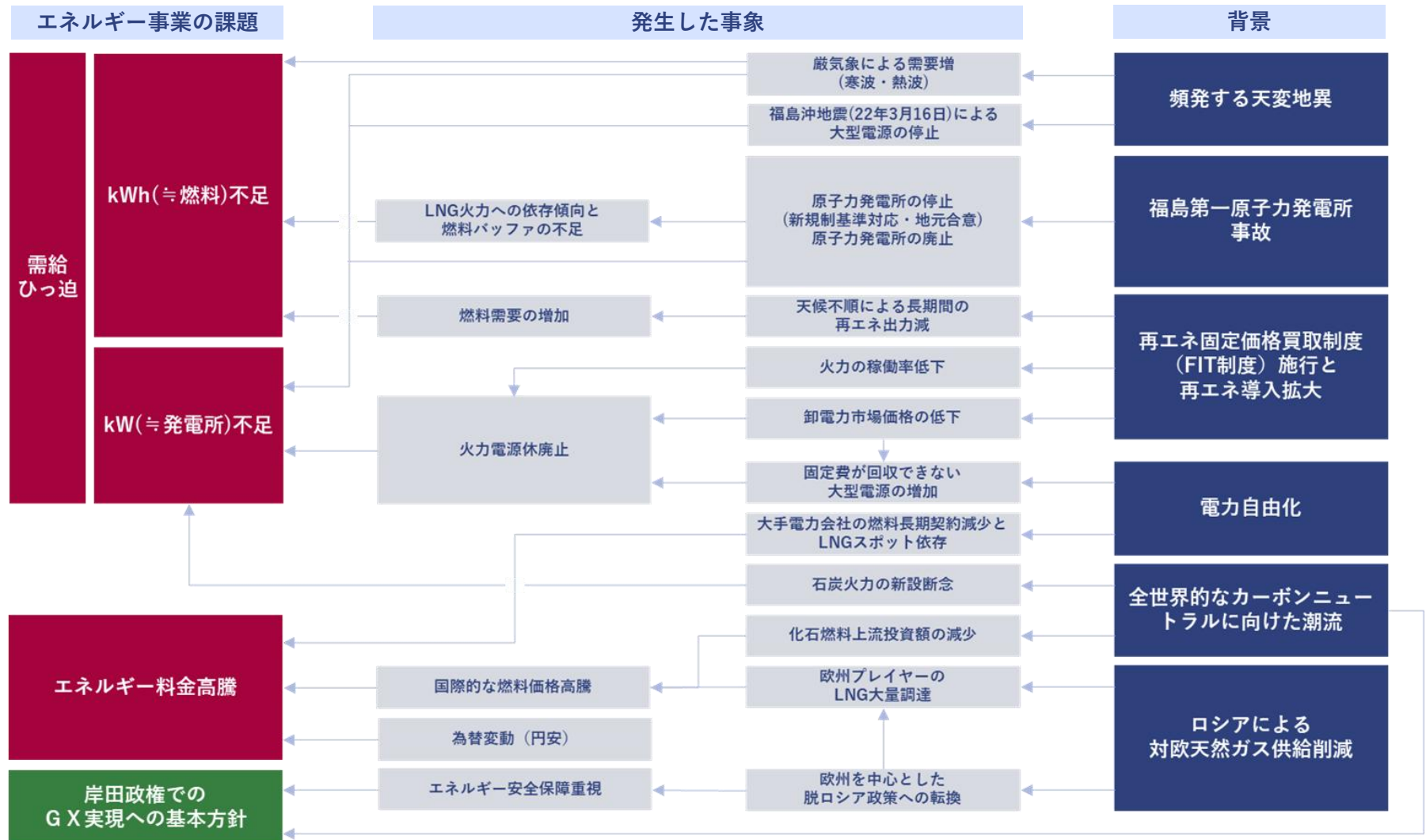




エネルギー危機を通じて認識された 電力自由化と燃料安定調達の課題

日本のエネルギーシステムを取り巻く課題と背景

- 日本は①需給ひっ迫（燃料不足、発電所不足）、②料金高騰、③GX実現に向けた方針の3つの課題を有する。
- 課題に至る背景は大変複雑だが、電力自由化や再エネ導入拡大、福島第一原発事故等6つに分けられる。



今後の課題はkWh費用の安定化

- 日本の電力システムは、kW不足・kWh不足の双方が課題になっている。kW・kWhの確保についてはカバーする制度が創設されており、今後の焦点は関連制度の実効性確保である。
- 他方でkWh費用の安定化は制度的手当に乏しい。前項の欧州事例と比較すると、内外無差別な卸取引の実現は原油価格リンクのLNG長期契約締結に対して逆風になる可能性があり、長期的なkWh費用の不安定化を招く恐れがある。内外無差別な卸取引の実現に向けて、前述弊害に対する議論・検証を行ったのか大変疑問。
- 電力長期契約が増えなければ、今後スポットLNGへの依存度上昇やJKMリンクのLNG長期契約が増加する可能性がある。不確実なLNG需給の将来を鑑み、今後安定的な燃料必要量の確保・価格の安定化に向けた議論が必要。

電力システムに必要なkW・kWh確保の枠組み・課題の整理

	政策目的	創設された制度	備考
電力需給 ひっ迫の課題 (kW確保)	既存電源の維持	容量市場	発電事業者がハイリスク・ローリターンにならないよう、審議会における詳細制度設計の実効性確保が肝要
	電源新設投資の促進	長期脱炭素電源 オークション	
	需要の大幅な増加や稀頻度リスクとして見込んでいる容量以上の電源脱落が生じた場合の追加供給力対策	予備電源	
燃料確保の課題 (kWh確保)	国内で必要になるkWh・燃料を確実に確保	現在はkWh公募、SBL ※今後は容量市場ペナルティ が加わるがSBL拡充が必要	燃料を確実に確保できるよう、各事業者の調達計画を継続的に監視、調達/融通指示ができる仕組みが必要
燃料費上昇の抑制 (kWh費用の安定化)	長期契約の減少抑制	特になし	制度的手当に乏しい (長期的なkWh費用の安定化に 向けた議論が必要)

電力システム改革の課題と反省：大手電力会社の役割軽視

- 電力システム改革の課題は、「理想」を重視したことで「現実」を軽視した制度を導入し、問題が生じるプロセス“を繰り返していることである。
- 資源エネルギー庁や電力・ガス取引監視等委員会の審議会では、電力業界の声に耳を傾ける必要がある。制度導入にあたっては、現実と理想のギャップを認識して、カバーする制度の導入に向けた議論が必要である。
- 今後は、電力関連の審議会においても、外交・安全保障に詳しい識者を委員に選任する必要があると史料。

「理想」を重視し、「現実」を軽視した制度・問題

	理想	理想を実現できない現実の制約	生じた問題
限界費用玉出し	広域メリットオーダー実現のためには限界費用ベースで市場取引を行う必要がある	旧一電は小売部門が電源固定費を含めて回収していた	電源除却の加速 制度導入の際には容量市場導入が必要であった
供給力確保義務 (市場調達を許容)	市場活性化の視点では、供給力確保義務の要件を緩和する必要がある		
内外無差別的な 卸取引	全面自由化を実現した以上、新電力の調達環境は差別的な取り扱いが無いように配慮する必要がある	旧一電は小売部門が燃料長期契約のリスクを引き受けていた	燃料長期契約の減少 燃料長期契約に影響が生じないよう配慮した制度が必要であった

欧州エネルギー危機を通じて 得られたインプリケーション



欧州エネルギー危機が浮き彫りにした課題

- 今次エネルギー危機では、様々なリスクが顕在化した。欧州で浮き彫りになった課題は概ね以下3点に収斂される。
- **本日申し上げたいこと：再エネ導入拡大や内外無差別な卸取引の実現により、これまでリスクオフテイクしていた大手(みなし)小売電気事業者が発電事業者と電力長期契約を締結しない可能性があり、需要家の価格変動リスクが拡大する可能性がある。**原油価格リンクのLNG長期契約が減少し、長期的なkWh価格の不安定化に繋がる恐れがあり、今後カバーする制度が必要であると考えられる。

欧州エネルギー危機におけるポイント

世界のLNG需給

- 米国が販売予定だったシェールガスを液化設備の設備容量いっぱい
に活用して欧州にLNG輸出（**偶然米国で液化施設に余裕があった**）
- 液化施設のFID¹は市場価格が高いタイミングで進み、市場価格が下落すると進まない
- 日本や欧州はLNGスポット価格が高くなるろうとも調達を継続するが、発展途上国(パキスタン・バングラディシュ)は調達できず、全土停電や計画停電に直面する現象が発生

欧州プレイヤーの天然ガス/LNG調達先(所謂地政学リスク)

- 独・伊・澳・仏は天然ガス調達先のロシア依存度が高い
- ロシアのパイプライン（ドライ）ガスは非常に安価であった
- ロシアによる供給削減により、欧州の天然ガス価格・需給バランスは多大な影響を被った

欧州プレイヤーの天然ガス/LNG契約

- 多くの欧州プレイヤーは、欧州委員会・ACERによる天然ガス・電力の市場玉出しの求めに応じていたことから、**天然ガス長期契約は原油価格リンクではなく、TTFリンクとなっていた**
- 市場価格(TTF)高騰時は**長期契約であったとしても、価格ヘッジができない状態**

インプリケーション

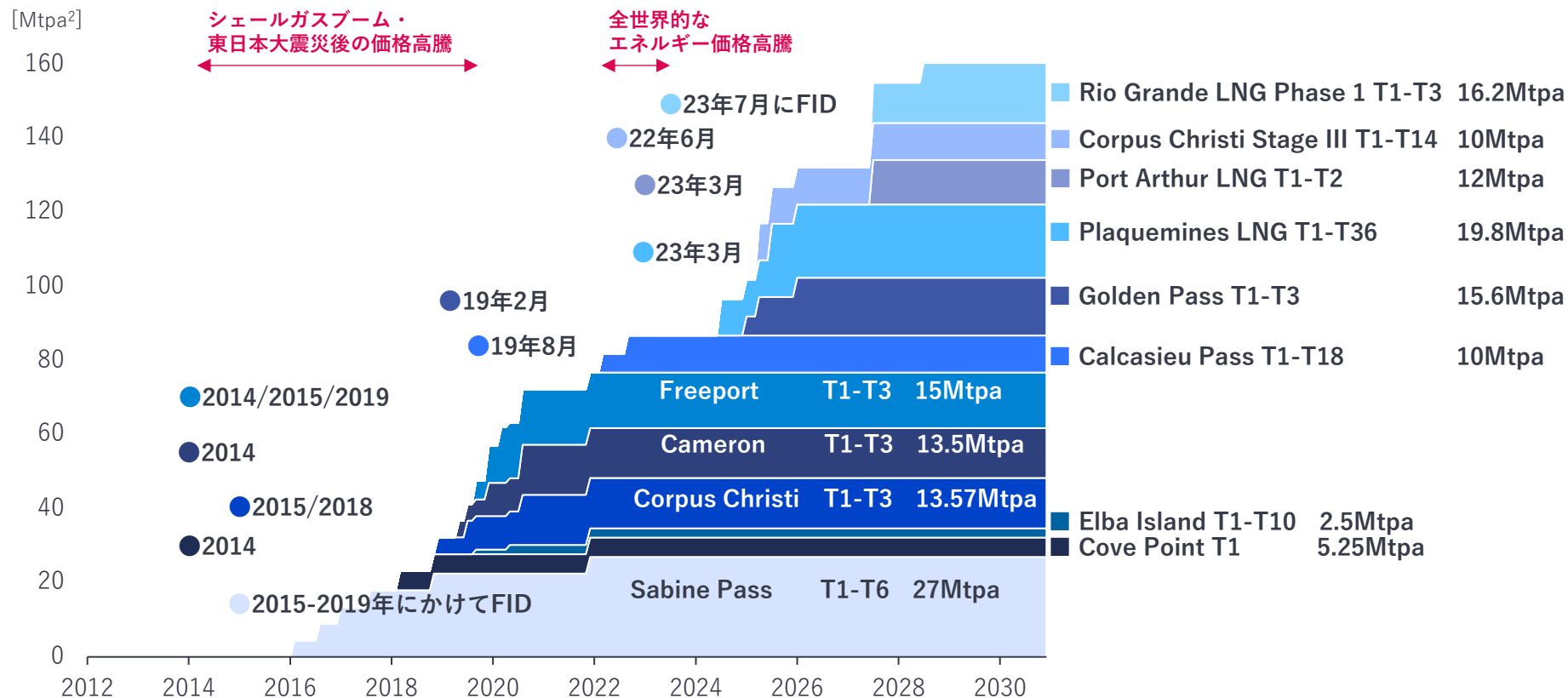
- 安定的な上流投資が必要であるものの、**液化施設のFIDは市場価格に左右される（後述①）**
- **LNG長期契約は長期的な価格安定を求めるもの**であり、数量確保のためではない（後述②）
- 調達先・手段は分散する必要がある
- 特にロックイン効果の高いパイプラインとドライガスはリスクが高い
- シーレーン確保の課題も要検討
- 原油価格リンクやヘンリーハブリンクなど、**LNG長期契約にあたっては価格安定性のあるインデックスを採用する必要がある（後述③）**
- 小売による**リスクオフテイクがないと、価格安定性のあるインデックスを採用した長期契約は締結できない（後述③）**

1 Final Invest Decision、最終投資決定

① 液化施設のFIDは市場価格に左右される

- 今回のエネルギー危機では、多くのLNGプロジェクトは「売り切れ」となっており、危機発生後に長期契約を締結しようとしても、締結できるプロジェクトがない状況であった。2019年後半から20年にかけて、LNG価格は極端に下落し、米国でFIDされるプロジェクトはなかった。
- 現状では液化施設FIDのタイミングでLNG長期契約を締結しないと、新規LNG長期契約締結は困難（ポートフォリオ契約は事情が異なる）。

米国の運転開始済・建設中のLNGプロジェクト（ベースロード容量を試運転開始時期で整理）



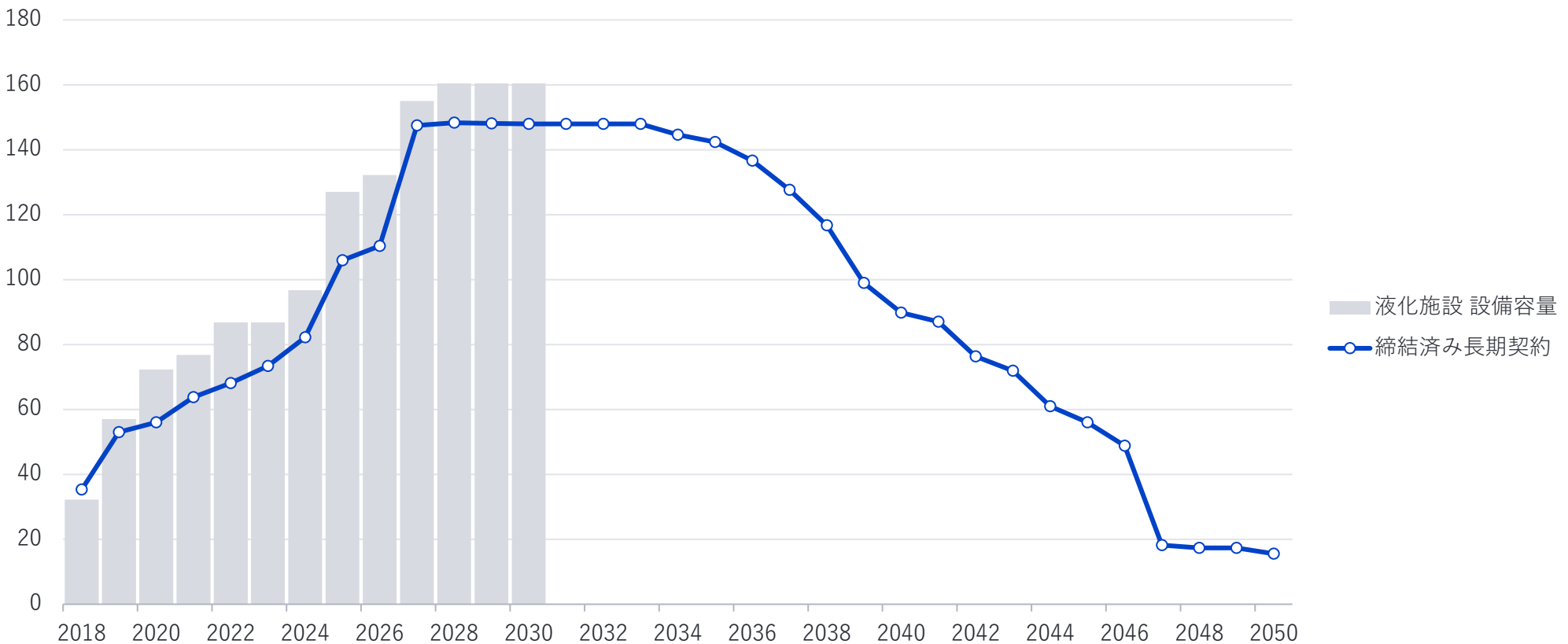
2 Mtpa…million tonnes per annumの略、百万トン/年

①液化施設のFIDは市場価格に左右される

参考：米国の天然ガス液化施設設備容量と締結済み長期契約

- 米国のFID済・運開済天然ガス液化施設は、ファイナンスの条件をクリアする視点から、ほとんどLNG長期契約を締結済み。
- 他方で、販売済みLNGのうち、買い手がポートフォリオプレイヤー（ShellやTotal Energiesのように、最終需要家を持っておらず、ポートフォリオ販売を行う事業者のこと）は未販売の玉を多く確保しているものと考えられる。
- これら事業者によるスポット販売や長期契約販売（仕向地条項なし）は増加するものと思料。

単位：mtpa

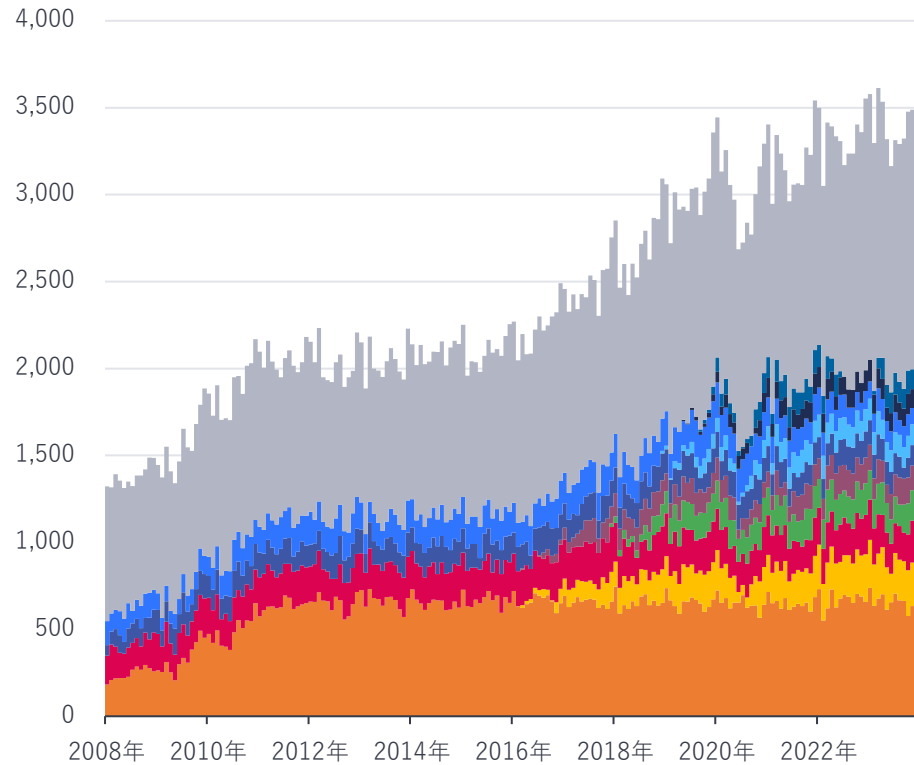


①液化施設のFIDは市場価格に左右される

液化施設は非常に巨大な装置であり、安定輸出を好む

- 主要液化施設の稼働率は極めて高く、柔軟性は低い。

世界/液化施設毎 月次出荷状況 (単位：万トン)



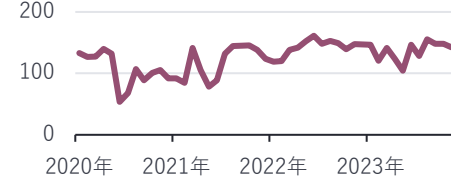
マレーシア・Bintulu



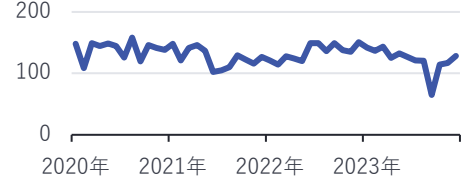
ロシア・Yamal



豪州・Gorgon



豪州・North West Shelf Venture(NWS)



米国・Corpus Christi



ナイジェリア・Bonny LNG



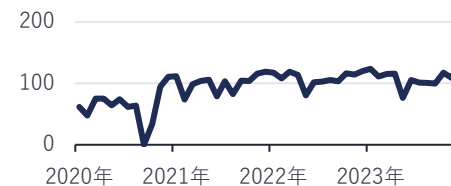
カタール・Ras Laffan



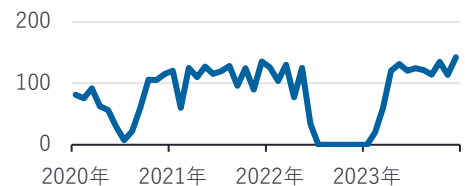
米国・Sabine Pass



米国・Cameron



米国・Freeport



①液化施設のFIDは市場価格に左右される 液化施設は新設投資に巨額の資金が必要

主要天然ガス液化施設の投資額・概要等

ステータスの凡例
● 運転中 ● 建設中 ○ 計画中

プロジェクト名	ステータス	運転開始時期	設備容量	プロジェクトコスト	資金調達 (判明しているもののみ)		
Cove Point	●	2018	5.25mtpa	40億ドル	30億ドル	融資	三菱UFJ銀行、みずほ銀行、三井住友銀行、JP Morgan等21行
Elba Island	●	2019	25mtpa	20億ドル	7.3億ドル	出資	Kinder Morgan
	●	2020					
Cameron	●	2019	4.5mtpa	100億ドル	77億ドル	融資	国際協力銀行等
	●	2020	9mtpa				
	○	2018	6.75mtpa				
Calcasieu Pass	●	2018	12mtpa	71億ドル	20億ドル	出資	Venture Global LNG、Stonepeak Infrastructure Partners
					57億ドル	融資	国際協力銀行等
Sabine Pass	●	2016-18	25mtpa	不明	不明	不明	不明
	●	2021	5mtpa	25億ドル	15億ドル	融資	国際協力銀行等
Freeport	●	2019	15mtpa	135億ドル	32.7億ドル	融資	国際協力銀行、ING等
	○	2028	5.1mtpa	不明	10億ドル	融資	Westbourne Capital
Corpus Christi	●	2018-19	10mtpa	150-160億ドル	84億ドル	融資	韓国産業銀行等
	●	2020	5mtpa		61億ドル	融資	韓国産業銀行等
	●	2025	11.5mtpa		80億ドル	55億ドル	融資
Golden Pass	●	2024-25	16.43mtpa	100億ドル		自己資金	Qatar Petroleum、ExxonMobil
Plaquemines LNG	●	2024	13.33mtpa	132億ドル	不明	融資	Bank of America、JPMorgan、みずほ銀行、Morgan Stanley
	●	2026	10mtpa	78億ドル			
Rio Grande	●	2027	17.6mtpa	184億ドル	59億ドル	出資	Global Infrastructure Partners、GIC、Mubadala、TotalEnergies

Copyright © 2023 Energy Economics and Society Research Institute LLC.

① 液化施設のFIDは市場価格に左右される
参考：Sakhalin 2 プロジェクト

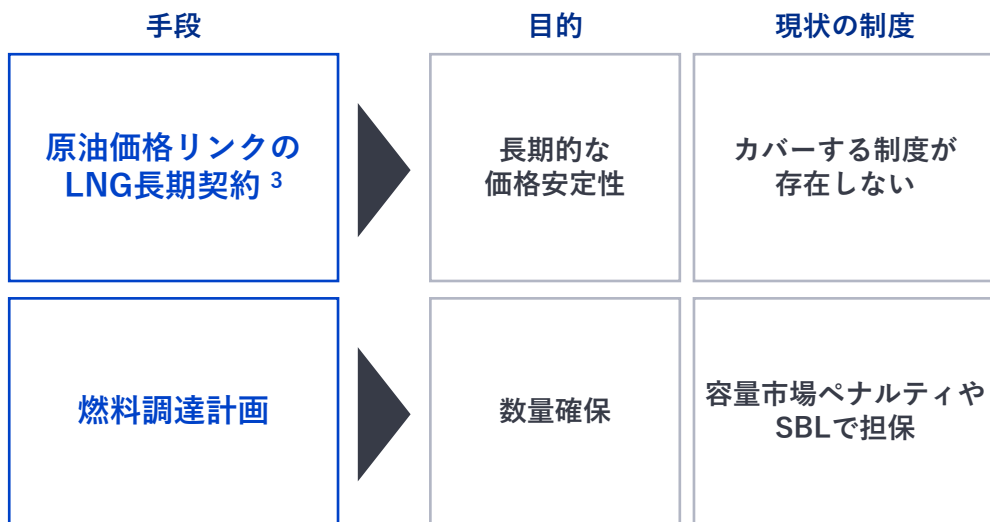


出所：Getty Images

②LNG長期契約は長期的な価格安定を求める目的で確保するもの

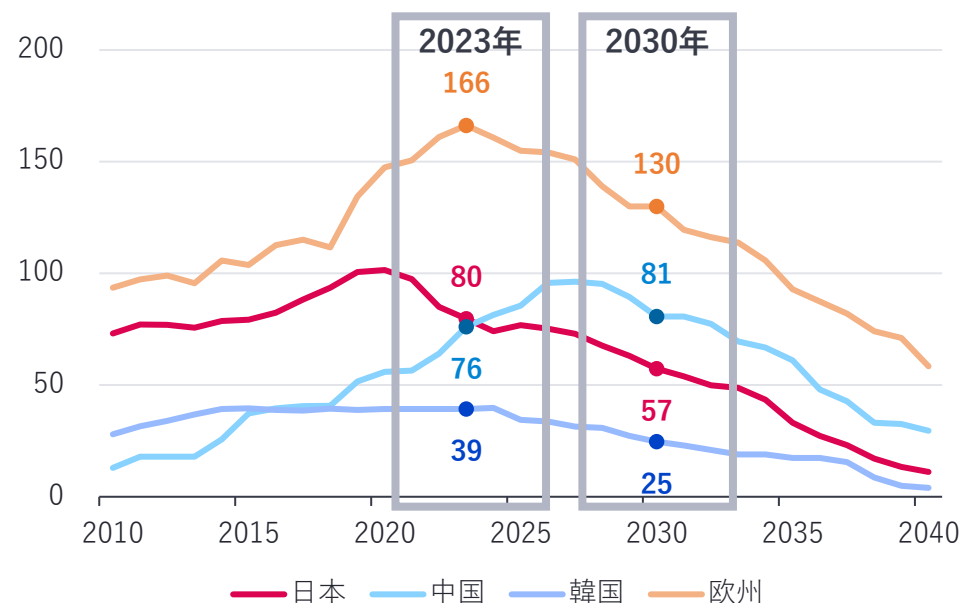
- 世界のLNG関係者の間では「LNGは高価な燃料」と認識されることが多く、発展途上国が安定調達するにはハードルが高い燃料である。
- 日本・韓国・台湾や欧州など先進国はLNGスポット価格が高くなるろうとも、安定供給に向けて燃料調達を継続するが、発展途上国は燃料調達ができず、今次エネルギー危機では全土停電や計画停電に直面する現象が発生した（パキスタン・バングラディッシュ）。日本は、事前に保守的な燃料調達計画を立てておけば、LNGを必要量調達できない事態は想定しにくい（2021/22年冬も調達できた）。
- 係る観点から、LNG長期契約は長期的な価格安定性のために締結するものであり、数量確保は主目的ではない（副次的な目的としては担保し得る）と考えられる。

LNG安定調達の手段と目的



3. ヘンリーハブリック、石炭価格リンクなど、安定性の高い指標をインデックスとするLNG長期契約を含む

LNG主要輸入地域の長期契約容量の推移（単位：Mtpa）



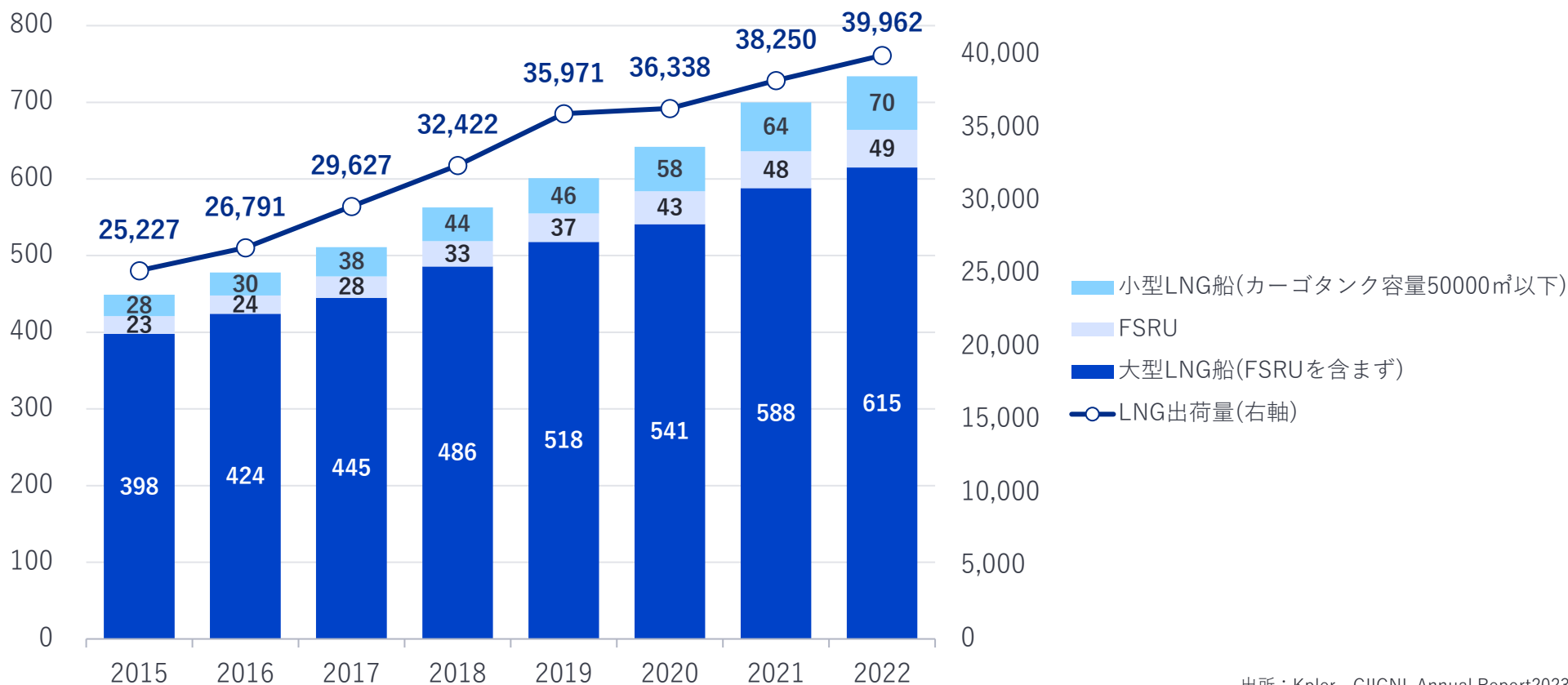
出所：GIIGNL Annual Reportより作成

②LNG長期契約は長期的な価格安定を求める目的で確保するもの LNG船は世界に737隻しか存在しない

- LNG船は1隻200億円と非常に高価であり、船舶数が限られる。
- 但し、現在オーダーブックには332隻のLNG船が存在している。
- 多くはスチームシップ（蒸気推進型の旧型LNG船）を置き換えるとみられるが、仮に置き換えが進まない場合には、LNG船をフローティングストレージとして活用するケースが増加する可能性はあると考えられる。

世界で就航しているLNG船舶数とLNG出荷量

単位 左軸：隻 / 右軸：万トン



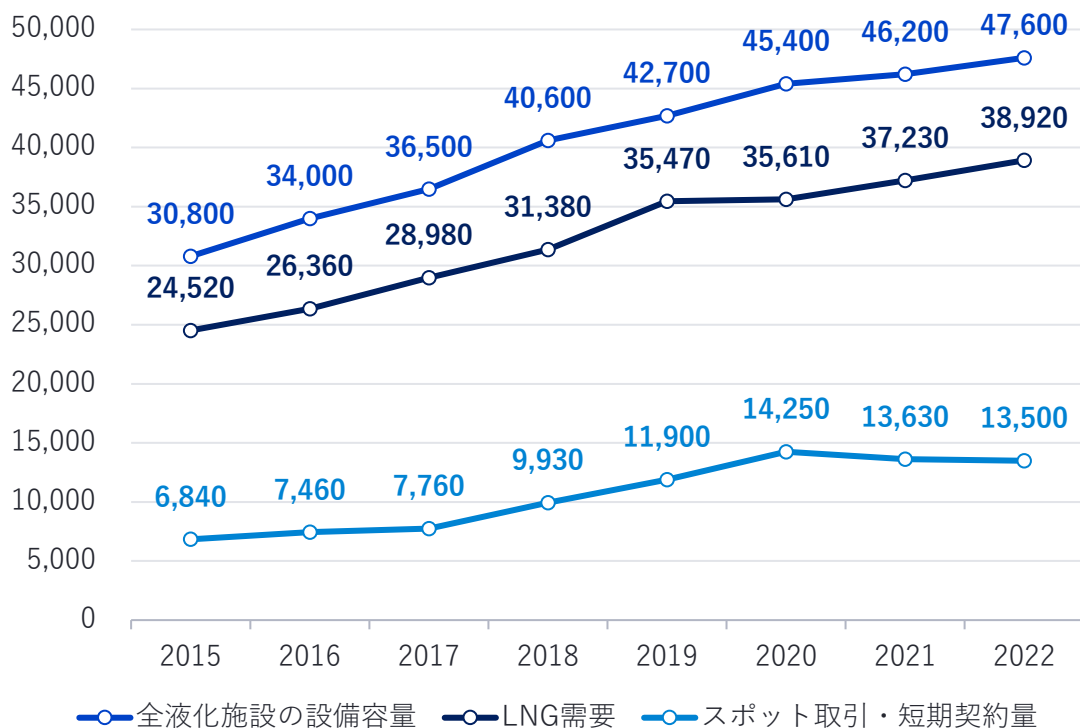
出所：Kpler、GIIGNL Annual Report2023

②LNG長期契約は長期的な価格安定を求める目的で確保するもの 供給余力が極めて小さい

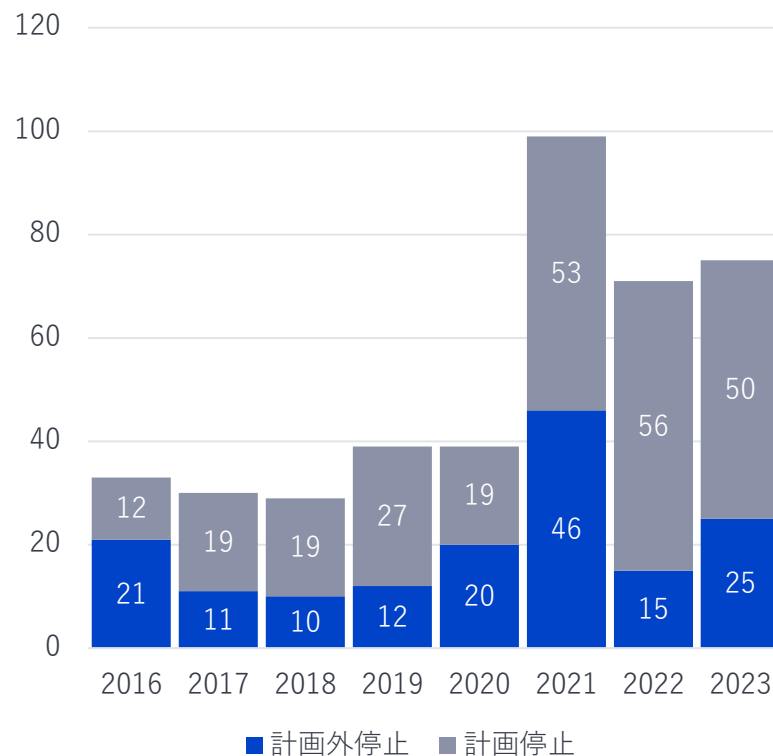
- 天然ガス液化施設は投資額が極めて大きいことから、供給余力が小さい。
- 2021年には液化施設の計画外停止が相次いだことで、LNG市場の需給逼迫が加速した。

世界の天然ガス液化設備容量、LNG需要、スポット取引・短期契約量

単位：万トン



世界の液化施設の停止件数

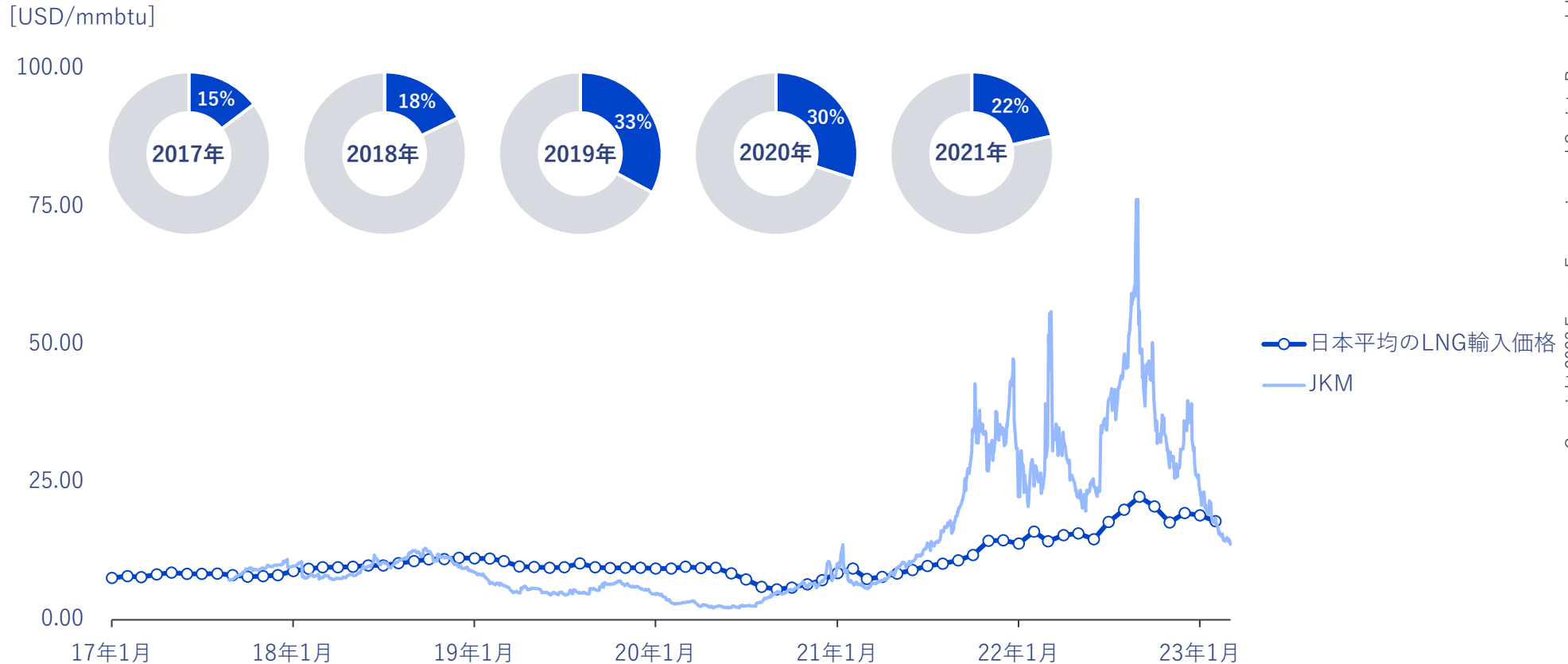


出所：kpler

③ LNG長期契約：価格安定性のあるインデックスを採用する必要性

- 今回のエネルギー危機では、欧州勢のTTFリンクのガス長期契約やスポット調達がリスクとなった。
- 長期の価格安定性確保に向けては、LNG長期契約締結に当たって原油価格やヘンリーハブなど価格安定性のあるインデックスを採用する必要がある、小売事業者の長期的なリスクオフテイクが必要になる。

LNG価格動向（折れ線グラフ）とLNG輸入量に占める短期契約・スポット比率（円グラフ）



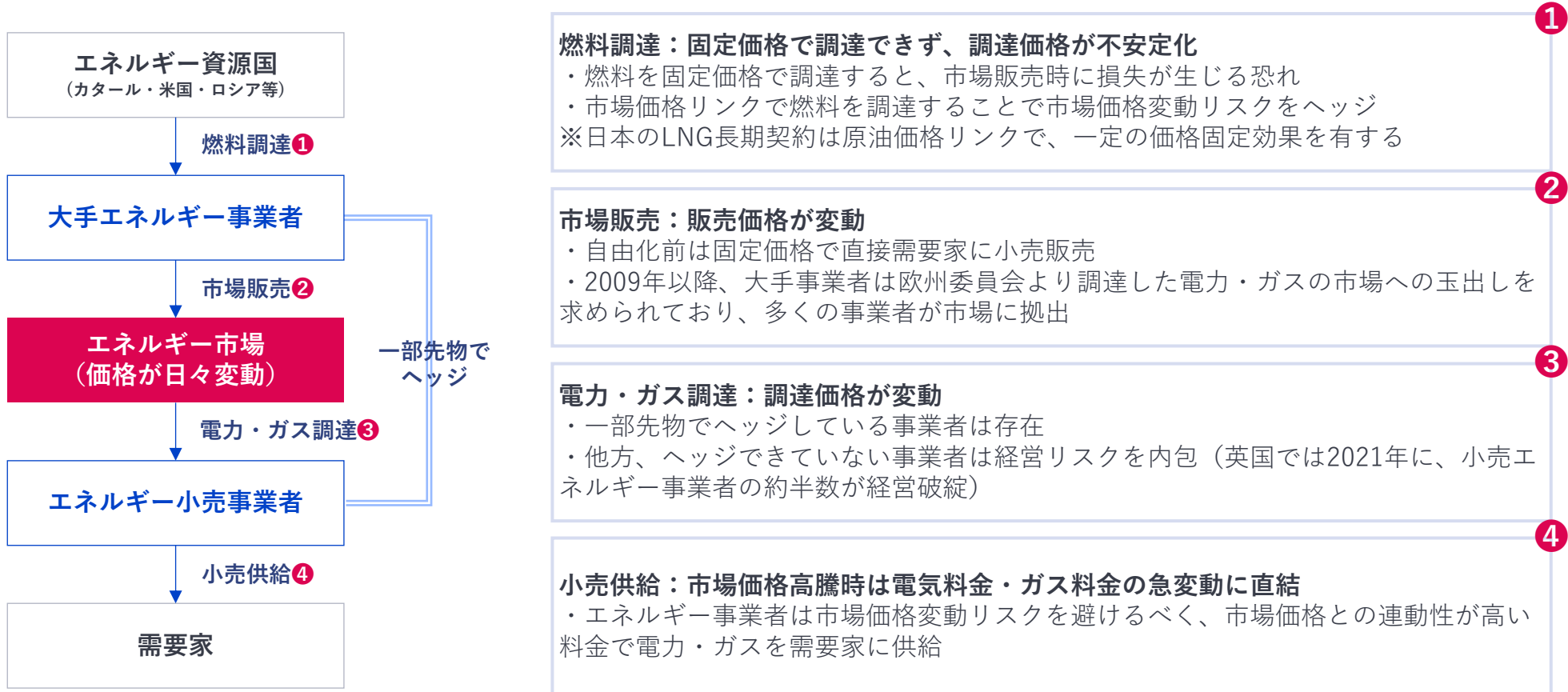
③LNG長期契約：価格安定性のあるインデックスを採用する必要性

自由化の方向性次第では急激な料金上昇リスクを内包

- 欧州委員会は、大手エネルギー事業者に対して、調達した電力・ガスの市場抛出を求めている。また欧州ではリーマンショック以後、ガススポット市場の流動性が増し市場価格が低下した。
- 市場価格は変動するため、欧州大手事業者は原油価格リンクの長期契約をリスクと認識、原油価格リンクの長期契約価格改定や契約再交渉を進め、市場価格（TTF）リンクの長期契約やスポット依存を強める傾向となった。
- 結果として需要家のエネルギー料金が変動しやすい構図となる。



欧州の市場構造（日本よりも自由化が先行）



③LNG長期契約：価格安定性のあるインデックスを採用する必要性

ロシアは欧州の市場リスクを理解していた

- プーチン大統領、ノヴァク副首相は、昨年、関係閣僚会議、ロシアエネルギーウィークやテレビ局のインタビューなどを通じて、欧州の再エネ導入拡大・エネルギー資源の市場取引に関する姿勢を強く非難している。

エネルギー関係 閣僚会議における プーチン大統領発言 (21年10月6日)

- 欧州では、この10年で石炭火力発電所や原子力発電所を廃止し、天候に左右される風力発電の導入を拡大しているが、2021年夏に無風が続いたことで、ガス不足が顕著となった。
- 欧州委員会では、天然ガス長期契約を段階的に廃止し、スポット取引へ移行する方針を明らかにしていた。このような政策は多くの不確定要素が存在するガス市場の特性を考慮しておらず、大変危険である。



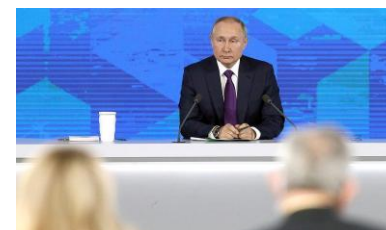
ロシアエネルギー ウィークにおける プーチン大統領講演 (21年10月13日)

- 過去10年間で欧州では再生可能エネルギーの割合が急激に上昇した。再エネの最大の特徴は出力が不安定であり、大量の予備力が必要であることだ。
- 気象条件により発電量が大幅に減少した場合は、予備力だけでは供給力が不足する。
- 今年は風力発電の出力減少により、欧州では電力不足に直面し、ガスを含めたエネルギー価格上昇を招いた。
- この10年間で、欧州のエネルギーシステムはリスクが拡大し、市場危機に繋がった。
- 原発やガス火力が主力電源であった間は、そのような危機は発生しなかった。



年次会見における プーチン大統領発言 (21年12月23日)

- 欧州各国の（脱炭素）政策により石油・ガス会社は十分な投資を行えず、供給力不足に直面した。
- ロシアは欧州に対して「長期契約を破棄する必要はない」と主張してきた。
- ところが、欧州委員会は、「市場メカニズムに移行する必要がある、市場が指標として機能するだろう」と主張していた。今回、欧州委員会が主張した通り、市場が価格調整を行ったのだ。



Russia-24による ノヴァク副首相 インタビュー (21年12月24日)

- 欧州のガス価格高騰の主要因は、スポット市場を優先してガス供給長期契約を減少させ続けた欧州政治家によるエネルギー政策の誤りである。



日本の電力システムの課題



再掲：日本の電力システムを取り巻く課題

- 日本の電力システムは、kW不足・kWh不足の双方が課題になっている。kW・kWhの確保についてはカバーする制度が創設されており、今後の焦点は関連制度の実効性確保である。
- 他方でkWh費用の安定化は制度的手当に乏しい。前項の欧州事例と比較すると、内外無差別な卸取引の実現は原油価格リンクのLNG長期契約締結に対して逆風になる可能性があり、長期的なkWh費用の不安定化を招く恐れがある。内外無差別な卸取引の実現に向けて、前述弊害に対する議論・検証を行ったのか大変疑問。
- 電力長期契約が増えなければ、今後スポットLNGへの依存度上昇やJKMリンクのLNG長期契約が増加する可能性がある。不確実なLNG需給の将来を鑑み、今後安定的な燃料必要量の確保・価格の安定化に向けた議論が必要。

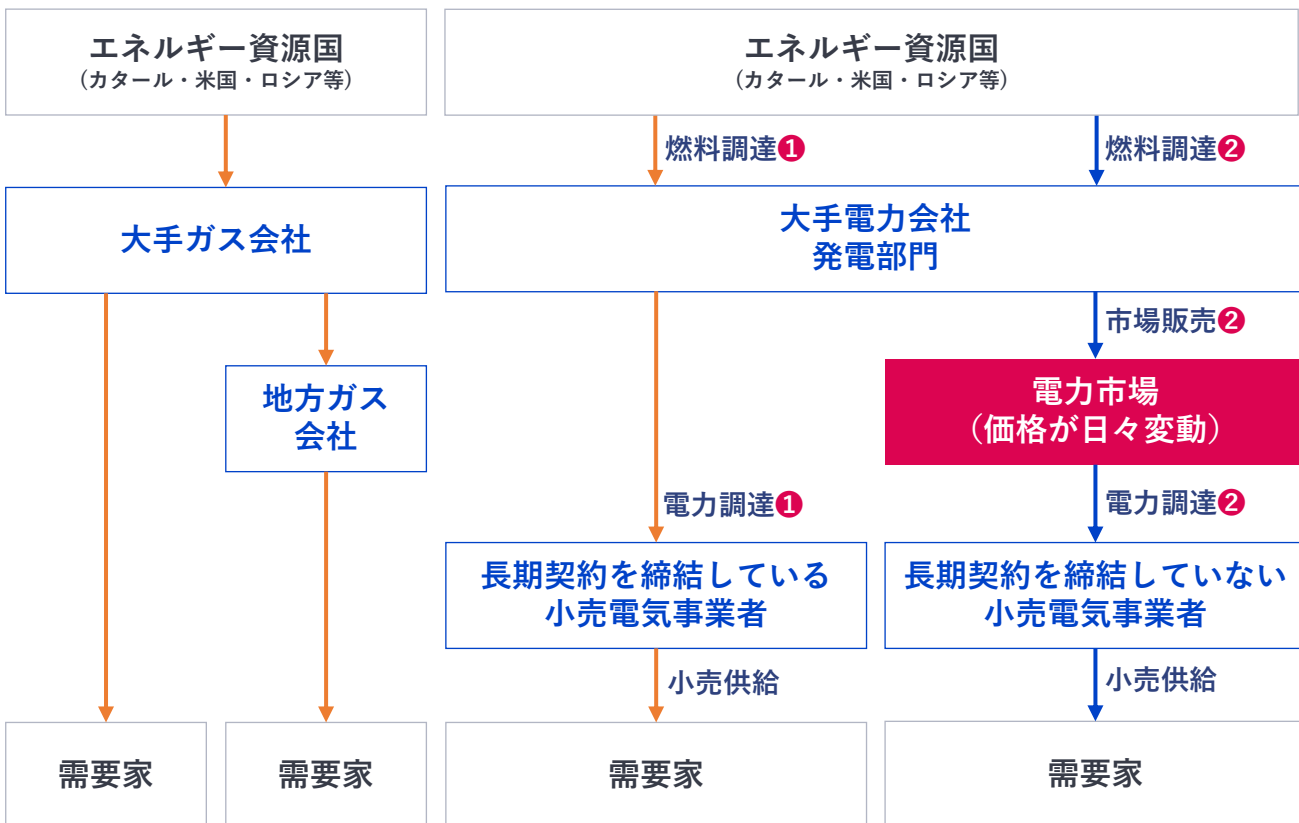
電力システムに必要なkW・kWh確保の枠組み・課題の整理

	政策目的	創設された制度	備考
電力需給 ひっ迫の課題 (kW確保)	既存電源の維持	容量市場	発電事業者がハイリスク・ローリターンにならないよう、審議会における詳細制度設計の実効性確保が肝要
	電源新設投資の促進	長期脱炭素電源 オークション	
	需要の大幅な増加や稀頻度リスクとして見込んでいる容量以上の電源脱落が生じた場合の追加供給力対策	予備電源	
燃料確保の課題 (kWh確保)	国内で必要になるkW・燃料を確実に確保	現在はkWh公募、SBL ※今後は容量市場ペナルティ が加わるがSBL拡充が必要	燃料を確実に確保できるよう、各事業者の調達計画を継続的に監視、調達/融通指示ができる仕組みが必要
燃料費上昇の抑制 (kWh費用の安定化)	長期契約の減少抑制	特になし	制度的手当に乏しい (長期的なkWh費用の安定化に 向けた議論が必要)

日本は長期契約を未締結の小売電気事業者がリスクを内包

- ガスは自由化されているが市場がなく、ほぼリスクヘッジできているが、電気事業には市場が存在。
- 電力市場や単年の卸契約に調達を依存する小売電気事業者は、欧州の事業者と同様のリスクを内包している。
- 内外無差別な卸取引の実現によって、これまでリスクオフテイクしていた大手(みなし)小売電気事業者が発電事業者と電力長期契約を締結しない可能性があり、需要家リスクが拡大する可能性がある。

日本の市場構造



1
発電部門と長期契約を締結している小売電気事業者（大手電力会社小売部門や大手ガス・石油会社電力小売部門等）

・燃料を原油価格リンクで調達したとしても、需要家への供給料金によりリスク回避が可能であり、**原油価格リンクの燃料長期契約の締結が可能**

・このような小売電気事業者の需要家は、市場価格変動によって料金が大きく変化することはない

2
発電部門と長期契約を締結していない小売電気事業者

・欧州事業者と同様、市場または単年契約を通じて電力調達を行うため、発電事業者は**原油価格リンクの燃料長期契約の締結が困難（JKMリンクの長期契約は締結可能）**

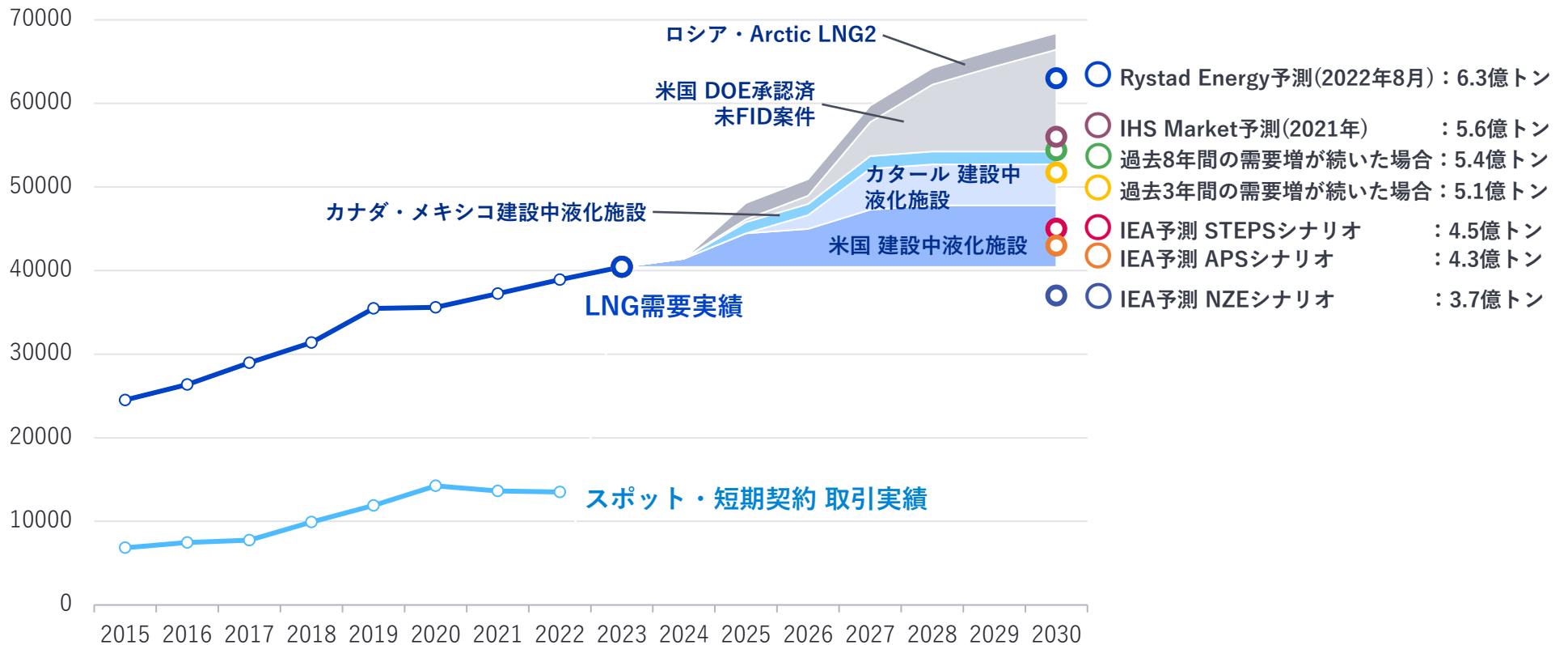
・市場価格変動時は調達価格の急上昇に直面する可能性があり、経営リスクを内包

※**橙矢印**は固定価格取引を示す

LNG供給力の見通し

- 2024年後半から、天然ガス液化施設の大量運開が見込まれ、2025年からLNGスポット価格が下落するといった観測が増えつつある。今回弊社では、IEA WEO2023の需要予測等を元に、将来のLNG需給見通しを作成した。
- 現在建設中の液化施設だけでは、需給の大幅な改善は難しい。長期的な需給の焦点は「①2030年に向けてどれだけ需要が拡大するか、②2024年のうちに米国のFERC承認済み/未FID案件がどれだけFIDし、着工するか」にかかっており、2030年のLNG需給バランスは不確実性が高い状況と思料。

世界のLNG需要と天然ガス液化施設建設状況（単位：万トン）

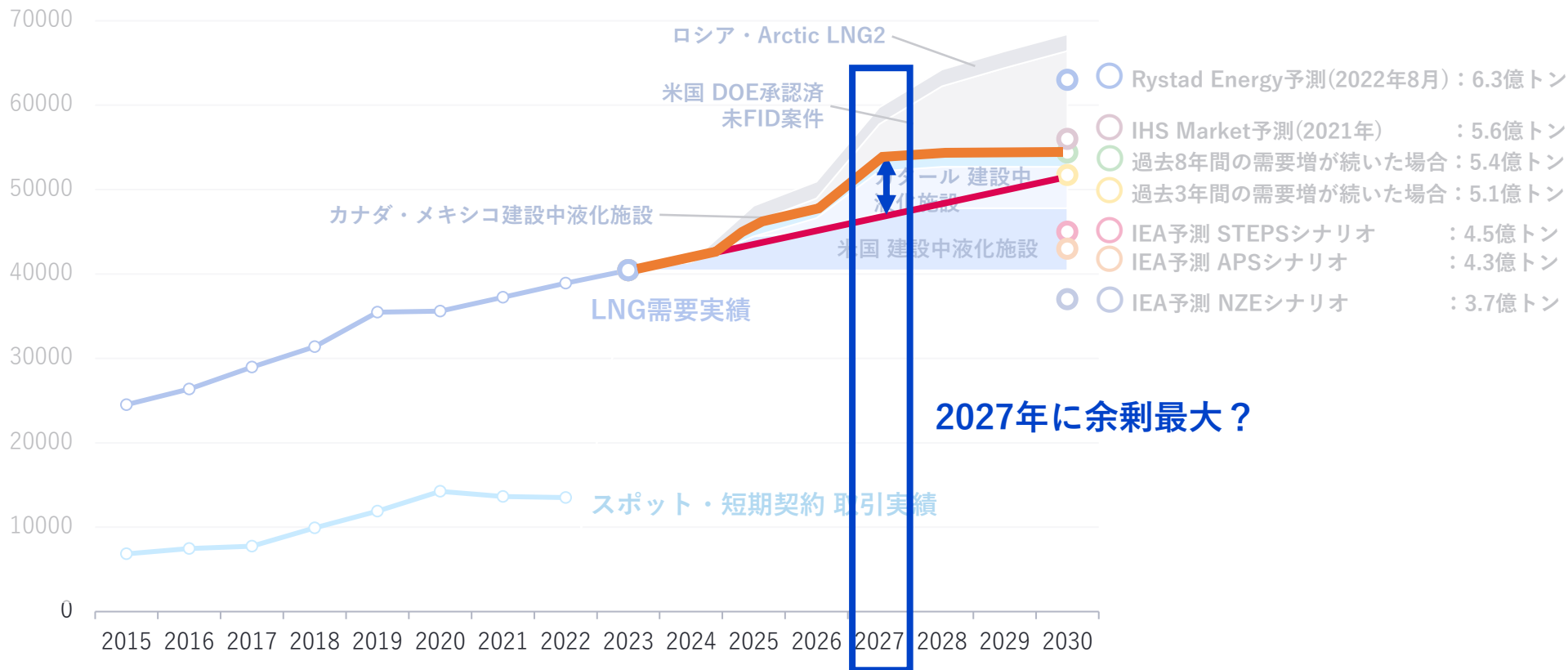


出所：IEA World Energy Outlook2023、GIIGNL Annual Report、GEM Wiki、Kpler、米国エネルギー情報局 U.S. Liquefaction Capacityや各プロジェクトWebサイト等より作成

LNG供給力の見通し

- 2024年後半から、天然ガス液化施設の大量運開が見込まれ、2025年からLNGスポット価格が下落するといった観測が増えつつある。今回弊社では、IEA WEO2023の需要予測等を元に、将来のLNG需給見通しを作成した。
- 現在建設中の液化施設だけでは、需給の大幅な改善は難しい。長期的な需給の焦点は「①2030年に向けてどれだけ需要が拡大するか、②2024年のうちに米国のFERC承認済み/未FID案件がどれだけFIDし、着工するか」にかかっており、2030年のLNG需給バランスは不確実性が高い状況と思料。

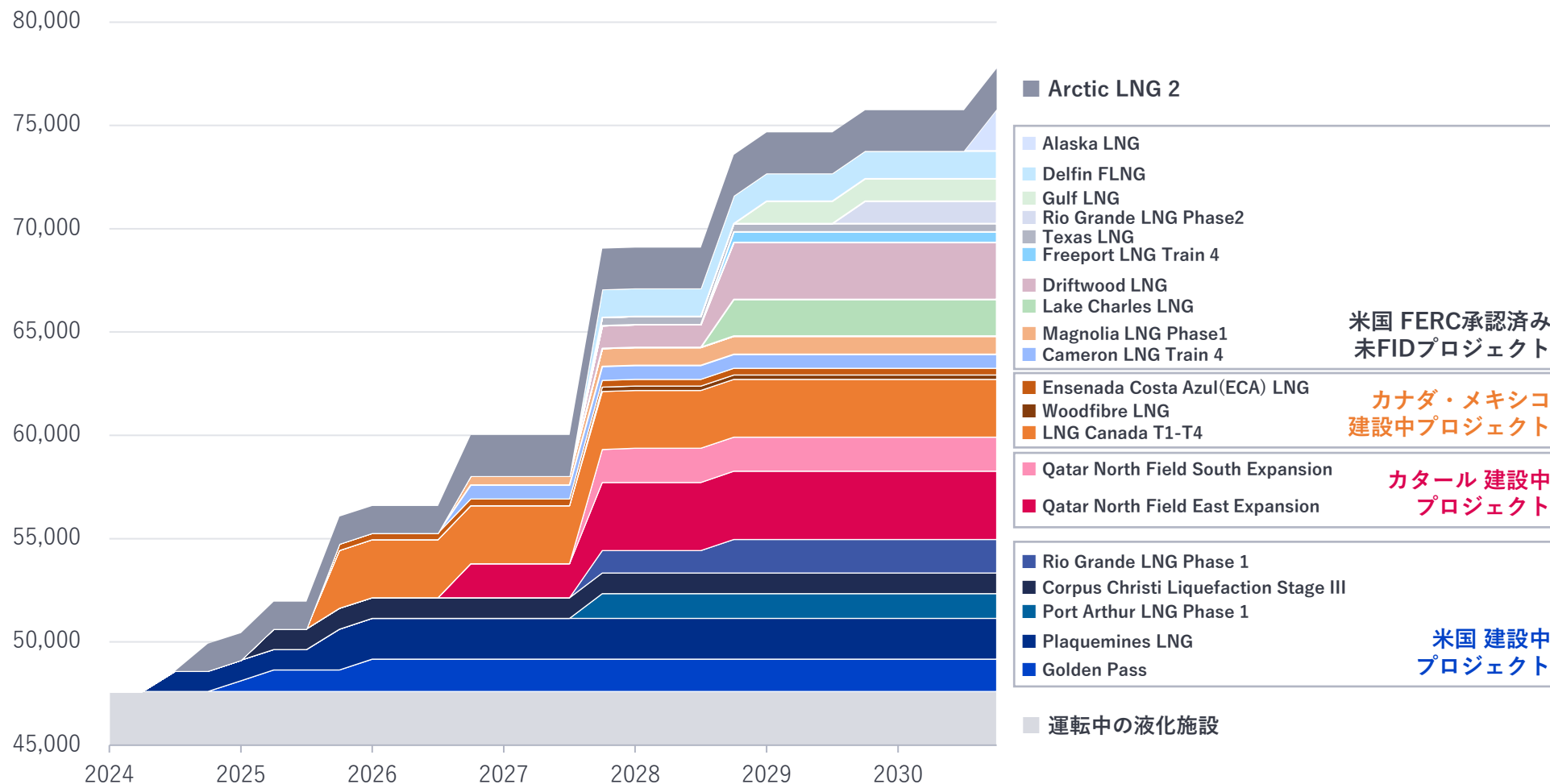
世界のLNG需要と天然ガス液化施設建設状況（単位：万トン）



参考：建設中・計画中の天然ガス液化施設

- 米国以外でも多くの天然ガス液化施設が計画されているが、政情不安など様々な課題を抱えている。
- 計画中の液化施設については、米国のみ抽出した。

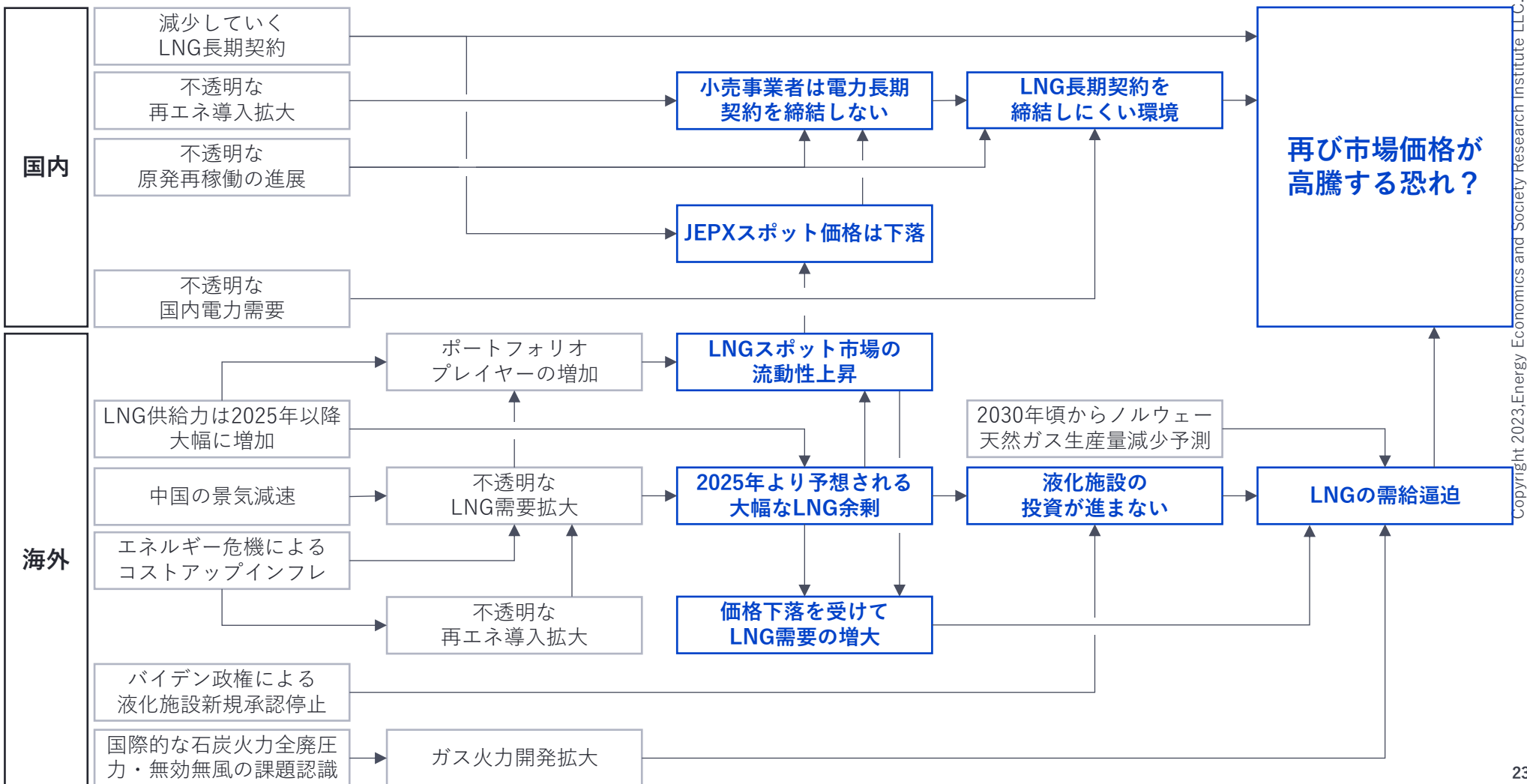
建設中・計画中の天然ガス液化施設（単位：万トン）



日本の燃料調達を取り巻く課題

- 前述の通り、世界のLNG需給バランスは不確実性が高いと考えられる。

弊社認識：足元で生じている事象（黒文字）と今後予想される事象（青文字）

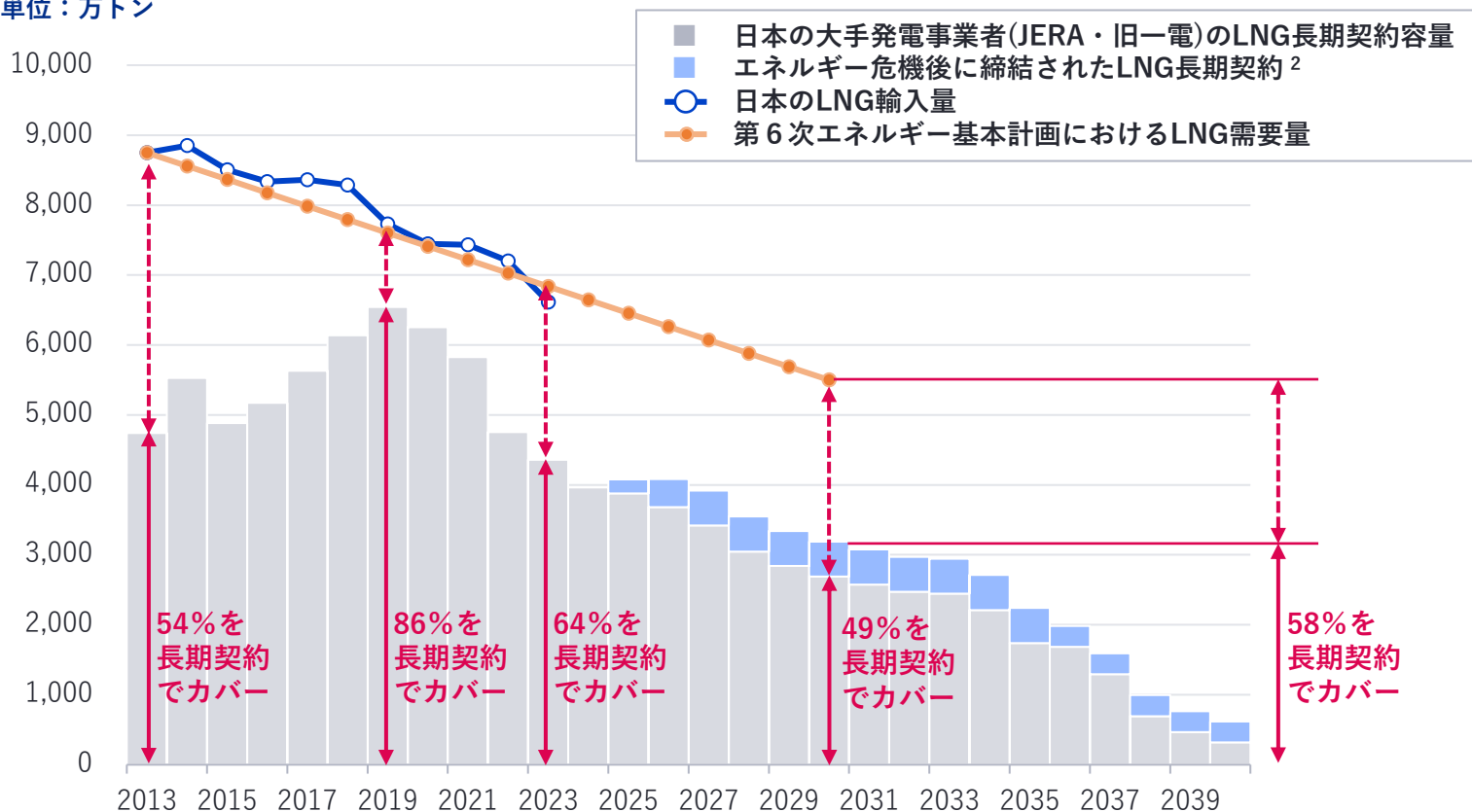


背景①日本のLNG長期契約減少

- 日本のLNG長期契約容量は今後も減少傾向である。
- 第六次エネルギー基本計画における一次エネルギー消費量の天然ガス消費と比較しても、スポット依存率が高まる見込みで、このままでは2030年には2013年を上回るスポット比率となる可能性がある。

日本の大手発電事業者におけるLNG長期契約容量と日本のLNG需要量

単位：万トン



2 INPEXなど大手電力会社以外の事業者が締結した契約や、CP2などバイデン政権の新規液化施設承認停止措置の対象となった施設を含む

出所：GIIGNL Annual Report、Kpler、各種報道等を元に合同会社エネルギー経済社会研究所作成

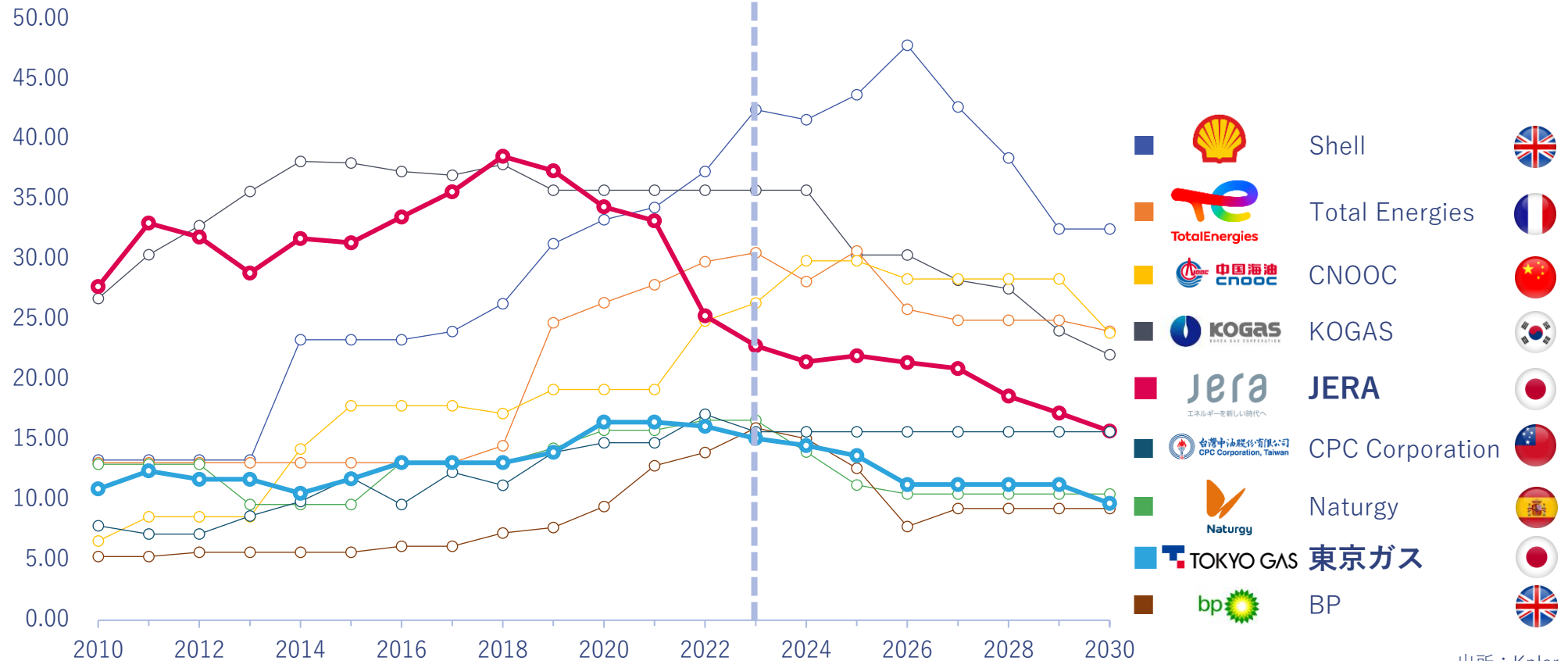
参考：世界大手エネルギー事業者のLNG長期契約容量の推移

- 日本は諸外国に比べると比較的長期契約の確保量が多い国と言えるが、直近では大幅に長期契約容量を減少させている。
- 他方で、中国は今後数年間で長期契約容量を大幅に増加させる傾向。今後数年間で日本の「買い負け」が加速しないか、懸念される。

世界大手公益事業者のLNG長期契約容量

単位：mtpa

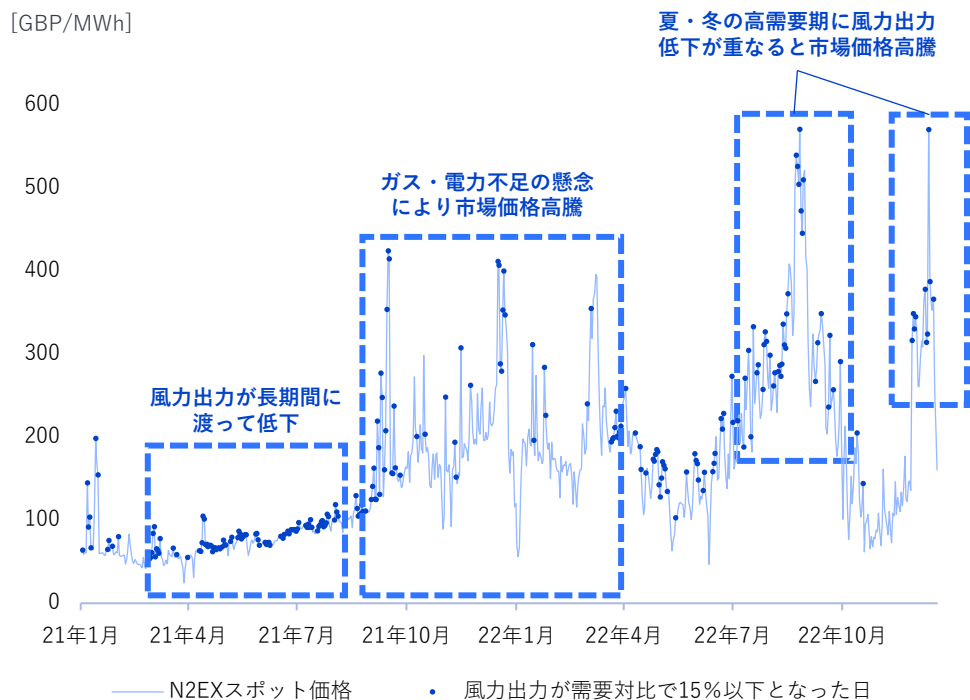
2023年
(現在)



背景②：再エネ大量導入時代を迎えるにあたっての燃料確保

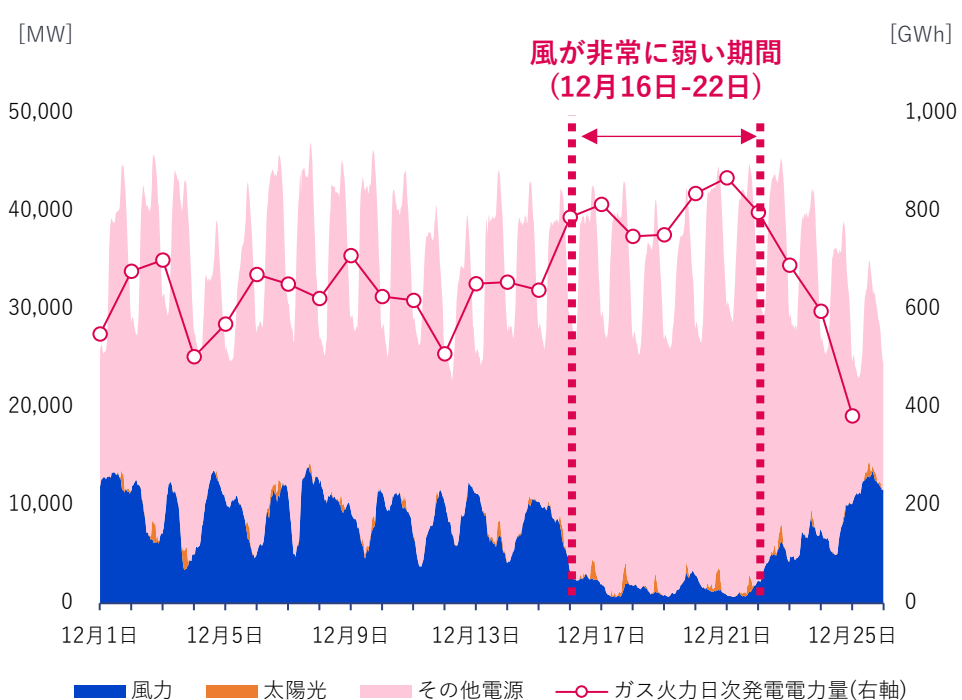
- 欧州ではdunkelflaute（無光/無風）によるVRE（変動性再生可能エネルギー、太陽光・風力のこと）出力低下が課題になっている。特に2021年4月から8月にかけて風力出力が低下した日が多く、ガス需要が増加したことでエネルギー危機が始まる契機となった。
- 日本では、2020年代後半から洋上風力発電所の大量導入が見込まれる。風力発電は発電電力量が多くなるため、仮に出力予測の誤差が継続して発生した場合には、火力発電所の燃料確保に課題が生じる可能性がある。
- 洋上風力の出力変動・予測誤差発生の可能性を考慮した燃料調達が必要になる。このバッファ燃料の調達費用は電気の利用者に公平な負担を求めていく必要がある。

英国N2EX前日市場価格と風力出力が低下した日



出所：Nord Pool、Elexon Balancing Mechanism Reporting Service

2021年12月の英国の電源構成

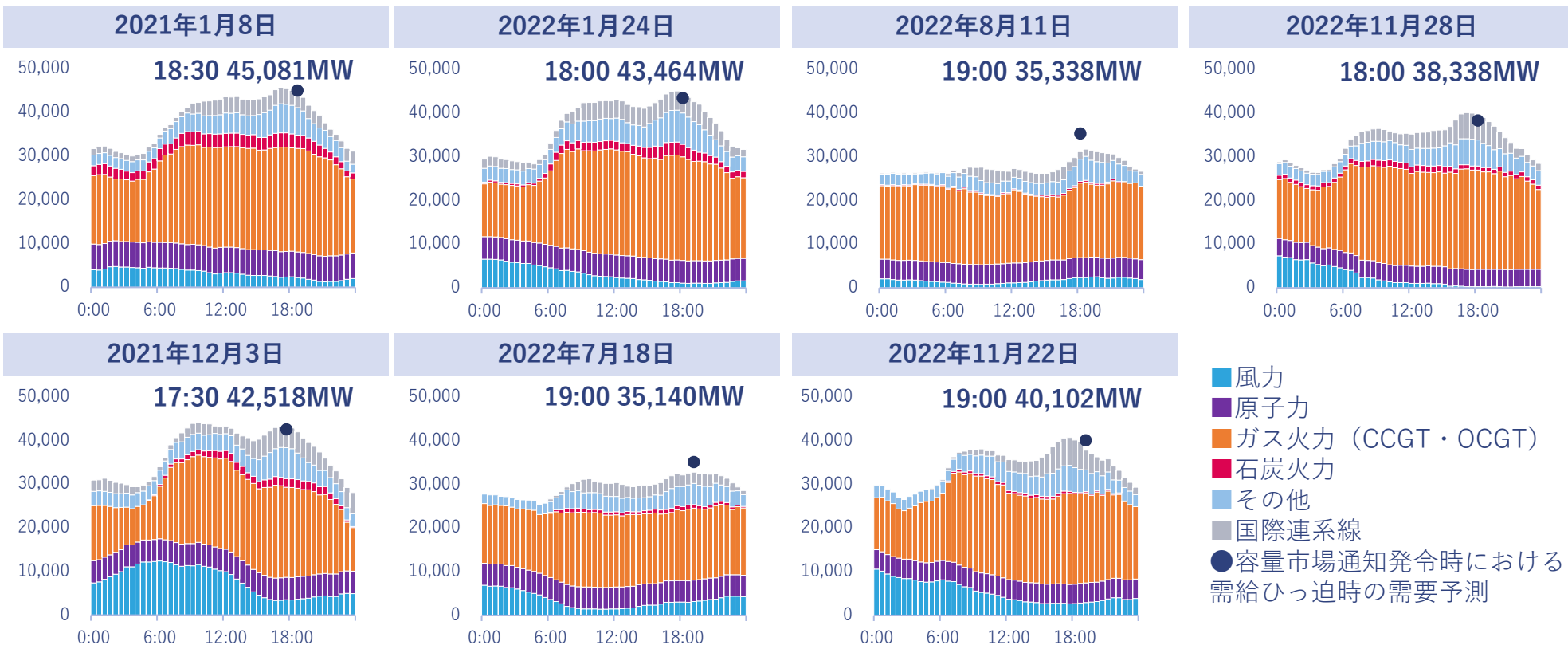


出所：Elexon Balancing Mechanism Reporting Service

英国では風力出力が減少したタイミングで需給ひっ迫

- 英国では2022年に容量市場通知が急増した。英国では4時間後の事前確保予備力が500MWを切ると容量市場通知が発令される³。以下の通り直近2年間の容量市場通知発令時の電源構成を示した。
- 容量市場通知が発令されるタイミングは、全ての日で風力発電の出力が低迷しており、かつ太陽光の発電出力に乏しい夕方～夜にかけての時間帯である。

2021年・2022年にNational Grid ESOから容量市場通知が発令された日の電源構成（単位：MW）



3 Capacity Market Rule 8.4.6 および 8.4.7 において定義されている

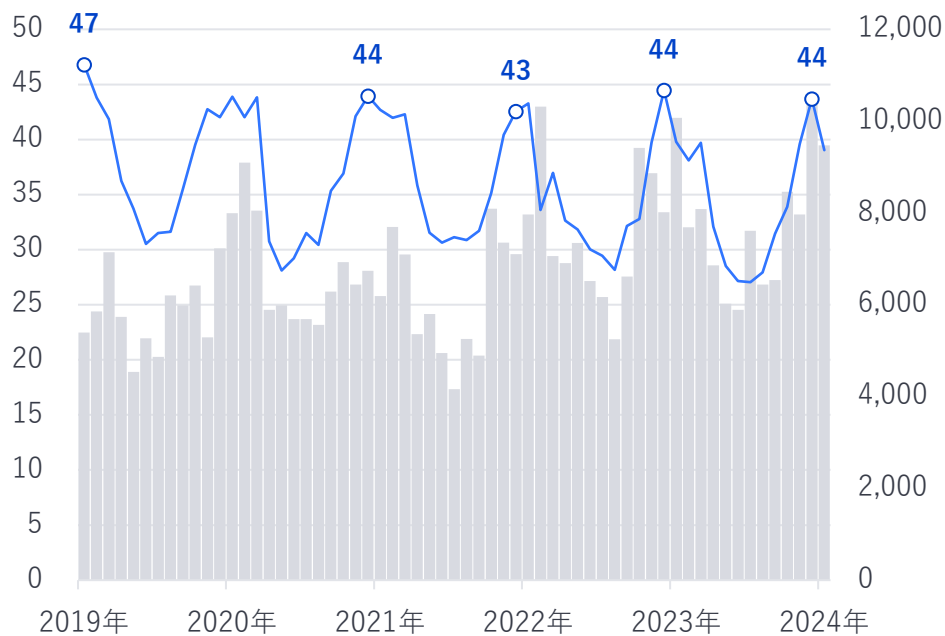
背景②：再エネ大量導入時代を迎えるにあたっての燃料確保 再エネ導入が増加しても、残余需要は減少しない

- 英国・ドイツ・アイルランドではdunkelflaute発生時への対応として、ガス火力確保の動きが勃興している。
- 英・独両国では再エネの導入拡大が進んでいるものの、最大残余需要が減少していない。

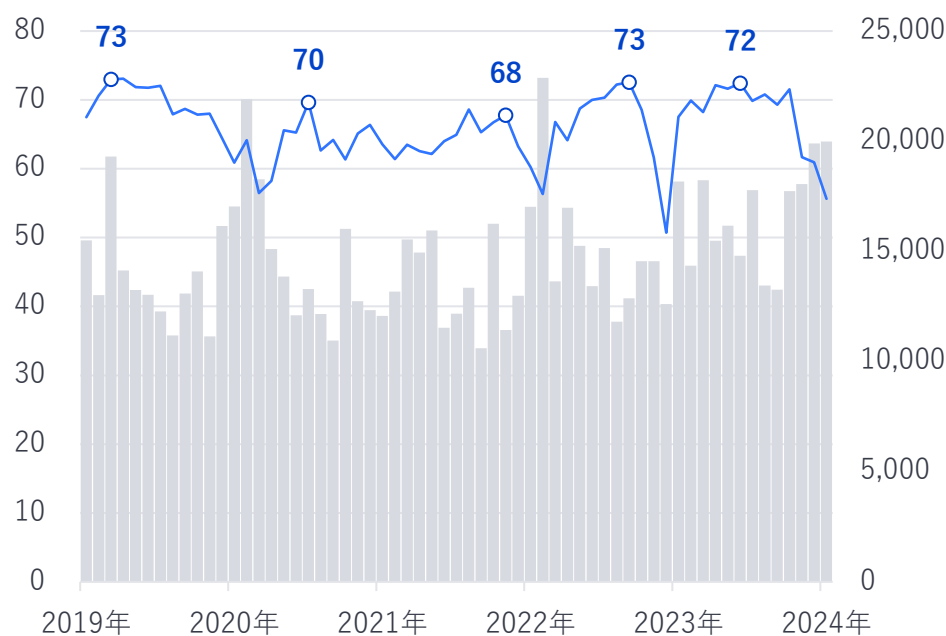
英国・ドイツの残余需要

単位：左軸GW/右軸GWh

英国



ドイツ



— 月次最大残余需要 ○ 年次最大残余需要 ■ VRE（太陽光・風力）発電電力量（右軸）

出所：Elxon Balancing Mechanism Reporting Service、欧州送電系統運用者ネットワーク ENTSO-E Transparency Platform

背景②：再エネ大量導入時代を迎えるにあたっての燃料確保

参考：英国政府はガス火力新設を認める

- リシ・スナク英首相は3月12日にTelegraph紙に寄稿し、今後天然ガス火力発電所新設が必要になるとの認識を明らかにした。
- これは英国政府の方針転換を象徴付けるものと捉えられている。

スナク首相がTelegraph紙に寄稿したステートメント

国家安全保障は、エネルギー安全保障の確保なしには不可能である。ウクライナ戦争は、我々にそれを思い起こさせた。エネルギー供給を独裁者の気まぐれに左右される状態に依存している国が、本当に安全であるはずはない。だからこそ、我々はロシアからのエネルギー輸入を停止し、自立に向かっているのだ。

原子力発電所新設、記録的な再エネへの投資、北海における石油・ガス開発の新規許可など、エネルギー自給率向上に向けた新たな選択肢を確保しているのだ。英国は国内のエネルギー生産が活発で、16万人以上の雇用を直接支えている。サプライチェーン全体では更に数万人の雇用を支えている。また、ネットゼロ目標の達成に向けて、順調に進展している。これらは誇りに思うべきである。

風力発電・太陽光発電・ヒートポンプ・家庭用断熱材の普及促進により、英国の電力システム全体で化石燃料の役割を減らしてきた。発電部門の排出量は2010年以降65%減少している。他国は石炭火力発電所の建設を続けているが、英国では最後の石炭火力発電所が今年廃止される。我々は、英国の国民に余分な負担を強いることなく、グリーンエネルギーを提供すべく、これまで以上に前進し、より迅速に対応している。

ところが、本日公表された調査に裏付けられた我々の分析では、**需要増加に対応すべく、当面は天然ガス火力発電所が必要になる**。最終的には、再エネとクリーンなガス新技術で対応する必要があり、数百万ポンドを投資しているものの、実装には時間がかかる。短期的には、より多くのガス火力発電所が必要になる。

気候変動委員会は、2035年におけるガス発電の役割明確化も支持している。背景には、多くの既存ガス発電設備の老朽化が挙げられる。今こそ、この問題を解決し、ネットゼロ移行において、エネルギー供給確保に向けた計画を打ち出す時である。再エネで世界をリードする一方、ガス発電設備を増強すべく、断固とした行動を取る。

第一に、現実的な範囲で既存ガス火力発電所を延命する。第二に、老朽ガス火力をリプレイスする。太陽が照らず、風が吹かないときでも、我々は明かりを灯し続け、電気料金を抑制できる。これは、エネルギー安全保障を守るために英国が必要とする保険であり、同時にネットゼロ移行を実現するものでもある。これが我々の計画だ。我々はネットゼロを実現するが、これは数千ポンド相当のコストを家庭に押し付けることでも、ロシアのような国に頼ることで国家の安全保障を脅かすことでもない。最終的には、英国のエネルギーを利用して英国のエネルギー安全保障を実現し、我が国を何世代にも渡って、より安全で、より強く、より豊かな国にするのだ。

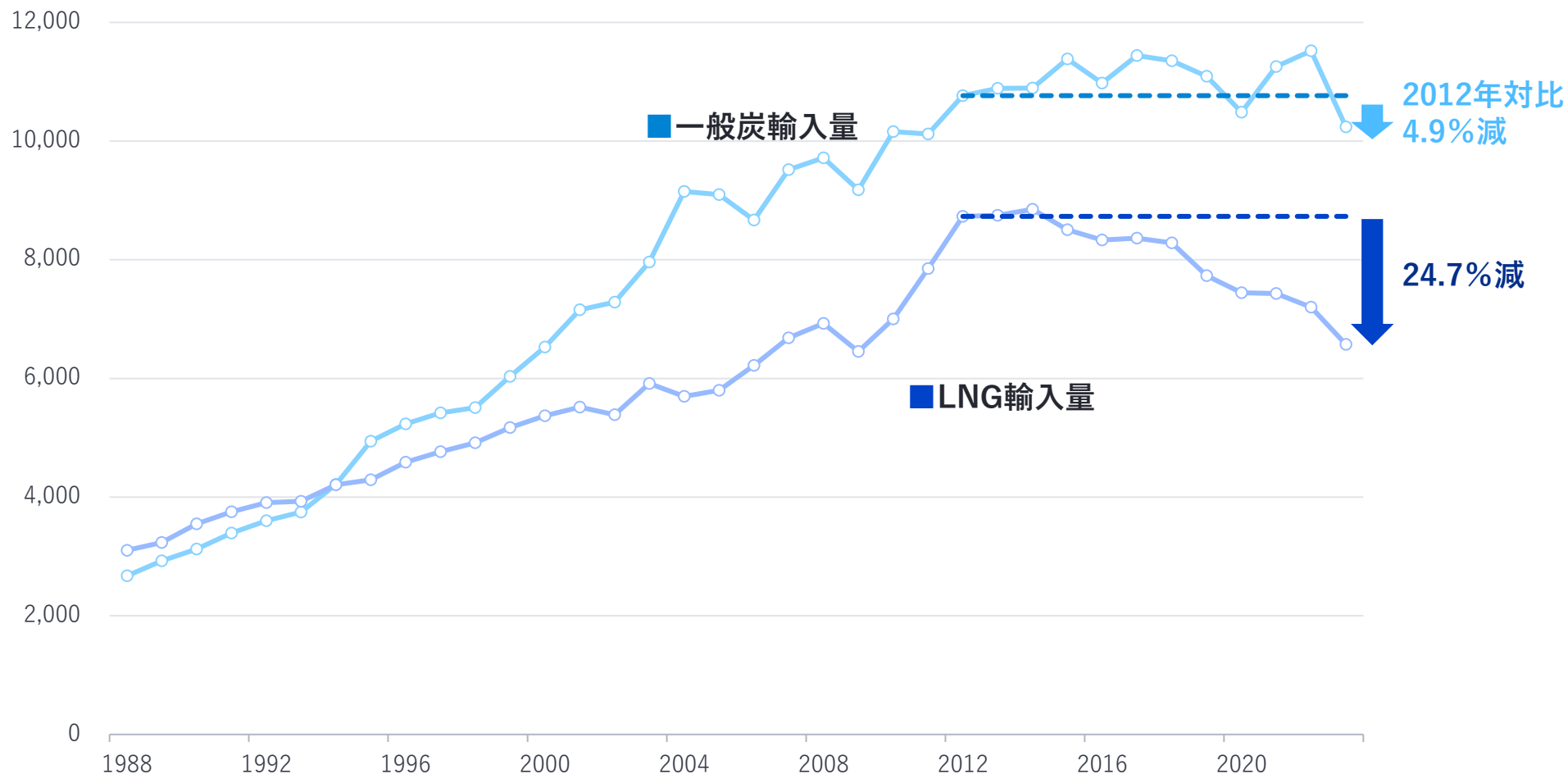


リシ・スナク首相
(英首相官邸Webサイト)

背景③：石炭の輸入量減少スピードはLNGに比べて緩やか

- LNG火力発電所の限界費用は石炭火力発電所の限界費用よりも高値であることから、火力発電所の焚き代減少局面では、LNG火力発電所の出力が優先的に絞られる傾向にある。

日本の一般炭・LNG輸入量の推移（単位：万トン）



背景③：石炭の輸入量減少スピードはLNGに比べて緩やか LNG・石炭の特徴・制約条件

- LNGと石炭双方の制約条件をそれぞれ整理した。
- 上流・中流まで俯瞰すると、石炭火力には非常に大きな柔軟性のポテンシャルがあると思料。

LNG・石炭の特徴・制約条件（赤：柔軟性運用に資する特徴、青：柔軟性運用に不利な制約条件）

	LNG		石炭	
上流	ガス田		炭田	生産の柔軟性は一定程度存在
	パイプライン		鉄道	テイクオアペイだが一定の柔軟性はある
中流	液化施設	液化施設の生産パターンは基本的にベースロード	出荷港湾	出荷港湾のストックパイルには相当余裕がある
	LNG船	737隻しか存在しない大型LNG船	バルクキャリア	バルクキャリアは多数存在する ポーキサイト・石灰石・鉄鋼石等と競合
下流	LNG基地/ LNG火力発電所	タンク制約が大きい	石炭火力発電所	ストックパイル・サイロには受入限度がある 長期の貯炭は発火リスクを伴うが数か月貯炭した事業者も存在
	電力市場・需要	再エネとガス火力は親和性が高い		コールドスタートアップは時間とコストがかかる ベースロードで発電する設備設計となっている
			転売損リスク ⁴	電力市場・需要

⁴ LNGは長期の保管に向かないため余剰時は転売が必要だが、損失を補完する仕組みがない

背景③：石炭の輸入量減少スピードはLNGに比べて緩やか 今後必要となる柔軟性（電源・燃料）

- IEAにおける「柔軟性」の定義は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間のkWh不足に直面する事態はあまり想定されていない。
- 再エネ大量導入時代には、kWh面の柔軟性確保も肝要になると思料。

IEAの定義による柔軟性

- 国際エネルギー機関（IEA）では、2011年に公表したレポート“Harnessing variable renewables”において、柔軟性を「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。

IEAの定義による柔軟性リソース	柔軟性取引を行う電力システムの要素
Dispatchable power plants (制御可能な電源)	Power market (電力市場)
Demand side management and response (デマンドマネジメント・DR)	
Energy storage Facilities (電力貯蔵装置)	
Interconnection with adjacent Markets (隣接市場との連系線)	
	System operation (電力システム運用)
	Grid hardware 電力設備

出所：東京大学生産技術研究所 第6回ESIシンポジウム DeNA講演資料(本資料作成者の説明資料)

2011年に公開されたレポートの定義であり、
再エネ主力電源化時代を想定したものとは言えない

再エネ主力電源化時代に必要な柔軟性

- 再エネ大量導入・主力電源化時代には、長期間のdunkelflauteを想定した柔軟性が肝要になる。

kW面における柔軟性 (2011年のIEA定義から変更なし)	kWh面における柔軟性 (今後、必要性の議論が必要)
制御可能な電源	戦略的予備力となり得る燃料 (現在の日本では原油備蓄、欧州ではUGS＝地下ガス貯蔵施設を活用した貯蔵ガス)
デマンドマネジメント・DR	長期間活用できるDR (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・潜水艦、入港中の商船が陸上給電を1週間取りやめ)
電力貯蔵装置	原子力発電所の出力調整運転 (VREを最優先に発電し、原発を出力調整運転すれば、一定量のkWhバッファを創出可能)
隣接市場との連系線	

再エネ主力電源化時代にはkW面の柔軟性だけでなく、
kWh面の柔軟性の確保が肝要で、VRE・DRだけでは対処困難

本資料のお問合せ先

合同会社エネルギー経済社会研究所
Energy Economics and Society Research Institute LLC.

代表取締役 松尾 豪 / Go Matsuo

Tel: 080-4388-9458

Mail : go.matsuo@eesi.co.jp

〒100-0006 東京都千代田区有楽町2-7-1

有楽町イトシアオフィスタワー12階

