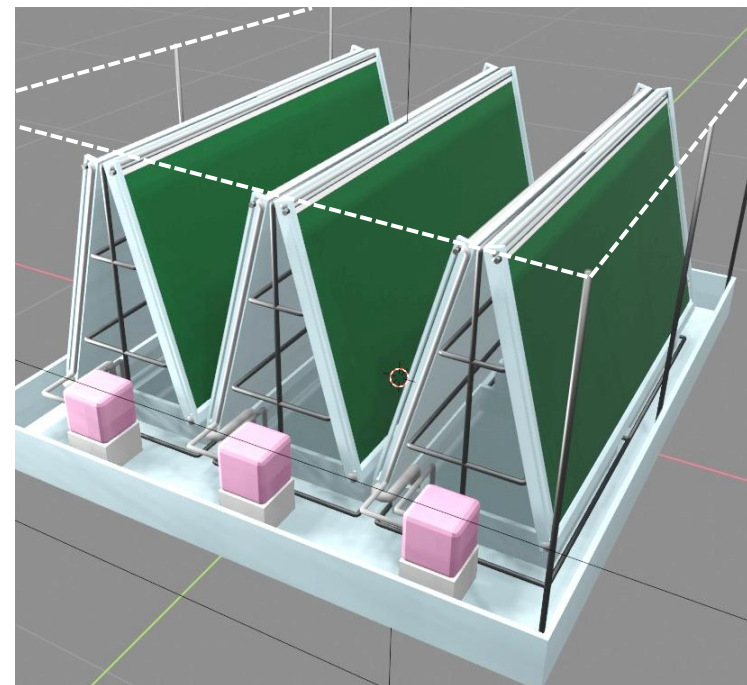
②水：液体培地の循環

担持体から流出した液体培地を上部に再供給する必要

③CO₂：装置の気密化

装置全体をビニールハウスで覆い、内部のCO₂濃度を高める

培養装置のイメージ図



本プロジェクトにおける目標

- ・設置面積あたりのバイオマス生産性目標値の達成
- ・大型化可能な培養装置の仕様確立

設置面積が1m²規模の培養装置を実際に製作し、培養実験を実施中。

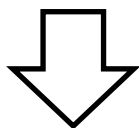
1：固相表面培養の原理に基づく藻類バイオマス生産システムの開発

1-2: バイオマス生産におけるシミュレーションとエネルギー評価

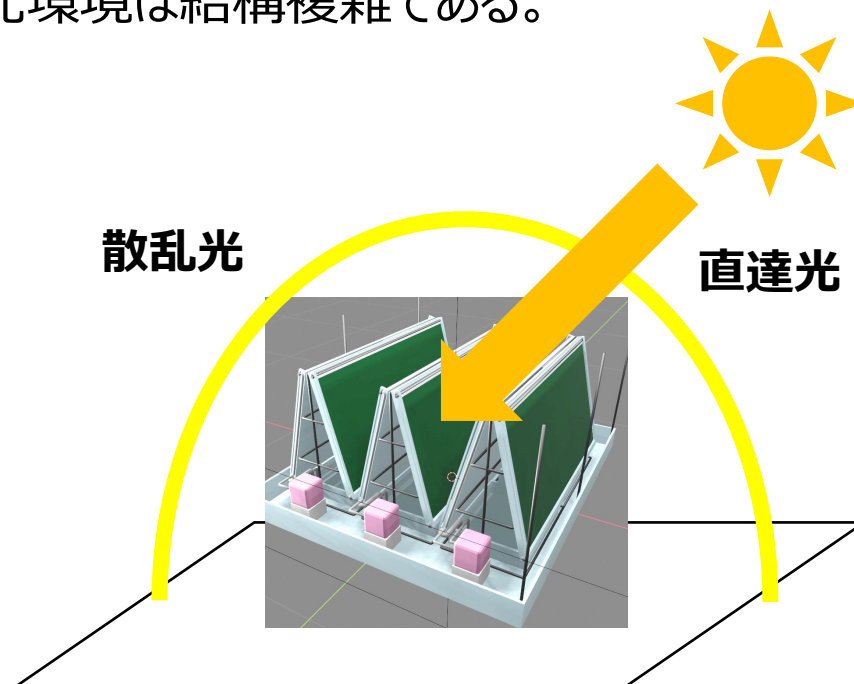
前述の議論は、話を単純化したもので、実際の屋外の光環境は結構複雑である。

【屋外の光環境の複雑さ】

- ・ 2種類の光（直達光・散乱光）がある。
- ・ 季節や時刻により太陽の位置が変化する。
- ・ 気象条件で光の強さが変化する。



- ・ 実際の光環境を実験的に再現することは困難。
- ・ 屋外での実験は、再現性が低い。



実験室の培養実験結果から、屋外でのバイオマス生産性を推測するためのシミュレーションを実施中。

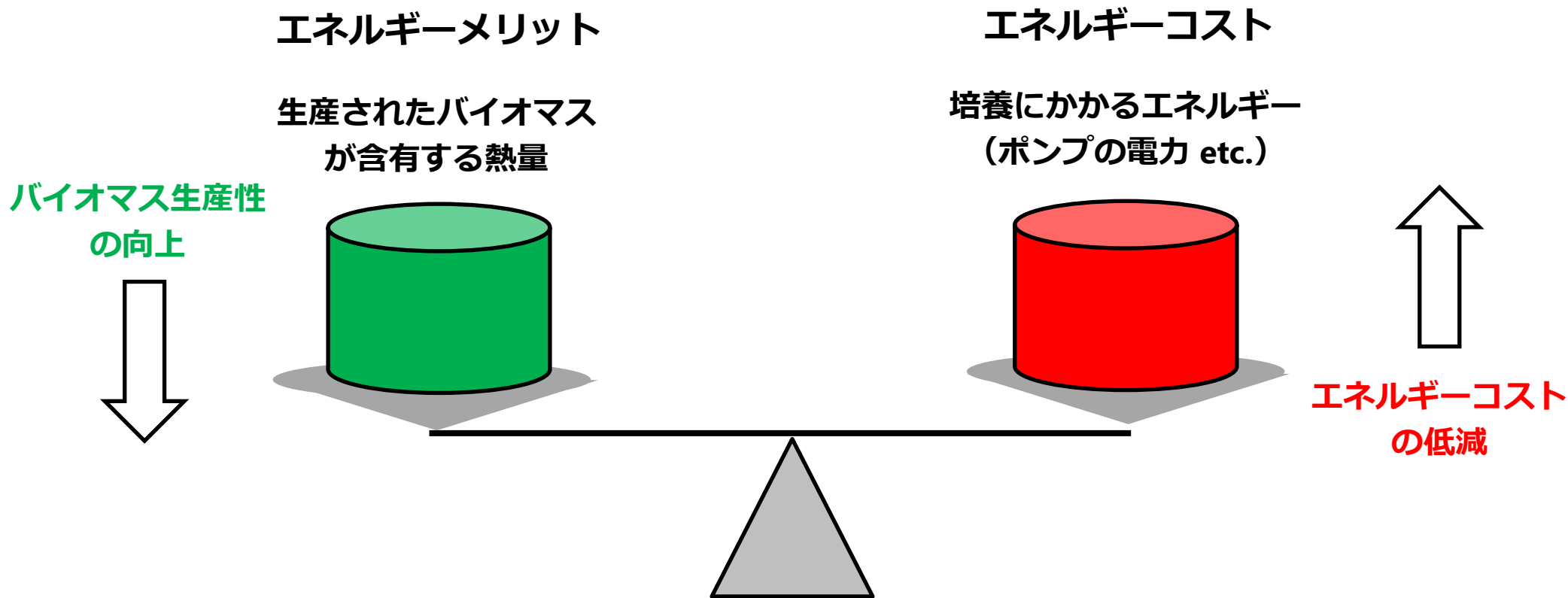
- ① 培養装置の3Dモデル
 - ② 培養実験のデータ
 - ③ 屋外の光環境の実測データ
- 3Dモデルシミュレーション

固相表面培養装置のポテンシャルについて定量的なデータを取得

1：固相表面培養の原理に基づく藻類バイオマス生産システムの開発

1-2:バイオマス生産におけるシミュレーションとエネルギー評価

バイオマス生産をCR技術として確立するにはプロセス全体のCO₂収支が重要。
本プロジェクトでは、評価がより容易なバイオマス生産のエネルギー収支を評価する。

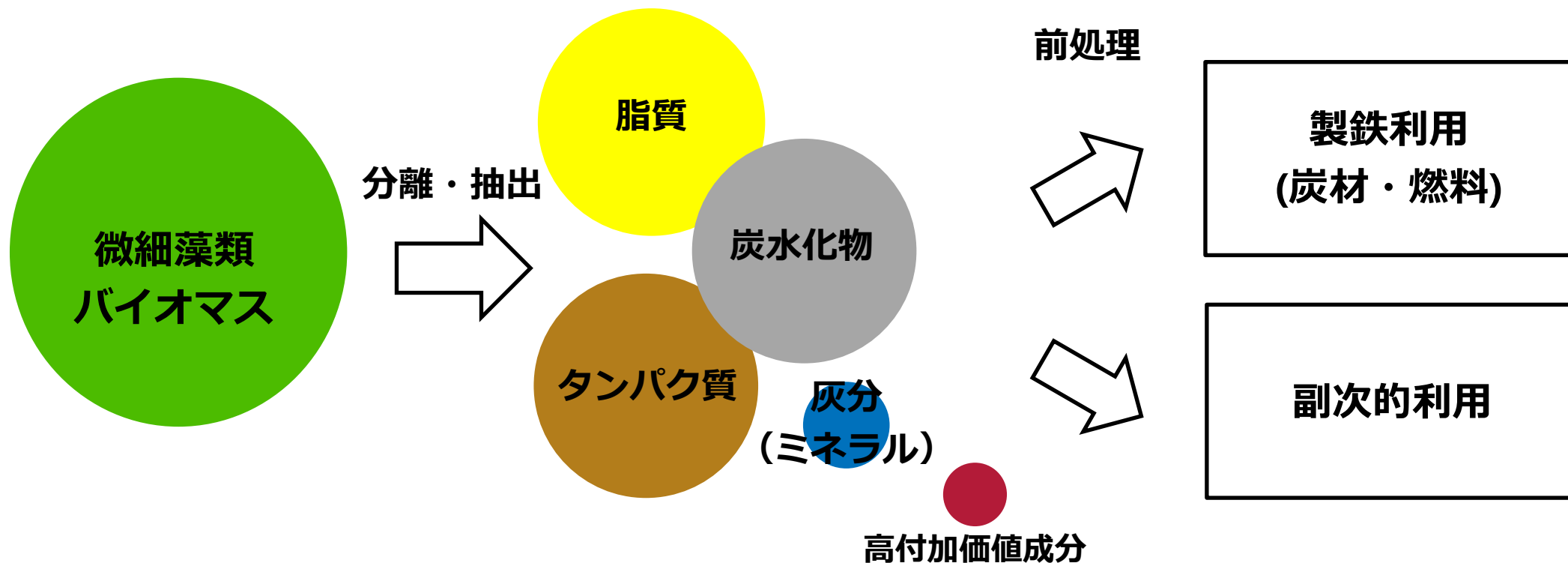


バイオマス生産における正のエネルギー収支を達成するため
省エネルギーで高バイオマス生産の培養装置を開発中。

2：藻類バイオマスの製鉄を含む多角的利用に向けた技術開発

2-1:藻類バイオマスの物性評価による適用性検討

微細藻類のバイオマスに含まれる成分を有効に活用するため、製鉄利用とその他の利用を組み合わせた多角的利用方法を検討する。

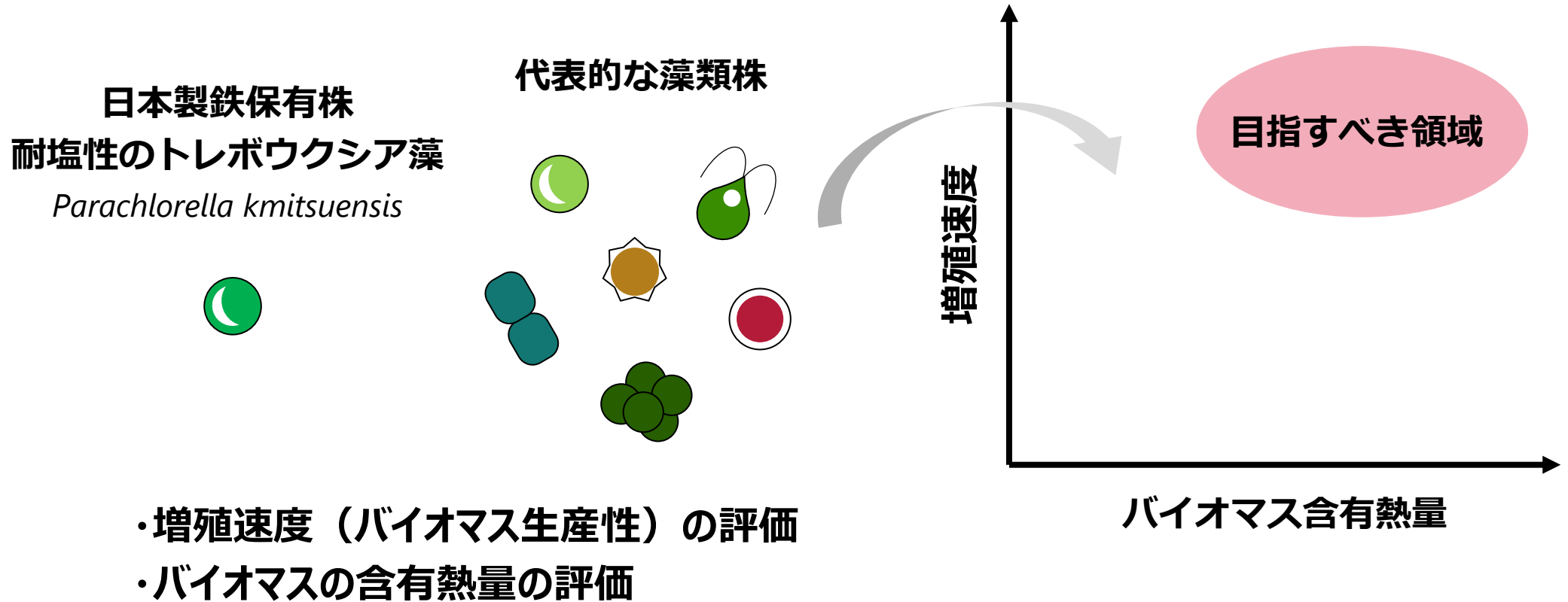


バイオマスの分離抽出方法や、分離した画分の成分分析を実施中。
結果を基に好適な利用方法について検討する。

2：藻類バイオマスの製鉄を含む多角的利用に向けた技術開発

2-2:製鉄利用に適した藻類の探索

様々な藻類の増殖速度とバイオマス含有熱量を評価し、利用性に優れた株をみつきたい。

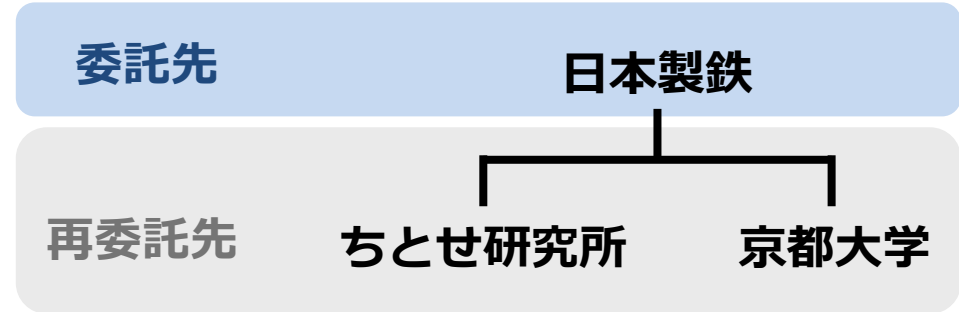


単位面積当たりのエネルギー生産性が高い株を探索・評価
併せて培養技術の汎用性についても確認する。

まとめと今後の展開

3年間の研究期間のうち、約2年が経過、各課題について様々な成果が出ている。

研究体制図



技術課題① 固相表面培養の原理に基づく高効率の藻類バイオマス生産システムの開発

生産

1-1. 固相表面培養装置の開発と運転 **日本製鉄**

1-2. バイオマス生産におけるシミュレーションとエネルギー評価 **日本製鉄／ちとせ研究所**

技術課題② 藻類バイオマスの製鉄を含む多角的利用に向けた技術開発

利用

2-1. 藻類バイオマスの物性評価による適用性検討 **日本製鉄／ちとせ研究所**

2-2. 製鉄利用に適した藻類の探索 **日本製鉄／京都大学**

研究は順調に進捗。計画の最終目標達成に向け、残りの期間で研究を進めたい。