

社会情勢の大きな変化、SDGsの潮流の中で、建設業界では「新4K」や「ESG」の取組が焦眉の急となっており、地域課題の解決、社会貢献の観点が重要視されつつある。このため、会員各社が関係機関との連携・協力を図りながら行っている食料・エネルギーの「地産国消」の取組を紹介し、地域、社会貢献に関する行政とのパートナーシップの深化を図る。

vol.4

地熱由来電力を利用した地産国消型 水素サプライチェーンの構築

株式会社大林組 グリーンエネルギー本部 梶木 盛也

はじめに

近年、多くの企業が二〇三〇年のカーボンハーフを目指して取り組みを行っている。脱炭素達成には、再生可能エネルギー（以下、再エネ）の利用拡大が欠かせない。大林組は再エネ発電事業に二〇一二年から取り組み、太陽光発電から木質バイオマス発電、風力発電（陸上・洋上）と、同事業を拡大してきた。この中で、太陽光や風力などの再エネは、季節、天候、時間帯により、発電供給量の不安定さが課題として認識された。

再エネ電力は送電線を通じて需要地に送られるが、送電線の整備が不十分な場合は再エネ開発が進まない。このため、高いポテンシャルがあるに

もかわらず、再エネが開発されないままの地域も全国で多数存在する。そうした中、水を再エネ電力で電気分解して製造されるグリーン水素^{※1}が、再エネのエネルギーキャリア^{※2}として着目されている。

本稿のテーマである「地熱由来電力を利用した地産国消型水素サプライチェーンの構築」は、十分に活用されていない地熱エネルギーを用いてグリーン水素を製造し、消費地点まで届けることにより、脱炭素とエネルギーの地産国消に取り組んでいる事例である。

※1 再生可能エネルギーで水を電気分解してつくる水素のこと。ブルー水素やグレー水素のように製造時に化石燃料を使わないために、クリーンなエネルギーとして注目を集めている。

※2 エネルギーの輸送・貯蔵のための担体となる化学物質を指す。石油、ガソリン、天然ガスなども含まれるが、近年は環境関連問題を配慮して、水素、有機ハイドライド、アンモニア、メタノール、金属マグネシウムなどのエネルギーキャリアが注目されている。再生可能エネルギーをエネルギーキャリアに転換して輸送・貯蔵できれば、国内に偏在する再生可能エネルギー資源を最大限に活用することが可能となる。

九重の地熱を利用した水素製造

再エネ由来のグリーン水素は製造コストが高く、安価なグリーン水素を実現するには、再エネの価格低減と水電解装置の稼働率向上が欠かせない。

再エネ価格低減には、太陽光発電が最盛で、出力抑制が行われる際の余剰電力を用いるアイデアがある。ただ、出力抑制により電力単価が下がる時間は限られるため、水電解装置のフル活用には繋がらない。広く普及している太陽光発電の設備利用率は十数%、今後普及が期待されている風力発電で二〇〜三〇%となっている（図1）。このため変動する再エネを中心に必要なエネルギーを賄おうとすれば、ピーク時に対応できる大きな設備が必要となる一方で、設備利用率は低くとどまってしまう。

一方、地熱発電は設備利用率の高い安定電源である。また、我が国は世界有数の火山国であり国内の地熱資源量は世界第三位であるものの、設備容量は第九位にとどまっており（図2）、一層の普及が期待されている。

地熱の活用が進んでいない要因として、掘削や蒸気熱水採取などによる環境影響評価等により、許可プロセスが煩雑であったと言われている。しかし

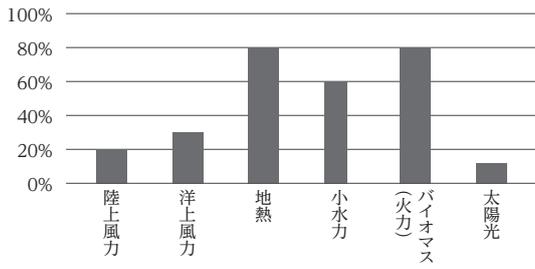


図1 再生エネルギー設備利用率 JOGMEC資料を基に作成

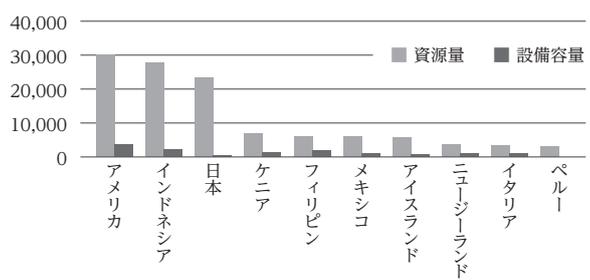


図2 世界の地熱発電 (MW) JOGMEC資料を基に作成



写真1 九重町の水素製造プラント

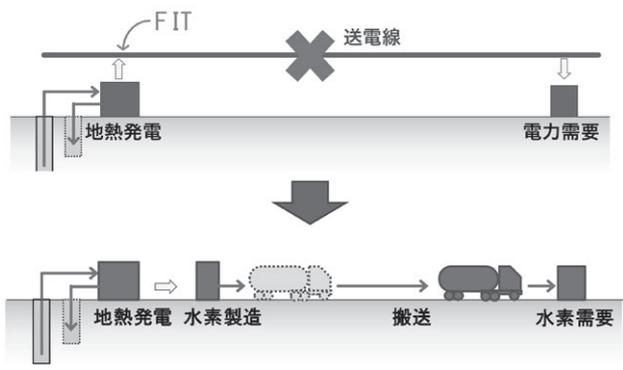


図3 地熱による水素製造事業

近年は調査予測技術の向上にともない規制緩和がすすみ、各地で開発が行われるようになってきた。むしろ最近では、地熱有望地であっても、開発に必要な道路や送電線等のインフラ不足が課題となっている。九重町での水素製造は、送電線への接続が課題であったために停滞していた地熱発電事業を、地元

の協力を得ながら水素製造に結びつけた事例である。大分県九重町は、湯布院の西側に位置する典型的な中山間地域である。九州は太陽光発電装置が大量に稼働しており、春秋には出力抑制が頻繁に行われるため、開発に期間を要する地熱発電は系統連系協議で不利な立場にある。本事業も地域主体の地熱開発企業が地熱発電を目的として調査を行い、試掘を経て生産井（地下から高温の蒸気と熱水を取り出す井戸）まで整備することができたが、出力抑制のありを受けて系統接続に時間を要し、FIT制度^{※3}の申請が出来ず事業が一時中断していた。

※3 再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社（小売電気事業者）が一定期間固定価格で買い取ることを国が約束する制度



写真2 地元子ども会より寄せられたメッセージ

二〇一六年頃、井戸を保有する地元企業より当社に状況打開の相談があり、水素製造を提案し両社の合意のもと、噴気確認等の調査を開始した。その後、二〇一八年より計画及び設計、許認可、アクセス道路の整備、敷地造成、設備設置を経て、二〇二一年七月にプラントが完成、八月にはオートポリス（大分県日田市）で行われたスーパードラッグレースでの水素供給を皮切りに、水素製造から供給までのサプライチェーン運用を開始している（写真1、図3）。

事業は大林組が地元より土地を借り受けると共に地熱エネルギーを購入する形態を取っているが、地域社会との接点は地元企業が担い、大林組は発電や水素製造などのエンジニアリングを担当する役割を担っている。これまでに地元の野矢小学校子ども会、大分工業高等専門学校をはじめ多くの自治体や企業が見学に訪れている。（二〇二三年十月末時点で九五団体六六九名、写真2）

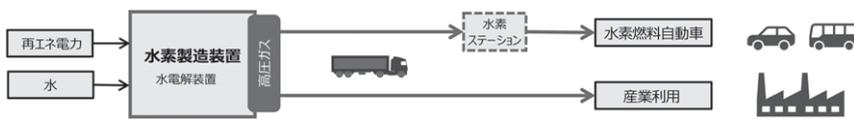


図4 グリーン水素サプライチェーンのイメージ

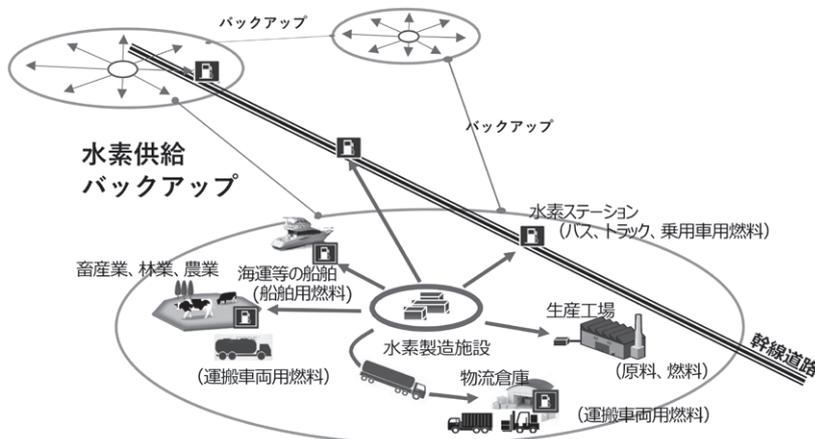


図5 地産地消型サプライチェーンのネットワーク

表1 九重水素の供給先例

供給先	用途
大分EBL水素ステーション	江藤酸素と江藤産業が共同で運営する大分県の水素ステーション「大分EBL水素ステーション」の販売用燃料として使用
水素ステーション久留米	福岡酸素が運用する「水素ステーション久留米」の販売用燃料として使用
水素エネルギー製品研究試験センター	同センターが行う水素エネルギー関連製品の製品試験用ガスとして使用
トヨタ自動車	スーパー耐久レース(大分オートポリス、岡山国際サーキット)で、トヨタ自動車が開発する水素エンジン(内燃機関)搭載車の燃料として使用
ヤンマーパワーテクノロジー	同社が開発している船舶用燃料電池システムを搭載した実証試験艇の燃料として使用
大林道路 北部アスファルト混合所	佐賀県三養基郡基山町にあるアスファルトプラントに設置した水素専焼バーナーの試験燃料として使用
大林組 岩谷産業神戸工事事務所	岩谷産業発注の新研修所工事事務所の燃料電池燃料として使用

当地の地熱規模は二五〇kW（現在は半分の一二五kWを使用）と比較的小規模であり、発電は一般的なフラッシュ型でなく、小規模でも効率よく水素製造を行うためバイナリー型^{※4}を採用している。水素製造は、PEM型の水電解装置で純水素燃料電池に直接使用できる高純度（九九・九九九％）の水素を一時間あたり一〇Nm³の規模で製造している。この水素を圧縮機で二〇MPa（二〇〇気圧）に昇圧し、カード（ボンベの束）に充填するようになってきている。

当社の水素に関する取り組みの特徴として、水素の製造だけでなく、貯蔵・輸送、利用までを含めたサプライチェーン構築がある（図4）。建設事業を

エネルギーの地産国消

※4 地熱発電では、主に二〇〇℃以上（地上での温度）の高温地熱流体を利用してタービンを回して発電するフラッシュ型に対して、一五〇℃以下ではタービンを回すことができないために、水より沸点が低い媒体（水とアンモニアの混合物など）と熱交換し、この媒体の蒸気でタービンを回すバイナリー型がある。

中核に据えるゼネコンとしては、水電解装置や燃料電池^{※5}などの機器開発は難しい。一方、建設業は様々な専門工事会社や機器メーカーから調達を行い、スケジュールを組んで建設プロジェクトを遂行していく請負業であり、プロジェクト遂行のコーディネート力に特徴がある。このコーディネート力が、水素サプライチェーンの構築にも役立つと考えている。

※5 「水素」と「酸素」を化学反応させて、直接「電気」を発電する新しい概念の発電装置。「電池」という名前がついているが、蓄電池のように充電した電気を溜めておくものではない。

また水素を地域社会に普及定着させるためには、地産地消型のサプライチェーンを相互に連携させることが効果的と考えている。一般的に、分散エネルギーを活用した水素サプライチェーンは地域に根ざした独立型となるため、メンテナンスや故障時の安定供給が課題として指摘されている。これに対し、各地域を互いにネットワークし相互補完関係を作り出すことで（図5）安定供給が可能になり、グリーン水素の普及、水素社会の構築が促進されると考えている。

現在、当社は自社を含む七地点に水素供給を行っている（表1）。これ以外にも各所から打診があり、供給に向けた協議や調整を行っているが、最近はその域を越えた遠隔地にも水素を供給することが増えており、このようなサプライチェーン構築のニーズが、各地で高まっている。

(1) 大林道路 北部アスファルト混合所

アスファルト混合所では、アスファルトと砂や砂利（骨材）を混ぜ合わせ、舗装に用いるアスファルト混合物を製造する。この際、骨材を完全に乾燥させる必要がある、これまでドライヤの燃料として重油や都市ガスを用いていた。アスファルト混合所の合材製造における二酸化炭素排出量のうち、ドライヤ燃焼バーナーから排出される二酸化炭素は約九〇%を占めている。

二〇二三年一月、大林道路九州支店のアスファルト混合所（佐賀県三養基郡基山町）において、水素専焼バーナー燃焼によるアスファルト混合物製造の実証実験を行い、現行燃料である都市ガスの代わりに九重のグリーン水素を用い、アスファルト混合物

製造時に排出される温室効果ガスの排出量一〇〇%削減に成功した（写真3）。

(2) 岩谷産業神戸工事事務所

岩谷産業の新研修施設建設現場（兵庫県神戸市）では、日本初となるZEB認証（Net Zero Energy Building）を取得した木造仮設事務所に加えて、太陽光発電設備と水素燃料電池を組み合わせた電力供給を行うことで、脱炭素に取り組んでいる。

昼間は太陽光発電にて最大二・八一kwの電力を発電し、太陽光の電力が不足する場合にも、純水素燃料電池の電力5kwで安定した電力供給を実現している。この燃料電池の燃料として、九重のグリーン水素を使用[※]している（写真4）。

※6 岩谷産業様が製造する水素と併用



写真3 大林道路アスファルト混合所での九重水素利用



写真4 岩谷産業神戸工事事務所での九重水素利用

地産地消の枠を超えた水素の長距離輸送となるため、搬送時の二酸化炭素排出量削減についてもモーダルシフト等による改善に取り組んでいる。

おわりに

本稿で紹介した地熱を利用したグリーン水素の製造事業は、分散エネルギー活用型のプ

ロジェクトであり、地熱だけでなく小水力や潮力など安定的な再エネが確保できれば、他地域にも十分展開は可能である。また太陽光や風力などの変動性再エネを組み合わせることで、安定的な電力を確保できるケースも多々考えられる。いずれも地域特性に応じた再エネを効果的に利用することがポイントとなる。

地域の水素プロジェクトでは、「水素は爆発する、危険でないか」と懸念する声を聞くことが多い。ガソリンやカセットコンロ（ボンベ）も水素と同じ危険物であるが、我々が時間をかけて取り扱い方法を身につけた結果、広く普及するようになった。国際水素サプライチェーンとは異なり、地産地消型の水素プロジェクトは小規模であり、必ずしも水素が専門でない人が担うケースが多い。いわば、市民がプロジェクトを通じて水素の知識を学び、正しい取り扱い方法を身につける機会でもある。地産地消プロジェクトを通じて、水素もガソリンやカセットボンベと同じように普及していくと考えている。

地域の再エネを活用する分散型のサプライチェーンは、スケールメリットが生まれにくく、コスト的には厳しい面がある。グリーン水素の価格低減は途上にあり、安価な水素が手に入るにはまだ時間がかかる。現在は高コストな地産地消型の水素を受け入れる理由として環境価値やBCPが評価されているが、水素の普及啓発や人材育成効果、新エネルギーに取り組みことによる社会の活性化も、積極的に評価されることを期待したい。