

JCOAL Journal

2022.6
Vol.48

< 新年度号 >

■巻頭言

脱石炭? 脱ロシア?

2

■スペシャルレポート

令和3年度 JCOAL 政策提言
～カーボンニュートラルの実現に向けた
コールフロンティアを目指して～

3

■JCOAL 活動レポート

カーボンリサイクル・先進火力発電等技術普及展開事業
2021 年度技術交流事業実施報告

11

石炭基礎講座 2022

20

新エネルギー財団「令和3年度 石炭エネルギー講演会」
開催報告

23

第6回 ゼロエミッション火力発電 EXPO 出展報告

24

2021 年度 日本の石炭輸入量
(財務省貿易統計速報値より)

25

石炭データブック 2022 年版 発売のお知らせ

27

■編集後記

31

 J-COAL

一般財団法人 石炭フロンティア機構
<http://www.jcoal.or.jp>

脱石炭？ 脱ロシア？



一般財団法人
石炭フロンティア機構

会長 北村 雅良

エネルギー安定確保と気候変動対策の両立に向けて積み上げてきた世界各国の努力が、ウクライナ侵攻というロシアの身勝手な暴挙によって大きく揺らいでいます。

とりわけ、原油の 27%、天然ガスの 45%、無煙炭の 46% をロシアからの輸入に依存するようになっていた EU にとって、影響は深刻です。経済制裁の一環としてこれらエネルギー資源のロシアからの輸入を禁止すれば、EU 経済は高価な代替エネルギー資源調達に伴う膨大な経済負担に見舞われるのみならず、量的にも必要量を確保することが直ちには難しく、域内エネルギー価格の高騰とエネルギー供給不足という大きなダメージを受けることは明かです。どの国も、ロシア制裁という国際正義の遂行と、自国民の生活・産業活動の維持という課題の間のジレンマに悩んでいます。

日本のエネルギーのロシア依存度は、原油が 3.6%、LNG が 8.8%、石炭が 11% ですから、EU に比べれば深刻度はまだ小さいかも知れません。政府は太平洋マーケットにおいて代替調達が可能と思われる石炭の輸入禁止を表明しましたが、一般炭の市場価格はウクライナ危機発生前の数倍にも高騰しています。石油、LNG の価格も世界市場で大幅に高騰しており、資源価格面から日本経済の成長制約になることが危惧される状況です。

こうした出来事を経験して、世界でも日本でも改めてその重要性が認識されているのが“エネルギー安全保障”の確立・堅持です。資源エネルギーを特定の地域・国に依存することのリスクを私たちはかつて石油ショックで経験しました。あの時もきっかけは中東戦争という国家間紛争でした。エネルギーを地域的にも種類的にも偏寄ったものに依存することの怖さを世界は知ったはずですが、あの危機を契機に設立された国際エネルギー機関 (IEA) と加盟各国の努力によって、少なくとも OECD 諸国の石油については安定的な供給が維持されてきました。

しかるにこの度のロシアは、石油のみならず、天然ガス、石炭においても世界有数の供給国になっていました。その影響はかつての石油危機とは様相を異にしています。今回はロシアが輸出を止めると言っているのではなく、西側の民主主義各国が経済制裁の一環として輸入を抑制すると言っている点でも危機の構造が若干違いますが、世界経済に与えるインパクトは極めて大きなものがあります。石油ショックの時と危機の構造が若干違うとしても、“エネルギー安全保障”の確立・堅持がいかに大切であるかを世に問うていることは同じです。

“エネルギー安全保障”の要諦は、エネルギー資源を特定の国・地域に依存せぬことと同時に、特定のエネルギーに偏らぬことです。この観点から“脱石炭”を今一度考えてみたいと思います。近年、石炭は気候変動対策の観点から、出来るだけ早くその利用から脱却すべき対象と言われてきました。しかし私は、気候変動対策に必要なのは、石炭利用をやめる“脱石炭”ではなく、石炭利用に伴う脱 CO₂ 化を進めることだと言ってきました。

石炭は、化石エネルギー資源の中では最も地域偏在性が小さく、膨大な埋蔵量から安価で安定的に使えるものとして、長くそのメリットが享受されてきました。しかし、気候変動対策が世界の主要課題になると、石炭は燃焼時の CO₂ 排出量が相対的に多いがゆえに、エネルギー選択肢としては劣後され、新たな開発投資も抑えられてきました。その結果、ロシア危機の発生で天然ガスから再び石炭にシフトしようとしても、需給のタイト化による石炭価格の高騰に見舞われています。今一度、世界のエネルギー需給という視座から石炭の在り方を考えてみるべきではないでしょうか。

緊急避難的に石炭利用を是認すべきと言っているわけではありません。CCS 等を駆使して石炭利用の脱 CO₂ 化をますます加速し、もともと豊富・低廉であるという石炭資源のメリットを長期的に生かすべきだと思うのです。“世界のエネルギー問題”と“地球の気候変動問題”の同時解決という課題は、石炭利用をやめて再エネにシフトすれば解決できるというほど簡単な構造ではありません。

“脱石炭”を叫び“脱ロシア”を叫べば世界は平和になるというほど単純なものではありません。

石炭利用のフロンティアすなわち石炭利用のゼロエミッション化に向けて、若い世代のチャレンジに期待します。

令和3年度 JCOAL 政策提言

～カーボンニュートラルの実現に向けたコールフロンティアを目指して～

総務部広報室 中田 博之

令和3年度は、令和2年10月「2050年カーボンニュートラル達成」の公表を踏まえ、令和3年4月の「2030年度温室効果ガス46%削減（対2013年度比）、さらに50%の高みに向けて挑戦する」という目標や、10月の「第6次エネルギー基本計画」において目標の実現に向けたエネルギー政策の道筋が示された。

また11月の国連気候変動枠組み条約第26回締約国会議（COP26）においては「今世紀末の世界の気温上昇1.5℃に抑える努力を追求する」などが合意され、国内外でカーボンニュートラルに向けた取り組みが加速した。

令和3年度の政策提言は、会員企業のニーズ調査や、クリーン・コール・デー国際会議等での意見、並びに上記の国の政策動向等を踏まえ、原案を作成した。そして、10月と12月の2回の企画委員会で、石炭利用におけるカーボンニュートラル達成の施策について議論を重ね、「カーボンニュートラルの実現に向けたカーボンフロンティアを目指して」と題し、水素・アンモニア等へ燃料転換や、CCUS/カーボンリサイクルを含めたCO₂排出削減の取組を訴えるとともに、必要な支援を要請する内容とした。

政策提言手交については、北村会長より、1月26日環境省事務次官/地球環境局長、28日にJOGMEG理事長、2月24日にはNEDO理事長に対して趣旨説明を行った。

なお、経産省資源エネルギー庁長官への手交は、コロナ禍での面会自粛や、ロシアのウクライナ侵攻等の影響で調整がつかず、提言書については、石炭課から長官への説明をお願いした。

令和3年度の提言概要を以下に示す。

1. カーボンニュートラルに向けた石炭火力の位置づけ

- エネルギー自給率が低い我が国においては、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が引き続き重要
- カーボンニュートラル移行期間（トランジション）においては、既設インフラを最大限活用しコストを極力抑えながら、アンモニアへの燃料転換、CCUS技術と組合せたゼロエミッション電源に段階的に移行することが重要

2. CCUS/カーボンリサイクル等イノベーション“革新的CCT”の推進

- 石炭を利用する電力部門及び非電力部門のCO₂排出削減、さらにCCUS/カーボンリサイクルの実現に資する技術開発と社会実装の加速的な推進が必要

- 再生可能エネルギーの調整力として必要な火力発電にはCCSの利用が必須となることから、国内CCSの実現に向けた貯留適地調査の加速が必要

3. 海外への日本のクリーン・コール・テクノロジー展開・政府支援の継続

- 我が国の石炭利用に関する信頼性の高い地域環境及び地球環境対策技術、CCUS/カーボンリサイクル取組成果を海外に普及、展開させることが重要
- 石炭利用が必要な国・地域に対して、カーボンニュートラル実現に資する排出削減対策を講ずる石炭火力発電導入への政府支援の継続的な実施が重要

4. 石炭等の安定供給の確保

- 産炭国との友好関係を強化し、将来にわたって必要な石炭資源の安定供給の確保が重要
- これまでの資源外交で培ったネットワークを活用し、国際協力・連携を進め、水素・アンモニアのサプライチェーン構築やCCS適地確保等の一体的な推進が重要

5. 人材育成の戦略的な支援の推進・継続、及び石炭広報活動の強化

- 石炭利用が必要な国々へクリーン・コール・テクノロジーやCCUS/カーボンリサイクルの技術開発、社会実装の普及に向けた戦略的な人材育成活動の支援
- 公平なエネルギーアクセス、石炭利用の革新的技術開発と社会実証、国際協調と相互理解など、取組に関する分かりやすい情報発信が重要

【提言】

はじめに

温暖化ガスの主要な排出源とされる化石資源は、発電や輸送用燃料として、また工業製品の原材料等として国内外で幅広く活用されている。中でも石炭は、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、現在も主要な資源やエネルギーとして社会の基盤を支えている。IEA（国際エネルギー機関）が2021年10月に公表した「世界エネルギー見通し2021」によると、「公表政策シナリオ（STEPS）」より更に踏み込んだ「発表誓約シナリオ（APS）」では、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10%程度と予測している(図1-①)。また、2050年の世界の電力需要の7.7%を石炭が支えている(図1-②)。とりわけ、どのシナリオでもアジア・大洋州の国々では引き続き相当量の石炭が必要とされていることが分かる(図1-③)。

世界が目指すべきカーボンニュートラルは、化石燃料から再生可能エネルギーに転換すれば良いといった単純な移行では成り立たない。世界の電力部門及び非電力部門において、石炭を利用せざるを得ない国、地域が存在しており、資源・エネルギーとして必要な石炭を利用しながら、カーボンニュートラルの実現を進めるためのCO₂排出削減への取組やCCUS/カーボンリサイクルへのチャレンジが重要である。

世界各国がカーボンニュートラルの実現に向けた今後の目標や取組を表明しているが、資源やエネルギーをめぐる状況は各国千差万別である。特に、資源が乏しく周囲を海で囲まれた我が国において、S+3E(安全性[Safety]を前提に、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])を満たす単一の完璧なエネルギー源がない現状では、多様なエネルギー源をバランス良く活用することが重要であり、私たちが取組むべきことは、多くの選択肢を保持しながら、それぞれに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、社会実装を進めることである。

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、発展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から、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と言える。

石炭利用による、世界全体の気候変動問題とエネルギーアクセス改善問題の同時解決には、“革新的クリーン・コール・テクノロジー(Innovative CCT、図2)”に示す高効率化等によるCO₂排出削減対策、CO₂分離・回収・利用・貯留(CCUS)、カーボンリサイクルの活用が必要である。2050年カーボンニュートラル移行期(トランジション)にイノベーションにチャレンジするため、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火力の位置づけ

我が国の2019年度の石炭消費量は約1.9億トン(図3、内訳は、電力分野で約5割、製鉄分野で約4割、窯業その他が約1割)であり、ほぼ全量(99.6%)を海外から輸入している状況が継続している。我が国のエネルギー事情を考えると、他国に比べて極端に低い自給率、及び送電網やガスパイプラインが海外と連携・接続していない島国であるという現状から、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、引き続きS+3Eを原則とした上で、次のように示された。

- 2030年想定として、再生可能エネルギーを36～38%へ増加(前計画に約10ポイント強引き上げ)、原子力を20～22%(現状維持)、水素・アンモニアを利用する火力発電を1%(従って、3分野以外の火力発電は41%目標となる)。
- 火力発電の内、石炭火力の発電電力量は19%、石油火力は必要最小限の約2%程度を見込む(図4)。
- 安定供給確保を大前提に、再生可能エネルギー導入に対応可能な供給力を確保しつつ、できる限り火力の比率を引き下げる。
- 次世代化・高効率化を推進しつつ、非効率火力のフェードアウトに取り組むとともに、水素・アンモニア等の燃料の混焼やCCUS/カーボンリサイクル等CO₂排出削減措置の促進。

カーボンニュートラル移行期(トランジション)においては、一気にインフラ整備をすることは不可能である。むしろ既存インフラを最大限活用しながらコストを極力抑えつつカーボンニュートラルに取り組むことが、電力・製鉄、一般産業等全ての業種に亘って最善の策と言える。

石炭火力は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電源として役割を拡大しつつ、アンモニアへの燃料転換やCCUS技術を組合せたゼロエミッション電源に段階的に置き換えていく必要がある。また、近年石炭火力等の休廃止が相次ぐ中、供給力の低下により、夏場や冬場のピーク時に需給が逼迫している。予備力確保の観点から容量市場等の制度の適正運用が重要である。

2. CCUS/カーボンリサイクル等イノベーション“革新的CCT”の推進

カーボンニュートラルに向け、石炭を利用する電力部門及び非電力部門のCO₂排出削減、CCUS/カーボンリサイクル等の技術開発について、産官学が協力する体制作りを進め、CO₂排出抑制のコスト削減を目指し、CCUS/カーボンリサイクル等の分野でイノベーションを起こし、“革新的クリーン・コール・テクノロジー”の開発を加速することが重要である。

また、カーボンリサイクル政策は極めて重要であり、2019年6月の「カーボンリサイクル技術ロードマップ」が、2021年7月に改定(図5-①)されるとともに、同年(2021年)10月に第3回カーボンリサイクル産官国際会議が開催され、前回に引き続きカーボンリサイクルの国際連携強化への取組が共有された。カーボンリサイクル分野(図5-②)は、イノベーションにより技術的成果が発揮され、CO₂削減策として期待される分野であり、日本の技術が大きく貢献できるものである。

さらに、カーボンニュートラル達成には、水素・アンモニア、バイオマス、CCUS等の多様な選択肢に取り組み、広く技術的にも商業的にも普及させていく必要がある。各事業者が、それぞれの事情に応じ、これら選択肢から最適な技術を選び取り組むことは、カーボンニュートラルの裾野を広げ、我が国産業の生産・供給力のレジリエンスにも繋がる。選択した技術が商業的に自立し切磋琢磨できるように、再生可能エネルギーに適用されているFIPと同様な経済的支援、政策的な導入の検討を頂き、その際、ど

の技術においても経済性が同一に評価されるように公平で中立的な観点でご議論をお願いしたい。

加えて、2050年に発電量の一定程度をCCUS付き火力で対応するには、早期にCCSの適地選定を行う必要であり、国内、海外でのCCSの実現に向けた貯留適地調査の加速が求められる。CCSの事業化には、多くのステークホルダーとの合意形成、及び事業の透明性の確保が条件となることから、民間企業のみでの取組は困難である。国主導による調査井掘削、及びCO₂貯留地点の選定や、助成金・税制処置等のインセンティブが働く制度設計をお願いしたい。

今後化石燃料の需要が残る東南アジア地域においては、CCUSが果たす役割は大きく、アジア全域でのCCUS活用に向けた知見や事業環境整備を目指す国際的な産学官プラットフォーム「アジアCCUSネットワーク」を推進する必要がある。

2021年3月に発足したグリーンイノベーション基金事業により、NEDOに2兆円基金が造成された。本基金は「経済と環境の好循環」を目指したクリーン成長戦略の重点分野(図-6)のうち、政策効果が大きく、社会実装までを見据え、具体的な目標とその達成に向けた取組をコミットする企業等に対し、研究開発・実証から社会実装までを継続支援するものである。2兆円基金は従来の研究開発プロジェクトより相対的に大きい予算規模であり、こういった支援制度の運用は、集中的かつ戦略的に実施することが重要である。

【発電分野の高効率化・次世代技術】

火力発電技術の高効率化・次世代化は、省エネルギーの推進や再生可能エネルギーの導入拡大とともに、エネルギーセキュリティの向上やエネルギーコスト削減の観点から重要な課題である。石炭をガス化しガスタービンと蒸気タービンの2段階で発電することで発電効率を向上させる(IGCC)については、福島県の勿来、広野で2021年に商用プラント運用が開始された。また、広島県の大崎クールジェンプロジェクトは、2019年度よりCO₂分離・回収型IGCCの実証運転に取り組み、2021年度末から同設備に燃料電池(SOFC)を追設した石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)の実証試験も開始される予定である。

【水素・アンモニア利用技術】

水素・アンモニアを燃料とした発電は、燃焼器の開発はあるものの、ガスタービンやボイラー、脱硝設備等の既存発電設備の多くをそのまま活用できる。燃焼時にCO₂の排出抑制ができることから、カーボンニュートラル実現に向けた有力な選択肢の一つである。

水素は、エネルギーキャリアとして再生可能エネルギー由来の水素等を貯蔵、輸送、利用できる特性を備えており、大量導入については、海外の豊富な再生可能エネルギーを用いたグリーン水素や、褐炭等の未利用エネルギー資源を活用したブルー水素が期待される。エネルギー資源の乏しい日本にとっては、経済的な観点からグリーン水素及びブルー水素ともに利用を推進することが重要であり、水素はエネルギー安全保障及び温暖化対策の切り札として位置づけられる。

また、将来的には、余剰再生可能エネルギー等を活用した水電解による水素製造の商用化、光触媒・高温ガス炉等を活用した革新的な水素製造技術の実用化等に取り組むべきであり、国内の資源を活用した水素製造基盤を確立すべきである。

現在、水素の社会実装としては、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水素サプライチェーン構築実証事業が進捗している。豪州ビクトリア州の褐炭ガス化技術実証プロジェクトの完遂とともに、商用のサプライチェーン確立に向けた大型化実証の推進、日本国政府と豪州連邦・ビクトリア州政府等との協力関係の構築が重要である。

アンモニアは、水素キャリアとして活用できるが、燃焼してもCO₂を排出しないことから燃料として直接利用が可能である。また、石炭火力の脱硝装置に使用されるなど、アンモニアの扱いには慣れており、既にインフラも整備されている。既設インフラを活用することで、水素より安価に製造・利用できることから、早期に実用化が期待できるため、アンモニアの燃料利用に向けた技術開発が進んでいる。

今後、高混焼・専焼化といった利用量の拡大や、船舶や工業炉等の用途拡大も見込まれる中、需要拡大に対応した新たなサプライチェーンの構築が必要となる。

アンモニアについても水素と同様に、大規模製造ではグリーンアンモニアとブルーアンモニアの双方を利活用することがコスト面で得策である。グリーンアンモニアは、アンモニア合成に用いる電極の触媒開発や電解質の開発を、ブルーアンモニアについては、ハーバーボッシュ法よりも低温・低圧で合成可能な技術等、社会実装に向けた製造技術の開発が求められるとともに、それら利用の制度整備、及び資源外交の展開も重要である。

【再生可能エネルギー利用と石炭火力とのリンク(再エネリンク)】

再生可能エネルギー利用の増加に伴い、電力供給の変動が大きくなり、電力需要に対する供給の偏差を埋める調整力が必要となる。調整力の要件には、S+3Eを満たすことや、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、負荷変化率の向上や最低負荷の切り下げが可能な石炭火力が最適である。

また、再生可能エネルギーのうち、バイオマス発電は規模が小さく発電効率が20%程度と低い。最新の石炭火力の発電効率は40%程度あることから、石炭火力にバイオマス燃料を混焼することは、資源の有効活用とともに、CO₂排出削減策の有効な技術オプションとなる。

近年、石炭火力へのバイオマス混焼については、粉碎機の改良やバイオマス半炭化技術の開発により、混焼率の向上も図られ実用化段階にあるものの、国内未利用木材の確保やバイオマス調達コストの削減が課題となっている。経済産業省、農林水産省、環境省などの関係省庁が一体となり、林業関係者へのインセンティブや、バイオマスの地産地消に資する地域創生プロジェクトへ展開する支援が求められるとともに、成長が早くかつ燃料専用として活用可能な早生樹プランテーション育成等を通じて、国内バイオマスの安定供給確保や経済性の改善に努める必要がある。

さらに、既設石炭火力へのバイオマス混焼については、地産地消が基本であるが、海外から木質ペレット等を輸入する場合は、現地で森林破壊などが起きないように、森林認証などの国際連携が重要である。

【CO₂ の分離・回収】

CO₂ の分離・回収については、NEDO 事業として、広島県の大崎クールジェンで IGCC プラントと物理吸収法を組合せたシステムの実証、京都府の舞鶴発電所では微粉炭火力 (USC) に固体吸収法を採用した実証試験が進展している。

CO₂ 分離・回収技術は、カーボンリサイクルや CO₂ 貯留に必要な共通技術であり、大幅なコスト削減が求められることから、今後、高压プロセスに適用可能な膜分離法あるいは CO₂ 分離回収設備を伴わないシステムとして CO₂ が分離回収できるクローズド IGCC、及び CO₂ 分離回収型化学燃焼技術 (ケミカルルーピング) 等の低コスト化が図れる可能性のある研究開発が重要である。

また、カーボンニュートラルに向けては、大気中に存在する CO₂ を直接回収する技術 (DAC: Direct Air Capture) も必要である。大気中の CO₂ は僅か 0.04% (400ppm) しかないことから、それを集め濃縮するためにはさまざまな材料やプロセスの工夫が求められ、こうした研究開発への支援が求められる。

【CCS】

CCS においては、CO₂ 分離・回収技術を適用するとともに、貯留は、資源開発で確立された掘削技術が活用できる。CO₂ 分離・回収技術の研究開発・実証を行うとともに、貯留については、掘削・モニタリングの精緻化・自動化、及びコスト削減、並びに社会受容性の推進が重要である。

CO₂ の貯留については、国内では、我が国初の大規模 CCS 実証試験の苫小牧プロジェクトが 2019 年 11 月に累計圧入量 30 万トンを達成し、現在、モニタリング試験を継続実施中であり、各種情報発信を行い社会受容性も進展している。

日本の場合、CO₂ の発生地点と貯留地点が必ずしも近距離とは限らず、CCS については、CO₂ 輸送を含む社会実装が求められる。現在、適地選定調査、及び液化 CO₂ 船舶輸送実証、並びに CO₂ 排出源と貯留の集積地とのネットワークの最適化等、サプライチェーン構築に向けた検討を進めている。今後、CCS 実現を目指し、経済産業省と環境省の連携強化を図り、法整備や税制などの支援策、及び地点や事業関係者との調整をお願いしたい。

また、エネルギー分野においては、CO₂ 排出量をゼロにすることが難しい分野もある。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技術を活用する必要がある、その支援も重要である。

【カーボンリサイクル】

回収した CO₂ を資源として再利用するカーボンリサイクルについては、NEDO が大崎クールジェンの設備を活用した「カーボンリサイクル実証研究拠点化整備事業」を進めている。研究拠点では、CO₂ を資源として炭酸塩化したコンクリート製品、化学品やバイオ

燃料等を製造する技術開発が計画されており、国内外の英知の集結と世界に向けた情報発信が期待されている。こうした拠点整備は他地域へも展開されることにより、地域創成にも貢献することが望ましい。

また、人工光合成・光触媒によるオレフィンなど基礎化学物質の製造、ダイヤモンド電極によるギ酸の製造等、CO₂ を炭素資源として多様な炭素化合物の合成・製造として再利用するための色々の研究が進捗し、今後それらの成果が期待される。

海洋における海草などの CO₂ 吸収・固定 (ブルーカーボン等) については、人工藻場等が既に実用化段階にあり、積極的に活用すべきである。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、国土交通省、農林水産省、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。

さらに、CO₂ 削減については地球規模での取組として海外との連携が重要である。特に、世界最大の CO₂ 排出国である米国と中国において、日本の協力の下でカーボンリサイクル等事業が推進されることが注目される。米国ワイオミング州では CCUS への活用を目指した革新的省エネルギー型 CO₂ 分離回収技術実証、中国では榆林経済技術開発区をモデル地域としたカーボンリサイクル技術 / メタネーションの国際実証に向けた調査事業を推進している。

加えて、民間ベースのカーボンリサイクルへの取組として、2019 年 8 月に「一般社団法人カーボンリサイクルファンド」が設立され、活動を継続しており、カーボンリサイクルに係る広報活動や研究助成活動にイノベーション創出への期待がかかっている。

【その他】

〔製鉄技術等、非電力部門の CO₂ 排出削減〕

産業・民生・運輸等の非電力部門 (燃料利用・熱利用を含む) においては、徹底した省エネルギーによるエネルギー消費効率の改善に加え、カーボンニュートラル化された電力による電化、水素・アンモニア、CCUS/カーボンリサイクルなどを通じ、CO₂ 排出削減を進めることが重要である。

我が国の製鉄技術は世界で最もエネルギー効率が優れているが、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図っていくことが期待される。加えて、製鉄プロセスで発生する副生ガスの熱源としての利用のみならず、化学品の製造に活用していくことも重要である。

今後、求められるイノベーションの中には、水素還元製鉄のように、水素による還元プロセスにおける吸熱反応といった課題をどのように克服するかなど、未だ技術的にも完全な解決策が見出せていない分野も多く、イノベーション実現への挑戦は容易なものではない。イノベーションの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、今から政府、産業界を挙げて取組を加速する必要がある。

セメント製造分野における CO₂ 排出削減への取組も重要である。同分野での、石灰石の利用の抑制や、セメント生産工程における CO₂ 排出削減の実現とともに、CO₂ をコンクリート・セメント生成物等に取り込み、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。

カーボンリサイクル技術による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、セメントの製造プロセスで石灰石から排出される CO₂ を効率的に分離回収・再利用する技術の確立等が重要である。

〔石炭灰〕

石炭は燃焼後、石炭重量比約 1 割の石炭灰が残る。現在のところ発生量の約 7 割がセメント分野で利用されているが、セメント分野以外も含め、一層の石炭灰有効利用を促進していく必要がある。制度面においては、JIS 等の規格化、利用ガイドラインの作成などにより、石炭灰を利用しやすい環境を整えていくべきである。

また、日本では IGCC の稼働開始に合わせて、石炭ガス化スラグの規格化の整備を行っている。JIS 規格原案作成委員会（事務局：JCOAL）での原案作成に基づき、2020 年 10 月に規格化され、土木・建築分野での設計施工指針の作成にも着手しており、今後の有効利用拡大が期待される。

コンクリートの主な構成材料であるセメントの代替材料として、石炭灰や副生消石灰を原料とする特殊混和材（CO₂ 吸収コンクリート）等、環境負荷低減に貢献しうる石炭灰利用の新技術開発も重要である。

石炭灰の地産地消となるリサイクル運用は、国内では既に完成され長年運営されてきたものであるが、今後の非効率石炭火力のフェードアウト政策の影響により、石炭灰の国内供給の支障が懸念されるため、長期的な改善策も準備しなければならない。さらに、石炭灰有効利用に関する日本の技術や経験を活かし、開発・実証事業を海外のニーズに合わせて進め、今後石炭灰発生量の増加が見込まれるインドネシアやベトナム等アジア地域を中心とした海外への事業展開も重要である。

〔自然発熱性評価法の標準化〕

石炭を利用せざるを得ない国・地域にとって、石炭の自然発熱のメカニズム解明や信頼性と経済性を兼ね備えた対策技術の確立、発熱性評価法の国際標準化（ISO）に向けた取組も引き続き重要である。石炭の安全な運搬・利用・管理のために適切な自然発熱性評価方法の標準化が求められており、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。

3. 海外への日本のクリーン・コール・テクノロジー展開・政府支援の継続

我が国では、石炭利用に伴う SO_x、NO_x、ばいじん等への対策は地域環境対策として解決済の課題であるが、多くの国では十分な対策が実施されていない。今後、石炭によるエネルギー供給が必要な発展途上国等に対し、こうした環境対策のためのシステムを導入するとともに、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。発展途上国における CO₂ 排出削減対策としては、実績のある我が国の信頼性の高い高効率石炭火力発電技術も含め、その運転・保守管理技術の移転支援を図ることが現実的な対応である。その上で、更にカーボンニュートラルを目指し、水素・アンモニア混焼、CCUS/カーボンリサイクル技術等の社会実装を先進国側・途上国側の両方で進めていくことが、地球規模での CO₂ 排出削減対策として重要であり、この新たなフロンティア分野における我が国の貢献が期待される。

また、2021 年 6 月の主要 7 개국首脳会議（G7）では、「排出削減対策が講じられていない石炭火力発電への政府による新規の国際的な直接支援の 2021 年末までの終了」がコミットされ、2021 年 11 月の COP26 においては、「排出削減対策が取られていない石炭火力の段階的な削減や非効率化石燃料への補助金の段階的な廃止への努力の加速」が合意されるとともに、「各国の事情に応じ最も貧困で脆弱な人々を対象とした支援を提供し、公正な移行に向けた支援の必要性が認識」された。

2050 年のカーボンニュートラルへのゴールは共通の到達目標点であるが、その取組方法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実情を踏まえながら、最適な技術を組合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、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重要である。

さらに、カーボンニュートラルの実現に資する経済手法の一つになりうるカーボンプライシングは、炭素税、国内排出量取引制度、クレジット取引等様々な仕組みが考えられ、今後、国際的には炭素国境調整措置の導入も検討されている。税制として検討する際は、負担が特定の産業や地域に偏るのではなく、社会全体で広く公平に負担を求めていくことが必要である。カーボンの価格付けに当たっては、国際競争に取組む産業活動や国民生活への著しい支障とならないことに留意するとともに、むしろカーボンニュートラル実現に取り組む事業が新たなビジネスとして成り立つインセンティブになるような仕組みや、資金支援となる金融市場の整備等、多面的な政策の実施が重要である。

4. 石炭等の安定供給確保

カーボンニュートラルへの円滑な移行を目指しながら、我が国の資源燃料政策の戦略的な取組を進めなければならない。世界規模でのエネルギー価格の上昇基調の継続が今後も予測される中、

足元で必要な石炭、石油、天然ガスの安定供給の確保、及び電化や再生可能エネルギー機器等で需要の拡大が見込まれるレアメタルの金属鉱物資源の確保が極めて重要である。また、これまでの資源外交で培ったネットワークを活用し、国際協力・連携を進め、水素・アンモニアのサプライチェーンの構築や CCS 適地確保等を一体的に推進する包括的な資源外交が求められる。

例えば、CO₂ の貯留適地として、枯渇ガス田などは有望な候補地となり得る。化石燃料の需要が多いアジア諸国と連携し、油ガス生産と CCS を組み合わせたカーボンニュートラルに資する事業化検討 (EOR の可能性調査等) を CCS 適地確保に向けた資源外交の一環として進めることが必要である。

また、最近の石炭投資へのダイベストメントの動きの中で、供給構造の変化が顕在化しており、石炭の安定供給を確保していくためには、我が国の企業が産炭国において権益を取得していくことが重要であり、海外で実施する探査、調査等への支援とともに、最大の輸入相手国である豪州やインドネシアに加え、今後、石炭輸入増加が期待されるモザンビーク等、主要産炭国との友好関係の強化が不可欠である。

さらに、石炭開発においては、カントリーリスクや事業リスクも高く、民間企業のみでは対応しきれないケースもある上、石炭市場価格変動に起因し、優良売却案件の増加もある。官民一体となった炭鉱権益獲得を念頭に、操業中の炭鉱権益獲得 (石油天然ガス及び鉱物資源分野と同様の資産買収出資) を対象とした支援策の創設が必要である。

加えて、褐炭等、現在はあまり利用されていない低品位炭の活用は、石炭の長期安定供給に資するものであり、インフラ整備の推進、税制優遇など産炭国側での支援が得られるよう、政府間レベルでの一層の協力関係構築が求められる。同様に、低品位炭の円滑な活用にあたっては、課税の見直しも重要である。

5. 人材育成の戦略的な支援の推進・継続、及び石炭広報活動の強化

【人材育成】

カーボンニュートラル実現に向け、石炭利用が必要な国々との連携が求められる。世界全体の CO₂ 排出削減に寄与するクリーン・コール・テクノロジーや CCUS/ カーボンリサイクルの技術開発、及び社会実装の普及に向けた戦略的な人材育成活動の支援が重要であり、研修機能の充実・強化が求められる。

また、国内外の石炭関連人材については、石炭・非鉄・石灰石等の業種横断的連携による継続的な人材育成活動が必要である。国内の石炭生産現場が縮小していることから、資源開発人材育成には、産炭国の炭鉱、石炭関連施設等との連携が有効であり、こうした国際的な人材育成活動には政府機関の支援も必要である。

【石炭広報活動】

石炭は、現在も製鉄原料や発電燃料等として、我々の生活に必要な不可欠なものである。石炭等化石燃料は、CCUS/ カーボンリサイクル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。

SDGs に掲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。

日本の石炭関連企業は、世界でも最高レベルのクリーン・コール・テクノロジーを有しており、カーボンニュートラルに向けた革新的クリーン・コール・テクノロジーの開発に挑戦している。これら取組みを国際会議等の機会や SNS 等のツールを活用し、事業者や一般市民に対しても、分かりやすい情報発信をしていくことが重要である。

【参考資料】

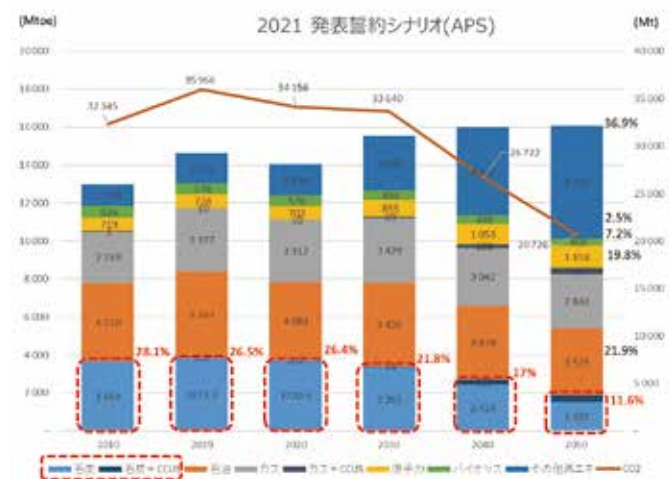


図 1-①. IEA 発表誓約シナリオ (APS) における CO₂ 排出量と世界の資源別エネルギー需給見通し

出典：IEA 2021 を参考に JCOAL 作成

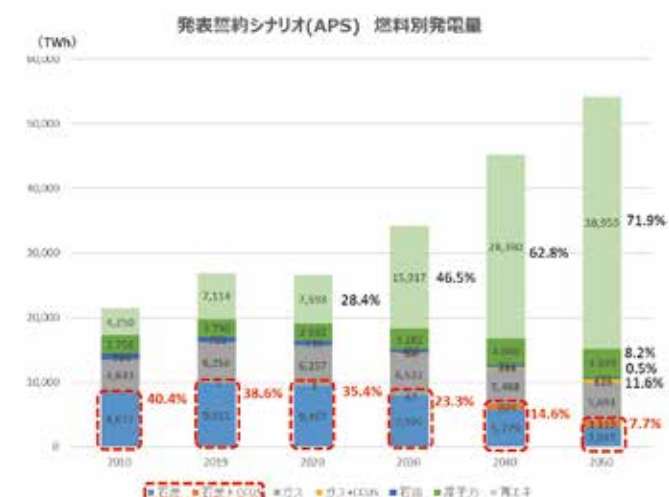


図 1-②. IEA 発表誓約シナリオ (APS) における世界の電源別電力需給見通し

出典：IEA 2021 を参考に JCOAL 作成



図 1-③. シナリオ別 世界の石炭需給見通し
出典：IEA 2021 を参考に JCOAL 作成



図 2. 革新的クリーン・コール・テクノロジー (CCT) の体系
出典：JCOAL 作成

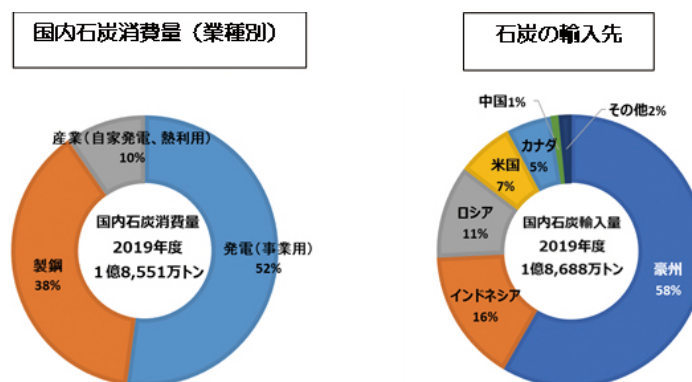


図 3. 日本の石炭供給の動向
出典：財務省貿易統計、資源エネルギー庁
総合エネルギー統計を基に JCOAL 作成

2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント①

- 今回の見通しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すもの。
- 今回の野心的な見通しに向けた施策の実施に当たっては、**安定供給に支障が出ることのないよう、施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要**。(例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直ちに化石電源の抑制策を講じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。)

		(2019年 ⇒ 旧ミックス)	2030年度ミックス (野心的な見通し)
省エネ		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	6,200万kl
最終エネルギー消費 (省エネ前)		(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)	35,000万kl
電源構成	再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	36~38%※
発電電力量: 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度	水素・アンモニア	(0% ⇒ 0%)	1% (再エネの内訳)
	原子力	(6% ⇒ 20~22%)	20~22%
	LNG	(37% ⇒ 27%)	20%
	石炭	(32% ⇒ 26%)	19%
	石油等	(7% ⇒ 3%)	2%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源)			
温室効果ガス削減割合		(14% ⇒ 26%)	46% 更に50%の高みを目指す

図 4. エネルギー基本計画における日本の発電電力量構成の推移
出典：経済産業省 資源エネルギー庁第6次エネルギー基本計画(2021年10月)

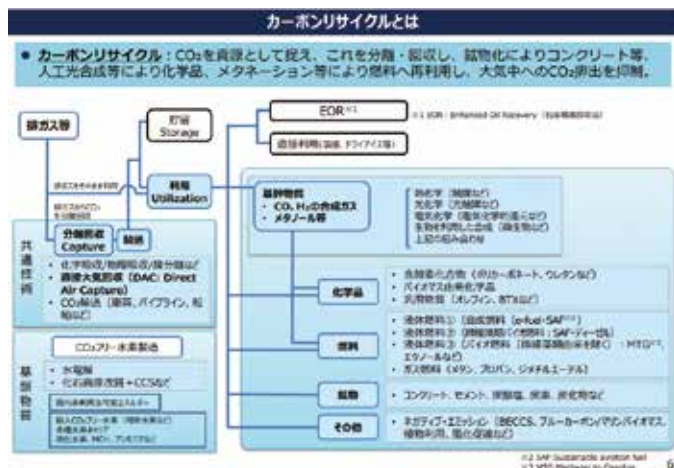


図 5-①. カーボンリサイクル技術ロードマップ
出典：経済産業省「カーボンリサイクル技術ロードマップ（2021年7月改定版）」



図 5-②. カーボンリサイクル技術体系
出典：経済産業省「カーボンリサイクル技術ロードマップ（2021年7月改定版）」

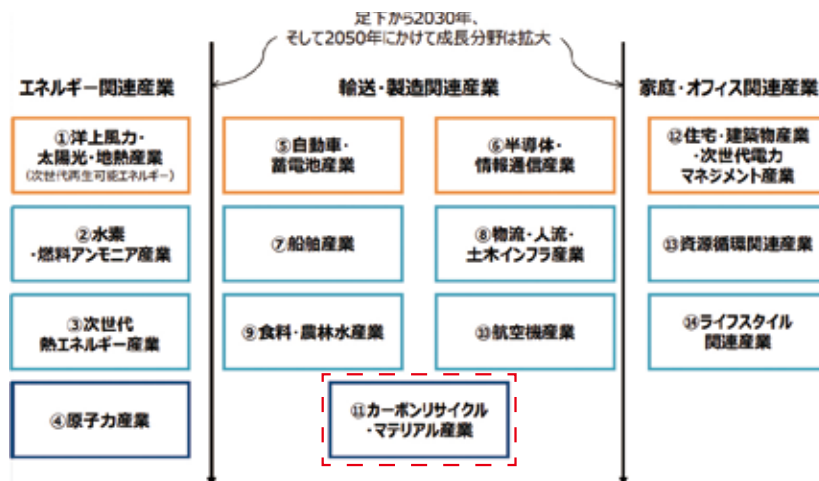


図 6. 成長が期待される産業（14 分野）
出典：経済産業省「グリーン成長戦略」具体化 2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（2021年6月）」

カーボンリサイクル・先進火力発電等技術普及展開事業 2021 年度技術交流事業実施報告

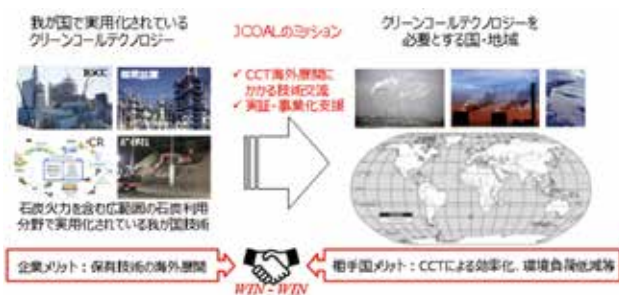
国際事業部 藤田 俊子、林田 有司、山田 史子
カーボンニュートラル推進部 菅原 豊和

1. はじめに

2021 年度 NEDO 委託「カーボンリサイクル・先進的な火力発電技術等の海外展開推進事業／カーボンリサイクル・先進的な火力発電技術等に係る導入促進事業／カーボンリサイクル・先進的な火力発電技術等の普及展開事業」のもと、2021 年度対象国に対する技術交流（セミナー、ワークショップ、ワーキンググループ、招聘技術交流）を企業の皆様とともに取り組んだことをここに報告する。

本事業は、2018 年 7 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」、2020 年 12 月に経協インフラ戦略会議において決定された「インフラシステム輸出戦略 2025」や 2019 年 6 月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」において、具体的施策の方向性が示されている中、脱炭素社会の構築に向けた CO₂ 回収・貯留技術（CCS）・CO₂ 回収・貯留有効利用技術（CCU）／カーボンリサイクルなどのイノベーションの実現が不可欠とされている状況下、そのための技術の普及、知見の共有等を行っていくことを目的とした。

従い、カーボンリサイクル・先進的な火力発電技術等分野において、このような国・地域とのネットワークの形成、強化に資する技術交流や必要な調査等の取り組みを実施し、当該国・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 CO₂ 排出量削減及び環境負荷低減へ貢献した。



本事業イメージ

なお、コロナ禍が続く中、引続きオンラインで運営しなければならない状況下、2019 年度のオンライン運営の実績やノウハウを効果的に活用した。

また、我が国技術の見せ方も効果的にするために、日本が進めているカーボンリサイクルやアンモニア混焼技術につき映像を制作し、広く世界に発信した。

2021 年度実施した技術交流内容をここに報告する。

2. インドにおける技術交流

インドとの間では、2010 年以來、CEA（インド中央電力庁）-JCOAL 間で MoU を締結、石炭火力発電所の効率・環境改善のための協力を継続実施、二国間協力の下、電力分野の協力の中心となっている。

同協力活動の礎として招聘、ワークショップが日本企業の市場参入促進、関連技術導入促進を担って来た。両プログラムとも、インド電力セクターの関心事項を正確に捉え時宜を得たテーマ設定に努めつつ、協力の両輪として日本の技術導入促進を支援した。主な実績は以下の通りである。

2021 年に 2 年ぶりで開催される COP26 を見据えつつ 2021 年 4 月に開催された気候変動サミットの前後から世界中でエネルギー移行の議論及び取り組みが加速化しており、インド政府は新国家電力政策（National Electricity Policy）の策定、成立に向け検討を進めるとともに、バイオマス混焼国家ミッションを立ち上げる等、さらなる取り組みを強化してきた。

このため、以下の重点分野を対象とし、招聘及びワークショップを実施した。

- 1) 環境調和型技術、環境対応
- 2) 負荷調整、
- 3) バイオマス混焼

(1) 招聘技術交流

実施日：2021 年 10 月 27-29 日

場所：日比谷国際ビル（NEDO、JCOAL）

上記以外は個別接続によるリモート参加

参加者：インド側 CEA を通し各機関から人選された CEA、NTPC、州電力会社関係者（12 名）

日本側 NEDO、JCOAL、企業（35 名）

概要：

1) キックオフ会議

開会時は JCOAL、参加者代表、NEDO がそれぞれに挨拶。JCOAL はエネルギー移行を目指す中でも CCT の必要性、重要性は継続すること、また各国がエネルギー移行の方途を検討するにあたっては国ごとの電源構成、一次エネルギー構成、社会事情等を考慮した対策を取っていくことが円滑な実施、実現につながる、と言う考えを述べた。また、参加者代表（CEA）

は、インド側参加各機関が、招聘プログラムを機に、電力セクターでの取り組みについて意見交換を含めた交流を促進していくことへの期待感を示した。また、NEDO は、これまでインドとの協力において環境技術、バイオマス混焼等を強力に支援している、とした上で、日本政府のグリーン成長戦略に大きく貢献しようとしていることも付言した。



JCOAL



CEA



NEDO

2) 三菱重工業

環境技術の紹介が行われた。

3) 中外テクノス

環境計測技術の紹介が行われた。

4) 東芝エネルギーシステムズ

設備運転総合管理に関する、IoT、AI 技術の紹介が行われた。

5) 福島エコクリート

石炭灰を利用し、同社が製造するエコクリート及び同社が取り組む震災復興の一環としての事業コンセプトの紹介が行われた。

6) トロムソ

農業用バイオマスの混焼に貢献する同社のバイオマス成型技術の紹介が行われた。

7) ラップアップ会議

まとめの議論を行うラップアップ会議では冒頭 JCOAL から挨拶、参加各位及びそれぞれの所属機関並びに MoP、CEA、METI、NEDO への謝辞を述べた。

続いて CEA がインド電力セクター最新動向について講演。389GW の総設備容量のうち 48% を民間電力が、52% を国及び州電力が担い、電源では 51% が石炭及び褐炭となっていることを説明。再エネも 26% 101GW に達していることを付言、翌 2022 年に 175GW の再エネ目標達成に向けた、政府としての自信も示した。エネルギー移行期の取り組みに関しては、2030 年には全面 EV 化、エネルギー貯蔵能力の飛躍的向上等が挙げられた。

続いて、参加者から所感と参加の成果についてコメントが述べられた。多くの参加者が挙げたのは、オンラインと言う制約下で非常に効率的にプログラムが組まれていたものの、実開催であれば「合間」「場外」の時間帯にも可能な、相互の意見、情報の交換ができないため、実参加と同じ効果を得るのは難しい、と言う点であった。また、対象分野の扱いに濃淡があると言う意見もあった。

また、今次招聘では対象としていないアンモニア混焼、水素利用等エネルギー移行に資する諸分野をより広く対象としてほしい、さらに、技術導入の際のコストへの影響を確認するための情報が必要、との要望が多くの参加者から示された。

なおインド政府は、招聘が実施された COP26 前の時期においてカーボンニュートラル目標には一切触れていなかったが、参加者から「我々は石炭だけに関心を寄せているのではなく、排出を抑えながら環境に調和した電力供給を行っていく、その技術に関心がある」と明言する等、関係者が国際動向を強く意識していると思われる発言もあった。

(2) CEA-JCOAL ワークショップ

実施日：2021 年 11 月 12 日

会場：日比谷国際ビル (METI、NEDO、JCOAL)

上記以外は個別接続によるリモート参加

参加者：インド側 CEA を通し各組織から推薦された MoP (電力省)、CEA、NTPC、州電力会社、IPP (70 名)
日本側 METI、NEDO、JCOAL、企業 (50 名)

インド側主要参加者の職位：

MoP: 事務次官補

CEA: 審議官 (計画担当、長官の代理)

NTPC: 会長兼社長 (CMD)

在京インド大使館：公使 (経済商務担当)



CEA



MoP



NTPC



インド大使館

1) 開会挨拶

・CEA 審議官 (計画担当)

インドは、独立後 1947 年には約 1.3GW であったが、その時点で 0.7GW は石炭を利用していた。2021 年 10 月 31 日現在のインドの設備容量は約 390GW、そのうち 202GW は石炭火力である。また 2021 年 4 月から 9 月までの今年のピーク時不足は約 1.2%、全体のエネルギー不足は約 0.3%となっている。

インドは大規模な再エネ開発に成功するに伴い、電力システムの安定化の問題に直面している。また、環境調和への対応、努力も引き続き求められている。そのため、日印間の二国間技術協力として位置付けられる CEA-JCOAL ワークショップにおいて関連課題を議論できることは非常に有用。

日本は石炭火力を有効に利用し、また水力発電も多く、電力システム、構成にはインドとの間で多くの類似点があり、多くを学べると思う。

・ MoP 事務次官補

CEA-JCOAL 協力は緊密なパートナーシップであり、この 11 年間の過程で重要なマイルストーンを達成している。とりわけ本日のワークショップは COP26 と時を同じくして開かれている、と言う意味でも非常に重要。COP26 では、インド首相が野心的な目標達成への決意を表明した。2030 年までに 500GW の非化石燃料ベースの設備容量、2030 年までに GDP の排出原単位 45%削減（従来 33-35% から）をコミットした。2030 年までに年間 10 億トンの排出削減目標も掲げている。

再生可能エネルギーの系統への影響を考えると、火力発電所の柔軟な調整役となる。CEA と JCOAL は、火力発電所の柔軟運転は重要で、これについても CEA-JCOAL 協力で検討を実施した。ドイツによる検討では 25% まで安全に負荷調整可能、との結果が出ている。停止対応も含め今後精査していく。

・ NTPC 会長兼社長

インドが 2070 年までにネットゼロを達成し、非化石エネルギー容量を増やすと発表したタイミングで議論できるのは有意義。2030 年までに再エネ 50%を達成、10 億トン、45% の排出量を削減する目標について、再生可能エネルギーは一方の側面であって、どうすれば石炭ベースのプラントをより効率的で環境調和型にできるのか、が目前の課題である。

インドの電力セクターは依然として主に石炭火力発電に依存している。CEA が述べたとおり、如何にして設備効率を維持したまま低負荷運転を実現するか、負荷調整の際オイルサポートが不要で効率や環境への影響も抑えられることがとても重要である。そしてその際、収益性等あらゆる要素を考慮する必要があるし、そのことは関係の政策、施策に組み込んで行く必要がある。

NTPC は 2016 年以降、バイオマス混焼試験の実施でも政府と協力し試験を成功させた、ほぼすべてのユニットで SOx および NOx 制御を採用した。さらに、石炭火力をバイオマス専焼へ燃料転換するための可能性調査も実施している。

いずれにしても、石炭が少なくとも 20 年から 30 年の間、長期間燃料の選択肢として留まるであろうことは非常に明白であるので、石炭火力の環境対応あるいは炭素の回収や利用などの技術に取り組む必要性は継続する。JCOAL が負荷調整調査を実施した Vindhyachal 発電所で、NTPC は炭素回収・利用調査を行っている。メタノールとして回収される炭素は、炭素のリサイクルのサーキュラーエコノミーと捉えられる。本日の議論がエネルギー移行、カーボンニュートラルへの動きを後押しするよう、充実したものとなることを期待したい。

・ 在京インド大使館

首相が 2070 年までのゼロエミッション目標達成を掲げた。厳しい目標ではあるが、実のところインドは先行して再エネ開発推進策を含めた様々な政策、施策を展開して来ている。現在、インド政府は再エネのうち特に太陽光と風力の開発、電気自動車の普及に注力、またエネルギーミックスに占めるガスの割合を現在の 6%から 15%に増やし、LNG の使用を増やすことに重

点を置いている。同時に水素利用推進策 (National Hydrogen Mission) を進めている。

これらについて、日本とインドは協力可能なことが多々あると認識している。日本は先立って 2050 年の実質ゼロ目標を掲げているが、両国は石炭への依存、輸入エネルギーへの依存の点で共通している。ここで非常に重要なのは、特定のエネルギー源に依存したりまた特定のエネルギー源を排除したりするのではなく、排出量削減の方途を広げるため注力することだ。他の講演者の方々も述べたように、日本と同様に、インドも、当面、それかなりの期間、石炭を電源のひとつとして利用継続する。その場合、排出を可能な限り抑える、環境調和型とする、そのための技術、知見、経験に関し本日のワークショップで交流するのは極めて有意義と考える。

2) ワークショップ (セッション I-IV)

セッション名	セッションテーマ	スピーカー
開会セッション		MoP, CEA, NTPC, METI, NEDO, JCOAL
セッション I	インド電力セクター概況 日印協力活動報告	CEA
セッション II	環境対応	CEA, NTPC, 州電力、三菱重工業、中外テクノス
セッション III	バイオマス利用	CEA, NTPC, トロムソ
セッション IV	負荷調整 IoT, O&M	CEA, NTPC, 東芝エネルギーシステムズ

- ・ 日本側からは三菱重工の環境技術、中外テクノスの環境測定技術、東芝エネルギーシステムズの総合的運転管理技術 (IoT, AI)、トロムソによる農業用バイオマスチップ成形技術とインドでの適用に向けての取り組みについて講演が行われた。各社とも、インド会社幹部による講演とし、歴年のインドでの取り組み経験を踏まえた説明及び質疑対応により効果的なアピールとなり、例年以上に時間が足りない状況であった。
- ・ CEA は、環境森林気候変動省による新たな脱硫設備設置期限（首都圏地域を筆頭に、立地別に 3 つのカテゴリーに分け、それぞれ 2022 年末、2023 年末、2024 年末とする）について説明、時間的には可能であるとの見通しを示す一方、パンデミックの影響および再エネ導入による稼働率の低下から、設備導入による発電単価の上昇及び発電事業への財務面のマイナス影響の可能性を示唆した。なお脱硫設備利用の副産物である石膏の利用について、インド政府がイニシアティブを立ち上げ利用法、関連規制等整備を進めていることにも言及された。
- ・ バイオマス混焼については、環境設備への影響、灰の性状等に関する質問が多数あり、NTPC およびトロムソがそれぞれ、丁寧に質問対応。トロムソのバイオマス成型技術については、今後インドの農業用バイオマスへの適用検討が進むことへの期待感も感じられた。

3. 中国における技術交流

中国の石炭火力発電設備の省エネ・環境改善を目的に、日本の電力、発電設備関連企業が設備診断を実施して運用改善を提言する事になり、その運営委員会として第一回日中共同委員会（事務局：JCOAL、中国電力企業連合会（CEC））が2008年11月に開催された。それ以来、両国の関係機関・企業が参画してビジネススペースの協力推進を目的に委員会活動を継続している。2021年度は、オンライン形式で、2021年12月15日に技術交流会を、2022年1月12日に日中共同委員会を開催した。以下にその実施状況を報告する。

(1) 2021 年度技術交流会

実施日：2021 年 12 月 15 日

参加者：総勢約 100 名

日本側 NEDO、JCOAL、郵船出光グリーンソリューションズ、三菱重工業、堀場製作所、東芝三菱電機産業システム、くりんか、他

中国側 中国電力企業連合会、国家能源投資集団、大唐（北京）水務工程技術有限公司、中国華能集団有限公司、他

概要：

初の試みとして日中が双方向で技術を紹介する場とし、中国側からも「汚染物と二酸化炭素共同削減による相乗効果」（国家能源投資集団）、「廃水ゼロエミッションに向けた技術」（大唐（北京）水務工程技術有限公司）の紹介が行われた。日本側からは以下の技術紹介に加えて、日本におけるカーボンリサイクルの取組を紹介する動画や JCOAL が進める榆林メタネーションプロジェクトの紹介を行った。日中双方より活発な質疑応答が行われ、両国のカーボンニュートラル技術への関心の高さが示された。

日本側講演内容：

- ① 郵船出光グリーンソリューションズ「ボイラ燃焼制御最適化システムの紹介」
- ② 三菱重工業「無排水化設備の紹介」
- ③ くりんか「石炭灰を利用した舗装材」（動画放映）
- ④ 堀場製作所「カーボンニュートラルに貢献する計測技術」
- ⑤ 東芝三菱電機産業システム「カーボンニュートラル社会に向けたチャレンジ」



オンライン技術交流会日本側会場の様子

(2) 日中共同委員会

委員会では、日中のカーボンニュートラルに向けた最新動向を報告し、2021 年度の活動実績を踏まえて今後の活動方針について協議した。

実施日：2022 年 1 月 12 日

委員：中国側 委員長（楊／中国電力企業連合会常務副理事長）、国家能源局電力司、電力計画設計総院、西安熱工研究院、中国機械工業連合会

日本側 委員長（塚本／石炭フロンティア機構理事長）、METI、NEDO、電気事業連合会、日本電機工業会

概要：

日中双方の委員による意見交換に先立ち、カーボンニュートラルに取り組んでいる日中双方の企業活動を紹介するため、電源開発株式会社より「2050 年カーボンニュートラルと水素社会実現に向けた J-POWER グループの取組」と題する講演（ビデオ放映）、中国華能集団より「カーボンニュートラルの目標に向けた華能集団の発展」と題する講演を行った。

日中双方の委員による 2021 年度の活動状況の報告がなされ、今後の活動方針を以下とすることで確認を得た。

- * 環境関連及び既設火力の運用最適化のビジネスマッチングの継続。日中環境モデル事業の実現に向けてフォローアップ
- * カーボンニュートラルに向けて石炭火力発電等石炭利用に関する双方向の情報交換

具体的には

- ・ 石炭改質
- ・ プラント性能の向上
- ・ 運用性の改善
- ・ CCUS/CR

など石炭利用に関する双方の情報交換を推進する

- * 日中共同調査プロジェクトの検討





オンライン日中共同委員会中国側会場の様子

2020 年秋には日中の両首脳によるカーボンニュートラル宣言が相次いで出され、日本は 2050 年に、中国は 2060 年にカーボンニュートラルの実現を目指している。さらに中国は海外における新規石炭火力建設を行わないことを明言している。カーボンニュートラルに貢献する技術のニーズはますます高まっており、今後の日中共同委員会活動は双方向での技術交流やビジネスマッチング等の協力推進を実施していき、アジアのリーダーとしての責任を果たしていくことが重要と考える。

4. インドネシアにおける技術交流

インドネシアは、石炭火力を主柱とする電源開発計画、エネルギー政策に変更はないが、エネルギー移行期を迎え、再生可能エネルギー開発も積極的に進めている。2019 年度に、インドネシアとの間で、日本の先進火力技術と知見の活用機会を探るべく、「エネルギー変革期の石炭火力においていかに CCT が貢献できるか」をテーマとする CCT セミナーをインドネシアエネルギー・鉱物資源省 (MEMR) の協力を得て開催した。インドネシア側からは、MEMR、インドネシア環境省による電力政策、関連規制策等についての講演を得た。日本側からは、環境技術、小規模 USC、CFBC 等の高効率技術・バイオマス混焼技術、IoT / AI 利用、石炭灰に関する講演を行った。

2020 年度は、COVID-19 パンデミックの影響によりオンラインで招聘を実施した。21 名の参加者が、最新鋭 USC プラントおよび O&M 技術、環境調和型石炭灰有効利用、運転管理技術、バイオマス混焼についてオンライン視察 (VPT) 及び意見交換等に参加した。

今次招聘技術交流は、対象を次の 6 分野として実施した (①環境技術 ②バイオマス混焼 ③負荷調整 ④石炭灰 ⑤水素・アンモニア利用 ⑥産業分野でのカーボンリサイクル (CR))。

なお MEMR 電力総局側の要望に対応し、全体のテーマを「エネルギー移行期 (Energy Transition)」とした。

招聘技術交流

実施日：2022 年 2 月 9-10 日

場所：日比谷国際ビル (METI、NEDO、JCOAL)

上記以外は個別接続

参加者：インドネシア側 MEMR、PLN、発電会社

日本側 METI、NEDO、JCOAL、企業

1) キックオフ会議

インドネシア側は、MEMR 電力総局技術環境局副局長から昇格した Mr. Bayu Nugroho 技術・環境調整官が挨拶。挨拶の概要は次のとおり：

- 電力設備計画 (RUPTL) 2021-2030 期間中、年当たり 5.15% の経済成長が予測されている。これにより PLN 予測電力販売量は年 4.91% のペースで増加、2030 年には 390 TWh に達すると見られている。2021 年第 4 四半期の電化率は 99.45% に達し、総設備容量は 73,736 MW、石炭火力発電は 36,878 MW (50%)、ガス火力は 8,538 MW (11%)、ガスコンバインドサイクルは 12,412 MW (17%)、新・再生可能エネルギー発電は 10,824 MW (15.2%)、ディーゼル発電が 4,986 MW (7%) となっている。
- 現状、石炭火力は 24 時間連続運転を行うベースロード発電所として依然発電の主柱である。しかしながら、石炭利用にあたっては環境調和を図ることが強く求められており、CCT の導入、利用は必定。インドネシアでもその利用は進んでおり、現在、CCT を導入している石炭火力設備容量は 16,164 MW。
- 稼働する石炭火力発電所の増加に伴い、排ガスを中心に環境影響が懸念され、政府及び PLN、発電各社においても対策を進めているところ。
- インドネシアのジョコ大統領が COP26 で、温室効果ガス (GHG) 排出量を自国の努力で 29%、国際的支援があった場合は 41% 削減する目標をコミットしている (注：同目標はユドヨノ大統領 (当時) が 2009 年の G20 でコミットしたものと同じ)。



2) 三菱重工業

環境技術、バイオマス混焼、負荷調整、水素・アンモニア利用、二酸化炭素回収・利用を中心に技術紹介を行った。

3) 東芝エネルギーシステムズ

二酸化炭素回収・利用、水素利用技術及び地域と連携した事業のあり方について紹介を行った。

4) 住友重機械工業

CFB によるバイオマス混焼、専焼を中心に技術紹介を行った。

5) IHI

バイオマス混焼、専焼、アンモニア利用を中心に技術紹介を行った。

6) METI

発電におけるアンモニア利用への取り組み動向について紹介を行った。

7) JCOAL

インドネシアでは 2021 年 2 月に法律改正（発電所から出る石炭灰を指定有害廃棄物から外す内容）によってこれまでよりも有効活用が可能となっている石炭灰に関し、日本での有効利用の状況、具体的な利用方法等について紹介、説明を行った。

8) ラップアップ会議

参加者代表及びその他の参加者より次のようなコメントがあった。

まず、本プログラム参加の前に、PJB（PLN 傘下の発電会社）から 5%のバイオマス混焼による発電所の運転に成功したという報告を受けた。効率の大幅な低下は見られず、また昨今の燃料価格の恩恵を受けている。そして、関係の大学による調査検討により、30%の混焼が可能、との考察が得られたが、バイオマス燃料自体に政府の規制が必要と考える。また、バイオマスプラントの参画を増やし調達を確保する必要もある。この点についても引き続き、支援、助言を求めたい。

一方、アンモニアについてはなお比較的新しい分野である。これまでアンモニアを燃料とする発電所を訪れたことはない。今回様々な話をうかがい、インドネシアにも適用できる非常に信頼性が高く実行可能な技術であることがわかった。次回この技術を議論する際は、経済性、コスト面の情報を明確に示していただきたい。コスト面の情報が無いと、インドネシア政府内でも議論が難しくなり提案されたものの検討が難しいため。

5. ベトナムにおける技術交流

ベトナムは、国内の経済成長に伴い急増した電力需要に対応する石炭火力の新設を計画している。特に 2021 年 2 月に公開された「第 8 次電力開発基本計画（PDP8）」草案において、再生可能エネルギーの開発が強調されているが、しばらくは石炭火力の整備が必要との認識であった。一方で 2021 年 11 月の COP26 におけるベトナムでの 2050 年カーボンニュートラル表明を受け、商工省（MOIT）は、PDP8 草案において石炭火力を見直し中で、最終版の公表及び 2022 年内での首相による承認が待たれている。発電所として、これまで北部の国内無煙炭を使用していたが、国内需要が追いつかない状況下、南部への輸送インフラの制約から豪州、インドネシア等から石炭輸入が 2015 年以降急増している。

ベトナムとの二国間協力は、政府間対話である日越石炭政策対話の合意の下に実施されてきた。2017 年 4 月にハノイで開催された第 5 回日越石炭政策対話において、石炭利用に係る協力は、実務担当者である EVN と日本側企業との間で具体的な協力を話し合うワーキンググループ（WG）の創設が、経済産業省より提案され、これらの課題対応のためその下に、HELE、環境対応、石炭調達の 3 本のテーマの WG が発足、具体的協力のあり方について議論が継続され現在に至っている。

それら状況下、2021 年度は、下記の通り政策対話専門家 WG 及び技術交流会を合同で実施したことをここに報告する。

【第 5 回日越石炭政策対話専門家 WG 及び技術交流会】

実施日：2022 年 2 月 25 日

主催：日本側：NEDO、JCOAL

越南側：Electricity Vietnam（EVN）

参加者：日本側 METI、NEDO、NEDO パンコク事務所、JCOAL、IHI、郵船出光グリーンソリューションズ、出光興産、J-POWER、電力中央研究所、三菱重工業、三菱重工パワー環境ソリューション、三菱重工エンジニアリング、Mitsubishi Power Asia Pacific、JERA

越南側 MOIT、EVN、EVNGENCO1、EVNGENCO2、EVNGENCO3、EVNPECC1、EVNPECC2、EVNPECC3、PV、PV-POWER、VINACOMIN、VINACOMIN-Power

プログラム：（時間省略）

合同開会式

開始辞（日） NEDO
開会辞（日） JCOAL 塚本 理事長
開会辞（越） EVN Anh 副総裁
来賓辞（日） METI
本年ワーキンググループ及び技術交流会概要説明

第一部 第 5 回日越石炭政策対話専門家 WG

開始辞 MC：JCOAL

メンバー紹介（日）（越）

① HELE WG 司会：NEDO

HELE WG における前回の実績と本日の話題テーマ説明

話題提供 1：三菱重工業

再エネ普及に伴う石炭火力の発電技術（含負荷調整）

話題提供 2：IHI

微粉炭火力でのバイオマス利用拡大

話題提供 3：JERA

瀝青炭 / 亜瀝青炭を燃焼 / 混焼する場合の設備と安全運用
議論・纏め（3 話題分）

② 環境 WG 司会：JCOAL

環境 WG における前回の実績と本日の話題テーマ説明

話題提供 1：J-POWER

日本の石炭火力発電所の排水に適用される環境規制
議論・纏め

第一部 閉め（JCOAL）

休憩 ※映像放映（CR PR 動画）

第二部 日越石炭火力技術交流会

開始辞 MC：JCOAL

特別講演：METI

火力発電脱炭素化のための燃料アンモニア活用に向けた日本の施策（含映像放映）

Presentation 1: NEDO

日本のカーボンニュートラル達成に向けたクリーンコールテクノロジー（CCUS、CR 他）の取組（含質疑応答）

Presentation 2: EVN

EVN における石炭火力発電所の概要と 2050 年の NET ZERO 達成に向けた取組（含質疑応答）

Presentation 3: 電力中央研究所

排ガス・排水の拡散シミュレーション（含質疑応答）

Presentation 4: 郵船出光グリーンソリューションズ

ボイラ燃焼制御最適化システム（ULTY - V plus）の紹介（含質疑応答）

合同閉会式

閉会辞 (越) EVN

閉会辞 (日) METI



来賓挨拶及び日本側主会場状況



オンラインでの複数会場での質疑の状況

2021 年 COP26 を受けて、ベトナムが 2050 年カーボンニュートラルを表明したことにより、PDP8 が最終承認を目前に、再度 MOIT により見直しに至った。

ベトナムにおける中長期の石炭火力の位置づけや再生可能エネルギーの方向性について、未だ調整中の状況が長く続いている。

今後の二国間協力は、PDP8 最終版の状況を確認し、温室効果ガスの排出を極力低減しつつ石炭と再生可能エネルギーの有効活用を図るためのテーマを日越双方の意向を確認して、引き続きフォローアップしていく。

6. 東南アジアリージョナル・HELE セミナー

招聘技術交流は基本的に海外対象国政府・電力関係者による来日の上、我が国の技術や設備に直接触れて頂く機会を持つことによることによる我が国技術の導入促進の側面支援を致してきたが、実際に我が国技術が導入されている国をその周辺国とともに訪問し、導入済国の導入に至る背景や導入した課題や結果等につき、環境や状況が類似している周辺国とともに議論する場として、本セミナーを 2018 年度に導入した。

2018 年度／第 1 回目は、我が国技術が既に導入されているマレーシアへ、その周辺国であるインドネシア、フィリピン、ベトナム、ミャンマーの政府や電力関係者を招聘し、実際に導入された設備を視察、その上でその技術を導入した背景や導入後の利点、課題等をマレーシアから伺い、周辺国への技術導入への一助となるべく議論を展開した。

2019 年度は、第 2 回目として、第 1 回目同様に我が国技術が導入されているフィリピンに、その周辺国であるマレーシア、インドネシア、ベトナム、ミャンマーを招聘して実施を計画したが、コロナ発症により実施を見送った。

2020 年度コロナ禍は続いていたが、東南アジアのこれまでの対象国を横並びにオンラインでセミナーを 2 回目として開催した。第 2 回目は、セミナー議論の目的も見直しを行った。それ位の時期から世界が急速にカーボンニュートラル・脱炭素化へ動き始めたこともあり、第 2 回目セミナーでは、東南アジア各国政府と電力会社より脱炭素化への政策動向や技術動向につき話を頂くこととした。

2021 年度／第 3 回目セミナーは、11 月の英国での 190 以上の国々の参加による COP26 での議論もあり、石炭火力については、当初欧州主導によりフェーズアウトになる流れであったが、石炭火力をまだまだ使わざるを得ないインド等新興国からの強い主張もあり、石炭火力はフェーズアウトからフェーズダウンへとのおさまった。なお、カーボンリサイクル・脱炭素化達成に対する表明や宣言は多くの国によってなされた。そのような時期での第 3 回目セミナーでは、各国の政策がまだ落ち着いていない状況もあったため、脱炭素化技術に焦点を当てた議論を展開することとした。

具体的にこの第 3 回セミナーにつき下記の通り報告する。

①日時：2022 年 1 月 20 日 (木)

②会議スタイル：Zoom によるオンライン会議

③言語：日英同時通訳導入

④テーマ：カーボンニュートラルへの技術の最新動向

⑤主催：NEDO、JCOAL

⑥参加者：約 150 名

日本側

METI、NEDO、JCOAL

JERA、IHI、三菱重工業、出光興産

国際機関

世界石炭協会 (WCA)

東アジア・アセアン研究センター・アジア CCUS ネットワーク (ERIA・ASIA CCUS Network)

アセアン CCT センター (ASEAN Centre for Excellence for CCT)

アセアン・エネルギーセンター (ACE)

東南アジア 4 개국

フィリピン

エネルギー省 (DOE)

ケゾンパワー、チームエナジー、GN パワー

インドネシア

エネルギー・鉱物・資源省 (MEMR)

PT PLN

マレーシア

エネルギー天然資源省 (KeTSA)

TNB Power

ベトナム

商工省 (MOIT)

EVN

⑦プログラム (以下日本時間にて記述)

15:00-16:25 開会セッション

セミナーイントロ (JCOAL)

開会辞 (JCOAL)

来賓辞 (METI)

基調講演

A) ASEAN におけるカーボンニュートラルに資する CCT の活用～期待される成果

ERIA、Leader of Asia CCUS Network

B) アジアにおけるカーボンニュートラルの重要性と石炭火力の今後

ASEAN Coal Centre of Excellence for CCT

C) COP26 を振り返って：エネルギー転換期における石炭の役割

WCA

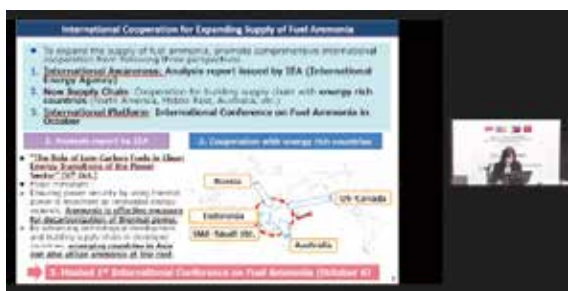


16:40-19:32 セッション

カーボンニュートラルに関わる技術の最新動向

特別枠 日本のイニシアチブ～火力発電の脱炭素化に資する燃料アンモニアの有効利用

- 動画放映 アンモニア混焼技術 PR 動画
- 特別講演 METI



①日本 (NEDO)：NEDO におけるカーボンニュートラルに向けた CCT 技術の取組み

②インドネシア (PLN)：カーボンニュートラルに向けたインドネシアの技術動向

③日本 (JERA)：東南アジア地域の低(脱)炭素化への貢献について

④フィリピン (Quezon Power)：カーボンニュートラルに向けたフィリピンの技術動向

⑤日本 (IHI)：カーボンニュートラルに向けたバイオマス混焼技術・アンモニア混焼技術

～石炭火力にとって今後何が必要なのか～



⑥マレーシア (TNB Power)：TNB 発電公社における石炭火力・加速するカーボンニュートラルへ向けて(事前録画講演)

⑦日本 (三菱重工業)：電力部門におけるカーボンニュートラルに向けた三菱重工の取り組み

⑧ベトナム (EVN)：EVN における石炭火力発電所の概要

⑨日本 (出光興産)：石炭ボイラでのバイオマス利活用によるカーボンニュートラルへの貢献

Q&A



19:32 閉会辞 (NEDO)



⑧まとめ

本セミナーは、今回で3回目、前回に引続いてのオンラインでの開催となった。本年度は技術に焦点をあてた内容としたが、COP26 後の加速する世界のカーボンニュートラル／脱炭素化に向けての動きの中で、石炭火力を多く所有し、石炭火力に頼らざるを得ない状況にある東南アジアの主要国であるフィリピン、マレーシア、インドネシア、ベトナムにおける各国の技術の状況に焦点をあてた内容とした。我が国企業からも、対象4か国に対して自身の企業が所有している技術を導入することが、その国のカーボンニュートラル／脱炭素化に貢献できるのではないかととの観点から、技術の紹介を行った。

特に、既存する石炭火力発電設備をうまく活用できるアンモニア混焼技術やバイオマス混焼技術はカーボンニュートラル／脱炭素化へ貢献できる技術の一環として活発な質疑応答を行うことができた。

7. まとめ

2021 年度、インド、中国、インドネシア、ベトナムの 4 か国と二国間技術交流を、また、東南アジア 4 か国を対象とし国際機関も議論に加わった HELE セミナーをそれぞれオンラインで開催した。各国の実情に沿い、世界で加速するカーボンニュートラル／脱炭素化に向け、現時点で日本へ期待する技術への関心が各国から示された。なお、2020 年度までは日本からの技術紹介が主であったこの交流事業であるが、2021 年度は相手国と日本の双方向からの議論を入れることにより、相手国による我が国の技術の理解の更なる促進に結び付けた。

今後、同様の技術交流を実施する場面においては、広くエネルギー移行の技術導入可能性について相手国と議論できるように取り組み方及び議論するテーマを考慮する。また、相手国から要望の多かった紹介技術に関する経済的メリットについても提供できるように企業の皆様と協力しながら対応することを予定する。

石炭基礎講座 2022

資源開発部 上原 正文

1. はじめに

令和4年3月15日、オンラインセミナー「石炭基礎講座 2022」を開催したので以下報告する。

2. これまでの経緯

JCOAL は石炭基礎講座を平成21年から平成25年までの5年間毎年無料形式で実施し、その後、一時中断したが、開催要望の声が高かったこともあり平成29年からは有料形式に変更して再び開催している。再開後4回目となる令和2年は新型コロナウイルスの影響で開催が見送られたが、令和3年は無料のオンライン形式の開催へ変更し、これまで1日をかけて行っていた講座を半日のプログラム構成で行った。今回は前回に続いて第2回目のオンライン形式での開催となった。

本講座は、石炭の普及活動の一環として、多くの方々に石炭の大切さを知っていただくことを目的に始められた誰でも参加いただけるオープンな講座である。若手企業人を対象としている事も特徴であり、本講座は若い方々、専門外の方にも理解できるように内容は分かり易さをモットーに、石炭採掘から石炭の利用を含めた石炭の上流から下流までの幅広い知識の提供の場となることを目指している。

3. 開催内容

令和4年3月15日の開催内容を以下に示す。

(1) 講師と講義表題

今回のオンラインセミナー「石炭基礎講座 2022」は塚本修 JCOAL 理事長の挨拶後、3名の講師による講座が行われた。表-1に講師と講座題目を示す。講師は毎回、第一線にて実際の炭鉱開発、石炭利用技術開発等に携わった企業の方々を中心に各分野の専門家をお願いしているが、今回はJCOAL から2名、民間企業から1名、合計3名の専門家を講師として開催した。

表-1 「石炭講座 2022」講師と講義題目

NO	題目	講演者
講座1	選炭の基礎 CO ₂ 削減への貢献	一般財団法人石炭フロンティア機構 資源開発部 調査役 小柳 伸洋
講座2	石炭灰の利用 カーボンリサイクルへの取組	一般財団法人石炭フロンティア機構 技術開発部 次長 鷲巣 正樹
講座3	製鉄の基礎 低炭素へ向けての技術開発	日本製鉄株式会社、技術開発本部 プロセス研究所製鉄研究部 石炭・コー ス研究室 室長 窪田 征弘

また、今回は参加者の皆様に石炭の理解を深めていただくために、講座が始まる前にJCOAL が所有する石炭の実物紹介を行った。また、当初予定にはなかったが、令和4年2月24日に勃発したロシアのウクライナ侵攻に鑑み、本件が石炭需給へ与える影響について急遽 JCOAL からショートレポートを行った。図-1には石炭実物の紹介の様子を示す。



図-1 石炭の実物の紹介

(2) 講座の内容

講座1では“選炭の基礎”と題して、選炭の役目、選炭の効果、世界の中での選炭普及状況、湿式選炭技術、乾式選炭技術等の説明が行われた。また、選炭における温室効果ガス削減への貢献としての新たな取組みが紹介された。また、選炭技術については実際に見なければ判りにくい面もあるため、今回は重選機、ジグ選別機、スパイラルについてはビデオやアニメを使用しての講義が行われた。図-2にジグ選別機稼働状況のビデオ画面の一部を示す。



図-2 講座1選炭の基礎の資料
動画画面：ジグ選別機（2産物に分離）インドの例

講座2では“石炭灰の利用”と題して、石炭灰の種類、FA (Fly ash)、CA (Clinker Ash) の化学的・物理的性質、石炭灰の有効利用等の説明が行われた。また、セメント・コンクリート分野（石炭灰利用）でのカーボンサイクルへの取組みが紹介された。石炭灰の利用では、石炭灰混合材料の例としてユニークな漁礁ブロック（藻場）への利用が紹介された。（図-3 参照）

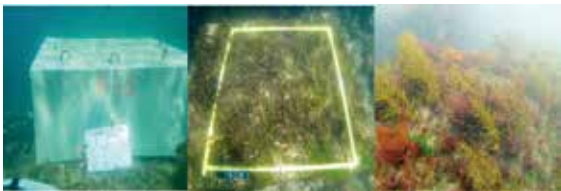


図-3 講座2石炭灰の利用の講座資料
石炭灰混合材料例として漁礁ブロック（藻場）

講座3では“製鉄の基礎”と題して、高炉法、コークス製造技術、石炭の粘結性などの基礎的な内容や調湿炭装法（CMC）、微粉塊成炭配合法（DAPS）などの多少専門的な事項まで幅広く紹介された。

また、当初予定にはなかったが、ロシアのウクライナ侵攻に鑑み、本件が今後の石炭需給へ与える影響について急遽 JCOAL からショートレポートを行った。レポートでは、日本のロシア炭輸入量（炭種別）、日本の地区別ロシア炭の使用状況、ロシア炭の代替先、石炭価格への影響などが報告された。図-5に日本のロシア炭輸入量（炭種別）を示す。

(3) 参加者

参加者は資源開発会社、商社、製造、化学、製鉄、電力、ロジスティクスなど全体で53名の参加があった。年齢別を見ると20代が21%、30代が30%と20代、30代が全体の5割近くを占めた。（図5参照）

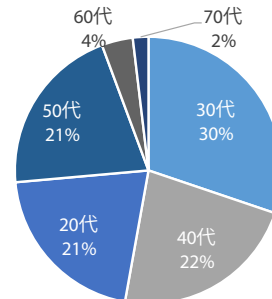


図-5 参加者の年代構成

4. アンケート結果

セミナー終了後、参加者の皆様に対してアンケートを行った。その結果、参加者の皆様からは概ね好評の感想をいただいている。講義に対する各講座の難易度については3講座の平均で79%の参加者が、また、開催時間（2時間40分）については65%の参加者が、それから、1回3講座の構成については67%の参加者が“丁度良い”と答えていただいた。また、今回も前回に続いてオンライン形式の開催としたが、映像、音声共に概ね支障なかった。

さらに、急遽実施した今後のロシア石炭の需給についても多くの方から好評を得たことは良かった。

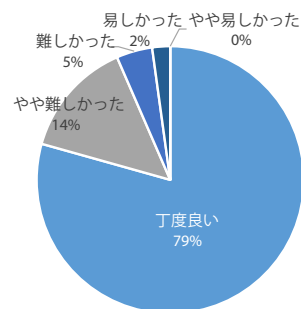


図-6 3講座平均の難易度

また、近年地球温暖化への関心の高まりもあり石炭に対するネガティブな意見も一部あることから、アンケートの中に“石炭に対するご意見”として、石炭を取り巻く現状について参加者から自由な意見を聞いてみた。その結果、石炭の資源としての必要性を取り上げ、石炭はエネルギーセキュリティの観点からも安定した供給が可能な優秀な資源であり、今後も石炭を環境にやさしく丁寧に使ってゆくことは重要との石炭に対する前向きな意見が多くあった。また、そのためには、石炭資源の優位性や高度利用技術などを世の中にもっとアピールすることが必要との意見もあり、JCOALとしてはその役割を果たして行きたいと考える。



図-4 日本のロシア炭輸入量（炭種別）

5. 終わりに

新型コロナウイルスの世界的な感染拡大、ロシアによるウクライナ侵攻など世界は大きな変動期を迎えており、エネルギー情勢は大きく逼迫している。また、近年なにかと注目を浴びている化石燃料のひとつである石炭ではあるが、“地球がくれた贈り物”として大切に使用することが将来にわたって重要と考える。石炭を深く知ることは今後のエネルギーを考える場合、皆様に必ずお役に立つと確信しており、JCOAL は今後も石炭基礎講座を継続的に開催予定である。また、皆様からいただいたアンケート結果を参考に講義内容の充実を図ってゆく予定であり、その結果、多くの方々に石炭の知識を深めていただければ幸いである。

本講座は皆さんと作ってゆく講座と位置付けており、多くの皆様から講座に対するご意見、ご感想等をいただければ幸甚である。

新エネルギー財団「令和3年度 石炭エネルギー講演会」開催報告

総務部広報室 佐々木 信平

一般財団法人新エネルギー財団は、二度のオイルショックの後、昭和55年に、風力、太陽光、水力、地熱等の再生可能エネルギーの導入の拡大と燃料電池等の新しいエネルギーシステムの構築を推進するため、産業界の総意により設立された組織である。

2022年2月8日(火)、同財団主催(JCOAL 共催)の『令和3年度 石炭エネルギー講演会』が、WEB開催され、148名の方がWEB参加された。以下、講演会の概要を報告する。

同財団の新エネルギー産業会議、石炭エネルギー委員会の委員長であるJCOAL 橋口専務理事が本講演会の司会を務めた。

今回は、主にカーボンリサイクル分野の政策や技術開発の動向に関する講演がされた。

(1) カーボンリサイクル政策について

資源エネルギー庁 資源・燃料部石炭課長 土屋 博史様

土屋様からは、カーボンニュートラルの実現に向けた国の政策や取組概要として、化石燃料のゼロエミッション化の実現に有効な方策としてCO₂を資源として活用するカーボンリサイクルの意義や技術ロードマップの他、コンクリートやセメント等といった、カーボンリサイクル産業における、今後の取組等に関してご説明いただいた。

また、実用化の先行事例や開発中の革新的技術について、具体的な事例をご紹介いただいたほか、NEDO事業として大崎クールジェン殿及びJCOALが実施中の広島大崎上島のカーボンリサイクル実証研究拠点整備事業や、一般社団法人カーボンリサイクルファンドによる活動等の概要についても、ご説明いただいた。

(2) カーボンリサイクルの展望と課題

一般社団法人カーボンリサイクルファンド 理事 須山 千秋様

須山様からは、まず、カーボンリサイクルの動きという観点から、全世界のCO₂利用・削減ポテンシャルについての分析をご紹介いただいた後、カーボンリサイクルファンドとしての具体的な事業内容をご説明いただいた。

カーボンリサイクルの課題と社会実装に向けた今後の展望については、水素を使わないカーボンリサイクル技術の早期実用化への期待や、ブルーカーボン活用の重要性をご説明いただいたほか、地方創生や国際連携に関連する最新動向をご紹介いただいた。

(3) カーボンニュートラル達成に向けた低炭素・脱炭素技術の取組み

三菱重工業株式会社 シニアフェロー

エナジードメイン エナジートランジション & パワー事業本部

SPMI 事業部長 石瀬 史朗様

石瀬様からは、カーボンニュートラル社会実現に向けた先進発電技術の取り組みとして、既存火力設備へのアンモニアやバイオマス燃焼技術や、再エネ導入における既存火力の運用性向上についてご説明いただいた。また、CO₂分離回収技術として、関西電力と共同開発したアミンベースの技術開発の取り組みのほか、バイオジェット燃料をはじめとするクリーン燃料に関する取り組みについてもご紹介いただいた。

(4) カーボンニュートラルの実現に向けた取り組み

株式会社 IHI 執行役員

資源・エネルギー・環境事業領域長 武田 孝治様

武田様からは、カーボンソリューション事業戦略として、①ライフサイクル、②パームのバイオマス事業、③水素アンモニア、④カーボンリサイクル、⑤エネルギーマネジメント、からなる5つの戦略を中心にご説明いただき、特に、NEDOグリーンイノベーション事業として実施される事業などを具体的にご紹介いただいた。

[一般財団法人 新エネルギー財団 公式サイト]

一般財団法人 新エネルギー財団 (<https://www.nef.or.jp>)



資源エネルギー庁 土屋様



(一社)カーボンリサイクル
ファンド 須山様



三菱重工業(株) 石瀬様



(株)IHI 武田様



JCOAL 橋口専務理事

第6回 ゼロエミッション火力発電 EXPO 出展報告

総務部広報室 佐々木 信平

JCOAL は、3月16日から18日までの3日間開催された「第6回 ゼロエミッション火力発電 EXPO」に協賛・出展した。本 EXPO は、これまで「次世代火力発電 EXPO」の名称であったものが、今回から「ゼロエミッション火力発電 EXPO」に変更されたものである。これまで同様、RX Japan 株式会社（旧社名：リード エグジビジョンジャパン）と（一社）火力原子力発電技術協会が共催する、火力発電プラントや運用保守技術に関する展示会であり、JCOAL も2017年の「第1回次世代火力発電 EXPO」開催から協賛・出展している。

今回開催されたゼロエミッション火力発電 EXPO は、次世代火力発電 EXPO から合わせて第6回目の開催となり、第18回スマートエネルギー Week2022として同時に開催される複数の展示会の一つとして、東京ビックサイトを会場に開催された。

他にFC EXPO 水素・燃料電池展、PV EXPO 太陽光発電展、二次電池展、スマートグリッド EXPO 展、WIND EXPO 風力発電展、バイオマス展が開催された。

今回は、コロナ禍とはいえ、マスク着用や体温測定、常時喚起といった対応を行ったうえで、10時から18時まで（最終日は17時まで）開催された。弊機構としても、感染予防のため、ブース展示はパネルの展示のみとし、基本的に接客は職員1名が午前と午後の交代制にて対応した。

昨年と比較すると、今回は初日より盛況な様子が伺えた。JCOAL ブースにも多数の方にご来訪頂き、カーボンニュートラル×石炭といった弊機構の取組に対して、関心をお寄せいただいている様子が見受けられた。ブースへの来訪者は製鉄、発電関係者等が多く、石炭利用の今後の動向を心配する意見が多かったが、カーボンニュートラルを目指した高効率化によるCO₂排出量削減と、カーボンリサイクルやCCUSによるCO₂回収・固定の取組を説明して、ご理解をいただいた。印刷物は昨年同様 JCOAL パンフレット等各200部を用意したが、カーボンニュートラルに向けた技術紹介資料など、全て無くなってしまうものもあり、2日目に追加搬入し、配布した。

スマートエネルギー Week 全体の来場者数は主催者側が発表した速報で3日間の合計が41,761人と、昨年の28,345人を大きく上回り、コロナ前2019年の66,579人に近づく勢いを見せている。



JCOAL 展示ブース



会場内の様子

2021 年度 日本の石炭輸入量 (財務省貿易統計速報値より)

総務部 岡本 法子

財務省貿易統計による4月の速報値によると、2022年3月の日本の石炭輸入量は1,671万トンで、2021年3月の1,453万トンから約13%程度増加した。また、2021年度の石炭輸入量は速報値によると1億8,381万トンで、2020年度の1億7,299万トンから約6%増加した。

2022年3月の石炭輸入量の主要内訳は、豪州が1,049万トンで全体の約63%を占めた。続いてインドネシアが242万トン、ロシアが146万トン、米国が110万トン、カナダが103万トンであった。

本年2月に起こったロシアのウクライナ侵攻による経済制裁でロシアからの石炭の輸入を段階的に禁止とする政府の方針は、今後の代替先をどう振り分けていく事が大きな課題となり、政府の支援が期待される場所である。

以下に、2021年度の速報値より、炭種ごとに国別の輸入量を表で示す。

表1 2021年度の輸入先別石炭輸入量

輸入先	輸入量(トン)	トン当たり(円)	シェア
豪州	120,181,623	19,582	65.38%
インドネシア	22,394,017	17,546	12.18%
ロシア	19,536,930	17,957	10.63%
米国	9,905,486	17,130	5.39%
カナダ	8,134,531	20,277	4.43%
中国	939,455	22,892	0.51%
コロンビア	860,892	18,240	0.47%
ベトナム	587,244	18,486	0.32%
モザンビーク	480,559	23,850	0.26%
ニュージーランド	383,292	20,145	0.21%
南アフリカ	323,948	21,915	0.18%
カザフスタン	75,676	12,837	0.04%
タイ	2,444	36,924	0.00%
台湾	1,003	58,253	0.00%
合計	183,807,100		

財務省貿易統計速報値より

2021年度の石炭輸入先のシェアは豪州が65%を占めており、続いてインドネシアの12%、ロシアが11%であった。

表2 2021年度の輸入先別一般炭輸入量

輸入先	輸入量(トン)	トン当たり(円)	シェア
豪州	82,586,313	18,312	72.23%
ロシア	12,957,733	17,446	11.33%
インドネシア	10,734,535	15,334	9.39%
米国	4,121,212	15,887	3.60%
カナダ	3,034,312	18,255	2.65%
中国	513,721	19,218	0.45%
南アフリカ	323,948	21,915	0.28%
コロンビア	59,702	28,732	0.05%
タイ	144	43,792	0.00%
合計	114,331,620		

財務省貿易統計速報値より

表3 2021年度の輸入先別原料炭輸入量

輸入先	輸入量(トン)	トン当たり(円)	シェア
豪州	34,535,339	22,490	54.47%
インドネシア	11,659,482	19,582	18.39%
米国	5,784,256	18,016	9.12%
カナダ	5,100,219	21,480	8.04%
ロシア	4,497,048	18,975	7.09%
コロンビア	801,190	17,458	1.26%
モザンビーク	480,559	23,850	0.76%
ニュージーランド	383,292	20,145	0.60%
中国	86,402	17,718	0.14%
カザフスタン	75,676	12,837	0.12%
合計	63,403,463		

財務省貿易統計速報値より

炭種別に見ると、一般炭は2021年度と比べて約8%増加した。国別では豪州が13%の増加、米国が41%の増加となった。

原料炭の場合は、2021年度と比べて全体で約2%の増加となり、国別では豪州からの輸入が10%の増加であり、ロシアからも10%の増加となった。

以下に参考として 1988 年度から 2021 年度までの石炭輸入量推移を示す。

表 4 日本の石炭輸入量の推移

年度	輸入量(1000トン)
1988	104,264
1989	106,158
1990	107,634
1991	113,026
1992	110,947
1993	112,326
1994	121,237
1995	127,093
1996	130,008
1997	135,853
1998	129,649
1999	138,125
2000	150,773
2001	155,098
2002	162,669
2003	168,373
2004	183,569
2005	177,793
2006	179,339
2007	187,588
2008	185,514
2009	164,775
2010	186,637
2011	175,379
2012	183,769
2013	195,589
2014	188,409
2015	191,550
2016	189,415
2017	191,084
2018	188,527
2019	186,875
2020	172,999
2021	183,807

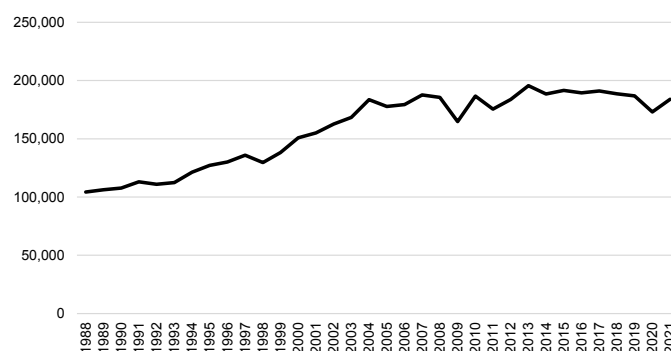


図 1 日本の石炭輸入量推移 (単位 1000トン)

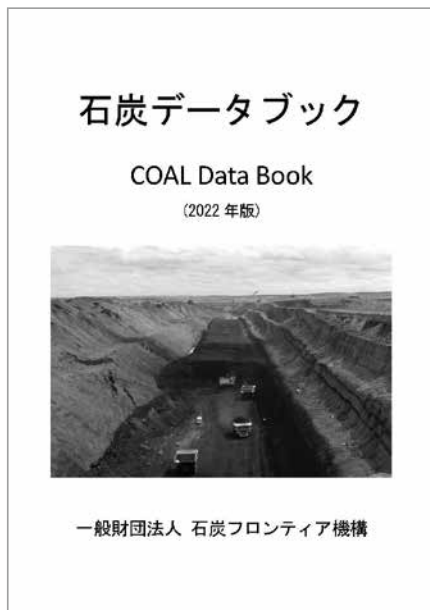
日本の石炭輸入量は、2009 年度、2011 年度、2020 年度は減少したが、ほぼ上向きに上昇を続けている。

IEA のデータによれば、2020 年の石炭輸入国 1 位は中国で約 3 億トン、2 位はインドの約 2 億 1,100 万トン、日本は 3 位で、4 位が韓国の約 1 億 2,300 万トンとなっている。

日本は 2010 年まで世界最大の石炭輸入国であったが、2011 年から中国の輸入量が最大となり、2014 年からは 1 位が中国で 2 位がインドとなっている。

石炭データブック 2022 年版 発売のお知らせ

総務部 広報室



本体価格 3,000 円+税
2022 年 6 月発売予定
JCOAL の Web サイトをご参照ください。

目 次

第 1 章 世界の石炭資源

- 1-1 世界の石炭埋蔵量
- 1-2 石炭資源量

第 2 章 世界の石炭需給

- 2-1 世界の石炭生産量
- 2-2 世界の石炭消費量
- 2-3 世界の石炭輸出力
- 2-4 世界の石炭輸入量

第 3 章 世界の石炭貿易

- 3-1 石炭貿易の動向

第 4 章 石炭価格

- 4-1 世界の石炭価格動向

第 5 章 日本の石炭需給

- 5-1 日本の炭鉱分布
- 5-2 日本の石炭生産量の推移
- 5-3 日本の石炭輸入量
- 5-5 日本の石炭輸出力
- 5-4 日本の産業別石炭販売量
- 5-5 日本の石炭輸出力

第 6 章 主要石炭企業動向

- 6-1 資源メジャーおよび主要企業概要

第 7 章 各国の石炭関連情報

- 7-1 アメリカ (米国)
- 7-2 インド

7-3 インドネシア

7-4 ウクライナ

7-5 オーストラリア (豪州)

7-6 カナダ

7-7 韓国

7-8 コロンビア

7-9 スリランカ

7-10 タイ

7-11 中国

7-12 ドイツ

7-13 トルコ

7-14 パキスタン

7-15 フィリピン

7-16 ベトナム

7-17 ポーランド

7-18 マレーシア

7-19 南アフリカ (南ア)

7-20 モザンビーク

7-21 モンゴル

7-22 ロシア連邦

第 8 章 附属資料

8-1 コールチェーン

8-2 コールセンター

8-3 日本の石炭火力発電所一覧

第 9 章 関連機関

memo

[illegible]

memo

memo

[illegible]

編集後記

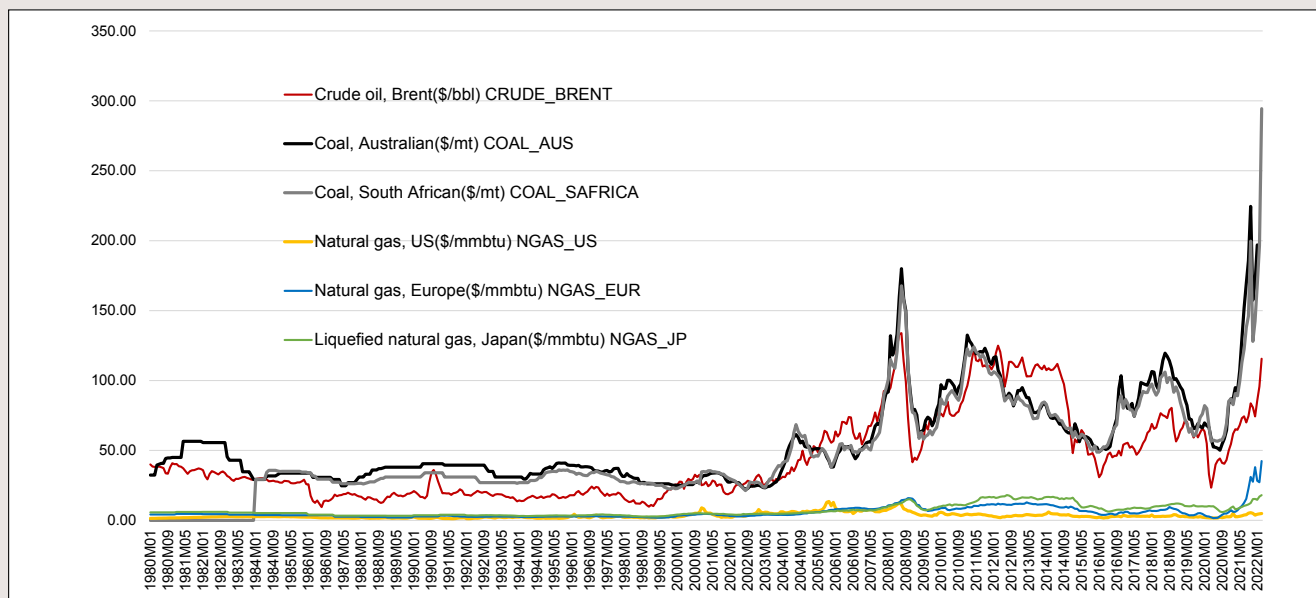
いつも弊機構へのご高配を賜り厚く御礼申し上げます。

JCOAL Journal 第 48 号をお送りいたします。

今号より、石炭価格の推移を各エネルギー価格の推移とさせて頂きました。World Bank のデータを利用しております。さて、このグラフを見て一目で分かりますが、石炭価格の上がりようの凄まじいこと。過去、リーマンショック時に高騰した時の価格が今や低めの山に見えるほどです。近年では環境問題によるダイベストメントの動きから石炭の生産を縮小していく方向で進んで参りましたが、ここに来てまさかの需要増に供給がひっ迫しました。産炭地の悪天候やコロナ感染対策など様々な要因も重なり、2 月にはとうとうロシアがウクライナ侵攻へ…これほどまでに石炭価格が上昇したことで、再び石炭が注目的になってしまいました。そうなんです、石炭は多用途に利用されており、そう簡単に使うのを辞めるなんて難しいのです。という訳で、いろいろなメディアを参照しますと、価格高騰が石炭へのある程度の理解にも繋がったような気もいたします。今年に入り、CCS 事業が本格的に政府での議論が進んでいます。CCS が進めば石炭利用の継続期間も伸びるかも知れません。そして次号までには戦争やコロナが収束しますことを願っております。

(総務部 岡本)

World Bank Commodity Price Data



最寄りの交通機関：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



JCOAL Journal Vol. 48 (2022年6月1日発行)

発行所：一般財団法人 石炭フロンティア機構
〒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 (カーボニュートラル推進部)
03-6402-6102 (資源開発部)
03-6402-6103 (技術開発部)
03-6402-6104 (国際事業部)
Fax: 03-6402-6110 E-Mail: jcoal-ga_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 石炭フロンティア機構 総務部
〒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



「JCOAL Journal」は石炭分野の技術革新を目指す（一財）石炭フロンティア機構が発行する情報誌です。

【禁無断転載】