

石炭火力発電のこれから

～クリーン・コール・テクノロジーの追求～

J-POWERは、石炭火力における発電効率の向上と低炭素化を目指し、次世代の石炭火力発電を担うクリーン・コール・テクノロジーの開発に取り組んでいます。

石炭は、発電の主要なエネルギー源

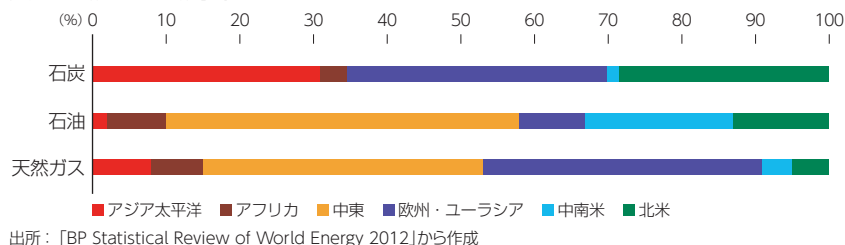
石炭は、石油や天然ガスに比べて埋蔵量が豊富で、世界各国に広く分布し、化石燃料の中では最も経済的かつ安定した供給が可能な資源です。発電の主要な燃料ソースを石炭としている国も多く、世界全体では発電電力量の約40%を石炭が占めています。エネルギー消費の大きい国々、たとえば中国では発電電力量の約80%、米国では50%弱を石炭火力が占め、最大のエネルギー供給源となっています。

世界の石炭火力発電設備は、今後もさらに増加する見込みです。石炭火力発電は、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せない、重要な電源であり続けると考えられています。

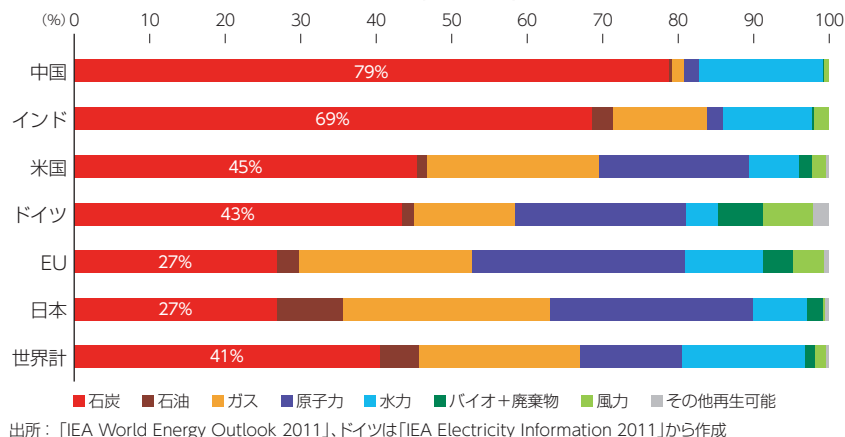
石炭をはじめとした化石燃料は、燃焼に伴い温室効果ガスであるCO₂を排出します。世界の石炭火力発電所から排出されるCO₂は、世界のエネルギー起源CO₂排出量の約3割を占めます。今後、中国やインドをはじめとする新興国

でエネルギー需要が増大し、石炭利用が大幅に増加すると予想される中、石炭火力発電所からのCO₂排出量をいかに削減していくかが国際的な課題となっています。

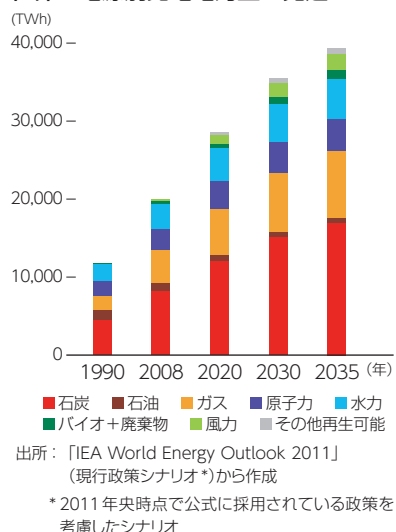
▶ 資源埋蔵量の地域分布



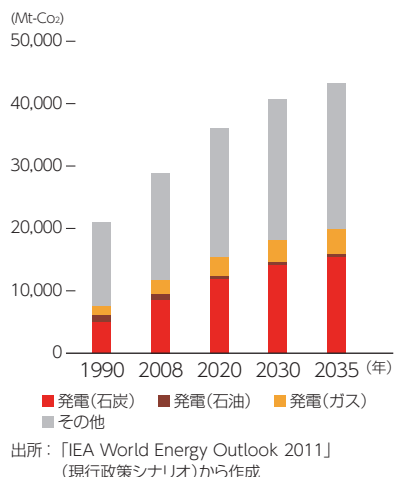
▶ 国・地域別の電源別発電電力量の構成比 (2009年)



▶ 世界の電源別発電電力量の見通し



▶ 世界のエネルギー排出源別CO₂排出量の見通し



J-POWERの最先端技術を世界へ

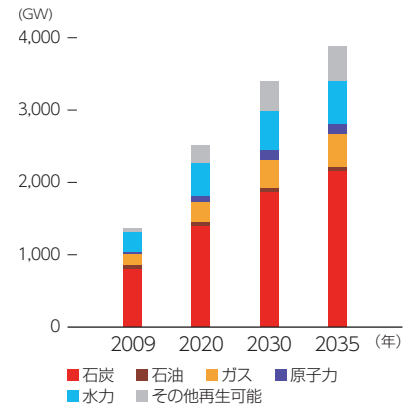
石炭火力発電所からのCO₂排出量を削減するには、発電効率を向上させることが有効です。高い効率で発電すれば、それだけ石炭の使用量を削減することができ、燃料費の低減とともにCO₂排出量の抑制が可能となります。日本の石炭火力発電所は蒸気圧力や温度を超々臨界圧(USC)という極限まで上昇させる方法で、欧米やアジア諸国に比べて高い発電効率を実現しています。J-POWERは、こうした最先端技術の開発に自ら取り組み、積極的に採用してきたことによって、世界最高水準のエネルギー利用効率を達成しています。

私たちJ-POWERが日本で培った知見と技術を活かし、高効率の石炭火力発電技術を世界に向けて移転・普及していくことは、世界のCO₂排出量の削減とエネルギー資源の節約に大きな意義を持っています。

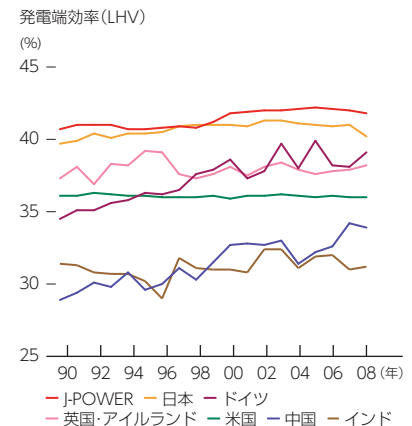
仮に、日本の最高水準性能の石炭火力発電技術を全世界の新設・既設の石炭火力発電所に適用したとすると、2030年時点でのCO₂削減効果は世界全体で年間18.7億t-CO₂に及ぶと試算されています。これは日本の年間CO₂総排出量(2010年度11.9億t-CO₂)を大きく上回る数値です。

特にアジアの電力需要は今後も堅調に増加し、石炭火力発電が引き続き電力供給の主役を担う見込みです。アジアの石炭火力の発電電力量、設備出力は、ともに2030年までに現行のおよそ2倍に増加すると予想されています。アジアの石炭火力市場も従来の比較的効率が低い亜臨界圧プラントから、高効率化プラントへの本格移行を開始しており、J-POWERは、日本のクリーンコール技術で「アジアの成長」と「環境負荷の抑制」の同時達成への貢献を目指します。

▶ アジアにおける電源別発電設備出力の見通し

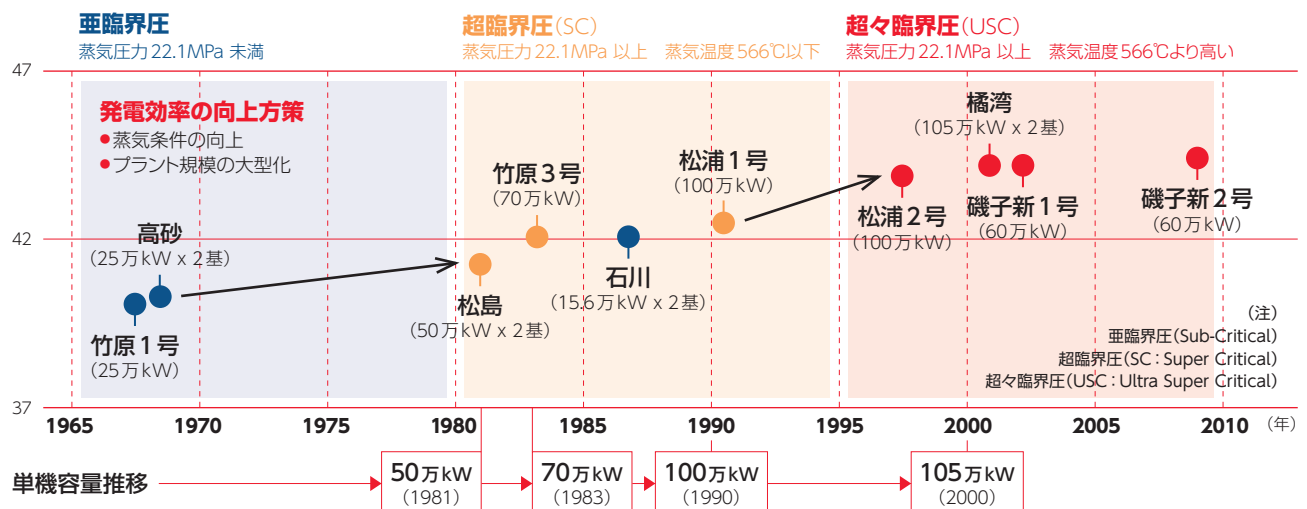


▶ 世界の石炭火力発電の平均熱効率推移



▶ J-POWER 石炭火力発電所の発電効率の推移

設計熱効率(%、発電端、LHVベース)





磯子火力発電所(リプレース前)



磯子火力発電所(リプレース後)



竹原火力発電所(広島県)

事例 1 最新鋭技術を活用し、発電所をリプレース

磯子火力発電所リプレース

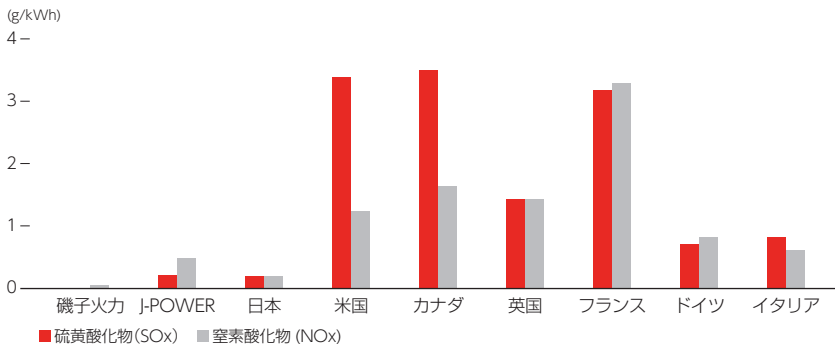
1996年、磯子火力発電所(旧1・2号機、各26.5万kW)では、横浜市の環境改善計画への対応、電力供給の増強と信頼性の向上、設備老朽化への対応を目的として、旧式プラントを最新鋭設備にリプレースするプロジェクトをスタートさせました。リプレースした新1号機(60万kW)は2002年4月から、新2号機(60万kW)は2009年7月から運転を開始しています。

磯子火力発電所は、大都市部に位置する発電所であり、日本初の公害防止協定を横浜市と締結し、いち早く排煙脱硫装置を設置する等、当初から環境保全対策でも積極的な取り組みを実践してきました。リプレースに当たっては、J-POWERのクリーンコール技術の粋を集め、世界最高水準となる超々臨界圧(USC)を導入(主蒸気圧力25MPa、主蒸気温度600℃、再熱蒸気温度610℃)し、大幅

な熱効率向上を図っています。さらに、新2号機においては再熱蒸気温度を新1号機より10℃高めた620℃として、さらなる熱効率の向上を実現しました。また、最新の環境対策装置を設置することにより、発電電力量当たりの硫黄酸化物(SOx)・窒素酸化物(NOx)排出量(原単位)を、主要先進国の火力発電所と比較してそれぞれ一桁低い極めて小さい値に抑制しており、発電効率、環境負荷の面からも「世界で最高水準のクリーンな石炭火力発電所」となっています。

磯子火力発電所のリプレースに際しては、リプレース期間中も電力の供給を維持するため「ビルド・スクラップ・ビルド方式」という過去に例のない方法を採用しました。約12haという狭い敷地の下、旧発電設備を運転しながら新1号機を建設し、新1号機の運転開始後に旧発電設備を廃止・撤去してその跡地に新2号機を建設するもので、実施に当たってはさまざまな工夫を図りました。

▶ 火力発電における発電電力量あたりSOx、NOx排出量の国際比較



出所：海外(2005年実績) = 排出量：OECD Environmental Data Compendium 2006/2007
 発電電力量：IEA ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 2008 EDITION
 日本(2010年実績) = 電気事業連合会資料
 磯子とJ-POWERは2011年実績値より作成

竹原火力発電所新1号機(設備更新)計画

広島県にある竹原火力発電所でも、磯子火力発電所に続いてリプレース計画を進めています。現在、竹原火力発電所では1号機～3号機の計130万kWの発電設備が運転中です。このうち、1号機(25万kW)は1967年7月の営

業運転開始以来すでに45年以上、同2号機(35万kW)も1974年6月の営業運転以来38年以上が経過し、高経年化への対応が必要となっています。これらの1号機、2号機を、新1号機(60万kW)にリプレースする計画です。地

球温暖化問題に積極的に対応する観点から、最新鋭設備を導入し、SOx・NOx等の環境負荷を低減するとともに、エネルギー利用率を大幅に向上し、低炭素化を図ります。現在、環境アセスメントの手続きを実施中で、2020年の運転開始を計画しています。

ゼロエミッションを目指して

J-POWERは、石炭火力のさらなる発電効率の向上と低炭素化を目指し、バイオマス燃料の混焼利用を推進するほか、さまざまな次世代技術の開発に取り組んでいます。

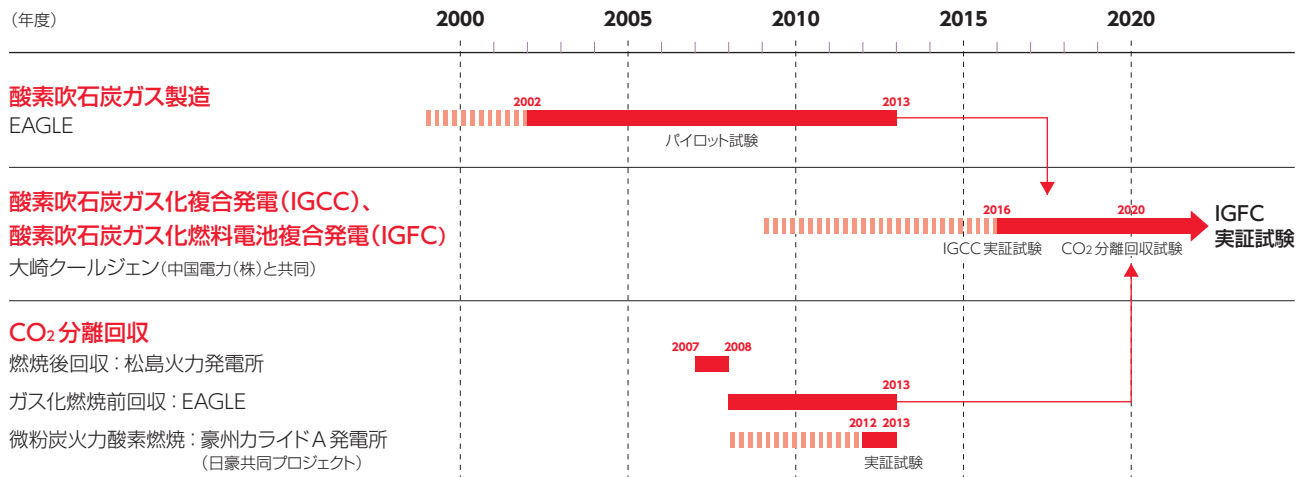
酸素吹石炭ガス化複合発電(IGCC)*1については、若松研究所でのEAGLE*2プロジェクトでの成果を踏まえ、広島県

大崎地点にて中国電力(株)と共同で17万kWの実証プラントの建設を計画中であり、さらには石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)*3へと展開していくことで、発電効率の飛躍的な向上とCO₂排出量の大幅な削減を目指しています。また、現時点で最新鋭のUSC*4技術をさらに高効率化する先進型超々

臨界圧(A-USC)*5技術の開発も進めていきます。

究極的には、これらに、発電等によって生じるCO₂を分離回収して地中深くに貯留するCO₂回収・貯留(CCS)技術を組み合わせ、革新的なゼロエミッション型の石炭火力の実現を目指していきます。

▶ J-POWERにおける石炭火力発電の新技术の開発スケジュール



▶ 次世代の石炭火力発電技術

	送電端効率 (LHV)	CO ₂ 排出原単位削減 (既設最新火力比)
既設最新鋭火力(USC)	43%	
微粉炭火力(USC: 超々臨界圧)	48%	約 11%
石炭ガス化複合発電(1,500℃級 IGCC)	48~50%	約 11%~15%
石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)	58%以上	約 25%以上

*1 石炭ガス化複合発電(IGCC):

石炭から生成したガスを燃焼させて発電するガスタービンと、ガスタービンの排熱を利用する蒸気タービンの2種の発電形態による複合発電システム。

*2 EAGLE:

若松研究所で進めている酸素吹石炭ガス化プロジェクト。Coal Energy Application for Gas, Liquid & Electricity の略。

*3 石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC):

燃料電池、ガスタービン、蒸気タービンの3つの発電形態を組み合わせた複合発電システムで、石炭火力発電としては最高効率水準の発電システム。

*4 超々臨界圧(USC):

微粉炭火力の現時点での最先端技術。圧力24.1MPa以上かつ温度593℃以上という蒸気条件を採用。

*5 先進型超々臨界圧(A-USC):

USCをさらに高効率化し、700℃以上の蒸気条件を採用。



EAGLEパイロット試験設備(福岡県)



大崎クールジェン試験設備(広島県)配置予定図

事例 2 次世代の石炭火力発電技術を開発

酸素吹IGCCの大型実証試験

EAGLEプロジェクト

J-POWERは、技術開発部若松研究所（福岡県）において、石炭の効率的な利用とCO₂ゼロエミッション化に向けたEAGLEプロジェクトを2002年度より鋭意推進してきました。EAGLEプロジェクトの狙いは、酸素吹IGCCの実現に向けた酸素吹石炭ガス化炉を開発すること、またゼロエミッション化に向けて石炭ガス化ガスからCO₂を分離回収する技術を確認することです。

J-POWERは本プロジェクトを通じて、世界最高のガス化効率を達成するとともに、低品位炭（亜瀝青炭や褐炭）から微粉炭火力で利用される高品位炭（瀝青炭）まで幅広い炭種を高効率にガス化できることを確認し、酸素吹石

炭ガス化技術を確認しました。さらに、この酸素吹石炭ガス化技術は、生成ガスの主成分がCOとH₂であるため、CO₂の分離回収も容易という特徴があります。そのため、石炭ガス化ガスからCO₂を効率よく分離回収する技術の確立にも取り組んでいます。

大崎クールジェン・プロジェクト

EAGLEプロジェクトで得られた知見と成果を活かして、IGCCおよびCO₂回収技術の商用化に向けた大型実証試験「大崎クールジェン・プロジェクト」を進めるため、2009年に中国電力(株)との共同出資により「大崎クールジェン(株)」を設立しました。このプロジェクトでは、2012年度に17万kW級（石炭処理

量:1,100t/日級）の酸素吹IGCC実証プラントの建設を開始し、2016年度から開始する実証試験ではシステムとしての信頼性、経済性、運用性を検証する予定です。その後、2020年からは最新のCO₂分離回収技術の試験を開始し、適用性を検証する予定です。これらを踏まえて、酸素吹IGCCに燃料電池を組み合わせたIGFC化によるさらなる高効率化を目指します。これら一連の技術開発は、国の審議会の報告において提言されたCoolGen計画*の実現を目指すものです。

* CoolGen計画:2009年6月に経済産業省の総合資源エネルギー調査会にて提言された、IGCC、IGFC、CCSを組み合わせた「ゼロエミッション石炭火力発電」の実現を目指す実証研究プロジェクト計画。

CO₂分離回収技術の開発

現在、CO₂回収・貯留（CCS）技術の調査や実証計画が世界各地で進められています。CCSは、大規模な排出源から発生するCO₂そのものを分離回収し、地中深くに封じ込める技術です。分離回収・輸送・貯留というCCSの3要素のうち、当社は、ユーザーとしての観点から発電設備への適用やCCS全体のコストに占める割合の大きさを考慮して、CO₂分離回収技術を中心に技術開発を行っています。中でも将来的に最も有

望と考えられる酸素吹石炭ガス化の生成ガスからのCO₂分離回収技術について、すでにEAGLEのパイロット試験において化学吸収法を検証済みで、さらに2010年度から2013年度までの計画で物理吸収法の試験を行っています。

また、現在の発電方式の主流である微粉炭火力でも、燃焼排ガスからのCO₂分離回収技術の開発に積極的に取り組んでいます。松島火力発電所（長崎県西海市）では、2007年から2008

年、化学吸収法を用いたパイロット試験を三菱重工業(株)と共同で実施しました。また、オーストラリア・クイーンズランド州のカライドA発電所で実施している、酸素燃焼法を用いた「カライド酸素燃焼プロジェクト」にも参画しています。これは、日豪共同実証プロジェクト（実証運転2012～2013年予定）であり、酸素燃焼によるCO₂の回収と地下貯留の一貫システムを世界で初めて既設発電所において検証するものです。