

ドイツの国家水素戦略

—脱炭素社会の実現に向けて本腰、グリーン水素の供給インフラ整備が課題—

2020/12

三井物産戦略研究所
国際情報部 欧露・中東・アフリカ室
フアマン ミハヤエル

Summary

- ドイツ政府は2020年6月に国家水素戦略を打ち出し、その中で再生可能エネルギー由来電力のみを利用して生産された「グリーン水素」の利用・普及を気候変動対策の柱に据えている。
- 水素利用設備導入の促進と、再生可能エネルギー由来の余剰電力を水素や気体燃料、液体燃料に転換する技術（PtG、PtL）の開発・普及支援により次世代輸出産業の育成を狙う。
- 将来的にグリーン水素の需要を全て国内生産で賄うのは不可能だとの予測を踏まえ、オランダやフランスとの連携でグリーン水素の生産に取り組み始めている。北アフリカやウクライナ、ロシアも供給元候補と見ており、EU域内外の既存の天然ガスパイプライン網を水素流通に最大限に生かす考えである。

はじめに

欧州の官民を挙げた水素社会への取り組みが加速しているなかで、同地域で水素の利用拡大に最も積極的に取り組んできたドイツの動きに注目が集まる。交通輸送部門の温暖化ガス排出量削減策のため、ドイツ政府は2006年から水素・燃料電池技術革新プログラムを推進してきたが、2020年6月に本格的な「国家水素戦略」を発表した。再生可能エネルギー由来「グリーン水素」の利活用に力点が置かれ、再生可能エネルギーの貯蔵やエネルギー集約型産業での利用、産業用原料としての利用拡大にも重点的に取り組む。主に動力エネルギーとしての水素利用に照準を合わせる日本政府の「水素基本戦略」と比べてターゲット分野が広い。

本稿では、ドイツの国家水素戦略を俯瞰する。政府が同戦略を打ち出した背景を紹介し、その主な内容とドイツ産業への水素技術の導入推進策をまとめる。産業の動向や実用化の現状を確認した上で、グリーン水素供給網の構築をめぐる動きを整理し、今後注目すべきポイントを提示したい。

1. 国家水素戦略誕生までの略史

1.1 燃料電池の原理発見から実用化まで1世紀半

1839年にドイツ系スイス人科学者シェーンバインは、水素と酸素の電気化学反応により電気が発生する発電原理を発見した。その後、独重電大手シーメンスの創立者フォン・シーメンスが、水蒸気回転運動を電気に変換する発電機（ダイナモ）を1866年に開発すると、水素と酸素を燃料とする「燃料電池」の研究

究は、より簡単な発電方法に押され脇に追いやられた。燃料電池のポテンシャルについて、SF小説の父とも呼ばれるジュール・ヴェルヌは1875年の小説の中で「水から取り出す水素が石炭に代わって未来のエネルギー源になる」と予言したが、爆発性の高い水素による発電方式の実用化研究が本格化するのにそれから約1世紀も要した。

1960年代に入り、米有人宇宙飛行計画での利用を通して燃料電池の実用性が実証されたことや、1970年代のオイルショックを機に水素の次世代エネルギーとしての利活用に向けた研究が活発化した。1990年には、米カリフォルニア州大気資源委員会が制定したLEV（低エミッション車）規制で、販売車両に一定割合以上でのゼロエミッション車を含めることが義務付けられ、各自動車メーカーが水素燃料に切り替えられるバイフューエル車や燃料電池車の本格開発に着手するようになる。2000年に独BMWが水素燃料エンジンを搭載したバイフューエル車750hLを公開した際、ロイヤル・ダッチ・シェルのドイツ法人ドイツ・シェル社のファーレンホルト取締役（再エネ担当、当時）は、2020年までにドイツで販売される新車の50%以上が水素燃料になるとしていた。しかし、特に水素の大量生産や調達に必要な供給インフラ整備が進められなかったことから、その予想は的中しなかった。

1.2 パリ協定が高めた欧州の水素利活用機運

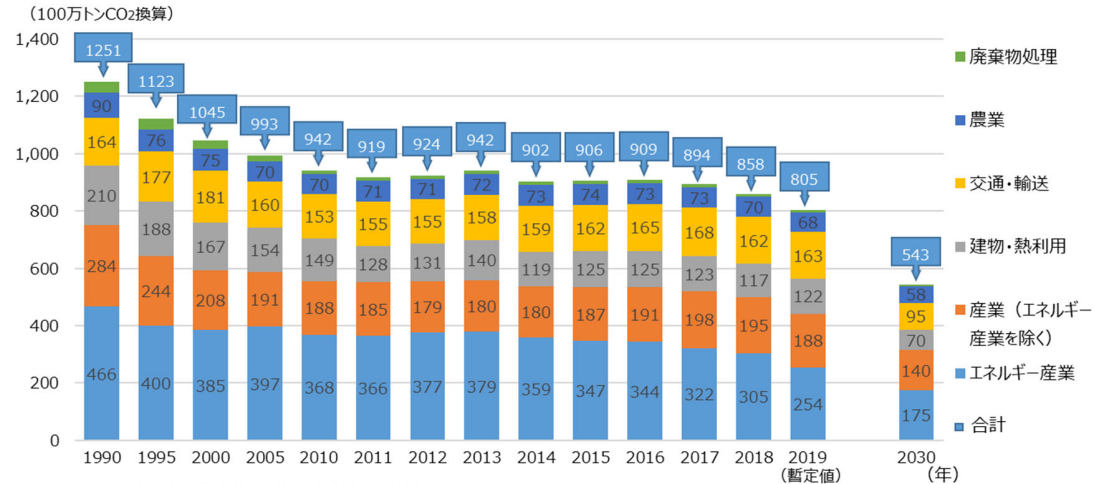
2015年のパリ協定で合意された、産業革命以前と比して世界の平均気温上昇を2度未満（できれば1.5度未満）に抑える目標を背景に、EUでそれまで広く注目されてこなかった水素の利活用の機運が高まった。2018年に欧州委員会が発表した政策文書（A Clean Planet For All）は、欧州の2050年までの脱炭素化に向けた方向性を示した長期展望で、全9シナリオに水素の活用が明記され、域内での水素普及に向けて拍車をかけた。同政策文書を踏まえて2019年に公表されたEU成長戦略「欧州グリーン・ディール」は、持続可能なEU経済・社会の実現に重点を置き、スマートインフラに水素ネットワークの構築も不可欠だと強調している。

EUで水素の利用拡大に最も積極的に取り組む加盟国の一つがドイツで、温暖化ガス排出量の20%を占める交通輸送部門の排出量削減策として、政府は既に2006年に水素・燃料電池技術革新プログラムNIP（NIP I：2007年～2016年、2017年～2026年にNIP IIとして継続）を策定している。産官学による水素技術のR&Dや商業化に対して2019年までに16億5,000万ユーロの支援を実施してきた。しかし、他の全部門と異なり対2005年比で、同部門の温暖化ガス排出量は減少に転じておらず（図表1）、より強力な対策の導入が必要になった。

また、2011年の東日本大震災による福島原発事故が契機となって、ドイツ政府は従来のエネルギー構成を再生可能エネルギー重視へ変える変革策「エネルギー転換」（2022年までの脱原発を含む）を断行すると約束している。さらに、2016年に作成した「気候保護計画2050」で、2050年までに温暖化ガス排出量を1990年と比べて80～95%削減し、最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの比率を60%に引き上げる目標を設定した。

そこで政府にとって、天候など自然状況に左右されやすく、供給が不安定な再生可能エネルギー由来電力の貯蔵能力の強化や輸送用燃料への変換が喫緊の課題となった。

図表1 ドイツでの温暖化ガス排出量の推移



2. 「グリーン水素」の普及に重点を置く国家水素戦略

2.1 水素戦略予算に計213億ユーロ強

ドイツ政府は2020年6月に発表した国家水素戦略で水素を脱炭素化の中心に据えている。「関連技術から生産、貯蔵、インフラ、物流や品質保証、消費者保護などを含む利用まで、全バリューチェーンを戦略の対象とする」と明記しており、ドイツ経済・社会の大胆な改革を推進する狙いがある。そのため、現行の「エネルギー転換」政策の一環として、水素を再生可能エネルギーの貯蔵や輸送用燃料に活用し、産業の重要な原料にすることを国家水素戦略の中核目標に置いている(図表2)。

これまでのNIPプログラムと比べて、水素の産業用原料としての利用拡大を目指す点に加えられ、戦略の範囲がより広がった。産業用原料としての水素は例えば、化学肥料や合成樹脂の原料となるアンモニアや高付加価値化学品(HVC)の合成に不可欠である。タービン発電機の冷却材、溶接用・熱切断用シールドガス、食用精製加工油脂の硬化触媒としても重要な役割を果たし、鉄鋼業のコークスに代わる還元剤としても注目を浴びている。

政府は2026年までに123億6,000万ユーロを投じ、さらに国家水素戦略の公表直前に決定した新型コロナ経済対策の中の水素普及予算(90億ユーロ)が上乗せされる。計画されている38施策は次の6分野に分類されている。①水素の生産：4施策、②水素の活用(交通輸送：9施策、産業：4施策、建物・熱利用：2施策)、③水素の供給インフラ：3施策、④教育・研究開発促進：7施策、⑤EUでの水素普及：4施策、⑥世界での市場展開と協調：5施策。

図表2 ドイツ国家水素戦略の概要

主要政策		戦略の中核目標	生産と調達の見込み
予算額	政策内容		
36億ユーロ	自動車や電車、沿岸・内陸水運船舶の燃料電池化支援（～2023年）	① 「グリーン水素はドイツのエネルギー転換政策の推進・完成の中心的な役割を担う」 ・ 脱炭素化のため ・ 再生エネの貯蔵手段として ・ エネルギー源として ・ 原料として ② 「CO ₂ 排出削減課題に対し、グローバルな責任を果たす」 ③ 「水素社会の構築はEUの共通課題」	ドイツの水素使用量 2030年：90～110 TWh 2050年：～380 TWh
34億ユーロ	水素充填・充電インフラ整備支援（～2023年）		グリーン水素生産
19.1億ユーロ	水素技術の研究支援（水素・燃料電池技術革新プログラムNIP IIなど）（～2026年）		国内生産量 2030年：14 TWh （水電解槽の4,000時間フル稼働 エネルギー効率平均70%）
11億ユーロ	電力を液体燃料に転換するPtL設備の支援（～2023年）		設備容量 2030年：5 GW 2040年：10 GW以上
10億ユーロ	新技術や大型設備への投資（～2023年）		輸入 2030年：ほとんど無し 2050年：「需要の大部分は輸入が占める」
7億ユーロ	燃料電池暖房機の導入支援（～2024年）		
6億ユーロ	「実用ラボ」プログラムでの水素研究や産業化支援（～2023年）		
5,000万ユーロ	燃料電池搭載飛行機や船舶の実用化研究への支援（～2024年）		
計 123.6 億ユーロ			
+			
90億ユーロ	新型コロナ経済対策からの振り向け ・水素市場立ち上げ支援 ・国際連携・協業		

出所：ドイツ連邦経済エネルギー省（Die Nationale Wasserstoffstrategie）およびミュンヘンのエネルギー産業研究センター（FFE）の資料（www.ffeimbh.de/images/stories/Dekarbonisierung/1003_Nationale_Wasserstoffstrategie/Infografik_nationale_Wasserstoffstrategie_fi_nal.png）を基に三井物産戦略研究所作成

2.2 グレー水素からグリーン水素への転換

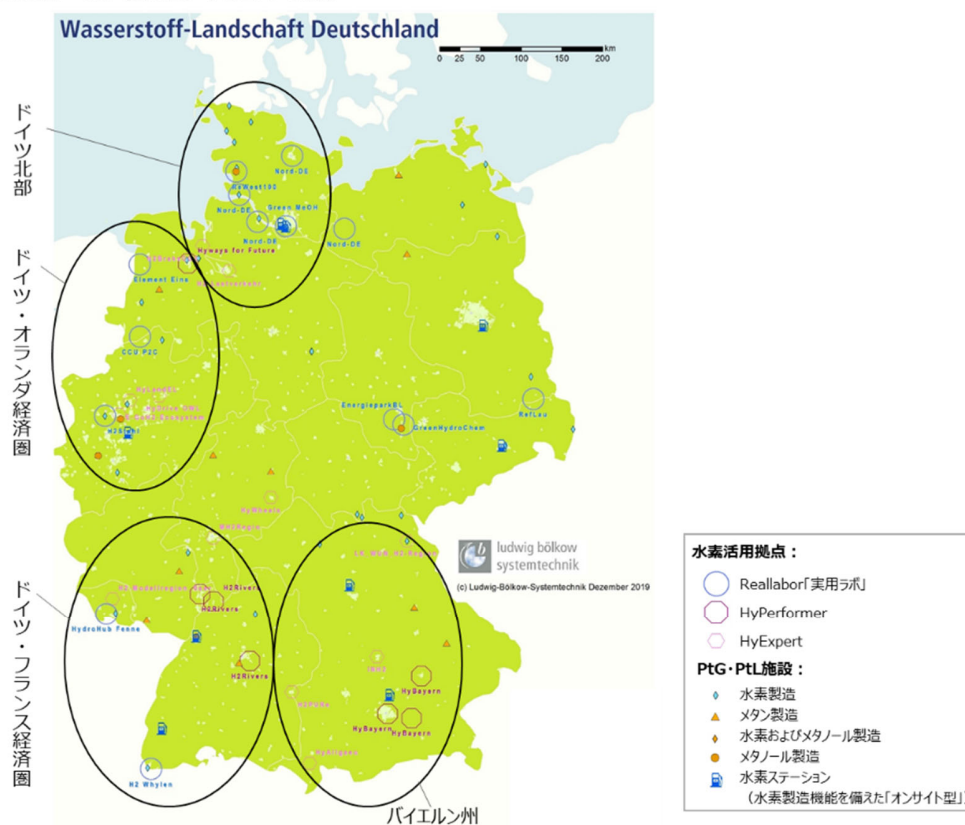
ドイツ産業は現在年約170万トン（55TWh）の水素を使用しており、政府は戦略による新たな需要喚起で需要が2030年までに倍増すると予想する。しかし、現在使われている水素の95%は化石燃料（主に天然ガス）から生成され、生成過程で発生したCO₂を大気中に排出する、いわゆる「グレー水素」である。水素生産に伴うCO₂排出量の削減を実現するため、再生可能エネルギー由来電力を利用して生成される「グリーン水素」の生産能力（水電解装置の能力換算）拡充を急ぎ、2030年に現在の約750MWから5GW（原発5基分のエネルギー出力に相当し、最大約14TWhのグリーン水素の生産が可能）、2040年に10GW以上に増やす計画である。

政府は2030年までにグローバルな水素供給市場が成立し、そこでまずカーボン・ニュートラルな「ブルー水素」（化石燃料から生成され、生成過程で生じるCO₂は回収貯留）や同じくカーボン・ニュートラルな「ターコイズ水素」（メタンの熱分解により生成され、生成過程で生じる固体炭素は回収貯留）が取引されると予想している。それをエネルギー転換過渡期と見なし、ドイツでもそれらの水素の利用を排除しないが、中長期的にはCO₂フリーのグリーン水素に特化すべきだとしている。

2.3 グリーン水素技術の実用化への取り組み

水素技術の実用化促進として、ドイツ連邦経済エネルギー省はとりわけ次の3プログラムを推進中である。①HyExpertsプログラムでは実用化の可能性が高いグリーン水素利活用コンセプトの作成、②Hyperformerプログラムでは具体的なグリーン水素プロジェクトの実施を支援している。両プログラムはNIP IIの枠組みの下で、地方自治体のグリーン水素・燃料電池技術の導入を進めるものである。また③Reallabor（実用ラボ）プログラムではさらに進んで、産官学連携による大規模な水素活用実験やその産業化に取り組んでいる（図表3）。特に大型水電解槽、PtL設備、ヒートポンプ、スマートグリッド、地域暖房が対象となっており、このプログラムのために2020年～2023年分予算として6億ユーロを用意した。

図表3 ドイツ経済エネルギー省による水素技術実用化プログラムの拠点一覧（2019年12月時点）



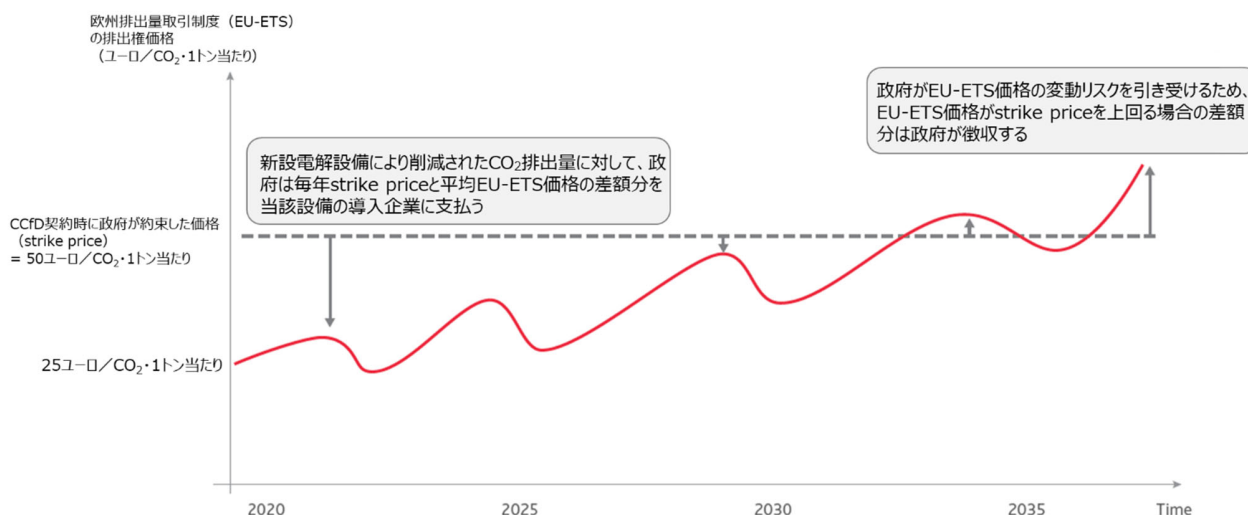
出所：TÜV SÜD
https://www.tuvsud.com/de-de/-/media/de/corporate/bilder/presse/2020/januar/20012_lbst_ptg-de-map_20191220_v2.jpg?la=de-de&hash=4F756C88EAB62CD6F6DC84F7560DE682; Ludwig-Bölkow-Systemtechnik (LBST) 資料を転載)。黒丸部分は筆者付記

今後、各プログラムの実用化拠点は全国に広げられる予定だが、拠点が集中する4つの重点地域が既に出来上がりつつある。低地の広がるドイツ北部は風力発電所の集中立地地域のため、水素生産拠点の設置が最も多く行われる見通しで、最大の産業集積地帯であるルール地方を含むドイツ・オランダ経済圏での水素生産がそれに次ぐと考えられる。その他、フランスに隣接する南西部、南部のバイエルン州も水素技術活用プロジェクトの数が目立っており、これから水素産業の重要拠点地になる可能性が高い。

2.4 CO₂排出権を保証する差金決済取引制度を導入

現在、グリーン水素のエネルギー量当たりの供給コストは天然ガスの4倍以上、グレー水素の3倍以上とされている。そのなかで、鉄鋼や化学産業などエネルギー集約型産業の水素利用（水素を生産する電解設備の導入）を促進させるため、政府は水素の利用分に新たに割り当てるCO₂排出権の欧州排出量取引制度での価格を保証するパイロットプログラムCarbon Contracts for Difference (CCfD) を立ち上げる予定である。電解槽などへの新規設備投資のリスクヘッジとして、CCfDには差金決済取引の機能が備わっており、排出権価格の相場変動により排出権価格がCCfD契約時に政府が約束した価格を下回る場合、その差額分を政府は当該企業に支払うことになる。逆に、排出権価格がCCfD契約時に決めた価格を上回る場合、政府は差額分を受け取る権利を有する（図表4）。このCCfDプログラムをテコにグリーン水素技術の積極導入を促す方針である。

図表4 Cfdの仕組み（strike priceとEU-ETS価格相場は参考例）



出所：Institut du Développement Durable et des Relations Internationales (IDDRI) 資料
(https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20Iddri/Etude/201910-ST0619-CCfDs_0.pdf)。
注釈は筆者による

3. 産業設備への再投資に当たり水素技術が普及する見通し

3.1 重厚長大産業の老朽化施設入れ替えは水素技術導入の好機

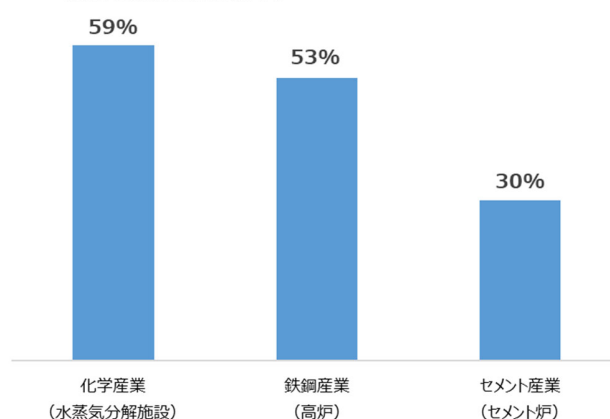
中長期的に持続可能なエネルギーはグリーン水素のみとの前提の下、ドイツ政府は国家水素戦略で「グリーン水素の迅速な市場創出と必要なバリューチェーンの確立に取り組む」ことを目標として強調している。2020年～2023年は第1フェーズとして、国内水素市場の発展に弾みをつけ、研究開発の促進や国際協調の課題に集中する。2024年～2030年は国内市場のさらなる成長や国際的な供給網の構築に取り組む計画である。

ちょうど2020年～2030年にドイツの重厚長大産業は、老朽化した生産設備への再投資が必要な時期に突

入する。持続型経済社会の研究を行う独ヴッパータル気候・環境・エネルギー研究所によると、特にドイツの温暖化ガス排出量上位3産業の化学（2019年に同排出量全体の40.1%）、鉄鋼（同35.6%）、セメント（同16.9%）産業が主要生産設備への再投資を迫られている（図表5）。一方、これから新設される資本集約的な生産設備の寿命は30年を超えるものが多くあり、化石燃料に代えて水素を使う新製法に切り替えなければ、再投資は座礁資産となるリスクが大きい。国家水素戦略に盛り込まれたCCFDプログラムや大型設備の水素技術利用への投資支援などをテコに、政府は老朽化設備の入れ替えを水素技術導入促進のチャンスと捉えている。

図表5 老朽化で設備再投資が必要なドイツの主なエネルギー集約型産業（2030年までに）

（既存設備に占める比率）



注：通常、水蒸気分解施設は継続的に維持整備され、設備全体の入れ替えは行われませんが、設備再投資の比率で設備の老朽化度合いを表すことができる

出所：独ヴッパータル気候・環境・エネルギー研究所の資料を基に三井物産戦略研究所作成

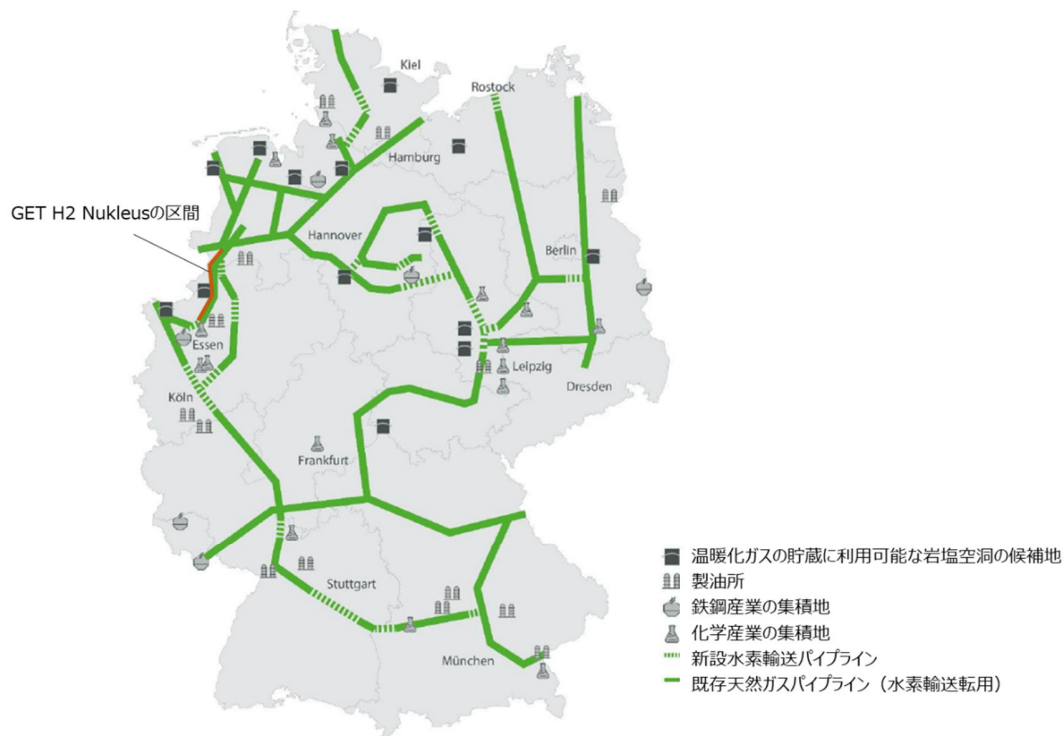
3.2 水素需要拡大でPtG・PtL設備分野が輸出の有望市場に

ドイツは「エネルギー転換」政策で再生可能エネルギーが最大の電力源（2019年の総発電量の42.1%）になったが、好天候と電力の低需要期が重なると、多くの余剰電力が発生し、2019年には風力発電の約6.3TWh分（前年比で約20%増）が系統運用者により出力停止される事態となった。こういった問題の解決に向けて近年、余剰電力を水電解により水素やメタン（PtG技術）、メタノール（PtL技術）に変換・貯蔵する技術の研究開発が盛んに行われている。世界の水素需要が今後大きく伸びるとの見通しが多いこともこの動きを後押しする。例えば、世界のエネルギー・運輸輸送・生産業大手13社が設立した水素協議会Hydrogen Europeは、2050年までに世界の水素需要は世界の最終エネルギー需要の18%に相当する2万2,240TWh（対2015年比で10倍の増加）に上ると試算している。ドイツ政府の予想も楽観的で、需要拡大とともに水素技術や生産機械、関連設備の輸出市場の確保を見据える。ドイツのIW経済研究所の調査によると、PtGとPtL設備の中心である水電解槽は、ティッセンクルップやシーメンス、リンデなどドイツ企業が既に世界輸出の約2割を占めており、水電解技術・設備の輸出市場は拡大への期待も相まって有望視されている。

3.3 水素の国内パイプライン輸送計画

水素ガスは天然ガスパイプラインを利用した輸送や貯蔵が可能のため、2020年1月にドイツの天然ガスパイプライン事業者協会（FNB）が、既存の天然ガスパイプラインの90%以上を水素輸送・貯蔵網（全長5,900km）に転用する計画を発表した（図表6）。FNBは、ドイツ全土への安定供給を掲げ、2030年までに計画の完成を目指している。また運営方針では、水素をその生産地で差別せず、ドイツ東北部のグリーン水素はもちろん、液化水素運搬船やパイプライン経由で輸入される水素も扱うと約束している。計画の第一歩として、発電会社や送電会社、エネルギー・化学大手のRWE Generation、Nowega、OGE、Evonik、BPは2020年3月に、北部・リンゲン市にあるRWEの100MW水電解プラントで生成するグリーン水素を、ルール産業地帯のエッセン市近隣にあるBPの化学プラントや、マルル市にあるEvonikの化学プラントなどに輸送するパイプライン網（GET H2 Nukleus）の整備に着手した。130 kmに及ぶ同パイプライン網の水素輸送開始は2022年末を目指す。

図表6 ドイツの水素網構想



出所：ドイツの天然ガスパイプライン事業者協会（FNB）資料
（https://www.fnb-gas.de/media/fnb_gas_pi_veroeffentlichung_visionaere_h2-karte_1.pdf）。
GET H2 Nukleusの説明は筆者付記

4. 水素確保に向けた国際連携

政府は国内でのグリーン水素の生産能力には限界があり、将来、需要の大部分は輸入で賄われると予想している。それに向けて国際連携・協業の広がりが必要課題だと認識しており、EU域内では特にオランダとフランスを有望な供給パートナーと位置付ける。また、EU域外ではモロッコやウクライナ、ロシアなどの調達ポテンシャルに大きな期待が寄せられる。

4.1 オランダとの連携は国家水素戦略のカギ

オランダはノルウェーに次いで欧州第2の天然ガス生産国で、その天然ガスパイプライン網は隣国と連結して北西欧州エネルギーインフラのバックボーンとなっている。しかし、オランダ北部にある欧州最大のフローニンゲン・ガス田が、採掘による地震頻発が理由で2022年に閉鎖される。そこでオランダ政府は2020年3月に発表した水素戦略で、既存の天然ガス網を活用した欧州の水素中核拠点の確立を打ち出した。その直前の1月に、ドイツ連邦経済エネルギー省とオランダ経済・気候政策省、オランダに隣接しルール産業地帯を擁するドイツのノルトライン＝ヴェストファーレン州の3者によるプロジェクト「HY3」で、グリーン水素の生産、輸送、産業利用のための二国間バリューチェーンの構築取り組みが始動している。現在、英蘭シェルや蘭ガス供給会社ガスニーなどによるコンソーシアムが、大規模なグリーン水素生産プロジェクト「NorthH2」を推進中で、2040年までに年間80万トンの水素供給を目標としている。新設される洋上風力発電設備は最大10GW、陸上への送電ロスを防ぐため、オランダ沖合でその電力を使用し淡水化された海水から水素を生成する計画である。

また、フランスとの連携・協業も見込まれている。フランス政府は2020年9月に、グリーン水素に関する戦略プランの詳細を発表した。2030年までに合計72億ユーロの投資を予定しており、各産業分野でのグレー水素利用をグリーン水素へと置き換えることを目標としている。そのため、水電解装置6.5GWの設置、年間60万トンのグリーン水素生産を目指す。ドイツとの協力で水電解槽製造産業の創出に注力し、グリーン水素のドイツへの輸出も視野に入れている。しかし、利用する電力は再生可能エネルギーと共に原子力発電由来電力も想定しているため、脱原発路線をとるドイツにとって大量輸入は難しいのが現状である。

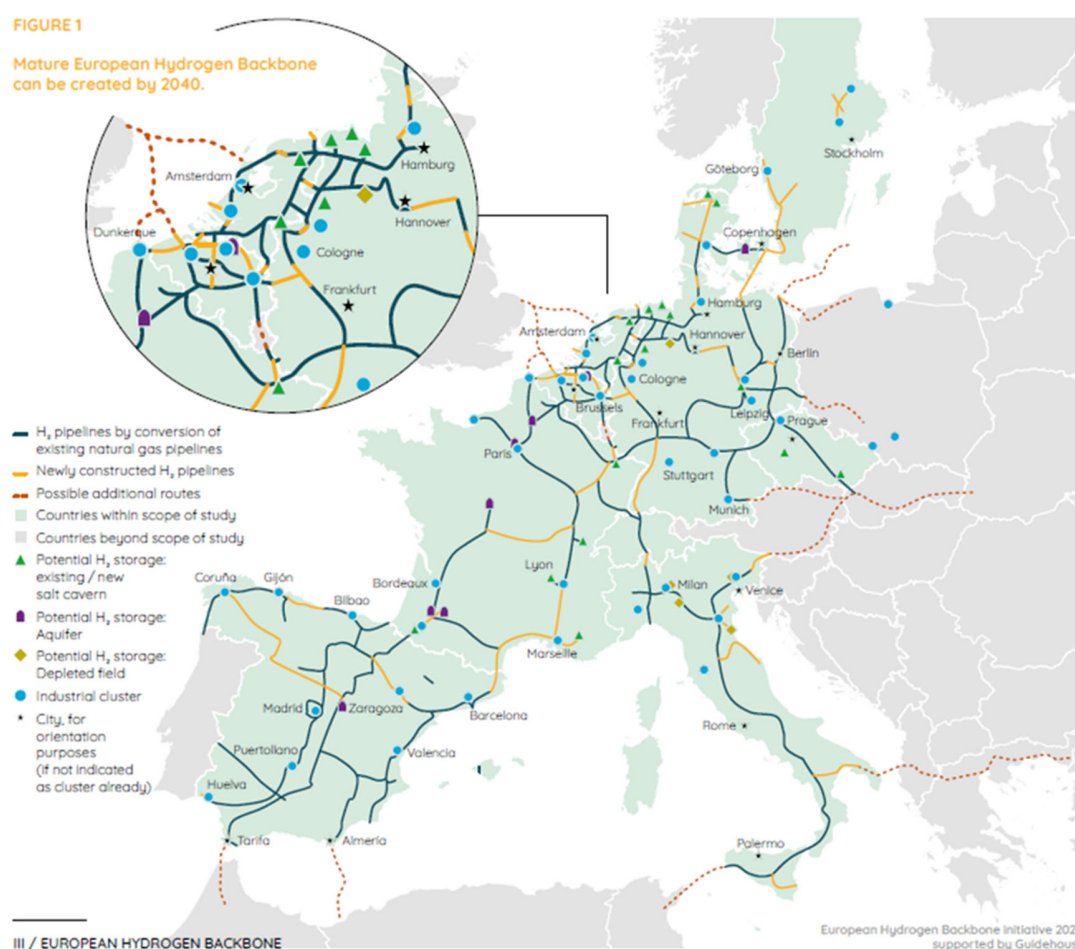
4.2 EU域外からの水素輸入計画はEUの水素戦略と連携

EU域外からの水素確保もグリーン水素に焦点を絞る。2020年7月に欧州委員会がEUの水素戦略を発表し、その一環としてHydrogen Europeや欧州投資銀行などが参加する「欧州クリーン水素連合」を発足させた。利活用の普及を目指す「クリーン」水素は「グリーン」水素と名称が異なるが、再生可能エネルギー由来水素の生産に集中すると定めており、2030年までにEU域内では計40GWの電解槽能力、EU近隣国でも計40GWの電解槽能力の実現目標（2×40GWグリーン水素イニシアティブ）を掲げる。同連合との連携は、ドイツにとって極めて重要となる。

ドイツの国家水素戦略の中には、将来、EU近隣のどの国・地域からグリーン水素を輸入するか明記されていない。しかし、”Shipping the sunshine” を標語にしており、太陽光発電のポテンシャルが高い北アフリカが念頭にあると推測できる。EUの水素戦略も将来同地域から「価格競争力の高いグリーン水素」の調達が可能になるとみており、さらに、ウクライナでのグリーン水素生産環境の整備に向けた取り組みを優先課題に据えている。その背景には北アフリカでの太陽光発電のポテンシャルとウクライナでの風力のポテンシャルをグリーン水素に生かすべきだとする2×40GWグリーン水素イニシアティブのビジョンがある。

具体的には当該地域で生成されたグリーン水素の2割を現地で主に肥料用アンモニアに転換し、残り8割（北アフリカから年約225万トン、ウクライナから年約75万トン）はEUに輸出する計画で、そのために2040年までにイタリヤーギリシャ間やギリシャー黒海地域間などで水素輸送用パイプラインを新設し、それらをEUの既存天然ガスパイプライン網と連結する構想である（図表7）。それに向けてドイツ政府は国家水素戦略の発表直後、モロッコでのPtG設備（100MW）新設のため3億ユーロの融資を行う契約を当局と交わし、ウクライナとも水素分野での協力を約束する共同声明を発表した。

図表7 EUが2040年までに完成を目指す水素供給の基幹パイプライン網（水素バックボーン）の概要図



出所：Enagás, Energinet, Fluxys Belgium, Gasunie, GRTgaz, NET4GAS, OGE, ONTRAS, Snam, Swedegas, Teréga（編）“European Hydrogen Backbone – How a Dedicated Hydrogen Infrastructure can be Created”（2020年7月）、8ページ
https://gasforclimate2050.eu/sdm_downloads/european-hydrogen-backbone/

また、ロシア産グリーン水素も期待の対象となっていることは注目に値する。ロシア・エネルギー省は2020年7月に2024年までの水素開発ロードマップを作成し、2020年末までにはその詳細が決まるとみられている。建設中の天然ガスパイプラインNord Stream 2を水素の輸送に転用する可能性などを探るため、「独露資源フォーラム」（独露の大学が設立した、独露間の緊密なエネルギー協力関係などを研究する有力機

関)は8月に、水素の生産、供給インフラの構築に重点を置く専門ワーキンググループを発足させ、12月に両国の産学官の専門家が参加・討論する水素会議を開催予定である。

5. 今後の課題と見通し

ドイツ政府は、国家水素戦略で官民を挙げてグリーン水素を基盤に置く水素社会への取り組みを加速することにより、気候変動対策の強化と世界の水素利用牽引役を目指している。そのなかで、今後とりわけ次の4点は慎重に見ていく必要がある

① 国家水素戦略は120億ユーロ強規模の巨大プロジェクトであるが、水素社会の構築に足る投資なのかは不透明である。水素戦略の公表直前に発表された新型コロナ経済対策に含まれた「未来パッケージ」でも、グリーン水素市場立ち上げのため、70億ユーロの予算を確保しているが、ここでは具体的な施策について明らかにしていない。「実用ラボ」プログラムでは、大規模な水素活用実験やその産業化に取り組んできたが、同プログラムのさらなる拡大は戦略に盛り込まれなかった。ドイツの有力民間シンクタンクLBST（未来のエネルギーや交通システムが専門）などが指摘するように、グリーン水素の大量生産・大量利活用体制を整えるのには時間がかかり、その実現に向けて、最長で2026年までの政策しか含まれていない国家水素戦略は単なる第一歩にすぎない。

② グリーン水素のコスト競争力は大きな問題である。再生可能エネルギー由来電力の価格にもよるが、グリーン水素のコスト競争力が低く、その価格はグレー水素の3倍以上とされている。そのため、ブルー水素（価格はグリーン水素の約半分）やターコイズ水素の利用も積極的に推進しなければ、水素の円滑な社会浸透は困難になるだろう。ドイツ・ケルン大学エネルギー経済研究所（EWI）の分析も同様に結論付けている。政府はブルーやターコイズ水素の利用を当面排除しないとしているが、国家水素戦略のあらゆる施策はグリーン水素に特化しており、さらに柔軟な方針が不可欠と思われる。

③ 特に北アフリカやウクライナからの水素輸入インフラの整備は前途多難といえる。EUと共に積極的に取り組んでいく必要がある。人口増加率が依然高い水準で推移する北アフリカ諸国は、電力需要が引き続き拡大すると予想され、電解で生成される水素の大量輸出の実現可能性に疑問を呈する専門家が多い。それに地政学的リスクも加わる。2009年から、ドイツ企業主導のコンソーシアムが、北アフリカで生産された再生可能エネルギー由来電力を欧州へ運ぶ大型構想「デザーテック」を進めていたが、現地での電力需要増加が鮮明になったため輸出量確保の不安が増した上、2010年～2012年に起きた「アラブの春」が同地域の地政学的リスクを再認識させた結果、デザーテックは2014年に頓挫した。

④ ロシアと緊張関係にあるウクライナの政治リスクも高く、同国からの安定確保を疑問視する声も少なくない。一方、「独露資源フォーラム」がロシア産グリーン水素をドイツへ輸出するため、建設中のNord Stream 2パイプラインを転用する研究に着手している。米国は、同パイプラインが欧州のエネルギー供給におけるロシアの支配力を強めるとの懸念から対露制裁を発動しているが、完工は2020年内とみられ

ている。今後、ロシア政府が重要課題としている水素開発を促進するなかで、ロシア産水素（主に水力発電で生成されるグリーン水素を含む）はドイツが重要な輸出先となる可能性が高いと考えられる。

課題が多いものの、ドイツは水素社会の実現に向けて具体的に動き出している。政府は2030年までのグローバルな水素供給市場の成立を見越しており、牽引役としてその施策の行方が注目される。

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、当社及び三井物産グループの統一した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、当社及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。

