

2030年までの ポーランド水素戦略 2040年に向けて

ワルシャワ

2021年10月

目次

1.	なぜ水素か？序論および背景	3
1.1.	水素経済の戦略的重要性	3
1.2.	ビジョン — ポーランドの水素産業の創出	3
1.3.	世界および欧州のエネルギー・気候変動対策	4
1.4.	水素と国内政策および施策	5
2.	水素の現状	6
2.1.	水素経済のバリューチェーン	7
2.2.	水素の製造およびその種類	7
3.	戦略目標	11
	目標1：エネルギー・暖房分野における水素技術の導入	12
	目標2：輸送用の代替燃料としての水素の利用	14
	目標3：産業の脱炭素化への支援	16
	目標4：新規設備による水素製造	18
	目標5：効率的かつ安全な水素の輸送、流通および貯蔵	20
	目標6：安定的な規制環境の構築	21
	水平的取り組み	21
	2040年までの見通し	22
4.	戦略の実施、資金調達およびモニタリング	23
4.1.	戦略の実施体制	23
4.2.	立法措置	24
4.3.	非立法措置	26
4.4.	戦略実施のための資金調達	28
4.5.	戦略の最新化とモニタリングシステム	31
4.6.	戦略指標	32
	略語一覧	33
	図表一覧	34

1. 1. なぜ水素か？序論および背景

「2030年までのポーランド水素戦略—2040年に向けて」は、ポーランドにおける水素経済発展の主な目的と、それを達成するために望ましい介入の方向性を定めた戦略文書である。それは、低炭素経済の実現に向けた世界、欧州および国内の取り組みの一環である。

1.1. 水素経済の戦略的重要性

エネルギー収支に占める再生可能エネルギー（RES）による電力の割合を増やすことは、ポーランドのみならず、世界の先進国の大半にとって大きな開発課題である。大規模なエネルギー貯蔵方法や電力システムのバランスをとるためのサービスが十分に開発されていないことから、電力供給の安全性確保の必要性を考慮すると、再生可能エネルギー（RES）の無制限な開発は不可能である。パリ協定¹の目的達成に必要なエネルギー分野での世界および欧州の取り組みの中心である気候中立性を達成するプロセスにおいて、エネルギー貯蔵の役割を果たす水素は重要な役割を果たし得る。

さらに、水素は電動化では排出量の削減が困難な経済分野における課題解決を提供する。水素技術開発への投資は、エネルギー集約型のセクターを脱炭素化する機会であり、その結果、持続可能な経済成長に貢献するのみならず、削減の脅威にさらされているセクターの労働力の維持・再教育にもつながる。製造から輸送、モビリティ、産業、電力、暖房への応用まで、水素技術のバリューチェーンを構築することにより、コロナ危機からの回復に不可欠な関連分野における技能および変化する労働市場に人材を適応させるための支援を行う。

したがって、水素技術を国の開発政策に盛り込み、その改善および競争力向上を図り、ポーランドの輸出製品を作ることは戦略的な課題であり、サプライチェーン全体に基づくアプローチが必要となる。再生可能エネルギーまたは低炭素エネルギーの使用により水素を製造すること、エンドユーザーに水素を供給するためのインフラ整備、市場の需要創出は、同時並行で行われることが望ましい。また、水素製造および販売のためのクリーンテクノロジーのコスト削減、再生可能エネルギー（RES）からのエネルギー活用を、市場競争力を確保する価格で提供することが求められている。このプロセスには、国の関与、社会対話、市場ニーズとポーランドの国際的な気候変動へのコミットメントを担保する適切な法的枠組みの策定が必要である。

水素経済とは、水素およびその派生物の製造、貯蔵、流通、利用に関する技術であり、製造、貯蔵、送配電網やその他の輸送手段を利用した水素の輸送、およびその後の様々な経済分野での利用のための集中型および分散型システムを含む。

1.2. ビジョン—ポーランドの水素産業の創出

水素経済の発展には、バリューチェーン全体の構築が必要である。具体的には、新たな再生可能エネルギー（RES）発電容量、低炭素源から水素とその派生物を製造する施設、プロセ

¹1992年5月9日ニューヨークにて開催され、2015年12月12日パリにて採択された、気候変動に関する国連枠組条約のパリ協定。 <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20170000036>

ス、技術（電気分解施設、水素流通網、関連送電・輸送インフラ、水素貯蔵施設、燃料補給インフラ、発電、暖房、輸送、その他の経済セクターで使用する燃料電池の製造等）の構築が必要である。

PSW のビジョンであり包括的な目的は、ポーランドの水素産業とその発展を実現し、気候ニュートラルを達成し、ポーランド経済の競争力を維持することである。

達成のためには、学界、企業および社会との十分な対話を考慮しつつ、地方自治体も巻き込んだ国家レベルでの調整された戦略を準備することが必要であり、それが、市場のニーズとポーランドの国際的な気候変動へのコミットメントを満たす適切な政策と適切な法的枠組みの設計に貢献することになる。また、欧州レベルで適切に調整された戦略を準備し、エネルギーと気候の分野で国際的なパートナーとの外交活動を行うことも必要である。水素利用の発展を支援するための法的解決策を計画すべきである。従来のソリューションと再生可能な水素や低排出ガスの水素を利用したソリューションとの間のコスト差を埋めることや、国家補助の適切な原則を確立し、欧州委員会の刺激策から水素技術への資金を確保すること等、需給を構築するためのインセンティブを創出することが不可欠であり、これが水素技術のさらなる発展に寄与する。好ましい枠組み条件は、水素技術の低炭素化を可能にする具体的な計画を生み出し、再生可能な水素を製造する技術の開発と展開を可能にする。これには、2030年までにギガワット規模の大規模な専用の風力発電所や太陽光発電所、さらに長期的には計画中の原子力発電所によるものも含まれる。特に、パイロットプラントを設置し、ノウハウを構築し、高度な研究を行う初期段階では、資金が必要である。

1.3. 世界および欧州のエネルギー・気候変動対策

PSW の策定そして実施は、ポーランドが国際機関や組織への参加や採択された戦略的文書に基づく様々な公約に規定される。ポーランドは世界的な気候変動への取り組みに参画し、気候変動政策の分野における最も重要な国際公約は、国連で締結された1992年の「UNFCCC条約」、1997年の「京都議定書」そして「パリ協定」である。

パリ協定は、持続可能な開発と貧困撲滅の取り組みにおける、気候変動の脅威に対する世界的な対応強化を目的としている。その主要な目的は、世界の平均気温の上昇を産業革命以前の水準よりも2°Cを十分に下回る水準に抑え、気温上昇を1.5°Cに抑えるよう努力することである。

国際連合工業開発機関（UNIDO）は報告書²の中で、産業とエネルギーの脱炭素化における水素技術の重要性を明確に示している。

欧州連合（EU）の戦略的な長期目標は、2018年にカトヴィツェで開催されたCOP-24³で発表された欧州委員会のビジョンに沿って、**2050年までに気候ニュートラルを達成**することであるが、これは欧州委員会の声明「**欧州グリーンディール（EGD）**⁴」にて再確認されている。

² UNIDO「水素社会に向けて」*Towards Hydrogen Societies: Expert Group Meeting, Current advancements in hydrogen technology and pathways to deep decarbonisation*, www.unido.org/sites/default/files/files/2019-04/REPORT_Towards_Hydrogen_Societies.pdf.

³ COM(2018) 773 最終

⁴ COM(2019)640 最終

欧州委員会は、2020年7月8日に「**欧州の気候中立に向けた水素戦略⁵**」（「欧州水素戦略」）と題した声明を発表した。同声明は、エネルギーシステム統合⁶のためのEU戦略とともに、「**欧州グリーンディール（EGD）**」で定められた目標に沿って、気候ニュートラルな経済を実現するための欧州連合の取り組みを支援するものである。**EUの水素戦略**は、産業、市場、インフラを含むバリューチェーン全体をカバーするさまざまな活動分野を組み合わせている。技術開発やイノベーションの観点、国際的な側面を考慮して、水素の需要と供給を増やすための条件を整えることを計画している。また、**EU水素戦略では**、「クリーンな水素」およびそのバリューチェーンを持続可能な成長および雇用を支える投資再開のための重要分野の一つとして位置づけ、新型コロナウイルス危機からの回復のために重要となるとしている。以下の**戦略的目標**が設定されている。

- **2024年までに6GW以上の電気分解機を設置し、RESから年間100万トン以上の水素の生産**
- **2030年までに、40GW以上の電気分解機を導入し、RESから年間1000万トン以上の水素の生産**
- **EU水素戦略では、産業用およびモビリティ用の水素利用を2つの主要な市場として想定**

PSWは、代替燃料が重要な役割を果たすことを想定するEUの「持続可能なスマートモビリティ戦略」とも一貫性を持つ⁷。ポーランドは、EU内の水素市場の将来的な形成についての議論に積極的に参加しており、今回のPSWは国内および国際的活動に弾みをつけることを目的としている。

1.4. 水素と国内政策および施策

責任ある成長を実現するための戦略

2017年2月14日に採択された「**2020年までの責任ある成長を実現するための戦略（2030年までの見直しを含む）**」（SOR）は、中長期的な経済政策の分野におけるポーランドの拘束力のある重要文書である。SORの主目的は、社会、経済、環境、地域といった次元における結束力を同時に高めつつ、ポーランド国民の所得向上のための条件を整えることである。PSWはエネルギー、輸送、産業の各分野における水素技術の利用を支援することによって、この目的達成を目指している。

PSWはSORとの一貫性を持ち、その目的を遵守している。とりわけ詳細目的1.「盤石な知識、データ、組織に基づく持続可能な経済成長」の範囲である。さらに、PSWはSORで想定されるプロジェクトの一部でもある。

- 旗艦プロジェクト「**エレクトロモビリティ**」
- 戦略的プロジェクト「**エレクトロモビリティ開発プログラム**」
- **ポーランド原子力発電計画**

分析対象が先進的であるため、PSWはSORよりも長い期間をカバーしているが、成長政策の原則に関する法律により認められている。また、PSWは石炭ガス化技術にも言及しており、

⁵ COM (2020) 301 最終

⁶ COM(2020)299 最終

⁷ COM(2020) 789 最終

SOR は石炭ガス化技術を、同国のエネルギー安全保障を強化し、石油化学の分野や、アンモニアや水素等の材料の生産において、国産原料の潜在力を活用することができる取り組みの一つと位置付けている。

PSW は、中期における国家開発戦略と開発政策原則に関する法律の規定に準拠している点で、地域開発担当大臣により高く評価されている。

ポーランドのエネルギー政策および国家エネルギー・気候計画

PSW は「2040年に向けたポーランドエネルギー政策（PEP2040）」の戦略に沿った取り組みでもある(PEP 2040)⁸。PEP2040 は今後数十年間にポーランドのエネルギー部門が直面する最も重要な課題に対応するものであり、水素を含む短期的課題を考慮しつつエネルギー部門の発展の方向性を示すものである。PSW は PEP2040 に挙げられた以下の取り組みの一部をなす。

- 1.5 バイオガス、バイオメタン、合成ガス、合成ガス、水素の生産のための国内の潜在能力を活用することにより、天然ガスの需要を確実に満たす。
- 2A.8.特に NPS の規制上の制限から、天然ガスやその他のガス状燃料の使用条件を設ける。
- 4B.5.天然ガスインフラを利用した合成ガス、バイオガス、バイオメタン、水素の輸送・貯蔵に関する研究開発活動の実施
- 4C.7 代替燃料市場、特に電気自動車、CNG および LNG、輸送用合成燃料、水素のため運用条件および支援手段を提供
- 6.4 RES のバランスをとるための条件の確保

2019年にはポーランドは、2021-2030年に向けた国家エネルギー・気候計画（NERP）⁹を策定した。これは、エネルギー連合のガバナンスに関する欧州議会および理事会の規則（EU）2018/1999 に由来する。同文書では、エネルギー効率の高い低炭素輸送の実現手段として、特に水素を挙げている。KPEiK の目的は、エネルギー連合の実現であり、PSW の目的は、先進的な水素技術の導入により、この要請を実現することである。PSW は、ポーランド政府が「代替燃料インフラ開発のための国家政策フレームワーク」によって着手した水素技術支援の分野を発展させるものである。

2. 水素の現状

ポーランドは現在、欧州の水素生産諸国において、ドイツ、オランダに次ぐ第3位を占める¹⁰が、水の電気分解による水素製造のシェアはわずかである。ポーランドにおける水素の年間生産量は約130万トンである。水素の製造は、主に大規模な工業プラントにおける炭化水素の水蒸気改質の過程で行われ、その水素は工業プロセスで使用される¹¹。

⁸ 「2040年に向けたポーランドエネルギー政策（PEP2040）」 <https://www.gov.pl/attachment/3209a8bb-d621-4d41-9140-53c4692e9ed8>.

⁹ 2019年12月30日に欧州委員会に提出した「国家エネルギー・気候計画 2021-2030」 <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/krajowy-plan-na-rzecz-energii-i-klimatu-na-lata-2021-2030-prze-kazany-do-ke>.

¹⁰ エネルギー財団『ポーランドの水素技術の潜在可能性の分析—2030年までおよび2040年に向けて』p. 86.

¹¹ 同書

原料としての水素は、化学工業では還元や水素化プロセス、石油精製では水素化処理、水素化分解、改質、食品工業では硬化工程、冶金工業では鉄鉱石の還元等、さまざまな工業の工程において利用されてきた¹²。

エネルギー源の多様化は長期的なプロセスであり、現在、ほとんどの電力は化石燃料による生産である。セクター間の接続（例えば、電力系統とガス部門、電力系統と運輸部門）は少ない。潜在的 RES 源の利用には、技術的・大気的条件の制限がある。原子力による水素製造は、2033年に予定される初号機の運転開始後に可能になる。水素経済に関する技術開発が、ポーランドでは長年にわたって行われてきた。現在、国内には技術的に即応性の高いソリューションがすでに存在している。これらを商用化の段階に進めるためには、2030年に向けてダイナミックかつ安定した開発を可能にするために、この分野を支援する必要がある。

2.1. 水素経済のバリューチェーン



図 1: ポーランド水素経済のバリューチェーン 独自作成

水素経済のバリューチェーンの各要素において、ポーランドは大規模技術の供給者としてもユーザーとしても重要な役割を果たすことが可能である。しかし、将来の水素バリューチェーンを構成する可能性のある既存のソリューションは、技術的な準備レベルが異なる（多くの場合、不十分である）ため、今後数年間は、既存の国家技術の商業化能力と採用率を向上させることが決め手となる。

2.2. 水素の製造およびその種類

現在、世界および EU のエネルギーミックスに占める水素の割合は低く、大部分が化石燃料、特に天然ガスや石炭から製造されている。

¹² 前掲書 p.22.

現在、国内生産によるものは、すべて化石燃料から作られた水素である。

ポーランドで水素製造をリードする**グルバ・アゾティキャピタルグループ S.A.**は、年間約42万トン¹³の水素原料を製造し、32.3%の市場シェアを占める。以下の企業は、全生産分を自社ニーズで使用。

- ジェショヴィツェ、プシャジン コークス工場：市場シェア約 11.5%、生産量は年間約 149 千トン
- PKN オルレン：市場シェア約 10.7%、年間生産量約 14 万トン
- ロトスグループ：市場シェア約 4.5%、年間生産量約 5.9 万トン¹³

これらがポーランド最大の水素製造施設である。これらに加え、小規模な製造者や、植物油を固めるため等、自社内使用目的で水素を製造する油脂産業がある。

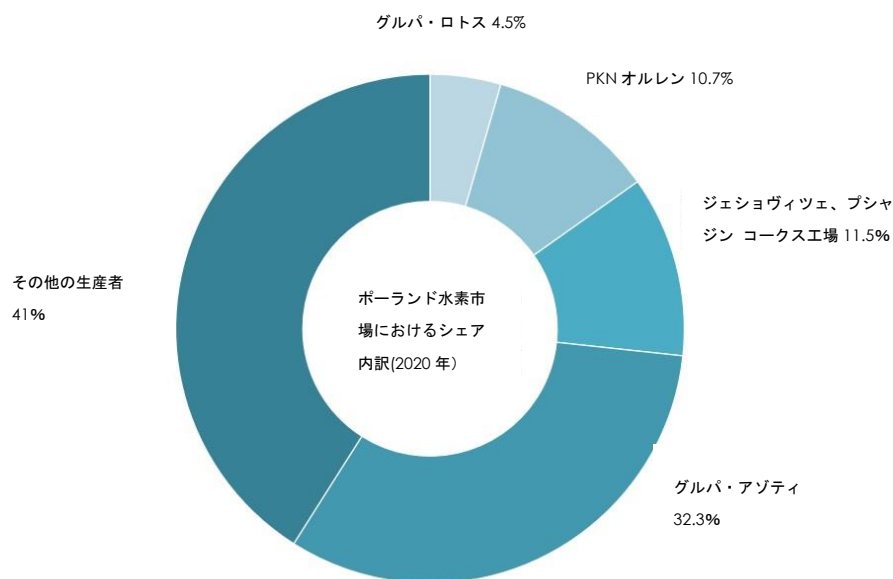


図2 2020年のポーランドにおける水素市場のシェア内訳：エネルギー財団「ポーランドにおける水素技術の潜在可能性の分析—2030年までおよび2040年に向けて」に基づき独自作成

水素の製造方法は、使用する技術やエネルギー源によって温室効果ガスの排出量が異なり、コストや材料の必要性も異なる。したがって、水素の生成はその競争力とライフサイクル放射率を決定する。PSWの目的のために、適用される用語決定が前提となり、それに従い区別される。

従来型の水素

従来型の水素とは、化石燃料を用いた様々なプロセスで製造された水素を指す。これらのプロセスは、主に天然ガスの水蒸気改質、石炭のガス化、コークス炉ガスからの分離である。

¹³ 前掲書 p.81.

世界で生産される水素の大変を占める76%が、化石燃料を原料としている¹⁴現在、ポーランドでは、産業界の安定した需要に基づき水素が生産されている。しかしながら、同水素製造方法では、天然ガスを使用した場合には5.8 kg CO₂eq/kg H₂以上、石炭を使用した場合には10 kg CO₂eq/kg H₂以上のCO₂排出量となる¹⁵。

ますます深刻化する気候変動の影響と、温室効果ガス排出量の削減に向けての国際的取り組みの観点から、こうした方法による水素製造を徐々に減らしていく必要性が高まっている。EU域内排出量取引制度(EU-ETS)の仕組みは、排出枠のコストが徐々に上昇することにより、従来型の水素製造方法から低炭素製造方法への段階的な移行を促す市場を通じたインセンティブとなっている。

暫定的な開発方法として、現状での潜在的な技術を利用し、二酸化炭素の回収・貯蔵・利用方法(CCSおよびCCU法)の導入も別の選択肢として考えられる。この方法においては、なのは保管場所の確保が重要である。

低炭素水素

低炭素水素とは、再生可能または非再生可能なエネルギー源から製造された水素であり、カーボンフットプリント5.8kg CO₂eq/kg H₂以下のものを指す¹⁶。環境に深刻な損害を与えず、気候変動の緩和および気候変動への取り組みへの適応において多大な貢献をしていると判断するには、経済活動において、欧州議会および欧州理事会規則(EU)2020/852を補足する欧州委員会委任規則で定められた基準を満たす必要がある¹⁷。

水素製造に伴う排出量を正確に数値化することにより、製造技術に応じて恣意的に「色」をつけることに代えるべきである。その基準は水素1キログラムあたりの生産チェーン全体で排出されるCO₂の量であるべきである。これにより、製造者はこの指標に基づき、自社の技術を最適化することが可能となる。

低炭素水素の製造には、多様な技術が利用可能である。

- 1) RESや原子力発電所の電力利用による電気分解
- 2) CO₂回収および貯留(CCS)またはCO₂回収および利用(CCU)を伴う従来の電力源からの電力を用いた電気分解
- 3) バイオガスやバイオメタンの水蒸気改質

¹⁴国際エネルギー機関, *The Future of Hydrogen - Seizing today's opportunities*, 2019.

https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf.

¹⁵Bhandari R., Trudewind C., Zap P., Forschungszentrum Jülich - Institut für Energie und Klimaforschung, 2012, *Life Cycle Assessment of Hydrogen Production Methods - A Review*, https://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Downloads/IEK/IEK-STE/DE/Publikationen/research_reports/2012/report_06_2012.pdf?__blob=publicationFile.

¹⁶持続可能な金融に関する技術専門家グループ(TEG)、タクソノミーレポート: テクニカルアネックス、2020年、p.180. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy-annexes_en.pdf

¹⁷C (2021) 2800 最終。EUタクソノミーに関する詳細は以下を参照

https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_pl

- 4) バイオマスのガス化、発酵、熱分解
- 5) 廃棄物のガス化、熱分解、熱処理
- 6) CCS や CCU を用いた炭化水素の水蒸気改質
- 7) CCS や CCU、IGCC や IGFC を用いた石炭ガス化
- 8) コークス炉ガスからの水素の分離等¹⁸、水素を副産物とする化学プロセス

再生可能水素

再生可能な水素は、持続可能性の要件が満たされれば、再生可能なエネルギー源を用いた電気分解機での水の電気分解、バイオガスやバイオメタンの改質、バイオマスの生化学的変換によって製造される¹⁹。その生産に伴い、CO₂ 排出量は 1kg CO₂eq/kg H₂ 以下と低い水準に抑えられる。同技術にはさらに、得られるガスの純度が非常に高いという利点がある（99.999%の水準）。

2020 年には、EU 域内で 300 台の電気分解機が稼働し、水素製造全体の 4%未満を占める²⁰。ポーランド国内では現在、進行中の研究開発プロジェクトの過程で創設されたプロトタイプ設備のみであるが、多くの投資家が短期的にこの技術のパイロット・スタディやデモンストラーションを計画している²¹。電気分解による水素製造の競争力を高めるには、安価な電力使用が重要課題となるが、そのコストは 10~20 ユーロ/MWh である必要がある²²。

¹⁸ 廃水素は「リサイクルカーボン燃料」との概念を導入した指令 2018/2001 においては低炭素に分類（2018.12.21 付 EU 官報 L 328/104）。

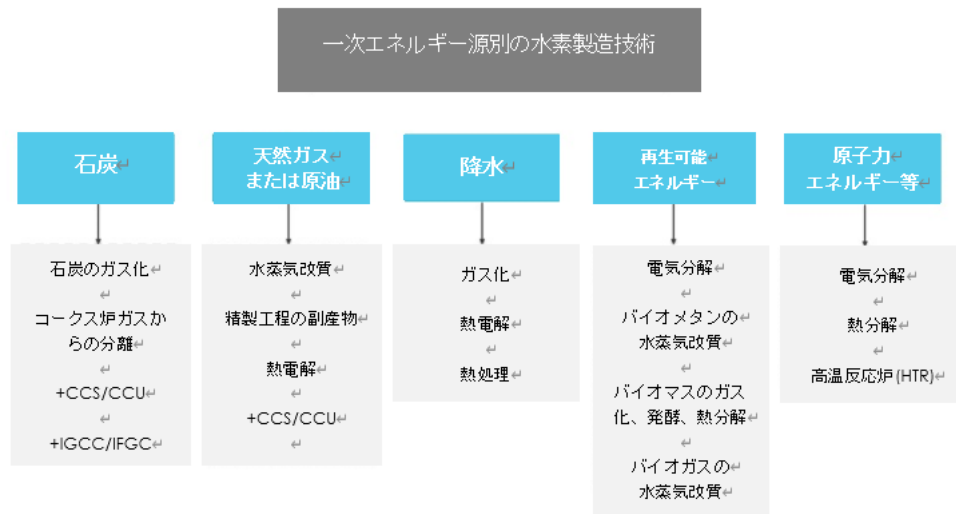
¹⁹ COM(2020) 301 最終, p.4.

²⁰ 同書 p. 1.

²¹ 例： <http://pgnig.pl/aktualnosci/-/news-list/id/startuje-nowy-program-wodorowy-pgnig/newsGroup/10184>, https://www.lotos.pl/322/n,5080/lotos_inicjuje_kolejny_projekt_w_zakresie_wodoru, <https://www.orlen.pl/PL/BiuroPrasowe/Strony/PKN-ORLEN-wybuduje-hub-wodorowy-we-W%C5%82oc%C5%82awku.aspx>.

²² Ch. シュネル（編）「グリーンエネルギーセクターの結合—ポーランドにとっての意義は？」ヤギエロン学院、2020 年、p.26
http://jagiellonski.pl/news/722/laczenie_sektorow_zielonej_energii_co_to_oznacza_dla_polski_raport.

図3：一次エネルギー源別の水素製造量 独自作成



3. 戦略目標

以下の目標は、3つの水素利用の優先分野であるエネルギー、輸送、産業に加え、水素の生産および流通、安定した規制環境の構築について言及する。

採択された優先分野はセクター・ブレンドの概念に基づいており、これは以下を想定する。

- RESによる電力使用量の増加、および
- 特定の経済部門（運輸部門、各種産業、地域暖房等）における利用

- 環境への温室効果ガス排出の原因となる化石燃料への依存度を最小限に抑える目的²³

2020年2月の試算によると、運輸、工業、建設部門を電化する場合、2050年を視野に入れたGHG排出量削減潜在能力は2020年比で約60%（1990年比では約71%）である。再生可能水素を導入し、エネルギー、輸送、産業、地域暖房の各部門を相互に接続する場合、2020年に対する2050年の排出量削減潜在能力は約68%（1990年に対する約83%に相当）となる²⁴。

²³ Ch.シュネル（編）による定義、前掲書 p. 13.

²⁴ Bloomberg New Energy Finance, *Sector coupling in Europe: powering decarbonisation*.2020, <https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/BNEF-Sector-Coupling-Report-Feb-2020.pdf>.

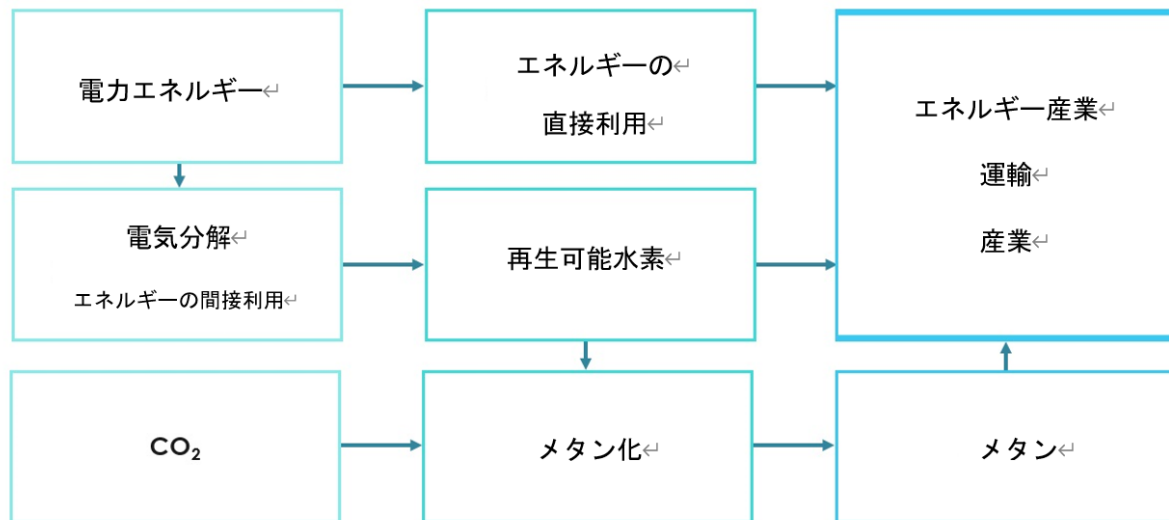


図4：Ch.シュネル（編）によるセクター統合図 独自作成

目標 1: エネルギー・暖房分野における水素技術の導入

現在、電力需要は約 176TWh であり、最大容量は 25.5GW である。2030 年には、電力需要は 201.2TWh に達し、容量需要は 30.2GW に増加することが予想される。2030 年の電力の 55% 以上が石炭火力発電および CHP、約 10%がガス火力発電、約 32%が RES によって賄われる²⁵。地域暖房や熱電併給（CHP）プラントにおける熱エネルギー生産は現在 290PJ であり、このうち 70%が CHP で生産されている。2030 年には生産量が 259.6PJ、このうち CHP が 79% を占める²⁶。

天候（風、太陽、水）に左右される RES の発電能力の動作概要を考慮すれば、RES がグリッドに電気を供給しない期間のバランスを確保する必要があるが、電気分解の使用はエネルギー独立性を高め、再生可能エネルギーシステムの動作の変動性および不連続性の問題に対する解決策を提供することを可能とする。ポーランドの地理的・気象的条件下において、洋上風力発電の電力を利用した再生可能な水素製造が最も収益性が高く、洋上風力発電の競争力を高める可能性があると考えられる。再生可能水素の生産は、太陽光発電所（特に大規模）の電力生産と効果的に均衡がとれ、急速な成長を遂げる太陽光発電投資部門の可能性を高める。

電気は余剰エネルギーの使用により他のキャリアを生成する Power-to-X (P2X) 技術ソリューションにより変換・貯蔵可能である。Power-to-X 変換技術により、発電した電力の一部を電力セクターから切り離し、他の産業分野で利用することが可能となる。「X」は、P2A (Power-to-ammonia)、P2G (Power-to-Gas)、P2H (Power-to-Hydrogen)、P2L (Power-to-Liquid) 等、様々な概念のうちの 1 つを意味する。電力システムの観点からは、P2X ベースのソリューションはその柔軟性を可能とする。これらのシステムは、再生可能エネルギーの導入や、電気や熱の生成における脱炭素化に特に適している。余剰エネルギー利用による多様

²⁵PEP2040, 付属書 2 「エネルギーセクターの予測分析結果」
<https://www.gov.pl/attachment/15a6e747-6231-4dc8-8aba-909a3aa0efb6>.

²⁶ エネルギー財団、前掲書 p.152 - 153.

な種類の燃料生産は、専用のタンクに物質を貯蔵し、他地域への輸送を可能とするため、きわめて効率的なエネルギー貯蔵方法といえる²⁷。以上から、**エネルギーキャリアとしての水素は、エネルギー貯蔵過程に使用可能である**。同時に、P2X ソリューションはセクターカップリングのコンセプトに沿ってガスシステムと電力網を統合することにより、ポーランド経済の化石燃料への依存度を低下させることにもつながる。以上のように、電力分野への脱炭素水素技術の導入は、**ポーランドのエネルギー安全保障に有益な効果をもたらす**。

水素使用による電気や熱を作るための最適なソリューションは、燃料電池技術を用いたコージェネレーションシステムである。燃料電池とは、燃料の化学エネルギーを電気と熱に変換する装置である。電池と異なり、燃料と酸化剤が供給される限り動作可能である²⁸。また、水素を利用して電気や熱を発生させる方法として、ガスタービンがある²⁹。

建築分野で低炭素水素を建物や水の暖房に使用することは、建物の大部分が地域暖房網や天然ガス配給網に接続されている地域では、地域暖房の脱炭素化を支援することが可能となる。水素ボイラーや水素を利用したマイクロ CHP システムは、既存の暖房機器を置き換えることができる。将来的には、ガス冷却システムへの水素使用の可能性もある³⁰。また、暖房用の水素や電力を生産するための1~10kWのマイクロ発電プラントの稼働や、アクセス困難な場所への送電も計画されている。

ポーランドのエネルギーおよび暖房業界への水素導入のための今後5年間における基本的目標は、**研究開発支援**である。**2030年までの10年計画で、さらなる取り組みが計画されている**。これらを視野に入れ、先行研究作業および技術の初期の実装により、より大規模な投資の開発が可能になることが見込まれる。以上のように、ポーランドにおいて水素技術を導入することにより、**セクター統合の概念に基づき、ガスシステムと電力システムの運用を効果的に連携させることが可能であると考えられる**。

支援対策

2025年	2030年
<ol style="list-style-type: none"> 1. 配電網の運用安定化を支援するための1MWクラス以上のP2G設備の試運転 2. ガスタービンにおける水素の混焼（技術的可能性に依存）および既存プラントの改造 3. 集合住宅、オフィスビル、小規模宅地、公共施設等を対象とする10kWから250kWまでの燃料電池を用いたコージェ 	<ol style="list-style-type: none"> 6. 水素を主な燃料とする最大50MWの熱電併給設備等のコージェネレーションおよびポリージェネレーション設備の建設 7. エネルギー貯蔵プロセスのエネルギーキャリアとしての水素の使用を開始 8. 団地、オフィスビル、小規模住宅地、公共施設向けに、10kWから250kWまでの燃料電池を使ったコージェネレーション

²⁷ エネルギー財団、前掲書、p.292 - 293.

²⁸ 同書 p.115~116.

²⁹ 同書 p.119.

³⁰ The Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU), *Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans, 2020*, <https://www.fch.europa.eu/publications/opportunities-hydrogen-energy-technologies-considering-national-energy-climate-plans>.

- | | |
|---|--|
| <p>ネレーションおよびポリージェネレーションシステムの開発に関する研究開発支援</p> <p>4. 水素およびその誘導体を利用したエネルギー貯蔵の開発</p> <p>5. コンパクトな P2G および G2P システムの研究開発</p> | <p>システムやポリージェネレーションシステムの設置</p> <p>9. 暖房用または電気用の水素を製造するための 1~10kW のマイクロジェネレーションプラントの試運転およびアクセス困難な場所への送電の試運転</p> <p>10. 再生可能水素を製造するための電気分解機および雨水浄化ステーションを備えた太陽光発電設備の増設</p> |
|---|--|

表 1：2020-2030 年のエネルギー・暖房分野における水素技術の発展に向けた支援策

目標 2: 輸送用の代替燃料としての水素の利用

水素は、輸送時の排出量削減するための一つの手段と捉えられている。特に**都市交通**（バス）、**道路交通**（大型・長距離）、**小型車両**（フォークリフト、バン、タクシー）、**非電化鉄道**（燃料電池を搭載した鉄道車両）、**海上・河川・インターモーダル**、さらに長期的には**無人車両³¹（ドローン）**を含む**航空**分野において、従来の燃料を代替する可能性を有する。

BEV、HEV および PHEV は、すでに交通機関の排出量を削減しつつある。しかし、完全な脱炭素化を達成するためには、燃料電池電気自動車（FCEV）の導入が必要である。FCEVは、**公共交通機関や大型・長距離の道路交通において特に重要になる**。このセグメントは BEV の使用機会が限定される。水素は、電動化が不経済または不可能な交通手段の代替手段となることが見込まれる。また、重量物や長距離の道路輸送においては、冷凍トレーラーの動力源である内燃機関を電気モーターへの代替も進めていく必要がある。

公共交通機関における水素バスの利用は、電気バスと同様、欧州委員会の「**持続可能なスマートモビリティ戦略**」³²および「**PEP2040**」に定められた低炭素交通機関の目標達成に貢献する。2025 年からは人口 10 万人以上の都市では、2030 年までに公共交通機関の完全なゼロエミッション化を達成するため、ゼロエミッション車両のみの購入が義務付けられる。

水素の用途は、道路交通のみならず、航空、鉄道、船舶等にも広がりつつある。**水素を利用した鉄道は**、貨物輸送、地域や超地域レベルでの旅客輸送にとって魅力的なものとなることが見込まれる。その競争力は、長距離輸送になるほど発揮される。非電化路線で使用されるディーゼル車両（マルチプルユニット/ロボット）に代わり、水素搭載の列車が登場する。ポーランドを含む多くの国々でこれらのソリューションを推進するための施策が行われており、ポーランドの多くの鉄道事業者や鉄道輸送機関が水素電池を搭載した車両の購入に関心を示している。

海上輸送船は燃料消費量が多く、CO₂ 排出量が少ないという特徴を持つ。水素やアンモニアを使用した技術を用いることにより、環境目標の達成に貢献可能である。**水素を動力源とす**

³¹ポーランド経済研究所とインフラ省作成「無人航空機市場に関する白書」（<https://www.gov.pl/web/infrastruktura/biala-ksiega-rynku-bezalogowych-statkow-powietrznych>）にも、無人航空機の推進力となる燃料としての水素利用についての記述がある。

³² COM(2020) 789 最終

る船舶は、バルト海で計画されるポーランドの風力発電所や、海上沿岸輸送用の設備を提供可能である。現在、水素の利用は小規模な実証プロジェクトに限られているものの、**グリーンポート**構想に基づき、一部の港湾局では水素を含む代替燃料サービスを提供するインフラの整備に積極的に取り組んでいる³³。持続可能な方法で**河川輸送**を行うことにより、内陸水路の排出量削減に貢献する。

また、水素の用途としては、無人**航空機への応用が考えられる**。これらのタイプの車両は、輸送（小規模）の性質を持つ特殊なサービスの新たな道筋を示しており、経済の他のセクターの物流支援として利用することができる。

また、水素の可能性は複合**輸送にも**認められており、利用可能なすべてのインフラを活用して海上輸送、河川輸送、陸上輸送の相乗効果をもたらすことが可能である。インターモーダル輸送の推進は、他の水素を利用した輸送ソリューションの持続的な発展にも貢献する。

水素を使用して製造された**アンモニアや合成燃料**（メタネーションプロセス等）は、大型の車輪、船舶、航空輸送に使用することができ、長期的な脱炭素化を可能にする。

ポーランドの輸送分野における水素需要は**5年後**には約 2933.5 トンに達し、そのうち 1764 トンがゼロエミッションバスの充填に必要なと予想される³⁴。このような需要に対応するためには、圧力 350bar および 700bar の水素充填ステーションを 32 基建設する必要がある。**10年後**には、運輸部門の水素需要は年間 22510.7 トンに増加する³⁵。**欧州横断輸送ネットワーク**（TEN-T）の回廊ルートを考慮し、主にバスや鉄道に燃料を供給する目的で、集積地や人口密度の高い地域にステーションを早期に建設するべきである。

支援策

2025年	2030年
11.水素を搭載したゼロエミッションバスの発売。 100台 から 250台 の水素バスを新規導入	18.ポーランド製を含む 800~1000台 の新型水素バスの発売
12.水素補給・燃料補給ステーションのネットワーク構築 - min.32 の 新しいステーション	19.水素補給およびバンカリングのインフラのさらなる発展
13.EU規格に準拠した純度の水素を精製する施設の建設	20.ディーゼル列車や機関車からの段階的な水素への代替
14.電化が予定されていない路線におけるディーゼル車に代わる 水素列車・車両 の開発	21.重車両、鉄道、海上、河川、航空輸送、インターモーダル輸送における水素利用の開発
	22.水素推進システムを搭載した 船舶 の試運転

³³海上輸送に使用する代替燃料の発展は特に『グダンスク港戦略 2030』
<https://www.portgdansk.pl/documents/2021/01/strategia-2030.pdf> で想定されている。

³⁴ エネルギー財団、前掲書 p. 177.

³⁵ エネルギー財団、前掲書 p. 178.

- 15.水素を使った推進システム（アンモニア、メタノール等）を搭載した最初の船の設計作業
- 16.メタネーションから得られる合成燃料を輸送に使用することの実現可能性と実行可能性を調査
- 17.公共交通機関、道路・鉄道・海・河川・航空による重量物輸送、および複合一貫輸送において、水素およびその派生物を使用するためのパイロットプログラムを開始

23.水素を利用した**合成燃料**の製造

表 2：2020-2030 年に向けた、交通機関における代替燃料としての水素導入への支援策

目標 3: 産業界の脱炭素化への支援

重工業は、気候ニュートラルの達成が最も困難な経済セクターの一つである。産業部門は総排出量の 22% (91 Mt₂CO_e) を占め、その大半が燃料 (36%)、非金属鉱物 (22%)、化学物質 (13%)、鉄鋼 (9%) の生産による³⁶。低炭素水素の使用により、同産業の温室効果ガスの排出量を大幅に削減することが可能となる。

現在ポーランドでは、主に**化学・石油化学・石油精製産業の原料**として水素が使用されている。ポーランドにおける水素の主な生産者は窒素肥料産業であり、主な中間生成物はアンモニアで、生産量は年間 200 万トンにのぼる。水素の生産量で 2 番目に多いのは、石油精製・石油化学産業である。石油化学分野では、水素は液体燃料や製油所の原料として使用される。製造過程としては、主にメタンの水蒸気改質法を用いて天然ガスから製造される³⁷。2018 年、ポーランドでは 130 万トンの水素が製造され、アンモニア製造、メタノール製造、精製工程がその需要の 90%を占めている³⁸。次に排出量が多いのは鉄鋼業であり、1 トンの鉄鋼の生産により 1.83 トンの CO₂ が発生することが想定されている³⁹。

PSW および EU の経済全体の予測によると、水素技術によって回避される CO₂ 排出量は、それぞれ 1,850 340 トンと 3,775 525 トンである⁴⁰。PSW では、水蒸気改質プロセスのみでの排出削減量を 1,382,000t と想定している⁴¹。産業部門は代替となる脱炭素化の選択肢がないため、低炭素水素の最大の消費者となる可能性が高いことが考えられる。鉄鋼や化学等、非常に高い温度 (200°C以上) を必要とするサブセクターでは、そのプロセスの性質上、大規模な RES 電化の選択肢がないため、産業の脱炭素化において大きな課題となっている。水素は、アンモニア、メタノール、還元鉄、石油化学製品等の化学原料や反応物からの排出量を次の

³⁶ McKinsey&Company, Carbon-neutral Poland 2050, 2020, p.17.

³⁷ エネルギー財団、前掲書 p.156-9.

³⁸ Clean Hydrogen Monitor 2020, Hydrogen Europe, 2020.

³⁹ エネルギー財団、前掲書 p. 161.

⁴⁰ 同書 p. 343.

⁴¹ 同書 p. 341.

ように削減する方法となる。すなわち、技術プロセスにおける低排出水素の製造と使用、製鉄における還元剤としての水素の使用、工業プロセスにおける天然ガスへの水素の混合等である⁴²。産業界のCO₂排出量の22%を占める鉄鋼分野では、高炉やアーク炉で鉄鉱石を直接還元するDRI（直接還元法）技術の工程で水素を使用することが望ましいとされている。水素を製鉄プロセスにおける燃料や還元剤として使用することにより、燃焼により大量のCO₂排出を伴う石炭やコークスからの脱却が可能となる⁴³。

水素の産業利用を促進するには、**水素バレー**（水素の製造、輸送、貯蔵、産業用最終利用等、水素経済に関連するバリューチェーンを構築する生態系）の出現を支援することが期待される。水素バレーでは、地域、国、国際的なステークホルダーの協力に貢献するR&D&Iプロジェクトや投資プロジェクトが行われる。共通の目標を持つことにより、水素バレーへの参加者間で情報や経験を共有することが可能となる。水素バレーモデルは、需要地と供給地の間の距離を短くすることを基本としている。水素バレーの例としては、複数のバリューチェーン・アセットが発生する地域が考えられる。水素バレーでは、RESから電力を生産し、電気分解機を使って水素に変換し、産業パートナーが利用する。水素バレーの開発は、「**水素バレー・イノベーション・エコシステム**」と呼ばれる管理モデルによりサポートされる（PSW第4章参照）。水素バレーの目的は、セクターを統合し、ビジネスパートナーを見出だし、プロセスおよびコストを最適化することである⁴⁴。

支援策

2025年	2030年
<p>24. グリーン産業エネルギーに基づき、石油化学、化学、肥料の製造プロセスにおいて低炭素水素を生成・利用する活動</p> <p>25. 最もエネルギー集約度の高い産業に水素を使用した低炭素技術を展開するための戦略を構築</p> <p>26. 特に鉄鋼、石油精製、化学等、気候ニュートラルの達成が困難な分野でのパイロット技術プロジェクト</p> <p>27. 閉鎖型水素経済の共有バリューチェーン構築の一環としての産業用水素バレーのフィージビリティ・スタディ</p>	<p>28. 5つ以上の水素バレーが水素経済の実現、セクター統合、産業環境の変化、インフラ構築のためのセンター・オブ・エクセレンスとして設立される</p> <p>29. その結果得られた投資を、欧州共通のインフラに統合。産業界に最適な水素ソリューションに関する国内および国際レベルでの知識移転と経験の共有</p>

表3：2020-2030年における脱炭素化産業への支援策

⁴² No regret hydrogen, op. cit., p.9.

⁴³ Roland Berger, The future of steelmaking, op. cit., p.7.

⁴⁴ The Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU), op. cit., s. 23.

目標 4: 新規設備による水素製造

「欧州グリーンディール (EGD) 」や EU 水素戦略の方向性を考慮し、水素製造分野におけるポーランドの 2030 年までの戦略目標は、**低排出ガスやゼロ排出ガスによる水素製造施設の建設条件の整備である**。ポーランド政府は、再生可能エネルギーを原料とし、ゼロエミッション技術を使用して製造された低公害水素のみを支援対象としている。化石燃料からの水素製造支援は、CO₂ 回収技術 (CCS/CCU 等) の利用が条件となる。

最適な水素製造は、エネルギー・クラスター内で実現され、エネルギー源や需要の中心に極力近い場所で行われ、輸送部門や工業生産における地域のエネルギー需要を満たし、電力生産と熱生産のバランスをとることが可能である⁴⁵。したがって、再生可能エネルギーからの直接供給の可能性を考慮し、製油所、製鉄所、化学コンビナート等の既存の需要センターの近くにある RES 発電所や、長期的には新しく建設される原子力発電所に水素製造施設を建設する条件整備が最も重要である。**再生可能な水素製造の開発は、RES の開発と密接な関係にある**。

目的 1 で前述のとおり、ポーランドの地理的・気象的条件においては、洋上風力発電による電力を利用した再生可能水素の製造が最も早く採算が取れることとなる。洋上風力発電所は、比較的高い年間効率係数 (容量係数) を特徴としており、ポーランドのバルト海地域では 45 ~50% の間で推移している。さらに、洋上風力発電所からの電力を水素製造に利用することで、水素**エコシステム**の発展にも影響を与える可能性がある。水素を推進力とする船舶や水素輸送用に設計された船舶、電気分解の過程で水素を製造する設備、液化水素のバンカリング・ステーション、ポーランドの風力発電所を運営するために設計された水素推進船等が挙げられる。

大量の雨水が溜まる場所では、グリーンエネルギー生産のための太陽光発電設備と組み合わせ、浄水場を設置することにより、再生可能な水素製造の可能性が広がる。

ポーランドでは太陽光発電における急速な飽和状態により、国産の水素製造・貯蔵装置の市場が生まれている。

P2G では、水素や、メタン化プロセスを追加することで合成メタン (採取ではなく生産) を生産することが可能である。この技術は、安定性の低い再生可能エネルギーで発電した電気を、再生可能な期間中に他のエネルギーに変換可能である⁴⁶。P2G プロセスによる合成メタンの生産は、従来の発電装置や工業プロセスの排ガスから回収された廃棄物 CO₂ の管理や、予測できない生産性が不安定な再生可能エネルギーの余剰電力の変換を可能にする⁴⁷。

⁴⁵ エネルギー財団、前掲書 p. 464.

⁴⁶ エネルギー規制当局『水素と P2G 技術はエネルギーシステムを最適化するのか? ACER および CEER からの諸提言』

<https://www.ure.gov.pl/pl/urząd/informacje-ogólne/aktualnosci/9307,Czy-wodor-i-technologie-P2G-zoptymalizują-system-energetyczny-Kolejne-rekomendac.html>

⁴⁷ S. Dobras, L. Więclaw-Solny, A. Wilk, A. Tatrzcuk, 『電力からガス化への過程におけるメタン』 Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk" 2018, no. 104, p. 104.

合成燃料は化学、工業、そして運輸部門の一部で、脱炭素化に重要な役割を果たす。低炭素水素は、アンモニアの製造、肥料の製造⁴⁸、船舶燃料、既存の石炭火力発電所での石炭との混焼、燃料電池での直接発電等に利用される。

今後 **5年間**は、低炭素型の水素抽出プロセスや技術の研究開発を支援する予定である。**2030年**には、低炭素電源およびプロセスによる設備容量を **200万kW** とし、これにより年間 **193,634.06 トン**の水素を製造し、国民経済における水素需要の **99.4%**を賅うことを想定している。⁴⁹

支援策

2025年	2030年
<p>30.低炭素水素技術の研究開発</p> <p>31.低炭素資源、プロセス、技術を用いた水素製造設備の建設（総容量は最小50MW）</p> <ul style="list-style-type: none"> - 電気分解プロセスの水 - ガス化、発酵、熱分解等の方法で処理したバイオマス - 水蒸気改質プロセスにおけるバイオガス - 水蒸気改質プロセスにおけるバイオメタン - ガス化、熱処理、熱分解等の方法による廃棄物処理 - 廃棄ガス - CCS/CCU を利用した水蒸気改質プロセスにおける炭化水素 - CCS/CCU、IGCC、IGFC 技術を用いた石炭ガス化 <p>等の低炭素水素抽出プロセス・技術の開発</p> <p>32.水素メタネーションによる合成ガスの製造およびアンモニア製造における低公害水素の利用</p>	<p>33.特に電気分解機の設置を含め、低炭素な資源、プロセス、技術による水素および水素派生物の設置容量 2GW を目指す。</p>

表 4：2020年～2030年の新規設備による水素製造に関する支援策

⁴⁸ エネルギー財団、前掲書 p. 242.

⁴⁹ エネルギー財団、前掲書 p.166, 321.

目標 5: 効率的かつ安全な水素の輸送、流通および貯蔵

水素を利用した経済を調和的に発展させるためには、水素を生産地からエンドユーザーまで効率的に届け、安全に貯蔵することが必要である。現在のソリューションは、パイプライン、道路、鉄道輸送に分かれている。また、1980年代から検討されてきた水素の海上輸送も、近い将来に実現する可能性のある有望な選択肢の一つである。

水素貯蔵・輸送・流通システムの設計・建設の各段階では、リスク分析を先行して行い、得られた結論は公共の安全と供給の安全を確保するために使用されるべきである。水素注入と水素／ガス混合物の伝送の観点から既存のガスインフラを検討し、ガス／水素混合物が産業ユーザーのプロセス、機器、計装に与える影響を分析する必要がある。

送配電に関しては、既存の天然ガスネットワークで水素を輸送することが可能であり、そのネットワークが水素混合物の輸送に適合しているか、または適合する見込みある場合にのみ、水素を輸送することが可能である。国際エネルギー機関 (IEA) は水素利用拡大の契機として、天然ガスの送電網に 5%の水素混和剤を導入することを挙げている。これにより、水素の需要が大幅に増加し、この技術の開発コストを削減することが可能となる⁵⁰。欧州の規制によると、ガスネットワークは、バイオメタン、バイオガス、合成メタン、石炭層ガス、水素等の再生可能なガスの化学的特性、関連する技術規制や安全基準を考慮の上、これらのガスが注入可能にする必要がある⁵¹。

この分野の開発を促進する目標として、*PEP2040* では **2030年までに天然ガス以外のガス**（脱炭素ガス：バイオメタン、水素）を約**10%含む混合ガスのガスネットワークによる輸送**を目指している⁵²。混合ガス輸送に伴うネットワークの安全性確保のためには、ガスの品質に関する技術的要件や国際規格を遵守しつつ水素を注入する必要がある。特に、エンドユーザーの機器をガス組成の変化に適応させる必要があることに注意が必要である。エネルギー、運輸、産業の相互依存が高まる中、TSOg および TSOE の運営者が共同で行動し、電力・ガスシステムの最適な運用と、これらの部門間の有機的な協力の実現が肝要である。

OSP、OSD および水素貯蔵システム・オペレーターの役割は、水素市場の機能に関する欧州の規制が採択された後に法的に定義される⁵³。

市場開拓の最初の数年間は、水素の輸送は主に道路と鉄道（タンカー、レールタンカー）で行われる。将来的には消費者の水素需要の増加に伴い、既存のガスインフラや水素専用パイプラインが輸送に利用されることが見込まれる。インフラはクラスターモデルで発展し、生産拠点と需要拠点を結びつける。これにより、電気であれガスであれ、コストのかかるリニアなインフラは不要となる。ポーランドは欧州企業が協力して汎欧州的な水素輸送専用インフラを計画する「*欧州水素バックボーン*」構想に参加しており、インフラ整備の促進が見込まれる。

⁵⁰ 国際エネルギー当局、前掲書

⁵¹ 天然ガスの域内市場のための共通規則に関する 2009 年 7 月 13 日の欧州議会および欧州理事会の指令 2009/73/EC および指令 2003/55/EC の廃止（2009 年 8 月 14 日付 EU 官報 L211）

⁵² PEP 2040, p.38.

⁵³ 水素・脱炭素パッケージの草案は、2021 年第 4 四半期（10–12 月期）に欧州委員会より発表予定 https://ec.europa.eu/info/news/public-consultation-launched-decarbonising-eu-gas-market-2021-mar-26_en

水素は地下と地上の両タンクに貯蔵することが可能である。枯渇した油田やガス田、帯水層、岩洞、廃坑等の地下貯留施設の選択肢の中から、経済的観点と水素の特異性の観点から、塩室が最適なソリューションであると考えられている。また、その開発に関する研究開発活動も支援される。一方で、水素技術が大量に導入され、需要や消費者数の増加に伴い、大型のバッファータンクの建設が必要になった場合には、大型の地上タンクに水素を貯蔵することが必要になる可能性がある。

支援策

2025年	2030年
<p>34. 水素の送配電ネットワークの開発—水素経済発展のための最適なエネルギー送出形態に関する分析の開発：電気送出／水素送出／既存のインフラを利用した LNG 送出／専用パイプラインによる水素送出</p> <p>35. 「水素ハイウェイ」—水素専用の南北パイプラインのフィージビリティ・スタディの開発</p> <p>36. 水素注入と水素／ガス混合物の伝送のための既存ガスインフラの調査</p> <p>37. 鉄道、道路、インターモーダルによる水素の輸送</p>	<p>38. ガスに添加された水素の送配電の目的でガスネットワークの特定の部分を適応</p> <p>39. 水素の送配電のための専用パイプラインの建設、電気の送配電のための電力網の延長等</p> <p>40. 水素流通のための軽量タンクの研究開発</p> <p>41. 大規模塩水洞水素貯蔵庫の開発に関する研究開発</p> <p>42. P2G システムで製造された SNG のガスネットワークへの注入</p>

表 5：2020-2030 年における水素輸送および貯蔵への支援策

目標 6: 安定的な規制環境の構築

水素経済の発展に必要な条件は、適切な法的・標準化フレームワークの構築である。計画されている規制措置については第 3 章で詳しく述べるが、この点で最も重要な活動は以下の通りである。

- **2021 年第 3 四半期（7-9 月）**—輸送機関における代替燃料としての水素の運用に関する規制の枠組みの策定
- **2021 年第 4 四半期（10-12 月）**—市場を機能させるための基盤となる、水素に関する立法パッケージの開発
- **2022-2023 年**—法制化された水素パッケージの開発：市場の運営方法の詳細を定めた法律、同分野における EU 法の実施、低炭素水素製造のためのインセンティブシステムの実施

水平的取り組み

PSW の目的の枠内で定められた 41 の基本的施策に加えて、水平的取り組みへの支援も計画されている。

43. 水素技術分野におけるポーランドの R&D 潜在可能性の活用（R&D 支援の詳細は PSW の 3.3.に記載）

44. 水素自動車、電気分解機、熱分解機、燃料電池、水素バス、水素機関車、水素貯蔵タンク、メタン化（P2G）または P2L 技術用の反応器および触媒、その他の構成要素（パイプライン、バルブ、シール、コンプレッサー、ポンプ、安全自動化等）を製造するためのプラント開発

2040年までの見通し

2030年以降の予測によると、低炭素水素とその大規模利用への関心が着実に高まっている。この傾向は、需要を増加させるだけでなく、新しい技術の開発を余儀なくさせ、現在のニッチなソリューションの利用を活発化させる。

さらなる技術開発と水素の普及は、市場価格の低下にも影響を及ぼす。2030年以降のポーランドでは、再生可能エネルギーを用いた電気分解による水素製造コストが、メタンの水蒸気改質による水素製造コストと同等になることが想定されている。世界的予測によると、この点については楽観的であり、2040年には電気分解による水素の価格が1kgあたり1.5米ドル程度になり、2050年には1kgあたり1米ドルになるとの想定である^{54,55}。

2030年以降のポーランドにおける水素経済の未来および水素生産量の増加は、RESの開発に大きく依存する。PEP2040の計画によると、2030年には最終エネルギー総消費量に占めるRESの割合を23%にする目標が採択されている。ネットの電力生産に占めるRESの割合は32%で、2040年には40%以上に達する可能性がある。また、2040年には、RESを利用した設備容量が、設置された発電機の約半分を占めると予想されている。

長期的（2030年以降）には、原子力発電所と連結した電気分解機による水素製造も可能になる見込みである。そのためには、原子力発電所内に水素製造施設を建設するための条件を事前に整備する必要がある。原子力発電所で製造された水素の競争力は、ゼロエミッションのみならず、大規模な製造が可能であるという点にもある。原子力発電所における水素製造は、夜間の時間帯に原子力発電所が電力削減命令を受けた場合に特に有効であり、余剰電力を給電用電気分解機によって利用することで、実質的にコストをかけずに水素の製造が可能である。

将来的には、高温炉（HTR）の熱を利用した水素製造も可能となる。高温の反応器から熱を取り出して水素を製造する方法は、エネルギー変換損失が少ないため高効率な方法である。HTRでは熱を取り出すことが可能なため、熱分解プロセスを利用して水やメタンから水素を製造することが可能になる。2020年にはポーランドは、この技術を利用して日本との二国間協力を開始した。

ポーランド政府は、向こう10年で2030年の目標を実現するため、水素市場の発展や技術開発の状況に応じて本戦略を最新化していく目論見である。

⁵⁴ IRENA, *Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolyzers to Meet 1.5oC Climate Goal*, <https://www.irena.org/publications/2020/Dec/Green-hydrogen-cost-reduction>.

⁵⁵ Bloomberg New Energy Finance, *op. cit.*

4. 戦略の実施、資金調達およびモニタリング

PSW の 10 年後の展望として、PSW の実施計画、モニタリングおよび評価システムを開発し、適宜最新化ルールを策定する必要がある。

PSW 実施のために計画された措置には、立法的措置と非立法的措置がある。提案される実装時期は以下の通りである。

施策ロードマップ

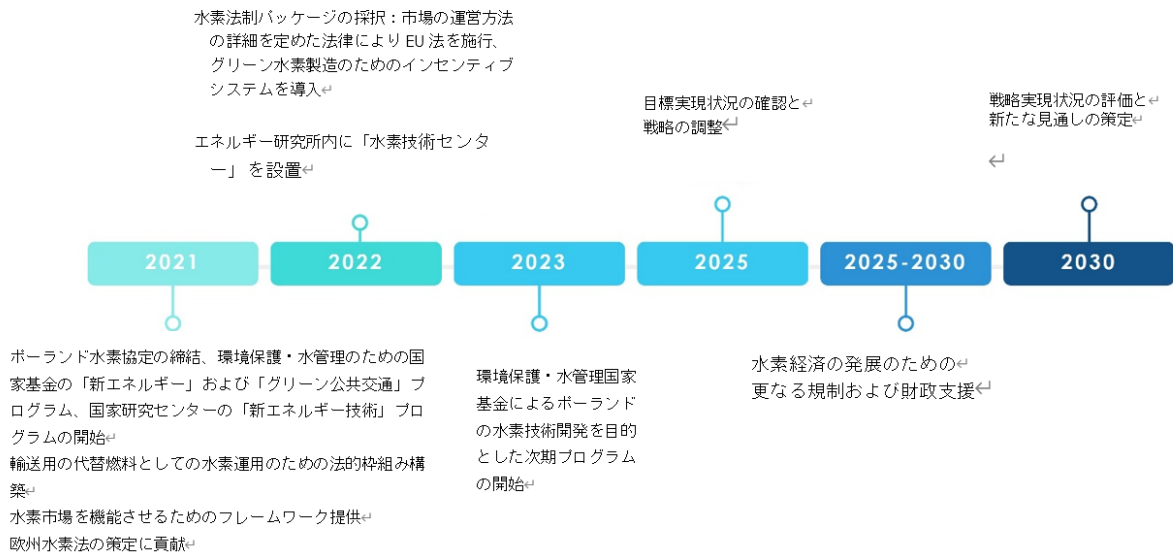


図 5：水素分野における 2021 年から 2030 年にかけての取り組み 独自作成

4.1. 戦略の実施体制

ポーランド水素戦略の実施は、中央および地方の政府当局、政府機関、科学研究機関が担当する。

PSW の実施にあたっては、エネルギー担当大臣が主導的な役割を果たし、国のエネルギー・原材料政策の立案と実施を担当する。

水素経済全権大使は、水素技術に関する国家政策を形成する立法プロセスに参加し、国民への教育や水素経済の発展に対する障壁を取り除くための活動を支援する。

再生可能エネルギー源全権大使は、RES の開発、電気・水力モビリティの開発、エネルギー効率の向上、エネルギー貯蔵技術の開発を目的とした活動を調整する。

各々の権限の範囲内で、ポーランド水素戦略の実施には、国家資産担当大臣、経済担当大臣、建設・計画・空間開発・住宅担当大臣、地域開発担当大臣、農業・農村開発担当大臣、運輸担当大臣、海洋経済・内陸航行担当大臣、財務担当大臣、外務担当大臣、科学・高等教育担当大臣、教育担当大臣が関与する。

国家環境保護基金は、環境保護と水管理のための 16 の地方基金と共に、環境にやさしい投資への資金提供を活動の中心とする国立法人である。国立研究開発センターは、革新的な技

術や社会的ソリューションの創出を支援する政府の行政機関である。これらの団体は、ポーランドで水素技術を導入するプロジェクトに資金を提供している。

4.2. 立法措置

ポーランド政府がPSW実施のために計画している最重要施策は、水素市場の発展に対する障壁を取り除き、電気分解のためのRESの使用を段階的に増加させるための**規制を設定すること**である。

輸送機関の代替燃料としての水素の機能と、市場機能の詳細を規定する規制の枠組みを構築するために、以下の法律を改正する**水素立法パッケージ**の開発が計画されている。

規制	問題の所在	Lp.
1. 法律—エネルギー法	同法では水素の定義がなく、気体燃料と認められるか否かは不明確である。現在の法律の文言に基づくならば、ガスネットワークを介して水素を輸送する事業には免許が必要であることが推測される。また、同法律ではエネルギー貯蔵の定義を変更する必要がある。	1. 法律に水素の概念を導入 2. 市場が十分に発展するまでは、免許付与義務を負わないことを推奨 - 第32条 [コンセプションを必要とする活動種類] の改正 3. 水素のエネルギー貯蔵としての役割を規制
2. 法律—エネルギー法	水素が法律の規則に適合するか否かについて、明確な規定が存在しない。特に配電と発電のアンバンドリングの原則や、最終消費者へのエネルギー販売等	水素市場およびガスインフラの利用に関するルール策定 市場が適切に発展するまでは、所有権アンバンドリングの原則を導入しないことを推奨
3. 電気自動車および代替燃料に関する法律	水素ステーションの技術（使用）条件の規定の欠如	技術的条件を規定した施行法の施行を可能とするため、法律に適切な規定を導入
4. 燃料品質監視・制御システムに関する法律	輸送中に使用される水素の基準を定めた規制の欠如	指令2014/94/EUに基づき、水素の調査義務を明記し、同燃料の基準を設定する明確な規制を導入
5. 法律—建設法	水素充填ステーションの建設やステーション内での水素貯蔵等の条件を定めた技術的・建設に関する規制の欠如	同措置は、法律の改正ではなく、水素ステーションの建設条件を定めた技術的・建設に関する規則の施行を必要とするもの

6.	再生可能エネルギー源に関する法律	同法律には水素の定義や規制が含まれていない。RESからの水素製造施設に対する規制がない	規制緩和の導入、原産地保証に関するRED II指令の実施、RESからの水素製造に対する支援メカニズムの定義
7.	原子力発電施設への投資および付随的投資の準備・実行に関する法律	原子力発電所による水素製造への投資に対する規制緩和の欠如	添付の投資の定義の変更原子法の並行改正を検討
8.	バイオコンポーネンツおよび液体バイオ燃料に関する法律	RED指令の改正を予定	水素に関するRED指令の次の改正に合わせた規制の調整
9.	法律—環境保護法	同法律は、環境保護と水管理のための国家基金からの支援制度を規定	支援体制の拡充
10.	高効率コージェネレーションによる電力供給の促進に関する法律	同法律では、燃料電池や気体燃料による生産を規定。水素は燃料として規制に含まれず	エネルギー法に倣った水素の規定を導入 特に水素を使用する小規模なコージェネレーション・ユニットの新設に対する規制緩和を導入
11.	法律—水に関する法律	水素製造に関しては、同法律には規定なし	エネルギー生産のための水の利用に関するカタログおよび水環境へのさまざまな影響に関するカタログを水素製造を含めて拡張
12.	個人所得税法	現在の法律の文言では、電気自動車にはより有利な減価償却規則が定められている	水素自動車にも適用できる可能性あり
13.	法人所得税法	現在の法律の文言では、電気自動車にはより有利な減価償却規則が定められている	水素自動車にも適用できる可能性あり
14.	新しい法律	産業界の気候変動への対応の必要性	差異化炭素契約の導入
15.	法律—地質・鉱業法	同法律には、現状では地下水素貯蔵庫の運用に関する規定なし	タンクのない水素の地下貯蔵に関する規定の導入、物質の貯蔵に関する既存の規定の明確化、タンクのない水素の地下貯蔵の公共目的投資への認定
16.	法律—度量衡法	同法律は、法定計量管理の対象となる水素測定器の種類、この	水素の計量管理を可能にするため、法律に適切な規定を導入

管理の範囲及びステーションでの水素の分配に使用する機器の計量要件に関する規定を定めていない

17. 法律—航空法

同法律では、水素技術のニーズに適応することが求められている

水素燃料を使用するドローン技術には、法的規定や承認が必要。航空法の改正なくして、航路に入ることが不可能

改正ではなく、水素市場を包括的かつ一元的に規制する「水素法」の制定により上記の規制を受け入れることを検討

表6：水素に関する立法措置

4.3. 非立法措置

ポーランド政府は、*PSW* の目的達成のために、以下の支援策を講じる。

A. 水素経済の構築に向けた協定締結

PSW の実現に向けた基本的な活動は、ポーランド水素協定というセクター取引の締結である。提案される協定の目的は、新しいセクターの開発のための長期的な行動リストを作成し、官民がコミットすることである。カタログを提示し、法制、組織、制度、金融面での手段を提供する。以上のように、水素経済構築のためのアクションプランを策定し、*PSW* を実施するための重要な手段となる。

SOR に基づき、セクター契約は公共団体と所定のセクターの代表者との間で締結される。水素技術への支援の調整を担当する公的機関は、エネルギー担当大臣である。セクターの代表者とは、水素経済構築のためのパートナーシップを確立し、2020年7月7日のセクター別水素契約締結のための Letter of Intent（意向書）に署名することにより、同省の活動を支援する意思を表明したすべての事業体を指す。セクターの適切な代表性確保のために、同書簡の規定の実施に参加する可能性は残されている。最終的には、政府側と業界で結成された水素会議所、あるいは業界の代表者が参加する協会との間で契約を結ぶことが最も望ましい解決策である。気候・環境省は、この目的のために産業界の代表者が制度的な協力関係を結ぶことを奨励する。

ポーランド水素協定では、新興の水素分野に対して戦略的な視野を広げ、安定した環境を提供することで投資を促進することを目的とした、オーダーメイドの施策パッケージを提示している。

B. 水素バレー・イノベーション・エコシステムの形成

水素経済の発展は、EU の水素戦略に基づき、欧州の水素エコシステムの一環である水素バレーの形成に基づいている。地域、国、国際レベルにおいても統合されたエコシステム・メカニズムにおいて、水素産業発展のための条件整備が計画されている。

ポーランドの水素バレー・イノベーション・エコシステムには、イノベーション、技術、インフラ、産業、自然等の観点から、水素バレーの枠組みにおいて厳選された、特定の地理的

領域において実施される大規模かつ長期的規模の革新的な産業ベンチャーや投資プロジェクトが含まれる。生態系の構築および機能は国家レベルで調整が行われ、国際的経済システムに統合される必要がある。ポーランドの水素産業が世界的競争力を持つために、「調整機関」が管理することとなる。

水素バレーは、バリューチェーン内を極力結びつけ、特に R&D&I セグメントの発展に重点を置き、多くの分野において顧客ニーズを並行して最大限満たすことを目指すものである。このようにして技術、知識、研究、ビジネスの臨界質量を達成し、自給自足かつ自立した水素経済エコシステムの構築のために、協調的に統合連携のとれたエコシステムが出現することが期待される。

C. 水素技術センターの設立

水素技術の分野においてポーランドの科学技術力を活用するためには、以下に挙げる業務を行う部署を設立する必要がある。

- 進行中の研究プロジェクトを調整し、バーチャルなものも含めた専門的な研究グループの設立や研究成果の商業化において科学界を支援
- 国内外の企業が使用する水素経済のための市場で競争力を持つ製品を提供
- 水素技術活用の分野において、幅広いコンサルティング、サービス、開発業務を提供
- 水素分野における新たな開発に着手
- 新規プロジェクトおよび研究活動目的の資金調達
- 水素に関する教育および知識の普及

同部署には、任務実行のため専門家や関係者が幅広く参加する。研究とポーランドの科学的可能性の統合により、画期的な技術の利用および導入について、広く議論するためのプラットフォームとなることが期待される。

D. 水素経済のための能力開発

能力開発および人材育成の主な課題は、水素施設の設立、建設、運営のための**有資格者の養成**である。

特殊な安全環境に積極的に貢献する高学歴かつ高度に訓練された人材を確保することは、水素技術をより広範囲において導入および活用するための最重要な課題の一つである。高い能力を持つ人材を獲得し、養成し、維持することが、エネルギーおよび輸送分野において特に重要である。水素モビリティの計画的かつ大規模な開発には、車両や燃料補給ステーションのサービスを提供可能な人材の育成が不可欠である。適切な計画、研修、人事制度が重要である。大学との連携で PSW 対象分野の人員養成のための学位コースの設置や、職業訓練校のカリキュラムに水素電池自動車の整備に関する項目を追加する等、様々な教育レベルで水素の製造、輸送、利用に関するテーマをカリキュラムに取り入れる必要がある。

水素経済の発展は、石炭に依存する地域の**労働者**を効果的に**再教育**する機会を提供する。その初期段階として、適切な政策の枠組みを準備し、安定した資金確保が必要である。労働市場の構造的変化は雇用の喪失であるのみならず、新たな雇用を創出することが広く認識されるよう、教育支援措置を開始する必要がある。同時に、労働者の再教育や新しい技能の習得の役に立つ、適切かつターゲットを絞った支援プログラムの実施が求められる。

E. 啓蒙活動および社会キャンペーン

ポーランド共和国政府は、現状における水素の利用状況や安全ガイドライン等についての認識向上のため、教育活動や社会規模でのキャンペーンを実施する。

F. 欧州および国際的協力体制

PSW 導入企業の国際協力および EU フォーラムへの参画は、水素経済の発展に重要な役割を果たす。

国際的な研究や投資プロジェクトへのポーランドの科学者や投資家の参加により、経験の共有が促進され、ポーランドの水素経済のバリューチェーンの構成が最高水準に保たれ、最終的には輸出も視野に入る。

ポーランド共和国政府は、EU フォーラムに関する意思決定プロセスや法律・公共政策の策定へのポーランド行政機関の関与を確実にする。特に、欧州委員会の立法案に関する理事会の交渉に積極的に参加し、提示された見解を新たな妥協案に適応させ、ポーランド共和国政府およびポーランドの利害関係者の主張を反映させることを目指す。気候・環境省は 2020 年 12 月より「欧州クリーン水素同盟」に加盟している⁵⁶。

4.4. 戦略実施のための資金調達

予測される設備投資

水素技術の開発が初期段階であり詳細な分析を要するため、現状の情報からは *PSW* の目標実現に必要な投資コストの見積もりは限定的となる。

2025年までに、公共交通機関への水素技術の導入、水素充填インフラ、計画された生産の確保（低排出源からの水素生産施設の建設）に関する目標を達成するには、**約 9 億 3 千万ズロチ**⁵⁷の投資が必要である。

2030年を視野に入れた電気分解機への投資関連コストのみ見積り可能である。同コストは選択した技術に依存（アルカリ/PEM/SOE）し **90 億ズロチ**を上回り、加えてバスの購入に**約 18 億ズロチ**が必要となる。

2021年から2030年の間に公共交通機関への水素技術の導入、必要なインフラ整備、低排出源の想定設備容量である 2GW の達成に必要な投資額は、合計**約 110 億ズロチ**である。

⁵⁶ https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/european-clean-hydrogen-alliance_en

⁵⁷ 本項に記載の金額に使用された為替レートは 1 ユーロ=4.5027 ポーランドズロチ

必要とされる設備投資（単位：百万ズロチ） [←]			
2025年まで [←]		2030年まで	
水素バス 250台 [←]	506	バス 1000台 [←]	1801
32カ所のタンクステーション [←]	252	2GWの低炭素容量 [←]	9005
50MWの低炭素容量 [←]	225		
合計 [←]	983		10806

表7：必要とされる設備投資 出所：独自調査

RES から 1kg の水素を製造するためのコストを見積もるには、電力コスト、容量係数、電気分解機のコスト（1MW 以上）を考慮する必要がある。PEP2040 に盛り込まれているエネルギー開発計画やポーランドの地理的条件を考慮すれば、長期的には水素製造用の電解槽は洋上風力発電による電力が主な供給源となる。データによると、ポーランドにおける洋上水素製造の理論上のコストは、現在約 27 ズロチ（6 ユーロ）/kgH₂ である⁵⁸。排出権のない水素を製造するには、電気代がコストの 7 割近くを占めるため、電気代を 200 ズロチ/MWh 以下に抑えることが前提となる。この条件を満たすことにより、約 13.5 ズロチ（3EUR）/kgH₂ の価格水準で海上水素の製造が可能となる⁵⁹。

FCEV バスの平均維持費は約 443 ズロチ/100km であり、その内訳は水素燃料費（55%）、車両維持費（17%）、保険料（15%）、部品交換費（9%）、充電スタンドの維持費（6%）等が主である。2025 年頃には FCEV の維持費が BEV の維持費と同水準となり、2030 年には燃料電池バスが電気バスに対して競争力を持つことが予想されるが、これには水素燃料の価格が約 44%低下すること等が寄与している⁶⁰。

水素の送配電網整備には、既存の天然ガスパイプラインの水素輸送への適応や、水素輸送専用インフラの構築も必要となる。既存のガスパイプラインを適応させるためのコストは、平均で 180 万ズロチ（40 万ユーロ）/km であり、さらに圧縮システムのコスト 157 万ズロチ（35 万ユーロ）/km を加算する必要がある。新規パイプラインの建設には、平均 940 万ズロチ（210 万ユーロ）/km の費用を要するが、圧縮コストは調整後のパイプラインと同水準である。ポーランドのガスパイプラインの技術的条件では、長期的に水素輸送に適合させることは不可能である⁶¹。

財政支出や公的資金の水準は、以下の要因により変動する可能性がある。

- － 欧州連合で採択された法的解決策

⁵⁸ エネルギー財団、前掲書 p.237.

⁵⁹ エネルギー財団、前掲書 p.236.

⁶⁰ Deloitte, Ballard, *Fueling the Future of Mobility. 輸送用の水素と燃料電池のソリューション。Volume 1*, pp.44-45, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/finance/deloitte-cn-fueling-the-future-of-mobility-en-200101.pdf>.

⁶¹ エネルギー財団、前掲書 p.281.

- 水素管理の実施効率（特に2030年以降の投資に影響する埋没費用の回避）
 - 市場の発展程度および熟練労働者確保の可能性
 - 技術進歩および革新的ソリューションの利用可能性
 - 公共の支援メカニズムの有効性および投資の実施・実行を促進するソリューションとの組み合わせ
 - 水素製造、電力、水素システム用部品価格の推移
- 設定された目標の達成程度

資金源

国内および国外資金の観点から PES の資金源を列挙すると、PEP2040 で提示された資金源と一致する。

本戦略で定められた事業の実施は、ポーランドのマクロ経済の安定維持のために行われ、特に財政部門を含み、安定化支出ルールを含む有効な財政ルールに関連する制限を考慮して行われる。

現状では、水素のプロジェクトはITや化学のプロジェクトと資金の争奪が行われる。エネルギー分野の設備においては、迅速な投資回収が不可能であることが多いため、問題となる。以上の観点から、水素技術のみを支援するプログラムの策定が推奨される。PSW 記載の施策に合致したプロジェクトのみ応募可能である。これらは、起業家、ビジネス環境機関、研究・科学団体、行政機関を対象としたプログラムであり、水素技術に関連する革新的なプロジェクトの実施や、水素製造のための適切な機器やシステムの導入による水素プロジェクトの実施を目的としている。

PSW の目的を達成するための資金を確保するため、以下のような活動を予定している。

1. 水素技術の研究開発を支援するプログラムを立ち上げる。
 - 1.1. 2021年より開始 NCBR の水素技術支援プログラムを含む。
 - 1.1.1. クローズドループプロセス構築の一環として、産業用水素バレーの実現可能性の研究に対する財政的・組織的支援。
 - 1.1.2. POIR+プログラムの独立した資金と国の資源に基づく水素管理分野全体の研究助成プログラムの開発と逐次発表。基金の見込み額は10億ズロチである。
2. 水素技術開発を支援するプログラムの設定
 - 2.1. 2021年開始予定環境保護および水管理のための国家基金の新エネルギープログラム -水素コンポーネントの予算見積もり—最大6億ズロチ
本プログラムでは、CO₂ 無排出での水素の製造、輸送、貯蔵、使用のための技術を導入する企業を対象とする。
 - 2.2. 2021年開始。グリーン公共交通プログラム（フェーズ I）—水素コンポーネントの概算予算 約320百万ズロチ
「グリーン公共交通機関」プログラムの目標（フェーズ I）としては、バスに搭載の燃料電池の水素から生成される電気エネルギーを推進力とするバスの使用割合を増大させ、水素補給インフラ整備により公共交通機関における排出燃料の使用を削減する。本プログラムの支援対象は、公共交通機関の事業者および組織体である。
 - 2.3. 2021年開始 環境保護・水管理国家基金プログラム「経済の水素化」

本プログラムは、水素技術に関連する革新的なプロジェクトを実施する起業家、ビジネス環境機関、研究・科学機関、行政機関を対象とする。

- 2.1. 2021年開始の環境保護および水管理のための国家基金のプログラム「電気自動車の充電インフラおよび水素充填インフラの支援」-約1億ズロチ
このプログラムは、電気自動車の充電と水素充填のインフラ整備を支援することを目的とする。返金不可の資金を申請可能なのは、地方自治体、起業家、協同組合、住宅コミュニティ、個人農家等である。
3. 欧州共通の関心事である重要なプロジェクトをテーマとした提案の募集
 - 3.1. IPCEI は、EU にとり戦略的に重要な経済分野における革新的な欧州産業の創出を支援する、新しい EU 経済政策の重要な仕組みの一つである。国の段階での募集は、気候・環境省と開発・労働・技術省が共同で行った。
4. 再建と回復のための手段
 - 4.1. 国家再生計画(NRP)では、再生可能で低炭素の水素製造設備を開発し、産業・運輸・エネルギー分野で利用するための改革・投資プログラムを策定した。
 - 4.2. 水素経済に特化した復興基金からの資金は 8 億ユーロが予定されており、NIP の目的に合致する範囲で、環境保護・水管理国家基金プログラムの開発や IPCEI プロジェクトへの資金提供等、国家復興計画(KPO)に示された投資に利用される。
5. 公正な移行メカニズム⁶²
6. EU の結束政策資金は、代替燃料で動く都市や機能的地域の公共交通に資金を提供する可能性を提供する。支援の対象は、公共交通機関の事業者および組織体である⁶³。再生可能エネルギーから水素を製造⁶⁴、輸送および貯蔵を行うための水素インフラへの投資を国レベルで支援することも計画されている。
7. 2021年から2027年の輸送分野におけるコネクティング・ヨーロッパ・ファシリティ(CEF)は、TEN-T ネットワークに沿って代替燃料として水素を使用するインフラの開発を支援する。

水素経済発展の課題に対応するため、欧州委員会はいくつかのプログラムを通じて、水素への投資と研究に資金を動員する。ステークホルダーには、欧州委員会の活動や欧州委員会が利用可能な資源から資金を確保するためのコンペ等への積極的な参加が期待される。

4.5. 戦略の最新化とモニタリングシステム

KPEiK と *PEP 2040* との密接な連携により、次期 PSW の更新作業は、2023 年に KPEiK の更新が完了した後、*PEP 2040* の更新が採択されるたびに開始されることとなる。

PSW の実施状況は、4.5 章で示した主な目的と指標のレベルで監視される。毎年 3 月 31 日までに、エネルギー担当大臣は、前年度の *PSW* の実施状況に関する年次報告書を閣僚会議に提

⁶² EU の資金源の内訳は、2021-2027 年のパートナーシップ協定およびその実施のためのプログラムに関する EU 機関との交渉結果により変更される可能性がある。

⁶³ 支援の詳細は、パートナーシップ協定および 2021 年から 2027 年の間に予定される一連の統合政策プログラムに定められている。

⁶⁴ 欧州議会および欧州理事会指令 (EU) 2018/2001 に準拠

出する。2025年に向けた報告書では、設定された目標を検証し、ステークホルダーの現在のニーズを考慮した上で、目標更新のための可能な提案を提示する。

PSWに含まれる戦略的活動は、首相の補助機関である戦略的プロジェクト・ポートフォリオ監視評議会の戦略的プロジェクト・ポートフォリオに含まれ、首相官邸の政府プロジェクト監視室が監視を行うこととなる⁶⁵。

4.6. 戦略指標

5. PSW 実施のための主要指標は以下である。

指標名	単位	ベースライン値 (2020年)	目標値 (2030年)
低炭素型水素製造プラントの設備容量	MW	0	2000
水素バレーの数	カ所	0	5
水素バスの運行台数	台	0	1000
水素ステーション数	カ所	0	>32
水素経済構築に向けた協定締結	件	0	1
水素バレー・イノベーション・エコシステムの形成	個	0	1
水素技術センターの設立	カ所	0	1

表 8 : PSW 実施のための主要指標一覧

⁶⁵ プロジェクトのモニタリングは、IT ツール MonAliZa を使用して行われる。同システムでは、組織の特殊性、プロジェクトの範囲、グッドプラクティスや推奨基準を考慮し、すべての統合戦略のプロジェクトに適用されるモニタリングの統一性を確保する。指定されたプロジェクトリーダーは、MonAliZa システムに必要なデータを提供し、MonAliZa システムを経由し、特にリスクと達成された結果を示している。

略語一覧

SOR	2020年までの責任ある成長を実現するための戦略 (2030年までの見通しを含む)
PEP 2040	ポーランド 2040年に向けたエネルギー政策
KPEiK	国家エネルギー気候変動計画
UE(EU)	欧州連合
EU 水素戦略	欧州気候中立を達成するための水素エネルギー戦略
UNIDO	国際連合工業開発機関
RES (OZE)	再生可能エネルギー
CO ₂	二酸化炭素
CO	一酸化炭素
N ₂	窒素
CCS (Carbon Capture and Storage)	CO ₂ の回収・貯留
CCU (Carbon Capture and Utilization)	CO ₂ の回収・利用
BEV (Battery Electric Vehicle)	バッテリー電気自動車
HEV (Hybrid Electric Vehicle)	ハイブリッド電気自動車
PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)	プラグインハイブリッド車
FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)	水素燃料電池車
P2G (Power to Gas)	電力を使用してガス燃料を生成する技術
P2H (Power to Heat)	再生可能エネルギーからのエネルギーを利用し熱 に変える技術
P2L (Power to Liquid)	再生可能エネルギーからのエネルギーを液体燃料 の生産に利用する技術
P2A (Power to Ammonia)	再生可能エネルギーからのエネルギーを液体燃料 の生成に利用する技術
P2X (Power to X)	上記の共通定義
R&D	研究開発
KSE(SEN:National Electric System)	国家電力システム
SOE (Solid Oxide electrolysis)	固体酸化物形電解
OSPg (TSOG:Gas transmission system operator)	ガス送電事業者
OSPe (TSOe:Electricity transmission system operator)	電気送電事業者
SNG (Substitute Natural Gas)	合成天然ガス
COVID-19	SARS-CoV-2 ウイルス感染による急性呼吸器感染症

IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle)	石炭ガス化複合発電
IGFC (Integrated Gasification Fuel Cell Combined Cycle)	石炭ガス化燃料電池複合発電

図表一覧

図 1 : ポーランド水素経済のバリューチェーンデザイン	7
図 2 : 2020年のポーランドにおける水素市場のシェア内訳	8
図 3 : 一次エネルギー源別の水素製造量	11
図 4 : Ch.シュネル（編）によるセクター統合図 独自作成	12
図 5 : 水素分野における 2021年から 2030年にかけての取り組み	23
表 1 : 2020-2030年のエネルギー・暖房分野における水素技術の発展に向けた支援策	14
表 2 : 2020-2030年に向けた、交通機関における代替燃料としての水素導入への支援策	16
表 3 : 2020-2030年における脱炭素産業への支援策	17
表 4 : 2020-2030年における新規設備による水素製造に関する支援策	19
表 5 : 2020-2030年における水素輸送および貯蔵への支援策	21
表 6 : 水素に関する立法措置	26
表 7 : 必要とされる設備投資	29
表 8 : PSW 実施のための主要指標一覧	32