

# 石炭利用と地球温暖化対策の両立

私たちJ-POWERグループは、日本の電気事業における全石炭火力発電設備のおよそ2割に相当する総出力795万kWの設備(全国8カ所の発電所)を保有し、年間2,000万トン近くに及び国内最大級の石炭ユーザーです。私たちは石炭火力発電のリーディングカンパニーとして、石炭の利用と地球温暖化対策の両立を目指します。



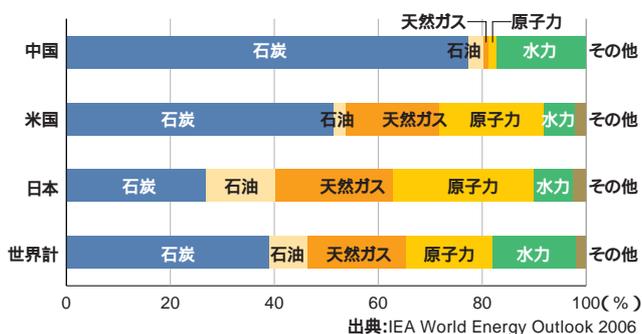
松浦火力発電所

## 今日的な石炭利用の意義

石炭は石油や天然ガスに取って代われ、「今や主役ではない」というイメージがあるかもしれませんが。エネルギー資源の海外依存度が大きい日本では、ほかの発電方法とのバランスをとることが重要ですが、電気の約30%は石炭火力で作られています。世界を見れば中国では約80%、米国では約50%の発電に石炭が利用され、ヨーロッパでも多く利用されています。

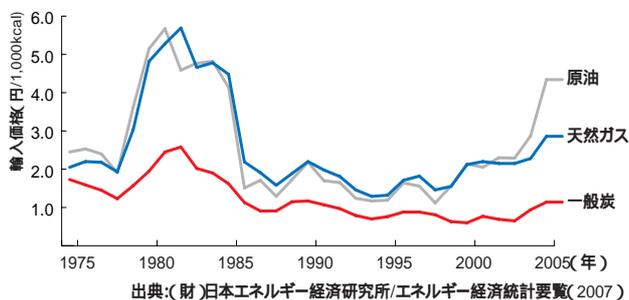
世界中の発電の約40%を担い、最大の電力供給源となっている石炭火力は、まさになくてはならない存在です。

電源別発電電力量の構成比



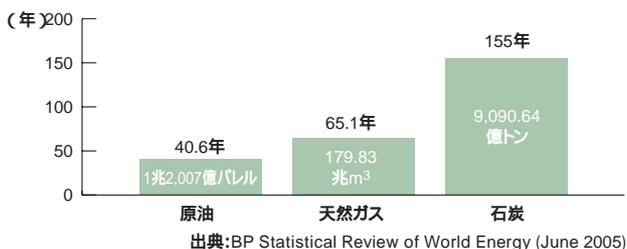
2030年に世界のエネルギー消費は2002年の約2倍に増加すると考えられていますが、主要エネルギー資源である石油は、中東に偏って産出されているため政情不安の影響を受けやすい資源です。一方、石炭は世界中に広く分布しているため手に入れやすく値段も安定しています。

燃料価格の推移

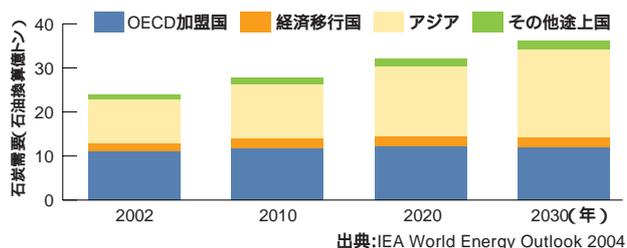


また石炭は主なエネルギー資源のなかで最も埋蔵量が豊富で、原油の約4倍、天然ガスの約3倍といわれているため、世界的にますます増大するエネルギー需要への対応に、欠かすことのできない重要な存在なのです。

探掘可能埋蔵量



世界の石炭需要予測

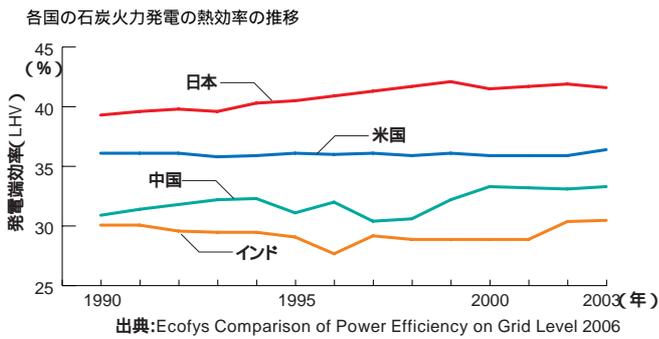


## 地球温暖化(CO<sub>2</sub>)問題とその対策

### 石炭火力発電効率向上の取り組み

一方、石炭火力発電は石炭燃焼に伴うCO<sub>2</sub>発生量が多いことが問題です。CO<sub>2</sub>などの温室効果ガスが増えると大気中に蓄えられる熱も増えてしまい、地球の気温が上昇します。今日、地球温暖化がさまざまな影響を及ぼしつつあるなか、「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」において人為起源の温室効果ガスの増加が温暖化の原因とほぼ断定されています。CO<sub>2</sub>などの温室効果ガスをいかに減らしていくかが大きな課題となっています。

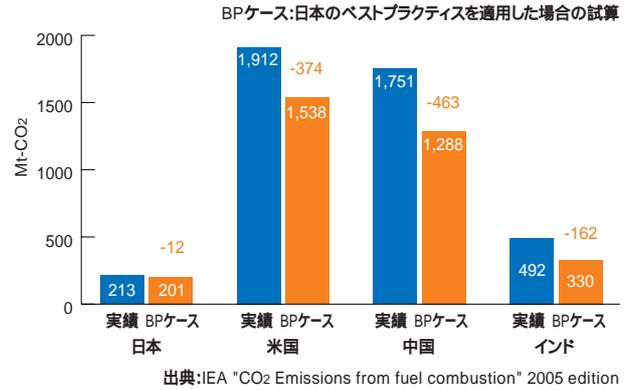
温室効果ガスのCO<sub>2</sub>を削減するためには、発生する比率を低くすること、発生量全体を抑えることの両方が必要です。燃焼によって発生するCO<sub>2</sub>は同じ電気を作る場合、石炭は天然ガスと比べると2倍近くになりますが、日本の石炭火力は蒸気タービンの圧力や温度を超々臨界圧(USC)という極限まで上昇させる方法で、欧州やアジア諸国に比べ高い発電効率を実現しています。仮に日本の最高水準性能を排出の多い米国、中国、インドに適用した場合には、3カ国合計で年間約10億t-CO<sub>2</sub>(日本のCO<sub>2</sub>総排出量の約8割に相当)の削減効果があると試算されており、これらの技術の移



転・普及も大きな意義があります。

さらに、高効率化に向けて世界に先駆けて「石炭ガス化複合発電(IGCC)」、「石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)」といった次世代の最先端技術に取り組んでいます。ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた発電に、石炭をガス化して得られる水素を利用した燃料電池を組み合わせれば、CO<sub>2</sub>排出量を2/3に抑えることも可能になります。

石炭火力発電からのCO<sub>2</sub>排出量と削減ポテンシャル



### IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change:気候変動に関する政府間パネル)とは

1988年に地球温暖化問題について国際的に議論する場として、UNEP(国連環境計画)とWMO(世界気象機関)の共催で発足。日、米、中国、ロシアほか先進国、途上国問わず多数の国が参加しています。IPCCでは、地球温暖化問題に関する科学的知見、影響、対応などに関して行われた研究を収集するとともに、評価検討を行い検討結果の広報を行っています。その第4次評価報告書のうち、自然科学的根拠について検討する第1作業部会は、2007年2月に、「気候システムに温暖化が起こっていると断定するとともに、人為起源の温室効果ガスの増加が温暖化の原因とほぼ断定」する報告を行っています。2007年11月には第4次評価報告書の統合報告書がIPCC総会で採択される予定です。

### 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)

日本、米国、豪州、韓国、中国、インドの計6カ国が参加する「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)」の取り組みとして、2007年4月16日から19日にかけて石炭火力発電の熱効率を維持・向上するための相互評価(ピア・レビュー)が実施されました。

米国、豪州、韓国、中国、インドから37名が参加し、兵庫県にあるJ-POWER高砂火力発電所において「地球温暖化問題」、「石炭火力発電所における効率維持・向上に向けた取り組み」、「熱

効率低下に影響する保守の要因」などに関して意見交換が行われ、現状と問題点が共有されました。また高砂火力発電所にて実際の設備を見ながら、「運転」「保守」「環境」についてグループディスカッションが行われるなど参加各国間の技術の移転・普及に向けた有意義な取り組みが行われました。

40年近く経年した高砂火力発電所が高い熱効率を維持していることに、参加者からは驚きの声が上がりました。





福岡県  
**EAGLEプロジェクト**

技術開発センター  
若松研究所  
EAGLE研究推進グループ  
有森 映二



技術開発センター  
若松研究所  
EAGLE研究推進グループ  
山口 健一

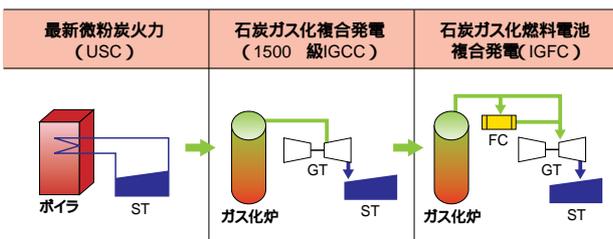


**ガス化で石炭のさらなる高度利用を目指す**

貴重な天然資源である石炭を、もっと効率的に、より環境負荷の少ないエネルギー源として活用するために、J-POWERグループではさまざまな角度から新技術の開発に取り組んでいます。そのなかでも注目される開発の一つが、1995年にスタートした燃料電池用石炭ガス製造技術開発プロジェクトである「EAGLE（イーグル）」プロジェクトです。

蒸気タービンのみで発電する微粉炭火力の発電効率は40%程度ですが、石炭をガス化して蒸気タービンとガスタービンの2種で発電する石炭ガス化複合発電（IGCC）により発電効率を48%程度まで、さらに燃料電池を加えた3種の発電形態による石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）を行うことにより発電効率を55%程度まで高めることが可能となります。実現すればCO<sub>2</sub>排出量の大幅な抑制（従来の約3割減）につながります。

次世代の石炭火力発電技術



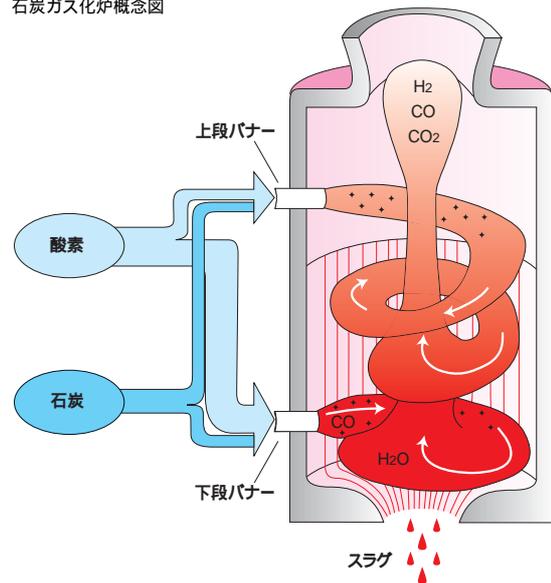
ST:蒸気タービン、GT:ガスタービン、FC:燃料電池

また、EAGLEプロジェクトでは石炭のガス化方式に「酸素吹（さんそぶき）」という技術を採用しています。酸素吹の石炭ガス化炉は他の方式に比べCO<sub>2</sub>回収に有利であり、さらにメタノールなどの合成燃料や水素の製造も可能です。

「石炭ガス化の技術自体は以前からあり、欧米で先行して実用化が進んでいました。EAGLEプロジェクトはこれに独自のアプローチで挑戦し、より効率性・信頼性に優れ、応用範囲の広いものへと進化させることを目指しています。2002年からパイロットプラントでの試験に入りましたが、すべてが未知の経験で、壁に突き当たっては乗り越え、ようやく所期の目標レベルまで達することができました（試験計画・評価担当 有森映二）。

EAGLEとは「Coal Energy Application for Gas, Liquid & Electricity」の略称です。

石炭ガス化炉概念図



**石炭の高効率発電の実用化に向けて**

～EAGLEが1,000時間以上の連続運転に成功～

EAGLEは2006年度までに、プロジェクト発足時に掲げた開発目標をクリアし、2007年5月2日には機器の信頼性を裏付ける1,000時間以上の連続運転にも成功しています。

「私たちは設備を実際に動かすユーザーの立場から、機器の開発と同時に、プラントの運転や保守にかかわる技術開発も並行して進めています。石炭ガス化炉は非常に高温になるため、運転監視などで従来とは異なる手法が求められましたが、新たなノウハウを着実に蓄積し、長時間連続運転の成功にもつなげました（ガス精製設備 保守担当 山口健一）。

実用化に向け大きな手応えをつかんだEAGLEは今、次のステップへ進んでいます。一口に石炭といってもさまざまな種類があり、ガス化炉で使える炭種の適用範囲をさらに拡大し、燃料調達を高めることが今後の課題です。さらにプラントの信頼性向上、環境影響把握のための調査を重ねていくこととしており、高効率発電の実用化を目指して取り組んでいきます。



運転センター

## 究極的な目標はCO<sub>2</sub>ゼロエミッション

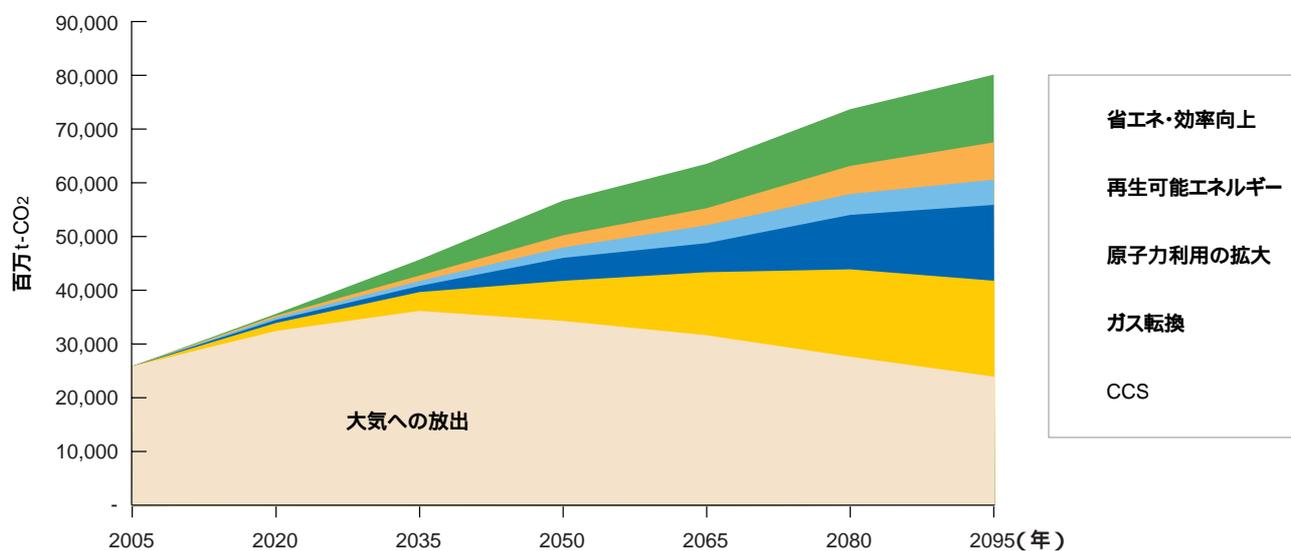
化石燃料が燃える時、CO<sub>2</sub>が発生することは避けられません。そこで発生するCO<sub>2</sub>そのものを回収し封じ込める「炭素回収・貯留技術(CCS)」の開発が国際的に進められています。

「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」の「二酸化炭素回収・貯留に関するIPCC特別報告書(2005年9月26日発表)によれば、CO<sub>2</sub>の回収・貯留は、地球温暖化対策とし

て主要な役割を演じるとされています。気候変動を緩和するために今後100年間に必要とされるコストを30%以上削減する可能性を持ち、現在から2100年までに削減が必要とされるCO<sub>2</sub>排出量の多くを削減できるとされています。

J-POWERグループもCO<sub>2</sub>の回収・貯留が地球温暖化問題を解決するための究極の対策になる可能性を認識し、CO<sub>2</sub>の回収・貯留につながる技術の開発に取り組むとともに、このような技術によるCO<sub>2</sub>のゼロエミッションを目指して努力を続けていきます。

550ppm濃度安定化時のCO<sub>2</sub>排出削減手段(米国国研(PNNL)による試算)



出典: IPCC「二酸化炭素回収・貯留に関する特別報告書」



福岡県

### CO<sub>2</sub>分離回収技術(酸素吹ガス化ガスからの分離回収)

技術開発センター  
若松研究所  
EAGLE研究推進グループ  
ガス精製・CO<sub>2</sub>分離回収設備試験評価担当  
中村 郷平



「EAGLEプロジェクトは次のステップとして、CO<sub>2</sub>分離回収技術の確立に向けた取り組みを始めています。石炭ガス化によってできたガスの一部を現在のガス精製設備から分岐させ、CO<sub>2</sub>分離回収試験を行います。EAGLEでは酸素吹方式を採用しているため、CO<sub>2</sub>回収を効率良く行うことができる利点があります。CO<sub>2</sub>分離回収技術は、石炭利用における究極の目標であるCO<sub>2</sub>ゼロエミッションを図るうえでのキーテクノロジーとなるものです。

現在は、CO<sub>2</sub>分離回収システムの設計および試験計画の検討を行っています。酸素吹方式のEAGLEでは石炭ガス中の窒素濃度が低く、石炭ガスの成分は主にCOとH<sub>2</sub>にな

ります。このガスにシフト反応を加えることによりCOをCO<sub>2</sub>に転換し、その後の分離回収工程でCO<sub>2</sub>を回収します。

CO<sub>2</sub>分離回収技術の石炭ガスへの適用にはさまざまな技術課題がありますが、まずパイロットプラントで研究開発を行うことで、大型機に適用する際に必要な知見を得ることができます。今日、石炭利用においてCO<sub>2</sub>対策は避けて通れない課題だと思っていますが、この技術開発にかかわることができることに技術者として大きな使命とやりがいを感じて取り組んでいます。」

## 「地球温暖化問題」への4つの対策

以上のような石炭火力発電におけるCO<sub>2</sub>対策を含め、J-POWERグループは、以下の4つの対策を組み合わせることで、CO<sub>2</sub>排出原単位を継続的に低減していきます。各取り組みについての詳細は本レポートの「環境編」(P33以降)をご覧ください。

また、J-POWERグループは、「環境経営ビジョン」(P25)

の「基本方針」に沿って、グループの事業活動において、重要な課題・問題に対する取り組み目標および、達成手段を明らかにした「アクションプログラム」(P27)を策定し、グループ目標達成に向け、取り組んでいます。

J-POWERグループは、石炭利用のリーディングカンパニーの社会的責任として、「石炭利用と地球温暖化対策の両立」に取り組むとともに、日本と世界の持続的な発展に貢献していきます。

### 1. エネルギー利用効率の維持・向上

P34 ▶

石炭火力発電の高効率化を進めるとともに、CO<sub>2</sub>を出さない水力発電の設備更新・効率化によって発電効率をさらに向上させていきます。

田子倉発電所  
主要設備一括更新工事  
(福島県)



### 2. CO<sub>2</sub>排出の少ない電源の開発

P35 ▶

原子力、自然エネルギーの風力、生物資源を利用したバイオマスなどによるCO<sub>2</sub>を排出しない発電所の開発に取り組んでいます。



バイオソリッド燃料



松浦火力発電所  
バイオソリッド供給設備(長崎県)

### 3. 京都メカニズムの活用

P37 ▶

私たちの技術・資金を利用して、他国で実施する温室効果ガス排出削減事業の削減効果を自国の削減量にカウントできるCDMなどの京都メカニズムを活用して、地球規模での効率的なCO<sub>2</sub>削減に貢献していきます。



ブラジル・カイエイラス廃棄物処分場における  
CDMプロジェクト(ランドフィルガス燃焼)

### 4. 技術の開発・移転・普及

P39 ▶

石炭ガス化による発電効率の向上、CO<sub>2</sub>回収の技術開発を進めていきます。次世代の技術をさらに追求し、世界の石炭火力発電をリードしていきます。

J-POWER若松研究所  
EAGLEパイロット  
試験設備  
(福岡県)

