

JCOAL Journal

新年号
Vol.15

■巻頭言

新年のごあいさつ 1

■スペシャルレポート

JCOALの日本縦断クリーン・コール・セミナーについて 2

アジア太平洋石炭セミナー開催報告

～2009 APEC Clean Fossil Energy Technical and
Policy Seminar in Incheon, Korea～ 4

平成21年度クリーン・コール・デー記念行事国際会議

～日本のクリーン・コール・テクノロジーは低炭素社会への切り札～ 6

クリーンコールを巡る世界の動向 8

クリーンエネルギーでのチェンジ 13

■JCOAL活動レポート

インド選炭モデル事業 16

南東部アフリカ調査 20

第4回日中省エネルギー・環境総合フォーラム 24

国際資源開発人材育成事業「国内外現場実習」 27

第1回カナダCCSミッション概要報告 30

世界ガス化会議概要 32

ばら積貨物船に係る積載基準の強制化について

～DSCにて、『高温箇所』の統一解釈案を制定～ 34

CCTワークショップ2009開催報告 36

■編集後記 38

財団法人 石炭エネルギーセンター

Japan Coal Energy Center

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

■巻頭言 新年のごあいさつ



財団法人石炭エネルギーセンター

会長 中垣 喜彦

新年あけましておめでとうございます。

平成22年の年頭にあたりまして、会員をはじめ関係者の皆様に謹んで新春のご挨拶を申し上げます。

さて昨今の世界経済とエネルギー情勢を概観いたしますと、一昨年9月の米国のリーマン・ブラザーズの経営破綻に象徴される世界的な金融危機の衝撃によって、世界経済は先進国・途上国を問わず戦後最悪の不況に見舞われました。現在、世界経済は中国等の新興国を牽引力として、ゆっくりと回復軌道にのりつつありますが、この世界大不況は急速なエネルギー需要の低下を招き、高騰していた化石燃料等のエネルギー市場価格も一転して急落しました。最近、経済回復にあわせ、価格上昇の兆しが見えておりますが、このように、世界のエネルギー市場は、まことに不安定な状況下におかれています。

エネルギー情勢は今後とも不透明かつ不安定的な状況が続くものと思われますが、中長期的には中国・インドをはじめ新興国や途上国の根強い経済成長の拡大をベースに、エネルギー需要は確実に増加していくことは明らかであり、エネルギー市場価格も再び騰勢に転じていく可能性が高いと考えられます。従いまして、エネルギー供給のセキュリティ確保は、世界各国にとって、今後とも重大な課題となっていくものと思われます。

一方、20世紀後半に提起された地球温暖化については、依然としてその進行が続いており、今世紀最大のグローバルな政治課題となってまいりました。先にコペンハーゲンで開催された第15回目のCOPでは、2013年以降2020年までをターゲットとしたポスト京都議定書となる温暖化ガス削減目標に関する国際的枠組み合意に向けた議論が行われました。しかし、EU、アメリカ、日本をはじめとする先進国間においても取り組みの考え方に隔たりがあり、さらに先進国と新興国、途上国との間のギャップの大きさから、法的拘束力をもった合意形成には至らず、議論は2010年へ持ち越されることとなりました。

日本におきましては、昨年発足した民主党政権が、2020年断面で1990年比25%の温暖化ガス削減を図るとの中期目標を発表し、この分野で日本が世界をリードしようとのスタンスを示しております。しかし、省エネルギーが格段に進んだ日本にとって、この数値は経済的、技術的に非常にハードルの高い目標であります。各分野における省エネ、エネルギー効率向上をはじめ、森林によるCO₂吸収効果等をふくめ、地に足のついた幅広い議論を経て、我国としての適確な対応策を確立していくことが不可欠であり、我々も最大の関心を払っていかねばならないと思います。

さて、石炭の問題についてですが、世界的にみて、石炭は資源的に最も豊富で経済的にも安定した化石エネルギーであるがゆえに、現在にとどまらず将来においても、世界のエネルギー供給を支える中核的資源として活用されていくことは、エネルギーセキュリティ確保上不可欠です。一部には、地球温暖化問題解決のためには、むしろ石炭利用を制限、抑制していくべきという短絡的な議論が見受けられますが、まさに角をためてエネルギーセキュリティや経済発展という牛を殺す類の議論であると言わざるを得ません。

昨年6月に経済産業省は、将来の石炭利用の基本的なあり方を正面から論議した「クリーンコール部会」報告を公表しております。この報告は、地球環境と石炭利用の両立・共生を図る日本の道筋と役割を明快に提示した点で画期的であり、かつ時宜を得たものであります。また、報告のなかで「Cool Gen計画」と「Clean Coal for the Earth計画」の二つのイニシアティブが提起されております。このようなクリーンコール化推進を国の政策に取り込み、国の政策的支援が抜本的に強化されることによって、国内におけるクリーンコール方策が促進されることを強く望みます。

地球温暖化問題の進行とエネルギー市場の不安定化により、エネルギー政策についての議論が混沌とする中で、我々石炭関係者がなすべきことは、我国をはじめとする各国政府や国際機関に対して、正確な情報と意見を提供していくと共に、将来の不確実性を十分に認識し、石炭のクリーン化とその活用をベースに、エネルギーの安定供給と地球環境の両立に向けた合理的かつ実践的な処方箋を提言し、実行していくことだと思います。具体的にはコールチェーン上流における石炭生産と供給の安定性、そして下流の消費分野におけるCO₂削減方策を徹底的に追及する必要があります。前者においては、炭鉱開発とインフラ整備を通じて供給の安定性、柔軟性、経済性を引き続き確保することが重要です。また後者については、特に国内の石炭火力分野をはじめとして、新設、既設を問わず設備の高効率化を進めると共に、CCS技術をふくめた更なる高効率化・クリーン化技術の開発・普及を加速化することによって、適確なロードマップに従い、CO₂排出量の計画的で極力迅速な削減を図り、その成果を世界に逐次展開することで、石炭分野での低炭素化サイクルを軌道にのせることです。このような石炭の低炭素化への道を世界的に強力に推進していく上で、石炭利用先進国である我が国の果たすべき役割はきわめて大きく、当センターに課せられた責務も大変重いものがあります。

当センターが我が国唯一の石炭専門団体として統合・再スタートしてから、早や6年目となりました。過去5年を総括しつつ、次の5年に向けての第二のスタートラインに立つとの認識をもって、ガバナンスの強化や透明性の確保に努め、事業価値を更に高めていくべく諸活動に積極的に取り組む所存であります。会員の皆様におかれましては、当センターの活動に対しまして、一層のご協力とご支援を賜りますようお願い申し上げます。

JCOALの日本縦断クリーン・コール・セミナーについて

JCOAL アジア太平洋コールフローセンター 松山 悟

1. はじめに

JCOALでは、石炭ならびにクリーン・コール・テクノロジーの重要性に関するPR/PA活動の一環として、今年度後半から新たに、日本各地でクリーン・コール・セミナーを開催している。表1に今年度下期のクリーン・コール・セミナーの開催スケジュールを示す。

クリーンな石炭利用に係る国内外における我が国の政策的対応等について審議することを目的に、経済産業省は、昨年2月に総合資源エネルギー調査会鉱業分科会クリーンコール部会を設置し、6月に中間報告を取り纏めた。その中で、石炭の重要性に関する国民の理解の促進について広報に関する方針については、次のように報告している。

- 石炭の供給安定性、経済性や我が国のクリーンコール利用技術が世界最高水準であること等を国民にわかりやすく情報発信することが必要。
- 石炭利用産業と行政が連携し、戦略的な情報発信を強化する。具体的には、日本縦断のクリーンコールセミナー等を今後開催予定。

JCOALは、この方針に則り全国各地で、石炭に関する講演会やパネルディスカッション形式で、地域の一般の方々を対象にクリーン・コール・セミナーを開催している。昨年11月1日(日)には、九州大学と協力し、「九州大学GCOE「新炭素資源学」・JCOAL公開講座～私たちの未来を支えるエネルギーと生活をかんがえよう～」を福岡で実施した。また、10月10日(土)～12月13日(日)の期間にわたって、北九州市の北九州イノベーションギャラリーで特別展示会を開催するとともに、11月16日(日)には、九州大学持田勲教授による特別セミナー「21世紀のエネルギー環境情勢における石炭クリーン利用(CCT)の期待と課題」を開催した。セミナーには、定員を超える一般市民の参加を得て、講演後は講演者とフロアーの間で熱心な質疑がなされた。また、12月10日(木)～12月12日(土)には、東京お台場のビッグサイトで開催されたエコプロダクツ2009展に石炭広報ブースを出展するとともに、12月12日(土)には、クリーン・コール・セミナー「石炭からクリーン・コールへ～私たちの未来を支えるクリーンな石炭～」を開催した。

表1 日本縦断クリーン・コール・セミナー開催スケジュール

	10月	11月	12月	1月	2月	3月
福岡		●				
北九州		●				
東京			●			
札幌					●	
広島						●

2. クリーン・コール・セミナー（福岡）

以下に、福岡で開催したクリーン・コール・セミナーについて報告する。(文中敬称略)

■ 九大GCOE「新炭素資源学」・JCOAL 公開講座～私たちの未来を支えるエネルギーと生活を考えよう～

日時：平成21年11月1日(日) 10:00～16:00

場所：九州大学筑紫キャンパス C-CUBE 筑紫ホール
(福岡県春日市春日公園6-1)

主催：九州大学グローバルCOE「新炭素資源学」、(財)石炭エネルギーセンター(JCOAL)

共催：国公立大コンソーシアム・福岡、(独)科学技術振興機構(JST)イノベーションプラザ福岡、九州電力(株)、電源開発(株)(J-POWER)、新日本製鐵(株)、西日本新聞社

後援：経済産業省、福岡県

協力：(財)九州環境管理協会、文部科学省科学技術政策研究所、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、東洋大学

プログラム：講演会・セミナー (C-CUBE 1F 筑紫ホール)

○第一部：講演会(日英同時通訳付き) 10:00～12:30

オープニング：海洋と地球環境・エネルギー資源

【小寺山 亘：九州大学】

(1) 自然エネルギーとの協働作業：太陽電池の今と将来

【柿本 浩一：九州大学】

(2) 水素エネルギーとその利用技術

【松本 広重：九州大学】

(3) 鉄鋼業の石炭有効利用について

【佐藤 孝志：新日本製鐵】

(4) 温暖化ガスを極力発生しない石炭火力発電～石炭ガス化複合発電

【後藤 秀樹：電源開発】

(5) 石炭政策：日本のエネルギー政策と石炭の未来

【守屋 猛：資源エネルギー庁石炭課】

○第二部：セミナー 13:30～16:00

◆特別講演 13:30～14:00

お菓子と石炭の意外なつながり～シュガーロード(炭坑とともに発展した製菓業)

【原田利一郎：(株)千鳥屋本家 会長】

◆パネルディスカッション 14:00～16:00

テーマ：私たちの知らない石炭のすがた・その未来

モデレーター：東嶋 和子(サイエンス・ジャーナリスト)

パネリスト：岩切 俊一(九州経済産業局)

伊崎 数博(九州電力)

■スペシャルレポート

中川 茂(西日本新聞社)
野口 徹(福岡市博物館)
石窪 奈穂美(消費生活アドバイザー)

○体験・展示コーナー 10:00～16:00

- ◆ 石炭科学実験教室(C-CUBE 3F 学生実験室)
発電実験、石炭燃焼実験、CO₂貯留(吸収)実験、など
- ◆ 展示ブース(C-CUBE 3F ギャラリー、301・303 講義室)
パネル：石炭の歴史、重要性、利用技術、新技術、他
- ◆ 映像コーナー(C-CUBE 3F)
USC、IGCC等のクリーン・コール技術に関するDVD上映
- ◆ インターネットコーナー(C-CUBE 2F E-Learning 室)
JCOALサイト紹介等
- ◆ 研究室体験(C 棟、先導研)
石炭・バイオマスの利用、グリーンIT、環境調和材料
- ◆ 展示コーナー
電気自動車、エコキュート体験コーナー(E 棟前駐車スペース)
燃料電池、有機EL テレビ(C-CUBE 3F)

当日は、雨天にも関わらず地域の一般の方々に多数お集まりいただき、約500名の参加を得た。学生、親子連れの参加が多く、中学生までの児童と保護者には、実験教室に準備された様々な実験を通じて、発電のしくみや二酸化炭素を吸収・貯留するしくみなどを、実験を通して楽しみながら理解してもらった(約200名参加)。また、セミナーへ参加

して戴いた方々には、午前の講演会(専門家向け)と午後の特別講演、パネルディスカッション(一般向け)を通じて、石炭をはじめとする低炭素社会を目指す未来型エネルギーの活用法や九州におけるクリーン・コールへの取り組みについて理解を深めてもらった。また、西日本新聞の一面特集記事(11月21日(土)朝刊)で、セミナーの様子を九州一円に紹介した。

3. JCOALの広報活動

JCOALでは、低炭素社会における石炭の位置付けと重要性に係る社会の受容性を高めるための啓発・普及を目的とした石炭広報活動として従来から、各種講演会、セミナー、シンポジウムを開催するとともに、クリーン・コール・デーを中心に、広く一般の人々に向けた広報冊子、ホームページ、ブース展示、石炭関連施設見学等、様々な活動を実施してきた。今後は、一般向け石炭PR/PA活動の全国規模でのさらなる拡大・強化を目的に、これらの活動に、日本縦断クリーン・コール・セミナーを加え継続実施していく予定である。今年度はさらに、2月16日(火)に札幌で、3月初旬に広島で、クリーン・コール・セミナーを開催する予定である。日程、プログラム等の詳細については、JCOALホームページやメールマガジン等で逐次ご案内していく予定である。

今後もJCOALの石炭PR/PA活動の推進に一層のご理解とご協力・ご支援を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。



写真1 クリーン・コール・セミナー(北九州)
特別展示「未来へつなぐ、エネルギーのバトン」



写真3 クリーン・コール・セミナー(福岡)
パネルディスカッション



写真2 クリーン・コール・セミナー(北九州)
九州大学持田先生の特別講演



写真4 クリーン・コール・セミナー(福岡)
実験教室

アジア太平洋石炭セミナー開催報告

～2009 APEC Clean Fossil Energy Technical and Policy Seminar in Incheon, Korea～

JCOAL アジア太平洋コールフローセンター 藤田 俊子

アジア太平洋地域においては、近年、経済発展にともない石炭需要が拡大するとともに、逼迫感が増してきている。一方、我が国は、一次エネルギーの約2割を石炭エネルギーに依存しており、石炭安定供給確保が我が国にとっても重要な課題である。また、2005年2月16日に京都議定書が発効し、関係国の間で地球環境問題に対する関心が高まっている。

このため、APEC加盟国・地域の石炭政策、需給見直し及び市場動向やCCTの動向といった、各国の最新の石炭関連情報の収集・交換を目的として、各国の石炭需給や石炭技術に係る現状及び見直し、課題等について共通認識の形成を図ることを目的として、毎年APEC加盟国地域の官民石炭関係者によるアジア太平洋石炭セミナー（APEC石炭セミナー）を開催している。JCOALは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託事業として本事業の事務局業務を担当している。尚、本セミナーのAPEC内における位置付けは、諸作業部会の中のエネルギー作業部会（EWG=Energy Working Group）の下の特設家会合グループのひとつである化石燃料専門家会合グループ（EGCFE=Expert Group on Clean Fossil Energy）の主活動の一環としてのセミナーである（参考；APEC EGCFE web site <http://www.egcfe.ewg.apec.org/>）。

本年度は、第16回目のセミナーとして、10月12-14日の3日間、韓国仁川松島会議場（Incheon Songdo Convensia）においてセミナーを開催した。セミナーはAPEC EGCFEが主催、日本METI、韓国知識経済省、米国DOEが運営するもので、テーマは、「Cleaner Coal: Moving Towards Zero Emissions」であった。

参加者は12ヶ国から約230名、7セッションにおいて世界・APEC及びAPEC各国地域の石炭需給予測、先進CCT、CCS等の項目で講演・質疑が行われ、最後に我が国石炭課による日本のCCT政策が発表されてセミナーを総括した。

日本からは、経済産業省、NEDO、RITE、J-Power、JCOALから合計13名が参加した。

JCOALからは、会長の中垣が基調講演、専務の櫻井が「世界の石炭需給」を講演した。

セミナー終了後にはYeongheung火力発電所見学会が実施された。

講演内容の要約は後日NEDOから発表される報告書にて皆様には報告致す予定であるが、ここに概要を記したい。

- ① 中国～生産は27.93億t、年産1千万t以上の大型炭鉱が坑内掘17、露天掘7鉱と大型企業化。石炭は基幹エネルギーで、深部採掘や高ガス炭鉱が多く、安全生産が重要。2009年では輸入超過状態、需要は29億tであるが、2020年には38億tを予定。
- ② インド～生産は5億t、インド石炭公社と公営SCCLの寡

占状態。経済成長は7.5%でエネルギー需要増は年率7%。坑内19%であるが、国内生産計画の未達で需給ギャップが拡大し、輸入は59百万t。社会の持続発展には、民間企業育成、探査、外資誘致、ハイウォール採炭、CBM、地下ガス化、石炭液化、有効土地利用及び鉱害対策等の課題が山積。APP選炭事業については米国西バージニア大から報告。

- ② 韓国～原子力への転換。石炭調達方針は供給安定のため長期契約の方向へ。
- ③ フィリピン～DOEは増加する需要に対応して国内炭生産の拡大を計画。
- ⑤ インドネシア：CCT関連の事業が紹介。

尚、セミナーには、IEA本部から上級エネルギー技術専門家にも参加して頂き、CCSに関するIEAの研究展望を講演して頂いた。また、豪州に発足したGCCSI本部からもGCCSIの紹介並びに取り組みの近況報告がなされた。

一方、革新的な石炭のクリーンな利用技術の発表は10本、CCS研究動向は8本の発表が行われた。

日本からは、弊財団会長である中垣が開会式で、日本を代表して基調講演を行い、昨今のエネルギー情勢を踏まえた上でのAPEC EGCFEの役割等について講演を行い、また、資源エネルギー庁渡部長官官房企画官からは日本の石炭政策、NEDOクリーンコール開発推進部平田主査からはNEDOのCCT活動が発表された。また、弊財団の専務理事櫻井からは世界の、特にAPEC域での石炭の需給動向を発表し、各国の需給動向と併せて、参加者に世界の、特にAPEC域での石炭の需給動向について考えるよう示唆した。またセミナーの最後に、資源エネルギー庁石炭課國友課長による、ゼロエミッション化を目指した日本の石炭政策が発表された。

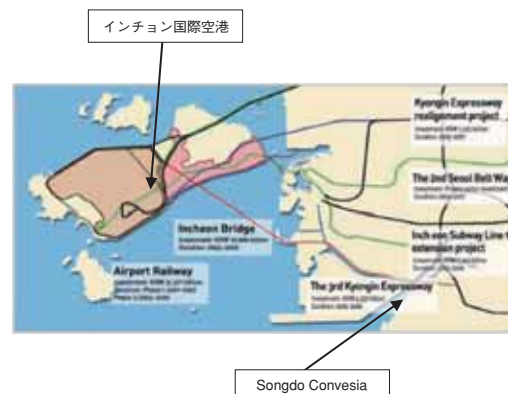
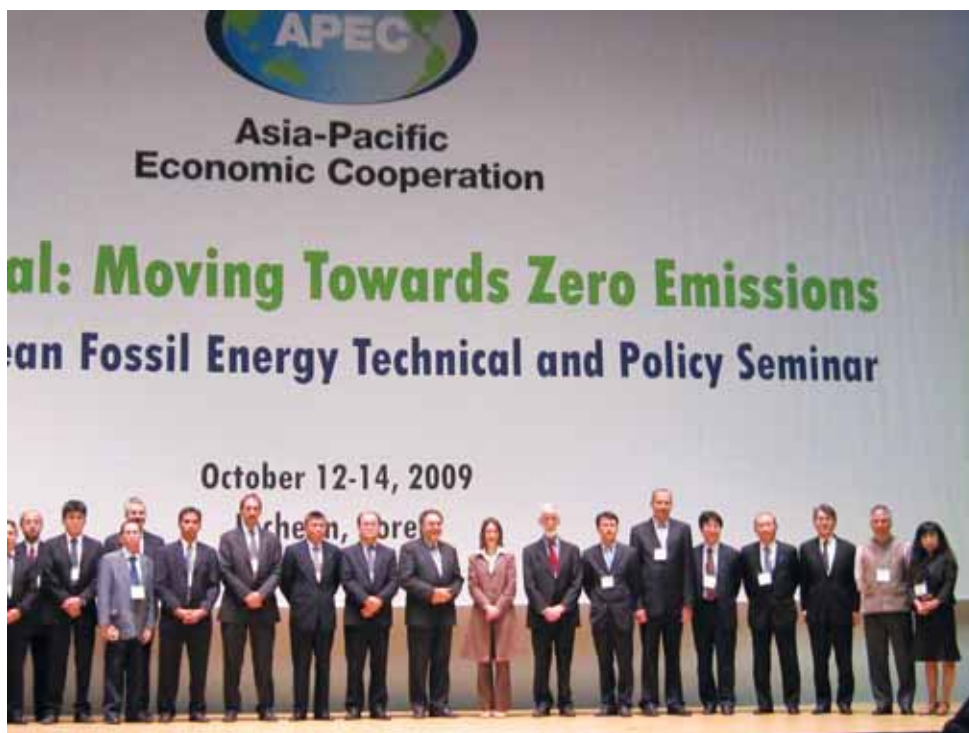
最終日には、韓国東西電力社所有のYeongheung Thermal Power Station（ヨンフン石炭火力発電所）の見学をバス



■スペシャルレポート

1台にて行った(1~2号機800MW、3~4号機870MW)。3号機4号機は一昨年2008年に運開したばかりであるが、2010年には5号機6号機の建設開始を予定している。

尚、セミナー終了後に行われた政府間ミーティングでは、次年度(2010年度)の開催国の討議がなされ、日本政府が提案した日本開催が承認された。



平成21年度クリーン・コール・デー記念行事国際会議 ～日本のクリーン・コール・テクノロジーは低炭素社会への切り札～

JCOAL アジア太平洋コールフローセンター 藤田 俊子

今年度のクリーン・コール・デー記念行事国際会議は、クリーン・コール・デー(毎年、9月5日)の一環として、科学技術館(北の丸)における「石炭未来都市2100～石炭ランド～」と題した将来を担う子どもたちに向けた展示や実験教室の開催(8月16～18日)や、JRトレインチャンネル(京浜東北線・中央線)における動画配信(8月31日～9月6日)、日本経済新聞等による新聞での告知活動、及び経済産業省本館ロビーにおけるクリーンな石炭利用に係るディスプレイ展示(8月24日～9月18日)等とともに、9月7～8日の両日において、経済産業省及び15カ国の在京大使館の後援を得て、ANAインターコンチネンタルホテル東京にて開催した。両日を通じて延べ1,000人強が出席し、成功裡に終わった(登録ベース)。

今年で18回目を迎えるこの国際会議は、地球温暖化に対する政府の中期目標が公表されたこと等を受け、「日本のクリーンな石炭利用技術が将来の低炭素社会への切り札になり得る」との認識のもと、最新の石炭の需給、クリーン・コール技術開発の動向、気候変動問題に対する石炭の役割、石炭の安定供給確保、今後の石炭関係業界の在り様等につき、豪州、米国、インドネシアから政府関係者、石炭関係団体等、また、日本からは、資源エネルギー庁、電力業界、商社、プラント業界、大学、研究所、ジャーナリスト等から有識者が参加し、基調講演、パネルディスカッション等を通じて多方面から掘り下げた意見交換を実施した。

まず、初日(9月7日)には、JCOAL会長の中垣の開会挨拶に始まり、石田徹／経済産業省資源エネルギー庁長官と豪州ビクトリア州ピーター・バチェラー／エネルギー資源大臣から来賓挨拶を頂いた。バチェラー大臣からは、「旧ソビエト連邦に次ぐ埋蔵量を誇る同州の豊富な褐炭を紹介し、その活用や二酸化炭素回収・貯留分野(CCS)で、日本と技術協力を進めたい」との挨拶を賜った。

その後、3つの基調講演と1つのセッションを行った。

基調講演は、米国エネルギー省クリーン・コール担当次官補代理(代行)兼米国エネルギー技術研究所最高技術責任者(CTO)のジョセフ・ストライカー氏が、「クリーン・コール・テクノロジー～米国に於けるエネルギー・環境課題解決に向けての政策オプション」を、ジャーナリスト(元NHKワシントン支局長)の手嶋龍一氏が、「クリーン・コール・テクノロジーと今後の世界戦略」を、三菱重工業株式会社取締役会長佃和夫氏が、「世界に貢献するわが国のCCT」をお話し頂いた。

最後のセッションでは、「日本と産炭国との協力とは」とのテーマのもと、アジア・太平洋エネルギーフォーラム代表幹事の末次克彦氏のリードのもと、電源開発株式会社代表取締役副社長坂梨義彦氏が「期待される重層的な石炭産消

協力」を、豪州資源・エネルギー・観光省(DRET)資源局鉱物部長クリス・スタンフォード氏が「豪州の石炭供給安全保障問題とローエミッション技術」を、インドネシア石炭協会会長ボブ・カマンダヌ氏が「インドネシアの石炭～有望な未来」を、三井物産株式会社執行役員エネルギー第一本部長川嶋文信氏が「石炭消費国としての日本がやること、できること」を、豪州石炭協会専務理事ラルフ・ヒルマン氏は「気候変動～豪州石炭産業の課題」を其々講演した。

また、翌2日目(9月8日)は、東京大学名誉教授・財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) 副理事長兼研究所長の茅陽一氏の基調講演「温暖化の中長期目標とその対応」から始まり、その中で、茅氏は、現在論じられている温暖化対応の目標は長期(2050～)、中期(2020)とも、その達成には抜本的なエネルギー面での努力を必要とする、対応策の大部分は結局は発電の低炭素化に帰着する、原子力の拡大と火力の効率化・CCSの利用が重要な方策となることをアピールされた。それを受けた、パネル・ディスカッション(テーマ「気候変動と石炭の役割」)では、前述の茅陽一氏のリードのもと、社団法人日本動力協会会長榊本晃章氏、日本CCS調査株式会社代表取締役社長石井正一氏、東京大学先端科学技術研究センター特任教授山口光恒氏、アジア・太平洋エネルギーフォーラム代表幹事末次克彦氏の4名をパネリストに招き、活発な討論を展開した。討論の論点は4点、①エネルギー源としての石炭を我が国はどの程度維持すべきか、石炭は化石燃料の中で最もCO₂原単位が大きく、温暖化抑制の立場から言えば石炭の削減が望ましい、一方、石炭は化石燃料の中で最も豊富な資源であり、供給先も多様、エネルギーの安定供給の立場からは利用の拡大が望ましい、この2つのバランスをどう考えるべきか、②我が国での石炭利用を拡大するためには、どのような方策が必要か、石炭発電を向上させるクリーン・コール技術(IGCC、IGFC等)の推進が望ましいことは当然だろう、また、CO₂の回収貯蔵(CCS)を積極的に取り入れることも重要な方策である、一方において、CO₂排出源単位に一定の限界を設け、それを満たす事業者(特に発電事業者)のみを認可する考え方もあるが、これをどう考えるか、③中国やインドは石炭火力の比率が高いが、効率が低いため多くの石炭が消費されているが、今後どのようにしていったらいいか、が話し合われた。最後に、モデレーターの茅氏は、石炭は今後とも安定供給、経済性のあるエネルギーで、利用効率向上やCCS等今度技術的な面での努力が必要である、問題点を克服するには時間がかかる、海外へも発信していくことが重要と締めくくった。

午後の部は、一橋大学大学院商学研究科教授橘川武郎氏の基調講演「日本の石炭火力技術は世界のCO₂削減の切り札である」を皮切りに、環境ジャーナリスト崎田裕子氏のリー

■スペシャルレポート

ドのもと、「日本の石炭ビジネスの切り札」とのテーマでパネル・ディスカッションを展開した。パネリストは、経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部長木村雅昭氏、三菱重工業株式会社取締役副社長執行役員福江一郎氏、東京電力株式会社取締役副社長猪野博行氏、新日本製鐵株式会社代表取締役副社長黒木敬介氏、三菱商事株式会社常務執行役員金属グループCEO衣川潤氏、日揮株式会社代表取締役会長兼最高経営責任者(CEO)竹内敬介氏の6名が参加した。このディスカッションでは、この6名のパネリストが其々の考えを述べた。経済産業省木村氏は、「我が国クリーン・コール政策の新たな展開」として、エネルギー政策における石炭の位置づけ、新たなクリーン・コール政策の基本的方向を述べた。三菱重工業株式会社福江氏は、「クリーン・コール技術の普及／早期実用化への取組み」として、高効率石炭火力の普及への取組み、褐炭利用による海外貢献とエネルギーセキュリティ、CO₂回収技術開発への取組みを発表した。東京電力株式会社猪野氏は、「電気事業における石炭の高効率利用技術について」として、今後とも石炭をクリーンに利用していくことが不可欠である、今後とも地球規模での石炭の高効率利用、CO₂排出削減を通じて地球温暖化問題／エネルギー問題の解決に貢献すると述べた。新日本製鐵株式会社黒木氏は、世界で認められている日本鉄鋼業の技術力は、エネルギー効率、環境負荷低減、鋼材の品質及び機能である、今後の鉄鋼業の動向と日本の役割は、中国を中心とした新興国へのエネルギー利用技術移転、更なる石炭エネルギー利用技術の開発(省エネ、省CO₂)、資源の劣質化対応(強粘結炭から弱粘結炭へのシフト)であると述べた。三菱商事株式会社衣川氏は、海外炭輸入の歴史や商社の石炭資源確保、石炭を利用する上でのCCTの重要性、商社のCCTへの取組みの可能性、クリーン・コール政策への期待を述べた。日揮株式会社竹内氏は、アジア太平洋地域での一次エネルギー需要や、日揮のCCSプロジェクト、エンジニア業界が国際協力と石炭資源確保に貢献していることを述べた。

また会の最後に、JCOAL理事長並木より、会場の皆様への謝辞を述べ、閉会した。

尚、個々の講演資料は既にJCOALサイトに掲載してあるので、ご参照頂きたい。



クリーンコールを巡る世界の動向

JCOAL アジア・太平洋コールフローセンター 古川 博文

1. 世界の石炭消費動向

世界の一次エネルギー消費は、2004年からの5年間で年率1.7%で増加しており、2008年の消費量は石油換算113億t(toe)に達した。石炭消費量は33.03億toe(67.7億t)に達し、世界の人口一人あたり1年におよそ1t消費している勘定になる。

石炭消費は電力向けを中心に、各国の現行エネルギー環境政策が継続された場合では引き続き増加すると考えられ、米国EIAの見通しで2030年90億t、国際エネルギー機関(IEA)見通しは2030年96億tの見込みである。短期的には2008年の金融危機以降のエネルギー需要減少により世界の石炭消費は低迷しているが、中国では増加している。2010年も中国・インドをはじめ、ASEAN区域での需要が増加し消費が拡大すると考えられる。

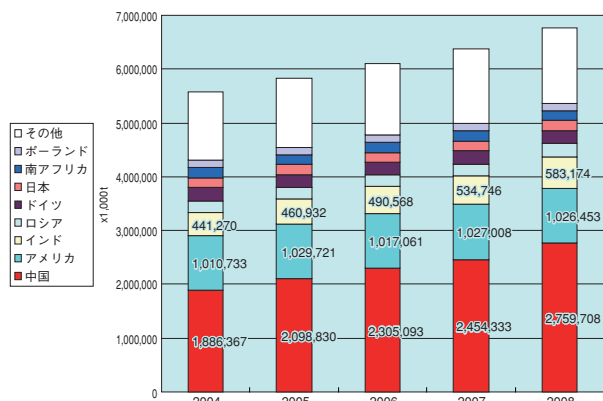


図1 世界の石炭消費(IEA, Coal Information 2009)

2. 石炭生産動向

2008年に石炭は一般炭50億t、原料炭8.5億t、褐炭9.5億t、世界全体で67.97億t生産された。

中国、インド、インドネシアで生産が急増している。特に、中国は2000年から倍増しており世界の41%を占める最大生産国である。米国とインドを加えた上位3ヶ国が世界の6

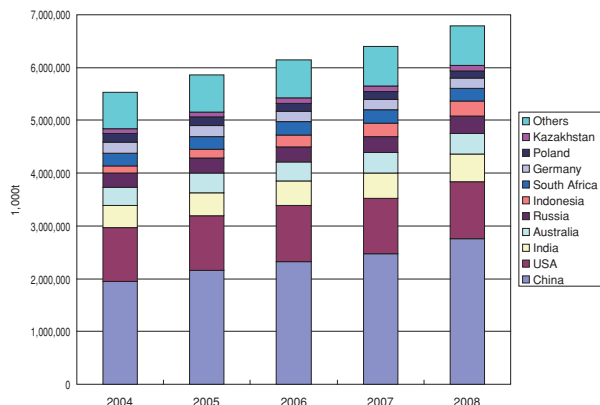


図2 世界の生産動向(IEA, Coal Information 2009)

割を占めているが、この3国の石炭消費は生産を約1,100万t上回り、地産地消型となっている。世界の石炭生産は坑内掘が6割を占め、中国では96%が坑内掘である。米国、インド、豪州、インドネシアでの生産拡大は露天採掘に大きく依存している。

3. 貿易と価格動向

2008年の世界各国の輸入量は一般炭7億t、原料炭が2.2億tで、全体量では9.23億tである。日本が世界の最大輸入国であるが、インドが5,979万tと急増中であり、日本・韓国・台湾に次ぐ輸入国になっている。

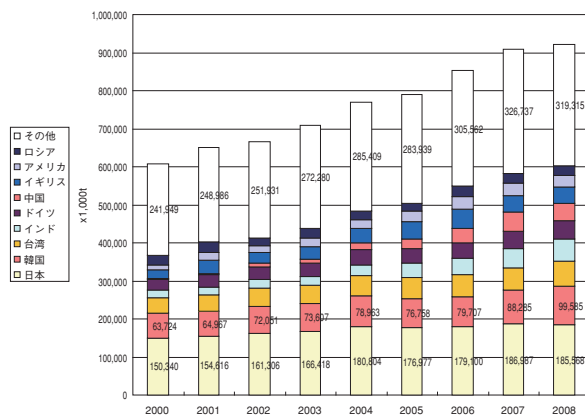


図3 石炭輸入の推移(IEA, Coal Information 2009)

2009年は中国が純輸入国となる見込みである。石炭輸出は、豪州・インドネシア・ロシアで世界の6割を占める。

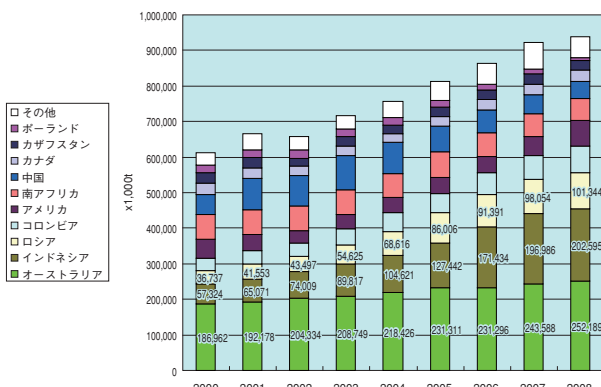


図4 石炭輸出の推移(IEA, Coal Information 2009)

石炭価格は、スポット価格と長期契約の年度価格の2種類あり、豪州一般炭FOBスポット価格は2007年春頃まで50～60USD/tで推移した後にアジアを中心に需要が拡大して、価格は2008年夏に約200USD/t近くまで高騰した。2008年の金融危機以降は世界的にエネルギー需要が低迷して70USD/t台で推移していたが、11月末では80USD/t台にある。年度契約

■スペシャルレポート

クリーンコールを巡る世界の動向

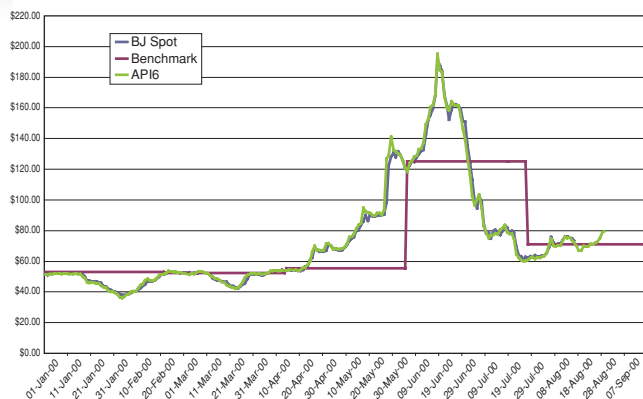


図5 一般炭価格の推移

価格はスポット価格急騰の影響を受けて125USD/tまで高騰したが、2009年は70-72USD/tである。

強粘結原料炭の2008年度価格は300USD/tまで高騰したが、2009年度は128-129USD/t程度である。

4. 需要見通し

国際エネルギー機関(IEA)の世界エネルギー展望2009による石炭需要見通しを示す。

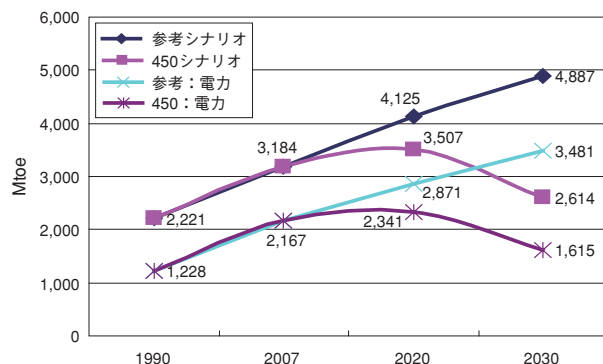


図6 2030年までの石炭需要見通し(IEA, WEO 2009)

5. 石炭生産国の動向

5.1 中国

一次エネルギー消費の7割が石炭である。日本にとり豪州、インドネシアに次ぐ石炭供給国であったが、国内需要拡大と国内外価格差により輸出は大幅に鈍化。輸出炭に対する増値税還付廃止、輸出許可数量の縮小、石炭輸出税改訂等の輸出管理と内需優先策を実施している。2008年は輸出4,543万t(@115USD/t)、輸入は4,040万t(@87USD/t)と輸出国であったが、2009年は純輸入国に転じた。

第11次5ヶ年計画(2006-2010)は持続可能な発展を求め、産業構造調整、省エネと省資源をすすめている。石炭企業は神華集団(年産2.8億t)、中煤能源集団(1.14億t)、山西焦煤集

表1 中国の石炭需給

	2004	2006	2007	2008	09上期
生産	1,956	2,320	2,549	2,761	1,356
消費	1,886	2,305	2,543	2,760	
輸出	86.6	63.2	53.1	47.4	11.67
輸入	18.6	38.1	51.0	45.6	48.27
差	68.0	25.1	2.1	1.8	-36.60

(出所：IEA, Coal Information 2009, 単位：Mil.t)

団(0.8億t)、大同煤礦集団(0.68億t)の4石炭企業生産が2割を占め、企業集約と大規模化が徐々に進行している。

生産地と消費地が遠距離にあり輸送インフラの整備が急務。国内鉄道輸送が15.4億tで鉄道輸送量の49%を占めるが、能力不足が解消されず、景気対策からも鉄道整備が推進されている。

電力の80%が石炭火力であるが、その熱効率は約32%と低く、増加する石炭消費を抑制するためにはCCTの普及が不可欠である。平均発電容量600MW石炭火力が90%以上、うち300MW以下の小規模設備が52.9%。2005年以降は600MW超臨界を中心に導入が進み、2007年の新設火力は600MW以上が46.6%、うち1,000MW-USCは4基。電力工業発展構想では火力発電は効率向上、環境保護(SOx, NOx, 煤塵)に注力することとされている。

2009年6月の新エネルギー発展計画では2020年の風力発電を1.5億kWへ、太陽光発電を1,000万kWへ上方修整する予定。2009年5月には「中国のコペンハーゲン気候変動会議に関するスタンス」を発表。歴史的責任、公平原則、発展段階の考慮に基づき、先進国に対し2020年までに1990年比で40%削減を求め、資金提供、技術移転、能力開発を行う有効なメカニズムを構築するよう主張している。

合理的な石炭火力開発、再生可能エネルギー、天然ガス開発・利用、電力網整備が課題である。小規模火力5,000万kW容量を閉鎖、小規模火力の卸売り電気料金引き上げ、600MW以上のUSC導入、大型循環流動層ボイラの導入、コジェネ推進を図っている。CCTへの取り組みとしてはここ数年USC運用が増加しており、大容量及び高効率化を求めてUSC時代に突入したと言える。

1994年IGCCを中長期重点プロジェクト(1995~2000)に指定し、1997年の山東省煙台IGCC実験プラントの建設決定後の進展は無い。計画中のIGCCはGreenGen(華能集団・250MW)、天津IGCC(大唐集団・400MW-2基)、東莞IGCC(大唐集団)400MW-4基など、GreenGen Programを実施している。

2020年までに、発電効率55~60%、SOx、NOx排出20mg/Nm³以下を可能とする400MW実証プラントを計画。2010年までに石炭ガス化技術を確認し、12・5計画期間

(2011年～)で3,000t/d級ガス化炉を用いたガス製造、ガス精製等のシステム達成、100MW級新型石炭ガス化水素製造、燃料電池発電技術、CCS検証を実施し、大慶油田でのCCS・EORプロジェクト(日中共同)を進める計画である。

5.2 米国

生産、消費量ともに世界第2位。石炭は一次エネルギー供給の24.3%を占めており、オバマ政権のエネルギー政策においては国産エネルギー及び石油代替エネルギーとしての石炭の重要性を踏まえCCT開発・展開を推進。石炭は石油、天然ガスに次ぐ主要エネルギー源の位置づけで、2008年の生産・消費量は10.3億t(世界2位)で石炭消費の9割は電力

用。一般炭生産の中心はワイオミング州からモンタナ州に広がるパウダーリバー炭田(PRB)で全米の石炭生産の約4割を生産。可採埋蔵量は世界最大の2,383億t、既存の稼働炭鉱のみの可採炭量でも168.6億tが確認されている。

石炭火力が総発電量の約5割を占める主要電源となっており今後もその役割を大きく減じることはないと思われるが、2009年1-9月では44%と低下している。

米国は京都議定書代替政策として経済成長の維持を前提に自主努力、技術開発等により2002～12年の10年間でGDP当りのGHG排出量を18%削減する目標とする気候変動イニシアティブを発表。オバマ政権は環境エネルギー政策の1つとしてクリーンな石炭火力発電の支援を挙げており、上院公聴会においてS.Chu・DOE長官は石炭を「偉大な国家資源」と呼びCCT開発促進に努めると弁明した。オバマ大統領が掲げたエネルギー公約の中にクリーンコール技術の開発と普及促進として、商業規模のCO₂を分離・回収する石炭火力発電への投資インセンティブの提供、CCSを適用した石炭火力発電の商業化を加速するため、DOEが官民パートナーシップにより最初の5基の建設を目指す。

石炭輸出はカナダ向けを主に73.7百万t、輸入30.9百万tであるが、2020年代に輸入国に転じる見込み。

非在来型資源はCBM生産が1982年から促進され、将来的にも米国の有望なガス資源と評価されている。

クリーンコールパワーイニシアティブ(2006-2014)に毎年2億USD拠出。石炭ガス化に70%、その他に30%となっている。CCTを導入した石炭火力への課税減免措置あり。

現在の石炭火力容量は332GW、5州に石炭火力の3分の1が集中し、容量500～700MW級ユニットが多く、300MW以上の設備が全体の71%。経年発電設備が多く平均運転年数は35年、30年以上経過している発電設備は60%にのぼる。石炭火力は亜臨界圧あるいは超臨界圧設備の両方が使用されているが、循環流動層設備も8,800MW。亜臨界圧設備は一般的に蒸気温度552℃で発電効率は32%(HHVベース)。

USCについては、超臨界及び亜臨界の計画が先行、現時点での超々臨界火力は2007年運開の870MW、566/593℃ユニットのみ。

稼働中のIGCCはWabash River (262MW) EGAS炉が現在商業運転。Tampa(250MW) GE炉も現在商用運転中であるが、新規IGCCは以下のとおり

Global Energy (540 MW)	2008年
Erora Group (777MW)	2010年
Excelsior Energy (606MW)	2011年
AEP (629MW)	2012年
Appalachian Power (629MW)	2012年
Duke Energy (630MW)	2012年
Mountain Island Energy (250MW)	2013年

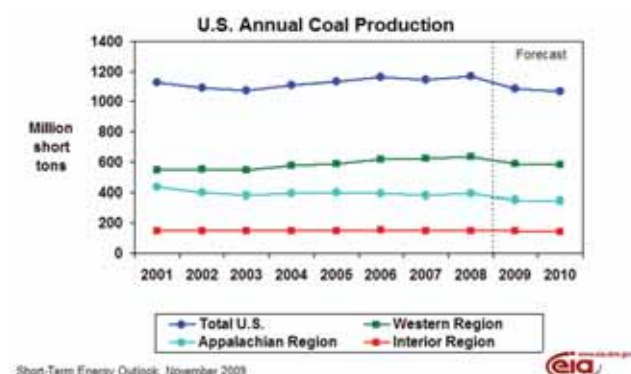


図7 米国の生産推移と見通し(EIAホームページから)

表2 石炭需給

	2004	2006	2007	2008	09上
生産	1,019	1,068	1,053	1,075	494
消費	1,011	1,017	1,027	1,026	442
輸出	43.4	44.9	53.4	73.7	23.8
輸入	24.6	32.7	32.9	30.9	10.7

(出所: IEA, Coal Information 2009, 単位: Mil.t)

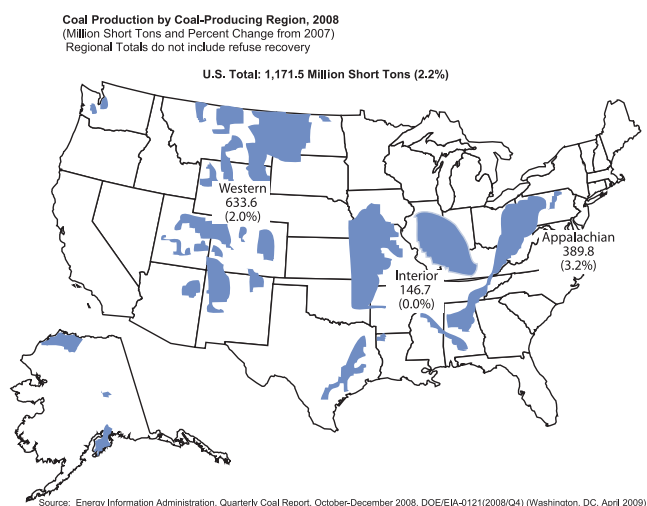


図8 米国生産地域分布(EIAホームページから)

■スペシャルレポート

クリーンコールを巡る世界の動向

FutureGenAllianceが推進する275MW-IGCC+CCS計画は総事業費の74%をDOEが資金提供、インド、韓国、中国が参加表明、日本も1%程度資金提供する国際共同プロジェクト化したが変更。2015年末までに商業的規模の複数のIGCCにおいて最新のCCS技術を実証。DOEは最大13億ドルの資金提供、300MW以上の発電設備で回収率約90%のCCS実証試験。

CCSに関しては2007年9月にCO₂地中貯留に関わる州法、規制ガイダンスを発表。2007年10月、ブレーンズCO₂削減パートナーシップ、南東地域炭素隔離パートナーシップ、南西地域炭素隔離パートナーシップの大規模CCSプロジェクトを発表(深部岩塩坑への100万t以上のCO₂貯蔵の大容量試験、DOEは10年間で約2億USDを投資)石炭ガス化炉からのCO₂を分離してEORに利用するカナダ・プロジェクトであるWeyburn商業プロジェクトが2000年9月から商業化。

5.3 インド

世界3位の石炭生産量であるが、国内炭だけでは国内需要を賄えず、石炭輸入も2008年は世界第4位。国内石炭資源は豊富であるが、高灰分炭が多く、コークス用原料炭や高発熱量の一般炭は輸入依存している。石炭需給ギャップは更に拡大する見込み、今後も石炭輸入が増加する。

表3 インドの石炭需給

	2004	2006	2007	2008
生産	410	460	488	521
消費	461	491	534	583
輸入	28.5	43.1	49.8	59.8
輸出	1.3	1.6	1.6	1.4

(出所：IEA, Coal Information 2009, 単位：Mill.t)

1992年以降は国内消費が国内生産を上回り2000年の3.6億tから堅調に増加、2007年に1.5倍に拡大、生産は国営のインド石炭公社が8割を占める寡占状態にある輸入量は2000年の0.21億tから大きく増加、2007年は2.4倍、2008年には0.6億tと3倍となり、拡大する需給ギャップを輸入量の増加で補填。

電力の約7割を石炭火力に依存しており、2006年の電力分野における石炭消費量だけで我が国の総石炭消費量の2倍に相当。4GW超臨界圧石炭火力発電所9基の建設計画(Ultra Mega Power Projects, UMPP)が進められているが、電力需要は今後増加するとみられ、発電用炭需要も拡大。UMPPは高効率の操業を目指しており、沿海部に建設される発電所では輸入炭を利用する予定。

賦存する石炭資源は粘結性の高い瀝青炭(原料炭)が乏しく、高灰分・低発熱量であるが、埋蔵量は586億tと世界5位。

海外炭依存を抑制しエネルギー自給率を高めるには、選炭技術の普及や低品位炭改質技術の導入が必要。石炭需要

抑制と地球環境対策のために石炭火力発電の高効率化や省電力技術、電源の多様化等が課題。

5.4 豪州

世界最大の石炭輸出国であり日本への石炭最大供給国として極めて重要。世界のCCS実用化に貢献するため豪州政府は「GCCSI」を設立。将来的に生産拠点の内陸部進行による輸送インフラの整備が課題である。

表4 豪州石炭需給

	2004	2006	2007	2008
生産	352.2	367.5	389.4	397.8
内褐炭	66.3	67.7	65.6	72.4
消費	131.3	141.3	138.4	145.6
輸出	218.4	231.3	243.6	252.2
日本向	102.5	103.2	113.4	117.7

(出所：IEA, Coal Information 2009, 単位：Mill.t)

2008年の褐炭を除く石炭生産は中国、米国、インドに次ぐ第4位。世界の石炭貿易の26.6%を占め第1位。日本の輸入量の6割以上を占めて第1位。ヴィクトリア州に褐炭が豊富に存在して発電用に使用されている。

埋蔵量は762億tで世界第4位。内訳は瀝青炭・無煙炭が368億t、亜瀝青炭21億t、褐炭373億t。

一次エネルギー消費の43.6%、発電の8割は石炭である。基幹産業である資源産業に重点をおき、国益優先・産業保護政策が根幹。ラッド労働党政権は京都議定書を批准するなど気候変動問題に積極的な姿勢で排出量取引制度導入が予定されているが、州政府や産業界は反対。

資源産業での課題はコスト上昇、投資環境、気候変動への対応、技能労働者不足とインフラ整備。現地メディアは環境保護派が主流で強力な自然保護団体も存在。

輸出需要の増加に伴い、主要輸出港における滞船問題や輸送インフラ不足が顕在化。特にクイーンズランド州ではボーエン炭田の中部と北部のアボットポイント港を接続する鉄道路線及びスラット炭田とグラッドストーン港を接続する鉄道路線の未整備が課題。これらに対処するため、州政府などにより輸送インフラ整備計画が策定され、滞船問題の解消、インフラ整備・拡充に向け取組。

石炭の大量消費でCO₂削減のために、IGCC、CCSの実用化が喫緊課題。そのためにLETDF、GCCSIを設立。火力発電では送電端平均効率は33%(HHV)程度。発電技術はSCの導入段階でUSCは未導入である。

ZeroGenプロジェクトは530MW-IGCC石炭火力CO₂回収・貯留プロジェクトでクイーンズランド州の帯水層にCO₂を貯留する計画。三菱重工と三菱商事が建設プロジェクト参画に合意し、その一環でF/Sを受注。商業レベルのプレコン

パッション建設は世界初で2015年運転開始が目標。三菱商事がプロジェクト全体調整、三菱重工はIGCC設備製作・供給・建設担当。ゼロジェン社はIGCC建設地およびCO₂輸送・貯留地選定、インフラ整備、石炭供給、関係先折衝、環境関連研究。

CCSはエネルギー効率の向上、低炭素燃料への転換、再生エネルギー資源の有効活用などと共に、GHG排出量削減の有効手段であると考え、ハイレベルなCCS活動を実施。

2050年までに2000年比でCO₂排出を60%削減することが政策目標。2005年にCCS促進のため「CCSに関する規制ガイド原則」を制定。評価、所有権、輸送、監視、責任および財産など制定。現在15のCCSプログラムが存在。Fairview (CBM)、Callide A酸素燃焼プロジェクト(クイーンズランド州Callide A発電所で行われる酸素燃焼プロジェクトで、1965年に建設され1998年に運転再開された石炭火力(30MWe)に酸素燃焼技術を適用し、発電時のCO₂を地中貯留することによりほぼゼロに削減する世界初の実証プロジェクト。

2011年から2015年で実証運転を予定。参加企業は豪州がCS-Energy、Xstrata、Schlumberger。日本側はJ-Power、IHI、三井物産、JCOAL。最大CO₂回収量は75tpdで貯蔵サイトまでタンクローリー輸送。

5.5 インドネシア

2007年の一次エネルギー消費は石油(47.5%)、天然ガス(26.5%)に次いで石炭は24.3%。政府は2025年に33%まで代替国産燃料として石炭利用を拡大する政策である。石炭は外貨獲得の資源とも位置づけられ生産が急拡大、一般炭に限ればインドネシアは世界最大の石炭輸出国となっている。河川輸送や積出設備など輸送インフラが供給制約要因。

埋蔵量は43.3億t(無煙炭・瀝青炭17.2億t、亜瀝青炭・褐炭26.1億t)と生産に比して少ない。資源量的には褐炭の割合が58.7%と多く、低品位炭の有効利用技術がエネルギー安定供給上で重要。

2008年の生産2.84億t、輸出2.03億t。統計値に差があり、はっきりしない。今後5,100kcal/kg以下の低熱量炭利用が2010年10,000MW石炭火力計画(クラッシュプログラム)運用により急増する計画である。

低石炭化度炭の賦存割合が多く、改質、液化・ガス化、低品位炭コークス製造、CWMなどが技術課題。資源量12.8兆m³とも推定されるCBM開発も期待。

地方分権策と資源ナショナリズムのなか、2005年に国会上程された新鉱物石炭鉱業法(Na4/2009)が2009年1月に成立。(No.11/1967)法に替わるもので、国内供給義務(DMO)が強化され、鉱業事業許可(探鉱・生産)IUP制度へ移行し

た。DMOは内需を充足した場合のみ輸出が可能となるものであり、予測に基づき国内需要を決め、生産量から国内販売比率を決定し石炭企業に割り当て。価格も国際的価格指標(Argus、BJ-Index等)を参考にした石炭価格基準(ICPR)を政府が設定する。

採掘の深部・奥部化に伴い露天掘では不安定な残壁と残壁周辺に未採掘炭が放置されており、斜面崩壊や排水汚濁等の問題を引き起こすおそれもあり、環境調和型石炭開発(坑内掘を含む)モデル構築を現地は要望。

資源開発は森林保護法での規制があり、環境制約から坑内移行が急速に進む可能性があり、坑内掘技術の基盤形成が急務である。

5.6 ロシア・EU

エネルギー構成での石炭は41%の石油、26%の天然ガスについて17%。天然ガスは60%を輸入しており、その42%すなわち4分の1はロシアに依存している。エネルギー戦略の基本は2009年1月のEU産業・研究・エネルギー委員会勧告EUのグリッド、ガスパイプラインの連携強化による供給安定化。および、2050年には大気中GHG濃度を現在比で60~80%削減し、再生可能エネルギーを60%までに高め、更にはエネルギー消費を35%削減。中期目標の13%は2005年比。1990年比では20%削減となり、20-20-20計画とされている。これは2020年までにGHG排出量を20%削減し、20%の省エネ、再生可能エネルギーを20%とする計画。

生産は6億t以下であり、消費量の約8億tを自給できず輸入依存。消費はその7割が電力用炭で、主要石炭生産国は、ドイツ、ポーランド。CCSに関し、持続可能な化石燃料発電、2020年以降の石炭ゼロエミッションを目指し、2015年までに最大12件のCCS実証。CCS促進のための枠組みとして30MW以上の新設石炭火力にCCS設備の追加導入の評価が義務化されている。

6. まとめ

世界の石炭事情は、ワールドコールレポート(Vol.1)としてJCOALホームページ(<http://www.jcoal.or.jp>)で閲覧可能である。

参考文献

IEA: Coal Information 2009, IEA
IEA: World Energy Outlook 2009
EIA: International Energy Outlook 2009
BP: Energy Statistical Review of World Energy June 2009
METI: クリーンコール研究会報告書
METI: エネルギー白書2009
JCOAL: ワールドコールレポート Vol.1
JCOAL: コールノート2008

クリーンエネルギーでのチェンジ

武田アンドアソシエイツ（早稲田大学教授） 武田 修三郎

先の大統領選でアメリカはチェンジを標榜したオバマを選んだ。この後、彼は米経済に7,860億ドルを注入し、一方では「クリーンでゆるぎない(セキュア)エネルギー(と環境)」を新たな経済のエンジンに位置づけ、議会には「(温室効果ガスの排出権取引を含む)エネルギー法案」の成立を働きかけた。また、ゼネラルモーターズ(GM)の救済、金融システム監視のために金融改革法案、そして健康保険法の成立を合わせ行なった。まさしくチェンジの時代のリーダーにふさわしい働きぶりである。そして、2009年第3四半期にはアメリカ経済は3.5%の回復を見せ、本年は4.5%の成長という見通しがでた。

では、これはオバマ効果なのか。残念ながらこれらは自律回復とされ二番底の恐れが消えているわけではない。日本にはあまり伝わってこないが、オバマは厳しい国内政治に直面し、就任後半年時には歴代の大統領の中で最も急速に人気を失墜した。反動は収まらず、オフイヤーに行われたニュージャージーとバージニアの知事選では共に民主党候補が敗れ、バージニアでは18ポイントの大差がついた。この一年の総括は「如何にチェンジを行うのは困難か」であろう。では、現下の困難を超えてオバマがアメリカをチェンジへ導けるのか。ここではエネルギーを例にとり確かめる。なお、チェンジはアメリカだけでない。日本で起きたチェンジをエコノミスト誌は表紙に取り上げ、北斎の富嶽三十六景の一枚の富士山をドッカーンと爆発させ表現した。しかし、同じチェンジを標榜した日米双方が連携プレーを取れだしたかと言うとそうではない。対峙路線の気配さえあり、ここではこれらについても述べる。

アメリカの現状

議論のために現下のアメリカのエネルギー、本文を書いている11月中旬の時点のものだが、を5点まとめておこう。

第一は、オバマはコペンハーゲンまでに「温室効果ガスの排出権取引を含むエネルギー法案」を成立させることはできない、がある。理由は、民主党、化石エネルギー(特に石炭)に依存している州の上院議員の反対がある。オバマは前任者ブッシュと違い気候変動の取り組みに熱心で、就任直後にはコペンハーゲンの成功に全力を投じるのではないかと期待もあったが、とても期待はできない。ホワイトハウスにはアメリカのリーダーシップを確立するために、排出ガスの削減目標をだすべきという見方もあるが、統合性・拘束性を欠いたものをいくらだしても、成功に導くことはできない。つまり、この文が読まれる頃には世界は新たな軟着陸点をもとめBプラン、Cプラン・・が飛び交っている。

第二は、原子力路線へのコミットである。先のブッシュ

時代から復活の方向にあったが、より一層定着する。上記「エネルギー法案」を成立させるためにはオバマは共和党議員、特に、これまでも気候変動について深い関心を持ち原子力を推進してきたグラハム(サウスカロライナ)、マケイン(アリゾナ)、リーバマン(コネチカット)等の支持を得なければならず、結果、原子力へのコミットとなる。

第三は、「アメリカの石炭の選択(これは世界の選択でもあるが)はCCSが中心になる」がある。オバマは選挙中は石炭に厳しかったが、現在は、チュー・エネルギー省長官とホルドレン大統領科学技術補佐官が中心のPCAST(大統領科学技術会議)で最優先事項とする方針を打ちだした。また、オバマは10月24日のマサチューセッツ工科大学で行なったスピーチで「クリーンなエネルギー技術の開発競争に勝つ国が世界経済のリーダーになる」とし、この中核にCCSをおいた。チューはクリーンなコールがアメリカ最大の投資対象であり、国際協力、戦略上に最重要課題であるとした。既に世界でも同様の動きがでており、ロイター通信社は、IEA(国際エネルギー機関)の発表として、2020年までにCCSの商業化のために100基の大型プロジェクトが着工され560億ドルが投資、さらには、2030年までに6,460億ドルの投資、トータルで7,000億ドル余の投資、とした。

第四は、アメリカのエネルギーへの関心の高まりがある。これは投資家、起業家だけでなく、一般国民に及び、その範囲も再生エネルギーだけでなく(予想以上に埋蔵量のあることが分かった)天然ガス、あるいは世界、特にアジアでのエネルギー開発への関与がある。後で議論するが、日米でのコラボの土壌はできつつある。

第五は、サステイナブルなイノベーションを可能にする条件、つまり適正ルールと動機づけについてである。オバマのもとこれらへの投資とイノベーションを継続する体制が整いつつある。一方、発展途上国や一部EU諸国や北欧諸国やNGO関係者は、これに反する動きがあり、IPR(知的所有権)の無効化、WTOでのルールの変更等を働きかけている。これらは、太陽電池に対する膨大な支援と同じで、イノベーションをそぐ懸念がある。特に、経済の先行きが不透明で失業率も10パーセントを超えるだけにアメリカの懸念は一層強まる。日米はこれらの面で協働ステップを取る必要がある。

日米が検討する内容は更にある。米企業は中国政府や企業がエネルギーの技術移転で得た知識をもとに競争的企業作りを行おうとすることへの懸念がでている。その狙いは国内での競争力強化だけでなく、世界での競争力強化だけにその警戒心は強い。このままだと、アメリカはコペンハーゲンで何らかのコミットをした場合、あるいは「エネルギー法案」が成立した場合、国境炭素税といった貿易上の対抗的手段を講じてこよう。

アメリカのエネルギー開発体制の欠陥

オバマのもとでのエネルギー体制のチェンジを述べたが、これを試みたのは彼が最初ではない。デンマークの偉大な物理学者ボーアは、「予測は難しい、特に、未来の」としたが、それは人間が扱う全てのコモデティで言え、結果、グラット(余剰)とスキヤース(不足)がでる。グラットには技術開発と商業化が仕分けの対象となりスキヤースにはパニックの中に着手するパターンを繰り返すのだが、エネルギーでのリードタイムは2、30年になるのである。一方、アメリカの大統領の任期は最長で8年。共和党から民主党への政権交代でなくても大統領の交代の度に、前任者のものはすべて仕分け作業の対象となる。

これまでの経緯を見ておこう。近年におけるグラット時は原子力の平和利用とともにでた。アイゼンハワーは国連総会で「Atoms for Peace」のスピーチを行ったが演説は世界に熱狂的に迎えられた。AEC(米原子力委員会)が中心となり、世界のエネルギー需要動向とその開発体制をまとめている。1953年に報告書「Energy in the Future」として発表されたが、原子力だけでなく、再生エネルギーを始めさまざまなエネルギー源が取り上げられている。初めて、エネルギー政策とグリーンハウスガスとの関係についても触れている。結論は「2050年には世界はあらゆる種のエネルギー源を開発しなければならない、特に原子力と太陽エネルギーが必要であり、またエネルギー効率の向上が大事」である。しかし、グラットの中ではせっかくのこの試みは無視された。この後、20年に及ぶ、一バーレル・ドルの時代が到来した。

1973年の第4次中東紛争に端を発したオイルショックでスキヤースに入った。ニクソンはアメリカのエネルギーの独立を目指す「エネルギーインデペンデント」プロジェクトを打ち出している。この段階でプロジェクトは、ナノ・バイオ技術やスマート技術を除けば、原子力から、石炭液化、燃料電池から太陽光発電、ソーラーシステムまで現在提案されているものがほとんど出揃っていた。ただ、これらの多くはニクソン失脚後に、その殆どが作業仕分けの対象となった。この後の大統領も程度の差があるが、ミニ・スキヤース到来でエネルギー開発体制を立ち上げているが、その寿命は数年で終わっている。

これまでの失敗に配慮したのか、今回のオバマの開発体制は違っている。一つは、NAS(科学アカデミー)と連携を組み、広く基礎科学を進め、エネルギー技術開発でのイノベーションの環境作りに重点をおき、また、商業化を進めるために、マイクロチップやインターネットを育成した国防省のDARPA(国防高等研究計画庁)をモデルに、エネルギー省にARPA-E(先端研究プロジェクト庁)版を発足させ

た。軍や議会からの批判や抵抗を受けず、軍などの組織が投資を行わない隙間研究に投資を積極的に行うとするものである。ただ、これだけでは、率直に言って、十分ではない。国民から継続的支援を得る必要があり、このために、エネルギー先進国日本から学ぶ場の必要がある。

エネルギー先進国日本とのコラボは可能か

戦前・戦中に幾つかのプロジェクトがあったが、日本での本格的な体制は「Atoms for Peace」がきっかけとなった。科学技術庁が作られ、戦争中の油の一滴は血の一滴という記憶がある中、原子力が日本での準国産エネルギーとして位置づけられた。準国産とは、ウラン燃料は輸入しても、その後は相手国の恣意で止められることなく彼らの意思と努力(技術開発)により確保できるエネルギーという意味である。次いでより本格的な体制作りが第一次オイルショックの後に本格化した。資源エネルギー庁が作られ、二次オイルショックの後にNEDO(新エネルギー総合開発機構、現在では、新エネルギー・産業技術総合開発機構に変更)も発足し、太陽光発電、ソーラーシステム、地熱エネルギー、水素エネルギー、石炭液化、ガス化、燃料電池などの新エネルギーの開発、輸送、利用、貯蔵に関する技術開発のための中核的推進母体となった。

この後、政府は愚直と言えるほど予算をつけ、研究者も技術開発を推し進め多くの分野で世界の最高のレベルにまで達した。また、もったいない精神が定着しているためか、世界で最も省エネルギー技術が発展した。エネルギー先進国日本の誕生である。

しかし、この先進国にも欠陥がある。30年余り仕分け作業がないまま進められただけに、恐竜とは言わないが、現関係者には世界の同輩たちとは違う現状に合わない面を有している。つまり、境界を越えて研究者のコラボが不得手であり、要素技術の開発では素晴らしい能力を発揮するが死の谷を越えてのイノベートな動きにつながらない、自分の研究のビジョンや価値を第三者に説得するだけの能力を欠いた等である。決してこれらに皆無だとするのではないが、彼らの世界の同輩たちが国境を越え、分野を越えてのコラボに挑戦し、そして自分たちのビジョンを滔々と述べ説得していくのに比し数段落ちる。

この日本がアメリカとコラボするのは、いわば温室育ちの研究者とその研究を活性化の上で絶好の機会となろう。更に、これは上記チューではないが、国際協力、戦略上、最も効果があるのである。既に述べたが日米の関係がしっくり行っていないだけに、この面での効果も期待できる。また、アメリカは既にこれらに対中戦略上の最大の効果をもたらすものと位置づけているだけに、日本の対中戦

■スペシャルレポート

クリーンエネルギーでのチェンジ

略ももう一步踏み込む必要がある。

戦略上としたがこれを知るためには、日本の強みと弱み、何を得るのか、また、何を学べるかを計算しておく必要がある。例えば、日本がアメリカへ提案すべきなのは、クリーンエネルギー、そして、最先端技術での協力、省エネではクラウドを始めとする先端情報技術の発展をもとにしたもの、これらでのイノベーションを守るためにも知的所有権、技術移転、知的マーケットの場の作成、(単なる排出権ではなく)新たなマーケットづくりの可能性の模索であろう。JARPA-Eの設立も必要かもしれない。また、日本のエネルギーで再定義も必要になろう。日本では、これまで数多くのプロジェクトがだされているし、数多いエネルギー関連の法案もある。いずれも世界的に見てもトップの概念にもとづいたプロジェクトであるが、30数年再定義されていないだけに、国民にとって説得力を欠きだしている。

例えば、クリーンなエネルギー開発が経済回復に役立つを示すことも必要であろう。幸いにして、日本のあらゆる力を総合すれば、2025年まで日本がクリーンエネルギーの最大の輸出国となりうるのである。

エネルギー推進体制の再定義とその目標も必要であろう。エネルギー先進国の日本の首相は、オバマ以上に明確に「クリーンなエネルギー技術の開発競争に勝つ国が世界経済のリーダーになる」を彼の言葉で国民に説得すべきである。そう、オバマの前にも19世紀に近代の曙に大きな働きをした化学者リービヒはエネルギーの重要性を「シビリゼーションはパワーの経済」とした。経営学者ドラッカーは彼を近代技術者の先駆者としたが、この指摘は時空を越え、今後も続くものである。こう考えると、日本もクリーンエネルギーでのチェンジを図れるかが最大の課題となる。



挿絵 K.M

インド選炭モデル事業

本事業はNEDOのクリーン・コール・テクノロジー(CCT)実証普及モデル事業として平成20年度から平成23年度の3ヶ年間にまたがって実施される事業である。本事業を実施するに至ったインドの諸事情と、選炭モデル事業について、ここに紹介する。

1. インドのエネルギー事情

1.1 エネルギー消費の現状

図1に2003年度の各国の一人当たりエネルギー消費量を示す。世界平均1,688 kgoe(kg of oil equivalent)に対しインドは1/4の439 kgoeに過ぎない。

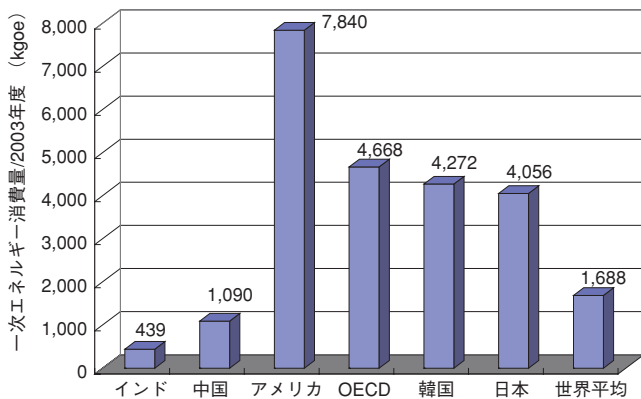


図1 一人当たりエネルギー消費量の各国比較

インドの人口は2007年の11億人が、2031年度に15億人に迫る勢いである。これら人々の基本的な生活レベルを確保するには少なくとも年8%のGDP成長率が必要であるとインド政府は考えている。仮にGDP成長率8%で迎えた2031年度でさえ、インドの一人当たりエネルギー消費量は1,250 kgoeと見込まれており2003年度の世界平均1,688 kgoeの3/4に過ぎない。

1.2 エネルギー需要見通し

図2に2031年度までのインドの一次エネルギー需要見通しを人口推移と共に示す。GDP成長率は8%時と9%時の二ケースである。2031年度を2006年度と比較すると、人口は1,114百万人から1,468百万人と1.3倍になるのに対し、一次エネルギー需要はGDP成長率8%時には542 Mtoeから1,836 Mtoeへ3.4倍に、GDP成長率9%時には550 Mtoeから2,043 Mtoeへ3.7倍に大幅に増加している。

一次エネルギー需要の中で特に大きな伸びを示すのが電力需要である。表1に2031年度までの電力需要見通しを示す。GDP成長率が8%の場合、2006年度の電力需要761 Billion kWhに対し2031年度の電力需要は5.1倍の3,880 Billion kWhに激増している。

JCOAL 事業化推進部 遠藤 一、小柳 伸洋

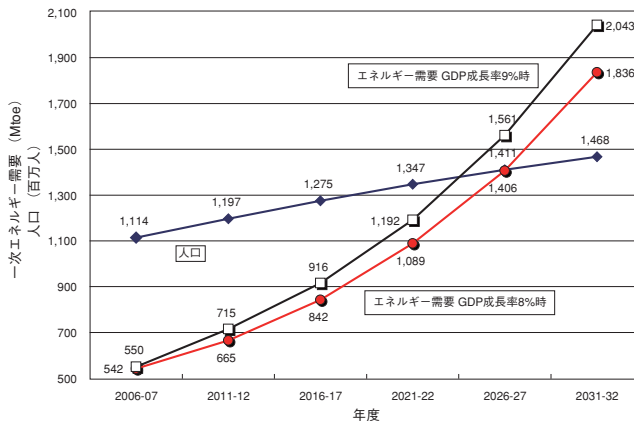


図2 一次エネルギー需要見通し

表1 電力需要の見通し

	電力需要					
	総需要 (Billion kWh)		ピーク需要 (GW)		必要容量 (GW)	
	GDP成長率		GDP成長率		GDP成長率	
	8%	9%	8%	9%	8%	9%
2003-04	633		89		131	
2006-07	761	774	107	109	153	155
2011-12	1,097	1,167	158	168	220	233
2016-17	1,524	1,687	226	250	306	337
2021-22	2,118	2,438	323	372	425	488
2026-27	2,866	3,423	437	522	575	685
2031-32	3,880	4,806	592	733	778	960

出典：The Planning Commission "Integrated Energy Policy Report of the Expert Committee" August 2006

1.3 エネルギー供給見通し

これら激増するインドのエネルギー需要をどうまかなうのか。2006年8月、国家計画委員会より総合エネルギー政策レポート(Integrated Energy Policy Report of the Expert Committee)が発表された。所轄省局や専門機関より編成された専門委員会(Expert Committee)が纏め上げたレポートである。このレポートは11通りのシナリオで2031年度までのエネルギー供給を見通し、さらにGDP成長率8%時と9%時の二ケースで見通している。想定された11通りのシナリオを表2に示す。このなか、シナリオ5(水力・原子力の最大化)

表2 エネルギー供給シナリオ(11通り)

Scenario	Description
1 Coal-Based Development 石炭をベースとした発展	Most electricity generation by the most economical option - which turns out to be primarily coal
2 Maximize Nuclear 原子力の最大化	Assumes nuclear development as per the optimistic scenario
3 Forced Hydro 水力の強化	Development of the entire (150,000MW) domestic hydro potential by 2031-32
4 Maximize Hydro & Nuclear 水力・原子力の最大化	Both nuclear and hydro as in 2 and 3
5 "4"+ Forced Natural Gas "4"+ 天然ガスの強化	16% of electricity generation from gas
6 "5"+ Demand Side Management "5"+ 需要サイドの管理	Demand side management reduces electricity demand by 15 %
7 "5"+ Higher Coal Power Plant Efficiency "5"+ 石炭火力の効率化	Thermal efficiency of future coal power plants increased to 38-40% for super critical boilers from 36 % for the present 500 MW
8 "6"+ Coal Power Plant Efficiency "6"+ 石炭火力の効率化	Both DSM and coal efficiency together
9 "8"+ Higher Freight Share of Railways "8"+ 鉄道輸送比率アップ	Railways freight share increased from 32 % to 50 %
10 "9"+ Vehicle Efficiency Increased "9"+ 自動車燃費向上	Fuel efficiency of all motorized vehicles increased by 50 %
11 "10"+ Renewables "10"+ 再生可能エネルギー	30,000MW of wind power, 10,000MW of solar power, 50,000MW of biomass power, 10Mt of bio-diesel and 5Mt of ethanol by 2031-32

出典：The Planning Commission "Integrated Energy Policy Report of the Expert Committee" August 2006

■JCOAL活動レポート

インド選炭モデル事業

および天然ガスの強化)が最も現実性が高いと専門委員会は評価している。

表3にシナリオ5の一次商業エネルギー見通しをエネルギー源別に示す。2031年度までのエネルギー需要の半量を石炭が担っているのが解る。

同表中、石炭の発熱量を4000kcal/kg、1 Mt of Coal=0.41 Mtoeとしてトン換算したものを図3に示す。2031年度の石炭供給必要量を2006年度と比較すると、GDP成長率8%時には2006年度488 Mtが2031年度には4.2倍の2,037 Mtに、GDP成長率9%時には4.6倍の2,285 Mtに激増している。

インドでは、地方で86%、都市部でも20%以上の家庭が糞ケーキ(Dung Cake)や薪といった伝統的な燃料を今でも使っている。これらのエネルギーは商業的な売買対象になっておらず、ユーザーが直接調達してきて使用するため非商業エネルギーと呼ばれており表3には含まれていない。

表3 一次商業エネルギー供給見通し

	水力	原子力	一次商業エネルギー供給 (Mtoe)							
			石炭		石油		天然ガス		計	
			GDP成長率		GDP成長率		GDP成長率		GDP成長率	
			8%	9%	8%	9%	8%	9%	8%	9%
2003-04実	7	5	167		119		29		327	
2006-07	8	7	200	204	140	142	35	36	390	397
2011-12	12	17	257	283	166	186	44	48	496	546
2016-17	18	31	338	375	214	241	64	74	665	739
2021-22	23	45	464	521	278	311	97	111	907	1,011
2026-27	29	71	622	706	365	410	135	162	1,222	1,378
2031-32	35	98	835	937	486	548	197	240	1,651	1,858
年平均伸び率	5.9%	11.2%	5.9%	6.3%	5.1%	5.6%	7.2%	8.0%	6.0%	6.4%

出典：The Planning Commission "Integrated Energy Policy Report of the Expert Committee" August 2006

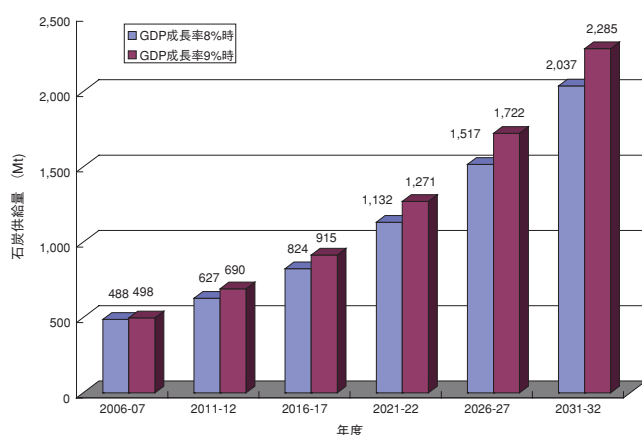


図3 石炭供給必要量見通し

2. インドの石炭事情

2.1 石炭資源

図4にインドの主要炭田を示す。インドの石炭資源の地質年代は、古生代二疊紀の石炭と、新生代第三紀の石炭および褐炭に分類される。このうち大半を占めるのがゴンドワ

ナ系と呼ばれる古生代二疊紀の石炭で地理的に偏在している。ゴンドワナ系の石炭の特徴は、硫黄・リン分は少ないが灰分(鉱物質)が多く、この鉱物質が石炭組織中に緻密に分布しているため選炭による灰分の除去が比較的困難である。

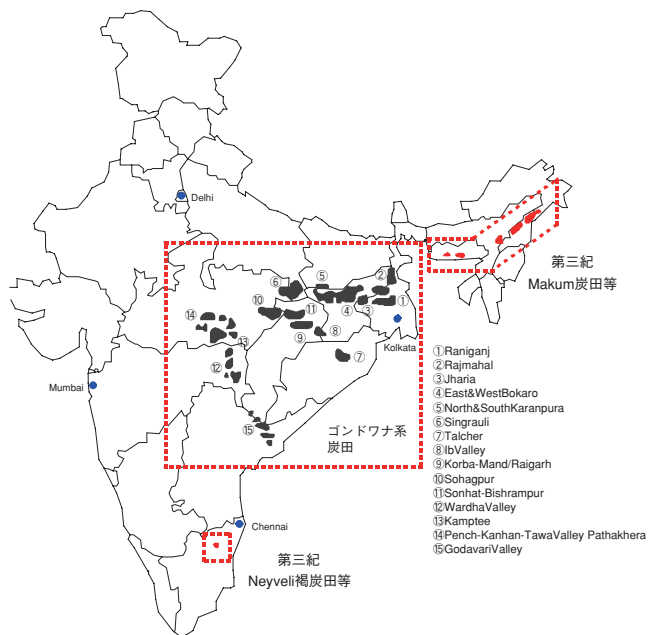


図4 主要炭田

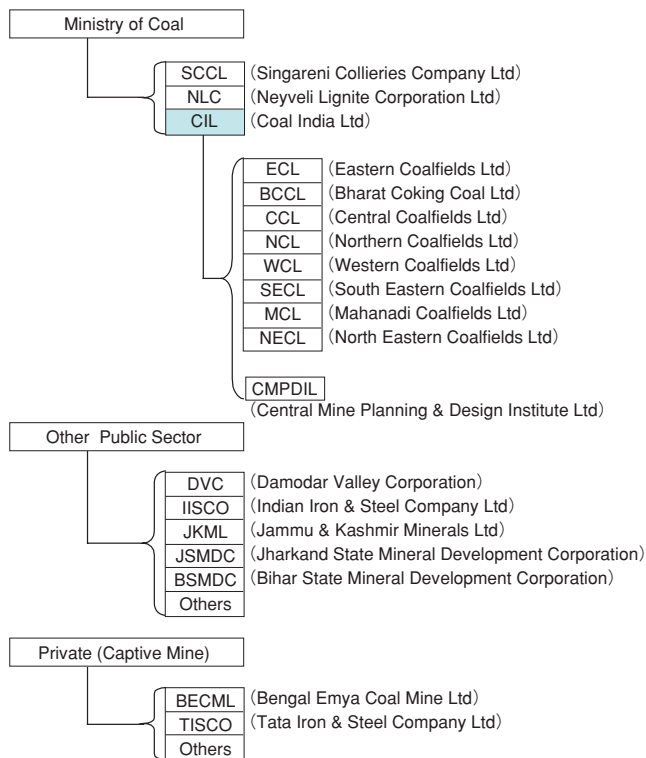
2.2 石炭生産

図5にインドの石炭生産組織を示す。三つの組織に大別されている。即ち、石炭省直轄の国営炭鉱(SCCLは国と州政府の合弁)、石炭省以外の公共炭鉱(Public Sector)、民間炭鉱(Private, Captive Mine)である。

生産量の8割以上がCILによるもので、8つの炭鉱会社と1つの設計会社(CMPDIL)よりなっている。

長い間の国営炭鉱による独占的な石炭生産は売り手市場を招き、国営炭鉱の低い生産性と相俟って石炭の慢性的な供給不足に陥っていた。そこで政府は石炭生産の民間部門への解放を強化した。但し、製鉄会社や発電会社が自家消費に使う石炭の採掘、発電やセメント等の政府が許可する最終需要が消費する石炭の採掘等、特定の最終需要が決まっていないと採掘許可は下りない。これら民間の炭鉱はCaptive炭鉱と呼ばれ、採掘許可の条件である最終需要家との繋がりはLinkageと呼ばれる。Captive炭鉱は国営炭鉱から鉱区が貸与され採掘権が付与される。貸与期間は20~30年、さらに20年の延長も可能である。

表4に原炭と褐炭の年度別生産量を示す。原炭生産量(除褐炭)は、1961年度の5,500万t台から徐々に増加し、1976年度に1億tを突破、1989年度に2億tを突破、1999年度に3億tを突破、2005年度に4億tを突破、2007年度には457百万tに達し



出典：Ministry of Coal

図5 石炭生産組織

表4 原炭・褐炭 年度別生産量

年度	原炭生産量	褐炭生産量	計
1998	296.508	23.419	319.927
1999	304.103	22.475	326.578
2000	313.696	24.247	337.943
2001	327.787	24.813	352.600
2002	341.272	26.018	367.290
2003	361.246	27.958	389.204
2004	382.615	30.411	413.026
2005	407.039	30.228	437.267
2006	430.832	31.285	462.117
2007	457.082	33.980	491.062

出典：“Coal Directory in India 2007-08” Ministry of Coal

ている。

原炭のうち一般炭(Non-Coking Coal)はその発熱量によってAからGまで等級付けられている(例えば等級Aは6,200 kcal/kg以上、等級Eは3,360~4,200 kcal/kg)。良質炭の枯渇や採炭の機械化により原炭品位は悪化の一途を辿っている。図6に示すように低グレードであるE・F・G級の比率が増え、2007年度の一般炭平均発熱量は3,790 kcal/kg程度に過ぎない。今後さらなる品位の悪化が予想されている。

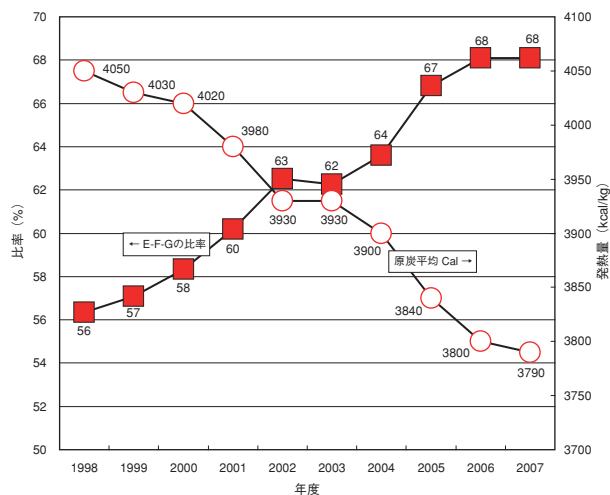


図6 原炭品位の推移

3. インドの選炭事情

3.1 灰分規制

産炭地域が偏在しているためインド国内に分散している発電所やセメント工場等の需要家まで石炭を長距離輸送する必要がある。表5に示すように1,000 kmの輸送を必要とする石炭は2009年度に全体の43%、2.15億tに達すると見込まれている。

悪化する石炭品位、増え続ける石炭需要、石炭輸送距離の増大に対処するため、2002年6月インド森林環境省は1,000 km以上輸送する電力用炭に灰分34%以下の規制を出した。選炭する以外、低灰分の輸入炭と混炭することで34%以下にすることも可能である。

表5 石炭輸送距離

	輸送量 (Mt)				
	1993	1996	2001	2006	2009
Pit Head	61	70	109	128	155
< 500km	39	50	51	55	70
500-1000km	22	30	30	47	60
> 1000km	43	50	95	170	215
計	165	200	285	400	500

出典：H17「インドにおけるCCT事業の導入可能性に関する基礎調査」NEDO March 2006

3.2 CCTロードマップ

2006年10月26日、科学技術省下の科学技術局と、インド重工メーカーBHEL社の協賛によりNew Delhiにおいてワークショップ：CCT Initiative “Roadmap of Future Development”が開催された。同会議では今後急増するエネルギー需要の半分を石炭でまかないつつ、環境に融和した石炭利用を継続するためにはCCTの導入が不可欠との認識の下、各技術の優先順位や導入時期等を明記したCCTロードマップが討議・採択された。表6にこれを示す。選炭がロードマップの筆頭に位置付けられている。

■JCOAL活動レポート

インド石炭モデル事業

表6 CCTロードマップ

Ongoing & near term-(< 5 years)	
★	Coal preparation, improved recovery, lower cost, rejects disposal etc.
★	R & M for improvement in power plant performance
★	Economy in coke consumption in steel plants-CDI, Stamp charging, energy recovery coke ovens. Similar steps initiated by cement and other coal-based industries
★	FBC, Super-critical power plant boilers, IGCC(Demo-unit)
★	Enhanced energy recovery from coal:CBM, CMM etc. (Pilot scale)
★	Coal liquefaction (Pilot scale)
Medium term-(5-10 years)	
★	IGCC, PFBC, Ultra-supercritical power plants
★	Enhanced energy recovery from coal:CBM, CMM etc. (Commercial scale)
★	Coal liquefaction (Commercial scale)
★	Zero Emission Technologies(ZETs) (Pilot scale)
★	Carbon sequestration (Pilot scale)
Long term-(> 15 years and beyond)	
★	Zero Emission Technologies(ZETs) (Commercial scale)
★	Carbon sequestration (Commercial scale)
★	IGFC, Hydrogen fuels from coal

3.3 必要選炭能力

2007年7月における選炭能力は建設中の工場も含め原料炭で32.37百万t/年、一般炭で86.85百万t/年である。第11次五ヶ年計画の最終年までに建設が必要な一般炭の選炭能力は、発表時期によって若干の違いはあるが1.6億～1.9億t/年程度である。2007年9月の発表では、CIL傘下の炭鉱会社がBOM方式(Build Operate Maintenance：建設資金をCILが融資し民間企業に建設・操業を委託するも所有権はCILに残し、民間企業による一定期間の操業を経てCILの操業に移行するか判断する方式)で、処理能力200万t/年/基×80基=1.6億t/年を2011年度までに建設するという。BOMの融資総額はINR 300～400億に達する。

4. 選炭モデル事業

4.1 事業実施場所

図7に事業実施場所を示す。本事業のカウンターパートであるMonnet Ispat & Energy 社がOrissa州Angul市に炭鉱、発電所(1,050 MW)、スチールプラントからなる石炭基地を建設中で、発電所の一角にモデル選炭工場を建設する。炭鉱はCIL傘下のMCLから貸与されたCaptive 炭鉱UTKAL-B2鉱区、選炭工場はBOMではなく自己資金である。この近辺は野生の象が出没する地域である。

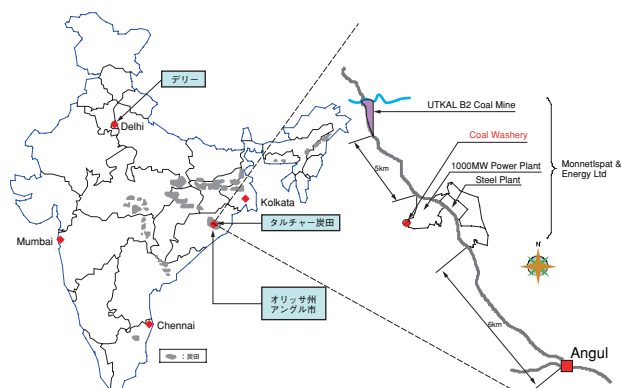


図7 モデル事業実施場所

4.2 選炭フロー

図8に選炭のフローを示す。受け入れた原炭を50 mm以下に破碎して可変波形型ジグで選炭し、精炭とボタに比重分離する。選炭能力は400t/時、図中の赤丸内が日本側の、それ以外はインド側の所掌である。図9に現在の配置計画を示す。

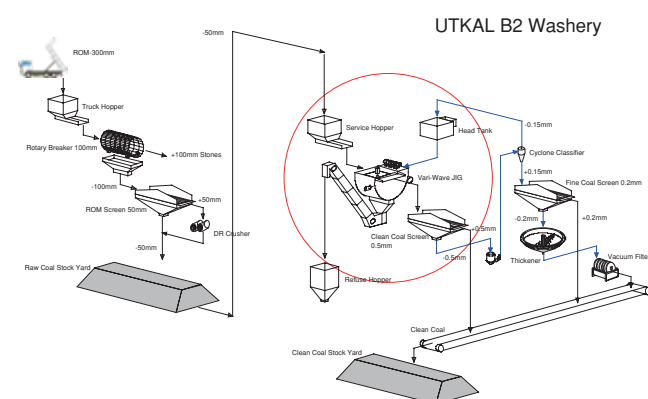


図8 選炭フロー

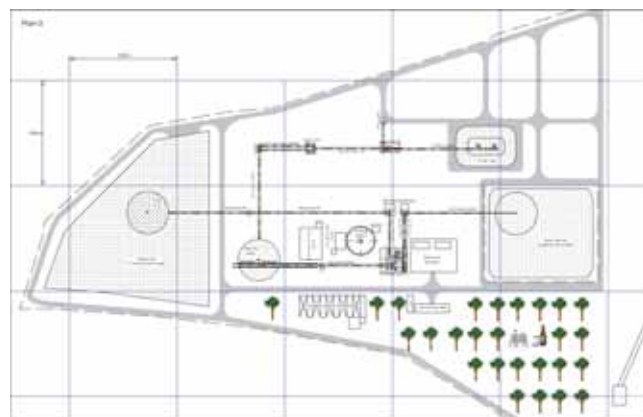


図9 選炭工場配置計画

4.3 事業進捗状況

現在、機器の製作中である。コアとなる部分は日本製であるが、今後の普及を考え缶体等の箱物はインド現地で調達している。写真1にカウンターパートによる日本製品の出荷前検査の状況を示す。

今後、平成22年2月から建設工事に入り同年10月に完成予定である。その後、実証運転を行ってデータを収集、モデル選炭工場の効率の高さをアピールしてインド国内への普及を図る。



写真1 出荷前検査状況

南東部アフリカ調査

JCOAL 国際部 串田 智

アフリカ大陸において、今後、石炭生産拡大を計画しているボツワナ、モザンビークでは石炭情報が十分とはいえないことから、10月下旬にこれらの国で情報収集を行うとともに関係者との意見交換を通じ、石炭生産・利用に関する現状と計画の最新情報を収集した。また、南アフリカを代表するサソール社の工場を視察した。

調査箇所と主な面談者は以下のとおり。

【ボツワナ】

- 鉱物エネルギー水資源省
ケディキルウィ大臣、ハバケ次官
- 地質調査所
- モルプレ炭鉱
- モルプレ石炭火力発電所
- ボツワナ・地質リモートセンシングセンター
鈴木哲夫所長(JOGMEC)
- 在ボツワナ日本大使館

【モザンビーク】

- 鉱物資源省
ノールマホネド副大臣、在モザンビーク瀬川大使

【南アフリカ】

- サソール・セクンダ工場

ボツワナでは経済産業省資源エネルギー庁國友石炭課長を団長とする、NEDO、JCOAL、日本企業4社からなるボツワナ石炭ミッションとして調査を行った。

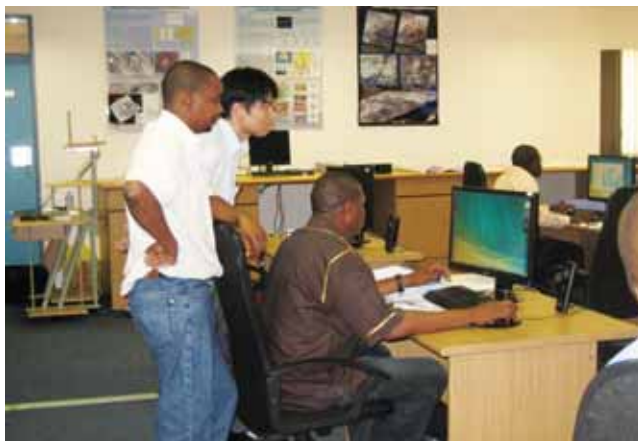


ボツワナ鉱物エネルギー水資源省
(中央：ケディキルウィ大臣)

1. ボツワナ共和国

ボツワナはイギリスの元植民地で1966年に独立した。人口は200万人弱。首都はハボロネ(Gaborone)である。独立当初は牛肉の輸出に依存する世界最貧国の一つであったが、

1967年にダイヤモンド、その後、銅、ニッケル、マンガン、石炭等の鉱物資源が発見され急成長し、1人当たりGDPでは南アフリカをも上回っている。ボツワナのGDPの47%は鉱物産業である。



ボツワナ・地質リモートセンシングセンター

＜ボツワナ石炭事情＞

ボツワナ地質調査所の資料によるとボツワナの石炭総資源量は約2,120億tと評価されている(このうち23%約480億tが確認・推定・予想埋蔵量、残り77%約1,640億tが仮想・理論資源量)。しかし、この石炭資源量はボツワナ地質調査所が探査権を与えた企業から得た報告書の数値を積み上げたものであり、精査したものではない。地質調査所も図書館的な役割になってしまっていることを認めている。今日までの探査活動では一般炭のみで原料炭は確認されていない。

石炭生産は同国東部のモルプレ(Morupure)炭鉱のみで実施されており、2008年には約83万tを出炭している。出炭の60%は隣接する国内唯一のモルプレ石炭火力発電所に供給している。その他の供給先は、銅・ニッケル精錬所等の国内ユーザーであるが、一部はジンバブエ、南アフリカ、ザンビア、コンゴ(民)にも輸出している。

石炭輸出の課題である輸送インフラのプレFSが世銀の支援下で2009年9月から工期12ヶ月で開始している。西部のナミビア大西洋岸ワルビスベイ(Walvis Bay)港へのカラハリ(Kalahari)横断鉄道、東部の南アフリカのエリスラス(Ellisras)へのリンクおよび北部ザンビアのカズングラ(Kazungula)へのリンクの3鉄道新路線が検討されることになっている。ボツワナ政府は豊富な石炭の開発を指向しダイヤモンドに次ぐ国家経済への貢献を期待している。

鉱物エネルギー水資源省等の意見交換において日本に期待している項目として下記4点に集約される。

- ① CBMプロジェクトの創設
- ② 石炭探査
- ③ 石炭液化技術

■JCOAL活動レポート

南東部アフリカ調査

- ④ 石炭火力発電に係るクリーン・コール・テクノロジー (CCT) の導入

<ボツワナ電力事情>

ボツワナの電力不足は危機的な状況であり、500MWの需要に対し自国で130MWしか供給できていない。不足分の大半は隣国の南アフリカ電力公社(ESKOM)から購入しているが、2010年から順次削減することになっている。南アフリカにおける電力不足も深刻な状況下において、来年南アフリカで開催されるワールドカップの影響で電力輸入が更に減少させられる懸念もある。ボツワナの電力需要は7~8%の増加が見込まれており、電力開発が急務となっている。後述するモルプレ石炭火力発電所の拡張が完了する2011年までは極端な電力不足が懸念されている。そのため、非常用電源としてディーゼル発電の導入も計画している。

<石炭増産計画>

従来は内陸輸送に伴う高価格の課題から国際的な需要は低く探査活動も低調であったが、国内および南部アフリカ開発共同体(SADC)域内の電力需要に応えるための山元発電と共に輸出を視野に入れた探査と開発が南アフリカに近い同国東部の4地域・6鉱区で進められている。

今後、モルプレ炭鉱では年産400万tの拡張計画があり、増産により国内の電力供給用炭とする。

マムブラ(Mmamabula)ではCIC Energy社が炭鉱開発を進めている。これはマムブラ発電所建設に向けた石炭供給、石炭輸出、石炭ガス化(Coal-to-Hydrocarbons: CTH)の



ボツワナ・炭鉱開発位置図

複合プロジェクトである。

その他、豪州資本の企業を中心としたJVがマムブラ地域等で炭鉱開発のプレFSを行っている。

- モルプレ炭鉱拡張 400万t
- マムブラ炭鉱開発プロジェクト 1,600万t
(坑内掘り4炭鉱合計)

<モルプレ炭鉱調査>

モルプレ炭鉱は1973年に開坑した国内唯一の炭鉱である。採炭方式としてはジョイ社製コンテナスマイナーとシャトルカーの組み合わせによる柱房式採炭を採用している。採掘丈は4.2m、坑道支保はロックボルトのみである。モルプレ炭鉱はボツワナ政府が50%、南アフリカのデビアス(De Beers)社が50%出資していることから、採炭現場では南アフリカの技術者が採掘を指導しており、非常に管理された炭鉱であった。モルプレ炭鉱にはダイヤモンド鉱山から転身してきた技術者が多い。



モルプレ炭鉱入坑時

<モルプレ石炭火力発電所調査>

発電量はボツワナ電力需要の約25%にあたる年間132MWである。ボイラー4基、33MWタービン4基(そのうち1基は東芝製:円借款利用)からなる。現在、老朽化により、発電効率が20%台と悪く、他に様々な支障が出ており、発電所のメンテナンスなど技術的なサポートを期待している。

本年度JICAがモルプレ発電所リハビリテーションの調査を実施している。JICAによるアセスメントが実施されることに期待している。

<電力増強計画>

- モルプレ発電所
 - ① 既存ユニット(1~4)のリハビリ



モルプレ石炭火力発電所

② ユニット5 & 6の拡張(FS終了)

③ 拡張(モルプレBプロジェクト)計画

フェーズ1 150MW×4基=600MW

2011年の第2四半期の運開計画

フェーズ2 600MW

○マムブラ・エネルギー・プロジェクト

CIC Energy社がマムブラ炭鉱開発プロジェクトと並行して実施している計画で、発電所(1,200MW)を建設するものである。ボツワナの電力需要を満たすものに加えて、南アフリカへの電力供給の意味合いが強い。

CIC Energy社はESKOMとボツワナ電力公社(BPC)と売電に関する同意書を締結している。なお、発電所新設にかかるエンジニアリング、資材調達、建設は中国上海電気集団に決定している。

2. モザンビーク共和国

モザンビークは1975年にポルトガルから独立した。人口は約2,000万人。首都はマプト(Maputo)である。独立後17年に渡る内戦後、国連PKO活動を経て1990年代後半には平和の定着とともに毎年6%前後の経済成長を遂げ、南アフリカ等からの投資も活発化し、アフリカのモデル国的な存在になっている。

<モザンビーク石炭事情>

かつてテテ(Tete)州モアティーゼ(Moatize)地域で石炭を生産していたが、内戦に伴いベイラ(Beira)港につながり石炭輸送経路であるセナライン(Sena Line)が破壊されたことで、石炭輸出の減少とともに生産量も減少した。現在はモアティーゼ地域にある坑内掘炭鉱1箇所だけになっている。

しかしながらモザンビークにおける石炭政策の転換により採掘権の認可が進み、北方地域を中心にインド、豪州、中国、日本など、世界中から数多くの企業が探査活動を行っている。既に多くの採掘権を発行しているため、残りわずかな鉱区へ新たな採掘権を与えるのは困難な状況であり、モザンビーク政府は既に採掘権を持っている企業とのJVを勧めている。

その中で、現在、モザンビークでは2つの炭鉱開発プロジェクトが進んでいる。

ブラジル資本バーレ(Vale)社が開発中のモアティーゼ・プロジェクトと、隣接鉱区である豪州資本リバーズデール(Riversdale)社とインド資本タタ製鉄(Tata Steel)がJV(Riversdale 65% / Tata Steel 35%)で進めるベンガ(Benga)・プロジェクトである。既に両プロジェクトとも、モザンビーク政府から炭鉱開発の認可を受けている。2010年の出炭を予定しており、2016～2018年には3,000～4,000万tの石炭が輸出される見込みである。

このようなVale社による炭鉱開発活動に対し、JBICから必要な資金を融資している。

最近Riversdale社はザンベジ川流域に15億t以上の石炭を発見し、ザンベジ・プロジェクトとして開発する予定との発表があるなど多くの企業が活動をしている。

その中で日本の活動として、新日鐵グループが一部NEDOの補助を受け、テテ州で探査活動を実施中である。

また、NEDOは輸送インフラや現地の地質状況等について情報収集を実施している。

モザンビーク政府はコールバットメタン(CBM)の開発も視野に入れており、一部地域で探査活動を実施している。日本を含めた技術的な支援を受けるパートナーを求めている。

<輸送インフラ整備>

前述のとおり、石炭輸送インフラが整備されていないため、モアティーゼ～セナ～ベイラをつなぐセナラインの補修工事が進められている。これは補修の第一段階と位置付け、年間400～600万tの石炭輸送能力が見込まれている。セナラインの管理は民間で行われているが、管理会社の資本構成としてVale社が51%出資している。なお、補修作業はモザンビークとインドの企業が実施している。

セナラインの石炭輸送能力の増強に伴い、2011年までにVale社はベイラ港に新石炭専用ターミナルを建設する予定である。ベイラ港は水深が浅いため、浚渫を行い、400～600万t/年以上に増強する必要がある。

モアティーゼ地域の生産活動によって、2016～2018年には3,000～4,000万tの石炭が輸出される見込みであるため、セナラインの増強以外にも別の輸送手段の計画が検討されている。

■JCOAL活動レポート

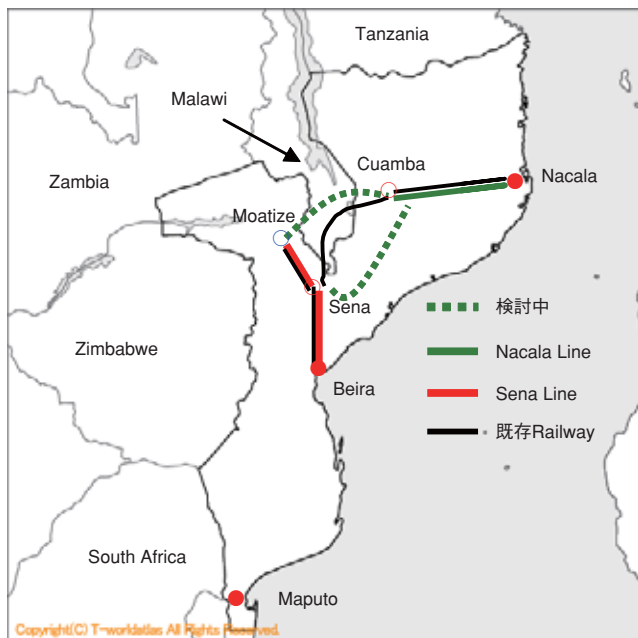
南東部アフリカ調査

その手段のひとつは、石炭専用の港を持つナカラ(Nacala)港に鉄道路線で結ぶナカラライン(Nacala Line)である。

2009年10月、Vale社とモザンビーク政府との間で、ナカララインの新設と港湾整備にかかる覚書に署名した。これは、Vale社が将来の石炭輸送ルートの確保を目的としたものとされる。その後、Vale社はモザンビーク鉄道公社等とJVを立ち上げている。事業内容は既存のナカラ鉄道のグレードアップとモアティーゼからナカラへつなぐ200～300kmの新ラインの建設からなる。マラウイを通るルートにするのか、モザンビーク国内のみのルートにするかは今後検討して決める予定である。

ナカラ港に面した場所に新たな港を作る予定がある。浚渫のために12～20m水深が必要なため、この2つの計画を実施するには十分な投資が必要で15億ドルほどの投資が必要とされている。モザンビーク政府は日本からの支援に期待している。

その他、ザンベジ川のバージ輸送や石炭専用鉄道建設の構想が存在している。



モザンビーク鉄道拡張計画

表1 南アフリカ石炭生産量・輸出货量

単位：百万t

年	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
石炭生産	206.211	224.200	242.821	244.986	244.774	247.666	235.750
うち一般炭	196.046	220.996	241.574	243.346	243.190	246.058	234.219
輸出	59.676	69.910	67.946	71.442	68.747	65.821	61.841

3. 南アフリカ

＜サソール(Sasol)・セクンダ(Secnda)工場＞

南アフリカでは、サソール社による石炭生産から石炭液化(CTL)、ガス液化(GTL)、合成燃料、ポリマー等の化学製品等の製品製造・販売までの一貫した事業の展開を行っている。

サソールの事業は3つの分野に分類できる。

- ① 鉱山、プラント、石油、ガスなど
- ② 合成燃料、CTL、GTL、石油上流探査など
- ③ 化学薬品、ポリマー、エチレン、プロピレン、溶剤、アルコール類やアンモニア製造など。

セクンダ工場は東西3.6km、南北2.6kmの敷地面積を持つ。東西40基ずつ計80基のガス化炉が隣接して設置されており圧巻である。セクンダ工場で消費される石炭は周辺の炭鉱から調達している。炭鉱からは、1日13万t、平均して年4,400万tの石炭の生産を行っている。

工場敷地内にカメラの持ち込みは禁止されており、プラントの全容を紹介できないことを了承願いたい。



サソール・セクンダ工場(敷地外から撮影)

第4回日中省エネルギー・環境総合フォーラム

JCOAL 資源開発部 平澤 博昭 事業化推進部 齋藤 孝史

経済産業省、財団法人日中経済協会、中国国家発展和改革委員会、中国商務部が主催する第4回日中省エネルギー・環境総合フォーラムが平成21年11月8日(日)、中国北京市人民大会堂で開催された。

同フォーラムは日中両国が官民一体で中国での省エネ・環境改善に取り組むもので2006年から毎年開催されている。省エネや環境改善の効果が大きい協力事業を特にモデルプロジェクトと位置付け中国国内への普及を進めている。今回日本からは直嶋経済産業大臣、石田資源エネルギー庁長官を始め500名以上が出席した。JCOALからは中垣会長、並木理事長以下8名が出席した。

省エネ・環境に関し42件の協力を進めることで合意したが、この中にはJCOAL-中国石炭工業協会の「日中の石炭分野における協力事業の推進」、JCOAL-中国建築材料聯合会の「石炭火力発電所からの副産物の総合利用に関する協力」、JBIC、JFC、JCOAL-中国電力記号聯合会の「石炭火力発電所の省エネ・環境診断及び技術改善事業」が含まれている。

今回は初めての試みとして8日の午後に発電・石炭分科会が開催されると共に、フォーラムに先立ち、地方視察も行われた。

以下地方視察と発電・石炭分科会について報告する。これには石炭課、NEDO、JCOAL、三菱重工業、川崎重工業、大阪ガスが参加した。



写真 北京市人民大会堂

1. 地方視察「南桐集団」

重慶地区の主要石炭企業である南桐集団の南桐炭鉱の炭鉱メタンガス(CMM)関連施設を視察した。南桐集団は百大石炭企業の一つであり、60年の歴史を持つ。現在6カ所の炭鉱で原炭350万tを生産している。南桐炭鉱は年間石炭生産量75万tで、1,200万m³のCMMを回収している。CMMは民

生用と4基の工業用ボイラー、ガラス工場で利用している。ボイラー蒸気は浴場、乾燥場などで利用している。現在発電には利用していないが、2009年3月にCMM発電CDMが国連登録されたため、来年から発電を開始する計画である。

現在の回収CMM濃度は40%以上で、回収したCMMの利用率も40%である。日本との協力ニーズは低濃度CMMの濃縮とVAM利用技術であり、ボタ発電については既に英国と協力を進めている。

2. 地方視察「煤炭科学研究総院重慶研究院」

中国の石炭及びCMMの概況について意見交換すると共に、重慶研究院が製造販売しているガスセンサー、自己救命機、救護隊設備等の保安機器の視察を行った。

2008年における炭鉱数は17,352でありその内国有重点炭鉱が1,051、地方・郷鎮炭鉱が16,301であるが、国有重点炭鉱の生産量が全体の半分以上を占めている。炭鉱は全国26省、1,260県に所在しており、高ガス炭鉱が4,462炭鉱、突出炭鉱が911炭鉱である。露天炭鉱は労働者数が全炭鉱労働者の0.3%に過ぎないが、生産量は全体の6%を占めている。

2002年の炭鉱事故は4,344件、死亡者は6,995人であったが、2008年には1,954件、3,215人に減少している。生産百万tあたりの死亡率は2002年の5.0が2008年には1.4に減少している。

2001年～2006年の10人以上の死亡者が発生した事故の80%はガスに起因するものであり、30人以上の死亡者事故では83%となる。1949年以降100人以上が死亡した事故は24件発生したが、その内21件がガス事故である。

最も発生件数の多い事故は天盤崩落であり、全事故件数の55%、全死亡者数の43%を占める。次がガス、三番目が水害であり、3人以上が死亡した事故の内、この三種で90%以上を占める。

2007年にガス抜きを行っている炭鉱の数は、貴州省122、山西省122、河南省44、遼寧省21、重慶市21、四川省20、安徽省19、黒竜江省15、河北省12、江西省8、寧夏6である。ガス抜き量は山西省1,973百万m³、遼寧省255百万m³、安徽省210百万m³、河南省277百万m³、重慶市330百万m³、貴州省556百万m³である。

2001年のガス抜き量は9.8億m³、利用量は5.23億m³、ガス利用率は約50%、2008年のガス抜き量は58億m³、利用量は18億m³でガス利用率は約31%に減少している。炭鉱メタンガスの回収・利用に関する課題は、①低浸透率・突出炭層へのボーリング技術、②硬炭層への指向性長孔ボーリング技術、③低濃度ガスの利用技術、④VAMの利用技術、⑤複雑な地質状況下での盤圧制御と突出対策技術である。

■JCOAL活動レポート

第4回日中省エネルギー・環境総合フォーラム

3. 地方視察「重慶 石炭分科会」

日本側から三菱重工業のCMM/VAMガスエンジン発電モデル事業、川崎重工業の触媒VAMタービン技術開発、大阪ガスの炭鉱メタンガス濃縮技術開発について紹介すると共に重慶市政府関係者との意見交換を行った。

4. フォーラム「北京 発電・石炭分科会」

國友石炭課長が議長となり分科会を開催した。

クリーンコールテクノロジーと炭鉱メタンガスの二つのセッションで、それぞれ日中双方から3件ずつのプレゼンテーションを行った。

中国の発電業界のエネルギー効率の向上

中国電力企業連合会 米建華 主任

火力発電の発電量・効率の推移と、効率向上に関する対策について、2007年度に行われた日中同事業であるJBIC/JCOALとの省エネ診断も紹介し、効率化達成状況の報告がなされた。火力発電の発電量は2000年時点の2億kW強から2008年で6億kWと大きく増加しているが、石炭消費量は390g/kWhから340g/kWhと改善しており、小発電所の廃止・熱電併給・省エネ診断と改造・効率ベンチマークなどの対策が大きく貢献している。今後の方向として省エネ・排出削減は社会的責任を果たさなければならないが、1次エネルギーの構成比の最適化や、火力発電所の運行管理改善、更には国際協力を進めていかなければならない。

華能のグリーン石炭発電経過の進展と挑戦

中国華能緑色煤炭電公司 齊春松 副総経理

天津グリーンジェンの説明。2004年に石炭火力発電の効率向上計画として天津IGCCプロジェクトを打ち出す。2008年に国家プロジェクトとして発足し、2009年5月に発展改革委員会の承認後に建設を開始した。第1期は2011年迄にIGCC25万kW/2,000tを稼動する見込み。第2期2014年迄にはCO₂分離研究を進め40万kWの建設を進める。第3期2016年にはゼロエミッションCCSの実現を目標としている。

高効率でクリーンな発電技術

中国東方電氣集團 黃偉 副総経理

高効率クリーン発電技術を達成するために、超々臨界ユニットへの対応を進め、CFB循環流化床ボイラー設備や石炭ガス化などに取り組んでいる。長期的な発電比率として2040年以降2100年迄には太陽エネルギーが全体の60%以上となると予測しており、原子力・水力・風力に加え太陽電池多結晶シリコンプロジェクトや太陽高熱転換装置へも力を入れている模様。

J-POWERにおける石炭火力の高効率化

電源開発・火力エンジニアリング部 新井部長

J-POWERにおけるUSCとUSC用材料の開発について、磯子火力に絡めて説明。EAGLE-PJ(IGCC)建設もこうした材料開発が重要な要素となる点を留意し、開発が進められている。

中国石炭火力リノベーション事業の展開について

中国電力・電源事業本部 森田専任部長

2007年中国リノベーション事業その後について、華能集団とのMOU締結の経過を踏まえ、三隅発電所・玉環発電所の技術協力契約締結に繋がった内容を説明。発電所運用面でのソフトウェア部分が大きいものであり、今後の日中協力の指標となる内容である。

石炭ボイラの省エネ環境改善—ソフトウェア技術を活用した高効率最適燃焼

出光興産 石炭環境研究所 藤原所長

出光の石炭ボイラー燃焼シミュレーションについて2007年中国リノベーション事業を例に説明。又石炭評価システムやストーカーボイラー最適運転支援システムの挿入事例も含め、中国での展開を説明。今後の事業展開について参考となる事例である。

中国の石炭層ガスの開発と利用

中聯煤層気公司 郭本広 副総経理

2006年資源評価結果によると、-2,000m以浅のCBM資源総量は36.8兆m³、-1,500m以浅における回収可能CBM資源量は10.9兆m³。2008年末までに中国国内で探査により判明したCBM埋蔵は1,334億m³、うち中聯煤層気社が402億m³を占める。

ガス災害を防止するとともに回収ガスを有効利用することにより、未利用エネルギー利用・温室効果ガス低減を進めるために1996年に中聯煤層気社設立。CBM探査、開発、輸送、販売、利用を実施している。

現在探査権ブロック65,000km²、採鉱権ブロック451.88km²を所有。2008年末時点で掘削井3,500孔、生産能力15億m³/年、現在の生産量は5億m³/年。

国家モデルプロジェクトとして、山西省沁南、潘庄、柿庄南、柳林、寿陽、臨興、宿南等で探査が進められている。対外協力としてはカナダとのCO₂-ECBMプロジェクト、英国とのニアゼロエミッションプロジェクト、EUとのCO₂注入によるECBMプロジェクト、中豪日のAPPスキームECBMプロジェクトなどがある。安徽省皖北ではCDMプロジェクトを実施、56,000t-CO₂e削減、収益は48万ユーロである。

端氏～沁水～西、端氏～晋城～河南博愛、晋石炭集団～晋城パイプラインを建設、各々の長さは35km、98km、45kmである。

現在炭層ガスは民生用・工業用燃料、発電、自動車燃料、カーボンブラック等に利用。未利用エネルギー利用、温室効果低減の意味から開発は重要と考えている。炭層ガス産業発展のため、税制優遇、補助金支給などがなされている。中聯煤層気社としては2015年に年生産50億 m^3 、2020年110億 m^3 を目標としている。

阜新鉍業(集団)有限責任会社の炭層ガス利用状況の紹介 魏化興 副総工師

阜新集団は100年の歴史を持ち、累計生産量7億t弱。現在8本のガス生産井を所持している。ガス含有量は石炭1tあたり10~12 m^3 。国と省政府の支援を受けて、一通三防(通気確保、ガス・炭塵・火災防止)を促進。ガス対策を特に強化している。

2008年のガス湧出量363.38 m^3/min 、このうち回収量は187.65 m^3/min (51%)、VAMが175.73 m^3/min (49%)。現在のガス回収能力は3,535 m^3/min 。濃度は15~60%。2008年の総ガス回収量は9,894 m^3 、今年は1.2億 m^3 が見込まれている。

ボーリングは地表ボーリング、坑内ボーリングを実施。地表からは垂直あるいは水平分岐で40本掘削されている。坑内では上盤ボーリングの他採掘跡回収、水圧破碎による事前回収など様々な方法を実施している。

利用規模も促進しており、2004年にはガス発電所建設開始、現在発電総量100MW。炭層ガス利用量は2008年4,300万 m^3 、利用率は43%。

現在様々なプロジェクトを展開中。アジア開発銀行の貸付金を利用した炭層ガス開発利用プロジェクト、CDMプロジェクト、低濃度ガス濃縮プロジェクト(NEDO事業)、VAM利用プロジェクトなどである。

炭層メタンガスの開発・利用状況の報告

(晋城無煙煤集団有限責任公司 何輝 副総工師)

1958年設立(当時：晋城鉍務局)。50社の子会社を持つ。中国石炭企業第9位。現在9生産坑井、石炭生産能力3,840万t/年。炭層ガス生産井1,453孔、ガス生産量7.76億 m^3 。発電設備容量189MW、うち120MWが炭層ガス(中国最大規模)。アンモニアも炭層ガスから800万t/年生産している。石炭生産の他ガス、発電、化学利用を行う総合発展、環境保護型鉍山を目指している。

2008年の炭層ガス総回収量7.76億 m^3 (全国の15%)。うち坑内回収が4億 m^3 (全国の8%)、地表回収が3.76億 m^3 (全国の75%)。2009年1~10月の地表掘削ボーリング1,838孔、回収ガス量4.9億 m^3 、坑内でのガス回収量は4.5億 m^3 。2008年のガス利用量は3.17億 m^3 (全国の20%、地表回収ガス1.59億 m^3 、坑内回収ガス1.58億 m^3)である。

寺河鉍では2001年15MW炭層ガス発電開始、今年7月には120MW発電所操業開始。年間発電量は8.4億kWh、坑内ガスを年間1.8億 m^3 利用可能。今後さらに200MW設備容量を追加する予定。

晋城では2005年に民用ガスを水性ガスから炭鉍メタンに切り替えた。周辺地域の陶磁器、ガラス、鉄鋼会社にも供給を行っている。また、CNG、LNG生産工場を建設、CNGは乗用車に利用してガソリン利用低減を図っている。

現在45.2km、輸送能力10億 m^3 /年のパイプラインを建設し、すでに操業に入っている。CDMを中国企業としては初めて導入、5団体と取引を行い、1,075万t- CO_2e を売却した。第一約束期間で約1億ドルの収入を見込んでいる。

炭層ガス効率回収は、保安(災害防止)、環境保護(ガソリンよりも環境への影響が少ない)、経済(ガソリン代替としての経済効果、利用分野拡大)、社会(資源の総合利用の促進)といった4つの効果をもたらしている。炭層メタンガス産業の発展は、保安改善、クリーンエネルギー利用、資源浪費低減、環境保護等でプラスとなる。



写真 北京 発電・石炭分科会

5. 地方視察「天津グリーンジェン 発電分科会」

中国IGCCプロジェクトの建設現場を視察し、計画・進捗の説明を受けた。2004年に石炭火力発電の効率向上計画として天津IGCCプロジェクトを打ち出し、2008年にプロジェクトとして正式発足した。TPRI設計の試験ガス化炉36t/日のプロジェクトをベースに2,000tを計画、建設中であり、第1期は2010年迄に25万kW/2,000tと試験棟を建設、第2期は40万kW・ CO_2 分離研究、第3期はゼロエミッションCCSの実現を目標として進めている。米国・欧州・豪州との交流も積極的に進めているようであるが、今回日本側の電力メーカー・設備メーカーの参加による情報交換によって密度の高い意見交換を行った。

国際資源開発人材育成事業「国内外現場実習」

JCOAL 国際部 田中 耕一

1. はじめに

METIから委託の「国際資源開発人材育成事業」は、今年度が2年目であり、本事業では、産業界と大学が連携して、資源開発分野の魅力を学生にアピールし、優れた国際資源開発人材を育成するためのプログラムを開発することを目的としている。

具体的な人材育成プログラムは、座学、国内外現場実習、教材開発を基本ツールとして実施しているが、学生を対象とした国内外現場実習を大学の夏休み期間に実施したので報告する。

2. 国内外現場実習

これら10のコースの内、国内現場実習(北海道コース)と、海外現場実習(カナダコース)を報告する。

2.1 国内現場実習(北海道コース)

参加学生：4名(山口大学4年、秋田大学修士2年、九州大学4年、九州大学2年)

(1) 北海道大学

石炭に関する講義を行った。

講義内容は、①総論、②採炭法、③鉱山保安、④選炭法。

九大4年生以外、石炭の講義は初めてで、最終日に、学生の感想を聞くと、研修初日に講義を受けたことは、後日の研修に大いに役立ったとのことであった。

(2) 砂子炭鉱

はじめに、北海道の石炭の歴史及び砂子炭鉱の概要説明を受ける。その後、採掘現場を見学した。学生へのインパクトも大きい。



砂子炭鉱(石炭層)

(3) 新日鐵室蘭製鉄所

製鉄プロセスの説明を受けた後、高炉、中央監視室、棒鋼工場の見学を行った。

(4) 北海道電力苫東厚真石炭火力発電所

発電能力は、1号機(35万kW)、2号機(60万kW)、3号機(8.5万kW：加圧流動床複合発電)、4号機(70万kW)の合計173.5万kW。

発電方法全般を学んだ後、発電設備を見学した。

(5) 苫東コールセンター

貯炭ヤードにおいて貯炭管理、ユーザーへの販売、輸送方法について学ぶとともに、石炭荷降ろし中の石炭専用船に乗船し、石炭の船輸送方法を学んだ。



苫東コールセンター(コールヤード)

(6) 釧路炭鉱

掘進現場、採炭現場、中央司令室、選炭工場を見学し、坑内掘移動炭鉱の実際を感じてもらった。



釧路炭鉱(集中監視指令室)

コース	分類	実習期間	実習日数	実習人数	実習場所
1	国内現場実習(北海道コース)	8月2日～8月8日	7日間	4名	大学、炭鉱(露天掘)、炭鉱(坑内掘)、製鉄所、石炭火力発電所、コールセンター
2	国内現場実習(九州・四国コース)	8月2日～8月7日	6日間	4名	大学、石炭火力発電所、石灰石鉱山、金属鉱山(露天掘)
3	海外現場実習(豪州・NSW)	8月31日～9月7日	8日間	7名	炭鉱(露天掘)、炭鉱(坑内掘)、大学、石炭積出港
4	海外現場実習(豪州・QLD)	9月15日～9月25日	11日間	6名	大学、炭鉱(露天掘)、炭鉱(坑内掘)、金鉱山
5	海外現場実習(カナダ)	9月14日～9月25日	12日間	6名	炭鉱(露天掘)、オイルサンド鉱山(地中回収法)、オイルサンド鉱山(露天掘)、石炭火力発電所、石炭積出港
6	海外現場実習(インドネシア)	8月31日～9月7日	8日間	6名	炭鉱(露天掘)、金鉱山
7	国内滞在実習(釧路炭鉱)	8月31日～9月11日	12日間	2名	炭鉱(坑内掘)
8	国内滞在実習(鳥形山鉱山)	9月7日～9月11日	5日間	2名	石灰石鉱山
9	海外滞在実習	7月23日～10月7日	77日間	1名	大学(ポーランド)
10	社会人向海外実習	1週間	3月上旬	若干名	炭鉱(坑内掘、露天掘)、港湾施設、大学、政府機関(オーストラリア)

(7) 所感

学生は、概して、石炭に関する知識が乏しかった。しかしながら、一週間の研修にもかかわらず、研修終了後のヒアリング結果をみると、全ての学生が、資源開発(石炭)に対する印象が良くなっていた。また、学生が日に日に知識を蓄積しているのを感じた。資源開発人材育成プログラムの自立化に向けて、国内現場実習(見学型)も充分、学生に資源開発の魅力をアピールでき、資源分野への就業意識の向上につながれると感じた。

2.2 海外現場実習(カナダコース)

参加学生：6名(北海道大学3年2名、秋田大学修士1年、東京大学修士1年、京都大学4年、九州大学修士1年)

(1) JACOS Hangingstone Site オイルサンド鉱山(InSitu法)

JACOS社は、アルバータ州のAthabasca地域で生産を行っている。オイルサンドに含まれるビチューメン(bitumen)の割合は約1~20%。このオイルサンドからビチューメンを抽出するのに、オイルサンドに熱湯を注ぐ熱湯抽出法が開発された。現在、オイルサンドの採掘法は、露天掘と、InSitu法(地中回収法)に分かれる。露天掘はOverburdenを除去して、オイルサンド層を採掘する。InSitu法は、1982年米国特許を取得したSAGD(Steam-Assisted Gravity Drainage)法が、現在一般的である。SAGD法は、上下2本の水平孔(上下の孔間隔は5m)を地上よりボーリングで掘り、上の水平孔から蒸気をオイルサンド層に注入して、溶け出したビチューメンを下の水平孔から回収するものである。SAGD法によるオイルの実収率は50~60%と高いと言う。はじめに、SAGD法とオペレーションの説明を受けた後、現場を見学した。学生は、日本で事前講義を受けたこともあり、英語での説明も結構理解できたようで、活発に質問をしていた。



JACOS社鉱山(生産井)

(2) Syncrude社 オイルサンド鉱山(露天掘)

Syncrude社はカナダ最大のオイルサンド生産者で、露天掘で生産している。特徴的なのは、ドラグラインは使わず(かつては使っていた)、トラック&ショベルで生産していることである。また、トラックによる運搬距離を低減するため、途中の中継基地から採油施設まで、ベルトコンベヤとパイプ輸送を行っている。トラック100台を所有し、常時80台のトラック(主に400t積み)が稼働し、1日140万tという

莫大な量の採掘、運搬をしている。ビチューメンのupgradeプラントもあり、従業員は5,500人と多い。学生は、露天掘のスケールの大きさに驚嘆していたが、気さくな案内者の説明を熱心に聞き、よく質問もしていた。

(3) Sherritt Coal Genesee Mine(露天掘炭鉱)

炭鉱と石炭火力発電所が、畑の真ん中にあるという風情であった。炭鉱は、Edmontonから南西約70kmに位置し、年産550万t。従業員は150人である。稼行炭層は3枚で0.5~3.0m厚、全部で5m厚程度。採掘ピットは2つで、ドラグライン各1台(バケット容量：81m³と51m³)を主に用いて採掘している。トラックは10台(136~216t積み)で、常時8台が稼働。ドラグラインで剥土のみならず採炭(トラックに直接積み込むことはしない)まで行い、しかも30cm厚の炭層まで採掘するという。採炭には、補助的にドーザーも使用することであるが、ドラグラインによるselective miningとは驚きであった。採掘した石炭は、粉碎するだけで、隣接するGenesee発電所に供給される。炭質は亜瀝青炭である。リクラメーションもしっかり行われている。また、操業開始以来、Lost time accidentが0というのも非常に立派である。まず、バスで、現場を巡り(ピット、リクラメーション箇所)、その後、会議室で、航空写真、図面などを前にして、概略説明を受けた。2人のエンジニアは、とてもフレンドリーで丁寧に対応してくれた。学生は、ここでも積極的に質問をしていた。



Genesee Mine(ドラグライン)

(4) Genesee power plant(石炭火力発電所)

Genesee Mineの後、訪問した。発電機は3基で、出力410MWの1号機、2号機と、495MWの3号機。一番新しい3号機は、超臨界蒸気火力発電である。燃料の石炭は全量隣接するGenesee Mineから供給される。アルバータ州では、2007年から、炭素税が導入されている。税率はC\$15/tCO₂である。また、IGCCを組み込んだCCS Projectを計画中である。ここでは、概略説明を受けた後、発電設備を見学した。学生は熱心で、よく質問もしていた。

(5) Coal Mountain Mine(露天掘炭鉱)

山の中にある炭鉱で、山を切り開いて採掘しており、ピットからはロッキー山脈の山並みが眺められる。生産量

■JCOAL活動レポート

国際資源開発人材育成事業「国内外現場実習」

は、230万t／年で、主として製鉄のPCI用炭として、輸出されている。石炭積出港のWestshore Terminalsまでの鉄道距離は1,100kmと遠距離である。従業員は200人。炭鉱の歴史は、1908年から坑内掘で生産開始し、1920年にはループ鉄道も完成、1949年に操業休止。1974年から露天掘で生産再開。オーナーは転々とし、2007年からTeck社が所有している。炭層はNo.1からNo.3の3枚で、No.1炭層は約30mと最も厚い。造山運動の影響で、地層は断層、褶曲が著しい。採掘はトラック&ショベルで行われている。主な採掘機械は、ショベル3台(34m³他)、トラックは、218t積み10台と136t積み2台。選炭設備は、重液サイクロン、スパイラル、浮選。安全対策、公害防止対策にも力を注いでいる。はじめに、概況説明を受けた後、バスで、ピットと選炭施設を見学した。親切な案内で、学生も質問をよくしていた。また、女性が現場でたくさん働いているのに感心していた。

(6) Greenhills Mine (露天掘炭鉱)

Coal Mountain Mineと同じく山を切り開いて採掘ピットがあり、そこから石炭はトラックで、山の中腹位置にあるポケットに運ばれ、そこで粉碎されて、ベルトコンベヤで山裾の選炭工場まで運ばれ、そこから、またベルトで鉄道積み箇所(脱水設備もあり)まで運ばれる。採掘箇所はまさに山の上で、周りは360度ロッキー山脈のパノラマが広がる。生産量は、450万t／2008年であり、主に原料炭としてWestshore Terminalsから輸出されている。従業員数は500人。炭層は10枚以上あり、最も厚い炭層は約9m。造山運動の影響で、地層は断層、褶曲が多いが、Coal Mountain Mineほどではない。採掘はトラック&ショベルで行われる。主な採掘機械は、ショベル4台(44m³他)、トラック(218t積み)29台。概況説明を受けた後、炭鉱所有の大型車にて、ピットを遠望し、それから列車積み施設を概観した。気さくな案内者の説明で、学生も積極的に質問していた。



Greenhills Mine (採掘現場遠景)

(7) Westshore Terminals (石炭積出港)

カナダの炭鉱からの原料炭を主に扱っている。向け先は、主に、日本を含むアジア地域である。年間石炭積み込み量は、240万t。世界24カ国に輸出されている。ターミナルの面積は20ha。当日は、水深が深く船積み容量の大きい第1バース(7,000t／hシップロダー1基)では、15.5万tケーブサイズ船に積み込み中で、第2バース(3,500t／hシップロダー2基)では、一般炭5万tをハンディサイズ船に積み込み中であつた。貯炭の状況を絶えずモニタリングし、石炭の飛散防止に散水、噴霧を頻繁に行っている。また、石炭の自然発火防止にも細心の注意を払っている。はじめに、概況説明を受け、質疑応答の後、ターミナル所有の大型車で各施設を巡った。丁寧に應對してくれた案内者に、学生もよく質問をしていた。

(8) 所感

カナダコースは、今年が初めてであつた。オイルサンド鉱山も見学するので、出発前に、オイルサンドの講義をするなど、十分な事前知識を与えた。また、若手教員の同行は、若手教員に現場を見る機会を与えるものであつたが、学生にとってよいアシストとなっていた。今回参加学生もやはり英語については苦労したようであつたが、皆、熱心に研修に取り組み、訪問箇所ではメモを片手に、よく質問もしていた。学生は、初めて見る資源開発現場で、現場エンジニア等と触れ合い、現場、施設を巡って、多くの知識、技術を学び、今後の学業にも大いに役立つ体験となり、将来の就職先選びの参考になったようである。また、研修生同士の友情も育まれ、他大学学生との交流として貴重な体験でもあつたと思われる。今回感じたことは、研修生が積極的に研修に取り組んでいたその意気込みであつた。現場を体験して、現場のスケールの大きさに驚嘆し、安全対策、環境対策等に十分意を払っているオペレーションを見聞し、資源開発に対する研修生の見方がよい方向に変わったという点は、現場研修の目的を十分達したと思われる。



Westshore Terminals (石炭専用船積み込み)

第1回カナダ CCS ミッション概要報告

JCOAL アジア太平洋コールフローセンター 原田 道昭

9月21日(月)～25日(金)にかけて、資源エネルギー庁石炭課長を団長とする官民総勢27名からなるCCSミッションがカナダを訪問した。

本ミッションは、2008年11月の日加貿易投資対話等において、カナダ側から要請された日加科学技術協力の活性化に係る提案を踏まえたものである。

カナダは、今後の石炭火力発電の拡大を背景としてCCSを積極的に推進しており、今回は日加間のCCS協力を議論する最初の政府間対話である。

1. 期間

平成21年9月21日(月)～9月25日(金)

2. 訪問先及び内容

オタワ：カナダ天然資源省、CANMET
レジャイナ：サスクパワー社、レジャイナ大学、エンカナ社、サスカチュワン州政府
エドモントン：エンカナ社、バウンダリーダム発電所、

表1 カナダCCSミッションスケジュール

月日	行程及び訪問箇所		内容	宿泊
9月21日(月)	AM	カナダ天然資源省	カナダのCCS政策、CCS開発・実証プロジェクト、資金調達 日本側プレゼンテーション	オタワ
	昼食		ケベック州政府のCCS政策及び研究開発状況説明	
	PM	CANMET	酸素燃焼・ガス化及びCO ₂ 化学吸収をはじめとするCCS技術に関する 研究開発についてCANMETと意見交換、研究設備見学	
		ディナーレセプション		
9月22日(火)	AM	移動(オタワ→レジャイナ) 07:00-10:07 WS461及びWS195 SaskPower社	Boundary Damクリーンコールプロジェクト(CO ₂ 回収を含む)の説明	レジャイナ
	昼食			
	PM	PTRC (Petroleum Technology Research Centre)	IEA Weyburn-Midale CO ₂ 貯留及びモニタリングプロジェクト (WMP)の説明 Aquistoreプロジェクト(CO ₂ の帯水槽への貯留計画)の説明	
		レジャイナ大学 ITC (International Test Centre) 及びIPAC-CO ₂ (International Performance Assessment Centre for Geologic Storage of Carbon Dioxide)	アミン法によるパイロットプラント視察(ITC) IPAC-CO ₂ の概要	
9月23日(水)	AM	(ウェイバーンへ移動) EnCana	EnCanaによる説明 ウェイバーンのCO ₂ -EOR実施場所訪問	エドモントン
	昼食	Estevanへ移動	バスの中で昼食	
	PM	SaskPower社 Boundary Dam発電所 18:45-20:01 WS135 Regina-Edmonton	Sask Power社のバウンダリーダム発電所における アミン吸収パイロットプラント	
9月24日(木)	AM	Alberta Research Council アルバータ州政府・エネルギー局 及び環境局 Alberta CCS Development Council	ARCのCCS及び炭層メタンプロジェクトの概要 アルバータ州の気候変動及びCCS政策、GHG規制 アルバータ州の20億ドルCCS実証プログラムの内容 日本側プレゼンテーション	カルガリー
	昼食			
	PM	(ジェネシーへ移動) キャピタル・ パワー社ジェネシー3及び 垂瀝青炭炭鉱 (バスでカルガリーへ移動)	キャピタル・パワー社のGenesee IGCCプロジェクトの説明 石炭火力発電所ジェネシー3 (Hitachi) 及び垂瀝青炭炭鉱視察	
9月25日(金)	AM	カルガリー地域の大学、 アルバータ州エネルギー研究所 (AERI)、企業等との ラウンドテーブル会議	AERIのCCT及びCCS研究の概要、Canadian ICO ₂ Nプロジェクトの 概要等 日本側プレゼンテーション	カルガリー

■JCOAL活動レポート

第1回カナダCCSミッション概要報告

アルバータ州政府、ジェネシー第3発電所
カルガリー：カルガリー地域の大学及び研究所
表1にカナダCCSミッションスケジュールを示す。

3. 参加メンバー

表2に示す。

4. 結果概要

日本側から、官民11機関がCCSへの取り組む状況やカナダとの協力の可能性を説明し、以下のような提案等があった。

(1) カナダ天然資源省及び外務省と両国が推進するCCSの現状について情報交換を行い、カナダ側から2010年にカナダ

がホスト国を務めるG8首脳会合に対する協力要請と、来年はカナダ側が日本にCCSミッションを派遣し、CCS分野での協力を推進したい旨の提案があった。

(2) サスカチュワン州(州都レジャイナ)からはCO₂-EOR(ワイバーンプロジェクト)、地下帯水層CO₂貯留、レジャイナ大学が進める既存石炭火力へのCCS付設試験等の概要説明があり、日本とのCCS協力を拡大するため、JCOALとの協力協定を締結したいとの提案があった。

(3) アルバータ州(州都エドモントン)では、アルバータエネルギー研究所が中心となって推進しているCCSの20億ドルプロジェクト(IGCC+CCS計画、オイルサンド精製工場からのCO₂回収等)等の推進状況の概要説明があり、CO₂によるECBM(炭層メタンガスの回収)に係る協力についての関心が示された。

表2 カナダCCSミッション参加者

No	氏名	会社名及び所属	役職
1	國友 宏俊	経済産業省 資源エネルギー庁 石炭課	課長
2	金子 和央	経済産業省 資源エネルギー庁 石炭課	技術二係長
3	横塚 正俊	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) 環境技術開発部	主査
4	當舎 利行	(独)産業技術総合研究所 地図資源環境研究部門	主幹研究員
5	藤岡 祐一	(財)地球環境産業技術研究機構(RITE) 化学研究グループ	グループリーダー
6	疋田 知士	(財)エネルギー総合工学研究所	研究理事
7	海江田秀志	(財)電力中央研究所	上席研究員
8	木村 直和	電源開発(株)技術開発センター	センター所長
9	新谷 静馬	中国電力(株)電源事業本部(IGCC実証プロジェクト担当)	マネージャ
10	武田 泰司	(株)日立製作所火力事業部	チーフプロジェクトマネージャ
11	篠塚 昇	パプコック日立(株)エネルギー事業部	部長
12	鈴木 健介	(株)東芝 火力・水力事業部	グループ長
13	伊藤 和逸	三菱重工業(株)プラント・交通システム事業センター	技師長
14	堀川 愛子	日揮(株)技術開発本部技術推進部	テクノロジスト
15	内山 正生	東洋エンジニアリング(株)プロセス設計部	技術チームマネージャ
16	田中 勝哉	新日鐵エンジニアリング(株)事業開発センター	シニアマネージャ
17	牧野英一郎	双日(株)	事業開発専門部長
18	Stephen Sang	双日カナダ	Deputy Manager
19	Tim Cornell	カナダ三菱	Business Development Manager
20	田端 礼奈	カナダ物産 カルガリー店	マネージャ
21	並木 徹	(財)石炭エネルギーセンター (JCOAL)	理事長
22	原田 道昭	(財)石炭エネルギーセンター (JCOAL) 技術開発部	CCTグループ長
23	大野 吉紀	(財)石炭エネルギーセンター (JCOAL) 事業化推進部	課長代理

世界ガス化会議概要

JCOAL アジア太平洋コールフローセンター 岡田 康晴



1. 概況

「2009年Gasification Technologies Conference」がコロラド州コロラドスプリングスで開催された。事前登録者数は662名であり過去の参加者数より低めの参加となった。最初に重瀝青炭PRBの大生産地であるWyoming州知事によるKeynote Addressが行われ、USAにとってもWyoming州にとってもGasificationは極めて重要でありFinanceやRegulationについて州として様々な支援等行っていることと石炭支援の力強い演説がなされた。続いてのRoundtable DiscussionではFinancingの立場からRiskとCapital Costの低減が重要であること、その為にはDOEのLoan Guaranteeも含め長期間売電買取契約の発電事業や小型のIGCCもRisk低減の一つの方法であるとか様々な議論がなされた。将来のRegulationの内容や今回の下院を通過した「クリーンエネルギー・安全保障法案」の行方が定まっていなかったこともあり、Riskに対してのFinance側の立場からの一般的な意見が多かった。

個別のSession内容は技術的な新しい知見よりは企業各社が展開しているビジネス主体のPR要素の濃い内容であった。FutureGenのMattoonはコスト低減のための設計内容の見直しを検討していて2009年末には最終報告書を纏める。豪州からはZeroGenの現状、及び中国からはGreenGenの紹介があった。日本からは三菱重工による勿来IGCC実証を踏まえた豪州ZeroGenの紹介(ガスタービンはM701G,1,500℃)及びクリーンコールパワー研究所による勿来IGCCの実証運転実績の報告が為された。

2012年運開予定のDuke Edwardsport IGCC建設状況の写真説明があり順調な仕上がりを印象付けた。CCS関係は主として経済性の検討であり、バイオマスの利用や低品位炭への各企業展開の内容が説明された。最後にNETLによる現状の技術開発内容と経済性の見通しについて現状説明が行われた。

2. 個別内容

(1) IGCC+CCS計画

現在各国で展開されているCCS付IGCCの概要を表1、2に示す。

表1 IGCC+CCS計画(USA)

国名	地点	出力(MW)	CO ₂ 分離	貯留	運開	予算	状況
USA	Edward Sport, IN	632	将来	?	'12	2.4b\$	建設中
USA/ 復活FutureGen	Mattoon, IL	275	90%	帯水層	'14	2.3b\$	FS
USA	Taylor ville, IL	730	(50%)	?	'14	2.0b\$	FEED
USA	Good spring, PA	270	あり	近傍CO ₂ pipeline	'14	?	FEED
USA	Kemper, MS	582	50%	EOR	'13-15	2.2b\$	FEED
USA	Kern County, CA	390	90%	EOR	'16	2.6b\$	FS

表2 IGCC+CCS計画(USA以外)

国名	地点	出力(MW)	CO ₂ 分離	貯留	運開	予算	状況
Canada	Genesee	270	85%	?	'15	C\$2.0b	FEED
Germany (Demo機)	RWE/ Golden berg	455	Max90%	帯水層	'14	€2.2b	FEED
豪州 ZeroGen	Queensland	530	Max90%	帯水層	'15	A\$4b	FS
中国 GreenGen	天津	250	将来	?	'10	2.2b元	建設中
韓国	Tae'an	300	?	?	'13	?	FEED
日本 CoolGen	大崎	150	あり	?	'17	—	FEED

建設中は2プロジェクトであるが、いずれもCCSは将来設置で計画されている。他のプロジェクトはFS或いはFEED段階にある。リーマンショック後の融資環境の悪化やCCS法規制の動向が不透明なためにプロジェクトの具体化が難しくなっている。政府補助に加えて経済性のあるEOR利用や立地点に優れた計画が優先されるであろう。帯水層にCO₂貯留する商用機CCSで最も早く実現するのはUSAの復活FutureGenであるMattoonとなるかもしれない。

(2) 技術開発状況

各国で展開されている主要な技術開発のStatusを表3に示す。

USA石炭火力の本格的なCCS商用機展開は2020年ごろと予想されるが、2014年頃には商用機にCCSを導入した初号機が実現する見通しである。その頃はドイツや日本ではCCS実証機が運転又は建設を始める予定でありUSAが先行している。ガス化炉は過去様々な形の技術開発がなされ、先行5社が商用機展開を実現している。後発のガス化炉メーカーの中でGSPの技術を継承したSiemensは中国でガス化炉商用機の実績を2010年に実現予定であり、三菱重工は豪州での商用機早期実現を計画している。その他の流動床や小型

■JCOAL活動レポート

世界ガス化会議概要

表3 主要技術開発Status

Status	パイロット	実証	商用
①IGCC+CCS	●	●	(2014) USA
②ガス化炉	・既存商用機 (先行5社)		
	GE, Shell, Conoco-EGas, Prenflo-Uhde, Lurgi		●
	・技術開発状況		
	Siemens (GSP)	●	(2010) 中国
	三菱重工	●	(2015) 豪州
	日立	(2017) 大崎	
	HTW炉流動床	(2014) ドイツ?	
	KBRトランスポート	?	(2013-15) USA
	中国西安熱工院	(2010) 中国	(2014) USA
	中国華東理工OMB	●	○ (2009) 中国
	U-Gas流動床	●	(2012) 中国
	P&W小型	(中国)	
	GreatPoint流動床	(中国)	
③個別技術	ITM	(2011)	(2017)
	高温ガス精製	(2012) Polk	
	Coal Feed Pump	?	

のガス化炉開発メーカは市場ニーズの高い中国での実証機あるいは商用機展開(緑色の個所)を図っている。市場のあるところで技術開発を展開するという典型的な例であろう。中国独自開発の西安熱工院ガス化炉(GreenGenに導入)はUSA/Good Springで検討され、華東理工のOMBガス化炉はUSAでも展開されており中国ガス化炉の健闘が目立っている。

CCS導入に伴い火力発電の経済性は低下する。そのためにも経済性向上の重要な技術開発であるITM及び高温ガス精製(USA/DOEにより推進)は2020年頃までには商用機実証されて本格的に商用機に導入される可能性がある。DOE試算によれば水素燃焼ガスタービンの技術向上と相まって、低下した経済性を十分に補うと予測されている。

3. トピックス他

不安定な市場価格の天然ガス代替を目指すSNG、従来のFT合成に代わる合成輸送燃料MTG及び各社の中国でのビジネス展開状況を以下に示す。

(1) Conocophillips/E-Gas SNG

Peabody所有のKentucky炭田でバージヤレールによるアクセスが容易で且つ天然ガス配管網の近傍地点でSNG製造プラントを計画している。年間生産容量は1.7-2.0 bcm^3 であり、EOR又は帯水層によるCO₂地下貯留が可能。このケースでメタネーションを経て製造したSNGを天然ガスCCで燃焼した場合、CO₂発生量は通常のLNG由来の天然ガスCCより少ない。

(2) Exxon Mobile MTG

'85生産開始したNew Zealandの経験を反映して、省エネ・低コストのMTG製造プラントを中国山西省で建設した。生産容量は2,500 bbl/d 、ガス化炉はPRENFLO-Uhdeであり'09年6月に生産開始。新型のMTGは従来のFT合成と比較してガソリン精製が不要である。従来のFT合成では原油由来のガソリン製造の2倍以上のCO₂が発生するが、新型MTGはFT合成の約80%に低減される。

(3) 中国でのビジネス展開

- ① 中国独自の華東理工ガス化炉は実績として既に13地点34基に達している。内訳は運転中が11基、'09運転開始が9基、そして設計建設中が14基である。実績最大容量は2,200 t/d であるが3,000 t/d まで可能。
- ② SHELLの'00-'09世界のLicense契約は27となった。設備の中国現地での調達は非常に重要であり、SHELL設備の95%が中国で調達可能である。神華集団とのMOU締結により更なるビジネス展開が期待される。
- ③ '07以降中国でのGE社の新規License契約は8となり、この2年間で6プロジェクト19ガス化炉が運用開始した。高い信頼性(97.3%)と稼働率(89.8%)に加えて契約から運用開始まで36ヶ月という短工期を可能とした。ライセンス、技術サービス、プロジェクトマネジメント及びトレーニングに至るまで幅広くビジネス展開を行っている。
- ④ Siemensは中国へSFG-500(2,000 t/d)を7基出荷済み。神華寧下煤業集団と50%出資のJV設立し、GSP技術開発・普及を展開している。

ばら積貨物船に係る積載基準の強制化について ～ DSC にて、『高温箇所』の統一解釈案を制定～

JCOAL 企画調整部 田丸 和博

1. はじめに

国際連合の専門機関のひとつである国際海事機関(以下IMO: International Maritime Organization)は、船舶の海上航行の安全と海運技術の向上・タンカー事故などによる海洋汚染の防止などを目指す目的で設立された国際機関である。IMOは、総会・理事会・海上安全委員会(以下MSC: Maritime Safety Committee)とその他4委員会で構成されている。

具体的に、IMOは、船舶の構造及び設備・危険貨物の取扱い・海上の安全に関する手続き及び要件・安全の見地からの配員・その他海上の安全に直接影響のある事項を審議検討し、関連する国際条約やコードなどの採択・改正及び各国への通報等を行っている。石炭の輸送基準については、MSCの下部機関である危険物、固体貨物及びコンテナ小委員会(以下DSC: Sub-committee on Dangerous good, Solid cargoes and Containers)が、SOLAS条約附属書第VI章(貨物の運送)及び第VIII章(危険物の運送)やBCコード(Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes)等に関する事項の審議を行っている。

2. BCコード強制化の動き

BCコードは、石炭や鉄鉱石・穀物・肥料・飼料等を船倉にばら積みする際の安全な積載方法などを定める基準である。従来、本コードは、SOLAS条約においては勧告として取り扱われており、条約の締約国は本コードの全てを国内規則に採り入れる必要はなく、各国は、国内事情を勘案しコードの必要な部分のみを国内規則に採り入れていた。日本も、本コードの規定の一部を『特殊貨物運送規則』及び『危険物船舶運送及び貯蔵規則』に採り入れていた。

本コードの強制化について、永年、日本は、時期尚早との立場を執ってきた。しかしながら、近年国際的には、SOLAS条約を改定し本コードを強制化しようとの気運が強まり、2003年のDSC及びMSCにおいて強制化する方向性が合意された。更にそれ以降に開催された両会議において内容と時期の討議が続けられ、遂に2008年11月のMSCにおいて、本コードの強制化に関するSOLAS条約の改正案及び改正コードであるIMSBCコード(International Maritime Solid Bulk Cargoes Code)案が採択された。これにより、IMSBCコードは2011年1月1日から強制案件として発効することとなった。

3. IMSBCコード強制化に伴う懸念事項と対応

IMSBCコードは、“高温箇所”に隣接する船倉への石炭の積載を禁止しているものの、具体的に“高温箇所”がどこかとの定義が明確でないことが問題であった。例えば“高温箇

所”を全ての燃料タンクと解釈すると、多数の船倉に石炭が積載できないこととなり現在就航しているばら積船での輸送可能数量が大幅に減少し同時に船運賃の高騰が懸念された。これに関し日本は、2008年のDSCにおいて“高温箇所”の定義を明確にする必要性を指摘し各国の理解を取付け、この解釈や石炭の安全輸送方法に関する提案を2009年のDSCに行く旨を表明した。

従来、IMOの案件については、日本では、危険物等海上運送国際基準検討委員会及び同委員会の下部機関の特殊貨物運送部会が対応を図っていた。今回の案件は石炭の利用者にも重大な影響を与えられ、同部会の下部に新たに経済産業省や石炭使用業界団体を委員に加えた石炭運送作業部会を設立し、石炭の安全輸送に関する調査研究を行い2009年のDSCへ提案を行うこととした。

4. 石炭運送作業部会の検討内容

本作業部会において、図1に示すように船主協会・船会社が『発火事故事例の検証と石炭輸送時の船倉壁面の温度測定』を、JCOALと石炭使用業界団体が『船倉内の石炭の自然発熱シミュレーション(出光興産(株)石炭・環境研究所へ委託)』を実施した。

調査・研究・検討内容	年度 月	2008				2009			
		10-12		1-3		4-6		7-9	
1. 事故事例の調査、実施把握 ①事故事例の調査 ②石炭輸送時の船倉壁面の温度測定	船主協会・船会社	←→		←→		←→		←→	
2. 事故原因の究明 ①事故原因の分析 ②シミュレーションでの解析	JCOAL 石炭ユーザー団体 (委託：出光興産)	←→		←→		←→		←→	
3. 対応案の立案 ①“高温箇所”の定義案作成 ②実行可能な対応案の立案	作業部会	←→		←→		←→		←→	

図1 調査研究スケジュール

船主協会の調査によると、確認された発火事例では、サービスタンクが船倉に隣接する特殊な構造の船において、荷揚時にサービスタンク隔壁部船倉で石炭の発煙・発火が認められたとのことであった。また、船倉壁の温度測定においては、機関室・燃料タンクの隔壁部においては、長時間55℃を超える箇所がないことが確認された。

出光興産(株)は、船主協会から報告された発煙・発火事例について原因の推定を行うと共に石炭の発熱に対する種々の影響因子の感度分析をシミュレーションで行った。研究結果の主な内容は、以下であった。

- ① 石炭の発熱現象に大きく影響を及ぼす因子は、石炭の酸化速度・石炭層中への空気の流れ量・全水分及び石炭の温度である。
- ② 発火事例は、荷役時にハッチ解放により炭層内に空気が進入したことにより、高温のサービスタンク隔壁部で石炭の温度が上昇したことによる。
- ③ この発火事例において、石炭の全水分は10%、サービスタンクの温度は100℃程度であったと推測される。

■JCOAL活動レポート

ばら積貨物船に係る積載基準の強制化について ～DSCにて、『高温箇所』の統一解釈案を制定～

- ④ 石炭の初期温度が55℃以下であれば、全水分が低くとも発熱する傾向は少ないと推測される。

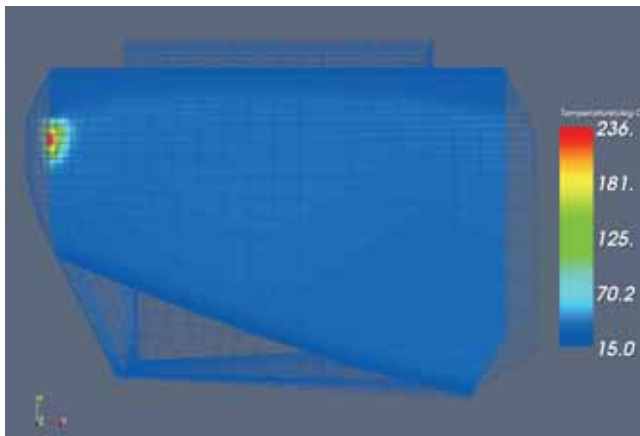


図2 サービスタンク隣接部の温度シミュレーション例

これらの検討結果を基に、日本は、“高温箇所”を温度が連続して55℃を上回る部分(燃料タンク及び機関室隔壁部を除く。サービスタンクやセトリングタンク隔壁部)という解釈案を作成しIMOへ提案し、DSC14で討議された。

5. DSC14 審議結果

DSC14は、2009年9月20～25日、ロンドンで開催され、日本からは代表として国土交通省海事局の武藤専門官が、また委員として海洋技術安全研究所の太田上席研究員他が参加した。全体会議においては、開会直後に韓国・中国が日本提案の支持を表明し、即座に詳細をワーキングで詰めることとなった。ワーキングにおいては、日本提案は、事故事例の検証やシミュレーションによって裏付けられた具体的な温度と時間の提案が為されていることから、基本的な考え方で異論を唱える国はなかった。その後、ワーキングでは、“高温箇所”の温度・時間の設定について詳細が継続して議論された。日本の代表団は、同行した複数の船会社に、協議中の解釈案が、現行の船による石炭輸送に悪影響を及ぼさないことを確認した。そして最終的には、以下の条件をひとつでも満たすと“高温箇所”とする解釈案が採択された。



DSC14会場風景

【高温箇所の解釈】

- > 任意の24時間において合計して12時間以上55℃を超える。
- > 最高温度が65℃を超える。

6. 今後のスケジュール

DSC14で採択された“高温箇所”に関する解釈案は、2010年5月MSC87へ承認のために送付され、IMSBCコードの附則として制定される予定である。過去、DSCからMSCへ提案された案件で否決された事例はないことから、今回のDSCでの採択により、2011年1月1日からIMSBCコードの強制化が行われたとしても、現行の船による石炭輸送へ悪影響が及ばないことに落ち着いた。

7. おわりに

日本において、本問題は、昨年9月に開催されたDSC13前後でクローズアップされた。日本は、この会議において当初、自己発熱性を有する石炭に限定し強制化を受け入るとの提案を行った。しかしながら、国内関係者による最終打合せの結果、拡大解釈されると石炭輸送への悪影響が懸念されるとの結論に達し提案を取り下げ、2009年のDSC14で改めて石炭の安全な輸送方法について提案を行うこととした。

これを受けDSC13直後に、石炭運送作業部会が設立されJCOALは、日本鉄鋼連盟・電気事業連合会・電源開発(株)・セメント協会と同時に委員として参加した。同作業部会において、JCOALと業界団体は、石炭の自然発熱に係る調査研究を担い資金提供を行うこととした。本作業部会へは、日本製紙連合会・日本化学工業協会も途中で加入し、これにより日本の全ての石炭ユーザーが協力一致して本件に取組む体制が構築できた。

石炭業界を代表しまして、本作業部会の太田委員長をはじめ関係者の皆様のご協力ご尽力に感謝申し上げます。

【注記】

- ① 大型ばら積船における燃料油の流れと温度
燃料油タンク (40～50℃)
⇒ セトリングタンク (70℃前後)
⇒ サービスタンク (90～110℃)
⇒ エンジン
- ② 日本船主協会によると、セトリングタンクが船倉に隣接する船は、7隻。この内4隻は改造を計画(2隻は改造済み)、残りの3隻は石炭以外のばら積貨物の輸送に特化すること。
また、サービスタンクが船倉に隣接する船は、1隻あり、本船は過去発火事例があり、既に改造済み。
また、日本造船工業会と中小型造船工業会によると、セトリングタンク及びサービスタンクが船倉に隣接する構造の船の造船計画はないとのこと。

CCT ワークショップ 2009 開催報告

JCOAL アジア太平洋コールフローセンター 原田 道昭

2009年8月3～4日に、ベルサール神田において、標記CCTワークショップ2009を開催した。本CCTワークショップは、毎年JCOAL主催で開催しており、本年度はここ数年のワークショップとは趣向を変えて、我が国で現在実施されているCCT開発の粋を集めて発表して頂くとともに、一般からも多数参加して頂き、我が国のCCT開発について議論していただいた。

CCTワークショップ2009のテーマは、「新たなクリーンコール技術の展開とCO₂削減」と題して開催した。その主旨は、「地球環境問題に世界の耳目が集まる昨今、石炭分野においてはCO₂排出削減につながるクリーンコール技術の開発を鋭意進めることと、将来的にはCCS(Carbon Capture and Storage)技術との共存が求められている。そのような状況の下、CCTワークショップ2009は、国のプロジェクトとして技術開発や事業展開が進められているテーマの内容及び新規提案技術等を紹介し、最近の世界の技術開発動向、地球環境問題への対応等の社会情勢に照らして、それらの今後の進むべき方向及び今後新たに実施すべきプロジェクト等について議論し、今後のわが国のクリーンコール技術開発の方向を探ることを目的として実施する。」ということであった。

本年のCCTワークショップ2009のプログラムは、下記のとおり、オープニングの基調講演、本セッション1～3、クロージングの総括による構成とし、各セッションで産学官からのパネリストにセッションテーマに関連した発表をして頂き、今後のわが国のクリーンコール技術開発の展開とCO₂削減について、パネリスト間及びフロアーの参加者を交えた議論を大いに展開して頂いた。

< CCTワークショップ2009 プログラム >

■8月3日 13:30-17:00

開会挨拶：技術開発委員会事務局

< オープニングセッション(13:30-14:40) >

モデレーター：JCOAL理事長

基調講演：わが国の石炭火力の変遷と今後の展望
(財)電力中央研究所顧問 白土良一)

基調講演：低炭素社会に向けたわが国の石炭政策
(METI石炭課課長 國友宏俊)

< 休 憩 14:40-15:00 >

< セッション1(15:00-17:00) >

テーマ：わが国の石炭政策とクリーンコール及びCCS技術の開発と普及



モデレーター：(財)電力中央研究所エネルギー技術研究所
副所長 牧野尚夫

- (1) わが国の石炭政策とクリーンコール及びCCS技術の開発と普及(METI石炭課課長補佐 山田剛士)
- (2) 次世代高効率石炭ガス化技術の開発(九州大学教授 林潤一郎)
- (3) 次世代高効率石炭火力技術におけるCCSとその可能性(東京大学助教 伏見千尋)
- (4) 世界の石炭火力(Post, Pre, Oxyfuel) + CCS プロジェクトの動向(産業技術総合研究所主幹研究員 赤井誠)
- (5) IGCC及びCO₂分離回収実証試験計画(中国電力(株)マネージャー 新谷静馬)

< 意見交換会 17:30-19:30 >

■8月4日 9:30-17:00

< セッション2(9:30-12:00) >

テーマ：ゼロエミッション石炭火力の実現に向けたクリーンコール技術開発戦略

モデレーター：(株)クリーンコールパワー研究所取締役技術部長 長井輝男

- (1) わが国のクリーンコール技術開発戦略(METI石炭課課長補佐 伊藤浩)
- (2) 石炭火力の高効率化の原理と要素技術(東京大学教授 堤敦司)
- (3) CO₂回収型高効率IGCC技術の開発((財)電力中央研究所上席研究員 犬丸淳)
- (4) A-USC技術の開発及びCCS技術への取組み((株)東芝電力システム社技師長 風尾幸彦)
- (5) IGCCの今後の展開(三菱重工業(株)原動機事業本部技師長 橋本貴雄)
- (6) 石炭ガス化高効率石炭火力システムの取組み((株)日立製作所事業主管 河崎照文)

■JCOAL活動レポート

CCTワークショップ2009開催報告

<12:00-13:30 昼食>

<セッション3(13:30-16:15)>

テーマ：クリーンコールフォージアース計画と低品位炭(主に褐炭)資源の利用技術

モデレーター：JPOWER技術開発センター副部長 徳下善孝

- (1) クリーンコールフォージアース計画(石炭課課長補佐 金澤信)
- (2) 既設石炭火力のリノベーション事業の展開(中国電力(株))専任部長 棗田宜治)
- (3) 低品位炭活用産業化構想(三井物産(株)室長 山根正司)
- (4) 超高効率褐炭焚IGCC(東京大学特任教授 金子祥三)
- (5) 褐炭脱水技術(九州電力(株)課長 原田達朗)
- (6) 穏和な溶剤処理を利用した褐炭の改質技術(京都大学教授 三浦孝一)
- (7) 触媒担持褐炭のガス化技術(群馬大学教授 宝田恭之)

<休憩16:15-16:30>

<クロージングセッション(16:30-17:00)>

モデレーター：JCOAL 専務理事
・九州大学特任教授 持田勲

本ワークショップでは、基調講演2件を、(財)電力中央研究所顧問 白土良一氏とMETI石炭課課長 國友宏俊氏にお願いした。白土良一氏は、我が国の石炭火力の発展を顧みて、我が国が如何に欧米の技術を導入し、我が国に適用化させ、更には欧米技術を追い越した事実について、EPRIが日本の効率が高いことをわざわざ確かめに来て、品質管理の良さに驚いていた話などを交えて感銘深くお話になり、IGCC+CCSは経済性と信頼性を勝ち取る必要がある。特に、CO₂は膨大な量を処理しなくてはならないので、今後技術を育てていく必要があること、また、先進的に温暖化対策技術を開発し、世界に供給していくことが重要であり、我が国にはそのポテンシャルは十分あると結ばれた。

また、METI石炭課課長國友宏俊氏は、現在同課で開催し審議しているクリーンコール部会の内容について説明され、我が国が持っている高効率石炭火力技術の海外への展開の必要性、IGFC等新技術開発の重要性、また低品位炭の開発・利用に対する我が国の協力の必要性等を示され、今後我が国は、アジア及び世界の産炭国で技術をベースとして事業展開していくことが重要であり、石炭関連の予算はその方面にも大いに展開していく予定であると結ばれた。

セッション1から3では、それぞれの分野の技術開発の現状について、我が国の先導的立場にある方々にご講演いた

だき、セッションごとにディスカッションをしていただき、最後のクロージングセッションで、持田特任教授にまとめの講演をしていただいた。それらの内容を取り纏めると、以下のようであった。

石炭は、世界的、将来的に需要が伸びていくことが予測されており、2050年までには石油、天然ガスはピークアウトを迎えるであろう。石炭利用においては、高効率化が必要不可欠であり、そのためにはガス化技術の商業化が必要である。地球温暖化対策として、将来的にはCCSが必要になると予測されるが、CCSを導入する前に高効率化が必要であり、そのためにはガス化技術の確立と個々の要素の高効率化が重要な課題である。今後は、石炭ガス化が共通のプラットフォームとなり、その上で高効率化+CCSが新たなテーマになるであろう。CCSに関しても、単純に回収するのは第1世代で、将来的にはインテグレートしたものが求められるであろう。

また、アジアの産炭国及び消費国のみならず、世界の産炭国を含めて国際協力を展開していくことが重要である。特に、今後は石炭資源の半分を占める低品位炭の利用技術について、我が国から発信できる技術の開発及び普及を進めていくことが重要である。

一方、CCSについては、海外から、「日本はやっているの?」と言われる。欧米と同じではダメで、日本独自の道が必要と思われる。基本的には、我が国で最先端技術を開発し、我が国で導入して、その後海外へ展開する。国としても先進国との共同研究や実証には予算をつける方向にある。結論として、我が国は我が国独自にCO₂問題を解決する道をつくっていかなければならない。

CO₂問題に関して、この会場では逆風を感じないが、一步外に出るといつも逆風を感じるので、石炭に対する国民の理解が必要である。すなわち、エネルギーベストミックスの中で、石炭が重要な役割を果たしていることを、一般の方々にわかってもらうことが重要である。



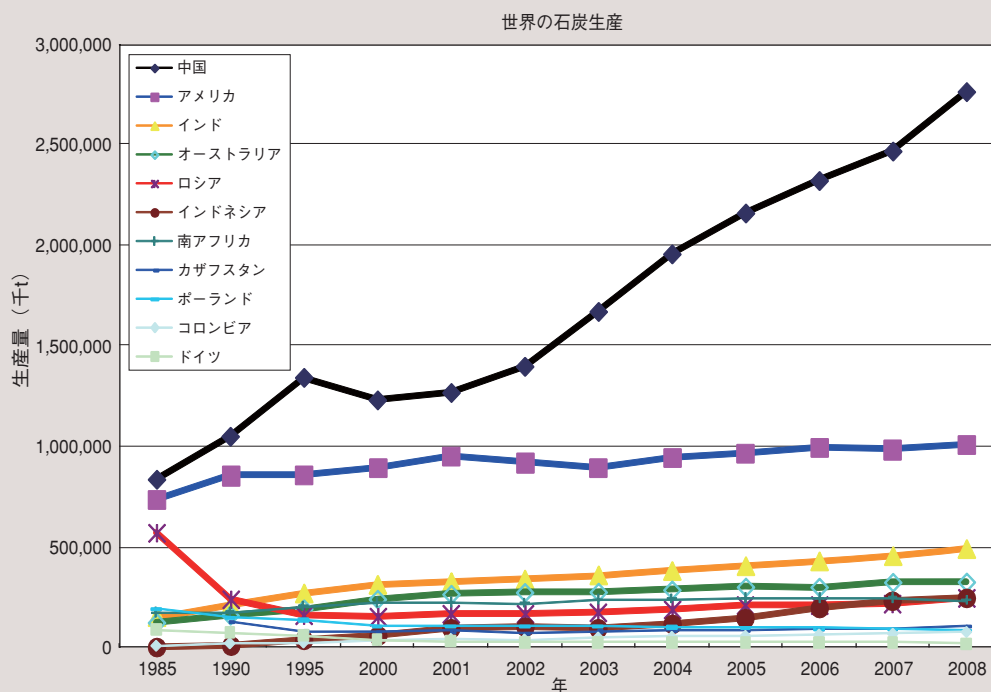
編集後記

明けましておめでとうございます。

JCOALジャーナル15号(2009-3号)新年号をお送りします。今回は、国際的な石炭事情や技術動向などの情報、JCOAL活動報告をまとめました。地球環境問題のなかでエネルギーの経済性およびセキュリティの鼎立を図ることが重要なテーマです。JCOALはクリーンコールの役割を高める諸事業に取り組み邁進していきますので、皆様のJCOALへのご理解とご協力ご支援をお願いいたします。

充実した情報の受発信のため、皆様のご意見・ご希望および情報提供をお待ちしております。また、皆様の関心事項については、ご遠慮なくお問い合わせ下さい。

(編集担当)



掲載記事は編集者がまとめたものであり、記事内容の利用から生じた如何なる損害についても責任を負いません。あくまで自己責任において判断をお願いいたします。



最寄りの交通機関：JR田町駅西口より 徒歩6分、都営三田線・浅草線 A1 出口より 徒歩5分



JCOAL Journal Vol.15 (平成22年1月発行)

発行所：(財) 石炭エネルギーセンター
〒108-0073 東京都港区三田三丁目14番10号 明治安田生命三田ビル9階
Tel:03-6400-5191 (総務部)
03-6400-5193 (企画調整部・JCOAL-JAPAC)
03-6400-5196 (資源開発部)
03-6400-5198 (技術開発部)
03-6400-5197 (事業化推進部)
03-6400-5194 (国際部)
Fax:03-6400-5206/5207 E-Mail:jcoal-qa@jcoal.or.jp
URL:http://www.jcoal.or.jp/

本冊子についてのお問い合わせは…

財団法人 石炭エネルギーセンター JCOAL-JAPAC
〒108-0073 東京都港区三田三丁目14番10号 明治安田生命三田ビル9階
Tel:03-6400-5193 Fax:03-6400-5206



「JCOAL Journal」は石炭分野の技術革新を目指す(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]