

メタン排出管理に関する国内外の動向

化石エネルギー・国際協力ユニット
ガスグループ 松倉誠也*、橋本裕**

1. はじめに

現在、世界中の石油・天然ガス関連企業が、脱炭素社会の実現を目指し、温室効果ガス（Greenhouse Gas, GHG）の削減に取り組んでいる。これまで GHG の代表格として、二酸化炭素（CO₂）への対策が国際的な枠組みの下で進められてきたが、近年メタン（CH₄）でも同様の動きが広がり、新たな局面を迎えている。また、日本が世界最大の輸入量を誇る液化天然ガス（Liquefied Natural Gas, LNG）においても、上流開発・輸送・消費のバリューチェーンにおけるメタン排出の測定・報告・認証（Measurement, Reporting and Verification, MRV）に関する方法論などが既に世界中で議論され始めている。これらメタン排出管理の取り組みが活発化している要因には、CO₂と比較して、メタンの温室効果は 100 年間で 28 倍、20 年間で 84 倍程度と相対的に高い点が挙げられる。加えて、自然放出や農業由来のメタン排出と比較して、エネルギー由来のものは抑制の余地が大きいとされる点がある。これらの背景から、石油・天然ガス輸出国である米国では既にメタン排出を抑制する政策を進めており、一大需要地の欧州でも 2020 年 10 月に策定された EU メタン戦略に基づき、MRV の標準化作りを進めている。さらに 2021 年 11 月には、英国主催の COP26 において、2030 年までに 2020 年比でメタン排出量を世界全体として 30%削減する Global Methane Pledge (GMP) の取り組みに 100 カ国以上が参加するに至り、2022 年 11 月にエジプト主催の COP27 で同取り組みは 150 カ国以上に拡大した。本稿では、近年急激な拡大を見せるメタン排出管理の動きについて、世界の現状や取り組みを紹介し、日本の対策及びその課題等をまとめる。

2. 世界のメタン排出の状況

本章では各国政府が算出するメタン排出量の報告値、及び研究機関の取りまとめた推定データを分析し、世界のメタン排出量の状況を整理する。

2-1. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 気候変動に関する政府間パネル)

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、世界気象機関（WMO）及び国連環境計画（UNEP）によって 1988 年に設立された政府間組織であり、現在 195 の国や地域が参加している。IPCC は気候変動に関する最新の科学的知見について評価を行い、2 種類の報告書（定期的な報告書、テーマを限定した特別報告書）を作成している。

* 日本エネルギー経済研究所 ガスグループ 主任研究員

** 日本エネルギー経済研究所 ガスグループ マネージャー 研究主幹

	科学的な知見 (IPCC)	国際交渉 (UNFCCC)
1990年	1990年 第1次評価報告書 (FAR)	1992年 国連環境開発会議 (地球サミット)
1995年	1995年 第2次評価報告書 (SAR)	1994年 気候変動枠組条約発効
2000年	2001年 第3次評価報告書 (TAR)	1997年 COP3(京都) 京都議定書採択
2005年	2007年 第4次評価報告書 (AR4)	2001年 第3次評価報告書 (TAR)
2010年		2010年 COP16 (カンクン合意)
2015年	2013-14年 第5次評価報告書 (AR5)	2015年 COP21 (パリ協定)
2020年	2018年 1.5度特別報告書	2021年 COP26 (パリ協定ルールブック完成)
	2021-22年 第6次評価報告書 (AR6)	

図 2-1-1： IPCC と UNFCCC の関係

出典：資源エネルギー庁

IPCC の定期的な報告書は、1990 年の「第 1 次評価報告書 (FAR)」から始まり、5～8 年に一回程度の頻度で作成され、2023 年 3 月に「第 6 次評価報告書 (AR6)」統合報告書が公表された。これら IPCC の報告書は、世界中の政策決定者から引用され、気候変動枠組条約 (UNFCCC) を始めとする国際交渉や、国内政策のための基礎情報となっている。

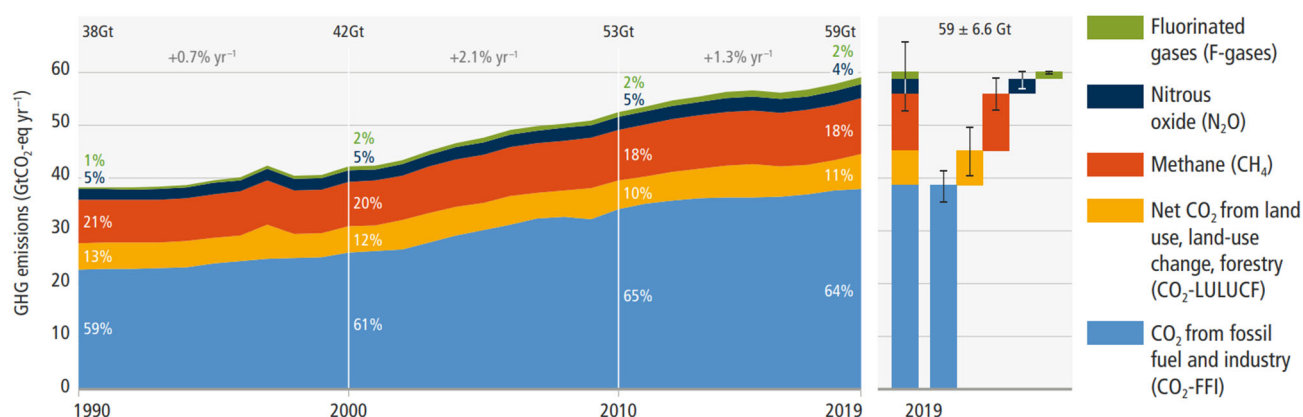


図 2-1-2：世界全体の正味の人為的 GHG 排出量 (1990-2019)

出典：IPCC 第 6 次評価報告書 (第 3 作業部会) (2022)

2021 年 8 月公表の IPCC 第 6 次評価報告書 (第 1 作業部会) によると、「工業化以前の時代以降の大気中の CO₂、CH₄、及び一酸化二窒素 (N₂O) の増加は、人間活動によって引き起こされたことに疑う余地がない」と評価された。また、同報告書では、世界全体の GHG 排出量の構成は、2019 年に CO₂ が 75% (うち化石燃料由来が 64%)、CH₄ が 18%、N₂O が 4%、残りがフロン類 (フッ素化ガス) 等の 2% とされる。その中で CH₄ 濃度は、過去 10 年間 (2010～2019 年) に平均 7.6 ± 2.7 ppb (1 ppb = 1 mg / 10³ kg) /年の割合で増加したが、過去 6 年間 (2014～2019 年) は 9.3 ± 2.4 ppb/年と加速しており、支配的な要因は人間活動由来とされた。特に、2007 年以降は、主に化石燃料及び農業 (大半が家畜由来) が主因とされる。

2-2. IEA (International Energy Agency, 国際エネルギー機関)

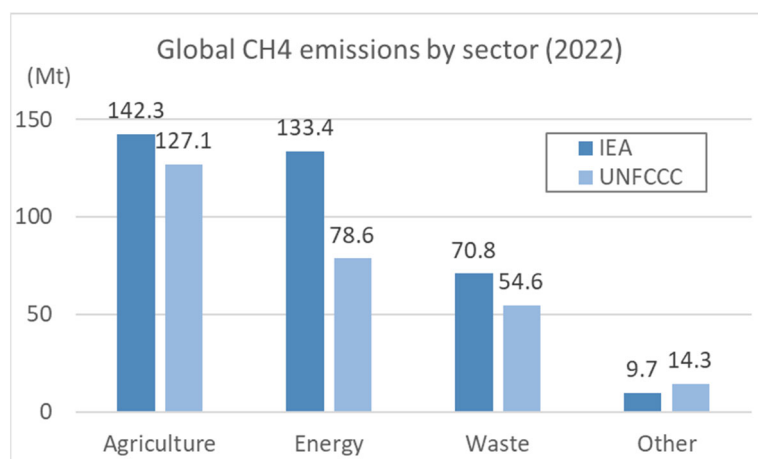


図 2-2-1：世界のメタン排出量データの差異（IEA 対 UNFCCC）（2022）

出典：IEA Methane Tracker 2023 より著者作成

2023 年 2 月に公表された、国際エネルギー機関（IEA）の Global Methane Tracker 2023 によると、そのメタン排出量は UNFCCC など諸国政府が公式に報告する値よりも全体的に大きいとしており、各々の集計方法に関して、改善の余地は大きいと推定される。特に、エネルギー部門でのメタン排出は公式報告値よりも 70% 大きいとしており、排出係数などへの実測値の反映などの業界の取り組みが今後期待される。

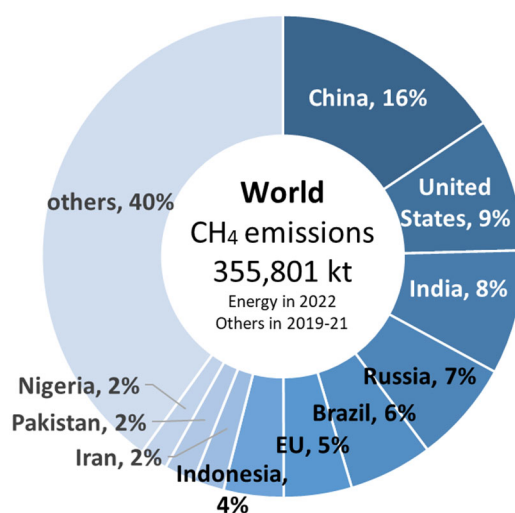


図 2-2-2：世界のメタン排出量（国別シェア）

出典：IEA Methane Tracker 2023 より著者作成

IEA によると、世界のメタン排出量は、2022 年に 3 億 5,580 万トンと推定され、前年の 3 億 5,689 万トンから 0.3% 減少した。国別での最大は中国の 5,568 万トン（シェア 16%）となり、次いで米国の 3,184 万トン（同 9%）、インドが 2,967 万トン（同 8%）と続く。日本は 154 万トン（同 0.4%）となっている。

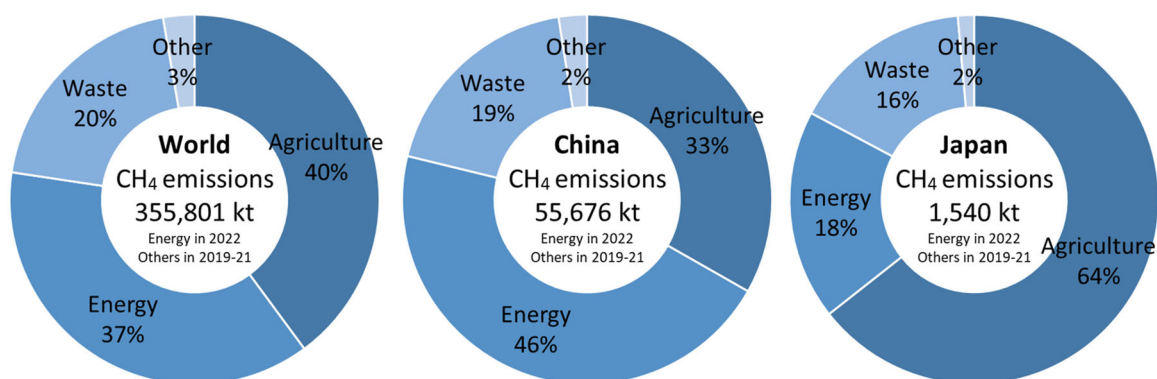


図 2-2-3：メタン排出量の国別構成比（世界、中国、日本）（2022）

出典：IEA Methane Tracker 2023 より著者作成

IEA によると、世界の最も大きなメタン排出源は、農業由来の 40%とされ、次いでエネルギー由来の 37%、廃棄物由来が 20%、その他が 3%と続いている。しかし、中国ではエネルギー由来が 46%、日本では農業由来が 64%と、各国の状況により注力すべき分野は様々である。

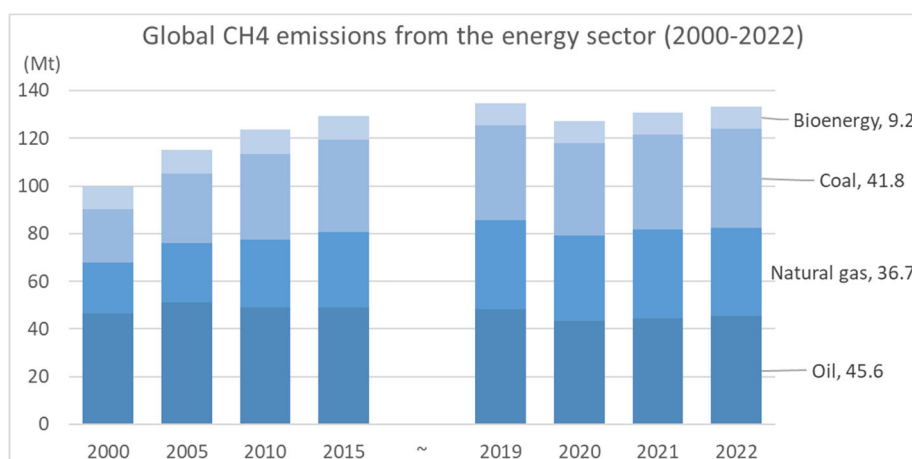


図 2-2-4：世界のエネルギー起源メタン排出量の推移（2000-2022）

出典：IEA Methane Tracker 2023 より著者作成

IEA によると、エネルギー部門のメタン排出は 2022 年に 1 億 3,330 万トンと、前年の 1 億 3,090 万トンより 2%増加したが、過去最大となった 2019 年の 1 億 3,470 万トンよりも低下した。直近 10 年間ではその排出量はほぼ横ばいとなり、各国の排出量削減の取り組みが一部、功を奏している可能性がある。

3. 世界のメタン排出管理に関する動向

本章では、メタン排出管理を主導する米国と欧州を中心とし、各国の政策動向について記載する。また、メタン排出量の計測・報告・認証（MRV）の枠組みである OGMP 2.0 やそれらのチェック機関である IMEO、世界のメタン排出削減を目指す共同目標 GMP など、それぞれの動向をまとめる。

3-1. 米国の動向

米国オバマ政権において、米国環境保護庁（EPA）は、2012 年 8 月に石油・天然ガスの排出源区分に対する新規排出源性能基準の見直し（New Source Performance Standards, NSPS 2012）を発表した。その後、オバマ政権は、2013 年 6 月に国内 GHG 排出を抑制する気候行動計画（Climate Action Plan to cut the pollution）を発表し、2014 年 3 月にメタン排出削減戦略（Climate Action Plan – Strategy to Reduce Methane Emissions）を制定した。その後、2016 年 5 月には EPA が石油・天然ガス生産からのメタン排出を管理する新たな規制（NSPS 2016）を採択した。しかし、2017 年 1 月にトランプ政権が誕生後、2019 年 8 月に EPA の同排出規制を撤回し、2020 年 9 月に輸送・貯蔵部分の対象ガスからメタンを削除した。

そして、2021 年 1 月に民主党のバイデン大統領が就任し、2021 年 4 月に米連邦議会上院は、オバマ政権が設定した 2012、2016 年の石油・ガス事業からのメタンガス排出規制（NSPS）を復活するメタン排出規制復活案を採択した。また、2022 年 1 月に米国は、メタン排出削減行動計画（U.S. Methane Emissions Reduction Action Plan）を制定し、2022 年 8 月にインフレーション抑制法（Inflation Reduction Act, IRA）を発表。メタン削減技術の早期実施のインセンティブを与え、一定基準を超える排出がある石油・ガス設備に排出課金を行うとした。さらに、2022 年 11 月に EPA はメタン規制を拡大、国内の全掘削サイトで漏洩を発見し塞ぐことを掘削業者に義務付けるなど、矢継ぎ早にメタン排出抑制の政策を進めている

3-2. 欧州の動向

2020 年 10 月、欧州委員会（EC）は、メタン排出削減に向けた EU メタン戦略（EU Methane Strategy）を公表した。同戦略では、欧州、国際面でのメタン排出削減諸策を示し、エネルギー、農業、廃棄物部門での法的、非法的諸策を提案した。

また、2021 年 12 月に EC は、EU メタン排出管理法案（ガス法案パッケージ）を発表した。同法案では、3 つの政策改正案、(1) ガス消費を天然ガスから再生可能及び低炭素ガスに移行、(2) エネルギー部門のメタン排出削減、(3) 建物のエネルギー性能、を示した。特に (2)メタン排出削減の規制は、化石燃料のフレアリング、ベンティンクの禁止（Ban on Routine Venting and Flaring, BRVF）、EU 加盟国へのメタン排出監視、諸企業への漏洩検知・修理義務（Leak Detection And Repair, LDAR）を導入、輸入化石燃料に関する供給者側の MRV 手法・排出削減手法に関する情報の提出義務などを定めた。

さらに、2022 年 12 月、欧州理事会（首脳級）は、エネルギー部門のメタン排出追跡・削減案への原則合意に達し、石油・ガス・石炭部門に MRV の新たな義務を導入するとした。同案では、石油・ガス操業企業は、メタン排出を測量・報告を作成し、第三者の検証が必要となり、EU のエネルギー輸入のメタン排出も追跡されることとなる。また、新規則では、EU への石油、ガス、石炭輸入からのメタン排出透明性向上のため、グローバルのモニタリングツールを推進する、などが定められた。今後の焦点は、欧州議会での審議に移る。

3-3. OGMP（Oil and Gas Methane Partnership）

2020 年 11 月、OGMP は、メタン排出量の計測・報告・認証（MRV）の新たな枠組み OGMP 2.0 を発表した。前身の OGMP 1.0 は、2014 年の国連気候サミットにて、石油・ガス産業におけるメタン対策の自主的枠組みとして設立された。OGMP2.0 枠組みは、国連環境計画（UNEP）、欧州委員会（EC）、

環境防衛基金¹ (EDF)、及び CCAC (Climate And Clean Air Coalition) などを中心となり設立された。2014 年前身の OGMP 発足当初 6 社であったパートナー企業は、2023 年 3 月現在で 98 社まで増加している。現時点で日本企業は不参加だが、LNG 市場への影響力の大きさからも、OGMP 2.0 への参加が期待されている。

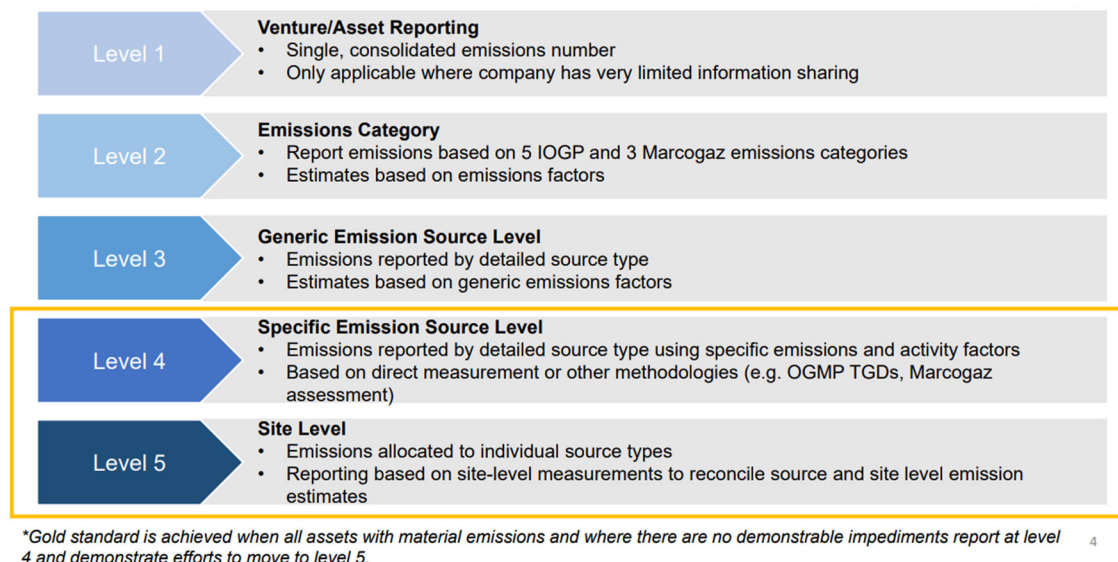


図 3-3：OGMP 2.0 におけるメタン排出量計測・報告の 5 段階レベル

出典：UNEP

OGMP 2.0 の排出量の計測・報告は 5 つのレベルに分別される。このうち、Level 1-3 では排出係数を用いた定量化であり、Level 4-5 では直接計測を用いた定量化が求められる。特に後者は Gold Standard と呼ばれ、Level 4 は現場測定などの Bottom Up 型、Level 5 はドローンや人工衛星などの Top Down 型の直接計測が求められる。また、参加企業は、取り組みへのコミットが加盟条件とされ、期限までの実現が絶対条件ではない。さらに、報告データは部門・排出源別のみ公表され、個別資産ベースでは公表されない。メタンのみを対象とし、CO₂ 等の他の GHG は対象外である。また、排出源は Scope 1 のみが対象で、Scope 2, 3 は対象外となり、CO₂ ベースの排出量計算には、地球温暖化係数² (GWP) は 72-85 倍の使用が推奨される。そして、OGMP 2.0 Technical Guidance Document (TGD) が発行されており、主要な排出源について Level 3 と 4 の具体的な方法論が示されている。ただし、事業主は異なる方法論を採用することも可能で、その場合は TGD と同等である証明が必要となる。

3-4. IMEO (International Methane Emissions Observatory)

2021 年 3 月、国連環境計画 (UNEP) が欧州委員会 (EC) と協力し、OGMP 2.0 報告のチェック機関として、国際メタン排出観測所 (IMEO) 創設を発表した。IMEO の役割としては、OGMP への報告

¹ EDF (Environmental Defense Fund) は、1967 年に米国で設立された非営利団体。漁業・環境・エネルギーの関係者など向けに協力支援を通じた活動を行っている。日本でも 2016 年に活動を開始し、2020 年に一般財団法人格を取得。

² CO₂ の温室効果影響を 1 とした地球温暖化係数 (Global Warming Potential, GWP)において、メタンの GWP は 100 年間で 28 倍、20 年間で 84 倍程度と温室効果が相対的に高いとされる。

を通じて企業のデータを収集し、排出量推計の正確性を高め、メタン排出状況に関する年次報告書を公表することにある。さらには、衛星による観測データを提供することで、企業の排出量報告を確認・裏付け・補完することが最大の目的となる。2021 年 10 月には G20 サミットにて同観測所の発足が報告され、OGMP 2.0/IMEO 初となる年次報告書 IMEO 2021 Report が公表された。同報告書においては、会員企業 74 社のうち、64 社（上流 12、中流 33、下流 19）が報告書を提出した。また、2022 年 10 月には IMEO 2022 Report が公表され、新たに 13 社（上流 10 社、中下流 3 社）が加わり、報告レベルとして、上流 36%、中流 56%、下流 10%が Level 4（Gold Standard）を達成するなど前年比で向上している。

3-5. OGCI (Oil and Gas Climate Initiative)

2014 年 1 月の世界経済フォーラム（ダボス会議）にて、石油・ガス業界の上流部門による自主的な取り組みとして、気候変動に対する協力協調を意味ある行動へと加速させる OGCI の構想が発表され、2014 年 9 月の国連気候変動サミットにて発足した。メンバー企業として、bp, Chevron, Shell などの石油メジャーズや国営会社等が 12 社³参加し、これらの企業で世界の石油・ガス生産の約 30%を占める。

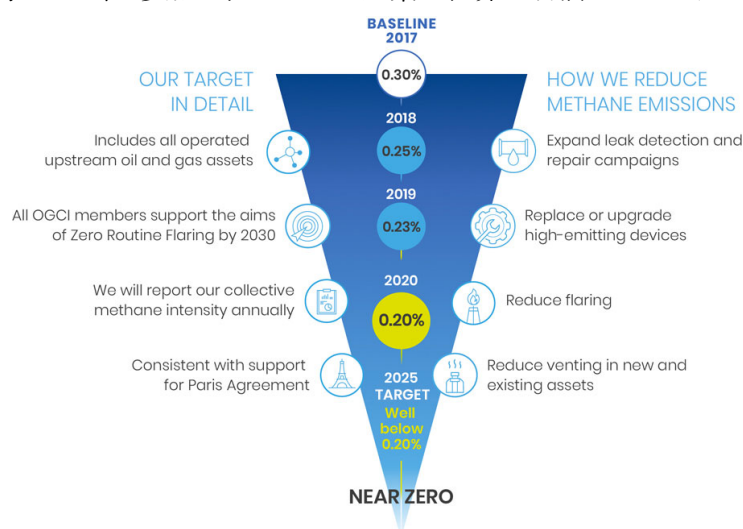


図 3-5：OGCI のメタン強度削減のターゲット

出所：OGCI

OGCI のターゲットは、石油・ガス業界（上流部門）における平均メタン強度を、2017 年のベースラインである 0.30 %から、2025 年までに 0.20 %を下回るレベルにまで削減することを目標としている。また、OGCI は 2016 年 11 月に今後 10 年間で 10 億米ドル規模を投資するファンド OGCI Climate Investments を設立した。エネルギー、産業、建物、商業輸送の各分野における低炭素ソリューションのグローバルな実施を加速させることを目指し、2023 年 3 月現在で 31 件（メタン排出削減 10 件、CO2 削減 12 件、CO2 リサイクル 9 件）の技術やプロジェクトに投資している。

さらに、OGCI は、2020 年 7 月に GGFR⁴およびコロラド州マインズ校のペイン公共政策研究所(PIPP)と共同で、世界中の石油生産拠点におけるガスフレアリングデータのマッピングや可視化等の特徴とし

³ OGCI メンバーについて、2018 年時点ではメキシコ PEMEX も加入していたが現在は脱退している。

⁴ GGFR (Global Gas Flaring Reduction Partnership)は、世界銀行が主導する、政府、石油会社、多国間組織からなるマルチドナー信託基金。世界中の石油生産現場における日常的なガスフレアの廃止を目指している。

たオンラインプラットフォーム Global Gas Flaring Explorer を開発するため、約 100 万米ドルの資金及び技術を援助すると発表した。世界銀行が 2015 年に提唱し、2030 年までに日常的なフレアリングを終わらせることを目指す Zero Routine Flaring by 2030 (ZRF) Initiative における監視・実証の向上が期待されている。その後、2022 年 6 月に各国は GGFR を支援するために 400 万米ドル（米国 150 万米ドル、ドイツ 150 万米ドル、ノルウェー約 100 万ドル）の拠出を発表している。

そして、OGCI は、2022 年 3 月に業界主導の取り組みとして自ら操業する石油・ガス資産からのメタン排出を 2030 年までにほぼゼロとすることを目指す Aiming for Zero Methane Emissions Initiative の発足を発表した。2022 年 6 月に QatarEnergy が同イニシアティブへの参加を発表し、当初 12 社の締結企業以外で参加する最初の企業となった。同年には Wintershall DEA、Neptune Energy、豪 Woodside Energy が続いた。さらに、2023 年 2 月には日揮ホールディングスが日本企業初となる参加を発表するなど、2023 年 3 月現在で 40 社以上が参加している。

3-6. GMP (Global Methane Pledge)

2021 年 9 月、米国ホワイトハウスは、エネルギーと気候に関する主要経済国フォーラム (MEF) において、世界のメタン排出を 2030 年までに 2020 年比 30%以上削減する Global Methane Pledge (GMP) を発表した。同 9 月には、第 2 回 QUAD (日米豪印) 首脳会合が米国で開催され、GMP への参加を日本が表明している。また、2021 年 11 月に英国主催の COP26 において、米国、欧州連合 (EU) に加えて 103 ヶ国が、世界的なメタン排出を削減するため、GMP を発足した。さらに、2022 年 11 月にエジプト主催の COP27 において GMP への参加国は 150 カ国以上に拡大した。

そして、2022 年 6 月に米国、EU および 11 カ国（日本を含む）は、気候変動対策とエネルギー安全保障の両方を前進させる Global Methane Pledge Energy Pathway (GMPEP) の開始を発表した。同取り組みにおける石油・ガス部門におけるフレアリングとメタン排出の削減は、費用対効果が高く、気候変動への対応や大気環境の改善、世界のガス供給への貢献にも効果があるとしている。

また、2022 年 11 月に国際連合 (UN) と IMEO は、メタン排出検知の新衛星システム MARS (Methane Alert and Response System) を発表した。企業が報告するメタン排出量を科学的に裏付け、経年的な変化を計測・監視することが目的となる。同取り組みは、GMPEP の枠組みにおいて、欧州委員会、米国政府、Global Methane Hub、Bezos Earth Fund から初期の資金拠出を受けて、構築されている。

4. メタン排出削減対策とそれに伴う MRV のフレームワーク

本章では、メタン排出に関連した主な MRV の方法論や計測技術、及び LNG サプライチェーン上の事業者が実施する排出量の算定方式や枠組み作成などの取り組みをまとめる。これらの背景の一例として、2019-2021 年頃に導入が進んだカーボンニュートラル (CN) LNG があるが、オフセットの詳細ルールなどが決まっておらず、「グリーンウォッシング」との批判を受けたことがある。

4-1. 主な GHG 排出量算定用/報告用の規格ガイドライン

(1) EPA (U.S. Environmental Protection Agency): 1970 年に米国環境保護庁 (EPA) が設立され、2010 年に EPA Mandatory Greenhouse Gas Reporting Rule (GHGRP) が発表された。EPA GHGRP の目的は、

正確かつタイムリーな GHG データを関係者に提供することにある。年間 25,000 トン以上の CO₂ 換算量の直接排出施設が対象で、放出・燃焼等による GHG 排出につながる特定製品の供給事業者は、EPA への年次報告書の提出が義務付けられている。

(2) API (American Petroleum Institute): 1919 年に米国石油・天然ガス部門の規格設定団体 API が設立された。石油ガス業界の GHG 排出量の算定、会計、報告、特性評価の相互補完的な API 関連規格ガイドラインを 5 種類 (①API Compendium: 算定手法、②Guidelines: 会計・報告方法、③API Template: 報告の標準化、④Sustainability Guidance: 持続可能性レポート作成要領、⑤Uncertainty Document: データ品質の向上) 作成している。

(3) AGA (American Gas Association): 1918 年に米国ガス供給業界団体として米国ガス協会 AGA が設立された。ガスバリューチェーンに関連する企業の ESG 取り組みを支援する目的で NGSI (Natural Gas Sustainability Initiative) 関連規格ガイドラインが発行されている。

(4) Marcogaz: 1968 年に欧州ガス産業の代表団体として Marcogaz が設立された。Marcogaz 関連規格ガイドラインとして、2019 年 10 月に Assessment of methane emissions for gas Transmission and Distribution system operators が発行された。また、メタン排出定量化の規格を作成するため、2020 年 8 月に MARCOGAZ methane emissions reporting template を発行し、欧州標準化委員会 (CEN) に提出された。さらに、2020 年 10 月に Guidance for the MARCOGAZ methane emissions reporting template を発行し、同テンプレートは OGMP 2.0 の報告用として採用されている。

(5) MiQ: 2020 年 12 月に米国 RMI と英国 SYSTEMIQ によって、メタンに関する第三者監査機関として MiQ が設立された。メタン排出管理に関する評価を行うためのルールブックとして、独自のフレームワーク MiQ Standard を作成している。MiQ Standard では、三つの基準 (①Methane Intensity、②Company Practices、③Monitoring Technology Deployment) の達成度に応じて報告対象設備の A-F の格付け (Grading System) がなされる。近年の動向としては、2023 年 1 月に MiQ は、1 年間で米国ガス生産の 17% を監視・格付けし、bp、Exxon、Chesapeake など 10 社が認証を取得したと発表している。

(6) GIIGNL (International Group of LNG importers) : 1971 年に LNG 輸入者業界団体として GIIGNL が設立された。現在、27 か国・86 社の会員企業から構成され世界の LNG 輸入量 90% 以上を取り扱っている。2021 年 11 月、LNG カーゴに伴う全ての GHG 排出を織り込む、GHG 排出報告・オフセッティング枠組 (GIIGNL MRV and GHG Neutral LNG Framework) を発表した。同指針の CNL 共通用語として 4 区分 (① GHG footprint、② GHG Offset、③ GHG Offset with Reduction Plan、④ GHG Neutral) が規定されており、カーゴ毎の GHG 量計測が推奨される。近年の動向として、2023 年 1 月に Shell が初めて同枠組に沿った LNG を、豪州ゴードン LNG から台湾 CPC に納品したと発表している。

4-2. 主な計測技術：人工衛星、ドローン、OGI カメラ

本節では、計測技術調査で一般的に用いられている、人工衛星、ドローン、OGI (Optical Gas Imaging) カメラについて、その特徴や主な取り組みをまとめる。

4-2-1. 人工衛星 (Top Down)

人工衛星によるメタン排出の広域観測は、技術進展とともにその有用性が確認されているものの、現時点では排出量を定量的に見積もることは困難とされる。人工衛星の強みとして、広範囲、高頻度、長期に

わたる計測が可能な点がある。一方で、弱みとして、測定結果は二次元的であり、検出限界として漏洩量が大規模なものに限られ、細部の漏洩は計測不能、雲量など天候の影響を受けやすく、海上プラント等では海面による反射の影響から計測が不可能である点が挙げられる。

有力計測会社としては、監視衛星技術専門会社 GHGSat や総合計測会社 Scepter、環境情報企業 Kayrros などが挙げられる。近年の動向として、2023 年 1 月に Kayrros は、メタン排出源に関する世界的なデータを利用可能とするため、UNEP と連携し、自社データを IMEO に提供するとした。

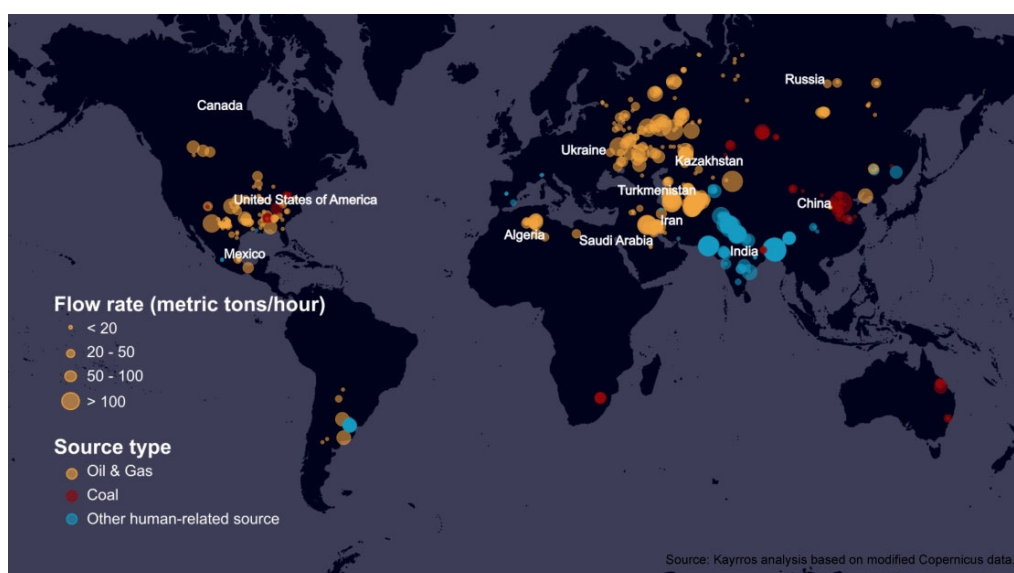


図 4-2-1：人工衛星で検出された人間活動によるメタン排出(2022)

出典：Kayrros

人工衛星計測の成果として、2022 年 2 月には科学雑誌 Science に、メタン排出に関する論文「Chasing after methane's ultra-emitters」が発表された。同論文では、2019 - 2020 年に衛星により検知された 1 時間当たり 25 トン以上のメタン排出事象をウルトラエミッターとして 1,200 件以上が観測されたが、これらは国別の温室効果ガスインベントリには含まれていないとした。また、これらは 6 大石油・ガス生産国（トルクメニスタン、ロシア、米国、イラン、カザフスタン、アルジェリア）が大多数を占めるとした。

4-2-2. ドローン (Top Down / Bottom up)

ドローンは、人工衛星よりも低コストかつ offshore 等海上プラントで実施できる方法として有望とされ、費用対効果の点では最も進展しているとされる。また、ドローン計測の強みとして、3 次元的な計測、エリアレベルの定量化、要素毎の漏洩特定、アクセス困難な箇所の計測、セットアップが簡単な点が挙げられる。一方で、弱みとして、要素毎の定量化困難、積載重量の制限、非防爆、国内法規による規制の有無などがある。また、有力計測会社としては、SeekOps などが挙げられる。

4-2-3. OGI (Optical Gas Imaging) カメラ：光学ガス画像化 (Bottom up)

OGI カメラ（光学ガス画像化）は、人工衛星やドローンなどよりも、より定量的に観測できる方法とされる。計測の強みとして、継続計測や微量な漏洩も計測可能な点が挙げられる。一方で、弱みとして、

固定センサーでの計測可能エリアが限定的であり、電源やネットワークのケーブル敷設が必要な点が挙げられる。有力計測会社としては、FLIR などが挙げられる。

4-3. 主な上流事業者の取り組み（生産部門）

4-3-1. QatarEnergy, PavillionEnergy, Chevron; SGE Methodology

2020 年 4 月、シンガポール Pavilion Energy は、2023 年から 5 年間、年間最大 200 万トンの LNG 引き渡しを募集すると共に、井戸元から荷揚基地までの排出を対象に GHG 測量・報告方法の構築・実施での協力を供給者に要望した。その後、2020 年 11 月に Qatar Petroleum（当時）が、Pavilion Energy と取引を締結し、当該 LNG 供給のカーボンフットプリントの削減を目指す環境条件を含む、初の長期 LNG 取引となった。そして、2021 年 11 月に、Pavilion Energy、QatarEnergy、Chevron は、LNG カーゴの温室効果ガス排出ステートメント (Statement of GHG Emissions, SGE) を作成するための定量化・報告方法を発行したと発表した。この SGE Methodology は、GIIGNL による MRV and GHG Neutral Framework 取り組みと補完関係となるとした。

4-3-2. Cheniere Energy, CE Tags

米国 Cheniere Energy は、2021 年 8 月に GHG 排出の評価法を改善する LNG ライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment, LCA) 分析の公表を発表した。同分析は、Cheniere の LNG 供給チェーン特有の GHG 排出データを活用しており、Cheniere の Cargo Emissions Tags (CE Tags) に含まれる GHG 排出推計の基本分析ツールとなる。また、2022 年 4 月に Cheniere Energy は、自社の LNG 供給チェーンにおける GHG 排出の測量・監視・報告・証明 (QMRV) 実施に、天然ガス中流部門企業、メタン検知技術提供企業、コロラド州立大学などの大学研究部門と協力することを発表した。QMRV 実施では、地表、中空、ドローンによる排出監視技術を組み合わせて利用するとした。さらに、2022 年 10 月に Cheniere Energy は、OGMP 2.0 に参加したことを発表した。また、自社が生産する各カーゴの GHG 排出を推定するカーゴエミッションタグ (CE Tags) の買主向け発行の開始も発表している。

4-3-3. オイルメジャー 5 社 (International Major Company)

(1) ExxonMobil : 2021 年 9 月に同社は、ニューメキシコ州 Permian Basin の Poker Lake 施設にて、天然ガス生産のメタン排出管理において、認証機関 MiQ から最高等級 A を得たと発表した。さらに、2022 年 4 月に Permian Basin 設備の天然ガス生産日量 2 億立方フィートが、メタン排出管理に関して、最高等級 A を MiQ から受け、石油随伴天然ガス生産の認証を受けた初の企業となったとした。

(2) Chevron : 2022 年 5 月に自社のメタン排出検知・削減について、地表及び上空など複数のアプローチで向上に取り組んでいることを明らかにした。また、2023 年 2 月には、Chevron New Ventures とエジプト石油鉱物資源省 (MOPMR) は、メタン排出削減に関するベストプラクティスおよび専門知識を共有するための覚書 (MOU) に調印したと発表した。

(3) TotalEnergies : 2022 年 5 月に自社の上流石油・ガス操業現場で、ドローン搭載の排出検知・測量を開始することを発表した。これには、フランス国立科学研究センター (CNRS)、Reims Champagne Ardenne 大学と共に開発した、メタン、二酸化炭素を検知、同時に排出源を特定できるドローン搭載の小型複合センサーの AUSEA（環境対策用中空計量検知器）技術を用いる。同社は、2020 年比で 2025

年までに 50%、2030 年までに 80%のメタン排出削減を実現するとしている。

(4) bp : 2022 年 3 月に bp ventures は、ドローンを使ってメタンガスの監視・測定を支援する無人航空機 (UAV) 事業のパイオニアである Flyogix に 300 万ユーロを出資したと発表した。さらに、2023 年 3 月に bp の米国・陸上天然ガス生産事業者 bpx Energy が、同国テキサス州およびルイジアナ州で運用する全ての陸上施設に対して、MiQ 認証を取得したと発表している。

(5) Shell : 2020 年に同社は、拠点の一つである米国 Permian Basin の 400 サイト以上でドローンを活用し、メタン漏洩検知・修理 (LDAR) を強化すると発表した。同社は、2025 年までにメタン排出強度を 0.2%以下とすることを目標とし、オペレーターを務める全ての石油・ガス資産を対象としている。

4-4. 中流事業者の取り組み (輸送部門)

メタン排出は LNG のバリューチェーン上などで発生しており、液化施設や LNG 輸送船への LNG 移送中に漏洩が発生する事象もある。また、船積み時に、BOG (Boil Off Gas、タンクへの入熱より一部が蒸発したもの) が排出され、船舶用エンジンでの未燃ガス (メタンスリップ) として発生する場合もある。

IEA によると、世界 LNG 貿易に関する詳細データ及び人工衛星 GHGSat が測定したデータに基づき、2022 年の LNG 液化基地及び海運からの総メタン排出量は約 40 万トンと推定され、これは世界の年間 LNG 輸送量約 4 億トンの約 0.1%に相当するとされる。

また、国際連合 (UN) の専門機関の一つである国際海事機関 (International Maritime Organization, IMO) が、船舶燃料の GHG 排出量に関する LCA (Life Cycle Assessment) ガイドラインの検討を進めている。現在、日本・豪州・ノルウェー・欧州委員会 (EC) が共同で作成した船舶燃料のライフサイクル全体での GHG 排出量評価ガイドライン (LCA ガイドライン) 案をベース文書として検討が進められ、2023 年 7 月の MEPC 80 (第 80 回海洋環境保護委員会) で最終化される予定としている。

さらに、2022 年 9 月に、Lloyd's Register が設立した Safetytech Accelerator が、海運上のメタン排出削減のイニシアティブ Methane Abatement in Maritime Innovation Initiative (MAMII) の発足を発表した。当初は、Maran Gas Maritime、Shell、などの 7 社が支援することとなった。また、MAMII は最初の 6 ヶ月間で、油井から船までの LNG 燃料の状況をマッピングし、主要測定値や船上測定するための潜在的な新技術を特定したとしている。さらに、2023 年 3 月には、国際的な LNG 船主・運航企業である CoolCo、商船三井 (MOL)、TMS Cardiff Gas など 7 社が、MAMII に加入したと発表した。

5. 日本の動向

本章では、国立環境研究所・温室効果ガスインベントリオフィスのデータを基に、日本が排出する GHG とメタン排出状況に触れた後に、それらの排出抑制のために日本政府が進める取り組みや、エネルギー事業者の対策をまとめる。その後、日本企業が持つ、国外での排出抑制の貢献可能性について記載する。

5-1. 日本の温室効果ガスとメタン排出状況

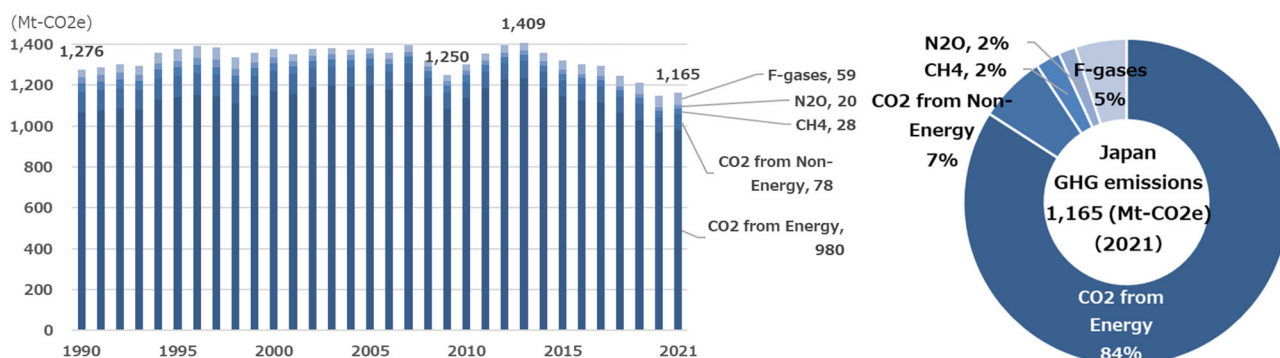


図 5-1-1：日本の GHG 排出量（1990-2021 年度）※2021 年度は暫定値

出所：国立環境研究所・温室効果ガスインベントリオフィスのデータを基に著者作成

2023 年 2 月時点の国立環境研究所⁵による暫定データによると、2021 年度の日本の総排出量は 11 億 6,500 万トン（CO2 換算）と過去最大の 2013 年度 14 億 900 万トンから 17%減少している。また、そのうちメタン排出は、2021 年度（メタンの GWP を 25 とした場合の暫定値）は 2,833 万トン（CO2 換算）と GHG 全体の 2.4%を占める。

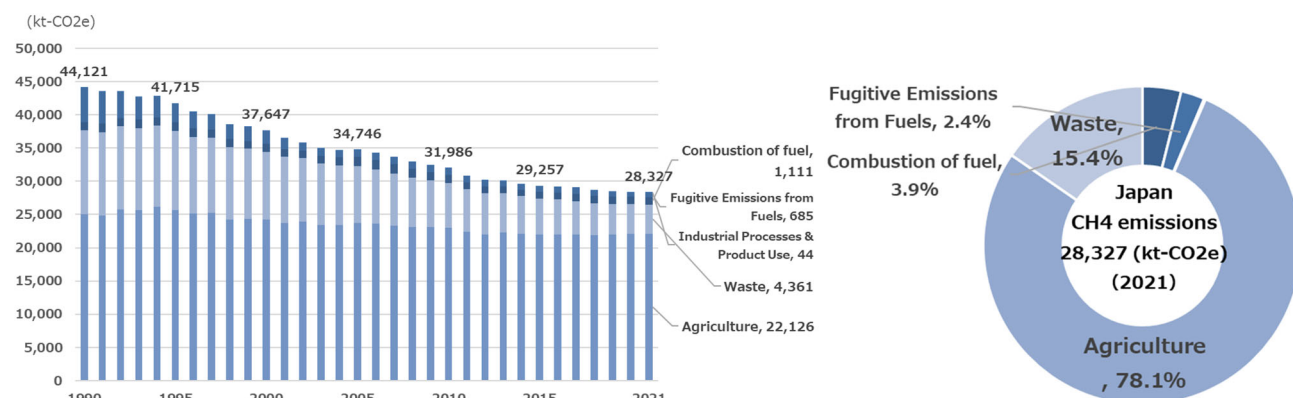


図 5-1-2：日本のメタン排出量（1990-2021 年度）※2021 年度は暫定値

出所：国立環境研究所・温室効果ガスインベントリオフィスのデータを基に著者作成

日本のメタン排出量（CO2 換算）は、1990 年から 2021 年の約 30 年間で 1,579 万トン（36%）減少している。また、2021 年度（暫定値）のメタン排出量（CO2 換算）2,833 万トンの内訳を見てみると、農業由来（家畜の消化管内発酵、稲作等）が 2,213 万トンと最大の 78.1%を占め、次いで廃棄物（埋め立て、排水処理等）が 436 万トンと 15.4%、エネルギー関連 180 万トンと 6.3%を占める。ここで、メタンの GWP を 25 として換算すると、2021 年のメタン排出量は 113 万トンとなり、IEA が推定する日本のメタン排出量 154 万トンよりも 36%少ない。

⁵ 国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の加盟国は例年、国家温室効果ガスインベントリを作成し、報告する義務を負っている。日本では国立環境研究所に温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）を設立し、詳細な排出・吸収源とその排出・吸収量算定方法を報告している。

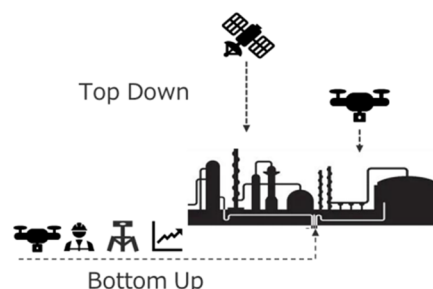
5-2. JOGMEC : GHG・CI ガイドライン

2022 年 5 月、JOGMEC（独立行政法人 エネルギー・金属鉱物資源機構）は、LNG・水素・アンモニアの温室効果ガス排出量及び Carbon Intensity（CI）算定のための推奨作業指針（GHG・CI ガイドライン）を策定し、公表した。製造に伴う GHG 排出量の算定手法と、単位あたりの GHG 排出量を示した CI の算定手法についての考え方となる。同ガイドラインは、JOGMEC 事業を通し、日揮グローバルが従事して策定されている。

図表 5-2：各排出源種類におけるメタン計測手法と計測イメージ

排出源分類		メタン計測手法（※1）
燃焼	固定燃焼	ガスサンプリング、赤外線カメラ、ドローン
	フレア・ベント	赤外線カメラ、ドローン
ベント	プロセスベント	赤外線カメラ、ドローン、ハイフローサンブラー
	その他のフレア・ベント	赤外線カメラ、ドローン、ハイフローサンブラー
漏洩	原料輸送や製品製造プロセス	赤外線カメラ、ハイフローサンブラー
メタン管理対象設備全体		衛星、ドローン

注記 1：本表は技術検証の結果をもって見直しを行う。



出典：JOGMEC

2022 年 9 月、日揮 HD は、日揮グローバルが、三菱商事などが出資するインドネシアのアンモニア製造販売会社 PT Panca Amara Utama (PAU) と、同国中央スラウェシ州の同社アンモニア製造拠点において、メタンを含む GHG の排出量測定を実施することに合意し、覚書に調印したと発表した。また、これに先立つ 2021 年 3 月には、JOGMEC と三菱商事は PAU 社とアンモニア生産の為の CCS 及び二酸化炭素の利用に関する共同調査を実施することに合意し、インドネシア・バンドン工科大学を含む 4 者間で覚書に調印している。また、締結した覚書に基づき 2022 年 11 月～12 月、PAU 社のアンモニア製造拠点において、アンモニア 1 トンあたりの GHG 排出量を算定することで同製品の CI 値を算定した。同測定は、JOGMEC 事業の一環として、同ガイドラインを適用させた初めての測定事例となった。今後もアジア諸国の他設備を始めとした同手法の適用など、日本による技術的な貢献拡大が期待される。

5-3. 環境省の動向

(1) 人工衛星プロジェクト GOSAT

国立環境研究所（NIES）、環境省、宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、宇宙から GHG を観測する人工衛星プロジェクト GOSAT シリーズを推進している。2009 年 1 月に世界初 GHG 観測専用の技術衛星 1 号機となる GOSAT（GHG Observing SATellite, いぶき）を打上げ、二酸化炭素とメタン濃度の継続的な観測を開始した。また、2018 年に 2 号機の GOSAT-2（いぶき 2 号）を打ち上げ、二酸化炭素、メタンに加え一酸化炭素の観測を開始している。さらに、3 号機の GOSAT-GW（Global Observing SATellite for GHG and Water Cycle）についても 2024 年度の打上げを目指して現在開発を進めている。

近年の主な成果として、2022 年 3 月に GOSAT 観測データより、メタンの全大気平均濃度が 2011～2020 年の年増加量の平均値は 8 ppb であったのに対し、2021 年の年増加量は 17 ppb と、観測開始以降で最大になったことが判明している。また、2022 年 11 月には、中国のメタン排出量（2010 年から 2018 年）を解析し、メタン排出量が地域により大きく異なることを明らかにした。特に、中国全体と中国北東

部では大幅な増加傾向が見られたとしている。

(2) 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度 (SHK 制度)

SHK 制度は、「地球温暖化対策の推進に関する法律 (温対法)」に基づき、2006 年 4 月から GHG を一定量以上排出する事業者は、自らの排出量の算定と国への報告を義務付け、報告情報を国が公表する制度である。2006 年の SHK 制度導入後、国家インベントリ上の算定対象活動は、排出実態や最新の科学的知見等を踏まえ毎年のように見直しが行われた。一方で、SHK 制度上の算定対象活動は、ほとんど見直しがなく、国家インベントリ上の算定対象活動と乖離していた状況があった。そこで環境省と経済産業省は、2022 年 1 月に「SHK 制度における算定方法検討会」を設置し、算定方法の見直しについて全 5 回の議論を行い、2022 年 12 月に中間取りまとめを公表した。同取り纏めの中で、国家インベントリで用いる地球温暖化係数 (GWP) の見直し予定を踏まえ、SHK 制度で用いる GWP を 2024 年報告 (=2023 年度排出量) から、メタンは現行の 25 から、見直し後は 28 とすることが示された。

5-4. LNG 事業者による排出量の報告

温対法では、メタンは CO₂ 換算で年間 3,000 トン以上の排出事業者の報告義務があり、Scope1 のみが対象となっている。しかし、日本国内の多くの企業が基準以下の排出量でも、自社のサステナブルレポート等において、自主的に公表を実施している。

表 5-4-1：国内企業のメタン排出量公表状況 (2017-2021)

(Tonnes)			CH ₄ -t					CO ₂ e-t				
Industry	No.	Company	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
City Gas	1	Tokyo Gas	425	354	323	290	290	11,000	9,000	8,000	7,000	7,000
	2	Osaka Gas	77	88	106	58	62	1,925	2,200	2,650	1,450	1,553
	3	Toho Gas	22	19	191	16	36	546	468	4,766	408	891
	4	Shizuoka Gas	7	7	7	7		170	170	176	176	
	5	Hiroshima Gas	11	26	9	10	10	275	650	225	250	250
	6	Saibu Gas	10	10	9	9	7	250	250	225	225	175
Electric Power	1	JERA	-	-	400	400	400	-	-	10,000	10,000	10,000
	2	Hokuriku	20	23	21	20	23	500	575	525	500	582
	3	Chugoku	-	-	-	240	320	-	-	-	6,000	8,000
	4	Kyushu	8	0	0	4	8	200	0	0	100	200
Development	1	INPEX (Domestic)	556	1,040	1,400	640	560	13,892	26,000	35,000	16,000	14,000
		〃 (Total)	577	5,120	13,160	9,160	4,880	14,417	128,000	329,000	229,000	122,000
	2	JAPEX (Domestic)	5,725	3,823	2,519	1,514	1,114	143,113	95,586	62,975	38,000	28,000
		〃 (Total)	5,725	3,828	2,519	1,533	1,119	143,113	95,699	62,975	38,480	28,120
Oil	1	ENEOS	1,659	1,690	1,868	1,713	1,897	41,480	42,259	46,691	42,814	47,431
	2	Idemitsu	-	-	1,986	14,531		-	-	49,650	363,275	
Trading	1	Mitsubishi (MC)	37,680	36,800	34,800	33,600	68,880	942,000	920,000	870,000	840,000	1,722,000
	2	Mitsui & Co.	71,840	36,320	39,880	55,120	53,440	1,796,000	908,000	997,000	1,378,000	1,336,000
	3	ITOCHU	-	0	58	4,729	5,435	-	0	1,459	118,224	135,884

※ Blue Text: Converted value = 25 (CO₂e-t/CH₄-t), GWP 100

出典: 各社データより著者作成 ※空白は未更新データ

近年では世界的なメタン排出管理の重要性の高まりから、新たに排出量公表を開始する事業者が増加している。また、排出量報告の項目を細分化し、要因別・ガス種別及び国内外別の排出量を公表する企業もみられる。さらには、商社を中心に排出量の対象を拡大し、エネルギー起源 CO₂ 以外の温室効果ガスを段階的に集計・開示し、「豚の飼養及び排泄物の管理に伴う CH₄」や「排水処理に伴う CH₄」、「廃棄

物のコンポスト化及び埋め立て処分に伴う CH₄」を対象化する企業もある。

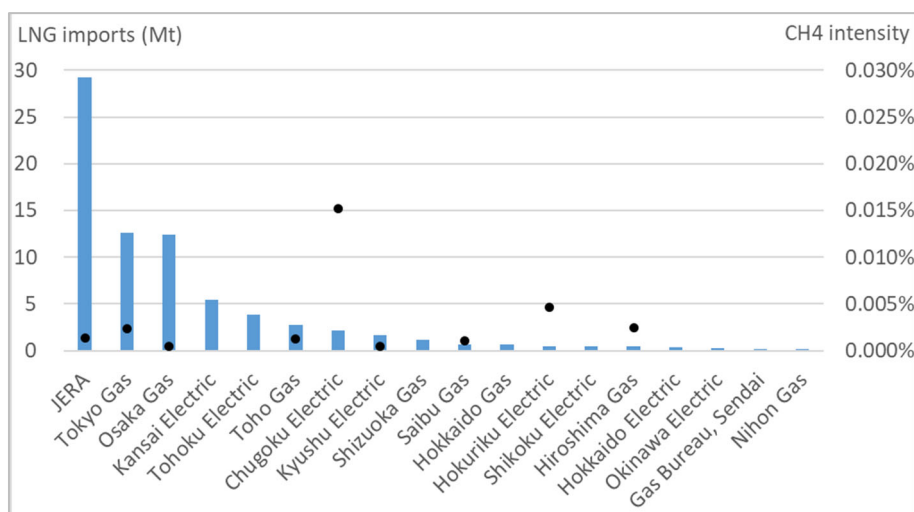


図 5-4-2：日本企業別の LNG 輸入量とメタン排出強度（2021 年度）

出典：各社サステナビリティレポート、ガスエネルギー新聞から著者作成

メタン排出に関して、近年積極的に公開されているが、国内企業のメタン排出強度（メタン排出量/LNG 消費量）を算出してみると、その値はほとんどが 0.005%以下と低く抑制されている。このことは、これまで日本企業が安全対策を背景に培ってきた、漏洩管理が徹底されていることを示している。

例えば、OGMP 参加企業の中で Level 4 を 2 年連続で獲得しているスペインの下流事業者 Nedgia のメタン排出量は 2021 年に 2,140 トン、2025 年までの排出強度目標は 0.022%であり、相対的に大きい。

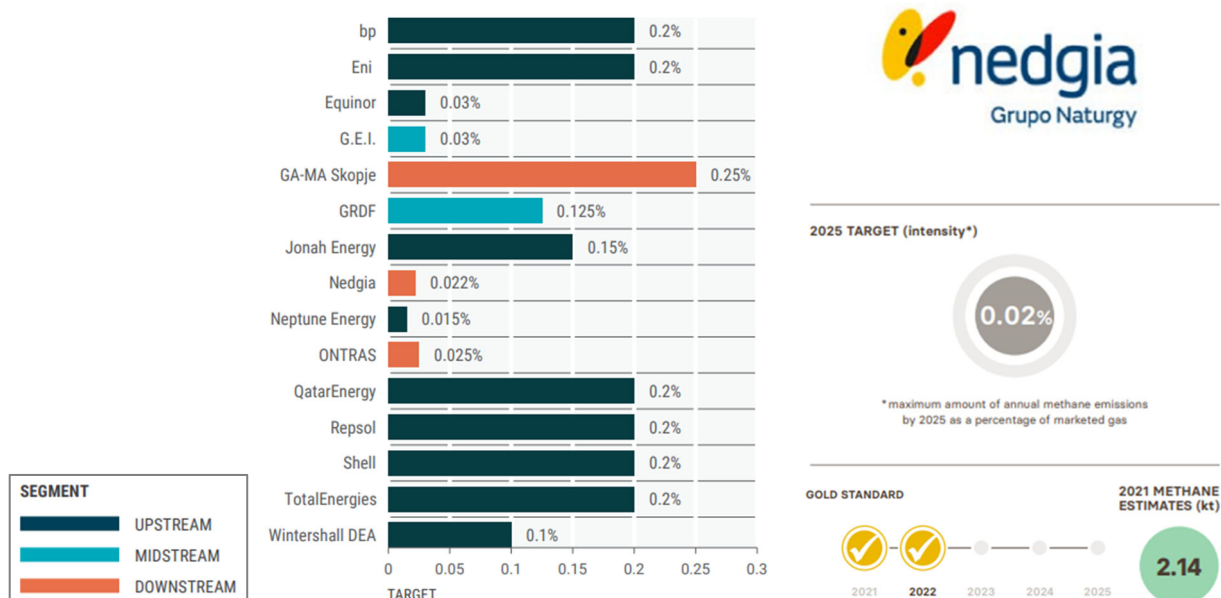


図 5-4-3：OGMP 2.0 加盟企業のメタン排出強度目標（2021）

出典：IMEO 2021/2022 Report

5-5. 日本の貢献可能性

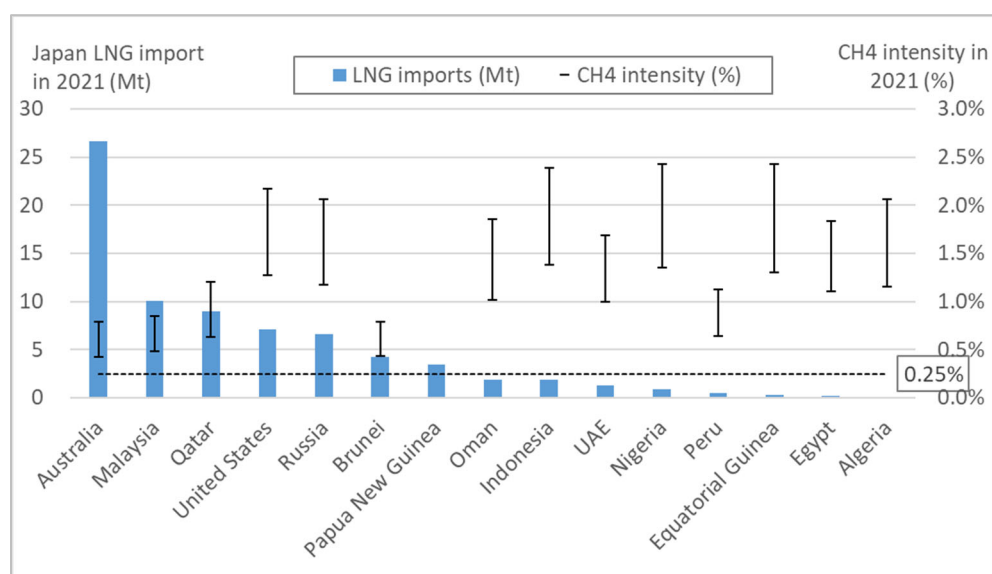


図 5-5：国別の日本 LNG 輸入量とメタン排出強度（2021 年）

※排出強度：（最小）陸上/洋上ガス生産設備のみからの排出量を総ガス生産にて除したもの、

（最大）ガス生産設備＋ガス PL/LNG 設備からの排出量を総ガス生産にて除したもの

出所：財務省貿易統計 2021、IEA Methane Tracker 2022、IEA Natural Gas Information 2022

日本が LNG を調達する各国別のメタン排出強度を見てみると、全ての国（排出データの無いパプアニューギニアを除く）で 0.25%を超える結果となった。日本は、高度なエンジニアリング技術を持つ企業を多数有しており、そのメタン漏洩対策技術を活用することで世界に貢献出来る可能性がある。

他にも近年海外において、日本企業によるメタン排出の抑制を目指す取り組みが進んでいる。例えば、2022 年 4 月にインドネシア PERTAMINA、大阪ガス、INPEX、日揮 HD は、同国におけるパームオイルの搾油工程で生じる廃液（Palm Oil Mill Effluent, POME）由来のバイオメタン活用に向けた共同調査に関する契約を締結した。POME からの発生メタンが、大気放散されている課題があり、バイオメタンとしての利用を目指す。また、2023 年 3 月、日揮 HD と日本エヌ・ユー・エスは、マレーシアの Gas Malaysia Bhd と、同国における「パームオイル産業のサステナブル開発に向けた共同スタディ」の実施に関する覚書を締結している。

6. おわりに

本稿では、欧米を中心とした政策や、国際的な枠組みから企業の取り組みまで、世界のメタン排出管理の動向を横断的に解説した。その中でも、2021 年に発足した世界共通の目標 Global Methane Pledge (GMP) に代表されるように、メタン排出管理への注目は急激に高まっている。特に、世界最大の LNG 輸入国であり、50 年以上に渡り LNG のバリューチェーンに携わってきた日本には、天然ガスのクリーン化を追求する責務がある。今後、LNG 買主として、将来に渡り天然ガスを利用し続けるためには、LNG 売主との協力がますます必要になってくる。日本はアジアのリーダーとして、これまで培ってきた高い技術力と各国との連携力を通じて、メタン排出管理においての貢献が期待される。

【参考文献】

- 1) IEA (2022) 「Global Methane Tracker 2022」
- 2) IEA (2023) 「Global Methane Tracker 2023」
- 3) IEA (2022) 「Natural Gas Information 2022」
- 4) UNEP (2021) 「An Eye on Methane: International Methane Emissions Observatory 2021 Report」
- 5) UNEP (2022) 「An Eye on Methane: International Methane Emissions Observatory 2022 Report」
- 6) IPCC (2021) 「AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis, 第 6 次評価報告書 (AR6) 第 1 作業部会 (WG1) 自然科学的根拠」
- 7) IPCC (2022) 「AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 第 6 次評価報告書 (AR6) 第 3 作業部会 (WG3) 気候変動の緩和」
- 8) 財務省 (2021) 「貿易統計」

お問い合わせ: report@tky.iej.or.jp