



JCOAL Journal

Vol.16

■スペシャルレポート	
平成22年度事業計画について	1
JCOALの日本縦断クリーンコールセミナーについて	5
CCT国際協力研究会ワークショップの開催	7
世界の石炭事情（ワールドコールレポート概要）	9
■技術最前線	
ケミカルルーピングを利用するクリーンコール技術	19
■地域情報	
産炭国の概況 ～豪州～	26
中国の石炭生産・保安・ガス状況	28
■JCOAL活動レポート	
低品位炭関連の活動報告	30
日本の石炭資源量評価	32
技術開発部の平成21年度事業成果	34
■編集後記	38

財団法人 石炭エネルギーセンター
Japan Coal Energy Center
<http://www.jcoal.or.jp>

平成22年度事業計画について

JCOAL 企画調整部 吉田 実

3月30日に開催された平成21年度第3回理事会においてJCOAL平成22年度事業計画が承認されましたので紹介します。

平成22年度事業計画

【基本方針】

中長期的に、中国、インドをはじめとした新興国や途上国の根強い経済成長の拡大をベースに、エネルギー市場価格も長期的には騰勢が続くと考えられる中で、エネルギー供給のセキュリティ確保は、世界各国にとって、今後とも重大な課題であると考えられる。

もとより、石炭は、今後とも世界にとってなくてはならないメジャー資源の一つとして位置づけられる中で、世界各国の企業がそのビジネスの拡大に向けてしのぎを削っているところであるが、我が国においても、世界トップレベルのクリーンコールテクノロジーを有する我が国企業群の国内外へのビジネス展開が強く期待されているところ、これと呼応する形で業界活動(JCOAL)の重要性もとみに増しつつある。

一方、地球温暖化は、今世紀最大の政治課題の一つとなっているが、昨年コペンハーゲンで開催されたCOP15では、先進国間においても取り組みの考え方に隔たりがあり、さらに先進国と新興国、途上国との間のギャップの大きさから、ポスト京都議定書となる温暖化ガス削減目標に関する国際的な合意形成に至らなかった。

かかる状況の中で、本年、APEC首脳会議、APECエネルギー大臣会合等が日本で開催される運びとなっており、議長国としての日本のリーダーシップが問われる中、地球環境問題、とりわけ低炭素社会構築に向けて主要事項の一つとなるクリーンコールを巡る議論も大きくクローズアップされることが想定される。

昨年6月に経済産業省が取り纏めた「クリーンコール部会」報告においては、「COOL GEN計画」、「Clean Coal for the Earth計画」等のイニシアティブが提起され、その後、これらをフォローアップすべく「クリーンコール技術開発研究会」、「クリーンコールテクノロジー国際協力研究会」及び「海外炭安定供給研究会」が立ち上げられ、所要の検討が精力的になされているところである。

また、本年2月からは、総合資源エネルギー調査会において「エネルギー基本計画」改定の検討が開始されるなど、エネルギー・環境を取り巻く議論の機運が高まっている。

このような状況の中で、JCOALは、我が国における唯一の石炭に係る上下流を通じた専門的知識と経験を有する団体(いわゆる「石炭のワン・ストップ機関」；Coal One-stop Organization)として、会員企業とともに、より戦略的に事業活動を展開していくことが不可欠なものとなっている。

すなわち、石炭資源の安定供給確保及び一層の石炭高度利用技術の開発とその国際的な展開・普及による地球環境問題の解決への貢献、そしてそれらを支える国民との石炭に関する相互理解の増進に努める。

またさらに、従来からの石炭の上記位置づけを一步進め、日本が誇るCCT関連産業の海外市場開拓・展開を図るとの視点を前面に出すこと等により、近時、政府において盛んに議論されている成長戦略の主要な担い手としてのポジションを獲得することに意を用いることとする。

本年度は、かかる基本方針にもとづき、以下の事業計画を精力的に遂行する。

【事業計画】

総 論

石炭を取り巻く種々の環境変化、新しいニーズへの機動的かつ柔軟な対応が求められる中、本年度、JCOALとしては、前述の基本方針に則った以下のキー・コンセプト2点を念頭に置き、下記の主要事項を中心に事業展開を図ることとする。

⇒ 内外の情報収集と発信、人脈形成に係るプラットフォーム形成

⇒ アジア太平洋地域を中心とした民間ビジネス拡大の実現を目的とした環境整備及び側面支援

<主要事項>

1. 情報の受発信、提言活動の推進

さらなる会員サービス向上を念頭に置き、アジア太平洋コールフローセンター(JAPAC)の活動を中心に我が国をはじめとする各国政府、国際機関等との間において、的確な情報の受発信をタイムリーに行っていくとともに、石炭のクリーン化とその有効活用を基本に、エネルギーの安定供給と地球環境の両立にむけた所要の提言を発出する。

2. 事業の戦略的な推進

政策対話、MOU(覚書)等を梃子とするテーマ別、国・地域別両面からのプラットフォームを活用する等石炭に係るワン・ストップ機関として、上下流一体化した包括的かつ戦略的な対応によるビジネス機会の創出に努めるとともに、さらに一步踏み込んで事業化に向けたプロジェクトの取組を支援・推進する。

3. 広報・人材育成の強力な推進

低炭素社会における石炭の位置付けと重要性の社会の受容性を高めるための広報・啓発・普及を強力に推進するとともに、石炭資源開発、石炭有効利用技術の開発等に係る人材の育成に努める。

4. クリーンコール技術開発の推進

石炭利用の高効率化、ゼロエミッション型石炭火力発電の技術確立に向けて、石炭に係る革新的技術開発の推進から、我が国の有する世界最高水準の石炭利用技術の維持強化に至るまで、これらを総合的かつ効果的に実施していく。

5. 石炭資源開発の包括的な推進

中・長期的に石炭の安定生産と調達に資するため、産炭国における石炭の探鉱、生産、輸送関連インフラ等に係るポテンシャル向上のための事業展開を推進する。

6. 上下流を通じた技術協力の推進

アジアにおける石炭技術、環境調和的なCCTの普及を推進するとともに海外炭安定供給確保するとの国の資源外交への協力ために、上記5.石炭資源開発の包括的な推進等とはもとより、上下流を通じた研修事業を実施し、中国、ベトナム、インドネシア等産炭国に対して、石炭の生産・保安技術及びCCTの移転を推進する。

<財政基盤の確立、組織体制の整備・強化等>

一般財団法人移行を念頭にコーポレートガバナンスの強化及びコンプライアンス順守等に努め、組織内部統制機能の改善強化、組織の活性化等を推進し、事業収入の太宗を行政支出に依存した現状の脆弱な財政基盤を強化して安定的な財政基盤を確立し、さらに健全で透明性の高い財団運営を目指す。

① 財政基盤の確立

- i) 会員の拡大のため、精力的に会員勧誘を進める。
- ii) 事業資金収入の大半を経済産業省、NEDOが占める現状から、JICAを介したODAを始め、JBIC等の委託費、補助金を獲得する等事業資金の多様化を進める。
- iii) 会員企業との協働を図り、民間資金の導入を進める。
- iv) 新たな財源獲得のため、リノベーション事業の企業化さらにはCDM事業への展開、選炭プロジェクトの企業化等に係る新しいビジネスモデルの構築を進める。

② 新規事業チームの機動的な立ち上げ

CCS、低品位炭有効利用、CMM、エコ・コール・タウン事業等新規事業ニーズに機を逸することなく対応すること、また併せて効率的な人材活用と人材育成を目的とし、センター内横断的に所要の人材を集結し、即応型の新規事業チームをタイムリーに立ち上げる。

③ 戦略的な自主財源事業の展開

一般財団法人移行後に継続する公益目的支出事業に相当する自主財源事業については、JCOALの長期・安定的な事業の継続・発展に役立つ事業を創出するべく、戦略的

意義を最大限に発揮させ、かつ会員企業及び関係機関のニーズを反映させて計画するとともに、計画された事業の着実な遂行に努める。

④ 組織体制の整備・強化

職員の平均年齢が高齢化しバランスの良い世代間の人員配置が困難な状況にあることから、極力その増加を抑制しつつ、若手短期出向者の受け入れを含めた若手職員の採用に努めるとともに、夏期講習(インターン受入れ)等の実施についても検討する。その上で、一般財団法人化を踏まえ、事業規模に見合った人員体制の整備を図る。職員の業務能力向上を図るため、自己研鑽に対する支援制度の利用を促進させるとともに、権限移譲、職務のマニュアル化の促進等による事業の効率化を引き続き推進する。このため「組織制度委員会」、「コンプライアンス委員会」及び「IT委員会」を積極的に活用する。また、部門間の業務説明会等によって横断的なコミュニケーションと議論の場を持つことにより組織の活性化を図る。

⑤ コンプライアンスの遵守

JCOAL事業の透明性・公平性を確保するため、コンプライアンス委員会を積極的に活用し、役職員等に対しコンプライアンスに係る啓発活動(研修等)を定期的実施する。

⑥ 所内IT化の推進

i) 所内情報共有の迅速化、ii) 情報管理の徹底、iii) 業務の効率化、iv) 事務局職員の学習・能力向上等を進めるため、IT委員会を中心とした体制により、具体的な規則の策定、システムの改善等を進める。

⑦ 一般財団法人への移行

平成23年4月1日登記を目途に、本年11月頃に一般財団法人への移行申請を行う。そのため、i) 公益目的事業支出計画の策定、ii) 補助事業等で取得した研究開発資産の処分等を着実に実施する。

以下の「各論」の個別項目については紙面の都合で項目のみを紹介します。

各 論

1. 情報の受発信、提言活動の推進

我が国政府は、昨年開催されたCOP15において、2020年時点で1990年比25%の温暖化ガス削減を図るという中期目標を発表し、これに係るエネルギー・環境分野で日本が世界をリードしようとのスタンスを示す中で、石炭業界においても、「クリーンコール部会」中間報告書の政策提言と軌を一にする形で、業界としての的確な対応を図っていくこと

■スペシャルレポート

平成22年度事業計画について

が不可欠な状況となっている。

このような状況下で、JCOALはJAPACの活動を中心に、さらなる会員サービス向上を念頭に置き、我が国をはじめとする各国政府、国際機関等との間において、的確な情報の受発信をタイムリーに行っていくとともに、石炭のクリーン化とその有効活用を基本に、エネルギーの安定供給と地球環境の両立にむけた合理的な提言について、プライオリティーを上げて取り組んでいく必要がある。

- (1) 会員サービスの向上
- (2) クリーンコール政策のフォローアップと政策提言の発信
- (3) 重層的な広報活動の計画、展開
- (4) プラットフォーム活動の深化と新規構築
- (5) タイムリーかつ有用な情報の受発信体制の構築と同活動の推進
 - ① 効率的でシステマティックな情報収集体制の検討、構築
 - ② 情報発信手段の整理、再確認と必要十分で効率的な情報発信体制の構築
 - ③ 石炭関連情報データバンクの構築の推進とワンストップサービス体制の構築
 - ④ APEC等国際会議の活用
 - i) APEC (Asia-Pacific Economy Cooperation)
 - ii) クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ (APP: Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate)

2. 事業の戦略的な推進

JCOAL関連プロジェクトについて、前述の政策対話、MOU等をベースとするテーマ別、国・地域別両面からのプラットフォームを積極的かつ効果的に活用する等のアプローチによるビジネス機会の創出に努めるとともに、さらに一歩踏み込んで、同プロジェクトの企業化に向けてのビジネスモデル試案を提言する。

また、CCfE事業については、黎明期から発展期に差し掛かる極めて重要な時期にあるものと考えられることから、なお一層の梃子入れを実施する。

- (1) 上下流一体化した包括的かつ戦略的な展開
 - ① IGCC-CCS
 - ② 低品位炭有効利用
 - ③ CMM等メタン関連の事業化
 - ④ エコ・コール・タウン構想等
- (2) 国別に戦略的に展開
 - ① 豪州
 - ② 中国

- ③ インドネシア
- (3) ビジネスモデルの構築
- (4) 気候変動対応クリーンコール技術国際協力事業(クリーンコールフォーギアース: CCfE)の今後の展開
 - ① 中国の石炭火力発電設備のリノベーション事業
 - ② インド、ASEAN、東欧地域等における石炭火力発電設備のリノベーション事業
 - ③ USC等の新鋭石炭火力発電設備の利用率向上に向けた基礎調査
- (5) プラットフォーム活動を通じた事業化推進の支援
- (6) 東アジア・ASEAN経済研究センター(ERIA)を通じたCCT普及に係る諸課題の調査(ERIA事業)
- (7) 選炭技術関連事業
 - ① インド選炭モデル事業
 - ② 選炭技術普及促進事業
- (8) 石炭関連JICA事業の開拓
 - ① インドネシア開発調査のフォローアップ
 - ② ベトナム炭鉱安全管理体制構築事業
- (9) 海外実証プロジェクトの実施
 - ① 低品位炭の有効利用技術実用化 (UBCプロセスの大型実証)
 - ② 新規実証プロジェクトの発掘・支援

3. 広報・人材育成の強力な推進

石炭に対する国民の一般的なイメージはあまり好ましいものでなく、資源に恵まれない我が国のエネルギー政策上の石炭利用の意義、世界的な石炭利用の現状や我が国のクリーン利用の現状などが十分に理解されていないのが現状である。

このため、資源エネルギーのほぼ100%を海外に依存している我が国が、経済性に優れ、供給安定性にも優れた石炭を今後とも利用していくことのエネルギー政策上の意義や、世界最高水準の石炭利用技術を有しており世界で最も優れた環境適合性のある石炭利用を実現している点などを一般国民にわかりやすく情報発信していくことが重要であり、業界と行政が連携して戦略的に情報発信を強化していくことが必要である。

また、我が国は世界最大の石炭輸入国であり、海外からの石炭の量的な安定確保のみならず経済的な調達を実現する上での石炭資源開発に係るビジネス・ノウハウを有する人材の確保・育成が重要になっている。

国内の石炭利用産業においても、革新的な石炭利用技術の開発・導入が喫緊の課題になっており、その研究開発を担う多様な専門分野の科学的知見を有する人材の育成が重要である。

(1) 石炭広報活動

- ① 各種講演会、セミナー、シンポジウム等の開催
- ② 一般等向け広報の促進
- ③ 計画的な実施

(2) 人材育成事業

4. クリーンコール技術開発の推進

石炭は、火力発電を中心に、今後とも世界的に需要が拡大し、一次エネルギーに占める割合が高くなっていくものと考えられる。これに伴って発生する地球温暖化ガスの削減に向けて、石炭利用の高効率化、及びゼロエミッション型石炭火力の技術確立が待ったなしとなっている。一方、我が国は世界最高水準の高品位炭利用技術や周辺技術を有することから、これを世界の石炭事情に適合した形で普及させていくことは我が国の重要な役割となっている。このため、技術普及のための技術開発とこれからも世界をリードしていくための技術開発を実施することにより、地球環境問題に貢献していくとともに、産炭国との関係を強化し、我が国の石炭の安定供給を図る。

(1) 技術開発委員会

(2) 石炭利用技術開発

- ① 低品位炭の高効率熱分解技術を用いた原燃料製造
- ② 既設微粉炭火力での酸素燃焼技術の実証試験

(3) 石炭灰の有効利用技術

(4) 調査研究等

- ① 石炭燃焼プロセスにおける環境への影響低減技術の開発
- ② 次世代高効率石炭ガス化技術開発
- ③ CCTに関する海外研究機関との共同研究
- ④ 低品位炭の有効活用技術の開発

(5) CCS技術関連事業の推進

(6) 石炭関連ISO/JIS事業の推進

(7) 石炭関連国際交流活動の強化

5. 石炭資源開発の包括的な推進

近年のアジア・太平洋域における石炭需給の逼迫、資源保有国の資源ナショナリズム化に伴い、石炭を安定的かつ量的に確保することがますます厳しくなると考えられる。これらの環境下で、今後とも長期的に石炭資源量を確保するためには、資源探査、炭鉱開発、生産・保安、環境保全関連事業を実施するとともに、それに合わせたインフラ整備事業に至るまで、これらを包括的に実施していくことは我が国にとっても極めて重要なこととなる。このため、本年度は下記事業を重点的に推進する。

(1) 資源探査事業

- ① 日本－インドネシア石炭資源共同探査プロジェクト（ジャンカン・プロジェクト－仮称）
- ② 日本－ベトナム石炭資源共同探査プロジェクト（ファールイ～ドンチョウ・プロジェクト）
- ③ 日本－モンゴル石炭資源調査実施可能性事前調査
- ④ 新規地点における調査及び総合調査

(2) 資源量評価事業

(3) 低品位炭の利用促進事業

(4) コークス用石炭調査事業

(5) インフラ整備・石炭の需給動向調査事業

(6) 生産・保安技術事業

(7) 環境技術事業

6. 上下流を通じた技術協力の推進

アジア諸国の石炭需要の増加等により需給が逼迫し、石炭価格が高騰している。また、近年、地球環境問題に対する関心の高まりを背景に、CO₂の排出量が相対的に多い石炭のより一層の環境調和的な利用が求められている。

このような背景のもと、資源・エネルギー制約を克服し、成長への基盤を形成することを念頭に、アジアにおける石炭技術、環境調和的なCCTの普及を推進するとともに海外炭の安定供給確保を図るとの国の資源外交への協力のために、上記5.石炭資源開発の包括的な推進等のもと、中国、ベトナム、インドネシア等に対して、上下流を通じた、海外産炭国の技術者を対象とした日本における受入研修事業や、国内技術者を海外産炭国へ派遣して行う派遣研修事業を実施し、石炭の生産・保安技術やCCTの移転を推進する。

また、事業化推進部門等とも十分に協働しつつ、本事業を効果的かつ効率的に実施するとともに、事業のビジネス化の促進にも努める。

(1) 炭鉱技術移転事業

- ① 受入研修
- ② 派遣研修

(2) CCT研修事業

- ① 招聘研修
- ③ 派遣研修

以上の事業計画「各論」の個別項目の詳細については、JCOALホームページ内の「JCOALについて」の中の「公開義務事項」に、事業計画書(全文)が掲載されていますのでそちらをご覧ください。

URL: <http://www.jcoal.or.jp/overview/publicduty.html>

JCOALの日本縦断クリーンコールセミナーについて

JCOAL アジア太平洋コールフローセンター 松山 悟

1. はじめに

JCOALでは、石炭ならびにクリーン・コール・テクノロジーの重要性に関するPR/PA活動の一環として、平成21年度下期から日本各地でクリーンコールセミナーを開催している。表1に平成21年度のクリーンコールセミナーの開催実績を示す。

クリーンな石炭利用に係る国内外における我が国の政策的対応等について審議することを目的に、経済産業省は、昨年2月に総合資源エネルギー調査会鉱業分科会クリーンコール部会を設置、6月に「我が国クリーンコール政策の新たな展開2009」と題する報告書が取り纏められた。その中で、石炭の広報に関して、「石炭の供給安定性、経済性や我が国のクリーンコール利用技術が世界最高水準であること等を国民にわかりやすく情報発信することが必要。」とされている。

JCOALは、この方針に則り全国各地で、石炭に関する講演会やパネルディスカッションの形式で、地域の一般の方々を主な対象に、昨年11月の福岡を皮切りに、北九州、東京に続き、2月に札幌、3月に広島においてクリーンコールセミナーを開催した。

表1 日本縦断クリーンコールセミナー開催実績

	10月	11月	12月	1月	2月	3月
福岡(春日市、一般向)		● 1日(日) 489名				
北九州(北九州市、専門家向)		● 15日(日) 61名				
東京(東京、一般向)			● 12日(土) 215名			
北海道(札幌市、一般向)					● 16日(火) 729名	
広島(広島市、一般向)						● 1日(月) 435名

※表中の数値は実績参加人数を示す。

2. クリーンコールセミナー（北海道、広島）

以下に、今年2月と3月に札幌と広島で開催したクリーンコールセミナーについて報告する。

■クリーンコールセミナー北海道～私たちの生活を支える石炭エネルギーについて考えよう～

日時：平成22年2月16日(火)13:00～16:00

場所：札幌市民ホール(札幌市中央区北1条西1丁目)

参加人員：729名

主催：(財)石炭エネルギーセンター(JCOAL)

共催：北海道電力(株)

後援：経済産業省、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、北海道、北海道新聞社

協力：北海道経済連合会、北海道商工会議所連合会

プログラム：(敬称略)

13:00 挨拶

袖原一夫(経済産業省北海道経済産業局長)

渡辺 健(北海道経済部長)

13:15 基調講演

手嶋龍一(外交ジャーナリスト・作家)

14:15 パネルディスカッション

コーディネーター：

東嶋和子(サイエンス・ジャーナリスト)

パネリスト：

山田剛士(資源エネルギー庁石炭課課長補佐)

吉岡宏高(NPO炭鉱の記憶推進事業団理事長)

脇 千春(北海道電力常務取締役)

堀江和美(すながわスイートロード協議会会長)

15:50 閉会挨拶

櫻井繁樹(JCOAL専務理事)

ジャーナリストの手嶋龍一氏は基調講演で、日米同盟を再構築していく中で、クリーンエネルギーの分野でもグリーンニューディール政策を掲げ、「ゼロエミッション型石炭火力発電」の大規模実証試験を進める米国と協力して結果を出していくことが重要と語られた。パネルディスカッションでは、サイエンスジャーナリストの東嶋和子氏がコーディネーターを務め、山田氏からは石炭の供給安定性、経済性と地球環境問題の解決に貢献するクリーンコール技術の重要性について、脇氏からは日本の石炭火力発電が世界トップクラスの高効率を誇ることや発電所で北海道産の国内炭を活用していることについて、NPO法人の各代表からは産炭地域の振興策について紹介があり、パネリスト間で熱心な討論が行われた。

セミナーに併行して、2月13～16日には、さっぽろ地下街オーロラスクエアにおいて「クリーンコールパネル展」を開



クリーンコールセミナー北海道セミナー会場風景

催するとともに、2月20日には、北海道電力苫東厚真発電所バス見学会を開催した(参加者実績63名)。

■クリーンコールセミナー広島～私たちのエネルギー需要を支える石炭とクリーンコールテクノロジー～

日時：平成22年3月1日(月)13:00～16:30

場所：リーガロイヤルホテル広島(広島市中区基町6-78)

参加人員：435名

主催：(財)石炭エネルギーセンター(JCOAL)

共催：中国電力(株)、JFE スチール(株)、(株)中国新聞社

後援：経済産業省、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、広島県、広島市、宇部興産(株)、三菱重工業(株)、パプコック日立(株)、中国経済連合会、広島商工会議所

プログラム：(敬称略)

13:00 挨拶

長尾正彦(経済産業省中国経済産業局長)

町美恵子(広島県環境県民局 環境部長)

13:10 基調講演

手嶋龍一(外交ジャーナリスト・作家)

14:00 基調講演

山下 隆(中国電力取締役社長)

14:30 ～休憩～

14:40 パネルディスカッション

コーディネーター：

東嶋和子(サイエンス・ジャーナリスト)

パネリスト：

國友宏俊(資源エネルギー庁石炭課長)

迫谷 章(中国電力電源事業本部副本部長)

鷺尾 勝(JFEスチール西日本製鉄所理事企画部長)

中越信和(広島大学大学院国際協力研究科教授)

中島光子(日本消費者生活アドバイザー・コンサルタント協会常任理事・中国支部長)

宮田俊範(中国新聞社総合編集本部経済部長)

16:25 閉会挨拶

並木 徹(JCOAL理事長)

ジャーナリストの手嶋龍一氏から、「世界のなかの日本・アジアのなかの日本～石炭・エネルギーそして資源をめぐる外交～」というタイトルで、自身の石炭との係わりから始まり、日米、日中の資源外交を含む示唆に富んだ講演が行われた。基調講演では、中国電力の山下社長が、「エネルギー安定供給と地球温暖化防止の同時達成に向けて」と題して、電源のベストミックス、クリーンコールテクノロジーの推進、海外移転などを紹介し、地球温暖化防止の取組について講演された。パネルディスカッションでは、サイエン

スジャーナリストの東嶋和子氏がコーディネーターを務め、國友氏からは、2030年の世界の石炭需要は60%増加し、石炭火力発電も倍増すること、その中で日本の石炭利用技術が注目されており、石炭火力の高効率化が世界の気候変動問題に大きく貢献することが語られた。迫谷氏は、石炭火力発電の高効率化をはじめ石炭利用技術開発の取組と海外展開について、鷺尾氏は、製鉄工程で使われるコークスについての課題と技術開発による石炭の更なる有効利用についてそれぞれお話しいただいた。中越氏は、世界のCO₂問題に触れ、大学での留学生を対象にした、日本の高度な環境技術や専門知識を海外に移転できる人材育成について語られ、中島氏は、一般消費者の目線で、普段話題になることのない石炭について、本セミナーなどの広報活動の重要性を述べ、宮田氏は、石炭の環境対策で現在注目されているCO₂回収技術を、マスコミの目から紹介された。その後、パネリスト間で熱心な討論が行われた。

セミナー開催後、中国新聞の採録特集記事(3月22日(月)朝刊)を組み、セミナーの様子を中国地方一円に伝えるとともに、3月27日(土)には、中国電力三隅発電所バス見学会を実施した(参加者実績39名)。

尚、各セミナーのパネルディスカッションにおける各パネリストの発表資料は、JCOALのホームページでご覧いただけます(WWW.JCOAL.OR.JP)。



クリーンコールセミナー広島セミナー会場風景

4. JCOAL の広報活動

JCOALでは、低炭素社会における石炭の位置付けと重要性に係る社会の受容性を高めるための啓発・普及を目的として、平成22年度も引き続き、各種講演会、セミナー、シンポジウムの開催をはじめとした様々な石炭広報活動を実施していく予定です。

本紙をご覧の皆様には、石炭PR/PA活動の推進にお一層のご協力・ご支援を賜りたく、よろしくお願い申し上げます。

CCT国際協力研究会ワークショップの開催

JCOAL アジア太平洋コールフローセンター 藤田 俊子

平成22年2月24日(水)、品川プリンスホテル「箱根」の間にて、CCT国際協力研究会ワークショップを、200名以上の参加を得、資源エネルギー庁資源・燃料部國友石炭課長による来賓挨拶によるスタートのもと、開催した。

(主催；JCOAL、後援；経済産業省・CCT国際協力研究会、共催；財団法人日本エネルギー経済研究所)

石炭は、地球温暖化対策の観点から、世界的によりクリーンで効率的な石炭利用の促進が求められている。また、近年の石炭価格の高騰やアジアにおける需要拡大等に対応し、世界最大の石炭輸入国である我が国の対応も課題となっている。このような状況を踏まえ、クリーンな石炭利用に係る国内外における我が国の政策的対応等について審議することを目的に、経済産業省では、総合エネルギー調査会鉱業分科会クリーンコール部会を設置し、先般6月に中間報告が取り纏められ、我が国の優れた石炭利用技術を海外へ普及し、地球温暖化問題に貢献していくべきとの方針が示された。

特に、我が国の石炭火力発電は世界最高水準の発電効率を誇っていることから、これら石炭火力発電に係る技術の海外移転を積極的に進めていくことにより、世界の発電電力量の4割を占め、今後も主力電源として位置付けられている石炭火力発電のクリーン化を図り、石炭利用に伴う二酸化炭素の排出抑制に寄与するものと考えられている。

本ワークショップは、経済産業省総合資源エネルギー調査会鉱業分科会クリーンコール部会の中間報告「我が国クリーンコール政策の新たな展開2009」において、我が国の石炭利用技術を海外へ普及し、地球温暖化問題に貢献していくべきとの方針が示されたことにより、我が国民間企業が有する高効率石炭火力発電技術をはじめとするCCTについて今後の海外展開の在り方や国の支援の在り方を検討するCCT国際協力研究会(平成21年12月に発足)のもと、高効率石炭火力発電技術の世界への普及への課題対応をテーマに、国際機関による各国の取組みを促すための方策や普及促進への支援策について知見を深めることを目的に実施した。国際機関としては、IEA、ADB、世銀及び国連(CDM理事会)からの報告を受けた。尚、国際機関からの招聘者は、ワークショップでの議論の参考とすべく、前日23日に電源開発株式会社磯子石炭火力発電所を視察した。

プログラムは以下の通り；

- ・国連CDM理事会理事・財団法人日本エネルギー経済研究所理事 黒木 昭弘氏「高効率石炭火力発電所の役割と普及」
- ・IEA上級エネルギー分析官 Keith Burnard氏「CCT；IEAの展望」
- ・ADB主幹エネルギー専門家 Jong Inn Kim氏「石炭火力発電に対するADBの支援」

・世銀上級電力エンジニア 高橋 正貴氏「世界銀行と石炭火力発電」

尚、午後は、3人の日本からのパネリストを加え、7人によるパネルディスカッションを展開した(日本側パネリスト：電源開発株式会社取締役竹股邦治氏、三菱重工業株式会社技師長橋本貴雄氏、アジア・太平洋エネルギーフォーラム代表幹事末次克彦氏)。

講演概要を参考までに以下に示す。

- ・国連～石炭は、エネルギー安全保障の観点から重要である。高効率石炭火力発電をCO₂削減技術として、国連は期待している。高効率石炭火力石炭火力発電所の普及拡大のためには、①金融支援、②整合的エネルギー政策(価格政策、効率基準、温暖化政策)、③CDM等のCO₂クレジットの活用、④人材育成、⑤知的所有権確保等の課題の改善が必要と思われる。そのために、国際的な連携や協力を構築することが必要である。
- ・IEA～世界のエネルギー供給の重要な部分を石炭は担っている。近年のエネルギー重要増加に應えるためには石炭の重要性をもっと唱えるべきである。現在の最先端の石炭火力発電所へ移行し、石炭消費を年間5Mt以上に削減し、より蒸気条件の高い発電所に改良し、CO₂削減を高めれば、全世界で年間13億5千万～17億tのCO₂が削減可能である。
- ・ADB～ADBは、社会的・経済的・環境的に持続可能な総合的成長のために妥当な価格で信頼性のあるエネルギーを十分に提供すべく、途上加盟国を支援している。ADBは、使用目的が火力発電所に限定された場合でない限り、炭鉱開発への資金融資は行わない。その代りに、ADBは、①炭鉱における安全性の向上、②環境的・社会的に健全な採掘と発電における石炭の高効率利用、③炭層メタンの採掘と利用、④石炭ガス化、石炭燃焼に伴う大気汚染防止装置の導入、⑤廃棄石炭の有効利用、⑥石炭の効率的な陸上・海上輸送、これらに関するプロジェクトについてのみ、支援する。ADBとしては、最近の取組みとして、インド(ムンドラ超大型発電所プロジェクト、フィリピン(ビサヤ諸島ベースロード発電開発プロジェクト)、中国(天津IGCC発電所プロジェクト)のプロジェクトへの融資、及びCCS関連活動を行っている。
- ・世銀～世銀にとって石炭プロジェクトへの融資は特別な挑戦である。環境団体からは「なぜ世銀が石炭に融資するか」と言われている。途上国は世銀の融資の可否に拘わらず、石炭を使い続けるだろう。世銀は水力発電とならんで石炭を含む化石燃料発電についても引き続き重要な役割を果たし続けなければならない。石炭が重要な脇役を続ける必要性を広く理解してもらうことが必要である。そのためには「低炭素」という言葉は不適切ではないか。

炭酸ガス排出削減は一つの指標であるが、最重要の指標ではなく、他にもっと考慮すべき指標があることを理解してもらうことが重要である。石炭利用技術、再生可能エネルギー利用技術、高効率化技術につき技術性能、経済性を政策決定者、一般大衆によりよく理解してもらうため情報交換、知識開示が必要である。日本産業の利益を考慮し米国のガイドラインの是非を検討の上、日本政府の方針を決定してもらいたい。

纏めとして、其々の国際機関の取組みの現状と課題が認識され、其々の国際機関が持っている課題が明確になったことは、本ワークショップを開催した成果の一つと言えよう。尚、本ワークショップでの議論を踏まえ、CCT国際協力研究会本体の場において、それらの課題に対してどのようなアクションを施していくべきなのか検討を行っているところである。



國友石炭課長による来賓挨拶



ADB Kim氏による講演



国連CDM理事会黒木理事による講演



パネリスト～(左から)APEF末次氏、MHI橋本氏、J-POWER竹股氏、世銀高橋氏



IEA Burnard氏による講演



パネリスト～(左から)ADB Kim氏、IEA Burnard氏、国連CDM理事会黒木氏

世界の石炭事情(ワールドコールレポート概要)

JCOAL アジア太平洋コールフローセンター 古川博文

1. 序

アジア太平洋コールフローセンター技術・情報委員会では2009年の世界の石炭分野動向をワールドコールレポートとしてまとめた。その概要を報告するが、詳細はホームページなどで公表していく予定である。

2. 石炭資源

世界エネルギー会議(WEC)が2009年にまとめた世界の可採埋蔵量は8,260億tで、これを2008年の世界生産量で除した可採年数(R/P)は122年である。

埋蔵量のうち、褐炭1,499億t(18.1%)、亜瀝青炭2,648億t、瀝青炭・無煙炭は4,113億t(49.8%)で石炭化度の高い石炭は約半分である。国では米国、ロシア、中国の上位3国で61.7%を占める。

3. 政策動向

資源ナショナリズムの動きは、石炭でも石炭資源国の一部で顕著になりつつある。

中国は、2010年を最終年とする「11次5ヶ年計画」のもと、4兆元の景気対策などでGDP実質成長率8.7%を確保、省エ

ネ・省資源をすすめる企業集約等の産業構造調整を進めている。エネルギー基本政策は、「能源中長期発展規画(2005～2020年)」である。新設された国家能源局(NEA)は2010年2月で2050年までの国家エネルギー戦略展望を作成している。

国内需要の急増により輸出抑制策がとられ、国営企業による海外資源確保も豪州・インドネシアなどで顕著になった。また、神華集団による1.2億t規模の石炭戦略備蓄基地建設計画が公表された。

豪州連邦政府は気候変動問題対策に積極的であるが、2011年に導入予定の炭素排出削減スキーム(CPRS)・排出量取引制度に対し産業界の反対が強く、政治問題化している。2009年6月開催の日豪石炭政策対話においての議題はGCCSI、ZeroGen、資源共同探査、インフラ整備等とともに褐炭利用に関する意見交換が行われた。

インドネシアは、2010年以降の新規石炭火力発電向けの需要増加に対処するため、石炭の国内供給を優先するDMO(国内供給義務)導入を打ち出した。DMOは生産者に対して国内市場優先供給を義務付け、輸出の無制限的な増加を抑制するものである。DMOとは国内石炭需要家の予想に基づき国内需要量を決め、生産量から国内石炭販売最低比率を決定、石炭企業に割り当てられるもの。

米国では、2020年までに2005年対比でGHG17%削減、2050年83%削減を目指して炭素価格を設定・排出制限する

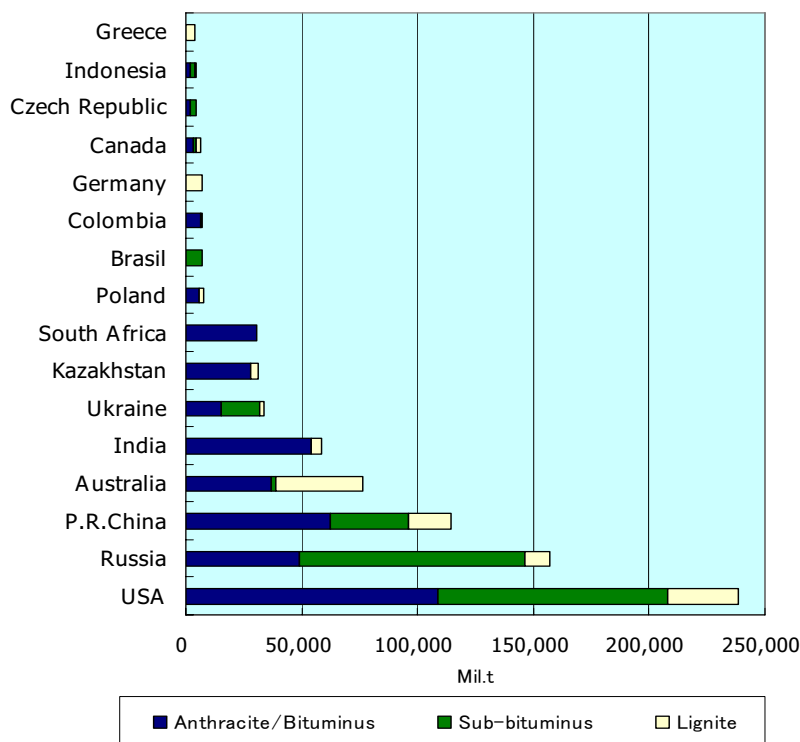


図1 国別の可採埋蔵量(WEC2009)

再生エネルギー基準、効率向上、排出量取引制度(C&T)導入などの気候変動対策法(ワックスマン・マーキー法案)は下院で2009年6月に可決した。上院では、2020年20%削減としたほぼ同内容のボクサー・ケリー法が審議中であるが、通過すれば両院協議会で一本化される見込みだが、国内的には医療改革問題が大きい。

我が国においては、地球温暖化対策基本法案が国会に提出されることになった。これは、国際協調のもと我が国の中長期的な排出量の削減目標を設定し、その達成のため国内排出量取引制度、地球温暖化対策税および固定価格買い取り制度の創設、革新的な技術開発の促進による新産業創出と雇用拡大を通して環境と経済の両立を図る趣旨である。削減目標の実現可能性、国民負担、国際的な公平性などが明かではないとの主張が産業界にある。

4. 世界の石炭消費動向

世界の一次エネルギー消費は、2004～2008の5年間に年率1.7%で増加し、消費量は石油換算113億t(toe)に達した。う

ち石炭は29.2%を占めて33.03億toe(67.7億t)に達している。石炭消費は、各国の現状エネルギー政策では引き続き増加すると考えられ、米国エネルギー情報局(EIA)は2030年に90億t、国際エネルギー機関(IEA)は96億tと見通している。

先進国の景気低迷にも拘わらず、2010年も中国・インドをはじめ、ASEAN区域を中心に石炭需要が増加すると考えられる。特に、中国の石炭消費は2008年で世界の40.8%を占め、2007年比12.4%、2000年比+127%増加と急増している。消費量2位の米国は15.2%を占め、2007年比で0.1%の微減で、2000年比では6.2%の増である。第3位のインドは8.6%を占め、2007年比で9.1%増加、2000年比では60.4%増加している。上位3ヶ国で世界消費の64.6%を占めている。中国とインドでの消費増加のほか、VISTA(Vietnam・Indonesia・SouthAfrica・Turkey・Argentina)とASEAN諸国も石炭への依存を高めており、大消費地域になりつつある。この他では中東地域や南米も将来的な消費拡大地域である。

国別の石炭消費推移を図2～4に示す。図5に2030年におけるEIA石炭消費予測を示す。

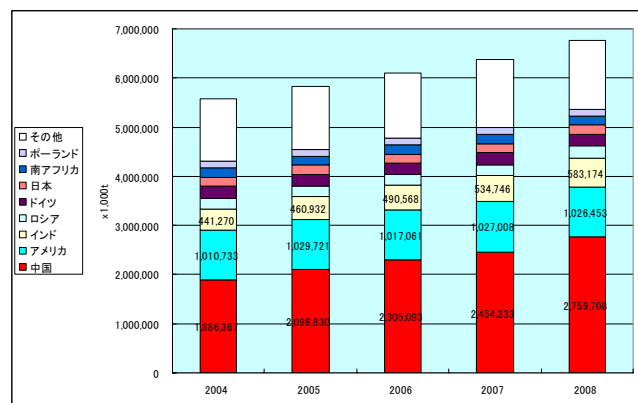


図2 国別石炭消費：IEA Coal Information 2009/JCOAL

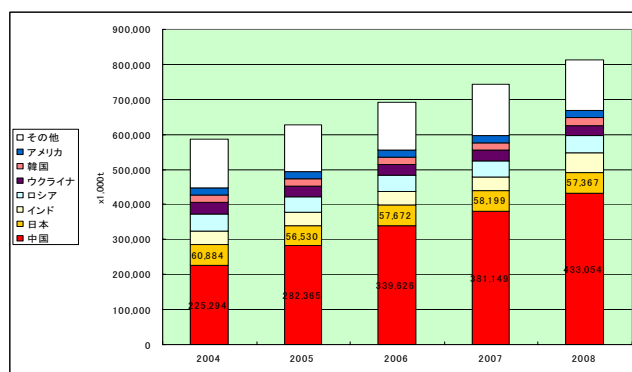


図4 国別原料炭消費推移：IEA Coal Information 2009

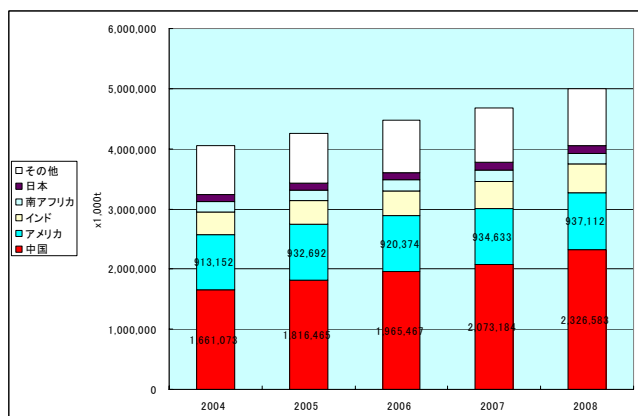


図3 国別一般炭消費推移：IEA Coal Information 2009

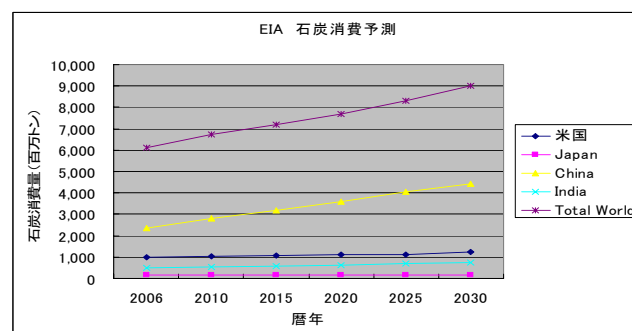


図5 石炭消費予測 IEA2009/JCOAL

■スペシャルレポート

世界の石炭事情（ワールドコールレポート概要）

5. 石炭生産動向

2008年に、世界全体では68億tの石炭が生産され、（一般炭50億t、原料炭8.5億t、褐炭9.5億t）、2007年比では6.2%増加した。褐炭を除いた石炭生産は58.45億tと2007年の54.42億tから7.4%増加した。

主要な石炭生産国は、世界生産の40.6%を占める中国を筆頭に、米国、インド、豪州、ロシア、インドネシア、南ア

フリカ、ドイツ、ポーランド、カザフスタンで、生産上位の3ヶ国で64.1%を占めている。

生産方式は約60%が坑内掘であり、特に中国では94%を占める。一方、露天採掘は豪州で75%、米国で69%である。2009年の生産速報では、OECDを中心とした世界的な景気後退と需要減少を受けて、米国は前年比で-7.8%減産したが、中国では国内需要の着実な増加により30.5億tと前年を8.8%上回った。

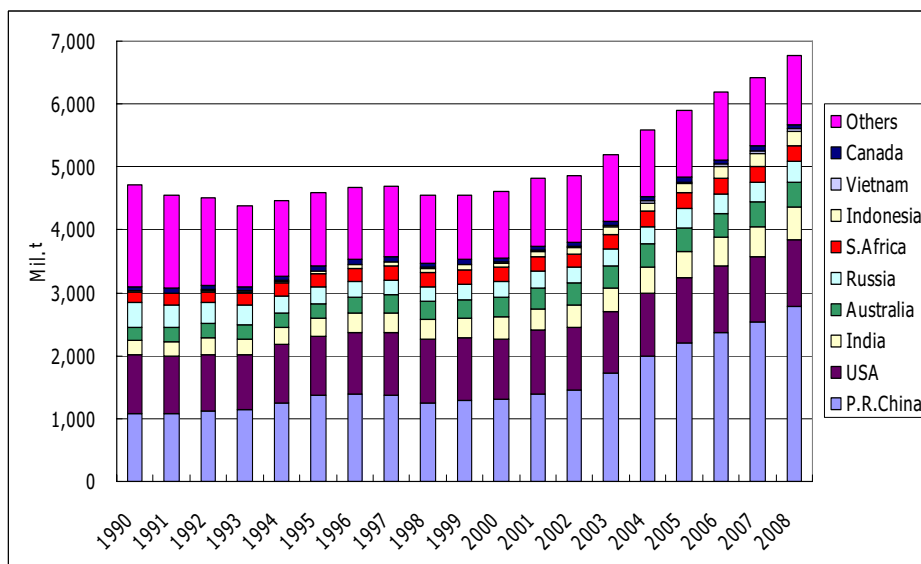


図6 国別石炭生産推移 (IEA Coal Information 2009)

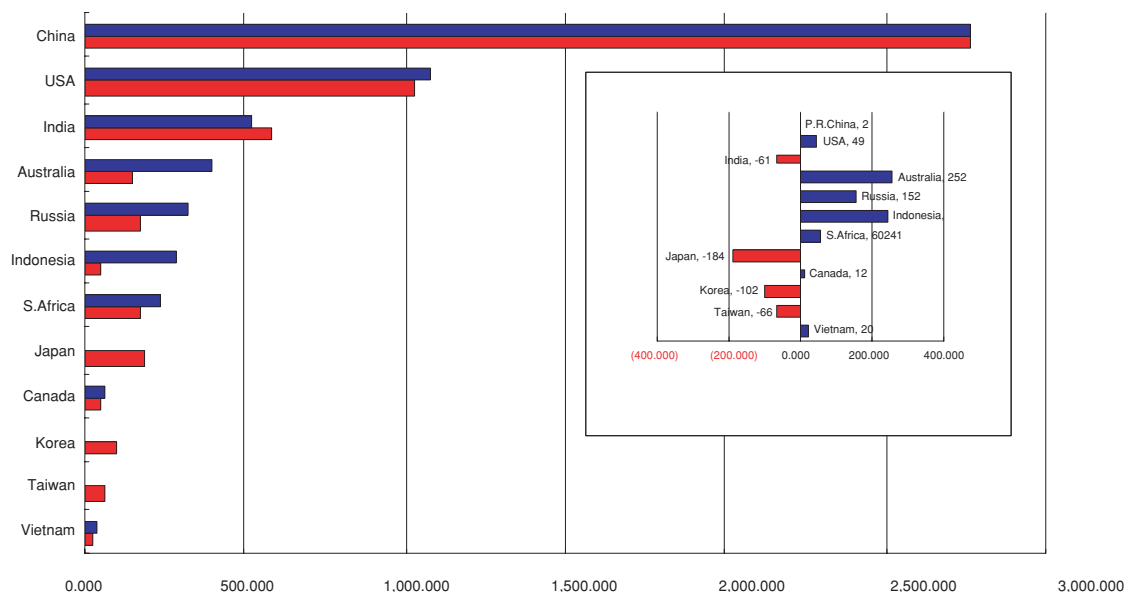


図7 石炭生産・消費：(IEA Coal Information 2009) (単位 Mil.t)

中国は世界の4割を占める最大生産国であるが、消費急増に伴い、2009年は輸入国に転じた。

6. 貿易と価格動向

世界の一般炭貿易は、生産の13.5%相当の6.76億t、うち海上貿易が6.06億tである。輸入地域はアジアが3.62億t、欧州が2.26億tであり、日本が最大輸入国である。

世界の石炭輸入は一般炭7億t、原料炭が2.2億tで、全体量では9.23億tである。日本が最大輸入国であるが、インドが5,979万tと急増中であり、日本・韓国・台湾に次ぐ輸入国になっている。

石炭輸出は、豪州・インドネシア・ロシアで世界の6割を占める。

石炭価格は、スポット価格と長期契約の年度価格の2種類あり、豪州一般炭FOBスポット価格は2007年春頃まで50～60USD/tで推移した後にアジアを中心に需要が拡大して価格は2008年夏に約200USD/t近くまで高騰した。2008年の金融危機以降は世界的にエネルギー需要が低迷して70USD/t台で推移して、2009年度契約価格は70-72USD/tであった。強粘結原料炭の2008年度価格は300USD/tまで高騰したが、2009年度は128-129USD/t程度である。

7. 石炭生産国の動向

7.1 中国

石炭中心のエネルギー構成(発電の約8割は石炭)。世界最大の石炭生産(30.5億t)、消費国(30.2億t)、世界の約4割。

今後の需要拡大をどうみるのか課題。IEAは2030年に24.0億toe、EIAでは24.8億toeと予測。日本エネ研の見通しは17.5億toeとこれらより低いが、鉄鋼をはじめ基幹産業をどう見るか、発電量(GDPに対する発電弾性値)をどう見るかにより異なる。

13石炭基地を中心に開発が進められ、大型炭鉱建設、小型炭鉱を整理する産業構造調整中。2009年は内需拡大と国内外価格差により1.258億tと輸入が急増。輸出は2,240万tと半減し1.03億tの純輸入となった。背景には、輸送インフラの制約、国内需給の逼迫および国内炭価格の高止まりがある。

中国企業の海外投資が活発化、広東省粵電、宝鋼集団などユーザーによる石炭投資、兗州など石炭生産企業の海外投資があるが、CICやCITICによる投資、中国冶金建設集団が一般炭開発を目指す投資ビジネスとして進出したと考えられるものもある。

石炭を大量消費する発電会社は国内炭に依存する必要が

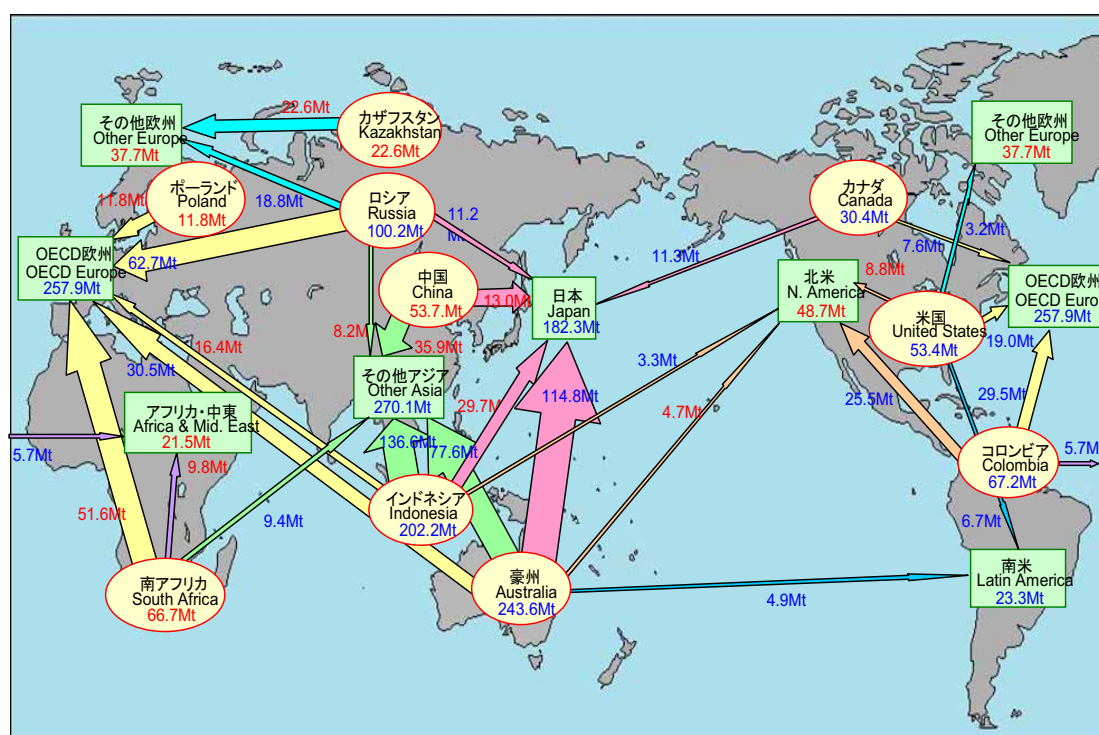


図8 世界の石炭輸出货量及び輸入量(2008) (出典：IEEJ)

■スペシャルレポート

世界の石炭事情（ワールドコールレポート概要）

あり国内資源開発へ動いている（鉄道投資も同様）。一方、輸入可能な地域（沿海地域、モンゴル隣接地域）において、輸入が漸増することは確実である。

利用では、効率向上等の発電技術進展が課題、高効率発電に向けて、SC、USCをどのように展開するのか、長期的にはIGCC、A-USCの展開もある。SO_x対策は進行、NO_x対策はこれからの問題。大型発電所建設、小規模発電所の閉鎖により1kWhあたりの石炭使用量は減少している。

7.2 米国

生産量、消費量共に中国に次ぎ世界第2位で、石炭は一次エネルギー供給の24.3%を占めており、発電の約5割が石炭火力。石炭消費の約9割が発電燃料。EIA, “Annual Energy Outlook 2009”によれば2030年に向け、260GWの新規電源が必要となる。ガス火力計画が多いが、石炭火力でも約50GW増を予測。今後とも石炭消費が増加するのか不透明である。電力需要拡大に伴い消費量は増加する予測であるが、直近のEIAは電源構成の石炭比率が前回より低下する見通し。ガス火力との競合がポイント（初期投資、燃料価格、CCSコスト差）となるが、石炭火力建設計画（NETL, Tracking New Coal-Fired Power Plant）は減少傾向にある。

アラスカ一般炭輸出の拡大可能性、温暖化ガス排出削減への政府対応、石炭火力でのCCS実用化、IGCC、CCS導入への政府支援がどうなるのかなど課題が山積。

2009年の消費量は9.07億t、生産量は9.34億t、一般炭生産の中心はワイオミング州からモンタナ州に広がるパウダーリバー炭田（PRB）で石炭生産の約4割。可採埋蔵量は世界最大の2,383億tである。

7.3 豪州

世界の貿易量の26.6%を占める最大の石炭輸出国。輸出量の8割が日本を含むアジア向け輸出で、日本へは6割供給する最大供給国。今後、アジア地域の需要拡大に伴い、豪州依存度は高まる見込みであるが、2000年初頭から輸出インフラ（鉄道、港湾）整備の遅れが問題化。

Big 4始め大手石炭メジャーが権益を確保して寡占化している。近年、生産性が低下・生産コストが上昇する傾向にある。現在の石炭供給は、クイーンズランド州とニューサウスウェールズ州が主であるが、ヴィクトリア州には多くの褐炭が賦存しており現地で発電用に利用されている。

また、最近気象要因による輸出制約が出ている。

7.4 インドネシア

豪州に次ぐ第2位の石炭輸出国、一般炭は世界最大。輸出需要の増加に伴い、生産・輸出が拡大。亜瀝青炭、褐炭が多い特徴がある。電力需要拡大により内需拡大しており、輸出能力低下が課題。生産拡大は図られるが、輸出が頭打との見通しもある。DMO制度導入により、輸出抑制策に転換。輸送インフラの未整備も供給制約要因。内陸部開発が

進むかは河川輸送が主流であるため、大型バージ輸送の運行が困難となる。中央カリマンタンでは鉄道建設が検討されている。

低品位炭（褐炭）の利用促進が図られ、褐炭山元発電計画が進められている。インドは4,000kcal/kg程度の石炭を輸入している。その他、新規発電所建設に中国企業の参入がみられる。

7.5 インド

世界3位の石炭生産量であるが、国内炭だけでは国内需要を賄えず、石炭輸入も2008年は世界第4位。国内石炭資源は豊富であるが、高灰分炭が多く、コークス用原料炭や高発熱量の一般炭は輸入依存している。

大規模電源開発計画（UMPP）が進捗中であり、石炭需給ギャップは更に拡大、今後も石炭輸入が増加する見込み。

8. 地球環境問題

8.1 地球温暖化を巡る情況

2009年12月にCOP15（コペンハーゲン）が開催され、全主要排出国が参加するとの前提で日本は2020年までに1990年比25%削減を目指すとして表明したが、先進国と途上国の足並みが揃わず、各国はコペンハーゲン合意に留意するとの決定に留まり、各国が国連環境計画（UNEP）に対し温暖化ガス削減目標数値を提出することになった。

8.2 石炭火力の高効率化に関する動向

日本では多くのUSC（超々臨界圧）火力発電所が建設され、長い運用実績がある。1990年代にUSC火力商用機が実現し、以後は続々とUSC火力が導入されUSCは日本の標準となっている。この結果、日本の発電効率は世界でも最高水準となっている。EUでは既に700℃級の次世代型超々臨界圧石炭火力（A-USC）開発が進められているが、日本でも更なる高効率化を目指して次世代型超々臨界圧石炭火力（A-USC）の開発が、経産省の下に重電メーカーなどにより始められている。

(1) USC：中国ではUSC火力の導入が促進されており、既に10基以上が商用運転され、新規建設計画も目白押しである。EUでもドイツを中心にUSC火力建設計画が進められている。韓国では5基のUSCが運転されているが、他の国ではこれから検討されるものと思われる。

(2) IGCC：本格的な石炭利用IGCC商用機はEU及び米国で始まり10年以上の運転実績がある。多くの国でIGCC並びにCCSと組み合わせたニアゼロ排出石炭火力が計画されており、米国FutureGen、豪州ZeroGen、中国GreenGenなどが各々の国の政府支援の下に実現に向かって努力がなされている。日本ではクリーンコールパワー研究所勿来IGCC（空気吹き、250MW）が2007年9月から実証試験運転に入り、長期連続運転に成功し、試験を継続している。

なお、酸素吹きの大崎クールジェンIGCC(170MW)が2016年度に実証運転開始予定である。

8.3 二酸化炭素回収・貯留(CCS)に関する動向

(1) CCSへの期待：IEA/Energy Outlook 2009での大気中CO₂濃度450ppmシナリオでは、省エネルギー、再生可能エネルギー、原子力がCO₂削減の柱とされているが、CCSへも大きな期待が寄せられている。

(2) 世界のCCSプロジェクト：CCS促進のための国際組織GCCSI(Global Carbon Capture and Storage Institute)が発表しているデータベースでは世界全体で499のCCS計画があるとしている。このうち224計画は小規模R&Dプロジェクトであり、これらを除外すると、世界全体で275プロジェクトとなる。内訳は完了プロジェクト34、実行中あるいは計画中が213プロジェクトで他に中止・遅延・取り下げプロジェクトが28ある。

図9に275プロジェクトの国別内訳を示す。104件(37%)が米国であり最もアクティブな国と言える。次はヨーロッパ地域で66件(24%)を占め、ヨーロッパ域内の多くの国がCCSに取り組んでいることがわかる。

商業化プロジェクトとしては、カナダのWeyburn、ノルウェーのSleipner、Snøhvit、アルジェリアのIn Salah等のプロジェクトがあるが、いずれも順調に運転が継続されている。各国のCCSに関する技術開発動向は次のように纏められるが、ここでCO₂の分離方式は、燃焼前からの分離回収(プレ)、燃焼後分離回収(ポスト)および酸素燃焼(オキシ)の3つが検討されているが、以降は単にプレ、ポスト、オキシと記す。

(1) EU：ZEP(European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants)を設置、2020年までにEU内の化石燃料火力におけるCO₂排出ゼロを目標としている。主要電力会社を中心にEUの研究資金をベースに産業界、国研や大学がコンソーシアムを組み3通りそれぞれの技術開発に注力している。

(2) 米国：オバマ政権はCCSプロジェクトに2,400億円を予算計上、DOEは5イニシアティブを用意した。FutureGenプロジェクトでは2007年度末にAlliance主導の方針を変更したが、DOEは元に戻すことに再決定した。プロジェクトのDOE予算は1,000億円でAllianceに再開するための方策を検討している。

(3) カナダ：サスカチュワン州にWeyburnプロジェクトと呼ばれる商用CO₂-EORがあり、また地下帯水層CO₂貯留、リジャイナ大学が進める既存石炭火力へのCCS付設試験などが進められている。またSaskpower社がBoundary Dam発電所において100万t/年のEOR計画を発表、これは世界最初の大規模商用CCSの1つになるとアナウンスされている。

(4) 英国：政府が2007年11月に、2014年までにCO₂約200万t/年以上で約90%CO₂回収貯蔵を可能とする化学吸収法実用化プロジェクトを発表した。また、化学吸収法に加えIGCC+CCS実証プロジェクトを3つまで実施、またCCS技術が確立され、その商業性が確認されれば5年以内に英国内の全ての300MW以上の火力発電にCCSを導入するとしている。

(5) 豪州：CSIROとCO2CRCが中心となり、CO₂回収貯留技術を

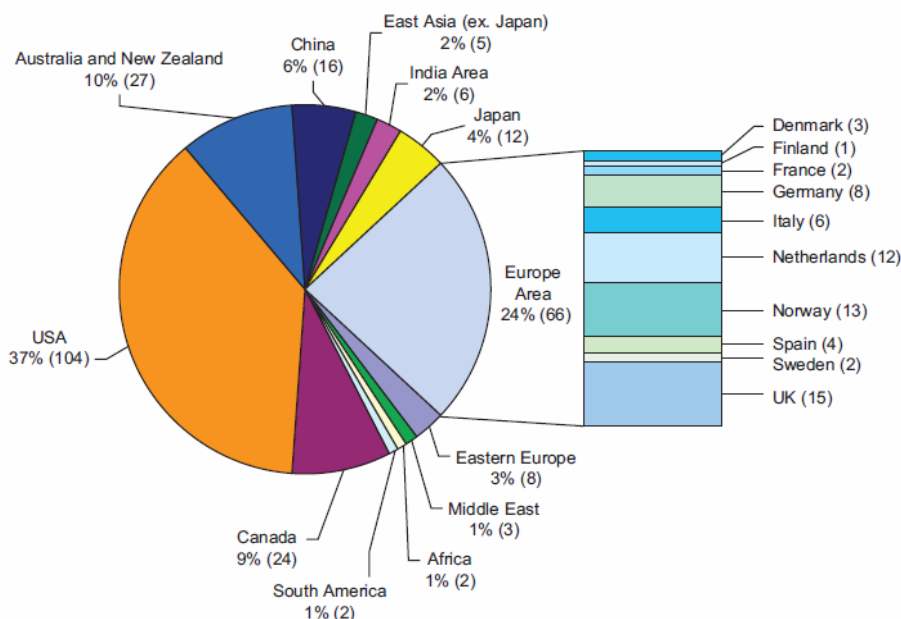


図9 世界の275件のCCSプロジェクトの各国別内訳

■スペシャルレポート

世界の石炭事情（ワールドコールレポート概要）

開発している。2009年7月にはGCCSIを設立、CCS技術開発を支援している。日本企業とCallide Aプロジェクト（オキシ）、ZeroGenプロジェクト（プレ）を共同推進している。

- (6) 中国：天津石炭火力発電所にて250MWのGreenGenプログラム（プレ）を実施している。2009年6月に建設開始され、2011年の運転開始を目指している。プログラムでは石炭ガス化・水素製造、水素発電、CO₂隔離貯留の統合システムの確立として、2020年までに発電効率55～60%、400MW大型実証プラントを完成させることとしている。
- (7) 日本：CO₂の分離回収輸送地中貯留の実証プロジェクト調査やCCS関連の諸活動を行うため、関連する37社にて、2008年5月に日本CCS（株）が立ち上げられ、福島県いわき市にある石炭ガス化複合発電（IGCC）実証機から排出されるCO₂を、磐城沖廃ガス田に貯留するトータルシステムとしてのフィージビリティスタディ（FS）を2009年度から実施している。また、電力会社としてもコスト低減やエネルギーロス低減に向けた改良・開発を実施すると共に、CO₂貯留技術については国内外の技術動向調査・評価を進めている。（2009年度版 電気事業における環境行動計画から抜粋）

8.4 国際会議報告

(1) IEA-GHG第1回酸素燃焼国際会議報告

2009年9月、ドイツのCottbus市において、IEA/GHG第1回酸素燃焼国際会議（1st International Oxyfuel Combustion Conference）が開催された。参加者は26カ国289名、日本は10名が参加した。主催者Vattenfall（スウェーデン）のオキシプロジェクト紹介をはじめ、各国からの発表がなされたが、日本からは日豪Callide Projectに関する発表がなされた。オキシは、排ガスからCO₂を直接回収する新たなコンセプトであるが、既存技術の組み合わせのため、実用化についてもブレークスルーしなければならない項目が少ないためか、CCSが議論される中で、このところ注目度が上昇しており、多くの実証プロジェクトが紹介された。世界初のVattenfall オキシ試験（本試験は蒸気タービンや発電機などの発電設備は設置されておらず、酸素燃焼の実証だけである）も特に大きな問題無しに運転しており、この経験から同社は商用設備を念頭においた試験項目を、本実証試験に組み入れてきている。

これに対し日本が参加しているCallide Oxyfuel Projectは30MWの発電まで含めた総合実証試験である。オキシで発電された電力はグリッドに流して売却され、回収されたCO₂は地下貯留される。

プレ、ポスト、オキシの技術が精力的に開発されているが、現段階では将来どれが有望なのか明確ではない。それぞれが経済性を念頭に実用化を目指して開発が進められている段階である。

8.5 世界ガス化会議2009報告

「2009年Gasification Technologies Conference」が、米国コロラド州コロラドスプリングスで開催された。亜瀝青炭PRBの大石炭生産地であるWyoming州知事によるKeynote Addressが行われ、石炭ガス化は極めて重要であることが強調された。Roundtable DiscussionではRiskとCapital Costの低減が重要であること、その為には長期の電力売買契約の発電事業や小型のIGCCも一つの方法である等の議論がなされた。

個別セッションは技術よりは企業各社が展開しているビジネス主体のPR要素の濃い内容であった。FutureGenはコスト低減のための設計内容の見直しを検討していて2009年内には最終報告書を纏める。豪州からはZeroGenの現状、中国からはGreenGenの紹介があった。日本からはクリーンコールパワー研究所による勿来IGCCの実証運転実績の報告ならびに三菱重工による豪州ZeroGenの紹介がなされた。

8.6 日本企業の地球環境ビジネス展開

クリーンコール部会でも議論されたように、日本の優れた技術を海外展開し、世界の温暖化ガス削減に貢献することは日本にとっても、また世界にとっても極めて重要なことである。

(1) 微粉炭火力技術の海外展開

三菱重工は、多くの石炭火力建設が今後も計画されている中国やインドなどのメーカに、既にライセンス供与しており、中国ではこのライセンスに基づいて既にUSCが建設され運転中である。また、日立では、世界を3極に分け、既存の微粉炭火力のビジネスを行うとともに、研究開発もそれぞれの国や地域の特性を生かし、分担、連携しながら推進している。

(2) 石炭ガス化技術の海外展開

日本においてガス化炉の開発を進めてきたのは、重電メーカでは三菱重工、日立、IHIなど、製鉄業や化学産業では新日鐵、宇部興産等がある。

このうち三菱重工は自社開発の空気吹きIGCCについて世界での拡販を進めている。また、酸化剤に酸素濃度を上げた空気を使用し、燃料製造・化学原料用ガス化炉の商用化も進めている。同社のガス化炉の代表的な海外展開としては、豪州が進めているZeroGenプロジェクトがあり、2009年6月に本プロジェクトFSを豪州ZeroGen社から受注しIGCCプラントの実用化を進めている。

また、褐炭有効利用についてのコンセプトも提案しており、豪州に多く存在する褐炭を産炭地にてガス化し、合成燃料を製造し、これを日本に海上輸送し、発電用、輸送用などに使用する総合的な燃料チェーンの構築を実現したいと考えている。IHIは自社開発でバイオマスや低品位炭を対象にした2塔式の循環流動層炉（TIGAR炉と称している）についてインドネシアへの展開をはかっている。

(3) CO₂回収技術の展開

- ・ポストコンバッション：三菱重工では必要蒸気量の少ない自社技術開発に取り組んでおり、海外パイロット試験を実施中である。海外の天然ガス燃焼からの排ガスでは数百t/日までが実用レベルであるが、大型石炭火力発電設備で利用する場合、1万～2万t/日レベルのCO₂回収が必要のため、もう一段のスケールアップを計画している。一方、日立では独自の吸収液(H3)を開発しパイロットクラスの試験を実施している。日立の欧州の系列会社であるHPE社と連携し2010年度よりガス処理量5000m³/h規模のモバイル型パイロット試験設備を用いて、欧州電力会社の実機燃焼ガスで4地点での試験を行う予定としている。東芝では、USCやA-USCとポスト技術を組み合わせ、送電端効率の低下を最小限とすることを目標として開発をスタートさせている。
- ・オキシフュエルコンバッション：国内の設備メーカーでオキシに取り組んでいるのはIHIと日立である。酸素燃焼の課題は酸素製造設備の運転動力を如何に少なくするかであるが、両社ともこの開発に注力している。IHIはパートナーである日豪の電力会社(JPOWER、CS Energy)と組んで日豪Callide酸素燃焼プロジェクトを推進している。

(4) 海外展開への提案

クリーンコールテクノロジー(CCT)について日本企業の海外展開について、以下のように提案がなされている。

IGCCはCCT/高効率発電技術の本命の一つであるが、建設コスト/発電コストの壁が存在する。本格的IGCC商業プラントの実現のため初期の立ち上がりには米国や豪州で行われているような公的バックアップが必要である。

CCSに関してもプレ、ポスト、オキシの技術は実証段階あるいはデモ試験段階にあるが、今後スケールアップ、実用化に伴い、初期導入促進のために公的なバックアップが必要である。エネルギーセキュリティの観点から、石炭由来のクリーンエネルギーのサプライチェーンの確立を、国を挙げてぜひともやる必要がある。褐炭のガス化炉による発電/クリーン燃料転換も今後検討が必要である。

9. 石炭の新たな事業展開

9.1 未利用資源

(1) 低炭化度炭改質技術

低炭化度炭は、埋蔵量が多いが、高水分・低発熱量で自然発火性を有することから、主に生産地域での発電等の用途に限定されている。しかし、灰分、硫黄含有量が低い等、良好な性状を有するものも多く、比較的浅部に賦存す

るために剥土比が低いなど経済的な採掘条件で生産できる可能性が高い。

現在、実用化段階にあるのは、非蒸発法のK-Fuel法、蒸発法のBCB法及びUBC法であり、熱水脱水法も実用化を目指して開発が進められている(各プロセスの概要はワールドコールレポートVol.1で紹介)。これらのプロセスのうち、BCBプロセス商業機1号機が2009年に完成した。2009年における改質技術の動向は以下の通りである。

※BCB法：インドネシア東カリマンタン州Bayan社は商業機第一号となる100万t/年プラントを2007年後半から建設開始、2009年4月に完成、試運転に入ったが、同時に建設される10MW自家発電所の完成が遅れたため、2009年11月頃から1系列での長時間連続石炭供給試運転が行われているところであり、全体の試運転が終了し商業生産となるのは2010年以降の見込みである。

※K-Fuel法：K-Fuelプロセスは米国ワイオミング州に年間75万t(原炭基準。製品基準は年間50万t)プラントを建設・運転中であり、製品燃焼評価も行ってきた。2004年頃にPRB炭田で400万t/年や800万t/年規模のプラント建設計画やアラスカ亜渾炭の台湾電力向けの800万t/年規模のプラント建設計画があったが、その後は進展していない。近年K-Fuel法によるインドネシアや中国の低品位炭改質試験が行われており、2009年5月に中国企業との合併により内蒙古自治区の石炭改質事業が国家発展改革委員会の承認を得たと発表されている。

※UBC：2008年12月にプラント能力600t/dの大型実証プラント竣工式を実施後、実証運転中で、商業化が検討されている。2009年の機器トラブルによる運転停止の影響もあり実証運転期間が2010年9月まで延長される予定である。また、製品評価としての燃焼試験は2010年3～4月に13.5万kW発電ボイラでの実機燃焼試験が予定されている。

※熱水脱水(HWT)法：熱水脱水法を使った熱水改質石炭スラリー(HWT-CS)プロセス実証事業が2010年度からインドネシアで10,000t/年のプラントを建設して開始される計画であり、2009年度に現地での建設のための準備作業等が進められている。

※これらのほか、低品位炭が豊富なインドネシアでは現地企業等により改質技術を使ったCUB(Coal Upgrading Briquette)プロセスの開発が行われている。

改質技術はBCBによる100万t/年プラントの完成により商業化へ移行しつつあり、インドネシア、米国、中国等での商業化が拡大すると想定される。また、低炭化度炭へ改質技術を適用することにより脱水による高発熱量化や自然発火性抑制による長距離輸送、長期間貯蔵が可能になるため、改質低炭化度炭が一般炭マーケットへ流入していくものと思われる。

一方、これまで低炭化度炭の主な利用先であった山元褐炭発電所では脱水褐炭を利用することで効率改善が図られ

■スペシャルレポート

世界の石炭事情（ワールドコールレポート概要）

ることから、褐炭脱水技術の検討が進められている。褐炭発電が多いドイツでは発電所各部での効率改善と600℃級褐炭超臨界ボイラの適用により送電端効率が38% (HHV) まで増加している。また、流動床型褐炭脱水と回収蒸気の圧縮によるエネルギー回収を行うことで、更なる効率向上を狙っている。この事前脱水については豪州ビクトリア州の発電所でも適用を検討している。日本においても褐炭火力発電所用の褐炭脱水技術について脱水後の熱回収、動力回収等による効率改善を行うことで、高い送電端効率が得られることが報告され、2010年度から技術開発が行われる予定となっている。

9.2 炭層/炭鉱/通気メタンガス(CBM/CMM/VAM)

(1) 低濃度炭鉱メタンガス

低濃度CMM対策としてNEDO事業で遼寧省阜新集団において国際共同研究開発が行われた。内容は大阪ガスグループが開発した活性炭PSAを用いてCMMを濃縮するシステムで、JCOALも協力して2009年に現場試験が行われ、約20%ガス濃度が45%以上に濃縮できることが確認された。また、阜新集団において処理能力1,000 m³/時のパイロット試験が行われ、2,000m³/時の実機開発に向けての基本性能確認が行われた。

三菱重工他によりNO_x対策として開発された希薄燃焼ガスエンジンは着火に少量の燃料油を使用することで大きな着火エネルギーが得られるため、低濃度炭鉱メタンガスを利用することが可能である。現在NEDOモデル事業として三菱重工とJCOALが協力し、遼寧省撫順集団でCMM+VAM燃焼発電の実証運転が計画されており、現在試運転を実施している。本ガスエンジンは希薄燃焼のため約5%濃度での燃焼を実現している。



図11 撫順集団で試運転中の三菱重工のガスエンジン

(2) 希薄メタンガス燃焼

我が国において、未利用希薄メタンガス処理システムとしては、触媒燃焼とガスタービンを組み合わせた、低濃度炭鉱メタン処理システムが提案されている。特徴は可燃限

界濃度以下の希薄なメタンガスも、燃料と空気中の酸素を触媒表面に接触させ、触媒の酸化力を利用して燃料ガスを酸化させるもので、NO_xは発生せず、炎も出ない。熱交換器付きの再生サイクル・ガスタービンが用いられ、排気ガスから熱を回収して再生器(熱交換器)に送り、ここでVAM/CMMと空気の混合気は加熱(400℃)されて触媒燃焼器に送られる。計画性能は、発電850kWe、利用ガスはVAM0.5%・CMM30%で23,000Nm³/hrである。中国における課題は、日本製希薄燃焼ガスタービン実機の運転実績がないこと、価格競争力などであり、サービス体制の構築も今後の課題である。

(3) 石炭ガス化による化学原料への展開

石炭資源は原油やガスに比較して多くの国に賦存し、廉価なエネルギー源として世界中で利用されてきた。従来の熱源として燃焼主体の利用以外に最近中国を主体にガス化を行い、より付加価値のある化学原料として利用されている。

・中国の動向：ガス化による化学原料製造に関して、近年多くの商用機を稼働させているのが中国である。豊富に賦存している石炭を利用して経済発展著しい需要に応えるべく、今後も化学原料市場として多くのガス化炉計画がある。商用機としての稼働実績及び計画中のガス化炉も含めた主要ガス化炉メーカーの導入状況によると、ガス化炉128基で延べガス化炉容量約19万t/dに達している。

・SNGへの展開：SNGは、石炭合成ガスからメタネーション反応あるいはCBMを液化するプロセスであり各国で検討がなされている。特にLNG化により遠方輸送が可能となりガスタービンコンバインドサイクル発電(GTCC)に利用できることから、CO₂削減の効果的な対策あるいは天然ガス(以下NG)安定供給の一環として幅広く検討されている。

・天然ガスの市場動向：NG価格は原油価格にリンクして上昇の可能性が高い。リーマンショックによる世界不況でNGの需給バランスが大きく崩れ、米国のNG価格は約3-4\$/MMBTUと低迷している。しかし徐々にではあるが景気の回復に伴いNG価格も上昇に向かうと予想される。

既存のガス確認埋蔵量(180兆m³)の半分以上はロシア、イラン及びカタールに偏在している。一方、確認埋蔵量よりはるかに膨大な推定可採資源量(850兆m³)があり、そのうち、45%を占めているのは非在来型ガス(CBM、タイトガス及びシェールガス等)である。そのため、豪州では豊富に賦存しているCBMがLNGと平行して盛んに検討されている。

・米国でのSNG：米国における石炭からのSNG製造は1984年に現在のDakota Gasification CompanyのGreat Plains Syn-fuels Plantで開始された。1970年代に天然ガスの不足をカバーするために褐炭から天然ガスを製造するコンソーシアムがプラントを建設し、現在燃料として供給されている。SNG製造プロセスで回収した8,000t/d(3Mtpa)のCO₂がEOR用と

してカナダWeyburnにCO₂パイプラインで送られている。その他いくつかのプロジェクトが現在推進中である。

(4) 石炭熱分解ガス化技術 (ECOPRO⁽ⁱ⁾)

日本では主に石油・天然ガスによってエネルギー・化学原料が供給されており、石炭は発電や製鉄原料等に限定的に利用されている。今後の化石燃料需給から可採年数が長い石炭へ原料シフトしていくことが想定され、石油・天然ガスチェーンを代替補完できる石炭チェーンの確立が必要と考えられる。この中核技術が石炭ガス化技術であり、石油・天然ガスを原料に製造されてきた製品を石炭ガス化による合成ガス (H₂、CO) から製造することが可能となる。

ECOPROは高効率で合成ガスを製造できるガス化炉であり、化学原料・燃料製造に適した技術である。特に、高温下で分解して油・ガスとなる揮発分が多い亜瀝青炭や褐炭等の低品位石炭が適している。現在埋蔵量の約半分を占める低品位炭使用量は石炭消費量の約1割であり、今後は低品位炭が使用できる技術が望まれる。従って、低品位石炭を原料とし化学原料、代替天然ガスを製造するスキームは天然ガス主成分であるCH₄を含んだ合成ガスを生成できるECOPROの特徴を最も活かせるものと考えられる。また、資源の少ない日本にとり価格・供給量変動の激しい石油・天然ガスではなく石炭から同等の製品を得ることはエネルギーセキュリティに大きく寄与する。さらに産炭国において、輸送制約から商品化されていない褐炭等を活用することができれば、資源の活用先を増やし、新たな産業を構築することができる。このため、褐炭を産出する国においてガス化・化学合成し、化学製品を日本に輸入するスキームは日本・産炭国ともにメリットがあるスキームであり、ECOPROに最適のスキームと考えられる。

(5) 石炭液化 (CTL)

中国では、石炭液化の技術開発が活発に行われており、2009年に合計5件の石炭液化プラントが運転開始した。それらは内モンゴルオールドス市にある神華煤制油有限公司の油製品108万tpaの石炭直接液化プラント、内モンゴル神華集団の油製品18万tpa間接液化プラント、内モンゴルオールドス市にある伊泰煤制油有限責任会社の油製品18万tpaの間接液化プラント、山西長治にある潞安煤鉍集団の油製品16万tpaの間接液化プラント及び山西省晋城にある晋城煤業集団のメタノールからガソリン合成プラントである。中国政府はこれらの実証プラントの運転が成功したのちに、新たなプロジェクトを認可し、普及させる予定である。

山西省の晋城煤業集団のメタノールからガソリン合成プラントは、米国Exxon Mobileプロセスで2008年に生産開始したNew Zealandの経験を反映したもので、ガソリン生産

量2,500bbl/dのMTG製造プラントを中国山西省に建設し、2009年6月に生産開始している。MTGプロセスは従来のFT合成と比較してガソリン精製が不要であり、製造コスト、生産効率及びCO₂発生量において優位と言われている。

10. まとめ

JCOALは、ワールドコールレポートをはじめさまざまなメディアを通して、石炭関連情報の発信による会員サービスに努めていく。

参考文献

IEA：CoalInformation2009,IEA
IEA：World Energy Outlook 2009
EIA：International Energy Outlook 2009
BP：Energy Statistical Review of World Energy 2009
METI：クリーンコール研究会報告書
METI：エネルギー白書2009
JCOAL：ワールドコールレポート (WCR) Vol.1、Vol.2

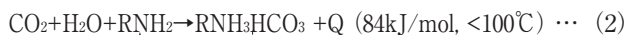
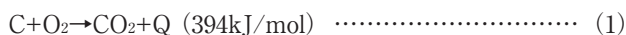
(i) ECOPRO：Efficient Co-production with Coal Flash Partial Hydro-pyrolysis Technology

ケミカルルーピングを利用するクリーンコール技術

JCOAL 技術開発部 林 石英

1. はじめに

石炭は世界的に最も豊富にかつ普遍的に存在するエネルギー資源であり、セキュリティ面や経済面で優れているといえ、有効に使うことによって安定的な経済成長を達成していくことが望まれる。一方、二酸化炭素などによる地球温暖化をはじめとする地球環境問題がクローズアップされ、これらを解決するための技術開発が緊急の課題となってきた。石炭の利用とともに、CO₂を回収し、地下に貯留・固定化すれば、石炭のゼロエミッション利用が期待される。しかし、石炭の燃焼排ガスあるいはガス化プラントのシンガス中からCO₂を吸収液によって回収する場合は、ガスの処理量が多く、CO₂の吸・脱着の際に発生した低温の熱(<100℃)は有効に利用し難い。例えば、炭素を燃焼し及びアミン液によってCO₂を吸収する場合の反応量論式は式(1)及び(2)で現れる。同式から、CO₂の回収だけで炭素エネルギーの約20%が低温の熱ロスになることがわかる。



これまでの石炭利用技術の開発は、図1に示すように燃焼からガス化、ガス洗浄(脱塵、脱硫、脱硝)、複合発電、CO₂回収等、ニーズに合わせた後付け方式が多い。しかし、上述のようにプラント排ガス等からのCO₂回収は脱塵、脱硫、脱硝等に比べられないほど大きなエネルギーロスを生じるため、CO₂回収による熱ロスのない高効率なクリーンコール利用技術の開発が必要となる。

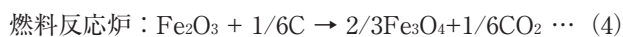
そのため、将来のゼロエミッション石炭利用として期待されているのがケミカルルーピングクリーンコール利用技術^{1, 2}であり、その開発動向を調査した。

2. ケミカルルーピングクリーンコール利用技術の概念

ケミカルルーピングクリーンコール利用方法とは簡単に

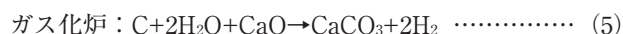
言うと、媒体の化学変化を介して、石炭をO₂ガス(空気)と直接接触させずに、熱(Q)にあるいは燃料ガス(H₂等)に転換し、CO₂を分離する方法である。図2にケミカルルーピングクリーンコール利用技術の概念を示す。熱を得るための技術はケミカルルーピング石炭燃焼といい、水素など燃料ガスを得るための技術はケミカルルーピング石炭ガス化という。いずれもCO₂を高温で分離するため、発生したCO₂吸収熱は石炭の転換反応に或いは発電に利用される。図中のMはCa, Fe, Ni等の金属を表す。

ケミカルルーピング燃焼法の典型的な反応を次の式(3)及び(4)に示す。



空気反応器ではFe₃O₄は空気中でFe₂O₃に酸化され熱が得られる。燃料反応器では石炭によってFe₂O₃がFe₃O₄に還元されてCO₂が排出される。このタイプのケミカルルーピング燃焼のメリットとしては空気を使用しても、CO₂を簡単に分離できることがあるが、媒体の循環法、媒体の寿命、石炭灰の分離等の課題を解決する必要がある。

ケミカルルーピング石炭ガス化の典型的な反応を式(5)及び(6)に示す。ガス化炉に供給されたCO₂吸収剤(CaO)は、ガス化炉内のCO₂を吸収し、それに伴ってCOのシフト反応もガス化炉内で進行する。その際、CO₂の吸収による発熱とCOのシフトによる発熱が直接石炭ガス化に提供されるため、高いエネルギー転換効率が期待される。



ケミカルルーピングガス化のもうひとつタイプ、式(7)、(8)に示すように、石炭を用いて酸化金属を還元し、さらに金属を水蒸気と反応させ、水素を生成する方法である。



以下に主にケミカルルーピング石炭ガス化の技術開発についていくつかの実例を紹介する。

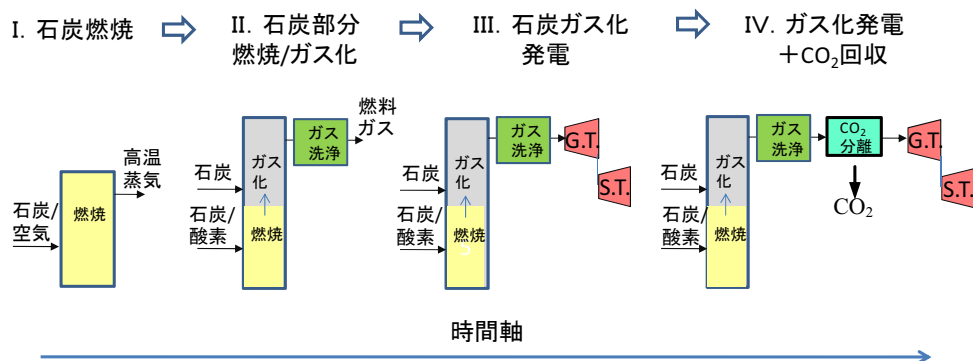


図1 これまでの石炭利用技術の開発

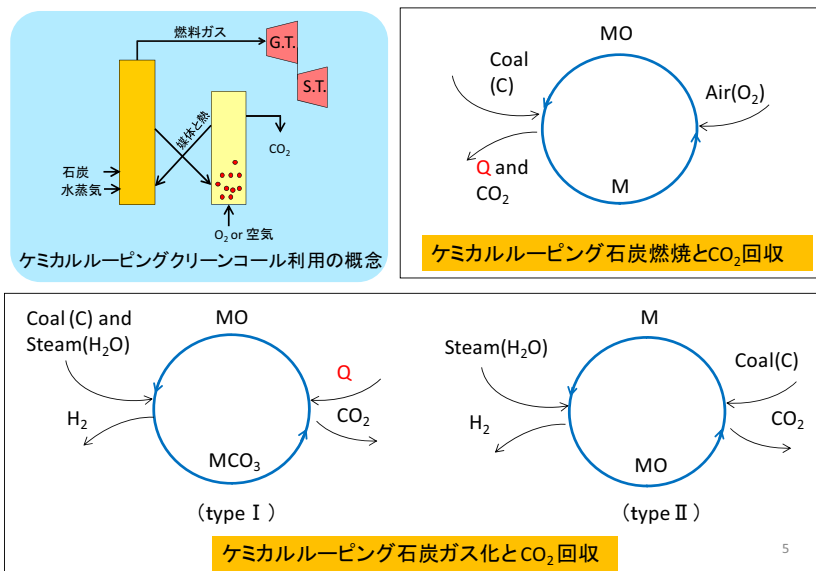


図2 ケミカルルーピングを利用したクリーンコール技術の概念

3. ケミカルルーピング石炭ガス化技術の開発動向

ケミカルルーピング石炭ガス化はCO₂の分離・回収、及びCO₂吸収熱の利用を石炭転換過程で同時に実行されるため、

ゼロエミッション且つ高効率なクリーンコール利用技術として注目されている。図3には代表的なケミカルルーピング石炭ガス化法及びその技術開発現状を示す。主にCaO-CaCO₃ケミカルルーピング石炭ガス化³、CaO-CaCO₃/CaS-

① CaO-CaCO ₃ ケミカルルーピング法 (日本HyPr-RING (JCOAL/AIST) ³)	② CaO-CaCO ₃ ; CaS-CaSO ₄ -併用ケミカルルーピング法、 (アメリカ ALSTOM 社) ⁴ 、DOE プロジェクト	③ Fe-FeO ケミカルルーピング法 (アメリカ OHIO 州立大学) ⁵ 、DOE プロジェクト	④ CaO-CaCO ₃ ; Fe-FeO 併用ケミカルルーピング法、 (アメリカ GE 社) ^{6,7} 、DOE プロジェクト
$C + 2H_2O + CaO \rightarrow CaCO_3 + 2H_2$ $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$	$4C + CaSO_4 \rightarrow CaS + 4CO$ $CaS + CaO \rightarrow CaCO_3 + H_2$ $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$	$C + FeO \rightarrow Fe + CO_2$ $H_2O + Fe \rightarrow FeO + H_2$	$C + H_2O + CaO \rightarrow CaCO_3 + 2H_2$ $CO + FeO + CaCO_3 \rightarrow CaO + Fe + CO_2$ $Air + Fe \rightarrow FeO + N_2$
特徴: 安価な石灰石 (CaCO ₃) をCO ₂ 吸収、ガス化熱媒体として利用する。 H10年に提案し、H12-H19年度にはMETI「石炭利用CO ₂ 回収型水素製造技術」プロジェクトを実施し、50kg/dベンチスケール試験を終了した。 H12年以後から世界各国からいろいろ類似なプロジェクトをスタートした。 課題: ・異なる圧力条件下で運転するガス化炉 (2-3MPa) と燃焼炉 (媒体再生炉、常圧) 間の粒子ハンドリングの確立 ・スケールアップデータの取得	特徴: 空気分離が必要なく石炭から水素を製造できる。 ベンチスケール試験終了 (Phase III 2002-2007) Phase IV, 2008~2011 (10t/d 装置設計、粒子、ガスの循環流動テスト) 課題: ・粒子ハンドリング ・スケールアップデータ取得	特徴: 酸素の使用がなくても石炭から水素を製造できる。 大学実験室スケール試験を実施している。 課題: ・媒体の反応性、リサイクル使用性 ・連続反応システムの確立 ・スケールアップ、経済性の確立	特徴: 空気分離が必要なく石炭から水素を製造できる。 連続ベンチスケール試験を終了した (2000-2007年) 課題: ・酸化剤とCO ₂ 吸収剤との分離 ・固体粒子の凝集、寿命 ・スケールアップデータ取得

図3 代表的なケミカルルーピング石炭ガス化技術の開発

■技術最前線

ケミカルルーピングを利用するクリーンコール技術

CaSO₄併用ケミカルルーピング石炭ガス化⁴、Fe-FeOケミカルルーピング石炭ガス化⁵及びCaO-CaCO₃/Fe-FeO併用ケミカルルーピング石炭ガス化⁶に分類される。次にそれぞれのケミカルルーピング石炭ガス化法の特徴及び技術開発状況を紹介する。

①CaO-CaCO₃ケミカルルーピング石炭ガス化(JCOAL/AIST)³

CaO吸収剤をガス化炉に投入し、ガス化炉内でCO₂ガスを吸収し分離する方法である。CO₂を吸収してCaCO₃になった吸収剤はカ焼炉に移り、カ焼されてCaOに戻り、同時にCO₂が回収される。その際、カ焼に使ったエネルギーはCaOの化学エネルギーとして蓄積されて再びガス化炉に戻り、ガス化時に熱として放出され、反応を促進する。図4にはCaO-CaCO₃ケミカルルーピングガス化の概念図を示す。

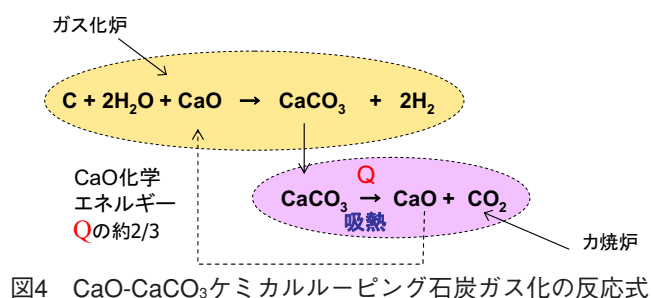
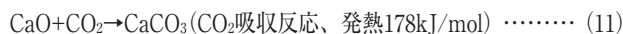
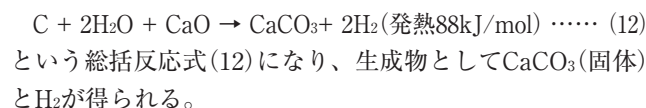


図4 CaO-CaCO₃ケミカルルーピング石炭ガス化の反応式

1つのガス化炉でガス化反応(9)式とシフト反応(10)式を行わせていることが大きな特徴となる。(10)式の平衡から最終的な組成が決まる。この時に生成物の一部を反応系から取り除くことが出来ると平衡に到達しないため、反応は水素生成の方向に進む。



ここでは、式(10)のシフト反応で生じるCO₂ガスをCaO吸収剤で固定しガス化炉から抜き取ることで、反応平衡を右側に大きくずらし、その結果、高濃度の水素を得られる。式(9)-(11)をまとめると、



CaO-CaCO₃ケミカルルーピング石炭ガス化の技術開発として、日本のHyPr-RING (Hydrogen Production by Reaction Integrated Novel Gasification) プロジェクト³がある。このプロジェクトでは2000年から2007年までベンチスケールの石炭ガス化及び吸収剤カ焼試験を実施した。二酸化炭素の吸収剤として使用したCaOは、反応器内でまず水蒸気と反応し、Ca(OH)₂になり、その後にCO₂を吸収する。Ca(OH)₂を経由することで高い吸収反応活性を維持できる。

反応器内の吸収剤と二酸化炭素との反応は



となる。図5にはHyPr-RING法の概念図を示す。また図6にはプロセス構成及び課題を示す。

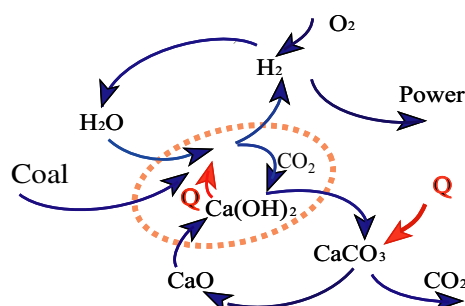


図5 HyPr-RING法の概念図

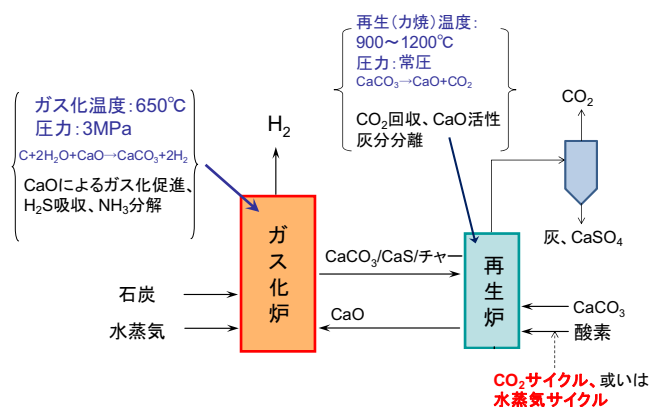


図6 ケミカルルーピング石炭ガス化プロセス構成と課題

HyPr-RING法の成立性及び特性は、ベンチスケールの高圧流動層ガス化装置及び常圧流動層カ焼装置を用いて試験的に確認された。図7は試験に使用した高圧ガス化装置及び常圧カ焼装置の写真、ならびにガス化試験及びカ焼試験で得られた生成ガスの成分を示す。ガス化試験からは生成ガスの大半が水素で、残りがメタンであり、COとCO₂はほとんどなかったこと、また、カ焼試験からは生成ガスの95%以上がCO₂であることが確認された。さらに、石炭灰は吸収剤のカ焼過程でサイクロン分級によって吸収剤と分けられることも分かった³。

一方、HyPr-RINGと類似なCaO-CaCO₃ケミカルルーピング石炭ガス化の技術開発としてはEUのC2HとISCCプロジェクト⁸がある。ドイツのシュツツガルト大学を中心として石炭からの水素製造とCO₂回収試験を行っている。当初は常圧流動層で試験を行っていたが、最近は3.5気圧程度の圧力で試験を行っている⁸。図8にはシュツツガルト大学の流動層ガス化試験装置の概念及びガス化の生成ガス組成を示す。

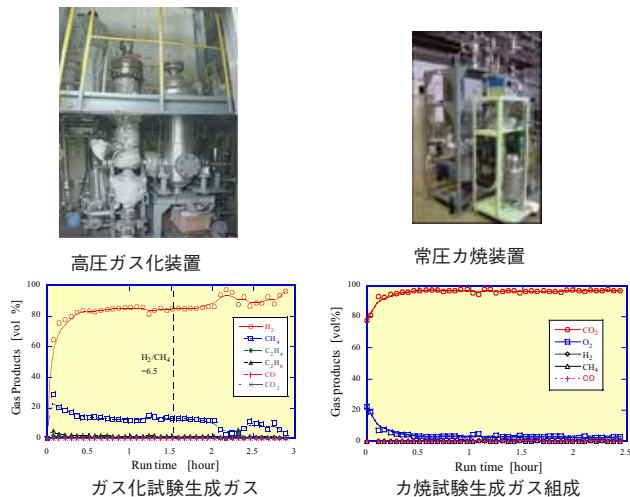


図7 HyPr-RINGプロジェクトの試験設備及び試験結果³

もう一つ代表的なCaO-CaCO₃ケミカルルーピング石炭ガス化の技術開発は北米のZECAプロセス⁹である。本プロジェクトの概要を図9に示す。石炭水添ガス化反応により生成したメタンを触媒を含んだCaやドロマイト系の吸収剤で改質して水素とし、この一部を燃料電池発電に、残りを水添ガス化反応に使う。吸収剤再生時に発生するCO₂を天然鉱物(例えば蛇紋岩)で固定化した後に地中に隔離するものである。2000年に米国のLos Alamos国立研究所によって提案され、アメリカ・カナダの10社の石炭採掘および石炭による発電関係の会社によりZECA (Zero Emission Coal Alliance)が組織され基礎研究を行っていた。現在、イギリスのインペリアルカレッジ及びケンブリッジ大学を加えてCa吸収剤リサイクル活性の研究を行っている。

CaO-CaCO₃ケミカルルーピングの利用は、石炭ガス化の他、石炭ガス化ガスあるいは石炭の燃焼排ガスからのCO₂回収技術として研究・開発されている。いくつかの例として、

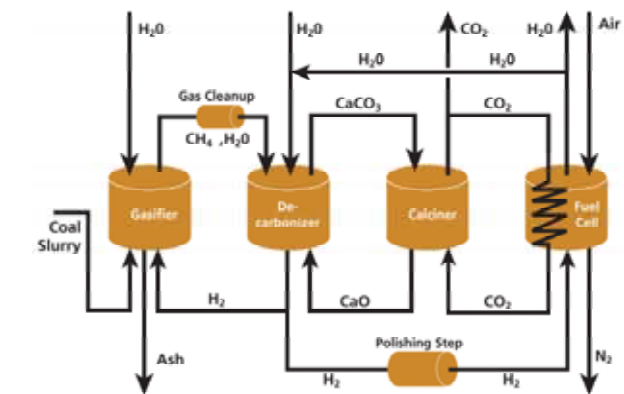


図9 ZECAプロジェクトのプロセス間の相互関係⁹

図10に、オハイオ州立大学とCONSOL Energyが開発している石炭ガス化ガスからのCO₂回収技術¹⁰、CanmetENERGYが開発している石炭ガス化ガス及び燃焼ガスからCO₂回収技術¹¹、Forst Wheeler社が開発している燃焼排ガスからのCO₂回収技術¹²、及びオハイオ州立大学とBabcock/Wilcox Power¹³が開発している燃焼ガスからのCO₂回収技術のそれぞれについて概念を示す。

②CaS-CaSO₄/CaO-CaCO₃併用のケミカルルーピング石炭ガス化(ALSTOM社)⁴

CaS-CaSO₄/CaO-CaCO₃の併用法はALSTOM社が開発しているケミカルルーピング石炭ガス化法で、CaCO₃の再生(カ焼)に酸素を使わない方式である(図3)。2003年からDOEの支援でフェーズI、II及びIIIが実施されてきた。さらに、2008年の10月にトータル約630万ドルの予算(内DOE80%)でフェーズIVを実施することをDOEと合意した。フェーズIVは約10t/d石炭供給の実証プラントをWindsor, CTで建設し、エンジニアリングや運転技術等の実機設計のデータを獲得することを目的とした。図11にはパイロットの概念図及び開発スケジュールを示す。

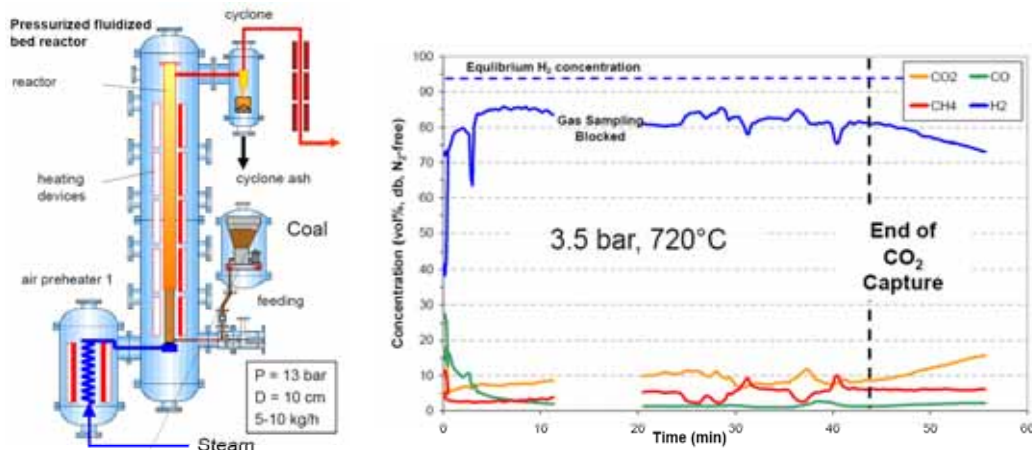
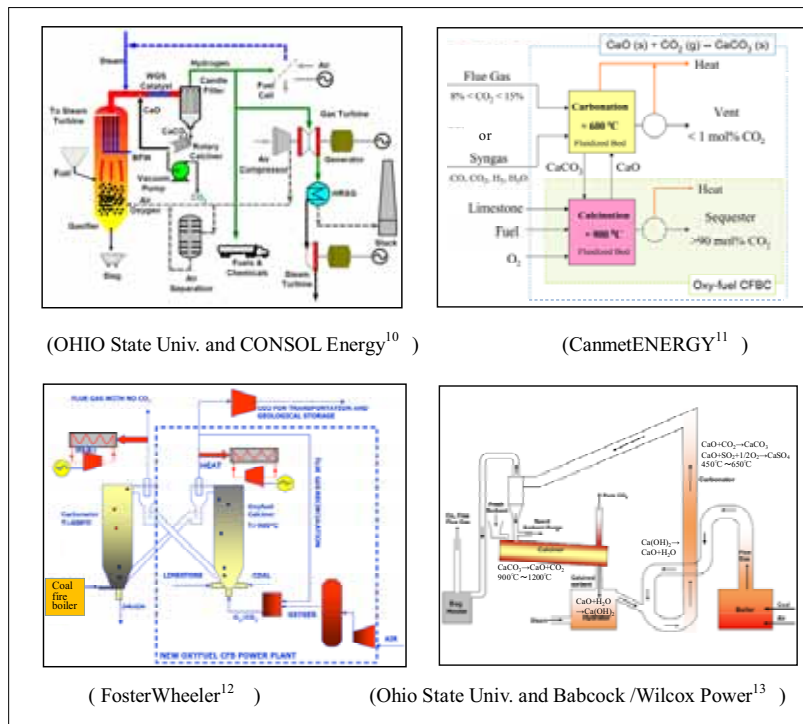
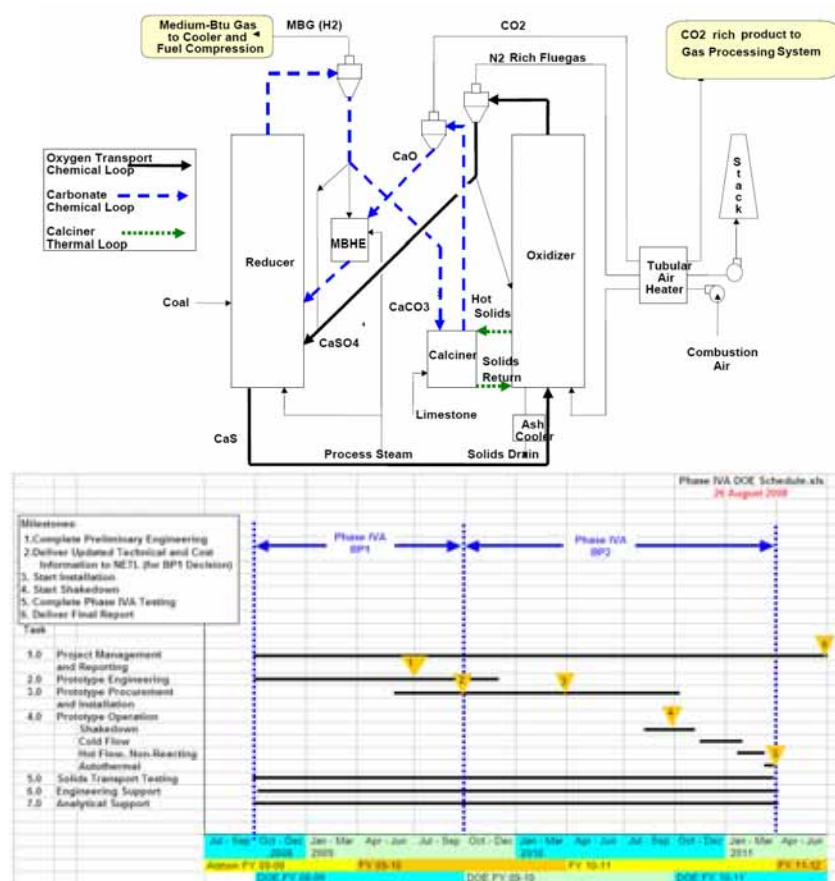


図8 ドイツシュツツガルト大学のケミカルルーピング石炭ガス装置及び試験結果⁸

■技術最前線

ケミカルルーピングを利用するクリーンコール技術

図10 CaO-CaCO₃ケミカルルーピングを用いた石炭ガス化ガス或いは燃焼ガスからのCO₂回収技術開発図11 ALSTOMのケミカルルーピング石炭ガス化技術の概念図及び開発スケジュール⁴

③Fe-FeOケミカルループング石炭ガス化(オハイオ州立大学)⁵⁾

オハイオ州立大学の研究グループが開発しているケミカルループング石炭ガス化法(図3)は、還元炉で炭素によって酸化鉄(FeO)を還元しFeにするとともに、CO₂を分離し($\text{FeO} + 1/2\text{C} = \text{Fe} + 1/2\text{CO}_2 \uparrow$)、次に水素発生炉で鉄を水蒸気と反応させ、酸化鉄と水素を製造する($\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} = \text{FeO} + \text{H}_2 \uparrow$)方法である。試験は実験室スケールの連続移動層で実施されている。生成水素の濃度は約99%以上であり、高濃度のCO₂の回収を確認したとともに、繰り返し使用可能な酸化鉄ペレットも開発した。図12にはオハイオ州立大学Fe-FeOケミカルループング石炭ガス化法の概念図を示す。

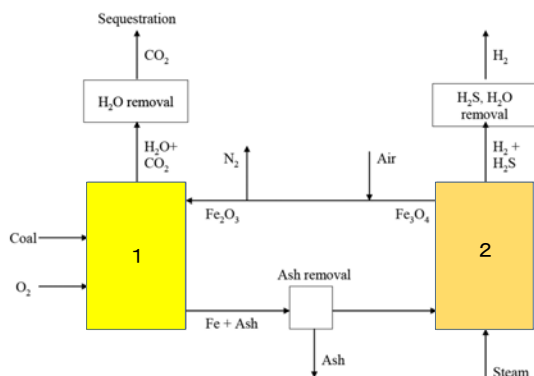


図12 オハイオ州立大学のケミカルループング石炭ガス化法⁵⁾(1、還元炉、2、水素発生炉)

④CaO-CaCO₃/Fe-FeO併用のケミカルループング石炭ガス化(GE社)^{6, 7)}

GE Global Research (GEGR) は図3に示したCaO-CaCO₃とFe-FeOの反応を併用した無酸素燃焼をとめないケミカルループング石炭ガス化を提案し、2000年9月から2008年3月にかけて総予算約660万ドル(内DOE約70%)の研究開発を実施した。3塔式ベンチスケールおよびパイロット装置を用いて2008年3月まで粒子循環、ガス分離、吸収剤寿命、IGCC発電効率および実機建設コストを検討してきた。しかし、高温(>1200℃)での粒子凝集によって吸収剤の寿命が予想より短く、実機コストが高くなると予測されたため、2008年4月から予定となっていたフェーズIII(3-5MW実証プラント)を中止し、高温吸収剤粒子の循環、寿命延長の研究に専念することを決めた。図13はGE社のCaO-CaCO₃/Fe-FeO併用ケミカルループング石炭ガス化装置を概念的に示したものである。

4. まとめ

空気分離装置を付加せずに石炭の酸素燃焼や酸素吹きガス化に準じた反応をさせたり、熱エネルギーを化学エネルギーに変えて、熱の効率的に利用を可能として、効率的な

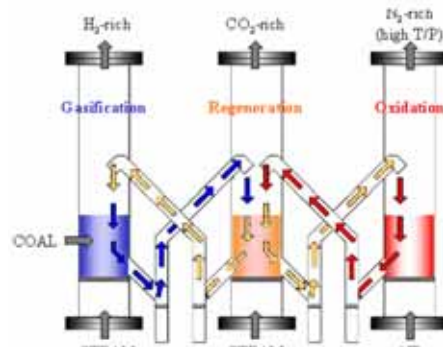


図13 GE社のケミカルループング石炭ガス化法^{6, 7)}

CO₂回収が可能なことから、近年各国でケミカルループングクリーンコール利用技術の研究開発が盛んに行われている。それを反映し、2009年9月15日—17日にはスペインで第1回IEA高温固体ケミカルループング会議が開催された。表1に会議発表リストを示すが、日本、ヨーロッパ、アメリカ、カナダ、オーストラリア、中国等からさまざまな固体媒体を用いたケミカルループング技術が発表された。このうち、CaO-CaCO₃ケミカルループングに関しては、パイロット試験を含む様々な検討が展開されているため、もっとも実用化に近い技術であると期待されている^{1, 2)}。

参考文献：

1. J. Blamey, E.J. Anthony, J. Wang, P.S.Fennell, "The Calcium Looping Cycle for Large-Scale CO₂ Capture", *Progress in Energy and Combustion Science* 36, 260-279 (2010)
2. E. J. Anthony, "Solid Looping Cycles: A New Technology for Coal Conversion", *Ind. Eng. Chem. Res.* 47, 1747-1754 (2008)
3. 石炭利用CO₂回収型水素製造技術プロジェクト評価(事後)報告書、産業構造審議会、2009
4. H. Andrus, ALSTOM, "Chemical Looping Combustion Coal Power Technology Development Prototype", CO₂ Capture Technology Conference, Pittsburgh, 2009
5. P. Gupta, L.G. Velazquez-Vargas, F. Li, L.-S. Fan, "Chemical Looping Reforming Process for the Production of Hydrogen from Coal", 23rd Int. Pittsburgh Coal Conference, 2006
6. P. P. Kulkarni, "Advanced Unmixed Combustion/Gasification: Potential Long Term Technology for Production of H₂ and Electricity from Coal with CO₂ Capture", 23rd Int. Pittsburgh Coal Conference, 2006
7. GE Energy & Environmental Research Corporation "Fuel-Flexible Gasification-Combustion Technology for Production of H₂ and Sequestration-Ready CO₂", DOE

■技術最前線

ケミカルルーピングを利用するクリーンコール技術

表1 第1回IEA高温固体ケミカルルーピング会議発表リスト(1st Meeting of the High Temperature Solid Looping Cycles Network, 2009.9.15-17 Oviedo, Spain)

No.	発表題名	媒体	所属
1	Ca looping technology developments	Ca base	CANMET-Canada
2	Novel calcium-based regenerative sorbents for high temperature CO ₂ -capture	Ca base	IFE-Norway
3	Development of long life-time CO ₂ sorbents based on CaO for high temperature applications	CaO	Aristotle University of Thessaloniki-Greece
4	Calcium based CO ₂ Capture Materials without the problem of loss-in-capacity	Ca base	University of Queensland-Australia
5	HyPr-RING process (In-Situ CO ₂ capture gasification) and its current results	CaO	Japan Coal Energy Center-Japan
6	Cyclic carbonations and calcinations of dolomite during sorption enhanced steam reforming of liquid bio-fuels	dolomite	University of Leeds-UK
7	A high temperature solids looping cycle for the conversion of a carbonaceous fuel in to H ₂ with simultaneous capture of the CO ₂	Fe-Fe ₂ O ₃	University of Cambridge-UK
8	Flue-gas treatment by methane tri-reforming combined with lime carbonation and syngas production	CaO	Weizmann Institute of Science-Israel
9	The ENDEX configuration for CaO looping reactors	CaO	Calix-Australia
10	Ca-Looping processes with oxyfired CFBC regeneration	CaO	Foster Wheeler
11	Development of postcombustion CO ₂ capture with CaO in a large test facility: "CaOling"	CaO	ENDESA-Spain
12	Activities within the German Research project "Limestone based absorption of CO ₂ " (LISA)	CaO	Technical University of Darmstadt-Germany
13	Carbonation-Calcination Reaction Process for High Temperature Post Combustion CO ₂ and Sulfur Removal	CaO	The Ohio State University-USA
14	Design and Construction of a 200 kWth Calcium Looping Dual Fluidized Bed Facility for CO ₂ Capture	Ca	Stuttgart University-Germany
15	Investigation of the Effect of Operational Parameters on CO ₂ Capture Efficiency on a 10 kWth Calcium Looping Dual Fluidized Bed Facility		Stuttgart University-Germany
16	Continuous CO ₂ Capture from Flue Gas in Dual Fluidized Bed Reactors with Ca-based Sorbent	Ca base	Tsinghua University-China
17	Experimental investigation of a CFB reactor to capture CO ₂ from flue gases with CaO	CaO	INCAR/CSIC-Spain
18	Energy integration and hydrodynamic characterization of dual CFB for sorption looping cycles	CaO	CIRCE-Spain
19	Improving efficiency of high temperature looping capture		IEA GHG
20	Flame-made Ca-based nanosorbents with high CO ₂ uptake efficiency	Ca base	University of Cincinnati-USA
21	Calcium Precursors to Produce CaO Sorbents for Multi-cycle CO ₂ Capture	CaO	University of Queensland-Australia
22	Attrition in fluidised bed systems		Rheinkalk/hoist-Germany
23	Need for standardisation of test methods for sorbent/material characterisation	CaO	ZSW-Germany
24	CO ₂ Capture Capacity of CaO in Long Series of Pressure Swing Absorption Cycles	CaO	University of British Columbia-Canada
25	Sorbent Particle Size Change and Steam Reactivation	CaO	CANMET/Imperial College-UK/Canada
26	An Attrition-free Reactivation of Lime via Hydration	CaO	Industrial Research Limited-New Zealand
27	Calcium looping process for clean fossil fuel conversion	CaO	The Ohio State University-USA
28	High capacity hydrotalcites		ECN-Netherlands
29	Redox looping of supported Nickel catalyst during unmixed steam reforming of waste vegetable oil	Ni	University of Leeds-UK
30	Circulating fluidized bed reactor for Sorption-Enhanced Methane Steam Reforming	Ca base	SINTEF-Norway
31	Chemical looping combustion of petroleum coke with Co-based oxygen carrier	Co	Tsinghua University-China
32	Chemical-looping combustion and reforming at a 120 kW pilot plant - results using a nickel-based oxygen carrier	Ni	TUV-Austria
33	Carbon dioxide capture and subsequent water splitting for hydrogen production using a chemical looping process with a perovskite-type mixed conducting ceramic as oxygen carrier		Newcastle University-UK
34	Effect of fuel gas composition (sulfur and light hydrocarbons) in Chemical-Looping combustion processes	Ni	ICB/CSIC-Spain
35	Process simulation activities at Politecnico di Milano on Ca-based solid looping cycles	Ca base	Politecnico di Milano-Italy
36	CO ₂ Capture Research at Cranfield University	Ca base	Cranfield University-UK
37	Some Aspects of Calcium Looping Research at Imperial College, London	Ca base	Imperial College-UK
39	Overview of ICB-CSIC activities in chemical looping combustion and reforming		ICB/CSIC-Spain

Technical Report, FC26-00NT40974, 2008

8. C. Hawthorne, "Lime Enhanced Gasification (LEGS) of Brown Coal, Results from the C2H Upgrade and ISCC Projects", 3rd Int. Workshop on In-Situ CO₂ Removal, Ottawa, Canada, 2007
9. H.-J. Ziock, K. S. Lackner, D. P. Harrison, "Zero Emission Coal" EES-3's Technical Reports, LANL 2000, LA-UR-00-1765 (2000)
10. S. Rambuma, R. Statnick, L.-S. Fan, D. P. Connell "Calcium looping process for clean fossil fuel conversion", 1st IEA Meeting of the high Temperature Solid Looping Cycles Network, Oviedo, Spain, 2009
11. Y. Wu, J. Blamey, E.J. Anthony and P.S. Fennell, "Calcium

Looping Cycles-Sorbent Particle Size Change and Steam Reactivation", 1st IEA Meeting of the high Temperature Solid Looping Cycles Network, Oviedo, Spain, 2009

12. Foster Wheeler, "Ca-Looping Process with Oxyfired CFBC Regeneration", 1st IEA Meeting of the high Temperature Solid Looping Cycles Network, Oviedo, Spain, 2009
13. S. Ramkumar, W. Wang, S. Li, S. Gumuluru, Z. Sun, N. Phalak, D. Wong, M. Lyer, R. Statnick, L.-S. Fan, "Carbonation-Calcination Reaction (CCR) Process for High Temperature CO₂ and Sulfur Removal", 1st IEA Meeting of the high Temperature Solid Looping Cycles Network, Oviedo, Spain, 2009

産炭国の概況 ～豪州～

JCOAL 企画調整部 田丸 和博

1. エネルギー政策と石炭の位置付け

石炭・天然ガス及びウランのエネルギー資源に恵まれた豪州は、エネルギー資源輸出国である。2007/08年の一次エネルギーの生産構成は、石炭50.2%、褐炭4.1%、石油6.1%、天然ガス10.6%であり、一方、消費構成は石炭39.7%（含む褐炭）、石油33.6%、天然ガス21.6%となっている。ABAREによると2007/08年における豪州の一次エネルギー生産量は、国内消費量の約3倍で、生産年率の伸びは1.6%と、消費年率の伸び1.5%を上回った。

豪州において、石炭は、永年に亘り外貨獲得額第一位の輸出産品である。2008年における原料炭と一般炭の輸出額合計は約465億A\$で、豪州の輸出総額の約20%を占めた。また、雇用においては、炭鉱における直接雇用者が約30千人、関連産業への従事者は約100千人と推定されている。投資についても、民間企業の石炭分野への探鉱・開発投資は2007/08年前年比21.5%増の235百万豪A\$であり、石炭産業は、雇用及び民間投資においても豪州最大の基幹産業である。

一方、国内の電力産業を見てみると、2007/08年の総発電電力量は228,600GWhと日本の約1/5であり、構成は石炭56.6%、褐炭24.2%、天然ガス13.2%、水力5.3%となっており化石燃料合計のシェアが95%を超えている。このように電力における褐炭を含む石炭への依存割合は80%と高い。国際的に地球温暖化問題が顕在化しつつある環境下、石炭産業は、豪州の基幹産業であり、且つ国内の1次エネルギー源の大宗を占めていることから、石炭使用時のCO2排出削減や抑制に関する技術開発や政策展開が喫緊の最重要課題となっており、豪州政府には、エネルギー経済政策と地球温暖化対策の一貫性が求められている。

本件に関連し、前政権の自由党ハワード政権は、石炭や電力などの産業界の意向を汲み京都議定書の批准を拒否し、独自に取り組む方針とし2004年3月に『COAL21のアクションプラン』でCCS及びIGCCへの取組みを発表した。その後、2007年11月に発足した労働党ラッド政権は、今までの政策を一変させ、京都議定書を批准し、CO2排出による気候変動問題に世界をリードし自ら国を挙げて積極的に取り組む姿勢に転じた。このような動きの中で、豪州政府は、温室効果ガスの排出権取引制度の導入を決め2011年7月からの制度発効を目標としている。CCSについては、豪州政府が年間1億A\$を10年間提供し、2010年までに世界で20の商業ベースのCCSプロジェクトを開始させることを目標とした国際的な機関GCCSIを2009年10月に設立し活動を開始した。本機関には、日本からも多くの企業・法人がメンバーとして参加している。

2. 石炭生産と消費

2005年から2008年までの豪州の石炭需給推移を表1に示す。2008年、褐炭を除く石炭生産量は325百万tで、中国、米国、インドに次いで世界第4位である。採掘方法別では、坑内掘が87百万t、露天掘が238百万t、州別の生産量は、NSW州137百万t、QLD州188百万tとなっている。

2008年の豪州国内の褐炭を含む石炭消費は146百万t、このうちの86%、125百万t(内褐炭64百万t)が電力用である。国内の石炭消費の大部分が電力用であるが、それ以外は、鉄鋼向け約4百万t、セメント向けに約1百万tの需要がある。

表1 豪州の石炭受給推移

(百万t)

	2005年	2006年	2007年	2008年
生産量	367.3	367.5	389.4	397.8
原料炭	128.3	124.0	141.8	140.0
一般炭	171.9	175.7	181.9	185.3
褐炭	67.2	67.7	65.6	72.4
消費量	140.0	141.3	138.4	145.6
内原料炭	5.4	4.7	4.7	3.2
輸出量	231.3	231.3	243.6	252.2
原料炭	123.9	119.3	131.2	136.9
一般炭	107.4	112.0	112.4	115.3

※在庫増減あり

(出典：IEA Coal Information 2009)

図1に、主要炭田と輸出港を示す。QLD州においてはボーエンベースンが、NSW州においては、シドニーベースンのハンターバレー地区が主な産炭地である。国内の炭鉱の数は1985年の150をピークに漸減し、2008年では、坑内掘44炭鉱・露天採80炭鉱合計124の炭鉱が操業を行っている。2000年対比では、坑内掘炭鉱が5ヶ所減少し、露天掘炭鉱が24ヶ所増加した。坑内掘炭鉱においては、29炭鉱がロングウォールを導入しており、2008年ロングウォール切羽原炭



図1 石炭資源の賦存地域と主な積出港

■地域情報

産炭国の概況 ～豪州～

出炭は91百万t、原炭総量99百万tを生産した。2007年、豪州のロングウォール導入上位5炭鉱の平均生産量は524万tであったが、2008年には576万tに向上した。露天掘炭鉱における平均剥土比は、2000年以前は5.0以下で推移していたが、その後漸増し2008年には5.7まで上昇している。原炭の生産性は、2001年をピークにNSW州は年率1.6%の低下しQLD州は年率5.9%低下し、両州合計で2008年原炭ベースで12,437t/年/人まで、精炭生産量ベースで、9,621t/年/人まで下落した。また、ここ数年採掘コストの増加も顕著となっており、2000年から2008年で、労務費は年率4.8%、露天掘資材は年率5.0%、坑内掘資材は年率4.2%上昇している。

近年、豪州においては、資源メジャーによる操業中の炭鉱買収や小規模炭鉱の閉山により、資源メジャーによる寡占化が進行している。2008年、上位4社の生産数量が68%を占め、10社で86%を占め集約化が進んでいる。また、直近では、国内の需要の拡大が予測される中国やインドの会社が探査権や炭鉱権益買収の動きを活発化させており、これにより権益価格の高騰を招いていると推察される。

3. 石炭消費と輸出

表2に、2008年の輸出先別・炭種別数量を示す。当年の石炭輸出量合計は、生産の約77%に相当する252百万tであり、世界の石炭貿易量の約27%を占め第1位であった。炭種別には、原料炭の輸出量は137百万t、シェア約53%と世界貿易において圧倒的な割合を占めており、主な向け先は日本・インド・韓国・台湾・オランダである。一方、一般炭の輸出量は115百万t、シェア約17%で、インドネシアに次ぐ世界第2位の輸出国となっており、主な向け先は日本・韓国・台湾その他東南アジア諸国となっている。また、日本の輸入ソースとして豪州の比率は、一般炭で72%、原料炭で53%、合計で63%となっておりいずれも最大の供給元となっている。

表2 輸出先別・炭種別輸出実績2008年

(百万t)

輸出先	一般炭	原料炭	合計
日本	67.90	50.20	118.10
韓国	18.55	8.36	26.91
台湾	18.56	6.39	24.95
インド	0.66	24.23	24.89
その他	9.60	47.74	57.34
合計	115.27	136.92	252.19

(出典：IEA Coal Information 2009)

4. 鉄道輸送と積出港

新規の炭鉱開発や既存炭鉱の増産と並行し鉄道網の整備が計画されている。QLD州においては、中部と北部にあるニューランズとグニエラの2大鉄道網を連絡し、アボットポイント港に繋ぐ70kmの路線を建設するNorthern Missing Linkと、スラットベースンの開発を進めるワンドアン炭鉱とモーク鉄道網を接続するSouthern Missing Linkの建設が検討されている。また、NSW州においては、ガネダ地区とハンターバレー地区を結ぶ鉄道の改良工事が計画されている。

表3に、豪州の石炭積出港7ヶ所の2008年輸出実績2009年輸出実績速報と拡張計画を示す。最大輸出港であるニューカッスル港やダーリンプルベイ石炭ターミナルにおいては、恒常的な滞船や鉄道輸送等での作業待ち時間が発生している。輸出インフラの整備には時間と大規模な資金が必要なことから、滞船の解消・新規炭鉱の開発・各炭鉱の増産に応え輸出インフラの設備が要望されている。

表3 港別輸出実績と拡張計画

(千t)

港	2008年	2009年	増減	最大拡張計画
Newcastle	91,651	92,774	1,123	190,000
Port Kembla	10,828	13,482	2,654	18,000
NSW計	102,479	106,256	3,777	208,000
Brisbane	5,436	6,265	829	8,000
Abbot Point	13,684	15,329	1,645	80,000
DBCT	47,997	54,537	6,540	111,000
Hay Point	36,058	35,993	-65	75,000
Gladstone	55,903	58,124	2,221	125,000
QLD計	159,078	170,248	11,170	399,000
豪州合計	261,557	276,504	14,947	607,000

*1：輸出実績 Australian Bureau of Statistic 2009年は速報

*2：最大拡張計画は、関係機関のヒヤリングによる年間出荷可能数量2015年ベース想定値

中国の石炭生産・保安・ガス状況

JCOAL 資源開発部 平澤 博昭

1. 生産状況

国家能源局の発表によれば、2009年の原炭生産量は29.6億t、前年比12.7%増であった。

2008年における炭鉱数は建設中のものを含めて17,352炭鉱でありその内国有重点炭鉱が1,051炭鉱、国有地方炭鉱・郷鎮炭鉱が16,301炭鉱であるが、生産量では国有重点炭鉱が全体の半分を占めている。

炭鉱は全国26省(直轄市、自治区を含む)、1,260県に所在しており、高ガス炭鉱が4,462炭鉱、突出炭鉱が911炭鉱である。露天掘炭鉱は労働者数が全炭鉱労働者の0.3%に過ぎないが、生産量は全体の6%を占めている。

2. 保安状況

2002年の炭鉱事故発生は4,344件、死亡者は6,995人であったが、2008年には1,954件、3,215人に減少している。生産百万tあたりの死亡率は2002年の5.0が2008年には1.4に減少している。国家煤礦安全監察局によれば、2009年の生産百万tあたり死亡率は前年比24.5%減少し、0.892と初めて1以下となった。同年の事故数は1,616件で、2,631人が死亡した。

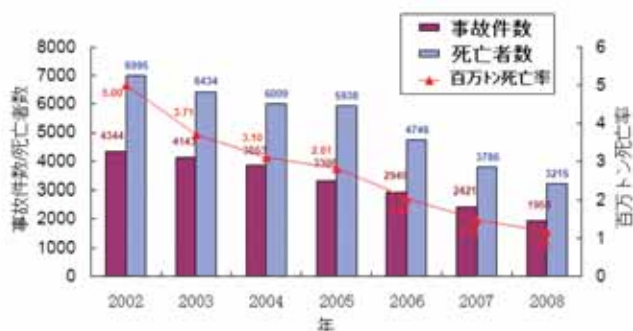


図1 炭鉱保安状況

2001年～2006年で10人以上の死亡者が発生した事故の80%は炭鉱メタンガスに起因するものであり、30人以上の死亡者事故では83%となる。1949年以降100人以上が死亡した炭鉱事故は24件発生したが、その内21件がガス関連の事故である。

一方で、最も発生件数の多い事故は天盤崩落であり、全事故件数の55%、全死亡者数の43%を占め、次がガス、三番目が水害である。1件あたりの死亡者数が最大のものはガス事故であり、平均3.3人が死亡している。事故の内、天盤崩落とガスで全発生件数の66%、全死亡者数の69%を占める。3人以上が死亡した事故の内、天盤崩落、ガス、水害で全事故件数の88%、全死亡者数の90%以上を占める。

中国政府は2005年から30億元(約400億円)を保安補助金として支出しているが、今後の3年間に30億元の補助金支出

を計画している。一方で、各石炭企業は課税前石炭販売価格の内、15～20元/t(200～300円/t程度)を保安予算に充当している。(山西省では40元/t、安徽省淮南集団は60元/t)

3. 炭鉱メタンガス状況

図2でガス回収利用ポテンシャルの高い、ガス包蔵量が8m³/tを超えている地域は、概ね3の紫色、4の黄緑色、5の青色で表示した地域であるが、該当地域以外にも高ガス炭鉱は多数存在する。

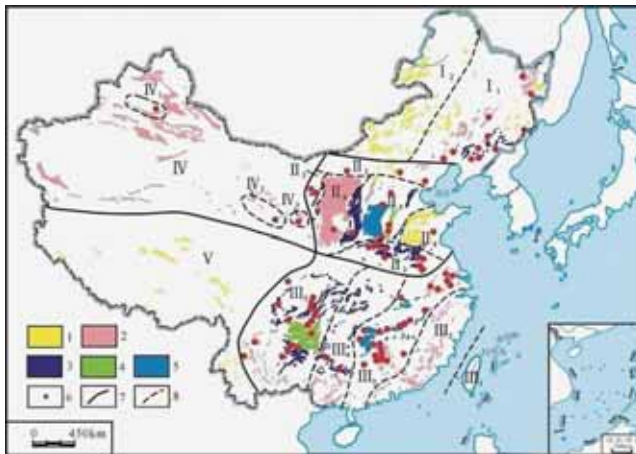


図2 中国のガス包蔵量とガス包蔵区域
(凡例1: ガス包蔵量4m³/t未満、2: 4～8m³/t、3: 8～12m³/t、4: 12～16m³/t、5: 16m³/t以上、6: 突出鉱区、7: ガス包蔵区域境界(大区分)、8: ガス包蔵区域境界(中区分)。

2007年にガス抜きを行っている炭鉱の数は、貴州省が122、山西省が122、河南省が44、遼寧省が21、重慶市が21、四川省が20、安徽省が19、黒竜江省が15、河北省が12、江西省が8、寧夏回族自治区が6である。ガス抜き量が多い省のガス抜き量は山西省が1,974百万m³、貴州省が556百万m³、重慶市が330百万m³、河南省が277百万m³、遼寧省が255百万m³、安徽省が211百万m³である。

2009年におけるガス抜き量は61.7億m³、利用量は17.7億m³、ガス利用率は28.7%である。2001年のガス抜き量は9.8億m³、利用量は5.23億m³、ガス利用率は53.4%、2008年のガス抜き量は58億m³、利用量は18億m³でガス利用率は31%であり、近年ガス回収量が増加している一方でガス利用率は連続して減少している。この原因は、保安対策としてのガス抜きが強化された結果、回収したガスの濃度が低下する傾向にあり、ガス利用上の制約が大きくなっているためと考えられる。

炭鉱保安規則では濃度が30%以下のガスの利用を禁じているが、中国特有の「やむにやまれぬ事情」で独自の安全対策を施した中国製小型ガスエンジンによる発電が急速に普及している。

■地域情報

中国の石炭生産・保安・ガス状況

2008年末の炭鉱メタンガス発電ユニットは1,400台、設備容量は920MWである。将来の炭鉱メタンガス発電設備容量は1,500MWに達し、ガス消費量は30億 m^3 以上になる見通しである。山西省晋城で稼働中のガス発電設備容量は120MWと世界最大であり、1.8億 m^3 のガスを消費し、発電量は7.2億kWhである。



写真1 山西省晋城のキャタピラ社製ガスエンジン



写真2 安徽省淮南の中国製低濃度ガス対応エンジン

炭鉱メタンガスの利用に関しては発革委能源局が様々な支援政策を出している。研究開発、機器開発に係る所得税は免除、輸入設備に対する免税措置や加速償却も認められている。炭鉱メタンガス利用については0.2元/ m^3 の補助金が支払われる。加えて追加的な地方政府の補助金制度もあるが、地方政府の経済状況次第で実態は異なり、0.1～0.2元/ m^3 のケースもある。しかしながら、このガス利用に対する補助金が実績としてどの程度支払われているかは不明である。更に炭鉱メタンガスで発電した電力をグリッドが買電することを促進する政策と0.25元/kWの買電価格上積み制度があるが、炭鉱メタンガスによる発電が現状では小規模かつ不安定であることから、グリッドへの売電は殆ど実績が無く、電力は炭鉱の自家用消費に限られているのが現状である。最近江西省南昌市で開催されたセミナーでは、炭鉱メタンガス発電の買電については一定規模以上であれば買電するとのコメントが電力会社からあった。

4. 中国煤炭工業協会とJCOALの協力事業

2009年11月にJCOALと中国煤炭工業協会(CNCA)の間で締結されたMOUに基づき、モデル炭鉱地域(エココールドタウン)を対象に、エネルギー利用効率の向上や廃棄物削減・有効利用の観点からの日中協力の可能性を検討している。本構想は日中双方の企業のビジネス協力を推進するもので、我が国の技術、設備機器の有効活用による炭鉱地域の環境改善及びエネルギー有効利用を図ることを目的に、CDM事業化も念頭に置いている。

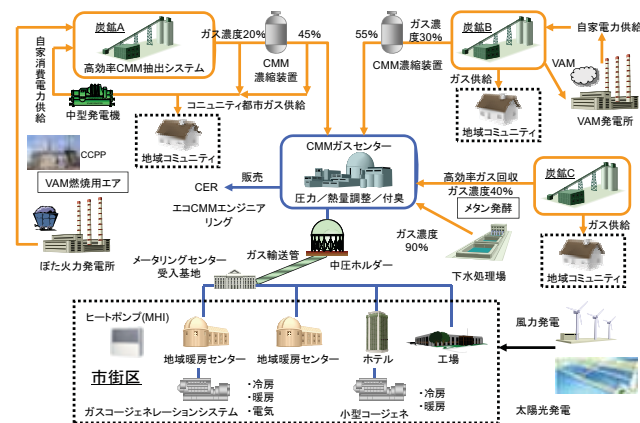


図3 エココールドタウン

現在、三菱重工業(株)、川崎重工業(株)、大阪ガス(株)、日揮(株)、JCOALが中国煤炭工業協会と協力し、エココールドタウンサイト選定調査の準備を進めている。

また、炭鉱メタンガス回収利用に関しては日中炭鉱メタンガス研究会を設立し、専門家の交流、情報交換を行っている。昨年(2009)の8月に安徽省淮南で開催された第一回研究会に続き、本年(2010)6月には日本での第二回研究会の開催を計画しており、日本企業の工場、プラント視察も予定されている。

(注：特記しない限りデータの出所は煤炭科学研究総院及び煤炭信息研究院)

低品位炭関連の活動報告

JCOAL 事業化推進部 川村 靖

1. はじめに

我が国のクリーンコール政策の新たな展開として、石炭安定供給確保のための産炭国との重層的な協力関係の強化が求められており、その重要課題のひとつとして、エネルギー需給構造緩和のための未利用低品位炭の利用促進が挙げられる。

本施策を具体化していくうえで、JCOALでは産炭国関連機関や会員企業との対話を踏まえ、両国間の共同開発・事業化を目指したスキームの構築を図っている。

2. インドネシアとの協力

インドネシアは、2004年に石油輸入国に転じており、ディーゼル燃料の利用制約や、天然ガス生産量の減退により輸出余力が減少することによって、肥料産業等に対する天然ガス供給に相当制約が出てきている。今後は、図1に示すように、国内に大量に賦存する褐炭のスラリー燃料化やガス化を通じ、重油、ディーゼル燃料、肥料産業向け天然ガスの代替を図ることによって、国内のエネルギー需給を緩和する必要性が高まっており、我が国に対してこれらの技術移転に関する協力要請がある。

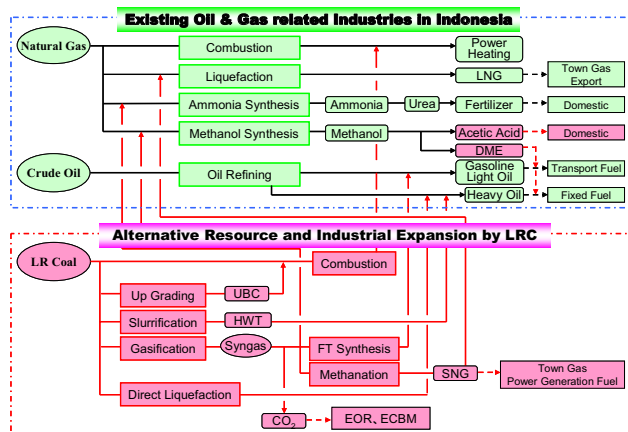


図1 低品位炭の複合利用による資源代替

JCOALは、2009年3月にインドネシア石炭鉱業協会(ICMA)との協力協定を締結しており、更なる協力関係の強化を図るため、同年11月ジャカルタで開催されたエネルギーラウンドテーブル翌日に、アジア太平洋エネルギーフォーラムの末次代表幹事とICMAのBob会長立会いのもと、両国石炭関連企業を交えた初期会合を行った。(写真1)本会合で、「低炭素社会に向けた低品位炭の高度利用」の重要性が確認され、2010年3月25日NEDO主催でジャカルタにおいて開催された日尼石炭セミナーでは、ICMAと低品位炭利用を目的とした協力協定(MOU)を締結した。



写真1 ICMAと日本企業との会合

本MOUは、従来締結しているMOUを基に低品位炭利用に特化したものであり、その目的は、低品位炭に関する①資源量調査、②インフラ・産業化調査、③ハンドリング・乾燥・改質、ガス化、クリーン燃料製造(SNG、CTL)、化学品製造(肥料等)等各種技術の適用可能性調査について、両国関係者が参画するタスクフォースを形成し、実証開発や事業化を支援することである。

3. 豪州ビクトリア州との協力

豪州ビクトリア州には、輸出に適さない褐炭が500年分あるといわれており、その開発・利用に対する協力要請が我が国へ寄せられている。

2009年6月23日にビクトリア州と日本の官民参加によるワークショップが開催され、褐炭利用技術開発やCCS大型実証に関する議論が行われてきた。更に、同州のPeter Batchelorエネルギー資源大臣が招聘された2009年9月7日のクリーンコールデーでは、同州政府第一次産業省(DPI)とJCOALの間で「石炭利用における研究開発と共同プロジェクトの共同作業に関する覚書」が締結された。(写真2)覚書の

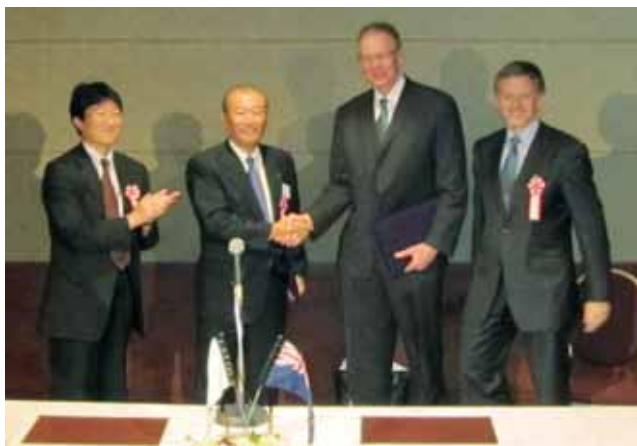


写真2 ビクトリア州政府との協力協定の締結

■JCOAL活動レポート

低品位炭関連の活動報告

重点領域は、発電分野(高効率次世代発電、効率向上、材料開発、CCS)、改質分野(褐炭乾燥・改質)、代替燃料分野(CTL、SNG等)である。

日本側の政策では、褐炭のクリーンエネルギー利用と褐炭利用石炭火力発電の高効率化に関する研究開発に重点を置いている。前者は高効率熱分解石炭ガス化や低品位炭からのクリーンメタン製造技術研究を、また後者は褐炭乾燥技術や同技術の高効率システム研究に、豪州と協力して推進していく予定である。

4. 低品位炭活用産業化構想

JCOALの自主事業において、産炭国における低品位炭活用産業化構想の実現可能性調査が実施された。本調査では、本構想を実現させるための要件や課題を抽出し、事業化を念頭に置いた具体的な政策提言に繋げることを目的とし、産炭国(主にインドネシア、豪州)における低品位炭活用の意義を踏まえたうえで、石炭化学、燃料代替、石炭改質、発電の4分野を前提とした産業化構想のマスタープランについて検討が行われた。更に、2010年1月には表1に示す主要会員企業から構成されるワーキンググループ会議を開催し、第一回目としてインドネシアを対象国とした議論を行った。

我々がイメージしている低品位炭利用の産業コンプレックスを図2に示す。このような産業を実現していく上で、日本側は民間企業や大学によるガス化や改質等の利用技術の

表1 ワーキンググループメンバー企業

出光興産、ユニコ、三井物産、日揮、東洋エンジニアリング、電源開発、三菱重工業、千代田化工、豊田通商、伊藤忠商事、川崎重工業、双日、大阪ガス、新日鉄エンジニアリング、神戸製鋼所、三菱商事、IHI

早期確立と経済性の向上を図っていくことが重要であることは言うまでもない。一方では、インドネシアの石油やガスの需給構造が大きく変革しつつある中で、インドネシア国内での低品位炭利用の重要性に対する意識を高め、それを統括する地質庁、鉱物石炭地熱総局、石油ガス総局、工業省等の政府内関連組織の連携強化を促進していくことが大きな課題である。合わせて、両国企業が多数参画できるインフラ整備も含めた低品位炭活用産業コンプレックスのマスタープランの構築に向けての議論をいち早くスタートさせることによって、ICMAとJCOALは、あらゆる視点から本事業の基盤整備を行っていくためのOne-Stop機関として機能していきたい。

一方、豪州ビクトリア州についてもインドネシアと同様に低品位炭の最重要国と位置付けており、4月に日本企業による第2回目のワーキンググループ会議を開催して産業化構想について議論する計画である。また、メルボルンで開催される低品位炭利用の国際シンポジウムへの参画、更には5月に東京で開催されるビクトリア州と日本とのワークショップで本構想を具体化していきたい。



図2 産炭国における低品位炭産業構想

日本の石炭資源量評価

JCOAL 資源開発部 富田 新二

1. 主要産炭国の資源量調査について

日本への石炭安定供給確保を図るためには、日本向け石炭供給ソースとなり得る主要産炭国における石炭資源量を把握することが重要である。そのため、JCOALでは平成21年1月より自主事業として「主要産炭国の資源量評価」を実施している。会員会社・専門家7名で構成される資源量調査評価委員会を設立、21年3月に第1回委員会を開催し、4月より調査を開始した。本事業では、最初に我が国の石炭資源について再評価するという事になった。この後インドネシア、豪州の評価を行う計画である。この度日本の資源量調査の結果がまとまったので報告する。

2. 調査の方針

国などの資源量調査報告書で現在入手可能な資料を全て利用して結果を再評価した。複数の報告書でデータに重複があると思われる場合は再計算を行っている。また、計算基準については、断層付近で一部計算を簡略化しているが、原則としてJIS M1002炭量計算基準を採用した。民間各社の調査結果など入手不可能であるものについては、今回は対象外としている。埋蔵炭量炭質調査が昭和30年度までの調査結果をとりまとめたものであるため、資源量調査結果の合計値から、昭和31年度以降の生産量を減じたものを現時点の資源量とした。

3. 資料

今回の資源量調査に使用した資料について、以下に説明する。

3.1 日本の石炭資源 埋蔵炭量炭質調査概要(通産省石炭局、昭和31年3月)

国内の埋蔵炭の実態を正確に算定するために統計法「埋蔵炭量炭質統計調査規則」に基づいて昭和25年度～30年度に亘って実施された事業である。炭量の算定についてはJIS炭量計算基準が制定され、これにも基づいて全国一律に統一のかつ組織的な調査が実施された。

3.2 炭田総合開発調査報告書 未開発炭田区域調査(通産省石炭局、昭和38年3月)

未開発炭田の開発調査が計画的に行われるようになった昭和33年度～同37年度までの5年間に亘って実施された調査である。調査対象区域は最終的に釧路炭田地域・石狩炭田地域(北部／南部)・三池炭田北部地域の3地域に限定された。43本の試錐が実施されるとともに、地質調査、物理探査が行われている。

3.3 日本の原料炭資源 原料炭炭田開発調査(通産省石炭局、昭和46年9月)

原料炭未開発炭田の開発を急速かつ効率的に実施するため、石炭鉱業合理化基本計画に定められた未開発炭田9地域のうち、原料炭の賦存が予想される石狩炭田北部、石狩炭田南部、高島炭田北部、佐世保炭田南部の4地域(周辺部を含む)について昭和38年度～44年度までの7年間に亘って実施された調査である。

3.4 国内炭開発可能性調査報告書

石炭の長期的需給の適正化に資するため、新たに国内炭の開発可能性に関する調査として石炭鉱業合理化事業団が昭和50年～51年度の2年間に亘って天北、釧路西部の両地域対象において実施した調査である。

3.5 石炭資源開発基礎調査報告書

昭和50年代後半から平成の初めにかけてNEDOにより実施された調査であり、主として試錐調査と物理探査よりなる。調査地域は北芦別、猿払、釧路沖、有明海、北陽、留真、西彼杵、浅茅野である。

3.6 生産量統計

生産量データについては、炭鉱別石炭生産年報(昭和32～52年度；通産省)、生産高総括表(昭和31年度～；石炭協会・JCOAL)、主要会社別石炭生産月報・年報(昭和53年度～；石炭協会・JCOAL)を用いて、昭和31年度～平成20年度までの累計生産量について計算を行った。残存埋蔵量の計算に際しては、確定埋蔵量からこの累計生産量を減じた。

4. 結果

各資料を調査した結果、石狩炭田において、確定炭量で118千t、推定炭量で1,509千tの重複があった。これを減じた上で5つの資料から計算された埋蔵量を表1に示す。また、表1から計算される埋蔵量の合計値、生産量ならびに計算された平成20年度末時点での残存埋蔵量を表2に示す。昭和31～平成20年度の累計生産量は合計約11.6億t、残存確定埋蔵量は約49億tという結果になった。

平成22年度はインドネシアと豪州について、埋蔵量評価方法を調査するとともに、入手可能なデータから現在の資源量の評価を行う予定である。

■JCOAL活動レポート

日本の石炭資源量評価

表1 埋蔵量の集計結果(単位：千t)

地域	炭田	①埋蔵炭量炭質調査			②炭田総合開発調査			③原料炭炭田 開発調査		④国内炭開発 可能性調査		⑤石炭資源開発 基礎調査		
		確定	推定	予想	確定	推定	予想	確定	推定	確定	推定	確定	推定	予想
北海道	天北	132,080	118,008	754,208						4,381	7,202	13,448	39,307	
	留萌	121,932	89,701	290,602										
	石狩	1,910,629	962,942	3,516,471	16,033	42,923	1,085	62,454	156,923			6,869	18,881	
	釧路	371,879	268,453	1,327,201	13,961	36,935	171,403			862	2,582	39,038	105,392	
	その他	56,379	45,615	101,124										
	計	2,592,899	1,484,719	5,989,606	29,994	79,858	172,488	62,454	156,923	5,243	9,784	59,355	163,580	
本土	常磐	389,423	232,512	441,687										
	本土東部	50,775	39,742	130,726										
	宇部	230,457	108,060	317,438										
	大嶺	117,436	46,404	19,013										
	本土西部	20,459	18,101	25,342										
	計	808,550	444,819	934,206										
九州	筑豊	1,474,414	317,295	703,053										
	福岡	121,632	26,294	37,454										
	三池	212,484	228,749	1,241,269	3,761	11,280	203,315					21,458	29,392	1,105
	唐津	160,371	122,401	603,636										
	佐世保	130,554	97,741	698,977										
	崎戸松島	133,718	146,836	754,528				2,500	7,500			3,113	9,337	
	高島	173,343	43,160	413,492				6,000	14,000			1,198	3,595	
	天草	18,447	10,193	45,307										
	その他	33,252	14,954	27,433										
	計	2,458,215	1,007,623	4,525,149	3,761	11,280	203,315	8,500	21,500	0	0	25,769	42,324	1,105
全国計		5,859,664	2,937,161	11,448,961	33,755	91,138	375,803	70,954	178,423	5,243	9,784	85,124	205,904	1,105

表2 累計生産量と残存埋蔵量(単位：千t)

地域	炭田	埋蔵量調査結果				S31～H20	残存埋蔵量算出結果			
		確定	推定	予想	合計	生産量累計	確定	推定	予想	合計
北海道	天北	149,909	164,517	754,208	1,068,634	5,042	144,867	164,517	754,208	1,063,592
	留萌	121,932	89,701	290,602	502,235	22,443	99,489	89,701	290,602	479,792
	石狩	1,995,985	1,181,669	3,517,556	6,695,210	399,679	1,596,306	1,181,669	3,517,556	6,295,531
	釧路	425,740	413,362	1,498,604	2,337,706	116,276	309,464	413,362	1,498,604	2,221,430
	その他	56,379	45,615	101,124	203,118	1,305	55,074	45,615	101,124	201,813
	計	2,749,945	1,894,864	6,162,094	10,806,903	544,746	2,205,199	1,894,864	6,162,094	10,262,157
本土	常磐	389,423	232,512	441,687	1,063,622	63,608	325,815	232,512	441,687	1,000,014
	本土東部	50,775	39,742	130,726	221,243	1,847	48,928	39,742	130,726	219,396
	宇部	230,457	108,060	317,438	655,955					
	大嶺	117,436	46,404	19,013	182,853	36,832	311,061	154,464	336,451	801,976
	本土西部	20,459	18,101	25,342	63,902	288	20,171	18,101	25,342	63,614
	計	808,550	444,819	934,206	2,187,575	102,575	705,975	444,819	934,206	2,085,000
九州	筑豊	1,474,414	317,295	703,053	2,494,762	160,674	1,313,740	317,295	703,053	2,334,088
	福岡	121,632	26,294	37,454	185,380	9,858	111,774	26,294	37,454	175,522
	三池	237,703	269,421	1,445,689	1,952,813	164,668	73,035	269,421	1,445,689	1,788,145
	唐津	160,371	122,401	603,636	886,408	30,607	129,764	122,401	603,636	855,801
	佐世保	130,554	97,741	698,977	927,272	41,427	89,127	97,741	698,977	885,845
	崎戸松島	139,331	163,673	754,528	1,057,532					
	高島	180,541	60,755	413,492	654,788	95,519	224,353	224,428	1,168,020	1,616,801
	天草	18,447	10,193	45,307	73,947	5,139	13,308	10,193	45,307	68,808
	その他	33,252	14,954	27,433	75,639	477	32,775	14,954	27,433	75,162
	計	2,496,245	1,082,727	4,729,569	8,308,541	508,368	1,987,877	1,082,727	4,729,569	7,800,173
全国計		6,054,740	3,422,410	11,825,869	21,303,019	1,155,689	4,899,051	3,422,410	11,825,869	20,147,330

※宇部と大嶺、崎戸松島と高島は生産量の累計での分類ができなかったため最終計算はまとめて行っている。

技術開発部の平成21年度事業成果

JCOAL 技術開発部 氣駕 尚志

1. はじめに

技術開発部では、地球温暖化ガス削減に向けて石炭利用の効率化、およびゼロエミッション型石炭火力の技術確立が待ったなしとなっている世界的状況、ならびに世界最大の石炭輸入国である我が国の立場を踏まえ、会員企業の技術開発、国内外での実証、更には事業化を支援する技術開発プラットフォームを構築することを掲げ、平成21年度の事業を行った。以下にそれぞれの事業について、成果を報告する。なお、ここでいう技術開発プラットフォームとは、技術開発の推進において、いろんな意味合いで、関係者が集い、問題意識を共有し、次なる方向を見出して出発する場で、JCOALはその場を提供するとともに、メンバーの一員として参画していくものである。プラットフォームとしては、産学官の連携、研究開発のステージのつながり、石炭のサプライチェーンに従った上下流の連携、メーカーとユーザーの関係、製品や副製品、余剰物のやり取り、CO₂回収・貯留(CCS)、低品位炭利用などといった個別テーマでの海外との交流など、多様な形態が考えられ、実用化に結びつく技術開発に役立てる。

以下に、技術開発のステージに沿って、平成21年度に技術開発部が中心になって取り組んだ事業の成果を述べる。

2. 事業の成果

(1) 技術開発委員会…新規テーマ、プロジェクトの創出

技術開発委員会は、委員が石炭関連情報を共有化し、会員ニーズを集約することにより、新規テーマ、新規プロジェクトを創出することを目的としており、技術開発部、資源開発部、事業化推進部の3部が連携し企画推進する委員会である。

平成21年度は、幹事会を4回(4月、11月、2月、3月)、本委員会を3回(5月、1月、3月)、CCT懇談会を2回(5月、1月)開催するとともに、8月3日、4日の両日、ベルサール神田において、「CCTワークショップ2009」を開催した。240名の参加者の下、今回は、「新たなクリーンコール技術の展開と

CO₂削減」と題して開催したもので、オープニング、本セッション1～3、クロージングの各セッションで、産学官からのパネリストにセッションテーマに関連した発表をして頂き、今後のわが国のクリーンコール技術開発の展開とCO₂削減について、パネリスト間及びフロアーの参加者を交えた議論を大いに展開して頂いた。

(2) 調査研究等…事業性検討・調査(技術、市場等)

① 石炭燃焼プロセスにおける環境への影響低減技術の開発

人為的に大気へ放出される有害微量物質の削減に向けて世界的な動きが高まっている。一方、石炭燃焼プロセスにおいて、微量成分の除去技術を開発するためには、高精度の測定技術が必要であるが、ガスとして放出された物質のうち、ホウ素、セレンは、公定法となる分析手法が存在しない。また、固体の石炭についても、国内外とも微量成分の分析方法の規格は存在せず、実施者によって異なる手法を用いているのが現状である。そこで、これらの標準化を目的に、平成19年度から(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、NEDO)の委託事業として、出光興産(株)、(財)電力中央研究所とともに、微量成分のデータベースの拡充を図りつつ、国際的な規格化に資するデータ蓄積を開始した。

分析方法としては、(独)産業技術総合研究所(以下、産総研)で開発されたマイクロ波利用石炭前処理法と誘導結合プラズマ(ICP)法を組み合わせた高精度の石炭中微量成分の分析方法を国際標準化機構(ISO)で提案していたが、ISO23380:2008「石炭中微量元素分析の選定方法」



図2 微粉炭のサンプル

のAnnex Bで参照され、今後のJIS規格およびISOの本規格の制定に向けた標準化活動の基盤が与えられた。そこで平成21年度は、産総研にて運用している「コールバンク」(微粉炭の粒度を3段階に揃え、それぞれについて約100gの窒素封入ラミネートパックで供給している)において、新規3炭種を受入れ(合計103種に)、標準試料作成と分析データの取得を行なうとともに、23炭種について微量成分分析を行い、計63炭種の微量データをコールバンクデータベース化して分析手法の規格化に資するべくデータ蓄積を行った。

尚、ガス状のホウ素、セレンの測定方法(サンプリングを含む)については、出光興産(株)および(財)電力中央研究所が、ISO化に向けて取り組んでいる。

② 次世代高効率石炭ガス化技術開発

現在の噴流床ガス化技術は、石炭の一部を燃焼して形成した高温場で石炭をガス化するとともに石炭灰を溶融・排出している。このため生成したガスの発熱量が低下するだ



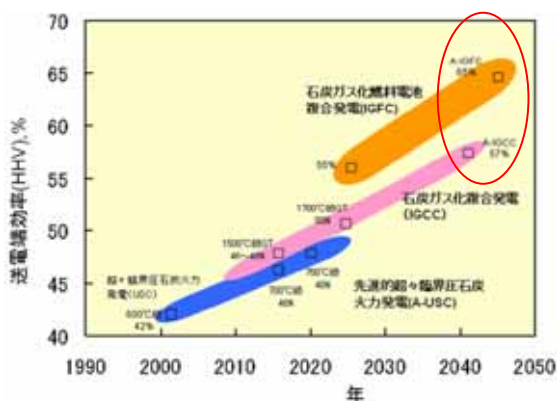
図1 CCTワークショップ2009の様子

■JCOAL活動レポート

技術開発部の平成21年度事業成果

けでなく、溶融灰からの熱回収も容易でないことから、高効率化への大きな壁となっている。さらに、高温場の形成を容易にし、生成ガスの発熱量を確保するためにガス化剤に酸素を用いることが多く、酸素製造により多大な所内動力を消費するために、送電端の効率低下を免れなかった。そこで、現在開発中のIGCC、IGFCを効率で凌ぐことを目的に、CO₂の回収を念頭に入れながら、平成19年度からNEDOの委託事業として、産総研、(株)IHI、および関係する大学とともに、エクセルギー再生の概念や低温水蒸気ガス化、触媒ガス化(ガス化温度900℃以下)、ケミカルルーピングガス化などの技術を適用した新たなガス化システムの開発を行っている。

この中でJCOALは、触媒ガス化およびケミカルルーピングガス化を担当している。触媒ガス化では、平成21年度、Ca(OH)₂飽和水溶液や天然ソーダ灰(Na₂CO₃)水溶液を用いてCaやNaを担持させたりモノイト(褐鉄鉱)を分散させる方法、Niの湿式精錬工程液と無電解ニッケルメッキ廃液からのNiをイオン交換担持する方法、タールの分解に天然リモノイトを使用した場合の検討、さらにはペロプスカイト担体触媒を用いた場合の性能評価と再利用性検討などを行った。



出典:「CoolEarth50-エネルギー革新技術計画」から作成

図3 新技術の開発と発電効率の向上

一方、ケミカルルーピングガス化では、連続供給石炭ガスガス化装置及び吸収剤再生(カ焼)装置を用いて、吸収剤(CaO)による石炭ガス化炉内及びカ焼炉内での硫黄化合物等のガス洗浄効果、ならびにカ焼装置出口のサイクロンとフィルターによる石炭灰と吸収剤の分離効果を検討した。また、高濃度CO₂を回収する条件としての水蒸気サイクルとCO₂サイクルのカ焼エネルギー、及びケミカルルーピング石炭ガス化プロセス構成と効率を解析した。JCOAL以外では、研究室規模の低温水蒸気ガス化実験、大型コールドガス化モデル装置による流動解析等を行った。

③インドネシアにおけるコークス需給等調査

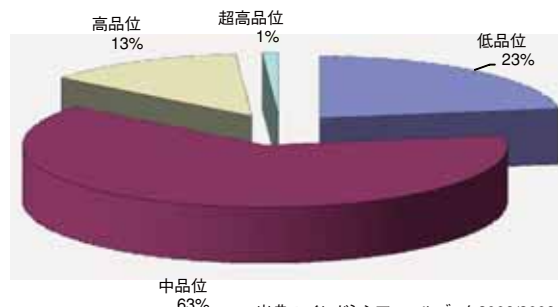
インドネシアにおけるコークス製造技術開発の事業化に向

けた可能性を検討するため、インドネシアにおけるコークス製造技術開発状況等の調査を、NEDOの委託事業として、新日本製鐵(株)、新日鐵化学(株)、伊藤忠商事(株)、九州大学とともにに行った。調査した内容は次のとおりである。

- (1) インドネシアの石炭資源量調査(原料炭鉱区の開発動向等)
- (2) 政府のコークス産業育成政策
- (3) コークス需給調査
- (4) 低品位炭を用いたインドネシアの鋳物用コークス製造研究動向及び使用バインダーの評価と代替品調査
- (5) インドネシア炭を用いた高炉用コークスの製造可能性調査

インドネシアにおける低品位炭からのコークス製造技術の今後の見通しを把握し、コークス製造技術開発の可能性を検討することは極めて重要であると言え、インドネシアにおけるコークス製造技術開発の事業化に向けた可能性を検討するため、インドネシアにおけるコークス製造技術開発状況及び周辺国を含めたコークス需要等の調査を行うことを目的とする。

【インドネシア炭資源総量=934億t】



出典: インドネシアコールブック2008/2009

図4 インドネシアの石炭の品位

(3) 石炭利用技術開発…技術開発の実施

①化学原料併産型石炭熱分解技術(石炭部分水素化熱分解技術 ECOPRO)

本技術は、石炭をベースとした産業の融合化を図り、電力と化学原料を併産するコプロダクションシステムの導入によるトータルエネルギー利用効率の向上を狙いとしたものであり、石炭の水素化熱分解を行い、化学原料用の合成ガスや軽質オイルのような液体原燃料を高効率に併産する革新的石炭転換技術の確立を目的としている。JCOALは、経済産業省(以下、METI)からの補助金を得て、平成15～20年度の6年間で、小型試験装置による基礎的な要素試験、20t/dのパイロットプラントの建設・試験研究、およびトータルシステム評価を実施し、当初の計画通り開発目標を達成した。

平成21年度は、次のステップとして、平成22年度から豪州ビクトリア州で実証事業化することを目指した。ちょうど9月に開催したクリーンコールデーに合わせて、同政府の第一次産業省と石炭利用技術開発や事業化に関する協力協

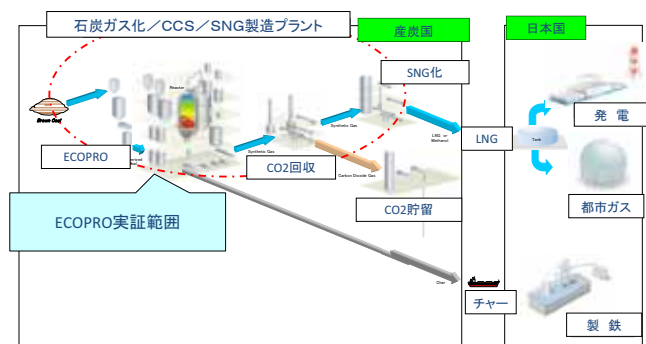


図5 ECOPROを利用した低品位炭活用CCS構想

定(MOU)を締結しており、同州の低品位炭活用とCCSとを組み合わせた大型実証試験とすべく技術支援等を実施した。具体的に想定したのは、同州の安価で豊富にある褐炭をSNG/LNGに転換し、日本に輸入するもので、産炭国の事業創出と日本のエネルギー安定を両立するスキームを想定した。SNG合成の過程で発生するCO₂を分離回収し貯留することにより、地球温暖化問題にも寄与できる。実証では熱分解ガス化・CO₂回収・SNG合成までを含めた一貫プロセスを検証する。(主実施者：新日鉄エンジニアリング(株))

②無触媒石炭乾留ガス改質技術

本技術は、コークス炉から発生する高温の石炭乾留ガスを、その顕熱を利用してタール分を改質し、メタノールやジメチルエーテル(DME)などの液体クリーン燃料に工業的に転換できる合成用ガスを製造することにより、エネルギーの有効利用を図ることを目的としている。日本コークス工業(株)とバブコック日立(株)がNEDOから委託を受けて、平成18年度から平成21年度の4年間で実施したもので、最終の平成21年度は、前年度に引き続き既設コークス炉から発生する高温石炭乾留ガスをを用いた実用化試験を行うと共に、最終評価を実施した。

JCOALは再委託先として、中国での事業性評価のための市場、サイト調査を担当し、中国が開発技術の有望な市場となる事を確認した。

③日豪石炭火力発電酸素燃焼CCS実証プロジェクト

酸素燃焼を用いたCO₂回収技術は、燃焼用空気から酸素(O₂)を分離し、そのO₂で石炭を燃焼させることで排ガス中のCO₂濃度を理論的に90%以上まで高めることができ、CO₂をそのまま回収するもので、直接的にCO₂を回収する方法として、他のCO₂回収システムと比べて、技術的ハードルの低い、より経済的な方法として期待されている。実証試験は、平成19年度から日豪共同で開始し、豪州クィーンズランド州のカライド地区にある休止中の微粉炭火力発電所(Callide A発電所：30MW×4)の1機を改造して実際に酸素燃焼技術を適用して、CO₂を回収しながら発電を行うとともに、回収したCO₂を地中に貯留する世界で最初のプロジェクト

トである。また、APPに提案し、“Flagship Project”に選出されている。

本プロジェクトは、日豪両政府ならびに豪州クィーンズランド州政府からの資金(日本はMETIからの補助金)と民間資金を基に実施されているもので、日本側からは、電源開発(株)、(株)IHIおよび三井物産(株)が組合組織や現地法人に直接または間接的に参画して事業を進めている。また、本技術はJCOALが1990年代の前半から推進してきたもので、JCOALは本プロジェクトにアドバイザーとして参加している。

平成21年度は、平成22年度からの酸素燃焼実証試験に向けた改造工事を開始するとともに、貯留サイトの選定にあたった。工事は、空気分離装置およびCO₂液化装置などの設置場所の整地が完了し、いよいよ本格的な改造工事がスタートした。また、実際のプロジェクトとは別に、種々の調査事業も実施したが、特に9月には、IEA-GHGが主催する第1回の酸素燃焼国際会議に参加した。今回は世界から300名近い人がドイツのVattenfall社が30MWh規模で酸素燃焼の試験を行っているのコットバスに集まり議論を交わした。次回は2011年に本プロジェクトが行われているクィーンズランド州で開催される予定である。

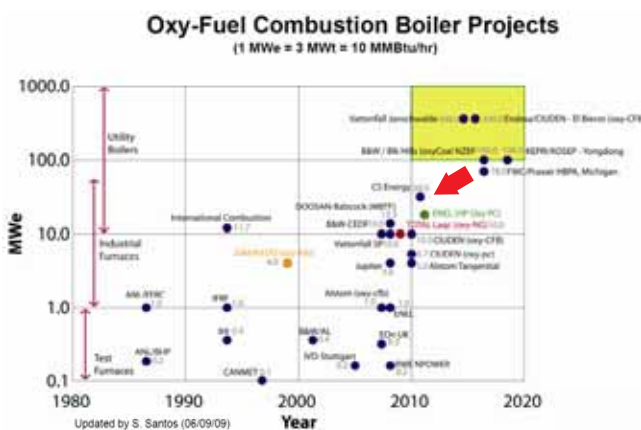


図6 酸素燃焼技術の実用化におけるプロジェクトの位置付け

(4)石炭灰の有効利用技術

石炭灰の発生量は、事業用の大型火力発電所の運転開始等を背景として、近年ますます増加の傾向を示している。平成16年度には全国で1,000万トンを超えたが、その後も引き続き増加傾向にあり、有効利用技術の開発、利用拡大に向けた調査活動はさらに重要となっている。JCOALでは、これまで石炭灰の土木、建設分野への活用等に関する研究、利用拡大に向けた支援策の検討等を進めてきている。平成21年度は、石炭灰を土木材料等として利用する場合の基礎的な材料特性に関する研究、石炭灰の利用拡大のための調査を継続して実施した。また、フライアッシュの

■JCOAL活動レポート

技術開発部の平成21年度事業成果

コンクリートへの利用拡大のため、平成18年から土木学会に検討を委託してきたが、12月にコンクリートライブラリー132号として発刊された。さらに、フライアッシュの土木分野での有効利用の拡大を図る為に進めている、適用範囲を港湾埋立材料(海上利用)や盛土材料利用(陸上利用)に限定したガイドラインの作成にも取り組んだ。また、平成21年度から新たに石炭ガス化スラグの有効利用技術実施に関する調査研究も開始した。

一方、中国では年間4億トンという日本に比べ桁違いの石炭灰が排出されているといわれ、日本に蓄積されたCCP (Coal Combustion Product: 石炭燃焼副産物) 有効利用技術が活用できる可能性がある他、中国にも多彩な有効利用技術が存在する可能性がある。そこで、11月8日に北京で開催された「第4回日中省エネルギー・環境総合フォーラム」の場において、中国建材聯合会とMOUを結び協力関係を作るとともに、12月7日～10日には中国でワークショップと見学会を行って、理解深めた。

また、12月21日には、隔年の開催となる石炭灰有効利用シンポジウムをアルカディア市ヶ谷で開催し、約200名の方々に参加いただき活発な議論を行った。

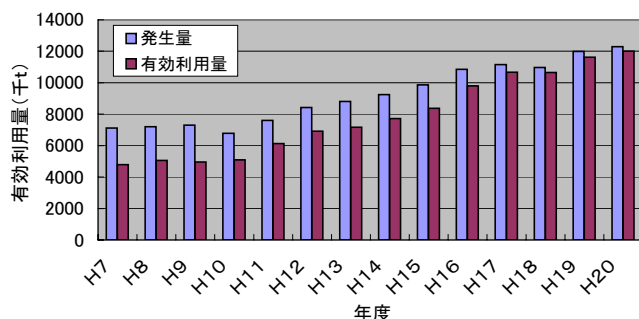


図7 石炭灰全国実態調査(石炭灰の発生量・有効利用量)



図8 2009年石炭灰有効利用シンポジウム

(5) その他 基準化、規格化等による事業支援

①ISO/JIS関係

我が国の石炭、およびコークスに係るJIS規格制定等に関連する業務、およびISO TC27日本委員会事務局をJCOALが引き受けており、平成21年度も引き続き、ISO原案回答の調査作成、国際規格適正化調査、JIS原案作成等の業務を行っ

た。その他、前出のように、微量成分に関しても、ISO/JIS化に取り組んだ。

②BCコード強制化への対応

BCコード (Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes) の強制化を含む改正SOLAS条約は、2011年1月1日から発効する。改正BCコードでは、“hot area”に隣接する船倉への石炭の積載を禁止しており、これが発効すれば、ひと船当たりの石炭の積載可能量が大幅に制限にされ、石炭の安定した輸送が損なわれる恐れがある。この事態を回避すべく、日本は、会員企業及び関連団体と協力して発火事例の原因究明のためシミュレーション等を行い、技術的裏付けを行った上で、2009年9月のDSC 14において、“hot area”の定義を明確にして石炭の安全輸送方法に関する提案を行なうとともに、我が国及び関連国の政府、関連機関等に働きかけを行った。DSC14で採択された“高温箇所”に関する解釈案は、2010年5月MSC87へ承認のために送付され、IMSBCコードの附則として制定される予定である。過去、DSCからMSCへ提案された案件で否決された事例はないことから、今回のDSCでの採択により、2011年1月1日からIMSBCコードの強制化が行われたとしても、現行の船による石炭輸送へ悪影響が及ばないことに落ち着いた。

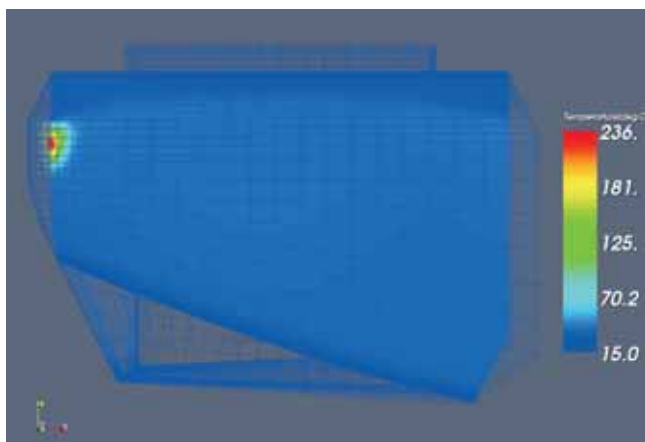


図9 サービスタンク隣接部の温度シミュレーション例

3. まとめ

事業に参加していただいた会員企業や大学等の関係者、そして支援していただいたMETIやNEDOの方々のおかげで、たくさんの有意義な成果を上げることができた。既に平成22年度も始まっているが、昨年度の結果を良く吟味するとともに、問題は是正して、研究開発を進めていきたい。

今後ともご指導ご鞭撻をよろしくお願いいたします。

編集後記

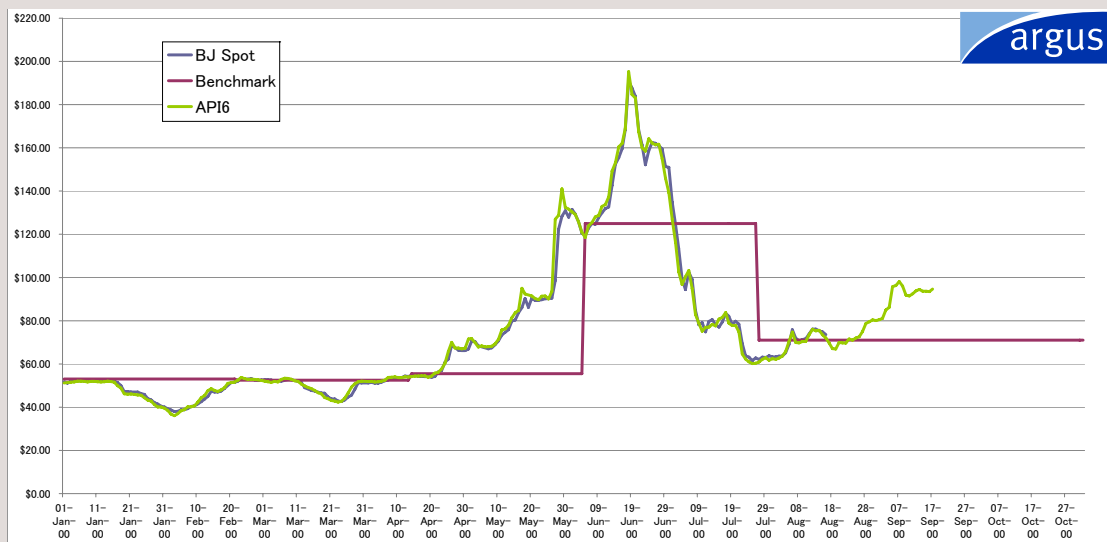
JCOALジャーナル16号(2010-1号)をお送りします。

2009年度は地球環境問題が主にクローズアップされ、石炭に関しては供給面や経済性上のリスクは問題提起されることが少なかったと思えます。3Eの同時達成に向けて環境主義と経済の持続発展性との溝は深くなったようにも見えます。

JCOALは社会での石炭理解を深化させ、その位置づけを明確にして、石炭需給安定化、高度利用、技術普及・促進とともに情報の受発信に努めることとしています。JCOALが上下流での統合的な組織機能を発揮していくため、石炭関連情報の受発信の一部をJCOALジャーナルも担っていきます。今回、JCOAL事業計画、事業成果、技術動向および地域情報をまとめました。

今後の編集に反映するため、読者アンケートをお願いしておりますのでご協力お願いいたします。また、石炭に関するご質問や希望は遠慮なく下記にお問い合わせ下さい。

(編集担当)



API INDEX

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



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



JCOAL Journal Vol.16 (平成22年5月発行)

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

本冊子についてのお問い合わせは…

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



「JCOAL Journal」は石炭分野の技術革新を目指す(財)石炭エネルギーセンターが発行する情報誌です。

[禁無断転載]