

# Carbon Frontier Journal



2025.12 Vol.6

## クリーン・コール・デー特集

### ▶巻頭言

「第 34 回クリーン・コール・デー国際会議」と  
「資源の安定供給と脱炭素化シンポジウム」を  
開催いたしました

02

### ▶スペシャルレポート

クリーン・コール・デー実行委員会広報活動報告  
第 34 回クリーン・コール・デー国際会議（2025）  
開催報告  
資源の安定供給と脱炭素化シンポジウム 2025  
開催報告

03

07

15

### ▶活動レポート

ケミカルルーピング燃焼（CLC）技術開発の進捗、その 5  
ーポリジェネレーション技術開発ー

22

持続可能な航空燃料（SAF）の製造・供給体制  
構築支援事業 活動報告

24

カーボンリサイクルにおける CO2 分離・回収技術の  
最適化調査の進捗報告（第一報）

26

コールバンクの運営について

30

セメント産業における GHG 削減のための  
バイオチャー製造・利用技術実証事業（タイ）について

32

カーボンプライシング入門の発信について

34

### ▶編集後記

35

## 「第 34 回クリーン・コール・デー国際会議」と 「資源の安定供給と脱炭素化シンポジウム」を開催いたしました



一般財団法人  
カーボンフロンティア機構  
理事長 塚本 修

経済産業省、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）、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源開発機構（JOGMEC）と当カーボンフロンティア機構（JCOAL）の共催で、9月4日に第34回クリーン・コール・デー国際会議を開催しました。ASEANをはじめとする国内外からの講演者、各国在京大使館、自治体等の後援をいただき延べ約2700人の参加を得ての会議でした。第34回目を迎えた今回の国際会議のテーマは「脱炭素化と現実的なエネルギー移行期における石炭の役割」ということで議論が展開されました。また、翌日の9月5日には当機構とJOGMECの共催で石炭資源開発に関する別イベントとして「新時代の石炭戦略～エネルギーの安全保障と石炭の役割」と題して国際会議を開催いたしました。

今回の会議の議論を踏まえますと、再生可能エネルギーの大量導入といったややもすれば、石炭エネルギーにとっては厳しいこれまでのグリーンウォッシュ・辺倒的な議論の流れに対し、潮目が変わり石炭エネルギーの重要性についての再認識がなされたように感じました。エネルギーの安定供給と地球環境問題の両立を図るバランスの取れた対応の重要性が指摘され、その中でとりわけエネルギー移行期における石炭エネルギーの役割、重要性が再認識されたものと思われまます。

今回の国際会議の議論の総括は、例年の通り以下の通りJCOALステートメントとして国内外に広く発信しております。当機構といたしましては、引き続き未来を拓く石炭のフロンティアを通じカーボンニュートラルに向けた挑戦への活動を展開しておりますが、会員皆様の益々のご理解とご支援を賜ればと思います。

### JCOAL's STATEMENT

- 電力需要拡大の中での石炭の重要性の再認識
  - 長引くロシアのウクライナ侵攻や中東情勢の不安定化、米国におけるトランプ政権の化石燃料（含む石炭）重視の方向性など、国際情勢の大きな変化によるエネルギー需給の逼迫と価格高騰の中、エネルギーの安全保障に対する石炭の役割が再認識されている。
  - 一方、近年、AIやデータセンターの急速な普及等、世界的に電力需要の増加が見込まれている。
  - このような国際的な潮流の中で重要なのは、石炭火力を排除するのではなく、低炭素化技術、脱炭素化技術と組み合わせた石炭火力を含む、多様な電源をベースとする「バランスの取れたエネルギーミックス」を維持することが重要である。また、時間軸も考慮した脱炭素化技術の展開に基づく現実的なエネルギー移行が不可欠であるとともに、エネルギー移行期における石炭資源のサプライチェーンの安定性と信頼性の確保を図る必要がある。
- 革新的脱炭素化、低炭素化技術の早期社会実装の実現
  - 現実的な脱炭素化を進めるためには、電力ネットワークの効率化、石炭火力の高効率化や負荷追従性、石炭の代替としてバイオマスやアンモニアの混焼・専焼による燃焼時のCO<sub>2</sub>排出の削減化、製鉄分野での水素還元化、CO<sub>2</sub>の回収・有用物質への変換と利用（カーボンリサイクル/CCU）、CO<sub>2</sub>回収・貯留（CCS）、等革新的な脱炭素化、低炭素化技術の早期社会実装化を進めていく必要がある。また、社会実装を加速するには、技術面に留まらず、高コストという課題を克服し、事業としての経済性を確保すること、そのために政府による経済面での支援措置などが重要な要因となる。
- 実効性のある国際連携の推進
  - カーボンニュートラルは地球規模で捉えなくてはならない課題であることより、技術間、企業・セクター間、国家間での連携等グローバルかつ重層的な連携が必要である。
  - 化石燃料、特に石炭を必要とする東南アジアや新興国においては、石炭火力発電所の設備が比較的新しく、今後も既存の電力資産としての活用が見込まれる。変動性の高い再生可能エネルギーの導入・運用を効果的に支える上でも、こうした既存設備のアップグレードを進め、クリーン・コール・テクノロジーを適用した柔軟性に優れたスマート石炭火力へと転換を図っていく。国際連携、企業間連携による既存インフラ設備の有効活用化やトランジションファイナンスの構築も必須であり、アジアCCUSネットワークやアジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）等国際的な枠組みを活用した重層的な連携を一層推進していくことが重要である。
  - JCOALとして今回の国際会議の議論の結果を深掘りすべく、また、ASEANとの国際連携を進めるべく、ASEANエネルギーセンター（ACE）と連携、アセアン諸国を対象にしたポスト・カンファレンス・ウェビナーを実施する予定である。

## クリーン・コール・デー実行委員会広報活動報告

総務部広報室 鎌田 淳一・中野 達仁

クリーン・コール・デー (CCD) 実行委員会では、毎年 9 月 5 日の「クリーン・コール・デー (石炭の日)」を中心に小中学生や一般の方々から専門家の方々までを対象に石炭エネルギーに関する広報活動を実施している。

石炭は依然として我が国をはじめ多くの国・地域で重要なエネルギー源として利用されているが、他のエネルギーに比べ二酸化炭素の排出量が多いことから、カーボンニュートラル実現を目指す世界的潮流の中で、利用抑制の動きが続いている。

しかしながら、石炭は重要な電源の一つであるとともに、製鉄など産業用原料としても不可欠な資源である。さらに、エネルギー自給率の低い我が国においては、エネルギーの安定供給の観点から、多様なエネルギーミックスの中で石炭の役割を適切に位置づけることが重要である。

2020 年代後半に入り、ウクライナ情勢や中東の不安定化に加え、AI 利用に伴うエネルギー需給逼迫や国際価格の変動が続く中で、エネルギー安全保障を最優先とする日本の方針が改めて注目されている。一方で、カーボンニュートラルの実現に向け、高効率化、アンモニア・バイオマス混焼、カーボンリサイクル、CCUS (CO<sub>2</sub> 回収・有効利用・貯留) といった、石炭利用の脱炭素化を進める技術開発が国内外で加速している。

今後も、これらのクリーン・コール・テクノロジーを駆使し、石炭利用のゼロエミッション化に挑戦していくとともに、エネルギー安定供給と脱炭素化の両立に向けた日本の取組を、アジアをはじめとする世界に発信していくことが求められている。

クリーン・コール・デー広報活動は、これらについての社会的認知と合意形成を図ることを目的に、9 月 5 日を中心とした期間に一連の石炭広報活動を展開するものである。

### 【令和 7 年度事業計画】

今年度の広報活動の実施計画案については、ポスター作成やメディア広報を中心に従来と同様の取組を、参加者や関係者の健康・安全確保を第一に考慮しつつ実施することとした。

事務局が作成した活動テーマ案やポスター案、メディア広報案、ノベルティ案を 7 月 10 日の実行委員会に提示し、承認を得て活動を開始した。

今年度の広報活動のテーマは、当機構の名称を踏まえつつ、「石炭」と「カーボンニュートラル」という一見相反する単語を両立させた、「カーボンフロンティア、石炭と共に歩むカーボンニュートラルへの道」とした。

### 【令和 7 年度実施体制】

今年度の実施体制については以下の通り。

- 主催：クリーン・コール・デー実行委員会（電源開発株式会社、一般財団法人カーボンフロンティア機構（事務局））
- 後援：経済産業省（国際会議は共催）、宇部市、釧路市、Global CCS Institute、12 カ国在日大使館（アメリカ合衆国、オーストラリア連邦、コロンビア共和国、南アフリカ共和国、セルビア共和国、タイ王国、チェコ共和国、中華人民共和国、フィリピン共和国、ポーランド共和国、マレーシア、モザンビーク共和国）、豪 3 州政府日本事務所（ニューサウスウェールズ州政府、クイーンズランド州政府、ビクトリア州政府）
- 協賛：一般財団法人エンジニアリング協会、一般社団法人火力原子力発電技術協会、公益社団法人化学工学会、一般社団法人資源・素材学会、一般社団法人日本エネルギー学会、日本エネルギー環境教育学会、公益社団法人日本化学会、一般社団法人日本化学工業協会、日本ソーダ工業会、一般社団法人日本鉄鋼協会、一般社団法人日本鉄鋼連盟
- 協力：赤平市炭鉱遺産ガイダンス施設、いわき市石炭化石館、宇部市石炭記念館、大牟田市石炭産業科学館、科学技術館、釧路市立博物館、太平洋炭礦炭鉱展示館、田川市石炭・歴史博物館、直方市石炭記念館、三笠市立博物館、宮若市石炭記念館、夕張石炭博物館、北海道経済部資源エネルギー局

多大なるご協力を賜りました皆様に、改めて感謝の意を表します。

### 【ポスター制作】

今年度のテーマ「カーボンフロンティア、石炭と共に歩むカーボンニュートラルへの道」をキャッチコピーとし、昨年から新たに加わったキャラクター「カーボル」と「フロンティ」が、CCS や IGFC といったカーボンニュートラルに資する技術のキャラクター達と共に、未来への道を進む内容として事務局にて作成した。印刷したポスターは全国各地の石炭博物館、協賛団体に配布した。



令和7年度グリーン・コール・デー広報ポスター

### 【石炭実験教室】

例年、広報活動の一環として、グリーン・コール・デー実行委員会と科学技術館との共催で実施している「夏休みこども石炭実験教室」を、8月7日(木)、8日(金)の2日間、科学技術館で開催した。

ホームページを通じて小中学生の参加者を募集したところ、募集人員を大きく上回る約600名の応募があり、抽選の結果、小中学生92名と保護者72名の合計164名に参加いただいた。さらに、博物館学芸員実習中の大学生8名も受け入れ、石炭について学んでもらった。

実験教室では、石炭の性状や生成過程、賦存状況や生産方法、用途等について各種石炭の実物や動画、スライドを使って説明した後、①石炭と岩石とを重液を使って選り分ける選炭実験、②ヤカンの水を沸騰させて作る蒸気によりプロペラを回して電気を起こす発電実験、③実際に石炭を燃やして臭いや煙を感じてもらった石炭燃焼実験を実施し、子どもたちに体験してもらった。教室の進行と解説、実験の指導は科学技術館の学芸員が担当したが、グリーン・コール・テクノロジー、地球温暖化防止に向けたカーボンリサイクルなどについては当機構の職員が解説した。実験教室の最後にはミニクイズを行い、全6問の3択クイズに答えてもらったが、ほぼ全員が正解の選択肢に手を挙げており、石炭に関する知識を得られたようだった。

各回約1時間の実験教室であったが、小学1年生など低学年の子どもたちも含めて、参加者全員が最後まで熱心に耳を傾け、質問にも活発に答えてくれるなど石炭に興味を持ってもらえたようだ。子どものみならず、保護者も実験や説明を熱心に見学し、実験教室終了後には指導員に質問をする姿も見受けられた。



実験教室の様子



重液を使った選炭実験



石炭燃焼実験

### 【夏休みこども見学会】

科学技術館との共催で、「科学技術館サイエンス友の会見学会」をJ-POWER 礪子火力発電所にて8月13日(水)に実施した。2020年以降はコロナにより開催を見送っていたが、今年は参加人数を絞って6年ぶりに再開することができた。

今回は子どもの応募者数12名のうち、小学4～6年生の9名が選ばれ、保護者も合わせて18名に参加いただいた。まず石炭火力発電の仕組みや環境対策の取り組みについて、ISOGO エネルギープラザの担当者から説明を受けた。その後展示室で礪子発電所構内の模型や100kg以上の石炭の塊を見て、タービンや運転センター、高さ100m近いボイラ建屋の屋上、芝生や木々が植えられた、はまかぜ広場を見学した。担当者の説明は小学生向けに分かりやすく、平易な言葉が使われていた。また発電所構内についてだけでなく、近辺のLNG発電所との違いなども説明され、細かな周辺情報の取り込みも行っていることが伺えた。

質疑応答で、なぜタービンは高圧・中圧・低圧の3種類に分かれているのか、発電所の1号機・2号機でそれぞれメーカーが異なるのはなぜか、等の鋭い質問が小学生から寄せられ、強い興味を持ってもらえたことを感じた。保護者の方々からも、数々の質問や、石炭火力発電について知ることができて良かったとのコメントを頂き、ご満足いただけたようだった。



発電所前にて

## 【全国各地での関連イベント】

### ①北海道庁でのパネル展示

8月14日(木)、15日(金)の両日、石炭資源の有効活用の推進に関する取組として、石炭の概要や石炭をクリーンに利用する「クリーン・コール・テクノロジー」について展示を行うとともに、道内で取組が進んでいる、バイオマス混焼発電や地下の石炭層を活用した地下ガス化(H-UCG)の技術開発、石炭灰を活用したCO<sub>2</sub>注入鉱物化地下固定坑内埋め戻し技術開発を広く道民に普及啓発することを目的とするクリーンコールパネル展が、北海道(経済部 資源エネルギー局 資源エネルギー課)の主催で、北海道庁本庁1階道政広報コーナー特設展示場Aで開催された。期間中の入場者数は301名(対前年-226)との報告があった。

当実行委員会も、釧路コールマイン株式会社、株式会社釧路火力発電所、(地独)北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部エネルギー・環境・地質研究所、J-POWER、空知産炭地域市町産炭地域6市町、釧路産炭地域3市町、空知総合振興局、釧路総合振興局などと共に協力し、クリーン・コール・テクノロジーの紹介パネル12枚を展示したほか、広報冊子「カーボンニュートラルへの挑戦」、「マンガ・ニャンコール教授と学ぶ石炭のひみつ」、「石炭がわかる本」を配布した。



北海道庁でのクリーンコールパネル展の様子

### ②石炭博物館等での無料公開、資料配布

石炭の日であるクリーン・コール・デー(9月5日)と石炭産業科学館30周年を記念して8月31日の日曜日に、大牟田市石炭産業科学館で石炭館無料公開と各種イベントが開催された。

また、直方市石炭記念館と太平洋炭礦展示館では9月7日施設の無料公開の他各種イベントが開催され、併せて広報冊子類の配布をお願いした。



無料公開を知らせる石炭館 WEB サイト



直方市石炭記念館「石炭の日」SNS 発信



釧路市発行の広報紙

これら3館に加え、赤平市炭鉱遺産ガイダンス施設、いわき市石炭化石館、宇部市石炭記念館、鹿児島県立博物館、釧路市立博物館、田川市石炭・歴史博物館、三笠市立博物館、宮若市石炭記念館、NPO 法人炭鉱の記憶推進事業団、夕張石炭博物館の全国10館・施設にも今年のポスターや広報資料冊子類を送付し、一般入場者への配布をお願いした。

マンガ版石炭教本「ニャンコール教授と学ぶ、石炭のひみつ」は旧版の配布が終了したので、データをアップデートした改訂版を作成した。



各所で配布した広報冊子類

## 【メディア広報～産経ニュースへの広告記事掲載】

今年度利用したメディアについては、過去に実施したメディア広報の中でページビュー（PV）数の最も多かった産経ニュースを昨年に続いて選抜し、広告記事を発信する事とした。

記事は、今年度の活動テーマ「カーボンフロンティア、石炭と共に進むカーボンニュートラルへの道」にふさわしい内容とすることを目指した。そのため、石炭ガス化により世界最高レベルの効率と90%以上のCO<sub>2</sub>分離回収を実証した大崎クールジェン（石炭ガス化実証発電施設）に隣接し、分離回収されたCO<sub>2</sub>を使って各種実証試験を行っている「カーボンリサイクル実証研究拠点」について、産経新聞の記者に出張しての取材と記事作成を依頼した。

当機構関係者はもとより、NEDO 担当者や取材先の各事業者の確認を経て完成した記事は、『世界をリードする夢の技術、「CO<sub>2</sub>を資源に」実現へ着々』と題して9月1日より産経ニュースに掲載された。この記事は以下のURLに長期にわたりアーカイブされる。

<https://www.sankei.com/article/20250901-C7Y6YHUQPNACZC77XGPC5WH4HQ/>

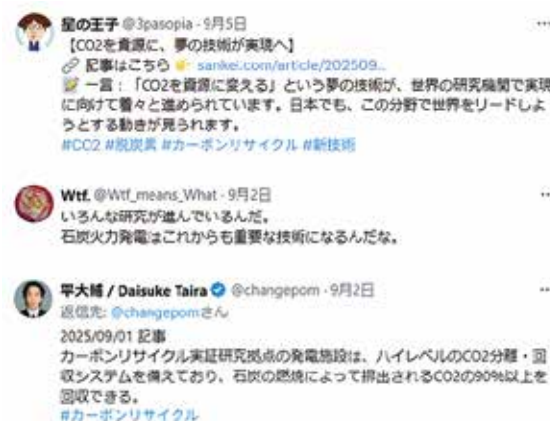


産経ニュースの報告によれば、9月1日から9月8日までの8日間の誘導（ニュースサイトの記事リストの上部に維持）期間中のページビュー数は32,792PVで、想定5,000PVの6倍を達成

し、昨年の15,346PVの倍となった。今年はGoogle ディスカバー広告で本記事がお勧めで配信され、視聴回数増につながった模様。記事は引き続きホームページやメールマガジンで紹介しているので閲覧者はさらに増えるものと期待している。

デバイス別では携帯による閲覧が79.5%あり、産経ニュースの平均値78%とほぼ同じ傾向であった。また、年齢別では35歳から44歳が25%を占め最大であったが各年齢層ともバランスよく分布していた。

下記の例のようにX（旧 Twitter）への反応も好意的なものが多かった。



Xへのツイートの例

## 【メディア広報～電気新聞】

電気新聞社には、例年クリーン・コール・デー特集ページを作成いただいている。実行委員会では同ページの記事作成のため、クリーン・コール・テクノロジー（CCT）関連の情報提供と実行委員会の広告掲載を有償で依頼している。

今年は、大崎クールジェン併設のカーボンリサイクル実証拠点、大牟田CCU実証事業、環境配慮型CCUS事業、SAF製造・供給支援事業等の技術開発に関する情報を提供した。

発行された9月5日号にはこれらの記事や、9月4日にハイブリッド方式で開催された第34回国際会議が紹介され、今年のポスターを图案化したクリーン・コール・デーの広告が掲載された。

## 第 34 回クリーン・コール・デー国際会議 (2025) 開催報告

国際事業部 藤田 俊子

### 1. 会議概要

平成 3 年 (1991 年) 6 月の石炭鉱業審議会から新石炭政策推進の必要性が答申されたことに併せ、同年 9 月に発表された当時の通商産業省 (現経済産業省) 資源エネルギー庁石炭部長の私的懇談会「地球を救う新石炭政策研究会」中間報告において、石炭に対する伝統的なイメージの払拭並びに正しい認識と評価を得るための PR 体制の充実・推進の必要性が強調され、その活動の一環として、「石炭の日 (クリーン・コール・デー)」の制定が提案され、平成 4 年 (1992 年) 9 月に、第 1 回「クリーン・コール・デー」記念シンポジウム及び記念式典が開催された。以降、毎年 9 月 5 日の「石炭の日 (クリーン・コール・デー)」を中心に、毎年の広報活動のテーマに沿った取組みを続けている。

特にその活動の中でも、長年の実績から海外でも知名度をあげ、業界の方々にも浸透してきている「クリーン・コール・デー国際会議」は、多くの国内外の皆様の支援の賜物により、本年度で第 34 回の開催を迎えた。主催は弊財団、共催は経済産業省 (METI)、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)、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) で本会議に臨んだ。また、豪州をはじめとする在京 12 カ国大使館、豪州の 3 州政府、グローバル CCS インスティテュート (GCCSI)、2 自治体 (宇部市、釧路市) から後援名義を頂いた。

コロナ禍でのオンラインを中心とした開催も二年前から来場を基とした開催へ移行し、本年度はより多くの来場講演者並びに来場聴講者を得た。

「カーボンニュートラル」への動きが加速する中、テーマを『脱炭素化と現実的なエネルギー移行』とし、9 月 4 日 (木) に虎ノ門ヒルズ森タワー 5 階フォーラムにて開催した。開催後は、アーカイブ配信を 1 か月間実施し、更に多くの方々に情報を提供した。また、例年度同様に JCOAL ステートメントを弊財団サイトに掲載し、国内外に国際会議での議論の結果を発信した。

第 34 回会議では、米国、インド、中国、豪州、ポーランド、マレーシア等主要産消国・関係機関・企業、国際エネルギー機関 (IEA)、東アジア・アセアン経済研究センター (ERIA)、世界石炭協会 (FutureCoal)、ASEAN エネルギーセンター (ACE)、欧州発電協会 (VGBE) 等国際機関、日本の経済産業省及び学会等有識者にご参加頂き、合計 24 カ国の産官学関係者から延 1,900 名の参加者数を得、活発に議論を行った。



会議サイトトップページ

### 2. 第 34 回国際会議プログラム等内容

テーマ：脱炭素化と現実的なエネルギー移行

コンセプト：AI 時代の電力需要増加の変化の中で、石炭活用と脱炭素化の均衡を探る。

主催：一般財団法人カーボンフロンティア機構

共催：経済産業省 (METI)

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)

独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC)

後援：12 カ国大使館、3 州政府、1 国際機関、2 自治体

GCCSI、宇部市、釧路市、

豪州大使館、中華人民共和国大使館、

コロンビア共和国大使館、マレーシア大使館、

モザンビーク共和国大使館、セルビア共和国大使館、

米国大使館、チェコ共和国大使館、

フィリピン共和国大使館、タイ王国大使館、

南アフリカ共和国大使館、

豪州クイーンズランド州政府、豪州ビクトリア州政府、

豪州ニューサウスウェールズ州政府



会場：虎ノ門ヒルズ森タワー 5 階

言語：日本語・英語（同時通訳）

本会での試み：

#### ①質疑応答の活発化のためのライブ投票システムの効果的活用

昨年度初めて導入したライブ投票システムを効果的に活用するために、会議専用サイトでも紹介・説明を実施。また、事前アナウンスでも、システムにつき説明を行い、参加者全員が臨めるように計画した。

本国際会議では、セッションⅡにおいてライブ投票システムを取り入れた。



ライブ投票システムにおける参加者への質問画面



QR コードにアクセスして、各自の回答を入力した結果の様子

#### ②国際会議隣室での個別会議（バイ会談）の実施

コロナ禍前に行っていた個別会議（バイ会談）の復活を試みたが、希望者と相手方の都合がうまく合致しなかったこともあり、最終的に会議期間中の実施には至らなかった。

#### ③ Post Conference Webinar の実施による議論の深堀り

国際会議での議論を整理し、テーマを絞り、東南アジア諸国の政府・政府関連機関・電力会社等と本邦企業等との間で、Focus Group Discussion (FGD) 方式を用い、11 月頃を目途に議論の深堀りを実施する。

#### ④電子報告書（e-book）を作成・配布による国際会議のフォローアップの充実化

国際会議の議論の成果として JCOAL Statement を発信しているが、各機関のカーボンニュートラル（CN）化の取組も含め国際会議概要を入れた電子報告書を作り、海外に広く配信を実施する（2026 年 2 月頃目途）。

プログラム：（以下日本時間で計上）（敬称略）



#### 09:30-10:00 開会セッション

09:30-09:35 開会辞 渡部 肇史

一般財団法人カーボンフロンティア機構会長

09:35-09:40 共催辞 1 和久田 肇

経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部長

09:40-09:45 共催辞 2 飯村 亜紀子

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構理事

09:45-10:00 基調講演 I Dr. Nuki Agya Utama

東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA）

アジアゼロエミッションセンター長・エネルギー政策局長

「東南アジアにおける公正で持続可能なエネルギー転換に向けた取組み」

10:00-10:15 休憩

#### 10:15-12:20 セッションⅠ

電力需要拡大がもたらす政策の最新動向

モデレーター 有馬 純

指定国立大学法人東京大学 公共政策大学院

客員教授

JOGMEC 特別参与

10:15-10:30

#### ①米国エネルギー省（DOE）

科学革新庁化石エネルギー担当首席次官補代理

Ms. Tala Goudarzi

「米国エネルギー政策 石炭を含む」

10:30-10:45

## ② ASEAN エネルギーセンター

化石燃料・炭化水素・鉱物部門長 Mr. Suwanto

「石炭をめぐる課題: エネルギー需要とネットゼロについて」

10:45-11:00

## ③ 豪州大使館 参事官(産業、科学、資源担当) Mr. Dan Glover

「エネルギー需要拡大に伴う豪州における資源政策」

11:00-11:15

## ④ 中国電力企業連合会(CEC) 副秘書長 丁 永福

「中国の電力政策動向」

11:15-11:30

## ⑤ インド中央電力庁第二局長 Mr. Bikash Chandra Mallick

「電力需要拡大へのインドの政策動向」

11:30-11:45

## ⑥ ポーランド CCUS 協会(CCUS POLAND)

会長 Dr. Paweł Gładysz

「ポーランドの政策動向 - 石炭、CCUS、脱炭素の道筋」

11:45-12:00

## ⑦ 欧州発電協会(VGBE) CEO Mr. Oliver Then

「電力需要拡大への欧州の政策動向」

12:00-12:20 ディスカッション

12:20-13:30 休憩

## 13:30-13:45 基調講演II

FutureCoal Global Alliance(世界石炭協会) 会長

Mr. Mike Teke

「業界における脱炭素の取組み」

## 13:45-15:20 セッションII

脱炭素化技術と石炭活用の共存戦略

モデレーター 成瀬 一郎

国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学  
未来材料・システム研究所 教授

13:45-14:00

## ① 電源開発(株)取締役副社長執行役員 笹津 浩司

「本質的なエネルギー・トランジションに向けて」

14:00-14:15

## ② 川崎重工業(株)水素戦略本部事業化推進総括部特別主席

谷口 晋一

「アジア太平洋地域におけるエネルギー移行に向けた戦略的  
CCUS 展開」

14:15-14:30

## ③ 中国電力(株)電源事業本部

石炭灰有効活用グループマネージャー 池田 陵志

「二酸化炭素固定として石炭灰造粒物の活用と取組み」

14:30-14:45

## ④ (株)IHI 理事 資源・エネルギー・環境事業領域

アンモニアガスタービン開発部長 守屋 信彦

「カーボンニュートラルを目指すアンモニア利用発電設備」

14:45-15:00

## ⑤ ペトロナス社 炭素管理部門 CCS 担当部長

Ms. NorA'in Md Salleh

「マレーシアの CCS 最新動向: アジア太平洋地域の脱炭素化対応」

15:00-15:25 ディスカッション

15:25-15:50 休憩

## 15:50-16:05 特別講演I

一般財団法人日本エネルギー経済研究所 理事長 寺澤 達也

「エネルギー移行期における石炭の戦略的役割」

## 16:05-16:20 特別講演II

豪州クィーンズランド州首相 兼 退役軍人担当大臣

The Honourable David Crisafulli MP

「クィーンズランド州のエネルギーを含む政策動向」

## 16:20-17:50 セッションIII パネルディスカッション

モデレーター 国際大学学長 橋川 武郎

パネリスト1 IEA 上級石炭分析官

Mr. Carlos Fernández Alvarez

パネリスト2 ASEAN エネルギーセンター

化石燃料・炭化水素・鉱物部門長 Mr. Suwanto

パネリスト3 東京大学客員教授 JOGMEC 特命参与 有馬 純

パネリスト4 インド中央電力庁第二局長

Mr. Bikash Chandra Mallick

パネリスト5 名古屋大学教授 成瀬 一郎

## 17:50-17:55 閉会辞 塚本 修

一般財団法人カーボンフロンティア機構理事長



## 3. 主な講演概要

## ① 開会辞 渡部 肇史

一般財団法人カーボンフロンティア機構 会長

- 第34回グリーン・コール・デー国際会議の開催にあたり、一言、ご挨拶申し上げます。
- 開催にあたり、共催者はじめ多くの関係者の方々にご支援をいただいた。改めて厚く御礼を申し上げます。
- 基調講演やセッションのスピーチに出演頂ける国内外の皆さま、そしてウェブを通じて会議にご参加いただく世界中のたくさんの皆さまに、心から感謝する。



- ・本日の会議テーマは「脱炭素化と現実的なエネルギー移行」である。
- ・近年、AIやデータセンター、半導体関連産業の隆盛など社会的な規模での電力需要の増加が見込まれている。
- ・安定的かつ経済的な電力供給が、社会を支えていくことは間違いない。多様なエネルギー源に加えて低CO<sub>2</sub>排出対策技術を組み合わせた石炭利用に対する価値を再評価する動きも見られ始めている。
- ・その背景として長期化するウクライナ情勢、不安定な中東情勢、米国におけるトランプ政権の石炭を支援する政策等国際情勢の変化の中、エネルギーの安全保障が、多くの国にとって、優先的な課題になっていることも見逃せない。
- ・石炭火力発電、経済的で競争力のある価格で、エネルギー安全保障を支えられること、電力需要の増減に対して対応可能な電源運用の柔軟性、経済性、新技術の導入の加速化等各国の時間軸に配慮した脱炭素化の実現を目指していくことは、現実的なエネルギー移行期の姿であると考えられる。
- ・例えば、コスト評価等も含め早期の社会実装を考えた対策としては、各国の事情を踏まえ、バイオマスやアンモニアの混焼・専焼等脱炭素化技術の時間軸を併せた対応が重要と考える。我々JCOALは、これら課題に対して日々活動をしている。
- ・このようにエネルギーを取り巻く状況が大きく様変わりする中で、まさにこのタイミングで本会議を開催できることは意義深いことである。本日は、現実的かつ持続可能なエネルギー移行の姿について、活発かつ建設的な議論が行われることを大いに期待する。
- ・本日の会議の最後に、会議を通してJCOAL Statementとしてまとめて発信する。また、本日の国際会議の纏めと国内外企業のカーボンニュートラルに向けた活動を紹介する「JCOAL e-book 2025」も海外に配信する。
- ・コロナ前に行っていた個別会議も再開、事業者間での交流と事業の具現化を期待する。
- ・幅広い国と地域からの参加にて得た議論を通じて、深い洞察と、我々の進むべき道への示唆を参加者全員で共有できれば幸いである。

## ②共催辞I 和久田 肇

経済産業省資源エネルギー庁  
資源・燃料部長



- ・世界各国からお集まりいただきました参加者の皆様に感謝申し上げます。
- ・1992年に当時通商産業省が9月5日を「クリーン・コール・デー」と定め、その日を記念して本会議が開催されており、今年で34回目となる。私自身、昨年に続き2回目の参加となる。
- ・資源やエネルギーを取り巻く環境は、ロシアによるウクライナ侵略及び中東情勢の緊迫化などの地政学リスク、生成AIやデータセンター等の新産業による電力需要の増加、経済安全保障上の理由によるサプライチェーン再構築の必要性、

脱炭素に必要とされる革新技術の開発やコスト低減のスピード等複数の不確実性に直面している。

- ・我が国においては、本年2月に第7次エネルギー基本計画が閣議決定され、エネルギー安定供給を第一優先順位とし、脱炭素電源の拡大を図ることを目指しつつ、現実的で経済的に可能な対策から実施する方向性が示された。
- ・石炭については、調達に係る地政学的なリスクが相対的に低く、熱量当たりの単価も比較的低く保管も容易であることから、現時点では安定供給性や経済性に優れた重要なエネルギー源として石炭の安定供給は引き続き重要であり、自主開発比率は2040年で60%という目標を維持する。このための方策として、従来からの炭鉱権益の確保に加え、比較的長期のターム契約についても安定供給に貢献するものとみなし、政策的支援を行うこととした。このように、日本は2040年に向けて、また、2040年を超えて石炭を必要としており、石炭の安定供給のため様々な施策を行っている。
- ・また、我が国では、2050年カーボンニュートラル実現に向け、水素・アンモニアやCCUS等を活用して、石炭火力を脱炭素型の火力に置き換える取組を加速していく。
- ・昨年度まで行われていた愛知県の碧南火力発電所でのアンモニア混焼実証試験では20%混焼を達成し、また、広島県の大崎上島の大崎クールジェンにおいては、CO<sub>2</sub>分離回収の次世代の高効率石炭火力の実証事業等に取り組んでおり、我が国のみならず海外におけるエネルギーの安定供給と脱炭素化の両方に貢献していく。
- ・今回の会議では、世界がカーボンニュートラルに向かう中で、急激に増加が見込まれる電力需要に対し、どのように石炭の利用を進めるべきかご議論いただく。
- ・脱炭素化やカーボンニュートラルについては、国境を越えて地球規模で取り組む課題であり、本会議を通じて、新たな展望が拓けるきっかけになることを期待している。

## ③共催辞II 飯村 亜紀子

国立研究開発法人新エネルギー・  
産業技術総合開発機構 理事



- ・カーボンフロンティア機構の渡辺会長、塚本理事長をはじめ関係者皆様のご尽力に経緯を表す。また、国際機関や各国政府関係者、企業等からご講演、ご協力、ご参加を頂きます事心から御礼申し上げます。
- ・「脱炭素化と現実的なエネルギー移行」をサブタイトルに揚げ、2050年カーボンニュートラル達成に向けた取り組みを推進している。
- ・各国の認識の共通化を図るため昨年11月のCOP29では、日本からは脱炭素、経済成長、エネルギー安全保障の同時達成、多様な道筋でのネット・ゼロを目指すことを呼びかけ、合意形成に貢献した。また昨年10月の第2回AZEC首脳会合では、各国の状況に応じ、多様かつ現実的な道筋を通じたエネルギー移行と脱炭素化を進める地域戦略の実施を

加速することで、AZEC パートナー国が、世界の脱炭素化に貢献すること等を確認した。

- 日本国内では、今年の2月に我が国のエネルギー政策の将来像を示す「第7次エネルギー基本計画」が閣議決定された。火力発電については、電力需要を満たす供給力や調整力等として重要な役割を担うとされ、アンモニアを活用した発電や石炭ガス化複合発電(IGCC)等の次世代の高効率火力発電技術の開発を推進するとされている。
- この計画に基づき、NEDOとしても燃焼時にCO<sub>2</sub>を排出しないアンモニアを、既存の石炭火力発電所で利用するための混焼技術の開発を進めている。昨年6月までに、石炭火力発電所における混焼率20%での技術実証を行い、良好な結果を得た。この結果を基に、さらに50%以上の高混焼や専焼の技術開発を進める計画である。
- また、IGCCの技術開発を行っている広島県大崎上島のOCG(大崎クールジェンプロジェクト)では、昨年石炭とバイオマスを混合してガス化しCO<sub>2</sub>を分離回収しつつ、発電する世界初の実証試験を行い、良好な結果を得た。さらに今年度からは、CO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの負荷調整能力を向上させる技術開発にも取り組んでおり、引続き脱炭素化に向けた技術開発を行っている。
- 火力発電所や工場等からやむを得ず排出されるCO<sub>2</sub>について、これを分離・回収、資源として活用し、e-Fuelや化学品等の新たな付加価値品を生み出す、所謂カーボンリサイクルの技術開発にも多く取り組んでいる。大崎上島では、カーボンリサイクルの実証研究拠点を整備し、2022年9月から運営開始している。
- 来月10日METIと共催で「カーボンリサイクル産学官国際会議」を大阪で開催。現在大阪・関西万博では事業者がカーボンリサイクル関連の展示を行っている。NEDOでは昨年7月にサーキュラーエコノミー部を創設しさらなるカーボンリサイクルへの取組みを行う。気候変動は地球規模の課題であり、NEDOは技術開発と実証を通じこれに貢献する。

#### ④基調講演I Dr. Nuki Agya Utama (video)

東アジア・アセアン経済研究センター(ERIA)  
アジアゼロエミッションセンター長・  
エネルギー政策局長  
「東南アジアにおける公正で持続可能な  
エネルギー転換に向けた取組み」



Dr. Nuki は、2024年8月までACE所長を務めた後、AZEC(アセアン・ゼロエミッション共同体)枠組み下の活動を推進するプラットフォームとしてERIA内に設立されたアジア・ゼロエミッションセンター(Asia Zero Emission Center)に就任している。

- センターの戦略調査プログラムは、1) 脱炭素化ロードマップ、2) セクター別の検討、3) 市場確立・強化。AZECの原則「3つのブレイクスルー」(気候変動対策、経済成長、エネルギーセキュリティの3つを同時達成)、「ひとつの目標、多様な移行」に拠り活動している。

- アジアにおけるエネルギーの現実、ASEANを見ると、経済成長に伴い、2030年までに30%、2050年までに170%のエネルギー需要伸長が見込まれている。再エネのスケールアップや大量導入だけでは対応困難。
- 石炭需要は、短期中期では特に伸長が見込まれる。
- ASEANにおける石炭利用と脱炭素化取り進めを調和的に進めるには、アンモニア・バイオマスの混焼、CCUS、石炭→水素/アンモニア生産を2030年以降軌道に乗せること、石炭火力の効率化が必要。下線の3つの技術は最重点技術課題。
- CCSと混焼は、現在早期段階の課題を抱えている状況。政策支援が必須。
- 融資支援と炭素市場の確立・強化も重要。
- Asia Transition Finance Study Group、Technology List and Perspective、the ASEAN CCU Network(ACN)、Development of Carbon Marketの4部門が現在センターの主要な活動である。

#### ⑤基調講演II Mr. Mike Teke

FutureCoal Global Alliance(世界石炭協会)  
会長

「業界における脱炭素の取組み」



- 世界の人口は、2030年には85億人に、2050年には97億人に達する見込みだ。10億人増えた人々の繁栄を持続させるためのエネルギー、食料、水等を考察するにつけ、私たちは前例のない挑戦の時代に集まっている。人口知能、データセンター等、世界経済のあらゆる分野で、より多くの電力、そして強靱性が求められている。がなぜか、エネルギー討議で石炭は置き去りにされている。今こそ石炭に着目すべきである。昨年の世界の石炭使用量は、史上最高水準の87.7億トンで、2004年の2倍である。現代経済の不可欠な基盤は、全て石炭に依存している。石炭は必須であり、テーマはいかに石炭を脱炭素化するかである
- FutureCoalでは、「燃焼前、燃焼時、燃焼後」の3つの柱で構成される「持続可能な石炭管理フレームワーク(SCS)」を構築した。短編動画と共に紹介する。
- 第一の柱「燃焼前」は、鉱山の技術革新である。鉱山現場での採掘、加工、物流プロセスを、SCSの革新技術で、最適化を目指している。我々は既に人工知能を駆使した精密な鉱山採掘技術の採用を始めている(例:日本のコマツの自律走行車両と電動駆動トラック等)。
- 第二の柱「燃焼技術」は、高効率な火力発電である。日本では世界最高水準の効率を誇る石炭火力発電設備を運用し熱効率は45%に達している(高効率な石炭火力周辺技術事例を紹介。  
例:JERAは、石炭火力で20%アンモニア混焼。中国の太祖炭素回収、南アフリカのコシラ発電所等)。
- 第三の柱「燃焼後の技術」は、石炭や石炭廃棄物の活用である。石炭や石炭廃棄物から、グラフェン、炭素繊維などの

高付加価値製品への転換(例:フライアッシュのセメント性能向上。石炭廃棄物から低コストカーボンファイバー製造等々)。また、石炭やフライアッシュには未来のIT産業に必要なリチウム、コバルト、希土類元素が含まれ、さらに戦略的投資を呼び込み、市場を開拓する。

- よって石炭は先進的製造、資源安全保障、産業革新の基盤となりつつある。しかし資金なしでは実現は不可能であり、FutureCoalでは、700以上の政府・金融・投資関係者宛に「公正・公平な基金」キャンペーンを開始し、原料炭だけではなく一般炭への投資アプローチも行っている。過去30年間で日本は、先進国の中でも最も厳しいエネルギー安全保障の課題に直面し、勇気をもってよりクリーンで効率的、かつ柔軟な石炭利用への道を歩んだ。日本は、今後さらに、持続可能な石炭管理(SCS)枠組みの下、その変革をリードする存在として世界の前面に出る必要がある。

#### ⑥特別講演I 寺澤 達也

一般財団法人日本エネルギー経済研究所  
理事長

「エネルギー移行期における石炭の戦略的役割」



- 世界の電力需要は成長を続け、2050年に新興国と途上国(EMDE)が世界の約70%の電力需要を占めると予測される。これらEMDEでは今後も石炭火力発電が一定の役割を持ち続け、2050年には世界の石炭火力発電所の93%がEMDEに集中する見通しである。
- 日本は、近年まで電力需要は減少傾向にあったが、データセンターや半導体工場の回帰促進により、今後は増加傾向へ大きく転換することになる。特に、半導体やデータセンターの需要増加が電力需要の構造を劇的に変化させている。
- 中国やインドの石炭火力発電所の建設規模は著しい。中国の建設中の石炭火力発電容量は、日本の全発電容量を上回り、さらに計画段階も含めれば、その規模は日本の2倍以上となる。インドで建設・計画中の石炭火力発電所は、日本の全発電容量の半分以上に達する。両国の石炭需要は今後拡大し、世界の石炭貿易のシェアが高まると見込まれる。
- 米国では、近年の政策変更で石炭産業の再活性化が進められ、AIやデータセンターによる大規模な電力需要増に対応するため、石炭火力の安定供給機能が重視されている。
- 日本の第七次エネルギー基本計画でも、石炭火力は電源のバックアップや供給調整機能の面で重要視されている。プロセス熱分野など電化が困難で「CO<sub>2</sub>削減困難」な分野では石炭が依然として重要で、2040年でも石炭が1次エネルギー供給の約10%を占める。
- 長期的には需要・供給の不確実性が高まり、需給ギャップのリスクがある。産出国と消費国の間で政策予見性やインフラ投資確保等の協力が必要であり、国内でも調達の長期契約や流通インフラの維持が重要であり、ユーザー間の連携も不可欠である。

- 石炭はクリーンな利用、すなわちSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、PMの排出削減が不可欠である。礫石炭火力発電所では、これらの排出がほぼゼロまで抑えられ、日本の技術と知見は新興国やインド等の排出削減に寄与する。また、技術移転や教育だけでなく、資金供給も必要である。
- 脱炭素対策として、バイオマス混焼やアンモニア混焼によるCO<sub>2</sub>削減は有効な手段であり、流動床ボイラにはバイオマス、微粉炭ボイラにはアンモニアが適している。さらにCCSも石炭火力の脱炭素化に現実的な手段となる。ただし、コストが課題であり、克服が求められる。
- 石炭は消滅するのではなく、進化しながら今後も重要な役割を果たし続ける。世界、日本、米国、新興国での電力需要増に対応する上で、石炭火力発電は依然として不可欠であり、再生可能エネルギーの不安定性への対応や電化困難部門の支援、エネルギー安全保障の観点からも意味を持つ。しかし、需給ギャップリスクへの対応、そしてSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、PMの排出抑制およびCO<sub>2</sub>削減(混焼やCCSの導入)等を通じ、「クリーン」な石炭利用を追求する必要がある。今後は産出国・消費国間およびユーザー間の協調を強化しながら、長期的な安定供給とクリーン利用の両立を目指すべきである。

#### ⑦特別講演II The Honourable David Crisafulli MP

豪州クィーンズランド州首相 兼  
退役軍人担当大臣



- クィーンズランド州はビジネス、また石炭採掘にも門戸を開いている。石炭産業に対して開かれており、ビジネスに積極的である。
- 本日は、クィーンズランド州資源評議会の会長にも来て頂いている。これは、資源部門の雇用の3分の1は石炭産業に関連し、私たちの存在意義及び日本との関係においてもとても重要だからである。
- 10か月前、クィーンズランド州の人々は変革を求めて投票し、私の政権を選んだ。彼らは石炭産業の友である政権を選んだ。我々はその立場から後退することは無い。
- 私たちは鉱物資源に恵まれた州で、世界有数の石炭大国になるための投資を行ってきたが、日本企業からの投資はその中心にあった。
- 石炭火力発電は、途上国でエネルギー転換が進む中で、成長する経済と機会へのアクセスを継続的に提供していく上で、非常に重要な役割を担っている。
- クィーンズランド州最高位の公務員である局長も同席している。石炭供給安定性が長期にわたるものであり、かつ決定的なものであることを示すために、ここに来ている。
- 新政権は石炭産業を支援する姿勢を明確にしておき、11件の採掘権更新・新規承認を短期間で実施した。他者が石炭からの撤退を模索している時代にあって、私たちは石炭への挑戦を続けている。
- 私が最初に行ったことの一つは、内閣の小委員会として鉱業諮問委員会を設立したことで、委員会の議長は、州の開発

計画も担当する州副首相である。鉱山大臣も委員として参加し、議題を推進し、承認プロセスの迅速化と透明性を確保している。

- ロイヤルティ制度の変更による不安を払拭し、安定した投資環境を提供する。
- 環境基準の維持と責任ある石炭調達の重要性を認識している。
- 脱炭素化や新技術の導入にも前向きで、エネルギーミックスの一部として石炭の役割を継続する。
- クイーンズランド州は観光、農業、教育、医療研究等多様な経済を持つが、鉱業は州の基盤である。
- 州民は鉱業を支える政府を選出し、今後も石炭投資を継続する意志を示している。
- 日本企業への感謝と、今後のさらなる投資・協力をお願いしたい。
- 日本との関係を長年の「友情・信頼・信用」に基づくものとし、次のレベルのパートナーシップを目指している。

#### ⑧パネルディスカッション纏め



以下、パネリストから一言ずつ纏めを頂き、最後にモデレーターより統括した部分を掲載する。

(IEA: Carlos 上級石炭分析官)

- 低炭素エネルギーシステムへの移行は必要であるが、安全保障の側面もしっかりと考慮しなければならない。多くの国で予期せぬ停電が発生しているのを見れば、私たちが生きている世界はより断片化していることがわかる。従い、各国、企業が、計画段階から安全保障を念頭に置いて行動することが重要だと考える。先ほど申し上げたように、電力、鉱物、テクノロジーは、あらゆる場面で重要である。最後の私のメッセージは、「安全なエネルギー移行」である。私たちに必要なのは、まさにこのことだ。

(ACE: Swanto 部門長)

- 今回の議論から学んだことは、まず、需要とエネルギー、データセンターや AI といった新興国を含む将来需要を把握するために、何が最善であるかを明確化することだ。また、それぞれの国の状況に合わせた供給の安定性。各国はそれぞれ異なる側面を持っているが、AEAN における石炭については、今後 5 年間で、上流から下流まで、あらゆる側面に焦点を当て、排出量の削減と管理に注力していくことを強調したいと思う。そのために石炭の脱炭素化について、皆さんと協力していきたい。

(東京大学: 有馬客員教授)

- 私のメッセージはシンプルである。第一に、私たちはエネルギーの現実に向き合う必要がある。2050 年までにカーボンニュートラルを達成するために 1.5℃ という目標に執着するあまり、本質的なエネルギー議論を歪めてしまう考えから脱却する必要がある。石炭は解決策の一部であってはならない。もちろん、石炭の利用と並行して、低排出・ゼロエミッション技術の導入も検討する必要がある。再生可能エネルギーは「超優良」と見なされるべきですが、再生可能エネルギー特有の課題も認識する必要がある。例えば、再生可能エネルギーは極めて重要な鉱物資源を利用する。そのサプライチェーンは少数の国によって支配されている。これは日本にとって新たな安全保障上のリスクとなる。石炭は完全に見捨てられるべきではなく、むしろ選択肢の一つとして捉えるべきである。

(インド CEA: Mallick 局長)

- 私たちはエネルギー転換に焦点を当てるべきであるが、コストのかかるものではなく、経済性にも配慮する必要がある。また、すべての火力発電所をゼロカーボン削減に向けて、エネルギー安全保障も維持する必要がある。私たちはエネルギー安全保障とエネルギー転換、そして経済性にも目を向けている。国や地域は、自らのロードマップとエネルギー転換を自由に設計できることが重要である。

(名古屋大学: 成瀬教授)

- 石炭をものとして捉えることが 1 つのトランジションになるのかなと思っている。例えば、石炭を使って薄くて強い鋼板ができれば、それで燃費が向上する。これは 1 つの石炭の成果、或いは価値で、これをどう定量化するかは難しいが、個別サイクルで発電効率を出すのではなく、少し異分野と一緒にタックを組めば全体的な最適化ができる。全体として CO<sub>2</sub> が下がることと、個別で下がることのどちらが大きいのか。意外に異分野を融合して全体的に CO<sub>2</sub> が下がる方向が自由度が上がる。発電効率一本であると自由度が制限される。自由度のある考え方が 1 つのトランジションで、そこに石炭に価値があるのだと、もっと我々はアピールしていく、このようなことを考えている。

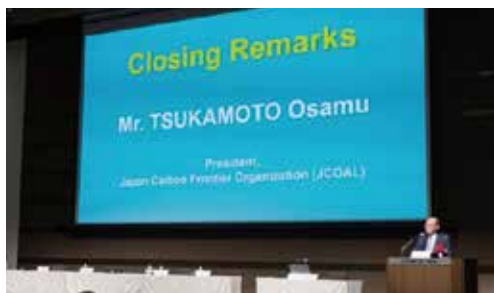
(モデレーター/国際大 橘川学長)

- このセッションでは、「脱炭素と現実的なエネルギー転換政策」を議論してきた。若干議論が散漫になったが、大きな方向性は見えてきたかと思う。必ずしもカーボンニュートラルからバックキャストで考えるのではなく、安全保障等も含めて、フォアキャストの視点が重要である方向性は出てきた。ただ、私自身としては、少し違和感がある。元々カーボンニュートラルは、温室効果ガスをゼロにしているわけではなく、日本の今度の第 7 次計画もハイライトは 53 頁にあり、天然ガスで始まる頁が、「カーボンニュートラル実現後も重要な熱源である」と言う言葉で終わっている。従来は、電力業界もガス業界もカーボンニュートラルが実現したら天然ガスも化石燃料なので、もう使えないという前提で動いていたわけであるが、そうではなく、世界で同じ化石燃料でも同じ考え方が通用するかもしれない。それではカーボンニュートラルは終わる

のか。今の言葉で重要なのは、「カーボンニュートラル実現後も」と入っている、あくまでもカーボンニュートラルの旗は降ろさない。それが低い電力排出係数にも表れている。思い起こせば、カーボンニュートラルという言葉は決して温室効果ガスをゼロにする意味ではなくて、排出量がたとえ、化石燃料を使うことが続いて増えたとしても、逆に回収あるいは吸収量を増やせばニュートラルになるわけで、実は、現実路線に戻ったから楽だという雰囲気が強いが、逆に私は全く違うと思う。楽ではなくて、厳しい技術開発を迫られている。確かに化石燃料をより使うことによって、排出量は増えるかもしれないが、吸収・回収量を増やすために、例えば、どうやって石炭にアンモニア混焼を急ぐのか、ガス火力の水素転換に急ぐのか、CCUS を急ぐのか、あるいはオフセットの仕組みをどのように導入するのか、DAC をどうやって入れていくのか、そちらの方もしっかりやらなければいけないということが、世界が直面しているメッセージではないかと、本日の議論を通じて感じた。

#### ⑨閉会辞 塚本 修

一般財団法人カーボンフロンティア機構 理事長



- 本年度第 34 回クリーン・コール・デー国際会議は、皆様のご協力ご支援を得て、無事終了できた。本年度も昨年度に引き続き、来場とオンラインのハイブリット形式で開催し、明日の資源安定供給の会議も含めて、登録数 24 カ国延べ約 1900 名の参加者\*を得て「脱炭素化と現実的なエネルギー移行」という重要テーマについて活発な議論をすることができた。
- 共催頂いた経済産業省 (METI)、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)、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) をはじめ、ご後援を頂いた在京大使館や内外の関係機関、更にはご

登壇頂いた国内外の多くの方々、また熱心に参加・議論いただいた全ての皆様に心から感謝し御礼を申し上げる。

- 今回のテーマは、「脱炭素化と現実的なエネルギー移行」であるが本日の議論を踏まえ、改めて様々な交流、検討すべき要素が多々あると感じ以下のように総括致す。
- 第 1 に、電力需要拡大の中で、石炭の重要性の再認識ができた。国際的な政治状況、AI やデータセンターの電力需要拡大の中、石炭火力を一方的に排除するのではなく、脱炭素化技術と組み合わせ、「バランスの取れたエネルギーミックス」を維持することが重要であり、石炭資源のサプライチェーンの確保が必要である。
- 第 2 に、革新的な脱炭素技術と早期の社会実装が重要である。時間軸を考え、各国毎に状況が違う中、何が現実的な解なのかを考えていく必要がある。従来から日本が取り組んできた高効率石炭火力発電及び付加追随する関連技術を考えるべきと思う。
- 第 3 に、国際連携の推進である。アジア CCUS ネットワーク、AZEC 等、国際的に重層的で緊密な連携を図っていくことが重要である。
- 以上、3 点申し上げたが、JCOAL として、例年通り JCOAL STATEMENT として国内外に発信させて頂く。
- 議論をさらに深掘りするという意味で、アセアンエネルギーセンター (ACE) と協力してポスト・カンファレンス・ウェビナーを後日実施する。
- 本日は朝から皆様方が熱心な議論をして頂いたことに心から感謝申し上げます。来年も皆様とお会いできることを祈念して、私の総括と閉会の挨拶にさせて頂く。

#### 4. JCOAL Statement

本会議の議論をもとに、JCOAL Statement を発信した。

※ JCOAL Statement は 1 ページ目の「巻頭言」をご参照ください。また、弊機構 Web サイトに日・英文を掲載しています。  
<https://www.jcoal.or.jp/>

なお、本年度から、翌日の資源の安定供給と脱炭素化シンポジウムも含めた内容としている。

# 資源の安定供給と脱炭素化シンポジウム 2025 開催報告

国際事業部 藤田 俊子

## 1. 会議概要

近年の世界のカーボンニュートラル実現に向かう脱炭素化の流れの中、石炭の使用量は2050年に向けて減少傾向にある。しかしながら、IEA シナリオにおいては、アジア大洋州においては引続き石炭利用は必要とされている。

気候変動対策に向かうべくエネルギー移行期においては、「脱石炭」ではなく「石炭利用に伴う温室効果ガスを押えていくこと／CO<sub>2</sub> ローエミッション化・ゼロエミッション化」である。

その方策は、一方で、エネルギーの安定供給を考えながら、平行して進めなければならない。

それらを議論する場として、当初のクリーン・コール・デー国際会議からスピノフして上流の脱炭素化と資源の安定供給を考える「資源の安定供給と脱炭素化シンポジウム」を、本年度も引き続き、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）の共催のもと9月5日に開催した。本年度は焦点を「新時代の石炭戦略～エネルギーの安全保障と石炭の役割」に焦点を当て豪州をはじめとする在京12カ国大使館、豪州の3州政府、グローバルCCSインスティテュート（GCCSI）、2自治体（宇部市、釧路市）から後援名義を頂き、実施した。



会議サイトトップページ

## 2. プログラム等内容

テーマ：新時代の石炭戦略～エネルギーの安全保障と石炭の役割

コンセプト：世界的なエネルギー安全保障重視の中で、石炭の役割を含めて議論する。

主催：一般財団法人カーボンフロンティア機構

共催：独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）

後援：12カ国大使館、3州政府、1国際機関、2自治体

GCCSI、宇部市、釧路市、  
豪州大使館、中華人民共和国大使館、  
コロンビア共和国大使館、マレーシア大使館、  
モザンビーク共和国大使館、セルビア共和国大使館、  
米国大使館、チェコ共和国大使館、  
フィリピン共和国大使館、タイ王国大使館、  
南アフリカ共和国大使館、  
豪州クイーンズランド州政府、豪州ビクトリア州政府、  
豪州ニューサウスウェールズ州政府



会場：虎ノ門ヒルズ森タワー 5階

言語：日本語・英語（同時通訳）

本会での試み：

### ① 質疑応答の活発化のためのライブ投票システムの効果的活用

昨年度初めて導入したライブ投票システムを効果的に活用するために、会議専用サイトでも紹介・説明を実施。また、事前アナウンスでも、システムにつき説明を行い、参加者全員が臨めるように計画した。

本会議では、セッションにおいてライブ投票システムを取り入れた。

### ② 国際会議隣室での個別会議（バイ会談）の実施

コロナ禍前に行っていた個別会議（バイ会談）の復活を試みたが、希望者と相手方の都合がうまく合致しなかったこともあり、最終的に会議期間中の実施には至らなかった。

### ③ Post Conference Webinar の実施による議論の深堀り

国際会議での議論を整理し、テーマを絞り、東南アジア諸国の政府・政府関連機関・電力会社等と本邦企業等との間で、Focus Group Discussion (FGD) 方式を用い、11 月頃を目途に議論の深堀りを実施する。

### ④ 電子報告書 (e-book) を作成・配布による国際会議のフォローアップの充実化

国際会議の議論の成果として JCOAL Statement を発信しているが、各機関の CN 化の取組も含め国際会議概要を入れた電子報告書を作り、海外に広く配信を実施する (2 月頃目途)。

プログラム: (以下日本時間で計上) (敬称略)

#### 09:30-10:55 開会セッション

09:30-09:35 開会辞 渡部 肇史

一般財団法人カーボンフロンティア機構会長

09:35-09:40 共催辞 高原 一郎

独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) 理事長

09:40-09:55 基調講演Ⅰ

世界石炭協会 戦略部長 Mr. Paul Baruya

「世界における資源の安定供給を探る」

09:55-10:10 特別講演Ⅰ

米国ワイオミング州立大学 Prof. Dr. Holly Krutka

「米国の CCS/CCUS ハブ動向と今後の行方」

10:10-10:25 特別講演Ⅱ

米国アラスカ州天然資源省 石油ガス部門 事業部長

Mr. Ryan Fitzpatrick

「アラスカにおける CCS プロジェクト - 大洋間 CO<sub>2</sub> 輸送に関する規制のおよび商業的要因」

10:25-10:40 特別講演Ⅲ

GCCSI 代表 Mr. Jarad Daniels

「CCS: 世界の最新動向 - 進捗と課題、今後の行方」

10:40-10:55 休憩

10:55-11:10 基調講演Ⅱ JOGMEC 理事 久保田 博志

「エネルギー安全保障における石炭安定供給への JOGMEC の役割と貢献」

11:10-12:40 セッション

世界的課題であるエネルギー安全保障～資源の安定供給

モデレーター 九州大学准教授 堀井 伸浩

11:10-11:25

① 南アフリカ鉱業協会 CEO Mr. Mzila Mthenjane

「南アフリカ共和国にとっての資源の安定供給」

11:25-11:40

② Whitehaven Coal 社

マーケティング・ロジスティクス部門上級部門長

Mr. Jason Nunn

「ホワイトヘイブン社の資源戦略」

11:40-11:55

③ Low Emission Technology Australia ビジネス開発部長

Mr. Benn Wheeler

「カーボンニュートラル達成のための石炭の前向きな役割」

11:55-12:10

④ 出光興産(株) 上席執行役員 石炭・環境事業部長 吉田 有三

「資源の安定供給への貢献～コールセンターの役割、他」

12:10-12:25

⑤ 日本製鉄(株) 原料部長 (参与) 山田 祈一

「原料炭の安定供給について」

12:25-12:40 ディスカッション

12:40-12:45 閉会辞 塚本 修

一般財団法人カーボンフロンティア機構理事長



### 3. 主な講演概要

① 開会辞 渡部 肇史

一般財団法人

カーボンフロンティア機構 会長



- ・ 資源の安定供給と脱炭素化シンポジウム 2025 の開催にあたり、一言、ご挨拶申し上げる。
- ・ 開催にあたり、共催者であります JOGMEC をはじめ、各国大使館や国際機関等、多くの関係者の方々にご支援をいただいた。改めて、厚く御礼を申し上げる。
- ・ 皆さまの中には、昨日の CCD 国際会議に続いて 2 日目となる方もおられるかと思う。昨日は石炭の利用と脱炭素化対策について議論いたした。2 日目は石炭資源の役割とその安定供給について議論する。
- ・ 本日は、海外からも多くの講演者に来日頂き、また、多くの皆さまに来場頂いている。基調講演やセッションでのスピーチに出演頂ける国内外の皆さま、そしてウェブを通じて会議にご参加いただく世界中のたくさんの皆さまに、心から感謝する。
- ・ 本日のテーマは、「新時代の石炭戦略～エネルギーの安全保障と石炭の役割」である。エネルギー安全保障への関心が世界的に高まる中、持続可能で強靱なエネルギー供給における石炭の戦略的な役割について議論する。
- ・ エネルギー需要の高まりを背景に石炭を含めたあらゆる天然資源について、例えばクリティカルミネラルやレアアースを含めた有用な天然資源の国際サプライチェーンの安定性と信頼

性の確保が不可欠となっている。原料炭や発電用一般炭もこれに含まれている。

- 新規の炭鉱計画の検討も進んでいる。本会議では安定的な石炭供給という上流側の課題に焦点を当てている。多様なエネルギーミックスの一翼を担う石炭の役割を検討し、持続可能な経済成長を支えるエネルギー安全保障への貢献について議論を深めていく。
- 本日の会議では、米国ワイオミング州立大学クルティカ学科長、アラスカ州天然資源省フィッツパトリック事業部長、GCCSI ダニエル代表からお話を、また、基調講演として、世界石炭協会 FutureCoal パルーヤ戦略部長並びに JOGMEC の久保田理事からお話を頂く。
- 「世界的課題であるエネルギー安全保障～資源の安定供給」セッションでは、南アフリカ、オーストラリア、日本企業からお話を伺う。一般炭のお話に留まらず、原料炭の安定供給や資源の安定供給のための調達元となる国や企業からのお話も予定して、昨日の会議と引き続き視野を広げた議論になると思われる。
- この社会を支える石炭資源の役割と安定供給について、参加者全員での有用な洞察、示唆を共有できるよう、積極的な意見交換をお願いしたい。

## ②共催辞 高原 一郎

独立行政法人エネルギー・  
金属鉱物資源機構 (JOGMEC) 理事長



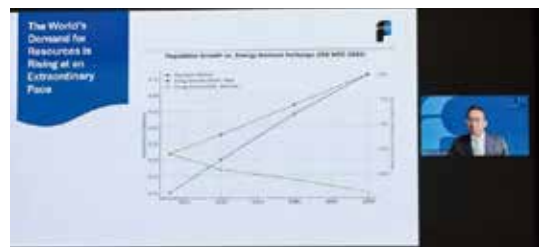
- 今年もこのように開催できたこと、また WEB で聴講の方も含め、多くの方にご参加いただけたこと、共催者として感謝申し上げます。
- 本シンポジウムは、石炭を取り巻く事業環境の変化を受け、一昨年度より昨日のクリーン・コール・デー国際会議から石炭資源開発に関する上流分野をスピニアウトさせ、別イベント化して開催している。今回のテーマは「新時代の石炭戦略～エネルギーの安全保障と石炭の役割」と題した。
- 政府は今年 2 月に第 7 次エネルギー基本計画を閣議決定した。基本計画では、カーボンニュートラルの進展に応じて想定した複数のシナリオを描きながら、幾つかのエネルギー源を組み合わせた電源構成が示されているが、石炭は引き続き重要な資源として位置付けられている。
- アジアでは、旺盛な電力需要を満たすために石炭火力を増強している国がある。先日の IEA による報告でも、昨年は世界の石炭需要は過去最高を記録した。石炭調達の地政学リスクが低く、発電コストも低いため、多くの国にとって、石炭は依然として安定供給性や経済性に優れた重要なエネルギー源であるためである。
- 日本においても、2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、非効率的な石炭火力からのフェードアウトが進められているが、石炭は当面の間、引き続きエネルギー安全保障上、重要なエネルギー資源であり、石炭資源の安定供給は重要な課題の 1 つである。

- JOGMEC は石炭資源開発事業も実施しているが、世界的なカーボンニュートラルの潮流から民間企業が石炭事業から離れる状況を過去 10 年間に於いて実感してきた。しかし AI 技術の急速な進歩や普及、気候変動に伴うエアコン需要等電力需要の増加が予想されており、LNG などと共に石炭についてもその必要性が、特にこの数年において再認識されている。
- ところが、産炭国側でもカーボンニュートラルを意識した政策が採用され、石炭資源のほとんどを輸入に頼る我が国にとって石炭安定供給確保の先行きが不透明となってきている。
- 本日のシンポジウムのタイトルにある「資源の安定供給・安全保障と脱炭素化」というテーマは対立軸で語られることが多いが、双方のバランスを取りながらカーボンニュートラルを促進することが重要である。また、世界的なエネルギー安全保障が喫緊の課題として注目される中、今一度、石炭の果たすべき役割を確認する必要がある。
- 本日のシンポジウムではそうしたテーマにかかる多角的な視点から活発な議論が交わされることを期待したい。

## ③基調講演I Mr. Paul Baruya

世界石炭協会 戦略部長

「世界における資源の安定供給を探る」



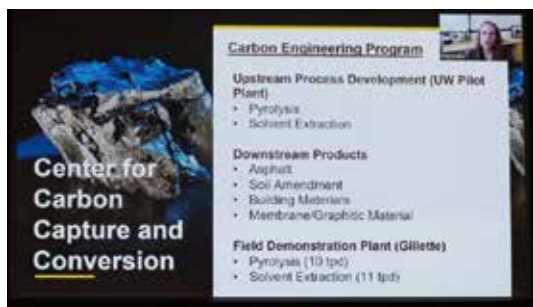
- 我々の新会長マイク・テケが昨日述べたように、資源需要はかつてない速度で加速している。資源供給の安全保障はもはや中心から外れた課題ではなく、21 世紀を特徴づける最大の挑戦の一つと言える。エネルギー、鉱物、食料、水はすべての経済の基盤であるが、地政学的緊張、気候変動圧力、脆弱なサプライチェーンによって危うくされている。これを確保しなければ成長も安定も繁栄も実現できない。
- 安定の確保には、国家間の協調が不可欠であり、供給安定性、持続可能性、価格の手頃さのバランスをとる必要がある。そのための戦略は、供給源と輸送ルートの多様化、都市鉱山やデジタル監視のような技術革新の活用、信頼に基づく長期的パートナーシップの構築、そして予測可能で均衡ある移行を促す政策整合である。
- 新型コロナは世界的サプライチェーンの脆弱性を露呈させ、ロシア・ウクライナ戦争は資源供給の不安定化を深めた。2022 年以降、石炭需要はアジアを中心に急回復し、2024 年には史上最高の 90 億トンを突破した。予測に反し、この需要は少なくとも 2027 年まで高止まりすると見込まれる。
- 石炭供給網は他の燃料に比べ多様かつ分散的で柔軟である。豪州、インドネシア、米国、南ア、ロシア、コロンビア等が主要供給国であり、一国が停滞しても他国が補完できる。

石油やガスが紛争の火種となってきた歴史と対照的に、石炭には戦争による供給断絶の前例がない。再エネは一方で、リチウムやレアアースといった鉱物に依存し、その採掘・精製がごく少数国、特に中国に集中しているため極めて脆弱である。

- この観点から、日本の経験は重要である。資源に乏しく、一次エネルギーの90%を輸入に頼る日本は、依存を弱点ではなく強靱性へと転換した。日本は石炭を放棄するのではなく、高効率化や低排出化、アンモニア混焼や水素利用等の技術革新を進めている。福島震災後の供給危機にも耐え、信頼に基づく国際パートナーシップと戦略的投資で安定供給を確保してきた。
- 対照的に、例えば英国は石炭火力を停止した結果、ガスに依存せざるを得ず、電力価格の高騰に直面し、その脆弱性が露呈した。バランスを失えばエネルギー安全保障も経済安定も崩れることを示している。
- 結論として、資源需要は不可避に拡大している。資源は「消え去る」のではなく「賢く管理する」べき対象である。FutureCoalは、持続可能な石炭利用の下で、世界的な協力と革新を推進する。我々は、脆弱な依存から脱却し、強靱で安全な繁栄を次世代に残すことができるのである。

#### ④特別講演I Prof. Dr. Holly Krutka

米国ワイオミング州立大学 エネルギー資源学科長 教授  
「米国のCCS/CCUS ハブ動向と今後の行方」



- 我々ワイオミング州は米国最大の石炭産地であり、石炭を“燃料エネルギー”以外の資源として大量に活用する方法を模索している。我が大学では、2つのテーマ「熱分解と溶媒抽出」を研究開発中である。ギレットに日産10～11トン規模の実証プラントを建設中であり、アスファルト、建材、土壌改良剤、水処理膜、グラファイト等の資源展開を検討中である。特に土壌改良剤は非常に大きな潜在用途であり、土壌に混ぜると植生成長が顕著に向上する（総量が大きく増加）という初期成果を得て期待を膨らませている。
- CCUS ハブの取り組み：ワイオミング州は、CCUS 事業に完に準備が整っている。州はCO<sub>2</sub>回収・利用に長年慣れ親しんできた。例えばExxon 施設でEOR（石油増進回収）の実績がある。近年はCO<sub>2</sub>の専用貯留層への注入、産業利用拡大へシフトしている。州がクラス6井戸の許可権限を持ち、関心を持ち、データセンター開発者等の投資環境整備中である。

- 米エネルギー省支援のCarbon safe プロジェクトが以下の4地点で進行中である。
  - » ドライフォーク発電所（国内で最も新しい施設）でのCO<sub>2</sub>貯留調査
  - » ウィリアムズ社エコスプリングス施設で掘削試験中
  - » スウィートウォーター炭素貯留ハブ（産業排出・鉄道輸送等とも連携）
  - » オレゴン州バサルトプロジェクトでは、CO<sub>2</sub>と塩類層の反応貯留を研究中
- ワイオミング州と日本の協力：ワイオミング州と日本とのパートナーシップは、初期には川崎重工業のCO<sub>2</sub>回収実証にて、また、ゴードン知事率いる代表团と日本の様々な関係者間協議も実施、様々な形で拡大展開中である。ワイオミング州は「CCUS ハブ形成に最適な拠点」であり、準備万端である。

#### ⑤特別講演II Mr. Ryan Fitzpatrick

米国アラスカ州天然資源省 石油ガス部門  
事業部長  
「アラスカにおけるCCS プロジェクト - 大洋間CO<sub>2</sub> 輸送に関する規制のおよび商業的要因」



- アラスカ州は2024年にCCUSに関する新法「HB50(下院法案50号)」を制定し、州有地の地中の空隙のリースと、CO<sub>2</sub>貯留用のクラス6井戸に関する許認可権限を連邦から取得する制度を整備した。
- 主要候補地である「クックインレット盆地」は陸上・沖合両方の油田が存在し、潮汐水域に面しているため、船舶の入出港に適しており、海外からのCO<sub>2</sub>輸送および貯留に好条件である。
- アラスカ州はアメリカ国内で唯一、アジア太平洋地域からのCO<sub>2</sub>輸入による地中貯留を本格的に検討している州である。
- 国際的な規制としては、ロンドン議定書(2009年改正によりCO<sub>2</sub>の越境輸送が可能)やバーゼル条約(有害廃棄物の越境規制)が関係する。アメリカはロンドン議定書の署名国だが批准しておらず、日本との二国間協定が必要である。
- 国内法では「安全飲料水法(SDWA)」がクラス6井戸に適用され、地質調査やリスク評価を含む厳格な認可プロセスがある。アラスカ州ではAOGCC(アラスカ石油ガス保全委員会)が許認可権限の取得を目指しており、年内に申請予定である。
- 2021年改正の「海洋保護法(MPRSA)」では連邦リース区域のCO<sub>2</sub>貯留を除外対象としているが、州や民間のリース区域には依然として適用される可能性がある。ただし、SDWAに基づく許可があれば要件を満たすと解釈されている。
- アラスカ州は土地の約3分の1を直接所有し、地中の空隙を含む鉱物権を保持している。さらに、連邦政府の土地およびアラスカ先住民法人が所有する私有地もCCS用途として活用可能である。

- ・商業的なスクリーニング要因としては、地質条件、排出源から貯留先までの距離、陸上輸送インフラ、石油・ガス活動の有無、熟練労働力、環境規制などが重要である。
- ・特に注目すべき商業要因は以下の3点である：
  - ① CO<sub>2</sub> の EOR (石油増進回収) 活用による収益性向上、
  - ② アリューシャン列島地域の港湾開発 (軍事支援・北極航路対応) による将来的な輸送拠点化の可能性、
  - ③ 複合用途タンカー (往路で水素・アンモニア、復路で CO<sub>2</sub> 輸送) の実用化による輸送コスト削減の可能性
- ・日本の住友商事、カライン株式会社は、日本からアラスカへの CO<sub>2</sub> 輸出プロジェクトをスタディ段階で検討中であり、アラスカ州としても国際協力の機会を重要視している。

#### ⑥特別講演Ⅲ Mr. Jarad Daniels

グローバル CCS インスティテュート

(Global CCS Institute (GCCSI)) 代表

「CCS: 世界の最新動向 - 進捗と課題、  
今後の行方」



- ・ CCS 導入の進展状況については、現在 700 件以上のプロジェクトが開発段階にあり、稼働中は 70 件で年間約 6,000 万トンの CO<sub>2</sub> を回収している。さらに建設中の 48 件が稼働すれば年間 1 億トン規模に達するが、気候モデルが示すギガトン規模には大きく不足している。
- ・ 技術的応用は拡大しており、従来の天然ガス処理や肥料製造に加え、セメント、石炭・ガス火力、LNG、水素製造 (天然ガス・石炭由来)、さらにはバイオエネルギーやエタノール生産へ広がっている。特に低炭素水素や BECCS (バイオエネルギー由来 CCS) は将来の脱炭素における重要技術である。
- ・ インフラ面では、CO<sub>2</sub> 輸送用パイプライン建設が増加し、CO<sub>2</sub> を商品として輸送する船舶利用も進展中である。さらに、メガトン規模の地中貯留能力開発が複数の地域で進められている。
- ・ これに伴い、規制整備も進行し、ブラジルやマレーシアでは新たな許認可制度や責任枠組みが構築されつつある。金融面では、英国で初めて無償還型のプロジェクト融資が成立し、みずほ銀行を含む国際金融機関が参画した。これは CCS を資本集約型事業として成立させる上での重要な前進である。
- ・ 地域別には、北米と欧州が依然として先行しており、欧州ではネットゼロ産業法により 2030 年までに年間 5,000 万トンの輸送・貯留能力整備が義務化された。中国はメガトン規模のセメント CCS や新設石炭火力での CCS 統合など大規模展開に移行している。中東ではサウジアラビアがジュベイルに年間 900 万トン規模のハブを計画し、UAE も産業脱炭素ロードマップに CCS を組み込んだ。アフリカ諸国も CCUS フォーラムを通じて議論を開始した。
- ・ 日本においては、新たな CCS 事業法が施行され、貯留・輸送・投資に関する明確な法的枠組みが整備された。経産省支援による 9 つのプロジェクトが進行中で、洋上・陸上双方の実証が進められている。特に CO<sub>2</sub> 輸送船の設計・実証や、低濃度排ガスに対応する回収技術開発において日本企業は世界をリードしている。ただし、国内の貯留適地の制約や、国民理解の深化が課題として残る。

- ・ 総括として、CCS はギガトン規模導入を達成するための不可欠技術であり、CO<sub>2</sub> 輸送・貯留インフラ整備、規制・金融制度の確立、技術適用範囲の拡大が鍵となる。国際協力を通じ、効率的な政策形成やビジネスモデル構築を進め、導入加速を図ることが急務である。

#### ⑦基調講演Ⅱ 久保田 博志

独立行政法人エネルギー・

金属鉱物資源機構 (JOGMEC) 理事

「エネルギー安全保障における石炭安定供給  
への JOGMEC の役割と貢献」



- ・ JOGMEC (独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構) は、日本のエネルギー・資源の安定供給を目的とする政府機関。元々は石油・天然ガスや金属資源の探査、備蓄、リスクマネー支援等を行っていたが、後に石炭・地熱開発業務も管轄し、現在は水素、アンモニア、洋上風力、CCS といったカーボンニュートラル関連分野も事業に加えている。
- ・ 主な事業は資源探査・技術開発、リスクマネー供給、備蓄、鉱害防止、情報収集・提供で、これらの事業を通じて、国内への資源の安定供給に貢献している。
- ・ JOGMEC の石炭事業は、国のエネルギー基本計画に基づいている。石炭は安全保障上重要なエネルギー源として位置づけられ、2040 年までの自主開発権益 60% 維持を目指している。しかし、一般炭権益からの投資撤退が進み、安定供給への懸念が生じているため、新たな支援事業として、一般炭の長期調達契約の確保を支援している。
- ・ 日本の石炭のエネルギー安全保障上のリスクとして、供給側については世界的な脱炭素化の流れにより、資源メジャー等の一般炭権益からの撤退が進み、権益保有事業者が減少。産炭国の開発許可取得や良質な埋蔵量確保が困難になり、開発コストが増加。金融機関による石炭資源開発への融資姿勢が消極的になり、石炭事業者の資金調達コストが増加。また、需要側については日本の発電設備が高品位炭を前提としており、低品位炭への転換が困難。再生可能エネルギー導入拡大により、石炭火力の役割が調整電源へシフト。生成 AI 普及によるデータセンター増加で、電力需要が大幅に増加する可能性があり、需要量の予測が不透明、といった問題があり、必要な石炭需要量を海外から持続的に供給できるかが大きなリスクとなっている。
- ・ 2023 年に日本は年間 1.6 億トンの石炭を輸入しており海外依存度が高く、特にオーストラリアからの輸入割合が高いが、安定供給とコスト低減のため、供給元の多角化が重要である。
- ・ JOGMEC の石炭資源開発事業は事前調査から探査、開発、生産まで、石炭資源開発の各段階で民間企業を支援している。その内容は探査段階における海外地質構造調査と開発

可能性調査、案件公募 JV の創設、ベトナムでの共同調査、資源外交・研修事業を通じた産炭国との関係強化、金融支援、石炭に関する情報収集・提供業務、日本企業に対する技術支援事業等多岐に亘っており、JOGMEC は、これらの事業を通じて、日本企業の一般炭の安定供給を支援、エネルギー安全保障への貢献を図っている。オーストラリアにおいては、メタン回収・処理、山元発電、グリーン電源活用、スマート鉱山開発などを技術支援し、操業効率化と脱炭素化も支援している。

#### 4. セッション纏め

＜モデレーター 九大 堀井准教授＞

- 世界的な電力需要が増加する見通しの中で、石炭は、エネルギーの安定供給に、不可欠かつ現実的な選択肢であると考えられる。ライブ投票の結果をしてみる。

(途中、ライブ投票を実施)

ライブ投票質問／

「AI やデータセンター増設によって、世界的に電力需要が増加する見通しの中で、石炭はエネルギーの安定供給に“不可欠”かつ“現実的”な選択肢と思われる。今後の石炭の役割についてあなたの考えに最も近いものはどれか(回答 1 択)。」

回答(1 答選択)／

- ① CCUS 導入や高効率化等脱炭素化を進めた上で、石炭の利用を継続する。
- ② 石炭は一定期間は必要だが、その後段階的に縮小する。
- ③ 石炭をできるだけ早く、他の選択肢で代替する。

上記質問に対して、セッションで取りまとめた結果は下記の通りであった。



圧倒的に、①の「CCUS 導入や高効率化等脱炭素化を進めた上で石炭の利用を継続する」であった。これらの参加者の回答にを踏まえ、皆様から簡単なコメントを頂きたい。

＜Mr. Benn Wheeler, LETA＞

- LETA の観点から回答は「継続利用」である。CCS の活用は、石炭の安全で信頼できる未来を実現するために極めて重要であり、それは日本だけでなく東南アジア全体にとっても同様である。
- 豪州の石炭産業を代表する立場から見ても、石炭は貿易関係を維持し、豪州の輸出貿易の安全保障を可能にする上で

不可欠であり、また CCS のような技術は、エネルギー需要の増加に対応しつつ低排出の未来を実現することを可能にする。

- 二日間で得られた重要な情報からも、インドや中国のような大国を含む途上国や大規模な組織において、石炭の需要は当面続くことが示されている。
- 従って、この排出を削減する唯一の方法は、さまざまな技術を導入することであり、LETA はその開発を支援する用意がある。

＜Mr. Jason Nunn, Whitehaven＞

- この結果に特に驚きはない。今後しばらくの間、石炭利用により持続可能で信頼性の高いベースロード電源を確保することが非常に重要だと考えている。
- 蓄電が広く、十分に利用可能な選択肢となるまでは、石炭やその他の化石燃料、原子力、水力等はエネルギーミックスにおいて依然として非常に重要な役割を果たすと思う。
- 日本の第 7 次エネルギー基本計画は非常に力強く、エネルギー供給に多様な選択肢を備えていると評価しており、私はこの結果を支持する。

＜吉田 有三 上席執行役員 出光興産(株)石炭・環境事業部長＞

- 結果については納得である。SDGS の 17 項目の 1 つ「エネルギーをみんなにクリーンに安定して供給」することが明記されている。
- 日本では石炭は、発電用途で約 3 割を占め、今後も構成の割合は大きく変わらないと思われる。
- 我々としてエネルギーの安定供給を第一義に考えている。さきほどの発表にもあるとおり、今後も低炭素化を図っていく。この両輪ですすめていきたいと考えている。

＜山田 祈一 原料部長 日本製鉄(株)＞

- 結果はその通りだと思う。今回の発表では、鉄鋼関係で、原料炭について製鉄関係では引き続き必要不可欠で重要であると認識している。
- 日本では、石炭はエネルギー供給の観点で、非常に重要と考えている。
- このアンケートはどちらかというと発電関係を念頭においている。資源のない日本で、エネルギーを安定的に得るためには、石炭の高効率利用と CCUS を活用しながら技術開発を図るのが現実的な選択肢と考えている。

＜モデレーター 九大 堀井准教授＞

- このセッションの講演者からは上流側における投資、脱炭素に向けた具体的な取組みについて非常に詳細にかつ希望を持てる内容をプレゼンテーション頂いた。感謝致したい。
- このセッションでとりあげていない、私のある思いを手短に披露したい。
- 資源の安定供給を考えた場合、本日あまり議論していない点で、安価、低コストがある、このファクターを考える必要がある。
- なぜかと言うと、この 2 日間の議論から、データセンターや半導体等、改めてエネルギー集約型の成長がこれからの経済、つまりこれからのエネルギー価格の高低、国の競争力に影響を与えると思うからである。

- ライバルである中国は、昨年 5 億 4 千万トンを入力している。特に 45% をインドネシアから輸入している。
- 他方 2006 年から 2023 年にかけて、中国は豪州の炭鉱開発に投資、投資額の実に 51% が炭鉱開発だ。額が 450 億米ドルと非常に高額となっている。
- もちろん中国は石炭開発を制限しており、2015 年と 2024 年、国内の投資額を比較すると 30% ほど拡大している。
- インドでも同様に、上流側での投資額が拡大している。
- 逆風がふいて、上流側への投資、資源の安定供給という観点より、国際競争力のある価格で調達する観点も考える必要がある。決して中国との対立をあおるわけではなく、今後石炭を継続的に利用するために上流側への投資について各国で協力する必要がある。
- 例えば 2021 年 2022 年に石炭が高騰した時代を考えると、石炭を利用する価格的なメリット、価格優位性について検討する必要がある。
- 製造業、データセンターで電力利用が今後増加すると予想される中で競争することになる。資源の安定供給やコストの観点からも国家戦略を考える必要がある。
- そのような国家戦略の大きな話をしつつも、やはり大切なことは各社の競争力のある石炭開発利用に対する取組みであり、本日の講演者からは最先端のお話をして頂いた。非常に勉強になった。感謝を申し上げたい。



#### ⑨閉会辞 塚本 修

一般財団法人カーボンフロンティア機構  
理事長



- 本年度の「資源の安定供給と脱炭素のシンポジウム 2025」は、皆様のご協力ご支援を得て、昨年度に続き来場とオンラインのハイブリット形式で多くの方々の参加を頂き無事終了した。経済産業省 (METI)、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) をはじめ、ご後援を頂いた在京大使館や内外の関係機関、更には、ご登

壇頂いた国内外の講演者の方々、また熱心に議論いただいた全ての皆様に改めて御礼申し上げます。

- 昨日の「第 34 回クリーン・コール・デー国際会議」でも総括挨拶をさせて頂いたが、本日は「新時代の石炭戦略～エネルギーの安全保障と石炭の役割」での議論を踏まえて以下に 3 点ほど総括させていただきたい。
- まず第 1 に、長引くロシアのウクライナ侵攻や中東情勢の不安定化、国際情勢の大きな変化、米国の政権の動き等でエネルギー需給は逼迫し、各国は“エネルギーの安全保障”に対して熟慮している。一方で、AI やデータセンターの急速な普及により世界的な電力需要の拡大が見込まれる中、石炭火力を一方的に排除するのではなく、脱炭素化技術と組み合わせて「バランスの取れたエネルギーミックス」を維持することが重要である。
- 第 2 に、石炭に関するあらゆるステークホルダー（火力発電のみならず鉄鋼生産も含めて）による脱炭素化への取組みが重要である。石炭の採掘段階から火力発電 CCS までの一連の脱炭素化を検討しその早期の社会実装が求められる。本日は、米国・カナダから、CCS の状況をご紹介頂いた。
- 第 3 に、石炭資源に関する国際サプライチェーンの安定性と信頼性の確保が重要である。本日は、石炭に関する投資の減少リスクの話も伺った。そのようなリスクも踏まえて石炭事業の見通しを、政治、経済産業省殿が良くウオッチし、分析対応することが肝要と思われる。エネルギーの安全保障、石炭の役割の再認識、石炭の脱炭素化と、時間軸を考慮した現実的なエネルギー移行と国際サプライチェーンの安定性、信頼性の確保を追求し続けることが必要と考える。
- 本日は、皆様の熱心なご討議、素晴らしいプレゼンテーションを披露頂いたことに感謝したい。また本日の議論を踏まえて、皆様がさらなる検討を深められることを期待する。また来年度も皆様と共にこのような議論を深める機会を持てることを祈念し私の閉会の挨拶とさせて頂きたい。

## 5. JCOAL Statement

本会議の議論をもとに、JCOAL Statement を発信した。

※ JCOAL Statement は 1 ページ目の「巻頭言」をご参照ください。また、弊機構 Web サイトに日・英文を掲載しています。

<https://www.jcoal.or.jp/>

なお、本年度から、前日のクリーン・コール・デー国際会議も含めた内容としている。

# ケミカルルーピング燃焼 (CLC) 技術開発の進捗、その 5 —ポリジェネレーション技術開発—

技術連携戦略センター 齊藤 知直

## 1. はじめに

ケミカルルーピング燃焼 (Chemical Looping Combustion: 以下、CLC) とは媒体の繰り返し酸化・還元反応を介して、石炭やバイオマス等の燃料を空気中の酸素と直接接点させずに、熱あるいは燃料ガス (水素等) に転換し、同時に  $\text{CO}_2$  が分離されて得られる技術である。CLC で使用する酸素を運ぶ媒体を酸素キャリアと呼ぶ。

2010 年～2011 年に当時の一般財団法人石炭エネルギーセンター (現在の一般財団法人カーボンフロンティア機構) が CLC 技術小委員会を設立し、CLC 技術開発の可能性を検討した。また、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 2012 年度から 2014 年度に「 $\text{CO}_2$  分離型化学燃焼石炭利用技術に関する検討」として、国内外の技術開発動向と市場の調査及び酸素キャリア予備選定を行い、以後の開発に酸化鉄ベースの酸素キャリアを使用することを決めた<sup>1)</sup>。

2015 年度～2017 年度に NEDO「 $\text{CO}_2$  分離型化学燃焼石炭利用技術開発」を実施し、その成果を生かして 2020 年度～2024 年度に NEDO「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」 (以下、「委託事業」) を実施した。さらに、2025 年度からは NEDO「ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発」 (以下、「助成事業」) をスタートした。これまで当機構発行のジャーナルにおいて 4 度の進捗報告 (Vol.37, Vol.39, Vol.47, CF Vol.2) を行ってきた。今回、第 5 報として委託事業の成果の一部を紹介するとともに総括を述べる。

## 2. 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

図 1 は助成事業で開発しようとする三塔式循環流動層 CLC ポリジェネレーションプロセスの概念である<sup>2)</sup>。空気燃焼塔 (AR)、燃料反応塔 (FR)、および水素発生塔 (HR) によって構成される。FR はバブリング二段流動方式が採用されている。

図 2 に VR (揮発分反応塔) と CR (チャー反応塔) の二段反応塔の仕組みを示す。CR のバブリング流動層の層表面で燃料 (バイオマス等) が熱分解すると、生成した揮発分とタールが層表面から上昇して分散板を通り VR へ流入する。VR の酸素キャリアが含む酸素によって、ガス中のタールは改質され、揮発分も燃焼する。チャーは CR 層内で酸素キャリアと混合し、(1) 及び (2) 式に示したチャーと酸素キャリア間の逐次反応によって、チャーはガス化し、キャリアはさらに還元される。

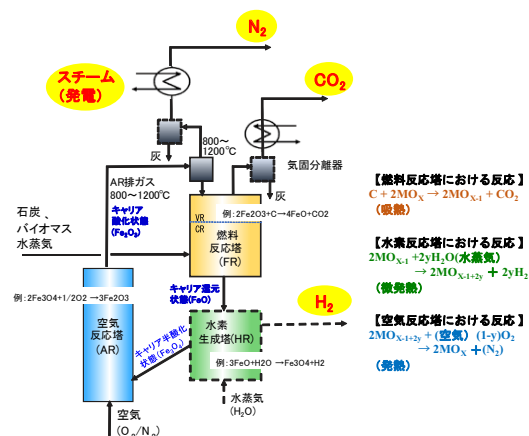


図 1 三塔式循環流動層 CLC ポリジェネレーションプロセス概念

CR 層内のチャーとキャリア間の逐次反応:

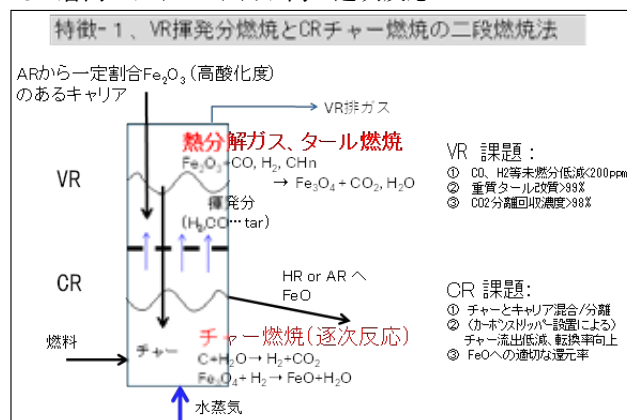
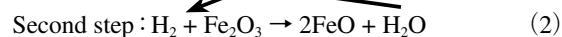


図 2 VR と CR における二段反応塔の仕組み



本報では、燃料反応塔 (CR/VR) における固体バイオマスによるキャリア還元反応性の検討結果について報告する。

### 2.1 固体バイオマスによるキャリア還元反応性の検討

実機により近い運用となる上下 2 段のバブリング流動層反応装置を製作し、固体バイオマスによる CR でのチャーガス化性能、ガス化ガスによるキャリア還元度評価、および VR でのキャリアによる  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  等未燃ガスの低減効果を確認した。

#### ①二段流動層反応装置

図 3 に東京科学大学 GXI 棟内に設置した 2 段流動層反応装置の概念及び装置写真を示す。反応塔はステンレス製で反

応塔内の分散板上に酸素キャリアを充填した。流動化ガスは数十本からなるバブルキャップ式分散板を通り、流動層内に導入した。反応塔の加熱は外熱式電気炉で行った。実験手順は、始めにキャリアを各反応塔に約 6.5kg 充填し、所定量の空気ガスを流した状態で層内温度を反応温度である 900℃まで升温した。層内の温度が安定したことを確認後、N<sub>2</sub> パージを一定時間行った後、バイオマスガス化剤である水蒸気/窒素混合ガス (50% H<sub>2</sub>O/50% N<sub>2</sub>) を導入した。バイオマス (木炭) 2.5g/min をフィーダーで連続供給し、キャリアとの反応を開始させた。反応中の生成ガスはマイクロガスクロマトグラフに導入して連続分析した。一定時間反応させた後、水蒸気供給を停止し、N<sub>2</sub> 流通下で降温した。層内が冷却後、CR/VR から粒子をサンプリングし、熱重量分析 (TG) にてキャリアの還元度を評価した。

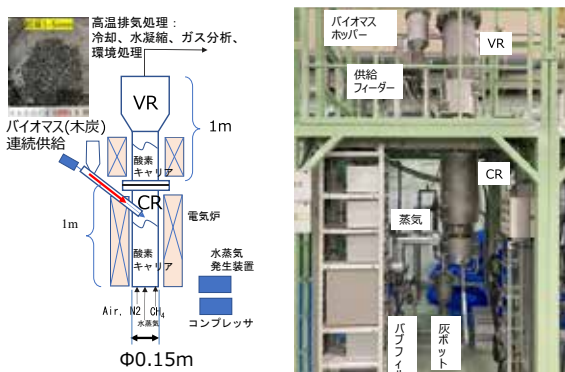
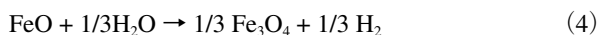
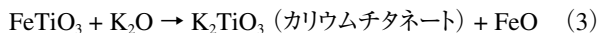


図3 二段流動層反応装置の概念及び装置写真

## ②供試キャリア

酸素キャリアの天然イルメナイト粒子は、高温でイルメナイト中の酸化チタンと優先的にアルカリと吸収反応し、安定なアルカリチタネートを形成し、酸化鉄を遊離させる性質がある。遊離した酸化鉄は供給水蒸気と反応し、水素を生成する。



本実験では、予め炉内で調製したカリウム改質イルメナイトを数十サイクル使用後の粒子を試験に供した。

## ③結果及び考察

### (1) バイオマスによるキャリア還元反応

図4にバイオマス (木炭) を連続供給した際の生成ガス組成変化を示す。排ガス組成変化から次に示す3段階の反応が起きていると考えられる<sup>3)</sup>。

- (I) 0分～40分：生成ガスはCO<sub>2</sub>のみであることから、ガス化未燃ガス (H<sub>2</sub>, CO) はVRのキャリアにより完全に酸化 (燃焼) された。
- (II) 40分～100分：キャリアの還元反応の進行により、ガス化未燃ガスが酸化されずに増加した。
- (III) 100分～150分：H<sub>2</sub> 濃度がCOの2倍、かつ、CO<sub>2</sub> が生成していることから、還元反応より水性ガスシフト反応が進行した。

### (2) キャリアの還元度評価

(1) の試験後、VR及びCRのキャリアを採取し、TGにて還元度 (FeO生成率) を評価した。約40mol% (VR)、約50mol%

(CR) と推定され、どちらもガス化ガスとの反応により還元反応が進行したと考えられる。

### (3) CRにおける木炭のガス化反応

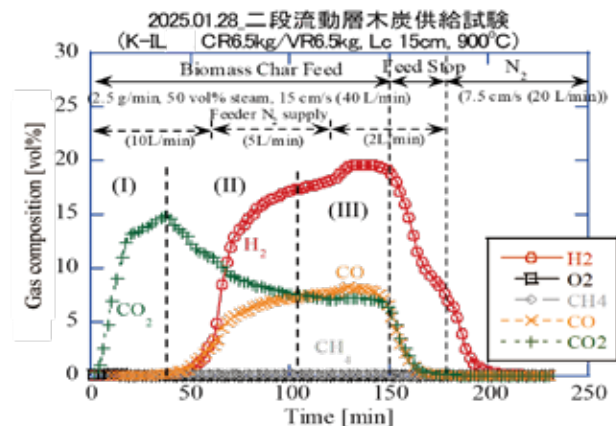


図4 木炭とキャリアの反応による生成ガス組成変化

図4の炭素含有ガスの組成変化から算出した炭素転換率から、反応時間30分以内に炭素転換率は95%以上に到達した。木炭とキャリア間の逐次反応によりガス化反応が促進されたと考えられる。

## ④結言

二段流動層反応装置を用いた固体バイオマス (木炭) による酸素キャリアの還元試験の結果、木炭のガス化反応は30分以内にほぼ完了した。また、反応初期段階 (0分～40分) において、未燃ガス (H<sub>2</sub>, CO等) の排出が無いことから、VRのキャリア中の酸素により酸化 (燃焼) されたと考えられる。

## 3. 総括

委託事業の総括として、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プロセス性能を左右する酸素キャリアの評価、選定が行われ、高活性なカリウム改質イルメナイトを開発した。その性能評価・プロセス解析に基づくCO<sub>2</sub>分離・回収コストの目標値である1,000円台/t-CO<sub>2</sub>以下となる見通しを得た。さらに、感度分析により、各種入力条件値とCO<sub>2</sub>分離・回収コストの相関を明らかにすることができた。

300kWth級装置については、各研究成果を反映し、熱自立を前提に、長時間運転、高温での運転、広範な制御範囲に対応するように詳細結果を実施した結果、フレキシビリティの高い、様々な試験条件を試せる装置を設計することができた。

今後、助成事業にて、300kWth級装置の建設及び動作評価に取り組んでいく。

〔謝辞〕本成果は、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 (JPNP16002) から得られたものである。

〔参考文献〕

- 1) 「CO<sub>2</sub>分離型化学燃焼石炭利用技術開発」成果報告書 (H27-H29)
- 2) CLC技術開発の進捗その3, JCOAL Journal Vol.47
- 3) 齊藤知直, 林石英 第62回石炭科学会議予稿集 (2025, 新潟)

# 持続可能な航空燃料 (SAF) の製造・供給体制構築支援事業 活動報告

技術連携戦略センター 濱谷 直人

## 1. 本事業の主な背景

### (1) SAF とは

Sustainable Aviation Fuel「持続可能な航空燃料」のこと。廃食油、微細藻類、木くず、サトウキビ、古紙などを主な原料として製造され、従来のジェット燃料と比べ CO<sub>2</sub> 削減効果があると考えられている。たとえば、SAF の一種であり微細藻類や木くずからつくられる「バイオジェット燃料」は、燃焼させると CO<sub>2</sub> を排出するが、その元となるバイオマスは CO<sub>2</sub> を吸収して再生産されるため、全体として見れば大気中の CO<sub>2</sub> が増加しない燃料とみなすことができる。

### (2) 国際的な動向と目標

ア. ICAO (国際民間航空機関) は、2050 年までに航空分野の CO<sub>2</sub> 排出を実質ゼロにする「Net-Zero」目標を掲げている。2022 年 10 月に開催された ICAO の総会では、「2024 年以降は、2019 年の CO<sub>2</sub> 排出量の 85% 以下に抑える」厳しい目標が採択された。ICAO の国際航空輸送分野における CO<sub>2</sub> 排出量予測と削減目標のシナリオでは、図 1 に示すとおり 2050 年時点での CO<sub>2</sub> 削減寄与度は①新技術 21%、②運航改善 11%、③ SAF55%と、SAF は目標達成の主要手段と期待されている。

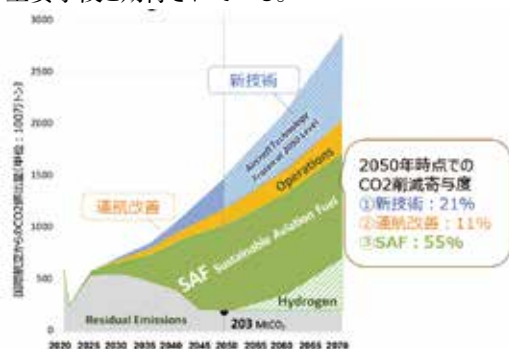


図1 航空機から排出される CO<sub>2</sub> 量の削減シナリオ  
(出典) ICAO LTAG Report (IS3: ICAO による野心的なシナリオ)

イ.「世界経済フォーラム」では、SAF の導入促進を目指すイニシアティブ「Clean Skies for Tomorrow Coalition (クリーン・スカイズ・フォー・トゥモロー・コアリション)」が設立され、世界の航空業界で使用する燃料における SAF の割合を、2030 年までに 10% に増加させることを宣言している。こうした動きに対応し、世界各国の多くの航空会社は、「2030 年 SAF10% 利用」を目標としている。(JAL・ANA を含む)

ウ. SAF 導入拡大への政策として、米国では、SAF 製造・供給事業者への税額控除等各種インセンティブが充実している。また、欧州では SAF など環境負荷の少ない燃料を義務づける動きが進んでいる。こうした各国の施策を受け、欧米ではすでに一定規模の商用製造が開始され、今後の製造能力の増強も計画されている。

### (3) 日本国内の政策と取り組み

ア. 2023 年 2 月に定められた「GX 基本方針」では、2030 年時点で「本邦エアラインによる燃料使用量の 10% (約 172 万 kL/年) を SAF に置き換える」という目標が設定された。

イ. SAF の供給量については、通称「エネルギー供給構造高度化法(高度化法)」において、2030 年の目標量として「2019 年度に日本国内で生産・供給されたジェット燃料の GHG 排出量の 5% 相当量以上」に向けて検討段階にある。

ウ. あわせて、SAF に対する先行投資への支援策として、「GX 経済移行債」を活用し、大規模な SAF 製造のための設備投資支援の実施が決定された。それが本事業「持続可能な航空燃料 (SAF) の製造・供給体制構築支援事業」である。

## 2. これまでの活動状況

### (1) 目的と概要

2050 年カーボンニュートラル実現に向けて、グリーントランスフォーメーション (GX = Green Transformation) が必要とされている。SAF は世界的にも需要増加が見込まれている中、国内の SAF 製造・供給能力を拡大する必要がある。SAF の製造・供給拡大に向け、大規模な SAF の製造設備への投資に要する経費を補助することにより、国際競争力のある価格で安定的に SAF を供給できる体制を構築するとともに、一定基準以上の排出削減効果を実現することを目指す。支援規模は総額約 3,400 億円、事業実施期間は 2029 年 3 月 31 日。

当機構は、専任部隊を組織し執行団体として、設備を建設する間接補助事業者の公募による採択、交付決定、及び伴走支援業務を実施している。

### (2) 実施事項

2024 年 10 月に当機構が補助事業者として採択されて以降、経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部燃料供給基盤整備課と協議の上、以下を実施してきた。

## ア. 間接補助事業者の公募

## (ア) 要件検討・公募要領作成

応募要件や事前着手対応方針等について検討し、公募要領を作成した。間接補助事業者の要件は、①製造技術は HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids) または ATJ (Alcohol to Jet)。いずれも一貫製造プロセスの確立及び SAF の規格 (ASTM D7566 等) の認証取得が認められるもの。②生産能力 10 万 kL/ 年以上。③初期投資額 500 億円以上。④温室効果ガス排出削減率は、対ジェット燃料油で、ニート SAF として 10% 以上、混合 SAF として 5% 以上。

## (イ) 審査基準検討・様式準備

「国による投資促進策の基本原則」や分野別投資戦略に記載の「『投資促進策』の執行原則」等に基づき、審査項目及び審査観点を作成し、公募要件や審査基準に基づき応募書類の様式を検討し、整備した。

## (ウ) 応募環境整備・事務局窓口対応

応募方法を検討し、提出できる環境を整えた。応募方法はメール提出とし、経済産業省及び当機構の WEB サイトにて周知した。厳重な情報・セキュリティ管理を実践するため専用の外部クラウドシステムを利用した。専任の窓口体制を構築し、公募要領の内容に基づき、応募検討事業者の問い合わせに対し丁寧、かつ、的確な対応に努めた。

## イ. 審査

## (ア) 審査内容・方法検討

「国による投資促進策の基本原則」や分野別投資戦略に記載の「『投資促進策』の執行原則」等に基づき、審査項目案や審査観点案を作成した。類似の審査委員会設計の知見に基づき、事務局による事前確認の踏み込み度合いを設計した。

## (イ) 事務局による応募書類事前確認実施

事務局において必要事項の充足状況確認や提案内容の確からしさを事前に確認し、第三者委員会審査を円滑に進めるための資料を準備した。

## (ウ) 第三者委員会組成・準備

委員候補選定や委嘱依頼、委員の方々とやりとり等を通じて、第三者委員会の組成や資料の準備を進めた。審査委員会の有識者は、SAF に係る技術的専門性、GX 施策全般に係る専門性、及び経営・事業立上げに係る専門性等の観点から選定し、書面及び面接審査を実施した。

## (エ) 第三者委員会当日運営

委員会当日の事前説明、進行管理、採点集計等を通じて、第三者委員会の運営を実施し、採択事業の選定を支援した。

## ウ. 採択・交付

## (ア) 交付規程の作成

申請要件や採択時条件に係る調整等について検討し、交付規程を作成した。

## (イ) 採択通知の送付、申請事業者への説明・事前相談対応

審査により選定された間接事業者に、採択条件を付記の上、採択通知を送付した。申請事業者へ交付申請等の説明会を実施するとともに、問合せ・相談に対応した。

## (ウ) 交付申請受付・申請情報確認

交付規程に従い揃えた必要書類を受理した。必要に応じて追加書類の提出を依頼し、申請内容の適切性を確認した。

## (エ) 最終確認・交付決定通知書送付

確認結果を経済産業省に報告の上、交付を決定した事業者に対し交付決定通知書を送付した。

## ■採択事業者一覧

事業者名	事業実施場所	製造技術
出光興産株式会社	山口県	HEFA
ENEOS 株式会社	和歌山県	HEFA
太陽石油株式会社	沖縄県	ATJ
コスモ石油株式会社	香川県	ATJ

## エ. 間接補助事業者の伴走支援

## (ア) 伴走支援年間計画・定期モニタリングの検討と様式整備

実証・補助事業の伴走支援実績や受託実績に基づき、伴走支援の年間スケジュールや定期モニタリングの頻度・項目等実施内容を設定し、様式の整備や事業者への説明を実施した。

## (イ) 定期モニタリングの実施

5 月並びに 8 月に、各社毎に工程表・進捗管理表等にて状況を報告いただくとともに、対面またはオンライン打合せを実施し、進捗状況やリスクを確認した。2 社については 8 月に現地踏査を実施した。残り 2 社についても今年度実施予定である。

## (ウ) 計画変更承認等の各種申請・問い合わせへの対応

各間接補助事業者からの、計画変更承認申請をはじめとする各種申請について、受領・内容の確認・書類の審査・結果の通知を都度実施した。また、種々の問い合わせに対する対応を実施した。

## (エ) 補足的な説明書の作成と送付

間接補助事業者・事務局双方のより円滑な業務遂行のため、概算払い請求・定期検査・計画変更承認申請に関する補足的な説明書を作成・送付した。

## 3. 今後の展望

定期モニタリングや各種申請対応等の伴走支援や定期検査の継続的な実施に加え、中間審査等、事業終了時の確定検査までの業務を関係者と共に一つ一つ着実に遂行し、本事業の成功に貢献する所存である。

## 4. 謝辞

本事業は、経済産業省の令和 6 年度「脱炭素成長型経済構造移行推進対策費補助金 (持続可能な航空燃料 (SAF) の製造・供給体制構築支援事業)」に採択されて実施しているものであり、弊機構の業務に関してご指導をいただいている経済産業省に感謝の意を表します。

# カーボンリサイクルにおける CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の最適化調査の進捗報告(第一報)

技術連携戦略センター 手打 晋二郎・橋本 敬一郎

## 1. はじめに

我国では、2030 年には温室効果ガス排出量を 2013 年比で 46% 削減、2050 年には完全なカーボンニュートラルを実現することを目標に定めている。この数字は、2021 年 10 月に新たに閣議決定された内容で、2016 年にパリ協定の採択に伴って制定されていたものよりもさらに厳しい削減基準となっている。

2023 年 6 月に経済産業省が策定したカーボンリサイクル技術ロードマップでは、カーボンリサイクルの社会実装を進めるためには、CO<sub>2</sub> 排出者と利用者を連携させる産業間連携 (CO<sub>2</sub> 等のサプライチェーン構築) が必要であるとして、多様な産業間連携に向けた段階的な検討を進め、2030 年を目標に CO<sub>2</sub> 排出源、分離・回収技術、用途に適合した CO<sub>2</sub> 純度の組み合わせを考えた社会システムを構築していくとされている。

以上の状況より、CO<sub>2</sub> の排出源、分離・回収技術、利用技術を組み合わせたカーボンリサイクルにおける CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の最適化に向け、CO<sub>2</sub> 排出源及び用途に適合した省エネルギー、かつ、低コストとなる CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の最適化に資する検討を行う必要がある。

本調査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) の委託を受けて 2024 年度から実施しており、今年度で完結する予定である。

本調査では CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の特徴を踏まえた、「CO<sub>2</sub> 分離・回収」、「CO<sub>2</sub> 排出源」、「CO<sub>2</sub> を利用した合成プロセス等」からなる統合カーボンリサイクルプロセス (以下「統合 CR プロセス」という。) の最適組み合わせに関し、エネルギー及びコスト等への影響を検討する。図 1 に統合 CR プロセスのイメージ範囲を示す。

統合 CR プロセスの技術評価と経済評価を汎用プロセスシミュレータの Aspen Plus<sup>®</sup> と経済性評価シミュレータの Aspen Process Economic Analyzer<sup>™</sup> (以下 APEA という) を用いることで、それぞれの組み合わせにおけるエネルギー及びコストの影響因子を一体で広く検討できるシミュレーションモデルを構築し最適化検討を行う。特に統合 CR プロセスへの影響が大きいとされる CO<sub>2</sub> 分離・回収技術に焦点を当て、全体が省エネルギー及び低コストとなるよう最適な CO<sub>2</sub> 分離回収技術を選定し、社会実装に向けた検討に活用されるような結果を得ることを目標とする。

## 2. 事業概要

以下の 5 項目について調査・検討を行うことで、CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の特徴に焦点を置きつつ、最適な「統合 CR プロセス」を明らかにする。

調査項目①: コンビナート等における代表的な CO<sub>2</sub> 排出源の排ガス性状等を踏まえた CO<sub>2</sub> 排出源と分離・回収方法の組み合わせ検討 (CO<sub>2</sub> 回収率や純度等による影響を検討)

調査項目②: CO<sub>2</sub> を利用した合成プロセス等における、CO<sub>2</sub> 供給の条件 (CO<sub>2</sub> 純度、不純物の影響等) を検討

調査項目③: CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の特徴を踏まえた「統合 CR プロセス」の組み合わせを検討

調査項目④: 「統合 CR プロセス」の組み合わせによるエネルギー、コストへの影響を検討

調査項目⑤: モデルコンビナートを想定し「統合 CR プロセス」の組み合わせの有効性を検討

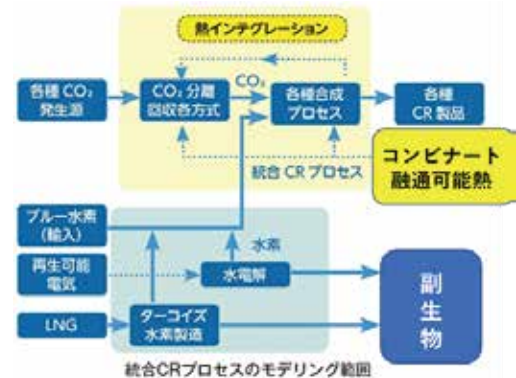


図 1 統合 CR プロセスの検討範囲

## 3. 実施内容

### 3.1 コンビナート等における代表的な CO<sub>2</sub> 排出源の排ガス性状等を踏まえた CO<sub>2</sub> 排出源調査

国内の 9 つの石油化学コンビナート (鹿島、千葉、川崎、知多、四日市、堺・泉北、水島、周南、大分) と 4 つの臨海工業地域 (松山、坂出、八戸、石狩) で操業する事業者を対象に、各事業者の CO<sub>2</sub> 排出量や SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじんなどの主要排ガスデータを収集・分析した (表 1 参照)。調査源には、環境省の温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度から CO<sub>2</sub> 排出量、及び大気汚染物質排出量総合調査から排ガス性状をそれぞれ入手して分

(注記) 表内の数字は事業者別に開示されたデータに基づき整理したものであり、全てのコンビナートに非開示事業者が居たが、そのデータは含めていない。

	コンビ ナート名	上位排出 事業者数	上位排出事業 者の合計 排出量(千 tCO2)	合計排出ガス 量: 量(千)m3N/h	CO2濃度(vol%) (道 り)		SOx 平均値 ppm		NOx 平均値 ppm		ばいじん 平均値 g/m3N		酸素濃度 %		水分	
				関鉄デューのあ カウント	平均	最小値～最 大値	平均	最小値～最 大値	平均	最小値～最 大値	平均	最小値～最 大値	平均	最小値～最 大値	平均	最小値～最 大値
1	千葉	10	57,244	50,693	6.8	5.3～12.5	6.0	0～38.3	14.1	5.7～59.3	0.0012	0～0.006	12.7	8.7～13.8	8.3	7.6～9.2
2	川崎	11	41,146	24,553	6.9	4.4～21.4	0.6	0～6.3	8.7	3.0～31.2	0.001	0～0.008	13.1	5.1～13.8	8.5	7.4～10.6
3	鹿島	11	24,470	3,117	5.0	2.7～8.4	20.2	18.9～50.1	74.7	17.4～90.6	0.004	0.002～0.010	8.4	4.2～11.2	12.1	7.3～23.8
4	水島	10	23,115	2,011	12.9	11.3～13.1	17.6	0.8～19.3	63.0	62.3～70.8	0.007	0.005～8.553	6.5	6.0～12.1	10.3	9.3～19.8
5	大分	10	16,295	1,605	5.4	4.1～12.3	210.4	1.0～557.7	63.9	55.8～92.4	1.194	0.004～1.567	7.1	2.0～13.7	12.8	11.2～17.7
6	西宮	10	15,254	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開
7	西田市	10	5,931	3,198	6.3	4.8～10.0	2.7	0.1～3.9	61.5	31.5～74.8	0.001	0～0.002	7.3	6.9～8.3	9.8	10.8～14.3
8	朝来北	10	3,114	2,228	4.6	4.3～6.2	0.8	0.6～1.1	19.8	10.7～72.8	0.002	0.001～0.009	9.0	2.3～11.7	12.6	12.1～23.4
9	知多	10	2,904	158	11.4	11.4	8.6	8.6～30.8	79.5	7.5～79.5	0.030	0.003～0.004	6.0	3.3～6.0	12.6	12.6～15.7
10	八戸	4	4,154	2,004	6.3	4.8～7.7	29.6	15.5～29.6	98.5	73.8～98.5	0.021	0.001～0.032	10.1	2.9～13.7	15.6	12.3～21.1
11	浜出	5	2,818	1,073	4.8	1.4～11.3	41.2	5.4～52.2	82.5	27.4～215.0	3.451	0.003～4.667	11.1	6.0～12.0	10.8	7.1～11.2
12	石狩	4	1,812	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開
13	松山	4	1,491	434	6.8	5.9～10.5	74.2	0.7～7.4	112.5	112.5～119.8	0.033	0.001～0.033	8.0	4.2～9.0	6.1	0～19.2
	上位排出事業者の合計 (排出量(tCO2))		199,747	91,073.6	6.8	0.5～13.1	10	0～557.7	22	3～215	0.1	0～8.553	12.0	2.0～13.8	9.0	0～23.8

析・活用した。表 1 に各コンビナートの CO<sub>2</sub> 排出量と排ガス性状の纏めを示す。また、カーボンリサイクルで製造する製品の需要について並行して調査を行った。この結果、シミュレーションに適用すべき代表的排ガス条件、およびモデルコンビナート検討に必要な製品需要を把握した。

### 3.2 コンビナート等における代表的な CO<sub>2</sub> 排出源の排ガス性状等を踏まえた CO<sub>2</sub> 分離・回収方法の組み合わせ検討

「化学吸収法」「物理吸収法」「固体吸収(移動層・固定層)法」「物理吸着(PSA)法」、および「膜分離法」の5方式のCO<sub>2</sub>分離・回収技術について、国内外の技術報告、文献、特許、ヒアリング等をもとに技術分析を行った。その結果を元に、シミュレーションモデル作成に必要なシステム構成、性能、運転情報を方式ごとに整理し、モデリング前の技術評価を実施した。各方式からモデリングに最適と判断した開発者の技術を対象に Aspen Plus、及び一部方式には Aspen Adsorption を併用してシミュレーションモデルを構築した。また、排出源調査結果を受けて、表2「CO<sub>2</sub>

分離回収装置入口ガス条件」に示すとおり、石炭排ガス、GTCC 排ガス、セメント排ガス、高炉出口ガスを代表排ガスに選定し、文献情報を元に性状を設定後、シミュレーションに適用した(表 2 参照)。

Aspen Plus®を用いて構築した例として図 2 に化学吸収法（吸収液 AMP/PZ）シミュレーションモデルを示す。図 3 にはシミュレーション結果として各排ガス別に CO<sub>2</sub> 回収率 90%における放散塔リボイラの必要熱量を示している。

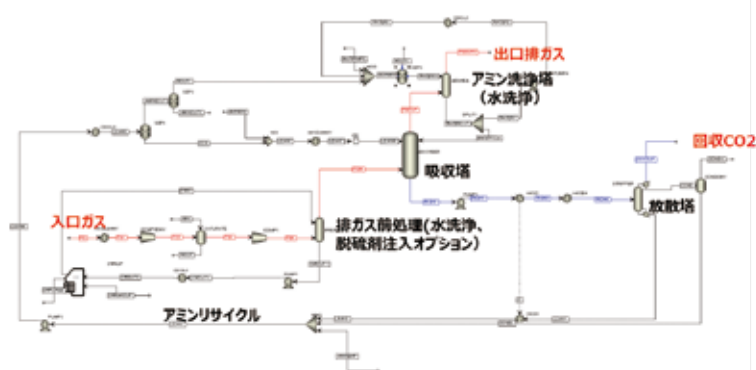


図2 化学吸収(吸収液 AMP/PZ)フローシートモデルの構成

対象ガス		石炭排ガス (JCOAL試算)	GTCC排ガス*1	セメント排ガス *2	高炉出口ガス *3
対象ガスコード名		G1	G2	G3	G4
温度(取合点)	℃	100	100	100	100
圧力(取合点)*6)	kPa	101.6	101.6	101.6	101.6
ガス流量	万Nm <sup>3</sup> /h	可変	可変	可変	可変
CO	Vol%	0	0	0	24
CO <sub>2</sub>	Vol%	13.6	4.2	20.0	22.0
H <sub>2</sub>	Vol%	0.0	0.0	0.0	5.0
H <sub>2</sub> O	Vol%	9.1(45℃飽和)	8.9	15.0	(dry)
N <sub>2</sub>	Vol%	72.8	74.2	54.3	48.4
O <sub>2</sub>	Vol%	3.6	11.8	10.0	0.0
Ar	Vol%	0.9	0.9	0.6	0.6
SO <sub>2</sub> (SO <sub>3</sub> 含む)	PPMV	50 <sup>㉙</sup>	—	50	50(H <sub>2</sub> S) <sup>㉚</sup>
NO	PPMV	40 <sup>㉙</sup>	35 <sup>㉙</sup>	360	—
NO <sub>2</sub>	PPMV	10 <sup>㉙</sup>	10 <sup>㉙</sup>	40	—
total	Vol%	100	100	100	100

- 排ガス取合点圧力は排ガスが CO<sub>2</sub> 分離回収設備まで送気されると仮定して 101.6kPa で統一した。
- 排ガス温度は 100℃ で取合うとしたが、吸収装置前で洗浄・冷却を行い 40℃ 程度に下げ、水分は飽和蒸気となる。
- 煤塵は必要に応じて機械的分離される為考慮外とした。
- \*1 ~ \*5 は 6. 参考文献参照

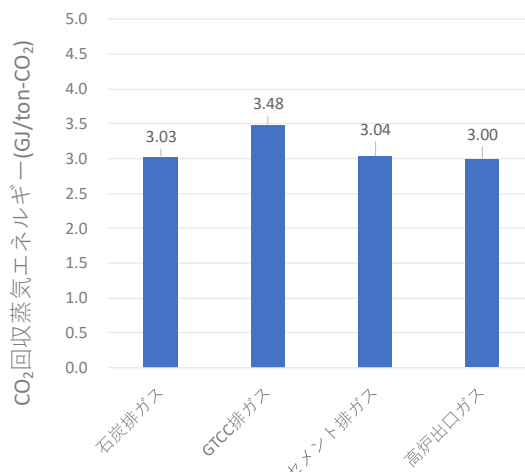
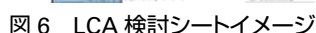
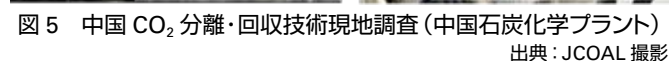


図3 化学吸収シミュレーション結果(吸収液 AMP/PZ)

水素を使用する合成プロセスについては触媒反応（FT）を伴うので、Aspen Plus® 上でモデルを構築した。一方、水素を使わない合成プロセスについてはEXCEL ワークシート上でモデルを構築した。

さらに、中国国内の CO<sub>2</sub> 分離回収技術に関する研究者・有識者へのヒアリングを実施し、今後は化学吸収法の開発強化に注力していく方針であるなど、今後の技術動向に関する貴重な情報を得た。



### 3.5 「統合 CR プロセス」の組み合わせによるエネルギー、コストへの影響を検討

また、正味の CO<sub>2</sub> 削減効果を評価するための LCA 検討ツールの作成に取り組んでいる。図 6 に LCA 検討シートイメージを示す。カーボンリサイクル製品毎に①従来の製造方法と②カーボンリサイクルによる製造方法における LCA を比較検討するため、採掘から利用に至る検討範囲の明確化、製造システム内で考慮すべき単位操作の抽出、適用できるオーソライズ済みのエネルギー原単位等を整理した。

加えて、カーボンリサイクルによる製品製造の事業性評価に用いる検討ツールの作成に取り組んでいる。固定費・変動費別に建設費、ユーティリティ費、ライセンス費、人件費、修繕費、金利、物価上昇率などの基本インプット情報を整理した。

### 3.6 モデルコンビナートを想定し「統合 CR プロセス」の組み合わせの有効性を検討

「統合 CR プロセス」モデルの有効性を検証するため、対象コンビナートの実情（CO<sub>2</sub> 排出量、需要等）を踏まえ、統合カーボンリサイクルプロセスによる化学品（メタノール、オレフィン）、燃料（メタン、e-Fuel）、建設資材（CO<sub>2</sub> 吸収コンクリート、炭酸塩化灰）毎に検討すべき組合せケースの絞り込みを行っている。統合 CR プロセスの有効性検討方法を図 7 に示す。

なお、組合せ検討においては水素供給方式は電解水素を代表方式に選定し、CO<sub>2</sub> 分離回収技術と合成プロセスに絞って感度解析を行うこととした。

さらに、各技術の普及度を考慮し、2030 年頃、2040 年頃、2050 年頃に区分してスケジュール別に技術の進展を推定したり、CR 製品需要の変化を推定したりするなどして、シナリオを作成して将来展望を検討する予定である。

今後、「統合 CR プロセス」の計算結果を元に各コンビナートにモデル事業として適用しモデルコンビナートとして CO<sub>2</sub> 削減効果や実現性評価等を行う。

## 4. 最後に

第 7 次エネルギー基本計画においては、2040 年に向けた脱炭素化政策の方向性として、CO<sub>2</sub> 分離・回収技術は残余排出を相殺するために不可欠な手段であり、環境整備、市場創出、技術開発の加速に向けて取り組むことが提言されている。

以上のことから、本事業の目的である CO<sub>2</sub> 分離回収技術を含む「統合 CR プロセスの有効性検討」は、脱炭素化を推進する上で極めて重要な要素である。

本事業は今年度が最終年度であることから、対象コンビナートの実情（CO<sub>2</sub> 排出量、需要等）を踏まえ、統合カーボンリサイクルプロセスによる化学品（メタノール、オレフィン）、燃料（メタン、e-Fuel）、及び建設資材（CO<sub>2</sub> 吸収コンクリート、炭酸塩化灰）を対象に技術の普及度を考慮した実現可能スケジュール（2030 年頃、2040 年頃、2050 年頃）別に適用モデルを構築している。

これらを通じて、統合カーボンリサイクル技術の社会実装に向けた課題と展開方策を整理し、我が国の脱炭素政策の推進に資する報告書とすることを目指すものである。

第二報では、検討成果を中心に報告する予定である。

## 5. 謝辞

本研究は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の委託を受けて実施しているものであり、成果は委託業務の結果得られたものである。ここに謝意を示す。

## 6. 参考文献

- 1) アミン PCC の運転条件の感度解析を実施したプロセスシミュレーション (Isogai & Nakagaki, 2023)
- 2)\*1 2017～2021 年度 NEDO 成果報告書「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」をベースに調整
- 3)\*2 環境省 2021 年 8 月 3 日 CCUS の早期社会実装会議 (第 3 回) 環境配慮型 CCS 実証事業一分離回収技術について— 太平洋セメント株式会社 資料 1-1-2 をベースに調整
- 4)\*3 Nobuyuki Shigaki, Yasuhiro Mogi, et al., Performance evaluation of gas fraction vacuum pressure swing adsorption for CO<sub>2</sub> capture and utilization process, International Journal of Greenhouse Gas Control 120 (2022) 103763 をベースに調整
- 5)\*4 高炉炉頂ガス中の H<sub>2</sub>S 濃度測定による炉状況判定について (川崎製鉄 高田ら) 鉄と鋼 '77 - S434
- 6)\*5 発電用ボイラー排ガスからの CO<sub>2</sub> 回収試験 (関西電力 清原) Vol14 NO.1(1993) エネルギー・資源学会

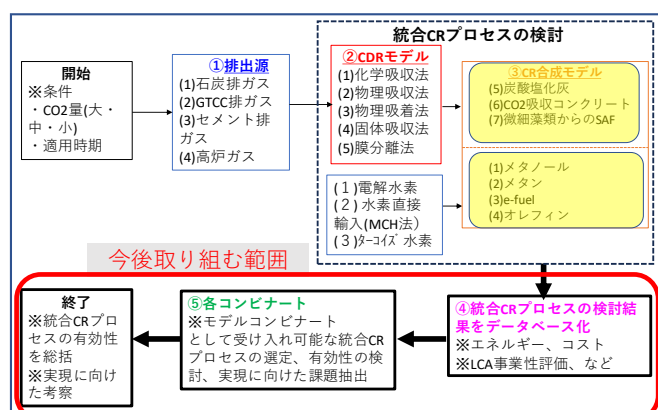


図 7 モデルコンビナートへの統合 CR プロセスの有効性検討

# コールバンクの運営について ～石炭サンプルの提供サービス～

技術連携戦略センター 手打 晋二郎

## 1. はじめに

当機構は、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下 AIST と称す）と共同で平成 7 年から 30 年にかけて日本の石炭に関する技術開発および事業化の支援ツールとして石炭サンプルのデータベースである「コールバンク」を構築してきた。うち、平成 7 年度から平成 25 年度までは国立研究開発法人新エネルギー産業技術開発機構（以下 NEDO）の支援を受けて実施した。コールバンクの主目的は世界中の炭鉱から直接石炭を収集し、その分析値をデータベースとして構築するとともに石炭試料を保管・サンプル提供するものである。

入手した石炭試料は計 136 種に達し、これを基にデータベースを構築した。また、これまでに 3,300 点を越える石炭サンプルを国内企業、大学、研究機関に提供した実績を有しており、現在も当機構が運営中である。

## 2. コールバンクの概要

### (1) 特徴

- ア. 世界中から収集した 100 を超える無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、及び褐炭等様々な炭種が登録されている。
- イ. データの分析は JIS に則り当機構の責任の元で実施している。
- ウ. 希望者への石炭サンプル提供は継続中である。  
※石炭サンプルは無償。但し、準備作業と配送は有償。

### (2) 想定される活用事例

- ア. 石炭調達の際、産炭地の炭種を概観するのに利用。
- イ. 複数の研究機関が共通のサンプル炭で試験することにより、試験装置や試験条件の違いに焦点を絞った比較検討や議論に利用。
- ウ. 日本企業が保有する高度なクリーンコールテクノロジー（CCT）を産炭国に輸出する際の事前検討に利用。

### (3) 登録済み炭種の閲覧可能情報

- ア. 採炭国とその炭鉱位置
- イ. 一般分析値  
(全水分、発熱量、工業分析、元素分析 (C, H, N, S)、全硫黄、灰中硫黄、灰融点 (酸化、還元)、灰組成、粉碎性試験、るつば膨張試験、塩素 wt%、フッ素 wt%、水銀)

ウ. 微量成分分析値 (登録済み石炭の一部に限る): 非公開分析値

### (4) 分析法

#### ア. 一般分析

- ・全水分: JIS M8820 (2000)
- ・工業分析: JIS M8812 (2004)
- ・元素分析: JIS M8813 (2004) および JIS M8819 (1997)
- ・JIS M8813: 元素分析方法・・・C, H, N, S 以外
- ・JIS M8819: 機器分析装置による元素分析方法・C, H, N, S
- ・発熱量: JIS M8814 (2003)
- ・溶融性試験: DIN51730 (2007)
- ・灰組成: JIS M8815 (1976)

#### イ. 微量成分分析

- ・フッ酸フリーマイクロ波抽出/誘導結合プラズマ質量分析法 (通称: AIST 法)

## 3. コールバンクの利用方法について

### (1) コールバンクへのアクセス方法

コールバンクへは図 1 に示す当機構 WEB の「コールバンクバナー」よりアクセスできる。コールバンクのインターフェースでは、図 2 の地図上に登録した試料を収集した炭鉱 (炭鉱名は供給元との約束で非開示) の位置が表示されており、その試料のキーをクリックすると、詳細な資料の情報がポップアップされて即座に閲覧できるようになっている。



図 1 コールバンクアクセスアイコン (当機構 HP 内)

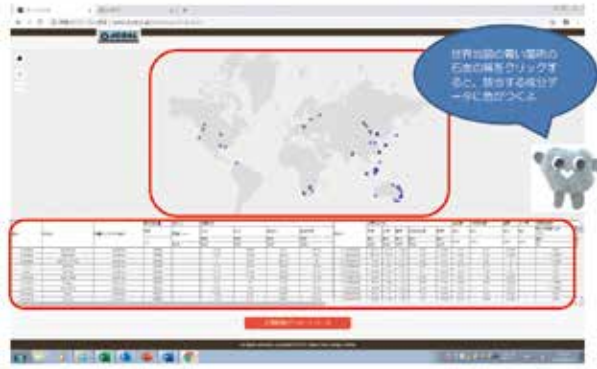


図2 コールバンク主画面

また、石炭サンプルバンクとしての利便性を向上させるため、図3のようにデータの並べ替え機能を追加した。データベースの下部表の任意の項目を昇順／降順でソート可能としている。

#### (2) 石炭サンプルの提供について

前述のとおり、コールバンクに登録している石炭のサンプルは希望に応じて必要種数×必要量が無償で提供している。コールバンクメニューの「問合せ先」から申込み可能である。ただし、新たな補充は行っていないため、将来、保管量が最低限に達するとその炭種の提供はできなくなる恐れがある。

#### 4. 今後について

コールバンクは国内外の多岐にわたる石炭に関する膨大なデータベースであり、かつ、サンプル供給サービスである。長年に渡ってCCT、石炭利用技術の研究開発のみならず石炭ビジネス検討を効率的に推進するために活用されてきた。当機構ではその必要性が今後も続くことを思料してコールバンクの運営を続けていく所存である。関係各位のご理解とご支援をお願いしたい。



図4 コールバンク試料 保管状況



図3 コールバンクの操作方法

# セメント産業における GHG 削減のための バイオチャー製造・利用技術実証事業(タイ)について ～今、注目されるバイオチャーの普及に向けて～

技術開発部 環境経済室 須山 千秋

## 1. これまでの経緯

当機構では、2024 年度経済産業省「二国間クレジット取得等のためのインフラ整備調査事業 (JCM 実現可能性調査)」において「タイにおけるバイオチャー製造・利用に関する JCM 実現可能性調査」を実施した。その検討結果に基づいて 2025 年度 NEDO 二国間クレジット制度 (JCM) 等を活用した低炭素技術普及促進事業／低炭素技術による市場創出促進事業 (実証設計) に「セメント産業における GHG 削減のためのバイオチャー製造・利用技術実証事業 (タイ)」を、会員企業 2 社 (炭化技術を保有している ZE エナジー社 (以下 ZE)、バイオチャーの普及促進を行っているシナネンファシリティーズ社) と共同で提案して 7 月に採択された。現在実証事業実現に向けた準備を行っている。

## 2. 実証事業内容

実証事業の概要を図 1 に示す。タイに豊富に賦存する未利用バイオマスであるゴム古木の切株から、ZE の炭化技術によってバイオチャーを製造し、タイ最大のセメント会社である Siam Cement Group (以下 SCG) のセメントキルンにおける石炭燃料代替として利用し、CO<sub>2</sub> 排出削減効果を確認して JCM クレジット獲得を目指す。併せて、将来の事業化を見据えて農地での地中貯留やコンクリート混和剤利用等多目的利用の可能性も検討する。

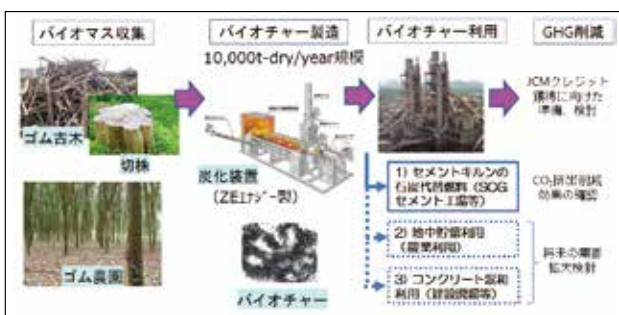


図 1 実証事業概要

実証事業スケジュールを図 2 に示す。実証設計の検討を約 1 年間行い、その後外部有識者による「事業化評価委員会」及び NEDO 内「契約・助成審査委員会」において、実証事業の基本設計、具体的な実施体制等の準備状況、実証技術・システムの普及性等についての審査、さらに NEDO と相手国政府機関との MOU 締結及び相手国パートナーと日本側事業実施者との Project Agreement の合意見通しが得られていることが確認され

た後に 2026 年秋に実証事業へと進む予定である。実証事業は最大 3 年 (開発・設置 1 年、実証運転 2 年 (モニタリング 1 年以上)) で実施することとなる。



図 2 実証事業全体スケジュール (予定)

## 3. バイオチャー製造技術

実証事業において採用する ZE のバイオチャー製造 (炭化) 装置を図 3 に示す。

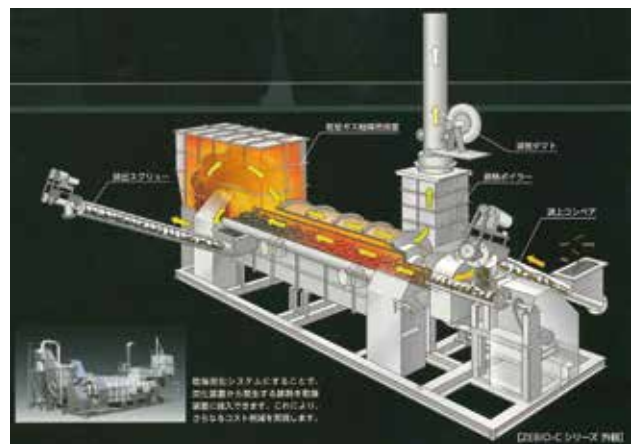


図 3 バイオチャー製造 (炭化) 装置 (ZE エナジー社製)

バイオマスを炭化する技術は多くあるが、今回採用する技術は以下の特徴を有する。

- ①ロータリーキルンを使った連続式
- ②炭化プロセスで発生する乾留ガスを回収して熱源として利用する外熱式で高いエネルギー効率を得られる。

- ③ 40ft コンテナに収めるパッケージ化、溶接が不要であるフランジ結合組立により、効率的な輸送、設置及び省スペース化が可能となる。

#### 4. タイでの打合せ

事業採択後、9月28日(日)～10月4日(土)の期間でタイ(バンコク及び南部のナコンシータマラート)に出張し、SCG 本社、実証装置を設置する予定である SCG Thung Song 工場での打合せ、ゴムプランテーション、ゴム古木切株伐根現場、粉碎工場の見学、タイ政府関係機関(DEDE<sup>※1</sup>、TGO<sup>※2</sup>、RAOT<sup>※3</sup>)、日本政府関係機関(日本大使館、JETRO、NEDO)、法律及び税事務所等を訪問して本事業の説明及び協力をお願いした。特に SCG とは実証設備の設置、運転、JCM クレジット獲得まで含めて実証事業パートナーとして緊密な協力関係を構築して進めていくことが重要であり、本実証事業は“Orange Tea Project”と命名し、One Team を合言葉に遂行していくことを確認した。

※1: Ministry of Energy Department of Alternative Energy Development and Efficiency

※2: Thailand Greenhouse Gas Management Organization

※3: Rubber Authority of Thailand

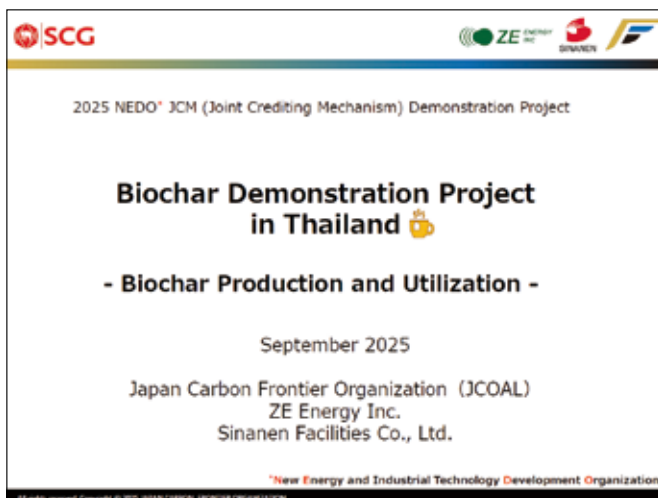


図4 SCG 本社での Kick Off Meeting

#### 5. バイオチャーの普及に向けて

バイオチャー(バイオ炭)は、石炭代替のみならず地中貯留やコンクリート利用におけるネガティブエミッション技術(図5及び図6参照)としても注目されている。タイは農業大国であり、農業残渣の有効活用が課題となっており、バイオチャーに加工することによって土壌改良、農業振興にも貢献することができる。また、バイオチャーはコンクリートに骨材として混ぜることによって長期間固定化することも可能である。これらは元々バイオマスが大気中から吸収したCO<sub>2</sub>を土壌やコンクリート中に長期間固定化するもので、農業残渣等の廃棄物有効利用、農業振興と共に地球環境問題対策としてのバイオチャーの普及促進をタイにて SCG と共に推進し、アジア各国へ展開していく所存である。

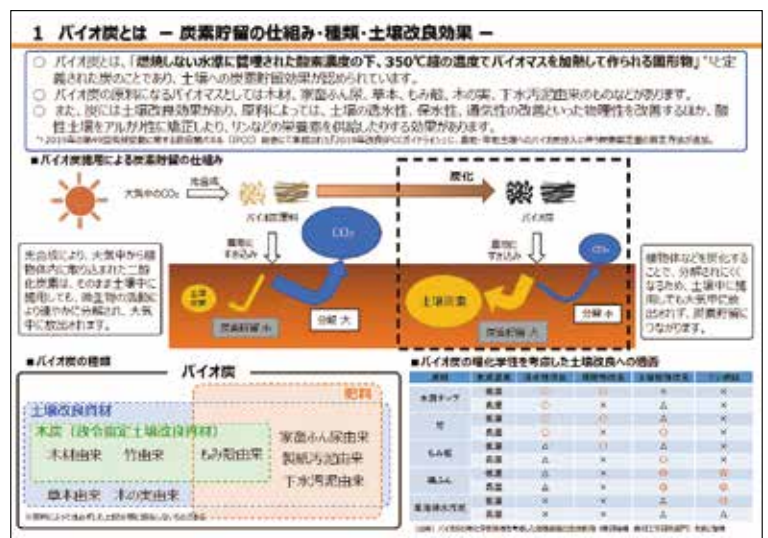


図5 バイオ炭の農業利用(農林水産省資料)



図6 バイオ炭のコンクリート利用  
(タイの Chiang Mai University 駐車場: SCG HP より)

# カーボンプライシング入門の発信について

技術企画部 名久井 恒司

これまで 19 回にわたり、「カーボンニュートラル入門」を掲載させていただきました(2024 年 9 月～ 2025 年 10 月末現在)。

- |               |                              |
|---------------|------------------------------|
| 第 1 回         | GX 実現に向けた専門 WG               |
| 第 2 回         | ASEAN 諸国の CP 制度              |
| 第 3 回         | 排出量取引とは何か?                   |
| 第 4 回         | 排出量取引制度の始まりは?                |
| 第 5 回         | GHG 排出量取引制度の始まり              |
| 第 6 回         | 京都議定書、パリ協定～ COP29            |
| 第 7 回         | カーボンプライシングに関する分析、提言          |
| 第 8 回～第 9 回   | カーボンプライシングの由来                |
| 第 10～第 12 回   | GX 推進法に基づく ETS はどうなるか?)      |
| 第 13 回        | 排出削減義務、ボランタリークレジットとアーリーアクション |
| 第 14 回～第 15 回 | グリーンファイナンスとカーボンプライシング        |
| 第 16 回        | 日本の GX 政策の特徴                 |
| 第 17 回～第 19 回 | 環境投資情報の開示について                |

## 【これまでの進め方】

「入門」ということなので、基礎編として、カーボンプライシングとは何か(定義)、何に役立つのか(目的)、どのように始まったのか(歴史)、どのようなものなのか(制度概要)、応用編として、何をすればよいのか(実務応用)、今何が起きているのか(トピックス)ということ順序良く体系的に説明していくべきとは思っています。しかしそのようには進んできていません。

その理由の第一には、丁度この期間に 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)が改正され、日本でも来年度から本格的な二酸化炭素排出枠取引制度が導入されることになり、政府で制度構築の検討が進められた内容を報道解説したということがあります。

第二には、私事ですが 1990 年代末から国連の京都メカニズム制度設計の政府間協議に加わっていたことなどからカーボンプライシングの成り立ちを知ること必須だという思いがあることと、大学で環境関係の授業を担当していることから、ここでも理論的背景について触れておきたいという個人的願望から書いた回もあります。

それに対し、読者の多くの方々は実務に使える知識を得たいというご希望が強いと思います。そのため、ウェブサイトで流布されている実務家向け入門、解説、警告のような記事も注意して見えています。最近では自分の書いた記事を生成 AI でまとめたもの

と比較することもしています。皆様お気づきのように生成 AI の回答はかなりの確率で間違っていますが、それはネット上の情報に不正確なものが多いことを反映しています。ところが自分の書くようにしている記述を調べてもらおうと結構誤りを指摘してくれます。こういうところが AI の有用なところかと思います。

実務こそ正確な情報と適切な分析が必要なので、政府公表資料や法律条文に当たり、各規定間の関係などから何をどうすれば良いのかを読み解くことが重要だという結論に達しています。

## 【今後の予定】

上述の日本の排出枠取引制度に関して言えば、現在、政省令・指針といった具体的施策が政府内で検討されていて、おそらく来年の前半には案が固まりますのでその時点でどう対応すべきかについても明らかになってくるはずです。

すでに数回取り上げたトピックスではカーボンファイナンス(グリーンファイナンス、トランジションファイナンス)に引き続き注目いただきたいと思います。国の GX 政策の中核に「今後 10 年間で 150 兆円を超える GX 資を官民協調で実現していく」という戦略がありますが、うち GX 経済移行債(国債)で賄う 20 兆円については着々と発行と予算への繰り入れが進んでいます。この国債発行についても外部機関の評価が加えられていますが、民間による資金調達は投資家から国際基準に則った評価を受けるために情報公開しなければならない項目が多数あります。最近それら基準類の数が増加・錯綜する傾向にあり、どの基準が主流として用いられるのか、など注視して参ります。

さらに、国際的にはリーケージやグリーンウォッシュといった排出削減策の効果を損なう問題への対応が進んでいますので今後近いうちに解説していきます。現在の JCOAL における自分が担当する業務では国際的な削減クレジットの移転に適用されるパリ協定の規定への対応(とくに相当調整)という課題があり、こうしたことも実務偏として解説し、充実していこうと考えています。

## 【お願い】

カーボンプライシングと言っても様々な要素が含まれており、これだけ知っていれば十分というものではありません。基礎編もまだ終わったわけではないので基礎知識をもっとというご要望や実務に関するご質問をお受けしたいと思います。読者の皆様からリクエストをお寄せいただければ幸いです。

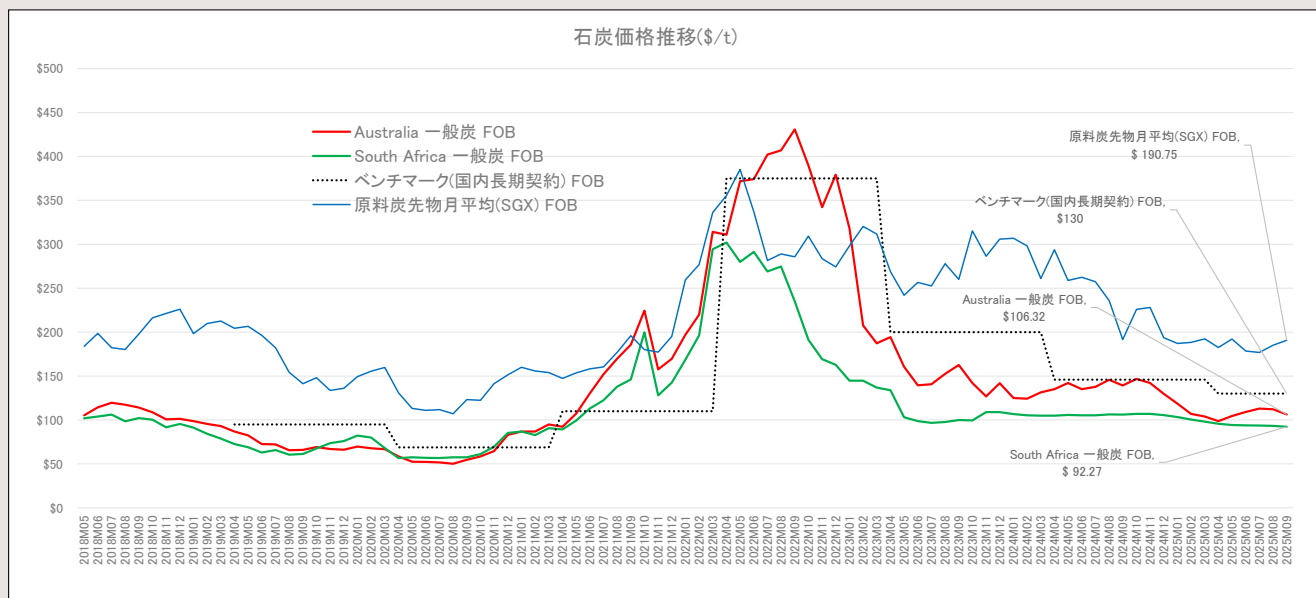
# 編集後記

日頃より弊機構へのご高配ご協力を頂き誠にありがとうございます。「カーボンフロンティアジャーナル第6号」を発行いたしました。

この号をお届けするのは、12月の師走真っ只中でございます。さて、2025年を振り返りますと、米国トランプ大統領の動向・関税問題、中東情勢、ロシア・ウクライナ問題などがエネルギー価格に影響を与え、日本では続く円安、お米価格の高止まり、何から何まで値上げまっしぐら。そしてこの夏の厳しい暑さは、修行というか試練を与えられたかのよう…また、毎日のように熊被害が報道されるようになりました。これから超高齢化社会が進み、働き手不足が慢性化していく将来を担っていくのは外国人やAI頼み？ということになって行くのかなと何だか期待と不安が入り混じる今日この頃です。この秋、日本のトップが交代したことですし、ちょっと期待させてもらいたいところですよ。心配のない未来を！

(広報室 N)

石炭価格推移 2018 ~ 2025/9月 (\$/t) World Bank 他



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



## CF Journal Vol. 6 (2025年12月1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 総務部 広報室  
〒105-0003 東京都港区西新橋3-2-1 Daiwa西新橋ビル3F  
Tel: 03-6402-6100 Fax: 03-6402-6110

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】