

第26回
新時代のエネルギーを考えるシンポジウム

脱炭素社会の未来像

カギを握る「水素エネルギー」



CONTENTS

- P.2 パネリストプロフィール
- P.3 PART 1
2050年、脱炭素化した社会の未来像とは？
- P.5 PART 2
“進展する電化”と水素の役割とは？
- P.7 PART 3
“技術革新”が拓く新たな可能性
- P.9 PART 4
水素エネルギー・社会実装の可能性と課題
- P.10 ENEOSグループの取り組み

2021年
11月5日(金)

東京国際フォーラム ホールC
+ライブ配信
+オンデマンド配信
(11月15日～22日)

私たちの未来にとって喫緊の課題である気候変動問題の解決に向け、脱炭素化の取り組みは世界的な潮流となっています。

日本においても、「2050年カーボンニュートラル」という政府方針の下、多くの企業や研究機関による革新的技術の開発および社会実装モデルの実証など、社会全体での取り組みが加速しており、脱炭素社会の到来は現実的なものになりつつあります。

それでは、未来の脱炭素社会とはどのようなものでしょうか。

- ・エネルギー消費は電気へのシフトが進展し、その電源は再生可能エネルギーをはじめとする多様なクリーンエネルギーを中心に構成されているでしょう。
- ・エネルギーレジリエンスの観点から、地域のさまざまなエネルギーインフラを有効活用した自立・分散型のエネルギーシステムが構築されていくことでしょう。
- ・エネルギーの地産地消は地域経済の活性化につながることから、地域・コミュニティサービスが盛んな社会となるでしょう。

そして、その実現のカギとなるのが水素エネルギーです。水素はさまざまな資源から製造することができ、かつ、運搬、貯蔵が可能ことから、モビリティ・家庭・産業用の「エネルギー源」として利用できます。加えて、再生可能エネルギーを海外などから効率よく大量に運び各地に

貯蔵する「エネルギーキャリア」としての活用も期待されており、未来の街づくりには欠かせない存在です。

未来の街づくりに向けては、国内ですでに水素を活用した実証が進められているところですが、真の社会実装のためには、社会全体で将来のエネルギーのあり方に対する理解を深めながら、水素エネルギーの役割や可能性について議論を深め、課題解決およびイノベーション創出に取り組むことが求められます。

そして、そのためには、多様な分野の事業者・自治体が連携し、さまざまな検討や実証を積み重ねていくことが不可欠です。

このような課題認識の下、今回の「新時代のエネルギーを考えるシンポジウム」においては、行政、研究者、学識者、企業といったそれぞれの立場のパネリストをお迎えし、脱炭素化が進んだ未来の社会像や、水素の役割、可能性およびその社会実装に向けた課題について議論を深めてまいります。

脱炭素社会の実現に向け、これからのエネルギーのあり方について皆様に理解を深めていただくうえで、本シンポジウムが、その良き機会となることを願っております。

生活・経済に欠かせないエネルギー・素材の安定供給を社会的な使命とするENEOSグループも、社会の一員として、脱炭素社会の実現に貢献すべくさまざまな取り組みを行ってまいります。



新時代のエネルギーを考える
シンポジウム実行委員会
実行委員長

ENEOS株式会社
代表取締役社長

大田 勝幸
Ota Katsuyuki

パネリストプロフィール (五十音順)



岩瀬 淳一 Iwase Junichi

ENEOS株式会社 取締役 副社長執行役員
社長補佐 (環境安全部・品質保証部・製造部・工務部・技術計画部・水素事業推進部・FCサポート室・潤滑油カンパニー・中央技術研究所・製造所・製造所)

1982年早稲田大学理工学部卒業、興亜石油入社。2010年JX日鉱日石エネルギー 麻里布製油所長。2012年製造技術本部 技術部長。2014年執行役員 技術部長。2015年執行役員 製造部長。2017年JXTGエネルギー 取締役 常務執行役員 製造本部長。2019年取締役副社長執行役員 社長補佐。2020年ENEOSホールディングス 取締役 副社長執行役員 社長補佐。2021年より現職。



佐々木 一成 Sasaki Kazunari

九州大学 副学長
水素エネルギー国際研究センター長

1987年東京工業大学工学部卒業。1989年同大学院理工学研究科修士課程修了。1993年スイス連邦工科大学チューリッヒ校で工学博士号取得。ドイツ・マックスプランク固体研究所を経て、10年間の在欧後、1999年九州大学・助教授、2005年教授、2011年主幹教授。現在、副学長などを担当。燃料電池の材料・プロセス研究などに従事し、多くの水素関連企業などとの産学官地連携を進め、「九大水素プロジェクト」を先導。



高村 ゆかり Takamura Yukari

東京大学未来ビジョン研究センター 教授

専門は国際法学・環境法学。京都大学法学部卒業。一橋大学大学院法学研究科博士課程単位修得退学。名古屋大学大学院教授、東京大学サステナビリティ学連携研究機構 (IR3S) 教授などを経て、2019年4月から現職。主な研究テーマは気候変動とエネルギーに関する法政策など。再生可能エネルギー買取制度調達価格等算定委員会委員長、中央環境審議会会長、アジア開発銀行気候変動と持続可能な発展に関する諮問グループ委員なども務める。「気候変動政策のダイナミズム」など編著書多数。



保坂 伸 Hosaka Shin

経済産業省 資源エネルギー庁長官

1987年通商産業省入省 (資源エネルギー庁長官官房総務課)、1990年貿易貿易保険課総括総括係長、1992年日本銀行出向、1996年米国シガン大学留学、1998年産業政策局総務課長補佐、2004年大臣官房秘書課人事企画官、2005年中小企業庁経営支援部商業課長、2014年大臣官房政策評価審議官、2015年大臣官房審議官 (経済産業政策局担当)、2016年大臣官房審議官 (産業技術環境局担当)、2017年資源エネルギー庁次長、2019年貿易経済協力局長、2020年7月より現職。



前田 昌彦 Maeda Masahiko

トヨタ自動車株式会社 執行役員
Chief Technology Officer・クルマ開発センター センター長

1994年3月東北大学大学院工学研究科修了、同年4月トヨタ自動車株式会社入社。2016年7月CV Company CVZ ZBチーフエンジニア、2018年1月常務役員就任・新興小型車カンパニー President、2019年1月執行役員 (以降の役職すべて現在に至る)、2020年1月パワートレーンカンパニー President、4月Chief Technology Officer・クルマ開発センター センター長、2021年1月トヨタZEVファクトリー本部長・トヨタシステムサプライ担当。



吉高 まり Yoshitaka Mari

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 経営企画部副部長
プリンシパル・サステナビリティ・ストラテジスト

IT会社、米国投資銀行等に勤務。米国シガン大学環境・サステナビリティ大学院 (現) 科学修士。慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科博士 (学術)。国内外で環境金融コンサルティング業務に長年従事した経験を活かし、現在はESG投資、SDGsビジネス、気候変動、サステナブルファイナンス領域で多様なセクターに対しアドバイスを提供。三菱UFJ銀行、三菱UFJモルガン・スタンレー証券業務。慶應義塾大学大学院非常勤講師。政府の各種審議会等の委員に複数就任。



コーディネーター

関口 博之

Sekiguchi Hiroyuki
NHK解説主幹

企業戦略・エネルギー・マクロ経済を担当。1979年一橋大学法学部卒業、NHK入局。経済部記者として官庁・日銀・流通・商社などを担当後、解説委員に。BS「経済最前線」、総合テレビ「経済羅針盤」、「おはよう日本・おはBiz」キャスターなどを歴任。2011年から13年には北九州放送局長も。現在は、エネルギー問題、SDGs、グリーン・イノベーション、成長戦略などを幅広く解説している。

2050年、 脱炭素化した社会の未来像とは？

「2050年カーボンニュートラル」実現のカギを握る水素エネルギー

予測される未来のグローバルトレンド

「人生100年時代」のライフスタイルはどのように変化するのでしょうか。アジアを中心に世界経済が成長する一方、「豊かさの追求」は量から質へ、モノからコトの消費へ、所有からシェアリングヘシフトします。そうしたライフスタイルの変化の中から、新たな街づくりのニーズが生まれ、「デジタル革命」とも言えるIT技術の進展がその必要性に応えます。AI、IoTなどの新たなIT技術は、各産業の劇的な生産性改善や生活における利便性向上を実現し、例えば、モビリティ分野においては、CASEやMaaSに代表される100年に1度という大変革を起こしています。

しかし、未来への道筋には、気候変動の深刻化という大きな課題も存在します。世界的な異常気象や自然災害は地球の温暖化と密接な関係があると見られています。そして、

その対策として「低炭素・循環型社会」の実現への取り組みが世界で議論され、実践段階をむかえています。

脱炭素社会実現に向けた世界の取り組み

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は、1990年から「評価報告書」を6～7年ごとに公開。産業革命以降の人間の活動に伴うCO₂の排出が地球温暖化をもたらし、今世紀末までに世界平均気温は0.3～4.8℃上昇する可能性が高いと報告。1992年、地球サミットを機に開催が決まったCOP（気候変動枠組条約締約国会議）は、2015年のCOP21で「パリ協定」を採択。「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に目標を合わせ抑える努力をする」「21世紀後半には、カーボンニュートラルを実現する」ことを共通目標とし、125か国・1地域がその実現を表明しています（2021年4月現在）。

●日本・EU・英国・米国・中国のカーボンニュートラル表明状況

出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2021」より作成

	日本	EU	英国	米国	中国
2020	↓	↓	↓	↓	↓
2030	2013年度比で46%減 さらに50%の高みに向けて挑戦 (2021年、気候サミットで表明)	1990年比で 少なくとも55%減(COP提出)	1990年比で 少なくとも68%減(COP提出)	2021年1月、「パリ協定」復帰を決定 2005年比で 50～52%減(COP提出)	2030年までにCO ₂ 排出を 減少に転換(国連演説)
2040	↓	↓	↓	↓	↓
2050	カーボンニュートラル (法定化)	カーボンニュートラル (長期戦略)	カーボンニュートラル (法定化)	カーボンニュートラル (大統領公約)	↓
2060					カーボンニュートラル (国連演説)

パリ協定では、2030年の温室効果ガス削減目標を立て、COPへの提出を求めています。

CO₂を排出しないクリーンエネルギーが主流の社会

下の図は2040年の社会をイメージしたものです。分散型社会が進展し、地域生活を中心としたエネルギーの脱炭素化、資源リサイクルが進み、地域に合った多様なサービスが提供されています。

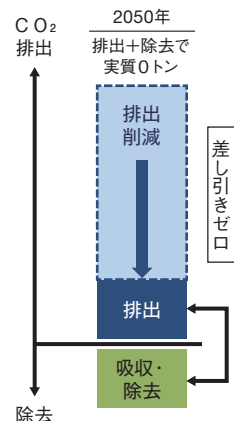


出典：「2040年JXTGグループ長期ビジョン」（ENEOSホールディングスHPより）

KEYWORD

カーボンニュートラル

CO₂排出量と同量を吸収または除去することで、排出量が「正味ゼロ（ネット）」になっている状態を指します。IPCCは、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて1.5℃に抑える」ことを実現するには、人の活動によるCO₂排出量を2050年前後に「正味ゼロ」にする必要があるとしています。



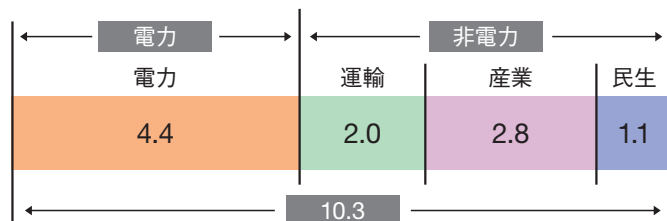
出典：経済産業省HPより作成

「2050年カーボンニュートラル」実現に向けた 新たなエネルギーミックスのカギとなる「水素」の位置づけ

日本が2020年10月に宣言した「2050年カーボンニュートラル」は徹底した省エネルギーによるエネルギー消費効率の改善に加え、脱炭素化されたエネルギー需給構造の実現を目指すものです。電力分野では、再生可能エネルギー電力に加え、水素・アンモニア発電やCCUSを前提とした火力発電における水素の利活用が注目されています。非電力（運輸・産業・民生）の分野では、脱炭素化された電源による電化が進む一方、電化に対応できない用途においても、脱炭素燃料としての水素やCO₂と水素の合成燃料の利用が広がることで脱

炭素化が進展します。このように水素は脱炭素化のカギを握る資源に位置付けられています。

●2019年のエネルギー起源CO₂排出量（単位：億トン）



出典：「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（経済産業省、2021年）より作成

現状の約4割を占める電力からのCO₂排出を2030年に向けて削減するためには、「再生可能エネルギーの主力電源への取り組み」「水素・アンモニア電源の活用」などが求められると考えられています。

「カーボンニュートラル」実現に向けた取り組み 電力部門

日本政府は、2020年10月の「2050年カーボンニュートラル」宣言に続き、2021年4月の内閣の地球温暖化対策推進本部において、従来の温室効果ガスの削減目標を7割以上引き上げ、「2030年度に2013年度比46%削減を目指し、さらに50%の高みに向けて挑戦」することを表明しました。これは、温暖化対策を経済成長の「制約」や「コスト」ではなく、「成長の機会」として捉えているということの現れでもあります。（KEYWORD参照）。

「2050年カーボンニュートラル」実現には、再生可能エネルギーや原子力といった実用段階の脱炭素電源により、着実な電力部門の脱炭素化推進が必要です。しかし、再生可能エネルギー電源を最大限活用するには、「変動する出力の対応」「系統容量の確保」「発電コスト低減」などの課題があります。水素は、「再生可能エネルギーのキャリアとして運搬・長期貯蔵が容易」、「発電用燃料として直接利用が可能」などの特徴を持っていることから、これらの課題解決の手段として期待されています。

●2030年におけるエネルギー需給の見通し

	2019年	⇒	現行目標	2030年ミックス (野心的な見通し)
省エネルギー (原油換算の最終エネルギー消費)	1,655万kl	⇒	5,030万kl	約6,200万kl (省エネ前の最終消費：全35,000万kl)
電源構成比 発電電力量 (億kWh) 10,650 ↓ 約9,300～ 9,400程度	再エネ	18%	⇒ 22～24%	36～38%
	水素・ アンモニア	0%	⇒ 0%	1%
	原子力	6%	⇒ 20～22%	20～22%
	LNG	37%	⇒ 27%	20%
	石炭	32%	⇒ 26%	19%
	石油等	7%	⇒ 3%	2%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源 上記と同等の引上げ)				
温室効果ガス削減割合 (2013年度比)	14%	⇒	26%	46% さらに50%の 高みを目指す

出典：「エネルギー基本計画（素案）の概要」（資源エネルギー庁、2021年）より作成

「カーボンニュートラル」実現に向けた取り組み 非電力部門

非電力部門（運輸・産業・民生分野）においても、CO₂を排出しない取り組みの推進が必要です。運輸分野のEV・FCV（燃料電池自動車）化、民生分野（家庭）における燃料電池の普及など、脱炭素化された電力による電化を進めつつ、電化が困難な用途（製鉄などの高温の熱需要）は、水素やCO₂を活用した合成メタン、合成燃料に関するイノベーションが脱炭素化に向けたカギとなります。

KEYWORD

グリーン成長戦略

日本の「2050年カーボンニュートラル」の特徴は「経済と環境の好循環」を柱とするグリーン成長戦略です。経済産業省の「2050年カーボンニュートラルに伴う成長戦略」では、あらゆる産業活動が大きく変革されることが予想され、産業政策・エネルギー政策の両面から、成長が期待される14の重要分野について実行改革が策定され、関連事業に取り組む企業を後押しする政策が進められています。

“進展する電化”と水素の役割とは？

CO₂フリー水素サプライチェーンに脱炭素電源への安定供給を実現

「2050年カーボンニュートラル」実現に向けたCO₂フリー水素サプライチェーン構築

水素はさまざまな資源から製造可能であることから、調達先の国が限定されません。水素キャリアを用いれば、大量かつ長距離の輸送も可能となり、製造→輸送→供給までの「CO₂フリー水素サプライチェーン」を構築し、発電やモビリティなどの水素利活用が進めば、脱炭素社会の実現を加速させることができます。また、サプライチェーンの構築はエネルギーの安定供給の観点でも極めて重要です。

サプライチェーンの各段階では次のような検討がされています。

- **水素をつくる**……海外の安価な再生可能エネルギー由来のグリーン水素、化石燃料由来の水素にCCS/CCUSを組み合わせたブルー水素など多様なCO₂フリー水素源の開発。
- **水素を運ぶ・貯める**……水素キャリアによるCO₂フリー水



液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」の進水式

素の大規模輸送、受入・貯蔵する国内拠点の整備。製油所など、既存のエネルギー関連インフラ・設備の有効活用。

- **水素を使う**……水素発電、水素還元製鉄、FCVなどさまざまな用途への活用。国内再生可能エネルギーと水電解を組み合わせた地産地消型CO₂フリー水素プラットフォームの構築。FCV・FCバス・FCトラック向けなどの水素ステーションの整備。

KEYWORD

水素の分類と製造過程での課題

現在、流通している水素は主に化石燃料由来の副生成物です。水素を得ると同時にCO₂も発生してしまいます。このCO₂を回収・貯留する技術（CCS）を用いて製造時にCO₂を放出しない水素の導入が検討されています。さらに再生可能エネルギーの電気で水を電気分解し、水素と酸素に分離することで、CO₂を発生させない水素製造技術の確立が求められています。

グレー水素

炭化水素を水蒸気と反応させ、水素と一酸化炭素に分け、さらに一酸化炭素を水蒸気に反応させ水素とCO₂に分ける。

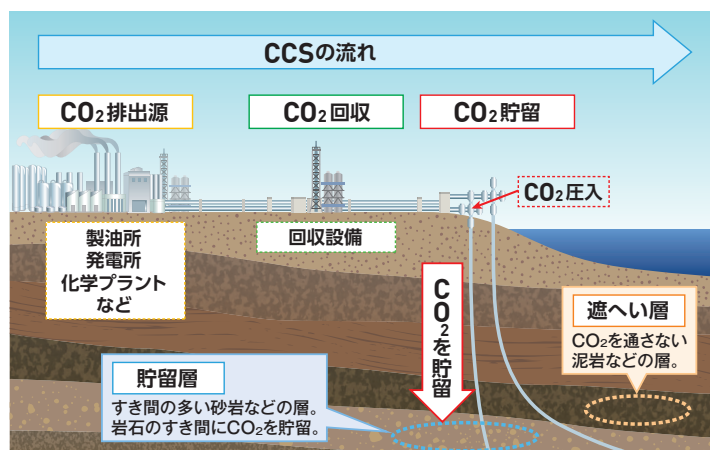
ブルー水素

化石燃料由来。CO₂の回収・貯留（CCS）や、利用する（CCUS）ことでCO₂を大気中に放出しない。

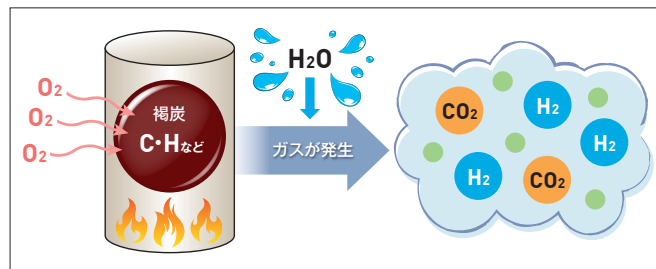
グリーン水素

再生エネルギー由来の電力で水を電気分解して水素を発生。製造時にCO₂を発生させない。

● CO₂を「回収・貯留」する技術（CCS）



● 褐炭ガス化による水素製造技術

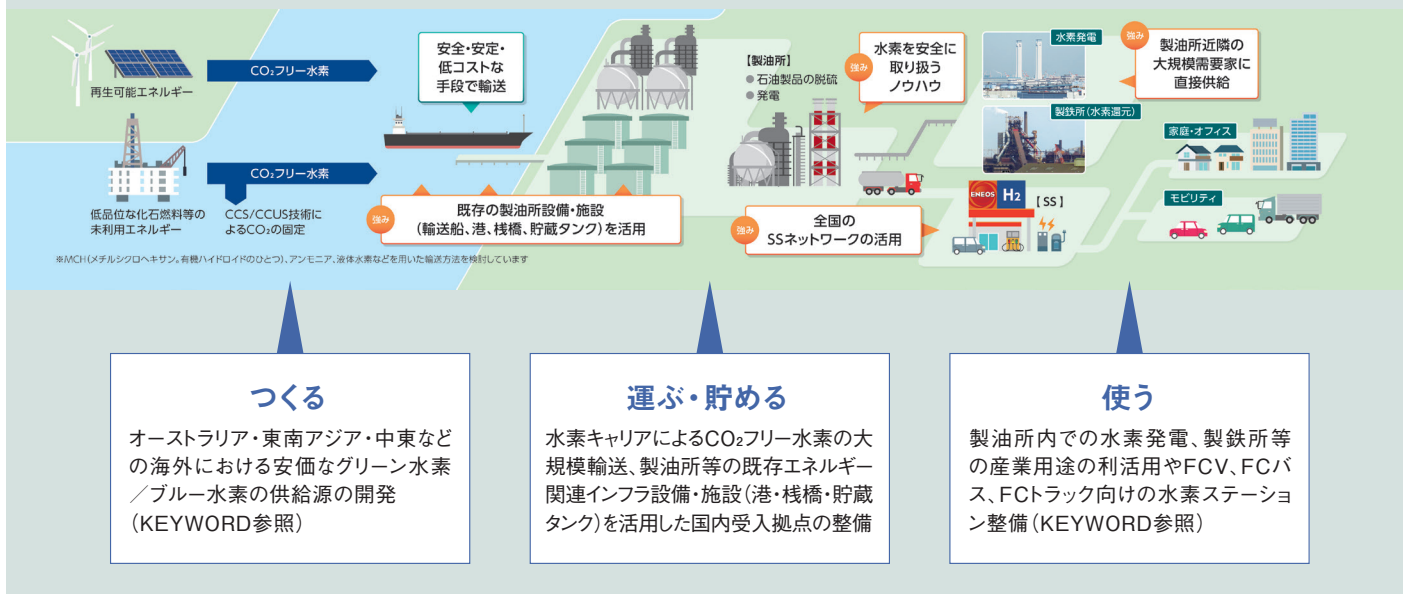


「CCS」は、工場や発電所の排出ガスからCO₂を分離・回収し、地中深くの貯留層へ送りこむ技術です。また、分離・貯留したCO₂を化学製品の原料や油田の生産性向上に活用する「CCUS」の取り組みも進められています。

安価な褐炭を用いて水素の製造コストを下げる技術です。炭素（C）や水素（H₂）を含む褐炭に酸素（O₂）を加え、高温の炉で蒸し焼きにするとガスが発生。そこに水蒸気（H₂O）を加えると、水素（H₂）と二酸化炭素（CO₂）が主成分のガスへと変化します。

ENEOSのCO₂フリー水素サプライチェーンのイメージ

(提供：ENEOSホールディングス)



CO₂フリー水素サプライチェーン構築の課題

水素の安定供給を行うためには、主に3つ課題がありますが、それぞれ密接に関わりあっているため、一体的に克服していくことが求められます。

- ① 需要創出にあわせた水素供給インフラ整備……海外などの供給国で製造したCO₂フリー水素を、日本国内に大量に安定供給するためのインフラ整備が必要です。貯蔵タンクや輸送船などの設備については、スケールメリットによる供給コスト削減が期待でき、一定量以上の需要確保が必要となります。したがって、発電・産業分野など、水素消費量の大きな用途で需要の創出がなされることが、海外でのCO₂フリー水素源の開発や、供給インフラ整備の条件となります。
- ② 大規模な水素の製造・貯蔵・輸送技術開発……CO₂フリー水素の供給コストについては、CO₂削減という付加価値をどの程度織り込むかにもよりますが、経済性の観点で、従来の燃料コストと同等になることが求められます。そのためには、大規模な水素の製造・

貯蔵・輸送に関わる技術の確立が必要です。水素製造に関しては、水電解やCCS／CCUSなどの技術、水素の貯蔵・輸送に関しては、キャリア製造や貯蔵タンクなどの技術の確立が求められます。

- ③ CO₂削減価値を踏まえたインセンティブ制度や国際取引ルールづくり……脱炭素化を実現するには、既存インフラを有効活用し、移行に伴う社会コストに対する国民負担をなるべく軽減することが重要です。そのため、脱炭素化に伴うコスト負担については、受益者にとってのCO₂削減価値を適切に踏まえながら、利用拡大につながるインセンティブ制度設計が求められます。世界的な脱炭素化の流れの中で、新たなエネルギーとして国際的にも注目されている水素は、将来的に、安定性・透明性・流動性を確保した国際取引市場が形成されることが望まれます。再生可能エネルギー資源国との関係を強化し、国際連携や協力を推進しながら、CO₂フリー水素の定義づくりや、供給設備の国際標準化などを進める必要があります。

KEYWORD

燃料電池自動車 (FCV) と水素ステーション

FCVは、水素と酸素を反応させて発生した電気を使用するため、走行時にCO₂や大気汚染物質を排出しません。FCV普及のため、自動車・エネルギー関連企業の協業による水素ステーションの整備が進められています。施設内に水電解方式の水素製造装置を設置することで、地産地消の再生可能エネルギーを街の中で水素として利活用することが可能になります。



2021年8月に国内初となる水素ステーション内で製造したCO₂フリー水素の商用販売を開始したENEOSの「横浜旭水素ステーション」(左)と水電解装置(右)。

“技術革新”が拓く 新たな可能性

脱炭素社会を実現する水素を核とするイノベーションの創出

水素を核とする「技術革新」の新たな可能性

「2050年カーボンニュートラル」のカギとなるCO₂フリー水素サプライチェーンの構築のためには、水素の需要創出および需要増大に見合う安定供給と水素のコスト削減が不可欠です。政府が脱炭素社会へと大きく舵を切中、需要創出・安定供給・コストなどの課題を解決するための新たな技術が必要とされており、研究開発から実証実験段階へと進むいくつものイノベーションが注目されています。

●水素キャリアの特徴

キャリア	液化水素	メチルシクロヘキサン (MCH)	アンモニア
キャリア変換・輸送	CO ₂ フリー水素 → 液化 → LH ₂ → タンク輸送	CO ₂ フリー水素 + トルエン → 合成 → MCH → タンク輸送	CO ₂ フリー水素 + N ₂ → 合成 → アンモニア → タンク輸送
水素貯蔵・取り出し	タンク貯蔵 LH ₂ → 気化 → H ₂	タンク貯蔵 MCH → 脱水素 → トルエン + H ₂	タンク貯蔵 アンモニア → 脱水素 → H ₂ (燃料としてボイラ、ガスタービンで使用)
強み	・高純度の水素が得やすい	・常温常圧で液体であり、輸送・貯蔵が容易 ・既存石油インフラが利用可能	・常温でも容易に液化可能 ・直接利用が可能
弱み	・液化貯蔵設備の大型化に向けた技術開発が必要 貯蔵時のボイルオフガスの発生により、長期保存に不向き	・水素を取り出す際にエネルギーが必要	・有毒物質のため取り扱いに注意が必要
体積(水素ガスとの比較)	約1/800	約1/500	約1/1300
液体となる条件	-253℃、常圧	常温常圧	-33℃、常圧等

水素を効率よく「運ぶ」「貯める」ための技術 ——さまざまな水素キャリア

エネルギーとしての水素の利活用や安定供給の実現には、海外からのCO₂フリー水素を「どうやって運ぶ」かが大きな課題です。大量の水素を安価に効率よく安全に運ぶための水素キャリアの研究・開発が行われており、「液化水素方式」「メチルシクロヘキサン (MCH) 方式」「アンモニア方式」などが現在、実証段階にあります。キャリアごとの特徴を踏まえ、水素サプライチェーンの構築に向けて検討が進められています。

水素を「使う」ための技術

——ゼロエミッション火力発電に向けた取り組み

「ゼロエミッション」とは、CO₂の排出量が実質ゼロの状態を指しています。「製造時にCO₂を排出しない方法でつくられた水素やアンモニアを既存の火力発電所の燃料に使うことで、社会的なコスト負担を下げながら「ゼロエミッション」を達成することが期待されています。

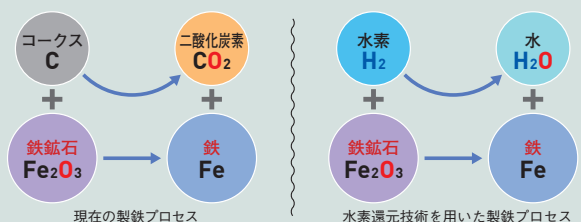
●水素・アンモニアの発電用途での比較

	水素	アンモニア
用途	ガス火力発電への混焼、専焼	石炭火力発電への混焼、専焼
理由	◆既存のガスタービン発電設備のタービン部など多くの設備をそのまま利用可能、アセットを有効活用できる ◆調整力、慣性力機能を具備しており、系統運用安定化に資する 燃焼速度が比較的近い ガス火力発電に水素を混入	アンモニアは燃焼速度が石炭に近いことから、石炭火力での使用に適している

出典：資源エネルギー庁「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性」

水素を「使う」ための技術——水素還元製鉄技術

鉄鋼業のCO₂の排出量は全産業の約40%を占め、その約80%は「製鉄プロセス」から発生しています。製鉄プロセスの低炭素化に向けて注目されているのが、「水素還元製鉄技術」です。これは鉄鉱石 (Fe₂O₃) の脱酸素 (還元) 工程で用いられる炭素 (C) のかわりであるコークスを水素 (H₂) に代替するものです。脱酸素工程においてコークスを用いた場合にはCO₂が発生しますが、水素 (H₂) を利用した場合は、水 (H₂O) が生成されることから、製鉄プロセスにおけるCO₂を減らすことができます。

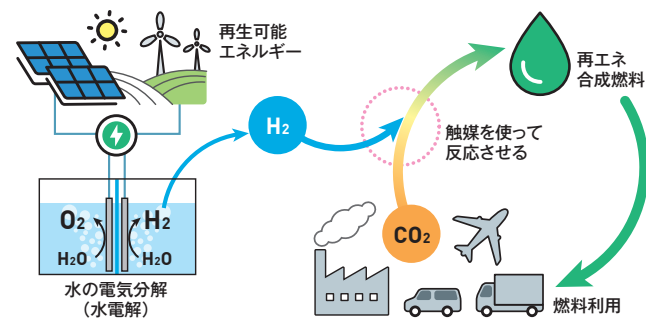


CO₂を「資源」として活用する技術——再エネ合成燃料

発電所や工場から排出されるCO₂を回収し、資源として有効活用するカーボンリサイクルの取り組みが検討されています。ENEOSで研究を進めている「再エネ合成燃料」は、その代表例です。回収したCO₂と再生可能エネルギー由来のCO₂フリー水素を原料とした液体燃料であり、その製造過程において石油製品の複数の留分が一体で合成されます。その後、精製工程を経てガソリン、ジェット燃料、軽油などに相当する製品とすることで航空機や自動車にも使用が可能です。製造技術が実現すれば、現在の燃料の流通網やイ

ンフラを活用して内燃機関のカーボンニュートラルが実現できるものとして期待されています。

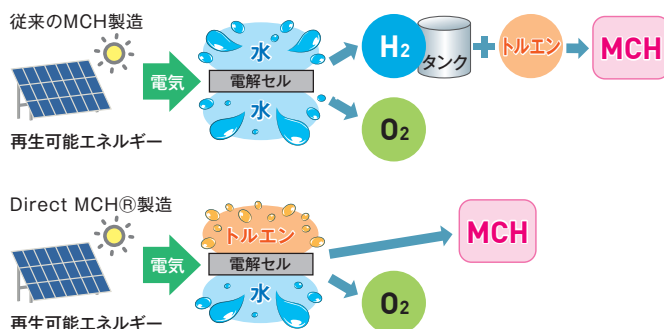
●内燃機関の脱炭素につながる再エネ合成燃料



水素キャリアの革新的製造技術—Direct MCH®

MCHは、トルエンと水素を化学反応させた液体です。水素をガス化した場合と比べ、体積当たり500倍以上の水素が含まれるため、効率よく水素を運ぶことができます。従来のMCH製法では、水電解で生成した水素をタンクに貯蔵し、トルエンと合成するという二段階の工程が必要でした。ENEOSの「Direct MCH®」製法は、水とトルエンから直接MCHを製造することができ、製造工程の効率化・低コスト化が可能です。

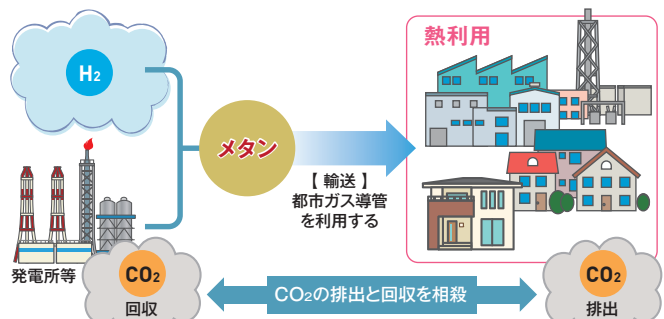
●電解セルによるMCH製造工程の簡略化



熱需要の脱炭素化技術——メタネーション

日本の民生・産業部門の消費エネルギーの約6割は熱需要です。「メタネーション」は水素と発電所などから排出されるCO₂を原料にメタンを合成する技術です。メタンは天然ガスの主成分であることから、既存の都市ガス配管で供給でき、ボイラーや給湯器などの熱需要の脱炭素化を実現することが期待されています。

●メタネーションのイメージ

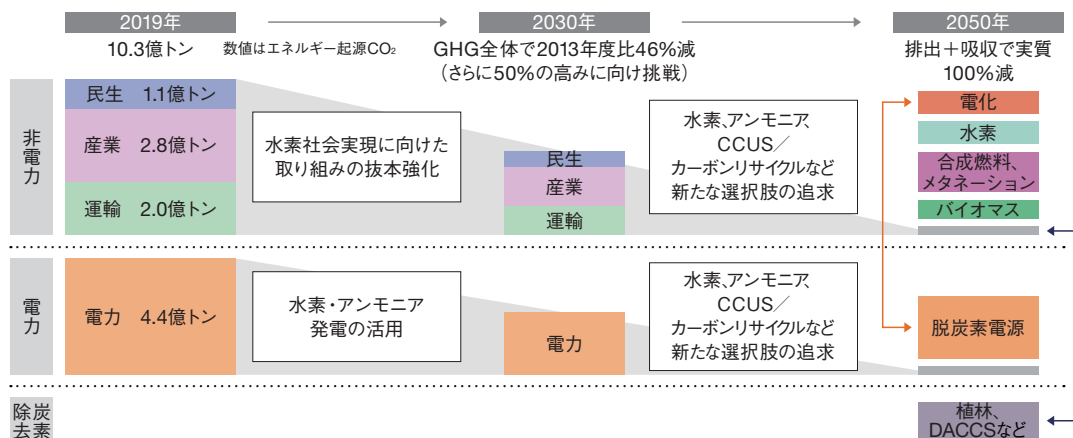


出典：「エネルギー情勢懇談会（第6回）資料」（資源エネルギー庁、2018年）より作成

KEYWORD

2050年カーボンニュートラル実現のイメージ

非電力部門の電化の進展により、電力需要は3～4割増加するという予測もあります。再生可能エネルギーを主力電源として最大限導入を進めると同時に、水素エネルギーを新たな選択肢として活用するためには、「つくる・運ぶ・使う」ための取り組みが必要です。脱炭素に向けた水素の利活用には、多くの可能性が秘められています。



出典：「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（経済産業省、2021年）より作成

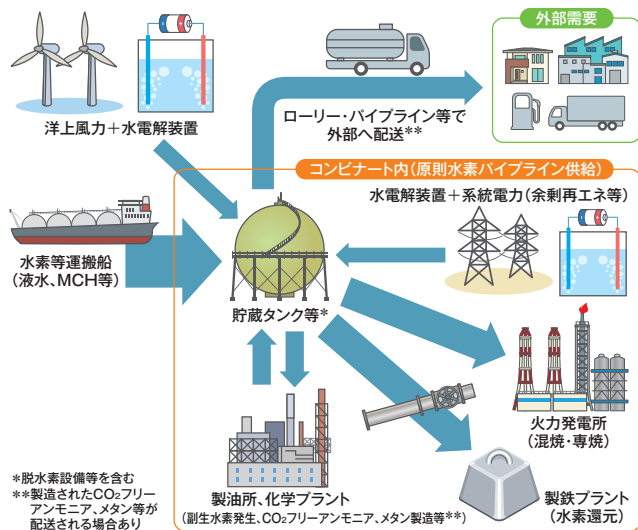
水素エネルギー・社会実装の可能性と課題

多様な水素エネルギー社会実装への取り組みと課題

水素エネルギー社会実装の新たな可能性

政府のグリーンイノベーション基金などを活用し、さまざまな水素社会の実装モデル事業が各地域で進められています。取り組みを重ねながら、コスト削減の知見が蓄積されることに加え、新たなビジネスモデルを創出することで水素社会の実現が可能になります。

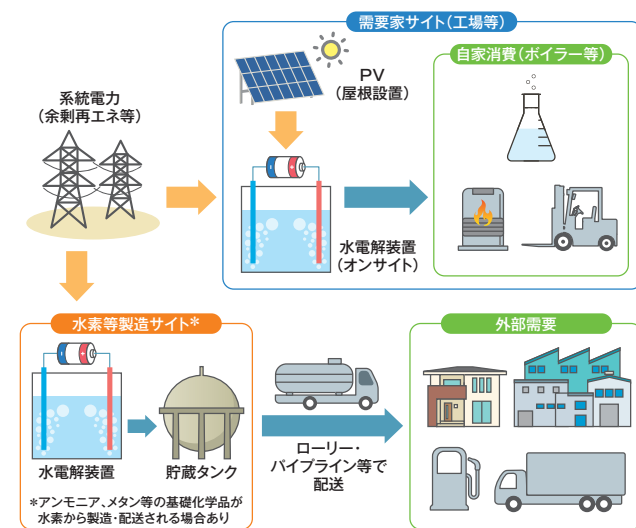
●モデル①臨海部などでの大規模活用



輸入水素等の供給をコンビナートで大規模に受け入れ、集中的に利活用(出典:「今後の水素政策の課題と対応の方向性 中間整理(案)」(資源エネルギー庁、2021年)より作成)

- モデル①臨海部などでの大規模活用……海外で製造されたCO₂フリー水素を液化水素やMCHなどのキャリアで大規模輸送し、臨海部で受入・貯蔵を行い、周辺の発電や産業部門などのコンビナートの需要家に供給します。
- モデル②地産地消モデル……再生可能エネルギーなどによって発電された電力の余剰分を水電解により水素に変換・貯蔵し、自家消費もしくは周辺地域に対し供給します。

●水電解装置などを用いた自家消費、周辺利活用



余剰再エネで水電解製造した水素を自家消費や近隣で利活用(出典:「今後の水素政策の課題と対応の方向性 中間整理(案)」(資源エネルギー庁、2021年)より作成)

水素エネルギー「社会実装」に向けた課題と対応

水素エネルギーの社会実装には、水素の供給コスト削減と多様な分野の需要創出を一体的に進める必要があります。官民がそれぞれの役割を果たし、一体となって取り組むと同時に水素の社会実装に対する国民の幅広い理解と支持が求められています。

●分野横断的な政策例

予算 グリーンイノベーション基金	政府の2兆円の予算を呼び水として民間企業の研究開発・設備投資を誘発。世界のESG資金も呼び込む。
税制 カーボンニュートラルに向けた投資促進税制	税制で企業の脱炭素化投資を強力に後押し。長期の研究開発投資、足下の設備投資も目標達成に向けて効果の高い投資を企業に促す。
金融 グリーン投資促進ファンド	日本政策投資銀行(DBJ)にて事業規模800億円のファンドを創設。再エネ事業や低燃費技術の活用、次世代型蓄電池事業等の取組に対しリスクマネー支援を行う。
規制改革・標準化 カーボンフリー電源の調達義務化市場メカニズムを用いた経済的手段	小売業者に一定率以上のカーボンフリー電源の調達を義務づける。カーボンフリー電源として水素を活用すればインセンティブを受け取れる電力市場を整備。

出典:「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(経済産業省、2020年)より作成

KEYWORD

再生可能エネルギー由来電力の余剰分を水素で効率的に活用

出力変動の大きな再生可能エネルギーを大量に導入するためには、電力調整が必要です。蓄電池を系統電力に接続し、余剰電力の貯蔵・放出を行って調整する方法は設置コストが課題です。水素ステーションに設置した水電解装置で水素を製造し、電力を貯蔵する方法では、水素を直接燃料電池自動車に供給することで、効率のよい電力調整が期待されています。

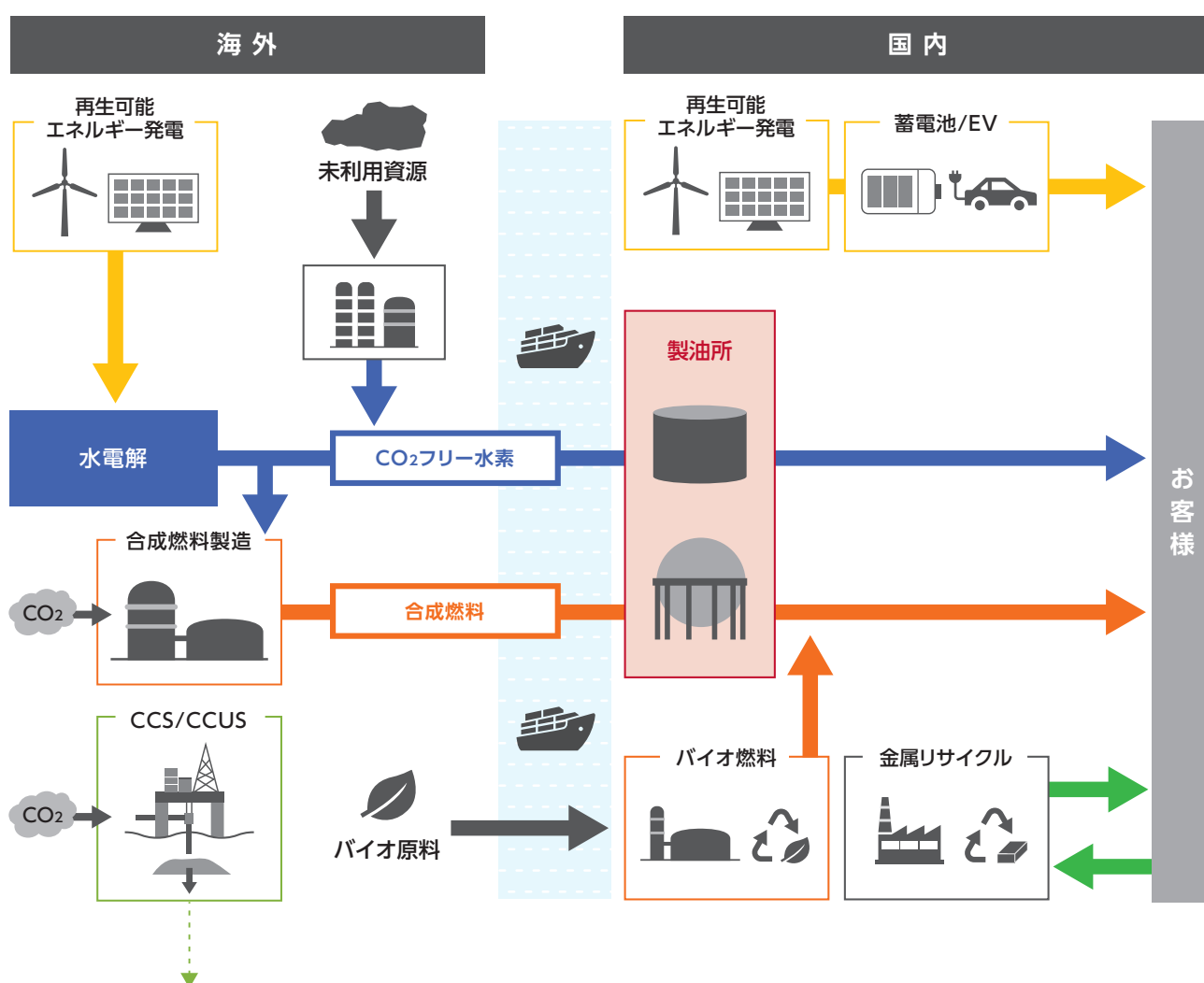
ENEOSグループの取り組み

FEATURE

脱炭素・循環型社会への貢献に向けて ～ENEOSグループが目指す将来の事業像～

当社グループは、事業を通じて蓄積した技術や外部パートナーとの関係性を活かし、サプライチェーンのさまざまな領域において、脱炭素・循環型社会の形成に貢献することを目指しています。再生可能エネルギーとエネルギーマネジメントシステムを組み合わせたCO₂フリー電気の供給や関連サービスの提供、海外の安価なエネルギーから製造するCO₂フリー水素や合成燃料の供給、金属リサイクルやCCS/CCUS等、長期的な取り組みが必要な課題について、さまざまな検討や実証実験等を着実に進めていきます。

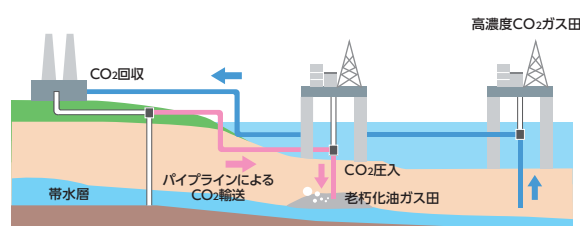
目指す事業像(サプライチェーンの全体イメージ)



CCS/CCUS推進

東南アジア地域で事業性評価を実施

海外のCO₂-EORプロジェクト等を通して蓄積したCO₂の回収や圧入に関する技術や知見を活かし、インドネシアやマレーシア等の東南アジア地域等において、将来的な事業化を見据えたCCS/CCUSの事業性評価に関するプロジェクトに参画しています。

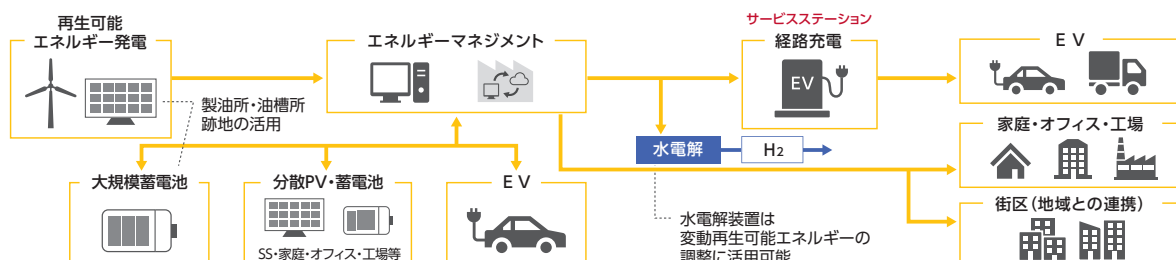


電 気

エネルギーマネジメントシステムを活用したエネルギー供給プラットフォームの構築

再生可能エネルギー等の地産・地消型の自立型エネルギーが主力となっていくことを見据え、SSや製油所のVPP実証を通じて得た知見を活かし、蓄電池・電気自動車(EV)やエネルギーマネジメントシステムを活用したエネルギー供給プラットフォーム

フォームの構築を推進します。また、EV化の流れに対応すべく、カーシェア・カーリース等のモビリティや、ENEOSでんきとのパッケージサービスといった総合的なサービスの提供を検討しています。

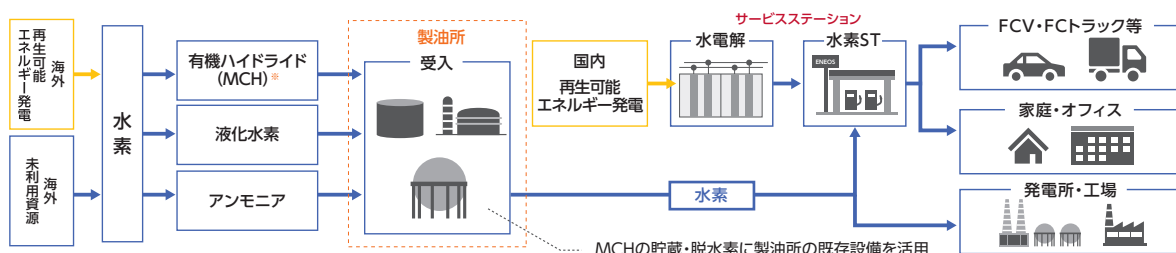


水 素

製油所や水素ステーションを供給のハブとするCO₂フリー水素サプライチェーンの構築

水素は温室効果ガス排出削減の切り札として、社会の関心がますます高まっています。当社は、海外の安価な再生可能エネルギーや未利用資源から製造・調達したCO₂フリー水素を製油所で受け入れ、近隣の発電所や工場等へ安定供給できる

体制の構築を目指しています。また、水素ステーションを街のCO₂フリー水素の供給ハブ拠点として活用し、周辺の家・オフィスへ供給することも検討しています。



※ メチルシクロヘキサンの略で水素を貯蔵・運搬できる物質の一種、常温常圧の液体で取り扱いが容易なことが特徴

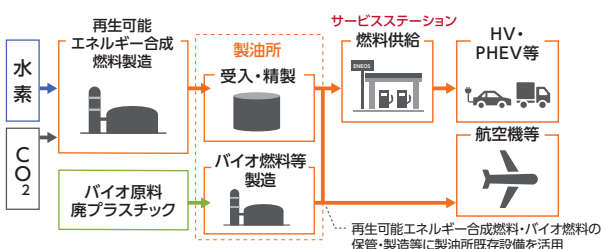
燃 料

既存の燃料供給インフラを活用したCO₂フリー燃料の供給体制を構築

合成燃料は、CO₂と再生可能エネルギー由来の水素から製造される液体燃料であり、化石資源由来のガソリンや軽油等の代替となります。既存の燃料供給インフラをそのまま活用でき、電化が困難な用途における脱炭素化に貢献できるため、有望なCO₂フリーエネルギーの1つと考えています。

当社は製造コストの大幅な低減を実現すべく、高効率な製造プロセスや高性能な触媒の開発に取り組んでいます。

また、今後のバイオジェット燃料需要の高まりを見据え、廃プラスチックを含む廃棄物を原料とした持続可能なジェット燃料製造の事業性調査を実施しています。



金属リサイクル

リサイクル原料の増処理体制の構築を加速

製錬所における高効率・大規模なリサイクルを通じて、エネルギー消費の低減や資源の安定確保を達成することで、資源循環型社会の実現を目指しています。

直近では、リサイクル原料の比率を高めるために、製錬所やリサイクル拠点の能力増強や物流拠点の設置等を行いました。



第2次中期経営計画：2019年度比+35%のリサイクル処理量増加を予定

History

「新時代のエネルギーを 考えるシンポジウム」 の歴史

1995年に阪神・淡路大震災が発生。多くの家屋や建物が倒壊し、電気・ガスなどのライフラインは断絶しました。そうした中、サービスステーションは倒壊を免れ、燃料の供給が継続できたことにより、石油は災害に強いエネルギーとして広く認識されることとなりました。それを契機に開催された当シンポジウムは、関係各機構や官公庁の協力のもと、現地取材を行い、問題提起の映像を駆使しながら広く皆様にエネルギーの現状や課題、今後の方向性などを知っていただき、考える機会を提供しています。

1997年	第1回	災害に強いまちづくりの条件
1998年	第2回	宮城県沖地震から20年
	第3回	北国のエネルギーを考える
1999年	第4回	災害に強いまちづくりをめざして
2000年	第5回	災害に強いまちづくりをめざして 阪神・淡路大震災から5年
	第6回	燃料電池時代 幕開け
2001年	第7回	CO ₂ 削減と日本のエネルギー
2003年	第8回	実用化を迎えた燃料電池 ～自動車から家庭用まで～
2004年	第9回	東アジアのエネルギー需給と日本の選択
2005年	第10回	地球環境と資源、エネルギーの明日を考える
2006年	第11回	環境問題と自動車燃料の将来を考える ～バイオマスエネルギーの可能性～
2007年	第12回	次世代自動車エネルギーの針路 ～日米欧の戦略を読む～
2008年	第13回	原油高騰 21世紀のエネルギー問題と日本の戦略
2009年	第14回	これからの家庭のエネルギー・自動車のエネルギーを考える ～持続可能な低炭素社会への道すじ～
2010年	第15回	2050年 CO ₂ 排出80%削減へ ～燃料電池・水素エネルギーの可能性～
2011年	第16回	再考 日本のエネルギー ～エネルギーベストミックスへの道すじ～
2012年	第17回	20年後のエネルギー ～鍵を握る化石エネルギーの役割～
2013年	第18回	どう高める 日本のエネルギーセキュリティ ～安定供給と有効利用を考える～
2014年	第19回	幕を開けた水素エネルギーの時代 ～供給インフラと新しいエネルギー社会のあり方～
2015年	第20回	エネルギー大変革時代が始まった ～電力市場の自由化～
2016年	第21回	自由化時代のエネルギー ～電力・ガス市場の今後～
2017年	第22回	混迷する世界情勢と日本のエネルギー
2018年	第23回	どう進める？ 再生可能エネルギー ～脱炭素社会に向けて～
2019年	第24回	エネルギー供給のサステナビリティと拡大するESG投資 ～エネルギービジネスの変化と展望～
2020年	第25回	どうなる？ モビリティ革命 ～CASE・MaaSは未来をどう変えるのか～

ENEOS水素で、 未来を動かそう。

水素は、使う時にCO₂を出さないクリーンエネルギーです。ENEOSは、全国で展開している水素ステーションをはじめ、ENEOS水素の普及を通して低炭素社会の実現に貢献します。



 **ENEOS**

■主 催：「新時代のエネルギーを考えるシンポジウム」実行委員会

・ENEOS株式会社・一般財団法人 日本エネルギー経済研究所・公益財団法人 地球環境産業技術研究機構
・株式会社NHKエンタープライズ

■後 援：経済産業省

■お問い合わせ先：「新時代のエネルギーを考えるシンポジウム」参加登録事務局 <https://www.energysymposium.jp/>

〒105-0014 東京都港区芝3-15-14 ヒキタカ芝公園ビル 6F TEL 03-3456-2255（平日10～18時）FAX 03-3456-5627