

石炭火力発電技術輸出における現状と課題

Present State and Issues on Export of Advanced Coal-fired Thermal Power Technologies

花岡 浩
Hanaoka Hiroshi

アジア諸国の経済的成長を背景にして、発電単価が安価で燃料価格が安定している石炭火力発電が世界的に注目されている。日本においては、本邦技術を適用した高効率なボイラー、タービン設備および高性能な環境対策機器のパッケージ型インフラの輸出が強く望まれている一方、技術輸出に関する課題の解決が強く望まれる。

Against the background of economic growth in Asian countries, "coal-fired power generation" of which the power-generating cost is inexpensive and fuel price is stable, has been gathering worldwide attention. The package-type infrastructures export with Japanese advanced technologies of the coal-fired power generation including high-efficiency boilers, turbines, and high-performance environment mitigation facilities has been eagerly anticipated in Japan. On the other hand, resolution of the issues on the technology export has also been anticipated.

キーワード：インフラ輸出事業、超々臨界圧石炭火力発電、環境対策技術、輸出支援

1 石炭火力発電の世界市場

(1) 経済成長を続けるアジア諸国

世界の発電量の約7割が石炭や天然ガスを原料とした化石燃料を用いる火力発電である。そのうち石炭火力発電は、世界の発電量の約4割をしめており、将来的にも発電量の増加が予想されている。

近年のCO₂排出量抑制の観点からはLNG火力発電が有効であるが、経済成長を続けているアジア諸国での電力需要が伸びると想定されており、インド、ベトナム、インドネシア等での石炭火力発電の需要が期待される(図1)。



図1 世界の電力需要(出典:経済産業省エネルギー白書2014)

この背景には、①石炭が原油や天然ガスに比べ価格が安価で安定している、②アジアでは自国で石炭が産出する国が多い、など挙げられる。

これらの電力需要の増加に伴い、経済性と環境

性のバランスがとれた火力発電が望まれており、従来の効率の悪い亜臨界圧から効率の高い超臨界圧、超々臨界圧の市場が、今後の日本企業の機器輸出として注目が集まっている(図2)。

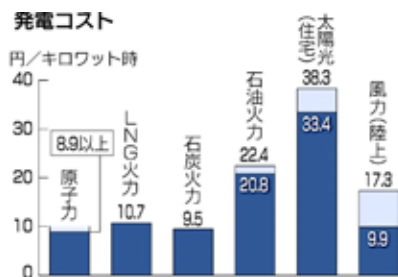


図2 燃料別発電コスト(日本政府試算)

(2) インフラ輸出事業の海外展開支援

2013年3月に、内閣総理大臣の指示の下、官房長官を議長として、インフラ輸出、経済協力等を統合的に議論する「経協インフラ戦略会議」が立ち上げられた。

この会議では、閣議決定された「日本再興戦略」の国際展開戦略の柱となっている「インフラシステム輸出戦略」など決定しており、これらの取り組み状況についてフォローアップを行っている。

「インフラシステム輸出戦略」では、①インフラシステムの輸出による経済性等の実現、②インフラシステムの輸出の波及効果、③国際競争を勝ち抜くための官民挙げた取組、④インフラ輸出、経済協力、

資源確保の一体的推進，を目指しており，上記に加えインフラシステム輸出戦略の5本柱を掲げるとともに，その5本柱を強力に推進していくことにより，2020年に約30兆円のインフラシステムを受注することを目指している。その主要分野に「エネルギー」が挙げられており，石炭火力発電はその中心的インフラと位置付けられる（写真1）。



写真1 経協インフラ戦略会議であいさつする安倍総理 (出典：経協インフラ戦略会議パンフレット)

2 石炭火力発電技術

火力発電は，高効率化と大容量化を繰り返し行うことで技術的進歩を勝ち取ってきた技術である。戦後，主にアメリカなどの外国メーカーが技術開発を行ってきたが，近年では日本やヨーロッパが主体となり“超々臨界圧”が標準となってきた。

(1) 超々臨界圧石炭火力発電の現状

現在，超々臨界圧石炭火力発電では，蒸気圧力 25 MPa・温度 620 °C・単機容量 105 万 kW のプラントが建設されるに至っている。

蒸気タービンでは，主蒸気圧力・温度は高いほど熱効率は良くなる。これは蒸気タービンに投入されるエネルギーが高いほど，内部で仕事に変換される有効エネルギーが増えるためである。

このことから，従来よりも高温強度の高い材料が活用できるよう高温・高圧条件に耐える材料の研究開発が進められ，設備のコンパクト化も考慮した合理的な設計が行われるようになった。

更に石炭火力発電としては，高効率化が図れる発電方式として，石炭ガス化複合発電 (IGCC : Integrated coal Gasification Combined Cycle)，石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC : Integrated Gasification FuelCell) や先進的超々臨界圧 (A-USC : Advanced Ultrasupercritical Pressure Steam) などの技術開発が積極的に進められている。

(2) 火力発電における日本の環境対策技術

日本では，昭和 30 年代に入り経済の飛躍的な発展の結果，大気，水質，騒音などの環境問題が

各地で噴出した。

1967年制定の公害対策基本法，1972年制定の自然環境保全法を基本とした環境政策により，環境問題の克服，自然環境の保護に大きな成果を収めてきた（図3）。

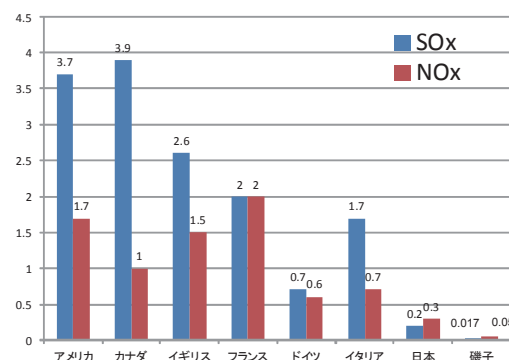


図3 国別石炭火力発電所における大気汚染物質

しかし温暖化物質の放出やフロン放出によるオゾンホール出現など，国民の生活が大量生産，大量消費，大量廃棄に向かった結果，新たな環境問題が発現し，従来の規制的手法を中心とする従来の法的枠組みでは限界があることが明らかとなった。

このため，環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会を構築することを目的として，1993年11月に環境保全分野についての基本的施策の方向を示す「環境基本法」が制定された。

今後アジア諸国に石炭火力発電のインフラ輸出を行っていくためには，これらの環境問題への取り組みと合わせて環境負荷低減の取り組みについて提案を行っていくことが重要であり，世界の中でも優れた技術を持っている日本はその中心的役割を果たせるといえる。

石炭の場合，脱硝，集塵，脱硫の各設備が必要であり，国内では集塵設備として，乾式電気集塵器 (EP)，脱硫設備としては湿式処理法が一般的に採用されている。

燃料として石炭を使用した場合，特に排ガス中に多量のばいじんを含むため，ばいじんの付着，堆積特性を考慮した排ガス系統構成と高温EP，低温EP或いは低低温EPの選択がなされている。

一般的にNOx対策技術としては，火炉内での2段燃焼法や排ガス再循環に加えてバーナの改善 (低NOxバーナ) が図られてきている。改善の方法としては，①燃焼と空気の拡散混合を緩慢にして火

炎温度を抑制する、②燃焼の不均一化を促進するためバーナから噴霧される燃料の分布を粗密にして濃淡燃焼を行わせる、③火炎の熱放射を促進するため、熱放射の大きい火炎形状にして高温での燃焼ガスの滞留時間を短縮させる、などが挙げられる。

国や地域により環境規制への対応が異なるため、より厳しい条件の場合には、選択接触還元法、無触媒還元法、活性炭法などを組み合わせて対策を講じることが一般的である。

また、SOx対策技術として日本の事業用火力発電所の排煙脱硫装置は、湿式石灰-石こう法が主流となっている。その理由としては、①吸収剤としての石灰石が国内で豊富に産出され、取扱いが容易で最も経済性に優れている、②副産品として、セメント用や石こうボード用に適した商品価値の高い石こうが回収でき、また大量安定貯蔵が容易である、などが挙げられる。

アジア諸国へのインフラ輸出には、これらの環境対策技術を組み込んだ石炭火力発電こそ、現在の日本に求められている技術と考えられる。

(3) 低品位炭の燃焼

石炭は、その性状により価格や品質に差がある。日本で火力発電用に使用してきた石炭は、発熱量が大きく、低灰分、低硫黄で高品位の瀝青炭であり、価格は高めであるだけでなく、中国等での需要の増加から将来の供給不足となることが懸念される。

しかし世界に賦存する低品位炭まで広げると以下の特徴・課題として述べる事ができる。

- ・石炭の大半は亜瀝青炭や褐炭など低品位炭である
- ・亜瀝青炭は瀝青炭より低発熱量だが近い特性
- ・褐炭は水分が多く、発電効率が低い
- ・褐炭は自然発火しやすく輸送コストは高い
- ・価格は安く火力発電コストを抑えることができる

このため、将来の国内用のみならず産炭地としてのアジア諸国において発電用燃料として拡大が期待されている。

低品位炭は発熱量、水分量、灰分量等炭の特性として大きな幅があるが、極めて水分の多い褐炭の発電設備での活用実績もある。これらの燃焼方式としては流動層、IGCCへの適用も検討されて

いるが、ここでは微粉炭燃焼について述べる。

低発熱量であると燃料流量が大きいため排気ガス量が増加してボイラ寸法も大きくなる。また水分の多い褐炭の場合には石炭の乾燥が重要となり、ボイラ前処理としての改質・乾燥或いはボイラ内での乾燥システム技術が必要となり、ミルも石炭性状に適合した型式が必要となる。

更に高灰分、高硫黄炭などでは灰分付着防止や脱硫等の対環境能力増強など石炭性状に合わせた環境設備設計を行わなくてはならない。

低品位炭焼きボイラの開発は褐炭の多いヨーロッパで開発が先行されてきたが、国内およびアジアにおけるニーズもあるため瀝青炭等との混炭方式を含む低品位炭燃焼技術の拡充が望まれる。

3 日本企業の輸出支援

(株)国際協力銀行(以下「JBIC」とする)では、日本企業の輸出支援として、何種類かの支援メニューを持っている。今後日本企業においては、これらの支援メニューを活用し、海外への事業展開を行っていくことが強く求められてくる。

先進国向けも含む支援の対象分野として、高効率石炭発電の他、鉄道(都市間高速、都市内)、水事業、バイオマス燃料製造、再生可能エネルギー発電などに向けた支援メニューがJBICのホームページに掲載されている。主な支援メニューを紹介する(HP: <http://www.jbic.go.jp/ja>)。

(1) 輸出金融

このメニューは、日本企業の輸出支援を行うもので、日本国内で生産された機械・設備や技術等の輸出を対象としており、外国の輸入者や金融機関等に向け供給するものである。

(2) 投資金融

このメニューは、海外インフラ事業を多面的に支援するものであり、日本企業や日系現地法人が開発途上地域で行う事業に、直接または間接に充てられる資金融資を行うものである。

(3) 出資

このメニューは、日本企業等がプロジェクトに出資する場合や日本企業が業務提携のために外国

企業等に投資する場合等に活用するものである。

海外において事業を行う日本企業の出資法人や、日本企業等が中核的役割を担うファンド等に対して出資（海外の発電分野も対象）するものである（図4、図5）。

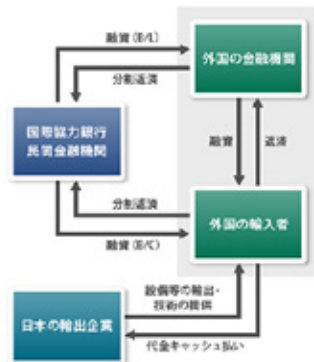


図4 輸出金融（出典：JBICホームページ）

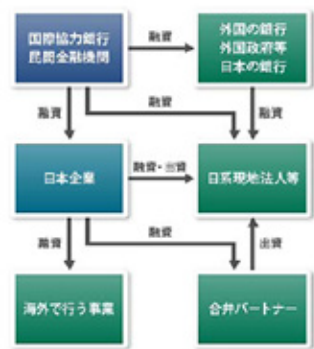


図5 投資金融（出典：JBICホームページ）

4 石炭火力発電の今後の課題

(1) 石炭火力発電に対する世界の対応

2013年6月、オバマ大統領が「大統領機構変動行動計画」を発表した。機構変動の挑戦に対する米国のイニシアティブについて以下のとおり規定している。

「海外の石炭火力新設に対する米政府公的支援の終了。ただし (a) 経済的な代替手段がない最貧国における最高効率の石炭火力の技術、もしくは (b) 二酸化炭素分理・回収・貯留 (CCS) 技術を導入する場合は除く」「他国や多国間開発銀行に対し、早急に同様の措置を取るよう求めていく」

これを踏まえ欧米では、新設石炭火力向けの公的金融支援を取りやめる動きが強まっている。

(2) 石炭火力発電に対する日本政府の動き

2015年11月、日本政府は、ACE : Actions

for Cool Earth（攻めの地球温暖化外交戦略）を発表し、気候変動分野において公的資金や民間資金などを総動員し、2013年からの3年間で計1兆6000億円の途上国支援を表明した。今後も、これらの支援策が増えていくと考えられ、更なるビジネス・チャンスが広がっていくと考えられる。

以上述べてきたとおり、石炭火力発電ビジネスは、今後経済発展を進めて行くために電力需要が伸びると想定されるアジア諸国を中心に、順調な伸び率を示すと考えられるが、地球温暖化対策の視点から高効率かつCO₂低排出の石炭火力発電機器導入や、CCS等の推進を支援することの配慮が必要となる。

5 まとめとして

今後一層、石炭火力発電の需要が望まれ、高効率かつCO₂低排出の石炭火力発電機器導入や、CCS等の推進を支援することにより、石炭火力発電分野で地球温暖化対策はより重要な技術となることが想定される。

日本が提唱する経済発展の方向として、これまで培ってきた技術を輸出していくことは、それらの国のメリットと合致したものであり、世界経済の進展にも貢献できるものと考えられる。

今後日本は、石炭火力発電分野の超々臨界圧と環境対策の確固たる技術をもって、世界に対してインフラ輸出を進めていくことが強く望まれる。

<参考文献>

- 1) 内閣官房（経協インフラ戦略会議）：我が国の技術を活かしたインフラ輸出の拡大に向けて～経協インフラ戦略会議の取組～、2014年3月
- 2) 電気事業連合会工務部：火力発電所設備概要
- 3) 経済産業省：エネルギー白書（2012年版）

花岡 浩（はなおか ひろし）
技術士（機械）／総合技術監理部門

（有）クープラス
代表取締役
e-mail : hanaoka@cooplus.jp

