水素エネルギーハンドブック

―エネルギーが変わる、水素が変える―

第６版

Iwatani

イワタニ水素ステーション 東京有明

液化水素運搬船「写真提供：川崎重工業」

豪州ラトロブバレーの褐炭田「写真提供：川崎重工業」

福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）

神戸スマコミ　水素発電写真（ポートアイランド）
「NEDO助成事業（実施者：大林組、川崎重工業）」
「写真提供：川崎重工業」

2030年、
水素が世界のエネルギーへ

国内外のパートナーとともに、着実に歩みを進めています

低炭素社会の実現に向けたエネルギーの選択肢として、水素に注目が集まっています。2018年に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」では、2030年までの中期目標である温室効果ガス26%削減に向けて、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取り組みや、省エネルギー社会の構築などとともに「水素社会実現に向けた取組の抜本強化」が掲げられています。

国の「水素基本戦略」と「水素・燃料電池戦略ロードマップ」では、2030年にはFCVと水素ステーションが商業的に自立。国際的な水素サプライチェーンが立ち上がるとともに、国内では発電事業用に水素発電が本格導入され、CO_2フリー水素の製造・輸送・貯蔵を見据えた取り組みが進んでいる、そんな社会が描かれています。

世界に目を向けると、2017年に発足したHydrogen Council（水素協議会）が、「2050年には全世界で消費されるエネルギーの18%を水素が担い、CO_2排出量を年間約60億トン削減する」との水素ビジョンを発表しています。

低炭素社会への切り札として、水素は国内のみならず世界が注目するエネルギーとして、その利活用に向けた取り組みが活発化しています。

水素の出会いからおよそ80年。追い続けてきたクリーンエネルギーへの夢を、一つひとつかたちに変える。これからも、イワタニの新しい挑戦は続きます。

CONTENTS

エネルギーの脱炭素化を水素が牽引 …… 4
国内外での水素への取り組み …… 6
すでに展開しているさまざまな水素プロジェクト …… 8
Q&A 水素エネルギーの基礎知識編 …… 14
Q&A 燃料電池編 …… 22
Q&A 燃料電池自動車編 …… 24
Q&A 家庭用燃料電池編 …… 27
イワタニの水素ステーション …… 29
イワタニと水素の歩み …… 32

「水素」は化石燃料に代わるエネルギーになれるの？

エネルギーの脱炭素化を水素が牽引

水素が、次世代のエネルギーとして、これほどまでに注目されるのはなぜでしょう？

それは、水素が地球環境問題と資源エネルギー問題を同時に解決できる可能性をもつエネルギーであるためです。水素の優れた特長は、以下のとおり。

- **無尽蔵**　水素は水や化合物の状態で、地球上に無尽蔵に存在し、枯渇することがない
- **クリーン**　酸素との反応により発電したり、燃焼させて熱エネルギーとして利用したりする際に、CO_2 や大気汚染物質を全く排出しない
- **ハイパワー**　ロケット燃料に使われるほど大きなパワーを持つエネルギー
- **エネルギー媒体**　長期大量貯蔵が難しい電気を水素の形に変えて、貯めて、運んで、使える
- **エネルギーセキュリティー**　さまざまな方法により製造可能で、エネルギー資源の多様化と自給率向上につながる

燃料電池の普及により水素で家庭やオフィスの電気・給湯・暖房がまかなわれ、FCV・FCバスやFCフォークリフトが走る。出力変動の大きい再生可能エネルギーを水素に代えて貯蔵・輸送し、需要地で電気に変換する。海外の豊富な未利用エネルギーから水素を大量製造。液化して日本へ輸送し、大規模発電を行うことで CO_2 排出量を大幅に削減する。

水素をエネルギーとして、あらゆるシーンで活用する…そんな水素社会を実現するために、日本で、世界で、企業・自治体・国が連携するさまざまな取り組みが始まっています。

水素・燃料電池戦略ロードマップ
～水素社会実現に向けた産学官のアクションプラン～

2017年12月、世界に先駆けて水素社会を実現するため「水素基本戦略」が政府から発表されました。将来目指すべき水素エネルギー社会の姿や、目標として官民が共有すべき方向性・ビジョンが示され、2050年までを視野に入れた2030年までの具体的な行動計画が盛り込まれました。

その後、2018年7月には第5次エネルギー基本計画が策定され、水素を再生可能エネルギーと並ぶ新たなエネルギーの選択肢とするため、水素エネルギーの目指すべき方向性が示されました。

こうして示された方向性を踏まえ、2016年3月に策定されたロードマップについて、水素基本戦略や第5次エネルギー基本計画の新たな目標等を反映させるとともに、2018年10月の水素閣僚会議で発表された「Tokyo Statement（東京宣言）」の内容も踏まえ、大幅な改訂が行われました。本ロードマップでは、10年後の社会を見据え5年後の技術開発目標を定めるなど、将来見通しをロードマップとして示したうえで、それを実現する手段としてアクションプランが提示されています。

「水素基本戦略」のポイント

■ 低コストな水素利用の実現

2030年ごろに30円/Nm³程度の水素価格の実現を目指す。将来的に20円/Nm³程度までコストを低減。

■ 国際的な水素サプライチェーンの開発

液化水素は、2030年ごろの商用化に向けて2020年代半ばまでに商用化実証を実施。

■ 国内再エネ由来水素の利用拡大と地方創生

●国内再エネ由来水素の利用拡大

水電解システムは、2020年までに5万円/kWを見通す技術を確立。2032年ごろには商用化を、将来的に輸入水素並のコストを目指す。

●地域資源の活用及び地方創生

■ 電力分野での利用

2030年ごろの商用化を実現し、17円/kWhのコストを目指す。水素調達量は、年間30万t程度（発電容量で1GW）を目安。将来的には環境価値も含め、既存のLNG火力発電と同等のコスト競争力を目指す。水素調達量は、年間500万～1,000万t程度（発電容量で15～30GW）を目安。

※当社の液化水素製造プラント3カ所での年間製造能力は1億m³ = 約9,000t

水素・燃料電池戦略ロードマップ

		現状（2019年末時点）	2020	2025	2030	将来目指すべき姿
水素量		0.02万t →	0.4万t →		30万t（商用サプライチェーン規模） →	～1,000万t+α（発電での消費量に大きく依存）
コスト（ステーション価格）		～100円/Nm³（ステーション価格） →			30円/Nm³（1/3以下） →	20円/Nm³（1/5以下）
発電利用		（技術開発段階） →			17円/kWh（商用段階） →	12円/kWh（ガス火力発電を代替）
モビリティ	水素ステーション	約110カ所 →	160カ所 →	320カ所 →	900カ所相当 →	収益性向上によりガソリンスタンドを代替
	FCV	約3,600台 →	4万台 →	20万台 →	80万台	FCスタックの技術進歩・低コスト化によりガソリン車を代替
	FCバス	約30台 →	100台 →		1,200台 →	
	FCフォークリフト	約250台 →	500台 →		1万台	

水素による脱炭素化へ
日本で、世界で動きが活発化しています

温暖化による気候変動が顕在化するなか、低炭素社会の実現に貢献できる持続可能なエネルギーとして、「水素」に世界の注目が集まっています。
発電に、産業用の原料や熱プロセスに、モビリティや家庭用燃料に、さまざまな展開が可能な水素は、化石燃料からのエネルギー移行を期待される多様で安全なエネルギー。
国内で、世界で、水素への取り組みが、活発化しています。

国内ではJHyM（ジェイハイム）が発足

■23社協業によるオールジャパン体制で水素ステーションの整備を加速

2018年3月、水素ステーションの整備を加速するために、国内11社の協業による「日本水素ステーションネットワーク合同会社」（以下、「JHyM（ジェイハイム）」）が設立されました。
現在はインフラ事業者、自動車メーカー、金融機関など23社（2020年1月現在）が参画。これまで個別に建設・運営されてきた水素ステーションをJHyMを通じて行うことで、初期投資の低減や効率的な運営につなげ、ステーション事業の早期自立化を推進することを目的に活動中です。
国のロードマップを踏まえ、事業期間を10年と想定。第1期として、まず2021年度までの4年間で80カ所の水素ステーション整備を目標とし、その後もさらなる拡張を目指します。

■JHyMの取り組み

戦略的な整備
国の補助金政策や、自治体の普及に向けた取り組みなどと歩調を合わせながら、独自に「水素ステーション整備計画」を策定し、日本全国で多くのお客さまにFCVを使っていただける環境を整備します。

水素ステーションの効率的な運営への貢献
全国の水素ステーションの整備情報や運営情報をJHyMに集約し、水素ステーションの効率的な運営などロードマップ目標の実現に貢献します。
- **FCVユーザーの利便性向上：**FCVの普及に応じた水素ステーションの営業日数拡大など、FCVユーザーが快適に水素ステーションをご利用いただけるように、水素ステーションの利便性向上を目指します。
- **コストダウンや規制見直しへの対応：**外部機関と連携し、水素ステーション機器・システムの標準化や規制見直し等の検討を通じてコストダウンを目指します。

世界では、Hydrogen Council（水素協議会）が始動

■ 低炭素化へ向け　水素利用を推進するグローバル・イニシアチブに参画

当社は、世界のエネルギー・運輸・製造業のリーディングカンパニー81社（ステアリング・メンバー39社、サポーティング・メンバー37社、イベスターグループ・メンバー5社）（2020年1月現在）で構成するHydrogen Council（水素協議会）に、ステアリング・メンバーとして参画しています。

Hydrogen Council は、2017年1月、世界初の水素に関するグローバル・イニシアチブとして、同年のダボス会議（世界経済フォーラムの年次総会）にて発足。パリ協定（2015年）で合意された気候変動に関する目標達成に向け、各国がさまざまな取り組みを行う中、使用時にCO_2を排出しない水素は、クリーンで低炭素なエネルギーシステムへの移行に重要な役割を果たすことが期待されています。

■ 世界規模の水素ビジョンを発表―― ステアリング・メンバーによるCEOミーティングで

2017年11月、ドイツのボンにおいてHydrogen Councilのステアリング・メンバー18社のトップが一堂に会した2回目のCEOミーティングを開催。世界の二酸化炭素排出量削減に向けて水素技術が重要な柱となることを改めて確認するとともに、各国の政府関係者と意見交換を行い、政策についての認識を共有。低炭素エネルギーへの転換に向けて水素が果たすべき役割や、2030年、2050年までの市場潜在力などについて言及した世界規模の水素ビジョンを発表しました。

また、2018年9月、サンフランシスコにて開催された3回目のミーティングでは、自動運転車や垂直離着陸機（VTOL）などの次世代型モビリティや、世界的に設置が進んでいるデータセンター向けに水素および燃料電池が果たすべき役割などについて議論が行われました。

■水素ビジョンの主な内容

- 2050年までに水素がエネルギー消費量の18%を担う
- 二酸化炭素排出量を現状比で約60億t削減
- 2030年までに1,000万～1,500万台のFCV、並びに50万台のFCトラックが普及

ステアリング・メンバー 39社

	会社名	国
1	スリーエム	米
2	エアバス	蘭
3	エアリキード	仏
4	エア・プロダクツ・アンド・ケミカルズ	米
5	アルストム	仏
6	アングロアメリカン	英
7	アウディ	独
8	BMWグループ	独
9	中国能源建設	中
10	カミンズ	米
11	ダイムラー	独
12	フランス電力会社	仏
13	エンジー	仏
14	エクイノール	ノルウェー
15	フォルシア	仏
16	ゼネラルモーターズ	米
17	長城汽車	中
18	本田技研工業	日
19	ヒュンダイ	韓
20	岩谷産業	日

	会社名	国
21	ジョンソン・マッセイ	英
22	JXTG エネルギー	日
23	川崎重工業	日
24	韓国ガス公社	韓
25	プラスチックオムニウム	仏
26	ロイヤル・ダッチ・シェル	蘭
27	中国石油化工集団	中
28	ボッシュ・グループ	独
29	リンデグループ	独
30	ティッセンクルップ	独
31	トタル	仏
32	トヨタ自動車	日
33	濰柴動力	中
34	BP	英
35	サウジアラムコ	サウジアラビア
36	シェフラー	独
37	シーメンス	独
38	CNH インダストリアル	独
39	ミシュラン	仏

未利用エネルギーを水素で活かす さまざまなプロジェクトを展開しています

水素は、炭素分を含まず、CO_2を発生しないという環境特性はもちろん、エネルギーキャリアとして再生可能エネルギーを貯め、運び、利用することができる特性を持っています。
製造段階からCO_2を排出しないCO_2フリー水素のサプライチェーン構築に向けた各種プロジェクトをさまざまなパートナーとの提携により展開しています。

■ 日豪間の水素サプライチェーン構築 HySTRA（ハイストラ）

輸送が難しいことなどから未利用エネルギーとなっている褐炭（低品位の石炭）。海外に豊富にある褐炭を有効活用してCO_2フリー水素を製造*し、輸送・貯蔵、利用するしくみの構築に向けて、技術実証と商用化へ向けた課題抽出を目指し、日豪をつなぐ国際的なサプライチェーン実証プロジェクトを実施しています。日本側では2016年2月に当社、川崎重工業、シェルジャパン、電源開発の4社で技術研究組合CO_2フリー水素サプライチェーン推進機構「HySTRA」（ハイストラ）を設立。現在は丸紅、JXTGエネルギー、川崎汽船も加わり、NEDOの助成事業により液化水素の大規模輸送・貯蔵による実証を行っています。
豪州側では、2018年4月に当社、川崎重工業、電源開発、丸紅、豪州企業のAGL（AGL Energy Limited）の5社によるコンソーシアムが結成されました。現在は住友商事も加わり、豪州政府の支援を受けて豪・ビクトリア州ラトロブバレーの褐炭から製造された水素を液化し、日本へ輸送する実証に取り組んでいます。
2020～2021年の間に最初の水素製造および輸送試験を実施する予定です。

＊水素を製造する際に発生するCO_2をCCS（CO_2貯留）により回収・貯留することでCO_2フリーの水素となる→P18参照

実証事業の概要

画像提供：HySTRA、川崎重工業

■ 世界最大級の水素製造設備建設

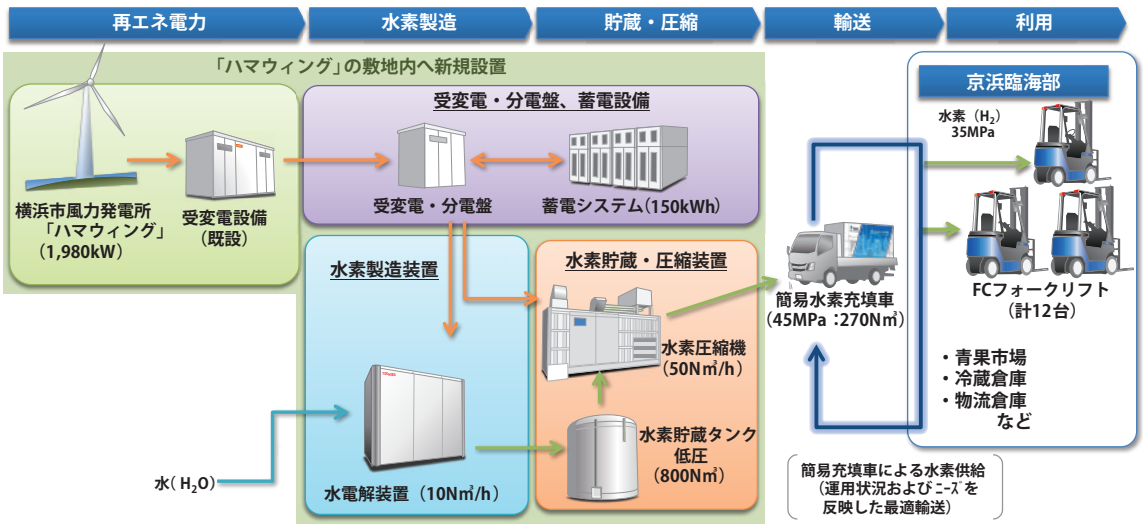
当社と、NEDO、東芝エネルギーシステムズ、東北電力が福島県浪江町にて進めてきた「福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）」が2020年3月に完成しました。こちらは再生可能エネルギーを利用し世界最大級の1万kWの水素製造装置を備えた水素エネルギーシステムです。電力を大量かつ長期に貯蔵することができ、輸送も可能な水素の特性を最大限に生かし、FH2Rで製造した水素を、燃料電池による発電用途、FCV・FCバスなどのモビリティ用途、工場における燃料などに使用していくことを想定しており、2020年度に実証運用が行われる予定です。

福島水素エネルギー研究フィールド

■ 風力発電による水素活用モデル

2017年7月から、京浜臨海部における再生可能エネルギーを活用して、低炭素な水素サプライチェーンモデルの構築を図る実証設備の運用*が始まっています。実証プロジェクトでは、横浜市風力発電所(ハマウィング)敷地内で風力発電を利用し水を電気分解して水素を製造し、貯蔵・圧縮。この水素を、当社の簡易水素充填車により輸送し、横浜市内や川崎市内の青果市場や工場・倉庫に導入したFCフォークリフトで使用しています。従来の電動フォークリフトやエンジンフォークリフト利用時と比べて、80%以上のCO_2削減が可能になると試算しています。

＊環境省委託事業。神奈川県、横浜市、川崎市、東芝、トヨタ自動車、豊田自動織機、トヨタタービンアンドシステムと当社による共同事業



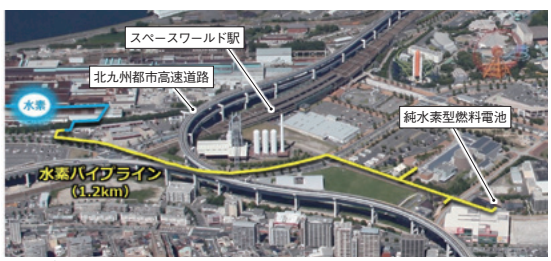
■ 小水力発電による水素活用モデル

当社は、小水力発電(出力200kW)による電気を使って、水素の製造から貯蔵、運搬、供給まで一貫して行う実証実験を東芝エネルギーシステムズと共同で行っています。熱利用の多い寒冷地の地域特性に適した水素活用モデルとして、燃料電池システムで供給する電気とお湯を福祉施設や酪農家、町営温水プールなどで活用。再生エネルギーの導入拡大を図ると同時に、CO_2排出削減につなげます。

＊環境省委託事業。東芝エネルギーシステムズとの共同事業

■ 北九州水素タウン再稼働

2011年、市街地に1.2kmにおよぶ大規模な水素パイプラインが走る世界初の街として始動した「北九州水素タウン」は、水素エネルギー社会をひと足早く具現化するモデルタウンとして、2015年度まで水素と電力のリンケージやスマートネットワーク化など、さまざまな社会実証が行われてきました。その後、当社は、再稼働に向けて着々と準備。2018年7月、北九州市とともに「北九州水素タウン実証・PR事業」をスタートしました。今後は水素センサーの開発や、純水素型燃料電池の耐久性の検証など、新たな水素関連技術の開発・検証を進めていきます。

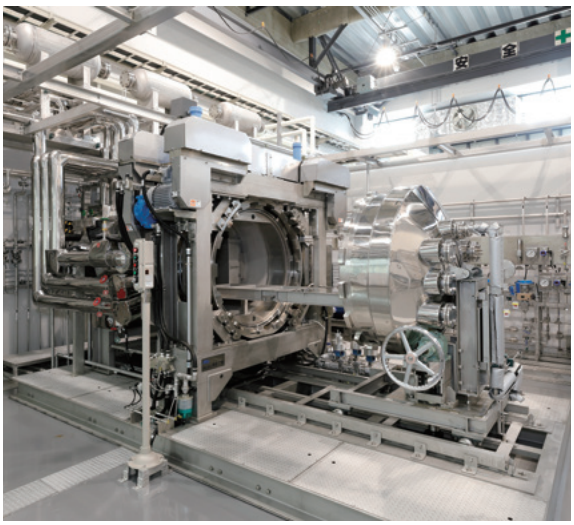


パイプラインによる水素供給で住宅などの電源をまかなう

岩谷産業中央研究所

水素の研究開発から、明日の市場開拓まで――
技術のブレークスルーを独自の発想で切り開きます

岩谷産業中央研究所は、「GAS & ENERGY」をベースに多様な事業を展開してきた当社が、明日を担う要素技術をお客さまとともに築き上げるために、2013年に開設した総合技術研究所です。
社会から求められるニーズを探る「情報力」と、さまざまな問題を解決する「技術力」。商社でありメーカーでもある企業としてその両者を身に着けてきたDNAを生かし、大学、公的機関、行政、多様な企業などとコラボレーションしながら、これからの社会に貢献できる新しいテクノロジーやイノベーションを、ここから日々生み出しています。
水素に関わる研究開発や技術検証も、中央研究所の重要な役割のひとつ。水素ステーションやFCVなど、水素のアプリケーションを安全かつ合理的に社会に広めていくための規格づくりや評価試験、材料試験などの研究・実証を積み重ねてきました。
2014年7月には、敷地内に国内初の商用水素ステーション「イワタニ水素ステーション 尼崎」をオープン。商用ステーションの円滑な運営や水素の品質分析手法など、ここで蓄積された現実的なノウハウが、全国の水素ステーションの建設・運営に生かされています。
2018年8月には、水素研究設備のリニューアルを行い、135MPaの超高圧・−253℃の極低温を扱うほかに類をみない試験研究設備を整え、さまざまな水素関連技術における要求スペックの高度化や、スピーディーな製品開発・改善に対応できる体制を構築。2020年代後半までの水素ステーション事業の自立化、国際的な水素サプライチェーンの2030年ごろの商用化など、水素基本戦略に基づいて水素システムが次々に社会実装されていきます。今後、ますます大きな使命と役割を果たすべく、研究機能と体制の拡充を図っていきます。



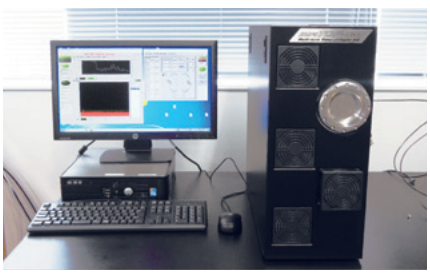
世界トップレベルの液化水素・超高圧水素ガスの実験環境を整え、水素の先進的な個別技術の研究・開発を行っています。

水素ステーションの自立化へ向けて
運営の効率化やコストダウンにつながる研究を加速

FCV「MIRAI」の一般販売から5年が経過し、商用水素ステーションは全国に拡大しています。水素基本戦略が描く2020年代後半の水素ステーション自立化へ向け、技術実証から実用化へ。ステーション建設〜運営までのコストダウンと同時に、より一層の安全性・信頼性の確保と利便性の向上を目指し、さまざまな個別課題に取り組んでいます。

■水素の品質分析方法の確立

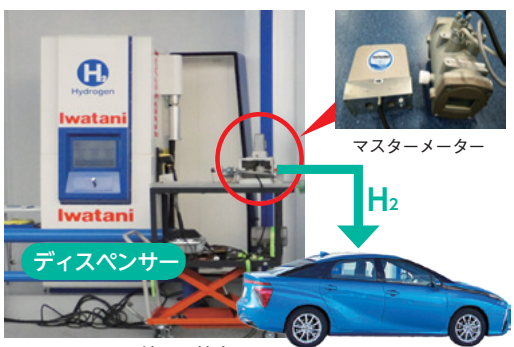
FCVに搭載されている燃料電池は精密機器であるため、水素ガスに含まれる不純物が多いと故障の原因になります。このため各ステーションでは、定期的に水素の品質分析を行っています。中央研究所では、ディスペンサーから高圧水素をサンプリングし、系統的に精度よく不純物分析を行う手法を確立。全国の約6割のステーションの品質分析を受託しています。従来は不純物成分ごとに複数の分析装置を用いて分析していましたが、ほとんどの成分を1台で測定できる新しい分析装置（TOF-MS）の開発も推進し、分析時間の短縮やスコトダウンにつなげています。



TOF-MSを用いた分析機器

■水素ステーション向け水素計量システムの開発

水素ステーションに設置されている計量器には、現時点で公的な検査が義務付けられておらず、各社が自主基準に基づいて検査を行っています。今後は水素ステーションの普及に伴い、ガソリンスタンドと同じような公的な検査が求められてきます。高圧の水素ガス流量を正しく計測するためには難易度の高い技術が必要となりますが、中央研究所ではNEDOより委託を受け、このシステム（マスターメーター法）を開発。2019年度より実際のステーションで運用を開始しました。



マスターメーター法での検査

水素の炬火を開発　福井国体で採用されました

2018年に開催された「福井しあわせ元気」国体・障スポにて、公式大会としては世界で初めて*炬火の燃料に水素が使用されました。
水素は燃焼しても炎は無色透明であるため炬火の燃料として利用するためには着色する必要があります。このため、中央研究所では金属の炎色反応を利用して色を付ける技術の開発やテストを繰り返し実用化に至りました。　＊当社調べ

いよいよ水素の大量消費時代へ
――液化水素のアドバンテージを高めます

水素エネルギー社会への鍵は「液化水素」にある――イワタニは水素のクリーンエネルギーとしての可能性にいち早く着目すると同時に、大量輸送・大量貯蔵が可能な液化水素のパイオニアとして、その新市場を開拓してきました。現在も、国内で唯一の液化水素製造メーカーであり続けています。

液化水素のメリットは圧縮水素ガス（トレーラー）の約12倍の量を一度に輸送でき、かつ高純度であること。これにより輸送コストを抑制しつつ大量供給を実現、また半導体や液晶など精密分野の高品質ニーズにもお応えしてきました。

2006年に設立した「ハイドロエッジ」（大阪府堺市）では、液化水素プラントに空気分離ガスプラントを併設。LNG（液化天然ガス）の冷熱により空気から窒素・酸素・アルゴンを分離し、さらに生成された液化窒素の冷熱を活用して、天然ガス改質により得た水素を液化しています。

2009年に稼働した「岩谷瓦斯千葉工場」、2013年に稼働した「山口リキッドハイドロジェン」は、いずれも食塩電解により生成させた原料水素を圧縮・精製・液化するプラントです。

2017年末には、山口リキッドハイドロジェンの製造能力を２倍に増強。また2020年にはハイドロエッジに新たな１ラインを増設。これにより大阪・千葉・山口の３拠点による液化水素製造能力は年間約1.2億㎥となりました。

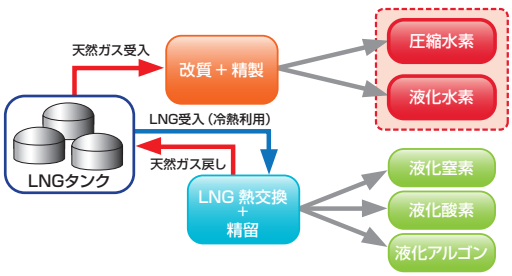
FCVだけでなく、水素による電力の貯蔵、水素発電、純水素燃料電池による発電や給湯など、ロードマップが描く水素の大量消費時代が、間もなく訪れようとしているいま。再生可能エネルギーからの水素製造や、海外からのCO_2フリー水素大量輸送など、水素の新しいステージを、液化水素のアドバンテージによって切り拓いていこうとしています。

液化水素製造拠点

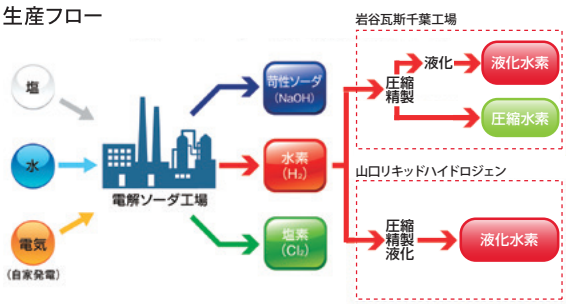
	（株）ハイドロエッジ	岩谷瓦斯（株）千葉工場	山口リキッドハイドロジェン（株）
拠点	大阪府堺市	千葉県市原市	山口県周南市
製造能力	3,000L/h×3系列	3,000L/h	3,000L/h×2系列
運用開始	2006年4月	2009年7月	2013年6月

イワタニの液化水素生産（２つの方式・３つの拠点）

「ハイドロエッジ」の生産フロー



「岩谷瓦斯千葉工場」・「山口リキッドハイドロジェン」の生産フロー



イワタニの液化水素サプライチェーン
――研究開発から製造・輸送・貯蔵・供給・利用までトータルに

液化水素の研究開発から製造、輸送・貯蔵、供給・利用まで、サプライチェーンのすべてを自社グループで一気通貫に担う体制こそがイワタニの強み。長年にわたり積み上げてきた水素＆液化水素のハンドリングのノウハウが、来たるべき水素エネルギー社会の基盤整備に、あらゆる領域で貢献できるものと考えています。

製造

つくる

- ハイドロエッジ
- 岩谷瓦斯千葉工場
- 山口リキッドハイドロジェン

輸送・貯蔵

ためる・はこぶ

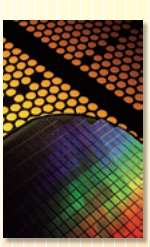
- エーテック
  （液化ガス貯槽・ローリー・トレーラー製造）
- 岩谷物流
- ガス保安検査

供給・利用

Licensed by TOKYO TOWER

つかう

- 水素ステーション
- FCV、FCバス



Q&A 水素エネルギーの基礎知識編

Q1 そもそも水素ってどんなガス?

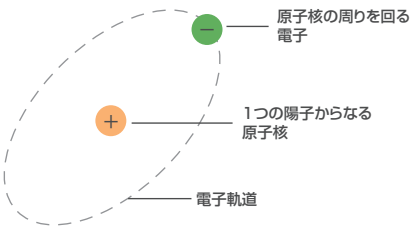
A あらゆる物質の中で最も単純な原子構造。最も軽く、クリーンなガスです。

化学の勉強で「スイ(水素・H)、ヘー(ヘリウム・He)、リー(リチウム・Li)、ベ(ベリリウム・Be)…」と、周期表を暗記した方も多いでしょう。その最初に出てくる水素(H)は、原子番号1番。元素としては通常、水や他の元素との化合物として存在します。

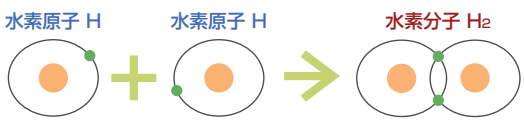
水素分子(H_2)は無色無臭の気体で、融点(−259℃)、沸点(−253℃)はヘリウム(He)に次いで低く、密度は気体・液体・固体のいずれにおいても、全物質の中で最小(=最も軽い)です。

可燃性ですが、他の可燃性ガスのように炎の色を見ることはできません。気体の中では拡散率が最大(=最も拡がりやすいガス)で、燃焼すれば酸素と結びついて水になるクリーンなガスです。

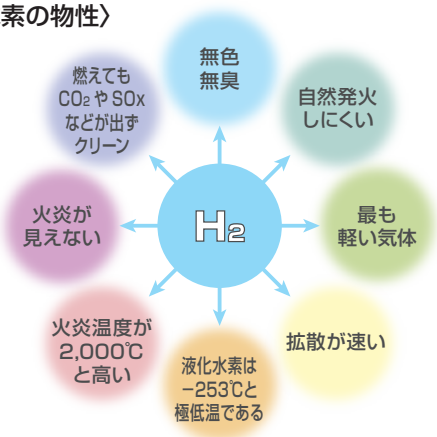
〈水素原子の構造モデル〉



〈水素分子〉



〈水素の物性〉



Q2 水素って、エネルギーになるの?

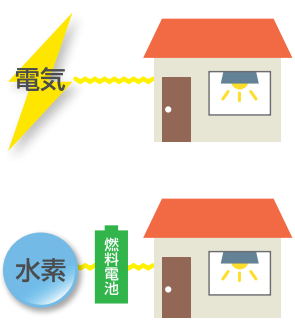
A 一次エネルギーではありませんが、暮らしや社会を支える基本のエネルギーとなる可能性に期待が寄せられています。

水素は石油や石炭、天然ガスなどのようないわゆる「一次エネルギー」ではありません。一次エネルギーは自然界から採取して利用されるエネルギーですが、水素は地球上には単体(水素分子=H_2)の状態ではほとんど存在しません。

同じように一次エネルギーではないのに、生活に欠かせないエネルギーとして利用されているものに、「電気」(電力)があります。電気は電線によって運ばれ、スイッチひとつで利用でき、直流・交流の変換が自在、動力・照明・冷暖房・通信など幅広い用途に使えて、利用する場面では廃棄物の出ない便利なエネルギー。そのため重要な社会基盤となっています。

いま水素に大きな注目が集まっているのは、電気を使って水素をつくり、水素を再び電気に変えることで、これまでとは違った新しいエネルギーの社会インフラをつくることが可能になるからです。

クリーンな水素がガソリンに代わるエコカーの燃料としてだけでなく、オフィスや家庭・工場のエネルギーとして広く使われるようになれば、低炭素社会を築く一助になると期待されています。



Q3 水素はどんなところで使われているの？

A 燃料電池だけでなく、石油・化学・金属・ガラス・食品まで、あらゆる工業用途に使われています。

今は発電用燃料として注目が高まっていますが、もともと水素は隠れた万能選手。その強い還元力を発揮して、多くの産業分野で活躍しています。石油コンビナートでは原油に水素を吹き込んで硫黄分を取り除き精製、石油化学分野ではプラスチックなど樹脂生成の添加剤として、製鉄所ではステンレス鋼などの表面をピカピカにする光輝焼鈍用の添加剤として、水素が大量に利用されています。

半導体ウエハー、太陽電池シリコン、液晶・プラズマディスプレイ、光ファイバーなどの製造には、還元用の雰囲気ガスやキャリアガスとして、高純度の水素が不可欠です。身近なところでは口紅などの油脂を固める添加剤としても水素が活躍しています。

また、カーエレクトロニクスや省エネ家電、携帯端末などに不可欠なパワー半導体の製造分野でも、今後水素の需要が増えるでしょう。

こうした水素の利用は、多くが自家製造・自家消費。石油化学プラントや製鉄所では、自社で付随的に発生する水素を自家使用しています。国内で販売される水素は年間約1.4億㎥ですが、自家消費分を合算した日本の水素市場は150億㎥程度になるとみられます。

〈水素のさまざまな用途〉

Q4 どうしていま、水素が注目されているの？

A 無尽蔵の資源で、化石燃料に代わるクリーンエネルギーとして期待されているからです。

温暖化をはじめ地球環境問題が深刻化するなかで、水素は電気や熱に変えてもCO_2や窒素酸化物などを排出しないクリーンエネルギーの有力選手として注目されています。その理由は5つ。

①無尽蔵　　水や化合物として地球上に無尽蔵に存在し、枯渇することがない

②クリーン　　燃焼しても水に戻るだけでCO_2や大気汚染物質を排出しない

③ハイパワー　宇宙ロケット燃料に使われるほどエネルギーとしてのパワーが大きい

④エネルギー媒体　大容量電力の長期貯蔵など、多用途に使える二次エネルギー

⑤エネルギーセキュリティー　水電解や化石燃料改質のほか、太陽光・風力・バイオマスなどさまざまな未利用エネルギーから製造でき、エネルギー自給率向上につながる

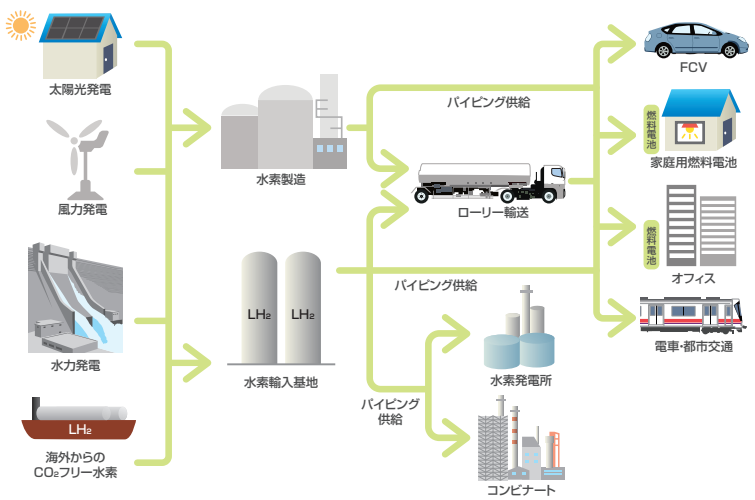
エネルギーの大半を輸入に依存する日本が温暖化対策を迫られるなか、水素は、「資源エネルギー問題」と「地球環境問題」という2つの課題を同時に解決できるクリーンで汎用性の高いエネルギーとして、脚光を浴びているわけです。

Q5 クリーンなエネルギーという点では、水素も自然エネルギーも同じでは？

A 電気に変換している自然エネルギーを水素に変換すれば、効率的に貯蔵・輸送して必要なときに必要な場所で使えます。

太陽光や風力、水力、地熱などの自然エネルギーは、CO_2を排出しない再生可能エネルギーとして、利用拡大が期待されています。現在は、自然エネルギーはほぼ例外なく電気に変換されていますが、電気は大量・長期間貯蔵が難しく、送電ロスが大きいという制約があります。では、自然エネルギーで発電した電気を水素に変えたらどうでしょう？

大規模な風力発電や太陽光発電によって水素を大量に製造し、液化水素、有機ハイドライド（メチルシクロヘキサンなど）*、アンモニアなどの形に変えてエネルギーの消費地まで運び、そこで水素を燃料に燃料電池で発電することで、工場・オフィスのエネルギー源や交通システムの動力源にすることが可能です。



自然エネルギーでつくったCO_2フリー水素によって燃料電池で発電を行うようになれば、理想的な循環型エネルギーシステムが実現することになります。また、余剰電力を使って水素を製造し、貯蔵して使用すればよりエネルギー効率を高めることができます。

＊有機ハイドライド
芳香族化合物に水素を結合させた水素化物。触媒反応により水素を貯蔵（水素化）したり、逆に取り出したり（脱水素化）することができる。トルエンと水素を化学反応させたメチルシクロヘキサン（MCH）などがある

Q6 電気を水素の形にして蓄えるって、どういうことなの？

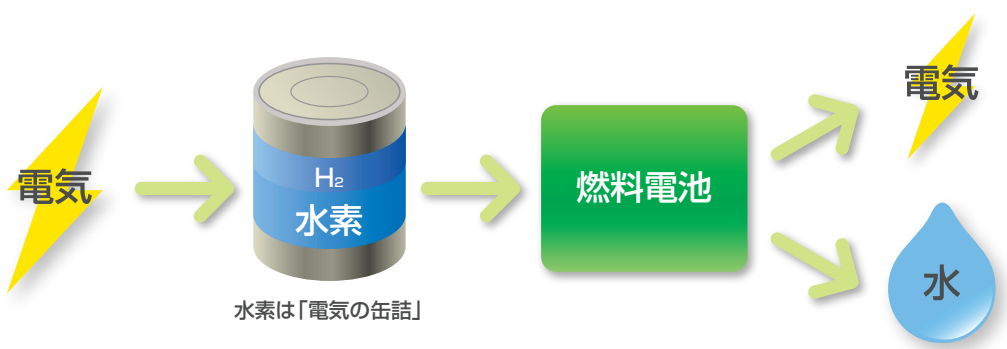
A 電気を水素に変えることで、大量貯蔵や長距離輸送が可能になります。

電気も水素も、ともに一次エネルギーからつくり出す二次エネルギーですが、電気は①大量貯蔵が難しい②送電によるロスが大きい、という制約があります。
具体的には、①季節や時間帯で変動する電力需要に対して、安定的な電気を供給するには電力の貯蔵が不可欠です。そのため揚水式水力発電やバッテリーなどによる電力貯蔵が行われていますが、いずれも大量貯蔵には不向きです。超電導を応用したシステム効率の高い電力貯蔵技術も研究されていますが、実用化には至っていません。②電気は送電線により、ロスが大きくなります。
一方、水素は需要と供給の変動で余った電気を水素として貯めれば、この2つの制約を解決できます。液化水素、有機ハイドライド（メチルシクロヘキサンなど）、アンモニアなどの形で大量に貯蔵することができ、長距離輸送でもほとんどロスはありません。そこで、電気を使用して水素を大量に製造・貯蔵し、消費地まで輸送して再び水素から電気を取り出せばよいわけです。この場合の水素は、いわば「エネルギー媒体（エネルギーの運び役）」の役割を果たすことになります。コストの課題はありますが、これを称して水素は「電気の缶詰」と表現する人もいます。

Q7 水素からどうやって電気を取り出すの？

A 水素と酸素を燃料にして発電する燃料電池を使います。

水素から電気を取り出すためには、「燃料電池」を使います。水を電気分解すると水素と酸素が得られますが、燃料電池はその逆の化学反応を行うもので、水素と空気中の酸素を反応させて電気を取り出します。無尽蔵の資源で、パワーが大きく、燃焼性がクリーンである、という水素の優れた特性は早くから注目されてきましたが、ここへきて“クリーンエネルギーの本命”として水素への期待値が急に高まったのは、水素の有効な利用方法である燃料電池の技術が急速に進展し、自動車や家庭用エネルギーとして利用され始めているからです。つまり燃料電池の実用化により、これまで次世代のエネルギーと目されてきた水素の可能性が一気に拡がりました。



Q8 水素はどこで、どのようにつくられているの？

A アンモニア合成や石油精製工程で発生する水素と、化石燃料改質や水電解で製造する水素があります。

水素の製造方法にはいろいろなものがありますが、いずれも成分に水素原子を豊富に含んだ物質を、適切な方法で分解することで水素を得るものです。現在、国内で利用されている水素は、その多くがコンビナートなどの大規模工場において自家消費するために生産されたり副次的に発生する水素で、その一部は近隣工場へも配管供給されています。

これらの水素以外に、幅広い産業用途へ向けて高純度で製造され、外販される水素があります。また、再生可能エネルギーからの水素（大型風力発電、大規模太陽光発電などの自然エネルギーから製造されるCO_2フリー水素・P16 Q5参照）も将来的に期待される分野です。

【大規模工場で目的生産または副次発生する水素】

アンモニア合成・石油精製・メタノール合成・苛性ソーダ製造・製鉄などの工場で目的生産あるいは副次的に発生し、工場内で自家消費されたり近隣工場へ配管供給され、燃料や原料として利用される水素。

【各種産業用途向けに製造される水素】

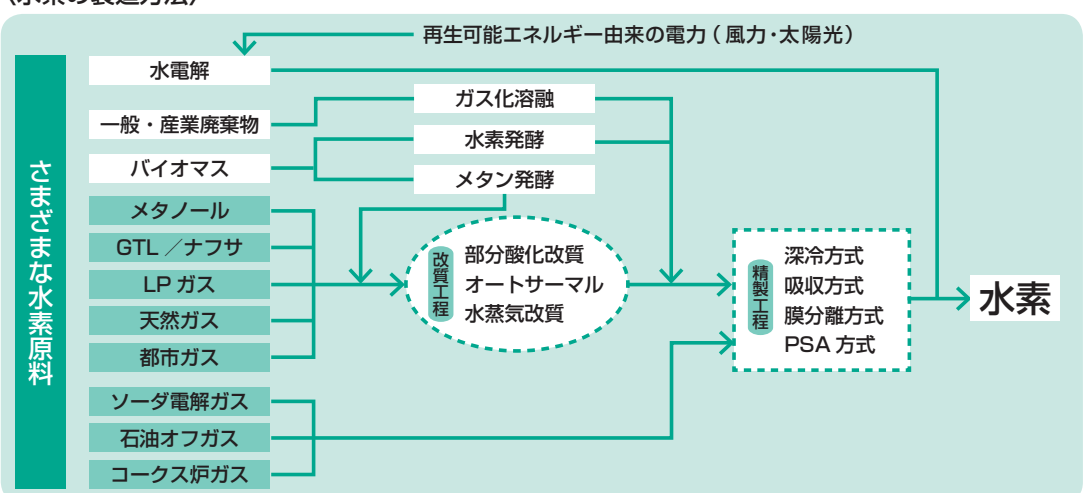
天然ガスやメタノールなど化石燃料の改質や、食塩水の電気分解によって製造された水素を、高純度化し、圧縮、液化を経て外販される水素。

※海外からの輸入水素

水素発電が本格的に導入される2030年ころには、国内で発生する水素だけでは需要を賄いきれなくなると予想されます。そこで将来的には海外の豊富な自然エネルギーでつくったCO_2フリー水素や、天然ガス田・炭田からCCS（Carbon Dioxide Capture and Storage= 二酸化炭素を分離・回収し深海や地中に貯留する技術）を介して製造したCO_2フリー水素を、液化水素や有機ハイドライド（メチルシクロヘキサン等）にし、大量に日本に輸送することも検討され始めています。

当社はNEDOのプロジェクトで、オーストラリアの豊富な褐炭から液化水素を大量に製造し日本に輸入するCO_2フリー水素のサプライチェーン構築に、川崎重工業などとともに取り組んでいます（P8参照）。

〈水素の製造方法〉



＊天然ガス田や炭田で水素を製造すると同時にCCS（Carbon Dioxide Capture and Storage＝二酸化炭素を分離・回収し深海や地中に貯留する技術）で製造工程のCO_2を埋め戻す場合は、化石燃料由来であってもCO_2フリー水素となる

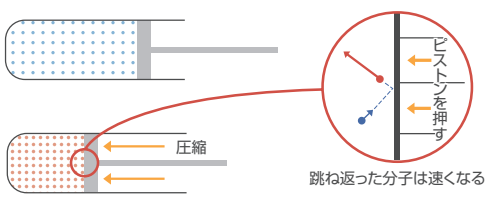
Q9 液化水素はどうやってつくられているの？

A 「断熱膨張」による冷却が基本原理です。

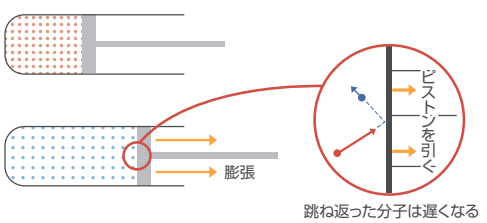
自転車の空気入れでタイヤに空気を入れると、空気入れの下のほうが熱くなります。これは空気が圧縮されたために起こる現象で、圧縮するエネルギーが熱に変わったのです。これとは逆に空気が一気に開放されて膨張すると、圧縮されていたエネルギーを失い、空気の温度が下がります。この現象を「断熱膨張」による冷却といいます。
水素ガスの液化も基本的な原理はこの「断熱膨張」の応用です。予め圧縮された循環水素は液化窒素との熱交換によって－190℃近くにまで予冷され、これを膨張タービンという機械で膨張させてさらに温度を下げます。こうすることによって冷却された循環水素は、熱交換器を通して、原料となる水素を冷却し、液化します。工業的にはもっと複雑な工程や触媒を用いていますが、この「断熱膨張」が基本原理となります。
水素が大気圧下で液体から気体に変わる温度（沸点）は－253℃です。

〈断熱膨張とは？〉

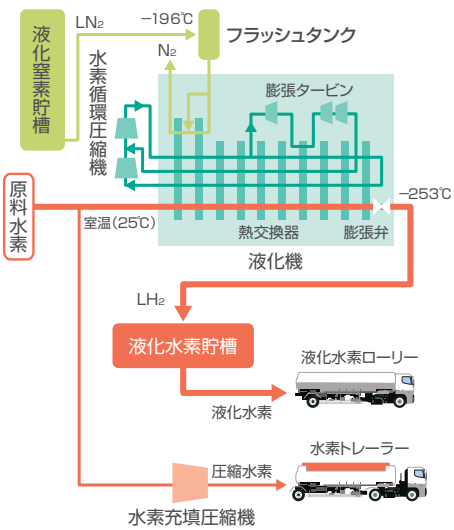
▼圧縮→分子の動きが速くなる→熱くなる



▼膨張→分子の動きが遅くなる→冷える（断熱膨張）



〈水素製造システム〉



Q10 水素は無尽蔵にあるって本当？

A 水や化石燃料など、さまざまな化合物の形で無尽蔵に存在する資源です。

水素が地球上に単体（水素分子＝H_2）の状態で存在することはほとんどありません。火山の噴気や天然ガス中にわずかの水素が含まれることはありますが、大量に水素ガスが産出した例はありません。それなのに無尽蔵のエネルギーといわれるのは、水や他の元素との化合物の形で地球上に大量に存在するからです。水は水素と酸素との化合物なので、水を電気分解すれば水素が得られます。また、石炭・石油・天然ガスなどの化石燃料は炭素と水素を主成分とする化合物なので、適切な方法で化石燃料を分解すれば、水素を得ることができます。これはつまり、「水や各種の化合物から、さまざまな方法で水素を取り出すことができる」ということ。水素が無尽蔵のエネルギーといわれるゆえんです。

Q11 液化水素と水素ガスはどう違うの？

A 液体の水素は大量輸送・大量貯蔵ができ、省スペース・高純度な点がメリット。各種産業で水素ガスから液化水素への切り替えが進んでいます。

水素ガスは液化すると800分の1に体積が小さくなります。一方、ボンベやトレーラーで流通している高圧水素ガスは15～20MPa程度の圧力で約150～200分の1に圧縮されています。そのため、液化水素にすれば同じ容量の容器に圧縮水素の4倍以上の量を計算上充填できることになります。また実際の輸送では、高圧水素トレーラー 1回当たりの輸送量が約3,000㎥であるのに対し、液化水素では最大12倍の3.6万㎥を一度に運んで貯蔵することが可能です。これは、気体の場合は細長い重いボンベを束ねているため、どうしても充填量が少なくなる等の理由によるものです。このように、液化水素は大量輸送・大量貯蔵が容易なため、ユーザーにとっては受け入れ頻度の大幅削減・安定供給・省スペースなどのメリットにつながります。

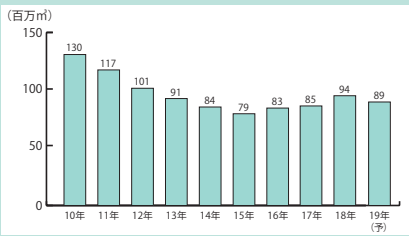
かつて産業用水素の大半は圧縮ガスで流通し、液化水素は宇宙ロケットなど限られた用途のみに使われていました。しかし、2006年にイワタニグループが大阪府堺市に液化水素製造プラント（ハイドロエッジ）を稼働して以来、液化水素の需要は着実に増加しています。

また水素は、ヘリウムに次いで沸点が低く－253℃の極低温で液化します。そのため、水素を液化するときは、水素中の不純物を取り除いておかないと、水素が－253℃になる過程で、ヘリウム以外の不純物は固化してしまい、製造設備内で閉塞を引き起こすことになります。したがって、液化水素は99.9999%以上の純度となっています。

こうしたことから水素を大量に消費するガラスや金属加工、高純度水素へのニーズが高い半導体製造、電子部品、自動車関連などの産業分野で、構内に液化水素の大容量タンクや小型コンテナを設置し、利用するユーザーが増えてきています。

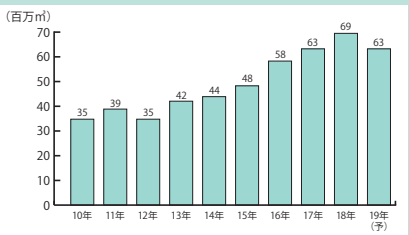
「ガスは進化すると液体になる」と、イワタニは考えています。ここでいう進化とは、需要が増し用途が広がって、大量消費されるという意味です。将来の本格的な水素エネルギー時代には、水素も液化水素が主役になるでしょう。

● 国内市場での圧縮水素販売量推移

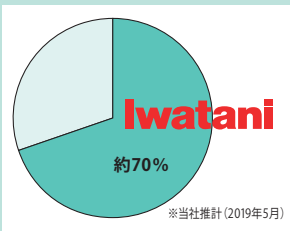


出典：ガスジオラマ2020
2019年度は予想

● 国内市場での液化水素販売量推移



● 水素の国内市場シェア



イワタニは液化水素市場のほぼ100%、圧縮水素とあわせて約70%のトップシェアをもつ

Q12 液化水素と水素ガス、それぞれどのように輸送や貯蔵をしているの?

A 液化水素、水素ガスともに、多様な方式で最適の輸送・貯蔵を行っています。

水素ガスは一般的に15～20MPaで圧縮し、シリンダーやそれを束ねたカードルの状態で運搬・使用されています。大量に使用するユーザーへは長尺のシリンダーを束ねたトレーラーで搬送し、トレーラー部分を構内にそのまま設置したり、水素ホルダー(貯槽)に移しかえて使用されます。
一方、液化水素は、－253℃という極低温の物性をもつため、外部からの侵入熱により少しずつですが気化(ボイルオフ)してしまいます。いかに運搬容器の断熱性能を高め、気化による損失・拡散を防ぐかが、輸送・貯蔵上の最大の課題です。そのため液化水素の輸送には、積層真空断熱方式による小型容器、小型コンテナ、ローリーが使われます。小型容器は輸送後、そのまま消費先容器として使用ができます。
近年は幅広い産業分野に液化水素の利用が広がり、24kℓ、47kℓ、78kℓといった大型貯槽を構内に設置されるユーザーも年々増加。イワタニでは40フィートコンテナも導入し、内容積4万ℓ以上の液化水素供給も可能となっています。

圧縮水素の輸送と貯蔵

液化水素の輸送と貯蔵

＊圧縮水素は㎥単位、液化水素はℓ単位で表示

Q&A 燃料電池編

Q1 よく聞く燃料電池って、どんなもの?

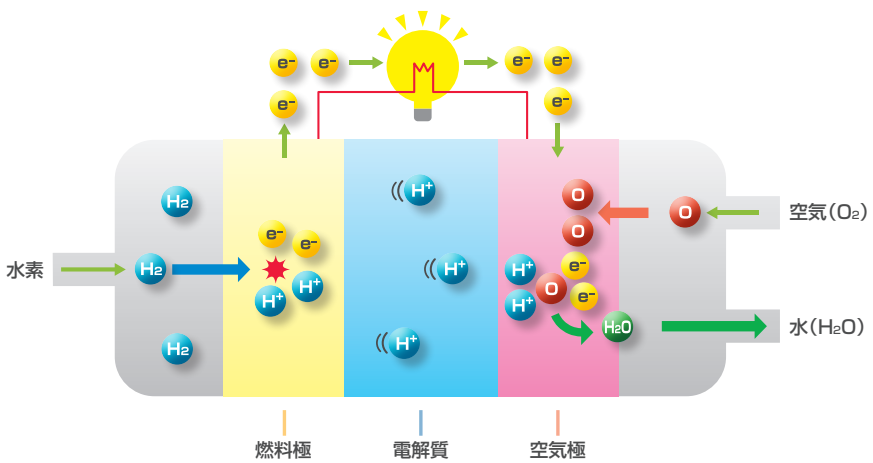
**A 水素と酸素で電気をつくる発電装置。
使うその場でエネルギーをつくる小さな発電所です。**

燃料電池とは、水素と酸素の化学反応で電気をつくる“発電装置”のことです。水に電気を通すと水素と酸素の泡が出てくる「水の電気分解」は、理科の授業で習いましたね。燃料電池の仕組みはその逆で、水素と酸素を反応させて電気を取り出すものです。燃料電池という言葉から乾電池や蓄電池のように電気を貯めておく装置を連想しがちですが、そうではなく水素と酸素の持つ化学エネルギーを電気エネルギーに変換する“発電装置”といえるでしょう。

従来型の火力発電では、発電ロスや送電ロスで、家庭に電気が届けられるころには投入したエネルギーの約37%しか残っていません。一方、家庭用燃料電池コージェネレーション*の発電効率は40%、発電時の廃熱を利用した場合の一次エネルギー利用効率は約90%となり、火力発電に比べて、およそ2倍にまでエネルギー効率が高まります。携帯電話やパソコン用電源にもなるほど小型化できるシステムなので、自動車用・家庭用など、使うその場でエネルギーをつくることが可能。エネルギーロスの小さい自立分散型電源として期待が高まっています。

〈燃料電池の発電の仕組み〉

水素と酸素から電気と水と熱をつくります。
$H_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow H_2O +$ 電気 ＋ 熱
（水の電気分解の逆反応）



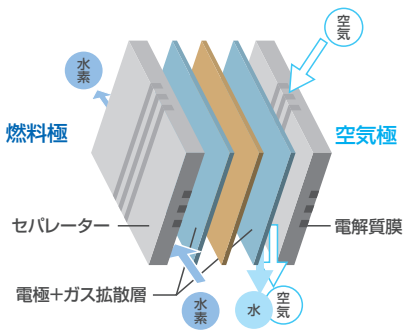
＊コージェネレーション・システム
1つの燃料（この場合は水素）から「熱」と「電気」という2つのエネルギーを取り出す（＝熱電併給）システム。元になるエネルギーの能力を最大限に使いきるのが狙いで、省エネと環境性の両面から注目が高まっています

Q2 燃料電池はどんな構造なの？いろいろな種類があるの?

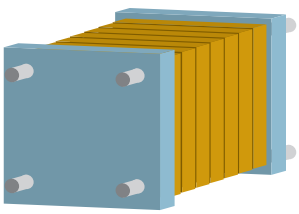
A 「電解質」の両側を電極でサンドイッチしたセルを、何層にも積み重ねてできています。

水素と酸素で発電する燃料電池の心臓部になるのが、「電解質」という部分です。燃料電池はフィルム状の薄い電解質の両側を白金（プラチナ）などの触媒を薄く塗布した一対の電極（水素を受ける燃料極と、酸素を受ける空気極）でサンドイッチしたもの。このワンセットを「セル」といいます。セルをセパレーターで区切りながら何層にも積み重ねた「セルスタック」が、燃料電池の基本構造になっています。
燃料電池は、電解質の材質によって、固体高分子型、りん酸型、アルカリ型、溶融炭酸塩型、固体酸化物型の５つに分類されますが、今、自動車や家庭用に使われているのは主に固体高分子型燃料電池です。

〈燃料電池セルの仕組み〉



〈燃料電池スタック〉



Q3 自動車用の燃料電池と家庭用燃料電池は同じもの?

A 家庭用燃料電池は化石燃料の改質で得た水素で、自動車は純水素で発電します。

現在、家庭用燃料電池はLPガスや都市ガスなど既存のインフラを活用し、これらを改質して得られる純度約75%の水素を燃料にして発電しています。家庭用燃料電池は、この改質器と燃料電池本体がパッケージになっており、発電しながらお湯も沸かすコージェネレーション・システムで「エネファーム」といわれています。
一方、FCVは、純水素を燃料としてタンクに積載して発電します。高い出力を得るためには、燃料電池の燃料は純水素が理想。定置式でも純水素型燃料電池コージェネシステムが開発され、オフィス・店舗などに直接、水素を供給して発電や給湯を行っています。

Q&A 燃料電池自動車編

Q1 FCV（燃料電池自動車）ってどんな車？

A FCVは電気自動車の一種。排ガスは水のみ、究極のクリーンカーといわれます。

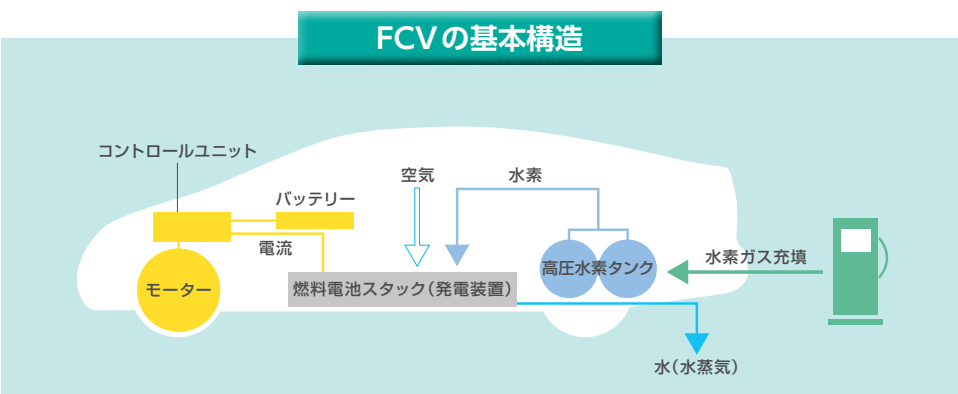
ガソリン車はエンジンでガソリンを燃焼させ、熱エネルギーを回転運動に変えて走っています。一方、FCV（Fuel Cell Vehicle）は、燃料として水素を積み、車載の燃料電池によって発電し、その電気を動力としてモーターを回して走る電気自動車です。

水素と空気中の酸素で発電してその電気で走るので、排出されるのは水（蒸気）だけ。究極のクリーンカーといわれるのはそのためです。

2014年12月、日本では世界に先駆けてトヨタからFCV「MIRAI」が発売されました。2016年3月にはホンダも「CLARITY FUEL CELL」を発売。いずれも走行性能はガソリン車同等で、水素満充填での走行距離は約650～700㎞とされています。FCVは2015年より四大都市圏を中心に導入されており、2030年には80万台程度のFCVの普及*が見込まれています。　＊水素・燃料電池戦略ロードマップ（2019年3月改訂版）による

トヨタ「MIRAI」

ホンダ「CLARITY FUEL CELL」

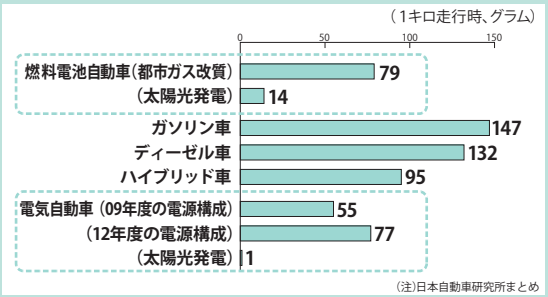


Q2 これまでの車に比べて、FCVではCO_2排出量がどれくらい減るの？

A CO_2排出量はハイブリッド車を下回り、再生可能エネルギーからの水素ではさらに大幅な排出削減が見込まれます。

右図は燃料の採掘から車両走行までのCO_2排出量（Well to Wheel）を比較したものです。
FCVが使用する水素の製造方法により、CO_2排出量の削減効果は異なりますが、ガソリン車の147に対し、都市ガス改質から水素を得た場合で79、さらに太陽光を用いたアルカリ水電解から水素を製造した場合では14と、大幅なCO_2排出量削減効果が期待されています。

● 燃料採掘から車両走行までのCO_2排出量（Well to Wheel）の比較



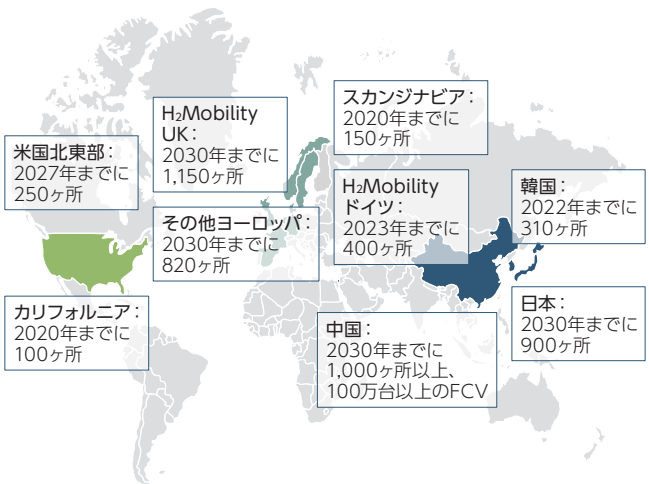
出典：「総合効率とGHG 排出の分析報告書」
（財団法人 日本自動車研究所、平成23年3月）を基に資源エネルギー庁作成

Q3 海外でもFCVは走っているの？

A 欧米を中心にFCVの普及や水素ステーション建設が進んでいます。

現在、FCVは日本のほか、米国のカリフォルニア州や欧州の一部の国、韓国などですでに市販されています。
ハイドロジェンカウンシルが策定したロードマップでは、2030年までにFCVが世界で1,000万～1,500万台普及するという目標を掲げています。1,000万～1,500万台のFCVに水素を供給するためには、15,000ヵ所の水素ステーションが必要と言われており、すでに、世界各国で5,000ヵ所以上の水素ステーション建設が計画されています。今後は、欧米や日本、中国、韓国などを中心にFCVの普及や水素ステーションの整備が急速に進んでいくことが期待されています。

各国の水素ステーション設置目標



出典：EPA; Air Liquide; Honda; Hydrogen Mobility Europe; H2Mobility; E4tech; NREL web search

Q4 燃料電池の車両は乗用車以外にも出てくるの？

A バス、トラック、フォークリフトなどさまざまな車両が登場しています。

FCVに続き、FCバスが市販され、東京都では路線バスへの導入が進んでいます。フォークリフトは、燃料電池に適した小型移動体として北米などで普及しており、日本でも将来の普及が見込まれています。関西国際空港では2016年よりFCフォークリフトの本格導入が始まり、実証試験段階から携わってきた当社も水素供給設備を担当しています。
今後は二輪車、トラックなどの車両に加え、燃料電池を動力源とする鉄道や船舶も開発されると期待されます。経済産業省 資源エネルギー庁の「水素・燃料電池戦略ロードマップ」（2019年3月改訂版）では、初期段階では安定的に水素需要が期待されるバスやタクシー等の業務車両の導入を積極的に進めることが重要である。また2025年頃からの普及本格期においては、比較的小型の普通乗用車等のボリュームゾーン向けのFCVを投入するなど、ラインナップを拡大することが重要である、としています。

FCバス

FCフォークリフト（画像提供：豊田自動織機）

Q5 FCVだけでなくEV（電気自動車）もありますよね？

A FCVとEV（電気自動車）のすみ分けが進むと思われます。

電気自動車（EV）は、外部から充電した電気を動力源にし、モーターで走ります。走行時にCO_2を全く排出しないのはFCVと同じで、どちらもエコカーとして普及が期待されています。
FCVはEVに比べて充填時間が短く、航続距離が長いという特徴を持っています。一方でEVに比べると車両コストやインフラの整備コストが割高になります。今後は、近距離圏の定期走行用にはEV、ガソリン車同等の中長距離走行用にはFCVと、エコカーとしてのすみ分けが進むと考えられます。

Q&A 家庭用燃料電池編

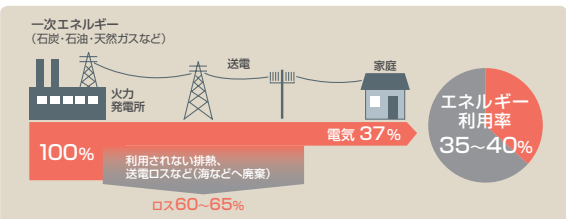
Q1 「家庭用燃料電池コージェネレーション」は効率がよい、といわれるのはなぜ?

A 使うその場で発電する分散型発電だから、発電時に捨てられていた排熱を無駄なく利用できるためです。

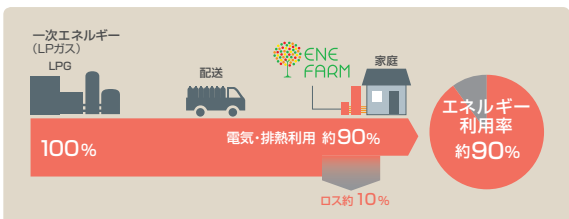
燃料電池は、反応の過程で出てくる熱を有効利用することができるので、コージェネレーションには最適の技術です。従来型の火力発電では、発電ロスや送電ロスで、家庭に電気が届けられるころには投入したエネルギーの約37%しか残っていません。一方、家庭用燃料電池コージェネレーションの発電効率は約40%、発電時の排熱を利用した場合の一次エネルギー利用効率は約90%。従来の火力発電に比べて、およそ2倍にまでエネルギー効率が高まるのです。

「家庭用燃料電池コージェネレーション」のエネルギー効率

〈従来型の火力発電のエネルギー効率〉



〈家庭用燃料電池のエネルギー効率〉



(出典:燃料電池メーカー資料より)

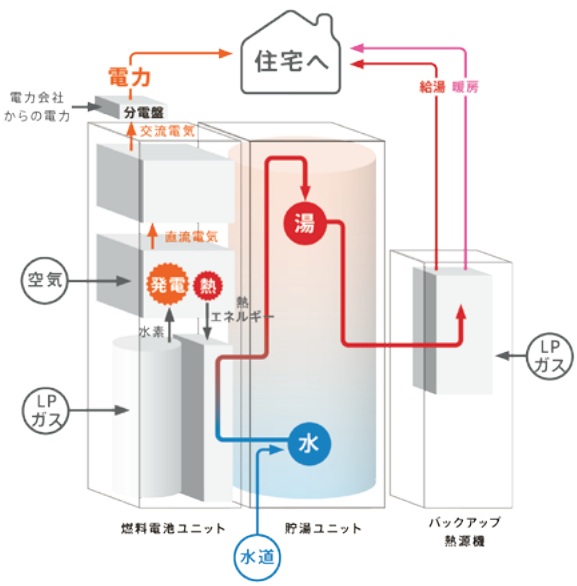
Q2 「家庭用燃料電池コージェネレーション」は水素で発電するそうですが、どんな仕組みですか?

A 「エネファーム」は、LPガスや都市ガスを改質して水素を取り出し、その水素を空気中の酸素と反応させて電気とお湯をつくります。

家庭で使う電気とお湯を同時につくり出す「エネファーム」は、2009年、日本が世界に先駆けて発売した家庭用燃料電池コージェネレーションシステムで、2019年12月までに累計販売台数33万台を突破しました。

国のエネルギー基本計画では、家庭用燃料電池の導入目標を、2030年に530万台としています。また、ユーザーが密集している施設においては個々の需要家に小型のエネファームを配置するよりも、複数のユーザーに電気と熱を供給する大型の燃料電池を配置するという選択肢もあり得るとしています*。

＊「水素・燃料電池戦略ロードマップ」(2019年3月改訂版)による



Q3 LPガスや都市ガスを使わず、最初から水素を使う燃料電池コージェネもあるそうですね？

A 化石燃料からの改質でなく、初めから水素を燃料電池に供給して発電する「純水素型燃料電池コージェネレーションシステム」も開発されています。

「純水素型燃料電池コージェネレーションシステム」は、店舗やオフィス・家庭に届けられた水素を燃料電池に供給して発電します。改質器が不要なため「エネファーム」に比べてコンパクト化・低コスト化が可能であり、高効率で負荷応答性の高い分散型電源となるものと期待されています。水素を直接供給する必要があることから、現在は水素供給インフラが整った場所のみに利用が限られていますが、今後、水素ステーションが広がるにつれ、普及が進むと考えられます。

イワタニ水素ステーション 芝公園で使用されている「純水素型燃料電池コージェネレーションシステム」

Q4 生活エネルギーを水素で賄う「水素の街」があるそうですね?

A 市街地を水素パイプラインが走る「北九州水素タウン」が再稼働、水素関連技術の開発や検証が行われています。

各家庭をクリーンで小さな発電所に変える「エネファーム」。現在は、LPガスや都市ガスから水素を取り出していますが、燃料の水素を家庭などに直接供給する次世代の試みも進められています。

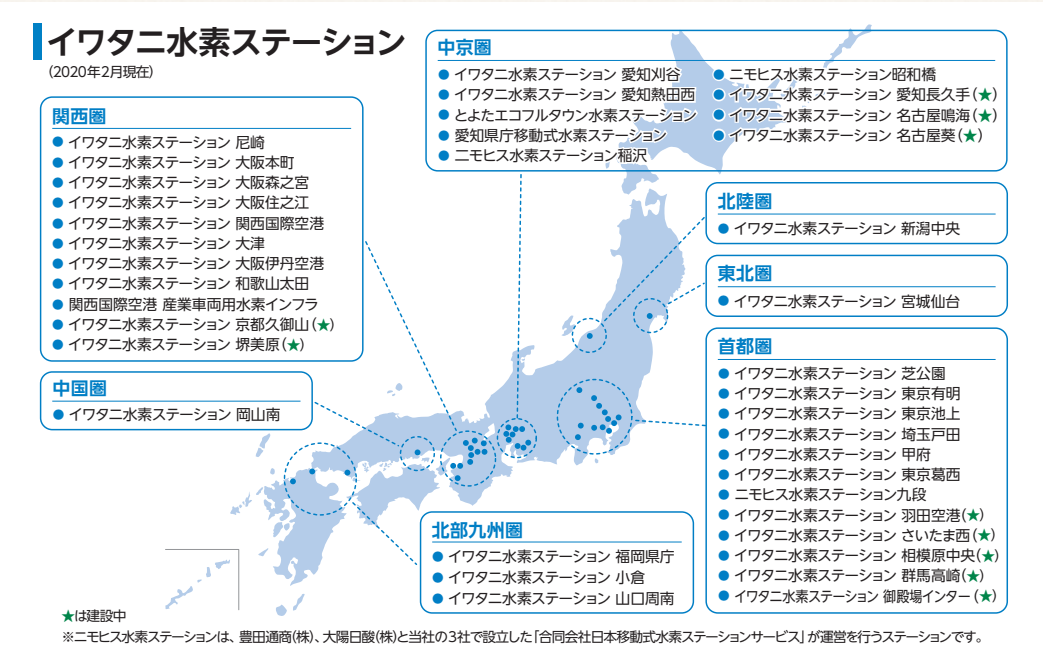
2011～2014年度にかけて北九州市にて実証が行われた「北九州水素タウン」は、公道に施設したパイプラインにより、製鉄所からの水素を集合住宅や業務用施設に効率的に供給し、純水素型燃料電池コージェネで電気と温水を作って自家消費する、次世代型水素エネルギー都市の先進モデルとして多くの注目集めました。

この、北九州水素タウンを、2018年7月に当社と北九州市が共同で「北九州水素タウン実証・PR事業」として再稼働しました。

本事業では、1.2kmに及ぶ大規模なパイプラインによる一般家庭への水素供給設備を、水素ビジネスに乗り出す企業等の実証フィールドとして提供し、水素センサーの開発や、純水素型燃料電池の耐久性の検証など、新たな技術開発や検証を行っています。

イワタニの水素ステーション

世界をリードする日本のFCVが順調に普及するためには、水素供給インフラの整備が不可欠です。国の「水素・燃料電池ロードマップ」の計画に従い、全国で水素ステーションの建設が進められており、これまでに全国110ヵ所がオープンしています。
当社は2014年7月に国内初の商用水素ステーションを開所したのを皮切りに、定置式、移動式、パッケージ型、液化水素方式などさまざまなタイプの水素ステーションを建設・運営しています。また2019年には米国4ヵ所で水素ステーションの運営を開始しました。



現在、北海道から九州まで、全国約110ヵ所の水素ステーションが開所しており、イワタニはそのうち28ヵ所を運営しています。また、約110ヵ所のうち、自社を含めると全体の40%のステーション整備に関わっています。
国の計画では2020年度までに全国で160ヵ所が整備される予定で、当社が運営するステーションも同年度までに全部で53ヵ所とする計画です。
水素ステーションの商用化が始まってから5年の間に、使用する機器の高性能化や小型化に加え、規制緩和が着実に進んできました。立地も当初の4大都市圏中心の整備から、全国的な広がりをみせ、土地の制約やFCVの普及状況など、ステーションをめぐる環境も多様化しています。
当社では、移動式ステーション、燃料電池バスへの充填が可能なステーション、コンビニ併設型、空港併設型、セルフ方式など、さまざまなバリエーションを有することで、地域の状況に柔軟に対応できる建設・運営体制を構築しています。

さまざまなバリエーションの水素ステーション

水素ステーションには、設置形式や水素供給方式により、さまざまなタイプがあります。

【オンサイト型】 敷地内で都市ガス改質などにより水素を製造し、供給するステーションです。

【オフサイト型】 外部から運んだ水素をFCVやFCバスに供給するステーション。当社ではコンパクトで優位性のある液化水素を基本としています。

【移動式】 水素供給に必要なすべての機器を車載し、移動して運営できるステーション。定置式に比べ、敷地面積は3割、建設工期は6割程度の、機動力のあるステーションです。

設置形式	定置式						移動式
	オンサイト	オフサイト					
代表的設置場所	とよた エコフルタウン	東京有明	尼崎、宮城仙台	コンビニ併設型	ショールーム併設型	パッケージ型	福岡県庁
				東京池上	芝公園	岡山南	
水素供給方式	都市ガス改質	液化水素	液化水素	液化水素	液化水素	圧縮水素	圧縮水素
圧縮方式	高圧圧縮	液化水素ポンプ	高圧圧縮				
1時間当たりの満充填可能台数(FCV)	—	16台	6台	6台	6台	3台	2台

FCバスへの充填が可能なステーション(東京有明)

空港併設型のステーション(関西国際空港)

パッケージ型のステーション(岡山南)

コンビニ併設型のステーション(東京池上、セブンイレブンと協業)

コンパクトな移動式のステーション(福岡県庁)

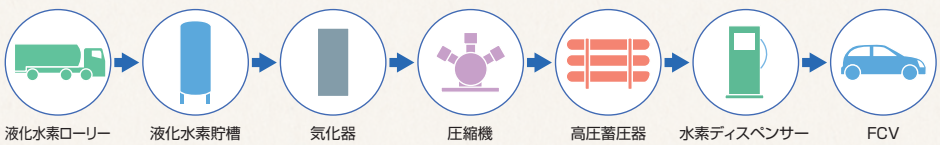
ショールーム併設型のステーション(芝公園、トヨタ自動車と協業)

水素ステーションの性能向上と低コスト化

イワタニの水素ステーションの特長はコンパクトな液化水素方式

水素の輸送・貯蔵や純度(品質)において、液化水素は圧縮水素ガスよりも優位性がある、とイワタニは考えます。当社が独自に建設する水素ステーションは、コンパクトで大量に貯蔵できる液化水素貯蔵型ステーションを基本としています。

液化水素の輸送からFCVに充填されるまで



液化水素貯槽タンクから気化器でガス化された水素は、圧縮機によって82MPaまで昇圧後、蓄圧器に貯蔵され、ディスペンサーを通して70MPaでFCVのタンクに充填されます。

機器の進化により水素ステーションの性能が大幅に向上

水素ステーションを構成する機器は、商用水素ステーションのスタート当時から比較して大きく進化。水素ステーションの建設や運営のコスト削減につながっています。

■充填ホース使用回数がUP

FCVに燃料を充填するホースは樹脂性のため水素による劣化を免れません。商用ステーションスタート当初は100回毎の交換が必要でしたが、現在は耐久性が1000回までと、ほぼ10倍に向上しています。

■蓄圧器の材質進化による軽量化

水素を82MPaもの超高圧で貯蔵する蓄圧器。かつてはオール金属製でしたが、炭素繊維強化プラスチックなどの材料開発が進み、大幅に軽量化されています。

■プレクーラーの小型化

FCVのタンクに水素を急速充填すると断熱圧縮により温度が上昇します。タンク温度を規定の85℃以内に保つために予め水素を-40℃まで冷却するのがプレクーラー。当社が建設した第1号商用ステーションでは2m×1m程度の大きさでしたが、現在はディスペンサーに内蔵できるほど小型化され、省スペースに貢献しています。

規制緩和により、省スペース・低コスト化が加速

水素ステーションの建設·運営には、高圧ガス保安法が適用され、火気距離・保安距離や使用部材などが厳しく定められています。建設コストを削減し、ステーションの普及を加速するためにも規制緩和が進められています。

■保安距離の短縮

高圧ガス保安法により8mとされていたディスペンサーから公道までの距離が5mに短縮されました。

■貯水槽の設置義務緩和

火災・災害時対応を想定した貯水槽の設置義務が緩和され、2018年4月より上水道からの直接散水が可能となり、省スペース・コスト削減につながっています。

スタートは1941年でした。
イワタニの水素ロード。

当社と水素の出会いは、1941年。当時、工業生産の過程で副次的に発生しながらも、空気中に捨てられていた水素ガスに、誰よりも早く価値を見いだしたのが、創業者、岩谷直治でした。当社は直ちに水素の販売事業を開始。1958年には水素製造専業の大阪水素工業(現 岩谷瓦斯)を設立、1960年代には長尺容器やトレーラを開発して水素ガスの大量輸送方法を確立しました。
1965年には水素エネルギーの時代を見据え、いち早く液化水素の事業化調査をスタート。第一次オイルショック後の1974年、国の「サンシャイン計画」の研究委託を受け、本格的なエネルギー事業としての可能性を検討。78年に完成した大型商用液化水素プラントで、宇宙開発事業団(現JAXA)への液化水素納入を本格的に開始するなど、水素エネルギー時代の幕開けを切り拓いてきました。

水素のエネルギーとしての市場性がまだ片鱗さえも見えなかった当時から、一貫した取り組みを行ってきた背景には、「世の中に必要な人間となれ、世の中に必要なものこそ栄える」という当社の企業理念があります。それは創業40周年の1970年に採択した「住みよい地球がイワタニの願いです」の企業スローガン、環境経営の思想にもつながっています。
低炭素社会実現への鍵を握る存在として、いま水素は、世界の注目を集めています。
国連が掲げる 「SDGs=持続可能な開発目標 (17のゴール)」のうち、地球温暖化、気候変動、大気汚染、水質汚染、エネルギー供給等の課題を解決するキーワードは、「CO_2フリー」。当社は水素のトップサプライヤーとして、水素の利活用を通じCO_2フリー社会の実現に貢献すべく、これからも、歩みつづけてまいります。

次ページへ

製造・供給ネットワーク

1941
—イワタニと水素の出会い—硬化油製造メーカーの余剰水素の販売を始める

1958
水素ガス製造を目的に大阪水素工業（現岩谷瓦斯=IIG）を設立。水素ガスの販売を強化する

1973
泉北水素を三井東圧化学・三井物産と合弁で設立（2001年3月解散）

1974
社内に「水素エネルギー開発委員会」設置

1975
水素液化装置が大阪水素工業尼崎工場内に完成。わが国の液化水素時代の幕開けとなる

1980
イワタニにとって東日本初の水素ガス工場が完成（イワタニ千葉ガスセンター内）

1984
「日本液体水素」を三菱重工業・大阪水素工業との合弁で設立。（1985年に田代液水工場〈秋田県〉、1987年に南種子液水工場〈種子島〉を作る→1995年7月に解散）

1985
大阪水素工業・岩谷ガス工業・富士瓦斯工業の合併により、岩谷瓦斯（IIG）を設立

液化水素

1965 — 1972
液化水素事業のフィジビリティ・スタディを始める

1975
宇宙開発事業団（NASDA）から、「液体水素の輸送システムに関する検討の委託」を受ける。わが国初の長距離液化水素輸送に成功

1976
NASDA・三菱重工業・石川島播磨重工業へ液化水素の供給開始

1978
本格的「液化水素製造プラント」を尼崎に完成披露。生産能力は毎時730ℓ（月36t）、貯蔵能力10万ℓ（1980年20万ℓに増設）

1986
わが国初の液水ロケット「H-Iロケット」1号機打ち上げ成功。燃料の液化水素はイワタニグループが供給（H-Iロケットは1992年の9号機まで。全てに液化水素を供給）

物流・保安

1960
長尺容器を積載したわが国初の1,100㎥入り大型水素トレーラーを開発。セルフローダーも導入して輸送の効率化と大量供給を実現

1968
1,200㎥入りスライドローダーを開発

1975
大規模な「圧縮水素ガスの漏洩拡散実験」を滋賀県下で行う

1976
わが国初の「液化水素放出拡散燃焼実験」を滋賀県“北山台”でサンシャイン計画の一環として実施

1982
液化水素の民需用途開拓のため、内容量180ℓの小型液水容器を開発

1988
●H-Ⅱロケット打ち上げ時の保安距離を策定するため「液体推進薬安全性確認実験」をNASDAから受託して実施（於、香川県詫間町）●グループの「J・C・I」（現 岩谷瓦斯）で初めて液化水素タンクローリーを製作

貯蔵・輸送応用技術

1973
金属水素化物（メタル・ハイドライド）の研究に着手

1975
液化水素の輸送試験を開始

1988
液化水素タンクローリーを製作

公共プロジェクト

1974
国家プロジェクトのサンシャイン計画で、通産省工業技術院から“水素の流通消費プロセスにおける保安技術”の研究委託を受ける

水素のアプリケーションと社会とのアライアンス

1979
武蔵工業大学内燃機関研究室と液化水素供給で協力。（水素自動車ー武蔵3号～武蔵10号、1997年まで）この間、液水自動車用小型容器の共同開発にも取り組む

1980 武蔵4号完成

1982 武蔵5号完成

1984 武蔵6号完成

1986 武蔵7号完成

1990 武蔵8号完成

1958 大阪水素工業設立

1968 水素スライドローダー開発

1978 尼崎に液化水素製造プラント完成

1986 H-1ロケット打ち上げ

製造・供給ネットワーク

1995
新日本製鐵グループと「九州ガスセンター」（水素の製造販売会社）を設立。昭和電工他と「千葉アイエススイソ」（千葉での水素ガスの生産拠点）を設立

2004
●ロータリーバルブを採用した画期的な水素PSAを発売●液化水素及び空気分離ガスの製造会社「株式会社ハイドロエッジ」（大阪府堺市）を関西電力、堺LNGとの合弁で設立

液化水素

1991
スペースプレーン用燃料として期待される「スラッシュ水素」（固体・液体共存状態）の製造実験にわが国で初めて成功

1994
純国産“H-Ⅱロケット・1号機”打ち上げ成功。イワタニの液化水素239kℓが貢献（1995年の3号機も液化水素供給）

2001
●BMWが日本で初めて開催した一般向け液化水素自動車の走行試乗会に液化水素を供給●国産ロケットH-ⅡA試験1号機に液化水素を供給

2003
“液体水素の安全性評価”、“燃料電池自動車用液体水素タンクのボイルオフ低減技術の研究開発”をNEDOより受託

2004
JHFC有明水素ステーションにおいて、燃料電池車への水素供給を開始

物流・保安

1994
米プラックスエア社より、わが国初の「液化水素輸入コンテナ」を神戸で陸揚げ

2002
わが国初の「本格的水素供給ステーション」（天然ガス改質型）を大阪・酉島に完成。首都圏初、「JHFC鶴見水素ステーション」（副生水素を原料で初）を完成

2003
秋田県大潟村での「全日本学生ソーラーカーチャンピオンシップ」と「ワールド・ソーラーカー・ラリー」に、“移動式水素ステーション”を持ち込み、燃料電池車へ水素を供給

2004
移動式水素ステーションと燃料電池車を同時に積載し、搬送する「専用キャリアカー」を完成、披露

貯蔵・輸送応用技術

1993
カナダ・バラード社より固体高分子型燃料電池技術を導入。日本での用途開発・商業化の推進で契約

2002
わが国初の「移動式水素充填機」を完成

公共プロジェクト

1993
ニューサンシャイン計画の「WE-NETプロジェクト」（World Energy Net-Work）に参画

1999
通産省のWE-NET第2期計画で「改質型水素供給ステーションの開発」を受託

2001
新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から家庭用燃料電池システム向けLPガス改質装置開発を受託

2003
「JHFC有明水素ステーション」が竣工（液化水素と高圧水素の両方を供給可能）

水素のアプリケーションと社会とのアライアンス

1992
IOMA（国際酸素協会）の国際会議（於、新宿ヒルトンホテル）で、米プラックスエア社と共同で両社の水素事業について講演

1994
武蔵9号完成

1998
武蔵10号完成

2000
国際水素エネルギーフォーラム（於、ドイツ・ミュンヘン）でイワタニの水素供給ステーションプロジェクトについて講演

2001
ダイムラークライスラーが日本で開催した燃料電池車の走行会に水素ガスを提供。

2002
国内初の「移動式水素充填機」で、ホンダ「FCX-V4」の試乗会をサポート

2003
●ホンダの燃料電池車「Honda FCX」を民間企業として初めて購入。●当社2台目の燃料電池車「トヨタFCHV」を購入（2台購入は民間企業で世界初）●東京都の燃料電池バス運行開始●NEDOから受託した家庭用燃料電池システム向けLPガス改質装置のプロトタイプの連続自動試験運転を開始

2004
日本初、燃料電池車で東京ー大阪間の長距離・高速走行（東名・名神）を実現。「トヨタFCHV」と「Honda FCX」に専用キャリアカーが並走、東京都庁と大阪府庁間を各知事書簡を携えて往復

2002 JHFC鶴見水素ステーション完成

2003 FCX（中央）、FCHV（奥）購入
マツダ水素自動車（手前）は2006年購入

2004 東京－大阪FCV走破チャレンジ

2006 ハイドロエッジ稼働

次ページへ

2006
「ハイドロエッジ」国内最大の液化水素製造プラントが稼働

2008
千葉県市原市で液化水素製造プラントの建設開始を発表

2009
東日本初の液化水素製造プラントが稼働。岩谷瓦斯千葉に竣工・東西2拠点体制を確立。ハイドロエッジに液化水素貯蔵タンクを2基増設

2005
●H-ⅡAロケット7号機打ち上げ成功、液化水素を供給●関西電力と液化水素方式の移動式水素ステーションを共同開発

2007
「JHFC関西空港水素ステーション」がオープン

2005
川崎重工開発の高性能液化水素コンテナによる、国内初の水素ステーションへの液化水素長距離輸送試験に協力し成功（岩谷瓦斯尼崎工場～有明水素ステーション）

2007
JHFC有明水素ステーションで、燃料電池車への充填累計2,000台を達成

2008
洞爺湖サミットで運行の燃料電池バスに水素を供給

2009
JHFC有明水素ステーションで、国内初の水素充填累計3,000台を達成

2005
荏原グループと「非常・災害用純水素仕様燃料電池発電システム」を共同開発

2007
完全車載式の「液化水素型移動式水素ステーション」を関西電力と共同で開発。非常用純水素型電源としてFC-BOXを開発

2008
水素を直接供給する「純水素型家庭用燃料電池コージェネレーション」を一般家庭に設置し、実証運転開始

2009
純水素型10kW級燃料電池搭載の「移動式電源車」を完成。純水素型小型燃料電池搭載の「水素自転車」完成。関西空港で実証走行を開始

2009
「JHFC北九州水素ステーション」が完成（国内初、パイプラインで直接水素供給を受ける方式）

2005
LPガス改質型・家庭用燃料電池コージェネレーションを、東芝燃料電池システムと共同で、一般家庭に設置開始（大規模実証事業～08年度まで）

2006
●「第1回イワタニ水素エネルギーフォーラム」を開催。以降毎年開催●国際水素エネルギー協会より、「コンスタンチン・ツィオルコフスキー賞」を受賞●マツダより水素ロータリーエンジン車「RX-8ハイドロジェンRE」第1号を購入

2007
「日本縦断　燃料電池車・水素自動車キャラバン」実施、のべ約9,000名が参加。総走行距離5,930km。子どもたちを対象にした「水素サイエンス教室」を全国で実施（以後毎年開催）

2008
「第17回エネルギー広報活動・広報施設表彰」で「エネルギー環境教育情報センター運営委員長賞」を受賞

2009
●第18回地球環境大賞で「フジサンケイビジネスアイ賞」を受賞●「西日本水素ハイウェイ実証デモンストレーション」を実施。堺市から北九州まで626kmを4日間で走行●東京都市大学、日野自動車と共同で水素を燃料とした小型バスの開発に成功●家庭用燃料電池「エネファーム」を販売開始●トヨタ「FCHV-adv」を購入●ホンダ「FCXクラリティ」を購入●マツダプレマシー「ハイドロジェンREハイブリッド」第1号を購入

2006 第1回イワタニ水素エネルギーフォーラム開催

2007 日本縦断キャラバン実施

2007 液化水素型移動式水素ステーション開発

2009 岩谷瓦斯千葉工場。東日本初の液化水素製造プラント稼働

製造・供給ネットワーク

2011
●燃料電池自動車の国内市場導入と水素供給インフラ整備に関する声明を13社と共同で発表●国内3ヵ所目となる液化水素製造拠点として、トクヤマと合弁で山口県周南市に「山口リキッドハイドロジェン」を設立

2013
「山口リキッドハイドロジェン」液化水素製造プラントが稼働

2014
国内初の商用ステーションとして「イワタニ水素ステーション 尼崎」、次いで「イワタニ水素ステーション 小倉」が開所

液化水素

2013
兵庫県尼崎に「中央研究所」完成。独自の水素ステーションを2014年稼働

2014
H-ⅡAロケット23号機・24号機・26号機打ち上げ成功、液化水素を供給

物流・保安

2011
山梨水素ステーションが、地域実証研究として運用開始

2012
埼玉県庁に「ソーラー水素ステーション」を本田技術研究所と共同で設置運用開始

2013
「とよたエコフルタウン」で70MPa商用実証水素ステーションの運用開始

貯蔵・輸送応用技術

2012
FC EXPO2012にて、「イオニック式水素ステーション」「地下式液化水素ステーション」(いずれも独リンデ社製模型)を展示

2013
FC EXPO2013にて、「赤外線通信機能付水素ディスペンサ」を展示。35/70MPaに対応する。車1台あたりの充填時間3分を目指して研究開発中

公共プロジェクト

2011
北九州水素タウンプロジェクトに参画

2013
2015年までに商用水素ステーション100ヵ所程度の先行整備始まる

2014
東京オリンピック・パラリンピックで東京都が晴海に建設する選手村を水素エネルギーで賄う「水素タウン」として整備する方針を決定

水素のアプリケーションと社会とのアライアンス

2010
創業80周年記念事業として、全国80の小学校で水素エネルギー教室の開催を決定。翌年3月までに91校で実施

2013
2015年販売に向けてトヨタ「FCV」東京モーターショーにて展示

2014
●山口リキッドハイドロジェン・東芝燃料電池システム・長府工産と共同で新型の純水素型燃料電池コージェネレーションシステムの研究開発・実証を開始●イワタニ水素ステーションとセブン-イレブンの店舗併設に関する包括合意書を締結●トヨタが世界初のFCV量産車として「MIRAI」を発売開始

2013 山口リキッドハイドロジェン稼働

2013 中央研究所完成

2014 イワタニ水素ステーション尼崎開所

2014 トヨタ燃料電池自動車「MIRAI」発売

2015
●国内初のショールーム併設「イワタニ水素ステーション芝公園」開所●「イワタニ水素ステーション埼玉戸田・山口周南・福岡県庁」開所●関西国際空港にフォークリフト用水素供給設備が完成

2016
●国内初の空港併設型「イワタニ水素ステーション 関西国際空港」開所●国内初、コンビニ併設型の「イワタニ水素ステーション 東京池上・愛知刈谷」開所●「イワタニ水素ステーション 甲府・大阪森之宮・大阪本町・大阪住之江」開所

2017
●FCバスへの本格充填が可能な「イワタニ水素ステーション東京有明」開所●関西国際空港に液化水素貯蔵型のフォークリフト用水素供給設備が完成●山口リキッドハイドロジェンの増設工事が完了●Hydrogen Council(水素協議会)発足

2018
●日本水素ステーションネットワーク合同会社(JHyM)を設立●パッケージ型の「イワタニ水素ステーション 岡山南」開所●「イワタニ水素ステーション 芝公園」にてセルフ式を開始

2019
●米・カリフォルニア州で4ヵ所の水素ステーションの運営を開始●「イワタニ水素ステーション 大阪伊丹空港・新潟中央・和歌山太田」開所●中国浙江省嘉興市にて、水素ガスプラントの建設を決定

2018
芝公園で水素充てん10,000台を達成

2018
中央研究所の水素試験研究設備リニューアル

2018
北九州水素タウン再稼働、北九州市と実証事業を開始

2015
環境省委託の「低炭素水素ステーション活用モデル実証」(神奈川県京浜臨海エリア)に参画

2016
川崎重工業、シェルジャパン、電源開発と技術研究組合「CO_2フリー水素サプライチェーン推進機構〔略称「HySTRA」(ハイストラ)〕」を設立

2017
風力発電(ハマウィング)の電力を活用した低炭素水素サプライチェーンモデル構築の実証プロジェクトを開始

2018
●日豪間水素サプライチェーン実証の豪州側コンソーシアム結成●北海道で水素サプライチェーンの実証実験の本格運用を開始●「福井しあわせ元気」国体・障スポの炬火に水素を提供●NEDO、東芝エネルギーシステムズ、東北電力と福島水素エネルギー研究フィールド(FH2R)の建設工事を開始

2019
「ねんりんピック紀の国わかやま2019」炬火に水素を供給

2017 イワタニ水素ステーション 東京有明開所

2018 JHyM発足

2018 福井国体の炬火の燃料として世界で初めて水素が採用

2019 米国加州サクラメントの水素ステーション

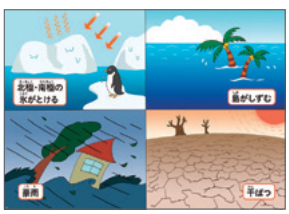
水素啓発活動用の新たなツールとして「紙芝居」を制作

「環境戦士 水素マン®」が地球温暖化を企む異星人に立ち向かう！

当社では、水素エネルギー社会の実現に向け、究極のクリーンエネルギー「水素」の魅力を若い世代に伝え、身近に感じていただくことを目的に、全国の小学生を中心に水素エネルギー教室を開催しています。
水素エネルギー教室では、地球温暖化が進んでいる原因や、それによる影響に加え、水素の特徴や用途、なぜ水素が環境に優しいかなどについて、様々な実験を通じて説明しており、水素の魅力を伝える新たなツールとして「紙芝居」を制作しました。

<あらすじ>

地球から離れること数万光年、二酸化炭素で覆われた灼熱の惑星「ヒート」。しかし、「ヒート」は惑星としての寿命を終えようとしていた。「ヒート」に住む、高度な文明を持つ異星人「オンダンカン」は、新たに居住する惑星を求め、宇宙を探索していた。そして「地球」を発見する。しかし「地球」は、彼らが暮らすには気温が低く、このままでは適さない。そこで地球を侵略することを決意し、まずは地球の温暖化を進める活動を始める。そんな「オンダンカン」の侵略を多くの地球人が気付かない中、いち早くその企みに気付き、侵略を阻止しようと立ち上がったのがヒーロー「水素マン」である。



水素エネルギー教室の様子

「環境戦士 水素マン」の紙芝居は、
当社のHPにてご覧いただけます。

水素の基礎データ

水素［Hydrogen］

- 原子番号：1
- 分布：宇宙では最も豊富な元素（宇宙の質量の3/4を占める）
  地球上では、水や、アミノ酸・炭化水素などの化合物として存在
- 分子式：H_2
  常温・常圧では無色、無味、無臭の気体
- 比重：空気=1とした場合　0.0695
- 融点：-259.14℃
- 沸点：-252.87℃
- 総発熱量：3,050kcal/m^3　1万2,750kJ/Nm^3
- 真発熱量：2,570kcal/m^3　1万740kJ/Nm^3
- 発火点（空気中）：527℃　（炎色は無色）
- 爆発範囲（空気中）：4.0～75.0vol%
- 燃焼すると酸素と反応して水になる

水素　早わかり便利帳

- 体積
  - ◇0℃、1気圧の水素ガスを液化すると**体積は約800分の1**になる
  - ◇水素ガス1kgの体積
    水素ガス　1kg＝1,000g＝500mol＝11,200ℓ＝**11.2m^3（≒11m^3）**
    液化水素　1kg＝11,200ℓ÷800＝**14ℓ**
- 重さ
  - ◇0℃、1気圧の水素ガス1m^3の重さ
    1m^3＝1,000ℓ＝44.6mol＝89.3g
  - ◇**液化水素1ℓの重さ**＝水素ガス800ℓ＝35.7mol＝**71.4g**
- FCV燃料としての水素
  - ◇水素ガス1kg（≒11m^3）でFCVはおよそ100km走行可能とされる
  - ◇FCV1台が1年間に必要とする水素ガスはおよそ100kg（=1,100m^3）
    計算根拠：FCV1台が1年間に1万km走ると想定すると
    必要な水素ガスは
    1万km÷100km＝100kg（=1,100m^3）

岩谷産業公式Facebookページでは、
当社の事業に関する情報を配信しています。
ぜひご覧ください。
岩谷産業公式Facebookページはこちら！

Iwatani

水素で世界を動かせ。

時代が問いかける。人類は次の100年を託せるエネルギーを持っているか。
私たちは答える。人類には水素がある。それは、決して枯渇することがない。
燃焼してもCO_2を排出しない。数あるエネルギーを凌ぐ大きなパワーを生み出すことができる。
その究極のクリーンエネルギーは、すでにロケットを宇宙へ送り、
先端産業を支え、電気を作り出し、車を走らせている。
世の中に必要なものは、必ず世の中の当たりまえになってゆく。だから突き進もう。
水素で、もっと社会を動かせ。時代を動かせ。世界を動かせ。

日本には、未来を変えるエネルギーがある。

水素シェア No.1※
Iwatani
岩谷産業株式会社

※岩谷産業株式会社は、水素ガスの販売において国内市場シェア約70%を占めています。(2019年5月現在、自社調べ)

水素エネルギーハンドブック
編集発行／岩谷産業株式会社　広報部
2008年11月　初版 発行
2019年 3月　第5版 発行
2020年 3月　第6版 発行

2020.3.IP.TP.10,000