

アジアのガス固定化

**ガスインフラ拡大案は
アジアと世界にとり
割に合わない投資**

Robert Rozansky (ロバート・ロザンスキー)





グローバルエナジーモニターについて

グローバルエナジーモニター (GEM) は化石燃料と代替燃料に関する情報源を協働により整備する研究者のネットワークである。現在、以下のプロジェクトが進行中である:

- グローバル石炭火力発電所トラッカー
- グローバル化石燃料インフラトラッカー
- 欧州ガストラッカー
- グローバルガス火力発電所トラッカー
- グローバル炭鉱トラッカー
- グローバル製鉄所トラッカー
- グローバル風力発電トラッカー
- グローバル太陽光発電トラッカー
- Inside Gas (インサイド・ガス) ニュースレター
- CoalWire (コールワイヤー) ニュースレター
- GEM.wiki

グローバルガス火力発電所トラッカーとグローバル化石燃料インフラトラッカーについて

グローバルガス火力発電所トラッカー (GGPT) と グローバル化石燃料インフラトラッカー はガスインフラを特定し、地図を作成し、説明し、分類するオンラインデータベースである。GGPTはガス火力発電所を追跡記録し、GFITは石油・ガスパイプラインと液化天然ガス (LNG) 基地を追跡記録する。グローバルエナジーモニターが開発したこれらのトラッカーは、各ガス事業を文書として記録するために、脚注付きのwikiページ を使用する。

表紙について

表紙の写真は、インドのグジャラート州ハジラにあるLNG (液化天然ガス) タンク。画像はGetty Imagesより、写真のクレジットはPuneet Vikram Singh。

著者

Robert Rozanskyはグローバルエナジーモニターのリサーチアナリスト。

編集制作

編集: Ted Nace, Mason Inman, James Browning

デザイン/レイアウト: David Van Ness

地図作成: Scott Zimmerman

制作協力: Lorne Stockman, Gerry Arances, Greig Aitken, Susanne Wong

商業目的以外の利用の許可

出典を明記することを条件として、本書の全部または一部を、いかなる形態でも、教育的または非営利的目的で、著作権者の特別な許可なしに複製することを許可する。著作権者からの書面による許可なしに、再販売またはその他の商業目的で本書を使用してはならない。Copyright © October 2021 by Global Energy Monitor.

他の情報源

現在作成中のグローバルガス火力発電所トラッカー (GGPT) は2021年第4四半期に発表を予定しており、要望があればデータセットを提供する予定である。グローバル化石燃料インフラトラッカー (GFIT) は、石油・ガスパイプラインと基地に関して地域、国、企業別にまとめた 35点以上のデータ要約表、方法に関する説明、方法に関する説明、インタラクティブ世界地図 を提供する。本レポートで分析したアジアのガスインフラについてまとめた要約表は こちら。GGPTまたはGFITのいずれかに関する一次データを入手するための連絡はTed Nace (ted.nace@globalenergymonitor.org) まで。

アジアのガス固定化

ガスインフラ拡大案はアジアと世界にとり割に合わない投資

Robert Rozansky (ロバート・ロザンスキー)

要旨

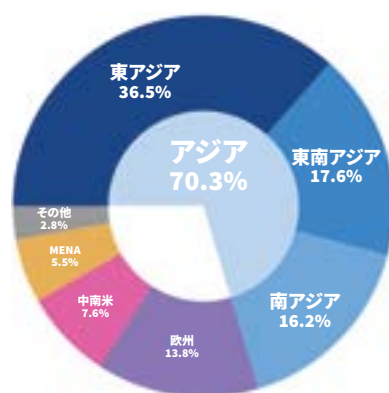
アジアで輸入ガス用の発電所・パイプライン・基地を新設する数千億ドル規模の開発計画が、地球温暖化の1.5°C抑制に対する重大な脅威となっている。開発中のこのガスインフラは、高水準の温室効果ガス排出量の固定化を意味し、よりクリーン、低価格、安定したエネルギー源の採用を不可能にする。

本書では、アジアで提案され、建設中のガスインフラとして、輸入液化天然ガス (LNG) の発電所・パイプライン・基地を含むガスインフラに焦点を絞り、特に以下の点に注目する:

- **東アジア、南アジア、東南アジア全域で、3,790億ドル (以下、ドルはすべて米ドル) の新規ガスインフラ建設計画がある:** 内訳はガス火力発電所1,890億ドル、ガスパイプライン540億ドル、新設LNG輸出入基地1,360億ドル。世界経済はクリーンエネルギーに移行しようとしており、この新設インフラはいずれ行き詰まる可能性がある。
- **アジア全域で320ギガワット (GW) のガス火力発電所開発計画があるが、建設された場合、同地域のガス発電容量はほぼ倍増する。** この拡大は欧州とロシアの全ガス火力発電所を合計した規模であり、世界のガス火力発電容量が20%増加する。

- **アジアは拡大を目指すグローバルLNG業界にとり、世界で最も重要な地域である。**アジアで年間4億5,200万トン(MTPA)の新規輸入LNG受入基地設備を整備する計画があり、これは世界で開発中のその種の設備の70%を占める(図ES1)。2020年の世界の全LNG取引量を吸収できる以上の輸入受入基地の整備が進んでいる。
- **この拡大は世界の炭素予算の大きな割合を消費する可能性がある。**全設備容量が建設・稼働された場合、アジアで開発されるLNG輸入受入基地とガスパイプラインにより、それらの存在期間を通じた輸入ガスの消費量が二酸化炭素換算値で117ギガトン(Gt CO₂-eq)を超える。これは地球温暖化を1.5°Cに抑制する高い確率の維持を条件として可能な世界の全排出量の4分の1に相当する。
- **ガスインフラは費用がかかり、寿命が長い。これらの設備は往々にして数十億ドルの費用を要し、数十年稼働する。**建設された場合、多数の事業が竣工以前にすでに再生可能エネルギーとの競争に負けることが見込まれる。また、ガス価格の乱高下、安全保障上の問題、低炭素化が進む世界で採算が取れなくなる可能性により、ガスインフラは経済的なリスクも意味する。
- **再生可能エネルギーは発電において、特に電力貯蔵・需要側管理と組み合わせると、費用効果と信頼性の高い、ガスに代わる代替エネルギーである。**また、再生可能エネルギーは分散型電源という面でも、より優れた選択肢であり、世界の僻地のエネルギー利用可能性が向上する。再生可能エネルギーによる電力部門の脱炭素化は、住宅や商業施設の暖房など、現在ガスを使用している用途を含め、他部門のクリーン電化の基礎となる。

図ES1:地域別の開発中LNG輸入設備、2021年6月



東アジアは中国、香港、マカオ、日本、韓国、台湾を含む。

東南アジアはブルネイ、カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、ミャンマー、パプアニューギニア、フィリピン、シンガポール、タイランド、東ティモール、ベトナムを含む。

南アジアはバングラデシュ、インド、パキスタン、スリランカを含む。

MENAは中東・北アフリカ。

出典: グローバルエナジーモニター建設中と建設前開発中の事業を含む。

- **政府は国家財政機関を通じてアジアのガスインフラ拡大を支援してきた。**それが継続されるリスクがある。世界の公的融資の調査結果によれば、2014～2018年にアジアでは、公的機関によるガス事業への融資額が224億ドルに上った。アジア開発銀行、世界銀行、その他による最近の発表では、これらの機関はガスへの融資打ち切りを明言しておらず、中流部門のインフラと発電所への融資を続ける姿勢を変えていない。国際的な公的融資は、事業採算性に関する信頼性を示すことで民間部門の投資を奨励し、そのような融資のガスからの方向転換は、民間投資と公共政策の両方をネットゼロ目標と合致させるために効果がある。

序論

アジアのエネルギー需要拡大に対応するために、アジアの社会経済計画立案者が石炭からの移行を進める中、経済と環境の両面で必然的な代替燃料として、ガスが広く受け入れられてきた。それを根拠として、パイプライン、LNG基地、ガス火力発電所を含む新規ガスインフラ事業がアジア全域で急速に発展した結果、2021年6月現在、建設または建設前段階の事業規模が3,790億ドルに至っている。アジアでは、全LNG輸入設備のほぼ4分の3が開発中であり、それは世界のガス取引に対して莫大な影響力を持つ。しかし、ガスの拡大の基盤となる論理はますます疑問視されている。気候アナリストによれば、ガスが石炭に代わる気候にやさしい代替燃料であるという思い込みには深刻な誤解があり、ガスサプライチェーンで生じる気候に対して有害なメタン排出の程度と重大性が過去の認識を上回ることを示す証拠が続々と上がっていることから、それは明白である。ガスインフラ新設の大規模な固定化の結果であるガス燃焼の拡大は、気候にとり有益であるどこ

ろか、排出量を抑制して気候変動の最悪の影響の一部を軽減しようとする計画を台無しにする。経済面でも基盤はすでにシフトした。再生可能代替エネルギーのコストが急速に下がり、特に電力貯蔵・需要側管理などの信頼性を強化する要素を伴うという点で、経済的に最も好ましい新規電力の選択肢としてのガスのステータスは崩れた。太陽光、風力、電力貯蔵のコスト低下により、LNG基地などの長期ガス事業は、正常な寿命が尽きるはるか以前に陳腐化するおそれがある。全体として、ガスが気候に及ぼす害に関する知識の充実を、急変する経済的な計算式と組み合わせると、アジアのガスインフラの拡大を支えてきた理論的根拠は、もはや支持しがたいものとなっている。

ガスの固定化：発電所、パイプライン、基地拡大計画

ガスインフラに関するGEMの調査では、東アジア、南アジア、東南アジア全域で、開発中のガスインフラすなわち提案中または建設中の事業の膨大な増設が進んでいることが判明した。¹ GEMの調査で、アジア域内で320 GWの新規ガス火力発電容量の建設計画があることが判明した。この拡大は欧州とロシアの全ガス火力発電所を合計した規模である。世界のガス火力発電容量が20%増加し、アジアのガス発電容量はほぼ倍増する。また、アジアで63,000キロ以上のガスパイプラインが開発中であることも、GEMの調査で判明した。これは地球を一周半する距離である。これらの追加により、同地域内のパイプラインの全長が約50%延長され、アジアへのパイプラインによる輸入設備が3倍に増加する。最後に、GEMは開発中の新規LNG輸出設備25 MTPA、輸入設備452MTPAを記録した。この規模の輸入設備の追加は、年間300万回以上のLNGのタンカー輸送が発生し、2020年の全世界の年間輸入量を超えるLNGを受け入れることに相当する (BP 2021, GIIGNL 2019)。²

ガス火力発電所に関するGEMのデータは [Global Gas Plant Tracker](#) (グローバルガス火力発電所トラッカー) に記録されている。ガスパイプラインとLNG基地に関するデータは [Global Fossil Infrastructure Tracker](#) (グローバル化石燃料インフラトラッカー) に記録されている。GEMでは、本レポートで分析したアジアのガスインフラを一連の[要約表](#)にまとめている。

ガスインフラはひとたび建設されると何十年も稼働するよう設計されている。アジアで現在建設中のパイプラインと基地は、フル設備利用率で稼働し、輸入ガスを燃焼させると仮定し、それに伴うサプライチェーンでのメタン排出量を100年の時間枠で評価すると、存在期間全体で^{3,4} ギガトン二酸化炭素換算量 (Gt CO₂-eq) を放出するに十分なガス輸入が可能である。同じ仮定で、開発で建設前段階のパイプラインと基地からは、73 Gt CO₂-eqを放出する可能性がある。開発者が早期段階

で放棄する事業もあり、通常、事業はフル設備利用率では稼働しないため、これらの値は上限の推定値である。とはいえ、これらは驚くべき値である。合計117 Gt CO₂-eqは地球温暖化を1.5°Cに抑制する確率を50%に維持するための世界炭素予算の4分の1に相当する。それに伴うサプライチェーンでのメタン排出量を20年の時間枠で評価すると、影響の規模はさらに拡大して144 GtCO₂-eqとなり、これは炭素予算の約3分の1である。

GEMの推定では、アジアのインフラ計画への投資額は新設ガス火力発電所1,890億ドル、ガスパイプライン540億ドル、新設LNG輸出入基地1,360億ドルである。世界経済はクリーンエネルギーに移行しているため、新設インフラに対するこの3,790億ドルという投資は行き詰まる可能性がある。すなわち、エネルギーの移行に伴う変化が原因で、予想される存在期間終了以前に経済的に採算が取れなくなる事業である。安い再生可能電力により低下する競争力、配電網の脱炭素化を目指す新政策などの規制条件、等々の経済的な条件により、ガス事業が行き詰まる可能性がある (Carbon Tracker 2017)。行き詰まった設備は無駄になった資本を意味する。ガス火力発電施設の早期閉鎖は、それに投資した官民機関、それらが雇用する労働者、それらに依存するようになった経済圏に害を及ぼす (OCI 2016)。

表1は東アジア、南アジア、東南アジア全域で提案中および建設中の事業への投資を示したものである。中国は1,310億ドルで、計画された投資の最大部分を占める。中国以外に、ベトナム、インドネシア、インド、タイ、バングラデシュ、韓国、フィリピン、日本、ミャンマー、台湾、パキスタンで、投資額として最大のガス拡大が計画されている。これらのうちインド、タイ、インドネシアは、それぞれ160億ドル、80億ドル、70億ドルに達する事業を進めており、現在建設中のインフラへの投資額が最大である。ベトナムがかなり大規模な投資案を掲げた

1. GEMの調査はガスパイプラインに関して2021年1月、LNG基地に関して2021年6月、ガス火力発電所に関して2021年8月に完了。方法と結果全文は<http://Globalenergymonitor.org>に掲載。

2. タンカーの積載量を175,000立米LNGと想定

3. 詳しくは「方法」のセクションを参照。

4. この計算で使用したライフサイクル排出量推定値では、ガスの主要素であるメタンのガスサプライチェーン全体における捕捉されないベントと漏洩による排出量を計算に取り入れた。メタンの地球温暖化係数の推定値は100年の時間枠よりも20年の時間枠の方がはるかに高い。

背景には、予想される電力需要増加と新規ガス建設事業に対する政府・産業からの関心の高まりがある。これらの数値は今後の新規電力開発計画の発表と共に変

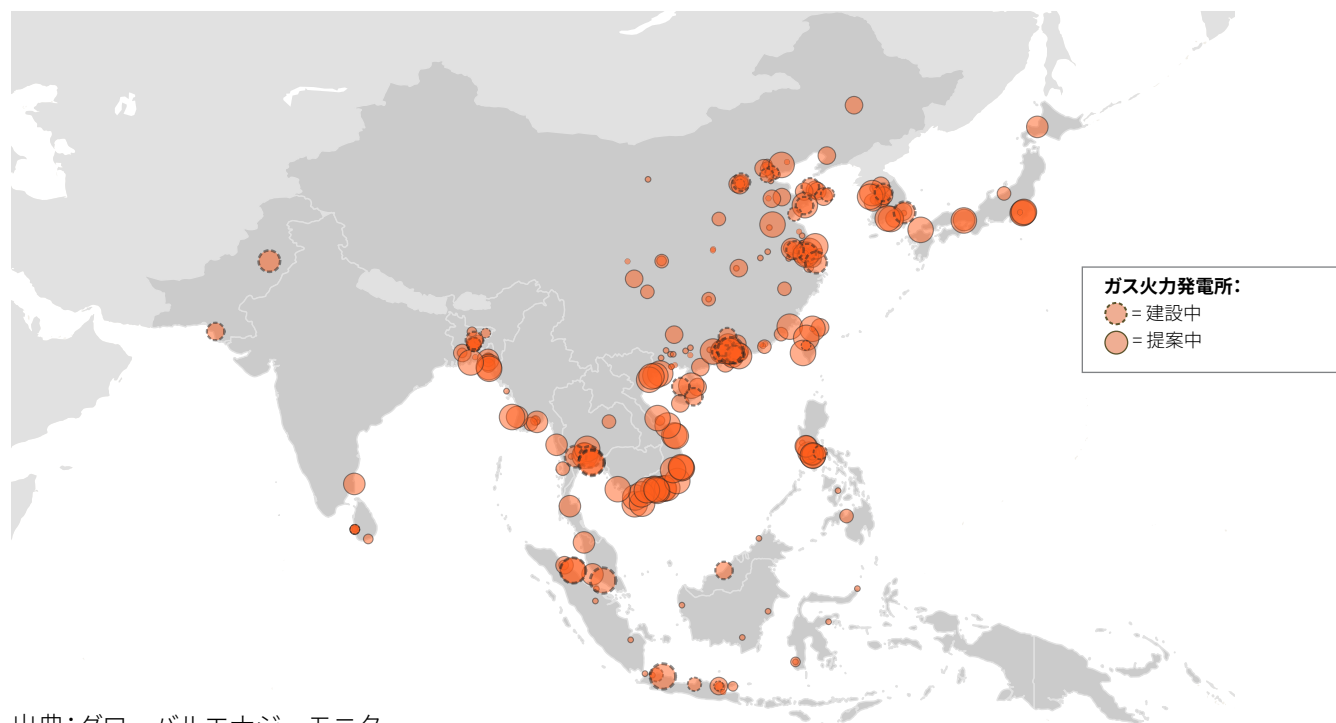
わる可能性がある。ベトナムで実際に建設段階に達した事業は計画された投資の1%に満たない。

表1: アジアで計画中のガスインフラ投資 (単位: 10億米ドル)

国	発電所		パイプライン		基地		合計
	計画案	建設中	計画案	建設中	計画案	建設中	
中国	41.3	13.7	9.2	10.1	32.5	23.8	130.5
ベトナム	52.8	0	0.2	0	5.4	0.3	58.6
インドネシア	5.4	3.3	2.7	0.8	16.6	2.9	31.8
インド	0.7	0	7.6	7.3	5.0	8.9	29.5
タイ	5.6	5.0	0.5	0.6	6.1	2.1	19.9
バングラデシュ	10.4	1.9	1.9	0.3	2.1	0	16.5
韓国	9.6	1.3	2.0	0	3.2	0	16.1
フィリピン	8.6	0.4	0	0	2.9	2.1	14.0
日本	8.7	0.1	2.8	0.5	0.7	0.3	13.0
ミャンマー	5.6	0	2.7	0	1.6	2.5	12.3
台湾	5.6	0.5	2.5	0.1	3.0	0	11.7
パキスタン	0	1.4	1.2	0.5	3.8	0.8	7.6
パプアニューギニア	0	0	0	0	6.5	0	6.5
マレーシア	1.5	1.9	0.7	0	0	0	4.1
カンボジア	2.3	0	0	0	1.0	0	3.3
スリランカ	0.9	0.2	0	0	1.0	0	2.0
シンガポール	0	0	0	0	1.5	0	1.5
ブルネイ	0	0	0.1	0	0	0	0.1
東ティモール	0	0	0.1	0	0	0	0.1

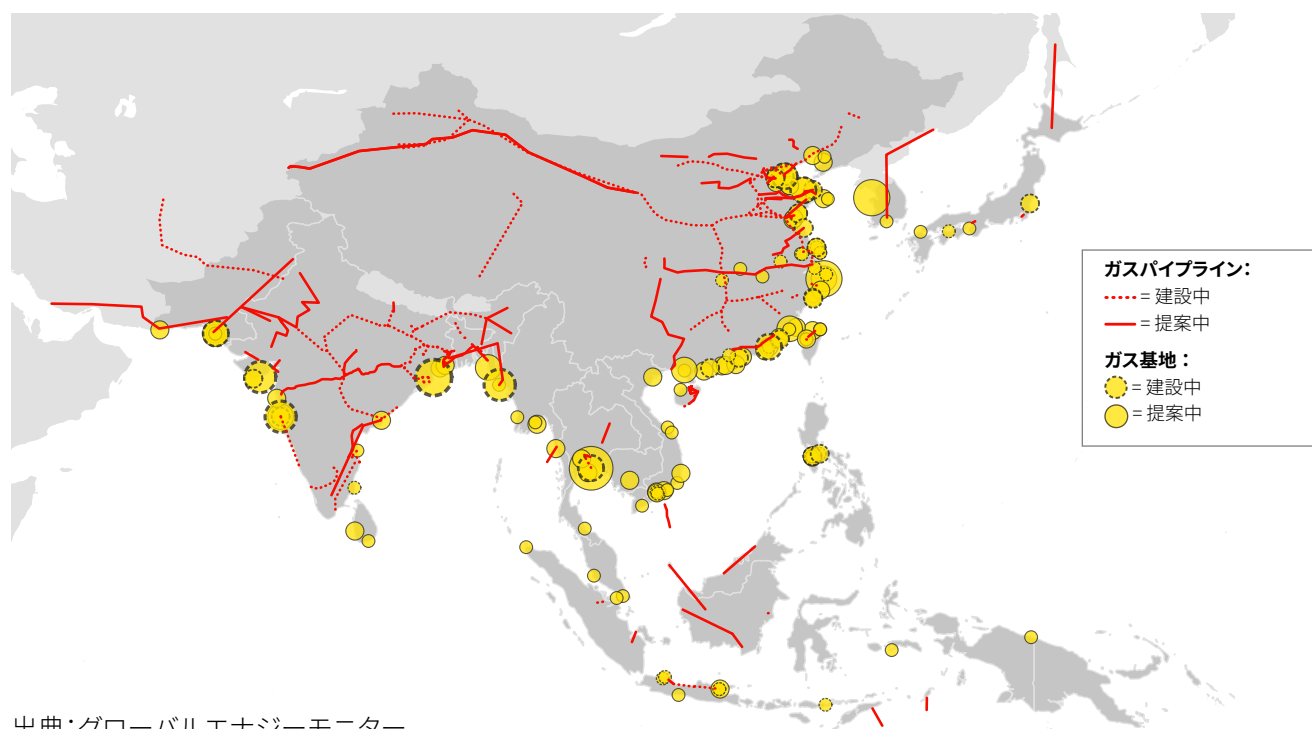
出典: グローバルエネルギーモニター。見積もりは、新しいガスインフラを構築するための世界および地域の平均的な資本支出に基づいており、プロジェクトレベルでの予測コストとは異なる可能性がある。詳しくは「方法」の添付資料を参照。

図1: アジアで開発中のガス火力発電所



出典: グローバルエナジーモニター

図2: アジアで開発中のガスパイプラインと基地



出典: グローバルエナジーモニター

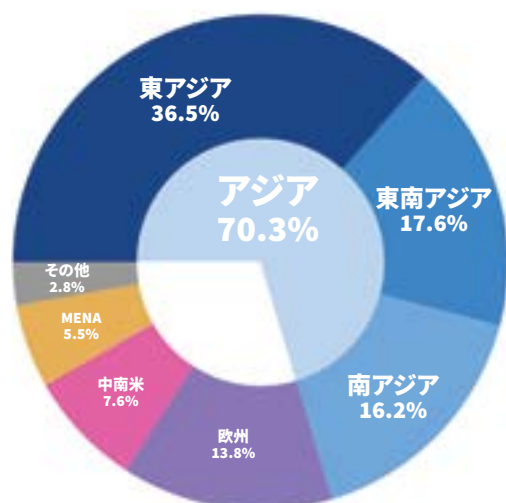
背景：岐路に立つアジアの気候とエネルギーの未来

GEMのデータは、アジアが拡大する、世界のLNG市場の中心であることを示している。世界の既設LNG輸入設備の59%がアジアに存在し、世界で建設中または建設前開発中の設備の70%を占める。アジアはエネルギーの移行におけるガスの未来を決定する支配的な影響力になる。

悪化する気候危機への対応として、アジアのすべての国がパリ気候協定に調印した（中東の数力国は例外）。さらに、地域最大の経済圏の数国が、21世紀半ばまでにカーボンニュートラルを達成することを誓った。例えば、日本と韓国は2050年までに立法による公約を通じ、中国は公式の政策を通じての達成を誓っている。

そのような外交と政策による対策が現実になるか否かは、今後2年間にいかなるタイプのエネルギー投資が実行されるかにかかっている。東アジアの3つの主要経済圏によるカーボンニュートラル目標の発表は、希望があることを示す証拠である。同じくアジアの再生可能エネルギー発電容量の急速な拡大も、今や世界合計の半分近くを占め、新規太陽光発電（PV）の配備を先頭に、5年未満で倍増すると予測される（IRENA 2021a, Rystad 2020）。しかし、これらの前向きな歩みにもかかわらず、アジア全域の政府報告書、ニュース発表機関、企業は不安な傾向を示している。すなわち、同地域は増加するエネルギー需要を満たすために、海外から化石燃料ガスを輸入するための大規模なインフラ増設を計画している。次のセクションで説明するように、その増設は環境と経済の両面で大問題となる。

図3：地域別の開発中LNG輸入設備、2021年6月



東アジアは中国、香港、マカオ、日本、韓国、台湾を含む。

東南アジアはブルネイ、カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、ミャンマー、パプアニューギニア、フィリピン、シンガポール、タイランド、東ティモール、ベトナムを含む。

南アジアはバングラデシュ、インド、パキスタン、スリランカを含む。

MENAは中東・北アフリカ。

出典：グローバルエネルギーモニター。建設中と建設前開発中の事業を含む。

ガスの問題点

ガスはメタンと天然ガス液と呼ばれる炭化水素類で構成される (EIA 2020)。それは世界で最も広く消費される燃料の一種である。2020年に世界経済では3.8兆立米のガスを消費し、電力部門は発電の23%をガスに頼

っていた (BP 2021)。⁵ 誤解されることが多いが、ガスはクリーンではなく、価格が高く、気候危機の最悪の影響を回避する努力を妨げる。

排出量

世界で燃烧されるガスは二酸化炭素排出の主な発生源のひとつである。2019年にガスは全化石燃料排出量の22%を占めた (IEA 2020c)。気候変動の最悪の影響を回避するために燃烧するガスの激減に着手する必要がある、まさにその時期にそれを増やすということは、世界排出量の上昇の継続を引き起こす事になる。二酸化炭素がガス消費により放出される唯一の温室効果ガスであると仮定した場合でさえ (以下で論じるように、そうではない)、

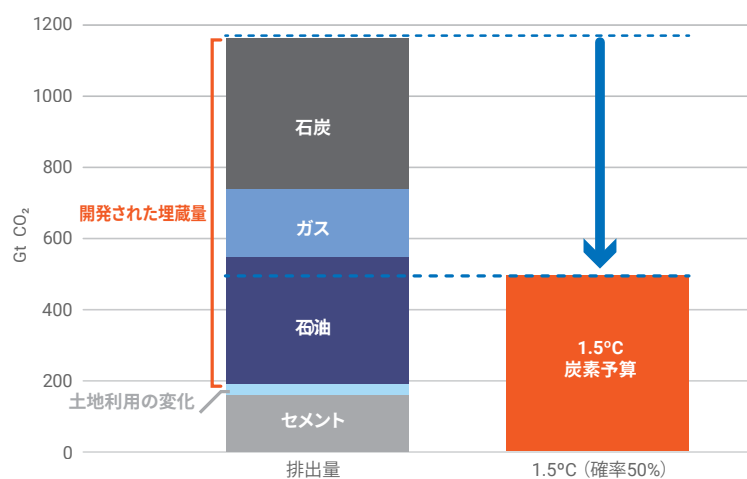
新規ガスのフィールドの開発とガス消費拡大を進める余地はない。図4に示すように、現時点でガス、石油、石炭を生産している事業からの排出量は、地球温暖化を1.5°Cに抑制する確率を50%に維持するには、すでに大きすぎる (OCI 2016)。排出量が現状通りに10年間続くと、世界は炭素予算、すなわち気候目標を達成する高

い確率を維持しつつ排出可能な二酸化炭素量を使い果たす。石炭からガスへの切り替えも採算の取れる解決策ではない。

ブルームバーグニューエナジーファイナンス (BNEF) が2019年に発表した分析では、石炭火力発電所が2035年までに主にガスに切り替わった場合のシナリオをモデリングした結果、1.5°Cへ向かう現在の経路よりも排出量が大幅に上昇した (BNEF 2021)。

燃烧による二酸化炭素排出に加え、過去10年間に関する新たな知見として、ガスの生産、輸送、消費のすべてから、強力な温室効果ガスである大量のメタンが漏出することが判明した。例えば、環境防衛基金が主導した研究では、米国のサプライチェーンにおいて、2015年の米環境保護庁の推定値よりも60%も多いメタンの漏出が判明した (Alvarez et al. 2018)。メタンの地球温

図4: 開発された世界の化石燃料埋蔵量からの二酸化炭素排出量とパリ目標範囲内の炭素予算との比較



出典: リスタッド・エナジー、IEA、世界エネルギー会議、IPCC、グローバル・カーボン・プロジェクトのデータに基づくオイル・チェンジ・インターナショナルの分析。残っている炭素予算は2020年1月1日現在。

5. ガスは発電、商業施設と住宅の暖房、運輸、工業プロセスなどの多様な用途に使われる。発電はアジアで計画中のガス拡大の多くを推進する部門であり、本レポートの焦点である。

暖化効果は、20年の時間枠で二酸化炭素の86倍、100年の時間枠で二酸化炭素の34倍である (Myhre et al. 2014)。

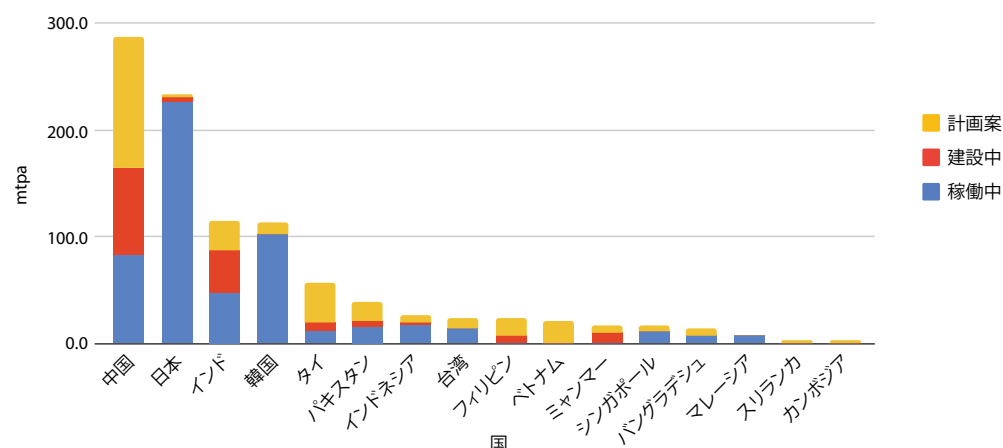
世界各地への輸送を通じ、さらに多くのガスが漏出し、燃焼される。LNGとは、ガス生産者から消費者に海洋タンカーで輸送できるよう、-162℃に冷却し、液化したガスである。アジア諸国はLNG輸入量を激増させる計画を進めており、排出量という観点から重大な懸念がある。ガスの液化には大量のエネルギーを必要とし、供給ガスの最大10パーセントを消費する(2018年の合計)。このプロセスにはオゾンを破壊する冷媒も使用する。さらに、LNGタンカーのエンジンでも化石燃料を燃焼する。自然資源防衛協議会は、LNGの液化、輸送、再ガス化により、20年の時間枠で、ガスのライフサイクル排出量が8～21%増加すると推定した。その結果、米国のLNGのライフサイクル排出量は、この時間枠内で評価された石炭よりも27～33%低いのみである。これは太陽光でLNGの7%、風力でLNGの2%というライフサイクル排出量と際立った対照を示す (NRDC 2020)。

図5はアジア全域で開発中の新規計画LNG輸入設備の増加を示す。この新規輸入設備のひとつの目的は、次第に減少する供給量の一部を代替することである。例えば、フィリピンではガスが発電量の20%を提供するが、同国の主要ガス供給源であるマランパヤガス田は2027年までに枯渇することが見込まれる (Shiga et

al. 2021)。中国は主な例外であり、国内ガス生産量が2040年までに倍増すると予測される (IEA 2020c)。しかし、同地域に関する新規計画LNG輸入設備の水準は、減少する国内ガス供給量の代替に必要な量を大幅に超過する。アジアで開発中のLNG輸入設備は、世界中のあらゆるLNG輸出国の既設輸出設備を合計した数値に、ほぼ匹敵する。それは2020年の世界の全LNG取引量を十分吸収できるだけのインフラである (GIIGNL 2021)。

アジア全域でのガス消費量拡大は、パリ協定に従い地球温暖化を1.5℃に抑制することを目指すネットゼロ排出シナリオとは両立しない。IEAの2050年までにネットゼロを達成するというシナリオは、これらの国際目標と合わせ、世界のガス消費量が2025年頃にピークに達した後、2050年まで急速に低下すると推定する。このシナリオでは、LNG設備を拡大する必要はなく、LNGとして取り引きされる化石燃料ガスは2020年から2050年の間に60%減少する (IEA 2021)。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は、そのP1シナリオとして、「社会、ビジネス、技術上のイノベーションにより、2050年までエネルギー需要が低下し、その間、特にグローバルサウスを始め、生活水準は上昇する」とし、このシナリオでは、炭素回収貯留にはほとんど頼っていない。このシナリオで、IPCCは2010年の水準に関し、ガス消費による一次エネルギーが2030年までに25%、2050年までに74%低下するとしている (IPCC 2019)。

図5: アジアで稼働中および開発中のLNG輸入設備、2021年6月



出典: グローバル化石燃料インフラトラック、グローバルエナジーモニター

経済面での課題

ガスインフラの建設には財政的にリスクがあり、再生可能エネルギーのコストが急速に低下する電力部門では特にその傾向が強い。アジアで新設ガスインフラに数千億ドルを投じる計画は、ガスが発電目的で費用効果と信頼性が最も高い選択肢であるという仮定に基づく。しかし、クリーンエネルギーのコストが2009年以来90%以上と劇的に低下した今、その仮定はもはや有効とはいえない。アジアのガス発電容量の計画増加量を図6に示す。

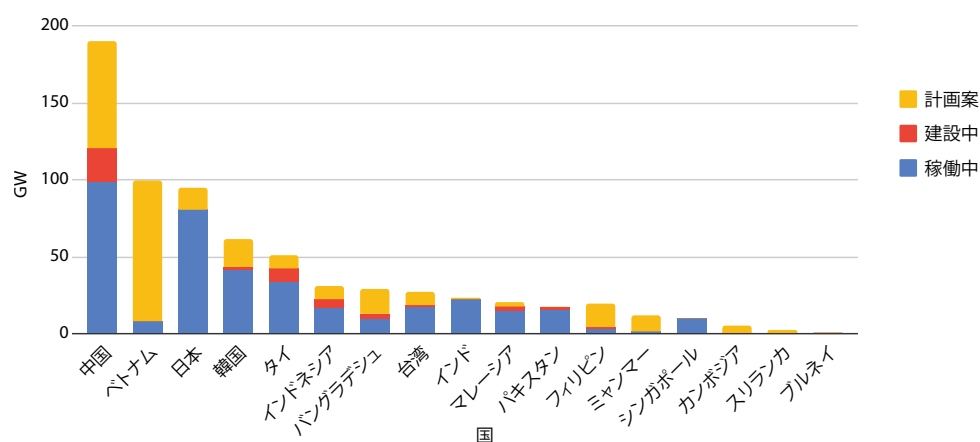
アジアの大部分の国では、発電が新規ガス開発の主要駆動要因である（中国とインドは例外で、ほとんどの新規ガスはメタノールや肥料の生産などの産業用途が対象）。IEAによれば、新興アジア圏について予想される2019年から2025年の需要増加分の60%を電力部門が占める（IEA 2020a）。例えばインドネシアでは、2021～2030年の国家エネルギー計画の最新草案で、「クリーン」電力量を補強するために、ガス容量の6 GW増設を提案している（Enerdata 2021）。アジアの多くの地域で電力需要が増大している。タイでは、2030年までに電力消費量が50%増加し、300テラワット時（TWh）に達すると予測され、ベトナムの電力消費量は2035年までにほぼ倍増し、388 TWhに達すると予測される（OIES 2020）。たとえそうだとすると、多くの計画ガス事業は各国の将来の需要を満たすには不要である。例えば、バングラデシュでは2019年から2020年の間、全火力発電所の容量の40%しか運転されていない（IEEFA 2021c）。アジアの一部の国では、過剰容量による電力会社の減収分に政府が補助金

を出している。パキスタンでは2023年まで、政府はそのような支払いのために年間100億ドルを費やすことになる（IEEFA 2021d）。

電力貯蔵・需要側管理を伴う再生可能電力で構成されるクリーンエネルギー・ポートフォリオ（CEP）は、今やアジアを含む世界の大半でガス火力発電との競争に勝ち、太陽光発電、風力、電力貯蔵のコストが下がり続ける中、さらに競争力を増すと予測される。今日、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）は、世界の全再生可能発電の62%（162 GW）で、コストが最低価格の新規化石燃料選択肢よりも低いと判断している。2020年、化石燃料と競争できる再生可能発電のシェアは前年比で倍増した（IRENA 2021b）。BNEFは均等化した世界平均発電コストが2050年までにさらに、太陽光発電で70%、陸上風力発電で50%、洋上風力発電で45%低下すると予測した（ETC 2021）。電力貯蔵・需要側管理を追加することで、再生可能エネルギーの設備利用率（設備のどの程度の割合が実際に利用されるか）を引き上げることで、経済性が改善される。ロッキーマウンテン研究所によれば、2019年は米国でCEPが新規ガスに打ち勝ち始めた分岐点だった（RMI 2019）。

価格が低下し、気候にやさしくなったことに加え、再生可能電力はガスに関してエネルギー安全保障上の格別な優位点を持つ。燃料価格または燃料入手可能性の乱高下により、ガス事業による収益は予測しにくく、価格の急騰で

図6: アジアで稼働中および開発中のガス火力発電所容量、2021年6月



出典: グローバルエナジーモニター、グローバルガス火力発電所トラッカー、2021年9月。

設備の運転経費が法外に上昇することもある。昨年、新型コロナウイルス感染症のパンデミックや座礁船舶によるスエズ運河封鎖などの衝撃により、そのような価格の急騰が起きた。

アジアのLNGのスポット価格は、2020年に百万英国熱量単位 (MMBtu) あたり2〜30ドルの範囲だった (S&P Global 2021)。ガスの主要輸入国である日本では、2021年1月の世界的なガス不足中に電気料金が記録のレベルに急騰した (IEEFA 2021b)。さらに最近では、2021年9月にパキスタンが停電を回避するために、同国が輸入を開始して以来最高のMMBtuあたり15ドルでのLNG購入を

余儀なくされた (Stapczynski 2021)。今後数年、世界ガス市場の変動はさらに進むと予測される。エネルギー経済・財務分析研究所 (IEEFA) は以下のように記す。「新興市場の定義からしても価格に左右される傾向が強い新興市場は、今後の価格環境に困難を覚えるであろう。新たに設置したガス発電機の利用率が低い中で、ガスと電気の利用者が払う料金は上昇する可能性がある。」IEEFAはベトナム、バングラデシュ、パキスタンで提案された約500億ドル規模のガス火力発電事業が、LNG価格の変動の拡大によりキャンセルされるリスクがあると推定した (IEEFA 2021a)。

再生可能エネルギー：アジアのための採算の取れる解決策

本レポートの別の箇所でも論じたように、世界のほとんどの地域で、今や再生可能エネルギーがまもなくガスよりも手の届きやすい価格になる勢いである。中国とインドでは、ユーティリティ規模の太陽光発電が最低価格の電力供給源である (BNEF 2021)。韓国では再生可能エネルギーがすでに新設ガス発電所と競争できる状態であり、早くも2023年には、既設ガス発電所とも競争可能になると予測される (Carbon Tracker 2020)。これ以上建設を待っても、経済的に良いことはほとんどない。IRENAは2020年に新興経済圏により建設された再生可能エネルギー事業により、寿命中に最大1,560億ドルが節減されると予想する (IRENA 2021b)。さらに、現在、再生可能エネルギーの拡大は、新規化石燃料インフラを建設して最終的に閉鎖するよりも安く速い、ネットゼロ排出につながる経路である。

柔軟な電力供給という点でも、再生可能エネルギーの方が好ましい選択肢である。柔軟な「ピーカー」ガス火力発電所は効率が悪く、運転に必要なガス量が増えるため、コストが上昇する。ラザードによれば、ガス・ピーカー発電所の補助金を受けない均等化エネルギーコストはメガワット時 (MWh) あたり175ドルであり、これに対し、風力は40ドル/MWh、公共事業規模の結晶パネル太陽光発電は37ドル/MWhである (Lazard 2020)。さらに、蓄電池の方がエネルギーの短期 (1〜4時間) の変動に適している。

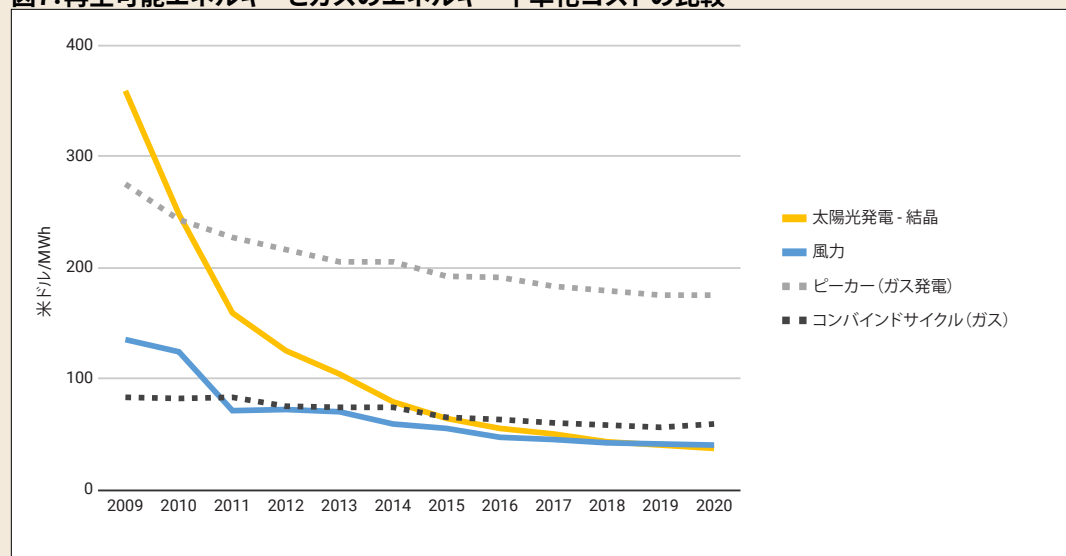
ほとんどのアジア諸国が豊富な再生可能エネルギー源を有する。カーボントラッカーによれば、中国、インド、ベトナム、タイには、エネルギー需要に対して必要な合計量の10〜100倍の太陽光・風力資源が存在する。インドネシア、ラオス、カンボジアでは100倍を超える。再生可能エネルギーのコストが急速に低下し、これらの資源の利用は迅速に経済性を高めている。世界的に今日、技術的に利用可能なすべての再生可能エネルギー資源の半分以上を経済的に取り込むことができる (Carbon Tracker 2021b)。また、再生可能エネルギー資源の地理的に広い利用可能性も、エネルギーの利用可能性を促進する分散型電源の提供という面で有益である。国際持続的発展研究所 (IISD) によれば、再生可能エネルギーはアジア諸国などの多数の開発途上経済圏に適している。なぜなら「これらの経

済圏は往々にして豊富な日射や風力資源に恵まれ、[中略] モジュール式の開発は、遠隔地の住民のための電化を含め、需要拡大が生じる場所と時期に上手く合わせることができる」ためである (IISD 2021)。

風速と日射強度の自然な変動が原因で、再生可能エネルギー技術は電力を断続的に生産するが、たとえ再生可能エネルギーが急速に配備されたとしても、既存の技術・政策・規制面での解決策により、断続的という性質は管理できる。エネルギー移行委員会によれば、「最新の技術とアプローチをシステム稼働に応用し、適切な電力市場設計で支える」ことにより、変動再生可能エネルギー浸透水準75〜90%を達成した場合に「採算が取れ、費用効果が高く」なる。デンマークやウルグアイなどの一部の市場は、すでに30%以上の変動再生可能エネルギー浸透水準で運営され、中国内の地域は15〜20%の水準で運営されている (ETC 2021)。平均すると、2020年現在、中国以外の新興市場の再生可能エネルギー浸透水準は4.1%だった (Carbon Tracker 2021a)。

アジア全域で、再生可能電力は急速に勢いを増している。ごくわずかな既設太陽光発電設備から開始し、ベトナムは2019年に4.8 GW、2020年に11.5 GWを設置した (Ha 2021)。同国の第8次電力開発計画では、2030年までに再生可能エネルギーが国のエネルギーミックスの約25%を占め、石油やガス火力による発電を上回ると予測している (Huong 2021)。昨年、ミャンマーは1 GWの太陽光発電を競売にかけた結果、価格は35ドル/MWhから51ドル/MWhの間になったが、これはコスト面で容易にガスと競争できる価格である (Bellini 2020)。韓国は最近、8.2 GWの洋上風力発電事業を発表し、これは世界最大になる (Renewable Energy World staff 2021)。バングラデシュの電力大臣は最近、2041年までに発電の40%を再生可能エネルギー源から供給するという目標を設定した (Dhaka Tribune staff 2021)。日本政府は洋上風力発電により、2030年までに10 GW、2040年までに30〜45 GWを供給するという目標を発表した (Okutsu et al. 2021)。

図7:再生可能エネルギーとガスのエネルギー平準化コストの比較



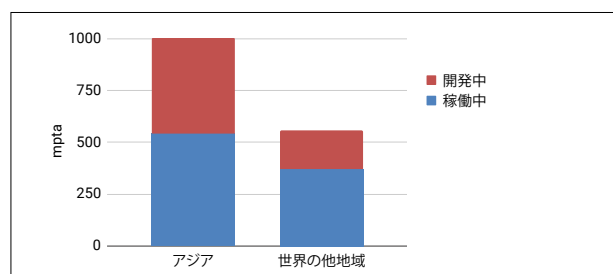
出典：エネルギー消費平準化コスト分析（ラザード、第14版）。この図に記載されているデータは、ユーティリティ規模の発電に対する補助金なしの世界的な平均値。

ガス業界のビジョン:新たな世界LNG市場の必然的な中心としてのアジア

低価格の再生可能エネルギーが台頭したこと、気候変動に関する一般の人たちの不安が増したことに危機感を覚えたガス業界は、ガス消費の急増が数十年にわたり続き、アジアが先陣を切るという世界観を塗った。図8に示すように、このアジアが主導する世界的なガス拡大というビジョンは、既設と計画両方のLNG輸入インフラの分布に反映されている。

ウッドマッケンジーは、2020年から2022年の間に世界のLNG需要拡大の95%をアジアが占めると予測する（Wood Mackenzie 2021）。ガス、特にLNGの需要は、世界のど

図8:アジアと世界他地域を比較したLNG輸入設備



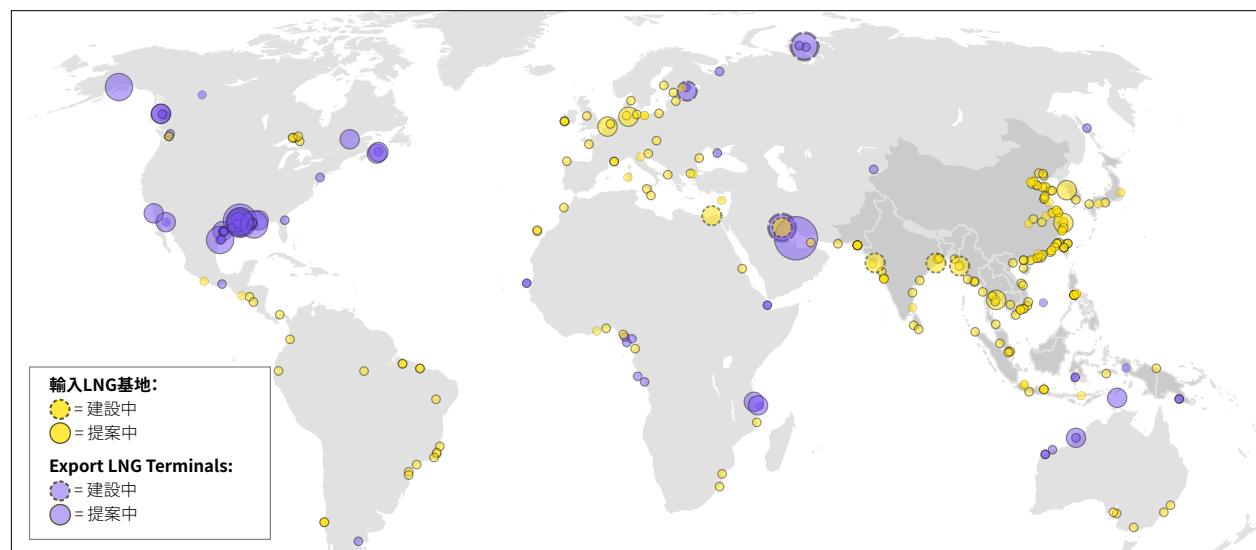
出典: Global Energy Monitor, Global Fossil Infrastructure Tracker, June 2021.

の地域よりもアジアで急速に拡大している。シェルはアジアが数十年にわたり世界のLNG需要拡大を主導し続け、2040年までに75%を占めると予測する（Shell 2021）。業界の予想と同様に、IEAはバングラデシュ、パキスタン、タイ、ベトナムなどのアジア新興経済圏が、世界的なLNG輸入拡大の主な駆動要因になると予測した。IEAによれば、新興アジアは現在から2025年までの世界のガス需要拡大に寄与する第2の要因になる（IEA 2020a）。

アジアでの需要拡大は、米国や日本などのガス輸出国と取引国の戦略における中心的要素である。概して、化石燃料ガス業界が地域市場の集まりという状態から、それよりも広く、一体化したグローバルシステムへの再編成を挑む中、これらの国および他の国の努力は、より広範なトレンドの一部といえる。

苦しむ国内フラッキング業界を背景として、米国はガス輸出拡大を目指してきた。米国は新型コロナウイルス感染症パンデミック以前、2024年までに世界最大のガス輸出国になる軌道に乗っていたが、パンデミックによりガス価

図9: 世界で開発中のLNG基地



出典: Global Energy Monitor, Global Fossil Infrastructure Tracker, June 2021

格が下落し、新設ガス輸出基地とパイプラインの資金調達が大打撃を受けた (GEM 2021b)。それでも、アジアへの輸出量は2020年に67%増加し、韓国、日本、中国が主な輸出先だった (Boudreau 2021)。

世界中の市民社会、財界、政府がネットゼロ経済への移行の必要性をますます強く自覚するにつれ、ガス業界はこの兆候に気づき始めている。現在のガスインフラの世界的な拡大を、ニュースサイトのQuartzは「最後の大規模な化石燃料ゴールドラッシュ」と上手く表現している。

戦略国際問題研究所のガス市場アナリストによれば、「これが最後の機会になる可能性があるという認識が生まれた・・・[中略]・・・今後2～3年間に事業の認可がなければ、もはやそれ以上、事業は認可されないかもしれない」 (McDonnell 2020)。ガスの生産国と取引国の観点からは、アジアでガス事業を建設し、それらを今建設することが、将来の需要を固定化するための最も重要な要因であるとも考えられる。

ガス拡大を支える政府の政策と融資

トランプ政権はアジアでLNG外交を展開し、日本から米国産LNGの購入と米国のインフラへの投資の約束を取り付け、ベトナムでのLNG購入を促進するための貿易使節団と研究計画に資金を投じた (GEM 2020, Boudreau 2021)。LNG輸出に向けたバイデン政権の姿勢はまだ不明である。政権のエネルギー省は最近、環境評価の一部として、1件のLNG輸出事業に伴うライフサイクル排出量評価を行うと発表した。その後、他の20件以上の提案中の輸出事業に関する評価の実施、全世界のLNGインフラに対する公的補助金または他のインセンティブの撤廃、LNG拡大に反対するという意思表示、LNG輸出を大幅に削減する他の

方策の実施という方向へは進んでいない (Anchondo 2021)。

主な取引国・輸入国であり、変動が大きい世界LNG市場の安定性強化を目指してきた日本の戦略では、世界中のLNG消費量増加が重点である。日本は海外のガス事業に対する最大の融資国の1つであり、2017年1月から2020年6月の間に、日本の官民融資機関は外国のLNGの基地、タンカー、パイプラインに対して234億ドル以上の融資を行った (GEM 2020)。6月に日本は、石炭からガスへの切り替えを含むアジアでの「脱炭素化」事業に対し、100億ドルの官民資金援助を約束した (Reuters staff 2021a)。やはり主要なガスの取引

国・輸入国である韓国も、公的融資機関を通じてLNG事業に多額の融資を行ってきた。Solutions for Our Climate（気候のための解決策）の調査によれば、韓国輸出入銀行、韓国貿易保険公社、韓国開発銀行は、過去10年間に、LNG運搬船の造船に231億ドルを提供してきた（SFOC 2021）。

アジアのガス拡大を対象とする融資の大半は、公的融資機関を通じて政府自体により行われている。多国間開発銀行、二国間開発銀行、輸出信用機関は、世界中でガス開発を支援し続けている。IISDの最近のレポートでは、アジア、大洋州、欧州、アフリカ、中南米、カリブ海諸国の低・中所得国におけるガスに対する公的融資を調べた。その結果、それら諸国がガスに対して受ける融資額は他のいかなるエネルギー源よりも多く、風力や太陽光発電への融資の4倍の公的融資がガスに対して行われていた。そのような公的支援は多額の資金を要するエネルギー事業の成功にとり不可欠である。国際融資は通常、融資総額のわずかな一部であるが、事業の採算性に対する信用の証拠とみなされ、民間部門からの投資を促す（IISD 2021）。IEAによれば、アジア諸国におけるガスへの公的融資と政策支援は、2030年代に世界のガス需要が拡大するか否かを決める決定的な要因になる（IEA 2020c）。

オイル・チェンジ・インターナショナル（OCI）がまとめたShift the Subsidies（補助金移行）データベースにより、近年のアジアにおける公的融資の性質がわかる（OCI 2021）。データベースを検討すると、2014年から

2018年の間に224億ドルの公的融資がガスに対して行われ、それを主導したのは中国輸出入銀行、日本国際協力銀行（JBIC）、アジア開発銀行（ADB）であった（表2参照）。OCIのデータによれば、ガス事業に向けられた金額の中でエネルギーの利用可能性を拡大した割合は、融資額のわずか4%にすぎなかった。世界中で電気を利用できない人たちの85%が遠隔地に在住することを考えると、ガスはエネルギーの利用拡大には不向きである。分散型電源には再生可能エネルギーの方がはるかに適している（IISD 2021）。

ガスへの公的融資が続くリスクは高い。ADBは現在、エネルギー政策の刷新を進めているが、その草案によれば、「天然ガス事業に融資する可能性がある（ガスの送配電用パイプライン、基地、貯蔵設備、ガス火力発電所、暖房・調理用の天然ガスを含む）」（Pardiker 2021）。2021年6月、JBICは2024年3月までの新たな3カ年経営計画を発表した。JBICの前田匡史総裁は、IBICがLNGおよびガス火力発電事業の上流開発に対する融資を継続すると述べた（Reuters staff 2021b）。2021年6月、世界銀行は2021～2025年の気候変動行動計画を公表した。世界銀行グループは、この計画が「全経済圏のグリーン化」に向けた方向転換を意味すると述べているが、エネルギー利用可能性という点でのニーズを満たすために、化石燃料ガス事業を選択する可能性を残している（World Bank Group 2021）。

表2: アジアにおけるガスプロジェクトの上位公的資金提供機関 (2014-2018年)

	機関名	融資額 (単位: 10億米ドル)
1	中国輸出入銀行	4.3
2	日本国際協力銀行	4.1
3	アジア開発銀行	2.9
4	日本貿易保険	2.4
5	国際金融公社	1

出典: Oil Change International's Shift the Subsidy database

結論

急速に変化するエネルギー経済に基づき、アジアのガスインフラ増設をあらためて検討する必要がある。電力貯蔵・需要側管理を伴う太陽光発電や風力発電などのクリーンエネルギー・ポートフォリオは、より安全で、最終的にはより有益な投資である。アジアは成長エンジンであるが、ガスによる運転は不要である。公的融資をガスインフラから方向転換することには、民間投資の方向性を決定する意味合いがあり、民間投資と公共政策の両方をネットゼロ目標という方向性と揃える効果がある。石炭火力発電から潮流が引いたときの驚くべき速度からもわかるように、エネルギー業界では急速な変化が起きている。

アジアのガスインフラ増設は不可避ではない。例えば過去5年間に、東南アジアで計画段階の新規石炭火力発電設備が80%減少した（GEM 2021a）。政治および金融機関、市民社会、エネルギープロバイダーには、アジアの道筋を変える力があり、それにはもっともな根拠がある。アジアの新設ガスインフラは気候にとり危険な賭けであり、各国のネットゼロ公約を危険にさらす。新規ガスはアジアにとり危険な経済投資でもあり、よりクリーンな代替エネルギーにすぐに負けることになる不安定な外国資源への依存が各国で固定化する。

方法

本レポートのガスインフラに関するデータは、2021年6月現在のGEMの グローバルガス火力発電所トラッカー ニ グローバルガス火力発電所トラッカー (発電所) および グローバル化石燃料インフラトラッカー (グローバル化石燃料インフラトラッカー (基地とパイプライン)) に基づく。

GEMは東アジア、南アジア、東南アジアの以下の諸国に関するデータを分析した：バングラデシュ、ブルネイ、カンボジア、中国（香港とマカオを含む）、インド、インドネシア、日本、ラオス、マレーシア、ミャンマー、パキスタン、パプアニューギニア、フィリピン、シンガポール、韓国、スリランカ、台湾、タイ、東ティモール、ベトナム。

開発中のアジアのガスインフラに伴う理論上の最大ライフサイクル排出量を推定するために、GEMは開発中のガス基地とパイプラインを通じてアジアに輸入可能なガスの全量を、以下の仮定に基づき計算した：(1) アジアで現在開発中のすべてのガスインフラが建設されること、(2) すべてのインフラが全存在期間を通じてフル

キャパシティで利用されること、(3) 新設ガス基地とパイプラインの存在期間は50年であること。建設されたガス基地とパイプラインの大半がまだ閉鎖されていないため、それらの存在期間に関して入手可能なデータはほとんどない。50年という年数は、GEMのデータに基づく控えめな推定値である。国立エネルギー技術研究所は、ロシアから中国へのパイプラインを経由するガス、オーストラリアから中国に船で運搬されるLNG、米国から中国に船で運搬されるLNGというシナリオで、20年と100年のライフサイクル排出量のモデリングを行った（NETL 2019）。最初のシナリオをパイプラインにより輸入されるガスに伴うライフサイクル排出量の推定に使用し、次の2つのシナリオの平均値を、受入基地を通じて輸入されるLNGに伴うライフサイクル排出量の推定に使用した。

アジアのガスインフラへの投資額を計算するために、以下の数値を使い、発電所容量、基地設備、パイプライン長を米ドル単位の資本支出に変換した。

表3: 投資額の見積もりに使用したガスインフラのコスト

ガスインフラ	タイプ	費用	出典
発電所	コンバインドサイクル	630ドル/kW ^a	(IEA 2020c, p.418)
発電所	その他	482ドル/kW ^b	(IEA 2020b, p.43; IEA 2020d, p.418)
輸入受入基地	陸上	274ドル/トン ^c	(IGU 2018, p.53)
輸入受入基地	浮体式	129ドル/トン ^d	(IGU 2018, p.54)
輸出基地	陸上（未開発地）	1501ドル/トン ^e	(IGU 2018, p.25)
輸出基地	陸上（再開発用地）	458ドル/トン ^f	(IGU 2018, p.25)
輸出基地	浮体式	1501ドル/トン ^g	(IGU 2018 p.25; OIES 2019, p.16)
パイプライン	非該当	5033ドル/メートル ^h	(Smith 2020, p.2)

備考

a. 中国とインドのコンバインドサイクル発電所に関する (IEA 2020c, p.418) の推定値の平均に基づく。

b. (IEA 2020c) のアジアのコンバインドサイクル発電所に関するGEMの推定値に基づき、CC発電所と (IEA 2020b, p.43) で示されたオープンサイクル／内燃力発電所との平均一夜費用の比に従い増減した。

c. (IGU 2018, p.53) で示された2017年の新規陸上LNG輸入設備の世界平均費用に基づく。

d. (IGU 2018, p.54) で示された2017年の浮体式輸入受入基地設備の世界平均費用に基づく。

e. (IGU 2018, p.25) で示された2017年の陸上未開発地輸出基地設備の世界平均費用に基づく。

f. (IGU 2018, p.25) で示された2017年の陸上再開発用地輸出基地設備の世界平均費用に基づく。

g. (IGU 2018, p.25) で示された2017年の陸上未開発地輸出基地設備の世界平均費用に基づく。(OIES 2019, p.16) によれば、浮体式輸出基地の費用は、陸上基地の費用とほぼ同範囲にあり、ほとんどの新設浮体式設備は未開発地と想定される。

h. 2020年の米国の新規ガスパイプライン建設費用に関する (Smith 2020, p.2) 推定値に基づき、それを中国を除く東アジア諸国に適用。南アジア諸国（および中国）については、インドにおける既知のパイプラインコストの平均値に基づいて、687ドル/メートルの地域別見積もりを適用。東南アジア諸国については、インドネシアにおける既知のパイプラインコストの平均値に基づいて、1330ドル/メートルの地域推定値を適用。

参考文献

- Alvarez, R et al. [Assessment of methane emissions from the U.S. oil and gas supply chain](#). Science. Published July 13, 2018. DOI: 10.1126/science.aar7204
- Anchondo, C et al. [Surging U.S. LNG puts Biden in climate bind](#). E&E News. Published July 8, 2021.
- Bellini, E. [Myanmar's 1 GW solar tender concludes with lowest bid of \\$0.0348/kWh](#). PV Magazine. Published September 24, 2020.
- BloombergNEF (BNEF). [New Energy Outlook 2021](#). Published July, 2021.
- Boudreau, J et al. [The U.S. Risks Losing Out From Its Own Trade Push in Vietnam](#). Vietstock. Published July 2, 2021.
- BP. [Statistical Review of World Energy 2021](#). Published July 8, 2021.
- Carbon Tracker (2021a). [Reach for the Sun: The emerging market electricity leapfrog](#). Published July 14, 2021.
- _____. [Stranded Assets](#). Published August 23, 2017.
- _____. (2021b). [The Sky's the Limit: Solar and wind energy potential is 100 times as much as global energy demand](#). Published April 23, 2021.
- _____. [Whack-A-Mole: Will South Korea's coal power transition be undermined by overcompensated gas?](#) Published April 21, 2020.
- Dhaka Tribune staff. [State Minister Nasrul: 40% of power will come from renewable sources in 2041](#). Dhaka Tribune. Published June 25, 2021.
- Enerdata. [Indonesia's PT Pertamina plans to add 10 GW of capacity by 2026](#). Published July 7, 2021.
- Energy Information Administration (EIA). [Natural gas explained](#). Published December 9, 2020.
- Energy Transitions Commission (ETC). [Making Clean Electrification Possible: 30 Years to Electrify the Global Economy](#). Published April, 2021.
- Global Energy Monitor (GEM) (2021a). [Boom and Bust 2021: Tracking the Global Coal Plant Pipeline](#). Published April, 2021.
- _____. [Gambling on Gas: Risks Grow for Japan's \\$20 Billion LNG Financing Spree](#). Published June, 2020.
- _____. (2021b). [Pipeline Bubble 2021: Tracking Global Oil and Gas Pipelines](#). Published February, 2021.
- Ha, T. [Renewables are booming in Vietnam. Will the upswing last?](#) Eco-Business. Published April 13, 2021.
- Huong, T. [Latest draft of national Power Development Plan VIII up for comments](#). Vietnam Investment Review. Published September 7, 2021.
- Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA). 2021a. [Gas and LNG Price Volatility to Increase in 2021](#). Published January, 2021.
- _____. (2021b). [IEEFA: Bangladesh needs a renewables focus, not a switch from 'coal to gas'](#). Published April 13, 2021.
- _____. (2021c). [IEEFA: Bangladesh's power system overcapacity problem is getting worse](#). Published January 20, 2021.
- _____. (2021d). [IEEFA: Fossil fuel pressure and risks mounting for multilateral development banks](#). Published April 19, 2021.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [Presentation on IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C](#). Published September, 2019.
- International Energy Agency (IEA). 2020a. [Gas 2020](#). Published June, 2020.
- _____. [Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector](#). Published May 2021.
- _____. (2020b). [Projected Costs of Generating Electricity 2020](#). Published December 2020.
- _____. (2020c). [World Energy Outlook 2020](#). Published October, 2020.
- International Gas Union (IGU). 2018 World LNG Report (27th World Gas Conference Edition). Published July 7, 2018.
- The International Group of Liquefied Natural Gas Importers (GIIGNL). [LNG Information Paper #3 2019 Update: LNG Ships](#). Published in 2019.
- _____. [The LNG Industry GIIGNL Annual Report 2021](#). Published in 2021.
- International Institute for Sustainable Development (IISD). [Step Off the Gas: International public finance](#).

- [natural gas and clean alternatives in the Global South](#). Published June 6, 2021.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). 2021a. [Renewable Capacity Statistics 2021](#). Published March, 2021.
- _____. (2021b). [Renewable Power Generation Costs in 2020](#). Published June, 2021.
- Lazard. [Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis—Version 14.0](#). Published October 2020.
- McDonnell, T. [Qatar is winning the last great fossil fuel gold rush](#). Quartz. Published October 6, 2020.
- Myhre, G et al. [Anthropogenic and Natural Radiative Forcing](#) in Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Published March 24, 2014.
- National Energy Technology Laboratory (NETL). [Life Cycle Greenhouse Gas Perspective on Exporting Liquefied Natural Gas from the United States: 2019 Update](#). Published September 12, 2019.
- Natural Resources Defense Council (NRDC). [Sailing to Nowhere: Liquefied Natural Gas is Not an Effective Climate Strategy](#). Published December 8, 2020.
- Oil Change International (OCI). [Shift the Subsidies Database: Public Finance Still Funding Fossils](#). Accessed April, 2021.
- _____. [The Sky's Limit: Why the Paris Climate Goals Require a Managed Decline of Fossil Fuel Production](#). Published September, 2016.
- Okutsu, A et al. [Suga plan for greener Japan stirs hope in wind energy sector](#). Nikkei Asia. Published May 7, 2021.
- The Oxford Institute for Energy Studies (OIES). [Emerging Asia LNG Demand](#). Published September, 2020.
- _____. [Floating LNG Update – Liquefaction and Import Terminals](#). Published September 2019.
- Pardiker, R. [Asian Development Bank will stop financing coal, but leaves a door open for gas](#). Climate Tracker. Published June 17, 2021.
- Reuters staff (2021a). [Japan pledges \\$10 bln financial support for Asia's energy transition](#). Reuters. Published June 21, 2021.
- _____. (2021b). [JBIC to support exports of coal power plants with CCS or ammonia co-firing](#). Reuters. Published June 29, 2021.
- Renewable Energy World staff. [South Korea announces ambitious 8.2GW wind complex](#). Renewable Energy World. Published February 17, 2021.
- Rocky Mountain Institute (RMI). [The Growing Market for Clean Energy Portfolios](#). Published in 2019.
- Rystad Energy. [Asia-Pacific's renewable energy capacity set for 58% growth over five years, driven by solar](#). Published October 20, 2020.
- S&P Global. [Platts JKM™ \(Japan Korea Marker\) LNG Price Assessment](#). Accessed 2021.
- Shell. [Shell LNG Outlook 2021](#). Published February, 2021.
- Shiga, Y et al. [Southeast Asia scrambles for LNG with gas fields tapping out](#). Nikkei Asia. Published June 2, 2021.
- Smith, C. [Liquids pipeline operators' net incomes increase 23.5%](#). Oil & Gas Journal. Published October 5, 2020.
- Solutions for Our Climate (SFOC). [Fueling the Climate Crisis: South Korea's Public Financing for Oil and Gas](#). Published August 31, 2021.
- Stapczynski, S et al. [Pakistan Forced to Buy Priciest LNG Shipments to Avoid Blackouts](#). Bloomberg. Published July 29, 2021.
- Total. [Innovation: Using less energy to liquefy natural gas](#). CNBC. Published October 8, 2018.
- Wood Mackenzie. [How Asia changed the global LNG market in the space of a year](#). Published April 21, 2021.
- World Bank Group. [World Bank Group Climate Change Action Plan 2021–2025 : Supporting Green, Resilient, and Inclusive Development](#). Published June 22, 2021.