

「ムーンショット型研究開発事業」
(中間) 制度評価報告書

2024年11月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

2024 年 11 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 斎藤 保 殿

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 木野 邦器

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「ムーンショット型研究開発事業」
(中間) 制度評価報告書

2024年11月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

目 次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
研究評価委員会委員名簿	4
第1章 評価	
1. 評価コメント	1-1
1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	
1. 2 目標及び達成状況	
1. 3 マネジメント	
（参考）分科会委員の評価コメント	1-3
2. 評点結果	1-8
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「ムーンショット型研究開発事業」の中間制度評価報告書であり、NEDO 技術委員・技術委員会等規程第 32 条に基づき、研究評価委員会において設置された「ムーンショット型研究開発事業」（中間評価）制度分科会において評価報告書案を策定し、第 78 回研究評価委員会（2024 年 11 月 29 日）に諮り、確定されたものである。

2024 年 11 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

審議経過

● 分科会（2024 年 10 月 18 日）

公開セッション

1. 開会
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 制度の説明

非公開セッション

6. 制度の補足説明
7. 全体を通しての質疑

公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

● 第 78 回研究評価委員会（2024 年 11 月 29 日）

「ムーンショット型研究開発事業」（中間評価）

制度評価分科会委員名簿

（2024 年 10 月現在）

	氏名	所属、役職
分科会長	いしたに おさむ 石谷 治	広島大学大学院 先進理工系科学研究科 特任教授／ 東京工業大学 名誉教授
分科会長 代理	さくらい まさたか 櫻井 政考	T E A Mアライアンス株式会社 代表取締役社長
委員	おくむら ともひさ 奥村 朋久	株式会社 日本政策投資銀行 企業金融第 3 部 次長兼課長
	だいご いちろう 醍醐 市朗	東京大学 先端科学技術研究センター 高機能材料分野 准教授
	やまだ ひでたか 山田 秀尚	金沢大学 先端科学・社会共創推進機構 教授

敬称略、五十音順

研究評価委員会委員名簿

(2024 年 11 月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	きの くにき 木野 邦器	早稲田大学 理工学術院 教授
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	岐阜大学 特任教授 一般財団法人電力中央研究所 研究アドバイザー
	いなば みのる 稲葉 稔	同志社大学 理工学部 教授
	ごないかわ ひろし 五内川 拡史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	すずき じゅん 鈴木 潤	政策研究大学院大学 政策研究科 教授
	はらだ ふみよ 原田 文代	株式会社日本政策投資銀行 常務執行役員
	まつい としひろ 松井 俊浩	東京情報デザイン専門職大学 情報デザイン学部 学部長・教授
	まつもと ま ゆ み 松本 真由美	東京大学 教育学部附属教養教育高度化機構 環境エネルギー科学特別部門 客員准教授
	よしもと ようこ 吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 産業創発部 事業戦略グループ 主席研究員

敬称略、五十音順

第 1 章 評価

1. 評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

本プログラムは、極めて重要かつ達成が困難な目標を基に、研究の方向を明確に示しており、非常に意義のあるものである。積極的に研究の評価と見直しを行っており、当初計画から順調に進捗しているもの、方向転換が必要なもの、新規で取り上げる必要があるものの、それぞれの区別が適切に管理、運営され、大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な取り組みが行われている。また、有用な技術の利活用およびオープンイノベーションを語るべく対外公表、論文、特許出願などが進められており、オープン・クローズ戦略、知財の取り扱い、標準化戦略はいずれも適切かつ妥当である。

今後のアウトカム達成に至る道筋においては、海外の動向を踏まえると、特に二酸化炭素除去（CDR）プロセスについては、企業主体のプロジェクトにシフトし社会実装を加速するためにも、官主導での市場創出や海外進出等の支援を強化することが必要と考える。

1. 2 目標及び達成状況

本プログラムは、環境がテーマであり、ムーンショットの他のプログラムよりも規制や制約の中で進めなければならない点で難易度が高いが、多くのプロジェクトにおいてチャレンジングな開発に取り組みつつも、短期間で有意義な成果をあげアウトカム目標達成に向けて着実に進捗しているものと考えられる。

アウトプット目標においては、すでにプロジェクトが関与した新会社の設立や、2025年の大阪・関西万博にてパイロットスケールでの実証試験を予定しているなど、成果は順調に出つつあり、予め定めた2030年の目標からバックキャストした中間目標を達成している。

今後は、スタートアップの創出とそこへの官民の資金流入の流れをグローバルに注視しながら、各プロジェクトのアウトカム見通しが適切であるか確認し、国際競争で負けないように留意していくことが求められる。また、海外の動向を踏まえると、研究開発及び社会実装に向けた取り組みを加速する必要がある、特にCDRについては、アウトカム目標の解像度を上げ、ポートフォリオを拡充することが望ましい。さらに、パイロットスケールでの実証試験については、費用対効果を最大限にするためにも、その計画や成果について、海外に強く発信していくことを期待する。

1. 3 マネジメント

プログラムディレクター（PD）及びサブPDの下、技術動向調査、ポートフォリオの決定、実施者間での連携促進などを実施する体制が有効に機能している。

受益者負担の考え方においては、ムーンショットプログラムで行っているプロジェクトは、まさに「事業化のために長期間の研究開発が必要かつ事業性が予測できない」研究であることから、委託事業として適切である。また、産業界との橋渡しについても、アウトリーチ活動、スピンアウト等で実績があり評価できる。

研究開発計画においては、アウトプット目標、達成に必要な要素技術、要素技術間での

連携、スケジュールなどについて、積極的な検討と見直しが行われており、前回の中間評価指摘事項への対応も積極的に行われている。また、目標達成に向けたポートフォリオの見直しが行われていることも評価できる。

今後は、特に技術的に新規性が高い研究プロジェクトに関しては、ブレークスルーを目指す上で、他の科学技術の導入が必要な場合が多いことから、各テーマ間の共同研究に対する支援の拡充を積極的に進めていただきたい。また、研究者、研究チームが国際競争の中で、研究開発に専念できるような環境整備に引き続き注力していただきたい。様々な外部環境の情報提供（論文情報だけでなく、特許、企業動向など事業化に向けた多面的な情報提供）を PD、プロジェクトマネージャー（PM）中心に適切に研究者に提供できることを期待する。

(参考) 分科会委員の評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

<肯定的意見>

- ・ 「地球環境を回復させながら都市文明を発展させる」という本プログラムの目標を基に、研究の方向を明確に示している。
- ・ 取り上げられたものは、「挑戦的かつ革新的」テーマである。積極的に研究の評価と見直しを行っていると言える。
- ・ しっかりと管理、運営されていると思われる。
- ・ 位置づけ・意義は、適切である。目標4は日本が世界をリードできる可能性が高いプロジェクトを擁しており、引続き本プログラムの実施、支援が必要である。
- ・ 当初計画から順調に進捗しているもの、ピボットが必要なもの、新規で取り上げる必要があるもの、それぞれの区別が適切にできている。
- ・ グローバルな観点での知財戦略を注視したマネジメントが議論されており、適切に進められている。
- ・ 本事業の位置づけは、プロジェクト当初から不変で、意義のあるものである。
- ・ プロジェクトが目指す、時間軸の下に可能性のある技術について、検討が行われている。
- ・ 有用な技術の利活用およびオープンイノベーションを語るべく対外公表、論文、特許出願などが進むなどオープン・クローズ戦略に整合している。
- ・ ライフサイクルの観点で各技術の有効性を確認している点は評価できる。
- ・ ムーンショット目標4は人類の存続に関わる極めて重要かつ達成が困難な目標である。本プログラムでは、当該目標やプログラムで実施している各プロジェクトの位置づけが適切かつ明確に示されている。プログラム開始後の世界の動向を鑑みると、国主導で実施する意義は益々大きくなっている。
- ・ 大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な取り組みが行われている。
- ・ オープン・クローズ戦略、知財の取り扱い、標準化戦略はいずれも適切かつ妥当である。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 海外出願に関しては、現時点ではまだ整理しきれていない段階かと思うが、全体像が把握できるように（出願内容、範囲、競合がわかるように）、今後各プロジェクト毎に整理していったほしい。
- ・ 今後、トライアンドエラーを繰り返す研究開発において無理に時間軸を重ねる是非もあろうかと思うが、委託事業である以上、時間軸設定に関してはそれぞれのプロジェクトに即した設定が望ましい。続ける判断、やっても意味のないものは断念するプロジェクトもあると思うが、明確な基準をもって線表をひいて引ききれものではないことを理解しつつも、継続要否の判断を図って頂きたい。
- ・ 社会での実装を見込む将来が、どのような社会であるか確実なことはわからない。

その不確実性の中で、どのように判断するかは難しい。

- ・ 海外の動向を踏まえると、特に二酸化炭素除去（CDR）については、開発及び社会実装を加速すべきである。そのために、アウトカム達成に至る道筋を見直す必要がある。企業主体のプロジェクトにシフトするためにも、官主導での市場創出や海外進出等の支援を強化すべきである。

注）CDR：Carbon Dioxide Removal

- ・ CDR や海洋生分解性プラスチックに関しては、海外との連携を更に強化し、標準化戦略に係る取り組みを進める必要がある。

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

- ・ 外部環境の変化に関して十分に分析されており、目標に関しては変更はないという結論は妥当と思われる。
- ・ かなり積極的に研究内容の評価を行っている。各研究開発プロジェクトにおける成果とそれに対する評価に基づき、プロジェクト間の共同研究の推進やスピントアウト活動への援助が行われており評価に値する積極的な研究支援だと思う。すでにプロジェクトが関与した新会社の設立も行われており、成果は順調に出つつある。得られた成果の宣伝活動も国内外でしっかりと行われている。関西万博での実証プラントの設置と試験実施計画など、プロジェクトの見える化にも熱心である。
- ・ アウトカム目標は、適切である。目標4は、環境がテーマであり、他のテーマよりずっと規制や制約の中で進めなければならない点で難易度が高いが、これまで適切なモニタリングのもとで成果が出ている。
- ・ 今は実装を議論する状況ではないが、予め定めた2030年までの当面の目標をバックキャストした目標には達成している。数多くの対外発表およびラボレベルを卒業しベンチレベルに進捗が得られるなど、概ね順調に研究開発が進められている。
- ・ 現時点において考課可能な、アウトプット指標・目標値を見直している。必要な論文発表や特許出願が行われている。
- ・ 多くのプロジェクトにおいて、チャレンジングな開発に取り組みつつも、短期間で有意義な成果をあげ、アウトカム目標達成に向けて着実に進捗しているものと考えられる。
- ・ 前倒しで研究開発を進め、2025年の大阪・関西万博にてパイロットスケールでの実証試験を予定している、また、目標達成に向けて相当の学術成果をあげているなど、高い評価に値する状況にある。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ これまでに行われた評価と見直しが妥当であるかを評価するのにはまだ時間がかかると思われる。二酸化炭素の資源化に関しては、DAC（二酸化炭素濃度 約 400 ppm）と産業界からの排ガス（二酸化炭素濃度数%～十数%）の活用を完全に切り

分けるべきかどうかに関して、さらに議論を進めて欲しい。基本的に低濃度二酸化炭素の処理である点は共通の部分も多々あると思われる。他のプロジェクトとの関係もあるが、慎重に検討していただきたい。

注) DAC : Direct Air Capture (二酸化炭素の直接空気回収技術)

- ・ 今後、さらに各テーマ間の共同研究に対する支援を拡充していただきたい。特に、技術的に新規性が非常に高い研究プロジェクトに関しては、ブレークスルーを目指すには他の科学技術の導入が必要な場合が多いので、積極的に進めていただきたい。
- ・ ムーンショット対象の長期的視点での研究開発でも、昨今は国内外でスタートアップの創出、そこへの資金流入が加速している。今後のマネジメントにおいて、スタートアップとそこへの官民の資金流入の流れをグローバルに注視しながら、各プロジェクトのアウトカム見通しが適切であるか確認して欲しい。必要があれば、省庁を超えた研究者支援 (NEDO、JST) の視点で国際競争で負けないように留意していただきたい。

注) JST : Japan Science and Technology Agency (科学技術振興機構)

- ・ 2030 年に想定しているパイロットレベルの成果を目指すにあたり、目標設定や成果目標の設定が難しい。対抗技術などのベンチマークも大事だし、開発項目の特性に即した成果・ポテンシャルを関係者に示すことが必要になる。目標というか目標イメージ (この技術により、世はどのように変わるのか。どのように社会に実装されることが想定されるのかなど。) はクリアにしながら、杓子定規にならないよう目標設定は創意工夫を求めたい。
- ・ 海外の動向を踏まえると、研究開発及び社会実装に向けた取り組みを加速する必要がある。今後、特に CDR については、アウトカム目標の解像度を上げ、ポートフォリオを拡充することが望ましい。
- ・ パイロットスケールでの実証試験については、費用対効果を最大限にするためにも、その計画や成果について。今後、海外に強く発信していくべきである。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

- ・ 各テーマの実施者間の情報交換の場や、共同研究への積極的な援助などが行われている。研究内容の幅広いプログラムであるが、責任者を中心に、各テーマの専門家を PM として採用しており、十分な評価、指導体制と思われる。2022 年度には、ポートフォリオを見直し、それに伴って第 5 分科会を設置するなど、プログラムの内容の見直しとそれに対応する改善も積極的に行われている。
- ・ ムーンショットプログラムで行っているプロジェクトは、まさに「事業化のために長期間の研究開発が必要かつ事業性が予測できない」研究である。委託事業として相応しい。
- ・ アウトプット目標、達成に必要な要素技術、要素技術間での連携、スケジュールは何れも積極的に検討されており、必要な場合は見直しもされている。中間評価への

対応も積極的に行われた。得られた成果の評価を基にして、プロジェクトの中止も決断されているが、その後の研究者へのサポートも行われている。PM マネジメント会議が各分科会で定期的に行われており、PD やサブ PD による研究現場の視察も積極的に行われており、適切な活動である。

- ・ 実施体制は、適切である。海外企業の視察など、NEDO の立場でなければならない情報提供を行っており、外部環境に即した適切な支援ができています。
- ・ 受益者負担の考え方は、適切である。本プログラムの設計、開始時からの進捗から判断し、受益者負担の設計及び中間評価での審議は適切に運営されている。産業界との橋渡しについても、アウトリーチ活動、スピナウト等で実績があり評価できる。
- ・ 研究開発計画は、適切である。研究開発計画の承認、モニタリングは適切に行われ、各プロジェクトへのフィードバックも適切に行われている。
- ・ プロジェクトの進捗を図る中で、企業との連携を図るなど、実用化・事業化に向けた対応を行うなど、対応が講じられている。ムーンショット目標達成に向けたポートフォリオの見直しも行われており、妥当である。
- ・ プロジェクトの進捗を図り、本プロジェクトの目的を照らし継続を検討しており、妥当と考える。産業界との連携について、一部のプロジェクトにおいて、成果が出ている。
- ・ 現在まではラボレベル中心のプロジェクト運営が図られてきた経緯だが、今後、パイロット、商用化を目指す上で、要素技術、要素技術間の連携が有用と思料する。国際連携について、プロジェクトごとに効果的に推進されている。
- ・ PD ならびにサブ PD によるマネジメントが有効に機能していると考えられる。
- ・ 各研究要素の状況等を判断して、スピナウト等、適宜判断されている点が評価できる。
- ・ 適切な執行機関（METI/NEDO）及びプログラムディレクターのもと、技術動向調査、ポートフォリオの決定、実施者間での連携促進などを実施する体制が有効に機能している。
- ・ 対話を重視した研究現場進捗確認やマネジメント会議及び各分科会などでの議論など、プログラム全体で目標達成に向かうように、優れたマネジメントがなされている。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 中間評価で指摘された「共同研究の積極的な推進」と「研究プロジェクトを打ち切る場合のサポート」は、日本におけるこの分野の研究の推進に重要である。今後も継続してほしい。
- ・ 研究者、研究チームが国際競争の中で、研究開発に専念できるような環境整備に引き続き注力していただきたい。具体的には、様々な外部環境の情報提供（論文情報だけでなく、特許、企業動向など事業化に向けた多面的な情報提供）を PD、PM 中

心に適切に研究者に提供できるようにしていただきたい。

- プロジェクトが発展するにつれて、企業関与などを要するなど、マネジメントが重要になりうる。情報連携を有機的に図るべく、本プロジェクトにあるべきマネジメントや運営の方法を工夫頂きたい。
- ムーンショットなので、PM の描くビジョンが先鋭的で、PD・サブ PD・その他の専門家の理解が追いつかず有望なテーマを棄却することがないようにしたい。
- 本プログラムの特性により、現時点での費用対効果について判断することは難しい。一方、目標 4 達成の重要性と難易度の高さを鑑みると、今後、ポートフォリオはまだまだ拡充する必要がある。総予算を増やすことが望ましいが、いずれにしても限られた予算を最大限に活用するためには、①ラボ～ベンチレベルのプロジェクトを積極的に増強する、②パイロットについては、その技術の特性（スケールアップの難易度等）次第では国費以外も活用し、シームレスに商用化に繋げる仕組みを導入する、といったことも検討すべきである。

2. 評点結果

評価項目・評価結果		各委員の評価					評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋							
(1)本事業の位置付け・意義	A	A	A	A	A	3.0	
(2)アウトカム達成までの道筋	A	A	B	B	B	2.4	
(3)知的財産・標準化戦略	A	B	A	A	A	2.8	
2. 目標及び達成状況							
(1)アウトカム目標及び達成見込み	A	A	A	A	A	3.0	
(2)アウトプット目標及び達成状況	A	A	B	A	A	2.8	
3. マネジメント							
(1)実施体制	A	A	A	B	A	2.8	
(2)受益者負担の考え方	A	A	B	A	B	2.6	
(3)研究開発計画	A	A	A	A	A	3.0	

《判定基準》
A：評価基準に適合し、非常に優れている。
B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。
C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。
D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

（注）評点は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算・平均して算出。

第 2 章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

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	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。 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。 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。		
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋			
1.1 本事業の位置付け・意義	＜本事業の位置づけ＞ 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。同指針の評価の視点は別紙 1 を参照。 ＜本事業の意義＞ 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。 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		
1.2 アウトカム達成までの道筋	＜事業開始時から現在まで＞ 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。（⑦大胆な発想に基づく挑戦的・革新的な取り組み） 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。		
1.3 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、欧州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			
2.1 アウトカム目標及び達成見込み	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		

	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。 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。 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ニングア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。 （③MS 目標達成等に向けた今後の見通し） 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）																																										
2.2 アウトプット目標及び達成状況	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。 【クールアース】 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。 【クリーンアース】 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。 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。 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） 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） <table><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><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></table> ※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		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. マネジメント																																											
3.1 実施体制	(1)「実施体制」及び「制度」の枠組み 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）や資源配分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。 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																																										

	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ンア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。 <table><tr><td></td><td>応募件数</td><td>採択件数</td><td>倍率</td></tr><tr><td>2020 年度</td><td>51 件</td><td>13 件</td><td>3.9 倍</td></tr><tr><td>2022 年度</td><td>18 件</td><td>4 件</td><td>3.6 倍</td></tr></table> (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もユニークなもの。 【見極め型】（スモールスタート） 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：技術的效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）		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
	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										
3.2 受益者負担の考え方	事業期間：2020 年度～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、スピン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ンア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）												
3.3 研究開発計画	<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、効率の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 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、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

- ・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てきた。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

ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針から抜粋

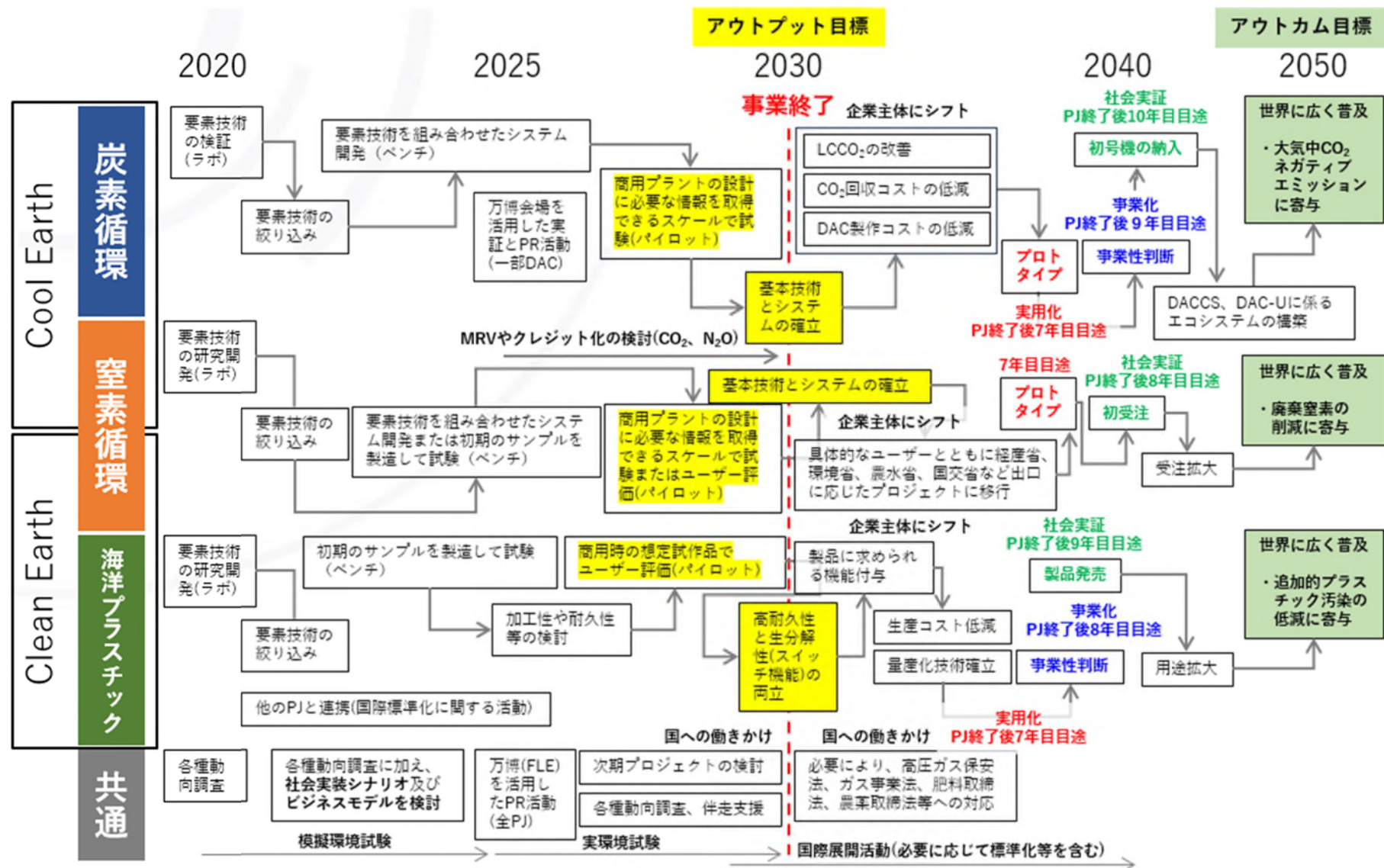
【評価の視点】

外部評価は主に以下の視点によるものとし、本視点に基づき、各研究推進法人は、関係府省と連携して、詳細な評価基準を別に定めるものとする。

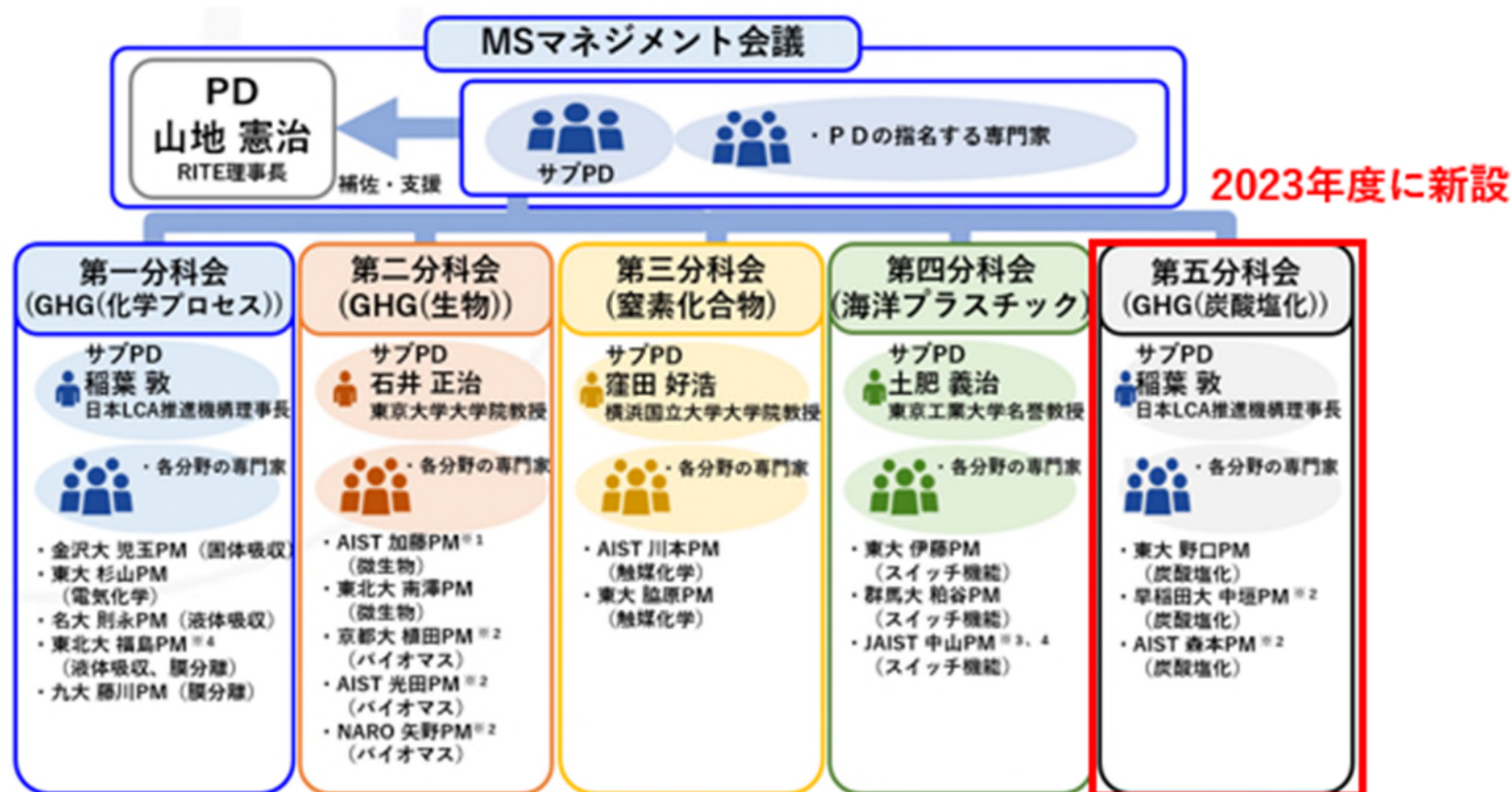
プログラムに関する評価

- ① MS 目標達成等に向けたポートフォリオの妥当性
- ② MS 目標達成等に向けたプログラムの研究開発の進捗状況
- ③ MS 目標達成等に向けたプログラムの研究開発の今後の見通し
- ④ PD のマネジメントの状況（ポートフォリオ管理、PM への指揮・監督、機動性・柔軟性等を含む）
- ⑤ 産業界との連携・橋渡しの状況（民間資金の獲得状況（マッチング）、スピンアウトを含む）
- ⑥ 国際連携による効果的かつ効率的な推進
- ⑦ 大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な取組
- ⑧ 研究資金の効果的・効率的な活用（官民の役割分担及びステージゲートを含む）
- ⑨ 国民との科学・技術対話に関する取組
- ⑩ 研究推進法人の PD/PM 等の活動に対する支援

ロジックモデル



実施体制



MSマネジメント会議と分科会

※1 2022年度末で終了 ※2 2022年度採択 ※3 2023年度にPM交代 ※4 2023年度末でスピンアウト

2. 分科会公開資料

次ページより、推進部署・実施者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「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

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

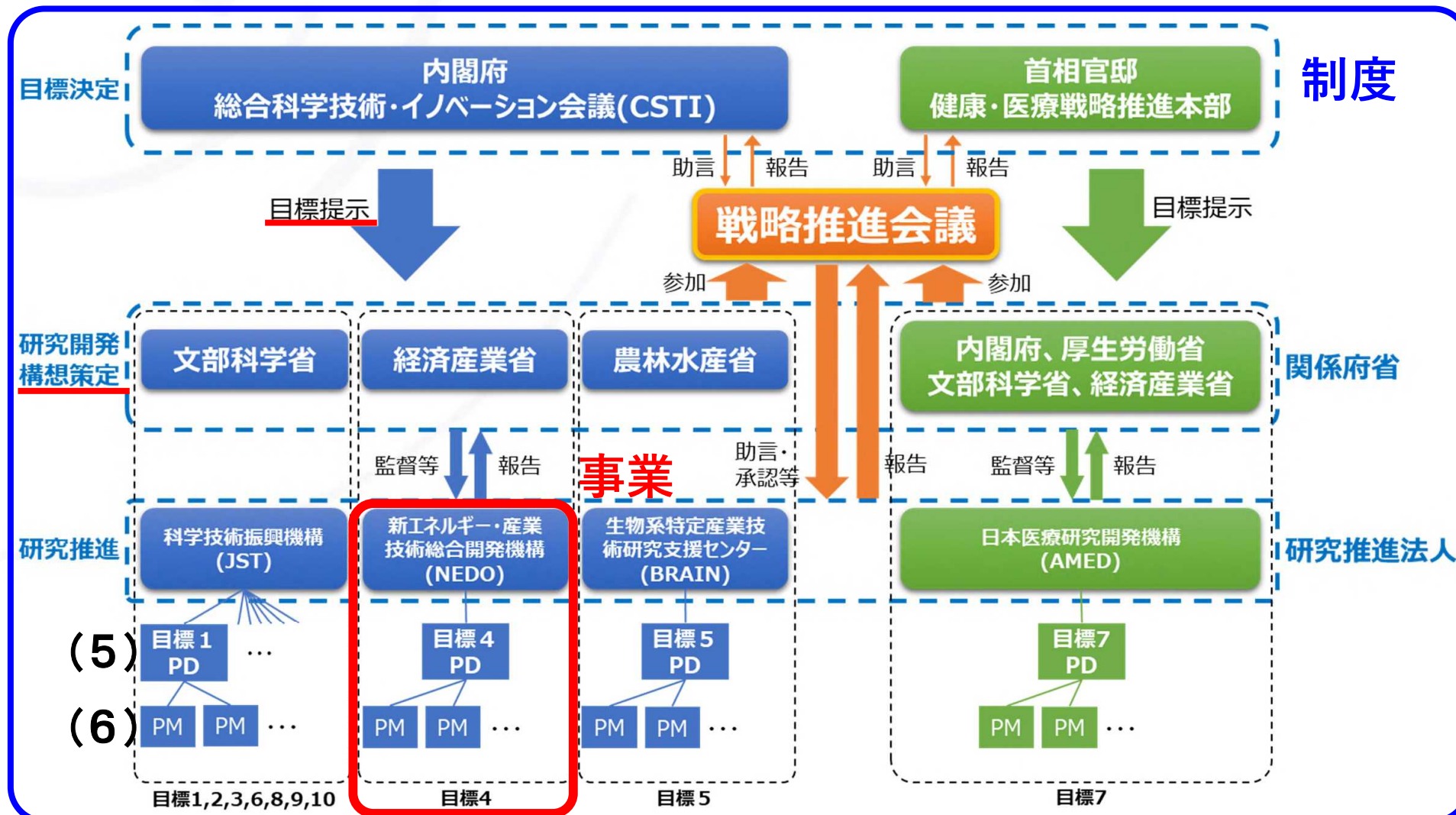
1. 制度の特徴

- 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、人々を魅了する野心的目標（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、こころ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、資源制約から解放された活力ある社会を実現

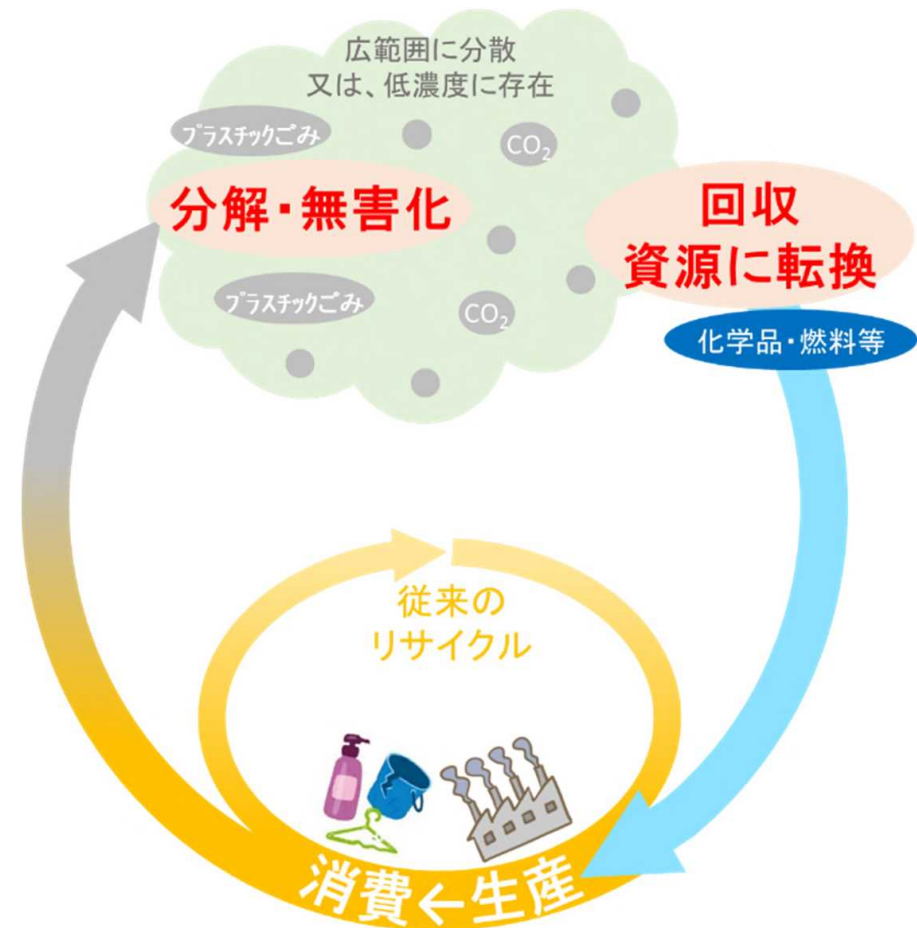
1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋 (1) 本事業の位置づけ・意義

ムーンショット目標4

・国において実施する意義

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

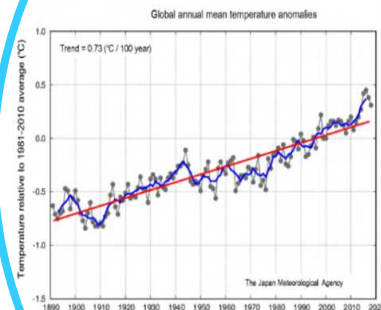
1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋 (1) 本事業の位置づけ・意義

ムーンショット目標4 設定の背景

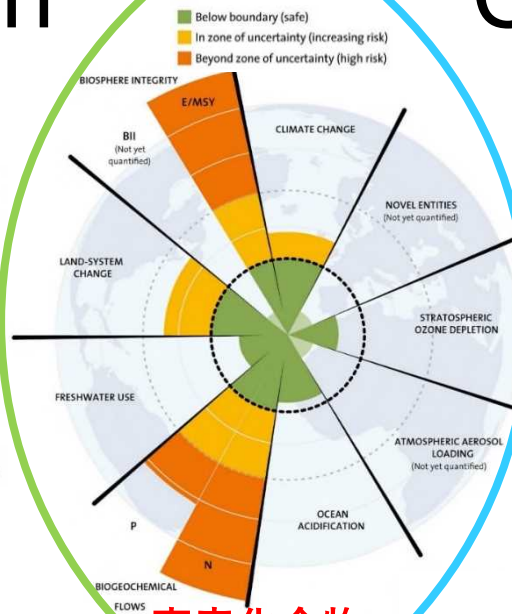
・ 国において実施する意義

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。

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

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**すると
かなり難しい

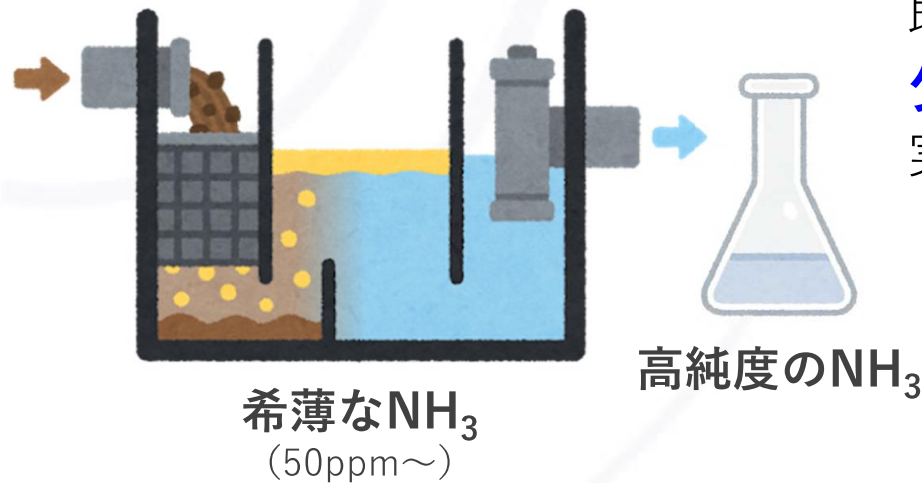
4
10,000



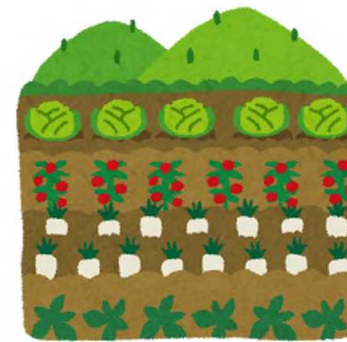
1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋 (1) 本事業の位置づけ・意義

・国において実施する意義

窒素化合物



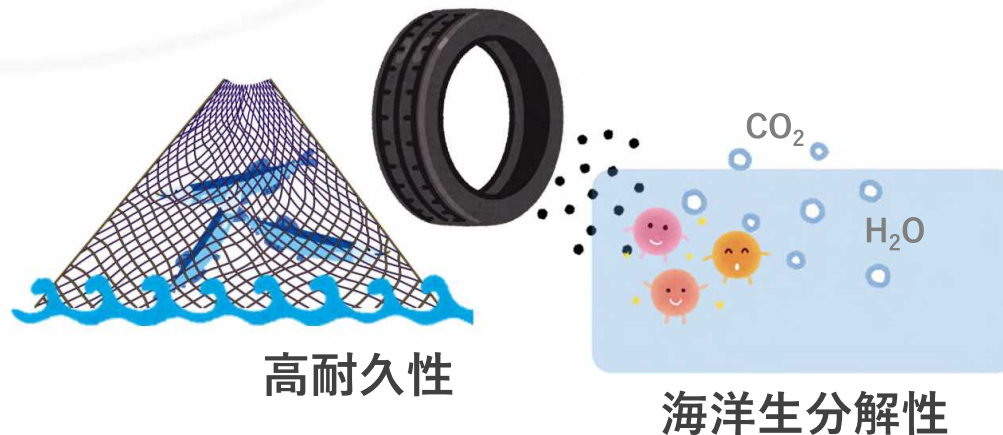
既存の排水処理やアンモニア製造よりも
少ないCO₂排出量と低コストで
実現できるか



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

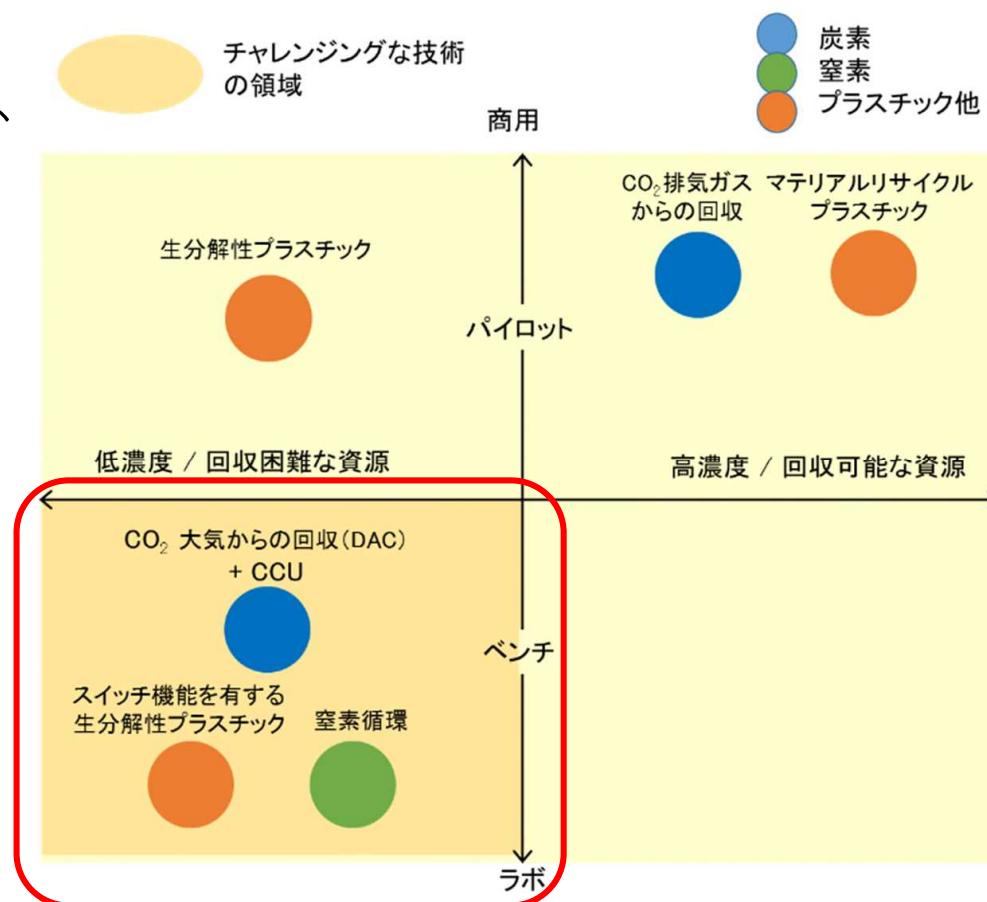
研究開発構想 ～研究開発の方向性(1)～

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

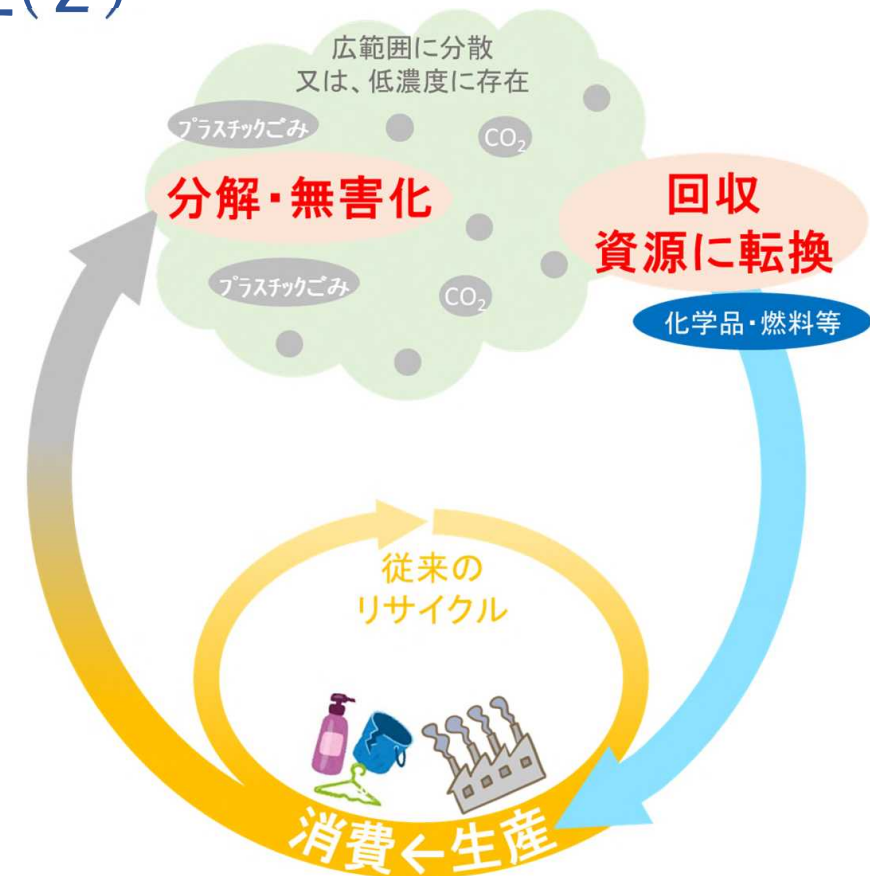
・国において実施する意義

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

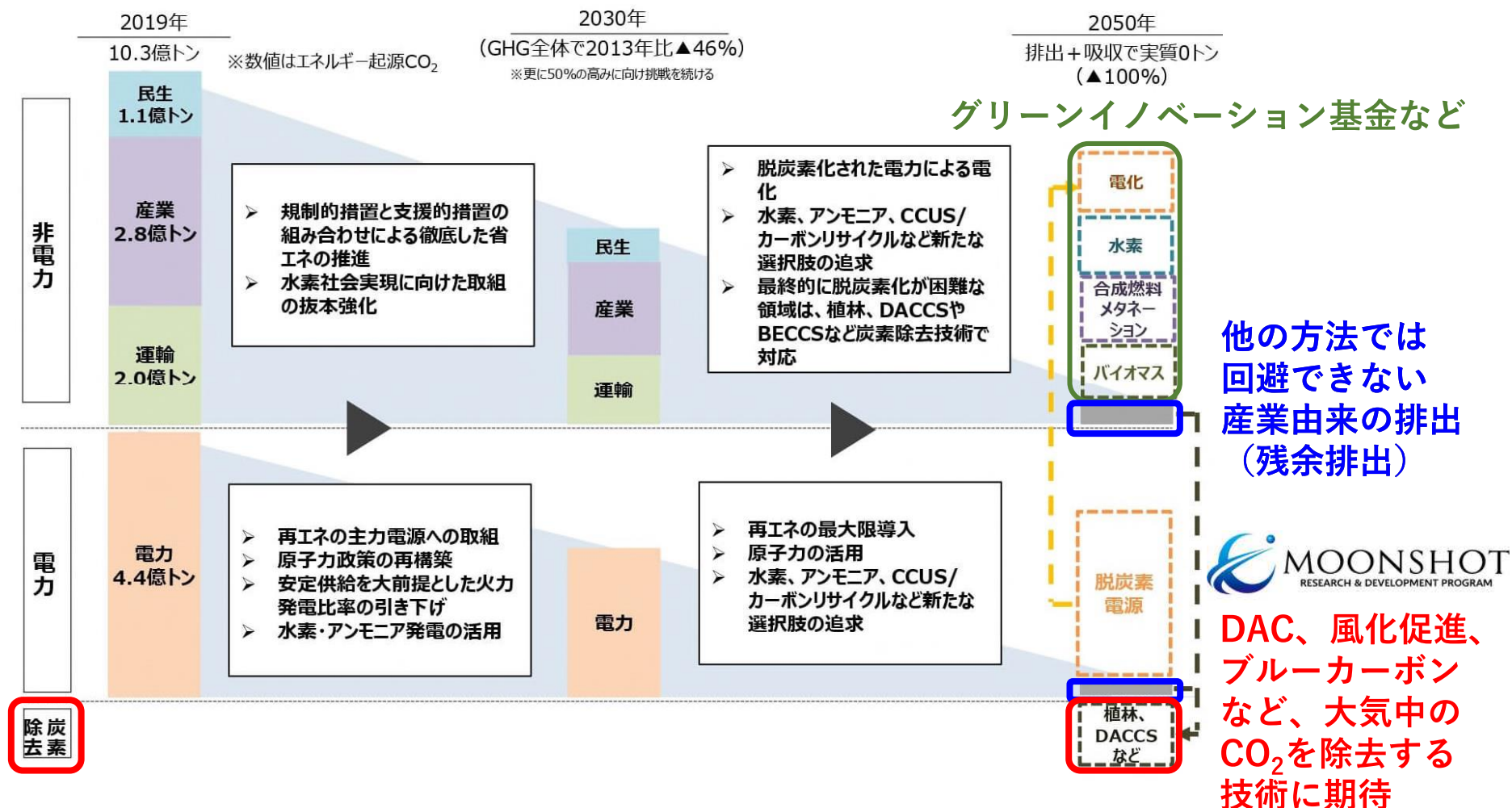


新たに実現する資源循環の例

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

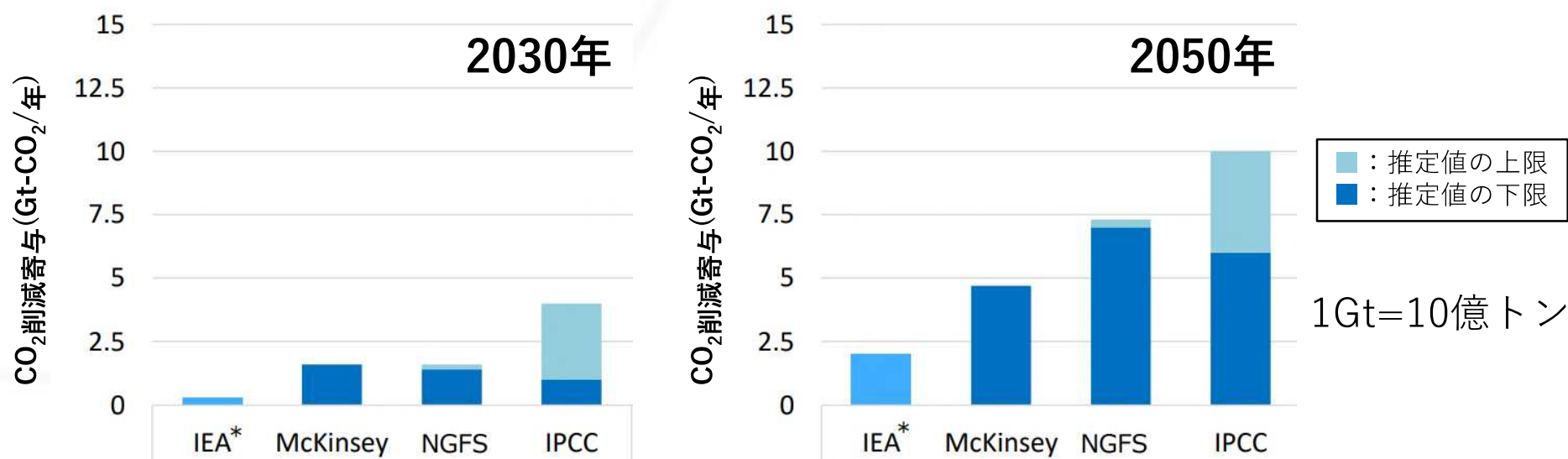


1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋 (1) 本事業の位置づけ・意義

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。



※IEAはDACCSとBECCSのみが対象
※NETs: Negative Emissions Technologies

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



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」こ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来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



直近の世界動向 ～Clean Earth(海プラごみ)～

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)～

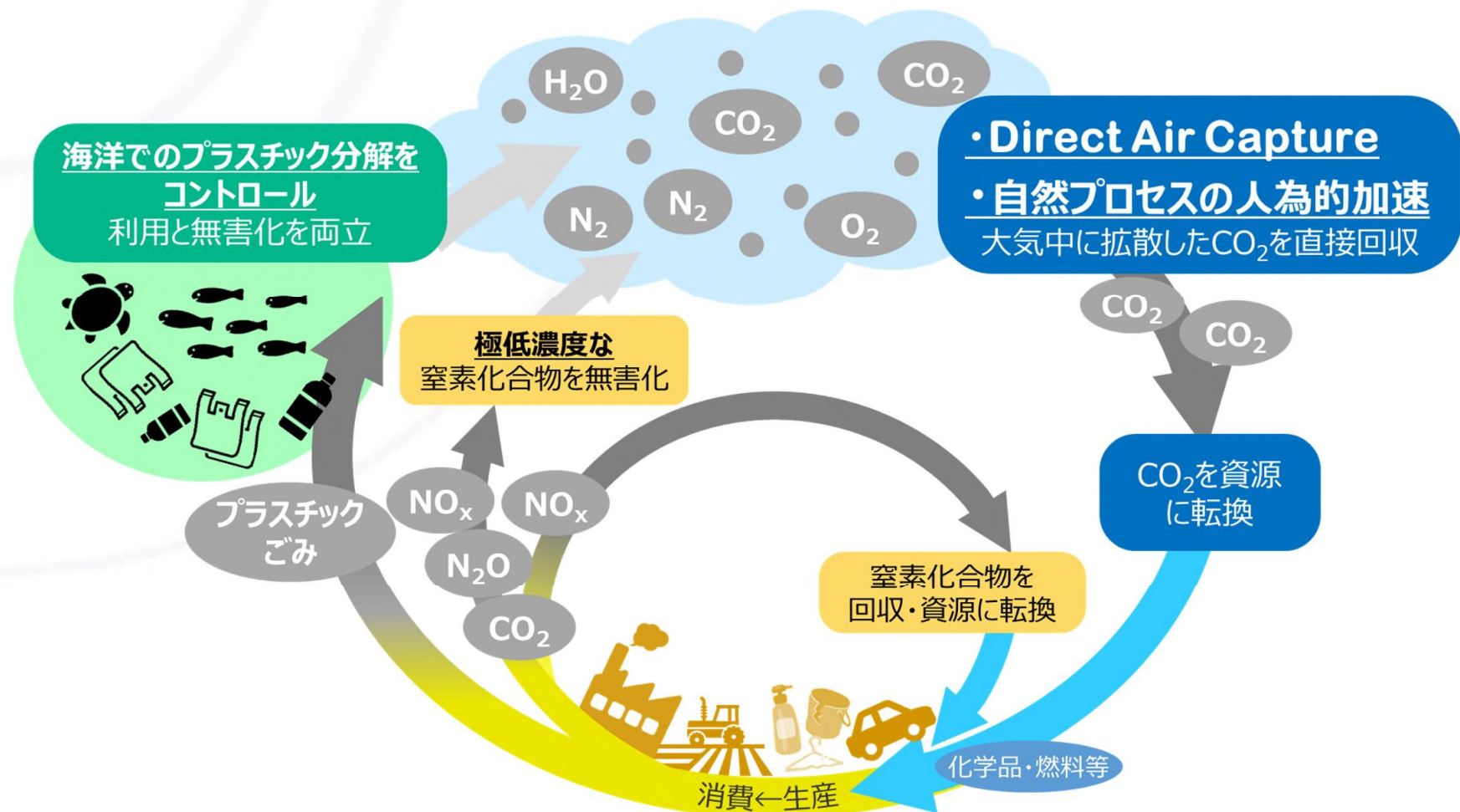
2019年3月 国連環境総会にて「持続可能な窒素管理に関する決議」に関する決議が採択

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、土壌、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

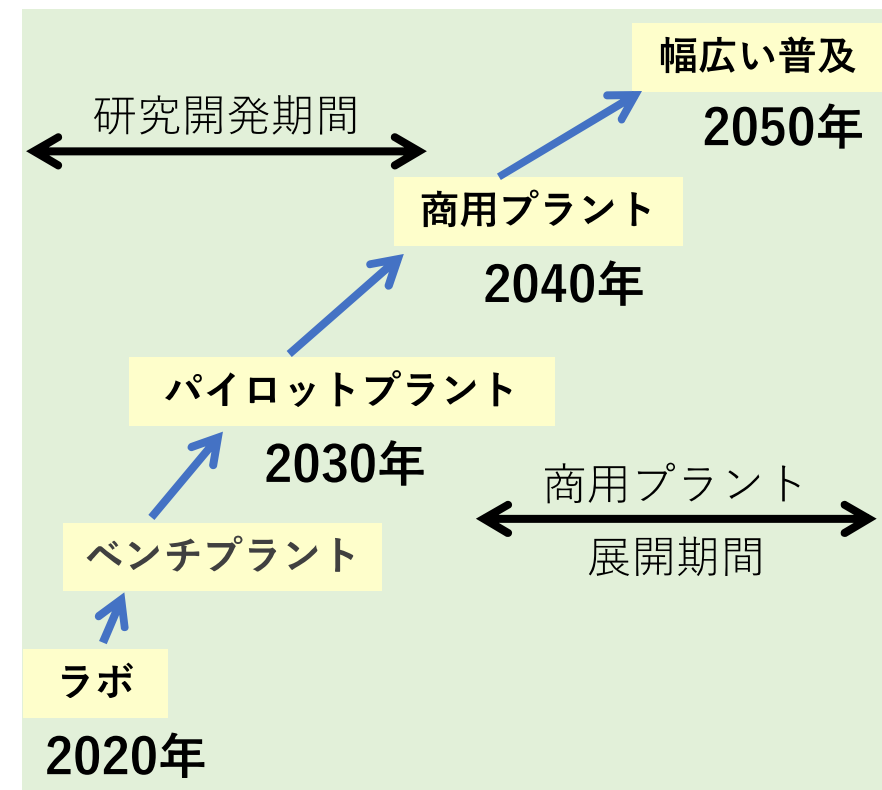
2050年までに、資源循環技術の商業規模のプラントや製品を世界的に普及させる。

Cool Earth

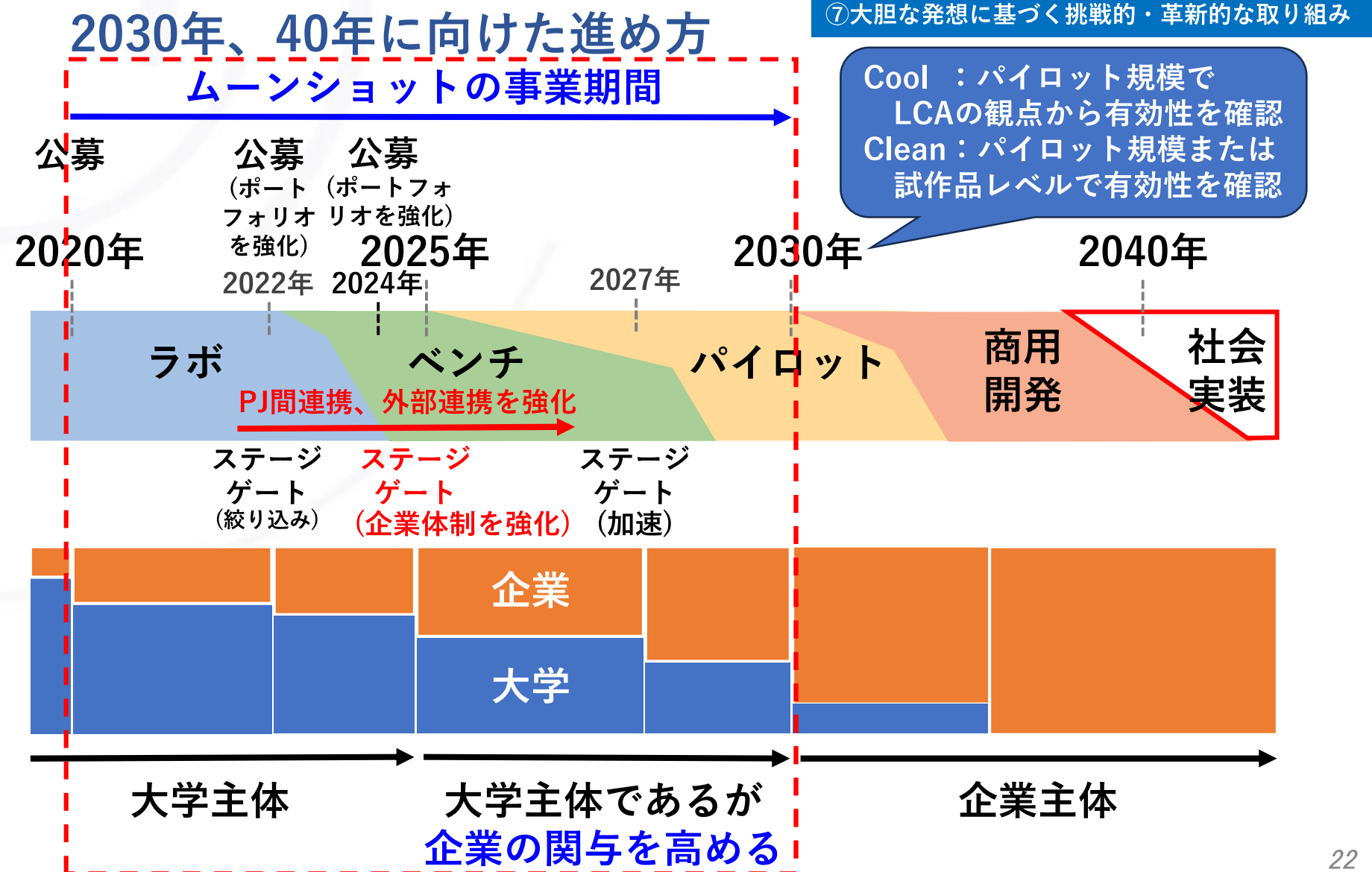
2030年までに、温室効果ガスに対する循環技術を開発し、ライフサイクルアセスメント(LCA)の観点からも有効であることをパイロット規模で確認する。

Clean Earth

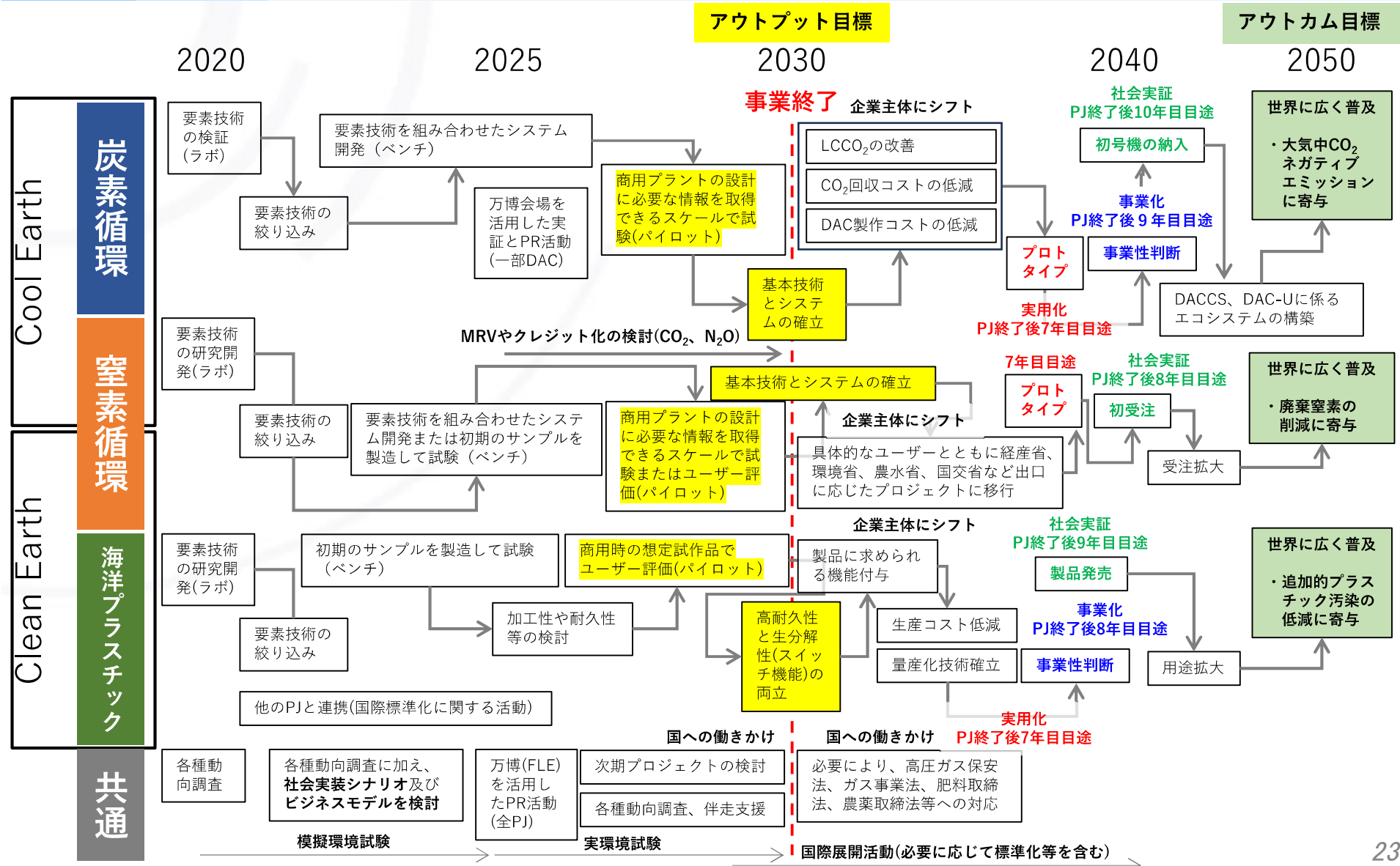
2030年までに、環境汚染物質を有益な資源に変換もしくは無害化する技術を開発し、パイロット規模または試作品レベルで有効であることを確認する。



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、欧州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。

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

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

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

2023年11月24日 プレスリリース



日本語 | ENGLISH

Topics
トピックス

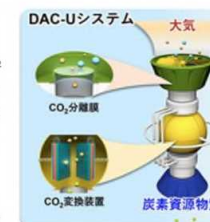
ナノ分離膜を用いた革新的CO₂回収技術を持つCarbon Xtract株式会社に九州大学初となる出資・事業参画

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。



分離膜によって、エアフィルターのように大気からCO₂を回収・濃縮し、様々な有用物質に変える装置「Direct Air Capture and Utilization (DAC-U®)」シ



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



NEDOによるムーンショットの説明



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

スタートアップによるスピナウト活動

CX Carbon Xtract

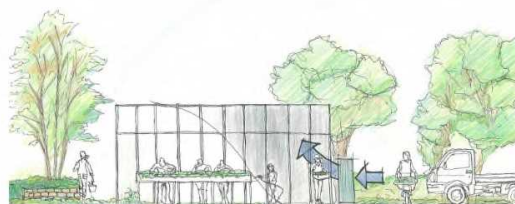
HOME Japanese / English

Our Technology About Us Contact Careers News

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

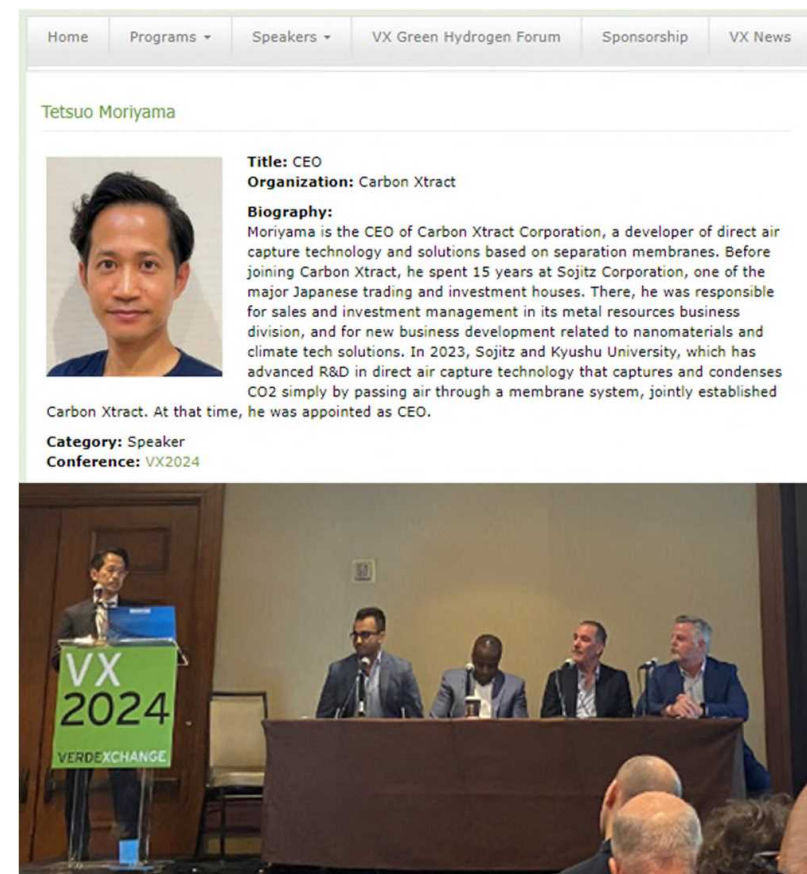
2024.03.13 プレスリリース

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[®]」）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/>



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

<参考>

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っ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 TRE HOLDINGS
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

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・インベストメンツを招聘し、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。

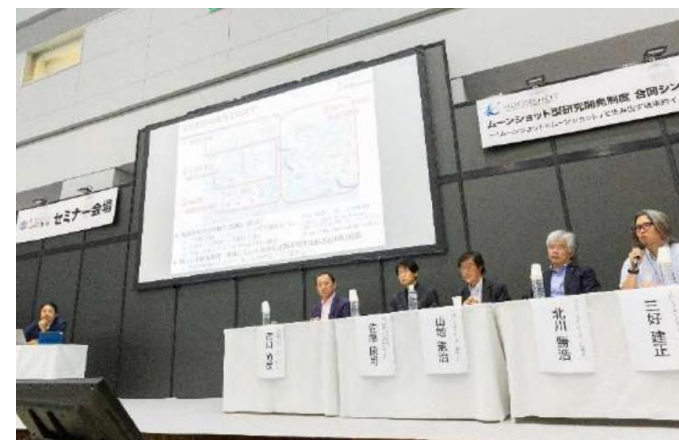
2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

⑨国民との科学・技術対話



成果報告会2022の様子（2023年1月17,18日）



合同シンポジウムの様子（2023年8月25日）



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

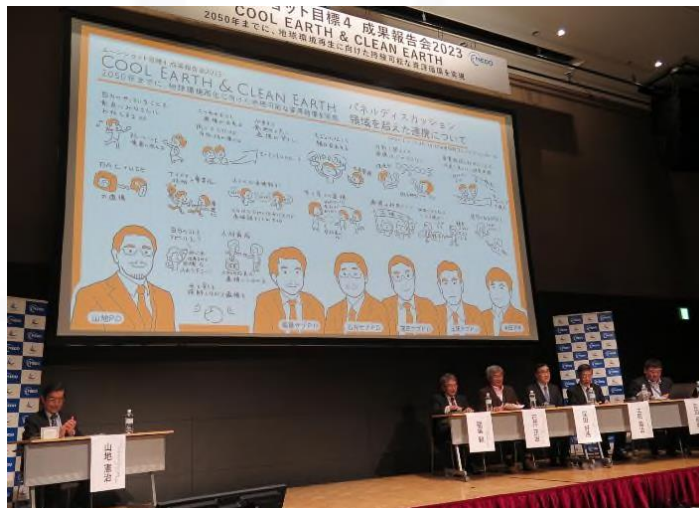


NHKシチズンラボ 出所：https://www.nhk.or.jp/citizenlab/all/soil_02.html 31

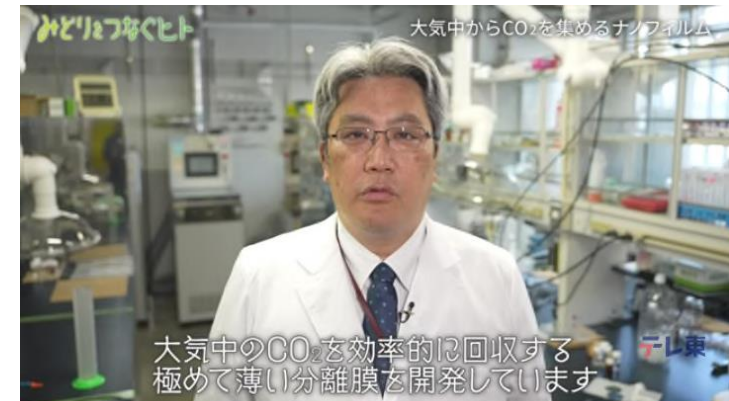
2. 目標及び達成状況

(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）



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/>



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>

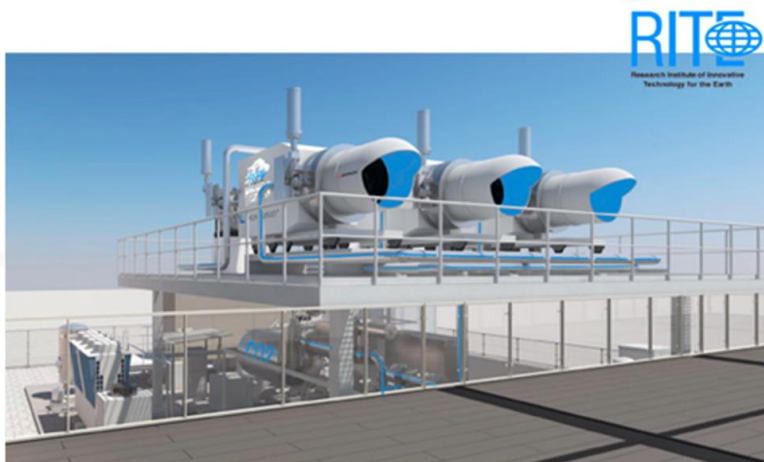
2. 目標及び達成状況

(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>

<再掲>

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～

・ 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

Cool Earth & Clean Earth

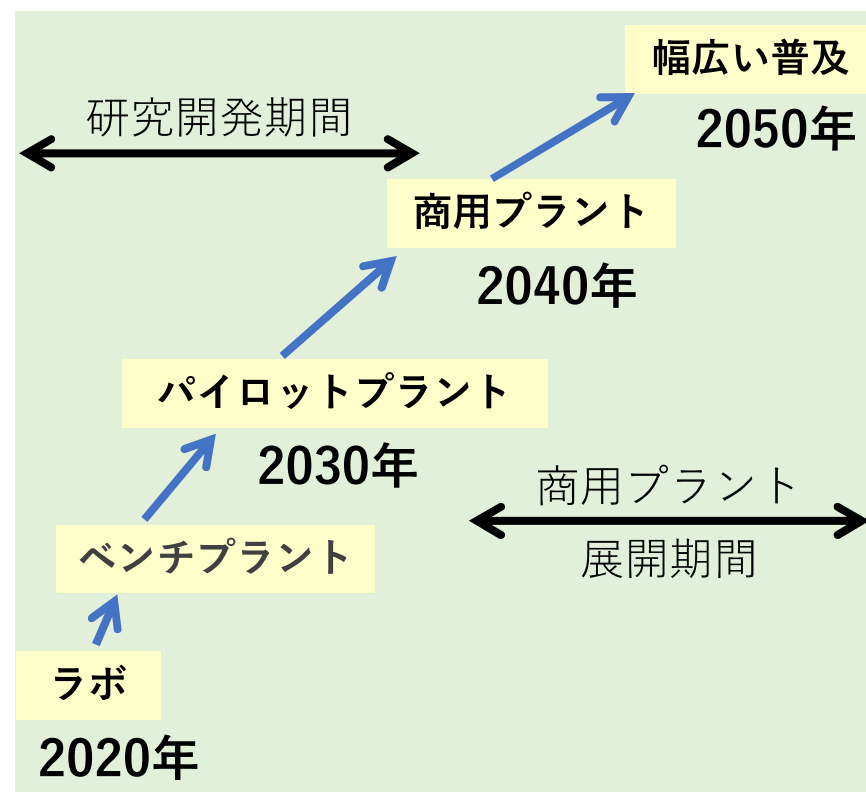
2050年までに、資源循環技術の商業規模のプラントや製品を世界的に普及させる。

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。



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～

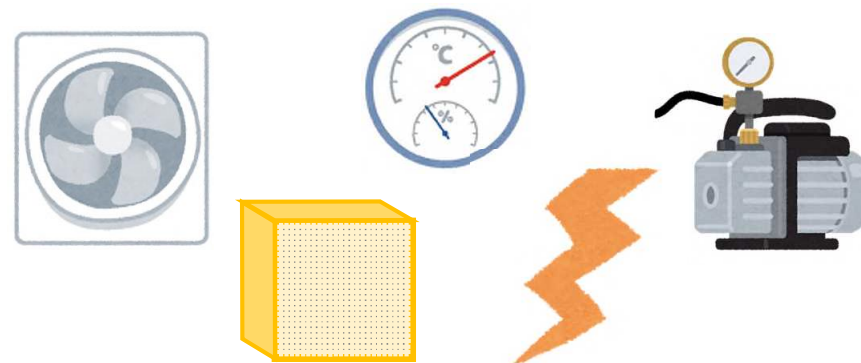
1. 大気中のCO₂を回収

要素技術を単位毎に検証

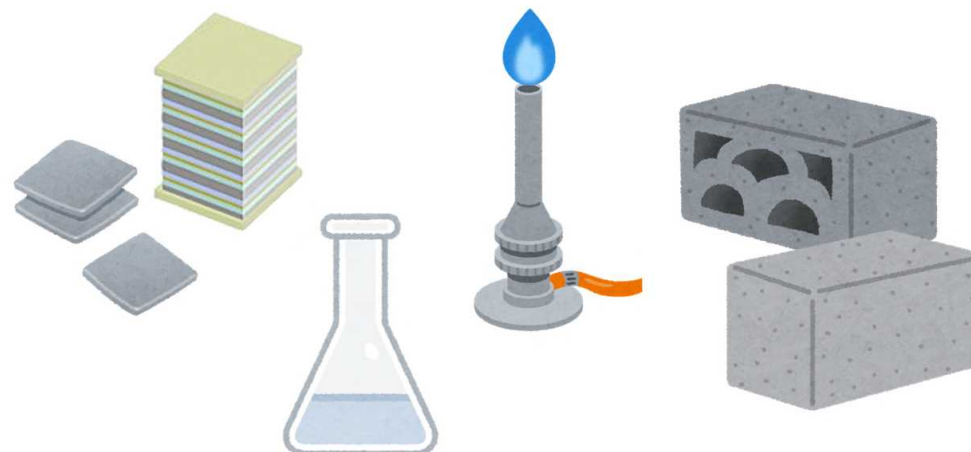
① CO₂を選択的・効率的に捕集する材料



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

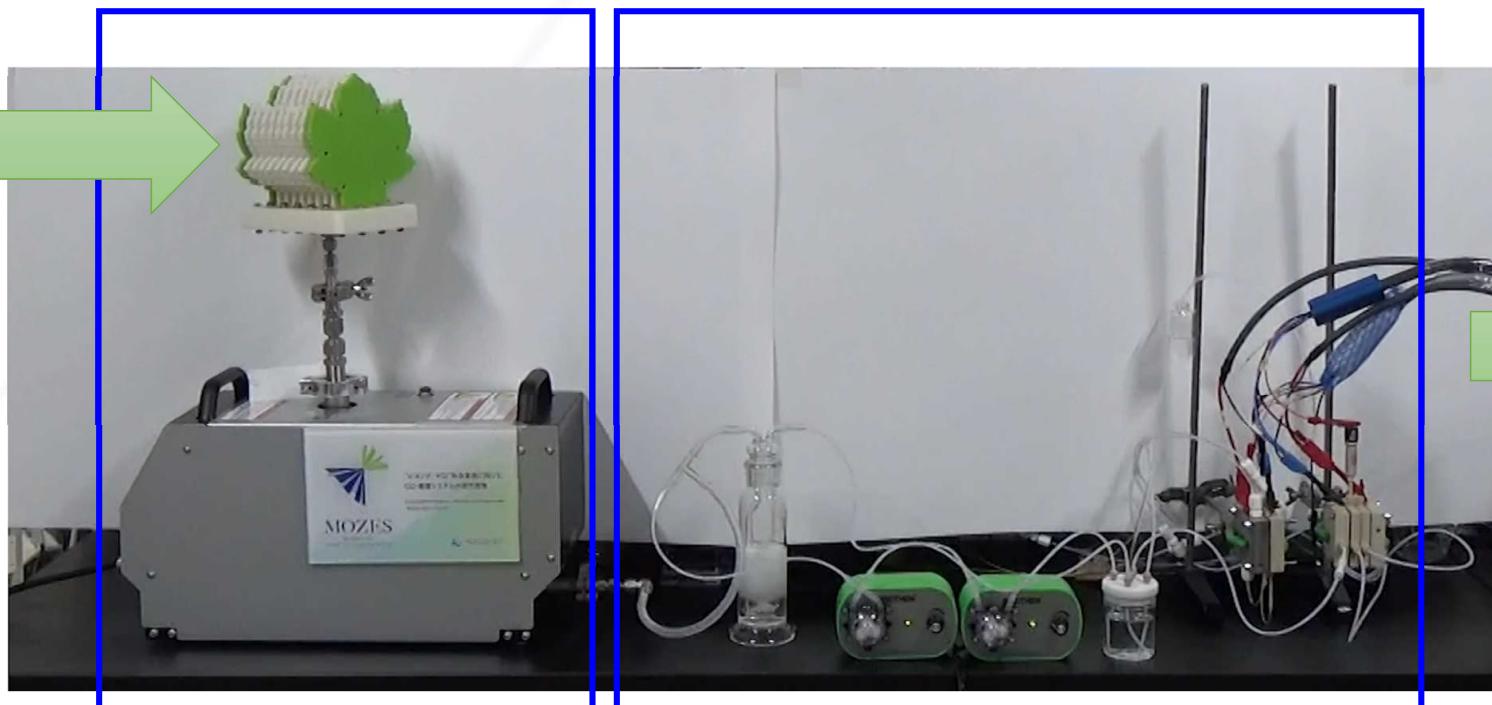
要素技術を組み合わせた一連のシステムとして試験

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%

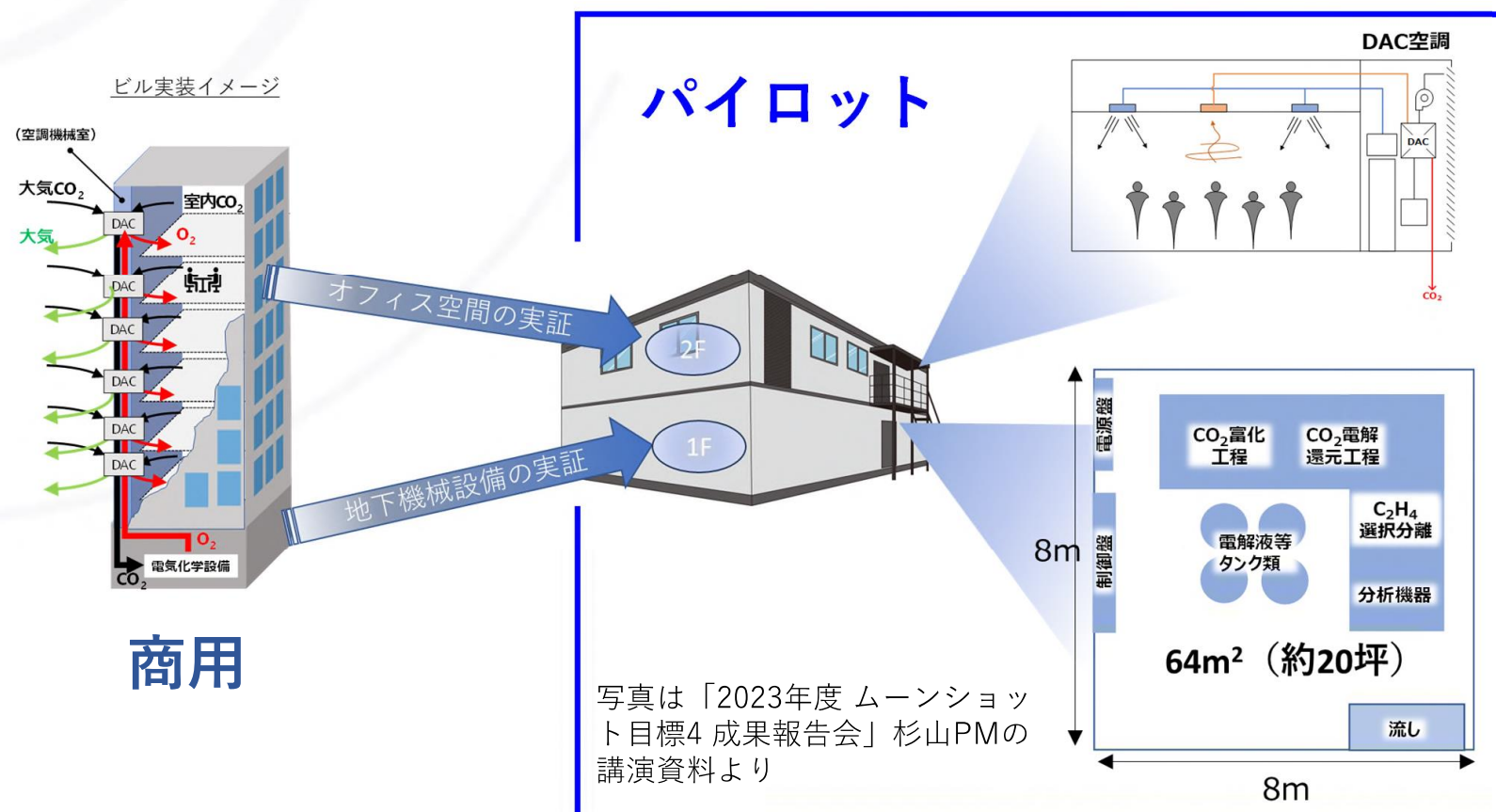


有用化学物質

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



※ DACにより回収するCO2量 > DACを動かすために排出されるCO2量（既存の電源構成を前提とする）

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

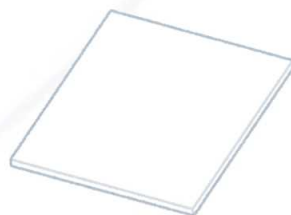
要素技術を
単位毎に検証



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



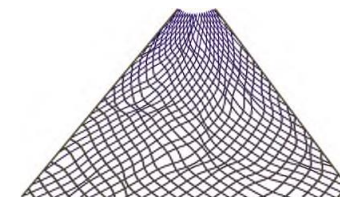
フィールド試験
を実施中

パイロット

商用時の想定試作品
でユーザー評価



商用

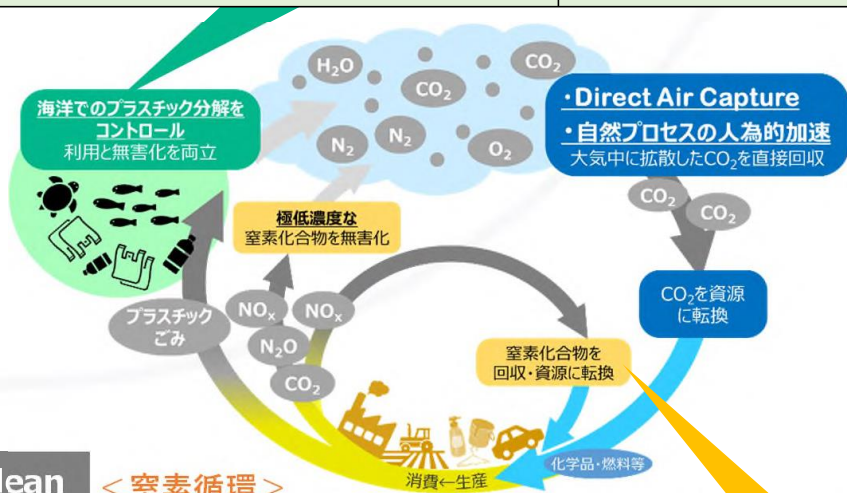


2. 目標及び達成状況 (2) アウトプット目標及び達成見込み

・国において実施する意義

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 粕谷 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

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 を固定するパ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”の開発	(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

※3 2023年度にPM交代

※4 2023年度末でスピナウト

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



則永 行庸

名古屋大学
教授

ラボ→ベンチ

化学吸収

大規模集中型



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



藤川 茂紀

九州大学
教授

ラボ→ベンチ

分離ナノ膜

中・小規模分散型



野 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

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

土壌微生物を用いて
農地由来の N_2O 排出を削減



川本 徹

産業技術総合研究所
首席研究員

ラボ→ベンチ

触媒

排ガス中・排水中の窒素化合物を
回収、資源転換、無害化



脇原 徹

東京大学
教授

ラボ→ベンチ

ゼオライト

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

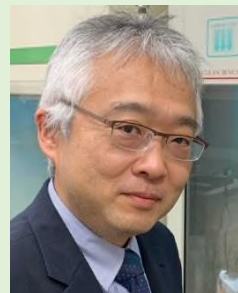


伊藤 耕三

東京大学
教授

ラボ→ベンチ

マルチロック型機構



粕谷 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

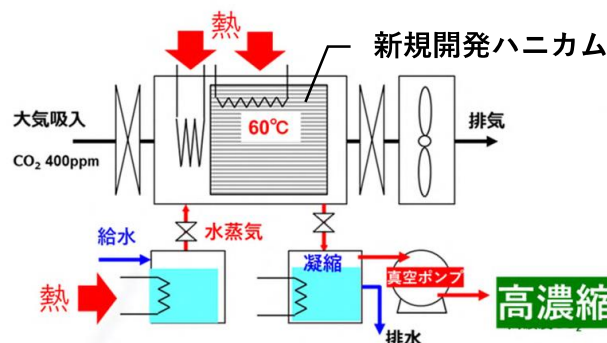
大気中からの高効率CO₂分離回収・炭素循環技術の開発

プロジェクトマネージャー

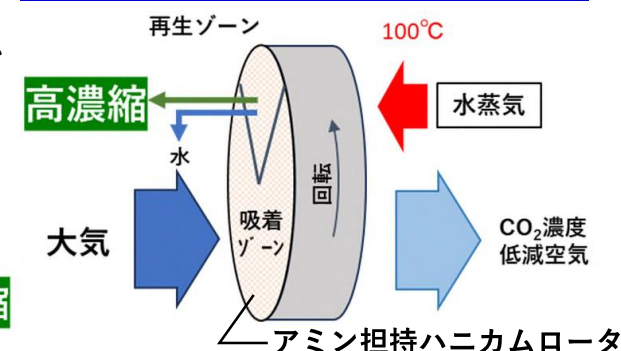


児玉 昭雄
金沢大学
教授

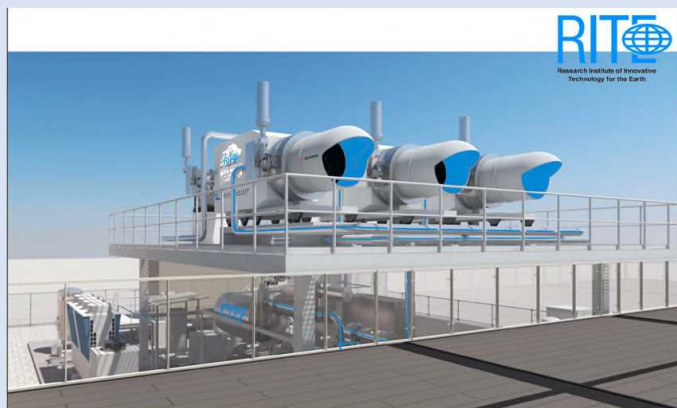
間接加熱＋低温蒸気再生DAC



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

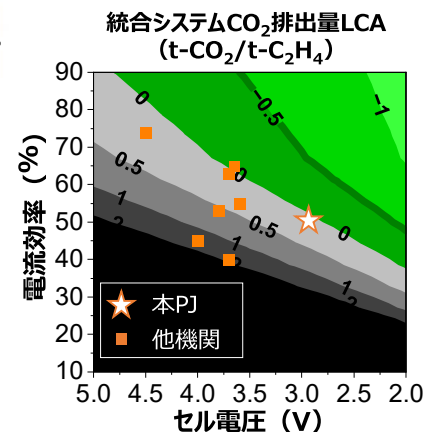
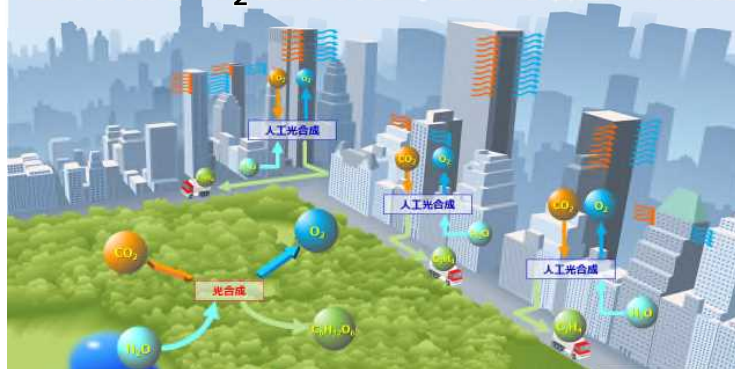
電気化学プロセスを主体とする 革新的CO₂大量資源化システムの開発

プロジェクトマネージャー



杉山 正和
東京大学
教授

ビル内外からCO₂を回収。再エネ電力により還元・資源化。



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+CO₂電解還元」統合システム

- ✓ 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



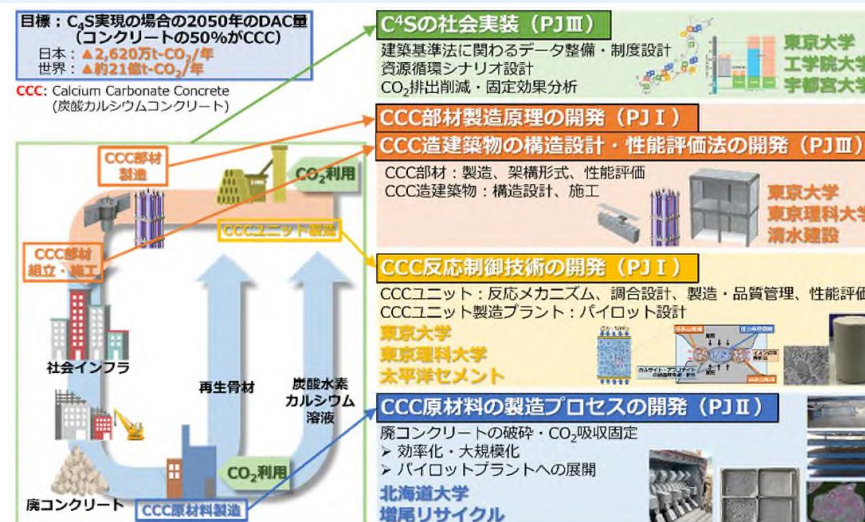
プロジェクトマネージャー



野口 貴文
東京大学
教授

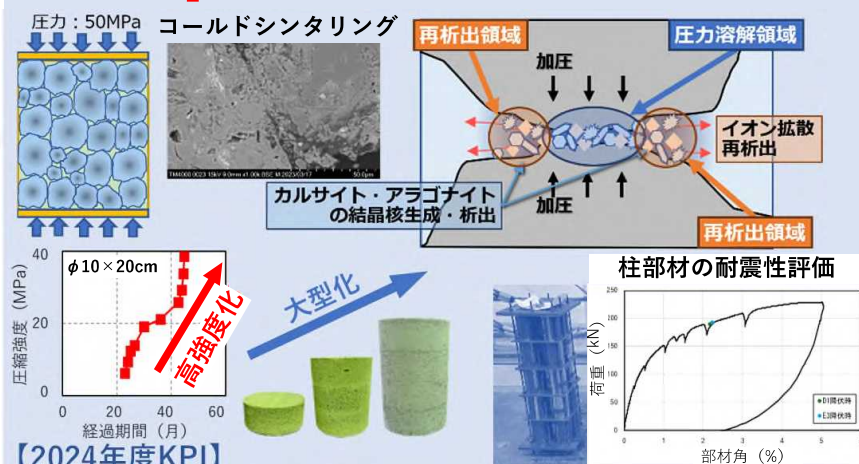
C⁴S: Calcium Carbonate Circulation System for Construction (建設分野の炭酸カルシウム循環システム)

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



- ✓ 廃コンクリートの粒度調整・含水制御により、自然環境の50倍速以上でのCO₂吸収・固定化を実現
- ✓ コールドシンタリングにより、φ10×20cmの試験体で強度40MPa (KPI: 30MPa) を実現
- ✓ CCCを薄肉鋼管で被覆してプレストレストをかけた柱部材で実用可能な耐震性能を確認
- ✓ 将来のCCC製造を可能とするサプライチェーンの最適化、カーボンマイナスの達成可能性を確認

■ 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

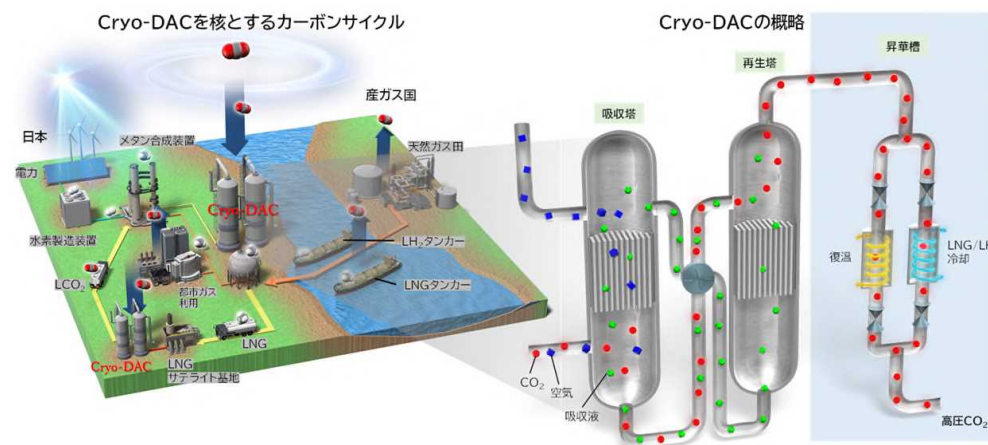
■ 模擬構造物の建設

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

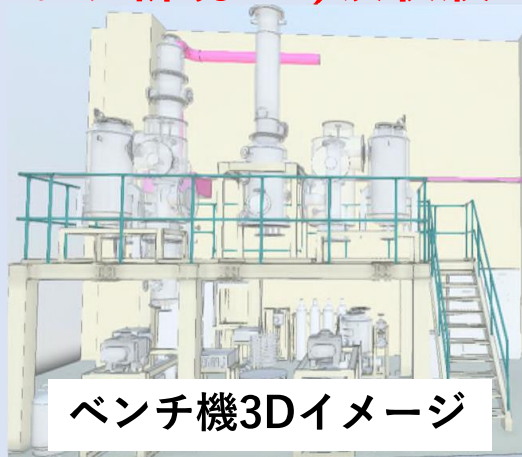


LNG未利用冷熱の活用による新技術で世界トップレベルの低コストなCO₂回収を実現 省エネ化をもたらす新規CO₂吸収液およびベンチスケール機を開発



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



CO₂回収モジュール
(膜面積: 約1m²)

- ✓ 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

炭素(CO₂)循環【インパクト見極め型】

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)

	穀類系 (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 (スピリリナなど)
バイオマス生産性 (t/ha/年)	11	9	10~20
単位面積当たりのCO ₂ 吸収・固定量 (kg-CO ₂ /m ² /年)	1.6	0.84	1.5~2.9
CO ₂ 固定量比	2.3	1	7.6
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 (アルギン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
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

✓ 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カ月の培養で約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吸収・固定量

炭素(CO₂)循環【インパクト見極め型】

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

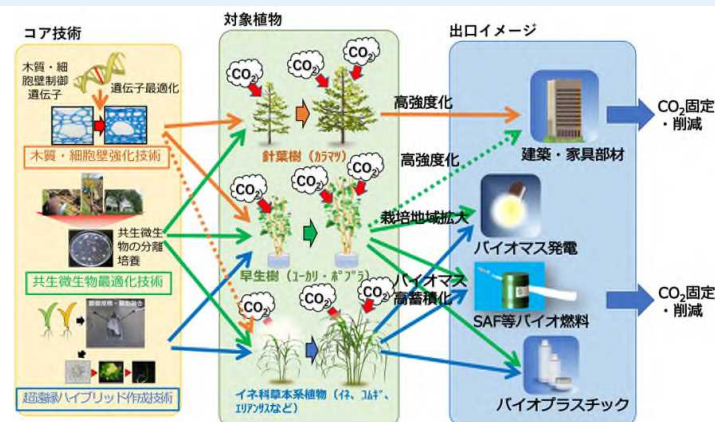


プロジェクトマネージャー

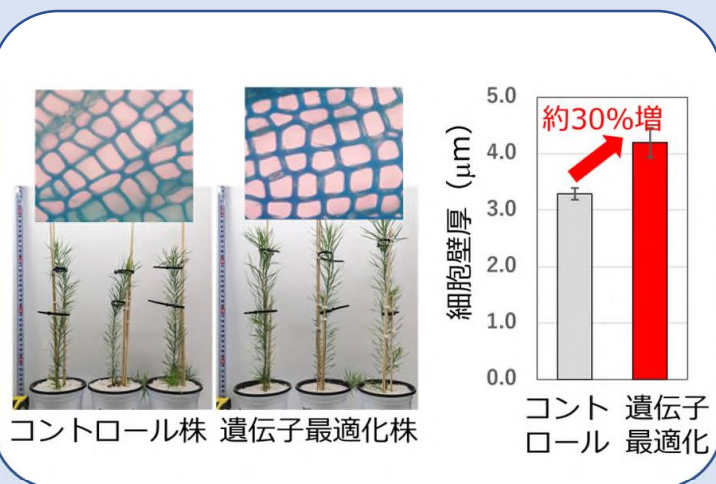


光田 展隆

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



- ✓ 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

【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

炭素超循環社会構築のためのDAC農業の実現

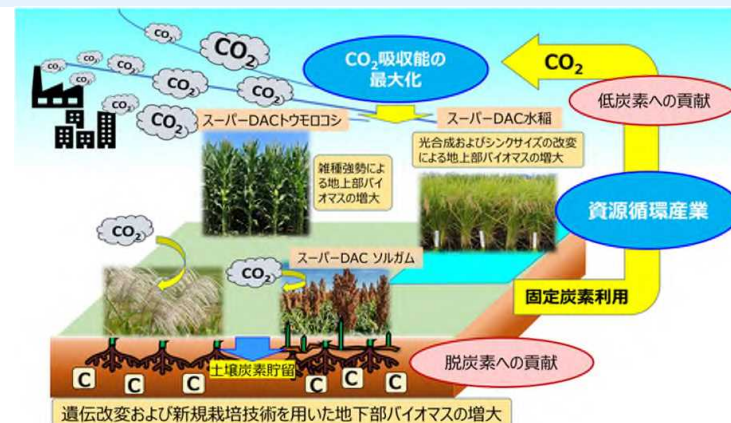


プロジェクトマネージャー

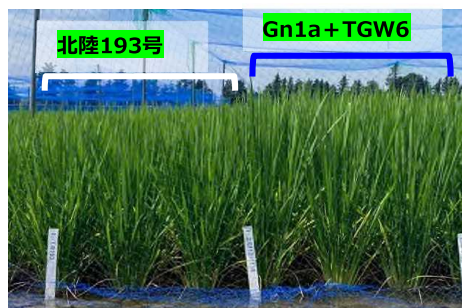


矢野 昌裕

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稲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x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

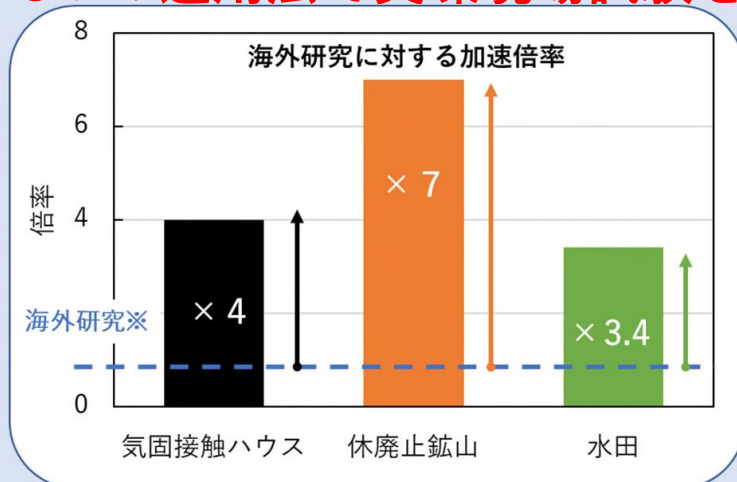


中垣 隆雄
早稲田大学
教授



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、稲への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

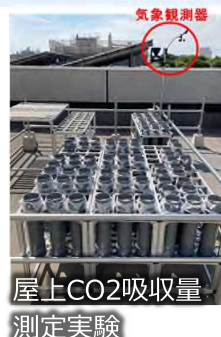
※Beerling, et al., Nature (2020), <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2448-9>を基に算定

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

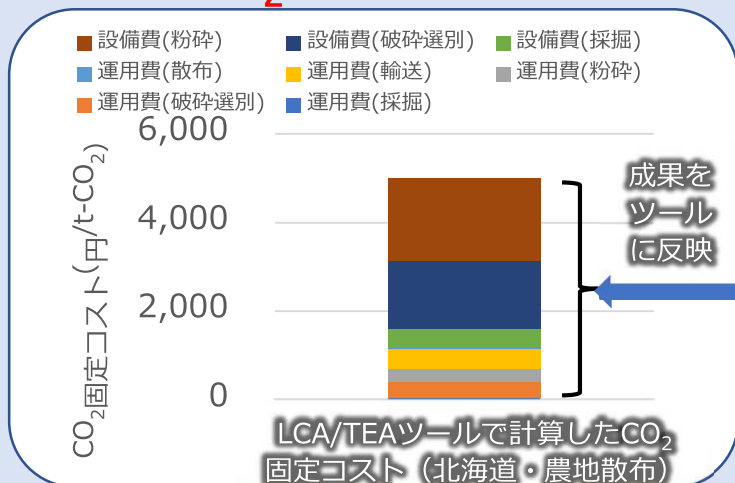


森本 慎一郎
産業技術総合研究所
チーム長



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



【2024年度KPI】

- ✓ 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
- ✓ 世界発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。

窒素循環【競争型】

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



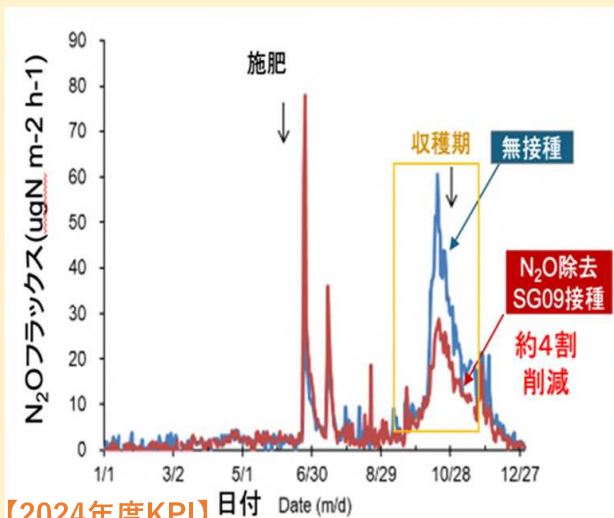
プロジェクトマネージャー



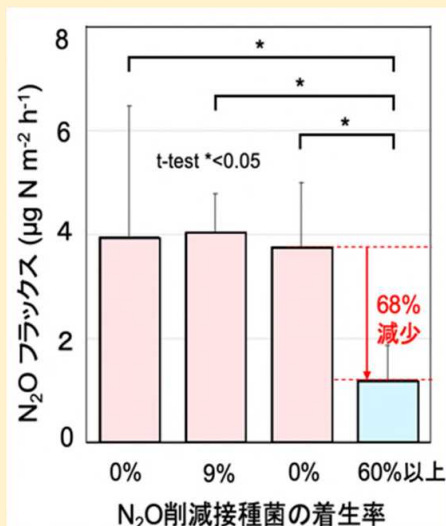
南澤 究
東北大学
特任教授



農地から排出される N_2O を微生物により大幅に削減 実験圃場でダイズ収穫期の N_2O 発生を約40%削減



【2024年度KPI】



- ✓ 新規根粒菌と着生率上昇技術で大幅な圃場 N_2O 削減に成功 (40-68%)
- ✓ 人工団粒・人工担体と N_2O 除去微生物によって肥料由来 N_2O の大幅な削減に成功 (ラボで38-51%)
- ✓ 市民の協力で N_2O 除去土壌微生物の特定と一部分離に成功

高 N_2O 還元活性の根粒菌によりマメ科作物残渣由来の N_2O を圃場で30%削減、人工団粒と微生物によりラボで30%削減する技術を開発する。

窒素循環【競争型】

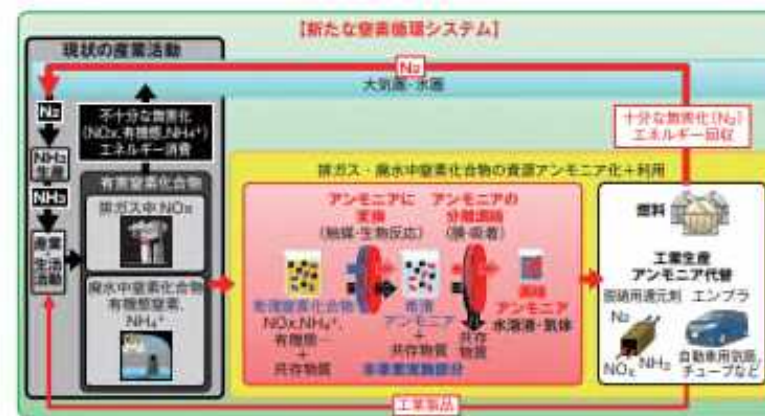
産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出 ープラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて



プロジェクトマネージャー



川本 徹
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

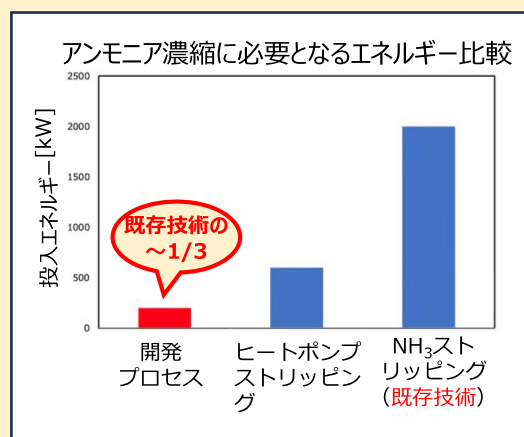


全窒素
43ppm

生物処理
+ 膜処理



アンモニア水
25wt%



- ✓ 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

【2024年度KPI】

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

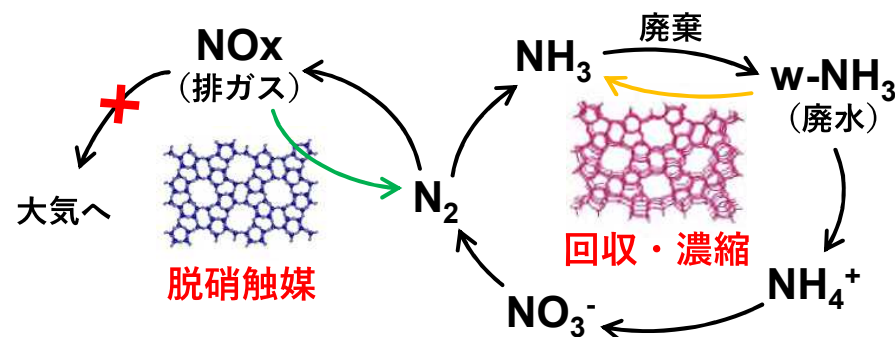
プロジェクトマネージャー



脇原 徹
東京大学
教授

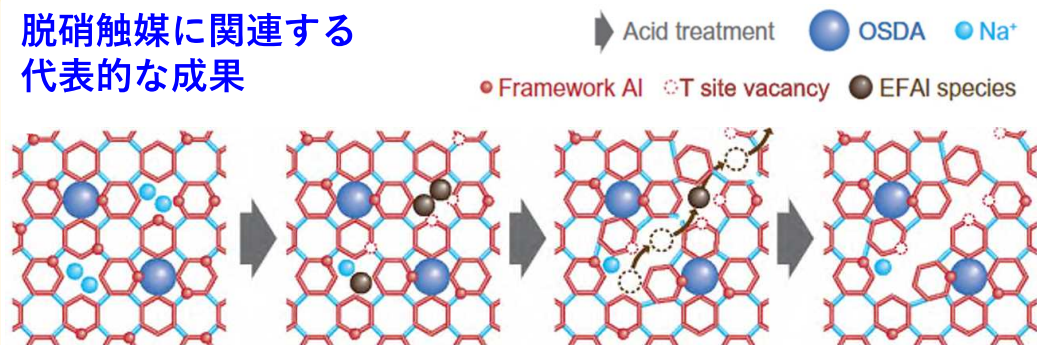
窒素循環社会構築のためには

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

脱硝触媒に関連する
代表的な成果



【2024年度KPI】

- ✓ 900℃, 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

海洋プラスチック【競争型】

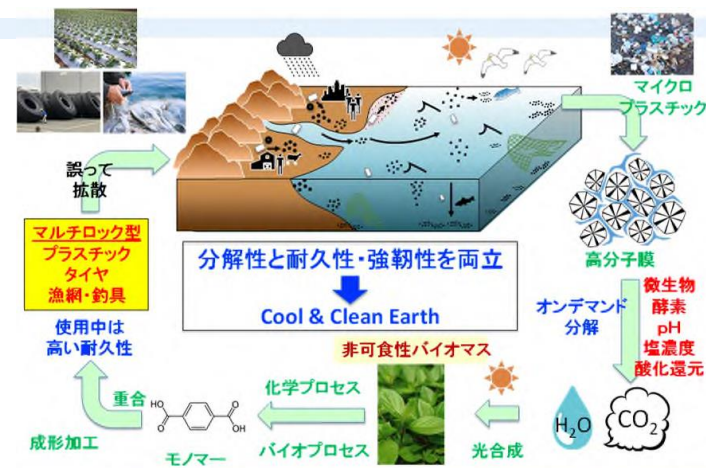
非可食性バイオマスを原料とした海洋分解可能なマルチロック型バイオポリマーの研究開発



プロジェクトマネージャー



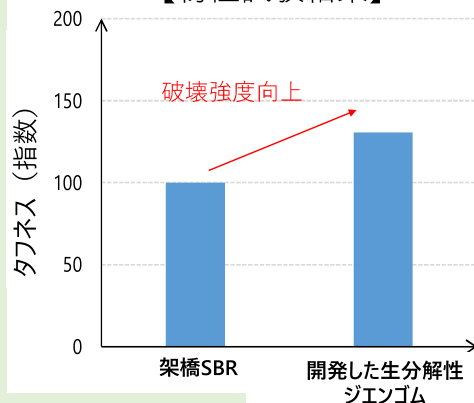
伊藤 耕三
東京大学
特別教授



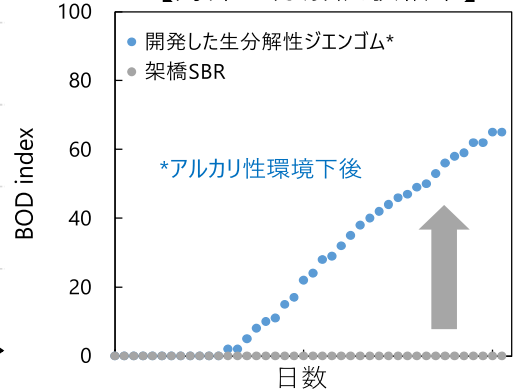
ポリマーの強靱性と海洋生分解性を併せて向上させる技術の開発

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

【物性試験結果】



【海洋生分解試験結果】



【2024年度KPI】



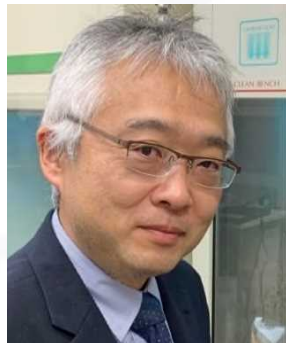
- ✓ アカデミアの開発した国内外に例の無い独自技術により、スイッチ機能で強靱性と海洋生分解性の向上を同時に達成
- ✓ 2023,24年度：愛媛県で海洋生分解性ポリマーの大規模フィールド試験を実施（年千件以上の試料数）得られたデータはデータベースに集積中
- ✓ 2024年度KPIも十分に達成の見込み

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靱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靱性）を達成する。

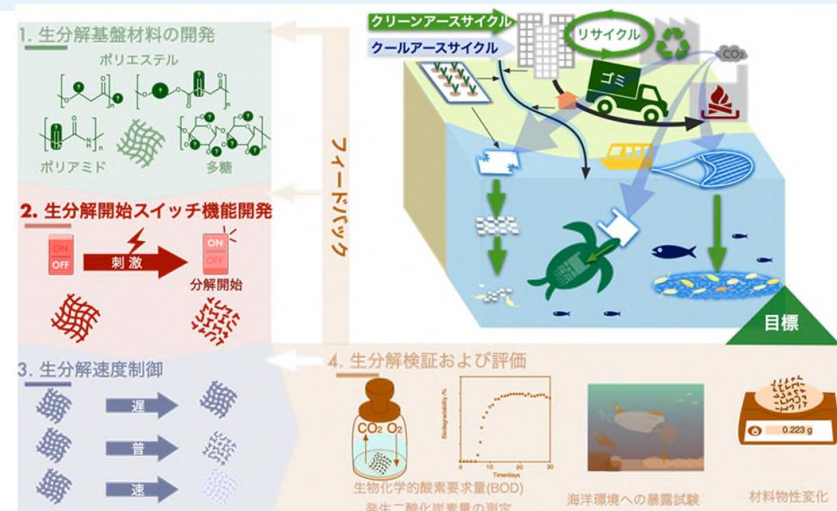
生分解開始スイッチ機能を有する 海洋分解性プラスチックの研究開発



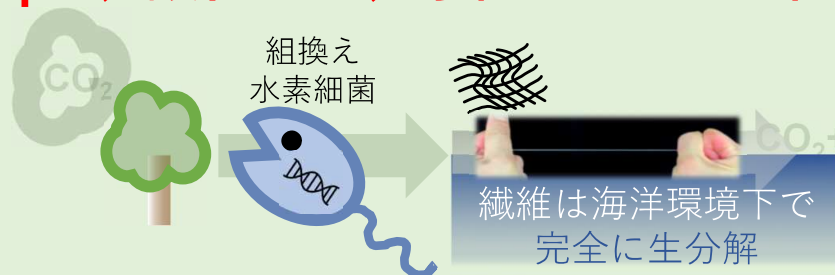
プロジェクトマネージャー



粕谷 健一
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繊維の開発 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

【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

- ✓ 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

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。

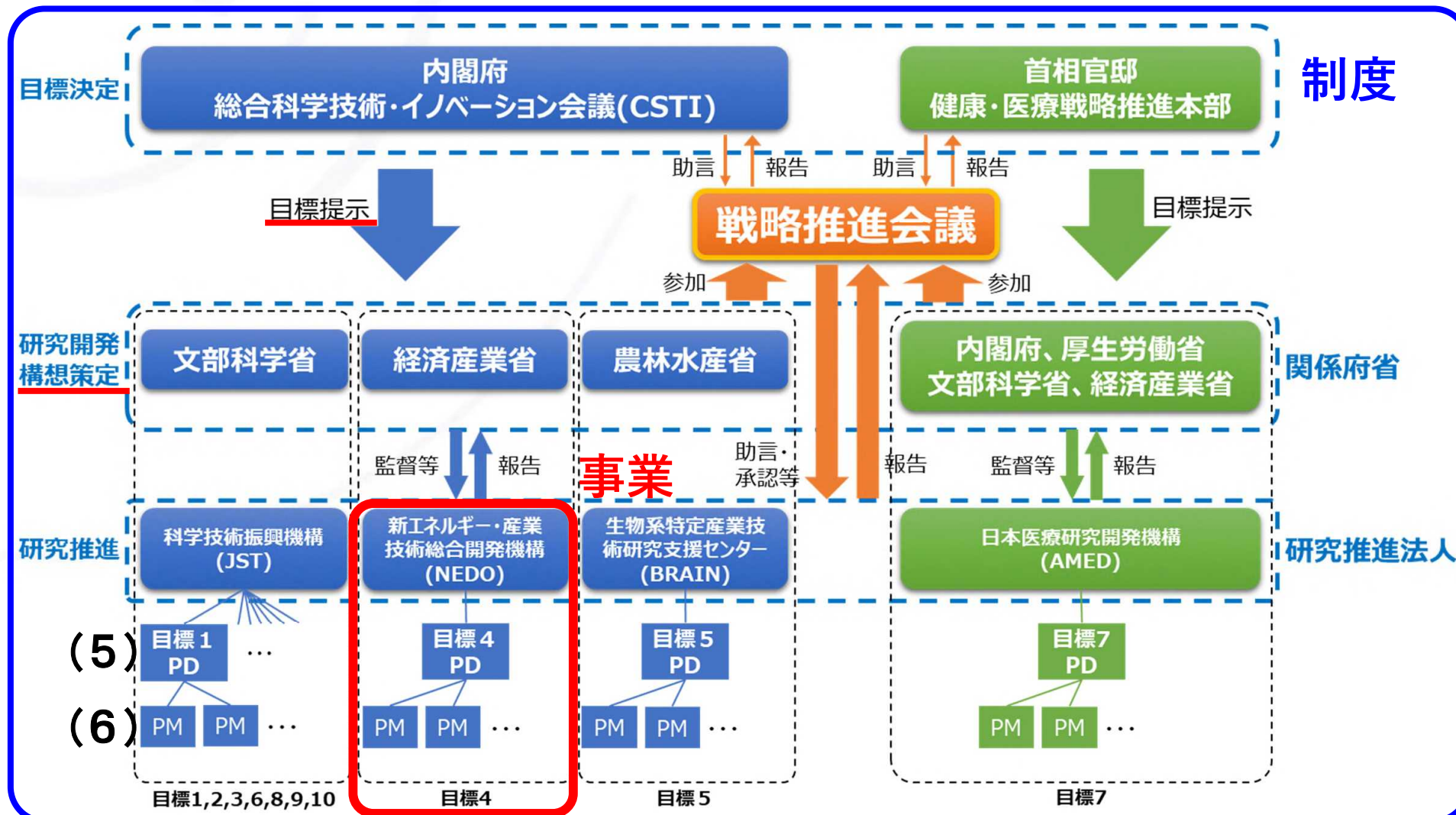
	研究発表 ・講演	論文	特許	受賞実績	そのほか 対外発信
2020年度	65	13	4	1	14
2021年度	318	71	32	32	59
2022年度	324	89	76	29	13
2023年度	705	145	78	43	19
2024年度 (現在)	55	23	14	5	4
計	1,467	341	204	110	109

<再掲>

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



・指揮命令系統及び責任体制

研究開発の推進体制 (1/4)

(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



・ 指揮命令系統及び責任体制

研究開発の推進体制 (2/4)

(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



・ 指揮命令系統及び責任体制

研究開発の推進体制 (3/4)

(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方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



・指揮命令系統及び責任体制

研究開発の推進体制 (4/4)

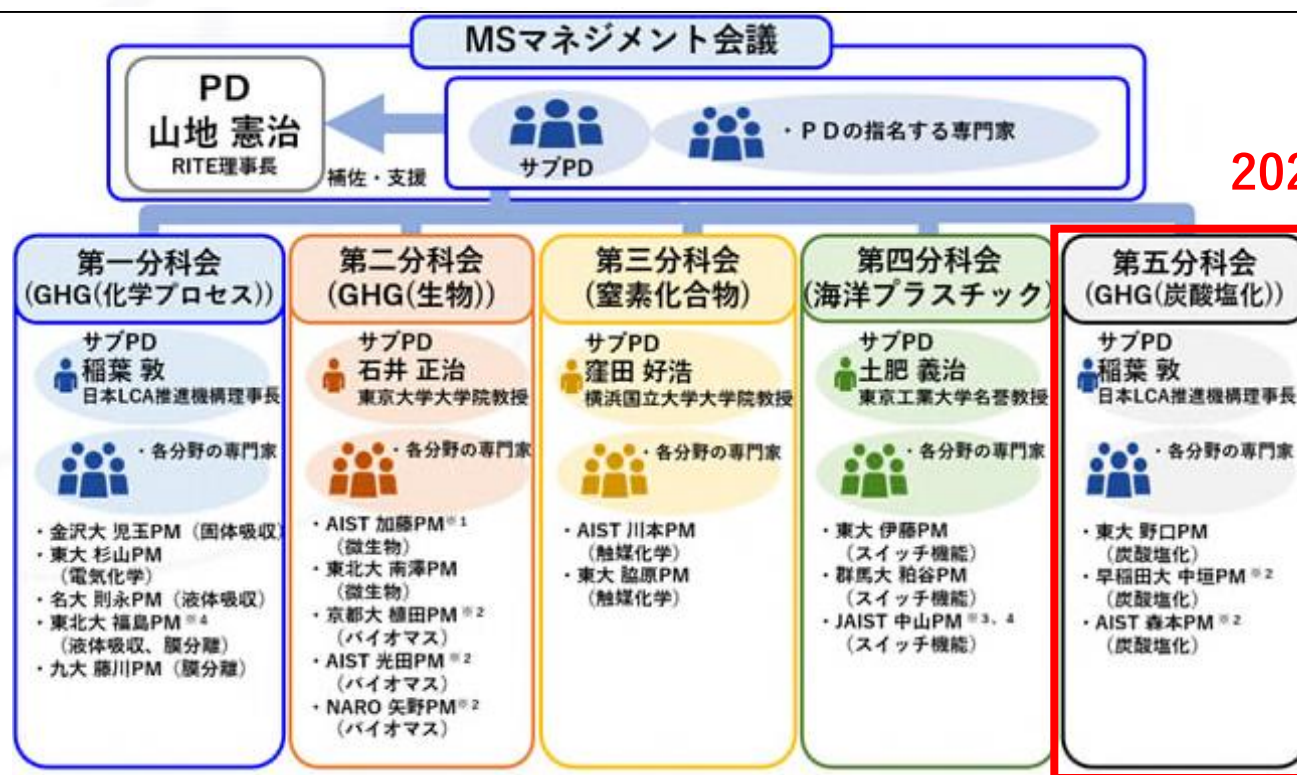
(6) プロジェクトマネージャー (PM)

- 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。



2023年度に新設

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

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

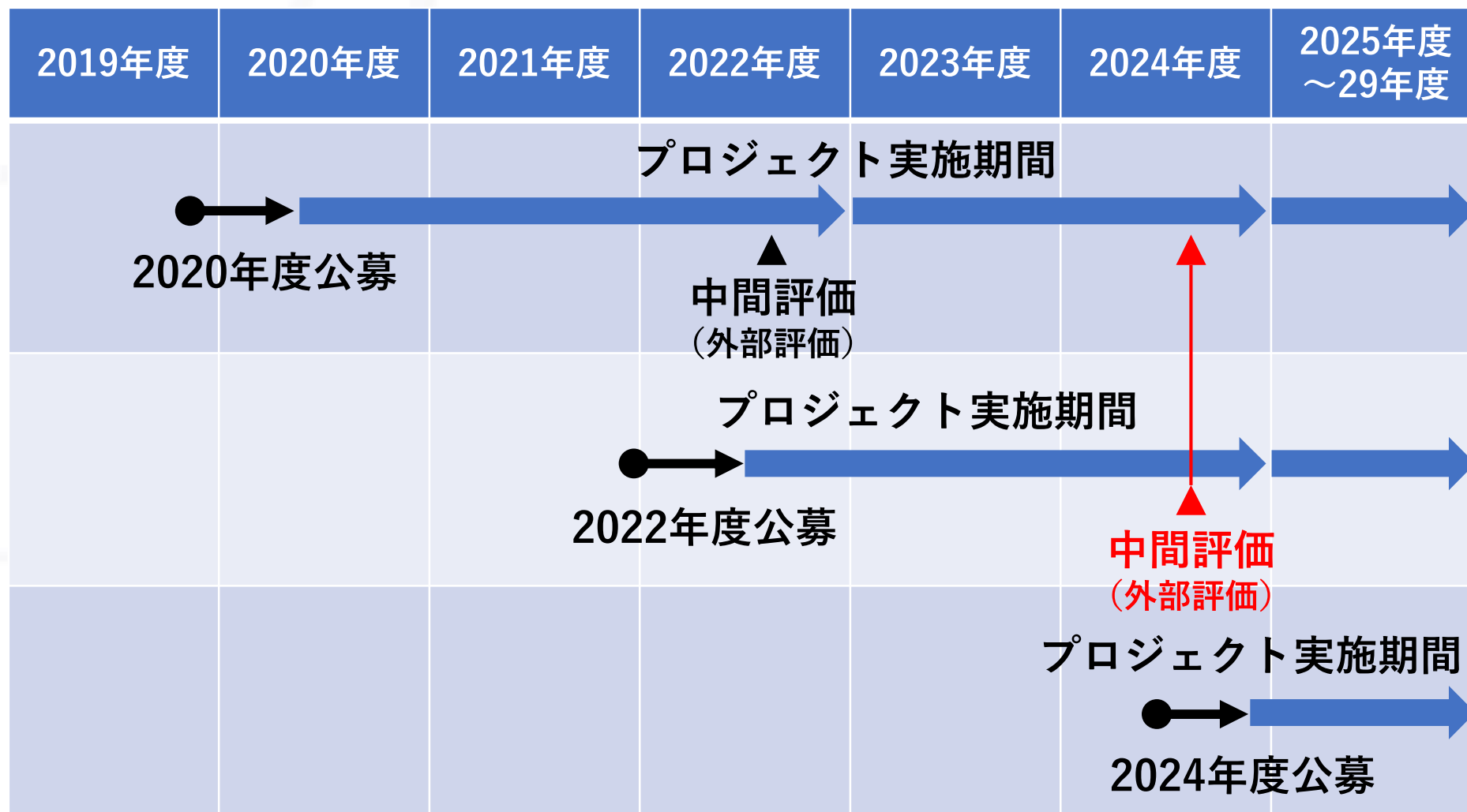
外部評価の実施時期は、原則として、研究開始時点から3年目及び5年目。今般、**CSTI本会合にて5年を越えて継続することが決定**したため、8年目及び10年目にも外部評価を行う。なお、外部評価を行う年度以外は自己評価を行い、その結果を戦略推進会議及び関係省庁に報告する。



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

・個別事業の採択プロセス

ムーンショット目標4に関する RFI（情報提供依頼）について

2024年 2月

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
新領域・ムーンショット部



9月上旬に公募を実施すること
を宣言して周知活動を実施

本RFIに係る今後の予定



(注) 政府方針の変更等により、本事業にかかる
公募内容や時期等を変更する場合があります。

2028年3月末
事業終了
(事業期間中に
2028年4月以降の
延長可否を審議)

RFI 兼 公募予告
目標を達成するための
技術シーズの情報
収集

2024/2/15
～7/1

ポート
フォリオ
の見直し

既存プロジェクトの
ステージゲート等

公募
内容
決定

公
募

採択
審査

採択
決定

事業実施

2024年
9月上旬頃～

<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

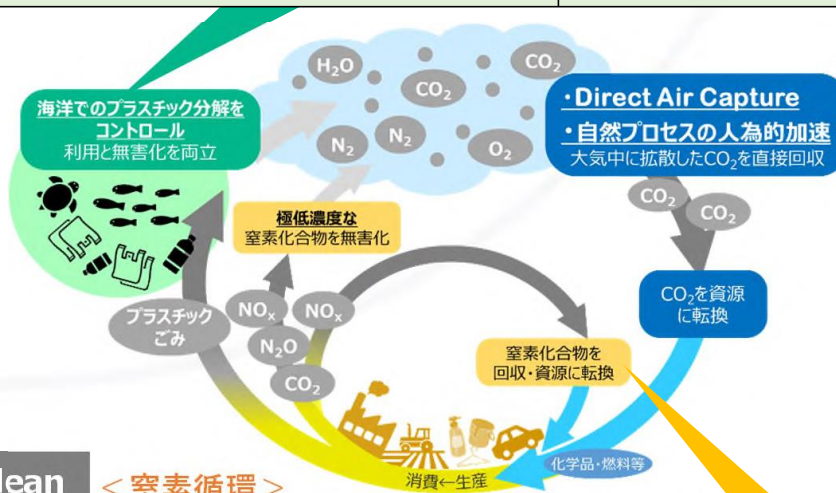
①ポートフォリオの妥当性

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 粕谷 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

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 を固定するパ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”の開発	(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

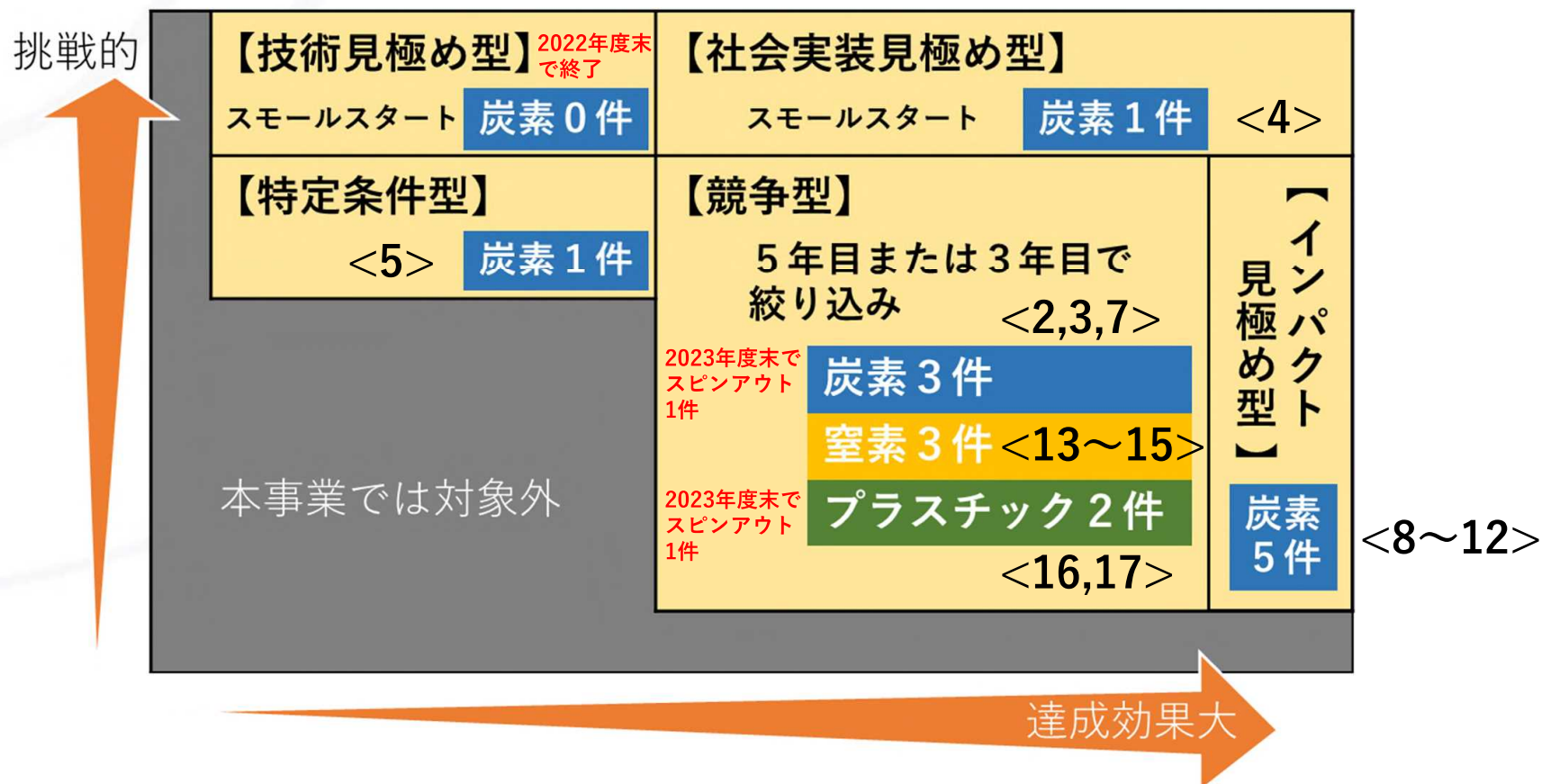
※3 2023年度にPM交代

※4 2023年度末でスピナウト

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

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】（スモールスタート）

技術等を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。

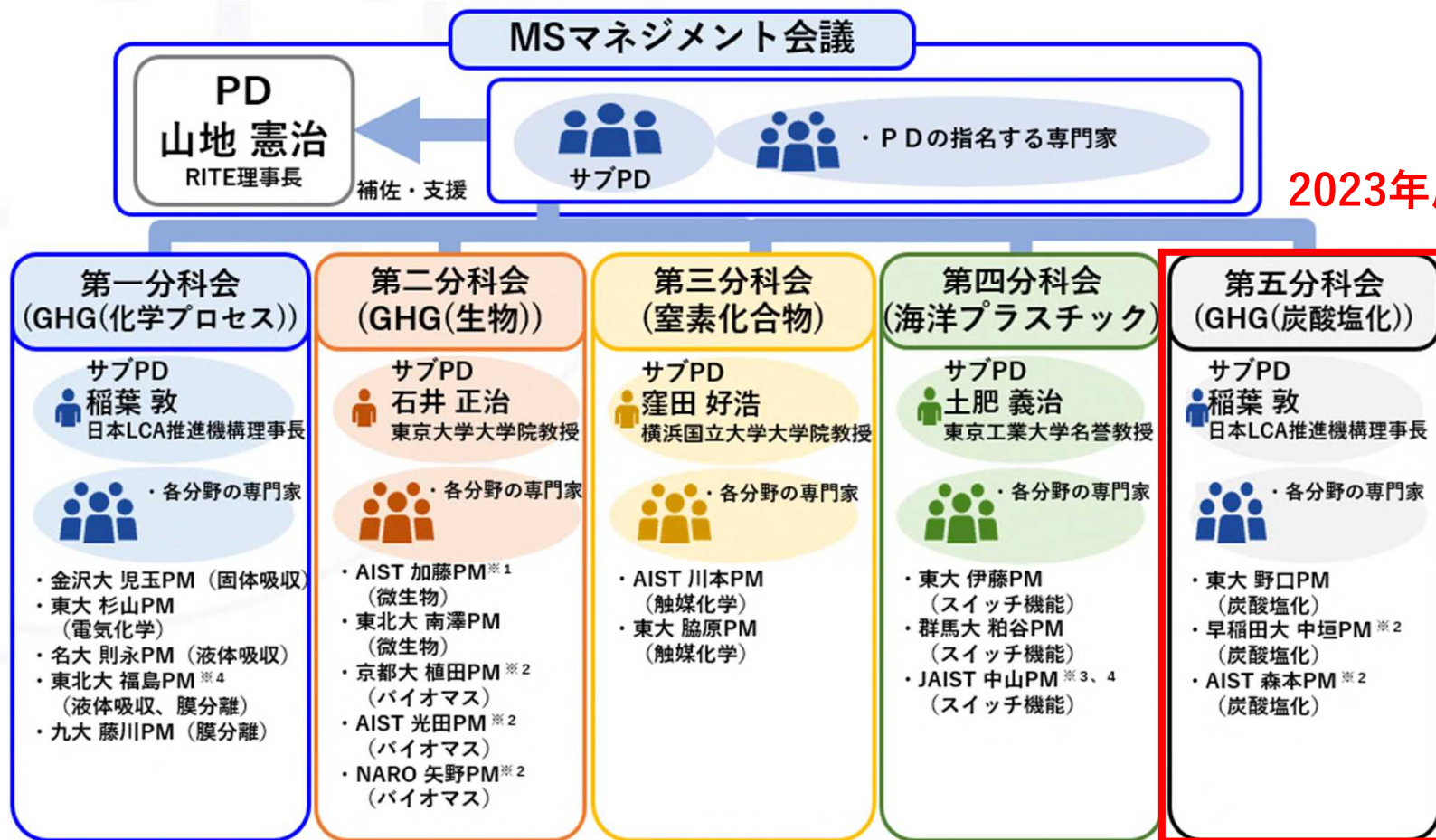
また、PDのポートフォリオマネジメントの支援の一環として、「大気中からのCO₂回収及び固定・利用に関する社会実装モデル等に関する調査」、「窒素フローに係る各種調査」、「生分解のタイミングやスピードをコントロールする海洋生分解性プラスチックの開発に関する調査」を実施。

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。

<再掲>

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における先駆者的な存在の3社

化学吸収（アミン）



2010年設立（米国）

2024年5月22日 米国の
Zero Carbon Systemsが買収

化学吸収（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

化学吸収（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



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

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、スピン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ンアウト先に関する研究開発支援は行っていない。**

<再掲>

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

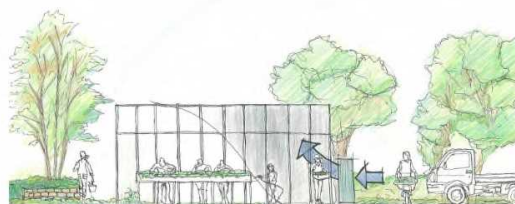
HOME Japanese / English

Our Technology About Us Contact Careers News

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[®]」）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

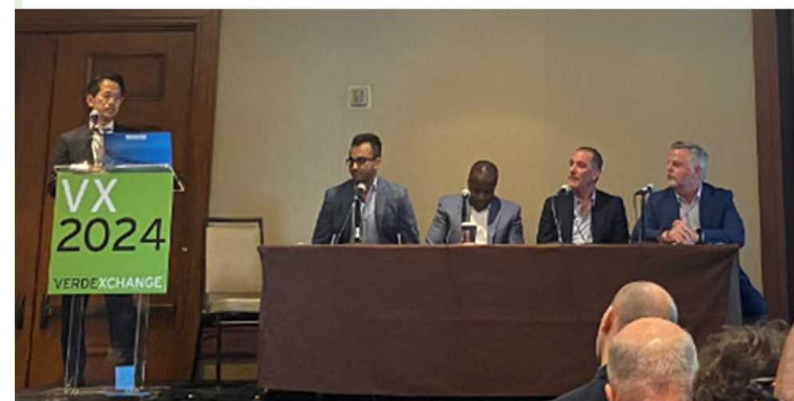
Tetsuo Moriyama



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

<再掲>

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ったプロジェクト
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
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日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、スピンアウト可能なものについては、スピンア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

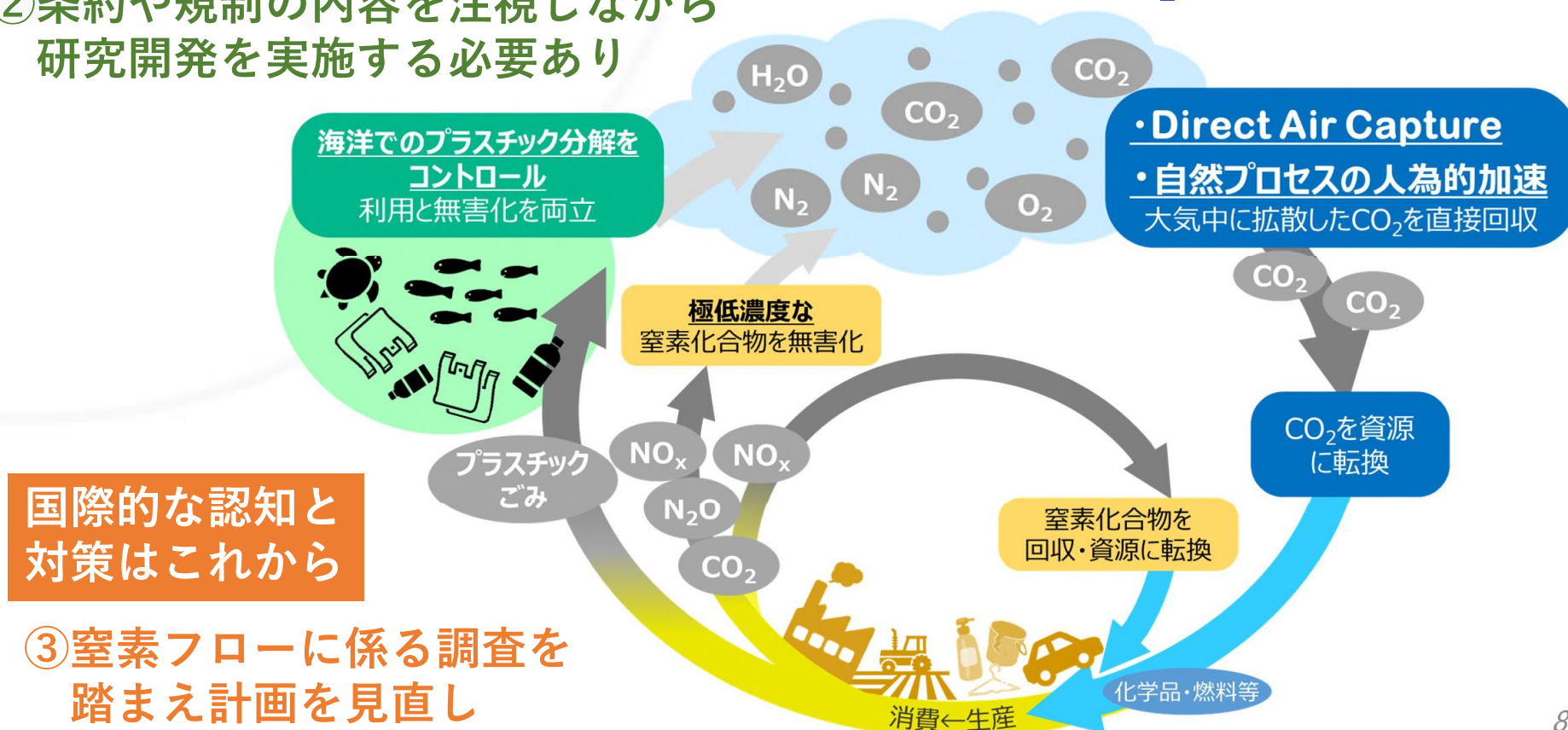
・ 外部環境の変化など

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

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

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

①大気中のCO₂削減は最重要課題



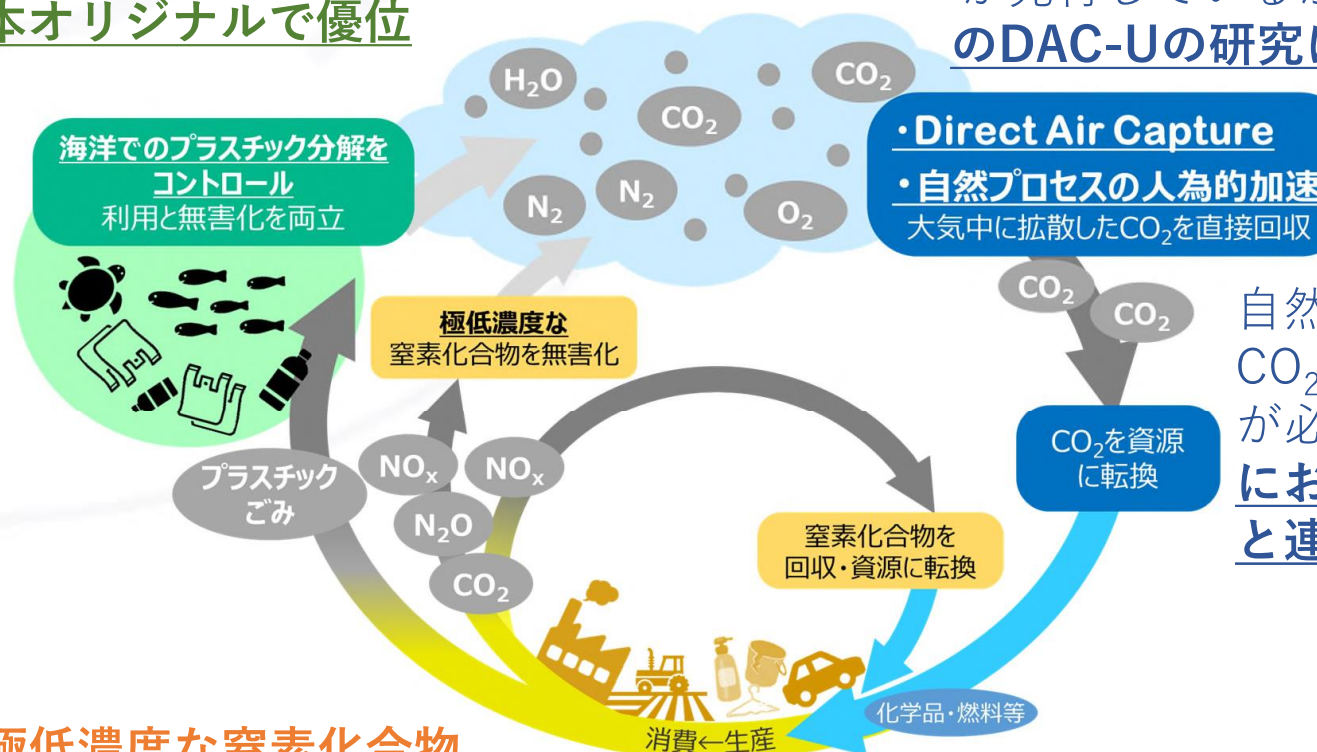
3. マネジメント (3) 研究開発計画

国際動向と目標4の立ち位置

・ 外部環境の変化など

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



自然プロセスを活用したCO₂の回収は科学的な検証が必要。CO₂の収支計算においてARPA-E（米国）と連携

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ているとともに、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）

※ARPA-E：Advanced Research Projects Agency-Energy（エネルギー高等研究計画局）米国エネルギー省の一部局。

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



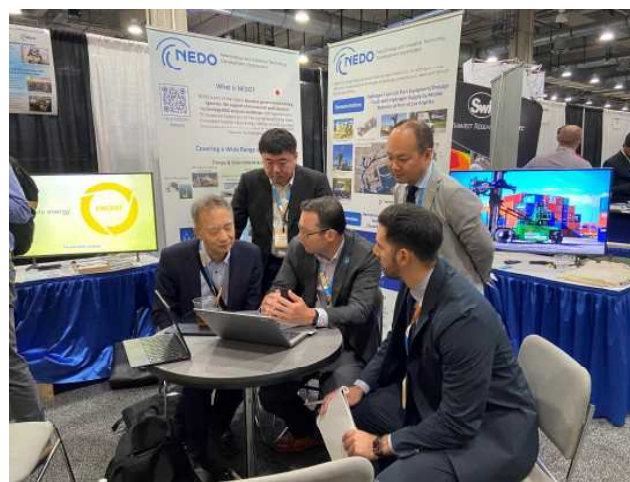
ARPA-E Energy Innovation Summitの会場にて
ARPA-E長官、副長官を交え、日米連携に関する
ワークショップを開催。将来的な規制等を見据え
新たに窒素化合物に関する議論を開始
(2024年5月24日)



グランホルムDOE長官



ワンARPA-E長官



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

風化促進のCO₂の収支計算で連携

N₂O

ゼオライト合成



脇原PM

農地由来の
N₂Oを削減



南澤PM

・ 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

DACで連携



児玉PM



杉山PM

・ 国際連携

市民科学の仕組みと
システムで連携



藤川PM

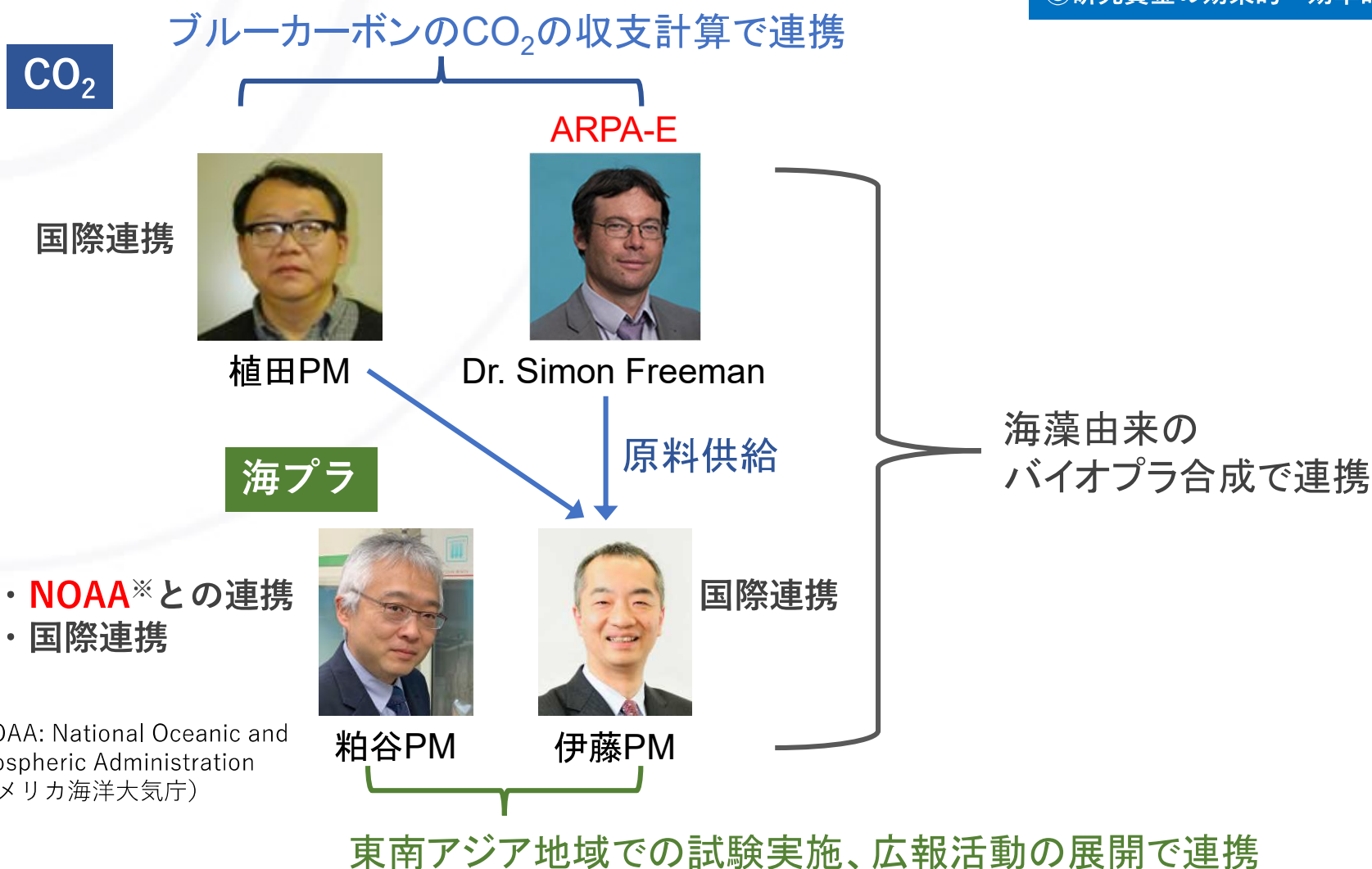
・ 国際連携

・ 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)

- ・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



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

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



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

	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

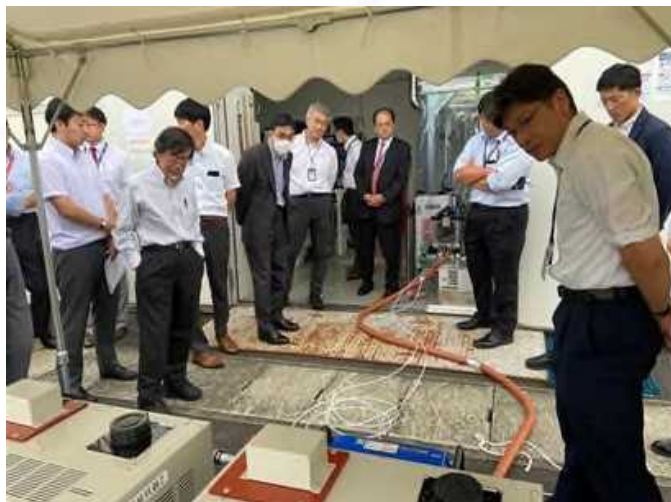
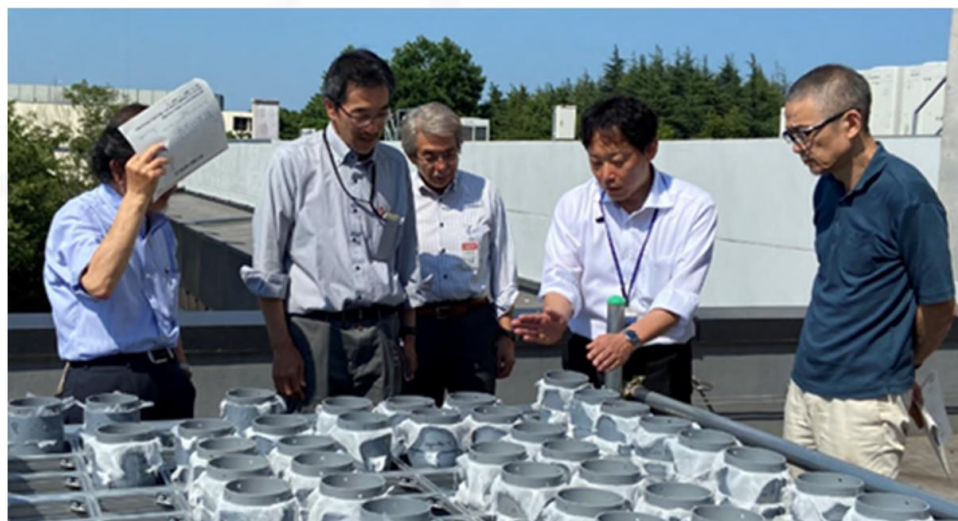
コロナ禍で控えていた研究現場訪問を2022年度から本格的に実施。2023年度も、PD、サブPDともに研究現場を訪問し、PMとの議論を行うとともにプロジェクトの進捗状況の把握に努めている。

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

ステージゲートを見据え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

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	
粕谷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

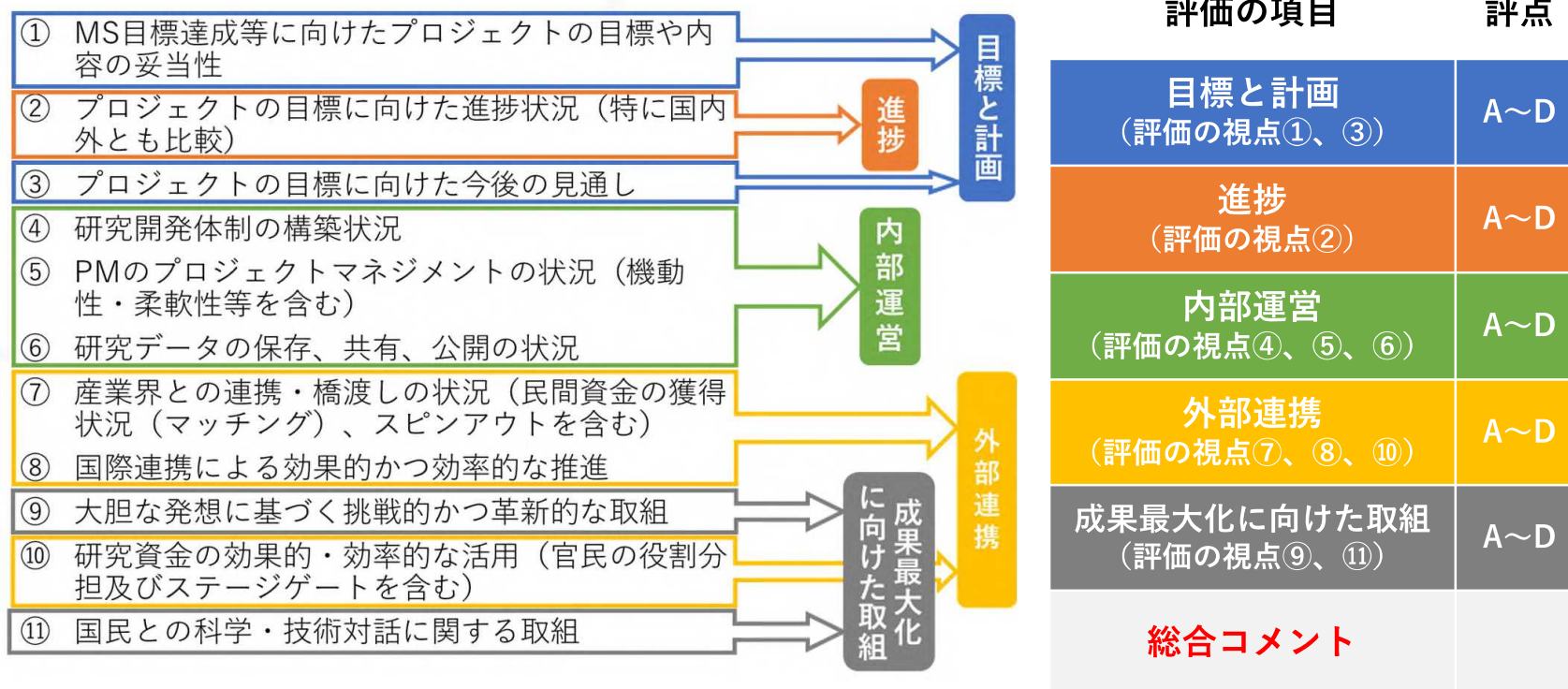
研究現場進捗確認での議論を踏まえ、第11回分科会にてプロジェクトの評価を行い、第4回MSマネジメント会議にてプログラムの評価およびポートフォリオの見直しを行った。

	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

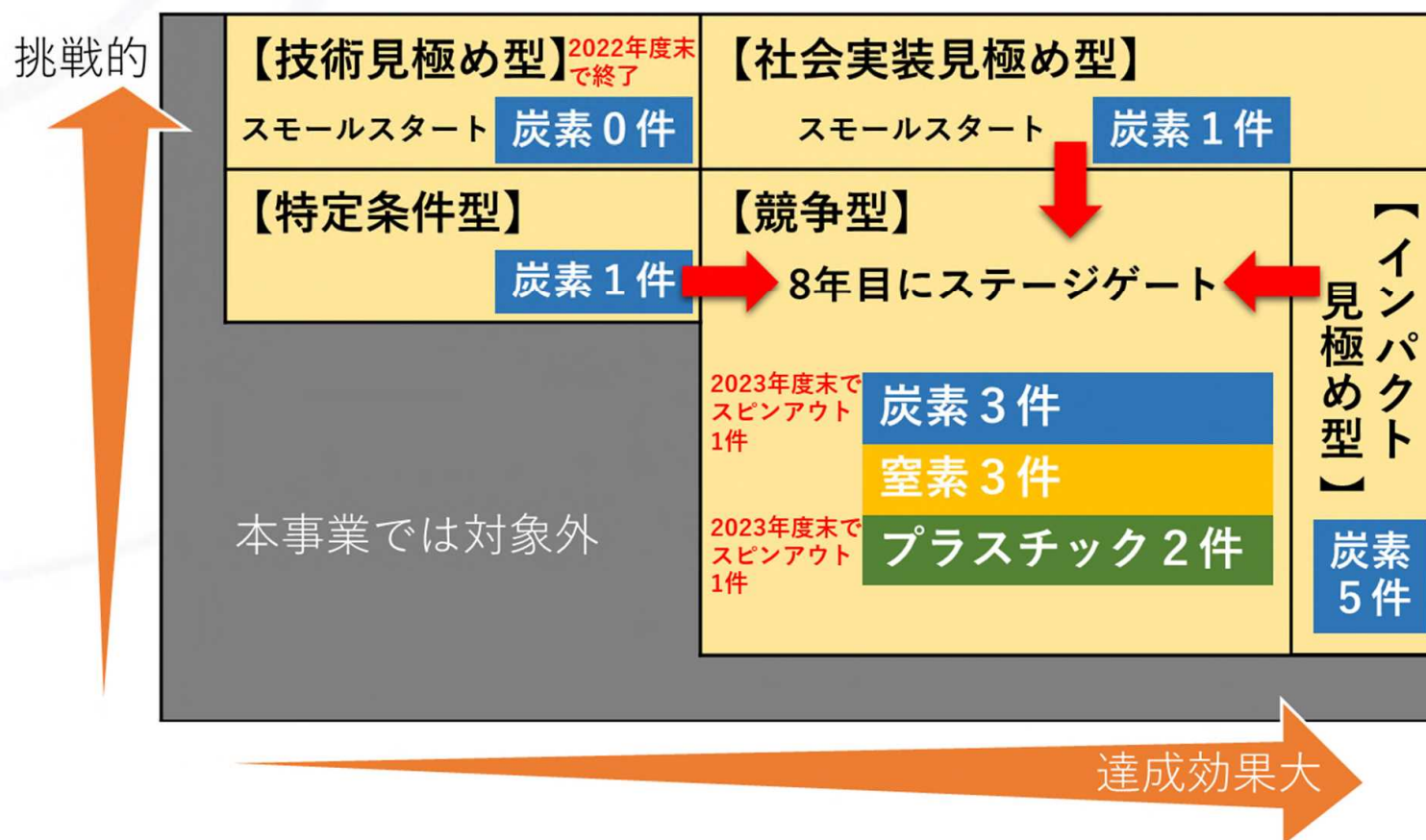
「ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針」に示されている「プロジェクトに関する評価の視点」を基に**5つの評価項目と4段階の評価基準を設定し自己評価を実施**。総合コメントを以てポートフォリオを見直し。



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

参考資料 1 分科会議事録及び書面による質疑応答

研究評価委員会
「ムーンショット型研究開発事業」（中間評価）制度評価分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2024 年 10 月 18 日（金）15：00～17：20

場 所：NEDO 川崎本部 2301/2302 会議室（リモート開催あり）

出席者（敬称略、順不同）

＜分科会委員＞

分科会長	石谷 治	広島大学大学院 先進理工系科学研究科 特任教授／東京工業大学 名誉教授
分科会長代理	櫻井 政考	TEAM アライアンス株式会社 代表取締役
委員	奥村 朋久	株式会社日本政策投資銀行 企業金融第 3 部 次長兼課長
委員	醍醐 市朗	東京大学 先端科学技術研究センター 高機能材料分野 准教授
委員	山田 秀尚	金沢大学 先端科学・社会共創推進機構 教授

＜推進部署＞

萬木 慶子	NEDO フロンティア部 部長
吉田 朋央	NEDO フロンティア部 ユニット長／PO（プログラムオフィサー）
渡辺 晶子	NEDO フロンティア部 主査
甲村 長利	NEDO バイオ・材料部 ユニット長
原田 俊宏	NEDO バイオ・材料部 チーム長
岡元 訓	NEDO バイオ・材料部 主査
平野 一路	NEDO バイオ・材料部 専門調査員

＜ムーンショット目標 4 プログラムディレクター(PD)＞

山地 憲治	公益財団法人 地球環境産業技術研究機構(RITE) 理事長／PD
-------	----------------------------------

＜評価事務局＞

山本 佳子	NEDO 事業統括部 研究評価課 課長
植松 郁哉	NEDO 事業統括部 研究評価課 主任
佐倉 浩平	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
板倉 裕之	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 制度の説明
 - 5.1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - 5.2 目標及び達成状況
 - 5.3 マネジメント
 - 5.4 質疑応答

(非公開セッション)

6. 制度の補足説明
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・配布資料確認（評価事務局）

2. 分科会の設置について

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
- ・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【石谷分科会長】 分科会長を拝命した広島大学の石谷と申します。専門は光科学、人工光合成であり、特に二酸化炭素の太陽エネルギーによる資源化を行っています。本日は、よろしくお願いいたします。

【櫻井分科会長代理】 TEAM アライアンスの櫻井と申します。銀行、ベンチャーキャピタル、大学、研究機関といった産学官金の組織に長年おり、スタートアップをはじめ、様々な新規事業開発を NEDO 事業でも見てきました。本日はその経験から参加させていただきました。よろしくお願いいたします。

【奥村委員】 日本政策投資銀行の奥村と申します。私は、事業の実業化、需要家等の技術シーズに関する実用化の支援を行っており、その関係からの参加となります。よろしくお願いいたします。

【醍醐委員】 東京大学の醍醐と申します。本日は、講義の都合によりオンラインでの出席になります。専門は金属材料と環境影響評価であり、特に LCA に関する手法論を研究しています。どうぞよろしくお願いいたします。

【山田委員】 金沢大学の山田です。専門は物理科学、化学工学になります。15 年以上 CO₂ 分離回収技術の開発を行ってまいりました。ただいまアメリカに出張中であり、本日はオンラインでの出席になりますが、どうぞよろしくお願いいたします。

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料 2 及び 3 に基づき説明し、議題 6.「制度の補足説明」及び議題 7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料 4-1～4-5 に基づき説明した。

5. 制度の説明

- (1) 意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【石谷分科会長】 ありがとうございました。

それでは、ただいまの説明に対する御意見、御質問をお受けいたします。櫻井分科会長代理、お願いします。

【櫻井分科会長代理】 事前質問とも関連しますが、追加で伺います。本日の説明にもあったように、Carbon Xtract (CX) 社等のムーンショット発のスタートアップが設立されているとのことでした。海外においても同様に多くのスタートアップができていていると思いますが、特許、論文、パブリシティ、スピンアウト、スタートアップといったアウトカムに向けたアウトプットが種々あると考えます。このあたりは数の目標を立てることは難しく、それが正しいこととも言い切れないものの、先進国の中で比較をしながらどのような動きになっているのか。こうした点において、どのような尺度でマネジメントを

されているかを補足いただきたいです。

【吉田 PO】 例えば、Direct Air Capture (DAC) になりますが、こちらは最終的にシステムになるため、特許、論文では把握できない実態があります。しかし、このプロジェクトで行っている膜を使って CO₂ を回収するといったものであれば、「膜の性能はどうか」といった論文は出ています。このように、要素技術ごとに評価できるものに関しては論文等を使いながらベンチマークを取っている次第です。また、材料系の海プラに関しては割と論文が出されており、論文をサーベイすることも行っていますし、単に海中で生分解するプラスチックというものは他国でも研究開発を行っています。一方、我々が目指すのは耐久性と分解性を両立するためにスイッチ機能を持たせるものです。分解のタイミングや分解する速度をコントロールするプラスチック合成は日本オリジナルのものとして把握している中、今度は実際に社会実装をするためにどのような工夫をすべきか。この点を今プロジェクトで取り組んでいます。

【櫻井分科会長代理】 DAC に関しては非常にスタートアップの動きが激しく、日本でも Carbon Xtract 社以降も様々出ていていると思います。そうした点で、産業化が国の研究開発支援の予測とは違う速さで加速しているところもあると考えますが、御見解はいかがでしょうか。

【吉田 PO】 我々も実際にクライムワークスやグローバルサーモスタットに行き、物を見せていただきながらディスカッションを行っています。決して完全把握はできませんが、おおよそどういう状況かを推測しながら行っている次第です。

【石谷分科会長】 ほかはいかがでしょうか。

では、私から伺います。まず、ムーンショットで随分先のことを考えるとといった点で、評価は非常に難しいものです。今議論があったように、論文や特許数だけで言うのであれば、恐らくムーンショットには合わないのではないのでしょうか。評価の一つとして言われたものがアウトカムであり、もう一つはそのときのスピナウトも出てきたとのことですが、この点についてもう少し詳しく伺いたいと思います。例えば、様々なところに成果を公表される中、現在出ているテーマについてどのような評価を得られているのか。また、DAC を目指したプロジェクトを工場からの CO₂ 濃度の高い排ガスに対象を変えさせる場合、どのくらいのスケールで行えばスピナウトとして意味が出てきているのか。また、国の支援として、スピナウトといってもただ放り出したのでは面白くありません。ここから出てきたものがさらにまた支援をされ、実用化につながるものが重要です。このようなところでの現状をお聞かせください。

【吉田 PO】 まず排ガスのほうにスピナウトしたところでは、TRE ホールディングスという廃棄物処理を行っている会社になります。我々も成果報告会等で情報発信を行う中、福島プロジェクトの成果において、大気より濃い濃度で行ったほうがよい。化合物として、エチレンウレアを作ろうとしているのですが、それを合成できると PR を行った結果、工場の煙突に取り付ける形で試験を行えるまでになりました。実用化できるかどうかは、まさに今行っているところであり、これからの評価を待つところですが、そうした形で一段レベルアップしたスピナウトが実現しています。そして、CX 社についても資料にあるプレスの内容となりますが、ムーンショットは 400ppm の CO₂ を数十パーセントであるとか、場合によって 100% の CO₂ まで持っていったメタンにし、違う化合物を作る形にするのですが、ビニールハウスに適用するところで試す動きが出ています。ビニールハウスでは、実際 2,000ppm ほどの濃度があれば十分であり、研究途中の段階の技術もマーケットインさせることができます。こうした形でマネタイズできるところはマネタイズしていくように我々としても積極的に促していくとともに、全農、三菱 UFJ 銀行からも支援をいただきながら、ビニールハウスでの DAC の実証をこれから行うといった現状になります。

【石谷分科会長】 先ほどの最初の質問に関して、アウトカムとして実際に結果が出たものを幅広く外国に

も公表されているところで、現状のムーンショットに対するリアクションはどのようなものでしょうか。

【吉田 PO】 アメリカのリアクションが非常に大きいと感じます。

【石谷分科会長】 そうした点が重要であり、日本でやっていると強く言うことが大切だと思います。それでは、醍醐委員、よろしくお願いします。

【醍醐委員】 非常に分かりやすい説明でした。そうした上で、スピニアウトで次につながっている絵姿は理解できたものの、現状の開発段階の技術をどのように評価するかといった点で、仮に 2050 年の状況をどう想定するかにより、判断が変わり得ることはないのか。当然ながら 2050 年の非常に野心的な絵姿を描いた上での必要な技術としてのムーンショットであることは承知の上ですが、別の絵姿も複数考慮した上でそうした判断を考えられているのか。このあたりの判断のベースとなる条件について伺いたいです。

【吉田 PO】 2050 年の状況をどう判断するかというのは非常に難しいところです。今現在、世界的に言われていることとして残余排出があります。この残余排出をしっかりネガティブエミッションに持っていかなければカーボンニュートラルは達成できないというのが共通認識であり、何らかの形で DAC の活躍の機会が出てくるだろうと考えます。また、この技術がグリーン化、水素を使う、アンモニアを使うといった形で、脱化石が今後どれだけ進行するのかというのは触れ幅があると思います。どちらの方向に触れるか分からない状況はありながらも、ムーンショットとして技術的にレディの状態に持っていかなければいけない。そのために複数のプロジェクトを採択し、ある程度味見をしながら、レディの状態に持っていくためには資源集約も必要になります。そうしたバランスの中で、非常に難しい判断は迫られますが、選択をしながら行っているのが実態です。

【醍醐委員】 プロジェクトとして何を目的にしていけるかは、残余のエミッションにおいて必要になってくるというのはおっしゃるとおりだと思います。それに対する準備という意味で、チャレンジングなムーンショットのプロジェクトというのは問題ありません。一方、実施において、様々な先生方の異なるアプローチがある中、どれを選んでいくのか。例えば、他の制約がかかってくることが考えられ、そのためにこの技術は 2050 年時点においてあまり有用ではないといった点も考え得ることかと思えます。もちろん、それが見込まれれば考慮すると思いますが、エネルギー資源をはじめ、様々なクリティカルメタルの観点からも、どの技術の方がより望ましいのかといった多くの評価基準をお持ちいただければと感じた次第です。

【吉田 PO】 今の点で近いと感じるのは窒素化合物ですが、今現在まだ窒素の規制が強く協議されている状況ではないものの、地下水への硝酸性窒素の流出については問題化され始めています。そうした中で、前半においては気相に対応する技術と液相に対応する技術の両方をやっていましたが、窒素化合物に対する規制の動向や、窒素フローが実際どのような形で起きているのかといった調査も行いながら、最終的な技術を絞り込んでいく形で行っています。

【石谷分科会長】 それでは、山田委員、お願いします。

【山田委員】 事前質問及び醍醐委員との議論に関わるところで伺います。この取組自体は、世界に先駆けて様々な重要要素を盛り込んだ形でムーンショット目標 4 としてまとめられています。CO₂と窒素とプラスチックの中で、例えば CO₂の部分においては、ムーンショットが始まって以来、海外のスタートアップだけでなく国レベルの動きが非常に早く、定量的な目標として除去をこれぐらいにするといったものをある程度打ち出しているところも多いです。今の説明ですと、様々な不確定要素があるところで、例えば CO₂除去量を DAC、風化促進、ブルーカーボンでこれぐらい行う、と見極めることは非常に難しい点がると理解いたしました。質問としては、このような見極めの上で、ムーンショットの中である程度定量化をしていく、大きな目標として定めるといったことを直近で行おうとされているの

か。どのように理解すべきかを教えてください。

私の意見としては、ムーンショット目標をはじめ、日本として除去をこれぐらいやるというもののように打ち出していくかということは、海外も巻き込んでいく上で重要だと考えます。

【吉田 PO】 我々は DAC についても各種調査をやっており、その中でポテンシャル調査も行っています。大型の大規模集中型の DAC であればどれぐらい回収できそうか。これに関しては、貯留地の問題も絡んでいきます。また、ムーンショットで行っている中小規模分散型であればどれぐらい設置できそうか、風化促進、ブルーカーボンであればどれぐらいかといったところです。しかしながら、委員のおっしゃるとおり、実はアカウンティングが方法論として確立できていないところもあり、残念ながら大手を振って言える自信がないのも本音です。こちらについては、引き続き御指導をいただきながら、公表できる形に持っていきたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

【山田委員】 おっしゃるように大変難しいところですが、そこを慎重にしっかりやるというのが我々のよいところでもあると考えます。ある程度しっかりしたものを早く世界に示せるように、調査・検討を一旦終え、随時アップデートするようにはしていただけたらと思います。よろしくお願いいたします。

【吉田 PO】 承知いたしました。

【石谷分科会長】 そのほかいかがでしょうか。

それでは、私から伺います。CO₂の DAC を考えた上で、非常に重要なのは、それが本当に地球の温暖化の対策として有効かどうかという点です。逆に、そのためにエネルギーを多量に使って CO₂ をさらに排出する形になれば意味がありません。この点での評価は現状どのようにされていますか。

【吉田 PO】 分科会長のおっしゃるとおり、CO₂を回収するためにはエネルギーが必要になります。その点で、諸外国の DAC は再エネを使うといった前提を置いています。一方、日本側、ムーンショット目標 4 としては、DAC の広がりを考える場合、最初から再エネではなく、要は火力を使った電源構成であっても、1 の CO₂を回収するより多く CO₂を出さない、ネガティブのほうにいくといった評価をしっかりと行うこととし、LCA の観点からも有効であると考えています。こうした評価軸に基づき、最後は検証を目指していきます。

【石谷分科会長】 今後、そうした点がもっと表に出てくる必要があるでしょうか。そういう意味で、化学工学的な観点から意見、考え方を取り入れること、もしくはその分野の方々が積極的に参加される状況をつくるのは非常に重要だと考えます。

それからもう一点、新たにスピナウトをしたものもあり、今後また新たなプロジェクトを立てていくお考えのようですが、どこに重点を置いていくのか。この点は非公開に含まれるかもしれませんが、公開にて答えられる範囲での見解を伺います。

【吉田 PO】 追加公募については CO₂を対象とした追加公募を行っています。まだ公募中の段階であり、その中のどこに重点を置くかは定かではありませんが、お答えできる点は非公開にて行いたく思います。

【石谷分科会長】 CO₂とのことで承知しました。ありがとうございます。そのほか、いかがでしょうか。それでは、質問は以上ですので、議題 5 を終了いたします。

(非公開セッション)

6. 制度の補足説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【山田委員】 まず、ムーンショット目標 4 は人類の存続に関わるとも言える極めて重要な目標です。そこには様々な挑戦的な課題があり、それらをコンパクトにコンセプトの中に取り入れたプログラムについて本日説明をいただきました。私の感想としては、短期間で我々人類にとって重要な成果が出始めているといった理解です。そうした成果を世界に対して発信していくことが今後世界を取り込んでいくにおいて重要になると考えます。来年度に行われる万博では、一つ実証を計画されていますが、その成功を期待いたします。そして、議論においては、プログラム全体として、例えば CO₂ の除去であれば、その除去の数字目標を海外に示していくことが必要だと申し上げましたが、それを見せるのはあくまでも手段であり、本質的に大事なものは技術です。挑戦的な課題を解決する技術をつくり上げていくことが重要だと考えます。これまでもよい形で運営をされていると思いますが、目標はまだ先であるため、本日の議論も生かしながら、外部要因の分析をどのように取り入れるか等のマネジメントを引き続きお願いいたしたく存じます。

【石谷分科会長】 ありがとうございます。続きまして、醍醐委員、よろしくお願いいたします。

【醍醐委員】 山田委員の講評にもあったように、このプロジェクトは非常に挑戦的かつチャレンジングなものです。非常に多面的な評価が求められる中において、数多く有効なアウトカムが出るように運営されている状況を理解いたしました。一方、例えば DAC であれば、CO₂ を除去する目的において、その分エネルギーがかかるのであればあまり意味がありません。そうした意味で、LCA による評価が要求事項になっているのは非常によいですが、2050 年の状況がどう見込まれるかによって、どのようなエネルギー形態を使い、その結果どのぐらい CO₂ が出るかといった点も変わってくるわけです。まだ誰も実装される社会状況に関して確実なことは分かりませんが、比較的幅を持たせた評価をしつつ、なるべく技術ポテンシャルを評価するような枠組みの中で、判断の一助にいただければと考えた次第です。

【石谷分科会長】 ありがとうございます。続きまして、奥村委員、よろしくお願いいたします。

【奥村委員】 まず、本プロジェクトの意義・アウトカム達成の道筋においては不変であり、意義に関しては揺るぎないものと理解しています。今後という点では、補助事業である以上、一定の時間軸の設定、プロジェクトの成果測定が必要というのは十分理解するものの、あまり線表を引き切れるものでもないという点を重々共有しながら判断かつ結論まで持っていき、やり切ることが大事だと考える次第です。そして、現状の達成状況も伺いましたが、2030 年までのバックキャストの目標において達しているものであり、対外発表、ラボレベル等を行っている点を確認いたしました。一方、2030 年のパイロットレベルとの時間軸設定に向けた際には、開発の項目や特性に即した成果、ポテンシャルを関係者・企業等に示すことは必要です。この点は目標のイメージになると思いますが、この技術によって世の中がどう変わり得るのか。どのような実装が想定されるのかをクリアにされながら、しゃくし定規にならないような目標の設定、創意工夫を求めたいと思います。

そうした上で、今後一番大事なのがマネジメントです。今はプロジェクトの進捗に向け、メルクマールを設定し、進捗が図られているものと思いますが、実用化・実装に進むにつれて、我が国の構造問題をはじめ、向き合う対象は社会問題になります。今回は世界レベルでの話ですが、そこに向き合っているのは、実は研究者、企業任せという構造が実用化の段階では必ず出てくると思います。こうした大義を達成する体制の在り方、マネジメントがこのプロジェクトを成功率に進めていく上で非常に重要となりますが、全て一つのことでブレイクスルーをするような課題ではありません。今 Carbon Xtract 社が実証に入っているようなプロジェクトを積み上げていくことにより、連携促進や一つ一つの成果が

実現していくことを望みます。

【石谷分科会長】 ありがとうございます。続きまして、櫻井分科会長代理、よろしくお願いいたします。

【櫻井分科会長代理】 本日は、丁寧な御説明をいただきましてありがとうございました。話を伺いながら感じた3点を申し上げます。まず1点目ですが、ムーンショット目標4は環境問題であり、特にステークホルダーが多く、最も難易度の高いところだと感じています。そうした上で、この間の絞り込みやスピニングアウトなど、着実に成果が出ている点は心強く、頼もしい限りです。一方、今後の追加公募を含め、それぞれの分野において様々な技術毎に総花的に採択していくというのもリスクヘッジの観点では大事だと考えるものの、国が時間とお金をかけて取り組むべきもの、それを早めに企業に送り出すもの、あるいはスタートアップを設立するものなど、戦略的にメリハリをつけることも必要だと思います。2050年に向け、各プロジェクトの研究者が、目標に向かって、安心してお金と時間を使って取り組めるように配慮していただくことも大切だと思います。

次に2点目ですが、この研究における論文、学会発表といった点でアカデミアの活動の中でどのようなポジションにあるかは御覧になっていると思うものの、昨今スタートアップを取り巻く様々な環境が日本でも大きく変わっています。また、世界的にはもっと金額も大きければ、スピードも速いです。そうした外部環境をしっかりと見ていただきながら、どこからのお金が、どんな研究、スタートアップについているのかをNEDO側でしっかりと見ながら、それぞれの案件のマネジメントをしていただきたいです。これはNEDOのプロジェクトだけでなく、経産省、文科省といった省庁を超え、お金の面でシームレスにより案件をいかに支援していくかといった観点になります。

最後の3点目は、アウトリーチ活動のような話です。これも、大きな意味で国際的にどれだけ競争力があるのかを論文、学会発表、特許等の様々な指標を用いて見ていくと思いますが、決して研究者単体や一つのグループだけでできることではありません。本日のお話の中でも、PD、PMが実際に海外に視察に行かれるたり、様々なデータベースを活用しながら調査をし、研究者にフィードバックをされていると伺いました。このあたりは本当にNEDOのマネジメントにおける腕の見せどころだと思いますので、引き続きしっかり進めていただければ幸いです。

【石谷分科会長】 ありがとうございます。最後に、石谷より講評を述べます。まず、非常にうまく運営されているという印象です。特にNEDOとしては相当特殊なプロジェクトであり、先の話进行を想定するといった点で難しい面もあると思いますが、今後もよろしくお願いいたします。また、研究者というのはどうしても小さくまとまってしまう、このように大きな将来のターゲットを対象とする際には、実用化をするための道筋が見えないケースも多いと考えます。しかしながら、既に幾つか共同研究が立ち上がり、研究者を主体にしてスタートされているというのは非常に重要だと感じます。ある程度絞られているものの、相当幅広いプロジェクト4の内容に関しては、共同研究が将来的には絶対に必要な分野です。この点は、より積極的に研究者がなければいけません、NEDOからも積極的に進めていく形を取っていただければと考えます。そして、特にDACの分野が非常に重要だと思う中、研究者で材料を扱っている人たちは、化学工学に関する情報を十分に持っていません。化学工学において、DAC等を使った応用があまり広がっていない点で、今までと全く違うものをつくるのであれば、そうした部分への支援が進むことでさらに意味のある形になっていくのではないかと思います。いずれにしても、非常に夢もあり、人類にとって、将来に向けて絶対に必要なプロジェクトですから、今後も頑張ってくださいたく存じます。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。ただいまの講評を受けまして、PD及び推進部より一言ずつ頂戴いたします。まず、山地PDからお願いいたします。

【山地PD】 ムーンショット目標4のPDを務める山地です。本日は、数々の貴重かつポジティブなコメントを賜りまして、大変ありがとうございました。ムーンショット研究開発事業としては10年間という

ことで、今ちょうど折り返しの直前に来ています。ムーンショット目標のゴール、アウトカムは2050年に設定されていますが、アウトプットの実現に向けていかに事業化をしていくかにおいて、少しずつ取りを変えています。もちろんDACの部分、窒素、海洋プラスチック問題ではそれぞれタイプが違います。海洋プラスチックと窒素は、どちらかと言えば有望なプロジェクトを絞り込むものですが、DACは今非常に関心が高く、少し増やしつつその中で絞っていくといったプロセスになります。その中で、かつ事業家に向けた取組に今後ギアチェンジをしていくことを考えています。こうした折り返しのタイミングにおいて、出口をはじめ、受皿の具体的な問題、あるいは世界的な視野等の非常に貴重な示唆をいただきましたことに御礼を申し上げます。

【萬木部長】 NEDO フロンティア部の萬木です。本日、委員の先生方におかれましては、闊達な御議論をいただきまして本当にありがとうございました。2050年という大変息の長い長期的な出口を見据えた事業をどう進めていくのか、どう評価していくのかというのが議論の焦点だったと思います。おのこの想像する未来は違うものであり、誰かが思い描いた未来がそのとおりになるとも言えません。そうであるからこそ、この事業において今何をしているのか、今どのような状況にあるのかを世にさらし、問いながら評価され、臨機応変に研究開発の内容を変えていくといった仕組みにしていく必要性があると考えます。それと同時に、この事業を通じ、日本が2050年の社会をつくっていけるように、時には事業を加速化していく所存です。委員の先生の御意見にもありましたが、まずは世に出し、引き続き技術をブラッシュアップしていく。そうした方法も検討の必要があると感じた次第です。本事業に携わる山地PDを筆頭とした事業者の皆様におかれましては、日々、切磋琢磨しながら研究開発に取り組んでいただいていることに感謝するとともに、委員の先生方をはじめ、多くの方々に見守っていただいている本事業として、私どもNEDOも納得のいく成果が出せるように日々精進してまいりますので、今後ともよろしくお願い申し上げます。本日はありがとうございました。

【石谷分科会長】 ありがとうございました。以上で議題8を終了といたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における技術評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5	制度の説明資料（公開）
資料 6	制度の補足説明資料（非公開）
資料 7	事業原簿（公開）
資料 8	評価スケジュール

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

「ムーンショット型研究開発事業」（中間評価）制度評価分科会

ご質問への回答（公開分）

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 7・ P1	「大胆な発想に二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」を実効的なものにするには、研究者が研究に集中できる時間を十分与える事が必須であるが、それに対するどのような配慮が行われているか。「効果的・効率的」に研究を進めるとの記述が散見されるが、挑戦的な研究は、一見すると効率的でない（直接、研究目標と結びつかない）と思われる研究でも、研究者の深い洞察があれば行われなければならない事がある。研究支援を行う部署は、研究者の発想を支援し、ある期間研究者に自由に研究を行わせる必要があるが、その配慮はどのような行われているか？	石谷 分科会長	原則として、プロジェクトの進捗確認においては次のステージに向けたポイント・ポイントの確認を主としているとともに、そこに至るまでのアプローチ方法については PM に委ねております。また、日頃からムーンショットでは「チャレンジ」を促していることに加え、状況変化に応じた計画変更にも柔軟に対応するなど、当初の計画に固執し過ぎないプロジェクト運営を行っております。特に、若手研究者の発想については大切にしており、20%ルールの範囲内で若手研究者の自発的な研究活動も須らく認めるなどの運営を行っております。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5・ P23	2030 年のアウトプット目標達成までの、グローバルな競争関係の確認は、各プロジェクトに任せているのでしょうか？ステージゲートでの確認方法は、どのような尺度で行っているのでしょうか？（競合比較、ポジショニング、特許出願など）	櫻井 分科会長 代理	グローバルな競争関係の確認については、「炭素循環（CO ₂ ）」「反応性窒素」「海洋プラスチック」のいずれにおいても、NEDO の調査事業にて共通的に調査を行っております。その際、PD をはじめ、各分科会の委員や PM も当該調査事業で開催する委員会等に参加し、情報を共有するとともに認識を一致させる取り組みを行っております。なお、全ての情報が公開情報から収集できるとは限りませんので、その場合は、ヒアリングや現地調査（場合によっては、PD、分科会委員、PM も同行）を実施するなどを行っております。このような調査も参考にしつつ判断を行っております。
資料 5・ P23	前回委員会でもコメントさせていただきましたが、PD、PM がグローバル環境を適切に確認し、各テーマに助言できるようなサポートを具体的にどのように行っているのでしょうか？（データベース活用、現地調査など）	櫻井 分科会長 代理	上記の調査事業では、技術的な調査に加え、政策動向や規制動向、市場動向などもあわせて行っております。これらの情報も PD や分科会委員、PM に提供しサポートを行っております。
資料 7・ P2	社会実装に向けたアウトプット目標及び達成状況の尺度（学会発表、特許出願、パブリシティなど）ですが、回数は重要ですが、発表する学会、専門誌、メディアなど、どこで、どのように発表したのかも重要だと思いますが、それらの検証はされているのでしょうか？	櫻井 分科会長 代理	ご指摘の通り、回数だけを重視しているものではありません。特に、特許出願や論文発表については社会実装に影響を及ぼすものとなりますので、プロジェクト毎に設置している知財委員会にて公開・非公開や公開方法等について検討・合意したうえで戦略的に発表するよう運営しております。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5・ P66, P74	PD ならびにサブ PD による PM のマネジメントが有効に機能しているものと思われるが、必ずしもそうでない場合もあり得るのではないか。MS なので必ずしも PM の描くビジョンが先鋭的で、PD ならびにサブ PD とその他の専門家の理解が追いつかずに有望なテーマを棄却することがないようにしたい。	醍醐委員	ご指摘の通り、その点については留意しながら進捗確認を行っておりますが、今後も留意したいと思います。
資料 5・ P14	「DAC、風化促進、ブルーカーボンなど、大気中の CO ₂ を除去する技術に期待」とあるが、どの技術がどの程度の除去を担うべきかといった分析は行っているのか。各技術に対するロードマップや目標はあるのか、ご教示いただきたい。	山田委員	IPCC や NEDO の TSC が風化促進等のネガティブエミッション技術も含めたポテンシャル調査を行っておりますが、幣部でも「DAC (Direct Air Capture) の技術動向及び社会実装課題に関する調査 (2022 年 9 月)」にて、これらを参考にしながら普及シナリオの検討を行っております。ただし、風化促進やブルーカーボンなど自然プロセスを用いた CO ₂ 固定の場合、まだ、それによる CO ₂ 収支の計算方法 (MRV 手法およびアカウンティング手法) が世界的にも定まっておりません。よって、現在も、プロジェクトの推進と同時に、これらの CO ₂ 収支の計算方法の検討も進めているところでございます。
資料 5・ P22～23	DAC によって日本が世界の CO ₂ 除去に貢献するまでの歩みとして、欧米スタートアップの実績や計画に比べてややゆっくりとしている印象を受ける。どのような戦略でのことか、ご説明いただきたい。	山田委員	欧米では CO ₂ の貯留地 (CCS や EOR) を持っているため、DACCS (DAC で CO ₂ を回収し、地下に貯留 (CCS) する) の開発が進行しております。よって、DACCS 向けの DAC については積極的に海外市場を狙うことを促しております。一方で、GLOBAL CCS INSTITUTE のレポートによれば、1.5℃目標を達成するためには 2050 年までに総量として 100Gt (1,000 億

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
			t) のCO ₂ を貯留する必要があるとされていますが、現在、世界で動いている CCS プロジェクトの理論上の最大貯留量は 12Gt（120 億 t）でございます。このような状況の中、DACCS などの大規模集中型の DAC のみではなく、ビルや家庭にも設置でき、かつ、回収した CO ₂ を利用することによって化石燃料の使用量も削減できる中・小規模分散型の DAC-U の開発もムーブメントでは行っているところです。最近、欧米においても DAC-U の動きも見られ始めてきたところでもありますので、中・小規模分散型を足掛かりとした海外展開に加え、大規模集中型への応用も視野に入りたいと考えております。

参考資料 2 評価の実施方法

NEDO における技術評価について

1. NEDO における技術評価の位置付けについて

NEDO の研究開発の評価は、プロジェクト/制度の実施時期毎に事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価が行われ、研究開発のマネジメントにおける PDCA サイクル（図 1）の一角と位置づけられています。さらに情勢変化の激しい今日においては、OODA ループを構築し、評価結果を計画や資源配分へ適時反映させることが必要です。

評価結果は、被評価プロジェクト/制度等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

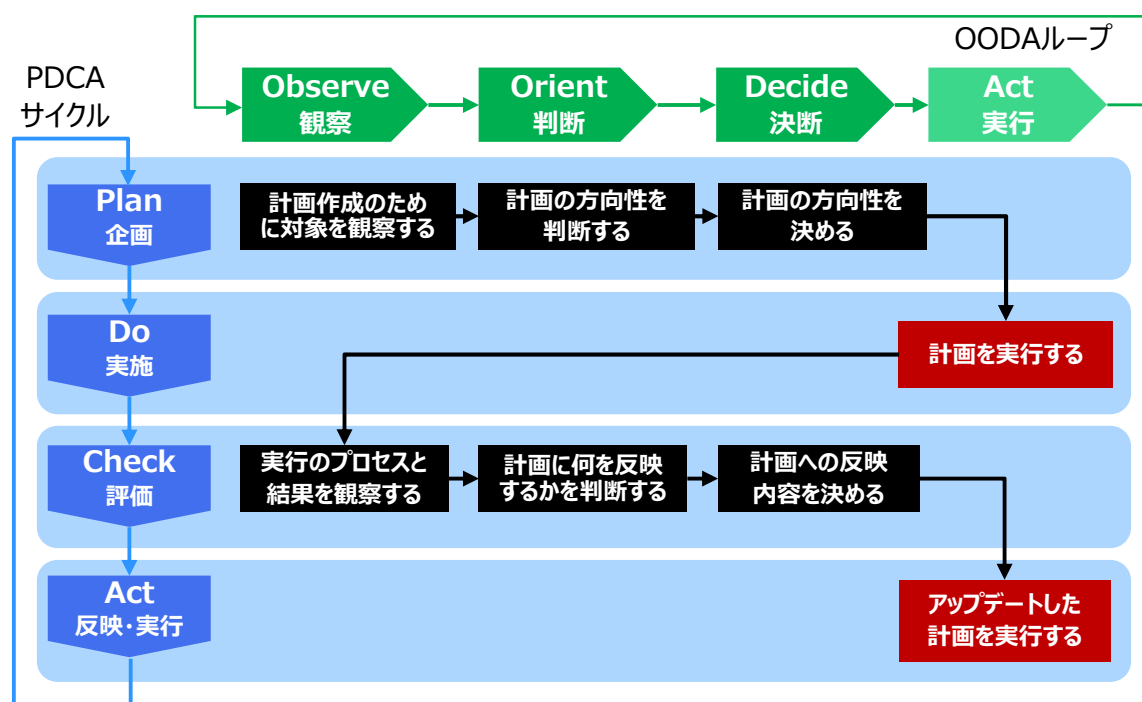


図 1 研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

2. 技術評価の目的

NEDO では、次の 3 つの目的のために技術評価を実施しています。

- (1)業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2)社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3)評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 技術評価の共通原則

技術評価の実施に当たっては、次の 5 つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。なお、評価結果については可能な限り計量的な指標で示すものとする。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、可能な限り外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. プロジェクト評価/制度評価の実施体制

プロジェクト評価/制度評価については、図 2 に示す実施体制で評価を実施しています。

- (1) 研究開発プロジェクト/制度の技術評価を統括する研究評価委員会を NEDO 内に設置。
- (2) 評価対象プロジェクト/制度毎に当該技術の外部の専門家、有識者等からなる分科会を研究評価委員会の下に設置。
- (3) 同分科会にて評価対象プロジェクト/制度の技術評価を行い、評価（案）を取りまとめる。
- (4) 研究評価委員会の了承を得て評価が確定され、理事長に報告。

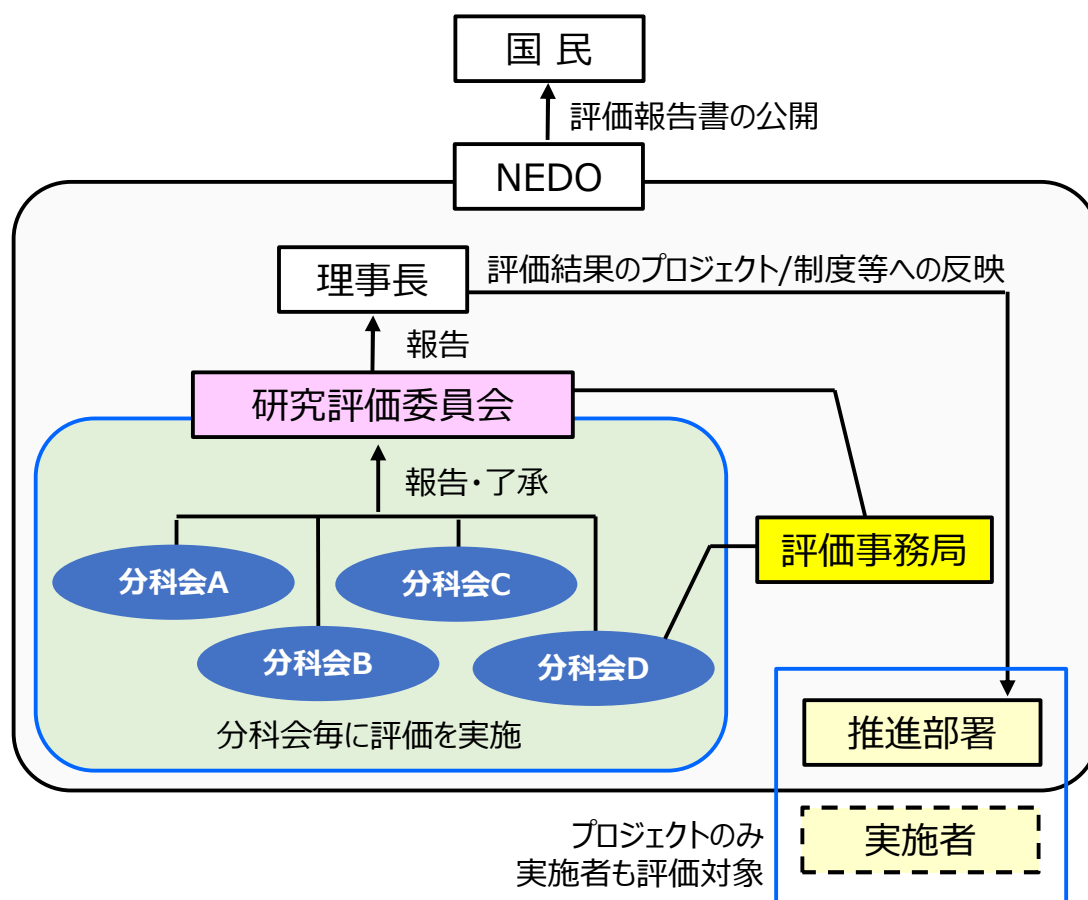


図 2 評価の実施体制

5. 評価手順

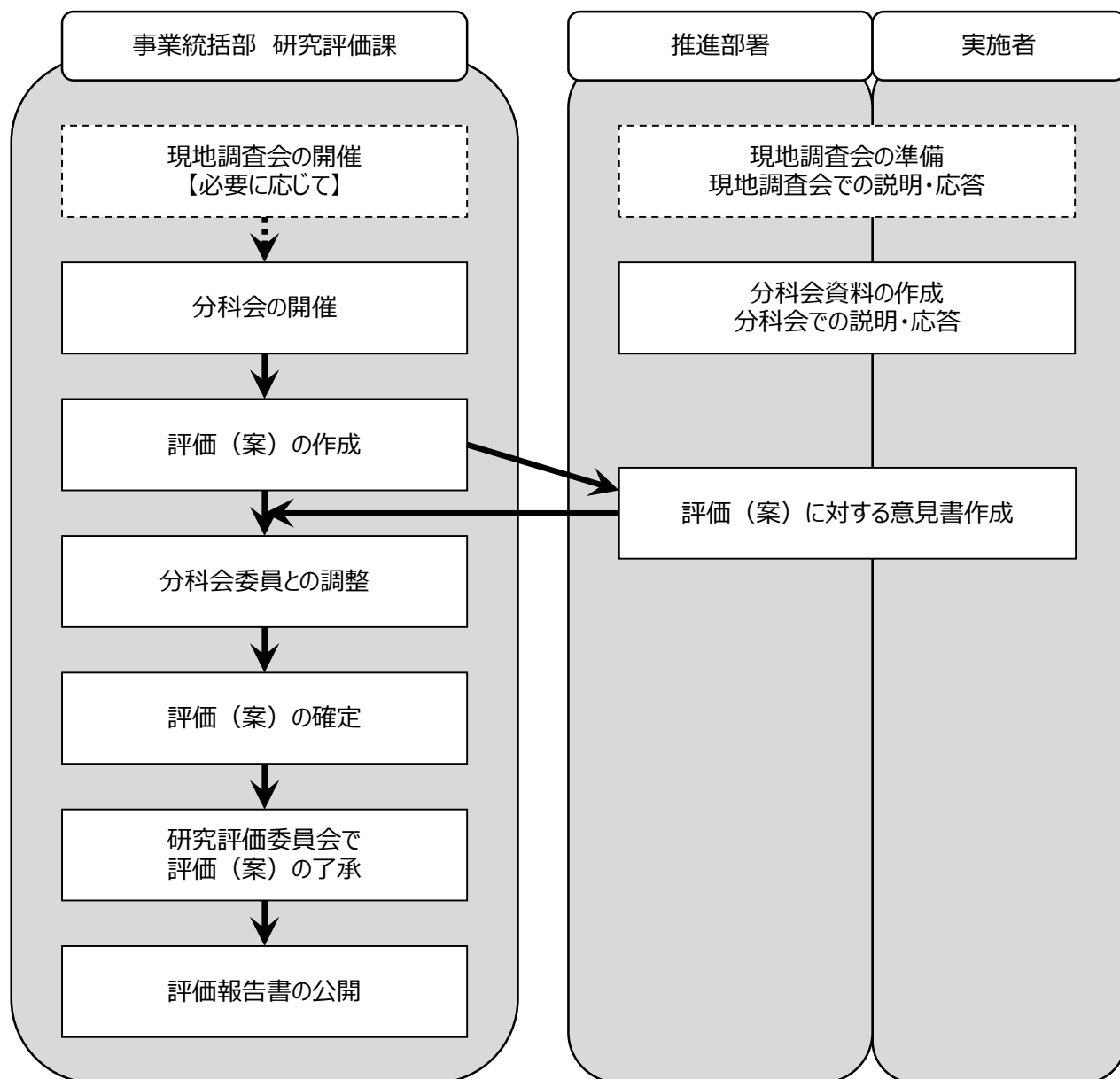


図3 評価作業フロー

研究評価委員会
「ムーンショット型研究開発事業」（中間評価）制度評価分科会に係る
評価項目・評価基準

注：「プログラム」とは、「ムーンショット型研究開発事業」のムーンショット型研究開発事業目標 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」のことである。

注：「プロジェクト」とは、公募した各テーマのことであり、その構成をポートフォリオと呼ぶ。

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

- ・本プログラムが目指す将来像（ビジョン・目標）や上位のムーンショット型研究開発事業制度全体（目標 1～目標 10）及び関連する政策・施策における位置づけが明確に示された上で、それらの目的達成にどのように寄与するかが明確に示されているか。
- ・外部環境（内外の技術・市場動向、制度環境、政策動向等）の変化を踏まえてもなお、本プログラムは真に社会課題の解決に貢献し、経済的価値が高いものであり、国において実施する意義があるか。

(2) アウトカム達成までの道筋

- ・「アウトカム達成までの道筋」※の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を考慮しているか。

※ 「アウトカム達成までの道筋」を示す上で考慮すべき事項

- ・将来像（ビジョン・目標）の実現に向けて、安全性基準の作成、規制緩和、実証、標準化、規制の認証・承認、国際連携、広報など、必要な取組が網羅されていること。
- ・官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確であること。
- ・本プログラム終了後の自立化を見据えていること。
- ・幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われていること。

- ・大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な取り組みか。（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点⑦）

(3) 知的財産・標準化戦略

- ・オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で、研究データを含め、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されており、外部環境の変化等を踏まえてもなお、妥当か。

- ・本プロジェクトの参加者間での知的財産の取扱い（知的財産の帰属及び実施許諾、体制変更への対応、プロジェクト終了後の権利・義務等）や市場展開が見込まれる国での権利化の考え方は、オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切なものであるか。
- ・標準化戦略は、事業化段階や外部環境の変化に応じて、最適な手法・視点（デジュール、フォーラム、デファクト）で取り組んでいるか。

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に※見直しているか。
- ・アウトカム目標の達成の見込みはあるか（見込めない場合は原因と今後の見通しは妥当か）。
- ・費用対効果の試算（国費投入総額に対するアウトカム）は妥当か。

※ アウトカム目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・本プログラムが目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値（市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量など）及びその達成時期が適切に設定されていること。
- ・アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
- ・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標が設定されていること。

- ・ムーンショット目標達成等に向けた本プログラムの研究開発の今後の見通しはあるか。（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点③）
- ・国民との科学・技術対話に関する取組（結果）は妥当か。（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点⑨）

(2) アウトプット目標及び達成状況

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に※見直しているか。
- ・中間目標は達成しているか。未達成の場合の根本原因分析や今後の見通しの説明は適切か。
- ・副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあるか。
- ・オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画を踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われているか。

※ アウトプット目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・アウトカム達成のために必要なアウトプット指標・目標値及びその達成時期が設定されていること。
- ・技術的優位性、経済的優位性を確保できるアウトプット指標・目標値が設定されていること。
- ・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックとTRL※の併用）により設定されていること。

※TRL：技術成熟度レベル（Technology Readiness Levels）の略。

- ・ムーンショット目標達成等に向けた本プログラムの研究開発の進捗状況は妥当か。
（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点②）

3. マネジメント

(1) 実施体制

- ・執行機関（METI/NEDO/AMED 等）は適切か。効果的・効率的な事業執行の観点から、他に適切な機関は存在しないか。
- ・実施者は技術力及び実用化・事業化能力を発揮しているか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は有効に機能しているか。
- ・実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化・事業化を目指した体制となっているか。
- ・個別事業の採択プロセス（公募の周知方法、交付条件・対象者、採択審査の体制等）は適切か。
- ・本プロジェクトとして、研究データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものか。また、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公正性（研究インテグリティ）の確保に係る取組をしているか。
- ・ムーンショット目標達成等に向けたポートフォリオは妥当か。（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点①）
- ・NEDOのPD（プログラムディレクター）／PM（プロジェクトマネージャー）等の活動に対する支援は妥当か。（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点⑩）

(2) 受益者負担の考え方

- ・委託事業の場合、委託事業として継続することが適切※か。補助事業の場合、現状の補助率の設定を続けていくことが適切※か。

※ 適切な受益者負担の考え方

- ・委託事業は、「事業化のために長期間の研究開発が必要かつ事業性が予測できない※、又は、海外の政策動向の影響を大きく受けるために民間企業では事業化の成否の判断が困難な場合において、民間企業が自主的に実施しない研究開発・実証研究」、「法令の執行又は国の政策の実施のために必要なデータ等を取得、分析及び提供することを目的とした研究開発・実証研究」に限られていること。

※「長期間」とは、技術特性等によって異なるものの「研究開発事業の開始から事業化まで10年以上かかるもの」を目安とする。「事業性が予測できない」とは、開発成果の収益性が予測不可能であり、民間企業の経営戦略に明確に記載されていないものとする。

- ・補助事業は、事業化リスク（事業化までの期間等）に応じて、段階的に補助率を低減させていくなど、補助率が適切に設計されているものであること。

- ・産業界との連携・橋渡しの状況（民間資金の獲得状況（マッチング）、スピンアウトを含む）は妥当か。（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点⑤）

(3) 研究開発計画

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえ、アウトプット目標達成に必要な要素技術、要素技術間での連携、スケジュールを適切に見直しているか。
- ・研究開発の進捗を管理する手法は適切か（WBS※等）。進捗状況を常に関係者が把握しており、遅れが生じた場合、適切に対応しているか。

※ WBS：作業分解構造(Work Breakdown Structure)の略。

- ・研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標、ステージゲート方式による個別事業の絞り込みの考え方・通過数などの競争を促す仕組みを必要に応じて見直しているか。
- ・PD（プログラムディレクター）のマネジメント状況（ポートフォリオ管理、PM（プロジェクトマネージャー）への指揮・監督、機動性・柔軟性等を含む）は妥当か。（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点④）
- ・国際連携による効果的かつ効率的な推進か。（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点⑥）
- ・研究資金の効果的・効率的な活用（官民の役割分担及びステージゲートを含む）になっているか。（ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針に基づく評価の視点⑧）

(参考) ムーンショット型研究開発制度の運用・評価指針から抜粋

【評価の視点】

外部評価は主に以下の視点によるものとし、本視点に基づき、各研究推進法人は、関係府省と連携して、詳細な評価基準を別に定めるものとする。

プログラムに関する評価

- ① MS 目標達成等に向けたポートフォリオの妥当性
- ② MS 目標達成等に向けたプログラムの研究開発の進捗状況
- ③ MS 目標達成等に向けたプログラムの研究開発の今後の見通し
- ④ PD のマネジメントの状況（ポートフォリオ管理、PM への指揮・監督、機動性・柔軟性等を含む）
- ⑤ 産業界との連携・橋渡しの状況（民間資金の獲得状況（マッチング）、スピンアウトを含む）
- ⑥ 国際連携による効果的かつ効率的な推進
- ⑦ 大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な取組
- ⑧ 研究資金の効果的・効率的な活用（官民の役割分担及びステージゲートを含む）
- ⑨ 国民との科学・技術対話に関する取組
- ⑩ 研究推進法人の PD/PM 等の活動に対する支援

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業統括部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 事業統括部 研究評価課

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。
(https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
ミューザ川崎セントラルタワー
TEL 044-520-5160 FAX 044-520-5162