

パワーアカデミーと行く！社会科見学

エスディーゼス 電気で学ぼうSDGs

取材協力／三菱重工業株式会社

協力／パワーアカデミー 取材・文／寺西憲二 イラスト／すぎうらあきら



エレキくん

水素をつかって ためて、使う 高砂水素パーク



煙突

実証発電設備

空冷復水器

SOEC (高温水蒸気電解)

アルカリ水電解装置

水素貯蔵設備

瀬戸内海に面した場所にある高砂水素パーク。実証発電設備の建物の中に、ガスタービンと蒸気タービンや発電機などがある。ガスタービンと発電機、それに蒸気タービンの回転軸は、一直線上につながっている。ガスタービンに加え、蒸気タービン、排気の熱を回収して水から蒸気をつくる設備、蒸気を冷やして水に戻すための設備を含む巨大な発電設備となっている。現在は貯蔵エリアを3倍に拡大する工事が始まっているが、水以外に天然ガスから水素を取り出す設備をつくる予定があるなど、他のエリアも拡張を続けていく。(写真提供／三菱重工業株式会社)

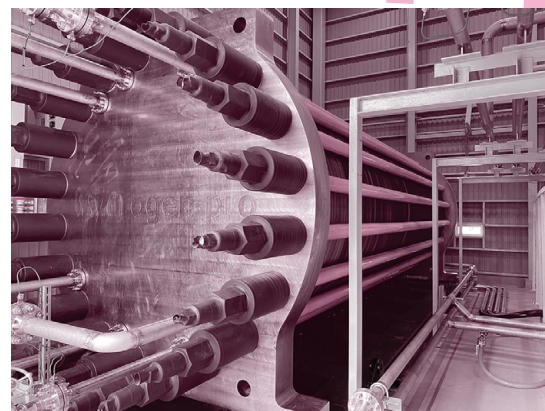
燃料づくりから発電までの技術をここで実験しているってこと!?



環境を守るための取り組みとして、太陽光や風力など、再生可能エネルギーの利用が進められている。そんななかで注目されているものの1つが、エネルギー源としての水素の利用だ。なぜ注目されているかというと、水素をエネルギー源にすれば、自動車を走らせたり、電気をつくったりしてもCO₂を出さないため、環境にとってもやさしいからだ。しかも、石油などの化石燃料と違い、水からつくった場合水素は使った後で再び水にもどる。だから、エネルギーとしてずっと使い続けることができるんだ。水素をみんなが使って、いつまでも豊かに暮らし続ける社会、それが「水素社会」だ。



今回お話を伺った三菱重工業の鳥井俊介さん(向かって左)と羽田哲さん、鳥井さんは水素の技術についての専門家、羽田さんはガスタービンの専門家だ。



アルカリ水電解装置の本体。たくさんのセルを並べて太いボルトで挟んだもので「セルスタック」という。(写真提供／三菱重工業株式会社)



発生した気体を入れるタンクが2つ。酸素と水素が分かれて発生するので、別々のタンクに入れることができる。(写真提供／三菱重工業株式会社)

水素の原料は水

兵庫県高砂市の瀬戸内海に面した海辺にある三菱重工業高砂製作所。その一角にあるのが高砂水素パークです。高砂水素パークは、水素をつくらせて貯蔵し、それを燃料にして発電する技術を一貫して検証する世界初の施設。パーク内には、それぞれの目的に合わせて「製造」、「貯蔵」、「利用(発電)」という3つのエリアがあります。

まず、最初に必要なのは燃料となる水素です。製造エリアでは、どのようにして水素をつくらせているのでしょうか。つくり方にはいろいろな方法がありますが、ここでは、混じりけのない水を原料にして水素をつくらせています。

物質をどんどん小さくして、これ以上小さくできない、というところまでにしたものを「分子」といいます。もちろん、分子の1つを肉眼で見ることにはできませんが、水の分子はさらに小さい「原子」というものに分解することができます。ただ、そこまで分解してしまうと、もはや水ではありません。1個の水の分子は、1個の酸素の原子と、2個の水素の原子がくっついたものなのです。

普通の状態では、酸素と水素の原子が離れ離れになってしまうことはありません。しかし、水の中に電極を差し込むと、分子がばらばらになって、陰極(-)からは水素が、陽極(+)からは酸素が現れて、それぞれをガス(分子)として取り出すことができます。

電気で水素を取り出す

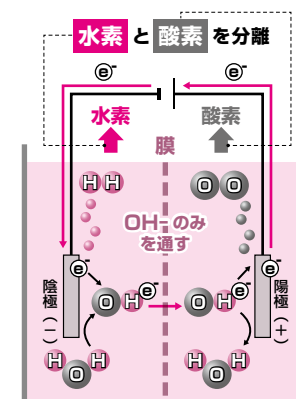
水の電気分解によって酸素と水素を発生させる実験は、中学2年の理科で学習します。この実験をネットの動画や、科学館のサイエンスショーなどで、見たことのある人もいるのではないのでしょうか。高砂水素パークで行われているのも、原理は同じです。ここでは、効率よく反応させるために、普通の水ではなく、薬品を溶かしてアルカリ性にした水が使われています。そのため「アルカリ水電解方式」と呼ばれています。

また、電極の間に特殊な膜が取り付けられているのも特徴です。この膜は、水の分子から水素の原子が1つだけ離れて、電気の性質を帯びるようになった粒(イオン)だけが通り抜けることができるもの。この膜によって、酸素と水素を別々に取り出すことができます。

水素製造装置のしくみ

- Ⓔ=電子
- Ⓒ=酸素原子
- Ⓓ=水素原子

水の中に電極を入れると、水の分子がばらばらになって、陰極(-)からは水素が、陽極(+)からは酸素が現れる。真ん中の膜は、水分子が水素の原子を1個失ってイオンになったものだけが通り抜ける。そのため、酸素と水素を別々に取り出すことができる。



水素製造装置(アルカリ水分解)



高温水蒸気電解を行う設備。水素を利用する燃料電池の技術がすでにあり、それを応用したもの。(写真提供/三菱重工業株式会社)



貯蔵エリアに積み上げられたたくさんのボンベ。現在は350本だが、3倍の1050本に増やす予定。(写真提供/三菱重工業株式会社)

高砂水素パークの製造エリアでは、このしくみを持つ「セル」という、薄い円板形のユニットを400本程度重ねた水素製造装置が使われています。この装置を使うと、30時間ほどの間に、約3tの水素をつくることができます。

さらに、今年になってからは次世代の水素製造を見すえて、SOEC(高温水蒸気電解)という、新しい方法での実証も始まっています。これは、水蒸気を利用して電気を流し、現在よりも、もっと効率よく水素を取り出す設備です。

つくった水素をためる

つくった水素をためておくのが貯蔵エリアです。水素を保存するには、ロケットの燃料として使うときのように、超低温に冷やして液体にした後、特殊な金属にしみこませたりするなど、いくつかの方法があります。

高砂水素パークの貯蔵エリアでは、扱いやすさなどの点から、大気の約200倍という高い圧力をかけて圧縮し、1本のボンベに10kgの水素を詰

めて貯蔵しています。貯蔵するのはボンベですが、製造エリアから貯蔵エリアへ、そして貯蔵エリアから利用エリアへと水素を運ぶのには、パイプラインが利用されています。

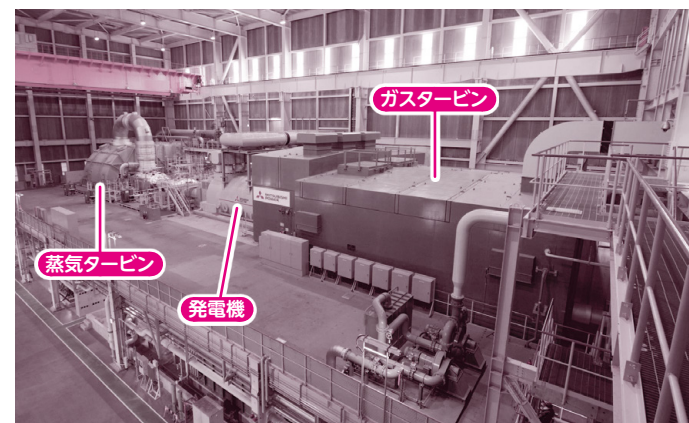
ここには、現在350本の水素ボンベが並べられていますが、その3倍の1050本に増やす予定で、すでに工事が始まっています。

効率よく電気をつくる

水素を使って電気をつくる利用エリアで、高砂水素パークの心臓部ともいえるのが、最新鋭のガスタービン・コンバインドサイクル発電の実証を行う、実証発電設備です。発電の方法そのものは火力発電の一種で、燃料を燃やした高温のガスを直接タービンに吹きつけて回転させ、その力で発電機を動かします。これがガスタービンで、飛行機のジェットエンジンもほぼ同じしくみ。ジェット機は発電機を回転させるのではなく、そのエネルギーを勢いよく吹き出し推進力を得ます。

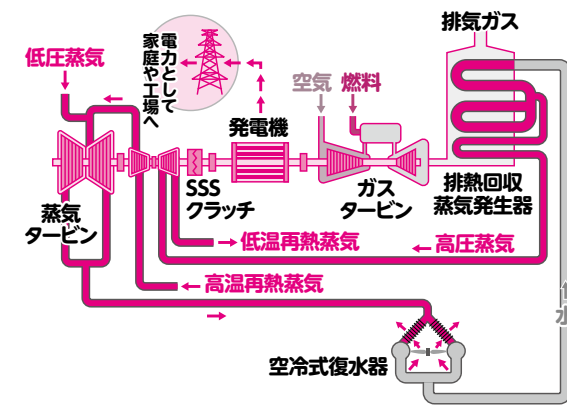
タービンを回すのは、水力発電や原子力発電などと同じですが、水や水蒸気ではなく、水素を含む高温のガスを使うため、内部のガス温度は最高で1650℃にもなります。ですから、タービンの中の特に高温になる部分には、鉄にニッケルなどを混ぜてつくられた超合金や、熱に強いセラミックスが利用されています。

さらに、タービンを流れた後の排ガスも有効に活用しています。排ガスの熱で蒸気をつくり、蒸



実証発電設備の内部。発電機の両側にガスタービンと蒸気タービンがあり、1本の軸でつながっている。(画像提供/三菱重工業株式会社)

ガスタービン・コンバインドサイクル発電のしくみ



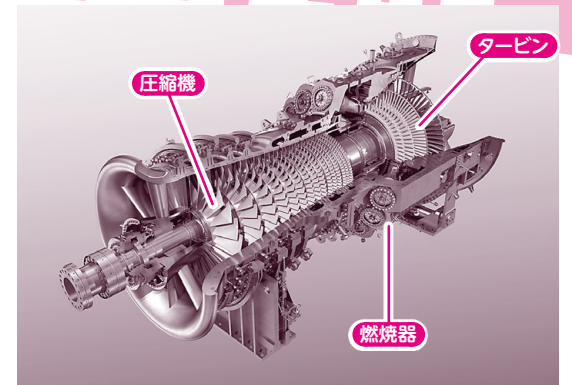
圧縮した空気と燃料でガスタービンを回転させ、排熱を利用してつくった蒸気を蒸気タービンに送る。複数のタービンで発電機を動かすので、その分だけ効率よく電気をつくることができる。コンバインドサイクルとは、不要とされていた排気の熱を有効利用する方法のこと。

気タービンを動かしてさらに多くの電力を発生させます。このように、2種類のタービンを組み合わせて、効率よく電気をつくることを「コンバインドサイクル発電」といいます。

水素社会の実現をめざして

水素だけでなく、燃やしても排気ガスとして出てくるのは水だけなので、環境への影響はほとんどありません。しかし、実際に発電所の主力になるような大型のタービンの開発には、乗り越えなければならない大きな課題があるため、現在は天然ガスに30%の水素を混ぜたものを燃料として、実証を行っています。ですから、量は少なくともCO₂の排出が完全にはないといえないのです。

課題としては、まず、天然ガスに比べて速く燃える水素は、燃料のふき出し口に、火炎が逆戻りしてしまう「逆火」という現象が起きる危険がある



三菱重工の大型ガスタービン。圧縮機のほうが、タービン本体より長いのが特徴。新開発の燃焼器によって、天然ガスに30%の水素を混ぜた燃料が使えるようになった。(写真提供/三菱重工業株式会社)

こと。そして、燃料が燃焼するときの激しい振動によって、ガスタービン部品にひび割れができてしまうことがあるという問題もあります。これらを解決するために今後は燃焼器に改良を加えて、燃料に混ぜる水素の割合を増やしていきます。そして、最終的には水素だけを燃料にして、たくさん電気をつくることが目標です。そんな水素社会の実現をめざして、高砂水素パークでは今日も研究と実証を積み重ねています。



エレキくんのSDGsポイント

水素は水だけじゃなくて、石炭や天然ガスなどの化石燃料からつくることもできる。つくるときにもCO₂を出さない水素を「グリーン水素」というのに対して、化石燃料をもとにしてつくられた水素は「グレー水素」や「ブルー水素」と呼ばれていて、つくるときにCO₂が発生してしまう。三菱重工業では、天然ガスを燃料にした火力発電所のガスタービンの一部の部品を取り替えるだけで、水素を燃料にした水素タービンに変身させることのできる技術も開発中なんだって!

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、電気の世界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