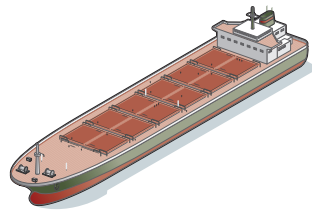
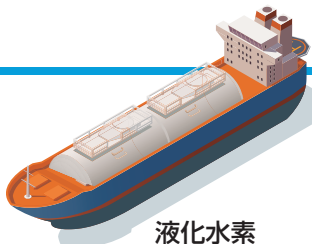


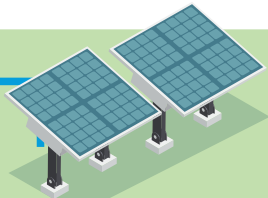
製 造



有機ハイドライド



液化水素



再生可能エネルギー

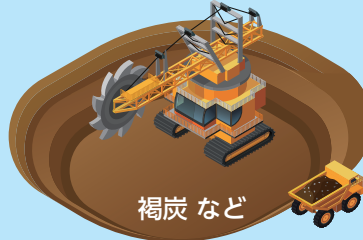
海 外

水素



油田・ガス田・随伴ガス など

水素



褐炭 など

水素



再生可能エネルギー

水素 サプライチェーン の構築

水素はさまざまなエネルギー源から製造でき、燃料にも電気にもなり、利用しても水が発生するだけなので、大幅なCO₂削減が可能となる。

未来への期待

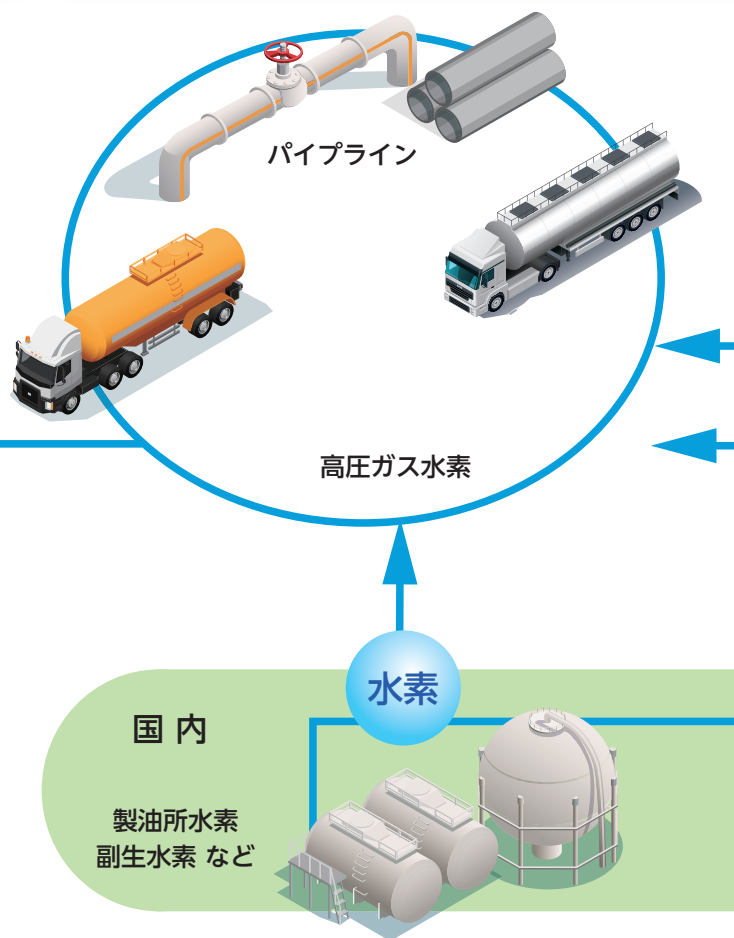
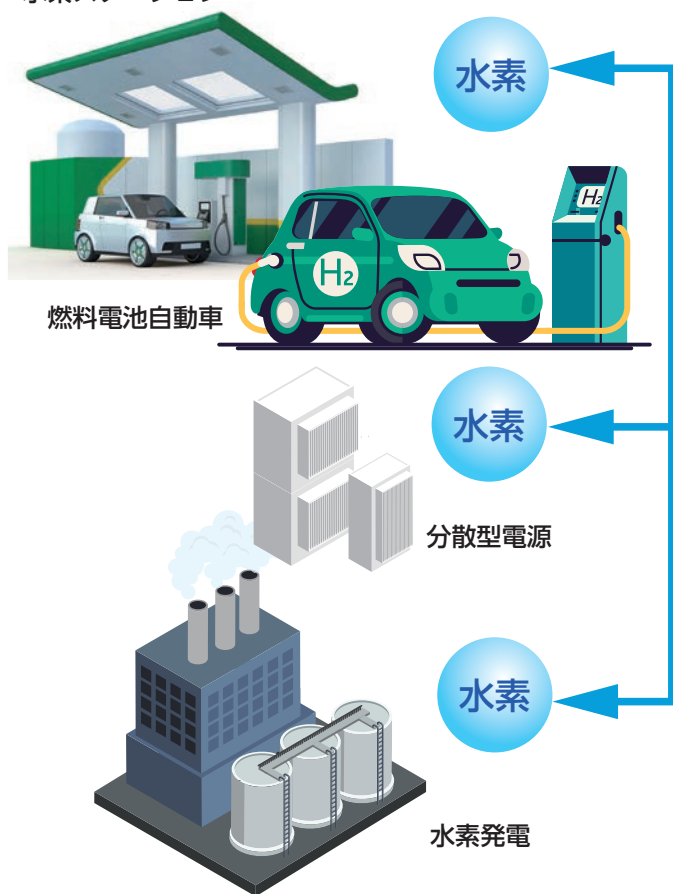
水素を活用した新たなエネルギーシステム

● 監 修 一般財団法人 エネルギー総合工学研究所 水素エネルギーグループ

日本は2030年度までに13年度比で温室効果ガスの排出を26%削減し、2050年度には80%削減するという高い目標を掲げています。こうしたなか、水素はさまざまな方法でCO₂削減に貢献するものと期待されています。水素を新たな主要エネルギーとして使うため、現状どのような技術開発が行われ、将来何が必要なのでしょう。水素を活用した新たなエネルギーシステムについて、エネルギー総合工学研究所水素エネルギーグループにインタビューした情報を基にまとめました。

エネルギー総合工学研究所：エネルギー技術の体系的基盤の確立・向上を図り、国民経済の健全な発展に寄与することを目的に、1978年に設立。シンクタンクとしての研究活動を鋭意続けている。

水素ステーション



2050年の日本の姿

2050年のエネルギー社会において、水素が果たす役割とは一体どのようなものだろうか。そのうえで、現状どんな技術開発が行われ、将来何が必要なのかを考えたいと思います。

水素をエネルギーとして利用するためには、燃料電池で水素と酸素を結合させ電力をつくり出す方法と、直接水素を燃やして使う方法があります。燃料電池は自動車の動力源やエネファームなどの家庭用燃料電池コジェネレーションシステム、さらにはより大型化した業務用発電機としても導入が進められています。水素を燃やす方法で実用化されている典型例としては、国産ロケットH-II Aをはじめとする液化水素ロケットがあります。そして、水素の新しいエネルギー利用方法として注目されているのが水素発電です。水素を燃焼させた熱エネルギーで大型タービンを回して発電を行います。2050年ごろには水素を日常生活や産業活動に利用する社会がやってくることでしょう。

水素は利用時にCO₂が発生しないため、水素エネルギーが普及すると、人類共通の課題であるCO₂排出量の削減に貢献することができます。水素

を利用する技術は、日本が技術立国として国際競争力を維持していくための重要な産業の基盤となり、新たなビジネスモデルの創出に役立つ可能性も考えられます。

現在、エネルギーとして利用されている水素の量は、燃料電池自動車の燃料を中心に年間0.02万トンに過ぎません。水素のエネルギー利用はまだ始まったばかりです。水素エネルギーの導入普及については2050年を視野に入れ、2017年12月の再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議で「水素基本戦略」が取りまとめられました。将来目標とすべき姿として、水素量1000万トン+a、水素コスト20円/Nm³という数字が示されています。水素をエネルギーとしてあらゆるシーンで活用する社会を実現するためには、運輸部門や発電部門での水素需要の拡大を加速させる一方、中長期的に水素の調達・供給コストをガソリンやLNGなど従来エネルギーと遜色のない水準まで低減させていくことが不可欠と提言しています。そのためには水素を大量につくって、運んで、貯めておく技術がなければなりません。水素の製造から貯蔵・輸送、利用までの国際的なサプライチェーンの構築が求められています。

図1 水素基本戦略のシナリオ

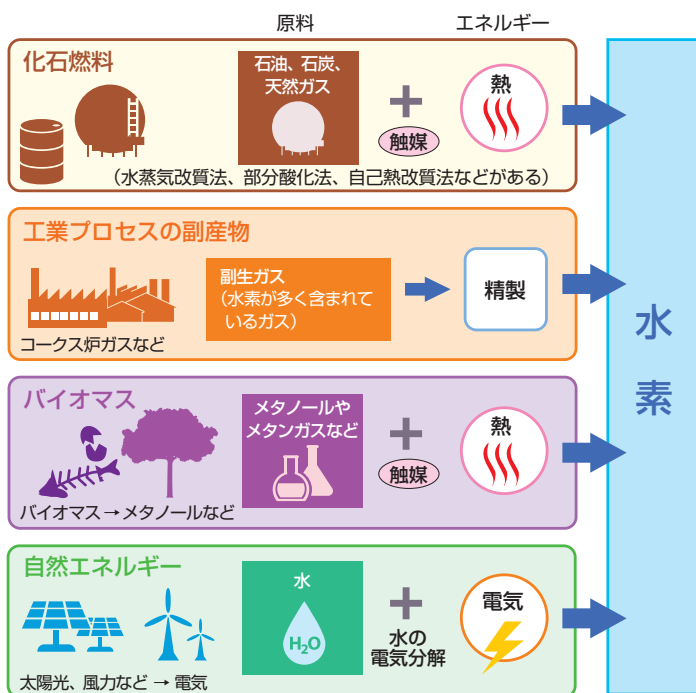
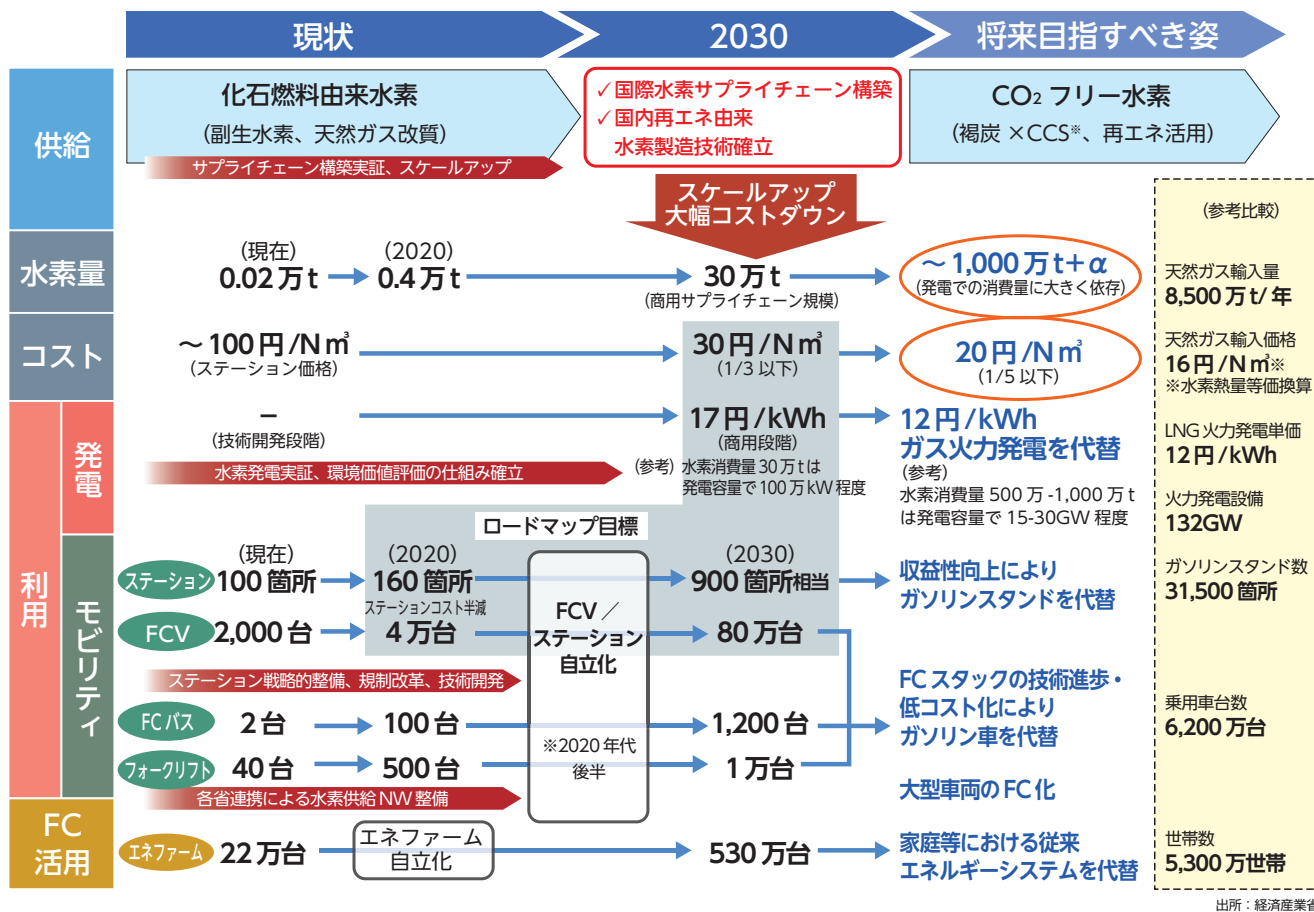


図2 水素の製造方法

水素をエネルギーとして利用するためには、工業的に水素ガスを製造する必要がある。現在は天然ガスなどの化石燃料から製造されているが、将来は再生可能エネルギーや未利用資源から低炭素化技術も併用して製造され、日本のエネルギーの多様化と低炭素化に貢献すると期待されている。

CO₂フリー水素をつくる

世界的には、水素を石油や天然ガスに代わるエネルギーとして本格利用した実績はまだありません。しかし水素には、①多様な一次エネルギーから生産できる、②電力と相互変換が可能、③貯蔵輸送が可能、④利用時にCO₂の排出がないという大きな特長があります。そのポテンシャルの高さを活かして、日本ではさまざまな研究開発が進められています。

水素は電力と同じように、何らか

の一次エネルギーからつくり出すことになる二次エネルギーです(図2)。CO₂の排出量を大幅に低減させた方法で製造された水素は「CO₂フリー水素」と呼ばれています。CO₂フリー水素は、太陽光や風力などの再生可能エネルギーと同じように、大幅なCO₂削減を実現し、地球温暖化防止に貢献する技術として注目されています。

CO₂フリー水素の製造方法としては2つあります。1つは再生可能な自然エネルギーによる水素製造です。国内で余剰になったり、海外に豊富にある太陽光や風力などの再生可能エネルギー

からつくられた電力を使って、水を電気分解してCO₂フリー水素を製造します。もう1つは安価な化石燃料から水素をつくり、その際に発生するCO₂を分離・回収して地中に貯留する技術(CCS※)によりCO₂フリー水素を製造します。

国内にも再生エネルギーはありますが、より日射量が多いところなど、海外には日本よりも再生エネルギーが豊富な場所があります。また、安価な化石燃料が採掘される場所も海外であり、大規模な水素製造の適地は世界に偏在している状況です。そのため、海外のCO₂フリー水素を大量に長距離輸送する技術が必要となります。

効率的に輸送・貯蔵するためのエネルギーキャリア

水素は常温常圧では気体で存在します。気体のままでは体積が大きく輸送効率が低いため、さまざまな形態にして輸送・貯蔵するためのエネルギーキャリアが検討されています。その1つが液化水素です。天然ガスをLNGとして運ぶのと同じように、マイナス253℃まで冷却して液化し、体積エネルギー密度を上げて輸送効率を高めます。

液化水素にして輸送・貯蔵する技術を用いて、日本とオーストラリアの間に国際的な水素サプライチェーンを構

築する実証事業が始まっています。オーストラリアに埋蔵されている褐炭と呼ばれる低品位の石炭から水素を製造し、輸送する試験が2020～21年の間に実施される予定です。褐炭は採掘コストも低く安価に入手できる一方、炭素の含有量が少なく、水分を50～60%と多く含むため、低品位炭とされ、これまで利用されてきませんでした。オーストラリアに埋蔵されている褐炭の量は、日本の総電力量の240年分に相当するとされ、日本のエネルギーの安定供給を確保する上でも重要な役割を果たすものと期待されています。石炭をガス化して水素をつくる技術には、日本のクリーンコールテクノロジーが活かされています。水素をつくる際に発生する副生ガスに含まれるCO₂は分離・回収し、枯渇した海底油田などに運び、圧縮機で深さ1000メートル以上の地層の砂粒のすき間に封じ込め、実質的な排出ゼロのCO₂フリー水素を目指しています。

世界に先駆けた国際間の水素サプライチェーンの実証事業は、日本とブルネイ・ダルサラーム国の間でも行われています。ブルネイの天然ガス液化プラントで発生する未利用ガスの供給を受けながら水素を製造します。トルエンと化学反応させる有機ハイドライド化によって常温常圧で液体の物質に変換し、効率的な輸送を可能にします。

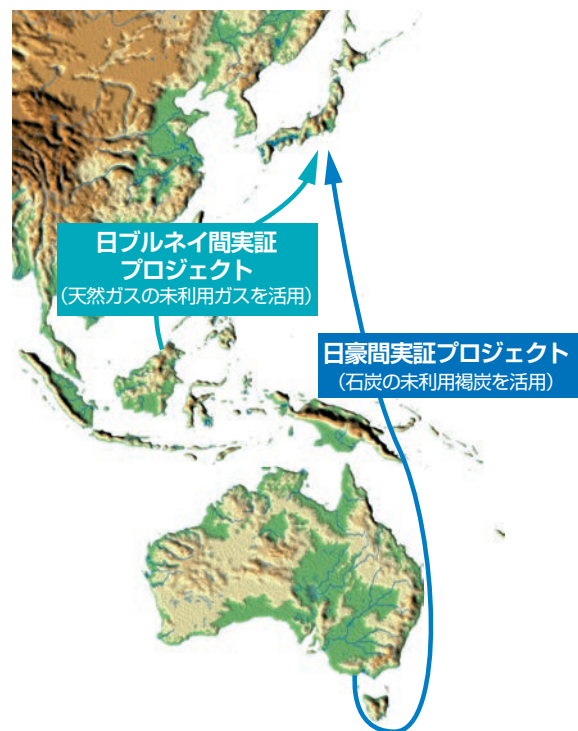


図3 国際的なサプライチェーンの構築

2020年から上記2つのサプライチェーンが実証運転を開始し、2030年ごろの商用化を目指す。

実証事業では年間最大210トンの水素を供給する予定です。これは燃料電池自動車約4万台に充填できる量に相当します。2020年の約1年にわたって、ブルネイから日本への水素の輸送と供給を実施し、製油所で火力発電の燃料に利用します。

官民一体となった協調

エネルギーモデルTIMES-Japanによる評価では、パリ協定に準拠する厳しいCO₂制約などの条件では、2050年の日本の一次エネルギー供給の5～15%を輸入水素が占めるという結果になっています。水素輸入量は700万～1500万トンで、現在のLNG輸入量の10分の1～5分の1といった規模です。輸入された水素は、

主に発電と運輸に利用されることになっています。

水素エネルギーの導入・普及には、個別の技術や課題の解決だけではなく、サプライチェーン全体にわたって多くの関係者の有機的な協調が必要だと考えられています。ここにはエネルギーの供給側と利用側で量とコストのバランスが取れていることも含まれます。水素時代を切り拓いていくためには、民間だけの取り組みでは限界があり、LNG導入時と同じように官民一体となった取り組みが望まれています。

鉄は水素を製造するプラント、輸送するためのパイプラインや船、貯蔵するためのタンク、利用するためのインフラなどに欠かせない構造物です。これからも水素社会を支える鉄の技術革新に期待が寄せられています。

※ CCS : Carbon dioxide Capture and Storageの略