

不確実性が増す世界の LNG 需要と カタール産 LNG の課題



合同会社エネルギー経済社会研究所 代表取締役 松尾 豪

序論

新型コロナウイルスパンデミック、極東天然ガス危機、ロシアのウクライナ軍事侵攻とそれに伴う全世界的なエネルギー危機は、LNG供給力・輸送力の柔軟性確保の重要性が認識された。また、2015年のパリ協定以降、世界は再生可能エネルギーの導入を進め、再エネを補完する供給力として天然ガス/LNG火力発電所への期待が高まっている。

他方で、LNGは一般的に「貯められないエネルギー」として認識されることが多く、その運用には様々な制約が生じる。昨年は世界第2位、今年是世界第3位のLNG輸出国であるカタールは、その輸出量の多くを非常に厳しい仕向地条項を課す長期契約が占めており、買主による運用柔軟性は極めて限定的である。本稿では、再生可能エネルギーの導入が進む世界におけるカタールの役割と課題を、世界のLNG市場の現状から紐解きたい。

1. カタール LNG の市場の位置づけ

カタールの LNG 概況

カタールは人口約300万人、面積1.14平方キロメートルの国である。秋田県ほどの規模の面積であるが、世界1、2位を争うLNG輸出国であることは周知の事実である。カタールが生産するLNGは、全て同国北東部に位置するRas Laffan基地で液化されて世界へ出荷される。カタールが本格的にLNG輸出を開始したのは1997年、スペイン向けのLNG輸出が最初であった。以来、カタールは世界のLNG市場の1割から3割を供給してきた。2022年は2割程度であるが、今後も15-20%程度を維持するとみられている。カタールが最も多くLNGを輸出しているのは中国でカタールの輸出量の21%にあたる。カタールは今後ノースフィールドガス田の生産能力を増強する計画であり、現在77mtpaの設備容量が2030年には126mtpaまで急増する見込みである。

日本におけるカタール産 LNG

日本は1997年にカタール産LNGの輸入を開始した。以後、日本は毎年一定量のカタール産LNGを輸入してきたが、2011年3月11日の東京電力福島第一原子力発電所事故後

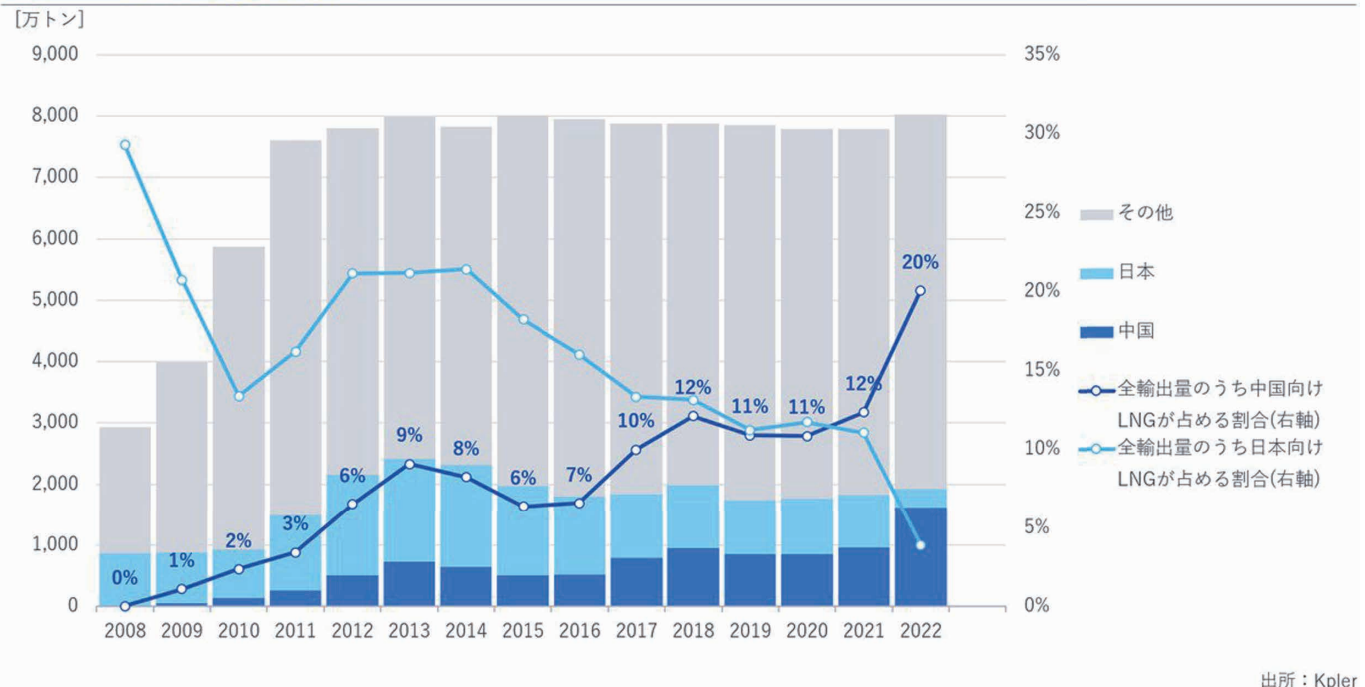
は、カタール産 LNG の重要性が高まった。

福島第一原発事故後、日本国内では原子力発電所の安全性を確認すべく一時全ての原発が停止した。東日本大震災前の日本の電源構成において、原発は25%を占めていたが、原発停止によって石炭火力・LNG 火力が供給力をカバーすることになった。

火力発電所の稼働には、当然燃料が必要である。日本は多くの国々に LNG の更なる輸出増量を求めたが、数ある LNG 輸出国のうち、最も LNG 供給量を増やした国がカタールであった。東日本大震災以来、日本はカタールにとって3本の指に入る大口の輸出先であった。しかしながら、2016年から米国の LNG 輸出が本格化すると日本勢は徐々に米国産 LNG へシフトしていき、大口顧客であった JERA も2021年末で5 mtpa¹の長期契約を終了した。

日本勢に変わってカタール産 LNG の輸入を増やしているのは中国である。中国は、カタール外交危機が発生した2017年にカタール産 LNG の輸入量を増やした。また2022年には、中国は日本と入れ替わりでカタール産 LNG の輸入量を大幅に積み増している。2017年のカタール軍事パレードでは中国人民解放軍儀仗隊の指導により、従来の英国型から中国型のガチョウ足行進に改められており²、カタールにおいて中国の存在感が高まっていると考えられる。

カタールのLNG輸出量推移



1 年間500万トン。出所：GIIGNL Annual Report 2022

2 2017年12月20日付 人民日報（電子版）

カタール産 LNG の商習慣

一般に、カタールの LNG は契約期間が長く、非常に厳しい転売制限を課せられていると評される。カタールが締結している多くの LNG 長期契約は、契約期間が20年間に及ぶ³。他方でこの長い契約期間は、各国が掲げる脱炭素目標と相反する。2021年に英国で開催された COP26において、主要先進国は2050年カーボンニュートラル実現を目標として掲げた。カタールノースフィールド拡張

プロジェクトは2026年から27年にかけて順次運転開始予定であるが、仮に2026年から20年間の長期 LNG 調達契約を締結した場合、契約満了日は2046年となり、カーボンニュートラル目標達成期日の4年前である。当然2046年には LNG を含め、化石燃料需要は相当に減少しているはずであり、事業者が長期契約締結を躊躇する一因となる。近年、COP26を意識してか、カタール産 LNG も10年契約、15年契約の締結事例が増えている。

更に、カタールの LNG は一般的に転売が難しく、仕向地条項が厳しく設定されていると評されることが多い。実際に、カタールが出荷する LNG カーゴは、大半が長期契約に基づいた貨物である。2022年にカタールは LNG 1,082カーゴを輸出したが、このうちスポット・入札・短期販売等、長期契約以外の契約形態で輸出した LNG は114カーゴに限られ、1割程度である。数量ベースで比較しても、2022年にカタールが輸出した LNG 7,904万トンに対して、長期契約以外の LNG の割合は1,025万トンであり、13%程度である⁴。更に、長期契約に基づき輸出した LNG カーゴのうち、転売された LNG はわずか22カーゴに過ぎない⁵。

日本では人口減少による電力需要減少が続いている中、再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT 制度）を背景に、太陽光を中心とした再生可能エネルギーの導入が拡大、また原子力発電所の再稼働も徐々に進んでいる。詳細は後述するが、再エネ導入拡大によって火力発電所は調整力としての役割が増し、燃料運用の柔軟性が求められるようになっていく。カタールの柔軟性の欠けた LNG 長期契約は、事業者に重荷になっていった。

他方、米国産 LNG は FOB と呼ばれる船上渡しの契約が一般的である。長期契約で米国産 LNG を調達した事業者は、自国に輸送して発電することも、欧州等へ転売することも

筆者紹介

学生起業への参画などを経て、2012年イーレックス株式会社入社。営業部、経営企画部に在籍、代理店制度構築、2016年の計画値同時同量対応、VPP事業調査、制度渉外などを担当。アビームコンサルティング株式会社で国内外電力市場・制度の調査・事業者支援を担当した後、2019年株式会社ディー・エヌ・エー入社。引き続き国内外電力市場・制度の調査を担当したほか、分散電源事業開発に携わった。2021年より現職。大手電力会社、新電力、重工メーカー、再エネ発電事業者等の事業コンサルを担当。

CIGRE 会員、電気学会正員、公益事業学会会員、エネルギー・資源学会会員、Yahoo! ニュースオフィシャルコメンテーター、NewsPicks プロピッカー、東京大学 生産技術研究所 共同研究員。

3 GIIGNL Annual Report2023

4 GIIGNL Annual Report2023

5 Kpler

可能である。事業者としては、運用しやすい米国産 LNG ヘシフトする行動は極めて合理的と言える。

2. 再エネ大量導入時代に問われる天然ガス／LNG の役割

2015年に採択され、2016年に発効したパリ協定を契機に、世界各国で再生可能エネルギーの導入が飛躍的に進んでいる。特に欧州では、相次いで洋上風力発電が運転開始したことで、再エネ比率が急激に高まっている。再エネの導入拡大は、カーボンニュートラルに向けて非常に重要であるものの、太陽光発電と風力発電といった変動制再エネ（以下、VRE）は出力間欠性の課題を有しており、燃料需要に大きく影響する。

太陽光・風力の出力調整役としての LNG 火力発電設備

太陽光が大量に導入された九州電力管内では、毎年春・秋の晴天日は太陽光出力に恵まれるため、火力発電所の出力を最小限に絞ることで太陽光発電所の出力抑制を低減し、夕方に出力を上げて供給力を提供している。日本の太陽光発電所は周囲に山や建物があるケースが多く、太陽光発電出力は山型の形状を描く。一方で米国カリフォルニア州など非常に土地の広い地域では、太陽光発電出力は台形を描き、朝の発電開始時や夕方の発電停止時は急激な出力変動が生じる。夕方の時間帯には、従来の汽力発電では起動応答が間に合わず、ガスタービン発電機が重宝される。短期の出力変動に対応した燃料として LNG の役割が注目されている。

また、風力発電も、出力調整のできる火力発電所で風力の出力変動をカバーする必要がある。風力発電は短期的な出力変動はそれほど大きくなく、オランダ・Eneco など、石炭火力で風力の出力変動をカバーしている事業者も存在するが、カーボンニュートラルに向けて欧州各国では石炭火力廃止の動きが加速しており、消去法的に天然ガス火力の重要性は増していると言える。

Dunkelflaute（ドゥンケルフラウテ）の課題

ここまで、VRE の出力間欠性を埋める調整力としての天然ガス火力・LNG の役割について述べてきた。他方で、VRE の出力間欠性は LNG の課題を顕在化させることもある。特に2021年に発生した欧州の長期間に渡る風力発電所の出力低迷は、天然ガス不足を引き起こした。

今次エネルギー危機において最初に危機に直面した英国では、2021年4月以降、天然ガス需要が例年と比べて高い状態が継続、UGS（地下ガス貯蔵施設）に天然ガスの注入ができていなかったことから、冬季の天然ガス・電力供給に警戒感が高まり、電力・ガス市場価格が暴騰した。市場価格上昇の結果、多くの小売エネルギー事業者が経営破綻、社会に

多大な混乱が生じた。

UGSは大量の天然ガスを貯蔵することができ、季節間の天然ガス需給バランス調整に活用される。UGSの天然ガス在庫が低い状態で冬季を迎えると、需給ひっ迫する恐れがある。市場は冬季の需給ひっ迫を警戒したのであった。天然ガス需要増大の背景には風力出力の不調が挙げられる。英国では、2021年4月から9月にかけて断続的に風力発電の出力に恵まれない状態が続いた。これは一般的に「dunkelflaute (ドゥンケルフラウテ)」と呼ばれる事象であるが、風が吹かない／日が照らない状態が続くと、風力・太陽光発電の代替となる火力発電の利用シーンが増加し、燃料不足に直面する。欧州には北海・ノルウェー沖に天然ガス田が存在し、またロシアやアルジェリア、アゼルバイジャンといった天然ガス産地と直接接続されているパイプラインが存在するものの、dunkelflauteによるガス需給ひっ迫を避けられなかった。

需給ひっ迫してから追加調達しても間に合わない

これまで欧州諸国を始め、世界各国でVREの導入拡大が進んできたものの、VREの本質的な課題である「自然条件に伴う出力変動、即ち出力間欠性の課題」について真面目に議論されてくることはなかった。

再エネの出力間欠性に対応した供給力確保に向けては、これまで国際エネルギー機関(IEA)は「柔軟性 (Flexibility)」という言葉を通じて啓蒙を図ってきた。これは2011年に公開されたレポート「Harnessing variable renewables」において初めて紹介された言葉であり、「電力システムが、予想されるかどうかにかかわらず、変動に応じて電力の生産または消費を変更できる範囲」と定義している。ただし、筆者はIEAの柔軟性の定義は、パリ協定前に公開されたこともあり、再生可能エネルギーの主力電源化時代を想定したものとは言えないと感じている。具体的には、kW面、短期のkWh面にフォーカスされており、電力市場全体で長期のkWh不足に直面する事態はあまり想定されていない。

実際に、2020年12月から21年1月にかけて燃料が不足し電力需給ひっ迫に直面した日本では、需給ひっ迫後にLNGを追加調達したものの、LNG船が到着したのは需給ひっ迫が収まった1月下旬から2月にかけてであった。同様の事例は21年9月に欧州、10月に中国も経験している。そのため、再エネ主力電源化・LNG主力燃料化時代には、kW面・短期のkWh面だけでなく、長期のkWh面の柔軟性確保に向けた議論が必要になると考える。具体的には、①戦略的予備力となり得る燃料の確保、②長期間活用できるデマンドレスポンス (例えば、2020年カリフォルニア計画停電では、米海軍第3艦隊の軍艦や入港中の商船が陸上給電を1週間取りやめた⁶⁾)、③原子力発電所の出力調整運転、の3選択肢が

6 CAISO 「Preliminary Root Cause Analysis Rotating Outages August 2020」

考えられる。

LNG をいかにして余剰分も含めて確保するか

日本では、2020年代後半から洋上風力発電所の大量導入が見込まれる。風力発電は太陽光発電に比べて設備利用率が高い傾向にある。仮に大幅な出力予測誤差が長期間継続して生じた場合には、火力発電所の燃料確保に課題が生じる可能性は否定できない。今後、洋上風力の出力変動・予測誤差発生の可能性を考慮した燃料調達を検討していく必要があり、その費用負担を電気の利用者全体で負担するように求めていく必要がある。

他方で、需要国の取り組みだけでは限界がある。LNGはマイナス160℃以下の極低温で天然ガスを液化したものであり、常温では気化する。LNG船のカーゴタンクやLNG基地のタンク内にはメンブレンと呼ばれるステンレスの板が貼られており、魔法瓶のような構造となっている。容易には温度が上昇しないように設計されているが、LNG船では1日あたり0.07% -0.16%程度気化する。気化した天然ガスはBOG (Boil-Off-Gas) と呼ばれるが、LNG船の場合には船舶運航用の燃料として、発電所ではマストランで発電して活用する。活用できない場合にはフレア処理する必要がある。LNGを長期間貯蔵する場合には、発生するBOGの処理、特にBOG発生による損失が課題になる。

このため、生産国側も運用柔軟性を前提とした生産計画、販売戦略を立てる必要がある。しかしながら、前述の通り、カタール産LNGは柔軟性に乏しく、これら課題に対処できる目途は立っていない。

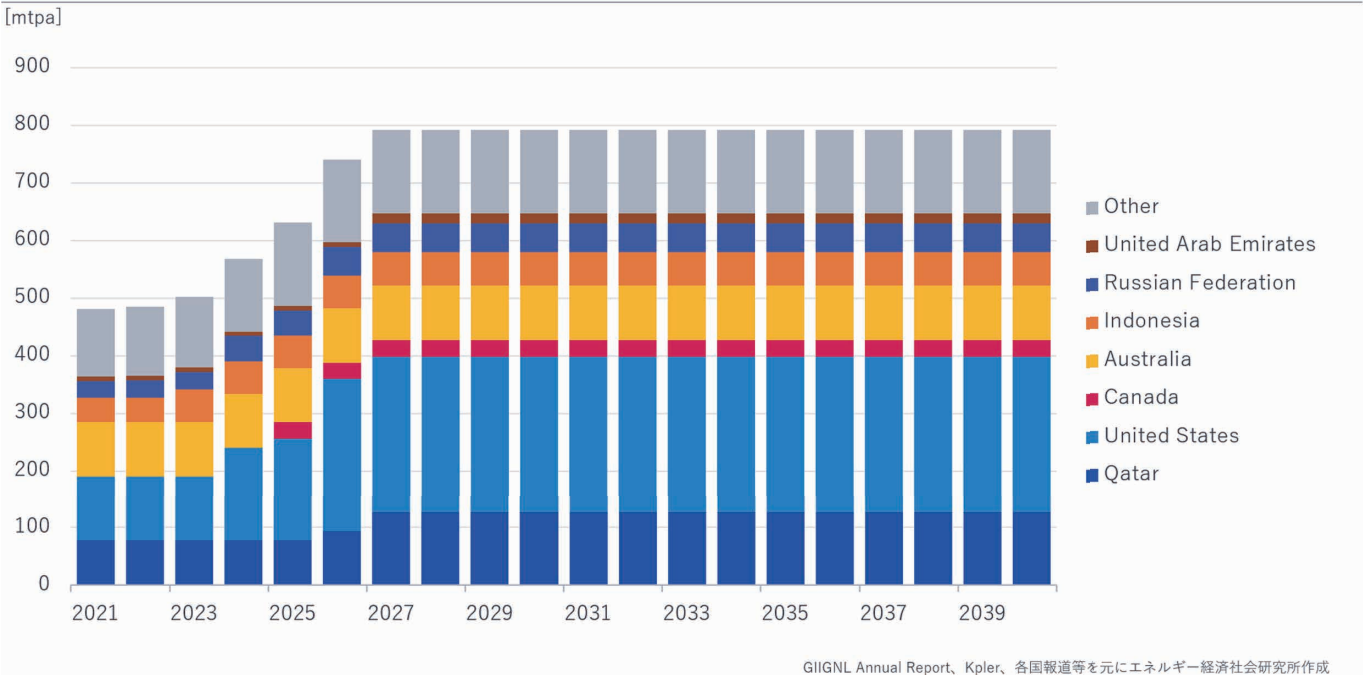
3. 不足から余剰に向かう世界の LNG 需給バランス

米国・中国・欧州の動向

米国ではかねてより多くのLNG液化施設の新設計画が浮上している。仮に全ての計画のFID（最終投資決定）が実現した場合、世界のLNG需給バランスが相当程度余剰に振れる可能性が指摘されてきた。特に2021年から生じているエネルギー価格高騰により、米国のLNG液化施設新規建設プロジェクトは大幅に計画が進展、米国のLNG供給能力は大幅に増加すると見込まれる。現在の世界のLNG需要は4億トン/年、設備容量は5億トン/年程度であるが、このままでは世界の設備容量は2030年に6-8億トン/年程度まで増加する。ロシアが2022年に欧州に対して供給を減らしたパイプラインガスの総量は5,200万LNGトン程度であり、これだけの需要拡大は事実上不可能と考えられる。

需要側に視点を移すと、中国は今後LNG長期契約の確保量が急激に増加する見込みだ。今年7,600万トンのLNG長期契約を確保しているが、2027年に9,600万トンまで増加しピークを迎える。一方、中国勢の更なる長期契約積み増しは、複数の要因から限定的になる可能性があると考えられる。

世界各国のLNG液化施設の設備容量



一点目は将来需要の不透明さである。中国の天然ガス需要は昨年364bcm（2.7億 LNG トン）を記録し、今後天然ガス需要は増大するとみられているが、事業者によってその予測は大きなばらつきがある。Sinopec は510bcm（3.7億トン）、CNPC は550-580bcm（4-4.3億トン）、PetroChina は605bcm（4.5億トン）と予測している。

二点目に自国生産の拡大やパイプラインガスの輸入拡大により、LNG輸入量が抑制される可能性がある。中国は2030年に向けて自国内で天然ガス生産量を拡大する方針で、CNPCの予測では2030年に250bcm（1.8億トン）と見込んでいる。更に、中国はCentral Asia-China Gas Pipelineを通じてロシア産天然ガスの輸入拡大を検討しているほか、ロシアはPower of Siberia2新設により中国への天然ガス供給を拡大したいと強く望んでいるとみられることから、パイプラインガスの輸入量を増やす可能性が高い。以上から、今後の更なる長期契約積み増しは限定的であると考えられる。

次に、ロシアによる天然ガス供給削減の影響を受け、LNGを大量輸入している欧州勢の動向である。欧州は今年1.7億トンのLNG長期契約を確保しているが、今年をピークに減少予定で、2030年には1.3億トンまで減少する。Shell, Totalといった大手事業者が世界各国の事業者にもポートフォリオ販売を行っているため、欧州域内のLNG輸入量（1億トン、2022年）に比べて多くのLNG長期契約を有している。問題は、2027年の脱ロシア産エネルギー資源の目標達成に向けてLNG需要は増大すると考えられるが、長期契約締結に向けた動きに乏しいことである。ドイツは2030年に石炭火力を全廃し、国内電力需要の80%を再エネで賄う計画であるが、再エネの調整力として将来の水素利用を念頭にCCGTへの期待が高まっており、実際に新設の動きが出ている。他方でドイツは陸上LNG基地を建設せずFSRU（Floating Storage and Regasification Unit, 浮体式LNG貯蔵

再ガス化設備) を活用しているほか、天然ガス長期契約締結に向けた動きも乏しい。一部では、脱炭素目標の下では長期契約確保が難しいとの指摘も出ている。

欧州勢は長期契約確保の動きにやや乏しく、今後のカタールノースフィールド拡張、米国の商戦次第であるものの、需要動向次第では将来スポット市場で大量にLNG調達する可能性はあると考えられる。世界のLNG需給バランスは長期的に不確実な状況が続く可能性がある。

日本のLNG確保の現状

日本が確保するLNG長期契約容量は、2020年の1億100万トン/年をピークに減少の一途を辿っている。2023年には8,000万トン/年、2030年には5,200万トン/年まで減少する。日本のLNG需要は第六次エネルギー基本計画において、2030年に5,500万トン/年程度であるが、現在の見込みでは長期契約容量が需要を割り込む見込みである。

他方で、仕向地条項が含まれていない契約に基づき、日本勢が海外事業者に販売したLNGは昨年1,300万トンに上り(転売:743.6万トン、日本勢の確保した権益から販売:560.9万トン)、これらLNGは日本の需要には充当されない。海外事業者への販売量を考慮すると、日本は今後LNG需要に対する長期契約の比率が極端に低下し、安定供給を確保できない恐れがあると考えられる。日本のLNG安定供給の将来を占うには、中国や欧州の需要動向・長期契約確保状況を比較する必要があるが、前述の通り、中国はLNG長期契約を拡大する傾向であり、将来の「買い負け」が懸念される。

仮に脱炭素移行が想定よりも遅れ、天然ガス需要が増えた場合には、LNG需給ひっ迫が常態化する可能性もある。日本の第六次エネルギー基本計画では「野心的な削減目標」の実現に向けて、一次エネルギー供給・電源構成双方で天然ガス/LNG需要は減少する方向性が示されている。他方で、再エネ主力電源化に向けてますます調整力としてのLNGの重要性が高まり、特に発電用LNGの安定確保が大きな課題になると考えられる。日本は、長期契約の確保に向けた更なる努力が必要になる。

最後に

前述の通り、カタールはLNG輸出において、買い手に非常に厳しい仕向地条項を課してきた。契約期間も概ね20年間と、非常に長期間に渡る。他方でこれまで説明してきた通り、世界のLNG需給バランスの将来は極めて不透明であり、再エネ導入拡大に伴い運用柔軟性のニーズも高まっている。米国で計画が相次ぐLNG液化施設の新規建設プロジェクトも、運転開始時期は2020年代後半とカタールのノースフィールド拡張の運転開始時期に重なる。カタール側も買い手のニーズに合わせた柔軟な契約が必要になると考えられるが、カタールは仕向地条項の緩和には慎重な姿勢を崩していない。

そこで筆者の提案であるが、例えば電力業界で一般的な「二部料金制」の導入も一案ではないだろうか。電力業界では、発電事業者が発電所を建設する際に、小売電気事業者と長期の卸販売契約を締結し、契約容量に相応の料金を支払う基本料金（発電事業者は償却費やオペレーション費用を回収する）と実際に受け渡した電力量に対して支払う従量料金（燃料費を回収する）で安定的な費用回収を実現している。二部料金制の導入と共に仕向地条項を緩和すれば、資源国は安定的な収入を期待でき、買い手のニーズにも応えることができる。LNG長期契約も、カーボンニュートラル実現に向けた契約形態に変化していく必要があると考えられる。

* 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。