

光合成微生物抽出物を用いた 有用物質生産による低炭素技術

独立行政法人国立高等専門学校機構
宇部工業高等専門学校 物質工学科
准教授 町田峻太郎

2025年10月14日

従来技術とその問題点

- ①化石資源ベースの燃料生産：
温室効果ガス排出が大きく、資源・価格が不安定

- ②食料・飼料作物由来のバイオ燃料：
食料との競合と価格高騰を招き、耕地・肥料の負担大

身の回りの炭化水素・油脂



化石資源由来

- 燃料
- 化学製品原料
- etc.

生物由来

- 食品
- 化粧品
- etc.



産業の拡大

需要

増

人口増加

- ・地球温暖化
- ・化石資源の枯渇

- ・食糧問題
- ・原料価格の高騰

① 温室効果ガス排出が大きく
資源・価格が不安定

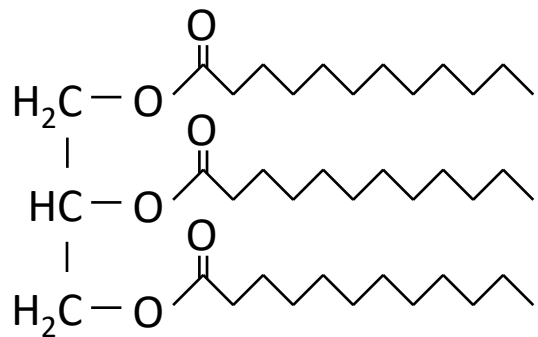
バイオ燃料の利用

ナタネ
トウモロコシ

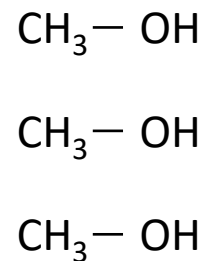
作物を原料としたバイオディーゼル生産

バイオディーゼル

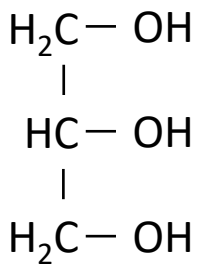
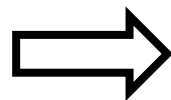
菜種油や廃食用油などをメチルエステル化して合成



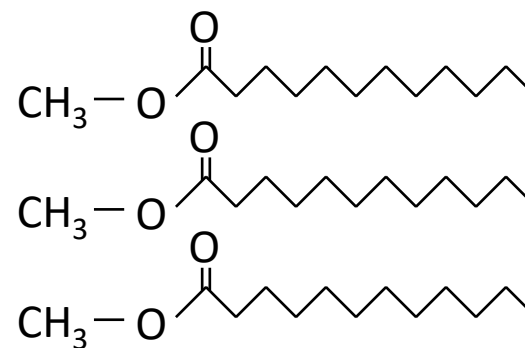
トリアシルグリセロール
(TAG)



メタノール



グリセロール



脂肪酸メチルエステル (FAME)

食料・飼料作物を原料としたときの課題

課題

- ・ 食糧生産との競合と食料価格の高騰
- ・ プランテーション農業の拡大による環境負荷
- ・ 農薬・化学肥料使用の増加による温室効果ガスの排出

プランテーション

- ・ 生物多様性の損失
- ・ 土壌侵食・汚染
- ・ 労働と安全の問題

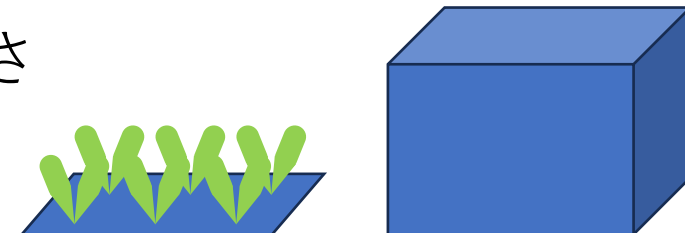


②食料との競合と価格高騰を招き、
耕地・肥料の負担大

微生物の利用

利点

- ・ 単位面積当たりの燃料生産性の高さ
- ・ 水圏・耕作放棄地の活用
- ・ 食糧生産と非競合



新技術の特徴・従来技術との比較

微細藻類使用の課題：

従来の微細藻類を用いた油脂生産は生産コストや遺伝子組換え体使用の法規制の壁が依然として高い

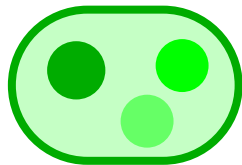
油脂酵母使用の課題：

従来の油脂酵母を用いた油脂生産は培地主原料（C/N源）を食料・飼料作物に依存

→新技術は非遺伝子組換えの微細藻類の抽出物を培地原料（=エサ）にして非食料・低炭素化を視野

従来技術①

微細藻類



Botryococcus braunii
Aurantiochytrium など

油脂生産性	—	低	
光合成能	—	あり	(一部なし)
窒素固定能	—	あり	(藍藻の一部)

大気中成分が「エサ」

光合成能を利用した**低炭素**な油脂生産

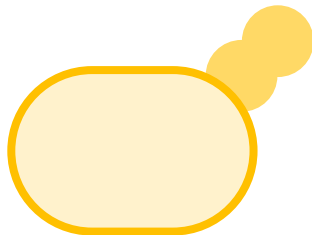
課題

- ・ 生産コストが依然として高く、化石燃料や他経路のバイオ燃料に対する価格競争力が不十分
- ・ 遺伝子組換え体を用いた場合の法規制の厳しさ

従来技術②

酵母

※油脂酵母、油糧酵母



Yarrowia lipolytica
Lipomyces starkeyi など

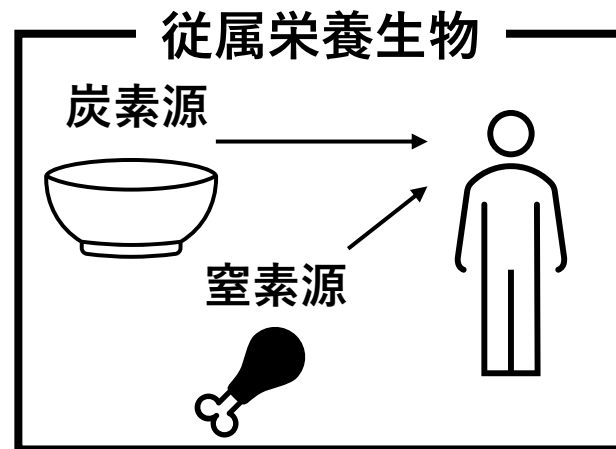
微細藻類よりも油脂生産性が5~10倍高い
脂肪酸組成がパーム油と酷似

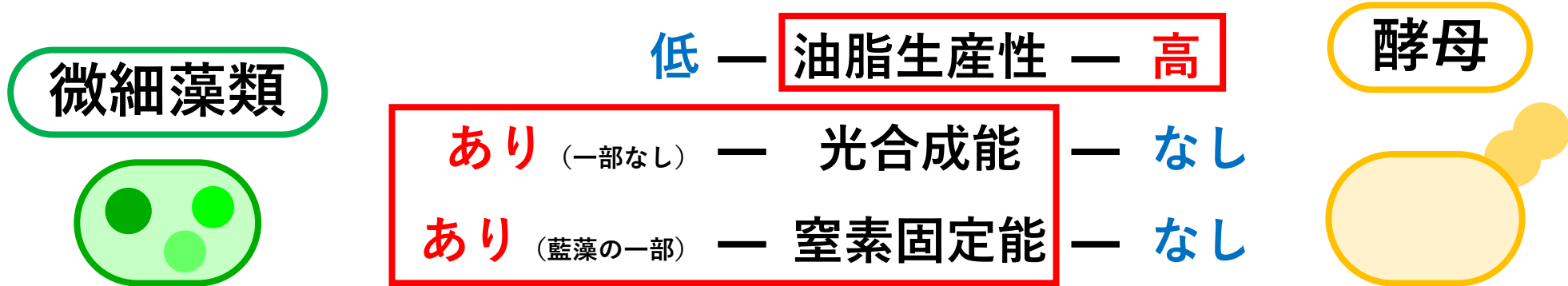
油脂生産性	—	高
光合成能	—	なし
窒素固定能	—	なし

「エサ」の供給が必要

課題

油脂酵母は従属栄養生物であるため、炭素源と窒素源を供給する必要があり、現在は培地主原料（C/N源）を食料・飼料作物に依存





新技術

※遺伝子組換え体を用いない

「微細藻類の光合成能・窒素固定能」

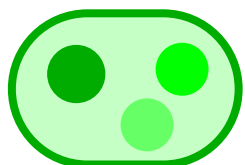
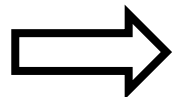
+ 「油脂酵母の油脂生産性」

→ 食料・飼料作物に依存しない高効率な油脂生産の実現

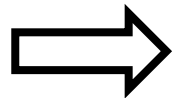
食料・飼料作物



従来技術

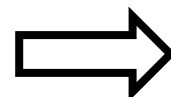


微細藻類

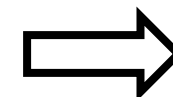


新技術

培地 (エサ)



微生物



有用物質

特願2024-021179

従属栄養微生物又は培養細胞用の培地、
従属栄養微生物又は培養細胞を培養する
方法、油脂の生産方法、培地への添加材

新規性：食料・飼料作物ではなく微細藻類を「C/N源 (エサ)」とする

- 生産コスト低減の期待
- 遺伝子組換え体不使用

想定される用途

低炭素な油脂生産への適用：

パンクレアチンでスピルリナを消化して高効率に栄養抽出し、その抽出物を培地原料として油脂酵母を効率培養

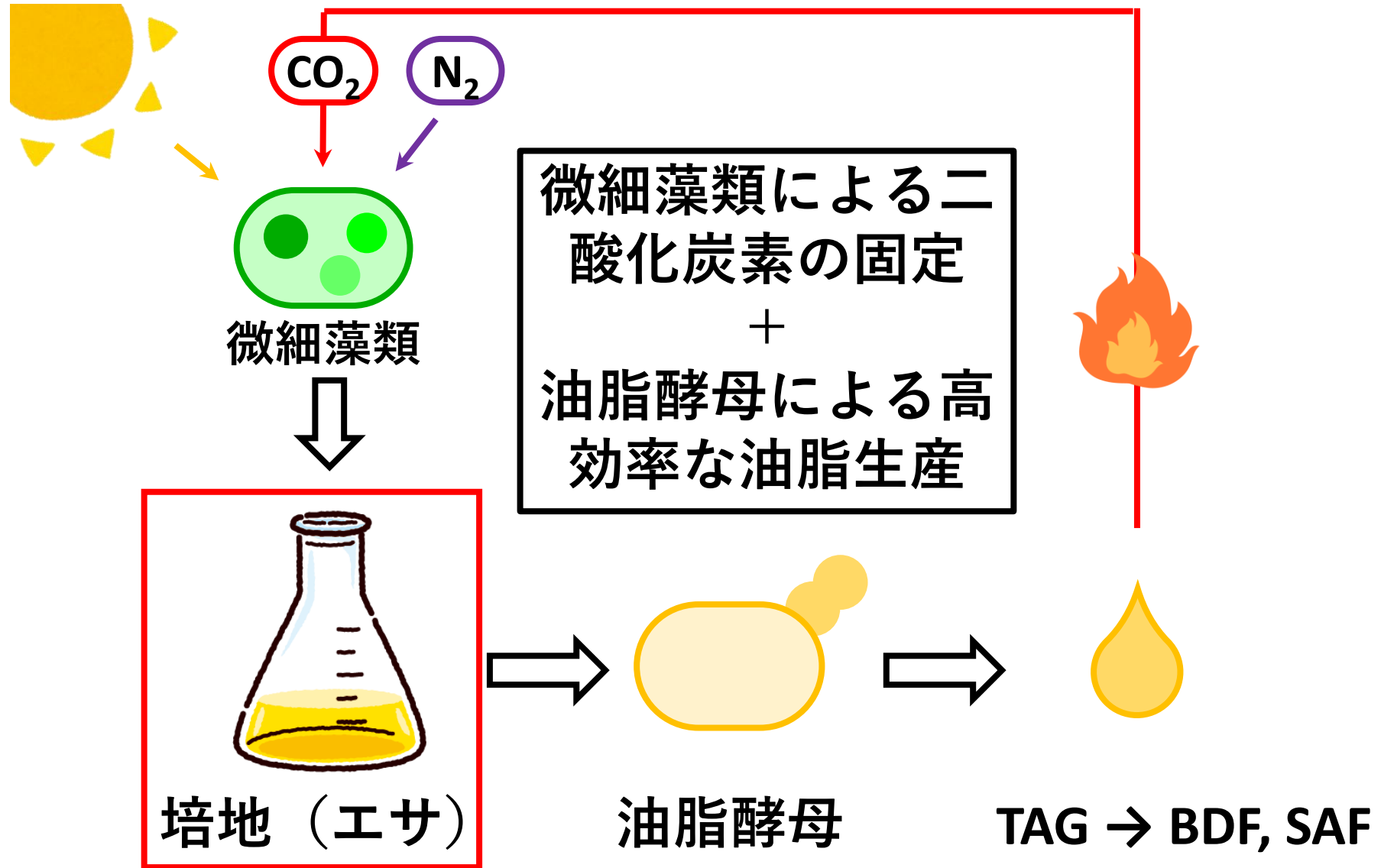
→バイオディーゼル（**BDF**）や持続可能航空燃料（**SAF**）の生産

発酵プロセスの共通基盤化：

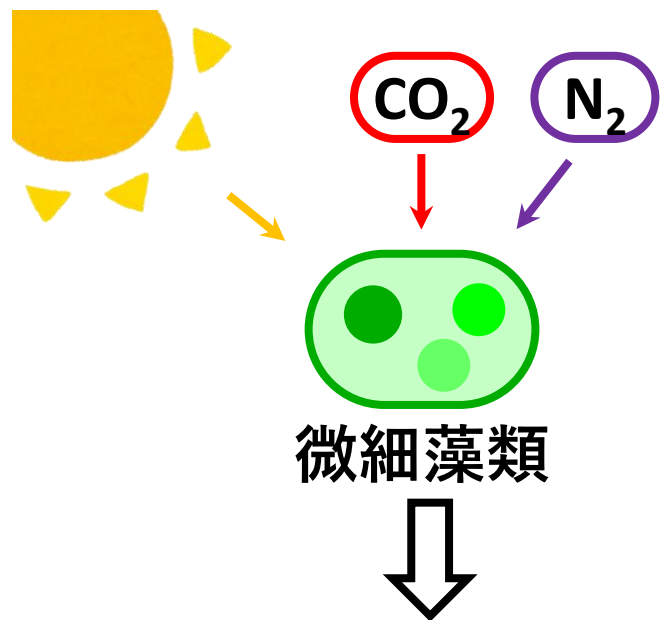
藻由来の抽出物を“非食料由来のエサ”として使用し、油脂酵母に限らず他の発酵系（例：アンモニアや乳酸など）へ展開

→食料・飼料作物に依存しない生産系の構築

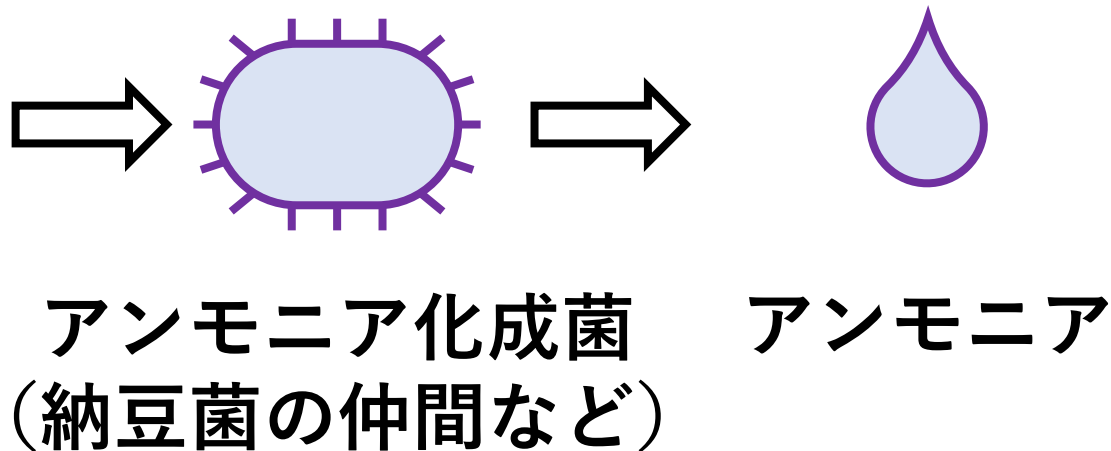
用途①：油脂生産



用途②：アンモニア生産

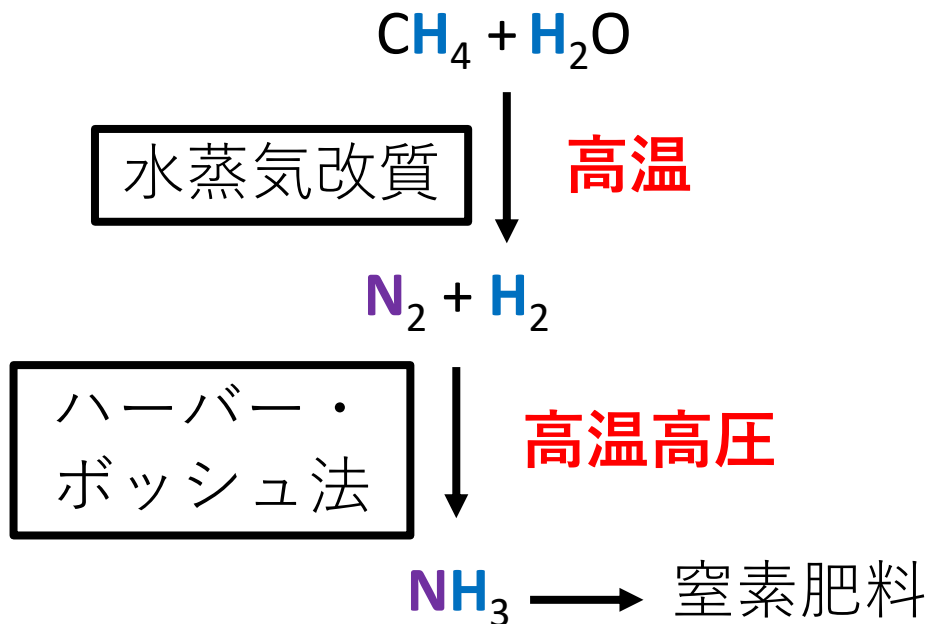


本技術による「エサ」をアンモニア化成菌に供給することでアンモニアを生産
→窒素肥料としての利用



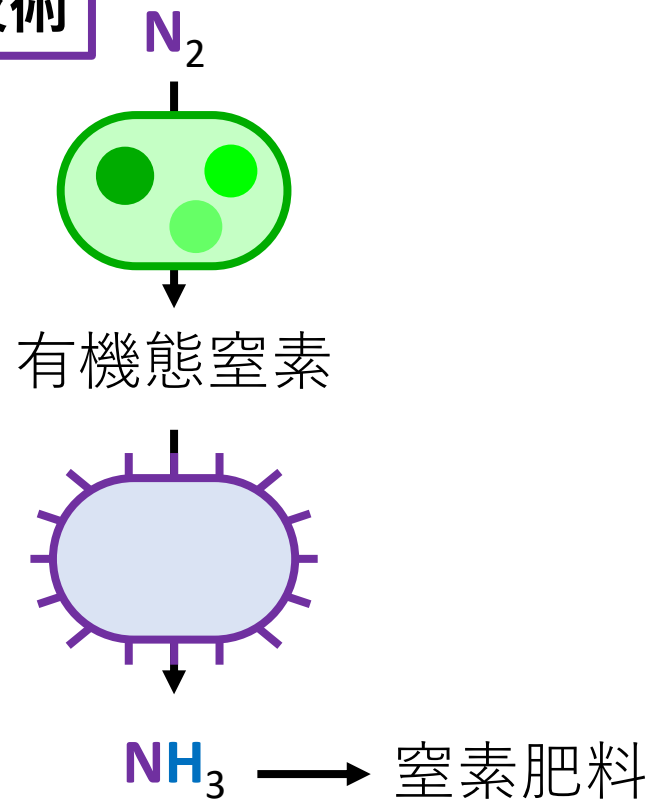
持続可能な窒素肥料生産の必要性

従来技術



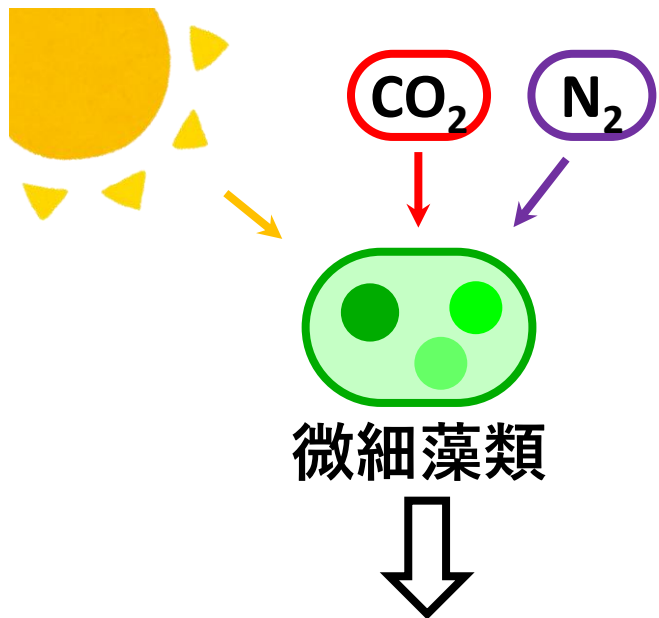
世界の人口増加を支える食糧生産は大量の化石資源の消費のうえになり立っている

新規技術

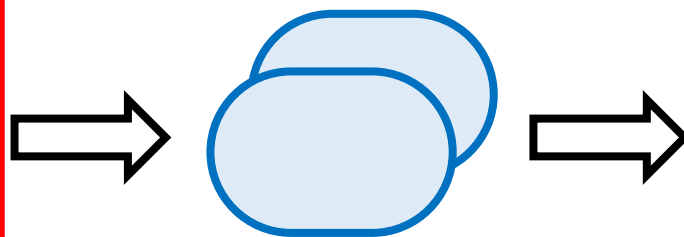


生物機能を用いた常温常圧で化石資源に依存しないアンモニア生産への応用

用途③：乳酸生産



本技術による「エサ」を乳酸菌に供給することで乳酸を生産
→バイオプラスチック
としての利用

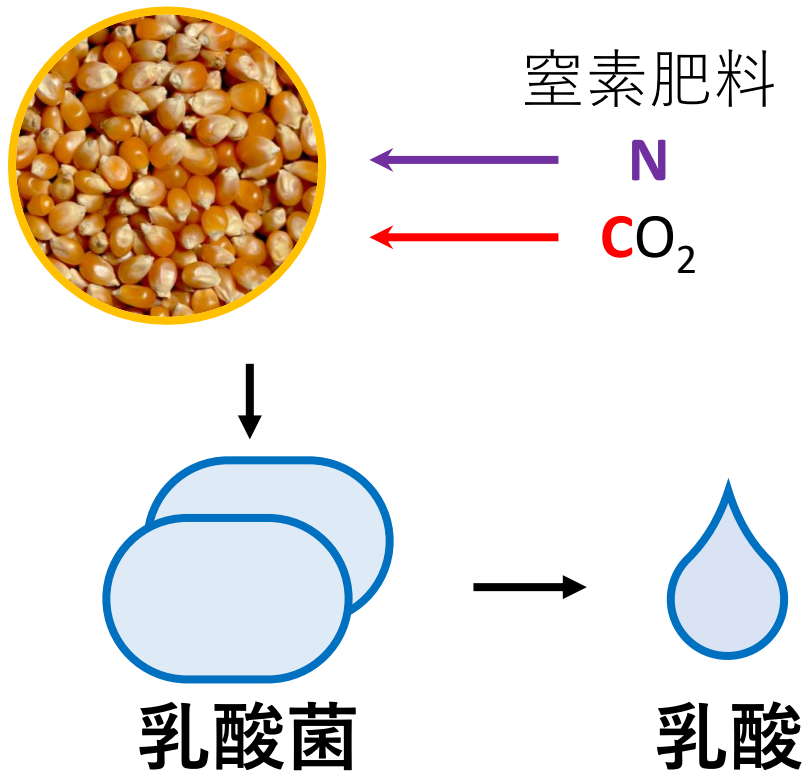


乳酸菌

乳酸

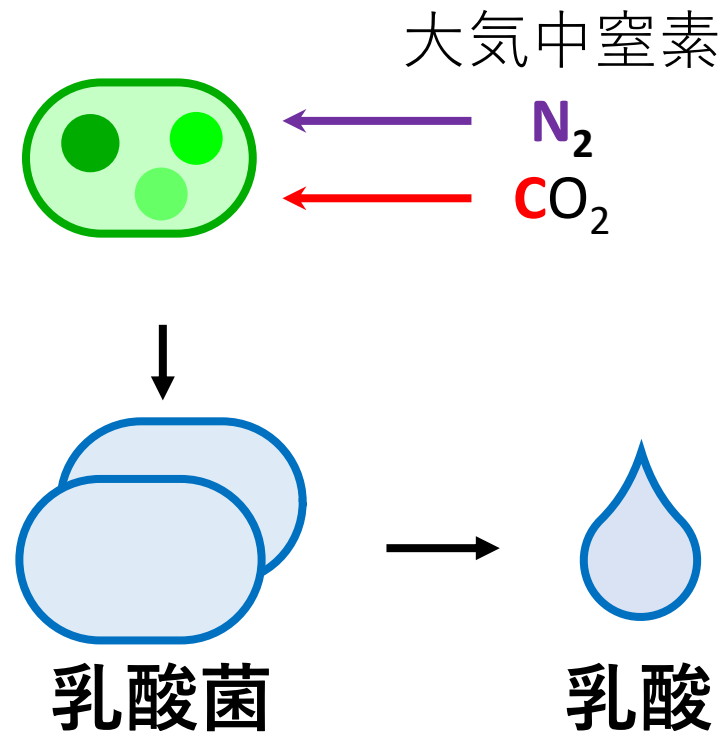
作物非依存のバイオプラスチック生産

従来技術



大量の窒素肥料を必要とする食料作物を原料としたポリ乳酸の生産

新規技術



窒素肥料と食料作物に依存しないポリ乳酸の生産

実用化に向けた課題

- 現在、スピルリナを酵素で処理して抽出物を作り、油脂酵母の培地原料（エサ）として使えるところまで開発済み。ただし、微細藻類の安定入手と品質のばらつき、処理コストや設備条件の最適化が未解決
- 今後、原料の品質—処理条件—培養結果の関係について実験データを集め、油脂生産（バイオディーゼル等）に適用する際の条件（投入量、温度・時間、ろ過・殺菌方法など）を設定する必要がある。また、実コスト計算についても未着手

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装への取り組みについて
基礎研究	<ul style="list-style-type: none">・ 微細藻類エキスをを用いた油脂生産酵母の培養が完了	
現在	<ul style="list-style-type: none">・ 微細藻類エキス抽出条件の最適化が完了	<ul style="list-style-type: none">・ 科研費若手研究22K14818採択
3年後	<ul style="list-style-type: none">・ ジャーファーマンターを用いた2Lスケールでの反応系評価	<ul style="list-style-type: none">・ 科研費基盤Cの獲得・ 評価基礎データの提供
6年後	<ul style="list-style-type: none">・ 新技術による油脂生産系のコスト算出・ アンモニア生産および乳酸生産への応用の実証	<ul style="list-style-type: none">・ 算出データおよび実証データの提供

企業への期待

- 酵素の扱い（再利用を含む）・原料処理ライン・発酵設備・受入検査の技術をもつ企業との共同研究を希望
- 食料・飼料作物に依らない原料を用いたバイオ燃料・バイオプロダクト生産を検討中の企業には、本技術の導入が有効と思われる

企業への貢献、PRポイント

- 本技術は非食料由来の微細藻類抽出物を“エサ”として使えるため、バイオ燃料生産のみならず、常温・常圧でのアンモニア生産や、窒素肥料と食料作物に依らないポリ乳酸（乳酸）の生産を進めることで、低環境負荷化を想定する企業に貢献
- 「完全代替」のみならず「部分代替」によるCO₂削減の一助としての貢献
- 本格導入時の技術指導に対応し、スムーズな実装に貢献

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 従属栄養微生物又は培養細胞用の培地、従属栄養微生物又は培養細胞を培養する方法、油脂の生産方法、培地への添加剤
- 出願番号 : 特願2024-021179
- 出願人 : 独立行政法人国立高等専門学校機構
- 発明者 : 町田 峻太郎

お問い合わせ先

**宇部工業高等専門学校
総務課連携係**

TEL : 0836-35-4966

FAX : 0836-35-5469

E-mail : sangaku@ube-k.ac.jp