

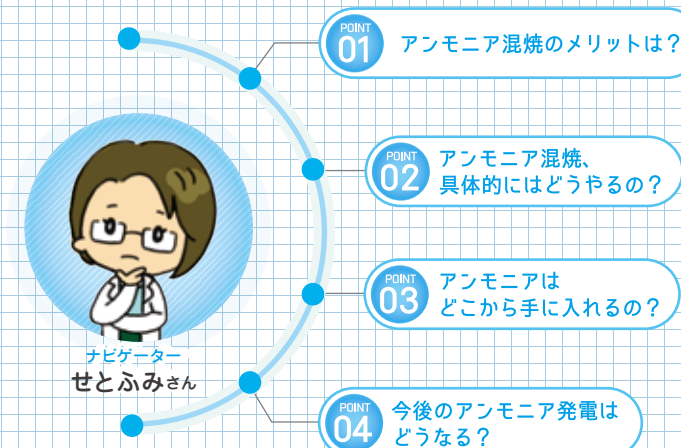
「脱炭素へ期待の取り組み」

## アンモニア発電②

脱炭素への取り組みの中で、火力発電の燃料として燃焼時に二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を排出しないアンモニアを活用する「アンモニア発電」が注目されています。現在、愛知県碧南市にある株式会社JERA碧南火力発電所においてアンモニア混焼技術の確立を目的とした実証試験が進められています。サイエンスライターせとふみさんが同発電所を訪ね、大型の商用石炭火力発電所では世界初となる取り組みをわかりやすくレポートしました。



### ● 今回の取材のポイント ●



### 取材先概要

株式会社 JERA 碧南火力発電所

所在地 / 愛知県碧南市港南町2-8-2  
発電出力 / 410万kW(1～5号機合計)  
営業運転開始 / 1号機 1991年(平成3年)10月  
総敷地面積 / 約208万㎡ [うち灰捨地(埋立地)約48万㎡]



中部国際空港セントレアに降り立ち、知多半島を西から東へと横断すること約1時間。バンテリンドームナゴヤ(ナゴヤドーム)40個分の広い敷地に、三河湾の青い海に浮かぶヨットの帆をデザインしたブルーとホワイトの建屋が並んでいるのが見えてきます。今回の訪問先である、株式会社JERA碧南火力発電所です。(株)JERAは2015年に東京電力と中部電力の2社が出資して火力発電部門を合併し設立した日本最大の発電会社です。同発電所は1991年10月の1号機運転開始から2・3・4号機と増設を続け、2002年に100万kWの5号機が完成したことにより、総出力は410万kWとなり、愛知県の約半分、北海道であればすべての電力を賄うことができる石炭火力としては国内最大、世界でも最大級の火力発電所です。低炭素の実現に向けてさまざまな取り組みがなされていますが、今回は実証試験が行われているアンモニア混焼について、副所長の森田



碧南火力発電所のアンモニア発電について解説してくれたのは、副所長の森田昌夫さん。

昌夫さんと課長代理の柴垣光男さんにお話をうかがいました。

POINT 01  
既存の火力発電を  
少し改造するだけで  
CO<sub>2</sub>を減らせる！

まずはアンモニア(NH<sub>3</sub>)について、おさらいをしておきましょう。アンモニアは常温常圧で可燃性の気体で、燃やしても二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が発生しません。ただし水素や、従来の火力発電で燃料として用いられてきた化石燃料(天然ガスや石炭など)よりは燃えにくく、燃やした際に

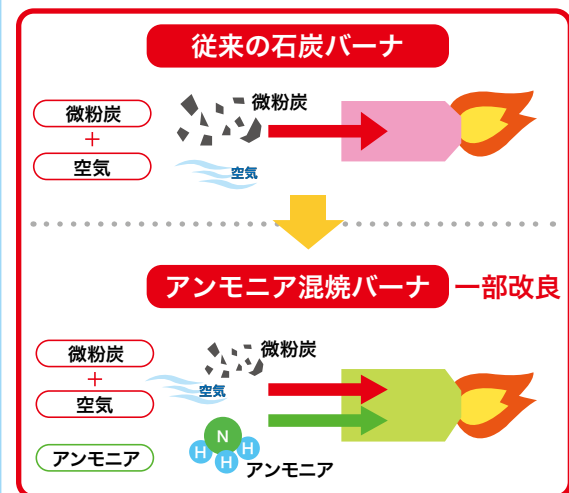
発生する熱量も小さいです。

一般的に火力発電の燃料には天然ガス・石炭・石油が使われています。その中でより多くのCO<sub>2</sub>を排出するのが石炭火力で、日本国内の総発電量のうち、32%を占めています(出典:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計の2019年確報値」)。CO<sub>2</sub>の排出量削減に向けて、将来的には石炭火力の比率を低減していく必要がありますが、現状では、安価で安定した電力供給のために一定程度活用していくことも必要です。そのため、石炭火力の発電効率向上に向けた取り組みや、以前、eレポートでも紹介したように排出されるCO<sub>2</sub>を分離回収して地中に貯留する技術開発などが進められているのです。

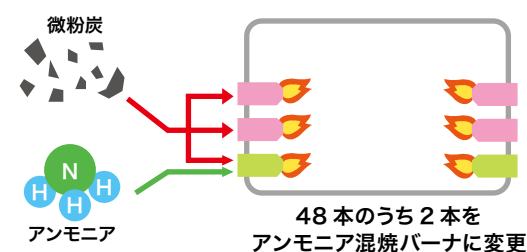
今回訪れた碧南火力発電所では、現在、発電所の石炭ボイラ内部のバーナの一部分を改造して燃料にアンモニアを混ぜることで、CO<sub>2</sub>排出量を低減させる実証試験を行っています。ボイラや発電機、排煙処理設備などは既存のものをそのまま利用

図3 ● 碧南火力発電所における  
アンモニア混焼の段階的な実施

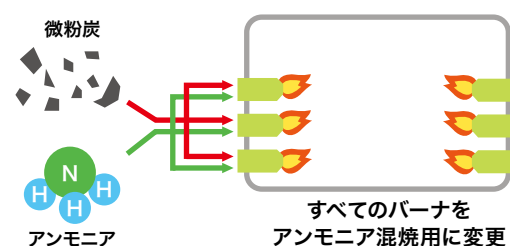
実証試験を積み重ね、まずは20%の混焼による  
商用発電を目指しています。



5号機で混焼バーナの小規模な試験（2021年～）



4号機で混焼バーナの大規模実証試験（2023年～）

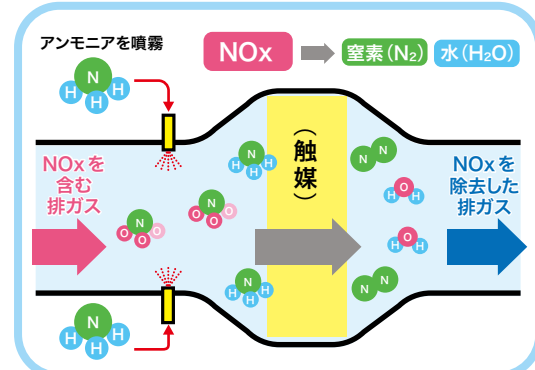


商用化へ



白いパイプラインに一筋混じったオレンジ色のパイプが、アンモニアを運ぶためのものです。排煙処理設備に向かうパイプを分岐させ、小規模試験用のバーナに供給しています。

図2 ● アンモニアによる窒素酸化物(NOx)の還元



商用で使われている  
大型の石炭火力発電所で  
20%という大量のアンモニアを  
混焼する実証試験は世界初！

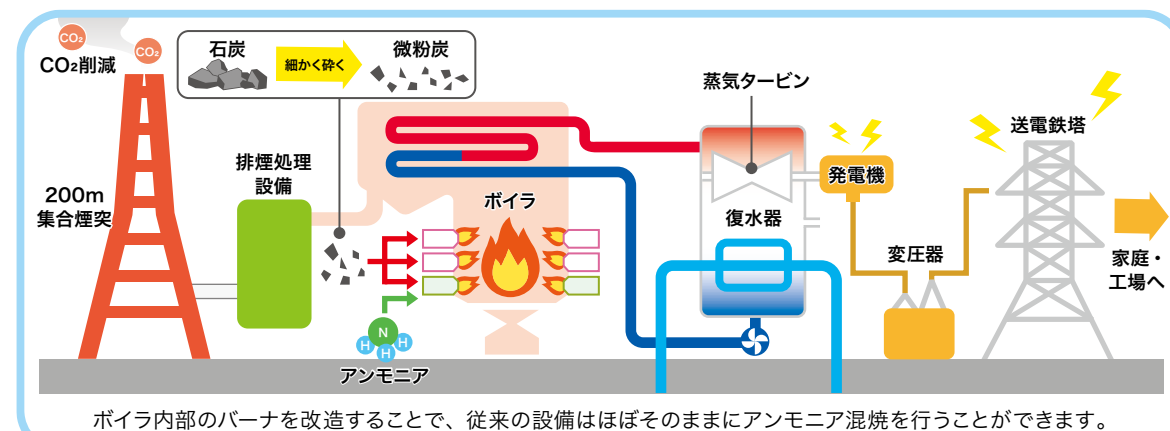


**POINT 03**  
長期的・安定的な入手経路  
確保と製造技術の開発を  
同時に進める

小規模な試験におけるアンモニア  
の割合は0・02%、使用されたアン

よりも1年前倒しして2023年  
度から行い、その後2020年代  
後半には商用運転へと展開していく  
予定です【図3】。

図1 ● 碧南火力発電所の概要



アンモニアを燃料に混ぜるために改造されるのは、「バーナ」と呼ばれる、燃料をボイラ内に投入し燃焼させるための装置です。碧南火力発電所の4号機・5号機には、それぞれ48本のバーナが使われています。まずは5号機の48本のうち2本をアンモニア混焼用に改造したバーナに変更し

**POINT 02**  
混焼用に改造したバーナを  
試験しながら段階的に導入

新しい発電所をつくるのには、  
時間もお金もかかっちゃう！  
電力を供給しつつ、少しでもCO<sub>2</sub>の  
排出を減らす方法なんだね。



【図1】。  
することができると期待されるため導入が容易  
で、電力の安定供給とCO<sub>2</sub>低減を  
両立させることが可能となります

て、改造したバーナの素材が長期間  
利用可能か、小規模な試験を行って  
確認しています。この結果は4号機  
の大規模実証試験に反映されます。

そもそもアンモニアは、石炭を燃  
焼させた後に発生する大気汚染物質  
「窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)」の対策にも利  
用されています。NO<sub>x</sub>にアンモニ  
アを結びつけることで化学反応を起  
こし、窒素(N<sub>2</sub>)と水(H<sub>2</sub>O)に還元  
する「還元剤」として利用されてい  
て【図2】石炭火力発電所において、な  
くってはならない存在なのです。碧南  
火力発電所でもアンモニアを用いて  
いて以前から扱いには慣れており、  
アンモニアを貯留・供給するための  
設備もあります。小規模な試験の  
際には、この既存のアンモニアタン  
クからパイプラインを延ばし、アン  
モニアをバーナに供給しています。

今後は4号機のすべてのバーナを  
アンモニア混焼用に改造したものに  
置き換え、大型の石炭火力発電所  
では世界初となるアンモニア20%  
混焼の大規模実証試験を当初予定

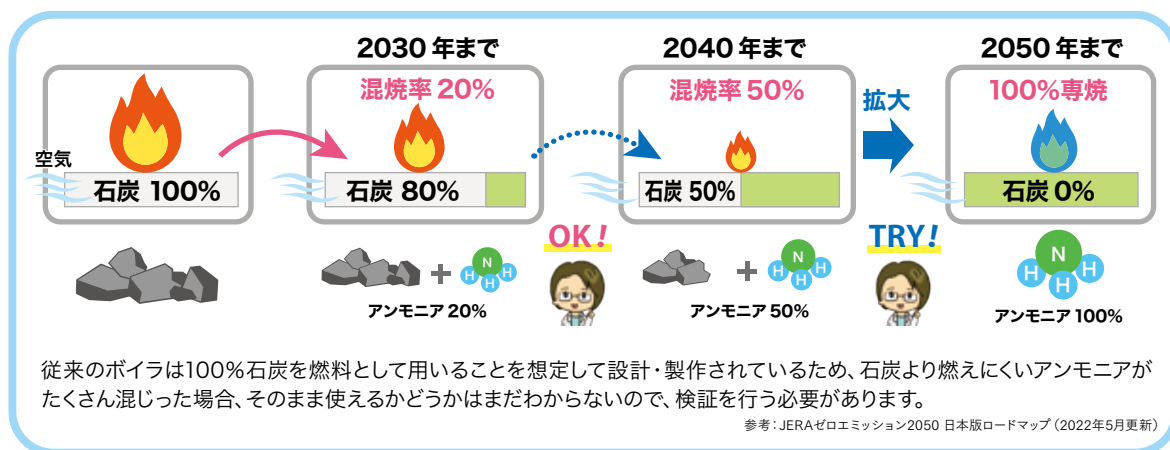


広大な施設内を案内してくれたのは、課長代理の柴垣光男さん。



最大 88 万トン保管できる巨大な貯炭場、主にオーストラリアとインドネシアから輸入された石炭が保管されています。アンモニア混焼が本格化すれば、石炭の代わりにアンモニアタンクが並び日がくるかもしれません。

図4 ● アンモニア混焼拡大を目指した検証から専焼化へ



サイエンスライター  
瀬戸 文美

2008年東北大学大学院工学研究科バイオロボティクス専攻博士後期課程修了、博士(工学)。人間協調型ロボットの研究をしていた学生時代からロボット技術を中心とした解説やレポート記事を執筆。千葉工業大学未来ロボット技術研究センター(fuRo)主任研究員や東北大学男女共同参画推進センター特任助教(運営)などを経て、現在は「物書きエンジニア」として科学技術の魅力を伝える活動を行っている。著書に「絵でわかるロボットのしくみ(講談社/2014)」などがある。

【図4】  
CO<sub>2</sub>の排出量が多いからといって、石炭火力発電をすぐに全部止めるわけにはいきません。電力の安定供給を続けると同時に着実にCO<sub>2</sub>排出量を削減するために、研究開発成果を実機実証試験で確認するというイノベーションの積み重ねが必要なことを、前回訪問した研究開発施設FRE A（ひろば513号レポート）と今回の碧南火力発電所、2カ所の取材を通して強く実感しました。

モニアは200トンほどだったそうですが、出力100万kWの4号機で20%の混焼を1年間行うには、約50万トンものアンモニアが必要となります。そのため、碧南火力発電所敷地内にアンモニア貯蔵タンクや液体アンモニアを気化させるための設備を準備すると同時に、アンモニアを長期的・安定的に確保するための方策を進めています。

「JERAは2027年度から2040年代まで、年間最大50万トンのアンモニアを調達する国際競争入札を行いました。この入札の条件は、原則として製造過程においてCO<sub>2</sub>を排出しない、もしくは回収・貯留されているクリーンなアンモニアであることと、JERAにアンモニア製造プロジェクトへの参画機会があることとしています」。

そう説明するのは、副所長の森田さん。アンモニアの製造には高温・高圧が必要であり、その過程で化石燃料が使用されてCO<sub>2</sub>が排出されているのは、CO<sub>2</sub>削減の意味があり

燃やしてもCO<sub>2</sub>を排出しない燃料であるアンモニア。20%と言わずもったたくさん混ぜればそれだけCO<sub>2</sub>の排出が抑えられるのでは？

POINT 04  
段階的にアンモニア混焼の比率アップ  
2040年代には専焼を目指す

製造時に排出されるCO<sub>2</sub>を前々回のレポートで見学したCCSなどで回収・貯留したのが「ブルーアンモニア」、製造時にもCO<sub>2</sub>が排出されないようにしたのが「グリーンアンモニア」だよ！



ません。また出力が天候に左右される太陽光などの再生可能エネルギーで安定的にアンモニアを製造するのは難しく、現在も研究開発が進められている段階です。将来的には製造時にCO<sub>2</sub>を排出しない「グリーンアンモニア」の安定的な入手のために、こうした調達が行われているのです。

と思うのですが、割合を増やす際に問題となるのがアンモニアの燃えにくさです。20%であればメーカー実験炉での実績もあり、バーナ以外の従来の設備に改造は不要と想定していますが、それ以上アンモニアを増やす場合にはバーナの改造だけではなく、燃焼の温度や燃える場所、必要な空気の量に変化することによってどんな影響が出るのか、あらためて検証する必要があります。

今後、碧南火力発電所では50%以上のアンモニア混焼が可能なバーナを開発するとともに、その際にバーナ以外のボイラなどの設備がこのまま利用可能かどうか各設備の仕様などを検討し、可能な場合は2028年までに50%以上のアンモニア混焼の実証試験を行う予定です。2030年代には50%以上のアンモニア混焼の実用化を行います。JERAは2040年代にはアンモニア100%専焼化を開始、2050年までにはゼロエミッション達成、というロードマップを描い