

カーボンリサイクルファンド

プログレスレポート

2023

～カーボンリサイクル社会実装の具体化に向けて～

2023年9月

一般社団法人カーボンリサイクルファンド

## 目次

### 1. 骨子

### 2. カーボンリサイクルをめぐる動向

### 3. カーボンリサイクルの意義と

カーボンリサイクルファンド（CRF）の役割・進捗

### 4. カーボンリサイクル社会実装に向けた提言

### 5. まとめ

添付資料－1. CRF 会員取組事例集

添付資料－2. CRF 会員アンケート結果

添付資料－3. CRF 概要

## 骨子

### ■ カーボンリサイクルをめぐる動向

\* エネルギー・資源サプライチェーンリスクが続いている中においても、気候変動への対応及びカーボンニュートラル実現に向けた方向付けとアクションが進展。COP27（2022年11月、エジプト シャルム・エル・シェイクにて開催）では、気候変動対策の各分野における取組強化を求める「シャルム・エル・シェイク実施計画」及び2030年に向けて温室効果ガスの排出を抑える取組（緩和）の各国水準や実施規模を拡大するための「緩和作業計画」を採択。ロス&ダメージ支援のための措置を講じること及びその一環として基金設置が決定、この資金面での措置の運用化に関して、COP28に向けて勧告を作成するための移行委員会設置も決定。

\* 2023年3月に公表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次報告書によると、各国の温暖化ガス排出削減目標は不十分であり、世界の平均気温上昇を1.5°Cに抑えるための2030年以降の目標（2019年度比）として2035年65%、2040年80%CO<sub>2</sub>削減と、資金投入の拡大を含めたより踏み込んだ行動が必要。一方で、包摂的な長期計画と適応行動の実施によって1.5°C目標の達成は可能であり、そのコストは下がりつつあること、この10年間に行う選択や実施する対策が、現在から数千年先まで影響をもつ確信度は高いことが明示。

\* グリーントランスフォーメーション（GX）の実現を目指し、エネルギー・環境関連の国際会議を集中的に開催する場として日本政府は2022年より「東京GXウィーク」を主催（2023年は2022年と同じく9月～10月を予定）、カーボンリサイクル産学官国際会議やアジアCCUSネットワークフォーラムなどGXにつながる国際会議をGXウィークのなかで実施、議論を深めて施策の実行や具体化を促進。2050年カーボンニュートラル実現と社会変革を見据えて、GXへの挑戦を行い、現在および未来社会における持続的な成長実現を目指す企業が同様の取組を行う企業群を官・学と共に協働する場であるGXリーグでの事業者間の対話活発化。

\* 2023年5月のG7広島サミットコミュニケ要点；1.5°C目標に対する国別貢献（NDC）目標や長期低GHG排出戦略の目標整合と再検討、クリーン技術や活動の更なる実施及び開発に向けた民間資金を含む資金の動員、トランジション・ファイナンスの重要性、ネイチャーポジティブな経済への転換、安全で強靱な廉価で持続可能なクリーンエネルギーのサプライチェーンの追求。

\* 日本において、2023年5月にGX推進法（脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律）が可決。クリーンエネルギー戦略等カーボンニュートラルに向けた政策の整備・アップデートが進み、企業・自治体・アカデミアにおいて取組の具体化が進展。

\* 2023年6月に日本政府は「カーボンリサイクルロードマップ」を改定。カーボンリサイクルは製品等のサプライチェーン全体でCO<sub>2</sub>排出を抑制、2050年カーボンニュートラル社会実現に貢献すると意義付け、カーボンリサイクルによるCO<sub>2</sub>循環利用ポテンシャルを2050年時点で約2億～1億トンと試算（日本国内利用されるカーボンリサイクル製品相当）。

### ■ カーボンリサイクルファンド（CRF）の役割・進捗

\* カーボンリサイクルファンド（CRF）の役割；

CRFは「循環炭素社会（Sustainable Carbon System）」の実現に取り組むステークホルダーが連携するプラットフォームとして、情報共有の場と連携の場を提供。CRF会員がカーボンリサイ

クル技術開発及びその社会実装に率先して取り組んでいるからこそぶつかる障壁の解消に向けて会員の声を集約し、ステークホルダーとの対話を通じて、取組促進の潤滑油としてカーボンリサイクルに資するイノベーション創出、社会実装を支援。

\*2022～2023年7月活動進捗抜粋；

- ・カーボンリサイクル社会実装ワーキングを立ち上げ、2022年度は広島県及び広島県竹原市における可能性を会員とともに検討。参加社で協業に進むアイテムを発掘。
- ・研究助成において、2023年度はスタートアップ3件を含む16件を採択。2022年度はスタートアップ3件を含む16件を採択。2020年度～2022年度での採択計40件の中から、実証試験1件、国プロジェクト選定7件、民間共同研究3件、計11件進展の実績。
- ・Webサイトの充実やカーボンリサイクルサロンの開催等を通じて、会員間を含むステークホルダーとの情報共有を促進。個社間対話につながったマッチングは、10件以上。
- ・CO<sub>2</sub>吸収源に係るカーボンリサイクルを民間がビジネスとして取り組むための環境整備に向け、第3のファンドとして植林ファンドを2023年4月に設置し、早成樹による植樹を開始。併せてグリーンカーボン・ブルーカーボンの展開を議論する場としてCO<sub>2</sub>吸収源検討会を発足。
- ・カーボンリサイクル連携人材の育成プログラム「カーボンリサイクル大学」2期目（2022年9～12月）を実施。2023年度3期も開催。また、地域の若手と会員企業若手が一緒にカーボンリサイクルを通じて地域の未来を考える「カーボンリサイクル大学地域版」を広島大学と共同で2022年2月に実施。
- ・国連第8回STIフォーラムにおいて、CRF福田会長（当時）がHigh-level government respondentとしてビデオ登壇。地球が本来持っている機能を活かすSustainable Carbon Systemを構築することの意義を述べたスピーチに対し、気候変動緩和策としてカーボンリサイクルは極めて重要な技術であるとモデレーターから発言。

#### ■ カーボンリサイクル社会実装促進に向け、提言3本柱をアップデート（下線部）；

CRF会員がカーボンリサイクル技術開発およびその社会実装に率先して取り組むなかで、社会の在り方とそこに至るプロセスについて行ったディスカッションをベースに以下を提言。CRFは2章で述べた役割のもと、カーボンリサイクルを中核としたカーボンニュートラルの達成および「循環炭素社会」の実現に向け、提言の実行にCRF会員とともに率先して取り組む。

#### イノベーション促進と人材育成

- ・CRF会員においては、2050年カーボンニュートラルの実現を志向した成長戦略の策定と実行。カーボンリサイクル技術・製品の開発、実証、社会実装の加速及びこれらへ投資の拡大。その実行を支えるべく、スタートアップとの連携を含めた産業間連携やオープンイノベーションの最大限活用。「GX実現に向けた基本方針」等、国が主導する施策実行支援の活用。
- ・これらの産業界の動きを支えるべく、国においてはGXを加速化させるための支援上積みを含む施策の充実。及び、意欲高く率先して取り組む民間への強力かつ継続的支援。
- ・2030-2050年にカーボンニュートラル及びカーボンリサイクル実践を担う人材の育成。
- ・カーボンニュートラル及びカーボンリサイクルが社会に普及するための国民理解の醸成。

#### CO<sub>2</sub>バリューチェーンの構築

- ・カーボンリサイクル技術・製品は社会実装を通じてその意義や役割が確立する。CRF会員に

においては、カーボンリサイクル技術・製品の理解促進及び普及を図り、CO<sub>2</sub> 価値付けにつながる CO<sub>2</sub>バリューチェーン構築を推進。

・CO<sub>2</sub>バリューチェーンのキーテクノロジーとなる CO<sub>2</sub>分離・回収周りの取組充実を図るとともに、CO<sub>2</sub>供給者と利用者がともに CO<sub>2</sub>由来製品としての出口戦略を共有。CRFはこの役目を実践。

・国においては、日本の国際競争力の維持・向上につなげるべく、CO<sub>2</sub>バリューチェーンを活用した製品・サービスのプレミア化やインセンティブ付けに係る省庁横断施策の促進。

・CO<sub>2</sub>分離回収・利用に係るデータの取得・蓄積を通じた定量的な評価の促進と LCA を踏まえた CO<sub>2</sub>フローの可視化促進。加えて、カーボンリサイクル実装に伴う効果や影響の全体最適化の志向。

・排出権取引・炭素税・炭素価格設定などインパクトの大きい社会構造変革に関する議論の活性化と産業間の公平性を保つ統一的制度の整備・早期実行。

・海洋や植物など CO<sub>2</sub> 吸収源の評価や国際ルール作りの積極的展開。そのベースとなる小スケールでのボランタリークレジット枠組への支援。

#### **地方創生との連動・グローバル市場への展開**

・CRF 会員においては、地方自治体との連携を通じて地域の強みや特長を活かした事例の創出。特に CO<sub>2</sub>吸収源に資する産業としての農林水産業の活性化。例として、早成樹植栽や CO<sub>2</sub>利用コンクリートによる魚礁設置など。

・国においては、民間と地域の協業による CO<sub>2</sub>バリューチェーン事例創出支援の強化。

・ライセンスビジネスを含めたグローバル市場への展開。特にアジア各国へのカーボンニュートラル技術導出によってカーボンリサイクルを日本の成長産業として拡大する流れを生み、アジア圏のカーボンニュートラルに貢献。

#### ■ まとめ

環境の経済の両立を基盤としたカーボンニュートラルの達成に向けて、CO<sub>2</sub> 吸収・固定化を含め、CO<sub>2</sub> 及び炭素化合物を資源として活用していくカーボンリサイクルの重要性がますます高くなっている。資源・エネルギー・食料の領域を含め、地球全体でのカーボンリサイクル、すなわち「循環炭素；Sustainable Carbon System」の枠組み構築を、民間での業界連携は勿論のこと、産学官連携、海外との連携を通じて促進し、日本のみならず世界のカーボンニュートラル達成の実現に向けて、カーボンリサイクルファンドは、本提言の実行をはじめとする業種横断・産学官連携のプラットフォームとしての役割を果たす。

#### ■ 添付資料-1. カーボンリサイクル社会実装に向けた会員アクション進捗

CRF 会員においては、カーボンリサイクル技術社会実装の具体化に向けた CO<sub>2</sub>の分離回収、燃料転換、鉱物化、化学品転換や、これに続く実用化を目指す CO<sub>2</sub> 吸収・固定、農林水産業連携に係る実証、研究開発が進んでいる。これらの進展事例を別添資料-1 で紹介。

#### 添付資料-2. CRF 会員アンケートサマリー

#### 添付資料-3. CRF 概要

## 1. カーボンリサイクルをめぐる動向

資源・エネルギーサプライチェーンリスクが続いている中でも、気候変動への対応及びカーボンニュートラル実現に向けた流れは滞ることなく方向付けとアクションが進展、COP27（2022年11月6日-11月20日、エジプト シャルム・エル・シェイクにて開催）では、気候変動対策の各分野における取組の強化を求める「シャルム・エル・シェイク実施計画」及び22030年に向けて温室効果ガスの排出を抑える取組（緩和）の各国水準や実施規模を拡大するための「緩和作業計画」が採択された。加えて、ロス&ダメージ（気候変動の悪影響に伴う損失と損害）支援のための措置を講じること及びその一環として基金を設置することが決定され、この資金面での措置の運用化に関して、COP28に向けて勧告を作成するための移行委員会設置も決定された。

2023年3月に公表されたIPCC第6次報告書では、第5次報告書からの科学的知見の更新、気候変動の現実と影響に関する考察、今後の長期的・短期的見通しの更新と併せて世界の平均気温上昇を1.5°Cに抑えるための2030年以降の目標（2019年度比）として2035年65%、2040年80%のCO<sub>2</sub>削減と資金投入の拡大を含めたより踏み込んだ行動の必要性が示唆された。一方で、包摂的な長期計画と適応行動の実施によって1.5°C目標の達成は可能であり、そのコストは下がりつつあること、この10年間に行う選択や実施する対策が、現在から数千年先まで影響をもつ確信度は高いことが明示されている。

日本は、グリーントランスフォーメーション（GX）の実現を目指し、エネルギー・環境関連の国際会議を集中的に開催する場として、日本政府は「東京GXウィーク」を主催した（2023年は2022年と同じく9月～10月を予定）。第4回カーボンリサイクル産学官国際会議や第2回アジアCCUSネットワークフォーラムをこの一環として実施、関連する議論を深めて施策の実行や具体化の進展を図っている。2050年カーボンニュートラル実現と社会変革を見据えて、GXへの挑戦を行い、現在および未来社会における持続的な成長実現を目指す企業が同様の取組を行う企業群を官・学と共に協働する場であるGXリーグでの事業者間の対話活発化。

2023年5月G7広島サミットに伴うG7札幌・エネルギー・環境大臣サミット（2023年4月）では、データに基づく産業のカーボンニュートラル化及びネットゼロ社会に向けた削減貢献量の適切な評価の2つを優先事項とし、イニシアティブと連携しながら具体的なアクションを進めていくことを合意された。ネイチャーポジティブ、循環型経済・資源効率性におけるビジネスのリーダーシップ、行動、パートナーシップ促進がキーワードとなっている。

また、日本においては、2023年5月にGX推進法（脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律）が可決され、クリーンエネルギー戦略等カーボンニュートラルに向けた政策の整備・アップデートが進み、企業・自治体・アカデミアにおいて取組の具体化が進展している。

2023年6月に日本政府の「カーボンリサイクルロードマップ」が改定され、カーボンリサイクルは製品等のサプライチェーン全体でCO<sub>2</sub>排出を抑制、2050年カーボンニュートラル社会実現に貢献するキーテクノロジーと位置付けられた。カーボンリサイクル製品（汎用品）の普及開始時期が2040年頃に前倒しとなり、カーボンリサイクルによるCO<sub>2</sub>循環利用ポテンシャルを2050年時点で約2億～1億トンと試算された（日本国内利用されるカーボンリサイクル製品相当）。



CO<sub>2</sub> を原料に炭素化合物を合成して自然に供する役割を担い、また、私たち人を含めた生物の体は炭素を骨格にした物質で成り立ち、大気・陸・海を含めた地球全体での炭素循環システムが成立している。

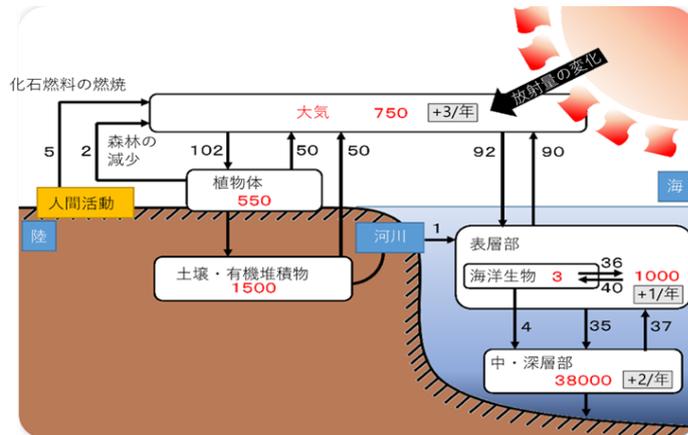


図3. 地球の炭素循環モデル

出典：国立環境研究所地球環境センター資料等からカーボンリサイクルファンド作成

私たちが志向すべきは、1.5°C目標の実現及びその先にある真に持続可能な社会経済システムの構築であり、そのためには、CO<sub>2</sub> を厄介者扱いにするのではなく資源として循環・活用するという考え方に立脚した「循環炭素社会」の構築を通じて地球の健康を取り戻し、維持していくことであると考えている。この包括的概念のもと、社会・経済の活動から派生する CO<sub>2</sub> の把握・回収、再生可能エネルギーの開発・導入やライフスタイル変革を含めた抜本的なエネルギー転換、コンクリートや化学品など社会・経済に不可欠な物質や高付加価値品への転換および農林水産業などの自然の力を借りながら吸収・貯蔵を通じた CO<sub>2</sub> 固定化・資源化や高付加価値品への転換とこれらの市場形成、CCS・水素を含めた CO<sub>2</sub> バリューチェーン全体を見据えた統合的取組の促進が不可欠である。

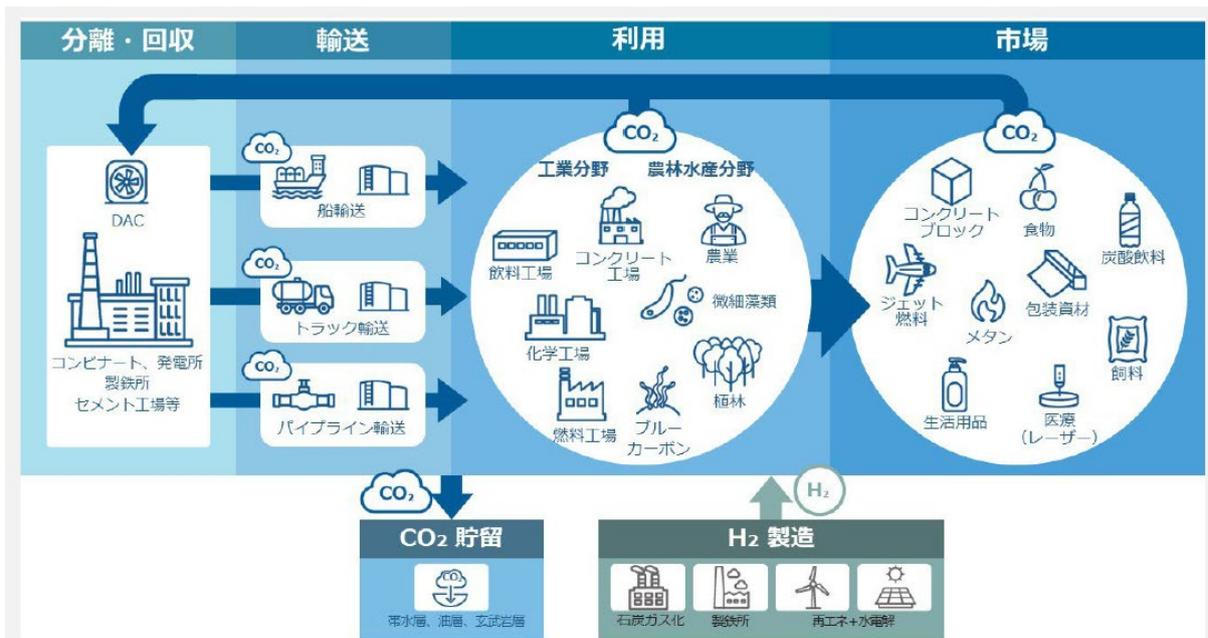


図4. 循環炭素社会実現に向けた CO<sub>2</sub> バリューチェーン

出典：カーボンリサイクルファンド資料

2019年8月に15法人の社員が設立したカーボンリサイクルファンド（CRF）は、地球温暖化問題と世界のエネルギーアクセス改善の同時解決に向けて、広報活動、研究助成活動、政策提言等を通じてカーボンリサイクルに資するイノベーション創出及び社会実装支援を行うことをミッションとしている。カーボンリサイクルをキーワードにカーボンニュートラル、さらには「循環炭素社会（Sustainable Carbon System）」の実現に取り組むステークホルダーが連携するプラットフォームおよび取組の潤滑油であることをCRFの存在意義においている。

設立後4年を経てCRFに賛同・参画する会員は180を超え（126法人会員、13自治体会員、19学会会員、26個人会員；2023年9月1日時点）、日本政府が掲げる「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の肝であるカーボンリサイクル政策を民間ベースで実践する基盤を担っている。

■ 【進捗例：研究助成活動】

CRFは、研究助成活動として、アカデミア・企業・スタートアップのカーボンリサイクルに係る独創性や革新性に優れた研究開発を支援し、次のステップである実証試験や社会実装に向けたサポートを行っている。具体的にはカーボンリサイクルに係る幅広い分野；CO<sub>2</sub>分離・回収、燃料や化学品への転換、鉱物化、社会科学に関する研究、CO<sub>2</sub>吸収源に関する研究（土壌、森林、ブルーカーボン、生物利用、農林水産）、水素製造、ジオエンジニアリング、機能性材料、医療分野応用などを対象に、研究者個人又は研究チームに研究助成を行っている。

	概要
助成対象	企業、大学、法人等に属する研究者又は研究者チーム 2022年度からは、スタートアップ枠を設定
募集テーマ (期待分野)	社会的課題を解決するため、CO <sub>2</sub> （あるいは炭素原子）を資源として利用するCR、関連技術、CRを実現するための社会科学分野等に関する研究  <募集分野一覧> 1. 鉱物化（コンクリート等の材料）によるCO <sub>2</sub> 固定化技術 2. 燃料への転換技術    3. 化学品への転換技術 4. CO <sub>2</sub> 分離回収に係る技術(直接空気回収を含む) 5. 社会科学等の分野 6. CO <sub>2</sub> 吸収源(土壌、森林、ブルーカーボン、生物の活用、農林水産等)に係る研究 7. その他（水素製造、ジオエンジニアリング、機能性材料、医療分野等）
評価ポイント	独創性・革新性・従来技術に対する優位性、課題設定の仕方、企業との連携などの社会実現可能性等
助成規模	1,000万円程度/件（平均助成額約700万円/件）
応募・採択件数	2020年度：39件応募・12件採択、2021年度：46件応募・12件採択 2022年度：55件（従来枠）+29件（スタートアップ枠）→84件応募・16件採択 2023年度：56件（従来枠）+31件（スタートアップ枠）→87件応募・16件採択
研究成果の帰属	基本的に研究者に帰属

図5. カーボンリサイクルファンド研究助成活動概要

出典：カーボンリサイクルファンド資料

2020年度は35件の応募から12件、2021年度は46件の応募から12件、2022年度は84件の応募から16件（スタートアップ3件含）、2023年度は87件の応募から16件（スタート

アップ3件含)を採択した。2020-2023年度4年間で総額3億5,000万円超を助成している。

2023年度採択案件 16件		●: 40歳以下の若手研究者、スタートアップ
分野	研究課題名	研究代表者名 (所属機関)
CO <sub>2</sub> 分離回収 (排気回収)	無欠陥MOF極薄膜が拓くCO <sub>2</sub> 分離回収の実用化	田中 俊輔 (学校法人関西大学)
	革新的分離剤と光触媒による常温・常圧CR技術	田中 秀樹 (国立大学法人信州大学)
CO <sub>2</sub> 分離回収 (DAC)	新たなCO <sub>2</sub> 放出システムによる高効率大気中CO <sub>2</sub> 回収技術の開発	稲垣 冬彦 (学校法人神戸学院 神戸学院大学)
	革新分離膜と光応答性吸収剤によるDACシステムの開発	今堀 龍志 (学校法人東京理科大学)
	ゼオライトを用いたDACシステムの開発	●池上 京 (Planet Savers株式会社)
燃料への転換	革新的オンデマンドレーザー駆動化学プロセスの開発	●桑原 彬 (国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学)
化学品への転換	電気化学的CO <sub>2</sub> 電解還元反応用高効率電極触媒の開発	●伊藤 良一 (国立大学法人筑波大学)
	CO <sub>2</sub> を原料とする革新的ダイレクトメタノール製造のための流動層プラズマリアクターの開発	小林 信介 (国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学)
	廃棄シリコンを還元剤とするCO <sub>2</sub> の選択的化成品転換システムの開発	本倉 健 (国立大学法人横浜国立大学)
	電気化学的脱水反応を利用したCO <sub>2</sub> の有用化学品への変換技術の開発	●竹内 勝彦 (国立研究開発法人 産業技術研究所)
化学品への転換 (生物利用)	油脂工業原料の脱農産物依存: 微生物を用いたCO <sub>2</sub> からの高級アルコール製造技術の開発	●西尾 幸祐 (株式会社CO2資源化研究所)
社会科学	カーボンニュートラルな農山漁村にむけたレゾーム変革: 炭素吸収産業の競争力向上のための基礎的考察	鷺津 明由 (学校法人早稲田大学)
高付加価値材への転換	二酸化炭素からのカーボンナノチューブ膜の直接コーティング技術の開発	●鈴木 祐太 (学校法人同志社 同志社大学)
炭素資源利用 (バイオマス)	未利用炭素資源を有効利用する電気化学デバイスの開発	●井戸 彬文 (一般財団法人電力中央研究所)
	大気中のCO <sub>2</sub> 濃縮と高効率エネルギー生産を同時に実現する次世代バイオマス発電技術の開発	●間澤 敦 (京都大学イノベーションキャピタル 株式会社)
CO <sub>2</sub> 直接利用	CO <sub>2</sub> ハイドレート蓄放電システム	小原 伸哉 (国立大学法人北海道国立大学機構 北見工業大学)

2022年度採択案件 16件		●: 40歳以下の若手研究者、スタートアップ
分野	研究課題名	研究代表者名 (所属機関)
CO <sub>2</sub> 固定化	水と熱を必要としない次世代型二酸化炭素固体吸収剤の開発	佐藤 公法 (国立大学法人東京学芸大学)
	微生物燃料電池を用いた次世代大気中CO <sub>2</sub> 固定化技術の研究開発	佐野 大輔 (国立大学法人東北大学)
	木灰を用いたバイオマスコンクリートの実用強度化	大内雅博 (高知県立大学法人高知工科大学)
燃料への転換	先端的蓄熱技術を応用した熱交換器レスCO <sub>2</sub> メタネーションプロセスの開発	●能村 貴宏 (国立大学法人北海道大学)
化学品への転換	革新的光触媒設計が拓く超高効率CO <sub>2</sub> 還元	吉田 朋子 (公立大学法人大阪 大阪公立大学)
	環状ポルフィリン多量体が織りなす小分子変換反応	倉持 悠輔 (学校法人東京理科大学)
化学品への転換 (生物利用)	バイオマス資源を原料にしたナイロン前駆体化合物の微生物生産技術開発	●清水 雅士 (マイクロバイオファクトリー株式会社)
	革新的CO <sub>2</sub> 利用に向けたC1完全バイオ循環空間デザイン	●野田 修平 (国立研究開発法人理化学研究所)
炭素資源等の循環	産業廃棄物の水熱処理によるCO <sub>2</sub> 還元法の開発	坪内 直人 (国立大学法人北海道大学)
	未利用バイオマス残渣を活用したカーボンニュートラル技術および炭素価値の創出に関する開発	川谷 光隆 (Innovare株式会社) バンドン工科大学等との国際共同研究
CO <sub>2</sub> 分離回収	固体化をトリガーとする大気中CO <sub>2</sub> 選択的回収技術の開発	稲垣 冬彦 (学校法人神戸学院 神戸学院大学)
	多孔性配位高分子 (PCP/MOF) を用いたCO <sub>2</sub> 分離回収プロセスの開発	浅利 大介 (株式会社Atomis)
社会科学	カーボンリサイクル製品の普及を促進するメッセージング手法	●小松 秀徳 (一般財団法人電力中央研究所) Saint Mary's 大学との国際共同研究
CO <sub>2</sub> 吸収源	海洋におけるCO <sub>2</sub> 吸収・循環過程の見える化のための次世代モビリティの開発と沿岸浅海域のブルーカーボンの解析	山本 郁夫 (国立大学法人長崎大学) 気象庁気象研究所、長崎海洋アカデミーと連携
	高濃度二酸化炭素環境下における光合成速度を高める機能性肥料開発に向けた植物中のエピジェネティクス解析	●松下 祥子 (学校法人日本大学)
	植物による二酸化炭素吸収を増進する薬剤の開発	●高橋洋平 (国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学)

図6. カーボンリサイクルファンド研究助成活動採択案件一覧

上: 2023年度 下: 2022年度

出典: カーボンリサイクルファンド資料

採択例の中から、NEDO 研究助成やグリーンイノベーション基金等の国プロジェクト助成選定につながる事例が7件、民間との共同研究につながる事例が3件となった。また、2022年度採択の1件は、CRF 助成により開発が進展し、2023年7月から実証試験に進んだ。

分野	採用先	研究課題名	研究代表者名 (所属機関)	採択 年度
CO <sub>2</sub> 固定化 技術	実証	微生物燃料電池を用いた次世代大気中CO <sub>2</sub> 固定化技術の研究開発	佐野 大輔 (東北大学)	2022
	NEDO・環境省	廃海水と生体アミンを用いた新たなCO <sub>2</sub> 鉱物化法の開発	安元 剛 (北里大学)	2021
燃料への転換 技術	JST/OPERA	微細藻由来バイオ燃料実用化のボトルネック解消のための育種	原山 重明 (中央大学)	2021
化学品への 転換技術	GI基金	超効率的なCO <sub>2</sub> 利用ポリウレタン原料製造法の開発	竹内 勝彦 (産業技術総合研究所)	2021
	民間共同研究等	二酸化炭素からの乳酸およびポリ乳酸合成技術の開発	川波 肇 (産業技術総合研究所)	2021
	民間共同研究	IGCC+CCS への新規低温メタノール合成触媒適応研究	椿 範立 (富山大学)	2020
CO <sub>2</sub> 分離回収 に係る技術	JST/未来社会 創造事業	低コストCO <sub>2</sub> フリー水素製造に向けたCO <sub>2</sub> 吸着剤の開発	犬丸 啓 (広島大学)	2021
	民間共同研究等	水をも分離するCO <sub>2</sub> 吸収・放出剤による高効率的DAC技術の開発	稲垣 冬彦 (神戸学院大学)	2021, 2022
社会科学等の 研究	環境省	瀬戸内「カーボンリサイクルコンビナート」の実現に向けた研究	市川 貴之 (広島大学)	2020
CO <sub>2</sub> 吸収源に 係る研究	JST/A-STEP トライアウト	膜分離による大気CO <sub>2</sub> 濃縮機能を有する小型施設園芸システムの開発	藤川 茂紀 (九州大学)	2021
	JSPS/科研費	植物によるCO <sub>2</sub> 吸収を増進する薬剤の開発	高橋 洋平 (名古屋大学)	2022

図7. カーボンリサイクルファンド研究助成の成果例

出典：カーボンリサイクルファンド資料

■ 【進捗例：カーボンリサイクル社会実装ワーキング】

CRF は、CO<sub>2</sub> 排出者と潜在的な CO<sub>2</sub> 需要者を繋ぎ、地域の強みを活かしたカーボンリサイクル社会実験→社会実装の機会を模索するワーキンググループ活動を推進している。

2022 年度は広島県竹原市でのワーキングを実施した。広島県及び広島県竹原市に事業所を保有する会員企業だけでなく、地域の有力企業、自治体関係者も参加して「竹原モデル」の構築を議論した。参加社が保有する技術や取組の紹介、関連施設の視察などを経て、いくつかの CO<sub>2</sub> バリューチェーンが繋がった。今後は個別の取り進めに移行し、CRF はそのサポートを行う。

このモデルを他の地域にも展開して同様のワーキングを実施し、カーボンリサイクル技術の社会実装の具体化につなげる。

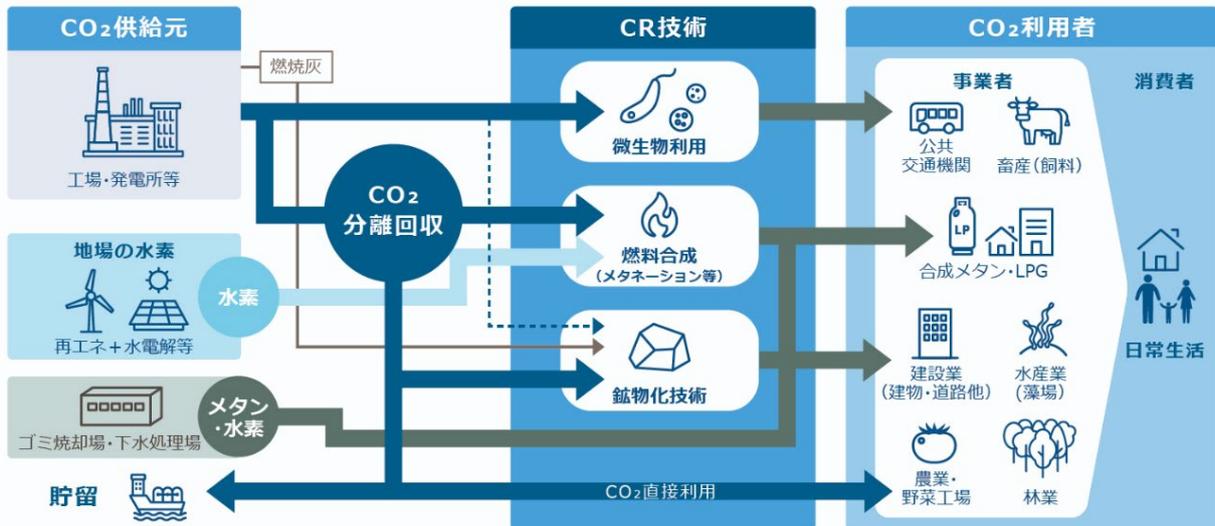


図 8. CO<sub>2</sub>バリューチェーン構築ワーキング概略  
出典：カーボンリサイクルファンド資料

- 【進捗例：カーボンリサイクル大学 ～「循環炭素社会」実現を担う若手育成プログラム～】

カーボンニュートラルを志向する研究開発やその事業化は、地球規模の大きなミッションで複雑系の中において長い時間軸での取組が求められるため、実務者が課題を自分ごと化し、自発的に行動しながら周囲を巻き込み、協働の輪を広げていくことが必要である。CRFは、会員各社において将来中核となることを期待される若手社員を対象に、さまざまな考え・価値観をもつ組織・人と協働してアイデアを実践していく際に重要となるスキルやマインドセットを、有望スタートアップ経営者や同志の仲間と議論を通して身につける「カーボンリサイクル大学」を2021年度から展開している。第2期となる2022年度は、会員企業から選定された若手20人が参加し、自らの課題認識からキーワード化した①エネルギー、②アップサイクル、③分散型社会、④CO<sub>2</sub>の可視化・価値化の4テーマに分かれてグループワークを行った。第3期も2023年度に開講した。

加えて、企業の若手と地域の若手が一緒に未来を考える機会として「カーボンリサイクル大学地域版」を企画し、2022年度は広島大学の協力を得て広島大学で開催した。



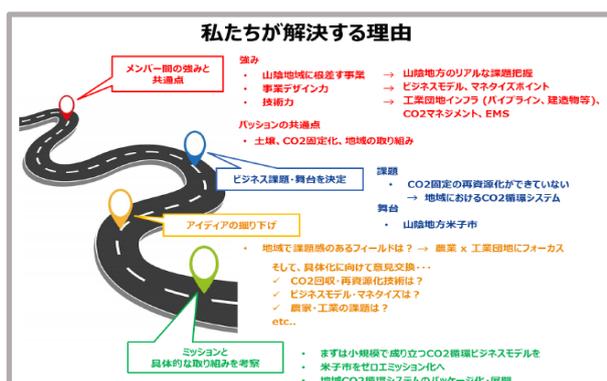
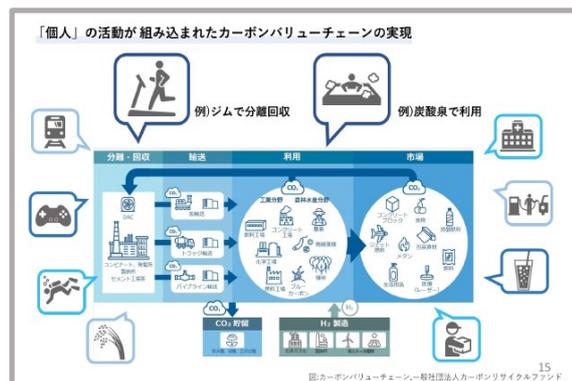
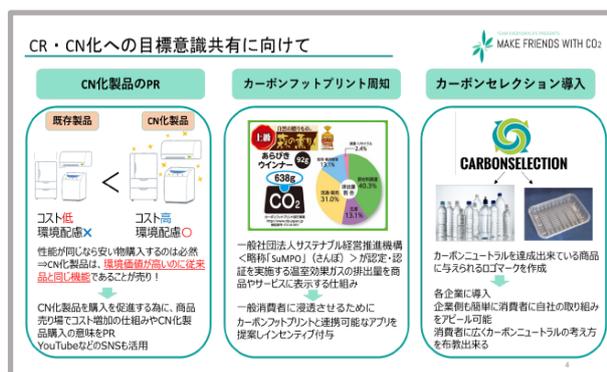
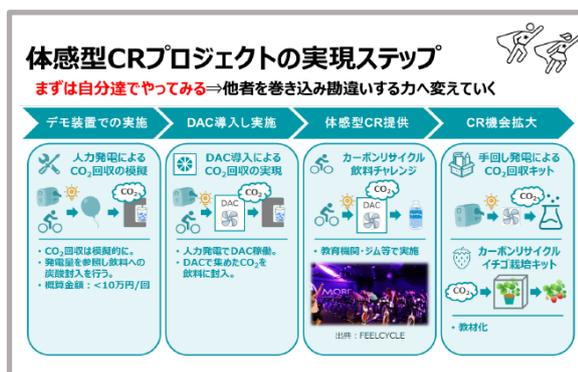


図9. カーボンリサイクル大学第2期チームプレゼンテーションの例  
出典：カーボンリサイクルファンド資料

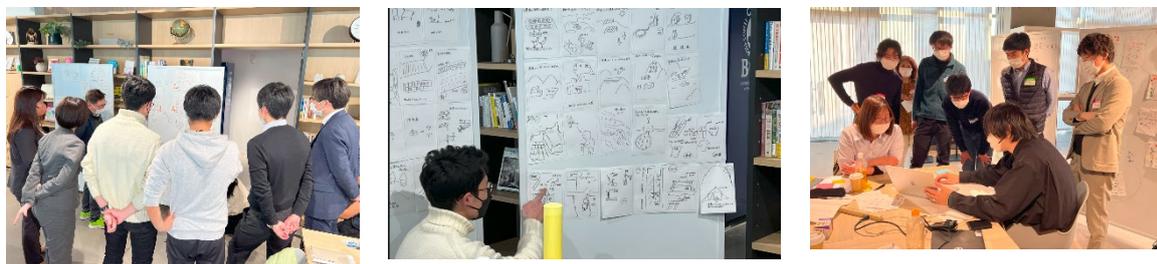


図10. カーボンリサイクル大学地域版（広島大学にて開催）の様子  
出典：カーボンリサイクルファンド資料

■ 【進捗例：カボリサ物語 ～デジタルコンテンツ～】

若手世代に訴求する重要性を踏まえ、カーボンリサイクルの事例をワクワク感とともに学ぶことができるデジタルコンテンツ「カボリサ物語」を高校生・中学生向けに制作、シリーズ化に取り組んでいる。「循環炭素社会」が当たり前になっている2222年の高校生カーボとりサ、ニンジャウル (Ninja owl) サスケが2022年近傍にタイムワープし、イノベーション創出の取組や関係者の熱意に触れていくストーリー。CRF Web サイトで公開、サスケはCRFのマスコットキャラクターとしてPRの場でも活躍している。



図 11. カボリサ物語コンテンツ例とサスケ  
出典：カーボンリサイクルファンド資料

■ 【活動進捗：トップリーダー発信】

国際的な会議や展示会において、トップリーダーが自らカーボンリサイクルの意義を語り、協働を働きかける活動を行っている。2022年度は、カーボンリサイクル産学官国際会議（10月）において当時の会長・福田信夫氏が、スマートエネルギーWeek 2022（3月）において副会長・北村雅良氏がプレゼンテーションを行った。それぞれ多くの反響があった。また、2023年5月に国連本部で開催された第8回国連STIフォーラム（STI; Science, Technology, and Innovation）に当時の会長・福田信夫氏が High-level government respondent としてビデオ登壇し、3分間のスピーチを行った。気候変動への対処及び資源・エネルギー・食料の持続可能な調達等の課題解決に向けて、地球が本来持っている機能を活かす Sustainable Carbon System を構築する意義を述べたスピーチに対し、カーボンリサイクルは極めて重要な技術であるとモデレーターから示唆があった。



図 12. 講演を行う福田会長（当時）と北村副会長  
出典：カーボンリサイクルファンド資料

■ 【活動進捗：植林ファンドの設置・CO<sub>2</sub>吸収源への取組強化】

カーボンニュートラル達成のカギとなる CO<sub>2</sub> 吸収源への取組具体化の施策として 2023 年 4 月に植林ファンドを設置した。準備段階では、CRF 会員からのヒアリング、関係省庁として経済産業省や農林水産省（林野庁）との情報交換・意見交換を行った。併せて発足させた CO<sub>2</sub> 吸収源検討会をベースに、早成樹等を活用した植樹と出口戦略の立案と実行、これに伴うクレジット制度の議論と必要なデータの取得、一般の方への理解促進を目的とした広報・イベントの実施、ブルーカーボンを含めた農林水産業との連携、自治体や地域産業との連携を展開する。第1回の検討会は、植林をテーマに 2023 年 7 月に開催した。2023 年 6 月には、埼玉県東松山市（2019 年の台風 19 号による越辺川の決壊により浸水被害のあった地域）で植林イベント「カボリサの森」を実施。地元の農業関係者の方々、議員

の方々、CRF 会員とその家族等 80 名以上が参加した。植樹したのは、CRF の会員が開発した 5 年ほどで成木する早生桐 200 本。森林だけでなく、耕作放棄地対策や防災の観点からもなどへこのような活動が広がることが期待される。

エネルギー・資源・食糧のサプライチェーン強靱化や国産化が課題となっており、この点においても解を提供できるものと考えている。



カボリサの森は Google Map で検索できます

<https://goo.gl/maps/4LjryK8NBu6AS2mF8>

全景を空撮した動画を YouTube で公開しています

<https://youtu.be/z0k0z58fZ24>

### 3. カーボンリサイクル社会実装促進に向けた提言

CRF 会員がカーボンリサイクル技術開発およびその社会実装に率先して取り組むなかで、社会の在り方とそこに至るプロセスについて行ったディスカッションをベースに以下を提言。CRF は 2 章で述べた役割のもと、カーボンリサイクルを中核としたカーボンニュートラルの達成および「循環炭素社会」の実現に向け、提言の実行に CRF 会員とともに率先して取り組む。

#### **イノベーション促進と人材育成**

- ・ CRF 会員においては、2050 年カーボンニュートラルの実現を志向した成長戦略の策定と実行。カーボンリサイクル技術・製品の開発、実証、社会実装の加速及びこれらへ投資の拡大。その実行を支えるべく、スタートアップとの連携を含めた産業間連携やオープンイノベーションの最大限活用。「GX 実現に向けた基本方針」等、国が主導する施策実行支援の活用。
- ・ これらの産業界の動きを支えるべく、国においては GX を加速化させるための支援上積みを含む施策の充実。及び、意欲高く率先して取り組む民間への強力かつ継続的支援。
- ・ 2030-2050 年にカーボンニュートラル及びカーボンリサイクル実践を担う人材の育成。
- ・ カーボンニュートラル及びカーボンリサイクルが社会に普及するための国民理解の醸成。

#### **CO<sub>2</sub>バリューチェーンの構築**

- ・ カーボンリサイクル技術・製品は社会実装を通じてその意義や役割が確立する。CRF 会員においては、カーボンリサイクル技術・製品の理解促進及び普及を図り、CO<sub>2</sub> 価値付けにつながる CO<sub>2</sub> バ

リユースチェーン構築を推進。

・CO<sub>2</sub>バリューチェーンのキーテクノロジーとなる CO<sub>2</sub>分離・回収周りの取組充実を図るとともに、CO<sub>2</sub>供給者と利用者がともに CO<sub>2</sub>由来製品としての出口戦略を共有。CRFはこの役目を実践。

・国においては、日本の国際競争力の維持・向上につなげるべく、CO<sub>2</sub>バリューチェーンを活用した製品・サービスのプレミア化やインセンティブ付けに係る省庁横断施策の促進。

・CO<sub>2</sub>分離回収・利用に係るデータの取得・蓄積を通じた定量的な評価の促進と LCA を踏まえた CO<sub>2</sub>フローの可視化促進。加えて、カーボンリサイクル実装に伴う効果や影響の全体最適化の志向。

・排出権取引・炭素税・炭素価格設定などインパクトの大きい社会構造変革に関する議論の活性化と産業間の公平性を保つ統一的制度の整備・早期実行。

・海洋や植物など CO<sub>2</sub>吸収源の評価や国際ルール作りの積極的展開。そのベースとなる小スケールでのボランタリークレジット枠組への支援。

#### **地方創生との連動・グローバル市場への展開**

・CRF 会員においては、地方自治体との連携を通じて地域の強みや特長を活かした事例の創出。特に CO<sub>2</sub>吸収源に資する産業としての農林水産業の活性化。例として、早成樹植栽や CO<sub>2</sub>利用コンクリートによる魚礁設置など。

・国においては、民間と地域協業による CCS や水素供給を含む CO<sub>2</sub>バリューチェーン事例創出支援の強化。

・ライセンスビジネスを含めたグローバル市場への展開。特にアジア各国へのカーボンニュートラル技術導出によってカーボンリサイクルを日本の成長産業として拡大する流れを生み、アジア圏のカーボンニュートラルに貢献。

## 4. まとめ

環境の経済の両立を基盤としたカーボンニュートラルの達成に向けて、CO<sub>2</sub>吸収・固定化を含め、CO<sub>2</sub>及び炭素化合物を資源として活用していくカーボンリサイクルの重要性がますます高くなっている。資源・エネルギー・食料の領域を含め、地球全体でのカーボンリサイクル、すなわち「循環炭素；Sustainable Carbon System」の枠組み構築を、民間での業界連携は勿論のこと、産学官連携、海外との連携を通じて促進し、日本のみならず世界のカーボンニュートラル達成の実現に向けて、CRF は、本提言の実行をはじめとする業種横断・産学官連携のプラットフォームとしての役割を果たす。

以上」

## 【添付資料 -1】カーボンリサイクル (CR) 社会実装に向けた会員の進捗事例

2030年近傍で普及が見込まれるCO<sub>2</sub>の分離回収、燃料転換、鉱物化、化学品転換や、これに続く実用化を目指すCO<sub>2</sub>吸収・固定、CR仕組構築等に係る実証や技術開発が、業種横断連携・産学官連携・自治体連携を通じて進んでいる。これらの進展事例を紹介する。

以下、事例リスト：

### <総合的取組>

- ・【実証試験、研究開発】カーボンリサイクル実証研拠点（広島県大崎上島町）の整備（事業主体；NEDO（（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）、運営・管理；一般財団法人カーボンフロンティア機構）
- ・【実証試験】そうま IHI グリーンエネルギーセンターにおける進捗（株式会社 IHI）
- ・【開発、実証試験】循環型社会実現に向けたプラスチック循環システムの構築（三菱ケミカルグループ株式会社）
- ・【開発、実証試験】CO<sub>2</sub>からの液体燃料製造技術の開発（出光興産株式会社）

### <CO<sub>2</sub>分離・回収>

- ・【事業化（出資・共同開発）】CO<sub>2</sub>の次世代型小型分離・回収設備の開発（丸紅株式会社）
- ・【実証試験】国内初となる固体吸収材を利用した石炭火力発電所排ガス中のCO<sub>2</sub>分離回収試験実施（川崎重工業株式会社）
- ・【実証試験】岡山県倉敷市の下水処理場にバイオガス精製システムを設置（旭化成株式会社）

### <燃料転換>

- ・【事業化】国内初、商業ベースでの継続的船舶用バイオ燃料調達開始（豊田通商株式会社）
- ・【研究開発】CO<sub>2</sub>からの液体燃料製造技術の研究開発（住友重機械工業株式会社）

### <化学品転換>

- ・【事業化】CO<sub>2</sub>とグリーン水素を使用した環境循環型メタノール事業の海外提携（三菱ガス化学株式会社）
- ・【事業化】空気中のCO<sub>2</sub>からガラスを作ることに成功（株式会社レブセル）

### <鉱物化>

- ・【実証試験】バイオ炭コンクリートの開発と場内施設への適用（清水建設株式会社）
- ・【実証試験】CO<sub>2</sub>を効率よくフレッシュコンクリートに固定化するシステム開発に成功（太平洋セメント株式会社）

### <CO<sub>2</sub>吸収源>

- ・【事業化】木造建築技術及びZEBで循環型社会に貢献（東亜建設工業株式会社）
- ・【実証試験】Jブルーコンクリートによるブルーカーボンの創出とCO<sub>2</sub>低減（電源開発株式会社）
- ・【実証試験】農業資源を活用した資源循環型事業に関する連携協定書を宮崎県と締結（株式会社双日）

### <仕組み構築、支援>

- ・【実証試験】企業のグリーントランスフォーメーション推進を支援するGXサイクルマネジメントサービスの実証（伊藤忠商事株式会社）
- ・【実証試験】ブルーカーボンの算定に水上ドローンを活用（実証；株式会社KDDI総合研究所）
- ・CCUSバリューチェーンのデジタルプラットフォーム構築（開発；三菱重工株式会社）

## <総合的取組>

- 会員進捗例：カーボンリサイクル実証研究拠点（広島県大崎上島町）の整備  
 ステージ：実証試験、研究開発  
 事業主体：NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）  
 実施会員：一般財団法人カーボンフロンティア機構

NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）は、2022年9月、カーボンリサイクル実証研究拠点（広島県大崎上島町）の開所見学会を執り行った。当該拠点は、2019年に経済産業省より示された「カーボンリサイクル3Cイニシアティブ」を受け、2020年よりNEDOが整備を進めてきたもので、一般財団法人カーボンフロンティア機構が運営・管理を行っている。カーボンリサイクル技術のショーケースとして、国内外からの視察も活発に行われている。

当該拠点では、大崎クールジェン株式会社が分離・回収したCO<sub>2</sub>をカーボンリサイクル技術の研究に取り組む企業・団体へ供給している。

基礎研究エリア、実証研究エリア、藻類研究エリアの3つから構成される拠点において、NEDOが2050年カーボンニュートラル実現に貢献すべく早期の社会実装に向けて11のテーマを採択し、研究開発を進めている（1件は2022年度に終了）。

NEDO 採択 実証研究テーマ	体制
微細藻類によるCO <sub>2</sub> 固定化と有用化学品生産に関する研究開発（2022～2024年度）	株式会社アルガルバイオ 関西電力株式会社
大気圧プラズマを利用する新規CO <sub>2</sub> 分解・還元プロセスの研究開発（2022～2024年度）	国立大学法人東海国立大学機構 川田工業株式会社
ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中CO <sub>2</sub> からの基幹物質製造（2022～2024年度）	学校法人慶應義塾 学校法人東京理科大学 一般財団法人カーボンフロンティア機構
カーボンリサイクルLPG製造技術とプロセスの研究開発（2022～2024年度）	ENEOS グローブ株式会社 日本製鉄株式会社 国立大学法人富山大学
CO <sub>2</sub> を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成の研究開発（2022～2024年度）	国立大学法人東北大学
CO <sub>2</sub> の高効率利用が可能な藻類バイオマス生産と利用技術の開発（2022～2024年度）	日本製鉄株式会社
CO <sub>2</sub> 有効利用コンクリートの研究開発 （2020～2022年度：2022年度終了）	中国電力株式会社 鹿島建設株式会社 三菱商事株式会社
カーボンリサイクルを志向した化成品選択合成技術の研究開発（2020～2024年度）	川崎重工業株式会社 国立学校法人大阪大学
Gas-to-Lipids バイオプロセスの開発 （2020～2023年度）	国立学校法人広島大学 中国電力株式会社

海水を用いた有価物併産カーボンリサイクル技術実証と応用製品の研究開発（2022～2024年度）	学校法人早稲田大学 株式会社サクラ
微細藻類由来 SAF の製造に係る研究開発（2020～2024年度）	日本微細藻類技術協会（IMAT）

- 会員進捗例：そうま IHI グリーンエネルギーセンターにおける進捗  
 ステージ：実証試験  
 実施会員：株式会社 IHI

株式会社 IHI は東日本大震災の復興から地域経済再生のための新しい街づくりを目指して、福島県相馬市と連携し、スマートコミュニティ事業拠点「そうま IHI グリーンエネルギーセンター（以下、「SIGC」）」を 2018 年 4 月から運営。下図に示すように SIGC は太陽光発電による再生可能エネルギーをエリア内で地産地消し、さらに、防災機能の充実、地域活性化を目指すことをコンセプトとしている。

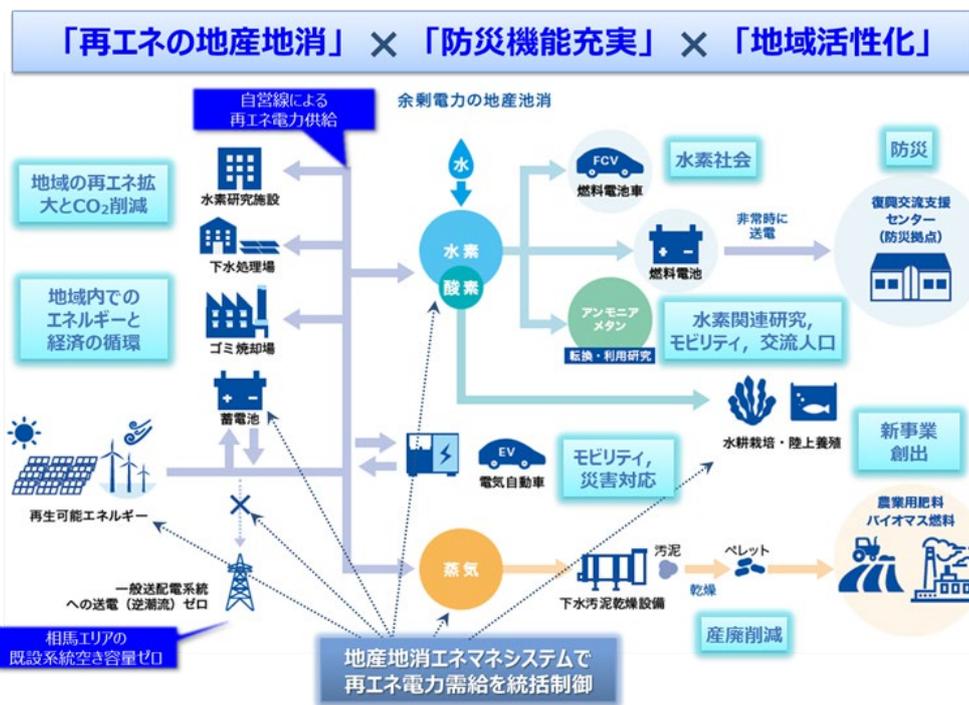


図 13. スマートコミュニティモデル

出典：IHI 資料

出力 1.6MW の太陽光発電設備、出力 1MW・容量 5.5MWh の大型蓄電池システム、水を電気分解して水素を製造する水電解装置を運用。生産した電力は隣接した相馬市の下水処理場と焼却場に送電し、不足分は系統から買電。好天時にフル発電すると、蓄電池にも充電し切れず余剰電力が出る。その場合は水電解装置で水素を製造し、構内のタンク 2 基に最大で 400Nm<sup>3</sup> の水素を貯蔵。



図 14. SIGC で運用する設備；左から太陽光発電、蓄電池システム、水素タンク  
出典：IHI 資料

再生エネルギーの利用先として、陸上養殖と水耕栽培を組み合わせ水と栄養が完全循環する農法「アクアポニックス」や、下水処理場から排出される脱水汚泥を乾燥させた「循環肥料そうま」の製造にも取り組んでいる。



図 15. 左；アクアポニックス 右；汚泥肥料実証栽培によるトウモロコシ  
出典：相馬市 Web サイト

2023 年 1 月、相馬市において太陽光発電電力の地産地消と地域振興・発展に寄与することを目的に実施しているスマートコミュニティ事業の一環として、相馬市が運用するコミュニティバス「おでかけミニバス」で、国内初の e-methane(合成メタン)を燃料とする車両への e-methane 供給を開始した。同バスへの供給を開始した e-methane は、SIGC において、太陽光発電設備で発電した電力を使って製造したグリーン水素とメタネーション装置を活用して製造したもので、e-methane 製造および車両燃料としての実証を継続する。



図 16. e-methane ステーションと相馬市コミュニティバス  
出典：IHI Web サイト

- 会員進捗例：循環型社会実現に向けたプラスチック循環システムの構築  
 ステージ：開発、実証試験  
 実施会員：三菱ケミカルグループ株式会社

三菱ケミカルグループ株式会社は、革新的なソリューションを提供するスペシャリティマテリアルカンパニーとして循環型社会の構築を目指し、プラスチック循環については植物由来のバイオエンブラ「DURABIO™」や生分解性プラスチックである「BioPBS™」の拡販に加え、プラスチックのリサイクルにも取り組んでいる。

三菱ケミカルグループは沖縄市と連携の下、「BioPBS™」を使用した紙コップを起点とする資源循環型システムの実証試験を開始した。沖縄市は2023年8月25日からの「FIBAバスケットボールワールドカップ2023」の開催地。大会PRを目的に沖縄市が製作した4万個のオリジナルデザインの紙コップの内側に、耐水性付与のため従来PEが使われているが、生分解性も付与するため、「BioPBS™」が使われた。紙コップは2023年3月に行われたBリーグのプロバスケットボールチームである琉球ゴールデンキングスのホーム戦に加え、今後、沖縄市内等でのイベントでドリンク用の紙コップとして使用される。使用済みの紙コップは、琉球管理産業株式会社が回収・運搬し、共和化工株式会社と国立学校法人琉球大学が、同大学内の堆肥化施設で牛糞と一緒に堆肥化を行う。堆肥は沖縄市内の緑化活動などに用いる計画で、本取り組みを通して沖縄市における資源循環型システムの実証を行う。沖縄市、琉球管理産業が中心となり、沖縄市内の小学校での出前授業なども行う予定。

また、廃プラスチックを石化原料として再利用するプラント\*の運転を2023年度中に開始予定であり、アクリル樹脂のケミカルリサイクル技術の開発やリサイクルシステムの社会実装に向けた検討も実施している。



図

左：沖縄市との資源循環システム 右上：琉球大学の堆肥化施設、右下：堆肥化の様子  
 出典：三菱ケミカルグループ Web サイト

17.

\*国内最大規模となる年間2万トンの処理能力を備えた設備を ENEOS 株式会社と三菱ケミカル株式会社が共同で運営

## <CO<sub>2</sub>分離・回収>

- 会員進捗例：CO<sub>2</sub>の次世代型小型分離・回収設備の開発  
ステージ：事業化（出資・共同開発）  
実施会員：丸紅株式会社

丸紅株式会社は、英国 Carbon Clean Solutions Limited（以下、CCSL社）への出資と共同開発を通じて、CO<sub>2</sub>のモジュラー型回収モデル開発を行っている。

CCSL社は、CO<sub>2</sub>の分離・回収技術の一つである化学吸収法にて使用される新規回収溶剤を自社開発し、従来の回収溶剤より高効率・低価格でのCO<sub>2</sub>回収を可能とする技術を有しており、現時点で商業化されているCO<sub>2</sub>回収技術の中で世界最高水準のコスト競争力を有している。世界でのCCU事業に技術採用され、約50件の回収実績がある。

更なるコスト削減を実現する小型次世代型CO<sub>2</sub>分離・回収設備の商用化に向けた開発を継続している。



図 18. CCSL 社の設備

出典：丸紅資料

- 会員進捗例：国内初となる固体吸収材を利用した石炭火力発電所排ガス中のCO<sub>2</sub>分離回収試験  
実施ステージ：実証試験  
実施会員：川崎重工業株式会社

川崎重工業株式会社と公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）は、関西電力株式会社と省エネルギー型CO<sub>2</sub>分離・回収システムのパイロットスケール試験設備（40トン・CO<sub>2</sub>／日規模）を関西電力の舞鶴発電所内に建設し、2023年度から石炭火力発電所から排出される燃焼排ガス中のCO<sub>2</sub>分離・回収試験を開始する。本件は、川崎重工とRITEが、NEDOの「先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究」の採択をうけて、関西電力の協力を得ながら実施するもので、2024年度にかけて実証試験を行う予定となっている。

炭素中立の社会を実現するためには、工場や火力発電所等からの排ガス中のCO<sub>2</sub>をより省エネルギーで分離・回収する技術の確立・適用が求められている。なかでも固体吸収法は従来の技術と比べて、CO<sub>2</sub>分離に要するエネルギーを大幅に低減できる可能性があるため、次世代の分離・回収技術として期待されている。

川崎重工およびRITEは、2015年度から経済産業省の委託事業「二酸化炭素回収技術実用化研究事業」（2018年度よりNEDOに移管）において、固体吸収材と、KCC（Kawasaki CO<sub>2</sub> Capture）移動層システムの開発・改良により省エネルギー型CO<sub>2</sub>分離・回収システムの性能向上と大型化の目途をつけた。

パイロットスケール試験設備は、川崎重工が設計・建設を行い、RITEが開発した固体吸収材を用いて連続運転試験を実施する予定である。さらに、将来の社会実装を見据えて、石炭火力発電所に設置した場合の信頼性／運用性評価や経済性評価を関西電力協力のもと実施していく計画である。



図 19. 左・中；実証試験のフロー 右；舞鶴発電所内パイロットスケール試験設備の設置イメージ  
出典：川崎重工業ニュースリリース

- 会員進捗例：岡山県倉敷市の下水処理場にバイオガス精製システムを設置  
ステージ：実証試験  
実施会員：旭化成株式会社

旭化成株式会社と倉敷市は、2022年9月、岡山県倉敷市にてバイオガス精製システムの性能評価、実証を行う契約を締結した。

本システムでは、旭化成が開発したCO<sub>2</sub>を選択的に吸着する新規吸着剤「K-GIS ゼオライト」を用い、バイオガス中のCO<sub>2</sub>とメタンガス（バイオメタン）を高選択的に分離する。従来の吸着剤はCO<sub>2</sub>と同時にメタンも吸着してしまう特性を有していたが、「K-GIS ゼオライト」はメタンの吸着が極めて少ないため、高純度のメタンを高効率に分離回収でき、さらに高純度のCO<sub>2</sub>の回収も可能となる。

バイオガスは下水汚泥や生ごみなどから発生するメタンを約60%、CO<sub>2</sub>を約40%含んだガスであり、例えば欧米ではバイオメタンは天然ガスの代替として、またカーボンニュートラルな燃料として注目され、急速に需要が拡大している。倉敷市では、児島下水処理場にて下水汚泥から発生したバイオガスを用いて発電しており、バイオガスの一部を本システムに取り入れ、バイオメタンを精製する。なお、本実証では、バイオガスを無駄にしないため、分離したCO<sub>2</sub>と混合して元の状態に戻し、発電燃料として使用する。

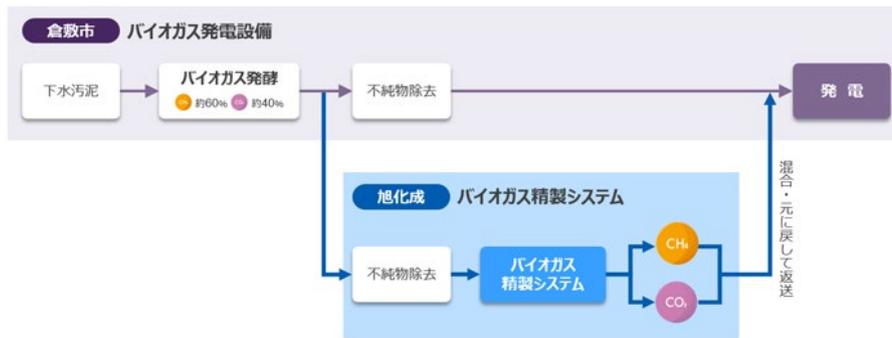


図 20. 倉敷市児島下水処理場でのバイオガスの流れと  
新設するバイオガス精製システム実証設備

出典：旭化成ニュースリリース

### <燃料転換>

- 会員進捗例：国内初、商業ベースでの継続的な船舶用バイオ燃料調達開始  
 ステージ：事業化  
 実施会員：豊田通商株式会社

豊田通商株式会社は、2021年にシンガポール港で初のバイオ燃料の運航実証を実施。以降、名古屋港においては、港内を運航するタグボートや内航船に燃料供給船を横付けして燃料を供給する Ship to Ship 方式でのバイオ燃料の供給トライアルを含むバイオ燃料の有効性や供給のオペレーションとの商用化に向けた検証を経て、2023年4月に、国内初となる商業ベースでの継続的な船舶用バイオ燃料供給を開始した。

供給するバイオ燃料は、豊田通商がリサイクル会社と連携し、トヨタグループや豊田通商グループ企業の社員食堂などから回収した廃食油を継続的に調達し、原料の一部として精製、重油と配合したものを使用している。



図 21. バイオ燃料の供給を受ける自動車運搬船と供給を行う燃料供給船

出典：豊田通商 Web サイト

- 会員進捗例：FT 合成による CO<sub>2</sub> を活用した液体燃料合成技術の開発  
 ステージ：研究開発  
 実施会員：住友重機械工業株式会社

住友重機械工業株式会社は、CO<sub>2</sub> 活用技術としてミネラル化技術\*、藻類培養技術、ダイヤ

モンド電極による CO<sub>2</sub> の電気化学的還元、カーボンリサイクル液体燃料技術などの開発を進めている。カーボンリサイクル液体燃料技術については、CO<sub>2</sub> を炭素源とするフィッシャー・トロプシュ (FT) 合成\*\*で灯油、ジェット燃料、軽油相当の中間留分に変換することにより、現在流通している移動体燃料と組み合わせるなどエンドユーザーの負担を抑制出来る可能性がある。

2022 年度には、反応特性を改善する助触媒を添加した FT 触媒を用いることにより CO<sub>2</sub>-CO-H<sub>2</sub> フィードにおいて常圧でも液状炭化水素およびワックス分が生成されることを確認。CO<sub>2</sub> を含むフィードを用いるスラリー床反応形式 FT 合成の検討を進めており、2025 年に 50L 規模ベンチ試験を開始すべく、技術開発を進めている。

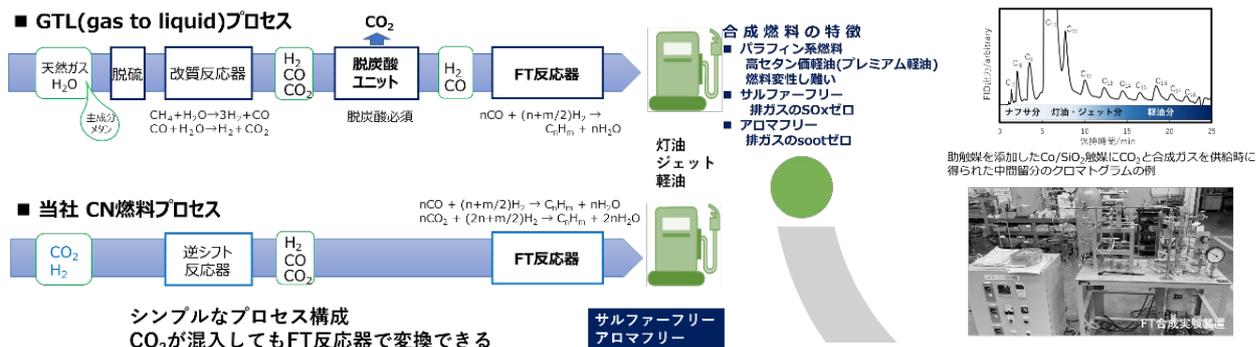


図 22. 左；FT 燃料合成プロセス 右；合成燃料の特徴  
 出典：住友重機械工業株式会社資料

## <化学品転換>

- 会員進捗例：CO<sub>2</sub> とグリーン水素を使用した環境循環型メタノール事業の海外提携  
 ステージ：事業化  
 実施会員：三菱ガス化学株式会社

三菱ガス化学株式会社は、CO<sub>2</sub>、廃プラスチック、バイオマス等を、メタノールに転換して化学品や燃料・発電用途としてリサイクルする「環境循環型メタノール構想 "Carbopath"」を推進。メタノールはさまざまな製品に利用することができ、CO<sub>2</sub> より製造できることから、CCU の導入を通じたカーボンニュートラル社会構築の上で強力な資源となると期待されている。

三菱ガス化学は、豪州拠点の Cement Australia Pty Ltd\*\*\* (以下 CA) と新たに開発した環境循環型メタノール製造技術を適用し、CA のグラッドストーン工場 (豪州クイーンズランド州) から回収する CO<sub>2</sub> とグリーン水素を原料としたメタノール製造販売の事業化検討実施に合意する覚書を締結した。この提携により三菱ガス化学と CA はネットゼロの未来への移行を加速する CCU 手法の確立を目指す。

\* 抽出カルシウム分に CO<sub>2</sub> を吹込み CaCO<sub>3</sub> として固定する技術

\*\* CO と水素から触媒反応で石油代替となる液体高水素を合成する反応プロセス

\*\*\* スイス Holcim 社・ドイツ Heidelberg Material 社の合併会社

本社：豪州 クイーンズランド州、CEO：Rob Davies

CA は豪州におけるグリーンコンストラクション先導企業として、事業活動から排出される CO<sub>2</sub> を回収及び高付加価値製品への利用を進め、グリーン建材の大規模展開や CO<sub>2</sub> 分離回収・有効利用などの次世代技術を通じて、同国の 2050 年までのネットゼロ目標に取り組む。

- 会員進捗例：空気中の CO<sub>2</sub> からガラスを作ることに成功  
ステージ：事業化  
実施会員：株式会社レブセル

株式会社レブセルは、「空気を科学する」をテーマに、高気圧酸素カプセルや感染症対策陰圧ルーム事業での成功を通じて、家庭や店舗、商業施設など身近な場所での CO<sub>2</sub> 回収を目標に CO<sub>2</sub> 吸着回収フィルターを開発。空気清浄機等小型の機器に搭載したフィルターで CO<sub>2</sub> を吸着してガラスの原料にし、ガラス工場でガラスにリサイクルする仕組みを提案している。



図 23 左：空気清浄機搭載の CO<sub>2</sub> 吸収フィルターイメージ 右：レコガラス

出典：レブセル資料

この製法で作った「レコガラス™」は製造方法も化学成分も従来のガラスと同じものであり、例えば瓶、高級美容品容器、ボトル、グラス、建設資材等、従来のガラスと同様に活用できる。日本国内において DAC 機能付き空気清浄機は大手クリーンルームメーカーと、ガラスへのリサイクルは、大手ガラスメーカーと協業を進めている。

### <鉱物化>

- 会員進捗例：バイオ炭コンクリートの開発と場内施設への適用  
ステージ：実証試験  
実施会員：清水建設株式会社

清水建設株式会社は、農地施用において炭素貯留として国の J-クレジット制度の対象として認められている「バイオ炭」をコンクリートに混入することで、コンクリート構造物に炭素を貯留する環境配慮型コンクリート（以下、SUMICS-C）を開発した。SUMICS-C は、成長過程で大気中の CO<sub>2</sub> を吸収した木材の炭化物であるバイオ炭を利用し、コンクリート内部に CO<sub>2</sub> を固定するもので、製造時に多量の CO<sub>2</sub> を排出するセメントの一部を高炉スラグで代替した低炭素セメントを併用することで、カーボンネガティブを実現できる。

バイオ炭の材料には、針葉樹や広葉樹の製材時に廃棄されるオガ粉を利用。オガ粉を炭化したオガ炭は、他のバイオ炭と比べて炭素を安定的かつ多量に固定できる特徴があり、炭

素含有率は約9割、100年後の炭素残存率も約9割に上る。バイオ炭1kgあたりのCO<sub>2</sub>固定量は約2.3kgであり、コンクリート1m<sup>3</sup>あたり80kgの混和材を添加することで、約183kgのCO<sub>2</sub>を固定できる。セメント材料に低炭素型の高炉セメント類を使用すれば、普通コンクリートのCO<sub>2</sub>排出量と比べて最大118%のCO<sub>2</sub>削減効果が得られる。SUMICS-Cは、環境性能のみならず施工性にも優れ、現場でのポンプ圧送も可能で、強度についても普通コンクリートと同等であるため、コンクリート二次製品への適用のみならず、現場でのコンクリート施工にも広く対応できる。

今回、SUMICS-Cを清水建設の場内工事用道路の仮舗装に実工事として初適用し、実証を行った。セメント材料に高炉セメントB種を使用し、コンクリート1m<sup>3</sup>あたり60kg/m<sup>3</sup>のバイオ炭を混入する配合を採用し、普通コンクリート比99%のCO<sub>2</sub>排出削減効果を実現した。施工数量は34.5m<sup>3</sup>であり、定量的なCO<sub>2</sub>削減量は約6.7トンである。普通コンクリートと同様に施工できること、試験体から採取したSUMICS-Cのコア供試体の圧縮強度が設計基準強度を十分に満足する性能を保持していることを確認した。

今後、脱炭素社会の実現に向けて、SUMICS-Cの適用範囲を拡大し、仮設構造物のみならず本設コンクリート構造物への適用を進める。併せて、J-クレジット制度での認証など、SUMICS-Cの環境価値向上に向けた取組を進める。



図 24. 左：粉状および粒状のバイオ炭 右：実工事への適用

出典：清水建設 Web サイト

- 会員進捗例：CO<sub>2</sub>を効率よくフレッシュコンクリートに固定化するシステム開発に成功  
ステージ：実証試験  
実施会員：太平洋セメント株式会社

太平洋セメント株式会社は、フレッシュコンクリートに、CO<sub>2</sub>を効率よく固定化するシステム「カーボキャッチ®」を開発した。「カーボキャッチ®」は、CO<sub>2</sub>を満たした密閉容器内にセメントと水との混合物であるセメントスラリーを循環させることにより、効率よくCO<sub>2</sub>を固定化することを可能にした当社独自のシステムで、セメントスラリーに供給したCO<sub>2</sub>の90%以上（スラリー中のセメント1トン当たり330kg以上）を固体状の微細な炭酸カルシウムとして効率よく固定化できる。

「カーボキャッチ®」は、NEDOの助成事業「炭素循環型セメント製造プロセス技術開発（2020～2021年度）」で得られた知見をベースに、回収されたCO<sub>2</sub>をセメント・コンクリート系材料に固定化させるカーボンリサイクル技術開発の一環として確立した。カーボキャッチ・スラリーを用いて製造した消波ブロックは、コンクリート1m<sup>3</sup>当たり約8.0kg

(23kg/t-cem\*) の CO<sub>2</sub>を固定化しており、これは NEDO が目標とした 10 kg/t-cem を上回る結果。カーボキャッチ・スラリー（図 25 参照）を使用した場合においても、従来のコンクリートと同等以上のフレッシュ性状、強度発現性・耐久性、ブリーディング量の抑制、凝結時間の短縮等の特長を得られることを確認した。

「カーボキャッチ®」の実用化へ向けて、プレキャストコンクリート製品を対象とした実機製造試験を関連会社で行うとともに、舗装用コンクリートとしての適用性を評価するため当社熊谷工場で試験施工を実施。いずれも従来のコンクリートと同等以上の品質であることが確認され、本システムが汎用的なコンクリート製造に適用可能な CCU 技術であることが示された。「カーボキャッチ®」は様々な用途にも適用できる可能性があり、現在、あらゆる分野への展開を視野に入れた研究開発を進めている。

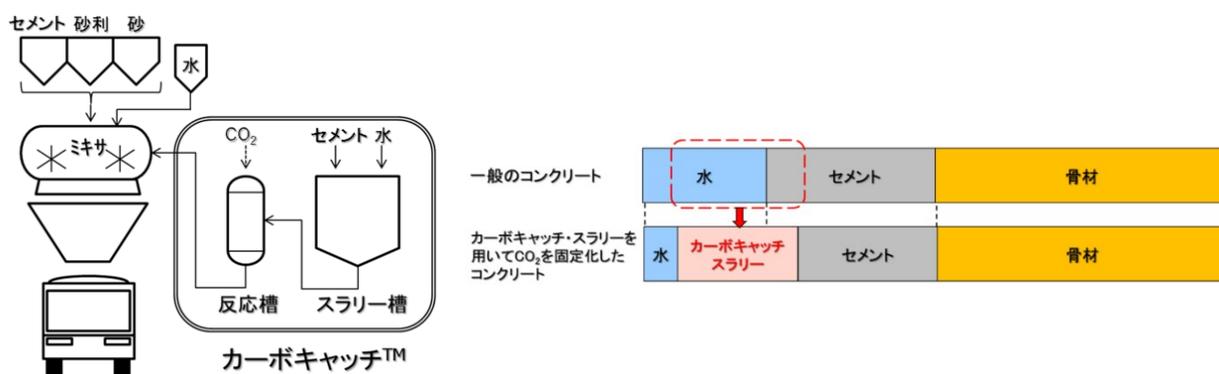


図 25. 左；カーボキャッチのシステム

右；カーボキャッチ・スラリーを用いたコンクリート配合の概念図

出典：太平洋セメントニュースリリース



図 26. 左；カーボキャッチ・スラリーを用いて製造した消波ブロック

左中；カーボキャッチ・スラリーを用いて製造したプレキャストコンクリート製品  
（ガードレール用連続基礎ブロック）

右中・右；カーボキャッチ・スラリーを使用した舗装コンクリートの試験施工

\* コンクリート製造時にはカーボキャッチ・スラリーだけでなくセメントを使用するため、原単位が変化する

## <CO<sub>2</sub>吸収源>

- 会員進捗例：木造建築技術及び ZEB で循環型社会に貢献  
ステージ：事業化  
実施会員：東亜建設工業株式会社

東亜建設工業株式会社は、循環型経済（サーキュラーエコノミー）が注目されている以前から、物流施設や病院、大型施設のリノベーションや、コージェネレーション・太陽光発電施設の導入など、建築事業において循環型社会の推進に取り組んできた。現在は、木造建築物や ZEB（Zero Energy Building）に注力。森林が国土の 3 分の 2 を占める日本では、森林資源の循環利用が国土保全や地球温暖化防止につながる。

東亜建設工業では、こうした森林資源の有効活用を通じて、建築資材の地産地消や地域経済と環境保全の好循環を目指している。木造建築は同規模の一般的な鉄骨造と比べて部材重量が軽量なので、施工時の CO<sub>2</sub> 削減にもつながる。さらに木造は人間のストレス負荷を軽減させる効果もあるともいわれる。これまでに木造建築で 2 軒のホテルなどを手がけ、2023 年 3 月竣工の東亜建設工業技術研究開発センター第 2 実験棟は、鉄骨造と木造を組み合わせ

たハイブリッド構造を採用し ZEB 認証取得予定である。



図 27. 左；東亜建設の高い木造技術を生かして建築されたホテル  
右；東亜合成工業 技術研究棟

出典：東亜合成工業 Web サイト

- 会員進捗例：J ブルーコンクリートによるブルーカーボンの創出と CO<sub>2</sub> 低減  
ステージ：実証試験  
実施会員：電源開発株式会社

電源開発株式会社（J-POWER）では、石炭火力発電所からの副産物である石炭灰と銅製錬所からの副産物である銅スラグを主原料としたコンクリート代替素材の「J ブルーコンクリート」を用いて、藻場造成効果を高めるための技術開発に取り組んでいる。藻場造成により、ブルーカーボン（海藻等による CO<sub>2</sub> 隔離・貯留）を期待でき、拠点を置く福岡県北九州市若松区において J ブルーコンクリートを用いた消波ブロックの設置により新たな藻場を創出するとともに、創出した藻場に対して、ブルーカーボンを対象とした新たなクレジット制度である J ブルークレジットを 2021 年度に民間施設で初めて認証取得した。現在はブルーカーボン量を向上させるために、J ブルーコンクリートの表面形状を工夫して海藻類の付着を高める取組を進めている。

また、Jブルーコンクリートは副産物を多量利用するとともに、セメント使用量を削減しているため、標準的なコンクリートと比較して素材由来CO<sub>2</sub>排出量が約4割の低炭素な建設材料となっている。Jブルーコンクリートは、ブルーカーボンと低炭索性(素材由来CO<sub>2</sub>排出量)の両面よりカーボンニュートラルに貢献でき、ブルーインフラ(生物共生型港湾構造物)としても有効な建設材料のため、社内利用だけに留まらず、社会実装を目指して活動を進めている。



図 28. 福岡県北九州市若松区におけるJブルーコンクリートブロックへの海藻付着状況例

出典：電源開発資料

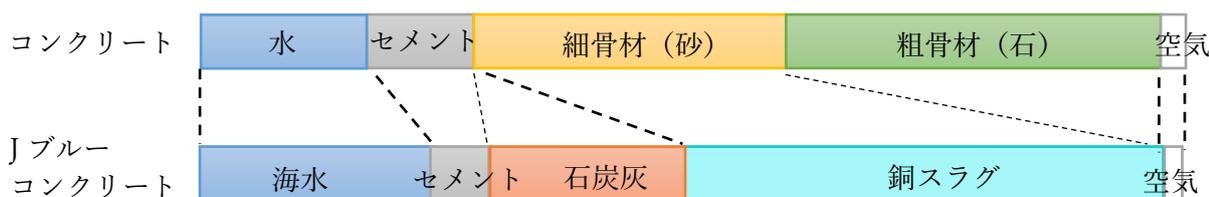


図 29. コンクリートとJブルーコンクリートの比較イメージ

出典：電源開発資料

- 会員進捗例：農業資源を活用した資源循環型事業に関する連携協定書を、宮崎県と締結  
 ステージ：実証試験  
 実施会員：双日株式会社

双日株式会社は、宮崎県と、同県内の農業資源（早生樹、ソルガム\*）など）を活用した資源循環事業に関する連携協定書を締結した。G7 宮崎農業大臣会合（2023年4月22-23日）の開催を契機に、官民連携により農業資源を活用し、宮崎県内での地域循環型モデルの構築を目指し、実証を行う。

双日は、2022年5月、早生樹事業の一環として、宮崎県児湯郡川南町で、早生樹のハコヤナギ\*\*の試験植林を開始した。4月には同県内において、遊休農地や未利用期間の農地も活用して、ハコヤナギに加え、新たにソルガムの試験生産を開始。8月には初収穫を迎え、その

\* 五大穀物の一つで、食用から産業用まで幅広く用いられるイネ科植物。多様な品種があり、成長力の強い品種は、播種後4ヶ月で5mを超えるまで成長する

\*\* 植林後5年間で1ヘクタール当たり約200m<sup>3</sup>以上の成長量が期待される高成長量・短伐期の樹種

確認を行った。今後さらに、それらを原材料とするバイオマス燃料や家畜用飼料に加工し、需要家にお届けするといった資源循環に向けた実証に取り組む。本協定締結により、宮崎県からは、農業資源の生産などに関する情報提供を受けるとともに、製品としての普及性などの評価において連携を予定している。

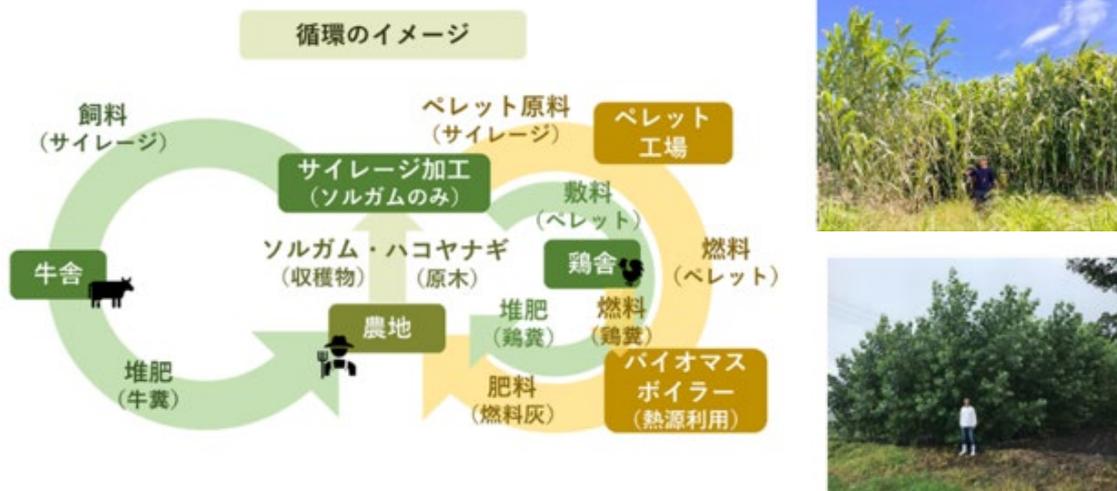


図 30. 左；ソルガムとハコヤナギによる循環のイメージ 右上；ソルガム 右下；ハコヤナギ  
出典：双日ニュースリリース

燃料や飼料などの生産資材は海外資源が多く、国内資源をさらに活用した持続可能な生産構造への転換が求められている。双日は、宮崎県とともに、農業資源の新たな地域循環型モデル構築を目指し、宮崎県の農業と関連産業の成長に寄与していく。

### <仕組み構築、支援>

- 会員進捗例：英国の環境ソリューション企業と業務提携。EU-ETS の対象拡大・炭素国境調整メカニズムの導入を見据え  
 ステージ：事業化  
 実施会員：伊藤忠商事株式会社

伊藤忠商事株式会社は、欧州地域において排出権の販売を手掛ける英国の環境ソリューション企業 CF Partners\* (CFP 社) と、排出権取引拡大のための業務提携を結んだ。2023 年 4 月に欧州連合 (EU) 理事会は、炭素国境調整メカニズム (CBAM) の導入を決定している。CBAM は、鉄鋼製品、アルミニウム、セメント、肥料等を域外から EU 市場に輸入する際に排出量に応じた炭素コストが課金されるメカニズムで、2023 年 10 月からの排出量報告義務期間を経て、2026 年に課金が始まる見通し。また、EU 理事会は欧州排出量取引制度 (EU-ETS) の海運セクターへの拡大も決定。2024 年から EU 域内を発着する総トン数 5,000 トン以上の船舶が対象となり、2026 年には排出量の 100%分の排出権の購入義務が生じ、日本の海運セクターも規制対象に含まれる見通し。

\* 本社 英国ロンドン、Co-CEOs Jonathan Navon、Thomas Rasmussen

伊藤忠商事は幅広い業界におけるグローバルな販売ネットワークを活かし、CFP 社が調達・保有する排出権の販売窓口として、特に日本及びアジア諸国における排出権取引を支援する。更に CFP 社と共同で幅広い業界の顧客に対して EU-ETS の実情を踏まえたセミナー開催や業界情報の発信、客先個別のニーズに沿ったソリューションの提供を推進し、CBAM や海運 EU-ETS に関する取組ニーズの掘り起こし及び排出権の販売を図る。

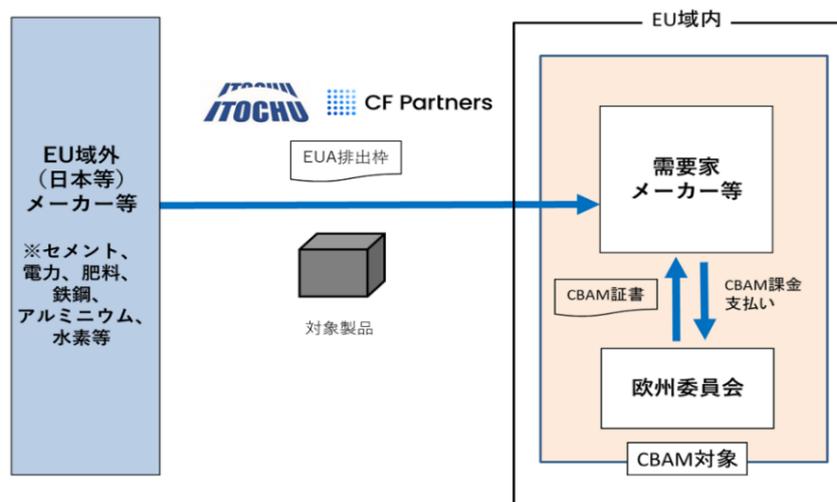


図 31. CBAM 導入を見据えた取組概念図

出典：伊藤忠商事 Web サイト

- 会員進捗例：ブルーカーボンの算定に水上ドローンを活用  
 ステージ：実証  
 実施会員：株式会社 KDDI 総合研究所

株式会社 KDDI 総合研究所は、三重県鳥羽市、KDDI 株式会社と、2022 年 6 月に水上ドローンを活用してブルーカーボン\*算定に必要な藻場調査の実証実験を実施した。本実証では水上ドローンはスマートフォンで設定した航路を自律航行し、搭載した水中カメラで対象藻場を撮影しながら海草や海藻の分布面積調査を実施。撮影映像の分析により、海草や海藻が占める面積の割合である被度の把握が可能なることを確認した。従来、鳥羽市で海草や海藻の分布面積調査を実施する場合、ダイバーによる潜水目視を行っていた。今後、水上ドローンの活用により、専門家の意見や判断を取り入れた遠隔での航行や、正確な位置を常時把握した定点観測が可能となる他、ダイバーによる調査の事故発生リスクが低減され、遠隔でのモニタリングや制御が可能なるため、大幅な業務 DX を期待できる。

この取組は、2023 年 3 月、第 31 回地球環境大賞\*\*を受賞した。

\* 藻場などの海洋生態系に取り込まれた炭素

\*\* 「産業の発展と地球環境との共生」を目指し、1992 年に創設。フジサンケイグループが主催し、経済産業省、環境省、文部科学省、国土交通省、農林水産省、総務省、日本経済団体適合会、日本商工会議所後援

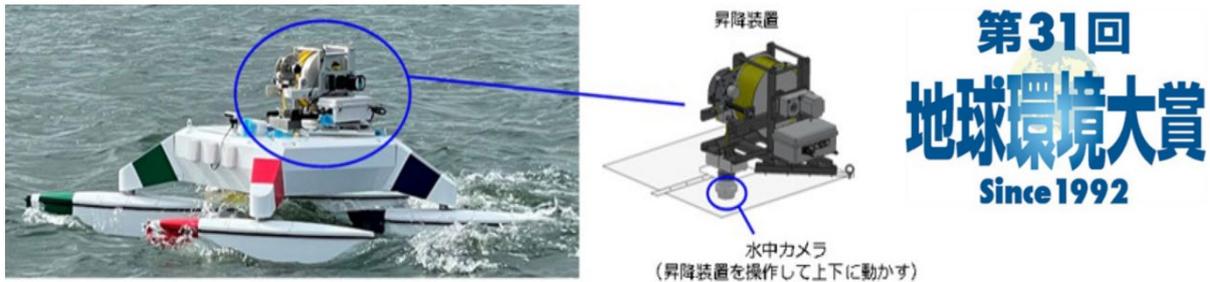


図 32. 左・左中；水上ドローン、 右；第 31 回地球環境大賞ロゴ

出典：KDDI 総合研究所 Web サイト

■ 【会員進捗例：CCUS バリューチェーンのデジタルプラットフォーム構築】

ステージ：開発

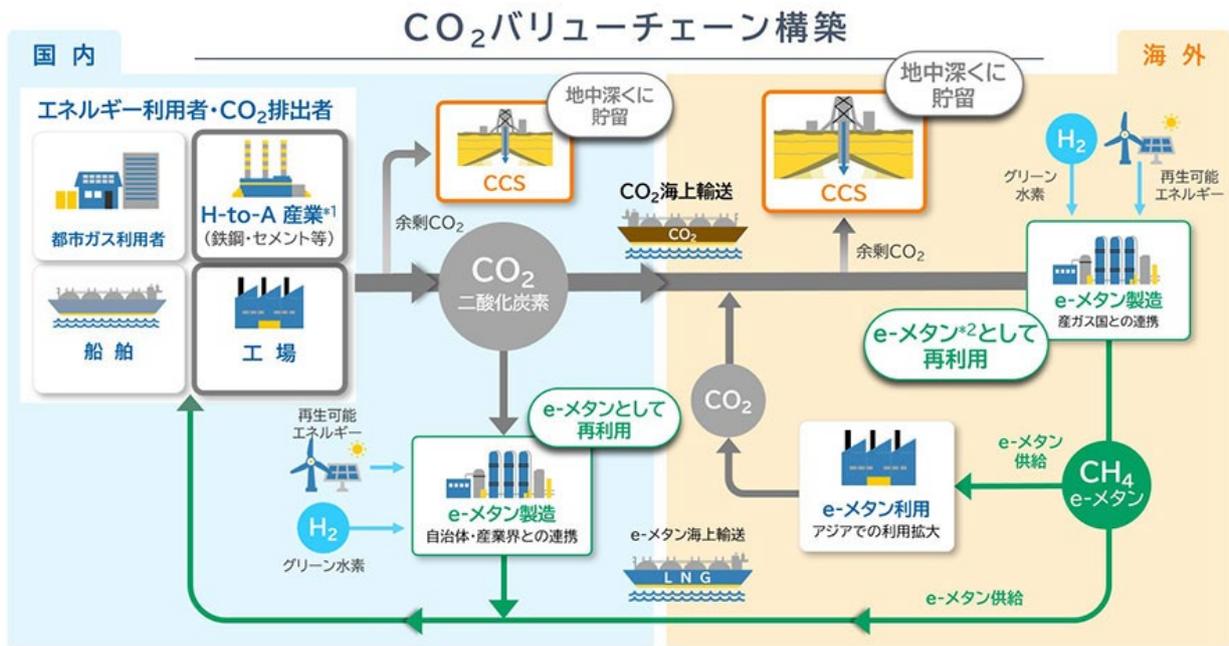
実施会員：三菱重工株式会社

三菱重工業株式会社は、日本アイ・ビー・エム株式会社と共同で、CCUS バリューチェーンのデジタルプラットフォーム「CO<sub>2</sub>NNEX™」を開発中である。回収後の CO<sub>2</sub> が輸送され、利活用や貯留される CCUS のバリューチェーンを IoT・ブロックチェーンでつなぐことで、可視化・追跡・取引そして最適化が可能となり、CO<sub>2</sub> エコシステムの活性化と地球環境保護への貢献を目指している。

2022 年 10 月より開始した「CO<sub>2</sub>NNEX for e-methane」の概念実証（PoC：Proof of Concept）の実施に当たっては、関係団体・企業と意見交換を行いながら、e-methane の普及および環境価値確立を目指している。

2023 年 2 月には、大阪ガス株式会社および日本アイ・ビー・エム株式会社と CO<sub>2</sub>NNEX を活用し、メタネーションによって製造される合成メタンである e-methane(e-メタン)等の製造・輸送・供給・利用といったサプライチェーン全体で発生する CO<sub>2</sub> 排出量を可視化し、環境価値の取引・移転を可能とするデジタルプラットフォーム「CO<sub>2</sub>NNEX for e-methane」のデモシステムを構築した。

2023 年 3 月には、大阪ガス株式会社と国内で回収した CO<sub>2</sub> を海外に船舶輸送し、メタネーションによって製造される合成メタンである e-methane への再利用や地中への貯留といった CCUS を想定した、CO<sub>2</sub> バリューチェーンの構築に関する共同検討について合意した。



\*1: H-to-A産業 = CO<sub>2</sub>排出削減が困難な産業 (Hard to Abate)  
 \*2: 「e-methane」は、「e-メタン」と表記

図 33. グローバル CO<sub>2</sub>バリューチェーン構築

出典：三菱重工 Web サイト

以上」

## 【添付資料 -2】 会員アンケート結果概要

アンケート期間：2023年3月9日～2023年3月28日

アンケート対象：法人会員 117 社、個人会員 21 名、自治体 11 個所、学術 17 名

回答数：88 件

### 1. カーボンリサイクル（CR）に対する期待

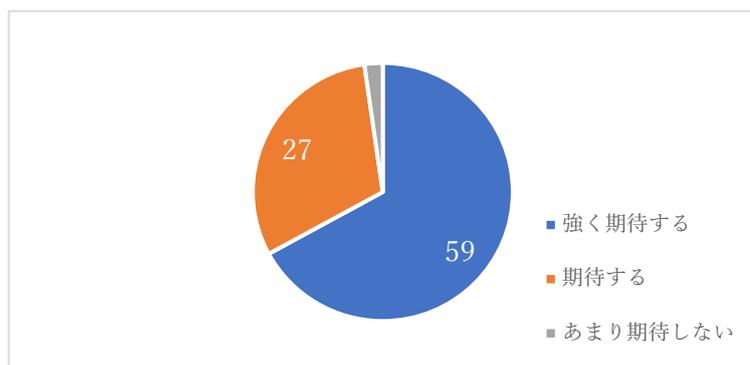


図1 CRに対する期待について

#### 【主な理由（強く期待する、期待する）】

- ✓ 国内外においてカーボンニュートラル（CN）を達成するための重要な手段
- ✓ 炭素の分離回収/循環利用には将来的なビジネス化が期待できる
- ✓ CO<sub>2</sub>分離回収は都市鉱山資源に資するものであり、S+3Eにも貢献する
- ✓ GHG削減にも紐づけし、補助金やペナルティなどの制度設計にも期待する
- ✓ サプライチェーンからのCO<sub>2</sub>排出量削減を求められているため

#### 【主な理由（あまり期待しない）】

- ✓ 現在のCRの状況を踏まえると、実現性に疑問がある

### 2. CR領域での役割/立ち位置

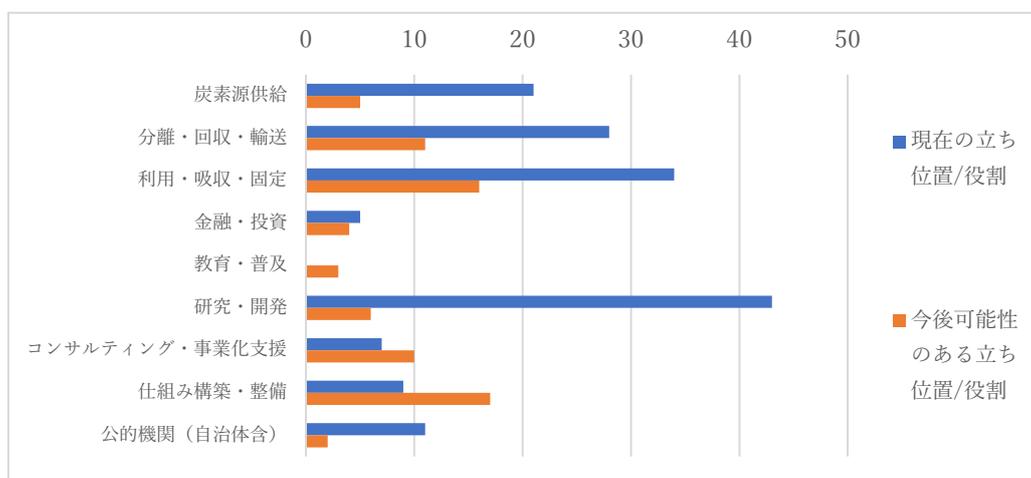


図2 CR領域での現在の立ち位置/役割について

### 3. CR 技術開発分野

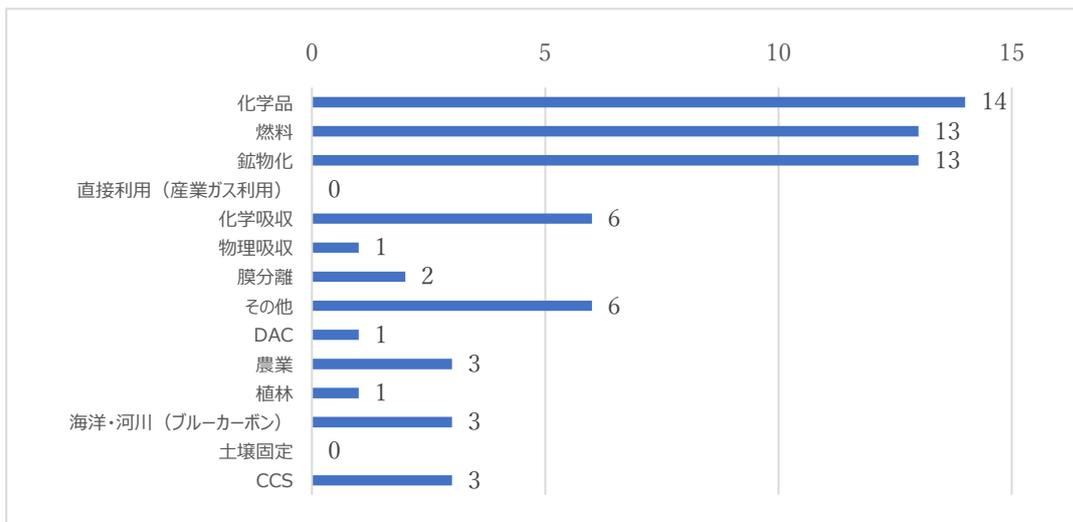


図3 CR 技術分野

<その他の回答>

- ✓ モジュラー型の開発により、コスト削減(CAPEX/OPEX)に期待。
- ✓ 当社の強みを生かした研究開発
- ✓ アミン放散量の削減

#### ① 技術開発に期待する点と取り組みの段階

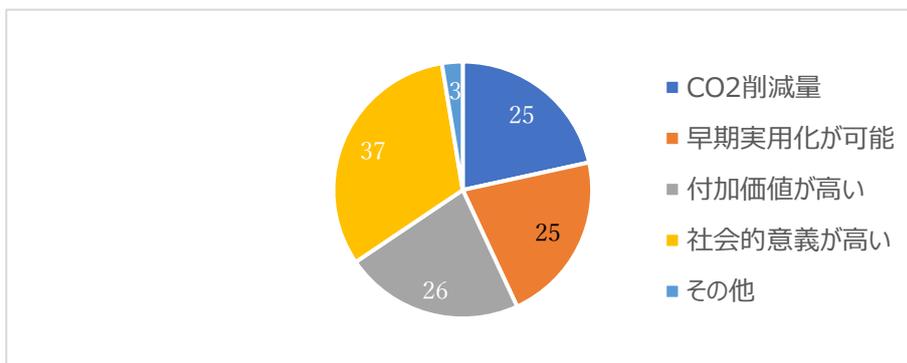


図4 技術開発に期待する点

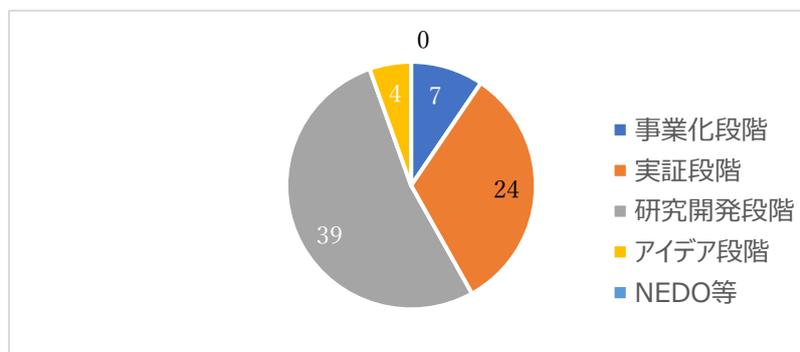


図5 技術開発の取り組み段階

② 社会実装に際しボトルネックと考える課題の程度

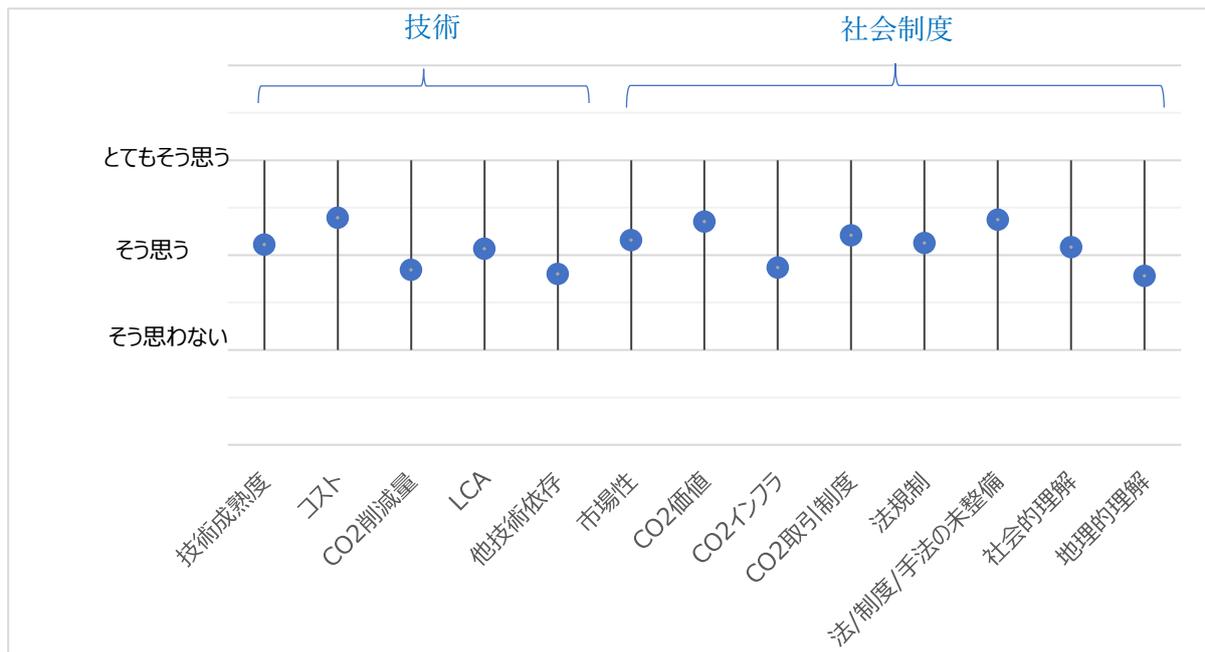


図6 社会実行に際してのボトルネックと考える課題の程度

③ 必要と考える支援（企業連携、スタートアップ連携、関連製品普及、公的資金援助）

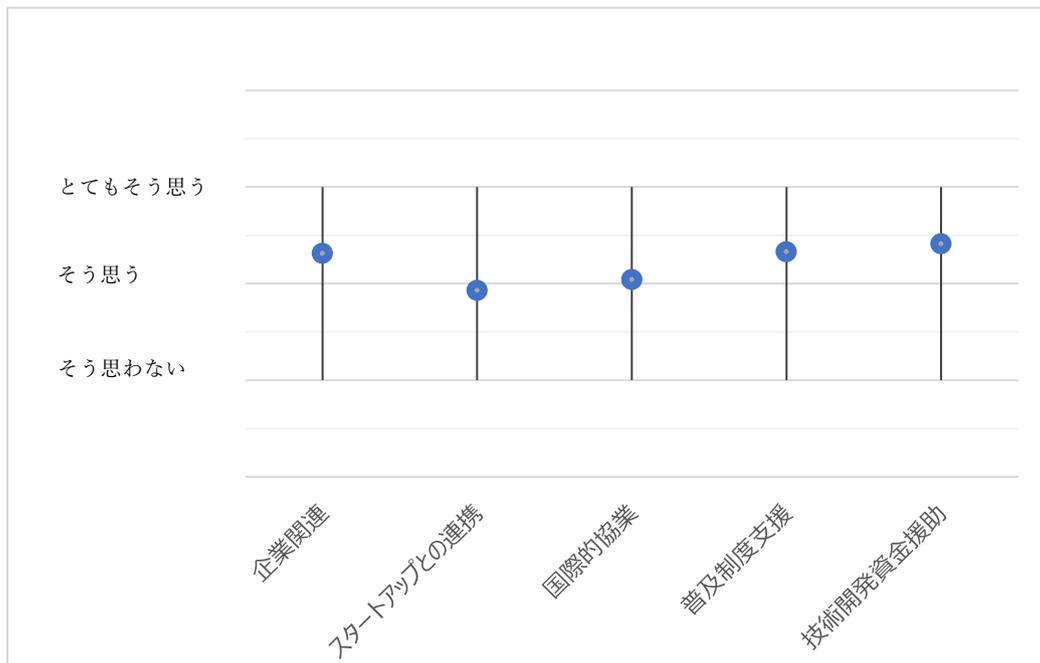


図7 社会実装に際して必要な支援

3. CRF が 2022 年度に横断的な連携の場として広島県竹原市で実施した CR 社会実装ワーキングについて、今後どのような方向性へ進めるのが良いか

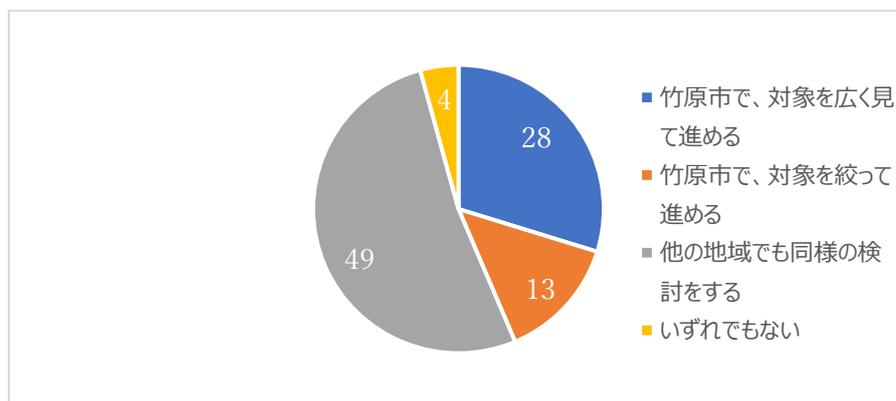


図8 CR社会実装ワーキングの今後の方向性について

【主なコメント】

- ✓ この取り組みをもっと広く知ってもらえることが出来ると発展のチャンスも広がる可能性あり
- ✓ モデル地域をつくっての横展開を期待
- ✓ CN 実現には自治体を中心した地産地消を原則とした固有のバリューチェーンが貢献
- ✓ 幅広く様々な地域での展開を期待
- ✓ 大崎クールジェンや NEDO・CR 実証研究拠点事業との上手な連携
- ✓ 高濃度 CO<sub>2</sub> 排出源ではなく、再エネの豊富な場所での CR 実証

【連携したい自治体】

秋田県（洋上風力）、山口県周南市、長崎県、北海道（洋上風力、バイオマス）、北海道興部町（廃棄物バイオマス）、北海道苫小牧市、新潟県（ガス田）、熊本県、宮城県、千葉県、千葉縣市原市、福岡県北九州市、つくば市、静岡県浜松市

4. 国主導プロジェクトへの参加希望について

希望する	6
検討中	13
参画の可能性はある	15

5. 産業界/学術機関への要望

- ✓ 社会実装に向けた個別技術の高度化と確実な LCA
- ✓ 適用先と適用形態に応じた技術分類だけでなく、2030 年と 2050 年という適用時期に応じた技術分類を行いながら必要な技術開発を行うこと
- ✓ 地域の大学と連携した知育活動
- ✓ 産業界から学術機関に対しては、CR 技術に関する新しいアイデア提案を期待。精緻でなくとも面白いアイデアに対しては支援したい
- ✓ 産学の間 CN、CR 分野に特化した人材交流制度
- ✓ エネルギー的に安定した CO<sub>2</sub> の活用はエネルギーが必要。CO<sub>2</sub> を安価/効率的に変換できる触媒/技術の開発
- ✓ DAC 技術について、基礎研究がより進むこと及び連携事例の紹介や連携関連情報の共有研究室レベルだけでなく、スケールアップ・実用が可能なのかを議論する場があればよい

6. 国際連携を実施している/検討している国や地域について

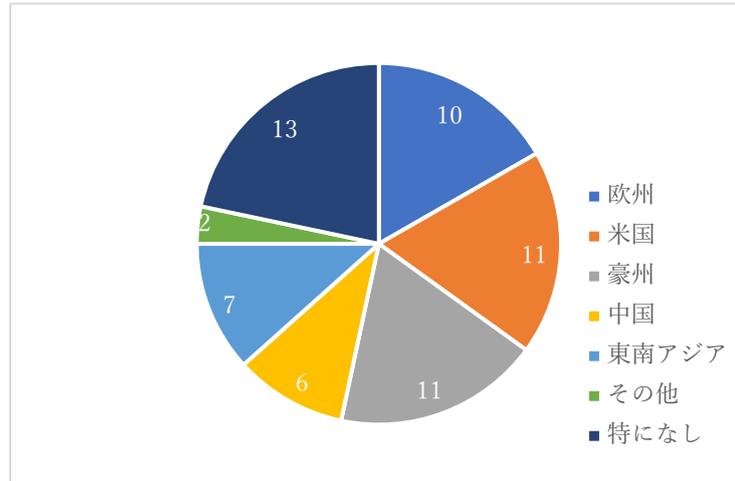


図8 国際連携の状況

7. CR/CNに向けた取組に関して、投資家、顧客、世論及び政府といったステークホルダーからどの程度の要請があるか

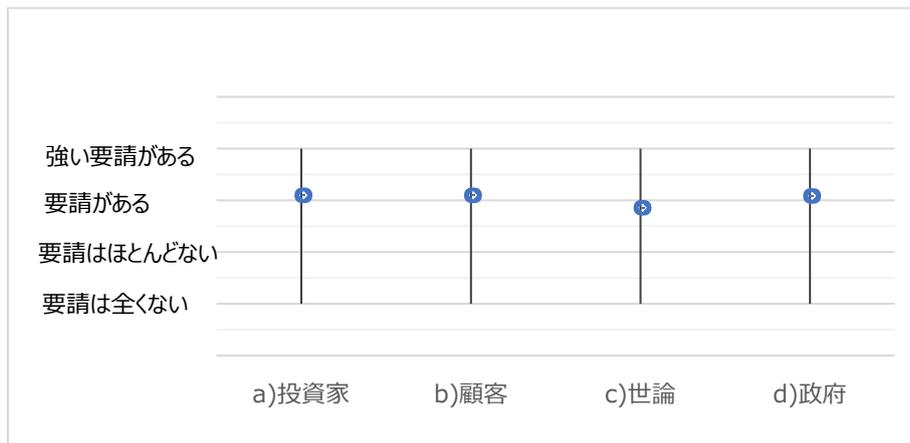


図9 ステークホルダーからの要請の状況

8. 2023年度から設置予定の植林ファンドの設置に際し、どのような参画の可能性があるか

① CO<sub>2</sub>吸収源の取組み状況

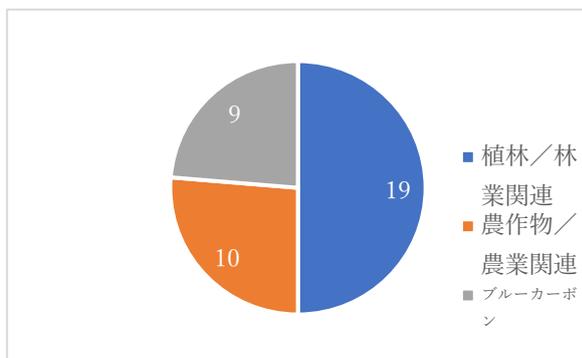


図10 CO<sub>2</sub>吸収源の取組み分野

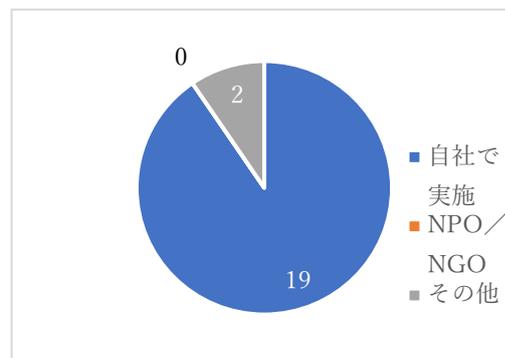


図11 CO<sub>2</sub>吸収源の実施形態

① 植林ファンド設置における参画の可能性

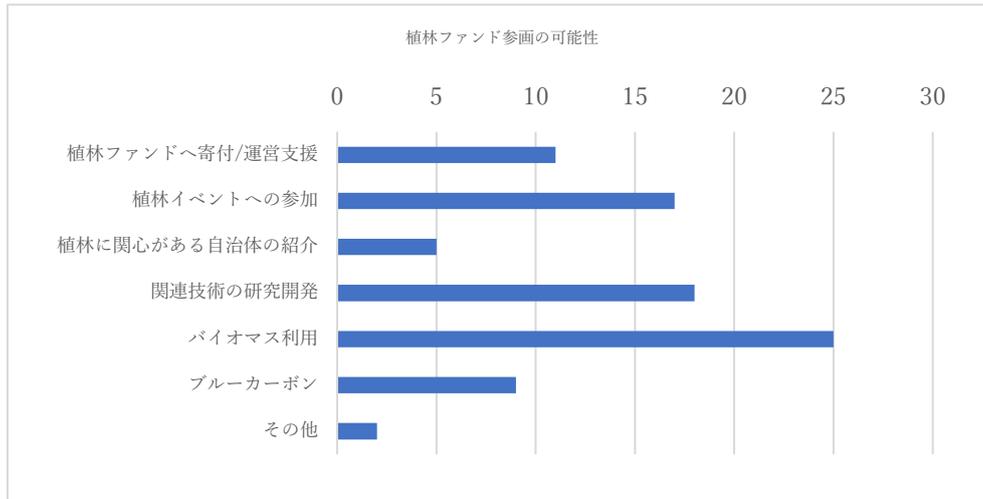


図 12 植林ファンドへの今後の参画の可能性

9. 排出量取引制度などの政策・制度設計について

① 各政策への CR 促進効果について

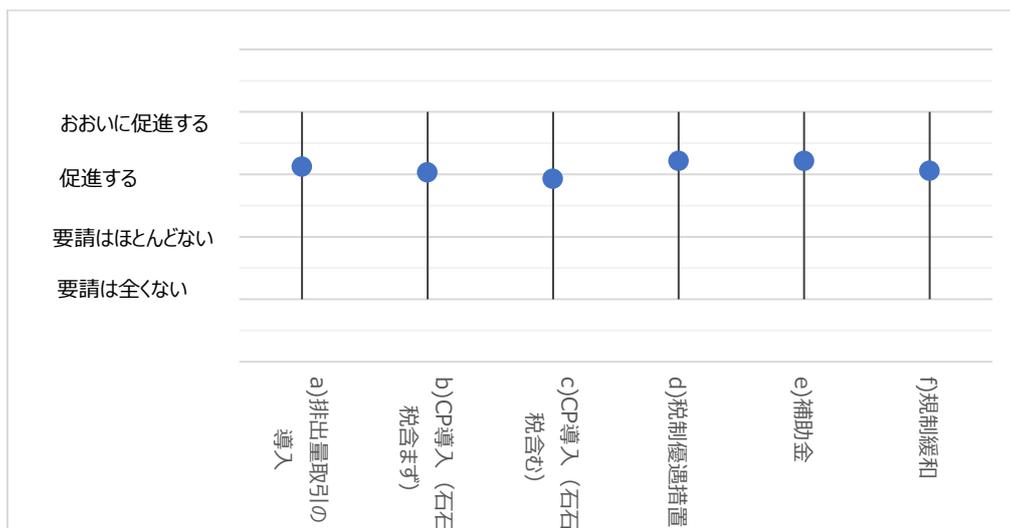


図 13 各政策と CR の促進について

② 規制改革（規制緩和、規制強化等）

- ✓ 全般的には規制緩和を進めてもらいたいですが、ライフサイクル全般にわたる CO<sub>2</sub> 削減量の定量的な評価に関しては明確化・厳格化を図り、実効を伴わない見かけだけの CO<sub>2</sub> 削減の取組が排除されるようにしてほしい
- ✓ 燃料化や水素取り扱いについては現行の規制が追い付いていない部分があり、対応願いたい
- ✓ 参画企業を増やし規制が強まる第 2 フェーズに向けてのルールメイキングが重要
- ✓ 会計制度、排出源別価格、認証制度・機関等国际基準に即し、いずれの価格も競争力と市場融通性の高いものになるよう（ガラパゴス化しないよう）に設計願いたい
- ✓ 排出権取引制度も含め、複雑でない分かりやすいルールが必要、また排出量算定についてはその透明性の確保も重要
- ✓ 水素、CCS 等の実現にあたって法整備、規制緩和は必須であり迅速な対応が求められる

- ✓ 2035年断面では、従来技術を用い、最安で電源のCO<sub>2</sub>フリー化を達成し、安価なCO<sub>2</sub>フリー電気が調達できることを優先。同時に、2050年にカーボンリサイクル社会が実装させるための研究を並行して進めるべき。2030年断面は10,000円/t-CO<sub>2</sub>程度で技術導入を後押し、2040-50年を目指した技術についてはもっと高い炭素価格を前提に、CO<sub>2</sub>削減コストが社会実装ハードルにならないように、炭素価格が低くなりすぎないようにしていただきたい
- ✓ 海域試験でのさまざまな規制が緩和されることが望ましい
- ✓ 市場原理では進まない部分に対し、カーボンプライシング等が有効に働くような制度や規制を期待
- ✓ 炭素賦課金とGX-ETSのダブル負担等の特定事業者が炭素負荷を負わない公平な制度化が必要

#### 10. CR社会実装に向けてのCO<sub>2</sub>の価値づけの制度化

- ✓ 排出事業者が分離回収したCO<sub>2</sub>に関し、売却できる事業環境整備、排出事業者のCO<sub>2</sub>削減として認められる価値の帰属などの制度整備が必要
- ✓ CO<sub>2</sub>削減効果を適切に評価する制度を整備し、削減効果に資するカーボンリサイクル技術が社会に実装されるようにする。①CO<sub>2</sub>削減効果の公的な評価ルールの整備、②CO<sub>2</sub>源や量などを含む製造プロセスのトラッキング及び管理システムの構築が必要
- ✓ GX-ETSの段階的発展のイメージが良い。23年度から自主的な取り組みとして第1フェーズを開始し、26年以降は第2フェーズとして、参加率向上の施策や、目標設定に民間第三者認証を求めるなど規律強化
- ✓ 化石燃料からの排出だけでなくマテリアルリサイクルによるCO<sub>2</sub>削減も取り込む形の価値づけがなされるとよい
- ✓ CO<sub>2</sub>を原材料として有効活用する場合は有価物としての価値が認識されやすいが、DAC等CO<sub>2</sub>を回収する技術が単体で事業として成立できるインセンティブ制度があればよい
- ✓ CCSを推進する企業としては、石炭火力発電所へのCO<sub>2</sub>分離回収装置導入(+CCS)へ移行債を利用することもひとつの例と考える
- ✓ CO<sub>2</sub>排出事業者、CO<sub>2</sub>回収、利用事業者がCO<sub>2</sub>排出、削減を売買できるマーケットの設立
- ✓ EU-ETSのような排出量取引を適正に運用していくことができればCCSの普及の後押しになる。DAC、バイオマス由来CO<sub>2</sub>の価値を高く設定することで普及の後押しになる
- ✓ J-クレジットの進め方や方法論にももっと手を入れるべき
- ✓ 環境価値の表示義務・ルール化、公共工事におけるCR材採用時の加点
- ✓ 世界におけるCO<sub>2</sub>環境価値化・取引ルールとの整合を図りつつ、経済成長と両立可能な制度設計が望まれる
- ✓ CO<sub>2</sub>削減の当事者に価値が適切かつ十分に還元される制度を期待

#### 11. GX経済移行債の有効な活かし方について

- ✓ カーボンプライシングの導入が検討されているが、製品転換が起こる水準となるかは不透明。カーボンリサイクル技術の普及拡大によるコスト削減が重要であり、カーボンリサイクル製品の普及促進のため、既存製品との価格差を支援する制度（水素値差支援同様）等の支援が有用ではないか
- ✓ 各開発技術が確実に社会実装に結び付くよう、ステージゲート方式の採用など、活用方法を検

討してもらいたい

## 12. CCS における日本の課題

- ✓ CO<sub>2</sub>を CCS によって削減したいというニーズの創成。そのためには、事業環境作りと事業化の  
 目途を示すことが必要だが、貯留サイトの確保と輸送サプライチェーンの確立、法規制の整備、  
 輸送・貯留コストを賄う事業モデルの確立などが必要と考える
- ✓ 日本国内では特に貯留サイトの選定は大きな課題。分離回収した CO<sub>2</sub>の有効利用と合わせて  
 CO<sub>2</sub>分離回収の流れを検討することが必要
- ✓ 隣国家との関係構築の他に、ブルーカーボンや農地固定などでの地産地消も進めるべ
- ✓ (地形、文化、工業等の観点から) 日本に合った CCS 技術の確立と、それを工業的に活かすた  
 めの支援 (産業を特定しない)が必要になってくる。特定の国内メインの産業分野だけでなく、  
 海外との取引のある企業の国際競争力に影響が大との認識
- ✓ 分離回収した CO<sub>2</sub>を燃料や化成品等へ循環利用する場合、コスト面での支援以外に CO<sub>2</sub>削減評  
 価や環境価値取引についてルール整備が不可欠であり、事業予見性が高まる仕組み作りが必要
- ✓ 米国の EOR と異なり、貯留インフラに大きな初期投資が必要であるため、国の推進体制、事  
 業者への補助が必要
- ✓ 欧州勢は CCS で注入する CO<sub>2</sub>を DAC 由来にカーボンネガティブとしてクレジット発行する動  
 きがある。アミンや膜分離含め、DAC とセットで実施できるよう、制度や資金的な援助をして  
 いくことが必要
- ✓ 国内貯留に限定しないアジア諸国との連携強化による CO<sub>2</sub>貯留の枠組みを検討すべき
- ✓ 貯留地の確保に向けた早期の近海漁業従事者の理解獲得と貯留事業者の有限責任の制度化。陸  
 域貯留法制度整備。また炭素源供給者である電力会社の積極的な関与を促すため、炭素税導入、  
 炭素取引制度と電力料金増加に伴わない初期投資支援策が重要
- ✓ CCS に関するコストを社会的費用として、誰がどのように負担するのかの整理と国民的合意が  
 必要

## 13. カーボンリサイクル領域での人材育成、その他意見

<人材育成、その他意見>

### ① 人材育成について

- ✓ 関連する技術開発の人材 (化学技術、プラント開発技術や、LCA など) を強化すべき
- ✓ 技術の面だけでなく、制度設計のあり方の教育も重要であると思料
- ✓ CR/CN の事業化については不確実性が高いことから、携わる人材は忍耐力が必要。最後まで  
 諦めずやり遂げる人材を育てよう
- ✓ 教科書や大学の必修項目とするなど、教育機関や国のサポート拡大を期待
- ✓ 将来を担う子供たちが学習できる CR の体験教育施設があってもよい

### ② その他意見

- ✓ CR は化石燃料への対処から出発した概念かもしれないが、今後は、マテリアルサイクルとも  
 連携して広い意味での炭素循環ととらえなおし、経産省と環境省の連携するような取組もつ  
 ていくことが有効

- ✓ 水素・アンモニアなどカーボンフリーな燃料への転換を促進するためには、既存燃料との値差をなくす必要。値差支援策は検討されているが、ファーストムーバーだけでは、全体に行き渡らず、効果は限定的。現在の化石エネルギー並みのサプライチェーンが完成するまでは値差支援による民間企業の取組の後押しが必要
- ✓ オフセットという意味で、DACなどのネガティブエミッションの早期社会実装を望む

#### 14. CRF への意見・要望

- ✓ 各種情報提供など、大いに参考となっている
- ✓ カーボンリサイクル大学の若手教育は貴重な機会。今後も続けてほしい
- ✓ 大気中の CO<sub>2</sub> 濃度は 46 億年の地球史では大きく変動しているので、地殻と大気の循環のなかで捉える見方を提示することも一案
- ✓ CR のみならず、CN の社会実装に必要な技術、人財、実績という観点での推進の後盾を期待
- ✓ 会員個社の持つ技術や取組テーマを簡潔にまとめて発信してほしい
- ✓ CR 技術を繋ぐ役割を担ってほしい
- ✓ カボ・リサ物語を楽しみにしている従業員がおり、引続き社内展開を行っていくので継続希望
- ✓ CR に関しては情報収集の段階、CRF の貴重な情報を活用していきたい
- ✓ 公益に沿った強力なロビー活動に期待

以上」

【添付資料 -3】

一般社団法人カーボンリサイクルファンド概要

(1) ビジョン

国と連携して、カーボンリサイクルの社会実装及び民間がビジネスとして取り組めるよう支援を行う。

(2) 組織体制

- 会長 満岡次郎 (株) IHI 代表取締役会長)
- 副会長 北村雅良 (電源開発(株) 特別顧問)
- 副会長 江口幸治 (三菱ケミカルグループ(株) 代表執行役シニアバイスプレジデント  
チーフサプライチェーンオフィサー)
- 専務理事 橋口昌道

(3) 事業内容

- ・ 広報活動 : カーボンリサイクルに係る啓発活動
- ・ 研究助成活動 : 研究者等に対するグラント (助成金) を交付
- ・ 植林活動 : グリーンカーボン・ブルーカーボンを活用した CR 実践
- ・ カーボンリサイクル推進のための事業支援、政策提言、国内外技術動向調査等



(4) 会員企業一覧 (2022年9月1日時点)

～業種を超えた連携によるカーボンリサイクルの推進～

法人会員	個人会員
<p><b>法人会員</b></p> <p><b>&lt;化学&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>旭化成(株)</li> <li>AGC(株)</li> <li>キャボットジャパン(株)</li> <li>神島化学(株)</li> <li>JSR(株)</li> <li>DIC(株)</li> <li>デンカ(株)</li> <li>東レ(株)</li> <li>戸田工業(株)</li> <li>豊田合成(株)</li> <li>BASFジャパン(株)</li> <li>丸善工業(株)</li> <li>三井化学(株)</li> <li>三菱ガス化学(株)</li> <li>三菱ケミカルグループ(株)</li> <li>ライオン(株)</li> </ul> <p><b>&lt;電力&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電源開発(株)</li> <li>東京電力ホールディングス(株)</li> <li>中国電力(株)</li> </ul> <p><b>&lt;精密・エレクトロニクス&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ウソ電機(株)</li> <li>Orbrav(株)</li> <li>(株)島津製作所</li> <li>古河電気工業(株)</li> </ul> <p><b>&lt;エネルギー&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>出光興産(株)</li> <li>伊藤忠エネクス(株)</li> <li>(株)INPEX</li> <li>ENEOSホールディングス(株)</li> </ul>	<p><b>個人会員</b></p> <p>社員5名以下の法人等 会員数 26</p> <p><b>自治体会員</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>秋田県</li> <li>香川県</li> <li>群馬県安中市</li> <li>長崎県西海市</li> <li>広島県</li> <li>広島県大崎上島町</li> <li>広島県竹原市</li> <li>北海道</li> <li>北海道苫小牧市</li> <li>山形県</li> <li>山形県酒田市</li> <li>山口県</li> <li>山口県周南市</li> </ul> <p><b>学会会員</b></p> <p>&lt;組織入会&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>衛星地球観測コンソーシアム</li> <li>学校法人東京理科大学</li> <li>国立大学法人長崎大学</li> </ul> <p>&lt;個人入会&gt; 会員数 16</p> <p><b>法人会員126</b> <b>個人会員26</b> <b>自治体会員13</b> <b>学会会員19</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>大阪ガス(株)</li> <li>山陰酸素工業(株)</li> <li>(株)GWソーラー西日本</li> <li>石油資源開発(株)</li> <li>東京エコスサービス(株)</li> <li>東京ガス(株)</li> <li>東芝エネルギーシステムズ(株)</li> <li>日本コークス工業(株)</li> <li>(株)日立製作所</li> </ul> <p><b>&lt;CO<sub>2</sub>利用・再エネ・リサイクル&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(株)環境システムズ</li> <li>(株)CO<sub>2</sub>資源化研究所</li> <li>地熱技術開発(株)</li> <li>(株)ユグレナ</li> <li>(株)レパセル</li> </ul> <p><b>&lt;鉄・非鉄金属・セメント&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>会澤高圧コンクリート(株)</li> <li>(株)神戸製鋼所</li> <li>住友大阪セメント(株)</li> <li>日本製鉄(株)</li> <li>太平洋セメント(株)</li> <li>三井金属鉱業(株)</li> <li>UBE三菱セメント(株)</li> </ul> <p><b>&lt;鉄・非鉄金属・セメント&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>伊藤忠商事(株)</li> <li>JFE商事(株)</li> <li>住友商事(株)</li> <li>西華産業(株)</li> <li>双日(株)</li> <li>東京産業(株)</li> <li>東京貿易ホールディングス(株)</li> </ul>	<p><b>個人会員</b></p> <p>三井住友トラスト・パナソニックファイナンス(株) (株)三菱UFJ銀行</p> <p><b>&lt;土木・建設・不動産&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(株)FKGコーポレーション</li> <li>(株)大林組</li> <li>大森建設(株)</li> <li>鹿島建設(株)</li> <li>(株)熊谷組</li> <li>清水建設(株)</li> <li>新日本空調(株)</li> <li>大成建設(株)</li> <li>太平電業(株)</li> <li>(株)竹中工務店</li> <li>東亜建設工業(株)</li> <li>Dome Gold Mines Ltd.</li> <li>(株)日立プラントサービス</li> <li>ヒューリック(株)</li> <li>(株)福祉開発研究所</li> <li>(株)フューチャーエースト</li> <li>(株)ベルテクスコーポレーション</li> <li>(株)豊正</li> <li>三井不動産(株)</li> <li>若築建設(株)</li> </ul> <p><b>&lt;印刷・映像・翻訳&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>大日本印刷(株)</li> <li>凸版印刷(株)</li> <li>(株)サンフレア</li> </ul> <p><b>&lt;自動車・自動車部品&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>住友商事(株)</li> <li>西華産業(株)</li> <li>日産自動車(株)</li> <li>日本特殊陶業(株)</li> </ul> <p><b>&lt;航空・交通・輸送&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(株)ジャムコ</li> </ul>