欧米の水素ハブ戦略
―輸入立地中心の欧州、生産立地の米国と日本への示唆―

2024/1

三井物産戦略研究所
産業情報部 産業企画室
本間 良宏

Summary

- 欧州と米国では脱炭素等の課題解決に向け水素戦略を強化している。どちらも水素ハブで集積し、効率の良い生産・輸送・貯蔵を行う予定だが、欧州のハブは輸入立地、米国は生産立地という違いがある。
- 2030年頃に想定しているクリーン水素需要も異なる。産業用において、欧州は鉄鋼、アンモニア等での需要を想定しているが、米国の需要は石油精製、アンモニア等で、鉄鋼での需要は見込めていない。これは米国では、電炉での鉄鋼生産が中心となっているためである。
- 2023年6月に水素基本戦略が改定された日本の水素導入は輸入中心になると考えられるため、欧州の取り組みが参考となるが、地下貯蔵が困難等の点を考慮し、独自の条件に適応した戦略が必要とされる。

欧州では、ロシアによるウクライナ侵攻を受けてのエネルギー危機や脱炭素問題の解決に向け水素の活用をさらに推進、港湾の水素ハブ[1]で大規模輸入を行う方針である。米国においては2023年6月にクリーン水素戦略を発表、10月に水素ハブ地域の選定を公表した。本稿では、欧米において注目される水素ハブについて、それぞれの取り組みの比較を試みる。

1. 欧米で水素導入を進めることの意義

欧米各国は、2021年に英グラスゴーでCOP26が開催されたころから、1.5度目標達成に向けてNDC（国が決定する貢献）提出を各国に働きかけるなど、より積極的に取り組んでいる。脱炭素化に向けた大きな流れは、省エネと、再エネなどの脱炭素電源を最大限導入し、それを利用する電化である。電化で対応が難しい場合のために、水素の利用や炭素回収としてのCCS（二酸化炭素回収・貯留）、DAC（直接空気回収）が検討されている。期待されるクリーン水素の用途としては、低炭素燃料・原料としての産業での利用、燃料電池、SAF、メタノール等の燃料としての利用、発電における系統安定化のための利用等がある。主な水素の分類を図表1に記す。

[1] 水素ハブとは、輸送や貯蔵が難しい水素を安全かつ効率的に活用するため生産や貯蔵、輸送および水素利用などを一つの地域で実施するもの。

図表1　主な水素の分類

分類	内容	クリーン水素（注）
グレー水素	天然ガスや石炭等の化石燃料から製造する水素	×
ブルー水素	天然ガスや石炭等の化石燃料から製造し、排出された二酸化炭素を回収する等で、排出量を抑えた水素	○
ピンク水素	原子力エネルギーを活用して製造される水素	◎
グリーン水素	再エネなどを使って、製造工程で二酸化炭素を排出せずに製造した水素	◎

注：炭素強度（エネルギーの単位当たりに排出される炭素の量）で規定。米国では、「クリーン水素」は水素1キログラムを生産するのに排出される二酸化炭素換算量が2キログラム以下の水素と定義
出所：DOE、資源エネルギー庁等から三井物産戦略研究所作成

2. 欧州での水素導入状況

2-1. 欧州の水素導入目標と需要

欧州では、2020年7月のEU水素戦略において、2030年までのグリーン水素導入目標として年間最大10百万トンの域内生産を掲げていた。ロシアによるウクライナ侵攻後の2022年5月には、ロシア産化石燃料からの脱却を目指しリパワーEU計画を発表、10百万トンの域内生産に加えて、初めて10百万トンの輸入を行う方針とし、水素の導入目標を20百万トンに増加させた（図表2）。

図表2　クリーン水素関連の欧米日比較

項目		EU	米国	日本
水素年間導入目標	2030年	20百万トン（域内生産　10百万トン、輸入　10百万トン）	10百万トン	3百万トン
	2040年	–	20百万トン	12百万トン
	2050年	–	50百万トン	20百万トン
関連する主な政策		2020年7月 水素戦略 2022年5月 リパワーEU計画	2022年8月 インフレ抑制法 2023年6月 国家クリーン水素戦略	2017年12月 水素基本戦略 2023年6月 水素基本戦略改定
予想される主な需要		石油精製、産業用熱、輸送、石油化学（アンモニア等）、鉄鋼、合成燃料、その他（2030年予測）	石油精製、石油化学、その他（2030年予測） 長期的には産業、大型モビリティとエネルギー貯蔵	発電、燃料電池、産業等での熱・原料利用
鉄鋼生産における高炉と電炉比率		56:44	31:69	73:27

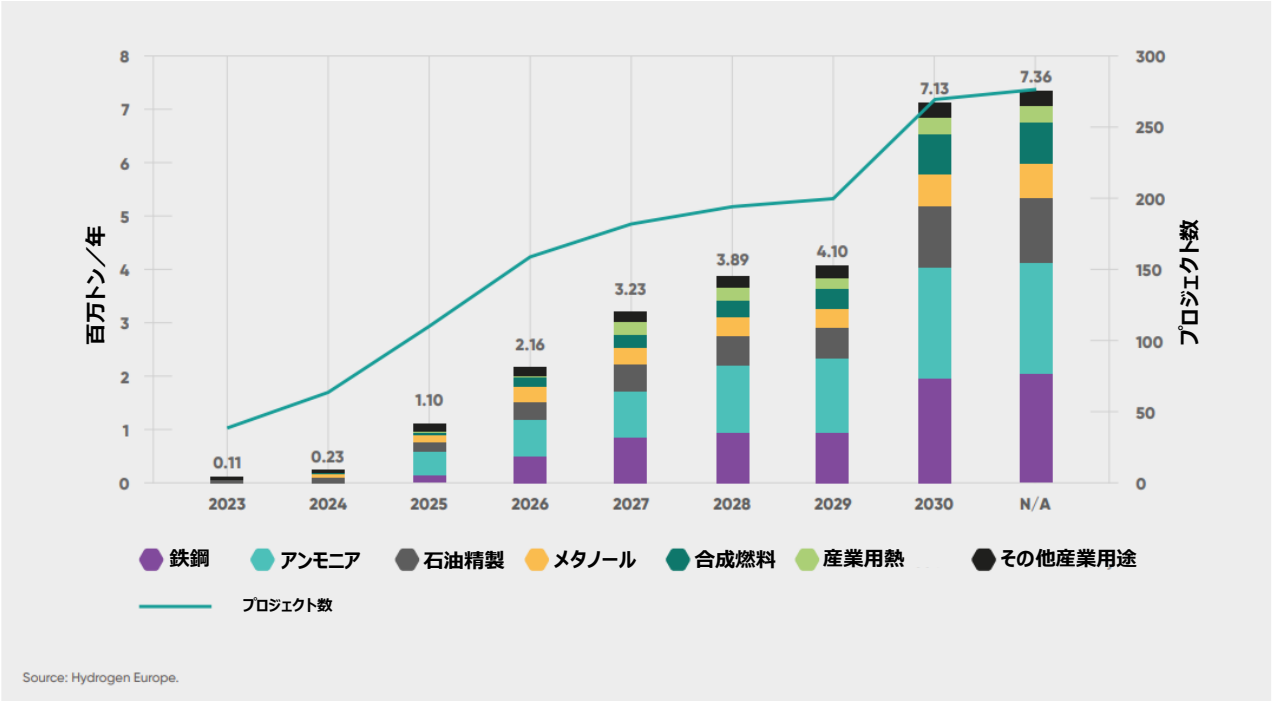
出所：欧州委員会、DOE、資源エネルギー庁等から三井物産戦略研究所作成

リパワーEUでは、導入目標20百万トンのうち、発電用と燃料用を除く産業用の2030年の需要として17.6百万トンを想定しているが、2023年11月にHydrogen Europe[2]が発表した、プロジェクトを積み上げた産業で

[2] 欧州で水素業界とその利害関係者を代表し水素利用を推進する協会、EU25カ国以上の地域から30以上の国内協会を含む400以上のメンバーを擁している。

の需要は、7.1百万トンと、リパワーEUが想定する需要目標に達していない（図表3）。これは、リパワーEUにおいてはロシアからの化石燃料輸入依存脱却と脱炭素を両立させるために急遽供給目標を増加させたため、需要予測が供給に追い付いていないことが理由である。水素需要を分析すると、興味深いのはアンモニアと鉄鋼それぞれ2030年時点で約2百万トン、合計4百万トン以上と5割以上のシェアを占めることである。2022年の発表では鉄鋼だけで産業需要の5割以上を占めるとされていたものが、2023年の発表ではアンモニア製造用の需要が急増している（この急増したアンモニアプロジェクトは、初期のコンセプト段階であるため不確定要素が高く、今後消滅する可能性もある）。アンモニアの主な用途としては、肥料や化学物質を生産するための原料ではなく、エネルギーの輸送や貯蔵手段として、つまりエネルギーキャリア向けが想定されている。これは、スペインやノルウェーなどから水素の需要地であるドイツなどへのアンモニアを利用した輸送を想定していると推察される。なお、鉄鋼での需要が多いのは、欧州では電炉に比べて高炉の割合が大きく、脱炭素に向けて水素還元製鉄の導入が期待されていることと、EU-ETS（欧州排出量取引制度）の本格導入を見据えての需要が想定されているためである。

図表3　欧州での産業におけるクリーン水素需要量とプロジェクト数（プロジェクト発表ベース）



出所：Clean Hydrogen Monitor 2023（https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/10/Clean_Hydrogen_Monitor_11-2023_DIGITAL.pdf）（最終閲覧日2023年11月20日）

2-2. 欧州の水素ハブ

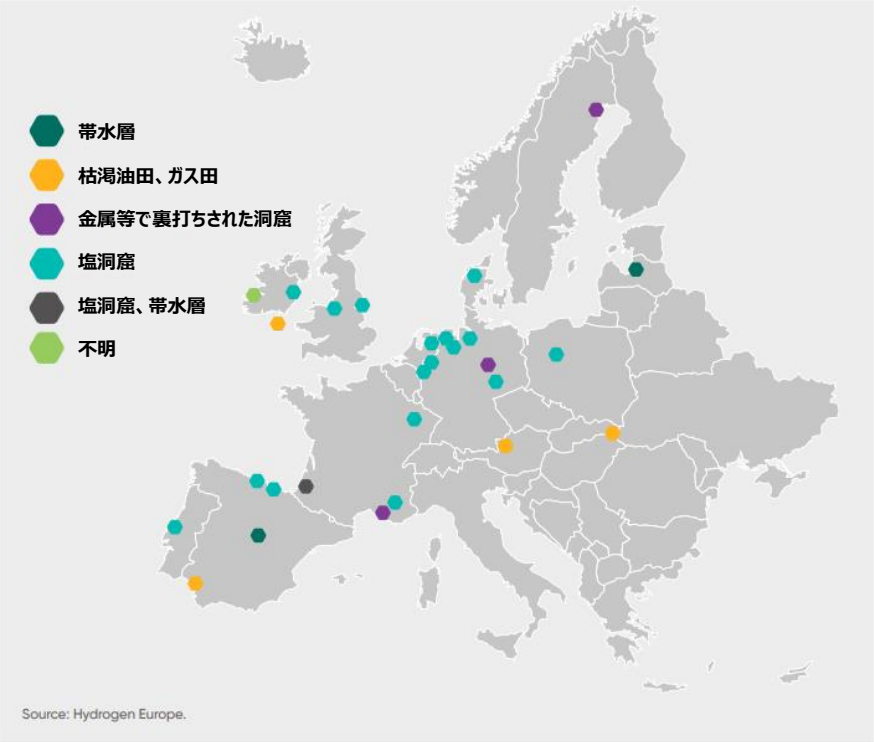
欧州においては、需要の大部分はドイツにあることから、ドイツの周辺の港に大きな水素ハブを構築し、そこでの大規模な水素輸入が検討されている。

特徴として、オランダのロッテルダム港、ベルギーのアントワープ・ブルージュ港のような郊外型では主にアンモニアでの輸入を検討し、ドイツのハンブルク港のように市街地と郊外が混在しているエリアで

は、主にアンモニアかLOHC（液体有機水素キャリア）で、また、オランダのアムステルダム港のような市街地ではLOHCをメインのキャリアとして輸入を行う方針である。輸入以外にもハブでは水素の製造を検討しており、ロッテルダム港では、シェルにより2022年のFID（最終投資決定）を経て世界最大級の200メガワットの電解槽建設が始まっている。さらに2023年11月、三菱商事の子会社であるエネコはグリーン水素プラント（最終的な電解槽容量は800メガワット）を建設すると発表している。

大量に輸入する水素の貯蔵は、アンモニアであれば常温でも低圧で液化するので貯蔵に適しており、オランダのインフラ大手ガスニー等はアンモニア貯蔵タンクにてターミナルで貯蔵を行う。水素のままでの貯蔵の場合は天然ガスの貯蔵で利用されている塩洞窟の転用や新たな塩洞窟建設等が検討されている（図表4）。

図表4　欧州で検討されている水素貯蔵



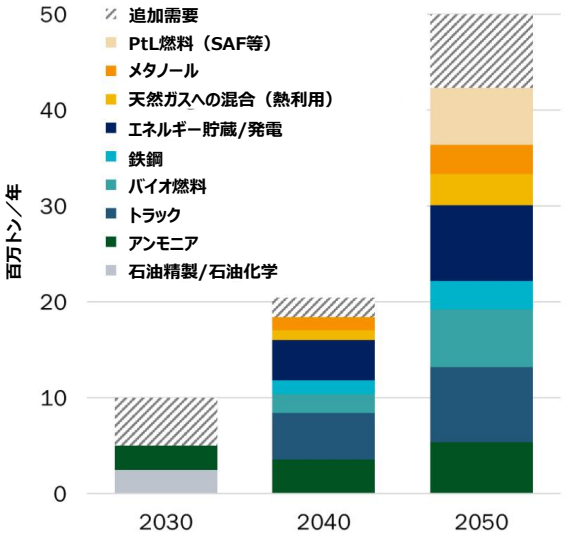
出所：Clean Hydrogen Monitor 2023（https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/10/Clean_Hydrogen_Monitor_11-2023_DIGITAL.pdf）
最終閲覧日2023年11月20日

3. 米国での水素導入状況

3-1. 米国の水素導入目標と需要

米国は2030年までに温室効果ガス排出量を2005年対比50～52%削減するとの目標を達成する手段の一つとして、2022年9月にクリーン水素戦略の草案を発表し、2023年6月に最終版を公表した。この公表によると、2030年までのクリーン水素の年間生産目標は10百万トンであり、これは現在米国で生産しているグレー水素と同じ量である。判明している2030年の需要は現在と大きく変わらず、引き続き石油精製、アンモニアが多く、2040年にはトラック、バイオ燃料、エネルギー貯蔵/発電、鉄鋼などの需要が予測されている（図表5）。鉄鋼については、米国では電炉の割合が大きいので、欧州ほど需要がないと考えられる。

図表5 米国のクリーン水素需要予測



出所：U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap（https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/us-national-clean-hydrogen-strategy-roadmap.pdf）最終閲覧日2023年11月6日

3-2. 米国の水素ハブ

米国では、2022年8月に成立したインフレ抑制法でクリーン水素の生産・投資に対する税控除を実施しているが、その前の2021年11月に成立した超党派によるインフラ投資雇用法でクリーン水素ハブの設立支援を発表し、2023年10月には同法に基づき、7つの地域に水素ハブを選定し、総額70億ドルの資金を提供することを発表している（図表6）。

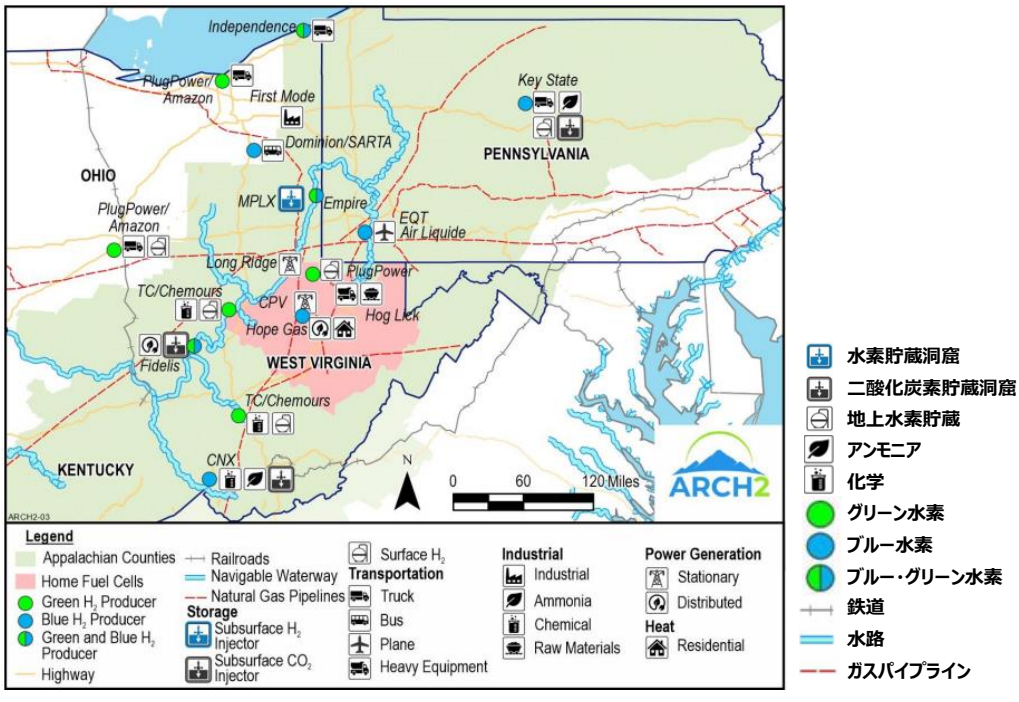
図表6 米国で水素ハブに選定された7つの地域

出所：OCED, DOE Regional Clean Hydrogen Hubs for Award Negotiations（https://www.energy.gov/oced/regional-clean-hydrogen-hubs-selections-award-negotiations）最終閲覧日2023年12月15日

欧州との違いは、米国の水素ハブは、水素輸入は目的としておらず、生産が可能な全米各地に分散していることである。クリーン水素生産について、7つの地域のうち2つは主に天然ガスに依存し、3つは主に再生可能エネルギーや原子力発電等の電力を動力源とする電気分解を使用、残り2つは主に天然ガスと電気分解の両方を組み合わせて行う。ハブで製造される水素のほとんどは、既存の産業部門の脱炭素化のために使用すると考えられている。

アパラチア地域水素ハブは、バテル記念研究所[3]が主導し、主要なプロジェクト開発パートナーとして天然ガス生産会社のEQT、CNXリソーシズ、天然ガスパイプラインや貯蔵洞窟事業を行うMPLX、TCエナジー、ガスや電力の小売りを行うドミニオン・エナジーなどガス関連会社と、水素関連会社のエア・リキード、ケマーズ等15社が参加している（図表7）。同地域は安価で大量に天然ガス生産が可能なこと、天然ガスパイプライン、鉄道、水運などの輸送インフラが整っていること、また枯渇ガス田への二酸化炭素貯留が可能なことから、主に天然ガス改質によるブルー水素の生産と利用を行うプロジェクトを進める。これにより年間9百万トンの二酸化炭素排出量の削減を行う方針である。生産された水素は現地でアンモニアや化学品の製造に利用されるほか、燃料電池トラックやバス等で用いる。なお、同ハブで進められていたアダムズフォークアンモニアプロジェクトは、クリーンアンモニア年間製造能力216万トン（日本全体の年間アンモニア消費量の約2倍）を目指すとして大きく注目されたが、パートナーシップを締結していたCNXリソーシズの撤退が2023年12月に発表されている。

図表7　米国･アパラチア地域水素ハブ

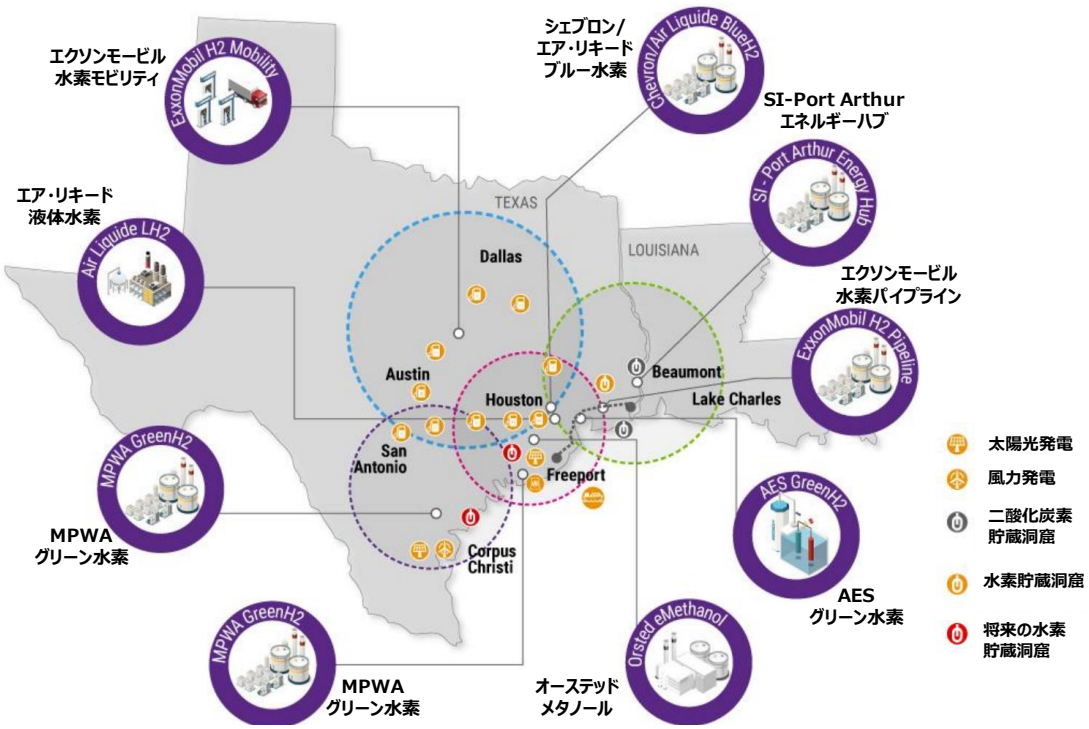


出所：OCED, DOE Regional Clean Hydrogen Hubs Appalachian Regional H2Hub Community Briefing
（https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-10/H2Hubs_Appalachian_Community_Briefing.pdf）
最終閲覧日2023年12月15日

[3] 鉄鋼業で巨額の富を築いたゴードン・バテル氏の遺産をもとに設立。米政府や企業からの受託研究と米英の国立研究所の運営受託を中心に活動している。

メキシコ湾岸水素ハブは、米国の伝統的なエネルギー産業の中心地であるヒューストン地域からテキサス州沿岸に広がっている（図表8）。ハイ・ベロシティー[4]を主体としており、米国最大級の再エネ容量である36GWの風力発電と15GWの太陽光発電、低コストかつ大量の天然ガスの供給、および24ギガトン以上の二酸化炭素貯蔵能力（ヒューストンで発生する二酸化炭素年間排出量の約10,000倍）を活用して、電気分解によるグリーン水素と、天然ガス改質と二酸化炭素回収によるブルー水素の大規模製造を目指している。これに加えて1,000マイル以上の水素専用パイプライン、水素貯蔵洞窟を活用して、17以上のオフテイカーにクリーン水素の供給を行う予定である。主な用途としては燃料電池トラック、工業プロセス、アンモニア製造、製油所、化学品の製造、低炭素メタノール等の船舶用燃料が挙げられる。このプロジェクトにより年間7百万トンの二酸化炭素排出量の削減を行う方針である。

図表8 米国・メキシコ湾岸地域水素ハブ



出所：OCED, DOE Regional Clean Hydrogen Hubs Gulf Coast Regional H2Hub Community Briefing（https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-11/H2Hubs_Gulf_Coast_Community_Briefing.pdf）
最終閲覧日2023年12月15日

4. 日本への示唆

2023年6月に水素基本戦略（改定）を発表した日本での水素導入は生産よりも輸入が中心となることから、欧州の水素ハブは参考になる。ただし、日本においては塩洞窟や枯渇ガス田などが少なく、地震も多いた

[4] AESコーポレーション、エア・リキード、シェブロン、エクソンモービル、三菱パワー・アメリカ（三菱重工の子会社）、オーステッド、センプラ・インフラストラクチャーの7社のプロジェクトスポンサーを含む90以上の関係者が参加する業界主導の共同組織。

め地下での水素貯蔵は容易ではない。発電用途で大量のアンモニアを調達する計画のため、例えば、発電所を中心としたハブで貯留したアンモニアを他エリアで活用することが考えられる。さらに、2023年8月に三井物産を含む4社により検討開始が発表された、大阪臨海工業地帯を拠点とした水素とアンモニア供給網構築のように、水素、アンモニアを大規模コンビナートで調達し、他エリアでも活用していくことが効率的であり、このような観点で国内における水素ハブが選定されることが考えられる。また、安価で豊富な水素の供給は難しいため、鉄鋼生産における脱炭素化は、高炉への水素利用だけではなく、電炉への切り替えとの組み合わせで進むと予測される。

当レポートに掲載されているあらゆる内容は無断転載・複製を禁じます。当レポートは信頼できると思われる情報ソースから入手した情報・データに基づき作成していますが、当社はその正確性、完全性、信頼性等を保証するものではありません。当レポートは執筆者の見解に基づき作成されたものであり、当社および三井物産グループの統一的な見解を示すものではありません。また、当レポートのご利用により、直接的あるいは間接的な不利益・損害が発生したとしても、当社および三井物産グループは一切責任を負いません。レポートに掲載された内容は予告なしに変更することがあります。