

(案)

カーボンリサイクルファンド

プログレスレポート

2024

～カーボンリサイクル社会実装の具体化に向けて～

2024年10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

1. 骨子

■ カーボンリサイクルをめぐる動向

世界

- ・ 2023/11/30-12/13：COP28 開催@アラブ首長国連邦、ドバイ
- ・ 2023/07：ELV (End of Life Vehicle) 規則案公表 (欧州委員会)
- ・ 2024/04：プラスチック汚染条約を採択する政府間交渉委員会 (INC) @カナダ、オタワ
- ・ 2024 年度に関する報告から CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) が義務化

日本

- ・ 2023/05：GX 推進法成立
- ・ 2023/06：「カーボンリサイクルロードマップ」改定
- ・ 2023/12：産官学パートナーシップであるサーキュラーパートナーズ立上げ
- ・ 2024/05：「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行のための低炭素水素等の供給および利用の促進に関する法律案」(水素社会推進法案) 及び「二酸化炭素の貯留事業に関する法律案」(CCS 事業法案)が閣議決定
- ・ 2024/07：GX 推進機構が業務開始

■ 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；

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2019年8月に設立し今年で6年目を迎える。

*2023~2024年7月活動進捗抜粋；

・ **研究助成活動**：2024年度は104件の応募から14件（スタートアップ3件含む）を採択。2020年から2024年度までの5年間で総額4億3,000万円を助成。

・カーボンリサイクル社会実装ワーキング

2022年度：①広島県竹原市にて実施。

2023年度：②福岡県大牟田市にて実施。

③山形県酒田市にて開始、現在も継続中。

・ **カーボンリサイクル大学**：2021年度から会員各社の将来のカーボンリサイクルを担う人材を対象に研修を実施。2023年度は19名が参加。

・一般向け理解普及活動：

① **カボリサ物語 (漫画)**：「循環炭素社会」が当たり前になっている2222年の高校生カーボトリサ、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。2023年度末にはサプライチェーン構築に目を向けた総合商社編、2024年7月には**英語 web サイト用に英訳版をリリース**。

② **イベント「バスボムを作って二酸化炭素を知ろう」**：一般財団法人高度技術社会推進協会 (TEPIA) の協力の下、春休み実験教室を開催。

・トップリーダー発信

2023年5月：第8回STIフォーラムにて福田会長（当時）がビデオ登壇しスピーチ。

2023年10月：カーボンリサイクル産学官国際会議にて満岡会長がスピーチ。

2024年2月：スマートエネルギーWeekにて江口幸治副会長（当時）が「循環炭素社会実現に向けたカーボンリサイクル展望と課題」と題してプレゼンテーション。

・CO2吸収源活動

2023年4月に植林活動として発足。2023年6月には埼玉県にて早成桐の植林イベント開催。2024年度よりCO2吸収源活動と改称。2023年度においては3回のCO2吸収源検討会を実施（①グリーンカーボン②ブルーカーボン③バイオ炭）。

・スタートアップとのマッチング機会創出

2024年5月：マッチングイベント「炭素循環で未来を創る！オープンイノベーションのための異分野交流2024」を（公財）名古屋産業科学研究所 中部TLO、東京理科大学 研究推進機構 総合研究院 カーボンバリュー研究拠点との共催で開催。

■ カーボンリサイクル社会実装促進に向けた提言

① イノベーションの促進

国：民間への強力かつ継続的支援を期待。

CRF：2050年カーボンニュートラルに向けて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。

② CO2バリューチェーンの構築

国：製品・サービスのプレミアム化やインセンティブ付けに係る省庁横断施策の促進を期待。

CRF：社会実装を通じてカーボンリサイクル技術・製品の意義や役割を確立し、CO₂価値付けにつながるCO₂バリューチェーン構築を推進する。CO₂供給者と利用者がともにCO₂由来製品としての出口戦略を共有していく。

③ 地方創生との連動・グローバル市場への展開

国：CO₂バリューチェーン事例創出支援の強化を期待。

CRF：地方自治体との連携による地域循環システムの検討。特に農林水産業の活性化を目指す。

④ 人材育成

国：カーボンニュートラル・カーボンリサイクルに関する学校教育での取り込みを期待。

CRF：広報活動等を通じて国民への普及・理解の醸成に努力。

■ まとめ

2024年7月からGX推進機構が業務を開始するなど2050年カーボンニュートラルに向けて着実に進みだしている中、CO₂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高まっている。日本だけでなく世界のカーボンニュートラル実現に向けてCRFは広報活動・研究助成活動・吸収源活動・社会実装ワーキング等を通じて、産学官連携に引き続き尽力するとともに海外との連携も視野に循環炭素社会の実現に向けて主要な役割を果たしていきたいと考える。

2. カーボンリサイクルをめぐる動向

世界ではロシア・ウクライナ戦争の終結が見えず、2023年10月にはイスラエルがパレスチナ自治区ガザへの侵攻を開始するなど世界情勢は予断を許さない状況が続き、エネルギー資源を特定の国や地域に依存するリスクが再認識される中、気候変動対策・カーボンニュートラル実現への動きは留まることなく、2023年11月30日-12月13日にはCOP28がアラブ首長国連邦のドバイにて開催され、エネルギーシステムにおいて化石燃料からの移行をこれからの10年間で加速させ、2030年までに世界全体の再生エネルギー発電容量を3倍に拡大させること、CO₂排出削減対策の取られていない石炭火力の段階的削減に向けた努力を加速することが合意文書に盛り込まれ、世界全体の進捗を評価するグローバル・ストックテイクやロス&ダメージに対応するための基金設立の決定等がなされた。また、2022年3月に開催された国連環境総会にて決定された2024年末までに法的拘束力のあるプラスチック汚染条約を採択する政府間交渉委員会（INC）も2024年4月にカナダのオタワで4回目の開催を迎えた。

欧州ではEU法に基づき大企業・上場企業に対して各社が直面する社会課題・環境問題に対するリスクと各社の事業活動が社会に対してどのように影響を及ぼすかについて定期的な報告を求めるCSRD（Corporate Sustainability Reporting Directive）が2024年度に関する報告から義務化され、2009年制定のエコデザイン指令を強化・代替する方向で持続可能な製品のためのエコデザイン規則（ESPR）の改訂検討が進んでいる。これは現行指令のエネルギー製品のみならずEU市場の全製品（除自動車、食品、飼料、医薬品等）を含み、幅広い持続可能要件を導入するものとなっている。また、他の産業に先駆けて車両に関しても欧州委員会は現行のELV（End of Life Vehicle）指令を強化・代替するELV規則案を2023年7月に公表した。本案にはEUの気候環境目標の達成と域外資源依存低減のため、設計・製造・廃棄面での循環性の高度化やリユース・リサイクルし易い設計にすることやリサイクル材の最低含有要件などが含まれている。

日本では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）が成立し、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CO₂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CO₂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）。

カーボンリサイクルを拡大していく絵姿

- 水素の調達環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める。
※市場投入や海外展開を見据え、CO₂削減効果（環境価値）についてLCA等の観点を含め、意識することが重要。

LCA : Life Cycle Assessment (ライフサイクルアセスメント)

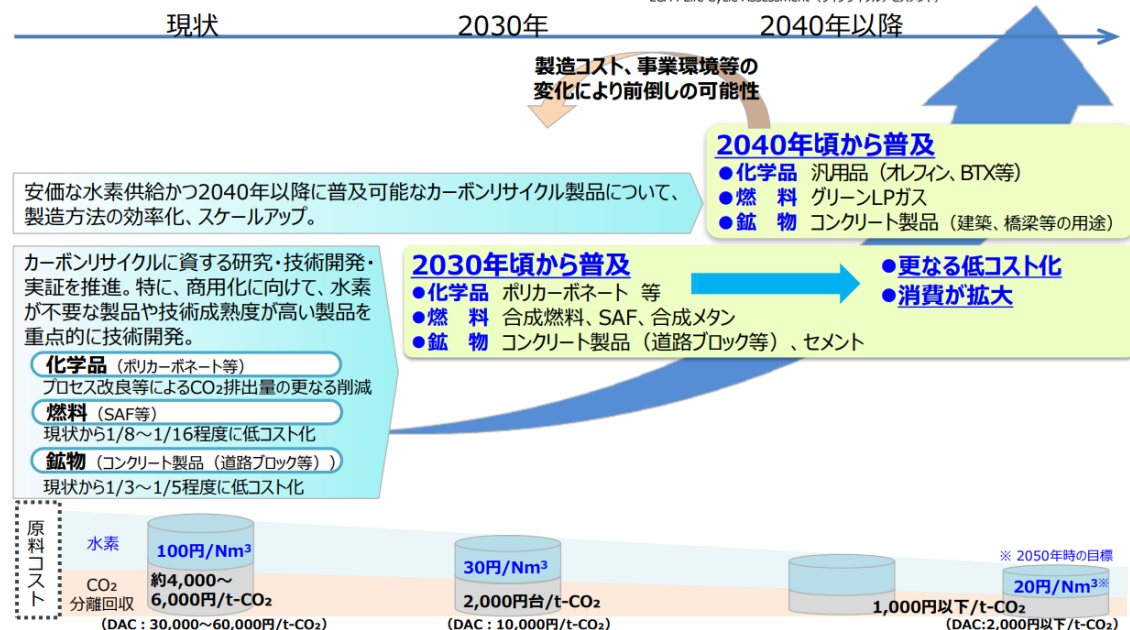


図1. 経済産業省「カーボンリサイクルを拡大していく絵姿」

出典：経済産業省 Web サイト

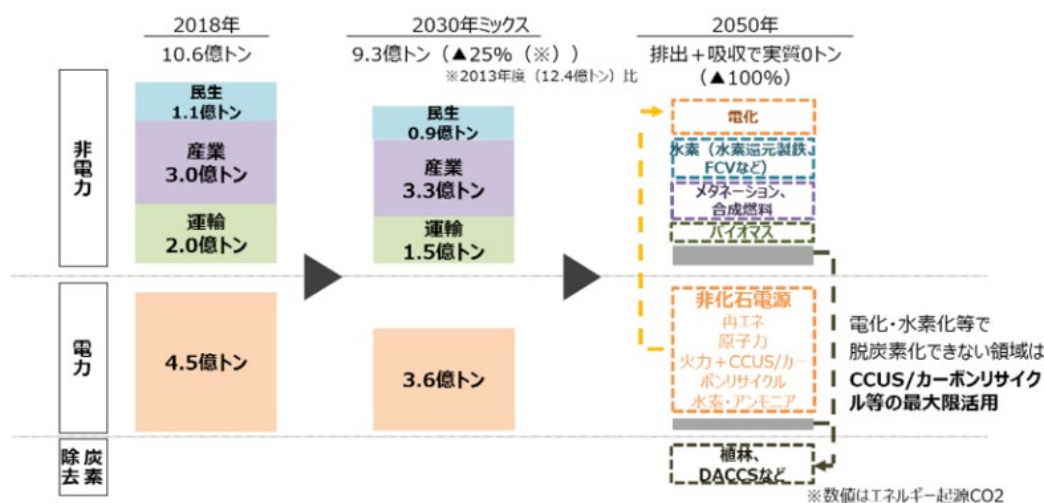


図2. 経済産業省策定 エネルギー起源 CO₂ 量見込み

出典：経済産業省 Web サイト

また、廃棄物・気候変動問題等の環境制約に加え、資源需要と地政学的なリスクを背景に資源の循環的な利用による付加価値の最大化を図る循環経済の移行が喫緊の課題となっており、経済産業省では2023年3月の策定した総合的な政策パッケージである「成長志向型の資源自立経済戦略」に基づき、12月に産官学のパートナーシップであるサーキュラーパートナーズを立ち上げた。本パートナーシップでは2030年・2050年を見据えた循環経済へのビジョンやロードマップの策定、情報プラットフォームの立上げ、地域循環モデルの構築を目指す取り組みとなっている。

更にGXリーグも2023年度から本格的な活動を開始し、2025年度・2030年度の排出削減目標の公開や自主的な排出量取引も始まった。2024年2月にはGX経済移行債の初入札が実施され計1.6兆円が発行され、10年間で20兆円発行され官民合わせて150兆円の脱炭素投資の呼び水になることが期待されている。2023年2月に成立したGX推進法に基づき民間企業のGX投資への金融支援、化石燃料賦課金等の徴収、排出量取引制度（排出枠の割当・入札等）を実施するGX推進機構を設立し2024年7月から業務を開始した。

2024年5月には「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行のための低炭素水素等の供給および利用の促進に関する法律案」（水素社会推進法案）及び「二酸化炭素の貯留事業に関する法律案」（CCS事業法案）が閣議決定され、これによりカーボンリサイクルに不可欠な水素の供給拡大に向けた措置、CCS事業者の事業環境を整備するための各種規制が整備されることとなった。

3. カーボンリサイクルファンドの役割・進捗

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り、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。

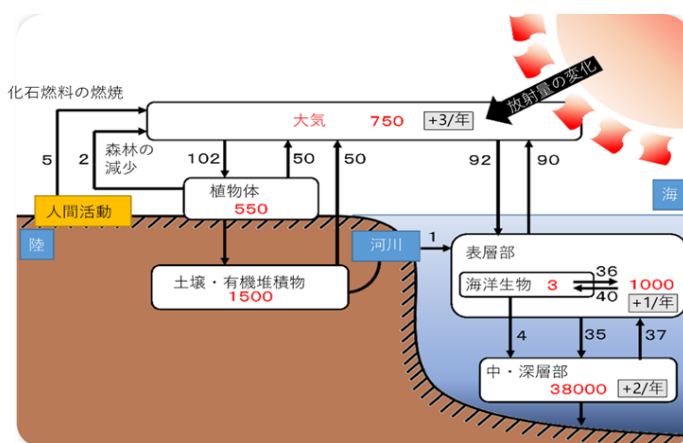


図3. 地球の炭素循環モデル

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、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。

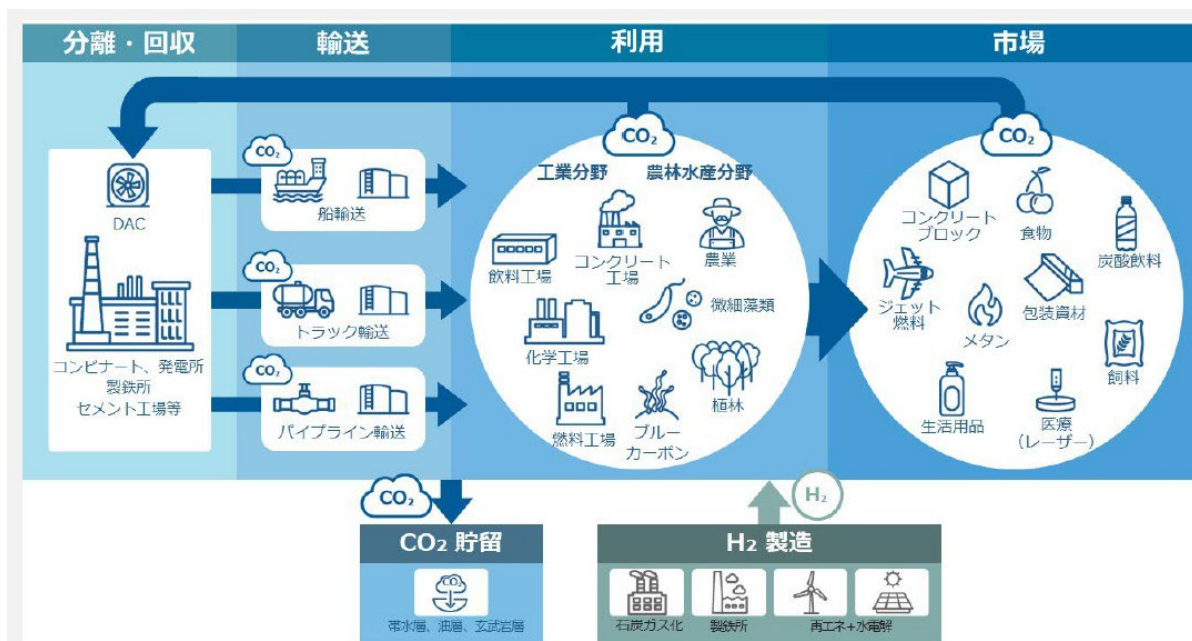


図4. 循環炭素社会実現に向けたCO₂バリューチェーン

出典：カーボンリサイクルファンド資料

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5年を経てCRFに賛同・参画する会員数は214（法人会員143、自治体会員19、学会会員28、個人会員30；2024年10月時点）となり、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；CO₂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、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置 |
| 募集テーマ | 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 <具体例> <ul style="list-style-type: none"> ● CO₂分離回収(直接空気回収)・固定化技術(鉱物化等) ● 燃料・化学品へのCO₂転換技術 ● 社会科学やカーボンリサイクル普及に向けた制度設計等の分野 ● 炭素資源(プラスチック等)の循環に係る技術 ● 生物等を活用した技術(細菌・バクテリア・バイオミミグ等含む) ● カーボンリサイクルの価値向上に係る技術 ● CO₂吸収源(土壌、森林・植林、ブルカーボン)、農林水産等)活用によるネガティブエミッション分野 ● その他(水素製造・アンモニア製造、気候変動対応に資する技術等)  |
| 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・期間 | 1,000万円程度/件(平均助成額約700万円/件)・2年以内を別途 |
| 応募・採択件数 | 2020~2022年度: 延べ165件応募→40件採択 2023年度: 一般公募56件⇒15件採択、スタートアップ枠31件→2件採択 2024年度: 一般公募78件⇒13件採択、スタートアップ枠26件→1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 年度から 2022 年度までの 3 年間で、延べ 165 件の応募から合計 40 件（スタートアップ 3 件含）、2023 年度は 87 件の応募から 17 件（スタートアップ 3 件含）、2024 年度は 104 件の応募から 17 件（スタートアップ 3 件含）を採択した。2020 から 2024 年度までの 5 年間で総額 4 億 3,000 万円を助成している。

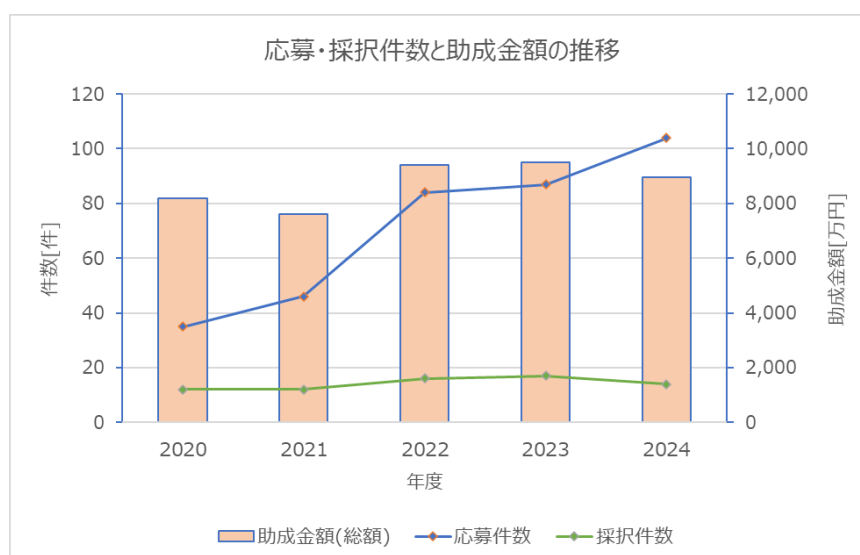


図 6. 研究助成の応募・採択件数と助成金額の推移

出典：カーボンリサイクルファンド資料

2024年度採択テーマ 14件

● : 40歳以下の若手研究者 スタートアップ企業 国際共同研究

| 分野 | 研究課題名 | 研究代表者名 (所属機関) |
|-----------------------------|--|---|
| CO ₂ 分離回収 | ゼオライト圧カスイングによるCO ₂ 高濃度化Direct Air Captureシステムの開発 | ●伊與木 健太 (Planet Savers株式会社) |
| | 大気中CO ₂ の直接回収に向けたイオン液体膜の開発 | ●金崎 悠 (国立研究開発法人産業技術総合研究所) |
| CO ₂ 貯留 | 地下探炭跡地へのCO ₂ 固定化技術に関する研究開発 | ●竹内 翔平 (北海道三笠市) |
| 燃料・化学品への転換 | 粒径1ナノメートル程度の銅クラスター触媒による常温常圧電解CO ₂ 還元によるメタノール製造 | ●川脇 徳久 (学校法人東京理科大学) |
| | Closing the carbon cycle by using ammonia energy to produce olefins from CO ₂ | ●Martin Keller (国立研究開発法人産業技術総合研究所 ケンブリッジ大学との国際共同研究) |
| | 内燃機関を利用したCO ₂ の燃料転換技術の開発 | 野内 忠則 (学校法人静岡理工科大学) |
| 社会科学 | 低炭素化と出生数増加を同時促進するライフスタイル施策 | 小松 秀徳 (一般財団法人電力中央研究所) Saint Mary's 大学他との国際共同研究 |
| 炭素資源等の循環 | 光改質反応による廃プラスチックの資源化 | ●長川 遥輝 (国立大学法人茨城大学) |
| | 【スタートアップ枠】 触媒を用いた廃プラスチックの解重合、有機廃棄物の水素等への分解に関する開発 | 久保 直嗣 (AC Biode株式会社) |
| CO ₂ 吸収源 | 砂糖モロコシ、砂糖ソルガム、砂糖アマモによる陸海両輪の砂糖生産 | 笠原 竜四郎 (国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学) |
| | 次世代海藻養殖場における炭素固定メカニズムの解明と定量化 | ニシハラ グレゴリーナオキ (国立大学法人長崎大学) |
| | 炭鉱跡地再緑化のためのバイオ燃料植物栽培法 | 岡崎 伸 (国立大学法人東京農工大学) ポコール農科大学他との国際共同研究 |
| | 持続的炭素循環を実現可能な伐採・植林の判断基準に資する森林DX管理システムの開発 | 中島 徹 (国立大学法人東京大学) |
| CO ₂ 直接利用 (農業分野) | 大気中のCO ₂ を活用する次世代施設園芸システムの開発 | ●丹賀 直美 (合同会社アークス) |

2023年度採択テーマ 17件

スタートアップ企業 ● : 40歳以下の若手研究者

| 分野 | 研究課題名 | 研究代表者名 (所属機関) |
|-----------------------------|--|--|
| CO ₂ 分離回収 (排気回収) | 無欠陥MOF極薄膜が拓くCO ₂ 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 ₂ 分離回収 (DAC) | 新たなCO ₂ 放出システムによる高効率大気中CO ₂ 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) |
| | 革新分離剤と光応答性吸収剤によるDACシステムの開発 | 今堀 能志 (学校法人東京理科大学) |
| | 【スタートアップ支援枠】 ゼオライトを用いた Direct Air Capture 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 ₂ 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 ₂ 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 ₂ の選択的化学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) |
| 化学品への転換 (生物活用) | 電気化学的脱水反応を利用したCO ₂ 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総合研究所) |
| | 油脂工業原料の脱炭素物依存：微生物を用いたCO ₂ からの高級アルコール製造技術の開発 | ●牧野 克寛 (株式会社CO ₂ 資源化研究所) ※ 西尾 幸祐 より研究代表者変更 |
| 社会科学 | カーボンニュートラルな農山漁村にむけたレジーム変革：炭素吸収産業の競争力向上のための基礎的考察 | 鷲津 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) |
| | CO ₂ を炭素源とするグリーンサステナブル分子変換 | 森内敏之 (公立大学法人大阪 大阪公立大学) |
| 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) |
| | 【スタートアップ支援枠】 大気中のCO ₂ 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 ₂ 直接利用 | CO ₂ 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) |

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：2024 年度 下：2023 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 8 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、2 件が 2022 年度より開始された広島県独自の助成制度「HIROSHIMA CARBON CIRCULAR

PROJECT」につながったほか、研究成果をもとにスタートアップ企業を設立した事例もある。

| 分野 | 採用先 | 研究課題名 | 研究代表者名（所属機関） | 採択年 |
|---------------------------|--------------------------------|---|---|------------------------|
| CO ₂ 固定化技術 | 広島県・実証 | 微生物燃料電池を用いた次世代大気中CO ₂ 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 ₂ 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 ₂ 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 | 楢 範立（富山大学） | 2020 |
| CO ₂ 分離回収に係る技術 | JST/未来社会創造事業 | 低コストCO ₂ フリー水素製造に向けたCO ₂ 吸着剤の開発 | 犬丸 啓（広島大学） | 2021 |
| | 広島県 民間共同研究 | 水をも分離するCO ₂ 吸収・放出剤による高効率DAC技術の開発 | 稲垣 冬彦（神戸学院大学） | 2021, 2022, 2023 |
| 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 |
| | ERCA/環境研究総合推進費 | カーボンニュートラルな農山漁村にむけたレジーム変革：炭素吸収産業の競争力向上のための基礎的考察 | 鷲津 明由（早稲田大学） | 2023 |
| 炭素資源の循環 | スタートアップ設立 | バイオマス、褐炭と金属媒体を用いたCO ₂ の高効率変換 | 蘆田 隆一（京都大学） 間澤 敦（京都大学イノベーションキャピタル株式会社） | 2020, 2023 |
| CO ₂ 吸収源に係る研究 | JST/A-STEP トライアウト スタートアップ設立 | 膜分離による大気CO ₂ 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 ₂ 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、CO₂ 排出者と潜在的な CO₂ 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装→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、地元企業や自治体関係者も参加して「竹原モデル」の構築を議論した。本 WG にて出席した CRF 会員・地元企業がマッチングし、PJ を組成して、広島県カーボンリサイクル関連技術研究開発支援補助金への採択に繋がった例も報告されている。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ため、2023 年度は福岡県大牟田市と山形県酒田市において社会実装ワーキングを開催した。

大牟田市においては、大牟田における CCU 普及可能性についての CRF 会員、地元企業、自治体関係者が出席し、大牟田市で排出されている CO₂ 量（供給ポテンシャル）と周辺自治体を含む地域で利用される燃料などをカーボンリサイクル製品で置き換えたときの CO₂ 量（需要ポテンシャル）を比較した。その他、大牟田市の地域特性などを出席者間で共有・協議し、ワーキングの結論として、どのようなカーボンリサイクル技術が適用できるのかを選定した。

酒田市においては 2023 年 11 月より WG を開始した。第 1 回は地元企業・自治体に対してカーボンリサイクルの理解普及を図ると共に、CRF 会員に対しては酒田市の産業・地域特性を説明し、相互理解を促した。また第 2 回は CRF より酒田市の CO₂ 排出量を基にした CO₂

利用ポテンシャルを紹介し、カーボンリサイクルの具体的なイメージ・アイデアの醸成を図った。本WGにて引き続き検討を進め、より具体的なカーボンリサイクルモデル構築を目指した体制構築を進めていく。

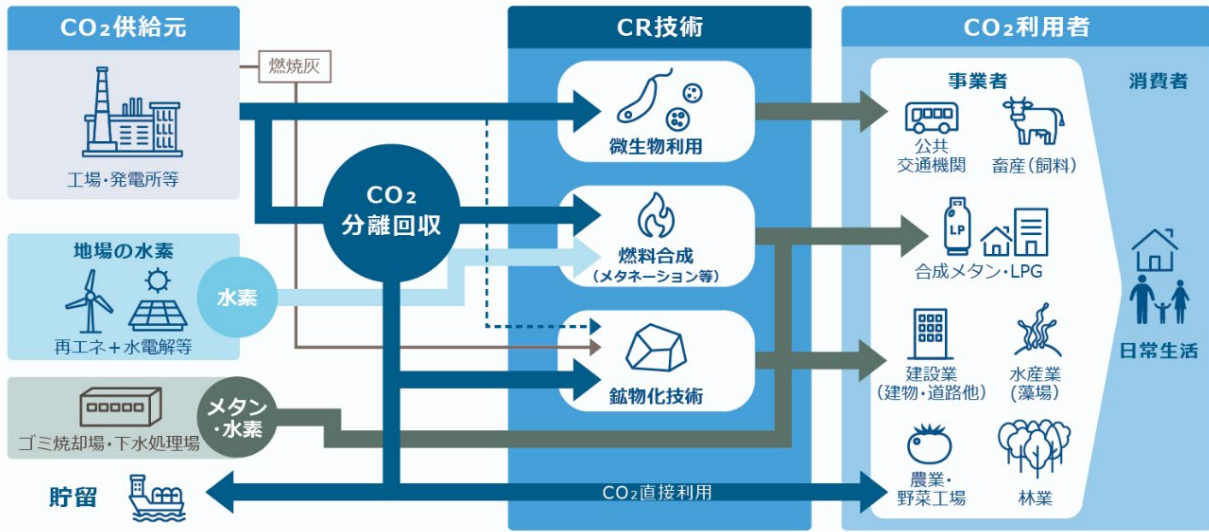


図8. CO₂バリューチェーン構築ワーキング概略
出典：カーボンリサイクルファンド資料



図9 第2回酒田WG・エクスカーションの様子

■ 【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、技術開発のみならず、新技術の社会実装を後押しする人が求められるため、そのためには実務者が社会課題を自分ごと化して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3期となる2023年度は、会員企業等から選定された若手19人が(株)ユーグレナのバイ

オ燃料製造実証プラントの見学を行い、自らの目と耳でカーボンリサイクルの実際を学んだ。その後、チーム毎に分かれて各チームにベンチャー企業も伴走し、チーム及び自身の熱い「思い」を持って課題を設定し、学んだ周囲を巻き込む力を利用しながら一次情報の取得を重ね、ワークショップの集大成として新たな仲間を得るためのプレゼンを行ってもらった。各チームのテーマは「特定エリアでの炭素循環モデル事業」、「既存インフラを活用した家庭から行う循環モデル検討」、「DAC の未踏領域への適応検討」「海を舞台にしたビジネス化」となる。さらに、今期の受講生において、CR 大学が修了した後にチームで議論したテーマを基に会社に戻ったあとでビジネスプランを具体化し、カーボンリサイクルファンドが主催するイベントにおいて社外へポスター発表を行った。

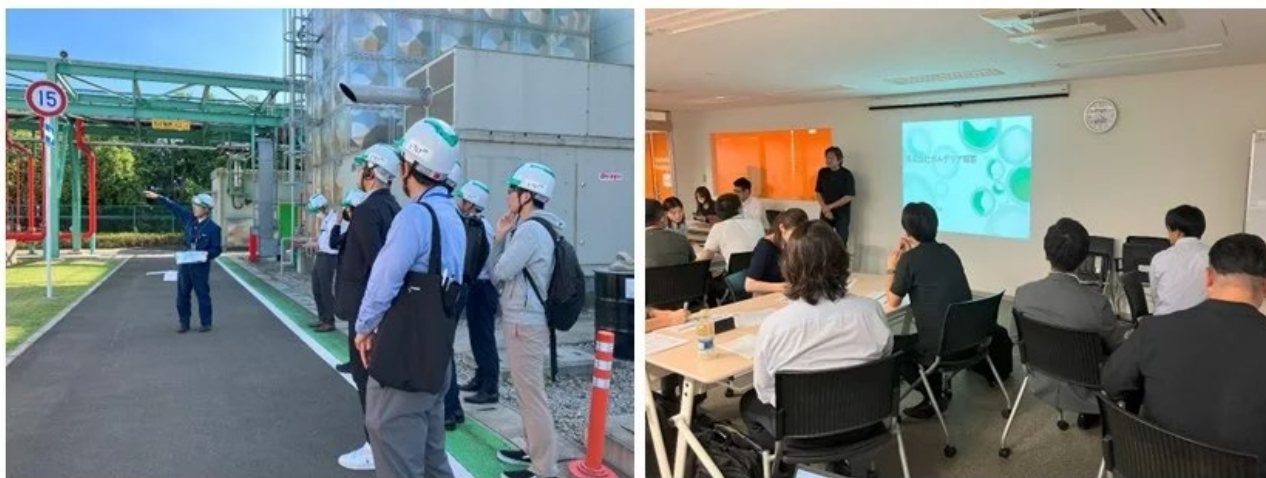


図10 カーボンリサイクル大学第3期の様子（左図：バイオ燃料実証プラント（(株)ユーグレナ）の見学、右図：ベンチャー企業からの講演チームプレゼンテーション）
出典：カーボンリサイクルファンド資料



図1 1 カーボンリサイクル大学第3期の様子（上図：チームプレゼンの様子、 下図：修了後集合写真及び修了書授与）

出典：カーボンリサイクルファンド資料

- 【進捗例：一般向け理解普及活動 ①カボリサ物語 ～デジタルコンテンツ～、②TEPIA】**
 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」を一般向けに制作、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 年の高校生カボリサ、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。2023 年度末にはサプライチェーン構築に目を向けた総合商社編、2024 年 7 月には英語 web サイト用に英訳版をリリースした。



図1 2. 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

また一般財団法人高度技術社会推進協会（TEPIA）の協力の下、TEPIA 先端技術館にてTEPIA 春休み実験教室としてカーボンリサイクル理解普及を目的としたバスボム制作体験イベントを開催した。本イベントのタイトルは「バスボムを作って二酸化炭素を知ろう」であり、参加した小学生の皆さんには実験を通してバスボムのような身近な製品に二酸化炭素が活用されていることを学んでもらった。



図1 3. 春休み実験教室「バスボムを作って二酸化炭素を知ろう」の様子
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。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）に福田信夫会長（当時）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。また、経済産業省及びNEDO主催のカーボンリサイクル産学官国際会議（2023年10月）において満岡次郎CRF会長がオープニング・セッションでスピーチを行った他、スマートエネルギーWeek 2024（2月）において江口幸治副会長（当時）が「循環炭素社会実現に向けたカーボンリサイクル展望と課題」と題してプレゼンテーションを行い、多くの反響があった。



図1 4. 講演を行う江口副会長（当時）と壇上に整列した満岡会長（最右端）
出典：カーボンリサイクルファンド資料

■ 【活動進捗：CO₂吸収源活動：理解普及、吸収源を包括したサプライチェーン構築】

グリーンカーボンやブルーカーボンをはじめとするCO₂吸収源は地球規模の循環炭素社会を築くために重要な役割を果たしている。近年グリーンカーボンやブルーカーボンはカーボンクレジット市場醸成に応じて、重要度が増しているものの、サプライチェーン構築に向けた出口戦略（バイオマス資源・木材の活用先の多様化）やJクレジット・海外ボランタリー等の制度設計が完全には進んでおらず、多くの課題が残されているのが現状である。吸収源活動は上記の背景から2023年4月に発足した。当初は「植林活動」として運営されていたが、より広く吸収源を取り扱うことを目的に2024年度より吸収源活動と名前を変更した。本活動は二つの目的に区分され、それぞれの目的に併せたイベント・検討会を実施している。

一つ目の目的は理解普及の促進であり、CO₂吸収源に関してCRF会員や一般の方々への理解を深めるイベントの開催を企画した。2023年6月には埼玉県東松山市において、5～6年で成木する早成桐の植林イベントを開催した。本イベントを通してCRF会員・地域の方々と共に植林を体験し、植林の概要と共に、CO₂吸収だけではなくコベネフィット（防災や生物多様性等）に関する理解を深めた。

二つ目の目的はCO₂吸収源の市場醸成に向けたルール作りであり、本目的達成に向けて、CO₂吸収源検討会を定期開催している。本検討会は吸収源に関するカーボンクレジットの活用やサプライチェーン構築を進めるうえでの課題や展望の共有を目的としており、2023年度において3回開催しており、第一回はグリーンカーボン、第二回はブルーカーボン、第三回はバイオ炭をトピックとして議論を行った。例えば第二回のディスカッションでは①ブルーカーボンはCO₂吸収ならびにクレジット創出だけでなく、水産資源の改善や漁業振興・観光資源創出などの多くのコベネフィットを享受できるメリットがある、一方で②今後のブルーカーボンの推進のための大きな課題の一つにクレジット創出の為のCO₂吸収量測定効率化が挙げられ、現状の測定はダイバーやドローンを用いるコストが高く、クレジットの創出ができていても収益性が低い事例がある、といった議論がなされた。



■ 【活動進捗：会員間および会員と研究者・スタートアップとのマッチング機会創出】

カーボンニュートラル達成のためには、CO₂の発生源から回収・輸送・利用・貯蔵までのCO₂バリューチェーンの構築が重要であり、業種を超えた連携が不可欠である。また、カーボンリサイクル技術の社会実装のためには、イノベーションを創出する研究者・スタートアップと資金力のある企業とをつなぐことが重要である。CRFでは、会員企業間のマッチング創出の場を提供することを目的として、カーボンリサイクルサロンを定期的に開催し、カーボンリサイクルに係る会員間の情報共有とネットワーキングの促進を図っている。また、研究助成活動に関連して毎年9月に成果報告会を開催し、研究者と会員企業との交流の場も設けている。



図15. 成果報告会 講演セッション（左）およびポスターセッション（右）

出典：カーボンリサイクルファンド資料

また、2024年5月には、（公財）名古屋産業科学研究所 中部 TLO、東京理科大学 研究推進機構 総合研究院 カーボンバリュー研究拠点と共催での研究者・スタートアップと VC 等のアクセラレータとのマッチングイベント「炭素循環で未来を創る！ オープンイノベーションのための異分野交流2024」を開催した。イベントでは20の研究者・スタートアップが出展し、10のアクセラレータ・170名を超える来場者が参加した。今後もイノベーションの社会実装を推進するため、このようなマッチングの場を積極的に提供していく。



図16. マッチングイベント招待講演（左）およびスタートアップ展示（右）

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

CRF は会員とともに引き続きイノベーションを起こすべくカーボンリサイクルの技術開発及びその社会実装に率先して取り組み、早期の循環炭素社会の実現を目標とする。それには下記の4つが重要であると考える。

イノベーションの促進

・国においては、産業界の GX の動きを支え、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を期待する。

・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をしていく。

CO₂バリューチェーンの構築

・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ム化やインセンティブ付けに係る省庁横断施策の促進を期待する。具体的には下記に例示する。

- ① 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。
- ② 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。インセンティブ付与（45Q のような税制優遇、値差補填等）、投資判断の為の予見性を高める政策（公平な国民負担、サプライチェーン構築）、需要側へのインセンティブ付与（CR マーク等）
- ③ 海洋や植物など CO₂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。

・CRF 会員においては、社会実装を通じてカーボンリサイクル技術・製品をその意義や役割を確立する。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する。そのキーテクノロジーとなる CO₂分離・回収周りの取組充実を図るとともに、CO₂供給者と利用者がともに CO₂由来製品としての出口戦略を共有していく。

地方創生との連動・グローバル市場への展開

・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 CO₂バリューチェーン事例創出支援の強化を期待する。

・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地域循環システムの検討をしていく。特に CO₂吸収源に資する産業としての農林水産業の活性化を目指す。例として、早成樹植栽や CO₂利用コンクリートによる魚礁設置など。また、ライセンスビジネスを含めたグローバル市場への展開を模索する。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していきたい。

人材育成

・国においては、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

育成のため学校教育での取り込みを期待する。

・CRF も会員と一緒に若手中心の CR 大学や広報活動などを通じて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に努力していく。

5. まとめ

2024 年 4 月には今後 10 年間で官民合わせて 150 兆円超の GX 投資を実現するため GX 推進機構が認可され 7 月から業務を開始し、5 月には水素社会推進法案と CCS 事業法案が閣議決定されるなど 2050 年カーボンニュートラルに向けて着実に進みだしている中、CO₂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高まっている。日本だけでなく世界のカーボンニュートラル実現に向けて CRF は広報活動・研究助成活動・吸収源活動・社会実装ワーキング等を通じて、産学官連携に引き続き尽力するとともに海外との連携も視野に循環炭素社会の実現に向けて主要な役割を果たしていきたいと考える。

以 上