



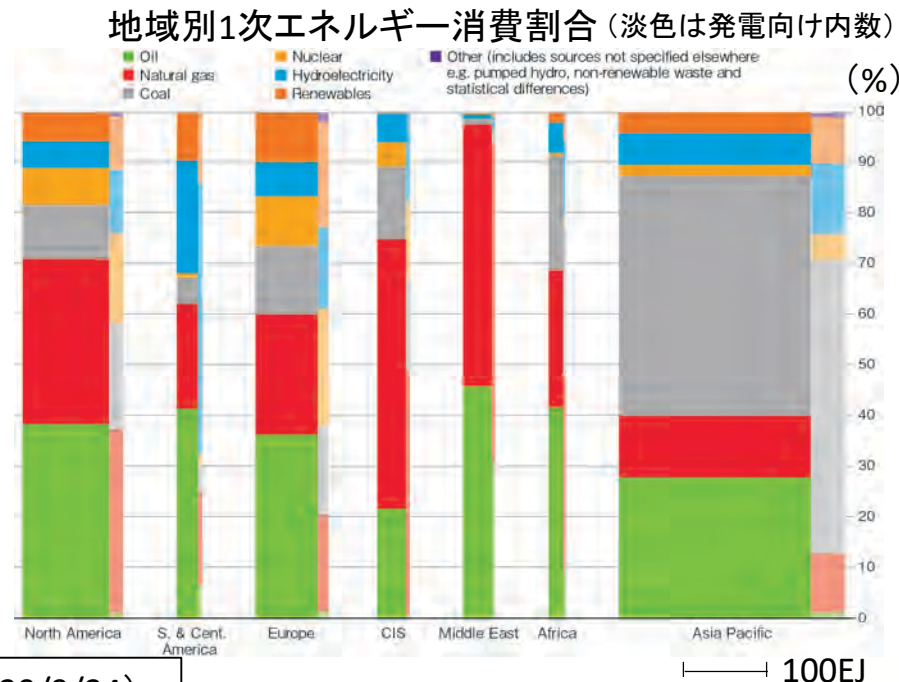
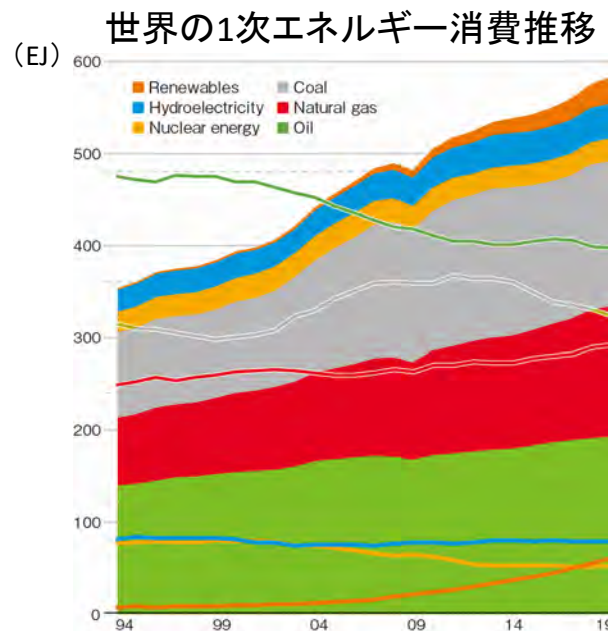
エネルギー・資源学会
2021年度第1回シンポジウム(第12回ESIシンポジウム)
「2050年のエネルギーと社会:何が難しいのか」

最近のLNG需給とエネルギーセキュリティ

2021年5月27日
独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
調査部 白川 裕

世界の1次エネルギー消費(2019年)

- BP統計によれば、2019年、世界の1次エネルギー消費(583.90EJ)中、天然ガスは1/4を占めた(141.45EJ、24.2%)。石油(193.03EJ、33.1%)、石炭(157.86EJ、27.0%)に次ぎ第3位。この10年間、2.5%/年で成長。
- 地域別1次エネルギー消費は、アジア太平洋地域(257.56EJ、44.1%)が大きな割合を占め、次いで、北米(116.58EJ、20.0%)、欧州(83.82EJ、14.4%)と続く。ガスの使用割合は、それぞれ、1割、3割、2割程度。
- 発電用燃料として、北米では生産されたガスの4割が使用されるが、アジア太平洋地域の発電では石炭の使用割合が高く、天然ガスは1割強と少ない。
- IEAによれば、リニューアブルとベストミックスなエネルギーとして、天然ガス消費は今後も1.4%/年で引き続き拡大。石炭から天然ガスへの転換が進み、2030年には石炭を抜き第2位の1次エネルギーになるとの予測。



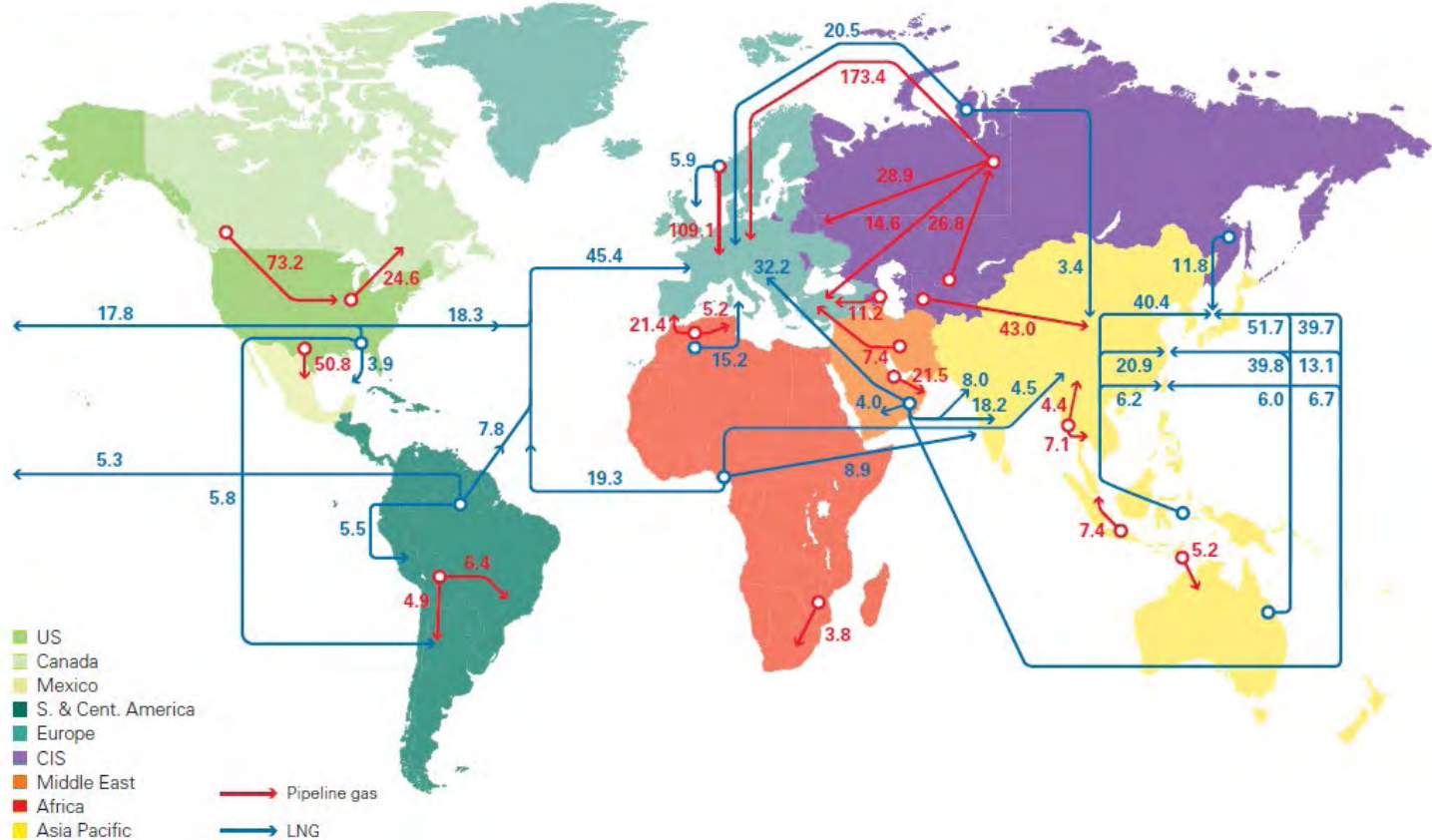
Stated Policy Scenario in IEA Gas 2019

エネルギー種別	2019 - 40年成長率(%)
Oil	0.4
<u>Natural gas</u>	<u>1.4</u>
Coal	-0.1
Nuclear	1.1
Hydro	1.7
Bioenergy	1.4
Other renewables	7.1

世界の天然ガスパイプライン・LNG貿易(2019年)

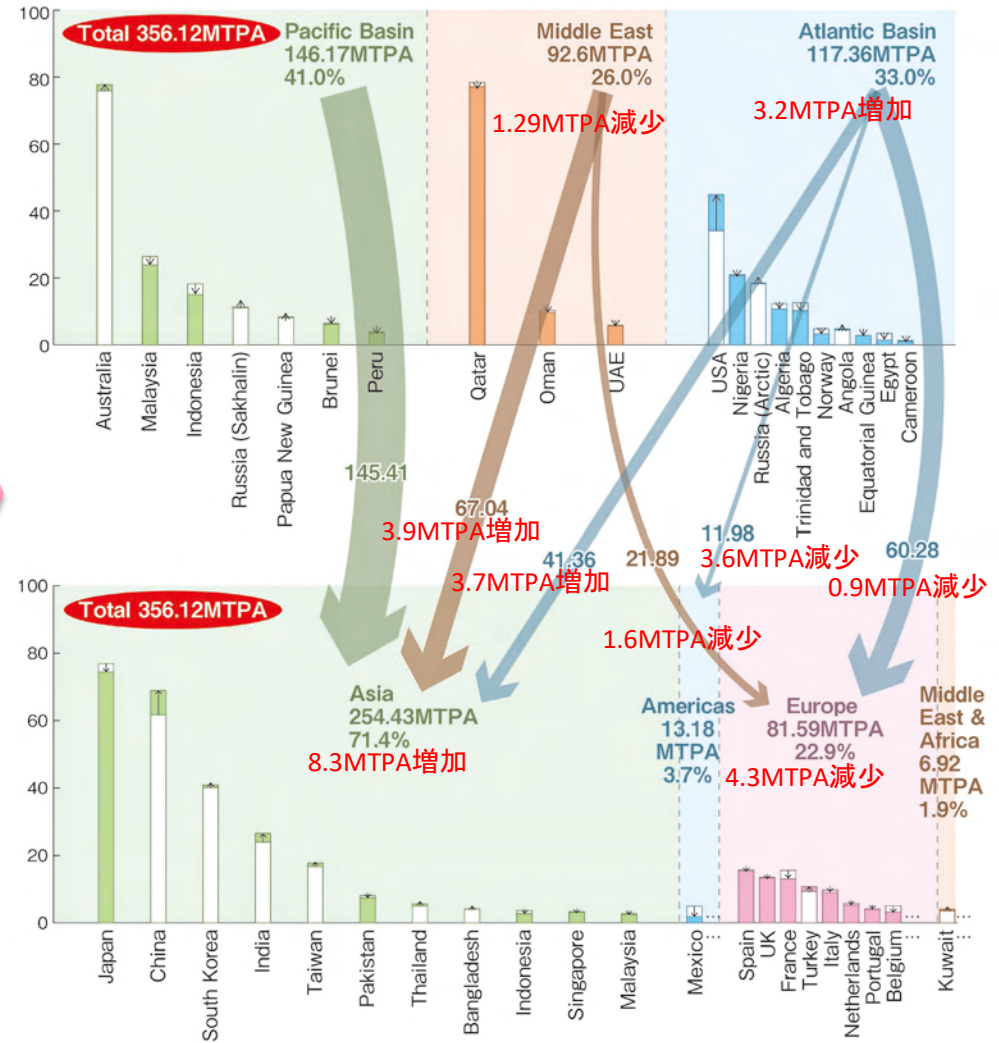
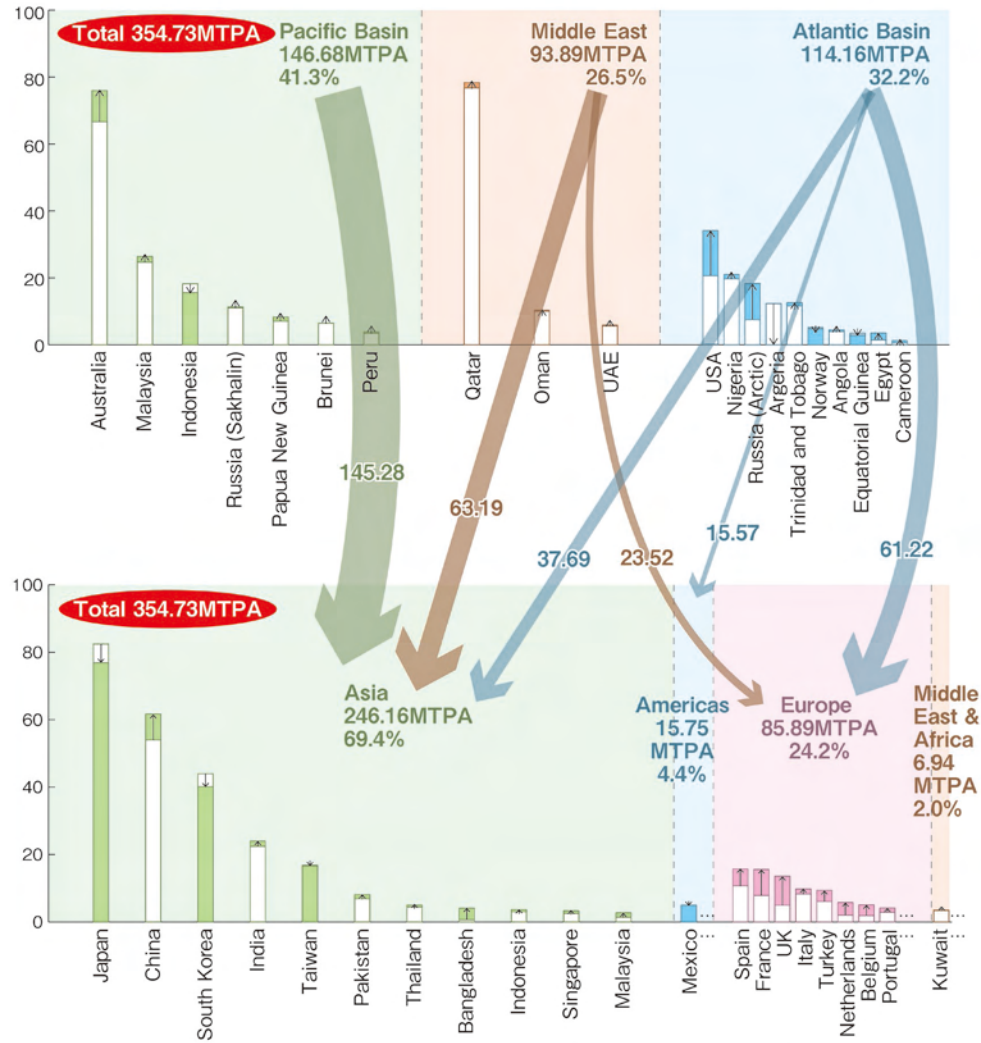
- 2019年、世界の天然ガス生産(3,989.3Bcm)のうち、4分の1がトレーディングされた(984.4Bcm、24.7%)。地域間パイプライン(499.4Bcm、50.7%)、および、LNG(485.1Bcm、49.3%)によって、それぞれ半数が取引されている。

パイプラインガス、LNGの主要取引フロー(2019年, Bcm)



参考文献:天然ガス・LNGを巡る動向(2020年)(2020/9/24)

世界のLNG貿易(2020年、コロナ禍でも0.4%増)



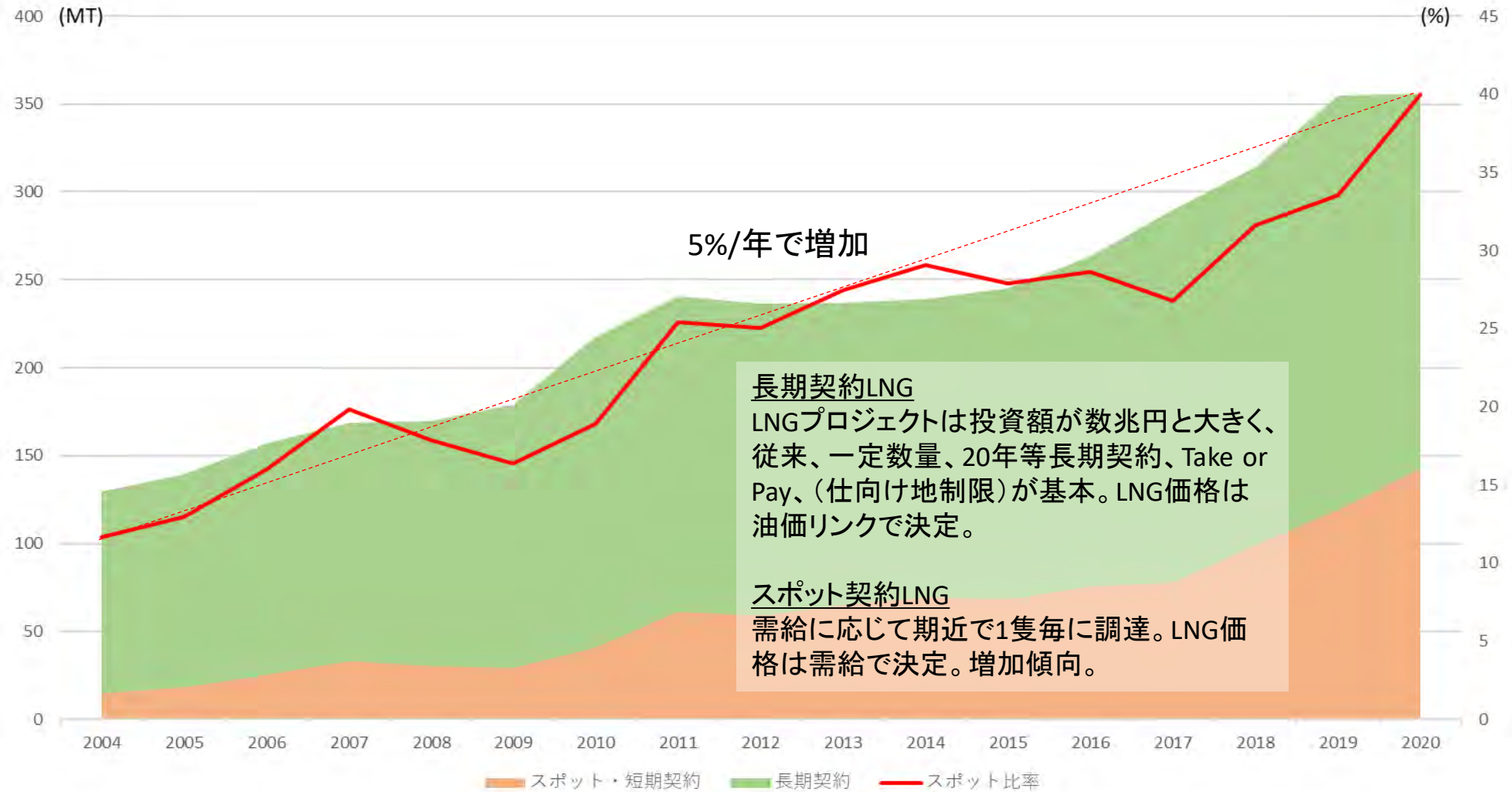
2019年

地域別LNG輸出入バランス(2020年/2019年)

2020年

(GIIGNL他、各種資料によりJOGMEC作成)

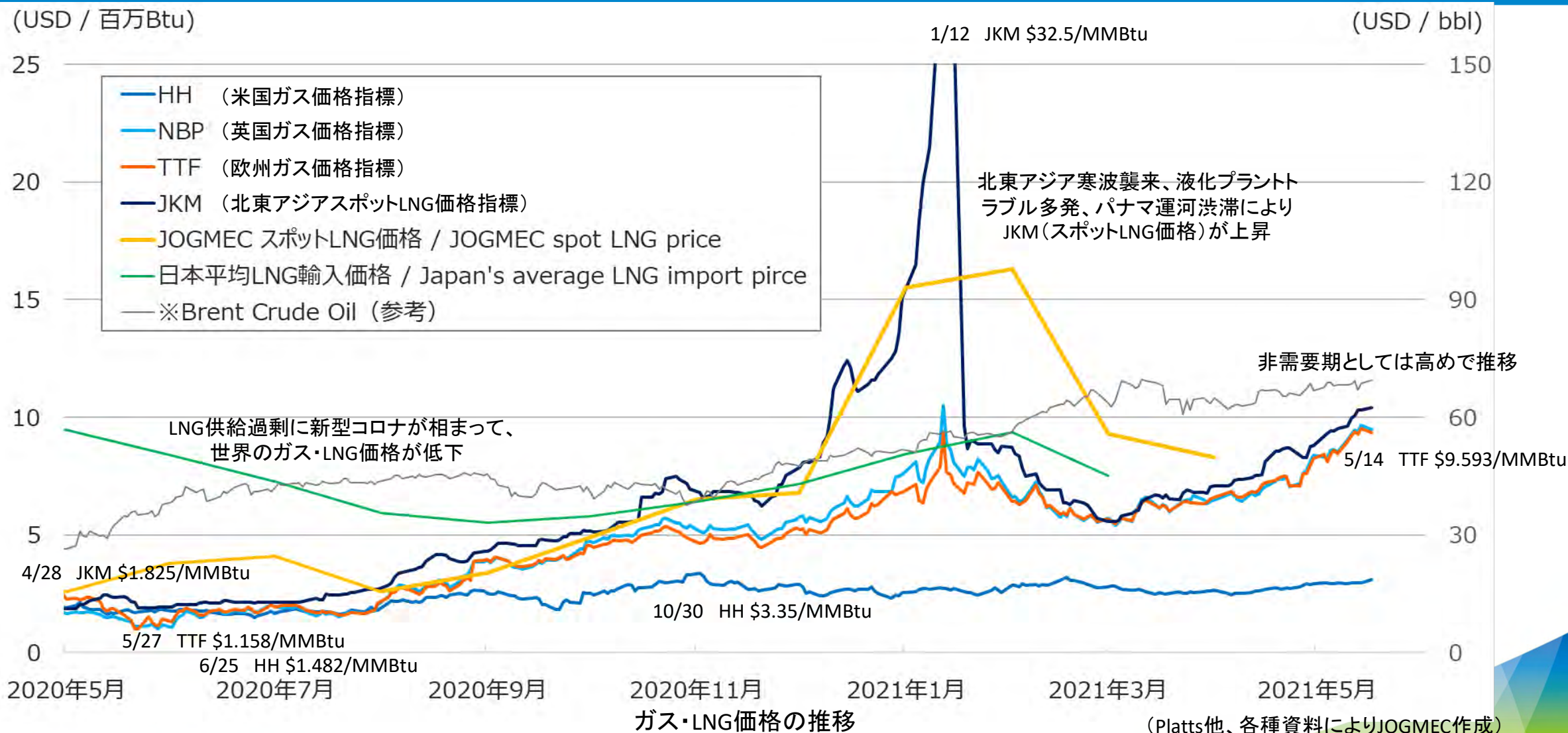
世界のスポット・短期LNG比率増加(2020年)



LNG貿易量とスポット・短期比率の推移

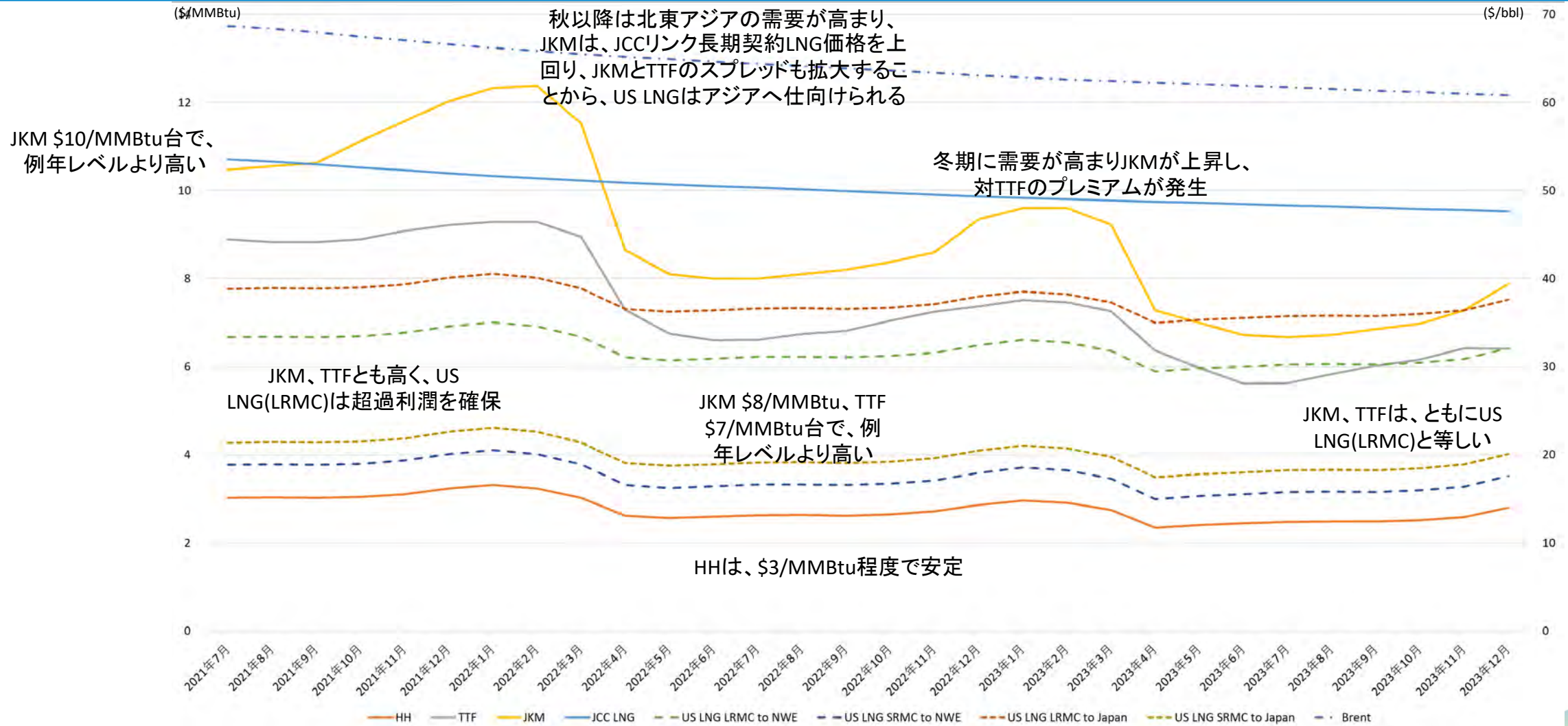
(GIIGNL他、各種資料によりJOGMEC作成)

ガス・LNG価格実績(2020-21年)



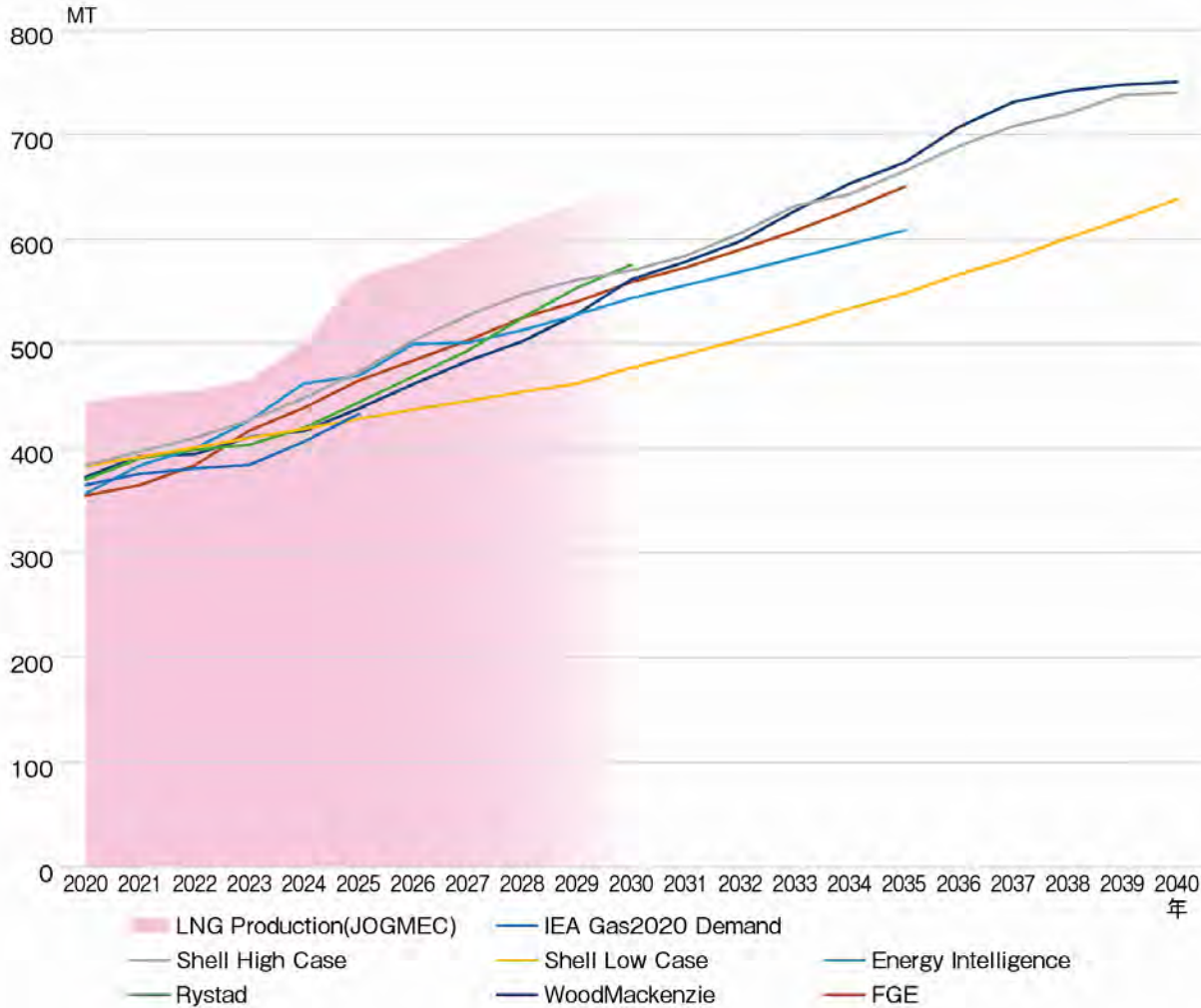
参考文献:天然ガス・LNG最新動向 —LNGを確保せよ！変動高まるLNG市場と供給セキュリティー評価—(2021/5/20)

ガス・LNG価格の市場予測 (ICEフォワードカーブ、5/14時点)



油価リンクLNG、JKM、TTF、HH価格フォワードカーブ(2021年5月14日)

各社の中長期需要予測(2020-40年)



各社中長期需要予測比較(2020年-2040年)

- ShellのHighケースが最も高い。IOCの予測は、時に、販売目標とも見做される。また、2030年、ShellのHigh/Lowケースの差は100MTにもものぼる。今後の環境により大きく変化すると見ていることがわかる。
- Energy Intelligenceは、2020年時点では低く、その後、2020年代後半にかけて、ShellのHighケースに迫る。
- Wood Mackenzie、Rystadは、ShellのLowケースに近い。
- IEAは、最も低い予測となっており、Shell Lowケースより-26MT、Highケースより43MTも低い(2023年)。

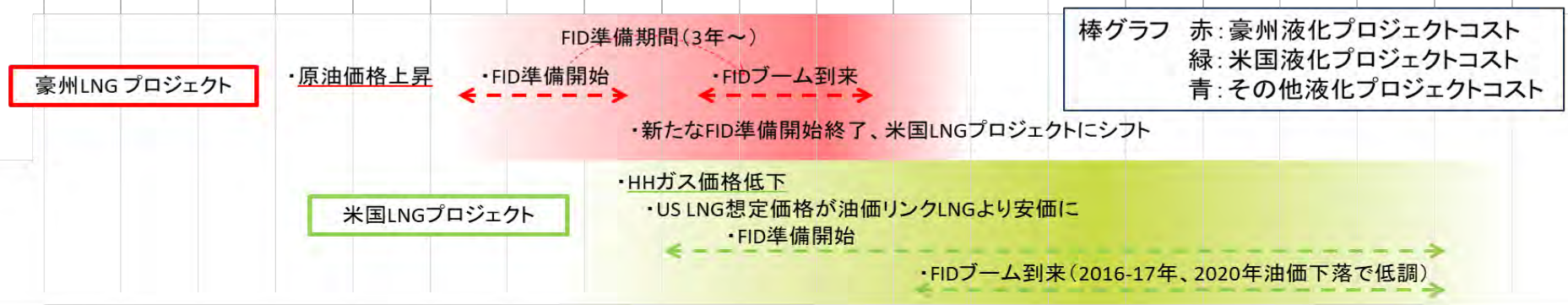
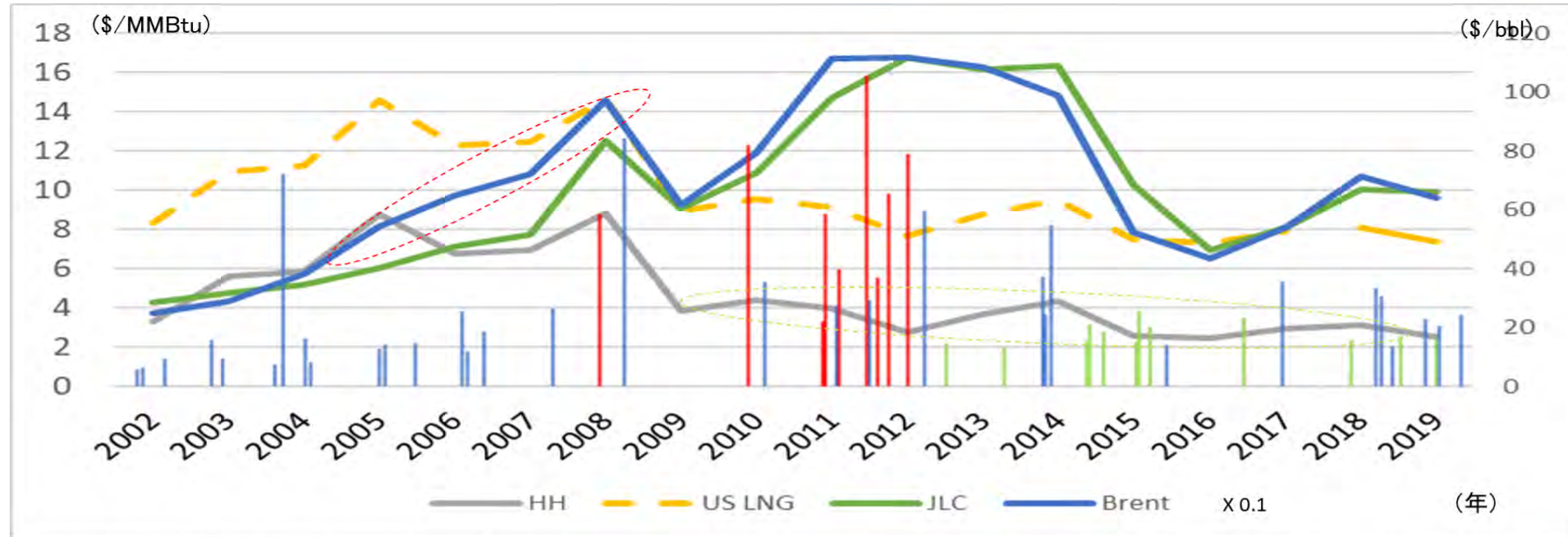
LNG市場の成熟（LNGのコモディティ化）



- 1969年、LNGの商業的取引開始。
- LNGプロジェクトはコストが大きく、20年間等にわたる長期契約が基本。
- 1980年代以降、価格指標はJCC (Japan Crude Cocktail) リンクで決定されることとなった。
- 2004年以降、油価が徐々に上昇し、長期契約油価リンクLNGから、大きな超過利潤がもたらされるに至った。
- 採算性のある見込みとなった豪州北西部のLNGプロジェクトの具体的な検討が始動。その後、多くのプロジェクトがFID (最終投資決定、Final Investment Decision)。
- 2000年代後半、米国では、水平坑井技術、水圧破碎技術、マイクロサイズミック技術の改良が進められ、シェールガス生産コストが引き下げられた。これがシェール革命を引き起こし、2008年前後から、北米では、シェールガスが低価格で安定的に生産されるようになった。その後、米国産HHリンクLNG価格が、JCCリンクLNG価格を下回る見通しとなり、米国産LNGプロジェクトの検討が本格的に開始された。
- 現在では、多くのLNGが供給されるようになり、市場の需給で価格が決定されるスポットLNGと、油価リンクで取り引きされる長期契約LNGの2つの分野で取引がおこなわれている。

(各種資料によりJOGMEC作成)

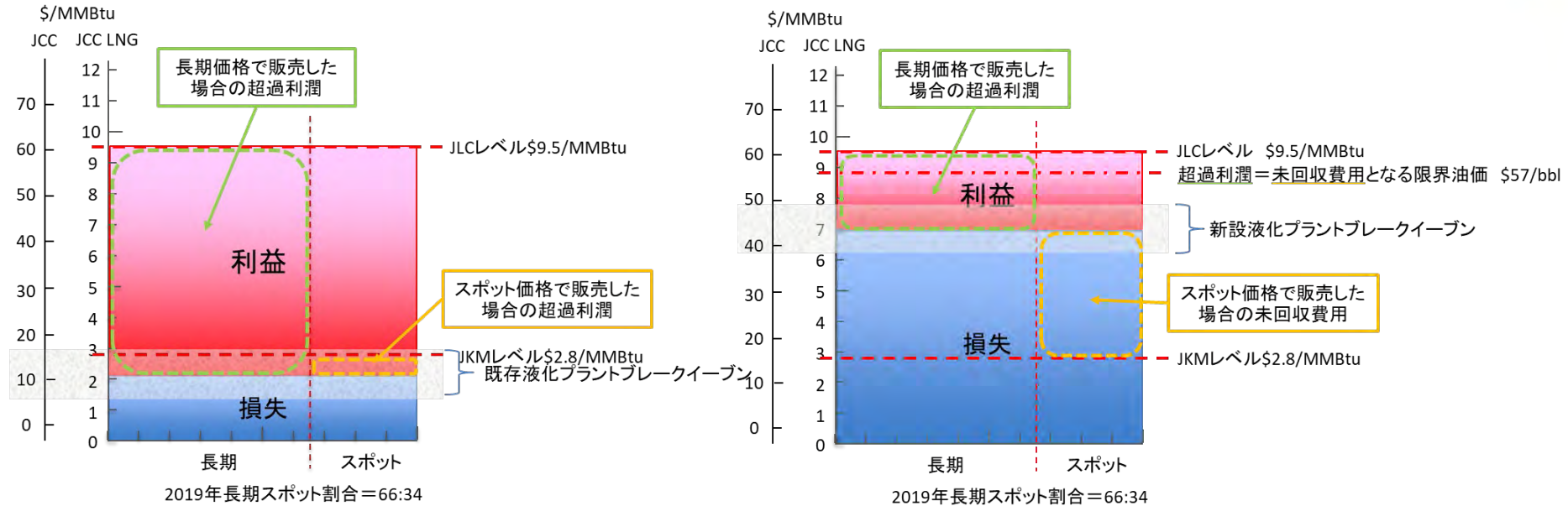
原油価格上昇とLNG液化プロジェクトFID



原油価格上昇とLNG液化プロジェクトFID

(GIIGNL他、各種資料によりJOGMEC作成)

LNG液化プロジェクトの利益構造



既設液化プロジェクト(減価償却完了)の場合

- 油価リンクLNG価格(\$9.5/MMBtu)と、減価償却を完了した既存LNG液化プロジェクトのコスト(\$2/MMBtu)との差が大きく、非常に大きな超過利潤を得ることができる。
- 低位で推移するスポット価格(\$2.8/MMBtu)での販売からも、油価リンクほどではないが、超過利潤を得ることができる。

新規液化プロジェクト(減価償却未完)の場合

- 油価リンクLNG価格(\$9.5/MMBtu)と、減価償却を完了していない新規LNG液化プロジェクトのコスト(\$7/MMBtu)との差から、超過利潤を得ることができる。
- 低位で推移するスポット価格(\$2.8/MMBtu)での販売では、コストが回収できない。ただし、長期油価リンク価格で販売したLNGからの超過利潤と差し引きすれば、赤字にはならず、\$57/bblがブレイクイーブンとなる。

LNG液化プロジェクトの利益構造イメージ(2019年)

(各種資料によりJOGMEC作成)

2020年12月-2021年1月、LNG需給逼迫経緯



- IEAガスマーケットレポート2Q-2021によると、2021年1月、北東アジアは寒波に見舞われ、LNG供給量の減少やLNG輸送の物流上の制約も相まって、局所的にLNGが不足し、LNGスポット価格が前例のないレベルに高騰した。
- 日本の1月の電力需要は、前年を大きく上回った。再稼動した9基の原子炉はそのうち3基しか稼動しておらず、さらに積雪の影響で太陽光発電の出力も低下した。その結果、電力市場が逼迫し、卸電力価格が過去最高となった。暖房シーズンを迎えるにあたり、LNGの在庫が例年よりも少なかった電力会社は不意打ちを食らった。アジアのスポットLNG価格は史上最高値を記録し、LNG輸送のボトルネックにより多くのデリバリーが遅れた。
- 韓国では、暖房シーズンにおいてLNGの逼迫による影響はほとんどなかった。1月のLNGスポット価格は記録的な高値となったが、電力の卸売価格は通常の範囲内で安定していた。また、1月のLNG輸入量は対前年同月比で1%減少したが、原子力発電量は対前年同月比で18%増加した。
- 中国の1月のガス需要は、暖房需要の増加に加え、好調な景気回復により、対前年同月比で23%増加した。しかし、パイプラインによるガス供給ではその一部しかカバーできず、記録的な需要を満たすために、LNGを追加調達した。LNGの輸入量は1月に38%と大幅に増加したが、優先順位の低い部門へのガス供給抑制を回避するには不十分であった。国内ローリー出荷LNG価格にも表れており、一部の都市では10,000元/t(\$28/MMBtu)に達し、2017/18年冬のガス不足以来の水準となった。
- 一方、欧州からはLNGカーゴが北東アジアに向けて流出し、12月中旬から1月中旬にかけてLNGの輸入量は対前年同期比で40%近く減少したものの、パイプラインガスの輸入が増加したことや、地下ガス貯蔵からの引き出しなどにより、LNG輸入の減少を補った。

(IEA他、各種資料によりJOGMEC作成)

2020年12月-2021年1月、LNG需給逼迫経緯

LNGの在庫の推移

- 12月上旬までは冬季の需要増に備え、LNG在庫量は全国的に増加傾向であったが、**電力需要が例年に比べて大幅に増えたこと等により、12月中旬以降大幅に下落。**
- **1/10頃が在庫下振れのピーク**であり、12月上旬の水準までは戻っていないものの、**在庫量は回復傾向。**

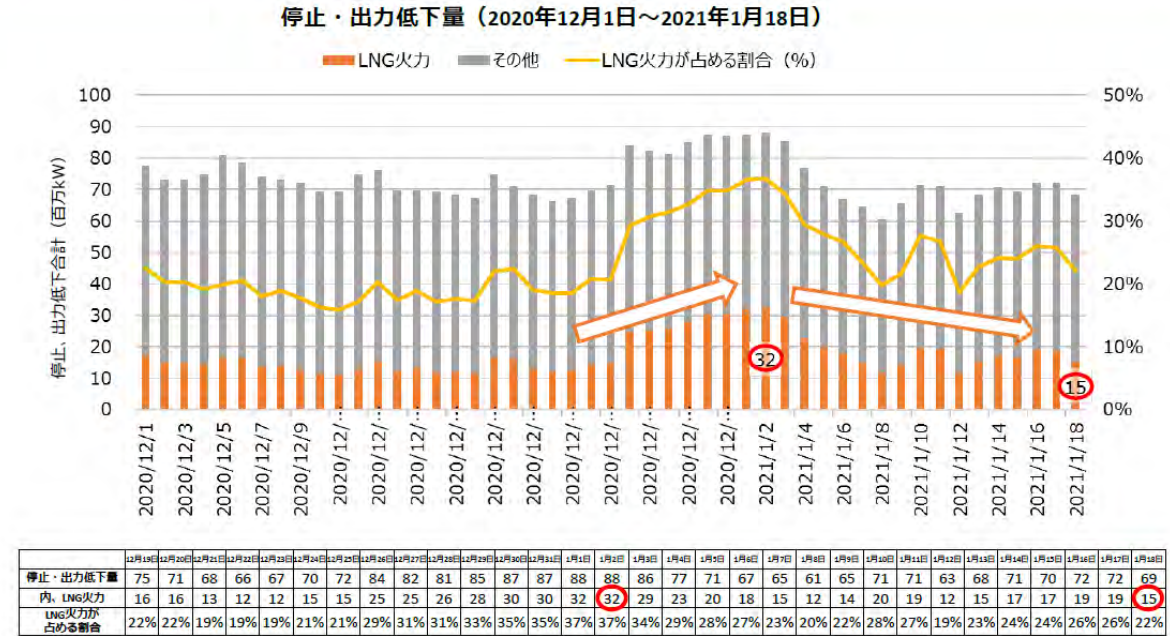


※旧一般電気事業者へのヒアリングを元に資源エネルギー庁作成

15

LNGの停止・出力低下の状況

- 発電情報公開システム(HJKS)におけるLNG火力の停止・出力低下量は、**12月末から1月初めにかけて約30百万kWまで増加**したが、その後、減少に転じ、**足下では約15百万kWに半減。**

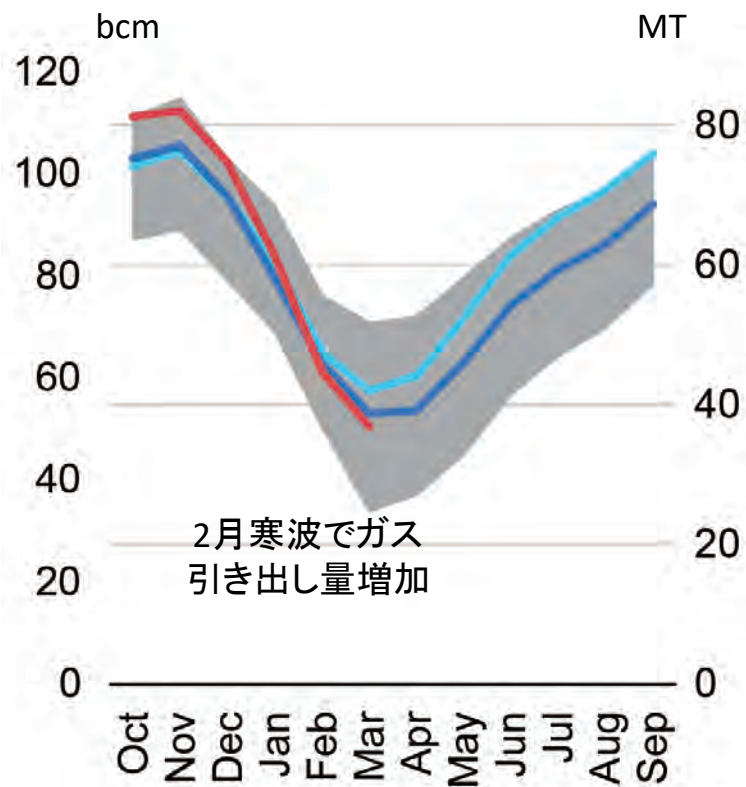


※ 発電情報公開システム(HJKS)より事務局作成

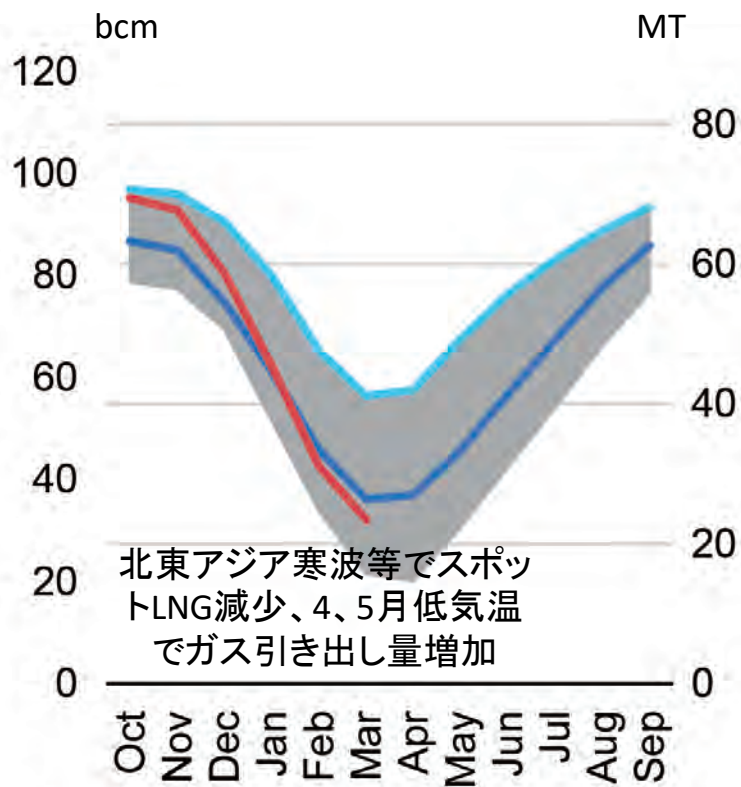
16

世界のガス在庫(2021年)

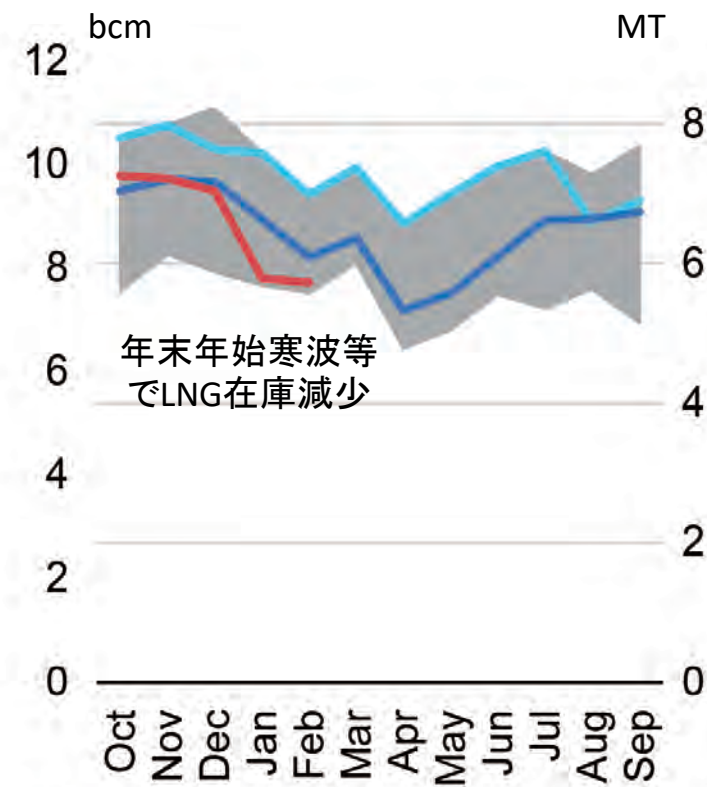
米国



欧州



日本、韓国

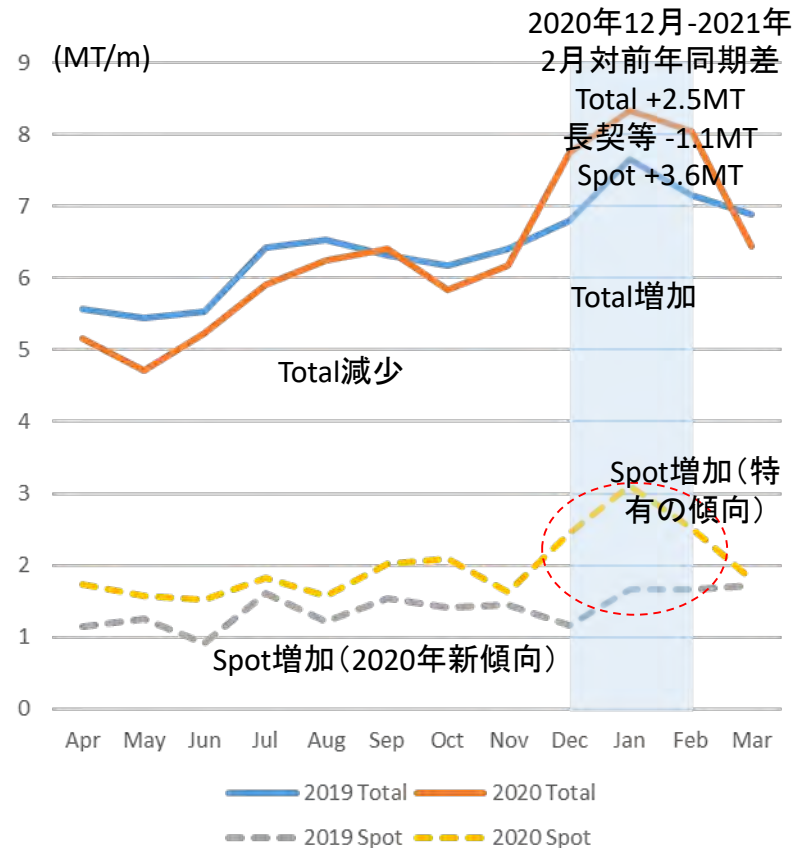


■ 2016 - 2020 range — 2019/20 — five-year average — 2020/21

米国、欧州、日本・韓国のガス・LNG在庫推移

(IEA他、各種資料によりJOGMEC作成)

2020年12月-2021年1月、日本の月別LNG輸入量

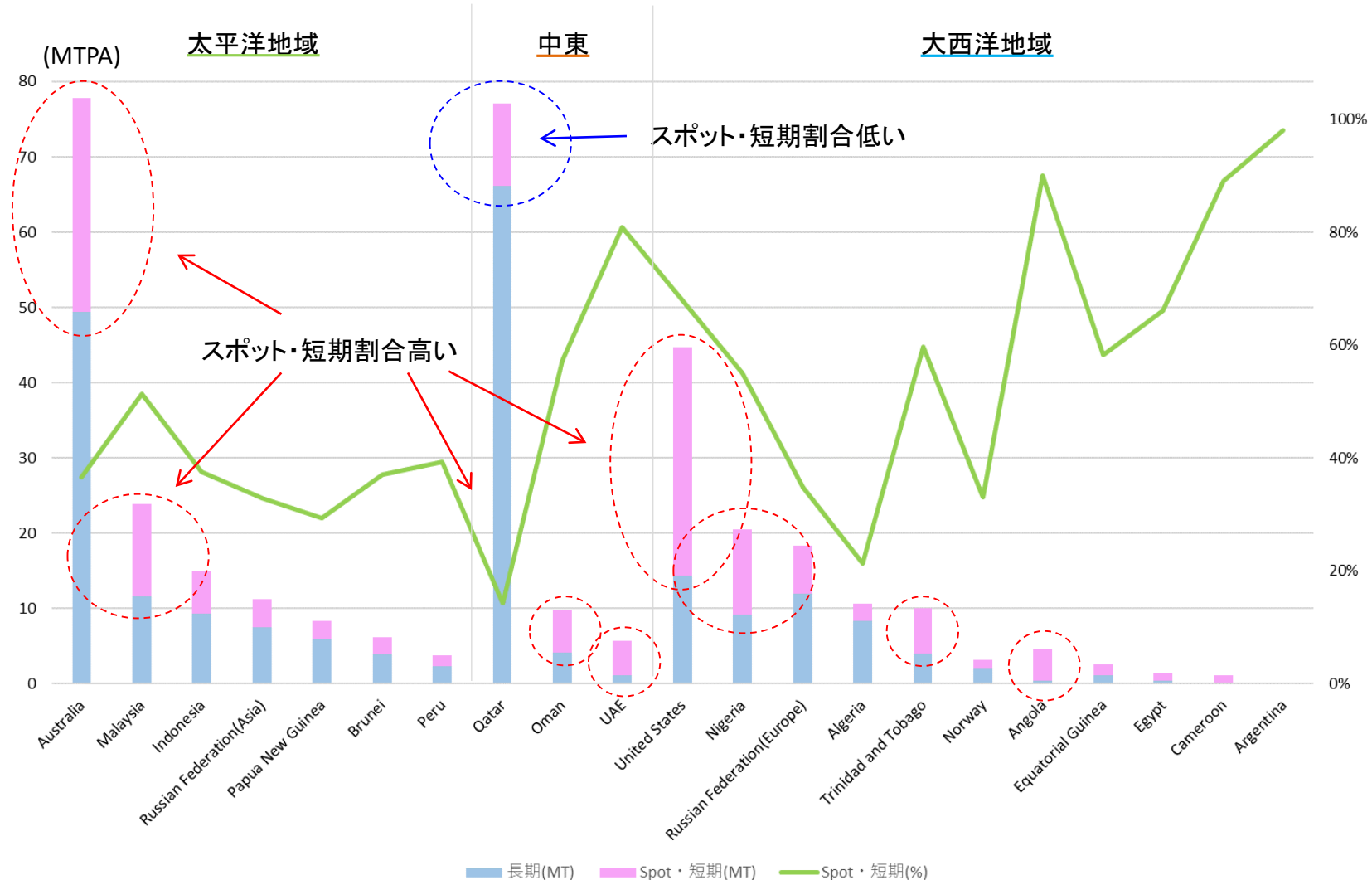


日本の月別LNG輸入量(2019/20年)

- 毎月の長期契約等LNG輸入量は、前年度よりも低いレベルで推移した。
- ここ数年は、LNG需要の減少に伴い、スポットLNG輸入量は減少してきたが、2020年度は、当初から秋口まで、スポットLNG輸入量は高いレベルで推移した。
- LNG需給逼迫期間においては、スポットLNG輸入量が大幅に増加した。この期間の長期契約等LNGは1.1MT減、スポットLNGは3.6MT増、合計LNG輸入量は2.5MTの増加となった。
- 毎月の合計LNG輸入量は、LNG需給逼迫期間以外は、前年度より低い値を示した。

(GIIGNL他、各種資料によりJOGMEC作成)

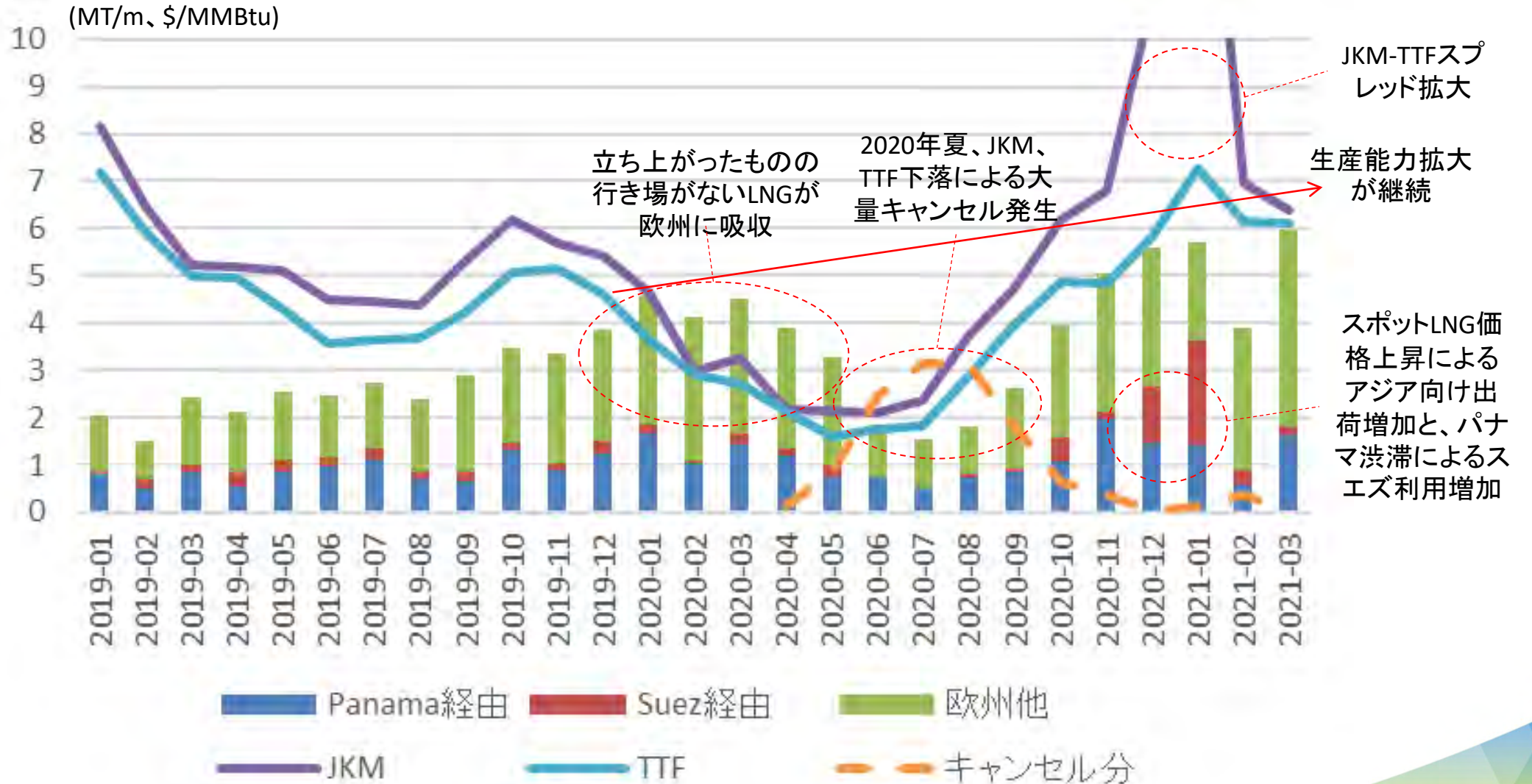
スポット・短期LNG出荷割合(2020年)



LNG生産国の長期/スポット・短期取引実績(2020年)

(GIIGNL他、各種資料によりJOGMEC作成)

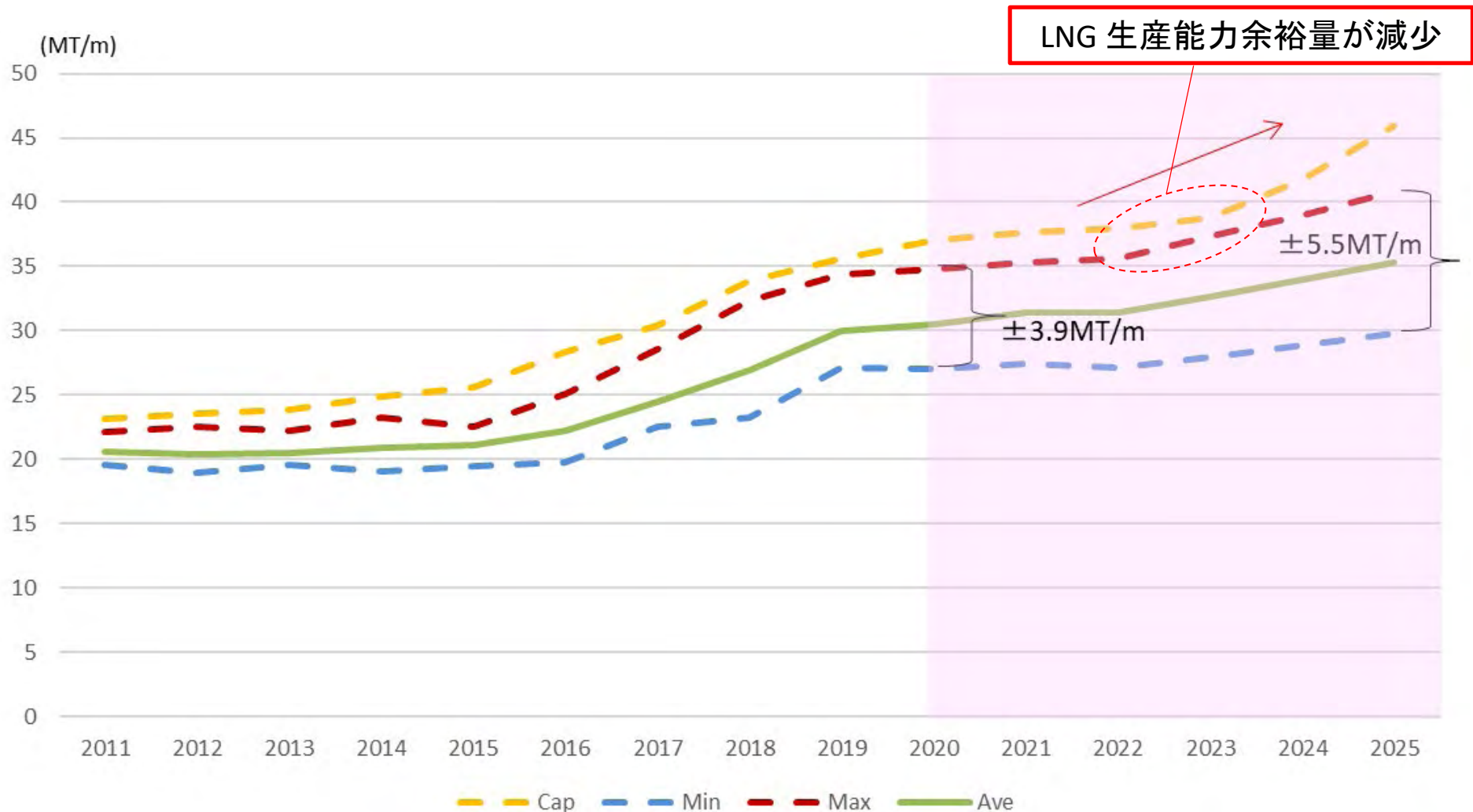
世界初のLNGスイングプロデューサー、瞬発力も高い(米国)



スポットLNG価格と米国月別LNG輸出货量

(Kpler他、各種資料によりJOGMEC作成)

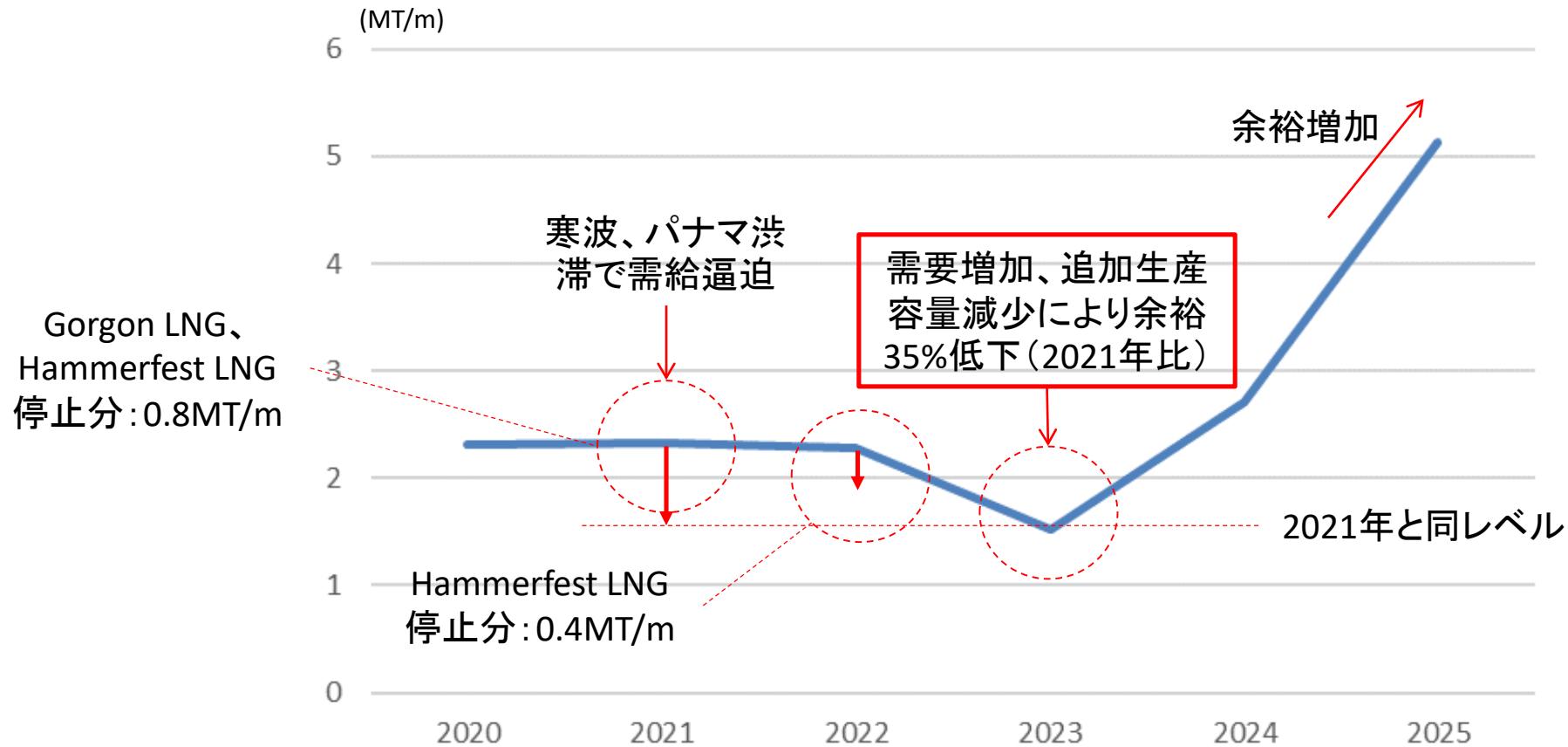
LNG需要レベルと変動予測(世界)、需要変動は拡大



世界の月別LNG輸入量予測(最大、最小、2021年以降伸び率4%/年) (Kpler他、各種資料によりJOGMEC作成)

LNG需要レベルと変動予測(世界)

2022-23年ピークは需給逼迫に注意

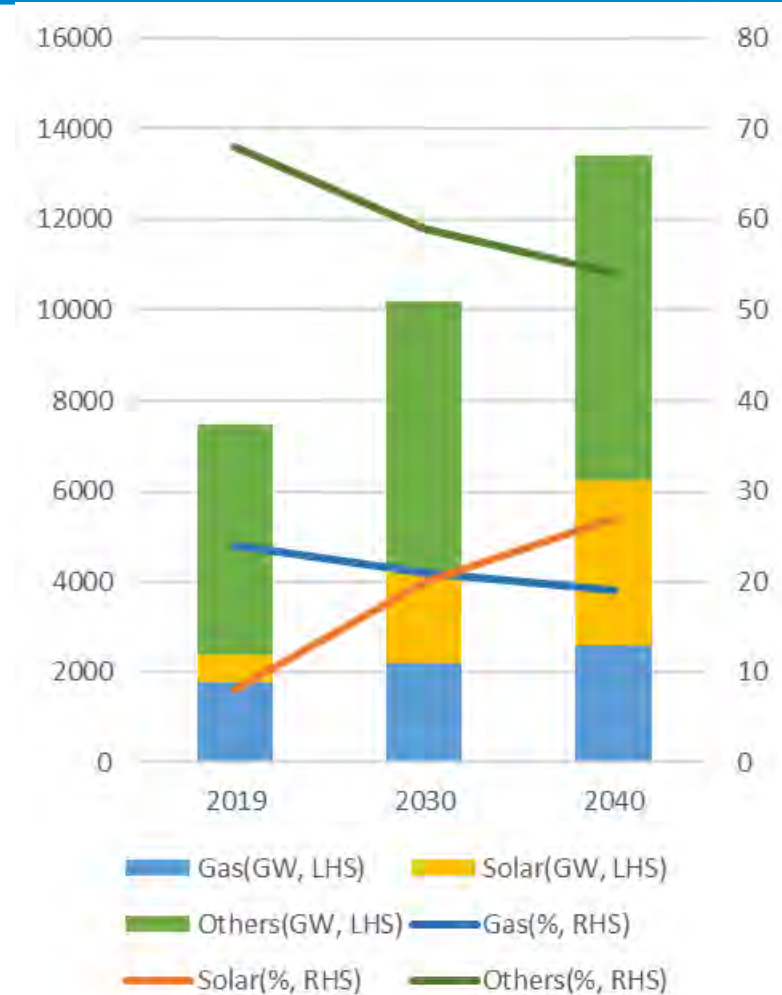


世界の月別LNG生産能力ー最大LNG需要量予測(2021年以降LNG需要伸び率4%/年)

(Kpler他、各種資料によりJOGMEC作成)

世界的な太陽光発電増加で、ガス発電への負荷 = LNG需要変動拡大

- IEA WEO2020 (World Energy Outlook)によると、世界の発電設備容量は、2030年には1.4倍、2040年には1.8倍に拡大する(対2019年比)。
- なかでも太陽光発電は急激に増え、その割合は、2019年の8%から2040年には27%に増加する。
- 天然ガス発電容量も増加するものの、その伸びは太陽光発電には及ばない。
- 天然ガス発電容量と太陽光発電容量の比は、2019年の1:0.25から、2030年には1:1と等しくなり、その後、2040年には1:1.4と、太陽光発電の割合の方が大きくなる。
- 高性能蓄電池が開発が大きく進展しない場合、リニューアブルによる発電出力変動対策としての天然ガス発電の負荷変動はより大きくなり、ひいては、LNGの需要変動を拡大させると考えられる。



世界の電源別発電容量の変化

(IEA他、各種資料によりJOGMEC作成)

デマンドクリエーションでセキュリティ向上 JOGMEC出資・債務保証を海外LNG関連事業に拡充

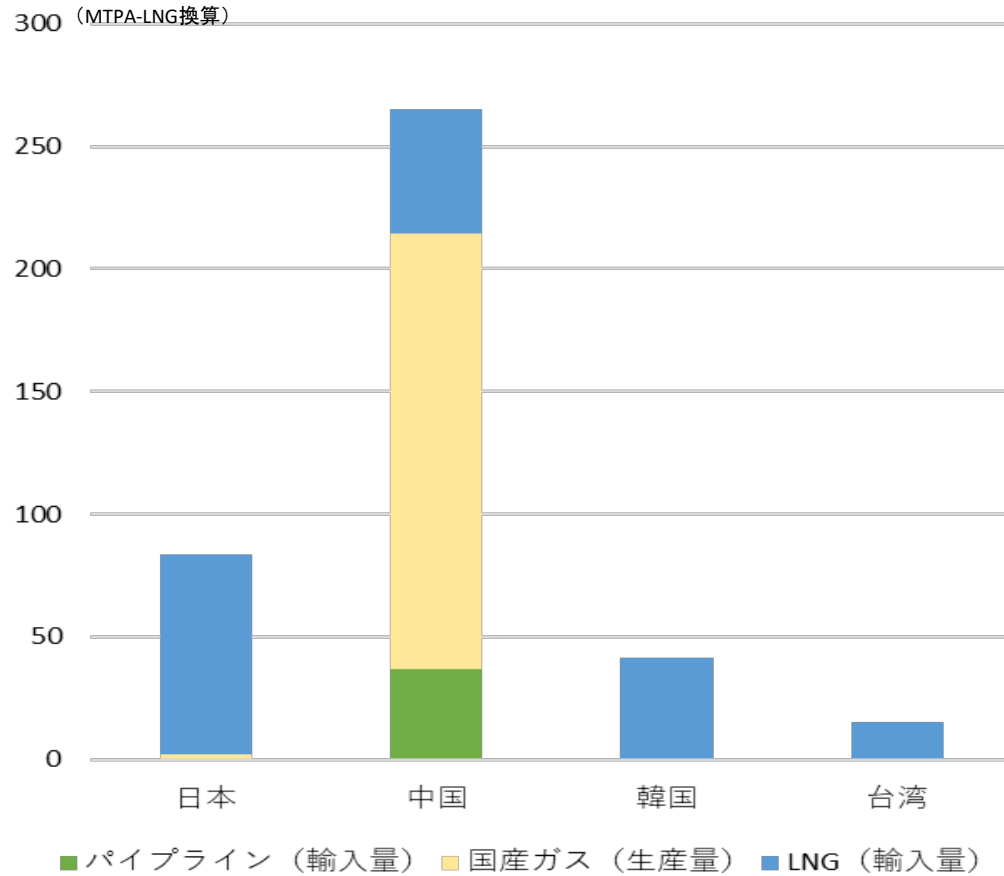
- 2020年6月、JOGMECは、政府が発表した「新国際資源戦略」に基づき、日本企業向けの新たな金融支援プログラムを開始。
- 出資・債務保証による支援を、日本企業が関与するLNG受入基地やFSRU、貯蔵設備、積替設備等のLNG関連事業にも拡充。
- 日本企業によるLNG取引量のさらなる増加を目指し、アジア・太平洋地域の新興国での大きな需要を創出し、LNG市場を確立することで、アジア・太平洋地域、および、日本への安定的な供給を確保することを目的としている。



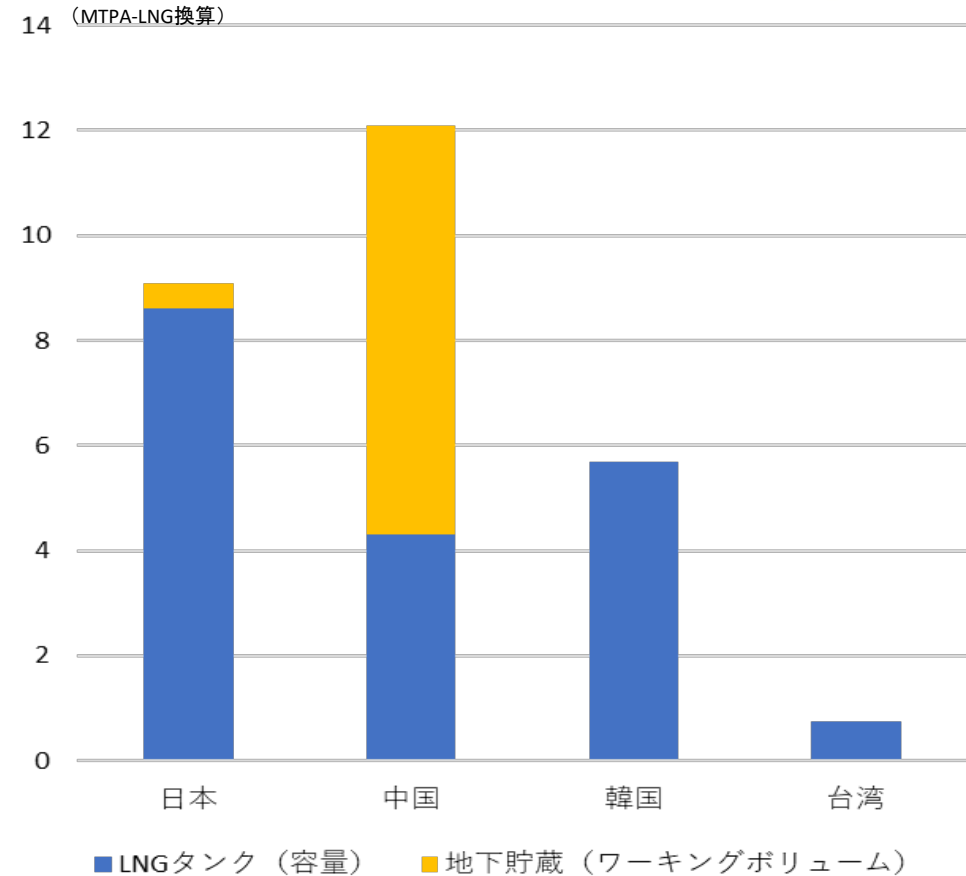
JOGMECの支援拡充

参考文献:石油・天然ガス資源情報:天然ガス・LNG最新動向 —スポットLNG価格急騰! 2020年トラブル頻発とパナマ運河制約で激変迫るLNG物流—(2020/12/24)

北東アジアのガス供給、ガス・LNG貯蔵



北東アジア天然ガス・LNG供給内訳(2018年)



北東アジア天然ガス・LNG貯蔵容量内訳(2018年)

参考文献:石油・天然ガス資源情報:天然ガス・LNG最新動向 —スポットLNG価格急騰! 2020年トラブル頻発とパナマ運河制約で激変迫るLNG物流—(2020/12/24)

新たなリスク、欧州メタン戦略

- 2019年12月の「欧州グリーンディール」に続き、2020年10月、欧州委員会（EC、European Commission）は、メタン排出削減に向けた「欧州メタン戦略」を発表。
- 欧州・国際面における、エネルギー、農業、廃棄物部門からのメタン排出削減に関する法的、非法的諸策を示している。2021年、法案提出。2025年施行予定。

内容

- 新しい測定基準OGMP2.0に基づく、より正確な測定・報告・検証（MRV、Measurement, Reporting and Verification）の導入。
- 国際的なメタン排出量観測所の設立。
- 衛星を利用したメタン排出量の検出と監視の強化。
- メタン排出量のMRVの義務化。
- 漏洩検知・修理（LDAR、Leak Detection and Repair）改善の義務化。
- 日常的なガス抜きとフレアリングの廃止。
- 日本、中国、韓国に働きかけ、化石燃料受入国連合を作る。
- 輸入される化石燃料に対するターゲットを設定（OGMP2.0:2025年、メタン放散0.2%）。
- 2021年9月の国連総会に向けて国際協調の道筋をつける。

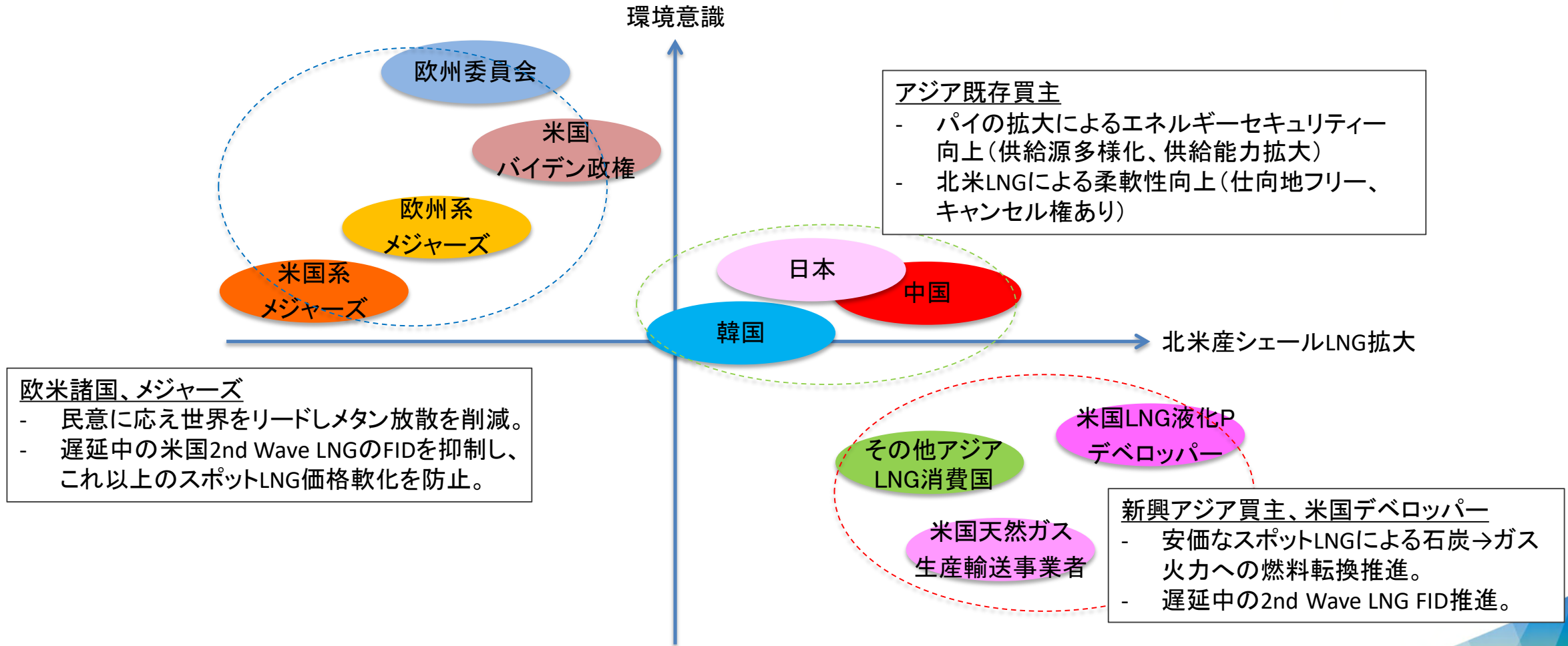


欧州メタン戦略
(EU Strategy to reduce Methane Emissions)

参考文献:石油・天然ガス資源情報:天然ガス・LNG最新動向 —新たな脱炭素処方箋:
欧州メタン戦略とカーボンニュートラルLNG、効能と副作用—(2021/4/13)

欧州メタン戦略を取り巻く相関図

(メタン放散削減 vs 米国産シェールLNG拡大)



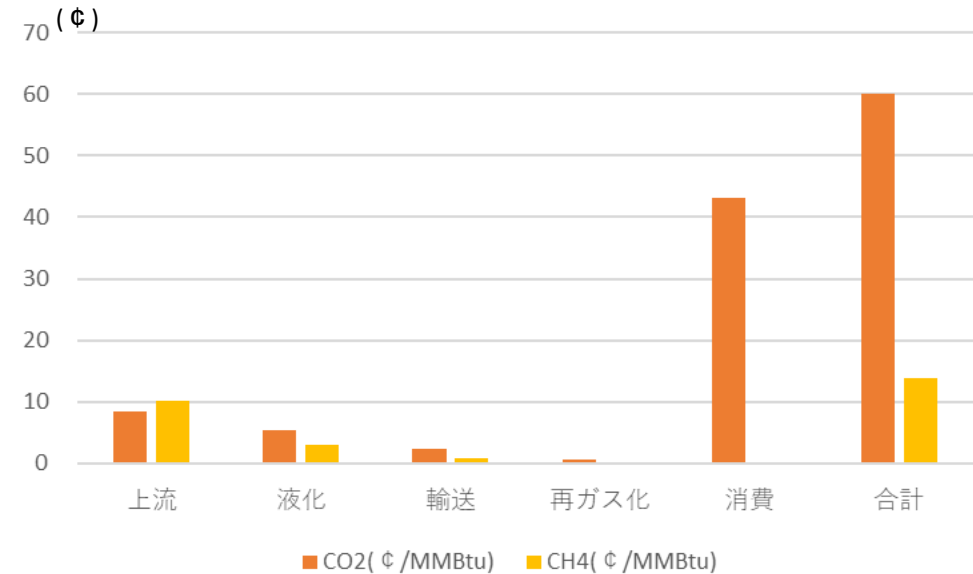
カーボンニュートラルLNGオフセットコストイメージ



- GIIGNLによると、森林再生プロジェクトを利用した場合には、\$10/t-CO2程度のオフセットコストがかかる。LNGカーゴ1隻分を3.5-4TBtuと仮定すると、CO2排出量は25万t-CO2/隻となり、LNGカーゴ1隻あたりのコストは、\$2.5M、熱量当たりでは、60 ¢ /MMBtu。
- これまで主にアジア地域で取引されてきたカーボンニュートラルLNG(CN-LNG)は、CO2のみをオフセットしており、メタン放散は含まれていない。
- メタンの平均的な放散率0.95%を追加すると、全体のオフセットコストは、CO2のみの場合の1.3倍となる。上流ガス生産、液化段階のメタン排出量の影響は、CO2排出量と同等であることがわかる(GWP100 = 28を使用)。
- CO2とメタンを合わせた、最終消費段階までのカーボンオフセットの総コストは、75 ¢ /MMBtuとなる。(CO2: 60 ¢ /MMBtu、メタン: 15 ¢ /MMBtu)。北米産シェールLNGのメタン放散量を2.3%と仮定すると、カーボンオフセット総コストは、96 ¢ /MMBtuまで上昇する。
- LNG価格は1割程度上昇する。

LNGバリューチェーンにおけるGHG (CO2、CH4) 発生量

ステージ	CO2排出(%)	メタン放散(%)
上流	14	0.7
液化	9	0.2
輸送	4	0.05
再ガス化	1	0
消費	72	0
合計	100	0.95



LNGバリューチェーンにおけるGHG (CO2、CH4) オフセットコスト

(GIIGNL、Gas Strategies、Balcombe他、各種資料によりJOGMEC作成)

- 世界の1次エネルギー需要中、天然ガスは1/4を占める。その1/4がLNGとしてトレーディングされ、その割合は増加。
- 2020年、コロナ禍でも、高い耐性を示し、世界のLNG貿易量は、0.4%の増加。
- LNG市場のコモディティー化が進み、スポットLNGの割合が増加。
- 油価にリンクする長期契約LNG価格と、需給で決定されるスポットLNG価格の乖離が進む。
- LNG需要は、リニューアブルと相性によりエネルギーとして、今後、2040年以降も順調に拡大が見込まれる。
- 2020-21年冬期には、突然の寒波襲来、世界中の液化設備のトラブル多発、パナマ運河渋滞によるLNG輸送能力減少により、LNG需給ひっ迫が発生。
- 日本は調達力を生かし、米国LNG等、多くのスポットLNGを調達した。
- スポットLNG割合や太陽光発電の増加とともに、月別需要変動が大きくなり、冬期ピーク期における生産量と需要量の差(=余裕量)が減少する傾向がみられる。特に、2022-23年ピーク期は注意が必要。
- アジアのデマンドクリエーションにより、LNGサプライチェーンの強化を狙う。
- 欧州メタン戦略、カーボンニュートラルLNG等、環境政策対応が新たなリスクとして浮上。