

電気チカラ!

今回のテーマ

効率よくグリーンな発電ができないかな?



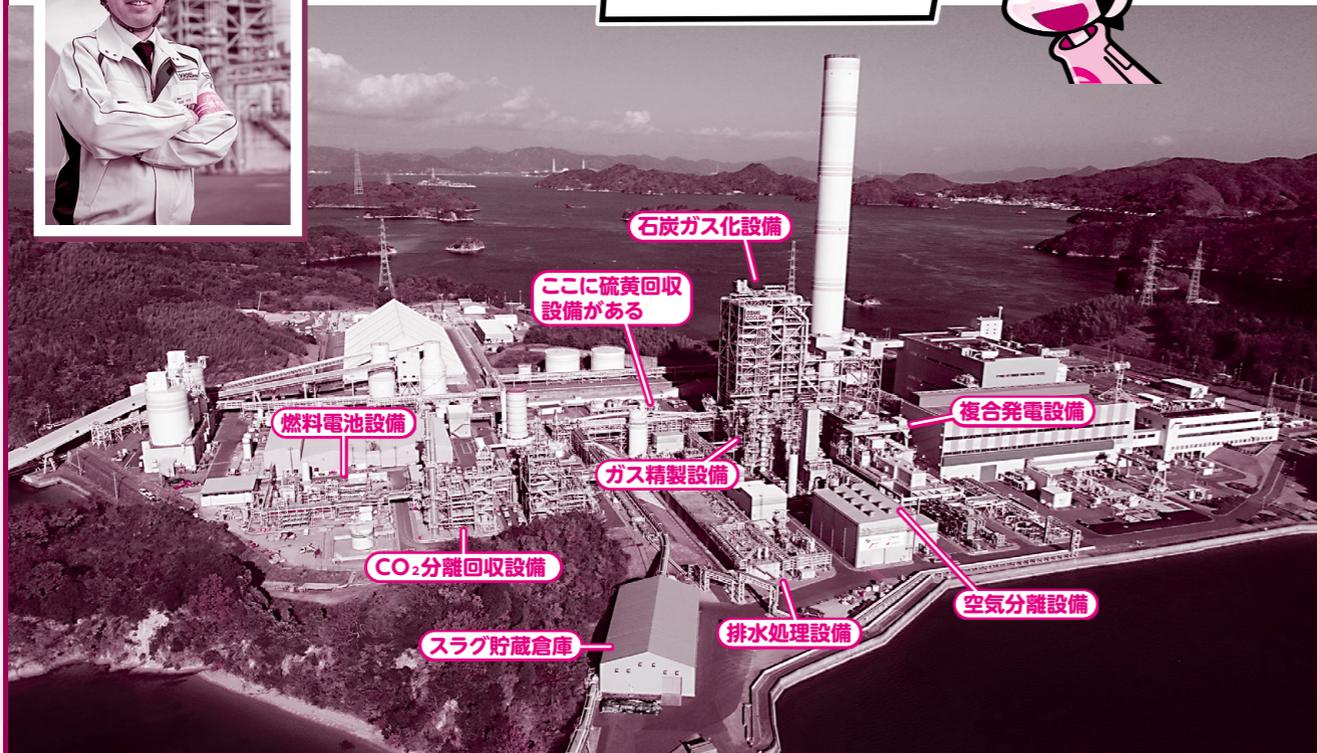
取材協力/大崎クールジェン株式会社
協力/パワーアカデミー
取材・文/寺西憲二 写真/飯島 裕
イラスト/すげうらあきら

大崎クールジェンでお話を聞いたぞ!



詳しく説明してくれた
大崎クールジェン株式
会社の細越俊哉さん。

発電所の中に
設備があるんだね!



広島県の竹原港・安芸津港からフェリーに乗って30分。大崎クールジェンがあるのは、瀬戸内海のほぼ中央に浮かぶ大崎上島だ。かんきつ類やブルーベリーなどの栽培が盛んな、自然いっぱいのこの島で、環境にやさしい電力づくりのための実証試験が行われているぞ!

大崎クールジェンは、広島県の大崎上島町にある中国電力大崎発電所の中にある。大きな煙突の左側に見える鉄骨の建物が、ガス化炉などのある石炭ガス化設備。煙突の右側にあるのは、もともとある発電機の設備。左の奥にある三角屋根の建物は石炭を貯めておく場所だ。2基の燃料電池はその手前の方に並んで設置されている。(写真提供/大崎クールジェン株式会社)

大崎クールジェンプロジェクトとは?

現在、日本でつくられている電気のうち、およそ4分の3は火力発電によるものです。中でも、石炭は石油や天然ガスに比べて、世界中に広く分布していて、政治的に安定している国でも生産量が多く、手に入りやすいエネルギー資源です。

しかし、石炭は他の化石燃料に比べて、燃やしたときに発生する二酸化炭素(CO₂)の量が多いことが問題です。とはいえ、太陽光や風力など、再生可能エネルギーを使った発電の割合が増えても、気象条件に左右されず、安定的に発電できて発電量が調整しやすいという利点のある火力発電所を、今すぐなくしてしまうことはできません。

そこで、経済産業省が2009年に始めたのが、環境にやさしい石炭火力発電の実現を目指

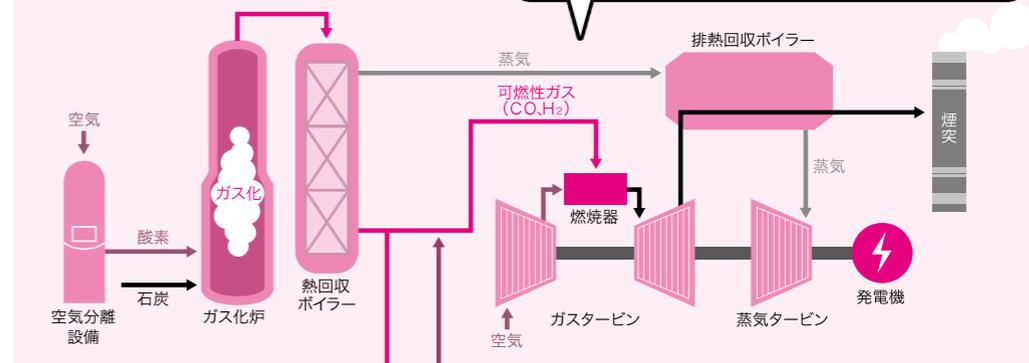
す「Cool Gen(クールジェン)計画」です。

大崎クールジェンプロジェクトの目的は、石炭を使って効率よく発電した上で、地球温暖化のもとになる二酸化炭素を取り出して大気中に排出されるのを抑えること。これらの目標に向かって、石炭の可能性をとことん追求する巨大な実験施設なのです。

プロジェクトは2012年に始まり、第1段階の酸素吹IGCC実証、第2段階のCO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証を終えて、2022年春からは、ついに第3段階のCO₂分離・回収型酸素吹IGFC実証に突入します。第3段階では、石炭をガス化したガスからCO₂分離回収設備でCO₂を取り除き、水素濃度の高い水素リッチガスをつくり出します。これを使い、固体酸化物形燃料電池で電気を起こす実証試験が始まります。

大崎クールジェンプロジェクト

第1段階 酸素吹IGCC実証



ガス化炉で石炭をガス化して、一酸化炭素(CO)と水素(H₂)を主成分とする石炭ガス化ガスを発生させる。そのガスを燃やしたエネルギーでガスタービンを回す。熱回収ボイラーや、ガスタービンを回した後の排ガスを回収するボイラーで発生する蒸気も無駄にせず、蒸気タービンを回すエネルギーにする。

第2段階 CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証

石炭ガス化ガスの一部をCO₂分離回収設備で、二酸化炭素(CO₂)と水素(H₂)に変換する。その後、CO₂吸収塔で二酸化炭素のみを分離して回収、残った水素はガスタービンの燃料として活用される(詳しくは37ページ)。

第3段階 CO₂分離・回収型IGFC実証

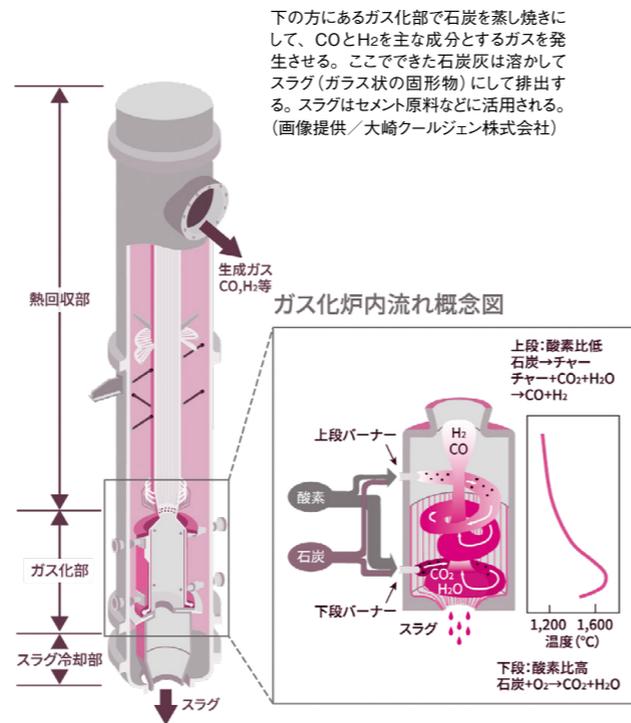
CO₂分離回収設備で分離された、水素濃度が高いガスを使い、燃料電池で発電。

石炭をガス化して発電効率を上げる!

実証試験の第1段階では、石炭を燃料としながらも、今までとは異なる新しい発電方法が試されました。普通の石炭火力発電所では、燃料の粉にした石炭をボイラーで燃やして水を熱し、発生する蒸気の方で発電機のタービンを回して電気を起こしています。それに対して、大崎クールジェンでは、固体である石炭を気体であるガスにつくり変えて燃料に使います。

そのための心臓部ともいえるのが、高さ約40mのガス化炉です。ここでは、粉にした石炭と酸素を下の方にあるガス化部に送り込み、ぐるぐると回転させながら上下2段のバーナーで加熱します。それぞれのバーナーに送り込む酸素の量を適切に調整しながら蒸し焼きにすることで、ガス化が促されます。こうすることで、一酸化炭素(CO)と水素(H₂)を主な成分とするガスが発生し、ガス化炉上部の出口から送り出されます。

燃料になる一酸化炭素や水素は発熱量が多いのが特徴で、そのガスが燃える力でタービン(ガスタービン)を回します。それだけではなく、効率をよくするために、余った熱を利用し



下の方にあるガス化部で石炭を蒸し焼きにして、COとH₂を主な成分とするガスを発生させる。ここでできた石炭灰は溶かしてスラグ(ガラス状の固形物)にして排出する。スラグはセメント原料などに活用される。(画像提供/大崎クールジェン株式会社)

てできる蒸気で、別のタービン(蒸気タービン)も回します。この発電技術で大崎クールジェンは、同規模では世界最高水準の発電効率を達成しました。

よりクリーンで効率のよい発電を目指す

実証試験の第2段階では、石炭をガス化したガス全体のうち、17%のガスから二酸化炭素を取り除く実験が行われました。従来の火力発電所で仮にやるとすれば、石炭を燃やした後で二酸化炭素を取り除きますが、酸素吹IGCCでは、石炭をガス化して、燃やす前に取り除くことができるのです。二酸化炭素の濃度は、燃料ガスを空気と混ぜて燃やした後より燃やす前の方が高く、同じ量の二酸化炭素を分離して回収する場合、燃やす前の方が処理をするガスの量が少なく、効率がよいのです。

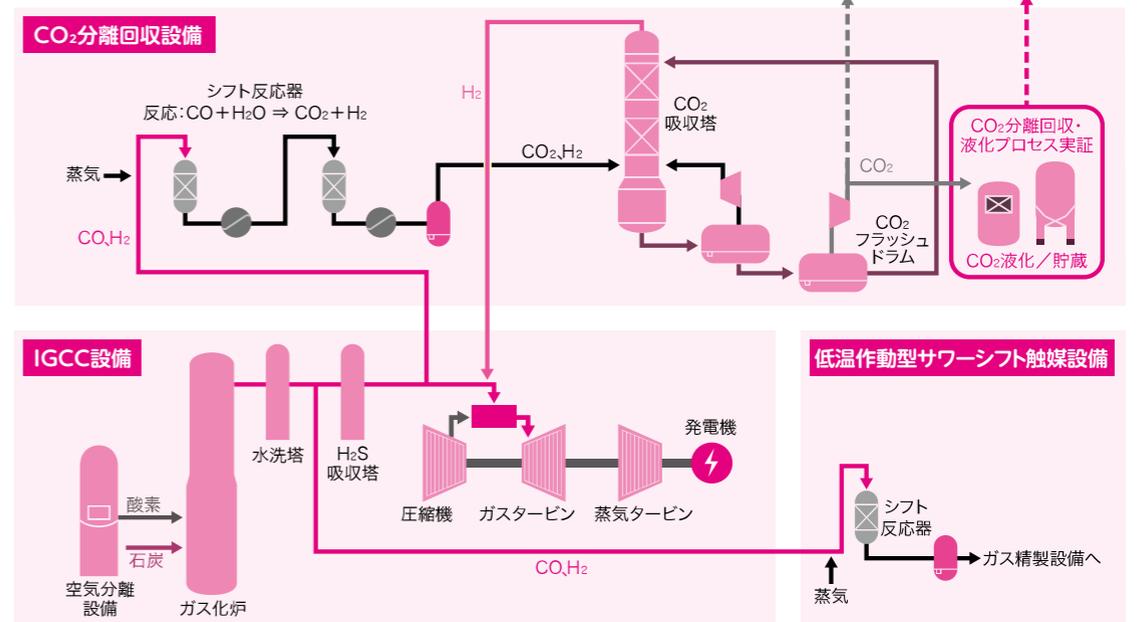
やり方は、石炭をガス化してできた一酸化炭素(CO)をシフト反応器で水(H₂O)と反応させ

て、二酸化炭素(CO₂)と水素(H₂)に変換し、CO₂吸収塔で二酸化炭素だけを取り出します。そして、残りの水素はガスタービンへ送られて燃料として使われます。この試験では、純度99%以上の二酸化炭素を90%取り出すことに成功しました。

さらに、ガス化するのには、褐炭や亜瀝青炭といわれる、そのまま燃料として使うには不向きとされる、品質のよくない石炭も同じように利用できるのが、資源の有効活用にもつながります。

実証試験の第1段階と第2段階で予定通りの成果を挙げ、2022年春からは、いよいよ最後

■第2段階CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証



実証試験第2段階の設備と内容。IGCC設備のガス化炉でつくられた石炭ガス化ガスの一部を、CO₂分離回収設備に送る。シフト反応器でガスに含まれる一酸化炭素(CO)を、触媒を使って蒸気(H₂O)と反応させて、二酸化炭素(CO₂)と水素(H₂)に変換。CO₂吸収塔で二酸化炭素だけを分離して回収する。残ったガスは水素濃度が高いガスとなって、ガスタービンの燃料となる。(画像提供/大崎クールジェン株式会社)

の第3段階に入ります。行われるのは固体酸化物形燃料電池(SOFC)を使って電気を起こす実験です。第2段階では、石炭をガス化したガスから二酸化炭素を取り出して、水素リッチガスをガスタービンの燃料にしましたが、第3段階では、その水素リッチガスを燃料電池に送り込んで発電します。これは世界で初めてのことで、燃料電池は水素と空気中の酸素の化学反応によって電気を起こす装置で、すでに燃料電池自動車などで実用化されている技術。電気を起こした後に水だけが排出されるクリーンなエネルギーとして注目されています。燃料電池は2基使い、試験を行って実用化に向けたデータを集めます。

大崎クールジェンでは、石炭の持つさまざまな課題を乗り越えて、持続可能な社会を実現するために、今日も研究が続けられています。



第3段階の試験で使用する固体酸化物形燃料電池。出力が600kW級のもので、1基の大きさは長さ約12m、幅は約3m。(写真提供/大崎クールジェン株式会社)



石炭のよさを活かして環境に優しい発電を目指しているんだね!

パワーアカデミーのWEBサイトで電気工学を学ぼう!

電気工学のことをわかりやすく解説しているコーナーをはじめ、電気の現場で働く人や研究者のインタビューも充実! ぜひチェックしてみてね。



パワーアカデミー 検索