

JCOAL Journal

Vol.36

2017.1

新年号

| | |
|-------------------------------------------|----|
| ■巻頭言 | |
| 2017年 新年のご挨拶 | 1 |
| ■スペシャルレポート | |
| 平成28年度 クリーン・コール・デー石炭利用国際会議 (第25回)開催報告 | 2 |
| ■世界遺産関連 | |
| 郵便切手にみる石炭利用の歴史(後) | 6 |
| ■JCOAL 活動レポート | |
| AEBF (ASEAN エネルギービジネスフォーラム) 2016 開催報告 | 13 |
| Global Technology Summit (GETS) 2016 参加報告 | 16 |
| 台湾技術交流/第5回 日台 CCT&CCS 技術情報交換会開催報告 | 19 |
| インド CEA-JCOAL ワークショップ FY2016 開催報告 | 20 |
| ベトナム CCT セミナー開催報告 | 24 |
| モザンビークにおけるバイオコールブリケット適用可能性調査 | 26 |
| 第2回 日本・ポーランド/クリーンコールセミナー開催報告 | 30 |
| 石炭広報活動/J-POWER 高砂火力発電所での石炭実験教室実施 | 31 |
| VGB Congress Power Plants 2016 参加報告 | 32 |
| ■編集後記 | 34 |

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>

2017年 新年のご挨拶

みなさま、明けましておめでとうございます。2017年の年頭にあたり、一言ご挨拶を申し上げます。

JCOALは、昨年一年間も、塚本理事長以下全職員の一体的協力の下、わが国におけるエネルギーの安定供給と産業経済の健全な発展、そして、わが国の優れたCCT関連技術の移転による国際的な石炭のクリーン利用推進への貢献等を図るべく、石炭利用産業の上流から下流に至る全ての分野において、技術開発と事業化の支援、技術の普及・移転、人材の育成等、多様な活動を行ってることが出来ました。会員企業をはじめとする関係各位のご支援に対し、心から感謝申し上げます。

昨年11月4日には前年のCOP21で採択された「パリ協定」が必要な批准割合を満たして発効し、実行ルール作りの議論が始まりました。ところがその直後に米国大統領選挙で「米国第一」を掲げてパリ協定に疑問を投げかけるトランプ氏の次期大統領就任が決定し、米新政権の対応が世界から注目されています。私は昨年の年頭挨拶で、JCOALの活動はパリ協定を受けてますます重要性が増していると申し上げました。今世紀後半に温暖化ガスの排出と吸収を均衡させることを世界が目指すならば、早晩全ての化石燃料使用に伴うCCSの導入が不可避であり、そして冷静に世界エネルギー需給の現実を見るならば、そこに至るトランジション期間においては、石炭利用における高効率技術へのシフトを世界レベルで行っていくことが実効的な方策として採られるべきであるとも述べました。このことは本年においても全く変わらないと思っています。

米国における政権交代は4-8年に一度ですが、気候変動への人類の取り組みは、2030年はおろか2050年、2100年に向けて知恵を出し続けていかねばならない課題です。石炭利用に関して言えば、足元の喫緊の課題は途上国におけるPM、SOX、NOXといった在来型汚染物質の排出を早急に抑制することであり、並行して石炭利用を継続せざるを得ない国々にCO₂排出抑制に資する高効率技術を移転・普及することであり、次に将来のCCSの商用実現に向けた技術開発と実証を加速することにあります。

私たちは、環境と経済の両面から地球を救うために、一連のクリーン・コール・テクノロジー(CCT)を絶え間なく進化させ、その普及・移転のスピードを加速するという仕事の手を緩めてはなりません。それが私たちの使命です。

JCOAL及び会員企業の皆さんの一層の健闘と発展を心から祈ります。



一般財団法人
石炭エネルギーセンター
会長 北村 雅良

平成 28 年度 クリーン・コール・デー石炭利用国際会議 (第 25 回) 開催報告

Pathway for Coal towards High Efficiency & Low Emission (HELE) Technology under the World's Coal Value Chain (環境に配慮した石炭バリュー・チェーンの高度化へ)

情報ビジネス戦略部 藤田 俊子

JCOAL は、平成 28 年 9 月 7 日～ 8 日の 2 日間終日、2016 クリーン・コール・デー石炭利用国際会議 (第 25 回) を、ANA インターコンチネンタルホテル東京 (溜池山王) にて開催した。今回で、正に第 25 回目を迎えることとなったが、華美なイベントは行わなかった。テーマは、上述の通り、「Pathway for Coal towards High Efficiency & Low Emission (HELE) Technology under the World's Coal Value Chain (環境に配慮した石炭バリューチェーンの高度化へ)」とし、経済産業省、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC)、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)、宇部市、在京 30 カ国大使館等、6 州政府 (2 カ国)、Global CCS Institute の後援を得て実施した。

会議では、松村経済産業副大臣のご参加・ご挨拶、米国、豪州、ベトナム、中国、インド、台湾、インドネシア、ポーランドといった主要石炭産消地の各国地域及び関係機関・企業等、国際連合欧州経済委員会持続エネルギー小委員会 (UNECE) や国際エネルギー機関 (IEA) 及び世界石炭協会 (WCA) 並びに Global CCS Institute (GCCSI) 等 4 国際機関、日本の経済産業省資源エネルギー庁、JOGMEC 等の政府及び関係機関等、石炭に係わる各方面からの講演があり、国内外の産官学から両日を通じて延べ 700 人余りの参加者を得て活発な議論が行われた。会議での議論を踏まえ、JCOAL として下記声明を発信した。

< JCOAL's STATEMENT >

- 石炭は供給安定性と経済性に優れる資源であり、エネルギー資源としての役割は大きく、石炭安定供給確保へ向けた継続的取組は不可欠である。一方、石炭利用に際しては環境への配慮が不可欠であり、特に COP21 では、世界共通の長期目標として 2℃目標の設定が合意されるなど、CO₂ の削減が世界の大きな課題となっている。
- 我が国の石炭火力発電については、引続きベースロード電源としての役割を担うものであり、最新の高効率化技術導入による老朽石炭火力発電所リプレース等を着実に進めるとともに、更なる CO₂ 削減の努力を行っていくことが必要である。
- 石炭の利用増加が避けられない新興国では、SO_x、NO_x、ばいじんなどの大気汚染物質や水質汚濁物質を去除く環境設備を普及していくことが喫緊の課題である。また、高効率発電技術の発展途上国等への展開については、地球全体の CO₂ を削減させるという現実的な地球温暖化抑制策として推進すべきである。

- CO₂ の抜本的削減策として、革新的高効率化技術である IGCC・IGFC や A-USC などの開発及び導入による発電量当りの CO₂ 排出量低減、大幅なコスト削減を実現する CO₂ の分離・回収、CCS の実用化へ向けた取組及びプランテーションを含めたバイオマス混焼を推進することが必要である。また、CO₂ の農水産業や化学原料の資源としての利用や新たな高付加価値品の開発にも積極的に取り組むことが重要である。
- 更に、二国間・多国間の重層的なクリーン・コール・テクノロジーによる新しい産業創出も視野にいれ、国際共同事業を実施するためのファンド創設等の仕組み作りを行うことも重要である。また、石炭を水素化して輸送する具体的なプロジェクトを推進するなど、石炭エネルギーのパラダイムシフトにもつながる将来の水素社会の実現に貢献すべきである。
- 以上は、地球人類全体の持続可能な成長へとつなげるための環境に配慮した石炭バリュー・チェーンの高度化に向けての石炭関係諸国共通の認識である。

尚、国際会議のプログラムおよび、それぞれのプレゼン資料は、JCOAL のサイト (下記) に掲載済である。必要な方はご自身で印刷して頂きたい。

http://www.jcoal.or.jp/coaldb/shiryo/material/ccd/pathway_for_coal_towards_high_efficiency_low_emission_hele_technology_under_the_worlds_coal_value_ch.html

次に、主な講演を紹介したい。

1) 開会挨拶

JCOAL 会長 北村 雅良

- ・ 25 年目の記念大会の本会に、石炭に関する関係各位が参集して頂き有難い。是非とも活発な議論で実り多いものにして頂きたい。
- ・ 東日本大震災後、我が国では化石燃料の利用比率が高まり、2030 年時点で 26% のベース電源となることが決められた一方、昨年末の COP21 で 2030 年までに CO₂ 発生量を 26% 削減することも表明した。



- ・どの大陸にあっても石炭埋蔵量は一定量あり供給の安定性は唯一であるので、発展途上国中でもアジア各国で石炭利用が増加するものと予想される。太平洋地域では資源ナショナリズムの影響から石炭輸出に規制をする動きがある一方、モザンビークやコロンビアなど新規供給国も増え、生産国と供給国双方の Win-Win が期待できる。
- ・石炭利用に当たり SOx、NOx、ばいじんの発生量が多いことが特徴であり、我国はこれを技術の力で克服してきた。今後この技術を各国に普及させ持続可能な発展を狙いたい。
- ・こうした背景を踏まえ、国内では AUSC や IGCC、IGFC の導入により更なる効率化により CO₂ 削減をしていけると期待できる。一方 CO₂ の分離回収技術の革新的技術開発も進められている。2050 年に向けて新たなパラダイムが開かれようとしている。バイオマス利用による CO₂ 削減、藻類を使った CO₂ 回収、CCS による固定そして将来の水素社会実現に向け、石炭を水素発生原料とする豪州ビクトリア州のプロジェクトも進展している。
- ・JCOAL でも定款改定をして、石炭そのものだけでなく CCS などのこれら課題に取り組んでいくことになった。
- ・本年度の CCD のポスターのデザインは軍艦島であり、近代文明の成立にあって、石炭は重要な礎であり、大切な資源であったことを歴史が示している。資源の少ない我国にあって、自らのエネルギー安定供給という観点のみならず、石炭をバリュー・チェーンで捉え、世界について重要なポジションにあるんだという議論を行い、関係各位とのエネルギーチェーンを構築して、人類全体の持続可能な発展を考える場として頂きたい。

2) 来賓挨拶
経済産業副大臣

松村 祥史



- ・本会議は 25 年目の記念大会であり、石炭に関する主要国政府、国際機関、産業界のキーパーソンが参集して開催されることは喜ばしい。
- ・本会議では石炭資源の開発から CCT 開発普及まで幅広い議論がこれまでなされている。
- ・忌憚のない意見交換が石炭の安定供給につながることを期待している。
- ・石炭の役割は多くの国で今後とも重要であり、日本は昨年 7 月に 2030 年度で総発電量の 26% を石炭火力で賄うという見通しを示しており、石炭は引き続き重要なベースロード電源の燃料として評価されている。
- ・IEA の見通しでも 2040 年までに石炭需要は 10%、発電量は 30% 増加すると予測されており、アジアを中心とする新興国、途上国を中心に石炭火力が急速に発展することが見込まれている。
- ・化石燃料の中で、石炭は安定供給の面で優れているが、課題は価格の下落により新規開発や生産が一部地域で停滞し

ている。長期的な安定供給のためには石炭開発の開発継続が必要である。また石炭は他の化石燃料に比べて CO₂ の排出量が多いため環境負荷を低減しながらの利用が必要であり、世界が一層の CO₂ 削減努力を進めている。

- ・石炭利用を継続するためにはより高効率でクリーンな利用技術を確立し、国内外への導入普及が大きなカギとなる。
- ・METI は 6 月に石炭火力の効率を大幅に向上させる IGCC や IGFC 等次世代火力発電技術の開発に係るロードマップを策定した。IGCC は 54 万 kW x 2 基の建設に着手し、2020 年に福島で完成する。IGFC は先月広島で本格的な実証試験がスタートした。
- ・これらの技術が世界で導入されることにより地球規模で気候変動対策、環境対策に貢献できる。
- ・今日明日の 2 日間じっくり議論が行われ、石炭の安定供給とクリーンで効率的な利用の実現に向けて関係各国の理解が深まり、重層的な協力関係が構築されることを大きく期待する。

3) 基調講演 -I

「クリーン・コール・テクノロジーを通した
世界への日本の貢献」
経済産業省資源エネルギー庁
資源燃料部長 山下 隆一



- ・世界の電源の 4 割は石炭が担っており重要なエネルギー源である。
- ・米国では初めてガス火力からの CO₂ 排出量が石炭火力のそれを上回った。欧州も同様の傾向に向かっている。
- ・アジアでは再生可能エネルギーの可能性が大きいですが、ガス火力への過大な期待は難しく石炭火力への依存は高まるだろう。
- ・COP21 を前に、USC のような最新鋭石炭火力建設に対しては国際金融機関が 10 年超の融資を継続することが認められた。
- ・世界の三大 CO₂ 排出国 (中米印) にある石炭火力を USC にリプレースするだけで日本の総排出量に匹敵する 12 億トンの CO₂ が削減できる。
- ・中国とインドは今後石炭火力の高効率化を進めるだろう。中国の石炭火力の半分は USC になっている。
- ・日本も火力発電の設置基準を厳しくして高効率化へ誘導していく。
- ・IGCC は開発に 30 年掛かったが、3 万時間の運転を達成するところまで進展した。新たに 54 万 kW を 2 基建設する。福島復興にも貢献するプロジェクトである。
- ・広島で進めている IGFC はさらに高効率化が期待できる。現在は IGCC フェーズの実証運転を行っているが、順調に進んでいる。
- ・今後も、石炭火力の高効率化技術開発を推進していく。

4) 基調講演 -II

「COP21 後のクリーンコール」

国際エネルギー機関 (IEA)
持続性・技術・需給予測局長
Kamel Ben Naceur



- ・今日的なエネルギー資源としての石炭の役割は、電力の 40%を提供するベースロード電源であること、地球温暖化対策として懸念される CO₂ 排出源の 50%が石炭由来であること、大気汚染対策の面など、石炭利用における課題解決は多くの注目を受けている。
- ・2015 年は、石炭を取り巻く環境が変化した年であった。
- ・要因の一つは、従来、経済成長と CO₂ の排出量の増加は連動すると認識されていたが、2015 年は新興国を中心に、世界経済は成長を継続している一方、CO₂ 排出量の増加は緩和される傾向に転じた。要因として、火力発電所の効率化、太陽光の買い取り価格の低減、再生可能エネルギーへの活発な投資などが後押しした。
- ・2 つ目には、2015 年 9 月に国連で開催された持続可能な開発サミットにおいて、国際社会が目指す 17 項目に及ぶ 2030 年までに達成すべき「持続可能な社会を実現するための到達目標」(SDGs) が採択され、この内、7 番目の項目で「すべての人々の、安価且つ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する」とした達成目標が明示された。2015 年 12 月には、フランス/パリで開催された COP21 において、2020 年以降の温暖化対策の国際枠組み『パリ協定』を正式に採択され、「世界の平均気温上昇を 2 度未満に抑える (1.5 度に抑えることが、リスク削減に大きく貢献することにも言及)」ことが合意された。この実現のためには、CO₂ 排出量を 2050 年までに 15Gt まで下げることが必要となる (2015 年現在の CO₂ 排出量は約 35Gt)。
- ・CO₂ 排出量の増加を減少に転ずるためには、効率化、低品位炭の利用制限、再生可能エネルギーへの投資、メタンガスの減少、化石燃料に対する補助金制度改革等 5 項目に及ぶ「ブリッジ・シナリオ」により、2030 年までに 5Gt の CO₂ 排出量を削減できると試算している。しかしながら、IGCC 等の最新の効率化技術を適用しても High Efficiency Low Emission (HELE) と呼ばれる「高効率低排出」とする目標値には達することは困難で、発生した CO₂ を捕捉、地中に貯留する CCS 技術を普及することが必要となる。また、将来的に予想される技術競争に備え、効率化による効果に加え、CCS 技術に対する投資環境の改善が求められる。

5) 基調講演 -III

「高効率石炭の力」

世界石炭協会 (WCA)
事務局長
Benjamin Sporton



- ・世界のエネルギー需要は、2040 年には現在の 32%増となる。2030 年代半ばより再生エネルギーが最大となり、石炭のシェアは現在の 41% から 30% に減少するが、量的には 2040 年に現在の 23.5%に増加する。特にアジアでの多くの新設石炭火力が寄与している。
- ・COP21 による CO₂ 削減対策のためにも、HELE が重要な枠割を果たす。発電効率 1% 改善により CO₂ 排出は 2-3% 減少。HELE は日本、中国で既に進められているが、世界の標準となり得る。アジア、アフリカは石炭需要が増加していくが、COP21 の削減目標達成のためにも HELE 導入への国際的な支援が必要。
- ・石炭火力建設はアジアの非 OECD 諸国が多い。
- ・HELE は高価であるが、ASEAN +インド、バングラ、スリランカ、パキスタンの LCOE の電力コストは 55-60\$/MWh で、ガスの半分程度である。中国は約 50\$/MWh で、ガスの 1/3 程度、このため CCS の導入もコスト的に可能となり得る。アジアでは、ガスは経済性、供給、インフラ等の問題から、大規模電力となり得ない。現状、低効率石炭火力から高効率に転換することが CO₂ 減少に最も効果的な方法の一つである。
- ・いずれのシナリオでも、今後も石炭は重要な位置を占める。石炭からの排出削減のため、低効率技術から HELE への展開、更に CCS の低コスト化による実用化への支援を進め、
- ・ゼロエミッション化石燃料への転換を図ることができる。

6) 記念講演

「Cop21 パリ協定における石炭の役割とその将来

～国連としての見方」

国際連合
欧州経済委員会
持続エネルギー小委員会
化石燃料起源電力専門家グループ長
(米国エネルギー連盟事務局長) Barry Worthington



- ・“Coal tasks & vision on COP21 Paris Agreement UNECE perspective”と題され国連としての今後の化石燃料の使用に関する見解についての講演であった。
- ・最初に、講演者が活動している UNECE について説明された。この組織は 56 カ国で活動しており、メンバー国は北米、ヨーロッパ、FSU (Former Soviet Union)、中央アジア、イスラエルとトルコである。
- ・UNECE の活動内容は次の通り；
 - 地球温暖化に対応しつつ、エネルギーミックスの中で化石燃料を上手に使っていくにはどうすべきか。

- 地域内でのエネルギー市場の統合化を高めるにはどうすべきか。
- 持続可能エネルギーシステムへの移行を促進するにはどうすべきか。
- ・ UNECE の活動している範囲で、「持続性」についての全体的な視点についての見解を説明した。
- ・ 世界の化石燃料消費は 2012 年に 80%、455EJ/ 年、2050 年の見通しは 80% が予想され使用量は 740EJ/ 年であるが、IEA の 2℃シナリオでは 45% で 295EJ/ 年の必要がある。UNECE ではこの間の整合をとるためには CCS 或いは CCUS の実現に焦点をあてている。
- ・ 現状の CCS については、世界で 14 の大容量プロジェクトが運転されており、他に 8 プロジェクトが建設中である。これら 22 のプロジェクトの合計容量は年に 4,000 万トン CO₂ になってきている。
- ・ 他には 14 の大容量プロジェクトも準備され、更に 19 プロジェクトについて初期段階にある。
- ・ パリ協定では CCS と EOR を貯留技術として支持しているが北米では EOR に CO₂ が多く使われている。
- ・ 以上を含め、国連の役割としては次のことを考えている。
 - ポスト京都のアグリーメントが CCS、CCUS の扱いに前向きに扱えた。EOR について貯留として扱えられた。国際的な取り決めの中で CCS、CCUS を適正に扱うことが CCS の急速な普及のためには必要である。
 - CCS の将来を決定するには社会的な認知が大事である。協力は UNFCCC と他の国連組織の協力も重要である。
 - CCS のモニターと追跡で、CCS のベストプラクティスを決めていく



郵便切手にみる石炭利用の歴史(後)

情報ビジネス戦略部 田野崎 隆雄

⑫英国で始まった産業革命：世界最初の切手を発行したのは英国で1840(天保11)年のことでした。そのデザインは、1837年に即位した「**ヴィクトリア女王(1819 - 1901)**」の横顔で「**ベニーブラック**(図1)」と呼ばれる黒刷りの切手です¹⁾。この時代の英国は、まさに産業革命期の真最中で、経済が急速に発展し、世界帝国への道を邁進しておりました。最盛期の1820年代には一国で世界の工業生産の半分を占めるようになり、以後1870年代にいたるまでイギリスは世界最大の工業国でありつづけ、「**世界の工場**」と呼ばれるようになっていました³⁾。その中で必要になってきたのが「迅速、かつ確実性の高い情報伝達制度の確立」です。そこで“近代郵便制度の父”として有名な**ローランド・ヒル**卿は、以前の不便な制度を見直し、「全国均一の重量制料金」「料金前納制」「前納の証拠の切手貼付」としたことで、今日の郵便制度を設立しました¹⁾。ちなみに英本土発行の切手は今日でも、他の国こそ国名を明記すればいいということで国名は表記せずに、時の国王(現在ではエリザベス二世)のシルエットが描かれています。

最初の**第一次産業革命**は1760年代に始まるとされていますが、これは1830年代までの比較的長い期間に渡って漸進的に進行しています。英国の産業革命のうち、最も重要だったのが**綿織物工業**です。その技術革新の端緒となったのは、**1733年**ジョン・ケイが、織機の一部である杼(ひ)を改良した「**飛び杼(flying shuttle)**」を発明したことにあります。これにより、手で杼を動かす必要がなくなり、綿布生産の速度が向上したために、旧来の糸車を使った紡績では生産能力が需要に追いつかなくなり、**1771年**リチャード・アークライトが**水力紡績機**を開発しました。綿をローラーで引き延ばしてから撚りをかける機械は、人間の力では動かない大型の機械だったので、水力を利用したのです。これにより大量生産が可能になり、これが本格的な工場制機械工業のはじまりとなりました²⁾(図2参照)。



図1 ベニーブラック

図2 2009年3月発行の英国切手「産業革命の開拓者たち」
ワット、アークライト、ステファソン他

繊維業と並んで産業革命の推進役となったのが**製鉄業**です。既に16世紀頃から鉄製品に対する需要が高まっていたため、急速に成長する鉄需要に対応するうちに木材が深刻に不足し、17世紀にはロシアやスウェーデンから鉄を輸入する事態となっていました。木炭不足に対応して、一般家庭の燃料には、この頃から石炭が利用されるようになっていましたが、石炭に含まれる硫黄分が鉄を脆くしたため、石炭を製鉄に使用する試みはすべて失敗に終わっていました⁴⁾。18世紀に入り、**1709年**に**エイブラハム・ダービー1世**が石炭を蒸し焼きにして利用する**コークス製鉄法**を開発したことで状況は変わり、英国全土に普及していきました。1760年代にはジョン・スミートンによって高炉用の送風機が改良され、これに**ワット式蒸気機関**を組み合わせることで送風過程はさらに効率が悪くなり、1784年にはヘンリー・コートが撈拌精錬法を発明し、更に良質の錬鉄が大量に生産できるようになりました²⁾。この一連の産業遺産をイングランド中部の**世界遺産「アイアンブリッジ」**(図3)で見ることができます。コークスを用いた高炉の絵が図5に示す切手となっています。

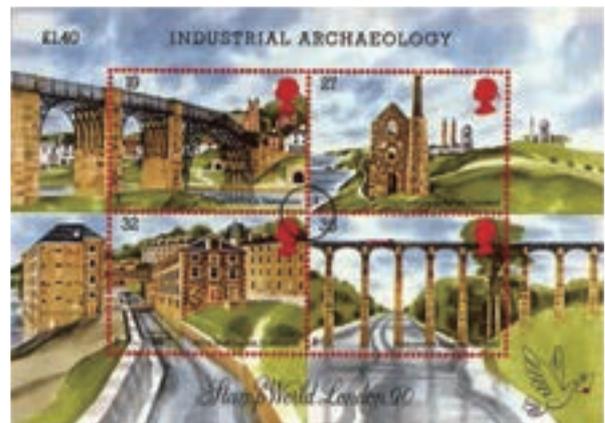


図3 英国の世界遺産「アイアンブリッジ」、アークライトの水力紡績機、コーンウエルの鑛山、ボトカサステ運河

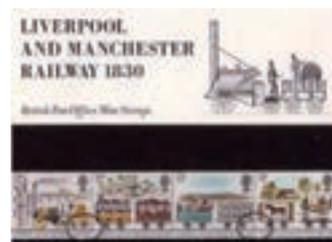


図4 リヴァプール/マンチェスター鉄道開業150年



図5 日本近代製鉄150年

やがて産業革命が進むにつれて、工業機械や鉄道建設のために更なる鉄が必要となっていました。また石炭の採掘が盛んになると、炭坑に溜まる地下水の処理が問題となりました。こうした中、**1712年にニューコメンによって蒸気機関を用いた排水ポンプが実用化**されました。更に**1765年ジェームズ・ワットが蒸気機関から復水器を独立させた**ことで、蒸気機関の能力は著しく増大し、エネルギー効率が大幅に改善され、燃料の75%の節約が可能となりました。この蒸気機関の改良によって、鉱山排水のみならず様々な機械に応用されるようになりました。それまでは工場は水力を利用するために川沿いに建設するはかなかったのですが、ワットが蒸気機関を改良したことによって、川を離れた都市近郊に工場を建設することが可能となりました。これによってマンチェスターなどの新興商工業都市は、更なる成長を遂げました³⁾。

更に産業の発展に伴い、イギリス国内の輸送手段も徐々に改善され、初期の輸送手段改善は主に運河の建設によってなされました。きっかけは1761年に建設されたブリッジウォーター運河で、ワースリー炭鉱と工業都市マンチェスターを結ぶものであり、マンチェスターの石炭価格を半額にしました。1760年代から1830年代にかけて英国において「運河時代」と呼ばれる一時代が生じ、急速に運河の建設が進みました³⁾。一方陸路に頼らざるを得ない鉱山などにおいては、線路を敷設しその上に人力によってトロッコや貨車を走らせることが行われていましたが、これも18世紀後半には、馬車鉄道などが多く使用されるようになっていました²⁾。

蒸気機関が改良されると、蒸気機関を輸送手段に使用する試みがなされるようになっていきました。最も早く実用化されたのは蒸気船であり、**1807年に米フルトン**(図6)によって河川航行が可能**な外輪船が実用化**されました。1840年代になり高速で安定性も高いスクリュプロペラが開発され、外洋航海に適用されています²⁾。一方、1804年にはトレビシックにより蒸気機関車が発明されました。そして1825年には、世界最初の商用鉄道であるストックトン・アンド・ダーリントン鉄道が開通しました。更に蒸気機関車の改良は進められ、**1829年にロバート・スチーブンソンの設計したロケット号**によって基本的な機構が完成され、翌**1830年のリバプール・アンド・マンチェスター鉄道の開業**(図4)によって、蒸気機関車とそれの走る鉄道というシステムが完成しています。陸上には他に対抗できる高速交通機関が存在しなかった為、1850年までに6,000マイルもの鉄道が開通しています。また「鉄道」というシステムは時をおかずして諸国にも伝わり、1830年代にはアメリカ・フランス・ドイツ・ロシアなどにおいても鉄道が開通し、1850年ごろにはかなりの長さの鉄道網が発達していました。英国とそれ以外の国々の産業革命における最大の差異は、「**鉄道の有無**」です。後発諸国の産業革命・工業化においては、鉄道の敷設は産業革命の前提条件でした²⁾。炭鉱、製鉄所、鉄道施設が谷一体に展開するウエールズの「**プレナボン**」地域は世界遺産(図7)に指定され、中心となる「**ピックピット国立石炭博物館**」は、実際に当時の坑道に降り立つことができる体験型施設として、今でも多くの観光客が訪れ、産業革命において石炭の果たした役割を学んでい

ます。この時代に活躍した経済学者**アダム＝スミス**は、分業などによって労働の生産能率を高めることによって、富を増やすことができると考えました。そのために設備投資や資本の蓄積が必要であり、市場における自由競争が生産性を高め、社会全体の進歩の原動力であるとししました。これが「**自由主義経済思想**」です。国家の統制や介入を排除し、市場原理に任せるべきであると主張し「**市場の自動調節機能**」という「**神の見えざる手**」によって価格は自ずと調整するという考えは、英国産業革命の理論的支柱となり、多くの国々の経済政策とされてきました³⁾。



図6 フルトン 200年 図7 世界遺産 (プレナボン) 図8 大英帝国 図9 南北戦争 100年 図10 大陸横断鉄道 75年 図11 ペリー沖 艦来往 100年 図12 米普通切手 石炭車

諸国の産業革命のスピードは、国によってまちまちであり、たとえばフランスにおいては産業革命の進展は緩やかなものであり、急速に進展を始めるのはナポレオン3世による第二帝政期(1852-1872)を待たねばならなりません²⁾。一方アメリカの産業革命は、米英戦争(1812-1814)後に、英国からの経済的自立が深まり、最初から「**第二次産業革命**」(重工業中心)として始まりました。南北戦争(図9)後の西部開拓には「**大陸横断鉄道**」(図10)が不可欠であり、ついには太平洋岸に達し、日本を開国させるアクションまで繋がりました(図11)。これが日本史上での黒船来航です⁶⁾。この産業革命の結果、**アメリカは19世紀末までに英国を追い抜いて世界一の工業生産力**を持つとともに、国内では資本の集中が進行して、第一次世界大戦(1914-1918)後には、アメリカ資本主義が世界を席卷することとなります⁶⁾。

こうした先発諸国に対し、1834年のドイツ関税同盟成立によって広大な共通市場を得たプロイセンを中心とするドイツ諸邦が、1840年代から産業革命に入っていきます(図71)。その後19世紀後半にはロシア、イタリア、スウェーデン等に続き、日本が産業革命を成功させ、工業化社会を築き上げていきました⁶⁾。英国の産業革命がほぼ民間資本のみによって「**下から**」達成されたのに対し、後発諸国の多くは政府が積極的に工業の育成に取り組み、いわゆる「**上から**」の産業革命が推進されていきました²⁾。工業化を成功させた国々と非工業化社会との国力差は、産業革命以前と比べて非常に大きなものとなり、この国力差を背景に19世紀後半に入ると先進工業化諸国は次々と非工業化諸国へと侵攻し、それら地域を原材料・労働力の供給地、あるいは市場として植民地化していくようになりました(図8, 20)³⁾。

ここで、労働条件の改善が問題になってきます。**英国のトーマス・ハップバーン**(1795-1864)は、子供のころから炭坑で働いており、労働者階級の教育に努め、その改善に生涯を費やしました(図14)。一方フランス・ロマン主義の小説家**ヴィクトル＝ユーゴー**(1802-1885)は、ナポレオン3世に反対してガンジー島に亡命し、有名な「**レ・ミゼラブル**」(図15)を亡命先で完成させました⁹⁾。産業革命初期にあって、マドレーヌ市長として財をなす数奇な経歴を持つ、**ジャン・ヴァルジャン**は「1本のパン

を盗んだために19年間もの監獄生活を送りました。この小説は世界中で何度も劇・映画化されています^{3,4)}。**エミール=ゾラ**(1804-1902、図16)の描いた「**ジェルミナル**」の炭鉱風景は、フランスでは現在でも炭坑のイメージを形成しています。



図13 米鉄鋼産業 図14 炭坑労働とヘップバーン 図15 ガンジー発行レ・ミゼラブル 図16 ソラとジェルミナル 図17 フランス革命バスターユ攻撃 図18 ドラクロワ民衆を率いる自由の女神

- ⑬フランスの産業革命と日本：英国で産業革命が展開された18世紀末から19世紀初頭にかけて、フランスでは、大革命に続いて**ナポレオン1世**(1769-1821)の戦争時代という動乱につぐ動乱の時期でしたが⁶⁾、この間、英国の工業製品に関税をかけてフランスへの流入を防ぎ、自国の産業の発展を図りました。しかし、フランス革命で自立した小農民は、英国のように賃金労働者化することが無く、また商業資本の蓄積も英国ほど進んでいなかったため、産業革命が遅れることとなりました。フランスで産業革命が始まるのは、1830年に復古王政が倒され、**ルイ=フィリップ**(1773-1850、株屋の王と言われた)の下で、七月王政が成立して商業資本の育成がはかられた時期からです⁶⁾。続く第二共和制の時代に、ナポレオン1世の甥である**ナポレオン3世**(1808-1873)(図19)は、クリミア戦争の勝利などで得た国民的な人気をもとに、1852年に皇帝に即位しました。彼自身が古典派経済学やサン=シモン主義の影響を受け、フランス産業の発展には保護貿易から自由貿易主義への転換が必要と考え、皇帝大権で**英仏通商条約**を締結しました。これによって、フランス産業は英国と競争を余儀なくされ、技術革新とエネルギーの転換、賃金労働の創出、銀行の整備(フランス銀行の統制のもとでクレディ=リヨネなどの預金銀行が成長)、絹織物(リヨン図22)、鉄道(サンテティエヌで開通)、通信網の整備(最初の郵便切手は1849年発行)などが進み、1860年代はフランス産業革命の完成期となりました⁹⁾。この第二帝政期のフランスが東洋の島国日本に進出し、江戸幕府に近づいたのです¹⁸⁾。当時のフランスはインドシナやアフリカの植民地化を推し進め、世界各地に広大な植民地(図20)を獲得しつつありました。同時期に**オスマン男爵**によるパリの都市整備が進められ、シャンゼリゼ通りをはじめとする現在の町並みが整備されていきました^{7,9)}。



図19 ナポレオン3世 図20 フランス海外領土 図21 サンテティエヌ高等鉱山学校 図22 リヨンの織物産業博 図23 世界遺産富岡製糸場 図24 リヨン発コワニエ封筒

明治新政府のお雇いフランス人**ヴェルニーヤプレグラン**は、当時産業革命中のリヨン近郊出身で、日本の近代化に貢献しました。絹糸の輸出の縁もあり、**富岡製糸場**(図23)の建設に貢献した**ブリューナ**の生誕地「**ブル・ド・ペアー・ジュ**」と「**富岡市**」が、また「**リヨン市**」が「**横浜市**」と姉妹都市であるように現在でも交流が続いています。ブリューナが富岡の地を工場建設

地に選んだのは絹糸の集積地であることに加えて、燃料源となる石炭が採れたからです。繊維産業の町リヨン(図22)から南西に36kmにある「**サンテティエヌ**」産の石炭が、フランス産業革命の原動力であったことは意外に知られていません。サンテティエヌには、生野鉱山近代化に貢献したコワニエの出身校である「**高等鉱山学校**」(図21)があり、またフランス最初の鉄道はここで開業しており、まさにフランスのマンチェスターでした。コワニエの赴任先の兵庫県の「生野鉱山」には頻繁に郵便が届く為、居留民のために既に1865年に開設されていたフランス横浜郵便局に「**生野鉱山コワニエ**」(図24)名のスタンプが用意されていました。通商条約に伴い開港した横浜、神戸、長崎には多くの外国人が来往し、英米仏の在外郵便局が開局されました。発見された日本発書状はパリ宛よりもリヨン宛が多く、その多くが絹の商売情報でした。このころ欧州および中国で蚕の疫病がはやり、日本産の絹糸に世界中の注目が集まっていました。多くのリヨン商人が横浜に滞在し、絹糸の買付けを行っていました⁵⁾。このように1870年代(明治初年)より、日本はグローバル経済に入っていたのでした。

1871(明治4)年の日本郵便の開始後は、日本切手を更に貼ることによって、外国から到達する郵便の国内送達もできるようになりました(1877(明治10)年日本のUPU加盟後は日本切手の加貼は不要になりました)。図24の封書は歴史的に非常に興味深いものです。1875年にリヨンのコワニエ親族から兵庫県生野にいた本人に差し込まれた書状の封筒で、横浜まで44日かかり、その後日本の郵便により生野まで届けられています。日本の郵便制度は、**前島密**により1871(明治4)年に開始されましたが、その時の切手(図25)は**渋沢栄一**がもっていたフランス切手(図19図案)を参考に作成されました。日本の郵便制度の整備が進んで日本国内にあった英米仏の在外郵便局は1880(明治12)年には全て廃止となり、不平等条約改正の第一歩となりました。

- ⑭日本の鉄道開業と文明開化：日本は、米国の圧力により1854(嘉永6)年に開国して世界資本主義の嵐の中に放り込まれました。そして、1868(明治元)年に明治維新を成し遂げた新政府は、殖産興業政策によって急速な近代化を進めました。その特徴は「**富国強兵**」路線と結びつき、戦争と共に産業が発展していきました。1894(明治27)年の日清戦争の賠償金を元手に第一次産業革命(繊維産業中心)を展開し、1904(明治37)年の**日露戦争**によって一気に第二次産業革命(重工業中心)に突入していきました。前述の通り、富国強兵のもと**鉄道敷設**にあり、英国人技師の指導の元に1872(明治5)年の新橋-横浜間の鉄道開業(図27)に続き、明治から大正に時代が移る50年程の間に、8,000kmを突破する鉄道網を整備できたことは近代化の大きな成果でありましょう¹²⁾。鉄道の建設・運営には石炭と鉄が不可欠で、これを自給できるようになったことが、日本の近代化を成し遂げる原動力となりました。鉄道により各地の炭鉱開発は促進され、その石炭により更に近代化が進みました。そして道路・水道・ガス・電信電話・電気等のインフラストラクチャ整備が続きました¹⁸⁾。



図26に示す前島密生誕150周年の切手には、郵便駅通寮前の錦絵にガス灯が描かれています。1874(明治7)年には東京の京橋—金杉橋間に85基の石炭起源のガスが供給され、ガス灯が輝くようになっておりました。ガス灯自体は鉄道が開通した1872年には横浜の神奈川県庁前に、フランス人のアンリ・プレグランの指導の下、高島嘉右衛門によって始まり、現代の馬車道通りに、街灯としてガス灯が灯りました¹³⁾。

日本で最初に電灯が灯ったのは、東京虎ノ門にあった工部大学校で1878(明治11)年のことです(図29)。1886(明治19)年には、初めての電力会社—東京電灯株式会社が開業。翌年には、日本初の火力発電所が東京茅場町に誕生(出力25kw)し、以降多くの電灯会社が家庭配電を開始しました¹⁴⁾。開業当初の130余の電灯数が、5年間で1万灯を超えるようになっていました。1896(明治29)年には電力事業者は火力23社、水力7社、火力水力併用3社でしたが、1907(明治40)年には火力76,000kw、水力38,600kwとなり、1917(大正6)年には工場電化率50%を超え、1935(昭和10)年には石炭火力62%、水力19%、石油火力9%の割合となっています。

造船技術の進歩も見逃せません。明治維新前からフランス人による横須賀、英国人による長崎で始まった造船の国産化は、明治末期にはかなり実現しており、昭和初期の貨客船(図30)や練習船(図31)となって世界周遊に活躍していました。しかし、第二次大戦における軍艦・商船団の壊滅は、国内の物資不足を生み、それが日本の敗戦に繋がりました。戦後の物資輸送には、北米航路の花形客船であった氷川丸(図32)が、石炭運搬船になっていました。数奇な生涯を辿り、現在横浜港に係留されている氷川丸は、2016(平成28)年に重要文化財となりました。



⑮日本の普通切手の消印にみる石炭産業の進展：第二次大戦前ほどの国でも、記念切手はあまり発行されず、普通切手が多く使われました。郵便物到着の証拠に消印が有効とされているように、消印はその郵便物が正式に発送された証拠でした。例えば、図33にある封書は東京両国にいた松浦詮(あきら)伯爵

爵が1896(明治28)年に、地元平戸の猶興館(ゆうこうかん)中学校に差し出し5日間で届いています。伯爵は学校の創立者ですので、教育関係の書状と推察されます。切手は、イタリア人キヨソネのデザインによる日本初めの凸版印刷「小判切手」です。また図34に各種消印を説明します。(1)1875(明治8)年製「鳥切手」は1877年のUPU加盟直前に米国との郵便交換条約に基づき発行され、消印は「NAG」しか見えませんが、当時の状況から郵便局は「長崎」以外にありえず、12銭は米国宛料金です。(2)山東省青島：大正11年消印。これは「支那字入切手」といって日本が在外郵便局を設置した際に発行した切手で、大正・昭和初期の「田沢切手」。(3)樺太上恵須取：昭和12年消印、日露戦争後日本領となった南樺太の一大産業は石炭採掘でした。中でも恵須取は大炭田があり、当時の人口が3万人を超えておりました。アイヌ語の「エストル」(岬が長く伸び出ている所)から命名。(4)小樽中央通：昭和12年消印、樺太航路は小樽直行も多く、幌内炭鉱からの北海道初の鉄道も小樽まで開通しており(図28)、昭和初期の小樽は「北のウォール街」と称される賑わいでした。(5)釧路雄別炭山：年月不明。1919年に北海道炭礦鉄道社が開業。翌年鉄道の敷設と炭鉱の開発が開始され1970年まで操業。切手は大正・昭和初期の普通切手「富士鹿切手」。(6)石狩夕張炭山：年月不明。北海道炭礦汽船が開発し、優良な製鉄用コークスの原料炭を産出しました。現在はメロン栽培で有名です(図88)。(7)宇部沖ノ山：昭和14年消印、宇部炭田は海底に掘り進んでおり、沖の山はその主力坑でした。現在はコールセンターがあります。(8)福岡若松：大正14年消印、二島炭坑があると共に、筑豊炭の積出し港であり、現在の北九州市若松区。(9)直方(10)福岡上山田：昭和初期使用、いずれも筑豊地区の産炭地です。(11)長崎松島：昭和12か13年消印、長崎県の西彼杵半島の西1km沖の五島灘に浮かぶ島で、現在全域が西海市に属し人口約800人。江戸期から昭和中期までは捕鯨と炭鉱で栄えた歴史を持ちます。(12)台湾瑞芳：昭和3年消印、台北郊外東海岸に回る途中に炭坑の入口町がありました。炭鉱はすべて閉山してしまいましたが、現在では夜景で有名な九份の町の入口として有名です。(13)朝鮮新義州：昭和11年消印、北部鴨緑江に面した国境の町、現在でも北朝鮮から中国への石炭列車が通過する町です。(14)満鉄付属地奉天中央：昭和11年消印、日露戦争後、獲得した権益に関係し、日本領土並みに支那字なしの切手を使用していました。有名な撫順炭坑が近郊にあります。(15)委任統治領パラオ：年月不明、第一次大戦後、日本の委任統治領になり、対岸のコロールには南洋庁が置かれ、パラオは周辺諸島の中核的な島となり、1943年には約43,000人の人口があり、石炭倉庫などありました。現在はパラオ共和国として独立。(16)鉄道郵便(東京仙台間)：明治20年消印、郵便搬送専用の車両が作られ、車内で郵便物の仕分けなどを行うようになりました。駅のポストに投函した郵便物では、郵便車内で消印が押されることが多かったようです。船内郵便(香取丸)を図35に示します。1928年(PAQU)EBOT消印、香取丸は日本郵船のインド洋航路(横浜からマルセイユ経由ロンドンまで)の客船でし

た。「PAQUEBOT」とは船内特別郵便局に投函された郵便物の事です。船舶内は船籍国の領土とみなされ、日本船籍の船舶内は海外にあっても日本の法令下にあり、船内で投函された郵便物も日本の切手が貼付消印されました。寄港地の香港で、郵便物は現地の郵便組織に引き渡され日本に送付されています。現在でもこの制度は南極観測船などで、使われています。このように切手消印は、化石標本から生息当時の状況を推定できる格好の証拠であるように、切手上の消印から、使用当時の時代を推定することができるのです。



図36 採炭夫切手、産業図案炭坑夫、産業図案製鋼産業、産業図案SL製造
図37 四国切手展
図38 世界記憶遺産山本作兵衛画
図39 西ドイツの炭鉱福祉切手

⑩産業図案切手：日本では第二次大戦後の1946(昭和21)年、に採炭風景(図36左)が50銭切手として発行されました。この切手は表記が右書きの「大日本帝国郵便」のまま発行されています。戦後の「傾斜生産方式」により資材を優先的に石炭産業に振り向け、石炭を増産して、その石炭をもとに産業復興を図って行こうという政策下で、石炭生産は戦後復興の象徴でした。1948(昭和23)年から発行された普通切手は「産業図案切手」(図36)といい、農婦、紡績工など産業に従事する労働者をデザインとしています。その中で封書料金に相当する5円、8円に「炭坑夫」が選ばれ、国民一般がよく目にすることとなりました。他に石炭関係では100円には製鋼産業、500円には蒸気機関車製造がデザインに選ばれています。これが我が国における「石炭」切手の最後の発行であり、以後約70年間「石炭」が正刷切手印面に現れることはなくなりました。しかし2011(平成22)年に日本初の「世界記憶遺産」に登録された作品が日本郵政の発行するフレーム切手になっています。それは福岡県出身の元炭坑夫山本作兵衛(1892-1984)の記録したメモ付スケッチ(図38)です^{18,19}。「子や孫にヤマの生活や人情を伝えたい」と1,000枚以上書き残したものです。世界の記憶遺産は、人類の文化を受け継ぐ重要な文化遺産であるにも係らず、毀損されたり散逸する危機に瀕しているものをデジタル化を通じて、広く全世界の人々の平等な利用を奨励し、広く普及させることを目的としており、グリム童話やアンネの日記などが指定されています。

西ドイツでは炭鉱労働をもとにした福祉切手を発行しました(図39)。アメリカでも2003年になって発行されたものに「Made in America 20世紀の国家を作った人々」シリーズ(図40)があり、炭坑夫が発行されました。白黒の写真のこの46セントの切手は国内料金用(Foreverとは料金改定があってもそのまま使用できる意味)です。またフランスでも、2006年に「炭坑の名誉」(図41)という切手を発行しています。この当該施設は世界遺産となっており、採掘跡は「ルワルド国立石炭博物館」として整備されています。図42~48に各国の炭鉱労働をデザインした切手を示します。石油の大量利用が具現化した1970年代以降、石炭切手はOECD加盟国では見られなくなります。しかし石炭利用がなくなったわけではなく、これ以降日本及び欧州では、豪州、南アフリカ、北米等からの大量の石炭輸入

が始まっています。石炭関連切手の発行は新興国(図50~62)に移り、中国では1989年に社会主義建設の炭鉱、積出港、製鉄所の切手を発行しました(図56~58)。



図40 アメリカ「20世紀の国家を作った人々」シリーズ
図41 世界遺産フランス「炭坑の名誉」北部炭田



図42 韓国の炭鉱労働
図43 ベトナムの炭鉱労働
図44 世界遺産ベトナムの炭鉱労働
図45 ポーランドの炭鉱労働
図46 ソビエト連邦の炭鉱労働
図47 カナダの炭鉱労働
図48 ウクライン最北の炭鉱
図49 オランダ石炭火力発電所



図50 南アフリカ炭鉱
図51 蒙州炭鉱
図52 豪州ニューカッスル港
図53 中国炭鉱
図54 中国炭坑カッター
図55 中国炭坑内列車
図56 中国山西省西曲炭鉱



図57 中国河北省冀州島港
図58 中国上海宝山製鉄所
図59 モンゴル石炭産業
図60 インドネシア独立40年
図61 インドタタ製鉄
図62 ジンバブエの炭鉱

⑪独仏の確執からEUへ：17世紀以来フランス領だったアルザス地方は、1870年の普仏戦争でドイツがフランスに勝利すると、ロレーヌ地方の一部とともにドイツ領に編入され(図63)名称を変えました。アルフォンス・ドードの有名な短編小説『最後の授業』が書かれたのは、この直後のことです。この普仏戦争を境にして、フランスでは反ドイツ感情が生まれ、この地域の奪還がフランスにとってドイツとの戦いの大きな動機の一つとなっていました。第一次世界大戦は、1914年から1918年にかけて戦われた人類史上最初の世界大戦です。欧州が主戦場となりましたが、植民地も戦場となる状況下で、世界の多数の国が参戦しました。「塹壕戦」(図64)が主流となったため戦線は膠着し、戦争は長期化しました。この結果大戦参加国は国民経済を総動員する国家総力戦を強いられることとなり、それまでの常識をはるかに超える物的・人的被害がもたらされました。足かけ5年にわたった戦争で900万人以上の兵士が戦死しました。第一次大戦のもつ意味は非常に大きく、第一に「石炭から石油」への燃料転換と「エネルギー安全保障」という概念の出現があります。19世紀半ば以降近代海軍の燃料は石炭であり、欧州の中ではアルザス、シレジア、南ウェールズ等の石炭産地が軍事上、重要な位置を占めました。日露戦争当時、日本の石炭生産量は国内消費量を上回り、4割がアジア諸国に輸出されていました(軍艦用燃料としては、日英同盟のおかげで、高熱量で排煙量の少ないウェールズ炭を輸入できていました)。しかし1912年にチャーチル海軍大臣が、英国海軍の燃料を石炭から石油に転換したことで、エネルギーの安全保障性が飛躍的に高まることになりました。石炭から石油への燃料転換により、軍艦の速度、行動範囲が大きく向上し、燃料充填が容易になりました。これがまた石油を持てる国と持たない国との争いの種になってきます。



図 63 ドイツ切手を用いたアルザス印 図 64 ヴェルダン戦壕 図 65 ベタン元帥 図 66 ノルマンジー上陸作戦 図 67 アルザスロレーヌ開放 図 68 ザール地方切手

フランスは第一次大戦後、**アルザス=ロレーヌ地方**を取り戻しただけでなく、**ルール地方**(図 72)を占領、石炭採掘権を賠償として獲得します。連合側側の過大な賠償要求は、ドイツの憎悪を買い、第二次大戦の原因の一つとなります。一方日本は第一次大戦の勝者側でしたが、石油資源の入手困難さが第二次大戦に参戦する大きな一因にもなっております。欧州におけるドイツ軍のフランス占領、日本軍のハワイ真珠湾攻撃に象徴される初期の枢軸国の攻勢は、第一次大戦以上に戦闘区域が世界中に広がる原因ともなりました。ドイツのフランス本土占領によりアルザス地方はまたドイツ領となり、ベタン元帥(図 65)がフランス南半分「フランス国」(ヴィシー政府)を樹立します。ドゴール將軍(図 70)はレジスタンスを訴えましたが、欧州戦線は**ノルマンジー上陸作戦**(図 66)から反撃作戦は進み、アルザス=ロレーヌ解放(図 67)に至り、ベルリンが陥落してドイツは降伏し、欧州の大戦は終結しました。

第二次大戦後、フランスはまた**ザール地方**(図 68)を占領し、自国編入を試みます。しかし 1955 年に行われた住民投票により、帰属はドイツとなります。これら地域に独仏が執着したのは、石炭・鉄鋼石といった「資源」があった為で、これを共同管理する仕組みが考え出されます。それが**1952 年の欧州石炭鉄鋼共同体**(図 69)の設立です。これ以降、独仏両国は急接近し、冷戦期に欧州 6 か国が設立した EEC を経て**1967 年に欧州連合 EU**(図 74)となっていきます。現在英国離脱が議論されていますが、2016 年 12 月現在加盟国は 28 ケ国で、共通通貨 Euro をはじめ、経済統合が進みつつあります。なお、欧州内にあって英国とノルウェーが EU 統合に消極的かつ独自の政策を取ることが多いのは北海油田(図 73)の存在が大きいといわれています。



図 69 欧州石炭鉄鋼共同体発足 図 70 ドゴールアテナワー会議 図 71 世界遺産フェルクリンゲン工業地帯 図 72 ルール地方の産業 図 73 英エネルギー切手 図 74 EU 加盟国

⑱ 高度成長と環境対策：経済発展と地球環境対策となると、各国でも似た道筋、共通の取組みがあるようです。日本を例にすると、第二次大戦後に生産が復興するに従い個人消費が進展し、鉄道や家庭での電化(図 75, 76)が進展します。その結果 GDP も成長し、オリンピック(図 77)や万国博覧会(図 78)を開催することができるようになります。更に中東で巨大油田が開発され、安価な石油が供給されるようになると、火力発電も石油中心となり(図 80)、一気に大量生産=大量消費社会が到来します。日本は**1968(昭和 43)年に明治 100 周年**(図 81)を迎え、産業革命の成果を存分に享受したのでした。高度成長の負の遺産が、公害(図 82)を代表とする環境破壊であることはいうまでもありません。環境保全が叫ばれるように

なったのも 1970 年代からです。また産業革命以降に、大気中で増加する主として二酸化炭素による「**地球温暖化**」問題が表面化するにつれ、産業活動に伴う温暖化物質排出量の削減が課題となり、国際条約が締結されるようになってきました。中でも、**1997 年に京都で開催された COP3**(図 84)や**2016 年のパリ開催の COP21**(図 85)では、石炭利用にとって重要な対応が求められています。石炭は、地球システムのエネルギー収支の結果、元素濃縮過程で地球上に残った炭化水素の生成物で、石炭そのものは良くも悪くもありません。しかし問題は使う側の人間にあり、これから石炭の利用に当たっては、環境対策が不可欠で、それができない限り使ってはいけないのです。石炭利用と CCT(クリーンコールテクノロジー)は切っても切れない関係にあります。また人類の生活の質を向上させ、いわゆる文明生活を送ることを可能にした産業革命は、「早い者勝ち」の「逃げ切り勝ち」という、欠点の多いゲームのルールに基づいていたことが分かってきました。このルールを環境問題に適用したら、宇宙船地球号はたちまち破滅です。今後、資源を持たない地区の人々の利益や将来世代のことを考慮せずに、「自分だけがよい」という産業革命当時の原則のままではやっていけないことは確かです。そのためにも産業革命の歴史を知り、先人がどのようなことを行い、その結果どうなったかを心に留めていくことが必要かつ大事になってきます。



図 75 東海道電化 図 76 家庭電化 図 77 東京オリンピック 図 78 万国博覧会 図 79 石油会議 図 80 石油火力発電所 図 81 明治 100 年の公害防止

2016(平成 28)年 3 月に部分開業した「**北海道新幹線**」(図 86)は、観光誘致に絶大な効果を発揮しています。1988(昭和 63)年に完成した青函トンネルを利用した鉄道システムを動かす動力は、もちろん電気ですが、その**電気の 30% が石炭から作られている**²⁰⁾ことは忘れがちです。また家電製品、自動車製造に不可欠な鉄鋼製品の製造にも、それが地球上のどの場所で製造されるにせよ、今なお石炭利用が欠かせません。しかし現在の世界中の多くの人々は、**通常生活で石炭を目にすることがなく**、石炭の恩恵を受けていながら現在の豊かな物質文明が、人々の「石炭に価値を見出し、それを手に入れるためにどのくらい苦勞したのか」の苦勞の結果、成り立って来たことを、現在ではすっかり忘れ去っております。



図 83 環境の日 図 84 COP3 京都会議 図 85 COP21 パリ会議 図 86 北海道新幹線開通



図 87 北海道遺産²²⁾ 図 88 コール君とスミちゃん

「明治日本の産業革命遺産」は、対象を1910(明治43)年までとしており、日本の産業革命の**Take Off(離陸)**に焦点を当てておりました。よく発展途上国の経済発展の表現に「10年以内の**Take Off**を予想」のようにしてきました。しかし21世紀の今、人々の意識と社会のありようは大きな転換を迫られており、むしろ**Land On(着陸)**に関心が集まってきています。離陸の過程で捨て去り失ってきたものを、もう一度再発見し・再評価し、取り戻していくことの中に、地域再生の手がかりがあるとされています²³⁾。その再発見の手がかりが世界遺産なのです。

「人類全体が共有すべき顕著な普遍的価値」とされた石炭採掘関係の**世界遺産**には、現在のところ、英国「**プレナボン地区のピックピット坑(図7)**」、フランス「**北部炭田鉱業地域のルワルド鉱区ほか(図41)**」、ドイツ「**ツォルフェアイン炭鉱12坑(前編図19)ほか**」、ベルギー「**ワロン炭田地区(図89)**」、日本三池炭田の「**万田坑(前編図15)**、**宮原坑(前編図16)**」+長崎高島炭田の「**北溪井坑(前編図9)**」「**端島坑(前編図4,12,13一軍艦島)**」の5件が登録されています。これらは**技術史・労働史的価値に加え、地理的環境、地域の発展の歴史的証拠が伴い**、その総体が世界的にも保存に値すると認められたものです。日本を含めたOECD各国では、産業遺産としての石炭関連施設の文化財指定が行われ、近年普及のための切手が発行されてきています(本稿前編参照)。そして切手の歴史175年は、日本はじめ多くの国々の産業革命の時期と重なっており、発行され使われた郵便切手は、歴史を見つめきた大きな証人でもあります。これを機に皆様方が、産業遺産になお一層の関心をもって頂ければ幸いです。

なお本稿では「**炭坑**、**炭鉱**、**炭田**」の用語は、以下のように使い分けております。「**炭坑**」とは石炭を掘るための「**坑(口、道)**」であり、エレベーターや搬出・空調設備までを含む「**場所**」です。「**炭鉱**」はその事業を進めるための管理施設を含めた事業「**区域**」です。そして「**炭田**」は採掘対象の石炭層が存在する連続した「**範囲**」であり、「**炭田**」の中に「**炭鉱**」があり、「**炭鉱**」の中に「**炭坑**」があることになります。また日本の場合にはかつて、事業者の「**炭鉱**」に加え社宅、商店、その他公共設備まで含めた共同体地域を「**炭山(通称やま)**」と呼んでおり、地域名として「**炭山**」があり、切手上にその消印が残されている大事な記憶となっています。



図89 本稿関係の欧州内地名と統計、ベルギー 2011.4 発行の切手

参考文献

- 1) 内藤陽介(2015):英国郵便史ペニーブラック物語 日本郵趣出版
- 2) 長谷川貴彦(2014):世界史リブレット「産業革命」 山川出版社
- 3) 山崎勇次(2008):石炭で栄え減んだ大英帝国 ミネルヴァ書房
- 4) 日本郵趣協会(2007):JPS外国切手カタログ イギリス切手 2007-08 郵趣サービス社
- 5) 日本郵趣協会(2010):JPS外国切手カタログ アメリカ切手 2010-11 郵趣サービス社
- 6) 木村ほか(2012):詳説世界史B 山川出版社
- 7) 日本郵趣協会(2006):JPS外国切手カタログ フランス切手 2006-07 郵趣サービス社
- 8) 日本郵趣協会(2005):JPS外国切手カタログ ドイツ切手 2005-06 郵趣サービス社
- 9) P ガイス、G カントレック(2016):ドイツ・フランス共通歴史教科書 明石書店
- 10) 松本純一(2008):フランス横浜郵便局 星雲社
- 11) 今井幹夫(2014):富岡製糸場と絹産業遺産群 KK ベストセラーズ
- 12) 老川慶喜(2014):日本鉄道史幕末明治編 中公新書
- 13) 東京ガス CI 推進部(1997):ガスとくらしの一世紀、ようこそガスミュージアムへ
- 14) 東京電力社史編集委員会編纂(1983):東京電力三十年史/東京電力
- 15) 日本郵趣協会(2016):ビジュアル日本切手カタログ Vol4 普通切手編 郵趣サービス社
- 16) 日本郵趣協会(2015):JPS外国切手カタログ新中国切手 2016 郵趣サービス社
- 17) 島田悦子(1999):欧州経済発展史論—欧州石炭鉄鋼共同体の源流 日本経済評論社
- 18) 笹山ほか(2013):詳説日本史B 山川出版社
- 19) コロナブックス編集部(2014):山本作兵衛と炭鉱の記録 平凡社
- 20) <http://www.hepco.co.jp/>
- 21) 徳永博文(2012):日本の石炭産業遺産 弦書房
- 22) <http://www.hokkaidoisan.org/>
- 23) 広井良典(2013):人口減少社会という希望—コミュニティ経済の生成と地球倫理

AEBF (ASEAN エネルギービジネスフォーラム) 2016 参加報告

事業化推進部 山田 史子

JCOAL は、ACE (アセアンエネルギーセンター / ASEAN Centre for Energy) との間で 2009 年以來 5 年以上にわたるマルチベースの協力関係を継続している。

2014 年に ASEAN 電力関係者の参考に供する ASEAN CCT Handbook for Power Plant (ASEAN CCT ハンドブック) 第 1 版を上梓、同年 9 月の AMEM (アセアンエネルギー大臣会合) で正式公表、両機関のウェブ上でも公開されている。現在は各国政策担当者、電力会社幹部の参考文献として一層活用してもらえよう、発行予定の第 2 版発行に向け取り組み中である。また 2016 年 2 月には ASEAN 各国関係者の招聘も実施している。

ASEAN エネルギービジネスフォーラムは、通常毎年 9-10 月に開催されるエネルギー大臣会合に併催され、JCOAL は上述の ACE との協力関係に基づき、2009 年以來毎回出席、講演・発表を行っている。今年度は、昨年度に引き続き同フォーラム及び大臣 -CEO 対話にも塚本理事長が出席、講演を行った。

同フォーラムの各セッション概要については、JCOAL マガジン 193 号で紹介済である。本稿では、JCOAL 理事長が JBIC バンコク事務所長と共に講演を行ったクリーンコールセッションの概要及び、ASEAN 大臣会合と AEBF2016 が共催、これら年次会議のハイライトである大臣と CEO との対話の概要を紹介したい。



開演セッション (ASEAN 及び関係国代表の集合写真)



併設展示テーブルカット前の様子
(左から 3 人目はインドネシア電力総局長)

1. ASEAN エネルギービジネスフォーラム (AEBF) 2016

(1) 第 7 セッション「クリーンコールテクノロジー」(Clean Coal Technology)

セッション冒頭、議長の WCA Mr. Mick Buffier 会長が世界的な状況 (人口増加、経済成長) に伴い、エネルギーの安定供給はますます重要となっており、同時に COP21 でのコミットメントにより世界的な基本合意が確認された気候変動対策への取り組みも求められており、これらにどのように対応していくべきかを議論しなければならない、とした。

続いて、JCOAL 塚本理事長が講演。日本が、現在のクリーンで環境調和型の石炭火力発電に至るまで、高度成長、環境問題、石油危機等を経ながら自国でも取って来た包括的アプローチを紹介。その上で、今後進めていかねばならない IGCC、IGFC、A-USC 等の発電 CCT に加え、CCS、CCUS の技術開発・実証の必要性と緊急性を訴えた。また、日本の包括的アプローチにも照らし、水処理・水再利用、灰処理・灰再利用も含めた上流→下流のサイクル全体に CCT を適用していくことにより、環境、気候変動、電力安定供給の諸課題への対応が可能となる、と主張した。

ミャンマー MOEE 電力計画局計画課の Mr. Aye Min 火力担当課長補佐は、近年ミャンマーにおいて石炭火力に関し環境対応への不安による反発が見られているが、現在見直し中の同国電力マスタープランにおいて、CCT を利用した上での石炭火力の可能性を検討、同検討の結果により石炭火力をマスタープランに含めて行くかを決めることとなっている、と述べた。それまでのセッションでのミャンマー政府及び同国企業関係者の発言は天然ガス支持に偏っていたが、同課長補佐は、料金制度の観点から、ガスは運転コストが高く、石炭が電源として入らないと均等化電力価格制度 (leverized tariff system) は実現困難、との見解を示した。また効率についても、CCT を用いた高効率石炭火力を導入することに有用性があるとの考えも示された。さらに、石炭火力を本格的に導入する場合、石炭を輸入するためにヤンゴン河口の外側に十分な水深があり揚炭に問題のない港を建設する必要があると考えている、と補足した。



塚本理事長の講演
(左端は議長を務めた WCA Mr. Mick Buffier 会長)



JBIC 宮崎所長の発表

JBIC バンコク事務所宮崎首席駐在員(所長)は講演の冒頭で、石炭火力は、建設コストが他に比べ高くなるものの、運転コストが安く、ライフサイクルを含めると非常に有利である、と述べ、JBICでは、日本企業の参画があれば、HELE 導入を伴う石炭火力のファイナンス支援を行う用意がある、と述べた。また、ASEAN では石炭火力開発が進んでいるインドネシアでは、すでに8,000MW 分の支援を行っていることを付言、最後に米国で建設中の二酸化炭素 EOR プロジェクト(2016 年操業開始予定、石炭火力で発生したCO₂を130km 輸送し油田での EOR に利用、商業ベースでは世界最大規模)を紹介した。

ERIA 上席研究員 Dr. Venkatachalam Anbumohi は、ASEAN 各国の政策はエネルギー利用の低炭素化が基調になっているため、効率と環境を考えたエネルギー利用がますます重要になっていることを強調、カーボントレーディング等のインセンティブ他、具体的な政策策定、実施が喫緊の課題であるとした。また、新興国で CCS の取り組みを進めて行くことも重要、と補足した。

この他、GE 及び ACE が発表を行った。

ミャンマー政府関係者より、JBIC に対し融資可能な事業規模等に関する質問があった。

2. CEO- 大臣対話

主要出席者：ACE (所長)、ASEAN Secretariat (事務総長代理)、ミャンマー MOEE 大臣、同国際局長他、カンボジアエネルギー省エネルギー総局長、インドネシア電力総局計画局長、マレーシアエネルギー省及び規制委員会、マルチ・バイの各国機関 (IO 及び DP)

注：ブルネイ、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナムは欠席
議長：Mr. Aung Kyaw Min, Director of Industrial Relations -Schlumberger, Myanmar/Secretary, Society of Petroleum Engineers International, Myanmar Section

冒頭、ミャンマー MOEE 大臣より、現状 70% の国民が燃料としてバイオマスを利用していること、Solar 利用が近い将来 470MW に達する見込みを述べた上で、2030 年まで予測されている GDP 成長を支えるため、電力開発が同国にとり急務であること、現状水力 30%、ガス 27% で残りは PV/Solar 等となっているが、環境配慮は重視しながらも、石炭を電源の選択肢として重視している、との発言があった。また原子力に関しては、選択肢から排除はしていないものの、トータルで見るとコスト高と考えている、との補足があった。



ミャンマー大臣(右)及び代表団

続いて ACE 所長が、大臣 -CEO 対話は 2004 年より大臣会合のハイライトとして開かれ、各国大臣と関係機関との直接対話の機会となっていることを説明。また、クリーンなエネルギー利用、明確で一貫した政策、域内エネルギー融通等が主要課題である、との認識を示した。

続いて Dr. Atit 及び IRENA が今般発行された ASEAN Renewable Energy Outlook の概要と ASEAN のエネルギー動向を、再生可能エネルギーを中心に説明した。IRENA から、デンマーク、ドイツ、カリフォルニア州等先進的に再生可能エネルギーに取り組んでいる国や自治体の例に倣い諸政策を取り入れていくことの提案があった。

さらに、ASEAN において、電力の質と信頼性は向上しているが、気候変動対策が急務であることから、家庭に加え産業やビルの省エネにも取り組んで行く必要がある、との説明があった。

ASEAN が掲げている 2030 年に 23% の再生可能エネルギーという野心的な目標を達成するためには、同分野で GDP1% 分の投資が必要となる、との知見もあわせて示された。

インドネシアの経験について発言を求められた同国電力総局 Mr. Alihuddin 計画局長は、再生可能エネルギー政策自体について説明しなかったが、ASEAN の中では比較的開発が進んでいるインドネシアであっても、国民一人当たりの電力消費量は以前低く、2019 年には 1,273kwh とすべく 42GW (35GW+7GW) 政策推進に努めている、との説明を行った。

昨年度に引き続き、補助金問題、料金制度に話題が及び、取り組みが進んでいるマレーシアの規制当局 (Energy Commission) が、6 か月ごとに価格見直しを行っているとした上で「消費者保護の観点から、料金制度は資本コストに照らし極力透明度の高い、公平なものであるべき」と述べた。これに対し、ミャンマー MOEE より、ミャンマーの経済水準に照らし、国民の多くが補助金を前提に電力を利用しており、補助金を短期間に撤廃するのは不可

能であることの説明があり、その上で、先行して自由化が進み電力価格が ASEAN で最も高い（ひとりあたり GDP では日本の 7 分の 1 程度だが、電気料金は日本と同等）フィリピンでは、現在、電力価格を下げるべく政策検討が行われている、との紹介があった。

ERIA 西村総長より、エネルギー利用を経済的に合理化するためには税制の確立と確実な実施が肝要である、との見解が示され、ASEAN 諸国が自国財政の強化のためにどのような方策を考えているのかを問う発言があった。

JCOAL 塚本理事長がバイオマスとの混焼により石炭をより環境に調和したかたちで電力利用できると考え検討が日本でも進められていること、その際の課題は主として燃料の貯蔵、輸送にあることを述べた上で、低品位炭をガス化することにより天然ガスと同レベルのガス燃料生産が可能なことについて、再認識を呼びかけた。



大臣 -CEO 対話主要参加者集合写真
(中央が大臣、大臣の左手が議長)

JCOAL の発言を機に、議長が今後の石炭利用に関する方向性を、と ACE 及びミャンマー政府に質した。これに対し、ACE からは以下の発言あり： APAEC の中でエネルギー安定供給 (Energy security)、利用可能性の向上 (Availability) より経済的なエネルギーの利用 (Accessibility)、産業競争性の確保 (industry- competitiveness) が重視されている。石炭に関しては、環境面から課題があるが、マレーシアのようにそれでも石炭を導入に転換、現在では石炭火力が同国主要電源のひとつになっている。石炭火力発電については技術導入により諸課題に対応していく必要があり、コストとの関係で検討しなければならないが基本的に 10% 程度のコスト上昇は、(そのような対応をしない場合に) 後年発生する可能性のある環境面の問題を考慮すれば十分に合理的と思料。

また、ミャンマー MOEE は、現状水力（ほとんどが貯水式で流れ込み式は少ない）が基調でガス火力もベースロードと考えており、石炭については CO₂ 排出を含めた環境課題への対応可能性により今後可能性がないわけではない、と回答した。

米国 ASEAN ビジネス協議会 (US-ASEAN Business Council) は、諸規制にあたっては、経済性も考慮されるべきとのコメントをした上で、運転中の既存発電所の効率改善も視野に入れてはどうか、と提案した。

この他、GIZ 等が今後の協力継続について発言した。

3. まとめ

JCOAL として、今後 ASEAN というマルチの場をうまく利用することがパイプスでの個別の取り組みにつながる可能性を広げる、という点について関係機関間で理解を共有し、日本のプレゼンスを高めるよう企図したい。

これに関連し、JCOAL も ACE、ASEAN との関係は十分に長く招聘等も含め貢献度は高いにも関わらず、このような会議の機会に十分なアピールをする工夫が不足していた感がある。スポンサーパッケージには、イベントの一部セッションのみ支援するような小口の選択肢も設けられ、そのような支援であっても、場内のあちこちに設けられたパネル等、配布される冊子等にロゴや組織の紹介が掲示される。費用対効果でみても十分なものがある。また、来年度は日本との関係も深いフィリピンが主催国となることが決まっている。今後は日本との関係機関と連携しながら、日本の技術と知見、存在感がよりハイライトされるような参加のありようを検討していく必要がある。

Global Technology Summit (GETS) 2016 参加報告

事業化推進部 小澤政弘、山田史子

インドは2015年に経済成長率の年間平均値で中国を抜いて名実ともに新興国のトップランナーとなったが、この間、電力セクターも大きな成長を遂げ、世界から大きな注目を集めている。

国有発電会社 NTPC はインド最大の電力事業者であり、再生可能エネルギーにも事業範囲を広げながらも、事業の中心はなお火力であり、石炭火力は文字通りその支柱である。

NTPC はまた、健全な財務状況と、国際標準にほほかなう運転管理等のレベル、意識の高さにより各国関係機関の関心を集めるとともに、インド発電セクターのロールモデル、リーダー的存在となっている。

JCOAL は、CEA (中央電力庁) との間で石炭火力の環境、効率改善を目指す協力を継続実施中であるが、その中で州電力に加え NTPC との間でも診断、調査等の取り組みを行って来た。

昨年度には、NTPC Dadri 発電所で余寿命診断 (RLA) を実施しており、また同社 Badarpur 発電所を対象にしたリプレース可能性調査 (NEDO FS) にも参加している。

これらを踏まえ、NTPC より同社が4年前から実施している Global Technology Summit (GETS) の“Reuse”セッションで発表してほしいとの打診があった。今回のテーマは“5R” (Reduce, Renewable, Reuse, Retrofit, Rebuild) であり、JCOAL として、インドの新環境基準で定められた発電所からの水の使用量の上限、水の排出量「ゼロ」規制及び今後同国において亜臨界圧から SC、USC への変更によりプラントの水処理の重要性が増すことを考慮し排水処理、処理水の再利用、プラントの水処理をテーマとして“Reuse”セッションに応募した。しかしながら、NTPC 側の強い要望により、上述の Badarpur リプレース可能性調査のモデルとなった J-POWER 磯子火力発電所のリプレースの経験について、“Rebuild”セッションで発表することとなった。

5R の各セッションでは、発表が各 10 件であり、合計 50 件が発表された。応募件数は、236 件である。

各セッションは2つの会場で11月8日の午前・午後に4セッション、11月9日の午前に1セッションであり、JCOAL の発表は11月8日の午後の最初となった。

以下に初日各セッション及び JCOAL が発表した Rebuild セッションを中心に会議の概要を紹介する。

1. 開演セッション (11月7日午後)

会場：Manekshaw Centre

登壇者：Dr. M. K. Iyer, Member, CERC, Mr. A. S. Bakshi, Member, CERC (元 CEA 長官)、Mr. Gurdeep Singh, CEO & President Director, NTPC, Mr. Ajay Narayan, Secretary, MOEF, Mr. S. D. Dubey, Chairperson, CEA, Mr. A.K. Singhal, Member, CERC, Mr. A. K. Jha, Director, Technical, NTPC

概要：当初、Goyal 大臣が冒頭のみ登壇予定であったが、開始時刻が遅れたことから別件公務のため取りやめとなった旨のアナウンスがあった。

その後上記登壇者を迎え始まった開演セッションの最初に A.K. Jha 取締役が講演。講演要旨は次の通りである：本会議は、5R (Reduce, Renewable, Reuse, Retrofit, Rebuild) をテーマとしている。インドで、ついにはパリ協定が批准された。石炭が今後も発電の中心であることには疑いの余地がないが、電力セクターでの排出削減対策は待ったなしの状況である。特に、老朽発電所の廃止と USC によるリプレースは、重点課題のひとつである。



冒頭行われた点灯式にて(右端より Jha 取締役、Singh 社長、左手 2 人目が CEA Dubey 長官)

CERC (規制委員会) Dr. M.K. Iyer 審議官講演要旨：電力セクターでの排出削減を進めて行くにあたり、技術開発が重要であり、その意味で GETS2016 には非常に期待している。

NTPC Gurdeep Singh 社長講演要旨：NTPC として、従来から環境に配慮し多面的に対策を進めて来た結果、一定の成果は出せている。Telangana の新プラントは 40-42% の効率となる見込で、これは NTPC のみでなく全インドで最高レベルである。Ramagundam では排ガス処理が小規模であるが行われている。

レトロフィット (R&M の語は使われなかった) カリブレースかに関しては、効率と柔軟性の観点から検討されるべき。基本的には brown field での開発を考えたい。

S.D. Dubey 長官の講演要旨：インド発電セクターのロードマップ策定の重要性を強調。あわせて、送電系統安定、バランスの重要性も述べた。新環境基準への対応は、非化石燃料電源割合の目標が 40% とされており、電力各社への期待は高いが、実施、と言う点で言うとやはりロールモデル足り得るのは NTPC。これまで発電事業で常に先駆者の役割を果たして来た NTPC の責任は、その意味でさらに重くなり倍になる (double-fold) と思料。

MOEF Ajay Narayan 次官の講演要旨：NTPC が技術中心志向で環境対応を進めて来た点は、非常に高く評価する。先週 1 週間は大気汚染がデリーを中心とし国民生活に大きな影響を与えており、特に大気環境対策は急務である。パリ協定は、各国が合意、成立までの期間も比較的短く、関係国の批准→有効化まで時間がかかった京都議定書とは異なり、速やかな実施に向け期待ができる。パリ協定に関し、我々は 2020 年以降ばかりを見がちであるが、2020 年までの間にどのような行動を取るかも、非常に重要になって来る。現在の目標によると、2020 年から 2030 年の間に 20-30% の削減が必要になる。現段階から、低炭素化 (decarbonization) が急務、と言うことになる。総じて問題になるのはコストと技術である。有望と目されている老朽発電所のリプレースにあたっては、経済的なコストと環境コストの両面から評価、実施をしていかなければならない。また、技術移転とファイナンスも検討すべき重要課題のひとつである。

最後に、CERC A.K. Singhal 審議官が謝辞 (Vote of Thanks) を述べ、開演セッションを終えた。



併設展示会場の様子

2. NTPC GETS2016 特別セッション (11 月 7 日午後)

“The sifting Energy landscape ; Challenge and opportunity”

会場：Manekshaw Centre

登壇者：Dr. D.K. Jain, Former Director, Tech. NTPC (議長)、
Mr. A.K. Jha, Director, Tech. NTPC,
Mr. Ajay Mather, Former BEE official, Mr. S. Shukla, Chattisgarh Power Development Authority,
Dr. Poponi, Senior Energy Technology Analyst,

IEA, Dr. Philip Peel, Chief Engineer, Steam Turbine, GE-Alstom 他 2 名

冒頭、再び登壇した A.K. Jha 取締役がパリ協定の批准の意味と 2030 年までに 2025 年比 33-35% の排出削減の目標を説明、生活のしかた自体も変えて行かなければならない (change of lifestyles is important)、と踏み込んだコメントを行った。また NTPC として、開演セッションで社長が述べたように発電所の環境対策に務めて来た他、省エネの努力も継続的に行っていること、電力負荷制限 (load shedding) による DSM (demand-side management) が可能との見解が述べられた。2022 年までに再生可能エネルギーを 175GW に伸ばす目標が立てられているが、向こう 15 年で 300GW 増設の計画を考えると CCT による環境対応は必須、とした。既設対応の 2 つの選択肢、リプレース (Retired and Rebuild) とレトロフィットによる余寿命延長について早急かつ慎重に検討する必要性も強調された。

同取締役は、IEA の Energy Technology Perspectives 2016 を引用しながら、COP21 がクリーンエネルギーに向け歴史的なレベルで推進する役割を担っている、としながら、国ベースのアプローチの重要性も強調、各国でも今後進むことが期待されているエネルギーの多様化と低炭素技術の本格導入にインドもまた取り組んで行かなければならない、との決意を示し、対応が遅れば遅れるほど本来の成果が損なわれる可能性が高く、関係機関、企業が共同、協調して取り組んで行くことが求められている、と述べた。

この他、以下の諸事項について、出席者が熱心に議論した。

- 5R のロードマップ
- 石炭火力での負荷調整対応の可能性
- 新環境規制への対応にあたり環境対策設備設置費用対策
- 太陽光発電装置の設置コストと売電価格 (メキシコではオークション)
- 環境装置での NH₃ や副産品である石膏などへの対応
- NH₃ 脱硫方式の選択肢
- 高品質な石灰で高品質な石膏ができるが、インドには高品質な石灰がない、というジレンマ
- レトロフィット取り組みに置いて mechanical cost と electrical cost に分けたコスト検討と包括的対応提案の重要性

3. NTPC GETS2016 専門分科会セッション “Reduce” (11 月 8 日午前)

セッション第 1 部では、GE による AUSC700℃ 級 ST、Doosan による FGD、MHPS による SCR 及び同触媒再生技術、ユングストロームによる APH、SIEMENCE による再生可能エネルギーの大規模導入による送電系統の影響の発表があった。インドの高灰分炭対応、灰の詰りやガス流れ・流速、触媒のピッチ、硬さに関する質疑があった。さらに、排ガス温度と露点、煙道のライニングなどの質問もあった。

第 2 部では、L&T による屋外貯炭・屋内貯炭の比較、STEAG による燃費削減と利用率向上、Doosan による石炭火力でのバイオマス混焼、Thermax による CFB (環境対策中心)、GE による A-USC ボイラに関する発表が行われた。

4. NTPC GETS2016 専門分科会セッション“Rebuild”

会場：Power Management Institute (PMI) , NTPC

登壇者：JCOAL 小澤、Mr. Roland Zepeck, Durag, Sales & Marketing GmbH & Co. KG, Germany, Thomas Achter, Dr. Rainer Quinkertz & Mayuresh Joshi, Siemens AG, Germany, Jae Cheol Kim & Dr. Tae Wan Kim, Doosan Heavy Industries & Construction, S Korea, Jacco Kroeze, Plasticon Composites Hengelo, The Netherlands



“Rebuild”セッション第1部
(NTPCのセッションコーディネーターが趣旨説明を行った)

10名のセッションスピーカーを2部に分け、第1部の筆頭にJCOALがJ-POWER 礮子火力発電所リプレースについて発表。日本における石炭火力環境対策の歴史を含めた礮子リプレースの社会的背景、礮子リプレースの実績をリプレース工事中も含めた騒音対策等環境配慮や100%近い資材リサイクル率、環境調和+省スペースの発想によるボイラの建設では大型のブロック工法等工事手法を15分の制限時間の中でわかりやすく説明した。議長及びフロアーからリサイクル資材の全体量等について質問があり、また関連企業関係者も高い関心を示していた。

Rebuildセッション前半の部、炎光分析によるボイラ最適化、高効率・省スペース型タービン等に関し残り4名の発表が行われた。技術的な議論の内容については別途報告するが、発電所のRebuildと言うテーマに沿った発表は少なかったこともあり、JCOALの発表が10名中最初に設定された。いわゆるbrownfieldでのリプレースに関する日本の卓越した知見と経験が、NTPC幹部を始めとするインド電力関係者及びNTPC GETS2016に集う各国からの出席者の関心を広く集めたことは、今回参加の大きな成果と言える。

最後に、GETS2016でのJCOAL発表に際し、貴重な関連資料、論文等のご提供をいただいたJ-POWER、IHI両社に対し感謝の意を表したい。

台湾技術交流／第5回日台CCT&CCS技術情報交換会開催報告

情報ビジネス戦略部 藤田 俊子

JCOALでは、台湾との技術交流を2本実施している。台湾電力との石炭火力専門家交流会と、台湾工業技術研究院(ITRI)とのCCT&CCS技術情報交換会である。今回は、ITRIとのCCT&CCS技術情報交換会を9月30日(金)に実施したことを報告する。尚、ITRIとのプログラムは、CCT&CCS技術情報交換会(半日のワークショップ)に数箇所の関係施設視察付けて実施している。

ITRIとの技術交流会は、2008年12月(平成20年12月)にITRIからJCOALに対し技術交流の要請があり、それを受け、MOUを締結したことが始まりである。その後、毎年台湾と日本の交互で情報交換を行うこととなった。

本日のプログラム概要は以下の通りである。

- 9/27 台湾桃園空港→広島空港着
- 9/28 大崎クールジェンサイト訪問
- 9/29 日本 CCS 調査(株)小牧サイト訪問
- 9/30 第5回CCT&CCS情報交換会実施(午後)
- 10/1 成田空港→台湾桃園空港着

28日の大崎クールジェン訪問、29日の日本CCS調査訪問においては、受入れ側の万全の準備もあって、プロジェクトの概要説明・現場視察は順調に行われた。ITRI側の熱意のこもった情報聴取・視察・質問姿勢は、受入れ側から好感をもって受け止められた。

台湾の事情としては、新政権になって石炭火力への圧力が高まっているという問題と、石炭火力の立地に対する住民の拒否反応という問題がある。新政権は、選挙期間中のスローガンで、原子力発電所を減らすことを主張している。石炭についても世論の視線が集まっている状況の中、CO₂排出、PM2.5等につき、アンチ石炭派が、台中石炭火力発電所(台湾電力所有の台湾で最大の石炭火力発電所、一部老朽化している)を囲った状況もある。現時点で、台湾では、石炭に対する住民の声が大変大きくなっている。新政権の石炭火力発電に対する考えはまだ公表されてはいない状況にある。そのため、台湾電力も未だ自分の意見を示していない状況にある。

そのような中、政府に近い組織であるITRIから、台湾の状況並びに台湾政府の動向を伺えたことは大変貴重な機会であった。

| Taiwan-Japan The 5 th CCT & CCS Information Exchange Workshop 2016 Friday, September 30, 2016 (venue: TKP room, Shimbashi, Tokyo) ITRI & JCOAL | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AGENDA | |
| | MC1: Mr. Naoto ARAI/NAAR, Director, Strategic Planning & Information Department, JCOAL |
| 13:30 | Opening Remarks Ms. Mitsuhiro HOSHINO/ITRI, Senior Executive Director, ITRI |
| 13:40 | Introduction of Delegation |
| 13:50 | Keynote Address 1: Coal Policy in Japan Mr. Hiroyuki USUKI/NAAR, Director for Coal Policy, Coal Division, Agency for Natural Resources and Energy (ANRE), Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) |
| 14:20 | Keynote Address 2: Coal and Energy Policy in Taiwan Dr. Shoung-Djyang, Division Director, Natural Resource Technology Division, Green Energy and Environment Research Laboratories, ITRI |
| 14:50 | Clean Coal Technology Update in Japan Koji Nakano, Senior Fellow, Strategic Planning & Information Department, JCOAL |
| 15:20 | Current Development of Carbon Capture Technology in Taiwan Dr. Cheng-Hsien Shen, Manager, Natural Resource Technology Division, Green Energy and Environment Research Laboratories, ITRI |
| 15:50 | Break |
| | MC2: Dr. Shoung-Djyang, Division Director, Natural Resource Technology Division, ITRI |
| 16:05 | Current Development of Carbon Storage Technology in Taiwan Dr. Chi-Min Liao, Manager, Natural Resource Technology Division, Green Energy and Environment Research Laboratories, ITRI |
| 16:35 | Current Status and Issues of CCS Development in Japan Mr. Hirotaka Suzuki, Director, Research Institute of Innovative Technology for the Earth (RIETI) |
| 17:05 | Discussion |
| 17:30 | Closing Remarks Ms. Mitsuhiro HOSHINO/ITRI, Senior Executive Director, ITRI |



インド CEA-JCOAL ワークショップ FY2016 開催報告

執筆者事業化推進部 村上一幸、山田史子

インドは、2015年の経済成長率で中国を追い抜き、名実ともに世界の新興経済国のトップランナーとなっている。

同国は石炭を、経済成長を支える主要な一次エネルギー源かつ主電源と位置付け大規模火力電源開発計画 (Ultra Mega Power Project/UMPP) 等を推進する一方、成長目覚ましい新興国の中でも国内排出量取引制度をいち早く導入し、PAT (Perform, Achieve and Trade) スキームにより排出削減及び省エネ策を推進して来た。新政権発足以降、電力の安定供給に向けた政策はさらに強化され、石炭増産が進み、現在電力供給は安定化傾向に向かっている。また、パリ協定を10月に批准、自国が掲げる「2030年までに2005年比で33-35%」の排出削減目標を達成すべく、電力を中心とするエネルギーセクターでの取り組みを強化するための政策努力が継続されている。

このようにインド政府は気候変動対策、CO₂の排出規制には特に政策面で比較的早くから対応してきた一方、発電所を含むプラントからのSO_x、NO_x排出規制の必要性及び政策・施策への着手は遅れていた印象があった。2015年12月、インド政府内部では環境森林気候変動省が提案したSO_x、NO_x、PM、水銀の規制値が明記された新排出規制が成立、施行され法律上では2年の猶予期間を経て規制対応することが求められている。

同規制の成立前後より、様々な反発、抵抗を示しながらも電力省 (MOP)、中央電力庁 (CEA) 及び関係電力会社はどのような対応が可能かを積極的に議論、取り組もうとしている。

JCOAL は2010年よりCEAとの間でMOUを締結、同国石炭火力の環境・効率改善を目指す協力を継続しており、上述の新環境規制成立を目前にした昨年度のCEA-JCOAL ワークショップにおいては、環境規制動向に対応するプラント運転管理及び日本が提供しインドで適用可能な技術についてのセッションを設け、一歩前に進んだ議論を心がけて来た。

今次ワークショップは、日本が得意とし豊富な知見、経験を有する環境技術をインドとの協力の柱のひとつとしつつ、経済サイクルとしてのコールバリューチェーンの各所で日本の技術を導入することにより、さらに低炭素化を目指すようインド側に促すことを企図して開催された。

同ワークショップには以下に示すとおり両国の関連機関からハイレベルの関係者が出席、100席用意した会場は開演時満席となり、午後の技術及びファイナンスセッションにおいても、参加者のほとんどが熱心に聴講、議論に参加する様子が見られた (今年度は時間的制約から質問票への記入の形式を取った)。

以下に各セッションの構成及び、講演者の発言内容から特筆すべき点を紹介する。



開演前にインド伝統により行われた点灯式に参加する
開演セッションスピーカー (中央左寄りが METI 石炭課長、
中央右寄りが MOP 局長、右手が CEA 長官)

1. 開演セッション

主要出席者：

インド側主要参加者：

Mr. S.D. Dubey, Chairperson, CEA
Mr. T.K. Barai, Member, Thermal, CEA
Mr. Bhai Lal, Chief Engineer, TPRM, CEA
Mr. Pankaji Batra, Chief Engineer, F&C, CEA
Mr. Rajeev Kumar, Director, TPRM, CEA
Mr. Aniruddha Kumar, Joint Secretary, Thermal, MOP
Mr. H.S. Pruthi, Director, Thermal, MOP
Mr. A.K. Sinha, Executive Director, NTPC
Mr. P.K. Mondal, GM, R&M, NTPC
Mr. V. Ramesh, AGM, R&M, NTPC

日本側主要参加者：

JCOAL 塚本理事長
METI 石炭課 江澤課長
METI 石炭課 渡邊係長
NEDO 環境部 坂内部長
NEDO デリー事務所 田中所長
在インド日本国大使館 三宅参事官
JCOAL 事業化推進部 川村部長
(以下、講演者名については敬称略)

開演セッション

| | | |
|------|-------|-----------------------------------------|
| 歓迎の辞 | JCOAL | 理事長 塚本修 |
| 基調講演 | MOP | Mr. Anirrudha Kumar, Secretary, Thermal |
| 基調講演 | METI | 石炭課長 江澤正名 |
| 基調講演 | NTPC | Mr. A.K. Sinha, Executive Director |
| 特別講演 | NEDO | 環境部長 坂内俊洋 |
| 開会の辞 | CEA | Mr. S.D. Dubey, Chairperson |



JCOAL 理事長の講演

JCOAL 塚本理事長は、インド政府によるパリ協定の批准に祝辞を述べるとともに、日本の経験に照らし、石炭火力からの CO₂ 排出のみでなく、その他の排出による大気への影響、水処理、さらにはコールバリューチェーン全体にわたる環境対策の取り組みが急務である、と主張。また、環境問題、エネルギー問題に直面し取り組んで来た日本の経験とその成果としての環境技術及びバリューチェーンを包括的にカバーする関連技術は、インド電力セクターの低炭素化と安定的な電力供給、経済発展に寄与するとの確信を示した。

電力省 A. Kumar 火力局長は、中国を抜き成長率で世界第1位となったインドにおいて、電源の60%を占める石炭火力が今後も発電の支柱である点に疑問の余地はないが、一方で、先進国である日本と立場は異なるものの排出削減への取り組みは急務であることから、再生可能エネルギー導入を拡大しつつクリーンな石炭火力導入を進めて行くことが重要、とした。またその中で重要になる課題として系統安定のための負荷調整について CEA-JCOAL 協力の下での取り組み可能性への期待を示した。

また、環境技術として注目されている排煙脱硫装置 (FGD) について、日本の技術導入を高く評価しつつも、環境規制による今後の市場拡大を前提とすれば価格は相応のレベルとなるべき、とし価格適正化への期待も示した。

さらに、今年度9月のクリーンコールデー国際会議出席の機会に磯子を訪問した際に高い運転・保守管理が、効率と環境保全を支える点について改めて強く認識したとし、インドの現状 (NTPC においては一定程度運転・保守管理が標準化されているものの、州電力では対応がバラバラで十分な水準に達しているとは言えない) に鑑み、運転・保守管理を標準化したマニュアルを共有できれば、排出削減と環境保全、効率化へ向けてインドは大きな進歩を遂げることができるだろう、と強調した。

METI 江澤課長は、石炭の資源としての優位性及び石炭利用による環境課題に触れつつ、インドで PM2.5 が大きな社会的問題となっている現状と大都市横浜に隣接しながら大気環境及び周辺景観にも悪影響を及ぼすことなくクリーンな石炭利用を実現している日本の磯子火力の事例を引用した。そして、大気環境保全のための環境技術、高効率火力発電、CO₂ 排出削減、IGCC とその運転管理、人材育成等インドにとり急務であり日本の知見・経験と技術が有用と考えられる諸課題を包括する講演を行った。

NTPC からは、当初依頼していた A.K. Jha 取締役 (技術担当) が欠席となったものの、代わりに同取締役直下で NTPC 技術本部のトップに就任した Mr. A. K. Sinha 事業本部長が講演。インドと日本の長年の友好関係、協力関係、両国の文化的相似点に鑑み、環境と開発の適切なバランス、という現在電力セクターが直面する課題に、高い技術と知見を持った日本の協力を得て取り組んで行くことへの期待が示された。また、NTPC 自身が、インド電力セクターの中心的取り組み課題のひとつである既設設備への対応について、JCOAL と行った診断調査により大きな恩恵を受けており、今後もぜひ協力を継続したい、と述べた。

NEDO 坂内環境部長は、economic growth、energy security、environmental protection という3つのEに対応する上で、日本の USC 技術及び脱硫・脱硝等環境技術の貢献が期待されると強調、NEDO が取り組んで来た多岐にわたる IGCC 等の “Green Coal” 技術への期待を表明した。また、実施済の Badarpur 発電所リプレース可能性調査についても、同所での実施が諸環境により実施されなくても、モデルとして他への適用は可能であり、ぜひ活用を期待したい、と述べた。

CEA S.D. Dubey 長官は、この15年間にインド電力セクターが発電にとどまらず送配電、関連設備の自国生産等において目覚ましい発展を遂げており、数年前には圧倒的な需要超過により電力不足が懸念されていたが、政策的な設備増設、特に石炭火力設備の増強により現在、安定供給への道を歩み始めている、と主張。一方で、成長の持続性と2030年を目標年とした排出削減目標に鑑み、石炭火力の環境対応とそのための技術導入は急務であることを認めた上で、技術に適切な役割を果たしてもらうために、諸要素の緻密な精査と計画が肝要である、との見解を示した。



講演者集合写真

1: インド電力セクターと CEA-JCOAL 協力の新展開

| | | |
|---------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 議長 | CEA | Mr. T. K. Barai, Member, Thermal & Mr. Bhai Lal, Chief Engineer, TPRM |
| インド電力セクターの現況と将来動向 | CEA | Mr. Rajeev Kumar, Director, TPRM, CEA |
| JCOAL の活動報告 | JCOAL NTPC | 事業化推進部 G 長 村上一幸、 Mr. Sudip Nag, GM, CenPEEP |
| Dadri 発電所余寿命診断調査 | NTPC | Mr. Ajay Sharma, AGM, Corporate Operation Services-Boiler |
| Badarpur 発電所実施可能性調査 | J-POWER | 国際営業部プロジェクト開発室副部長 小泉信愛 |



会場の様子

CEA の発表概要は以下のとおり。

全設備容量 306358.25MW のうち石炭は 1872.52MW、ガス 25057.13MW、ディーゼル 2505.13MW、原子力 5,780MW、再生可能エネルギー 44,236.92MW、水力 43,112MW。

需給はほぼ見合う状況にはあるが、まだ若干の供給不足傾向にあり石炭は発電の主軸であり、かつ今でも発電足傾向にあり(グラフでは北部で顕著)、第 13 次計画(暫定)では 86,400MW の電源開発が計画されているとのこと。

また、小規模ユニットが多いと見られているインドでも、現在 500MW 以上の設備容量が全体の 45% を占めるまでとなり、効率も比較的高いことが示された。また、30 年以上の経年ユニットのすべてが 210MW 以下であり、他の新興国と同様インフラ新設の土地問題もある中で、今後大規模化及びリプレースへの対応が必要との点で日本側と認識を共有していることがうかがわれた。

量ベースで 10% 台の伸びを見せている。

JCOAL は、NTPC Dadri 発電所余寿命診断調査、Badarpur リプレース可能性調査(NEDO FS)を軸に、CEA-JCOAL ワークショップ及び招聘事業を通し知見と経験の共有、日本の技術導入の可能性の追求に CEA とともに取り組み、NTPC Rihand 発電所での R&M に伴う MEEP (MHPS 製移動式集塵電極) 受注を始めた成果が見られていることを説明。今年度は、R&M・リプレースの選択可能性調査を行うこととなり、引き続き協力していきたい、と述べた。

JCOAL とともに発表した招聘第 1G (第 2G は 2017 年 1 月に実施予定) リーダーの NTPC Mr. Sudip Nag CenPEEP (効率研究所) 所長は、招聘を通し環境技術を含めた日本の CCT について理解を深めるとともに、各訪問先において、様々なベストプラクティスと計画どおりの緻密な O&M を実行できる規範意識の高さが日

本のクリーンな石炭火力を支えていると強く印象づけられた、とコメントした。

続いて NTPC による Dadri 発電所余寿命診断調査についての発表があった。同発電所の診断に関しては、特にボイラの余寿命診断において、日本の標準的かつ保守的な余寿命算出方法に対し調査実施時に「こんなに短いと診断されると今後の財務評価に影響する」と反発があり、NTPC との間で多に議論になったところであった。しかしながら、今回の発表においては、日本側の算出方法を含めレプリカ採取に関する手順、手法等に学ぶところが大きく、同発電所での R&M に向けて調査結果を適切に反映していきたいし、また追加的に提案された関連技術の導入についても、積極的に検討していきたい、との意向表明があった。

セッション 1 の最後に、J-POWER が Badarpur リプレース可能性調査について発表。同調査の概要、調査で提案された USC ユニット及び関連設備仕様について詳しく説明。あわせて、日本の石炭火力運転管理に関する関連情報も提供された。



Barai 議長、NTPC A. Sharma 副部長

2: 環境規制に対応した最適な HELE 技術とベストプラクティス

| | | |
|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|
| 議長 | JCOAL | 事業化推進部 G 長 村上一幸 |
| NTPC の発電所 運転管理と R&M | NTPC | Mr. V. Ramesh, AGM, R&M (Engg.) |
| 余寿命診断 (RLA) と 状態基準モニタリング (CBM) | 九州電力 九電産業 | 国際事業本部 主任 山下貴弘 環境部 主任 宮部俊輔 |
| 火力発電所による 新環境規制対応 | CEA | Mr. N. Singh, Director, Environment |
| 移動式集塵電極 (MEEP) | MHPS 環境ソリューション (MHPS-ES) | 技術本部 計画開発部 課長 古城貴雅 |
| 石炭火力ボイラの 排ガス処理技術 | 日揮触媒化成 | 触媒研究所 主査 中村晃理 |

NTPC は、本社と発電所の保守管理部署が相互に連携、LMI (Local Management Instructions) の制度により現場に適切な自主性を持たせつつ、関連の打合せ、協議等も標準化することによって NTPC としてより精度の高い保守管理を企図している、と説明。また、保守管理の概念としてすでに日本と同様の予防保全が導入されていることも示した。

また、R&M について、経済性、供給の持続性等を考慮しこれら諸要件を満たし有利と判断される場合、R&M は有効であるという NTPC の見解及び方針を説明した。

九電グループは、九州電力の石炭火力発電所の紹介、同社が実施している保守管理の考え方及び方針を説明するとともに昨

年度ボイラ診断調査を担当した Dadri 発電所余寿命診断を例に日本の診断、保守管理の考え方、手法等に加え、調査により得られた知見を紹介した。

CEA はパリ協定へのインド政府のコミットメント（非化石燃料の電源割合を 2030 年までに 40%に引き上げる）を踏まえつつ、インド国内の新環境基準（大気、水の両方を対象）関し既設発電所と新設発電所において求められる対応と障壁を整理して説明。その上で、新基準どおり発効から 2 年以内に規定の対応をすることは事実上不可能であるだけでなく、現在建設中の設備の仕様変更や既設設備の保守管理経費膨張／所内率増、売電契約の変更、経済的損失の増大等のマイナス影響が想定される、との懸念を強調した。

MHPS-ES は、NTPC Rihand 発電所で R&M に伴う導入が決まり本格運転開始が見込まれる MEEP の有用性、インドの発電所で導入する場合の有効性について詳細に説明した。

日揮触媒化成は、同社の触媒技術紹介を行い、インドの高灰分炭にも対応可能であることを示し、環境対策への貢献可能性をアピールした。



第 2 セッションの様子



第 3 セッションの様子

まとめ

会議全体のまとめは、CEA の Bhai Lal 部長が行なった。セッション 1 ではインド電力分野の現況、CEA-JCOAL 協力事業の概要との中で今年度の招聘事業の成果報告、特に調査事業では Dadri 発電所余寿命診断及び Badarpur 発電所のリプレース可能性調査について結果概要が報告された。セッション 2 では最初に NTPC より運転管理及び R&M の進め方、九電／九電産業より、日本における高効率プラントの運営管理、余寿命管理、CEA より新排出規制への対応についての講演の後、集じん技術、脱硫技術の技術紹介があった。セッション 3 では、これら環境対応プロジェクトに対するファイナンスの実例等が日印両金融機関より紹介された。

昨年 2015 年 12 月に施行された火力発電所の排出規制に伴い、その対応策が急務であることから、本ワークショップでは環境関連の議論が多かった。特に集じん装置については移動式電飾式集じん装置 (MEEP) について、昨年度ワークショップの時点で、州電力各社が、NTPC での導入・運転状況を見た上で近い将来の導入を検討したい、と表明しており、今回も Rihand 発電所での導入状況について参加者が高い関心を示していた。また議論の中では現行法律 (Environmental Act) 上、排出規制の旧数値である煙突高さも依然有効であることについて、参加者から現行法を改正すべきとの政策的な要望も出される等、環境対応はホットな話題であった。またインドでは未だ実績の無い脱硝技術についての関心も非常に高かった。今後の環境技術の導入には、高灰分インド国内炭を使用する前提で各発電所に適したメニューが必要であると考えられる。ファイナンスのセッションでは、適用可能なファイナンススキームについて、融資規模、期間、インド国内金融機関との関係等、実施する上での具体的な議論が活発に行われた。今回は会議の効率的進行のため、会場からメモをもらいそれに答える形で質疑を進めたが、時間の関係上応答できなかった質問は持ち帰り回答すべく整理中である。

ワークショップの最後に JCOAL 事業化推進部長川村より閉会の挨拶の中で、参加各位にお礼を述べるとともに、各社に持ち帰りワークショップの情報を共有し、今後の環境対応等に繋げていただくようお願いし閉会の挨拶とした。

今年度は新排出規制に絡む対応が主議題であったが、日本の立場では、我が国環境技術を売り込む好機である。また今まで当然のように言われ続けていた需給ギャップや電力不足が新政権下で一定の改善を見せていることから、JCOAL では、今後一層、環境装置を含む USC プラントの導入促進につながる具体的案件の創出に努めたい。

3：環境規制強化の動向とプラントの持続的運転

| | | |
|-------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------|
| 議長 | CEA | Mr. P. Batra, Chief Engineer, F&C |
| インドにおける JBIC 融資 | JBIC (国際協力銀行) | デリー事務所 駐在員 大野泰和 |
| 石炭火力への ODA (政府開発援助) 支援の可能性 | JICA (国際協力機構) | インド事務所 駐在員 古川直人 |
| 石炭火力発電所の環境対応と PFC による融資支援の可能性 | PFC (電力融資公社) | Mr. R.S. Kumar, Assistant Director (Central Sector & JV), PFC |

JBIC は、発電所が環境規制に対応しようとする中で、日本企業の関与があり与信可能性 (bankability) がクリアされればファイナンスは可能、と述べた。その上で、電力セクターを含む様々なセクターで JBIC がインド政府、インドの銀行を含む関係機関、日本企業と協力し行っている取り組み例、適用可能な複数のスキームを紹介した。

JICA は、マスタープラン等よりスコープの広い取り組みに適した、中央政府を通じた支援スキームに加え、事業の必要性に応じ柔軟に対応が可能な中央政府を通さないスキーム (PSIF) を紹介。また、JICA の強みとして、人材育成と組み合わせた取り組みが可能である、と強調した。

PFC は、排出削減の観点から、再生可能エネルギー、エネルギー効率向上に的を絞った支援を用意していると述べた。

ベトナム CCT セミナー開催報告

事業化推進部 村上一幸、岡部修平

はじめに

石炭・電力分野の日越二国間協力において、ベトナム商工省(MOIT)とJCOALは、CCT移転事業の一環として技術交流セミナーを毎年実施している。今年度はベトナム電力分野の喫緊の課題である、高効率・環境対応型石炭火力技術(HELE)、石炭輸入・ハンドリングインフラ、石炭灰有効利用技術に関して、我が国の技術・経験を紹介するセミナーを開催することで合意しており、多くの関係者と内容を共有し今後の具体的協力案件形成に結びつけるため、9月13日及び15日にハノイ及びホーチミンの2ヶ所で開催した。

ベトナム側参加者は、MIOT、エネルギー研究所(IE)、建材研究所(VIBM)等の政府機関、民間からはベトナム電力総公社(EVN)、ベトナム国営石油ガスグループ(PVN)、ベトナム石炭・鉱物工業グループ(VINACOMIN)及び関連発電会社、電力コンサルタントであった。一方日本側参加者は、日本から参加した講演者に加え、商社及びメーカー等関連企業の現地法人、大使館、JICA等公的機関の現地事務所からの参加も頂き、活発なセミナーとなった。

両セミナーとも全てのセッションで活発な議論がなされたが、特に石炭灰の有効利用、コールセンターや発電所の運転(環境対応)などより現実の課題に沿った質問が多く大変盛況であった。

ハノイ CCT セミナープログラム

| | |
|-------------------------|-------------------|
| オープニングセッション | |
| 開会挨拶 | JCOAL |
| 本年度 MOIT- JCOAL 協力事業の取組 | JCOAL |
| 特別セッション 石炭灰有効利用技術 | |
| 越国における石炭灰の状況 | VIBM |
| 日本における石炭灰の状況 | JCOAL |
| 挨拶(MOIT、METI) | |
| セッション1 コールセンター | |
| 日本のコールセンター事例紹介 | 住友商事 中部コールセンター |
| 石炭の調達 | JCOAL |
| セッション2 高効率発電技術 | |
| Introduction to CCT | METI |
| 日本における超々臨界発電技術の紹介 | 九州電力 |
| 超々臨界発電における環境対応技術 | JCOAL |
| 日本の混炭事例 | JCOAL |
| まとめ | |



JCOAL 理事長の塚本より今までの石炭、エネルギーを取り巻く日越状況及び協力経緯、先の政策対話をふまえたセミナーの議題設定など総合的な挨拶のあと、今年度の MOIT - JCOAL 協力概要、特別セッションとしてベトナム側からの石炭灰利用状況、日本側から有効利用にかかる技術・経験の講演があり、活発な議論がなされた。日本側からの一方向の講演ではなく、ベトナム側から石炭灰有効利用の現状を講演してもらうことで、現在ベトナム側が抱えている課題が共有できた。午後のセッションでは、まず始めに経済産業省江澤石炭課長よりご挨拶としてこれまでの日越間協力と石炭輸出再開のお礼が述べられたあと、MOIT エネルギー総局 Tung 国際部長からも挨拶をいただいた。

セッション1では日本におけるコールセンター事例紹介、海外炭調達事例、セッション2ではIGCCを中心とした日本のCCT、高効率発電技術、環境対応技術、混炭運用事例と講演が続いた。

質疑応答では、石炭灰有効利用に関する日本の取り組み・処理規制、輸入炭同士の混炭、日本の環境規制や環境装置等についての質問があり、今後南部で計画されている輸入炭による高効率発電所の建設及び環境対応の高度化が続くベトナムにとって、日本の技術、知見・経験への関心は高いと感じられた。会場で用意した座席を急遽追加するほどの大勢の関係者が参加し、大盛況のうちにセミナーを終えた。



ホーチミン CCT セミナープログラム

| オープニングセッション | |
|-------------------------|-------------------|
| 開会挨拶 | JCOAL |
| 本年度 MOIT- JCOAL 協力事業の取組 | JCOAL |
| 特別セッション 石炭灰有効利用技術 | |
| 越国における石炭灰の状況 | VIBM |
| 日本における石炭灰の状況 | JCOAL |
| セッション1 コールセンター | |
| 日本のコールセンター事例紹介 | 住友商事 中部コールセンター |
| 石炭の調達 | JCOAL |
| セッション2 高効率発電技術 | |
| 日本における超々臨界発電技術の紹介 | 九州電力 |
| 超々臨界発電における環境対応技術 | JCOAL |
| 日本の混炭事例 | JCOAL |
| まとめ | |



ホーチミンでのセミナーもハノイと同内容で進行したが、政府機関、EVN、PVN、VINACOMIN 等主要機関からの出席はハノイでのセミナーに集中したため、出席者数は半分程度であった。しかしその分発電所や電力コンサル等からの参加が多く、より実態に近く詳細な議論が交わされた。石炭灰利用状況については発電コンサルから講演を頂き、石炭灰排出状況や取り扱い状況、今後の有効利用に関する展望などの紹介があった。質疑応答では、石炭灰有効利用拡大のために未燃分の低減、石炭灰品質

改善の必要性にも議論が及んだ。また、日本のコールセンター事例紹介では、ベトナム南部でコールセンター建設について検討されていることから関係者が多数参加していたと見られ、品質管理、周辺環境保全、顧客対応といった具体的ニーズに即した議論が多く飛び交い大変盛況であった。高効率発電技術・環境技術では、今後 SC や USC を建設するにあたっての Sub-C との建設コストの比較、Sub-C、SC、USC で負荷変動に伴う対応方法、排ガスへの影響、起動時重油使用時の環境装置の使用方法など発電所が抱えていると思われる課題に関する質問が多かった。



まとめ

ハノイ、ホーチミンでの両セミナーを通じて、ベトナムにとっての石炭灰有効利用及び石炭高効率利用の重要性、加えて環境配慮への意識が高まりつつあることを背景に、石炭利用に際しての CO₂ 排出量の問題、排ガスの対策について国として取り組んでいることが再認識できた。ベトナムでは今後の電力需要増加に応えるため、今後国内炭のみならず海外炭も使わざるを得ない状況であるため、海外炭の調達や輸入炭のハンドリングに関する技術協力もニーズとしてあることが認識された。限られた時間のセミナーでは十分な意見交換はできないため、今後もセミナーに出席された関係機関との情報交換の中でフォローを行いたいと考える。

また今回のセミナーに続き、電力関係者を日本に招いての技術交流を、10月24日～11月5日にかけて管理者クラス、技術者クラスの2グループ、総計18名の関係者を招いて実施した。

モザンビークにおけるバイオコールブリケット適用可能性調査

資源開発部 串田 智

1. はじめに

2012年10月に開催された日本モザンビーク資源分野官民政策対話において石炭産業発展5ヵ年プラン(2012年～2016年)が両国政府によって署名された。これを受け、モザンビーク鉱物資源エネルギー省計画協力局(MIREME-DPC)と独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)は、①人材育成、②地質構造調査、③石炭産業マスタープラン(クリーンコールドタウン計画策定)の3分野を取り組んできた。

このうち、JCOALはクリーンコールドタウン計画策定に関して2012年の開始から2016年6月にクリーンコールドタウン実行計画を策定する間、各年度の調査に従事した。クリーンコールドタウン計画策定業務では、原料炭歩留向上のための選炭技術、2号炭有効活用のための山元小型発電技術、バイオコールブリケット(BCB)技術の3項目について調査を行った。

モザンビーク Moatize 炭田の石炭は灰分が高く、輸出用の原料炭として出荷するためには選炭が必須であるが、選炭歩留が他の原料炭産炭国対比で低く多くの2号炭が発生する。2号炭は一般炭として活用できるが、価格競争力が低く多くは山元に貯炭されているのが現状である。2号炭の有効活用は石炭会社の健全な経営に寄与するとともに、地元の石炭火力発電所やBCB製造で2号炭を消費することによって地域経済、地域社会に貢献することが期待される。

本レポートでは、テテ州 Moatize 地域におけるBCB製造に向けた取り組みについて紹介する。

2. モザンビークの石炭産業

テテ州 Moatize 地域で操業している炭鉱は3箇所である。原料炭価格の低迷により一時はVALE Moatize 炭鉱の1炭鉱となっていたが、7月以降の原料炭価格の上昇をうけ、ICVL Benga 炭鉱、JINDAL Chirodze 炭鉱の生産が再開されるとの現地報道がなされている。

| | |
|------|------------------------------------------------------------|
| 炭鉱名 | Moatize 炭鉱 |
| 権益比率 | VALE 95% モザンビーク鉱物資源公社(EMEM) 5% |
| 備考 | ・2011年秋に出炭開始 ・VALE 持分の15%を三井物産が取得予定(2016年9月30日付け三井物産HP) |

| | |
|------|----------------------------------------------------------------------|
| 炭鉱名 | Benga 炭鉱 |
| 権益比率 | International Coal Ventures Private Ltd (ICVL) 65% Tata Steel 35% |
| 備考 | ・2014年8月にICVLがRioTintoから取得 ・2015年12月に生産停止。生産再開の報道あり。 |

| | |
|------|------------------------------------------|
| 炭鉱名 | Chirodze 炭鉱 |
| 権益比率 | Jindal Africa (Jindal Steel & Power Ltd) |
| 備考 | ・2013年5月に初出荷 ・2016年2月に生産停止。生産再開の報道あり。 |

また、新日鉄住金グループが出資している Revuboe 炭鉱が操業準備中である。

| | |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 炭鉱名 | Revuboe 炭鉱 |
| 権益比率 | Talbot Group Investments 58.9% 新日鉄住金 23.3% 日鉄住金物産 10.0% POSCO 7.8% |
| 備考 | ・2013年4月に採掘権取得 |



VALE Moatize 炭鉱選炭工場

3. テテ州の概況

2007年に実施されたセンサスによるとテテ州の人口は約180万人となっており、州都Tete市が約16万人、Moatize郡が約22万人となっている。主な産業は石炭であり、農業、林業も盛んである。州内にはザンビア、ジンバブエなどを源にし、インド洋に注ぐ大河、ザンベジ川が優雅に流れている。ザンベジ川の上流域には世界最大の Cahora Bassa 水力発電所がある。



モザンビークの州区分

4. テテ州のエネルギー事情

Tete 市では概ね全ての地域で電化が進んでいるが、多くの炭鉱がある Moatize 郡では、郡都である Moatize 市及び VALE 鉱区の住民が移転した再定住地の Cateme 村以外では未電化である。

調理用に薪、木炭を使用する家庭は 90% を超える。電気が供給されている家庭でも調理には薪、木炭を使用する家庭が多い。木炭の価格は 25kg で 125 メティカル¹ 程度である。木炭 25kg は一般的な世帯で 1 週間から 10 日間の使用量である。専業農家の現金収入は一ヶ月平均 2,000 ~ 3,000 メティカル程度であることから、木炭購入費は大きな負担となっており、薪を拾って燃料にする世帯も多い。高価な木炭は雨の日に屋内で使うようである。

テテ州の Moatize 地域では木炭を作るために森林伐採が進んでいる。また、炭鉱活動により薪を採取する場所が少なくなり、住民は薪の採取に多くの労力を費やしている。ある世帯では薪の採取に 1 日を費やしており、炭鉱操業に不満を示している。石炭会社にとっても、薪の採取のために住民が鉱区に入ってくるため操業に支障があるという。

持続的な石炭開発には、地域社会、地域住民に理解があって成立するものであり、Moatize 地域の石炭会社は企業の社会的貢献 (CSR: Corporate Social Responsibility) の一環として、学校の建設、電気・水の供給、交通機関の提供、現金収入のための農業支援などを実施している。テテ州政府、Moatize 郡政府、石炭会社も CSR の一環として BCB の普及に大きな期待を寄せている。



採取した薪を運ぶ現地住民



木炭の販売

5. バイオコールブリケット (BCB) の製造

安価に BCB を製造し、地域住民に供給することが BCB 普及の大前提となる。BCB の主原料は、現在利用されていない 2 号炭と Moatize 地域で産出するバイオマスである。Moatize 郡はトウモロコシの産地であり、林業も盛んなことから、おが屑も容易に手に入るため、原料調達には問題がない。今回は既に粉碎されているおが屑を原料として選定した。



トウモロコシ



おが屑

ブリケット製造機はモザンビークにはないため、南アフリカで製造した。原料は Moatize 地域の 2 号炭と南アフリカで調達したおが屑である。配合比は 2 号炭 80%、おが屑 20% であり、バインダーとして PVA (Polyvinyl alcohol) を 1% 添加している。



ブリケット製造機 (左)



BCB (右)

6. コンロの選定

燃えない…。何度やっても BCB が燃えないのである。ここから我々の苦悩が始まった。

モザンビークでは木炭を使う場合、一般的に鉄製のコンロを使用している。鉄製コンロの放熱が大きく、断熱性に優れたコンロを採用すべきとの仮説に基づき、日本製の七輪で BCB の燃焼試験を行ったところ見事に BCB が燃焼した。七輪は放熱を抑制するセラミック製であり、形状も考慮されている。日本の伝統的な技術に感心させられた。



モザンビークで販売している鉄製コンロ



七輪での BCB 燃焼試験 (燃料は BCB)

南アフリカのヨハネスブルグ大学に木炭コンロの専門家がいることから、日本の七輪に近いコンロがモザンビークで調達可能か問い合わせたところ、セラミック製のコンロがモザンビークで製造していることが判明した。このコンロはムパウーラという名で、マップトで販売されていた。セラミック製のコンロに鉄板のカバーが付いている。

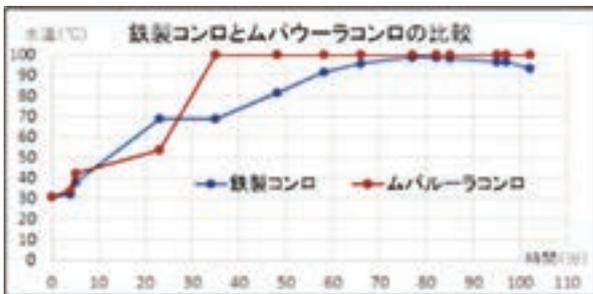
¹ 1 USD = 約 75 モザンビークメティカル (2016 年 11 月末)

ムパワーラコンロの性能を試験するために、木炭を燃料として、鉄製コンロとの比較を行った。鍋に同量の水を入れ、時間経過の温度変化を測定した。



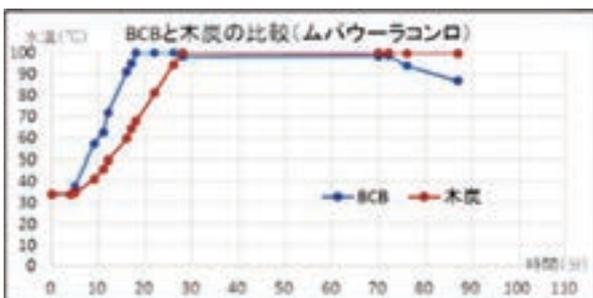
鉄製コンロとムパワーラコンロの燃焼比較試験

その結果、ムパワーラコンロは鉄製コンロより火力が強く、燃焼持続性も高いことが判明した。



次に、2 台のムパワーラコンロにそれぞれ BCB と木炭を同量(重量換算)投入し、時間経過の温度変化を測定した。

その結果、BCB は火の立ち上がりは木炭に比べ遅いものの、燃焼持続性は木炭より良好であることが判明した。



7. モニタリング調査

BCB 製造、コンロの調達に目途が付いたが、住民に BCB を受け入れられなければ普及することはできない。そこで、Moatize 市 10 世帯、Benga 村 10 世帯、合計 20 世帯を対象にモニタリング調査を実施した。各世帯にはムパワーラコンロ、BCB、鍋を支給した。試用期間は 1 週間である。

Moatize 市の世帯の家族構成は夫が仕事を持ち、専業主婦という構成、Benga 村は全世帯農業に従事している。Benga 村には電気が供給されていない。



住民説明会 (Benga 村)



ムパワーラコンロ調理風景



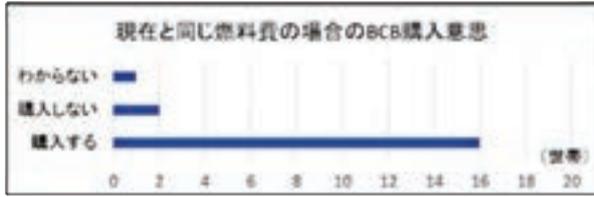
ヒアリング調査

ヒアリング調査の結果を以下に示す。着火性、燃焼持続性、火力、煙発生量及び調理時間について、薪、木炭、BCB の比較をした。すべての項目で BCB が薪、木炭より良好な意見がでていいる。BCB に脱硫剤を添加してないため、初期燃焼時に若干のタール臭(石炭ストーブの臭い…読者はご存知だろうか)がでる。しかし、我々が懸念していた臭気に関しては、住民の違和感は出なかった。生の石炭を燃焼させると強烈なタール臭が発生するが、バイオマスを混合することにより、臭気、すすの発生を抑制できるのが BCB の利点である。消石灰、石灰石等の脱硫剤を添加すれば、さらに臭気を抑えることが可能である。



BCB の材料となる石炭を石炭会社が無償で提供した場合の BCB 製造費を試算したところ、木炭より安価に製造できる見通しである。モニタリング世帯に現在の燃料費(木炭、薪購入費)と

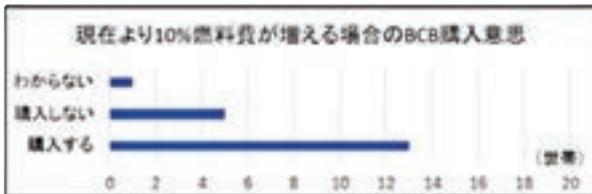
同じ値段であれば BCB を購入したいかとの問いには 8 割の世帯が購入する意志を示している。



その理由として、調理時間の短縮、薪の調達労力の軽減、経済性、及び森林破壊の防止を理由に挙げる世帯が多い。

| 購入する理由 | 回答数(複数回答) |
|------------------|-----------|
| 調理時間の短縮になるから | 13 |
| 遠くまで薪を調達しなくていいから | 8 |
| 薪、木炭より経済的だから | 7 |
| 森林破壊の防止になるから | 7 |
| 保管スペースが小さくてすむから | 1 |
| 木炭を調達する道中が危険だから | 1 |
| 購入しない理由 | 回答数(複数回答) |
| 薪・木炭で満足しているから | 1 |
| わからない理由 | 回答数(複数回答) |
| BCB の健康リスクが不明だから | 1 |

さらに、現在の燃料費より 10% 多く負担しても BCB を購入したいかとの問いには 6 割の世帯が購入する意志を示している。



8. まとめ

モニタリング調査の結果、薪、木炭の代替燃料として BCB の適用可能性が高いことがわかった。今後の課題としては、誰が BCB を製造し、住民に提供するのかということである。モザンビーク鉱業法では、石炭会社による地域社会への CSR が義務付けられている。Moatize 地域で活動する石炭会社等が CSR の一環として実施していくのが現実的ではないかと考えている。

モザンビークの森林破壊は、待ったなし、の状態である。これまでの調査には、テテ州鉱物資源エネルギー局、Moatize 郡農業局、そして VALE、ICVL、Minas de Revuboe 等石炭会社から多大なる協力を頂いた。石炭開発による企業経営の健全化と地域経済の発展、森林破壊防止、地域住民の生活向上、目指すところは一緒である。

引いては、Moatize 地域の安定且つ持続的な石炭活動が日本にとってモザンビーク高品位原料炭の安定供給確保に資することになると考えている。

本調査結果は独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構より請負った平成 27 年度海外炭開発支援事業産炭国共同支援事業「クリーンコールタウン計画実行計画策定業務(モザンビーク)」による成果である。

BCB がアフリカの救世主に?



平成 28 年 8 月 30 日 JOGMEC NEWS RELEASE
BCB を説明する JOGMEC 黒木理事長

ケニアのナイロビで開催された第 6 回アフリカ開発会議 (TICAD VI) の JETRO が主催する展示会「ジャパンフェア」の JOGMEC ブースに安倍内閣総理大臣およびデビーアフリカ連合議長(左から 3 人目/チャド共和国大統領)が訪問致しました。当初 JOGMEC ブースへの視察は予定していなかったものの、バイオコールブリケット展示ブース盛況振りにご興味を持たれ、立ち寄られたとのことでした。

薪、木炭使用による森林破壊はモザンビークに限らず、ケニア、マラウイをはじめ多くのアフリカ諸国で直面している課題であり、来場した多くの方の注目を集めたようです。

将来的にはモザンビークで実証されたバイオコールブリケット製造技術がアフリカの皆様のために普及していくことを願わずにられません。

第2回 日本・ポーランド／クリーンコールセミナー開催報告

情報ビジネス戦略部 藤田 俊子

ポーランドは欧州最大の石炭産炭国である。自身の所有している資源の有効活用、エネルギー・セキュリティの観点からも、政権は替わっても、石炭をベースロード電源としていることには変わらない。

また、環境政策、特に石炭火力発電所のリプレースや新增設の際には、地球環境問題との観点からも最新の環境に配慮した石炭火力技術、つまり日本のクリーン・コール・テクノロジーの導入を求めていることも事実である。

今までも、JCOAL は、長年、経済産業省のもと、ポーランド政府（旧経済省、現エネルギー省）と、また、NCBiR や AGH 大学等と協力し、クリーン・コール・テクノロジーについて、具体的な協力を邁進してきた。

ポーランドでは前政権までは炭鉱事業については経済省、電力事業については国有財産省が担当していたが、現政権になり昨年12月に炭鉱事業と電力事業の両事業を担当するエネルギー省が創設された。また、ポーランドでは電力事情が自由化され、外国企業の投資・参入が期待されている。現在、エネルギー省では外資誘致政策や今後のエネルギー計画を策定中である。

日本はポーランドにおける高効率の USC 石炭火力発電所の建設や IGCC 発電所の F/S 事業により、ポーランドにおける石炭資源の有効活用と環境負荷の低減の両面に貢献すべく様々な取組みを進めている。

そのような背景の中、2年前にも両政府のもと、クリーンコールセミナーを実施し、日本の政策や技術につき紹介を行った。この度、政権も変わったこともあり、第2回目のクリーンコールセミナーを両政府のもと、10月25日（火）ワルシャワ市内ノボテル・ワルシャワ・セントラムホテルの会議場にて実施した。概要を次に示す。

- 期日：10月25日（火）
- 主催：ポーランド国エネルギー省
日本国経済産業省、JCOAL
- 後援：在ポーランド日本国大使館
NEDO、JETRO ワルシャワ事務所
ポーランド国科学高等教育省
ポーランド国環境省

午前の部は、Mr. Mateusz Kedzierski（エネルギー省技術総局長）の司会のもと、ポーランド側からエネルギー省 Andrzej Piotrowski 次官、日本側から経済産業省小野調整官と在ポーランド日本国大使館松富全権大使よりご挨拶頂いたあと、政策に関連する講演をエネルギー省、IChPW、METI、中国電力、JBIC より行った。

午後の部は、川村 JCOAL 事業化推進部長の司会のもと、日本側から NEDO、JCOAL、MHPS、IHI、東大、ポーランド側から、PGE、AGH 大が講演を行った。

尚、ポーランド聴衆席から出た主な意見を参考までに次に示す。

●ピオトル・チェリシンスキ／下院議員

国会における日波の経済協力議員グループの議長をしている。最近グループ内の仕事は CCT をテーマにしたものがメインで、どの様に活用するのか議論している。容量市場の成立は早い方が望ましいが、この法律以外の法律で、日本側がより積極的に市場に参加できるようなものがあれば教えて頂きたい。経済協力議員グループの法律作成に取り込みたい。

●バシンスキー／ ENEA EW 副社長

私たちとしては1年前から MHPS と IGCC の協力を開始した。ボグダンカ炭のガス化試験を NEDO が支援して、MHPS が実験し、望み通りの結果を得た。IGCC 技術を導入し発電設備を持ち込むことができるということで、最初のステップの準備を始めた。最終的には建設が可能かどうか、F/S して確認したい。今までの NEDO、エネルギー省、MHPS に感謝申しあげたい。勿来、広野のプロジェクトが十分に成果をもたらすことを祈念する。



セミナー様子



JCOAL 塚本理事長講演

今後、更にポーランド国への日本の技術の導入が期待されている。

石炭広報活動／J-POWER 高砂火力発電所での石炭実験教室実施

情報ビジネス戦略部 藤田 俊子

JCOAL では、石炭 PA (Public Acceptance) 活動として、年数回、環境展等へのブース出展参加や石炭実験教室等様々な活動を行っている。また、エネルギー教育の活動に対しても、エネルギー教育推進事業事務局からの依頼により、教育現場の先生方を対象に石炭の講座を行ったり、石炭の実物や石炭についての広報冊子をエネルギー教育モデル校（年に 40 校ほど任命される）宛に送ったりしている。

そのような活動を JCOAL サイト等で紹介していることから、外部から石炭についての講座等の依頼が入ってくることもあり、それに対する対応も行っている。

そのような JCOAL サイトを参照された外部から、今回も依頼があり、対応する運びとなった。

今回は、J-POWER 高砂石炭火力発電所からの依頼であった。依頼内容並びに実施内容を以下に示す。

各地方の発電所等では、地元の人達の理解を促進する意味から、敷地を解放し、様々な催し物を実施している。J-POWER の各発電所でも年に 1 回地元の方々に発電所を開放し、催し物を実施している。その日を、「わくわく感謝デー」と称されている。今回、J-POWER 高砂火力発電所では、11 月 13 日（日）に本年度の「わくわく感謝デー」を計画され、その中で JCOAL が夏休みに科学技術館で 2 日間実施している「石炭実験教室」を取り入りたいと、JCOAL へ要請がなされた。JCOAL 広報としても、ぜひともこのような機会は貴重であるため、参加することとした。

もともと「石炭実験教室」は、北の丸の科学技術館とコラボレーションし、夏休みの子ども達を対象に、毎年 8 月上～中旬にクリーン・コール・デー広報の一環として行っているものであり、会場はもとよりインストラクターも技術館にお願いしているものである。その教室を、今回は、JCOAL 単独で開催する運びとなった。尚、事前に技術館から安全管理対策の助言を得た上で、高砂火力発電所とともに安全に考慮し実験を行った。

今回の実験教室は、1 回目 11 時～、2 回目 13 時～、3 回目 14 時～の計 3 回実施することとなった。対象年齢は小学 3 年生以上としていたが、感謝デー自体、家族連れが多く、小さい子どもから年配の方々まで大変広い年齢層の方々が興味を持って参加して頂けた。実験全般インストラクトを藤田が、石炭燃焼を示す部分の火の取扱いは田中が担当した。

当日は快晴も手伝い、昨年度より 2,000 人増の来場者数であった模様で（オープンデー全体での来場者）、我々の実験教室も 3 回とも予定の 16 席（1 回当りの予定席数）を超える反響ぶりだった。



高砂火力発電所イベントちらし



実験教室の様子



実験教室の様子

VGB Congress Power Plants 2016 参加報告

情報ビジネス戦略部 牧野 啓二

1. まえがき

JCOAL は 2016 年 1 月から VGB 会員となったが、今般開催された VGB 会議に初参加した。会員となった目的の1つは、ドイツでは再生可能エネルギー（再エネと略す）が急激に増加しており、そのために在来の石炭火力の運用などに対して、新たな技術的対応が求められている。日本でも同様な状況が予想されるが、ドイツの流れを予めウオッチすることにより、少しでも技術的対応をスムーズに行うことができることは重要である。このような考えの下に VGB 会議に臨んだ。

参加者は 300 人程度であり、会議場の前には 20 社くらいのブースが設けられていた。GE や SIEMENS などの大きくて立派なブースが目引いていた。



Siemens のブース

2. 会議の概要

- (1) 開催日 2016 年 9 月 21 日(水)、22 日(木)
- (2) 開催場所 ドイツ・ライプツヒヒ コンgressセンター
- (3) 会議概要

会議は、VGB 会長の挨拶や開催場所のライプツヒヒ市の代表の歓迎挨拶など型どおりの式典で始まり、続いてそれぞれのテーマ毎の発表が行われた。ドイツのエネルギー情勢、発電会社あるいはメーカーなどの講演、地球温暖化や水銀排出なども含めた環境問題、再生可能エネの諸問題などが講演された。



開会挨拶をされる
VGB Power Tech 会長の
Dr. Bernhard Fischer



GE のブース

3. 注目の講演

注目された講演の概要を以下に示すが、ここで示した図は発表に使われたものを転用させてもらったものである。

(1) The role of energy supply in the industry 4.0

Dr. Jorg Rothermal, German Chemical Ind.

ドイツの化学産業はキーとなる産業のひとつである。製造業の中で第 3 位の売り上げがあるが、エネルギー原単位を如何に下げることが当面の大きな課題である。最近ドイツの化学産業は石炭をフィードストックとして水素への転換をはかる研究を行っている。水素は化学製品の原料、発電用、熱電併給などに適用することを視野に入れている。

(2) A view on change in the European Utility Landscape

BCG Energy

ヨーロッパの電力会社はきわめて厳しい変化に直面している。電力価格は 2008 年に 80 ユーロ /MWh のピークを記録してから大幅に下がっており、2016 年には 20 ~ 25 ユーロ /MWh と 4 分の 1 の価格になってしまった。電力会社の株価も下落の一方であり、2008 年 1 月の株価を 100 とすると、2016 年 6 月には平均株価 (DAX) は 123 であるにも関わらず、大手電力会社の株価は次のように惨憺たる状況である。

Enel : 51 EnBW : 46 E-ON : 30 RWE : 29 EDF : 26

また太陽光、風力の発電コストも下がると見られており、再エネシフトが続き、再エネ発電シェアは2015年に11%であったものが2025年には倍増の24%まで増加するものとみられている。

これらの傾向は、在来の火力発電ビジネスでは全く儲からない構図となってしまっていることを表している。そのための対策として電力各社は大幅なコスト削減を図っており、大手のRWEはすでに22.5億ユーロの削減、E.ONは13.5億ユーロの削減を実行している。

各社は赤字部門を子会社として、とにかく破綻を避けようと必死である。

(3) Overview on measures to increase flexibility in existing coal fired power plants and economic assessment

MHPS Europe / Vattenfall

ベースロード用として設計、建設された石炭火力発電所を例に取り、ドイツで要求される運転フレキシビリティを増すための方策についての発表である。対象とした発電所の計画数値は次のとおりである。

- ・ユニット 820MW × 2 基 (貫流型、褐炭焚タワーボイラ)
- ・定格での蒸気条件

| | |
|------|-------------------|
| 主蒸気 | 603°C/276bar(abs) |
| 再熱蒸気 | 620°C/51bar(abs) |

再エネとの共存を目指して、プラントの運転柔軟性対応システムを開発した。その成果の一例として、起動時間の短縮について下記の成果が得られている。(括弧内は通常の必要時間)

- ・起動時間

| | |
|----------|------------|
| コールドスタート | 95分 (135分) |
| ウォームスタート | 70分 (100分) |
| ホットスタート | 35分 (45分) |

他にも多くの改善がなされているとの講演である。

4. まとめ

VGB コンgressでは、再エネの増加に伴い今後日本の石炭火力発電所が向き合うことになると思われる多くのテーマが議論されていた。この議論を参考としつつ、JCOAL 会員と共に VGB との交流を更に進め、最適な石炭火力発電の構築に協力したい。

(写真：VGB Power Tech Website より引用)



会場の雰囲気

編集後記

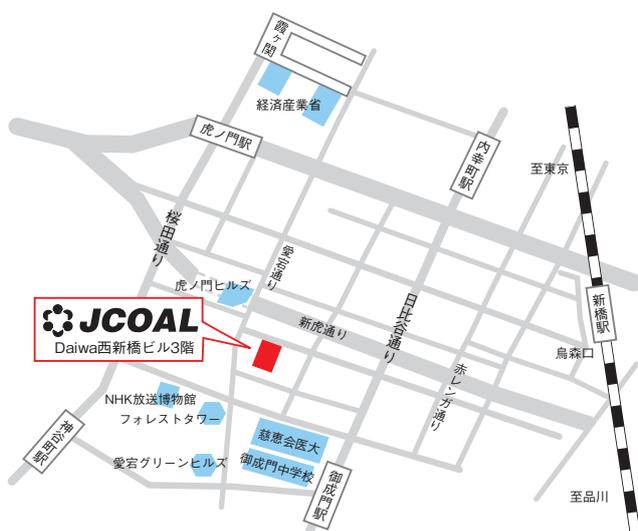
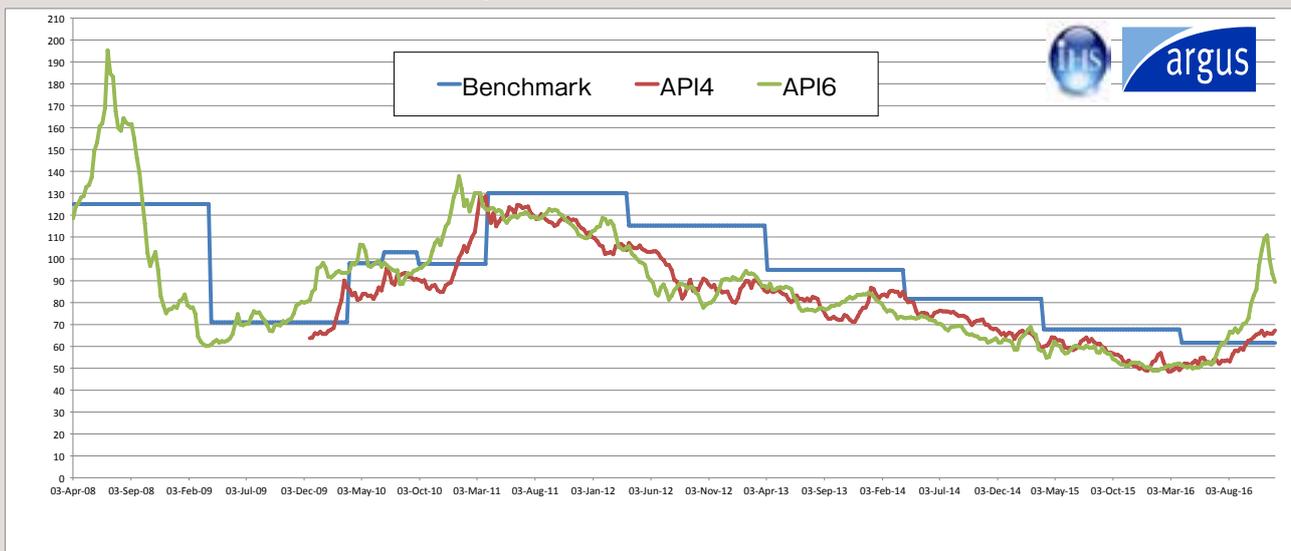
JCOAL Journal 第36号をお送りします。いつもJCOALの活動にご支援、ご協力頂き有難うございます。

2016年を振り返ると、台風や地震などの災害が世界各地で起こりました。そのような天災の影響を各分野で受け、様々な変化や多様化があった年のように思います。また、被害に遭われた現地の方々が普通の生活に戻れるように復旧をお祈りしております。

2016年の夏、石炭価格が突然高騰致しました。毎週のように価格が上がり続け、期待よりも不安の方が先立っているような雰囲気がございました。価格高騰の原因は恐らく中国の買い手によるものであると各メディアでは報じておりました。中国の石炭生産削減政策の影響で石炭在庫が減少したことにより発電に使用する一般炭の輸入が一時的に増え、価格が上昇したと言われています。これを書いている11月末頃からは価格も下がり、安定しつつあるのですが、それも中国の生産抑制策の緩和効果が出始めたものと言われています。それはそうですね、中国は大国です。人口が13億人ですもの、ちょっとした需要と供給の変化によって膨大な影響が世界規模となります。ちなみにインドの人口が12億人。それに比べると米国は3億人とやけに少なく感じてしまいます。(日本はもっとですね)世界一人口の多い中国の言語が今後はビジネスに欠かせなくなるのではとも言われています。日本語は漢字の意味が多少中国語に近い部分もあって親しみがありますし、そもそも距離もそんなに離れていません。最近では中国からの爆買いツアーが減少しつつあるとのことですが、日本のものはとうとう買い尽くされてしまったのでしょうか、又は飽きられてしまったのかしら? 今後はもっと中国のことを知らなければと真剣に思っております。謝謝。

JCOALでは賛助会員企業、団体様へのサービス向上と事業展開を目指し、日々努力しております。ご意見やご希望、情報提供などございましたらお寄せ下さい。(編集担当 お)

Argus/McCloskey's Coal Price Index



JCOAL Journal Vol.36 (平成29年1月1日発行)

発行所：一般財団法人 石炭エネルギーセンター

〒105-0003 東京都港区西新橋3-2-1 Daiwa西新橋ビル3F
 Tel:03-6402-6100 (総務・企画調整部)
 03-6402-6106 (情報ビジネス戦略部)
 03-6402-6102 (資源開発部)
 03-6402-6103 (技術開発部)
 03-6402-6104 (事業化推進部)

Fax:03-6402-6110 E-Mail:jcoal-qa_hp@jcoal.or.jp
 URL:http://www.jcoal.or.jp/

本冊子についてのお問い合わせは…

一般財団法人 石炭エネルギーセンター 情報ビジネス戦略部
 〒105-0003 東京都港区西新橋3-2-1 Daiwa西新橋ビル3F
 Tel:03-6402-6101 Fax:03-6402-6110

最寄りの交通機関：虎ノ門駅より徒歩7分、内幸町駅より徒歩7分、神谷町駅より徒歩8分、御成門駅より徒歩8分、新橋駅より徒歩9分、豊ヶ岡より徒歩9分

編集・印刷：株式会社十印



JCOAL Journal

「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]