

令和5年度事業報告書

～カーボンニュートラルの実現を目指したフロンティアの開拓～

令和6年6月

一般財団法人カーボンフロンティア機構

目次

基本方針	1
個別事業	2
1. カーボンリサイクル（CR）活動の推進	2
2. 政策への要望と提言、情報の受発信及び広報活動の推進	3
3. 地球環境のための技術移転やビジネス展開等の国際事業	4
4. クリーンコールテクノロジー（CCT）開発の推進	6
5. 石炭の安定供給確保に向けた資源開発等の推進	9
6. 人材育成の推進	10

基本方針

令和 2 年 10 月に 2050 年カーボンニュートラル宣言がなされ、カーボンリサイクルを軸としたイノベーションの重要性が示された。カーボンニュートラルの実現に向けては、再生可能エネルギーの主力電源化は重要であるが、その実現までには相当の時間が必要であり、エネルギー資源の少ない我が国にとって、石炭は主要なエネルギー源の一つとして引き続き重要である。

また海外においても、SDGs の目標の一つであるエネルギーアクセス改善の観点から、すべての人々に affordable、reliable、sustainable、そして modern なエネルギーへのアクセス確保が求められ、供給安定性や経済性に優れた石炭の果たす役割は大きい。

これまで当機構は、先進的なクリーンコールテクノロジー（CCT）の開発など、新たな課題にも積極的に取り組んできたが、CCUS（CO₂ 分離回収・利用・貯留）事業の本格的な展開など、カーボンニュートラルへ向けた新領域（フロンティア）での事業開拓により一層取り組んでいくこととする。なお、当機構の名称については、石炭より広い意味のカーボンを用い、令和 5 年 4 月 1 日より法人名称を「一般財団法人カーボンフロンティア機構」に変更した。

個別事業

1. カーボンリサイクル（CR）活動の推進

令和2年10月に2050年カーボンニュートラル宣言がなされ、カーボンリサイクル（CR）を軸としたイノベーションの重要性が示された。これは、CO₂を資源として捉え、CO₂の分離・回収技術の向上、燃料や材料としての再利用等を通じて、経済合理的に大気へのCO₂排出を抑制する一連の流れを目指すものである。

なお、令和元年8月に一般社団法人カーボンリサイクルファンド(CRF)が設立され、CRに係る広報活動、研究助成活動等が展開されている。当機構はCRF事務局運営支援を引き続き実施した。

CRの社会実装を加速化するため、令和5年度も会員企業や大学と連携して以下に示すような国の実証研究拠点の管理・運営を実施するとともに、具体的な技術開発案件に取り組んだ。

✓ 広島県大崎上島におけるCR実証研究拠点の整備（NEDO）

当機構は研究拠点の管理を行うため、大崎事務所に職員2名を常駐させて、効率的な運営を行ってきた。拠点に入居して研究開発している事業者は累計11機関に達した。これら事業者の研究活動支援を中心に据えて、設備の運用管理を行いつつ、国内関係者のみならず海外研究者から地元高校生まで幅広い分野から多数の視察を受け入れており、視察者は令和6年3月末時点で累計1460人に達した。CR技術開発の取組に関する広報活動の一環で令和6年1月24日にCR実証研究拠点技術交流セミナーを地元で開催し、初の拠点での研究成果を発表する機会として、注目が集まった。さらに、同日、大崎上島町と相互に連携・協力関係を深め、地域の課題解決に取り組むパートナーとして、町民の生活向上及び地域の成長・発展並びにカーボンリサイクル実証研究拠点の知名度向上を図ることを目的に、地方創生に向けた包括連携協定を締結した。

✓ ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中CO₂からの基幹物質製造(NEDO)

大崎上島のCR実証研究拠点において、IGCCより供給される排ガス中のCO₂から、ダイヤモンド電極を利用して連続的にギ酸生成を行う統合システムの構築を目指し、生成されるギ酸の成分分析及び皮なめし業における機能性確認試験を実施した。また、現時点の製造プロセスにおけるギ酸製造コストの試算を行った。

- ✓ CO₂ダイレクト利用ジェット燃料合成による CR の国際共同研究開発(NEDO) 富山大学、タイ国チュラロンコーン大学との共同研究として、CO₂を原料にして代替航空燃料(SAF)の製造を行うことを目指して事業を実施している。本年度は、群馬大学とともにタイ産のバイオマス及び廃プラスチックを用いて、ガス化時に発生するタールの CaO 触媒による改質試験を実施し、改質効率の目標値を達成した。また、共同実施者である富山大学の触媒開発によるジェット燃料製造効率も目標値に到達し、ステージゲート審査を無事通過した。社会実装に向けた検討の一環で全体プロセスの試算システムの構築、製造される SAF の認証手続き (ASTM、CORSIA) に向けた調査を進めた。次年度に予定しているタイでのベンチ試験の準備に着手した。

また、経済産業省主催の第 5 回目となる CR 産学官国際会議の開催運営支援を行った。

2. 政策への要望と提言、情報の受発信及び広報活動の推進

エネルギーアクセス確保の観点から、すべての人々が affordable、reliable、sustainable、そして modern なエネルギーへアクセスできることが重要であり、供給安定性や経済性に優れた石炭の果たす役割は大きい。

カーボンニュートラルの実現に向けては、再生可能エネルギーの主力電源化は重要であるが、その移行期 (トランジション) におけるエネルギーバランス上の石炭の重要性や、当機構の活動がカーボンニュートラルの実現や SDGs の達成に貢献する取組であることへの理解を深めるために広報活動を行った。

● 政策への要望と提言

- ✓ 国のエネルギー政策における石炭の役割や位置付け、及びアンケート調査等により会員企業から収集した要望・意見を踏まえて政策提言を取りまとめ、それを基に政府や関係機関と意見交換を行った。

● 広報活動の強化

- ✓ 科学技術館で石炭実験教室を開催し、子ども向けの広報活動を行った。一般向け広報活動として、Web サイト及びパンフレットの改訂、火力発電 EXPO へのブース出展を行った。
- ✓ 各種講演会、国内外情報誌、Web 等から政策動向等の情報収集を行い、カーボンフロンティア (CF) ジャーナル、CF マガジン、CF デイリー、サイドレポートや Web サイト等で情報発信した。

- クリーン・コール・デー国際会議、資源の安定供給と脱炭素化シンポジウム
 - ✓ 「ゼロエミッションを目指した脱炭素化技術の取組」と題し、第 32 回目となる本会議を令和 5 年 9 月 5 日に開催した。また本年度は石炭開発分野については別会議として、翌 9 月 6 日に「資源の安定供給とコールバリューチェーンにおけるカーボンニュートラルへの道」のテーマで開催した。非化石燃料へのエネルギー移行が年々進んでいる状況の中で、脱炭素技術の進展とエネルギー安定供給を連続して論じることは大変有用である。本会議における各国参加者との議論を通じて、JCOAL ステートメントを発信した。

- 国際機関等と連携した広報活動
 - ✓ Future Coal（旧 World Coal Association）とは、理事会総会への参加や幹部間での意見交換の実施等を通じて連携の強化を図った。ASEAN 地域については、ACE（ASEAN エネルギーセンター）や AFOC（ASEAN 石炭フォーラム）、ERIA（東アジア・ASEAN 経済研究センター）との連携を更に強化した。特に ACE と共に、ASEAN における CCT、CCU によるエネルギー移行推進について共同レポート作成を進め、令和 6 年 2 月に発刊した¹。

3. 地球環境のための技術移転やビジネス展開等の国際事業

- CR・火力発電の脱炭素化技術等国際協力事業（NEDO）

我が国の CR・火力発電分野での CCT の優位性を明確化し、当該技術のニーズが高い国や地域を対象として、セミナー等の技術交流を実施した。これにより当該国におけるクリーンコールテクノロジーへの理解の深化と、具体的ニーズ・シーズのマッチングを図り、二国間の協力事業の創出や会員企業が実施する実証・事業化の支援等を行った。主な地域別、国別の事業ポイントは、以下のとおり。

- ◇ ASEAN

ASEAN 地域におけるカーボンニュートラル技術の普及を推進するため、令和 6 年 2 月に東南アジア 7 か国を対象とした東南アジア CN(カーボンニュートラル) セミナーをマレーシアで開催した。セミナーのテーマを"Key path to carbon neutrality in Southeast Asia"とし、脱炭素を中心とした CCT が進行

¹<https://aseanenergy.org/publications/strategic-report-on-the-asean-readiness-for-cct-and-ccu-technologies-towards-carbon-neutrality/>

する東南アジア地域において、特に CCUS にフォーカスした最新動向を共有するとともに、カーボンニュートラル実現に向けた議論を行った。

◇ 中国

令和 6 年 3 月の日中共同委員会を北京で開催し、石炭利用及びカーボンニュートラルに関する双方向の情報交換を行った。エネルギー分野で先端を行く両国の実務者レベルでの技術交流を行い、カーボンニュートラルやエネルギー転換に向けた課題を行った。

◇ インド

インド中央電力庁（CEA）との MOU をベースに、特に喫緊の課題となっているバイオマス混焼、水・大気汚染対策、負荷調整対応などの支援をすべく、令和 5 年 12 月にデリーでワークショップを実施した。石炭灰有効利用技術やバイオマス混焼ペレットの試験結果を共有しつつ、インドの最新電力政策、再エネ政策、水素戦略などを各方面と意見交換した。

◇ インドネシア

アンモニア混焼、バイオマス混焼、負荷調整、石炭灰、大気汚染対策、CR などのエネルギー移行に関わるテーマで引き続き個別調査協力の可能性を検討した。技術交流は東南アジア CN セミナーに統合する形とした。

◇ 豪州

日豪の共同事業立ち上げを目指し、カーボンニュートラル関連技術に関する情報交換を Low Emission Technology Australia（LETA）と継続して行った。豪州における CCS の新規事業に関して情報収集し、日本企業の参画可能性の検討を行った。

上記の国に加え、台湾、ポーランド、マレーシア、ドイツ等の国・地域について、関係機関との情報交換を進め、協力関係の強化を図った。また、その際、当機構内に設置している国別戦略チームを活用した。

● その他事業

◇ 米国

米国ワイオミング州において、石炭火力発電所における革新的 CO₂ 分離回

収技術の実証事業（令和 5 年 10 月に実証試験設備が竣工）を実施した。石炭火力発電所の実排ガスを使用した CO₂ 分離回収技術の環境影響評価を行った。これらの事業を通じてワイオミング州や DOE との密な連携を図り、日米クリーンコール協力プロジェクトや CCUS 等に関する研究開発の推進を図った。（環境省）

◇ インド

インドにおける e-fuel 技術の展開可能性調査について、安価なグリーン水素と燃焼排ガス由来の CO₂ から東洋エンジニアリング(株)が保有するメタノール合成技術により e-fuel (e-メタノール) を製造し、船舶燃料等に適用するサプライチェーンの適地を検討し、LCA 評価や社会実装シナリオの策定を行った。(NEDO)

◇ その他

インドネシアやベトナム等において、日本の水銀対策技術を普及させるための支援や発電所調査、水銀以外の化学物質対策につながるコベネフィット技術に関し、現地セミナーや FS を実施した。

4. クリーンコールテクノロジー（CCT）開発の推進

カーボンニュートラルの実現に向けて石炭利用の低炭素化と環境負荷の最小化に重点を置き、CCT 各テーマの技術開発、及び実用化に向けた事業を実施した。また、石炭火力発電等により排出される CO₂ をカーボン資源として捉え、CR の技術開発を推進するとともに、CO₂ の地下貯留や固定化、再生可能エネルギーとの連携など、循環炭素社会実現に向けた活動を推進した。

● CCT 各テーマの開発推進

- ✓ 大学と会員企業の石炭有識者等で構成される CCT 委員会（令和 5 年度より技術開発委員会と石炭灰利用委員会を統合し、カーボンニュートラルを見据えた石炭灰利用に関する議論と炭酸塩化小委員会などカーボンリサイクル技術に関わる活動の場の一体化を図った）で当機構の活動方針を設定し、会員企業、大学、研究機関等と協調して我が国の CCT 開発推進活動を行った。
- ✓ 最新のデータと内外情勢を反映して、JCOAL 中期計画で検討した 2050 年のエネルギーミックス・シナリオを基に策定した JCOAL ロードマップ（令和 4 年

3月発行) について、最新情報を踏まえた見直しと達成度の確認を行った。

- ✓ CCT ワークショップ (令和 5 年 9 月) や Web セミナー (令和 5 年 11 月, 令和 6 年 1 月・3 月) を開催し、CCT や石炭灰及び CR 技術に関する講演と意見交換を実施した。

- 石炭利用の低炭素化技術開発の推進

- ✓ 分離回収された CO₂ を液化・圧縮した上で船舶輸送し海上から海底下へ貯留を行う CCS 一貫実証を目指し、洋上圧入方式による CCS コスト検討・調査、輸送・圧入・モニタリングに関する試験、シミュレーション等に取り組むとともに、CCUS 事業の円滑な導入を推進するための調査・広報活動等を行った。(環境省)
- ✓ CO₂ 分離・回収型化学燃焼 (ケミカルルーピング) 技術を用いて、石炭やバイオマス燃料として発電・CO₂ 回収を行いつつ、水素を併せて製造する技術の実証を会員企業及び大学と協力して実施した。300kWth コールドモデル試験を大阪ガスと共同で行い、反応器内での酸素キャリア粒子の流動状態及び循環挙動の確認試験、及び模擬燃料による反応器内滞留試験を実施した。また、東工大研究施設においては、酸素キャリア粒子の小型流動層反応実験を東工大と共同で行って広範な反応条件での特性を掴み、新たにキャリア循環摩耗試験装置を完成して、実温度条件下でのキャリアの摩耗率の定量化に取り組んだ。また二段流動層反応装置を完成して、試運転を行った。これらの結果を基に 300kWth ホットモデルベンチ試験装置の製作に向けた設計を進めた。(NEDO)

- 水素関連プロジェクトの創出

- 酸素水素燃焼用マルチクラスターバーナの研究開発について、本技術を工業炉やボイラへ適用し、熱需要分野におけるクリーン水素への高効率な燃料転換を図っていくために、原燃料となる水素・酸素の供給ポテンシャルを調査し、新規市場開拓のための社会実装シナリオを策定した。(NEDO)
- 産業間連携による CR 技術実装推進事業について、2 案件が令和 6 年 3 月に採択された。周南地域を対象とした CR 事業の実装に向け、周南コンビナート脱炭素推進協議会のメンバーと連携して、CO₂ 回収・利活用シナリオ策定、CO₂ 供給者・利用者・CO₂ マネジメント事業者による共同運営マネジメントに係る業務に着手した。また、大分コンビナートにおける CR 事業の実現可能性調査について、当該コンビナートの特徴を踏まえたエネルギーバランスや CR の基幹物質収支などの現状調査や概念設計による CO₂ 削減効果と経済

性評価、及び CO₂ マネジメントに関する業務に着手した。(NEDO)

- ▶ アンモニアマイクロガスタービンのコジェネレーションを活用したゼロエミッション農業の技術実証について、秋田県における地産地消グリーンアンモニア供給の検討を行い、アンモニア製造プロセス仕様の具体化、設置候補地の選定、国内安全規格への対応等を行った。また、本技術の事業化計画において、グリーンアンモニア製造から周年農業栽培までのサプライチェーンを前提とした経済性検討を行った。(環境省)

● バイオマス利用の推進

- ▶ 国産バイオマス燃料の安定供給(「エネルギーの森」創生)実現を目指し、燃焼材生産のために早生樹の短期間での植栽・伐採サイクルを想定した高効率生産システムの実証事業を実施した。福島県内の既存スギ林を早生樹(コウヨウザン等)へ転換するため、GIS(地理情報システム)を用いた路網設計やドローン撮影画像を用いた林分調査手法の開発、収穫量の最大化を目指した高密度植栽や優良系統苗による育林技術開発などを行い、燃料材生産に特化した早生樹の皆伐・更新システムの開発を推進した。(NEDO)
- ▶ 2016年より実施してきたJST/JICA SATREPSプロジェクト「バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発」は、全ての研究開発項目が目標値に到達または超える結果となり、JSTより最高評価のA+を授与された。令和5年7月に最後の成果発表会をタイ国チュラロンコーン大学サラブリキャンパスで行い、成功裏に終了した。

● 石炭灰利用の推進

- ▶ 石炭灰混合材料の利用方法に係る土木学会技術指針の発刊(令和3年3月)を受け、引き続き土木・環境分野における石炭灰有効利用の普及拡大を図った。併せて、炭酸塩化技術を適用しCO₂削減への取組を推進した。
- ▶ 福島エコクリート株式会社のビジネス展開支援の一環として、県内バイオマス発電所からの燃焼灰の受入を支援した。
- ▶ 令和2年度に制定されたJIS規格「コンクリート用スラグ骨材-石炭ガス化スラグ骨材」については、実規模施工データの取得など進め、令和5年度に土木・建築両学会から設計・施工指針が発刊されたことを受け、JIS原案作成団体として製品の普及拡大を支援した。
- ▶ 浅海域における石炭灰の利活用促進に向けた環境配慮型技術の開発(NEDO)5年計画の3年目として、①藻場再生・造成用石炭灰混合ブロックの開発

では、開発した数種類の藻礁ブロックを秋田沖実海域に沈設し、モニタリングを開始した。②アサリ漁場改善用石炭灰混合基質の開発では、長崎県の水産研究・教育機構での育成試験を継続するとともに、熊本県干潟においては令和4年度の予備試験結果に問題がなかったことを受け、開発基質の実証試験を本格的に開始した。③洋上風力向け洗掘防止用石炭灰混合人工石材の開発では、要求仕様を確定させ、次年度の実海域試験に向け準備作業を実施した。

- ▶ 秋田県岩館漁港における石炭灰利用人工藻場実証事業について、秋田県と連携しながらモニタリングを平成30年より6年間継続し、人工藻場に着生した海藻等からCO₂吸収係数を算出し、藻場によるCO₂吸収量を推定した。
- ▶ インドネシアやベトナムなど石炭灰の処理と有効利用に課題がある国の具体的なニーズを把握するとともに、カーボンリサイクル技術と融合させた石炭灰有効利用技術の海外展開を検討した。

- その他

- ▶ ISO/TC27（固体燃料）・TC263（炭層メタン）規格の国際審議団体、及びJIS石炭・コークス規格委員会事務局業務を引き続き実施した。

5. 石炭の安定供給確保に向けた資源開発等の推進

石炭の安定供給確保のためには、産炭国との Win-Win の関係構築を図りつつ、価格交渉し易い環境作りや権益の確保が重要である。そのため、産炭国と共同で石炭探査、環境対策支援、地域経済向上、エネルギー供給支援などを実施した。

- 石炭探査

- ✓ ベトナム石炭鉱物産業ホールディングス（VINACOMIN）と共同で、無煙炭の相当量の賦存が期待できるクアンニン炭田地域スライ地区を対象にボーリング調査を実施し、有望な炭層を確認した。（JOGMEC）
- ✓ コロンビアの石炭企業等から入手した石炭賦存状況、石炭資源量、石炭埋蔵量等から、日本への石炭供給ポテンシャル評価を実施した。（JOGMEC）

- 炭鉱・インフラ調査、石炭需給調査等

- ✓ コロンビア、マレーシアにおいて、低品位炭からのブルー水素及びアンモニア製造に向け、CCS 適地及び水素製造適地を検討した。（JOGMEC）

- ✓ 石炭燃焼による大気汚染が問題となっているモンゴル・ウランバートル市において、環境に配慮した改良炭の開発と普及に係る技術支援等を行った。(JICA)
- クリーンコールタウン事業
 - ✓ クリーンコールタウン計画に基づき、モザンビークにおける輸出に適さない石炭とバイオマスを原料とするバイオコールブリケットの普及に向け、小規模実証試験プラントの設計代替案およびブリケット製造機器のメンテナンスマニュアルを策定した。(JOGMEC)

6. 人材育成の推進

- 若手石炭関係者を対象とした研修事業
 - ✓ 主として若手社会人を対象に、石炭市場分析、褐炭水素製造、カーボンリサイクル分野の専門家を講師に迎え、石炭の基礎を体系的に学べる講座を令和5年7月に会場とオンラインによるハイブリッドセミナーとして開催した。
- 海外鉱物資源分野関係者を対象とした研修事業
 - ✓ 我が国の資源確保戦略に資する人的ネットワークを構築するため、令和5年10月から11月にかけて、海外10か国から教育機関、政府機関等の若手・中堅の資源開発・環境関係者を招聘し、鉱物資源の持続的な開発のための研修を実施した。(JICA)

以上