



Carbon Frontier Journal



2024.6 Vol.3

▶巻頭言

就任ご挨拶 02

▶スペシャルレポート

令和5年度 JCOAL 政策提言
～石炭が創る未来、カーボンフロンティア～ 03

▶活動レポート

豪州、インド、ASEAN 等への我が国
カーボンリサイクル技術の導入可能性調査
(タイ、ベトナム、インド、豪州編) 08

2023 年度カーボンリサイクル・火力発電の
脱炭素化技術等の普及促進事業
二国間及び多国間技術交流実施報告 15

欧州のカーボンリサイクル技術開発動向調査
～ The European Carbon Dioxide Utilization Summit
報告～ 22

カーボンリサイクル実証研究拠点の活動状況
(広島県大崎上島町) 26

環境経済室の取り組み紹介 28

令和5年度 事業報告会開催報告 30

▶編集後記 31

就任ご挨拶

本年6月18日開催の第2回理事会において新会長に選任されました渡部です。この場をお借りして、一言ご挨拶を申し上げます。

私は1977年に大学卒業と同時に電源開発株式会社に入社し、以来47年間、会社業務を通じてエネルギー問題に関わってまいりました。

私自身、学生時代に第一次、社会に出た直後に第二次と、二度の石油危機を直接経験しましたが、これらを契機に我が国が一貫してエネルギー源の多様化を精力的に推し進めて、エネルギー安定供給を確保し、社会の発展を実現してきた様子を目の当たりにしてきました。この間を振り返ると、エネルギー源の多様化は、資源貧国の我が国にとって貴重な輸入資源の利用技術の高効率化、高度化も含めて、供給・需要両面における関連技術の開発および普及商業化によって実現しえたものと言っても過言ではありません。

当機構は常にその最先端を担ってまいりました。

今日、世界各国が21世紀半ばのカーボンニュートラルに向けて取組を急いでいる中、ウクライナ情勢をきっかけに地政学的リスクが再び発現し、我が国においてもエネルギー供給として本来あるべき「量と価格の安定」が困難になるなど、エネルギー情勢は混迷の度合いを深めています。

折しも、国においては「第7次エネルギー基本計画」の策定作業が始まりました。我が国で改めて、エネルギー安全保障の重要性が再認識されることとなった今、「S+3E」を大前提として、カーボンニュートラルに向けて着実な道筋を描きつつ、バランスの取れた現実的な議論がなされることを期待したいと考えます。

化石資源は温室効果ガスの主要排出源とされますが、世界中ではなお主要なエネルギー源であり、とりわけ石炭は、地政学的リスクが小さく、埋蔵量が豊富で、カーボンニュートラルへの移行期間を通して主要な原料やエネルギー源であり続けることが期待されます。従って、我々が目指すべきは、石炭利用における脱CO₂化を推進して、多様な資源が利活用できる選択肢を常にバランス良く確保していくことです。

当機構は、長い歴史の中で何度かの組織改編を経ながらも、一貫して石炭資源の高効率利用と環境適合性を追求して、最先端技術の開発および普及を推進してまいりました。そして昨年、気候変動問題への更なる体系的な対応を旨として、石炭を中心とした化石エネルギー資源のゼロエミッション化を目指すべく、名称を「一般財団法人カーボンフロンティア機構」に改め、自ら新たなミッションをカーボンニュートラル実現への貢献と定義して、意欲に満ちた一步を踏み出しています。当機構は、これからも石炭を中心とした化石エネルギー資源の効率的利用の最大化およびゼロエミッション化を目指して、先進技術の開発・普及に意欲的に取り組み、エネルギー安全保障の一翼を常に担いながら、21世紀半ばのカーボンニュートラル実現に大きく貢献してまいります。

会員の皆様におかれましては、引き続きのご支援を賜りますよう、どうぞよろしくお願い申し上げます。



一般財団法人
カーボンフロンティア機構
会長 渡部 肇史

令和5年度 JCOAL 政策提言 ～石炭が創る未来、カーボンフロンティア～

技術連携戦略センター・広報室 鎌田 淳一

令和5年度の政策提言は、会員企業へのニーズ調査の結果や、クリーン・コール・デー国際会議等での意見、並びに国の政策動向等を踏まえて原案を作成し、企画委員会での議論を踏まえて、「石炭が創る未来、カーボンフロンティア」と題し、水素・アンモニア等への燃料転換や、CCUS / カーボンリサイクルを含め、ゼロエミッションに向けた取組を訴えるとともに必要な支援を要請する提言書を完成した。

この政策提言は、北村会長より、令和6年1月26日にJOGMEG 理事長、同29日にNEDO 理事長、2月5日に環境省地球環境局長、3月26日には資源エネルギー庁資源・燃料部長に手交して趣旨説明を行った。

令和5年度の提言内容を以下に示す。

【骨子】

1. カーボンニュートラルに向けた石炭利用の在り方

- エネルギー自給率が低い我が国では、エネルギーの安定供給のためには特定のエネルギーに偏らないエネルギーミックスを引き続き継続することが重要。
- カーボンニュートラル実現にあたっては、既設インフラを最大限活用したコスト抑制が最善策。石炭火力はアンモニア、バイオマス混焼 / 専焼への燃料転換や CCUS 技術と組み合わせた低 CO₂ 排出型電源へ段階的に移行することが必要。

2. CCUS / カーボンリサイクル等イノベーションの推進

- カーボンニュートラルの実現には、CCUS / カーボンリサイクル等の技術を最大限活用することが不可欠で、CCS の社会実装やカーボンリサイクル研究等の加速が重要。
- CCUS / カーボンリサイクル等は、将来の事業予見が難しく、社会に普及させるためには、官民連携と国の支援が重要。

3. クリーン・コール・テクノロジーの海外展開

- 石炭によるエネルギー供給が必要な国や地域に対し、日本の石炭利用に関する信頼性の高い地域環境対策技術、再生可能エネルギー導入を進める上で必要な系統安定化技術、研究開発を進めている CCUS / カーボンリサイクル等の研究成果を普及、展開させることが重要。
- CO₂ 排出削減対策を講ずる石炭火力等への資金援助などの継続実施が必要。

4. カーボンプライシング

- 炭素税や排出量取引制度の導入には、産業活動や国民生活への著しい支障とならないよう留意が必要。一方で CO₂ を削減することにインセンティブを設け、企業が CO₂ を削減することを社会が評価する仕組みづくりの検討も必要。

5. 石炭等の安定供給の確保

- 我が国では、石炭等の化石燃料資源の大半を海外からの輸入に依存しており、資源の安定供給確保は極めて重要。
- 石炭等の資源安定供給のため、権益確保に向けた継続的な開発支援、水素、アンモニア、CCUS 等の脱炭素分野における国際協力と連携は必要で、カーボンニュートラルを見据えた包括的な資源外交の推進が重要。

6. 人材育成と広報活動の強化

- エネルギー安定供給の観点から資源開発のノウハウの継承は重要であり、資源国と連携した国際的な人材育成活動には国の支援が必要。
- 石炭利用は、CCUS / カーボンリサイクル等との組合せによりカーボンニュートラル実現に貢献できることを国内外に広く情報発信することが重要。

【提言】

はじめに

世界的に異常気象が継続し、大規模な洪水、火災等の自然災害の発生など、気候変動問題への対応は、待ったなしの状況にあり、世界各国でカーボンニュートラル実現に向けた取組を加速している。こうした中、2022年2月のロシアによるウクライナ侵攻を受け、世界はエネルギー需給の逼迫と価格高騰に見舞われ、産業活動や国民生活に甚大な影響が及んだ。加えて、2023年10月より中東情勢が激化しており、今後のエネルギー情勢の先行きは不透明さを増している。このような状況を踏まえて、エネルギー資源を特定の国や地域に依存するリスクや、特定のエネルギーに偏ることの危険性など、改めて再認識するとともに、エネルギー資源の大半を海外に依存する我が国のエネルギー政策を考える上で、安全性 (Safety) を大前提に、エネルギーの安定供給 (Energy Security)、経済効率性の向上 (Economic Efficiency)、環境への適合 (Environment) を図る、いわゆる S+3E の重要性を再確認した。

こうした中、2023年12月に開催されたCOP28の合意文書には、エネルギーシステムにおける化石燃料からの移行をこの10年間で加速させ、2030年までに世界全体の再生可能エネルギー発電容量を3倍に拡大させることや、CO₂排出削減対策がとられていない石炭火力の段階的な削減に向けた努力を加速すること等が盛り込まれ、今後の世界各国の取組が注目される。

温室効果ガスの主要な排出源とされる化石資源は、発電や輸送用燃料、工業製品の原材料等として国内外で幅広く活用されており、中でも石炭は、単位熱量あたりのCO₂排出量が最も多いものの、地政学リスクは最も低く、埋蔵量が豊富で安価なことから、産業革命以降、発電、鉄鋼、セメント、化学工業などの基幹産業の発展に貢献するとともに、主要な原料やエネルギーとして社会基盤を支え続けている。

IEAが発表した「世界エネルギー見通し2023」（発表誓約シナリオ）によると、2050年までCO₂を削減するため石炭の使用量は減少するものの、一次エネルギーに占める割合はCCUS付きを含め7.2%程度と予測されている。また、2050年の世界の電力需要の3.5%程度のエネルギーを石炭が支えるとしている。とりわけ、アジア・大洋州では、各シナリオで石炭は一定量の需要が見込まれ、世界には、これからも石炭利用を必要とする国や地域が存在している。

このことを踏まえると、カーボンニュートラル実現に向けて、我が国が取り組むべきことは、石炭利用をやめることではなく、石炭利用に伴う脱CO₂化を進めることであり、CO₂の分離・回収・利用・貯留（CCUS）、カーボンリサイクル等の“革新的クリーン・コール・テクノロジー（Innovative CCT）”を駆使し、石炭資源のメリットを長期的に活かすことである。

資源に乏しく周囲を海で囲まれた我が国において、S+3Eを大前提に、カーボンニュートラルへの取組とエネルギー安定供給を目指すことが重要であり、多様な選択肢をバランス良く保持しながら、必要な技術革新にチャレンジし、CO₂排出抑制のコスト削減や、社会実装を進めるべきである。

SDGs（持続可能な開発目標）が示す「誰も置き去りにしない、持続可能で多様性と包摂性のある社会」のために、途上国を含めた全ての人々にaffordable（手頃な価格）、reliable（安定的）、sustainable（持続可能）、そしてmodern（近代的）なエネルギーへのアクセス確保が求められていることを鑑みれば、供給安定性や経済性に優れた石炭の果たす役割はこれからも大きい。

当機構は2023年4月より名称を「一般財団法人カーボンフロンティア機構」に改め、カーボンニュートラルに資する活動をより一層強化している。2050年カーボンニュートラル実現に向けた更なる取組の加速のためには、国の支援が重要と認識し、以下を提言する。

1. カーボンニュートラルに向けた石炭の在り方

我が国の2021年度の石炭消費量は約1.8億トン（電力分野：約61%、製鉄分野：約32%、その他：約7%）で、ほぼ全量（99.7%）を海外から輸入している。我が国は他国と比べて極端にエネルギー自給率が低く、送電網やガスパイプラインによる海外と連携/接続のない島国で、またロシアによるウクライナ侵攻を起因とする

世界的なエネルギー需給の逼迫と価格高騰に見舞われ、加えて中東情勢の激化により、今後のエネルギー情勢の先行きは不透明さを増していることを踏まえると、エネルギーの安定供給には特定のエネルギーに偏らないエネルギーミックスが引き続き重要である。

2021年10月の第6次エネルギー基本計画では、2050年カーボンニュートラルや2030年度の温室効果ガスの排出削減目標（2013年度比46%減）の実現に向けたエネルギー政策の道筋と、今後の火力発電の在り方が示されており、想定される2030年の電源構成における石炭火力の発電電力量は、全体の19%（総発電電力量約9,340億kWh程度）と試算されている。火力発電に対する基本的な考え方は以下の通り。

- 安定供給確保を大前提に火力発電比率を引き下げ
- 電力の安定供給や電力レジリエンスを支える重要な供給力であり、再エネの変動性を補う調整力・供給力
- 天然ガスや石炭を中心に適切な火力ポートフォリオを維持しつつ非効率火力をフェードアウト
- 従来型の化石火力が果たしてきた機能を脱炭素型電源へ置き換え、火力の脱炭素化の取組を加速

カーボンニュートラル実現にあたっては、事業者や国民の負担軽減の観点から、既存インフラを最大限活用し、コストを極力抑制することが最善の策と言える。石炭火力は、従来までのベース電源から、再生可能エネルギー大量導入を支える調整力、供給力、慣性力として役割を拡大しつつ、高効率化への取組や、アンモニア・バイオマス混焼/専焼への燃料転換、CCUS技術を組み合わせた低CO₂排出型電源へ段階的に置き換えていくことが必要である。

2. CCUS/カーボンリサイクル等イノベーションの推進

2050年カーボンニュートラル実現に向けて、電化・水素化等で脱炭素化できない領域については、CCUS/カーボンリサイクル等の技術を最大限活用する必要がある。

CCSについては、2023年6月に、国内初のCCS事業化の取組として、CO₂の分離・回収から輸送、貯留までのバリューチェーン全体を一体的に支援する「先進的CCS事業（7案件）」が選定され、カーボンニュートラル実現に向けた取組が本格的に始動している。

CCS事業は、将来の事業予見が難しいため、民間企業のみでの取組は困難であることから、引き続き、民間企業の取組が加速するような支援策、法制度等の環境整備が必要である。また、CCSを進めていく上で、安全性の確保と国民の理解を深めることも重要である。

カーボンリサイクルについては、CO₂を資源と捉え再利用し、新たな有価物への転換により、CO₂排出を抑制するもので、今後、CO₂分離・回収技術や水素コスト低減、事業化へ向けた政策支援、産業間連携、国際連携への取組、拠点設置等の環境創出への取組の加速は重要である。

その他、水素・アンモニア、バイオマス等、化石燃料の代替利用など、多様な利用技術開発にも取り組み、事業として社会に広く普及させて行くことが重要である。各事業者が、自らの事業環境を踏まえ、これら選択肢の中から最適な技術を選択し取り組む

ことは、カーボンニュートラルの裾野を広げ、我が国の産業の生産・供給力のレジリエンスにも繋がる。これら技術については、切磋琢磨し自立することが求められるが、事業として成立させるためには、将来の収支予見ができる支援策も必要である。

また、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、国際連携が必要不可欠である。とりわけ、今後も石炭利用が見込まれる東南アジア諸国においては、CCUS/カーボンリサイクル等の技術の普及が求められることから、日本の取組状況や研究成果を情報発信するとともに、諸外国の実情やニーズを把握することが重要である。国が推進するカーボンリサイクル産学官国際会議やアジアCCUSネットワークを活用して最新動向の知見共有を進め、様々な国際ルールの枠組みやプロジェクト形成に向けた議論が必要である。日本が開発した技術で世界をリードし、世界全体でカーボンニュートラル実現を目指すことが肝要である。

〔発電分野の高効率化〕

エネルギーの安定供給を大前提に、カーボンニュートラル実現を見据えた高効率化、脱炭素型へ置き換えが必要である。

石炭火力の高効率化については、蒸気条件をUSCから更に向上させたA-USCや、IGCCに燃料電池を組み合わせたIGFCの研究開発が進められている。

IGCCについては、空気吹きIGCCを福島県（勿来、広野）において営業運転を開始し、また酸素吹きIGCCでは大崎クールジェンの成果を反映し、長崎県（松島火力既設2号機）にてガス化炉を併設する商用機検討が進められる等、今後の技術普及が低CO₂排出型石炭火力へのリプレースに繋がることが期待される。

一方、既設石炭火力については、CO₂排出削減対策が必要不可欠となることから、高効率発電のみならず、アンモニアやCCUS/カーボンリサイクル等の技術との親和性も考慮した研究開発が必要である。

〔水素・アンモニア利用技術〕

2023年5月に開催されたG7広島サミットにおいて、水素・アンモニアが様々な分野、産業、さらにゼロエミッション火力に向けた電力部門での脱炭素化に資することが確認されている。

この水素・アンモニアは、燃焼時にCO₂を排出せず、火力発電所が担う機能（調整力、慣性力、安定供給力）を保持するもので、国は2030年までに、ガス火力への30%水素混焼や水素専焼化、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標としている。また、既設発電設備の多くを流用できることから、将来の投資が予見し易く、カーボンニュートラル実現に向けた有力な選択肢である。早期市場導入に向け、発電用、産業用、熱プロセス用等幅広い分野で、利用技術の普及と、これに伴う国の支援が必要である。

一方、2030年時点における国内需要は、水素・アンモニアともに年間300万トン、2050年では、年間水素2,000万トン、アンモニア3,000万トンと試算されており、その調達は容易ではないことから、様々な手法で技術を競い安価な製造を実現することが重要である。とりわけ、褐炭から水素を製造する手法は、経済的にも、多様なエネルギー資源活用の面からも有望であるとともに、CCUS

との組合せにより化石資源をクリーンな形で利用可能となることにも着目すべき点である。

製造技術については、余剰再エネ・水電解による水素製造の大型化（PEM型、アルカリ型）や、水素を経由しない水と窒素からのアンモニア製造（電極の触媒や電解質の開発）、及びハーバーボッシュ法よりも低温・低圧条件でのアンモニア合成などの革新的な製造技術への挑戦が求められるとともに、水素輸送技術としては、液化水素、メチルシクロヘキサン（MCH）などの実用化が必要である。

水素社会実装については、安価な豪州ビクトリア褐炭から水素を製造・液化し、日本へ輸送して利用する一連の水素サプライチェーン構築実証プロジェクトを経て、現在、事業化に向けたFSが進められている。

また、アンモニアについては、中東UAEにおいて事業化検討が進められており、こうしたプロジェクトには、国際的なサプライチェーンの早期構築が求められることから、関係国との協力関係の構築、及び資源外交の展開が重要である。

〔再生可能エネルギー利用拡大と石炭火力〕

再生可能エネルギー利用拡大に伴い、電力供給の変動性を補う調整力が必要とされ、この調整力の要件には、S+3Eを前提に、負荷変化速度及び負荷変化幅の拡大が求められることから、安定供給と経済性に優れ、昨今の技術開発の進展で、負荷変化率の向上や最低負荷の引き下げが可能となった石炭火力が活用できる。今後、石炭火力は、再生可能エネルギーの調整電源としての役割が期待される。

また、バイオマス利用については、石炭火力へのバイオマス混焼が、既存設備を最大限流用できることからメリットがある。

バイオマスの発電利用については、国内資源が限定的であるため、持続可能性や発電コストの維持に課題を抱えている。バイオマスの利用拡大に向けて、発電利用側/バイオマス資源供給側の双方にインセンティブが働く支援が必要で、加えて、新たなバイオマスとして高効率生産が期待される早生樹等の育成や、農業残渣や下水汚泥等の社会活動で発生する廃棄物を利用する技術開発、またこれらを発電利用する際の支援策の検討など、持続可能性確保への継続的な取組が重要である。

海外から木質バイオマスを調達する場合は、現地で森林破壊などが起きないように、森林認証を義務付けるなど、国際連携が求められるとともに、輸送については、海上輸送時の管理を想定したISOや国際海事機関（IMO）に関する関係国の動向にも注意が必要である。

〔CO₂の分離・回収〕

CO₂の分離・回収については、CCUS/カーボンリサイクル等に必要共通技術であり、普及させるためには、更なる低コスト化への取組が必要である。固体吸収法については、コスト削減が期待されており、国内石炭火力（関西電力：舞鶴発電所）における実証試験や、米国ワイオミング州における日米共同による実証試験等、技術開発が推進されている。

また、CO₂分離・回収型化学燃焼技術（ケミカルルーピング）、CO₂分離・回収工程を必要としないクローズドIGCCシステム、大気中CO₂を直接回収するDAC（Direct Air Capture）等の研究開発も重要で、国の支援が必要である。

【CCS】

CCSは、エネルギー安定供給に加え、CO₂排出抑制が困難な産業にとっても不可欠の技術であり、着実に推進しなければならない。

国内におけるCCSの取組としては、2050年時点で年間1.2億トン～2.4億トンのCO₂貯留を可能とすることを目安とし、先進的CCS事業7件を選定し国内初の取組が開始されたところである。今後のCCS普及、商用化に向けては、大幅なコスト低減を可能とする技術開発の促進が必要で、中でもCO₂分離・回収後の液化、輸送技術の確立は急務である。2030年までの事業開始に向けて事業環境が整備されることから、国民の理解促進、法整備、税制などの支援策、及び地点や事業関係者との調整など、官民一体となった取組が重要であり、引き続き、国のリーダーシップをお願いしたい。

また、エネルギー部門においては、CO₂排出量をゼロにすることが難しい部門もある。カーボンニュートラル実現に向けては、DACCSやBECCSといったネガティブエミッションの活用も必要となることから、CCSは着実に推進しなければならない。

【カーボンリサイクル】

カーボンリサイクルは、CO₂を資源として捉え、分離・回収・再利用することにより、CO₂の排出を抑制する技術で、カーボンニュートラル実現のための重要分野のひとつである。

2022年9月にNEDOによる大崎ケールジェン設備を活用したカーボンリサイクル実証研究拠点の整備がなされ、ここでは分離回収したCO₂を多様な炭素化合物の合成・製造用の原料として再利用するための研究が進捗しており、その成果が期待される。

特に早期実用化が期待されているSAF（代替航空燃料）の社会実装を促進すべく、廃油や油脂からの製造技術、微細藻類の培養技術、CO₂からのFT合成技術等、多方面からの技術開発が必要とされる。また、国内石油化学コンビナートでは、既設インフラ、未利用エネルギーあるいはCO₂や水素等を融通活用することでCO₂排出量の大幅削減や、低コスト化に繋がり、早期事業化が期待できる。コンビナートにおける産業間連携によるカーボンリサイクル事業の検討を推進することが重要である。さらに、海洋における海藻などのCO₂吸収・固定については、人工藻場等が既に実用化段階にあり、海洋国日本としては、CO₂吸収源として普及・拡大するポテンシャルが高く、積極的に活用すべきである。国交省、農水省、環境省など関係機関と連携しながら、民間企業が参入しやすいルール作りを早急に進める必要がある。

カーボンリサイクルは、様々な分野に適用できる考え方であり、今後、広く普及、発展していくため、基礎研究だけでなく、実証・社会実装等、多岐にわたるステージへの支援や優遇制度が必要である。

なお、2019年8月に民間ベースで設立した一般社団法人カーボンリサイクルファンドについては、当機構と連携を強めている。メ

インの活動である研究助成活動では、これまで56件の研究アイデアに対し助成しており、多くの採択テーマが国プロジェクト等の次のステージに進むなどの成果があがっている。また、人材育成のためのカーボンリサイクル大学や複数地域における社会実装WGを実施するとともに、CO₂吸収源のルール化に向けた活動等を行っている。

【製鉄・セメント分野のCO₂排出削減】

日本の製鉄分野のエネルギー効率は世界でも最高レベルであるが、更なる省エネルギーとCO₂排出削減に向けて、革新的なコークス代替還元材料（フェロコークス）やCOURSE50（製鉄所から発生するCO₂の約30%を削減可能とする革新的な低炭素製鉄プロセス技術の確立）等の技術開発と社会実証を推進することが重要で、併せて製鉄所から発生するCO₂を用いたCCSやカーボンリサイクル等の技術導入、水素還元製鉄等の技術開発も重要である。これらのイノベーション実現が我が国の産業競争力の源泉となり、世界のカーボンニュートラルへの動きをリードできるよう、政府・産業界を挙げて取組を加速する必要がある。

セメント分野においてもCO₂排出削減への取組は重要で、セメント生産工程におけるCO₂排出削減（低炭素型セメント、CO₂分離・回収・再利用）の実現とともに、CO₂をコンクリート・セメント生成物等に取込み活用する技術開発や社会実装を加速して、社会全体で持続的な資源循環システムを確立することが必要である。とりわけ、コンクリート等へのCO₂利用については、大規模・長期利用によるCO₂固定化が可能なることから、社会実装への期待も大きく、CO₂排出削減・固定量の最大化、用途拡大・コスト低減が重要であり、今後の普及、発展に向けて、国の支援、優遇制度等の導入が必要である。なお、社会実装にあたってはJISなどの規格化への取組も必要である。

【石炭灰】

石炭は燃焼後、石炭重量比約1割の石炭灰が発生し、そのうち約7割がセメント分野で利用されているが、セメント分野や、それ以外の分野で、より一層の石炭灰有効利用を促進していく必要がある。石炭は燃焼後、石炭重量比約1割の石炭灰が発生し、そのうち約7割がセメント分野で利用されているが、セメント分野や、それ以外の分野で、より一層の石炭灰有効利用を促進していく必要がある。石炭灰利用促進には制度の整備が有望であり、JIS等の規格化、利用ガイドラインの作成など、石炭灰を利用しやすい環境を整えていくべきである。国内ではIGCCの稼働開始に併せて、2020年10月にコンクリート用石炭ガス化スラグ骨材のJIS規格化がなされ、2023年6月に土木分野・10月に建築分野での設計施工指針が刊行される等、利用促進への取組が進められている。

また、近年、石炭灰中のCa分に着目し、CO₂の吸収源として期待される炭酸塩化技術の開発が進捗している。実用化に向けては、炭酸塩化製品の規格・標準化等の検討が求められるとともに、普及にはコスト高が障害となることが予想される。炭酸塩化によるCO₂削減効果を評価し、事業化にインセンティブが得られるような支援策の検討が必要である。

さらに、石炭灰有効利用に関する日本の技術や経験はレベルが高く、海外ニーズにあわせた開発・実証事業を進め、今後石炭灰の増加が見込まれるインドや、東南アジア地域を中心に海外への事業展開の検討も重要である。

一方、国内石炭火力では、非効率石炭火力のフェードアウト政策の影響により、長期的には、石炭灰供給不足によるセメント原料不足が懸念され、CO₂削減策と併せて対応策の検討が求められる。加えて、バイオマス混焼率の増加等に伴う石炭灰品質の変化にも注視する必要がある。

3. クリーン・コール・テクノロジーの海外展開

日本では、石炭利用に伴うSO_x、NO_x、ばいじん等の地域環境対策は既に解決されているが、多くの国では十分な対策が実施されていない。石炭によるエネルギー供給を必要とする国や地域に対して、こうした環境対策に資するシステムの導入や、その運転・保守管理技術を着実に普及させることが基本的な課題である。その上で、さらにカーボンニュートラルを目指し、日本で確立した高効率発電、水素・アンモニア混焼、CCUS/カーボンリサイクル等技術や、再生可能エネルギー大量導入における系統負荷変動対策などの海外展開が地球規模でのCO₂排出削減対策として重要である。

世界が目指す2050年以降のカーボンニュートラルというゴールは共通だが、その取組やプロセスは国や地域により異なり、エネルギーをめぐる各国の状況に鑑みながら、最適な技術を組み合わせたカーボンニュートラルへの道を追求することが肝要である。故に、CO₂排出削減対策を講ずる石炭火力発電等インフラ整備への政府による国際的な直接支援や、既設石炭火力の改造を含むカーボンニュートラル実現に資する取組への資金援助、投資・金融・貿易促進の支援策の継続的な実施など、ファイナンスの充実が必要である。ファイナンス供給にあたっては、削減効果を評価する仕組みの導入などが期待される。

4. カーボンプライシング

カーボンニュートラルの実現に資する経済手法として、炭素に価格を賦課する炭素税、国内排出量取引制度、二国間クレジット取引等のカーボンプライシングや、国際的な炭素国境調整措置の導入も検討されている。これら税制については、国際競争に取り組み産業活動や国民生活への著しい支障とならないよう留意する必要がある。

一方で、CO₂を削減することにインセンティブを設け、企業がCO₂を削減することを社会が評価する仕組みづくりの検討も必要である。カーボンニュートラル実現に取り組み事業には、ビジネスとして成り立つ仕組み、資金支援に繋がる金融市場の整備等、多面的な政策の実施が求められる。

5. 石炭等資源の安定供給確保

ロシアによるウクライナ侵攻を起因とする世界的なエネルギー需給の逼迫と価格高騰に見舞われ、加えて中東情勢の激化により、今後のエネルギー情勢の先行きは不透明さを増している。このような状況の中、我が国では、一次エネルギーの大半を石炭、石油、天然ガスの化石燃料資源が占めており、その供給のほとんどを海

外からの輸入に依存していることから、これら資源の安定供給の確保は極めて重要であり、調達先を多様化させ、バランス良く確保する必要がある。

近年、世界的な脱炭素化の流れに伴い上流分野への投資が減少しているが、我が国としては安定的な資源確保のためにも、権益確保に向けた継続的な取組が必要である。また、資源国との間では、化石燃料資源、鉱物資源の他、水素、アンモニア、CCSをはじめとする脱炭素分野においても国際協力、連携は必要で、カーボンニュートラル実現を見据えた包括的な資源外交の推進が重要である。一方で、エネルギー消費を抑制することも重要であり、排熱等の未利用エネルギーの活用を含め、先進的な省エネルギー技術の開発、実用化支援、普及拡大への取組が必要である。

6. 人材育成と広報活動の強化

【人材育成】

エネルギー安定供給の観点から、資源開発のノウハウの継承は必要不可欠である。

国内の石炭生産現場が縮小していることから、資源開発の人材育成には、資源国の鉱山や関連施設等と連携し知見を得る機会を提供することが有効であり、こうした国際的な人材育成活動には国の支援が必要である。

石炭利用においては、クリーン・コール・テクノロジーや、CCUS/カーボンリサイクル技術等の導入・普及が必要不可欠で、世界には石炭によるエネルギー供給を必要とする国や地域があることを踏まえると、国際的な人材育成は重要である。

国際的な人材育成については、アジアCCUSネットワーク等の機関を活用することにより、高い国内技術の情報発信、技術普及のための人材育成や人材交流、技術継承していくことが重要で、国内企業や研究機関と連携した研修機能の充実・強化に対する国の支援が必要である。

【広報活動】

エネルギーは国民生活や産業活動の基盤をなしており、そのエネルギーに係る政策を進めていくには、国民に対し、我が国におけるエネルギー事情の理解を深めてもらう機会を充実させることがカギである。

中でも石炭は、発電、製鉄、セメント、化学工業など、あらゆる分野で利用され社会の基盤を支えており、SDGsに挙げられた課題の解決や、多様で公平なエネルギー確保のためには、石炭を利用しながら、地域・地球環境負荷の低減化となる革新的技術開発と社会実装を進め、国際協調と相互理解を深めることが重要である。

石炭等の化石燃料は、CCUS/カーボンリサイクル等技術と組み合わせることでカーボンニュートラル実現に貢献できることを、広く国民に理解してもらうため、積極的な広報活動が必要である。したがって、これら取組を、国際会議等の場、ホームページ、SNS、紙媒体などの様々なツールを活用し、国内外に分り易く情報発信をしていくことが重要で、中でも、若い世代への情報発信は、重要である。

以上

豪州、インド、ASEAN 等への我が国カーボンリサイクル技術の導入可能性調査 (タイ、ベトナム、インド、豪州編)

技術企画部 齊藤 知直、橋本 敬一郎

1. カーボンリサイクル技術動向調査の背景、目的

カーボンリサイクルとは、CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、化学品、燃料・鉱物素材等を製造する際に再利用することで、大気中へのCO₂排出を抑制していく取り組みである。CO₂を大量、かつ、効率的に利用するために、人工光合成、CO₂メタネーション、あるいはCO₂吸収コンクリート等の新しい技術へのパラダイムシフトを起こす必要がある。これまで人工的な変換利用が遅れてきたCO₂を使用するカーボンリサイクルの社会実装には、産学官連携の下で革新的な技術開発を加速し、非連続なイノベーションを早期実現することが鍵とされている。

経済産業省は、2019年にカーボンリサイクル推進室を設置し、カーボンリサイクルのコンセプトや対象分野、ロードマップを策定し、国際的にG20やカーボンリサイクル産学官国際会議で発表している。弊機構は、資源エネルギー庁やNEDOの支援を得て、我が国でのカーボンリサイクル実現に向けた研究開発の推進や国際連携に資する調査を実施しており、特に、火力発電設備から排出されるCO₂を利用するカーボンリサイクルシステムの検討や、海外の大学、研究機関等との国際協力案件創出につなげていくことを目的とし、カーボンリサイクル海外技術動向調査を実施している。

本稿では、日本企業が建設に関わった火力設備を導入している海外発電所（豪州、インド、ASEAN等）向けに我が国カーボンリサイクル技術の導入促進の足掛かりとなる情報の収集と分析調査を行った。その結果概要について報告する。

2. カーボンリサイクル技術の抽出と分析

2.1. カーボンリサイクル物質の定義

本調査でのカーボンリサイクル物質は、基幹物質、化学品、液体燃料、ガス燃料、鉱物化、炭酸塩化の6種類とし、それぞれ以下の通り定義する。

1) 基幹物質の定義

メタノール：COと水素の合成ガスからではなく、CO₂と水素から直接合成されたメタノール

2) 化学品の定義

ポリカーボネート：ホスゲンを用いず、エチレンオキシドと、その副生物であるCO₂で代替して製造されるもの

パラキシレン：原油の精製ではなく、CO₂からメタノール合成し、触媒によってパラキシレンを選択的に合成して製造されるもの

3) 液体燃料の定義

SAF：微細藻類を原料とし、ASTM:D7566 規格 Annex7（変換プロセス：HC-HEFA SPK）に適合 / 相当するSAF（持続可能航空燃料 / バイオジェット燃料）

4) ガス燃料の定義

e-メタン（e-methane）：グリーン水素等の非化石エネルギー源を用いて、メタネーション（CO₂をリサイクルして都市ガスの主成分であるメタンを作る技術）により合成されたメタン

5) 鉱物化の定義

CO₂吸収コンクリート：製造時の原料の特殊混和材にCO₂を固定化するもの。コンクリート製造原料であるセメント利用量を削減することで、製造時のCO₂を低減するもの

6) 炭酸塩化の定義

炭酸マグネシウム：海水淡水化プラントの廃かん水のマグネシウムと発電所などのCO₂から合成された炭酸マグネシウム（MgCO₃）

炭酸ナトリウム：既存の炭酸ナトリウムの製造工程では、石灰石焼成により生成するCO₂を使っているが、その代わりに発電所から回収したCO₂を用いるもの

2.2. 現在開発されているカーボンリサイクル製品と日本の開発企業の選定例

上記1)～6)のカテゴリにおいて、最も社会実装に向けて有望な物質と開発企業の組み合わせを、選定理由と共に表1に示す。

3. カーボンリサイクル技術・製品受入可能性評価

3.1. 調査対象国

当調査では、ASEAN諸国及びエネルギー大国への我が国カーボンリサイクル技術の導入促進の足掛かりとなる情報の収集と分析を行うため、以下7か国を調査対象国とした。なお、(1)～(3)までは前編で述べた（2023.12 Vol.2）ため、本編では続編として(4)～(7)について報告させていただく。

- (1) インドネシア、(2) マレーシア、(3) フィリピン、
- (4) タイ、(5) ベトナム、(6) インド、(7) 豪州

表 1 開発中のカーボンリサイクル製品の物質と開発企業の選定

CR物質		開発企業	選定理由
基幹物質	メタノール	三菱ガス化学	三菱ガス化学は、「環境循環型メタノール構想」のもとCR技術を開発。現在、国内最大のメタノール輸入会社(40%)であり、海外に自社技術のメタノールプラントを保有する総合メーカー。JFEスチールは鉄鋼分野でCR技術を先行させている。
	ポリカーボネート パラキシレン	旭化成 川崎重工業、大阪大学 or 日本製鉄、富山大、 三菱商事、千代田化工	現状の市場規模はポリカーボネートが125億米ドル、パラキシレンは471億米ドルとパラキシレンの方が大きい。CRの技術開発についてはまだ実証事業中であるため、すでに商業化段階のポリカーボネート(開発企業 旭化成)を選定する。
液体燃料	SAF	IHI	新規液体燃料のうち現在最も開発が活発でCNへの貢献が期待されているSAFを選定。SAFの複数の製造プロセスのうち、発電所のCO ₂ 回収を目的に我が国で開発が行われている微細藻類由来プロセスを選定。開発企業のうちASTM国際規格への適合認証を受け、実フライトで採用されたIHIを選定。なお微細藻類由来プロセスは、COを経由せずCO ₂ から直接合成可能で、水素は使用しない。
ガス燃料	e-メタン	日立造船、大阪ガス	新規ガス燃料のうち現在最も開発が活発でCNへの貢献が期待されているe-メタンを選定。開発企業として、発電所や清掃工場の排ガス中CO ₂ の活用を念頭に自社開発触媒によるメタン合成の開発・実用化に取り組んでいる日立造船、及び水を原料に(水素が不要)SOECを活用して85~90%という世界最高レベルの変換効率を目指す大阪ガスを補足的に選定。いずれもCO ₂ から直接合成可能で、日立造船は水素を使用、大阪ガスは水素を不使用。
鉱物化	CO ₂ 吸収コンクリート	鹿島建設、中国電力、 デンカ	コンクリートへのCO ₂ 固定化は各社が実施しているが、CR技術としては開発完了後2014年に実証を実施している本企業体の取組を選定する。
炭酸塩化	炭酸マグネシウム	ササクラ、早稲田大学	炭酸ナトリウムは、CO ₂ 削減量が年間何万トンと、炭酸マグネシウムに比べて大層に見込めるが、国内の製造工場で実施する技術であるため、本調査のCR技術のアジアへの展開の趣旨に外れることから、本章以降の調査では、炭酸マグネシウムのみについて評価検討を行う。
	炭酸ナトリウム	トクヤマ、双日	

(出典：各種公開情報を基に弊機構作成)

3.2. 調査対象国の日本製火力発電所事例

1. タイ

1) チョンブリガス火力発電所

発電所名：チョンブリ発電所
 オーナー：三菱重工、ガルフ・エナジー・デベロップメント社 (Gulf Energy Development PCL)、三井物産の合弁事業会社
 発電方式：GTCC (ガスタービンコンバインドサイクル)
 発電出力：265 万 kW (66.25 万 kW × 4 ユニット)
 建設メーカー：(ガスタービン) 三菱重工 (701JAC)、(排ガス回収ボイラー) 三菱重工、(蒸気タービン) 三菱重工
 運転開始年：2022 年 10 月
 使用燃料：天然ガス
 日本資本注入の有無：(有り) 三井物産
 各 CR 製品導入の動き：同 GTCC 発電所は、メーカーの最新鋭 701JAC を採用しており、熱効率向上による CO₂ 削減効果で十分であると思われる。



図 1 タイの火力発電所

2. ベトナム

1) ギゾン 2 石炭火力発電所

発電所名：ギゾン 2 発電所
 オーナー：ベトナム電力総公社 (EVN)
 発電方式：超々臨界圧 (USC) 石炭火力
 発電出力：120 万 kW (60 万 kW × 2 ユニット)
 建設メーカー：(ボイラー) 三菱重工、(蒸気タービン) 三菱重工
 運転開始年：2022 年 1 月 (1 号)、2022 年 7 月 (2 号)
 使用燃料：石炭
 日本資本注入の有無：(有り) 丸紅 (40%)、東北電力 (10%)、韓国電力公社 (KEPCO、50%) が共同出資し、国際協力銀行をはじめ、日本の金融機関が協調融資をしている。
 各 CR 製品導入の動き：我が国の ODA 事業であるので、本発電所に限っては、CO₂ 回収や CR 製品の生産技術の導入の可能性がある。

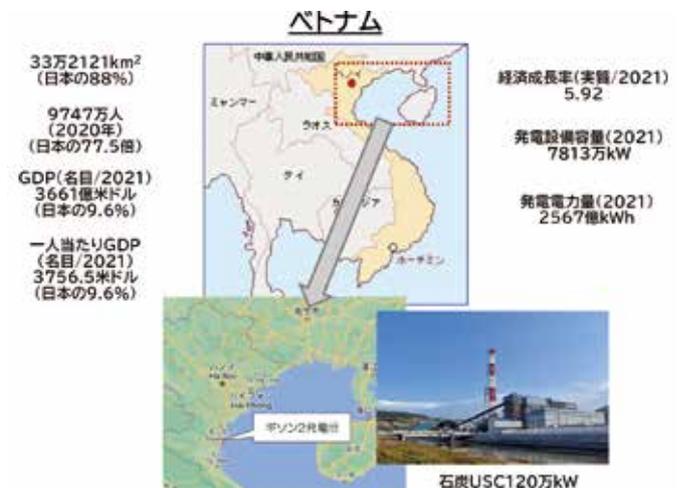


図 2 ベトナムの火力発電所

3. インド

1) カールゴン石炭火力発電所

発電所名:カールゴン発電所
 オーナー:インド国営電力会社 NTPC
 発電方式:超々臨界圧 (USC) 石炭火力
 発電出力:66 万 kW
 建設メーカー:(ボイラー) 三菱重工、(蒸気タービン) 三菱重工
 運転開始年:2015 年
 使用燃料:低品位炭
 日本資本注入の有無:(有り) 丸紅
 各 CR 製品導入の動き:今のところその動きはない。

2) オーライヤガス火力発電所

発電所名:オーライヤ発電所
 オーナー:国営電力会社 NTPC (ニューデリー)
 発電方式:GTCC (ガスタービンコンバインドサイクル)
 発電出力:66 万 3369kW、71 万 8360kW (2015 増強工事)
 建設メーカー:(ガスタービン) 三菱重工 (1990 年に 701D 納入
 2015 年に 701F に換装)、(排ガス回収ボイラー) 三菱重工、
 (蒸気タービン) 三菱重工
 運転開始年:1990 年
 使用燃料:天然ガス
 日本資本注入の有無:(有り) 三菱日立パワーシステムズ (現:
 三菱重工) がローソン&ターボ社 (Larssen & Toubro 社 /
 L&T) と設立したボイラー合弁会社 L&T-MHPS ボイラメプ
 ライバート社およびタービン・発電機合弁会社 L&T-MHPS タ
 ービン発電機プライベート社)
 各 CR 製品導入の動き:出力増強をして発電電力量を上げたこ
 ころであり、CR 製品の導入の動きはない。

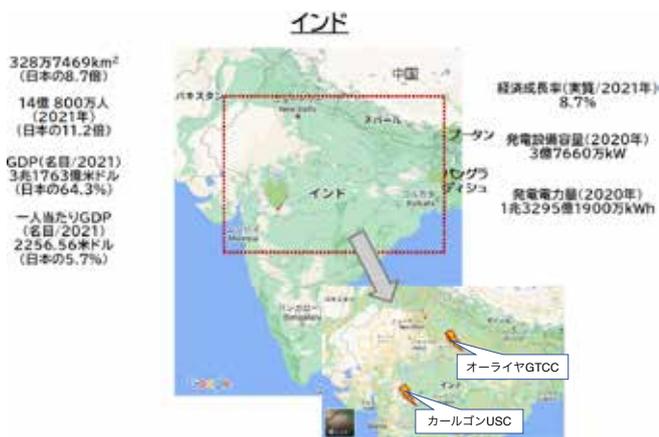


図3 インドの火力発電所

4. オーストラリア

1) ブルーウォーターズ石炭火力発電所

発電所名:ブルーウォーターズ発電所
 オーナー:グリフィン・パワーホールディングス社、ケーピック・ネザ
 ランド社 (関西電力の子会社)
 発電方式:亜臨界圧 (Sub-C) 石炭火力
 発電出力:41.6 万 kW (20.8 万 kW × 2 ユニット)
 建設メーカー:(ボイラー) IHI、(蒸気タービン) GE

運転開始年:2009 年

使用燃料:石炭

日本資本注入の有無:(有り) 住友商事、関電、三菱 UFJ 銀行、
 その他銀行

各 CR 製品導入の動き:亜臨界圧ボイラーであり、単位電力
 量当たりの CO₂ 排出量が USC に比べて多いため、CCS/
 CR 等の対策を講じる必要があると思われる。

2) ハンターガス火力発電所

発電所名:ハンター発電所
 オーナー:スノーウィー・ハイドロ社
 発電方式:GT オープンサイクル
 発電出力:66 万 kW (33 万 kW × 2 ユニット)
 建設メーカー:(ガスタービン) 三菱重工
 運転開始年:2023 年 運開予定
 使用燃料:天然ガス
 日本資本注入の有無:(無し) オーストラリア政府が所有する発
 電及び小売会社であるスノーウィー・ハイドロ社。
 各 CR 製品導入の動き:最新鋭 GT 火力であるため、CR 製
 品導入は難しい。



図4 オーストラリアの火力発電所

3.3. 火力発電設備への CR 製品の導入による影響評価

対象とする個別火力設備と回収 CO₂ をする化学工場

火力発電所の排ガスには、USC 石炭火力で約 14 ~ 15vol%、
 GTCC で約 7 ~ 8vol% の CO₂ が含まれる。このため、CO₂ 回
 収装置としては、CO₂ 濃度の高い石炭火力は、アミン吸収液を
 用いた化学吸収法、CO₂ 濃度の低い GTCC は、ゼオライトを用
 いた物理吸着材が適すると言われている。ただし、火力発電所
 の排ガス中には、除去できなかった SO_x (石炭火力のみ) や NO_x
 が微量含まれているため、アミン吸収液や、ゼオライト吸着剤は
 劣化するため、定期的に交換する必要がある。

ここでは、CO₂ 回収装置については検討しないが、CO₂ を回
 収することにより、発電出力が 15 ~ 20% 減少すること (これは主
 に吸収液の加熱や吸着材の加圧に使われる)、CO₂ 回収装置の
 減価償却 (日本では環境装置の償却年数は 7 年)、運転にともな
 うユーティリティコスト、保守コストが必要となる。この全コストから、
 CO₂ クレジットを差し引いた金額が CO₂ の原価となる。

本調査を行った各種 CR 化学物質を生産する化学工場の有無、SAF に関しては、空港までの距離等の立地条件より、3.3 節において選択した個別の発電所について、評価を行うこととした。

なお、本評価は、発電所と化学工場との距離、化学工場と空港までの距離で評価し、化学工場の CO₂ 受け入れ可能性等については考慮しないものとする。なお、評価には調査担当者の主観が関わってくることを予め断っておく。

1. タイ

1) タイの化学産業

タイの化学産業分野はタイ石油公開株式会社 (PTT) 等が化学産業分野を仕切っており、天然ガス事業、石油事業を行うエネルギー関連企業である。同国最大の企業であり、多くの子会社を有する。1978 年にタイ工業省直轄のタイ石油公社として設立されたが、2001 年に上場し、一部民営化された。そして、2002 年にエネルギー省を直轄する。現在においても、タイ財務省が同社株式の 52.32% を保有している。間接出資分を合算すると約 68% をタイ政府が出資する国有企業である。

PTT の子会社グローバルグリーンケミカル社 (GGC) がタイ製糖会社カセート・タイ・インターナショナル・シュガーと合併で、ナコンサワン県でバイオコンビナート建設を行ったが、工期が遅れ、2021 年第四半期に完成した。このプラントは「ナコンサワン・バイオコンプレックス (コンビナート)」と呼ばれる。

以上の調査により、バンコク南部 65km に位置するチョンブリ GTCC 発電所に最も近いコンビナートとして、本調査では、このナコンサワン・バイオコンプレックスを選択した。同プラントはバンコク市街地より約 200km 北に位置する。

図 5 にチョンブリ GTCC、ナコンサワン・バイオコンプレックス (コンビナート) およびバンコク国際空港の位置関係を示す。

残念ながら、このナコンサワン・バイオコンプレックス (コンビナート) は、発電所から 260km も離れており、発電所で回収した CO₂ をパイプラインで輸送することはコスト的に難しく、また、生産した SAF を国際空港に輸送するためにも、コストがかかる。

同発電所よりも近い化学プラントは、本調査では見当たらず、残念ながら、この発電所での計画は困難と考えられる。



図 5 タイの火力発電所、化学工場及び国際空港の位置関係

2. ベトナム

1) ベトナムの化学産業

ベトナム資本の化学会社はほとんどなく、文献検索を行いヒットした企業も、塗料、接着剤、プラスチック、肥料等の小規模な会社である。その中で、化学メーカーと呼べるものは、ミンダック化学合資料会社 (Minh Duc Stockshare Company) 位である。同社は、石灰石を粉砕した製品が主な製品で、化学工場とは言い難い。

最近立ち上がった石油精製コンビナートは、NGHI サン・精製ペトロケミカル社 (NGHI SON REFINERY AND PETRO-CHEMICAL LLC/NSRP) コンビナートは、ハノイから 9km 離れたベトナム最大のタインホア省ギソン経済区にある。同コンビナートは、ベトナム石油ガスグループ (ペトロベトナム)、クウェート石油ヨーロッパ B.V. (KPE)、出光興産、三井化学の 4 社が出資する合弁会社である。

本プロジェクトは大規模な製油所と石油化学コンビナートであり、同国の急速な工業化による石油化学製品の需要の増加に対応するための政府の戦略として重要である。本プロジェクトを実施することにより、ベトナム国内で精製燃料を確保できる。また、最大の FID となるため、本プロジェクトが成功すれば、ベトナムへのさらなる投資特に日本とクウェートからの投資を誘致するものと思われる。



図 6 NSRP コンビナートの遠景



図 7 火力発電所、NSRP コンビナート及び国際空港位置関係

図7に示すとおり、ギソン2発電所と開発中のNSRPコンビナートとは30kmしか離れていない。この距離であれば、CO₂パイプラインを付けるコストはそうコストはかからないと思われる。また、NSRPコンビナートとビン国際空港との距離も80kmであり、SAFを輸送するにも遠い距離ではない。また、NSRPコンビナートとハノイ国際空港とは190kmの距離にあり、SAFを運搬できる。

よって、「ギソン2発電所」はCR技術導入先の発電所候補となる。

3. インド

1) インドの化学産業

化学産業の分野でインドが注目されている。その理由をはっきりしないが、元来インドには化学工業が存在しなかったからと思われる。インドの化学産業は、日本を含む外国企業に押さえられている。

図8に現在進行中のメタノール製造プラントと既設のGTCC発電所の位置関係を示したが、文献を調べても、都市の名称までしか見当たらない。そこで、都市名から、化学プラントの位置を推定した。オーライヤ化学プラントは三菱化学(株)が建設したものである。本調査では、オーライヤ化学と同じ都市にあるオーライヤGTCC発電所をCR技術導入先の発電所候補とした。なお、同発電所を建設したのは三菱重工(株)である。



図8 オーライヤGTCC、カールゴンUSC及び2つの化学プラントの位置関係

4. オーストラリア

1) オーストラリアの化学産業

オーストラリアはエネルギー資源の宝庫で、石炭の他、石油、天然ガスも採れる。

2019年～2020年のコロナ蔓延による航空燃料消費量の低迷により、オーストラリアで操業している全4製油所(カルティクス(Caltex)は、精製マージンが改善するまでブリスベン(Brisbane)製油所の稼働を停止し、残りのクイナナ(Kwinana)製油所(BP)、アルトナ(Altona)製油所(ExxonMobil)、ジーロング(Geelong)製油所(Viva Energy))は減産または操業を停止した。

しかし、オーストラリアの石油精製事業は、欧米企業の進出が著しく、その大部分は外資系企業か、外資が投入された企業である。インターネットで検索しても、純粋なオーストラリア資本の化学会社はヒットしない。

ここでは、選定した2つの発電所の近隣に、化学プラントおよび空港があるかどうかという立地条件について調査を行った。

①ブルーウォーターズ Sub-C 発電所

同発電所は、西豪州パースの南約180kmに位置する。

②ハンターバレー GTCC 発電所

同発電所は、シドニーから北方約120kmのハンターバレー(Hunter Valley)のクリクリ Kurri Kurri に位置する。



図9 豪州の火力発電所の位置関係

上記火力発電所近隣の化学プラントは以下の通り。

①ウッドサイドエナジー (Woodside Energy)

ウッドサイドエナジー社は、オーストラリアパース南部に水素とアンモニアの生産プラントを建設する。H₂ パースと名付けられたプロジェクトは、州から貸与を受けた約130ヘクタールのロックingham工業地帯とクウィナナ戦略工業地域にわたる用地に建設される。プラントでは1日約1,500トンの水素を生産し、アンモニアや液体水素の形で輸出する。早ければ2023年に稼働する予定。

ブルーウォーターズ Sub-C 石炭火力発電所は、建設中のH₂ パースプラントと110kmの距離にある。同プラントとパース空港とは45kmの距離にある。このH₂ パースプラントは水素を製造する設備であり、水素もCRと考えれば、SAF以外のCR製品も生産できると思われる。



図 10 火力発電所、化学プラント及び国際空港の位置関係

②ハンター水素ハブ

ハンター水素ハブ (Hunter Hydrogen Hub) は、2022 年 6 月に発表した南オーストラリア州のトーレンズ島における水素ハブプロジェクト (Torrens Hydrogen Hub) に加えて AGL との 2 件目の案件で、再エネ由来の水素製造、水素の輸出等の可能性調査を調査する。

ハンター水素ハブでは、AGL が所有するリッデル (Liddell) 石炭火力発電所の跡地および周辺の既存インフラを活用して、ニューサウスウェールズ州のハンターバレー地区に水素産業を導入することを目的とする。

シドニー北部のハンターバレー GTCC 発電所は、建設中ハンター水素ハブと 50km の距離にある。また、ハンター水素ハブとシドニー国際空港とは 130km の距離にある。

このハンター水素ハブも水素を製造する設備であり、水素も CR と考えれば、SAF 以外の CR 製品も生産できると思われる。



図 11 火力発電所、化学プラント及び国際空港の位置関係

上記の結果から、両発電所はオーストラリアの政策にも合致しており、近くに水素製造整備がある等の好条件を考慮すれば、CR 技術導入先の発電所候補と評価できる。

4. カーボンリサイクル製品別、設備別適性評価

評価をする上で、それぞれの発電所に対して適用の可否は実際の発電所とのヒアリング調査や立地状況等の現地確認等が必要となってくるため、当報告では、それぞれの国の気候や場所、脱炭素への取り組み状況や国内情勢を参考にし、評価を行っている。

そのため、発電所に対する評価ではなく、それぞれの国に対しての日本からの事業参入状況やその国の事情に基づき評価を行っていることにご留意いただきたい。また、実際の発電所への適用については、発電所への訪問等による調査は実施していないことから対象外とした。

1) メタノール

MGC (三菱ガス化学) 等のメタノール製造拠点 (サプライチェーン) がない国については、製造拠点の建設等から行う必要があり、ハードルが高いものとする。製造拠点があるサウジアラビアや検討を行っている豪州等には比較的導入しやすいと感じた。

2) ポリカーボネート

非ホスゲン法で使用する CO₂ は基本的にエチレンオキsid製造時に副産されるものであるため、CCU としての効果は少ないことから、DRC 法などのさらなる技術発展を待ちたい。

3) SAF

SAF については多くの研究機関や企業が取り組んでいる事業である。また、微細藻類の培養には熱帯が適していることから、今回の調査対象国 (アジア圏) に適した CR 製品であると考えられる。

4) e-メタン

インドネシアやマレーシアでは日本企業が事業性評価を、米国では東京ガスが製造拠点を選定する等の動きがあるため、これらの国に対する働きかけがよいのではと感じた。その他の国については特に目立った動きは見られないため、さらなる調査が必要である。

5) CO₂ 吸収コンクリート

コンクリートの製造量が多い中国やインド等へ導入することで大きく普及する可能性はあるが、立地条件や技術漏洩が懸念される。アメリカやカナダでは CO₂ 吸収コンクリートの実用化等が進んでいるが、その他の国については特に目立った動きは見られないため、さらなる調査が必要である。

6) 炭酸マグネシウム

添加剤としてのニーズで国内外含めて市場が小さく価格競争力もないので既存市場に割り込むのは厳しい。また、発電所に逆浸透式の海水淡水装置が無ければ適用できない。通常、乾燥帯の国以外では、河川、湖沼、井水を利用するので、逆浸透式の海水淡水化設備を設置している発電所は無く、発電所の設備との相性は良いとは言えない。

5. 総合評価

最も有望な相性となった火力発電設備に、カーボンリサイクル製品を早期社会実装するための市場参入方法、戦略、アプローチ、課題克服等についての見解を述べる。

代表的な6つのカーボンリサイクル技術の調査対象国(タイ、ベトナム、インド、豪州)の火力発電設備への適用可能性を検討した(インドネシア、マレーシア、フィリピンは前編で報告)。

日本国内においても、カーボンリサイクル技術の研究開発・実証・商用化に向けた動きは活発であるが、いまだ研究開発段階の技術も多く、日本国内のみならず、海外への技術の導入促進においても時間を要すると予想される。

また、海外の火力発電所においてカーボンリサイクル技術を導入するためには、まずは発電所の立地や受入れ可否、立地国の情勢等、さらに細密な現地調査を要する。また、今回候補として選択した我が国が建設した火力発電所の近辺に化学工場があることはカーボンリサイクル技術の導入にとって好立地であり、特にSAFに関しては、発電所の近辺に国際空港等の大型空港があることが、立地上必要条件となる。これらの発電所周辺の工業、産業に関する条件がカーボンリサイクル技術導入を左右すると言える。

以上の観点から、今回候補とした発電所のそれぞれについて、発電所周辺200km以内の化学プラント、空港について調査を行った。

- タイのチョンブリ GTCC の 750km 北にナコンサワン・バイオコンビナートがあり、ナフサからエチレンを生産している。かなり離れているが、一応の候補となる。
- ベトナムのギソン2 発電所の北東 30km に NSRP コンビナートがあり、ディーゼル油を生産しているので候補となる。
- インドは、オーライヤ化学プラントと同じ都市にあるオーライヤ GTCC 発電所が候補になる。
- オーストラリアのブルーウォーターズ Sub-C とハンターバレー GTCC はオーストラリア大陸を挟んで東西にあるが、両発電所の近くに水素製造プラントを建設中である。ウッドサイドエネジーの H₂ パースと AGL のハンター水素ハブである。水素は天然ガスから生産するが、CR 製品も生産する可能性はある。よって、両発電所は候補となる。

以上、今回調査を行った地域では、すでに日本企業が FS 調査を行った事例があることから、それらの取り組みを活用し、関係企業との共同開発等を行うことで早期の CR 技術導入が促進できると考える。

【謝辞】

本調査結果は国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務から得られたものである。

2023 年度カーボンリサイクル・火力発電の脱炭素化技術等の普及促進事業 二国間及び多国間技術交流実施報告

国際事業部 藤田 俊子、山田 史子、陳 衛萍、村上 一幸

1. はじめに

2023 年度の NEDO「カーボンリサイクル・火力発電の脱炭素化技術等の普及促進事業」における二国間技術交流はインドと中国の二か国で、また多国間技術交流はマレーシアにおいて ASAEAN 地域を対象としたカーボンニュートラル（以下、CN）セミナーを開催したので報告する。

CN へ向けて電力セクターを中心にエネルギー移行が進む中、世界に目を向けると、CO₂ 排出量の多い火力発電の脱炭素化技術が、最も CO₂ 削減に貢献できると考えられる。我が国が優位性を持つ世界最高水準の発電効率や適切なメンテナンス等のノウハウ、フレキシブル運用技術、更なる火力発電の脱炭素化技術（アンモニアやバイオマス混焼技術、環境負荷低減技術等に係る技術についても、石炭等化石エネルギーに頼らざるを得ない国・地域への普及を継続して進めることが必要となる。また「削減」と並び、「回収」、「利用」、「貯留」、特に利用に係るカーボンリサイクル（以下、CR）技術は新しい協力の可能性があり、CN を目指す国・地域にとっては有用な情報となる。

したがって、こうした我が国技術の展開が期待できる国や地域とのネットワークの形成、強化に資する技術交流を実施し、当該国や地域におけるエネルギー政策や気候変動対策を踏まえた貢献を目指して貢献を目指した。次項に各交流の概要を記す。

2. インドとのワークショップ実施

インド中央電力庁（以下、CEA）と JCOAL の協力 MOU に基づき、2023 年 12 月 13 日（水）にインド、デリーにおいて CEA-JCOAL ワークショップを開催した。このワークショップは、2010 年に両者が MOU を締結以来、インド電力セクターの課題に対し如何に日本技術が応えられるかという観点での最新情報・技術交流を目的として毎年開催している。

開催前日には、NEDO 環境部統括主幹及び JCOAL 理事長が、CEA 火力審議官、計画審議官、火力局長、NTPC 会長兼社長、石炭省（MOC）顧問を訪問し、電力、エネルギーセクターの取り組みについて意見交換した。



電力セクター表敬訪問（左）CEA 審議官、（右）NTPC 会長

インドでは 2070 年 CN 達成へ向け再エネ 500GW 導入計画と並び電力需要を満たすため石炭火力 80GW 追加、グリーンメタノール開発、鉱山跡地の再エネ基地化、水素製造ロードマップ等、多面的な取り組みを進めていることが判明した。

CEA-JCOAL ワークショップでは、インドの政策及び取組状況に鑑み、エネルギー移行への期待が大きい水素、アンモニア、CR、CCUS 等を対象として取り上げつつ、引き続き成長著しい新興国としてのインドが抱える継続課題の（1）環境技術、環境設備、（2）IoT/ 負荷調整、O&M、（3）バイオマス利用の 3 分野について議論した。

- （1）日程：2023 年 12 月 14 日（金）
- （2）テーマ：Efficiency and Environmental Improvement for Sustainable, Stable and Low-carbon Supply of Electricity
- （3）会場：The Imperial New Delhi
- （4）言語、資料：英語
- （5）主催：CEA、JCOAL
- （6）参加者：日印両国より約 125 名

インド側主要参加者：電力省（MoP）事務次官、CEA 計画審議官、火力審議官、既設火力部長関係各部長、NTPC 統轄部長、州電力関係者

日本側主要参加者：中外テクノス、IHI、MHI、東芝 ESS、NEDO 環境部統括主幹、NEDO デリー事務所、JCOAL 理事長

- （7）プログラム及び概要

【開会セッション】



インドワークショップ開会の様子

歓迎挨拶：JCOAL 理事長：電力セクターの諸課題、エネルギー移行における系統安定問題と CN を目指す諸技術の各セッションを有機的に連携させ実りの多い議論を期待。

基調講演：MOP 事務次官：CEA と JCOAL の間の長年にわたる関係ともたらされた貢献に感謝。インドは火力発電だけでなく再エネ導入促進の取り組みにおいてもコミットした以上の成果を挙げている。

来賓挨拶：NTPC 統轄部長：電力供給に責任ある立場として、再エネ導入に力を入れている。供給力の増強を果たすとともに CN へ向け、水素、アンモニア、CCUS 等についても取り組み中。

来賓挨拶：DVC 会長：DVC は発電電の両方を担うインドでも珍しい公社。ダモダル河流域の社会経済向上のため、本日のワークショップでの活発な議論とその成果がインド電力セクターでの取り組みに反映されるよう期待。

来賓挨拶：NEDO 環境部統括主幹：NEDO は日本政府の一翼として脱炭素・CR 技術開発に取り組んでいる。インドでは、本ワークショップの支援に加え、アンモニア混焼の取り組みも支援している。議論が今後の具体的な取り組みにつながるよう期待。

開会挨拶：CEA 火力審議官：インドでは、エネルギー移行期においても、当面の間火力発電は再エネと並行し、発電の主力であり続ける。再生エネと送電バランスのためには火力発電所の柔軟な運用が必要。CEA と JCOAL の協力に今後も期待する。

【第 1 セッション】インド電力状況、CEA-JCOAL 協力

議長：CEA

内容	発表者
Updates and Future Direction of India Power Sector	CEA
Indo-Japan Cooperation	CEA

インドにおいて経済が急成長する中で気候変動に対応し電力セクターでの様々な技術、エネルギー導入の取り組みにとどまらず EV 導入にまで取り組んでいる状況を踏まえ、インドがどのようにエネルギーセキュリティを確保しようとしているのかを議論した。最初の講演では、再生可能エネルギーと炭素強度の削減に向けたロードマップ、第 2 講演では、電力セクターにおける CEA-JCOAL の協力活動について、CEA と JCOAL が共同講演した。

現在インドは 425GW の設備容量を有し、世界第 3 位。一方でひとりあたり電力消費量は 1,300kWh で、世界平均の 3 分の 1。電力セクターでは、再エネ開発が急速に進む一方で、石炭火力は依然主軸。一方で、電力セクター改革ではインドはすでにリアルタイムの卸売市場、容量市場が立ち上げられている。再エネは、急速に伸びており今後も開発が進む見込。2032 年には太陽光が 40%、石炭が 29% と設備容量では完全に逆転する。一方、総発電量に関しては、2026 年から 2027 年には石炭が約 59%、太陽光発電が約 17%、2031 年から 2032 年においても石炭はなお 50% を占めている。

【第 2 セッション】エネルギー移行期における技術課題

議長：JCOAL

内容	発表者
1. New Environmental Norms	CEA
2. Policy and Regulations on Biomass Utilization for Power Generation through Co-firing in Coal-based Thermal Power Plants	
NTPC's environmental solutions to transform challenges into opportunities	NTPC
Environmental measures and biomass cofiring for optimal plant operation	CLP Jhajjar
Our Contribution Towards Stable Operation of FGD System	Chugai Technos
Biomass Utilisation in Power Generation	IHI
Activities under CEA-JCOAL Collaboration for transitional technology solutions	JCOAL



第 2 セッションの様子

インドにとり、石炭火力発電は現在も将来も電力の主力。エネルギー移行の中、継続利用するには、石炭火力発電の運用をより効率的にするため総合的に最適化を図る必要がある。この観点から、排ガスへの環境対策、バイオマス混焼等が貢献、さらに改善が進むよう関連技術、知見を共有、議論する。

バイオマス混焼に関する国家ミッションは、もともと、デリー首都圏地域の大气汚染の主因と見られている隣接州での大气環境対策として実施されているが、結果として排出削減、クリーンなエネルギーへの移行を後押しするかたちとなっている。CLP Jhajjar は、1,320MW の石炭火力発電所で、排ガス規制はすべてクリアし、水のゼロ排出も遵守。灰利用は 100%。バイオマス混焼は、0.03% から開始、段階的に混焼率を上げて、2023 年 11 月には 1% 台まで上げた。最終的には政府推奨の混焼率を達成予定。中外テクノスは第三者による排ガス測定、省エネ診断技術、IHI はバイオマス混焼の総合的な技術開発経過と商用化技術、JCOAL は稲わらペレット検討、石炭灰利用、e-fuel (CR メタノール) 等の調査儀容を報告した。

【第 3 セッション】電力系統柔軟化の課題

議長：CEA

内容	発表者
Flexible Power and Compensation for Thermal Generating Units	CEA
NTPC's holistic approach to flexible operation	NTPC
Flexible operation – Retrofits for combustor & boiler systems and Digital solutions for plants' operational flexibility	L&T-MHI
1. Toshiba IoT Technology	Toshiba-JSW
2. Toshiba BESS Technology in the Energy Business	



第3セッションの様子

インドは、2029-30年までに非化石燃料約500GWの目標を掲げており、そのうち太陽光と風力の計が約350GW。そのためには、国内で電力系統安定化のために、運転中の既設火力発電所を最大40%または55%まで負荷調整できるようにする必要があり、2030年までに40%の最低負荷を実現するため、規制を準備中。本セッションでは系統柔軟化に係る技術を議論する。

NTPCはインドの発電量の4分の1に貢献、系統安定への貢献と言う観点から平均で最大60%の熱柔軟性に影響しており、今後、PLF低下、負荷要件、2シフト移行等、O&Mコストの増加、設備寿命の影響が課題。三菱重工はボイラ技術の点からの負荷調整技術、運用のデジタル化を紹介、東芝は発電所IoTに加え蓄電池による平準化も紹介、会場からは導入コスト面等活発な質問があった。

【第4セッション】エネルギー移行を牽引する新技術

議長：JCOAL

内容	発表者
National Missions on new and emerging technologies	CEA
Strategic decarbonisation solutions toward Net-zero	NTPC
Technologies for Fuel Ammonia Value chain	IHI
Toshiba's activity in CCUS	Toshiba-JSW



第4セッションの様子

このセッションでは、エネルギー移行を牽引する新興エネルギー技術を取り上げた。講演各位はバリューチェーンの確立に熱心に取り組んで来た立場で、技術にとどまらず、バリューチェーンについてもカバーしながら講演いただいた。

現在、インドが取り組む重要な新エネルギー推進政策としては、MAHIR、つまり先進的で影響力の高い研究分野について、産学官の有力組織と協力、技術開発、導入を進める国家プログラムと国家グリーン水素ミッション。中でも技術スコーピング委員会ではさまざまな研究開発分野を特定、有用でポテンシャルの高い技術を推奨するとともに、承認された研究プロジェクトをモニタリングする。また電力関連ではSDGs7の観点から、BESSは非常に重要。NTPCでは、Waste to Value、炭素クレジット、グリーン水素

等クリーンエネルギーに関する実証試験、マイクログリッド開発に取り組む。日本企業ではIHIからアンモニア混焼、東芝ESSからはCO₂回収技術の講演があり、活発な意見交換が行われた。

最後に、CEA及びJCOALからラップアップ及びまとめの挨拶をもって閉会とした。インド政府は地球環境問題への積極的な対応とともに、エネルギーの安定供給確保のため、エネルギーランジション期間における石炭火力発電の新設を含めたエネルギーミックス政策を推進している。また、脱炭素化の取り組みとして再生可能エネルギーの大幅な導入やCR等のCCUSやCCSなどの取り組みを加速するためのロードマップを作成している。このような状況の中での今回のワークショップは、CNへ向けた両国の取り組みの実情を認識する上で大きな意味、成果があったと考える。とりわけ、インド政府は今後2030年までに高効率の石炭火力80GWの新設計画は今後の経済成長に伴うエネルギー安定供給上不可欠との認識であり、CEA-JCOALのCNに向けた協力も、この現実を直視した協力の必要性を再認識した。環境対応については、今後の我が国メーカー現地法人の対応等を注視するとともに、既設石炭火力発電へのバイオマス混焼、アンモニア混焼には足元の実証協力案件として、またグリーン水素サプライチェーン、CR等のCCUSやCCS等革新的なCN技術については、技術開発、実証の試験の今後の動向を見据えて、積極的な情報交換、具体的な実証研究等の可能性の模索が必要であると思われる。

3. 中国との日中共同委員会及び関連機関訪問

中国電力企業联合会(CEC)とJCOALを共同議長とする日中共同委員会を2024年3月7日、北京CEC会議室で開催した。本会議はコロナウイルス終息後初めての実開催となり北京を訪問した。委員会後に実施した西安熱工研究院(TPRI)、中国煤炭科工集团有限公司(CCTEG)との意見交換及び施設見学についても併せて報告する。



2023年度日中共同委員会参加者

- (1) 日程：2024年3月7日(木)
- (2) 会場：北京、CEC会議室、及びオンライン接続
- (3) 言語、資料：中国語、日本語逐次通訳
- (4) 主催：CEC、JCOAL
- (5) 参加者：日中両国より38名(会場参加20名)

中国側主な参加者：CEC常務副理事長、国際合作部主任、規格発展部主任、TPRI副総マネージャー、海外事業部主任、中国機械工業連合会、電力規画設計総院

日本側主な参加者：NEDO 環境部長、中外テクノス、電気事業連合会、日本電機工業会、JCOAL 理事長

(7) プログラム及び概要

内容		発表者
①議長挨拶		
CEC	JCOAL	
② CN 実現に向けた取り組み状況及び関連技術の説明		
日本の CN 実現に向けた取り組み		NEDO
中国の CN 実現に向けた取り組み		CEC
日中共同委員会活動報告及び JCOAL の CN へ向けた役割		JCOAL
様々なプラットフォームを活用した日中企業の技術交流の促進		CEC
バイオマスなど CN 燃料の利用技術		TPRI
CCS 漏出 CO ₂ モニタリング及び CO ₂ 分離回収液の詳細分析技術		中外テクノス
③日中委員意見		
中国 電力規画設計総院		中国機械工業連合会
日本 電力事業連合会		日本電機工業会
④議長総括		
CEC	JCOAL	

本会議では、技術開発で先端をいく日中両国が協力して世界の CN に貢献していくこと及び具体的なプロジェクトを進めていくことを確認し、その中でも TPRI と JCOAL のバイオマス利用の共同提案についての期待が示された。本委員会を日中協力の中でも成果の上がるプラットフォームとなるように協力を進めること、第三国協力を模索すること、次回は日本で開催すること等も確認した。以下各発言の概要。



日中共同委員会の様子

①議長挨拶

CEC 挨拶：中国は電力のグリーン化に向けて諸施策を進めている。昨年の発電量は 89,000 億 kWh、設備容量は 29 億 kW、その約 29.8%を再生で発電。設備容量ベースでは再生の伸びが火力の 5 倍大きい。一方火力についても効率向上、柔軟運用、環境改善等が進んでいる。日本と中国は互いに CN へ向けて同じ方向性であり、今後協力の具体化に向けて実りある議論を期待する。

JCOAL 挨拶：本日は 4 年ぶりの実開催、日中両国はそれぞれが CN に向けて努力を継続している。日本は直近のエネルギーで石炭を 19%に、CO₂ 削減を 2030 年段階で 2013 年比 46% 削減を目標としている。更なる削減のためには CCS や CR が必要。技術で先端を行く日中両国が世界の CN へ貢

献する時代となった。本委員会が果たすべき役割や期待を各委員から頂戴し、今後の活動のガイドラインとしたい。

② CN 実現に向けた取り組み状況及び関連技術の説明

NEDO：NEDO の取組を紹介した。GX 関連法の整備に伴い、国内の CN、CR 関連技術開発支援、開発整備、拠点整備の例を紹介。主な CN 技術支援では 1000MW の実プラントでのアンモニア混焼試験が始まること、中国関連ではメタネーション技術導入調査例を紹介。

CEC：中国のグリーン発展の実績について説明。エネルギー移行期において如何にグリーン発電・供給システムを構築するかに重点を置いている。CO₂ 排出量の多い火力発電は大規模リプレースと改造で高効率化が進み、2010 年からみて発電量当たりの CO₂ 排出量は約 24% 削減している。CCUS のモデルプロジェクトを推進しているが課題はコスト。

JCOAL：2022 年度共同委員会総括と 2023 年度の CEC、TPRI 来日に伴う意見交換例を紹介。併せて JCOAL の CN への役割として、化石エネルギーを必要とする国・地域での脱炭素技術、CR 技術の紹介イベント等を会員企業の協力を得て実施していることを紹介した。

CEC：CEC は現在メーカー会員も増え、総数は 1000 社を超えてきた。CEC は電力業界の火力ユニットのエネルギー効率のベンチマークを設けたり、各種統計、成績の良いプラントを表彰、また気候変動対策、EV 化・エネルギー貯蔵、水素エネルギー、電力設備・サプライチェーンの各分科会を設置し、発展のための議論と普及サービスを主導している。

中外テクノス：カナダにおける CCS 貯留サイトの CO₂ 漏出モニタリング技術及び CO₂ 分離回収に使用されるアミン吸収液の劣化状態を分析するための詳細解析技術を紹介。

TPRI：石炭火力の低炭素化として、(1) 高効率化改造、(2) バイオマス等の混焼、(3) バイオマス発電 +CCUS とすることでネガティブエミッションを達成するアプローチを進めている。中国政府は 13 次 5 か年計画以来、石炭火力にバイオマスと固形廃棄物の混焼を支援する一連の政策措置を発表した。国内のバイオマス資源量は石炭換算で 2~3.6 億トン/年と推定されるが課題は輸送である。JCOAL とバイオマス混焼で共同研究を実施予定であり、共同委員会でも支援してもらいたい。



日中共同委員会の様子

③委員からの意見

電力規画設計総院：電力規画設計総院は政府の 5 年計画立案に寄与してきた。現在は 2030 年 CO₂ ピークアウト、2060 年 CN の目標達成に向けて各種施策を実施している。特に国際合作部では、一帯一路政策におけるインフラ整備

支援、IEA とのコラボレーション等を実施している。共同委員会は両国の CN 協力だけではなく、世界に貢献する意識をもって進めてもらいたい。

電事連:電事連は「電源の脱炭素化」を発表。掲げている目標は、(1) 2050 年 CN に向けて技術イノベーションの加速、(2) 電化推進、電源の脱炭素化推進、(3) S+3E である。日本の CO₂ 排出の 4 割は電力であるという認識にたち、脱炭素化のために例えばアンモニア混焼等の実証を足掛かりに電力技術の脱炭素化を推進する。TPRI と JCOAL のバイオマス混焼協力を期待する。

中国機械工業連合会:同連合会は政府と企業の中間に位置し、中国における新技術の導入と普及を担当している。日中共同委員会への期待とアドバイスは、(1) 両国会員のシーズとニーズを取り入れて実現可能なプロジェクトを早期に共同して立ち上げること、(2) 電力のグリーン化については、CCS、CCUS 火力プラントの効率化改造、調整電源化につき何ができるか深掘すること、(3) 国際協力プロジェクトを進めること、(4) エネルギーのデジタル化をすすめることである。

電気機械工業会 (JEMA):同工業会は CN 目標達成に向けては 2050 年からバックキャストしてやるべき目標を設定している。再エネ電源は変動性が高いので、石炭火力の調整力を高める必要があり、エネルギー移行期では火力の役割は高いとみている。アジアの火力発電技術トップ国同士の協力として、世界に貢献する活動を行ってほしい。

④議長総括

日中両国政府はいずれも CN の目標を定めている。現状プロセスで石炭を必要とするセクターがあり、今後、これら脱炭素化技術、CCS 関連技術に加え、CR 分野に関する議論をさらに深化させることが日中両国にとり意義あるものと認識している。本日議論したように、日中両国の相互協力が今後の両国及び世界の CN 推進に役立てる機会があると確信し、今後とも相互の交流は続けていきたいと願っている。

本日の活発な発言・意見に心から感謝。現在の共同委員会における協力活動を継続・拡大していくために、(1) 電力分野で両国の技術革新を継続すること、(2) 多次元プラットフォームの構築として、現状の CEC-JCOAL 協力をベースに、会員間のニーズ・シーズに基づく協力、両国の政策に一致する協力、コミュニケーション強化を図ること、(3) 国際機関との協力など、協力範囲を維持・拡大すること、である。今年の日中国交正常化 52 周年になるので、本共同委員会も貢献できるように協力を進めたい。

⑤関係機関への訪問

(i) 西安熱工研究院他訪問

共同委員会の翌日 3 月 8 日、西安の西安熱工研究院 (TPRI) 居副院長を訪問し CN へ向けた技術協力に関する意見交換を実施した。ここでは TPRI と JCOAL で予定しているバイオマス混焼利用に関する共同研究についても合わせて意見交換を行った。さらに同社が西安市閻良地区に保有する 4MW 汎用型石炭燃焼試験設備及び環境試験設備を見学した。同設備は水素混焼、アンモニア混焼等幅広く利用でき、今後国際協力も含め広く活用する。

(ii) 中国煤炭科工集团有限公司他訪問

翌週 3 月 11 日には北京に戻り中国煤炭科工集团有限公司胡董事長及び中国石炭工業協会劉副会長を訪問し、CN へ向けての意見交換を行った。特に石炭工業協会では、CO₂ 削減を進めなくてはならないものの、足元のエネルギー事情から石炭増産へのプレッシャーもある等、事情もうかがえた。中国煤炭科工集团有限公司では意見交換の後、石炭液化設備を見学、約 30 年前当時の NEDO との協力について説明を受けた。この開発技術は現在神華の商用プラントへ生きている。



TPRI 石炭燃焼設備

CCTEG (中国煤炭科工集团)
石炭液化研究設備

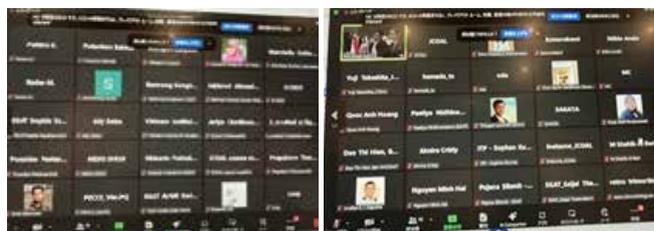
なお、CEC、CCTEG とは本訪問機会をとらえて、それぞれ CN に向かう協力に関する JCOAL との MOU を交わした。

4. 東南アジア CN セミナー 2024 実施

加速する世界の CN 化／脱炭素化の潮流の中での COP28 やアジア・ゼロエミッション共同体 (AZEC) での動き等のもと、各国政府や電力業界の参加を得、火力発電の高効率化技術を中心に行ってきた HELE セミナーを見直し、且つ、東南アジア諸国からの対面方式開催への意欲を鑑み、2024 年 2 月 29 日 (木) に、マレーシアにて標記セミナーを実施した。なお、セミナーと並行して、日本企業と東南アジア関連機関とのビジネスマッチングに資するためのバイ会談も実施した。会場は、写真に示す通り、発表者・関係者が中央に着席。なお、マレーシア (エネルギー転換・水管理省、エネルギー委員会、ペトロナス社) から多くの来場参加を得、活発な意見交換がなされた。



会場の様子



オンライン参加者 (一部抜粋)

- (1) 日程：2024 年 2 月 29 日(木)
 (2) テーマ：東南アジアの CN・脱炭素化へのパスと今後の方向～ゼロエミッション達成のための現実的な解決策としての CCUS/CR 技術の効果的な活用
 (3) 会場：プルマンホテル会議室
 (4) 言語、資料：英語
 (5) 主催：JCOAL
 (6) 監修：NEDO
 (7) 参加者：
 ・ 東南アジア 7 か国（インドネシア、マレーシア、フィリピン、ベトナム、タイ、シンガポール、カンボジア）から政策関係者、電力業界、セメント業界、製鉄業界、化学業界、プラント業界関係者
 ・ 東南アジア国際機関／ERIA、ACE
 ・ 本邦企業（JERA、東芝 ESS、IHI、鹿島、旭化成、東洋エンジニアリング、SHI、KHI）
 (8) プログラム及び概要

開会セッション

- 10:00-10:05 開会辞 JCOAL 理事長
 10:05-10:10 来賓辞 NEDO 環境部長
 10:10-10:15 講演 NEDO の CR イニシアチブ

パート A：東南アジア国別の CN の取組み



CN セミナーの様子（左）各国代表、（右）日本企業等



CN セミナーの様子

- 10:20-10:45 カンボジアの気候変動取組み：CN への長期戦略
 カンボジア鉱業エネルギー省 エネルギー総局火力燃焼部排出削減室長
 戦略としては、民間も加わり、環境の持続可能性とグリーン開発を進めていく。
 10:45-11:05 マレーシアにおける CCS ハブの取組み
 マレーシアペトロナス社 CCS 担当部長
 排出削減が困難な産業における脱炭素化技術の中で、CCS が重要な役割を担う。北部、東部、南部 3 箇所での CCS 地域ハブを開発予定。日本とも協業。技術の成熟とコスト低減が課題。
 11:05-11:25 化石燃料発電プラントにおける CCUS の取組み
 インドネシア PLN 社技術革新部長

CCUS は必須の技術であり直接貯留と EOR、EGR の他、化学品への転換利用を促す CCU も検討。脱炭素化技術を 4 つに分類しネットゼロに向けたロードマップを作成している。

11:25-11:45 CO₂ 削減策～建設業界における取組み

ベトナム建設協会副事務局長

セメント、赤瓦、ガラスの生産が建設部門の CO₂ 排出量の 6 割を占め、協会として、各社の CO₂ 排出削減のための新技術導入を支援。JCOAL の協力、NEDO の支援に期待。

11:45-12:05 フィリピンのエネルギー転換における取組み

フィリピンエネルギー省電力発電供給部門専門家

2020 年 Coal Moratorium で石炭火力新設停止を表明。既存の石炭火力のデコミッションing とリバーパシングの加速、小型モジュール型原子力、洋上風力の導入を検討している。

12:05-12:25 EGAT における CCUS 事業の最新動向

タイ EGAT 発電技術部長

2050 年カーボンニュートラル実現のための 3S 戦略 (Sources+Sink+Support)、マエモ発電所で CCUS のパイロットプラント建設を計画 (2030 年運開)。政策支援、国内外からの資金調達、カーボンクレジットの仕組み作りが必要。

パート B：日本企業の CN / 脱炭素化の取組み

14:00-14:20 JERA の脱炭素 ZERO EMISSION への取組み

JERA アジア社チーフソリューションオフィサー

2050 年 CN への挑戦を宣言し、再エネ拡大と火力発電のゼロエミッション化、特に、石炭・LNG からアンモニア・水素への転換を目指し、アジアの経済発展と脱炭素化を支援。

14:20-14:40 東芝 ESS における取組み

CO₂ 分離回収システム計画・開発部専門家

ごみ処理設備や火力発電所への CO₂ 分離回収設備の適用実績、TNB Genco 社と共同で実施したマレーシアにおける火力発電所への CCUS 技術導入に向けた取組みを紹介。

14:40-15:00 SHI における取組み

エネルギー&ライフラインセグメント事業開発推進部長

化石燃料からバイオマス燃料への燃料転換、ボイラ排ガスからの CO₂ 回収技術、回収 CO₂ 利用目的における FT 合成用触媒の開発、再生可能な自然エネルギーの蓄エネルギー技術の開発を紹介。

15:00-15:20 東洋エンジニアリングにおける取組み

営業統括本部 CN 本部バリューチェーン事業投資推進部長

燃料アンモニア (blue/green)、アンモニアクラッキング、グリーン-Methanol、SAF 事業等を紹介。

15:20-15:40 KHI における取組み

水素戦略本部プロジェクト総括部プロジェクト開発部特別主席

クリーンエネルギーである「水素」に着目、「つくる・はこぶ・ためる・つかう」サプライチェーン全体にかかわる機器・サービス提供により、水素社会実現を目指す。

パート C：日本企業の CR 技術開発取組みと東南アジアへの貢献可能性

16:00-16:20 CN 達成技術の Negative Concrete 技術への挑戦

鹿島建設(株)技術研究所副所長

ネガティブコンクリートを達成するための 3 本の技術的選択肢 (①ポルトランドセメントの補填添加による代替・還元、②

炭酸化養生によるCO₂の回収・貯留、③CCU構成材の採用)をCO₂-SUICOMは全て組合せ可、世界で最も先進的なアプローチで開発している。

16:20-16:40 旭化成のCR技術の取組み

旭化成(株)化学・プロセス研究所プロセス開発部長水素に依存せず、CO₂を高付加価値品であるポリカーボネートやイソシアネート類に変換するCO₂化学品関連技術として、DRC法DPCプロセス及びイソシアネート製造プロセスを紹介。

16:40-17:00 シンガポールと共同研究開発したオレフィン合成、メタネーション他の紹介:タイSCG Chemical社との合同発表(株)IHIカーボンソリューションSBU技術センター開発部主査シンガポール科学技術庁傘下の研究所(ISCE2)と共同開発したオレフィン合成触媒を用いたタイ王室系企業SCGC社の既設オレフィン工場における実証プラント共同事業の紹介。

パートD:まとめ

17:00-17:25 コメント・ショートディスカッション・総括

[コメント(ERIA、ACEから)]

ERIA 上級エネルギー統括主幹

CN実現に向け、東南アジア各国は日本の優れた技術をどのように導入、利用するかは重要だが、その際技術のアドヴァンティが鍵である。

ACE 電力・化石・代替貯蔵技術部長

昨年アセアンCN戦略が採択され、その中でCCUSの強化が示された。日本から様々な技術紹介があったが、重要な要素は経済性であり、今後日本側と議論を継続したい。

[ショートディスカッション:参加国からのコメント]

- ・タイ:CCU/CRは新しい分野のため検討段階。資金への支援が必要。本日得た情報をきっかけに検討を開始したい。
- ・フィリピン:CCU/CR技術が国内企業に導入され実用化が証明できれば、DOEは導入を奨励できる。

[まとめ]

- ・JCOAL 理事長:CN達成は容易ではなく、開発途上段階である。このような時こそ、コミュニケーションを良くすることが必要。JCOALとしては、日本とASEAN諸国の調整役を果たしていきたい。
- ・NEDO 環境部長:CCUはまだ初期段階であるが、FSを通じて支援していきたい。アンモニアサプライチェーンの構築についても、東南アジア諸国と協力していきたい。

(9) 全体を通して

ハイブリッドで開催した標記セミナーは、200名を大きく超える参加を得(会場90名、オンライン165名、未登録の参加者あり)、関係各国機関、公社及び日本企業講演者、参加者による充実した質疑、意見交換が展開された。

今回初めてカンボジア政府から同国のロードマップ等の講演を得た。シンガポール政府は当初オンライン講演参加の予定であったが、直前まで調整がつかず不参加となった。事前に各国各機関を訪問し、今回のセミナー趣旨等を説明したことにより多くの参加者を得ることができたことは成果の一つである。なおセミナーと

並行して各国と日本企業によるバイ会談を7本行うことができ、今後の本邦技術展開の一助となったと考える。東南アジア各国からは本セミナーの継続実施への期待が示された。



マレーシアエネルギー委員会訪問、意見交換

セミナー翌日には、JCOALにて、JCOALとこれまでも関連の深いエネルギー委員会を訪問、CEO(最高経営責任者)に表敬訪問し、意見交換を行った。マレーシアは日本と同じ2050年のネットゼロエミッションを掲げており、いかにして削減策を経済性のあるものにするか、腐心している様子が感じられた。また、頻繁に省庁再編が起こるマレーシアにおいて、規制機関でありながら、エネルギー関係の基本政策策定にも関与してきた機関の幹部らしく、日本は石炭をどうするつもりなのか、踏み込んだ質問及びエネルギー移行関係の取組みが進んでいる設備の視察を考えたいとの意向が表明された。

5. まとめ

インドではCEAとJCOALの協力関係及びそれに基づき毎年開催しているワークショップが、設備受注のような実績ではないものの、確実にインド電力セクターの課題解決に貢献しており、このような技術情報交流の継続が強く望まれている。

中国に関しては、必要エネルギーの石炭をより効率的に使いつつCNを達成するという観点で同方向であることをCEC・JCOAL両者が確認しつつ、具体的な協力案件を探すことで意見が一致した。また日中友好の面でもこのような民間ベースの対話が重要であることも確認できた。

東南アジアCNセミナーについては、前回までのHELEセミナーから目標をCN技術紹介に変更した結果、より多くの参加者を得られたことから、ASEAN地域の関心が伺えた。特に、(1)セミナーに参加した各国の代表から、それぞれの国が取り組んでいるCN政策の方向性を確認できたこと、(2)それぞれの取り組みは、現時点ではアーリーステージのFS段階の緒についた状況であること、(3)日本企業による講演は、各国関係機関にとり、大きな刺激となったこと、(4)今回は、初めてのCNセミナーであったが、ERIA/ACEの代表からも指摘された通り、今後、継続的なセミナーの開催が重要との認識が共有できたこと等成果が多かった。

CNへ向かう手段は多様ではあるが、化石エネルギーに依存せざるを得ない国・地域にとっては、脱炭素化技術によるCO₂削減が重要であり、今後も継続的にセミナー等の技術情報交流が必要であるとともに、技術を提供する日本企業にとっても有効な機会を提供するものである。

欧州のカーボンリサイクル技術開発動向調査 ～ The European Carbon Dioxide Utilization Summit 報告～

技術連携戦略センター 田中 恒祐
技術企画部 齊藤 知直

1. 背景、目的

脱炭素化に向かい加速している世界にとって必要とされているカーボンリサイクル技術が、欧州で更にもどのように技術開発されているかを深堀調査することは日本にとって有益である。それらの技術開発と日本が開発している技術と比較・整理・分析を行うことにより、日本の技術の世界への導入促進の足掛かりとなると考える。そこで、欧州のカーボンリサイクル技術開発動向調査として、①欧州でのカーボンリサイクル技術開発状況を把握し、我が国におけるカーボンリサイクル技術の社会実装に向けた課題抽出に役立てる、②カーボンリサイクル関連機関とのネットワークを構築する、を具体的な目的とし、2023年10月にドイツのハンブルグで開催された“The European Carbon Dioxide Utilization Summit”に参加した。

2. The European Carbon Dioxide Utilization Summit 参加

本サミットは民間主催のシンポジウムで2023年10月25日～26日にドイツ連邦共和国ハンブルグ市内のLe Méridien Hamburgホテルで開催された。主催者は英国拠点のイベント企画会社Active Communications International社である。参加者は約100名で、日本企業は三菱重工欧州デュッセルドルフ事務所(3名)、岩谷産業欧州ミュンヘン事務所(1名)、神戸製鋼欧州ミュンヘン事務所(1名)、カーボンリサイクルファンド(2名)、JCOAL(2名)が参加した。

2日間で約25件のプレゼン発表が行われ、主に欧州の企業・大学等におけるCO₂分離回収技術、CO₂利用技術(合成燃料、合成化学品、CO₂電解(CO製造)、CO₂固定化等)の開発状況、開発段階、および資金サポート有無等について情報収集するとともに、JCOALからCO₂分離回収技術(ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発)の取り組みを紹介した。以下に聴講した21件の技術講演の骨子を紹介する。



写真1 サミット会場の様子

(1) CO₂ Value Europe (ベルギー)

- ベルギーブリュッセルに本部を置くCCUを推進する非営利団体で2017年設立。様々なセクター(産業、ベンチャー、大学、研究機関など)から90以上のメンバー会員を有する団体。
- カンファレンスプレゼンターとして「EUにおけるCCU:新たな法整備と残された課題、今後の政策の優先課題」と題して紹介。
- 2030年までのGHG排出量55%削減に向けた「政策パッケージFit-for-55」関連法案がほぼ成立。
- 再生可能エネルギー指令改正(RED III)では、再エネ比率の拡大と化石燃料代替としてRFNBO(非バイオ由来再エネ燃料)の普及拡大が協調される。
- 運輸部門(海運・航空)におけるグリーン水素&合成燃料の普及拡大を目指す。
- 合成燃料用のCO₂源については、化石燃料に由来しないCO₂の利用を推進。

(2) Landwarme GmbH (ドイツ)

- ドイツミュンヘンに拠点を置き、バイオメタン供給メーカーで2007年設立。
- これまでに90以上のバイオメタンプラントを提供し、バイオメタンの取引量は2.5TWh。
- バイオガス(CO₂、CH₄)のアップグレード後のCO₂を液化し、リサイクルコンクリートにCO₂を取り込み固定化させて、コンクリート製品を製造する実証プロジェクトの取り組みを紹介。ドイツ・ドレスデンで実証試験中。

(3) TOPSOE (デンマーク)

- デンマークに拠点を置き、脱炭素化に向けたソリューションの開発、世界規模のエネルギー移行のための技術、触媒、およびサービスを提供。1940年設立、従業員数は約2千人。
- 開発中のSOEC型(固体酸化物形)水電解装置及びCO₂電解技術の特徴、プロセスを紹介。高価な貴金属触媒を使わない水電解技術、水蒸気を700～800度の高温状態にして水電解を促進。
- アルカリ型やPEM型(固体高分子電解質膜)より水素製造の電力消費量を削減可。

(4) JCOAL (日本)

- 2020年から国プロとしてスタートした「ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発」プロジェクトの事業概要と成果の一部を紹介。
- 流動媒体として、天然粒子のイルメナイト（チタン鉄鉱石）を選定し、水素生成反応特性、およびコールドモデル装置を用いた循環流動試験結果を示し、粒子循環量の安定制御が可能であること、粒子摩耗率も軽微であることを報告。

(5) Bilfinger SE (ドイツ)

- ドイツのマンハイムに拠点を置く、土木、産業建設、エンジニアリング、およびサービスを専門とする多国籍企業。1880年設立、従業員数約3万人。
- CCUS導入を検討しているユーザーに対するCCUSの導入コスト、プロセス最適化検討等のサービスを提供。

(6) ThyssenKrupp (ドイツ)

- ドイツのエッセンに本社がある鉄鋼・工業製品メーカー。2030年に-30%CO₂削減目標を掲げる。
- ドイツ西部のデュースブルク市にあるパイロット試験設備で同社製鉄所からの排ガス（H₂、CO、CO₂等）を原料に化学品原料製造プロセスを紹介（Carbon2Chem Project）。
- 再生可能エネルギーを用いた電気分解（2MWのアルカリ型水電解プラント）によるH₂製造の取り組みを紹介。2025年から工業化に向けたスケールアップを進める。

(7) Avantium (オランダ)

- オランダアムステルダムに拠点を置く、化学テクノロジー企業。従業員数は220名。
- 再生可能な原料をベースとした化学品を生産するため、CO₂電気還元触媒の研究開発に取り組む。
- 13のパートナーとともにEU研究助成プログラム（Horizon Europe）のプロジェクト「HICCUPSプロジェクト」の取り組みを紹介。廃水処理場から排出される生物由来のCO₂をバイオベースのプラスチックに変換。
- CO₂プロジェクト期間は2023年9月～2027年8月。総費用は約700万ユーロ（うち、EU助成額500万ユーロ）。

(8) Baker Hughes (アメリカ)

- 米国のエネルギーサービス会社。世界120ヵ国以上で事業を展開し、従業員は5400人。
- CCUバリューチェーンにおけるプロセス最適化検討を実施。再エネ水電解水とCO₂から合成メタンを製造するケース、CO₂入り建築物を製造するケースでの経済性検討結果を紹介。

(9) Aker Carbon Capture (ノルウェー)

- ノルウェーに拠点を置く、CCUSに特化した脱炭素事業の企業。ノルウェーの石油ガス分野のエンジニアリング会社Aker Solutionsからスピノフ（分離独立）して、2020年7月に設立。

- CCUSの技術開発、実現可能性調査、建設、運営、アフターサービスなどを提供。
- 排ガスからのCO₂回収の独自特許技術（アミン吸収法）を有し、727の納入実績あり。
- 2020年にノルウェー・ブレヴィック（Brevik）にあるHeidelberg Cement Norcem社セメント工場でのCCSプロジェクトがスタートし、世界で初めてセメント工場へCO₂分離回収施設（40万トンCO₂/y回収量）が導入されるケースである。回収CO₂は船舶で輸送され、Northern Lightsに貯留予定。

(10) WA3RM (スウェーデン)

- スウェーデンに拠点を置く、余剰熱などの工場廃棄物の流れを利用して循環型ソリューションを提供する企業。
- 2020年10月にEU研究助成プログラム「Horizon 2020」を受け、プロジェクト「CORALIS」がスタート。プロジェクトの目的は、新しいビジネスおよび経営戦略と革新的な技術ベースを組み合わせた実行可能な産業共生アプローチの実施を通じて、資源およびエネルギー集約型セクターにおける脱炭素化への道筋を作成すること。
- プロジェクト期間は48カ月。プロジェクト総予算は2,200万ユーロ（うち、EU助成額約1,800万ユーロ）。3カ所の工業地帯（スペイン、イタリア、スウェーデン）で検証される。

(11) Heidelberg Materials (ドイツ)

- ドイツに拠点を置くセメント会社で、1874年設立。セメントメジャーの一角。
- 2030年までに1990年比CO₂排出量50%削減を方針として掲げている（削減手法にCCUS含）。
- 同社セメント工場内にCO₂分離・回収実証設備を設置して、セメントキルン排ガス中からCO₂を分離・回収後、リサイクルコンクリートを用いて炭酸塩として固定化する。固定化後、セメント原料（石灰石代替）や建築資材として再資源化する計画を紹介。
- 現在、強制炭酸塩化のための最初の工業用反応器が建設中（容量1t/h）。試運転は2024年夏を予定。

(12) Sulzer (スイス)

- スイスの機械メーカーで1834年設立。各種ポンプ・化学工業用装置・医療用器具の製造、タービン・ポンプ・コンプレッサー・モーター・発電機などのメンテナンスを手掛ける。
- 同社が協業している米Blue Planet社（2020年にCR技術調査でNEDO/JCOAL訪問）の炭酸塩化技術を紹介。NH₃法によりCO₂を回収した液を、アルカリ分を含む物質（廃コンクリ、石炭灰やスラグ等）と反応させ炭酸塩鉱物（コンクリート用石灰石骨材）を製造。技術の特徴はCO₂回収とその固定化が一体となっている点。
- 同社の石灰石骨材は、従来の採石された骨材と強度、性能及びコストにおいて同等で、1トンあたり440kgのCO₂を恒久的に無機化（固定化）可能とされる。商用プラント建設中。

(13) VITO (ベルギー)

- ベルギーのモルに拠点を置く、クリーンテックと持続可能な開発分野におけるヨーロッパ有数の独立系研究・技術機関である。従業員数は750人。
- CO₂ 電解装置の研究開発を行っており、EU プロジェクト (Horizon2020) 「ECO2Fuel」 (PJ 予算 2 千万 € (内、EU 助成率 83%)) が進行中。
- ドイツ RWE 社の石炭火力発電所排ガス CO₂ を原料に持続可能な E-Fuel と化学品に変換するための新しいタイプの低温 CO₂ 電解装置 (1MW) を設計、製造、運用、検証を目的。

(14) MHI (日本)

- 三菱重工のポストコンバッション回収プラントの納入実績、関西電力と共同開発したアミン吸収化学法技術である KM CDR Process™ を紹介。CO₂ 分離回収率は 95% 以上、純度 99.9% 以上。
- ヒートポンプを CO₂ 回収プロセスに統合することで、ボイラーの廃熱利用により CO₂ 分離回収装置に必要な蒸気量を大幅に削減可能。CO₂ 分離回収コスト 14% の削減が可能。

(15) Fortum (フィンランド)

- フィンランド・エスポーに本社を置く電力会社で、1998 年設立。世界 12 ヶ国に拠点をもち、北欧諸国、バルト諸国、ポーランド、ロシア北西部を有力市場としている。ナスダック・ヘルシンキ上場企業。従業員数 1000 人。
- 同社が 2 年 2022 月に発表した「Carbon2x」コンセプトは、ごみ焼却プラントから排出される CO₂ を回収し、CO₂ ベースの高品質な原料に変えることを目的とする。
- フィンランド政府から 150 万ユーロの助成、プロジェクト期間は 2022 年 4 月～2025 年 3 月。2027 年頃の実証化を目指す。
- フィンランドのリーヒマキ (Riihimäki) のパイロットプラントは、Waste to Energy (廃棄物のエネルギー利用) プラントで実証された世界初の CCU プロジェクトの 1 つ。

(16) Fluor (米国)

- ミネソタ州アーヴィングに本社を置く、エンジニアリング会社。1912 年設立、従業員数は約 4 万人。
- カナダの Shell Quest CCS プロジェクトへ CO₂ 圧縮機導入実績あり。オランダロッテルダム港で進行中の CCS プロジェクトへも同社の CO₂ 圧縮機導入計画あり。
- CO₂ 分離回収技術 (Pre/Post Combustion Capture)、CO₂ 液化技術、CO₂ 有効利用技術 (e-methanol、e-Fuels) の経済性検討結果を紹介。
- e-methanol 製造コストは 1070-750 €/ton、e-fuel 製造コストは、1940-2670 €/ton と試算。いずれもグリーン水素の製造コストがトータル製造コストの 70-90% を占める。

(17) Nordic Electrofuel (ノルウェー)

- 2015 年設立のベンチャー企業。

- 再エネの余剰電力を用いた水電解装置により水素を製造し、水素と CO₂ を反応させて FT 合成により合成燃料 (ワックス、ディーゼル、ジェット燃料、ナフサ等) を製造する取組みを紹介。
- 2022 年カーボンリサイクル産学官国際会議のスピーカー。
- ノルウェーの Heroya でパイロットプラント (1 千万 L/y) を建設予定。建設費は 7 千万ユーロでその内、EU イノベーション基金より 4 千万ユーロ (約 64 億円) の助成が決定。
- 2026 年に試運転を行い、10L の合成燃料製造を計画する (2033 年までに計画プラント含め、同社で 10 億 L を超える生産量を目指す)。

(18) Omnagen (英国)

- メタンと空気を使用して電気化学反応器で二酸化炭素を分解する装置 (SPOCC) を研究開発。
- SPOCC は、メタンと CO₂ を電気分解させて、合成ガス (H₂、CO)、熱、電気を生成する固体酸化燃料電池を開発中。外部からエネルギー (熱、電気) は必要ない。

(19) Norsk e-Fuel (ノルウェー)

- ノルウェーの首都オスロを拠点とする、輸送用燃料メーカーで、2019 年設立。
- 再生可能エネルギー由来水素とバイオマス由来 CO₂ または DAC 由来 CO₂ から合成燃料を生産するプラントを建設し、主に航空などの輸送セクターの代替燃料とすることを計画。
- 早ければ 2026 年にノルウェー北部の Mosjøen で e-fuel (SAF) の生産を開始。
- プラントの年間生産能力は、2026 年に 5,000 万リットルとし、2028 年までに 1 億リットルに引き上げる計画。

(20) DLR (ドイツ)

- DLR (ドイツ航空宇宙センター) は、ドイツ連邦共和国の航空技術及び宇宙開発を担う政府機関。
- 持続可能な燃料 (SAF) は、欧州の気候変動への義務に対する航空の貢献を果たすために必要である。技術経済性評価とライフサイクル分析の必要性に言及。

(21) SkyNRG (オランダ)

- オランダを拠点とする持続可能なジェット燃料 (SAF) 製造会社で、2010 年設立。
- ロッテルダム市に廃食油から水素化処理を経由してバイオジェット燃料 (SAF) を製造する工場を建設中。
- KLM オランダ航空や SHV エナジーなど多くのパートナーの支援を受けて、年間 10 万トンの SAF を生産する計画。さらに、LPG やナフサなどの持続可能な副産物を 35,000 トン生産予定。
- 2035 年以降は e-SAF 用の CO₂ 源にグリーン CO₂ (バイオマス由来、DAF 由来、地熱由来) のみが可能になる。
- 現時点での課題として、DAC は大規模導入には高価、需要を満たすための十分なバイオマス由来の CO₂ があるかどうかと言及。

3. EUにおける研究開発関連助成プログラム

3.1. Horizon Europe

Horizon Europe は、EU の研究とイノベーションのための主要な資金調達プログラムで、955 億ユーロの予算が計上されている。気候変動に取り組み、国連の持続可能な開発目標の達成を支援し、EU の競争力と成長を後押しするものである。また、脱炭素技術の研究とイノベーションの効果を強化し、優れた知識や技術の創出とその普及を支援するものである。また、雇用創出、EU の人材活用により経済成長を後押しし、産業競争力を促進することで投資効果を最適化する。

- 基礎研究からパイロットまでを支援対象。
- 対象分野は、健康、文化、安全保障、デジタル・産業・宇宙、気候・エネルギー・モビリティ、食料・バイオエコノミーなど広範囲。
- 2014 年から 2020 年までの 7 年間にわたり、約 800 億ユーロの予算枠が設けられた (Horizon2020)。
- 2021 年からは後継プログラム (Horizon Europe) にて、約 1,000 億ユーロ (約 16 兆円) の予算が設けられる (約 500 万ユーロ (約 8 億円) /PJ)。
- 日系企業の欧州現地法人も助成対象になるほか、日本の機関も日欧共同公募などの形で助成を受けることが可能。



2014年～2020年

- Total budget € 80 Billion
- €550 million for CCU (135 projects)



2021年～2027年

- Total budget € 100 Billion
- Interest for CCU reinforced

参照：CO₂ Value Europe

3.2. ETS Innovation Fund

ETS (排出量取引制度) イノベーション基金は、温室効果ガスの排出削減を大幅に推進する新技術を対象とした支援プログラムで、革新的な低炭素技術の実証のための世界最大級の資金支援プログラムである。対象技術は、革新的な低炭素技術とプロセス、CCU 技術、CCS 施設の建設・運用、革新的な再生可能エネルギー生成、エネルギー貯蔵等である。EU-ETS の排出枠を有償配布することで得られるオークション収入を原資とし、2020 年～ 2030 年までに 400 億ユーロ (約 6.4 兆円) の予算が設けられている。プロジェクト全体予算の最大 60% の助成が可能 (残る予算は国などからの助成で補完可)。参加可能国は、すべて

の EU 加盟国に加えて、ノルウェー、リヒテンシュタイン、アイスランドである。2022 年度第 3 回大規模プロジェクトに特化した募集には 239 件の応募、このうち、欧州委員会は 41 のプロジェクトを採択し、36 億ユーロ (約 576 億円) を投入した。



参照：European Commission (https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en)

2023 年、EU 排出量取引制度 (EU-ETS) 指令の改正により、イノベーション基金は以下のように強化されている。

- 全体の規模は、4 億 5,000 万 ETS 排出枠から約 5 億 3,000 万 ETS 排出枠に拡大
- 対象セクターに新たに「海上・航空・道路輸送」が追加
- 中規模プロジェクトの導入
- 2025 年からの DNSH (Do Not Significant Harm) 原則の適用
- 複数の環境影響への言及の強化
- 新しい金融手法 (「競争入札」) の導入
- 実効参加率の低い加盟国への技術支援を含め、地理的バランスへの一層の配慮

4. 最後に

The European Carbon Dioxide Utilization Summit では、特に SAF・e-fuel を製品とするプロジェクトの紹介が多く、ノルウェーなど再エネが豊富な地域での SAF プラントの立ち上げ計画が目立った。欧州の全体的な動きとして、政策パッケージ「Fit for 55」の一環で「ReFuelEU Aviation」が採択され、航空燃料供給事業者は、2030 年までに 6%、2050 年までに 70% の SAF 導入が義務付けられた背景が色濃く見られたことが印象的であった。

【謝辞】

本調査結果は国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務から得られたものである。

カーボンリサイクル実証研究拠点の活動状況 (広島県大崎上島町)

技術連携戦略センター 田中 恒祐、渡辺 秀幸、谷口 恵玲奈

1. カーボンリサイクル実証研究拠点整備進捗状況

広島県大崎上島町に国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO）が整備する「カーボンリサイクル実証研究拠点（以下、CR 拠点）」が2022年5月に開所し、「基礎研究エリア」、「実証研究エリア」、「藻類研究エリア」の3つのエリアにて現在10事業がカーボンリサイクル技術の要素技術開発や実証研究を実施している。

「基礎研究エリア」では、6事業全ての工事が完了し、本格的な要素技術開発に取り組んでいる。「実証研究エリア」では、2023年度に採択された早稲田大学・ササクラグループの実証設備が2024年3月に完成、他の2事業とともに実証研究に取り組んでいる。「藻類研究エリア」では、日本微細藻類技術協会（IMAT）が、新規鉄骨建屋を増築し、微細藻類の培養する環境を拡大している。

2. 技術交流セミナー開催

2024年1月24日、CR 拠点技術交流セミナーを広島県竹原市内（グリーンスカイホテル竹原）で開催した。本セミナーは、CR 拠点事業者の研究成果や進捗の発表、国内のカーボンリサイクルの主要関係者の講演やパネルディスカッションを通してカーボンリサイクル技術への理解を深め、今後の実用化促進につなげることを目的に実施した。また、前日の1月23日には、CR 拠点の見学会も企画し、42名の方にご参加いただいた。

本セミナーは、CR 拠点事業の中で初のセミナー開催ということもあり、より多くの方に参加していただき、ネットワークの構築に資するため、会場とオンラインの両方で参加が可能な形式をとり、延べ135名の方にご参加いただいた。なお、セミナーの詳細につきましては、次のWebサイトをご参照ください。

<https://osakikamijima-carbon-recycling.nedo.go.jp/news-all/541/>



写真1 セミナー会場の様子



写真2 拠点見学会の様子

3. 広報活動実績

(1) G7 広島サミットジュニア会議

2023年3月29日、広島サミット県民会議事務局が5月のG7サミットに先立ち企画したジュニア会議に参加する8名の高校生が来所した。学生からは、SAFの実用化やスケールアップ規模等、非常に興味深い質問が多く出ていた。



写真3 G7 ジュニア会議学生見学の様子

(2) カーボンリサイクル産学官国際会議2023 エクスカーション（見学会）

2023年9月28日、「第5回カーボンリサイクル産学官国際会議2023 エクスカーション」として、CR 拠点での研究開発及びその実施者を、米国、欧州、アジア各国の政府や企業といった海外のカーボンリサイクル業界関係者に紹介する見学会を開催した。総勢55名の参加者がCR 拠点に来所し、CR 拠点事業者との間で活発な質疑応答が行われ、参加者からは「多様なカーボンリサイクル技術の開発現場を一度に見学でき素晴らしい」といったコメントもいただきました。



写真4 エクスカーション(見学会)の様子

(3) 米国 NCCC 講演会

2023年9月28日、米国のCCUS(二酸化炭素回収・利用・貯留)技術実証拠点であるナショナルカーボンキャプチャーセンター(NCCC)のFrank Morton 技術開発部長からCR拠点事業者向けにNCCCや昨今の米国のCCUS事業環境について紹介していただく講演会を開催した。将来の連携に向けて、各拠点の強みや知財の取扱い等に関する意見交換を実施し、今後も継続的に対話していくことを確認した。

(4) 吉田経済産業大臣政務官来所

2024年1月15日、吉田経済産業大臣政務官がCR拠点を視察され、NEDOからは飯村理事が同行された。NEDO及びCR拠点事業者から、二酸化炭素の排出量削減や資源としての再利用に向けた技術開発の取り組み・意義について説明し、吉田経済産業大臣政務官との間で活発な意見交換が行われた。



写真5 研究棟6号室で説明を受ける吉田経済産業大臣政務官(中央)

(5) NHK「おはよう日本」

NHKのニュース番組「おはよう日本」の2024年2月16日放送分、「おはBiz Eyes on」のコーナーにおいて、「CO₂を資源に最先端の「カーボンリサイクル」研究が瀬戸内の島で進むわけ」というタイトルで、CR拠点での研究開発の取り組みが特集されました。(以下のNHKのウェブサイトから動画・記事をご覧ください。)

https://www3.nhk.or.jp/news/contents/ohabiz/articles/2024_0216.html

(6) インドネシア政府・国営企業来所

2024年3月4日、NEDOとカーボンニュートラルに関するMOUを締結しているインドネシア国のBRIN(国家研究イノベーション庁)、MEMR(エネルギー・鉱物資源省)、MOI(工業省)、インドネシア総合研究所のデリゲーションが来所され、BRINのHens Saputra 研究センター長からの組織・研究紹介の後、CR拠点見学と活発な意見交換が行われた。Hensセンター長から「インドネシアのカーボンリサイクル技術開発の方向性、特にe-fuelへの取り組みを強化していく予定で、大変参考になった、大規模な研究装置も多い中、拠点はきれいに整備されており、また運営管理もしっかりしており感心した」との言葉をいただいた。



写真6 Hens Saputra 研究センター長 講演の様子

(7) 見学受入実績報告

2023年度は、78団体、893名の見学者が来所された。2022年5月からの累計では、137団体、1,460名の見学者が来所された。見学される業種は様々で、行政機関、NPO団体、一般企業、海外政府機関、学生等、多岐にわたり、カーボンリサイクル技術の普及促進につながる広報活動が実施できた。

なお、見学は下記Webサイトからどなたでも申込み可能となっておりますので、気軽にお問合せください。

<https://osakikamijima-carbon-recycling.nedo.go.jp/tour/>

【謝辞】

本事業は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業であり、弊機構の業務に関してご指導とご支援を頂いていることに深謝の意を表します。

環境経済室の取り組み紹介

総務部 大島 翔

1. 環境経済室の発足

当機構は、2023年4月1日付で「(一財)石炭フロンティア機構」から「(一財)カーボンフロンティア機構」に名称変を更した。この名称変更と同じタイミングで、当機構内に環境経済室が設置され、カーボンプライシングについて理解を深め、事業獲得や案件形成に向けた情報収集を開始した。

2. これまでの環境経済室の活動

カーボンプライシングについて理解を深めるために、有識者を招聘し、勉強会を実施した。勉強会はこれまで2回実施し、カーボンプライシングの基礎や方法論を中心に学んだ。

第1回目の勉強会(2023年3月)では、「排出量取引等に関する勉強会」と題し、カーボンプライシングの基礎・定義から制度の種類、概要、を中心に理解を深めた。ここで学んだカーボンプライシングの分類を図1に示す。カーボンプライシングは「明示的カーボンプライシング」と「暗示的カーボンプライシング」の2つに分類され、明示的カーボンプライシングは、排出される温室効果ガス(GHG)に対して価格を付ける制度のことを指す。これは、GHG排出に応じた適正な経済的負担を排出者へ課すことにより、そのものが自ら負荷の低減に努めることとなるように誘導することを目的とする政策(環境基本法第22条第2項の趣旨)であり、炭素税や排出量取引制度、カーボンクレジットといった制度が挙げ

られる。一方、暗示的カーボンプライシングは、GHG排出量に対して直接価格を付ける制度ではなく、エネルギー消費量等に課税し、間接的にGHG排出量に価格を貸す仕組みである。燃料課税、燃料費補助、石油石炭税、揮発油税などの制度がある。

第2回目の勉強会(2023年6月)では、第1回目の勉強会を踏まえ、明示的カーボンプライシングに分類されるカーボンクレジット制度と各制度におけるGHG排出量算出のための方法論を中心に理解を深めた。特にカーボンクレジット制度においては、二国間クレジット制度(JCM: Joint Crediting Mechanism)について具体例を踏まえながら、クレジット獲得までの道のりを解説いただいた。

カーボンクレジット制度とは、企業間でGHGの排出削減量を売買できる仕組みのことである。定められた算定方法に従い、GHGの削減量・吸収量、排出量を数値化し、クレジットとして承認された排出権を他の企業に売買することができる。例えば、GHG排出削減が難しい企業がこのクレジットを購入することによって、排出量削減に貢献でき、自社のカーボンニュートラルに向けた活動へつなげることができる、という仕組みである。また、GHG排出量の削減に活発に取り組むことができる企業は、削減できた分をクレジットとして売り出すことができる。

GHG排出量の算定方法については、排出削減・吸収に資する技術ごとに、適用範囲、排出削減・吸収量の算定方法、さらにはモニタリング方法を規定する「方法論」を設ける必要がある。以上、2回の勉強会を通し、カーボンプライシングの基礎を理解した。



図1 カarbonプライシングの分類

出典：勉強会内容をもとに当機構作成

日本政府は、公的クレジット(J-クレジット、JCM)を国が決定する貢献として定めた温室効果ガス削減目標(NDC)の達成に活用することとしている。JCMは、既に多くの案件が形成されていること、アジア各国との強いネットワークのある当機構の強みを生かせる部分が多いことから、まずはJCMに注力することとし、これまで実施されたJCM案件を整理し、関連企業へのヒアリングを行った。

3. JCMについて

JCMは、途上国等への優れた脱炭素技術等の普及や対策実施を通じ、実現した温室効果ガス排出削減・吸収への我が国の貢献を定量的に評価するとともに、我が国のNDCの達成に活用する制度である。2024年2月時点では、29カ国とJCMを構築し、GHGs排出量の削減に寄与するプロジェクトが240以上展開され、再生可能エネルギー導入に係るインフラ整備や、プラントの運転制御最適化など、政府資金(補助金)等を活用したJCMプロジェクトが進められている(表1)。JCMプロジェクトは、図2、3に示すスキーム/サイクルによって進められる。

表1 日本政府によるJCMパートナー国への支援

	事業名	支援方法
環境省	JCM設備補助事業*	補助金
	二国間クレジット制度を活用した代替フロン等の回収・破壊事業	補助金
	JCM日本基金(JF JCM) -アジア開発銀行拠出金(国際メタン排出削減拠出金含む)	グラント
	UNIDO(国連工業開発機関)への拠出金*(国際メタン排出削減拠出金も含む)	プロジェクトへの助成、技術協力
経済産業省	案件開発/キャパビル/MRV支援	技術協力
	実現可能性調査(FS) NEDO実証事業	技術協力 委託事業
農林水産省	農業分野におけるMRV構築のためのアジア開発銀行拠出金	技術協力
	JCMを利用した森林保全・植林の新規案件形成に向けた現地調査	委託事業

*これらの支援プログラムはパートナー国における国有企業が実施するプロジェクトへの支援は可能だが、パートナー国政府自身が実施するプロジェクトは支援対象とならない。

出典：経済産業省資料「二国間クレジット制度の最新動向(2024年2月)」より当機構作成

まずプロジェクト参加者は、PIN(Project Idea Note)を作成し、合同委員会に提出する。合同委員会は日本とパートナー国両政府の代表者により構成され、JCMの実施に必要なルールとガイドライン等を策定する。また、提出されたPINに対する異議の有無を確認し、第三者機関を指定する。提出されたPINの確認後、プロジェクト参加者は提案方法論を合同委員会に提出し承認を得る。その後、プロジェクト参加者は、PDD(Project Design Document)を作成し、第三者機関に提出する。このPDDは、排出削減量のモニタリング方法・推定排出削減量等を含めたプロジェクト設計書のことであり、プロジェクトの登録に必要となる。第三者機関は、そのプロジェクトの妥当性を確認し問題なければ、合同委員会は、プロジェクトの登録及びクレジット配分(%)について決定する。ここからプロジェクトを進めることができる。その後、第三者機関がプロジェクトの検証を行い、問題がなければ合同委

員会によってクレジットの発行量を決定し、各国政府がクレジットを発行する、という流れである。

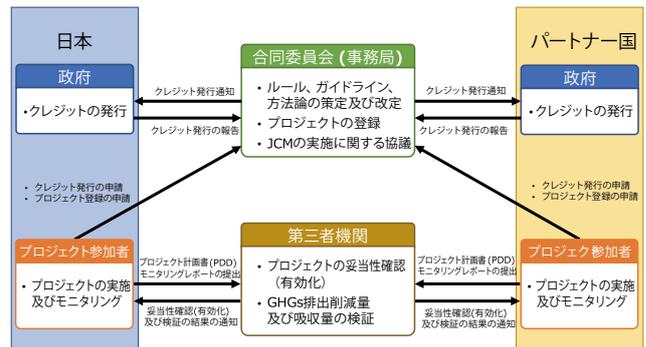


図2 JCMスキーム図



図3 JCMのプロジェクトサイクル

出典：図2・3共に経済産業省「二国間クレジット制度の最新動向(2024年2月)」より当機構作成

最近の動向においては、地球温暖化対策計画(2021年10月閣議決定)は、JCMの実施により獲得したクレジットを我が国のNDC達成のためにカウントする狙いを明示的に示し、さらに民間主導のJCMプロジェクト組成を目指すこととした(「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画・フォローアップ」2022年6月閣議決定)。民間主導型のJCMプロジェクトサイクルは、現在各JCMパートナー国とJCMプロジェクト実施前にプロジェクトの内容やクレジット配分案等を含むPINをパートナー国に事前照会し、合同委員会で異議の有無を確認する手続等が調整中である。

4. 今後の活動について

民間JCMプロジェクトの実施については、既存例がほとんど無い中で対象となる分野、個別プロジェクトもパートナー国政府の意向等も踏まえた多種多様で複雑な事前交渉が必要となる。今後、当機構は環境と経済の好循環の下で、カーボンクレジットに係る事業獲得や案件形成を目指し、民間各企業のカーボンプライシングの活用・導入支援を行う考えである。

令和5年度事業報告会開催報告

総務部 大島 翔

2024年1月31日(水)に、一般財団法人カーボンフロンティア機構の令和5年度事業報告会が経団連会館で開催された。会場には当機構の会員をはじめ、約140名の関係者が出席し、オンラインからも約80名の参加があった。



写真1 令和5年度事業報告会(経団連会館にて)

さらに国内の技術開発において羽田課長は、「カーボンリサイクルは、燃料・鉱物・化学品というセクターに分かれているが、水素が高価なため、「鉱物」のような水素を必要としない分野から市場化が進んでいくのではないかと考えている」ということ、また、「目標から逆算する形で技術開発の絵姿をカーボンリサイクルロードマップという形で見直しており、主だった分野ではGI基金を活用して進めていく」ことを説明した。

3. 事業報告会



専務理事・事務局長橋口より、本年度事業報告の全体概要について報告した。当機構の沿革から現在の組織体制、化石燃料に係るカーボンニュートラル化について先頭を切って推進していこうという意気込みを込めた。続けて橋口は、「カーボンニュートラルは世界で目指す目標であり、クリーンコールテクノロジーの先進国である我が国としては石炭利用のゼロエミッションを目指して各国を先導していくことが重要である」と強調した。

その後、各部長から、これまでの事業の取組状況と今後の展望について報告した。

4. 閉会挨拶



理事長塚本より、閉会の挨拶があった。その中で塚本は、「世界のカーボンニュートラルにおいて技術や制度等の素早い社会実装が必要であり、当機構はカーボンニュートラルに軸足を置いて、「石炭から排出されるCO₂の有効利用だけに取り組むことではなく、炭素循環として全体をみて取り込んでいくことが重要である」ことを強調した。また続けて、「化石燃料をすぐやめるのではなく、移行期においてどのように利用し、カーボンニュートラルにつなげるのか。社会実装に向けたネクストステップとして、2024年度JCOALは、会員企業が取り組む社会実装に貢献していきたい」と述べ、閉会の挨拶とした。

1. 会長挨拶



会長 北村 雅良

事業報告会開会にあたり、会長北村より挨拶があり、冒頭で当機構の名称変更について「石炭は、CO₂のリサイクルやCCSといった未開拓の世界すなわちフロンティアに、(我々、JCOALは)率先して取り組まないといけない」と説明した。また続けて、「長期的にカーボンニュートラルを目指す中で、移行期におけるエネルギー確保が国民経済にとって非常に重要なことである」と述べ、カーボンフロンティアにチャレンジしていくことを示した。

2. 特別講演



経済産業省 羽田課長

特別講演では、昨年度に引き続き経済産業省・資源エネルギー庁・燃料環境適合利用推進課/課長 羽田様より、「カーボンマネジメント政策について」ご講演いただいた。講演の冒頭では、同庁の部署名が「燃料環境適合利用推進課」へと変更になった経緯と合成燃料やSAF等のカーボンニュートラル燃料を含む燃料の供給体制を担うCCUSを中心に進める課であることを説明した。

編集後記

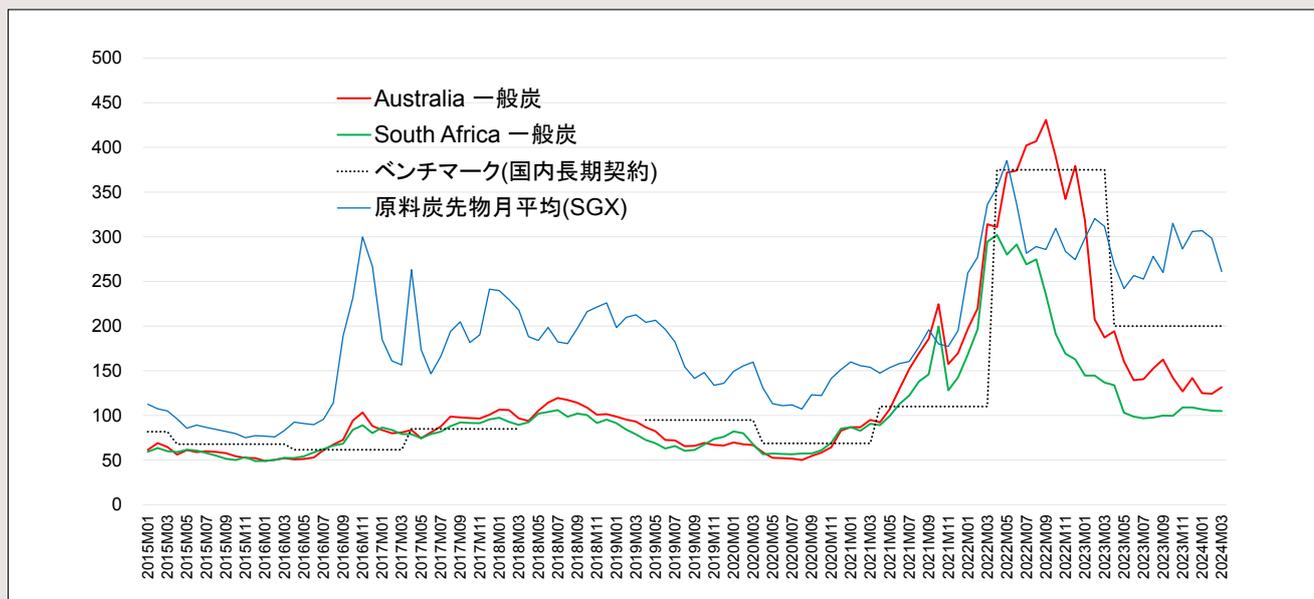
カーボンフロンティア・ジャーナル Vol.3 が刊行いたしました。

会員の皆様には、平素より多大なるご高配を賜り誠にありがとうございます。

さて弊機構では、会員企業様向けの技術セミナーとして「CCT ワークショップ」「CCT セミナー」を毎年開催しております。会場とオンライン聴講が可能でございますので、ぜひご参加の程お待ちしております。尚、CCT セミナーは年に5回程度開催しておりますので、ホームページにてご確認の上、ご参加いただけると幸いです。昨年度は、バイオマス・石炭灰・水素・アンモニア・コンクリート技術動向等を各分野の専門家にご講演いただきました。また、今後このような分野のお話を聴講したいなどのご意見がございましたら、ぜひお知らせください。今後とも何卒よろしくお願ひ申し上げます。

(広報室 岡本)

石炭価格推移 2015 ~ 2024/3月 (\$/t) World Bank 他



CF Journal Vol. 3 (2024年6月20日発行)

発行所：一般財団法人 カーボンフロンティア機構
 〒105-0003 東京都港区西新橋3-2-1 Daiwa西新橋ビル3F
 Tel: 03-6402-6100 (総務部)
 03-6402-6101 (技術連携戦略センター)
 03-6402-6106 (カーボンニュートラル推進部)
 03-6402-6102 (資源開発部)
 03-6402-6103 (技術企画部)
 03-6402-6104 (国際事業部)
 Fax: 03-6402-6110 E-Mail: jcoal-qa_hp@jcoal.or.jp
 URL: <http://www.jcoal.or.jp/>

本冊子についてのお問い合わせは…

一般財団法人 カーボンフロンティア機構 連携技術戦略センター 広報室
 〒105-0003 東京都港区西新橋3-2-1 Daiwa西新橋ビル3F
 Tel: 03-6402-6101 Fax: 03-6402-6110

最寄りの交通機関：虎ノ門ヒルズ駅より徒歩5分、虎ノ門駅より徒歩7分、内幸町駅より徒歩7分、神谷町駅より徒歩8分、御成門駅より徒歩8分、新橋駅より徒歩9分、霞ヶ関より徒歩9分

編集・印刷：株式会社十印

Carbon Frontier Journal

「CF Journal」は、ゼロエミッションに向けた技術革新を目指す（一財）カーボンフロンティア機構が発行する情報誌です。

【禁無断転載】