

参考資料

電気エネルギーを利用し大気CO₂を固定する バイオプロセスの研究開発

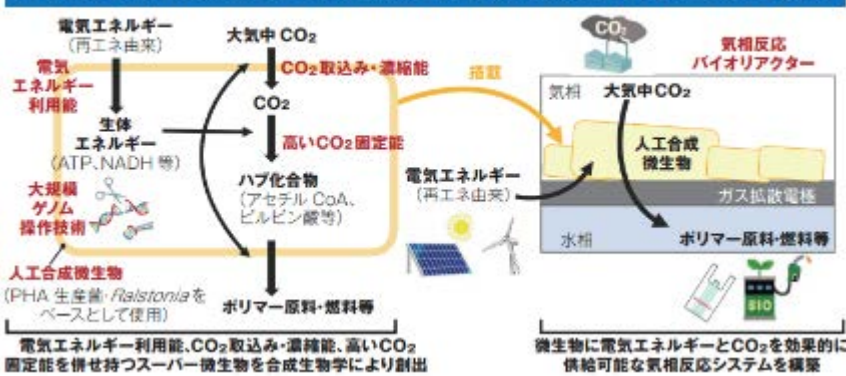


プロジェクトマネージャー

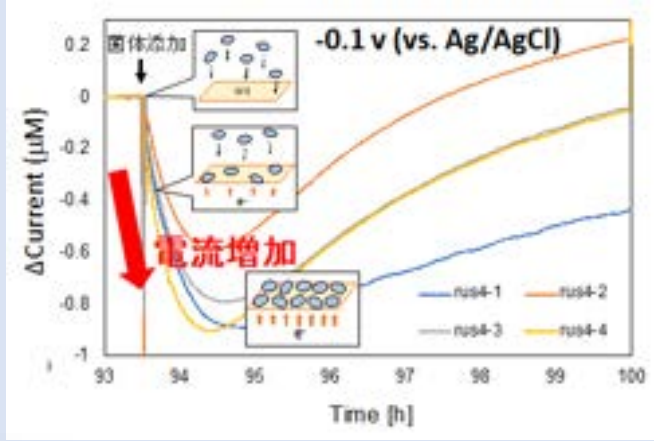


加藤 創一郎
(国研)産業技術総合研究所
上級主任研究員

植物の50倍の効率でCO₂を有用物質に変換可能なバイオプロセスの実現



ゲノム操作によりバイオポリマー合成微生物に電気エネルギー利用能を付与



- ✓ *Ralstonia*の大規模ゲノム操作技術を確立した
- ✓ *Ralstonia*で電気を利用してCO₂を固定する株を作成して2022年度KPI達成を目指している **KPI未達**

【2022年度KPI】

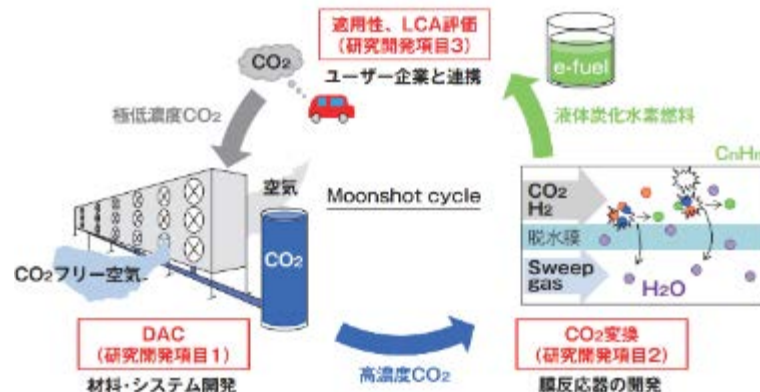
*Ralstonia*に、①電流消費活性、②CO₂取込み・濃縮能、③CO₂固定活性、に必要な遺伝子群をゲノム操作基盤技術により導入し、3つの機能を同時発現させる。これに加え、気相反応リアクターとバイオーガス拡散電極を併用することにより、*Ralstonia*によるCO₂固定速度の向上を図る。

大気中からの高効率CO₂分離回収・炭素循環技術の開発

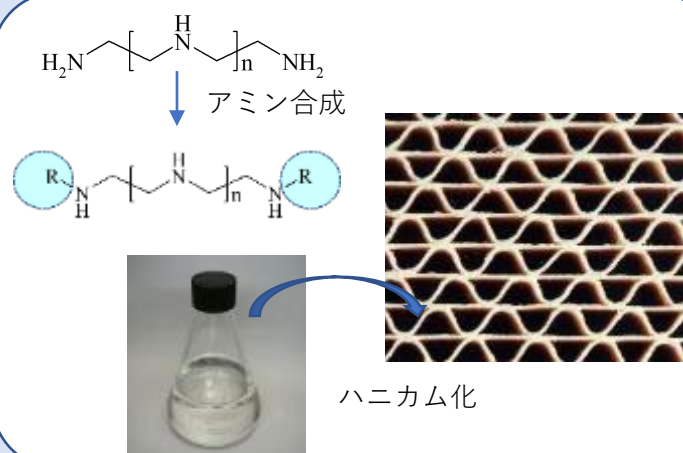
プロジェクトマネージャー



児玉 昭雄
(国大)金沢大学
教授



60℃の低温再生でもCO₂の分離が可能な革新的ポリアミンを開発 従来技術よりも少ないエネルギーで運転可能なDACプロセスに目途



- ✓ 60℃の低温でCO₂の分離が可能な革新的ポリアミンを開発し、従来技術よりも少ないエネルギーで再生可能なCO₂濃縮回収プロセス(ハニカム型)に目途を得た
- ✓ 空気再生方式のDACとして、間接加熱型とハニカムロータリー型で、空気中CO₂の粗濃縮に成功した **KPI達成**
- ✓ FT合成への膜反応器の適用によりC5以上の炭化水素の選択性が向上した **KPI達成見込み**
- ✓ エンジニアリング企業の参画により実機サイズハニカムの評価と装置の大型化に向けた開発が加速した

【2022年度KPI】

DACプロセスに適用可能な固体吸収材候補を見出すとともに再生温度 80℃以下の温度スイング操作によるCO₂粗濃縮プロセスを小型試験機で確立。CO₂変換反応の模擬雰囲気下への適用が期待できる脱水膜および水素透過膜を選定し、ラボレベルで膜反応器の有効性を実証。

電気化学プロセスを主体とする 革新的CO₂大量資源化システムの開発

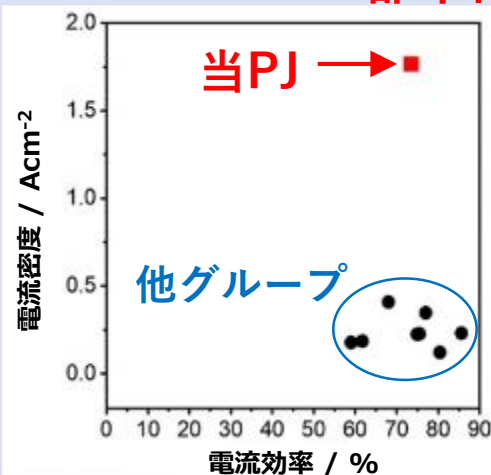
プロジェクトマネージャー



杉山 正和
(国大)東京大学
教授



世界最高の電流密度・効率でエチレン製造に成功 都市部に実施可能なCO₂回収・資源化プロセスの概念を確立



- ✓ 中性条件下で、電流密度1.8A/cm²・電流効率75%にてC₂+化合物（エチレン・エタノール）を生成 **KPI達成**
＜世界最高値＞2024年中間目標前倒し達成
- ✓ MEAリアクタで還元電圧を3.5Vまで低減
＜実用領域で世界最高水準＞最終目標3V以下 **KPI達成**
- ✓ ビルに実装可能なシステム概念を確立

【2022年度KPI】

デバイスの開発/検証を行い、1トンのエチレンを製造するに当たり、CO₂排出量を+1.0～+1.5トンまで抑えられることを実証する。

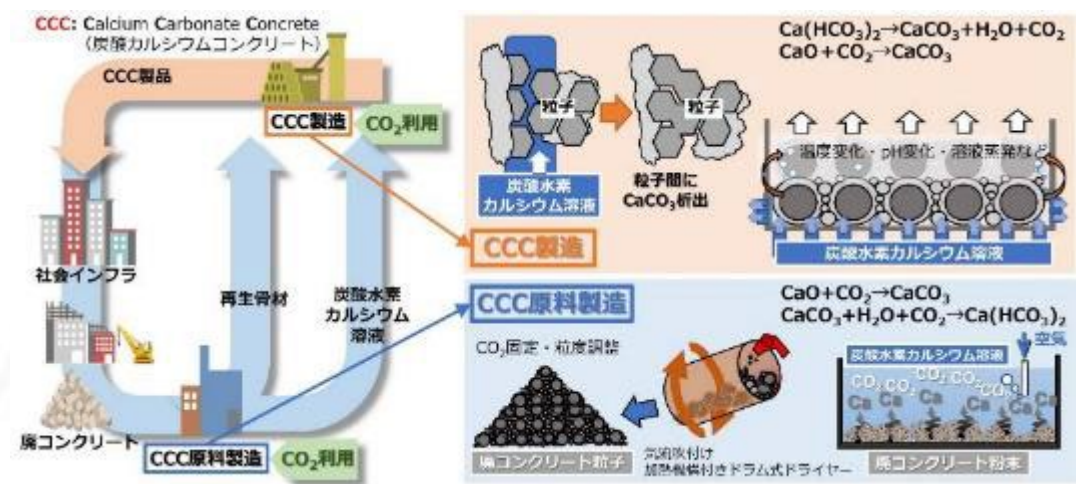
C⁴S研究開発プロジェクト



プロジェクトマネージャー

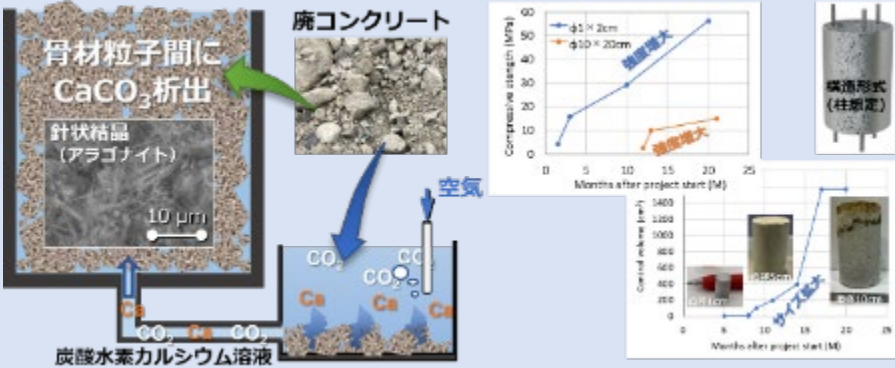


野口 貴文
(国大)東京大学
教授



※ C⁴S : Calcium Carbonate Circulation System for Construction (建設分野の炭酸カルシウム循環システム)

セメントが過去に排出したCO₂全量の回収・循環利用が可能に 製造時にCO₂を吸収する革新的なコンクリートの開発に世界で初めて成功



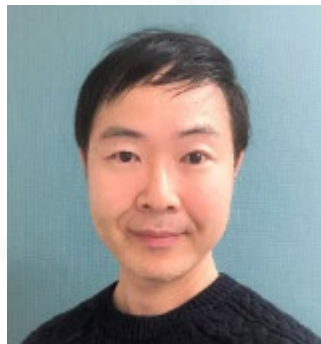
- ✓ 廃コンクリートの粒度調整・含水制御・送風により、自然環境の40倍速でのCO₂吸収・固定化を実現
- ✓ 骨材粒子の適切配置、生成炭酸カルシウム量の増大、加圧により、2022年度KPIを達成 **KPI達成**
- ✓ 海水塩添加により更なる高強度化も実現

【2022年度KPI】

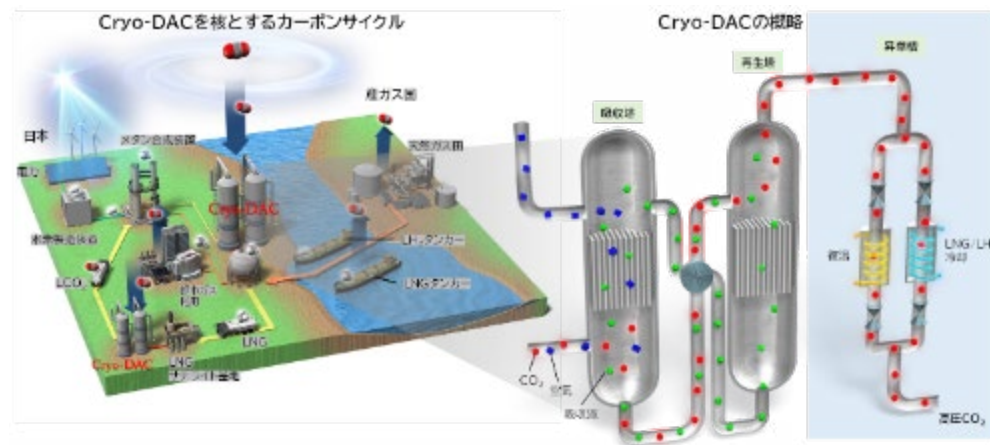
圧縮強度 12N/mm²以上を有する CCC をコンクリート試験体レベル (直径 10mm、高さ 20mm の円柱) で実現する。

冷熱を利用した 大気中二酸化炭素直接回収の研究開発

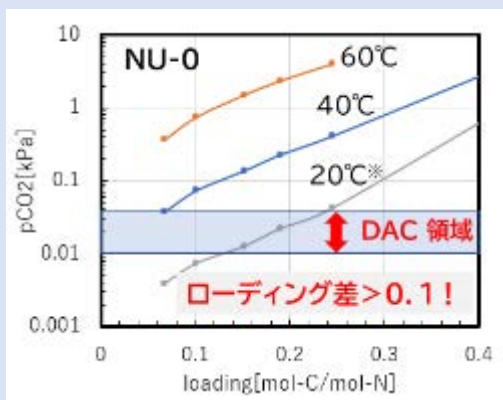
プロジェクトマネージャー



則永 行庸
(国大)東海国立大学
機構名古屋大学
教授



常温で超低濃度（～400 ppm）のCO₂を効率よく吸収する液体を開発



- ✓ 吸収液、装置材料ひずみセンサを含むコア技術を開発
- ✓ 所要熱エネルギー・コストをプロセス解析に基づき試算。先行DACに対する優位性を確認 **KPI達成**
- ✓ 民間（ガス・エンジ等）と連携

【2022年度KPI】

プロセスを駆動する性能を持つ新規吸収液の開発。温度範囲 -196℃から常温、圧力範囲10Paから4MPaで使える装置材料及び健全性診断センサを開発。

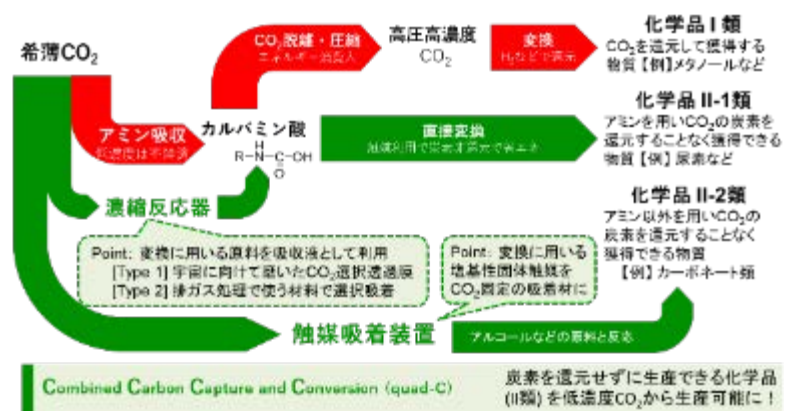
大気中CO₂を利用可能な統合化固定・反応系 (quad-C system) の開発



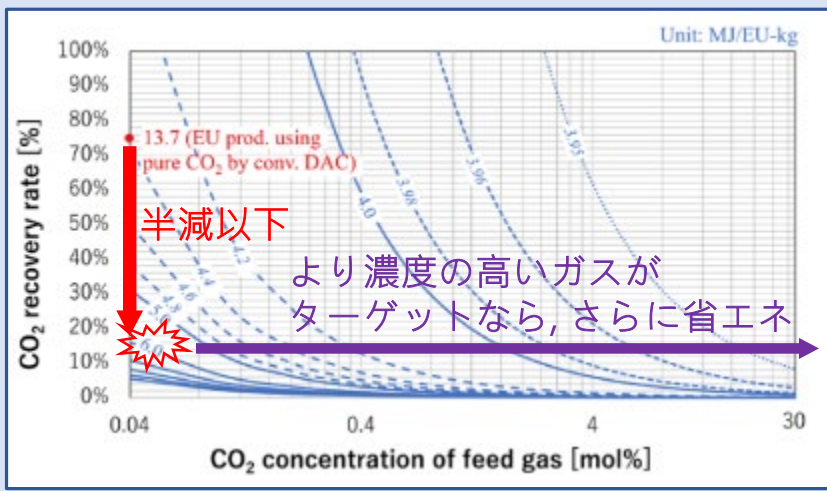
プロジェクトマネージャー



福島 康裕
(国大)東北大学
教授



カーボンニュートラル社会の実現に省エネ・安価な化学物質製造で貢献



- ✓ CO₂回収率15%の装置設計とした場合でも、**半減以下*のエネルギー消費**を達成見込み
*海外DAC（回収率75%, 既存）での化学品(エチレン尿素)製造基準 **KPI達成見込み**
- ✓ 評価モデルの公開**を通じて、開発プロセスの**横展開イノベーションを可能に**
**2022年度内試験公開予定
- ✓ 化学吸収したCO₂をそのまま製品に変換するプロセスは**国際的にも僅少で優位**

【2022年度KPI】

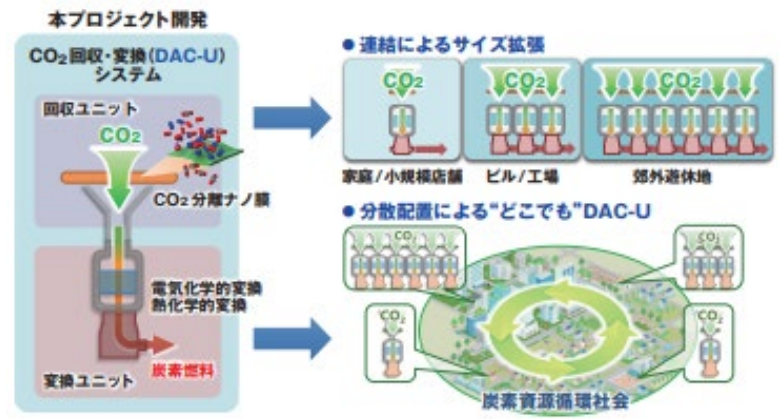
既存のDACパイロットプラントによるCO₂固定を用いる場合と比較して、60%程度のエネルギー消費での大気中CO₂利用を実現する可能性を実験データに基づくシミュレーションで示す。

“ビヨンド・ゼロ”社会実現に向けたCO₂循環システムの研究開発

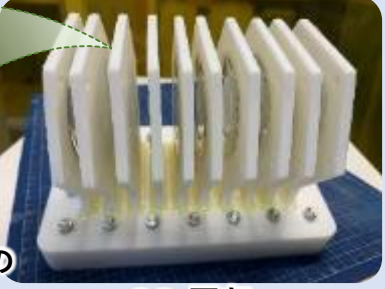
プロジェクトマネージャー



藤川 茂紀
(国大)九州大学
主幹教授

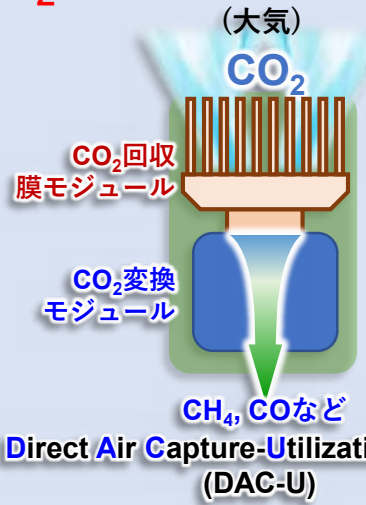


世界トップレベル性能を持つCO₂分離ナノ膜を創出 分離ナノ膜による大気CO₂の直接的回収と基礎化成品への連続変換を実証



世界トップレベルのCO₂分離ナノ膜

CO₂回収膜モジュール



Direct Air Capture-Utilization system (DAC-U)

- ✓ 世界最高性能のCO₂分離ナノ膜作製
- ✓ CO₂分離膜モジュール試作完了
- ✓ CO₂分離膜モジュール試作と変換モジュールを直結し、大気からの直接的CO₂と基礎化成品への変換の一気通貫システムを実証完了 **KPI達成**

【2022年度KPI】

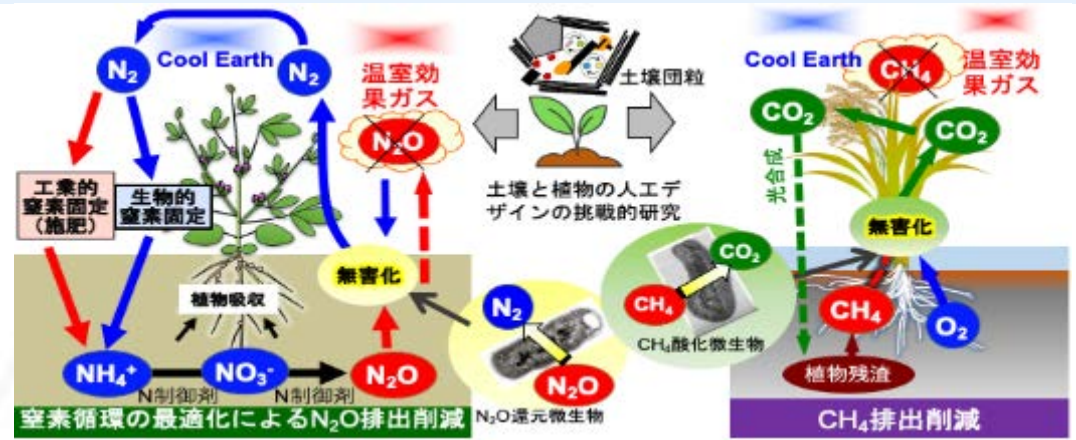
高いCO₂選択性を示す分離膜基本材料を選定する。またCO₂混合ガスからの一酸化炭素(CO), メタン(CH₄), エチレン(C₂H₄)などの基礎化成品への変換を実証する。

資源循環の最適化による農地由来の 温室効果ガスの排出削減

プロジェクトマネージャー



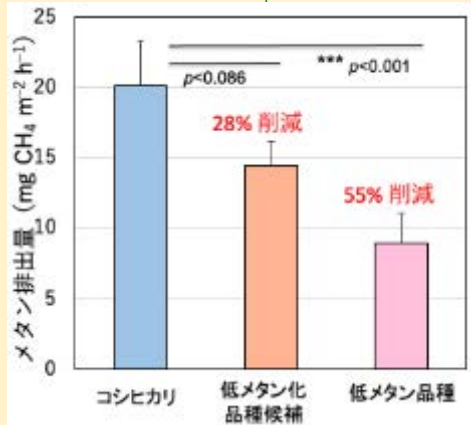
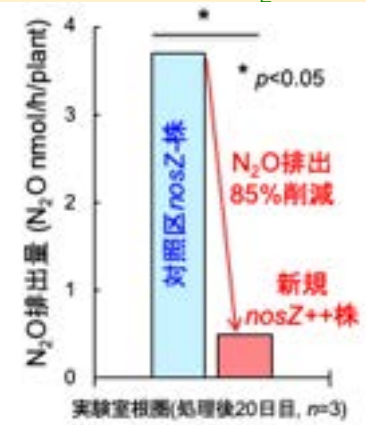
南澤 究
(国大)東北大学
特任教授



新規根粒菌および低CH₄イネによるN₂OとCH₄の削減に世界に先駆けて成功

N₂O還元活性の高い新規
根粒菌によるN₂O削減

低メタンイネ育成に
よるCH₄削減



- ✓ 新規根粒菌によりダイズ根圏排出N₂Oを大幅に削減 **KPI達成**
- ✓ 土壌団粒と微生物による日本発のN₂O削減戦略の提示
- ✓ 減肥・N₂O削減のための100種以上の強力な窒素制御候補物質の取得
- ✓ CH₄排出抑制イネ品種の発見と栽培イネの低CH₄化育種を開始 **KPI達成**

【2022年度KPI】

高N₂O還元活性の根粒菌の選抜、新規窒素制御剤の開発、イネ根粒菌からのCH₄酸化菌の分離を行い、目標達成の基盤を作る。

産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出
ープラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて



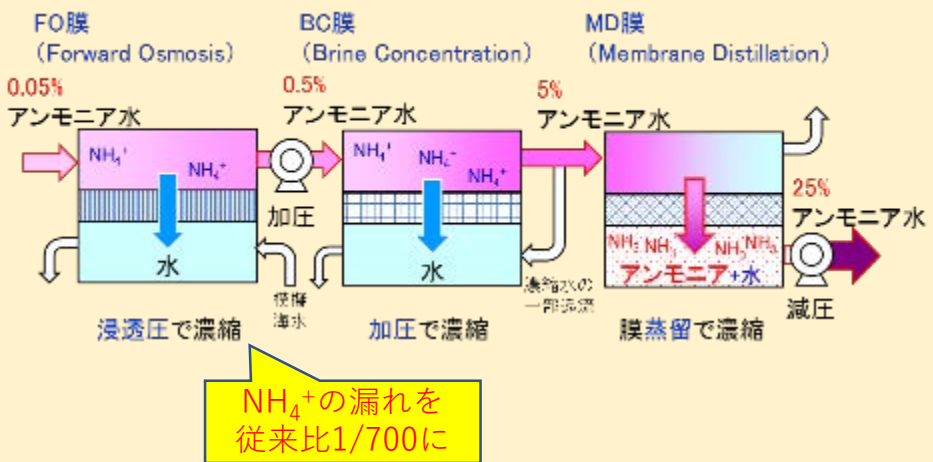
プロジェクトマネージャー



川本 徹
(国研)産業技術総合研究所
首席研究員



アンモニア漏れが従来比1/700の膜など、トップレベルの技術群で資源化実現



- ✓ 3種の膜濃縮の組み合わせによる高いアンモニア濃縮を達成(左図)
- ✓ 実廃水中窒素の8割超を NH_4^+ に変換
- ✓ NOをアンモニアに高収率変換するNTA触媒系を複数開発、反応器設計も進む。
- ✓ 排ガス・廃水処理技術の融合・効率化も
- ✓ これにより、2022年度KPI達成見込み

KPI達成見込み

【2022年度KPI】

NOを高収率でアンモニアに変換するNTA反応器を試作すると共に、廃水中窒素化合物を効率的にアンモニアに変換する微生物群集構築とアンモニア濃縮プロセスの設計を行う。

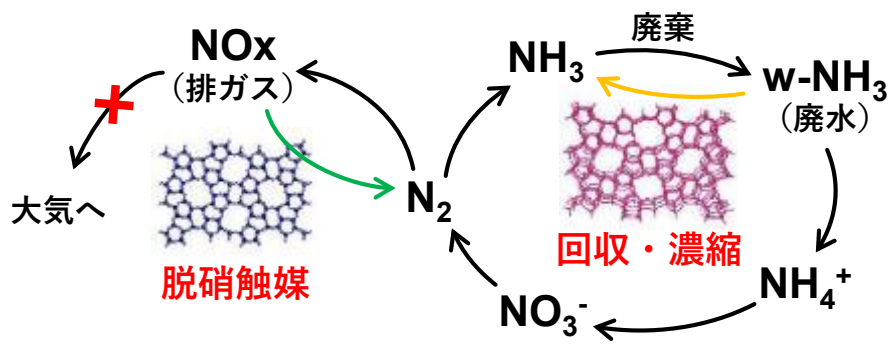
窒素資源循環社会を実現するための 希薄反応性窒素の回収・除去技術開発

プロジェクトマネージャー

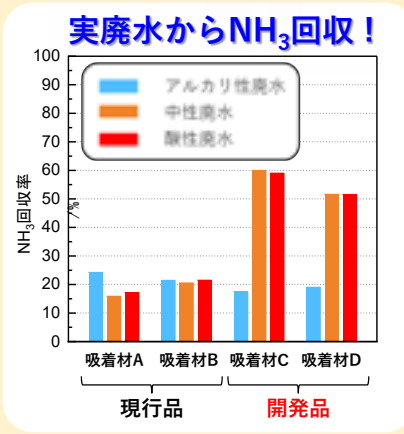
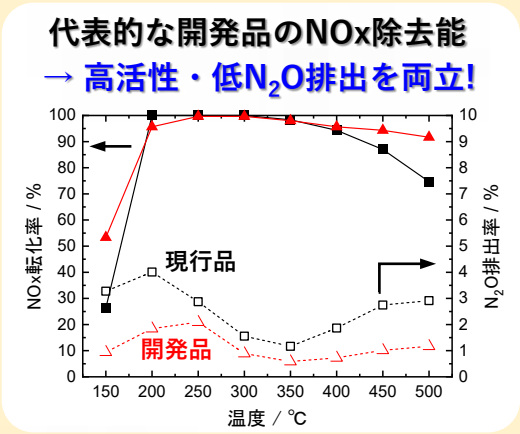


脇原 徹
(国大)東京大学
教授

窒素循環社会構築のためには
脱硝・アンモニア回収 技術の開発が喫緊の課題



優れた材料開発技術で社会実装可能な触媒・吸着材の創出



- ✓ 耐久性と低N₂O排出を両立した脱硝触媒システムを開発
- ✓ ゼオライトの画期的組成チューニング法の開発(プレスリリース)
- ✓ 優れたNH₃回収材料を見出し新規社会システムを提案
- ✓ 2022年度KPIを前倒しで達成 **KPI達成**

【2022年度KPI】

900℃の水蒸気に曝しても結晶性を維持するゼオライトを開発し、NOxからN₂に変換する過程で発生するN₂O量を現行触媒の1/2まで削減する。廃水からのNH₃の回収率50%以上を達成する。

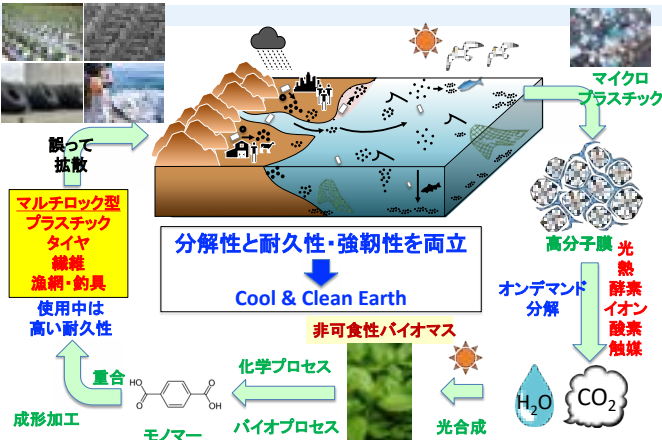
非可食性バイオマス为原料とした海洋分解可能な
マルチロック型バイオポリマーの研究開発



プロジェクトマネージャー

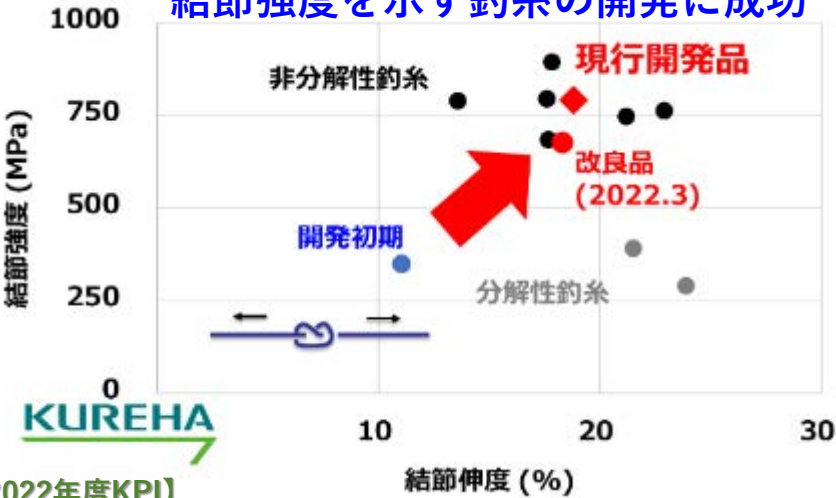


伊藤 耕三
(国大)東京大学
教授



ポリマーの強靱性と海洋生分解性を併せて向上させる技術を開発

海洋生分解性を有し、実用品並の
結節強度を示す釣糸の開発に成功



【2022年度KPI】

- ✓ アカデミアとの強力な連携で、各企業の研究開発が加速
- ✓ 金属クラスター触媒を用い、光と海洋中の物質によるスイッチ機能を開発。またPET分解酵素の活性を30倍向上。さらに超分子が海洋生分解性と強靱性を向上できることを確認（破断伸度20倍）
- ✓ これらを通じて、2022年度KPI達成見込み

KPI達成見込み

アカデミア中心に分解機構の解明を進め、各企業はそれぞれの対象材料4種類についてアカデミアと連携し、マルチロック型分解性と強化を両立する分子設計・材料設計の方向性を見極める。

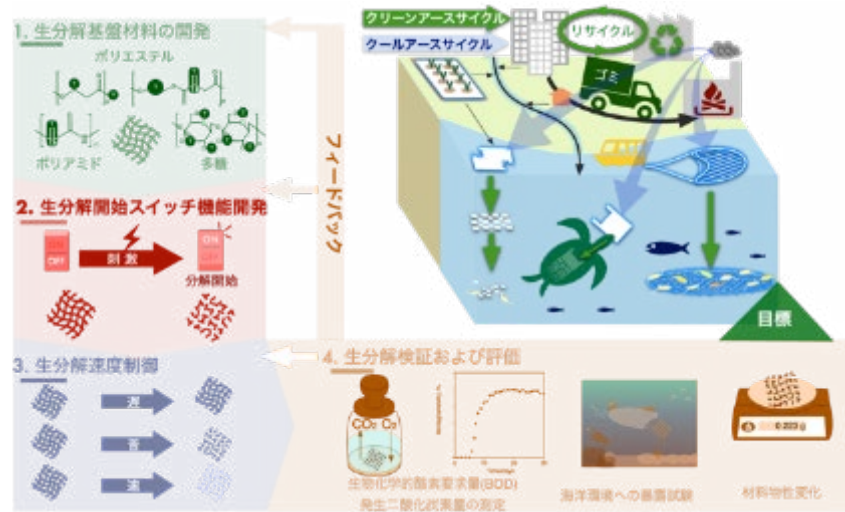
生分解開始スイッチ機能を有する 海洋分解性プラスチックの研究開発



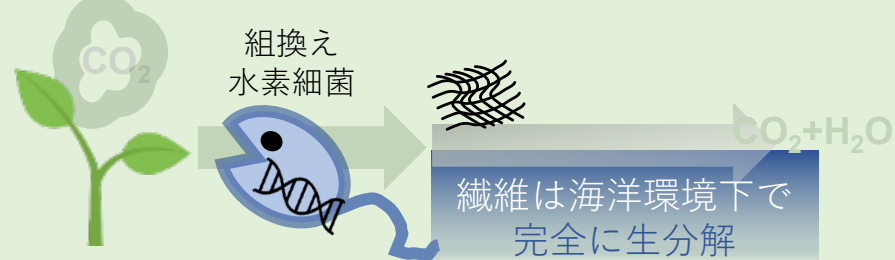
プロジェクトマネージャー



粕谷 健一
(国大)群馬大学
教授



バイオマスからできる海洋生分解性を有する高強度繊維の開発に成功



- ✓ 多様なスイッチ機能の実証や基盤樹脂開発に取り組んでいる
- ✓ 海洋生分解性プラスチックの製品を社会実装する体制を強化
- ✓ これらを通じて、2022年度KPI達成見込み

KPI達成見込み

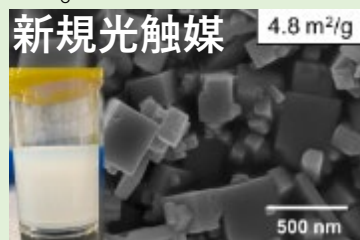
【2022年度KPI】

5種類以上のスイッチ機能の実証。4種類以上のスイッチ機能を組み込むことのできるバイオマス生分解性基盤樹脂の合成技術の確立。

プロジェクトマネージャー



金子 達雄
北陸先端科学技術
大学院大学
先端科学技術研究科
教授

[illegible]

- ✓ 様々なイタコン酸由来バイオナイロンを合成し、光触媒と複合化させ、光スイッチ分解性機能を搭載した新素材開発を世界で初めて行った
- ✓ スイッチ型海水生分解性およびオリゴマーの低急性毒性が確認できた
- ✓ これらを通じて、2022年度KPI達成見込み

KPI達成見込み

各種光スイッチ型生分解性の基本原理の確立、各原料のバイオマス生産法の基礎技術確立、分解性・安全性・事業性のラボレベルにおける評価法確立を行い、分解性プラスチックについて生産量 1g/回で生産するための基礎技術を確立。