

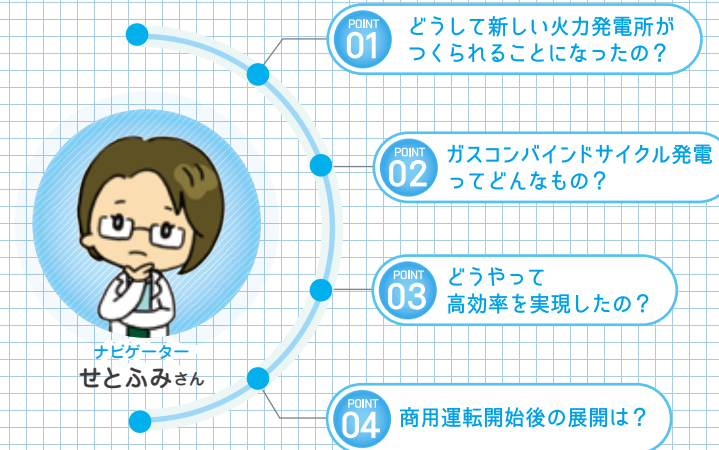
「脱炭素へ期待の取り組み」

次世代ガスタービン



昨年10月に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」では日本の火力発電の比率について、2030年度時点で41%程度にまで減らす目標が示されました。現在70%以上の電力をまかない、電力の安定供給に欠かせない火力発電を、これからのように脱炭素化していけばいいのか。この難題に向かって、さまざまな挑戦が行われています。今回は、最先端技術の「強制空冷燃焼器システム採用次世代ガスタービン」を導入した東北電力上越火力発電所の取り組みをサイエンライターせとふみさんがわかりやすくレポートします。

今回の取材のポイント



取材先概要

東北電力 上越火力発電所

所在地	新潟県上越市八千浦1
使用燃料	液化天然ガス(LNG)
発電方式	コンバインドサイクル発電システム
発電出力	57.2万kW
営業運転開始	2022年12月(予定)
敷地面積	21万㎡(東京ドーム約4.5個分)



高橋 一さん、和田 亘浩さん、西村 由明さん、百川 俊之さん、柏倉 実さん

北陸新幹線の上越妙高駅から、えちごトキめき鉄道・妙高はねうまラインに乗り換えて向かったのは新潟県南西部の日本海沿岸に位置する上越市。

海岸沿いの埋立地に複数の建屋や煙突、ガス貯蔵用のタンクの姿が見えてきます。その中でもまだ新しい白いスマートな煙突と、上越市のシンボルである桜をイメージさせる「桜色」と新潟ゆかりの戦国武将・上杉謙信の旗色である「紺色」のラインが印象的な建屋が、東北電力上越火力発電所です。同社が有する火力発電所の中で最南端に位置し、9地点目となります。

今年12月の営業運転開始に向けて着々と準備を進める発電所について、所長の西村由明さんはじめ和田亘浩さん、高橋一さん、百川俊之さん、柏倉実さんに教えてもらいました。

POINT 01 出力調整に優れた高性能火力発電で電力の安定供給を実現

さて、先ほど複数の建屋や煙突が見えてきたと述べたとおり、東北電力上越火力発電所は、(株)JERA※の上越火力発電所と(株)INPEXの直江津LNG基地に隣接しています。もともとは、中部電力と東北電力が共同でこの地に火力発電所を



モニターではなく、プロジェクターで各種情報が投影されている中央制御室。「情報整理にも使え、ホワイトボードにもなる壁なのです」と説明する西村所長。

建設することが1995年から計画されてきました。しかし長引く電力需要の低迷や電力市場における自由化の進展などから開発計画が見直され、各々で建設することになりました。東北電力では、自社火力の経年化が進展していることを踏まえ、経年火力の代替を進めるために、上越火力発電所の新設を決定。2018年には上越火力発電所建設所を設置、2019年7月に本格的な建設工事が始まりました。これまでの経緯を踏まえ、荷揚げ棧橋はJERAと共用で、燃料のLNGはJERAから受入しています。

現在、火力発電は重要な供給力であるとともに、天候や季節によって変動がある太陽光や風力の発電量に応じて過不足分の調整役として、電力の安定供給に貢献しています。一方で、燃料そのものをアンモニアや水素に転換させるなどCO₂排出

※JERA/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発電会社

削減に向けた取り組みが進められていることは、これまでもレポートしてきました。ここ東北電力上越火力発電所では最新鋭のガスコンバインドサイクル発電で、高効率の燃焼と、得られた燃焼エネルギーの無駄のない活用に取り組んでいます。



「コンバインドサイクル発電」は実は新潟県が発祥の地！1984年に東北電力東新潟火力発電所3号系列で採用されたのが日本初だよ。

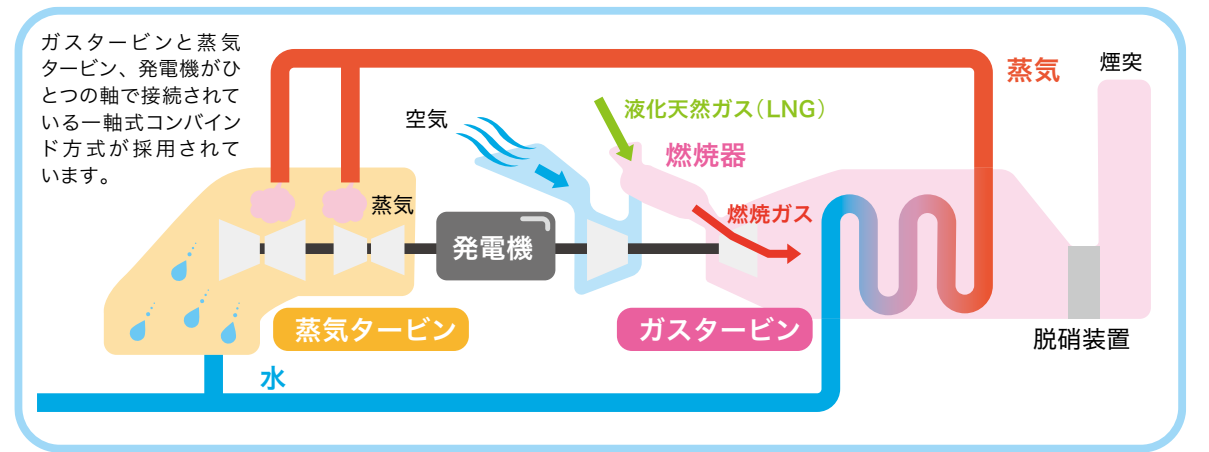
POINT 02 ガスタービンと蒸気タービン
ふたつの組み合わせで
高効率に

コンバインドサイクル(Combined Cycle)発電とは、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた発電

方式です。LNGなどの燃料を燃やした際に発生する燃焼ガスの圧力でガスタービンを回転させて発電するとともに、ここで生じた高温の排出ガスから熱を回収して蒸気を発生させ、蒸気タービンを回して発電します。これにより、従来の蒸気タービンだけの発電方法と比較して、発生する熱エネルギーを無駄なく使うことができます。ため熱効率が高くなります。従来型のガス火力発電の熱効率が40%台前半であったのに対して、上越火力発電所では63%以上にすることを目指しています。

コンバインドサイクル発電にはガスタービンと蒸気タービンにそれぞれ発電機を接続する多軸式と、ふたつのタービンをひとつの発電機に接続する一軸式がありますが、上越火力発電所では電力需要の変動に合わせて出力を調整するために、負荷が変動する際に効率の低下を抑制することができます【図1】。

図1 ● 上越火力発電所1号機の概要

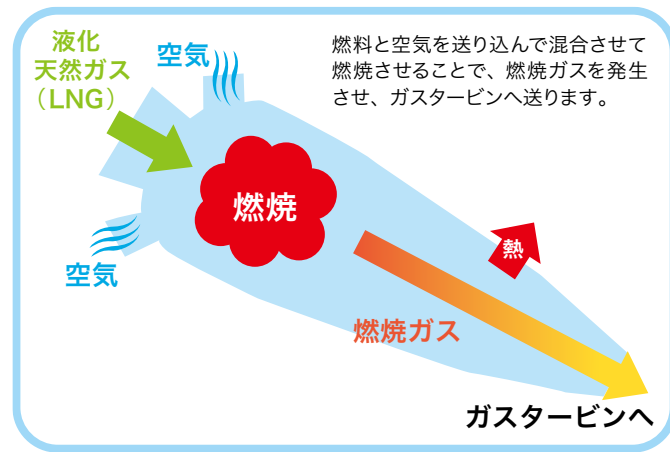


ガスタービンと蒸気タービン、発電機がひとつの軸で接続されている一軸式コンバインド方式が採用されています。

POINT 03 「強制空冷」により
燃焼温度をアップ!

コンバインドサイクル発電はこれまでもありましたが、上越火力ではどのようにして63%以上の熱効率を実現するのでしょうか。その秘密のひとつは、燃料を燃やして燃焼ガスを発生させ、ガスタービンに送る装置「燃焼器」にあります【図2】。

図2 ● 燃焼器の仕組み



燃料と空気を送り込んで混合させて燃焼させることで、燃焼ガスを発生させ、ガスタービンへ送ります。

ガスタービンの燃焼器は金属でできているので、燃焼器で発生した非常に高温の燃焼ガスにそのままさらすことはできません。燃焼器を冷やして温度を下げる必要があります。この冷却には、新しく開発された「強制空冷」という方法が採用されています。従来用いられてきた蒸気の代わりに、圧縮した空気を燃焼器の壁内に送ることで燃焼器を冷却するとともに、熱を奪って高温になった圧縮空気を燃焼に用いるというものです。これにより燃焼器を冷却する際に回収した熱を、ガスタービンに利用することができます。

また、冷却する際に蒸気を用いず、空気をそのまま利用することができます。さらに、熱伝導率の低いセラミックスをタービン翼の表面に吹きつけてコーティングすることで翼を高熱から守り、ガスタービンに送る燃焼ガスの温度を高め、冷却空気を少なくすることが可能にな



訪問したのは、営業運転に向けて各種点検を行っているタイミング。



蒸気タービンは外装が外され、タービン翼が見えていました。蒸気タービンに対して復水器を水平に配置。従来のように垂直に配置するのと比較して建屋の高さを低くでき、建設コストの削減につながっています。



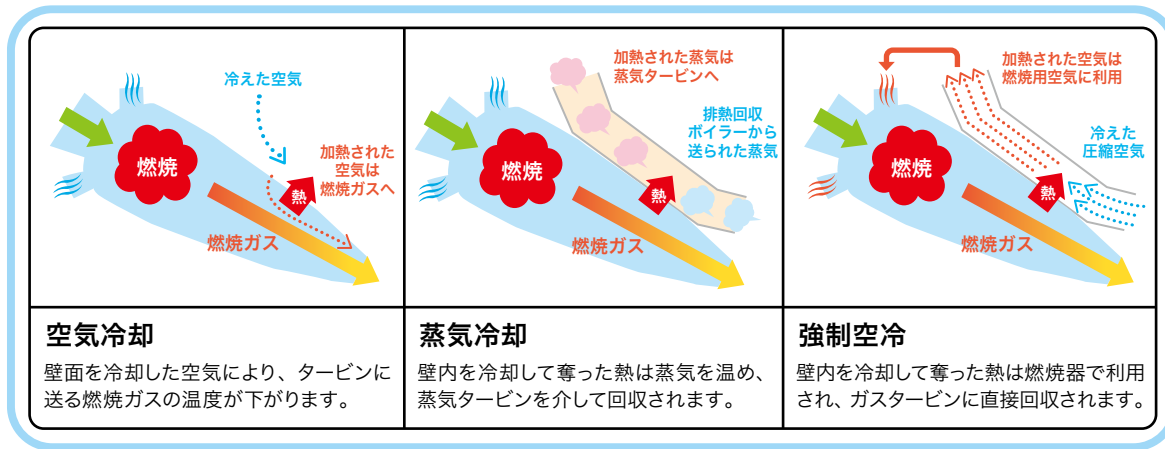
発電した電力は開閉器から送電鉄塔を経由し、各地に送られます。上越火力発電所では民家に落水しないよう、開閉器から送電鉄塔までの配線は地中にあります。

燃焼器で発生した熱エネルギーを効率よく利用することができるんだね。



ビン(JAC)は、「平成30年度優秀省エネ機器・システム表彰 経済産業大臣賞」を受賞しています。

図3 ● 強制空冷と従来の冷却(空気・蒸気)との比較



「再生可能エネルギーの活用も進んでいますが、実態として現在、火力発電がないと困る。そのために低炭素化と安定供給を両立できる、このような火力発電所が必要である。そのような思いを持ってこの発電所の建設と、この先の運用に取り組んでいます。」

POINT 04 昼夜・季節で出力が変化する再生可能エネルギーの調整役として

東北電力上越火力発電所では次世代ガスタービンによる熱効率のアップと同時に、地震や津波、雪氷などの自然災害への対策も各所に施されています。地震対策として、基礎工事では地盤まで60mを超える杭を約500本も使用するとともに、煙突やサービシブルには制震装置が設置されています。また、津波対策として塩水に弱い電気系設備や非常用電源などは、建屋内の高い位置に設置されています。

り、燃焼で得られた熱エネルギーを無駄なく活用しています【図3】。「これにより、燃焼温度を1650℃まで上げることが出来ます。燃焼器内の温度分布を均一にすることで、燃焼温度が高くても排出するNO_xを減少させることができます。」そう説明する所長の西村さんは、この強制空冷システム開発に取り組んできたそうです。この強制空冷燃焼器システム採用次世代ガスター



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。

そう語る所長の西村さん。発電所内を見学している間も「安全に！」と作業中のスタッフと絶え間なく声掛けをされていたのが印象的でした。安定供給を担う主力電源として、最新技術と安心・安全を詰め込んだ火力発電所が、まもなく営業運転を開始します。



煙突は高さ136mで、強度計算された支持鉄塔は煙突の中程までを囲んでいます。支持鉄塔と煙突の間には、耐震のためのダンパーが取り付けられています。



海風による着雪や凍結を防ぐために、空気取込口には北西向きに壁が設置されています。