

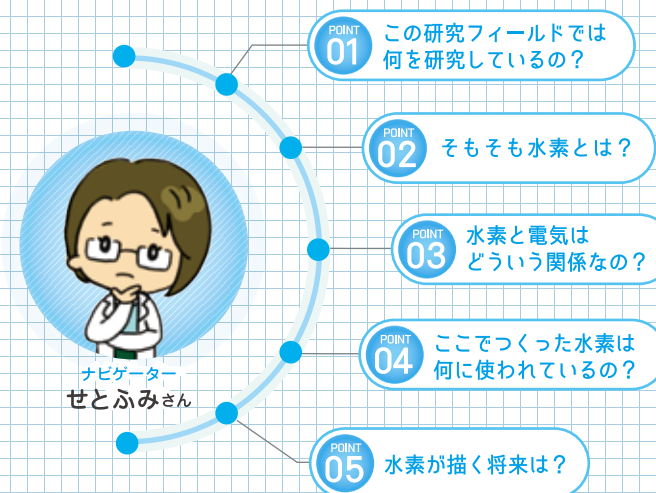
「注目の新技術」

再エネで水素製造



今回取材したのは、福島県浜通りにある、再生可能エネルギーを利用した水素製造施設。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が事業主体となって、2020年から稼働しているビッグプロジェクトです。次世代のエネルギーとして期待されている水素をどのようにつくり、またどんな役割を持っているのか。サイエンス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 福島水素エネルギー研究フィールド Fukushima Hydrogen Energy Research Field (FH2R)

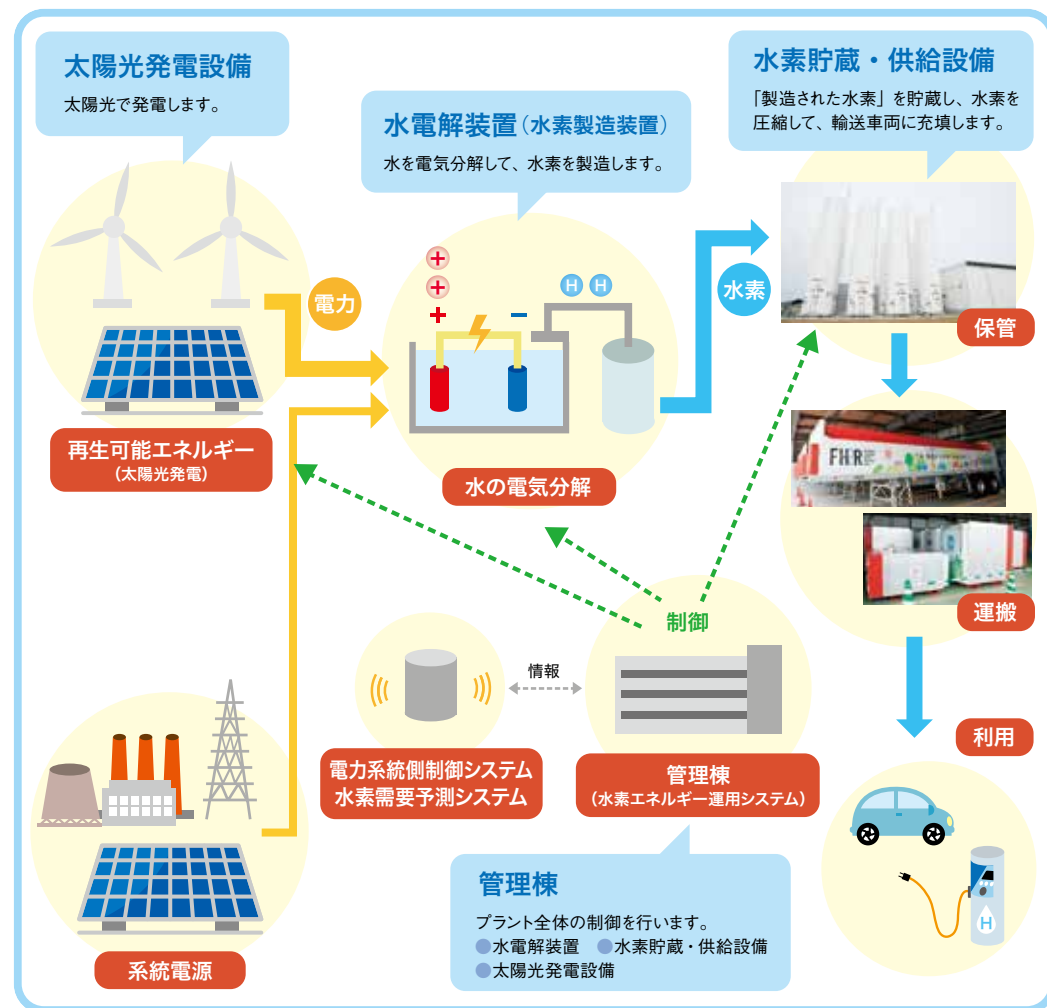
事業主体者 / 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）
事業実施者 / 東芝エネルギーシステムズ株式会社、東北電力株式会社、東北電力ネットワーク株式会社、岩谷産業株式会社、旭化成株式会社
所在地 / 福島県双葉郡浪江町大字棚塩地区
開所日 / 2020年3月



福島県浜通り（沿岸部）の北部に位置している浪江町。東京電力福島第一原子力発電所の事故のため避難区域となり、町役場も移転して多くの町民が町外への避難を余儀なくされていましたが、現在一部地域では避難指示が解除され、役場や駅も元の姿を取り戻しつつあります。新しい道の駅や商業施設が並ぶ町中からしばらく車を走らせると、小さな高台が見えてきました。その高台の上から見下ろすと、向こうには太平洋の波が、そして眼下には一面の太陽光パネルが、それぞれ日の光を反射して輝いています。

約49ヘクタールの敷地にドローンの訓練・実験に利用される「福島ロボットテストフィールド」や、中々大規模建築用の集成材を生産する「福島高度集成材製造センター」などが立ち並ぶ棚塩産業団地。その中で約22ヘクタールの広大なエリアを占めるのが、今回訪問した「福島水素エネルギー研究フィールド」略称「FH2R」です。敷地内には6万8000枚の太陽光パネルを

図1 ● 福島水素エネルギー研究フィールドの構造



設置した太陽光発電設備と世界最大級の水素製造装置、製造した水素

を貯蔵・供給する施設などがあります【図1】。

私たちの身体を構成する
元素の約 60% が水素！
質量でいうと
約 1 割になります。
体重 50kg の人だと、
そのうち 5kg は水素なんです。



多いのではないのでしょうか。宇宙で一番最初にできた元素であり、宇宙の質量の約 70% を水素ガスが占めていると言われています。

地球ではそのほとんどが水(H_2O)として存在していますが、一般に「水素」と呼ぶときは、水素ガス(H_2)を指すことが多いです。水素は地球上で一番軽い気体であり、私たちの周囲の空気と比べると、14 分の 1 の軽さ。また、無色・無臭で、味もしません。そして可燃性があり、火をつけると燃える性質を有しています。石炭や石油など、成分に炭素(C)を含むものは燃やすと二酸化炭素(CO_2)が発生しますが、水素は炭素を含んでいないので、燃やしても発生するのは水だけで、二酸化炭素が発生するこ

とはありません。

地球上にたくさん存在して、燃やしても二酸化炭素が発生しない、これがエネルギー源としての水素の大きな特長です。

さて、水素が二酸化炭素を排出しないエネルギー源であることはわかりましたが、電気とはどのような関係があるのでしょうか。

電気は需要と供給が常に一致しなければ大規模な停電につながる恐れがあります。太陽光や風力といった再生可能エネルギーは、天候や季節によって発電量が左右されることから、火力発電所の出力を上げたり下げたりして電力の供給量を需要量に一致させます。

太陽光の導入量が増えてきた 2014 年ごろから、九州で、季節や時間帯によっては太陽光発電量が

POINT
03
『太陽光で発電した電気
を有効活用するために
“水素”が活躍』



水電解装置が格納されている建屋。太陽光発電からの電力と、東北電力からの系統電力の両方が供給されています。



内部にある 10MW 級の大型アルカリ水電解装置。水はそのままでは電気を通しにくいので、アルカリ性にしてから電気分解を行います。

電気分解に用いる電力は、太陽光発電じゃなくても大丈夫。
いろんな発電方式の需要と供給のバランスを取るために
水素を媒介するのがポイント！



多くなり、これ以上受け入れできないということが起こりました。火力発電所を止めても太陽光発電量が需要を上回ってしまい、需要と供給のバランスが崩れ、電力の安定供給が困難になるためです。この先、再生可能エネルギーがさらに増えると、



NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部の燃料電池・水素室長の大平英二氏。



まだ新しい管理棟。この管理棟からフィールド内の発電量や水素製造・貯蔵量を監視し、水素製造量のバランスを調整しています。

POINT
01
『効率よく、低コストで
水素を製造し活用するた
めの研究開発の拠点！』

この事業は 2016 年に NEDO が開始した複数の水素エネルギー利用のための研究開発プロジェクトのひとつ。採択されてから現在までの間、複数の企業が連携して水素の製造と利用のための研究開発・実証試験が行われてきました。現在は東芝エネルギーシステムズ株式会社・東北電力株式会社・東北電力株式会社・岩谷産業株式会社・旭化成株式会社の 5 社が参画しています。

東芝エネルギーシステムズが全体の統括とプラント設計、水素エネルギー運用システムを担当し、水素の需要や再生可能エネルギーの発電量などに基づいて、いつどのくらい水素をつくっておけばいいのか、水素の製造量の調整や水素の需要と供給のバランスを調整しています。東北電力と東北電力ネットワークが

水素を活用した電力の需要と供給のバランス調整に関する検討を、岩谷産業が水素ステーションなどにおける水素利用の需要予測システム、水素貯蔵・供給を、旭化成が水素製造技術の高効率化を担当しています。

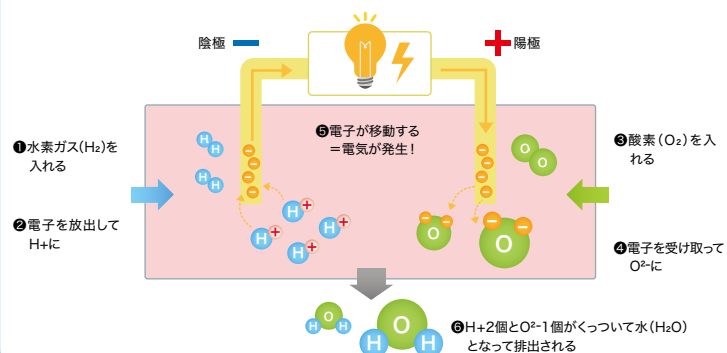
もともと再生可能エネルギーの導入拡大を明確に打ち出していた福島県。東芝エネルギーシステムズと東北電力などが協力して研究開発を行うにあたり、福島県から「研究に適した地」として推薦され、この浪江の地が選ばれたのです。

POINT
02
『水素は宇宙で一番
たくさんある原子で
燃やしても CO_2 は
一切発生しない！』

ところで「水素」って一体どんなものでしょうか？ まずは中学校の理科の授業を思い出してみましょう。水素は原子番号 1 の元素で、元素記号は H。“水兵リーベぼくの船”といった語呂合わせで覚えた方も

図4 ● 燃料電池の仕組み

水素ガスと酸素を反応させることで電極間で電子の受け渡しが起こり、電子の移動＝電力が発生します。

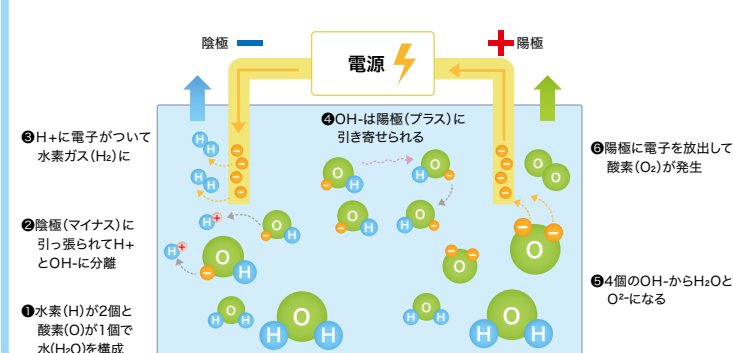


水素は燃料電池を用いることで、
 燃焼させることなく、直接電力と熱
 を取り出すことができます。燃料電
 池とは先ほどの水の電気分解とは逆

POINT
 04
 水素は燃料電池を介して
 自動車の燃料や発電に
 使われる

図2 ● 水の電気分解の仕組み

電気を流すことで電子の受け渡しが起こり、陰極（マイナス側）からは水素が、陽極（プラス側）からは酸素が発生し、その分だけ水の量が減ります。



日本全国で同じようなことが起こる
 可能性があり、それでは困ります。
 そこでせっかく導入した再生可能エ
 ネルギーを最大限使っていくために
 水素に転換して使う“Power to Gas”
 というこのプロジェクトが2014年
 度から始まりました。
 さて、水素はどうやってつくってい



水素を運搬するためのカードル（集合容器）。内部はガスボンベがいくつも束になって入っている構造になっています。小さい方は道の駅で、大きい方はJビレッジでの発電に使われています。

に、水素ガスと酸素を反応させるこ
 とで電気（電子の移動）を発生させる
 もの【図4】。水素と酸素の化学反応か
 ら直接電気エネルギーを取り出すこ
 とができるので、水素ガスを燃料と
 してタービンを回して発電するより
 も、エネルギーの無駄がない高い発電
 効率を実現できます。この水素がど
 こでどのように使われているのか、
 NEDOの大平さんに伺いました。

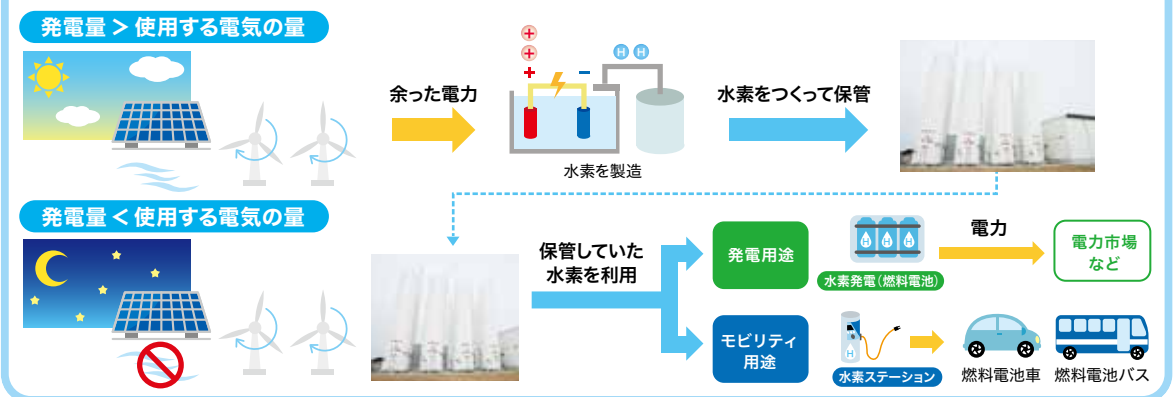
「このFHRで製造される水素
 は、燃料電池に使われることを前提
 とする99・97%という高い純度のも
 のです。製造された水素は、浪江の
 道の駅やJビレッジなどの福島県内
 3カ所に発電用途として用いられて
 いるほか、2カ所の水素ステーション
 で燃料電池自動車の燃料として供給
 されています。これらのほか東京オ
 リンピックの国立競技場の聖火台の
 燃料として、また大会期間中は燃料
 電池自動車にも使われていました」。



貯蔵された水素は200気圧まで圧縮されてから、水素トレーラーやカードルに注入され、使う場所へと運送されます。トレーラーは水素ステーションではそのまま、水素タンクとして利用されます。

図3 ● 水素をエネルギーの貯蔵のために利用

発電量が不安定な再生可能エネルギーの需要と供給のバランスを取るために、水素を用いたエネルギーの貯蔵・利用が期待されています。



燃料電池は自動車のほかにも家庭用の発電などでも開発・普及が進んでいます。しかし現状では、電極に使われるプラチナなど種々のレアメタルを使用するためコストの高さが悩みどころで、さらなる研究開発が期待されています。

この施設の意義を、大平さんはこう語ります。

「この施設ができたことによって水素活用がどれだけ進むか、脱炭素社会にどう貢献していくのか、現時点においては数字で表せるような段階ではありません。技術開発を行うことそのものが重要であり、さらにその技術を知ってもらうことで次世代の人材を育成することが重要なことです」。

敷地内では新たに、研究棟の建設工事が進められています。F H 2 Rで研究開発を行う研究者・技術者が滞在するのはもちろんのこと、国内外からの見学者に本施設や技術をわかりやすく伝えるための拠点となることが期待されています。



「この FH2R に限らず、いろんなフィールドで実証実験を行い、課題を得て次の開発を進めることが重要です」と技術開発の展望を語る大平さん。

Column コラム

無色透明なはずの水素にも「色」がある？

水 素は燃料電池だけではなく、いろいろな用途にすでに利用されています。例えば宇宙ロケットの燃料として、軽く

て高温で燃焼する水素はびつたり。超低温で液体にされた水素と酸素を混ぜることで、酸素のない宇宙空間でも燃焼させることができます。また液体状の油脂に水素を混ぜると固まるという性質があり、身近なところではマーガリンや口紅などに利用されています。

それでは、それらの水素も今回訪問した F H 2 R と同様、水を電気分解することでつくられているのでしょうか？ 実はこの電気分解による水素製造方式は、必要電力が多くて製造コストが高いため、まだまだ少数派。F H 2 R のように再生可能エネルギーを利用して製造時に

二酸化炭素を排出せずにつくられた水素は「グリーン水素」と呼ばれています。

現在使われている水素の多くは石油や天然ガスを原料としていて、製造時に二酸化炭素が発生します。このように化石燃料をベースとしてつくられた水素は「グレー水素」と呼ばれています。そして、グリーンとグレーの間にあるのが「ブルー水素」、化石燃料をベースとしつつも、製造時の二酸化炭素排出量を抑えたものです。

製造時の二酸化炭素排出量を抑える手法の一つに、二酸化炭素を回収・貯蔵する「CCS」「CCUS」という技術があります。それらの技術については、次回の訪問先で紹介しましょう。お楽しみに！

POINT
05

再生可能エネルギーを最大限に活用するために
欠かせない役割を
果たす“水素”

水素を太陽光や風力といった発電量が不安定な再生可能エネルギーと組み合わせることで、エネルギーの貯蔵が可能となり、二酸化炭素を排出せずに安定した電力供給を実現できる可能性があることはわかりました。では今後、どんどんと水素社会の実現へと進んでいくのでしょうか。

「水素製造や利用の技術はまだまだ発展途上であり、コストなどの課題もあります。火力発電の主力燃料が石炭から石油、そして液化天然ガスになるのには20年くらいかかっているの、水素についても同じくかなりの期間と研究開発が必要になるでしょう」。

この施設は2030年に水素製造・利用を実用化するための礎のひとつである、と大平さんは考えて

います。発展途上の技術であるからこそ、実際に水素を製造して社会の中で利用することで、課題を抽出してさらなる技術発展につなげることが研究開発では必要不可欠です。

「カーボンニュートラルを達成するための方法論はひとつではない、水素だけですべての問題が解決するわけではありません。しかし日本の二酸化炭素排出量に占める『発電所などエネルギー転換部門』の割合は約40%であり、発電以外の部分でも二酸化炭素排出量を抑えていく必要があります。それを考えたときに、二酸化炭素をまったく排出しない水素は、欠かせない役割を担うことになるでしょう」。

水素に限らず新しいモノが社会に広まるまでには、技術の確立やインフラの整備など、越えなければならぬハードルがたくさんあります。水素をエネルギー源として電力を発生させる燃料電池についても、コスト面の課題が残ります。

サイエンスライター せとふみ
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。

