

2024年9月27日付カザフスタン共和国エネルギー大臣決定第342号
2030年までのカザフスタン共和国水素エネルギー開発コンセプトの承認
(2024年12月6日付修正)

2017年11月19日付カザフスタン共和国政府決議第790号により承認されたカザフスタン共和国国家計画制度第83条に基づき、以下を命ずる：

1. 添付の2030年までのカザフスタン共和国水素エネルギー開発コンセプトを承認する。
2. カザフスタン共和国エネルギー省原子力エネルギー・産業局が以下を保証すること：
 - 1) 本令の関連国家機関・組織への通知；
 - 2) 本令のカザフスタン共和国エネルギー省のインターネットサイトへの掲載。
3. カザフスタン共和国エネルギー省担当副大臣が本令の実施に対する管理に責任を負うものとする。
4. 本令は署名の日から施行される。

大臣

A.サトカリエフ

«承認»
カザフスタン共和国
科学・高等教育省
2024年9月10日

«承認»
カザフスタン共和国
運輸省
2024年9月12日

«承認»
カザフスタン共和国
工業・建設省
2024年9月12日

«承認»
カザフスタン共和国
外務省
2024年9月12日

«承認»
カザフスタン共和国
国家経済省
2024年9月14日

«承認»
カザフスタン共和国
環境・天然資源省
2024年9月12日

2030年までのカザフスタン共和国水素エネルギー開発
コンセプト

目 次

- 1. 概要（主な要素）
- 2. 現状分析
- 3. 諸外国の事例概要
- 4. 水素エネルギー開発ビジョン
- 5. 開発の主要原則およびアプローチ
- 6. 目標指標および期待される成果
- 7. 2030年までのカザフスタン共和国水素エネルギー開発コンセプトの実施のためのアクション・プラン（本コンセプト添付）

第1章 概要（主な要素）

名称	2030年までのカザフスタン共和国水素エネルギー開発コンセプト
策定根拠	1. 2023年9月1日付カザフスタン国民に向けた大統領演説「公正なるカザフスタンの経済政策」; 2. 2023年2月2日付カザフスタン共和国大統領令第121号承認の『2060年までのカザフスタン共和国カーボン・ニュートラル達成戦略』。
コンセプト策定を担当する カザフスタン共和国国家機関	カザフスタン共和国エネルギー省
コンセプト実施を担当する カザフスタン共和国国家機関	カザフスタン共和国エネルギー省、カザフスタン共和国工業・建設省（協議）、カザフスタン共和国環境・天然資源省（協議）、カザフスタン共和国科学・高等教育省（協議）、カザフスタン共和国外務省（協議）、カザフスタン共和国運輸省（協議）。
実施期間	2025～2030年

第2章 現状分析

エネルギーはカザフスタン経済で最も重要な役割を担っているが、より安定したエネルギー源への移行において一連の問題に直面している。本章では、カザフスタンのエネルギーの現状と水素エネルギー開発の可能性について検討する。

エネルギー構造の特徴は鉱物エネルギー資源への依存度の高さであるが、これは国土に顕著な炭化水素

埋蔵量があることで説明される。石炭・石油・天然ガスについて、カザフスタンは世界でも最大の埋蔵量を擁する国の1つである。これにより世界のエネルギー市場で重要なプレイヤーとなっているが、より安定した、環境にクリーンなエネルギー源への移行において問題も発生している。

2024年1月1日現在、カザフスタンでは222の発電所が稼働しており、設備容量は合計で24.8GWであり、その内訳は以下の通り：

- 19.5GW - 火力発電；
- 2.5GW - 水力発電；
- 2.8GW - 再生可能エネルギー。

2023年に発電された電力量は1,128.23億KWh、消費電力量は1,150.67億KWhである。電力不足分は22.44億KWhで、電力量不足の予測は2024年が24億KWh、2025年が33億KWhである。

発電量の内訳は以下の通り：

石炭 - 66%；
ガス - 21.2%；
水力 - 6.8%；
再生可能エネルギー - 6%。

全発電所の老朽化率は平均で57%であり、火力発電所の老朽化率は65%に達している。

現時点でカザフスタン共和国では148の再生可能エネルギー発電所が稼働しており、設備容量は2,903.7MWで、内訳は以下の通り：

- 59 風力発電所 - 1,409.5 MW；
- 46 太陽光発電所 - 1,222.61 MW；
- 40 水力発電所 - 269.8 MW；
- 3 バイオガス発電所 - 1.77 MW。

2022年3月24日付カザフスタン共和国エネルギー大臣令第104号で承認され、採択された2035年までの国家エネルギーバランスによると、経済成長と人口増加を背景に電力需要は増加するばかりである（17%水準の余裕も含め、電力需要は2030年までに28.2GWとなるが、新たな発電施設の稼働を考慮した利用可能容量は22GWとなる。現在の稼働容量は15.4GW）。

これに関連し、エネルギー安全保障および輸出能力の拡大を目的として、カザフスタン共和国エネルギー省は2035年までの電力分野開発施策計画を採択し、2024年2月20日付カザフスタン共和国エネルギー大臣令第71号で承認された。これにより現行の発電施設の近代化および新たな発電施設稼働に関する一連のプロジェクト実施が見込まれており、その合計の発電量は26GWである。さらに、そのうち11.7GWは再生可能エネルギー・プロジェクトに含まれ、カーボン・ニュートラル遵守を反映している。

石炭がカザフスタンの主なエネルギー源であり、全発電量の66%超に当たる。石炭発電所の大部分が、国の主要鉱床のある北部および東部に位置している。カラガンダ炭田およびエキバストゥズ炭田が国内最大の炭田であり、国内市場ならびに輸出用のエネルギーを提供している。

石炭の利用が顕著な二酸化炭素排出量につながっており、温室効果ガス排出量削減および、2016年11月4日付カザフスタン共和国法第20-VI ZRK号により批准されたパリ協定枠内の地球温暖化抑制目標達成に係るカザフスタンの義務遂行に対する障害となっている。

石油はカザフスタン経済で最も重要な役割を担っており、輸出および国内エネルギー消費のかなりの部

分を占めている。テンギス、カシャガン、カラチャガナクが主な油田であり、これによりカザフスタンは中央アジアで最大の石油産出・輸出国の1つになっている。石油は主に燃料生産や石油化学産業の原料として利用されている。

カザフスタンの国内総生産に占める石油・ガス分野の割合は、2023年のデータで約16.2%である。実数では、同分野は20兆1,400億テンゲをもたらしており、これは2022年より8.3%増加している。成長は主に世界的な原料価格高騰によるものである（[dittos://qazoil.kz/?p=7233](https://qazoil.kz/?p=7233)）。

国家予算に対する寄与について、石油・ガス分野は国家歳入のおよそ44%に当たり、カザフスタン共和国経済の財政で最重要の役割を担っていることを示している（https://forbes.kz/articles/44_gosudarstvemiogo_byudieta_kazahstana_formiruet_neftegazovvyy_sektor）。

石炭・石油に比べ、天然ガスはエネルギーバランスの中で割合が小さい。しかし、2013年5月30日付カザフスタン共和国大統領令第577号承認の『カザフスタン共和国「グリーン・エコノミー」への移行コンセプト』や、2014年6月28日付カザフスタン共和国政府決議第724号承認の『2023～2029年のカザフスタン共和国燃料エネルギー・コンプレクス開発コンセプト』、2023年9月29日付カザフスタン共和国エネルギー大臣令第350号承認の『2023～2030年のカザフスタン共和国ガス移行マスタープラン』といった政府プログラムにより、その役割は徐々に拡大している。

天然ガスは石炭に比べ環境にとってよりクリーンなエネルギー源と見られており、低炭素エコノミーへの移行における重要な要素となっている。2023年9月29日付カザフスタン共和国エネルギー大臣令第350号承認の『2023～2030年のカザフスタン共和国ガス移行マスタープラン』および2022年7月18日付カザフスタン共和国政府決議第488号承認の『2022～2026年のカザフスタン共和国ガス分野開発複合計画』が、こういったプログラムに含まれる。

現在、再生可能エネルギーはカザフスタンのエネルギーバランスで約6%であるが、その発展には相当な潜在力がある。

太陽光および風力はカザフスタンの再生可能エネルギー開発において最も将来性のある分野である。国の南部および中央部において太陽光エネルギーの高い潜在力が見られる一方、北西部および東部では風力発電所が効率的でありうる。

再生可能エネルギー促進プログラムには、施設建設の入札制度および再生可能エネルギーの割合の拡大に向けたプロジェクトへの補助金が含まれる（2030年までに15%、2050年までに50%（代替エネルギー源を考慮する））。

全体としては、近年、再生可能エネルギー開発に関する制度的施策採択のための国家政策の積極的な実施によるものも含め、再生可能エネルギー分野の国際的慣例を考慮した投資環境改善に係る本質的な施策が着手されたとと言える。

石炭エネルギーは環境にかなりの負荷があるため、二酸化炭素の回収・貯留技術の導入や、より炭素集約度の低いエネルギー源への段階的な移行が求められる。

カザフスタンは地域で最大の二酸化炭素排出国の1つである。これに伴い、2023年2月2日付カザフスタン共和国大統領令第121号により、地球の気候変動の致命的な影響を阻止することを目的とした『2060年までのカザフスタン共和国カーボン・ニュートラル達成戦略』が承認された。

新たなテクノロジーの統合、ならびにエネルギー需要全体における再生可能エネルギーおよび代替エネルギー源の割合の拡大には、カザフスタンのエネルギー・インフラは更新が求められる。

同時に、地域ごとにエネルギー資源の分布が異なっていることから、ネットワーク・インフラ開発および国内遠隔地域のエネルギーへのアクセス改善の必要性が生じている。

カザフスタンには代替エネルギー源の割合を顕著に増加させる潜在力があるが、これには法規制の修正

が必要であり、またこれらエネルギー源開発のための投資促進および好ましい環境整備が求められる。

今日、水素は産業プロセスや運輸の脱炭素化を可能とする、低炭素経済への移行の最重要要素として見られている。

二酸化炭素の回収・貯留やバイオ燃料の利用、スマートグリッド開発といったハイテクの導入により、エネルギー・システムの効率性および安定性をかなり向上させることができる。

カザフスタンは、外国の投資やテクノロジーを誘致しつつ、エネルギー分野における国際協力を強化するため、自国の資源および地政学的条件を利用することができる。

カザフスタンのエネルギー構造は、温室効果ガス排出量削減および新たなテクノロジーの統合に向けた変革のステージにある。水素エネルギーは、カザフスタンにとって環境的・経済的メリットを確保するものであり、この変革で重要な役割を果たす可能性がある。

豊富な天然資源と地政学的に戦略的な条件があることから、カザフスタンは水素エネルギー開発にかなりの機会を有しており、国際舞台の水素テクノロジー分野で重要なプレイヤーとなる可能性がある。

カザフスタンの天然ガス埋蔵量は豊富である。2023年の天然ガス生産量は591億 m^3 で、2022年(532億 m^3)の111%となった。2024年の8カ月間の生産量は396億 m^3 で2023年同時期(392億 m^3)の101%である。

天然ガスは水蒸気改質により水素を製造する主な原料となりうる。最も普及し経済的に効率的な水素製造法であるが、二酸化炭素の回収・貯留テクノロジーの導入が必要であり、したがって顕著な資本支出が必要となる。

太陽光・風力発電所といった再生可能エネルギー開発は、水電解を通じた「グリーン」水素製造の可能性を開くものである。水素製造に再生可能エネルギーを利用することは、二酸化炭素排出量削減に向けた世界的な傾向と合致している。

水電解による水素製造は、水蒸気改質に比べコストが高いという特徴がある。それでも、水電解により製造された水素は気候変動対策において重要な要素である。これを利用することで、エネルギーや運輸・工業といった分野において、化石燃料を環境にクリーンなエネルギー源に転換することにより、温室効果ガス排出量を顕著に削減することが可能になる。

現在、世界の科学コミュニティはグリーン水素製造テクノロジーのコスト低減に積極的に取り組んでいる。水電解プロセスの効率性向上や再生可能エネルギー使用の最適化、設備用のより安価な原料のための研究開発が行われている。こういった取組みが、グリーン水素をより経済的に競争力があるものにし、大規模な導入の加速を促進するものとなる。これによりグリーン水素使用が経済の脱炭素化および安定的な成長目標の達成を促すものとなる。

カザフスタンには先進産業基盤があることから、水素製造の大規模製造センター設立の可能性を検討でき、これが地方の産業・テクノロジー発展を促すことになる。

2021年11月、カザフスタン共和国政府と「Svevind」社との間で再生可能エネルギー・プロジェクトおよびマンギスタウ州における「グリーン」水素製造プロジェクト実施に係る基本的原則に関する枠組み協定が署名された。

2022年10月、カザフスタン共和国政府と有限責任会社「Hyrasia One」（「Svevind」社の子会社）との間で、「カザフスタン共和国マンギスタウ州の再生可能エネルギーおよび『グリーン』水素生産流通基地創設」に関する投資協定が署名された。投資総額は500億ドルに上る。

同プロジェクトは「グリーン」水素生産に関する世界最大の取組みの1つである。

同プロジェクト実施のため、設備容量40GWの風力(27GW)および太陽光(13GW)発電プラント建設が予定されている。同プラントで生産できるエネルギーは年間120TWhであり、これによりカスピ海沿岸の電解槽製造地域の電力確保が可能となる。

同プロジェクト枠内で生産される「グリーン」水素をEU諸国に輸出することも検討されている。

同プロジェクトの建造開始は2027年に予定されており、最初の製品供給は2030年に期待される。完全操業は2032年が予定されている。

同時に、同プロジェクトにより、再生可能エネルギー開発、鉄鋼、アルミニウム、肥料・セメントといった低炭素加工製品生産においてカザフスタン経済を刺激でき、「グリーンな」雇用を創出できる。

プロジェクトが稼働した段階では、すべての職位で90%以上のカザフスタン人労働者の雇用が計画されている。

カザフスタンの水素製造量は現時点では限定的であり、主に石油化学産業で行われている。主な製造・使用拠点は以下の通り：

アティラウ製油所：水素製造は石油製品の水素化分解および水素化精製プロセスの一部で行われている。水素は燃料の質の向上に利用される。水素製造量は2万9,500Nm³/h（ノルマルリューベ毎時）。

シムケント製油所：水素はディーゼル燃料の水素化精製およびハイオクガソリン製造で利用される。水素製造量は1万9,800Nm³/h。

パヴロダル製油所：水素製造は炭化水素の水素化精製および処理に必要である。水素製造量は3万5,730Nm³/h。

水素はカザフスタンの冶金産業でも利用できる。還元剤としてのコークスや石炭は水素で代替でき、これにより二酸化炭素排出量を大幅に削減する。

カザフスタンは欧州とアジアの間にあり、中国、日本やEU諸国、特にドイツといった、クリーン・エネルギー需要が成長している諸国に対し、水素および水素テクノロジーを輸出する可能性がある。水素エネルギー開発に関する国際的な取組みへの参加、および外国との二国間協定の締結により、カザフスタンは水素輸出発展のために必要なテクノロジーおよび投資へのアクセスを確保することができる。

水素エネルギー開発成功のためには、民間投資および国際的パートナーの積極的誘致が必要不可欠であり、これには透明な法的基盤の整備と投資家保護が求められる。

カザフスタンの水素エネルギー開発にはかなりの潜在力があり、低炭素経済への移行で重要な役割を担う可能性がある。

然るべき法的基盤の存在が、カザフスタンの水素エネルギー開発の重要な一面とならなければならない。必要な法的支援を確保し、投資を誘致する条件を創出するものであり、同分野発展に必要不可欠である。

電力に関するカザフスタン共和国法が、電力生産、送電および消費の問題を含め、カザフスタンにおける電力の全体的な事項を規制している。水素エネルギーの文脈では、水素テクノロジーの特性を考慮した新法の策定または加筆修正が求められる。

再生可能エネルギー利用の支援に関するカザフスタン共和国法が、太陽光・風力発電を含む再生可能エネルギー開発のための基礎であり、「グリーン」水素生産にも利用される可能性がある。

環境法令は環境保全や廃棄物の排出・管理の問題を規定しており、水素の生産・利用に直接関係している。

『2060年までのカザフスタン共和国カーボン・ニュートラル達成戦略』は、繁栄、安定した経済成長および公平な社会的進歩に関する国家的なアプローチおよび国家政策の戦略的方針を定めており、国家政策の調和と調整のために採択されている。

『カザフスタン2050戦略：成熟国家の新たな政治方針』には、温室効果ガス排出量削減およびエネルギーバランス内の再生可能エネルギーの割合増加に関する目標が含まれており、これらは水素エネルギー開発によるものも含めて達成されうるものである。

水素分野は新興の段階にあり、現時点では、規格その他の規制文書を含め、法的基盤は策定されてい

い。

さらに、水素テクノロジーの規格および安全規準がないことで、同分野の発展が制限される可能性がある。国際的な事例および慣習に基づいた国家規格策定が重要である。

水素エネルギー開発問題を規制する法への修正および法令の導入により、その開発および国家エネルギー・システムへの統合のための好条件が創出できる。

2021年2月25日、カザフスタン共和国大統領付属社会的信頼国家評議会の第5回会合において、カザフスタン共和国大統領は、代替エネルギー源開発問題に関する新法策定を指示した。

さらに、国際的な事例および国家法の分析により、「代替エネルギー」と「再生可能エネルギー」の概念の類似性が指摘されている。

現行法が規定する「再生可能エネルギー」の概念は、ほぼすべての主な代替エネルギーを包含している。さらに、国際的慣習を見れば、国連、国際エネルギー機関および諸外国（米国、中国、英国、EU、ロシア連邦等）は、代替エネルギーと再生可能エネルギーを分けておらず、当該活動（再生可能エネルギー）全般の規制を法令レベルで確保している。

バイオマスおよび原子力といったその他の代替エネルギーは、バイオ燃料生産および流通の国家規制に関するカザフスタン共和国法、および原子力エネルギー利用に関するカザフスタン共和国法といった個別の法律により規制がなされている。

大統領の指示で指摘されている代替エネルギー、つまり水素、産業ガス、コールベッドメタンおよび廃棄物固形燃料は、人為的一次エネルギーに属する。

電力または熱エネルギー生産のために唯一最終的に解決されていないエネルギーが、水素から得られるエネルギーである。

これについて、カザフスタン共和国政府は、水素生製造・流通の条件（特に安全な流通、貯蔵および輸送）を規定する現行の再生可能エネルギー利用の支援に関するカザフスタン共和国法および他の規準の修正を検討している。

国際的慣習に基づいた国家規格および規準の策定は、世界の水素市場におけるカザフスタンの競争力を向上させる。

好条件の法的基盤創出が、カザフスタンにおける水素エネルギー開発の主要要素である。必要な法令改正および投資促進により、水素エネルギーが国のエネルギー構造の中でより大きな割合となるよう支援する。

カザフスタンのインフラおよび技術的可能性もまた、水素エネルギー開発において重要な役割を果たしている。これらが、新たなエネルギー源として水素を製造・輸送および利用する国の能力を決定づける。

カザフスタンのエネルギー生産能力の大部分は石炭と天然ガスによるものであるため、近代化およびよりクリーンなテクノロジーへの移行のための大幅な投資が求められている。

発達した送電網が国の大部分をカバーしているが、水素によるソリューションを含め、新たなエネルギー源の統合のためには近代化が必要である。

天然ガス輸送を目的とした既存のネットワークが水素輸送のために活用できる可能性があり、これは新たなインフラ設置のための費用を低減するものである。

カザフスタンには水素製造のための巨大産業プラントはまだないが、既存の生産能力、特に石油・ガス分野および科学分野のものを基礎とした、その創設のための潜在力はある。

二酸化炭素の回収・貯留テクノロジーは、化石燃料から水素を製造する際の廃棄物削減のために利用でき、「クリーン」水素水素のための前提となる。

太陽光・風力発電所は、特に再生可能エネルギーの潜在力が大きな地域において、「グリーン」水素製

造の可能性を生み出している。

水素はパイプラインや、液化圧縮した形で鉄道や車両により輸送可能である。現時点で、然るべきインフラの開発が開始されつつある。

極低温タンクや高圧システムを含む水素貯蔵テクノロジーには、さらなる投資と安全および効率性確保のための開発が求められる。

水素の製造・貯蔵・輸送の先進インフラがないために、その利用の幅は限定的である。

水素需要に対応する新たなテクノロジーの導入と既存テクノロジー適応の必要性のため、大幅な投資と研究開発が求められている。

水素の安全な流通確保とその利用のための規格策定は依然として重要な課題である。

水素インフラ開発は、エネルギー・工業分野での水素利用拡大に向かう道の重要な一步となる。水素製造・貯蔵の先端テクノロジー導入により、エネルギー市場における競争力の向上が可能となる。水素ソリューション統合のために既存の発電所およびインフラを利用することで、費用を削減し、クリーンなエネルギー源への移行を加速できる。

インフラとテクノロジーの開発は、カザフスタンにおける水素エネルギー推進の重要な側面である。カザフstanは、水素テクノロジー統合のための好条件を創出することで、クリーン・エネルギー市場で主要なポジションを占めることができる。

水素エネルギーには、温室効果ガス排出量削減や大気の質の改善など、環境面で大きなメリットがある。しかし、そういった目標を達成するためには、一連の環境的側面を考慮する必要がある。

カザフスタンの主な二酸化炭素排出源は石炭発電所と工業生産であり、このことが水素を含む、よりクリーンなエネルギー源への移行を必要不可欠なものとしている。

水素テクノロジーの導入は、エネルギーや運輸分野で炭化水素燃料を代替することで、二酸化炭素排出量を本質的に削減できる。

アスタナやアルマトィといったカザフスタンの大都市は、大気汚染問題に直面しており、住民の健康にもマイナスの影響がある。

運輸や工業で水素を利用することにより、大気汚染レベルを大幅に下げ、環境状況を改善できる。

水電解による水素製造には大量の水が必要であり、カザフスタンの乾燥地域における水資源に圧力が掛かる可能性がある。そのため、水素製造プロジェクトの計画策定に際し、水資源へのアクセスおよびその管理の可能性を検討する必要がある。

化石燃料からの水素生製造は二酸化炭素排出を伴うものであり、その削減のために二酸化炭素の回収・貯留テクノロジーの導入が求められる。

水電解には水を利用する必要があるため、特に水資源が限定的な地域において、水資源に対する競争が生み出される可能性がある。

現在、カザフスタン自身の水資源は限定的である。主要河川にはイルティシュ川、ウラル川、シルダリヤ川、エシム川、イリ川がある。水の大部分はイルティシュ川、エシム川、ウラル川、シルダリヤ川といった国際河川から入ってくるものであり、隣国（ロシア、中国、キルギス、ウズベキスタン）に対する依存を生み出している。

水資源は地域別に偏在しており、南部および西部の州で水不足が生じている。利用可能な資源のおよそ70%が農業、特に灌漑で利用されている。

水素製造の副産物である廃棄物管理には、処理およびリサイクルの効率的戦略策定が求められる。

再生可能エネルギーからの水素製造テクノロジー開発により、温室効果ガス排出量削減と環境状況の改善が可能となる。

水素テクノロジーにより、大気汚染度を大幅に下げ、都市における生活の質を改善できる。

国際的な環境への取組みやプログラムに参加することで、環境的にクリーンなエネルギー開発のための投資とテクノロジーの誘致が可能となる。

水素エネルギー開発において環境的側面は重要な要素であり、水素テクノロジーの導入は環境状況の改善と安定的成長への移行に向かう重要な一歩となりうる。

第3章 諸外国の事例概観

多くの国が水素エネルギーを温室効果ガス排出ゼロ達成のための最も重要な手段の1つと考えている。水素エネルギーは、エネルギー貯蔵・輸送のための手段の役割が水素に割り当てられる将来の経済の「基礎」になりうる。

水素を経済に導入することにより、工業・エネルギー分野を脱炭素化させ、気候変動を本質的に遅らせることが可能となる。

米国

米国エネルギー省の水素に関するプログラム (*The US Department of Energy (DOE) Hydrogen Program*. - URL:<https://www.hydrogen.energy.gov/about.html>) では、テクノロジーの開発および改善の段階が規定されている。経済的・制度的分析、ならびに技術的發展が進むに連れ、米国の目的がより詳細にわかるだろう。

2022年初頭、非営利の研究所であるGreat Plains Institute (GPI) がマップを公開したが、そこでは全米の中で水素生産の拠点となりうる地域が指摘されている (*Smith C. Is This the Beginning of a Hydrogen Economy in the US*, 2022年5月19日。こちらで入手可能：<https://www.governing.com/next/is-this-thebegining-of-a-hydrogen-economy-in-the-u-s>)。マップでは、以下の要素に基づき、米国の14の潜在的拠点が示されている：産業廃棄物源の集中度、化石燃料へのアクセス、二酸化炭素回収設備近代化のための税優遇措置の存在、現在の水素およびアンモニア生産、水素貯蔵のための地理的潜在力、ならびに燃料の輸送・流通インフラ。

現状

戦略と法令

2021年、インフラ投資・雇用法 (*Infrastructure Investment and Jobs Act*) が採択され、水素エネルギー・プロジェクトに95億ドルが割り当てられた。

目標：グリーン水素生産を中心とした4大水素ハブ (Hydrogen Hubs) を含むインフラ開発

現在の生産能力

2023年末時点で米国は年間1,000万t超の水素を生産しているが、グリーン水素に当たるのは1%未満である。生産は主に石油加工・化学産業で利用されるグレー水素に当たる。

重要なプレイヤー

「Plug Power」社は電解槽および燃料電池の最大の生産者の1つである。

「Bloom Energy」社は据え置き型燃料電池生産を行っている。

「Air Products」社は水素の輸送・貯蔵のリーダーである。

「Microsoft」社や「Amazon」社といったテクノロジー分野の巨人が、企業のカーボン・ニュートラル達成のため水素テクノロジーに投資している。

インフラ

米国領土内には約60の水素ステーションがあり、その大部分がカリフォルニアにある。

また、ルイジアナ・テキサス幹線を含む水素パイプライン設置プロジェクトが実施されている。

進展する要素：

国からの支援

インフレ抑制法（Inflation Reduction Act (2022)）では、グリーン水素 1 kg 当たり 3 ドルの税優遇措置を規定しており、グリーン水素を競争力のあるものになっている。

また、水素テクノロジーおよびインフラ開発に対する補助金が検討されている。

天然資源

米国にはグリーン水素製造に必要な再生可能エネルギー（太陽光・風力）生産のための広大な土地がある。安価な天然エネルギーへのアクセスは、電解価格の低下を促進するものである。

イノベーションと民間投資

米国は水素の製造・貯蔵・輸送の費用低減のための新たなテクノロジーを積極的に開発している。

民間企業がアンモニアおよび合成燃料を含む水素輸送チェーン整備に投資をしている。

産業利用

冶金：グリーン水素は「グリーン・スチール」製造に利用されている。

運輸：水素で稼働するトラック、自動車、航空機が開発されている。

既存の問題：

製造価格の高さ。米国のグリーン水素は 1 kg 当たり 4～6 ドルであり、グレー水素の価格（1 kg 当たり 1～2 ドル）より高い。

インフラ不足：例えば、水素ステーションや輸送幹線道路の数が限定的であること、また電解槽建設のスピードが遅いこと。

他のテクノロジーとの競合：再生可能エネルギー（太陽光・風力）やバッテリー技術が積極的に開発されており、運輸・エネルギー分野で水素と競合している。

2030年までの予測

価格低下：税優遇措置と製造の大規模化によりグリーン水素価格は2030年までに 1 kg 当たり 1～2 ドルに低下する。

消費量の増加：米国の水素消費量は1,000万 t から2030年までに年間2,000～2,500万 t に増加する可能性がある。主な消費分野は運輸（35%）、エネルギー（30%）、工業（25%）。

インフラ：製造・貯蔵・輸送・消費を統合した 4 つの水素ハブ設立、ならびに水素ステーション数が500まで増加することが期待される。

投資：水素エコノミーに対する投資総額は2030年までに1,000億ドルを超える可能性がある。

長期的展望（2050年）

気候中立：米国は2050年までにカーボン・ニュートラル達成を計画しており、さらに水素はエネルギーバランスの20%を占めることになる。

国際協力：米国はグリーン水素およびアンモニアなどの派生物の最大の輸出国になること、ならびにカナダ、欧州、アジア輸出のための水素コリドー設置を企図している。

経済における役割：水素エコノミーは70万超の雇用を生み出す。米国は水素テクノロジーの開発と輸出でリーダーの地位を確立する。

米国は天然資源、イノベーション・テクノロジーと大規模な国家支援を独自に融合させており、世界の水素エコノミーのトップとなることを可能にしている。

カザフスタンは、水素またはエネルギー・ハブ展開のための潜在的な拠点の決定について、米国の経験を利用でき、また同分野への投資誘致の便宜上、類似のマップを作ることができる。

日本

2017年に策定された日本の水素基本戦略では、カーボン・ニュートラルな「水素社会」創設が見込まれている。日本はまた、エネルギー資源輸入への依存度を減らし、またカーボン・ニュートラル達成のため、エネルギー分野と運輸分野の水素テクノロジー開発に集中している。

日本は、例えば水素自動車の導入や水素ステーション網の展開など、積極的にテクノロジー開発を行っている。また、日本は発電所や運輸分野で水素燃料電池の利用を推進している。

日本は学際的研究と水素テクノロジー開発に重点を置いている。科学技術上の取組みに対する安定した資金調達と調整を保証する国家プログラムが策定中である。

現状

戦略と法令

水素基本戦略（2017）：日本は世界で最初に水素エコノミーへの移行計画を発表した国である。

2030年に向けた目標：水素価格を1 kg当たり3ドルまで下げ、水素消費量（グリーン水素含む）を年間300万tまで増加させること。

現在の生産能力

現時点で日本の水素の大部分はグレー水素とブルー水素である。グリーン水素はパイロット・プロジェクトの枠内で限定的に製造されている。

重要なプレイヤー

「トヨタ」：水素自動車製造（『MIRAI』）；

「川崎重工」：液体水素を含む水素輸送テクノロジー開発；

「ENEOS」：水素ステーションのためのインフラに投資するエネルギー・コンツェルンのリーダー；

「三菱パワー」：火力発電所での水素利用プロジェクト

インフラ

2023年末時点で日本では主に大都市（東京、大阪、名古屋）で約160の水素ステーションが稼働している。福岡市のプロジェクトも含め、水素の貯蔵・輸送のためのハブが開発されている。

進展する要素：

国家支援

2023年、日本政府は2030年までの水素エコノミー発展のため1,130億ドル相当の予算を承認した。科学研究の資金提供、インフラ開発、水素運輸・エネルギー・プロジェクトに対する補助金。

限定的な天然資源

日本はエネルギーの大部分を輸入しており、外部からの水素輸入に依存している。グリーン水素およびブルー水素輸入のため、オーストラリアや中東との協力が行われている。

イノベーションとテクノロジー

- 輸送上の便宜のための液化水素（liquid hydrogen, LH2）分野の開発；
- 炭素の電気分解および固定テクノロジーの導入。水素需要

運輸（自動車、バス、トラック）、エネルギー（水素発電所）、工業（アンモニア製造、冶金）。

既存の問題

製造・輸送価格の高さ：日本のグリーン水素は1 kg当たり5～6ドルであり、世界平均より高い。

輸入依存：水素の大部分はオーストラリア、サウジアラビアおよびオセアニアから輸入することになり、輸送インフラへの投資も求められる。

インフラ不足：日本は最大の水素ステーション網を持つ国の1つであるが、その規模はまだ大規模利用には不足している。

2030年までの予測

価格低下：技術イノベーションおよび大規模化によりグリーン水素価格が1 kg当たり2～3ドルまで低下することが期待される。

消費量の増加：水素消費量は2030年までに年間300万tに増加する。主な消費分野は運輸（40%）、エネルギー（35%）、工業（25%）。

インフラ：水素ステーションの数は320～400まで増加し、また水素およびその派生物輸入のための追加の港湾の設置が期待される。

投資とプロジェクト：最大のプロジェクトの例として、オーストラリアからの液体水素輸入（「HySTRAプロジェクト」）と福島の水素発電所建設が挙げられる。同分野への民間投資は300億ドルを超えうる。

長期的展望（2050年）

輸出入：日本は依然として水素の最大の輸入国となるが、テクノロジー輸出を伸ばす。

気候中立：水素は同国のエネルギーバランスの約10～15%を占めるものとなり、またカーボン・フットプリントは2020年と比べ80%削減される。

テクノロジーのリーダー：日本は水素エンジンや燃料電池を含め、水素の輸送・貯蔵・応用テクノロジーのリーダーの地位を確立する。

経済における役割：水素エコノミーはおよそ30万人の雇用を生み出し、技術イノベーションおよび大規模化によりグリーン水素価格を1 kg当たり2～3ドルまで引き下げる重要な要素の1つとなるだろう。

カザフスタンは運輸およびエネルギー分野の水素テクノロジー開発、ならびに国のエネルギー・システムへの水素の統合戦略について、日本のアプローチを学ぶことができる。水素の貯蔵・輸送分野におけるイノベーションに特に注目すべきである。

オーストラリア

2019年に採択されたオーストラリア国家水素戦略は、水素産業開発に対する複合的アプローチを含んでいる。市場障壁の排除、需要と供給の創出、ならびに水素分野の効率的規制に重点が置かれている。

同戦略では、全国に水素ハブを設置し、その結果としてオーストラリアの各州・地域がそれぞれの戦略文書を策定・採択することを予定している。主な原則には、政策策定の際の柔軟性、安全と安定的成長の優先、および国際パートナーシップが含まれている。

同戦略には、規制の簡素化、研究支援、様々な分野でのクリーン水素利用、および投資促進に関する57の調和された政府措置が含まれている。例えば、水素の製造、補給、流通、利用、電力発電、輸出に関する一連の規制を行う様々な法令文書の大規模な分析が政府により行われ、その分析結果は広く一般に公開されている（<https://www.dccew.gov.au/energy/hydrogen/regulatory-lists>）。したがって、投資家にとっては将来の水素プロジェクトの様々な規制面の評価の機会が簡素化されている。オーストラリアは再生可能水素製造の大規模プロジェクトの資金として20億ドルの拠出を計画している（Hydrogen Headstart program – 水素プロジェクト支援国家プログラム）。このように、同国は「グリーン」水素製造のため、すでにある再生可能エネルギー源（太陽光・風力）の大きな潜在力や空き地の存在、流通・テクノロジー上の可能性を利用することを企図している。

同戦略実施のモニタリングのため、水素分野の状況および作業計画遂行結果に関する年次分析制度が作成された（水素分野開発年次報告『State of Hydrogen 2022』）。

オーストラリアは莫大な天然資源と水素エネルギー源開発の潜在力を用いて、水素製造および輸出で世界のリーダーになろうとしている。

オーストラリアは、地域に水素クラスターやインフラ・ハブを設置し、輸出およびイノベーション技術

導入を支援する戦略的取組みを策定している。

現状：

戦略と法令

国家戦略：2019年、オーストラリアは、2030年までに同国を世界最大の水素輸出国の1つに転換するための国家水素戦略を発表した。

目標：2030年までに年間300～400万tの水素を製造すること。インフラ開発および競争力のある水素分野の創出。

現在の生産能力

オーストラリアの水素は主に天然ガスから製造されている（グレー水素）。グリーン水素は「Hydrogen Park South Australia」といったパイロット・プロジェクトの枠内で製造されている。

重要なプレイヤー

「Fortescue Future Industries (FFI)」社：グリーン水素プロジェクトに数十億ドル投資しているリーディング企業；

「Woodside Energy」社：水素およびアンモニア製造プロジェクトを開発している；

ARENA（オーストラリア再生可能エネルギー庁）：水素プロジェクトへの資金提供および支援；

インフラ

ピルバラ、タスマニアおよびグラッドストーンにおいて主要水素ハブを開発している。

進展の要素

国家支援

政府は「Hydrogen Headstartプログラム」を通じ水素エコノミー発展のため20億ドルを拠出している。

天然資源

太陽光・風力発電所を配置する巨大な土地。オーストラリアは世界で最も日照レベルおよび風力の潜在力レベルが高い国の1つである。

輸出の潜在力

主な輸出市場：日本、韓国、欧州。グリーン・アンモニアおよび液体水素輸出に向けたプロジェクト（例えば「H2U Eyre Peninsula」）。

民間投資

同国の巨大企業は水素プロジェクトに積極的に投資している。

既存の問題

製造価格の高さ：オーストラリアのグリーン水素価格は1kg当たり4～6ドルであり、従来のエネルギー源より高い。

インフラ不足：水素ステーションおよび輸出ターミナルの数が限定的であり、また国内消費のための輸送インフラ不足が現在のオーストラリアの水素エネルギー分野が直面している課題である。

さらに、他の輸出国との競争がある。

2030年までの予測

価格低下：大規模化とテクノロジー開発により、グリーン水素価格が1kg当たり2～3ドルにまで低下する。

輸出の成長：オーストラリアは、日本と韓国に年間100万t輸出する、最大の水素輸出国になりうる。

インフラ開発：製造・貯蔵・輸出を統合する5件から7件の水素ハブ建設、ならびに100までの水素ステーション数の拡大が期待される。

投資：2030年までに水素エコノミーに対する投資総額は400億ドルを超える。

長期的展望（2050年）。

輸出のリーダー：オーストラリアは年間1,000～1,200万 t の水素を供給し、世界市場のかなりの部分を占めることになる。

気候中立：グリーン水素が国内消費および輸出の主なエネルギー源となり、同国のカーボン・フットプリント削減を促進する。

経済への統合：水素エコノミーは10万人超の雇用を創出し、同国のエネルギーバランスの15～20%を占めることになる。

イノベーション：オーストラリアは、アンモニアの形での貯蔵プロジェクトを含め、グリーン水素の製造・貯蔵・輸送テクノロジーのリーダーとなる。

カザフスタンは、地理的配置や資源の潜在力を考慮し、オーストラリア・モデルの官民パートナーシップや、輸出可能性の開発を学ぶことができる。魅力的な投資環境および国際的プレイヤーとの協力関係の創出が、成功のための重要な要素となる。

ドイツ

ドイツは「グリーン」水素製造および利用の分野で世界のリーダーとなることを目指している。水素インフラ開発と国家エネルギー・システムへの水素の統合に重点が置かれている。

戦略の枠内で、水素テクノロジーの研究および導入にかなりの補助金が見込まれている。同国は水素燃料に移行している企業を集中的に支援することを通じて水素需要を刺激し、産業・交通分野でのイノベーションを積極的に支援している。

ドイツは法令、資金提供および民間とのパートナーシップをカバーする複合的アプローチを使用している。

現状

戦略と法令

国家水素戦略（『Nationale Wasserstoffstrategie, 2020』）

目標：電解槽の設備容量を2030年までに5 GW、2040年までに10GWとする。投資総額：90億ユーロ（70億が国内開発、20億が国際協力）。

生産能力

2023年末時点で主にPEM型およびアルカリ型テクノロジーの最初の巨大電解槽が設置されている。水素のおよそ60%が科学工業（例えばアンモニアやメタノール製造）で消費されている。

重要なプレイヤー

主なプレイヤーは、「Siemens Energy」社、「Thyssenkrupp」社、「Linde」社、「BASF」社である。水電解および貯蔵のイノベーション的ソリューションに特化した新たなスタートアップが出現しつつある。

進展の要素

国家支援

国側からは電解槽建設やインフラ開発に対する補助金、ならびに電力賦課金（再生可能エネルギー賦課金、EEG-Umlage）からグリーン水素を免除する形での支援措置が規定されている。

さらに、工業地域での「水素バレー」創設が国により支援されている。

インフラ

ドイツは2030年までに5,100kmに及ぶ水素パイプライン網の設立、および水素輸送のための既存のガス網

の近代化を計画している。

国際協力

再生可能エネルギー余剰国（北アフリカ、オーストラリア、カザフスタン）からのグリーン水素輸入、および北海・バルト海経由の水素コリドー設立。

問題点

グリーン水素製造価格の高さ（1 kg当たり 5～6 ユーロ）。グレー水素価格（1 kg当たり1.5～2 ユーロ）を大きく超えている；

安価な「グリーン」電力へのアクセスが限定的であること；

世界レベルでの競争（米国およびアジアでの水素プログラムの積極的開発）。

2030年までの予測

価格低下：製造の大規模化と技術イノベーションによりグリーン水素価格が1 kg当たり 2～3 ユーロにまで低下することが期待される。

消費の拡大：ドイツの水素消費は55TWh（2020）から2030年までに90～110TWhに増大すると推定されている。主要分野：運輸（トラックおよび鉄道）、冶金（グリーンスチール）、エネルギー（ネットワークのバランス）。

輸出入：ドイツは水素の純輸入国のままとする。国内製造は消費のおよそ30%しかカバーしない。

投資：2030年までの水素プロジェクトへの追加投資は250-300億ユーロを超える可能性がある。

長期的展望（2050年）

2050年までにドイツは気候中立達成を計画しており、水素はエネルギーバランスで中心的な役割を担う。水素の年間消費は500TWhで、うち70～80%がグリーンとなる。

カザフスタンは、水素エコノミー支援のための国家プログラムおよび法的基盤創造において、ドイツの経験を利用することができる。これには、明確な政策策定、インフラに対する投資の刺激、ならびに水素を既存のエネルギー・工業システムに組み込む措置が含まれる。

韓国

韓国は、温室効果ガス削減および経済成長促進のための重要な要素としての水素利用を指向している。

韓国は水素テクノロジー推進のため、国家からの資金提供および国内的・国際的アライアンス創設を含む複合的計画を策定している。

現状

戦略と法令

国家戦略：2020年、韓国は水素エコノミー開発計画を発表した。

目標：

- 1) 水素を積極的に医療する世界最初の社会となる；
- 2) 2040年までに年間620万 t の水素を製造；
- 3) 2040年までに全国で1,200の水素ステーションを設置；
- 4) 370億ドル超規模の投資誘致（2020～2040年）

現在の生産能力

韓国は、アンモニア製造や石油化工を含め、工業需要に対し今のところ主としてグレー水素を利用している。グリーン水素は、現時点では太陽光・風力発電所の電力を利用したパイロット・プロジェクトの段階にある。

重要なプレイヤー

自動車：水素自動車製造（『Nexo』、トラック）；

「Doosan Fuel Cell」社：水素燃料電池製造；

「Hanwha Solutions」社：グリーン水素と太陽光エネルギー投資。

インフラ

2023年末時点で230の水素ステーションが設置されている。

進呈の要素

国家支援

「水素経済育成法」（2021）：同分野支援のための法的枠組みを規定する世界で最初の水素法。

国は水素テクノロジーの開発および導入に取り組む企業に対する優遇措置および補助金を見込んでいる。

テクノロジー・リーダーシップ

現代自動車は水素自動車製造の世界トップの1つである（2023年末時点で『Nexo』が3万台以上出荷されている）。

水素消費

韓国は大規模熱電併給プラントでの発電（例えば、78MW容量のインチョンのプロジェクト）のために水素利用を予定している。2030年までに、水素の大部分はエネルギー、運輸および工業で利用されることになる。

国際協力

オーストラリア、サウジアラビア、アラブ首長国連邦からの水素輸入。欧州・米国との水素テクノロジー開発に関する共同プロジェクト。

既存の問題

水素価格：グリーン水素は1 kg当たり4～6ドルであり、グレー水素よりかなり高い；

限定的な天然資源：韓国はエネルギーおよび水素資源の大部分を輸入しなければならない；

国際的競争：中国、欧州、米国を含め、水素の世界市場におけるプレイヤー数の増加。

2030年までの予測

価格低下：グリーン水素価格は、製造規模拡大と技術イノベーションにより1 kg当たり2.5～3ドルにまで低下する。

消費の拡大：2030年までに約200万 tの水素消費が期待される。主要分野：運輸（50%）、エネルギー（30%）、工業（20%）。

インフラ開発：水素ステーション数は600に到達し、また釜山、チョナン、チェジュを含む新たな水素クラスター設置が期待される。

投資：水素エコノミーへの投資総額は500億ドルを超える可能性がある。

長期的展望（2050年）

輸出入：韓国はグローバル・サプライチェーンを積極的に展開する、水素の純輸入国のままとなる。

経済における役割：水素は同国のエネルギーバランス全体の約10%を占める。

テクノロジー・リーダーシップ：韓国は水素自動車および燃料電池製造でリーダーの地位を確立する。

カザフスタンはインフラ開発およびイノベーション支援に対する韓国のアプローチを借りることができる。先端テクノロジーへの投資と水素利用を促進する法的基盤整備は、発展のための重要な要素となる。

検討した各国は、インフラ開発と水素エコノミーにとって好都合な法的基盤整備に特に注意を払っている。

各国は戦略目標達成のためのイノベーションの重要性を重視し、水素テクノロジーの科学研究・開発に積極的に投資している。

各国は、国際企業とのパートナーシップおよびグローバル・プロジェクトへの参加により、水素テクノロジー導入を加速し、輸出機会の拡大を可能としている。

各国政府は、補助金や税優遇措置、研究プロジェクトに対するグラントといった、水素テクノロジー導入支援のための様々な経済的インセンティブを導入している。

検討したすべての事例において、国は、省庁間の相互活動や民間部門誘致を行うことで、水素戦略の調整および支援に重要な役割を果たしている。

現時点で、水素の将来性を真剣に考えている各国は、その製造量拡大、価格低下および最終消費者による消費促進を目的として、直接的な国の支援を検討している。最も人気のあるメカニズムの1つとして、バリューチェーンへの直接投資が挙げられる。

また、水素プロジェクトの大規模化のためには、法的規制手段を排除してはならない。法的基盤の修正は、既存の規制スキームの簡素化または明確化、およびプロジェクトの進展を阻害する要因の排除に向けられうる。しかし、現時点で法的基盤は、イノベーション促進や既存のテクノロジーおよび新たな可能性のあるテクノロジーの研究のためには不十分な状態である。

さらに、環境的にクリーンなテクノロジーを利用した水素の国際レベルでのサプライチェーンおよび国際市場形成を目的として、二国間パートナー関係を展開する国々もある。

第4章 水素エネルギー開発ビジョン

水素エネルギー開発により、カザフスタンの強みを実現し、炭化水素分野の分散化を実施し、新たな技術パラダイムへと先行して経済を変革し、国のダイナミックな社会経済的成長に必要な大きな利益を得る事が可能となる。

水素エネルギー開発は以下に集中する：

- 1) 法的基盤および国家規格制度の改善を通じた同分野の開発。これにより水素の役割を将来性のある方針の1つとして定義可能となる；
- 2) 化石燃料への依存度低下および排出量削減を目的とした、コンバインドサイクル発電への水素の混合テクノロジー開発；
- 3) 水素製造および利用に関する国内市場規制；
- 4) 水素の製造・応用・輸送・貯蔵に関する研究・開発
- 5) 水素輸送・貯蔵に関するインフラ開発；
- 6) 水素の工業・輸送・エネルギー分野における新たな利用可能性の研究；
- 7) 既存の水素テクノロジーのエネルギー・工業インフラへの統合；
- 8) 水素交通の導入；
- 9) 水素ステーション網の展開；
- 10) 投資政策の枠内での大規模水素エネルギー・プロジェクトに対する投資誘致、国際協力および国家支援；
- 11) 様々な経済分野における水素利用を目的としたパイロット・プロジェクトの実施；
- 12) 国際水素プロジェクトの実施；
- 13) 特定地域のテクノロジーおよび原料を活用することも含めた、グリーン水素製造のバリューチェーン価格低下のための新たな手段の開発。

第5章 開発の主要原則およびアプローチ

水素エネルギーは以下の原則に基づくものとなる：

安定性、つまり水素エネルギーは温室効果ガス削減および従来のエネルギー源への依存度を低減させることに向けられた、低炭素開発戦略の一部とならなければならない；

イノベーション、つまりカザフスタンは、より効率的な水素の製造・貯蔵・利用のためのイノベーションと新たなテクノロジー開発を全面的に推進する；

再生可能エネルギーとの統合、つまり水素エネルギーは、安定した、環境的にクリーンな水素製造のため、風力や太陽光といった再生可能エネルギーと密接に統合されていく；

インフラ開発、つまりカザフスタンは、水素ステーション、貯蔵・輸送ネットワークを含め、水素の製造・輸送・利用のための然るべきインフラ開発を目指していく；

パートナーシップ、つまりカザフスタンは水素エネルギー開発の途上で、水素エネルギー分野における知識、テクノロジー、経験共有のため、国際的パートナー、企業・組織との協業を目指していく；

規格および規制、つまり水素エネルギーの安全、品質、安定性を確保するため、必要な規格および法令を策定していく；

教育および啓蒙、つまり水素エネルギーのメリットや可能性について、国民への教育キャンペーンや啓蒙活動を常に行っていく。

本コンセプトに置かれたビジョンや原則、アプローチは、同分野の先進的開発および温室効果ガス削減確保に向けられている。

このように、水素エネルギー開発のビジョン、原則、アプローチに基づき、また本コンセプトで述べられた傾向を考慮し、設定された目標達成のため以下の行動実施が予定される：

- 1) 水素およびその派生物の輸出志向型製造を促進するような水素製造を可能にする；
- 2) 水素および水素を基礎とした混合エネルギーの製造・輸出・活用のため、カザフスタン共和国の国内市場でパイロット・プロジェクト実施を見込む；
- 3) 製品製造プロセスで水素を利用する輸出志向型産業企業における低炭素な水素製造を促進する；
- 4) 環境負荷低減を目的とした、大都市でのさらなる導入を見越した水素自動車導入プロジェクトを実施する；
- 5) 水素自動車のために必要なインフラ（水素ステーション）を創設する；
- 6) 地域のエネルギー・システム内でのエネルギー貯蔵システムとしての水素の製造・活用、その後の電力発電のための利用を行う実験場を設置する；
- 7) パイロット・プロジェクトで安全性および経済効率性が確認される条件で、（コンバインドサイクル発電設備も含め）住宅インフラで水素を利用するパイロット・プロジェクトを実施する；
- 8) 水素エネルギー開発への投資促進のため、投資政策の枠内で大規模プロジェクトに対する国家支援措置を利用する；
- 9) 二酸化炭素排出量削減、ならびに水素消費および低カーボン・フットプリントのエネルギー、商品・サービス利用の拡大に係るプロジェクト実施を支援するための方策を策定する；
- 10) 従来のエネルギーに対する水素の競争性を確保する目的での、水素エネルギー・プロジェクトに対する補助金に関する提案を策定する；
- 11) 以下の方法を用いて、水素エネルギー分野の規格に関する必要な法的基盤および文書を策定する；
 - 水素の製造・貯蔵・輸送・活用に関する様々な手段を考慮した、水素の規格・認証制度の改善、およびライフサイクル・アセスメント手法の策定；

- 水素エネルギー分野の要件を定める国家規格の策定、ならびに国際基準との調和の確保；
- 然るべき法令の修正による、水素自動車利用を抑制する規制障壁の排除；

12) 水素エネルギー分野における国際協力促進のため、以下の措置を実施する；

- 水素供給に関する共同パイロット・プロジェクト実施を目的とした、将来的な水素輸入国との二国間協力関係の組織
- 水素エネルギー分野の将来的議題の討議および新たな可能性の模索を目的とした、水素エネルギー関連国際機関および国際的プラットフォームへのカザフスタン共和国の参加；
- 水素エネルギーの法的規制、国際基準および規則制度策定を含めた、規格・認証の問題に関する外国及び機関との協力関係の整備、化石燃料から製造される低炭素水素に対する無差別アプローチの推進；
- カザフスタン共和国が開催する、燃料エネルギー・コンプレクス、気候および環境保護問題に関するビジネスおよび科学関連国際カンファレンスの枠内での、水素エネルギーおよび同分野での国際協力に関する施策の整備；
- 低い二酸化炭素排出係数で製造されたものを含む、環境に優しい水素供給国としてのカザフスタン共和国の評判を諸外国で形成すること；
- 水素エネルギーのための工業製品および部品供給に関する外国パートナーとの輸出契約締結；
- 水素の製造・貯蔵・輸送・活用のための設備製造に関する共同テクノロジー・チェーンの整備；

13) 水素エネルギー分野における既存および将来のテクノロジー導入のための人材確保に関する現存の限界および見通しの分析を行う；

14) 中期的に判明する水素エネルギー分野の人材不足および制限を排除するための計画を策定する；

15) 必要な能力を主要な専門教育に継続して導入し続けることを目的とした、パイロット・プロジェクト実施への高等教育機関の参加；

16) 水素エネルギー分野での経済活動を行う組織の専門家に対し、専門的活動の新たな課題に対応する能力確保を目的とした、追加的専門教育（能力向上および専門的再教育）を然るべき規模で行う。

第6章 目標指標と期待される成果

目標指標 1. 水素生産量

期待される成果：

1. 2027年までに水素生産 1 万 t 達成；
2. 2029年までに1.8万 t の水素生産；
3. 2030年までに2.5万 t の水素生産、グリーン水素の割合50%以上。

目標指標 2. 水素インフラ開発

期待される成果：

1. 2030年までに総容量10万 m³以上の水素貯蔵庫建設；
2. 2030年までに水素ステーション網開設；
3. 2030年までに効率的な水素輸送のための（合計）約100kmの水素パイプライン展開。

目標指標 3. 二酸化炭素排出量削減

期待される成果：

1. 2030年までに水素利用により化石燃料の割合を0.03～0.04%低減させる；
2. 2030年までに、経済の様々な分野での水素利用の結果として二酸化炭素排出量を（合計）0.1%削減する；

目標指標 4．水素輸出

期待される成果：

1. 2028年までに年間5,000 t 規模の水素輸出量達成；
2. 2029年までに水素輸出を年間 1 万 t に拡大；
3. 2030年までに外国に1.5万 t の水素を輸出；

目標指標 5．投資誘致

期待される成果：

1. 2030年までに水素分野に対し総額10億テンゲの投資を誘致；
2. 2030年までに水素エネルギー分野の共同プロジェクトに係る 5 本の国際協定を締結；
3. 2030年までに複数の国際水素プロジェクトを実施。

目標指標 6．水素自動車

期待される成果：

1. 2030年までにカザフスタンの 3 都市以上で水素バスを導入；
2. 2030年までにカザフスタンの 3 都市以上で定期的供給を行える水素ステーション網を展開。

2030年までのカザフスタン共和国水素エネルギー開発コンセプト実施のためのアクション・プラン

No.	施策名	完了の形式	完了期限	担当機関	資金額	資金源
1.	本アクション・プラン実施のモニタリング、業績評価、アクション・プラン修正案作成	カザフスタン共和国政府への報告書	2025年12月、その後毎年	ME (DAEP)、MNVO (協議)、MT (協議)、MPS (協議)、MID (協議)、MIO (協議)、株式会社「国民福祉基金『サムルク・カズィナ』」(協議)、株式会社「国営企業『カズムナイガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザクガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)	必要なし	必要なし
2.	現行の水素製造テクノロジーおよびその効率性評価 (導入・適合のための最善の水素テクノロジー決定)	提言を含めた分析報告書	2025年第3四半期	ME (DAEP)、NII (協議)	必要なし	必要なし
3.	水素エネルギー分野の専門家向けセミナーおよび研修の組織	実施した会合および参加者数の報告	2025～2026年第3四半期	ME (DAEP)、NPO (協議)、国際機関	500万テンゲ (毎年250万テンゲ)	国際機関の資金
4.	水素分野への投資誘致の機会分析	投資誘致に関する提言報告書、潜在的投資家データベース	2025年第4四半期	ME (DAEP)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)、NPO (協議)	必要なし	必要なし
5.	国際的な経験・慣例に基づいた水素テクノロジー分野の国家規格策定および導入	規格の承認	2026年第2四半期	ME (DAEP)、MPS (協議)、NII (協議)、NPO (協議)	本アクション・プラン第2項実施結果をもとに決定	国際機関の資金
6.	コンバインドサイクル発電での水素利用に係るパイロット・プロジェクト実施	パイロット・プロジェクト結果報告書	2026年第4四半期	ME (DAEP)、MIO (協議)、株式会社「国民福祉基金『サムルク・カズィナ』」(協議)、株式会社「国営企業『カズムナイガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザクガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)	25億テンゲ	投資誘致

7.	水素ステーションプロジェクト展開	技術経済性分析	2026年 第4四半期	ME(DAEP)、NPO(協議)	7.55億テンゲ	投資誘致
8.	マスコミ・SNSでの水素エネルギーの利点の啓蒙	活動および到達範囲に関する報告書	2026年 第3四半期	ME(DAEP)、NPO(協議)	1,500万テンゲ	投資誘致
9.	海外パートナーとの経験共有のためのカンファレンスの組織	コンフェレンスの議事録および報告書	2026年 第3四半期	ME(DAEP)、MID(協議)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)、NPO(協議)	300万テンゲ	投資誘致
10.	水素分野の研究開発のための資金調達源調査	契約署名	2027年 第2四半期	ME(DAEP)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)	必要なし	必要なし
11.	都市における水素バス導入	導入結果報告書	2027年 第4四半期	ME(DAEP)、MT(協議)、MIO(協議)、株式会社「国民福祉基金『サムルク・カズィナ』」(協議)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)、国際パートナー(協議)	30億テンゲ	投資誘致
12.	既存の水素テクノロジーの評価	最適化および活用に係る指針提案	2027年 第4四半期	ME(DAEP)、NII(協議)	必要なし	必要なし
13.	海外パートナーとの協力協定締結	協定署名	2027～2029年	ME(DAEP)、MID(協議)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)、国際パートナー(協議)	必要なし	必要なし
14.	水素エネルギー分野の専門家認定プログラム開発	プログラム	2027年 第4四半期	ME(DAEP)、MNVO(協議)、VUZ(協議)	1,500万テンゲ	投資誘致
15.	グリーン水素価格低減のための新たな水素ソリューションの導入および活用に関する提案策定	提案	2028年 第2四半期	ME(DAEP)、NII(協議)	必要なし	必要なし
16.	水素ステーション建設プロジェクト実施	検収書	2028年 第4四半期	ME(DAEP)、MPS(協議)、MIO(協議)、株式会社「国民福祉基金『サムルク・カズィナ』」(協議)(協議)、株式会社「国営企業『カズムナイガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザクガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)、国際パートナー(協議)	7.55億テンゲ	投資誘致

17.	工業・エネルギー分野における水素利用に係るパイロット・プロジェクト実施	導入結果報告書	2028年 第4四半期	ME (DAEP)、MPS (協議)、MIO (協議)、株式会社「国民福祉基金『サムルク・カズィナ』」(協議)(協議)、株式会社「国営企業『カズムナイガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザクガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)、国際パートナー(協議)	2027年の本アクション・プラン第1項および第2項実施結果により決定	投資誘致
18.	水素テクノロジー導入および活用に関するビジネス向け提案策定	提案	2029年 第3四半期	ME (DAEP)、カザフスタン共和国国家起業家会議所「アタメケン」(協議)、NPO (協議)	1,500万テンゲ	投資誘致
19.	水素輸出のための市場分析	提言報告書	2029年 第3四半期	ME (DAEP)、MID (協議)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)、NPO (協議)	2,500万テンゲ	投資誘致
20.	水素導入に基づく二酸化炭素排出量変化の評価	結果報告書	2029年 第4四半期	ME (DAEP)、MEPR (協議)、NII (協議)、NPO (協議)	必要なし	必要なし
21.	2035年までの水素エネルギー開発のさらなるビジョンのための議論および提案策定	コンセプト	2029年 第4四半期	ME (DAEP)、MNVO (協議)、MT (協議)、MPS (協議)、MID (協議)、MIO (協議)、株式会社「国民福祉基金『サムルク・カズィナ』」(協議)(協議)、株式会社「国営企業『カズムナイガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザクガス』」(協議)、株式会社「国営企業『カザフインベスト』」(協議)	必要なし	必要なし

注記:略称

MNVO - カザフスタン共和国科学・高等教育省

MT - カザフスタン共和国運輸省

MPS - カザフスタン共和国工業・建設省

MID - カザフスタン共和国外務省

MEPR - カザフスタン共和国環境・天然資源省

ME - カザフスタン共和国エネルギー省

DAEP - 原子力エネルギー・産業局

NII - 科学研究機関

MIO - 地方自治体

VUZ - 高等教育機関

TGO - 中央国家機関

NPO - 非政府組織