

JCOAL Journal

vol.3

2006.1 新年号

01_ 新年のご挨拶

(財)石炭エネルギーセンター会長 中垣喜彦

02_ 石炭安定供給施策研究会の開催について

経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課

07_ 米国の石炭ガス化事業化動向について

(財)石炭エネルギーセンター 企画調整部長 新井康夫

11_ IEA Clean Coal Centreの活動について

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 環境技術開発部 矢内俊一

13_ 石炭技術最前線

● UBCプロセス (財)石炭エネルギーセンター 技術開発部 大高康雄

● 石炭ガス化技術最前線 (財)石炭エネルギーセンター 事業化推進部 原田道昭

22_ 豪州でのLONGWALL 2005に参加して

(財)石炭エネルギーセンター国際部 上原正文

27_ JCOALの海外石炭情報

● 中国の石炭事情

(財)石炭エネルギーセンター国際部 村上佳弘／常 静

31_ JCOALだより



EAGLE(Coal Energy Application for Gas, Liquid and Electricity)の全景

新年のご挨拶

(財)石炭エネルギーセンター会長（電源開発㈱ 代表取締役社長）

中垣喜彦



新年明けましておめでとうございます。

平成18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、昨年を顧みますと、日本経済は踊り場を脱して緩やかな成長局面に入り、設備投資や個人消費などの国内需要は底堅く、企業収益の回復や雇用状況の改善など少しずつ明るさを取りもどしつつあります。これまでの外需依存体質から内需の好循環が始まりつつあり、最近の株価上昇もこのような日本経済の自律回復を反映したものといえそうです。しかしながら、不安材料が消えたわけではなく、これまで日本経済を牽引してきた米国や中国経済がそれぞれ不安定要因を抱えているのも事実です。

また、エネルギー価格の高騰もその不安材料のひとつで、WTI原油価格は一時70ドル/バレルを超え、その後上げは一服傾向にあるものの、冬場の暖房需要増に向け予断を許さない状況にあります。このような石油をはじめとしたエネルギー資源価格のボラティリティの拡大という不安定要因は今後とも強まるものと予想されます。

しかし、日本においては、今回の原油価格高騰は過去の2度に亘る石油危機に比べその影響はさほど大きなものではありませんでした。これは、石油危機当時に比べ円高が進行したこととともに、その後の石油代替電源の開発により石油依存度の低下が図られたこと、省エネによりエネルギー利用効率の向上がなされたこと等が大きく寄与しているといえます。

私どもの関心事である石炭の価格は、原料炭とくに高炉コークスに用いられる強粘結炭の価格上昇はあるものの、一時期上昇していた一般炭価格のスポット価格は現在のところ弱含みで推移しております。原油高騰や天然ガスの需要増を背景として、石炭はエネルギーセキュリティ他の面からも燃料ポートフォリオの中で重要な役割を担っていくものと思われます。しかしながら、炭鉱開発は近年低調で推移していることから需給ギャップの顕在化が懸念されること、今後とも中国やインドなどで旺盛な石炭需要が見込まれること、供給国の輸送インフラのボ

トルネック化など供給不安定要因の存在が依然未解消であること等が懸念され、また、石炭取引の市場化の動きなど石炭を取り巻く環境は益々複雑化しつつあります。なかでも、石炭の最大の課題として環境面でのリスク、とくに地球温暖化の問題があります。

地球温暖化問題に関しましては、ご存知のとおり昨年2月に京都議定書が発効しましたが、日本における温室効果ガス排出量は90年比で7.4%増加（2004年度実績）しており、第一約束期間における6%削減の達成に向けて待ったなしの状況に追い込まれております。石炭を長期に安定的に利用するためには、石炭をエネルギー源として有効活用しつつ、環境負荷を低減させるクリーンコール技術の開発・普及が不可欠となります。また、今後、途上国において石炭利用の拡大が進むことを考えれば、途上国へのクリーンコール技術の移転普及はこの問題に大きく貢献できるものと広く認識されるべきです。このための方策の一つとしてクリーン開発メカニズム（CDM）がありますが、厳格なCDM審査ルールが障害となりクリーンコール技術のCDM認定が図られていないのが実情です。カナダのモントリオールで開催された先の京都議定書締結国会議でも議論になったように、より柔軟で迅速なCDM運用が望まれます。

当センターにとっても昨年は大きな節目の年になりました。昨年4月1日に旧石炭エネルギーセンターと旧石炭利用総合センターが統合され、石炭に関する上・下流分野をカバーする国内唯一の民間石炭関連団体として新生石炭エネルギーセンターに衣替えいたしました。ここ1年は従来にもまして、石炭に関する技術開発、事業化の支援、技術の普及・移転、人材の育成などの活動を推進してまいりましたが、2年目となります今年は当センターの基盤を固め将来の活動に向けた展望を図るための重要な年になるものと認識しております。

本年も会員の皆様のお役に立てる組織となるべく努力いたしますので、当センターの活動により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。

石炭安定供給施策研究会の開催について

経済産業省 資源エネルギー庁
資源・燃料部 石炭課

1. はじめに

経済産業省資源エネルギー庁資源燃料部石炭課では、平成17年11月11日（金）に、第一回石炭安定供給施策研究会を開催した。本研究会は、平成16年6月に中間報告を行った、クリーン・コール・サイクル（C3）研究会の基本的な施策方針を受けつつ、石炭を巡る新たな動きに対応して、安定供給という目標に絞った施策の方向性及び具体的な政策パッケージの検討を行うために設置されたものである。本稿では、本研究会開催にあたっての問題意識と、研究会の概要を紹介したい。

2. C3研究会報告書の概要

2.1 C3研究会立ち上げの背景

石炭は、我が国の一次エネルギー供給の約2割を占めるだけでなく、セメントや鉄鋼等の原料としても不可欠な資源であり、その安定的な供給を確保することは、経済活動の基盤を支える上で重要な課題である。日本国内の一般的な認識に反して、石炭は原燃料としての有用性を保持し続けてきており、特に1970年代以降に世界大の資源制約や石油・天然ガスの調達リスク等が認識されてからは、その供給安定性・経済性に一定の評価が与えられてきたといえ

る。一方で、地球環境問題に対する関心の高まりを背景に、石炭は環境負荷、とりわけ単位発熱量当たりのCO₂排出量が他の化石燃料に比べ相対的に多いことが問題視され、より一層の環境調和的な利用の拡大が求められるようになった。こうした流れを受けて、我が国の石炭政策の方向性を、2030年前後までの長期スパンを見据えて策定しようとしたのが、C3研究会であった。

2.2 検討の視点

C3研究会において、中長期にわたり我が国石炭政策の指針となる新しい石炭政策を検討するに際しては、エネルギーを巡る情勢の構造変化を踏まえつつ、以下の3つの視点を基本とした。

- ①アジア大のエネルギー安定供給・環境問題対応
エネルギー・環境問題は一国の枠を超える問題であり、国際的な協力が不可欠である。石炭の需給安定化と効率的・環境調和的な利用をアジア域内の共通の問題として捉え、対応策を検討していく事が重要。
- ②2030年を見据えた中長期的な展望
エネルギー分野における技術革新や資源量の差は、中長期的に各エネルギー源の位置づけを大き

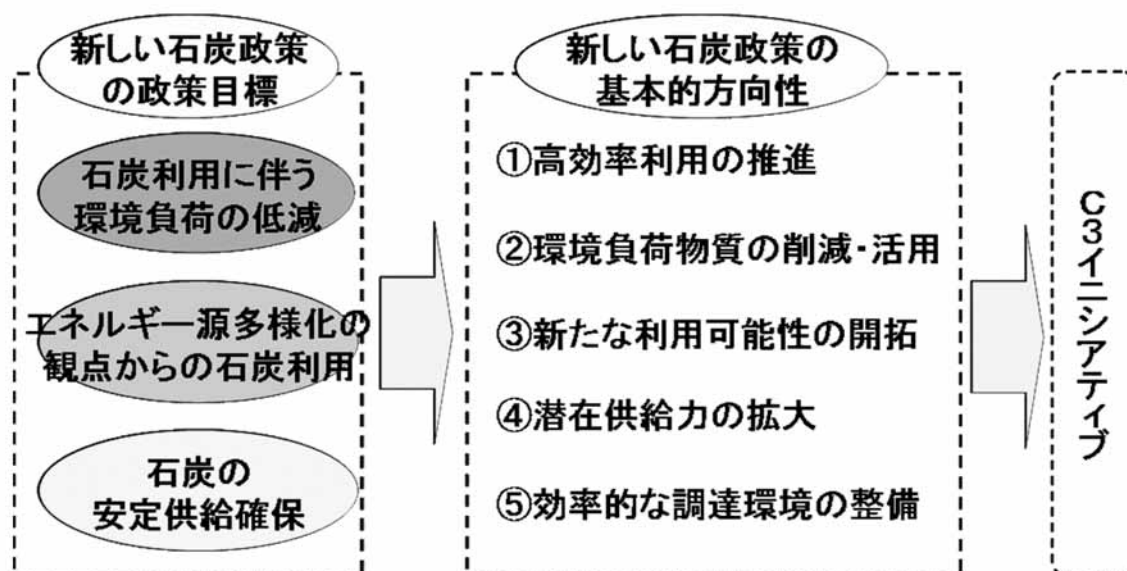


図1 新しい石炭政策の基本的考え方

く変える可能性があるため、2030年を見据えた中長期的な展望が必要。

③上流から下流までの総合的な取り組み

石炭の開発から利用までの一連の課題の最適な解決を図るため、上流から下流まで総合的な取り組みを展開していく事が必要。

2.3 新しい石炭政策の基本的な考え方（C3研究会中間報告）

こうした視点を踏まえ、有識者による検討を重ねた結果、昨年6月、中間報告「2030年を見据えた新しい石炭政策のあり方」をまとめた。その中で、2030年を見据えた新しい石炭政策は、安定供給の確保、環境への適合、市場原理の活用、というエネルギー政策の基本的な方針の下に、①石炭利用に伴う環境負荷の低減、②エネルギー源多様化の観点からの石炭利用、③石炭の安定供給確保、という政策目標を目指すこととした。そして、これらの政策目標を達成するために、①高効率利用の促進、②環境負荷物質の削減・活用、③新たな利用可能性の開拓、

④潜在供給力の拡大、⑤効率的な調達環境の整備、の5項目を石炭政策の基本的な方向性とした。

2.4 C3イニシアティブについて

さらに、C3研究会中間報告の中では、「クリーン・コール・サイクル（C3）イニシアティブ」を策定した。これは、先述のようなC3研究会の政策目標や基本的方向性を実現していくための、具体的なアクション・プログラムである。

C3イニシアティブは、①石炭利用の最大の課題たる環境負荷の克服等に向けたクリーン・コール・テクノロジー（CCT）開発・実証・普及の推進、②石炭の最大の魅力たる価格の低位安定性の維持・強化に向けた環境整備、③あらゆるアクションの土台たる政策実施のためのインフラ整備、という3つの柱を設定し、それぞれについて更にブレイク・ダウンした施策メニューを提示している。このC3イニシアティブの進捗については、C3研究会中間報告の後もフォローアップを行っていくこととされた。

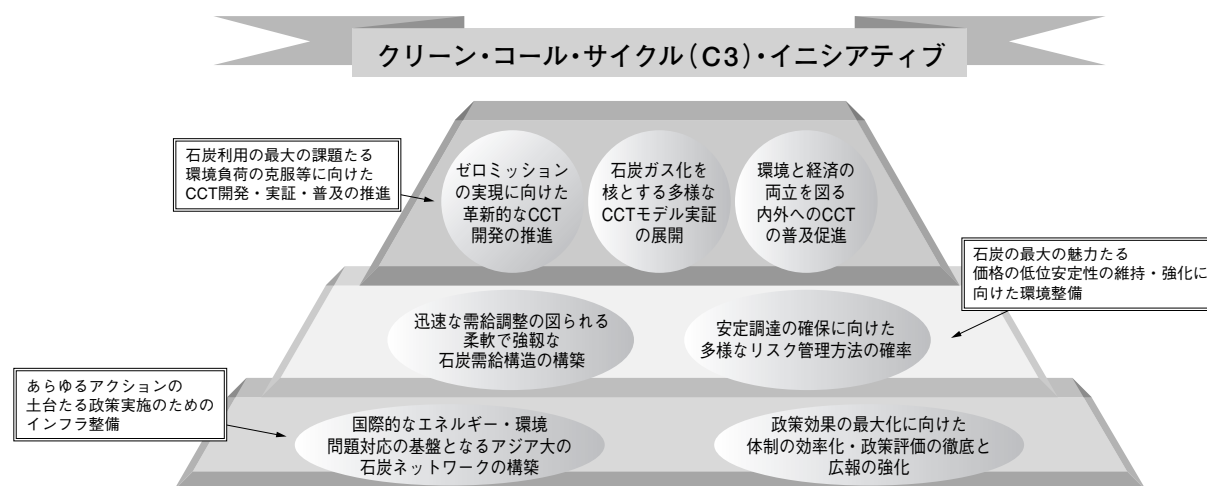


図2 新しい石炭政策のアクション・プログラム

3. 石炭政策の新たな課題と石炭安定供給施策研究会について

3.1 最近の資源エネルギー市場の動向

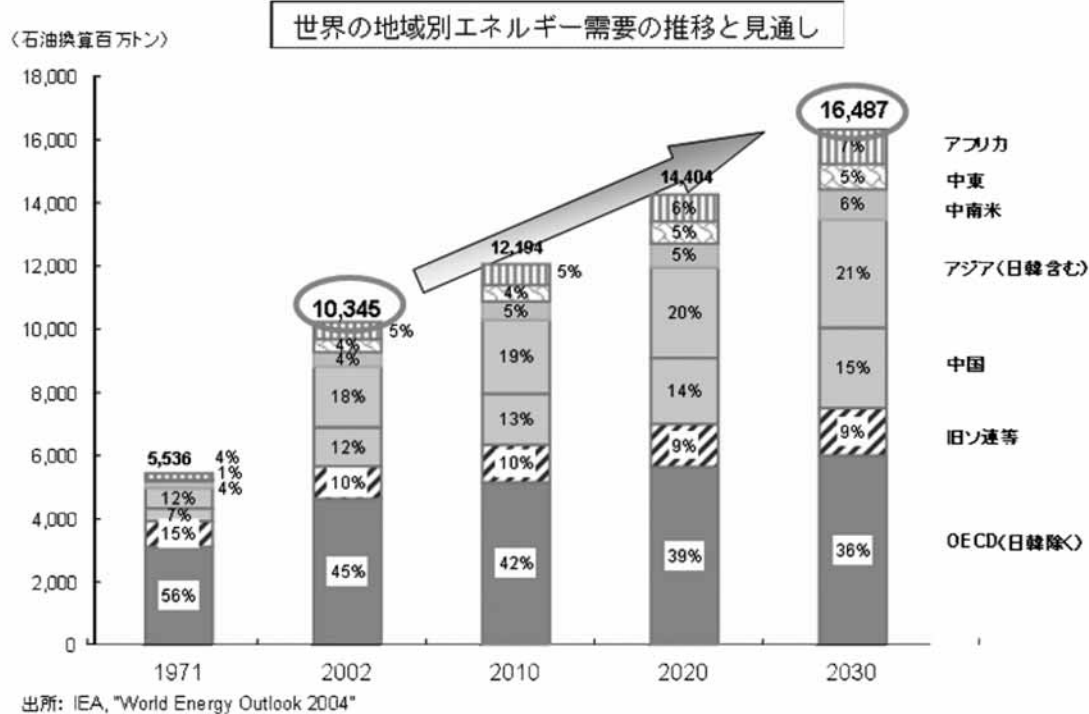
C3研究会の中間報告の後も、石炭政策を取り巻く環境には重要な変化が起こってきている。

まず、資源エネルギー市場全体の変化が挙げられる。ここ数年、原燃料の国際的な需給逼迫と価格高騰が起り、とりわけ原油価格の高騰が経済全体にも影響を与えている。それによって、各国政府や民間セクターは、原燃料の確保や市場動向に対してセンシティブな対応を取るようになってきている。一

方で、例えば原油市場においては、市場の不確実性の高まりや採鉱・開発環境の困難化などから、油価高騰を背景とした豊富なキャッシュフローにも関わらず、必ずしもの原油生産の川上投資が十分になされていないとの指摘もある。従って、いくつかの原燃料については当面、その需給ギャップが継続する可能性が高く、こうした需給構造及び関係主体の認識の変化は、結果として、資源エネルギー市場におけるルール・オブ・ゲームを変質させる可能性もあるだろう。

世界のエネルギー需要の現状と見通し

■世界のエネルギー需要は、アジアを中心とする発展途上地域におけるエネルギー需要の急速な伸びにより、2030年には2002年比で60%増加する見込み。(全体の伸びの約46%は、アジア地域)



3. 2 石炭市場の動向と課題

こうした、近年の資源エネルギー市場の動向は、石炭の有用性を見直す機運を高めている。そもそも一般に、石炭はその経済性や豊富な資源量、地域偏在性の少なさに比較優位があるとされていたが、原油をはじめとする原燃料価格の高騰が国民生活に影響を与えつつあることで、原油等に比較して価格が安定している石炭への関心が高まっているのである。エネルギー価格全体の高騰は、石炭利用にかかる環境負荷低減のための技術の利用可能性を、コストの面から広げ得るという事実も、認識しておくべきだろう。

同時に、国際的な石炭市場の動きにも注目する必要がある。近年の石炭市場においては、中国等の新興経済国の経済発展に伴って石炭需要が増加してい

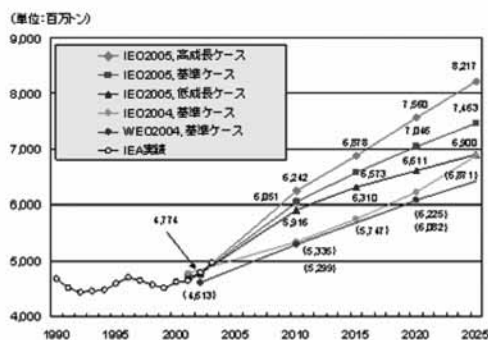
る一方で、中国国内の保安管理等を理由とする炭鉱閉鎖の影響や、豪州のインフラ整備問題等の事情が重なり、短期的な需給逼迫と価格上昇が起こった。また、良質な原料炭に関しては、その確保が鉄鋼等の製品の競争力に直結するにも関わらず、一定の希少性から中長期的な需給ギャップが生じる懸念もある。

こうした問題の背景には、各国の需給動向のみならず、産炭国政府の規制・政策や制度の透明性の問題、国際的な市場環境整備に関する課題等があることも、指摘しなくてはならない。石炭市場全体に関する限り、当面の需給ギャップは緩和の傾向が見え始めているが、今後の供給リスクやボトルネックに対する備えには課題を残しているといえよう。

世界の石炭需要・貿易見通し

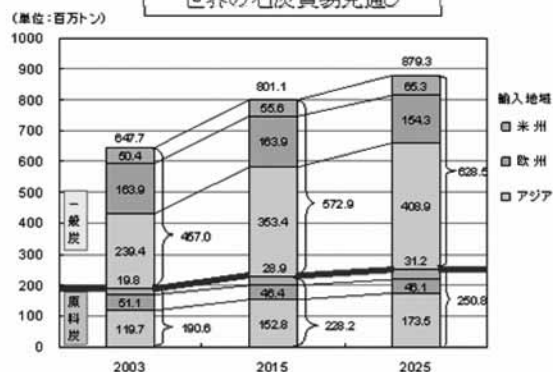
- 世界の石炭需要は、2003年約50億トンから2025年には約75億トン（現在の約1.5倍）に増加する見通し（基準コース）
- 2004年に出された見通し（IEO2004、WEO2004）に比して、石炭需要は大幅に上方修正されている。
- 世界の石炭貿易量は、2003年の約6.5億トンから2025年には8.8億トンに増大する見通し。また、日本の石炭輸入量は、今後も引き続き世界第1位となるが、石炭貿易量に占める比率は約25%（2003年）から約19%（2025年）に低下すると見込まれている。

世界の石炭需要見通し



出所：EIA, "International Energy Outlook 2004"
EIA, "International Energy Outlook 2005"
IEA, "World Energy outlook 2004"
IEA, "Coal Information 2005"

世界の石炭貿易見通し

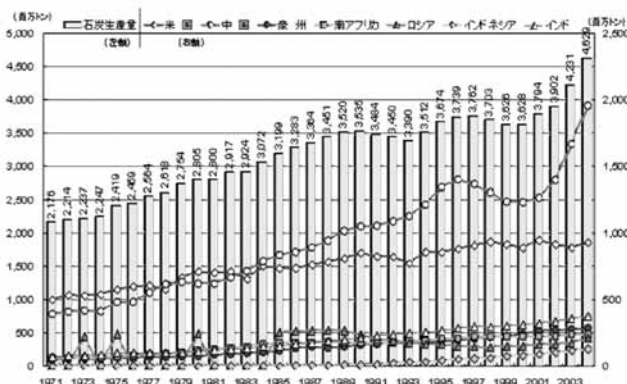


出所：EIA, "International Energy Outlook 2005"

世界の石炭（ハードコール）生産動向

- 世界の石炭生産量は1990年以降増加を続け、2000年以降の生産伸び率はさらに上昇しているが、中国要因が大きく影響している。
- 中国と米国の2カ国で世界の6割を生産、上位生産国は地理的に分散している。

世界の石炭（ハードコール）生産量の推移



出所：IEA, "Coal Information 2005"

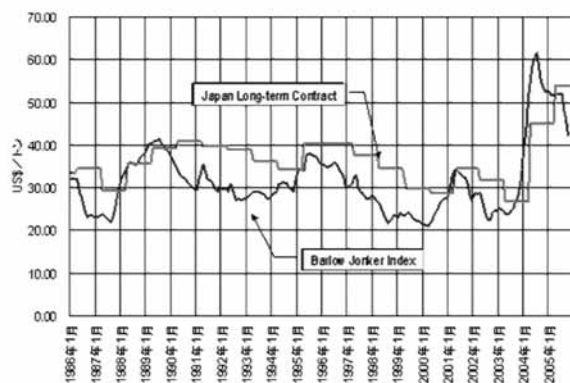
国別の石炭（ハードコール）生産量（2004年）



長期契約とスポット契約の価格比較

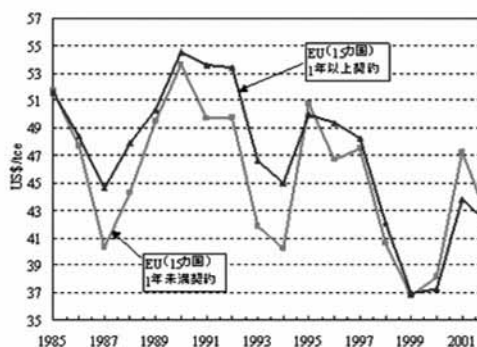
- 長期契約価格とスポット契約価格の差は、スポット契約比率の高い欧州の方が、日本よりも小さい。
- 欧州のスポット契約比率が我が国より高い理由としては、電力分野の自由化が進展しており、発電事業者が売電価格、燃料価格次第で燃料シフトや発電休止等を行うことや、石炭火力が我が国のようにベース電源ではなく、ミドルからピーク対応であること等が考えられる。

日本の長期契約とアジアのスポット価格



注: BJは豪州NSW州ニューカッスル港出し各国向けの指標
出所: Barlow Jorker, "Coal 2002" & "Australian Coal Report"

欧州の電力用炭の長期契約とスポット価格



出所: IEA, "Coal Information 2003"

3. 3 石炭安定供給施策研究会の趣旨と今後の検討について

こうした情勢を受けて、経済産業省資源エネルギー庁資源燃料部石炭課では、石炭安定供給施策研究会を立ち上げること決めた。その問題意識は、最近まで、一定のコストを支払えば手に入る状況があった石炭という資源の確保について、関係者間で新たな環境変化の認識を共有し、今後のリスク要因やボトルネックに対する準備・対応を官民の役割分担も踏まえて協調的に行っていくべきではないか、というものである。その際には、上流から下流までを一体として捉え、狭義の個別的な石炭確保に留まらず、制度・市場環境整備や技術の開発・普及を含めた政策のベストミックスを検討する、という視点が重要になる。本研究会においては、C3研究会中間報告の政策目標と基本的な方向性を保持しつつ、特に石炭の安定供給の確保という政策目標を、近年のエネルギー市場及び石炭市場の構造変化を踏まえて再考したうえで、現在の課題とそれへの具体的対応策を検討していきたい。

具体的には、以下のような論点について検討を重ねていく。

①2030年前後までの長期的なエネルギーを巡る情勢

変化を見据え、最近の国際エネルギー市場及び石炭市場の動向を踏まえた上での、安定供給確保という政策目標の再定義。

- ②従来の安定供給施策の目標や実績に関する検証と評価。
- ③各国における今後の石炭の需給動向・市場環境や政策・制度の変化を念頭に置いた、今後の安定供給に関わる具体的課題の抽出と、それに対応した新たな安定供給施策の方向性・政策パッケージの検討。

今後は、平成17年度末を目処に、4回程度の研究会を行い、報告書を取りまとめていく方針である。関係者の皆様からの積極的、建設的なご意見を期待したい。なお、研究会の資料等については、以下のサイトにて公開する予定にしている。

<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/commit15.htm>

米国の石炭ガス化事業化動向について

(財) 石炭エネルギーセンター
企画調整部長 新井 康夫

1. はじめに

現在、石炭利用技術のなかで21世紀の中核技術に位置付けられている石炭ガス化に関する今後の世界的な事業化動向を展望して、今後の日本のガス化技術開発の一助になればと思い情報を整理した。今、なぜ 石炭ガス化が注目されているのか？ 石炭が有する他の化石燃料に比較して不利な点即ち生産量当たりの二酸化炭素発生量が多い点に対する対策技術の核となるべく期待されているのがガス化技術であるからである。現在、石炭利用の主力は石炭燃焼方式のPCであるが、その排ガス中の二酸化炭素を回収して固定するには物理吸収・化学吸収法により回収・固定化することが想定されている。しかしながらCO₂回収を含めて経済性を比較すると現在開発中の酸素吹きガス化による発電方式によるCO₂回収の方が経済的に有利と一般には言われている。

但し、ガス化技術は、一般的に普及しているPCと比較すると経済性において低品位炭に対する感度はより悪い方向に動くとの報告もあり常に日本のような状況では使用石炭を想定した開発が必要なことは言うに及ばない。

以上のような背景から世界各国でガス化を中心にCO₂回収・固定化のプロジェクトが提案され現在、設計中、スキーム構築中まで米国を中心に鋭意検討中である。一方、中国においては石炭ガス化技術を電力用ではなく化学用として欧米の技術導入スキームによりその開発・事業化が進められている。

本稿は、CO₂回収・固定化の核になるであろうガス化技術を使用した米国の石炭利用技術の事業化に関する動向レポートである。

2. 石炭ガス化技術開発

事業化の進展を述べる前に石炭ガス化技術開発の過去と現在をみる必要がある。ここでは米国とEUで進められたIGCC実証機の開発経緯¹⁾²⁾を記載する。代表的なプラントは4つである。ガス化炉は2000～2700t/dの規模で何れも気流層法(高温ガス化法)であるが、バーナ配置法や炉壁構造等はそれぞれ異なる。2002年度までの稼動実績と2002年度のガス化/ガス精製に係わる主な障害事項を図1、図2に示す。

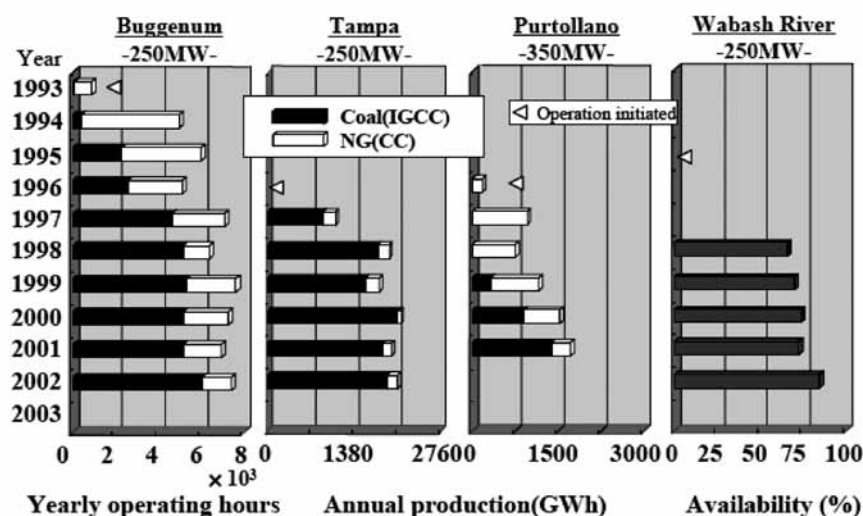


図1 IGCCの稼動実績の変動

Texaco炉（現在GE ENERGY）はこれまで1000t/d IGCCの経験を含め多くの商用実績がある。E-gas炉（旧Dow炉）は2400t/dの実績がある。Shell炉はこれ以前に150t/dと250t/dパイロットプラントで多様な試験を実施した。またPrenflo炉（現在Shellに統合）も150t/dと50t/dのパイロット試験を経ている。図1から、商用や大型炉の実績を持つものでも試運転開始から狙った稼働実績を築くまで3～4年かかる、ということがわかる。IGCCは多くの要素技術が統合されたものなので、これらの主な原因には統合プラントの経験が少なかったという点がまず挙げられる。また腐食や割れ等、長時間使用に伴う障害が生じた。しかし、実績と異なった機器仕様を採用したり大型設計の不備等もあった。

また図2の障害例には灰やスラグの問題が多く見られる。これらは基礎段階、パイロット段階で生じており、またその時点で克服されたはずである。大型化に伴う新規な課題の抽出や長時間使用による障害の対策はそれ自体”成果”と言えるものであるが、灰障害のような気流層ガス化炉にとって基本的な事象がなぜ再発したのか、これから大型化・実用化を目指すわが国にとってはよく調査・分析しておく価値がある。図2には記載していないが、あまり語られない米国Pinon Pine IGCCプロジェクトにも触れておこう。

このプラントは1998年1月に運転が開始されて以来、3年間で実質18回の起動だけで終わった。起動

時の急速温度上昇によるガス化炉耐火材の破損及び脱塵系の不具合が主要原因とされる1)。ガス化炉は噴流型の流動層で、1972年ごろから研究が始められた。15～30t/dの装置で8000時間以上の運転がなされ、大型化cold model試験を経て880t/dのIGCCに臨んだものである。なぜこのような悲慘な結果となったか、これも他山の石とすべきであろう。

現在数十万KW級のIGCCが実証段階を終えた。学習効果により石炭ガス化炉の設計・エンジニアリング力は向上し運転know-howは大いに蓄積されたと思われるが、もとより完成されたものではない。開発の投資効果を上げるためには学習意欲をいっそう強くすることが重要である。また、超長期に渡る開発では技術や設計がうまく伝承されていないことが懸念され、それを排除する仕組みを形成することも大切であろう。

3. IGCC発電の動向

以上の開発背景に基づき現在米国では数々のIGCCが計画されている。全て燃料は米国内の石炭を主燃料に設計されている。図3にあるように2025年までの新設・既設更新含めて73GWの計画がありその中で17プラントのIGCCが計画されている。このIGCCが現実化するためには技術の成熟度とともに国の政策・今後の環境規制動向等に左右される。全体的にみて米国のなかでも石炭生産州とそれ以外の州では

<u>Buggenum/Shell</u>	<u>Tampa/Texaco</u>
Formation of slag lumps	Convective syngas cooler 478
Discharge & processing of slag fines	Sulfure removal 367
Damage heat skirt	Slurry feed pump 321
Bridging in powder coal vessel	Raw gas piping 285
Leakages syngas cooler	Gasifier burners 13
Severe fouling of top of syngas cooler	Black water piping 10
Processing of slag bath water	Miscellaneous 85
Failure ceramic candles	(total unplanned outage hours 1559)
Degradation sulfinol	
Waste water treatings	
<u>Puertollano/Prenflow</u>	<u>Wabash River/E-gas</u>
Blockage of the raw entry to cooler	Syngas cooler tube leaks
Too low gas speed	Slag quench plug
Increase of ash blocks promoted	Cracked instrument nozzle
Flow capacity of candles lessens fast	Erratic slurry pump flow
Carbon steel piping corrosion by H ₂ S	Slurry mixer replacement
Loose erosion cap of evaporators in ASU	Faulty vibration probe on MAC
	Low LIN levels prevents start-up

図2 IGCCのガス化・ガス精製工程における障害例²⁾ -2002年-

姿勢は異なる。

例えばWISCONSIN州ではWE_ENERGIESが1800MWの既設拡張プロジェクトにおいて2002年初頭に同じサイトで同じ容量（600MW）で同じプロジェクト条件でPCとIGCCの建設許可を申請した。特に、環境排出量 例えばSO₂、NO_x等の年間排出量が同容量のプランとで比較してIGCCの方が年間6500トン軽減される見通しを示し、この環境負荷を経済性に変換すれば初期コストで10%程度高価なIGCCにも採用が傾くべきであった。しかしながら連邦および州のEPAは、本プロジェクトは新設ではなくしたがって新設に関わる環境ペナルティ・ルールは適用されないとした。したがってWISCONSIN州公益事業委員会は、IGCCを不経済でコスト競争力のないものとしPC技術を許可した。

それとは対比的に石炭生産地の中西部では発電計画者は、予想される資本費増大にも関わらず最新のIGCCへ傾注し始めている。彼らが考えていることは、たとえIGCCが他のCCTと比較して資本費増大しても石炭利用に関わる排出量削減に対してわずかな投資と判断している。このIGCCがもつコスト不利を調整するために商用IGCCを計画する電力・開発者に十分な財政支援を州政府は用意している。良い例は、ILLINOIS州のSTEELHEADである。この計画では600MWの発電と95MCFの合成ガスを製造する。本計画は、E-GAS技術に基づき詳細設計段階で州から2.5M\$のグラントを受けている。

MINNESOTA州は、ILLINOIS州よりもさらに積極的にIGCC建設に対する財政支援を行っている。最近可決した法案によればMESABA IGCC計画に関して地元の電力へのPPAを開発者に対して保証している。また、2005年5月にINDIANA州は100%地元の石炭を使うIGCCに対してガス化技術投資税制控除案を法制化した。控除額は対象プラントの最初の500M\$に対して10%、残りは5%控除である。³⁾

このように米国の場合、州によって特に石炭生産地とそれ以外では対応に大きく違いがある。そのなかで今後のIGCC普及に対して大きな影響力をもつ米国最大の電力AEPの計画は注目される。AEPは、彼らの営業地区で複数のIGCC建設計画を発表した。これに関してGE/Bechtelの標準機を採用するリードユーザーになるようである。彼らは、IGCCとPCとの資本費におけるGAPを取り除き、付加的な技術リスクを緩和する必要（補助金）があると言っている。また、AEPは、規制当局からの保証なしにIGCC建設計画は進展しないし、さらに普及させるためには税制優遇策及び加速償却を要求している。最近のかれの発表ではIGCC技術供給者としてのパラダイム変化（GE参入）によるプラント保証体制によるリスクヘッジに対する利点と規制当局によるIGCC財政支援など支持する動きがある反面、プラントの信頼性に関する過去のプラントの運転実績、またはPCと比較してプラントコンポーネント増加による運転信頼性の低下に対する見極めなど意思決定に関してまだまだ問題が多いと言われている。

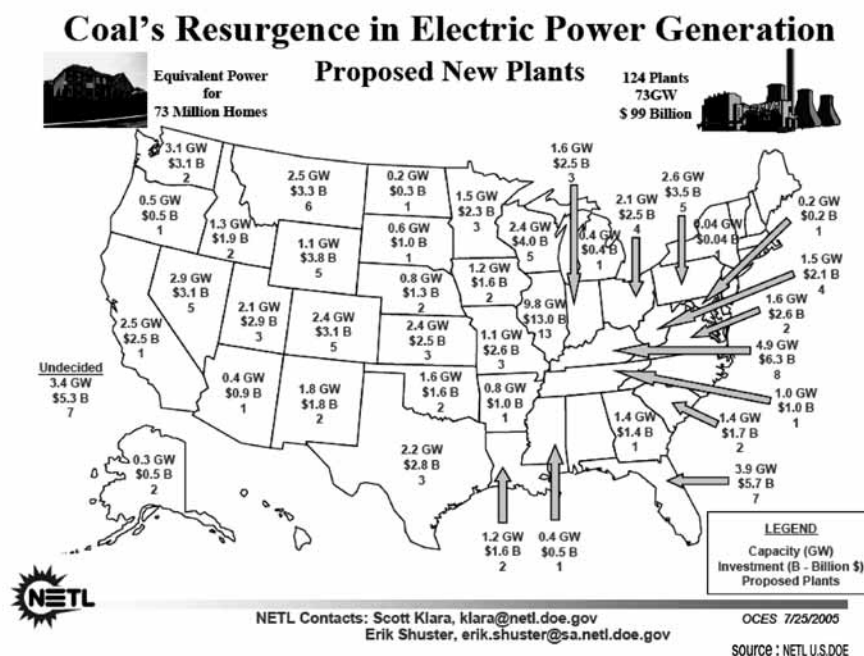


図3 米国の発電分野における石炭の復活

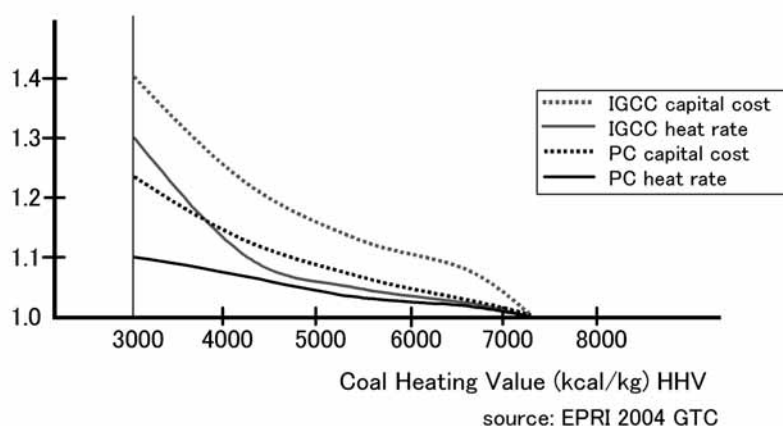


図4 石炭火力発電設備の設計における石炭品質の影響

さらに、現在の規制環境ではIGCCのライフサイクルコストは、競争力はないと判断している。但し、もしもライフサイクルにCO₂を変数に組み入れるならば競争力もあるとの答えである。

コストに関して簡単に触れておくと図4にあるようにIGCCの経済性は石炭炭種に大きく影響されるため東部炭の瀝青炭の計画が多い。また、プラントコストに関しては図5にあるようにPCは20年前に比較すると環境設備（脱硫設備等）の付加等コストが50%ほど増える方向である。一方、IGCCは1984年のCOOL WATER プロジェクトを皮切りにその後の本格的IGCCの実証機導入によりコストは低下しているのが見て取れる。図5にあるように米国ではIGCCもPCも将来は1200\$/kW程度の建設費で収斂するかもしれない。

最後に、米国のIGCC計画の動向を見てきたが、開発は20年以上の歳月が経過したにも関わらず未だ商用化されたIGCC（補助金なしの）は、存在しない。日本においても同様の歳月は経過しているが完全な商用機は存在しない。それでも米国と日本の開発の

違いはその規模にあるけれども、もっと重要な差があるように感じた。それは技術情報に関するオープン差、特に失敗に関する公開の姿勢である。米国は、日本以上に知的財産権利に関して厳格であるが、その反面、実用化、商用化の断面ではその規制は弱いように感じる。一方、日本では最近、米国並みに知的財産権利を厳格化している。ここには知的財産保護強化と技術の普及との間の難しい問題が横たわっているように感じる。マイクロソフトのようにそのシェアが圧倒的であれば普及と保護は関係ないが、技術が競争状態の場合には普及と保護は、相矛盾する事項であるように感じた。もっともガス化のもう一方の発展国、中国が技術保護と普及に関して別のルールを作る可能性はあるか？その時日本の状況は如何なる状況であろうか？

参考文献

- 1) U.S.DOE, Clean Coal Technology Programs : Project fact Sheets 2003, Oct.2003
- 2) Proceedings of 2002 Gasification Technologies Conference, San Francisco, Oct.27-30, 2002
- 3) GAS TURBINE WORLD: July-August2005

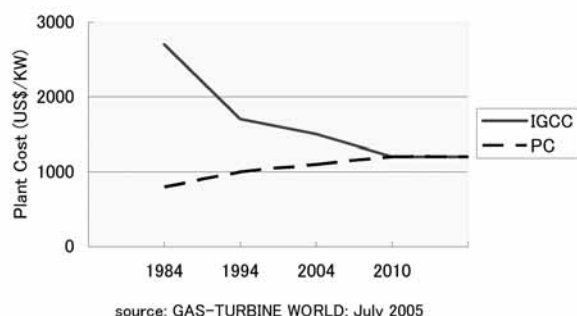


図5 IGCCとPCのプラントコストの推移

IEA Clean Coal Centreの活動について

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
環境技術開発部 矢内 俊一

1 はじめに

IEA Clean Coal Centre (IEA/CCC) では、石炭資源やクリーン・コール・テクノロジーに関する様々な調査活動を行っており、数多くの報告書が刊行されています。これらのレポートは、石炭に関連した業務や研究に従事されている読者諸氏にとって、必ずやお役に立てると考えますので、ここでIEA/CCCの活動や刊行されている報告書の検索の仕方等について紹介させていただきます。

IEA (International Energy Agency: 国際エネルギー機関) は、第1次石油危機を契機として、石油を中心としたエネルギーの安全保障の確立を目的に設立された機関で、その下部組織のひとつであるIEA/CCCは石炭の生産・輸送・効率的な利用等に関する様々な情報提供を行っています。

現在、IEA/CCCには、国レベルではオーストリア、カナダ、イタリア、日本、韓国、スウェーデン、英国、米国、E Cの8カ国1機関と8つの団体（スポンサー）が参加しています。また、ドイツが国レベルでの参加を決めたのに加えて、スペイン等も参加を検討しています。日本側はNEDOが代表機関として参加しています。

年2回執行委員会（Executive Committee）が開催され、参加国あるいは参加団体の承認、毎年実施している調査の選定、調査の進捗状況報告、予算の審議等が行われます。今回は10月27、28日にロンドンで行われました。

また、本年はCCT2005（2nd International Conference on Clean Coal Technologies for our Future, イタリア）やICCS&T2005（International Conference on Coal Science and Technology, 沖縄）などのコンファレンスも主催しています。

2 石炭に関する情報の提供

前述のように、石炭に関する調査ならびにその情報提供がIEA/CCCの主な業務です。調査の範囲は、各国の石炭資源やその性状、石炭需給、利用技術（クリーン・コール・テクノロジー）、石炭の利用に係る環境問題等、石炭に関する項目が幅広く網羅されています。

下記のURLを入力してIEA/CCCのホームページにアクセスしてみてください（図1）。

<http://www.iea-coal.org.uk/>

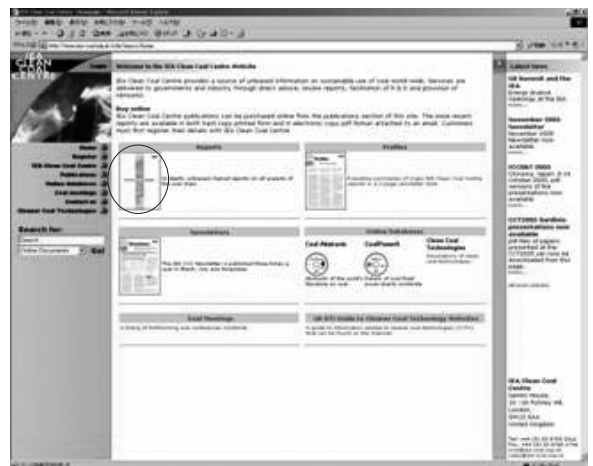


図1 IEA/CCCのホームページ

Reports（図の丸の部分）をクリックすると、報告書のページに移動できます（図2）。



図2 報告書のページ

報告書は12のフォルダに区分されて、それぞれのフォルダをクリックすることにより、報告書のタイトルが表示されます。各フォルダの名称とそこに納められている報告書の数を下記に示します。

Coal markets	14報
Coal properties and analysis	14報
Coal supply prospects	18報
Combustion & other utilization	28報
Emissions and effects	16報

Environmental policy	7報
Greenhouse issue	19報
Mining, production & preparation	13報
Pollution control technologies	28報
Power generation	36報
Residues and water quality	14報
Transport and handling	6報

現在（2005年12月12日）、213の報告書のタイトルと概要が掲載されています。フルレポートについては有料ですが、このホームページ上から注文できます。また、下記の代理店を通して購入することも可能です。

光洋書株式会社
〒160-0002 東京都新宿区坂町26-21
電話：03-3353-5201
FAX：03-3353-5203

3 Technology of Coal Utilisation Compendium

世界中の石炭技術者・研究者の英知を結集してChemistry of coal utilizationの改訂が行われています。タイトルはTechnology of coal utilization compendiumで、我が国も（社）日本エネルギー学会を通じて石炭炭化の章を担当しました。本書は図書としては発行されず、下記のホームページから参照する形で公開されます（図3）。未だ進行中で、全ては参照できませんが、既に一部の章はアップロードされています。



図3 Technology of Coal Utilisationのホームページ

<http://www.coalonline.info/>

図3のBrowse contents of Coal Online（四角の部分）をクリックするとその目次が表示されます（図4）。

現在のところ、下記の9つの章がアップロードされており、残りの章についても、今後、順次掲載さ



図4 Technology of Coal Utilisationの目次

れる予定です。

- Studying the structural chemistry of coal
- Coal resources
- Green house gases — emissions and control
- Trace elements — occurrence, emission and control
- Effects of coal ash on combustion systems
- Coal preparation
- Utilisation of slags, ash and residues
- Transport, storage and handling of coal
- Carbon products and organic chemicals from coal

HTMLバージョンについては、無料で全文を閲覧することができます。PDFファイルでの入手を希望する場合は有料ですが、オンラインで購入することができます。

4 G8サミットへの対応

2005年7月に開催されたG8サミット（グレンイーダルズサミット）において取りまとめられた行動計画において、石炭等の化石燃料による発電をよりクリーンで効率的なものとするよう努力することが述べられており、具体的な作業として、IEA/CCCなどにタスクアウトされています。今後、執行委員会において、具体的な作業方針が決められることとなりますが、調査やワークショップの開催が計画されています。

5 おわりに

このように、IEA/CCCでは、さまざまな調査活動が行われております。これらの報告書やTechnology of Coal Utilisationを積極的に活用していただき、読者諸氏の研究・開発が少しでも効率的に進む一助となればと考えております。

UBCプロセス(低品位炭改質技術)

(財)石炭エネルギーセンター 技術開発部

大高 康雄

1 はじめに

石炭は我が国の一次エネルギーの20%を占め、今後も電力を中心に需要は増加すると見込まれているが、その石炭のほとんどは輸入炭で、専ら灰分や硫黄分の低い高品位な瀝青炭が主に使われている。一方、褐炭や亜瀝青炭などの低炭化度炭（低品位炭*1）は、石炭全体の半分程度を占める豊富な資源量を有しているが、これらの低品位炭は高水分のため発熱量が低く、また乾燥すると自然発火性を発現することから長距離輸送や長期貯蔵に適しておらず、現状では生産地域での生炊き発電等のエネルギー源としての利用に留まっている。しかし、低品位炭の中には、瀝青炭と比較して水分量が高いものの、低灰分、低硫黄等の環境面からは良好な性質を持つものも多い。また、一般的に低品位炭は地表近くに埋蔵しているため、剥土比が低く露天掘りが可能で、経済的にも有利な条件で採掘できる資源を多く有している。

近年、中国等では自国のエネルギー需要の増加に伴い、石炭消費量が急速に増大しており、将来的には瀝青炭の輸出余力が低下することが懸念されている。従って、我が国が今後とも安定して石炭を輸入し続けるためには、瀝青炭の開発のみならず、低品位炭を改質して高品位化し、有効に利用することが必要となる。また、低灰分、低硫黄の低品位炭をベースにした改質炭の有効利用により、我が国内で顕在化しつつある捨て灰地の枯渇問題等に対しても、その延命作用が期待できる等、環境対策効果も大きい。

【*1：低品位炭には高灰分、高硫黄分の低品質炭、高水分の低炭化度炭があるが、一般的には低炭化度炭を低品位炭とする事が多い】

2 UBCプロセス

(1) プロセス概要

高水分のため発熱量が低く、また乾燥すると自然発火性を発現する褐炭、亜瀝青炭等の低品位炭を、脱水・改質

して有効利用するため古くから各種の技術が開発されてきたが、処理条件等により蒸発法、非蒸発法、機械的脱水法等があり、蒸発法の一つに日本で開発されたUBCプロセスがある。

UBC (Upgraded Brown Coal) プロセスは、60%以上の水分を含有する豪州褐炭の液化プロセスの前処理プロセスとして開発されたスラリー脱水法に基づいており、油スラリー中で石炭中の水分を蒸発分離することを特徴としている。

プロセスは次の工程から構成されている（図1のプロセスフローを参照）

①スラリー調製工程

粉碎された原炭と軽質油（循環溶剤）および少量の重質油（アスファルト等）を混合しスラリー化する。

②スラリー脱水工程

スラリーを加熱し石炭中の水分を油中で除去後、石炭表面等に重質油が吸着し、脱水・改質・安定化する。

③油分離・回収工程

改質後の石炭から軽質油を分離・回収し、回収油は循環する（改質炭は粉状で得られる）。

④成型工程

粉状の改質炭を成型する（山元以外で使用する場合は輸送のため。山元発電等の場合には成型せずに直接利用することが可能）。

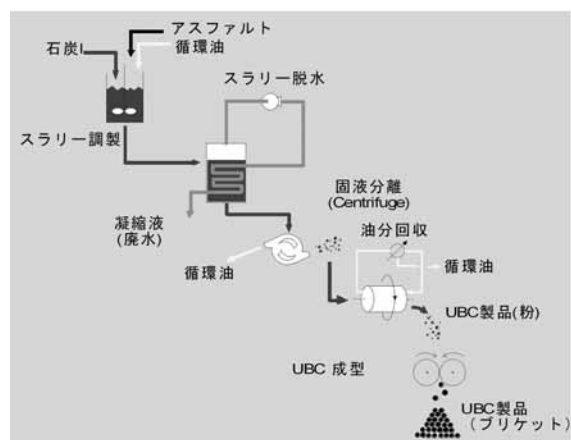


図1 UBCのプロセスフロー

この他に前処理として石炭の粉碎工程が必要となる。

UBCプロセスの主な特徴は以下の通りである。

- 脱水条件が穏和(140～180℃、350kPa)なため化学反応が起こらない。このため廃水処理が容易。
- 分離された水分(蒸気)の潜熱を利用することによるエネルギー消費量の低減。
- アスファルト等の重質油が多孔質な低品位炭内部の細孔に吸着し石炭性状を安定化し、自然発火性を抑制。

石炭からの脱水後に、低品位炭内部の細孔へ吸着するため、比較的低い温度、圧力で操作が可能となっている。図2に、この脱水、重質油吸着の状況を簡略化して示した。

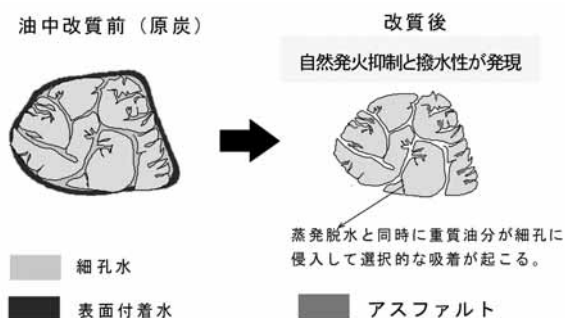


図2 UBCプロセスの原理

(2) 各種改質技術の比較

石炭は石油等の他のエネルギーに比べ、資源量が豊富で低価格であるため利用量が増加している。このため低品位炭の有効利用を促進するためには、改質コストが低いことが望まれる。図3に代表的な改質技術の処理条件を示したが、一般的には温度、圧力等の処理条件が厳しいほど処理コストが高くなる。フライスナー法やHWD法などの非蒸発法は処理圧力が高いこと、蒸発法のうち熱改質処理によるエンコール法、シンコール法は処理温度が高く、熱分解や部分酸化等を伴うため収率も低いことから、大規模な商業化に至っていない。一方、温度の低い蒸発法は処理コストを下げる可能性があるが、水分の蒸

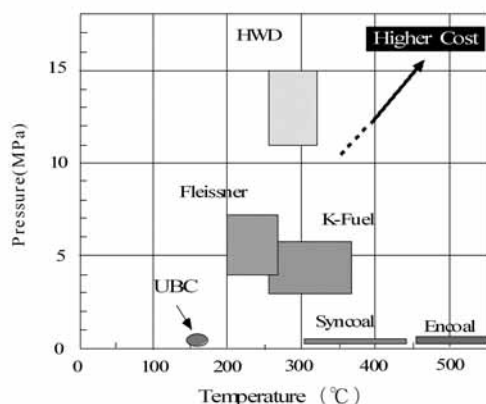


図3 各種改質プロセスの処理条件

発潜熱が高いためにエネルギー消費が大きいことや、製品に自然発火性があるためハンドリング上の問題がある。UBCプロセスは、処理条件が最も穏和であるとともに、蒸発潜熱を利用することによるエネルギー消費の削減や重質油の吸着による製品の安定化を図ることで、従来の蒸発法の欠点を克服し、処理コストの低減を図っている。

3 開発状況

(1) プロセスの確立—BSU等による基礎研究

UBCプロセスは1980年代に実施された豪州褐炭液化プロセスの前処理に由来しており、90年代前半に、オートクレーブを用いてプロセス概念を構築し、90年代後半には0.1t/dBSUによるプロセス実証を実施した。当初は、豪州ビクトリア褐炭を対象としたが、脱水改質、製品性状や燃焼性評価等の技術面では成功したものの、65%の高水分による脱水コストと豪州ビクトリア州内部から日本までの輸送費に問題があり、実証段階には至らなかった。その後、対象炭をインドネシア低品位炭に変えて検討を行った結果、適応可能性が大きいことが明らかになった。

(2) 技術の実証—3t/d連続装置による日本／インドネシア共同研究事業

インドネシアはアジア・太平洋地区の石炭輸出国としては豪州、中国について多く、インドネシア国内でも石炭は主要なエネルギー源となっている。インドネシア炭は低灰分、低硫黄のため日本においても利用が増加しており、重要な石炭供給国である。しかし、現在のインドネシアでは、良質な瀝青炭を主体に生産しているが、図4に示すようにインドネシアの石炭の59%が褐炭で、27%は亜瀝青炭となっており、瀝青炭は14%程度に過ぎない。インドネシアは2004年には石油の輸入国に転じたこともあり、エネルギー政策上、これらの低石炭化度炭の有効利用は重要な課題となっている。このため、インドネシア政府は、従来から政府間石炭協議において低品位炭改質技術の導入を希望していたこともあり、UBCプロセスを適用した共同研究を実施することになった。

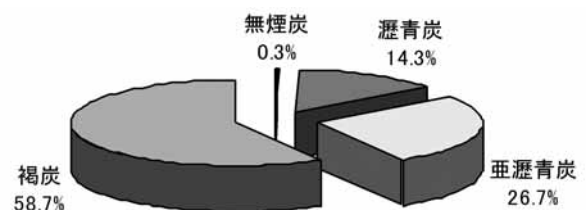


図4 インドネシアの炭種別資源量

①事業概要

本事業は、2001年7月にJCOALとインドネシア政府エネ

ルギー・鉱物資源省研究開発庁との協定書締結により開始され、2004年度までの4年間に渡り実施された。本事業では、(a)連続装置建設、運転による技術の実証、(b) 商業化F/Sを行い経済性の確認、(c) 製品評価試験による需要先の確保を目標とし、この目標達成のため、(a) 25～50%の高水分で5000kcal以下の低品位炭を改質し、平衡水分5%以下、6500kcal程度の瀝青炭同等の石炭に変換、(b) 改質コスト10\$/t以下の経済性、(c) 製品炭の自然発火性等のハンドリング性や燃焼性が瀝青炭同等以上等、を具体的な数値目標に設定した。

②プラント設備および運転内容

改質プラント（図5）は原炭処理量5t/d（製品基準3t/d）



の規模であり、平成15年9月末に完成後、試運転、実証運転を平成16年12月まで実施し、水分の異なる5炭種を用いて連続運転を計13Run行った。

プラントの運転では試験した5炭種全てについて、安定運転が可能であり、得られた改質炭も当初目標を達成していることが確認された（表1）。また各工程、機器のエンジニアリングデータ等を取得し、大型プラント設計等へ反映させた。

③製品評価

燃料開発の場合、製造技術確立に加えて製品評価が重要となる。本事業ではプラント製品炭について自然発火性等のハンドリング性、燃焼特性を検討した結果、いずれ



図5 3t/dプラント 左：建家、右：プラント本体（建家内）

表1 プラント運転結果概要（原炭、改質炭の性状）

		A炭		B炭		C炭		D炭		E炭	
		Raw Coal	UBC	Raw Coal	UBC	Raw Coal	UBC	Raw Coal	UBC	Raw Coal	UBC
全水分	wt% ar	22.6	1.9	32.4	2.0	36.2	2.0	40.2	5.0	26.0	2.3
灰分	wt% db	4.4	4.8	3.0	2.9	4.3	3.5	4.2	4.9	4.3	4.2
揮発分	wt% db	46.4	46.9	50.1	49.9	49.7	49.6	53.8	52.5	47.8	48.0
固定炭素	wt% db	49.2	48.3	46.9	47.2	46.0	46.9	42.0	42.6	47.9	47.8
燃料比	—	1.06	1.03	0.94	0.95	0.93	0.95	0.78	0.81	1.00	1.00
発熱量	kcal/kg ar	5202	6687	4253	6441	4093	6680	3488	5818	5115	6996
	kcal/kg db	6721	6816	6291	6573	6415	6816	5832	6124	6912	7160

表2 製品評価試験結果概要

項 目	成 果
自然発火性	2種の試験装置で改質炭3種と対象瀝青炭2種を試験。 瀝青炭より低温酸化性が低く、自然発火の抑制効果が高いことを確認。
かさ密度	輸送上の問題となるかさ密度は1程度で瀝青炭と同じであることを確認。
強度	圧壊強度30～60kgの改質炭製造を実証。落下試験（粉化性）の結果から強度と粉下率に一定の相関を確認。成型条件改善により常時60kg以上確保を今後検討。
排出性	デュラム試験の結果、成型炭の粉含有率10%以下で排出性良好。
粉碎性	改質炭の粉碎性指数であるHGIは100程度。瀝青炭と混炭では直線的な相関性があり、既存設備でも混炭での使用は可能。
燃焼性	100kg/h燃焼炉で評価。瀝青炭に比較しNOxが低く燃え切り性も良好であることを確認。

も現状利用されている豪州等の瀝青炭同等以上であることが実証された（表2）。このうち、自然発火性の試験は窒素下50℃に昇温後、酸素に切り替え150℃に到達するまでの時間を測定したが、比較用の瀝青炭として使用した発電所等で実績のあるハンターバレー炭およびKPC炭に比べ、改質炭は150℃への到達時間が長く、自然発火しにくいことがわかった（図6）。

燃焼試験の結果では、改質炭はNOx濃度が瀝青炭に比べ低く、また良好な燃え切り性を有しており、低NOx燃焼条件下でも未燃分をほとんど排出しない優れた燃焼特性を示した（図7）。

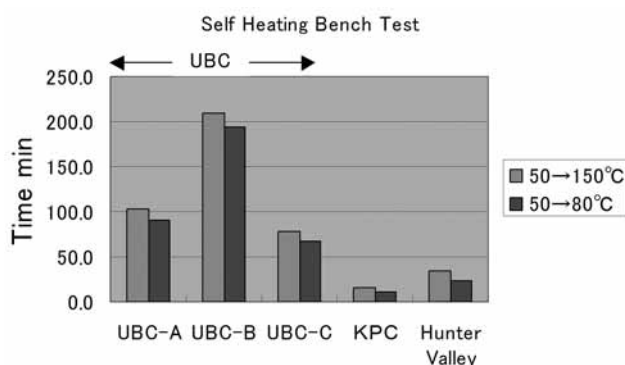


図6 自然発火試験結果

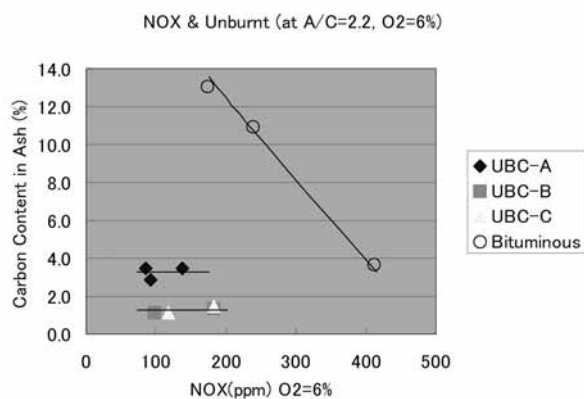


図7 燃焼試験でのNOx、未燃分発生量

④経済性等

プラント運転から得られたデータ等により商業規模（5000t/d）の経済性検討を行った結果、当初目標である10\$/t以下を達成できることが確認された（図8）。さらに、水分38%の褐炭の改質炭を山元発電で利用することにより、単位電力量あたり約13%のCO₂削減効果があることが明らかになった。

⑤事業のまとめ

本事業では、低品位炭改質技術であるUBCプロセスの連続装置化における技術の実証、大型化のためのエンジニアリングデータ取得、技術の実施可能性を評価する経済性検討、需要先確保のための製品評価を実施し、UBC

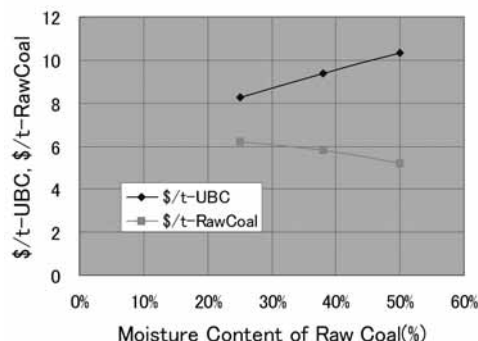


図8 UBC処理コスト

プロセスの実用化可能性があることが実証された。また、セミナー、国際会議等での成果普及を積極的に行ったことにより、インドネシアでは低品位炭改質技術＝UBCと言われるまでになっている。

4 今後の展開

インドネシアの瀝青炭を主体とする現状の露天掘の生産は2010年程度でピークを迎え、その後は坑内掘への移行が進むと予想されている。このため、低品位炭資源を保有するインドネシアの石炭会社はUBCプロセスの適用をすでに検討している。一方、本技術は改質炭基準で3t/d処理の小型連続装置での技術実証を終えた段階であり、今後実用化を図るためには、商業化規模へのスケールアップのための数100t/d程度の大型実証プラントの建設・運転を実施することが必要となる。従い本技術は2010年頃を目処に実用化されると見込まれ、5000t/d規模の商業プラントが運開可能となる。

世界的にみて低品位炭は現状ではローカルエネルギーとしてのみの利用であり、インドネシアにおいても未利用エネルギーの域を出ていない。本事業の成果に基づき、インドネシア政府エネルギー・鉱物資源省は、現状の高品位な瀝青炭資源が今後減少していくことを考慮し、2010年頃以降に5000t/d程度の商業プラントによる低品位炭改質事業を展開し、2020年までには低品位炭2550万トンに改質し市場に供給することを計画している。

本技術の実用化主体は、低品位炭資源を保有する石炭会社となる。また、高品位炭の需要増加による市場価格の高騰から、低灰分、低硫黄の環境特性に優れ、経済的な改質炭には、我が国の関連企業の投資も期待できる。また、本技術はインドネシア以外の米国、豪州、中国、インド等の他地域の低品位炭にも適用可能であることから、本技術により低品位炭を有効利用するとともに、国際商品化が可能となる。従って、石炭資源の半分が低品位炭であることを思えば、本技術による新規のエネルギー源としての市場創出効果は大きいものと言える。

石炭ガス化技術最前線

(財)石炭エネルギーセンター 事業化推進部

工学博士 原田 道昭

1. はじめに

石炭ガス化技術は世界的に見て商業化の域に達しているが、その目的が石炭をガス化して合成ガスをつくりアンモニアや化学原料を製造する場合と、石炭ガス化複合サイクル発電 (IGCC) システムを実現する場合とでは異なっているようである。すなわち、前者は昨今の中国での数々の導入実績及び計画が見られるように完全に商業化が達成されていると考えられるが、後者のIGCCは世界でいくつかのプラントが商業運転されているものの、それらは元々国などからの補助金を得て実証運転をした後、商業ベースで運転されているものであり、完全な商業化とは言えない。現在、米国で2010年頃運転開始のいくつかのIGCCプロジェクトが計画されているが、いずれも国の支援を得て実現

しようとするものである。

このような状況を踏まえて、2005年サンフランシスコガス化会議と2004年に米国DOEが世界のガス化の実態を調査した結果 (2004 World Gasification Survey) の中の石炭ガス化に焦点を当てて、世界の石炭ガス化技術の最前線を概観する。(図1)

2. サンフランシスコガス化会議に見る世界ガス化技術の動向

2005年10月9～12日において、Gasification Technologies 2005 Conferenceがサンフランシスコで開催された。石炭ガス化技術は世界各国で実用の域に達しているが、IGCCはもう一つ完全な商業化に至っていない状況のように思われる。それは、米国において2010年運開に向けて何件かのプ

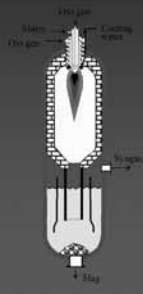
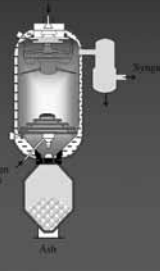
項目	GE-Energy (TEXACO) (米)	SHELL (蘭)	GSP (CARBO-VCR炉) (独)	LURGI (独)
ガス化炉				
特徴	型式；加圧噴流床ガス化 供給方式；スラリーフィード (炉頂単一ノズル) 長所；コンパクト、圧力範囲大 短所；冷ガス効率がやや低い (酸素使用量が多い) 適用炭種の制約 炉材、ノズル寿命が短い 単機容量小	型式；加圧噴流床ガス化 供給方式；ドライフィード (対置複数ノズル) 長所；冷ガス効率が低い Syngas収率大 適用炭種の制約少ない 単機容量大 短所；滞留時間長く炉容大 熱回収・ガス精製設備大	型式；加圧噴流床ガス化 供給方式；ドライフィード (炉頂単一ノズル) 長所；ノズル寿命が長い 褐炭、バイオマス、廃棄物等のガス化実績保有	型式；加圧固定床ガス化 供給方式；塊炭ドライフィード (炉頂ロックホッパー) 長所；石炭前処理が簡易 酸素使用量が少ない 短所；Syngas収率が低い (CH ₄ 、Tar分が多い) 排水処理費が高い 炭種の制約大

図1 商業化されている欧米のガス化技術

プロジェクトが計画されているが、いずれもDOEの補助金を得て実施する予定になっているからである。微粉炭火力と比べてまだコスト高ということで、国が援助をしないとなかなか商業化されないというのが現状である。

将来のCO₂回収・隔離まで考えた場合は、石炭ガス化を使ったプロセスの方が微粉炭燃焼プロセスより有利であり、トータルコストはガス化プロセスの方が低くなるというケーススタディもなされているが、現時点では回収しなければならない状況ではない。

その一方で、中国では欧米のガス化炉導入プロジェクトが目白押しである。石炭資源の豊富な中国において、石炭をガス化し、アンモニアや尿素をつくることを目的としたガス化炉の導入がここ数年来続いている。元々中国では小型の固定床ガス化炉を使って石炭をガス化し、アンモニアや尿素を製造していたが、大型化と高効率化に向けて海外の技術を導入しているのが現状である。

一方、1990年代に世界的に実施されたIGCCの実証プロジェクトがその後どうなっているかをまとめると以下のようである。

- ・ Tampa Electric, Wabash River, Nuon, ELCOGASの4ヶ所で実証プロジェクトが実施された。
- ・ Tampa Electric Polk 250MW IGCC Power Stationでは、現在石炭と石油コークスをガス化し商業運転されているが、カーボン転換率が計画より低い。これまで、ガスクーラーのファウリングがあった。(Texaco→GE Energy)
- ・ Wabash River 262MW IGCC Power Stationについては、現在技術の保有者はConocoPhillipsとなっており、DOEのプロジェクトが終了した2001年から石油コークス100%の運転になっている。2003-2005年にDOEのプログラムでMCFCの試験を実施した。高温ガスフィルターを、当初のセラミックからメタルに変え、ガス精製について2、3の改良を行った。(Global Energy→ConocoPhillips)
- ・ Nuon 250MW IGCC at Buggenumについては、CO₂排出を削減するためにバイオマス（下水汚泥、木質廃棄物）を混合してガス化している。これまで、ガスクーラーのパイプの漏れがあった。また、45%の下水汚泥を混合したガス化においてガスクーラーのファウリングがあった。(Shell)
- ・ ELCOGAS 300MW IGCC at Puertollanoについては、現在石油コークスと40%灰分の石炭を50:50でガス化している。初期にトラブルが多かったが現在は順調に稼働しており、今後はEUのプログラムで、このプラントを使ってCO₂回収と水素製造プロジェクトが計画されている。(Prenflo→Shell)
- ・ 総括—IGCCは現在のPCよりSO_x、NO_x及びばいじんをかなり低く押さえることが出来る。それぞれの実証試験は商用サイズでほぼ成功したと言える。稼働率85%以

上（single trainで）のIGCCはまだない。IGCCは、石油残渣のガス化で多く使われているのが現状である。米国DOEのプロジェクトで実施されたIGCC実証プロジェクトのプラントは元々石炭ガス化で計画されたが、コストを下げるために石油コークスをガス化している。ガス化炉そのものは化学原料を生産するために、比較的小型のものが世界中で稼働している。

いずれにしても大型の電力向けの石炭によるIGCCは、まだ商業化が十分にされていない状況にある。AEP（American Electric Power）の副社長は完全な商業化は2010年以降であろうと語っている。遅れて開発を進めているわが国にも市場参入のチャンスはまだまだあると思われるので、今後もIGCCやIGFCの開発および実証に十分注力していくことが重要と思われる。

3. 世界各国の商業プラントの現状

3. 1北米

北米では、石炭または石油コークスをガス化し商業運転しているところが7ヶ所ある。3ヶ所が発電、3ヶ所が化学原料製造、もう1ヶ所が代替天然ガス製造である。1990年代にDOEのCCTプログラムで実証試験を実施した後、Wabash RiverとPolkの2ヶ所でIGCCプラントが商業運転されている(前出)。これらのプラントは元々石炭を原料としていたが、コスト削減のため、現在は両プラントとも石油コークスを主な原料としている。そのほか、Eastman chemical社の化学製品製造プラント及びBasin Electric Great Plainsの代替天然ガス製造プラント(最近はこのプラントから発生するCO₂のEORによる隔離プロジェクトが実施されている)が良く知られている。

3. 2欧州

最近イタリアの製油所で石油精製残渣をガス化してIGCCや水素製造を商業化したところがあるが、石炭で代表的なのは、オランダのNuon BuggenumとスペインのPuertollanoのIGCCである。これらは、元々国やEUの資金を得て実証プロジェクトとして実施されたが、現在は商業運転されている。Nuon Buggenumの方は石炭だけではなく、廃棄物やバイオマスが混合ガス化されているし、Puertollanoの方は石油コークスが混合ガス化されている。

そのほかで、石炭ないし褐炭が商業規模でガス化されているのはドイツである。旧東ドイツで開発され、統一されてからは各種廃棄物、バイオマス等のガス化への適用化が図られたGSP炉(コラム欄参照)が普及している。元々褐炭をガス化してタウンガスを供給する目的で開発されたガス化炉で数百トン/日比較的小型のものが普及している。

●GPS炉とは

GSP炉については、JCOAL Journal第2号に詳しく紹介しているが、ドイツのフライベルグにある燃料研究所で、もともと褐炭のガス化をするために開発された炉である。1991年にNoell社が技術を取得し、大型化と原料多様化を進め、現在はFuture Energy社のGSP炉として知られている。炉形式は噴流層で、石炭を炉頂部からダウンフローで炉内に供給する方式である（図1参照）。灰は溶かしてスラグにし、さらにセルフコーティングによる水冷壁方式を採用している。1975年から3 MW（原料約15t/d）のパイロットプラントによる褐炭を中心とした石炭ガス化試験が行われ、その結果、1982年にSchwarze Pumpeに130MW（750t/d）の商業炉が建設された。その後この3MWのパイロット設備では、多炭種試験（42炭種褐炭と15炭種瀝青炭）が行われたが、1990年に5MW（25t/d）の試験炉が建設され、各種廃棄物、油、バイオマスのガス化試験が行われている。2002年から再び石炭各種のガス化試験も実施されている。

GSP石炭ガス化技術は多くの技術的優位性を持っており、中国にも参入している。例えば、安徽省淮化集団と契約を結び、ここのテストプラントで安徽省の石炭のガス化試験が実施されている。安徽省淮南の石炭は、灰の溶融温度がきわめて高く、フラックスを混入する試験も計画されている。来年には淮南で2基の200MW程度のGSPガス化炉を建設し、アンモニア合成、或いはメタノール合成に使用する計画になっているようである。また、チェコでは、2004年に500MW、2006年に1000MWのGSPガス化プラントが建設される予定である。

さらに、他からの情報によれば、幾つかの中国企業がGSPガス化技術に対し興味を持っており、すでに寧夏寧東石炭化工基地がFuture Energy社と協力協定を締結し、寧夏煤炭集団はFuture Energy社と北京に合弁会社を設立したとのことである。

3. 3南アフリカ

南アフリカのSasol社は3ヶ所のプラントで、石炭をガス化し燃料及び化学製品を製造している。これら3ヶ所のプラントには、合計で107基のガス化炉（ルルギ炉）がある。これは世界のガス化炉数385基（石炭以外の石油残渣、廃棄物等のガス化炉を含む）の30%弱である（米国DOE調査（2004））。これらのプラント全体で1日90,000トンの石炭が処理されている。

3. 4アジア・オーストラリア

中国では、1980年中頃から石炭ガス化プラントが建設されはじめ、現在22基が運転され、化学製品、肥料及び燃料が製造されている。22基のうち石炭を原料にしているのは9基である。IGCCの計画もあったが、延び延びになっているようである。

日本では宇部興産(株)がアンモニア製造用のガス化プラントを運転している。以前は石炭が原料であったが、現在はコストの安い石油コークスがガス化されている。また、2003年に新日本石油(株)が、石炭ではないが石油残渣を原料としたIGCCプラントの運転を開始した。

4. 今後2010年頃までの石炭ガス化プラント建設計画

4. 1地域別

(1) 北米

米国においては、大手電力会社であるAEP(American Electric Power)社とCinergy社が2010年運転開始に向けてIGCC建設プロジェクトを計画している。

また、カナダでは、同国で初めてLong Lake Plantのオイルサンドの開発に関連して、2006年にShell炉が導入される予定である。ガス化炉は、現在副産物として排出されているアスファルトや石油コークスをガス化するのに使われ、ガス化によって製造された水素、水蒸気あるいは電力は、オイルサンドからの合成油の生産及びアップグレードに使われる。他のオイルサンドプロジェクトにおいてもガス化が検討されている。カナダにおいてオイルサンドプロジェクトが軌道に乗るようになれば、ガス化のマーケットが広がっていくと思われる。

(2) 欧州

イタリアとチェコで1基ずつ石炭ガス化によるIGCCが計

画されている。チェコの方は、現在稼動している褐炭の発電所で新たにGSP炉を使ったIGCCが計画されている。

石炭以外では、石油精製残渣のガス化で電力と水素を製造するポリジェネレーションプラントがイタリアとポーランドで計画されている。

(3) アジア・オーストラリア

中国で2005—2010年までに24基の石炭ガス化プラントが計画されている（表1参照）。これらのプラントは、化学原料、メタノールあるいは肥料製造を目的としており、IGCCの計画はない。

インドでは2006年にOrissa製油所で石油コークスをガス化し、電力と水素を生産する計画がある。

また、オーストラリアでは、COAL21プログラムの中で、褐炭のガス化プロジェクトを立ち上げようとしており、ガス化炉を選定中のようなのである。

4. 2原料別

現在運転されているガス化炉の原料は約50%が石炭であるが、そのほとんどはSasol社のプラントによるものであり、地域的に見ると石油精製残渣のガス化プラントが普及している。

2008年から2010年にかけて米国で石炭ガス化によるIGCCが運転開始される予定であり、また中国における新たなガス化炉の計画はすべて石炭を原料としており、今後はさらに石炭を原料としたガス化が増えていくものと予測される（表2参照）。

石油残渣や石油コークスのガス化についても、カナダにおけるオイルサンド事業が拡大していけば、増加することが予測される。

また、ドイツではGSP炉で廃棄物がガス化され、電力やメタノール等が生産されており、今後もさらに増加することが予測される。

4. 3製品別

製造されている製品はバラエティに富んでいるが、化学製品が比較的多く、その他、電力、燃料、肥料等がある。今後の伸び率が高いのは、電力である。

4. 4技術別

現在運転されているガス化炉では、3種類のガス化炉がほとんどを占めている。すなわち、Sasol Lurgi炉（8プラント）、GE Energy炉（64プラント）、Shell炉（26プラント）で、94%を占めているのが現状である。ガス化炉の数では、Sasol Lurgi炉が41%、GE Energy炉が34%、Shell炉が19%である。

2005から2010年までの計画では、Shell炉が最も多く、次がGE Energy炉で、Sasol Lurgi炉は全くない。そのほか、で

はGSP炉とConocoPhillips炉がある。今後のガス化炉として選択されている技術は、すべて高温、酸素吹、噴流床タイプである。

2005から2010年にかけて、38基の新しいガス化炉が運転開始する予定である。表1に示す2000年から2004年に運転開始した18基のガス化炉（内16基は高温噴流床ガス化炉が採用されており、主にTexaco炉（現在GE Energy炉）であった。

表2の2005から2010年の計画では38基の計画が示されているが、その内の29基は石炭のガス化プラントである。そのほかは、石油コークスが数件、バイオマス・廃棄物が各1件である。製品は、主に化学製品あるいは電力である。

5. まとめ

- ・米国DOEの調査によれば、2004年において、ガス化プラント117基が運転されており、ガス化炉は385基ある。容量の合計は45,925MWthで、燃料は石炭49%、石油精製残渣36%である。製品は、ケミカルズ42%、FT36%、発電19%である。
- ・2001～2004年においては、IGCCへの投資はなかった。
- ・今後は、アジアでは中国での肥料及び化学原料の製造、中国あるいは日本でのIGCC、また、ヨーロッパでは、リファイナリーのCO₂対策を含む環境対策モデルケースとして、さらに北米では米国におけるIGCC、石油コークスからの水素及び発電、カナダにおけるタールサンド及び石炭のガス化として、ガス化技術が普及することが予測される。

表1 Gasification Plants Started During 2000–2004(出展:米国DOE 2004 World Gasification Survey)

Year	Plant Name / Owner	Country	Feedstock	Product	MWth Output
2000	Linde AG	Singapore	Petroleum	Chemicals	220
2000	Coffeyville Resources Refining and Marketing, LLC	United States	Petcoke	Chemicals	293
2000	Henan	China	Coal	Chemicals	312
2000	SARLUX srl	Italy	Petroleum	Power	1,271
2000	BOC Gases	Australia	Gas	Chemicals	110
2000	Huainan General Chemical Works	China	Coal	Chemicals	191
2000	EPZ	Netherlands	Biomass/Waste	Power	84
2000	ExxonMobil	United States	Petroleum	Gaseous fuels	347
2000	DEA Mineraloel AG	Germany	Petroleum	Chemicals	205
2001	api Energia S.p.A.	Italy	Petroleum	Power	526
2001	Jilin Chemical Industrial Corp.	China	Petroleum	Chemicals	287
2001	Esso Singapore Pty. Ltd.	Singapore	Petroleum	Power	364
2001	Corenco United Oy Ltd.	Finland	Biomass/Waste	Gaseous fuels	32
2002	Premcor, Inc.	United States	Petcoke	Power	520
2002	Nanjing Chemical Industry Co.	China	Petroleum	Chemicals	301
2002	IBIL Energy Systems Ltd.(IES)	India	Coal	Power	109
2002	Air Liquide America Corp.	United States	Gas	Chemicals	213
2003	Nippon Petroleum Refining Co.	Japan	Petroleum	Power	793
2004	BP/Formosa	Taiwan	Petroleum	Chemicals	148
2004	Haolianghe Ammonia Plant	China	Coal	Chemicals	202

表2 Gasification Plants Planned For 2005–2010(出展:米国DOE 2004 World Gasification Survey)

Year	Plant Name / Owner	Country	Feedstock	Product	MWth Output
2005	AGIP Raffinazione S.p.A	Italy	Visbreaker residue	Power	457
2005	Sokolovska Uhelná, A.S.	Czech Republic	Lignite	Power	787
2005	Sinopec/Shell	China	Coal	Chemicals	466
2005	Sinopec/Shell	China	Coal	Chemicals	466
2005	Shuanghuan Chemical	China	Coal	Chemicals	178
2005	Liuzhou Chemical	China	Coal	Chemicals	287
2005	Sinopec/Shell	China	Coal	Chemicals	273
2005	Sinopec	China	Coal	Chemicals	273
2005	Sinopec	China	Coal	Chemicals	465
2005	Liuzhou Chemical	China	Coal	Chemicals	232
2005	Shuanghuan Chemical	China	Coal	Chemicals	191
2005	Anqing Sinopec	China	Coal	Chemicals	465
2005	China 1(Expansion)	China	Coal	Chemicals	280
2005	China 2	China	Coal	Chemicals	174
2005	Jinling	China	Coal	Chemicals	287
2005	China 3	China	Coal, Petcoke	Chemicals	287
2005	China 4	China	Coal, Petcoke	Chemicals	287
2006	ATI Sulcis	Italy	Coal	Power	957
2006	Induan Oil Corporation. Ltd.	India	Petcoke	Chemicals	889
2006	Sistemas de Energia Renovavel	Brazil	Biomass	Power	68
2006	Dahua Chemicals	China	Coal	Chemicals	205
2006	Yuntianhua Chemicals	China	Coal	Chemicals	465
2006	Yunzhanhua Chemicals	China	Coal	Chemicals	465
2006	Opti Canada	Canada	Asphalt	Various products	1,025
2006	Dahua Chemicals	China	Coal	Chemicals	232
2006	Yuntianhua Chemicals	China	Coal	Chemicals	465
2006	Yunzhanhua Chemicals	China	Coal	Chemicals	465
2006	Shenhua	China	Coal	Hydrogen	861
2006	China 5	China	Coal	Chemicals	284
2007	Yongcheng Chemicals	China	Coal	Chemicals	424
2008	Global Energy, Inc.	United States	Coal, MSW	Power	1,006
2008	Vanguard Synfuels	United States	Petcoke	Various products	0
2008	Lotos Refinery Gdansk	Poland	Asphalt	Various products	620
2009	Excelsior Energy	United States	Coal	Power	0
2009	Lake Charles Cogeneration LLC	United States	Petcoke	Various products	0
2009	Rentech Development	United States	Coal	FT liquids	59
2009	Qatar Petroleum	Qatar	Natural Gas	FT liquids	10,936
2010	Steelhead Energy	United States	Coal	Power	0

豪州でのLONGWALL 2005に参加して

(財)石炭エネルギーセンター 国際部
上原 正文

1 概要

豪州NSW州ハンタバレー地区のCypress Lake Resortで10月17日から19日までの3日間開催された「第4回LONGWALL 2005コンファレンス」に参加したのでその概要を報告する。

この大会はIIR (Institute for International Research) 社が主催するコンファレンスであり、政府機関は入っていない。主として豪州の坑内炭鉱で採用されている自走枠とドラムカッタを使用したLW採炭の技術向上を目的とした大会であり、今回で4回目となる。参加者は主にNSW州、Q'nd州から集まっていたが、他にも西オーストラリア州、ビクトリア州からの参加者も少なくなかった。海外からは日本から筆者1名、同じく中国から1名の参加があった。大会運営はすべて、スポンサーと出席者の参加費で賄われている。

2 コンファレンス日程、及び参加者数

コンファレンスは表-1に示すように平成17年10月17日から19日までの3日間開催された。その内1日目と2日目はプレゼンテーション形式でテーマごとの講演が合計で18件行われ、3日目は討議形式のワークショップが2件実施された。参加者は1、2日目が200名程度、ワークショップは専門家のみの50名程度であった。また、会場横のテントではポスターセッションも実施された。(写真1、2参照)



写真2 ポスターセッション会場

	期日 平成 17年	分類	講演内容	発表 件数
講演	10月 17日	第1セッション	LW採の自動化と 技術革新	2
			トップ・コール・ケーピング	2
		第2セッション	生産性向上	2
			鉱山リスク保安管理	3
	10月 18日	第3セッション	LW採開発	4
			中国の石炭事業	1
		第4セッション	炭鉱閉山処理	1
			コントラクト・マイニング	1
			教育研修関係	2
				18
ワーク ショップ	10月 19日		・坑内情報伝達、LW採自動化 ・坑内ガス監視、ガス・解析	2

表-1 大会日程表

3 講演概要

1日目、2日目の講演では以下のような4つのセッションが用意されていた。

第1セッション

① LONGWALL採の自動化と技術革新 (2件)

豪州のLW採は自走枠、ドラムカッタの自動化が進行しており、LW採の現状と今後の自動化に対する課題などが発表された。

② トップ・コール・ケーピング (2件)



写真1 口頭発表会場

中国で盛んに実施されているトップ・コール・ケービングが紹介され、豪州でのトップ・コール・ケービングの普及計画が報告された。

第2セッション

①生産能率向上 (2件)

LW払の自動化を促進することによって生産性があがった事例と、払跡の吊天を高圧水注入によって処理することによって生産能率をあげた事例が発表された。

②鉱山リスクと保安管理 (3件)

坑内水で生産を阻害されている炭鉱が排水処理を如何に克服したか、また、豪州での炭鉱災害のレビューとその分析結果が発表された。また、坑内火災が発生して閉山まで追い込まれた炭鉱の事例が報告された。

第3セッション

①LW炭鉱開発 (4件)

新規炭鉱開発と新区域でのLW導入実績が報告された。

②中国の石炭事情 (1件)

中国の石炭事情と世界の石炭市場に与える影響についての報告があった。

第4セッション

①炭鉱閉山処理 (1件)

坑内掘炭鉱が閉山した場合の坑道密閉、立坑閉塞の事例、坑外設備の撤去、環境対策などが発表された。

②コントラクトマイニング (1件)

効果的な契約の仕方、コントラクタの選択のノウハウについての発表があった。

③教育と研修 (2件)

人材育成と効果的な研修方法、研修プログラムについての提案が出された。

4 講演詳細

まず、セッションリーダを以下に示す。

第1セッション：Mr.Jim Middleton

BHP Billiton Illawara Coal副代表

第2セッション：Mr.Tim Hobson

Dartbrook (Anglo Coal) 代表

第3セッション：Mr.Glen Lewis

Xstrata Coal のNSW州U/G総責任者

第4セッション：Mr.Bob Miller

Centennial Coal西部地区LW払操業責任者

次に発表順に講演内容を記す。

(1) Beltana(ベルタナ)炭鉱におけるLW払の自動化

10月17日9:15amー

発表者：Mr.Peter Henderson ベルタナ炭鉱施設部長
ベルタナ炭鉱はハイウォールから払片盤が設定されているため、払作りが簡単で敏速、その結果生産性の高い炭鉱となっている。この採炭方法は、現地ではパンチマイニングとも呼ばれており、年間500ー700万トンの石炭を生産している。LW払の生産能率は豪州No1である。払面長は260m、片盤長は約3kmと長く断層はほとんど見られない。払出炭はピーク時1日4万トン近くなることもある。昨年のLW出炭量は595万トン、月平均約50万トンの出炭となる。今回はLW払自動化の新システムと今後の自動化に関する課題などが発表された。

(2) CSIROの鉱山技術、自動化技術

10月17日10:00amー

発表者：Greg Rowan CSIRO主席研究官
CSIROで実施されている坑内の最新技術について、特に入坑者管理、LW払自動化、ブロードバンドの通信システムなどが発表された。CSIROはベルタナ炭鉱、DBT、JOYと共同でLW払の自動化プロジェクトを進めている。

(3) トップ・コール・ケービングの概要および中国からの研修

発表者：Boyun Xu Yancoal 部長

10月17日11:10amー

中国ではトップ・コール・ケービング(LTCC)が盛んに行われているが豪州ではまだ実施されていない。中国エン州鉱務局は豪州に現地法人Yancoalを設立し事業展開を図っている。今回はYancoalによるトップ・コール・ケービングの紹介と豪州に導入時の研修プログラムについての報告があった。

(4) 豪州でのトップ・コール・ケービング導入

発表者：SharifBurra Yancoal技術課長

10月17日11:40amー

Auster炭鉱はYancoalが豪州の会社から買収した炭鉱で100% Yancoal保有の炭鉱である。この炭鉱では中国の技術を活かして、トップ・コール・ケービングが計画されている。今回はAuster炭鉱でのトップ・コール・ケービングの導入計画、将来の出炭計画、今後の中国企業としての戦略などの発表があった。

(5) LW払自動化を通じての生産性の向上

発表者：David Sykes Dartbrook炭鉱長

10月17日1:30pmー

Dartbrook炭鉱はハンタバレーのマッセルブルック近郊に位置しており、LWでの採炭を続けている。この炭鉱では生産性を上げるための払自動化の投資に踏み切り、その結果生産性が大きく向上した。今回は、導入時におけるガイドラインの設定と、作業員の研修状況、大きく改善された成果などについての報告がなされた。

(6) 水圧破碎を利用しての高厚砂岩層による吊天防止、吊天崩落後の風圧対策

発表者：Lawrie Ireland West Wallsend炭鉱生産部長

10月17日2:10pmー

West Wallsend炭鉱ではウォッシュアウトによって天盤が10m以上の砂岩層の区域が存在する。私はこの区域を通過しなければならずその度に、私の吊天対策が問題になっていた。吊天が大きくなると払面及び自走枠への荷重が増大し、天井の悪化、自走枠のパンクなどの問題が出てくる。また、吊天が落ちる時の風圧は非常に危険で、作業員が吹き飛ばされることも珍しくない。それで、West Wallsend炭鉱では、払内に4本10mのボーリングを行い、ここから最大250kg/cm²の水圧をかけ、吊天処理を行った。その結果、砂岩層に亀裂が水圧によって広がり、払跡の天井が落ち易くなった。今回は水圧破碎の方法とその効果についての発表があった。

(7) LW払での水処理

発表者：Mr.Bob Miller Central Coal社s西部地区LW事業部部長

10月17日2:50pmー

NSW州リスゴー近郊に位置する炭鉱は、周りを山岳に囲まれており、坑内水の発生が多い炭鉱が多い。毎分10トンの排水が必要なスプリングベール炭鉱と毎分7トンの排水が必要なアンガスプレイス炭鉱において坑内水の効果的な排水処理に関する研究が行われた。今回は二つの炭鉱で実施された排水処理成果が紹介された。

(8) 豪州での炭鉱にこによる死亡者、重傷者の減少に向けて

発表者：Mr.Davit Cliff, クイーンズランド大学鉱物産業保安健康センター

10月17日4:00pmー

オーストラリアの炭鉱で発生したこれまでの炭鉱事

故、負傷実績を分析し、今後の炭鉱保安向上に向けての一つの提案がなされた。また、ヒューマンエラー減少に向けての注意事項、頻発災害と死亡災害の関連について考察し、重大災害の現象についての心構えが示された。

(9) Southland炭鉱での坑内火災と災害後の取明作業

発表者：Mr.Peter Hayes, 前Southland炭鉱長

10月17日4:40pmー

2003年12月にハンタバレー地区のサウスランド炭鉱で発生した坑内火災は死傷者は出なかったものの坑口密閉という最悪の結果となった。本報告では火災の発見から、消化活動、坑口密閉に至るまでの過程、さらには、火災鎮火後の炭鉱の再開に向けて取組みが紹介された。

(10) Dendrobium炭鉱坑内開発

発表者：Bryan Quinn BHP Biliton Illawarra Coal、Dendrobium炭鉱操業部長

10月18日9:10amー

NSW州ウオロンゴン地区で最近開鉱したDendrobium炭鉱の坑内開発についての発表が行われた。高出力のLW払設備の導入、それに伴う作業員の教育及び研修の実績が紹介された。

(11) 将来に向けてのUlan炭鉱No2坑内開発

発表者：Murry Wood Ulan炭鉱操業部長

10月18日9:50amー

NSW州マッジー近郊のUlan炭鉱で計画されているNo2坑内採掘についての発表が行われた。新区域の坑内採掘では払面長を現在の250mから400mに広げる計画であり、新型の高出力LW設備が導入と合わせて、高能率、高出炭を目指している。

(12) Mandalong 炭鉱第1区域でのLW払導入

発表者：John Hayward Centennial Coal, Mandalong 炭鉱長

10月18日11:00amー

NSW州ニューキャッスルから40km南に位置するMandalong 炭鉱における初めてのLW払導入についての実績報告がなされた。Mandalong 炭鉱ではこれまで、R&Pの採炭方法しかなかったが、2002年にCentennial Coalが州電力公社から炭鉱を買収したのを契機に最新鋭のLW払が計画された。

(13) Wambo炭鉱での北部区域坑内開発

発表者：Tony Sutherland Wambo炭鉱坑内採掘部長

10月18日11:30amー

NSW州ハンタバレー地区にあるWambo炭鉱では露天採掘と坑内採掘が平行して実施されているが、今後は北部地域の坑内採掘の開発が本格化する。今回は現在の開発計画が紹介された。現在もLW払が稼働しているが、新区域では効率的な払レイアウト、新形で高出力のLW払設備を導入する予定であり、現在よりもさらに高い生産能率をめざす。

(14) 中国が世界の石炭マーケットに与える影響

発表者：Paul Freeman Joy社 国際販売部長

10月18日12:00pmー

中国の石炭生産は近い将来20億トンを超え、世界の石炭市場、エネルギー市場へこれまで以上に大きな影響を与えることになる。今回は、中国石炭産業の現状及び今後の技術動向について、また、今後の石炭マーケットの予測、さらには、中国の石炭開発に伴う環境問題、保安問題が発表された。

(15) New Wallsend No2炭鉱の閉山処理

発表者：Glen Lewis Xstrata Coal、NSW坑内事業部長

10月18日1:50pmー

New Wallsend No2炭鉱はNSW州ニューキャッスル市の郊外に位置し、140年の歴史を誇る炭鉱であったが、2002年閉山し長年の幕を閉じた。今回はXstrata Coalが行った炭鉱閉山処理、特に、選炭場、ストックパイル、事務所などの坑外設備の撤去事例、坑内密閉、坑口密閉の状況、坑内排水処理、土壌改良状況などが紹介された。閉山に伴う工事は環境対策を十分配慮して実施されており、次世代へ炭鉱の被害が及ばないように考慮されている。また、炭鉱があった地域を炭鉱が開発される前の状態に戻すように、最大限の努力が払われている。

(16) 炭鉱での請負契約の新しい展開

発表者：Peter Roberts Walter Mining 事業部長

10月18日2:30pmー

炭鉱が操業するためには、1部作業については業者と請負契約を結び、業者にその作業を請け負ってもらう。それは、事務所の清掃といった物ばかりではなく、採炭、運搬、機器メンテ、BGなど炭鉱での重要な作業に及ぶこともある。今回は炭鉱が業者に任せる作業内容、及び請負契約についての新たな取り組みが報告された。請負契約を交わした業者が炭鉱が希望した業者ではないケースもあり、契約は慎重に実施する必要がある。的確な業者選択の手法、さらには、人材の登録システム、設備の効果的な使

用システムなどが発表された。

(17) 熟練不足を満足させる新しい研修への取組

発表者：Des Caulfield 資源・インフラ産業労働技術協会専務理事

10月18日3:30pmー

教育・訓練を実施する上での研修基準の策定、研修の持続性のための労働者に関する最新データの必要性、セットでの労働者研修プログラムなどが発表された。

(18) マッケイ鉱山研修センターの設立

発表者：Phil Stewart クイーンズランド州鉱山・産業研修支援センター理事

10月18日4:00pmー

クイーンズランド州マッケイにあるマッケイ鉱山労働者研修センターの活動内容の紹介を中心に、炭鉱労働者と研修のプロセス、研修の必要性、教育及び研修の費用戦略、さらには、炭鉱で行われている教育及び訓練の大幅な改善についての発表があった。

5 ワークショップ

以下の二つのテーマに沿って討論形式のワークショップが実施された。

(1) 坑内情報伝達、LW払自動化

司会：Mr.Greg Rowan、Dr.David Hainsworth

(CSIRO研究リーダー)

10月19日9:00amー

炭鉱での情報伝達技術、自動化技術、今後の技術動向についてのワークショップが実施された。特にLW払の自動化技術に関する今後の方向性、及び可能性に関する問題解決が図られた。

(2) 坑内ガス監視、ガス解析

司会：Mr.David Cliff クイーンズランド大学鉱物産業保安健康センター教授

10月19日1:30pmー

現在炭鉱の坑内で実施されているガス監視、ガス解析、ガス評価の現状が紹介され、その後のワークショップの中で各炭鉱から出された問題の解決が図られた。また、自然発火を察知するためのガスサンプルの解析方法、ガス濃度を炭鉱全体で解析するソフトウェアなどが報告された。

6 LW払自動化

今回の発表の中で特に注目された発表はLW払の自動化である。LW払の自動化とは、カッターの自動運転、自走枠の自動連続移設（抜柱、移転、立柱）、さらには自動CV押しを意味し、以下の内容を実現する必要がある。

- ・カッター位置の自動計測 (SPMDS)
- ・払直線化の自動制御
- ・払PC出前調整の自動化
- ・レベル (天高) 調整の自動化
- ・トラバースカット
- ・熱赤外線を使用してのレベル (天高) 調整
- ・払状況モニタリング
- ・3Dモニタリング

①カッター位置の自動計測 (SPMDS)

カッターの位置を自動認知する。カッター位置とは枠番ではなくて、3Dの絶対座標でのポジショニングを意味する。ハードとしてはジャイロスコープが必要で、これをカッターに搭載する。ソフトでは情報解析プログラムの開発が必要。

②払直線化の自動制御

カッター位置検知 (SPMDS) とカッターに搭載したレーザーによって実際の払面の直線状況を割り出し、直線化になるような、CV押し、枠移設を実現させる。

③払PC出前調整の自動化

自走枠払は少しでも払落口と終端で傾斜があると、自走枠、払PCは低い方へ滑ってくる。それで、払落口は終端位置よりも多少進めておくことが必要である。この調整を自動的に行う。測定にはレーザーが使用される。

④レベル (天高) 調整の自動化

カッター位置検知 (SPMDS) を基にカットモデルを構築、そのパターンを維持することによりレベル (天高) 調整を自動化する。

⑤トラバースカット

地表の断層を調査することによって、LW内での断層を予測し、断層に対応したカッター切削と枠移設を実現させる。精密な地表測量とトラバースカットのための解析ソフトの開発が行われる。

⑥熱赤外線を使用してのレベル (天高) 調整

熱赤外線センサーをカッターに搭載し、カメラにより切削状況をモニターする。もちろん坑外でも見ることができる。SPMDSとLIS (Lighting Image Sensor) をマッチングさせたソフト開発が必要。

⑦払状況モニタリング

LW払の自走枠鉄柱の圧力、鉄柱の収縮、伸長状況、主カップとアーチフレームと架台の傾きなどのデータを坑外へ伝送し、LW払の地質状況をモニタリングし、スムーズなLW払稼動に活用する。自走枠から発信されるデータは無線LANで坑内の中継基地へ取込まれる。

⑧3Dモニタリング

LWの作業員のシミュレータを3Dで開発し、3D画面を見ながらシステムを構築する。

以上がLW自動化の概要であるが、技術的には完成の段階に近づいており、現在Beltana炭鉱で実用化に向けての実証試験が実施されている。また、今回のワークショップでは以下に示すLW自動化に対する懸念も示されている。

- ▶自動化したことによる予期せぬ事故が心配となる。2次災害が発生する可能性もある。
- ▶故障が発生した場合、連続的なダメージが起きる。故障への対応が簡単ではない。
- ▶LW払は自然が相手なので、最終的には人が管理させるものであり、コンピュータでは管理できない。
- ▶現状の自動化技術を取り入れてもすぐに新しい技術が登場し、設備更新を余儀なくされる。
- ▶作業員の作業内容が大きく変わり、自動化への対応が速やかには行かない。また、設備導入に際しては研修が必要、そういう時間が取れるか。
- ▶自動化では複雑な機械が多数登場する。LW設備はシンプルであるべきではないか。
- ▶設備投資が非常に高くリスクを伴う。

7 おわりに

今回、豪州第4回LONGWALL 2005コンファレンスに参加し、LW払の最新技術、保安対策、今後の技術動向などについて多くの情報を得ることができた。特に日本でも技術研究が進められていたLW払の自動化技術が豪州の炭鉱では根付き着実に進歩していることが確認できたことは大きな収穫であった。今後日本を含めた世界の自動化技術が結集すれば、これまで夢と考えられていたLW自走枠払無人化の実現はそう遠くないかもしれない。ただ、自動化に対する設備投資のリスクや、すべて機械に任せられるのかという疑問もあるようで、このあたりは今後の動向が気になるところである。

最後に、今後もこのようなコンファレンスには積極的に参加し情報収集に努めてゆきたい。

中国の石炭事情

(財)石炭エネルギーセンター 国際部

村上佳弘
常 静

1 はじめに

中国は世界最大の石炭生産、消費国であり、今や中国の石炭動向が世界の石炭情勢に影響を与えるまでになっている。そこで、中国の石炭動向を占う為のバックデータ提供を目的として、資源量、生産量を中心に中国石炭の基本情報を整理した。

2 石炭資源量と分布

中国炭田の主要形成時代は、北方では石炭紀～早二畳紀、早ジュラ紀～中ジュラ紀、晩ジュラ紀～早白亜紀であり、南方では晩二畳紀である。

「第三次全国煤田予測資料」によれば、深度2000m内の石炭資源総量は5.57兆トン、その中の確認保有資源量は1.02兆トン、予測資源量は4.55兆トンとなっている。確認保有資源量の中の、未利用精査済み埋蔵量は810億トンにとどまっている。省別の石炭資源量を表1に示す。

しかし、中国国土資源部では、経済性を加味した新たな埋蔵量算定基準を制定し、2002年に公表したと伝えられている。この基準では「基礎埋蔵量」(現在の技術・経済条件下で経済的に利用できる地下埋蔵量資源)、「資源量」(経済利用性に劣る等の地下埋蔵量)、「埋蔵量」(基礎埋蔵量から各種損失分を控除した後の経済的に採掘可能な基礎埋蔵量)の3種に区分された。

従来の確認保有資源量1.02兆トンは、基礎埋蔵量として3317億トン(その内、埋蔵量は1886億トン)、資源量として6872億トンと区分されている。

現在、石炭関係機関より公表されている資源量等に関する記述の大半は、従来の「第三次予測」を基にしているが、今後は新算定区分に基づく表示も出てくるものと思われ、用語、数値等に注意を要す。本稿で用いる資源量データは、基本的に「第三次予測」に依拠する。

石炭は、上海市を除く全ての省、自治区に広く分布しているが、表1に示す通り、量的に見ると均一な分布ではない。

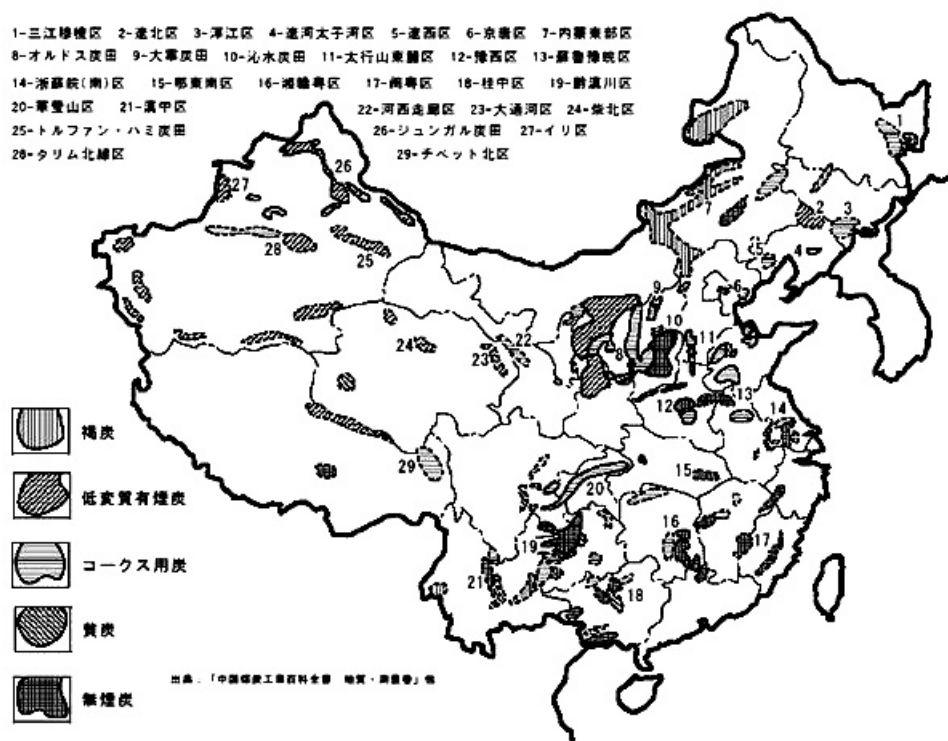


図1 中国炭田炭種分布図

資源総量5.57兆トンのうち、華北地域が50%、西北地域が36%を占めている。しかし確認保有資源量1.02兆トンに注目すると、華北地域が65%、西北地域が12%となる。資源総量に占める確認保有資源量の比率は、東北地域で30%以上、華北、華南地域で25%程度、西北地域で6%と西北の探査が他地域に比べて遅れていることが分かる。いずれにしても、量的に見た場合、石炭は中国北部、西部に多く賦存しており、これらの石炭を消費地となる東部並びに南部沿海地区へどのように輸送するかが大きな課題である。

中国の石炭分類は、炭化度(変質程度)、揮発分、粘結性より大きく褐炭、有煙炭、無煙炭と分類され、有煙炭は更に低変質有煙炭(長炎炭、弱粘結炭、不粘結炭等)、中変質有煙炭(ガス炭、脂肪炭、焦炭、瘦炭等)、高変質有煙炭(貧炭等)に細分されている。このうち、中変質有煙炭は焦炭を主とするいわゆるコークス用石炭となる。

石炭分類から見た確認保有資源量は、褐炭が1291億トン、低変質有煙炭が4321億トン、中変質有煙炭が2808億トン(内、焦炭は683億トン)、高変質有煙炭と無煙炭の合計が1756億トンとなっている。

コークス用炭となる中変質有煙炭は全体の28%で、焦炭に限ってみれば7%にすぎない。また、先に述べた国土資源部の新基準によれば、コークス用炭は、基礎埋蔵量として1244億トン(その内、埋蔵量は649億トン)、資源量と

して1477億トンとなっている。

灰分含有量に注目すると、含有量10%以下の石炭はおおよそ2割、10~20%が5割弱となり、ジュラ紀炭層はほとんど全てが低灰分炭で、第三紀、石炭二畳紀炭層は比較的灰分が高い。

硫黄分に注目すると、1%以下の低硫黄炭が5割、硫黄分1~2%のものが4割弱であり、低硫黄炭は白亜紀、ジュラ紀炭層に多く、二畳紀炭層の多くは硫黄分の高い石炭である。炭田炭種分布図を図1に示す。

3 採掘条件

中国の炭田地質条件は比較的複雑で、埋蔵深度も深い。一般的に、華北の石炭賦存区域に比較すると華南は構造が複雑で華南西部では褶曲が、華南東部では断層が多く発達している。

予測資源量4.55兆トンの深度分布を見ると、1000m以浅が40.5%、1000~1500mが29.4%、1500~2000mが30.1%を占めている。

1992年の国有重点炭鉱坑内平均採掘深度は、概略370mで、採掘最深深度は1160mであったが、消費地に近い華北東部炭田の炭鉱では、採掘強度が高く、10年間で100~250mもの速度で採掘区域が深部化しており、大部分の炭鉱が500~1000mの深さを採掘している。このため、高水

表1 省別石炭資源量

単位：億トン/年				
	資源総量	予測資源量	確認保有資源量	未利用精査埋蔵量
北京	116	87	29	1
天津	54	44	10	3
河北	787	601	186	16
山西	6,400	3,899	2,501	179
内蒙古	14,476	12,250	2,226	179
遼寧	130	59	71	4
吉林	53	30	23	2
黒龍江	377	176	201	22
上海	-	-	-	-
江蘇	87	50	37	1
浙江	-	-	-	-
安徽	886	612	274	60
福建	37	26	11	-
江西	55	41	14	1
山東	672	405	267	24
河南	1,158	920	238	36
湖北	7	2	5	-
湖南	78	45	33	2
広東	15	9	6	2
広西	40	18	22	5
海南	1	-	1	1
四川	442	304	138	19
重慶 (重慶市の資源量は便宜上四川省に計上)				
貴州	2,405	1,897	508	79
雲南	679	438	241	47
チベット	9	8	1	-
陝西	3,586	2,031	1,555	81
甘肅	1,522	1,429	93	10
青海	422	380	42	4
寧夏	2,030	1,721	309	18
新疆	19,173	18,037	1,136	14
計	55,697	45,519	10,178	810

出典：「中国煤炭資源予測と評価」

表2 省別石炭主産量

単位：万吨/年				
	1985年	1995年	2002年	2003年
北京	977	996	1,054	993
天津	-	-	-	-
河北	6,086	7,055	5,758	6,910
山西	21,418	33,176	36,261	44,952
内蒙古	3,204	6,445	15,288	15,042
遼寧	4,591	5,249	5,216	5,848
吉林	2,312	2,379	1,412	2,230
黒龍江	6,246	7,851	6,716	8,105
上海	-	-	-	-
江蘇	2,194	2,549	2,561	2,732
浙江	151	113	71	69
安徽	2,905	4,322	6,472	7,100
福建	606	860	1,204	1,347
江西	1,938	2,333	1,662	1,821
山東	4,922	8,384	12,837	14,471
河南	7,857	10,181	10,052	12,634
湖北	886	1,437	782	800
湖南	2,945	4,953	3,691	4,377
広東	812	1,069	698	566
広西	599	1,233	437	445
海南	-	1	-	-
四川	5,558	9,739	7,551	9,764
重慶 (重慶市の生産量は便宜上四川省に計上)				
貴州	2,344	5,510	5,001	7,803
雲南	1,638	2,789	3,139	4,188
チベット	3	-	-	-
陝西	2,693	3,958	6,103	11,612
甘肅	1,184	2,209	2,366	2,923
青海	277	288	282	378
寧夏	1,214	1,447	1,818	2,195
新疆	1,668	2,693	3,098	3,483
計	87,228	129,218	141,530	172,787

出典：1985~2002年データは「中国煤炭工業年鑑」
2003年データは「2004中国煤炭発展報告」
端数処理の関係で全体の合計は一致しない。

圧、高地温、高地圧の「三高」問題が惹起している。

露天採掘に適した石炭は、全体の7%しかなく、さらにその7割は褐炭で、露天採掘に適した石炭の93%を内蒙古、山西、雲南の三省(自治区)で占めると言われている。2002年の国有重点炭鉱での露天採掘比率は7.7%で、約5500万トンを生産するのみである。

全国の大中小1799炭鉱を選んでガスについて分析した結果、高ガス炭鉱が27%、ガス突出炭鉱が14%となり、約4割がガス対策の必要な炭鉱であったとの報告もある。これを地域的に区分すると、華北地域では3割、西北地域では2割弱であるのに対し、華南地域の半分近く、東北地域の7割近くの炭鉱が高ガス、突出炭鉱に位置付けられ、石炭賦存条件が劣り資源量の少ない地域での高ガス、突出炭鉱が多いことが分かる。

4 石炭生産

省別の石炭生産量推移を表2に示す。なお、中国石炭生産量統計について、1996年以降の数年間のデータに疑問の声があがっていることを考慮し、1985年より10年スパンで作表した。

1985年に9億トン弱であった原炭生産量は、20年間で2倍に増え、2004年は19.56億トン、2005年は21億トンに達するとされている。しかし生産量は各地域一様に伸びたわけではなく、特定地域での伸びが目立つ。中でも内蒙古と陝西は20年間で4倍以上に増えている。いわゆる「三西地区(山西、陝西、内蒙古西部)」での増産となるが、神華グループからの生産が大きな牽引力になっている。

逆にこの間ほとんど生産量を増やすことの出来なかった

地域もある。東北三省(遼寧、吉林、黒龍江)や、河北では古くから生産が行われ、資源量が枯渇しはじめたためと考えて良い。

湖南を代表例とする華南地域の一部では、増産傾向から減産傾向に転じたものもある。この地域は小規模炭鉱が多く存在しており、中央政府による大規模な小炭鉱閉鎖政策による結果であろう。

年間500万トン以上を生産した実績のある主要石炭企業の実績を推移を表3に示す。最近では統合、社名変更が頻雑に行われているが、ここでは従来の企業名を用いた。いくつかの企業では、その生産量伸びが非常に高くなっている。神華グループや中煤グループに属する各企業や、山東、安徽に立地するエン州、淮南等の企業で、ここ10年間の伸びも2倍以上となっている。埋蔵量が豊富にある三西地区に開発された比較的新しい石炭企業であったり、経済成長の著しい沿海部に近接する好立地を活かして生産を拡大している。

従来、中国の石炭生産量は、国有重点炭鉱、地方国有炭鉱、郷鎮炭鉱の区分で示されることが多かった。生産量比率を上記の順であらわすと、1985年は47：21：32で、1995年は37：17：46であったものが、2004年では47：16：37となっている。国有重点炭鉱：大型優良炭鉱、地方国有炭鉱：中型堅実炭鉱、郷鎮炭鉱：小型粗放炭鉱というイメージの中で、90年代圧倒的な数による郷鎮炭鉱にトップの座を許していた巨艦国有重点炭鉱だったが、再び返り咲いたと言える。

しかし中国石炭企業の資本所有形態が多様化しつつあることを受け、今後は従来のイメージでこの区分けデータを読みとることは難しくなると感じる。例えば国有重点炭鉱

表3 主要石炭企業生産量推移

単位：万トン					
企業名	所在地	1985年	1995年	2002年	2003年
北京	北京	640	490	629	579
開ラシ	河北	1666	1784	2318	2550
峰峰	河北	1131	1095	1056	1180
ケイ台	河北	277	475	745	598
邯鄲	河北	501	294	331	384
西山	山西	1177	1753	2365	2814
汾西	山西	618	604	760	919
霍州	山西	253	449	803	917
大同	山西	3081	3102	3828	5015
陽泉	山西	1393	1560	1869	2269
口安	山西	639	991	1392	1753
晋城	山西	613	1073	1484	1884
中煤平朔	山西		1223	1976	2651
平庄	内蒙古	504	571	803	928
扎賚諾爾	内蒙古	377	386	350	358
霍林河	内蒙古	119	390	737	846
神華准格爾	内蒙古			1141	1400
伊敏伊敏河	内蒙古	70		512	551
撫順	遼寧	821	700	578	569
阜新	遼寧	1150	948	925	1063
鉄法	遼寧	456	1220	1679	1939
瀋陽	遼寧	495	300	676	602
遼源	吉林	345	343	408	508
通化	吉林	401	314	211	213
鶏西	黒龍江	1300	1304	809	965
鶴崗	黒龍江	1430	1277	1402	1487
双鴨山	黒龍江	674	1000	939	1041
七台河	黒龍江	483	875	1300	1407

企業名	所在地	1985年	1995年	2002年	2003年
徐州	江蘇	1283	1332	1526	1634
中煤大屯	江蘇	278	410	706	726
淮南	安徽	923	1186	2367	2831
淮北	安徽	1435	1413	1993	2019
シ博	山東	439	465	1187	1259
新モン	山東	667	1120	1158	1308
棗庄	山東	661	774	1414	1593
肥城	山東	307	555	683	701
エン州	山東	520	1606	4072	4560
龍口	山東	34	341	371	551
平頂山	河南	1597	1950	2369	2669
鶴壁	河南	485	554	710	718
義馬	河南	830	895	1076	1101
鄭州	河南	399	608	892	1011
永城	河南			503	756
盤江	貴州	264	500	584	634
水城	貴州	295	359	463	564
銅川	陝西	706	521	782	888
神華神東	陝西			5165	7384
靖遠	甘肅		314	438	563
石炭井	寧夏	578	589	648	834
靈州	寧夏	78	100	565	672

主要石炭企業の中より1985年以降500万トン以上の生産実績のある企業を抽出したもの
企業名は従来の通称で表記

出典：「中国煤炭工業年鑑」、「2004中国煤炭発展報告」

に位置付けられる山西省の大同煤礦集団では、近年大同地域の中小炭鉱を吸収合併し、統計上の生産量を大きく伸ばしている。その生産量全てをかつての国有重点炭鉱というカテゴリーに編入することにはやや戸惑いを覚える。

また、従来の石炭企業名は地名を冠したものがほとんどで、企業名と生産地が直結していたが、同一省内、あるいは省を超えての統合、買収が行われるようになり、企業名が生産地を代表しない状況になりつつある。例えば、先にあげた大同集団の場合、同じ山西省内の軒崗礦務局を吸収したり、河北省東部の開ラン集団が河北省西部の蔚州礦業集団を傘下に入れる例など、その統合活動は非常に活発である。

5 保安状況

過去20年間の公式データによれば、炭鉱事故による死亡者は毎年ほぼ6千人から7千人となっていた。しかし、数年前に、中国上層部の発言として香港等のメディアが、「炭鉱で毎年1万人が死亡」との報道をしばしば行っており、2005年11月に公表された安全生産部分の第11次五ヶ年発展計画草案では、1995年以降の各種業界死亡者数グラフで、炭鉱死亡者数を示す折れ線グラフが1995年から1997年まで1万人に届く位置に描写され、これらの報道を追認する形となっている。

国の機関としての煤礦安全監察局が2000年より中国各省に設置され、地方政府と分離された独自の権限を有するようになった。かつては、郷鎮炭鉱死亡災害等に関する地方政府からの報告が十分なものではなかったが、現在では死亡事故に対する掌握が過去に比べ格段に向上し、最近の保安に関する公表数値は信頼に足るものとする。

2004年の炭鉱死亡事故発生回数は3639回でこれによる死亡者は6027人、出炭百万トン当たり死亡率は3.100、国有重点炭鉱での同死亡率は0.954と公表されている。

一度の災害で10人以上死亡した事故発生回数は2004年は41回で、最近10年間で最良の値となっている。41件の事故の内、ガスに起因するものは7割を占めている。しかし、2005年は11月末までにすでに50件を超えている。

2004年10月以降2005年2月までの間に、ガスに起因して百人以上の死亡者が出る災害が3件発生し、内1回は死亡214人という悲惨な事故となった。また、2005年8月には出水で、11月には炭じん爆発で、12月にはガス爆発で、いずれも死亡者百人を超す事故も発生している。

中国国内では次々に起きる炭鉱災害に対して非難の声があがっており、中央政府はこれに応えるような形で、保安条件を満たさない炭鉱に対して安全生産許可証の発給を行わず、結果として郷鎮炭鉱を主体とする小炭鉱の大規模な閉鎖を加速するとともに、国有重点炭鉱を中心とする石炭生産主力炭鉱に対しては保安施設拡充資金を注入し、更なる大型石炭企業形成に向けた条件を整備しようとしている。

6 第11次五ヶ年発展計画

中国政府は2005年10月に2006年から2010年までの第11次五ヶ年発展計画案を公表した。この中では、基礎産業のインフラ建設を強化するとし、エネルギー産業については、石炭を基礎とするとうたっている。また、大型石炭生産基地建設、中小炭鉱改造、整理、CBM開発利用、石炭生産と発電事業を連結した運営を推進、等が挙げられている。この他、産業全般に対して、法に基づき、旧式技術の淘汰や、資源破壊・環境汚染・安全生産条件不備の企業を閉鎖すると記載されている。

この全体版五ヶ年計画を受け、個別分野の発展計画草案が公表されつつある。

安全生産部分の発展計画草案では、2010年までの炭鉱保安目標として、百万トン当たり死亡率を2005年に比べて25%低減させ、一度に10名以上死亡する特重大事故発生件数を20%低減させるとしている。また、期間中、国が取り組む問題として、「国が監査し、地方が管理し、企業が責任を持つ」炭鉱安全生産体制を確立し、監督の権威性と有効性を高め、炭鉱に対する定期検査等を強化するとともに、炭鉱ガス対策の展開並びに炭鉱の整理閉鎖を進め、石炭企業の改造改組、大型石炭基地建設を促進するとしている。

石炭工業部分の発展計画も作成される予定であるが、編成作業が遅れており、本稿執筆時にはまだ公表されていない。しかし、2005年6月に国務院が発表した「石炭産業の健全な発展促進の為の国務院意見」に沿ったものとなる。この「意見」では、安全操業の大前提のもと、大規模石炭生産基地の形成、大規模石炭企業、企業集団の育成を主軸とする構成となっている。

2010年に必要となる石炭供給量は24億トンで、計画期間中に3億トン規模の新規炭鉱建設着手が必要で、増産する石炭の7割は「三西地区」からの生産になるとの関係者の発言がある一方、石炭開発に向けた全体的趨勢が強まる中で、中国国内の石炭需要拡大は今後も続くが、その速度は鈍化し、供給過剰傾向になるとの観測もある。

中国は、大手石炭企業による炭鉱吸収や、地方政府主導のグループ化等、様々な形態での吸収・統合等による大型化を模索中である。今後の数年間は、無秩序な小規模炭鉱建設の結果引き起こされる供給過剰を回避し、石炭需給バランスを取りながら、中小炭鉱、条件不備炭鉱を淘汰、統合し、安全、環境に配慮しつつ、国が認めた大規模石炭生産基地の中で、大型の石炭企業集団形成に向かう動きを加速するものと思われる。

本稿は「JCOALnews No.7」(1999年4月)「中国石炭事情」の一部をベースとしてリバイスしたものであり、使用した資料は、特に明記したものの以外は、中国の各インターネットサイト等で公表されているものを参考にした。

1. 平成17年度伊木賞を決定し表彰

「伊木賞」は、我が国の石炭技術の進展並びに後進の指導・育成に尽くされた、元全国炭鉱技術会会長 伊木正二工学博士（東京大学名誉教授）の功績を末永く顕彰し、より一層の石炭技術の向上に資することを目的として、平成9年3月14日に設立され、功績賞と奨励賞が設けられています。

平成17年度伊木賞は、伊木賞審査会において厳正なる審査を行った結果、下記のとおり決定いたしました。

なお、表彰式は平成18年1月13日（金）、18時より（財）石炭エネルギーセンター会議室において実施いたします。

(1) 功績賞1名

元 空知炭礦株式会社専務取締役炭鉱長
石倉 裕三 氏



(2) 奨励賞2件

1) 課題名：『低品位炭改質技術（UBC技術）の共同開発事業』

重久卓夫氏（株式会社神戸製鋼所 技術開発本部 石炭・エネルギープロジェクト室長）

出口哲也氏（株式会社神戸製鋼所 技術開発本部 石炭・エネルギープロジェクト室次長）

牧野英一郎氏（双日株式会社 エネルギー金属部門 事業開発専門部長）

Dr. M. Lobo Balia（インドネシア共和国エネルギー鉱物資源省 研究開発庁 鉱物石炭技術 研究開発センター所長）

2) 課題名：『高度選炭システム導入支援事業』

遠藤 一氏（財団法人石炭エネルギーセンター 事業化推進部担当部長）

Mr. Tran Van Ve（ベトナム、クア・オン選炭会社 副社長）

小柳伸洋氏（財団法人石炭エネルギーセンター 事業化推進部担当部長）

葛西十四明氏（釧路コールマイン株式会社 研修グループ受入担当上席）

船木幸治氏（釧路コールマイン株式会社 研修グループ海外開発担当上席）

久保泰雄氏（永田エンジニアリング株式会社 取締役統括管理本部長）

ー伊木賞委員会事務局ー

2. 気候変動枠組条約第11回締約国会議（COP11）、京都議定書第一回締約国会合（COP/MOP1）の概要と評価

[全体の概要]

- 1) 気候変動枠組条約第11回締約国会議（COP11）、京都議定書第一回締約国会合（COP/MOP1）は、平成17年11月28日から12月9日まで、カナダのモントリオールで開催された。我が国からは、小池百合子環境大臣、山中燐子外務大臣政務官、西村六善外務省地球環境大使、小島敏郎環境省地球環境審議官他が出席した。
- 2) 今次COP11・COP/MOP1は、京都議定書発効後最初の締約国会合となった。締約国は、議長国カナダが提唱する3つの「I」（「Implementation（実施）」、「Improvement（改善）」、「Innovation（創造）」）を中心に交渉し、京都議定書の「実施」と「改善」、将来枠組み構築に向けての「創造」の全ての議題について成果を得ることができた。特に、COP決定された「長期的協力のための行動の対話」は、将来の課題につき米国や主要途上国を含む全ての条約締約国の参加による対話プロセスについて合意されたものである。これは我が国の基本方針である「全ての国が参加する実効ある将来枠組みの構築」に向けての道筋をつけるものとなった。
- 3) 小池環境大臣は、①閣僚級会合に参加し、全ての国が参加する実効ある枠組み構築のため世界各国の結束の呼びかけと、京都議定書目標達成計画の着実な実施を中心に、我が国の基本ポジションを訴えるステートメントを全体会合で行い、②サイドイベントでプレゼンテーションを行い、我が国の積極的な取組、クールビズ、ウォームビズの成

果を紹介した。③また、カナダ、米、英、欧州委員会、独、ニュージーランド、豪、インド、サウジアラビア、エジプト等の大臣等の代表に対し、我が国の基本ラインを確保するよう交渉を行った。また、山中外務大臣政務官は、蘭、スペイン、デンマーク、フランス、シンガポール等の代表と別個会談を行い、情報収集を行った。

- 4) 次回COP12・COP/MOP2 (2006年11月) についてはケニアより開催の申し出があった。

[主な成果]

- 1) 京都議定書の運用ルールの確立と改善

- (1) マラケシュ合意を採択

11月30日の京都議定書第1回締約国会 (COP/MOP1) で、京都議定書の実施に関する「マラケシュ合意」を含む21件の決定草案が決定された。これらの決定には森林等の吸収源に関する算定ルール、京都メカニズム (共同実施 (JI)、クリーン開発メカニズム (CDM)、排出量取引 (ET)) に関するルール、京都議定書に基づく排出吸収量の推計、審査等に関するルールなどが含まれている。

- (2) 遵守ルールの採択

マラケシュ合意のうち、京都議定書の数値目標に関する不遵守の措置に関する手続きや遵守委員会に関する事項等が法的拘束力を持たない形で、COP/MOP決定された。

- (3) 各種委員会 (遵守委員会・第6条監督委員会) の設置と委員の選出
遵守委員会 (促進部・執行部) が設立され、わが国から、浜中裕徳・慶応大学教授が促進部の常任委員として選出された。共同実施 (JI) に関する第6条監督委員会が設立され、わが国から、工藤拓毅・日本エネルギー経済研究所環境グループマネージャーが委員代理として選出された。また、既存の技術移転に関する専門家グループ (EGTT) では、平石尹彦 IGES理事が委員として再選された。

- (4) CDM改革

CDMの更なる推進・改善に向けて、①省エネ促進に向けた我が国主導の「CDMの将来」イニシアチブの推進、小規模CDMの定義の見直し、炭素隔離・貯留のCDMなどの指針や手続きなどの重要な方策について合意されるとともに、②審査の迅速化などをねらいとするCDM理事会・事務局の強化策が決定された。

- 2) 将来の行動にかかる対話プロセスの開始等

- (1) 全ての国の参加による「気候変動に対応するため

の長期的協力のための行動に関する対話」の開始 (COP決定)

議長国カナダのイニシアティブと各国の協力により、「長期的協力に関する対話」(モントリオール・アクションプラン) が成立した。具体的には、①京都議定書未批准国の米国や削減義務のない途上国も含めた全ての国の参加の下、②将来の対話を行う場が設定され、③経験の交換、戦略的アプローチの開発及び分析のための対話を、④COPの指揮の下で先進国1名、途上国1名の共同議長による最大4回のワークショップの開催を行うこと、⑤対話の結果のCOP12 (2006)、COP13 (2007) への報告、⑥2006年4月15日までに各国の考えを提出して対話を開始することなど具体的作業手順とプロセスが合意された。なお、この対話は将来の交渉、約束、プロセス、枠組み、マンデートなどの予断を持たずに開催されることとされている。

- (2) 京都議定書3条9に基づく検討の開始

京都議定書3条9に基づき、①その規定に則して附属書I国 (議定書先進国及び市場経済移行国) の更なる削減約束に関する検討の開始 (2006年5月のSB (補助機関会合) と並行して開催される第一回の作業部会において議論を開始)、②第一約束期間と第二約束期間の空白を生じないようなタイミングで出来るだけ速やかに結論を目指すことなどが合意された。

- (3) 議定書9条に基づく議定書レビューの準備手続き (COP/MOP議長とりまとめ)

気候変動枠組条約の見直しと連動した京都議定書の見直しをCOP/MOP2で行うことを定めた議定書第9条に基づく作業の準備を開始 (各国は、関連の情報と意見を2006年9月1日までに提出)。

- (4) 評価

今次の京都議定書発効後最初の歴史的会合 (COP11, COP/MOP1) において、以上の3つのプロセスが同時に決定されたことにより、(1) による条約プロセスと (2)、(3) による京都議定書プロセスが同時並行で開始される。特に、(1) の対話プロセスは、米国を含む全ての国の参加の下で、対話の具体的なテーマ、手順が定められ、COPに2年間にわたり報告されることとなっている。これらの合意は、日本の基本方針である「全ての国が参加する実効ある枠組みの構築」につながる重要な第一歩となりうる。

- 3) 適応策 (注) に関する5ヵ年作業計画

(注) 適応策とは、気候変動の悪影響（例：洪水、干ばつ等）に対応するための措置のことをいう。

【個別議題の議論】

1) JI(共同実施)

JI(共同実施)に関して、第6条監督委員会が設置されると共に、先行するCDMの経験を活用しつつ、早期に詳細な実施規定を整備すること等が合意され、JI制度を立ち上げるための作業が進展した。

2) 途上国支援

LDCF（後発途上国基金）に関し、GEF（世界銀行等が管理運営する「地球環境ファシリティ」）を通じてNAPAs（国別適応行動計画）実施に対する資金援助が可能となった。SCCF（特別気候変動基金）に関しては、緩和及び経済多様化に対する運用基準の検討を行ったが、合意に達せず、また、適応基金に関しても、特に資金の管理機関について意見が対立し、ともに継続議論となった。技術移転に関し、SB25（第25回補助機関会合）で技術開発・普及・移転についてのシニアレベル円卓協議の開催を決定した。

3) 京都議定書の下の基金

適応基金の管理・運用に関して、GEFの（地球環境ファシリティ）の信託基金とすべきと主張するEUをはじめとする先進国に対し、途上国はGEF以外の機関の可能性を残すべきであると主張した。最終的には管理機関に関する言及を避け、今後議論を続けるために各国から意見提出を募ることになった。

4) 研究及び組織的観測

全球気候変動観測システムに関する報告ガイドラインの改訂に合意し、GCOS（全球気候観測システム）実施計画の更なる推進と各国・地域・機関による活動の歓迎、包括的進捗報告書の作成、GEO(地球観測に関する政府間会合)とGCOSの実施計画の調整、海洋気候観測の強化、データ交換の改善、観測能力開発の必要性等を確認する結論が採択され、また、SBSTA22（第22回補助機関会合）で勧告された「条約に対応する研究ニーズ」に関する決定案がCOPで採択された。

5) 吸収源関連

議定書関連では、吸収量目録の品質が著しく劣る場合に吸収量の目標達成への算入を差し止めるための基準について議論がなされ、排出源分野の基準の考え方に準拠し、かつ吸収源分野のこれまでの合意と整合した形で各国の意見を反映した基準が決定した。条約関連では、吸収源分野の共通報

告様式について、技術的な修正を加えた改訂版が合意され、2007年4月以降に提出する付属書I国の目録から適用されることが決定した。伐採木材製品の取扱については2006年改訂IPCCガイドラインの策定を踏まえつつ、今後SBSTA24,25（第24回、25回補助機関会合）において、検討を継続することとなった。また、パプアニューギニア他から提案されていた、開発途上国における森林減少による排出削減については、その重要性について認識が一致し、まずは2006年3月末までに各国等が条約事務局に意見を提出した上で、SBSTA24で検討を開始し、SBSTA25の前にワークショップを開催、SBSTA27（第27回補助機関会合）において検討結果を報告することとされた。

6) 国際航空・海運からの排出に関する方法論

－日本政府代表团－

3. 「2004年の世界石炭市場」の概要 (Coal Information 2005)

2004年の石炭総生産量は、ここ10年間の平均伸び率2.2%をはるかに超え、7.5%の増加となっている。ハードコール生産量は9.4%、すなわち、3億9,800万トン増の46億2,920万トンで、1974年のIEA創設以来最大の伸びとなった。ハードコール生産量の伸びがこれまで最大であったのは、2003年の8.4%であった。褐炭生産量は1.6%(1,440万トン)減ったが、依然、最低を記録した1999年より2.5%上回る8億7,890万トンであった。

表3.1 Major Hard Coal Producers (Mt)

	2002	2003	2004e
PR of China	1397.8	1670.1	1956.2
United States	917.9	893.9	932.5
India	337.8	358.4	373.2
Australia	273.2	274.9	285.2
South Africa	220.2	240.0	237.9
Russia	163.5	177.4	209.9
Indonesia	103.4	115.3	129.1
Poland	103.7	102.9	100.0
Kazakhstan	77.9	84.7	82.9
Ukraine	61.2	63.8	62.4
Other	245.3	249.9	259.7
Total*	3902.1	4231.2	4629.2

表3.2 Major Brown Coal Producers(Mt)

	2002	2003	2004e
Germany	181.8	179.1	181.9
United States	74.8	78.4	75.8
Greece	70.5	68.3	72.1
Russia	74.0	79.5	70.3
Australia	68.6	67.4	69.5
Poland	58.2	60.9	61.2
Czech Republic	48.9	50.3	48.5
Turkey	51.7	46.2	44.4
Serbia & Montenegro	38.3	40.2	40.6
Canada	36.9	35.5	36.7
Other	181.4	187.5	177.9
Total	885.0	893.3	878.9

石炭の確認埋蔵量データから、現在の生産レベルで利用できる石炭は165年分近く存在することになる。しかし、ごく最近の石炭の確認埋蔵量調査によれば、埋蔵ベースは縮小している。縮小が最も大きいのは、西欧と中欧であり、そこでは、大規模な採掘により、石炭の枯渇が生じている。しかし、このような石炭埋蔵量の減少は、世界市場で高い競争力を維持しているいくつかの世界的石炭供給国においても報告されている。

2004年の石炭総需要は、それぞれ3.9%および7.5%増加した2002年と2003年に続き、3億1,220万トン（8.5%）の増加となった。炭種別では、ハードコール需要が9.3%増加し、一般炭需要は3億4,510万トン（9.3%）、原料炭は4,950万トン（9.5%）の増加となった。

2004年、世界のハードコール貿易は急激に伸びた。ハードコールの世界全体の輸出量は、7億2,210万トンから7億5,500万トンへと3,290万トン増えた。伸びの大半は、5億1,600万トンから5億4,070万トンへと4.8%増加した一般炭によるものである。原料炭輸出量は3.9%伸び、2億610万トンから2億1,430万トンとなった。

表3.3 World Hard Coal Trade (Mt)

	2003	2004e	Growth (%)
World	722.1	755.0	4.5%
Asia - Pacific	358.2	389.0	8.6%
Europe	258.3	274.0	6.1%
Africa + Middle East	22.5	19.8	-12.0%
North America	43.3	37.1	-14.3%
Latin America	19.9	20.4	2.6%
Balancing Item	20.0	14.7	NA

ハードコールの総輸入量は、7億870万トンから7億5,430万トンへと、6.4%（4,560万トン）の増加となった。一般炭が3.9%、原料炭が10.5%の増加となり、一般炭と原料炭共に伸びている。

2004年、一般炭の平均CIF価格は、日本（47.4%増）および欧州連合15ヶ国（48.2%増）において驚異的に上昇した。オーストラリア、インドネシア、コロンビア、および南アフリカの一般炭の平均FOB価格は、2004年に40～70%上昇した。同様に、米国の一般炭の平均FAS価格は46%近く上昇した。

石炭関連のCO₂排出量については、2002年には、石炭は石油に次ぐ、そして天然ガスを凌ぐCO₂排出源となっている。1990年代初め、すでに石炭関連CO₂排出量の大部分を占めていたNon-OECD諸国では、一層急速に増加している。一方、OECD諸国では、発電分野を除くと、産業分野等での石炭関連のCO₂排出量は急激に低下している。

—IEA Coal Information 2005—

表3.4 Major Hard Coal Importers (Mt)

	2002	2003	2004e
Japan	162.7	168.3	183.5
Korea	70.1	71.7	79.0
Chinese Taipei	52.0	54.7	60.2
Germany	33.1	34.9	38.9
United Kingdom	28.7	31.9	36.1
India	23.3	21.7	31.0
Italy	19.2	20.6	24.7
United States	16.1	22.6	24.6
Spain	24.5	21.6	24.5
Netherlands	21.7	21.6	22.6
Russia	20.9	25.2	21.9
France	18.1	16.6	19.7
PR of China	11.3	11.1	18.8
Turkey	11.7	16.2	16.4
Brazil	13.0	13.0	13.1
Israel	12.7	12.3	11.1
Hong Kong (China)	8.7	10.7	10.4
Belgium	9.9	9.4	9.8
Ukraine	4.4	7.1	9.4
Canada	14.0	13.4	8.4
Finland	5.8	10.1	8.3
Denmark	6.3	9.5	7.6
Thailand	4.1	5.1	7.5
Malaysia	4.9	7.5	6.4
Philippines	6.9	6.4	6.4
Portugal	5.7	5.3	5.2
Slovak Republic	4.6	4.9	5.1
Mexico	5.9	7.2	4.1
Austria	4.0	4.0	3.6
Sweden	2.8	3.2	3.1
Morocco	5.1	4.9	2.8
Ireland	2.8	2.5	2.8
Bulgaria	3.9	3.9	2.6
Poland	2.7	2.5	2.4
Chile	3.3	3.4	1.7
Czech Republic	1.2	1.3	1.7
Other	21.4	22.3	19.0
Total⁽¹⁾	667.4	708.7	754.3

表3.5 Major Hard Coal Exporters (Mt)

	2002	2003	2004e
Australia	202.9	208.7	218.4
Indonesia	74.2	84.7	107.4
PR of China	83.9	94.0	86.6
South Africa	68.5	71.5	66.4
Russia	43.5	54.6	65.2
Colombia	34.5	44.7	51.7
United States	35.8	38.9	43.4
Canada	26.7	28.2	27.1
Kazakhstan	21.7	24.6	22.0
Poland	22.6	20.1	19.6
Other	38.8	37.3	47.1
Total⁽¹⁾	653.0	707.4	754.9

(1) See note (1) on Table 1.15

4. 「石炭情報システム（JCIS）」 データ更新のお知らせ

JCOALホームページで公開しております「石炭情報システム（JCIS）」は、皆様から大変好評を頂いております。

このたび、データを更新すると同時に、表やグラフのビジュアルイメージを改善し、より見やすく、使いやすいデータベースに改訂致しましたので、お知らせ致します。

詳細については、JCOALホームページをご覧ください。



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.3 (平成18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) 6400-5193 (企画調整部) 6400-5196 (資源開発部)、
03-6400-5198 (技術開発部) 6400-5197 (事業化推進部) 6400-5194 (国際部)

FAX：03-6400-5206/5207 E-Mail：jcoal-info@jcoal.or.jp

URL：http://www.jcoal.or.jp

「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】