

カーボンリサイクルファンド

プログレスレポート

2022

～カーボンリサイクル社会実装の具体化に向けて～

2022年8月

一般社団法人カーボンリサイクルファンド

目次

1. カーボンリサイクルをめぐる動向
2. カーボンリサイクルの意義とカーボンファンドの役割・進捗
3. カーボンリサイクル社会実装に向けた
 カーボンリサイクルファンド会員アクション進捗
4. カーボンリサイクル社会実装促進に向けた提言
5. まとめ

添付資料-1. カーボンリサイクルファンド概要

添付資料-2. カーボンリサイクルファンド会員アンケート結果概要

骨子

■ カーボンリサイクルをめぐる動向

* COP26 (2021年10 - 11月)において成果文書に1.5°C目標の追求が明記、2022年末までに2030年温暖化ガス削減目標の再検討や強化の要請

* カーボンニュートラルに向けた流れが世界で加速

* 日本においても、グリーンイノベーション基金事業基本方針の改訂、クリーンエネルギー戦略等カーボンリサイク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

■ カーボンリサイクルの意義およびカーボンリサイクルファンド (CRF) の役割・進捗

* カーボンニュートラルの達成に向けて、徹底したCO₂排出削減とともにCO₂を資源として活用するカーボンリサイクルが不可欠

* カーボンリサイクルを中核においた「循環炭素社会」の構築がカーボンニュートラル及びその先にある真に持続可能な社会・経済システム確立への最適解

* 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」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であり、取組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を支援

* 活動進捗；

- ・ 研究助成では2021年度採択12件のうち、2件が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) 事業やグリーンイノベーション基金で選定
- ・ 2022年度は一般公募枠に加えてスタートアップ支援枠を新設。一般公募枠55件から14件、スタートアップ枠29件の応募から2件を採択
- ・ 会長や副会長が国際会議等でカーボンリサイクルの意義とCRFの活動を講演
- ・ カーボンリサイクルを担う若手育成に注力、会員企業若手対象の研修「カーボンリサイクル大学」や中高生を対象としたデジタルコンテンツ「カボ・リサ物語」を展開
- ・ CRF中期計画2022-2025を策定

■ 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会員のカーボンリサイクル技術社会実装の具体化に向けた取組の進捗事例を紹介

- ・ 広島県におけるカーボンリサイクル実証研究等の包括的取組
- ・ そうま IHI グリーンエネルギーセンター
- ・ 工場排ガスから回収したCO₂のメタノール転換
- ・ 革新的メタネーション技術開発
- ・ グリーン水素製造
- ・ 産業廃棄物由来カルシウムとCO₂による炭酸塩製造
- ・ プラスチックのケミカルリサイクル
- ・ 洋上風力発電と水素製造
- ・ マリンバイオマス生産によるカーボンリサイクル
- ・ 早成樹の育種と植林
- ・ CCUS バリューチェーンのデジタルプラットフォーム 等

■ カーボンリサイクル社会実装促進に向け、提言を3本柱で整理；

イノベーションの開発・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に向けたカーボンリサイクル技術・製品の開発、実証、社会実装及びこれらへ投資促進。その実行スピードを加速すべく、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。大阪・関西万博 2025 などの国が主導する実証機会を活用。

・これらの産業界の動きを支えるべく、国においてはグリーントランスフォーメーションを加速化させるための支援上積みを含む施策の充実とイノベーションの開発・促進への強力な支援。GX リーグ等、意欲の高い企業が自主的に参画する取組の進展・拡大の支援。

・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。

CO₂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ため、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、CO₂ 価値付けにつながる CO₂ バリューチェーン構築を推進。

・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、CO₂ 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等インセンティブ付け等の施策の促進。

・CO₂ 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 CO₂ 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界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 CO₂ 吸収源の評価や国際ルール作りの主導。

・国においては、カーボンリサイクル促進施策と併せて国内における CO₂ 貯留検討の加速。法整備、民間の積極的取組への強力な支援、及びリスクやコストの負担において官民での役割分担。

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。カーボンリサイクル視点を活かした農林水産業の活性化。一例として、洋上風力発電と魚礁の組み合わせなど。カーボンニュートラルレポート形成に向けた多面的な検討との連携も必要。

・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

国際情勢の不安定さや不透明性を乗り越えて、カーボンニュートラルを中核とする持続可能な社会・経済システムを築くには、あらゆるステークホルダーが連携して具体的施策を着実に実施する必要がある。ただし、その実現に伴い、日本の産業が海外に移転して国内空洞化を招いてはならない。

CO₂ の価値を明確化し、CO₂ 吸収・固定化を含め、CO₂ 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、すなわち「循環炭素社会」の構築を含めた多様な方策の共存が必須である。

カーボンリサイクルは、全ての領域に係わってくる横断的な分野である。カーボンリサイクルファンドにおいては、民間での業界連携は勿論のこと、産学官連携、海外との連携を進め、日本のみならず世界のカーボンニュートラルの達成および「循環炭素社会」の実現を図っていく。

1. カーボンリサイクルをめぐる動向

地球温暖化抑制、資源・エネルギーの持続的調達など世界の共通課題への対処として、カーボンニュートラルに向けた流れが世界で加速している。COP26（2021年10月31日 - 11月13日、英国グラスゴーにて開催）成果文書に1.5°C目標の追求が明記され、加えて2022年末までに2030年温暖化ガス削減目標の再検討や強化の要請が盛り込まれた。

1.5°C目標のベースとなっている2030年までに世界で2010年比45%CO₂削減及び2050年カーボンニュートラル/カーボンネットゼロ排出の実現に向けて、多くの国・企業・団体が、環境・社会課題解決と経済発展両立の基本方針に位置づけながらロードマップや行動計画の策定を進めている。環境と経済発展の両立を通じたカーボンニュートラル/CO₂排出ネットゼロの達成には、徹底した排出削減とともにCO₂を資源として利用するカーボンリサイクルが不可欠なソリューションとなる。

日本においては、2020年10月の2050年カーボンニュートラル宣言を受けた「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定され、環境と経済成長の両立へのドライバーとしてカーボンリサイクル産業を含む14の成長期待産業分野を特定、実行計画が示された。この14分野について、政策効果が大きく社会実装までを見据えて長期間の継続支援が必要な領域として2兆円のグリーンイノベーション基金が設置され、野心的な目標にコミットする企業等を支援している。2021年4月には、我が国の新しい地球温暖化ガス削減目標として「2030年に向け、2013年度比46%削減」が公表された。2022年においては、カーボンニュートラルをコアとした産業構造及び社会経済システムのあるべき姿への変容に向けて、グリーントランスフォーメーション（GX）とデジタルトランスフォーメーション（DX）を重点化することが明確となる中、グリーンイノベーション基金事業基本方針の改訂、技術開発のみならずインフラ・コンビナート・市場創出等も含めた総合戦略としてのクリーンエネルギー戦略等関連方針の設定をはじめ、カーボンニュートラルに向けた取組を後押しする政策について次々と整備・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加速している。

足元の世界情勢では、ロシアによるウクライナ侵攻を受けてエネルギー安全保障上のリスクが顕在化したと同時に、食糧や産業資材調達にも多大な影響を与え、事業環境や生活環境が不安定性・不透明性を増している。新型コロナウイルスへの対処においては、ワクチン接種の進展や知見・経験の蓄積により社会活動制限の緩和が進む中、分散化やデジタル化など人々の行動様式や価値観の不可逆的な変容が見られる。

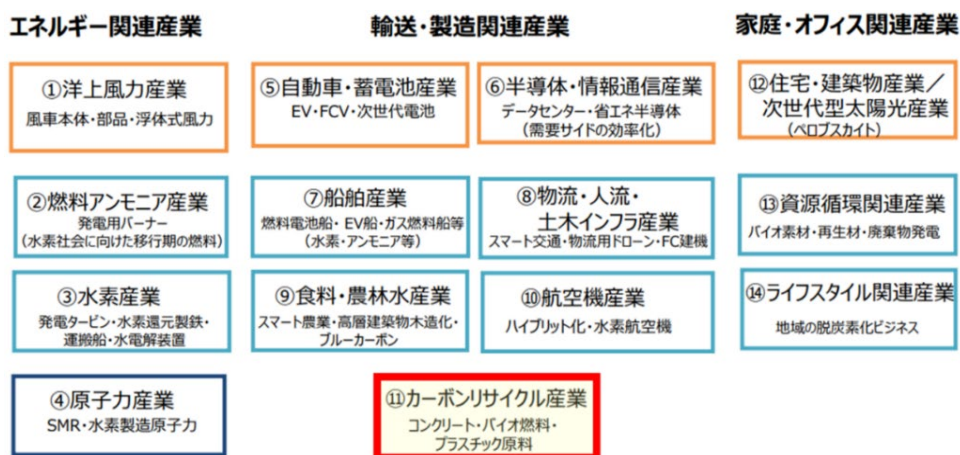


図 1. 経済産業省 グリーン成長戦略分野
出典：経済産業省 Web サイト

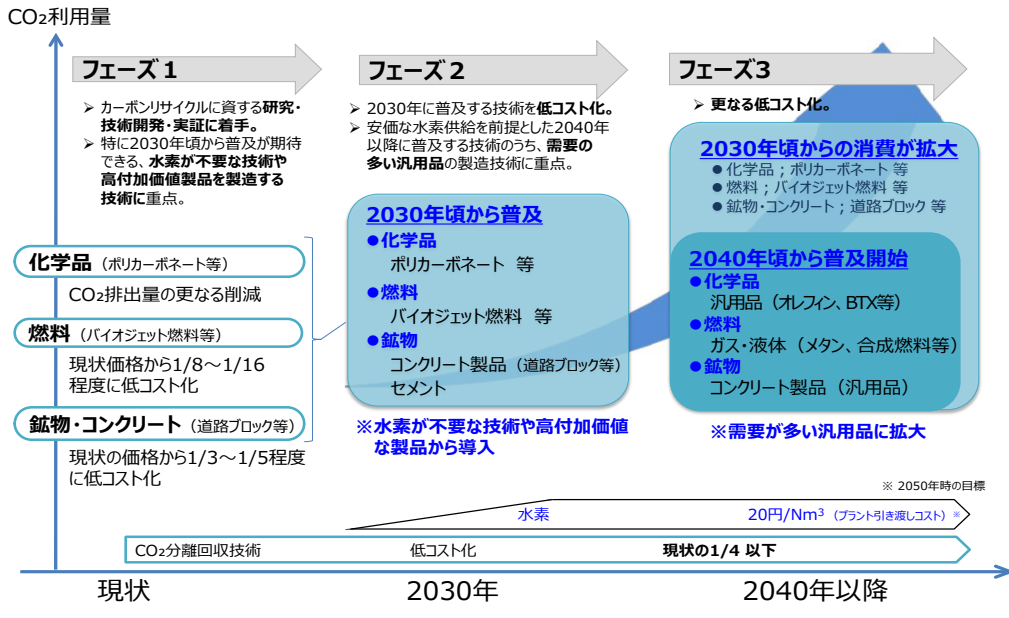


図2. カーボンリサイクル技術ロードマップ
出典：経済産業省 Web サイト

2021年のノーベル物理学賞は、CO₂の温暖化影響をシミュレーションによる気候モデルを用いて予測する研究の草分けである真鍋淑郎博士が受賞した。気候変動は地球規模での物質循環で見る必要があることやあらゆる領域の関与が必要であることが示唆された。

2. 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の役割・進捗

(1) カーボンリサイクルの意義

1.5°C目標に向けて、世界のCO₂排出量を2030年までに2010年比45%削減することに加え、2050年までには徹底した排出削減後にどう工夫しても排出することになるCO₂と吸収・除去させるCO₂をバランスさせてゼロにするカーボンネットゼロ排出が掲げられている。

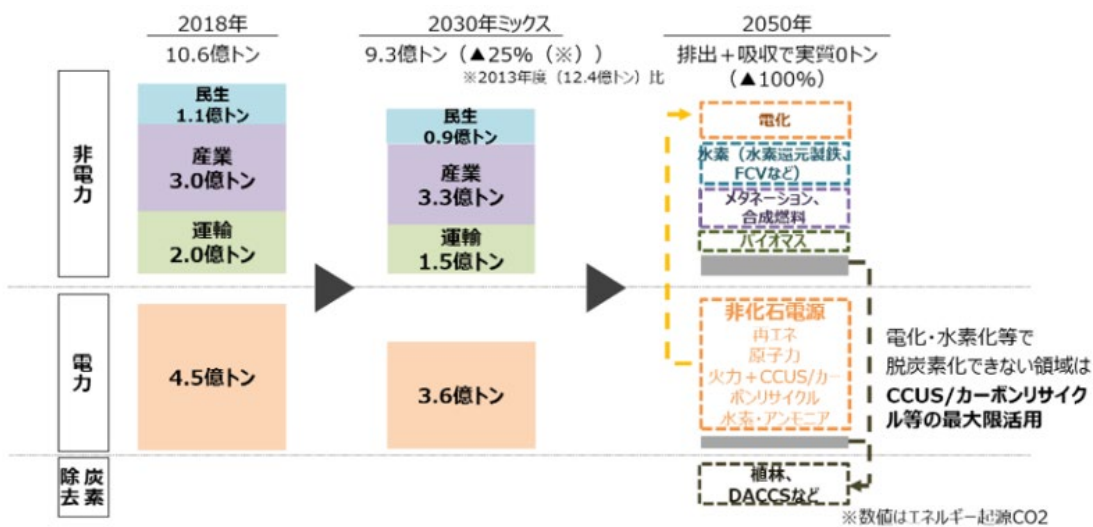


図3. 経済産業省策定 エネルギー起源CO₂量見込み
出典：経済産業省 Web サイト

CO₂を含む炭素化合物の多くは本来、生命を含む地球システムの維持に必須な基本物質である。例えば、厳しい宇宙環境から地球環境を守っているのはCO₂を含む温室効果ガスであるし、植物はCO₂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。

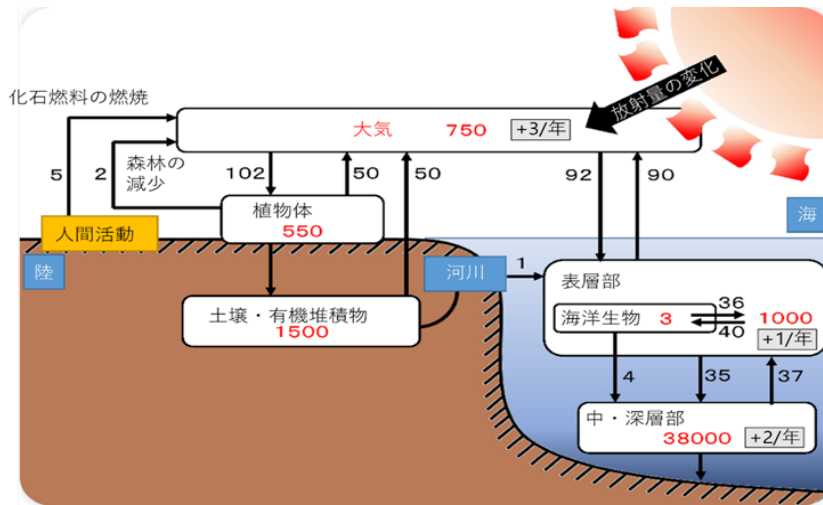


図4. 地球の炭素循環モデル

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、CO₂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CO₂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CO₂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CO₂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5. 循環炭素社会実現に向けたCO₂バリューチェーンイメージ

出典：カーボンリサイクルファンド資料

(2) カーボンリサイクルファンドの役割・進捗

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支援を行うことを趣旨としている。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」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。

設立後約3年を経てCRFの活動趣旨に賛同・参画する会員は130を超え（106法人会員、8自治体会員、3学会会員、17個人会員；2022年8月1日時点）、活動は厚みを増し、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。

本資料においては、2021年6月に公表した提言書で述べた活動の高度化および政策への提言に関する以下3つの観点；イノベーションの開発促進と人材育成、市場環境の整備、グローバル市場への展開を基にCRFにおける進捗と併せ、ビジネス化への公的課題への対処を提言として報告する。

■ 【進捗例：研究助成活動】

CRFは、研究助成活動として、企業や大学等に埋もれていたアイデアや人の発掘、カーボンリサイクルに係る独創性や革新性に優れた基礎的な研究を支援し、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、すなわち、鉱物化によるCO₂固定化、燃料への転換、化学品への転換、CO₂分離回収、社会科学に関する研究、CO₂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。2022年度は一般公募枠に加え、スタートアップ枠も設定した。

	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
募集テーマ (期待する分野)	<p>社会的課題を解決するため、CO₂（あるいは炭素原子）を資源として利用するカーボンリサイクル、関連技術等に関する研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 鉱物化（コンクリート等の材料）によるCO₂固定化 ・ 燃料への転換 ・ 化学品への転換 ・ CO₂分離回収 ・ 社会科学（行動変容解析など） ・ CO₂吸収源（土壌、森林、ブルーカーボン、生物利用、農林水産） ・ その他（H₂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、課題設定とアプローチ、企業との連携など社会実現可能性等
助成規模	1,000万円上限/件 平均700万円/件
研究の成果等	基本的に研究者に帰属
採択数/応募数	2020年度 12/35、2021年度 12/46、 2022年度 一般公募枠14/55、スタートアップ枠2/29



図 6. 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件の応募に対して12件を採択、2021年度は46件の応募に対して12件を採択。

2022年度は一般公募枠 55 件・スタートアップ枠 29 件（重複 6 件）の応募があり、一般公募枠として 14 件、スタートアップ枠として 2 件を採択。

2020 年度開始以降、3 年間で総額約 2 億 6,000 万円を助成している。採択例の中から、NEDO の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出始め、現在 2 件*となった。

*NEDO プロジェクト

「廃海水と生体アミンを用いた CO₂ 鉱物化法の研究開発」 研究代表者 安元剛氏
（学校法人北里研究所北里大学）

*グリーンイノベーション基金事業

「超効率的な CO₂ 利用ポリウレタン原料製造法の開発」 研究代表者：竹内勝彦氏
（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

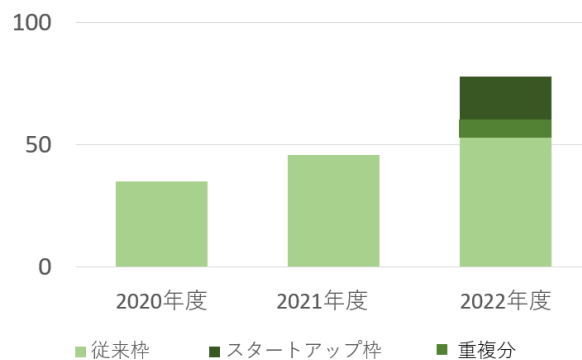


図7. カーボンリサイクルファンド研究助成活動応募件数の推移

出典：カーボンリサイクルファンド資料

■ 【進捗例：自治体連携ワーキング】

CRF は、CO₂ バリューチェーンを見据え、自治体と連携して CO₂ の排出源と利活用のループを繋げるワーキンググループ活動を計画している。日本政府がコミットした CCS の 2030 年事業化も見え据えながら CO₂ 排出者と潜在的な CO₂ 需要者を繋ぐことによってファクターが揃い始めたカーボンリサイクル技術の社会実験の場を提供しながら地域の強みを活かしたモデル構築を図る。



図8. CO₂ 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」実現を担う若手の育成～】

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す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、優良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」を展開している。第1期である2021年度では、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、④CO₂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。

受講者アンケートでは、カーボンリサイクルあるいはカーボンニュートラルのソリューション事業化に向けた異業種連携の重要性を再認識できた、制度待ちでなく自らが動いていくことの意識が醸成できた、社会の受容獲得にはもっと改革が必要だと改めて感じた、自分たちが将来若手から提案を受けたときの心構えが身についた等の肯定的感想が寄せられた。

2022年度においても継続実施を予定している。



■ 【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。2021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・小林喜光氏（現最高顧問）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。



■ 【活動進捗：次世代向けデジタルコンテンツ「カボ・リサ物語」】

若手世代に訴求する重要性を踏まえ、高校生・中学生向けに地球が健康を取り戻すために必要なカーボンリサイクルの意義やわくわく感を訴求できるデジタルコンテンツ「カボ・リサ物語」を制作、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熱意を学ぶストーリー。CRF Web サイトで公開している。



図 9. カボ・リサ物語抜粋

出典：カーボンリサイクルファンド資料

■ 【進捗例：CRF 中期計画（2022-2025 年度）の策定】

2050 年カーボンニュートラルに向けたカーボンリサイクルに係る状況は大きく進展している。今後 CRF がさらに会員および日本政府から信頼を深め、カーボンニュートラル達成に向けたカーボンリサイクルの社会実装になくなくてはならない存在としてこの潮流を持続的なものとするを改めて掲げ、2025 年度までのアクションプランと進捗の目安とする KPI を含む中期計画を策定、CRF 全体でその実施に取り組み、カーボンリサイクル社会実装を目指す。

* CRF が果たすべき役割：

- 高度な情報提供と連携の場を提供する役割
- 多様なステークホルダーをつなげる触媒・潤滑油としての役割
- 地球の健康回復をめざした広い視野・長い時間軸でのカーボンリサイクルに係る取組を喚起する役割

重点項目	アクションプラン	KPIと目標値	
(1)CR促進に資する連携の場の提供とCR社会実装の具体化	●研究 Grant 制度の充実と活用強化	・有望案件が集まる環境整備 ・取組成果の発展の支援	▶WG（社会実験）の数 ▶マッチング数（CRF仲介を経た会議や対話の設定数）
	●CO ₂ バリューチェーン構築への貢献	・CO ₂ 利用需要の掘り起こしとCO ₂ の価値付け促進 ・地方公共団体との連携 ・CO ₂ 吸収源の国際ルール化への参画	
	●政策提言機会の活用	・会員の意思や声を集約した産業界の要請を発信	
(2)会員サービスの充実と高度化	●情報提供の高度化と活用の促進	・CR世界最新動向情報の定期配信 ・オンラインサロンの充実と議論の活性化 ・CRIに係るシーズやニーズに関する情報共有とマッチングの促進	▶会員アンケート
	●広報活動の高度化（選択と集中含め）	・Webサイトにおけるコンテンツの充実 ・展示会出展や講演機会の活用 ・CR大学プログラムやデジタル活用を通じた若手世代への訴求	▶Webサイトのアクセス数
(3)運営基盤の安定化と強化	●財務基盤の安定化	・会員数の拡大 ・広報及び研究助成への支援のすそ野拡大 ・その他収益源の確保	▶会員数
	●運営体制の強化	・企画委員会の増強 ・事務局の安定的運営	▶財務状況

図 10. カーボンリサイクルファンド中期計画（2022-2025 年度）概略

出典：カーボンリサイクルファンド資料

3. カーボンリサイクル社会実装に向けた会員の進捗

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。このため、CRF 会員は自ら、CO₂ 価値付けにつながる CO₂ バリューチェーン構築に資する産業間連携や産学官連携を通じて実証及び社会実装を促進し、CR 技術・製品の理解促進及び普及に努めている。

CRF 会員のカーボンリサイクル社会実装の具体化に向けた取組の進捗事例を紹介する。

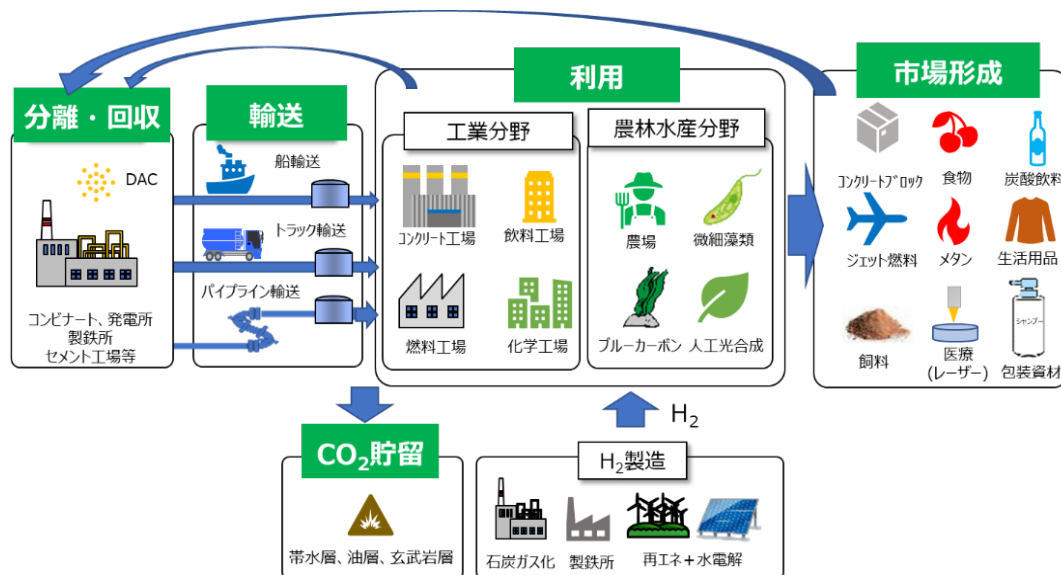


図 11. CO₂バリューチェーン

出典：カーボンリサイクルファンド資料

■ 【会員進捗例：広島県におけるカーボンリサイクル実証研究の包括的な取組】

キーワード：地域連携、CO₂バリューチェーン

実施会員：広島県、広島県大崎上島町、電源開発株式会社、中国電力株式会社

広島県は、国が進める大崎上島でのカーボンリサイクルに関する実証研究拠点の整備事業と連携し、カーボンリサイクル等の研究を行う企業や研究機関、研究者の集積を促すことでカーボンリサイクルの先駆的な研究開発拠点となるよう、これら技術の社会実装への取組を推進し、もって地域振興さらに「カーボン・サーキュラー・エコノミー (※)」の実現を目指し、広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会を 2021 年 5 月に設立した。

(※カーボンが生物や化学品、燃料等様々なかたちに変化しながら、自然界や産業活動の中で、持続的に循環する社会経済のこと。)

また、広島県はカーボンリサイクル関連技術の研究開発及び実証に取り組む者、及び県内でカーボンリサイクルに係る課題を抱える県内企業等を支援し、県内でのカーボンリサイクルに係る研究・実証事業の数を増加させ、カーボンリサイクル関連技術の社会実装を推進することを目的とし、カーボンリサイクル関連技術の研究・実証支援制度「HIROSHIMA CARBON CIRCULAR PROJECT」を 2022 年 5 月に始動している。

NEDO 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、電源開発株式会社と中国電力株式会社が出資する大崎クールジェン株式会社と CO₂ 分離・回収型酸素吹石炭ガス化複合発電 (IGCC) や CO₂ 分離・回収型石炭ガス化燃料電池複合発電

(IGFC) の実証研究拠点をやってきた中国電力株式会社大崎発電所内（広島県大崎上島町）にて、2020年7月よりカーボンリサイクル実証研究拠点（実証研究エリア、基礎研究エリア、藻類研究エリアの3つから構成）の整備に着手した。実証研究拠点では大崎クールジェン株式会社が分離・回収したCO₂をカーボンリサイクル技術の研究に取り組む企業・団体へ供給する計画が進捗している。

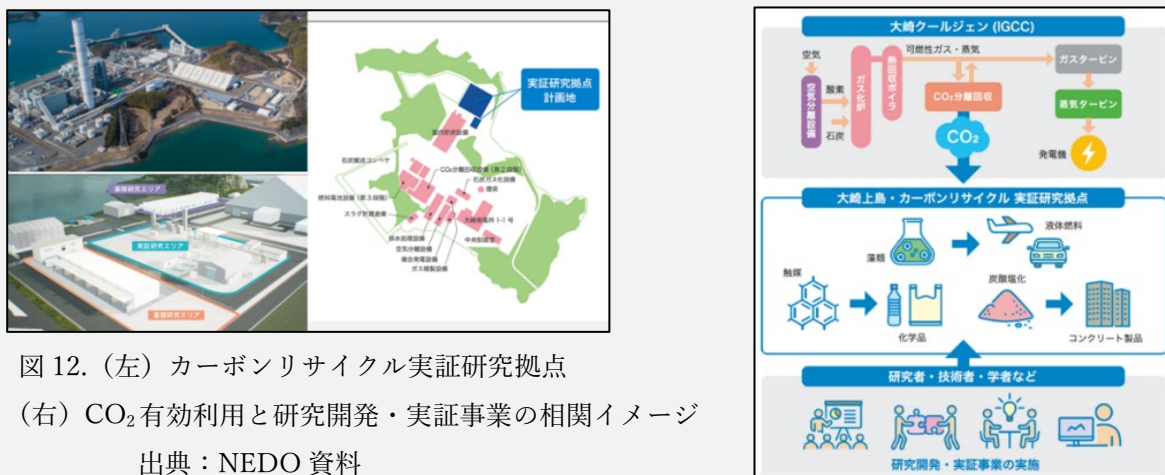


図 12. (左) カーボンリサイクル実証研究拠点
(右) CO₂有効利用と研究開発・実証事業の相関イメージ
出典：NEDO 資料

2020年7月に、CRF 会員が実施者となっている研究テーマ3件が実証研究エリアで実施する研究テーマに採択された（中国電力株式会社、三菱商事株式会社、川崎重工業株式会社）。

2020年10月に採択された一般社団法人日本微細藻類技術協会が実施している「微細藻類由来バイオジェット燃料生産の産業化とCO₂利用効率の向上に関する研究拠点及び基盤技術の整備・開発」は、藻類研究エリアを拠点としている。

また、2022年4月に、表のとおり基礎研究エリアで実施する研究テーマ6件が採択され、このうち3件でCRF 会員及びその関連組織（学校法人東京理科大学、一般財団法人石炭フロンティア機構、ENEOS グローブ株式会社、日本製鉄株式会社）が実施者となっている。

NEDO 採択テーマ	実施予定先
ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中CO ₂ からの基幹物質製造	学校法人慶応義塾 学校法人東京理科大学 一般社団法人石炭フロンティア機構
大気圧プラズマを利用する新規CO ₂ 分解・還元プロセスの研究開発	国立大学法人東海国立大学機構 川田工業株式会社
CO ₂ 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	日本製鉄株式会社
CO ₂ を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成	国立大学法人富山大学
カーボンリサイクルLPG製造技術とプロセスの研究開発	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
微細藻類によるCO ₂ 固定化と有用化学品生産に関する研究開発	株式会社アルガルバイオ 関西電力株式会社

図 13. 基礎研究エリアでの研究開発の内容
出典：NEDO 資料

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、産学官連携さらには地域の特色や強みを活かした地方自治体との連携を通じたカーボンリサイクル実証事例として、発展が期待される。

■ 【会員進捗例：そうま IHI グリーンエネルギーセンター】

キーワード：地域連携、CO₂バリューチェーン

実施会員：株式会社 IHI

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月から運営している。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。

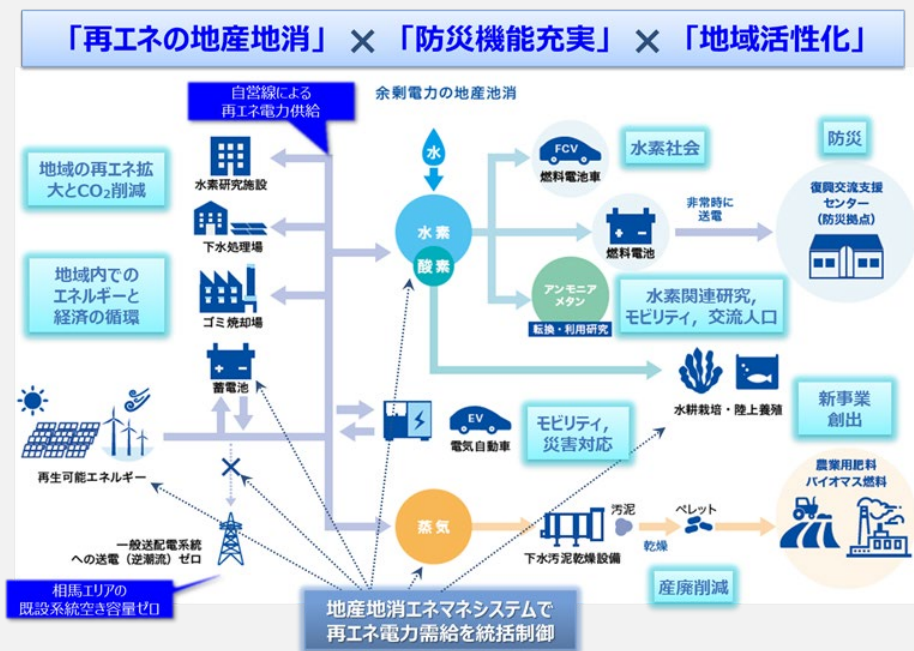


図 14. スマートコミュニティモデル

出典：IHI 資料

敷地面積 54,000 m² の SIGC では、出力 1.6MW 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（旭化成株式会社アルカリ水電解装置、日立造船株式会社 PEM 型水素製造装置）を運用している。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している。好天でフルに発電すると、蓄電池にも充電し切れず余剰電力が出る。その場合、水電解装置で水素を製造し、構内のタンク 2 基に最大で 400Nm³ の水素を貯蔵する。所内の電力需給と各設備は地産地消エネルギーマネジメントシステムにより総括制御され、発電量・所内外の電力消費・蓄電量などの情報はリアルタイムで集計され、SIGC と相馬市のモニターに表示される。また、系統が停電しても、太陽光と蓄電池を自立運転して送電できるレジリエンス機能も備えている。



図 15. SIGC で運用する設備：左から 1.6MW の太陽光発電、蓄電池システム、水素タンク、エネルギーマネジメントシステムの画面

出典：日経 BP

2020 年 9 月、SIGC で生産・貯蔵されたカーボンフリー水素を技術実証に活用する水素研究棟「そうまラボ」を同センター内に新設された。そうまラボでは、カーボンフリー水素などを使用し、メタンやアンモニア、オレフィンなどを合成する「Power to X」技術を検証することを想定している。そうまラボに設置したメタンを合成する試験装置は、水電解で得た水素と CO₂ を原料にして 12Nm³/h のメタンを合成できる。



図 16. そうまラボ（左）と同所に設置された 12Nm³/h 規模のメタネーション設備(右)

出典：IHI 資料

政府が宣言している 2050 年までのカーボンニュートラル化を達成するためには、地域再エネの有効活用とカーボンフリー水素のバリューチェーン構築が重要な役割を担うと考える。SIGC で培った地産地消エネルギーマネジメント技術と Power to X 技術は、それらに欠かせないキーテクノロジーであるため、IHI はスマートコミュニティモデルの普及・拡張に取り組んでいる。

■ 【会員進捗例：工場排ガスから回収した CO₂ のメタノール転換】

キーワード：化学品転換、メタノール

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、自社触媒を基にしたメタノール製造技術による CO₂・廃プラスチック・バイオマスなど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取組「環境循環型メタノール構想」を推進している。

三菱ガス化学は JFE エンジニアリング株式会社と、CO₂ を原料としてメタノールを合成するプロセスの実証試験において、清掃工場の排ガスから回収した CO₂ をメタノール転換することに国内で初めて成功した。また、株式会社トクヤマと、トクヤマ製造所にて排出される CO₂ と生

じる水素を原料としたメタノール製造販売の事業化検討を行う覚書を締結。本検討が事業化された際は、工場より排出される CO₂ をメタノールの原料として利用する、日本国内で初めての商業プラントとなる見込みである。

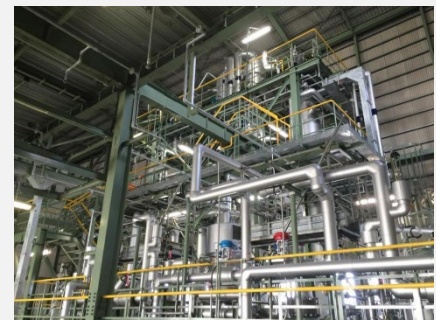


図 17. 環境循環型メタノール構想とパイロット設備
出典：三菱ガス化学 Web サイト

■ 【会員進捗例：革新的メタネーション技術開発】

キーワード：メタネーション、水素・アンモニア製造、燃料転換
実施会員：大阪ガス株式会社

大阪ガス株式会社は、CO₂ と再生可能エネルギーから高いエネルギー変換効率でメタンを合成できる可能性がある革新的なメタネーションにつながる技術である SOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell; 固体酸化物形電解セル) の基礎研究に取り組んでおり、実用サイズセルの試作に成功した。SOEC 技術はメタン製造用途だけでなく、水素・液体燃料・アンモニア・化学品などの高効率製造にも活用可能と考えられ、2030 年に技術確立することを目指している。

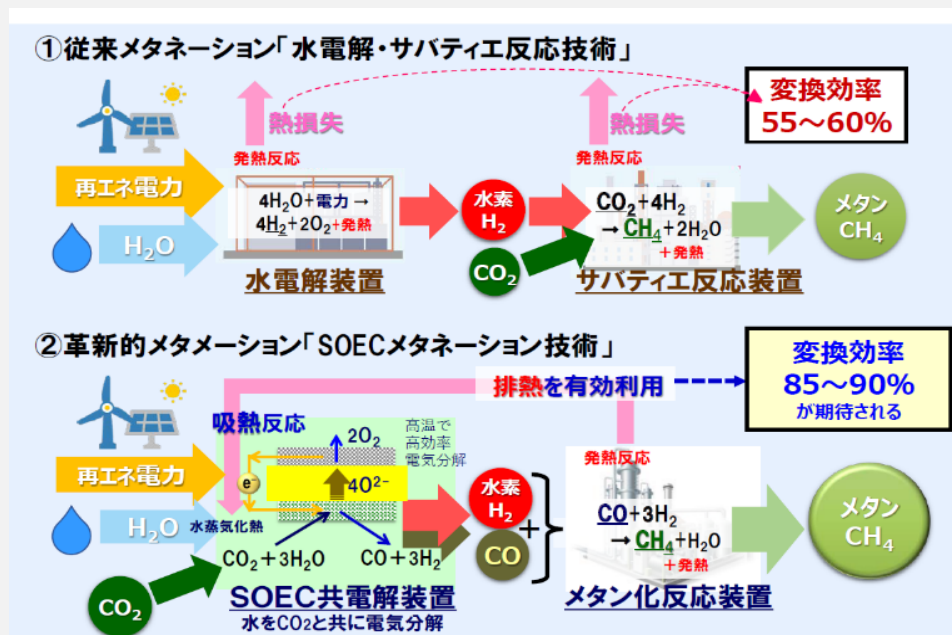


図 18. 従来メタネーションと革新的メタネーションの比較
出典：大阪ガス Web サイト

■ 【会員進捗例：グリーン水素製造】

キーワード：炭酸塩化、鉍物化、コンクリート

実施会員：伊藤忠商事株式会社

伊藤忠商事株式会社は、グリーン水素サプライチェーンの構築を目指す中、水素生産・貯蔵・配給に関連する技術を世界中の各産業界に提供している Nel ASA（ノルウェー）と水素分野における戦略的業務協力に関する覚書を締結し、両社で水素関連ビジネスを推進することに合意した（2021年10月）。Nel ASA社はグリーン水素生産に欠かせない水電解装置に関して、生産能力・装置規模・販売台数・売上高ともに世界最大規模のメーカー。また同社は2021年には水電解装置メーカーとして初めてとなる20MW級装置の受注を公表。水電解において現在実用化された主要な手法はアルカリ型とPEM型（固体高分子型）の二種類であり、Nel社は両タイプとも生産することができる世界でも数少ない企業でもある。

加えて伊藤忠商事は、2021年、Dalrymple Bay Infrastructure Limited(豪州)、North Queensland Bulk Ports Corporation Limited(豪州)、Brookfield Asset Management Inc.(カナダ)との4社間にて、豪州におけるグリーン水素製造及び貯蔵、豪州からのグリーン水素の輸出を含めたサプライチェーン構築に関する事業化調査を共同実施することに合意し、第1段階の事業化調査を開始しており、商業生産に向けて段階的に調査を実施予定である。



図19. 左) Nel社製水電解装置（アルカリ型） 右) Nel社製水電解装置（PEM型）

出典：伊藤忠商事 Web サイト

■ 【会員進捗例：産業廃棄物由来カルシウムとCO₂による炭酸塩製造】

キーワード：炭酸塩化、鉍物化、コンクリート

実施会員：出光興産株式会社、日揮ホールディングス株式会社

出光興産株式会社と日揮ホールディングス株式会社らは、2020～2024年度のNEDO研究開発委託事業で、廃コンクリートなどの産業廃棄物からカルシウムを抽出し、排ガス中のCO₂と反応させて固定化させる技術の開発およびその普及を目指したプロセス実用化に取り組んでいる。炭酸塩化は、製品が従来のフィラー等の用途の他市場規模が大きいコンクリートへの混和等の建材用途が期待できるため、温室効果ガスの排出削減に対して非常に大きなポテンシャルを有しており、カルシウム分の抽出と炭酸塩化の効率を高める加速炭酸塩化技術について試験・評価を進めている。本技術開発を通じて、原料調達から用途開発に至る幅広い領域で、社会実装に向け、積極的に取り組んでいる。

また、出光興産はボイラー排ガス中の CO₂ をコンクリート廃棄物の高濃度カルシウム廃水と反応させて固定化した合成炭酸カルシウム（炭酸塩）をアスファルト混和材に使用し、自社の石炭・環境研究所の玄関前に試験舗装（舗装厚 4cm、面積 500m²）を実施して、検証を行っている。

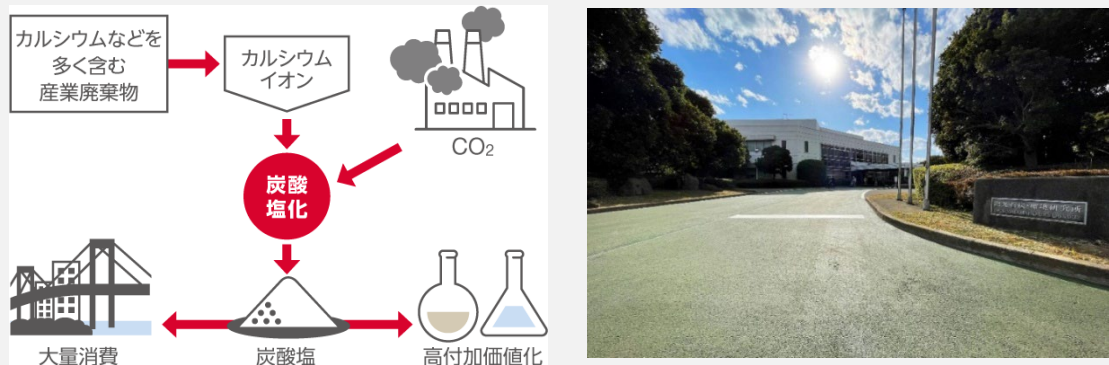


図 20. (左) 炭酸塩化による CO₂再資源化のイメージ
(右) CO₂固定化炭酸塩を用いたアスファルト試験舗装
出典：出光興産資料

■ 【会員進捗例：プラスチックのケミカルリサイクル】

キーワード：サーキュラーエコノミー、資源循環、廃プラスチック油化
実施会員：三菱ケミカルグループ株式会社、ENEOS 株式会社

三菱ケミカルグループ株式会社と ENEOS 株式会社は、プラスチックのケミカルリサイクル共同事業を進めている。廃プラスチックを油化して製造するリサイクル生成油は両社の既存設備である石油精製装置およびナフサ熱分解装置において原料として使用され、石油製品や各種プラスチックへと再製品化されることで効率的なケミカルリサイクルの循環が実現できる。廃プラスチックの液化・油化処理技術は、英 Mura Technology 社の技術を導入した。三菱ケミカル茨城事業所に、商業ベースでは国内最大規模となる 2 万トン／年の処理能力を備えた設備を建設し、2023 年度に廃プラスチック油化を開始する予定である。今後、廃プラスチックの安定調達、プラスチック製品へのケミカルリサイクル品認証及び石油製品への温室効果ガス削減についての認証取得などによる製品の高付加価値化を図る。



図 21. プラスチックリサイクルイメージ
出典：三菱ケミカルグループ Web サイト

■ 【会員進捗例：洋上風力発電と水素製造】

キーワード：再生可能エネルギー、洋上風力発電、グリーン水素

実施会員：丸紅株式会社

丸紅株式会社は、英国スコットランドにおいてスコットランド自治政府機関が主催する洋上風力発電事業の開発に関する海域リース権益を対象とした入札（通称：ScotWind）に英国大手電力会社 SSE plc の再生可能エネルギー子会社である SSE Renewables Limited およびデンマーク王国の投資会社 Copenhagen Infrastructure Partners P/S との3社連合で応札し、2022年1月に政府機関より落札事業者として選定された。落札したのはスコットランドの東側に位置する海域において最大設備容量 2.6GW の浮体式洋上風力発電事業の開発を行うプロジェクト。世界で開発される大規模浮体式洋上風力発電事業の初期案件の一つとなる見込みで 2030 年前後の運転開始をめざす。スコットランド政府は 2030 年までの大規模な温室効果ガス排出量の 75% の削減及び 2045 年のネットゼロ実現を目標とするとともに、洋上風力発電を利活用して 2045 年までの大規模なグリーン水素生産目標を掲げる水素社会へ移行する積極的な戦略を推進している。丸紅は、日本を含む世界 21 ヶ国で持分容量約 12GW の発電資産を保有・運営、浮体式洋上風力発電事業においては世界に先駆けて福島浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業などの実証研究に参画している。これらの発電事業や実証研究で得られた知見・経験をもとにスコットランドにおけるカーボンニュートラルに貢献するとともに、洋上風力発電のサプライチェーンの構築や地域経済発展への貢献につなげる。

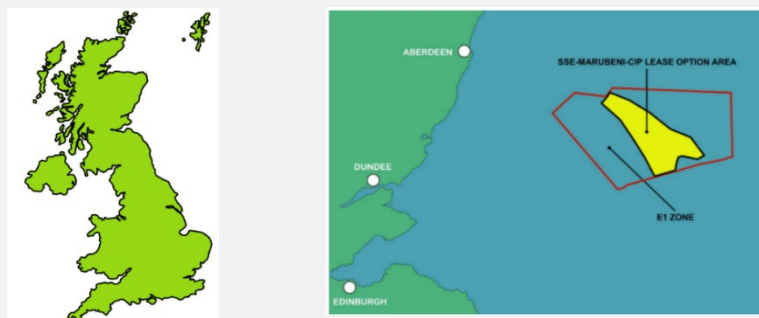


図 22. 開発予定地

出典：丸紅 Web サイト

農林水産分野では、ブルーカーボン、植林、土壌固定などが期待される。農業分野によるカーボンリサイクルは食料自給率向上にも繋がるものであり、先進的な農家では、植物工場等、CO₂濃度管理による生産管理に取り組んでいる。林業分野については、CO₂の吸収源である森林の整備や、急傾斜地でのロボット化の推進等により適切な樹齢で計画的に伐採することで、大量の CO₂が固定化できる。また、木材の土木・建設事業では CO₂を固定化するという観点から学校や公民館などの公的施設での積極利用が一部地域で進んでおり、CO₂固定化に貢献している。水産分野については、ブルーカーボンに大きな期待がかかっている。たとえば、産業副産物である石炭灰等を主原料に製造したコンクリートを魚礁として海に沈設して海藻の付着を増やす取組等、農工連携の事業としていくつかの例があり、CO₂貯留の大きなポテンシャルとなっている。

■ 【会員進捗例：マリンバイオマス生産によるカーボンリサイクル】

キーワード：CO₂吸収源、ブルーカーボン、藻場造成、漁業支援

実施会員；日本製鉄株式会社

日本製鉄株式会社は、マリンバイオマス（海藻）を生産し、それを製鉄プロセスの中で利用する「マリンバイオマスの地産地消」という新たなサプライチェーンの構築を目指している。マリンバイオマスの利用については製鉄プロセスの炭素源として活用、生産については製鉄プロセスで発生する鉄鋼スラグを利用した藻場造成で培った技術を活かして、海藻の積極的な育種に取り組んでいる。この取組は、NEDO が推進するブルーカーボン追求を目指したサプライチェーン構築に係る「NEDO 先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム／ブルーカーボン（海洋生態系による炭素貯留）追求を目指したサプライチェーン構築に係る技術開発」に採択（日本製鉄株式会社、日鉄ケミカル&マテリアル株式会社、一般財団法人 金属系材料研究開発センターが共同受託）されたものがベースとなっている。

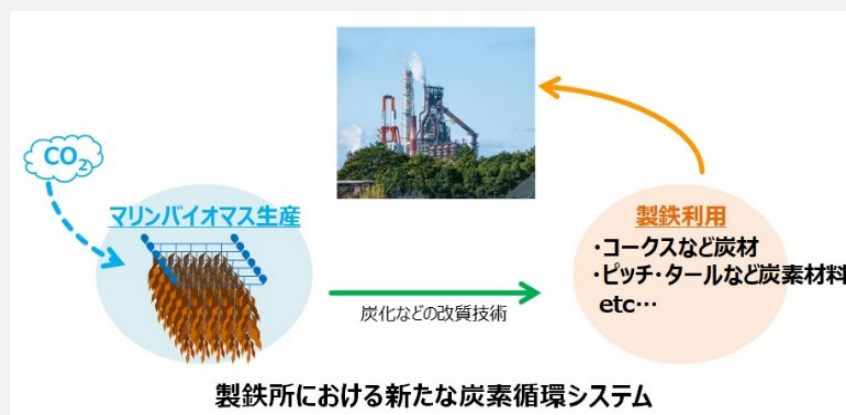


図 23. 製鉄所における新たな炭素循環システム

出典：日本製鉄 Web サイト

■ 【CRF 会員による先行事例：早成樹の育種と植林】

キーワード：CO₂吸収源、林業支援

実施会員：双日株式会社／一般社団法人クールアース

双日株式会社は、東京大学発のベンチャー企業である株式会社本郷植林研究所と双日モリノミライ株式会社を設立し、本郷植林研究所が宮崎県で試験植林を実施している植林後 5 年で伐採可能という特長を持つハコヤナギの苗木を生産する。ハコヤナギの特徴がバイオマス発電用燃料の安定供給に適していると考え、苗木の生産と並行して、ハコヤナギの植林事業化についても検討している。地域に密着した森林資源サイクルを実現することで、地域が抱える諸問題の解決を目指している。荒廃農地や未造成林地などにおけるハコヤナギの試験植林を宮崎県・山口県・岡山県・北海道にて開始した。



図 24. 本郷植林研究所のハコヤナギ試験植林（植栽後 1 年）
出典：双日 Web サイト

一般社団法人クールアースは、早生日本桐「ジャパロニア」の育種・植林を通じて森林や荒廃地の再生と同時に地球温暖化ガス削減を実現することを目指している。ジャパロニアの伐採サイクルは 5 年でその間の CO₂ 吸収量は 10,000 本あたり 420～600 トンである（成蹊大学理工学部物質生命理工学科と連携して算出）。バイオマス発電用燃料のほか、軽量かつ調湿効果が高い特長を活かして家具や建材としての活用など、環境保全型の産業として期待が大きい。ジャパロニア育種管理では、化学肥料や農薬は使用せず、菌根菌とそのパートナー細菌並びにパートナー植物「ナギナタガヤ」を活用した有機栽培技術により安心・安全で持続可能なジャパロニアの生産体系を構築している。2021 年から企業と連携した数百本単位の苗木の植樹が始まり、2023 年 6 月までに 30,000 本を超える苗木植樹を計画している。



図 25. ジャパロニア苗木と植栽、加工家具類
出典：クールアース資料

国内における CO₂ 貯留も CO₂ バリューチェーン構築のうえで不可欠である。2022 年 5 月に経済産業省から公表された CCS 長期ロードマップの中間取りまとめにおいて討議された通り、CCS を計画的かつ合理的に実施することは我が国の経済及び産業の発展やエネルギーの安定供給確保に寄与する。2030 年事業化に向けた全体制度設計や政策的支援を、目的を同じくするクリーンエネルギー戦略、新・素材産業ビジョン、地方自治体のカーボンニュートラル計画等の諸計画と関連付けながら国主導で進めることが重要である。また、CO₂ 貯留を広く解釈し、土壌固定やブルーカーボンをはじめとする生物利用に対象を広げることによって農林水産業との連携も強化できる。

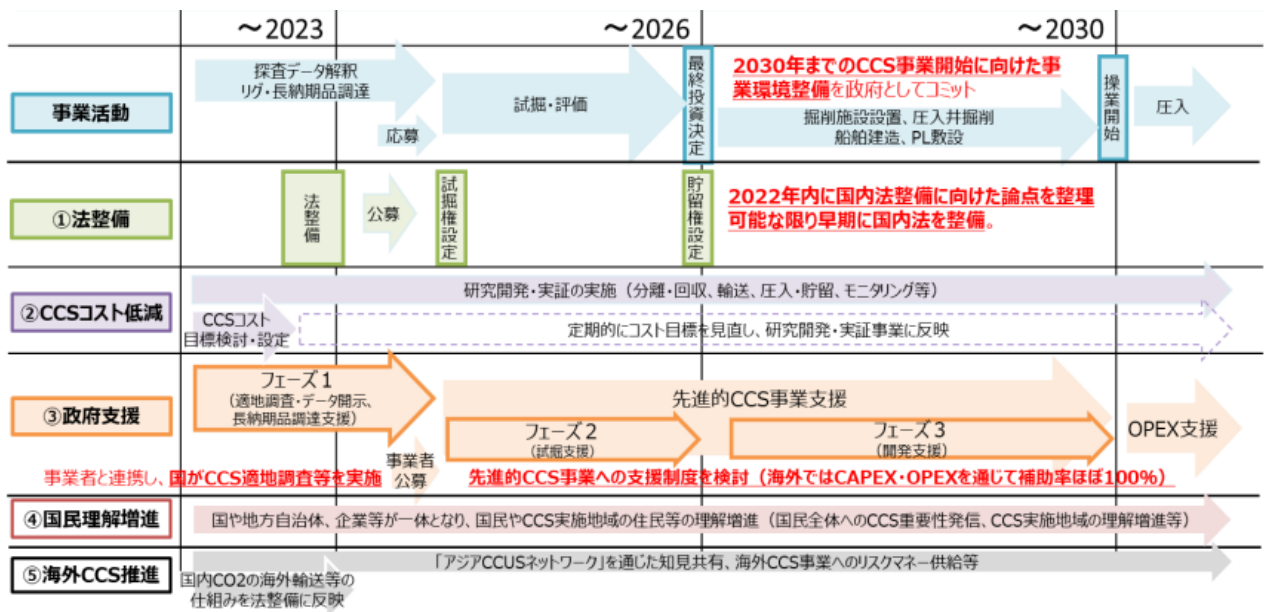


図 26. CCS 長期ロードマップ（案）

出典：経済産業省資料

■ 【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】

キーワード：CCU、CCS、CO₂バリューチェーン

実施会員：三菱重工業株式会社

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「CO2NNEX」を開発中である。回収後の CO₂ 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、CO₂ 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。

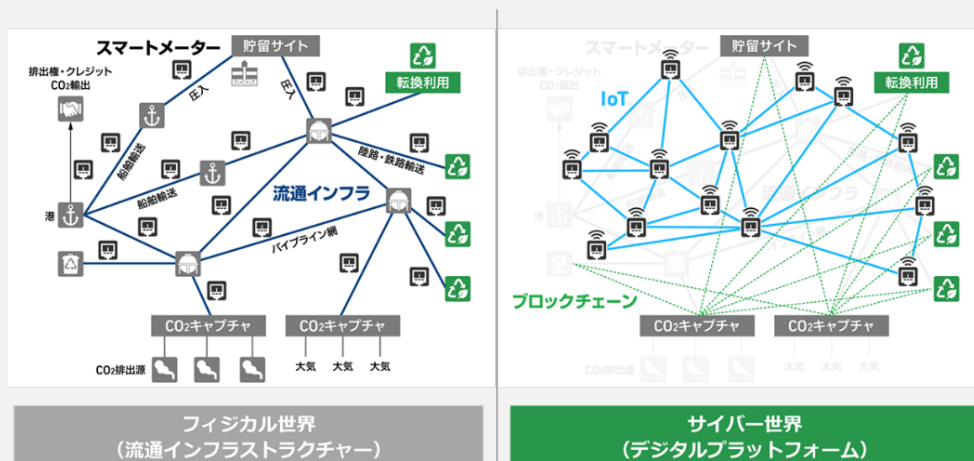


図 27. CO₂ 回収技術のプロセスフロー

出典：三菱重工 Web サイト

2022 年中ごろに基盤となるプラットフォームが完成し、それを元に国内外の様々な CCS/CCU プロジェクトのステークホルダーと共にデジタル実証開始を計画している。「CO2NNEX」に集

まる CCUS のデータを利用して、様々なサービスプロバイダが独自の価値提供が行えるようなオープンプラットフォームを構築、2023 年以降の実稼働を目指している。

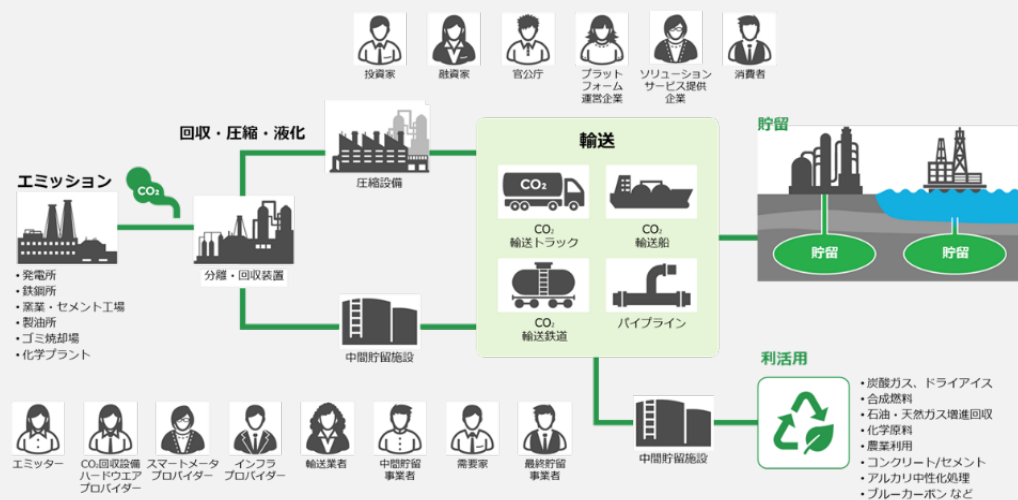


図 28. CO₂回収技術のプロセスフロー
出典：三菱重工 Web サイト

CRF 会員においてはこれら以外にもさまざまな取組が進行中であり、次ページにその一部を示す。

キーワード	取組	実施会員	取組段階	概要
化学品転換	CO ₂ ケミストリーによるポリウレタン製造	旭化成株式会社	事業化	CO ₂ 誘導体からの特殊ポリウレタン原料製造プロセスを確立。自動車トップコートのクリア塗装用途に展開。2022年に試験販売、2026年に商業設備の稼働と事業化を目指す。
化学品転換	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	清水建設株式会社 古河電気工業株式会社 千代田化工建設株式会社	研究開発段階	大気中（オフィスビル等の室内空気含む）のCO ₂ を回収（都市型DAC）し、再エネを駆動力として電気化学的にCO ₂ を還元し、水とCO ₂ からエチレン等の有用化学品を生成するまでの統合システムを開発している。NEDO採択事業
燃料転換	低温プロセスによる革新的メタン製造技術開発	アサヒクオリティーアンドイノベーションズ株式会社（AQI） 東芝エネルギーシステムズ株式会社 株式会社IHI	実証段階	CO ₂ 分離回収装置（東芝エネルギーシステムズ株式会社製）によりAQI工場内ボイラ排ガスから回収したCO ₂ をメタネーション装置（株式会社IHI製）に導入し、国内食品企業で初となるメタネーション実証試験を実施する。
燃料転換	二酸化炭素を含む合成ガスからの液状炭化水素合成	住友重機械工業株式会社	研究開発段階	群馬県立産業技術センターのチームと共同で、水素とCO ₂ をFT合成し硫黄分ゼロで高セタン価のディーゼル燃料を合成する技術を開発中。Co/SiO ₂ 触媒を用いて合成ガスとCO ₂ の混合気体からの液体炭化水素生成を確認。
鉱物化	CO ₂ 吸収コンクリート	會澤高圧コンクリート株式会社	事業化	カーボンキュア社（カナダ）のCO ₂ 吸収コンクリート「カーボンキュアコンクリート」を導入し、2021年11月国内初の社会実装を開始。
鉱物化	低CO ₂ セメント「CARBOFIX®」	太平洋セメント株式会社	実証段階	製造過程におけるCO ₂ 排出量が普通ポルトランドセメントよりも削減されているセメント系材料。CO ₂ と化学反応して硬化し、CO ₂ を固定化することにより、コンクリートとしてのCO ₂ 総排出量がさらに削減される。
水素・アンモニア	未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業	川崎重工業株式会社 電源開発株式会社 丸紅株式会社 ENEOS株式会社（ENEOSホールディングス株式会社グループ）	実証段階	水素サプライチェーンの構築を目指し、褐炭から製造した水素を液化水素運搬船で日豪間を海上輸送・荷役する実証試験を完遂。NEDO採択事業
水素・アンモニア	大規模PEM型水電解装置の開発	東レ株式会社 日立造船株式会社	実証段階	PEM型水電解装置の大型化・モジュール化や、耐久性と電導性に優れた膜の実装等に関する技術開発に取り組む。NEDOグリーンイノベーション基金採択事業
吸収	CO ₂ 農業利用によるパブリカ生産事業	株式会社ベジ・ドリーム栗原（豊田通商株式会社グループ）	事業化	隣接工場の排熱の再利用など環境配慮型のパブリカ農場運営により、暖房用燃料の使用を減らしCO ₂ 排出量削減に農場設立に取り組んでいる。またボイラー稼働時の排出CO ₂ を、植物光合成促進のために回収・利活用している。
CCS/CCUS	CCS/カーボンリサイクルを活用した産業間連携ハブ&クラスター型のCCUS事業	石油資源開発株式会社	実証段階	NEDO調査事業「苫小牧における産業間連携を活用したカーボンリサイクル事業の実現可能性調査」（2021-2022）を通じて地域と連携したCCUS事業の組成を目指している。 JOGMEC調査事業「国内のCO ₂ 排出源調査ならびに国内の特定地域を対象としたCO ₂ 回収および輸送に関する調査」（2022）を通じて東新潟地域の複数のCO ₂ 排出源と貯留地を結ぶハブ&クラスター型のCCUS事業の実現可能性調査を実施中。
スタートアップ	スタートアップ支援	三菱商事株式会社	その他	Startupbootcamp Australia社（スタートアップブートキャンプオーストラリア社）を起用し、日本郵船とともに低・脱炭素関連の新技术やビジネスアイデアを持つ、将来有望なスタートアップ企業の発掘を実施。

図 29. CRF 会員による取組紹介

出典：カーボンリサイクルファンド資料

4. カーボンリサイクル社会実装促進に向けた提言

一般社団法人カーボンリサイクルファンド（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、以下3つの視点で昨年の提言をアップデートし、CRF 会員とともに率先して取り組む。

イノベーションの開発・促進と人材育成

- カーボンリサイクル技術・製品は、研究開発・実証が加速しており、特に、海外では将来性のある技術シーズを持つスタートアップに資金が集まり、研究開発がスピーディーに進んでいる。米国・ドイツ等では膨大な資金が投入され、開発競争で主導権を握る勢いである。こうした環境を踏まえ、CRF 会員は、グリーントランスフォーメーション（GX）を通じた2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、カーボンリサイクル技術・製品の開発、実証、社会実装及びこれらへの投資に積極的に取り組んでいく。その際、実行スピードを加速すべく、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を最大限活用する。大阪・関西万博2025などの国が主導する実証機会を活用することが効率的である。
- 国は、これらの産業界の動きを支えるべく、グリーンイノベーション（カーボンリサイクル、水素・アンモニア、バイオ利用、農林水産業連携、CCS、金融連携を含むCO₂バリューチェーンの構築）に係る開発や実証を加速化させるための支援上積みを含む施策の充実を図り、イノベーションの開発・促進を強力に支援していくことが求められる。GXリーグ等、意欲の高い企業が自主的に参画する取組の進展・拡大を支援することが期待される。
- イノベーション創出・社会実装をリードする人材育成に関する諸施策も重要である。CRF 会員は、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、特に2030-2050年に実践の中核となる人材の育成に広く取り組む。
- 国には、学校教育におけるカーボンニュートラル及びカーボンリサイクルに関する学びの機会を拡大し、担い手の育成とともに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国民理解を深める施策を進めることを期待する。

CO₂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。このため、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、CO₂ 価値付けにつながるCO₂バリューチェーンの構築を推進する。
- 国は、カーボンリサイクル技術・製品の社会実装を通じて日本の国際競争力の維持・向上につなげるべく、CO₂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促進等インセンティブ付けを図るよう努める。
- 企業及び国は、社会実装を通じてCO₂分離回収・利用に係るデータを取得・蓄積し、定量的な評価に向けた整備を進める。その際、ライフサイクルアセスメント（LCA）に基づく客観的な考察を通じて、カーボンリサイクル実装に伴う効果・影響の全体最適化に努める。
- 国は、LCAを踏まえたCO₂フローの可視化を促進するとともに、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を活発にし、産業間の公平性を保つ統一的制度の整備・早期実行に努める。
- 国は、海洋や植物などCO₂吸収源の評価や国際ルール作りを日本が主導して進め、主導権をとることが期待される。

- カーボンリサイクル促進施策と併せて国内における CO₂貯留検討を加速することが必要であり、CCS 事業実施のための国内法整備の議論が始まっている。CCS の 2030 年事業化に向けては、民間の積極的取組を強力に支援することに加え、リスクやコストの負担を官民で役割を分担しながら進めることが望ましい。

地方創生との連動・グローバル市場への展開

- カーボンニュートラル及びカーボンリサイクルを日本の活性化・競争力強化につなげるためには、地方創生との連動が不可欠である。CRF 会員は、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 CR 事例創出に努める。その際、前述の CO₂貯留を含む CO₂バリューチェーン構築を念頭に置き、念頭に置いて、CO₂需要者の掘り起こしやカーボンリサイクル視点での農林水産業との連携を重視する。その際、カーボンニュートラルポート形成に向けた多面的な検討との連携も必要である。
- エネルギーの地産地消も、カーボンリサイクルと地方創生が繋がるキーワードである。洋上風力、小型水力、地熱など地方の自然資産を活かした取組が重要である。洋上風力発電においては、漁礁としての活用も見込まれている。カーボンリサイクル視点を活かした農林水産業の活性化を通じて、食糧自給率の向上につながる施策を進めることが期待される。
- カーボンニュートラルに向けた動きが国際的グローバルスタンダードになる中、CRF 会員は、これを好機と捉え、ライセンスビジネス等を含めて、グローバル市場に積極的に展開していく。
- 国は、こうした動きを支えるべく、国際的な議論の場で日本の存在感を示すことが期待される。特にアジアの一員としての日本を意識して、アジア各国へのカーボンニュートラル技術導出を目指すことで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つくとともに、アジア圏のカーボンニュートラルに貢献することができる。また、カーボンリサイクル産学官国際会議や各国との協力覚書締結、これらに基づく共同研究などを通じて、国際連携を強化することも重要である。
- カーボンリサイクルの有用性・進捗について、産学官が一体となり、国際的に情報発信を強化していくことが重要である。この一環として、国が策定した「カーボンリサイクル技術ロードマップ」についても、進捗に応じて改訂していくことが求められる。

5. まとめ

COP26 を契機に共通目標となった「2030 年に 2010 年比 CO₂を 45%削減及び 2050 年カーボンニュートラル」の達成に向けて、国際社会は大きく動き始めた。国際情勢の不安定さや不透明性を乗り越えて、カーボンニュートラルを中核とする持続可能な社会・経済システムを築くには、あらゆるステークホルダーが連携して具体的施策を着実に実施していかなければならない。

ただし、その実現に伴い、日本の産業が海外に移転して国内空洞化を招くことにつながってはならない。また、化石燃料の利用等に伴う CO₂の排出を否定することのみをもって脱炭素化あるいは低炭素化を図るだけでは、カーボンニュートラル実現は達成困難である。

CO₂の価値を明確化し、CO₂吸収・固定化を含め、CO₂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、すなわち「循環炭素社会」の構築を含めた多様な方策の共存が必須である。

カーボンリサイクルは、全ての領域に係わってくる横断的な分野である。カーボンリサイクルファンダにおいては、民間での業界連携は勿論のこと、産学官連携、海外との連携を進め、日本のみならず世界のカーボンニュートラルの達成および「循環炭素社会」の実現を図っていく。

【添付資料－1】

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

最高顧問 小林喜光（東京電力ホールディングス株式会社取締役会長）

顧問 橘川武郎（国際大学副学長）

会長 福田信夫（三菱ケミカルグループ(株) 代表執行役エグゼクティブバイスプレジデント）

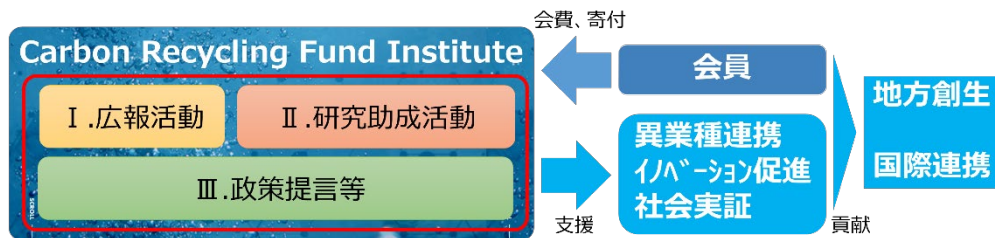
副会長 北村雅良（電源開発(株) 特別顧問）

(3) 事業内容

① 広報活動 : カーボンリサイクルに係る啓発活動

② 研究助成活動 : 研究者等に対するグラント（助成金）を交付

③ その他活動 : 政策提言、国内外カーボンリサイクル技術動向調査等



会員企業一覧（2022年8月1日時点）

法人 106、個人 17、自治体 8、学術 3

【法人会員】

<化学>
 ・旭化成株式会社
 ・AGC株式会社
 ・JSR株式会社
 ・DIC株式会社
 ・デンカ株式会社
 ・東レ株式会社
 ・戸田工業株式会社
 ・BASFジャパン株式会社
 ・三井化学株式会社
 ・三菱ケミカル株式会社
 ・三菱ケミカル株式会社
 <電力>
 ・中国電力株式会社
 ・電源開発株式会社
 <精密・エレクトロニクス>
 ・ウシオ電機株式会社
 ・株式会社島津製作所
 ・古河電気工業株式会社
 <エネルギー>
 ・出光興産株式会社
 ・伊藤忠エネクス株式会社
 ・株式会社INPEX
 ・ENEOSホールディングス株式会社
 ・大阪ガス株式会社
 ・山陰炭素工業株式会社
 ・石油資源開発株式会社
 ・東京エコーサービス株式会社
 ・東京ガス株式会社
 ・東芝エネルギーシステムズ株式会社
 ・日本コークス工業株式会社
 ・株式会社日立製作所
 <CO₂利用・再エネルギー>
 ・株式会社環境システムズ
 ・株式会社CO₂資源化研究所
 ・地熱技術開発株式会社
 ・株式会社ユークレナ

<鉄・非鉄金属・セメント>

・曹達高圧コンクリート株式会社
 ・株式会社神戸製鋼所
 ・住友大阪セメント株式会社
 ・日本製鉄株式会社
 ・太平洋セメント株式会社
 ・三井金属鉱業株式会社
 ・UBE三菱セメント株式会社
 <商社>
 ・伊藤忠商事株式会社
 ・コスモス商事株式会社
 ・JFE商事株式会社
 ・住友商事株式会社
 ・西華産業株式会社
 ・双日株式会社
 ・東京産業株式会社
 ・東京貿易ホールディングス株式会社
 ・豊田通商株式会社
 ・丸紅株式会社
 ・三井物産株式会社
 ・三菱商事株式会社
 <重工業>
 ・株式会社IH
 ・川崎重工業株式会社
 ・住友重機械工業株式会社
 ・三菱重工業株式会社
 <エンジニアリング>
 ・株式会社荏原製作所
 ・JFEエンジニアリング株式会社
 ・千代田化工建設株式会社
 ・東洋エンジニアリング株式会社
 ・日揮ホールディングス株式会社
 ・日鉄エンジニアリング株式会社
 ・日本ガイシ株式会社
 ・日立造船株式会社
 ・株式会社日立パワーソリューションズ
 ・株式会社フソウ
 ・横河電機株式会社

<印刷・映像・翻訳>

・大日本印刷株式会社
 ・凸版印刷株式会社
 ・株式会社サン・フレア
 <自動車・自動車部品>
 ・愛三工業株式会社
 ・日産自動車株式会社
 ・日本特殊陶業株式会社
 <航空・交通・輸送>
 ・株式会社ジャムコ
 <土木・建設・不動産>
 ・株式会社大林組
 ・大森建設株式会社
 ・株式会社熊谷組
 ・清水建設株式会社
 ・新日本空調株式会社
 ・大成建設株式会社
 ・太平電業株式会社
 ・東亜建設工業株式会社
 ・Dome Gold Mines Ltd.
 ・株式会社日立プラントサービス
 ・ヒューリック株式会社
 ・株式会社福岡建設材
 ・株式会社福祉開発研究所
 ・株式会社フューチャーエステート
 ・株式会社ベルテクスコーポレーション
 ・株式会社豊正
 ・三井不動産株式会社
 ・若築建設株式会社
 <金融・保険>
 ・株式会社大和証券グループ本社
 ・東京海上日動保険株式会社
 ・日本生命保険相互会社
 ・富国生命保険相互会社
 ・株式会社みずほフィナンシャルグループ
 ・株式会社三井住友銀行
 ・三井住友トラスト・パナソニック
 ・ファイナンス株式会社
 ・株式会社三菱UFJ銀行

<食品>

・アサヒオリエンティアド
 ・イノベーションズ株式会社
 <IT・分析・評価>
 ・株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所
 ・ポストン・コンサルティング
 ・グループ合同会社
 ・みずほリサーチ&
 ・テクノロジーズ株式会社
 <その他関連団体等>
 ・一般財団法人
 ・石炭フロンティア機構
 ・一般財団法人電力中央研究所
 ・一般財団法人
 ・日本エネルギー経済研究所

【個人会員】

・上桢 博基 ・栄長 泰明
 ・大野 陽太郎 ・郭 輝
 ・勝 欣一 ・河村 博行
 ・櫻井 重利 ・高橋 常郎
 ・武石 雅之 ・武内 垂矢
 ・寺島 千晶 ・橋本 健二
 ・堀 守幸 ・峯本 健司
 ・山田秀尚 ・吉田 泰二
 ・吉原 朋成

【自治体会員】

・香川県
 ・長崎県西海市
 ・広島県
 ・広島県大崎上島町
 ・広島県竹原市
 ・北海道
 ・北海道苫小牧市

【学術会員】

・坂西 欣也（産総研）
 ・学校法人東京理科大学
 ・国立大学法人長崎大学

一般社団法人カーボンリサイクルファンド会員アンケート 2021 年度サマリー

アンケート期間：2022年2月10日～2022年3月17日

アンケート対象：法人会員 89 社、個人会員 15 名 ※2022 年度入会予定者含む

回答数：53 件

1. 以下の項目について、選択式にてアンケートを行った。

- ① カーボンリサイクル技術のうち期待できる又は実施を検討したいと考える技術分野、有望な技術の期待される点、取組の段階と社会実装するための課題（下図参照）
- ② 国家プロジェクトの参画
- ③ 国際連携を検討している国や地域

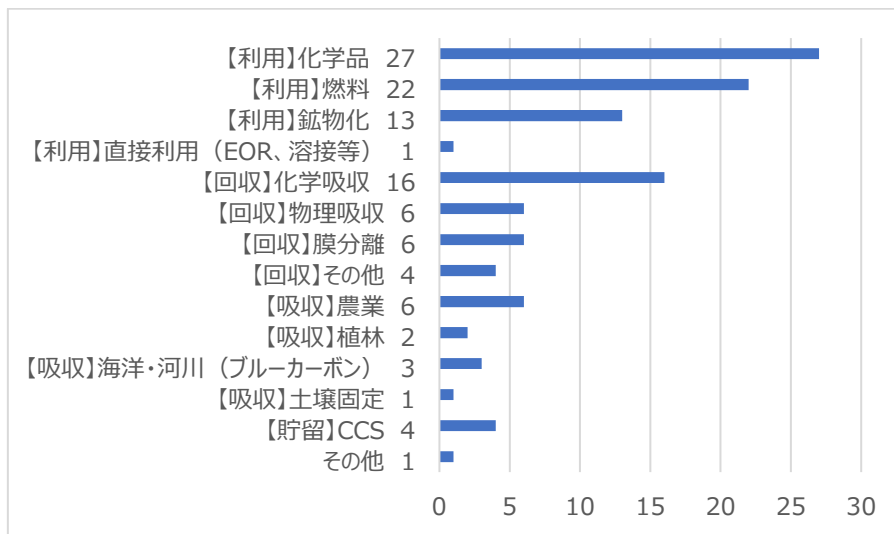


図1 カーボンリサイクル技術のうち期待できる又は実施を検討したいと考える技術分野（実施済みのものも含む、自社保有の技術に限定せず注目しているものも含む）

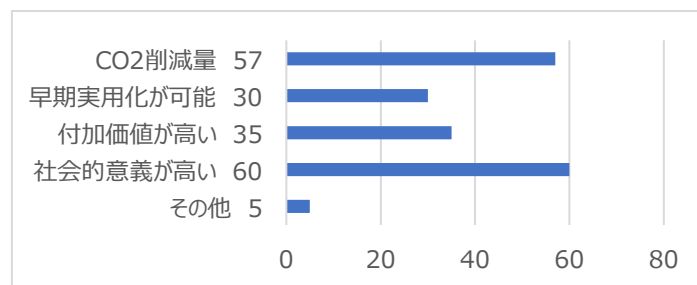


図2 カーボンリサイクル技術のうち有望な技術の期待される点

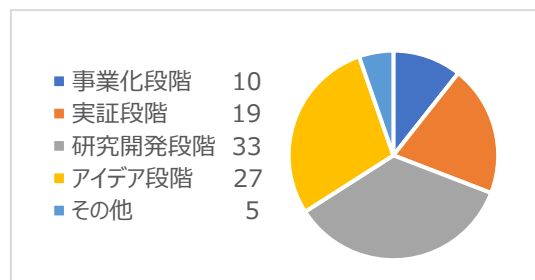


図3 期待できる又は実施を検討したいと考える技術分野の取組みの段階

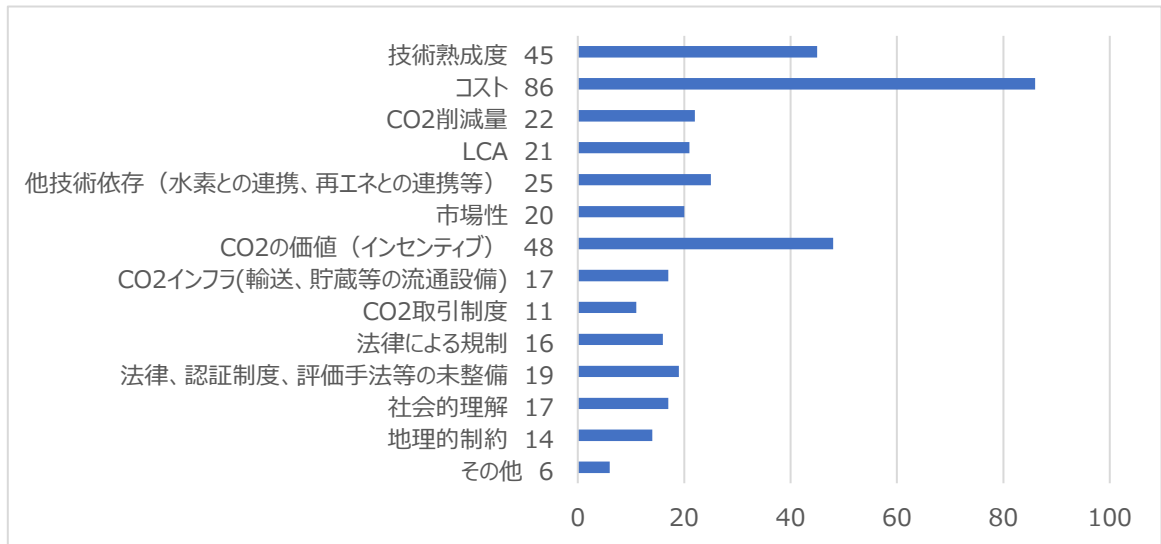


図4 社会実装するための課題

2. 以下の項目について、自由記述式でアンケートを行った。主な意見は以下の通り

① カーボンリサイクルに対する期待

- ✓ 持続的な成長とカーボンニュートラル実現の両立にはカーボンリサイクル技術は必須
- ✓ グローバルに総力を挙げて取り組む必要がある
- ✓ 企業の社会価値を高めるためにも重要

② カーボンリサイクルの考え方を社会に広く普及するための意見

- ✓ 新技術の開発・普及を通じてCO₂は資源であることを普及・浸透していくことが重要
- ✓ コンセプトではなく具体的な商品として実装可能な仕組みであることを発信
- ✓ 社会実装に資する研究技術開発と実証に注力すべき

③ 技術開発以外でのカーボンリサイクルの取組

- ✓ 植林
- ✓ スタートアップへの出資、CO₂吸収・固定量を評価するための計測手法の開発
- ✓ カーボンクレジット事業

④ 日本と海外の技術開発の比較

- ✓ 触媒技術、水素燃料電池などの電気化学技術、人工光合成などは日本に優位性がある
- ✓ 日本は実証・実用化に向けた国家的な支援体制が不足している
- ✓ 市場の確立、脱炭素技術の展開・普及、シーズの実証検証は海外の方が進んでいる
- ✓ 安価な再エネ電源が海外では普及している

⑤ 社会実装に向けて連携を希望する産業分野

※電力会社、石油化学産業、建築分野などといった多種多様な産業分野が挙げられた

- ⑥ 産学連携で産業界／学術機関に期待すること
- ✓ 産業界、アカデミアでの研究人材の交流制度の整備
 - ✓ ターゲット技術を明確化し、国際競争力がある研究技術開発領域に集中すべき
 - ✓ オープンイノベーションによる業界が求めている技術の情報発信。情報交換
- ⑦ CCSを日本で実施する場合の課題
- ✓ 適地が少ない
 - ✓ 漁協などの地域住民の理解を得ることが必要不可欠
 - ✓ 可能性やインパクトを社会に周知することが必要
- ⑧ ブルーカーボンのような吸収源に対する意見
- ✓ 科学的な裏付けや計測手法に基づく吸収量の評価が必要
 - ✓ 科学的評価に基づいたブルーカーボンに係るルール形成を日本が主導すべき
 - ✓ 陸域と海域の両面で推進できるよう認知度向上、法制度整備が必要
 - ✓ 世界規模での活用、国際連携が重要
- ⑨ 研究開発や製品生産等の妨げとなる規制改革（規制緩和、規制強化等）についての意見
- ✓ カーボンネガティブ製品・技術の高付加価値化、グローバルでのCO₂利用・資源化への支援
 - ✓ CO₂を固定化した製品の規格化、インセンティブ制度の導入。税制優遇
 - ✓ グリーン調達のように、公共調達にて優先的に採択される仕組みづくり
- ⑩ CO₂の価値付けがどのように制度化されるべきかについての意見
- ✓ 最終消費者が自然にCO₂コストを負担する制度が必要
 - ✓ CR技術によるCO₂削減を、カーボンプライシングでのCO₂排出量の削減項目とする
 - ✓ 海外企業との競争力低下とならないような配慮が必要
- ⑪ カーボンリサイクル技術を社会実装するための課題に対する改善策
- 【化学品】**
- ✓ 開発製品へのプレミアム制度（価格上昇分補填など）、各種税制優遇措置など
 - ✓ 技術開発によるコストダウン
- 【燃料】**
- ✓ 幅広い連携、共創による仕組みやルールづくり
 - ✓ ベースとなる水素利用に対するインセンティブ付けを通じた市場拡大
- 【鉱物化】**
- ✓ カーボンプライシングの適切な制度設計、並びに炭酸塩を建材・土木用途に使う際の規制緩和、法整備
 - ✓ カーボンリサイクル技術を用いたコンクリート製品の規格化（JIS等）
- 【回収】**

- ✓ 幅広い連携、共創による仕組みやルールづくり
- ✓ 回収から利用、貯蔵までのサプライチェーンとしての連携やトータルでの LCA の取組みなど

【吸収】

- ✓ 積極的な砂漠緑化や海域での藻場整備など
- ✓ ブルーカーボンクレジット化の整備、造成資材提供者へのインセンティブ付与など

【貯留】

- ✓ カーボンプライシングの適切な制度設計、並びに CCS 推進法の整備

以上