



ネクスト・ジャパン 最前線

Next Japan

第46回

エネルギートランジション ——大いなる転換点を迎える 次世代エネルギーへの取り組み

2 050年のカーボンニュートラル(以下CN)実現へ向け世界中が多様な取り組みを進めている。世界市場をターゲットにエネルギーシフトが加速する中、脱炭素化のプロジェクト構築に向け各国がしのぎを削っている。日本もグローバルな視点でのエネルギーの構造変革が求められている。特に先般、脱炭素化におけるトランジションも注目され最終的な脱炭素化へ向け低炭素化から移行しながら取り組む動きもある。

こうした世界情勢も踏まえ、今号特集ではCN、次世代エネルギーに精通しているNPO法人国際環境経済研究所理事・竹内純子氏と、(株)日本政策投資銀行 常務執行役員・原田文代による対談、そして脱炭素への電力トランジションを見据えたファイナンスを組成した中国電力(株)、世界が注目する革新的なアンモニア合成技術を開発したつばめBHB(株)、世界を横断する水素プロジェクト構築を目的とする水素インフラファンドの要となるHy24の、次世代エネルギー社会へ向けた新しい動きを見せる3社を紹介する。

NPO法人国際環境経済研究所
理事・主席研究員

竹内 純子氏

NPO法人国際環境経済研究所 理事／U3イノベーションズ合同
会社 共同代表／東北大学特任教授(客員)
東京大学大学院工学系研究科にて博士(工学)

慶応義塾大学法学部法律学科卒業後、東京電力入社。主に環境
部門を経験後、2012年より独立の研究者として地球温暖化対策と
エネルギー政策の研究・提言に携わる。国連気候変動枠組条約
交渉にも長年参加し、GX実行会議や内閣府規制改革推進会議など
政府委員も多数務める。2018年にはU3イノベーションズ合同会社を
創業し、新事業の創造による環境・エネルギー問題解決を目指す。

株式会社日本政策投資銀行
常務執行役員

原田 文代

対
談

次世代エネルギー社会の 実現へ

—— 世界の動き、日本の課題、金融の役割

気候変動対策をめぐる 国際潮流の変化

原田

竹内さんは昨年11月のCOP27(国連気候変動枠組条約第27回締約国会議)に参加されたようですが、どんな印象を持たれましたか。

竹内

これまで15年程度、気候変動に関する国際交渉を見てきましたが、近年、交渉のあり方は大きく変化していると感じています。パリ協定が採択された2015年のCOP21では、協定が採択された瞬間、会場中に地鳴りのような拍手と歓声が湧き上がり大変な熱狂状態でした。その光景を前に「世界が変わった」という瞬間を今、私は過ごしていると思ったものです。確かにその後、急速に気候変動への注目度も上がりました。今世紀後半半の

け早期にカーボンニュートラル(以下CN)を達成するには莫大な投資が必要であるため、資金の問題は、それまで先進国対途上国の政府間の話だったのが民間資金も大きな役割を果たすようになりました。

一方で直近のCOP27を振り返ってみると、これはCOP26と27を比べると分かりやすいのですが、26ではホスト国が



イギリスという先進国でした。イギリスは環境政策を牽引してきたという自負もあり、足元の状況は別として、野心のレベルを上げ、温室効果ガス排出の削減目標値を引き上げ、COP26の目標にしたのです。パリ協定の詳細なルールブックもこの

時ではほぼ片付きました。ただその後、世界はエネルギー価格の高騰とウクライナ危機を経験して、現実のエネルギー問題に直面することになりました。そういう厳しい状況を前に27ではどういう議論が行われるのだろうと思っていたのですが、野心の引き上げが強く叫ばれる状況は変わりませんでした。先進国の経済状況もコロナウイルスのパンデミックで相当傷んでいるなかでしたが、途上国に対して気候変動の被害を賠償する基金の設立も決まりました。ただ具体的に誰がどうやってその基金にお金を入れるのか、有効に公平に配分できるのか、課題は山積しています。

エネルギーというのは極めて現実的な問題なので、フォワードルッキング、つまり足元に立脚して将来の計画を策定しなければなりません。一方、気候変動は大きな社会変革なので、バックキャスト、未来から逆算した計画策定が必要です。長い時間軸であれば両者をつなぐことができるのかもしれませんが、いま議論している短い時間軸では、大きな段差が生じるのが必然といえるでしょう。どちらの考え方が正しい、間違っている、ではないはずで、この段差を

直視した上で何ができるかを考える必要があるのだと思います。

高まるトランジションへの 関心・理解

原田

COP26と27を比較して私が感じたことは、27ではクライメイトトランジション(脱炭素化への移行への取り組み)という言葉が前提になったということです。26ではその定義も曖昧でしたが、27では脱炭素化が避けられないという議論の中でトランジションに賛同する人が明らかに増え、いろいろな発言やテーマの中でトランジションが取り上げられることが多くなったと思います。

竹内

CNが掲げられて以降、気候変動という観点からこの問題に入った人は、ややもすると、温室効果ガスをゼロにする技術だけを評価したように思います。低炭素では駄目、脱炭素だという、ある意味で低炭素への否定があったわけですね。トランジションはインフラの作り替えを伴うので、その期間には一般の人が思っているよりはるかに長い。エネルギー政策の観点からこの問題を見ていく人間からすると、ようやくそのことに気がついてもらえたということで、トランジションという言葉が普及してきたことは私も歓迎しています。

その意味でも、日本政府がグリーン・トランスフォーメーション(GX、注1)という言葉掲げたことに私は賛成です。CNではなくGX。そこには成長戦略としての移行プランを描くのだというメッセージが込められており、GXを成長戦略にする必要があるということもDX(デジタル・トランスフォーメーション)と融合して表したのだと思います。

気候変動対策を成長戦略に

竹内

これに関して私が強く主張したいのが、各国が気候変動問題を成長戦略にしているということ。特に昨年8月の米国インフレ抑制法(IRA、注2)の成立が世界に与えた衝撃は大きかったと思います。欧州はREPowerEU(注3)など支援策も講じていますが、基本的に環境に対しては規制型で、例えば排出量取引制度等によるカーボンプライシング(注4)を導入するなど、産業界に負荷をかけてCO₂を減らすうとしてきました。

一方、米国はカーボンプライシングは導入せず、IRAの下で気候変動対策を産業政策と位置付けて巨額の支援を行うことにしました。イソップ寓話の「北風と太



原田

陽」でいえば太陽方式で自国のグリーン・エネルギー産業を育てていく方針を鮮明に打ち出したわけです。しかも、産業界と政府の連携により作成された詳細なガイドラインによって、どんな技術をどういう形で支援するかも明確にしています。北風方式を採る地域がある一方で、太陽方式で産業を育て、産業政策として勝ちに行く。世界最大の経済大国がそういう方針を採ったことは大きな衝撃を世界に与えたと思います。

実際、欧州や豪州などでは、政府がIRAへの対抗策として自国や地域の競争力を米国に奪われないようにするための新しい政策を打ち出し始めていますね。特に欧州の危機感は強く、例えば企業が新しい投資は米国でやったほうが得だと考えた、あるいはグリーン水素、アンモニアを作るうとしている国も米国のほうが安く作れると考えるようになっていきます。豪州も今、IRAをにらんで新しい国家水素戦略を作っています。

IRAをにらんで新しい国家水素戦略を作っています。

欧州や日本でも同じような潜在的な問題があると思います。申請したらどれ

くらいかの支援が得られるのかという部分、つまり明確

性や即時性は米国は日本より見え易いように思います。

新技術の実現性をいかに見極めるか

原田

それと、私は今年3月に米国で開催された第41回CERAWeek(注5)に参加したのですが、その時感じたのは海外の人は脱炭素の新技術開発が「できるか、できないか」という議論はしていなかったということです。新技術には様々な不確実性があります。例えば水電解、合成燃料なども「できない」「できないかも」という前提では話をしない。「いつできる」「幾らでできる」「きっとできる」という強い信念を前提に議論をしているんですね。

もちろん、実際にはすべての技術がテイクオフすることはなく、いずれ選別される時期があるわけですが、私自身は日本でもまず「できる」という仮定の下、「できた場合」にどうするかという前提で議論をする時にきているように思います。竹内さんはどのようにお考えですか。

竹内

とても難しいご質問ですね。できる前提で新技術を考えることがいいのかどうか。投資家にとっては失敗案件があってもポトフォリオで考えればいいので、それほど

対談

次世代エネルギー社会の実現へ

— 世界の動き、日本の課題、金融の役割



原田

大きな問題ではないのかもしれませんが、エネルギー政策でそれをやってしまっていないのか。投資家の立場とエネルギー政策の考え方の違いは、やはりあると思うのです。海外では新しいエネルギーの分野に桁違いに巨額の投資ができる投資家があります。我々も、例えばスタートアップやベンチャー

投資までであれば必要な投資資金は限定的ですが対応できるのですが、商用化に失敗したときのことまでを考えて、取りあえず全部にベット（賭けて）しておこうというほど余裕はないですね。ただご指摘の通り、エネルギー政策が技術的・経済的にどうなのかということについては、また少し違う議論があつてもいいと思います。

竹内

確かにエネルギーはコストだけではないわけですが、コストでお話にならなかったらその技術はないのと一緒ですから。

原田

サステナブルではないということですね。

竹内

はい。やはりエネルギー政策としてサステナブルではないので。私は国の水素アンモニアの委員会でもコストの重要性を訴えていて、それはなぜかと言えば、エネルギーは手段であり、与える便益に差はありません。コストで負けている技術の導入を進めるためには、どうしても政策的支援に依存することになります。

与える便益において差をつけるようなビジネスへの転換を考えようとエネルギー産業の人には提言していますし、

原田

私自身も会社を設立して新しい産業を作っていくようにしています。CO₂を減らすためにだけにコスト負担を求めるのではなく、「楽しい」「格好いい」「快適」を選択した結果としてCO₂が減るといっていいと社会の大きな動きにはなりません。そういう社会の動きにいくために、エネルギー産業と他産業の融合や新産業の創出にチャレンジしていますが、一方でエネルギーというのはどうやっても今は手段でしかなくて、やはりコストが極めて重要な要素になることは前提として踏まえておくべきだと考えています。

ポイントは多分2点あると思います。1つは見極めのタイミングです。今決めなければいけないのか、もう少しで技術が成熟するのかもしれないのか、どこかで線引きが必要だと思うのです。どうしても政府の支援は多様な技術に賭けているところがあつて、今はいろいろなことを議論していてもいいと思うのですが、ある一定の現実味を帯びてきたときに商用ベースにならないものは何らかの選択をするということだと思います。それから政府の支援というのは税金で行うわけですから、最終的に何らかの納得性と一定のルールが必要で、そのルールは何にすればいいのかということ。非化石価値というのはもちろん、投資の回収、どれぐらいの人にどうベネフィットが行き渡るのかなどが考えられるかと思っています。

←

政府投資に明確な判断基準を

竹内

その点に関しても私はIRAに学ぶべきだと思います。一つはお金の集め方です。IRAは、例えば法人税の最低税率の見直しや処方箋薬価の引き下げなど、現世代の負担を見直し、それを以て将来に投資するという形ですね。

一方、政府のGX実行会議(注6)で議論しているのは、今投資したい、GX経済移行債(注7)を出したいから将来カーボンプライシングを導入するという話なのですが、これはつまり将来からの借金で今、投資したいということで、それでいいのか。確かに将来に向けての投資ですが、そうであれば将来のためになる投資としてのクライテリア(判断基準)が明確でなくてはならない。将来世代に対して、こういうクライテリアでここに投資したということが明確に説明できなければいけないと私は思います。

もう一つがまさにそのお金の使い方です。税額控除という確実に技術が実装されることに補助していますし、IRAのガイドラインは、政府と産業界が相当綿密に議論して作成されたことを感じさせます。支援のメリハリが効いている。確かにIRAの投資額は非常に大きいのですが、GDP

比・人口比等で比べると、日本のGXにおける今後10年間で150兆円超の投資規模は決して見劣りするサイズではない。我々の社会全体があちこちに投資できる状態ではない中で、一か八かでGXに賭けるわけですから、ここでの投資に失敗はできないという点で、どういうクライテリアで判断するのが重要で。

ただ、先ほど原田さんが言われたように、もうそろそろ決め打ちをして、勝ち筋にだけ投資をするという形にしていかなければいけない、目利き力を効かせなければいけない時期なのですが、日本のエネルギーが置かれた状況は再エネに対する国土や気象条件などポテンシャル等の面で不利なこともあるので、いろいろなものに張らなければいけないということも事実だと思います。

原田

やはりタイミングは重要だと思います。今の段階で水素・アンモニアも含めていろいろな技術やアプローチがあつて、それぞれの優劣について確信をもてるころまではきていないものの、どこかの段階では本当に選択が必要になると思います。水素にしても、今はまさに基本戦略の見直しのタイミングですから、実現性・経済性・日本の特殊性を考えたつ、もう少し濃淡をつける必要があるということですね。

竹内

CO₂の価値もまだまだ市場で正確に評価することが難しい中で、エネルギーにはそれ自体だけではなく、経済安全保障、

エネルギー安全保障上の価値などもあるわけですが、それはマーケットでは全く評価されない価値です。これはCO₂の価値も安全保障の価値も、やはり国が評価してしっかりサポートしないと、価値はあつてもコスト的に競争力がないものは生き残らなくなる。

ですから水素も最終的にはグリーン電力から作った水素が目標地点ですが、最初からそこにこだわるのではなく、水素にはエネルギー安全保障上の価値もあると思うので、まずは水素を使っていくことが大事です。社会に水素をなじませていくことでコストも徐々に下がっていくわけなので、最初から理想形に行こうとしてはちょっと話ではない水素は駄目だというのはちょっと話が違うのではないかと思うのです。

マーケット作りに向けた金融の役割

原田

まずはマーケットを作ることが大事ですね。その場合、日本で展開するということになる、弊行のような全国的にいろいろな支援をしている金融機関の視点から言うと、圧倒的な再エネ適地である、例えば北海道や東北と、適地ではないが地域全体でCNにしなければいけないという

対談

次世代エネルギー社会の実現へ

— 世界の動き、日本の課題、金融の役割

地域としては、やはり戦略を明確に変えていくべきかなと思います。

各地域でゼロカーボンシティに向けた努力や工夫をされていますが、自分の地域に何があつて何がない。何をしなければこの地域全体がサステナブルにならないのか。そこをもう1回皆で考えていく。幾ら再エネを増やそう、太陽光パネルを設置しようと言っても、地域によっては地理や日照的な条件などから限度があります。それができる前提で、では何を考えるのかを考える必要があるのではないかと思います。

竹内

その通りで、特に今、国内でも多くの地方自治体がゼロカーボンシティ宣言を行っています。ゼロカーボンということはガソリンやガスなど化石燃料を利用できなくなることだということも十分理解されていないかもしれません。大事なものは自分たちの地域に何があつて何を残さなければいけないかということを解像度高く見ることだと思っています。

原田

これは弊行の取り組みの紹介になるのですが、幾つかの地方のパターンを決めて、それぞれにゼロカーボンへのシナリオを仮説的に作成しています。それもあまり具体的になると「うちには関係ない」となるので、ほどよく具体的でほどよく抽象的な、幾つかのモデルをお示ししたいと思っています。

例えば圧倒的な再エネ適地のパターン、産業集積の観点から水素やアンモニアの活

用が特に重要となる地域のパターンなど、立地・地理的特性やエネルギー・原料の需要産業の集積状況を考慮したソリューションの道筋や2050年の絵姿が見えるというところをお示しする。そういう形で各地域と議論を始めたと思っています。というの、最初の話に戻りますが現実とあるべき姿があまりにかけ離れているので、フォワードルッキングでもバックキャストでも、その間が全く埋まらないからです。

竹内

そうですね。しかも、その時間軸が短いので段差が生じてしまうわけですが、そこを埋めるのが戦略だと思うので、金融機関には地域と一体になって戦略と一緒に作る、将来のビジョンから戦略に落とすという、ある意味で人材サポート的な機能を発揮することがより強く求められていると思います。

原田

全国に顧客基盤を有するメガバンク、特定の地域に顧客基盤があり、その地域と将来をとともにする地域金融機関、それぞれとうまく役割分担しながら、資金の提供はもちろん、その前段階の人・企業・地域をつなぐような連携を実現し、その中で戦略を一緒に立案するような役割を果たしていきたいと思っています。本日は有り難うございました。



(注1) グリーン・トランスフォーメーション(GX)・産業革命以来の化石燃料中心の経済・社会、産業構造をグリーンエネルギー中心に移行させ、経済システム全体の革新を目指す政府の政策。

(注2) 米国インフレ抑制法(IRA)・過度なインフレを抑制すると同時に、エネルギー安全保障や気候変動対策を迅速に進めることを目的とした法律。2022年8月16日に成立した。通称IRA(Initiation Reduction Act)。

(注3) REPowerEU・2022年のクライナ侵攻を踏まえ、エネルギー価格高騰および需給ひっ迫への対応策、ロシア化石燃料依存からの脱却を本柱とし、ガス供給源の多様化、再エネ、省エネ、水素促進等を方針とする政策文書。(出典) 経済産業省「通商白書2022年版」

(注4) カーボンプライシング・二酸化炭素(CO₂)排出に対して価格付けし、排出量に見合った金銭的負担を企業などに求める仕組み。市場メカニズムを通じて排出を抑制する。

(注5) CERWeek・エネルギー分野で活躍する産官学界の第一人者を招き、同分野における最新動向について情報交換を行う国際会議。「エネルギー業界のタボス会議」とも称される。

(注6) GX実行会議・GXの実現に向けた必要な施策を検討するために設置された。2022年7月27日に第1回が開催され、同年末に基本方針が策定された。

(注7) GX経済移行債・GX実現に向けて2023年度から政府が発行する。2050年までに温暖化ガスの排出を実質ゼロにするために必要な150兆円超の投資額のうち、国がGX経済移行債で約20兆円を調達し、民間投資の呼び水にする。



中国電力株式会社
常務執行役員
カーボンニュートラル推進本部長
電源事業本部副本部長

大元 宏朗 氏



次世代エネルギーの
社会実装に向けて

PERSPECTIVE

1

中国電力グループが挑む カーボンニュートラル実現 その戦略支援のため組成された、 本邦初のトランジション・リンク・ ハイブリッド・ローン

中国電力株式会社（広島県広島市）

中 国地域5県を中心に事業を展開する中国電力。電力会社にとって脱炭素化は電力の安定供給面や経済的問題から大きな課題となっている中、同社は2021年2月「中国電力グループ『2050年カーボンニュートラル』への挑戦」とのロードマップを公表し、カーボンニュートラル（以下CN）に向けた基本方針と設備投資を長期的に進める計画を策定した。斯かる中、多額の設備投資に向けた資金調達において財務基盤の維持・強化が不可欠との判断のもと、DBJと同社取引金融機関と、トランジション・ローンの性格と資本性を併せ持つトランジション・リンク・ハイブリッド・ローン（以下TLHL）を本邦で初めて組成した。中国電力のCN実現に向けた取り組み、資金確保と財務基盤の安定を目的としたTLHLについて、常務執行役員カーボンニュートラル推進本部長である大元宏朗氏にお話をうかがった。

中国電力から見る

CNの現状と戦略・目標

——CN実現に向けたトランジションの重要性について国内外での理解や浸透はどの程度進んでいるとお考えですか。

トランジションの重要性については、先般札幌で開催されたG7の気候エネルギー・環境大臣会合においても、各国の事情、地域の事情に応じたトランジションをしながら2050年のCNに進んで

いくことが重要であると再認識されたと感じています。加えてS+3Eの重要性。安全性(Safety)を大前提として、安定供給(Energy Security)、経済効率性(Economic Efficiency)、環境適合(Environment)を同時達成する取り組みが重要であるとの認識が深まったと思います。EUを中心にCN実現に向けた様々なルール作りが世界中で進められています。CNのルール作りもゴールを見据えるのみならずトランジションを念頭に置いて進められているのではないかと

と考えています。CNは一つのシナリオで進められるものではありません。電気事業でいえば再生可能エネルギーはもちろん既存の原子力発電の活用、火力発電の脱炭素化等、複数の選択肢を用意しながら取り組んでいかなければなりません。そして最終的に当社が描く2050年のCN実現の姿に繋がりたいと考えております。

——貴社におけるCNの実現・移行に向けた戦略・目標をお教えてください。

中国電力グループが目指す2050年カーボンニュートラルの姿



CNP：カーボンニュートラルポート CNK：カーボンニュートラルコンビナート
EMS：エネルギー・マネジメント・システム

提供：中国電力(株)

また、戦略の実施や目標達成に向けた具体的な取り組み事例も併せてお聞かせください。

当社は2021年2月、2050年CNに挑戦することを表明、CNに向けたロードマップをお示ししました。昨年6月、広範囲にわたる取り組みに横串を通ず組織として『カーボンニュートラル推進本部』を設立、今年4月にはCN戦略基本方針を策定し、従来の小売電気事業に加え、発電事業についても2030年度までにCO₂排出量半減(2013年度対比)を掲げるなど脱炭素に係る目標を追加設定、更にCNに向けた重点施策を一層具体化しました。例えば水力発電のリパワリング。当社の水力発電所の中には昭和

初期から稼働しているものもありますが、それを最新の技術でリプレースし発電効率を上げ経済性を高めます。太陽光発電については、PPA(Power Purchase Agreement：電力販売契約)サービス等を通じて拡大を図っています。今後は、調整力確保の観点から蓄電池等の導入・強化を進めていきます。また原子力発電もCNの実現のため重要な要素であり、島根の2号機3号機の早期稼働を目指し、着実に歩みを進めているところです。そしてトランジションにおいて鍵を握るのが火力発電の脱炭素化。石炭火力ではバイオマスの混焼によりCO₂の排出量を低減しつつ、将来的なアンモニア混焼に向けて検討を加速化させています。またLNG火力に関しては水素混焼の実装に向けて検討を進めています。今年4月には、LNGを燃料とする柳井発電所の経年設備の最新鋭設備への更新および将来的な水素混焼の実装に対応する設備の整備等を検討開始したことを公表しました。このような取り組みを組み合わせ、安定供給・環境性・経済性を総合的に勘案しながらトランジションを進めていきたいと考えています。

CN達成に向けた課題と対策

—— 取り組みを進める上で分かってきた課題をお聞かせください。

CNへの取り組みに業界の横断的連携は必須です。ただ、適正期間、適正手段、適正量等は各社で異なります。それらをお互いに協議し、実現していかなければならない。その調整が難関となるでしょう。また、火力発電の脱炭素化における技術革新も重要な要素です。現在進めている水素・アンモニアの導入検討に関しても、製造・輸送・貯蔵・使用等のサプライチェーンにおいて、専門各社にて様々な技術革新が進むと予測されますので、いかに多種多様な技術を的確に検証し選択するかも大きな課題になります。さらにそれらの最先端技術の導入コストを考えると、財務基盤強化と長期資金の調達も急務です。CNを進めるにあたってのコスト増が見込まれるため、民間資金はもとより今後は国の制度面、資金面での支援など、官民が連携し一体となってCNに向かう必要があると考えています。

—— 課題に対しての具体的な取り組みの一つとしてTLHLを活用されました。

CNへの取り組み等を実現するためには、トランジションに対する長期資金の確保と財務の健全性の両立が不可欠な要素です。そこでトランジションを進めていく上でその両面に焦点を当てたファイナンスであるTLHLを組成しました。ご提案いただいたDBJさんには感謝しています。我々の取り組みの大きな後押しになることは間違いありません。

ませんし、今後多方面においてもこうしたファイナンスが広く展開されていく契機となったのではないのでしょうか。

中国電力の今後の取り組みと展望

—— 今後、貴社ではどのような取り組みを進めて行かれるのか、お教えてください。

「エネルギーの脱炭素化」「CNへの挑戦を通じて地域の発展に貢献」「CNに資する技術開発」の3つを方針として掲げるとともに、2030年度にCO₂を2013年度比で半減するとの目標を設定しました。これはかなりチャレンジングな目標だと思っておりますが、CN電力の活用拡大、火力発電のトランジション等、ロードマップに沿ってできることをバランス良く着実に進めていくことで必ずや達成したいと考えています。先に述べたS+3Eを前提に、CNの実現に向けたトランジションを進めていきたいと考えています。

—— 貴社における今後のCN実現に向けた展望、また中国地域のCNに向けた展望をお聞かせください。

CNは世界の共通認識になってきています。もちろん中国地方という地域でもその認識は変わりがありません。その中で、一つは自社の電源をいかにCNへ向けていくか。もう一つは地域のCNに対するニーズにどのように応えていくか。

これが我々の向き合っていく課題であるとの認識です。例えば電化の推進やEMS(エネルギー・マネジメントシステム)によるエネルギーの効率的利用、エネルギー資源の循環等、お客様との取り組みの中で達成できるものも多い。今年4月には環境省が募集する「脱炭素先行地域」に島根県松江市が新たに選定されました。共同提案者として参画している当社は、効果的なサービス提供により地域の脱炭素化に貢献するとともに、今後、他地域においてもCNをはじめとする課題解決に繋がる提案をしていきたいと考えています。

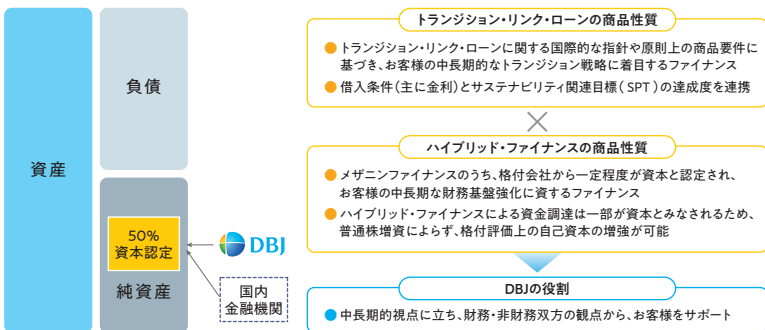
トランジション・リンク・ハイブリッド・ローンの組成および活用背景

中国電力はCNに関するロードマップを公表し2030年の経営ビジョン実現に向け財務の健全性を前提に脱炭素社会や持続的社会的実現を推進している。その方針のもとCNを進めるためには中長期的に安定した投資資金の確保と財務基盤の維持・強化の両立が不可欠であるとの結論に達し、TLLHによる資金調達を検討したという背景がある。本ローンの設計について当社財務担当者は「調達した資金は、CO₂削減に寄与する施策への活用を促すため、当社が掲げるCO₂排出量削減目標の達成状況に応じて将来の金利条件が変動(トランジ

ション・リンク)する性質を有しています」と語る。また、本ローンの投資家の招聘選定に関しては、「脱炭素に特化した資金調達は当社として初めてのため、トランジション・ファイナンスに知見の深い金融機関が招聘選定の第一条件でした。また事業基盤である中国地域の持続的発展に貢献する責務を担っていることから中国地域の金融機関からもご支援を頂きたいと考えていました」と語る。

当ファイナンス組成においては、「DBJさんにはトランジション・ストラクチャリングエージェントおよびマネージャー、グリーゼントおよびマネージャー、グリーゼント

中国電力に対するトランジション・リンク・ハイブリッド・ローン(スキーム図)



上図:(株)日本政策投資銀行作成

ド・アレンジャーとしてのご支援を依頼しましたが、トランジション・ファイナンスにおける専門的知見に基づくアドバイスとご指導を頂きました。また、新しい枠組みですので、トランジションとハイブリッド、その両面に関して金融機関や格付機関に対してご理解いただくために、取り組みに関するご説明やご調整等、非常にご尽力いただきました。今後について

DBJの電力業界に対する取り組み

2020年10月の2050年カーボンニュートラル宣言を契機に、電力各社においてもカーボンニュートラルに向けたトランジション戦略の実現が求められている。一方、足許においては燃料価格の急騰により電力安定供給の継続が困難となり、トランジション戦略と電力安定供給の両立が課題である。

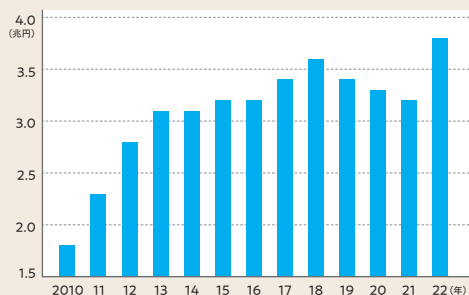
これら課題に対して、DBJは電力安定供給に向けた事業資金および資本性資金だけでなく、様々な形のトランジション・ファイナンスを通じて支援を行ってきた(右図参照)。今後、再生可能エネルギーの導入拡大等を背景にファイナンスの需要増加も予想されるが、DBJはお客様との課題に寄り添い電力安定供給とカーボンニュートラル、そして成長戦略の実現に向けて、万全の態勢で臨んでいく。

2022年度 DBJが組成・参画したトランジション・ファイナンス実績

時期	借入人	商品	備考
8月	(株)JERA	トランジション・リンク・ローン	当社初のトランジション・リンク・ローン
9月	中国電力(株)	トランジション・リンク・ハイブリッド・ローン	本邦初のファイナンス手法
10月	九州電力(株)	成果連動型利子補給制度によるトランジション・リンク・ローン	同制度の対象事業者として初認定
3月	北海道電力(株)	トランジション・リンク・ローン	-
3月	東北電力(株)	トランジション・ローン	当社初のトランジション・ローン

※トランジション・リンク・ローンは資金使途不特定、トランジション・ローンは資金使途特定 (各社開示情報に基づく)

DBJのエネルギー分野向け融資残高推移



は、「外部環境の変化に伴いトランジション・ファイナンスを含めたESGファイナンスの変化も想定される中、DBJさんには引き続き専門的な知見から当社へのご指導をいただければと願っています」と継続的な支援を期待、トランジション・ローンを積極的に活用しつつCN課題解決に向けた未来を築き上げたいとの前向きな姿勢を強調した。

次世代エネルギーの
社会実装に向けて

PERSPECTIVE

2

つばめBHB株式会社
取締役執行役員

中村 公治 氏

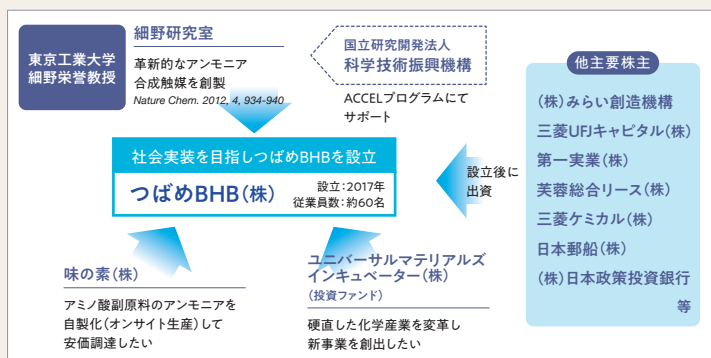
—— アンモニアの新しい製造技術により注目が集まっていますが、貴社の特徴からお聞かせください。

東京工業大学(以下東工大)発のベンチャーというのが第一の特徴です。同校の細野栄誉教授が開発した、エレクトライド触媒(注2)と呼ばれる既存の技術より低温・低圧でアンモニアを合成する革新的なアンモニア合成触媒を社会実装しようという形で生まれたのが、つばめBHBです。エレクトライド触媒はその特徴から高温・高圧プロセスに投入してもその真価

事業面での特徴

を發揮しづらいため、当社はエレクトライド触媒の開発製造だけでなく、エレクトライド触媒を用いた独自のプロセスも開発しています。ビジネスモデルは二つ。年産5000トン未満の小型アンモニア合成モジュール販売と、年産1万トン以上の中型・大型プラントの基本設計販売です。前者は年間500トン、3000トン、5000トンのアンモニアを生産できるモジュールタイプのプラント開発しており、モジュールと触媒プロセスライセンスフィーをパッケージとして販売するものです。後者は年間1万トン以上のアンモニア生産のご要望に対して、プラントの基本設計と触媒・ライセンスフィーを販売する

つばめBHBの成り立ち



つばめBHB資料元図より作図

約100年続くアンモニア合成技術の壁を破る、 大学発の新技术に世界が注目

つばめBHB株式会社(神奈川県横浜市)

肥 料を始めとした多種多様な化学品の原料として幅広い用途で使用されているアンモニア。近年、将来用途として、CO₂が排出されない燃料としての期待が高まっている。しかしアンモニアの製造技術は、未だ約100年前にドイツで開発されたハーバー・ボッシュ法(注1・以下HB法)に頼っているのが現状である。主要なライセンサー(アンモニア合成触媒とプロセス技術を持つ企業)は海外企業のみであるため、日本企業はその技術に頼らざるを得ない。このような状況の中、大学発の新技术でアンモニア製造の壁を破ったのがつばめBHB(株)である。アンモニア製造の低コスト化の可能性を広げ、クリーン燃料や肥料を安価に製造することに大きな期待が寄せられている。その技術の革新性と将来のアンモニア市場等について、取締役執行役員の中村公治氏にお話をうかがった。



ものです。当社基本設計を基にエンジニアリング会社と連携しお客様のプロジェクトサイトにて詳細設計(E)、調達(P)、建設(C)を行っていきます。現在は小型モジュールの世界展開に注力しています。当社はまだ60人程度の会社ですので、アンモニアプラント建設の全ての工程を自社で完遂することは難しく、他社との事業連携により事業を進めています。

当社の特徴という意味ではもう一つ。人員の構成としてベンチャー企業の割にはシニア層も多く、60代以上の方々が活躍している会社です。この分野は広範な知見が必要ですので、業界で長く活躍された方を採用し先頭に立つて活躍して頂いております。

——どのようなお考えのもと会社設立に至ったのか。その経緯を教えてください。

2017年4月に、細野栄誉教授と企業の共同出資により設立されました。設立以前の2012年、細野教授が『Nature Chemistry』という化学分野の学術誌に、革新的なアンモニア合成を可能にするエレクトロライド技術を発表し、世間の知るところとなりました。アミノ酸の副原料となるアンモニアの自社生産を考えていた味の素(株)と、硬直した化学産業を変革し新事業を創出したいという思いのあった

ユニバーサルマテリアルズインクベーター(株)、東工大の教授陣が出資し、エレクトロライド技術の社会実装を目指すベンチャー企業つばめHHBが誕生しました。設立後には多くの企業の方々の出資の申し出を頂き現在に至っているところです。

世界が目指す 小型アンモニア製造技術

——約100年以上海外企業に頼ってきたアンモニアの基礎技術に対し、貴社の新しい技術の開発に対し大きな期待が寄せられています。貴社の小型アンモニア製造技術の特徴と既存のアンモニア製造技術との違いをお聞かせください。

既存の技術はHB法と呼ばれるもので、ドイツのノーベル化学賞受賞者であるハーバー博士とボッシュ博士によって約100年前に開発された技術です。鉄触媒を開発したのがハーバー博士、プラント担当がボッシュ博士。鉄触媒は水素と窒素を400℃～600℃の高温と20MPa(メガパスカル)～100MPaの高圧下でアンモニアを合成する技術であるため、高压容器という特殊なプラントに仕上げなければならぬという点で二人の技術の組み合わせが必要だったわけです。触媒側とプロセス側の技術を組み合わせるという点では、

つばめHHBの成り立ちと同様です。

HB法の大きな特徴は高温・高圧ですが、当社技術では、300℃～400℃、5MPaの低温低圧でのアンモニア合成を可能にしました。これにより使われるプラントの金属の材質も変えることができる。つまり材料費を安価にできる可能性が出てきたのです。またアンモニア製造には水素を使用しますが、水素の発火点は560℃です。500℃レベルになると危険な状態となります。一方当社技術は300℃～400℃と発火点からかなり低い温度であるため、コンパクトなプラントでも安全運用が可能となります。現在、新しい触媒の技術開発にも資金と人材を積極的に投入しており、さらに低温・低圧でのアンモニア合成やアンモニア合成速度の加速化が進めば、近い将来、より少額の設備投資で大量のアンモニア製造ができるようになるかと思えます。

アンモニアを取り巻く環境

——アンモニアは代替燃料用途として注目を集めているとのことですが、気候変動対策にどのような影響を及ぼすのか具体的にお聞かせください。

脱炭素という観点では、水素キャリアやCO₂フリー燃料として注目され

ています。燃やしても水と酸素しか排出しない水素は、CO₂を排出しない代替燃料として期待されており、世界的に水素経済構築に向けたロードマップや戦略が打ち出されています。

一方で、水素は貯蔵や輸送が難しくコストが嵩むことが課題です。アンモニアはNH₃という分子構造で水素を多く含むものの、水素よりも液化しやすい性質から水素を安価に輸送するキャリアとして期待されています。水素が安く手に入る地域で水素をアンモニアに転換することで、需要地まで水素をそのまま輸送するよりも安価に輸送することが可能となります。需要地に到着後はアンモニアから水素を取り出すこと(クラッキング)が必要になりますが、アンモニアをそのまま燃やしてしまうというのがCO₂フリー燃料としてのアンモニアの将来用途です。アンモニアの燃焼技術は日本が中心となり開発を進めている段階ですが、現在は石炭火力発電からのCO₂排出量を削減する目的で、石炭とアンモニアの混焼が計画されています。現状は混焼技術の開発段階ですが、将来的にはアンモニアのみを燃料とする専焼技術も確立していくものと見えています。

——貴社がアンモニアに思い描く重要性についてお聞かせください。

燃料や水素キャリアの重要性をお

世界の脱炭素に向けて 水素社会の実現を牽引

次世代エネルギーの
社会実装に向けて

PERSPECTIVE

3



Hy24 [ハイ・トゥエンティフォー]
(フランス)

仏水素インフラファンドの設立の目的・経緯・戦略

— Clean H2 Infra Fund設立の経緯をお聞かせください。

ファンドのアイデアは2019年の6月に軽井沢で生まれました。私たちが設立したHydrogen Council(水素協議会)の国際会議が当地で開催され、参加された水素事業に関心のある大企業、投資家とのディスカッションを重ねる際に、産業界と金融機関が共同でファンドをつくるべきだと申し上げました。つまり、スケールの大きい事業に取りかかるべき時だと。それが水素インフラファンドClean H2 Infra S.L.P.が設立された契機でした。その後、専属チームの必要性を感じ、このファンド構想を主導するために、Air Liquideから退職し共同創設し

水

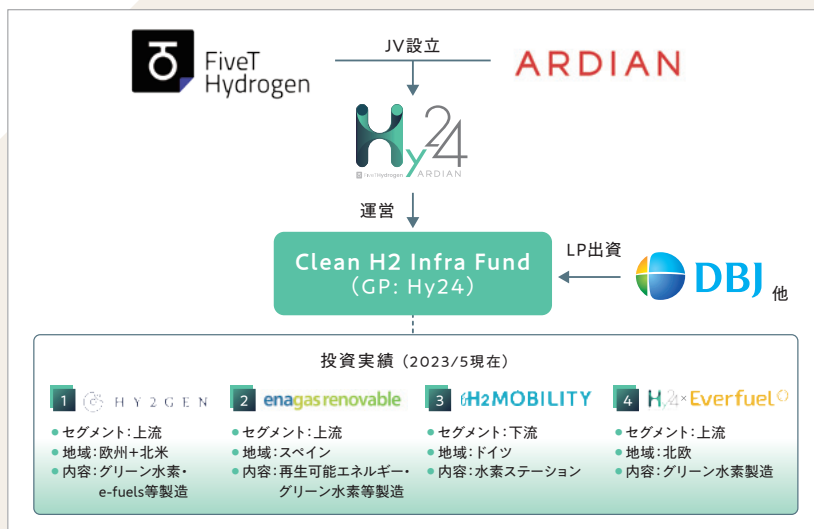
素プロジェクト拡大のために具体案件を見据えた業種の横断的取り組みが必要との認識のもと、水素インフラファンドであるClean H2 Infra S.L.P.が設立された。そのゼネラル・パートナー(以下GP)を務めるのがHy24だ。水素は脱炭素燃料であり、カーボンニュートラル(以下CN)達成に必要な不可欠なエネルギー源である。燃焼時にCO₂を排出しないことから、発電分野、輸送分野、産業分野を中心に、今後の利用拡大が見込まれている。日本のエネルギー基本計画においても、2030年の電源構成に位置付けられ、2050年のCN達成に向け、大規模サプライチェーンの構築が急務となっている。現状、水素の供給コストは既存燃料に比べて高く、サプライチェーンの大規模化や技術革新によるコスト低減が期待される中、水素インフラファンドClean H2 Infra S.L.P.が設立され、さらに、インフラ投資で実績のあるArdianや、水素事業に知見を有するAir Liquideの出身者で立ち上げたFiveT Hydrogenの2社により、Clean H2 Infra Fundの設立であるHy24が設立されたのである。今後のCNにおける水素プロジェクトの牽引役として大きな期待を集める同社CEOピエール・エティエンヌ・フラン氏に水素社会実現に向けた現状課題と展望を聞いた。

仏水素インフラファンドの設立の目的・経緯・戦略

— Clean H2 Infra Fund設立の経緯をお聞かせください。

FiveT HydrogenとArdianにより、Clean H2 Infra Fundの設立であるHy24が設立されることになったのです。実はDBJと私は、水素ステーションの本格整備を目的とした「日本水素ステーションネットワーク合同会社(JHYM)」設立に関わっていたため互いに面識もあり、その段階からモビリティ関係の水素インフラにも関わっていたため、本件へのDBJの参画は心強く、この事案の推進力ともなりました。

水素インフラファンドのGP Hy24の成り立ち





Hy24
Chief Executive Officer

Pierre-Etienne Franc 氏

Air Liquideにて、26年以上、産業ガスや水素関連事業に関与。2017年には、Hydrogen Council（水素協議会）を設立する等、水素業界の成長における中核的な役割を担う。2021年、FiveT Hydrogenを設立し、同社と機関投資家Ardianの共同会社であるHy24のCEOに就任。

——水素市場にはグリーン水素製造等の上流事業から、水素ステーションや供給インフラ等の下流事業までありますが、Hy24の戦略におけるターゲットについて、お聞かせください。
生産から使用までバリューチェーンの全てをターゲットにしています。最終的

には産業界の利用も脱炭素に寄与するよう、石油の精製や化学品の生成、また鉄鋼やセメント、そしてモビリティも同様です。タクシー、バス、トラック、そして船、将来は飛行機もと考えています。近い将来、水素は全世界のエネルギーシフトに関わってきます。再生可能エネルギーは不安定ですのでそれをためておく方法としても水素があるわけです。最終的には消費エネルギーの15%から20%が水素または水素派生物になっていくと見えています。今後再生可能エネルギーにシフトしていく一つの方法として、水素の立場はより重要になっていくと思われま

す。

こうした場合下、投資エリアとしては、アジア太平洋地域で考えると、水素消費国としてポテンシャルのある日本と韓国、上流事業で競争力が期待される豪州が重要な位置付けとされています。

グローバルにおける

水素市場の動向と今後の展望

——水素市場の動向をどのように捉えているかお聞かせください。

水素市場はグローバルに拡大するエネルギーシフトの動向を見据える必要があります。世界で水素をエネルギーとして使うプロジェクトは約1000件あるといわれており、金額ベースですと、欧州が3分の1を占めています。

次に北米、それから南半球です。アジアのプロジェクトはまだ小さく、総合的に見ると3000億ユーロ程度の投資が行われていますが、実際は7000億ユーロぐらいの投資が必要だと考えています。日本の状況は、実証とパイロットプロジェクト商業化の間にあるのが現状ではないかと捉えています。

——水素へのエネルギーシフトにおいて、欧州が先行している理由をどうお考えですか。

エネルギーシフトの観点から見ると欧州が先行しているようなイメージがありますが、実は多分に日本のエネルギー政策の影響を受けているのです。以前より日本は石油、石炭、天然ガスに頼っている一次エネルギーを水素にシフトする重要性を提唱していました。再生可能エネルギーが十分でない地域においては、水素を活用して他地域の再生可能エネルギーを調達する選択が重要になります。それが今、欧州を中心にグローバル化しているということです。今欧州ではプロジェクトが既に商用化段階に入り、プロジェクトとしては大型水電解装置による数百メガワットの案件が実現しています。また南半球諸国でも水素やその派生物としてのアンモニアの生産を実現し日本、韓国、欧州への輸出計画も出されています。

なぜ欧州でエネルギーシフトが加速

したのか、と言いますと、EUがCO₂や温室効果ガス削減の方向に舵を切ったからです。これによって大企業に義務が課され、また輸送の形態もCO₂削減を課されるため、欧州全体がシステムとしてエネルギーシフトに動き出したわけです。日本でもこうした動きを早めることが水素社会実現に寄与すると考えています。

日本の水素市場への見解

——日本政府も水素・アンモニア政策／GX政策を打ち出していますが、今後の日本市場をどのように捉えていますか。

数年かけて継続的な支援をすることが必要です。ワンショットで終わってはいけません。日本の将来にとって、電化等により脱炭素化が困難な分野においては、水素が必要不可欠だと考えます。しっかりとしたメカニズムを構築していくためには、規制等の政策はもちろん資金的支援も合わせ、継続的に支援をしていくことが必要だと考えています。そして日本は研究開発や実証だけではなく次のステップである商業化を早急に進めるべきだと思えます。公的機関と民間企業が一体となり価格を下げるべく競争力のある水素等の生産モデルを構築することが急務です。それには政府による支援



と同時に規制を厳しくすることも必要です。CO₂の排出削減を強化する規制により低価格を実現させるといふことです。規制と支援の両面で進めなければ前には進みません。また「In-liquid」とDBJが、冒頭でも述べたJHYMで構築したような資金調達メカニズム等を作りシステムを大きくし、市場も大きくしていくことも解決策の一つになると考えます。

——貴社の考える日本の水素市場に関して、課題も含めお聞かせください。

日本には、小規模な市場はあつても、真の意味でのカーボンマーケットはまだ形成されていないのではないのでしょうか。日本は国家水素戦略策定にいち早く取り組みましたが、水素市場のスケール化については欧米が先行してしまつております。欧州では数十メガワットのプロジェクトも進み2年後には実施段階になります。大きなCO₂排出コストや欧州企業の低炭素化を促進する規制がこの進捗の背景の一部になります。

CO₂1トン当たり日本は数ユーロ程度（※地球温暖化対策のための税がCO₂1トン当たり289円）です。これに対し欧州は80ユーロから100ユーロで、CO₂を削減していかなければ大企業には大きなペナルティを課される状況です。こうした状況下では、産業界は動かざるを得ません。

それが欧州の実態です。日本は次のステップとして商業化を迅速に進めるべきだと思います。カーボンプライシングも効果的です。一つの例ですが、日本も水素自動車や燃料電池自動車を開発販売していますが、近年中国の勢いが顕著になっております。中国は水素ステーションを全国に約300ヶ所設置していますし、水素を使ったバスやトラックの生産に関しては、直近の4年間で過去20年間の世界の生産数に相当するなど、非常に速いスピードで進んでいます。日本も水素導入を加速すべき時期を迎えていると思いますので、スケール化をいかに実現するかが急務となります。また、資金調達メカニズムもシステムを大きくし、市場も同時に大きくする必要があります。商業化へのベクトルを今後一層加速させていくであろう世界の潮流を見据え、一刻も早く商業化を実現するべきだと思います。

またコスト面では例えばプラスチックのコストになる部分は公的支援で支えボリュームを大きくして価格を下げる。公的支援導入による需要創出の方策が必要です。さらには規制の強化です。現状規制がないため企業も国民も水素等にシフトする必然性が弱い。そのため大型水素プロジェクトを推進するプランができていないと考えます。

日本政府における規制の緩和も必

要です。先ほどCO₂削減に対しては規制強化が必要だと話しましたが、インフラを展開するための競争力を上げ、価格を下げるためには規制緩和も必要になると思います。例えば水素ステーションを設置する場合、現状の日本では、安全性の問題や使用法、許容される配管部材等において、非常に規制が厳しい。そのため水素のコストが高くなってしまう。水素社会の実現を推進していくためには、これらの規制緩和が、政府の判断として必要になってくると考えています。問題はもはや技術ではなく、なっているのです。

——貴社は今後日本でどのような役割を果たしていきたいとお考えですか。

そもそもClean H2 Infra Fundを設立した意図は、マイノリティの株主であつても大きなプロジェクトを進められるようリスクの分散・共有をしてレバレッジエフェクトを狙っていくためです。将来の伸び率を考え、初期段階では収支バランスが保てなくても、Jカーブ効果のようにある程度の時間をかけて成長曲線が描かれ、収支改善されていくことを考えつつ、最終的には、急拡大し利益を得られるようなプロジェクトに育っていければいいと思っています。これは世界中の企業、投資家に対しても同様の考え方ですので、日本に関しても同じように展開していくつもりです。現状日本の企業も国

内外のプロジェクトに参画できますし、アンモニアや水素の輸出プロジェクトにも参画できると思います。実際当社においても複数の企業の方々に参画頂いております。また現在我々はDBJと共同でプロジェクトを進めリスクも共有していますが、これに公的支援があればさらなる大きな展開が考えられます。例えば20億ユーロのプロジェクトに公的支援が合わされば200億ユーロの規模にできる。未来へ向けた巨大な水素プロジェクトを進めることができるかと考えています。

——今後、DBJに期待することをお聞かせください。

DBJは水素分野における政策段階から、幅広い顧客層へのファイナンスで日本の水素インフラ構築における重要な役割を担う立場であると認識しています。これまでも日本のエネルギー政策や日系企業の動向等について、有益な情報を提供いただきました。このような対話を継続し、日本のインフラ開発を長期間支援し、投融资一体の機能を有するユニークな戦略パートナーとして、お互い協力していきたい。DBJには私たちに寄り添って頂き、まずはこの水素プロジェクトを進め、成功に導き、将来は日本でも外国でも、さらなる経済的・社会的価値のあるプロジェクトと一緒に手掛けていきたいと思っております。

※当記事内[ユーロ表示]は、取材時の為替レート換算(1ユーロ147.72円)