

エグゼクティブ・サマリー

クリーンで安全かつ安価なエネルギーの未来において、水素が重要な役割を果たせる時期が来ている。G20 議長国である日本政府の要請で、国際エネルギー機関 (IEA) は、水素の現段階の状況を分析し、今後の開発についての助言を行うために、この画期的な報告書を作成した。本報告書によると、クリーンな水素は現在、政治的にも企業活動の点からもかつてないほどの注目を集めており、世界中で水素を巡る政策とプロジェクトの数が急速に増加している。各種テクノロジーの規模拡大を図り、コストを下げ水素の広範な活用を可能にする時機が到来している。本書に収録している政府及び産業界への現実的で実践可能な提言を取り入れることで、この高まる気運を最大限活用することができる。

水素は、様々な深刻なエネルギー問題への取り組みに役立つ。長距離輸送、化学品、鉄鋼など、炭素排出量の大幅削減が難しいとされている幅広い産業部門に脱炭素化の手段を提供してくれる。また、大気質を向上させ、エネルギー安全保障を強化することもできる。国際的な気候目標は非常に意欲的だが、世界全体のエネルギー関連の CO2 排出量は、2018 年に過去最高に達した。大気汚染は依然として深刻な問題で、毎年 300 万人がそのために早期に死亡している。

水素の用途は幅広い。現在すでに利用できるテクノロジーにより、水素は様々な方法で生産、貯蔵、移動、エネルギーとして利用することができる。再生可能エネルギー、原子力、天然ガス、石炭、石油を含む様々な燃料から、水素を生産することができる。水素は、ガスのようにパイプラインで輸送したり、液化天然ガス (LNG) のように液化して船で運んだりできる。電気やメタンに変換して家庭や企業に供給したり、自動車、トラック、船舶、航空機の燃料に変換することができる。

水素によって再生可能エネルギーの寄与度をさらに高めることができる。太陽光や風力のような再生可能エネルギーの利用可能性は常に需要と合致しているわけではないが、水素にはその変動する出力を支援する能力がある。水素は、再生可能電源からのエネルギーを貯蔵するための先駆的なオプションの 1 つで、電力を数日、数週間、場合によっては数か月間貯蔵するための最も低コストのオプションとして有望視されている。水素および水素ベースの燃料は、例えばオーストラリアや南米のように太陽光や風力が豊富な地域から、数千キロ離れたエネルギー不足の都市へと、再生可能由来のエネルギーを長距離にわたって移動させられる。

かつて、水素は期待外れに終わったが、今回は違う可能性がある。太陽光発電、風力、電池、電気自動車の最近の成功から、政策と技術革新が世界のクリーンエネルギー産業の構築に力を発揮できることが明らかになった。世界のエネルギー部門が流動的であるため、水素の多用途性に政府や企業の様々なグループからより多くの

関心が集まっている。エネルギーを輸出及び輸入する政府と、再生可能電力の供給者、工業ガス生産者、電気・ガス事業者、自動車メーカー、石油・ガス会社、主要なエンジニアリング企業、そして都市などから支持されている。水素への投資は、世界中の国々において新技術と産業の発展を促進し、高度技能を要する雇用を創出することができる。

水素はもっと大幅に用途を広げることができる。現在、水素は主に石油精製と肥料生産に利用されている。水素をクリーンエネルギーへの転換に大きく寄与させるためには、交通、建築、発電といった、水素をほとんど利用していない部門でも採用する必要がある。

しかし、世界のエネルギー転換においてクリーンな水素が広く利用されるためには、いくつかの課題がある。

- **低炭素エネルギーから水素を生産するには、現状ではコストが高い。** IEA の分析によると、再生可能エネルギー電力から水素を生産するコストは、再生可能エネルギーのコストの下落と、水素生産の規模拡大によって、2030 年までには 30%下落する。燃料電池、エネルギー供給設備、電解装置（電気と水から水素を生産する設備）は、いずれも大量生産の恩恵を受けることができる。
- **水素インフラの開発は遅く、幅広い採用が妨げられている。** 水素の消費者価格はエネルギー供給設備の数、その利用頻度、1 日にもたらされる水素の量に大きく左右される。この問題に対処するには、各国政府と地方自治体、業界、投資家を団結させる計画と調整が必要である。
- **現在、水素はほぼ全てが天然ガスと石炭を原料として生産されている。** 水素はすでに世界中で工業利用されているが、その生産時には大量の CO₂ が排出されており、その量はインドネシアと英国の 2 カ国から 1 年間に排出される CO₂ に相当する。既存の生産規模を維持しクリーンエネルギー化していくには、化石燃料からの水素製造によって排出される CO₂ を回収するとともに、クリーン電力からの水素供給をさらに拡大することが求められる。
- **現在、規制によってクリーンな水素産業の発展が制限されている。** 政府と産業界は、既存の規制が投資を不必要に妨げることがないように、協力しなければならない。大量の水素を輸送、貯蔵することの安全性と、様々な水素供給の環境への影響の追跡に関する共通の国際基準を設定することによって水素の貿易を促進することができる。

IEA は、クリーンで幅広い用途への水素利用を拡大するため 4 つの短期的な機会を明らかにしている。こうした実社会のきっかけに焦点を当てることで、コストを下げ、政府と民間部門のリスクを軽減するのに必要な規模で水素が利用されるようになる。各機会にはそれぞれ目的があるが、この 4 つ全てが相互に補完し合っている。

1. **工業港をクリーンな水素の利用拡大のための中枢にする。** 今日、化石燃料由来の水素を利用している石油精製、化学品製造の多くは、すでに沿岸の工業地帯に集中している。欧州の北海、北米のメキシコ湾沿岸、中国南東部などがその例である。これらの地域にある工場がよりクリーンな水素生産に移行すれば、全体的なコスト削減につながる。こうした大規模な水素供給源は、港湾の船舶とトラックの燃料にもなり、また近隣の製鉄所などの工業設備にも電力を供給し得る。
2. **数百万キロの天然ガスパイプラインのような、既存のインフラを活用する。** 各国の天然ガス供給量のわずか 5% をクリーンな水素に変えることで、水素需要を高め、コストを引き下げることができる。
3. **事業用車両、貨物用車両、道路幹線など輸送分野の水素利用を拡大する。** 長距離走行する乗用車やトラック・バス向けに、交通需要の高いルートで人や物の輸送手段として活用することにより、燃料電池車の競争力を高めることができる。
4. **水素取引の最初の国際的なルートを開始する。** 世界の LNG 市場の成長という成功例を活用できる。国際的な水素取引で世界のエネルギーシステムにインパクトを与えるには、取引をすぐに開始する必要がある。

世界中で用途が広くクリーンな水素の利用を加速させるには、国際協調が不可欠である。各国政府が調和の取れた方法で水素の利用を拡大すれば、工場やインフラへの投資が急増し、コストが下がり、知識やベストプラクティスの共有が可能になる。水素取引は、共通化した国際基準の恩恵も受けられる。IEA は、あらゆる燃料と技術を対象とするグローバルなエネルギー機関として、これからも綿密な分析や政策アドバイスの提供による国際協調を支援し、今後の進捗をしっかりと追跡していく。

将来にむけたロードマップとして、政府、企業、その他がクリーンな水素の能力を長期にわたって発揮するチャンスをつかめるよう、7 つの主要な政策提言を行っている。

水素の利用拡大のための IEA による 7 つの提言

1. **長期エネルギー戦略における水素の役割を確立する。** 国、地方、都市の政府が将来の期待を導くことができる。企業もまた明確な長期的目標を持つべきである。主要な産業部門には、石油精製、化学品、鉄鋼、貨物や長距離輸送、建築、発電や電力貯蔵などが含まれる。
2. **クリーンな水素への商業需要を刺激する。** クリーンな水素技術は利用できるが、依然としてコストが課題である。クリーンな水素の持続可能な市場を創設する政策、特に化石燃料由来の水素からの炭素排出量を削減する政策が、供給者、販売業者、利用者による投資を支えるために必要である。低炭素電源起因の水素であれ、炭素回収貯留利用（CCUS）技術を利用した化石燃料起因の水素であれ、サプライチェーンを拡大することで、こうした投資はコスト削減を促すことができる。
3. **先発者の投資リスクに対処する。** 水素の新たな利用分野は、クリーンな水素の供給やインフラプロジェクトと同じく、配備曲線（deployment curve）の最もリスクが高い位置にいる。的を絞った期限付きのローン、保証、その他のツールで、民間部門の投資、学習、リスクとリターンの共有を支援することができる。
4. **コストを引き下げるために研究開発（R&D）を支援する。** 規模の経済によるコスト削減と並行して、燃料電池、水素由来の燃料、電解装置（水から水素を製造する技術）などの R&D が、コストの低減と性能の向上にとって必須である。公的基金の利用といった政府の行動が、研究テーマの設定やリスク負担、イノベーションへの民間資本の誘致にとって非常に重要である。
5. **不必要な規制障壁を取り除き、基準に調和させる。** 規制と許可要件が不明確だったり、新しい目的にそぐわなかったり、産業部門や国によって一貫性がなかったりすると、プロジェクトの開発者は大きな障害に直面する。設備、安全性、原料違いによる炭素排出量の認証など、知識の共有や基準調和が鍵を握っている。水素の複雑な供給網は、政府、企業、共同体、市民社会が定期的に協議を行う必要があるということである。
6. **国際的に連携し、進捗状況を追跡する。** 国際協調を全方面で拡充する必要があるが、基準、優れた実践事例の共有、国境をまたぐインフラについて特にその必要性が高い。長期目標に向けた進捗状況を追跡し続けるために、水素の製造と利用を監視し、定期的に報告する必要がある。

7. 今後 10 年間にさらにこの機運を高めるために、以下の 4 つの主要な機会に焦点を当てる。現行の政策、インフラ、スキルを構築することで、こうした相互支援的な機会がインフラ開発の規模拡大、投資家の信頼確保、コスト削減を助ける。

- 既存の工業港の多くを低コストで低炭素な水素のための拠点にして最大限活用する。
- 既存のガスインフラを利用して新しいクリーンな水素の供給を促進する。
- 事業用車両、貨物用車両、道路幹線での水素利用拡大を支援し、燃料電池車の競争力強化を支援する。
- 国際的な水素取引を始動させるための最初のルートを確立する。