



オマーンのグリーン水素開発動向

日本エネルギー経済研究所 中東研究センター 研究主幹 深沢 幸治

はじめに

オマーンは経済の多くを石油・ガスに依存する産油・産ガス国ではあるが、石油の生産量は日量100万バレル程度でバハレーンを除く他の GCC 諸国を下回っており、OPEC にも加盟していない。経済規模も GCC 6 か国のなかでバハレーンに次いで下から 2 番目であり、サウジアラビア、アラブ首長国連邦 (UAE)、カタールと比べると存在感が薄いと感じられる方も多いかもしれない。

しかしながら、同国では豊富な再生可能エネルギー資源を活用した大型グリーン水素プロジェクトが進行中であり、近い将来、再生可能エネルギーの一大生産地となる可能性を秘めている。また、LNGの輸出はGCC諸国ではカタールに次ぐ規模を有している。エネルギー移行・脱炭素の流れの中、今後同国の重要性が高まる可能性があるといえよう。

なお、グリーン水素は太陽光や風力などの再生可能エネルギーを用いて水を電気分解して生産され、車やバスなどの動力、火力発電所の燃料や、鉄鋼生産の還元剤として活用することができる。生産や燃焼の過程で CO₂を排出することがないため、新たなクリーンエネルギーとして期待されている。船舶などによる輸送にあたっては、グリーン水素を原料としたグリーンアンモニアなどの形態に変換することで、体積を減らし効率化することも可能である。

本稿では、注目されるオマーンのグリーン水素開発の動向について記述しつつ、同国のエネルギー関連組織やエネルギー開発の特徴についても触れたい。

グリーン水素プロジェクトの進捗

2023年6月、入札を経て Hydrogen Oman (Hydrom, 詳細後述) と 5 つの企業コンソーシアムとの間でそれぞれ大型グリーン水素プロジェクトに関する契約が締結された。プロジェクトが順調に進捗すれば2030年頃までに、1,600平方キロメートルの土地で、18ギガワット (GW) の再生可能エネルギーにより年間75万トンの水素が生産されることになる。その後2023年12月に 1 件、2024年4月にはさらに 2 件の契約が締結された。このうち 2 件のプロジェクトには日本企業も参加している。この 3 件のプロジェクトにより、

グリーン水素生産量はさらに年間55万トン増加することが見込まれ、オマーンの目標とする2030年までに少なくとも100万トンのグリーン水素を生産するとの目標を上回るプロジェクトが出そろったことになる。これら8件のプロジェクトの総投資額は490億ドルにも上るとされる。

しかし、オマーンの目標はこれにとどまらず、2040年には年間375万トン、2050年には年間850万トンのグリーン水素生産を目指している。(図1) さらにAuffiエネルギー・鉱物資源相は、2023年12月にカタールで開催されたドーハ・フォーラムで、オマーンは国王令に基づいて主に太陽光と風力による再生可能エネルギーによるグリーン水素の生産専用の50,000平方キロメートル以上の土地の割り当てを確保しており、これらすべての土地が再生可能エネルギーと水素の生産に活用された場合の水素のピーク生産量を、年間2,500万~3,000万トンと見込んでいると述べている。

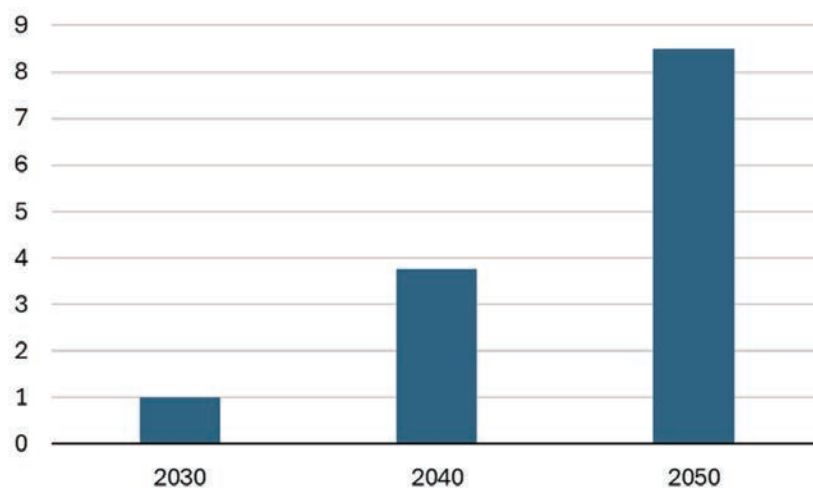
また、国際エネルギー機関 (IEA) は、オマーンは2030年までに世界第6位の水素輸出国となり、中東からの水素輸出総量の61%を占め、これに続くのはUAE (20%) と、サウジアラビア (16%) になると予測している¹。(図2)

オマーンでグリーン水素プロジェクトが積極的に進められている背景として、太陽光発電と風力発電に適している広大な未利用地を有することが挙げられる。国際再生可能エネ

筆者紹介

早稲田大学政治経済学部卒業。ENEOS株式会社で中国事業や原油・石油製品取引などに携わる。上海での語学研修を経て2009年から北京に、2018年から米国ヒューストンにそれぞれ4年間駐在した。このほか外務省中東アフリカ局への出向で湾岸アラブ諸国関連業務に従事した経験を持つ。2022年4月より現職。GCC諸国のエネルギー情勢および国際石油市場動向を担当。

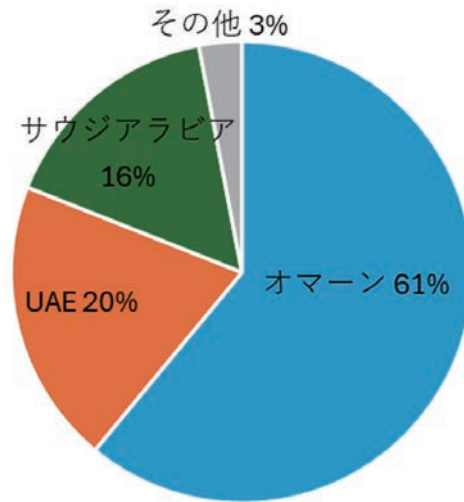
図1：オマーンの水素生産目標 (単位：百万トン/年)



(出所) IEA Renewable Hydrogen from Oman を基に作成

1 Renewable Hydrogen from Oman, P18, Jun 2023, <https://iea.blob.core.windows.net/assets/338820b9-702a-48bd-b732-b0a43cda641b/RenewableHydrogenfromOman.pdf>

図2：2030年までに想定される中東からのグリーン水素輸出



(出所) IEA Renewable Hydrogen from Oman を基に作成

ルギー機関 (IRENA) のレポートは、「オマーンの太陽エネルギーの潜在的レベルは世界で最も高いレベルにあると推定され」、「豊富な太陽資源が利用可能な広大な未利用の土地を考慮すると、オマーンには大規模な太陽光発電の優れた潜在力があることは明らか」としている。また、風力発電についても、過去の研究で特にオマーンの沿岸部と南部で、風力発電が有望であることが確認されていると指摘している²。太陽光発電に加え夜間も発電が可能な風力発電の活用が期待できることも、オマーンの再生可能エネルギー開発における特徴となっている。

現時点では、グリーン水素の生産コストは化石燃料と比較して高く普及のネックとなっているが、将来的には技術革新により生産コストの低下が期待されている。ただ、技術革新が進んだとしても自然エネルギーに頼るグリーン水素生産にとって立地条件が重要であることに変わりはなく、オマーンが注目される要因となっている。また、これはグリーン水素に限った話ではないが、オマーンはペルシャ湾の外側に位置しており、同国からのエネルギー調達には他の GCC 諸国と比較して地政学的リスクの低減において優位性を有している点も特筆すべき点として挙げられる。

グリーン水素検討の経緯と体制の整備

オマーンにおけるグリーン水素の可能性についての具体的な検討の開始は2020年にさかのぼる。エネルギー・鉱物資源省 (Ministry of Energy and Minerals) は同年、Petroleum Development Oman (PDO, 詳細後述) などと共同で設立した、産官学連携を目的としたエネルギー分野の研究プラットフォームである EJAAD に、オマーンにおけるグリーン

2 Renewables Readiness Assessment: Sultanate of Oman, P31-33, Nov 2014, IRENA

水素開発の実現可能性調査を指示し調査が開始された。調査の結果を受け2021年には、エネルギー・鉱物資源省の指示の下、PDOが事務局となって、グリーン水素に関連する産官学協力の枠組み「Hy-Fly」が設立された。公共サービス規制庁, Energy Development Oman (EDO, 詳細後述), OQ (同左), Oman LNG (同左), BP Oman, Shell Oman, TotalEnergies Oman, Sultan Qaboos 大学, German University, ソハール港, ドウクム港など、国内外の合計15の組織が参加しており、シンクタンクやコンサルタントに相当する役割を果たしてきた。同枠組みを活用することで、外資企業などの政策や技術についての知見を取り入れることが可能となり、オマーンの水素政策を推進する上で有効であったと推測される。

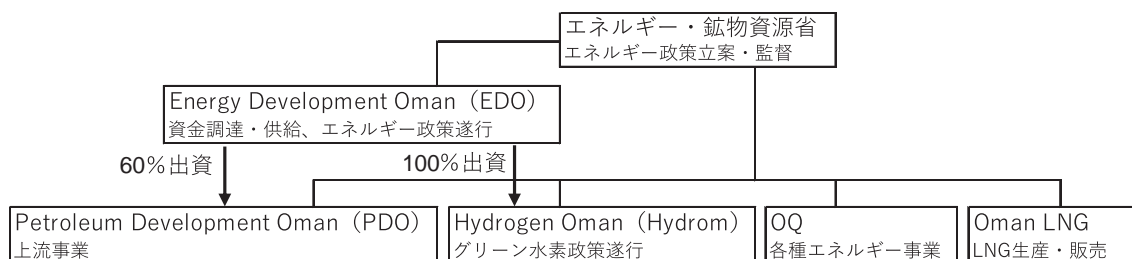
2022年にはエネルギー・鉱物資源省の監督の下、EDOの全額出資により、グリーン水素政策の実行を担うHydromが設立された。同機関は、グリーン水素セクターのマスタープランの作成、政府所有の土地区画の作成、グリーン水素プロジェクトの組成、土地のプロジェクト開発者へ割り当て、プロジェクトの実行管理、共通インフラや関連産業の開発促進など、幅広い業務範囲と権限を有している。先述のとおり、グリーン水素プロジェクトの契約主体として、水素プロジェクト用地の入札を行うとともに、企業コンソーシアムとの交渉・契約締結を行っている。なお、2023年よりHydromのManaging Directorを務めるShidani氏は、直前はエネルギー・鉱物資源省の再生可能エネルギー・水素局長(Director General, Renewable Energy & Hydrogen)を務めていた人物である。また、同氏の前任としてHydromのManaging Director代行を務めていたAbduwani氏がShidani氏の後任として再生可能エネルギー・水素局長に就任している。両氏はオマーンにおける水素政策のキーパーソンと言えよう。

オマーンの水素政策のキーパーソン

オマーンの水素政策のキーパーソンはやや複雑な様相を呈しており、理解しづらい部分もあるが、同国の水素政策の理解の一助となると思われるため概要を紹介する。(図3)

オマーンの水素政策はエネルギー・鉱物資源省が管轄しており、ほとんどのエネ

図3：オマーンの水素政策のキーパーソン



(出所) 政府発表、政府関係者への聞き取り等を基に作成

ルギーについて方針の策定や規制・監督を担当している。ただし、電力に関しては公共サービス規制庁（Authority for Public Services Regulation）が管轄している。2022年の内閣改造で、長年にわたって大臣を務めてきた Rumhi 氏にかわり次官から昇格した Aufl 氏がエネルギー・鉱物資源相に就任しており、同国のエネルギー政策のキーパーソンとなっている。

オマーンのエネルギー政策の遂行において重要な役割を果たしているのが PDO である。同社の株主構成は EDO が60%、Shell が34%、TotalEnergies が4%、タイ PTT が2%となっており、オマーン政府と外資企業による共同出資となっていることが特徴である。同社の業務範囲は石油・ガスの探鉱・開発などの上流部門が中心で、オマーンの石油生産の70%以上、ガス生産の半分以上を担っている。同社は、外資企業の技術・ノウハウの導入や、石油・ガス収入が他の GCC 諸国と比べて必ずしも潤沢でない同国において、資金面でも重要な役割を果たしてきたと考えられる。また、エネルギー・鉱物資源省や EDO などに対して人材を供給するなど、人材育成における役割も特筆すべき点となっている。また、先述の通り PDO は、グリーン水素に関連する産官学協力の枠組みである Hy-Fly の事務局を担うなど、水素分野でも貢献している。なお同社の経営トップ（Managing Director）にはこれまで Shell 出身者が就いていたが、最近初のオマーン人トップとなる Hadhrami 氏の就任が発表された。

2020年に設立された EDO は、100%政府出資の政策遂行機関として、政府方針を受けエネルギー政策を実行する役割を持つ。同機関の Chairman はエネルギー・鉱物資源相が兼任している。EDO のもう一つの重要な役割は、エネルギー価格の変化によってエネルギー開発に影響が及ばないように、政府機関として資金調達を行い PDO などに対して資金を供給することである。EDO 設立以前には PDO は自ら資金調達を行ってきたが、石油価格下落時において完全な国有企業でないことが原因で資金調達に支障が出ることもあり、体制が変更されるきっかけとなった。また、先述のとおり EDO は Hydrom の出資母体ともなっている。なお、EDO は政策遂行機能の強化に努めているものの、探鉱・開発分野を中心に依然として PDO が実質的に多くの役割を担っている模様である。

OQ はオマーン投資庁（Oman Investment Agency, OIA）が100%出資する総合エネルギー企業で、2019年に上流から下流部門まで事業領域ごとに存在した9社を統合することで誕生した。石油・ガス開発、製油所、ガスパイプライン、LNG トレーディング、クリーンエネルギー開発など幅広い事業を手掛けている。また、先述のグリーン水素プロジェクトにステークホルダーとして参加している他、天然ガス輸送を手掛ける OQ Gas Networks はグリーン水素インフラの整備も担うこととなっており、グリーン水素分野での役割拡大が見込まれる。

LNG 事業は、Oman LNG が担っている。PDO などが生産したガスの液化、販売、輸

送などを行っている。オマーン投資庁（出資比率51%）、Shell（同30%）、TotalEnergies（同5.54%）、Korea LNG（同5%）、三井物産（同2.77%）、三菱商事（同2.77%）、タイPTT（2%）、伊藤忠商事（0.92%）が出資している。同社傘下のQalhat LNGと合わせて年間1,150万トンのLNG生産能力を有しており、さらに年間1,200万トンまでの生産能力増強を予定している。韓国や日本が主要なLNG輸出先となっている。

外資への依存と活用

オマーンにおけるエネルギー開発は、資金や技術面で外資企業に多くを依存している。先述の通り、上流部門を中心に重要な役割を果たしているPDOが外資企業との共同出資となっていることは特徴的であり、他のGCC諸国では見られない形態である。またオマーン政府関係者の話として、上流開発にかかる膨大な資金を負担することが難しいことから、権益割合に関わらず外資企業が開発資金を全額負担し、利益の配分は権益割合に応じて行うといった方法もとられているとのことである。

こうした状況はグリーン水素プロジェクトにおいても同様であり、オマーンはプロジェクトに適した土地を提供するが、プロジェクト開発は外資企業が主導し、その資金によって行われることが前提となる。資金や技術を外資企業に頼っているがゆえに、プロジェクトの選択や実行においても外資企業の意見が反映されやすい一面もあると考えられる。

オマーンがグリーン水素に重点を置くようになったのは、気候や土地などの各種条件が適していることが大前提ではあるが、外資企業がグリーン水素開発を選択したことがそれを後押ししたと言える。こうした事業環境は外資企業が同国でプロジェクトを行う上で、望ましい側面ともなりうるだろう。

なお、オマーン政府関係者にブルー水素³について尋ねると、決してブルー水素を否定する方針ではなく、検討も行われているとの答えが返ってくる。ただ、原料となるガスは現時点ではLNGとして輸出することに経済優位性があるため、オマーン自身は急いでブルー水素に取り組む動機は有していない。同国としては、優位性はグリーン水素にあると判断しているが、外資企業がプロジェクト資金を投下し引き取りを行うのであれば、ブルー水素プロジェクトも歓迎されることとなろう。実際に、ブルー水素への取り組みの動きもみられている⁴。

3 天然ガスなどから取り出された水素で、水素の製造工程で排出されるCO₂を回収・貯蔵し、排出を実質ゼロとしたもの。

4 エネルギー・鉱物資源省は2023年11月、PDO、Shell、OQ、Occidentalとの間で、オマーンにおける炭素回収・利用・貯蔵およびブルー水素の開発分野における協力覚書に調印している。<https://www.omanobserver.om/article/1145363/business/energy/agreements-signed-for-carbon-capture-blue-hydrogen>

グリーン水素プロジェクトの概要

これまでに契約が締結された8つの大型グリーン水素プロジェクトについての概要は以下の通りとなっている。プロジェクトに参加する外資企業は欧州勢とアジア勢が多くを占めているが、生産されたグリーン水素・アンモニアの主要な引き取り先として両地域が想定されていることが一因と考えられる。

Hydromのホームページによると、プロジェクトに参加する事業者に対する要求事項として、競争力のある水素の生産コストを保証する風力・太陽光発電の組み合わせを提案する、最終製品（水素、アンモニア、メタノールなど）の選択は開発者の裁量に委ねられる、製品の引取先を確保する、政府系事業体と提携するなどの点が挙げられている。また報道によると、Hydromは淡水や水素を配送するパイプラインなどのインフラを提供するのと引き換えに、プロジェクトに対する一定割合の権益を得る契約となっているとのことである⁵。

最初の5件は、グリーン水素プロジェクト用地入札のフェーズAラウンド1などを経て2023年6月に契約が締結されたもので、さらに2023年12月に1件、2024年4月に2件の契約が締結されている。これらのプロジェクトは2030年頃までの稼働を予定している。

(1) Amnah コンソーシアム

デンマークを拠点とするファンド Copenhagen Infrastructure Partners (CIP) が率いるコンソーシアムで、同じくデンマークの再生可能エネルギーコンサルタント Blue Power Partners (BPP) とオマーンの Al-Khadra が参加している。投資額は60億ドルを予定しており、320平方キロメートルのドゥクムの区画で最大4.5GWの再生可能エネルギーを利用し、年間21万5,000トンのグリーン水素を生産する。生産されるグリーン水素は、ドゥクムで建設される新しい製鉄所向けの原料として、オマーン国内の需要に対応することが期待されている。

(2) BP Oman

BP Omanとの単独の契約で、3.5GWの再生可能エネルギーで、年間15万トンのグリーン水素の生産を見込んでいる。アンモニア製造・輸出用のグリーン水素の生産を目的としている。

(3) GEO コンソーシアム

Green Energy Oman (GEO) コンソーシアムは、OQ, Oman Shell, クウェート投資庁傘下のクリーンエネルギー開発会社 EnerTech, シンガポールの InterContinental Energy および Golden Wellspring Wealth for Trading が参加している。4GWの再生

5 “Posco and Engie-led team signs Oman hydrogen contract“, Jun 22 2023, MEED, <https://www.meed.com/posco-and-engie-led-team-signs-oman-hydrogen-contract>

可能エネルギーを利用し年間15万トンのグリーン水素とその誘導品を生産する。

(4) POSCO, ENGIE コンソーシアム

韓国の鉄鋼 POSCO とフランスの電気・ガス事業者 ENGIE によるコンソーシアムで、Samsung Engineering, Korea Southern Power, Korea East-West Powerなどの韓国勢と、タイ国営のPTTEPが参加している。投資額は67億ドルを予定している。ドゥクムの320平方キロメートルの土地を利用し、2030年までに5.2GWの再生可能エネルギーにより、年間20万トン以上のグリーン水素から韓国向けを中心とした輸出用のアンモニアを生産する。

(5) Hyport Duqum コンソーシアム

OQ Alternative Energy とベルギーのDEME Concessions NVによるコンソーシアムで、ドゥクムの150平方キロメートルの土地を利用し、第1フェーズでは、2029年までに1.3GWの再生可能エネルギーにより、年間5万トンのグリーン水素から年間33万トンのグリーンアンモニアを生産する。また第2フェーズでは2.7GWの再生可能エネルギーにより年間のグリーンアンモニア生産は65万トンまで増加する。

(6) Salalah H2 コンソーシアム

OQ Alternative Energy, 丸紅, UAEのDutco Overseas, 韓国のSamsung C&Tが参加するコンソーシアムで、ドファール行政区で初めてのグリーン水素プロジェクトとなる。2029年までに年間100万トンのグリーンアンモニアと17万5,000トンのグリーン水素を生産する予定となっている。

(7) EDF グループ, J-POWER, Yamna コンソーシアム

フランスの電力会社 EDF とその子会社である EDF Renewables, 日本のJ-POWER, およびイギリスのグリーン水素開発会社 Yamna で構成されるコンソーシアムで、約4.5GWの再生可能エネルギーにより、2030年までに年間約17万8,000トンのグリーン水素生産を目指す。生産された水素は、サララ・フリーゾーンに建設されるアンモニア・プラントに供給され、年間100万トンのグリーンアンモニアを生産する。

(8) Actis, Fortescue コンソーシアム

イギリスの持続可能インフラ投資企業 Actis とオーストラリアの鉄鉱石大手 Fortescue からなるコンソーシアムで、最大4.5GWの風力・太陽光エネルギーにより年間最大20万トンのグリーン水素を生産する。国内の供給向けに販売するほか、グリーンアンモニアなどの派生品を生産し、サララ港経由で輸出する。

各プロジェクトが今後順調に進捗するか注視していく必要はあるものの、同国におけるグリーン水素プロジェクトに多くの関心が寄せられたことは、オマーンにとっては幸先の良いスタートとなったと言えるだろう。

各プロジェクトの立地（概要）



(出所) 中東研究センター作成地図および政府発表等を基に作成

グリーン水素関連インフラの整備

2023年6月の大型グリーン水素プロジェクト契約締結と同じタイミングで、水素プロジェクトを支援するための共通インフラ整備も動き出している。Hydromはオマーン国内に天然ガス輸送網を保有する OQ Gas Networks (OQGN) と、グリーン水素ネットワークインフラ開発を検討する覚書に調印し、グリーン水素生産拠点から経済特区や港湾などの需要地にグリーン水素を輸送するためのパイプラインネットワーク開発を検討する。OQGNは、その後同年9月に新規株式公開（IPO）を行っており、水素インフラ整備に向けた資金調達を視野に入れた動きと考えられる。また同社は翌10月、ベルギーのエネルギーインフラ企業 Fluxys と、水素・CO2インフラプロジェクト開発での協力に関する覚書（MoU）を締結した。Fluxysは、OQGNのIPOに際し同社株式の4.9%を取得し、アンカー投資家としてIPOを支える役割も果たしている。このように水素インフラの整備においても、外資企業の資金および技術を積極的に導入し推進していく姿勢を見せている。

水素輸送以外のインフラについても、生産拠点への電力接続と海水から製造する淡水の供給パイプラインについては、それぞれのインフラに通じた政府系企業が管理・監督を担うこととなっている。淡水供給など水関連は Nama Water Services、電力接続については Oman Electricity Transmission Company (OETC) がそれぞれ担当することになる。

Hydromは2023年12月、これらの共通インフラ建設を担う新会社「InfraCo」の設立

を発表した。今後Hydrom主導の下、関係者の意見を踏まえながら構想をまとめ、共通インフラの建設を具体化させていくことになる。Hydromは、最初の水素が生産される2029年までに共通インフラを完成させることを約束している。

おわりに

これまで見てきた通り、オマーンはグリーン水素開発を進める上で外資を積極的に活用し、意見を吸い上げて政策に反映させてきた。Hydromの設立などにより、グリーン水素プロジェクトをサポートする体制も整えている。グリーン水素生産に直接係るプロジェクトだけではなく、生産した水素の利用や輸出などに必要なインフラの整備についても同時並行で取り組むなど、プロジェクト全体として整合性がとれるよう配慮されており、同国の政策はうまく機能しているように見受けられる。プロジェクトの進捗は、グリーン水素の経済性等にも影響を受ける可能性があるため引き続き注視していく必要はあるものの、多数の大型グリーン水素プロジェクトに外資企業を誘致することに成功したことで、豊富な再生可能エネルギー資源の活用に向け大きな一歩を踏み出したと言えるだろう。

同国は2020年のコロナ流行により財政状況が悪化したが、財政改革を進めたことで改善が見られている。格付けも向上しており、同国のソブリン格付けは投資適格とされるトリプルB格まであと一歩というところまで来ている。本稿では詳しく触れなかったが、欧州の脱ロシアや世界的なエネルギー移行の動きにより注目を集めているガスについても、上流開発やLNG設備の増強を積極的に進めている。日本企業2社もグリーン水素プロジェクトへ参画しており今後の進捗が期待される。

*本稿の内容は執筆者の個人的見解であり、中東協力センターとしての見解でないことをお断りします。