

01_ ご挨拶

経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課長 谷 明人

02_ 第30回ICCR定例委員会出席報告

(財)石炭エネルギーセンター専務理事・事務局長 吉村佳人

05_ アジア情報ネットワークの構築

(財)石炭エネルギーセンター 国際部 平栗史雄

09_ 石炭技術最前線

- 微粉炭火力に対してコスト競争力のある超低排出IGCC
NovelEdge Technologies社 ウィリアム・S・ロリンズ
- MEGA-GSP技術(フューチャー・エナジー社の噴流層式ガス化技術)
Future Energy GmbH
- 石炭保安技術の高度化
(財)石炭エネルギーセンター 資源開発部 富田新二

27_ 第22回ピッツバーグ石炭会議に参加して

(財)石炭エネルギーセンター企画調整部 堺 義明/山崎裕子

31_ JCOALだより



ご挨拶

経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課長

谷 明人



9月1日付けをもって、資源エネルギー庁資源・燃料部石炭課長に就任いたしました谷明人でございます。就任にあたりまして一言ご挨拶を申し上げます。

これまで石炭は、安定供給が確保されたエネルギー源と考えられておりましたが、最近の豪州におけるインフラ問題や、中国におけるコークスの供給量の減少等により、価格が急騰するなどの不安定要因も存在することは事実でございます。しかしながら、現在も我が国の第一次エネルギー源の約2割を占め、今後とも石油に次ぐ重要なエネルギー資源との位置付けは増加することはあっても減少することはないものと思われま

す。最近、石炭を含めエネルギー全般に関して、資源エネルギー庁において様々な検討が進められました。

本年3月には、経済産業大臣の諮問機関である総合資源エネルギー調査会需給部会において、「2030年のエネルギー需給展望」が取りまとめられました。

本需給展望の中で石炭については、

- 環境面での制約要因が多いという課題はあるものの、我が国の一次エネルギー供給量の約2割を占め、重要なエネルギー源である。
- クリーン・コール・テクノロジーや炭層隔離のような技術開発の推進や、そのアジア等への普及等が重要である。

との指摘がなされているところです。

また、本年10月には、資源エネルギー庁において、2100年までの長期的視野に立った「エネルギー技術戦略ロードマップ」を取りまとめたところであります。これは、将来の制約条件を仮定し、エネルギー構成のケーススタディを通じて、民生、運輸、産業、転換の各分野において、将来に求められる技術スペックを実現するために必要となる主な技術メニューを時間軸に沿って分野別ロードマップとして整理したものです。

この中で石炭については、「石炭等の資源も有限であるため、発電(転換)効率向上など化石資源利用の高効率化が重要である。このためには、ガス化発電(燃料製造)技術、燃料電池と複合し

た高効率発電技術が必要である。」と述べられており、具体的な技術目標として、ガス化発電・燃料製造技術の発電(転換)効率が2030年までに55%を達成することが掲げられております。さらに、脱灰・改質などの前処理技術、排ガス処理、CO₂の回収・隔離技術、石炭灰の有効利用等のクリーン・コール・テクノロジーの開発の必要性や、コプロダクションの重要性についても述べられており、石炭の更なる高効率な利用技術が求められております。

現在、資源エネルギー庁は、この「エネルギー技術戦略ロードマップ」並びに昨年6月に「クリーン・コール・サイクル(C3)研究会」の中間報告として取りまとめられました「2030年を見据えた新しい石炭政策のあり方」に沿ってクリーン・コール・テクノロジーの開発、実証、更にはアジア等への普及を図るための取り組みに加え、アジア大のエネルギー安定供給を図るため、産炭国政府との石炭政策対話や、我が国企業の石炭資源開発促進のためのNEDOが実施主体として行う地質構造調査を始めとした助成など、鋭意実施しております。今後も世界最大の石炭輸入国として、我が国がアジア域内の石炭需給安定化に主導的な役割を果たしつつ、CCTの開発、実証及び普及の推進を通じ、アジア大ひいては世界規模での環境と経済の両立に積極的に貢献して参りたいと考えております。

最後になりましたが、日頃からの石炭関係者の皆様方による、我が国の石炭需給安定化やCCTの開発・普及にあたり並々ならないご努力に感謝の意を表するとともに、今後も皆様方のご協力の下、こうした活動がエネルギー全体の安定供給や環境調和的な利用に資することを祈念いたしまして、私の挨拶とさせていただきます。

第30回ICCR定例委員会出席報告



(財)石炭エネルギーセンター 専務理事・事務局長
吉村 佳人

9月13～15日の3日間にわたってドイツ・ケルン市で第30回ICCR (International Committee for Coal Research : 国際石炭研究委員会)定例委員会が開催され、日本からJCOAL筆者他2名が参加しましたので誌上をお借りしまして報告します。

ICCRは第一次石油危機等を契機に、欧米主要産炭国(イギリス、ドイツ、フランス、アメリカ、カナダ、スペイン、ベルギー)の石炭生産者の合意により、石炭の採掘、保安、選炭、利用、転換等の技術開発に関して定期的な情報交換を行ない、その活動成果を各国政府あるいは社会にPRすることを目的に1973年に設立されました。現在加盟国は、オーストラリア、ベルギー、カナダ、中国、ドイツ、インドネシア、日本、ニュージーランド、ポーランド、ロシア、南アフリカ、スペイン、イギリス、アメリカ、ベトナムの15カ国です。発足当初は石炭生産、保安に関する技術情報の交換が主でしたが、現在はクリーンコールテクノロジーについても意見交換が行われています。今年の委員会にはホスト国のドイツの他、アメリカ、中国、南アフリカ、日本、ニュージーランド、オーストラリア、ベトナムの8カ国が参加し、各国の石炭事情について意見交換を行うとともに、インドの新規加盟および2006年第31回定例委員会の日本開催等の決議が採択されました。また、3日目の15日にはエッセンにあるProsper-Haniel炭鉱の採炭切羽の見学が行われました。

以下に委員会の概要を報告します。

1. 日時 2005年9月13日～15日
2. 場所
委員会：RWE社会議室(ケルン)

テクニカルツアー：Prosper-Haniel炭鉱(エッセン)

3. 議事概要

(1) 第29回ICCR定例委員会(上海) 議事録(案)の承認

前回の議事録が示され、了承された。

(2) 講演

●ICCRの今後の方向性について

- ・McCarthy議長(オーストラリア)から、クリーンで将来まで余裕のあるエネルギー資源としての石炭を開発利用を推進するというICCRの今後の方向性を示すためのプレゼンテーションがあり、その後委員による議論が行われた。McCarthy議長は、ICMM (International Council on Mining and Metals)の基本方針を紹介した後、ICCRの将来の方向として、ICCRのメンバーがR&Dをレビューし、新しい能力を生み出すことが求められており、それをICMMに報告することにより、鉱山会社がR&Dの成果を適用することが可能となるので、そのような役割を担うのがICCRであると述べた。
- ・Lawson副議長から、ICCRは20年間情報交換してきた。CCTもかつての夢が現実になり、石炭のガス化も実現した。世界のエネルギー技術に関する良いチャンネルがこのICCRであり、情報交換の場として必要であると述べた。
- ・ニュージーランドのWhitney氏は、ICMMとは独立してやっていくべきだと発言あり。
ICCRは1973年に石炭関連の情報交換の場として石炭



生産国が加盟して設立されたが、近年石炭関連の国際会議が各種の主催者によって多数開催されようになってきているため、ICCRの存続そのものを含めて、ICCRのミッションについてここ数年来議論されてきたが、前回既に継続していくことは決まっておき、今回上記のような発言が出されてほぼ終止符が打たれた形となった。具体的には、3年に一度開催していた大会については、ピッツバーグ石炭会議等と共同で開催したり、毎年の情報交換についてはWCIと協調を図るなど、ほかの石炭関連の会議や機関と連携をとりながら委員会を継続していくこととなった。

●WCIとの協力について

WCIの事務局長Milton Catelin氏より、WCIの活動について報告があった。WCIは石炭会社及び関連機関の国際的な協会で、ノンプロフィット、ノンガバメントの機関である。事務所はロンドンにあり、メンバーシップをベースにして成り立っている。活動内容は、エネルギーや環境に対する石炭の立場に立った意見の発信、石炭の役割や石炭会社の社会的責務を認知してもらうための活動、CCTの開発・使用の奨励、世界的な石炭関連セクターの支援、石炭のメリットや石炭に対するイメージ改善のプロモート等である。

2005年6月29日に新しいウェブサイトが開設されたので、詳しい情報についてはアクセスしてほしいとのこと。McCarthy議長より、今後WCIとも情報交換をし、協調を図っていきたいとの発言があった。

(3) 各国カントリーレポート発表

参加各国からカントリーレポートが発表された(内容の詳細については、紙面の都合上省略しますが、JCOALにレポートを保管しておりますので、興味のある方は、jcoal-info@jcoal.or.jpにご連絡ください)。

以下、各国の発表概要について述べる。

a) 米国

Jeffery L. Kohler氏より、炭鉱の保安技術の現状と関連技術の研究状況について発表があった。石炭、金属、非金属、碎石等すべての鉱山の中で、炭鉱での災害比率が高いことなどを示し、長壁式切羽のダストコントロール、坑内ベンチレーション、天盤崩落抑制、ガス爆発抑制等の現状を紹介するとともに、火災の消火、個人ダストモニター器、聴力低下抑制方法等に関する研究開発状況について紹介された。

また、Lawson副議長が、米国ミシシッピ州、ルイジアナ州を襲ったハリケーンについてその被害の甚大さについて述べ、200万人もの人々がシーレベル以下のところで生活しており、エネルギー供給がストップしたことなどに言及し、エネルギーの観点からエネルギーシステム、すなわち、電気、パイプライン(天然ガス)、石油等相互間のエネルギーシステムが必要であることや石油は35～40ドル程度が妥当であること等について述べた。

さらに、米国では、今年からオイルシェールのガス化研究、商用機のIGCC建設等が計画されていることも述べた。

b) ドイツ

RAG Coal International社のJako b氏から石炭生産技術に関する発表が、RWE Power社のHartung氏から石炭利用技術関係の発表があった。石炭生産技術関係では、現在採掘されている瀝青炭の炭鉱はかなり深部に移行しており、世界平均よりかなり深い1000m近くでの採炭が行われており、深部での採炭オペレーション、採炭機械、坑道維持技術等の現状について報告があった。また、石炭利用技術に関しては、現在ドイツでは主に褐炭の新設火力(電力と熱供給)が建設されており、2004年の一次エネルギーの11%、発電電力量の28%を占めるまでになっており、今後ドイツのエネルギーの大きな柱として注目されていることを示した。最新鋭の褐炭燃焼火力発電所の計画、流動床方式による褐炭脱水パイロットプラント運転試験、発電効率の4ポイントアップを見込んだ700℃蒸気タービンの開発(EUプロジェクト)が紹介された。

石炭火力の高効率化と平行してCO₂回収・隔離に関する技術開発も行っており、目新しいものとして、Vattenfall Europe Generationが発表している酸素燃焼(Oxyfuel combustion)プロジェクトが紹介された。2008年から30MWthのプラントで40百万ユーロの予算で計画されているということである。

c) ニュージーランド

Whitney氏より、ニュージーランドの将来の水素化社会構想とそれに対して水素を供給するのに、大量にある褐炭資源を使うのが最もコストに見合うこと、それに向けて流動床を使った褐炭のガス化の研究開発を始めていることが紹介された。Whitney氏は以前よりわが国のハイパーリング(石炭利用CO₂回収型水素製造技術)に興味を持っており、CO₂の回収を含めて考えると、共同開発あるいは技術導入したいと思っているとのことであった。

d) オーストラリア

Australian Coal Research LimitedのBennetts氏からACAPP(Australian Coal Association Research Program)の石炭生産技術関係の最近動向の紹介があった。またCOAL21及び豪州連邦政府のLow Emission Technology Demonstration Fund(US380百万ドル)のテーマ募集について紹介された。

e) 南アフリカ

Phillips氏より、まず南アフリカの2004年の石炭生産量は3億トンに達し、その内、国内消費量は、175百万トンであったことが示され、その後150KWのFBC試験装

置による各種石炭の燃焼試験を実施していること、3箇所でUnderground Coal Gasificationを検討していること、最近CCTに対する注目度があがっていることなどが紹介された。石炭生産関係は、COALTECH2020と称して、石炭地質、坑内採炭、露天採炭、選炭、環境、教育等について研究プログラムを組んで研究が進められていることが報告された。

f) ベトナム

Vietnam National Coal Corporation(VINACOAL)のTruc氏から、まず、ベトナムの炭種別石炭埋蔵量、ベトナムの石炭生産会社はVINACOALだけであること、2004年の生産量は27百万トンで前年より37%増加したことなどが示された。その後、石炭の生産における安全対策、環境保全に関連する技術、特に炭鉱ガスに対する対策、海岸地域での石炭生産に伴う環境保全等について紹介された。

g) 日本

筆者より、わが国のC3イニシアティブと新生JCOALの活動について発表。

(4) ICCR事務局とICCRウェブサイト

- ・新しい事務局長にニュージーランドCRL社のRamon Brown氏就任
- ・情報交換及び広報を目的としたICCRウェブサイト(<http://www.iccr-coal.org/>)が開設された。

(5) インドのICCR加盟承認

Coal India、RH Khwaja会長及びSingareni Collieries Co LtdのCEOを招聘中

(6) ICCR大会について

3年毎に開催されている国際大会については、2007年に南アフリカで開催されるInternational Pittsburgh Coal Conferenceにおいて、ICCRワークショップの開催(1日間)を招請されている旨報告された。詳細なやり方については、今後南アフリカの代表と話し合っていくことになる。

(7) 第31回ICCR定例委員会(2006年)

次回の第31回ICCR定例委員会の開催について、日本での開催について日本側の了承を受け、全会一致で開催が承認された。

石炭情報 ネットワーク の構築

財石炭エネルギーセンター 国際部
平栗 史雄

本報告ではJCOALが平成14年度からNEDO委託事業として推進しているアジア地域における石炭関連情報の受発信を主体とする「石炭情報ネットワーク」について、その概要をご紹介します。

1. 事業の背景

まず、本事業の背景について説明致します。

経済成長の著しいアジア地域においてエネルギー需要の増大とともに、石炭の需要も増大しております。しかしながら、石炭の需要増大は公害問題に加え、地球温暖化等の環境問題をも深刻化させており、又、石炭の非効率的な利用も様々な分野で見られ、資源の無駄な消費は石炭需給の不安定化の一因とも考えられております。

これらの問題に対し、JCOALはこれまで我が国で開発されたクリーンコールテクノロジー（CCT）のアジア地域での移転、普及の為の各種事業、更には石炭需給の安定化を目指した事業を展開してきました。具体的にはアジア各国でのCCTモデルプラントの建設、CCT推進普及セミナーの開催、我が国でのCCT移転研修事業の実施、更には資源調査、石炭生産技術の移転事業等です。

一方、石炭を取り巻く環境は、ここ数年大きく変化しており、アジア地域を対象としたCCTの移転普及は以前にも増して強く求められております。唯、これらアジア各国の石炭の利用状況をみると、それぞれの国、地域におけるエネルギーの需給構造、経済の発展度合い、石炭の利用形態などにより、その実態はかなり異なっております。

従い、CCTの移転普及を効果的に展開する為にはそれぞれの国、地域における石炭の利用実態やそのニーズを的確に捉え、それに合った対応が必要です。その為には、我が国からの技術情報の発信だけではなく、アジア各国から石炭利用状況などの情報も発信してもらい2国間で情報を共有することが必要不

可欠となります。

かかる背景のもと、JCOALは平成14年度より、石炭関係情報を2国間で受発信できるネットワークの構築に向け、アジア関係各国における関係機関と話し合いを進めてきました。

2. 経緯

次に、その経緯についてご説明いたします。

本事業は平成14年度に「現地情報発信基地設置可能性調査」という事業名でNEDO委託事業としてスタートしました。その後、その調査結果を踏まえ検討を重ねた結果、平成16年度より「石炭情報ネットワークの構築」という事業名のもと、ネットワーク構築の具体化に向け歩みだしました。

1) 「現地情報発信基地」構想

平成14年度からスタートした「現地情報発信基地設置可能性調査」は下記構想に基づき実施されました。

- ・我が国CCTをアジア地域で普及を図る為に、各国にCCT情報発信基地を設置し、そこを拠点とした各種事業を実施する。
- ・事業は普及啓蒙(セミナー、シンポジウム等)、教育研修(CCT講座開設等)、研究開発(各国ニーズ発掘による研究開発、共同研究等)等とする。
- ・我が国が中心となり、情報交換・交流のネットワ

ークを構築し、アジア地域での石炭エネルギーの持続的発展(需給の安定化)を図る。

上記構想のもと、平成14年度にタイ、ベトナム、インドネシア、マレーシア4ヶ国を対象とした先導調査を実施し、平成15年度において、早期に具体化出来る事業としてベトナムとマレーシアで教育研修事業(CCT講座開設)を実施致しました。

2) 「クリーン・コール・サイクル(C3)研究会」中間報告

平成16年6月にMETI石炭課が今後の石炭政策のあり方を検討するために取り纏めを委嘱した「C3研究会」の中間報告において7つのアクションプランが提起され、その一つに「情報ネットワークの構築」が含まれました。

そのアクションプランの内容は「アジア域内の石炭需給見通しやCCTの普及に向けた課題等について各国で情報の共有を図る。又各国の実情に合わせた石炭の需給安定策、及びCCT普及策を展開する為の基盤として、石炭に関する国際的な情報ネットワークの構築を行うとともに、石炭に関する専門家の養成等を実施する。」というものです。

3) 「石炭情報ネットワーク」構想

C3研究会でのアクションプランに基づき、当初の「現地情報発信基地」構想を見直した形で「石炭情報ネットワーク」構想を新たにスタートさせ、その

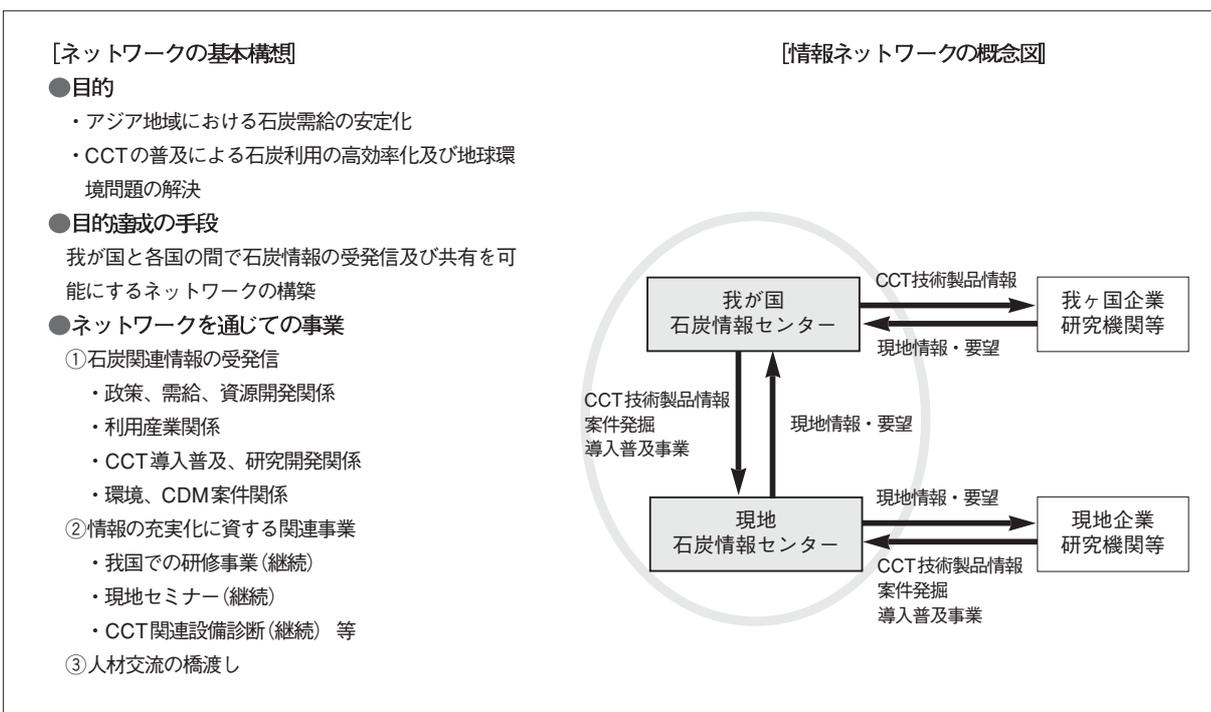


図1 石炭情報ネットワーク構想

構想を具体化するべく下記内容でのF/S調査を平成16年度において実施しました。

- ①本構想に関する国内関係企業へのヒヤリング
- ②現地ニーズ、課題発掘の為にCCT関連設備診断の実施(ベトナムでの試験的事業)
- ③アジア各国(ベトナム、インドネシア、タイ、マレーシア4カ国)における拠点となる機関の調査

3. 事業の内容

上記F/S調査の結果をもとに、平成17年度より、いよいよ、情報ネットワークの構築を具体化するべく下記事業目的、内容に基づき関係各国との具体的な交渉を開始することとなりました。

1) 目的

下記目的を達成するためにアジア各国と我が国との間で関連情報が定期的に共有されることを可能とする為の情報ネットワークを構築する。

- ・アジア地域におけるCCTの普及による石炭利用の効率化と地球環境問題の解決
- ・アジア地域における石炭需給の安定化

2) 情報ネットワークを通じた事業

上記目的を達成する為、下記事業を情報ネットワークを通じて実施する。

①石炭関連情報の受発信

アジア各国から発信する情報は石炭に関する一般情報の他、CCT導入普及、環境問題、CDM関連、人事組織情報などとし、日本側から発信する情報はCCT技術情報、CCT関係企業、専門家等に関する情報を対象とする。又、それぞれが取得した情報はそれぞれの国における石炭関連各企業、関係機関に発信する。

②情報の充実化に資する関連事業

- ・我が国でのCCT移転研修事業(継続実施中)
- ・現地CCT推進普及セミナー(継続実施中)
- ・CCT関連設備診断(平成16年度より実施)、その他

③人材交流の橋渡し業務

我が国、及びアジア各国における企業、大学などのCCT関係者が相手国関係先との交流、訪問、問い合わせ



図3 JCOALホームページのAsia-net

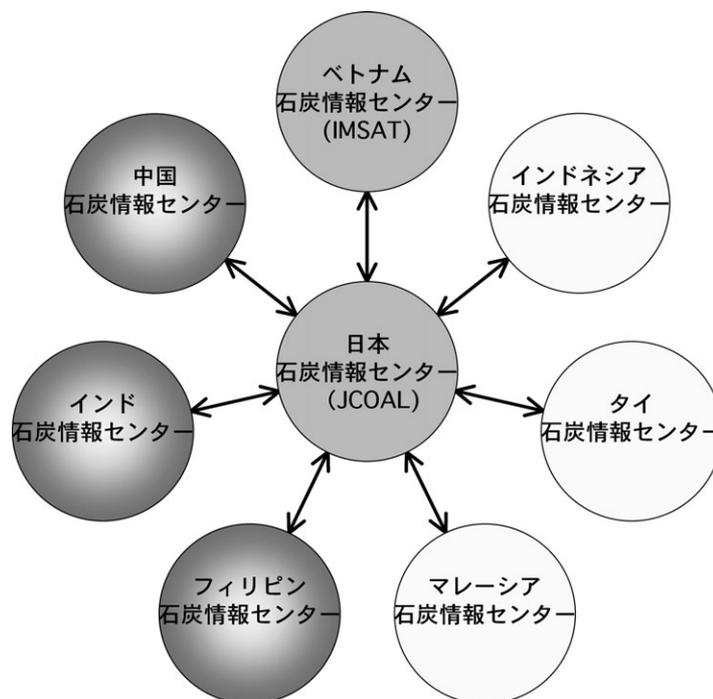


図2 石炭情報ネットワーク

わせを希望した場合、その紹介、橋渡し業務を行う。

3) 事務局の設置

上記事業を実行する機関として、我が国及びアジア各国においてそれぞれ事務局を設置する。我が国の事務局はJCOALとし、一方、アジア各国の事務局はこれまでの調査において下記組織を候補として協議、検討する。

ベトナム：VINACOAL（石炭公社）傘下のIMSAT。

昨年11月、ハノイにおいて開催された日越石炭政策対話の場で、ベトナム側より指名があったもの。

インドネシア：エネルギー・鉱物資源省内のTeKMIRA（鉱物石炭技術研究開発センター）、大統領府直轄組織であるBPPT（科学技術評価応用庁）の他、石炭鉱山会社の協会組織であるICMA（インドネシア石炭鉱山協会）と協議中。

タイ：エネルギー省代替エネルギー開発・効率化局（DEDE）と協議中であるが、発電公社（EGAT）を候補組織として検討中。

マレーシア：エネルギー・通信・水資源省のエネルギー局（KTAK）及び、その傘下機関であるマレーシアエネルギーセンター（PTM）と協議検討中。

その他：上記4カ国以外の中国、インド、フィリピンは未だ本構想についての協議を開始しておらず、来年度より具体化へ向けての調査を開始する予定。

4. 受発信する情報の内容と伝達方法

情報ネットワークを通じての事業の内、「石炭関連情報の受発信」について、その対象となる情報と、開示方法は以下の内容で現在、作業を進めています。

1) アジア各国から受信する情報

下記項目に関連した基本データ情報とスポット情報の2種類を予定しております。

基本データ情報についてはJCOALがNEDO委託事業として平成16年度に取り纏めた「APEC版コールノート」での様式となります。これは今年度中にJCOALホームページに掲載し、今後、各国からの最新情報入手次第、更新する予定です。一方、スポット情報については現地からの情報発信頻度と内容につき、現在、各国と協議中にて纏まり次第、JCOALホームページでご案内いたします。

（対象情報）

- ・エネルギー・石炭・環境政策、環境規制
- ・石炭需給、石炭生産、石炭資源開発
- ・石炭利用産業の石炭利用状況

- ・CCT導入普及、研究開発
- ・CDM関連情報（適合案件、国内制度等）
- ・石炭関係組織、研修生OB等の組織・人事情報、その他

2) 我が国から発信する情報

我が国から発信する情報は我が国の下記CCT関連技術、製品情報を主体とし、現地事務局が受信するこれら情報はそれぞれが可能な方法で、当該国関係者に伝達されます。尚、CCT製品情報については関係各企業からの情報提供をお待ちしておりますので、JCOAL宛ご連絡いただければ関係各国に発信いたします。

〔対象情報〕

- ・CCT技術情報
- ・CCT研究開発動向情報（セミナー講演報告等）
- ・CCT関係企業のCCT製品情報
- ・我が国石炭研究専門家等に関する情報、その他

5. 今後の課題

1) 現地拠点候補の選定

先にあげた現地事務局の候補先において、当該国内の石炭生産から利用までの全ての分野に参与できる機関は残念ながら存在していません。従い、当面は各国関係政府部署との繋がりがあり、且つ情報収集が効率的にできる組織、機関を現地窓口とし、将来、我が国でのJCOALと同様組織の形成、設立を促したい。

2) 我が国CCT専門家の確保

本ネットワークシステムを使つての各種事業を推進する為には我が国CCT専門家の確保が必要不可欠となっております。しかしながら、我国CCT研究分野においては近年の石炭を取り巻く環境の変化から技術専門家の減少や高齢化といった傾向がみられます。

又、現在、我が国では利用が先細り乃至は終了している技術、更には研究が終了しているも我が国では実用化されていない技術で、アジア地域では必要、乃至は今後利用が期待できる技術があります。これら技術の移転、実用化における専門家の確保も必要とされます。

石炭上流分野においては各種専門家がアジア各国で、その技術移転事業に携わり、各国より高く評価されておりますが、これを利用分野においても広げるためにも、CCT専門家の確保が今後の検討課題と思っております。

微粉炭火力に対して コスト競争力のある超低排出IGCC

NovelEdge Technologies, LLC 社長
ウィリアム・S・ロリンズ

1 はじめに

電力会社や独立発電事業者(IPP)が新規に石炭燃焼設備の建設を検討する場合、検討の対象となる主な技術として微粉炭火力(PC)と石炭ガス化複合発電(IGCC)の2つがある。これらの技術にはそれぞれ独自の優位性があるが、昨今の世界的な環境分野の技術開発ならびにIGCC部門の技術発展により、この2つの技術の立場は変化しようとしている。ここでは、微粉炭火力とIGCCの相対的な違いを技術的に比較してみることにする。この検討は、概略的なものだが、検討の結果はIGCC技術に対するアプローチが、今後の詳細な分析によって、さらなるメリットをもたらす可能性を示している。

2 微粉炭

微粉炭(PC)ボイラは燃焼域に微粉炭を注入して運転する。このプロセスは石炭中の成分を空気と反応させる。これにより H_2O 、 CO 、 CO_2 、 NO_x 、 SO_x 、水銀蒸気、その他の燃焼生成物が発生する。このほか、不完全燃焼により炭化水素とチャーが生成され、無スラッキング運転(灰が溶融しない)によって、石炭中の灰が放出される。この石炭燃焼プロセスからの熱はボイラの熱交換面に伝導され、蒸

気を発生させる。蒸気は臨界圧力(3,206psia)未満で発生することもあれば、臨界蒸気圧を越えて発生することもある。発生した蒸気は従来式の再熱式ランキンサイクルにより、蒸気タービン(ST)で発電する。

以上のように空気中で石炭を直接燃焼した場合、排ガスの排出量を受け入れ可能なレベルに低減させるための後処理として結果的に多数の設備を付加しなければならない。代表的な設備として、粉塵やフライアッシュを取り除く繊維フィルタや、一般に SO_x と呼ばれる硫黄酸化物を除去するスクラバなどが挙げられる。このほか、 NO_x を受け入れ可能なレベルに低下させるスクラバも必要になる。米国の新規規格では、一定形式の水銀除去設備も必要になる。これらの各種排出低減設備によってプラントの複合性を増し、プラントの正味排出量を低下させるとともに、投資コストの大幅な増加を招いている。微粉炭プラントの排出レベルは SO_x で0.15 lb/MMBtu、 NO_x で0.07 lb/MMBtuになるとみられる*1。水銀除去率は40%から80%になるだろう。

3 石炭ガス化複合発電(IGCC)

石炭ガス化が可能なプロセスは数多く提供されているが、いずれの場合も石炭を合成ガス(シingas)

に変換するというプロセスの結果は共通している。IGCCでは典型的に墳流床ガス化炉を利用している。墳流床プロセスはGEガス化(旧ChevronTexaco)、ConocoPhillips E-Gas、Shell方式の3つが主として市場に供給されているが、いずれも高純度酸素と石炭を大型の容器内で反応させ、シingasを生成する。ガス化炉と呼ばれるこれらの容器は反応物を部分的に酸化させ、主に水素(H₂)と一酸化炭素(CO)で構成される合成ガスを発生させる。この反応は高温で起きることから、ガス化プロセスで灰が溶けて溶融するスラッキング運転となる。ガス化プロセスで発生する熱は回収され、高圧蒸気の発生に利用される。発生した蒸気はプラントの複合サイクル部へ送られる。

ガス化炉で生成したシingasの主要成分はH₂、CO、CO₂、H₂O、N₂、アルゴンである。ただし、HCN、NH₃、H₂S、COS、チャー、水銀蒸気、その他環境に好ましくない成分も含まれる。従ってシingasを処理することでこれらの好ましくない成分を除去したのちガスタービン(GT)に燃料として送り込むことになる。ガス化炉を出たシingasは冷却

され、いくつものステップを経て硫黄、粉塵、アンモニアなどの好ましくない副生成物が除去される。最終的にクリーンになったシingasは予熱され、燃料としてガスタービンに送られる。複合サイクルでは、当然のことだが、熱回収蒸気発生器(HRSG)によってガスタービンの排ガスから熱を回収し、蒸気を発生させる。蒸気は蒸気タービンに送られ発電される。オプションで燃料電池発電ユニットを備えたIGCCプロセスの概略図を図1として添付する。

図1から、IGCCプラントにはガス化部、空気分離部、発電部の3種類の設備が含まれていることが分かる。ガス化部については先に説明したとおりである。空気分離ユニット(ASU)は、空気から酸素を分離してガス化炉へ供給するIGCCプラントの一部である。この酸素の典型的な純度は95%で、極低温分離プロセスによって確保される。空気分離系統はすでに実証済みで信頼性も確立されているが、IGCCプラントの総出力のおよそ15%を消費する。空気分離プロセスでは窒素も得られるが、これをGT燃焼工程に注入することで燃焼温度を下げ、窒素酸化物

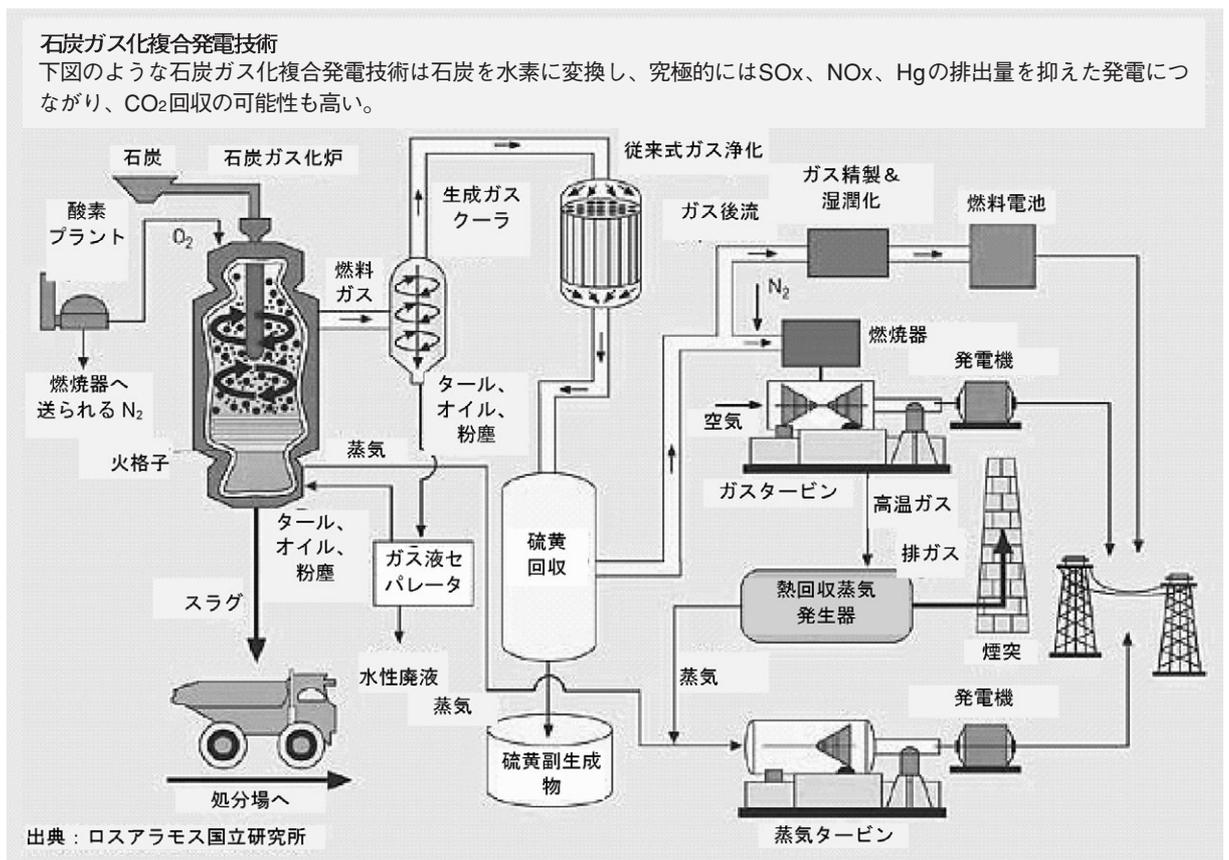


図1 燃料電池発電ユニットを備えたIGCCプロセスの概略図

(NO_x)の生成を制御することができる。

IGCCプラントの3番目の設備は発電部である。IGCCプラントのこの部分にはガスタービン、熱回収蒸気発生器(HRSG)、蒸気タービンが含まれる。基本的には天然ガス燃焼複合サイクル発電プラントと類似するが、天然ガスの代わりにシingas燃料を燃やせるようにガスタービンを改造している。このほか、主にガス化プロセス(シingasクーラ)からHRSGに送られる大量の飽和蒸気によって、HRSGに違いが出る。このように、HRSGに外部から別の蒸気が供給されるため、これをHRSG内で過熱、再加熱しなければならない。蒸気タービン入口の主圧力はシingasクーラに対する制限のため低くなる。

従来のIGCCプラントは、ガスタービンの台数を決めてプラントの定格出力を確保している。任意台数のGTエンジンに対してそれに相当する出力で発電することになる。たとえば、GE Frame 7FAガスタービンの場合、GT 1台によるIGCC設備は公称ISO定格の275MWを出力する。これがGT 2台になると550MWに増加し、同じくGT 3台のプラントでは公称定格825MWとなる。これらのプラントの定格出力は使用するGTの台数(先の例で示したように1台から3台)か、GT型式のいずれかで調節するのが一般的である。GT型式の変更とは、たとえば197MW GE 7FAユニットの代わりにもう少し小型の85MW GE 6FAガスタービンを使用するという具合である。従って、IGCC構成で可能なプラント定格は、使用するガスタービン型式の各種組み合わせに限定される。

このような構成の仕方ではIGCCプラントの定格

が制限されるのみならず、プラントの運転範囲をもせざるようになる。これは、最大出力運転から負荷を引き下げるときはガスタービンの負荷低減によって行うためである。このようなガスタービンの負荷低減は効率だけでなく排出にもマイナス影響を及ぼす。

3 微粉炭火力と従来型IGCCの比較

具体的なサイトにどのような石炭技術が最適かを検討する場合、開発者は各技術がもつ多くの側面を評価して用途に応じた最適技術を判断しなければならない。評価対象となる側面には、効率、排出量、資本コスト、稼働率、またCO₂削減のような将来的な検討項目などが挙げられる。表1は、微粉炭技術と従来型IGCC技術とを比較した一覧表である。

表1から分かるように、従来型IGCCプラントは排出量、燃料融通性、CO₂削減の分野で明らかに微粉炭火力よりも優れている。ところが微粉炭火力は資本コスト、運転保守(O&M)コスト共に低く、また稼働率の点で優れている*3。IGCC技術の短所に的確な対応ができれば、石炭燃焼発電プラントの開発者にとってIGCCプラントは当然の選択技となりうると考えられる。

4 NovelEdge™技術によるIGCC

① 基本概念

NovelEdge™技術は、複合サイクル発電プラントの初期資本経費もO&Mコストも低く抑えることの

表1*2 微粉炭と従来型IGCCの比較

検討項目	IGCC	PC	説明
資本(\$/kW設置)			両方とも\$1200から\$1600の範囲
規制対象排出			IGCCが明らかに有利
水銀排出			IGCCの水銀除去>90%
O&Mコスト			
プラント稼働率			両方とも90%+範囲
スケジュール			
生成物/燃料の融通性			IGCCは複数供給、複数生成(発電)が可能
効率			両技術とも向上中
CO ₂ 捕集能力			IGCCは燃焼前、PCは燃焼後

● = カテゴリリーダー
 ~ = カテゴリリーダーを基準とした割合

できる特許権付複合サイクル技術である。HRSG内で排気助燃を採用することで可能になった技術であり、プラントに低コスト性をもたらすことができる。一般的な排気助燃式ではプラントの熱消費率が従来型複合サイクルに比べ著しく増加することになるが、NovelEdge™サイクルではプラント効率をまったくあるいはほとんど損なわずにプラント能力の大幅な改善が達成できる。この高効率性がコスト効果の高いIGCC設備の鍵となる。

排気助燃を十分に利用しIGCCと一体化したNovelEdge™サイクルの研究から、IGCC使用者に対して「低コスト」と「融通性」という大きな2つの利点を提供できることが明らかになっている。まず、NovelEdge™技術は低コスト複合サイクル構成であるため、発電部の個別原価は低下する。しかし、発電部はIGCC設備の一部にすぎないことから、発電部で大幅にコストを削減しても設備全体に転化したときはそれほど大きなコスト減にはならない。そこで重要になるのがサイクルの融通性である。

例を挙げると、排気助燃を十分に利用した場合、2-on-1構成(FAクラスのガスタービン2台、HRSG 2台、蒸気タービン1台)は従来型IGCCの公称定格550MWには、もはやおさまらず、625MWから900MWの定格レベルに拡大すると考えられる。図2*4は、この範囲を超えるプラント設計のコスト/熱消費率の傾向を図示したものである。

図2から分かるように、NovelEdge™サイクルを活用する開発者はニーズに合ったIGCCプラントサイズを選択できるだけでなく、コストと効率の相関関係の評価を行って予測される運転シナリオに対して最も経済的なプラントを見極めることが可能である。これは、今回の新技術の融通性がIGCC用途に対してどのように効果があるかを示す一例である。

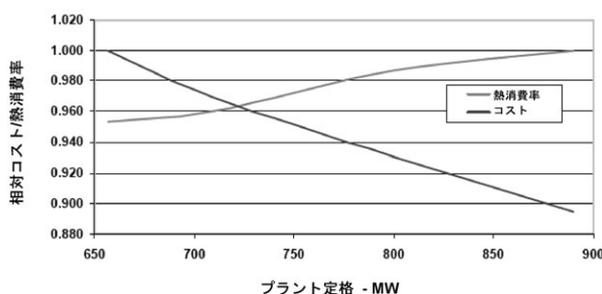


図2 NovelEdge™基準プラント設計範囲

②Shellガス化プロセス

今回の新しいIGCC技術では基本的に無限のプラント定格が可能だが、「最適」構成を示す「基準プラント」はいくつかに限定される。以下で、Shellガス化プロセスに基づき、このNovelEdge™技術の各オプションを検討する。

Shellガス化炉は、主にいくつかの分野で主要競合メーカーのものとは異なっている。第一に、石炭をガス化炉に装てんするとき乾燥状態で行う乾燥供給システムを利用している点である。この方式は、石炭を水と混合してスラリーとしてガス化炉に供給するスラリー供給設計とは対照的である。2つ目の大きな違いは、Shellガス化炉はその構造に耐火ライニングを施した容器ではなく、水冷式のメンブレンウォールを採用していることである。この強固な設計によりガス化の可用性が高まるとともに、耐火材を定期的に交換する必要もなくなる。図3はShellガス化プロセスの概略図を、図4はShellガス化炉の構造を示しておりメンブレンウォールが図示されている。

Shellガス化炉のもう1つの重要な側面は用途範囲の広さである。1台のガス化容器で最大5,000USトン/日(TPD)の乾燥石炭を処理できる設計となっている*5。

経済効率は最大能力運転時に最も高くなるため、定格能力を超える用途ではガス化部の経済性が向上することになる。さらに、5,000TPDのShellガス化炉に対するASUは公称3,900TPDのユニットとなる(受け入れ時点でイリノイ#6石炭、水分10%、11,070Btu/lb、灰分9%、硫黄分3.47%を基準とする)。これはメーカーからシングルトレインのASUとして製作可能で、ASUシングルトレイン能力の上限範囲に近い優れたスケールメリットも確保できる。

5 NovelEdge™基準プラント

①基準プラント1(625MW)

ガス化プロセスから最適な経済性が得られるよう、第1の「基準プラント」は、5,000TPDのShellガス化炉1台と3,900TPD ASU 1台で最適化されたガス化部と、GE Frame 7FA+eガスタービン2台、HRSG 2台、公称340MW蒸気タービン1台による発電部をベースとしたIGCC設備を想定した。この設備の正味出力は625MW、予測される熱消費率は

8,050Btu/kwh HHV、効率としては42.4%である。

次のステップはプラントコストの算定である。IGCC設備のコストには多数の要素が関係する。サイトごとに賃金、労働生産性、地方税、輸送コストなどの要因がプラントコストを大きく左右することがある。このほか、敷地条件、根切り、土壌修復、くい打ち条件など別の要素も最終的なEPCコストに大きな影響を及ぼす。これら諸要因のため、特定のサイトや状況に対して費用と時間をかけずに正確なコストを算定するのは困難である。

従って、本報告書においては、コスト比較によって従来型558MW Shell IGCCプラント(熱消費率8,300 Btu/kwh)とNovelEdge™基準プラントのコスト差を実際的に提示していく。ガス化部、ASU、蒸気タービン、HRSGについてコスト上昇分を特定する。従来型設備では、基本となるShell IGCCプラントのkWあたりの能力コストは\$1,600と推定する*6。

ガス化炉2台、ASU 2台を備えた558MW従来型Shell 2-on-1IGCCのkWあたりの基本コスト\$1,600に対し、今回の大型ガス化炉1台と大型ASU 1台による625MWプラントのコストはkWあたり公称\$1,375となる。このようなコスト削減がどのように可能かを詳しく見てみることにしよう。

まず、ガス化プロセスおよびASUについては、容量比を指数0.7で乗じた数値に応じて全体的なコストは増加する。従来型558MW Shell IGCCでは、水分10%における石炭必要量は5,020TPD、乾燥燃料

で4,518TPDである。燃料の最終供給水分が2%であれば、5,000TPDガス化炉で乾燥燃料4,900TPDを処理することになる。よって、625MW NovelEdge™基準プラントは従来型IGCCより燃料を8.5%多く(4,900TPD/4,518TPD)消費することになる。

しかし、本プラントは2台の小型ユニットの代わりに1台の大型ガス化炉およびASUで燃料を処理している。そのため、ガス化部およびASU双方のコスト比は次のようになる。

$$(1.085^{0.7}/2) * (2^{0.7}) = 0.860$$

上の式で、従来型の2台のガス化炉の能力は8.5%上昇した。この能力アップに対するコスト上昇は1.085^{0.7}であった。このコストを2で割ったものが625MW基準プラントの1/2サイズのガス化炉1台分を表す。ガス化炉1台丸ごとのコストを求めるため、1/2サイズガス化炉のコストを係数2^{0.7}で増加させた。従って、実際のガス化部およびASUのコストは従来型Shell IGCCの86%に低下する。

2台のガス化炉と2台のASUを1台のガス化炉と1台のASUに置き換える場合は重複性や信頼性について若干の懸念はあるものの、これは特定のプラント及びその運転状況を評価する場合の一般的な手段である。

発電部については、ダクトバーナ、スクラバ、アンモニア還元触媒の追加とIPボイラ部およびLPボイラ部の排除によってHRSGのコストが1台あたり

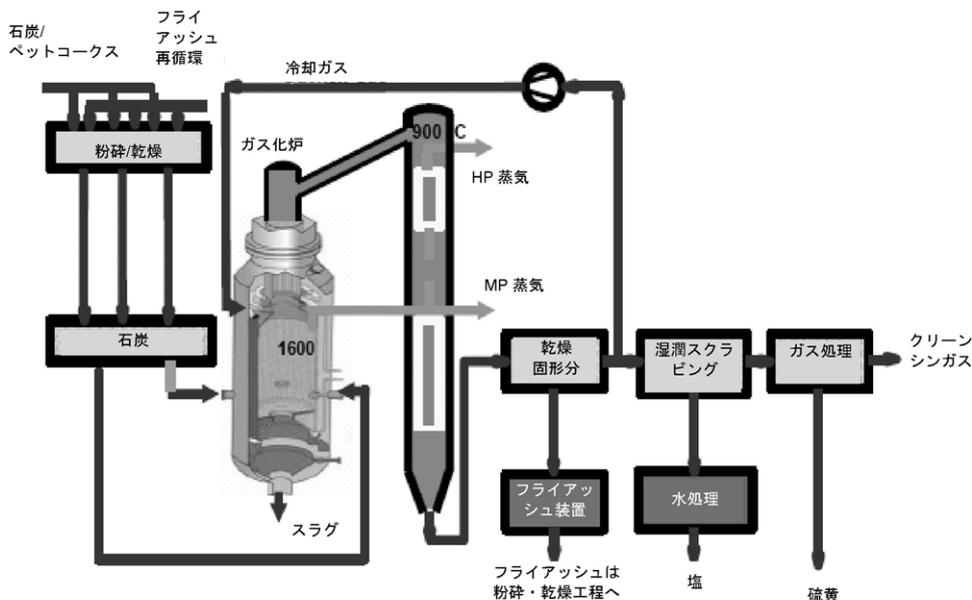


図3 Shellガス化プロセス

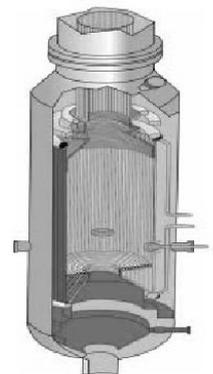


図4 Shellガス化炉の構造

約\$200万ずつ上昇する。基本的なHRSGコストは2つのケースで類似していること、また\$200万の追加コストの大半はスクラバとアンモニア還元触媒のためであることに留意されたい。蒸気タービン、復水器、冷却塔、およびプラント部分では\$3,000万のコスト上昇が見込まれる。表2はこの625MW基準プラントのコストをまとめたものである。

要約すれば、NovelEdge™625MW基準プラントはダクトバーナに対して公称180MMBtu LHVの入力を必要とするプラントで、これはダクトバーナからの混合平均出口温度1,225°Fに相当する。本設計は、ガス化部(GI)とASUにおける低コスト化を実現するよう最適化されている。発電部で、ある程度のコスト低下があるものの、特筆すべきほどではない。実質的には、公称16%のプラント能力コストの削減効果がある。

同様に、本プラントのO&Mコストは大幅に低下するはずである。558MWの従来型Shell IGCCプラントに必要なO&M経費は一般的には年間約\$4,000万にのぼるとみられる。そのうち年間約\$1,200万は発電部、\$2,800万はGIおよびASUに必要となる。一方、定格を上げたNovelEdge™設備の場合、ガス化炉は1台、ASUも1台のみだが、O&M経費は公称で半分になり、大型では50%増加する。発電部のO&M経費の増加分は微々たるもので、おそらく\$100万程度。従って、新規の年間O&M経費は、 $((28 \times 0.5) \times 1.5) + 13.0 = \$3,400$ 万となる。出力アップに加え、O&M合計コストが低下することになる。\$/kWhベースでは、O&Mコストが従来型IGCCプラントの76%に低下する。

②基準プラント2(900MW)

本例では、発電部の経済効率を高めるとともにガ

ス化部とASUの経済性を若干引き上げるような設計とする。プラント構成は、3,725TPD Shellガス化炉2台(燃料は水分2%に乾燥)、2,880TPD ASU2台、発電部はGE Frame 7FBガスタービン2台、HRSG2台、公称590MW蒸気タービン1台とする。この設備の正味出力は900MW、予測される熱消費率は8,310Btu/kwh HHVまたは効率41.1%である。

なお、GE Frame 7FBエンジンは7FAエンジンより約18%出力が高い。さらに、熱消費率は7FAより3~4%低く、高効率のIGCC設備となっている。価格的には7FBは7FAより高いが、GEは7FBの\$/kW能力コストを引き下げると発表している*7。7FBの製品寿命にしてみれば現段階ではこの新型エンジンの保守コストを把握するには時期早々といえる。従って、ここでは新型エンジンを採用した場合のO&Mコストの増加分をエンジン1基あたり年間\$100万と仮定する。

次に、ガス化能力が61.54%高い今回の900MWプラントを、558MWの従来型Shell IGCCプラントと比較してみる。GIおよびASUのコスト係数は次のようになる。

$$(1.6154^{0.7}) = 1.40$$

発電部については、ダクトバーナ、スクラバ、アンモニア還元触媒の追加でHRSGのコストが1台あたり約\$400万増加する。蒸気タービン、復水器、冷却塔、およびプラントのバランスは\$6,700万のコスト上昇が見込まれる。表3はこの900MW基準プラントのコストをまとめたものである。

要約すれば、NovelEdge™900MW基準プラントは、ダクトバーナの混合平均出口温度1,675°Fを得るのに公称840MMBtu LHVをダクトバーナで消費するプラントである。本プラントの設計は、発電部

表2 NovelEdge™ 625MW基準プラントのコスト概要

(コストの単位：100万ドル)

構成単位	従来型Shell IGCC	NovelEdge™ IGCC	コメント
ガス化部(GI)	440.0	378.4	0.86スケール
ASU	76.5	65.8	0.86スケール
HRSG	20.0	24.0	各+\$200万
発電部(HRSGなし)	356.5	390.0	ST、配管等の加算
合計	893.0	860.2	
出力 - MW	558.0	625.0	
能力コスト\$/kW	1,600.0	1,376.0	

の低コスト化を実現するよう最適化されている。GIおよびASUである程度コストが低下する。実質的には、公称18.5%のプラントコストの削減効果がある。

同様に、本プラントのO&Mコストも低くなる。従来型Shell IGCCプラントは年間約\$4,000万のO&M経費だが、900MW NovelEdge™設備の場合は年間で公称\$5,200万が必要となる。これは、GIおよびASUについては年間\$2,800万～\$3,600万で28.5%の増加、発電部では\$1,200万～\$1,600万で33%の増加とみられる。O&Mの合計コストは高くなるが、出力も大幅に伸びることになる。\$/kWhベースでは、O&Mコストが従来型IGCCプラントの80.6%に低下する。

③ 基準プラント3 (1,225MW)

本例では、発電部のほかにもGIおよびASUの経済効率を最適化する設計を行う。プラント構成は、5,000TPD Shellガス化炉2台燃料は水分2%に乾燥、3,900TPD ASU 2台、発電部はGE Frame 7FBガスタービン3台、HRSG 3台、公称740MW蒸気タービン1台とする。設備の正味出力は1,225MW、予測される熱消費率は8,200 Btu/kwh HHV、効率でいえば41.6%である。

前述した通り、ガス化能力が116.4%高い本プラントを、558MWの従来型Shell IGCCプラントと比較してみる（GIおよびASUは相当するNovelEdge™625MW基準プラントユニットの2倍のサイズである）。よって、GIおよびASUのコスト係数は次のようになる。

$$(2.164^{0.7}) = 1.717$$

発電部については、ダクトバーナ、スクラバ、アンモニア還元触媒の追加でHRSGのコストが1台あたり約\$300万増加する。蒸気タービン、復水器、冷却塔、およびプラントのバランスは\$1億8,200万のコスト上昇が見込まれる。表4はこの1,225MW基準プラントのコストをまとめたものである。

要約すれば、NovelEdge™ 1,225MW基準プラントはダクトバーナに対して公称550MMBtu LHVの入力を必要とするプラントであり、これはダクトバーナの混合平均出口温度1,540°Fに相当する。本プラントの設計は、GIおよびASUとともに発電部における低コスト化を実現するよう最適化されている。実質的には、公称25.3%のプラント能力コストの削減効果がある。

O&Mコストについては、本プラントでもやはり

表3 NovelEdge™ 900MW基準プラントのコスト概要

(コストの単位：100万ドル)

構成単位	従来型Shell IGCC	NovelEdge™ IGCC	コメント
ガス化部 (GI)	440.0	615.5	1.40スケール
ASU	76.5	107.0	1.40スケール
HRSG	20.0	28.0	各+\$400万
発電部 (HRSGなし)	356.5	423.0	ST、配管、7FBエンジン等の加算
合計	893.0	1,173.5	
出力 - MW	558.0	900.0	
能力コスト\$/kW	1,600.0	1,304.0	

表4 NovelEdge™ 1225MW基準プラントのコスト概要

(コストの単位：100万ドル)

構成単位	従来型Shell IGCC	NovelEdge™ IGCC	コメント
ガス化部 (GI)	440.0	755.3	1.717スケール
ASU	76.5	131.3	1.717スケール
HRSG	20.0	39.0	各+\$300万
発電部 (HRSGなし)	356.5	538.0	ST、配管等の加算
合計	893.0	1,463.6	
出力 - MW	558.0	1,225.0	
能力コスト\$/kW	1,600.0	1,195.0	

低下する。従来型Shell IGCCプラントは年間約\$4,000万のO&M経費を必要とするが、1,225MW NovelEdge™設備は年間で公称\$6,400万が必要となる。これは、GIおよびASUについてはO&MコストがNovelEdge™ 625 MW基準プラントの2倍、つまり年間\$4,200万と想定される。発電部については従来型IGCCでは年間\$12万だが、3台目のGTに対して年間\$400万、7FAから7FBエンジンへのグレードアップに対して年間\$300万を追加する必要がある。蒸気タービン能力の追加分については、年間\$300万を別途追加する。結果として年間の総合計は\$6,400万となる。これについてもO&Mの合計コストは高いが、出力も大幅に伸びることになる。\$/kWhベースでは、O&Mコストが従来型IGCCプラントの72.9%に低下する。

6 超臨界微粉炭火力

○超臨界微粉炭火力のコスト

本書で示した基準プラントにおいて、次のステップは同規模の超臨界微粉炭火力(SCPC)のプラントコストを求め、NovelEdge™ IGCC設備の数値と比較することである。表5はSCPCプラントの総コストを、燃料を除外した年間予測O&Mコストと併せて示したものである。

以上のSCPCプラントの場合、湿式冷却塔、必要な排出関連機器およびイリノイ#6による予測熱消

費率は約9,000Btu/kwhである(3,500psia、1,050°F/1,050°F、再熱蒸気サイクル基準)。

7 発電コスト

○発電コストの比較

— NovelEdge™ IGCC 対従来型SCPC

発電コストの比較では、いくつかの仮定が必要になる。まず、比較する両プラントともベース負荷で運転するが、SCPCプラントの稼働率は92%、NovelEdge™ IGCCは稼働率88%とする。燃料コストについてはサイトに送るMMBtu HHVあたり\$1.50とする。資金調達率は20年間で8%の金利とする(IGCCの燃料融通性を考慮すれば、NovelEdge™設備はSCPCプラントより低コストの燃料を確保できると考えられるが、今回の評価では考慮していない)。

なお、建設費用の金利負担、送電設備の更新、その他サイトの改善については考慮しない。また、排出量削減の貸し借り、副生成物の販売、その他考えられる費用や収入源の可能性についても今回の単純分析では考慮に入れていない。インフレ、租税、減価償却については省略している。基本的に、プラントのEPCコスト、O&Mコスト、燃料コストに基づいて発電コストを単純に1年間で見たものである。

表6は、NovelEdge™基準プラントと同規模のSCPCプラントのそれぞれ予測される発電コストを

表5 平均SCPC資金とO&Mコスト

プラント定格 - MW	資本費 - \$/kW	O&Mコスト - 100万ドル
625	1,400	24
900	1,275	32
1,225	1,330	44

※1225MWプラントは公称615MWプラント2基とみなす。

表6 発電コストの比較 - NovelEdge™ 基準プラント対SCPC

プラントの種類 & MW	年間 MWH (x106)	熱消費量	プラントコスト \$/kW	O&Mコスト	発電コスト、資本 \$/MWh	発電コスト、O&M \$/MWh	発電コスト、燃料 \$/MWh	総発電コスト \$/MWh
SCPC 625	5.037	9,000	1,400	24	17.37	4.76	13.50	35.63
NE 625	4.818	8,050	1,375	34	17.84	7.06	12.08	36.97
SCPC 900	7.253	9,000	1,275	32	15.82	4.41	13.50	33.73
NE 900	6.938	8,310	1,310	52	16.99	7.50	12.46	36.95
SCPC 1225	9.873	9,000	1,330	44	16.50	4.46	13.50	34.46
NE 1225	9.443	8,200	1,195	64	15.50	6.78	12.30	34.58

※表の熱消費量の単位はBtu/kwh HHV。O&Mコストの単位はUS\$100万

比較したものである。

要約すると、NovelEdge™ IGCC基準プラントの発電コストは同規模のSCPCプラントに匹敵する。資本コストは用途によって高い場合も低い場合もありうるが、燃料コストは一定してSCPCプラントより低い。ただし、O&M経費についてはIGCCプラントのほうがいずれも高く、場合によっては大幅なコスト高がみられる。3例のすべてにおいて、IGCCのO&M経費がSCPCのO&M経費と同額なら、IGCCプラントのほうが発電コストは低くなる。O&M経費高の問題は、エネルギー省(米国)の今後の検討を待つべき分野かもしれない。

8 エミッション

① NovelEdge™の標準排出量

NovelEdge™の実施基準は、模範的な環境パフォーマンスを考慮した設計となっている。従来型のIGCCプラントはシingasを硫黄成分(H₂S、COS)20ppmから40ppmに浄化することができるが、NovelEdge™ではこれをさらに10ppm未満に低減させる基準となっている。これにはより効果の高い、従って価格の張る脱硫プロセスが必要になる。しか

し、本技術の低コスト構造により、\$/kWベースのプラントコストに大きな追加費用は生じない。

NOx管理については、従来型IGCCはGTで吸入空気温度調整機構を採用してNOx排出量を15ppm未満、O₂補正15%に維持している。NovelEdge™設備では、標準プラントの場合NOx排出量を3ppm、O₂補正15%に抑えるスクラバが組み込まれる。この利用に当たっては、燃料の硫黄分が少ないこと、HRSGで別の触媒を用いてアンモニアスリップを抑えることの2つの要因から、スクラバの採用は慎重にすべきである*8。このスクラバはこれまで3基のIGCCで使用されているが、いずれも残油などの液体原料を使用していた。従って、石炭燃焼IGCCプラントにおけるこのスクラバの使用はまだ実証されていない。

脱硫やスクラバに加え、シingasから水銀蒸気を除去するため、活性炭素床を利用している。水銀除去率は95%以上と推定される。

NovelEdge™ IGCC設備の排出量は天然ガス燃焼複合サイクル発電プラントに近づいている。

② 排出量の比較 — NovelEdge™ IGCC 対 SCPC

SCPCプラントの場合は排出量の変動が許される

表7 排出量の比較- NovelEdge™ IGCC対SCPC

基準汚染物質	SCPCの典型保証レベル	NovelEdge™の典型保証レベル	排出削減係数
SOx	0.150 lb/MMByu	0.005 lb/MMByu	~30
NOx	0.070 lb/MMByu	0.012 lb/MMByu	~6
水銀	50%削減	95%削減	~10

表8 SCPCとNovelEdge™ IGCCの比較

検討項目	IGCC	PC	備考
資本(\$/kW設置)	●	●	明らかな差はない、用途による
規制対象排出	●	◐	NovelEdge™は顕著な優位性
水銀排出	●	◐	NovelEdge™の水銀除去>95%
O&Mコスト	◐	●	IGCCは改善が必要
プラント稼働率	◐	●	両方とも90%近い
スケジュール	●	●	IGCCでの改善が新たなデータにより示されている
生成物/燃料の融通性	●	◐	IGCCは複数供給、複数生成(発電)が可能
効率	●	◐	NovelEdge™/Shellの組み合わせで差が広がる
CO ₂ 捕集能力	●	◐	IGCCは燃焼前、PCは燃焼後

● =カテゴリリーダー
 ◐ ~ ◑ =カテゴリリーダーを基準とした割合

かもしれないが、表7は、SCPCプラントに保証される典型的な排出量を示し、それをNovelEdge™ IGCCの典型的な排出量保証と比較している。

要約すれば、NovelEdge™ IGCCプラントによる排出量は従来型SCPCプラントよりも大幅に少ない。

9 まとめ

従来型IGCCプラントは従来型微粉炭火力プラントに比べてコスト面で不利である。しかし、NovelEdge™IGCCを最適ガス化部およびASUとともに採用することで、IGCC技術は微粉炭火力とコスト面で競合できるようになる。このIGCCプラントは燃料の融通性があるという利点から、SCPCプラントより低コストの燃料を確保できると考えられる。このことがさらなるコスト競争力をもたらす。排出コスト、副生成物の販売、埋立て費用を負担せずにする、CO₂税などの要素も考慮すれば、NovelEdge™ IGCC基準プラントは微粉炭火力プラントに対して優れた経済性を実証できる可能性がある。

NovelEdge™で最適化したIGCCサイクルは、コスト競争力があるとともに天然ガス燃焼複合サイクルの排出量に近い超低排出設計となっている。従って、上述の基準プラントはコスト競争力のみならず、石炭燃焼設備として、最も利用しやすい制御技術である。また、京都議定書の実施、ならびに空気中のCO₂濃度やそれがもたらす地球温暖化への影響に対する世界的な意識の高まりのなかで、本プラントのもつ優れた効率はCO₂排出量の低減につながるものである。CO₂税が実施されれば、IGCCプラントは従来型石炭燃焼プラントよりもCO₂の回収や隔離に対してはるかに高い適応性を示すだろう。

前述のように、表1でSCPCプラントを従来型IGCCプラントと比較した。これと類似しているが表8は、SCPCとNovelEdge™ IGCC技術との比較に絞ったものである。これらの比較から、IGCC技術は投資コスト、規制排出量、効率の面で優れていることが分かる。

*1 最近提唱されたElm Road 615 MW SCPCユニットについては、Wisconsin Air Permit #01-RV-158を参照。

*2 出典：Sturm、Liaw、Thacker『2002年ChevronTexaco石炭IGCC基準プラントを超えて』("Beyond the 2002 ChevronTexaco Coal IGCC Reference Plant")、'2002 Gasification Technology'に掲載されたChevronTexacoの論文(2005年コストデータにより更新)。

*3 出典：George Booras、Neville Holt『微粉炭・IGCCプラントのコスト・パフォーマンスの評価』("Pulverized coal and IGCC Plant Cost and Performance Estimates")、2004EPRI(電力研究所)報告書、「2004年ガス化技術会議」で発表。

*4 出典：William Rollins(NovelEdge Technologies)、Dave Heaven(Fluor Corporation)『NovelEdge IGCC基準プラント：コスト削減・排出削減の可能性』("The NovelEdge IGCC Reference Plant: Cost and Emissions Reduction Potential")、「2004年ガス化技術会議」で発表。

*5 出典：P.L. Zuideveld『発電・水素/薬品用Shell石炭ガス化プロセス』("Shell Coal Gasification Process for Power and Hydrogen/Chemicals")、「2004年ガス化技術会議」で発表。

*6 出典：Neville Holt(EPRI)『ガス化プロセスの選定—トレードオフとアイロニー』("Gasification Process Selection - Trade-offs and Ironies")、「2004年ガス化技術会議」で発表。

*7 Robert Jones(GE)との討議による。

*8 出典：Dave Heaven(Fluor)、Brian DeSousa(Fluor)『IGCC用途におけるSCRの技術的問題』("Technical Issues with SCR in IGCC Applications")、「2004年IChemEガス化技術会議」で発表。

この論文は、2005年9月に米国ピッツバーグで開催された「第22回ピッツバーグ石炭会議」において、NovelEdge Technologies社のウィリアム・S・ロリンズ社長が発表した「ULTRALOW EMISSIONS IGCC THAT IS COST COMPETITIVE WITH PULVERIZED COAL」を翻訳したものです。

MEGA-GSP技術

フューチャー・エナジー社の 噴流層式ガス化技術

フューチャー・エナジー社
(ドイツ・フライベルグ)

1 はじめに

フューチャー・エナジー社の噴流層式ガス化技術は、もともと、フライベルグのドイツ燃料研究所 (DBI) が固形燃料、特に、低品位の褐炭向けに1975年からその開発を行ってきた技術で、「GSP技術」と呼ばれている。

この技術は、1991年、ノーエル・グループが取得して以来、計画的に開発が進められて来た。現在では、従来型燃料やバイオマスとともに、各種のゴミや廃棄物を様々な圧力でガス化できるものとなっている。

フューチャー・エナジー社が所有するフライベルグの実験設備は、新しいプラントの開発・設計、新型または高度なプラント機器の試験、あるいは様々な原料に対するプロセス条件の決定に使用されている。

1979年にDBIが最初の設備を稼働させた。ノーエル・グループが1991年の買収後にかかなりの投資を行い、市町村や産業から出るゴミや廃棄物をガス化原料として加えることで、その範囲が広がり、この技術の大枠が完成した。

最も総合的で世界的な施設の1つであるガス化研究開発センターは、現在、以下で構成されている。

- (1) 最大25バールまでの圧力で稼働する熱容量2～3MWと3～5MWのガス化炉2基
- (2) 触媒によるCOS/HCN加水分解炉
- (3) SulFerox装置
- (4) 重金属沈殿装置、HCN酸化装置、およびNH₃除去装置を中心とする排水処理装置
- (5) 汚泥乾燥・粉碎装置

- (6) 生成物の熱分解処理を含めた処理能力が500～700kg/hの回転式熱分解装置
- (7) 微粉碎固体、液体、ならびに気体原料用の各種運搬・投入・供給装置



図1 3-5 MWの実験炉

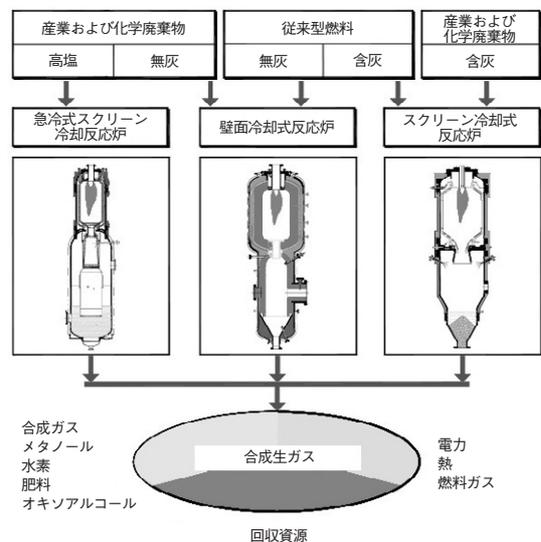


図2 GSP噴流層ガス化技術

ガス化反応は、円筒形の反応室において、煤煙生成点と無機化合物融解点を超える温度で進行する。原料ガスとスラグは、反応室の下方に配した急冷区域に排出される。注水によりガスが冷却され、溶融スラグが固化する。ガラス化したスラグは粒状にされ、満水急冷区域の底にたまり、ロックホッパーから排出される。急冷後、原料ガスはガス冷却・洗浄・調整工程に送られる。

図3は、SVZ社の廃棄物リサイクル・センター「Schwarze Pumpe」のものに相当する総合急冷装置である。

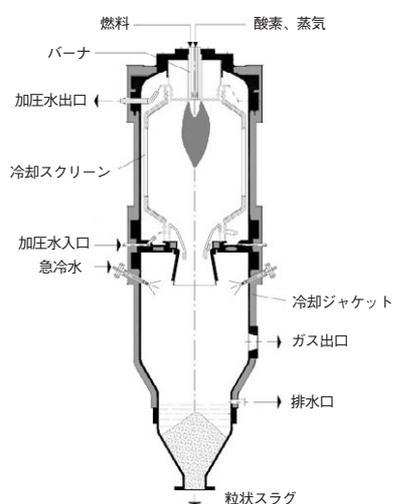


図3 冷却スクリーン式ガス化炉

含灰原料の場合は、反応室の内側全体が冷却水を通す管状スクリーンで被われている。溶融スラグは、ラミング材と固化固有スラグの薄い層で保護されたスクリーンを流れ落ちる。耐火物を裏張りしたものに比べ、このような冷却スクリーン設計では、高いガス化炉稼働率での長い耐用寿命が保証される。

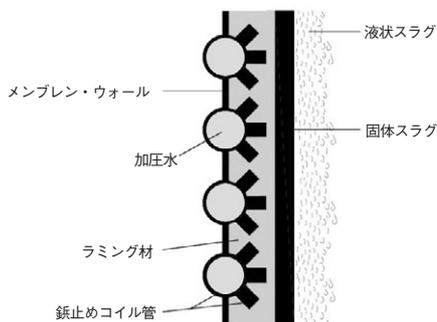


図4 冷却壁構造

無灰ないし低灰燃料用のガス化炉は、これまでの経験によって、冷却スクリーンと耐火物裏張り装置を組み合わせた冷却壁を備えている。冷却スクリーンに類似した冷却壁の表面設計は、耐火物を過熱から保護する。

このような設計により、耐火レンガに燃料の灰分に伴う腐蝕が生じた場合でも、過熱点が生じないように確実に保護される。図5は、このような形態の部分急冷装置付き反応炉である。

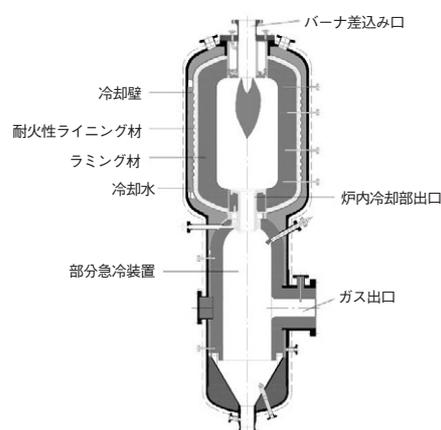


図5 部分急冷装置付き反応炉

各種燃料とともにゴミや廃棄物をガス化して得られる生成ガスの組成は、一般的な合成ガスの範囲をはみ出すことはない。

表1 燃料別の生成ガス組成

Component	Unit	Hard coal	Petcoke	Lignite	Oil	Biomass	Domestic refuse	Sewage sludge
H ₂	vol.-%	27	22	31	45	27	29	32
CO	vol.-%	64	65	55	48	50	49	49
CO ₂	vol.-%	3	5	8	4	14	16	12
CH ₄	vol.-%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
N ₂	vol.-%	1.5	6.5	4.3	2.9	6.3	5.6	6.7
H ₂ S	vol.-%	0.46	1.3	0.20	0.1	0.12	0.36	0.28
COS	vol.-%	0.04	0.16	0.02	0.01	< 0.1	0.02	0.02
HCN	mg/Nm ³	1.0	0.8	1.0	0.2	0.3	0.01	2.0
NH ₃	mg/Nm ³	0.4	0.3	0.24	0.4	0.4	0.25	0.3

噴流層ガス化炉では、その全域が高温であることから、ガス化原料の殆んど完全な変換が保証される。炭化水素濃度が高いため、下流のガス・排水処理装置が複雑になるということもない。H₂S、COS、HCN、およびNH₃といったガス化に付きものの有害成分は、従来型のガス処理・調整工程で除去される。

含灰原料の場合、ガス化温度は極めて高温に設定されるため、溶融スラグと原料ガスが一緒にガス化

炉を出て急冷域に入る。冷却と粒状化により、建設用骨材として使用できる砂利状の製品が得られる。砂利と比較した浸出特性は、建設業界の要求を完全に満たしている。



図6 粒状のガス化スラグ
潜在的な建設用骨材

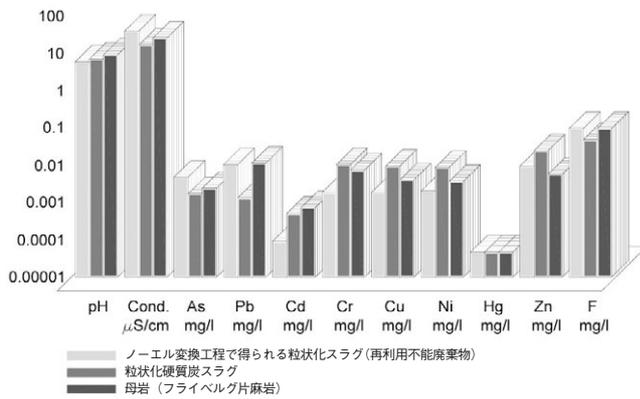


図7 粒状化スラグと母岩の浸出特性

2 用途

①メタノール合成

完全急冷式の装置を用いて、原料のガス化ガスを露点温度まで水で過冷する。続いて、このガスの飽和水蒸気が第一スクラバーに送られ、除塵される。下流にあるCO転化装置により、所定のH₂/CO比率を達成するか、一酸化炭素を完全に除去することが出来る。

図8は、原料ガス転化装置を一体化したメタノール合成ガス生成プロセスである。急冷域で吸収された水分により、転化のための蒸気補充は不要となる。転化装置を通過する生ガスが少ない場合には、残りのガスは、触媒によりCOSを加水分解して、酸化硫化水素を除去する必要がある。硫化水素ガス、炭酸ガス等酸性ガスの除去には、国際的に立証された極めて多くの方法が利用可能である。排水処理についても同様のことが言える。ガス化圧力は、下流の合

成条件に合わせた広範囲の調整が可能である。硫化水素は、クラウス・プラントのような大型の装置で硫黄に変換される。合成ガスは、化学原料か、もしくは合成燃料の製造に利用することが可能である。

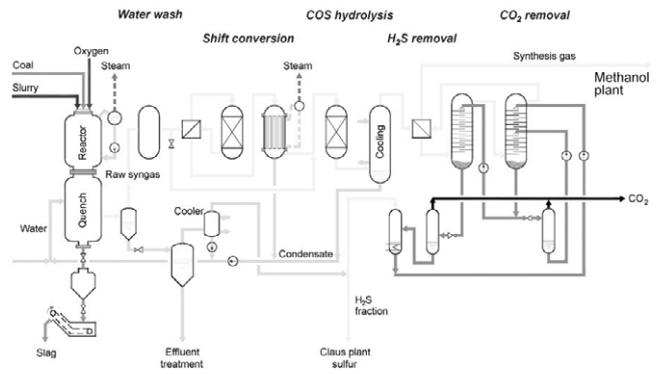


図8 合成ガスからメタノールへのGSP転換技術

②黒液ガス化複合サイクル

木材パルプ化で使用済みとなった黒液を回収し、これをパルプ生産で緑液として再利用し、生成される可燃ガスを複合サイクルの燃料ガスとして利用する噴流層ガス化は、刷新的で有望な解決が可能となる。

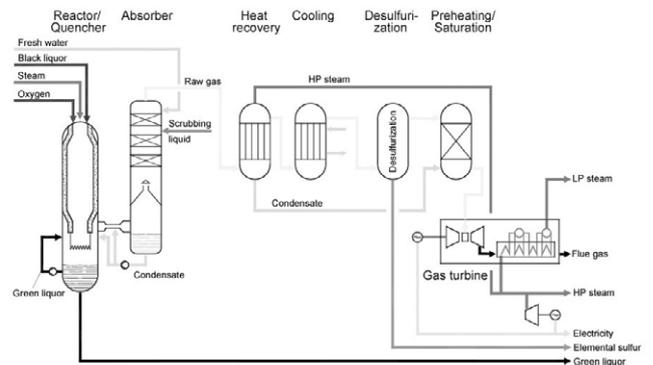


図9 黒液ガス化複合サイクル(BLGCC)プラント

③微粉碎燃料の運搬

ガス化原料としての微粉碎固体燃料は、まず、ロックホッパーに入り、ガス化炉の動作圧まで加圧されて、制御速度で投入容器に送られ、そのままガス化炉に投入される。フューチャー・エナジー社では、この用途向けに、350~450kg/m³の懸濁濃度で稼働する空気圧式高濃度供給システムを採用してい

る。微粉碎燃料の流れは、投入容器とガス化炉の圧力差で制御される。

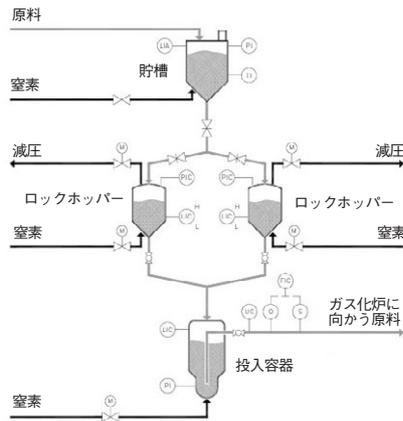


図10 微粉碎固体原料の空気圧運搬・供給装置

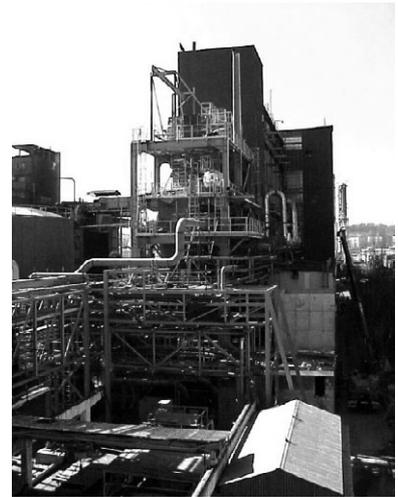


図13 Sokolovsk_uheln 社の商業ガス化プラント(総熱容量175 MW、スルーput タール油18t/h)

④ 水素の製造

水素製造においては、原料合成ガスは、先ず、熱回収を伴う冷却工程を経て、脱硫工程に入る。その後、中圧、低圧2段階の転化反応装置において、COを完全に除去することができる。下流のスクラバーで二酸化炭素が分離される。COとCO₂は、最終的に、メタン化の工程で除去される。

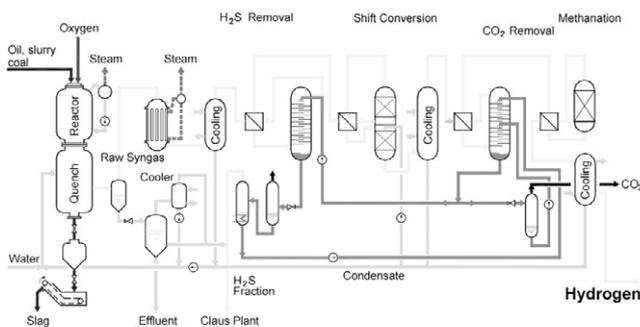


図11 水素製造プロセス



図14 シールサンズ(英国ミドルズボロー)にあるBASF社の化学廃棄物流動層ガス化プラント。能力：30MW、合成ガス13,100Nm³/h相当

3 まとめ

フューチャー・エナジー社は、ガス化の分野において長年に亘る経験や高い専門知識を持っており、新しい技法や装置の開発・実験に使用できる研究開発設備を保有している。詳細な研究に基づいて専門家による完結したプラントの総合的な基本エンジニアリングができ、反応炉、急冷装置、バーナー等の機器設計から仕様書の作成を得意としている。

この論文は、2005年9月にドイツ・フライベルグにあるFUTURE ENERGY GmbHより入手した、「MEGA-GSP Technology」を抜粋し、翻訳したものです。



図12 SVZ「シュヴァルツェ・ブンペ」社の商業ガス化プラント(総熱容量200MW、スルーput 石炭30t/hもしくは廃油10t/h+スラリー7t/h)

石炭保安技術の高度化

(財)石炭エネルギーセンター 資源開発部
博士(工学)

富田 新二

1 はじめに

我が国は、現在世界で4番目に多くの石炭を消費しており、その殆どを外国からの輸入に依存している。表1に示す通り、2004年の我が国の石炭輸入量は約1億8,000万トンに達した。一方、国内炭生産量は134万トンであり、石炭の輸入依存度は約99.3%にまで上昇している。世界の石炭消費量は増加の一途を辿っており、特に、中国、インドをはじめとしたアジア地域における急激な消費増大が、我が国の石炭安定供給を脅かす可能性が指摘されている。

海外の炭鉱においては、現在もしばしば重大災害

が発生し、多くの人命が失われている(表2)。先進産炭国の死亡者は少なくなっているが、災害は依然として多く発生しており、災害状況によっては採掘区域を放棄することから、長期生産停止、閉山に至る場合もある。表1、表2から計算すると、我が国が、豪州、中国、インドネシア、米国、ベトナムの5ヶ国から輸入している石炭を採掘するために約95名の命が失われている計算になる。

我が国の炭鉱は、断層や褶曲等の変化の激しい地質条件下で、採掘の進展に伴う採掘区域の奥部化・深部化による運搬距離の長距離化、地圧・温度の上昇、ガスの湧出や湧水並びに軟弱地層帯など、厳しい操業条件下において石炭採掘を行ってきているが、先進産炭国では今まで比較的条件的の良い区域を採掘してきており、今後採掘条件は漸次悪化することが予想されている。石炭の安定供給を確保するためには、途上産炭国へ技術移転するとともに、既存技術を高度化することも必要であり、これは世界最大の石炭輸入国である我が国のなすべき責務であるともいえる。

保安と生産は表裏一体であり、保安の確保はそのまま安定生産につながる。JCOALでは現在、経済産業省からの受託事業である石炭導入促進調査委託事業において、保安技術の海外移転(保安技術適用化事業)、保安技術情報収集交換事業ならびに技術の

表1 日本の石炭輸入量(2004年)

国名	年合計(トン)
豪州	102,546,657
中国	28,955,756
インドネシア	24,981,864
ロシア	9,298,274
カナダ	6,257,685
米国	3,982,151
ベトナム	2,521,859
ニュージーランド	1,012,194
その他	427,467
合計	179,983,907

出典：財務省貿易統計

表2 主要産炭国の災害統計

国名	負傷者数(人)	死亡者(人)	生産量(百万t)	負傷率(百万tあたり)	死亡率(百万tあたり)	年度
米国	5,168	30	1,072.4	4.82	0.03	2003
	5,129	28	1,112.4	4.61	0.03	2004
豪州	647	3	353.12	1.83	0.0085	2003/04
英国	492	0	26.3	18.71	0.00	2003/04
ベトナム	217	17	18.5	11.97	0.92	2003
	200	26	25.5	7.86	1.02	2004
中国	N/A	6,720	1,667.0	N/A	4.03	2003
	N/A	6,009	1,956.0	N/A	3.07	2004
インドネシア	74	13	114.6	0.65	0.11	2003
	79	12	132.4	0.60	0.09	2004
インド	1,588	104	355.7	4.46	0.29	2003
南アフリカ	186	22	238.8	0.78	0.09	2003
ウクライナ	10,579	197	79.9	132.4	2.47	2003
	8,636	168	80.6	107.1	2.08	2004
日本	3	0	1.33	2.26	0	204

出典 米国：MSHA／豪州：Minerals Council of Australia, ABARE／英国：HSE, Coal Authority／ベトナム：VINACOAL／中国：国家煤礦安全監察局、国家統計局、中国煤炭工業年鑑／インドネシア：DMCE, DMCT／インド：Ministry of Coal, DGMS(生産量は2003.4～2004.3)／南アフリカ：Department of Minerals and Energy／ウクライナ：JCOAL調べ(JICA事業)、BP統計／日本：経済産業省原子力安全・保安院 鉱山保安統計年報

高度化(保安技術共同研究事業)を実施中である。今回は共同研究事業について紹介する。

2 保安技術共同研究事業

現在JCOALでは、落盤災害対策、ガス災害対策、緊急時の坑内状況把握・通信の3項目に着目し、平成14年度から5ヶ年の計画で共同研究事業を実施している。以下、詳細について説明する。

(1) 落盤災害予知・防止システム共同研究

天盤・側壁の崩落事故は、途上国のみならず先進産炭国においても多発している。崩落を予測するために、現在は微小地震・AE計測により広域的評価を行い、局所的には目視確認点検、打診点検の実施とともにテルテールやエクステンソメータによる変位計測あるいは応力観測を行う場合が多いが、これだけでは崩落現象は検知できない場合が多く、有効なパラメータ・計測手法の確立が求められている。

現在JCOALは、北海道大学並びに室蘭工業大学の協力を得て、豪州連邦科学産業研究機構(CSIRO)と共同で、落盤の危険性を事前に評価するための新しいシステムの開発を行っている。計測項目は①常時微動の周波数特性 ②打撃試験によるP波速度、卓越周波数 ③AEの発生頻度、規模、震源 ④天盤変位 ⑤応力変化 ⑥開口亀裂幅の変化 ⑦音響特性 と多岐に渡っている。国内では北海道の釧路炭鉱、豪州ではNSW州のUlan炭鉱で現場試験を実施している。

平成14～16年度に各パラメータの計測手法に関

し室内試験・現場試験を行い、問題点の抽出を行っている。図1に平成16年度にUlan炭鉱で実施した計測の模式図を示す。試験現場はLongwall No.21(面長250m、片盤長約2km)のゲート坑道第2目抜である(豪州側は第3目抜中心で計測)。この試験では、上述の①、②、③、④について計測を行い、データを坑外まで伝送した後インターネットを介して北海道大学のコンピュータ(PC)まで送り、北海道大学のPCからUlan炭鉱坑内における計測データを観測した。本年度以降の目標は、試験データの詳細解析による有効パラメータの絞り込みと、計測システムの防爆化である。

この他に、もう1つ新しいシステムの開発を行っている。これはボルト打設孔掘削時の機械量データを解析することにより天盤状況を把握するシステム(天盤検層システム)である。坑道にロックボルト・長尺ボルトを打設する際には、まずボルト埋設用の孔を掘削する。この孔の掘削中に、作孔機の機械量データ(トルク、推力、回転数、ストローク)を計測し、これらを解析することによって作孔に要したエネルギーや亀裂・不連続面の状況を把握することができる。

途上国における広い普及を目指して、作孔機は電動油圧式による大型化を避けて圧縮空気式のものを対象として調査を行い、豪州Ram bor Limited社製Trussmaster 1(写真1)を開発用機械に決定した。現在センサ類の取付が完了し、今年度中に工場試験(豪州)並びに現場基礎試験(釧路炭鉱)を実施予定である。

これらの技術を統合し、現場における危険領域の

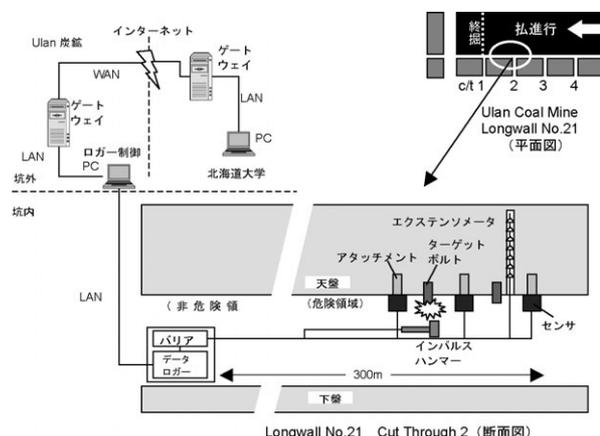


図1 Ulan炭鉱における落盤予知現場試験の模式図



写真1 Ram bor社製ボルト打設機Trussmaster 1

判定とその対策に関する指針が得られれば、落盤災害の低減に大いに寄与できるものと思われる。

(2) 総合坑内ガス管理技術の共同研究

炭鉱を開発する上で、メタンガスの坑内通気への湧出は避けられない現象である。メタンガスは或る濃度範囲で爆発性を持ち、坑内掘炭鉱ではガス爆発に附随して炭塵爆発が発生することもあり、このような場合、被害は計り知れないものとなる。ガス災害を防止するには、採掘領域のガス包蔵量や、採掘に伴うガスの湧出状態を把握し、ガスを適正に排除して坑内の安全を保つために最適なガス抜き、通気の検討を行う必要がある。本事業では、このように坑内のガス災害を防止するための総合管理システムの構築を目指している。

現在開発中のシステムの概略は、図2のようになる。これからの採炭予定区域において、まずガス包蔵量と透過率の計測を行う。包蔵量は、北海道東科計器(株)製本質安全防爆型ガス脱着圧計測装置 (TPP-4AC, TPP-4AT) から求めることができる。現場のガス湧出に影響を与えるガス透過率を計測する装置は、現在開発中である。これは炭層内ボーリング孔に挿入して使用するものである。孔内の一定区間を密閉してその区間内へ流体を注入し、注入停止後の圧力変化を計測し、このデータから透過率を算出する。

ガス湧出量は、上述したガス透過率に影響されるが、この透過率は岩盤の応力状態に依存することが知られている。JCOALでは、坑道掘削に伴い変化する応力分布を計算し、この結果に基づき炭層からのガス湧出量を解析するシミュレーションプログラム

「MGF-3D」を開発中である。このプログラムにより採炭中のガス湧出量とともに、任意の場所に設定したガス抜き孔からのガス抜き量を求めることができる。基本構造は既にできあがっており、現在は現場データ等を用いながら、解析性能の向上を図っているところである。

坑内全体の通気状態を解析するプログラムとして、九州大学井上雅弘助教授により開発された通気網解析プログラム「風丸」がある。風丸は風量分布解析、通気最適化や坑内構造最適化等にとどまらず、火災時の異常解析や、メタンガスの濃度分布解析も行える。そこで、MGF-3Dにより解析されたガス湧出量データを風丸に受け渡せば、採掘によってガス濃度分布がどのように変化するかを解析できる。現在、2つのソフト間のデータ変換プログラムを作成中である。

以上のシステムが完成すれば、採掘に先立ってガスの危険性を事前に評価し、より適切なガス対策が可能になるであろう。

(3) 坑内通信とリスク管理情報システム共同研究

坑内掘炭鉱において緊急事態が発生した場合、坑内の状況を如何に正確に把握し、情報を坑外へ伝えるかが重要になる。災害が発生している時にはガスや盤圧、火災等の情報を始め、採掘設備、運搬設備や通気・排水設備等の稼働情報や人員の位置情報を早急に把握しなければならない。これらを達成するために、坑内作業員の位置を把握するための本質安全防爆型マンロケーションシステム、坑内の各種情報を坑外へ転送する通信システム、そして得られた情報を基にリアルタイムにリスク状況把握・意思決定支援を行うリスク管理情報システムの開発を行っている。

マンロケーションシステムは、坑内作業員が携帯するタグと、タグ信号を受信するリーダからなる。リーダを坑内の適切な場所に設置することで、坑内作業員の位置と移動履歴を確認することが可能になる。タグ、リーダをそれぞれ写真2、3に示す。国際的に制限なく使用できる433MHz、2.4GHz周波数帯を採用し、現在国際電気標準会議 (IEC) の本質安全防爆検定を取得するための作業を行っているところである。

現在、多くの坑内計測データはRS485規格で通信

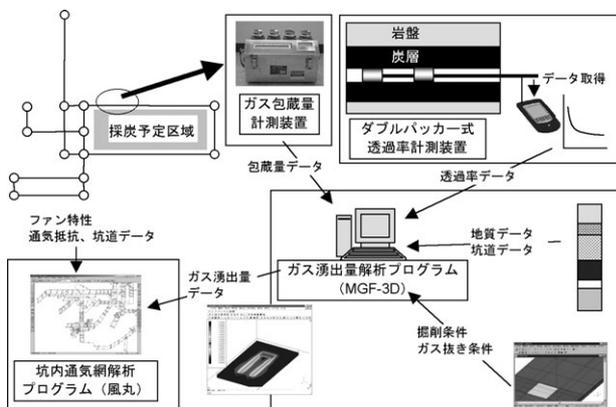


図2 総合坑内ガス管理システム概念図

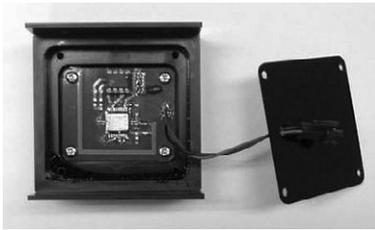


写真2 タグ

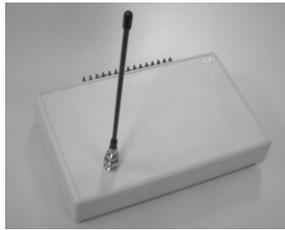


写真3 リーダ

が行われている。上述のマノロケーションシステムも同様である。坑内の多くのデータを一元的に扱い、高速・大容量のデータ転送を行うには、IP通信を可能にすることが求められる。そこで、JCOALはCSIROと共同で、RS485形式データとイーサネット(IEEE802.3)準拠のデータを相互に変換できるプロトコルコンバータ、ならびにデータの中継に必要なイーサネットスイッチを開発した(写真4)。どちらもIEC本質安全防爆仕様であり、現在検定申請中である。検定に合格すれば、炭鉱坑内で使用できる初めての本質安全防爆型のイーサネット通信装置となる。

坑内へ伝送された各種データは、正しく解釈されなければ、結局のところ災害の発生あるいは発生後の被害拡大の防止に失敗してしまうことになる。また、現在坑内から送られてくるデータは膨大であり、これらを解釈し判断・指示する指令員・管理者の負担は非常に大きい。このような問題点を解決するために、前述の装置に合わせて、各種データを基にリアルタイムでリスク分析と意思決定支援を行うリスク管理情報システム(Nexsys)を開発している。システムでは、計測データに関して様々なルールを設

定する。このルールを基準としてデータが処理され、その結果により警報発生等の応答がなされる。システム全体の概念図を図3に示す。

平成16年度には、これらのシステムの統合試験を釧路炭鉱において実施し、良好な結果を得た。17年度はシステム改良後豪州QLD州Grasstree炭鉱において試験を実施し、機能強化を図る予定である。

3 今後の展開

今回紹介したいずれの技術も従来の保安技術を高度化したものであり、先進国・途上国を問わず適用化を推進していきたいと考えているが、より高度なシステムである坑内通信・Nexsysシステムや落盤予知システムは米国・豪州を始めとした先進国および中国の主要大手炭鉱への適用が期待され、技術基盤が少なくとも導入が容易となる総合坑内ガス管理システムや天盤検層システムは、特に途上国の災害低減に寄与できると思われる。落盤災害とガス災害は炭鉱における二大災害であり、開発中の技術を適用し、海外産炭国の保安を向上させることにより、我が国の石炭安定供給確保に努めたいと考えている。なお、落盤災害予知・防止システムは、掘進・採炭機械との統合を図ることにより生産効率が向上できる可能性がある。また、総合坑内ガス管理システムは、ガス災害防止のみならず、炭鉱メタンガス(CMM)の有効利用、ひいてはクリーン開発メカニズム(CDM)・共同実施(JI)プロジェクトへの適用が見込まれる。

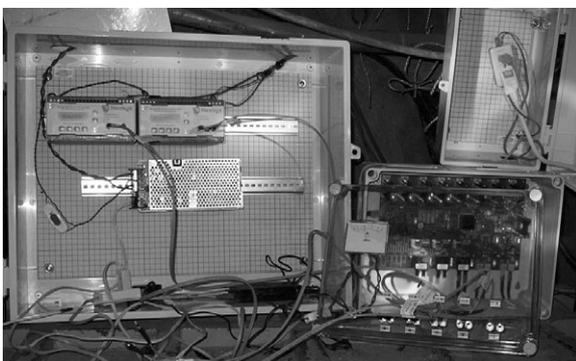


写真4 プロトコルコンバータ(左)とイーサネットスイッチ(右)

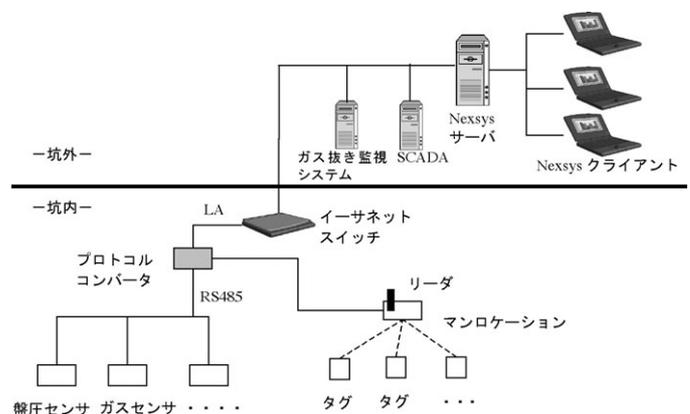


図3 坑内通信・Nexsysシステム概念図

第22回

ピッツバーグ石炭会議 に参加して

企画調整部

堺 義明

山崎裕子

1 概要

去る9月13日～15日に国際ピッツバーグ石炭会議(以下PCC会議)が開催され、参加したのでその概要を報告する。本会議は石炭の効率的かつ有効利用の促進を目的として毎年行われている歴史ある国際会議で、今年で22回を数える。最近はピッツバーグと外国と交互に開催されており、2000年の太原大会(中国)、2002年のニューキャッスル大会(豪州)、2004年の大阪大会(日本)と米国以外で開催され、今年の本拠地であるピッツバーグのウェスティンホテルコンベンションセンターで開催された。

本会議の歴史は古く、ピッツバーグ大学により1973年のOil Embargoに始まり、COGLAC(電力への石炭ガス化、液化、および転換技術)と命名した。1984年には、会議の名称をPCC会議と変更し、1988年に国際会議となった。PCC会議では各日の最初に行われるプレナリーレクチャーから始まり、下記スケジュールにてオーラルセッションとポスターセッションが行われた。



写真1 PCC会議が開催されたウェスティンホテルコンベンションセンター

セッションが行われた。

■スケジュール

- ・ Opening : 13日(火)
- ・ Plenary Session : 13日(火)～15日(木)のAMの始め
- ・ Oral Session : 13日(火)～15日(木)
- ・ Poster Session : 14日(水)夕刻

2 参加者及び発表内容

会議には表1に示すように26カ国から約360名の石炭関係者、研究機関及び大学、電力、設備メーカー等の参加者を迎え、各日の基調講演に始まり、54セッション、約290件の論文・ポスター発表が行われた。発表内容では水素製造やIGCC等の開発技術の信頼性、経済性、また、CO₂隔離・固定技術との技術融合等の発表が目立った。併せて、超臨界・超々臨界圧PCボイラの酸素燃焼技術導入や排ガスのアミン吸収法等によるCO₂隔離・固定と酸素吹きIGCCのCO₂隔離・固定との経済性比較等の発表もあった。その他、水銀の排出およびその抑制に係る研究等の発表もあった。日本からは、口頭発表8件、ポスター1件の計9件の発表が行われたが、昨年大阪で開催したせい、日本の参加者は例年より少なかった。

また、展示会が本会議と並行して行われた。展示会には10団体が参加した。JCOALからもブース出展を行い、日本のCCTに係る広報を行い、ブース来場者と意見交換を行った。

表1 PCC石炭会議参加者内訳

米国	261	マレーシア	2
中国	17	UK	5
日本	15	スペイン	3
豪州	2	ポーランド	1
ニュージーランド	2	フィンランド	1
韓国	3	コロンビア	1
チェコ	10	エジプト	1
カナダ	5	トルコ	2
台湾	1	オランダ	3
ドイツ	4	モンゴル	3
インド	4	イタリア	2
南アフリカ	8	イスラエル	1
ロシア	5	ブルガリア	1

会議最終日には、革新的石炭転換技術に係る研究の功績をたたえるピッツアワードが京都大学大学院工学研究科三浦孝一教授に送られた。日本人では1998年の野村大阪大学名誉教授(当時大阪大学教授)に続いて二人目である。

今回のPCC会議の発表を傍聴した中より、US DOE C. Lowell Miller氏より石炭からの水素製造と炭素隔離固定プログラムの近況報告があったので、その概要を以下に紹介する。



写真2 JCOALブース

3 石炭からの水素製造と炭素隔離固定プロジェクト

3.1 はじめに

米国エネルギー省(以下DOE)、化石エネルギー局(以下FE局)クリーンコール部の主要目標は、ニアゼロエミッションの電力・水素併産石炭火力発電所にて利用する技術開発を促進するため「石炭からの水素製造」と「炭素隔離・固定」プログラムを実施している。「石炭からの水素製造」プログラムの範囲は石炭からの水素を生産、配送、貯蔵、利用するための斬新な石炭ベース技術の研究、開発、実証(RD&D)全般にわたる。「炭素隔離・固定」プログ

表2 PCC会議発表課題概要

Oral Session 13日~15日	
Combustion Technologies	40 件
Advanced Cycles, Hybrid Systems, Heat Transfer, Control	(5)
Mercury Specification, Kinetics, Particulate Emissions, Contr	(5)
Coal, Kiln Combustion & Combustion of Solid Fuels	(5)
Oxy-Combustion of Coal & Advanced Concepts	(15)
Other	(10)
Gasification Technologies	60 件
Application & Economics	(15)
Fundamentals & Simulations	(10)
Advanced Technology Development	(10)
Advanced Synthesis Gas Clean Up	(15)
Feedstocks	(10)
Coal Utilization By-products	15 件
Hydrogen from Coal	20 件
Programs, Projects, & Economics	(5)
Novel Production Approaches	(5)
Membranes for Hydrogen Separation & Purification	(5)
Water Gas Shift Catalysis	(5)
Global Climate Change	25 件
Science, Sequestration & Utilization - CO2 Capture	(15)
Science, Sequestration & Utilization - Multi-Pollutant Capture/Oxy Fuel Combustion	(5)
Coal Sorption Methane Utilization	(5)
Environmental Control Technology	35 件
Mercury Control	(15)
Mercury Measurement & Fundamental Studies	(5)
Flue Gas Clean Up	(15)
Gas Turbine & Fuel Cells for Synthesis Gas & Hydrogen	5 件
Chemicals, Materials & Other Non-Fuel Uses of Coal	10 件
Materials, Instrumentation & Control	15 件
Synthesis of Liquid Fuels & Chemicals	5 件
Advanced Energy System	10 件
Coal Production and Preparation Coal	20 件
Coal Chemistry, Geoscience & Resources	10 件
2 Poster Session 14日PM 5 Session	
Combustion & Gasification Technologies	
Environmental Technologies	
Environmental Technologies	
Coal Chemistry, Geosciences & Resources	
Coal Production & Preparation	

ラムの範囲はエネルギーシステムからの炭素排出を炭素捕捉と貯留技術により低減するためのRD&Dを包む。

ゼロエミッション発電所はDOEのFutureGenプロジェクトで推進されており、電力と水素の併産をCO₂捕捉と貯留と併せて商用規模で実証する基盤を提供する。本プロジェクトの目的は\$4/MMBtu(\$0.54/水素kg)の水素を生産し、副産物であるCO₂の少なくとも90%は捕捉・貯留し、隔離・固定をしないシステムに比べコスト上昇を10%以内に抑えた発電を実現する商用発電所のためのデータベースを作成することである。

3.2 課題

(1) 増大するエネルギーの輸入

輸送エネルギーの需要と環境への影響に対する懸念が国内及び世界的に増大しており、国家のエネルギー安全保障にとっては極めて重要である。米国エネルギー情報局によると米国は現在、原油(製品を除く)の63%を輸入しており、2025年には77%を超えることが予想されている。さらに天然ガスの輸入も増大すると見込まれている。米国では現在天然ガスの輸入は供給量の15%未満であるが、2025年には液化天然ガスの著しい増加により天然ガスの輸入量

は米国の供給量の28%以上になることが予想されている。このエネルギー資源の外国への依存度の増大は、米国のエネルギー安全保障にとっては脅威であり、クリーンに使用することができる安価で豊富な国内のエネルギー源の生産力を高めることは米国にとってこの潜在的脅威を低減することである。

(2) 地球温暖化への脅威

人類の活動によるCO₂の排出は2世紀前から2003年には年間240億トンを超える量にまで増加した。CO₂は海洋、森林その他吸収源への吸収による自然現象でこれら排出の約半分が処理され、残りの半分は大気に蓄積される。現在CO₂濃度は378ppmを超えており、産業革命以前の35%増であり、毎年約1~2%増加している。DOEの「炭素隔離・固定」プログラムでは今後50年間の国内GHG排出について可能性のあるシナリオを予測検討した。研究によると2050年までに年間二酸化炭素53億トンの排出削減を行う必要があり、これによって初めて経済成長による排出の増加分を差し引いて2001年レベルに安定化させる目的が達成できる。経済成長によりエネルギー需要が今後も継続すると想定すると、大気の濃度を安定化するには現在のレベルの80から90%の排出削減が必要とされる。

3.3 利点

優れた一次エネルギー資源である石炭は米国内に豊富に賦存し、現在の需要レベルで米国は数百年の供給量に相当する量を保有している。交通部門で燃料電池車(FCV)に使用する水素を石炭から生産することにより、外国から輸入する石油への依存度を減らすことができる。予測では1億台のFCVに石炭を始めとするさまざまな国内資源から生成した水素を使用すると交通部門の石油需要を一日当たり300万バレル減少させることができる。石炭から生産された水素をFCV車に搭載した場合、水素を生産時に二酸化炭素の捕捉とその安全な貯留をすることにより内燃機関使用の自動車やハイブリッド電気自動車に比べ二酸化炭素の排出がほぼ抑制される。

3.4 「石炭からの水素製造」プログラム

「石炭からの水素製造」プログラムでは、水素を主として生産すると共に、代替燃料として石炭から生成される水素成分の豊富な液体燃料や代替天然ガスの生産、そしてそれらを最終消費者の近くで改質し、配送、貯蔵、利用する方法についてRD&D活動を行っている。水素を主として生産する研究では蒸

気と空気/酸素を使って石炭のガス化を行い、水素、一酸化炭素、他の微量化学物質の成分との混合である合成ガスを生産する。合成ガスはさらに不純物が除去され、最終的に分離・精製されて水素が生産される。また、水素生産では、CO₂捕捉・貯留機能付きの水素・電力併産の実現可能性が高い。代替燃料の場合では水素成分の豊富な液体燃料等が既存の石油製品や天然ガスの輸送・貯蔵インフラを僅かな仕様変更、または仕様変更なしで利用する可能性を検討している。このプログラムでは既存の天然ガス用のパイプラインインフラを水素・天然ガス混合の中央プラントからの輸送に利用する可能性も検討している。また斬新な材料、例えば有機金属系構造体のような新物質の車載水素貯蔵材としての使用を検討し、その他水素あるいは水素・天然ガス混合を利用する自動車用または据え置き型の新しいエンジンシステムを研究している。

本プログラムの目標は持続する水素経済への移行を国内の最大の化石燃料資源である石炭の利用を通して助成することである。スケジュールは現在検討中であり、その結果は2005年「石炭からの水素製造」RD&D計画の改版に含まれる予定である。

(1) 中心となる水素生産技術

石炭ベースの水素・電力併産商用発電所の概念はコンピューターモデル化されシミュレーションが行われた。そこでは、現存の技術に基づいた併産発電所の技術的性能と経済性の試算、さらに現在まだ商用利用できない先端技術を想定した水素生成と余剰電力を生産する発電所の概念がシミュレーションモデル化された。表3に3つのケースについての情報の概略を示す。

「石炭からの水素製造」プログラムにはそれ以前からの研究の歴史がある。プログラムにおける中心となる水素生産には以下の主要研究分野に焦点が当てられている。

- ・先進的な水性ガスシフト反応システム
- ・水素分離

これら技術開発の目標は研究開発が完了し、

表3 「石炭からの水素製造」のケース概略

	CASE 1	CASE 2	CASE 3
Carbon Sequestration	YES (87%)	Yes (100%)	Yes (100%)
Hydrogen (MMscfd)	119	158	153
Coal (Tons/day) (AR)	3000	3000	6000
Efficiency (%HHV)	59	75.5	59
Excess Power (MW)	26.9	25	417
Power Value (mils/kWh)	53.6	53.6	53.6
Capital (\$million)	417	425	950
RSP of Hydrogen (\$/MMBtu)	8.18	5.89	3.98

FutureGenの設備のように工学実験モジュールで技術実証を実施する前という技術の段階である。これらの技術はFutureGenのモジュールと同様な規模の工学実験モジュールで検証される。参考のため技術の状況を表4に示す。現在本プログラムにより改版中である。

表4 水成ガスシフト反応の技術的目標

Performance Criteria	Units	Current Status	2010 Target	2015 Target
Reactor Type	-	Multiple fixed beds	to be determined	
Catalyst Form	-	Pellets	to be determined	
Active Metal	-	Cu/Zn or Fe/Cr or Co/Mo	to be determined	
Temperature	°C	200-550	300-500	200-600
Pressure	psia	450-1150	750	>1000
Approach to Equilibrium	°C	8-10	6	<4
Minimum Steam/CO Ratio	Molat	2.6	2.5	<2
Sulfur Tolerance	-	Varies	Moderate	High
Chloride Tolerance	-	Varies	Moderate	High
Water Tolerance	-	Varies	Moderate	High
Stability/Durability	Years	3-7	7	10
Reactor Cost Reduction	%	-	>15	>30

(2) 配送

水素は天然ガスのパイプラインを脆化する。水素に耐性のあるライニング、被膜、その他の技術が開発されれば既存の天然ガスパイプラインを使用することも可能となる。その他の方法は純粋の水素ガスを配送する代わりに水素と天然ガスの混合を天然ガスパイプラインシステムで輸送することである。既存パイプラインを脆化せずに配送できる水素と天然ガスの最適な比率に関しては研究による評価が必要。配送先ではこの混合から水素を分離しPEM燃料電池の許容値まで精製する。本技術の実現化には分離と精製の技術が開発されねばならない。また、パイプラインからの漏洩や外部からの損傷、腐食や材質の劣化、その他の問題に対して監視する技術など安全性と安全保障についても対応せねばならない。

(3) 貯蔵

本プログラムでは車載の水素貯蔵・供給用の新しい材料を研究している。結晶金属有機構造は水素貯蔵の可能性をもった先進的な材料である。この材料は均一の大きさの立方体で中空内部構造を持ち、さらに本構造の生成は単純、安価で歩留まりが高い。この材料は初期の実験でDOEの水素貯蔵の目標を満たす可能性を示した。カーボンナノチューブはもう一つの可能性のある材料であるが現在までの研究の結果、水素貯蔵能力は限られて、本システムへの要件は満たさないことが分かってきた。

(4) 利用

FCVが市場に広く浸透するためには燃料電池の低コスト化の大きな技術的障壁を越えなければならな

い。水素は既存の内燃エンジンを少し手直しして直接使用することもできるし、均一予混合圧縮着火(HCCI)エンジンのような現在開発中の先進的エンジンで水素だけ、または水素・天然ガス混合を使うこともできる。本方法の利点は近未来の低排出戦略となり得ることで、経済における水素の需要を加速する可能性が高いことである。水素を使う先進的エンジンではニアゼロエミッションを達成できる。燃焼プロセスの性質から、少量のNO_x排出があるのみである。水素利用の先進的エンジンの開発と最適化にはさらなる研究でNO_x排出を最小化し走行可能距離の最大化が必要である。

3.5 炭素隔離・固定プログラム

水素製造工程では純粋なCO₂が回収される可能性も高く、EORへの利用や、うまく捕捉され長期間の安全な保存ができるならば永久貯留にも適している。炭素の捕捉と貯留は石炭からのCO₂排出を削減し、温室効果ガスの大気濃度を安定化させることに役立つ主要な技術である。炭素隔離・固定プログラムは主にCO₂からなる温室効果ガスを捕捉・貯留することによりエネルギー効率と温室効果ガス削減取り組みに補完的な役割を果たす。DOEの炭素隔離・固定プログラムは1997年に開始され、炭素の捕捉と貯留技術を推進してきたが、今日でもこれらの技術の商用利用に指導的役割を演じている。炭素隔離・固定プログラムは以下の領域に分かれる：

CO₂捕捉／CO₂貯留／測定、抑制、検証 (MM&V)／ブレイクスルーの概念／非CO₂温室効果ガスの抑制／地域炭素隔離／固定パートナーシップ

(1) CO₂の捕捉

化石燃料を燃焼しエネルギーシステムから排出されるCO₂は普通、低圧で非常に希薄であるか多くの不純物を含み安定的に炭素ベースの製品に利用するために貯蔵し、転換することは困難である。CO₂捕捉の研究の主な狙いは高濃縮のCO₂を圧力をかけて作り出すことである。研究では以下の3つの技術分野に分類される。

- ・空気中で燃焼された後に発生する排煙ガスからCO₂を捕捉するものである。燃焼後捕捉は現在、化石燃料利用のシステムの98%で適用されているが排煙でのCO₂濃度が低く(体積比で3~15%)、低圧であり、通常その他の汚染物質と混ざっている。
- ・炭化水素燃料がガス化され合成ガス混合を生成す

る処理がシフトされる時に発生するCO₂を燃焼前に捕捉するものである。燃焼前の合成ガス内のCO₂はより高い濃度で、より高圧であり、汚染物質はより少ないが、操業中におけるシステムは少ない。

- ・酸素燃焼は炭化水素燃料を空気ではなく、純粋もしくはほぼ純粋の酸素中で燃焼させるアプローチであり、排出はCO₂と水の混合となり、純粋のCO₂を生成するのは簡単である。酸素燃焼ではほぼ100%のCO₂を捕捉できるという利点があるが大量の高価な酸素が必要であり、燃焼室の温度を制御するために大量の排煙ガスの再循環を行う必要がある。

(2) 炭素の貯留

炭素の貯留とはCO₂を永久的に貯留(または隔離・固定)することと定義される。これは3つの分野に分類される。地中隔離・固定、地上隔離・固定、海洋隔離・固定である。

(3) 測定、抑制、検証(MM&V)

地層に貯留されたCO₂を永久に安全にそこに確保する技術が必要である。これらの技術では特定の隔離・固定場所にどの位のCO₂が貯留されているかを測定し、漏洩その他の貯留機能の時間経過に伴う劣化を監視し、CO₂の貯留が永久的で近隣の環境へ有害な影響がないことを検証する必要がある。また、CO₂の漏洩または生態系の損傷などの事態が起きた場合に対処するための技術と手法が必要とされる。MM&Vのツール、技術、手法はそれぞれの貯留方法によって異なるため、MM&Vは地中隔離・固定と地上隔離・固定の2つのカテゴリーに分類される。海洋隔離・固定は開発の初期段階のため、MM&Vはまだ存在しない。

(4) ブレークスルーの概念

炭素隔離・固定プログラムでは革新的なブレークスルーの概念を追求しており、それは低コストで世界的に大容量の永久的なCO₂貯留方法である。これらの概念は多分に投機性が強いものであるがコストと性能において、現存の技術から跳躍する潜在可能性がある。その一部としては、①CO₂を無害の固体に転換し永久貯留する。②CO₂を炭化水素燃料に転換し炭素をエネルギー源とする再燃エネルギーシステムに提供する。③光合成や軟体

動物の貝殻形成など自然界に見られる現象に倣ってそのプロセスを強化する等である。

3.6 プログラムの実施と予算

2004年度にクリーンコール部は組織編成が行われ、大統領の水素燃料イニシアチブとFutureGenイニシアチブを取り込むRD&D活動に再構築された。この活動の主要な成果は「石炭からの水素製造」のRD&Dプランの初稿草案であった。このプランではプログラムが達成すべき目的、工程、技術的目標とプログラムのRD&D活動が対処すべき技術的障壁の詳細が述べられた。また、プランでは、FutureGenプロジェクトでどのように先進技術を利用するのか、さらにDOEの「水素社会実現に向けての行動計画(Hydrogen Posture Plan)」に対する「石炭からの水素製造」への工程の技術詳細が示された。行動計画ではDOE下のさまざまな部局の水素と燃料電池のRD&D活動の協調体制も示している。「石炭からの水素製造」RD&Dプランは現在見直し中である。プランは新しいデータと情報を盛り込み、達成した目標と工程を明示し、プログラムの進行に伴い生起する新たな問題と課題への対応を毎年レビューする予定である。本プログラムでは産業界、国立研究所、大学、非政府組織、その他の主要研究分野の研究者から研究テーマを募集している。本プログラムは2004年度と2005年度に競争入札を行った。この応募に基づいたプロジェクトを表5に示す。

「炭素隔離・固定」プログラムは大統領の地球気候変動イニシアチブを直接実施し、FutureGenとその他の国家エネルギー政策が目的としている温室効果ガスと排出を抑制する新技術の開発を支援する。2005年5月に発表され、毎年見直しが行われる予定

表5 活動中と契約交渉中のプロジェクト

Program Area	Technologies	# of projects
<i>Current/Active</i>		
Central Production	Palladium membrane Microporous membrane Dense phase membrane (ceramic/cermet) Membrane evaluation High-temperature CO ₂ sorbent	9
Alternate Production	H ₂ production from coal-derived methanol	1
Infrastructure (Delivery and Storage)	Metal-organic frameworks	1
Utilization	H ₂ or H ₂ -natural gas mixtures in modified or advanced internal combustion engines	5
<i>Under Negotiation</i>		
Central Production	Pd membrane Novel sorption process Process intensification (WGS-membrane separation, clean-up-shift-separation)	7
Alternate Production	Liquid hydrogen carrier Dehydrogenation of hydrocarbon liquids	3
Infrastructure (Delivery and Storage)	Metal-organic frameworks	2
Utilization	N/A	0

表6 炭素隔離・固定プロジェクトの現状

Program Area	Technologies	# of projects
CO ₂ capture	Membranes and sorbents for separations Oxygen-fueled boilers and process heaters Modeling and conceptual design Methodology for risk assessment CO ₂ hydrate formation from shifted synthesis gas	12
CO ₂ storage	Depleting oil and gas reservoirs Enhanced coalbed methane production and sequestration Chemical/Physical behavior of CO ₂ in saline aquifers Capillary trapping Mineralization Temperature and gas mixing effects on underground mine sequestration Adsorption on coal Structural containment Dissolution in saline water Soil/abandoned mines reclamation Ocean sequestration feasibility studies/lab investigations	27
MM&V	Soil carbon analyzer Geographic information system Modeling and simulation Economic analysis Geologic storage database development and management Leak detection and sampling Geophysical/seismic monitoring Satellite and aerial digital imaging Sub-surface wells Tracers	15
Breakthrough Concepts	CO ₂ recovery and photosynthesis by microalgae CO ₂ mineralization CO ₂ cycle power generation	5
Non-CO ₂ GHG control	Landfill bioreactor Capture and use of coal mine methane Methane upgrading	3

* Based on FY2004 Carbon Sequestration Technology Portfolio and Carbon Sequestration Roadmap and Program Plan 2005.

の「Carbon Sequestration Technology Roadmap and Program Plan 2005)」では商用可能な炭素捕捉と貯留のオプションが示され、RD&Dの行動計画が述べられた。炭素隔離・固定RD&Dポートフォリオのプロジェクト情報を表6に示す。

表7にこれら2つのプログラムの過去から最新までの提出予算(2004～2006年度)を示す。「石炭からの水素製造」プログラムは2003年度には存在しなかったため、予算はない。2004年度にプログラムの開始予算として500万ドルが拠出された。両プログラムへの拠出金は典型的にプロジェクトのパートナーとのコスト分担活動となっており、より大きなプロジェクトの規模とより大きな範囲での参加が得られる結果となっている。

表7 「石炭からの水素製造」と「炭素隔離・固定」プログラムの予算データ

Program	FY04	FY05	FY06 (Request)
Hydrogen from Coal	5.0	17.1	21.8
Carbon Sequestration	39.4	45.4	67.2

3.7 今後の活動

「石炭からの水素製造」プログラムの将来活動としてはプログラムがその長期的目標と工程を満たすことができるように適切な研究分野への資金提供を継続することである。短期的には「石炭からの水素製

造」プログラムは2004年6月からの新データ・情報を反映し、そのRD&Dプランを見直すことになる。プランは本年発行される予定である。さらに本プログラムは2005年5月のDOE水素プログラム年次ピアレビュー会議の参加により実証されたようにその他の関連活動との協調活動を継続する。炭素隔離・固定プログラムはその目的とFutureGenの目的を達成するため技術の推進を継続する。最近、プログラムでは地域炭素隔離・固定パートナーシップのフェーズ2の一部としてさらなる炭素隔離・固定技術の開発のために1億ドルを供与した。プログラムはまたそのプロジェクトの年次ピアレビューを実行し、必要に応じてガイダンスを与え、方向を修正する。

4 おわりに

今回、PCC会議に参加し、水素製造、石炭ガス化、CO₂隔離・固定、酸素燃焼技術等の先進的CCT開発状況を把握するとともに、JCOAL及び日本のCCTについて情報発信し、意見交換することができたことは有意義であった。今後もこの様な国際会議を通じて技術情報の収集と発信を継続して実施していきたい。

「2005年石炭技術会議」開催のご案内

本会議では、当センターの研究開発課題や日本におけるクリーン・コール・テクノロジー及びその関連事項など、石炭を巡る諸情勢に合致した話題性のあるテーマを選定・紹介することを予定しています。そして、石炭関連技術者の情報交換、技術交流の場として、石炭利用の最大の課題たる環境負荷の克服等、今後の石炭技術の開発・促進に資する会議として、開催いたしますので、皆様方の多数のご参加をお願い申し上げます。

1. 日時 平成17年12月20日(火) 10:00～17:40
意見交換会 17:40～20:00
2. 講演会場 アルカディア市ヶ谷 3階 富士
東京都千代田区九段北4-2-25
TEL. 03-3261-9921
3. 参加費 無料(意見交換会5,000円)
4. 参加申込 平成17年12月15日(木) 締切
5. プログラム、参加申込手続き等、詳細については、
JCOALホームページをご覧ください。

「2005年石炭灰有効利用シンポジウム」開催のご案内

本シンポジウムでは、石炭灰の有効利用を促進するため、石炭灰の有効利用に係る技術開発や調査研究についてご紹介致します。皆様方の多数のご参加をお願い申し上げます。

1. 日時 平成17年12月21日(水) 10:00～17:00
2. 講演会場 アルカディア市ヶ谷 3階 富士
東京都千代田区九段北4-2-25
TEL. 03-3261-9921
3. 参加費 無料
4. 参加申込 平成17年12月15日(木) 締切
5. プログラム、参加申込手続き等、詳細については、
JCOALホームページをご覧ください。

JCOALとCSIROが 新たな研究協力協定締結

去る9月15日(木)、(財)石炭エネルギーセンターは、豪州連邦科学産業研究機構(CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)と、従来の石炭分野における研究協力

関係を上流から下流までの総合的なものに拡大する共同声明に調印致しました。

JCOALとCSIROは、1997年に「炭鉱開発」や「保安技術」などの上流分野に関する「研究協力協定」を締結し研究協力を進めて来ましたが、本年4月1日にJCOALは(財)石炭利用総合センター(CCJ)と統合し、上流から下流に至る総合的な、新しい体制に生まれ変わったことを踏まえて、「研究協力関係拡大へ向けた共同声明」に調印することになりました。

今回の調印は、経済産業省本館において、資源エネルギー庁石炭課長と豪州産業・観光・資源省J. Hartwell資源局長の立会いのもと、安藤理事長とC. Mallett CSIRO先端技術センター所長代理により署名されました。



この調印によって、石炭ガス化をはじめとする石炭利用技術、CO₂回収・固定技術、炭鉱で発生するメタンガスや水の有効利用技術なども含めて、石炭分野全般にわたる幅広いテーマで研究協力が実施されることになります。

この「研究協力協定の締結」と関連して、翌日の9月16日(金)には、愛・地球博会場内の豪州パビリオンにおいて、「石炭火力からのCO₂回収」(CO₂ Capture Enabling Technologies for Coal-fired Power Generation)と題した日豪ワークショップが開催されました。

このワークショップは豪州政府の産業・観光・資源省(DITR: Department of Industry Tourism and Resources)が主催して行われ、豪州側から15名、日本側からはRITE、JCOALをはじめ約40名の関係者が出席しました。

ワークショップは、DITRのJohn Hartwell資源局長、RITEの茅所長、CSIROのCliff Mallett先端技術センター所長代理の挨拶・発表に続き、①ガス化ガスからのCO₂回収(Gasification and Gas Stream

Technologies)、②酸素燃焼(Oxy-Fuel Combustion)、③燃焼排ガスからのCO₂回収(Post Combustion and Appropriate Gas Stream Technologies)の3つのセッションで発表が行われました。

Hartwell局長は挨拶の中で、日本と共同して地球温暖化問題に対処していきたいと発言。茅所長は、地球温暖化問題はポスト京都議定書を議論すべき段階にあり、効果だけでなくコストも検討に入れた評価の重要性を強調されました。JCOAL関連では、現在、豪州とFSを進めている既設微粉炭火力への酸素燃焼適用調査に関して、プロジェクトマネージャーである豪州CS Energy社のDr. Chris Speroがプロジェクト概要を、IHIの牧野理事が酸素燃焼技術の日本における開発経緯を発表。引き続き行われたレセプションでは、安藤理事長から、上下流を通じて日豪の協力関係を築き、石炭の種々の問題に取り組んで行きたいとの挨拶があり、研究協力関係の拡大に向けた活動がスタート致しました。



「JCOALメルマガ」を配信

これまで、旧JCOALで発行していた「JCOAL Topics」と「JCOAL Monthly」及び旧CCUJで配信していた「CCUJメールマガジン」は好評を得ていたにもかかわらず、中断状態になっておりました。この度、それらをまとめて「JCOALメルマガ」として毎月1回、Eメールにて配信することに致しました。

JCOALの会員の皆様には、会員窓口を通じて、配信させて頂いておりますが、配信をご希望の方は、「JCOALメルマガ」と明記し、「フルネーム」と「所属」を、「事業化推進部 情報普及センター」(jcoal-info@jcoal.or.jp)までご連絡下さい。

NEDOやコーリンク株等、数々の機関によって既に石炭関連の情報が発信されておりますが、JCOAL

の特長を生かしたユニークな情報提供に努めて参りたいと考えています。

「コール・ノート2004年版」を作成・販売

この度、(財)石炭エネルギーセンターでは、「コール・ノート2004年版」を刊行いたしました。「コール・ノート」は、石炭の生産、利用、その他関連業務に携わる方々へ、最新の石炭情報を提供する目的で、毎年刊行されてきました。今回から、(財)石炭エネルギーセンターが作成し、販売することになりました。

●コール・ノート2004年版概要

・発行：財団法人 石炭エネルギーセンター

・目次：

- I 最近のエネルギーを取り巻く現状
- II 国内石炭鉱業を取り巻く現状
- III 新しい石炭政策の展開
- IV 需給
- V 海外石炭資源開発
- VI 石炭生産・利用技術の開発
- VII コールチェーン
- VIII 関連業界の動向
- IX 石炭の基礎知識 (用語解説)
- X 附属資料

・価格：4,500円(B6版、482ページ)

購入をご希望の方は、会社名、組織名、氏名、〒住所、TEL、FAX、Eメールを明記の上、お申し込み下さい。

「石炭利用基盤技術データベース(COAL DB)」を公開

「石炭利用基盤技術データベース(COAL DB)」は、平成7～16年度に、NEDOとCCUJ(現JCOAL)で行った「石炭利用基盤技術開発」プロジェクトの中で得られた「石炭の基礎物性」、「反応特性」及び「報告書」をデータベースにまとめたものです。

この「石炭利用基盤技術データベース(COAL DB)」が、これからの石炭分野の発展のために、効果的に利用されることを期待しています。

詳細については、JCOALホームページをご覧ください。

