

脱炭素化と エネルギー安全保障の共存 ～日本企業のビジネスチャンスを考える～

石油・ガスセクターにおけるメタン排出削減と ビジネスチャンス

株式会社国際協力銀行 資源ファイナンス部門
エネルギー・ソリューション部 次長 西崎 隆太郎 氏



はじめに

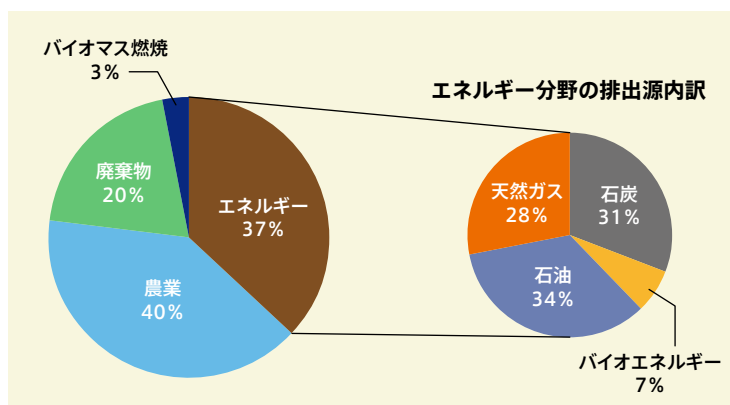
メタン(CH₄)は温室効果ガスの一種で、二酸化炭素(CO₂)よりも温室効果が高く(100年後で28倍、20年後で84倍)、また牛のげっぷに大量に含まれることでも知られている。CO₂に比べ、これまで注目を集めてこなかったが、近年、その重要性に加え、ビジネスや国際連携の機会としても、関心が集まりつつある。ここでは、特に石油・ガスセクターにおけるメタン排出に焦点をあて、メタン排出の概観とその特徴、国際的な排出削減に向けた取り組みに触れたうえで、ビジネスチャンスとしての考察を行いたい。

世界のメタン排出

国際エネルギー機関(IEA)のGlobal Methane Tracker 2023^{*1}によれば、世界の人為由来のメタン排出量(エネルギー分野は2022年、それ以外の分野は2019～2021年の平均値)は356百万トン/年と推計されている。これらは世界全体のメタン排出の約6割を占めており、残りの約4割は、湿地帯等から発生する自然由来のものとなる。

人為由来のメタン排出の構成をみると、農業分野が40%と最も多く、エネルギー分野が37%、廃棄物分野が20%であり、これら3分野でほぼすべてを構成している。農業分野では、水田や農耕地、家畜の排せつ物や、消化管内発酵(いわゆる牛のげっぷ)等がメタン排出源であり、耕作技術や飼料の改良等の対策が近年取り組まれているが、広大な耕作地への対策には限界がある。このため、メタン排出の集約度(インテンシティ)が相対的に高いエネルギー分野のメタン排出対策が温暖化対策において重要とされている。

図表1. 人為由来のメタン排出量内訳



(出所) IEA Global Methane Tracker 2023より作成

石油・ガスセクターにおけるメタン排出とフレアリング

エネルギー分野におけるメタン排出源は、石油(45.6百万トン<34%>)、ガス(36.7百万トン<28%>)、石

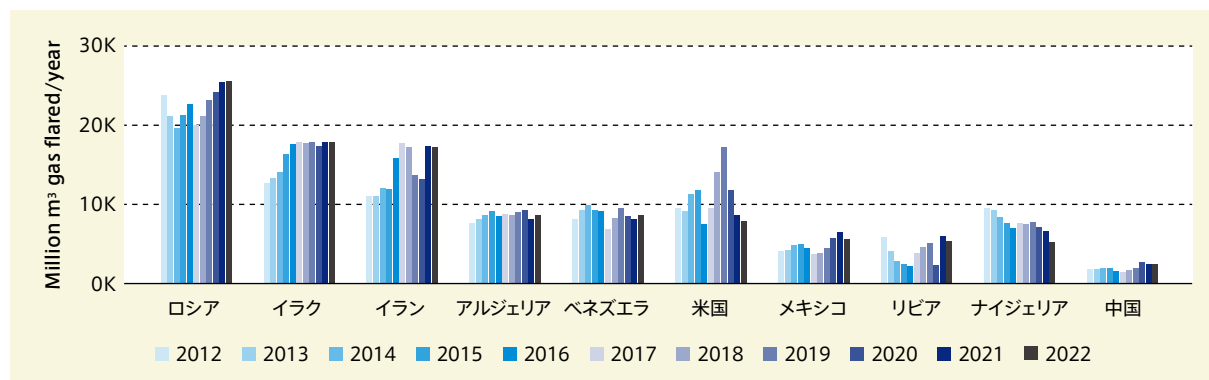
炭(41.8百万トン<31%>)、バイオ燃料(薪など燃料の不完全燃焼により発生するもの。9.2百万トン<7%>)により構成される。ここでは、産出の形態や排出対策において共通性が認められる石油・ガスセクターに焦点をあてて、話を進めていくこととする。

石油・ガスセクターにおけるメタン排出は、その原因で見れば、フレアリング(余剰ガスの不完全燃焼によりメタンガスが大気へ放出)、ベンティング(設計上、メンテナンス期間中、または緊急時等に大気中へメタンガスをそのまま放出)、生産施設やパイプライン等からの意図しない漏えい、に区分^{*2}される。フレアリングやベンティングは、石油・ガスの生産プロセスにおいて、設計上または安全上の理由によりやむを得ず行うことがあるが、そうしたやむを得ない放出を極力抑えることが、メタン排出の削減はもちろんのこと、燃焼により放出されるCO₂の排出削減においても重要である。世界銀行グループは、こうした問題意識のもと、産油国政府、石油メジャー、国営石油会社等をメンバーとする信用基金としてGlobal Gas Flaring Reduction Partnership(GGFR)を設立、ルーティンのフレアリングとベンティングをゼロにすることを目的に、国別のフレア削減プログラムの策定、研究開発、ベストプラクティスの共有等を行っている。

このGGFRと世界銀行グループがまとめたGlobal Gas Flaring Tracker Report 2023^{*3}によれば、2022年の国別フレアリング量の上位にはロシア、イラク、イラン、アルジェリア、ベネズエラといった名前が並ぶ。一方、これを生産数量で除したフレアリング・インテンシティでみると、その順位は大きく異なる結果となる。ベンティングのデータは入手できなかったが、同じ石油・ガス施設における余剰ガスの処理を目的とする行為であり、同様の傾向があることが推測される。

図表2. フレアリング量・インテンシティ

Flaring Volume



Flaring Intensity of Top10 Flaring Volume Country

国	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	順位
ロシア	6.59	5.75	5.34	5.68	5.88	5.20	5.37	5.86	6.70	6.88	6.79	1
イラク	11.66	11.97	11.47	11.05	10.82	10.98	10.55	10.35	11.64	12.00	10.96	2
イラン	8.92	9.71	10.25	9.98	10.46	10.83	11.11	12.73	13.74	15.23	14.36	3
アルジェリア	13.59	15.35	16.78	17.50	17.37	18.47	18.98	19.65	22.76	19.72	19.48	4
ベネズエラ	8.93	10.14	10.91	10.27	11.26	9.61	15.30	29.81	44.65	37.72	33.53	5
米国	4.00	3.37	3.53	3.44	2.34	2.78	3.52	3.86	2.86	2.15	1.84	6
メキシコ	4.53	4.61	5.39	5.95	5.68	5.24	5.79	7.21	9.24	10.28	9.05	7
リビア	11.38	11.61	15.00	15.42	14.36	12.20	12.49	12.01	16.61	13.28	14.03	8
ナイジェリア	10.73	11.09	9.83	9.66	10.36	10.77	10.82	10.93	11.11	11.78	11.06	9
中国	1.34	1.27	1.36	1.33	1.13	1.13	1.31	1.46	1.94	1.76	1.66	10

(出所) Global Gas Flaring Tracker Report 2023より抜粋

これが意味することは、先進国または高所得産油国では、フレアリングやベンティングに関する対策が進み、単位あたりの排出量が抑えられているのに対し、それ以外の産油国では対策が後回しとなり、結果としてフレア

リングの総量やインテンシティが高い傾向にあるということである。また、ロシア、イラン、ベネズエラという、紛争国や欧米による制裁下にある国が、総量、インテンシティのどちらの側面からも軒並み上位にある点からも、その背景をうかがい知ることができる。

メタン排出削減に向けた取り組み

CO₂に比べ排出量の削減に向けた国際的な取り組みが遅れていたメタンであるが、過去数年で大きな動きが出てきている。2021年11月、英国グラスゴーで開催されたCOP26にて、米国バイデン大統領と欧州委員会(EU)のフォン・デア・ライエン委員長の主導により、Global Methane Pledge(GMP)が発足した。2030年までにあらゆるセクターの人為由来のメタン排出量を2020年比で30%削減するために、参加国が協働することを柱としており、現在までに約150の国・地域が参加を表明している。なお、メタン排出量の上位国であるロシア、インド、中国、ベネズエラは参加していない。Global Methane Pledgeは強制力のないボランティアな枠組みではあるが、国レベルでのメタン排出の計測・公表・削減といった動きを促進する効果が期待される。

石油・ガスセクターでの取り組みとしては、2020年11月、国連環境計画(UNEP)のメタン排出の報告・削減プログラムとして、従来の枠組みを進化させる形で、The Oil & Gas Methane Partnership 2.0(OGMP 2.0)が発足。世界60カ国以上から、BP、シェル、TotalEnergiesといった大手欧米メジャーのほか、ADNOC(アラブ首長国連邦アブダビ首長国)、ペトロbras(ブラジル)、QatarEnergy(カタール)といった産油国の国営石油会社など、計115社以上の石油・ガス企業が加盟し、加盟企業による信頼性の高いメタン排出管理による情報提供を通じた政策決定支援等を目的に活動している。

アジアでは、マレーシアの国営石油会社ペトロナスがメタン排出削減に向けた取り組みをリードしている。2023年6月、ペトロナスがホストを務めアジア版CERA Weekとして初めて開催されたEnergy Asiaにて、JOGMECとの協力のもと、ASEAN Energy Sector Methane Leadership Program(MLP)の立ち上げが発表された。MLPは18ヵ月のプログラムで、メタン排出削減のための計画・目標の策定やファイナンス等の対策についての支援(キャパシティビルディング)を目的としている。

日本はOGMP 2.0には参加していないが、化石燃料の消費国の立場からの対策に注力している。2023年7月、LNG産消会議の機会を捉え、JERAと韓国ガス公社(KOGAS)は、メタン排出削減に向けたイニシアティブである、CLEAN(Coalition for LNG Emission Abatement toward Net-zero)を立ち上げた。世界有数のLNGバイヤーであるJERAとKOGASが連携し、LNGバリューチェーンにおけるメタン排出管理や削減に向けた取り組みを主導し、ベストプラクティスをLNG生産者(国)に対して還元することをめざすものであり、LNGのバイヤーの立場をいかに、生産者側における排出削減対策への動機付けが期待できる。

ビジネスチャンスを探る考察

以上のように、メタン排出対策に対する国際的認知は高まりつつあるが、実際に行動に移すためには、メタン排出に関わるプレイヤーへの動機付けが必要である。現在、国や企業には、メタン排出量や削減に関する制限や強制力を伴う目標設定がなされていない。メタン排出の計測・報告・検証(MRV)に関する国際標準が未確立であることも背景にあると考えられる。これらの取り組みが進展し、メタン排出枠の設定や排出枠の取引等、CO₂に準じた仕組みが生まれれば、排出削減に向けた動機付けが進むことが期待できる。

一方、そのような規制がなくとも、石油・ガスセクターにおけるメタン排出削減がビジネスとして成立する可能性はある。IEAは、2017年から2021年の天然ガスの平均価格を前提とすれば、石油・ガスセクターから排出されるメタンの40%を追加コストなしに削減可能と指摘している。つまり、対策で回収したメタンの市場価値で、対策のための投資をオフセットできるということだ。

もちろん、現実にはIEAの試算通りにはいかないが、示唆に富む一つの事例を紹介したい。イラクのバスラ・ガス・カンパニー(BGC)は、イラク国営南部ガス公社(51%)、シェル(44%)、三菱商事(5%)が株主の事業会社で、イラク南部のバスラ県において、イラク国内の油田開発から発生する随伴ガスの回収・精製・販

売を行っている。イラクのフレアリング量はロシアに次ぐ世界第2位である。戦乱からの復興を支えるために石油生産の増強を図っているが、随伴ガスの処理が追いつかず、フレアリングやベンティングを通じて多くのメタンが大気に漏えい・放出されているものと推察される。BGCは、この随伴ガスを回収・精製し、発電用のガス、LPG、コンデンセートを生産・販売している。フレアリングやベンティングの抑制による温室効果ガスの排出削減はもちろんのこと、回収した随伴ガスをひっ迫する発電燃料として利用することで、隣国イランからの電力・燃料ガスの輸入依存を減らすという地政学・地経学的な意義もある。また国際金融公社(IFC)が2021年6月に350百万米ドルの融資を決定するなど、事業の経済性、バンカビリティも十分確保されていることがうかがえる。イラク国内のみならず、他国においても横展開が可能なビジネスモデルとして、注目したい。

民間ビジネスを支える公的ファイナンスの観点では、日米協調によるアジアの石油・ガスセクターのメタン排出対策について一言触れておきたい。2022年6月のG7エルマウサミットの首脳コミュニケにおいて、「国家安全保障および地政学的利益の重要性を認識し、我々は、各国が明確に規定する、地球温暖化に関する摂氏1.5度目標やパリ協定の目標に整合的である限られた状況以外において、排出削減対策が講じられていない国際的な化石燃料エネルギー部門への新規の公的直接支援の2022年末までの終了にコミットする」ことが合意され、化石燃料セクターにおけるG7による公的支援に制約が課された中、メタン排出対策は、化石燃料セクターの脱炭素化に向けた国際協調の可能性を残す重要な分野である。事実、筆者も最近、米国国務省や米国輸出入銀行との間で、ASEANや中央アジアの産油国・ガス国のメタン排出対策における日米連携についての意見交換を行ったばかりである。日本は、脱炭素社会の実現に向けた多様な道筋を支持し、それぞれの国の実情に即したエネルギーtransitionを支持する立場にあるが、石油・ガスセクターのメタン排出削減は、特にアジアの新興国において、経済成長を犠牲にしない脱炭素を実現するうえで、重要な要素である。

おわりに

石油・ガスセクターにおけるメタン排出やその対策に絞り話を進めたが、メタン削減をグローバルに捉えれば、それらはほんの一部分に過ぎない。廃棄物処理技術、バイオガスの利活用、eメタン等、日本企業の技術力をいかしたビジネスチャンスは、石油・ガスセクターのそれにとどまらない。前述の通り、石油・ガスセクターにおける排出対策は、比較的経済性を保ちやすいため、先行した取り組みが期待されるが、同時にその他の分野における技術革新や実証(およびそれらに対する支援の拡充)を進め、短期的、中長期的な両面を睨んだ複眼的な対応が必要である。

*1 <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2023>

*2 <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/methane-explained#ContributeToMethaneEmissions>

*3 <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/5d5c5c8b0f451b472e858ceb97624a18-0400072023/original/2023-Global-Gas-Flaring-Tracker-Report.pdf>

西崎 隆太郎 氏 プロフィール

1998年日本輸出入銀行(現株式会社国際協力銀行)入行。経営企画部企画課長(中期経営計画策定等)、報道課長(報道機関対応等)を経て、2020年12月より現職。2009年～2012年にドバイ駐在員事務所駐在員として、中東諸国におけるビジネス機会発掘に従事。現在、エネルギー・ソリューション部において、アジア・中東・中南米におけるエネルギーセクター向けファイナンスを担当。一橋大学法学部、英国ウォーリック大学修士(国際関係)卒。

欧州とインドのアンビバレントな関係 ～対ロ制裁を巡る双方のエネルギー事情～

みずほ銀行 国際戦略情報部 調査役 舘林 明日香



2022年2月にロシアによるウクライナ侵攻が開始して以降、欧米諸国は多岐にわたる分野の経済制裁によりロシアに対する圧力をかけてきた。特にEUは、ロシア産化石燃料への依存度が高いことから、2022年8月にはロシア産石炭の禁輸措置、2022年12月には海上輸送によるロシア産原油の禁輸措置を導入し、さらに2023年2月以降はロシア産石油製品にも禁輸措置を発効させている。

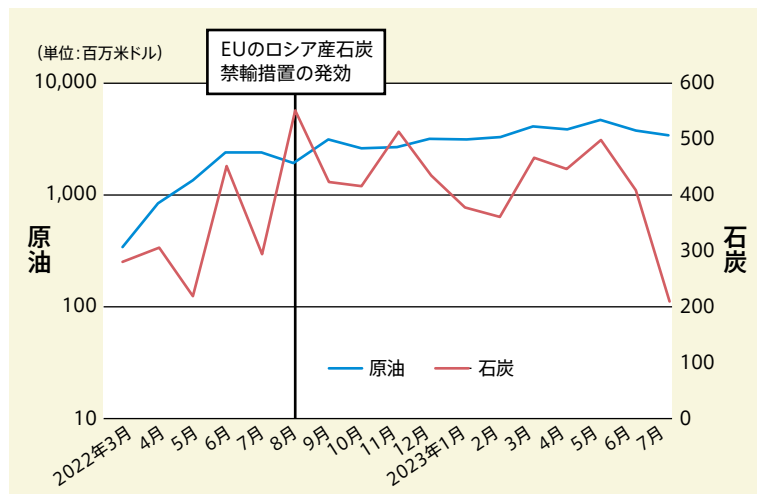
一方で、2023年5月のロシア産原油の海上での輸出量はウクライナ戦争が開始して以来最高水準に拡大し、2022年のロシア産石炭輸出量も前年比約12%増に拡大していることから、エネルギー分野の一連の対ロ制裁の実効性が疑問視されている。欧米諸国による制裁にもかかわらず、ロシアの化石燃料輸出量への影響が限定的にとどまる背景には、「制裁不参加国」としてのインドの存在が大きい。本稿では、対ロ制裁の裏にあるEUおよびインドのエネルギー事情とEU・インドの戦略的パートナーシップを考察し、それらが対ロ制裁の効果を阻止する結果となっている構図を紐解きたい。

「制裁不参加国」インドによるロシア産化石燃料輸入の拡大

対ロ経済制裁を受けてEUのロシア産原油輸入量は確実に減少しており、ウクライナ侵攻前後の2022年第1四半期に約26%を占めていたロシア産原油のシェアは2023年第1四半期には3.2%まで低下している*1。一方で、制裁発動前のロシア産原油の主要輸出先であったEUの穴を埋めるような形で、「制裁不参加国」であるインド、中国、トルコ等への輸出が増加しており、国際エネルギー機関(IEA)の報告によると、2023年5月のロシア産原油輸出量のうち中国とインドだけで約80%を占めた。特に世界第3位の原油輸入国であるインドは、EUのロシア産原油禁輸の発動の時期と重なってロシア産原油輸入量を拡大させている。

同様に石炭についても、EUの石炭輸入量に占めるロシア産石炭の割合は、2021年の約45%から制裁が導入された2022年には約22%まで下落している。一方でインドは、豪雨による国内産業への影響やロシア産石炭価格の上昇を背景に足元の輸入額は減少傾向にあるものの、EUのロシア産石炭禁輸措置が発効となった2022年8月にロシアから石炭輸入を急増させている様子がうかがえる(図表1)。

図表1. インドによるロシア産原油・石炭輸入額推移



(出所) インド商業・産業省データベースより、みずほ銀行国際戦略情報部作成

インドを迂回した欧州への石油製品輸入の増加とEUの政策的ジレンマ

インドが輸入を拡大させているロシア産原油は、その形を変えて欧州へ流入していると指摘される。

2023年4～7月のインドから欧州諸国への鉱物性燃料の輸出額を見ると、特にイタリア、ドイツおよび英国への輸出が前年同期比で急拡大している(図表2)。インドの製油業界が、欧米諸国の制裁による需要の低下から安価となったロシア産原油の輸入を拡大し、精製した軽油や航空燃料等の石油製品の欧州向け輸出を増加させていると推察される*2。

インドを迂回したロシア産石油製品の流入について、EU当局が問題視する一方で現状を容認しているのは、EUがこの先過度な対中経済依存を低減し、インド太平洋地域への関与を向上する狙いからインドを戦略的重要パートナーとみなしている事情がある。EUおよびEU加盟国は、世界の人口およびGDPの約6割を占めるインド太平洋地域の経済的・地政学的重要性に注目し、それぞれ「インド太平洋戦略」を発表しており、各国ともインドを同地域における戦略的重要なパートナーとみなしている点で共通する(図表3)。

図表3. EUおよびEU加盟国のインド太平洋戦略の概要

	フランス 	ドイツ 	オランダ 	EU 
発行年月	2022年2月*	2020年9月	2020年11月	2021年4月
名称	フランスのインド太平洋戦略	21世紀をともに創るドイツ・欧州・アジア	インド太平洋:オランダ・EUのアジアのパートナーとの協力強化に向けたガイドライン	インド太平洋における協力のためのEU戦略
概要	・インド太平洋に広大な海外領土を持つフランスにとっての安全保障、通商、気候変動対策等の重要性を強調	・インド太平洋の国際秩序の形成に積極的貢献 ・多国間主義、気候変動の緩和、ルールに基づく自由貿易、廉潔性、デジタル化、安全保障分野での協力を強化	・EUの経済的影響力を利用し、インド太平洋における民主主義、法の支配、人権、持続可能な貿易、安全保障、気候変動対策等を推進	・民主主義、法の支配、人権および国際法に基づきインド太平洋でのプレゼンスおよび行動を強化 ・通商、安全保障分野における関与強化
対中姿勢・戦略的パートナー	・戦略的パートナーとしてインド、日本、ASEANをあげ、豪州とは潜水艦契約破棄を受けケースバイケースで協力	・特にASEANとの関係強化を重視 ・インドとの気候変動対策での協力の重要性を言及 ・EU中国投資協定などEU共通の政策が必要	・安全保障分野における中国の政治的、経済的、軍事的脅威を言及 ・戦略的パートナーとして、豪州、インド、インドネシア、日本、韓国、ニュージーランド、シンガポール、ベトナム等を言及	・気候変動対策など共通課題において中国との協力を言及 ・特にインド、豪州、日本、韓国、ニュージーランド、ASEANとの関係強化を重視

※フランスは2008年よりインド太平洋に関する戦略の構想があり、2018年以降戦略を定期的に更新
(出所) 欧州委員会および各国政府発表より、みずほ銀行国際戦略情報部作成

こうした政策的な関係強化の機運を背景に、2023年5月、EUとインドは貿易・新興技術分野におけるハイレベルな政治的枠組みの「EU・インド貿易技術評議会」第1回閣僚会合をブリュッセルで開催した。デジタルやクリーンエネルギー分野等、戦略的分野の協力強化を目的とする同会合にて、ボレルEU外相がインドを経由したEUへのロシア産石油製品の輸入が増加していることについて問題提起をした際、インドのジャイシャンカル外相は「インドはあくまでもEU規制に順守している*3」と主張し、双方の議論は平行線に終わっている。2024年5月に総選挙を控えるモディ政権にとっては、安価なエネルギー輸入により国内インフレ抑制やエネルギー安全保障上のメリットを享受したいという狙いもあり、双方の事情によってインドのロシア産原油の輸入とインドを経由した欧州への石油製品の「裏ルート」輸入が続いている。

EU・インドのエネルギー協力と問われる「エネルギー安全保障」の意味

前述の「EU・インド貿易技術評議会」では、EU・インドがそれぞれ2050年、2070年までの「カーボンニュートラル」実現に向けて「クリーンエネルギー」分野での協力を強化することを想定している。EUとしてはG7とともにインドの総発電量の約75%を占める石炭火力発電からの脱却を支援する立場であるが、イン

ドにとっては主力電源の石炭火力発電の「廃止」は現実的でなく、再生可能エネルギーの導入拡大によって石炭火力の比率を低下させたいのが本音だ。EUのロシア産石炭の禁輸措置と国内での電力需要の急増を受け、インドは2022年にロシア産石炭の輸入量を拡大しており、2022～2023年度(2022年4月～2023年3月)のインドの石炭火力発電量は前年比約12.4%増加する結果となっている。

EUは、戦略的パートナーであるインドの「クリーンエネルギー」導入の拡大を支援するため、再生可能エネルギー由来の電力を利用して製造される「グリーン水素」のインドからの輸入を検討している。ウクライナ戦争でロシア等権威主義国家への過度な経済依存のリスクが鮮明となったことを背景に、EUは将来のエネルギー安全保障には価値観を共有する同志国との連携が不可欠と認識し、その筆頭候補としてインドが浮上している。エネルギー安全保障や貿易収支の観点から化石燃料の輸入依存度を低減したいインドも、2030年までに年間500万トンの「グリーン水素」を製造する目標を掲げる「国家水素戦略(2022年2月発表)」を打ち出しており、双方の思惑が合致した形だ。

EUと「グリーン水素」の政策的協力を進める一方で、インドは、国内で確認される一般炭を中心とする世界第5位の石炭埋蔵量(世界シェア約10.5%、2021年時点)を活用し、石炭由来の水素製造も視野に入れている。インドの「国家水素戦略」における24億米ドル規模の「グリーン水素」製造の拡大に向けた支援に注目が集まる一方で、インド石炭省の傘下には2021年に石炭由来の水素製造を促進するタスクフォースが設立されている。欧州等への「グリーン水素」の輸出を狙うと同時に国内では石炭由来の水素の活用も進めることで、「脱炭素化」と「エネルギー安全保障」を両立しようとするインドの戦略が垣間見られる。

EUが世界に先駆け「2050年までのカーボンニュートラル目標」を打ち出し、気候変動政策を推進してきた背景には、「ロシアや中東等の一部の国々からの化石燃料輸入に巨額な資金を拠出するより、再生可能エネルギーやエネルギー効率改善等EU域内の雇用を創出する分野に投資すべきである」という主張があった。つまり、EUにとって「エネルギー安全保障」と「脱炭素化」は同意義と言え、インドの意図する「エネルギー安全保障」とは必ずしも一致しない。

EU・インドのパートナーシップが阻害する制裁の実効性と日本への示唆

ロシアのウクライナ侵攻に対し欧米諸国が連携して対ロ制裁措置を打ち出す一方で、インドを迂回したロシア産燃料のEUへの輸出拡大やインドのロシア産石炭輸入拡大の動きが見られ、ロシアのエネルギー産業へ効果的な経済制裁を打ち出す困難さが鮮明となっている。ロシア・欧米諸国の両方にパイプを持つ、「制裁不参加国」のインドが巧みな外交力でEUとエネルギー、外交分野での政策連携を取りつつ、ロシア産原油・石炭等の輸入によってロシアのエネルギー収入を底支えする結果になっている。

インドとの関係については、中国を外交・安全保障上最大のリスクと捉える米国が、ウクライナ戦争を巡るインドの中立的立場の維持とロシア産原油の輸入を容認しているとの見方もある。インドの防衛装備調達における高い対ロ依存度^{*4}を踏まえると、インドが欧米諸国の対ロ制裁へ同調する場合、両国の関係悪化によりロシアがインドへの武器供給を停止する可能性が生じ、無防備になったインドと中国との国境地帯での対立リスクが再び高まるとの見方だ。バイデン政権は、中長期的にはインドの武器調達の多角化を支援する方向ではあるものの、現時点では対中けん制のためにインドを巡る現在の軍事バランスを維持することが望ましいと考えているという指摘もある。EU内でもインドを迂回した石油製品の輸入増加への批判の声があがっているが、ウクライナ戦争が継続し、米中対立が長期化する中、EUの米国・インドとの戦略的重要な関係を踏まえれば、今後インドとの貿易に対して具体的な対策が講じられるとは考えにくい。

米国、日本同様に、EUもインドをインド太平洋地域における必要不可欠なパートナーとして重視しているが、その戦略的立ち位置を自国のエネルギー安全保障の強化に利用するインドの巧妙な動きは注目に値する。2021年に合意した「日EUグリーンアライアンス」により第三国での気候変動対策支援にてEUと協力する日本にとっても、インドまたは他開発途上国が意図する「エネルギー安全保障」の理解を深める必要があるだろう。

- * 1 2022年6月に発表されたEUのロシア産原油の禁輸措置において、ロシアからハンガリー、チェコ等中東欧諸国へ対してパイプラインを通じて供給される原油については対象外となっている
- * 2 EUが第三国で加工された石油製品を輸入する場合、第三国からの輸入としてカウントされるため、ロシア産原油を用いた石油製品がどれだけEUへ輸入されているかを統計から把握することは困難となる
- * 3 EU規制833/2014によると、第三国でロシア産原油が精製され大幅に形態が変化した場合 (significantly transformed)、ロシア産とはみなさないとの規定がある
- * 4 インドは、1971年の印ソ平和友好協力条約の締結以降ロシア製の軍事装備品の輸入を増加させており、2022年のインドの武器輸入額のうちロシア産が約47%を占めた

舘林 明日香 プロフィール

10年に及びドバイ・ロンドンにて欧州・中東・アフリカ地域 (EMEA) の政治経済・産業情勢調査に携わり、双日総合研究所調査グループ長を経て、2022年10月みずほ銀行入行。国際戦略情報部にてEMEA地域情勢分析を主とするグローバル・インテリジェンス業務に従事。上智大学外国語学部英語学科卒業、米国コーネル大学開発社会学・東南アジア研究専攻修了。

カーボンニュートラル実現に向けて 注目の集まる水素・アンモンニアビジネス

みずほ銀行 産業調査部(資源・エネルギーチーム) 調査役 高橋 興道

はじめに

カーボンニュートラルの実現に向けては、あらゆる手段を総動員する必要があり、水素は、モビリティの動力源および産業用エネルギーの脱炭素化への有効な打ち手と期待されており、カーボンニュートラル実現に向けての鍵として世界的に注目されている。

日本は世界で初めて水素の国家戦略にあたる「水素基本戦略」を2017年に策定し、フロントランナーとして世界の水素産業をリードしてきた。他方、米国やEUが相次いで水素産業育成のための大規模な支援策を発表し、国際的な競争環境は激しさを増している。日本が水素を巡る国際的な競争に勝ち抜くためには、政府や関連事業者が一丸となって水素需要の早期確立および水素供給先の確保に取り組むことが必要である。

水素を取り巻く環境

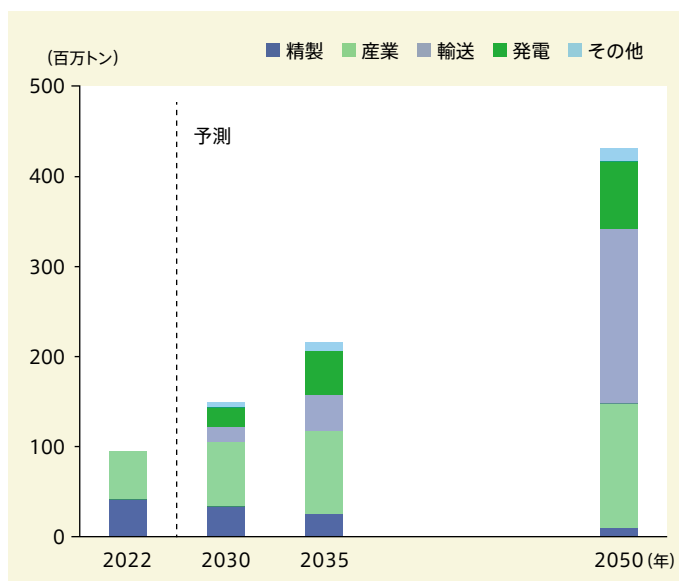
水素の需要見通し

2050年に世界でカーボンニュートラルが達成される場合、水素需要は一層増加する見通しである。国際エネルギー機関(IEA)は、2050年のカーボンニュートラル達成に向け、2030年に2022年比約1.6倍、2050年に約4.5倍の水素が必要になると試算している(図表1)。水素は、乗用車、バス、トラック、フォークリフト、建設機械、農業機械、船舶、航空機などのモビリティの燃料、発電用燃料や船舶用燃料、産業用などの熱源のほか、合成メタン、合成燃料や化学品の原料や還元剤などとしての利用が期待されている。

日本やEU、韓国などは、それぞれの需要目標を定めている。例えば、EUは、REPower EUにより2030年時点で年間2,000万トンの水素需要を見込んでおり、EU域内から年間1,000万トン、域外から年間1,000万トンのグリーン水素の確保をめざしている。韓国は、2030年に370万トンの水素需要を見込んでいる。日本は、2030年に300万トン、2050年に2,000万トン程度の水素導入目標を掲げている^{*1}。また、日本政府は、2023年6月6日、水素基本戦略を6年ぶりに改定し、2040年の水素導入目標を新たに1,200万トン程度とした。

水素のサプライチェーンは、大きく製造、輸送、利用に分けることができる。国際再生可能エネルギー機関(IRENA)は、水素の製造(変換を含む)に関連する2050年時点の市場規模は12.4兆～13.7兆円、輸送は3.3兆～3.9兆円、利用は10.4兆～11.7兆円としている^{*2}。

図表1. 用途別・世界の水素需要量見通し(IEA, NZE)



(出所) IEA (2023) より、みずほ銀行産業調査部作成

水素事業の取り組み

(1) 水素の製造

2020年以降に発表された水素製造プロジェクトは、EUを中心に急増している。また、各プロジェクトの水素製造規模も大規模化してきており、年間300万トンを超えるプロジェクトも発表されている。ただし、実際に最終投資決定(FID)に至っている案件は限定的である点には注意が必要であろう。IEAによれば、建設中またはFIDに至っている水素製造プロジェクトはわずか4%程度とされる。

民間の投資決定を促すためには、政府による支援が重要な起爆剤となり得る。米国では、2022年8月に成立した近年で最も積極的な環境法であると言われるインフレ抑制法(IRA)により、クリーンな水素製造に対して、10年間、最大\$3/kg-H₂の税控除を付与することとしている。EUでも、2023年3月に発表された水素バンク構想に関しては、2023年8月に初回オークションの条件が発表され、最大10年間、水素製造に対して最大€4.5/kg-H₂の補助金を付与することが示されている。日本においても、水素と既存燃料との価格差に着目した支援措置が講じられる予定となっており、経済産業省の審議会*³において具体化が行われている。

水素の製造方法には、化石燃料の改質、他プロセスからの副生、水電解、メタンの熱分解などがあげられる。足元では、再生可能エネルギーと水電解技術(アルカリ型およびプロトン交換膜(PEM)型)を用いた水素製造事業が多く発表されている。また、現在進行中のプロジェクトに基づいた水電解槽累積設置容量見通しは、約8GW(2021年)から、134GW(2030年)に達する見通しである。ヨーロッパや中国、北米における設置容量6割弱を占める一方、日本における水電解槽の製造能力が低い点は課題と言えよう。

今後、日本においても再エネ電源が普及していく中で、出力抑制により生じる余剰電力がより大きな課題となる可能性があり、余剰電力の有効活用を可能とする水電解に求められる役割は高まっていくと考えられる。例えば、140万kWの出力抑制が4時間行われた場合、その1%の電力を利用することで、1トンの水素製造ができる。

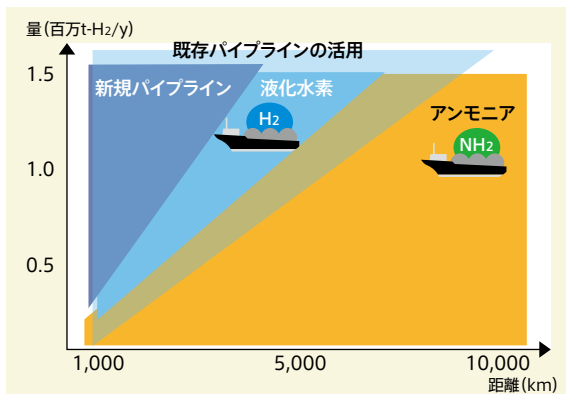
また、クリーンな水素製造方法には、アルカリ型やPEM型の水電解以外に、固体酸化物(SOEC)型、アニオン交換膜(AEM)型があり、さらに、化石燃料の改質とCCSの組み合わせ、メタン熱分解、熱化学、光分解などの革新的な技術の研究開発や実証も進んでいる。今後、これらの技術が成熟し、大規模導入が進んでいくことで、水素の製造コストの低減につながると期待される。

(2) 水素の輸送

水素の国際的な大規模輸送を見据え、サプライチェーン構築に向けた取り組みが行われている。水素の長距離海上輸送の形態には複数の選択肢があり、主なものとして、液化水素、アンモニア、有機ハイドライドがあげられる。また、EUなどでは、パイプラインによる水素の長距離輸送も検討されている。

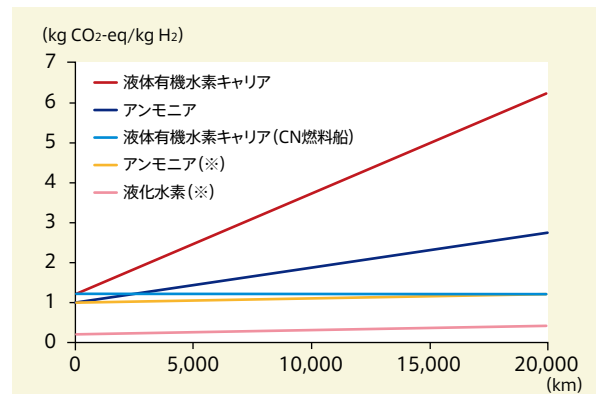
水素輸送方法ごとに、輸送コストや炭素集約度が異なり、例えばパイプライン輸送やアンモニアにはコスト面での競争力があり、液化水素による海上輸送は、他の水素の海上輸送方法と比べ炭素集約度の面で優

図表2. 航行距離・輸送量別の各輸送方法のコスト競争力



(出所)IRENA(2022)より、みずほ銀行産業調査部作成

図表3. 水素輸送キャリアの排出集約度



※輸送燃料を、船舶燃料として用いる場合
(出所)IEA(2023)より、みずほ銀行産業調査部作成

位性があるとされる(図表2、3)。なお、アンモニアを水素に変換せず、燃料として直接使用する場合には、より低コストでの利用が可能となる。

日本国内でも、北九州や晴海地区において水素パイプラインの整備に向けた実証事業が行われている。また、コンビナート地域など、水素・アンモニアの大規模需要家が多く立地する地域を中心に、水素やアンモニアのパイプラインの整備も計画されている。

今後、水素の需要が拡大する中で、サプライチェーンの大規模化、商用化に向けた投資が行われていくと考えられるが、日本が磨き上げた輸送技術などを、日本が先行して大規模商用化し、国内外の市場を獲得していくことが求められる。

(3) 水素の利用

水素は、前述の通り様々な用途での利用が期待されている。例えば、日本では、火力発電のカーボンニュートラルに向け、水素やアンモニア発電の実証が行われている。例えば、JERAは碧南(へきなん)火力発電所において、今年度からアンモニアの大規模混焼を開始する予定であり、2030年には年間200万トン規模のアンモニアを取り扱う予定である。関西電力は、2030年から水素発電を開始する予定であり、年間10万トン規模の水素を取り扱うほか、その他の需要家にも水素を供給するビジョンを掲げている。

モビリティ分野では、日本国内における燃料電池車の登録台数が7,473台(前年比360台増)^{*4}にとどまる中、日本政府は、2030年までに乗用車換算で80万台程度(水素消費量8万トン/年程度)の燃料電池自動車の普及をめざしている。日本通運が、2023年末までに20台の水素燃料電池トラックの導入を決めたことも大きな一歩となるだろう。また、2023年4月1日にエネルギーの使用の合理化および非化石エネルギーへの転換等に関する法律(省エネ法)が施行され、特定輸送事業者・特定荷主は、非化石エネルギーへの転換の目標を国の目安を参考に設定することが求められている。

加えて、省エネ法のもと、セメント製造、鉄鋼、化学などの主要5業種に対する2030年度の非化石エネルギー(水素・アンモニアを含む)への転換目標の目安も設定された。このような規制的手法は、水素の利活用を促進するだろう。ただし、水素利用に伴うエネルギー・コストの増加を、脱炭素を推進する企業が負担をする仕組みは持続可能とは言えず、コストの増加を適正に転嫁できる仕組みや国民理解の醸成も肝要であろう。

水素社会実現に向けた課題解決型の取り組み

水素事業は黎明期^{れい}にあり、不確実性が高い状況にある。例えば、どの水素輸送方法が将来的に優位性を持っているのか、という点でさえ想像が難しい。このような課題を乗り越え、水素社会における事業機会を享受するためには、リスクを分散する考え方も重要であり、複数の企業間でジョイント・ベンチャーを立ち上げるなどのアプローチも重要ではないだろうか。複数企業がリスクと機会をシェアすることで、資金が集まり、適切な時期に適切な規模の投資が行われることが期待できる。

例えば、前述した140万kWの電力の出力抑制は、ある地域における事例の一つであり、現実にはより多くの電力が喪失している。これらの未利用電力の活用にあたっては、大規模な水電解槽の導入が必要となることから、水電解槽メーカーと電力事業者による連携した取り組みが期待される。

また、英Octopus Hydrogenは、車両オペレーター向けに水素自動車のリースオプションを提供するとに加え、水素燃料の供給、メンテナンスの提供を実施することで、利用者の利便性向上を図っている。このように、利用者の目線に立ち、水素機器の供給者や水素の供給者が有機的に連携し、水素を利便性高く使用できる環境を整えることも重要であろう。

おわりに

水素は、エネルギー諸課題、モビリティの動力源および産業用エネルギーの脱炭素化への有効な打ち手と期待されており、カーボンニュートラル実現の鍵となる。水素・燃料アンモニアビジネスは黎明期にあるが、水素社会の実現に向け、適正なコスト転嫁の仕組みの形成や、活発な企業間の協創を期待したい。

*1 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(2020年12月25日)

*2 1米ドル=130円換算

*3 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 水素・アンモニア政策小委員会／資源・燃料分科会 脱炭素燃料政策小委員会／産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 水素保安小委員会 合同会議

*4 2023年3月末時点

参考文献

- 1) IRENA (2022), Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- 2) IEA (2023), Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity, IEA, Paris
<https://www.iea.org/reports/towards-hydrogen-definitions-based-on-their-emissions-intensity>, License: CC BY 4.0
- 3) Announced electrolyser manufacturing capacity by region and manufacturing capacity needed in the Net Zero Scenario, 2021-2030, IEA, Paris
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/announced-electrolyser-manufacturing-capacity-by-region-and-manufacturing-capacity-needed-in-the-net-zero-scenario-2021-2030>, IEA. Licence: CC BY 4.0
- 4) みずほ銀行産業調査部、Mizuho Short Industry Focus 革新的技術シリーズ 水素産業で日本が存在感を示すための方策～水電解槽を題材に～
- 5) 一般財団法人自動車検査登録情報協会、わが国の自動車保有動向
<https://airia.or.jp/publish/statistics/trend.html>
- 6) 研究開発リーダー Vol.20, No.5 2023 (p.74～77) 技術情報協会
- 7) IEA (2023), Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach, IEA, Paris
<https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>, License: CC BY 4.0
- 8) IEA (2023), Global Hydrogen Review 2023, IEA, Paris
<https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>, License: CC BY 4.0