

# 石炭火力発電の未来を拓く

## 世界最高水準のクリーンコール技術を目指して

石炭火力発電は、世界の約4割、日本の約3割の電力供給を担っており、経済成長に伴い電力需要が急増するアジアを中心に、今後もさらなる石炭火力発電の利用が世界規模で見込まれています。わが国でも、2014年4月に閣議決定されたエネルギー基本計画において、石炭火力発電を安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源と位置付け、最新技術を導入したリプレースや新增設、CO<sub>2</sub>排出抑制に向けたさらなる技術開発の推進、先端的な高効率石炭火力発電の海外展開などの政策が進められています。

J-POWERグループは、国内で半世紀にわたり石炭火力発電におけるクリーンコール技術の開発・導入・運転を主導し続けるとともに、その最先端技術の海外への技術移転・普及にも取り組んでいます。

本特集では、世界最高水準のUSC（超々臨界圧）技術を導入した高効率石炭火力発電所のリプレースを通じた電力安定供給への貢献、そして、低炭素化を推進するためのクリーンコール技術の研究開発を中心としたJ-POWERグループの取り組みを紹介しています。

私たちは、「エネルギーと環境の共生」という理念が、日本そして世界で実現されるため、世界最高水準のクリーンコール技術を目指して、グループ一丸となって取り組んでいきます。



常務執行役員  
筑田 英樹

- リプレース計画の推進
- 既設火力発電所における高効率運転の維持・CO<sub>2</sub>排出低減の推進
- 海外へのクリーンコール技術の移転・普及

石炭火力発電の  
低炭素化の推進 (P8~10)



次世代の低炭素技術の  
研究開発 (P11~12)



- 大崎ワールジェンプロジェクトの推進
- CCS技術開発の推進

CO<sub>2</sub>フリー電源の拡大



- 大間原子力計画の取り組み (P13~16)
- 再生可能エネルギーの利用拡大 (P21~24)

低炭素化に  
向けた取り組み

# 竹原火力発電所リプレース計画 — USCとして世界最高水準を目指して—

J-POWERグループは、運転開始から約40年経った竹原火力発電所1号機(25万kW)・2号機(35万kW)を新1号機(60万kW)に設備更新するリプレース計画を実施しています。現在は、環境影響評価手続きを終え、2014年3月から建設工事を進めており、2020年の運転開始を予定しています。

最新鋭の発電技術や環境対策装置の導入などにより、世界最高水準のUSC(超々臨界圧)石炭火力発電所づくりに取り組んでいきます。



竹原火力発電所リプレース完成予想図(広島県)

## 新1号機関連設備

- ① ボイラ建屋
- ② 排煙脱硝装置
- ③ 集じん装置
- ④ 排煙脱硫装置
- ⑤ 煙突
- ⑥ 新設屋内貯炭場
- ⑦ 既設屋内貯炭場
- ⑧ 新1号機・3号機揚炭岸壁

## 世界最高水準の高効率発電技術

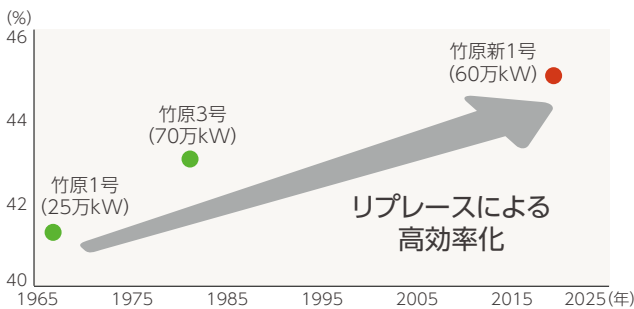
新1号機は、世界最高水準の蒸気条件を実現し、国内有数の高い発電効率を見込んでいます。発電効率の向上により、燃料である石炭の消費量低減が図れることから、CO<sub>2</sub>排出量も抑制することが可能となり、大幅な低炭素化が見込まれます。

## 世界最高水準のクリーンな環境技術

新1号機は、最新鋭の排煙脱硝・排煙脱硫・集じん装置への更新により、窒素酸化物(NOx)、硫黄酸化物(SOx)、ばいじんの排出量を大幅に低減できます。既に同様の装置を導入済の磯子火力発電所は、欧米また日本国内の火力発電所と比べて極めて低い排出量を実現しています(P9参照)。

## 竹原リプレース後の発電効率の比較(発電端、LHV<sup>※</sup>)

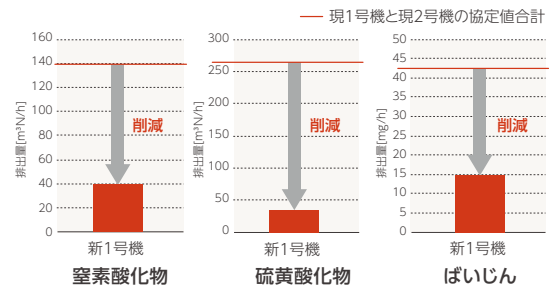
※P9の注釈参照



## 電力安定供給への貢献

経年設備の最新設備のリプレースによるエネルギー利用率向上を通じ、電力安定供給を支えるベースロード電源としての役割をさらに担っていきます。また、リプレース工事に伴う電力供給の停止期間を短縮するよう、1・2号機の撤去を新1号機の建設後に実施するビルド&スクラップ工法を導入します。

## 現在の竹原1号・2号と新1号の排出協定値の比較



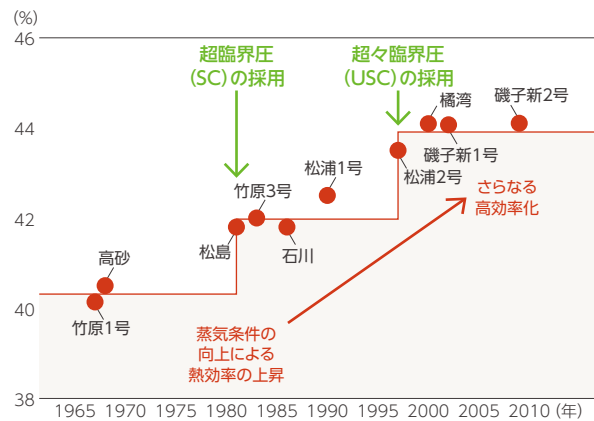
## 主な工事工程

	平成26年	平成27年	平成28年	平成29年	平成30年	平成31年	平成32年	平成33年	平成34年
新設貯運炭設備工事	[Red bar spanning all years]								
既設系統切替工事	[Red bar]								
取放水設備工事			[Red bar]						
ボイラ、タービン発電機、環境対策設備			[Red bar]						
土木・建築工事			[Red bar]						
機器据付工事			[Red bar]						
試運転			[Red bar]						
煙突工事			[Red bar]						
1号機、2号機撤去工事					[Red bar]				

# 低炭素化の推進

J-POWERグループは、1981年に国内初の海外炭を燃料とした松島火力発電所の運転を開始して以来、大規模海外炭火力発電所を次々と開発し、蒸気条件の向上やプラント規模の大型化等による発電効率の向上と低炭素化を推進してきました。

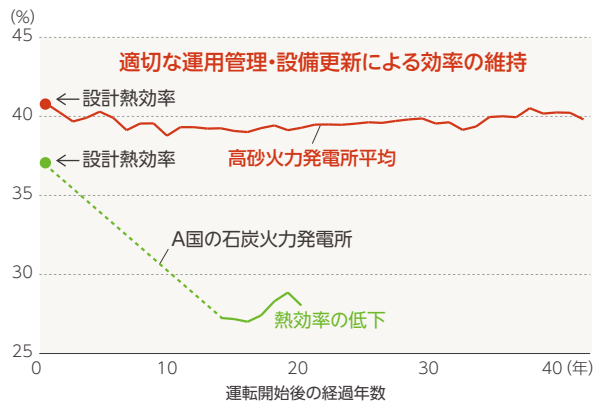
J-POWERの火力発電所発電効率の向上の歴史(発電端、LHV<sup>\*</sup>)



## 高効率運転の維持

J-POWERグループの石炭火力発電所は、経済的かつ安定的なベースロード電源として、重要な役割を果たしています。一方で、発電設備の熱効率は経年劣化により低下します。これに対して、運用管理と設備更新により高い熱効率を維持した状態で運転を継続することが可能となり、一例として、高砂火力発電所では、運転開始から40年以上が過ぎた現在でも、運転開始当初とほとんど変わらない発電効率で運転を継続しています。

高砂火力発電所熱効率推移(発電端、LHV<sup>\*</sup>)



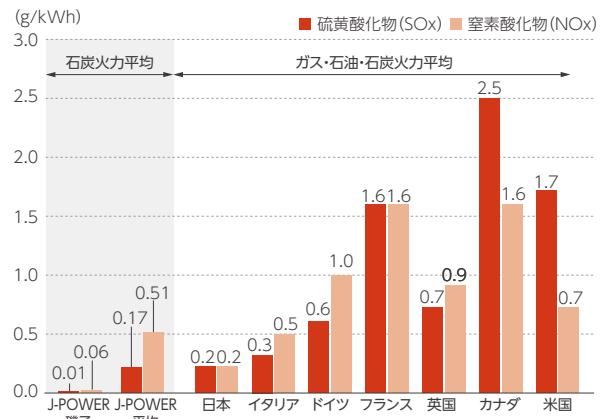
## リプレイス計画の推進

経年化が進んだ発電所のリプレイスは、最新技術の導入により発電効率を大きく向上させ、環境保全につながります。

リプレイスされた磯子火力発電所は、最新USC(超超臨界圧)発電技術の導入により、世界最高水準の発電効率を達成。SOx、NOx、ばいじんも主要先進国の火力発電所と比較して一桁低いレベルに抑制され、世界最高水準のクリーンな石炭火力発電所に生まれ変わりました。

J-POWERグループでは、磯子火力発電所、竹原火力発電所に続き、高砂火力発電所においてもリプレイス計画を推進中であり、現在は環境影響評価手続きを行っています。

火力発電における発電電力量あたりのSOx、NOxの排出量の国際比較



- ・海外：排出量/OECD StatExtracts Complete Databases Available Via OECD's Library 発電電力量/IEA [Energy Balance of OECD Countries(2012)]
- ・日本：電気事業連合会調べ(10電力+J-POWER) J-POWER・磯子は2014年度実績



高砂火力発電所(兵庫県)

- ※発電端：発電端電力量(発電機で発生した時点での電力量)を用いて算出した発電効率。
- ※送電端：送電端電力量(発電端電力量-所内動力(発電過程で使用する電力量))を用いて算出した発電効率。
- ※燃焼ガス中の水分が水の状態として算出した発熱量を高位発熱量(Higher Heating Value; HHV)と言い、水分が蒸発して水蒸気の状態として算出した発熱量を低位発熱量(Lower Heating Value; LHV)と言う。LHVでは水分の蒸発に熱量が消費されているため、HHVと比べるとその分低い発熱量となる。

## さらなる低炭素化を目指して

J-POWERグループの国内発電事業の2014年度CO<sub>2</sub>排出量は、約4,649万t-CO<sub>2</sub>(国内外発電事業では約5,577万t-CO<sub>2</sub>)で、前年度比2.8%減となりました。これは、火力発電所の稼働率が大きく低下したことによります。しかし、販売電力量も減少したため、販売電力量あたりのCO<sub>2</sub>排出量は、前年度並みの0.73kg-CO<sub>2</sub>/kWh(国内外発電事業では0.67kg-CO<sub>2</sub>/kWh)となりました。

J-POWERグループは、地球環境問題の重要性を踏ま

え、既設火力発電所におけるリプレースを含めた高効率運転の維持・向上に努めるとともに、再生可能エネルギーとしても注目されるバイオマス燃料を石炭火力発電所で混焼(石炭と一緒にボイラで燃焼)する取り組み(P24参照)を進めています。

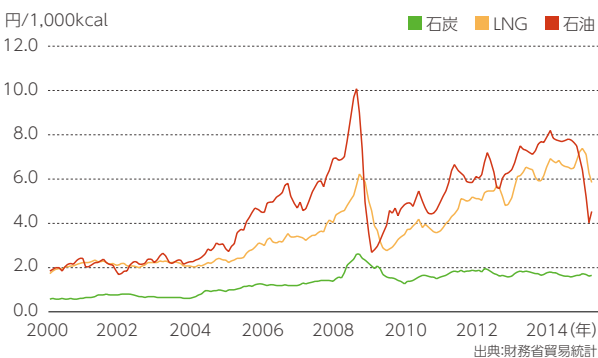
A-USC(先進的超々臨界圧)発電やIGCC(石炭ガス化複合発電)、IGFC(石炭ガス化燃料電池複合発電)などのさらなる高効率発電、CO<sub>2</sub>排出量の大幅削減が期待されるCCS(CO<sub>2</sub>回収・貯留)などの次世代技術の研究開発については、P11~12に掲載しています。

# 世界で求められる石炭火力発電とクリーンコール技術

## 世界で利用される石炭火力発電

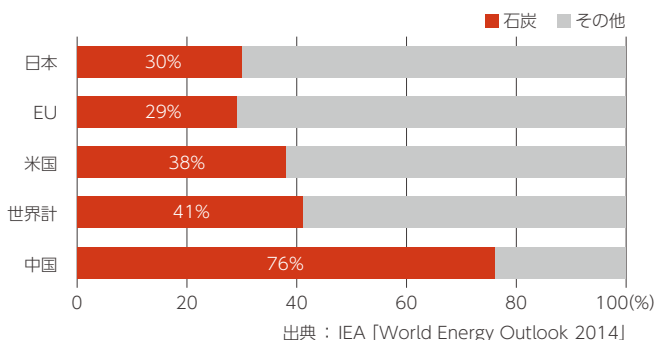
石炭は、同じ化石燃料の石油や天然ガスと比べても、安価で経済性に優れ、埋蔵量が豊富で、世界に広く分布し、エネルギーセキュリティにも優れています。

### 燃料価格の推移



このため、石炭は主要な発電燃料として各国の電力安定供給を支えており、世界全体の電力供給の4割以上を石炭火力発電が担っています。

### 発電電力量に占める石炭火力発電の割合(2012年)



## クリーンコール技術を通じたCO<sub>2</sub>削減

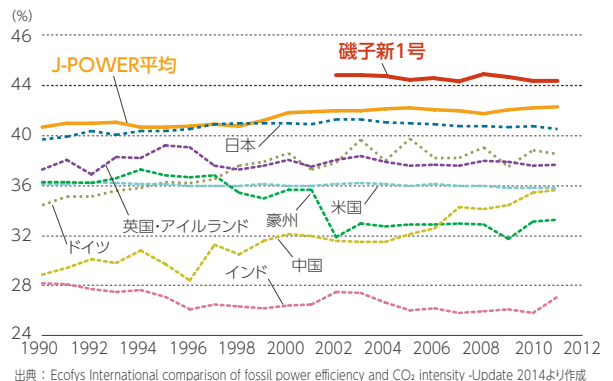
石炭やほかの化石燃料の燃焼に伴い発生するCO<sub>2</sub>などの温室効果ガスによる地球温暖化問題に対し、世界的な取り組みが必要となっています。

とりわけ、今後も旺盛な電力需要が見込まれる中国、インド、インドネシアなどのアジア地域では、石炭火力発電が電力供給力の過半を占めており、CO<sub>2</sub>や石炭消費量の抑制が課題となっています。

現在の世界のCO<sub>2</sub>排出量の約5割を占める中国、インド、米国の全石炭火力発電所に、下図に示す世界最高水準の磯子火力発電所の発電効率を適用した場合、日本の年間総排出量以上の約15.2億t-CO<sub>2</sub>のCO<sub>2</sub>削減効果があると試算されています。

日本で開発・商用化されたUSC等のクリーンコール技術を世界各国に移転し、世界全体の温室効果ガス排出削減への貢献を進めることは、エネルギー基本計画の基本方針としても示されており、J-POWERグループも積極的な取り組みを進めています。

### 世界各国の石炭火力発電熱効率の比較(発電端、LHV\*)

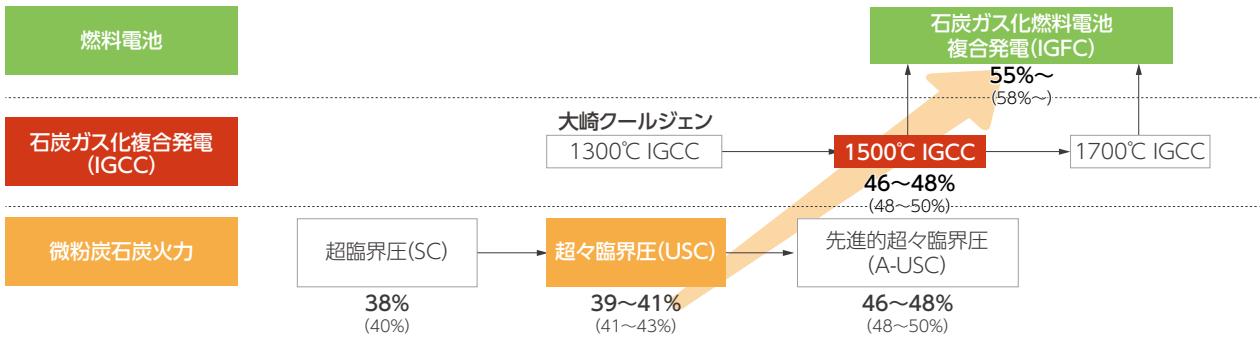




# 次世代の低炭素化の技術開発 —地球の未来のために—

J-POWERグループは、最先端のクリーンコール技術を追求め、世界最高水準のUSC（超々臨界圧）発電を実用化していますが、さらなる研究開発を通じ、より一層の石炭火力の低炭素化を進めていきます。発電効率のさらなる向上によりCO<sub>2</sub>排出量を低減する次世代型高効率石炭火力発電、発電に伴い発生するCO<sub>2</sub>を大気中に排出することなく回収・貯留するCCSなど、今後とも国内外での研究開発に積極的に取り組んでいきます。

研究開発による熱効率向上(送電端、上段はHHV\*、下段はLHV\*) ※P9の注釈参照



## 高効率石炭火力発電技術

J-POWERグループが研究開発を進める高効率石炭火力発電には、石炭を可燃性ガスに変換して燃焼するガスタービン発電と排熱を利用した蒸気タービン発電を組み合わせたコンバインドサイクル発電のIGCC（石炭ガス化複合発電）、IGCCに燃料電池による発電を加えたトリプルコンバインドサイクル発電のIGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）、USCからさらに蒸気条件を向上させたA-USC（先進的超々臨界圧）発電があります。

このうちCO<sub>2</sub>分離回収と最も親和性のあるIGCCについては、2002年から10年以上にわたりEAGLEプロジェクト（NEDOとの共同研究事業）としてパイロット・プラント設備での試験運転を実施（2014年6月プロジェクト終了）。そこで培われた知見と成果を活かし、現在は大崎クールジェンプロジェクトでの実証試験段階に入っています。

## CO<sub>2</sub>回収・貯留(CCS)技術

CCSは、石炭などの化石燃料の燃焼などに伴い発生するCO<sub>2</sub>を、大気中に排出することなく「分離・回収」し「輸送」後に地中深くに「貯留」することで、CO<sub>2</sub>排出を大幅に低減する技術として世界的に研究開発が進められています。

一方で、現時点では「分離・回収」段階での発電効率の低下、「輸送」「貯留」に係る適地やインフラ・法整備などの課題もあり、世界的にも実用化には至っていません。

J-POWERグループは、EAGLEプロジェクトの成果をもとに大崎クールジェンプロジェクトで「分離・回収」技術の実証準備を進めています。

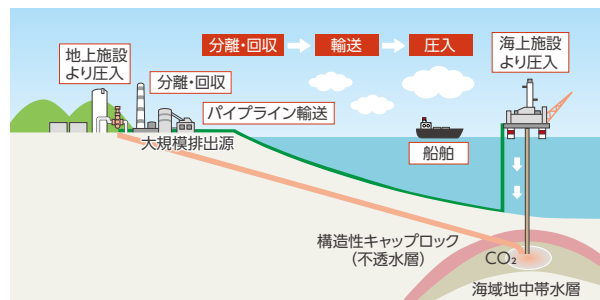
また、J-POWERが参画した日豪官民共同のカライド酸素燃焼プロジェクトにおける酸素燃焼試験およびCO<sub>2</sub>貯留試験を踏まえ、さらなる技術・知見の蓄積を図っていきます。



EAGLEパイロット・プラント試験設備外観(北九州市)

EAGLEプロジェクトでは、物理吸収法と化学吸収法の2つのCO<sub>2</sub>分離・回収方法の試験を行い、両者の特性等の知見を得ました。

## CCS技術の概念



# 大崎クールジェンプロジェクト — IGCCとして世界最高水準を目指して—

石炭火力発電に伴うCO<sub>2</sub>排出を現在のクリーンコール技術よりもさらに抑制するため、IGCCなどの次世代高効率石炭火力発電技術の開発・実用化の推進とCCS技術の実用化を目指した研究開発が、エネルギー基本計画でも期待されています。J-POWERグループは、これらの先進的なクリーンコール技術の実証試験のため、中国電力㈱と共同で大崎クールジェンプロジェクトを推進しています。本プロジェクトは、中国電力㈱の大崎発電所構内に出力16.6万kWの酸素吹IGCC実証試験発電所を建設し、3段階の実証試験を計画しています。

## 大崎クールジェンプロジェクト計画

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
第1段階	酸素吹IGCC実証	設計・製作・据付					実証試験				
第2段階	CO <sub>2</sub> 分離・回収型IGCC実証					設計・製作・据付		実証試験			
第3段階	CO <sub>2</sub> 分離・回収型IGFC実証						設計・製作・据付		実証試験		

本プロジェクト実施のため、J-POWERと中国電力㈱は2009年に大崎クールジェン㈱を設立しました。クールジェンとは、国の「Cool Earth -エネルギー革新技术計画」実現のため提唱された「Cool Gen計画」に由来する、クールとジェネレーション（発電）の造語です。現在は、2016年度の実証試験第1段階開始に向けた建設工事を、2013年3月から進めており、主要設備の基礎工事が最盛期を迎えています。



実証試験設備完成予想図 (広島県・大崎上島)

