

「ムーンショット型研究開発事業」（中間評価）

（2023年度～2024年度 2年間）

（公開）

2024年10月18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
フロンティア部

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

- (1) 本事業の位置づけ・意義
- (2) アウトカム達成までの道筋
- (3) 知的財産・標準化戦略

2. 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

3. マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義



・国において実施する意義

少子高齢化の進展や大規模自然災害への備え、地球温暖化問題への対処等、我が国は多くの困難な課題を抱える中、それら課題解決に科学技術が果敢に挑戦し、未来社会の展望を切り拓いていくことが求められている※。

このような背景の下、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発（ムーンショット）を推進する制度として、内閣府によりムーンショット型研究開発制度が2018年に創設された。

なお、本制度の運用は、内閣官房及び内閣府が関係府省と調整し定めた「ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針」に基づき実施される。

※「ムーンショット型研究開発制度の基本的考え方について」は、平成30年12月20日に総合科学技術・イノベーション会議において決定。その後、令和2年2月27日に総合科学技術・イノベーション会議、健康・医療戦略推進本部において一部改定。

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義



・国において実施する意義

令和 2 年 2 月 4 日
一部改定 令和 2 年 3 月 4 日
一部改定 令和 3 年 1 月 18 日
一部改定 令和 3 年 12 月 28 日
内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局 統括官
文部科学省 科学技術・学術政策局長
農林水産省 農林水産技術会議事務局長
経済産業省 産業技術環境局長

ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針

1. 制度の特徴

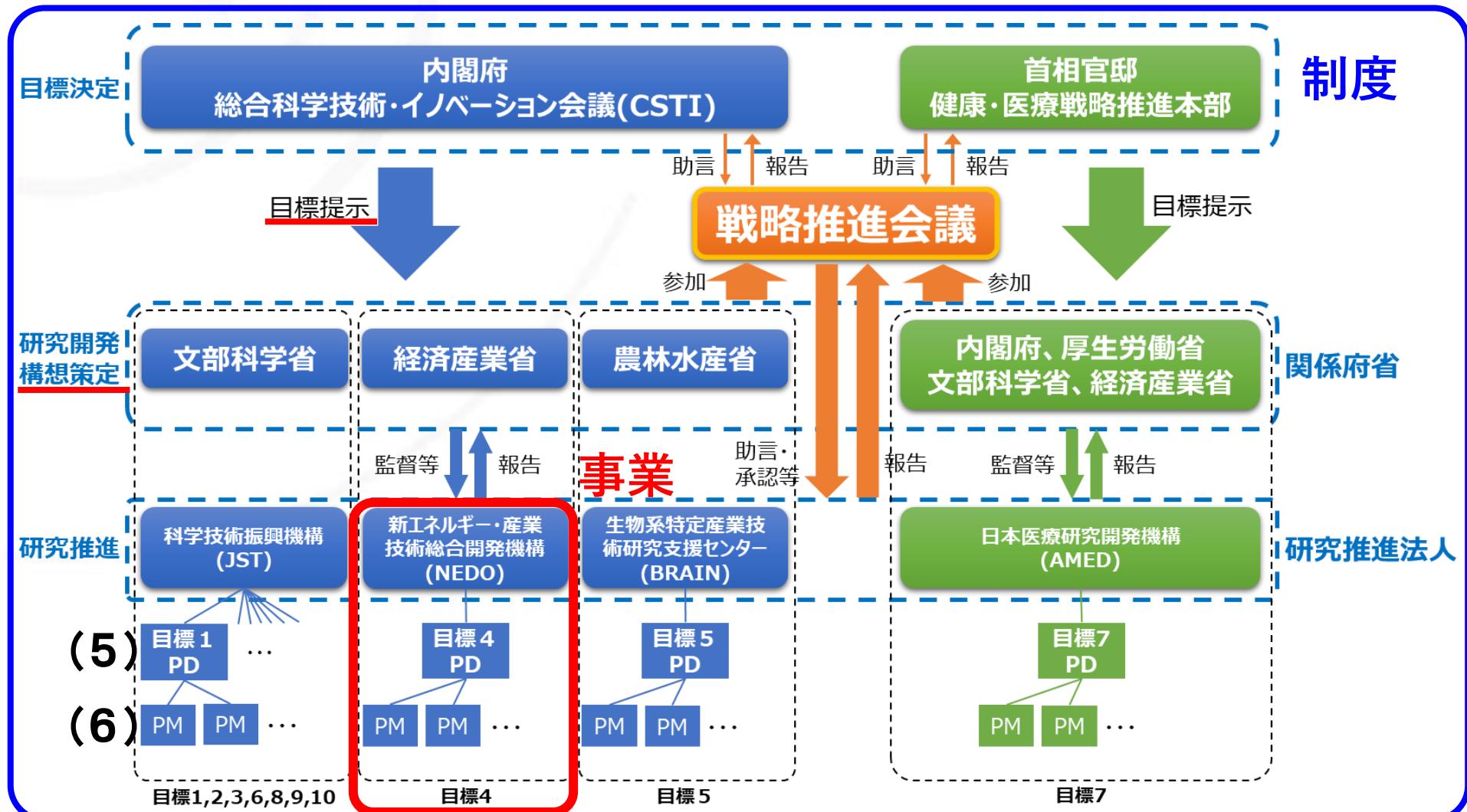
- 未来社会を展望し、顕在化するであろう国内外の社会課題を解決する観点から、人々を魅了する野性的目標（ムーンショット目標（以下「MS 目標」という。））、研究開発構想（以下「構想」という。）を国が提示する。
- 基礎研究段階にある知見やアイデアを最大限に引き出し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的研究開発を推進する。
- ムーンショット目標の達成のため、それぞれの MS 目標の下に、原則複数のプロジ

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義

制度の特徴と研究開発の推進体制

・国において実施する意義



1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義



・国において実施する意義

我が国から破壊的イノベーションを創出する

未来社会を展望し、困難だが
実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題

- ① 社会：急進的イノベーションで少子高齢化時代を切り拓く。
[課題：少子高齢化、労働人口減少 等]
- ② 環境：地球環境を回復させながら都市文明を発展させる。
[課題：地球温暖化、海洋プラスチック、資源の枯渇、環境保全と食料生産の両立 等]
- ③ 経済：サイエンスとテクノロジーでフロンティアを開拓する。
[課題：Society5.0実現のための計算需要増大、人類の活動領域拡大 等]

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義

「人々の幸福(Human Well-being)」の実現

・国において実施する意義



ムーンショット目標1
2050年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現



ムーンショット目標2
2050年までに、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会を実現



ムーンショット目標3
2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現



ムーンショット目標4
2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現



ムーンショット目標5
2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出



ムーンショット目標6
2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現



ムーンショット目標7
2040年までに、主要な疾患を予防・克服し100歳まで健康不安なく人生を楽しむためのサステナブルな医療・介護システムを実現



ムーンショット目標8
2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現



ムーンショット目標9
2050年までに、ここでの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現



ムーンショット目標10
2050年までに、フュージョンエネルギーの多面的な活用により、地球環境と調和し、資源制約から解き放たれた活力ある社会を実現

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

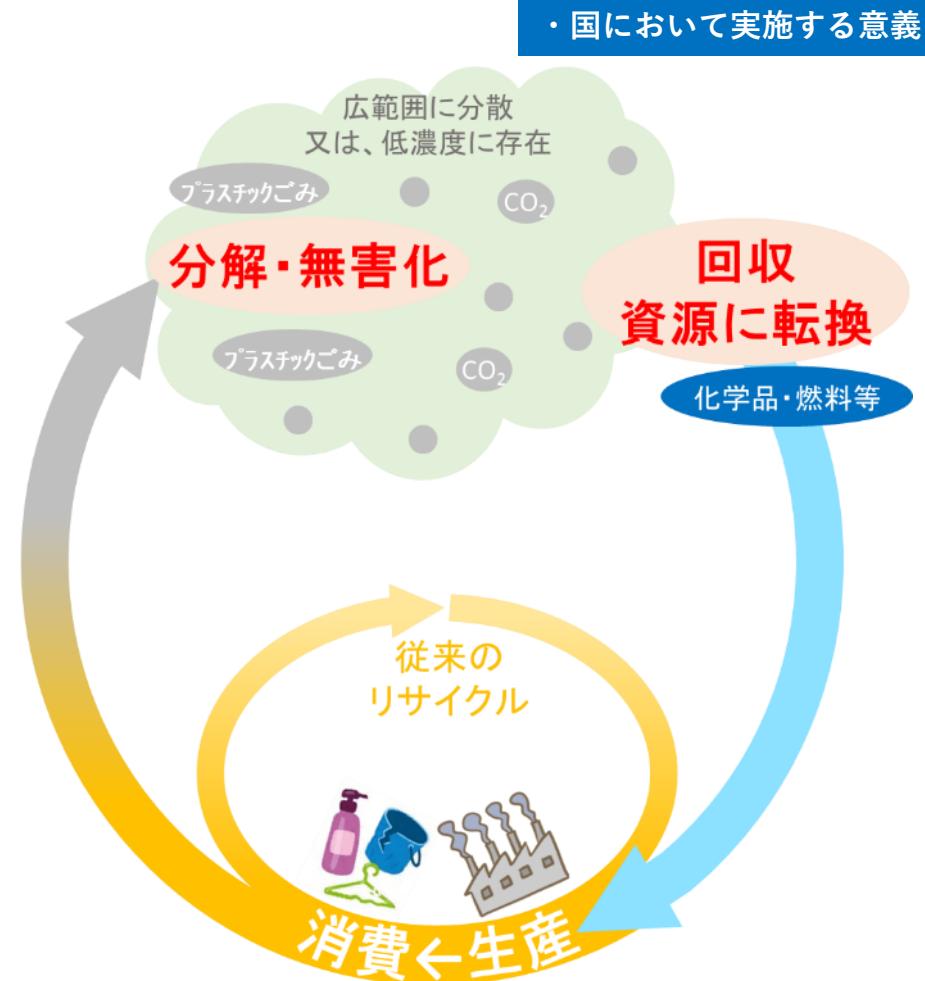
(1) 本事業の位置づけ・意義



ムーンショット目標4

2050年までに、
地球環境再生に向けた
持続可能な資源循環を実現

地球環境再生のために、
持続可能な資源循環の実現による、
地球温暖化問題の解決(Cool Earth)
と環境汚染問題の解決(Clean Earth)
を目指す。



新たに実現する資源循環の例

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

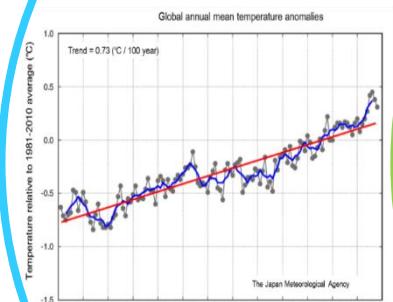
(1) 本事業の位置づけ・意義

ムーンショット目標4 設定の背景

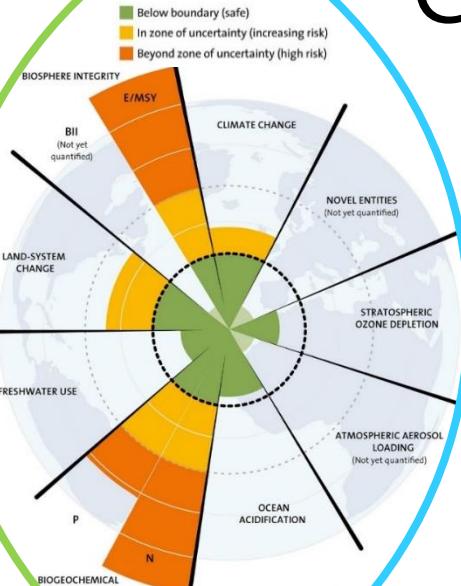
・国において実施する意義

Cool Earth

Clean Earth



地球温暖化



窒素化合物
プランネタリー
バウンダリー※



海洋プラスチックごみ

※人間社会が発展と繁栄を続けられるための“地球の限界値”。これを超えると人間が依存する自然資源に対して回復不可能な変化が引き起こされる。

・国において実施する意義

炭素(CO₂)循環

1万分の4のCO₂を効率よく回収

大気中から**1のCO₂を回収**するためには、
その**約2,500倍の体積の大気**を効率よく
処理するとともに、含まれているCO₂
濃度よりも**約500倍の濃度の酸素**や
水の影響も排除する必要がある

そして、**LCCO₂や経済性も考慮**する
かなり難しい

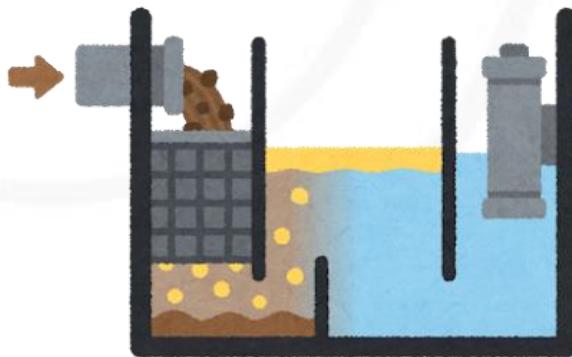
$$\frac{4}{10,000}$$

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義

・国において実施する意義

窒素化合物

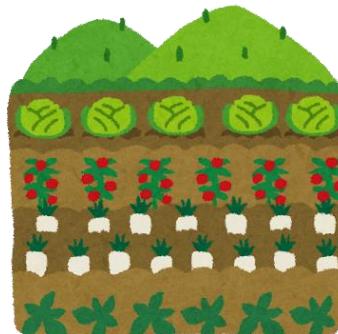


希薄なNH₃
(50ppm~)



高純度のNH₃

既存の排水処理やアンモニア製造よりも
少ないCO₂排出量と低コストで
実現できるか

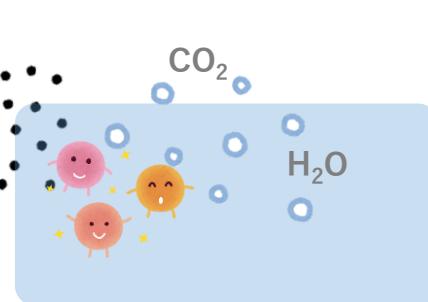


希薄なN₂Oを除去
できるか
農地由来のN₂O削減
(数ppm以下)

海洋生分解性プラスチック



高耐久性



海洋生分解性

高耐久性と海洋生分解性の
トレードオフを両立できるか

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義

・国において実施する意義

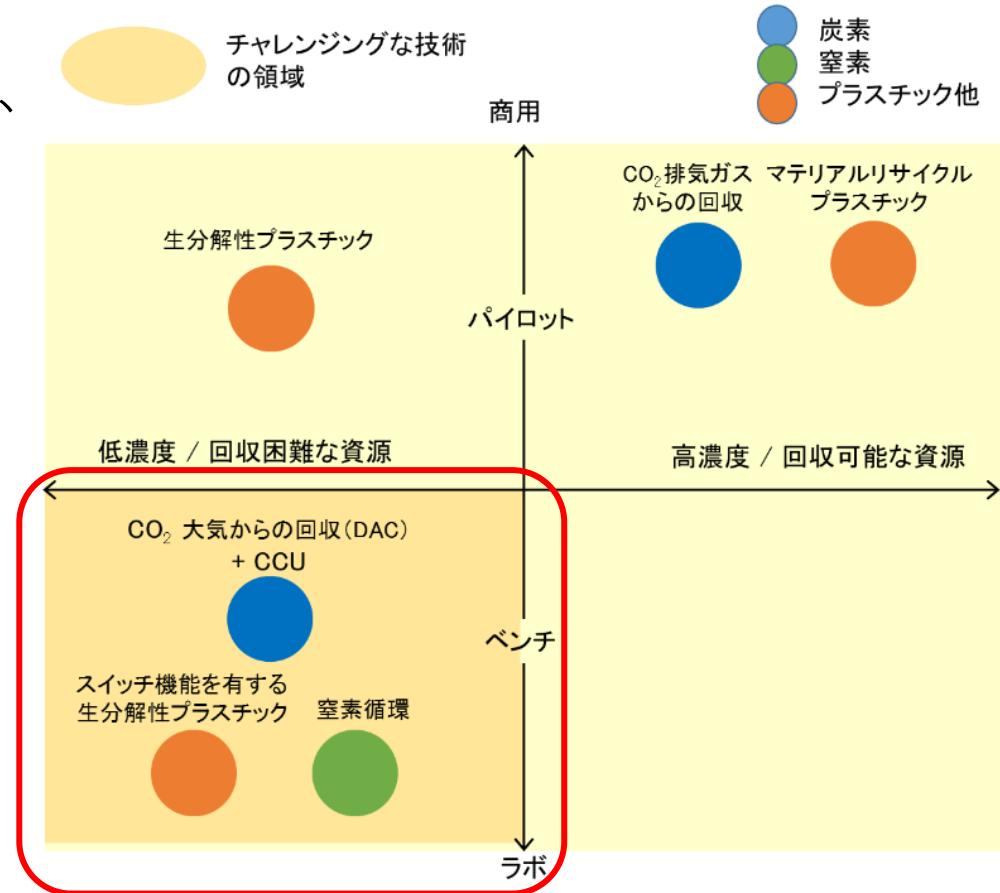
研究開発構想～研究開発の方向性(1)～

対象物質

持続可能な資源循環実現のため、地球温暖化問題や環境汚染問題の要因物質のうち、従来技術では回収が難しいもの

- 広く環境に拡散された物質
- 低濃度な状態で環境へ放出される物質

※ 現在、環境中に排出されていない物質や従来技術での回収が容易な状態にあるものは対象外。



1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義

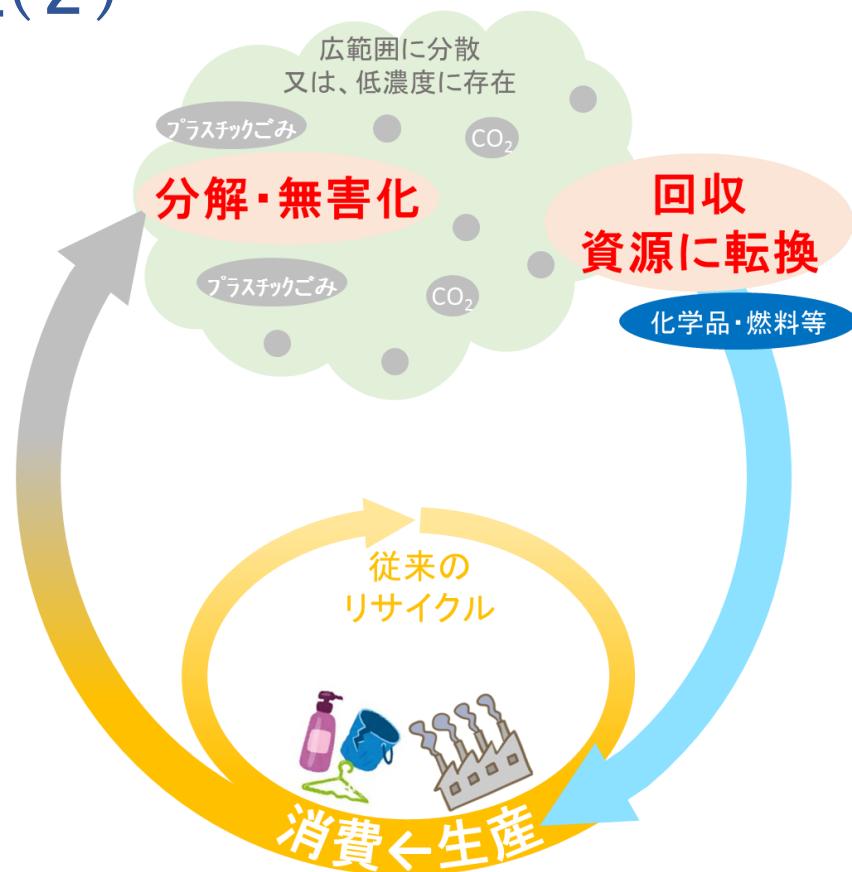
・国において実施する意義

研究開発構想～研究開発の方向性(2)～

対象技術

対象物質に対して持続可能な資源循環を実現する方法

- 対象物質を回収し有益な資源に変換する技術
- 対象物質を分解又は無害化する技術



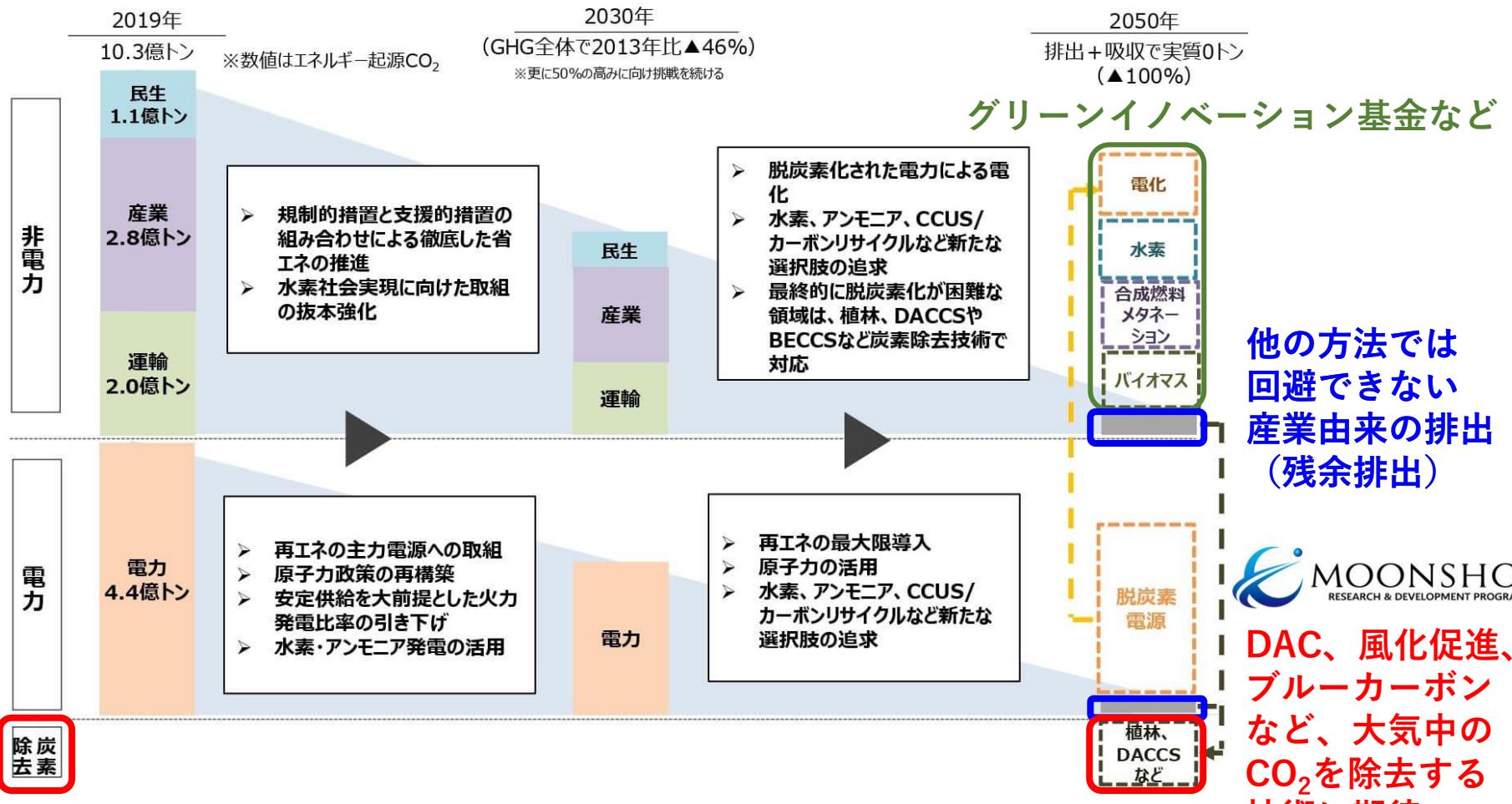
新たに実現する資源循環の例

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋 (1) 本事業の位置づけ・意義



ムーンショット目標4に期待されている領域

・国において実施する意義



出所) 経済産業省「第8回グリーンイノベーション戦略推進会議資料」を基に作成

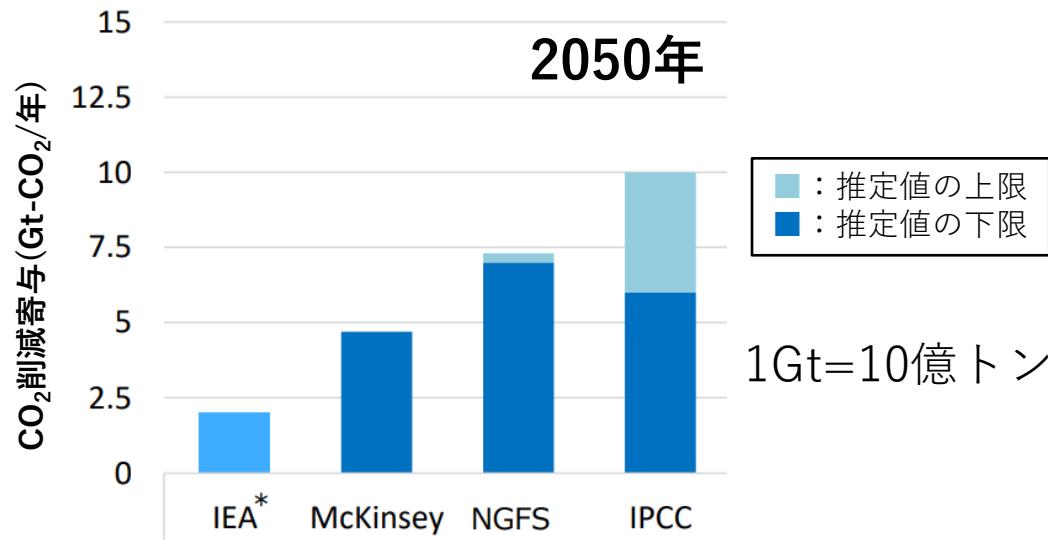
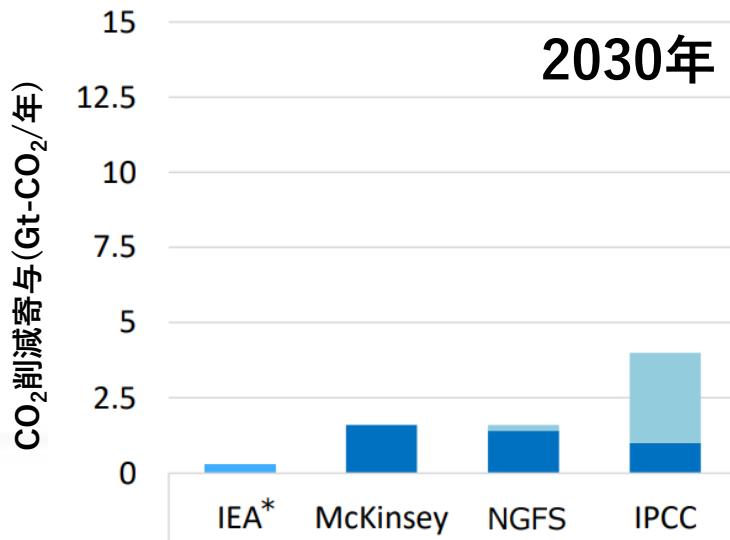
1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義

各機関が想定するNETsのCO₂削減寄与(世界)

・国において実施する意義

各機関の想定によると、1.5°C排出経路において、NETsの削減寄与の下限は世界で2030年に1～1.6GtCO₂、2050年に5～7GtCO₂を想定。
削減量全体の約10%に相当し、再エネ、省エネ、CCUSに次ぐインパクト。



以下の資料を基にNEDO技術戦略研究センター作成

IEA : Net Zero by 2050 https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf

McKinsey : <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/climate-math-what-a-1-point-5-degree-pathway-would-take>

NGFS (Network for Greening the Financial System) : <https://www.ngfs.net/en/publications/ngfs-climate-scenarios>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) : <https://www.ipcc.ch/sr15/>

出所) 経済産業省「第6回グリーンイノベーション戦略推進会議WG発表資料」、
NEDO「ネガティブエミッション技術への期待と「風化促進」の技術課題」を基に作成

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義



・国において実施する意義

直近の世界動向～Cool Earth(温室効果ガス)～

2019年6月 「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」及び「統合イノベーション戦略」を閣議決定。

2020年1月 上記の戦略に基づき「革新的環境イノベーション戦略」を策定。

2020年10月 「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」とを日本政府が宣言。

2022年4月 上記のカーボンニュートラル宣言を受け、研究開発構想を改訂。
自然プロセスの人為的加速を追加。

- ・
- ・

2023年5月 G7広島サミットにて、二酸化炭素回収・有効利用・貯蔵(CCUS)／カーボン・リサイクル技術が、他の方法では回避できない産業由來の排出を削減するための脱炭素化解決策の幅広いポートフォリオの重要な要素となり得ること、また、強固な社会及び環境面のセーフガードを備えた二酸化炭素除去(CDR)プロセスの導入が、完全な脱炭素化が困難なセクターにおける残余排出量を相殺する上で不可欠な役割を担っていることを認識することを首脳コミュニケ。

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義



・国において実施する意義

直近の世界動向～Clean Earth(海プラスごみ)～

2019年3月 国連環境総会にて「海洋プラスチックごみ及びマイクロプラスチック」に関する決議が採択

2019年5月 「海洋生分解性プラスチック開発・導入普及ロードマップ」を策定
「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン」を閣議決定

2019年6月 G20大阪サミットで、2050年までに海洋プラスチックごみによる追加的な汚染をゼロにすることを目指す「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」を共有し、「G20海洋プラスチックごみ対策実施枠組」を首脳宣言。

-
-

2022年11月 プラスチック条約のための第1回政府間交渉委員会(INC-1)を開催

2023年5月 G7広島サミットにて、2040年までに追加的なプラスチック汚染をゼロにする野心を持ってプラスチック汚染を終わらせることを首脳コミュニケ。

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義



・国において実施する意義

直近の世界動向～Cool & Clean Earth(窒素化合物)～

2019年3月 国連環境総会にて「持続可能な窒素管理に関する決議」に関する決議が採択

-
-

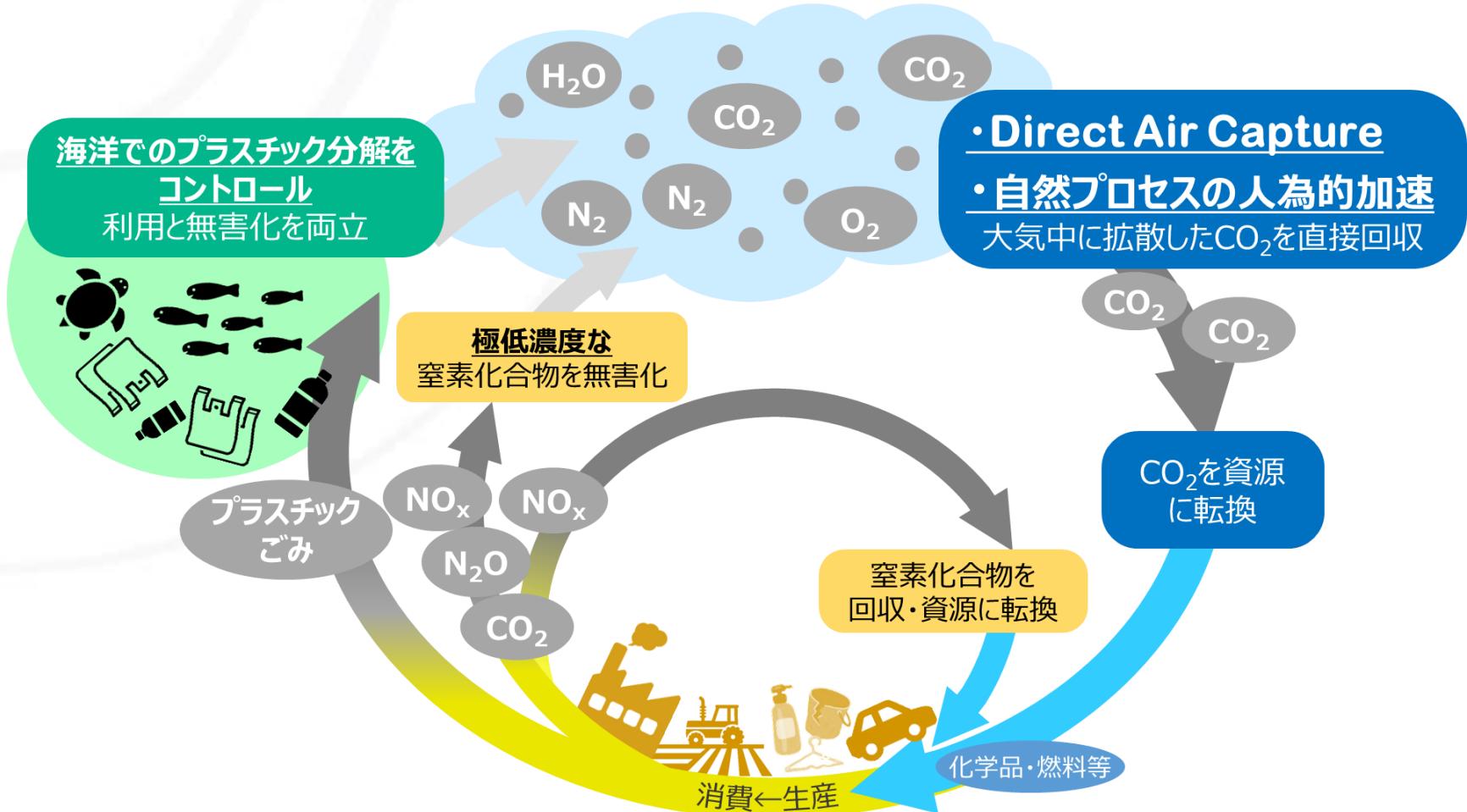
2022年3月 国連環境総会にて、過剰なレベルの栄養素、特に窒素及びリンは、水、土壤、大気質、生物多様性、生態系の機能等に影響を及ぼすことに留意し、加盟国に対し、2030年までに、そしてそれ以降も、廃棄窒素（窒素の生産と消費に伴って環境に出ていく反応性窒素や、資源として活用されずに大気中に戻る不活性な N_2 ）を世界的に顕著に削減するための行動を加速させることや、国家行動計画の情報を共有することを奨励。国連環境計画の下に作業部会（窒素WG）を設置。

2024年8月 第6次環境計画（2024年5月閣議決定）に基づき環境省が「持続可能な窒素管理に関する行動計画(案)」を策定

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義

持続可能な資源循環の実現に向けて取り組む研究開発



1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(2) アウトカム達成までの道筋



⑦大胆な発想に基づく挑戦的・革新的な取り組み

採択時には、より大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な研究開発を意識した研究資金の配分を行っている。

採択後は、各プロジェクトにおいて、将来社会実装を担う可能性のある外部の民間企業と技術交流を行い、彼らの知見をプロジェクトに反映するなど、効果的・効率的に研究を進めている。

なお、年に複数回開催している分科会において研究開発の進捗を確認するとともに、必要に応じて加速や前倒しの予算配賦も行っている。

今般、中間評価においてステージゲートを実施し、制度評価（外部評価）、戦略推進会議を経てプロジェクトの絞り込みとポートフォリオの見直しを行う。

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(2) アウトカム達成までの道筋

⑦大胆な発想に基づく挑戦的・革新的な取り組み

研究開発構想～目標達成に向けた計画～

Cool Earth & Clean Earth

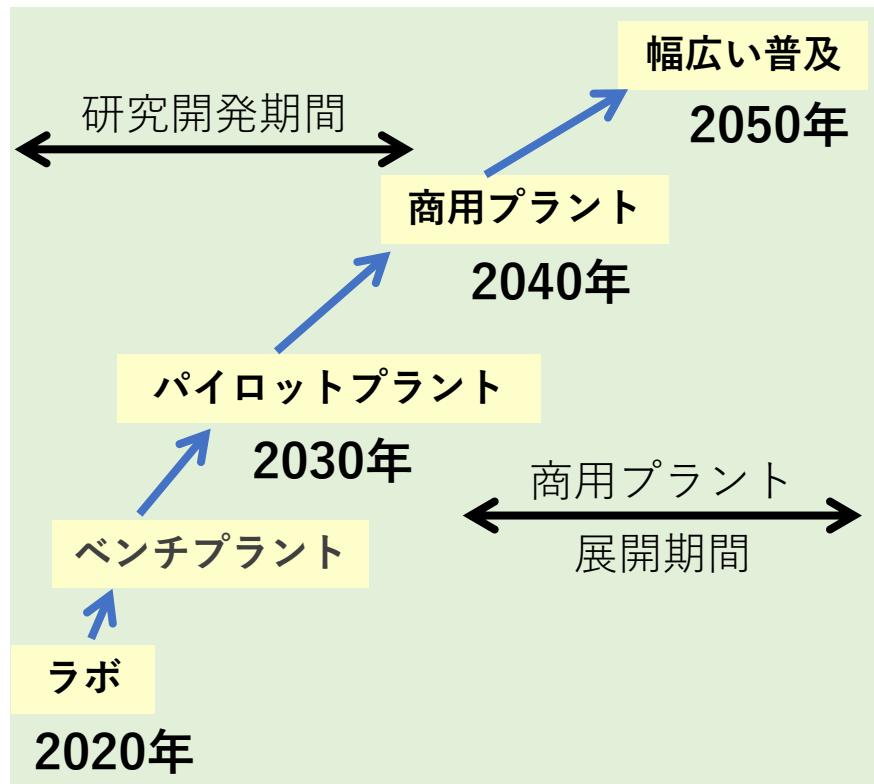
2050年までに、資源循環技術の商業規模のプラントや製品を世界的に普及させる。

Cool Earth

2030年までに、温室効果ガスに対する循環技術を開発し、
ライフサイクルアセスメント(LCA)の観点からも有効であることをパイロット規模で確認する。

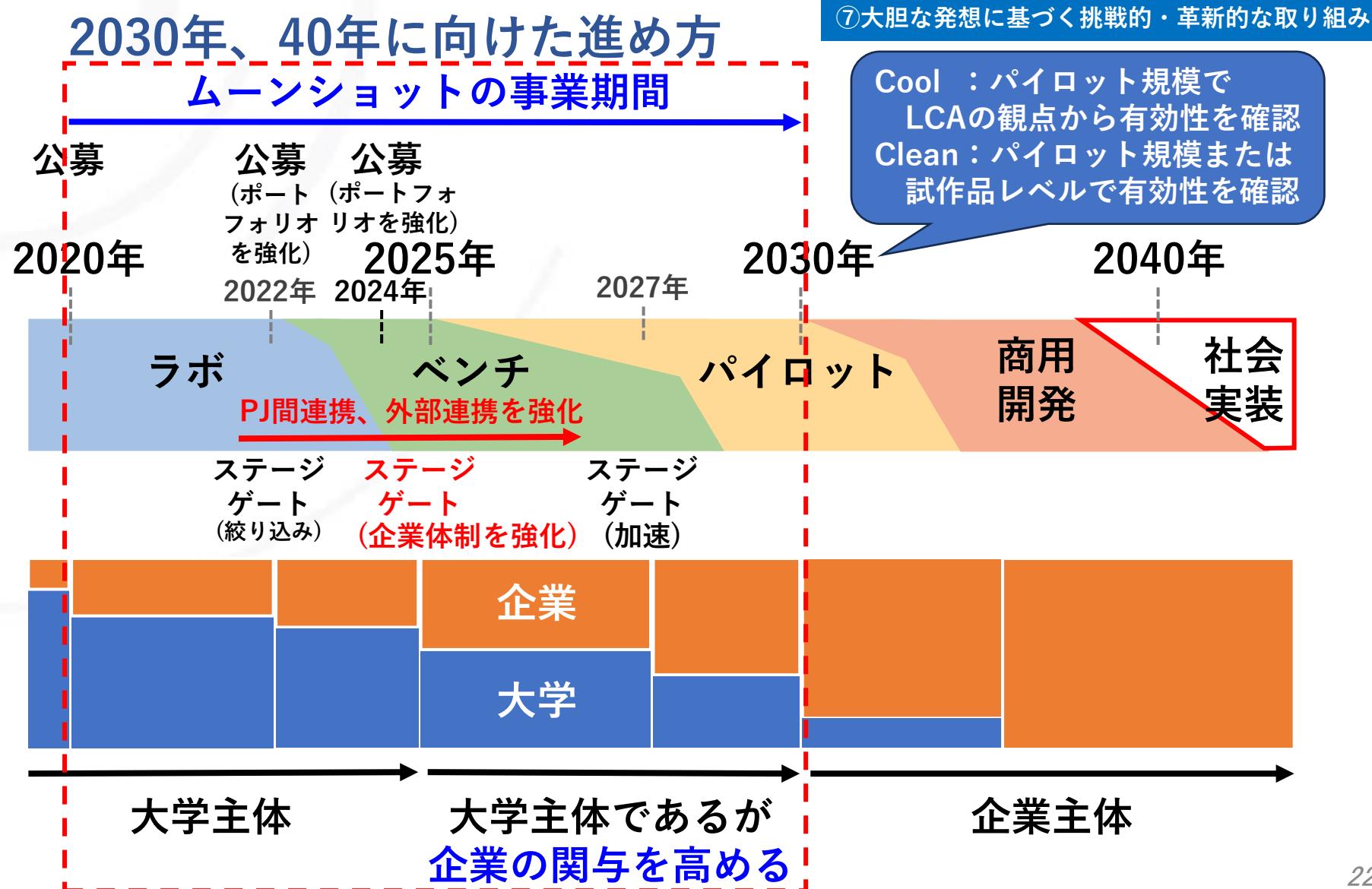
Clean Earth

2030年までに、環境汚染物質を有益な資源に変換もしくは無害化する技術を開発し、パイロット規模または試作品レベルで有効であることを確認する。

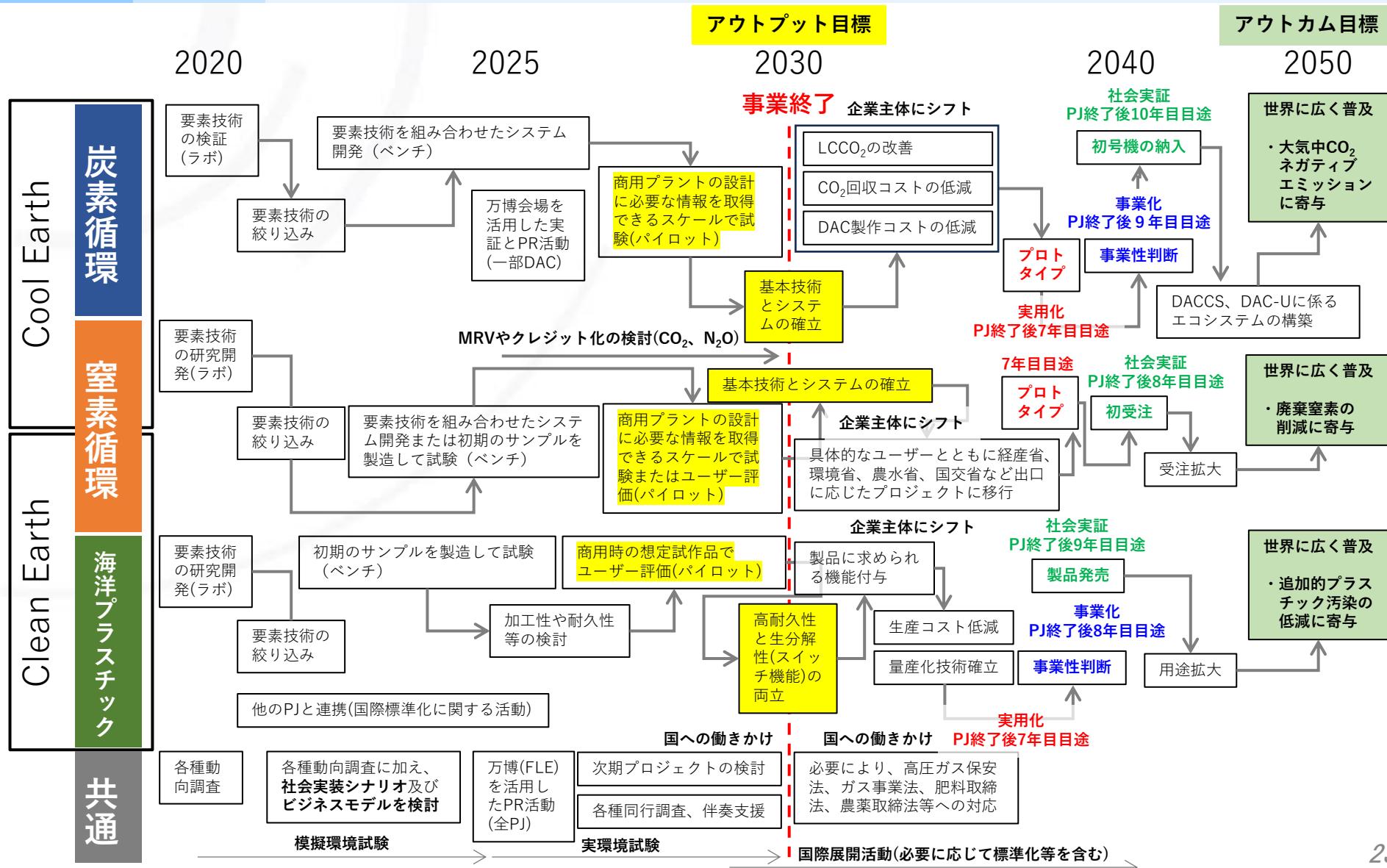


1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(2) アウトカム達成までの道筋



1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋 (2) アウトカム達成までの道筋



1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(3) 知的財産・標準化戦略



大気中からのCO₂回収については、特に、岩石の風化促進など自然プロセスを用いたCO₂固定に関するMRV (Measurement, Reporting and Verification : 温室効果ガス排出量の測定・報告・検証) の方法論が確立されていないことから、ミッションイノベーション等の国際連携を通じて**国際的なMRVの方法論を確立**する方針。

反応性窒素については、国際的な規制等はこれから検討され始める段階であり、まずは各国に行動計画の策定が求められているところ。**国際的な議論に関与しながら今後の方向性を見極める**方針。

海洋生分解性プラスチックにおいては、欧洲の規制動向やプラスチック汚染に関する法的拘束力のある国際条約の動向に注視しつつ、**国際標準化活動を行っているプロジェクト（海洋生分解性プラスチックの社会実装に向けた技術開発事業）と連携**しながら進める方針。

なお、全プロジェクトにおいて、ムーンショット型研究開発事業における「知財マネジメント基本方針」および「データマネジメントに係る基本方針」に基づいたプロジェクト運営を行っており、**出願等の際には知財委員会を開催して意思決定を実施**。

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み



③MS目標達成等に向けた今後の見通し

ムーンショット目標4で実施している「大気中からのCO₂回収」、「反応性窒素」、「海洋生分解性プラスチック」のいずれにおいても、世界的に対策の必要性が求められている課題であり、長年、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)や国連環境計画などで議論が繰り返されている難易度の高い課題である。このような状況の中、2050年に向かっての方向性については大きな変化はない。

特に、大気中からのCO₂回収については、世界的にも新たな技術の確立やビジネスモデルの構築を各国政府支援の下で模索している段階であり、米国においてはスタートアップによる活動が活発である。ムーンショット目標4においても、2023年度にDACのスタートアップが設立されるとともに、2024年からは研究開発成果の一部を活かしたスピンドル活動も精力的に進められている。なお、多くのプロジェクトにおいて、概ね順調に研究開発が進められており、アウトカム目標に向かって着実に進捗していると言える。

2. 目標及び達成状況 (1) アウトカム目標及び達成見込み



③MS目標達成等に向けた今後の見通し

藤川PJ発のCarbon Xtract(株)が双日(株)からの出資を受け設立

2023年6月23日 プレスリリース



TOP > ニュースルーム > 双日、ナノ分離膜を用いたDAC技術の2020年代後半の実用化に向け新会社を設立

金属・資源・リサイクル本部

日本

双日、ナノ分離膜を用いたDAC技術の2020年代後半の実用化に向け新会社を設立

～九州大学発の革新的技術の社会実装を加速化～

PDF版[259.4 KB] →

2023年6月12日
双日株式会社

双日株式会社（以下「双日」）は、2022年2月の九州大学との覚書締結を通じてDAC技術（membrane-based Direct Air Capture、以下「m-DAC™(*1)」）の2030年までの実用化に向け調査・研究を進めてきましたが、2020年代後半に社会実装を前倒しすべく新会社Carbon Xtract株式会社（以下「Carbon Xtract」）を設立しました。

会社名 Carbon Xtract株式会社

代表者 森山 哲雄

設立 2023年5月26日

事業内容 分離ナノ膜を用いて大気から二酸化炭素を選択的に回収する技術を活用した装置・製品の開発・販売

2023年11月24日 プレスリリース



日本語 | ENGLISH

Topics
トピックス

ナノ分離膜を用いた革新的CO₂回収技術を持つCarbon Xtract株式会社に九州大学初となる出資・事業参画

2023.11.24

トピックス

このたび九州大学は、九州大学発の実用開発中ナノ分離膜を用いた、大気からの直接的二酸化炭素（以下「CO₂」）回収技術（membrane-based Direct Air Capture、以下「m-DAC™(*1)」）と回収したCO₂の利活用技術の実用化に賛同・推進すべく、2023年5月に双日株式会社（以下「双日」）が主体となって設立したCarbon Xtract株式会社（以下「Carbon Xtract」）に、本学として初めての出資による事業参画を行います。

m-DAC™は、空気を膜でろ過するだけでCO₂を回収・濃縮するという世界で初めての革新的技術であり、これを装置化すれば様々な場所でのCO₂回収が可能になります。



出所) <https://www.sojitz.com/jp/news/article/230612.html>

出所) <https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/topics/view/2012/>

2. 目標及び達成状況 (1) アウトカム目標及び達成見込み

③MS目標達成等に向けた今後の見通し

スタートアップピッチに藤川PJ発のカーボン・エクストラクト社(CX社)が参加。
プレゼン後の名刺交換では複数社がCX社にコンタクト。

日時：2023年12月4日(月) 15:45～16:10 リアル来場者数：11,140名

場所：虎ノ門ヒルズ ライブ配信視聴数：10,731名 ※12/4～7会期中



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構



CX社による藤川PJのプレゼン



名刺交換の様子

2. 目標及び達成状況 (1) アウトカム目標及び達成見込み

③MS目標達成等に向けた今後の見通し

スタートアップによるスピノアウト活動

CX Carbon Xtract

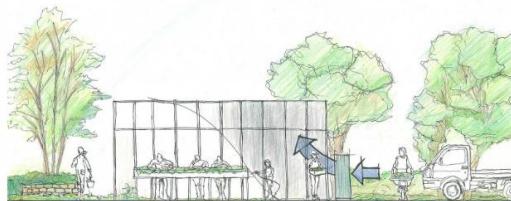
大気からの二酸化炭素の直接回収を可能とする分離膜型DAC装置の施設園芸用途における早期社会実装に向けた連携協定締結

2024.03.13 プレスリリース

国立大学法人九州大学（以下「九州大学」）、Carbon Xtract株式会社（以下「Carbon Xtract」）、全国農業協同組合連合会（以下「全農」）、双日株式会社（以下「双日」）、株式会社三菱UFJ銀行（以下「三菱UFJ銀行」）は、大気からの二酸化炭素（CO₂）の直接回収（Direct Air Capture、以下「DAC」）を可能とする分離膜型DAC（membrane-based DAC、以下「m-DAC[®]」^{※1}）装置の施設園芸^{※2}用途における早期社会実装に向けた連携協定（以下「本協定」）を2024年3月13日に締結しました。



m-DAC[®]装置イメージ（九州大学大学院芸術工学研究院 尾方研究室制作）



出所) <https://c-xtract.com/news/720/>

Home Programs Speakers VX Green Hydrogen Forum Sponsorship VX News

Tetsuo Moriyama



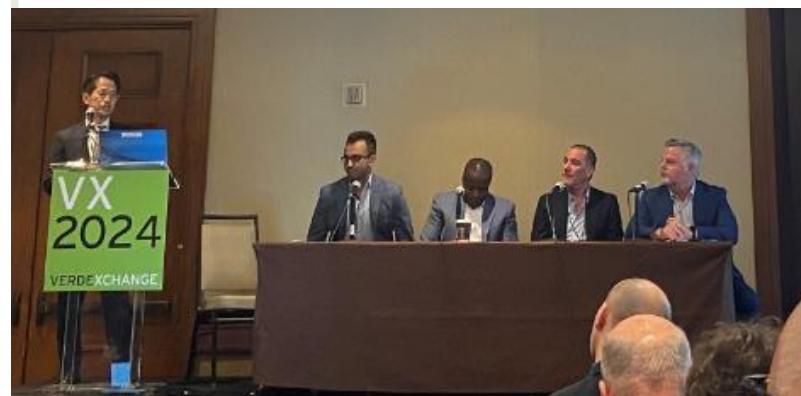
Title: CEO
Organization: Carbon Xtract

Biography:

Moriyama is the CEO of Carbon Xtract Corporation, a developer of direct air capture technology and solutions based on separation membranes. Before joining Carbon Xtract, he spent 15 years at Sojitz Corporation, one of the major Japanese trading and investment houses. There, he was responsible for sales and investment management in its metal resources business division, and for new business development related to nanomaterials and climate tech solutions. In 2023, Sojitz and Kyushu University, which has advanced R&D in direct air capture technology that captures and condenses CO₂ simply by passing air through a membrane system, jointly established

Carbon Xtract. At that time, he was appointed as CEO.

Category: Speaker
Conference: VX2024



2024年5月にロサンゼルスで開催された
VerdeXchange Conferenceのピッチに
Carbon Xtract社の森山CEOが登壇

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み



2023年度を以て中止となつたプロジェクトにおいても
これまでの成果を活用した新たな研究開発を開始

東北大学
TOHOKU UNIVERSITY

Press Release

TRE HOLDINGS
未来へ、捨てない創造力を。

2023年12月1日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

「TREホールディングス×東北大学WX (Waste Transformation) 共創研究所」を開所
- 廃棄物処理の革新的プロセスの開発とCCU技術の社会実装 -

【発表のポイント】

- 国立大学法人東北大学と、TREホールディングス株式会社は、「TREホールディングス×東北大学WX (Waste Transformation) 共創研究所」を本日開設しました。
- 廃棄物の焼却処理とCO₂回収処理を統合する革新的プロセスの開発に取り組み、CCU (Carbon Capture Utilization) ^(注1) 技術の社会実装を目指します。

【概要】

国立大学法人東北大学（宮城県仙台市、総長 大野英男、以下「東北大学」）と、TREホールディングス株式会社（東京都千代田区、代表取締役社長 阿部光男、以下「TRE」）は、廃棄物の焼却処理とCO₂回収処理を統合する革新的プロセスの開発に取り組み、CCU (Carbon Capture Utilization) ^(注1) 技術の社会実装を目指す研究拠点として、2023年12月1日に「TREホールディングス×東北大学WX (Waste Transformation) 共創研究所 ^(注2)」を東北大学青葉山キャンパス内に設置しました。

福島プロジェクトのスピナウト
新たな企業との研究開発拠点を設置

廃棄物の焼却処理とCO₂回収処理を統合する革新的プロセスの開発に取り組み、CCU (Carbon Capture Utilization) 技術の社会実装を目指します。

ムーンショット
大気中からのCO₂回収と利用
↓
スピナウト
排ガスからのCO₂回収と利用

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み



⑨国民との科学・技術対話

全てのPM及び研究機関の研究開発成果を広く国民にPRするため、2023年1月にMS目標4で初めての会場参加可の「成果報告会」を開催。2024年1月31日と2月1日には3年目となる「成果報告会」を開催し、多くの参加者との交流のきっかけとなった。また、2024年の成果報告会では、スタートアップ企業への投資支援活動を行っているJICベンチャー・グロース・インベストメントを招聘し、気候変動領域を事例としたスタートアップ創出に関する特別講演を行った。加えて、領域を超えた連携をテーマに、PD、サブPDによるパネルディスカッションを開催するなど、イノベーションと社会実装との両立を意識した成果報告会を開催した。

2023年8月には内閣府主催のムーンショット型研究開発制度合同シンポジウムを共催。その他、プロジェクト紹介動画の制作、新聞や雑誌の取材、などを通じて、国民との科学・技術対話に努めた。また、各プロジェクトにおいても、テレビやラジオなどのメディアを通じたPRにも努めている。

2. 目標及び達成状況 (1) アウトカム目標及び達成見込み



成果報告会2022の様子（2023年1月17,18日）



微生物による地球冷却

COOL EARTH 情報局

市民参加型プロジェクト
地球冷却微生物を探せ

参加者募集中

Cool Earth コラム

研究現場を覗いてみよう

Cool Earth ギャラリー

記事リンク集

Cool Earth ポータル

市民参加型プロジェクト 出所：<https://dsoil.jp/cool-earth/>

⑨国民との科学・技術対話



合同シンポジウムの様子（2023年8月25日）



NHK

CITIZENLAB シチズンラボ

「地球冷却微生物を探せ」プロジェクト！結果報告

133個

アスンバワー！

NHKについて ニュース NHKプラス 放送料の窓口

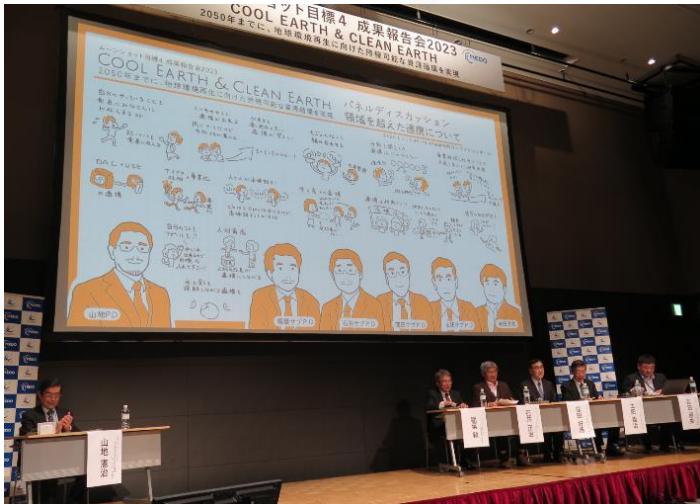
2023/8/23

NHKシチズンラボ
出所：https://www.nhk.or.jp/citizenlab/all/soil_02.html 31

2. 目標及び達成状況 (1) アウトカム目標及び達成見込み



⑨国民との科学・技術対話



成果報告会2023の様子（2024年1月31日、2月1日）



DACの研究開発について紹介

週刊現代

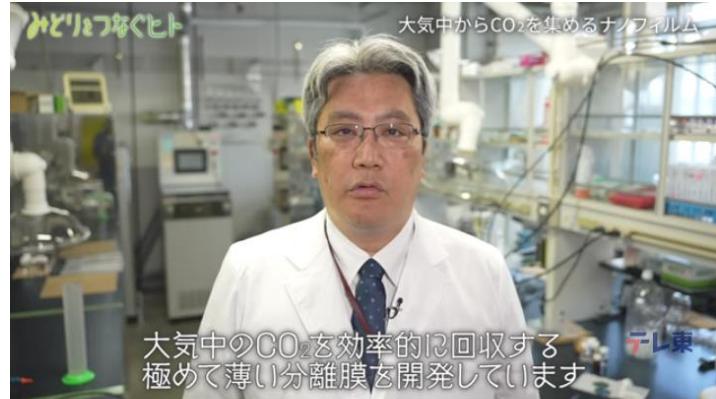
2024年9月14・21日合併号

出所) <https://gendai.media/list/books/wgendai/4910206430944>

現代ビジネス

2024年9月19日掲載

出所) <https://gendai.media/articles/-/137003?imp=0>



2024年6月4日（火）

大気中からCO2を集めるナノフィルム 九州大学 藤川茂紀

大気中のCO2を効率的に回収する薄い膜。回収したCO2は光合成を促進し農作物の収量を増やす、都市ガスに変えエネルギーとして使うなど、炭素資源の地産地消につながります。新たな資源社会を描く藤川さんの思いとは？

テレビ東京「みどりをつなぐヒト#86」に
藤川PM出演

出所) <https://www.tv-tokyo.co.jp/midoriwotsunaguhito/>

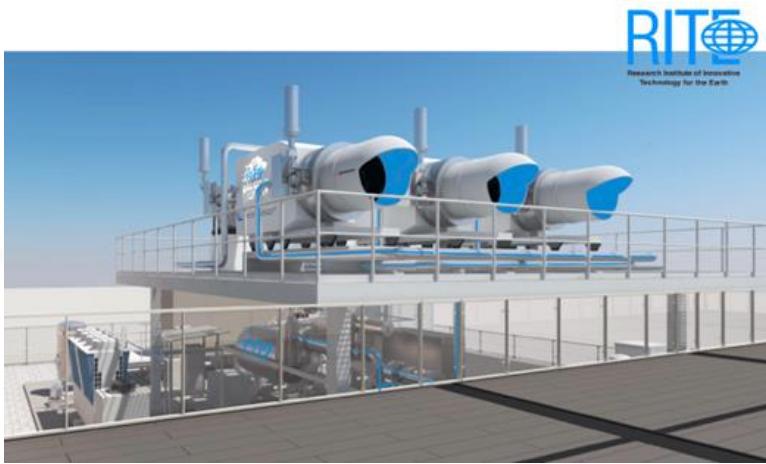
2. 目標及び達成状況

(2) アウトプット目標及び達成見込み プログラムの研究開発の進捗状況



・中間目標の達成状況
②プログラムの研究開発の進捗状況

多くのプロジェクトにおいて、研究開発初期のラボレベルを脱し、ベンチレベルでの研究開発が進められている。DACのプロジェクトでは、2025年の大阪・関西万博にてパイロットスケールでのDACの実証試験を予定しており、前倒しで研究開発が進められている。また、海洋生分解性プラスチックでは、世界で初めて深海でも生分解性プラスチックが分解されることを実証し、著名な学術誌に掲載される成果が得られている。



2025年 大阪・関西万博で実証試験を予定しているパイロットスケールのDACのイメージ図

nature communications

Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾

[nature](#) > [nature communications](#) > [articles](#) > [article](#)

Article | [Open access](#) | Published: 26 January 2024

Microbial decomposition of biodegradable plastics on the deep-sea floor

Taku Omura, Noriyuki Isobe, Takamasa Miura, Shun'ichi Ishii, Mihoko Mori, Yoshiyuki Ishitani, Satoshi Kimura, Kohei Hidaka, Katsuya Komiyama, Miwa Suzuki, Ken-ichi Kasuya, Hidetaka Nomaki, Ryota Nakajima, Masashi Tsuchiya, Shinsuke Kawagucci, Hiroyuki Mori, Atsuyoshi Nakayama, Masao Kunioka, Kei Kamino & Tadahisa Iwata

[Nature Communications](#) 15, Article number: 568 (2024) | [Cite this article](#)

21k Accesses | 19 Citations | 132 Altmetric | [Metrics](#)

Nature Communications 2024年1月26日オンライン版に掲載

DOI: 10.1038/s41467-023-44368-8

URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-44368-8>

2. 目標及び達成状況

(2) アウトプット目標及び達成見込み

研究開発構想～目標達成に向けた計画～

Cool Earth & Clean Earth

2050年までに、資源循環技術の商業規模のプラントや製品を世界的に普及させる。

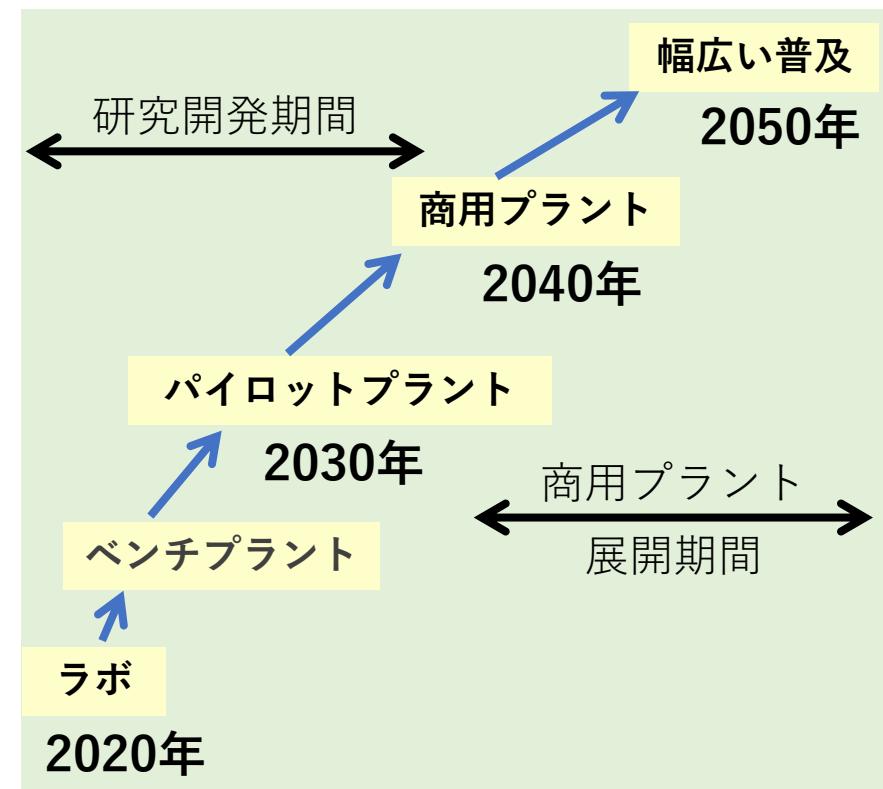
Cool Earth

2030年までに、温室効果ガスに対する循環技術を開発し、
ライフサイクルアセスメント(LCA)の観点からも有効であることをパイロット規模で確認する。

Clean Earth

2030年までに、環境汚染物質を有益な資源に変換もしくは無害化する技術を開発し、パイロット規模または試作品レベルで有効であることを確認する。

- ・中間目標の達成状況
 ②プログラムの研究開発の進捗状況



2. 目標及び達成状況 (2) アウトプット目標及び達成見込み



マイルストーンで定めた用語の定義

【ラボ】

ビーカースケールで要素技術を単位毎に検証。

【ベンチプラント】

模擬環境下において、要素技術を組み合わせた一連のシステムとして試験。 例えば、複数の装置を繋げて所要の目的物が実際に生成できることを確認。海プラの場合は初期のサンプルを製造して試験。

【パイロットプラント】

実環境下において、商用プラントの設計に必要な情報を取得できるスケールで試験。 例えば、商用設備に向けた原単位、マスバランス、エネルギーバランス、設備耐久性などの情報を得る。海プラの場合は、商用時の想定試作品をユーザーに提供して評価。

【商用プラント】

商用プラントの稼働、製品のマーケットイン。

2. 目標及び達成状況

(2) アウトプット目標及び達成見込み

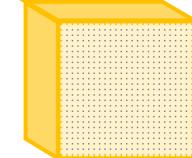
ラボのイメージ～Cool Earthの場合～

1. 大気中のCO₂を回収

① CO₂を選択的・効率的に捕集する材料



② CO₂を回収→濃縮→脱離する仕組み



2. CO₂を資源に転換または固定



2. 目標及び達成状況 (2) アウトプット目標及び達成見込み



ベンチのイメージ～Cool Earthの場合～

- ・中間目標の達成状況
- ②プログラムの研究開発の進捗状況

現在の状況

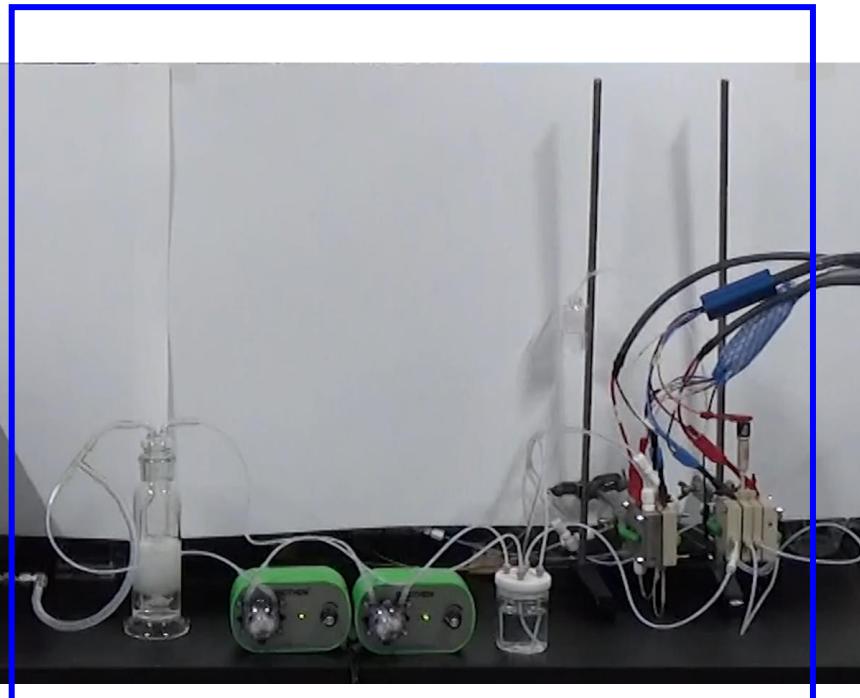
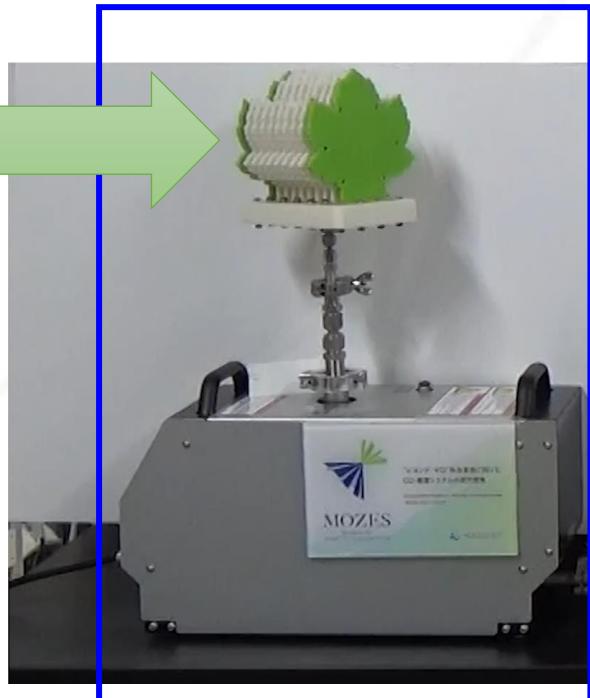
要素技術を組み合わせた一連のシステムとして試験

1. CO₂回収ユニット (DAC)

2. CO₂変換ユニット (Utilization)

大気

CO₂濃度
0.04%

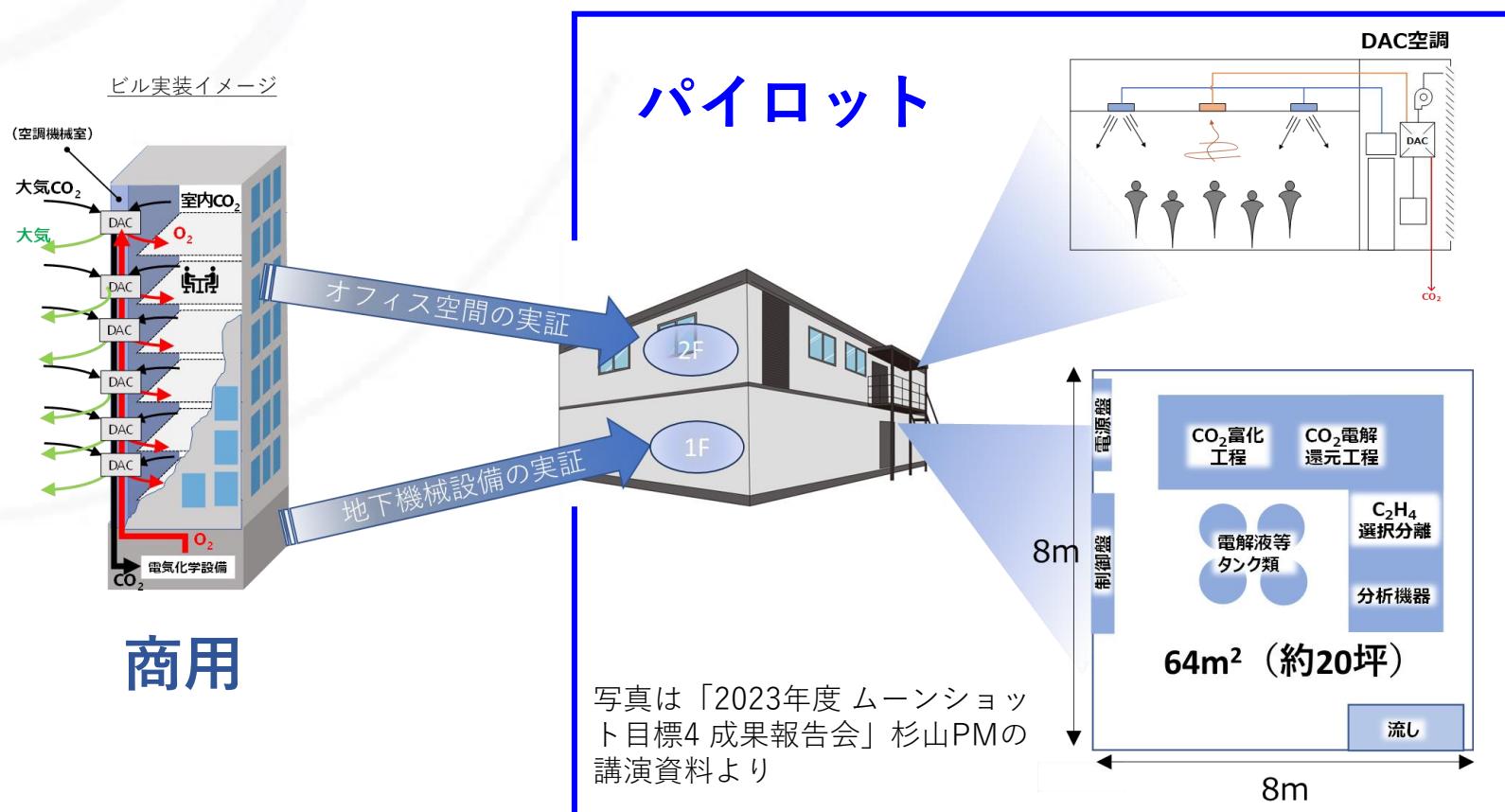


有用化学物質

2. 目標及び達成状況 (2) アウトプット目標及び達成見込み

パイロットのイメージ ~Cool Earthの場合~

商用プラントの設計に必要な情報を取得できるスケールで試験
LCAの観点からも有効※であることを確認



2. 目標及び達成状況

(2) アウトプット目標及び達成見込み



・中間目標の達成状況

②プログラムの研究開発の進捗状況

ラボからパイロットまでのイメージ～Clean Earthの場合～

現在の状況

ラボ

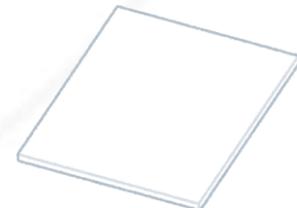
要素技術を
単位毎に検証



スイッチ機能を持つ
高分子の設計と合成

ベンチ

初期のサンプル
を製造して試験



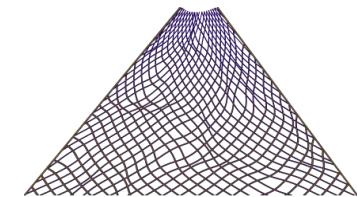
フィールド試験
を実施中

パイロット

商用時の想定試作品
でユーザー評価



商用



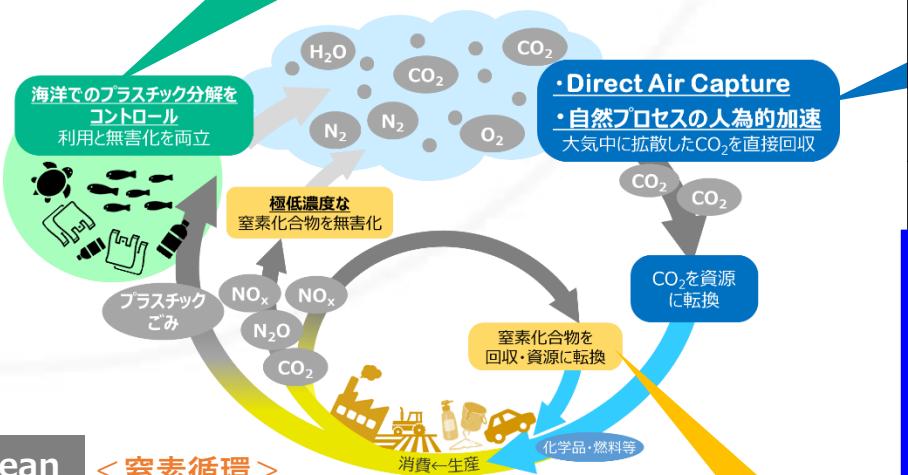
2. 目標及び達成状況 (2) アウトプット目標及び達成見込み

Clean Earth

＜海洋プラスチック＞

生分解のタイミングやスピードをコントロールする 海洋生分解性プラスチックの開発

研究開発プロジェクト		PM
16	非可食性バイオマスを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	(国大)東京大学 伊藤 耕三
17	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	(国大)群馬大学 柏谷 健一
18	光スイッチ型海洋分解性の可食プラスチックの開発研究 スピナウト	(国研)産業技術総合研究所 中山 敦好※3、4



Clean
Earth

＜窒素循環＞

窒素化合物を回収、資源転換、無害化する技術の開発

研究開発プロジェクト		PM
14	産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出— プラネタリーバウンダー問題の解決に向けて	(国研)産業技術総合研究所 川本 徹
15	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	(国大)東京大学 脇原 徹

Cool Earth

＜炭素(CO₂)循環＞

温室効果ガスを回収、資源転換、無害化する技術の開発

研究開発プロジェクト		PM
1	電気エネルギーを利用し大気CO ₂ を固定するバイオプロセスの研究開発 2022年度末で終了	(国研)産業技術総合研究所 加藤 創一郎※1
2	大気中からの高効率CO ₂ 分離回収・炭素循環技術の開発	(国大)金沢大学 児玉 昭雄
3	電気化学プロセスを主体とする革新的CO ₂ 大量資源化システムの開発	(国大)東京大学 杉山 正和
4	C ⁴ S研究開発プロジェクト	(国大)東京大学 野口 貴文
5	冷熱を利用した大気中二酸化炭素直接回収の研究開発	(国大)東海国立大学機構名古屋大学 則永 行庸
6	大気中CO ₂ を利用可能な統合化固定・反応系(quad-C system)の開発 スピナウト	(国大)東北大学 福島 康裕※4
7	“ビヨンド・ゼロ”社会実現に向けたCO ₂ 循環システムの研究開発	(国大)九州大学 藤川 茂紀
8	機能改良による高速CO ₂ 固定大型藻類の創出とその利活用	(国大)京都大学 植田 充美※2
9	遺伝子最適化・超遠縁ハイブリッド・微生物共生の統合で生み出す次世代CO ₂ 資源化植物の開発	(国研)産業技術総合研究所 光田 展隆※2
10	炭素超循環社会構築のためのDAC農業の実現	(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 矢野 昌裕※2
11	岩石と場の特性を活用した風化促進技術“A-ERW”的開発	(学)早稲田大学 中垣 隆雄※2
12	LCA/TEAの評価基盤構築による風化促進システムの研究開発	(国研)産業技術総合研究所 森本 慎一郎※2
13	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	(国大)東北大学 南澤 究

※1 2022年度末で終了　※2 2022年度採択

※4 2023年度末でスピンアウト

※3 2023年度にPM交代

2020 | 德國文化

温室効果ガスを回収、資源転換、無害化する 技術の開発～工学プロセス～



・中間目標の達成状況
②プログラムの研究開発の進捗状況



児玉 昭雄

金沢大学
教授

ベンチ→
パイロット

固体吸収



杉山 正和

東京大学
教授

ラボ→ベンチ

物理吸着 +
電気化学的富化



野口 貴文

東京大学
教授

ラボ→ベンチ

コンクリート廃材の
炭酸塩化と再生



則永 行庸

名古屋大学
教授

ラボ→ベンチ

化学吸収



藤川 茂紀

九州大学
教授

ラボ→ベンチ

分離ナノ膜

大規模集中型

中・小規模分散型

温室効果ガスを回収、資源転換、無害化する 技術の開発～自然プロセス～



・中間目標の達成状況
②プログラムの研究開発の進捗状況



植田 充美 2022年度
追加採択

京都大学
特任教授 ラボ→ベンチ

海洋バイオマス



光田 展隆 2022年度
追加採択

産業技術総合研究所
副研究部門長

ラボ→ベンチ



矢野 昌裕 2022年度
追加採択

農業・食品産業技術総合研究機構
シニアエグゼクティブ
リサーチャー

ラボ→ベンチ

陸上バイオマス



中垣 隆雄 2022年度
追加採択

早稲田大学
教授

ラボ→ベンチ



森本 慎一郎 2022年度
追加採択

産業技術総合研究所
チーム長

ラボ→ベンチ

岩石の風化促進

窒素化合物を回収、資源転換、無害化する技術の開発



・中間目標の達成状況
②プログラムの研究開発の進捗状況



南澤 究

東北大学
教授

ラボ→ベンチ



川本 徹

産業技術総合研究所
首席研究員

ラボ→ベンチ
触媒



脇原 徹

東京大学
教授

ラボ→ベンチ
ゼオライト

土壤微生物を用いて
農地由来のN₂O排出を削減

排ガス中・排水中の窒素化合物を
回収、資源転換、無害化

生分解のタイミングやスピードをコントロールする 海洋生分解性プラスチックの開発



伊藤 耕三

東京大学
教授

ラボ→ベンチ

マルチロック型機構



柏谷 健一

群馬大学
教授

ラボ→ベンチ

分解開始時期と
生分解速度の制御技術

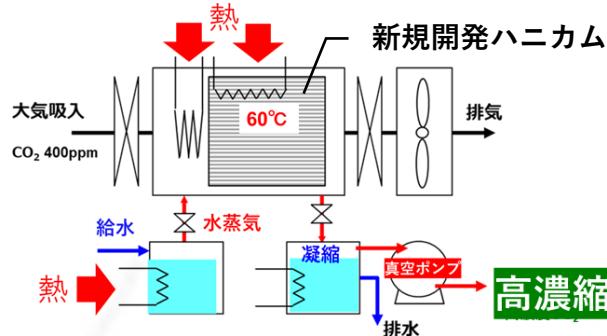
大気中からの高効率CO₂分離回収・ 炭素循環技術の開発

プロジェクトマネージャー

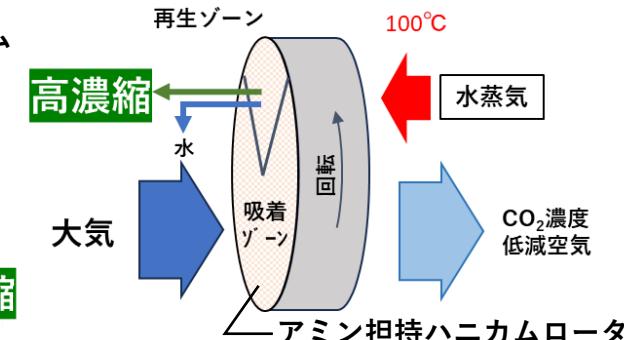


児玉 昭雄
金沢大学
教授

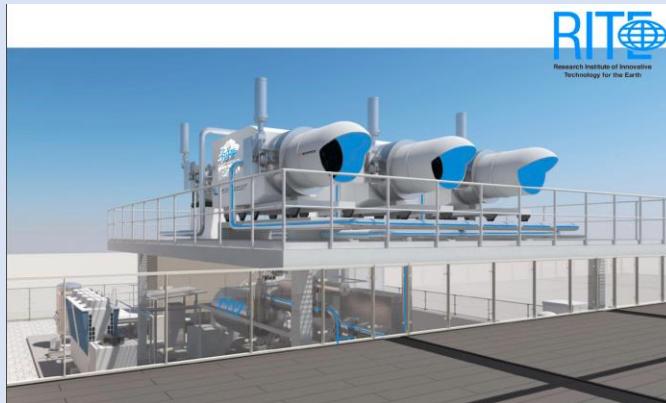
間接加熱+低温蒸気再生DAC



蒸気再生ハニカムロータリーDAC



酸化劣化耐性に優れ、市販アミンの吸収性能を大きく上回る新規アミンを開発
大阪関西万博にて低温蒸気再生DACのパイロットスケール実証試験を計画



パイロットスケール実証試験機のイメージ図
【2024年度KPI】

- ✓ 酸化劣化耐性に優れ、CO₂吸収性能が市販アミンを大きく上回る新規アミンを開発した（ラボレベル）。
- ✓ 低温でのCO₂の分離が可能な革新的アミン（工業生産レベル）を用いて、低温蒸気再生DACの大阪関西万博でのパイロットスケール実証試験を計画、準備を推進中。アミン担持構造体として、複数の構造体を実証予定。
- ✓ また、蒸気再生ハニカムロータリー式の小型実験機により、CO₂を濃度95%以上で連続回収できることを確認。

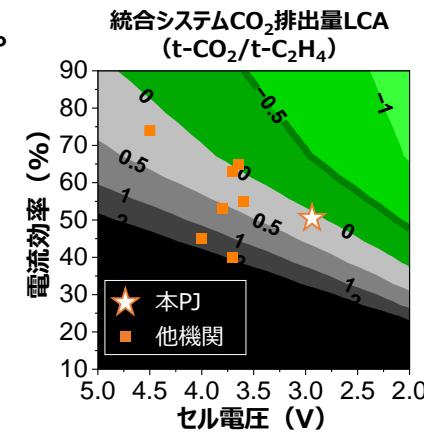
- ・パイロットスケール試験に用いるための固体吸材担体とアミンの材料種類、形状等を決定し、合成技術を確立。
- ・CO₂高濃縮のためのシステム化を検討し、分離回収エネルギーの低減方法と改良点を提案。
- ・CO₂変換・有効利用については、DAC試験結果等に基づきLCAの一次評価を実施し、経済性見通しを判断する

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



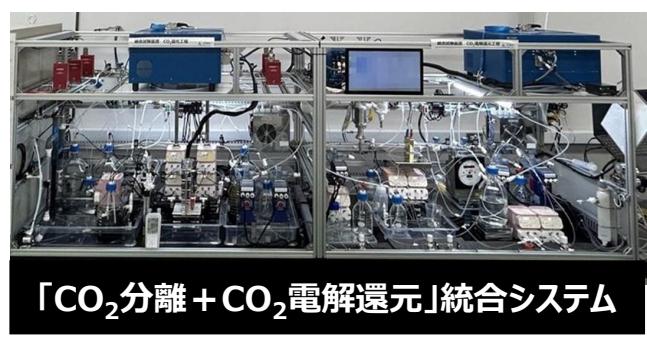
杉山 正和
東京大学
教授



トータルなシステム設計による都市型人工光合成の実現

分散配置に適した電気化学プロセス(CO₂分離・濃縮・エチレンへの還元)を世界トップレベルで開発

- ✓ CO₂分離・濃縮：低電圧(1 V)、20 mA/cm²で、安定的なCO₂の分離により純度100%を実現。
- ✓ CO₂電解還元：他機関より極めて低い電圧(2.9 V)下で、エチレン還元の電流効率50%を達成。最終的に目指すエチレン製造の統合システムで、CO₂排出ゼロ実現の見通しを得た。
(★2024年度KPI①の前倒し達成)
- ✓ 統合システム稼働試験：600 時間以上の連続稼働を実現。
- ✓ システム最適設計：エチレン製造時のCO₂排出ゼロ実現に必要な、CO₂リサイクル技術のシミュレーションを完了。



【2024年度KPI】

① 統合システム CO₂排出量：+1.0 以下 (t-CO₂/t-C₂H₄) ② 連続稼働1000時間

C⁴S研究開発プロジェクト

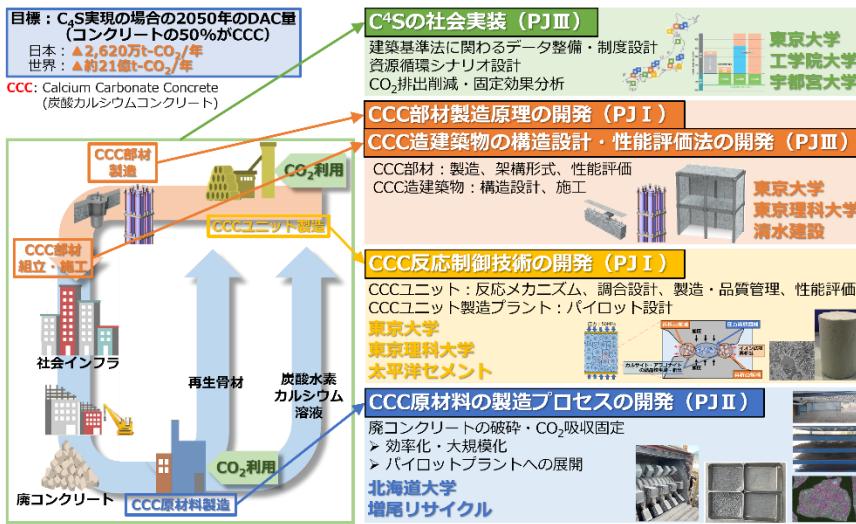
プロジェクトマネージャー



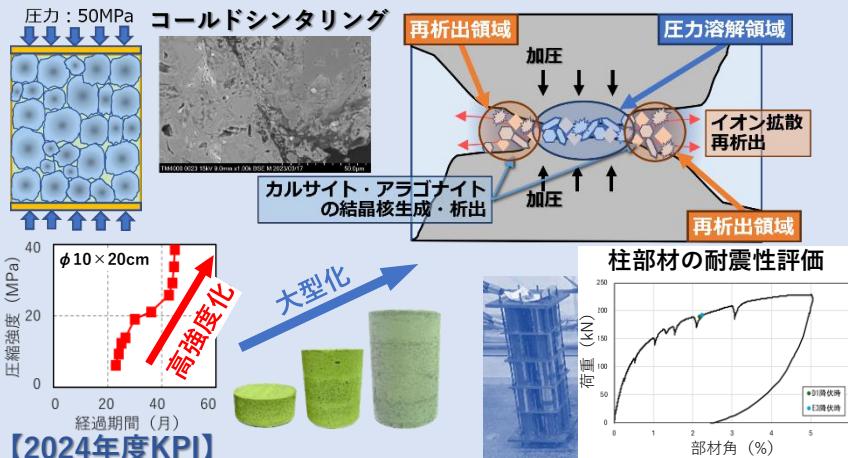
野口 貴文
東京大学
教授

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)

CCC: Calcium Carbonate Concrete (炭酸カルシウムコンクリート)



セメント生産で累積した大気中CO₂を全量回収し建設材料として永久循環利用 大気中CO₂と廃コンクリートのみを原料とするカーボンマイナスとなるCCC構造物の開発に世界で初めて成功



■ 試験体で強度30MPa

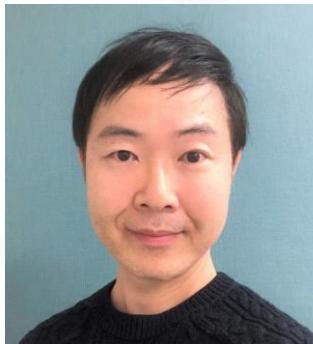
■ 柱部材で強度12MPa

■ ベンチプラントで柱・壁・梁・床部材の製造

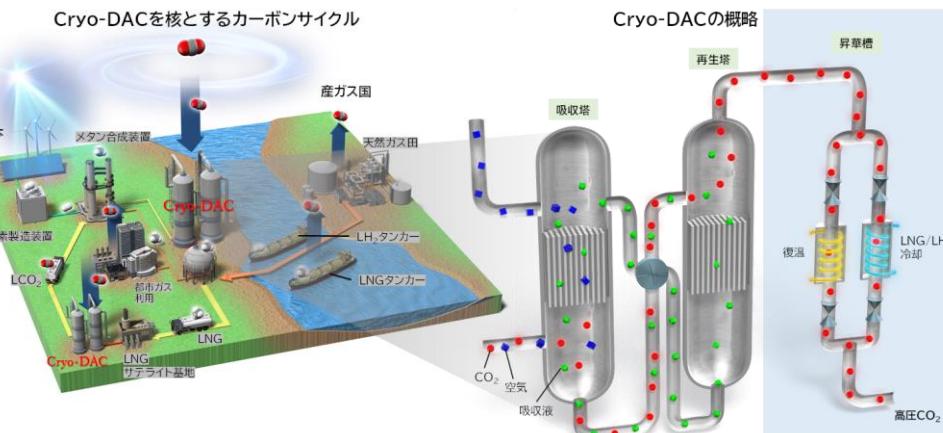
■ 模擬構造物の建設

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
名古屋大学
教授

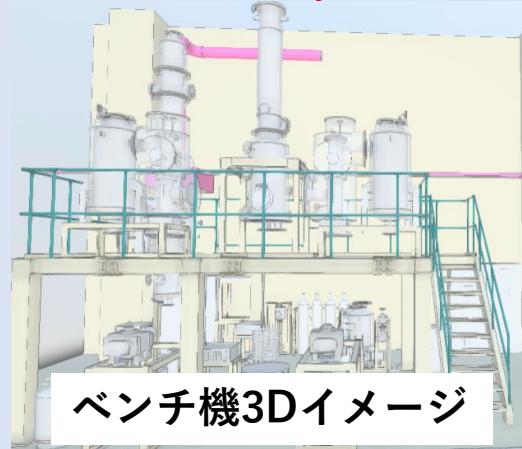


LNG未利用冷熱の活用による新技術で世界トップレベルの低コストなCO₂回収を実現
省エネ化をもたらす新規CO₂吸収液およびベンチスケール機を開発



新規吸収液

【2024年度KPI】



ベンチ機3Dイメージ

- ✓ 所要エネルギー・コストの大幅削減につながる新規CO₂吸収液を開発
- ✓ CO₂吸収・再生、ドライアイス化、高純度CO₂生産の一貫システム成立性確認のためのベンチスケール機を開発
- ✓ 民間（ガス・エンジ・化学）と連携

ベンチスケール機（～1t-CO₂/年）の開発を完了し、連続運転を実施。

“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
九州大学
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



- ✓ 世界最高性能のCO₂分離ナノ膜作製
- ✓ CO₂回収/変換モジュール試作完了
- ✓ 大気からの直接的CO₂回収からCH₄, C₂H₂, COなどへの一気通貫連続製造システム(DAC-U)のベンチスケール実証を完了
- ✓ 成果の社会実装を目指すベンチャー企業

【2024年度KPI】

N₂・O₂に対して高いCO₂選択性を持つ分離膜を開発する
膜分離で回収されたCO₂混合ガスを原料とし、電気化学および熱化学プロセスでCO, CH₄, C₂H₄を連続製造

機能改良による高速CO₂固定大型藻類の創出と
その利活用技術の開発

プロジェクトマネージャー



植田 充美
京都大学
特任教授



陸上植物の10倍以上のCO₂固定量を持った大型藻類の創出: 優良大型藻類株 (コンブ系-13倍; ホンダワラ系-240倍)

	叢耕漬育系 (1G)	木質系 (2G)	藻類 (3G)	
原料	農産物 (トウモロコシなど)	森林 (スギなど)	微細藻類 (スピルリナなど)	大型藻類 (カジメ)/(タマハヤキモク)
バイオマス生産性 (t/ha/年)	11	9	10~20	30 ^a /210 ^b
単位面積当たりのCO ₂ 吸收・固定量 (kg-CO ₂ /m ² /年)	1.6	0.84	1.5~2.9	3.3/8.8
CO ₂ 固定量比	2.3	1	7.6	13/240
バイオマスエネルギー生産工程	シンプル	複雑 (リグニン除去)	シンプル	シンプル (アルギニ酸多糖類の活用が鍵)
問題点	食糧と競合	陸地を利用	陸地を利用, コンタミのリスク, コスト高	藻場の拡大
生産条件	日光, CO ₂ , 淡水, 陸地, 肥料, 農薬	日光, CO ₂ , 淡水, 陸地, 肥料, 農薬	日光, CO ₂ , 淡水/汽水, 陸地	日光, CO ₂ , 海水

✓ 優良大型藻類株の選抜

優良大型藻類株の選抜完了。スギなどと比較して13-240倍以上のCO₂固定能があることを定量

✓ ゲノム編集技術の導入に向けて

約2ヶ月の培養で約100~250倍の形質転換用配偶体の増産を達成 (パーティクルガン法による遺伝子導入)

✓ 大型藻類を原料としたエタノール発酵

数値目標の前倒し-エタノール収率10%の達成に目途

【2024年度KPI】

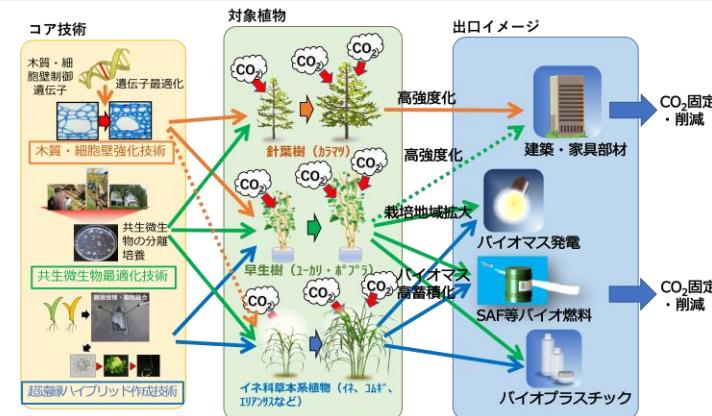
大型海藻養殖について、天然藻場の2倍の単位面積当たりのCO₂吸收・固定量

遺伝子最適化・超遠縁ハイブリッド・微生物共生の統合で生み出す次世代CO₂資源化植物の開発

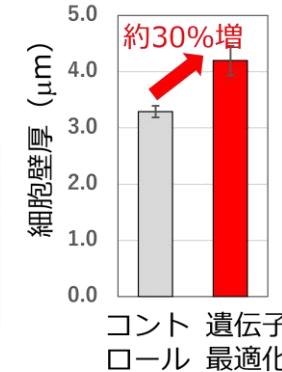
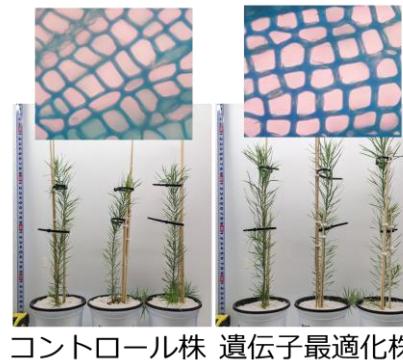
プロジェクトマネージャー



光田 展隆

産業技術総合研究所
副研究部門長

新たな育種技術と栽培技術の組み合わせにより画期的なCO₂資源化植物を開発
針葉樹で30%木質増強／ハイブリッドで30%バイオマス増加／共生微生物が圃場でも成長促進



【2024年度KPI】

複数技術を組み合わせて30%以上のCO₂固定能向上

- ✓ 遺伝子最適化技術の適用で針葉樹において約30%の木質増強（細胞壁厚の増加）を達成
- ✓ 遠縁ハイブリッド技術によりトウモロコシ×コムギ交雑植物の優良系統でコムギよりバイオマスが30%増加
- ✓ イネ科植物や樹木の成長を促進する共生微生物が圃場試験（イネ）でも効果を発揮することを確認

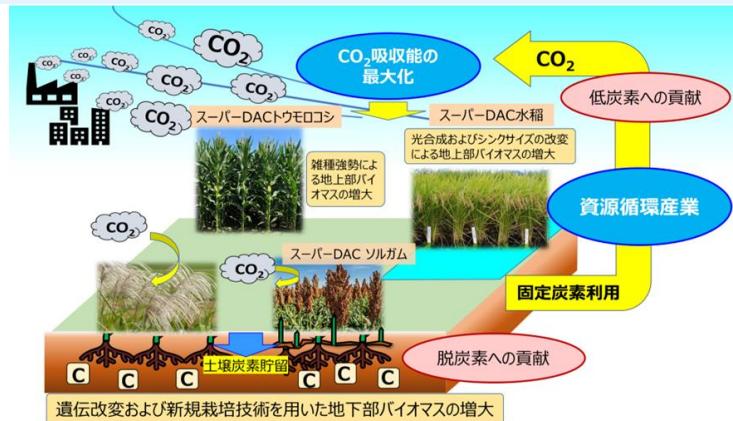
炭素超循環社会構築のためのDAC農業の実現

プロジェクトマネージャー

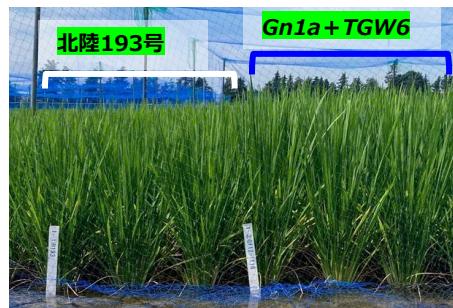


矢野 昌裕

農業・食品産業技術
総合研究機構
シニアエグゼクティブ
リサーチャー



多様な遺伝子を集積し、作物のCO₂固定能をアップ
飼料用最多収米でシンク容量を15%以上増大する系統を作出



シンク容量改変した二重集積系統の作出
→バイオマス量の増大（右）

- ✓ 水稻シンク (DAC炭素の貯蔵場所) 容量を増強した二重集積系統の作出に成功！
- ✓ トウモロコシとテオシントのF1雑種から、スーパーDACトウモロコシ有力候補の作出に成功！
- ✓ スーパーDAC水稻の飼料米生産と稻わらからのエタノール等製造のシナリオ提示！

【2024年度KPI】

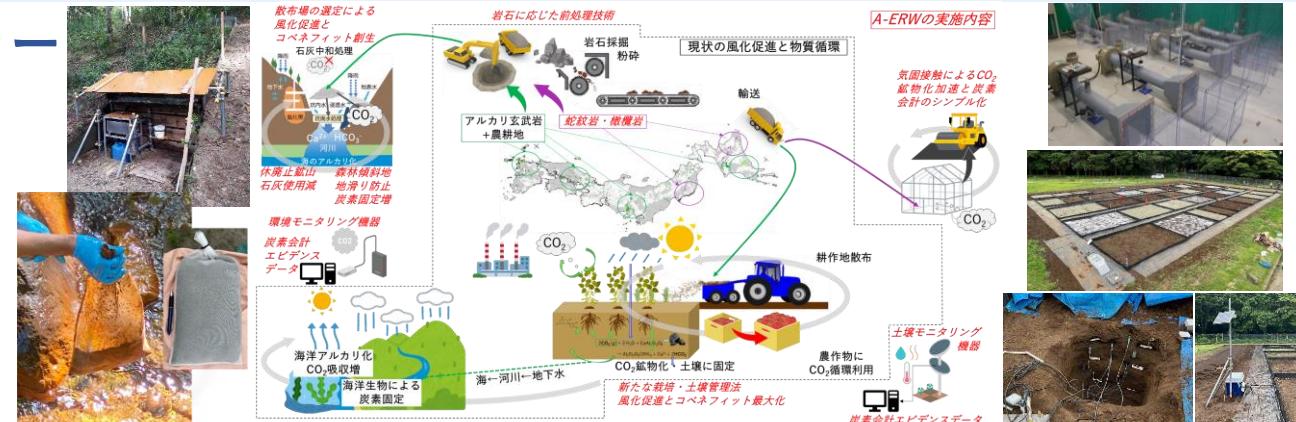
- 北陸193号比でシンク容量を15%増大する系統およびソース能を10%増大する系統の作出
- バイオマス量が24トン/ha（現行比2倍）以上を示すトウモロコシ×テオシントのF1雑種系統の作出
- 事業化が可能なサプライチェーンのシナリオを策定

岩石と場の特性を活用した風化促進技術 “A-ERW”の開発

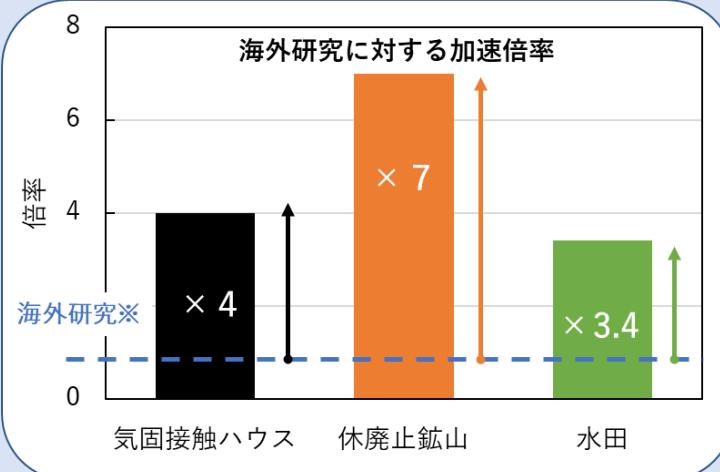
プロジェクトマネージャー



中垣 隆雄
早稲田大学
教授



数千~万年の自然風化を1年程度に短縮
3つの適用法で実環境場試験を開始 正味CDR量の暫定値を算出



- ✓ 炭素会計とMRVが容易であり、面積集約型の**気固接触ハウス**が完成。将来的に、採石場から排出される廃材を用いて採石場の近くでCO₂の固定が可能に。
- ✓ 休廃止鉱山への適用により中和石灰代替などコベネフィットの創出を確認。
- ✓ 日本の水田（作付面積140万ha）の10%に適用した場合、**385万トンのCO₂固定ポテンシャル**を確認。加えて、稻へのSi供給のコベネフィットも創出。

【2024年度KPI】

実環境場試験に基づく採石～散布後残留までを通した正味CDR(t-CO₂/ha/yなど)と総ポテンシャルが明確な炭素会計情報基盤の整備完了

※Beerling, et al., Nature (2020), <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2448-9>を基に算定

LCA/TEAの評価基盤構築による 風化促進システムの研究開発

プロジェクトマネージャー



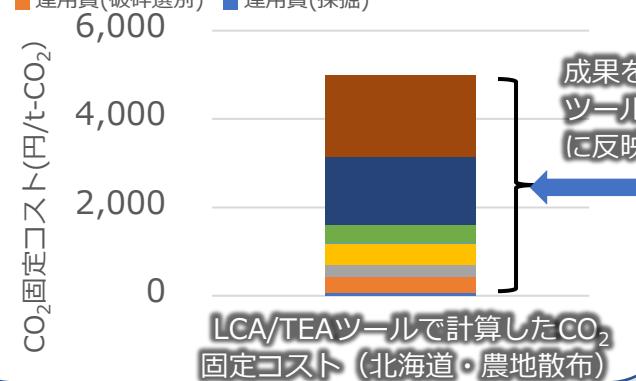
森本 慎一郎
産業技術総合研究所
チーム長



様々な実験を通して精緻なCO₂吸収量アカウント、低コスト化、社会実装を目指す

世界初の風化促進評価ツールを開発し、事業化による効果を解明 精緻なCO₂アカウント、低コスト化、植物育成効果解明を実現

■ 設備費(粉碎)	■ 設備費(破碎選別)	■ 設備費(採掘)
■ 運用費(散布)	■ 運用費(輸送)	■ 運用費(粉碎)
■ 運用費(破碎選別)	■ 運用費(採掘)	



- ✓ 精緻なCO₂アカウントに向けた過去に例のない風化促進データの集積と新たな測定手法の開発
- ✓ 超音波粉碎により風化促進エネルギーの大幅ダウン
- ✓ 工業的炭酸塩製造を可能にする人為的風化促進条件の解明
- ✓ 苦鉄質岩の植物育成促進や保水性向上の効果をマクロ・ミクロレベルで解明。熱帯作物を使用し、海外展開が可能
- ✓ 世界初の風化促進評価ツールを開発。コストの最適な実用化条件を解明

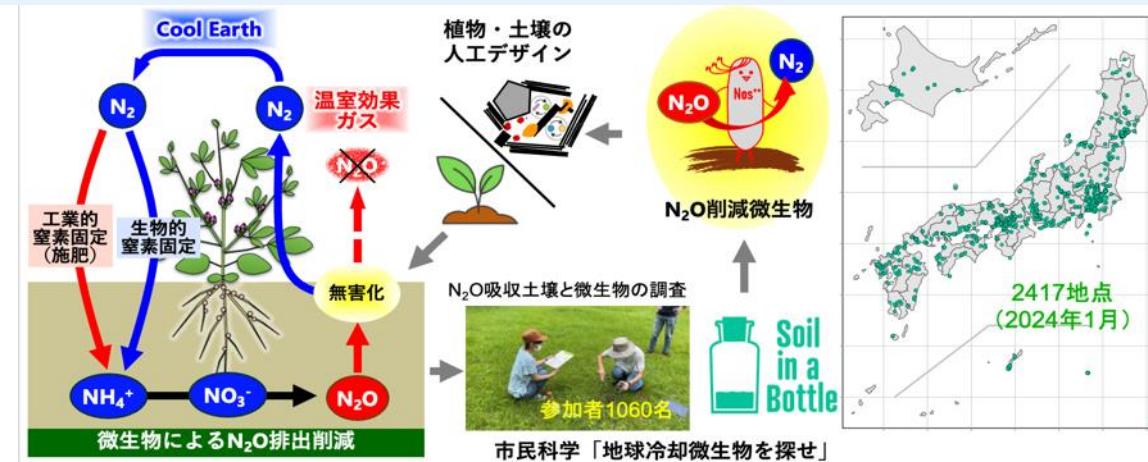
風化促進におけるCO₂固定化の効果を新たな測定手法で確認し、低コスト化に向けた粉碎技術等の技術開発効果を実験的に示す。更に風化促進の評価ツールのプロトタイプを作成し、岩石の粉碎粒径などに関するコスト最適条件を導出する。

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

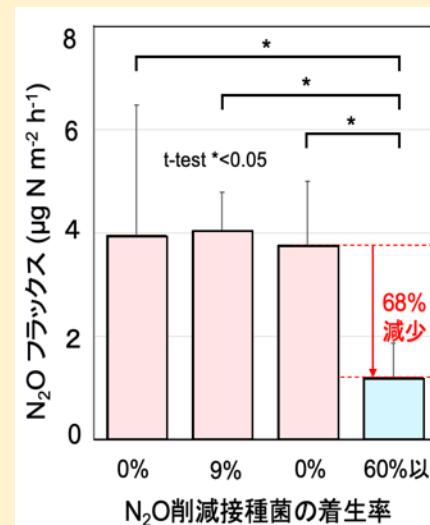
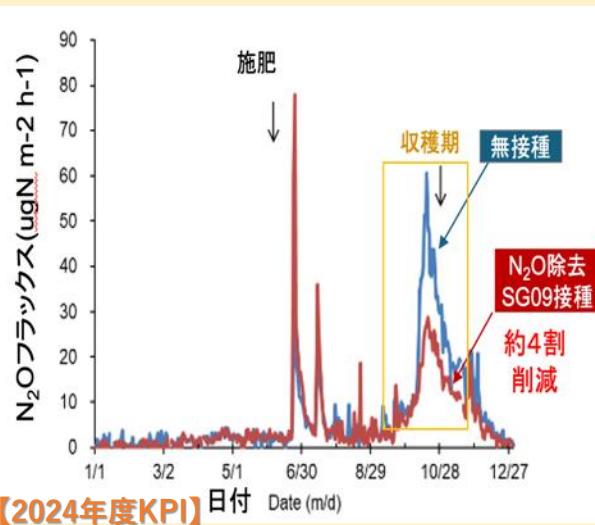
プロジェクトマネージャー



南澤 究
東北大学
特任教授



農地から排出されるN₂Oを微生物により大幅に削減
実験圃場でダイズ収穫期のN₂O発生を約40%削減



- ✓ 新規根粒菌と着生率上昇技術で大幅な圃場N₂O削減に成功 (40-68%)
- ✓ 人工团粒・人工担体とN₂O除去微生物によって肥料由来N₂Oの大幅な削減に成功 (ラボで38-51%)
- ✓ 市民の協力でN₂O除去土壤微生物の特定と一部分離に成功

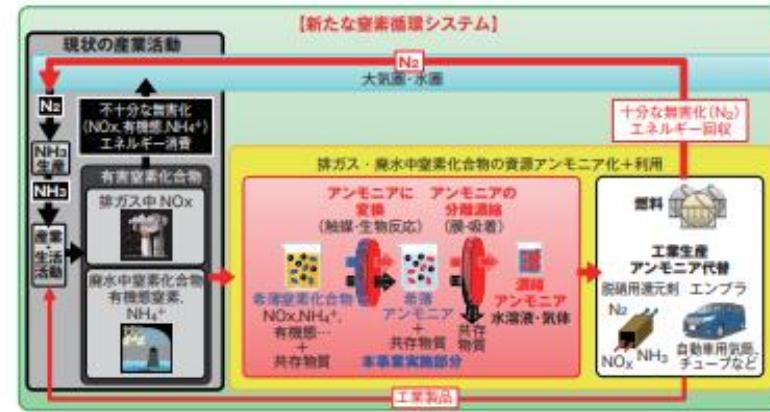
産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出 —プラネタリーバウンダー問題の解決に向けて

プロジェクトマネージャー

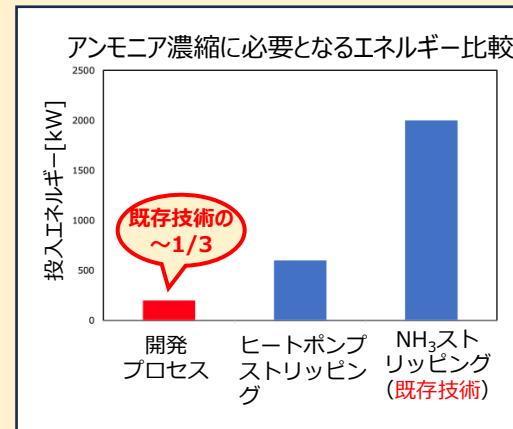
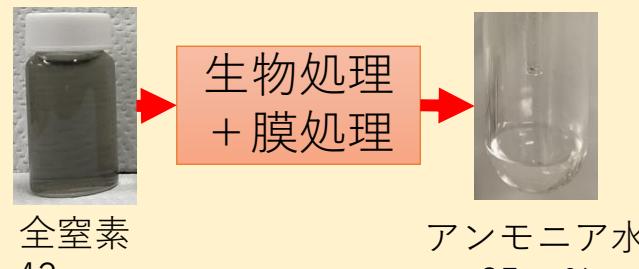


川本 徹

産業技術総合研究所
首席研究員



環境を破壊する「窒素ごみ」を宝の山に
トップレベルの技術群で資源化実現・必要エネルギーも大幅に低減



- ✓ 下水中の窒素を変換、濃縮し25wt%アンモニア水生産に成功システム設計により、既存技術の1/3のエネルギーでの運転可能と試算
- ✓ 排ガス中NOをアンモニアに90%以上変換するNTA触媒
- ✓ 廃水・排ガス処理とともにベンチスケール試験の準備進む

NTAシステムのパイロットスケール試験機の基本設計と使用する吸着材量産法を決定すると共に、廃水中窒素化合物をアンモニア等として回収する技術の0.5m³/d規模での実証を行う。

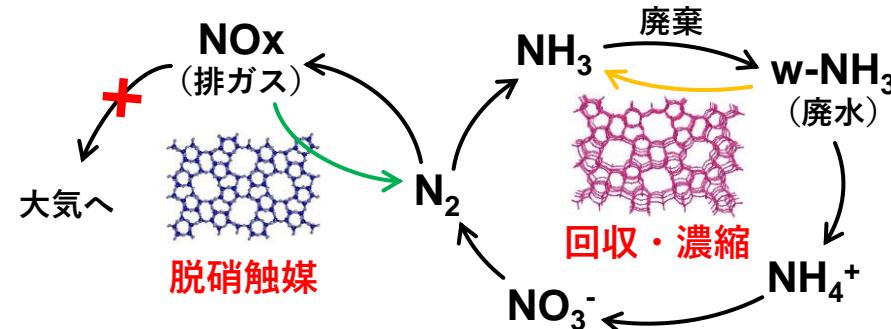
窒素資源循環社会を実現するための 希薄反応性窒素の回収・除去技術開発

プロジェクトマネージャー



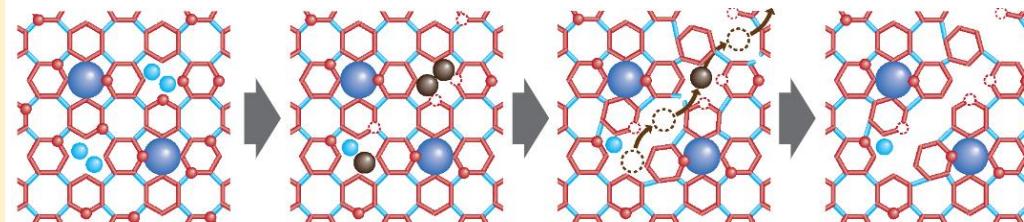
脇原 徹
東京大学
教授

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 ゼオライトの画期的組成チューニング法の開発による安定性の向上

脱硝触媒に関する代表的な成果



【2024年度KPI】

- ✓ 900°C, 10%水蒸気に5時間曝しても結晶性を維持するゼオライト開発
- ✓ NH₃フリーでNOx浄化率 50%以上
- ✓ 選定ゼオライト合成の低コスト化

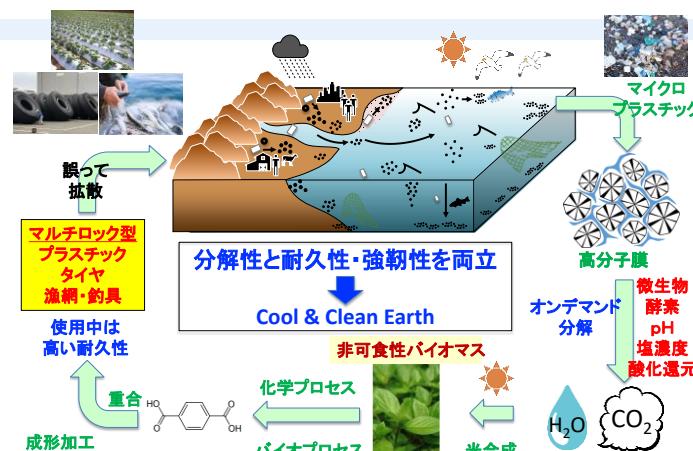
- ✓ 低コストかつ優れたNH₃回収材料を見出し新規社会システムを提案
- ✓ 耐久性と低N₂O排出を両立した脱硝触媒システムを開発
- ✓ ゼオライトの画期的組成チューニング法の開発
- ✓ 触媒のスケールアップ合成の達成
- ✓ 希薄N₂Oの濃縮システムの開発

非可食性バイオマスを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

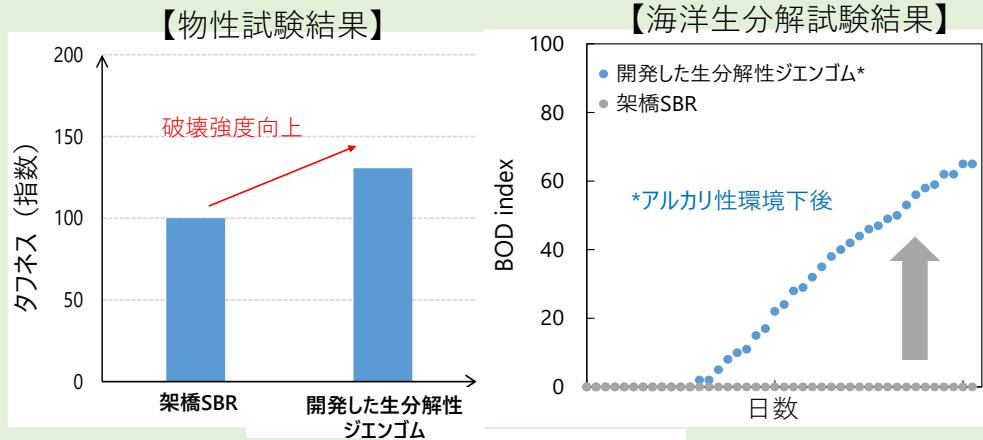
プロジェクトマネージャー



伊藤 耕三
東京大学
特別教授



ポリマーの強靭性と海洋生分解性を併せて向上させる技術の開発 マルチロック機構導入ジエンゴムを開発／タフネス同等以上、生分解性の10倍以上向上を達成



【2024年度KPI】

BRIDGESTONE

各企業はそれぞれの対象材料についてマトリクス・マネジメントを通じて緊密にアカデミアと連携し、マルチロック型分解性と強靭化の両立を示す様々な数値目標（例えば、現状の5倍を超える分解性や強靭性）を達成する。

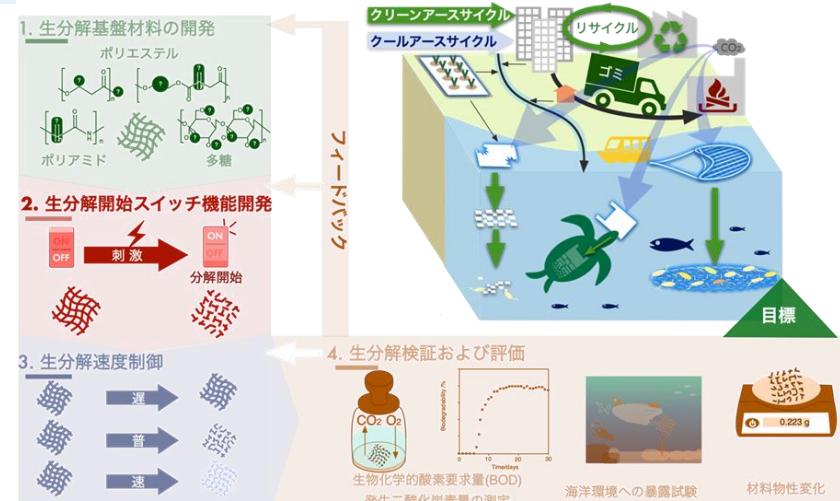
- ✓ アカデミアの開発した国内外に例の無い独自技術により、スイッチ機能で強靭性と海洋生分解性の向上を同時に達成
- ✓ 2023,24年度：愛媛県で海洋生分解性ポリマーの大規模フィールド試験を実施（年千件以上の試料数）得られたデータはデータベースに集積中
- ✓ 2024年度KPIも十分に達成の見込み

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



柏谷 健一
群馬大学
教授



分解開始スイッチ機能を導入した海洋生分解性高強度纖維の開発 pH、酸化還元、摩耗スイッチを開発し、海洋環境中での分解を確認



摩耗スイッチ機能搭載+引張強度450 MPa
生分解性担保技術の搭載・深海、浅海での検証

- ✓ 多様なスイッチ機能の実証や基盤樹脂を開発
- ✓ 様々な環境での生分解性を担保する技術を開発
- ✓ 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構築
- ✓ これらを通じて2024年度のKPI達成を目指している

【2024年度KPI】

5種以上のスイッチング機能開発、これを組み込んだ3種以上の樹脂開発・企業サテライトチームの構築、社会実装推進

2. 目標及び達成状況

(2) アウトプット目標及び達成見込み



成果

- ・必要な論文発表、特許出願等
- ②プログラムの研究開発の進捗状況

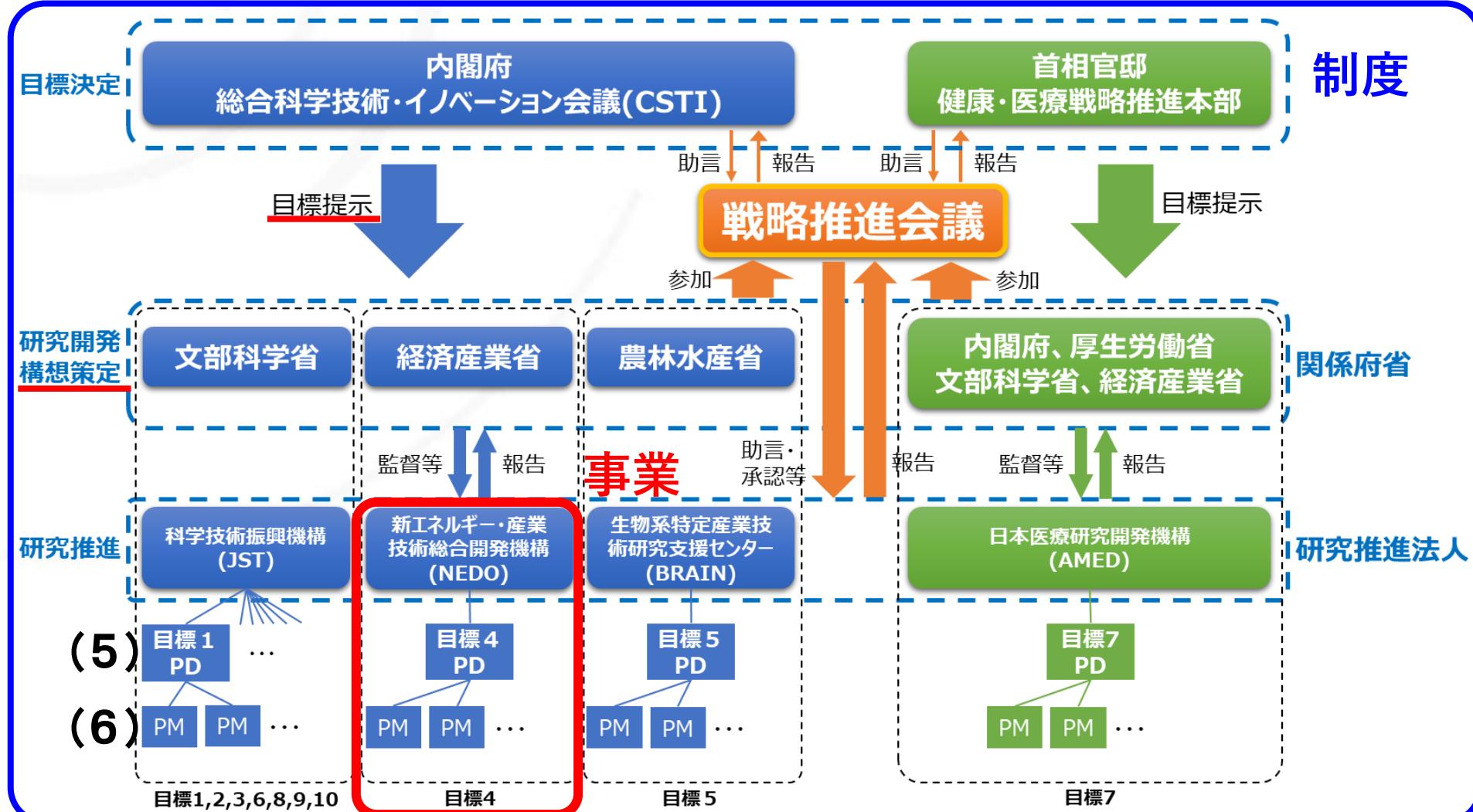
各プロジェクトにおいて着実に研究開発成果が出ている。また、積極的に国民との科学・技術対話も行われている。

	研究発表 ・講演	論文	特許	受賞実績	そのほか 対外発信
2020年度	65	13	4	1	14
2021年度	318	71	32	32	59
2022年度	324	89	76	29	13
2023年度	705	145	78	43	19
2024年度 (現在)	55	23	14	5	4
計	1,467	341	204	110	109

3. マネジメント (1) 実施体制

制度の特徴と研究開発の推進体制

・指揮命令系統及び責任体制



3. マネジメント (1) 実施体制



・指揮命令系統及び責任体制



- 総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）において、日本発の破壊的イノベーションの創出を目指し、挑戦的な研究開発を推進するものとして創設された、「ムーンショット型研究開発制度」に基づいて実施。
- ムーンショット目標4
「2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」
- プログラムディレクター（PD）
公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）理事長
山地 憲治 氏
- 事業期間：2020年度～2029年度
- 予算：501億円

3. マネジメント (1) 実施体制



研究開発の推進体制 (1/4)

・指揮命令系統及び責任体制

(1) CSTI/CSTI有識者議員

○未来社会を展望し、顕在化するであろう国内外の社会課題を解決する観点から、人々を魅了する野心的なMS目標を決定する。

(2) 戦略推進会議

○原則として、毎年度、研究推進法人から進捗等の報告を受け、MS目標の達成に向けて、全体俯瞰的な視点から、ポートフォリオ（プロジェクト構成の考え方、資金配分の方針等）に関して承認・助言を行う。

(3) 関係省庁

○MS目標の達成を目指し、他府省と連携しつつ、研究開発構想を策定するとともに、関係する研究開発を戦略的かつ一体的に推進する。

3. マネジメント (1) 実施体制



研究開発の推進体制 (2/4)

・指揮命令系統及び責任体制

(4) 研究推進法人

- 複数の研究開発プロジェクトで構成されるプログラムを統一的に指揮・監督するプログラムディレクター（PD）を任命する。
- ムーンショット目標の達成のため、PDと協議した上で、MS目標の達成に向け、原則複数のPMを公募・採択する。
- PDが構築したポートフォリオ（案）に基づきポートフォリオを決定する
- PD及びPMが的確にマネジメントを遂行できるよう、技術動向調査等に係る支援を実施する。
- プロジェクトの進捗状況やこれに応じた研究資金の配分、配分先の見直し等について、原則として毎年度、戦略推進会議へ報告する。

3. マネジメント (1) 実施体制



研究開発の推進体制 (3/4)

・指揮命令系統及び責任体制

(5) プログラムディレクター (PD)

- MS目標の達成及び研究開発構想の実現に向けて、ポートフォリオ（案）を構築し、研究開発を挑戦的かつ体系的に推進する。
- ポートフォリオに基づく研究開発の進捗状況を常に把握する。
- 常にポートフォリオを見直しながら、関係するプロジェクトを統括するPMに対して統一的な指揮・監督を実施する。
- プログラムについて社会に対して分かりやすく説明する双向コミュニケーション活動（国民との科学・技術対話）を行う。

3. マネジメント (1) 実施体制



研究開発の推進体制 (4/4)

・指揮命令系統及び責任体制

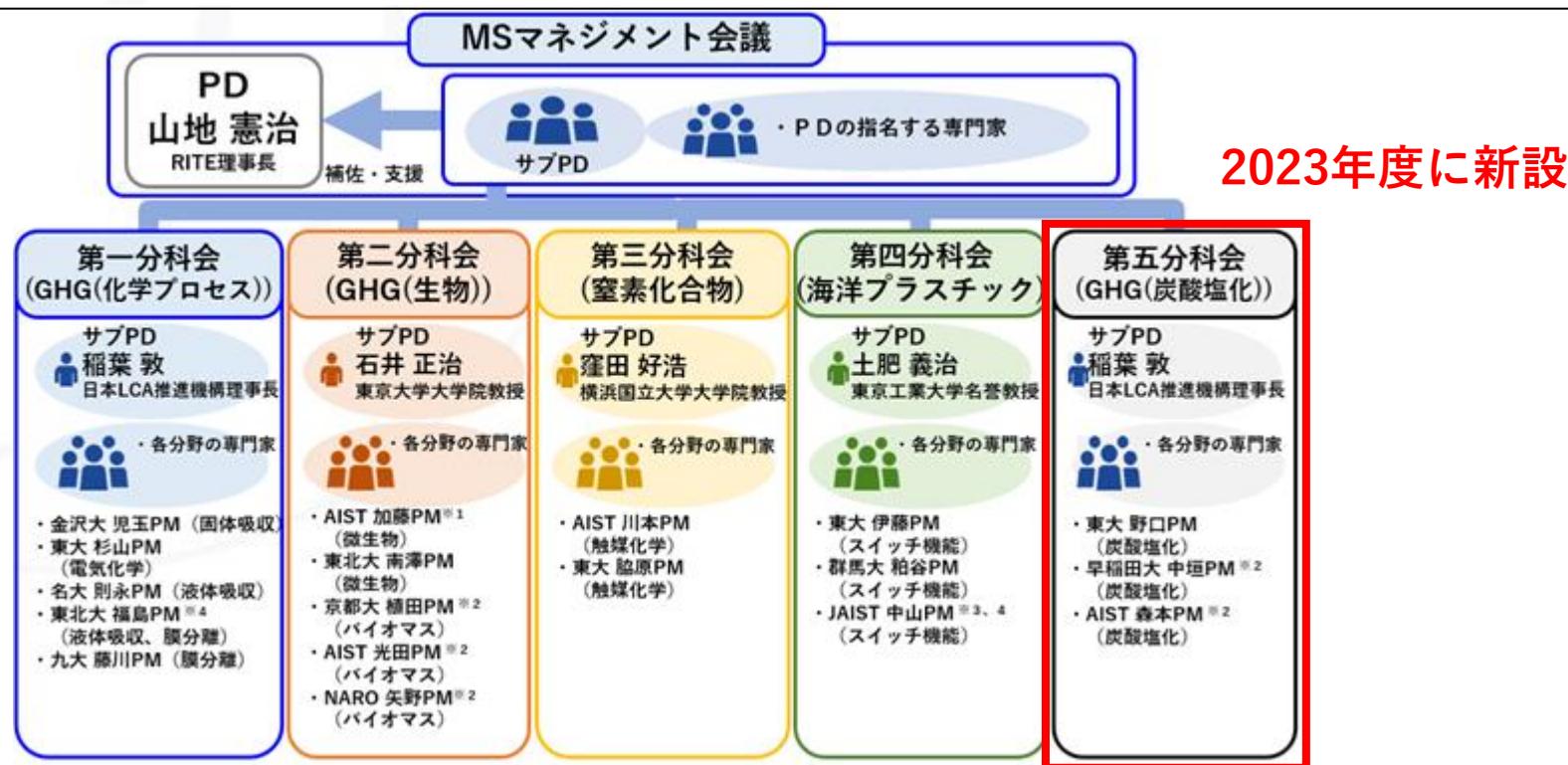
(6) プロジェクトマネージャー (PM)

- PMにプロジェクトの推進に係る権限を付与する。PMの指揮の下、世界中から研究者の英知を結集しつつ、臨機応変なマネジメントを推進する。
- 基礎研究段階にある様々な知見やアイデアを採り入れ、失敗を恐れず挑戦的な研究に取り組み、革新的な研究成果を発掘・育成する。
- PDの指揮の下、プロジェクトを戦略的に実施する。さらに、プロジェクトの変更、一部研究成果のスピンドルアウトを含めた方向転換等を機動的かつ柔軟に実施する。
- 適切な知的財産管理及び情報管理を行いつつ、国際連携を積極的かつ戦略的に推進する。

3. マネジメント (1) 実施体制

・指揮命令系統及び責任体制

MSマネジメント会議及びその分科会を活用し、適切なマネジメントを行っている。なお、2022年度のポートフォリオの見直しに伴い、2023年度に分科会を再編してマネジメントを行っている。



3. マネジメント (1) 実施体制

ムーンショット型研究開発制度のスケジュール

・個別事業の採択プロセス

外部評価の実施時期は、原則として、研究開始時点から3年目及び5年目。今般、CSTI本会合にて5年を越えて継続することが決定したため、8年目及び10年目にも外部評価を行う。なお、外部評価を行う年度以外は自己評価を行い、その結果を戦略推進会議及び関係省庁に報告する。

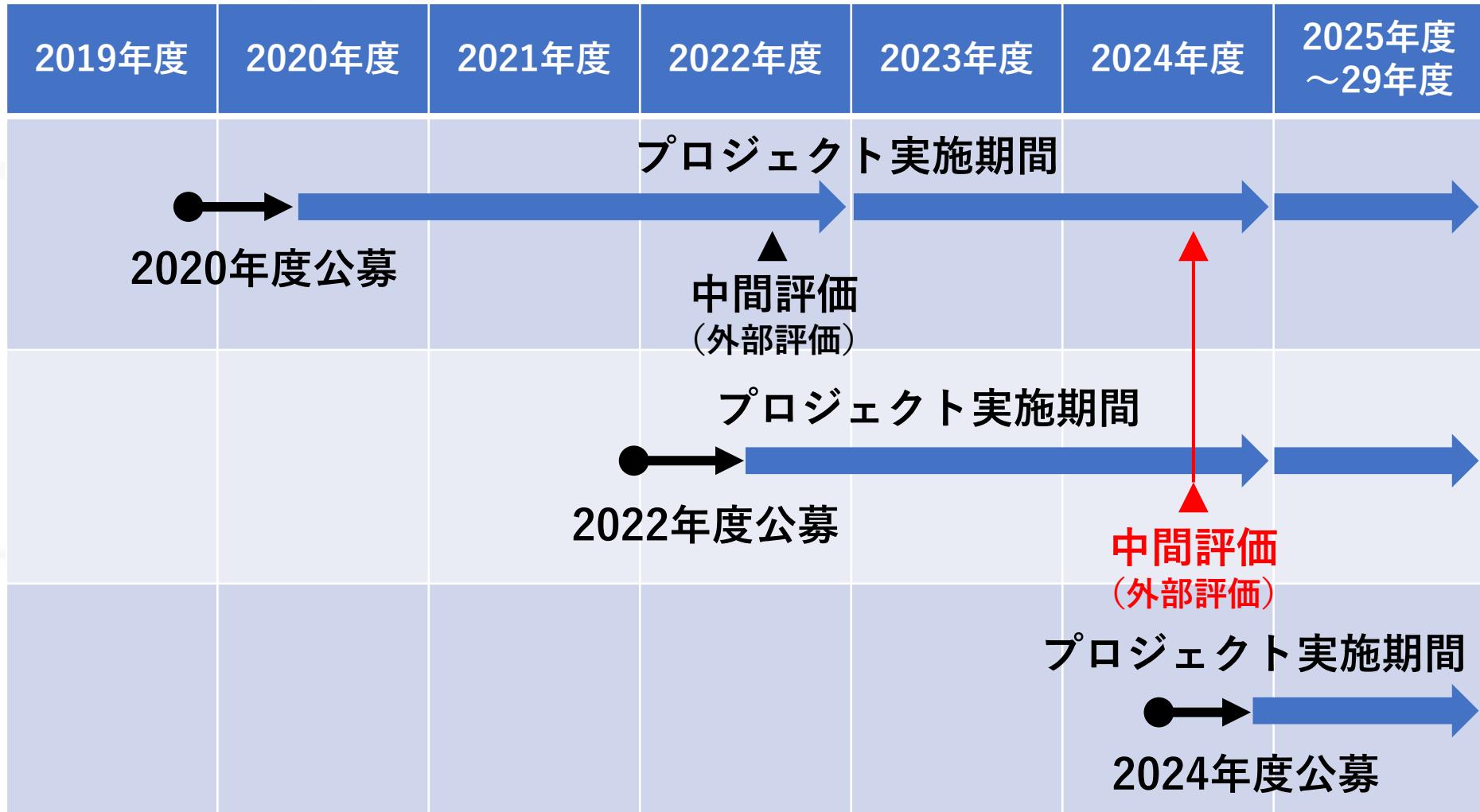


3. マネジメント (1) 実施体制



ムーンショット型研究開発事業のスケジュール

・個別事業の採択プロセス



3. マネジメント (1) 実施体制



・個別事業の採択プロセス

2024年度の公募・審査スケジュール

2024年2月15日～7月1日 **RFI：情報提供依頼（137日間）**

9月2日～10月7日 **公募（35日間）**

9月10日 公募説明会開催（約50名参加）

※公募に関する64問のQ&Aをwebに掲載

10月14日～11月4日

事前書面審査

11月中旬

面接審査

12月6日

戦略推進会議

（ポートフォリオ承認）

12月17日

契約・助成審査委員会

12月24日

採択決定通知

3. マネジメント (1) 実施体制



<再掲>

3. マネジメント (1) 実施体制

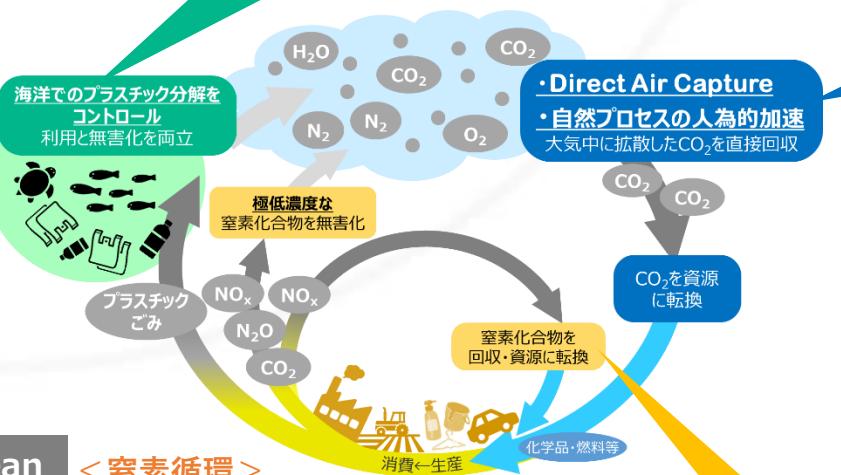
2024年度時点のプロジェクト一覧

Clean
Earth

<海洋プラスチック>

生分解のタイミングやスピードをコントロールする
海洋生分解性プラスチックの開発

研究開発プロジェクト		PM
16	非可食性バイオマスを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	(国大)東京大学 伊藤 耕三
17	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	(国大)群馬大学 柏谷 健一
18	光スイッチ型海洋分解性の可食プラスチックの開発研究 スピナウト	(国研)産業技術総合研究所 中山 敦好 ^{※3、4}



Clean
Earth

<窒素循環>

窒素化合物を回収、資源転換、無害化する技術の開発

研究開発プロジェクト		PM
14	産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出— プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて	(国研)産業技術総合研究所 川本 徹
15	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	(国大)東京大学 脇原 徹

①ポートフォリオの妥当性

Cool
Earth

<炭素(CO₂)循環>

温室効果ガスを回収、資源転換、無害化する技術の開発

研究開発プロジェクト		PM
1	電気エネルギーを利用した大気CO ₂ を固定するバイオプロセスの研究開発	(国研)産業技術総合研究所 加藤 創一郎 ^{※1} 2022年度末で終了
2	大気中からの高効率CO ₂ 分離回収・炭素循環技術の開発	(国大)金沢大学 児玉 昭雄
3	電気化学プロセスを主体とする革新的CO ₂ 大量資源化システムの開発	(国大)東京大学 杉山 正和
4	C ⁴ S研究開発プロジェクト	(国大)東京大学 野口 貴文
5	冷熱を利用した大気中二酸化炭素直接回収の研究開発	(国大)東海国立大学機構名古屋大学 則永 行庸
6	大気中CO ₂ を利用可能な統合化固定・反応系(quad-C system)の開発 スピナウト	(国大)東北大学 福島 康裕 ^{※4}
7	“ビヨンド・ゼロ”社会実現に向けたCO ₂ 循環システムの研究開発	(国大)九州大学 藤川 茂紀
8	機能改良による高速CO ₂ 固定大型藻類の創出とその利活用	(国大)京都大学 植田 充美 ^{※2}
9	遺伝子最適化・超遠縁ハイブリッド・微生物共生の統合で生み出す次世代CO ₂ 資源化植物の開発	(国研)産業技術総合研究所 光田 展隆 ^{※2}
10	炭素超循環社会構築のためのDAC農業の実現	(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 矢野 昌裕 ^{※2}
11	岩石と場の特性を活用した風化促進技術“A-ERW”的開発	(学)早稲田大学 中垣 隆雄 ^{※2}
12	LCA/TEAの評価基盤構築による風化促進システムの研究開発	(国研)産業技術総合研究所 森本 慎一郎 ^{※2}
13	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	(国大)東北大学 南澤 究

※1 2022年度末で終了 ※2 2022年度採択

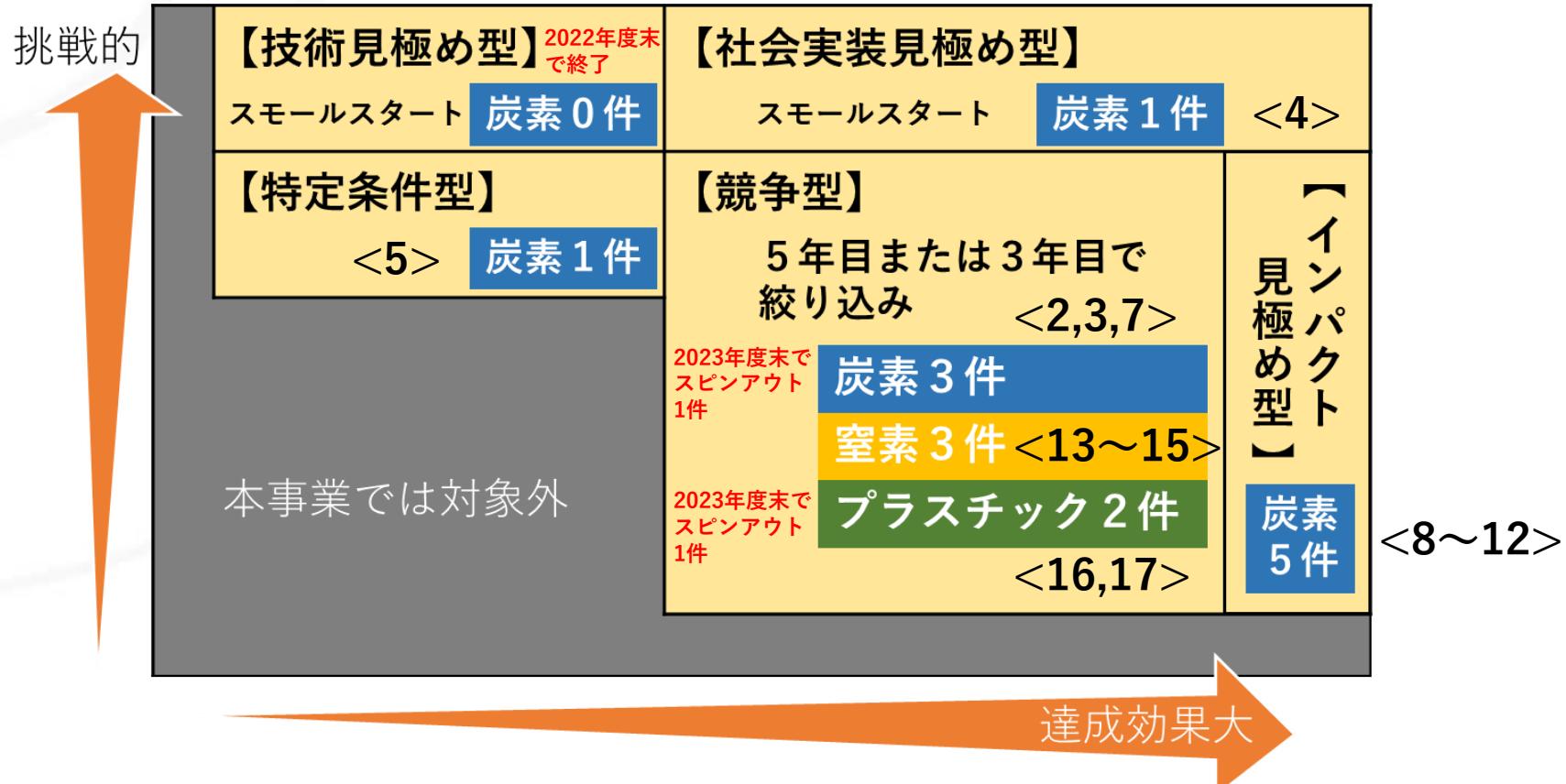
※4 2023年度末でスピナウト

※3 2023年度にPM交代

3. マネジメント (1) 実施体制

①ポートフォリオの妥当性

2024年度時点のポートフォリオ



※ ポートフォリオ：プロジェクトの構成(組み合わせ)や資源配分等の方針をまとめたマネジメント計画
※ インパクト見極め型の5件は全て2022年度採択

3. マネジメント (1) 実施体制



①ポートフォリオの妥当性

ムーンショット領域と資金配分の考え方

【競争型】

類似の領域や技術であり、競わせながら研究開発を推進するもの。
5年目または3年目に絞り込み。ここに重点配分。

【特定条件型】

特定の条件下においては有意であり技術的にもユニークなもの。

【見極め型】(スマールスタート)

技術等の見極めが必要と評価したもの。「見極め」に絞った計画に見直し、小規模に開始。

①技術見極め型：技術的難易度が極めて高いことに加え、新市場の創出も求められる（市場の評価基準も作る必要がある）もの

②社会実装見極め型：技術的難易度が極めて高いことに加え、市場適応性の観点で見極める必要があるもの

③インパクト見極め型：技術的効果と普及ポテンシャルを見極める必要があるもの

3. マネジメント (1) 実施体制



NEDOのPD/PM 等の活動に対する支援

研究推進法人のNEDOは、PD/PM等の活動を適切に支援している。

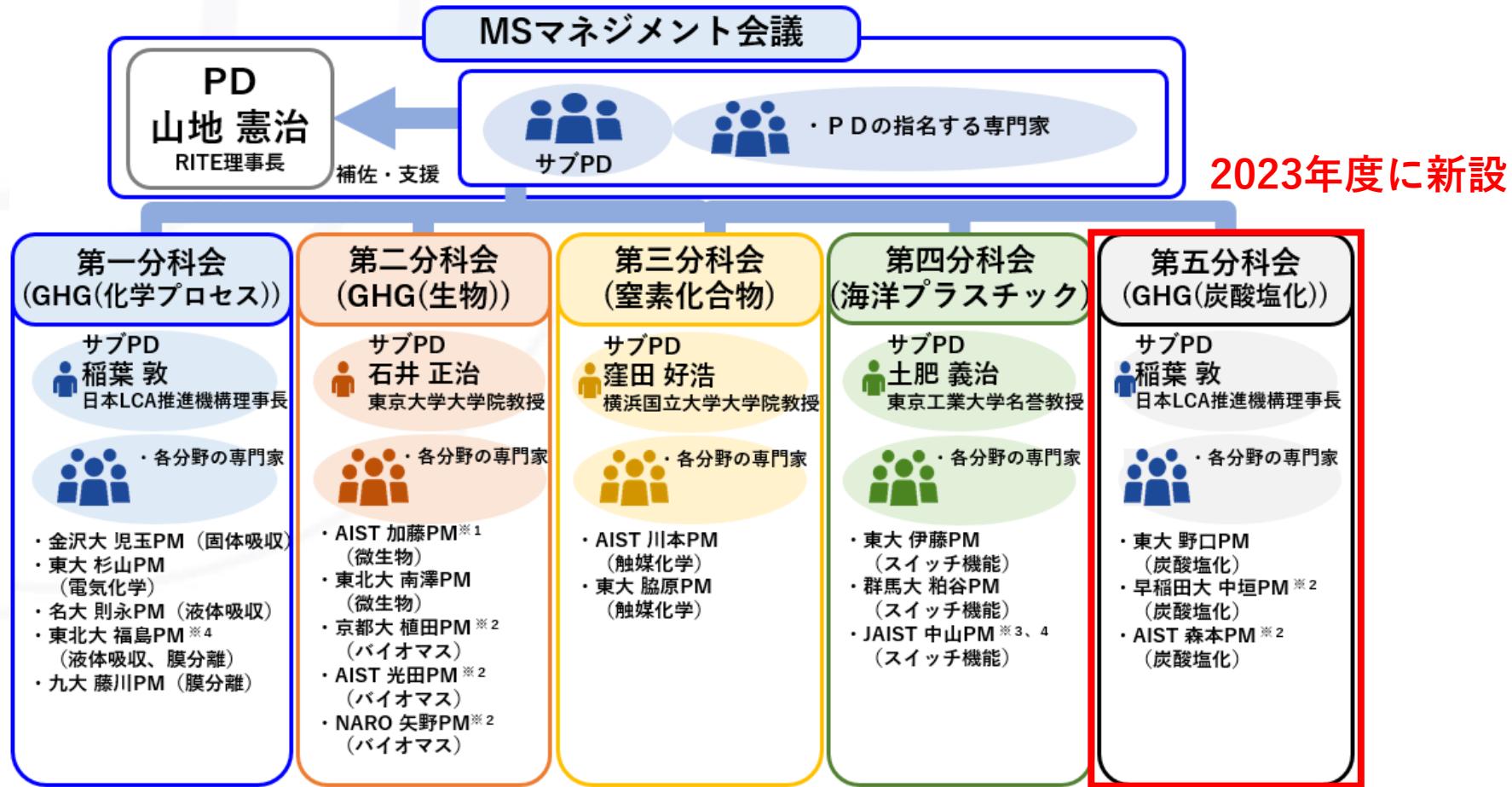
MSマネジメント会議分科会を組織し、4名のサブPDを配置することで、PDのマネジメントをサポートしている。

また、PDのポートフォリオマネジメントの支援の一環として、「大気中からのCO₂回収及び固定・利用に関する社会実装モデル等に関する調査」、「窒素フローに係る各種調査」、「生分解のタイミングやスピードをコントロールする海洋生分解性プラスチックの開発に関する調査」を実施。

加えて、いくつかのプロジェクトに対してNEDOが仲立ちし、ARPA-Eとの連携やムーンショット目標4のプロジェクト間連携を促進している。

3. マネジメント (1) 実施体制

⑩NEDOのPD/PM支援



MSマネジメント会議と分科会

3. マネジメント (1) 実施体制



DACにおける先駆的な存在の3社

化学吸收（アミン）



2010年設立（米国）

2024年5月22日 米国の
Zero Carbon Systemsが買収

化学吸收（KOH、Ca(OH)₂）



2009年設立（カナダ）

2023年8月15日 米国の石油・ガスおよび化
学会社であるオキシデンタル・ペトロリア
ムがカーボン・エンジニアリングを11億ド
ルで買収することで合意

化学吸收（アミン）



2009年設立（スイス）

3. マネジメント (1) 実施体制

欧米は大規模集中型が中心



出所) <https://climeworks.com/plant-mammoth>

Climeworksがアイスランドに建設中のマンモス（左）

年間36,000tのCO₂を回収し
CCSで貯留予定



出所) <https://www.globalthermostat.com/news-and-updates/m-series-design>

Global Thermostatが計画中の
Mシリーズの展開例（右）

円形のDAC（Mシリーズ）4つ
と脱離後の処理施設で1セット

年間100万tのCO₂を回収予定

3. マネジメント (1) 実施体制

先駆者的な欧米企業を訪問した実態調査

⑩NEDOのPD/PM支援



3. マネジメント (2) 受益者負担の考え方



ムーンショット目標4で実施している「大気中からのCO₂回収」、「反応性窒素」、「海洋生分解性プラスチック」のいずれにおいても、世界的に対策の必要性が求められている課題であり、長年、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) や国連環境計画などで議論が繰り返されている難易度の高い課題である。また、世界的にも新たな技術の確立やビジネスモデルの構築を各国政府支援の下で模索している段階である。ムーンショット目標4においても、2040年の社会実装を目標としていることから、研究開発事業の開始から事業化まで10年以上を要し、委託事業として妥当である。なお、スピノアウト活動については、連携・橋渡しを主目的として行っているものであり、ムーンショット目標4の目的及び目標を鑑みスピノアウト先に関する研究開発支援は行っていない。

3. マネジメント (2) 受益者負担の考え方

スタートアップによるスピントアウト活動

⑤産業界との連携・橋渡し

CX Carbon Xtract

大気からの二酸化炭素の直接回収を可能とする分離膜型DAC装置の施設園芸用途における早期社会実装に向けた連携協定締結

2024.03.13 プレスリリース

国立大学法人九州大学（以下「九州大学」）、Carbon Xtract株式会社（以下「Carbon Xtract」）、全国農業協同組合連合会（以下「全農」）、双日株式会社（以下「双日」）、株式会社三菱UFJ銀行（以下「三菱UFJ銀行」）は、大気からの二酸化炭素（CO₂）の直接回収（Direct Air Capture、以下「DAC」）を可能とする分離膜型DAC（membrane-based DAC、以下「m-DAC[®]」^{※1}）装置の施設園芸^{※2}用途における早期社会実装に向けた連携協定（以下「本協定」）を2024年3月13日に締結しました。



m-DAC[®]装置イメージ（九州大学大学院芸術工学研究院 尾方研究室制作）

出所) <https://c-xtract.com/news/720/>

Home Programs Speakers VX Green Hydrogen Forum Sponsorship VX News

Tetsuo Moriyama

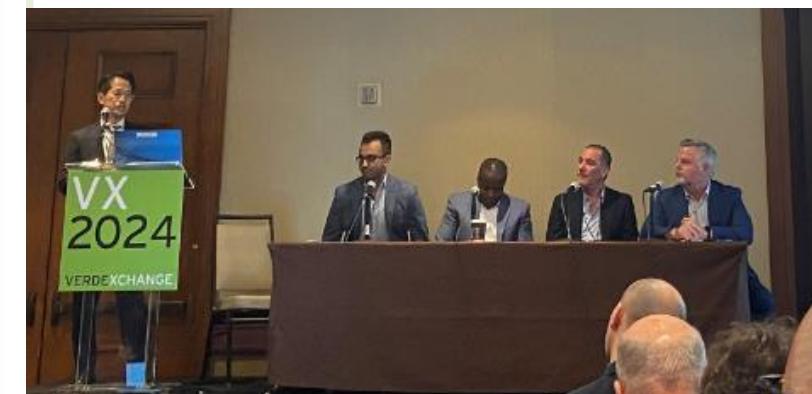


Title: CEO
Organization: Carbon Xtract

Biography:
Moriyama is the CEO of Carbon Xtract Corporation, a developer of direct air capture technology and solutions based on separation membranes. Before joining Carbon Xtract, he spent 15 years at Sojitz Corporation, one of the major Japanese trading and investment houses. There, he was responsible for sales and investment management in its metal resources business division, and for new business development related to nanomaterials and climate tech solutions. In 2023, Sojitz and Kyushu University, which has advanced R&D in direct air capture technology that captures and condenses CO₂ simply by passing air through a membrane system, jointly established

Carbon Xtract. At that time, he was appointed as CEO.

Category: Speaker
Conference: VX2024



2024年5月にロサンゼルスで開催された
VerdeXchange Conferenceのピッチに
Carbon Xtract社の森山CEOが登壇

3. マネジメント (2) 受益者負担の考え方

⑤産業界との連携・橋渡し

2023年度を以て中止となつたプロジェクト
においても、これまでの成果を活用した新たな連携を開始

 東北大学
TOHOKU UNIVERSITY

 TRE HOLDINGS
未来へ、捨てない創造力を。

Press Release

2023年12月1日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

「TREホールディングス×東北大学WX (Waste Transformation) 共創研究所」を開所
- 廃棄物処理の革新的プロセスの開発とCCU技術の社会実装 -

【発表のポイント】

- 国立大学法人東北大学と、TREホールディングス株式会社は、「TREホールディングス×東北大学WX (Waste Transformation) 共創研究所」を開設しました。
- 廃棄物の焼却処理とCO₂回収処理を統合する革新的プロセスの開発に取り組み、CCU (Carbon Capture Utilization) (注1) 技術の社会実装を目指します。

【概要】

国立大学法人東北大学（宮城県仙台市、総長 大野英男、以下「東北大学」）と、TREホールディングス株式会社（東京都千代田区、代表取締役社長 阿部光男、以下「TRE」）は、廃棄物の焼却処理とCO₂回収処理を統合する革新的プロセスの開発に取り組み、CCU (Carbon Capture Utilization) (注1) 技術の社会実装を目指す研究拠点として、2023年12月1日に「TREホールディングス×東北大学WX (Waste Transformation) 共創研究所」(注2)を東北大学青葉山キャンパス内に設置しました。



福島プロジェクトのスピンドアウト
新たな企業との研究開発拠点を設置

廃棄物の焼却処理とCO₂回収処理を統合する革新的プロセスの開発に取り組み、
CCU (Carbon Capture Utilization) 技術の社会実装を目指します。

ムーンショット
大気中からのCO₂回収と利用
↓
スピンドアウト
排ガスからのCO₂回収と利用

3. マネジメント (3) 研究開発計画



中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応
1	いくつかの研究グループが協力して行うとより高い成果が期待できる。その援助も積極的にやっていただきたい。	2023年度からプロジェクト間連携を本格的に開始。現在、複数のプロジェクトにおいて連携が図られているところ。
2	研究公募が単発的で、まだ可能性があるプロジェクトを発掘できていない可能性が高い。継続的な公募ができるようにシステムを改善していただきたい。研究者をエンカレッジする運用を是非お願いしたい。研究プロジェクトを打ち切る場合には特に注意が必要である。本事業内における異なるプロジェクト間の共同研究に期待している。	制度の特性上、毎年の公募は難しいものの、ステージゲートなどの節目をきっかけとして、2024年度も公募を行った。2024年1月31日～2月1に開催した成果報告会においてRFIについて宣伝するとともに、2月15日～7月1日までの137日間開催し、事前相談に乗るなどを実施。なお、プロジェクトを打ち切る場合には十分な説明を心掛けつつ、スピナウト可能なものについては、スピナウトに向けた活動期間を設け、NEDOも支援を行った。

3. マネジメント (3) 研究開発計画



NEDOで実施した調査結果やプロジェクトの特徴を踏まえたプロジェクト間連携や国際連携を推進している。また、各プロジェクトにおいて、将来、社会実装を担う可能性のある外部の民間企業と技術交流を行い、彼らの知見をプロジェクトに反映するなど、効果的・効率的に研究を進めている。

なお、年に複数回開催している分科会において研究開発の進捗を確認するとともに、必要に応じて加速や前倒しの予算配賦も行っている。

今般、PD、サブPDのもと、第11回分科会（中間評価）にてステージゲートを実施し、制度評価（外部評価）、戦略推進会議を経てプロジェクトの絞り込みとポートフォリオの見直しを行う。

3. マネジメント (3) 研究開発計画

各課題における国際的な状況

・外部環境の変化など

欧米を中心に重要性が認知され 対策が求められている状況

②条約や規制の内容を注視しながら 研究開発を実施する必要あり

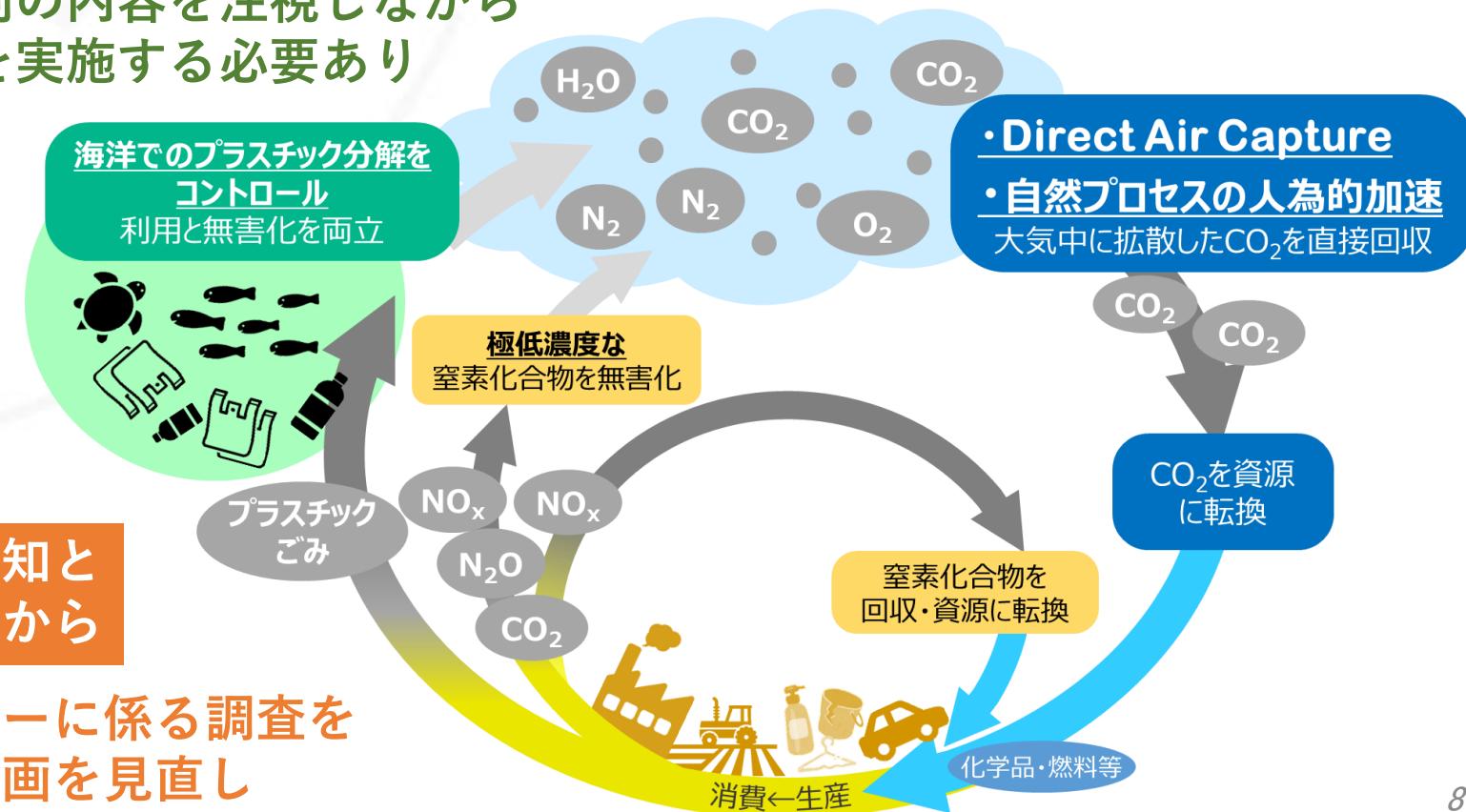
海洋でのプラスチック分解を コントロール 利用と無害化を両立

国際的な認知と 対策はこれから

③窒素フローに係る調査を踏まえ計画を見直し

世界的に重要性が認知され
強く対策が求められている状況

①大気中のCO₂削減は最重要課題



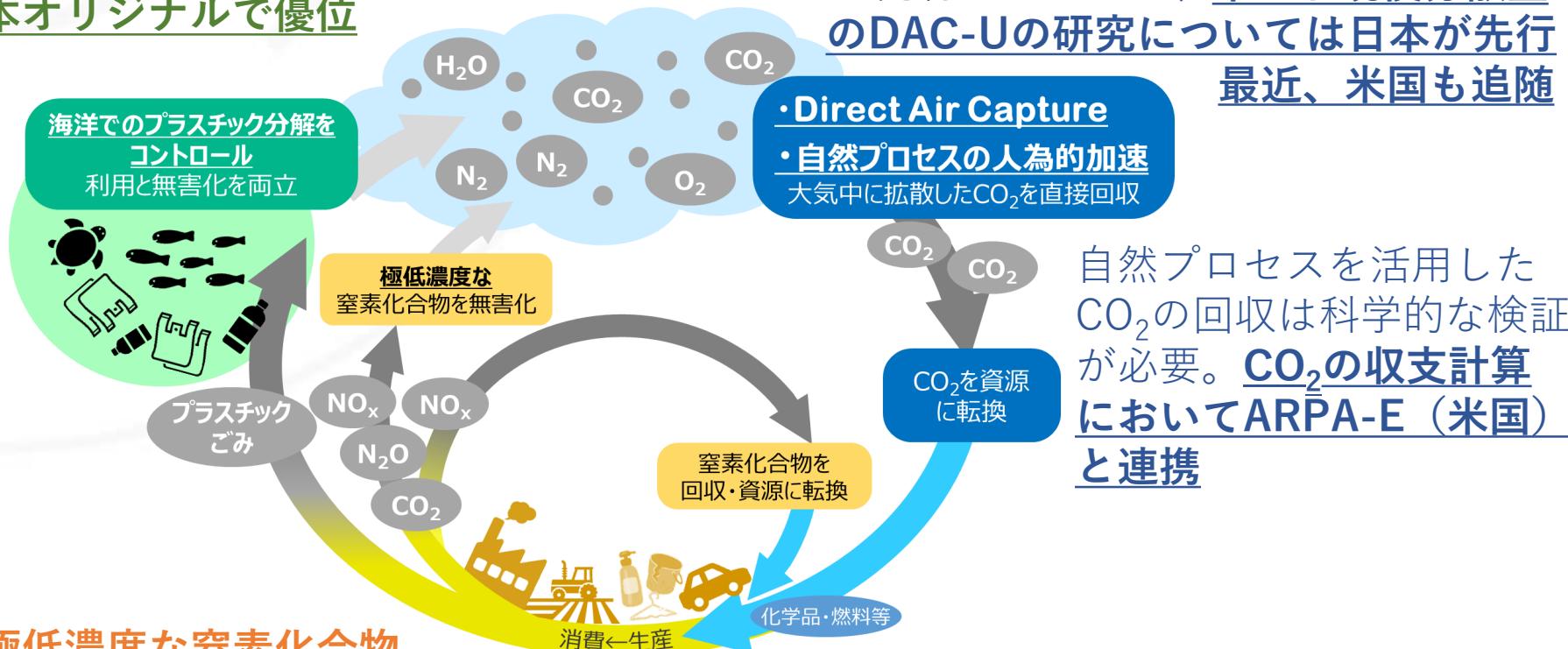
3. マネジメント (3) 研究開発計画

・外部環境の変化など

国際動向と目標4の立ち位置

海洋でも生分解するプラスチックの研究は世界で実施されているが、生分解のタイミングやスピードをコントロールする研究は日本オリジナルで優位

大規模集中型のDACCsについては欧米が先行しているが、中・小規模分散型のDAC-Uの研究については日本が先行
最近、米国も追随



極低濃度な窒素化合物を回収・資源転換・無害化する研究はチャレンジングな取り組み
窒素フローに係る調査結果を踏まえて計画を見直す

3. マネジメント (3) 研究開発計画

国際連携を推進

コロナ明けの2023年度からは、将来的な研究開発の社会実装を見据えた国際連携を推進している。特に、ARPA-Eとは2023年度、2024年度にワークショップを開催し両国間における連携を模索。現在、2023年度から始まった伊藤PM、森本PM等とARPA-EのPDとの連携も引き続き進められるとともに、新たに2つのプロジェクトで国際連携に関する議論が開始された。



連携に関する議論を開始（2023年7月12日）



MOUを締結（2023年10月3日）

3. マネジメント (3) 研究開発計画

ARPA-Eサミットに出席しワークショップを開催

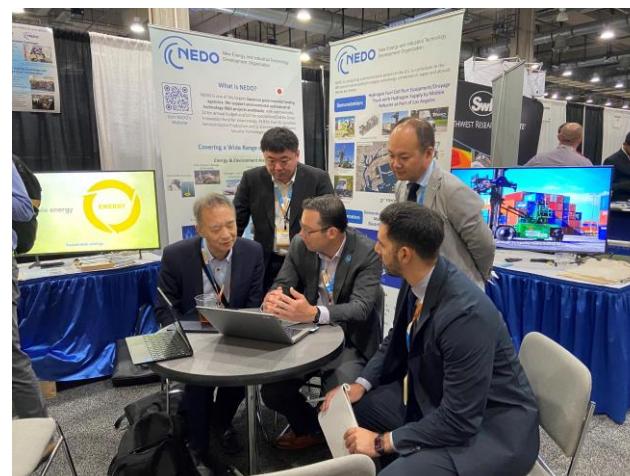


グランホルムDOE長官



ワンARPA-E長官

ARPA-E Energy Innovation Summitの会場にてARPA-E長官、副長官を交え、日米連携に関するワークショップを開催。将来的な規制等を見据え新たに窒素化合物に関する議論を開始
(2024年5月24日)



伊藤PMとARPA-EのDr. Simon
との打ち合わせ (2024年5月23日)

3. マネジメント (3) 研究開発計画

プロジェクト間連携の状況 (GHGの削減)

CO₂

岩石の風化促進で連携

ARPA-E



Dr. Doug Wicks

- ・ミッションイノベーション
- ・国際連携



森本PM



中垣PM

岩石の風化促進で連携

DACで連携



児玉PM



杉山PM

・要素間技術での連携

⑥国際連携

⑧研究資金の効果的・効率的な活用

・国際連携

N₂O

ゼオライト合成



脇原PM

農地由来の
N₂Oを削減



南澤PM

市民科学の仕組みと
システムで連携



藤川PM

- ・国際連携
- ・スタートアップ

3. マネジメント (3) 研究開発計画

プロジェクト間連携の状況 (CO₂回収と利用)

ブルーカーボンのCO₂の収支計算で連携

CO₂

国際連携



植田PM



Dr. Simon Freeman

原料供給

海プラ

・要素間技術での連携

⑥国際連携

⑧研究資金の効果的・効率的な活用

海藻由来の
バイオプラ合成で連携

- ・NOAA※との連携
- ・国際連携

※NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration
(アメリカ海洋大気庁)



粕谷PM



伊藤PM

国際連携

東南アジア地域での試験実施、広報活動の展開で連携

3. マネジメント (3) 研究開発計画



④PD のマネジメントの状況

MSマネジメント会議や各分科会による マネジメント

PD、サブPDのもとで、MSマネジメント会議や各分科会を実施し、各プロジェクト体制の見直しや研究の進捗について議論を行っている。

PDは全ての会議に参加し、PMへの指揮・監督に加え、ポートフォリオの観点も含めた議論を行っている。

また、当該分科会をPMの研究現場において実施するなど、プロジェクトの進捗状況の把握に努めている。

3. マネジメント (3) 研究開発計画



山地PD



稲葉
サブPD



石井
サブPD



窪田
サブPD



土肥
サブPD



稲葉
サブPD

④PD のマネジメントの状況

MSマネジメント会議及び分科会の開催実績

	第一分科会	第二分科会	第三分科会	第四分科会	第五分科会
第1回	2021年1月26日	2021年1月21日	2021年1月19日	2021年3月25日	
第2回	2021年6月10日	2021年6月28日	2021年7月12日	2021年7月28日	
第3回	2021年12月10日	2021年11月30日	2021年11月4日	2021年11月24日	

第1回MSマネジメント会議 2022年2月3日

第4回	2022年3月24日	2022年3月25日	2022年3月15日	2022年3月17日	
第5回	2022年6月10日	2022年6月2日	2022年6月28日	2022年6月29日	
第6回	2022年9月2日	2022年9月5日	2022年9月15日	2022年9月12日	

第2回MSマネジメント会議 2022年9月29日

第7回	2023年3月20日	2023年3月7日	2023年3月3日	2023年3月22日	2023年3月17日
第8回	2023年7月14日	2023年6月19日	2023年6月20日	2023年6月20日	2023年6月30日
第9回	2023年11月30日	2023年11月21日	2023年12月6日	2023年11月20日	2023年11月29日

第3回MSマネジメント会議 2024年1月15日

第10回	2024年2月20日	2024年2月28日	2024年3月1日	2024年3月11日	2024年2月15日
------	------------	------------	-----------	------------	------------

3. マネジメント (3) 研究開発計画

④PD のマネジメントの状況

PD、サブPDによるPMの研究現場進捗確認

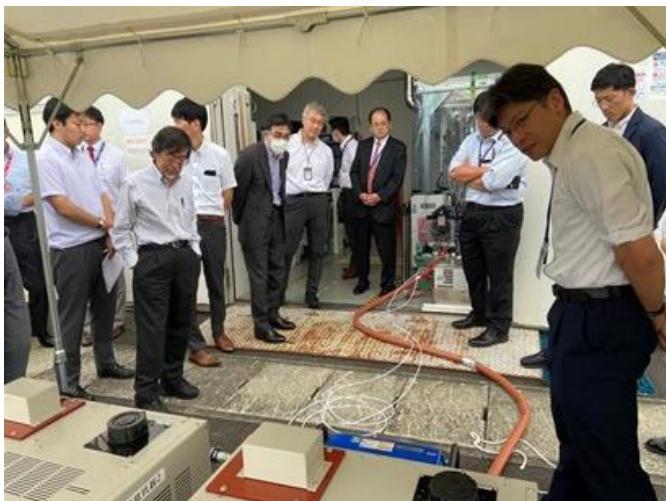
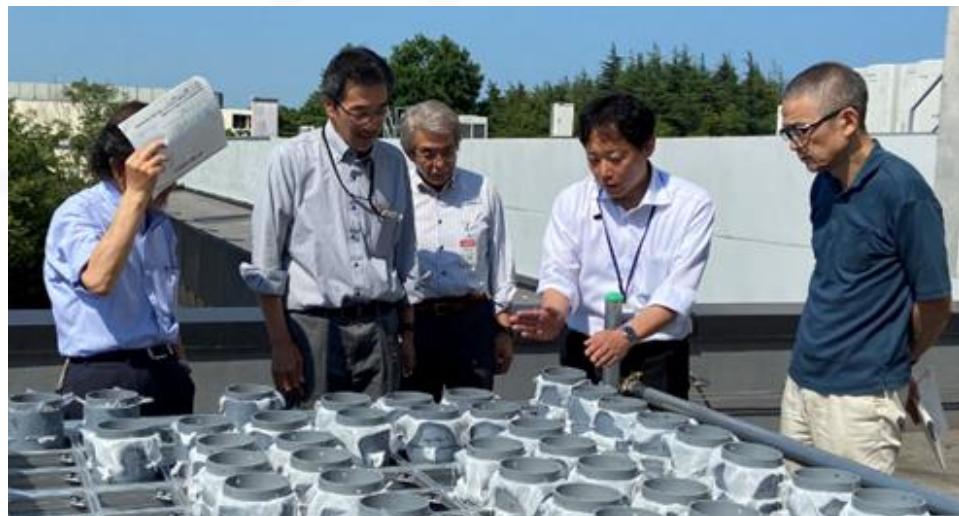
コロナ禍で控えていた研究現場訪問を2022年度から本格的に実施。2023年度も、PD、サブPDとともに研究現場を訪問し、PMとの議論を行うとともにプロジェクトの進捗状況の把握に努めている。

訪問場所	山地PD	サブPD
杉山PM 横浜	2023年7月3日	
森本PM つくば	2023年7月26日	
粕谷PM 横須賀	2023年8月17日	
則永PM 名古屋	2023年8月31日	
脇原PM 横浜	2023年9月1日	
伊藤PM 愛媛	—	2023年9月4,5日
光田PM つくば	2023年9月6日	
矢野PM つくば	2023年9月6日	
児玉PM 金沢	2023年9月15日	
植田PM 鳥羽	2023年9月19日	
川本PM 郡山	2023年9月26日	
野口PM 佐倉	2023年9月28日	
中垣PM 函館	2023年10月23日	
藤川PM 札幌	2023年10月24日	
南澤PM 仙台	2023年12月11日	

3. マネジメント (3) 研究開発計画

④PD のマネジメントの状況

PD、サブPDによるPMの研究現場進捗確認



3. マネジメント (3) 研究開発計画

・ステージゲート
④PD のマネジメントの状況

ステージゲートを見据えた研究現場進捗確認

2024年度は、ステージゲートを見据え、対話を重視した研究現場進捗確認を実施。

PD、サブPDに加え、各分科会の委員も参加し、十分な時間を確保したうえでPMと議論を重ね、目標4達成に向けた相互理解を深めることができた。

訪問場所	山地PD	サブPD
脇原PM 名古屋	2024年6月3日	
植田PM 京都	2024年6月4日	
野口PM 千葉	2024年6月14日	
矢野PM つくば	2024年6月18日	
伊藤PM 埼玉	2024年6月24日	
光田PM 秋田	2024年7月2日	
藤川PM 福岡	2024年7月3日	
南澤PM 帯広	2024年7月5日	
柏谷PM 東京	2024年7月8日	
森本PM つくば	2024年7月11日	
児玉PM 金沢	2024年7月30日	
川本PM オンライン	2024年7月31日	
中垣PM 埼玉	2024年8月7日	
杉山PM 横浜	2024年8月8日	
則永PM 名古屋	2024年8月9日	

3. マネジメント (3) 研究開発計画



対話を重視した研究現場進捗確認

・ステージゲート
④PD のマネジメントの状況



3. マネジメント (3) 研究開発計画



- ・ステージゲート
④PD のマネジメントの状況

プロジェクト評価とポートフォリオの見直し

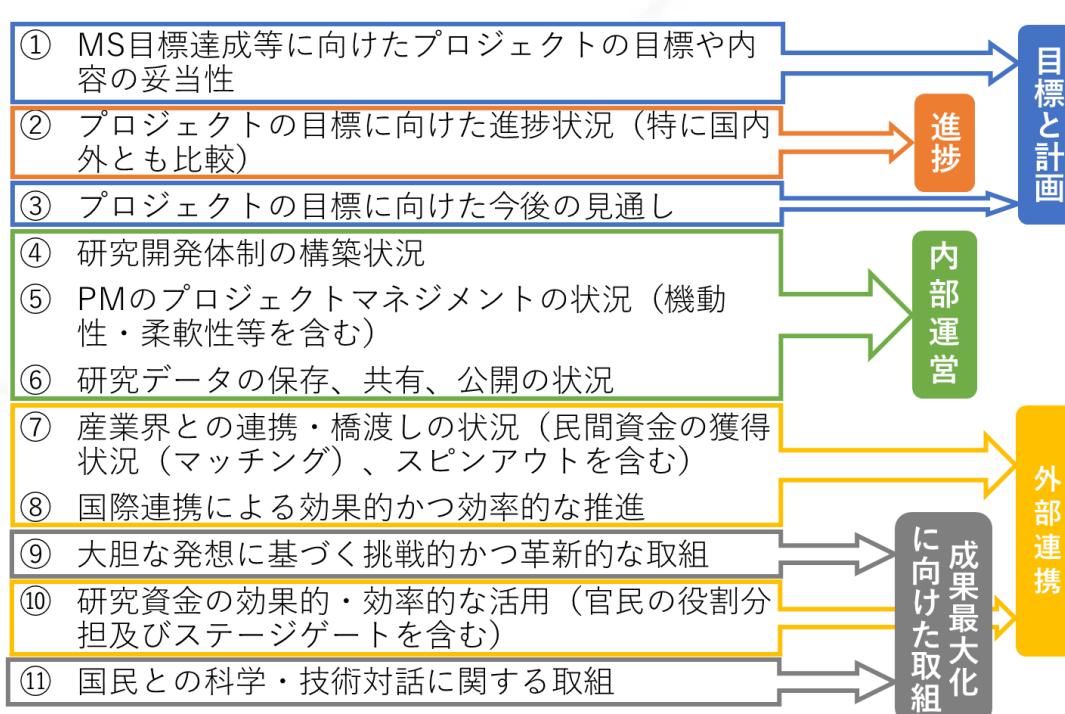
研究現場進捗確認での議論を踏まえ、第11回分科会にてプロジェクトの評価を行い、第4回MSマネジメント会議にてプログラムの評価およびポートフォリオの見直しを行った。

	第一分科会	第二分科会	第三分科会	第四分科会	第五分科会
第11回	2024年8月30日	2024年8月27日	2024年9月7日	2024年9月13日	2024年9月2日
第4回マネジメント会議 2024年9月26日					

3. マネジメント (3) 研究開発計画

・ステージゲート
④PD のマネジメントの状況

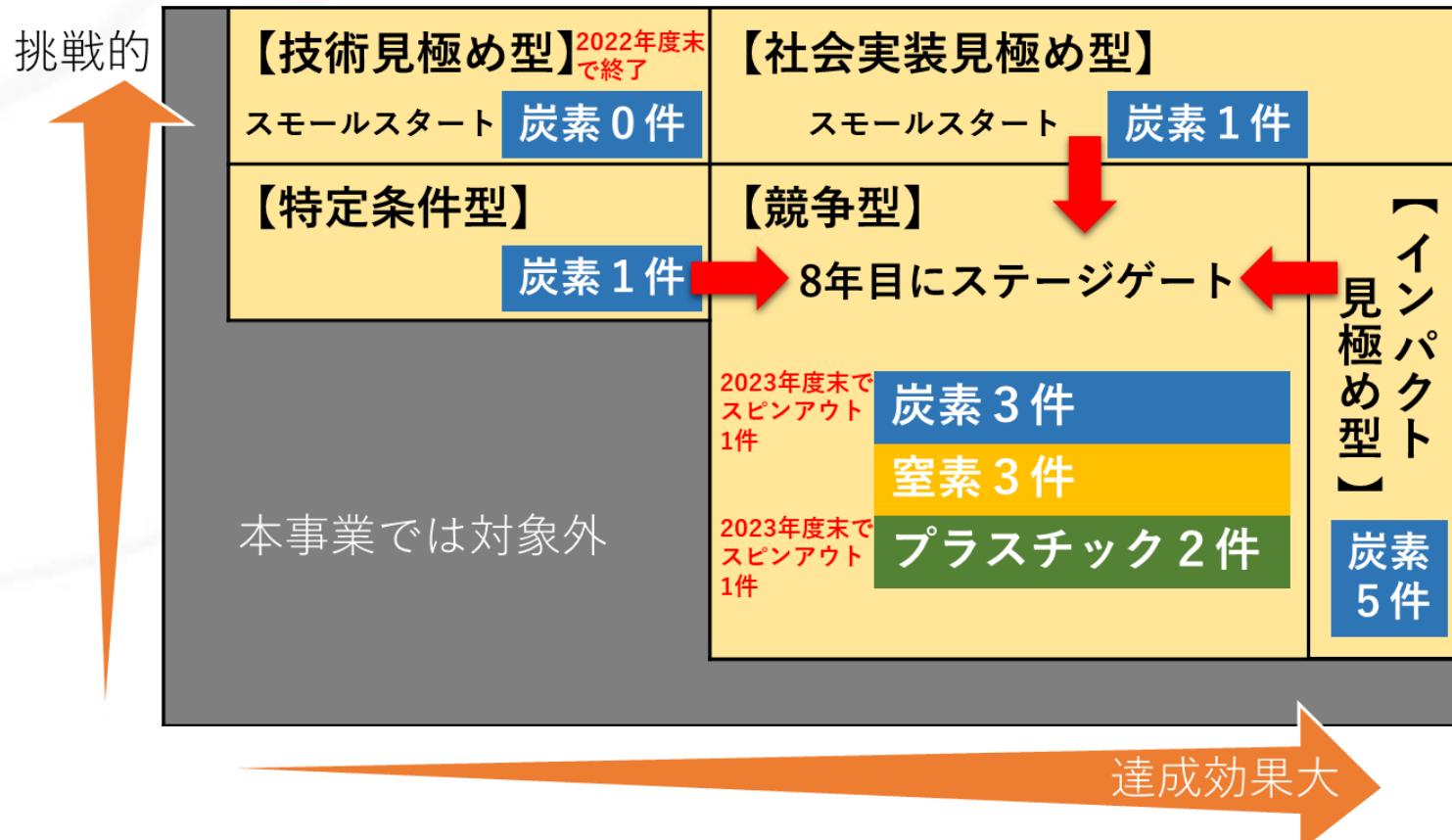
「ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針」に示されている「プロジェクトに関する評価の視点」を基に5つの評価項目と4段階の評価基準を設定し自己評価を実施。総合コメントを以てポートフォリオを見直し。



3. マネジメント (3) 研究開発計画

・ステージゲート
④PD のマネジメントの状況

2025年度以降に向けてポートフォリオの見直しを実施



※ ポートフォリオ：プロジェクトの構成(組み合わせ)や資源配分等の方針をまとめたマネジメント計画
※ インパクト見極め型の5件は全て2022年度採択

事業原簿

作成：2024年9月

プロジェクト名	ムーンショット型研究開発事業	プロジェクト番号	P18016
担当推進部/ プロジェクトマネージャー	フロンティア部プログラムオフィサー 吉田 朋央 (2024年9月現在)		
0. 事業の概要	<p>総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）において、日本発の破壊的イノベーションの創出を目指し、挑戦的な研究開発（ムーンショット）を推進するものとして「ムーンショット型研究開発制度」が創設。</p> <p>本制度に基づき、CSTI が決定したムーンショット目標と経済産業省が策定した研究開発構想を踏まえ、NEDO は、ムーンショット目標を達成するために挑戦的な研究開発（ムーンショット型研究開発事業）を実施。</p> <p>2019年度～2024年度は、CSTI が決定したムーンショット目標 4 に取り組んでいる。</p>		
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	<p>1.1 本事業の位置付け・意義</p> <p>＜本事業の位置づけ＞</p> <p>少子高齢化の進展や大規模自然災害への備え、地球温暖化問題への対処等、我が国は多くの困難な課題を抱える中、それら課題解決に科学技術が果敢に挑戦し、未来社会の展望を切り拓いていくことが求められている。</p> <p>このような背景の下、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発（ムーンショット）を推進する制度として、内閣府によりムーンショット型研究開発制度が2018年に創設された。</p> <p>なお、本制度の運用は、内閣官房及び内閣府が関係府省と調整し定めた「ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針」に基づき実施される。同指針の評価の視点は別紙1を参照。</p> <p>1.2 アウトカム達成までの道筋</p> <p>＜本事業の意義＞</p> <p>ムーンショット目標 4 では、「2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」を目標として設定し、地球環境再生のために、持続可能な資源循環による、地球温暖化問題の解決（クールアース）と環境汚染問題の解決（クリーンアース）を目指す。クールアース、クリーンアースは、それぞれ以下の研究開発に取り組む。</p> <p>クールアース：大気中からの CO₂回収、反応性窒素 クリーンアース：反応性窒素、海洋生分解性プラスチック</p> <p>1.3 知的財産・標準化戦略</p> <p>＜事業開始時から現在まで＞</p> <p>採択時には、より大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な研究開発を意識した研究資金の配分を行っている。</p> <p>採択後は、各プロジェクトにおいて、将来社会実装を担う可能性のある外部の民間企業と技術交流を行い、彼らの知見をプロジェクトに反映するなど、効果的・効率的に研究を進めている。</p> <p>なお、年に複数回開催している分科会において研究開発の進捗を確認するとともに、必要に応じて加速や前倒しの予算配賦も行っている。</p> <p>今般、中間評価においてステージゲートを実施し、制度評価（外部評価）、戦略推進会議を経てプロジェクトの絞り込みとポートフォリオの見直しを行う。（⑦大胆な発想に基づく挑戦的・革新的な取り組み）</p> <p>アウトカム達成までの道筋としてのロジックモデルは別紙2参照。</p>		
2. 目標及び達成状況	<p>2.1 アウトカム目標及び達成見込み</p> <p>ムーンショット目標 4 である「2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」の達成に向けたアウトカム目標は2050年までに、地球環境再生に向け、持続可能な資源循環の実現による、地</p>		

	<p>球温暖化問題の解決（クールアース）及び環境汚染問題の解決（クリーンアース）を目指し資源循環技術を用いた商業規模のプラントや製品を世界的に普及させることである。</p> <p>ムーンショット目標4で実施している「大気中からのCO₂回収」（地球温暖化問題の解決（クールアース））、「反応性窒素」（クールアース&クリーンアース）、「海洋生分解性プラスチック」（環境汚染問題の解決（クリーンアース））のいずれにおいても、世界的に対策の必要性が求められている課題であり、長年、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)や国連環境計画などで議論が繰り返されている難易度の高い課題である。このような状況の中、2050年に向かっての方向性については大きな変化はない。</p> <p>特に、大気中からのCO₂回収については、世界的にも新たな技術の確立やビジネスモデルの構築を各政府支援の下で模索している段階であり、米国においてはスタートアップによる活動が活発である。ムーンショット目標4においても、2023年度にDACのスタートアップが設立されるとともに、2024年からは研究開発成果の一部を活かしたスピナウト活動も精力的に進められている。なお、多くのプロジェクトにおいて、概ね順調に研究開発が進められており、アウトカム目標に向かって着実に進捗していると言える。</p> <p>（③MS目標達成等に向けた今後の見通し）</p> <p>なお、PD及びPMは国民の理解と支持を得るため、研究活動を社会に対して分かりやすく説明する双方に向コミュニケーション活動を推進し、NEDOはこれを支援する。（⑨「国民との科学・技術対話」への対応）</p>																																										
2.2 アウトプット目標及び達成状況	<p>ムーンショット目標4である「2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」の達成に向けたアウトプット目標は、2030年までに、それぞれ以下のアウトプットを目指す。</p> <p>【クールアース】</p> <p>温室効果ガスに係る循環技術を開発し、ライフサイクルアセスメント（LCA）の観点からも有効であることをパイロット規模で確認する。</p> <p>【クリーンアース】</p> <p>環境汚染物質を有益な資源に変換又は無害化する技術を開発し、パイロット規模又は試作品レベルで有効であることを確認する。</p> <p>2024年6月3日開催のCSTIにおけるムーンショット型研究開発制度5年目評価において、目標4は継続と評価された。引き続き目標達成に向けて取り組む。</p> <p>なお、多くのプロジェクトにおいて、研究開発初期のラボレベルを脱し、ベンチレベルでの研究開発が進められている。DACのプロジェクトにおいては、2025年の大阪・関西万博にてパイロットスケールでのDACの実証試験を予定しており、前倒しで研究開発が進められている。また、海洋生分解性プラスチックにおいては、世界で初めて深海でも生分解性プラスチックが分解されることを実証し、著名な学術誌に掲載される成果が得られている。（②プログラムの研究開発の進捗状況）</p> <p>また、各プロジェクトにおいて必要な論文発表、特許出願等においても着実に研究開発成果が出ており、積極的に国民との科学・技術対話も行われている。（②プログラムの研究開発の進捗状況）（⑨「国民との科学・技術対話」への対応）</p> <table border="1" data-bbox="366 1253 1330 1680"> <thead> <tr> <th></th> <th>研究発表・講演</th> <th>論文</th> <th>特許</th> <th>受賞実績</th> <th>そのほか 対外発信</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2020年度</td> <td>65</td> <td>13</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>2021年度</td> <td>318</td> <td>71</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>2022年度</td> <td>324</td> <td>89</td> <td>76</td> <td>29</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>2023年度</td> <td>705</td> <td>145</td> <td>78</td> <td>43</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>2024年度 (現在)</td> <td>55</td> <td>23</td> <td>14</td> <td>5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>1,467</td> <td>341</td> <td>204</td> <td>110</td> <td>109</td> </tr> </tbody> </table> <p>※2024年8月末時点の集計値であり登録のタイミングにより変動する</p>		研究発表・講演	論文	特許	受賞実績	そのほか 対外発信	2020年度	65	13	4	1	14	2021年度	318	71	32	32	59	2022年度	324	89	76	29	13	2023年度	705	145	78	43	19	2024年度 (現在)	55	23	14	5	4	計	1,467	341	204	110	109
	研究発表・講演	論文	特許	受賞実績	そのほか 対外発信																																						
2020年度	65	13	4	1	14																																						
2021年度	318	71	32	32	59																																						
2022年度	324	89	76	29	13																																						
2023年度	705	145	78	43	19																																						
2024年度 (現在)	55	23	14	5	4																																						
計	1,467	341	204	110	109																																						

3.1 実施体制	<p>(1)「実施体制」及び「制度」の枠組み</p> <p>NEDOは、CSTIが決定するMS目標及び経済産業省が策定する研究開発構想毎に、プログラムディレクター（以下「PD」という。）を任命し、必要に応じてPDを補佐するサブPDを任命する。PDは、MS目標を戦略的に達成していくためのポートフォリオ（プロジェクトの構成（組み合わせ）や資源分配等の方針をまとめたマネジメント計画。以下、「ポートフォリオ」という。）を構築し、PMが推進するプロジェクトを統一的に指揮・監督する。なお、NEDOはムーンショット目標4「2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」の研究推進法人を担い、公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）理事長・研究所長の山地憲治氏をPDに任命している。</p> <p>本事業は、CSTIが決定するMS目標及び経済産業省が策定する研究開発構想を踏まえ、NEDOは公募により研究開発をマネジメントするプロジェクトマネージャー（以下「PM」という。）及び研究開発実施者を選定し、研究開発を実施する。PMの国籍は問わないが、国内に拠点を置くことを基本とする。研究開発実施</p>
----------	--

者は、国内外の企業や大学等の研究機関等（以下「団体」という。）とし、MS 目標及び研究開発構想を達成するための最適な研究開発体制として、複数で研究開発に参加するものとする。国外の団体については、別に定める条件に基づき参加するものとする。

事業は委託事業として実施する。

研究開始時点（1つの MS 目標内において、複数のプロジェクトのうち、最初のプロジェクトを開始した時点）から最大 10 年間の支援を行う。

（2）公募・審査の活動実績

NEDO は、公募により研究開発をマネジメントする PM 及び研究開発実施者を PD と協議した上で選定し、研究開発を実施する。PM は、PD の指揮の下、プロジェクトを策定（プロジェクトの目標の設定、実施計画の作成、実施体制の構築、プロジェクト内の参加研究開発機関への研究資金の配分計画案の策定等）し、プロジェクトを戦略的に実施する。さらに、プロジェクトの変更、一部研究成果のスピナウトを含めた方向転換等を柔軟かつ機動的に実施する。NEDO は、PM のマネジメント活動を支援し、また、PM は知財管理、国際標準化、広報、技術動向調査等のマネジメントに必要なプロジェクト経費を支出することができるものとする。

応募採択の結果は下記の通り。

	応募件数	採択件数	倍率
2020 年度	51 件	13 件	3.9 倍
2022 年度	18 件	4 件	3.6 倍

（3）ムーンショット領域と資金配分の考え方

【競争型】

類似の領域や技術であり、競わせながら研究開発を推進するもの。5 年目または 3 年目に絞り込み。ここに重点配分。

【特定条件型】

特定の条件下においては有意であり技術的にユニークなもの。

【見極め型】（スマールスタート）

技術等の見極めが必要と評価したもの。「見極め」に絞った計画に見直し、小規模に開始。

- ①技術見極め型：技術的難易度が極めて高いことに加え、新市場の創出も求められる（市場の評価基準も作る必要がある）もの
- ②社会実装見極め型：技術的難易度が極めて高いことに加え、市場適応性の観点で見極める必要があるもの
- ③インパクト見極め型：技術的効果と普及ポテンシャルを見極める必要があるもの

（① ポートフォリオの妥当性）

実施体制図としては別紙 3 参照。（⑩NEDO の PD/PM 支援）

事業期間：2020 度～2029 年度

契約等種別：委託

ムーンショット目標 4 で実施している「大気中からの CO₂ 回収」、「反応性窒素」、「海洋生分解性プラスチック」のいずれにおいても、世界的に対策の必要性が求められている課題であり、長年、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) や国連環境計画などで議論が繰り返されている難易度の高い課題である。また、世界的にも新たな技術の確立やビジネスモデルの構築を各政府支援の下で模索している段階である。ムーンショット目標 4 においても、2040 年の社会実装を目標としていることから、研究開発事業の開始から事業化まで 10 年以上を要し、委託事業として妥当である。

なお、スピナウト活動については、連携・橋渡しを主目的として行っているものであり、ムーンショット目標 4 の目的及び目標を鑑みスピナウト先に関する研究開発支援は行っていない。（⑤産業界との連携・橋渡し）

＜テーマの運営・管理＞

NEDO は、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

①研究開発の進捗把握・管理

NEDO は、PM や研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する委員会を組織し、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

戦略推進会議における議論等を踏まえ、経済産業省及び関係府省と連携し、関係する研究開発の戦略的かつ一体的な推進、中間評価・終了時評価を含めた研究開発の進捗管理を実施する。

②技術分野における動向の把握・分析

NEDO は、研究開発のマネジメントに必要な調査・分析活動を行い、PD 及び PM のマネジメントを支援する。PD 及び PM は、国内外の研究開発動向を常に把握し、研究開発の進捗状況等に応じ、ポートフォリオ及びプロジェクトを機動的に見直し、必要に応じてプロジェクト間連携を促す。また、海外における類似の

研究開発動向の把握に努め、海外の最先端研究者の取り込みや国際的な共同研究を積極的に推進する。 (⑧)
研究資金の効果的・効率的な活用、⑥国際連携)

③研究開発プロジェクトの評価

NEDO は「ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針」及び「技術評価実施規程」第 14 条第 1 項第一号及び第二号に基づき、外部有識者により、個別プロジェクトについて中間及び終了時評価を実施する。評価の時期は、中間評価を 2022 年度、2024 年度、2027 年度、終了時評価を 2029 年度とし、プロジェクトの特性に応じ、評価時期を早める必要があると認める場合には、あらかじめ適切な時期を設定する。なお、5 年目で終了することが決定したプロジェクトについては、5 年目の評価を最終評価とする。外部評価及び自己評価の結果を戦略推進会議及び経済産業省に報告し、同評価の結果や同協議会の助言を踏まえて、PD と協議した上で、プロジェクトの継続、加速・減速、変更、終了等（ポートフォリオの見直し等）を決定する。 (④PD のマネジメントの状況)

ポートフォリオの見直しにより、プロジェクトまたはその一部を中止する場合、NEDO、PD 及び PM は、それまでに得られた派生的な研究成果等が他の事業や研究開発プロジェクト等に活用されることの支援に努める。

外部評価及び自己評価の結果を、プロジェクトの継続、加速・減速、変更、終了等（ポートフォリオの見直し等）にどのように反映したかどうかについて対外的に公表する。

＜テーマ事例＞

テーマ：“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

PM：藤川 茂紀

世界最高性能の CO₂分離ナノ膜を作製し、CO₂回収モジュールの試作まで完了。また、CO₂回収モジュールと、CO₂変換モジュールを直結することで、大気からの直接的な CO₂回収から、基礎化成品への連続変換を実現。さらに、民間からの出資を受けてこの成果の社会実装を促進するスタートアップを設立した（2023 年 5 月）。

目標 4 過年度実績額及び当年度予算額

[単位:百万円]	2020fy	2021fy	2022y	2023fy	2024fy	総額	
予算額または執行額	3,039	5,984	5,435	4,832	5,413	24,703	
情勢変化への対応	「大気中からの CO ₂ 回収」、「反応性窒素」、「海洋生分解性プラスチック」のいずれにおいても、技術や政策・規制、市場などの各種動向調査を行っており、この調査結果も踏まえポートフォリオの再構築を行っている。						
中間評価結果への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・2023 年度からはプロジェクト間連携を本格的に促進し、各プロジェクトの利点を生かした相乗効果が得られるように努めている。 ・2020 年度にムーンショット型研究開発事業を開始して以降、DAC に関する研究開発が世界的にも広がり始めた。この状況を鑑み、2024 年度に DAC のポートフォリオを強化することを目的に追加公募を実施。 						
	中間評価	2022 年度 中間評価実施 2024 年度 中間評価実施 2027 年度 中間評価実施 予定					
	終了時評価	2029 年度 終了時評価実施 予定					
	自己評価	外部評価を行う年度以外は自己評価を行う。					

採択テーマ一覧

テーマ名	採択先	実施期間
電気エネルギーを利用し大気 CO ₂ を固定するバイオプロセスの研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東海国立大学機構、国立大学法人東京工業大学	2020 年度-2022 年度
大気中からの高効率 CO ₂ 分離回収・炭素循環技術の開発	国立大学法人金沢大学、公益財団法人地球環境産業技術研究機構	2020 年度-
電気化学プロセスを主体とする革新的 CO ₂ 大量資源化システムの開発	国立大学法人東京大学、国立大学法人大阪大学、国立研究開発法人理化学研究所、UBE 株式会社、清水建設株式会社、千代田化工建設株式会社、古河電気工業株式会社	2020 年度-
C4S 研究開発プロジェクト	国立大学法人東京大学、国立大学法人北海道大学	2020 年度-
冷熱を利用した大気中二酸化炭素直接回収の研究開発	国立大学法人東海国立大学機構、名古屋大学、学校法人東京理科大学、東邦瓦斯株式会社	2020 年度-
大気中 CO ₂ を利用可能な統合化固定・反応系 (quad-C system) の開発	国立大学法人東北大学、公立大学法人大阪、株式会社ルネッサンス・エナジー・リサーチ	2020 年度-2023 年度
“ビヨンド・ゼロ”社会実現に向けた CO ₂ 循環システムの研究開発	国立大学法人九州大学、国立大学法人熊本大学、国立大学法人北海道大学	2020 年度-
機能改良による高速 CO ₂ 固定大型藻類の創出とその利活用技術の開発	国立大学法人京都大学、国立大学法人京都工芸繊維大学、国立大学法人三重大学、Green Earth Institute 株式会社、関西化学機械製作株式会社	2022 年度-
遺伝子最適化・超遠縁ハイブリッド・微生物共生の統合で生み出す次世代 CO ₂ 資源化植物の開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所、東京都公立大学法人東京都立大学、住友林業株式会社	2022 年度-
炭素超循環社会構築のための DAC 農業の実現	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構、国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学、国立大学法人東京農工大学	2022 年度-
岩石と場の特性を活用した風化促進技術 “A-ERW” の開発	学校法人早稲田大学、三菱重工業株式会社、国立大学法人北海道大学、京都府公立大学法人京都府立大学	2022 年度-
LCA/TEA の評価基盤構築による風化促進システムの研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人理化学研究所	2022 年度-
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	国立大学法人東北大学、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構	2020 年度-
産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出—プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて	国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学、学校法人早稲田大学、国立大学法人東京農工大学、国立大学法人神戸大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人山口大学、キリンホールディングス株式会社、株式会社アストム、東洋紡エムシー株式会社、株式会社フソウ	2020 年度-

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	国立大学法人東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般財団法人ファインセラミックスセンター、三菱ケミカル株式会社	2020 年度-
非可食性バイオマスを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	国立大学法人東京大学、三菱ケミカル株式会社、株式会社ブリヂストン、株式会社クレハ、国立大学法人九州大学、国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学、国立大学法人山形大学、公益財団法人地球環境産業技術研究機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人愛媛大学、国立大学法人東京工業大学	2020 年度-
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	国立大学法人群馬大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人東京工業大学、国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人海洋研究開発機構	2020 年度-
光スイッチ型海洋分解性の可食プラスチックの開発研究	国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学、国立大学法人神戸大学、国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学、-国立大学法人鹿児島大学、学校法人東京理科大学、国立大学法人東京農工大学、地方独立行政法人大阪産業技術研究所	2020 年度-2023 年度