

# 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

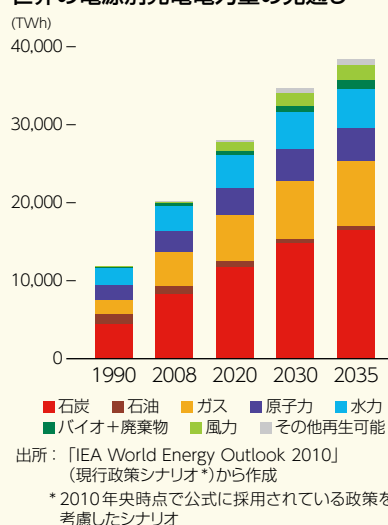
石炭は、石油や天然ガスに比べて埋蔵量が豊富で、世界各国に広く分布し、化石燃料の中では最も経済的かつ安定した供給が可能な資源です。発電の主要な燃料ソースを石炭としている国も多く、世界全体では発電電力量の約40%と最も大きな割合を占めています。エネルギー消費の大きい国々、たとえば中国では発電電力量の約80%、米国では約50%を石炭火力が占め、最大の供給源となっています。

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工

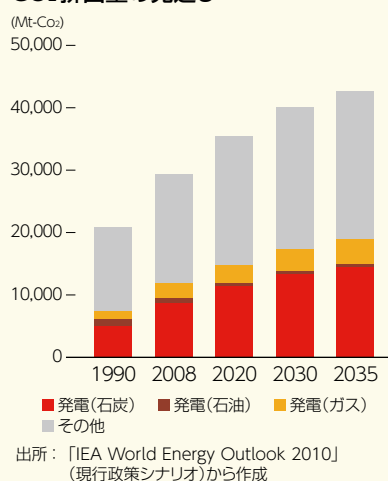
ネルギー需要への対応に欠かせない、重要な電源であり続けると考えられています。

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CO<sub>2</sub>を排出します。世界の石炭火力発電所から排出されるCO<sub>2</sub>は、世界のエネルギー起源CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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。

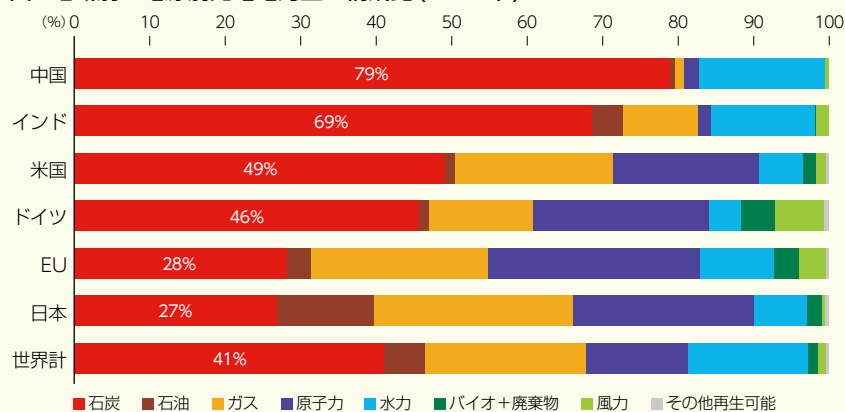
世界の電源別発電電力量の見通し



世界のエネルギー排出源別CO<sub>2</sub>排出量の見通し



国・地域別の電源別発電電力量の構成比(2008年)



## J-POWERの最先端技術を世界へ

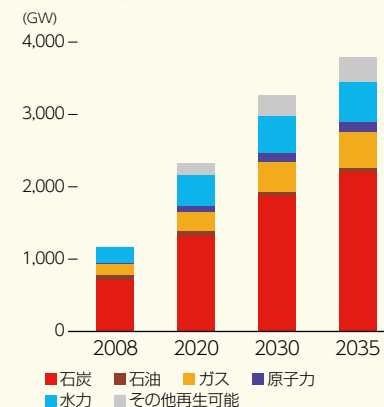
石炭火力発電所からのCO<sub>2</sub>排出量を削減するには、発電効率を向上させることが有効です。高い効率で発電すれば、それだけ石炭の使用量を削減することができ、CO<sub>2</sub>排出量の抑制が可能となります。日本の石炭火力発電所は蒸気圧力や温度を超々臨界圧(USC)という極限まで上昇させる方法で、欧米やアジア諸国に比べて高い発電効率を実現しています。J-POWERは、こうした最先端技術の開発に自ら取り組み、積極的に採用してきたことによって、世界最高水準のエネルギー利用効率を達成しています。

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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>削減効果は世界全体で年間18.7億t-CO<sub>2</sub>に及ぶと試算されています。これは日本の年間CO<sub>2</sub>総排出量(2009年度11.5億t-CO<sub>2</sub>)を超える数値です。

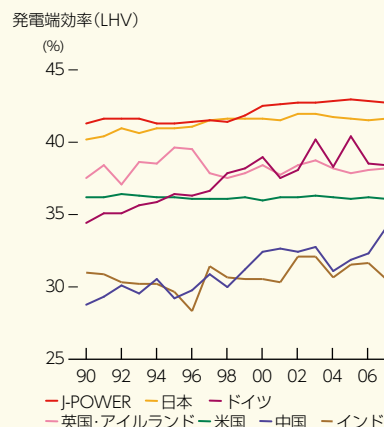
特にアジアでは、電力需要は今後も堅調に増加し、石炭火力発電は引き続き電力供給の主役を担う見込みです。アジアの石炭火力の発電電力量、設備出力は、ともに2030年までに現行のおよそ2倍に増加すると予想されています。アジアの石炭火力市場も従来の比較的効率が低い亜臨界圧プラントから、高効率化プラントへの本格移行を開始しており、J-POWERは、日本のクリーンコール技術で「アジアの成長」と「環境負荷の抑制」の同時達成への貢献を目指します。

### アジアにおける電源別発電設備出力の見通し



出所：「IEA World Energy Outlook 2010」(現行政策シナリオ)から作成

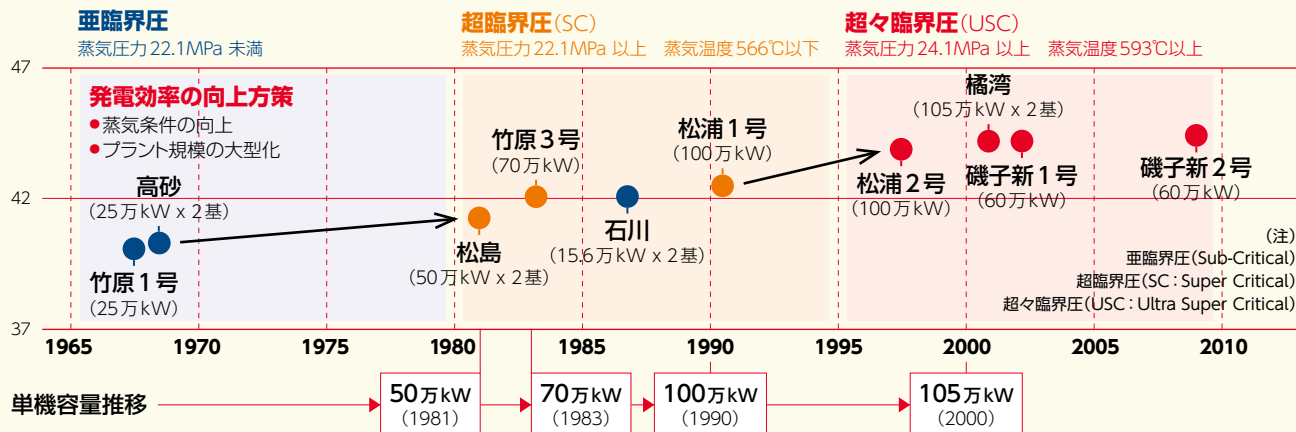
### 世界の石炭火力発電の平均熱効率推移



出所：「Ecofys International Comparison of Fossil Power Efficiency and CO<sub>2</sub> Intensity 2010」から作成

### 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)



## 事例① 最新鋭技術を活用し、発電所をリブレース

1996年、磯子火力発電所（旧1・2号機、各26.5万kW）では、横浜市環境改善計画への対応、電力供給の安定性と信頼性の向上、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ブレースするプロジェクトをスタートさせました。リブレースした新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。

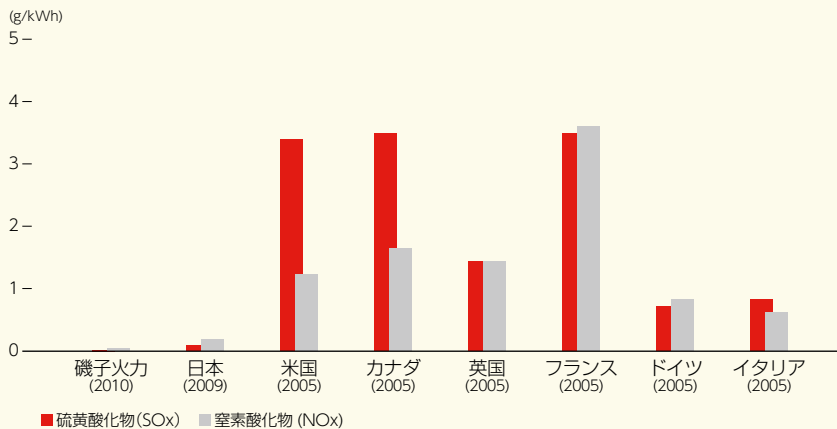
磯子火力発電所は、大都市部に位置する発電所であり、日本初の公害防止協定を横浜市と締結し、いち早く排煙脱硫装置を設置するなど、当初から環境保全対策でも積極的な取り組みを実践してきました。リブレースに当たっては、J-POWERのクリーンコール技術の粋を集め、世界最高水準となる超々臨界圧（USC）を導入（主蒸気圧力25MPa、主蒸気温度600℃、再熱蒸気温度610℃）し、熱効率向上を図ってい

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ブレースに際しては、リブ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。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号機を建設するなど、実施に当たってはさまざまな工夫を図りました。

現在、磯子火力発電所に続き、竹原火力発電所（広島県）でも、リブレース計画を進めています。1号機（1967年運転開始、25万kW）および2号機（1974年運転開始、35万kW）を、新1号機（60万kW）にリブレースする計画で、現在、環境アセスメントの手続きを実施中です。2014年から工事を開始し、2020年の運転開始を計画しています。

### 火力発電電力量当たりのSOx、NOx排出量の国際比較



出所：電気事業連合会資料から作成  
 (注) 日本は電力10社+J-POWER、磯子火力は2010年度の実績値。  
 磯子火力以外は、石炭、石油、ガス火力を合成した原単位を示す。



磯子火力発電所 (リブレース前)



磯子火力発電所 (リブレース後)



竹原火力発電所 (広島県)

## 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。

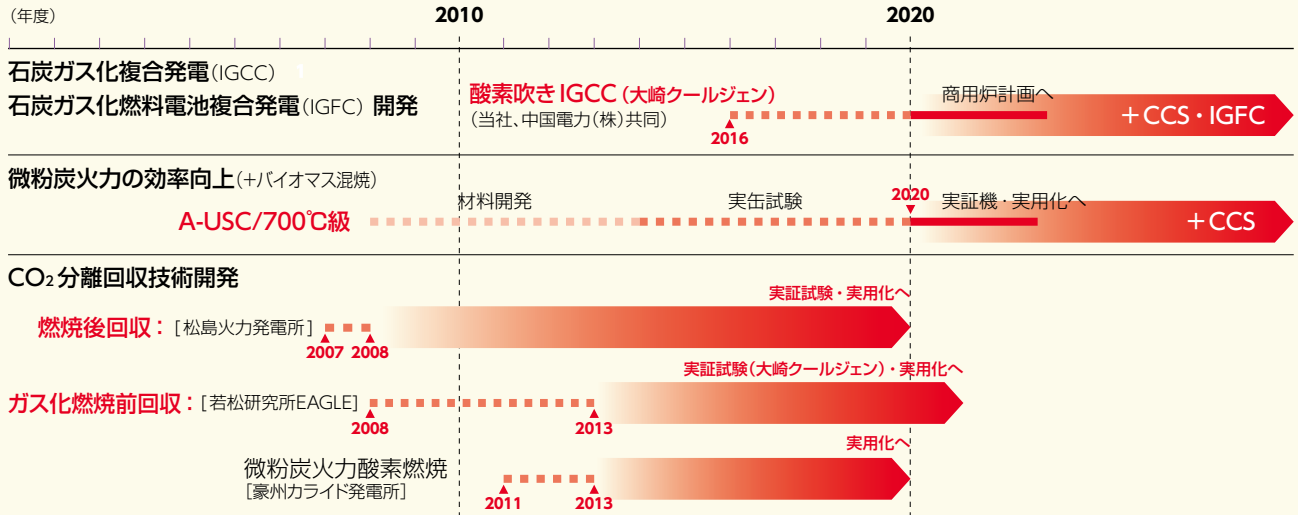
将来を見据えた長期的な開発としては、石炭火力発電の次世代技術として期待される酸素吹き石炭ガス化技術の

実用化に取り組んでいます。この石炭ガス化の技術を確認し、石炭ガス化複合発電 (IGCC) や石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) へと展開することで、発電効率が飛躍的に向上し、CO<sub>2</sub>排出量の大幅な削減が可能となります。また、現時点で最新鋭のUSC技術をさらに高効率化する先進型超々臨界圧 (A-USC)

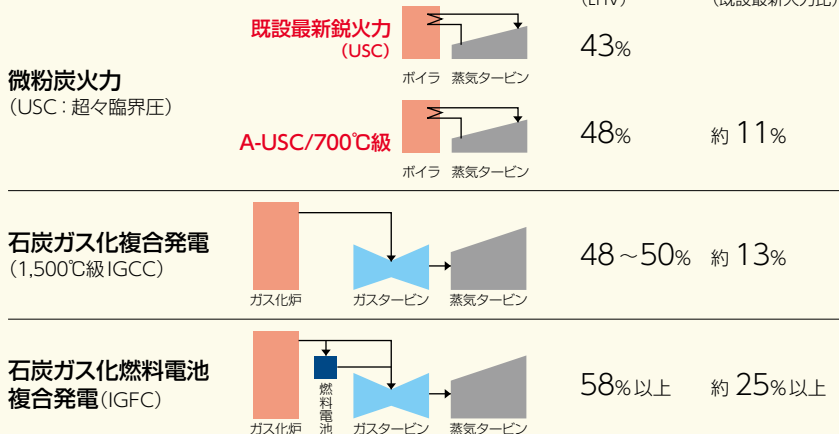
技術の開発も進めていきます。

究極的には、これらに、発電等によって生じるCO<sub>2</sub>を分離回収して地中や海中深くに貯留するCO<sub>2</sub>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。

### 石炭火力発電の新技术の開発・実用化イメージ



### 次世代の石炭火力発電技術



#### 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°C 以上という蒸気条件を採用。

#### 先進超々臨界圧 (A-USC) :

USC をさらに高効率化し、700°C 以上の蒸気条件を採用。

#### 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。

#### 石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) :

ガスタービンと蒸気タービンに燃料電池を加えた、3種の発電形態によるトリプル複合発電システム。

## 事例② 次世代の石炭火力発電技術を開発

### 酸素吹き石炭ガス化複合発電 (IGCC) の大型実証試験

J-POWERは、技術開発センター若松研究所（福岡県）において、石炭の効率的な利用とCO<sub>2</sub>ゼロエミッション化に向けた多目的石炭ガス製造技術（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、石炭を酸素吹きガス化により可燃性ガス（一酸化炭素や水素）に変換し、これを利用したガスタービン発電を行うと同時に、その廃熱を利用して蒸気タービン発電もあわせて可能とする「酸素吹き石炭ガス化複合発電（IGCC）」を実現することです。酸素吹き石炭ガス化技術は、生成ガスの主成分がCOとH<sub>2</sub>であるため、より多くの用途への利用が可能でCO<sub>2</sub>の分離回収も容易という特徴があります。

J-POWERは本プロジェクトを通じて、幅広い炭種に適応可能な石炭ガス化炉を開発するとともに、世界最高の冷ガス効率を達成しました。

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CO<sub>2</sub>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。この試験では、17万kW級（石炭処理量：1,100t／日級）の実証プラントを建設し、2017年より酸素吹きIGCCのシステムとしての信頼性、経済性、運用性の検証を開始します。あわせて最新のCO<sub>2</sub>分離回収技術の試験を行い適用性を検証する計画

です。これを踏まえて、酸素吹きIGCCに燃料電池を組み合わせた石炭ガス化燃料電池複合発電（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Cool Gen計画\*の実現を目指すものです。

\* Cool Gen計画：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。



EAGLEパイロット試験設備（福岡県）

### CO<sub>2</sub>分離回収技術の開発

現在、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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、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、CO<sub>2</sub>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き石炭ガス化の生成ガスからのCO<sub>2</sub>分離回収技術について、既に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4ヵ年をかけて物理吸収法の実証試験を行う計画です。

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CO<sub>2</sub>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、2007～2008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（2011～2013年予定）であり、酸素燃焼によるCO<sub>2</sub>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。



カライドA発電所（オーストラリア）