

水素社会^{H H} 実現に向けた取り組み

水素は利用時にCO₂を排出せず、燃料電池などを活用することで、電気や熱を効率的に取り出すことができます。水素の製造段階に再生可能エネルギーを活用するなど、製造から利用までトータルで、脱炭素化に向けた活用が期待されます。水素を身近なエネルギーとして活用する「水素社会」の実現と、脱炭素社会実現に向け、水素の果たす役割は極めて大きく、様々な水素利活用への取り組みが進められています。



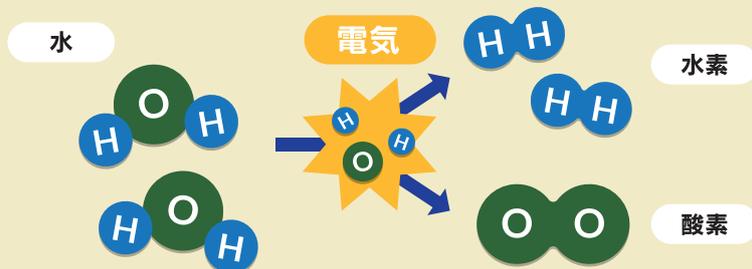
水素ってなに？

水素は、地球上でもっとも軽い気体で、H原子が2つ結びつくことで生成され、化学式ではH₂として表示されます。地球上でH原子は様々な元素と結合しており、水や化石燃料といった化合物の状態で存在しているため、H₂は多様な資源から生成することが可能とされています。例えば、水(H₂O)に電気を流して、水素(H₂)と酸素(O₂)を生成する水の電気分解など様々な方法で水素が生成されます。

水の電気分解の原理

水に電気を流すと

水素と酸素ができる

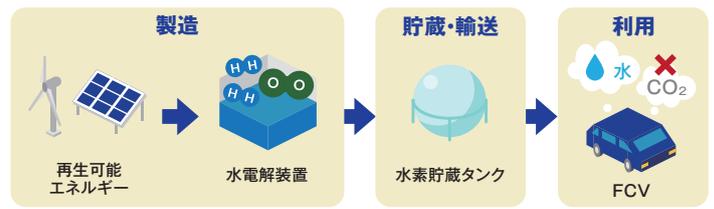


水素をエネルギーとして活用する意義とは？

エネルギーとしての水素利用は、脱炭素社会に向けた取り組みとして、国内及び海外で導入が進められつつあります。水素をエネルギーとして活用する意義は大きく3つあります。

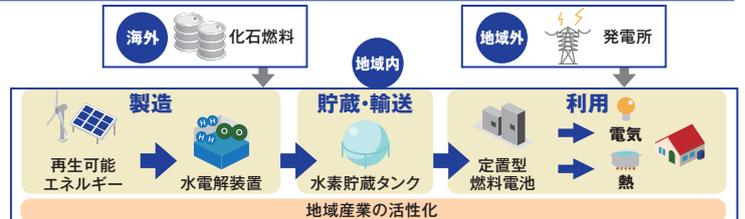
脱炭素化につながります

水素は利用時にCO₂を排出しないため、環境負荷を低減できます。また、時間帯や季節によって使いきれない再生可能エネルギーを水素に変換することで、エネルギーを大量に長期間貯蔵できるため、再生可能エネルギーを無駄なく使用することにも貢献します。さらに、電化が難しいなどの理由により脱炭素化の手段に限られる分野*に水素を活用することによって、CO₂排出量を削減することもできます。（※重工業や長距離・大型の陸上輸送、船舶、航空など）



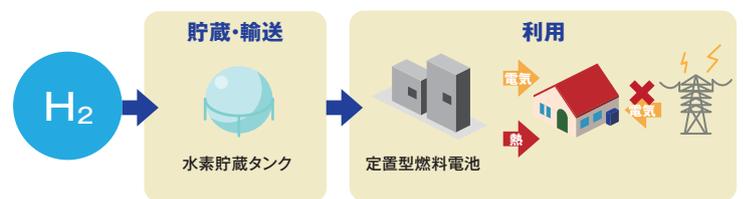
地域産業の活性化につながります

水素は地域の様々な資源から作ることができます。海外からの化石燃料や、地域外からの電力の代わりに再生可能エネルギーなどの地域のエネルギーと水素を使えば、地域に雇用が生まれ産業の活性化にも繋がります。



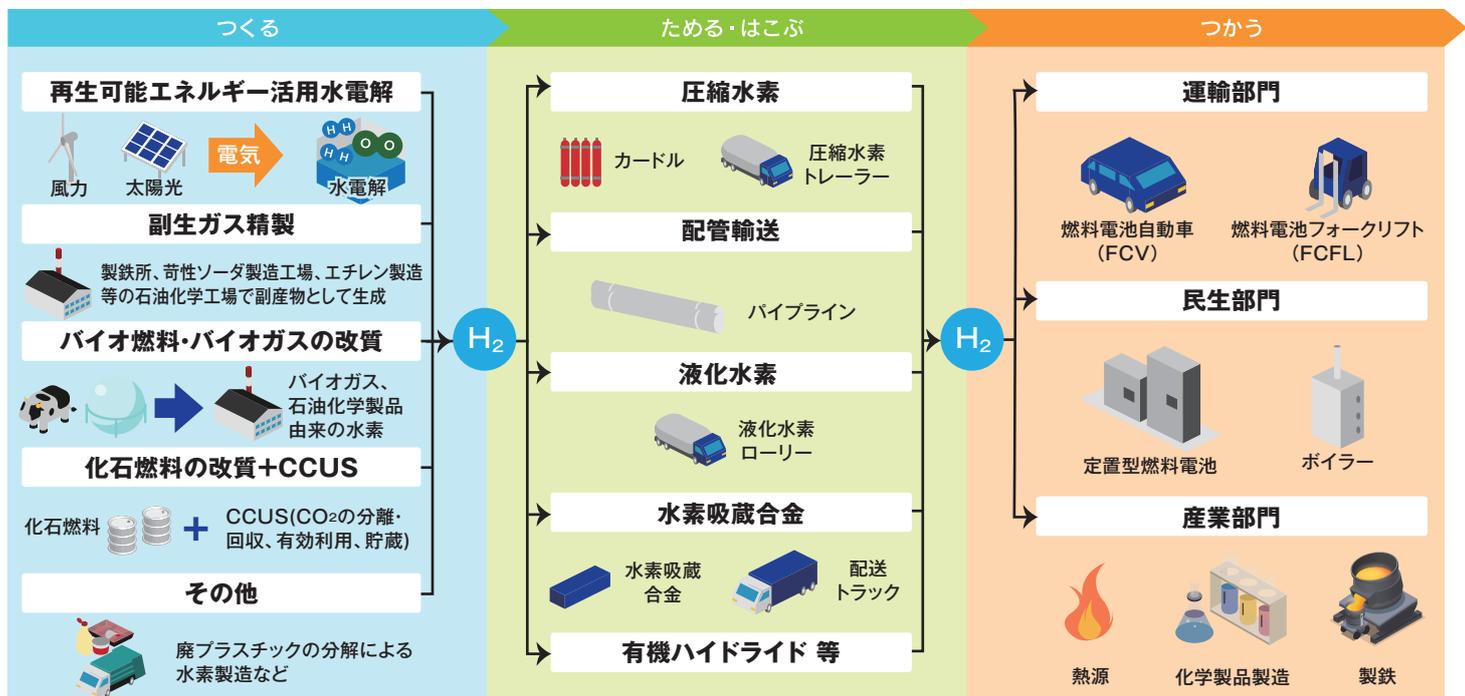
非常時にも活躍できます

水素は貯蔵・輸送が可能です。そのため、災害時に電力インフラが止まった場合でも、貯蔵した水素を使って発電することができます。また、水素を輸送することによってエネルギーを柔軟に届けることもできます。



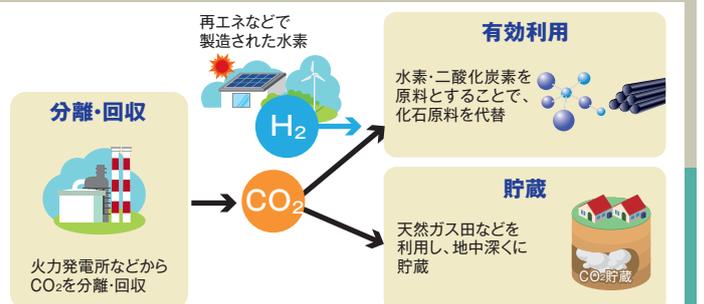
水素サプライチェーンの概要と構成される様々な技術

水素をエネルギーとして利活用するためには、「つくる」「ためる・はこぶ」「つかう」で構成される水素サプライチェーンを構築することが重要です。「つくる」「ためる・はこぶ」「つかう」のそれぞれで様々な技術が活用されていることが特徴です。



コラム CCUS (CO₂の分離・回収、有効利用、貯蔵)とは

火力発電所などから回収したCO₂と再エネ水素を化学反応させることで、化石燃料によらない化学品などを製造することができます。また、回収したCO₂は地中に貯蔵することもでき、従来大気中に放出されていたCO₂の削減につながります。このようにCO₂を分離・回収し、資源として有効利用、貯蔵する技術はCCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization, and Storage) と呼ばれ、脱炭素社会の構築に重要な技術の1つとして注目されています。



1 脱炭素化に向けた水素サプライチェーン構築の推進

環境省では、それぞれの地域で地域の資源を使った水素によりサプライチェーン構築の実証を行っています。これにより将来の脱炭素化を目指します。

水素サプライチェーンとは、水素を「つくる」「ためる・はこぶ」「つかう」という一連の取り組みのことで、

- 地域連携・低炭素水素技術実証事業
既存の再エネを活用した水素供給低コスト化に向けたモデル構築・実証事業
- 既存のインフラを活用した水素供給低コスト化に向けたモデル構築・実証事業
コスト競争力強化を図る再エネ等由来水素サプライチェーンモデル構築・実証事業

(2026年2月時点)



1 簡易型水素充填車による水素輸送とフォークリフトでの水素利活用 ※2015年度～2020年度

※2015年度～2020年度



- 事業名 / 京浜臨海部での燃料電池フォークリフト導入とクリーン水素活用モデル構築実証
- 実証場所 / 京浜臨海部
- 実施代表者 / トヨタ自動車株式会社
- 協力自治体 / 神奈川県、横浜市、川崎市

つくる



風力発電所の電力を用いて水素を製造



水素製造安定化システムを備え、弱風・無風時も、電力供給が可能

ためる・はこぶ



水素は貯蔵タンクへ送られたのち圧縮され、簡易型水素充填車によって輸送



つかう



青果市場や物流倉庫に導入したFCFLへ、簡易型水素充填車から水素を供給

2 家畜ふん尿由来のバイオガスを活用した水素製造 ※2015年度～2021年度

※2015年度～2021年度



- 事業名 / 家畜ふん尿由来水素を活用した水素サプライチェーン実証事業
- 実証場所 / 北海道東郡鹿追町および帯広市
- 実施代表者 / エア・ウォーター株式会社
- 共同実施者 / 鹿島建設株式会社、日鉄パイプライン&エンジニアリング株式会社、日本エアプロダクツ株式会社
- 協力自治体 / 北海道、鹿追町、帯広市

つくる



家畜ふん尿由来のバイオガスより水素を製造

ためる・はこぶ



輸送用に圧縮



簡易型水素充填車にて需要地へ輸送



カードルなどで需要地へ輸送

つかう



敷地内の水素ステーションからFCVやFCFLに供給



チョウザメ飼育施設やおひろ動物園に設置された定置型燃料電池で利用

3 未利用副生水素の地域施設やFCVでの利活用 ※2015年度～2021年度

※2015年度～2021年度



- 事業名 / 苛性ソーダ由来の未利用高純度副生水素を活用した地産地消・地域間連携モデルの構築
- 実証場所 / 山口県周南市および下関市
- 実施代表者 / 株式会社トクヤマ
- 共同実施者 / 東ソー株式会社、山口県、周南市、下関市

つくる



苛性ソーダ工場で発生する未利用副生水素を、タンクや企業間水素融通パイプで効率的に回収し、輸送方法の異なる4種のサプライチェーンで利用

ためる・はこぶ



パイプラインで近隣のスイミングクラブに輸送



圧縮後、カードルで道の駅に輸送



液化後、ローリーで周南市内の水素ステーションと下関市の実証用充填設備まで輸送

©Iwatani Corp.

つかう



スイミングクラブに設置された定置型燃料電池で利用



道の駅に設置された定置型燃料電池で利用



FCVやFCFLへの供給、市場や漁港などに設置された定置型燃料電池、水素ボイラーで利用

4 使用済プラスチックを原料とした水素のホテルやFCVでの利活用

※2015年度～2021年度



■事業名／使用済プラスチック由来低炭素水素を活用した地域循環型水素地産地消モデル実証事業 ■実証場所／神奈川県川崎市
 ■実施代表者／昭和電工株式会社 ■協力自治体／川崎市

つくる	ためる・はこぶ	つかう
 <p>使用済プラスチック(破砕品) 使用済プラスチックを用いて水素を精製</p>	 <p>昭和電工川崎事務所で製造された水素は、パイプラインや高圧水素トレーラーで輸送</p>	 <p>ホテルに設置された定置型燃料電池や、植物工場などで利用 水素ステーションからFCVに供給</p>

5 再生資源の掘り起こし、小水力発電からの水素製造

※2015年度～2020年度



■事業名／小水力由来の再生エネルギー導入拡大と北海道の地域特性に適した水素活用モデルの構築実証 ■実証場所／北海道釧路市および白糠郡白糠町
 ■実施代表者／東芝エネルギーシステムズ株式会社 ■共同実施者／岩谷産業株式会社 ■協力自治体／北海道、釧路市、白糠町

つくる	ためる・はこぶ	つかう
 <p>小水力発電所の電力を用いて、水素を製造</p>	 <p>水素は貯蔵タンクへ送られたのち圧縮され、高圧水素カードルなどによって輸送</p>	 <p>温水プールなどに設置された定置型燃料電池で利用</p>

6 カセット型水素吸蔵合金を活用した、安全で手軽な水素供給

※2017年度～2021年度



■事業名／富谷市における既存物流網と純水素燃料電池を活用した低炭素水素サプライチェーン実証 ■実証場所／宮城県富谷市
 ■実施代表者／株式会社日立製作所 ■共同実施者／丸紅株式会社、みやぎ生活協同組合、富谷市

つくる	ためる・はこぶ	つかう
 <p>太陽光発電所の電力を用いて、水素を製造</p>	 <p>水素は、水素吸蔵合金カセットに充填されたのち、みやぎ生協の既存物流を活用し配達品とともに輸送</p>	 <p>店舗などに設置された定置型燃料電池で利用 水素混焼発電機により水素製造プロセスの補器への電源供給を行い、停電など非定常時にも水素製造可能な運用を確立</p>

7 既存の都市ガス配送網を活用した都市ガスとの混合による水素供給

※2018年度～2021年度



■事業名／再生エネルギー由来の水素の製造及び水素混合ガスの供給利用実証事業 ■実証場所／秋田県能代市
 ■実施代表者／株式会社NTTデータ経営研究所 ■共同実施者／大日機械工業株式会社 ■協力自治体／能代市

つくる	ためる・はこぶ	つかう
 <p>風力発電所の電力を用いて、水素を製造</p>	 <p>水素は模擬都市ガスと混合されて水素混合ガスとなり、ガスホルダーやタンクで貯蔵後、都市ガスパイプラインを通じて輸送</p>	 <p>模擬住宅に設置されたコンロ、ヒーター、給湯器、小型ボイラー、マイクロガスエンジンなどの市販ガス器具で利用 市有施設に設置された定置型燃料電池で利用</p>

8

未利用熱や廃熱を活用した水素製造と水素吸蔵合金タンクによる水素輸送 ※2018年度～2021年度



■事業名/建物及び街区における水素利用普及を目指した低圧水素配送システム実証事業 ■実証場所/北海道室蘭市
 ■実施代表者/大成建設株式会社 ■共同実施者/室蘭市、国立大学法人九州大学、国立大学法人室蘭工業大学、株式会社巴商會、株式会社北弘電社

つくる



画像提供:室蘭民報社



風力発電所の電力を用いて、水素を製造

ためる・はこぶ



「車載型」水素吸蔵合金で輸送後、利用地で「定置型」水素吸蔵合金に貯蔵



つかう



温浴施設や福祉施設に設置された燃料電池で利用。また、施設の未利用熱や定置型燃料電池の排熱を、水素吸蔵合金から水素を取り出す電力として利用

9

ごみ発電や地域の再エネを活用した効率的な水素製造 ※2020年度～2022年度

※2020年度～2022年度



■事業名/北九州市における地域の再エネを有効活用したCO₂フリー水素製造・供給実証事業 ■実証場所/福岡県北九州市、福岡市、久留米市
 ■実施代表者/株式会社北九州パワー ■共同実施者/株式会社 IHI、福岡酸素株式会社、ENEOS株式会社 ■協力自治体/福岡県、北九州市

つくる



ためる・はこぶ



カードルによる圧縮水素の輸送



パイプラインによる輸送

つかう



水素ステーションからFCV、簡易水素充填機からFCFLへ供給



水素実証住宅・博物館に設置された定置型燃料電池で利用

10

復興と脱炭素、水素街づくりサプライチェーン ※2020年度～2025年度

※2020年度～2025年度



■事業名/最適運用管理システムを活用した低コスト再エネ水素サプライチェーン構築・実証
 ■実証場所/福岡県双葉郡浪江町 ■実施代表者/株式会社大林組 ■協力自治体/浪江町

つくる



福島水素エネルギー研究フィールド (FH2R) で製造された再エネ水素を活用

ためる・はこぶ



カードルとトレーラーにより輸送された圧縮水素を、供給先に残っている水素量と搬送車両の状況を監視するシステムにより、効率的に輸送



つかう



宿泊施設などに設置された定置型燃料電池で利用



簡易型水素ステーションからFCVに供給

11

再エネや生ごみを活用したカーボンニュートラルな都市ガスの製造・利活用 ※2022年度～2025年度

※2022年度～2025年度

■事業名/再エネ由来水素と生ごみ由来バイオガスを活用したメタネーションによるサプライチェーン構築・実証
 ■実証場所/大阪府大阪市 ■実施代表者/大阪ガス株式会社 ■協力自治体/大阪市

つくる



ためる・はこぶ



製造したメタンは、付臭による安全対策を施しつつ、パイプラインなどで需要家に供給

つかう



従来の都市ガス消費機器に利用可能 (燃料電池、給湯器、ボイラー、ガス厨房、コージェネレーションシステムなど)

こちらのマークが記載の二次元コードで実証動画をご覧いただけます。

※本紙のイラストはイメージであり、実際の機器構成を正確に示すものではありません。
 ※年度は、採択年度を記載しております。

12 既存のガス配送網による再エネ水素の輸送と水素利用方法の多様化 ※2022年度～2025年度



■事業名/既存のガス配送網を活用した小規模需要家向け低圧水素配送モデル構築・実証事業 ■実証場所/北海道室蘭市
 ■実施代表者/室蘭ガス株式会社 ■共同実施者/室蘭市、公益財団法人室蘭テクノセンター、国立大学法人室蘭工業大学、株式会社産学連携機構九州、大成建設株式会社、エア・ウォーター北海道・産業ガス株式会社、株式会社北弘電社 ■協力自治体/室蘭市

つくる			ためる・はこぶ		つかう		
風力発電	受電盤	水電解装置	LP ガス混載配送	円筒型水素吸蔵合金タンク	定置型燃料電池	ボイラー	水素ガス切断機
風力発電所で発電される電力量にあわせて水電解装置の稼働をコントロールすることで、水電解装置の稼働率を向上			水素吸蔵合金(水素を取り込む性質を持つ金属)を用いたタンクへの水素充填や、既存のLPガス配送網を利用した水素の供給により、輸送のコストを削減		水素利用機器及び水素需要家の多様化による水素消費量の増大(燃料電池、ボイラー、水素ガス切断)		

13 複数のエネルギー源の組み合わせによる再エネ水素の安定的な供給 ※2023年度～2025年度

■事業名/北海道を水素アイランドへ、電力系統に依存しない大規模再エネ水素サプライチェーン構築・実証事業 ■実証場所/北海道苫小牧市
 ■実施代表者/スパークス・グリーンエナジー&テクノロジー株式会社 ■協力自治体/苫小牧市

つくる			ためる・はこぶ		つかう	
廃棄物発電	太陽光発電	水電解装置	高圧水素トレーラー		ボイラー・ストーブ	定置型燃料電池
廃棄物発電所の電力と、太陽光発電所の電力を組み合わせることで安定的に水素を製造			高圧水素トレーラーを水素貯蔵設備として活用しつつ需要地へ輸送することで輸送・貯蔵コストを削減		市有施設や近隣企業に設置された定置型燃料電池、ボイラー・ストーブで利用することで、寒冷地において広く普及している灯油の使用量を削減	

14 街中での水素利活用によるサプライチェーンのスケールアップ ※2025年度～2029年度

■事業名/愛知県知多市における低炭素水素モデルタウン実証事業 ■実証場所/愛知県知多市
 ■実施代表者/愛知県庁 ■共同実施者/日本環境技研株式会社、知多市役所、知多高圧ガス株式会社、東亜合成株式会社、明治電機工業株式会社、三菱HCキャピタル株式会社、リンナイ株式会社、株式会社大林組、コベルコ建機株式会社、株式会社宮本工業所、株式会社土谷製作所

つくる			ためる・はこぶ		つかう	
太陽光発電	水電解装置	副生水素	STディスペンサー	水素貯蔵モジュール	大型容器	モビリティ: FCV, FCトラック, 業務: ボイラー, 定置型燃料電池, 火葬炉
オンサイト太陽光発電・周辺の卒FIT電源を活用した水素製造や、副生水素の調達により、低コストで安定的に水素を製造・調達			既存の水素STから街利用向けに水素貯蔵モジュールへ充填し、既存のLPガス配送網等を活用して効率的に配送			家庭: 給湯器・グリラー・コンロ等, その他: FC建機
モビリティ分野だけでなく、街利用分野など幅広い利用先へ水素を供給し、新たな水素需要を創出						

15 地域特性に応じた配管・ボンベ・吸蔵合金タンクによる広域水素供給 ※2025年度～2029年度

■事業名/副生・再エネ水素による低コスト集中型(配管活用)/分散型サプライチェーン実証 ■実証場所/山口県(周南市、山口市、防府市、山陽小野田市)
 ■実施代表者/地方独立行政法人山口県産業技術センター ■共同実施者/株式会社トクヤマ、長州産業株式会社、株式会社NFデバイステクノロジー、株式会社テクノバ、山口県庁 ■協力自治体/周南市、山口市、防府市

つくる		ためる・はこぶ		つかう	
集中型 サプライチェーン (周南)			水素吸蔵合金タンク		ボイラー
分散型 サプライチェーン (山口・防府)			多目的水素貯蔵システム (水素ステーション・圧縮機一体型)		水素エンジン発電機・吸収冷温水機
分散型 サプライチェーン (山陽小野田)			水素吸蔵合金タンク		ボイラー
苛性ソーダ工場から発生する副生水素や、太陽光発電などから製造した再エネ由来水素を活用		距離や条件に応じて、パイプラインや既存ガス配送網を活用し輸送		ボイラー、定置型燃料電池、FCVなどで水素利用	

2 補助事業（レジリエンス強化に資する自立・分散型システム構築等支援）

環境省では、水素をつくる、ためる・はこぶ、つかうための様々な水素関連設備の導入を支援しています。

株式会社トーエネック

補助設備：水電解装置、水素貯蔵タンク、定置型燃料電池

つくる	ためる・はこぶ	つかう
太陽光発電	水電解装置 (1Nm ³ /h)	水素貯蔵タンク (2.43m ³)
		定置型燃料電池 (4.4kW)

清水建設株式会社

補助設備：水電解装置、水素吸蔵合金タンク、定置型燃料電池

つくる	ためる・はこぶ	つかう
太陽光発電	水電解装置 (10Nm ³ /h)	蓄電池 (100kW-104kWh)
		水素吸蔵合金タンク (1.350Nm ³)
		定置型燃料電池 (100kW)

進工業株式会社

補助設備：水電解装置、水素貯蔵設備、蓄電池、水素 EMS など

つくる	ためる・はこぶ	つかう
太陽光発電	水電解装置 (5Nm ³ /h)	蓄電池 (100kW-100kWh)
EMS (エネルギー管理システム)	水素貯蔵設備 (450Nm ³)	定置型燃料電池 (20kW)

ブラザー工業株式会社

補助設備：水電解装置、水素貯蔵設備

つくる	ためる・はこぶ	つかう
太陽光発電	水電解装置 (3Nm ³ /h)	水素吸蔵合金燃料ケース (1,300 ~ 1,500NL)
		定置型燃料電池 (4.4kW)

「エネルギー対策特別会計補助事業 活用事例集 (2023-2025年度)」(環境省)(<https://www.env.go.jp/earth/earth/ondanka/enetoku/case/>)を加工して作成

3 水素社会構築に向けたアプリケーション開発支援

環境省では、事業者における、運輸部門をはじめとした、水素のアプリケーションの開発・導入を支援しています。

燃料電池フォークリフト

燃料電池フォークリフトの低コスト化や効率化、耐久性向上に向けた技術開発を実施、2016年から販売開始。すぐれた環境性能と約3分での水素充填を実現したフォークリフトの導入を支援。



画像提供：株式会社豊田自動織機

燃料電池バス

燃料電池バスの動力性能や信頼性、耐久性向上などに向けた技術開発を実施、2017年から販売開始。すぐれた環境性能と快適な乗り心地を実現した大型バスの導入を支援。



画像提供：トヨタ自動車株式会社

コラム 燃料電池バスの活用事例

2019年9月に発生した台風で被害を受けた千葉県では、燃料電池バスが現地に派遣され、非常用電源として活躍。

家電の電力や携帯充電などに活用。



燃料電池バスによる電力の供給

画像提供：トヨタ自動車株式会社

マルチパーパスFCV

2021年に熊本赤十字病院とトヨタ自動車株式会社が世界初の燃料電池医療車の利活用実証を開始。

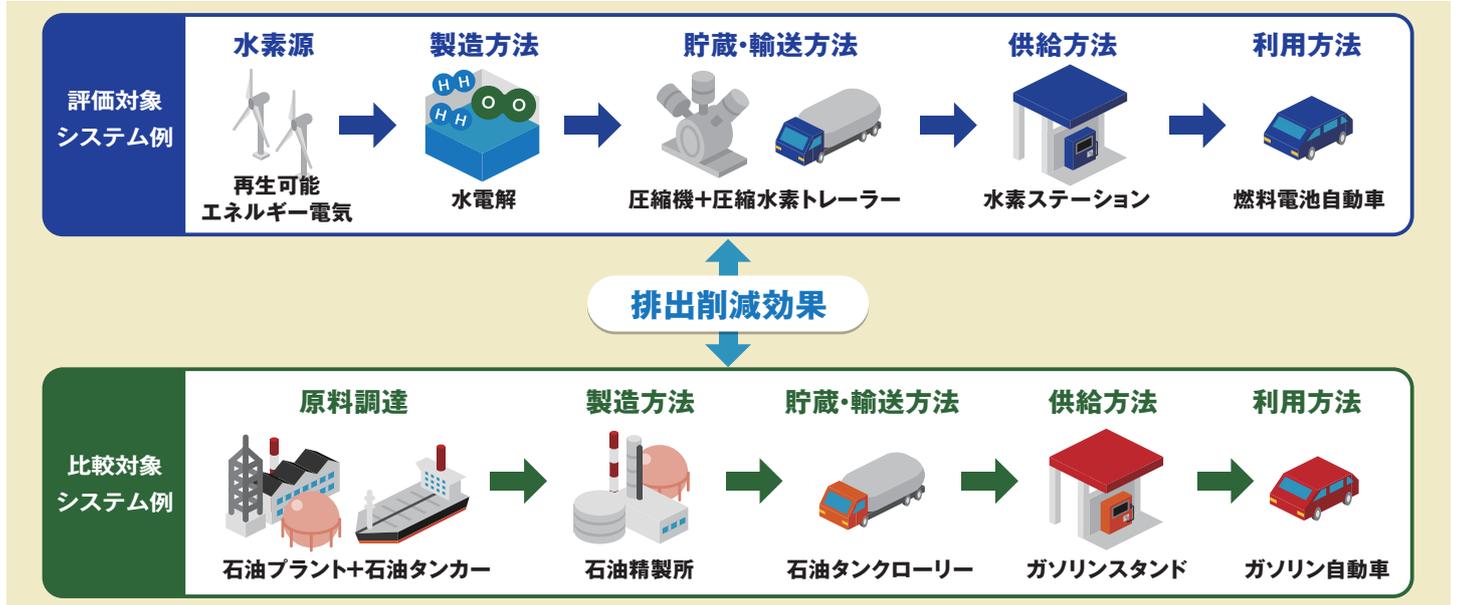


画像提供：トヨタ自動車株式会社

事業化支援ツール

I LCAガイドライン

水素エネルギーの活用にあたっては、燃料利用時の効果のみならず、水素製造から利用を通じた一連の水素サプライチェーンにおいて、温室効果ガスの削減効果を有することの確認が重要です。そのため、水素サプライチェーンの温室効果ガスの削減効果の算定に関する考え方として、「再生可能エネルギー及び水素エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関するLCAガイドライン」を策定しました。削減効果は、既存のエネルギーを用いた場合と水素エネルギーを用いた場合の、温室効果ガス排出量の差分から算定します。



温室効果ガス排出量の算定方法のイメージ

活動量

×

排出原単位

=

温室効果ガス排出量

■事業者の活動の規模に関する量
 ▶事業者がみずから伝票や設計値などから収集
 <例>・電気の使用量 ・輸送用の燃料の使用量
 ・廃棄物の処理量

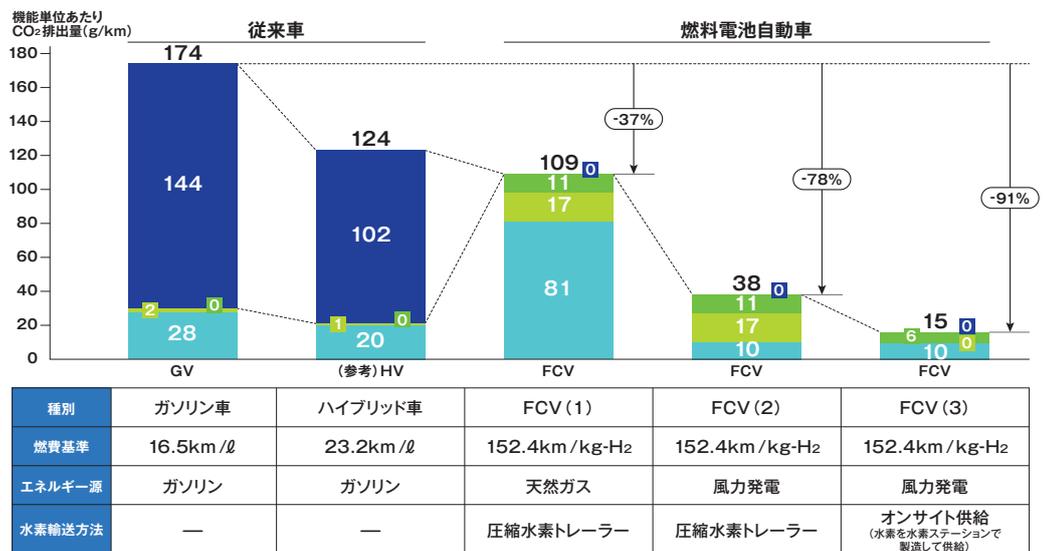
■活動量あたりの温室効果ガス排出量
 ▶一般的に利用可能なデータベースの値から選択
 <例>・電気1kWhあたりの温室効果ガス排出量 ・燃料1ℓあたりの温室効果ガス排出量
 ・焼却1tあたりの温室効果ガス排出量

II 削減効果計算ツール

上記ガイドラインによる算定を支援するため、「水素サプライチェーンにおける温室効果ガス削減効果計算ツール」を公開しています。ツールでは、水素製造、輸送、供給、利用に関する技術を選択することで、水素供給コストおよび温室効果ガス削減効果を自動で算定できます。

ツール(Excelファイル)、並びにツールの使い方マニュアルおよび使用例を、ページ下部に記載の環境省ホームページの二次元コードからダウンロードできます。

(算定結果例) サプライチェーンの各段階のCO₂排出量



<お問い合わせ先> 環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室
 TEL : 0570-028-341 Email:chikyuu-jigyo@env.go.jp
 「環境省 脱炭素化に向けた水素サプライチェーン・プラットフォーム」

