

JCOAL Journal

Vol.45

2020.11

クリーン・コール・デー特集号

■巻頭言

- 第 29 回クリーン・コール・デー国際会議を開催して 02

■スペシャルレポート

- 第 29 回クリーン・コール・デー国際会議（オンライン開催）
開催報告 03
- クリーン・コール・デー実行委員会広報活動報告 14

■特別寄稿

- CO₂ エミッション・ゼロ化実現による
石炭火力発電の再生・発展についての政策提言 18

■活動レポート

- 秋田県岩館漁港における人工藻場実証試験報告 21
- 木質バイオマスストレファクション技術実証事業 24
- SATREPS「バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーンバイオ
燃料への触媒転換技術の開発」タイ国における
バイオマスガス化ベンチ設備と実証運転（続報） 27
- 欧州及び米国におけるカーボンリサイクル技術開発動向 31

■編集後記

35

一般財団法人 石炭エネルギーセンター
Japan Coal Energy Center
<http://www.jcoal.or.jp>

第 29 回クリーン・コール・デー国際会議を開催して

・第 29 回目を迎えたクリーン・コール・デー国際会議が、9 月 8 日から 10 日にかけて、開催されました。コロナ感染の影響もあり Web 形式の開催になりましたが、3 日間で延べ約 1300 人の皆様に、ご登録参加頂きました。

・国内、海外からのご講演をはじめ、共催を賜りました経済産業省、NEDO、JOGMEC、また、後援をいただきました在京大使館、並びに国内外の関係者各位など、皆様のご協力ご支援のお陰をもちまして、初めての WEB 国際会議が無事終了することができました。

・第 29 回目を迎えました今回のクリーン・コール・デー国際会議は『エネルギー移行期における石炭及び CCT の役割』というテーマで開催させて頂きました。

今回の WEB 会議での議論を通じて、コロナ禍がエネルギー需給にもたらした影響と地球環境問題、エネルギー移行期における石炭関連投資の在り方、CCT による国際貢献など、現状認識と最新情報の共有化、活発な議論を通じて、諸課題の問題の本質の再認識、解決のための方向性が確認されたものと思います。

クロージング・リマックスとして、以下のように、本会議を総括させていただきました。

○第一点目は、石炭は、世界のエネルギー・ミックスの重要な一翼を担う資源であり、国連が目標としている SDGs 達成に向け、日本やアジア等の世界のエネルギー・セキュリティの確保に欠くことのできない石炭の必要性は変わらないという事です。コロナ禍の中で世界全体のエネルギー需要が一時的にかなり落ち込み、それに合わせて石炭の生産や需要も一時的に落ち込みましたが、一部の国々で回復の傾向が表れており、社会の緊急時における石炭のレジリエンシー（強靱性）としての重要性が再認識されました。

○二点目は、再生可能エネルギーが主力電源化すると想定される 2050 年頃のエネルギー移行期に向けて、大量の再生可能エネルギーの導入を負荷変動調整等で支える石炭火力発電の果たす役割は大きい。また、鉄鋼・セメント・化学等の社会インフラの原料となる石炭の役割も忘れてはならないということでもあります。

○三点目は、石炭の開発利用を進めるにあたり、今後も石炭利用の拡大が見込まれるアジアの国々において、CO₂ のローエミッション化に貢献するクリーン・コール・テクノロジー (CCT) など、石炭関連投資を積極的に推進する必要がある。その際、先進国から途上国への所要のファイナンス供給の政策的支援が重要であるという事です。

○四点目は、我が国として、世界をリードして、高効率な石炭火力発電システムや CO₂ の分離回収や貯留、CO₂ を有効な資源として活用するカーボンサイクル技術等 (CCUS) のイノベーティブな CCT 技術の開発や社会実装を進め、国際貢献していくことが望まれことでもあります。その際、技術的な面だけではなく社会的受容性、ソーシャルアクセプタンスの面でも、石炭エネルギーか再生可能エネルギーかというような二者択一の議論は不毛であると言うことを世界の人々に分かっていただける国際協力の重要性が指摘されました。

○第五点目として、世界のエネルギーアクセス改善問題と気候変動問題の同時解決を図り、SDGs が言う「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実現のためには、途上国を含めたすべての人々に affordable、reliable、sustainable、そして modern なエネルギーへのアクセスを確保することが必要である。また、石炭だけでなくエネルギー利用全体における CO₂ の排出削減を進めることが本質であると捉え、社会に対して実際に成果を示していくことが重要であるという事です。

我々は、エネルギー移行期における石炭の重要性を再認識し、世界が協力・連携し、石炭利用におけるゼロエミッション化に挑戦し、持続可能な開発目標 SDGs に貢献することの重要性を認識し、我が国が、リードしてこの挑戦を進めていく重要性を確認しました。

本総括をベースに今回の会議の成果を国内外に JCOAL's STATEMENT として発信させていただきました。皆様の WEB 会議へのご参加に改めまして、感謝するとともに、ここで確認されました石炭利用の課題・方向性が、今後具体的取組へと繋がっていきますことを期待し、そして来年、国内外の皆様と第 30 回目の国際会議を盛大に開催できますこと祈念して筆を置きたいと思います。

以 上



クリーン・コール・デー実行委員会
委員長

一般財団法人

石炭エネルギーセンター

理事長 塚本 修

第 29 回クリーン・コール・デー国際会議（オンライン開催）開催報告

国際事業部 藤田 俊子

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。この日から、毎年 9 月 5 日の「石炭の日（クリーン・コール・デー）」を中心に、石炭エネルギーに関する更なる理解と普及を目的に、石炭 PA 活動を続けている。

その活動の中で、海外にも知名度をあげてきており、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、お陰様で本年度で第 29 回目を迎える運びとなった。また、一昨年度から、弊財団が主催ではあるが、共催として、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）、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が加わり、オールジャパンとしてこの会議を開催している。

例年 20 か所ほどの各国大使館州政府から後援名義を頂いているが、本年度はコロナ禍の中、大使館との折衝もなかなか進まなかったが、米国をはじめとする在京 15 カ国大使館、カナダ・豪州の 4 州政府、グローバル CCS インスティテュート（GCCSI）等の後援を得る結果となった。

また、コロナ禍の中、感染予防のために、会場開催ではなく、世界のさまざまな国際的会議がオンライン（バーチャル）形式で実施されている状況と同様に、本国際会議も初めてのオンライン形式で開催（9 月 8 日（火）・9 日（水）・10 日（木））するとともに、本国際会議独自のポータルサイトを構築し活用した。



本年度構築した会議ポータルサイト

本会議では、国内外の講演者からは事前に収録された講演動画を提出頂き、それに日英の字幕を付け、セッションごとに配信した。纏めの意味のパネルディスカッションでは、日本人パネリストには配信会場に来場頂き、海外パネリストは遠隔でライブ参加頂いた。

本会議最後には、例年同様の閉会辞とともに、本年度はサマリー動画を作成し、JOAL's Statement とともに JCOAL のサイトに国内外に発信した。

今回、本会議では、インドネシア等主要石炭産消国、関係機関・企業、世界石炭協会（WCA）、アセアン・エネルギーセンター（ACE）、東アジア・アセアン研究センター（ERIA）等国际機関、日本の経済産業省及び学会等有識者に参加頂き、初めてのオンライン形式開催にもかかわらず、海外 23 か国の産官学関係者から延 1300 名の参加者数を得て、本年度のテーマである「エネルギー移行期における石炭／CCT の役割」につき活発な議論が行われた。

昨今の世界情勢から、脱炭素化、低炭素化が叫ばれ、再生可能エネルギーへの移行がますます進む中、国内外ともにコロナ禍がエネルギー需給へもたらす影響を勘案し、エネルギー移行期についての議論が盛んに行われている現状がある。

そのような中、クリーン・コール・デー国際会議としても、このエネルギー移行期（※「エネルギー移行期」とは、再生可能エネルギーが主力電源化すると想定される 2050 年頃を指す）における石炭／CCT の位置付けにつき、石炭関連投資や国際貢献も含めて再度国内外関係者の皆様と討議し、このエネルギー移行期の時代においても、再生可能エネルギーを含めたエネルギーベストミックスの中での石炭エネルギーの有用性と価値を改めて認識することとした。

資源がない日本にとって、また、世界のすべての人々が必要とするエネルギーにとって、ひとつのエネルギー源に依存するようなことはできない。そのような中で、エネルギーの選択肢の幅を広くとり、それぞれに必要な革新的な技術開発を進めていくことが今求められている。特に石炭産業界にいる我々は、エネルギーの安定供給と低コスト化を根本に、高効率化、CCU を含めた脱炭素化に向けた新時代を開く画一的な技術開発を早急に推進することが重要であるとする。

講演資料は、下記サイトをご参照願いたい。

<http://www.jcoal.or.jp/event/2020/11/29-2020.html>

それでは、以下の通り概要を報告する。

1. 第 29 回クリーン・コール・デー国際会議プログラム

テーマ：エネルギー移行期における石炭／CCT の役割
 主催：一般財団法人石炭エネルギーセンター（JCOAL）
 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）
 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）
 後援：GCCSI、宇部市、オーストラリア、米国他



後援名義を頂いた自治体、機関、在京各国大使館ロゴ

プログラム（敬称略）

1 日目（9 月 8 日）

10:30-11:45 開会セッション
 10:30-10:33 主催者開会辞 北村 雅良
 一般財団法人石炭エネルギーセンター（JCOAL）会長
 10:33-11:35 共催者挨拶 -I 南 亮
 経済産業省（METI）資源エネルギー庁（ANRE）資源・燃料部長
 10:35-11:55 基調講演 -I Michelle Manook
 世界石炭協会（WCA）事務局長
 進化する石炭 - 技術、革新、連携への道
 10:55-11:15 基調講演 -II 西村 英俊
 東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA）事務総長
 アセアン地域における CCT の役割
 11:15-11:35 基調講演 -III Dr. Nuki Agya Utama
 アセアン・エネルギーセンター（ACE）所長
 アセアンにおけるエネルギー移行期の石炭の役割
 11:35-11:45 セッション閉

14:00-15:30 セッション 1

コロナ禍がエネルギー需給にもたらせた影響
 ～地球環境問題とコロナ後のエネルギー需給
 モデレーター キヤノングローバル戦略研究所（CIGS）
 研究主幹 杉山 大志
 14:03 speech-1（日本）杉山 大志
 キヤノングローバル戦略研究所（CIGS）研究主幹
 コロナ禍中における安全保障と経済のための石炭の役割
 14:23 speech-2（中国）劉 新華
 中国煤炭資源網 副所長
 中国における COVID-19 の石炭市場への影響

14:43 speech-3（インド）Thomas Spencer
 エネルギー研究所（TERI）エネルギープログラム部フェロー
 COVID-19 のインドのエネルギーアウトLOOK；
 石炭への影響
 15:03 質疑応答
 15:30 セッション 1 閉

2 日目（9 月 9 日）

10:20-10:26 Day 2 オープニング

10:20 共催者挨拶 -II 小林 出
 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）理事
 10:23 共催者挨拶 -III 廣川 満哉
 独立行政法人石油天然ガス・
 金属鉱物資源機構（JOGMEC）理事

10:30-12:00 セッション 2

エネルギー移行期における石炭関連投資のあり方
 （上流～下流）

モデレーター 東京大学 公共政策大学院 教授 有馬 純
 10:33 speech-1（日本）堀井 伸浩
 九州大学 大学院経済学研究院 准教授
 石炭関連投資は SDGs 達成に続く道
 - 石炭ダイベストメントに対抗する
 「SDGs に向けた石炭同盟」結成をー
 10:53 speech-2（日本）村山 均
 電源開発株式会社（J-POWER）代表取締役会長
 エネルギー移行期における技術開発
 11:13 speech-3（インドネシア）-（a）Ir. Rida Mulyana, M. Sc.
 エネルギー・鉱物資源省（MEMR）電力総局長
 インドネシアにおける電力供給政策
 11:33 speech-3（インドネシア）-（b）Ir. Ridwan Djamiluddin, M. Sc.
 エネルギー・鉱物資源省（MEMR）石炭総局長
 インドネシアにおけるクリーンコール有効技術
 11:53 質疑応答
 12:10 セッション 2 閉

3 日目（9 月 10 日）

10:30-12:00 セッション 3

国際貢献の重要性と技術開発
 モデレーター 東京工業大学 名誉教授 特命教授 岡崎 健
 10:33 speech-1（日本）原田 英一
 川崎重工業株式会社（KHI）執行役員
 技術開発本部 副本部長
 褐炭由来液化水素の国際サプライチェーンへの取り組み
 10:53 speech-2（米国）Jason Beggar
 米国ワイオミング州政府 総合実証センター（ITC）所長
 地球規模のパンデミックがワイオミングの
 エネルギーにもたらせた困難と機会

11:13 speech-3 (日本) 松田 順一郎
三菱パワー株式会社 常務執行役員
スチームパワービジネスユニット長
持続可能社会実現に向けた先進発電技術の取組
11:33 質疑応答
12:00 セッション 3 閉

16:25-18:30 セッション 4 パネルディスカッション／
エネルギー移行期における石炭 /CCT の役割
モデレーター 国際大学 (IUJ) 国際経営学大学院 教授
橘川 武郎
Panelist 1 経済産業省 (METI) 資源エネルギー庁 (ANRE)
資源・燃料部 石炭課長 土屋 博史
Panelist 2 世界石炭協会 (WCA) 事務局長 Michelle Manook
Panelist 3 東アジア・アセアン経済研究センター (ERIA)
シニア政策フェロー 有馬 純
Panelist 4 アセアン・エネルギーセンター (ACE) 所長
Dr. Nuki Agya Utama
Panelist 5 キヤノングローバル戦略研究所 (CIGS) 研究主幹
杉山 大志

(ディスカッション概要)

- 1) ショートプレゼンテーション 土屋 博史
経済産業省 (METI) 資源エネルギー庁 (ANRE)
資源・燃料部 石炭課長
- 2) 各セッション概要報告 (セッションモデレーターより)
セッション 1 報告 杉山 大志 (セッションモデレーター)
キヤノングローバル戦略研究所 (CIGS) 研究主幹
セッション 2 報告 有馬 純 (セッション 2 モデレーター)
東京大学 公共政策大学院 教授
セッション 3 報告 岡崎 健 (セッション 3 モデレーター)
東京工業大学 名誉教授 特命教授
- 3) 討議
議論 1 エネルギーセクターに与えるコロナの影響
議論 2 エネルギー移行期における石炭のあり方
議論 3 国際貢献と技術開発
- 4) 全体討議
エネルギー移行期における石炭 / CCT の役割と将来の姿

18:35 閉会辞 / 会議総括

塚本 修
一般財団法人石炭エネルギーセンター (JCOAL) 理事長
クリーン・コール・デー 2020 実行委員長

2. 主催・共催挨拶要旨

主催者開会辞



JCOAL 会長 北村 雅良

【要 旨】

- 今年の会議は、新型コロナウイルス感染症の世界的流行に対応して Web 会議方式とした。こうした方式にもかかわらず、さまざまなツールを駆使して、基調講演やセッション・スピーチやパネルディスカッションに参加して下さった内外のリーダーの方々、そして Web を通じて視聴者の形で会議に参加して下さっている沢山の方々に心から感謝する。
- また、Web 会議の準備に当たっては、共催者である METI、NEDO、JOGMEC を始め、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頂いた。
- 気候変動対策の観点からチャレンジすべき「エネルギー移行」とは、あらゆるエネルギーの利用方法として CO₂ の低減化、更にはゼロエミッション化へと移っていくことが本質と考える。
- 世界の全ての人々が必要とするエネルギーを長期的に充足していくことを考えるならば、現時点で特定のエネルギーを選んだり、あるいは排除したりすることなく、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 排出抑制のコスト効率を競っていくことが、今、私たちが取り組むべきことである。
- 石炭は CO₂ 排出の多い燃料であり、今までの使い方を続けることは許されない。しかし、発電用燃料としても、水素製造・製鉄・化学品の原料としても、石炭利用に伴う CO₂ 排出の抜本的低減、更にはゼロエミッション化ができれば、石炭はエネルギーの選択肢の一つであり、そこに向けてチャレンジしていくことが私たちの任務である。
- 国連で採択された SDGs アジェンダは、17 の目標のうち、7 番目に掲げるエネルギーについて、「すべての人々に affordable で reliable で sustainable で modern なエネルギーへのアクセスを確保する」と言っている。気候変動との関係で sustainable ではあっても affordable で reliable なエネルギーでなければ、途上国の人々を支えるエネルギーにはならない。
- この会議での議論の成果が、世界の全ての人々のエネルギーアクセス改善と気候変動問題への対応と言う二つの課題の同時解決に向けた具体的な行動を促し、私達の取組みが SDGs が言う「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実現に繋がることを心から願って、私の開会の挨拶とする。

共催挨拶 1



経済産業省 (METI) 資源エネルギー庁 (ANRE)
資源・燃料部長 南 亮

【要 旨】

- 「2020 年クリーン・コール・デー国際会議」の開催に当たり、一言ご挨拶申し上げます。
- 本会議は今年で 29 回目の開催となるが、この長い開催の歴史の中で、これまでにないほど石炭に対する環境上の懸念が示されている。しかし、途上国を中心に環境と経済発展の両立のため、依然として石炭を必要としているのが現実である。これまでも本会議において、地球に優しい石炭利用を目指して高効率でクリーンなテクノロジー開発等幅広く活発な議論を重ねてきた。クリーン・コール・デー国際会議は正に国際場裏における石炭利用の重要なプラットフォームと言える。
- 現在、世界は新型コロナウイルス感染症の脅威に直面し、資源国や需要国を巡る状況は大きく変化している。日本も例外ではなく、資源燃料の安定供給は益々重要になっている。このクリーン・コール・デー国際会議の場において、国内外の有識者に議論頂くことは、日本のみならず各国の石炭の安定供給や政策展開の基礎となるものであり、大いに期待している。
- 我が国は今年の 7 月にインフラ海外新戦略骨子を策定した。石炭の火力発電の海外展開について支援を厳格化したのが、引続き脱炭素社会の実現をリードし、世界の実効的な脱炭素化に責任を持って取り組んでいく。
- また、CO₂ を炭素資源として捉え、化学品や燃料等に再利用していくカーボンリサイクルのコンセプトを打ち出している。昨年に引き続き、10 月 13 日に産学官のステークホルダーを集めた国際会議を開催する予定であり、国際連携の下、日本がカーボンリサイクルのイノベーションをリードしていく。
- 更にイノベーションを加速するため、広島県の大崎上島をカーボンリサイクル実証研究拠点として位置付け、技術開発を集約的に実施していく。現在、CO₂ 分離回収の実証試験を開始するとともに、回収した CO₂ を活用したコンクリート製造等着実に実証研究を進めている。
- 気候変動問題も含めた地球規模の課題解決のためには、非連続なイノベーションの力が必要である。その中で今回のクリーン・コール・デー国際会議の「気候変動問題のエネルギー移行期」というテーマは、正に時宜を得たものである。本日から 3 日間に亘り活発に議論が行われ、関係各国の理解が一層深まり、重層的な協力関係が構築されることを期待する。

共催挨拶 2



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) 理事 小林 出

【要 旨】

- 本国際会議に国内はもとより海外からも国際機関や各国の政府及び関係機関、企業のご参加に感謝する。
- 石炭火力発電を取り巻く状況を見ると、欧州は、火力発電、特に CO₂ 排出の多い石炭火力発電からの脱却を強く主張している一方、アジア等の新興国が、増大する電力需要を再生可能エネルギーと原子力で全て賄うことは極めて困難である。
- 新興国において経済発展と気候変動問題対応を両立させるために、日本が有する「クリーン・コール技術」が貢献できると我々は確信している。
- NEDO は石炭の発電効率を上げて CO₂ 排出を減らすための「クリーン・コール技術」と、排出された CO₂ を効率的に回収し、埋める、あるいは産業資源として活用する「CCUS / カーボンリサイクル技術」の開発を行っている。
- 例えば広島県で進めている大崎クールジェンプロジェクトでは、次世代火力発電技術として、極めて発電効率が高い石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) と CO₂ 分離・回収、産業活用の実証事業を推進している。また、北海道苫小牧では、CCS の実証実験も行っている。
- NEDO は経済産業省とともに、10 月 13 日に「カーボンリサイクル産学官国際会議 2020」をオンライン会議の形式で開催する。
- 本会議にご参加の皆様にとり有意義なものとなること、また、この分野でのイノベーションや国際協力が更に進展すること、そして、コロナウイルス問題が早期に克服されることを祈念する。

共催挨拶 3



独立行政法人石油天然ガス・
金属鉱物資源機構 (JOGMEC) 理事 廣川 満哉

【要 旨】

- 多数の産炭国・消費国の石炭関係者が参加するクリーン・コール・デー国際会議の共催者の一員として、JOGMEC を代表して皆さまにご挨拶することを光栄に思う。
- エネルギー資源は、その国の国民生活や経済の原動力となるものであり、その安定供給を確保することは、全ての国にとって重要な課題であるが、日本は、技術力を基盤とした工業

国であり、多くのエネルギーを利用・消費しているものの、エネルギー資源に乏しく、例えば石炭の海外依存度は 99% を越えている。

- エネルギーの大部分を海外からの輸入に頼り、化石エネルギーへの依存度の高い日本において、可採年数が約 130 年と資源量が豊富で地域遍在性が少ない石炭は、日本のエネルギー安全保障を確保する上で必要不可欠である。
- JOGMEC は、日本国民の生活や産業活動に必要な不可欠な資源を安定的且つ低廉に供給することを目的に、石炭、石油、天然ガス、金属鉱物、地熱の分野で資源開発を行う我が国企業に対する支援をしている。
- JOGMEC 石炭部門は、資源外交の積極的推進や我が国企業の海外投資の促進である国の政策と連携し、民間企業のニーズを汲み取りながら、石炭開発の中心的機関として、石炭への我が国自主開発比率の向上を目指している。
- 今回のクリーン・コール・デー国際会議のテーマである「エネルギー移行期における石炭及び CCT の役割」の観点に立ち、産炭国・石炭消費国政府や関係機関、企業等と協力しながら、技術移転や人材育成、操業現場での技術協力等各方面との意見交換や情報提供を行っている。
- JOGMEC は今後とも、石炭安定供給に向けて一層注力する一方で、温室効果ガス削減に向けた努力や取組みを積極的に推進していく。
- 石炭エネルギーの位置付けや役割について論ずるこの重要な国際会議に、本日も大変多くの皆様にご参加頂き深く感謝する。

3. 基調講演

基調講演 1



世界石炭協会 (WCA) 事務局長
Michelle Manook

【演 題】

Evolving Coal – A Journey of Technology, Innovation and Collaboration

【要 旨】

- エネルギーにおける日本のリーダーシップの利点及びエネルギー安全保障と世界最高の技術の進歩の両方における前向きな考え方をみてきた。USC、IGCC、バイオマスまたはアンモニアとの混焼、CCUS、IGCC と CO₂ 排出の低減等。Evolving Coal は WCA の新しい戦略であり、今後 5 年間で何が「進化」する必要があるかを示すビジョンである。
- 米国や日本等の市場から「エネルギーの優位性」、つまり安価で多様性があり、且つ、安全なエネルギーの重要性を学

んだ。脱炭素化政策では、これらの利点が重要である。ある政府高官は「世界は石炭を好むのではなく、世界は石炭を必要とするかもしれない」と話された。

- エネルギーミックスにおける石炭の割合は減少するが、数十年に亘り世界最大の電力源であり、2040 年では世界の電力の 25% が石炭火力からと予測されている。2018 年、アジアが世界の石炭の約 4 分の 3 を輸入し、経済成長のために石炭を利用した。
- CCT が使われ、日本は革新的な技術を積極的に開発展開している。世界的に CCT には CCUS が含まれる必要があり、IEA は 2060 年までの排出削減量の 13% は CCUS によるものと推定している。現在 23 の炭素、回収、使用、貯蔵 (CCUS) 施設が建設中または運営中であり、日本でも進められている。
- 石炭を従来の用途を超えて高価値の製品と考える「石炭イノベーター」の動きがある。インドとインドネシアでは、石炭から科学肥料を作り、日本とオーストラリアは、石炭から水素を製造する HESC 実証を進めている。これはクリーンエネルギーの移行への中心的な貢献者として石炭が置かれることを意味する。
- 「進化する石炭」戦略には 6 つの目標があり、石炭の評価の改善に不可欠となる 3 つの課題がある。CCT 技術推進のための責任ある倫理的な投資、CCT による低排出ガスの未来への移行及び持続可能なグローバルな石炭産業の構築のための行動である。
- 化石燃料なしの未来は不可能である。ゼロカーボン技術の推進は、発生源からカーボン回収、使用、貯蔵 (CCUS) 等のテクノロジーにシフトする必要がある。石炭をカーボンフリーにすることに投資することが重要である。
- WCA は石炭バリューチェーンの議論のもと、イノベーションを主導し、世界の経済及び環境目標をサポートし、課題に取り組んでいる。

基調講演 2



東アジア・アセアン経済研究センター (ERIA)
事務総長 西村 英俊

【演 題】

The Role of CCT in the ASEAN Region

【要 旨】

- 第 29 回 CCD 国際会議での講演を大変光栄に思う。ERIA は 16 の東アジアサミット加盟国のリーダーの合意によって設立された国際機関で、地域の全ての人々に安全で信頼性が高く持続可能なエネルギーを実現するための政策メッセージを提供してきた。

- COVID-19 は、世界経済、エネルギー、環境、地球環境に大きな影響を与えているが、石炭と CCT の役割は、この困難な状況下で対処する必要がある。
- ASEAN のエネルギー需要と電力需要は、化石燃料需要に牽引されて、2015 年と 2040 年の間にそれぞれ 2 倍と 3 倍になる。総発電量に占める石炭の割合は、同時期に 32% から 52% に増加する。COVID-19 の発生前との比較は必要である。
- COP の世界では、石炭への「非難」が急速に拡大している。そのような反石炭、反化石燃料の話と、EAS 地域のエネルギーの現実との間には大きなギャップがあり、クリーンエネルギーの移行には、各国地域の特定の状況を反映した複数の経路があることを認める必要がある。気候変動は 17 の SDGs の 1 つであり、教育、健康、雇用の機会が最優先されている。経済回復期には、信頼性が高く、手頃な価格のエネルギー供給が更に重要になり、EAS 地域では、それらの観点から石炭の役割を考える必要がある。
- 石炭火力への地元住民の反対運動は、大気汚染によって強く動機付けられており、排出低減技術の導入で克服できる。CO₂ 排出量は、高効率で低排出技術を導入することで削減できる。A-USC を適用することで、SC と比較して CO₂ 排出量の約 32% を削減できる。A-USC と USC はコストが高いため、利用には経済的インセンティブが必要である。
- 2019 年のバンコクでの第 13 回 EAS エネルギー大臣会合で、エネルギー安全保障と供給の多様性をサポートするため、CCT の導入増加のための資金の必要性が明確に認識された。同時に、最も効率的な技術を促進するために、CCT の輸出基準を改善する必要がある。この基準は OECD 諸国だけでなく、非 OECD 諸国にも適用されるべきである。
- 高効率技術は実用的な解決策だが、脱炭素化のため CCS 技術との組合せが必要である。分離した CO₂ の再利用と再利用分野の拡大、CO₂ の回収効率の向上等が必要である。
- 日本はイノベーションを 2019 年の G20 エネルギー環境大臣会合の中心に据え、水素とともに炭素循環が強く支持されている。炭素循環の国際会議への日本のリードを称賛する。EAS エネルギー大臣会合でも言及され、炭素循環ネットワークの実現に向けて協力する。ベトナムで開催の第 3 回東アジアエネルギーフォーラムで中心に取り上げる。
- ERIA は、地域のエネルギーの現実を反映した実用的な政策メッセージを提供する。

基調講演 3



アセアン・エネルギーセンター (ACE) 所長
Nuki Agya Utama

【演 題】

Role of Coal in ASEAN Energy Transition

【要 旨】

- ACE を代表して、ASEAN のエネルギー移行期における石炭の役割について説明する。
- ACE の役割は 3 本ある。①革新的なソリューションの提示すること、②加盟国にエネルギーデータベースを提供すること、③ ASEAN のエネルギー協力・統合を一元化して強化することである。
- ASEAN のエネルギー展望 (ASEAN Energy Outlook 6) では、東南アジアのエネルギー消費量は 2017 年から 2040 年には約 2.5 倍に急増し、化石燃料が 65% 以上となる。
- ASEAN エネルギー協力行動計画では、フェーズ 1 では 2020 年に終了し、2021 年からは次の 5 年間のフェーズ 2 がスタートする。重点分野は、パワーグリッド、ガスパイプライン、CCT、エネルギー効率と保全、再生可能エネルギー (RE)、地域エネルギー政策・計画、及び民生原子力利用であり、加盟 10 か国が協力して目標の達成に取り組んでいる。
- フェーズ 1 では石炭も重要なカギを握っており、CCT の推進、石炭の利点に関する意識向上、石炭取引、投資、政策研究等に取り組んだ。フェーズ 2 は議論中である。
- 2035 年または 2040 年ごろまでは、石炭埋蔵量はまだ余裕があり、石炭火力発電所は SC から USC、さらには A-USC へと変わっていく。
- エネルギー安全保障、経済発展、環境の持続可能性のエネルギーのトリレンマに直面し、USC、低品位炭の改質、CCS、燃料混焼、及び石炭ガス化への技術シフトに取り組んでいる。ASEAN はバイオマスの一大産地であり、バイオマスとの混焼は極めて重要である。
- 現状の小規模から、段階的に大規模化、高効率化、排出低減に取り組む。
- エネルギー移行のための CCT は石炭の改質から始まり、石炭とバイオマスの混焼も行う計画であり、CCS や CCUS についても検討する。
- ASEAN 地域は SO_x、NO_x、PM の排出係数が極めて高く、特に SO_x と NO_x に関して依然として遅れており、排出量を低減する必要がある。
- 我々は、AEAN Energy Business Forum を 2020 年ベトナムのダナンで開催するので、参加頂きたい。
- 我々直属の委員会や国際機関との共同研究もしている。その一例が、ASEAN Clean Coal Technology Handbook for Power Plants 作成に関する JCOAL との協力である。
- 我々のメインテーマは、エネルギーの安全保障と安価な石炭の貿易と投資を増やすこと、中小零細企業をデジタル経済に組み込むこと、またイノベーション主導型経済を構築することである。
- パンデミックが収束したら直接お会いして有意義な議論をいたしたい。

4. 各セッションの議論概要

セッション 1 報告

モデレーター キヤノングローバル戦略研究所
杉山研究主幹



- セッション 1 では「コロナ禍がエネルギー需給にもたらせた影響～地球環境問題とコロナ後のエネルギー需給」について議論した。海外からは中国、インドから講演を頂き、日本については私からの分析を申し上げた。
- 中国についての瀾副所長からの報告は、COVID-19 の影響で経済、エネルギー、石炭需要も一時的に落ち込んだが、感染が抑制され、速やかに回復しているとのことであった。経済成長する中、石炭は今後も重要なエネルギー源の一つであり続けるとのことで、大変詳しいデータの紹介があった。
- インドは Thomas Spencer フェローから報告があった。これもデータが豊富な報告であった。インドは中国と違う状況にあり、COVID-19 の拡大が止まらず、経済のダメージがかなり深くなっている。この影響は簡単に戻るものではなく、数年に渡り悪影響を及ぼすだろうという見通しであった。それに伴って、石炭需要も下がる。しかし、まだまだ経済成長するため、長期的にはインドのエネルギー需要は伸びていく。発電部門においては、再エネの導入等によりシェアは下がるが、石炭火力は当面重要な電源であり続けるだろう。産業部門での石炭利用は増える見通しである。
- 日本については、私なりの報告をした。COVID-19 がもたらした要因は 3 つある。1 つ目は経済的な疲弊、ここから回復していくには安価なエネルギーが必要で、それには石炭が必要である。2 つ目の影響として、複合リスク（自然災害リスク+ COVID-19 のような感染リスク）が顕在化した。これが日本で起きたらどう対応するのかという議論があり、やはり複合リスクがあることから、いざという時に停電しそうな場合は能動的にコントロールができる火力発電は重要な役割がある。3 つ目として COVID-19 問題により日本を取り巻く地政学的な緊張が高まっている。エネルギー安定供給に寄与する石炭は、より重要性を増してくる。3E の中、安全保障と経済性が COVID-19 で一気に高まった。石炭消費が増えると CO₂ は増えるが、これは決して温暖化対策にマイナスばかりではない。電力が安定・安価に供給されることは電化を促進する意味があり、長い目で見れば、これも温暖化対策上必須のものである。一時的に石炭供給を増やして、安価で安定した電力を供給することは必ずしも温暖化に逆行するものではない。



セッション 2 報告

モデレーター 東京大学 有馬教授



- セッション 2 では「エネルギー移行期における石炭関連投資のあり方（上流～下流）」について議論した。
- インドネシアからエネルギー鉱物資源省（MEMR）の電力総局からはセンダ副局長、石炭総局からはスジャトミコ局長からプレゼンを頂いた。二人はいずれもインドネシアの石炭は国家発展にとって非常に重要な資源であるということだった。また天然ガス、再エネ、石油に比べて入手し易く、安定で且つ低廉なエネルギー源であることで、今後 2028 年までに 2.7GW の石炭火力の新設が行われる予定であるとの話であった。もちろんインドネシアも現下の気候変動は認識しており、パリ協定についても努力をしようとしている。しかし、石炭は使わなければいけないのでクリーンな利用に関心が高く、当面は高効率、低排出技術の導入、更に中長期的には CCS/CCUS を活用していきたいとの話であった。そのため、石炭が国際的に悪玉扱いされ、石炭に関する投資資金が細っていくことについての懸念を持っておられた。インドネシア側としても市民団体、金融関係者等とも対話をしているとの話があった。
- 石炭利用には技術開発が必要で、土屋課長の講演にもあるようにいろいろな技術がある。その観点で J-POWER の村山会長からブーカ（VACA: Volatility, Uncertainty, Comprehensibility, Ambiguity）の先の読みにくい状況にある中で、温暖化に対応するためには、一つの技術に決め打ちすることではなく、いろいろな技術の可能性を追求していく必要があるとの話があった。途上国中心に石炭の役割は当面大きいという中で、やはり高効率・低排出技術の更なるパフォーマンスの向上、更には CCS、カーボンサイクル等の技術の果たす役割は大きいとの指摘があった。特定の技術を排除したり、あるいは特定の技術に対する資金を絞ることは、技術革新が阻害される可能性が大きいとの話もあった。その関係で、エネルギー後期において、高効率技術を導入し、CCS/CCUS 等の革新的技術を実装していくためには、当然投資資金が必要になってくるが、現下、環境団体の強力なキャンペーンにより石炭ダイバースメントの動きがあり、最近では金融機関、投資家も抗しつつあるという状況である。
- 九州大学の堀井准教授からは、石炭ダイバースメントとの動きについての講演があり、我々は国連が 2015 年に採択をした 17 の SDGs を追及しており、気候変動はその中の一つで、その 17 の SDGs の中でのプライオリティも国によって異なり、特に途上国においては貧困の撲滅、雇用創出、あるいは経済発展等の AGENDA が SDGs の気候変動 AGENDA よりも恐らく高いであろうとの話であった。SDGs を達成するには、安価なエネルギー供給は不可欠であり、そのためには石炭は必要になってくる。それらの観点から石炭を気候変動の観点からのみ判断して排除する、石炭に資金が回らないようにする動きは、SDGs 全体を追求していく観点からは却ってマイナスになるのではないかと警鐘が鳴らされた。堀井准教授

からは、このような動きは特にヨーロッパにおいて強まっており、ヨーロッパ諸国が中心となって作り上げた脱石炭連合に対抗し、SDGs を達成するための石炭に関するアライアンスのようなものをアジア諸国で作ったかどうかとの提案もあった。

- COP における議論とアジアにおけるエネルギーの現実とのギャップが増々広がっていく。COP における原理主義的な議論が金融セクターに飛び火し、それがアジア地域におけるインフラの整備や新しい技術の実装に悪影響を与えることを私自身も懸念している。関係企業が自分達の取組みが SDGs 全体の中で大きく貢献しているもっとも透明性を持った形で金融セクターにも対外発信をしていくことが重要なのではと感じた。



セッション 3 報告

モデレーター 東京工業大学 岡崎名誉教授

- セッション 3 では「国際貢献の重要性と技術開発」について議論した。
- 川重の原田執行役員からは、豪州のブラウン・コールをガス化して水素を作る技術が紹介された。CO₂ は液体水素にして日本に運んでくる。この輸送船の推進式が昨年の 12 月に行われた。この段階のこのプロジェクトは CO₂ を出さない石炭の使い方として非常に優れたものと考えられる。これは正に、「International Collaboration」で Win-Win プロジェクトである。豪州も輸出に使えなかった石炭を輸出に使える。日本では、きれいな CO₂ フリー水素を「Large volume CO₂-free Hydrogen」として大量に導入することができる。CO₂ 問題、温暖化問題は「大量」がキーワードであり、大量にエネルギーセキュリティに寄与する意味から非常に大きな役割を持っている。
- ワイオミング ITC の Begger 所長からはワイオミング州は米国の中で石炭の逆風の中、石炭と CCS、EOR のコンビネーションで非常に大きな成果をあげているとの話があった。この CCS は回収した CO₂ を EOR に繋げることができる。CCU として大量に使える一つの方法として、非常に意味のあることだ。
- 三菱パワーの松田常務からは、三菱パワーが開発してきた Low Carbon Technology をいろいろ紹介して頂いた。このような高効率、クリーンな技術は日本が世界的にリードしているが、この技術の世界貢献という意味では EOR のテクノロジーが米国のテキサス州ベトラ・ノヴァに採用され稼働している。非常に大きな国際貢献である。ここでも、IGCC+CCS にて CO₂ を更に下げる石炭利用技術であるが、それでも、尚且つ石炭という名前が付いただけで「Also false united coal religion」と反石炭派が言っている。こういう状況を如何に克服することができるかという議論をした。



- 我々は不条理な石炭叩きの中でどう対抗していけば良いのかが議論となった。もちろん、そのためにはここで紹介したような革新的な技術が第一であることはまちがいないが、Technical なパートだけではなく、Non-Technical なパート、Community、Economic、Social Public outreach という面からも石炭関係者の協力の下に世界的に協力しながら進めていなければならない。そういうことに関し、視聴者から、「Innovative な技術はもちろん重要、それに限らず Non-Technology なパートも重要である。この分野でも国際的な協力をしていく」との非常に強い支援を頂いた。



セッション 4 纏め

モデレーター 国際大学 (IUJ)

国際経営学大学院教授 橋川 武郎

- 「エネルギー移行期における石炭 /CCT の役割」の全体テーマのもと、ラップアップとしてパネルディスカッションを行った。
- まず最初に、経産省資源エネルギー庁資源・燃料部土屋石炭課長より、ショートプレゼンを頂き（下記）、次に、各セッションの報告をセッションモデレーターより頂いた。その上で、3 本の論点（エネルギーセクターに与えるコロナの影響、エネルギー移行期における石炭のあり方、国際貢献と技術開発）につき深堀の討議を行い、最後にエネルギー移行期における石炭・CCT の役割と将来の姿につき纏めた。
- 土屋石炭課長のショートプレゼンテーションと最後の纏めを報告する。



[ショートプレゼンテーション]

【演 題】

Japan's Energy Situation: Clean Coal Technology and Carbon Recycling



【要 旨】

- 日本のエネルギー政策について述べる。
- 策定中のエネルギー第 5 次基本計画は安全、安定供給、コスト、環境の 3E+S が根本にある。資源への投資、化石燃料、再生可能エネルギー、天然ガス、原子力等多様なエネルギーのベストミックスが重要である。東京電力福島第一原発の事故以降、原発依存度の低減、再生エネの拡大、化石依存度の低減が課題だった。

- 2030 年までの計画では、既存の技術を最大限活用することで、温室効果ガスを削減していく。化石燃料におけるキーは高効率化と多様化である。
- 2050 年に向けて革新技術での野心的な複線シナリオで GHG80%削減を目指していく。課題があるが、それらを第 5 次基本計画では示している。GHG は 2013 年時点の 14.1 億トンから 2050 年は 3 億トン以下を目指す。これは非常に大きな転換である。これをどのように実現するのが中長期的な課題だ。
- 様々な選択肢で総力戦を展開する。水素、CCUS/カーボンリサイクル、再エネ、蓄電、原子力、高効率化、本会議のテーマでは CCUS/カーボンリサイクルと高効率化が当てはまる。これにつき説明する。
- 石炭火力の高効率技術の例としては IGCC と IGFC がある。ガス化、燃料電池を活用することで燃焼効率を上げる。CO₂ の 4 割が火力由来であり、効率が 1%向上すれば、試算では 65 万トンの CO₂ 削減となる。新型の USC、IGCC が実際に稼働に向けて進んでいる。代表例は、広島県大崎上島の大崎クールジェンプロジェクトの IGCC で、J-POWER・中国電力の共同で進めている。2012 年から実規模で実証を開始している。昨 12 月からは CO₂ の分離回収実証を始めている。
- 既設火力でも幾つかの技術開発を進めている。微粉炭バーナーに 20%アンモニアを混焼し、安定燃焼し、NO_x 排出の抑制も成功している。これらの技術を国内外にも低炭素、脱炭素に向けた取組みとして進めていきたい。
- 一方、カーボンリサイクルを CO₂ 資源として捉え、これを分離回収して、鉱物化、人工光合成、メタネーション等再利用することで、大気中の CO₂ を抑制する。メリットとしては、直接 GHG を削減できる。水素、再エネの活用との相乗効果も期待できる。多様な業種が既存のインフラを用い取組みが進められている。
- 次の事例として、中国電力と鹿島建設が取組んでいる CO₂ 吸収型のコンクリートがある。これは化学燃料から出てくる消石灰を特殊な混和剤を作ってセメントに代替するものである。セメント量を抑制すると共にこの混和剤が CO₂ を抑制する。
- メタネーション技術とは、石炭火力から出てくる CO₂ を再エネ由来の水素を利用してメタンに転換する技術である。実規模に近い形で実証を進めている。これは INPEX、日立造船を中心とし新潟県長岡で、生産能力 8Nm³/h でデータを取りながらスケールアップを進めている。
- それらを先行事例として捉えながら、今後の道筋として NEDO と協力しながらロードマップ策定を進めていく。2030 年並びに 2050 年から普及させるものとして、技術の成熟度に応じて、現実的または戦略的に仕分けながら取組んでいる。2030 年から 2 つに分かれ、一つは水素を使わずに付加価値の高い技術、既に先行事例としてあるポリカーボネイトやバイオジェット燃料であり、道路ブロック等への導入を進めていく。その上で 2050 年に向け、水素が安価に使える環境との想定のもと、より汎用品の分野に化学品、燃料、コンクリートを展開し

ていく。既に今年から NEDO で本格的に進めているものがある。

- カーボンリサイクルについては昨年 9 月 25 日、20 カ国の代表参加を得て国際会議を開催するなど、国際連携を図っている。今年度は第 2 回目として 10 月 13 日にオンライン形式にて開催予定で、各国から大臣級の基調講演を予定している。また、実際に動いている事業や研究開発の最新動向について、各国の産学官の主要な方々からプレゼンを頂く。
- 大崎上島でカーボンリサイクルの拠点整備に着手している。これは NEDO 事業として進めており、先ほどキーとして挙げた化学品、燃料、コンクリート等に対して、電力会社、エンジニアリング、大学等様々な組織が参加しながら上島を拠点化しようとする動きである。これも国内に限らず、海外との結節点、交流の場にしていきたい。
- これら高効率化や CCUS/カーボンリサイクルを機に捉え、石炭を含む化石燃料と脱炭素化との両立を追求していければと考えている。

【纏 め】

【パネリスト Michelle Manook WCA 事務局長】

- 我々全員にとって重要なことは、産業の近代化、そしてそれらの取組みを伝えていくこと、またどうやって達成していくのか議論をしていくこと。WCA としては我々の中だけでなく外のステークホルダーを巻き込み、バランスのとれた議論を推進したい。そのためには、産業全体、バリューチェーン、世界的なステークホルダーが一体となって団結し整合性のとれた形で、協調することが求められる。石炭の貢献について話し、より適切な情報を提供していくことが重要で、トータルとしての石炭の貢献、SDGs 全体を捉えて話をするところこそが重要である。石炭についての啓蒙も重要であり、今後技術を導入する際にも重要である。

【パネリスト Nuki Agya Utama ACE 所長】

- 東南アジアにおいては、エネルギー需要がこの 10 ～ 20 年の間に 3 倍、4 倍に増える見込みがある。安価なエネルギー源、持続可能で安定性のあるエネルギー源を供給することによって経済成長を確保することができる。

【パネリスト土屋 METI 石炭課長】

- SDGs を俯瞰しながら進めていくことが重要である。現実を見据え 3E+S をしっかり追求していかなければならない。その中で脱炭素化との両立を進める。
- 現在石炭は激しい状況である。だからこそイノベーションは生まれる。
- CCT、カーボンリサイクル技術は、イノベーションを追求しながら国際連携のもとで進めていくことが重要であり、本日沢山の指摘を頂いたので、これを踏まえて進めていきたい。

【パネリスト有馬 ERIA シニア政策フェロー】

- まずプラグマティックでなければならない。SDGs を全体として考えることが必要である。その中で石炭は選択肢の 1 つであること、全てのステークホルダーを含めて議論を交わしていくこと、内向きではなく、外向きに行動しなければならない。

【パネリスト杉山キャノングローバル戦略研究所研究主幹】

- この会議に参加して、問題意識は共有された。
- 石炭のベネフィットを纏めてアクションを起こし、それが世界で広く共有されるようになっていかなければならない。その過程で事実を丁寧に分かりやすく纏めていくことが必要であり、国際的な場で議論し、英語圏でのベネフィットをきちんと纏めてもらえば、我々も日本の中で使うことができる。逆にこちらに良い材料があれば、それを英語圏で使って頂く、そういうアクションをこれをきっかけに立ち上げていくことができれば成果であろう。

【セッション 3 モデレーター岡崎東京工業大学名誉教授】

- 先ほどのカーボンサイクルの話も含め技術革新は正しい理解を正しく伝えなければならない。発信側が正しい理解をしていなければ正しく伝えられない。

【モデレーター橘川国際大学教授】（総括）

- 3 日間にわたり協議してきたが、そもそも考えなければならないのは、何故エネルギー移行期があるかである。温暖化のために CO₂ を少なくしたらよいのであれば、即、脱炭素化を考えれば良いが、それが困難であるからこそ、エネルギー移行期の問題が生じる。その移行期の間にどうやって CO₂ を減らしていくのか、プラグマティックに考えないと結論だけ言って“ゼロ”にすれば良いという主張はある意味思考停止である。実際に我々は脱炭素化を達成したいからこそこのような議論をしている。SDGs も正に 1 番目と 2 番、目は「貧困」と「飢餓」を無くすことであり、これはおそらく化石燃料を使わないと克服できない。SDGs の 13 番目は「気候変動に対して具体的な行動を取る」ことであるが、SDGs の中でエネルギーについて言及しているのは 7 番目で「エネルギーを皆に、そしてクリーンに」である。そもそも SDGs の中も矛盾している。その矛盾をどうプラグマティックに解決していくのか、という議論を我々は 3 日間行ってきた。
- もう一つ主張したい内容は「国によってかなり状況が異なる」ことである。例えば 2010 年から 2017 年の石炭火力の比率は、例えばアメリカは 34% から 31% へ 15 ポイント減った。これはシェールガスの影響が大きいからだ。中国も 78% から 68% まで 10 ポイント落ちた。理由は主に PM 問題である。しかし、世界全体では 41% から 39% と 2 ポイントしか落ちていない。石炭を必要とする地域があることを指している。このようなことを地球人として考えていかなければならない。石炭を必要としない国が石炭利用に反対しても話にならない訳であり、石炭が必要な人たちの幸せをきちんと守りながら、且つ、どうやって脱炭素化の道筋を作っていくのかが、我々人類に課せられた課題ではないか。これを本当に痛感した 3 日間であった。



5. JCOAL 塚本理事長による閉会辞及び総括

（クリーン・コール・デー 2020 実行委員長）

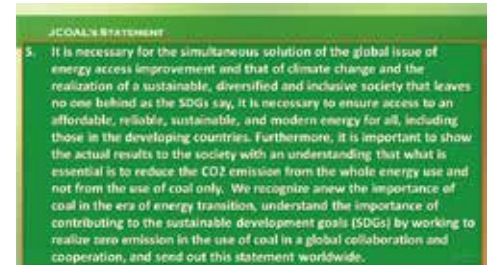


- 3 日間で延べ約 1,300 人の方に参加頂き感謝する。国内外からの講演を始め、共催の METI、NEDO、JOGMEC、後援の在京大使館等国内外の関係者の皆様の協力・支援により初の WEB による国際会議が終了し、御礼と感謝を申し上げる。
- 第 29 回目会議はテーマ「エネルギー移行期における石炭及び CCT の役割」のもと、コロナ禍がエネルギー需給にもたらした影響と地球環境問題、エネルギー移行期における石炭関連投資の在り方、CCT による国際貢献等現状認識と最新情報の共有化、活発な議論を通じて、諸課題の問題の本質の再認識、解決のための方向性が確認された。閉会に際し、本会議を総括する。
- 第一点目は、石炭は世界のエネルギーミックスの重要な一翼を担う資源であり、SDGs の達成に向けエネルギーセキュリティの確保のため必要性は変わらない。コロナ禍の中で一時的な落込みがあったが、石炭の強靱性としての重要性が再認識された。
- 二点目は、再生可能エネルギーが主力電源化すると想定される 2050 年頃のエネルギー移行期に向けて大量の再エネ導入を負荷変動調整等で支える石炭火力の役割は大きく、鉄鋼・セメント・化学等の社会インフラの原料となる石炭の役割も忘れてはならない。
- 三点目は、石炭の開発利用の推進にあたり今後も石炭利用の拡大が見込まれるアジアにおいて、CO₂ の低排出化に貢献する CCT 等への石炭関連投資を積極的に推進する必要がある、先進国から途上国へのファイナンス供給の政策的支援が重要である。
- 四点目は、我が国は世界をリードして高効率な石炭火力発電技術や CO₂ の分離回収貯留技術、CO₂ を有効な資源として活用するカーボンサイクル技術等（CCUS）イノベティブな CCT 技術の開発や社会実装を進め、国際貢献が望まれる。
- 五点目は、世界のエネルギーアクセス改善問題と気候変動問題の同時解決を図り、エネルギー移行期における石炭の重要性を再認識し、世界が協力・連携し、石炭利用におけるゼロエミッション化に挑戦、SDGs に貢献することの重要性を認識し、我が国が主導してこの挑戦を進めていく重要性を確認した。
- 本総括をベースに今回の会議の成果を国内外に JCOAL's STATEMENT とする。

- 最後に、皆様の WEB 会議への参加と活発な議論に感謝するとともに確認された石炭利用の課題・方向性が今後具体的取組へと繋がっていくことを期待する。エネルギー状況は各

国異なる。正しい理解と発信が重要である。来年の第 30 回会議にて再びお会いできることを祈念して、閉会の挨拶とする。

<サマリー動画>



クリーン・コール・デー実行委員会広報活動報告

企画広報部 鎌田 淳一

石炭は重要な電源の一つであるばかりでなく、製鉄などの産業用原料としても重要な資源であり、OECD 諸国の中でもとりわけ自給率の低い我が国にあっては、長期安定供給確保に向けた施策を継続していく必要がある。

また、クリーン・コール・テクノロジー（Clean Coal Technology: CCT）において我が国は世界最高レベルにあり、石炭への依存度が大きなアジアや東欧を中心に日本の技術を普及することによって、これらの国々の経済発展と地球規模での環境改善によってSDGsに貢献することができる。

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、クリーン・コール・デー（9月5日）を中心とした期間に一連の石炭広報活動を費用負担含めてクリーン・コール・デー実行委員会の活動として実施している。

クリーン・コール・デー実行委員会は、①一般社団法人日本鉄鋼連盟、②一般社団法人セメント協会、③日本製紙連合会、④電源開発株式会社、⑤一般財団法人石炭エネルギーセンター（順不同）の5団体で構成され、委員長はJCOALの塚本理事長が務め、事務局もJCOALが担当している。

【令和2年度事業計画】

昨年度末からの新型コロナウイルスへの感染拡大により緊急事態宣言が発令され、新たな対応が必要となった。緊急事態宣言は解除されたものの、従前の状態への回復には時間を要するものと考えられたため、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可能な限り昨年と同様な取組を実施するが、参加者や関係者の健康・安全確保の観点から運用上の制約を考慮し、見学会を中止するなど例年とは一部異なる対応とした。

6月中旬に基本計画案を実行委員会に提示した結果、ポスター案やメディア広報案を募るための公募の実施について了承が得られたため、6月23日から7月10日まで公募を行い、ポスター案については16案、メディア広報案については9案、ノベルティについては11案の提案を受けた。これらについてセンター内での投票などを参考に事務局案を決定し、予算案や石炭実験教室の開催案などと共に7月28日の実行委員会に提案して承認された。

【ポスター制作】

提案の有った16案の中から、石炭が背景の大部分を占めている案と「石炭×技術（テクノロジー）」をキャッチコピーとしている案とを組み合わせて再構成した案を実行委員会に提案し、ボディコピー（説明文）の変更などを条件に承認を得た。

二酸化炭素の排出量が他のエネルギー資源に比べて多い石炭を今後も利活用していくためには、低炭素化に向けた技術開発が不可欠であり、今後も石炭は技術開発に取り組むことによって持続可能な未来に挑戦し続けることをアピールすることができたと考えている。またボディコピーには現在取り組んでいるゼロエミッションに向けた技術開発の内容を具体的に記した。

完成したポスターは、8月下旬に実行委員会各委員はもとより、関係協力機関及びJCOAL会員企業全社に配布した。最終的に275枚のポスターを208個所に配布した。



令和2年度クリーン・コール・デー広報ポスター

【メディア広報～マイナビ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、3社から提案のあった9種のメディア広報の中から、知名度の高いマイナビニュースを選抜してニュース記事を発信する事とした。さらにスマートニュースへのバナー掲載によりマイナビニュースへ読者を誘導する強化メニューを追加し、より多くの読者を獲得する事を目指した。

記事のタイトルは、『日本の電力供給を支える「石炭火力発電」の最新技術「USC」に迫る』とし、日本の電力供給のほぼ3分の1を担う「石炭火力」の中でも最高の効率を誇る「USC」について、一般社会の理解を訴求する内容とした。記事は9月4日～9月23日の20日間公開した。記事そのものは今後半年間サーバーに保存されるため、下記URLにて参照可能である。

<https://news.mynavi.jp/kikaku/20200904-1262815/>



マイナビニュースの見出し

上記はマイナビニュースの総合トップの見出しであるが、強化期間中には総合トップやワーク&ライフのページの高い位置に維持されることになっている。バナーをクリックすると、下記にあるように記事そのものが表示される。

記事中のキーワード（例：図中の青色で示した「超々臨界圧石炭火力発電」(USC) など）をクリックすると JCOAL の当該ページに移動し、詳しい説明が読める様になっている。また、記事の最後には、今年 WEB 開催となった国際会議の案内ページへのリンクも記載されている。



マイナビ記事の冒頭部分

前述のように、期間中、スマートニュースへバナー広告を出す追加オプションも採用した。右上に記載の画面のようにバナー広告が掲載され、クリックすると上記の記事に移動する。スマートニュースは 3,500 万回以上ダウンロードされているユーザーの多いニュースアプリで、今回のオプションでは 13,000 ～ 16,500 回の記事への誘導が保証される。



スマートニュースへのバナー掲載

マイナビニュース結果報告

マイナビニュースからの報告によれば、9月4日から23日までの20日間の掲示期間中、予定した 15,000 ～ 18,500PV を上回る 21,285PV（ページビュー：スマートフォンや PC の画面にページが表示された回数）が得られた。このうち 18,402PV（86.5%）はスマートフォンによるもので、残り 2,883PV（13.5%）がパソコンによるものであった。

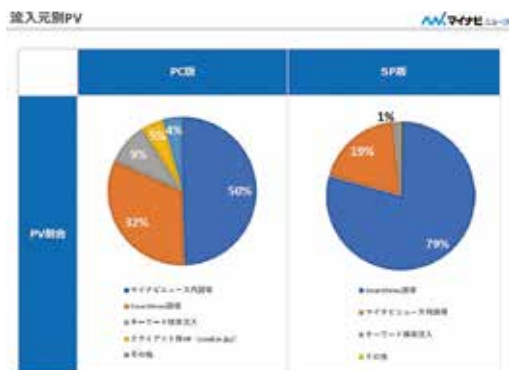
記事中のバナーから JCOAL のホームページがクリックされた回数は 366 回（1.7%）であった。また、記事への平均滞在時間は 2 分 40 秒余りなので、記事全体を読んでいただけたものと考えられる。

下の図のように、読者の内訳では、約 7 割が男性で、3 割強が女性であった。年齢分布は 20 代後半から 60 代後半まで、バランス良く分布していることが判明した。

また、スマートニュースへのバナー掲載の効果については、パソコン版では 2,883PV 中の 32% と少なかったものの、スマートフォン版では 18,402PV 中 79% がスマートニュースからの誘導となり、十分効果があつたと解釈される。



記事を読んでいた読者の内訳



スマートニュースからの誘導状況

【メディア広報～電気新聞】

例年電気新聞社ではクリーン・コール・デーにちなんで、9月4日にクリーン・コール・デー特集ページを掲載頂いている。JCOALも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）関連の情報提供を行っている。今年は、褐炭水素製造関連の事業進捗、カーボンリサイクル、石炭灰有効活用、米国ワイオミング州におけるCO₂分離・プロジェクト等の記事、及び今年度はWEBで開催された国際会議のプログラムなどを掲載頂いた。また、有償でクリーン・コール・デーの広告も掲載頂いた。

【メディア広報～経産新報】

経産新報社にも例年クリーン・コール・デー特集号を制作いただき国際会議等で配布させていただいている。

今年度はWEB開催となったため、会議後の9月28日に特集号を制作いただいた。会議のプログラムや主要な議論の内容、会議後に発信したスートメントの内容を紹介いただいた。

【夏休み子ども石炭実験教室】

毎夏恒例のクリーン・コール・デー実行委員会と科学技術館との共催行事「夏休み子ども石炭実験教室」の実施について、今年度は新型コロナウイルスの感染防止対策対応のため、開催時期や運営方法を変更して、9月5日（土）、6日（日）の2日間、科学技術館4階スタジアムLにて開催した。

2日間で合計4回の実験教室を開催し、約40名の小学生児童と約20名の保護者に参加していただいた。今回の運営は、国・東京都・博物館協会のガイドラインに準拠した科学技術館のコロナ感染防止対策マニュアルに従い、予約制として参加人数を絞り、教室入室時のアルコール消毒、実験後の各テーブル消毒、参加者個別の実験器具を用意、スタッフはマスク+フェイスガード+手袋の着用、等の対策のもと開催した。

コロナ対策として、1テーブル2名の定員として6テーブルで毎回12名の参加を上限として参加者を募り、午前と午後に各1回、合計4回の実験教室を開催した。午前の部は一般の児童を保護者同伴で募集、午後の部は科学技術館サイエンス友の会の児童を保護者の同伴無しで募集した。

毎回3種類の実験を実施し、午前は科学技術館、午後はJCOALが講師を担当した。教室では、石炭についてその性状や生成過程、賦存状況や生産方法、用途等について実物や動画、スライドを使って説明した後、①実際に石炭が燃えるところを

見てもらい、臭いや煙を感じてもらう実験、②土砂と石炭を選び分ける「選炭」の実験、③ヤカンの湯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実験、を組み合わせ、子ども達に実際に体験してもらった。子どものみならず、保護者も石炭を見るのも触れるのも初めてという方が多く、熱心に質問される方々もおられた。

また、実験教室の最後に学んだことのおさらいとして、ミニクイズにも挑戦してもらった。

コロナ禍の中、感染拡大防止に配慮しながらも、参加者の皆様に実際の石炭に接していただく機会となる体験型イベントとして開催できたことを関係者一同、大変うれしく思っている。



一般募集の児童への講義は科学技術館学芸員が担当



選炭実験をする子どもたち



サイエンス友の会の児童への講義はJCOAL職員が担当



実験に見入る子どもたち

【地方での関連イベント】

①大牟田市石炭産業科学館で入場無料公開

石炭の日であるクリーン・コール・デー(9/5)に合わせて9月6日(日)に、大牟田市 石炭産業科学館の石炭館常設展示室が、入場無料にて公開された。

今年は史上最強と言われた台風 10 号が襲来する中、多くの方が来訪されたが、15 時で閉館とせざる得ない状況となり、屋外展示や名誉館長の講演などが延期となった。しかし、実物の石炭に触れ、石炭とボタとの重さを均等に揃えるゲームなども開催され、来場された皆さんに石炭を楽しく知っていただく機会となったとの報告を受けた。



大牟田市石炭産科学館無料公開のポスター

②北海道庁でのパネル展示

8/25(火)、26(水)の両日、北海道庁にて、釧路及び空知の道内産炭地の案内と合わせて、石炭資源の有効活用の推進に関する取組の一環として、クリーン・コール・テクノロジー (CCT) の紹介や石炭産業の PR を行うためのパネル展示が行われ、JCOAL もパネル展示、パンフレット提供等の協賛を致しました。赤煉瓦の庁舎が観光名所でもある道庁(展示は後方の本館 1F)には来庁者も多く、最近では石炭にあまりなじみがない道民の皆様にも、実物の石炭や CCT を PR できたものと考えています。



北海道庁の庁舎



北海道庁でのパネル展の様子

【その他の広報活動】

①広報冊子の配布

実験教室に集まった保護者や子供たちに石炭広報用冊子(2 種)を配布した。昨年度制作した「クリーンに使われる石炭」及び、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」で、マンガ教本は JCOAL のウェブサイトでも閲覧可能となっている。

②ノベルティの配布

コロナ対策の一助になるものと考え、実験教室に集まった保護者や子供たちにクリーン・コール・デーのロゴを印刷したビニール袋入りで、石炭にちなんだ黒マスクを配布した。

また、1cm 角程度の石炭のサンプルを入れた石炭カプセルも併せて配布した。



今年度のノベルティとして配布したマスク



配布冊子と石炭カプセル

CO₂ エミッション・ゼロ化実現による 石炭火力発電の再生・発展についての政策提言

元電源開発㈱社長、前石炭エネルギーセンター会長 中垣 喜彦

1. 石炭火力固有のアドバンテージと再生可能エネルギーの限界

化石燃料中、燃焼後の CO₂ エミッションが最大の石炭を主燃料とする石炭火力については、シェールガスの出現を契機としたオバマ元米大統領の事実上の石炭火力排除声明以来、再生可能エネルギーを万能エネルギーと錯覚する反面、石炭火力が地球温暖化をもたらす魔女的な存在となるとして、有無を言わずエネルギー市場から排斥しようとする原理主義的暴論が、議論らしき議論も経ずして世界中に拡がりつつある。この非論理的、非合理的な偏見と言うべき見解は、次のような意味で世界の中・長期的エネルギー需給を不安定化させ、世界の各国が持続的に環境保全と経済発展を共存させていく、あるべき道を閉ざしてゆく。

- (1) 石炭はその埋蔵量が桁違いに豊富で、かつ世界に広く賦存する燃料資源であり、その CO₂ ゼロエミッション化（脱炭素化）による発電燃料としてのクリーン活用（即ちクリーン石炭火力）の実現は、エネルギー資源が偏在し、かつ有限である世界のエネルギー供給の安定確保上、不可欠である。従って、石炭火力の無条件排斥は、この石炭固有かつ重要なアドバンテージを享受する機会を、未来にわたって人類から奪い取ることになる。
- (2) 世界には豊かなエネルギー資源を保有する国々と、エネルギー資源に恵まれぬ、あるいは特定のエネルギー資源しか保有しない国々が共存している。この後者の国々は専ら海外資源国からのエネルギー資源輸入に依存しているが、石炭火力の排斥は、これらの国の経済と民生の発展・向上を、その根底から阻害する。
- (3) 他方、石炭火力とは裏腹に、少なからぬ人々がエネルギー供給の「救いの神」と賛美する再生可能エネルギーは、CO₂ フリーである反面、その徒な活用拡大には本質的に限界がある。例えば、その主力をなす風力と太陽光を取り上げれば、その本質的限界ははっきりと露呈されている。

① 風力・太陽光いずれも、自然条件によって発電機能が左右される、きわめて不安定な電源であり、電力系統において主力電源となる基本的要件を欠く。又、技術的・経済的手段によってこの欠陥を補完するには、きわめて多くの時間と投資を必要とする。

② 風力・太陽光発電は、その設置スペースがきわめて大きいことから、設置可能な陸上適地は開発拡大につれて減少する。特に国土に平地の少ない国々にあっては、早々に立地限界に直面しよう。わが国では一般海域の洋上風力について、法的枠組みが整備されたものの、実施にあたっては、暴風波浪時や大規模地震、津波などに対する設計、大水深における建設など解決すべき課題が多い。さらに、陸上・海上を問わず、風力・太陽光の大規模開発は、地域的な自然環境への影響も生じやすい。

- (4) 風力・太陽光共に、メンテナンス・フリーがその発電コスト上の強みとなっている。しかしこのことは、資本の論理とは合致するが、人口の増加する国々における労働力の受け皿としての機能が小さいことを意味している。これまでの発電事業は、その産業連関の要素の豊かさもあって、多種類かつ高度な労働力雇用という点では、ずば抜けて大きな効用を保持している。しかし、風力・太陽光共に定型的なユニットの製造と据付けが完了したあとの運転・保守は、きわめて少数の技術要員しか必要としない。このことは両者共に、人口増加が続く世界各国がコンベンショナルな発電事業を通して確保してきた巨大な雇用機会を、将来に向かって喪失させることを意味する。

この点、風力・太陽光発電と最も対照的な存在が、他ならぬ石炭火力である。石炭火力は、その構造的な特性から、原子力と並んで最大の労働力雇用機会を労働市場に提供する。即ち石炭火力の安定活用を図るには、石炭生産・石炭輸送・石炭消費から CO₂ 最終処理にわたって、圧倒的多数の労働力雇用を欠かすことができない。生産性向上を図ることは必要であるが、その雇用特性は各国の雇用継続・拡大上、きわめて重大なファクターである。

2. 今、石炭火力に求められる最重要課題は何か

- (1) 冒頭で述べたように、石炭火力の無条件排斥と再生可能エネルギーの過大評価による誤ったエネルギー論は、中・長期的な世界のエネルギー需給に、重大な不安定要因をもたらす。従って、この不合理な見解を合理的、科学的見解と手法によって早急に是正することが必要である。そのためには、負の要因と見做されている石炭火力の最大の弱点である CO₂ 排出量のゼロエミッション化が、技術的、経済的に充分可能であることを、

わが国は言うに及ばず、世界の人々に明確に提示することが、最も緊急かつ重要な課題であると考えられる。

(2) 石炭火力排斥の流れに正面から対峙し、真にクリーンな石炭火力を創出する技術開発を、真剣に推進し、成功させようとする国が、今日、世界から急速に姿を消している。石炭火力を現在から将来にわたって必要なエネルギーと位置付ける日本と、これを追う大石炭消費国の中国を除けば、技術開発のドライビング・パワーとなりうる国は無いに等しい。前述のように、石炭の有する独特のアドバンテージを人類全てのために生かしていく上で、この石炭火力クリーン化技術開発のグローバルな低調化は致命的である。石炭火力が岐路に立つ今、日本が、この石炭火力ゼロエミッション技術確立への努力をあきらめるようなことがあってはならない。そのゼロエミッション化早期実現への努力を怠るようなことがあれば、その先には、原子力と並び、石炭火力を不可欠と考える中国による新技術開発成果の独占という憂慮すべき事態が待っているのである。

(3) 今こそ、エネルギー資源は保有しないが、これを効果的に利用する技術に長けた日本の出番が到来している。クリーン石炭火力に不可欠な新技術開発に挑戦しうるとの真の一番手は、この日本を措いて他にはない。わが国は 1997 年 12 月の COP3 で京都議定書採択を機に、石炭火力排出 CO₂ の削減、全面クリーン化技術確立に向う技術開発を着実に進めて、今日、世界の先頭に立つに足る実力を、十分に蓄積している。

① 微粉炭焚石炭火力 (PCF) の高効率化技術開発

この技術開発によって商用化された最重要成果は、蒸気温度 600℃級・超々臨界圧発電プラント (USC; ウルトラスーパー・クリティカル) の開発である。USC は、現在わが国 PCF 石炭火力の 4 割程度に適用されており、これを海外にシフトしただけでも、膨大な CO₂ 削減が可能となる。現在 700℃級の A-USC (アドバンスト USC) 開発を継続中で、これを加速化すれば、2030 年までには充分商用化が可能である。

② 木質バイオマス大量混焼技術の改良・開発

今年建設を完了し運転を開始した電源開発(株) (J-POWER) の新竹原火力 (リプレース・60 万 kW・PCF) では、2022 年度を目標に新設計方式による木質バイオマスの大量混焼 (重量比 10%) が開始される。当面、国内森林からの燃料材調達に依るが、これを補強するため、国内材の供給ポテンシャルの拡大に加え、極力早期に海外各国からの燃料輸入体制を確立し、質・量両面での供給木材の拡充を目指す必要がある。なお、木質バイオマス混焼技術は、PCF のみならず商用化された酸素吹 IGCC にも容易に拡大・適用することができる汎用技術である。

③ 酸素吹石炭ガス化複合発電 (Oxygen Blown IGCC) の開発

酸素吹 IGCC は、20 世紀末以来、わが国が、資金助成を含む政策的支援の下に、J-POWER の石炭火力技術開

発を生かして進めてきた最重要クリーン石炭火力発電技術である。その第一段階は J-POWER・若松研究所で進められた酸素吹石炭ガス化パイロットプラント (EAGLE・石炭量 150 トン/日) の連続運転試験であり 10 年を超えるプラントの改良と試験運転を通じて、貴重な技術的知見と運転データが確認・蓄積された。

第二段階は、4 年前に開始された広島県大崎上島における酸素吹 IGCC 実証プラント (出力 16.6 万 kW) の実証試験運転である。国の資金的助成を得て、J-POWER と中国電力(株)の共同実証事業として順調に進行しており、現在、酸素吹 IGCC 最大の強みである排出 CO₂ の回収・(貯留) テストに入ったところである。実証試験第三段階の IGFC に向けた固体酸化物形燃料電池 (SOFC) 運転を経て、2022 年度に全試験を完了し、以後極力早期に商用電源としての開発を開始する計画である。

④ PCF 石炭火力における空気燃焼装置と酸素燃焼装置の併設・運用と CO₂ 回収の実証試験

日豪両国政府の協力により行われた、上記の実証テストが 5 年前に終了した。この計画は、豪州クイーンズランド州在のカリド石炭火力 (PCF・出力 3 万 kW) において、既設の空気燃焼装置に加え、全容量 (出力 3 万 kW 相当) の酸素燃焼装置を併設し、両者を運転中に切替えつつ、酸素燃焼装置の使用と連動する形で、酸素燃焼時に排出される高濃度の CO₂ を回収・運搬・貯留したものであり、5 年前成功裡に終了している。日本からは、JCOAL、三井物産、IHI、J-POWER が参加し、将来の PCF における酸素燃焼方式の適用を可能にする、貴重な技術的知見・データが得られた。

3. IGCC・PCF 両発電形態に供用しうる新たな CCUS 技術の重点テーマとして、「酸素システムと回収 CO₂ および H₂ の化学合成によるメタンガス製造技術」の急速開発を推進する

(1) 今日まで進められて来た、上記のクリーンコール関連技術開発の実績を適用し、酸素吹 IGCC を新しいゼロエミッション型システムとして商用化すると共に、コンベンショナルな石炭火力の主力形態である PCF への CCUS 技術適用を急がねばならない。このため、CO₂ の回収・輸送・貯留 (CCS) 及び CO₂ の回収・利用 (CCU) の具体的な技術的手法の開発を急ぐことが、最も有効な実践的方策であると考えられる。よって具体的な技術開発の切り札として、IGCC、PCF 双方に汎用性を有する CCUS 技術開発の実施を提言したい。以下、これについて詳言する。

(2) CO₂ のメタネーション技術開発 (カーボンリサイクル技術開発) については、地球温暖化問題が表面化してから、CCUS 分野における有力テーマとして、主に欧州諸国において実証的研究開発が進められて来た。今日ではその商用技術としての開発可能性が高いという認識が高まる中で、経済性のある商用化技術としての開発に焦点が絞られつつある。国内においても近年、CCUS 技術としての有望性から、経済産業省の技術開

発主要課題の中で、メタネーションは CO₂ 利用技術開発の有力テーマとして取り上げられている。この流れを受けて国際石油開発帝石(株) (INPEX) は、日立造船(株)の協力を得て、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の支援の下、自社の長岡ガス田において生産する天然ガス中の CO₂ を除去・回収し、この CO₂ と再生可能エネルギー起源の電力を利用した水の電気分解で発生する H₂ とを化学合成してメタンガスを製造・販売するメタネーション・パイロットプラントの運転を開始しており、わが国における本格的 CCU の第一歩を画するに至っている。

- (3) 私は、この INPEX が挑戦を始めたメタネーションによる CCU 技術を、酸素システムと連動した CO₂ 回収・利用技術 (CCU) として、石炭火力発電分野に導入する可能性に関し、学習と検討を重ねてきた。その結果、私は、今日迄わが国が継続してきた石炭火力クリーン化技術の開発成果と、この新たな CCU 手法との適確な組み合わせがなされれば、IGCC のみならず、PCF に依る在来型石炭火力においても、近未来において、ゼロエミッション化発電技術を技術的信頼性と経済的合理性を満たす形で商業的に導入しうる可能性があるとの認識に到達している。

石炭火力発電分野におけるこの新しい CCUS 導入を推進し、石炭火力起源 CO₂ エミッション・ゼロ化技術として商用化するに必要な知見のキーワードは「酸素システム技術の汎用化」である。即ち、わが国は、

- (i) 30 年にわたる酸素吹 IGCC という新発電形態のパイロットプラント・テスト (EAGLE) 及び運転試験途上の商用規模・酸素吹 IGCC 実証テスト (大崎クールジェン) を通じて、既に酸素吹による石炭ガス化ガス生産と発電利用に加えて、CO₂ 回収についての実用的知見とデータを取得・蓄積している。
 - (ii) 日豪両政府の協力による豪州カライド石炭火力 (PCF、3 万 kW) における酸素燃焼装置の運転により、PCF においても安定した酸素燃焼が可能であり、かつ純度の高い CO₂ の回収・貯留をなしうることが実証された。この成果は、より大規模な PCF においても酸素燃焼装置への改造により、CO₂ の部分的もしくは全面的回収を可能とするであろう。
- (4) これらの技術開発の実績との組み合わせ技術を介すれば「酸素システムが IGCC のみならず PCF においても CO₂ エミッション・ゼロ化への切り札として利用しうる」と考えられる。幸いなことに今日のわが国には、2050 年というターゲット・イヤーに向かっ

て石炭火力ゼロエミッション化を率先牽引すべき先進国としての責任と、これを完遂しうる差別的技術力がある。ここにおいて、先の経済産業大臣談話 (2020 年 7 月 3 日) にあるように、まず 2030 年までに非効率の石炭火力ユニットを適切に処理すべき方針が、政策的目標として明示された。このため、当面酸素システムの汎用化と連動したゼロエミッション化技術について、必要な基礎調査とフィジビリティスタディ (F/S) を早急に立ち上げる必要がある。そしてこれに引き続き、本格的な石炭火力ゼロエミッション化へのファーストステップとして、2030 年までに最終的な設備処理を行うべき低発電効率の石炭火力ユニットを対象に、運用制限による CO₂ エミッション大幅削減措置と併せ、実用化に至った木質バイオマス大量混焼方式や新たな開発に向かう前述の酸素燃焼 CCUS 等、ゼロエミッション化に直結する新技術・改良技術を生かした新設備を、的確な改造によりビルトインすることを提案したい。その上、ゼロエミッションへのセカンドステップとして、2030 年以降、2040 年を目標とした休・廃止までの期間を利用し、改造・再生した発電ユニットの商用運転を行い、ゼロエミッション化関連設備の実践的検証を終了させるのである。これによってわが国は 2040 年以降、更なる機能改良を果たした酸素吹 IGCC と酸素燃焼 PCF を中心に、新たな CO₂ ゼロエミッション技術を織り込んだ真にクリーンな石炭火力の再生を実現すると共に、そのコア技術を織り込んだ再生石炭火力発電プラントの海外輸出によって、2050 年に向けた地球温暖化の解決に他国のなしえない寄与をすることができる。

4. むすび

私は、この 60 年に及ぶ社会人としての人生を通じ、国内炭から海外炭に至る石炭火力の技術向上と事業発展をライフワークの一つとして働いてきた。その私にとって、石炭火力の CO₂ ゼロエミッションの実現は、人生最大かつ最重要な最後の宿題である。猖けつをきわめる新型コロナ・ウィルスにもめげず、第 29 回クリーン・コール・デーに参加された有識者と良識ある市民の皆様を念頭に、1 人の自由市民の立場から、石炭火力のゼロエミッション化による再生と発展を祈って、この提言を書かせていただいた。そして、皆様に、この緊急提言の趣旨をしっかりと受け止めていただき、経済産業省を中核に関連省庁・組織が連携した「公の力」と、石炭火力の再生と発展を一貫して追求してきた発電企業を中心とする「民の力」を結集して、この提言の趣旨に沿った具体的な行動が速やかに開始されることを切望するものである。

秋田県岩館漁港における人工藻場実証試験報告

技術連携戦略センター 河口 真紀

1. はじめに

JCOAL（一般財団法人石炭エネルギーセンター）では、平成 29 年度（2017 年度）から、秋田県岩館漁港にて、地元の協力を得て、石炭灰を活用した人工藻場実証試験を行っている。本報では試験の概要を説明し、開始後 3 年経過中の試験状況について報告する。

2. 背景及び目的

本実証試験は、①地方創生（現在衰退している藻場の再生を通じた漁業振興）及び②リサイクル推進（石炭火力発電所から排出される産業副産物（石炭灰）の有効利用及び用途拡大）の目的で基礎データ取得のため JCOAL 自ら開始したものである。

①地方創生の観点からは、近年、国内の漁場では、自然の藻場が衰退する「磯焼け」の進行が進んでいる。秋田県でもその影響は大きく、地元名産品である海藻「アカモク（ギバサ）」の収穫量が年々減少している。さらに、アカモクに産卵する名産の魚「ハタハタ」の漁獲量も減少しており、漁獲高低下が深刻な問題となっている。本実証試験では、漁業不振に直面している同地域における藻場の再生を通じて、漁獲高回復を目指すものである。

②リサイクル推進の観点からは、平成 13 年 4 月に施行された「資源有効利用促進法」で、資源の有効利用の促進を目的に、リデュース（廃棄物の発生抑制）、リユース（再使用）、リサイクル（再資源化）、いわゆる 3R の取組が進められている中、指定副産物として定められている「石炭灰」の資源としての再利用の促進が求められている。秋田県内で稼働している石炭火力発電所からは、現在年間約 30 万トンの石炭灰が発生しているが、地元企業を中心となって産業副産物としての石炭灰等の地元での有効利用を推進している。JCOAL は新たな用途拡大に向けた提案の一つとして、海域での利用を掲げ、本実証試験をリサイクル事業者（会員企業）と連携し進めている。

石炭灰利用における新たな市場の一つとして漁場現場での藻場造成、漁場造成が注目されているが、これまでの施工実績としては、水産庁の水産基盤整備事業にて、水深 100m 程度の沖合いにマウンド礁としての機能を果たすべく、石炭灰を利用したコンクリートを沈設した実績があるものの、水深の浅い浅海域での

石炭灰を活用した施工事例は未だ少ない状況にある。本実証試験では、石炭灰を主原料とするブロックの、人工藻場として施工実績が豊富なコンクリートに対する強度（耐久性）、海藻着生性能、環境安全性等の差異を検証するためにモニタリング調査によってデータを取得し、評価を行うものである。石炭灰ブロックはミネラル含有率が高く、表面が粗い、比重が小さい等の特徴がある。本実証試験で得られた知見をもとに改良・開発を進めて、地元で発生する石炭灰を地元の主産業の一つである漁業に貢献する形でリサイクルし、漁場現場での藻場造成、漁場造成の実用化を目指していく。

さらに、地球温暖化対策として、国は、CO₂を資源として積極的に活用し循環させていく「カーボンリサイクル」を推進している。その中でも、Negative Emission 技術（NETs）として近年ブルーカーボン（海域で貯留される CO₂）に注目が集まっており、国土交通省、環境省、水産庁等で、海洋の CO₂ 吸収・固定化促進のための国際ルール作り等が進められている。本実証試験は、地球温暖化対策の観点から、秋田県岩館漁港の実海域において、藻場を創生し、藻場礁により育成された海藻が CO₂ を吸収する、いわゆる「ブルーカーボン」としての効果も期待されている。

3. 実施内容

本実証試験では、表 1 に示す 3 種各 6 個、計 18 個の人工藻場ブロックを製造し、平成 29 年（2017 年）8 月に秋田県岩館漁港の磯焼けが進行している地点（以降、「試験区」という。）に沈設した（図 1 及び図 2）。表中、No.1「オリジナル FRC」はフライアッシュ混合ブロック、No.2「スラグ FRC」はフライアッシュの代わりにガス化スラグを混合したブロック、No.3「コンクリート」は比較対照として製造したコンクリートブロックである。

表 1 人工藻場ブロック種別

種別	名称	配合比率	サイズ、重量	個数
No.1	オリジナル FRC	石炭灰80%+セメント20%	1500mm×1250mm×700mm 2.23t	6個
No.2	スラグFRC	ガス化スラグ80%+セメント20%	1500mm×1250mm×700mm 3.08t	6個
No.3	コンクリート	-	1500mm×1250mm×700mm 3.08t	6個



図 1 人工藻場ブロック沈設の様子



図2 石炭灰を活用した人工藻場実証試験場所
(秋田県山本郡八峰町八森岩館)

全てのブロックは、構造物に求められる性能（設計基準強度 15N/mm^2 、単位体積重量 1.7t/m^3 ）を満たしている。また、製品ロット毎の微量成分含有量の測定を行うとともに、溶出試験を行い、土壌環境基準を満足していることを確認し安全性評価を行っている。

沈設後、定期的に試験区及び現在もアカモク等の海藻が豊かに繁茂している地点、いわば、人工藻場ブロックを活用して、目指すべき藻場環境として設定した地点（以降、「対照区」という。）におけるモニタリング調査を行い、天然の岩礁性藻場との比較検討も加えて、石炭灰ブロックの人工藻場としての耐久性・性能評価を行っている（1回目：平成30年（2018年）6月、2回目：平成31年（2019年）3月、3回目：令和元年（2019年）7月、4回目：令和2年（2020年）7月）。

4. 結果

(1) 基質安定調査

基質安定調査では、試験区における石炭灰ブロックの欠損、転倒の有無の点検及び傾斜度の測定を行った。その結果、全てのブロックが、欠損することなく存在していることを確認した。しかし、オリジナル FRC、コンクリートでは一部転倒が認められた。各ブロックの比重及び平均移動距離を測定した結果、比重が小さいオリジナル FRC の移動距離が最も大きかった。また、スラグ FRC は、比重がコンクリート並みであるが、海底での移動距離が最も小さかった。

以上のことから、本実証試験を行っている日本海エリアは、特に冬季の波浪が強く、沈設物には高い耐久性が求められているが、沈設したすべてのブロックについて、移動は認められるものの、欠損することなく元形状のままで存在したことから、安定性が高いことを確認した。

(2) 植生調査

植生調査では、試験区における石炭灰ブロックの生物目視観察をブロック上とその周辺で行った。また、対照区における生物目視観察を100mの測線上で、基点から沖側に向けて水深、基

質の異なる地点として距離40m、75m、97mの3箇所で行った。その結果、図3に示すように、海藻の着生・生育及び種数増加が認められた。

沈設後1年弱で、試験区における2種の石炭灰ブロック（オリジナル FRC 及びスラグ FRC）及びコンクリート上では、小型下草類であるハバモドキやアオサ属などの着生が被度80%以上の濃生で認められたが、大型海藻類の着生は認められなかった。しかし、すべてのブロックの周辺では大型海藻類であるワカメ、ホンダワラ等を観察することができた。また、スラグ FRC 上では、有用水生生物のエゾアビが生息していた（図4）。一方、対照区では、大型海藻類であるワカメ、イソモク、アカモク等が被度50%以上の密生で認められ、有用水生生物であるサザエやイワガキを観察することができた。

沈設後2年弱で、試験区における2種の石炭灰ブロック（オリジナル FRC 及びスラグ FRC）及びコンクリート上では、大型海藻類であるアカモク、フシシジモク、ヨレモク等の着生が被度50%以上の密生で認められた。このうち、フシシジモクは、アカモクと類似した形態であることから、ハタハタの産卵場となるものである。また、甲殻類ヤドカリ類、軟体動物オオコシダカガンガラが生息していた。一方、対照区では、大型海藻類であるワカメ、イソモク、アカモク等が被度50%以上の密生で認められ、有用水生生物であるサザエやイワガキ、キタムラサキウニを観察することができた。

沈設後3年弱で、試験区における2種の石炭灰ブロック（オリジナル FRC 及びスラグ FRC）及びコンクリート上では、大型海藻類の生育、海藻種数の増加を観察することができた。

以上のことから、オリジナル FRC 及びスラグ FRC が、コンクリートと遜色ない性能を有しており、動植物のバランスのよい生育環境の創出に結びついていることを確認した。

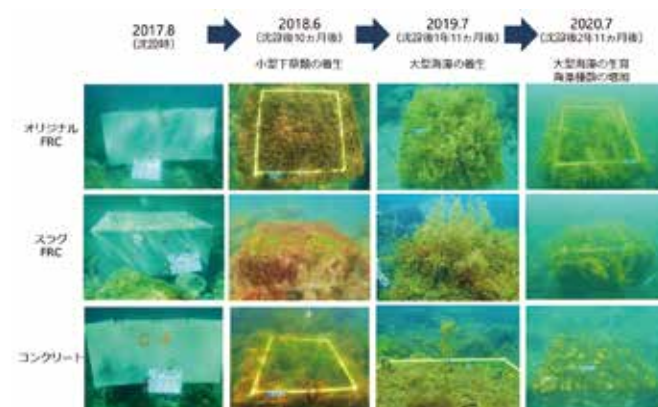


図3 植生調査結果の経年変化



図4 スラグ FRC の側面に生息していたエゾアビ

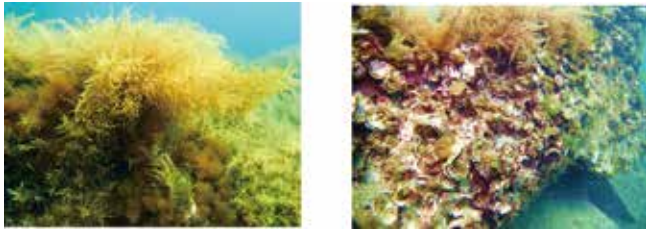


図5 対照区におけるアカモクの着生、イワガキの生息の様子

(3) 海域環境調査

海域環境調査では、試験区における各種ブロックの直上水及び対照区における直上水を採取し、水温、塩分、pH、溶存酸素量 (DO) の測定を行った。その結果、pH の上昇と DO の上昇が見られ、植物プランクトン及び藻場が水中の CO_2 を消費し光合成していることが示唆された。また、沈設後も、当該海域の水温、塩分、pH、DO を測定し、いずれも異常値は認められなかった。

以上のことから、沈設した人工藻場ブロックのうち、オリジナル FRC 及びスラグ FRC は産業副産物を利用することから、ブロック製造時に微量成分含有量測定及び溶出試験を行い、土壤環境基準値を下回っていることは確認済みであるが、沈設後も異常値は認められず、(2) 植生調査にて海藻着生及び有用水生生物の生息を確認でき、動植物の生育に影響がないことから安全性を確認した。

(4) CO_2 吸収量調査

CO_2 吸収量調査では、試験区、対照区及び岩館漁港の磯焼けが進行している別地点における海水を表層及び底層で採水し、水質試料の分析測定を行った。その結果、大気から海洋への CO_2 吸収が認められた。

また、試験区における人工藻場ブロック上及び対照区における自然岩礁に着生している海藻のうち大型海藻群落を剥離し、試料の湿重量を測定し、各地点での CO_2 吸収係数を算出し、 CO_2 吸収量を試算した。その結果、人工藻場ブロック上に着生した海藻による CO_2 吸収量は、年間 $5.8 \sim 8.3\text{t-CO}_2/\text{ha/year}$ と試算され、藻場の CO_2 吸収力を実測値として確認した。

5. 考察とまとめ

本実証試験では、リサイクル推進の観点から、秋田県の産業副産物としての石炭灰を活用し、海洋資源の保全に生かすため、藻場形成に向けた人工藻場ブロック製造を行い、石炭灰の人工藻場礁としての機能検証を行った。

波浪条件が厳しい日本海側に位置する秋田県では、強い波浪に耐えうる安定性の高い基質、すなわち比重の高い基質の設置により、季節変化を通じて転倒、欠損を無くすことは重要であるとされている。しかし、海藻の生活史によって、基質に求められる安定性は変わることにも配慮する必要がある。海藻の中には、発芽から1年以内に胞子や卵などの生殖細胞を作り枯死する「一年生海藻」と、数年間の寿命を有する「多年生海藻」がある。海藻の特性を踏まえると、多年生海藻は、安定性の高い基質に着生する傾向が高く、一年生海藻は、多年生海藻の生育しない基質に着生する傾向が高い。つまり、一年生海藻は、適度な移動、転がり等が認められる比重の小さい基質に着生する可能性も高いと考えられることから、比重が小さいという特性を持つ石炭灰混合ブロックは一年生海藻にとって適した基質とも言える。特に

秋田県では、食用としても利用されている海藻としての「アカモク」が重要漁獲物ともなっているが、近年生育量の低下に伴い収穫量も低下しており、今後の生育量増加が期待されている。このアカモクは褐藻植物の一種で、一年生海藻であることから、新たな着生基質としての石炭灰ブロックの効果が期待されるものである。本実証試験は、海藻の繁殖を助けるための人為的な補助であることから、場所に応じた適切な海藻を選定し、その種に適した育成条件を創出することが必要とされる。また、海藻の生活史を踏まえ、最適なタイミングで事業を実施することにより、漁獲可能な資源量を増加させることが求められている。海藻の生活史の交代は、小型から大型へ、短命から長命に遷移が進行すると言われており、藻場の再生は、経年変化を通じて、より自然と調和した形で推移していくことが望まれている。これまでのモニタリング結果から、試験区における海藻類、動物の出現種類数は増加傾向にあるが、今後の継続的な効果検証により自然との調和度を確認する必要があると考えられる。

また、地球温暖化対策の観点から、秋田県岩館漁港の実海域において、藻場を創生し、藻場礁により育成された海藻による CO_2 吸収機能の定量評価を行った。本実証試験で創生を試みる藻場は、上記の通り、 CO_2 吸収源としての機能を果たすとともに、水生生物の生育の場としての機能も果たし、水産資源の維持・増殖に重要な役割を果たしている。このように、着生した海藻による CO_2 吸収量を定量的に測定し CO_2 固定化評価も行っていくことで、環境面でのメリットも見出していくことができると考えられる。

本実証試験は、世界的な喫緊の課題である地球温暖化対策に資する取組であるとともに、地元秋田県のニーズとしての地元で発生した産業副産物を地元企業が活用するリサイクル推進を通じた地元の雇用促進等地域経済の活性化に資する取組として位置づけられ、グローバルな課題解決とローカルな課題解決を両輪と捉え取組んでいるものである。今後、温暖化対策の観点からは、本実証試験を通じて、 CO_2 吸収量推移を定量評価していくとともに、リサイクル推進の観点からは、石炭灰混合ブロックが、自然石と同等の効果を発揮するための最適形状、設置法等を検討するとともに、経済性検討を進めていく予定である。

さらに、現在、秋田県では、洋上風力発電導入計画が検討される中、地域の特性にあった漁業共生案の策定が求められている。漁業共生案の中でも、藻場造成、漁場造成を図る取組は注目されていることから、本実証試験の成果を生かして、今後洋上風力発電現場での藻場造成、漁場造成の実用化が期待されている。洋上風力発電導入にあたって、地元産業副産物を活用し地産地消を推進する中で、安価な製品製造により現場への適用を実現できれば、洋上風力発電事業全体で課題とされる建設費削減等コスト削減にもつながる可能性があることから、再生可能エネルギーと石炭火力発電の調和を通じた地元関連産業振興等新たな事業創出にも結びつけていきたいと考える。

【謝辞】

本実証試験に御協力いただいた秋田県、秋田県漁業協同組合、大森建設株式会社、能代 FRC 有限責任事業組合、株式会社海洋リサーチ、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所、国立大学法人東京海洋大学の関係各位には種々のご協力を賜りましたこと、ここに深謝致します。

木質バイオマストレファクション技術実証事業

技術連携戦略センター 田中 恒佑

1. はじめに

トレファクション技術とは、主に木質バイオマスを対象に、250～350℃で熱分解して、高カロリー化、粉碎性向上、疎水性向上等の改質を行う単位操作であり、日米欧でメーカーや燃料会社による実用化に向けた取り組みが行われている。特にトレファイドペレットは、発熱量を従来の木質ペレットより30%程度高くでき、微粉炭火力で利用する際に必要な粉碎エネルギーを通常ペレットに対して最大90%程度減らすこと、それにより混焼率を高く設定することが可能となる。JCOALでは、平成29年度から令和元年度まで、静岡県浜松市天竜区において、会員企業である(株)テクノシステムが実施する(公益財団法人)地球環境センター(GEC)の二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金(途上国向け低炭素技術イノベーション創出事業)「化石燃料を活用しないトレファクション技術によるゴム古木の燃料用ペレット製造技術の開発」の中でトレファクション技術実証事業の技術指導及び支援を実施した。



写真1 実証プラント外観



写真2 トレファクション炉



写真3 左: 建屋内設備 右: ペレタイザー

2. 目的と概要

国内のバイオマス向けに開発されたトレファイドペレット技術をタイ国のゴムの古木向けにリノベーションして、トレファイドペレットを経済的、かつ、安定的に製造する技術(19.8トン/日規模)実証を行うものである。主要なリノベーション対象は2点あり、1) ゴム古木のバイオマス利用の障害となっているカリウムを安価に除去する技術、2) 熱源に化石燃料を活用しない技術である。



写真4 ゴムの古木端材



写真5 トレファイドペレット

3. リノベーション及び実証の方法

(1) ゴム古木のバイオマス利用の障害となっているカリウムを安価に除去する技術

カリウムをトレファクション操作時に発生する余熱を利用して中温水で洗浄して低減する。そのため、カリウム洗浄装置を開発して実証設備に組み込む。

(2) 熱源に化石燃料を活用しない技術

通常では、トレファクションに必要な熱風ガスは、高い温度制御性が要求されるため化石燃料を併用して生成するが、本実証では、トレファクション操作で発生する可燃性の熱分解ガスを熱風発生炉の調整燃料に活用し、さらに足りない分もバイオマスで補う方式を採用して、化石燃料に熱源を頼らない方法を確立する。この際、燃料用のバイオマスも低質なバイオマスを利用して経済

性を維持する利用法を確立する。具体的には低質汚泥燃焼で実績のある単段式燃焼炉を適用する。

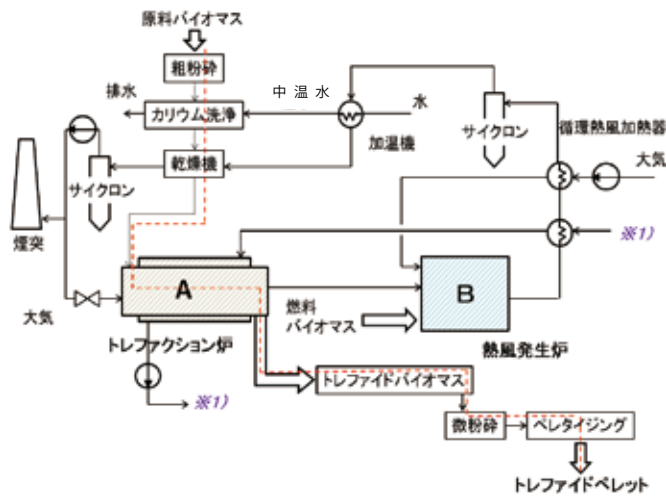


図1 トレファイドペレット製造フローシート

(3) タイ国での普及に向けた取り組み

将来的にタイでの技術普及を目指すために、トレファイドペレットの品質、運転状況、消費エネルギー、保守メンテナンス結果など様々な実証データを収集し、タイ国内でのプロジェクト創成に活用するための整理、分析を行い、有効ステークホルダー候補向けにマーケティングを実施する。また、タイにおけるトレファイドペレット製造事業への展開について、コスト及び収入、適切な生産規模（トン/年）及び工場・設備の概要、立地地点、既存のペレット工場のトレフアクション化の可能性、現地ニーズ及び市場を調査・検討した。

4. 結果

(1) トレファイドペレット製造実証試験期間は、1か月程度であったが、試運転・実証運転・点検・補修を含めて総時間数516時間、稼働率は75%であった。具体的な成果は以下である。

①実証設備によるトレファイドペレットの連続生産条件を見出し、最終的に所定の品質での製造を可能にした。



写真6 トレファイドペレット製品（実証試験による）

②カリウム濃度は、温水（55～60℃）による4時間洗浄で7,600PPMから1,700PPMへ低減（除去率78%）できた。近年ゴム農園の増産のため肥料を過剰に施肥する状況が発生しており、洗浄は一つの対策に成ると考えられる。



写真7 屋内チップ洗浄水路と水車（一部）



写真8 水車によるチップ洗浄・搬送の様子

③熱源である熱風発生炉への燃料は水分50～67%の低湿な木質バイオマス（枝葉、雑木含む）であり、助燃燃料である灯油を断続的にゼロにすることができた。



写真9 熱風炉燃料用バイオマスの写真

④乾燥機入口～トレフアクション炉出口間へのゴムチップの投入速度（2,000kg/h）、および、ペレタイザーへのトレファイド微粉投入速度（800～900kg/h）はそれぞれ19.8トン/日相当で連続運転できた。

(2) トレファイドペレット（TP）製品は、性状分析後、石炭・TP50%カロリー混合燃料にして混焼試験を実施して詳細に評価した。

①評価用TP製品品質（実証運転結果）

- ・生木チップ：4720kcal/kg（ベース）
- ・TP：5090kcal/kg（+9%）
- ・TP粉砕性：HGI（ハードグロブ粉砕性指数）= 35.5
- ・カリウム含有濃度：1,700 mg/kg（ppm）（無水ベース）
- ・燃焼性：通常木質ペレット混焼時と同等レベル（燃焼試験より）
- ・ハンドリング：良質な亜瀝青炭代替燃料としてみなすことが可能。

② 燃焼試験

石炭（亜瀝青炭に近いインドネシア産）単味と石炭・TP50%カロリー混焼燃料との比較評価試験を実施した。試験内容はローラーミルによる粉碎試験、シングルバーナ炉を用いた燃焼試験である。

試験結果から、混焼燃料の粉碎性は良好、火炎はやや広がり、酸素が消費される位置もやや後流側に移行する傾向があるが、石炭単味と大きな差はなく、十分に燃焼性が良いと判断できた。また、NO_xとSO₂の濃度は、TPを混合することで大きく下がり、CO₂対策だけではなく、発電所での脱硝・脱硫工程の負荷低減への寄与も期待できる。

TP単味による粉碎試験、燃焼試験も実施した。燃焼負荷は定格まで上げられ、バーナ周辺の火炎は石炭単味に比べて大きく輝度が下がっているものの、安定して燃焼試験を実施することができ、TPの利用方法の可能性を広げる結果を得た。



写真10 ローラーミル粉碎試験 (TP 単味)

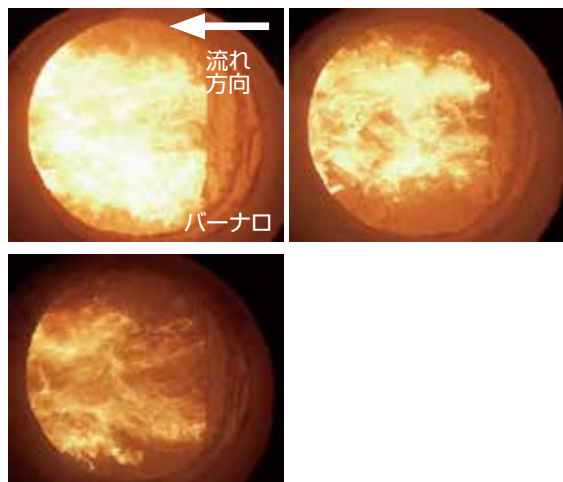


写真11 バーナ口写真 (左上: 石炭単味燃焼、右上: 石炭・TP50% 混合燃焼、左下: TP 単味燃焼)

(3) タイの状況調査及び働きかけ

① タイ国電力最大手の EGAT 社へのマーケティング

- いかに安く電力を提供するかというのがエネルギー省の方針であり、CO₂削減の方針は一切出していないため、現状はバイオマス混焼の予定はない。
- 石炭火力にバイオマス混焼しても、FIT 価格は石炭並みのままなので、現在の石炭火力発電所への混焼の可能性は非常に低い。タイ南部マレーシアとの隣接地域の発電所では FIT で+ 0.5 パーツ / kWh の地域があるので、そういった地域では混焼率の高い TP の利用の可能性はある。
- 国営の会社ではなく、民間会社が志向する地域コミュニティ規模の発電所 (10MW 以下) では排熱を利用したトレファイドペレット製造工場の併設は可能性がある。

② 中期的視野に立った普及戦略

タイ国では未だバイオマス混焼ニーズが具体化しておらず、政府関係者への働きかけ、実機での大規模混焼利用実証、石炭火力以外への適用検討に関して中期的視野に立った普及戦略を策定する必要がある。浜松の実証プラントはタイ国向けにショーケースとして活用できる可能性がある。

5. まとめ

本事業は、現在注目されている再生可能エネルギーの拡充における木質バイオマスの将来性を示すことに質するものであり、環境省が推進する CO₂ 削減対策の中で、日本が有する最新の技術をリノベーションし、世界に普及させることを目的としたものである。木質バイオマス資源も環境負荷を考慮すると豊富に利用可能な資源ではなく、年々需要も価格も増加している。そのような中で、日本の技術を進化・普及させ、世界でバイオマス資源を如何に効率的に使用していくかが重要である。トレファクション技術は、これまで活用が困難であった草木や根等の低品質なバイオマス資源を使用することが可能であり、トレファイドペレットはその混焼性やハンドリングの良さから注目されており、今後も技術開発が進むと予測される。国内での大規模なトレファクション技術実証設備は本事業が先駆けであり、この技術開発の潮流が続いていくことを期待したい。JCOALも引き続き、CO₂削減対策案の一つとして、木質バイオマスの活用技術向上に向けて助力する所存である。

SATREPS「バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発」タイ国におけるバイオマスガス化ベンチ設備と実証運転（続報）

技術開発部 渡邊 和宏

1. はじめに

JCOAL は、SATREPS (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development) プロジェクト：環境・エネルギー（低炭素社会）領域「バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発」に参画している。SATREPS とは、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）と独立行政法人国際協力機構（JICA）が共同で実施している、そして開発途上国の研究者と共同で研究を行う 1 年間の暫定研究期間を含む 4 ～ 6 年間の研究プログラムである。

本プロジェクトは、JST / JICA の支援を受け、タイ国・チュラロンコン大学（タラポン教授）と富山大学（椿範立教授）の連携により、タイに豊富に賦存するバイオマス資源から各種輸送用バイオ燃料・化学品（軽油・ガソリン・メタノール・LPG）を製造する技術の開発を行うものである。JCOAL はバイオマスガス化設備の納入、運転支援を担当している。

前報⁽¹⁾ではゴムの古木ベレットを用いた第 1 回実証運転について報告したが、本報ではユーカリチップを用いた第 2 回実証試験について結果概要を紹介する。

2. SATREPS プロジェクト概要

タイ国のエネルギー需要は毎年約 4 ～ 5% の割合で増大しており、資源輸入による経済負担や CO₂ 排出量増大が懸念されている。タイ国は天然ゴム、パーム油、サトウキビ、米などの生産量

が多く、その廃棄物も多い。そこで、タイ国政府では、2015 年の AEDP (Alternative Energy Development Plan 2015)⁽²⁾において、2014 年時点の輸送部門におけるバイオ燃料による代替割合 6.7% のところを、2036 年には、25.0% まで上昇させる計画としており、また、その総量を約 5 倍とする開発計画を打ち出している。

本プロジェクトは、タイ国政府の政策に沿ったもので、期間は 2017 ～ 2022 年である。図 1 にプロジェクトの実施内容を示す図を示す。4 種類（ゴムの古木、キャッサバの根、トウモロコシの芯、ユーカリの木）の非可食性バイオマスを候補として、効率的にガス化すること、また、バイオ合成燃料として 4 種類（軽油、ガソリン、LPG、メタノール）について触媒を利用し効率的に製造することを目標としている。さらには、LCA 分析や社会実装の検討、プロジェクト終了後において、タイ側だけで全ての機器、装置を運転、保守できるよう、技術移転をおこなうことを目標としている。

3. バイオマスガス化ベンチ設備

(1) 全体プロセス

JCOAL 担当のバイオマスガス化ベンチ設備およびプロセスについて示す。図 2 に全体プロセス、図 3 にガス化炉とタール改質炉の写真、図 4 に高圧ガス圧縮装置およびガス貯蔵設備の写真、表 1 にベンチ設備概要を示す。バイオマスはスクリューフィーダ式の供給機によりロータリーキルン方式のガス化炉に供給され、外部加熱により、ガス化する。発生したガスは、タール改質器、ガ

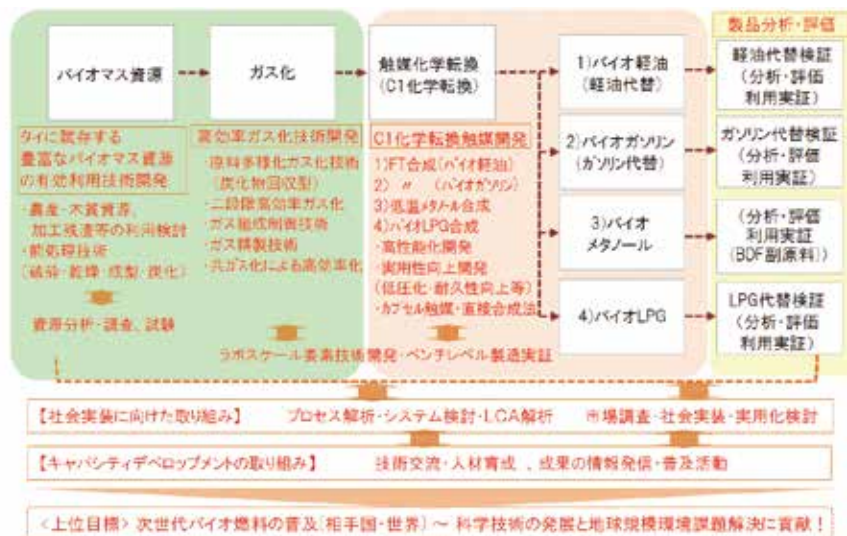


図 1 プロジェクトの実施内容図

ス精製装置を通過し、 H_2 / CO / CH_4 / CO_2 を主成分としたクリーンなシンガスとなる。この後、シンガスは高圧ガス圧縮装置にて圧縮され、高圧バッファシリンダに貯蔵される。貯蔵したシンガスは触媒を用いたバイオ燃料合成試験に用いられる。

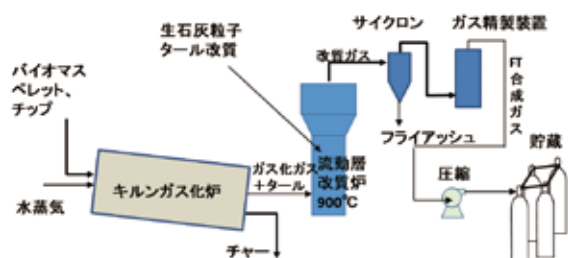


図2 全体プロセス図



図3 ガス化炉とタール改質炉



図4 高圧ガス圧縮装置およびガス貯蔵設備

表1 バイオマスガス化ベンチ設備概要

機器装置	機器仕様など
ガス化炉	タイプ：単筒外熱式ロータリーキルン 原料供給量：最大 8kg/h 加熱温度：常用 900℃ 付属設備：燃料供給ホッパ、残渣回収箱、蒸気発生装置、ブロウ
タール改質器	タイプ：CaO 触媒接触水蒸気改質式 外部加熱式気泡流動層 加熱温度：常用 900℃
ガス精製装置	チャー除去：水スクラバ ガス冷却：スプレ型スクラバ、ガスクーラ ミスト除去：ミストセパレータ 微量成分除去：硫黄分吸着装置、ハロゲン吸着装置、酸素除去触媒装置、水分除去器
ガス圧縮装置	低圧部：レシプロ型電動圧縮機 高圧部：エア駆動ガスブースター
ガス貯蔵装置	低圧レシーバ容積：0.6m ³ 高圧バッファシリンダ容積：計 6.4m ³ （11 本×7 セット） 最大貯蔵可能圧力：14.7MPa

(2) CaO によるタール改質

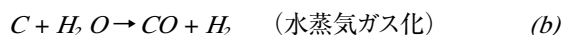
タール改質炉は安価な生石灰（CaO）粒子を利用した流動層の接触水蒸気改質式であり、JCOAL が長年、研究開発を行ってきた技術が採用されている^{(3) (4)}。

タール改質のメカニズムとして、第一段階ではタールを高温の CaO 粒子表面でクラッキングし、炭素と水素ガスを生成される。第二段階では CaO 粒子表面に析出した炭素を CaO の触媒作用で水蒸気ガス化反応、シフト反応によりガス化する。

第1段階 タール接触クラッキング（炭素析出）



第2段階 炭素のガス化



4. 第2回目ベンチ設備実証運転

第2回目の実証運転はユーカリチップを用い 2019 年 10 月、11 月に実施した。その結果概要を以下に示す。

(1) バイオマス性状

表2にユーカリチップの性状を示す。当初はペレットの計画であったが、直前でチップに変更となった。チップが供給機で詰まるため、破砕機で破砕した後に分級し、大サイズのものを除外して用いた。図5に分級後の写真を示すが、その中で中サイズと小サイズのものを混合して使用した。細長い棒状の形状をしている。

表2 供給バイオマス性状

項目	内容	
名称	ユーカリチップ	
サイズ	10 ～ 30mm	
発熱量 (HHV)	MJ/kg adb	17.7
全水分	% ar	14.7
灰分	% dry	0.5
元素分析 C	% dry	50.01
H	% dry	5.90
N	% dry	<0.01
O	% dry	43.58
S	% dry	0.01
Cl	% dry	0.06



大サイズ 中サイズ 小サイズ

図5 ユーカリチップ外観
(中サイズと小サイズを混ぜて使用)

(2) 運転条件

表3に運転条件を示す。蒸気流量はバイオマス供給量との比率0.3～0.6となるように設定した。運転の途中に詰まりを解消するためにハンマリングをおこなっており、バイオマスの供給量が瞬時値としてmax値である10kg/hとなっているデータがあるが、平均値としては3.6kg/hである。

表3 バイオマスガス化ベンチ設備概要

バイオマス供給量	kg/h	2～5 (Ave.3.6)
水蒸気量	kg/h	1.5～2.5 (Ave.2.2)

(3) 運転結果

運転時の主要データとその時に得られたガスのGC（ガスクロマトグラフィー）分析値を図6に示す。2019年10月と2019年11月のそれぞれの運転結果を記載する。

① 2019年10月の運転

期間：2019年10月17日～19日

H₂/CO比率が1.9程度で目標となる2.0に近い値が得られた。しかしながら、第1回目実証運転で使用したゴムの古木ペレットと比較してファインチャーの発生量が多く、図7の赤丸の位置で閉塞が生じ、タール改質炉のΔPが上昇して

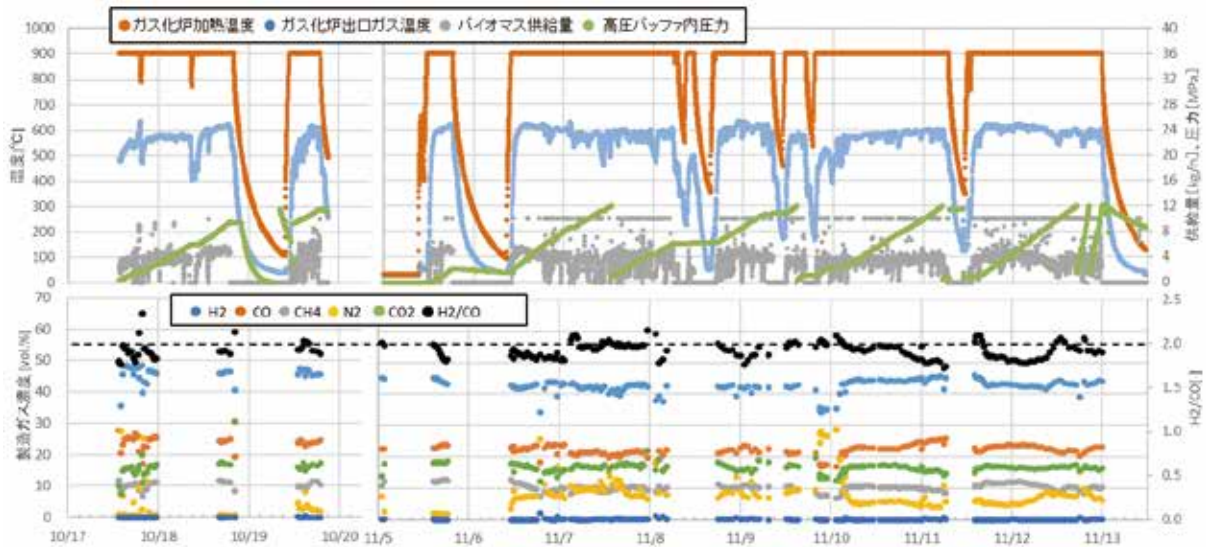


図6 実証試験時の主要データと製造ガス性状

運転不可となった。図8にタール改質炉入口部を点検した際の写真を示す。ファインチャーにより閉塞していることがわかる。本結果から運転を中止し、タール改質炉下部よりファインチャーを取り出せるように抜出ポットを追設した。

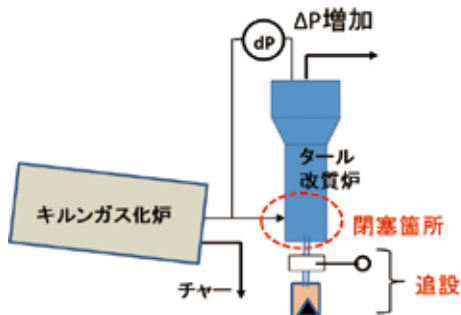


図7 ファインチャーの閉塞と抜出ポットの追設



図8 タール改質炉入口配管(左図) 改質炉下部(右図)

② 2019年11月の運転

期間：2019年11月5日～12日

H₂/CO比率が1.9程度で目標となる2.0に近い値が得られた。ファインチャーの抜出ポットを設置したことで、安定した運転ができた。しかしながら抜出ポットのフランジ部から空気のインリークが発生し、発生ガス中にN₂が6～12%含まれる結果となった。本部分は次回の実証運転までには改善する予定である。最終的に、10月と11月の実証運転において、合わせてユーカリチップを約600kgガス化し、約520Nm³のガスを製造、貯蔵することができた。

③ タール改質炉の運転結果

タール改質炉はCaO粒子流動層改質炉である。ガス化炉から出た水蒸気とタールを含むガス化ガスは高温のままでタール改質炉に入り、無酸素でタール改質をおこなう。改質炉後流でタールの析出はみられず、バイオマスから発生したタールを改質できることが実証できた。

(4) 技術移転

本SATREPSプロジェクトでは、プロジェクト終了後も本設備をタイ側のみで運転できるよう、設備や運転ノウハウについて技術移転するよう求められている。第2回目実証運転でもタイ側から

は学生、作業員など 10 数名の方に参加頂き、図 9 のような講義や OJT を通して、第 1 回目と比較してより広い範囲を任せることができるようになった。今後も継続して一体となって実施し、プロジェクト終了までには、タイ側人員だけで運転できるよう取組んでいく。



図 9 講義の様子(左図) 作業の様子(右図)

<謝辞>

本研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)と独立行政法人国際協力機構(JICA)の連携事業である地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS、JPMJSA1605)の支援を受けて実施、また、国立大学法人富山大学、チュラロンコン大学の支援、また、バイオマスガス化ベンチ設備においては、中外炉工業株式会社の協力を得て実施したものであり、ここに謝意を表す。

参考文献:

- (1) 山田敏彦 SATREPS「バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発」タイ国におけるバイオマスガス化ベンチ設備と実証運転, JCOAL Journal vol43 (2019.11) pp.36-39
- (2) Alternative Energy Development Plan:AEDP2015, September 2015, Department of Renewable Energy Development and Energy Efficiency, Ministry of Energy
- (3) 林 石英, 中村 貴司, 宮地 健 改良型三塔式循環流動層によるバイオマスのガス化方法 特許第 6304856 号
- (4) 林 石英, 橋本 敬一郎 タール改質装置及びタール改質方法, 特許第 6726700 号

5. 最後に

2022 年 8 月までのプロジェクト期間中に、バイオマスとして他に 2 種類(キャッサバの根、トウモロコシの芯)を予定している。より適切な製造ガス性状を得るべく、蒸気供給量やガス化炉加熱温度の製造ガス性状への影響を見極め、ガス性状を制御できるようにトライしていく。

またバイオマスの LCA 評価により、ライフサイクル CO₂ 削減量について把握・評価をおこなう。社会実装についてはスケールアップした商用規模での FS をおこなう予定である。

欧州及び米国におけるカーボンリサイクル技術開発動向

技術連携戦略センター 炭素循環室 齊藤 知直

1. 技術動向調査の背景、目的

カーボンリサイクルは、CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションにより、素材や燃料等に再利用することで、大気中のCO₂排出を抑制していくものである。省エネルギー、再生可能エネルギー、CCSと共にCO₂削減の鍵となる取り組みのひとつである。カーボンリサイクルの研究開発、実用化には、非連続なイノベーションが必要とされており、産学官及び業界を超えた連携や国際連携が重要となる。

経済産業省は、カーボンリサイクル推進室を設置し、カーボンリサイクルのコンセプトや対象分野、ロードマップを策定し、国際的にG20やカーボンリサイクル産学官国際会議で発表している。JCOALは、資源エネルギー庁やNEDOの支援を得て、我が国のカーボンリサイクルの実現に向けた研究開発の推進や国際連携に資する様々な取り組みを実施している。特に、石炭等の火力発電設備から排出されるCO₂の分離・回収とカーボンリサイクルとのインテグレートに関して、海外の企業や研究機関からの最新情報収集と将来の協力案件創出に繋げていくための友好関係構築を目的として、カーボンリサイクル海外技術動向調査を継続して実施している。

本稿では、2019年度に最新のカーボンリサイクル技術開発状況を把握するためにカーボンリサイクル技術で先行している欧州及び米国に出張し、カーボンリサイクル関連サミットへの参加及び個別企業面談による情報収集を実施したので、その結果概要について報告する。

2. 欧州の技術開発動向調査

本節では、14th Carbon Dioxide Utilization Summit（以下、14回サミットと表記する）参加結果とその前後で行った個別企業訪問によるヒアリング結果の概要を報告する。

2.1. 14th Carbon Dioxide Utilization Summit 参加

14回サミットは民間主催のシンポジウムで2019年10月9日～10日にドイツ連邦共和国ノルトライン＝ヴェストファーレン州の州都デュッセルドルフ市内のホテルで開催された。主催者は英国拠点のイベント企画会社Active Communications International社。なお、13回サミットは同年9月にカナダカルガリー市にて、15回サミットは2020年2月に米国フロリダ州オーランド市にて開催された（次節にて参加結果の概要を紹介する）。14回サミットの参加者は約

150名。参加者の業種は、化学会社、石油ガス会社、鉄鋼会社等産業界が多数であった。日本からは駐在者を含めて約25名が参加した。

会議セッションの進行を務めたCO₂ Value Europe（本部：ブリュッセル）は2017年に設立された、CO₂利用に特化した協会であり、世界のCO₂排出削減を目的として持続可能な産業開発や市場化促進を推進しており、欧州の66の企業、団体、大学等が参画している。

2日間でCO₂利用市場の現状と予測、各企業のCO₂利用技術の取り組み、CO₂利用プロジェクトに対する欧州の支援策等について約20件の発表講演が行われた。以下に特記すべき4件の技術講演の骨子を紹介する。

1) Covestro 社（ドイツ）

ドイツ化学会社大手のバイエルのマテリアル部門が2015年に独立。CO₂源としてデュッセルドルフ近郊の化学工場からの排出を活用し、ポリマー原料となるポリオールを年間5千トン生産するプラントを商用稼働中。生産物の重量の約20%がCO₂由来である。

2) SkyNRG 社（オランダ）

オランダロッテルダムに、廃油と水素を反応させてバイオジェット燃料を製造する工場を建設中。2020年に完成予定の工場は航空機燃料（SAF）を年間10万トン生産する計画で、化石燃料由来品に対してCO₂を85%削減することが可能である。

3) Thyssenkrupp 社（ドイツ）

1993年設立の鉄鋼・工業製品メーカー。ドイツの製鉄所から排出するCO₂を回収し、水電解水素と反応させて様々な化学品を製造する実証プロジェクトであるCarbon2Chemを紹介。水素とCO₂からメタノールを、水素と副生窒素からアンモニアの生産を計画している。

4) Sunfire 社（ドイツ）

2010年設立のベンチャー企業。Sunfire-HyLink 固体酸化物電解装置（SOEC）を開発。特徴は産業排熱を使用した高温（850℃）での蒸気からの高効率水素生成。Total社と共同で、製鉄所から排出されるCO₂と上記装置を用いて生成した水素を反応させてメタノールを製造するプロジェクトを計画している。



写真1 14回サミット会場内の様子

2.2. 個別企業面談

1) Carbon Recycling International 社 (アイスランド)

2006年設立のベンチャー企業。CO₂をメタノールに変換するプロセスを開発した。2012年に首都レイキャビク郊外に世界初の再エネ由来水電解水素と地熱蒸気随伴ガス中のCO₂を反応させてメタノールを生産するプラントを建設した(年産4千トン)。メタノールはガソリン混合用燃料あるいはバイオディーゼルの製造用原料に使用されている。次のステップとして、欧州、中国等での事業化が検討されている。



写真2 CO₂変換メタノール生産プラント
(出典: Carbon Recycling International 社ホームページ)

2) RWE 社 (ドイツ)

エッセン市に本社を置く大手エネルギー会社。欧州の34の研究機関、企業らとのパートナーシップで行うCCUSプロジェクト(ALIGN-CCUS)に参画している。2017年から2020年までの3年間でCO₂回収技術の最適化・コスト削減、CO₂利用技術の開発、CCUSの社会的受容性検討等を実施していく。RWE社は、自社の褐炭火力発電所(規模100万kW)の排ガス中CO₂と再エネ由来の水電解水素から、メタノールやDME等を製造し、E-fuelとして交通分野や発電分野向け燃料としての実用化を検討している。E-fuelの価格は、電気自動車と比較して競争力があるとのFS結果が得られている。



図1 ALIGN-CCUS 研究開発概略
(出典: ALIGN-CCUS ホームページ)

3. 米国の技術開発動向調査

本節では、15th Carbon Dioxide Utilization Summit(以下、15回サミットと表記する)とその前後で行った個別企業訪問によるヒアリング結果の概要を報告する。

3.1. 15th Carbon Dioxide Utilization Summit 参加

15回サミットは2020年2月26日～27日にフロリダ州オーランド市内のホテルで開催された。主催者は14回サミットと同一。会議セッションの進行を務めたのは、米国ノースカロライナ州のベンチャー企業Phytonix社(藍藻を使用したCO₂からのブタノール製造技術を開発)。参加者は約30名。日本からは駐在者を含めて約10名が参加した。

2日間で米連邦政府のCCUに対する資金サポート、税額控除制度(法45Q)及び主として欧米の民間企業・大学等におけるCO₂利用技術開発の取組みが紹介された。

米国においては、2018年にCCUに対する税額控除制度が施行されている。さらに、2020年には21 million US\$ (2016年の約2倍)の補助金が米国エネルギー省(DOE)から支出される予定である。また、DOEは、2030年にはCO₂利用のコンクリート分野のマーケットが相当拡大すると想定、さらに、骨材、燃料、藻類等の分野での利用拡大によるCO₂削減効果を大きく評価している。



写真3 15回サミット会場内の様子

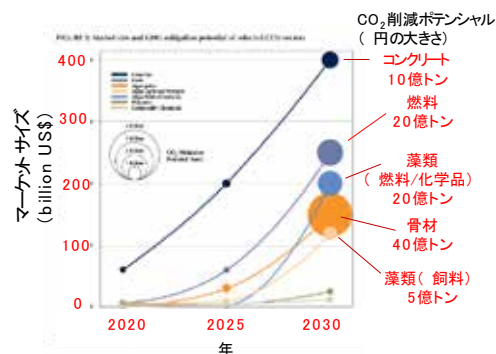


図2 CO₂削減ポテンシャル及びマーケットサイズ
(出典: サミット配布資料を基に作成)

以下に特記すべき4件の技術講演の骨子を紹介する。

1) MicroBio Engineering 社 (米国)

実験室規模から商業規模の藻類バイオマス生産設備を提供するエンジニアリング会社。オーランドの石炭火力発電所排ガス中のCO₂と微細藻類から動物用飼料を製造するプロジェクトを紹介。現時点のCO₂使用量は、排出CO₂の1%であるが、将来は培養施設を拡大し、10%のCO₂使用量を目指す。

2) Nordic Blue Crude 社 (ノルウェー)

2015年設立のベンチャー企業。再エネ電力を用いた水電解により水素を製造し、水素とCO₂を反応させてFT合成によりワックス、ディーゼル、灯油、ナフサ等の製品を製造する実証事業を紹介。

ノルウェーの Heroya で 2021 年の商用稼働を目指し、生産施設の建設を計画中。同社のプロセスにより、化石燃料由来と比較して CO₂ 排出量を 85% 削減可能である。

3) LanzaTech 社 (米国)

2005 年設立のベンチャー企業。同社独自のガス発酵技術を活用し CO₂ からエタノールや他の化学製品への変換技術を開発。通常発酵のエタノール生産方式と比べて 75 ～ 90% の CO₂ 削減効果がある。中国北京近郊の製鉄所の排ガスからエタノールを商用生産中であるほか、インド、ベルギー等で商用機立ち上げ準備中であり日本の積水化学工業とも協業している。

4) Phytonix 社(米国)

2009 年設立のベンチャー企業。シアノバクテリア（藍藻）を使用して CO₂ からブタノール等バイオ燃料を生産する技術を開発。1 トンの CO₂ から 138gallon のブタノールと 1 トンの酸素を生成することができる。

3.2. 個別企業面談

1) Blue Planet 社 (米国)

2012 年設立のベンチャー企業。アンモニア水による CO₂ 回収法により炭酸アンモニウムとして CO₂ を固定し、その後炭酸アンモニウム溶液とアルカリ分を含む物質（廃コンクリ、石炭灰やスラグ等）が接触することにより、廃棄物粒子の周りに炭酸塩が形成された骨材が製造される。サンフランシスコ国際空港の工事に骨材が試験的に使用された実績がある。実証事業の後、商業展開を計画している。

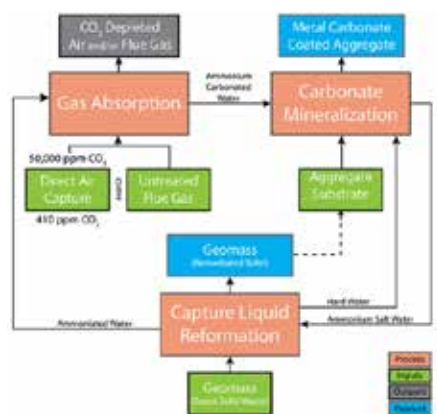


図 3 Blue Planet 技術の炭酸塩固定化全体プロセス
(出典：Blue Planet 社ホームページ)



図4 合成石灰石でコーティングされた骨材製品
(出典：Blue Planet 社ホームページ)

2) Novo Nutrients 社 (米国)

2010 年設立のベンチャー企業。工場等から排出された CO₂ と水素から、同社独自の微生物細菌技術を活用したバイオリクターを介することによって、CO₂ を取り入れた微生物からたんぱく質を

製造し、たんぱく質から動物や魚の飼料を製造する。低コストで栄養バランスに優れた代替飼料となる。本プロセスにおいて、5トンのCO₂と1トンのH₂から2.6トンの原料バイオマスの製造が理論的に可能。政府、民間企業等から資金サポートを受け、商用化を目指している。

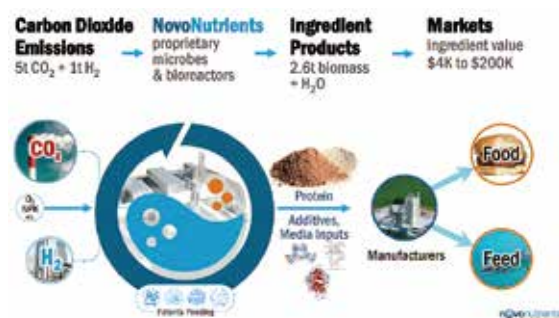


図5 Novo Nutrients 社の反応スキーム
(出典：Novo Nutrients 社ホームページ)

3) Arizona State University (米国)

米国の大学研究においてイノベーション分野で最も高いランクにいる。大学内の The Global KAITEKI Center (三菱ケミカル HD と共同開設) では、持続的社会的実現のためのコンセプト (KAITEKI) を提唱している。未来社会における価値の可視化・定量化、化学産業と循環経済等に関する研究開発に取り組む。Center for Negative Carbon Emissions の研究施設では大気中からの CO₂ 回収装置 (DAC) の研究開発も行っている。

4. まとめ

4. 1. 欧州における技術開発動向

- 1) 各技術開発においては、価格、技術成熟度や CO₂ 削減効果の観点のみならず、最終製品の市場性、規模、既存インフラ活用可否の観点からも考えられており、その観点でメタノール製造を目指すというプロジェクトが多かった。
- 2) 商業化には、CO₂ 利用商品価格に対するインセンティブが必要であるとの話を聞き、日本においても重要であると感じた。
- 3) 各業界が垣根を超えて連携する“セクターカップリング”が重要と感じた。

4.2. 米国における技術開発動向

- 1) CCU の技術開発に取り組むのは、主にベンチャー企業であり、事業化に向けたスポンサー探し、マーケット調査等技術開発段階からビジネスとして成立させるための意気込み、熱意が感じられた。
- 2) 米国では CO₂ 削減・利用に対する補助金制度や税額控除制度について、EOR のみならず、CCU にも適用されることから、それを見込んで事業化検討が活発化している。日本においても、実用化にはカーボンリサイクルに対するインセンティブを設けるなどの制度設計が期待される。

【謝辭】

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) の委託業務の中で実施したものである。ここに謝意を表す。

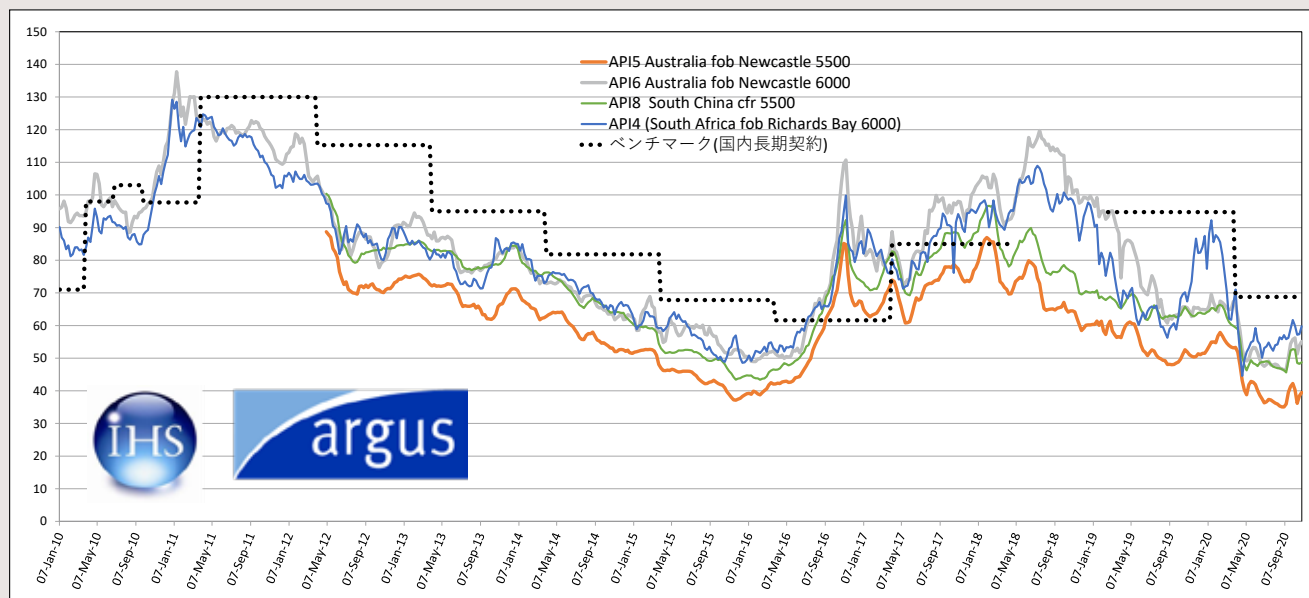
memo

[illegible]

編集後記

平素はJCOALの事業にご協力ご支援を賜り御礼申し上げます。

(編集担当 岡本)



編集・印刷：株式会社十印

JCOAL Journal Vol. 45 35



「JCOAL Journal」は石炭分野の技術革新を目指す（一財）石炭エネルギーセンターが発行する情報誌です。

[禁無断転載]