

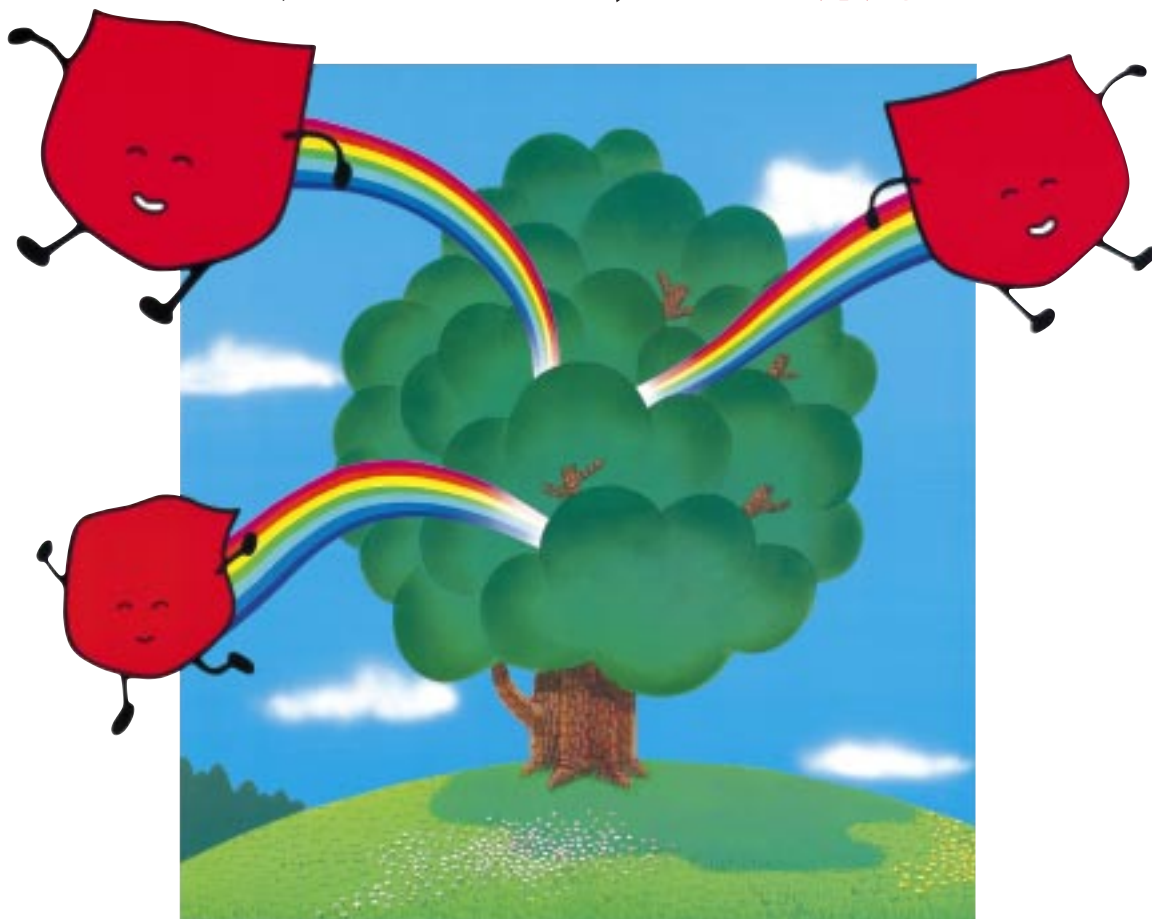
クリーン・コール・テクノロジー

CCT Journal

vol.3

2002.9

クリーン・コール・デー 特集号



content

1. 巻頭言	
クリーン・コール・デーの開催によせて……………	1
2. 祝辞	
クリーン・コール・デーを祝して……………	2
3. メッセージ	
後援大使館よりのメッセージ……………	3
4. スペシャルレポート	
わが国の21世紀石炭技術開発戦略 - 中間報告 - ……	6
5. クリーン・コール・テクノロジー	
石炭高度転換コークス製造技術の開発(SCOPE21)の現状 ……	13
6. 技術最前線	
1. 大阪大学 野村研究室……………	17
2. (財)電力中央研究所(1)エネルギー化学部……………	21
(2)エネルギー機械部……………	23
7. CCUJだより	
「クリーン・コール・デー」の趣旨と記念行事について……………	25

CLEAN COAL DAY
石炭の日 9月5日
クリーン・コール・デー
毎年9月5日(クリーン=9,コール=5)

財団法人 石炭利用総合センター
Center for Coal Utilization, Japan

<http://www.ccu.or.jp>

クリーン・コール・デーの開催によせて



クリーン・コール・デー実行委員会委員長

(新エネルギー・産業技術総合開発機構理事長) 牧野 力

平成14年の「クリーン・コール・デー」(9月5日)を迎えるにあたり、クリーン・コール・デー実行委員会を代表しましてご挨拶申し上げます。

「クリーン・コール・デー」は、石炭の重要な役割と課題について再認識していただくとともに、石炭を環境と調和して利用するための政策、技術開発の動向等について石炭関係者のみならず広く一般のみなさまにご理解いただくことを目的とし、石炭関係9団体によって組織された「クリーン・コール・デー実行委員会」により国際講演会、石炭関連施設の見学会及び街頭PR等を開催するもので、今年で11年目を迎えることができました。これは、経済産業省をはじめとした関係各位のご理解とご尽力によるものと感謝いたしております。

さて、政府の長期需給見通し等によりますと、今後とも石炭・石油・天然ガス等の化石燃料は、我が国のエネルギー供給における重要なエネルギー源として位置づけられています。その中でも石炭は、我が国の一次エネルギー供給の約17.9%を占めており、地域偏在性が少なく、可採年数も220年と長期的・安定的エネルギー源としての特徴を備えています。

その一方、石炭は他の化石燃料と比較してCO₂等の環境負荷物質の排出が多く、燃焼の際発生するSO_x、NO_xが酸性雨等の原因に成っています。このような地球環境問題の高まりの中、NEDOにおきましては「京都メカニズム」を達成させるための一つ的手段としまして、クリーン・コール・テクノロジーの活用を大いに図ってまいりたいと思っております。

このためNEDOは、クリーン・コール・テクノロジーの推進機関として、石炭ガス化技術及びハイパー

コールの製造技術等の開発を推進いたしております。

特に、最先端のガス化技術であります「燃料電池用石炭ガス製造技術開発(EAGLE)」は、九州若松にありますパイロットプラントにおきまして120時間を超える連続運転を確認する等、商業化に向けた運転データを蓄積しております。

また、既存の技術であります循環流動床ボイラー、排煙脱硫設備等の技術については、アジアの国々へ導入され環境対策の一助となっており、さらに、長年に渡り開発してきました石炭液化技術をパッケージ化し、それらが産炭国等での石炭液化事業の展開に寄与することを期待しております。

昨年からは、国際講演会に加えて石炭生産・保安技術、石炭の需給・流通及び石炭利用技術に関する講演会も合同開催し、石炭関係施設の見学会や街頭PRも併せて、クリーン・コール・ウィークとも言うべき盛りだくさんな行事を用意しております。

さらに、本年のPR活動は若い方々にエネルギーとしての石炭の重要性を知っていただくため、小学生新聞に延べ3日間の「未来を支えるクリーンエネルギー-石炭」特集を企画いたしております。

これらの事業を通じて石炭に対して関心を深めていただき、石炭の重要性を理解いただければと考えております。

最後に、私ども石炭関係者は、経済成長とエネルギーの安定供給、環境の保全を目指して石炭のクリーンな利用に向け今後も取り組んで参りたいと思っております。今後の皆様のご支援とご協力を心からお願い申し上げます。

クリーン・コール・デーを祝して



経済産業省
大臣官房審議官

資源エネルギー庁担当 広田 博士

第11回「クリーン・コール・デー」を迎えるに当たり、一言御挨拶申し上げます。

現在、石炭は我が国の一次エネルギー供給の18%を占めております。石炭は、天然ガスや石油などの他の化石エネルギーと比べ、単位熱量あたりのCO₂排出量が多い反面、豊富な埋蔵量、賦存地域の多様性、安価であるといった特長を持っております。

昨年7月の総合エネルギー調査会(委員長：茅陽一東京大学名誉教授)で示された長期エネルギー需給見通しによると、石炭は2010年度においても我が国の一次エネルギー供給の約2割を占めると予測されており、引き続き重要なエネルギー源の一角を占めることが期待されております。

また、我が国は世界最大の石炭輸入国であります。特に、昨年11月に池島炭鉱、本年1月に太平洋炭鉱と国内の主要炭鉱が相次いで閉山し、現在、国内には小規模の炭鉱が数カ所残るのみといった状況となっております。

世界の石炭貿易を見ますと、世界で採炭された石炭の大半は産炭国内で消費され、その貿易量は全生産量の1~2割程度である中で、我が国は全世界の石炭の貿易量の3割弱を輸入しているという状況であり、世界の石炭事情の中で、我が国は極めて特異な存在であるといえます。

今後アジア地域において、石炭需要の急速な拡大や採掘条件の悪化が見込まれている中、石炭の長期安定供給を確保し、需給を安定化させることは、エ

ネルギーセキュリティを考える上で、我が国のみならず、アジア諸国においても共通の重要な課題であると考えます。

また、地球環境問題等石炭をめぐる状況を考えますと、CO₂、SO_x、NO_xの排出低減、ハンドリング性の向上、石炭灰の有効活用等、石炭利用に伴う課題の克服に積極的に取り組んでいくことが、石炭利用先進国としての我が国の重要な責務であると考えております。

平成4年に制定された「クリーン・コール・デー」も今回で第11回を数えます。本年も、「クリーン・コール・デー・イン・ジャパン2002」として、エネルギー源としての石炭の重要性やクリーン・コール・テクノロジーの現状についての御理解を深めていただくために、石炭関連団体の主催により9月5日の週に講演会等を実施するほか、石炭関連施設の見学会、街頭PR等のクリーンコールデー関連行事を実施する予定であります。

この「クリーン・コール・デー」を契機として、石炭のもつ性質について改めて皆様とともに考えることが、我が国の将来のエネルギーの在り方を考える上で極めて重要なことであると考えております。我が国の石炭利用に関する技術が世界に誇れる技術として展開し、ひいては環境問題と調和した形で世界のエネルギーの安定供給に寄与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。

後援大使館よりのメッセージ

クリーン・コール・デーは石炭に関係の深い下記9カ国の大使館より賛同いただき、後援を賜っています。クリーン・コール・デー・イン・ジャパン2002の開催に対するメッセージをいただいておりますのでご紹介します。 クリーン・コール・デー実行委員会事務局

アメリカ大使館 インドネシア大使館 オーストラリア大使館 カナダ大使館 タイ王国大使館
中国大使館 フィリピン大使館 ベトナム大使館 南アフリカ大使館
(五十音順)



アメリカ大使館

米国エネルギー省(DOE)および東京の米国大使館を代表して、私たちが、今年も東京における「クリーン・コール・デー」を後援出来ることをうれしく思います。

世界の石炭埋蔵量は、石油と天然ガスを合わせた埋蔵量のほぼ2倍近くあり、72カ国以上に広がっております。この豊富な石炭にめぐまれているからこそ、「クリーン・コール・デー」は、私たちがその石炭利用の利点や今後の見通しについて、みんなで一緒に考えてみるすばらしい機会となるのです。また、石炭利用分野の技術革新を促進するために、私たちが共同してどのような活動を行うことができるかについて、意見交換するよい機会でもあります。

米国では、石炭は、コスト競争力があり、豊富で供給力のある、安定な発電用燃料です。石炭は私たちに必要な電力の55%以上をまかなっており、発電分野における主要なエネルギー源となっています。そして、米国の電力需要は、急速に増大しており、おそらく次の20年で45%程度まで増えるものと考えられます。このことは、私たちが恐らくもっと多くの石炭を生産し、消費するであろうことを示しております。石炭に対する私たちの願いは、当分の間、最もクリーンで、最も効率的な、実現性のある技術の開発とその実用化を求めることなのです。

今日、米国では、クリーン・コール・テクノロジーに対する強い支援があります。ブッシュ大統領は、その「National Energy Policy」の中で、次の10年にわたって、クリーン・コール・テクノロジーに20億ドルを投資することを約束致しました。「The Clean Coal Power Initiative」と呼ばれるこの公約は、3億3000万ドルのDOE投資計画と、最低50%の産業コストの分配が提供されており、プロジェクトに対する最初の公募を今年の3月に開始したところです。

クリーン・コール・テクノロジーに対するこの米国の公約は、しっかりした、確実な技術的基礎に基づいているのです。クリーン・コール・テクノロジーの開発プログラムは、1986年に始まり、今完成に近づいており、その価値は、ほぼ53億ドルと評価されています。このプログラムでは、実証すべき産業との強い協力関係を作り上げ、政府資金を提供することに力が注がれました。このプログラムの成功のあかしの一つは、現在米国の石炭火力発電所では、ほぼ4ヶ所のうちの3ヶ所が、このプログラムから生まれた低ノックス・バーナーをすでにインストールしたが、またはしているということです。高度な石炭利用技術に基づいた新しい発電システムは、効率の向上や環境改善の点で大きな飛躍を遂げております。これらの進歩は、温室効果ガス排出の削減に大きく寄与することが出来ます。

私たちは、クリーン・コール・デーの成功を願い、石炭利用技術に関するグローバルな理解が改善され、国際的な共同作業の促進がなされて行くことを期待しています。

米国エネルギー省 アジア地域代表エネルギー担当官
ジュリア R. ビスコンティ



インドネシア大使館

駐日インドネシア大使館を代表して、日本で開催される「第11回クリーン・コール・デー」に関する実行委員会の活動を歓迎し、その支持を表明したいと思います。

クリーンな石炭利用の重要性について、一般の人々の認識を高めるための、実行委員会による、一貫した、たゆまぬ努力は、本当に賞賛に値するものと存じます。

私は、実行委員会に対してクリーン・コール・デーのすばらしい成功をお祈りすると共に、これら一連の計画が、地球を救う努力の中で、プラスの作用をもたらすものと信じております。

駐日インドネシア大使館 臨時代理大使
シャハリ サキディン



オーストラリア大使館

日本における“クリーン・コール・デー”の活動を引き続き後援できることを、オーストラリアは大変うれしく思っています。

石炭は、アジア太平洋地域の国々にとって最大のエネルギー源です。その豊富な資源量や低コスト、用途の多様性から、今後10年間、その消費量は急速に伸びるものと考えられています。

環境問題に取り組む一方で、石炭の高効率利用の改善に道を拓く多くの試みが行われています。

オーストラリアは今年7月、世界初のウルトラ・クリーン・コール(UCC)のサンプルをテスト燃焼用に生産し、日本へ輸送するという画期的なことを達成しました。この石炭は発電用ガスタービンで使用できるように設計され、灰分をほとんど出さず、高い転換効率を実現するものと考えられています。また、日本やオーストラリアをはじめとして、多くの国々が、温室効果ガスである二酸化炭素を隔離する方法を研究しています。この技術はウルトラ・クリーン・コールの利用と相俟って、二酸化炭素の排出レベルを限りなくゼロに抑える方法を実現してくれることでしょう。

クリーン・コール・デーは、研究者、産業界関係者、政府および地域社会の間の石炭関連問題の情報交換を促すことに大きな貢献を果たすものと期待しています。

駐日オーストラリア大使
ジョン・マッカーシー



カナダ大使館

私はカナダ政府を代表して、今年もクリーン・コール・デーの後援をさせて頂けることをうれしく思います。私たちは、石炭に依存して経済成長を目指す国々や組織と力を合わせて、いっしょに行動しようとする、クリーン・コール・デー実行委員会の活動を歓迎致します。

世界のエネルギー資源の中で、石炭が重要な役割を演じ続けられるように、我々は、高いレベルの環境対策の確立を目指しながら、いかに石炭エネルギーを自然に利用するかを、もっとよく理解することが重要です。カナダは大規模な石炭資源を保有していますので、アジア市場では品質の良いカナダ炭の供給者でもありますし、国内では広範囲な用途に対する石炭の消費者でもあります。我々は、アジア太平洋地域における石炭の重要な役割を認識し、クリーン・コール・テクノロジーについて進められている国際的対話を維持して行くことが必要だと考えています。

我々は、来るべきクリーン・コール・デーが素晴らしい成功を収めるよう願っております。そして、クリーン・コール・デーが優れた技術の移転をもたらし、いろいろな経済活動の場で石炭が演ずる重要な役割について、よりよい理解を得る機会になることを願うものであります。

駐日カナダ大使
ロバートG. ライト



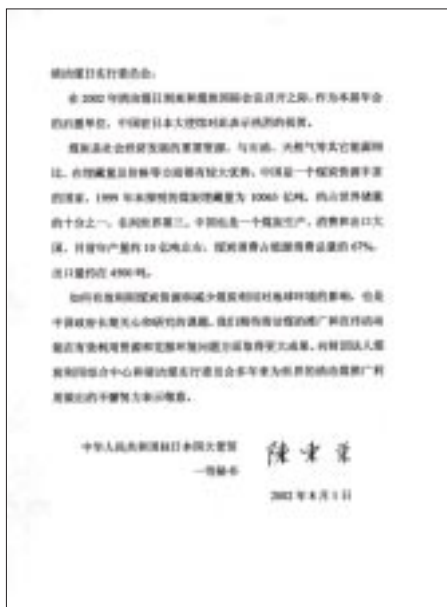
中国大使館

2002年のクリーン・コール・デー及びその国際会議の開催に際しまして、本会議の後援機関であります駐日中国大使館は、会議の開催を心よりお祝い申し上げます。

石炭は社会、経済発展の重要な資源として、石油、天然ガス等その他のエネルギー源と比べ、その埋蔵量や価格において大きなメリットがあります。中国は石炭資源の豊かな国であり、1999年末までに探査された石炭の埋蔵量は1兆63億トンに上り、世界の石炭埋蔵量の十分の一を占め、世界第三位となっています。また、中国は石炭の生産、消費、及び輸出の分野において大国であります。現在、年間生産量はおよそ10億トンであり、石炭消費量は全エネルギー消費量の67%を占め、輸出量は約4500万トンに上っています。

如何に石炭資源を有効に利用するか、また石炭利用が地球環境に与える影響を如何に削減するかということが、中国政府の長年にわたる関心であり、研究課題です。クリーン・コールの宣伝と普及活動によって、資源を有効に利用し、環境問題を克服する上で、さらに大きな成果をあげられることを期待しております。財団法人石炭利用総合センター(CCUJ)及びクリーン・コール・デー実行委員会の長年にわたる世界のクリーン・コール事業に対する弛まぬ努力に敬意を表したいと思います。

駐日中華人民共和国大使館 一等書記官
陳 東 榮





フィリピン大使館

私は、今年も、9月に東京をはじめ札幌や福岡で開催される「クリーン・コール・デー」に対する、実行委員会の活動に対し、最大の祝意を申し上げたいと存じます。

母なる地球は、今、環境上の障害を生み出す、様々な汚染物質の危険にさらされています。日本政府によって始まった「グリーン・エイド・プラン」の下で、クリーン・コール・テクノロジーは、一般の人々を目標とした力強い教育キャンペーンを通じて、クリーンな環境を保全する効果的な手段となっています。

私は、この地球を、次の世代のために、より住みよい場所にしようとするクリーン・コール・デー実行委員会の活動が、引き続き成功を収めるよう、心からお祈り申し上げます。



駐日フィリピン大使
ドミンゴ L. シアゾン ジュニア



ベトナム大使館

駐日ヴェトナム社会主義共和国大使館は、9月5日に東京で開催される第11回クリーン・コール・デーの後援を喜んでお引き受けすることに致します。

石炭は、世界のエネルギー供給の25%を、また、アジア太平洋地域で使用されるエネルギーの40%を占めており、世界経済にとって極めて重要なものとなっております。ヴェトナム社会主義共和国は、日本を中心とするアジア市場への石炭の供給者でもあり、国内においては、発電用石炭の消費者でもあります。このような状況の中で、我々は石炭資源の重要性と、石炭が経済活動の中で果たす役割を高く評価するものです。

駐日ヴェトナム社会主義共和国大使館は、グリーン・エード・プランの枠組みを全面的に支持致します。そして、クリーン・コール・テクノロジーの利用分野で、日本と協力することを希望致します。

この機会に、私は、石炭に関連した環境問題の解決をクリーン・コール・テクノロジーに求めて取り組もうと続けられる、CCUJの努力に対して、敬意を表したいと思います。地球環境問題の解決を見出すために、全ての国に分配されうような技術を開発することこそが、ヴェトナムも石炭生産者として参加することになる意味深い目標であると思います。

第11回クリーン・コール・デー実行委員会の全面的な成功を心からお祈り申し上げます。

駐日ヴェトナム社会主義共和国大使
ヴドン



南アフリカ大使館

南アフリカ共和国は、世界の代表的な石炭生産国の1つとして、そのクリーン・コール・デーを後援する友好のメッセージをお届け出来ることを、私は大変うれしく思います。

石炭は重要な世界共通のエネルギー源です。だからこそ、環境汚染を防止するために、有害な排出物を削減する、優れた石炭利用技術が必要なのです。そして、(財)石炭利用総合センター(CCUJ)がこれらの技術を、石炭の需要が拡大すると考えられるアジア諸国へ技術移転する等、非常に重要で、グローバルな役割を演ずることが、この背景に存在しています。

最後に、南アフリカ共和国は、クリーン・コール・デーをはじめとする、全ての活動を支援させて頂くことを再度申し上げ、その関連事業を推進する、実行委員会に対し心よりお祝い申し上げます。



駐日南アフリカ共和国大使
クリッシュ マケドゥージ

わが国の21世紀石炭技術開発戦略

- 中間報告 -

財団法人 石炭利用総合センター
原田 道昭

はじめに

1999年に資源エネルギー庁石炭・新エネルギー部で策定された「21世紀石炭技術開発戦略」をベースに、その後の世界のエネルギー情勢や社会環境の変化への対応を考慮して具体的な取り組みを展開すべく、新しい「21世紀石炭技術開発戦略」が検討されている。戦略策定に当たっては、広く産官学の方々に参画いただき(委員長九州大学持田教授)、石炭のエネルギー源としての位置付け、今後の石炭利用の方向性、石炭利用技術開発の必要性、そして今後取り組むべき技術開発課題、コンセプトを明確にし、わが国のエネルギー政策における石炭利用政策のあり方について審議していただいているところである。

本報告は、その中間的な報告であるが、紙面の都合もあり、技術開発関連に絞って記述していることをご了承頂きたい。

1. 石炭を巡るエネルギー情勢変化

1.1 今後の世界的なエネルギー需要の変化

世界のエネルギー消費は、人口の増加と発展途上国の工業化により、今後とも増加すると考えられる。米国DOE(Department of Energy) / EIA(Energy Information Administration)による1999年までの実績と2020年までの予測を図1に示す。また、IEA(International Energy Agency)のInternational Energy Outlook 2002も

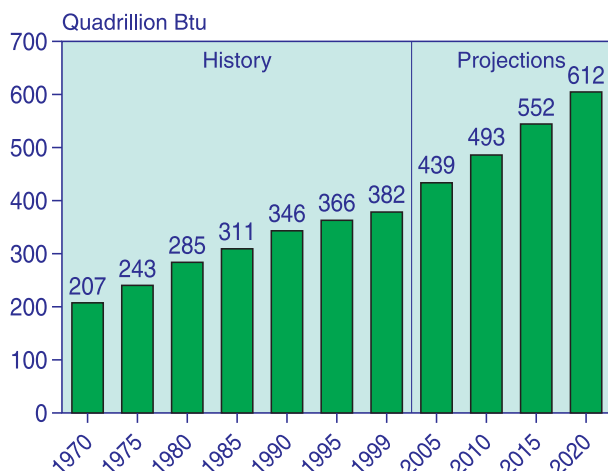


図1 世界のエネルギー消費予測 (出典：米国DOE/EIA 2002)

同様の予測をしており、2020年までの21年間で約60%伸びるとしている。世界のエネルギー消費の全体の伸び率は2.2%/年で、アジア及び中南米の発展途上国では4.0%/年、特に中国では4.7%/年と予測している。

そのエネルギー消費の大半は、図2(米国DOE/EIAによる)に示したように化石エネルギーで賄われると予測され、化石エネルギーの中では環境負荷の少ない天然ガスの比率が増大すると予測されている。最近の発展途上国のエネルギー消費においては、既に石油や天然ガスの国際市場に入り込んでいる国もあり、今後はそのシェアが増大していくと考えられる。図2に示したように、石油は現在世界最大のエネルギー源であるが、原油埋蔵量の限界(2兆4500億bbl程度)から可採年数41年と言われており、将来の石油枯渇が強く懸念されるとともに、政情不安な中東地域に集中していることから経済性やセキュリティの問題も心配される。

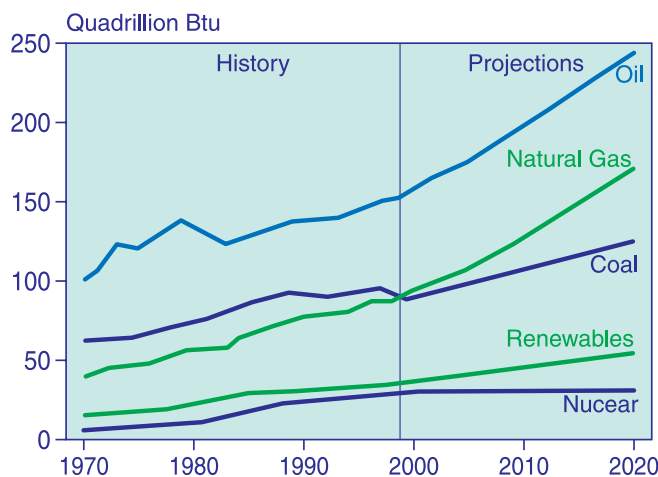


図2 世界の燃料別エネルギー消費予測 (出典：米国DOE/EIA 2002)

また、発電における一次エネルギーの消費予測を図3(米国DOE/EIAによる)に示す。今後は天然ガスが最も大きく増加し、原子力はほぼ現状維持であり、再生エネルギー(水力及びバイオマス等)は今後20年間に約50%増加すると予測している。シェアでは、石炭が最大のシェアを維持し続け、次に天然ガスとなり、原子力、石油は減少し、再生エネルギーはほぼ現状の20%のままであると予測している。

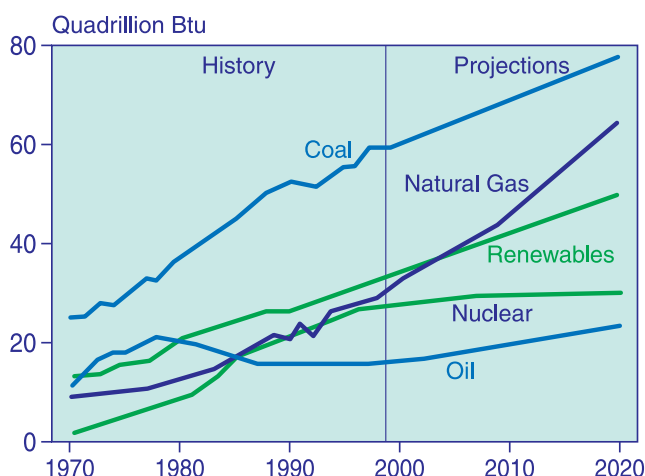


図3 世界の発電における一次エネルギー消費予測
(出典：米国DOE/EIA 2002)

〔注〕石炭の埋蔵量は瀝青・亜瀝青炭509Gt及び褐炭475Gtで、石油換算で合計486Gtoe、R/Pは218年、石油は143GtoeでR/Pは41年、天然ガスは132Gtoeで、R/Pは63.4年である。

(1999年IEA Coal Research報告)

1.2 わが国におけるエネルギー情勢の変化と

石炭需要の見通し

2001年7月に総合資源エネルギー調査会総合部会により答申された、新たな長期エネルギー需給見通しにおいて、2010年度における基準ケース(対策なし)とCO₂削減対策ケースの2通りの数値が報告されている。一次エネルギー供給は、1999年度526百万klに対して、2010年度においては、基準ケースでは622百万kl、対策ケースでは602百万kl程度と予測されている。その中で石油の比率は減少し、石炭、天然ガス、原子力及び新エネルギーが増加する見通しとなっている。石炭の供給量は、1999年度103百万klに対し、2010年の新たな政策措置を行わない基準ケースでは136百万klとなっているが、環境保全や高効率化の要請に対応しつつエネルギーの安定供給を実現するために、省エネルギー・新エネルギー・燃料転換等で新たな政策措置を追加して講じた目標ケースでは114百万klとなっており、石炭は今後も重要なエネルギー源として位置づけられているとともに、石炭が、化石燃料の中でもっとも安定供給性に優れていることを踏まえれば、石炭の環境負荷が高いという理由だけで、石炭を過度に抑制するような政策をとることは適切ではないとされている。

1.3 地球環境問題

地球環境問題のうち地球温暖化問題については、2001年のCOP7(マラケシュ合意)により、2002年8、9月にヨハネスブルグで開催される環境開発サミットでの京都議定書の批准及び2002年の発効を目指して各国が手続きに入っており、今後CO₂をはじめとする温室効果ガスの削減に対して本腰で取り組む必要がある。わが国では2002年3月に新しい地球温暖化対策推進大綱が決定され、温室効果ガスの削減目標達成に向けたCO₂削減対策や国内制度の制定などの具体策が実施されようとしている。

新大綱ではエネルギー供給面のCO₂削減対策として新エネルギー対策、石炭から天然ガスへの燃料転換、原子力の推進の3つを挙げており、特に燃料転換では、次のように記述されている。「石炭燃料等の使用増加が見込まれる発電分野等を中心に燃料転換を実現していくことが必要である。具体的には、運転開始からの経過年数の長い老朽石炭火力発電所において高効率の天然ガスコンバインドサイクル発電への転換を推進するとともに、石炭等を燃料とする産業用ボイラ等において天然ガスへの燃料転換を促進していくほか、低利融資制度等によりパイプライン等のインフラ整備を推進し天然ガスの導入拡大を図っていくこととする。以上の施策等を総合的に講ずることにより、約18百万t・CO₂削減が見込まれる。」具体的対策として、老朽石炭火力発電天然ガス化転換費用の補助、エネルギー多消費型設備天然ガス転換費用の補助等を挙げている。

したがって、石炭エネルギーの利用においても、従来の石油代替エネルギーとしての石炭利用促進という側面から、新技術の早期実用化による抜本的な熱効率の向上、さらにはCO₂の分離・回収・固定化の技術開発等に重点を移していく必要がある。

石炭利用に関連するもう一つの環境問題は石炭灰の処理である。わが国の石炭灰の発生量は2000年度840万トンであり、今後も増加することが予測されている。これまで石炭灰の有効利用量は年々増加してきたが、石炭灰の大量使用先であるセメント会社の生産量が減少傾向にありセメント原料としての利用に限界が来ていること、また新たな石炭灰の処分場の確保が困難になってきているという問題も抱えており、石炭灰の大量利用をはじめとする有効利用技術の開発が不可欠となっている。

石炭利用に伴うSO_x、NO_x、煤塵による環境汚染の課題については、わが国は積極的に取り組んで来ており、世界のトップレベルにある。しかし、それらの環境汚染物質の排出規制はさらに厳しくなることが予測され、また微

量元素等についても規制される可能性があるため、それらの排出を抑制する技術を開発していく必要がある。また、アジア・大太平洋諸国においては、近年エネルギー需要が増大しており、豊富に賦存する石炭への需要も堅調に伸びている。しかしながら、これら諸国においては、石炭の高効率利用、燃焼時の脱硫等がなされていないため、環境に対する負荷が非常に高く、特に中国において

は、硫酸化物による酸性雨等が深刻な問題となっている。これら諸国の石炭利用に対する環境上の制約を取り除くために、我が国が保有する石炭のクリーンな利用のための技術について積極的に移転・普及を進めることによって石炭利用を促進するとともに、他の化石エネルギーのセキュリティ上の懸念を緩和する必要がある。

表1 技術開発のこれまでの成果一覧(国家プロジェクトとして実施されたもの)

分野	テーマ	開発期間	概要	評価	商用機
液化	瀝青炭液化	1974～1999	NEDOL法、150t/dPP	PP規模の技術は確立済み。石油価格の安定化により経済的に見合わずDP待ち。	×
	褐炭液化	1981～1993	豪州との共同開発、50t/dPP	PP規模の技術は確立済み。経済的には難しいため、その後瀝青炭に継承。	×
ガス化	ハイブリッドガス化	1974～1986	石炭+重質油で高カロリーガス製造、7000m ³ /dPP(常磐)	PP規模の技術は確立済み。経済的に見合わず、DPに至らず。	×
	流動床ガス化	1974～1987	IGCC用低カロリーガス製造、40t/dPP(夕張)	PP規模の技術は確立済み。その後、噴流床ガス化技術へ継承するとともにA-PFBCの開発に適用。	×
	噴流層ガス化	1991～1996	IGCC用低カロリーガス製造、200t/dPP(勿来)	PP規模で技術確立し、IGCC:250MWの実証機(2007運用予定)を設計中。	(勿来)
	HYCOLガス化	1986～1994	水素製造用中カロリーガス製造、50t/dPP(袖ヶ浦)	PP規模の技術は確立済み。IGFCに発展して、現在150t/dPP(EAGLE)が試運転中。	×
	石炭水素添加ガス化	1996～2000	水素添加による高カロリーガス製造	要素技術は終了したが、経済的に見合わず、PPは今後の情勢変化待ち。	×
燃焼	AFBC	1978～1991	蒸発量160t/hDP(若松)	世界最大の商用機(竹原)が運転中。その他、産業用26基に適用。	(竹原)
	PFBC	1988～1999	71MweDP(若松)	国内電力用3基(計670MW)が運転中。さらに1基増設が計画中。中規模発電所向き。	(苫東厚真、苅田、大崎)
	ICFB(内部循環流動床ボイラ)	1988～1993	蒸発量10t/hDP	トヨタ自動車の75t/hが運転中(廃棄物混焼を適用)その他、中国に展開中。	(トヨタ他)
	PICFB	1992～1997	ホットモデル試験	宇部興産の廃プラ加圧2段ガス化プロセスに発展。	
	加圧循環流動床ボイラ	1992～1994	技術調査及び試設計	250MW級ボイラの試設計までで終了。	×
	石炭部分燃焼炉	1984～1999	常圧から加圧へ。加圧ではIGCCシステムに適用。25t/dPP	加圧CPCのPP試験で技術確立済み。中規模発電を狙ったがパイロットまでで中断。	×
	USC(Ultra Super Critical)		蒸気タービン蒸気条件 600 /610、25MPa	国内電力用8基(7100MW)が運転中。さらに2基(計2000MW)が計画中。送電端効率41%達成。欧米では更に700以上を目標に開発中。	
流体化	COM	1977～1985	電力用、高炉用	横須賀火力で実用化されたが、その後の経済情勢の変化により燃料転換。	×
	CWM	1980～1995	電力用、一般産業用、脱灰CWM、流通中継(中国日本)	電力用、一般産業用とも実用化されたが、最近の経済情勢の変化により燃料転換の予定。(常磐共同火力)	
	低品位炭CWM	1991～1995	Hot Dewatering法による褐炭のCWM化	インドネシアでFSを実施したが、経済的に見合わず、今後の情勢変化待ち。	×
ハンドリング	気流搬送	1976～1981	50t/h、1500m	技術確立し、CCSに適用。	
	CCS(Coal Cartridge System)	1982～1987 1990～1995	5t/h 25t/h	知多市のCCSセンター(20万t/y)が運転中。需要家は日清紡とニチ八。	
	低品位炭利用技術	1977～1997	褐炭の脱水・改質(DKプロセス)	PP規模で技術確立済み。経済的に見合わず、今後の情勢変化待ち。	×
製鉄	成型コークス製造技術	1978～1986	200t/dPP	PP規模で技術確立済み。経済性が合わず商業化に至っていない。	×
	溶融還元製鉄法DIOS	1988～1995	500t/dPP	PP規模で技術確立済み。CO ₂ 削減に向けて導入を検討中。	×
	流動床セメント製造技術	1986～1997	200t/dスケールアッププラント	技術確立後、途上国向けにFS実施中。	×
工業炉	石炭直接利用金属溶融システム	1993～1997	1～5t BP	BP規模で確認試験を終了したが、その後の情勢変化で商用化を断念。	×
石炭灰有効利用技術	土木分野、建設分野への活用	1980～2000	硬化体、土工材、ボゾテック、人工軽量骨材、人工骨材等	ボゾテックは商用化済み、また人工骨材、流動床灰固化体、FGC深層混合処理工法等が本格的に実証段階に移行。	
脱硫	湿式石灰石膏法	～1973		実用化済み。	
	活性炭法	1975～1982	脱硫効率95%	実用化済み。	
	簡易乾式脱硫技術	1988～1989		インドネシア、中国への技術協力で実用化済み。	
脱硝	SCR(選択接触触媒還元法)	1979～1980	脱硝効率80%	実用化済み。	
同時脱硫脱硝	活性コークス法	1979～1981	脱硫効率97%、脱硝効率80%	実用化済み。	
脱じん	高性能脱じん技術	1981～1993	高温EP 0.01g/Nm ³ 以下	実用化済み。	
	高温脱じん技術	1989～1995	セラミックフィルタ 1mg/Nm ³ 以下	苫東厚真3号機のセラミックフィルタに反映済み。	

2. わが国の石炭利用技術開発の経過

1970年代のオイルショック以降、わが国の石炭需要は、粗鋼生産量が1億トン前後で推移したことから原料炭はほぼ横ばいで推移し、一般炭は石油代替エネルギーとしての石炭の重要性が再評価されたことから、電力、セメント、自家発電等の需要家向けに着実に増加してきた。その結果、2000年の石炭消費は152百万トンに達した。この内、原料炭と一般炭の比率はほぼ半々で、これらの石炭のほとんどが輸入炭で賄われていること(国内炭は300万トン以下)が特徴である。

石炭利用技術については、1970年代のオイルショックを契機に、石油代替エネルギー政策の一環として石炭利用に関する技術開発が進められてきた。わが国でこれまで国家プロジェクトとして開発が実施されてきた技術を分野ごとに、テーマ、開発期間、概要、評価及び商業化の有無について表1にまとめて示す。

3. 今後開発すべき技術

地球環境問題の見地に立ち、石炭を“上手に”、“クリーンに”、そして“大切に”使うクリーン・コール・テクノロジーの開発が求められており、環境調和型石炭利用技術の開発とその世界的な普及を図ることを目標として開発する。

3.1 技術開発のニーズと目的

- (1) エネルギー利用に伴う環境負荷を低減できる技術の開発
- (2) エネルギー供給の量的確保のための石炭利用
- (3) エネルギー価格の低減によるエネルギー関連産業の国際競争力強化
- (4) 技術移転、共同開発による国際協力、国際ビジネス及びCO₂排出権確保などによる国際貢献

3.2 今後の技術開発の方向

今後2050年頃までは、現在と同様、化石燃料がエネルギーの主流を占め続けることが予測され、その中で石炭も重要な地位を占めると考えられる。その一方で、廃棄物やバイオマスのエネルギー化も進むと考えられるので、今後の石炭利用技術はそれらも含めた固体燃料の利用技術として位置づけていくことが重要である。

また、開発する技術は、わが国だけでなく世界を市場として生き残れる技術として開発を進めることが必要であり、今後の世界情勢の変化から考えると、CO₂排出権取引の対象とすることも念頭におく必要がある。

3.3 技術目標

(1) CO₂排出低減

システムの高効率化により2030年までに、既存の石炭火力に比べて、CO₂を30%以上削減できる技術開発を進め、さらに産業の融合化等により10%以上削減することを目標とする。

また一方で、CO₂回収、固定化、隔離等の地球温暖化低減に貢献する技術開発を実施する。

(2) 環境負荷低減

現行システムの副産物の利用、排煙浄化技術の開発及び新たなクリーンエネルギーシステムの開発を行い、さらなる環境負荷の低減を図る。

(3) 国際競争力の強化

アジア地域をはじめとする海外へわが国のCCTの普及を図ることにより、わが国の石炭利用技術の国際競争力を強化する。

3.4 開発項目

(1) 高効率化技術

ガス化・発電

a. 石炭火力発電技術の高効率化

石炭を部分燃焼してガス化させ、これを複合サイクル発電、更には燃料電池を組み合わせたトリプル発電させることで、クリーンで高効率に利用できる発電システムを開発中である。

現在実証試験が実施されようとしているIGCC及びパイロット試験が実施されているIGFCの実用化により、IGCCでは送電端効率43~48%、IGFCでは同じく55%が達成でき、IGFCでは既存技術の微粉炭発電システムと比べてCO₂排出量を30%削減することが可能である。新設及び既設石炭火力発電所のリプレースとして電気事業用規模の事業化を進める。

このように大規模で、実用化に比較的長時間を要する技術開発は、民間では開発リスクが大きいと、国が主導で行う必要がある。例えば大型流動床ボイラ技術の開発には、常圧流動床で13年間、加圧流動床で10年間を要した。したがって長期的視野に立った予算配分に基づき推進する必要がある。また、これまで微粉炭火力については、発電効率向上のために蒸気タービンの蒸気条件の高温高圧化USC(Ultra Super Critical)が進められ、現在600/610、25MPaで送電端効率が41%程度まで達しているが、更なる高効率化に向けた開発を実施する必要がある。

b. 中容量自家発電の高効率化

現在、既設の自家発電設備は約200万kw保有されてお

り、2015～2020年頃に更新の時期を迎える設備が全設備容量の2/3を占める。また、自家発電の中で石炭・石油コークス焼き発電設備は約24%を占めている。

自家発電設備は、蒸気の利用方法にもよるが送電端効率は低く、平均すれば概ね33%(HHV)前後であり効率アップの可能性は十分にある。

電力の自由化により、現在産業界では自家発電の大型化、余剰電力の販売、IPP化等の動きがあり、石炭焼き発電、残渣油ガス化複合発電プラント等が建設されている。また、電力会社は中小容量の分散電源化も進めようとしている。

このような現状及び将来動向を踏まえ、中容量で、経済性のある高効率なガス化技術を確立し、自家発電の複合サイクル発電化を進めると共に、既設の自家発電ボイラを対象に、石炭ガス化炉をトッピングすることによる複合サイクル発電システム化を進め、高効率化を達成する。

また、トータルエネルギー利用効率を向上させるため、開発したガス化技術を使った発電と水素等の化学原料併産型のコプロダクション技術を開発し、自家発電分野における新設あるいは更新、さらには高効率のための改造需要に対応できるようにすることにより、中容量自家発電分野においても大幅なCO₂削減を目指す。

コプロダクション用ガス化技術は、噴流床ガス化技術、加圧流動床ガス化技術(中でも加圧内部循環流動床)の応用・システム化により可能である。

なおガス化燃料は将来を睨み、石炭のみならず石炭とバイオマス・廃棄物を組み合わせた混合ガス化をも視野に入れて開発し、資源循環型コプロダクション技術の開発をも目指す。

c. 無灰炭(ハイパーコール)直接燃焼ガスタービン複合サイクル発電システム

溶剤抽出により石炭から灰分200ppm以下の無灰炭(以下ハイパーコールと呼ぶ)を製造し、それを直接燃焼し、ガスタービンと蒸気タービンを回す複合サイクル発電システムを組むことによる高効率発電技術を開発する。溶剤抽出によって元の石炭の約70%の無灰炭が製造でき、残りの30%は灰分15%程度の抽出残渣炭となるが、この抽出残渣炭は既設の石炭火力で他の石炭と混炭して使用する。70%の無灰炭を使用するガスタービン直接燃焼複合サイクル発電の送電端効率は48%が期待できる。一方、30%の残渣炭は、既設火力で38～40%程度の送電端効率で使用できることから、それらの総合効率は45%程度となり、CO₂削減率では16%程度が期待できる。

この溶剤抽出は、溶剤や石炭がある程度限定されてし

まうが、石炭液化技術開発で培った要素技術を導入することにより、より幅広く無灰炭を製造する技術として捉えていくことも可能である。すなわち、産炭地や石炭の特性あるいは経済情勢等によって、固体のハイパーコールの製造とガスタービン用燃料油の製造を使い分けて、それぞれの燃料を直接燃焼するガスタービン複合サイクル発電システムの確立を視野に入れて開発していくことも重要である。

さらに、抽出残渣炭については、将来的には石油精製分野において重質油の重質化がより進むことが考えられるので、石炭とそのような重質油とのコプロセッシングによる無灰の燃料化も考慮していくことが重要である。

産業融合化によるエネルギー効率向上技術(コプロダクション)

従来のような単一の業界における革新的プロセス開発は、限界になりつつあると考えられる。例えば、石炭火力におけるIGFCの送電端効率を上回るプロセスの開発は非常に困難である。このような状況において、今後さらにCO₂排出量削減に寄与するためには、従来のエネルギー・物質生産システムを大幅に見直し、大量生産・大量消費型からエネルギーと資源の消費を最小に抑える資源循環型へと変えていくことが求められる。

それを実現するためには、従来の変換効率向上や省エネルギーではなく、エネルギーと物質生産のあり方を根底から変える革新的な技術開発が必要である。その一つの方法として、石炭をベースとした電力と化学原料を併産するコプロダクションシステムを導入した石炭コンビナートを形成することにより、これまでの産業形態から脱皮した産業の融合化によるトータルエネルギー利用効率の向上を図ること可能となる。

言い換えれば、エネルギー源として石炭の使用量が多い電力、鉄鋼、化学等の分野で夫々が石炭のハイブリッドな利用、すなわちエネルギーと化学原料を併産するコア工場を形成し、その周辺に各種生産工場が集まることによりコア工場を中心とした産業の融合化により新しいエネルギー・物質生産システムによる石炭コンビナートを形成する。その結果、現在の産業形態から次第に次世代のハイブリッド産業形態へと融合化が進み、CO₂の大幅な削減が可能となる。

例えば、コア工場において中容量のガス化炉の新設あるいは既存の自家発電ボイラの改造と石炭ガス化炉の付設等により、生成するガスの一部を水素等の化学原料として各種製品の生産用の原料に供し、残りのガスでガスタービンと蒸気タービンとの複合サイクル発電を形成するコプロダクションシステムは、エネルギー利用及び物質生産の高効

率化を図る最も基本となる方法であり、産業融合化の先駆となる。また、このコプロダクションシステムのコア技術となる石炭ガス化炉を高効率化するとともに、貯蔵可能な液体燃料を併産するプロセスを開発することにより、ガス化炉の負荷平準化とコプロダクションシステムの導入による大幅なCO₂削減が可能となる。

さらに、石炭コンビナートにおける廃熱源を用いて、吸熱的な反応を生じさせつつ、石炭から化学原料を回収する手法の開発も視野に入れていくことにより、より高度化した石炭コンビナートが形成される。

製鉄技術

わが国の高炉法は極めて成熟した技術として今後も長く使用されていく可能性が高いので、PCIに代表されるように石炭を直接利用して事前処理エネルギーを省略する方法や炉内での反応効率を向上させる技術開発によってエネルギーの高効率利用を図る。

例えば、高炉の還元効率を向上させてコークス使用量を節減する技術(コークス高反応性化、炭材内装ブリケット使用)や高炉での水素使用によるカーボン代替技術(石炭の水蒸気ガス化ガスの吹込み)等を開発する。

(2) 廃棄物・バイオマス等の固体燃料も含めたエネルギー化技術

既に商業化されているPFBC及び開発中のA-PFBCは流動層燃焼技術が使われており、これらは将来的には廃棄物やバイオマスも同時に利用できる流動層燃焼炉に改造して、固体燃料対応の技術として位置付けていく。

また、A-PFBCに関しては、豪州が褐炭の高効率利用技術として注目しており、今後共同開発していくことも考えられる。

さらに、一般産業の自家発電規模を対象とした石炭とバイオマスや廃棄物等を同時にガス化できるガス化炉を新たに開発することが必要である。燃料としては石炭が主体であるが、バイオマスや廃棄物も燃料の一部として使用することを可能とするとともに、一般産業の自家発電の高効率化、さらには前述したコプロダクション化を可能にするガス化炉である。

バイオマスや廃棄物だけの燃焼炉やガス化炉は、比較的小規模なものが予想され効率があまり高くないことが考えられるが、石炭を主体としそれらも同時に利用できるPFBC、A-PFBCあるいは石炭と同時にガス化するガス化炉ではそれよりもかなり高い効率(通常の発電効率)が可能であり、今後のわが国の社会ニーズである廃棄物処理問題とエネルギーからのCO₂低減問題を同時に解決することを可能にする。

これらの炉は、通常既に発電プラントが存在している

ところが対象となることが多いと考えられるので、新たな立地やインフラ整備等においても優れた条件を有している。

廃棄物処理・利用という観点では、製鉄分野における高炉やコークス炉等を活用することも視野に入れていく。

(3) CO₂回収・隔離技術

CO₂回収型石炭利用技術

従来の石炭利用技術において、発生するCO₂を高効率で経済的に回収する技術、あるいは従来の石炭液化・ガス化・燃焼に捉われない新しいプロセスによるCO₂を発生させない石炭エネルギー技術を開発する。例えば、以下のような技術を開発する。

- ・従来の石炭燃焼やガス化とは異なり、石炭(他の有機物等)を高温高压(650、60~100気圧)下で、生成するCO₂をCaO等の吸収剤で吸収しながら反応させることにより、極めて大量の水素を直接生産すると同時に、発生するCO₂を容易に分離回収する技術を開発する。
- ・従来の石炭ガス化に関して、主成分であるH₂とCOをシフト反応でH₂とCO₂に転換し、その後水素分離膜を通して水素を分離し、水素はガスタービンに供給し、CO₂はCO₂タービンとCO₂排ガスボイラで動力及び熱を回収するシステムを開発する。

石炭利用技術とCO₂固定化・隔離技術のシステム化
既存の石炭利用システムから排出されるCO₂を分離、回収及び隔離するまでの技術の開発をする。例えば、以下のような技術を開発する。

- ・既存の微粉炭火力から排出されるCO₂を分離し、ボーリング孔を介して地下深部の炭層中に注入・固定化する技術を開発する。この際、炭層中に吸着されていたメタンが回収でき燃料として使うことができる。

(4) 環境負荷低減技術

石炭灰処理・利用

石炭灰の排出量は、今後5年以内に事業用ボイラだけでも200万トン程度の増加が見込まれるが、セメント業界によるセメント原料としての引き受け量はほぼ限界に来ていることから、大量処理できる新規な用途開発が望まれている。また、石炭灰に付加価値をつけ、市場の評価に耐える製品とすることは循環型社会の形成に役立ち、石炭利用技術の発展に資するものと考えられる。

そこで、石炭灰を大量に有効利用するという観点から、セメント原料以外の分野ではセメント・コンクリート混和材、土工材(地盤改良、裏込め材、路盤材等)建築材料(骨材、建材等)の開発を推進する。また、付加

価値向上が図れる技術(ゼオライト製造、ファイバー製造等)の経済的な製造技術の開発を進める。

石炭灰の有効利用の促進に当たっては技術の問題以外に、流通や灰処理の安定性確保の問題、使用者サイドでは価格を同等としても有効利用のインセンティブが働かない等、ソフト面に關わる問題があり、これらについてもあわせて調査・対応策の検討を進める。

排煙浄化技術

わが国の排煙処理技術は世界のトップクラスであり、厳しい環境規制に対応した技術が定着しているが、今後も環境規制はますます厳しくなる方向にあり、環境対策に係るコストが増加することが考えられる。そのような中で、高効率で経済的な脱硫、脱硝、脱じん技術の開発を推進する。現在、ボイラ後段に設備を設置せずに炉内で経済的に脱硝するための新しい炉内脱硝技術の開発と高効率発電システムに対応した高温脱じん技術の開発を進めている。

また、米国で既に規制が予定されている水銀を始めとする微量元素について、わが国も調査し、必要に応じて対策を立てていく。

(5)未利用炭活用技術

褐炭等については、自然発火を起こしやすく、そのままでは輸送、保管に難点がある。そこで、石炭改質やガス化によるDMEの製造等の技術開発を行うことにより、今後のわが国への石炭安定供給確保あるいはCDM対象技術として開発を進める。

(6)新技術創出のための基礎基盤技術

石炭利用技術開発として各国で行われてきたプロジェクトや企業での技術開発には様々なものがあり、その知識は膨大な量に達している。また、石炭関連の科学と技術のデータも膨大に蓄積されている。しかしながら、それらの知識は、必ずしも活用できる形で整理されていない。そこで、それらの知識を、石炭転換技術の要素技術ごとに「単位操作体系化」を図ることにより、新たなプロセスの発案や設計等ができる形に整理、体系化することは、極めて有用である。

現在、石炭利用基盤技術開発で作成しているデータベースにもリンクし、ネット上で、自由に新しいプロセスのシミュレーションや設計が行えるような基盤技術体系(プラットフォーム)を構築する。

この体系は技術に対して整理されるものであるため、石炭に限らず、廃棄物やバイオマス、重質炭化水素資源にも使える。

3.5 技術の普及(プロジェクトの実施)

(1)早期実用化策

高効率な石炭利用システムが早期に実用化されるように、新しい設備を導入して高効率化を達成した場合に補助をする等、高効率化を促進するような政策を積極的に取り入れるようにする。

また、新しく開発しているCCTが出来るだけ早く、効果的に社会システムに組み込まれるようにするために、実証機にまで補助事業を拡大することも考慮し、商業化した技術については新たな技術開発の財源を賄う意味でも収益の還元を明確にした政策を実施するようにする。

(2)技術の輸出

わが国が開発しているCCT技術は、韓国、台湾等の新興工業国へは直接導入できる(対象国との技術的格差が少ない)と考えられるので、わが国単独だけでなく産炭国である豪州(石炭を売りたい国)と協力して、当該国へ新しい高効率技術や環境対策技術の導入を図る。

また、アジア圏の発展途上国への石炭利用の高効率化・クリーン化に関する技術協力を実施し、アジア全体の環境保全に貢献すると同時に、わが国の石炭利用技術に關わる産業の海外進出を促進する。この場合は、わが国にあまり市場が期待できない技術については積極的に現地適合型技術の共同開発を実施することも必要である。

(3)先進国間の協力

世界の技術開発の動向について、各国のエネルギー事情とその技術の開発、それまでの技術開発の経緯も含めた開発ストラテジーを十分調査するとともに、常に海外動向をキャッチして、わが国の技術開発の方向や開発プロジェクトはどうあるべきか、共同開発をするべきか等について考えていく必要がある。開発のリスクや開発後の市場等を踏まえて、共同開発の方がメリットが大きいと考えられるものは、積極的に共同開発を進めるべきである。

おわりに

今後の世界のエネルギー需要の増大、とりわけアジア圏の発展途上国のエネルギー需要増大が予測される中で、われわれは中長期的には使いやすく経済的な化石エネルギーに頼らざるを得ないであろう。世界が安定的に、かつ環境問題を解決しながら化石エネルギーを使っていくためには、今までにも増して石炭エネルギーを、“上手に”、“クリーンに”、そして“大切に”使っていくことが求められる。そのための技術開発と国際貢献がますます重要になってきているのではないだろうか。

石炭高度転換コークス製造技術の開発(SCOPE21)の現状

(社)日本鉄鋼連盟：藤川秀樹、西岡邦彦、山田 猛、大島弘信、杉山勇夫、須山真一、山本雅章
 (財)石炭利用総合センター：笹原茂樹

1. はじめに

日本における高炉製鉄法の基盤をなすコークス炉は、大半が 70年代の高度成長期に建設されたもので、老朽化が著しい。ここ十数年で大半の炉が寿命に達し、コークスの構造的な不足状態に至ることが懸念される。しかも現行のコークス製造法は、主として強粘結炭を使用せざるを得ないという資源制約や、エネルギー多消費構造および環境問題等多くの課題を抱えており、21世紀に持ち込む技術とは言えない。

これらの課題を解決するため、(財)石炭利用総合センターと(社)日本鉄鋼連盟との共同による次世代コークス製造技術の開発が1994年度より開始され、現在最終ステージのパイロットプラント(6t/h)の試験操業を開始した。(表1)

2. SCOPE21プロセスの概要

SCOPE21プロセスは、石炭資源の有効利用や生産性の向上および環境/省エネルギー技術面で、21世紀対応の革新的なプロセス開発を目指している。

プロセスの特徴は、図1に示すように、第一に原料炭を乾燥分級した後、粗粒炭と微粉炭とを別々に350~400℃まで急速加熱し、微粉は成形して粗粒炭と混合するもので、非微粘炭の粘結性改善が図られることと、生産性の大幅な向上と省エネ化が図ることにある。

第二は、無煙搬送された高温加熱炭は高熱伝導率の薄壁の室炉式コークス炉に装入され、炭中温度で800℃前後まで乾留して窯出し、CDQの改質チャンバーにて再加熱することで、コークス品質を確保し生産性の向上と大

表1 SCOPE21開発スケジュール

	1994	'95	'96	'97	'98	'99	2000	'01	'02	'03
調査研究	—————									
要素技術開発			—————				—————			
パイロットプラント研究							建設		試験操業	解体研究

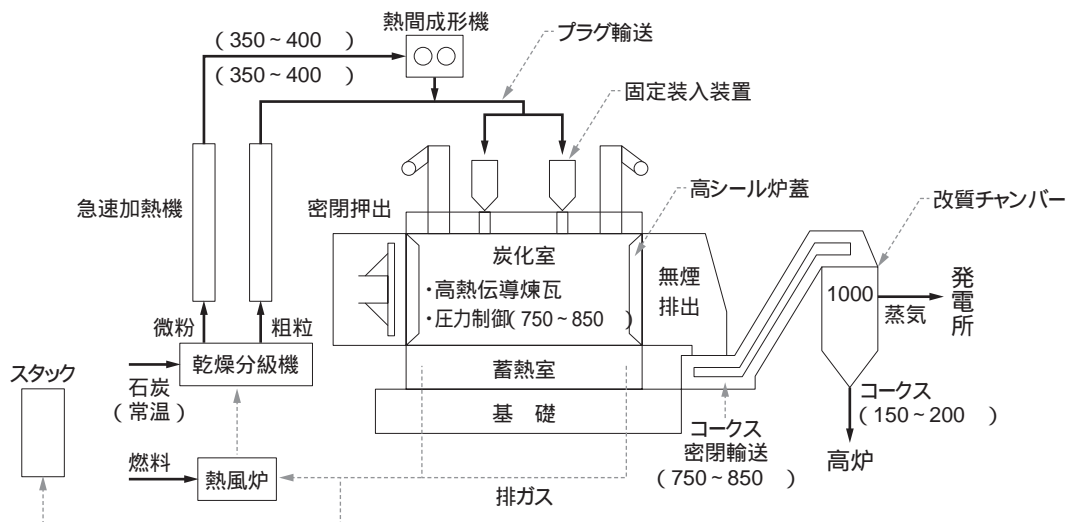


図1 SCOPE21 プロセス概念図

具体的な開発目標とその達成手段は下記のとおりである。

(1) 石炭資源の有効利用技術

コークスに不向きで現行では20%程度しか利用できない非微粘結炭の使用比率を50%まで高めることを目標に、石炭の急速加熱技術による粘結性の向上効果と微粉石炭の成形処理による装入石炭の嵩密度向上技術を開発する。

(2) 高生産性技術

生産性を現状の3倍に高めることを目標に、装入炭の高温予熱化、炭化室壁の高熱伝導化および通常の乾留温度より低温で窯出し(中低温乾留)することによる乾留時間の大幅短縮、乾留温度不足分はコークスの乾式消化設備(CDQ)で再加熱して品質を確保する。

(3) 環境改善技術

プラグ輸送方式による石炭の密閉搬送、コークスの密閉輸送や炉内圧調整によるコークス炉からのガス漏れ防止により、コークス製造に伴う発煙、発塵、臭気を徹底的に防止する。また、コークス炉の燃焼構造改善による低NOx化を図る。

(4) 省エネルギー技術

装入石炭の高温予熱による乾留開始温度の引き上げ、中低温乾留による窯出しコークス温度の低下により乾留熱量の低減を図る。また発生ガスや燃焼排ガスの顕熱回収などにより省エネルギーを図る。

3. 開発成果概要

3.1 要素技術開発段階

ラボテスト及び要素組合せ試験(ベンチスケール試験)により、石炭事前処理工程における石炭の乾燥、加熱、分級特性および急速加熱処理時の改質効果の確認を行った。

また、乾留炉本体の構造に関して、実機相当の燃焼試験炉により、高生産性構造、均一加熱、低NOx化の特性を有した燃焼構造の開発を行った。

(1) ベンチスケール試験

SCOPE21の重要工程である石炭事前処理工程(乾燥/分級 急速加熱 熱間成形 高温炭輸送)の設備機能の確認とパイロットプラント設計のためのスケールアップデータ収集を目的に、1998年10月から2000年3月まで行なわれた。石炭処理量は0.6t/hで、パイロットプラント試験設備の10分の1のスケールで建設された。

ここでの成果の一例を図2、図3に示す。

図2は流動床乾燥分級設備による微粉炭の分級性能に関するもので、ガス流速を制御することにより、所定の粒度で分級可能であることを確認した。

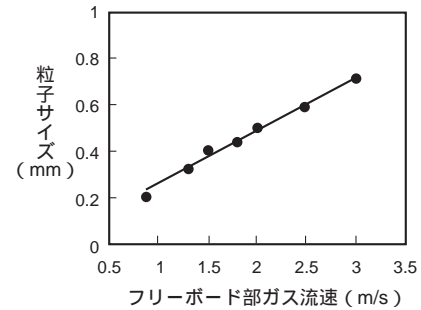


図2 フリーボード部ガス流速と分級粒子サイズ

また、図3は気流塔加熱設備の加熱特性に関するもので、均一加熱が難しい粗粒炭(0.5~6mm)も、所要熱風温度であれば粒子温度ばらつき50 以内ではほぼ380 に加熱可能であることが確認された。

これらの成果をもとにパイロットプラントの石炭事前処理設備の基本仕様を決定した。

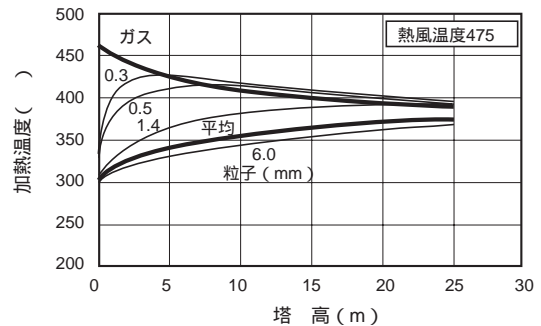


図3 気流塔内での粒度別粗粒炭の推定加熱温度

(2) 燃焼構造最適化試験

実機相当の燃焼試験炉により、高熱伝導、薄壁煉瓦の評価とともに、均一加熱、低NOx燃焼技術の開発を行った。成果の一例として低NOx効果を、図4に示す。

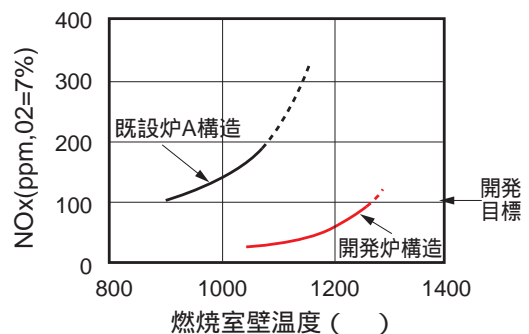


図4 コークス炉燃焼温度とNOxの関係

3.2 パイロットプラント試験段階

開発ステージの最終段階として、これまでの成果をもとに石炭事前処理～乾留炉の一貫した設備を有するパイロットプラントを新日本製鐵(株)名古屋製鐵所構内に建設(写真1)し、本年3月に立上げ操業に入った。

パイロットプラント試験の目的は、開発コンセプトの検証と、実機設備の設計に必要なエンジニアリングデータを取得することである。

(1) 設備概要

パイロットプラントは、図5に示す設備フローに見られるように、石炭事前処理設備と乾留炉より構成さ

れている。

具体的な設備構成は下記のとおりである。

石炭事前処理設備

実機の約20分の1である石炭処理能力6t/hの規模とし、ベンチスケール試験の成果に基づき基本仕様を確定した。

乾留炉

窯数は1窯で、炉長が実機の1/2、炉高、炉幅は実機大の寸法諸元とし、前述の燃烧構造最適化試験の結果を反映させるとともに、環境対策の設計データを収集できる設備とした。



写真1 パイロットプラントの全景

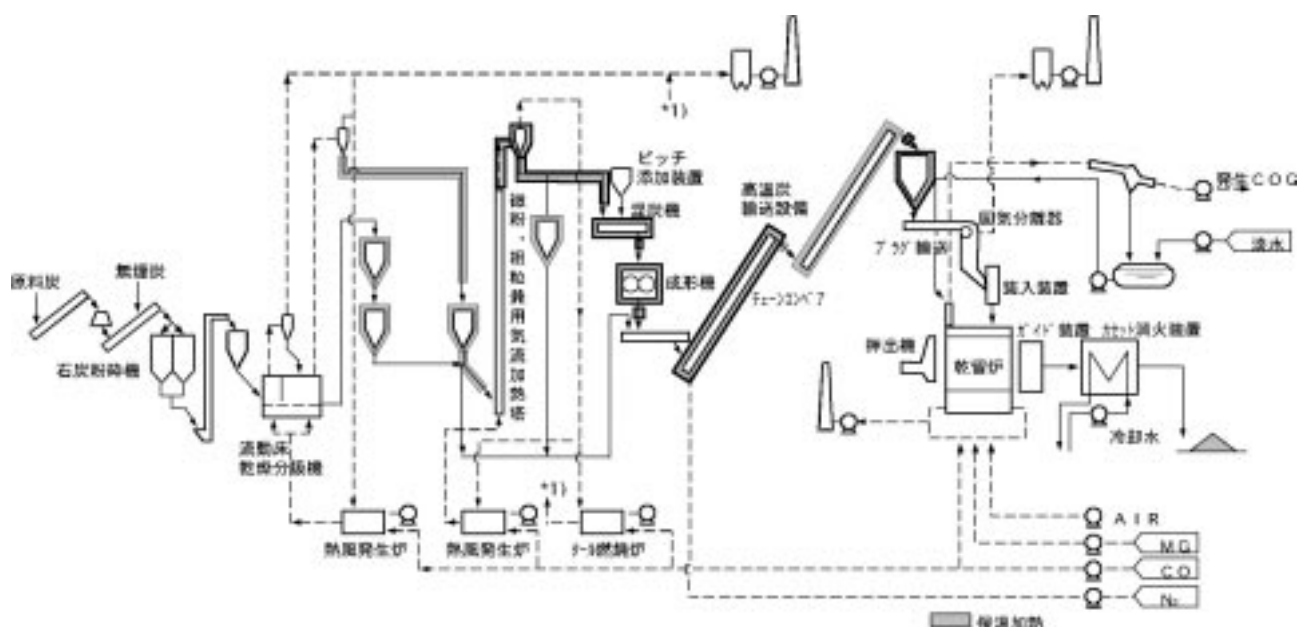


図5 パイロットプラントの設備フロー

(2) PP試験操業状況

試験スケジュールを表2に示す。試験は立上げ操業から第2次操業にかけて3段階で実施予定であり、約1年間の計画で進められている。

立上げ操業

立上げ操業は、乾留炉の炉温調整や石炭の基準配合の作り込みなど、次に続く試験操業条件を整えるための操業である。

立上げ操業期間中に、パイロットプラント設備の試運転調整を終え、試験条件変更の操業技術を確立。

7月より第一次試験を開始した。

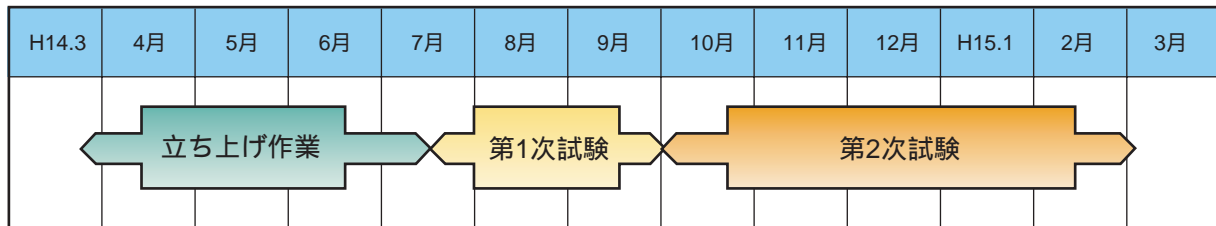
第1次試験操業

炉温1150 条件で、プロセス操業条件の確認とエンジニアリングデータを収集するもので、現在、順調に試験データを取得中であり、コークス品質も良好なものが得られている。(写真2,3)

第2次試験操業

第1次試験操業に引き続き、炉温1250 条件で本年度末までスケジュールに従って、開発コンセプトの確認とエンジニアリングデータ収集予定である。

表2 パイロットプラント試験スケジュール



4. おわりに

実用化技術開発として進められてきたSCOPE21は9年目を迎え、2002年度より最終段階であるパイロットプラントの試験操業を推進中で、順調に開発コンセプトの検証および実機設計のためのエンジニアリングデータ取得を行っている。

21世紀は日本から世界に向けて新技術を発信する立場にある。日本のコークス技術者が総力を挙げて取り組んでいるSCOPE21の技術開発は、期待に応えるものと確信している。



写真2 立上げ操業におけるコークス窯出し状況



写真3 パイロットプラントのコークス

石炭転換技術のサイエンティフィックな理解を求めて

大阪大学大学院 工学研究科分子化学専攻

教授 野村 正勝

はじめに

今わが国は年間1億5200万トンの石炭を使っているという(平成12年度)。消費量1億トンが長く続いて、ここ数年は1億3000万トンであったが、最近のこの増加ぶりには著者も驚いている。発電用燃料としての利用が増えていると考えられるが、これは経済的理由による。米国は発電用燃料のうち55%が石炭である。だから石炭燃焼のシミュレーションは米国が進んでおり、石炭を加熱したときの揮発化過程のモデルはソロモン、ニクサ、バグマイヤーというように米国人による。先日、日本経済新聞を読んだところ、興味ある記事が出ていた[米鉄鋼のリストラを促せ：米外交評議会上級研究員]、テレビでも米国の鉄鋼業が保護を受けているために鋼材が高く、中小企業が国際競争力を失っているとの報道があった。わが国では石炭はやはりコークス製造に使用されるのが主である。この技術は今でもわが国が世界最高であろう。さて、ここで私たちの研究室を簡単にご紹介したい。工学部応用化学科の「石炭化学と工業」という講座名はエネルギー危機以後意味を持ち、1984年に研究室は新たにスタートしたのである。平成7年の大学院重点化によって、工学研究科分子化学専攻の反応化学講座という大講座に所属することとなり、「小さな分子から石炭のような巨大分子まで」を扱うことを目指して領域名を反応分子化学に決定した。専攻名が分子化学だから、私たちは石炭をも分子レベルで考究する運命にあったといえる。今では領域名通りに二酸化炭素、天然ガス、芳香族化合物から石炭や石油などの重質炭化水素類までが研究対象である。この号はクリーン・コール・デー特集号とのことなので、主として話題を石炭関連に割くこととし、外部の研究の流れと時の経過にも触れながら以下に述べてみたい。

石炭研究の難しさ

まず、大学における石炭研究の難しさ、すなわちファンドをとることが困難なことから石炭研究の本質的な難しさに触れてみたい。最近でこそNEDOやCCUJからのファンドが石炭の優れた研究者に回るようになっているが、科学研究費獲得は今もむずかしい。エネルギー危機を契機に文部省主導でエネルギー特定研究や特別研究、それに重点領域研究が諸先生方により組織され、若い人たちが

がこの分野に導かれ、育てられてきた。私もその一人といえる。今、また厳しい情勢に立ち至っている。後者の石炭研究の本質的な難しさは石炭が不均一であるということ、また、ランクがあることで、ランクが地域によるのは当然として同じ炭種も地層によって性状が異なることがある。加えて灰分の存在がある。灰分を除去する方法も化学的方法、物理的方法がある。また、石炭有機質を組織成分に分ける方法があるが、いずれも分離成分が100%にはならない。組織成分からコークス製造における石炭配合を考究したのは米国で、その後わが国でこの技術が開いたといえる。このあたりの事情は日本鋼管の宮津博士が1994年のピッツバーグ石炭会議で述べておられる[1]ところで、他分野から石炭研究を見ると、堂々巡りをしているように見えるらしい。一片の真実かと著者は思う。理由は石炭構造がいまだに明確でないからといえようが石炭研究は着実に進捗しているのである。

石炭構造研究

北大の大内先生は化学的に石炭構造研究を推し進め、真田先生は物理的に考察したと著者は考えている。大内先生は太平洋炭の化学構造を提案し、真田先生は膨潤現象から石炭構造を論じられた。350 で赤平炭をキノリンに95%近く溶解させた報告が北大から出され[2]前後して東北大学の飯野教授らがナツメ庄炭を室温でNMP/CS₂混合溶媒に60%近く溶かしたということが報告された[3]。溶媒可溶化は今も熱心に研究されている。

石炭構造に関しては、架橋した高分子構造(immobile)と低分子の動きやすい成分(mobile)の二相構造と考えるものと会合構造と考えるものなどが提出されており、石炭にもたんぱく質のように一次構造と高次構造に興味が集まっていた。一次構造に対しては石炭の可溶化と引きつづく成分分析がカラムクロマトグラフィーや熱分解、そして質量分析などの組みあわせから[5,6]。高次構造については膨潤測定や加熱炭への針入度測定などから[7]考究された。ラーセン教授の水素結合は重要な視点であった[8]。

エネルギー危機でわが国では石炭液化がニューサンシャイン計画に組み込まれ、石炭研究の大きな流れとなった。こうした背景の中で私たちは最初石炭液化に取り組んだが、そのうち石炭の構造研究にのめりこんでゆく。理由は当時研究室に質量分析計が導入されたことが大き

い。石炭液化から得られる油の分析は有機構造化学に合致したテーマであり、紫外、赤外、NMRといったスペクトル分析と質量分析は詳細な構造情報を与えたのである。

ここでも米国の研究は一頭地を抜いていた。私たちは急速昇温熱分解、エーテル結合切断反応、¹³C-NMR測定などを基にして1992年にFuel Processing Technology誌に赤平炭の化学構造モデルを提出[9]し、問題点を五つ書き記した。(1)架橋結合の正しい情報(2)NMRスペクトルの定量化(3)コーキングを伴わない熱分解(4)非共有結合性相互作用の定量化(5)抽出物の正しい分子量の評価、である。この構造はNMRスペクトルの定量化が欠如していたことから(CP/MAS測定)脂肪族炭素が多い結果となっている。現在、これらの問題点については(3)(4)を除いてほぼ解決されている。

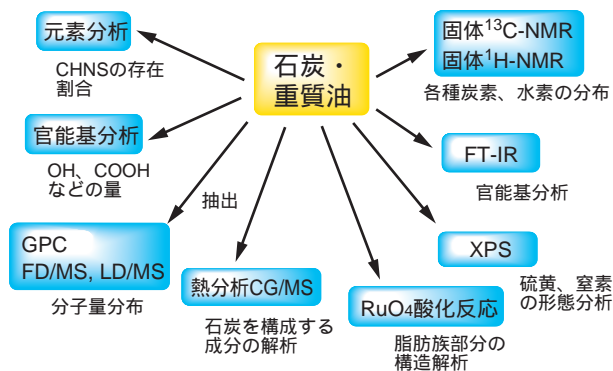


図1 天然重質炭化水素類の構造解析のまとめ

提案した構造を評価するためにpolygraphという計算ソフトを使ったシミュレーションによる比重の評価[10]を行い、石炭構造が架橋高分子構造をとり得ないことを確認した。図1に私たちが行った重質炭化水素類の構造解析のまとめを示す。その後、1998年にナツメ庄炭の化学構造モデルを提出した[11]

ルテニウムイオン触媒酸化反応

1983年、シカゴ大学のストック教授は2001年度のノーベル賞のシャープレス教授の酸化方法を石炭に応用して、架橋結合が二塩基酸に転化されることを利用すると、生成物の確認からもとの石炭架橋構造が分かると述べたのである[12]。これは有機化学的に極めて優れた手法といえる。1993年、私たちはこの反応をわが国の石炭に適用することとした。しかし、実際実験をしてみると問題が簡単ではないことにきづく。実はこの反応の定量性が大変低いのである。炭素含量が91%のPocahontas No.3炭では定量性があつた。それはこの石炭では架橋結合濃度が低いからであつた。架橋構造が石炭で如何に重要であるかは有機化学者ならすぐに理解できよう。米国のマルホトラとマクミランは芳香環を結ぶメチレン架橋が水素原子のイプソ位攻撃で開裂する機構を提案した(図2, [13])。だからこうした構造が石炭にどれほどあるのかがもし分かれば反応をある程度予測できるであろう。私たちはいくつかのモデル化合物を合成しその開裂反応を検討した[14]。図3から芳香環の大きさの反応性への影響、ジメチレン架橋の反応性が良く分かる。1998年、私たちはストック教授の反応を定量化した。ただ完全ではない。生成物が不安定であるためにモノメチレン結合(これは主要な架橋結合である)が正確に定量できていないのである。今のところ、ベンジルラジカルが水素原子によるキャッピングでメチル側鎖となる一方、架橋反応を起こすとモノメチレン架橋が生成すると考えてメチレン架橋を類推している。

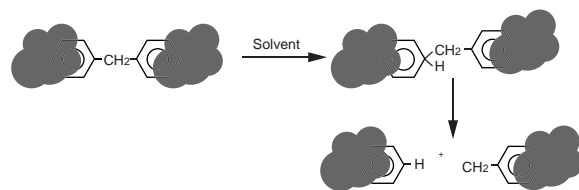


図2 水素原子のipso位攻撃による架橋開裂 [13]

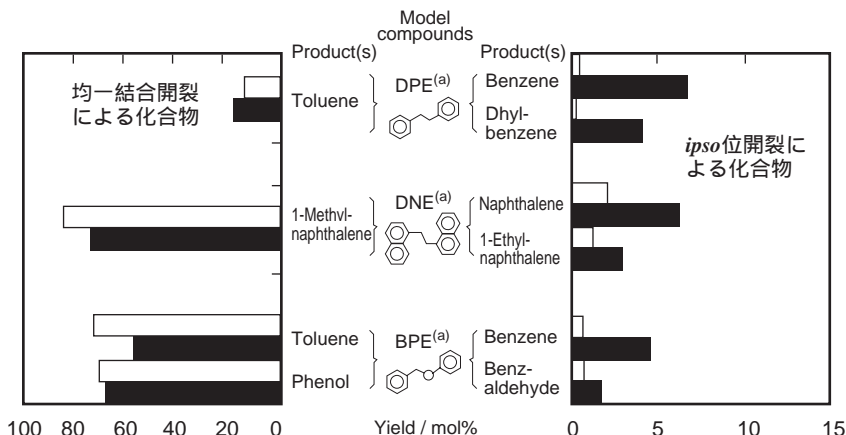


図3 モデル化合物の構造と反応性[14]: モデル化合物と9,10-ジビドロアントラセン()または9,10-ジヒドロフェナントレン()存在下の熱反応結果。反応条件(a) 420 , 60分(b)380 , 5分

NMRによる芳香環の大きさの推定

九州工業試験所の安達氏らの助言で300MHzの固体用の高分解能NMRを用いて石炭の¹³C測定を行い、石炭中の芳香環の平均環数を推算する方法を確立した。基本的にはバグマイヤーらが発表している方法による[15,16]、石炭の転換反応を考える場合、芳香環の大きさは重要なファクターなのである。

石炭溶融現象の化学的説明

鉄鋼協会主導の研究会で石炭溶融現象の解明に取り組んだ[17,18]、平成7~9年の新コークスプロセス工学研究会と平成10~12年の石炭粒子の粘結機構研究会の二期にわたる。この研究会は今も続いている。石炭のうち瀝青炭で粘結性のあるものは400 近辺で融けるが亜瀝青炭は融けない。この研究がスタートした時点で私たちは次のような仮定をした。亜瀝青炭は芳香環が小さく、酸素官能基が芳香環に置換した構造が比較的多く、反応性が高い。一方、瀝青炭は芳香環

が大きい酸素官能基は少ない。これらのことから、亜瀝青炭では架橋結合が熱で切れてもすぐに再結合が起こるので、融けない。しかし瀝青炭では芳香環が安定で水素移動によって切断箇所は安定化され、架橋がうまく切れてゆく。そして低分子化が起こり溶融していくというのである。石炭の溶融性に移行性水素が重要であることは米国のニーベルがすでに述べていた[19]、結合が切れて移行性水素によって安定化されるというものである。移行性水素の定量法に真田先生らの方法がある。アントラセンを使って石炭中のそのような水素をピックアップしようというのである。私たちは18種類の瀝青炭でこの量を測り、それぞれの瀝青炭の最高流動度と相関をとることにより、炭素含量が86%を境に異なる曲線に乗ることを示した。この相関から炭素含量86%以上の石炭では移行性水素が効率良く使用されるのに対し、86%以下の石炭では移行性水素が酸素官能基の関与する反応に使用されると推測した。石炭中の移行しやすい水素がこのような化学反応に関与して溶融性を支配すると私たちは今考えている。図4はGoonyella炭(強粘結炭)とWitbank炭(非微粘結炭)の研究から提案した溶融機構である。後者では軟化開始温度までに

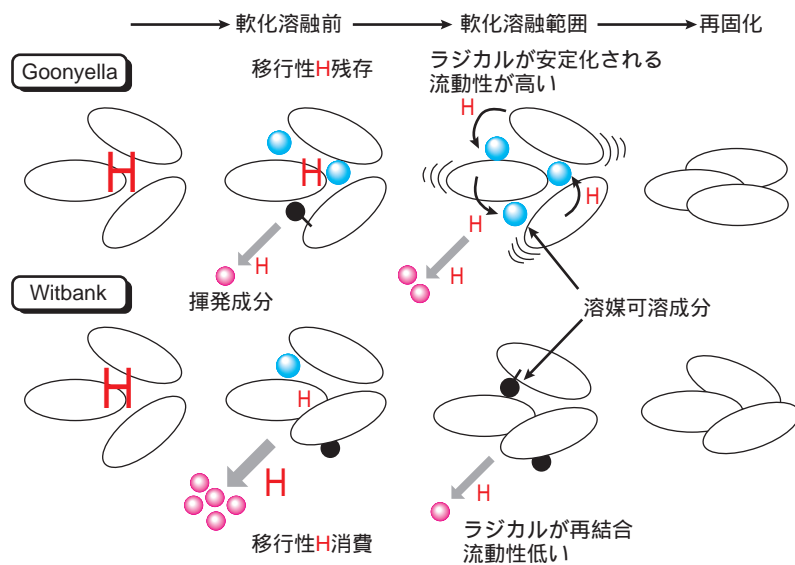


図4 Goonyella炭とWitbank炭の研究による石炭の軟化溶融機構

タールが失われ、移行性水素があらかた失われるが、前者ではこの水素が残り、後の加熱過程でラジカルの捕捉に働くというものである[20]、現在、加圧下での実験がよりコークス炉の実情に近いことから、今後は閉鎖系での実験で軟化溶融機構を解明したいと考えている。尚、先の亜瀝青炭の仮説については他の要因も関与していると考えている。軟化溶融機構に関しては、新日鉄の齋藤らが加熱炭のNMRイメージングの画像解析から鷹鷲らの自己溶解化機構を支持しているが、今後論議が深まるものと期待している。

軽油の深度脱硫用触媒の開発

ディーゼル燃料である軽油中には酸性雨の原因となる硫黄化合物が含まれている。軽油中の硫黄化合物規制は、現在500ppmであるが、2003年には50ppmまで厳しくなることが既に決定されているため、軽油から硫黄化合物を徹底的に取り除く超深度脱硫プロセスおよび触媒の開発が重要となる。私たちは、Y型ゼオライトに2~3種の遷移金属を担持した触媒を調製し、軽油中の難脱硫性硫黄化合物であるジベンゾチオフェンおよび4,6-ジメチルジベンゾチオフェン(DMDBT)

の水素化分解反応を行い、Ni、Pd、Laを担持したY型ゼオライトが、両化合物の分解に高い活性を示すこと、特に硫黄原子周りの立体障害のため分解が難しいとされているDMDBTの分解を効果的に行えることを見いだした[21]。また、DMDBTの分解反応では、C-S結合の分解反応に先立ちメチル基が分子内および分子間で転移していることを確認した。ジベンゾチオフェンとドデカンからなるモデル軽油を用いた反応では、300 以下の温和な条件下でドデカンの分解や異性化を最小限に抑えながらジベンゾチオフェンのみを効果的に分解可能であることがわかった。このような水素化分解以外の脱硫研究、例えば酸化による硫黄化合物の選択的転化も進行中である。

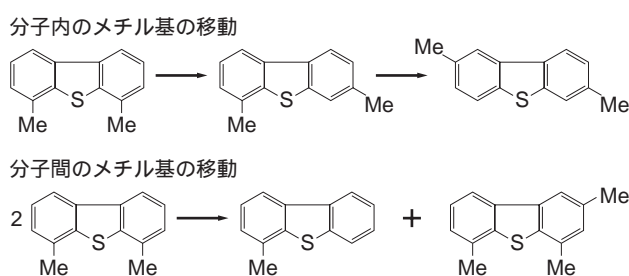


図5 DMDBTの脱硫反応初期に考えられる反応

天然ガスの二酸化炭素による改質 (ドライリフォーミング)用高性能触媒の開発

メタンのドライリフォーミングは二酸化炭素とメタンの反応であり、工業的に用途の広い水素と一酸化炭素を製造する重要な反応である。石炭を使用するかぎり二酸化炭素の排出削減は必須の課題であり、私たちはこのテーマに真剣に取り組んでいる。この反応は、一般に担持ニッケル触媒を用いて行われるが、反応中に触媒上への炭素質析出が起こりやすく、触媒が劣化しやすいことが知られている。私たちは、ゼオライト系の担体を用いることで、耐コーキング性とメタン転換活性の高い触媒の開発に成功している[22]

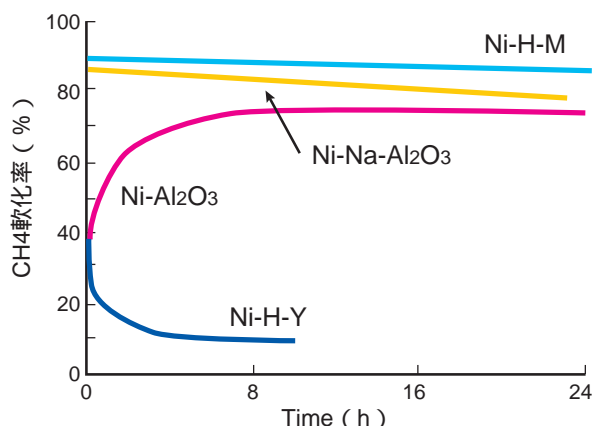


図6 いくつかのNi触媒を用いたメタンのドライリフォーミング反応におけるメタン転化の経時変化

反応条件：CO₂/CH₄=20/20/40 ml/min, P=1atm, T=750

おわりに

主に石炭に課題を絞りながら村田助教授(先導的研究オープンセンター)や貴傳名助手との共同研究の成果を述べさせて頂いたが、このほか私たちの研究室では三浦助教授と佐藤助手が遷移金属錯体触媒を用いた芳香族ファインケミカルズの合成研究に取り組んでいて、新規な反応を次々と開発し世界的な注目を集めている[23]

研究室の報告会で感じるのは石炭研究のむずかしさと、こうした研究に於ける経験の有無の影響の大きさである。若い人たちが分子レベルの知識を持って石炭の利用技術を理解できるようになれば石炭化学も年の功とは関係のない学問にcupheaveできるのでと考え、試行錯誤してきたが石炭研究は、尚深くむずかしい。はじめに指摘したように米国はコークス化の研究を放棄したが、わが国は官民学で深めてきた。苦しいながら鉄鋼業が米国ようになっていないのはこの継続性にその一因を求めることができるのかも知れない。それにしても知と財の配分は悩ましき問題である。

参考文献

- [1] T. Miyazu, *Proc. of 11th Pittsburgh Coal Conf.*, 1994, 1199.
- [2] K. Ouchi, S. Itoh, M. Makabe, H. Itoh, *Fuel*, 1989, 68, 735.
- [3] M. Iino, T. Takanohashi, H. Ohsuga, K. Toda, *Fuel*, 1988, 67, 1639.
- [4] 野村正勝, 村田聡, 三宅幹夫, 三浦雅博, *日本エネルギー学会誌*, 1993, 72, 321
- [5] M. Satou, S. Yokoyama, Y. Sanada, *Fuel*, 1989, 68, 1048.
- [6] K. Matsubayashi, M. Nomura, M. Miyake, *Chem. Lett.*, 1990, 291.
- [7] C. Deng, 真田雄三, 千葉忠俊, *燃料協会誌*, 1989, 68, 728.
- [8] J. W. Larsen, T. K. Green, J. Kovac, *J. Org. Chem.*, 1985, 50, 4729.
- [9] M. Nomura, K. Matsubayashi, T. Ida, S. Murata, *Fuel Processing Technology*, 1992, 31, 169.
- [10] T. Dong, S. Murata, M. Miura, M. Nomura, *Energy Fuels*, 1993, 7, 1123.
- [11] M. Nomura, L. Artok, S. Murata, A. Yamamoto, H. Hama, H. Gao, K. Kidena, *Energy Fuels*, 1998, 12, 512.
- [12] L. M. Stock, K. T. Tse, *Fuel*, 1983, 62, 974.
- [13] R. Malhotra, D. F. McMillen, *Energy Fuels*, 1993, 7, 227.
- [14] 貴傳名甲, 坂東信雄, 村田聡, 野村正勝, *日本エネルギー学会誌*, 1999, 78, 680.
- [15] 貴傳名甲, 村田聡, L. Artok, 野村正勝, *日本エネルギー学会誌*, 1999, 78, 869.
- [16] M. S. Solum, R. J. Pugmire, D. M. Grant, *Energy Fuels*, 1989, 3, 187.
- [17] K. Kidena, S. Murata, M. Nomura, *Energy Fuels*, 1996, 10, 672.
- [18] K. Kidena, S. Murata, M. Nomura, *Energy Fuels*, 1998, 12, 782.
- [19] R. C. Neavel, *Coal Science I*, Chapter 1, Academic Press, London, 1982.
- [20] M. Nomura, K. Kidena, M. Hiro, S. Murata, *Energy Fuels*, 2000, 14, 904.
- [21] K. Kaneda, T. Wada, S. Murata, M. Nomura, *Energy Fuels*, 1998, 12, 298.
- [22] S. Murata, H. Inoue, K. Kidena, M. Nomura, *J. Jpn. Petrol. Inst.* 2002, 45, 314.
- [23] *Chem. Eng. News*, 2000, 78(44), 33.

1. 微粉炭火力発電における亜瀝青炭の利用拡大を目指して

(財)電力中央研究所
エネルギー化学部

1. はじめに

亜瀝青炭は埋蔵量が多く、世界に広く分布し、安価であるため、将来有望な燃料として期待されている。しかしながら、亜瀝青炭は水分を多く含むため、着火性が悪く、NO_xの低減を図るのが難しく、さらには、灰分が少ないため、灰中未燃分濃度が高くなるといった問題点がある。従って、亜瀝青炭の微粉炭火力での利用拡大を図って行くには、燃焼特性に及ぼす微粉炭中の水分の影響を明らかにし、NO_x・灰中未燃分濃度を同時に低減できる燃焼技術の開発が必要となる。

本報では、当所が今までに検討を進めてきた亜瀝青炭専焼時の燃焼特性、バーナ操作条件等の影響および混炭燃焼時の燃焼特性について紹介する。

2. 石炭燃焼炉試験装置

燃焼試験炉は、鋼板製横置円筒型水冷炉で、試験炉の寸法は、内径0.85m、長さ8mである。石炭投入量は、投入熱量が760kJ/s(瀝青炭燃焼量約100kg/h)である。バーナは、当所が低NO_x燃焼用に開発したCI-バーナを用いている。また、瀝青炭燃焼条件は、過剰酸素濃度4%(空気比1.24)、二段燃焼率30%、二段燃焼用空気注入位置はバーナ面から2.99mが基準となっている。

図1にCI-バーナの構造図を示す。本バーナは、微粉炭燃焼時に発生するNO_xと灰中未燃分の低減を目的に、当所と石川島播磨重工業(株)が共同で瀝青炭用に開発した低NO_xバーナである。このバーナの特徴は、バーナ近傍で微粉炭の滞留時間を長くできる再循環流を効果的に

形成させて燃焼促進を図り、その後流で速やかに還元雰囲気を形成させ、発生したNO_xを還元分解させることにある。また、試験炉用のバーナでは、操作条件を幅広く変化できるようにするため、1次、2次、3次空気の流量配分や旋回角を独立して制御することが可能となっている。

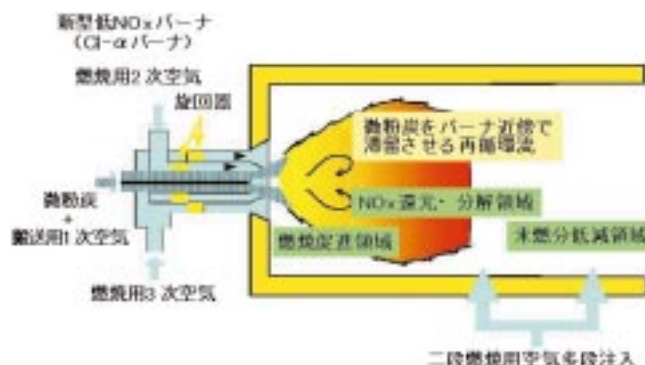


図1 低NO_xバーナ (CI-バーナ)

3. 亜瀝青炭専焼時の燃焼特性

(1) 瀝青炭燃焼条件下における燃焼特性

亜瀝青炭の燃焼において、石炭中の水分の影響が強く、微粉炭ミルでの水分の蒸発度合いにより大きく、変化する。図2にワラ炭(水分濃度:41.2%、燃料比:0.9%、灰分:2.1%)を用い、火炉内に投入する全水分濃度(火炉内水分供給量/無水基準石炭供給量)は0.67(水分濃度:41.2%)と一定で、微粉炭中水分濃度とガス状水分濃度(火炉内蒸気供給量/無水基準石炭供給量)が異なる場合の火炉内のO₂濃度分布を示す。

微粉炭中水分割合に関わらず、水蒸気の影響により瀝

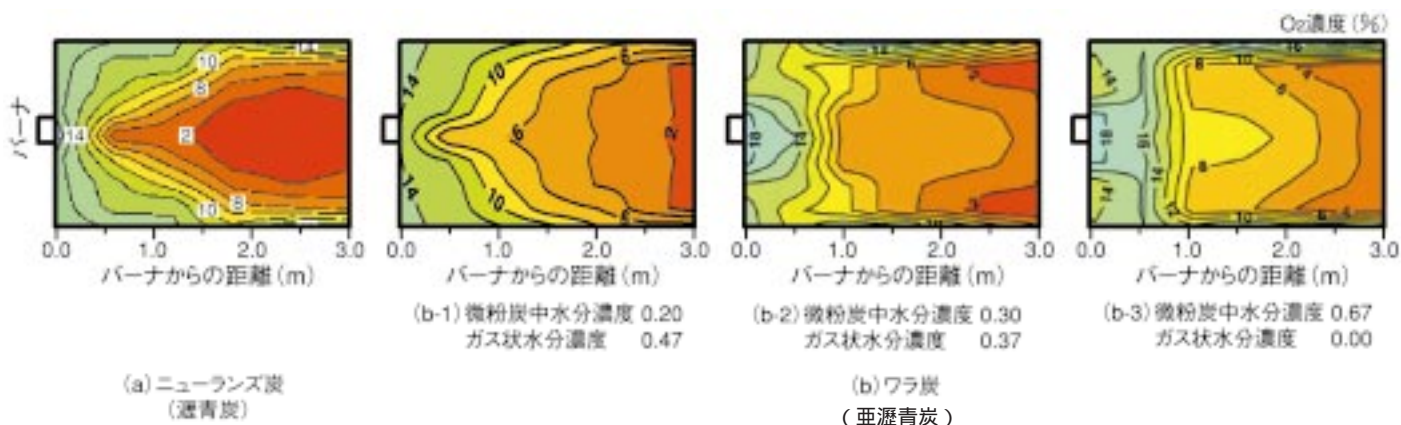


図2 亜瀝青炭専焼時の炉内O₂濃度分布

青炭に比べて着火が遅れるため、O₂濃度6%以下の濃度域は、バーナより後流部側へ移動すると共に、中心軸から外周部側に広がり、火炎が広がって燃焼が不安定となることが分かる。また、微粉炭中の水分割合が増加するほど、蒸発潜熱により火炎温度が低下し、着火が遅れると共に、火炎の広がりが大きくなる。

(2) バーナ操作条件等による影響

バーナ操作条件においては、2次空気旋回角度が燃焼安定性およびNO_xの発生に影響を及ぼす。亜瀝青炭の場合、密度が小さく、外周に拡散しやすいため、瀝青炭条件(80deg)より50deg~60deg程度と旋回を弱めた条件において燃焼が安定化し、NO_x濃度は旋回角度54deg付近で最小になる。一次空気については、空気量を絞り、流速を弱めることにより、さらなるNO_xの低減を図ることができる。また、2次空気分配率および3次空気の安定燃焼旋回角度の影響は小さく、瀝青炭と同じ条件で最適となる。

一方、二段燃焼率については、瀝青炭と同様に30%が最適になるが、空気注入位置は、後流にするほどNO_xの還元領域が広くなり、NO_xは低減するが、灰中未燃分濃度が逆に増加するため、瀝青炭燃焼より1m程度後方の位置が最適となる。

以上、これらの燃焼条件の最適化を行うことで、NO_x濃度を160ppm程度まで低減でき、灰中未燃分濃度は石炭燃焼試験炉の生データで15%(実缶ベースに換算すると4.5%)以下と、通常の瀝青炭燃焼時の排出濃度とほぼ同等の水準にまで低減できることを明らかにした。

4. 亜瀝青炭混炭時の燃焼特性

既設火力発電所において亜瀝青炭を使用する場合は、当面は、低水分の瀝青炭との混炭燃焼が主になるものと考えられ、通常の瀝青炭燃焼条件下での燃焼特性について検討した。

この検討において、瀝青炭と亜瀝青炭の混炭燃焼時の火炉出口のNO_x濃度、NO_x転換率は、各炭種専焼時の値に対し、ほぼ混炭率に応じた平均値を示し、相互に影響を及ぼさないことが示された。一方、灰中未燃分濃度ならびに未燃焼率は、図3に示すように亜瀝青炭を混炭すると、混炭率に応じた平均値よりも高くなる傾向を示し、その際の未燃焼率は、亜瀝青炭混炭率25%程度で最も高くなる。これは、亜瀝青炭が瀝青炭の燃焼に影響を及ぼしていることを示すものであり、微量の水分が蒸発し、火炎温度が低下することに加えてO₂分圧が低くなることによって、亜瀝青炭に比べて燃え切りの悪い瀝青炭の燃焼性が大きく悪化したためと考えられる。

この混炭による瀝青炭の燃焼性の悪化については、瀝青炭の燃料比の影響を強く受け、図4に示すように燃料比が低く、燃え切りの良い太平洋炭を用いると未燃焼率の上昇を抑制できることを示している。つまり、混炭時において、亜瀝青炭の水分に応じて燃料比を指針に混炭する瀝青炭を設定することにより、有効利用可能な範囲に灰中未燃分を低減できると考えられる。

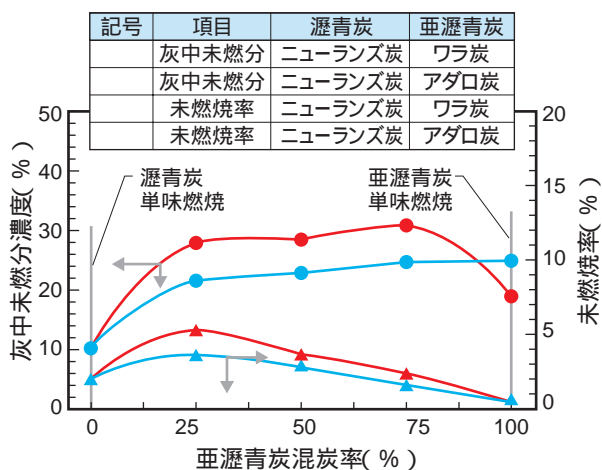


図3 亜瀝青炭混炭率と灰中未燃分濃度、未燃焼率の関係

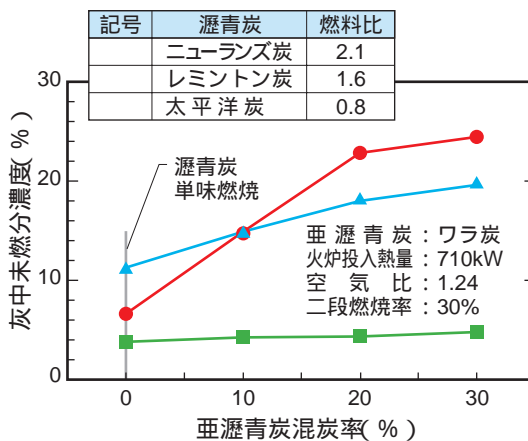


図4 燃料比の異なる3種の瀝青炭における亜瀝青混炭率と未燃焼率の関係

5. 終わりに

亜瀝青炭は今後も利用拡大が図られていく、安価な石炭資源であり、実機において灰中未燃分濃度を3%以下にできる燃焼技術について検討を進めていく計画である。

また、当所では、複数のバーナを有する縦型マルチバーナ炉および脱硝装置、電気集塵機、脱硫装置からなる排煙処理装置を有し、未利用の石炭やバイオマス、廃棄物、重質油等の燃焼特性や排煙処理性能等を総合的に評価できる「石炭燃焼特性実証試験装置」を平成14年10月に設置し、燃焼技術の高度化を進めていく予定である。

2. 石炭ガス化炉内現象評価技術の開発

(財)電力中央研究所 横須賀研究所
エネルギー機械部

1. はじめに

当研究所は、石炭ガス化複合発電(IGCC)の早期実用化を目指し、その中核となる石炭ガス化技術の開発を進めている。

ガス化技術実用化の鍵を握るガス化炉信頼性をより向上させるためには、スケールアップ技術、炭種による影響評価技術、灰に起因する諸障害の対策技術等を確立する必要があり、当研究所では、これらの課題を解決するため、石炭ガス化炉数値シミュレーション技術の開発、実験による炉内現象の解明とモデル化、石炭・灰基礎物性の解明、を3本柱とする研究を実施している。

これにより、「IGCC設計・運転評価ツール」を確立し、大型ガス化炉設計に必須のスケールアップ効果の予測、炭種や運転条件が変化した場合の炉特性変化の予測・評価、トラブル発生時の現象解明と対策検討、コンパクト化等によるコストダウンの検討などに貢献していきたいと考える。

ここでは、石炭ガス化炉数値シミュレーション技術および実験による炉内現象の解明とモデル化の一例として石炭ガス化反応特性の解明について紹介する。

2. 石炭ガス化炉数値シミュレーション技術

ガス化炉の合理的設計や安定運転を行う上で、炉内で起こる様々な現象を詳細に把握することは重要である。昨今の計算機性能の飛躍的な向上により、数値シミュレーションによる現象予測技術は、実験的検討と比較してよりフレキシブルな条件設定や低コストな検討手法として注目されており、石炭ガス化炉のような複雑な系についてもその適用を図るべく開発が進められている[1]

石炭ガス化炉数値シミュレーションでは、ガス流動、粒子輸送、伝熱、化学反応等の様々な炉内現象を考慮するため、多くの解析モデルが導入されている(図1)。解析モデルの導入には、目的とする炉内現象の実験に基づくモデルパラメータが必要となる。また、数値シミュレーション結果の妥当性を確認するには、比較のための試験データが不可欠である。当研究所は、2トン/日試験炉および勿来200トン/日パイロット炉の運転を通じ、多くの知見を取得し膨大な試験データを保有している。また、

高温高圧下における微粉炭の反応性[2]、石炭中灰分の壁面付着性[3]といった個々の炉内現象解明を目的とする実験装置を開発し研究を行っている。これらの石炭ガス化炉に対する知見や試験データをベースに、実験に基づく解析モデルを数値シミュレーションに組み込むことにより、さらに確度の高い予測技術を開発することが可能となる。当研究所では、この技術を応用することにより、炉のスケールアップ効果を含む炉設計評価および炭種・運転条件変更、トラブルシューティング等の運転支援に向けたツール構築を目指し、研究を進めている。

図2は、2トン/日試験炉を対象とした解析例である。図から、数値シミュレーションは高温高圧場で粒子が滞留しているような詳細な計測が困難な場における炉内の状態を把握するのに有効な手段であることが分かる。

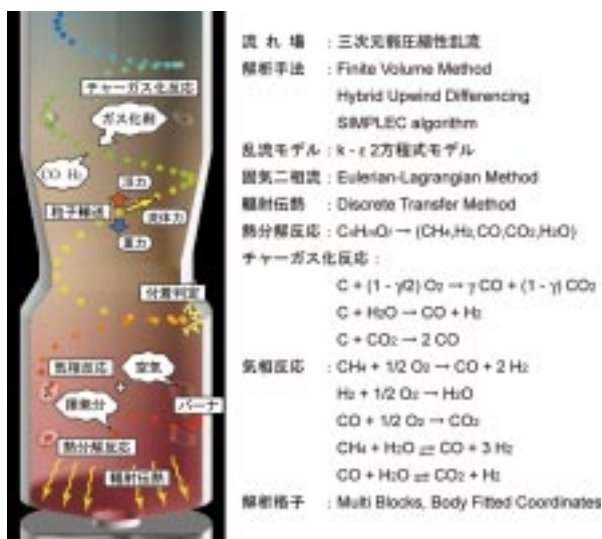


図1 ガス化炉数値シミュレーションの概要

3. 石炭ガス化反応特性の解明

ガス化炉内現象を解明する上で、ガス化反応性のモデル化は重要な項目の一つである。例えば、空気吹き二段噴流床ガス化炉では、多くの未燃炭素(チャー)をリサイクルするが、チャー生成量を正確に予測することがチャー系容量の最適設計につながる。また、運転条件や炭種を変更したときの生成チャー量の変化を予測することがガス化炉の安定運転のために必要である。石炭の反応性は炭種により大きく異なるため、このような炉設計や運転条件の決定、性能予測・評価には石炭の反応性に関する

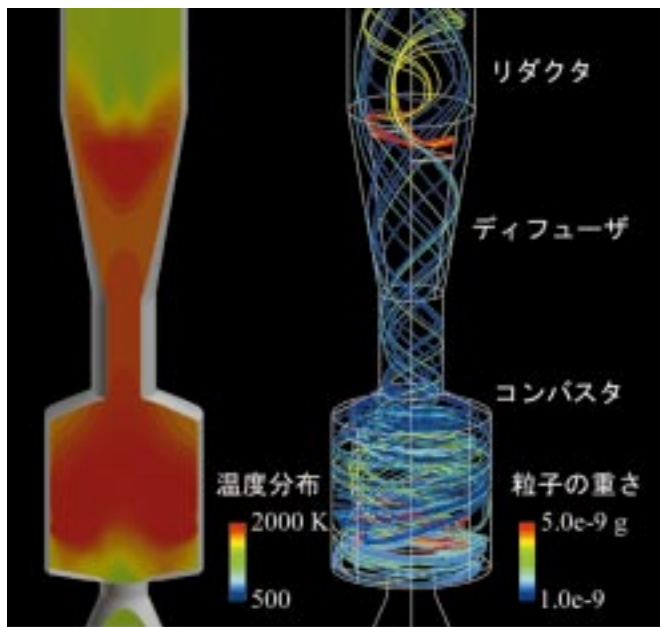


図2 ガス化炉数値シミュレーション結果の一例

る知見が必要不可欠である。

噴流床ガス化炉はガスタービンと組み合わせるために2.5～3MPa程度の加圧下で運転され、炉内温度は微粉炭ボイラよりも高温になる。そこで、当研究所では1800、2.5MPaまでの実験が可能な世界的にもトップクラスの仕様をもつ超高温・加圧型燃料反応実験設備（PDTF、図3）を開発し、これまでにデータがあまりない高温高圧下での石炭熱分解過程やチャーガス化反応の実験とモデリングを行っている。

ガス化炉内では二酸化炭素や水蒸気がガス化剤となりチャーがガス化される。3炭種のチャーの水蒸気によるガス化実験結果を図4に示す[2][4]。PDTFと熱天秤(TG)により、低温から高温までのチャーのガス化反応速度を求め、反応律速過程から拡散律速過程へ遷る様子を明らかにした。低温では炭種により反応速度に大きな差があることが知られているが、拡散律速過程でも同様な差があることが分かった。

チャーの反応性に影響を与える主な因子としては、チャーの炭素構造、細孔構造、ミネラル成分の触媒作用などが考えられる。高温ガス化では、炭素構造はチャーの熱履歴との関係が深く、細孔構造は比表面積に代表されることが多く、触媒作用はカルシウムが重要と考えられる。しかし、これらの影響は定量的に把握されていないので、今後は各因子を定量的に検討し、高温高圧下での反応速度を予測する手法を確立してゆきたい。

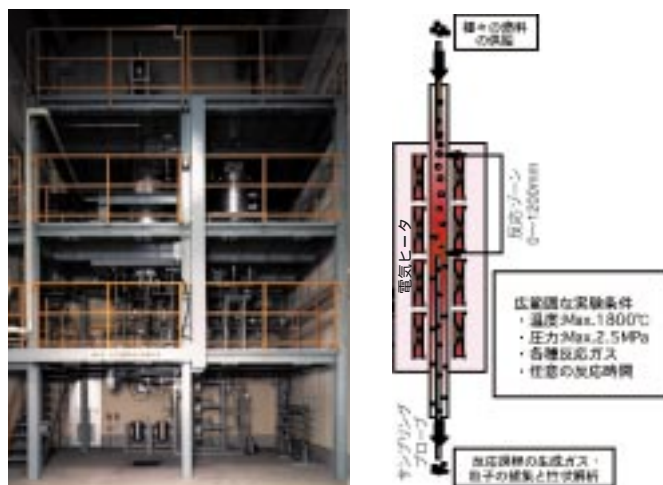


図3 PDTF設備の概要

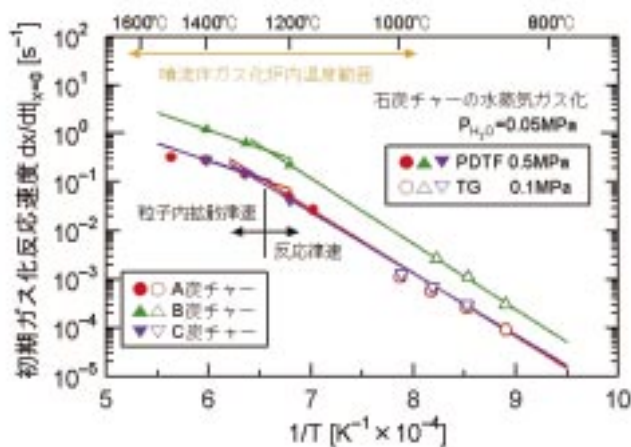


図4 石炭チャーの初期ガス化反応速度の実験例

参考文献

[1] 渡邊裕章、大高円、犬丸淳、電力中央研究所報告W99015、1999
 [2] 梶谷史朗、原三郎、芦澤正美、犬丸淳、松田裕光、電力中央研究所報告W01017、2002
 [3] 市川和芳、渡邊裕章、大高円、犬丸淳、電力中央研究所報告W00008、2000
 [4] S. Kajitani, S. Hara, H. Matsuda, FUEL, 81, 539 (2002)

「クリーン・コール・デー」の趣旨と記念行事について

(財)石炭利用総合センター

記念日

名称：石炭の日「クリーン・コール・デー」
副題：クリーンな石炭、明るい未来
目的：石炭は我が国の重要なエネルギー資源の一つでありながら、クリーン・コール・テクノロジー(CCT)開発の重要性に対する認識は必ずしも充分とは言えない状況にあります。地球温暖化を中心とする環境問題への対応としても、クリーンで高効率な石炭利用の必要性は、ますます高まっています。このような状況を踏まえ、一連の記念行事を通じて、石炭関係者は勿論のこと、地方公共団体や一般の人々に、広くクリーンな石炭利用の現状とその重要性について理解を深めて頂き、CCTの向上にご協力頂くことを目的としています。

記念日：毎年9月5日(クリーン=9、コール=5)

体制

主催：「クリーン・コール・デー」実行委員会
委員長：牧野力(NEDO理事長)
委員：9名(主催団体より各1名)
主催団体：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、
(社)日本鉄鋼連盟、
電気事業連合会、
(社)セメント協会、
(社)日本コークス協会、
日本製紙連合会、
(財)石炭エネルギーセンター、
太平洋コールフロー推進委員会、
(財)石炭利用総合センター(CCUJ)
合計9団体

実行委員会には、上記の主催9団体及び電源開発(株)によって幹事会が設けられ、実施内容等の検討・審議が行われている。

後援：経済産業省、9カ国在日大使館(アメリカ、インドネシア、オーストラリア、カナダ、タイ、中国、フィリピン、ベトナム、南アフリカ)

協賛団体：(社)日本化学工業協会、日本ソーダ工業会、日本化学繊維協会、(社)火力原子力発電技術協会、(社)日本エネルギー学会、(社)日本

鉄鋼協会、(社)日本ボイラ協会、(社)資源・素材学会、(社)日本化学会、(社)化学工学会、(財)エンジニアリング振興協会、エネルギー環境教育情報センター、釧路市、福岡市、宇部市(教育委員会)
合計15団体

本年度記念行事

- (1)国際会議の開催：
平成14年9月3日・4日・18日の3日間、第一ホテル東京(新橋)にて、国内・海外の石炭専門家・関係者が講演を行う国際講演会を中心に、石炭の需給・流通、生産・保安技術及びクリーン・コール技術に関する幅広い分野の石炭総合会議。
- (2)街頭PR：
平成14年9月6日～8日札幌、12日～13日福岡にて石炭の一般向けPRを行う。
- (3)石炭関連施設見学会：
記念日前後2ヶ月の間に、クリーン・コール・デーの旨趣に相応しい国内の石炭関連施設及び石炭博物館・記念館等の見学を関係者の協力を得て行う。
- (4)その他の広報活動：
新聞等を通じての広報活動を行う。
特に今年度は、小学生高学年を対象に、石炭をより身近に感じ、よりよい理解をして頂く為に、毎日小学生新聞に3回の連載記事を掲載する。
科学技術館の石炭展示を引き続き行う。
ポスター、パンフレット、記念品の制作及び配布。
その他国内各地で講演会を行う。



国際講演会

本年度記念行事の内容

「クリーン・コール・デー・イン・ジャパン2002」
- クリーンな石炭、明るい未来
“ Clean Coal for a Bright Future ”

日時：平成14年9月3日(火) 4日(水) 18日(水)

場所：第一ホテル東京(5階会議室)

東京都港区新橋1-2-6 TEL：03-3501-4411

9月3日(火)クリーン・コール・デー国際講演会

(10：00～17：10)

基調講演「今、なぜ石炭か」

九州大学・教授 持田 勲

「気候変動と欧州のCCT」

「米国の石炭利用政策とクリーン・コール・テクノロジー」

「豪州における石炭利用政策とクリーン・コール・テクノロジー」

「タイにおける石炭利用政策とクリーン・コール・テクノロジー」

「インドネシアにおける石炭利用政策とクリーン・コール・テクノロジー」

9月4日(水)石炭利用技術分科会「石炭利用国際会議」

(9：30～18：10)

セッション1 CO₂回収型石炭利用技術開発動向

セッション2 石炭ガス化発電の新技術

セッション3 石炭燃焼副産物利用技術の開発状況

9月4日(水)石炭生産・保安技術分科会

「アジア・太平洋技術ワークショップ」

“ 更なる安全性の向上 技術協力と人材育成 ”

(9：30～17：05)

基調講演「保安技術適用化事業の概要」

経済産業省原子力安全・保安院石炭保安課

高木 光一

セッション1 人材育成の現状と将来展望

セッション2 技術協力

パネルディスカッション「技術協力のあり方」

9月18日(水)石炭需給・流通分科会

「JAPAC国際交流会」“ 躍進するアジア経済とエネルギー需要 成長と環境の調和をめざして ”

(10：00～1：10)

基調講演「アジア・太平洋地域の石炭戦略

技術革新による成長と環境調和の道」

アジア・太平洋エネルギーフォーラム代表幹事

末次 勝彦

特別講演「一般炭の開発輸入の歴史」

電源開発(株)元代表取締役常務 村井了

セッション1 アジアのエネルギーシナリオ

安定・コスト・環境

セッション2 石炭産業におけるリストラクチャリング

資本の国際化

「クリーン・コール・デー」街頭PR

9月6日(金)～8日(日)札幌市・札幌ドーム、12日(火)～13日(水)福岡市・博多駅構内GIGA「において一般の人々を対象に石炭に対する興味と親近感の醸成を図ることを目的として街頭PRを行う。当日はパネルの展示、パンフレットの配布、クイズラリー等を実施する。

「クリーン・コール・デー」関連行事

次の関連行事が「クリーン・コール・デー」前後に開催される。

サイエンス友の会施設見学会 CCUJ

8月2日(金)電源開発(株)磯子火力発電所の見学

8月19日(月)住友金属工業(株)鹿島製鉄所見学

「クリーン・コール・デー in OMUTA」CCUJ(大牟田)

8月25日(日)石炭産業科学館、宮原坑跡、三池港、

九州電力(株)港発電所他見学

「クリーン・コール・デー in UBE」CCUJ(宇部)

8月29日(火)石炭記念館、中国電力(株)新小野田

発電所、沖の山コールセンター他見学

「クリーン・コール・デー2002 in 北海道」

NEDO北海道支部

9月14日(土)北海道電力(株)苫東厚真発電所での

現地セミナー

「クリーン・コール・デー・イン・ジャパン2002」

NEDO九州支部

9月24日(火)～25日(水)那覇市でのセミナー及び

沖縄電力(株)金武発電所・具志川発電所見学

NEDO関西支部

8月23日(金)四国電力(株)橘湾発電所親子見学会

9月10日(火)「クリーン・コール・テクノロジー・

セミナー」

9月11日(水)北陸電力(株)敦賀発電所見学



クリーン・コール・デー街頭PR

平成14年度「クリーン・コール・デー」見学会開催場所

1. 石炭火力発電所

地図上の表示番号

- | | |
|----------|-----------|
| 北海道電力(株) | 苫東厚真発電所 |
| 電源開発(株) | 磯子火力発電所 |
| 北陸電力(株) | 七尾大田火力発電所 |
| 北陸電力(株) | 敦賀火力発電所 |
| 中国電力(株) | 新小野田火力発電所 |
| 四国電力(株) | 橘湾火力発電所 |
| 九州電力(株) | 港火力発電所 |
| 九州電力(株) | 松浦発電所 |
| 沖縄電力(株) | 具志川火力発電所 |
| 沖縄電力(株) | 金武火力発電所 |

2. 製鉄・コールセンター

- | | |
|-----------|------------|
| 住友金属工業(株) | 鹿島製鉄所 |
| 新日本製鐵(株) | 君津製鐵所 |
| 宇部興産(株) | 沖の山コールセンター |

3. 石炭博物館・記念館

- 釧路炭鉱展示館
- 宇部市石炭記念館
- 田川市石炭資料館
- 直方市石炭記念館
- 大牟田市石炭産業科学館



石炭火力発電所

見学先	所在地	営業運転開始	発電所出力	使用燃料(年間)	特徴	見学予定
北海道電力(株) 苫東厚真発電所	北海道勇払郡厚真町字浜厚真615 TEL 01452-8-2121	1号機 昭和55年10月 2号機 昭和60年10月 3号機 平成10年3月 4号機 平成14年6月	1号機 35万kW 2号機 60万kW 3号機 8.5万kW 4号機 70万kW 合計 173.5万kW	石炭 約380万トン	環境への影響を極力少なくするために、きめ細かい環境対策を実施すると共に、6月に運転開始した4号機は石炭火力として国内最高レベルの発電効率を実現し、二酸化炭素やばい煙排出量のより一層の低減を図っている。	平成14年 9月14日
電源開発(株) 磯子火力発電所	横浜市磯子区 新磯子町37-2 TEL 045-761-0281	旧1号機 昭和42年5月 旧2号機 昭和44年9月 新1号機 平成14年4月 新2号機 平成21年7月(予定)	旧1号機 26.5万kW 旧2号機 26.5万kW 計53万kW 新1号機 60万kW 新2号機 60万kW 計120万kW	石炭 約120万トン	昭和40年代はじめに、国の石炭政策に沿って建設され、30年以上にわたり発電を続けている。大都市部に位置する発電所として、いち早く排煙脱硫装置を設置するなど、環境保全対策に力を入れつつ、電力の安定供給に努めている。	平成14年 8月19日
北陸電力(株) 七尾大田火力発電所	石川県七尾市 大田町114部2-4 TEL 0767-52-6900	1号機 平成7年3月 2号機 平成10年7月	1号機 50万kW 2号機 70万kW 合計 120万kW	石炭 約241万トン	七尾大田火力発電所は、蒸気温度の上昇による熱効率の向上と信頼性を確保しながら、環境対策強化、設備の簡素化によるコストダウンを主な特徴としている。	平成14年 8月28日
北陸電力(株) 敦賀火力発電所	福井県敦賀市 泉171号5-7 TEL 0770-24-1313	1号機 平成3年10月 2号機 平成12年9月	1号機 50万kW 2号機 70万kW 合計 120万kW	石炭 約207万トン	敦賀火力発電所は、電源の多様化の一翼を担う石炭を燃料とする低廉・良質・安定・クリーンな発電所。最新の環境設備機器をそろえ環境保全には万全を期しており、ボイラ燃焼後に発生する石炭灰はセメント会社で有効利用している。	平成14年 9月11日
中国電力(株) 新小野田火力発電所	山口県小野田市 大字小野田字新沖 7532番3 TEL 0836-88-2460	1号機 昭和61年4月 2号機 昭和62年1月	1号機 50万kW 2号機 50万kW 合計 100万kW	石炭 約224万トン	非常にコンパクトな発電所。最新鋭、高効率機器を採用。	平成14年 8月27日



北海道電力(株) 苫東厚真発電所



電源開発(株) 磯子火力発電所



北陸電力(株) 七尾大田火力発電所



北陸電力(株) 敦賀火力発電所



中国電力(株) 新小野田火力発電所



四国電力(株) 橋湾火力発電所



九州電力(株) 港火力発電所



九州電力(株) 松浦発電所



沖縄電力(株) 具志川火力発電所



沖縄電力(株) 金武火力発電所

石炭火力発電所

見学先	所在地	営業運転開始	発電所出力	使用燃料(年間)	特徴	見学予定
四国電力(株) 橋湾火力発電所	徳島県阿南市橋町 小勝1番地 TEL 0884-34-3411	平成12年6月	70万kW	石炭 約160万トン	橋湾発電所は、トップクラスの環境対策設備を設置するとともに、橋湾の美しい自然環境に配慮し、景観に溶け込むような外観としている。これに加え、蒸気温度の高温化などにより、熱効率を向上させている。	平成14年 8月23日
九州電力(株) 港火力発電所	福岡県大牟田市 新港町1番地37 TEL 0944-53-7025	1号機 昭和35年9月	1号機 15.6万kW	石炭 約32万トン	大牟田市の石炭を燃料とする発電所として、地域経済発展の一翼を担ってきたが、その後、重油を燃料とする発電所に転換、エネルギー事情の変化による石炭の見直しと共に、再び石炭に転換した。	平成14年 8月25日
九州電力(株) 松浦発電所	長崎県松浦市志佐町 白浜免字開発 2091番地1 TEL 0956-72-1241	1号機 平成元年6月	70万kW	石炭 約141万トン	九州電力初の海外炭専焼の発電所として、また、石炭火力としては国内初となる深夜停止、早朝起動が可能な中間負荷火力として設計されている。	平成14年 9月14日
沖縄電力(株) 具志川発電所	沖縄県具志川市 字宇堅657番地 TEL 098-973-1110	1号機 平成6年3月 2号機 平成7年3月	1号機 15.6万kW 2号機 15.6万kW 合計31.2万kW	石炭 約70万トン	当社初の石炭専焼火力発電所で、ベース電源として沖縄本島の電力需要を賄う。発電所周辺には豊かな自然環境が広がり、それらを守るための各種環境保全対策、環境との調和を図り、クリーンな発電所づくりを目指している。	平成14年 9月25日
沖縄電力(株) 金武火力発電所	沖縄県国頭郡金武町 字金武3333番地 TEL 098-968-8560	1号機 平成14年2月 2号機 平成15年5月 予定	1号機 22万kW 2号機 22万kW 合計44万kW	石炭 約46万トン /基	具志川に次ぐ2番目の石炭専焼火力。当社最高熱効率(41.2%)・最大単機容量で、本島系統のベース電源として運用。設備の合理化や新技術の採用などコスト低減策を大胆に取り入れると共に環境対策を重視している。	平成14年 9月25日

製鉄所・コールセンター

見学先	所在地	操業年月	敷地面積	粗鋼生産量	高炉(稼働中)	見学予定
住友金属工業(株) 鹿島製鉄所	茨城県鹿嶋市光3 TEL 0299-84-2111	昭和43年12月	963万m ²	6,668千トン (H13年度)	2基 ・No.2高炉 4,800m ³ ・No.3高炉 5,050m ³	平成14年 8月19日
新日本製鐵(株) 君津製鐵所	千葉県君津市 君津1番地 TEL 0437-52-4111	昭和40年2月	1,179万m ²	8,323千トン (H12年度)	3基 ・No.2高炉 3,273m ³ ・No.3高炉 4,063m ³ ・No.4高炉 5,151m ³	平成14年 9月に開催予定

見学先	所在地	設立月日	特徴	見学内容	見学予定
宇部興産(株) 沖の山コールセンター	山口県宇部市 大字小串沖の山 1980番29号	昭和55年11月 営業開始	混炭・篩分・異物除去サービスが可能 海外一般炭の荷揚実績が国内最大 世界最大の無公害型アンローダー	設備および 操業の概要	平成14年 8月27日



住友金属工業(株)鹿島製鉄所



新日本製鐵(株)君津製鐵所



宇部興産(株)沖の山コールセンター

石炭博物館・記念館

見学先	所在地	設立月日	所属	特徴	見学予定日
釧路炭鉱展示館	北海道釧路市 桜ヶ丘3-1-16 TEL 0154-91-5177	昭和55年 9月12日	大平洋炭礦(株)	展示ホール、模擬坑道	平成14年 9月5日
宇部市石炭記念館	山口県宇部市 常磐公園内 TEL 0836-21-3541	昭和44年 11月1日	宇部市	鉄筋2階建資料館、モデル炭坑、屋外展示、展望台	平成14年 9月5日
田川市石炭資料館	福岡県田川市 大字伊田2734-1 TEL 0947-44-5745	昭和58年 3月1日	田川市	石炭資料、炭坑の芸術文化、歴史民俗資料、屋外展示	平成14年 9月5日
直方市石炭記念館	福岡県直方市 大字直方692-4 TEL 09492-5-2243	昭和46年 7月20日	直方市	切羽模型、日本一大きい石炭の塊、日本最古の救命器 蒸気機関車	平成14年 9月5日
大牟田市 石炭産業科学館	福岡県大牟田市 岬町6-23 TEL 0944-53-2377	平成7年 7月22日	大牟田市	模擬坑道、最先端の鉱山機械、ジオラマで見る石炭 と大牟田市	平成14年 9月5日



釧路炭鉱展示館



田川市石炭資料館



宇部市石炭記念館



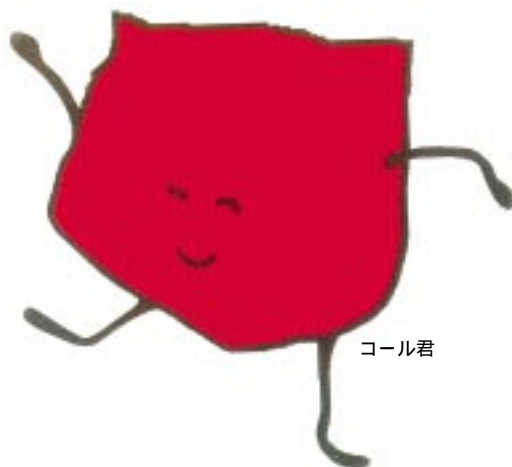
直方市石炭記念館



大牟田市石炭産業科学館

クリーンな石炭、明るい未来

Clean Coal for a Bright Future



コール君

Clean Coal Day in Japan 2002

クリーン・コール・デー実行委員会

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (社)日本コークス協会
(社)日本鉄鋼連盟 日本製紙連合会
電気事業連合会 (財)石炭エネルギーセンター
(社)セメント協会 大太平洋コールフロー推進委員会
(財)石炭利用総合センター

CCT Journal Vol.3(平成14年9月1日発行)
クリーン・コール・デー特集号
発行所:(財)石炭利用総合センター
〒160-0015 東京都新宿区大京町24 住友外苑ビル7階
Tel.03-3359-2251(代) Fax.03-3359-2280

「CCT Journal」は石炭利用分野の技術革新を目指す
(財)石炭利用総合センターが発行する情報誌です。
[禁無断転載]