



**CARBON
RECYCLING
FUND INSTITUTE**

一般社団法人カーボンリサイクルファンド

2024年度CRF研究助成活動 採択テーマ一覧

一般社団法人
カーボンリサイクルファンド
(CRF)

2024年9月

CRFにおける研究助成活動とは

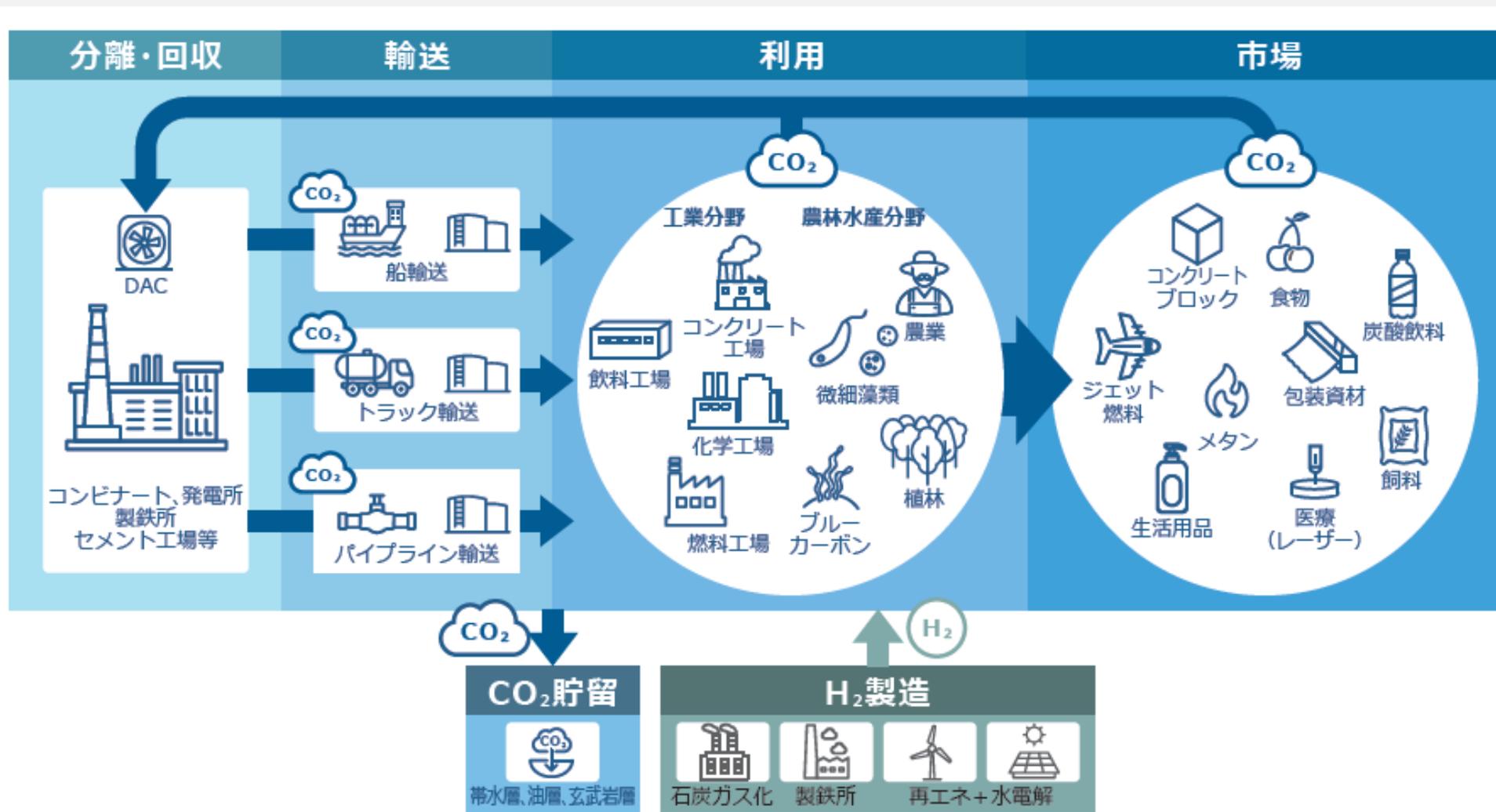
- 民間資金の特徴を活かした柔軟な運用でカーボンリサイクルに係る研究シーズ（アイデア、人）を発掘、取り組みを支援
- 過去の採択テーマから複数の国プロジェクトが生まれ、社会実装に向け進展

	概要
助成対象	企業、大学、法人等に属する研究者又は研究者チーム 2022年度からは、スタートアップ枠を設置
募集テーマ	<p>社会的課題を解決するため、CO₂（あるいは炭素原子）を資源として利用するCR、関連技術、CRを実現するための社会科学分野等に関する研究</p> <p><具体例></p> <ul style="list-style-type: none"> ● CO₂分離回収(直接空気回収)・固定化技術(鉱物化等) ● 燃料・化学品へのCO₂転換技術 ● 社会科学やカーボンリサイクル普及に向けた制度設計等の分野 ● 炭素資源(プラスチック等)の循環に係る技術 ● 生物等を活用した技術（細菌・バクテリア・バイミミック等含む） ● カーボンリサイクルの価値向上に係る技術 ● CO₂吸収源(土壌、森林・植林、ブルカーボン、農林水産等)活用によるネガティブエミッション分野 ● その他（水素製造・アンモニア製造、気候変動対応に資する技術等）
評価ポイント	独創性・革新性・従来技術に対する優位性、課題設定の仕方 企業との連携などの社会実現可能性等
助成規模・期間	1,000万円程度/件（平均助成額約700万円/件）・2年以内を目標
応募・採択件数	2020～2022年度：延べ169件応募→40件採択 2023年度：一般公募56件→14件採択、スタートアップ枠31件→2件採択 2024年度：一般公募78件→13件採択、スタートアップ枠26件→1件採択
研究成果の帰属	基本的に研究者に帰属



CRF研究助成活動の特徴

CO₂の発生源から回収、輸送、利用までのCO₂バリューチェーンを見据え、広い範囲でのカーボンリサイクルにかかる研究（社会科学分野含む）を支援し、イノベーションを創出。



● : 40歳以下の若手研究者 スタートアップ企業 国際共同研究

分野	研究課題名	研究代表者名（所属機関）
CO ₂ 分離回収	1. ゼオライト圧カスイングによるCO ₂ 高濃度化Direct Air Captureシステムの開発	●伊與木 健太（Planet Savers株式会社）
	2. 大気中CO ₂ の直接回収に向けたイオン液体膜の開発	●金崎 悠 （国立研究開発法人産業技術総合研究所）
CO ₂ 貯留	3. 地下採炭跡地へのCO ₂ 固定化技術に関する研究開発	●竹内 翔平（北海道三笠市）
燃料・化学品 への転換	4. 粒径1ナノメートル程度の銅クラスター触媒による常温常圧電解CO ₂ 還元によるメタノール製造	●川脇 徳久（学校法人東京理科大学）
	5. Closing the carbon cycle by using ammonia energy to produce olefins from CO ₂	●Martin Keller （国立研究開発法人産業技術総合研究所） ケンブリッジ大学との国際共同研究
	6. 内燃機関を利用したCO ₂ の燃料転換技術の開発	野内 忠則（学校法人静岡理工科大学）
社会科学	7. 低炭素化と出生数増加を同時促進するライフスタイル施策	小松 秀徳（一般財団法人電力中央研究所） Saint Mary's 大学他との国際共同研究
炭素資源等 の循環	8. 光改質反応による廃プラスチックの資源化	●長川 遥輝（国立大学法人茨城大学）
	【スタートアップ枠】 9. 触媒を用いた廃プラスチックの解重合、有機廃棄物の水素等への分解に関する開発	久保 直嗣（AC Biode株式会社）
CO ₂ 吸収源	10. 砂糖モロコシ、砂糖ソルガム、砂糖アマモによる陸海両輪の砂糖生産	笠原 竜四郎 （国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学）
	11. 次世代海藻養殖場における炭素固定メカニズムの解明と定量化	ニシハラ グレゴリーナオキ（国立大学法人長崎大学）
	12. 炭鉱跡地再緑化のためのバイオ燃料植物栽培法	岡崎 伸（国立大学法人東京農工大学） ポゴール農科大学他との国際共同研究
	13. 持続的炭素循環を実現可能な伐採・植林の判断基準に資する森林DX管理システムの開発	中島 徹（国立大学法人東京大学）
CO ₂ 直接利用 (農業分野)	14. 大気中のCO ₂ を利活用する次世代施設園芸システムの開発	●丹賀 直美（合同会社アークス）

1. ゼオライト圧カスイングによるCO2高濃度化 Direct Air Captureシステムの開発

研究代表者（所属機関）：伊與木健太（Planet Savers株式会社）
参加機関：Planet Savers株式会社

CO2
分離回収

概要：大気中からの二酸化炭素(CO2)直接回収（Direct Air Capture, DAC）の社会実装に必要なCO2高濃度化DACシステムの開発

1. 研究の背景及び課題

- ◆ Direct Air Capture (DAC)は2050年のCO2排出量ゼロへむけた切り札
- ◆ DAC由来のCO2をリサイクルすることで、化石燃料を代替する合成燃料製造、ゼロエミッション実現へ貢献
- ◆ 未だ技術的には未成熟で回収量も限られている上、回収コストも\$1,000/t-CO2近く、イノベーションが必要
- ◆ 極低濃度のCO2を選択的に吸着しながら、脱着のエネルギーは最小限に抑えた吸着材が必要
- ◆ これまでの検討によりベンチスケールシステムが稼働しているが、回収したCO2の高濃度化システムが必要

2. 課題に対する解決策

- ◆ 装置の段数など、高濃度化へ向けたPSA装置の設計、吸着と脱着サイクルの設計
- ◆ 吸着材の合成、高機能化処理、成形加工の検討
- ◆ 圧力損失を低減する吸着材の形態、構造体制御
- ◆ 水分除去システムにおける材料の最適化と吸着と脱着サイクルの最適化
- ◆ これらトレードオフのバランスをとった全体最適化

3. 研究の特徴

- ◆ 無機多孔質材料であるゼオライトは他の材料と比較して耐久性が高く、安価
- ◆ 加熱無しの圧力みのスイング（PSA, pressure swing adsorption）でCO2濃縮が可能であれば大幅なエネルギー低減に期待
- ◆ CO2を10kg/日回収する設計の装置を構築している（右図）



4. 波及効果

- ◆ 将来的には年間1GtのCO2を大気中から直接除去し、カーボンニュートラル達成に貢献
- ◆ 高濃度化の達成により、カーボンリサイクルの可能性を示す



2. 大気中CO₂の直接回収に向けた イオン液体膜の開発

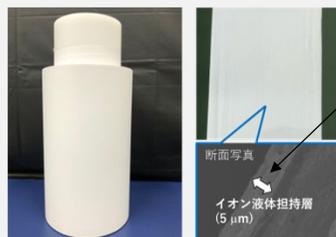
研究代表者（所属機関）：金崎 悠（産業技術総合研究所）
参加機関：—

CO₂
分離回収

概要：大気中CO₂の直接回収(DAC)を目的とした、混合イオン液体を用いたイオンゲル膜を開発する。本技術の開発を通じてカーボンリサイクルに貢献する。

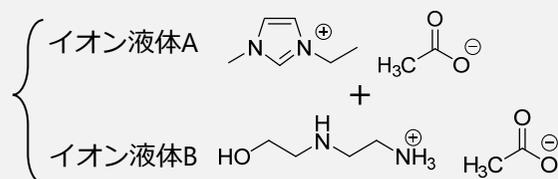
1. 研究の背景及び課題

【背景】我々は、大気中からの直接CO₂回収に向けて、従来高分子膜の性能を大幅に上回るCO₂分離性能を示す混合イオン液体膜を開発した。さらに、Roll to Rollでイオン液体膜の量産試作に成功した。



試作した量産型イオン液体膜

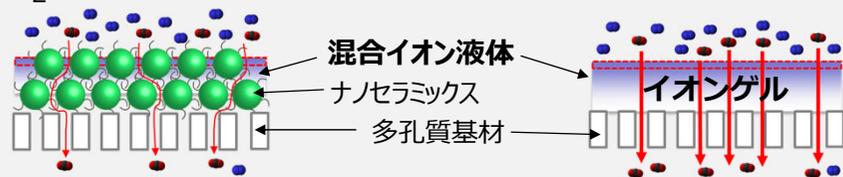
混合イオン液体層



【課題】大気中からのCO₂回収コストの削減には、CO₂選択率を維持しつつCO₂透過速度を向上させることが必要である。

2. 課題に対する解決策

CO₂とイオン液体の接触面積を最大化するとともに、イオンゲルの薄膜化でCO₂透過速度を向上させたイオンゲル膜を創製する。



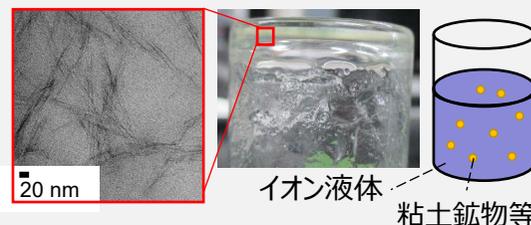
これまでの量産型イオン液体膜

本研究で開発するイオンゲル膜

3. 研究の特徴

混合イオン液体を、粘土鉱物等を用いてゲル化(①)することで、CO₂とイオン液体との接触面積の最大化をはかる。さらに、多孔質基材の表面改質(②)によるイオンゲルの薄膜化をおこない透過速度の向上を目指す。

① 混合イオン液体のゲル化技術の開発

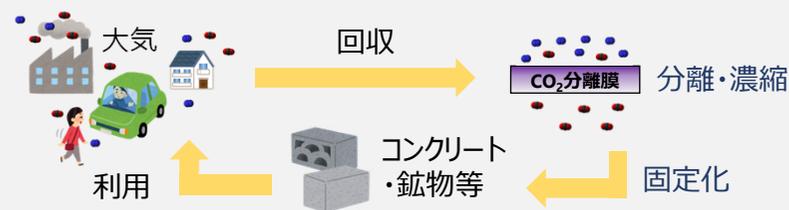


② 多孔質基材の表面改質技術とイオン液体膜の性能評価



4. 波及効果

本技術を用いて回収したCO₂をコンクリートや鉱石等に固定化・利用することで、カーボンリサイクルに貢献する。



3. 地下採炭跡地へのCO₂固定化技術に関する研究開発

研究代表者（所属機関）：竹内翔平（北海道三笠市）
参加機関：国立大学法人室蘭工業大学

CO₂貯留

概要：地下採炭跡地を対象としたCO₂固定化技術を開発し地下構造の安定化を図ると共に、開発したCO₂固定スラリー剤の構造部材などへの活用効果を検証する。

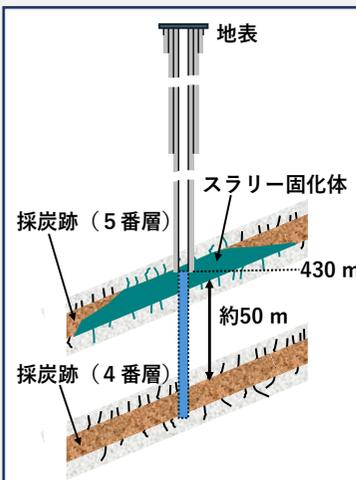
1. 研究の背景及び課題

- ◆ 三笠市は、地域資源の石炭と木質バイオマスを用いた水素製造事業に取り組んでいるが、低炭素水素を実現するにはCO₂の処理が課題であった。
- ◆ このCO₂の処理方法として、市内の地下に広がる石炭採掘跡へのCO₂圧入を計画し、2022年に現場実験を行った。
- ◆ 実験では、マイクロバブル炭酸水と、CO₂と反応して固化する高炉スラグをベースとしたスラリーを採炭跡に注入し、約320kgのCO₂を圧入することに成功した。
- ◆ 一方で、実用化に向けては、採炭跡内でのスラリーの流動・固化状況の把握、採炭跡への注入ポテンシャルの評価、スラリー材料の低廉化などが課題として明らかになった。

2. 課題に対する解決策

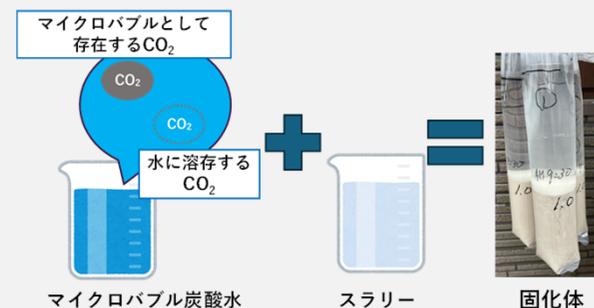
- ◆ 既存坑井を50m追加掘削し、新たな採炭跡を対象としたスラリー注入試験を行う。
- ◆ スラリーの原料としてBFSのほか、比較的安価であるフライアッシュや市内から供給可能な木質バイオマスの燃焼灰などを用いて、より安価なスラリー剤の開発を行う。
- ◆ CO₂により固化したスラリーのキャップロック効果を評価する。

追加掘削イメージ▶



3. 研究の特徴

- ◆ CO₂固定スラリー剤とマイクロバブル炭酸水を組み合わせてCO₂を固定化する点と、CO₂の固定化に有利な地下採炭跡へそのスラリー剤を圧入して地下構造の安定化を図る点がオリジナルである。
- ◆ 一般的なCCSとは異なり、小規模、低コストでCO₂を処理できることに優位性がある。



4. 波及効果

- ◆ 旧産炭地に対し本技術の横展開が期待できる。
- ◆ 開発したCO₂固定スラリー剤を活用して人工的にキャップロックを形成することができれば、CO₂貯留エリアの拡大が図れる。
- ◆ スラリー固化体の強度が軟岩程度であれば、CO₂の固定と共に地下構造の安定化を図ることができるほか、空洞や空間の充填材としても広く活用が期待される。

4. 粒径1ナノメートル程度の銅クラスター触媒による 常温常圧電解CO₂還元によるメタノール製造

研究代表者（所属機関）：川脇 徳久（東京理科大学）

燃料・化学品
への転換

概要：粒径1ナノメートル程度の銅クラスター触媒は、その微細なサイズゆえに比較的粒径の大きなCuナノ粒子触媒とは異なる電子/幾何構造を持つ。そのような特殊性を活かして、常温常圧電解CO₂還元によるメタノール製造が可能な触媒を創製し、CO₂の資源化に貢献する

1. 研究の背景及び課題

- ◆ 太陽光を用いた『光触媒CO₂還元』や、再生可能エネルギーなどで発電した電力を用いた『CO₂電解還元』が注目されている
- ◆ これらの電気化学/光電気化学的な還元においては、その生成物の制限や選択性の低さが課題となって実用化が妨げられている
- ◆ CO₂還元によって高付加価値な生成物が高選択率にて得られる次世代触媒の創製が強く求められている

2. 課題に対する解決策

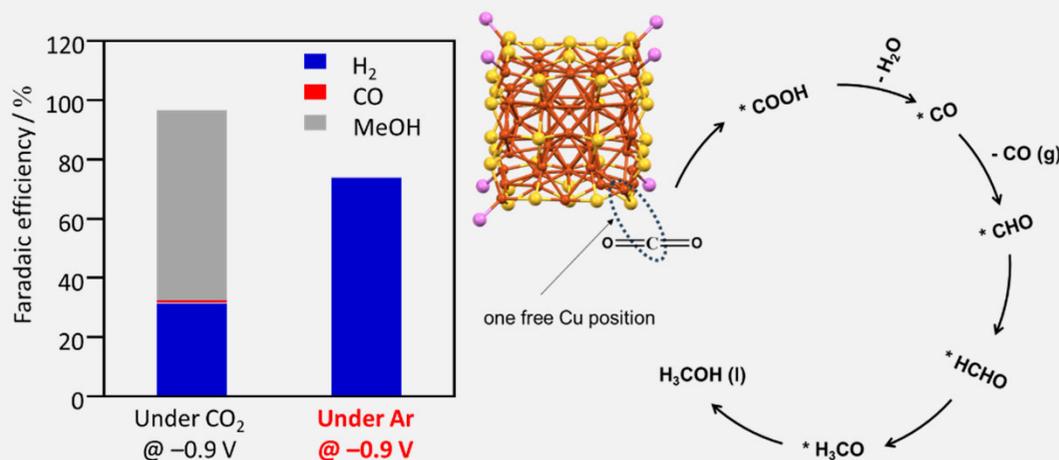
- ◆ 原子精度にて触媒表面を設計し、それによりCO₂の吸着・脱離・反応素過程を原子精度にて制御できる新世代の触媒開発が求められると考えた
- ◆ 金属クラスター触媒は、原子精度にて構造設計が可能であるため、反応サイトとなる金属表面原子を意図的に露出させた活性サイトを作ることができる
- ◆ これによって、反応素過程を原子レベルにて制御することが可能となり、特定の反応のみを選択的に進行させ、生成物の選択性の飛躍的向上が期待できる

3. 研究の特徴

- ◆ 常温常圧電解CO₂還元によるメタノール製造が可能な触媒を、原子精度での触媒表面の設計に基づいて創製し、CO₂の資源化に貢献する

4. 波及効果

- ◆ 現状のCO₂還元においては、CO₂が100%の高効率で一部のC1化合物へと変換されたとしても、市場の需要にはそぐわない点が問題として挙げられる
- ◆ CO₂回収コストと発電コストを上回る価格で、販売可能な製品（メタノール、エタノール、エチレンなど）をCO₂から製造しなければ、生産コストに見合わない
- ◆ 高選択な光電気/電気化学CO₂還元によるメタノール製造の実現は、CO₂の排出量削減に貢献するだけでなく、エネルギー、機能性化学品、薬品の原料となる基礎化学品の製造においても産業界において大きな革命をもたらすと期待される



5. Closing the carbon cycle by using ammonia energy to produce olefins from CO₂

研究代表者（所属機関）：ケラー マーティン（産業技術総合研究所）
参加機関：産業技術総合研究所、ケンブリッジ大学

燃料・化学品
への転換

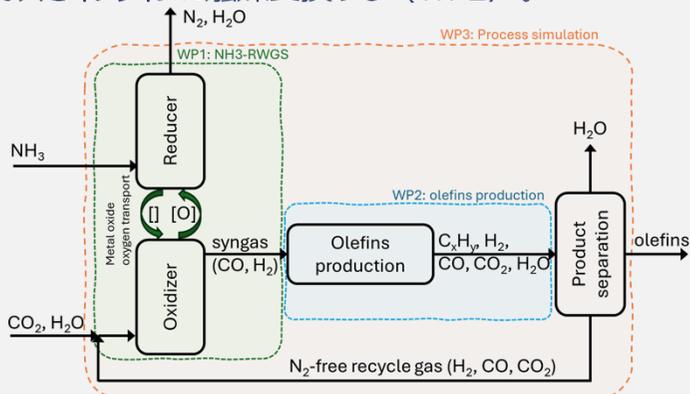
概要： 化学産業で最も重要な原料であるオレフィン（olefins）を、化石石油の代わりにCO₂から生産する。

1. 研究の背景及び課題

- ◆ 化学産業の脱炭素化のためには、ナフサのような化石原料を、CO₂のようなカーボンニュートラルな炭素原料に置き換える必要がある。
- ◆ しかし、CO₂からオレフィン（olefins）を製造するのは非常にエネルギー集約的である。
- ◆ 我々は、NH₃を還元剤としてCO₂から軽オレフィン（C₂-C₄）を製造する新しいプロセスを提案する。
- ◆ NH₃は、他のクリーン・エネルギー・ベクトルよりも輸入と貯蔵が容易である。

2. 課題に対する解決策

- ◆ CO₂とNH₃からN₂-フリーの合成ガス（H₂ + CO）を製造する新しい2反応器酸化還元プロセスを採用する（WP1）。
- ◆ 次に、合成ガスをオレフィンに触媒変換する（WP2）。



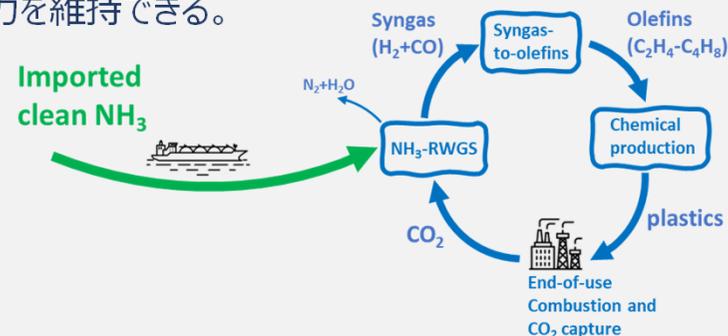
3. 研究の特徴

- ◆ 従来のアプローチは、CO₂とNH₃からオレフィン（olefins）を製造するために特別に設計または最適化されたプロセス技術ではなく、したがって高価で非効率的である。
- ◆ 私たちの斬新なアプローチは、革新的なプロセスと素材を使用することでコストを削減する。
- ◆ この共同研究プロジェクトは、産総研とケンブリッジ大学の専門知識と強みを活用する。



4. 波及効果

- ◆ この斬新なプロセスは、輸入NH₃による循環型炭素経済を可能にする。
- ◆ オレフィンの国内生産は、日本のようなエネルギー輸入依存国でも競争力を維持できる。



6. 内燃機関を利用したCO₂の燃料転換技術の開発

研究代表者（所属機関）：野内 忠則（静岡理科大学）
参加機関：なし

燃料・化学品
への転換

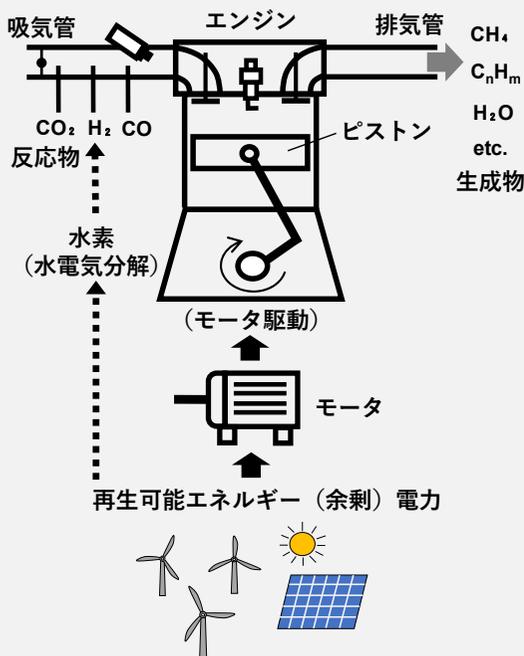
概要：内燃機関（エンジン）内で、CO₂と水素（H₂）、又は一酸化炭素（CO）とH₂を、炭化水素へ転換させる技術を開発し、CO₂燃料転換設備の面積および製造コストの低減に貢献する。

1. 研究の背景及び課題

- ◆ CO₂を分解してCOや有機物へ転換するには、高温高压の反応場が必要であるため、設備および所要エネルギーが大きくなり、コストも増大する問題がある。
- ◆ 高温高压場を容易に形成できる、コンパクトな燃料合成反応設備を構築することが課題となっている。

2. 課題に対する解決策

- ◆ 内燃機関（エンジン）がシリンダ内で容易に高温高压場を形成できる特徴を生かして、再生可能エネルギーの（余剰）電力で回転駆動させるエンジンを、CO₂分解のための反応器として利用する。
- ◆ エンジンの吸気管に、再生可能エネルギーの（余剰）電力で製造したH₂と、CO₂又はCOを供給し、エンジン内で高温高压状態にして、炭化水素へ転換させる（右図）。



3. 研究の特徴

- ◆ エンジンを燃料合成反応器として用いる。
- ◆ エンジンの排気再循環技術を応用して、反応物のピストン圧縮を繰り返し行い、反応を促進させる手法を試みる。
- ◆ エンジンシリンダ内温度および排ガス（生成物）組成の時間的な変化を計測することで、反応物の時系列的な反応率を調査する。
- ◆ エンジン駆動に必要な動力（反応物の圧縮に要する仕事等）とCO₂反応率の関係を調査する。
- ◆ CO₂/H₂（又はCO/H₂）混合比、反応物初期温度（排気再循環ライン表面温度の変更により制御）、排気再循環率等をパラメータとし、CO₂反応率およびプロセス作動動力に対して最適な条件を明らかにする。

4. 波及効果

- ◆ CO₂燃料転換設備の面積およびコストを低下させ、日本のエネルギー自給率向上に貢献する。
- ◆ 反応器としてのエンジンの新たな利用価値を創出し、エンジン製造の新たな需要をつくることに貢献する。

7. 低炭素化と出生数増加を同時促進する ライフスタイル施策

研究代表者（所属機関）：小松秀徳（電力中央研究所）

参加機関：早稲田大学、Saint Mary's University, Norwegian University of Science and Technology, Urban Human, Nottingham Trent University, Middlesex University

社会科学等

概要：CR技術によるCO₂排出削減と出生数増加を同時促進するナッジを確立し、この新たなライフスタイルの実現を目指す社会制度を設計する。

1. 研究の背景及び課題

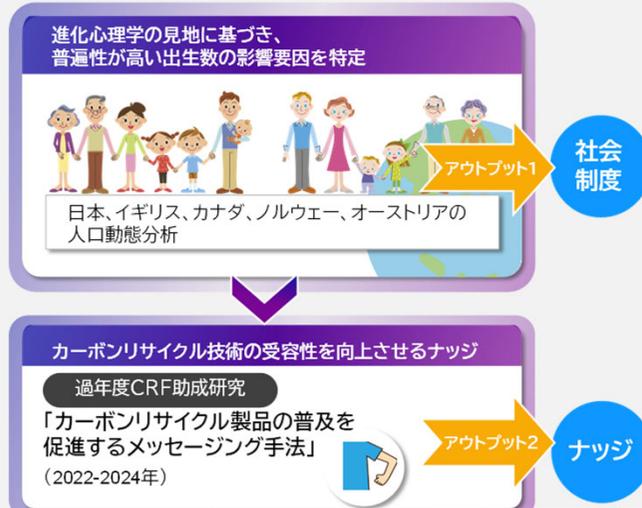
- ◆ 人口増加がCO₂排出の増加に繋がることを恐れて、敢えて子供を持たないという考え方が、欧米を中心に影響力を持ちつつある。
- ◆ 一方、カーボンリサイクル技術の社会実装が進めば、人口増加によるCO₂排出に関する懸念を抑制でき、CO₂削減と出生数の向上にも同時に寄与できることが期待される。
- ◆ CO₂削減と出生数向上に積極的な社会を実現する新たなライフスタイルが必要と考えられるが、そうしたライフスタイルの受容性を高める介入方策と社会制度の組み合わせは確立されていない。

3. 研究の特徴

- ◆ 出生率など繁殖に関わる生物学的な意思決定は無意識に行われるものであり、アンケート調査などの従来の一般的な経済学的、社会学的なアプローチだけでは真の原因を把握することは困難である。
- ◆ 本研究は、**進化心理学に基づく人口動態分析により、普遍性が高い人口増加要因を特定する点**、さらに**出生数増加を目的としたナッジを開発する点**で、世界最先端のアプローチとなる。
- ◆ 進化心理学において最先端の知見を有する、日本、イギリス、カナダ、ノルウェー、オーストリアの研究機関との協働によって研究を遂行する。

2. 課題に対する解決策

- ◆ カーボンリサイクル技術への受容性向上によるCO₂削減と、出生数増加を同時に促進する**新たなライフスタイルへの受容性を向上させるナッジ**を開発する。
- ◆ 併せて、当該の**ライフスタイルを実現する社会制度**を設計する。



4. 波及効果

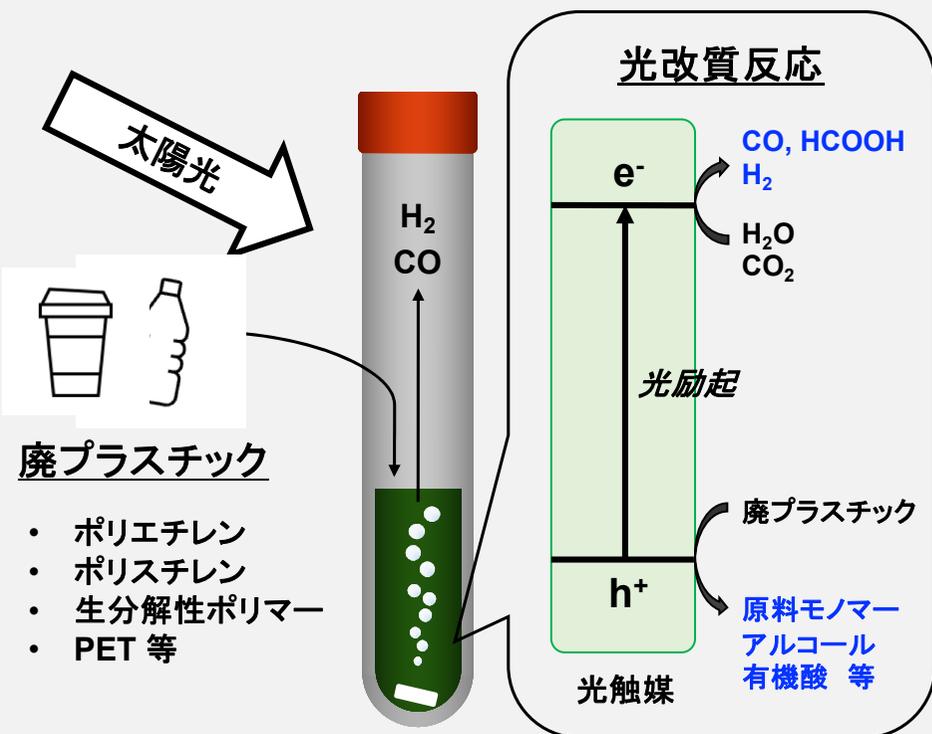
- ◆ カーボンリサイクル技術の社会への浸透を促進するだけでなく、我が国の人口増加にも寄与する。
- ◆ 出生数増加に貢献できれば、**労働力、生産力、経済、技術革新、社会の安定性の向上など、広範なメリット**が期待できる。
- ◆ 人口にインパクトを与えられれば、その効果は**長期的に指数関数的に拡大するポテンシャルを持つ**。
- ◆ 情報提供によるナッジはきわめて安価に実施できるため、**政策導入時の国民負担の低下**も期待できる。

8. 光改質による廃プラスチックの資源化

研究代表者（所属機関）：長川遥輝（茨城大学）
参加機関：

炭素資源等の
循環

概要：光触媒による廃プラスチックの光改質システムを開発し、固体および気体として存在する炭素資源の循環プロセスの普及に貢献



1. 研究の背景及び課題

- ◆ 廃プラスチック(固体の炭素資源)や、二酸化炭素(気体の炭素資源)を対象とした炭素循環プロセスの開発が求められている。
- ◆ 有機物の改質と水素製造を同時に達成する「光改質反応」が有効である。
→ 多様な基質に対して活性を示す光触媒はカドミウム化合物に限られる。
(H. Nagakawa, M. Nagata, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2021**)
→ プラスチックの光改質で得られる生成物の選択性が低い。

2. 課題に対する解決策

- ◆ 酸化力を制御したカドミウムフリーの光触媒を合成する。
→ 有機物の過剰な酸化分解を抑制し、選択性の向上を目指す。
→ 光触媒の結晶化処理および効率的な助触媒担持手法を活用する。
(H. Nagakawa, T. Tatsuma, *ACS Appl. Energy Mater.* **2022**)
(H. Nagakawa, T. Tatsuma, *J. Phys. Chem. C* **2023**)
- ◆ 従来の光改質反応に、二酸化炭素の還元反応を組み合わせる。

3. 研究の特徴

- ◆ 酸化力を制御した光触媒を独自のプロセスで開発する点。
- ◆ 廃プラスチックの光改質反応において、酸化力制御という新たなアプローチで選択性の向上を試みる点。
- ◆ 固体の炭素資源である廃プラスチックと、気体の炭素資源である二酸化炭素について同時に資源化を試みる点(上図)。

4. 波及効果

- ◆ 家庭や産業で排出される廃プラスチックや大気中の二酸化炭素を、太陽光のエネルギーで有機酸やアルコール等の有用物質に変換。
- ◆ 廃プラスチックの処理と同時に水素を製造。
- ◆ 従来よりも高い処理能力を達成することで、PET換算で200 g/day m², PLA換算で800 g/day m²の処理が可能。

9. 触媒を用いた廃プラスチックの解重合、 有機廃棄物の水素等への分解

研究代表者（所属機関）：久保 直嗣（AC Biode株式会社）
参加機関：

炭素資源等の
循環

概要：触媒を用いた廃プラスチックの解重合、有機廃棄物の水素等への分解

1. 研究の背景及び課題

- ◆ 廃プラの多くは混ざっており、多層で、この場合マテリアルリサイクルを実施するのは難しい。サーマルリサイクルは対応できるが、多額の設備投資、操業コストがかかり、温暖化ガス排出、汚染対策等の課題もある。
- ◆ ケミカルリサイクルの課題（油化の場合）：1）反応温度圧力が高い、2）多くのエネルギーを消費する、3）油化後の油用途が限られる、またはクラッキングにエネルギーが必要
- ◆ （モノマーに戻す場合）：1）反応温度圧力が高い、多くのエネルギーを消費、3）有機溶媒使用、4）触媒に貴金属を使用。

3. 研究の特徴

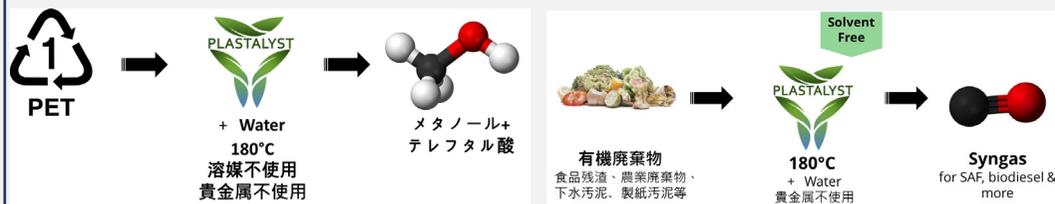
- ◆ 廃プラの油化と比較した場合：低温低圧、エネルギー使用量が少ない、油からのクラッキングが省ける優位性あり
- ◆ 廃プラのモノマー化と比較した場合：低温低圧、エネルギー使用量が少ない、有機溶媒を不使用、触媒に貴金属を不使用
- ◆ 有機廃棄物のメタン発酵と比較した場合：発酵が数日かかる一方、我々の触媒による反応は数時間、違う生成物を取り出せる。工業用水を溶媒として使用する為、水分を含んだ状態のまま分解できる（乾燥工程が省ける）

2. 課題に対する解決策

- ◆ PVC、ポリエステル等各種廃プラを、180から200℃、有機溶媒無し、工業用水を溶媒として使用し、触媒には貴金属を使用せずモノマーに分解。PETからメタノールまで解重合できたのは、世界初（当社調べ、2023年）
- ◆ セルロース、リグニン、農業廃棄物、下水汚泥、製紙汚泥等有機廃棄物を上記とほぼ同じ条件で水素等に分解

4. 波及効果

- ◆ メカニカルリサイクルが難しい廃プラは世界中に数多くあり、それらを1000℃以上の焼却ではなく、低温低圧のケミカルリサイクルでリサイクルできた場合、従来の焼却と比較して50-70%程温暖化ガスを削減することができる（当社試算、2023年）
- ◆ 廃プラや有機廃棄物のリサイクルは、国の施策とも合致しており、公益性も高い。本技術を日本から世界へ広げることで、経済活性化、生活環境改善に繋げていく。



10. 砂糖モロコシ、砂糖ソルガム、砂糖アマモによる 陸海両輪の砂糖生産

研究代表者（所属機関）：笠原竜四郎（国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学）
参加機関：静岡大学農学部付属地域フィールド科学研究教育センター用宗水圏フィールド、浜名湖プロジェクト

CO2吸収源

概要：とうもろこし、ソルガム、アマモをそれぞれ新規製糖作物化し、陸海双方からカーボンリサイクルの普及に貢献

1. 研究の背景及び課題

- ◆ 現在陸上植物でバイオ燃料に用いられるような高純度の砂糖を生成する作物はサトウキビ、テンサイ、砂糖イネしかない。
- ◆ 本研究の課題として、これらの製糖作物の他に陸上ではとうもろこし、ソルガム、海中ではアマモを製糖作物化し、カーボンニュートラルに貢献する。

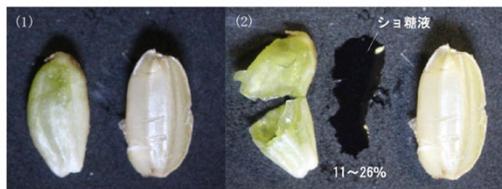


図1. 砂糖イネの発見

- (1) 胚珠の膨らみ方が顕著であり、野生型の米粒と比べてもそんなに大きさは変わらない。
(2) 変異体胚珠内の液体は11~26%のかなりの高濃度のショ糖液であった。

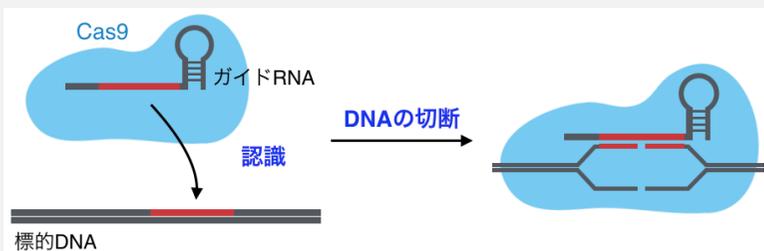
3. 研究の特徴

- ◆ 本研究の優位性は、まず砂糖イネで確立した方法に倣って、その他の作物が製糖作物化できる点にあり、当方法はこれまで前例がなく、新規性は非常に高い。
- ◆ また、陸海両方から資源を取得する点においても新規性は高い。



2. 課題に対する解決策

- ◆ 砂糖イネの成功例に倣って、とうもろこし、ソルガム、アマモのGCS1遺伝子を下図のようにCRISPRの技術を用いてゲノム編集する。
- ◆ アマモは地下茎部からも砂糖の収穫が可能であるので、サトウキビに倣って収穫方法を確立する。



4. 波及効果

- ◆ 現在日本の「再生利用が可能な荒廃農地」は約9.0万haであるため、この1%を仮にトウモロコシ栽培に充てたとして、900haとなり、最終的なCO₂吸収量は15000ton/yearとなる。
- ◆ この1%を仮にソルガム栽培に充てたとして、900haとなり、最終的なCO₂吸収量は30000ton/yearとなる。
- ◆ 浜名湖と日本の海岸線5%をアマモで達成できたとして、総吸収量は概算で21000 ton/year となる。
- ◆ 当提案を日本で実施した場合のCO₂除去量 (ton/year) は総じて66000ton/yearとなると想定できる。

11. 次世代海藻養殖場における炭素固定メカニズムの解明と定量化

研究代表者（所属機関）：Gregory N. Nishihara [西原直希]（国立大学法人長崎大学）
参加機関：理研食品株式会社、国立大学法人琉球大学

CO2吸収源

概要：海藻養殖場の炭素貯留能力の評価を開発し、海藻養殖場のカーボンニュートラルの実現に貢献する。

1. 研究の背景及び課題

- ◆ 人間社会が排出したCO₂の多くは海に蓄積されるが、その炭素貯留能力は十分に理解されていない。
- ◆ 海藻は海水中のCO₂を吸収し、多糖を合成する。生成された多糖の一部は粒子状有機炭素や溶存有機炭素として海に放出され、海底に沈降する。沈降した有機炭素は堆積物に蓄積されることでブルーカーボンとして評価できると考えられる。
- ◆ ブルーカーボンの評価はJブルークレジット制度として導入されているが、評価方法や精度の改善が必要。
- ◆ 本研究は、海藻養殖場における堆積物の有機炭素含有量を定量化する技術を開発し、炭素貯留能力を評価する。

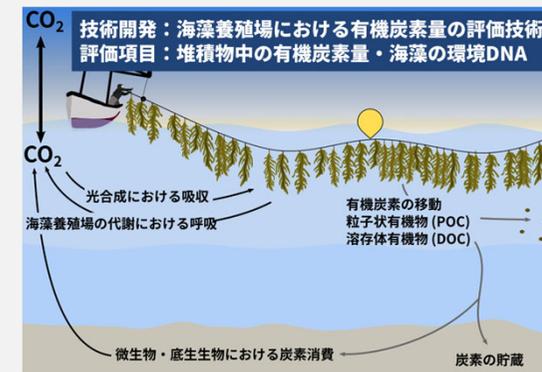
2. 課題に対する解決策

- ◆ 海藻養殖場における堆積物コア採取技術の開発
- ◆ 堆積物コアから養殖海藻の環境DNAおよび全有機炭素含有量を分析
- ◆ 環境DNAと全有機炭素含有量の関係を解析し、海藻養殖場内におけるブルーカーボンのポテンシャルを評価する
- ◆ 堆積物の²¹⁰Pb量を分析し、有機炭素の貯蔵期間を推定する。



3. 研究の特徴

- ◆ 海藻養殖場における堆積物中の有機炭素含有量の評価技術の開発はカーボンニュートラルの実現に必要な不可欠である。
- ◆ 堆積物中の有機炭素を海藻に関連付けることになり、新規性の高い研究である。



4. 波及効果

- ◆ 海藻養殖場が炭素貯留能力を有することを実証できる。本研究で得られた知見によって、海藻養殖業者は食料生産のみならず、ブルーカーボンクレジットの提供も可能となる。
- ◆ 海藻養殖事業がブルーカーボンクレジットを提供することで、事業の収益拡大が期待でき、これにより民間企業の参入が促進され、次世代の養殖技術の開発と国内産業の発展が期待される。

12. 炭鉱跡地再緑化のための バイオ燃料植物栽培法

研究代表者：岡崎 伸（東京農工大学）

参加機関：ポゴール農科大学、他感作用研究所、BIOCROP MOROTAI INDONESIA, アリッド グリーン イノベーション

CO2吸収源

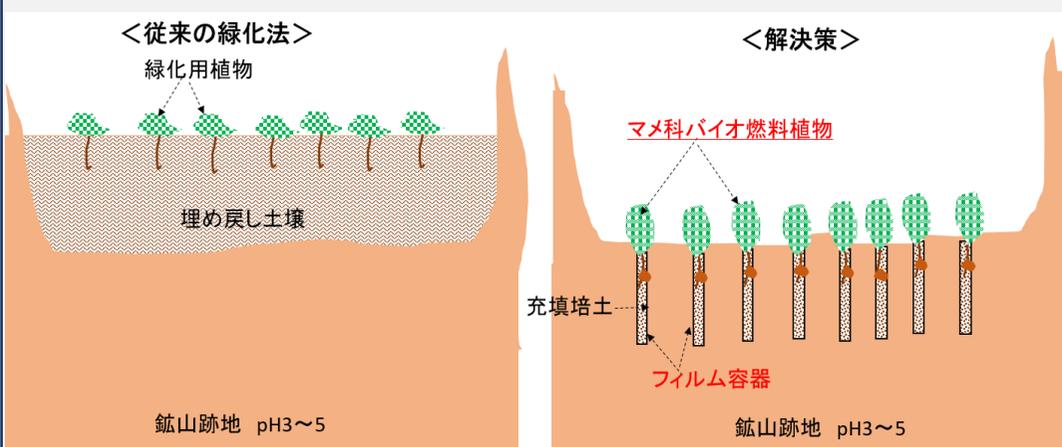
概要：炭鉱跡地でマメ科バイオ燃料用植物を栽培して土壌と植生回復を図り、炭鉱跡地をバイオ燃料原料産生地に変貌させる

1. 研究の背景及び課題

世界には鉱山開発による膨大な植生劣化地が存在する。従来の植生回復法である①埋め戻し②侵食コントロール③緑化、は膨大なコストが掛かかるが収益を生まない。そのため特にグローバルサウスでは植生回復されぬまま放置され、生息生物の減少や汚染水の河川や海洋への流出を招いている

2. 課題に対する解決策

炭鉱跡地に（土壌の埋め戻しを行わず）フィルム容器を挿入しフィルム容器内に充填した培土にて酸性土壌に強いマメ科バイオ燃料植物を栽培する



3. 研究の特徴（従来法との比較）

項目	従来法	解決策	
		新規性	進歩性
1. 埋め戻し	埋め戻し	—(埋め戻し無し)	コストと温室効果ガスの削減
2. 植付け植物	緑肥用草本植物	マメ科草本植物	土壌の肥沃化 バイオ燃料原料収入
	在来木本植物	マメ科木本植物	—
3. 用具	—	フィルム容器	活着・成長率向上 水・肥料等の削減

4. 波及効果

- (1) 世界の放置鉱山跡地への水平展開
- (2) 現地住民の就業機会と収入増
- (3) 植生劣化地でのSAF/HVO用植物栽培による世界の脱炭素への貢献

SDGs目標への貢献



13. 持続的炭素循環を実現可能な伐採・植林の判断基準に資する森林DX管理システムの開発

研究代表者（所属機関）：中島 徹（東京大学大学院農学生命科学研究科）

CO2吸収源

概要：持続的炭素循環を実現可能な伐採・植林の判断基準に資する森林DX管理システムの開発

1. 研究の背景及び課題

- ◆ 人類の化石燃料の使用によって、大気中の二酸化炭素濃度は上昇し続けている。
- ◆ 森林は炭素の吸収源として機能すると同時に、伐採すると炭素放出源にもなり得る。しかし伐採によって森林バイオマスから失われた炭素は、木材製品として固定されたり、林地残材として林内にとどまったりと、即座にすべてが大気中に放出されるわけではない。
- ◆ 森林の炭素吸収・排出を考える上ではこのような森林以外の炭素プールを考慮することが必要である。

2. 課題に対する解決策

- ◆ 木材の用途や耐用年数に応じて、木材となる前の森林蓄積・木材製品・化石燃料を代替する炭素放出量の削減効果について、総合的に定量化する。
- ◆ 上記の定量化を踏まえて、地域全体の炭素放出量削減効果を明らかにする。
- ◆ 最後に、化石燃料への代替効果も含めた、炭素放出量削減効果を最大化する、森林管理方針についての判断記述を提示するシミュレーションシステムを構築する。

3. 研究の特徴

- ◆ 京都議定書をはじめ、従来の日本の森林吸収源は、十分に伐採後の炭素放出量削減効果について見える化してこなかった。
- ◆ 本研究は、伐採後の木材製品の用途に応じた耐用年数をはじめ、木質資源のライフサイクルアセスメントの考え方を組み込み、長期的かつ包括的に樹木に蓄積された炭素の地球温暖化防止に対する効果を明らかにする点で、特徴的である。

4. 波及効果

- ◆ 本研究によって、京都議定書をはじめとする従来の算定ルールでは、十分に見える化されてこなかった、森林の二酸化炭素放出量削減効果を、正當に評価することに繋がる。
- ◆ このことによって、木質資源の活用方法や、持続的な植林等を前提にすれば、森林における伐採をはじめとする経済活動と、炭素放出量の削減は、相乗効果を生むことができることを明らかにし、そのための具体的な森林管理方法を普及・展開できると期待される。

14. 大気中のCO₂ を利活用する 次世代施設園芸システムの開発

研究代表者（所属機関）：丹賀 直美（合同会社アークス）
参加機関：広島大学

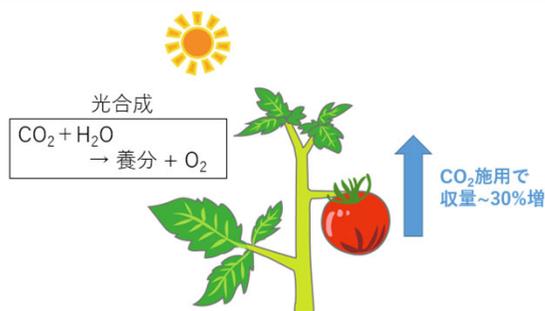
CO₂
農業利用

概要：大気中のCO₂を活用する次世代施設園芸システムを開発し、日本の国土に適したカーボンリサイクル農業の推進に貢献します。

1. 研究の背景及び課題

- ◆ 国内の施設園芸では、化石燃料を燃焼させてハウス内のCO₂濃度を増加させることで作物の光合成を促進させる二酸化炭素施用が行われています。

しかし、この方法は、貴重な化石燃料を消費すると共に、その排熱のために夏場のハウスが高温になり過ぎるという課題がありました。



2. 課題に対する解決策

- ◆ 九州大で開発された世界最高クラスのCO₂と水分の透過速度を持つ分離膜(m-DAC[®])を活用するなどして、自然の大気中のCO₂をその場で濃縮し、作物に与えることで、二酸化炭素施用の脱化石燃料化を達成します。



3. 研究の特徴

- ◆ m-DAC[®]など、大気から直接CO₂を回収するDirect Air Capture (DAC)技術は、地球温暖化対策の切り札として大きな期待を集めています。本研究では、光合成に最適な環境に自動制御する次世代園芸システムとしての活用法を研究します。



4. 波及効果

- ◆ 国内の施設園芸では、二酸化炭素施用を含めた農業ハウスの環境制御の導入率はわずか2.9%で、まだ多くの未開拓市場が存在します。新技術は、化石燃料だけでなく、化学薬品や火気を必要とせず、手軽に使える地産地消のカーボンリサイクル型農業技術の実現に貢献します。