

地球環境問題への取り組み

地球温暖化問題は、今世紀、人類が長期的に取り組んでいくべき最も重要な課題のひとつであり、新たな国際枠組が協議される一方、国内では低炭素社会の実現に向け様々な制度・施策の検討が進められています。「エネルギーと環境の共生」という大きな命題のもと、J-POWERグループは、地球温暖化問題への取り組みを経営の最重要課題のひとつに位置付け、積極的に推進しています。

J-POWERグループの地球環境問題への取り組み —基本方針—

エネルギーの安定供給に向けて最大限の努力を傾注するとともに、低炭素化に向けた取り組みを国内外で着実に進め、地球規模でCO₂排出の低減に貢献していきます。そのため、「石炭火力発電の低炭素化の推進」、「次世代の低炭素技術の研究開発」、「CO₂フリー電源の拡大」等により、中長期的視点から「技術」を核にして、日本と世界のエネルギー安定供給とCO₂排出の低減に取り組んでいきます。さらに、究極の目標としてCO₂の回収・貯留などによるゼロエミッションを目指します。

石炭火力発電の低炭素化の推進



高効率運転の維持、バイオマス混焼の拡大、経年火力発電所のリプレース、高効率石炭火力発電事業の海外展開等を推進します。

次世代の低炭素技術の研究開発



さらなる高効率発電技術、CO₂回収・貯留技術、洋上風力発電技術などの研究開発に取り組めます。

低炭素化に向けた取り組み

CO₂フリー電源の拡大



立地地域のご理解を賜りながら安全確保を大前提とした原子力発電所づくりに尽力するとともに、水力、風力、地熱の拡大を図ります。

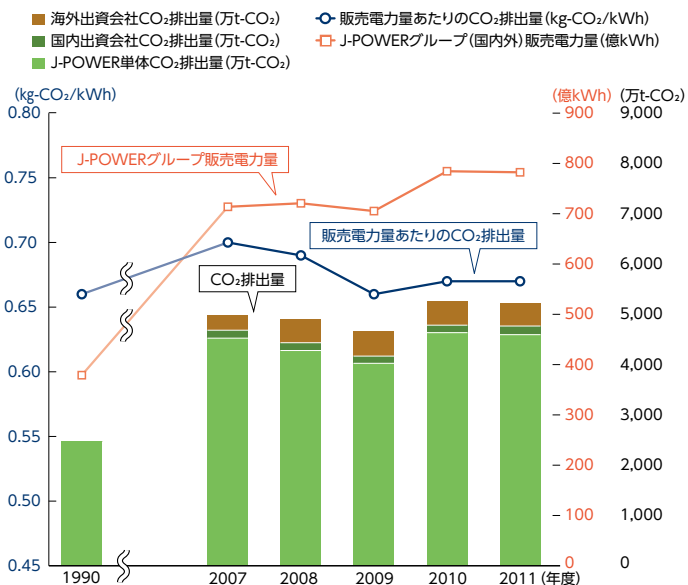
2011年度CO₂排出量

J-POWERグループ^{*1}の2011年度の販売電力量は約784億kWh（前年度比約1%の増加）となり、CO₂排出量は5,224万t-CO₂（前年度比約1%の減少）となりました。販売電力量あたりのCO₂排出量は、石炭火力および水力の販売電力量が前年度同等であったことから、前年度並の0.67kg-CO₂/kWhとなりました。

これからもエネルギーの安定供給に向けて最大限の努力を傾注するとともに低炭素化に向けた取り組みを国内外で着実に進め、地球規模でCO₂排出の低減に貢献していきます。

^{*1} J-POWER単体に加え、国内外の財務連結範囲のJ-POWER出資会社（国内22社、海外24社）について出資比率に応じて集計

■ J-POWERグループ(国内外)の販売電力量、CO₂排出量、CO₂排出原単位の実績



Column 》 石炭利用と地球温暖化対策

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約840万kWの設備(全国7カ所の発電所)を保有し、年間約2,100万tの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、国内でクリーンコール技術の開発・実証・商業化を積極的に推進します。さらに、その成果を海外に技術移転することにより、世界のCO₂を削減するとともに、エネルギー消費の低減を実現し、世界規模でのエネルギーの安定供給にも貢献していきます。

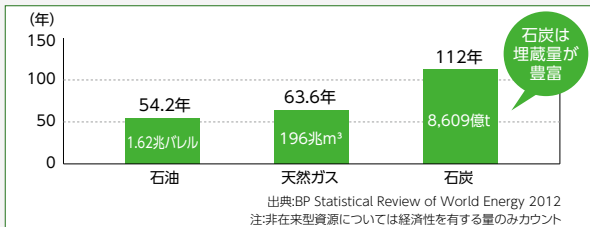
今日的な石炭利用の意義

今日、世界のエネルギーの大半は化石燃料で賄われています。中でも石炭は石油や天然ガスに比べて最も埋蔵量が豊富であり、かつ中東地域に偏らずアジアを含め世界中に広く分布していることなどから世界各国で主要なエネルギー源として使われています。石炭火力発電は、世界の発電電力量の約4割を占め、中国、インドをはじめとして世界的にますます増大するエネルギー需要への対応に、今後とも重要な電源であり続けるものと考えられています。

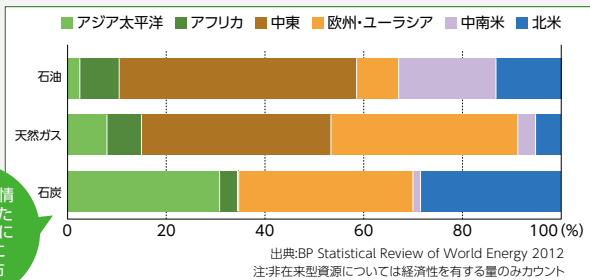
また、エネルギー資源の大半を海外に依存している日本においては、今後も強靱かつ柔軟なエネルギー構成を維持していくうえで、石炭は不可欠なエネルギー資源です。

一方、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を発生します。エネルギー需要が増大していかなく、CO₂などの温室効果ガスの発生をいかに削減していくかが、国際的な課題となっており、J-POWERグループはクリーンコール技術による石炭火力の低炭素化に取り組んでいきます。

■ 化石エネルギー資源の埋蔵量

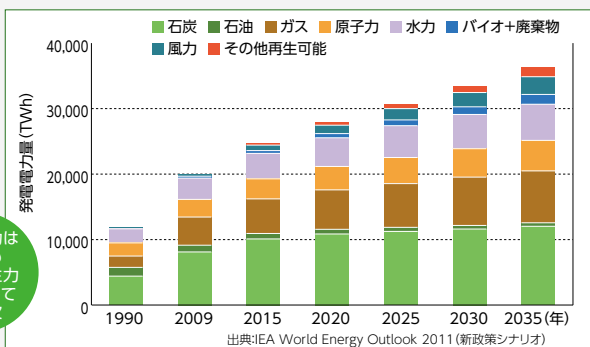


■ 化石エネルギー資源の地域分布



石炭は政情の安定した国を中心に世界中に広く分布

■ 世界の電源別発電電力量の推移と見通し



石炭火力は今後も世界の主力電源として不可欠

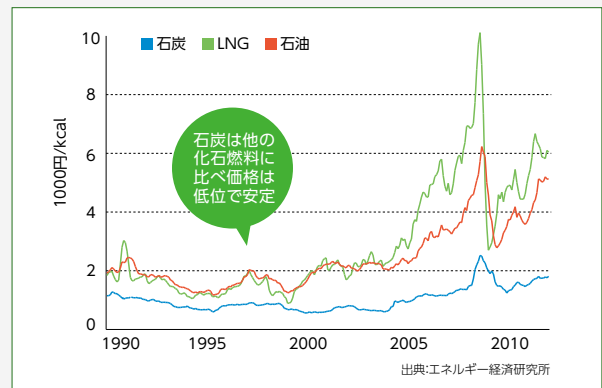
石炭火力発電効率向上の意義

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。日本の石炭火力発電は蒸気圧力や温度を超々臨界圧 (USC) [用語集](#) という極限まで上昇させる方法で、世界最高の発電効率を実現しています。

仮に日本の最高水準発電効率を、米国、中国、インドの石炭火力に適用した場合には3カ国合計で年間約13億t-CO₂ (世界全体の約5%を占める日本の総排出量に相当) の削減効果があると試算されており、このような高効率技術の移転・普及は大きな意義があります。

さらに、J-POWERグループではさらなる高効率化に向け、世界に先駆けて石炭ガス化複合発電 (IGCC) [用語集](#) や石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) [用語集](#) などの次世代の最先端石炭利用技術の開発に取り組んでいます。

■ 燃料価格の推移

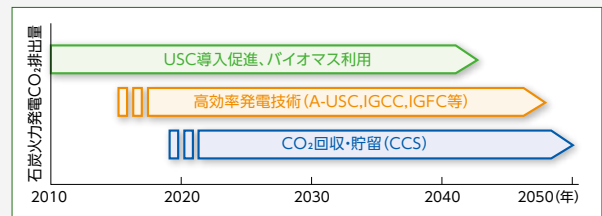


究極の目標はCO₂ゼロエミッション

化石燃料から発生するCO₂そのものを回収して閉じ込める「CO₂回収・貯留 (CCS) 技術 [用語集](#)」の開発が国際的に進められており、地球温暖化対策として将来重要な役割を担うと考えられています。

J-POWERグループにおいても、IGCC+CO₂分離・回収システムの高効率化を目指した研究開発 (P62参照) や、酸素燃焼技術によるCO₂回収・地中貯留一貫システムを実証する「カーボン回収プロジェクト」(P62参照)に参加しています。

■ CO₂ゼロエミッションに向けた今後の技術開発



石炭火力発電の低炭素化の推進

J-POWERグループの石炭火力発電設備は、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。さらには、高効率発電技術の活用やバイオマス燃料を活用した石炭火力発電事業の海外展開により、グループをあげて石炭火力の高効率化と低炭素化を推進しています。

世界で最もクリーンな石炭火力 — 磯子火力発電所 —



磯子火力発電所(横浜市)

2005年10月からリプレース工事を進めていた磯子火力発電所新2号機(60万kW)が2009年7月に営業運転を開始しました。これにより、新1号機と合わせた磯子火力発電所全体のリプレース工事が完了しました。磯子火力発電所はJ-POWERのクリーンコール技術の粋を集めた「世界で最もクリーンな石炭火力」であり、世界最高水準となる超々臨界圧技術(USC) [用語集](#) を導入(主蒸気圧力25MPa、主蒸気温度600℃)し、熱効率 [用語集](#) の大幅な向上を図って

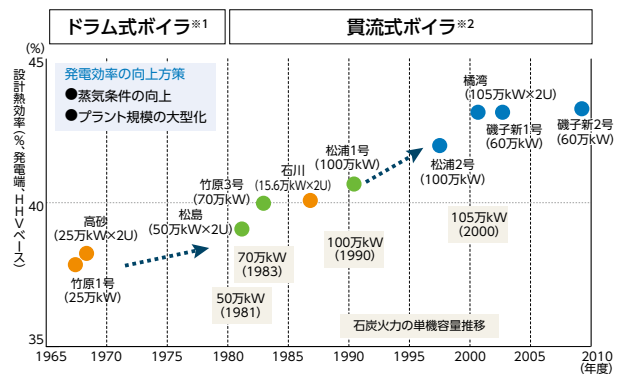
います。さらに、新2号機においては再熱蒸気温度を新1号機より10℃高めた620℃として、さらなる熱効率の向上と、CO₂の排出低減に向けた取り組みを行っています。

また、最新の環境対策装置を設置することにより、発電電力量あたりの硫黄酸化物(SOx) [用語集](#)・窒素酸化物(NOx) [用語集](#) 排出量(原単位)は、主要先進国と比較して、それぞれ桁低い極めて小さい値となっており、環境負荷の抑制の面からも世界最高水準の発電所となっています。(P72参照)

■ 磯子火力発電所の設備概要

項目	旧1・2号機	新1・2号機
発電出力	1号機 26.5万kW 2号機 26.5万kW 計 53万kW	1号機 60万kW 2号機 60万kW 計 120万kW
硫黄酸化物の除去	湿式排煙脱硫装置(石灰石-石膏法) <脱硫効率> 89%	乾式排煙脱硫装置(活性炭吸着法) <脱硫効率> 新1号機 95.0% 新2号機 97.8%
窒素酸化物の除去	—	乾式排煙脱硝装置(アンモニア選択接触還元法) <脱硝効率> 新1号機 87.5% 新2号機 91.9%
ばいじんの除去	電気式集じん装置 湿式排煙脱硫装置 <集じん効率> 99.75%	電気式集じん装置 乾式排煙脱硫装置 <集じん効率> 新1号機 99.94% 新2号機 99.97%
緑地面積率	15%	20%

■ J-POWERの火力発電所発電効率の推移



熱効率の推移

- 亜臨界圧(Sub-Critical)…蒸気圧力が22.1MPa未満。
- 超臨界圧(SC:Super Critical)…蒸気圧力が22.1MPa以上かつ蒸気温度が566℃以下。
- 超々臨界圧(USC:Ultra Super Critical)…超臨界圧(SC)のうち、蒸気温度が566℃を超えるものを特にUSCと呼んでいます。

- ※1 ドラム式ボイラ…蒸気ドラムを設け、そこで蒸気と水を分解し蒸気を発生させるボイラ。
- ※2 貫流式ボイラ…蒸気ドラムは設けず、蒸発管内の流れのなかで蒸気を発生させるボイラ。

竹原火力発電所リプレース計画

高経年化発電設備を最新鋭発電設備に更新し、環境負荷を低減

J-POWERは、竹原火力発電所1号機(出力25万kW)および2号機(出力35万kW)を新1号機(出力60万kW)に設備更新して、2020年に運転開始することを計画し、環境アセスメントの手続きを実施中です。

竹原火力発電所は現在1号機～3号機の計130万kWが運転中で、1号機は1967年7月の営業運転開始以来既に45年以上、同2号機も1974年6月営業運転開始以来38年以上が経過し、高経年化への対応が必要です。今回のリプレース計画では、地球温暖化問題に積極的に対応する観点から、最新設備の導入により、硫黄酸化物(SOx)・窒素酸化物(NOx)等の環境負荷を低減するとともに、エネルギー利用効率を大幅に向上し、低炭素化を図ります。



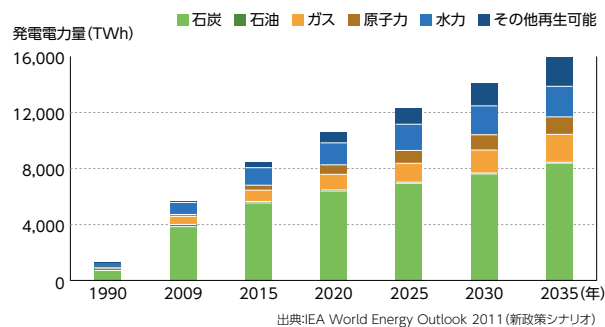
竹原火力発電所(広島県)

海外への技術移転・普及

アジアを中心とする海外への高効率石炭火力発電技術の移転・普及

アジアの電力需要は今後も堅調に増加し、石炭火力は引き続き電力供給の主力を担う見込みで、発電量、設備量とも2035年までに現行のおよそ3倍になると予想されています(IEA)。エネルギー資源制約とCO₂排出削減の観点から、アジアの石炭火力市場も従来の低効率な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。

■アジア途上国の発電電力量の推移と見通し

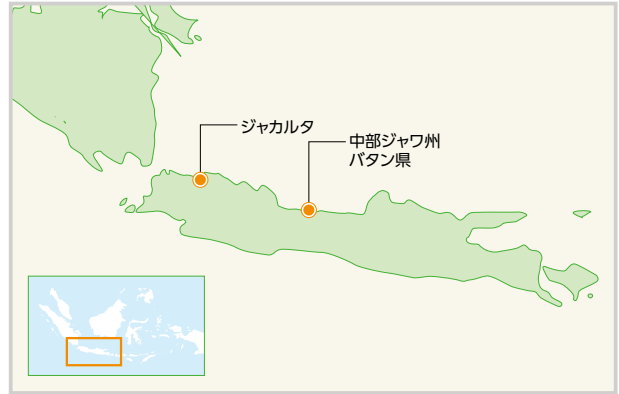


セントラルジャワプロジェクト

インドネシアにおける環境調和型高効率発電事業への参画・実施

J-POWERは2011年7月にインドネシアにおいて伊藤忠商事(株)およびPT ADARO POWER社とPT. BHIMASENA POWER INDONESIA社^{*1}を設立し、2011年10月に同社を通じてインドネシア国有電力会社(PLN)と長期売電契約を締結しました。

■インドネシア(ジャワ島)



本事業はインドネシア中部ジャワ州に合計出力200万kW(100万kW×2基^{*2})の石炭火力発電所を建設・運転し、PLNへ電力を25年間にわたり供給する、インドネシア国内のみならず、アジア最大級のIPPプロジェクトです。また、このプロジェクトはインドネシア初の超々臨界圧技術を採用することで、二酸化炭素の排出低減を図るとともに、環境調和型高効率発電のモデルケースとなるものです。J-POWERはこれまで日本国内で長年にわたって培ってきた高効率石炭火力技術を活かし、このインドネシア最大・最新鋭の石炭火力発電所の建設・運転・保守に総合的に取り組むことで、同国の電力安定供給と環境負荷低減、そして先進的技術の移転・普及に貢献していきます。

※1 出資比率はJ-POWER 34%、ADARO POWER 34%、伊藤忠商事32%。
 ※2 単機容量100万kWはインドネシア国内最大となる。

■発電所完成予想図(イメージ)



バイオマス燃料混焼の推進

日本国内には林地残材や下水汚泥など、まだ多くの未利用のカーボンニュートラル なバイオマス（生物資源）エネルギーが存在しますが、これらを最も有効に活用できるのは、バイオマス 用語集 燃料の石炭火力発電所での混焼（発電用燃料として石炭と一緒にボイラで燃焼）です。J-POWERグループでは、これら未利用エネルギーの活用と石炭火力発電の低炭素化の同時達成を目指し、諸課題に取り組みながら、バイオマス燃料の製造、石炭火力発電所での混焼を推進しています。

■ バイオマス燃料混焼取り組み状況

バイオマス資源	木質		下水汚泥		一般廃棄物炭化
	チップ	ペレット	低温炭化	油乾燥	
バイオマス燃料の例					
バイオマス燃料の特徴	建設廃材をチップ化して利用。発熱量は石炭の約半分	水分の高い林地残材を乾燥してペレットに加工。発熱量は石炭の約7割	下水汚泥を低温で炭化することで、焼却処理に伴うN ₂ O発生を抑制して燃料生成。発熱量は石炭の5～7割で低臭気	下水汚泥と廃食用油を混合加熱して水分を除去して生成。石炭と同レベルの発熱量を有する	一般廃棄物を炭化して、長期貯蔵可能な燃料を生成。発熱量は石炭の約半分
バイオマス燃料製造地点	長崎県長崎市	宮崎県小林市*	① 広島県広島市* ② 大阪府大阪市* ③ 熊本県熊本市*	福岡県福岡市	検討中
石炭火力発電所での混焼	J-POWER 松浦火力発電所で実施中	J-POWER 松浦火力発電所で試験中	①② J-POWER 竹原火力発電所ほかで予定 ③ J-POWER 松浦火力発電所、九州電力(株)松浦発電所で予定	J-POWER 松浦火力発電所で実施中	検討中

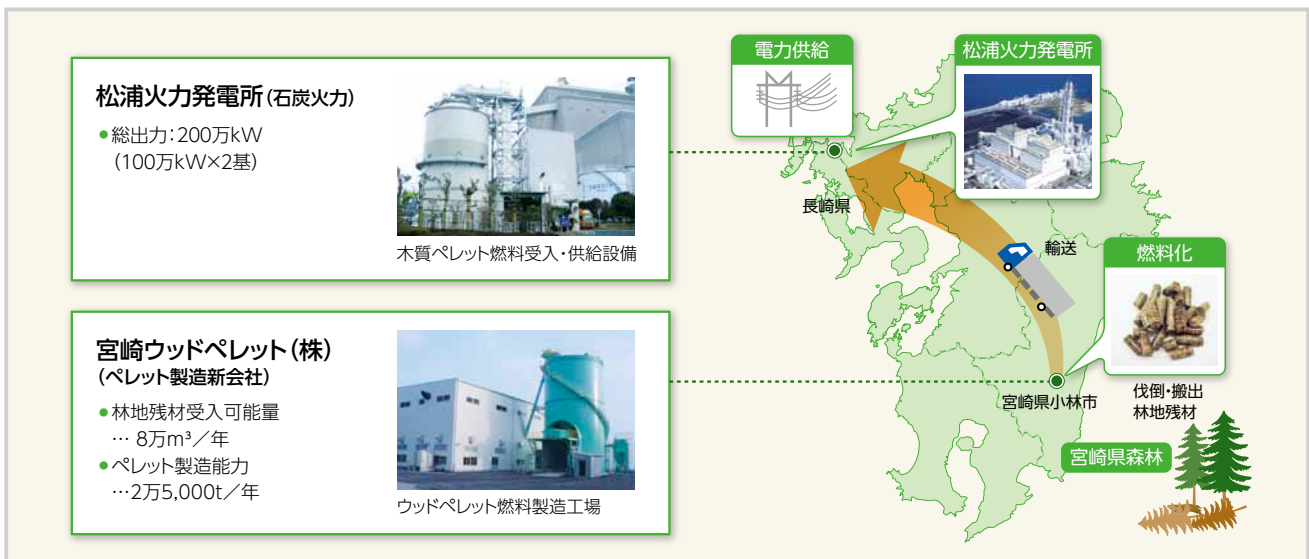
* バイオマス燃料製造に関してもJ-POWERが関与しているもの。

林地残材バイオマスの石炭火力発電所での混焼の推進

未利用国内林地残材等の有効活用、再生可能エネルギー 用語集 の開発・導入の観点から、国内の林地残材を発電用燃料として活用することを目的として、木質ペレット燃料を製造する「宮崎ウッドペレット(株)」を宮崎県の「森林整備加速化・林業再生事業」の支援を得て、宮崎県森林組合連合会

と共同で2009年12月に小林市に設立しました。木質ペレット燃料製造工場は2011年3月に竣工し操業を開始（製造規模は国内最大級の年間2万5,000t）しています。製造した木質ペレット燃料は、石炭火力発電所から排出されるCO₂削減を目的として、松浦火力発電所（長崎県）で石炭と混焼して発電する実証試験に使用しています。

■ 林地残材バイオマス石炭混焼発電実証事業



Dictionary

カーボンニュートラル：ライフサイクルにおいて、二酸化炭素の吸収量と排出量が同量であること。
バイオマスの燃焼による二酸化炭素の排出は、それまでに吸収した二酸化炭素の量と同量であることから、カウントされない。

下水汚泥燃料製造事業の取り組み

J-POWERグループでは、J-POWERの石炭火力発電所での混焼を目的に下水汚泥燃料化事業に取り組んでいます。

■ 広島市下水汚泥燃料化事業

広島市西部水資源再生センターにおいて、国内初の低温炭化技術を採用し、DBO方式にて行うもので、年間約2万8,000tの下水汚泥から約4,500tの燃料を製造し、J-POWER石炭火力発電所で有効利用するものです。これにより、下水処理場と石炭火力発電所において、年間約1万5,100t-CO₂相当の温室効果ガスが削減可能となります。本事業は2012年4月より運営開始しました。

■ 熊本市下水汚泥燃料化事業

熊本市南部浄化センターにおいて、広島市同様にDBO方式により行うもので、年間約1万6,000tの下水汚泥から約2,300tの燃料を製造し、J-POWERならびに九州電力(株)の石炭火力発電所で有効利用するものです。これにより、下水処理場と石炭火力発電所において、年間約6,300t-CO₂相当の温室効果ガスが削減可能となります。本事業は2013年4月運営開始予定です。

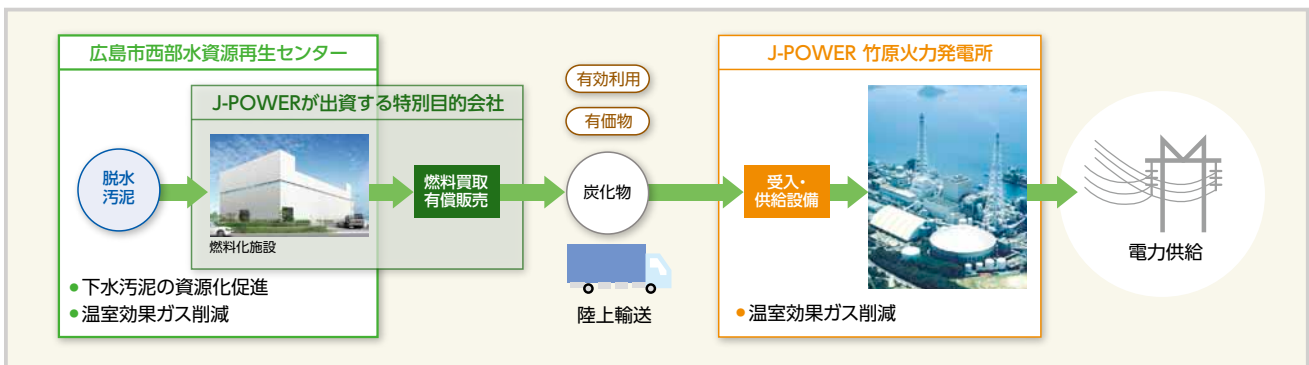
■ 大阪市下水汚泥燃料化事業

大阪市平野下水処理場において、下水汚泥燃料化事業としては国内初のPFI(BTO)方式により行うもので、年間約4万9,000tの下水汚泥から年間約8,600tの燃料を製造し、J-POWER石炭火力発電所で有効利用するものです。これにより、下水処理場と石炭火力発電所において、年間約1万1,500t-CO₂相当の温室効果ガスの削減が可能となります。本事業は2014年4月運営開始予定です。

■ 下水汚泥燃料製造事業の拠点とJ-POWER石炭火力発電所



■ 下水汚泥燃料の石炭火力発電所での混焼利用の全体フロー



■ J-POWERの下水汚泥燃料製造事業一覧

分類	広島市	熊本市	大阪市
事業場所	広島市西部水資源再生センター内	熊本市南部浄化センター内	大阪市平野下水処理場内
燃料製造方式	低温炭化方式	低温炭化方式	低温炭化方式
計画処理量(脱水汚泥)	約2万8,000t/年	約1万6,000t/年	約4万9,000t/年
運転予定	2012年4月から20年間	2013年4月から20年間	2014年4月から20年間
温室効果ガス削減量			
① 下水処理場	約8,700t-CO ₂	約2,900t-CO ₂	約1,500t-CO ₂
② 火力発電所	約6,400t-CO ₂	約3,400t-CO ₂	約1万t-CO ₂
③ 合計	約1万5,100t-CO ₂ (一般家庭約3,000世帯分)	約6,300t-CO ₂ (一般家庭約1,300世帯分)	約1万1,500t-CO ₂ (一般家庭約2,300世帯分)
石炭火力発電所での混焼	J-POWER竹原火力発電所など	J-POWER松浦火力発電所 九州電力(株)松浦発電所	J-POWER石炭火力発電所 (竹原火力など)

Dictionary

DBO：公共が資金調達を負擔し、設計(Design)・建設(Build)・運営(Operate)を民間に委託する方式。

BTO：民間事業者が自らの資金で対象施設を建設(Build)し、完成後公共に所有権を移転(Transfer)した後、維持運営(Operate)を民間事業者が行う方式。

次世代の低炭素技術の研究開発

J-POWERグループは、電源の低炭素化のための技術開発として、さらなる高効率石炭火力発電技術、CO₂回収・貯留技術、および次世代の再生可能エネルギー発電技術に関する研究開発に、積極的に取り組んでいます。

石炭ガス化複合発電 (IGCC) 技術と CO₂回収技術の研究開発



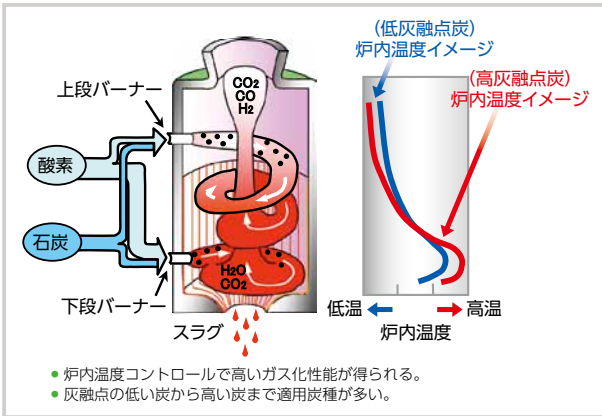
EAGLEパイロットプラント試験設備外観(北九州市)

EAGLE プロジェクト

EAGLEプロジェクトは、世界最高のクリーンコールテクノロジーの開発を目指し、石炭の高効率な利用とCO₂ゼロエミッションを実現可能にする技術開発です。

J-POWERは北九州市の技術開発部若松研究所において、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炉概念図



■ EAGLEパイロットプラント試験設備仕様

石炭ガス化炉形式	酸素吹1室2段噴流床	
● 石炭処理量	150t/d	
● ガス化圧力	2.5MPa	
● ガス化温度	1,500~1,600℃	
CO ₂ 分離・回収装置回収方式	化学吸収法	物理吸収法
● 処理ガス量	1,000m ³ /h	1,000m ³ /h
● CO ₂ 回収能力	約24t/d	約24t/d
● 回収CO ₂ 純度	99%以上	98%以上
発電方式	ガスタービン発電	
● 出力	8,000kW	

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「酸素吹石炭ガス化複合発電(IGCC)用語集」を実現することです。J-POWERは本プロジェクトを通じて、幅広い炭種に適用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。また、石炭ガス化複合発電システムにおける石炭ガスからのCO₂分離・回収技術については、現在、物理吸収法によるさらなる高効率化を目指した研究開発を進めています。

大型実証試験「大崎クールジェン」

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を行う目的で、2009年に中国電力(株)と共同で大崎クールジェン(株)を設立しました。この大型実証試験では、17万kW級の

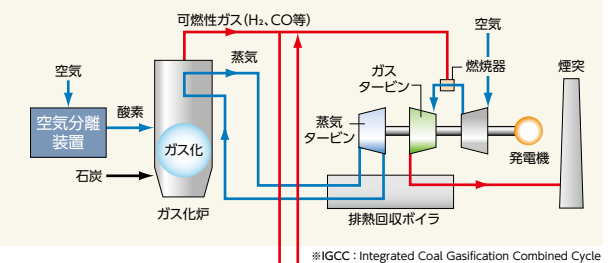


実証試験設備配置図(中国電力(株)大崎発電所構内/広島県)

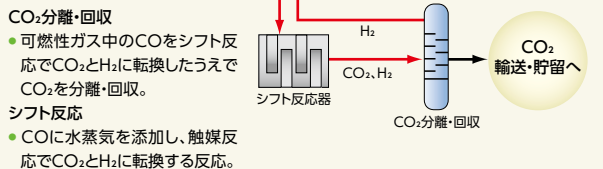
■ 本実証試験システム(酸素吹石炭ガス化複合発電方式)の概要

石炭ガス化複合発電(IGCC[®])

- 石炭をガス化して可燃性ガス(H₂, CO等)に変換し、ガスタービン燃料として利用。
- ガスタービン排熱およびガス化炉の熱により蒸気を発生。



CO₂分離・回収技術



Dictionary

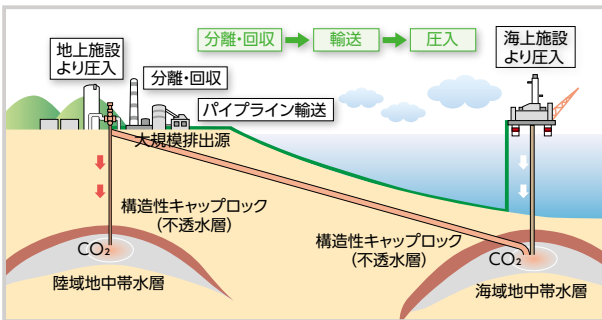
EAGLE : Coal Energy Application for Gas Liquid & Electricity
多目的石炭ガス製造技術開発。

冷ガス効率 : 冷ガス効率とは、ガス化炉に供給した石炭の発熱量に対する生成ガス発熱量の割合を指し、エネルギー転換効率を表す指標として用いられ、炭素転換率とともに石炭ガス化性能を表す代表的な数値である。

酸素吹石炭ガス化複合発電技術のシステムとしての信頼性・経済性・運用性等を検証し、最新のCO₂分離・回収技術の試験を行って適用性を検証(2020年開始予定)する計画です。これを踏まえて、酸素吹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) **用語集** によるさらなる高効率化を目指します。この一連の技術開発は、国の審議会の報告において提言された「Cool Gen計画」 **用語集** の実現に向けたものです。

CO₂回収・貯留(CCS)技術の研究開発

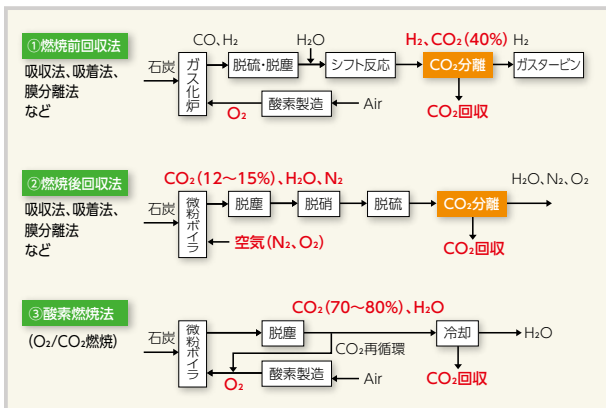
■ CCS技術の概念



CCS **用語集** 技術は石炭火力発電所などの大規模排出源からCO₂を分離・回収し、輸送して地中深く(1,000m程度以深)に安定して貯留するものであり、大規模なCO₂低減を可能にする有効な地球温暖化対策のひとつと考えられています。私たちはユーザーとして長年の石炭火力発電所の運転・保守によって培った知見を活用し、技術面および経済面で石炭火力発電に適した分離・回収方法を見出すべく、技術開発を行うとともに、貯留したCO₂の地下挙動を解明する研究を行っています。

石炭火力発電所からCO₂を分離・回収する技術として以下の3種類があります。EAGLEプロジェクト、大崎クールジェンにおけるCO₂分離・回収技術は燃焼前回収法です。

■ 石炭火力からのCO₂分離・回収技術



CO₂回収・貯留一貫システムの検証 (カライド酸素燃焼プロジェクト)

酸素燃焼技術は空気の代わりに酸素を微粉炭焚きボイラに供給して燃焼を行うことで、排ガス中のCO₂濃度を高め、CO₂回収エネルギーを低減することを目指しています。J-POWERグループは豪州のクィーンズランド州にあるカライドA発電所(微粉炭火力:3万kW)で、酸素燃焼技術によるCO₂回収・地中貯留一貫システムを世界で初めて実証する「カライド酸素燃焼プロジェクト」に参加しています。2012年3月で改造工事を完了し、発電所では世界初となる酸素燃焼運転(試運転)を開始しました。CO₂液化・回収を伴う実証試験運転は、2012年8月に開始される計画です(CO₂貯留は現在検討中です)。



カライドA発電所(工事完了後)

洋上風力発電技術の研究開発

再生可能エネルギー **用語集** の中でも風力発電は低いコストや設置が比較的容易なことから開発が進められています。一方、陸上に比べ高風速で乱れが少なく、設置規模が大きとれることから洋上風力への期待が高まっています。洋上風力の技術開発は既に欧州を中心として着床式については商用化・大型化が進んでいますが、国内では台風、うねり、落雷など厳しい環境下にあり、また洋上での気象・海象のデータも少ないことから、国内の自然環境に適合した設計、施工、運転保守に係る各種の技術開発をする必要があります。

J-POWERは、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)との共同研究事業として、福岡県北九州市の沖合にて、洋上風力発電システム技術の確立に向けた「洋上風力発電システム実証研究」(風車は2,000kWギアレス機)を実施します。研究期間は2011年8月から2015年2月で、必要となる許認可や系統連系等の準備を進めています。またこの研究にあわせ、陸上側で1クラス上の2,700kWギアレス機で大型化の検証も行います。



洋上風車のイメージ

Dictionary

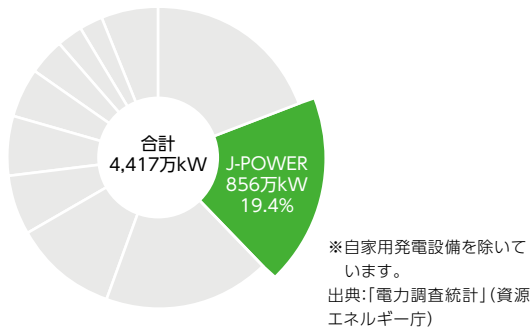
Cool Gen計画：Cool Gen計画とは、2009年6月に経済産業省の総合資源エネルギー調査会鉱業分科会クリーンコール部会にて提言された、IGCC、究極の石炭火力発電を目指すIGFCと二酸化炭素回収・貯留(CCS)を組み合わせた「ゼロエミッション石炭火力発電」の実現を目指した実証研究プロジェクトを推進する計画です。

CO₂フリー電源の拡大

J-POWERグループは、CO₂を排出しない電源として原子力発電所の建設を推進(P15-17参照)するとともに、水力や風力、バイオマス **用語集**、地熱などの純国産でCO₂を排出しない再生可能エネルギー等の拡大に取り組むことで、CO₂排出の抑制を図っています。

J-POWERグループの水力発電

■ 全国の水力発電設備出力シェア(2012年3月現在)



水力発電は、水の落差を利用し水車発電機を回転させて電気を発生させる発電方式です。一般的には河川の上流部にダムを設けて、発電に必要な水を貯水しています。水力発電は、貴重な純国産のエネルギーであるとともに、発電過程でCO₂を発生しない再生可能エネルギー **用語集** であり、地球温暖化対策が急務である現在においては、水力発電の価値が高まってきています。

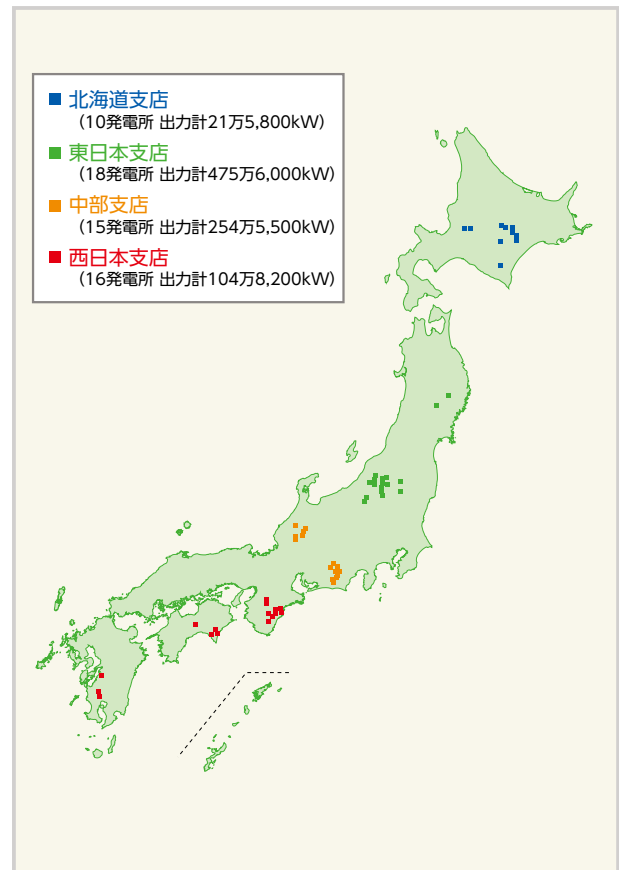
また、電気が不要なときには、水車を止めて水をダムに貯めておくことで水を無駄なく電気に変えることができ、電気の需要の変化にあわせて容易に発電出力を変えることができます。出力調整能力に優れている点が特長としてあげられます。

J-POWERでは、現在、全国59カ所の水力発電設備を保有し、総出力856万kW、日本の全水力発電出力の約2割のシェアを占めています。2011年度の水力販売電力量は103億kWhであり、CO₂排出抑制効果は約361万t-CO₂にもなります。

1956年に運転を開始した佐久間発電所に代表される大規模水力発電所の開発や、ピーク需要に対応するため、需要の少ない時間帯の電気を水の位置エネルギーに変えて貯めておくことができる揚水発電所 **用語集** の開発など、J-POWERでは半世紀以上にわたり水力発電所の建設・運営を行っています。

またJ-POWERでは、運転開始から長期間経過した水力発電所に対し、主要電気設備を最新のものに更新することで、発電所の効率、信頼性を向上させる取り組み(P65参照)の実施、既設発電所の建て替えなど、再生可能エネルギーである水力発電の有効活用に努めています。

■ J-POWER(国内)の水力発電所位置図



現在取り組んでいる水力開発

J-POWERは、現在国土交通省が岩手県奥州市で建設中の「胆沢ダム」(特定多目的ダム **用語集**) を利用した新設胆沢第一発電所(最大出力1万4,200kW)を建設しています。(P64を参照)

また、北海道三笠市では、北海道開発局が幾春別川(かづらぎ)総合開発事業(特定多目的ダム)において実施する既設「桂沢ダム」の嵩上げに伴い、J-POWERは、既設発電所を廃止して、新たに「新桂沢発電所」(最大出力1万6,800kW)として同事業に参画する計画を進めています。


また、既設ダム下流の河川環境保全のために放流している河川維持流量 **用語集** を有効に利用する水力発電にも取り組んでいます。このようにJ-POWERでは、水力発電の拡大・有効活用に努め、電力の安定供給に取り組んでいます。

Dictionary

揚水発電所：揚水発電とは、深夜あるいは週末などの電力需要の少ない時間帯に下池の貯留水をポンプによって上池にくみ上げておき、電力需要が大きくなる時間帯に上池の貯流水を落下・導水して行う、水力発電方式のこと。

新設胆沢第一発電所の建設工事

J-POWERグループは、発電の過程でCO₂を排出せず、かつ再生可能でクリーンな電源である水力発電の新規開発に積極的に取り組んでいます。

新設胆沢第一発電所建設工事(岩手県奥州市:最大出力1万4,200kW)は、国土交通省の「胆沢ダム」(特定多目的ダム  :2013年度完成予定)事業の一環として、同ダム右岸直下に建設されるものです。発電所は岩手県企業局が設ける胆沢第三発電所と共同で立地する計画であり、2011年2月に着工し、2014年7月の運転開始を目指しています。また、本建設工事では発電した電気を送電するために発電所から東北電力(株)の送電線に接続するまでの送電設備(鉄塔10基、巨長 約3.0km:岩手県企業局との共有設備)も新設することとしています。

新設胆沢第一発電所の建設工事は周辺地域の動植物に配慮するとともに、次のような環境配慮をしながら進めています。

1 河川および水域の汚濁と土壌の汚染の防止

工事用機械の点検を確実に実施し、油漏れ等による水質・土壌の汚染を予防します。

また工事により生じた排水は濁水処理設備に導水して処理し、可能な限り循環利用します。この濁水処理においては、水素イオン濃度(pH)と浮遊物質量(SS)に関係諸法令等に従った基準値を設け、これらを遵守します。

2 騒音・振動の防止

工事用機械は、可能な限り低騒音型・低振動型のものを用い、その騒音・振動レベル(dB)は関係諸法令等に従った基準値を設け、これを遵守します。

3 建設副産物の適正管理

工事に伴い発生する建設副産物は分別して収集し、可能な限り再生資源利用(リサイクル)に努める一方、産業廃棄物とする場合は関係諸法令を遵守し、適正に処理します。

4 景観・文化財の保護

工事現場は地元の貴重な埋蔵文化財である旧穴山堰と近接していることから、これらを保護しつつ工事を進めます。また景観についても、発電所と周辺との調和を図る検討を行っています。



水圧鉄管据付状況(2011年10月撮影)



発電所基礎コンクリート施工状況(2012年5月撮影)

Voice

より信頼される再生可能エネルギーの開発を目指して

本建設工事により、J-POWERが最初に手掛けた胆沢第一発電所が約60年の運転を経て新しく生まれ変わることになります。これにより設備の信頼性が向上するとともに、純国産の再生可能エネルギーとして電力の安定供給へのさらなる貢献が期待できます。自然との調和を図りながら水を最大限効率的に活用することにより、治水や農業用水の供給面で地域との共生を図っていきたいと思います。

工事にあたって、環境に配慮した品質のよい経済的な発電所を安全に作ることは当然ですが、これに加え様々な分野・立場の関係者と協調しつつ水力建設技術の継承を行い、クリーンエネルギーである水力発電の国内外の建設に貢献できる技術者を育てることも重要と考えています。

胆沢水力建設所
所長

合田 佳弘



Dictionary

特定多目的ダム：1957年に制定された特定多目的ダム法に基づいて、国土交通大臣が建設する洪水調節、かんがい、発電等複数の目的を有するダム。

水力発電所設備の一括更新について

J-POWERでは、老朽化の進んだ水力発電所において主要電気設備の一括更新を実施しています。発電所の機器を一括で更新することで、発電所の延命化・設備信頼度向上を図るだけでなく、最新の技術を採用した最適設計により、発電効率の向上を図りました。これにより、従来と比較して最大出力および発生電力量を増加させ、貴重な純国産かつ再生可能なエネルギーである水力エネルギーの有効活用を図っています。

田子倉発電所（福島県）では、2004年から2012年まで8年にわたり、全4台の主要電気設備を1台ずつ更新する計画を進めてきました。2012年5月に、最終号機である1号機の更新工事が完了し全4台の一括更新工事が無事完了し、営業運転を開始しました。今回の更新工事では、最新技術を適用することにより、使用する水の量は変更せずに発電所の最大出力を1台あたり5,000kWずつ増加させ、田子倉発電所全体の出力は38万kWから40万kWに増加しました。

4台ある発電機のカバーは地元の豊かな自然が織りなす

四季をイメージした緑（春）、青（夏）、橙（秋）、白（冬）の4色に塗り分けられ、そのうえに地元小学生の手形でそれぞれの季節をイメージした雪の結晶や紅葉、カニなどをかたどりました。こうした取り組みを通し、田子倉発電所は地元の方々にも思い出に残る発電所として生まれ変わりました。



地元小学生の手形で彩られた発電機のカバー（冬）
（田子倉発電所／福島県）

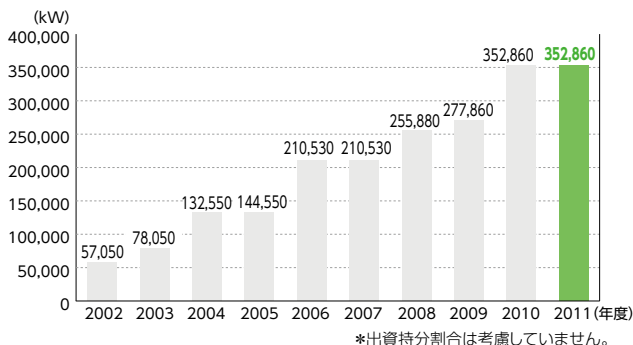


風力発電の推進

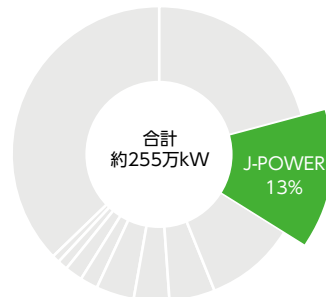
J-POWERグループは、風力発電事業の推進にあたり、水力・火力発電所の運転、また送電線の建設・運転・保守で永年培ったノウハウと技術をフルに活用し、風況調査から計画、建設および運転・保守に至るまで一貫した業務を実施する体制を整えています。これまで蓄積された風力発電所の運転・保守に関するJ-POWERグループ内の技術・ノウハウ・人材を一カ所に集約し、総合力を高めることを目的として、2012年1月に専門子会社（株）ジェイウインドサービスを設立しました。

2011年2月にあわら^{きたがた}北潟風力発電所（2万kW、10基）および^{きたがた}北潟風力発電所（2万8,000kW、14基）がそれぞれ営業運転を開始し、国内の設備は合計18カ所（35万2,860kW、208基）となり、日本の全風力発電設備の約13%（持分出力）の設備シェアを占めています。2011年度の風力販売電力量は約6億kWhであり、CO₂排出抑制効果は約21万t-CO₂になります。また、海外ではポーランドにおいてザヤツコボ風力発電所（4万8,000kW、24基）が順調に運転しています。

■ J-POWERグループ（国内）の風力発電設備容量の推移



■ 国内風力発電設備事業者シェア（2012年3月末現在）



※自家用発電設備を除いています。
一般社団法人日本風力発電協会調べ

地熱発電の取り組み

地熱資源はCO₂を排出しない再生可能な純国産エネルギーであることに加え、その資源を発電に利用する地熱発電は天候に左右されず年間を通じて安定した電気を供給することが可能であることから、国内において地熱発電の開発促進が期待されています。

J-POWERでは、1975年3月に宮城県大崎市において、おにこうべ鬼首地熱発電所を運開し、運転を継続しています。また、2010年4月に三菱マテリアル(株)および三菱ガス化学(株)とともに湯沢地熱(株)を設立し、秋田県湯沢市山葵沢地域わまびざわおよび秋ノ宮地域において、新規地熱開発に向けて調査を進めてきました。これまでの調査結果を踏まえ、地熱発電所の設置計画を策定し、2011年11月、環境影響評価法および電気事業法に基づく環境影響評価(環境アセスメント)手続きに着手しました。環境アセスメントでは、地熱発電所の設置が周辺環境に及ぼす影響について調査、予測および評価を行い、環境保全についての配慮および環境基準や環境保全上の規制基準等の環境保全施策との整合などを検討

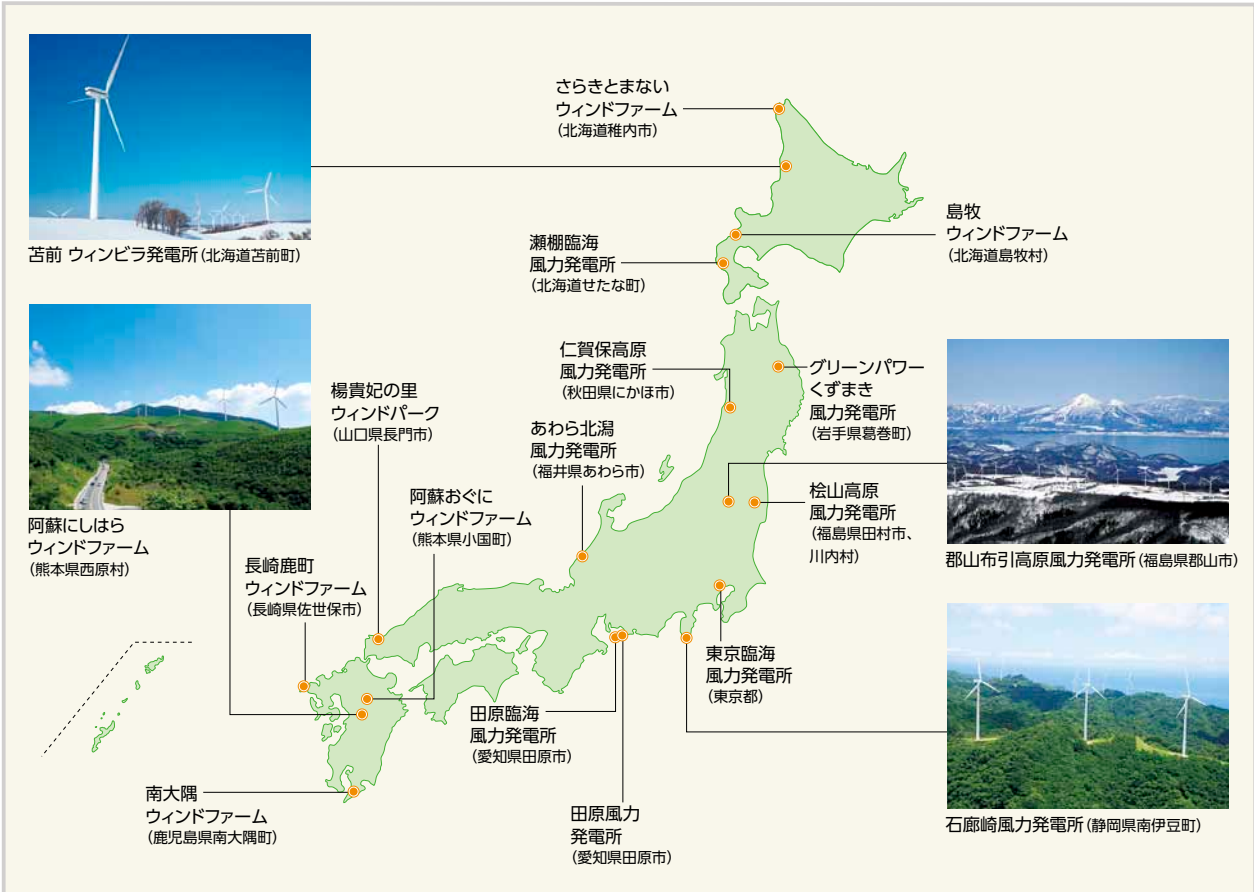
し評価していきます。

J-POWERグループでは、地熱資源の有効活用を通じてCO₂排出抑制への貢献を図るため、本地域での地熱発電所設置計画を地元の理解を得ながら着実に進めるとともに、生物多様性に配慮しつつ新規地点開発を行うなど、地熱発電を推進していきます。





地熱発電計画位置

■ J-POWER(国内)の風力発電所位置図



太陽光発電の取り組み

北九州市若松区ひびなだの響灘埋立地では、響灘太陽光発電所が2008年3月から稼働しています。この太陽光発電所は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) が公募した「平成19年度太陽光発電新技術等フィールドテスト事業」に採択されたもので、設備出力は1,000kW(1MW)です。太陽電池の種類は多結晶シリコン  で、1.29m×0.99mの太陽電池モジュール5,600枚で構成されています。フィールドテストでは、大容量パワーコンディショナーによる新制御方式について、実負荷での各種運転データを収集しました。2011年度の発電実績は約110万kWhであり、CO₂発生抑制(約390t-CO₂)に貢献しています。2012年度には、国内最大規模である161kWの集光追尾型  太陽光発電設備を設置する予定です。



響灘太陽光発電所(北九州市)

環境リサイクル事業

大牟田リサイクル発電事業

J-POWERグループでは、2002年12月より福岡県大牟田市において、一般ゴミを圧縮成型した固形化燃料 (RDF : Refuse Derived Fuel) を用いた高効率廃棄物発電事業を行っています。



大牟田リサイクル発電所(福岡県)

名古屋市鳴海清掃工場整備・運営事業

J-POWERグループでは、一般廃棄物のガス化溶融発電事業に参画しています。これは、名古屋市鳴海清掃工場において、廃棄物発電に加え、溶融スラグ、溶融メタル等のマテリアルリサイクルも行う事業で、2009年7月より運営を開始しています。



名古屋市鳴海清掃工場

Dictionary

多結晶シリコン：多結晶シリコンとは、太陽電池の中でも結晶の粒が数ミリ程度のもの。最も古くから使われている単結晶シリコン(高純度のシリコン結晶)と比べ変換効率は劣るが、生産に必要なコストが安いため、最近では多結晶シリコンを使った太陽電池が主流となっている。

集光追尾型：レンズまたは鏡で自然太陽光を100倍から800倍程度に集めて小面積の太陽電池に照射する方式を用いた発電システム。この方式は高効率だが太陽光の動きに合わせる必要があるため太陽を追尾する装置とともに用いられる。

省エネルギーの推進・京都メカニズムの活用など

J-POWERグループは、オフィスでの空調温度・照明等の調整、および原材料輸送の効率化などを通じて省エネルギーを積極的に進め、CO₂や環境物質排出の低減に努めています。CO₂以外の温室効果ガス(SF₆、HFC、PFC、N₂O、CH₄)やオゾン層破壊物質(特定フロン・ハロン)等についても適正な管理を行い、極力排出を抑制するよう努めています。

また、地球規模でのCO₂排出量の低減に貢献するため、京都メカニズム等の活用を進めるとともに、二国間オフセット・メカニズムなどの新たな仕組みの構築へ向け、日本国政府の活動を支援しています。

省エネルギーのさらなる推進

オフィス省エネルギーの推進

J-POWERグループの各事業所では昼休み消灯・待機電力削減の徹底やエコドライブ実施などの省エネルギー活動を実施しているほか、事務機器やリース車両の更新などに際しては省エネルギー仕様機器などを積極的に採用しています。

さらに、東日本大震災に伴う夏期の節電対策として、①空調の設定温度の高めの運用、②照明間引き、③パソコン等OA機器省エネ設定等の対策を行っています。また、このような活動をより広範なものとするため、寮、社宅等に対しても節電の呼びかけを行っています。

なお、J-POWER本店ビル(東京都中央区)は、電気事業法第27条に基づく電気の使用制限(最大使用電力を昨年度比15%削減)が実施されましたが、節電対策を行うことにより、政府目標を上回る約40%の削減を達成しました。

東京都環境確保条例への対応

東京都環境確保条例による「温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度」(東京都キャップ&トレード制度)が2010年4月にスタートし、J-POWER本店ビル(東京都中央区)は、削減義務が生じる「特定地球温暖化対策事業所」の認定を受けました(2010年2月)。J-POWERはこれまでも本店ビルの省エネに取り組んできましたが、空調の設定温度変更や蓄熱槽の有効活用、照明節減などの運用対策とあわせ、設備対策として、高効率反射板を用いた照明設備、LED

照明への変更などを進め、2011年度はCO₂排出量を前年度から約350t-CO₂低減することができました。

今後も、運用対策および設備対策を行い、グループ会社の省エネ対策により発生する都内中小クレジットの取得等もあわせ、第1計画期間の義務履行を目指します。

途上国の省エネ推進支援

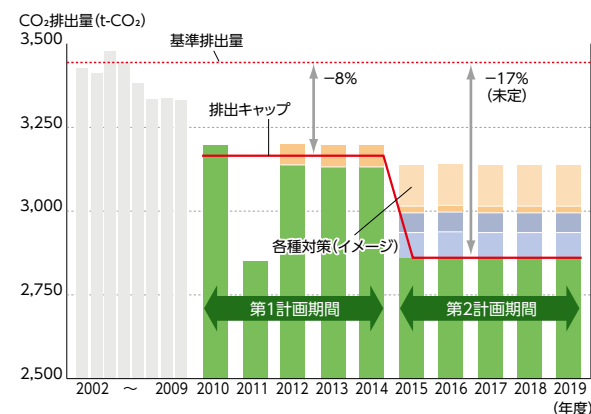
グローバルな温室効果ガス抑制ニーズへの対応に加え、今後のエネルギー需給の逼迫が懸念される途上国では、省エネがますます重要となってきています。J-POWERは、(独)国際協力機構(JICA)からの委託を中心に、途上国の省エネ推進を支援しています。

2011年度にはインドネシア政府、中米・カリブ7カ国政府、トルコ政府およびスリランカ政府に対して、日本の省エネ政策についての情報提供、省エネ政策立案支援・人材育成、省エネパイロットプロジェクトの実施、省エネ推進ソフトウェアの作成、および研修・ワークショップの実施等を行いました。今後もこのような活動を通して途上国の省エネ推進、CO₂排出量の削減に寄与していきます。



JICA中米・カリブ諸国訪日省エネ研修

■ J-POWER本店ビル 第1・第2計画期間 排出および対策イメージ



中東における地域熱供給事業

J-POWERは、住友商事(株)、アラブ首長国連邦(UAE)のタブリード社とともに事業会社サハラ・クーリング社を設立し、UAEにおける地域冷房事業を運営しています。これまで国内外で地域熱供給のコンサルティングを実施しており、加えて水力・火力発電所における設計および監理、設備保守、運転管理の知見を活かし、プラントの安定運転と効率向上に取り組んでいます。

現在、運営している6プラントの事業規模は合計で5万4,500冷凍トンとなり、地域冷房は熱源の集中化による効率化、複数の顧客を抱えることによる負荷平準化等による省エネ効果があり、タブリード社の試算によれば、地域冷房を導入することで、UAEにおいては個別空調に比べエネルギー消費を55%程度削減することが可能になります。近年、UAEとその周辺国では、環境に配慮した省エネ型の地域冷房事業への需要が増大していることから、今後も引き続き中東での事業を拡大し、こうした環境負荷低減事業に参画していく予定です。



熱供給プラント内観

CO₂以外の温室効果ガスの排出抑制対策

京都議定書 (P92参照) の対象となる温室効果ガスはCO₂以外に5種類ありますが、電気事業によって排出されるこれらのガスが地球温暖化に及ぼす影響は、電気事業から排出されるCO₂による影響の1/320*程度です。

■ CO₂以外の温室効果ガスの排出抑制対策

対象ガス	排出抑制対策
六フッ化硫黄 (SF ₆) <small>用語集</small>	ガス絶縁機器の絶縁体として使用されています。機器点検時および機器撤去時に、確実に回収・再利用することで排出抑制に努めており2011年度は点検時および撤去時ともに99%を回収し、再利用を行いました。
ハイドロフルオロカーボン (HFC) <small>用語集</small>	空調機器の冷媒等に使用されますが、オゾン層保護法における規制対象フロンからの代替化により、今後使用量が増加することが予想されます。機器の設置・修理時の漏洩防止・回収・再利用に協力し、HFCの排出抑制に努めています。
パーフルオロカーボン (PFC) <small>用語集</small>	PFCは変圧器の冷媒や絶縁媒体として使用されることがありますが、J-POWERグループでは保有していません。
亜酸化窒素 (N ₂ O) <small>用語集</small>	N ₂ Oは化石燃料の燃焼に伴い発生しますが、火力発電所の熱効率の向上等により、極力排出の抑制に努めています。(2011年度排出量は約1,660t)
メタン(CH ₄) <small>用語集</small>	火力発電所の排ガス中のCH ₄ 濃度は大気環境中濃度以下で、実質的な排出はありません。

このうち、SF₆は優れた絶縁性能と安全かつ安定した特徴を有するガスであり、電気事業ではガス遮断器やガス絶縁開閉装置等に使用しています。このため、SF₆の大気への排出を抑制するため、ガス遮断器等の点検時や撤去時には回収率をそれぞれ97%以上、99%以上とする目標を掲げて、確実にSF₆の回収・再利用を行っています。2011年度の機器点検時および撤去時の回収率は、いずれも99%でした。

*「電気事業における環境行動計画」 用語集 電気事業連合会(2011.9)による

オゾン層の保護

オゾン層の保護

上部成層圏(地上約20~40km)に存在するオゾン層は、太陽光に含まれる有害な紫外線を吸収することで地球上の生物を保護する大切な役割を果たしています。一方、特定フロン・ハロンは、冷媒や洗浄剤などに広く利用されていますが、いったん環境中に放出されると成層圏にまで達し、そこで強い紫外線を浴びて塩素や臭素を放出してオゾン層を破壊し、人の健康や生態系に重大な影響をもたらすおそれがあります。そのため、国際的に生産量、消費量の削減が義務付けられています。

J-POWERグループでは、特定フロン・ハロンの保有量・消費量の把握を定期的に行い、適正管理に努め、排出抑制に取り組んでいます。(P88参照)

特定フロン・ハロンについて

オゾン層破壊物質は、分子内に塩素または臭素を含む化学的に安定な物質で、特定フロン、ハロンなどがありますが、これらは、HFC、PFC、SF₆とともに、強力な温室効果ガスでもあります。

オゾン層保護法(特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律)では、モントリオール議定書に基づく規制対象物質を「特定物質」とし、規制スケジュールに即し生産および消費量の段階的削減を行っています。この結果、ハロンは1993年末、特定フロン等は1995年末をもって生産等が全廃されています。その他のオゾン層破壊物質についても、順次生産が全廃されることとなっています。

■ 特定フロン・ハロン保有・消費量

分類	2011年度末(t)		用途
	保有量	消費量	
特定フロン	1.0	0.0	冷媒用
ハロン	4.6	0.0	消火器
その他フロン等	11.4	0.2	冷媒用
計	17.0	0.2	
代替フロン (HFC) <small>用語集</small>	12.0	0.1	冷媒用

Dictionary

冷凍トン：冷凍機の能力を表す単位で1冷凍トンは1日に1tの0度の水を氷にするために必要な熱量で、1冷凍トンは日本の平均的な住宅1軒を冷房できる量。

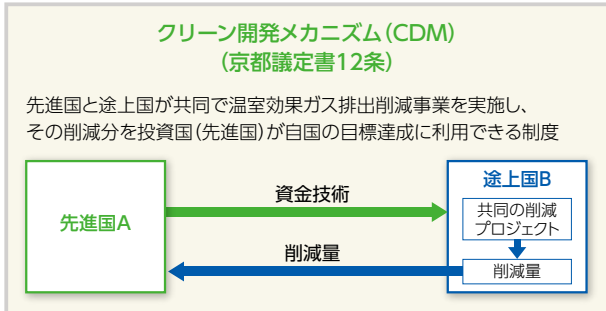
京都メカニズムの活用など

CDMプロジェクト開発の概要

CDMプロジェクトとは、先進国が京都議定書に記載された数値削減目標を経済合理的に達成するとともに、途上国の温室効果ガス排出削減を技術・資金の両面から支援するために規定された京都メカニズムのひとつです。またJI（注）とは、先進国同士が協力して排出削減プロジェクトを実施し、その結果として温室効果ガス排出削減を行うものです。

J-POWERグループが開発に携ったCDM/JIプロジェクトのうち、2012年3月末時点でCDMプロジェクトが15件、JIプロジェクトが1件登録されています。

■ クリーン開発メカニズムの概要



■ J-POWERグループが開発に携ったCDM/JIプロジェクト(登録済み)

CDM/JI	国名	プロジェクト名(内容)
CDM	チリ	食品工場での燃料転換(石炭から天然ガスへの燃料転換)
		食品工場でのコジェネシステム導入(エネルギー利用効率の向上)
	コロンビア	アンティオキア州水力発電(再生可能エネルギーの利用)
	ブラジル	マツグロンドスール州水力発電(再生可能エネルギーの利用)
		ランドフィル起源メタンガス削減(バイオガス削減)
	中国	水力発電:四川省、新疆ウイグル自治区各2件、陝西省、雲南省各1件(再生可能エネルギーの利用)
		江蘇省セメント排熱回収(排熱回収発電)
陝西省澱粉メタン回収(バイオガス回収発電)		
山東省低圧ガス回収2件(石油精製プラントの排ガス回収熱利用)		
JI	ハンガリー	温泉随伴メタンガス回収(未利用エネルギーの回収利用)

2011年度の主な活動

■ CDM/JIプロジェクトへの取り組み

2011年度は、中国新疆ウイグル自治区において1件の水力発電プロジェクトが、2011年9月にCDMとして登録されました。また、ブラジルの水力発電や中国のセメント工場の排熱回収等の登録済み案件からクレジットを取得するために、定期的に検証・認証業務に取り組んでいます。

Dictionary

JI: 共同実施(Joint Implementation)。附属書(1)国（注）間（注）で共同でGHG排出削減の事業を実施し、削減量を関係国間で配分する仕組み。2008年～2012年の削減量が対象。



アクエリアス水力発電(ブラジル)



山東省昌邑市製油所低圧ガス回収(中国)

■ 国内クレジットへの取り組み

国内クレジット制度は2008年10月に開始され、大企業等による技術・資金等の提供を通じ、中小企業等による温室効果ガス排出削減をクレジットとして認証し、自主行動計画（注）や試行排出量取引スキーム（注）の目標達成等のために活用できる制度です。J-POWERは、(株)ツチヤコーポレーション殿の「笑福の湯」におけるボイラー燃料転換とお湯の生産適正化による省エネルギー事業、また共同リネンサプライ(株)殿のリネンサプライ工場における重油焼き蒸気ボイラからガス焼きボイラへの燃料転換事業を国内クレジットプロジェクトとして登録しており、日本国内の温室効果ガス削減に貢献しています。

■ 二国間オフセット・クレジット制度

二国間オフセット・クレジット制度は、日本政府が提案している制度であり、温室効果ガス排出量の削減となる日本の優れた技術やインフラ、製品等を途上国に提供し、共同でプロジェクトを行うことで削減された温室効果ガスを日本の排出削減量として換算する仕組みです。

日本は現在、途上国との協議、実現可能性調査等を通じてこの制度に対する理解を深め、理解が深まった途上国との合意による制度の実現を目指しています。

これらの取り組みの成果や現在のCDMの課題等も踏まえ、多くの途上国にとってメリットがあり、温室効果ガスの削減を促すような制度の構築を進めています。

■ 二国間オフセット・メカニズム

