

令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業

2050年を見据えたガス事業の在り方に関する委託調査 報告書

令和3年3月31日



三菱UFJリサーチ&コンサルティング

報告書目次

1	ガス事業を取り巻く環境変化	3
1.1	我が国ガス事業の現状	4
1.2	国際ガス市場の動向と将来見通し	14
2	諸外国政府によるガス事業政策の動向	23
2.1	脱炭素に係る関連政策	24
2.2	安定供給・レジリエンス等に係る関連政策	54
2.3	経営基盤・競争力強化等に係る関連政策	71
3	諸外国事業者による対応状況と将来戦略	81
3.1	エネルギー事業者のトランジション戦略	82
3.2	CCS/CCUS関連の取り組み	113
3.3	水素・メタネーション、Power to Grid関連の取り組み	131
3.4	デジタル化関連の取り組み	146
4	我が国ガス事業者の動向	157
4.1	ガス事業者の問題意識	158
4.2	地方自治体における先進的取り組み事例	164
5	我が国ガス事業者の在り方に関する検討	182
5.1	我が国ガス事業者の課題整理	183
5.2	2050年に向けた方向性	185
	参考資料1 ガス事業者に対するアンケート結果	186

はじめに

我が国ガス事業は、天然ガスの安定供給の確保、ガス料金の最大限抑制、利用メニューの多様化と事業機会拡大、天然ガス利用方法の拡大といった目的意識の下、2017年4月の小売市場の全面自由化等のガスシステム改革に取り組んでおり、従来からの他エネルギーとの競合に加え、都市ガス間競争が進展しているほか、ガスにとどまらない多様なサービスが提供されるなど、ガス事業者も様々な取組を始めたところである。一方、ガス事業を取り巻く環境は大きく、かつ、急速に変化している。世界規模でのCO2削減取組強化・脱炭素化の要請や、自然災害の頻発化・激甚化に伴いエネルギー安定供給確保のためのインフラ強靱化の要請が今までより一層高まっていることに加え、国際的なLNG需給構造の変化、少子高齢化・人口減少によるガス需要の変化、AIやIoTといったデジタル化の進展、そして新型コロナウイルス感染症に伴う生活様式の変化等、ガス事業者は国内外の多様な環境変化に即応した対応が求められている。

これらの変化に十分に対応できない場合、ガスを単純に供給する事業を継続することはいずれ困難になるおそれがあるという危機意識の下、需要家にとって主要なエネルギーを供給するガス事業は、「① 環境適合：サステナブルな社会に向けた低炭素化・脱炭素化」、「② 安定供給：安全・安心な社会に向けたレジリエンス強化」、「③ 経済効率：安定供給継続・事業継続に向けた経営基盤の強化」の観点から、高度化を進めることが必要と考えられる。

これらの論点と方策について国内外の最新の知見を収集して多角的に検討を行うために、2020年9月、経済産業省資源エネルギー庁では、「2050年に向けたガス事業の在り方研究会」を設置しており、ガス事業のみならず他分野の事業者の取組等を聴取するとともに、様々な分野の有識者と検討を実施してきた。2021年3月には、2050年に向け、脱炭素・低炭素、レジリエンス強化、経営基盤強化に関する課題や、求められるガスの役割をまとめるとともに、それぞれの役割を果たすための課題及びその解決に向けた方向性や取組を整理し、官民で進めることを目指して、「中間とりまとめ(案)」が示されたところである。

本事業では、上記目的に資するために、諸外国政府におけるガス事業関連政策動向について把握するとともに、エネルギー事業者による対応状況や将来戦略等について調査・分析した。更に我が国ガス事業者に対するアンケート調査や地方自治体の先進的事例についてインタビュー調査を実施することにより、現状の課題整理等を実施した。

本事業が、我が国における今後のガス事業政策の施策立案等の基礎資料となれば幸いである。

1 ガス事業を取り巻く環境変化

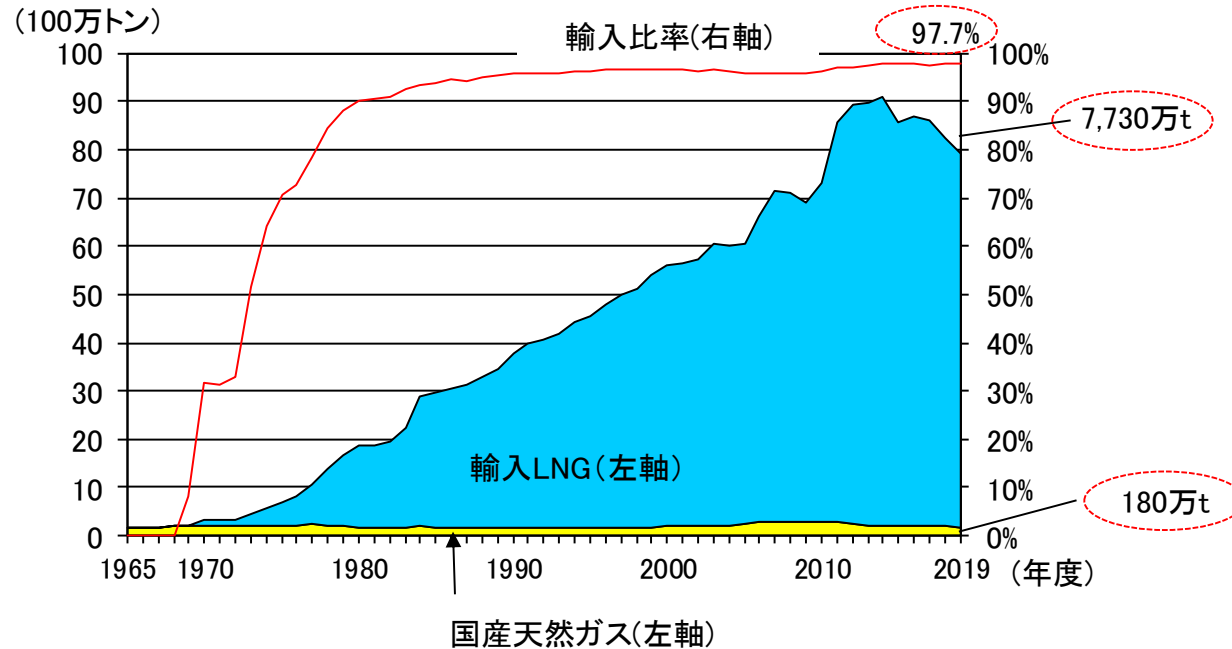
-
- 1 ガス事業を取り巻く環境変化
 - 1.1 我が国ガス事業の現状**
 - (1)LNG関連動向**
 - (2)LNG調達に係る我が国の取り組み**
 - (3)天然ガス需要量**
 - (4)国内ガス供給インフラの概要**
 - 1.2 国際ガス市場の動向と将来見通し

(1)LNG関連動向

国内天然ガス供給量の推移～LNG輸入量と国内生産量

- 我が国ではLNG調達の全量を輸入に依存しており、2019年におけるLNG輸入量は**7,730万t**となっている。LNG輸入量は、東日本大震災を経て2014年度には8,910万tと過去最高に達したが、ここ数年は原子力発電所の一部再稼働や再生可能エネルギーによる発電の増加等を背景に微減傾向にある。
- 2019年度における天然ガス供給量は7,910万t(LNG輸入量7,730万t+国内生産量180万t^{*1})となっている。天然ガス供給量に占めるLNG輸入割合は98%となっており、**ほぼ全量を輸入に依存している**。

*1 我が国では、主に新潟県、千葉県、北海道などで天然ガスが産出されており、2019年度における国産天然ガス生産量は、約24.7億m³(LNG換算で約180万t)となっている

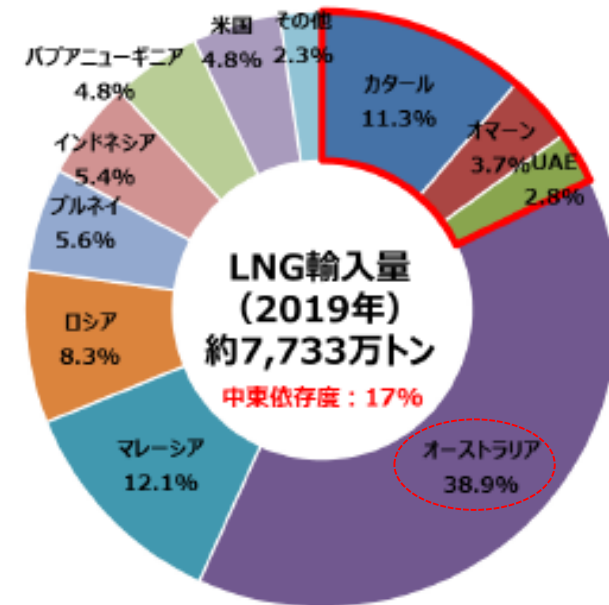
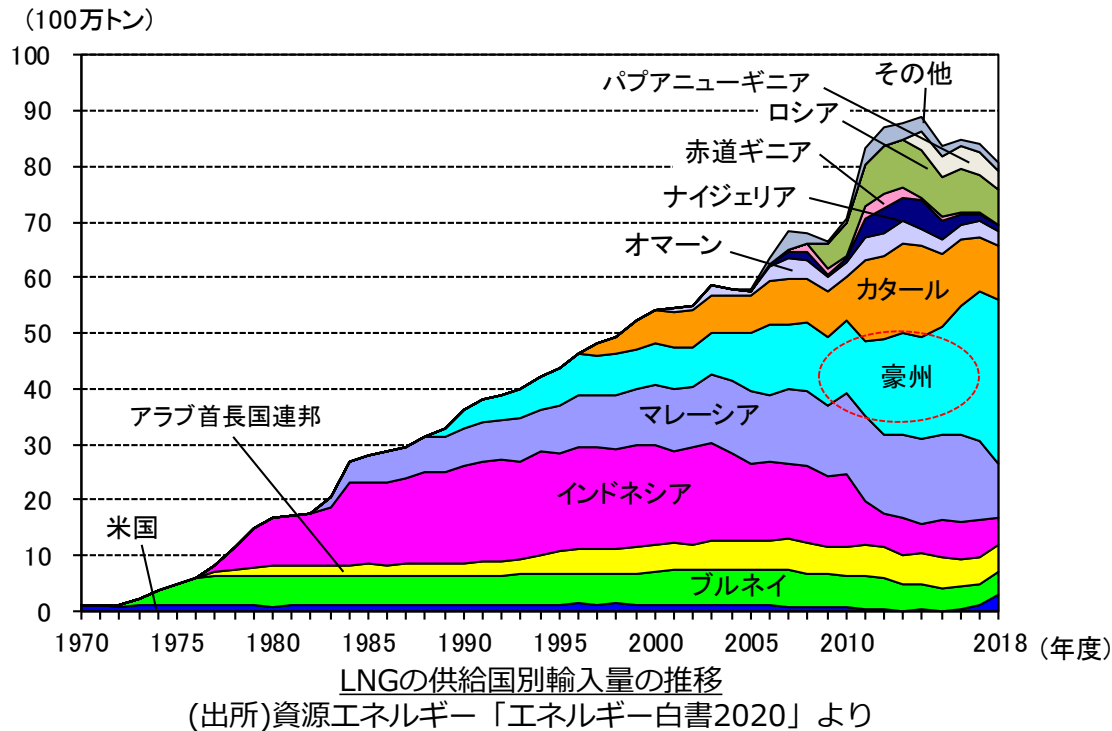


天然ガスの国産、輸入別の供給量
(出所)資源エネルギー「エネルギー白書2020」よりMURC作成

(1)LNG関連動向

LNG輸入量の調達国別内訳

- 2019年度におけるLNG輸入量7,730万tの調達国別の内訳を見ると、豪州が3,010万t(構成比38.9%)と最も多く、次いでマレーシア940万t(同12.1%)、カタール870万t(同11.3%)となっている。
 - **豪州は、2012年度から最大の輸入先**。新規LNGプロジェクト稼働に伴う生産量・輸入量の増加により、LNG輸入量に占める割合は2012年度19.6%から大きく上昇
 - **米国も、シェールガス由来のLNG輸出が堅調に増加**。我が国でも2017年1月から輸入を開始しており、2019年度370万t(構成比4.8%)となっている
 - 中東からの輸入量は約1,400万t(内訳: カタール870万t、UAE220万t、オマーンが290万t)となっており、いわゆる**中東依存度は17%程度**(2018年度は21%程度)。原油の中東依存約85%と比べて相対的に低く、調達先多角化が進展



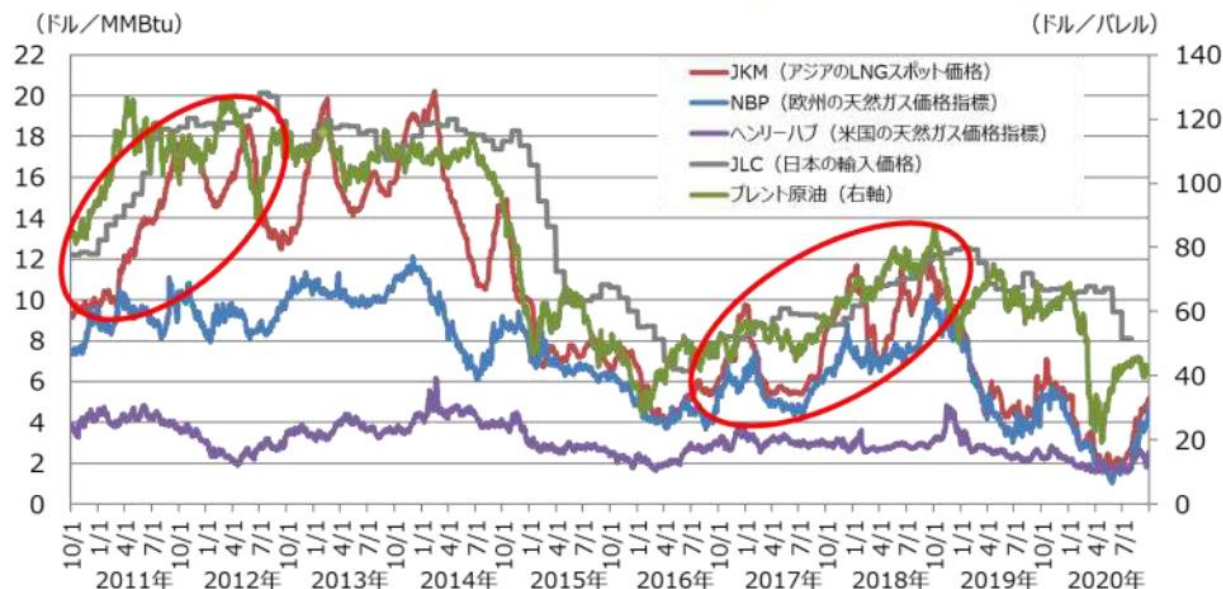
LNGの供給国別輸入量(2019年度)
(出所)資源エネルギー資料より

(1)LNG関連動向

LNG輸入価格の推移

- 我が国におけるLNG輸入価格は、ここ10年間に於いて大きく変動して推移している。
 - LNG輸入の年平均価格は、LNG輸入量が過去最高に達した2014年度には87,061円/tであったが、2014年後半以降の全世界的な国際原油価格低迷の影響により、2016年度には39,364円/tまで低下
 - 2017年度以降は国際原油価格が上昇に伴い、2018年度の円建てLNG輸入価格も上昇し、2018年9月には60,000円/tを上回る程度まで回復。しかし2019年度は再び原油価格が減少に転じ、また原油価格に連動しない米国産LNG・スポットLNG増加の影響*1もあり、50,000円/t台中盤で推移
 - 2020年に入り、COVID-19による影響により、LNG輸入価格は大きく減少。**2020年9月には30,252円/tまで減少**
- 2020年の後半以降、世界各地のLNGプロジェクトの相次ぐトラブルに起因する供給減少、厳冬による暖房需要の上昇、またパナマ運河の運航制約等の理由により、**世界のLNG需給は非常にタイト**となっている。LNGスポット価格も高騰している。

*1 米国からのシェールガスを原料にしたLNG輸入は、米国国内のガス市場価格(ヘンリーハブ価格)に連動するものが多い



天然ガス・LNG市場価格の推移
(出所) 資源エネルギー庁資料より

(2) LNG調達に係る我が国の取り組み 新・国際資源戦略

- 「新・国際資源戦略(2020年3月)」では、LNG関連の政策方向性として、「①調達先の多角化/新しい資源の確保」、「②柔軟な国際LNG市場形成とアジア需要の取り組み」、「③気候変動問題に配慮した油ガス田等の開発の促進」等を掲げている。
- この中でも「②柔軟な国際LNG市場形成とアジア需要の取り組み」に関して、以下の目標を設定している。
 - アジアを中心にLNG需要が増大する中、引き続き日本が安定的なLNG供給を確保するため、LNG市場の厚みを増して取引を活性化させるとともに、日本企業が日本向け以外の取引にも積極的に関与し、緊急時の持ち込み能力を高めることが重要
 - そのため、**日本企業のLNG取扱量について、2030年度に1億トンとの目標を新たに設定**。日本の50年に渡るLNG輸入の知見を活かし、日本が引き続き世界最大のLNG需要国として市場を主導することを目指す

① 調達先の多角化/新しい資源の確保

- **Arctic LNG2と北極海航路など新たな供給ルートの開拓とセットとなった開発を支援することでLNGセキュリティの向上を図る。**
- LNG積替事業へのJOGMEC出資機能を追加。
- 近年、**米国シェール開発事業のM&Aが活性化**。米国によるLNG等の輸出が拡大する中、昨今の低油価環境も活用し、シェール権益獲得を積極的に行うべき。特に、米国シェール開発は日本企業がオペレーターとして活躍可能。
- このため、シェール開発案件の審査の迅速化を行う。さらに、日本企業がオペレーターを務めるシェール開発事業買収に係る**JOGMECの債務保証料率の引き下げ**を行う。

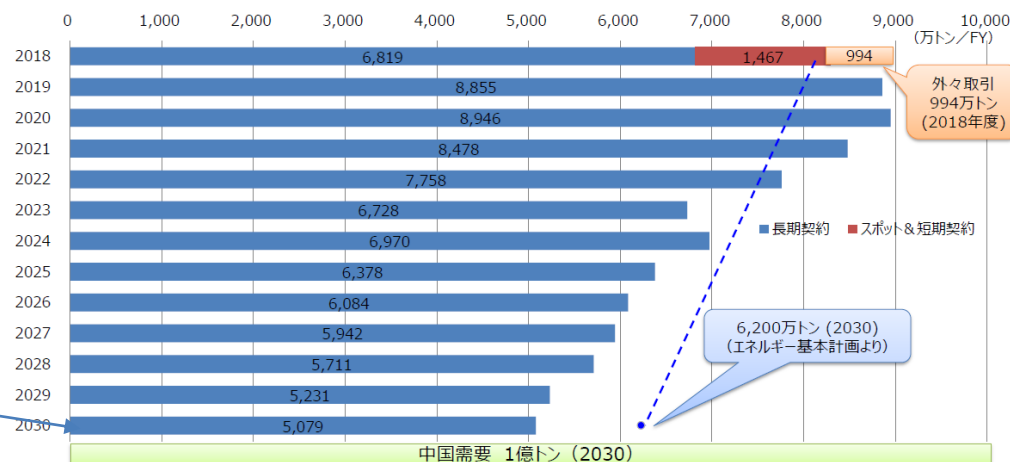
② 柔軟な国際LNG市場形成とアジア需要の取り組み

- 日本のLNGセキュリティ向上には、**日本企業の参画を通じたアジアLNG需要の拡大や緊急時の日本への融通余力等の獲得、柔軟かつ流動性の高い国際LNG市場の形成が重要。**
- **中国のLNG取扱量が2030年には1億トンに拡大する見込み**の中で、こうした取組を日本が引き続き世界最大のLNG需要国として主導していくためには、「外・外取引」も含めたLNGのバリューチェーン全体への日本企業の関与が促進されるよう、LNG政策を転換していくことが必要。
- このため、新たに**2030年に日本企業の「外・外取引」を含むLNG取扱量の目標を1億トンと設定**。仕向地条項の撤廃等に関する消費国連携を主導するとともにアジア諸国へのキャパビル支援を強化。

③ 気候変動問題に配慮した油ガス田等の開発の促進

- 天然ガスの上流ビジネスにおいても**気候変動問題をはじめとする環境問題への対応**に企業が自主的に取り組んでいくことが重要となっており、世界では上流開発とセットでカーボンサイクルやEOR、CCS、植林事業等の**脱炭素化対策が実施されるも、経済性を低下させる傾向**があるため、適切なインセンティブ設計が重要。
- 環境負荷低減策を含む案件への**JOGMECの債務保証料率引き下げ**。

天然ガス・LNG市場価格の推移
(出所)資源エネルギー庁資料より



我が国におけるLNG取り扱い量の見通し
(出所)資源エネルギー庁資料より

(2) LNG調達に係る我が国の取り組み

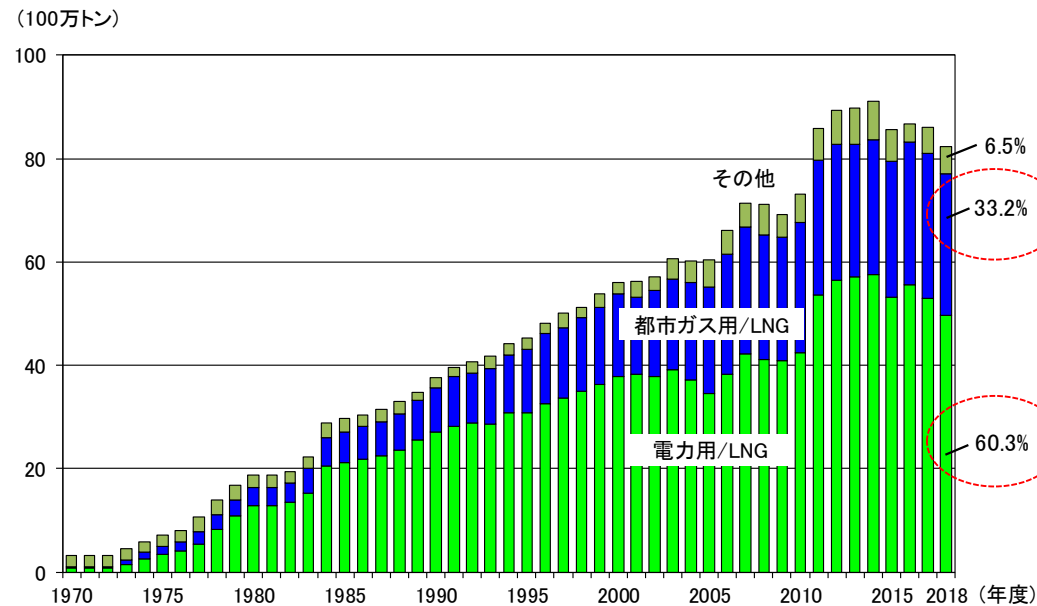
LNG産消会議

- 我が国では、**LNG産消会議**の開催等を通じて、日本のLNG関連技術を第三国に展開し、上流～下流までサプライチェーン全体にわたる日本企業のビジネス展開を支援してきた。
- 2020年10月に開催された第9回会議では、COVID-19などLNGを取り巻く様々な要素を踏まえつつ、アジアLNG市場が、世界の気候変動問題にも対応しつつ、経済回復と成長を支え得る存在となるために何が求められるのか等について、主に以下のテーマで議論を実施した。
 - **①供給国と需要国双方に裨益する持続可能な価格メカニズムの追求**
⇒アジアでも市場の需給を反映した価格指標の下地が整ってきており、そうした指標は生産者・消費者双方に裨益する。生産者・消費者の連携に加えて、ファイナンス機関(JBIC・NEXI)もこの方向をサポート
 - **②LNGバリューチェーンの中における脱炭素化の追求**
⇒サプライチェーン全体のGHG排出の計算方法の確立や正確な計測が必要不可欠。脱炭素化技術のコストが高いと普及が進まない。研究開発を継続してコストを下げていくことが肝要。ブルー水素やアンモニアも重要な要素
- また第9回会議において我が国政府は、**①「LNG市場戦略2016」の大幅な見直し**、**②LNGバリューチェーン全体におけるGHG排出抑制**、**③LNGからカーボンリサイクルによる水素・アンモニアを生成**、等に対して取り組むことを表明している。

(3)天然ガス需要量

天然ガス消費量の推移～電力用・都市ガス用

- 我が国における天然ガス消費量は、2014年度には9,110万tに達したが、その後やや減少し2018年度は**8,240万t**となった。
- 8,240万tの内訳を用途別に見ると、**電力用4,970万t(構成比60.3%)**、**都市ガス用2,740万t(同33.2%)**、その他540万t(同6.5%) となっている。
 - － 2011年3月の東日本大震災以降、原子力発電所の稼働停止を受け、電力用LNGは急増し、2010年度の4,239万tから2014年度には5,749万tと過去最高に達した。2015年度以降、原子力発電所の再稼働や再エネ導入進展などにより、2016年を除いては減少を続けており、2018年度は4,970万tと2010年度以降初めて5,000万tを下回った

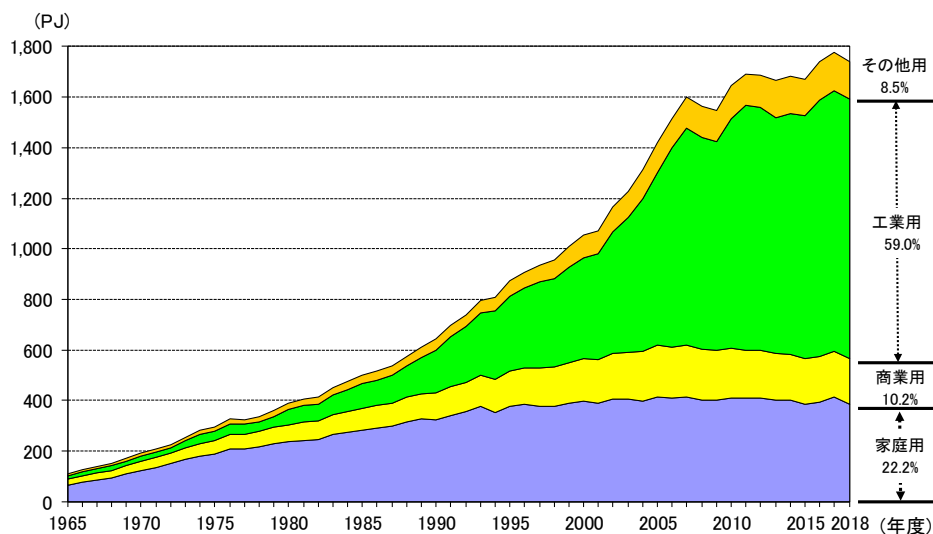


天然ガスの用途別消費量の推移
(出所)資源エネルギー「エネルギー白書2020」より

(3)天然ガス需要量

天然ガス消費量～用途別都市ガス販売量

- 2019年度における都市ガス販売量は**1,691PJ**となっている。その内訳を用途別に見ると、工業用997PJ(構成比58.9%)が最も多く、次いで家庭用393PJ(構成比23.2%)、商業用174PJ(同10.3%)、その他用128PJ(同7.6%)となっている。
- 2000年代半ば以降は、家庭用、商業用の消費は微減の傾向にあり、工業用の消費の増加傾向も鈍化しているため、消費総量の伸びは緩やかとなっている。
 - － 家庭用では、高効率給湯器など省エネルギー機器の普及に伴う需要家当たりの消費量の減少寄与を、継続的な新規需要家の獲得や都市ガス利用機器の普及拡大でカバー
 - － 工業用では、ガス利用設備の技術進展や地球環境問題への対応などにより、需要家当たりの消費量が伸びたことが消費の増加に起因



用途別都市ガス販売量の推移

(出所)資源エネルギー「エネルギー白書2020」より

都市ガス販売量(用途別・地域別) (2019年度)

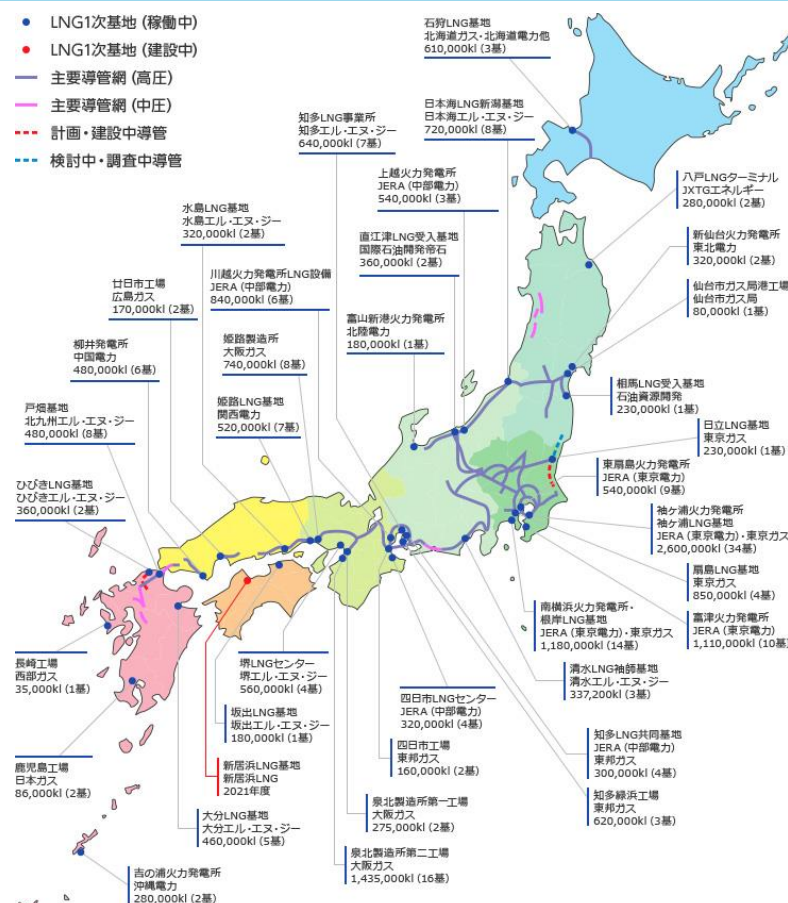
	北海道	東北	関東	中部・北陸	近畿	中国・四国	九州・沖縄	合計	
	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ	構成比
家庭用	12.1	9.1	210.1	37.9	96.7	11.0	15.5	392.5	23.2%
商業用	10.8	4.2	93.7	14.8	37.8	5.1	7.7	174.2	10.3%
工業用	7.6	30.4	518.3	151.7	217.4	46.4	25.1	996.9	58.9%
その他用	6.0	4.6	61.5	14.2	28.3	5.8	7.3	127.7	7.6%
計	36.6	48.2	883.6	218.7	380.2	68.3	55.7	1,691.3	100.0%

(出所) 経済産業省「ガス事業生産動態統計調査」よりMURC作成

(4)国内ガス供給インフラの概要

LNG受入基地とガス導管設備

- 我が国におけるLNG受入基地は、太平洋岸を中心として発電所や都市ガスの大需要地の近隣に点在する形で設置されてきた。これらの施設を起点として、**ガス導管網が需要の拡大に応じて扇形に整備**されている。
- 一部地域では、国産天然ガス事業者による長距離輸送導管や大規模消費地における大手ガス事業者の輸送導管が発達してるが、基本的には消費地ごとに独立した導管網となっている。高圧ガス導管敷設距離は、需要拡大対応と導管網の安定性向上のため近年大幅に伸長しており、約26万kmとなっている。



我が国におけるLNG基地と主要導管網

(4)国内ガス供給インフラの概要

天然ガス発電設備

- 2020年10月時点における電気事業者によるLNG火力発電能力は**8,292万kW**に達している。また2019年度における電気事業者によるLNG火力発電実績は**3,535億kWh**となっている。
- 電気事業者による全発電所の発電能力合計2億6,867万kWに占める**LNG火力発電所の割合は30.9%**となっている。地域によってLNG火力発電への依存度は大きく異なる。

LNG火力発電所の発電能力(2020年10月)及び発電実績(2019年度)

	発電所数	発電出力(2020年10月末時点)	発電実績(2019年度)
		千kW	百万kW
(株)JERA	16	48,126	215,627
関西電力(株)	5	10,176	47,502
東北電力(株)	5	6,849	28,729
九州電力(株)	2	4,655	6,981
中国電力(株)	2	2,375	11,472
(株)扇島パワー	1	1,221	7,717
福島ガス発電(株)	1	1,180	317
泉北天然ガス発電(株)	2	1,109	5,592
四国電力(株)	1	935	3,553
北陸電力(株)	1	925	3,449
川崎天然ガス発電(株)	1	847	5,765
戸畑共同火力(株)	1	625	2,564
北海道電力(株)	1	569	2,986
沖縄電力(株)	2	537	1,519
その他	29	2,785	9,707
合計	70	82,916	353,478

(出所)経済産業省「電力調査統計」等よりMURC作成

旧一般電気事業者のLNG火力発電所割合(発電能力ベース)(2020年10月時点)

	発電出力(千kW)				LNG火力割合	
	A	LNG火力 B	原子力 C	その他 D	原子力あり	原子力なし
					B/A	B/(A-C)
北海道電力(株)	8,364	569	2,070	5,725	6.8%	9.0%
東北電力(株)	16,638	6,849	2,750	7,039	41.2%	49.3%
(株)JERA	66,126	48,126	0	18,000	72.8%	72.8%
北陸電力(株)	8,247	925	1,746	5,576	11.2%	14.2%
関西電力(株)	30,590	10,176	6,578	13,835	33.3%	42.4%
中国電力(株)	5,436	935	890	3,611	17.2%	20.6%
四国電力(株)	5,436	935	890	3,611	17.2%	20.6%
九州電力(株)	17,549	4,655	4,140	8,754	26.5%	34.7%
沖縄電力(株)	2,160	537	0	1,623	24.9%	24.9%
その他	108,120	9,208	14,019	84,893	8.5%	9.8%
合計	268,666	82,916	33,083	152,667	30.9%	35.2%

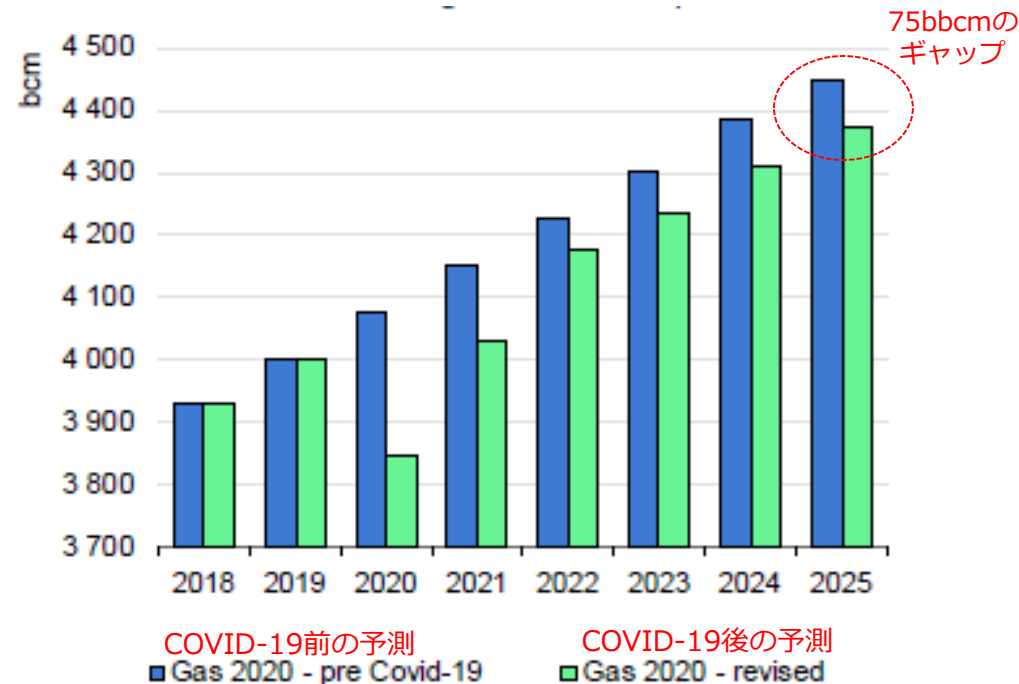
(出所)経済産業省「電力調査統計」等よりMURC作成

-
- 1 ガス事業を取り巻く環境変化
 - 1.1 我が国ガス事業の現状
 - 1.2 国際ガス市場の動向と将来見通し
 - (1)国際エネルギー市場の動向
 - (2)国際エネルギー市場の長期的見通し

(1)国際エネルギー市場の動向

天然ガス市場の中期的見通し①～需給バランス

- 2019年後半以降、国際天然ガス市場は需給が緩んだ状況が続いていたが、2020年に入り、**COVID-19による経済減退に伴うガス需要減少**により、極めて不確実性が高い状況となっている。
 - 2020年天然ガス需要量は、2019年4,000bcmから150bcm減少して3,850bcm(前年比4%減)
 - 国際原油価格の低下等の影響もあり、国際天然ガス価格は記録的な低水準で推移
- IEA「Gas 2020」によると、天然ガス需要は2021年以降、徐々に回復する見込みである。しかし様々な不確実性が存在しており、**COVID-19危機は天然ガス市場に対して中長期的な影響を与える可能性がある**。
 - 天然ガス需要は、特に中国、インドなどアジア太平洋地域において、ガス価格低下を背景として伸長。しかし、COVID-19危機の影響により、2025年時点では世界全体で**75bcmの需要が喪失する見込み**

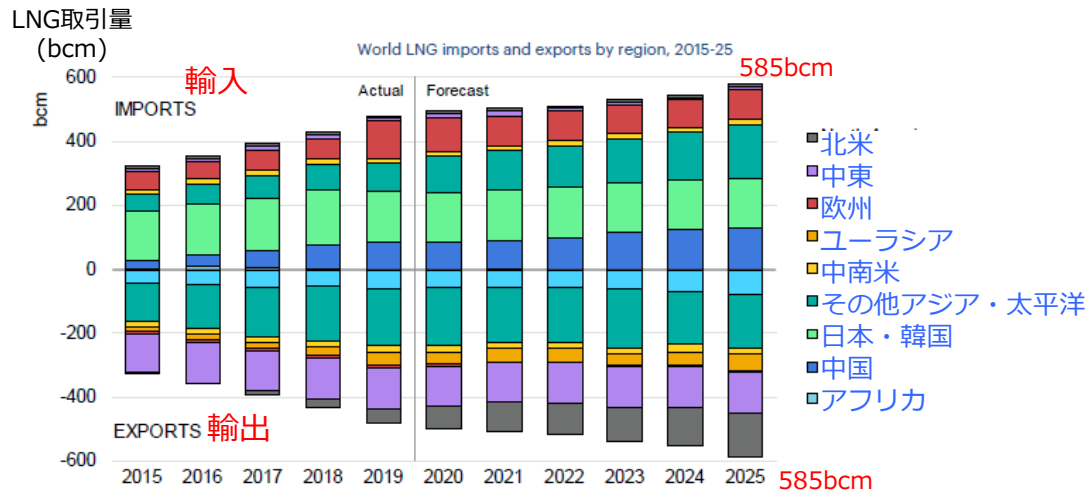


2025年に向けた天然ガス需要量の予測(COVID19前後の比較)
 (出所)IEA「Gas 2020」より

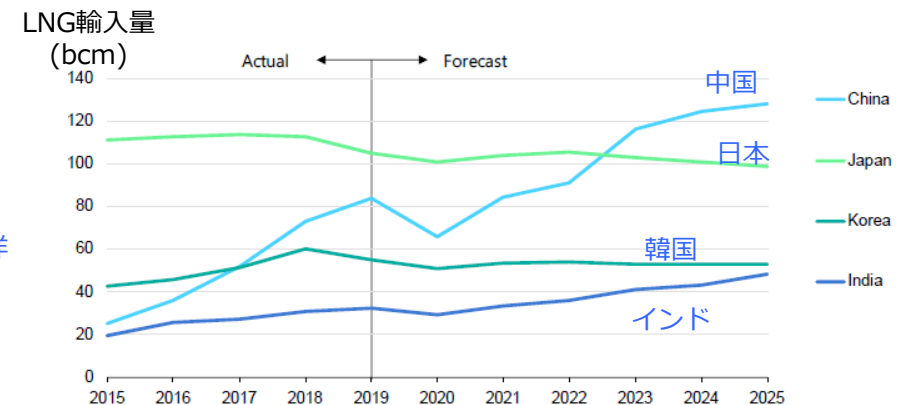
(1)国際エネルギー市場の動向

天然ガス市場の中期的見通し②～LNG取引量

- IEA「Gas 2020」によると、国際LNG取引量は2025年までに**585bcm/y**(2019年比21%増)に達する見込みである。輸出に関しては、純増加分のほぼ全量を**北米産LNG**が占めているのに対し、輸入に関しては、**中国及びインド等のアジア新興市場**の需要増大の牽引力となっている。
 - 北米LNG輸出量は、相次ぐ液化プロジェクトの認可状況やカナダにおける輸出プロジェクト等の状況から、今後5年間でほぼ3倍に達する見込み
 - アジア・太平洋地域におけるLNG輸入量は、2025年において世界全体の77%に達する見込み
 ⇒中国LNG輸入量(2019年80bcm ⇒ 2025年128bcm)、インドLNG輸入量(2019年32bcm ⇒ 2025年から48bcm)
 ⇒日本のLNG輸入量は、原子力発電の再稼働や再エネ導入の進展等理由により発電構成における天然ガス割合が減少する見込みであることから、100bcm程度でほぼ横ばいで推移
- IEA「Gas 2020」によると、近年の相次ぐFIDにより、LNG液化プロジェクトは大幅に増加し、2020年から2025年にかけて輸出能力は最大120bcm/年ほど増加する見込みである。天然ガス需要の伸長がやや鈍化したことから、**2025年までにLNG国際貿易が逼迫するリスクは限定的**であるとしている。



国際LNG取引量(輸入量・輸出量)(2015～2025年)
(出所)IEA「Gas2020」より



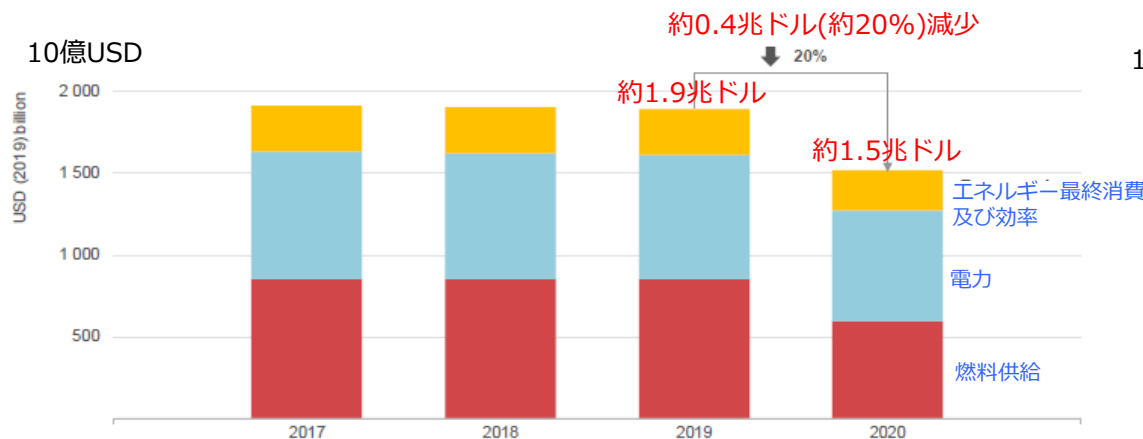
アジア主要国におけるLNG輸入量の推移(2015～2025年)
(出所)IEA「Gas2020」より

(1)国際エネルギー市場の動向

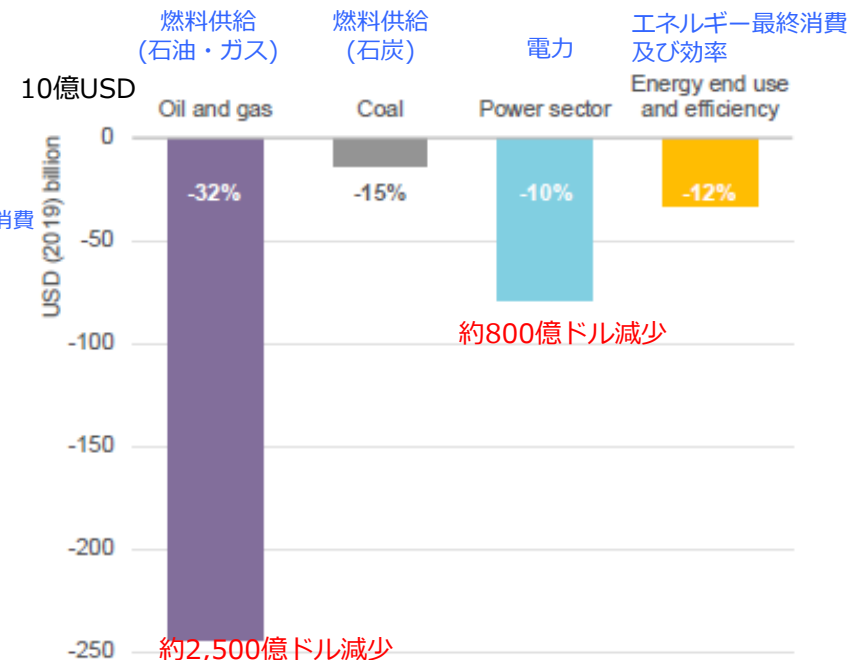
エネルギー投資への影響

- 2020年5月に公表された「World Energy Investment 2020」によると、2020年における全世界エネルギー投資額は、**2019年から4,000億ドル程度(約20%)減少**し、約1兆5,000億ドルとなる見込みである。
 - 投資減少額4,000億ドルのセクター別内訳を見ると、**石油・ガスセクターの減少額が2,500億ドルと最も大きい(前年比32%減少)*1**。次いで、電力セクターの減少額が800億ドルとなっているが、当該セクターの前年比減少率は10%程度であり、石油・ガスセクターと比較して影響は小さい
 - 地域別内訳を見ると、米国における投資額が前年比25%減と最も大きい(石油・ガスセクターの投資縮小が大きく影響)。一方、中国における投資額は前年比12%であり、米国の前年比25%減、欧州の前年比17%減と比較して影響は軽微

*1 石油セクターでは投資減少(特に上流部門)が特に顕著であり、2025年の供給レベルは、当初の予測より900万bpd程度減少する見込みである。仮に世界エネルギー情勢がCOVID-19危機以前の道筋に戻った場合、投資が2020年レベルで推移したとすると供給不足により市場需給がひっ迫するリスクが存在する旨を同報告書では指摘している



エネルギー投資額の推移(セクター別)
(出所) IEA「World Energy Investment 2020」より



エネルギー投資額の2019年比増減(セクター別)
(出所) IEA「World Energy Investment 2020」より

(2)国際エネルギー市場の長期的見通し

BP Energy Outlook 2020①～設定シナリオの概要

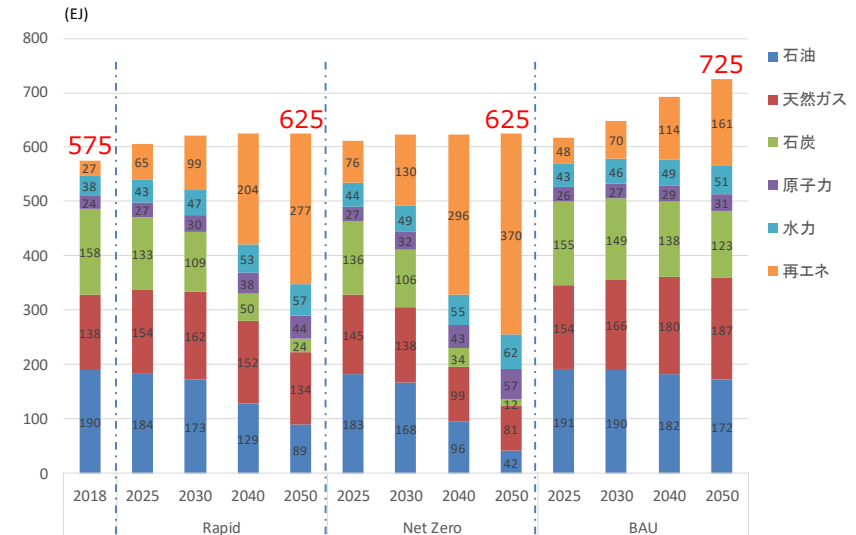
- 2020年9月に公表された「BP Energy Outlook 2020」では、2050年までの長期的予測について **BAU(Business-as-Usual)**に加え、**Rapid**及び**Net Zero**からなる3つのシナリオについて定義している。

3つのシナリオの概要

	概要
BAU	- 政府の政策、技術及び社会的選好が、過去数年と同等の様式・スピードで緩やかに進展 - CO2排出量は2020年代中盤にピークアウト。その後は緩やかに減少 2050年のエネルギー由来CO2排出量は30GtCO2程度(2018年比約10%削減)
Rapid	- 炭素価格の大幅な上昇を主導。よりターゲットを絞ったセクター特定の施策によって構成される一連の政策措置を実施 2050年のエネルギー由来CO2排出量は10GtCO2程度(2018年比約70%削減)
Net Zero	- Rapidにおいて具体化された政策措置が、社会的行動・選好の著しい変化により追加的に強化され、排出削減を加速 2050年のエネルギー由来CO2排出量はほぼゼロ(2018年比約95%削減) ⇒+1.5℃抑制シナリオとほぼ一致

1次エネルギー需要量の推移

- 2050年の一次一次エネルギー需要量は、BAUにおいて725EJ(年増加率0.7%)、Rapid及びNet Zeroにおいて625EJ(同0.3%)となっている。
 - ✓ 化石燃料シェアが顕著に低下(2018年約85%から2050年には約70～20%)
 - ✓ 一方、再エネ割合が増大(2018年約85%から2050年には約70～20%)
- 石油など液体系燃料需要量は、BAUではCOVID-19危機以降、2050年まで微減して95Mbpdで推移。一方、Rapid及びNet Zeroでは、当該危機による減少から完全には回復せず、2019年をピークとして大きく減少(2050年においてRapidでは55Mbpd、Net Zeroでは30Mbpd程度)

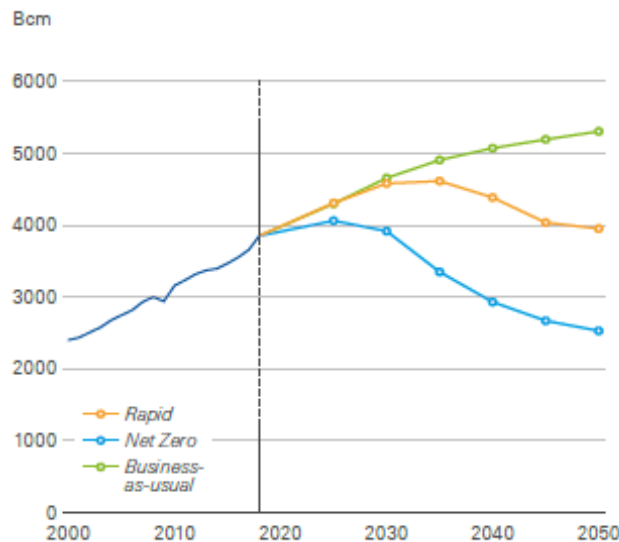


各シナリオにおける一次エネルギー需要量の推移
(出所)BP「BP Energy Outlook 2020」より

(2)国際エネルギー市場の長期的見通し

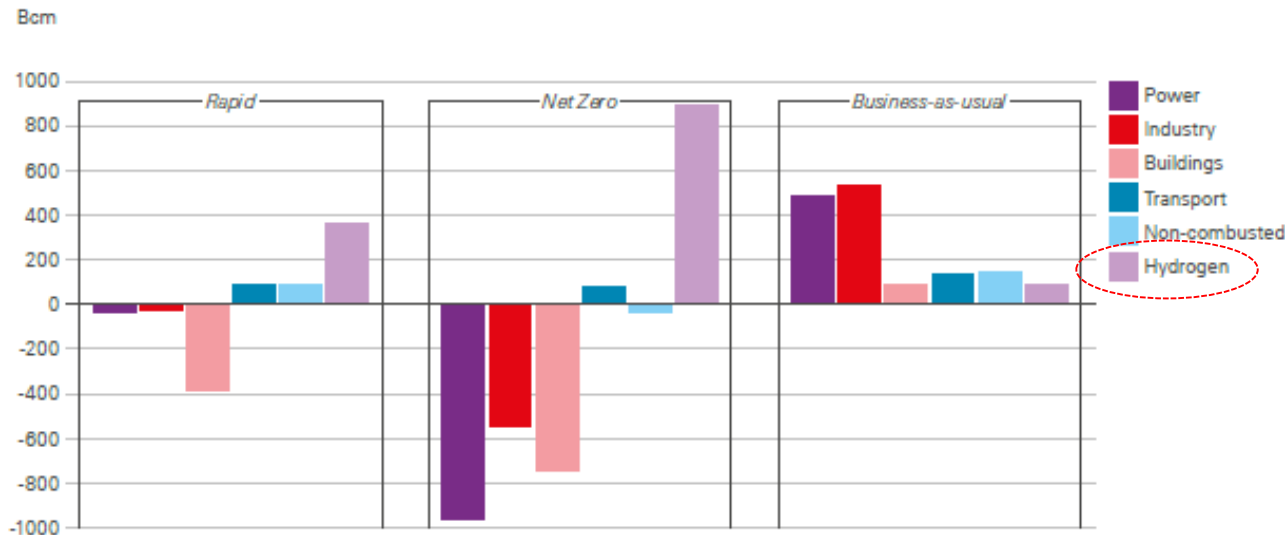
BP Energy Outlook 2020②～天然ガス需要量

- **天然ガス需要は、石油と比較するとレジリエント**である。脱炭素化、とりわけ脱石炭依存に伴い、成長著しい途上国において天然ガスが果たす役割は大きく、CCUSとの組み合わせにより、ほぼゼロ排出となる天然ガスへの期待は大きい。
 - Rapidにおける天然ガス需要は、COVID-19危機による短期的下落から回復し、今後15年間、比較的堅調に増加。中国、インド等のアジア各国において、石炭から天然ガスへの転換が進展。その後15年間(2035年～)はアジア途上国における成長速度が鈍化することにより、ガス需要量も減少し、2050年には2018年とほぼ同水準の約4,000Bcmまで減少
 - Net Zeroにおける天然ガス需要は、2020年代半ばにピークに達した後、急速に減少。2050年には2018年の水準を約35%下回る
 - BAUでは今後30年間にわたってガス需要が増加し、2050年までに5,300Bcmになる
- ガス消費形態は、各シナリオによって大きく異なっている。特に**Net Zeroでは発電、産業、業務部門における需要が大きく減少する一方、水素が大きく増加している**。



天然ガス需要量の推移

(出所)BP「BP Energy Outlook 2020」より



天然ガス需要量のセクター別増減(2018～2050年)

(出所)BP「BP Energy Outlook 2020」より

(2)国際エネルギー市場の長期的見通し

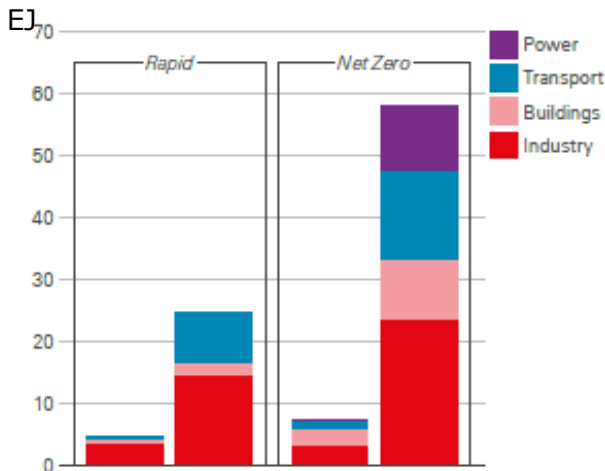
BP Energy Outlook 2020③～水素の役割等

主な示唆: 電化の進展

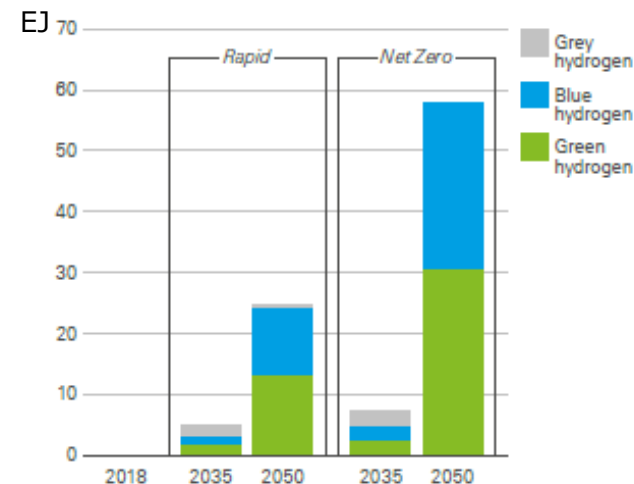
- **エネルギーシステムの脱炭素化に伴い電化が進展**する。最終エネルギー消費における電力割合は、2018年20%強から増加し、2050年BAU34%、Rapid45%、Net Zero 50%超に達する。
 - ✓ 太陽光・風力等の再エネ発電が、必要な電力量増加分の大部分を担う。しかし再エネ割合上昇により生じる間欠性に対する調整費用は上昇。結果として、**再エネ普及速度は2040年には鈍化**(再エネ割合が、Rapidは50%、Net Zeroは60%を超過したあたりで鈍化)
 - ✓ 天然ガス発電は、石炭からの代替により、Rapidでは2030年代前半までは増加するが、再エネ普及加速により2050年には2018年レベルに回帰。Net Zeroは、Rapidと比較して増加期間が短く、その後の急速に減少。一方、BAUは、全体の電力需要にほぼ比例して増加

主な示唆: 水素の役割

- **エネルギーキャリアとしての水素の利用は、Rapid及び Net Zeroにおいて顕著に増加する**。水素拡大は2035年以降に集中しており、2050年までに水素は(非燃焼系の)最終エネルギー消費に関して、Rapidでは約7%、Net Zeroでは約16%を占める。
- Rapid及び Net Zeroにおいて、水素は、その貯蔵容易性の観点から、特に産業・運輸部門において電化が困難もしくは高コストな活動において、電力の補完的役割を果たす。
 - ✓ 水素は、鉄鋼、セメント、石油精製・化学などの高温プロセスのエネルギー源として、産業界で特に有利。2050年までに、水素は産業全体の最終エネルギー消費の約10%(Rapid)、18%(Net Zero)を占める。また輸送部門における水素利用は、長距離輸送に集中
- 水素は輸送費用が高いため、多くの国では、水素の大部分は比較的局地的に製造されている。Rapid 及びNet Zeroでは、2050年まで水素製造のほぼ全量がブルー水素orグリーン水素となる見込みであり、グレー水素は限定的となる。
 - ⇒Rapid 及びNet Zeroにおいて、ブルー水素は、再エネに依存せずに水素供給を拡大するのに寄与する。



部門別の水素利活用量の推移
(出所)BP「BP Energy Outlook 2020」より

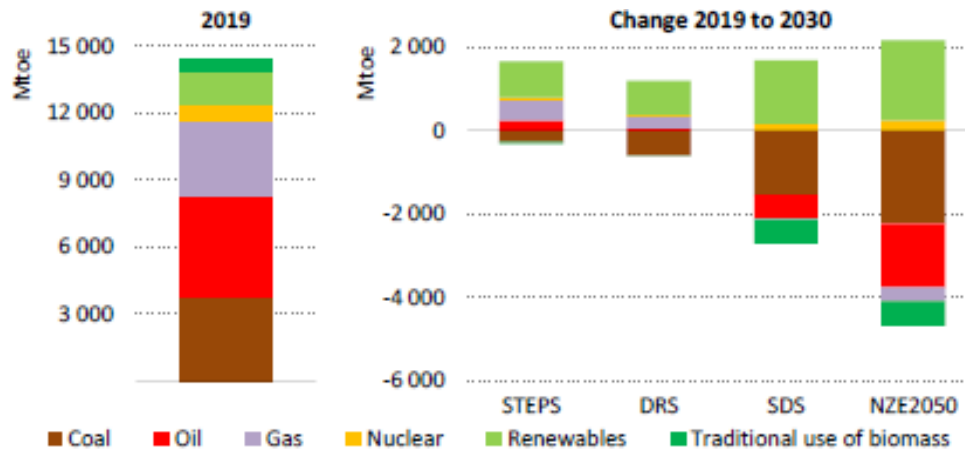


タイプ別水素製造量の推移
(出所)BP「BP Energy Outlook 2020」より

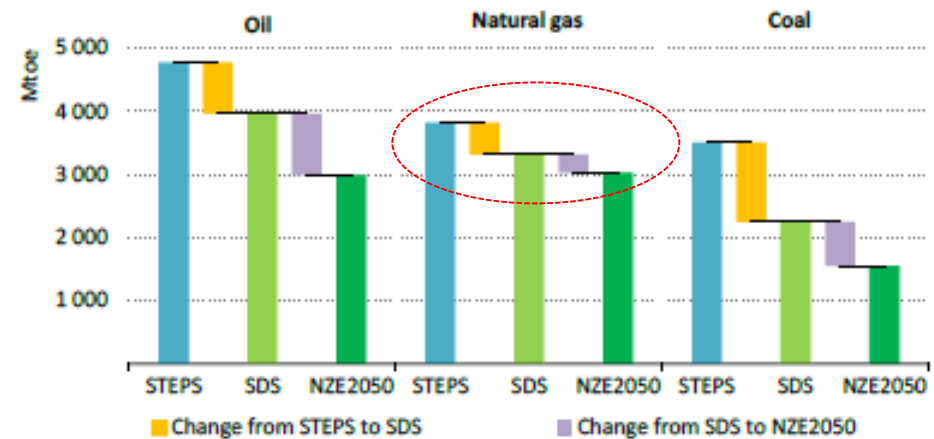
(2)国際エネルギー市場の長期的見通し

IEA「IEA World Energy Outlook 2020」～シナリオ設定

- 2020年10月に公表された「IEA World Energy Outlook 2020」では、COVID-19以降の回復道筋について検証しており、以下の4つのシナリオを策定している。
 - **公表政策シナリオ(STEPS)**：現在公表されている各国の政策目標を反映、世界のエネルギー需要は2023年初頭に危機前の水準に回復
 - **回復遅延シナリオ(DRS)**：コロナ危機が長期化し、エネルギー需要は2025年まで回復しない
 - **持続可能な開発シナリオ(SDS)**：パリ協定に基づくクリーンエネルギー政策を推進するシナリオ
 - **2050年ネットゼロエミッションシナリオ(NZE2050)**：SDSを拡張し、2050年にCO₂排出量を正味ゼロとするシナリオ
- いずれのシナリオでも、再生可能エネルギーが主役を演じ、太陽光発電がその中心となっている。一方、化石燃料需要は、石油、天然ガス、石炭とも減少傾向にあるが、天然ガスはその中でも減少量が限定的であり、またシナリオ間の差異も小さい。



各シナリオにおける一次エネルギー需要量(2019年比増減)
(出所)IEA「World Energy Outlook 2020」より



各シナリオにおける化石燃料需要(2030年時点)
(出所)IEA「World Energy Outlook 2020」より

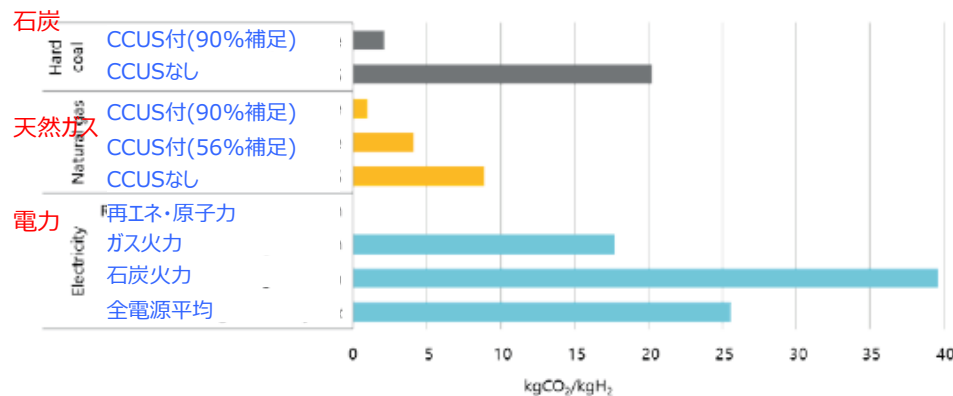
(2) 国際エネルギー市場の長期的見通し

参考: IEA 「The Future of Hydrogen」

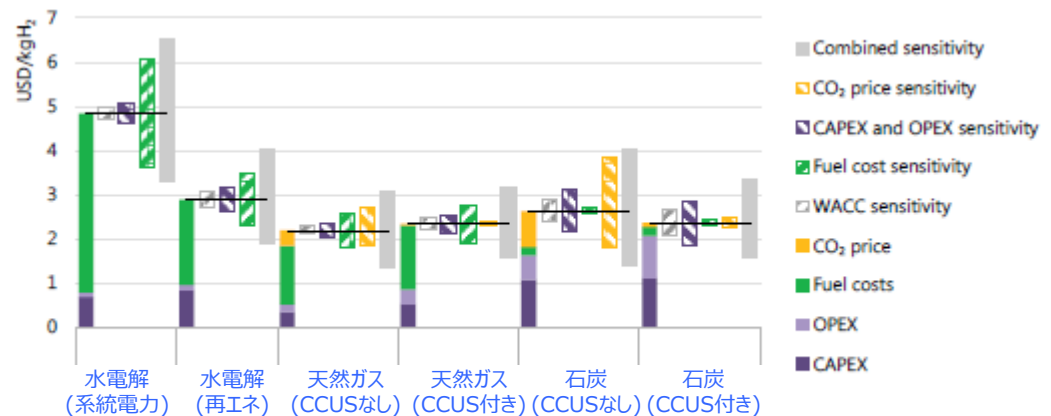
- 2019年6月、IEAは、水素の現状及び将来可能性等を分析した「The Future of Hydrogen」を公表した。水素の製造、貯蔵、輸送・配送等に係る技術やコスト、更には各種分野における利用可能性*1や導入機会*2を分析した上で、IEAとしての政策提言を実施している。
 - ①長期的目標における水素戦略を確立、②水素に対する商業需要の喚起、③初期段階における参入事業者の投資リスク軽減、④コスト低減に向けたR&D支援、⑤不必要な規制障壁の撤廃や基準標準化による合理化等、を提言
 - 短期的方策としては、①港湾の工業地域における水素ハブ化、②既存のガス関連インフラの活用、③インフラ整備によるFCVの競争力強化、④水素に関する国際貿易の早期実現、を提案
- 水素製造に関して、現状では天然ガスからの水素製造がコスト優位性を有している。将来的には、再エネによる電解水素のコスト低下により、**地域によっては、このようなグリーン水素がコスト優位性を有する可能性も指摘**している。

*1 例えば、産業セクターにおける製造プロセスや高温熱需要に対して、水素利用を通じた脱炭素化の可能性について論じている。

*2 水素導入が進んでいないセクターにおける可能性について検討。例えば、住宅向けのエネルギーの脱炭素化の手段として、既存の都市ガス導管への水素混入や、発電セクターへの水素燃料導入、特に既存石炭火力発電にアンモニアの形で水素エネルギーの導入を行うことが有望な方法として提示



各水素製造方法におけるCO₂排出原単位(kgCO₂/kgH₂)
(出所)IEA「The future of Hydrogen」より



各水素製造方法における水素製造コスト(USD/kgH₂)
(出所)IEA「The future of Hydrogen」より

2 諸外国政府によるガス事業政策の動向

2 諸外国政府によるガス事業政策の動向

2.1 脱炭素に係る関連政策

(1) 欧州委員会による動向

(2) EU関連機関における水素戦略

(3) イギリスの動向

(4) ドイツの動向

(5) フランスの動向

(6) オランダの動向

(7) 米国の動向

2.2 安定供給・レジリエンス等に係る関連政策

2.3 経営基盤・競争強化等に係る関連政策

(1)欧州委員会による動向

Clean Energy for All Europeans Package

- 2016年11月、欧州委員会はクリーンエネルギーへの移行を促進する方策に係る新たな包括法である**Clean Energy for All Europeans Package**を提示した。
 - 2030年EU目標(GHG排出量40%削減(1990年比)、最終消費における再エネ割合32%、エネルギー効率32.5%改善)が反映
 - 当該包括法は、①建築物のエネルギー効率、②再生可能エネルギー、③省エネルギー、④ガバナンス、⑤電力市場など5領域を対象とするものであり、8つの指令(Directive)・規則(Regulation)から構成。2019年6月までに全関連法規が改正施行

Clean Energy for All Europeans Packageにおける8つの指令・規則の概要

規則・指令	概要
建築エネルギーパフォーマンス指令(Directive (EU) 2018/844)	- EU内の建物のエネルギー性能を促進するための指令(通称 EPBD指令) 2018年改正では、①2050年に向けて脱炭素化された建物への転換を支援するための長期戦略の確立、②電気自動車の充電スポットに関する要件、③スマート化進捗指標(Smart Readiness Indicator)等が新たに規定
改正省エネ指令(Directive (EU) 2018/2002)	エネルギー効率改善目標に関して、2020年までに20%改善に加え、2030年までに30%改善することを新たに義務付け
再エネ指令 (Directive (EU) 2018/2001)	- 再エネ促進指令 (通称:RED II 指令)。再エネ由来電力の最終消費、冷暖房部門及び運輸部門における最終エネルギー消費に占める再エネ割合等を規定 2018年改正では、拘束力のある目標として、<u>2030年時点の再エネ由来の最終エネルギー消費を32%と規定</u>(注:バイオマス由来のガスに関する基準は規定されているが、水素に関する言及はない。)
エネルギー連合と気候行動統治指令(Regulation (EU) 2018/1999)	- 気候・エネルギー関連政策の計画や報告を統合することで合理化を図るための指令。各加盟国は2021年～2030年を始めとして10年ごとの「<u>国家エネルギー・気候統合計画(NECP)</u>」を作成 - 計画には①脱炭素化(温室効果ガスの削減/再生可能エネルギー)、②エネルギー効率、③エネルギー安全保障、④エネルギー統合市場、⑤研究・革新・競争力の5つの側面から目標と貢献を掲げることとされている
域内電力市場規則(Regulation (EU) 2019/943)	2050年炭素中立化達成に向けた電力市場再設計について提示 - 連系線の混雑管理及び容量割当、TSO・DSOの役割等について規定
域内電力市場共通ルール規則(Regulation (EU) 2019/944)	2009年第三次EU電力指令(Directive 2009/72/EC)の改正
ACER設置規則(Regulation (EU) 2019/942)	旧規則(Regulation(EC)714/2009)において規定されたEU大のエネルギー規制機関であるACER(Agency for the Cooperation of Energy Regulators)の役割・機能等について強化
電力部門リスク準備規則(Regulation (EU) 2019/941)	電力セクターにおけるリスク評価及びリスク準備等について規定

(1)欧州委員会による動向

Clean Planet for All①～シナリオ策定の考え方

- 2018年11月、欧州委員会は、2050年におけるGHG排出量を80～95%削減し、気候中立経済(Climate-neutral Economy)の実現を目指す長期的戦略ビジョンとして「**A Clean Planet for All**」を発表した。
 - EUの気候・エネルギー政策の方向性を提示
 - 気候中立経済の実現に向け、どのような対策を実施するか複数の前提を設定。計8つのシナリオを策定
⇒2050年80%削減(5つ)、同90%削減(1つ)、同100%削減(2つ)
- 各シナリオを実現するために、以下の7つの対策(Building Block)を共通して実施するとしている。
 - エネルギー効率の最大化(ZEBを含む)：デジタル化等、エネルギー消費効率の向上
 - 再エネ導入の最大化、電力の脱炭素化の推進：再エネ、原子力を骨組みに脱炭素電源を推進
 - クリーン、安全、コネクティッドモビリティの推進：電化に加え、代替燃料、モーダルシフトにより運輸部門の脱炭素化
 - 産業政策と資源循環経済：CCU(合成燃料、プラスチックや建築素材)等。特に、鉄、セメント、化学を対象。研究開発によるコスト低減
 - スマートネットワークインフラ：最適なグリッドを追求したEU大でのネットワーク化
 - バイオ経済と吸収源：バイオエネルギー消費増大。森林吸収源の確保。農業分野の効率化
 - CCS：エネルギー多消費産業の残余排出、BECCS、カーボンフリー水素製造

シナリオの概要

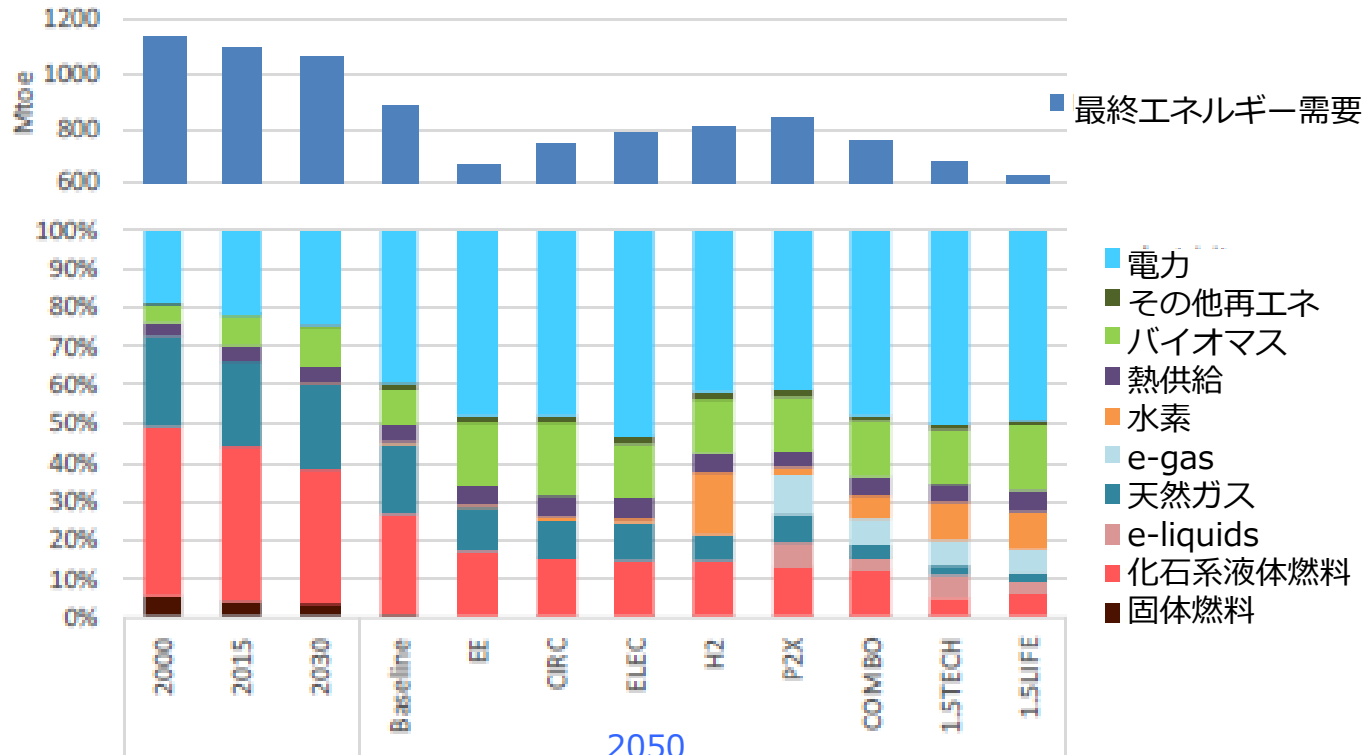
2050年削減レベル	シナリオ	概要
2050年比80%削減 (2℃相当)	①電化シナリオ(ELEC)	全てのセクターで電化を重点化(特に、産業プロセスの電化、輸送部門の電化の促進)
	②水素シナリオ(H2)	産業、運輸、建築分野での水素利用
	③電力の水素転換(P2X)	産業、運輸、建築分野でCO2を原料とする合成燃料(e-fuel)の利用
	④省エネルギーシナリオ(EE)	全セクター(特に産業、産業、運輸、建築分野)でのエネルギー効率向上
	⑤資源循環シナリオ(CIRC)	リサイクル、リユース、シェアリング、材料効率向上等の資源循環政策により実現
2050年90%削減	⑥組合せシナリオ(COMBO)	上記(1)の手法により90%削減となるよう、費用対効果の高い方法で組み合わせ
2050年ネットゼロ (1.5℃相当)	⑦1.5℃技術シナリオ(1.5℃ TECH)	⑥組み合わせを深掘り、脱炭素化が困難な部門の排出をネガティブエミッション技術(BECCS、DACCS等)で補完
	⑧1.5℃行動変容シナリオ(1.5℃ LIFE)	⑥組み合わせを深掘り、脱炭素化が困難な部門の排出を生活の行動変容(徒歩、自転車、公共交通、シェアリング自動車の増加や、食の変化)で補完

(1) 欧州委員会による動向

Clean Planet for All②～各シナリオの比較

各シナリオにおける2050年の最終エネルギー消費

- 5つの基本シナリオ(シナリオ①～⑤)では、各シナリオにおいて2050年80%削減となるように分析。一方、シナリオ⑥は、シナリオ①～⑤の複合により2050年90%削減となるように分析
⇒シナリオ⑦、⑧は、シナリオ⑥をベースに更なる対策を実施することにより2050年ネットゼロ
- 8つのシナリオにおける最終エネルギー消費(形態別)を比較すると、e-fuelsの導入が進むシナリオ(③P2X、⑥COMBO、⑦1.5 TECH、⑧1.5 LIFE)では、化石燃料からe-fuelsへの代替が進展。また全てのシナリオにおいて電化が顕著に進展。
⇒特に①ELECでは2050年53%、③P2Xでは2050年41%
- どのシナリオにおいても太陽光発電、陸上・洋上風力発電の導入が進展。**自然変動電源の大量導入により、必要とされるエネルギー貯蔵・変換技術としてどのシナリオにおいても水素変換(更にe-gas変換)が重要**となる。



注)ベースラインシナリオでは、2050年64%削減(2050年比)

2050年における最終エネルギー消費量のエネルギー形態別シェア

(1) 欧州委員会による動向

「エネルギーシステム統合のためのEU戦略」①～戦略の全体像

- 欧州委員会は、2019年12月に**欧州グリーンディール**を発表しており、2050年までの気候中立に加え、2030年GHG排出削減目標を50～55%削減(1990年比)とする目標が示された(2020年12月の欧州理事会にて合意)。
- 欧州委員会は、2050年カーボンニュートラルに向けた様々な行動計画を策定している。2020年7月には、「**エネルギーシステム統合のためのEU戦略(EU Strategy for Energy System Integration)**」を発表しており、クリーンエネルギー移行のための枠組みを提示した。同日に採択された「**気候中立な欧州のための水素戦略(A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe)**」(後述)とともに、欧州グリーンディールと整合的なクリーンエネルギー投資計画を提示している^{*1}。
- 当該戦略では、エネルギー統合の障壁に対応するために、以下の6つの行動計画を特定している。
 - ①「エネルギー効率第一主義」を核とした、循環型エネルギーシステム
 - ②再エネを中心とした電力システムを基盤として、エネルギー需要の電化を加速
 - ③脱炭素化が困難なセクターにおいて、水素を含む再生可能な低炭素燃料の利用を推進
 - ④エネルギー市場を、脱炭素化と分散エネルギー資源(DER)に適合
 - ⑤統合エネルギーインフラ
 - ⑥デジタル化されたエネルギーシステムとイノベーションの支援枠組

^{*1} 2020年10月14日には、欧州委員会は「改修ウェブ戦略」、「メタン排出削減戦略」、及び「エネルギー同盟現状報告書」という一連の政策提言・報告書を採択した。いずれもグリーンニューディール実施の一環であり、2050年の気候中立の実現の基礎と位置付けられている

(1)欧州委員会による動向

「エネルギーシステム統合のためのEU戦略」②～主な行動計画

「エネルギーシステム統合のためのEU戦略」における6つの行動計画の概要

アクションプラン	主にガス事業に関連したキーアクションを抽出
①「エネルギー効率第一主義」を核とした、循環型エネルギーシステム	- エネルギー効率指令の改定の一環として、再生可能電力・熱を通じたエネルギー効率改善について、エネルギー係数を見直し - 再生可能エネルギー指令及びエネルギー効率指令の改正の一環として、地域暖房ネットワークへの接続等の要件の見直しにより、産業用地及びデータセンターからの廃熱利用を促進
②再エネを中心とした電力システムを基盤として、エネルギー需要の電化を加速	- 産業界における冷暖房のための再生可能電力の利用に関するより具体的な措置を開発 - 各種基金等を通じて、産業分野における低温プロセス熱の電動化のためのパイロットプロジェクトに資金を提供 - 改正TEN-T規則において充電・燃料供給インフラの対応要件を検討。また国境を越えた大容量充電や水素燃料補給インフラのためのエネルギーネットワーク関連の支援についても検討
③脱炭素化が困難なセクターにおいて、水素を含む再生可能な低炭素燃料の利用を推進	- 再生可能エネルギー指令を含む既存規定に依拠しつつ、ライフサイクルGHG排出削減と持続可能性基準に基づく、燃料の認証システムを提案 - Horizon Europe等を通じて、再生可能な低炭素燃料を生産・消費するカーボンニュートラルな産業クラスターの旗艦プロジェクトへの融資を促進
④エネルギー市場を、脱炭素化と分散エネルギー資源(DER)に適合	エネルギー製品と電力の課税を EUの環境・気候政策と整合
⑤より統合されたエネルギーインフラ	- TEN-E及びTEN-T規則の改正により、エネルギーと輸送インフラ間のより相乗効果を含め、統合的エネルギーシステムを支援 - TEN-E規則及びその他の関連法制の改定の一環として、EUの脱炭素化目標及びセクター横断的なインフラ計画との完全な整合性を確保するために、TYNDPの範囲とガバナンスを見直す。 - 再生可能エネルギー指令とエネルギー効率指令の改定(2021年6月)、及び旗艦プロジェクトの資金調達。
⑥デジタル化されたエネルギーシステムとイノベーションを支援枠組	エネルギーのデジタル化行動計画を採択

(1) 欧州委員会による動向

欧州気候中立のための水素戦略①～全体概要

- 2020年7月、欧州委員会は欧州グリーンディールの一環として「**気候中立な欧州のための水素戦略**」を発表した。欧州の産官学連携組織「欧州クリーン水素アライアンス」の設立など、欧州における水素導入の諸政策が示されている。
⇒**2050年までのロードマップ**、投資アジェンダ、需要拡大と生産規模拡大、水素インフラと市場ルールのための枠組みの設計、技術研究とイノベーション推進、国際的重要性という対応戦略を整理

水素エネルギーの分類の考え方

- 水素は様々なプロセスにより生成されるが、方法に応じて温室効果ガスの排出量や競争力が異なる。
- 欧州の戦略では主に**風力と太陽光を利用して生産される再生可能な水素の開発が優先的な課題**とされている。しかし、短期的及び中期的には他の方法による低炭素水素も必要とされる。

水素製造方法の違いによる水素エネルギーの分類

水素の製造方法の違い	
再生可能水素(Renewable hydrogen) クリーン水素(Clean hydrogen)	・ 再生可能エネルギー由来の電力を得て、水の電気分解により生成される水素 ・ ライフサイクルにおけるGHG排出量はゼロに近い ・ 持続可能性要件を満たせば、バイオガス改質やバイオマスの生化学反応により製造されるものも含まれる
化石燃料水素(Fossil-based hydrogen)	・ 主に天然ガス改質や石炭ガス化によって、化石燃料を使用して生産される水素。現在製造されている水素の大部分を占めている ・ ライフサイクルにおけるGHG排出量が多い
炭素回収付き化石燃料水素(Fossil-based hydrogen with carbon capture)	・ 化石燃料水素の一部だが、水素製造過程で排出されるGHGは回収される ・ 炭素回収を伴う化石燃料水素は、通常の化石燃料水素よりも排出量が少ないが、GHG回収の変動を考慮する必要がある。
低炭素水素(Low-carbon hydrogen)	・ ライフサイクルにおいてGHG排出が削減されている、炭素回収付き化石燃料水素と電気分解による水素を指す。
水素由来合成燃料(Hydrogen-derived synthetic fuels)	・ 水素と炭素をベースとした様々な気体/液体燃料。排出量レベルは製造プロセスにより異なる。

(出所)欧州委員会「気候中立な欧州のための水素戦略」よりMURC作成

(1) 欧州委員会による動向

欧州気候中立のための水素戦略②～2050年までのロードマップとコスト

2050年までのロードマップにおけるコスト削減の考え方

- 「再生可能水素」や「炭素回収付き化石燃料水素」は、通常の化石燃料水素に比べてコスト競争力がなく、競争力を持つには、55～90ユーロ/tCO₂の炭素価格が課される必要がある。
- 水電解槽のコストは過去10年間で60%削減されており、再生可能エネルギーが安価な地域では電気分解により製造される再生可能水素は2030年頃に競争が可能になると見られている。
- クリーン水素の経済発展に向けて、3つのフェーズによるロードマップを提示している。

水素製造方法の違いによる水素製造コスト

水素のコスト	
化石燃料水素 (グレー水素)	約 1.5 ユーロ/kg(天然ガス価格に大きく依存)
炭素回収付き 化石燃料水素 (ブルー水素)	約 2.0 ユーロ/kg
再生可能水素 (グリーン水素)	約 2.5～5.5 ユーロ/kg

水素エコシステムに向けた経路

The path towards a European hydrogen eco-system step by step :



- EUに最低6GWの再生可能エネルギー起源の水電解装置を設置し、再生可能水素を100万トン製造
⇒水電解装置の規模拡大(最大100MW規模)
- 水素輸送のインフラは依然として限定的
- 大規模な風力・太陽光発電プラントの計画推進
- 欧州クリーン水素アライアンスによる投資パイプラインの構築

- 水素を統合エネルギーシステムの一部として位置づけ
⇒2030年までに40GWの再生可能エネルギー起源の水電解装置を設置
⇒再生可能水素を1,000万トン製造
- 炭素回収付きの化石燃料水素によりGHG削減
- 遠隔地や島嶼部で分散型再生可能エネルギーに基づいた「水素バレー」の形成
- 住宅や商業ビルの熱供給への水素利用
- 水素補給ステーションのネットワーク確立、既存のガスグリッドの再利用
- 大規模水素貯蔵施設の開発

- 再生可能水素技術の成熟
- 再生可能エネルギー由来の電力の4分の1を水素製造に利用
- 水素及び水素合成燃料が、航空機や船舶から脱炭素が困難な工業用・商業用建築物にまでより広範な分野に浸透

(1) 欧州委員会による動向

欧州気候中立のための水素戦略③～重点的取組分野

重点的取組分野(主にガス関連)

➤ 欧州水素戦略では、主に第1,2フェーズに関して、重点的取組分野に関して特定している。

投資計画

- 2030年までの電気分解層への投資：240～420億ユーロ
- 電気分解に必要な電力を供給するための80～120GWの太陽光・風力発電設備への投資：2200～3400億ユーロ
- 既存の水素製造設備にCCSを設置するための投資：110億ユーロ
- 水素輸送・分配・貯蔵のインフラへの投資：650億ユーロ
- 最終消費地点において水素関連燃料に適合させるための設備改修への投資

⇒これらの投資と水素システム全体の構築を支援するために「欧州クリーン水素アライアンス」を設置。アライアンスによる公的な支援により実行可能な投資事業のパイプラインを構築し、水素のバリューチェーンへの投資や官民の関係者の協力を円滑化

需要・供給の拡大

【需要】

- 欧州委員会は再生可能水素のシェアの下限値を設定する可能性も含め、様々なインセンティブを検討する
 - ⇒即座的な応用：精製所での利用、アンモニアの生産、メタノールの生産、鉄鋼生産における化石燃料の部分的な置き換え
 - ⇒輸送部門：地域の都市バス、商用車(タクシー)、鉄道網における電化が実現不可能な部分、燃料電池車、燃料電池列車、内陸水路・短距離海上輸送での燃料、航空・船舶輸送の燃料

【供給】

- 2030年までに40GWの電気分解という目標を達成するために、欧州クリーン水素アライアンス、EU諸国、フロントランナー地域と協力したスキームを必要とする。

水素インフラ

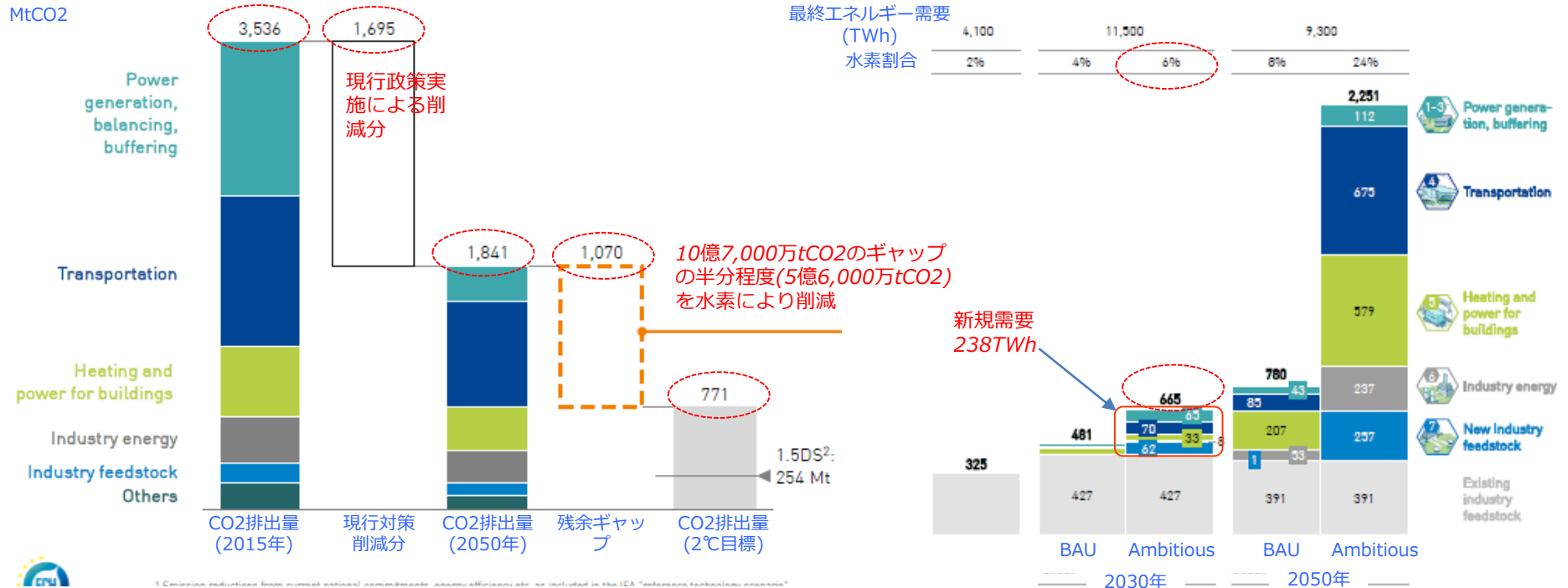
- 技術的に可能であればパイプラインにより輸送するが、トラックや船舶など非ネットワークによる輸送も可能
- 第2フェーズ(2025～2030年)では、産業用需要に対応するため、ローカルの水素ネットワークが出現
 - ⇒2030年以降に天然ガス需要が減少するとみられる中、**既存のガスインフラを再利用すれば、費用対効果の高いエネルギー転換の機会を提供することが可能**
- 既存の天然ガスパイプラインは、水素パイプラインの所有・運営・融資が認められていない事業者によって所有されている。既存のパイプラインを再利用するためには、その技術的適切性を評価するとともに、競争的な脱炭素ガス市場のための規制枠組みの見直しを行い、エネルギーシステム全体の視点を念頭に置いた上で、そうした資金調達と運営を可能にする必要がある
- 天然ガスネットワークへの水素の混合は、移行期においてローカルネットワークにおける分散的な再生可能水素の生産を可能とするが、消費されるガスの品質を変化させるため、ガスインフラの設計やエンドユーザーの装置や国境を越えたシステムの相互運用性に影響を与える可能性がある。このような状況を避けるためには、**ガスの品質の差異に対処する技術的実現可能性を評価**し、現在のガスの品質基準(CEN)を更新する必要がある。

(2)EU関連機関における水素戦略

参考: FCH JU「Hydrogen Roadmap Europe」

- 2019年1月、欧州燃料電池水素共同実施機構(FCH JU)*¹は、「欧州水素ロードマップ(Hydrogen Roadmap Europe: A sustainable pathway for the European Energy Transition)」を発表した。
 - 想定される水素用途は①ガス導管网への水素混合、②大型・長距離輸送用FCVへの燃料供給、③鉄鋼産業等への高温熱
 - EUにおけるGHG排出量は35億3,600万tCO₂(2015年時点)。現行政策実施により16億9,500万tCO₂の削減が可能であり、対策実施後のCO₂排出量は18億4,100万tCO₂となる。一方、2℃目標達成のためには7億7,100万tCO₂まで削減が必要
⇒この10億7,000万tCO₂のギャップの半分程度(5億6,000万tCO₂)を水素により削減
 - Ambitiousシナリオによると、2030年最終エネルギー消費量見通し11,500TWhのうち、水素は665TWh(水素量換算1700万t/年)であり6%を占める。そのうち238TWh(水素換算610万t/年)は新規需要

*1 正式名称: Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking。2008年に欧州委員会と産業界によって共同設立された官民パートナーシップであり、EUにおいて水素関連の研究開発や事業を実施



2050年2℃目標達成に向けた水素エネルギーの寄与

最終エネルギー消費量に占める水素エネルギーのシェア

(2) EU関連機関における水素戦略

参考: Hydrogen Europe「2x40 GW Green Hydrogen Initiative」

- 2020年4月、Hydrogen Europe^{*1}は、「**2x40 GW Green Hydrogen Initiative**」を発表しており、2030年までに欧州域内で40GW、欧州域外(ウクライナと北アフリカ)で40GWの水電解設備を展開するという構想を示している。
 - 欧州域内40GWで合計440万t/年の水素製造。また域外の40GWで300万t/年の輸入用水素を製造
 - 大規模展開により、水素製造コストは2030年までに1.0~2.0€/kgH₂へと低減

^{*1} Hydrogen Europe(旧European Hydrogen and Fuel Cell Association)は、民間企業や研究機関、各国水素関連組織等により構成

欧州域内における水電解設備の導入工程

Electrolyser Capacity	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total 2030
Captive Market [MW]												6,000
Chemical	5	20	45	130	200	200	250	300	350	400	450	2,350
Refineries	10	40	50	100	100	100	200	200	300	300	400	1,800
Steel			20	30	50	100	100	100	100	150	150	800
Other (glass, ceramics)		10	20	30	40	50	50	50	50	50	50	400
Hydrogen refuelling stations	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100	650
Hydrogen Market [MW]												34,000
Centralised GW scale (Hydrogen plants)			200	500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,500	7,000	8,500	31,700
Decentralised 10-100 MW scale	10	20	40	70	110	160	220	290	370	460	550	2,300
Total (MW)	35	110	405	900	1,550	2,670	3,890	5,020	6,760	8,460	10,200	40,000

欧州域外における水電解設備の導入工程

Electrolyser Capacity	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total 2030
Domestic Market [MW]									7,500
Ammonia North Africa	75	125	250	500	750	1,000	1,250	1,500	5,450
Ammonia Ukraine		50	100	200	250	300	400	500	1,800
Other (glass, steel, refineries)				10	20	30	40	50	150
Hydrogen refuelling stations					10	20	30	40	100
Export Market [MW]									32,500
Hydrogen North Africa (Hydrogen plants)		500	1,000	2,000	3,000	4,000	6,000	8,000	24,500
Hydrogen Ukraine (Hydrogen plants)			500	700	1,000	1,400	1,900	2,500	8,000
Total (MW)	75	675	1,850	3,410	5,030	6,750	9,620	12,590	40,000

(出所) Hydrogen Europe「2x40 GW Green Hydrogen Initiative」
 < <https://www.hydrogen4climateaction.eu/2x40gw-initiative> >

(3)イギリスの動向

2050年カーボンニュートラルに向けた提言①

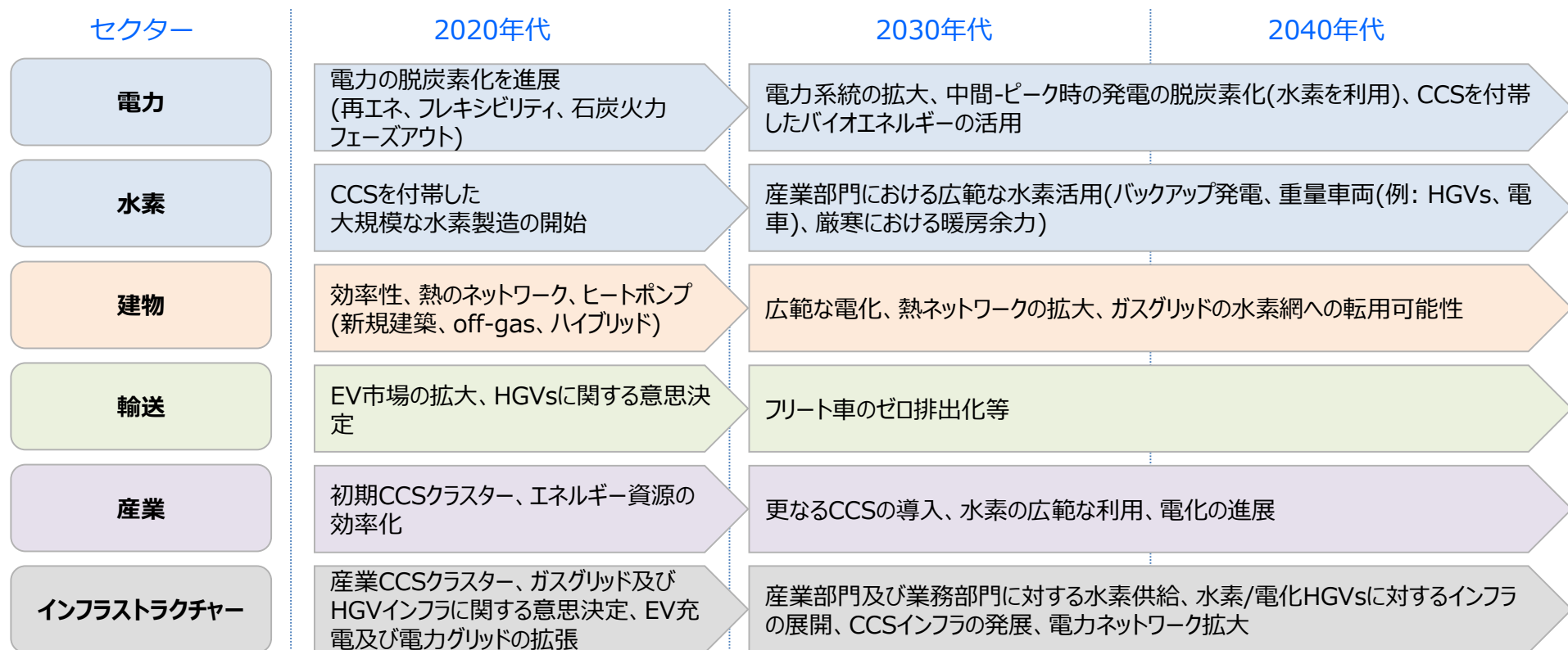
- 2019年5月、政府諮問機関である**気候変動委員会(CCC: The Committee on Climate Change)**は、「**Net Zero –The UK’s contribution to stopping global warming**」を報告書を発表した。CCCは、当該報告書において、パリ協定に整合した長期削減目標の達成に向けて、**2050年までにGHG排出量をネットゼロ**とする新たな削減目標を提言した。
 - 2019年6月、英国政府は、2008年気候変動法(CCA 2008: Climate Change Act 2008)*¹を改正し、2050年GHG排出量のネットゼロ化を規定
 - 2021年に2050年ネットゼロの長期低排出発展戦略を国連に提出すべく作業中
- 当該報告書では、2050年に向けた長期排出削減シナリオとして、**①Coreシナリオ(2050年80%削減)**、**②Further Ambitionシナリオ(2050年96%削減)**、**③Speculativeシナリオ(2050年100%削減)**の3シナリオを提示している。
 - **①Coreシナリオ**：セクターごとに実現可能性やコスト、現行政策を考慮して「技術」や「行動変容」に関する対策例を実施
 - **②Further Ambitionシナリオ**：Coreシナリオより技術的にも難しく、コストの高い選択肢。まず排出量をゼロ近づけることができるセクター(電力・建物)、次にCO₂の脱炭素化が難しいセクター(農業・航空等)、最後にCO₂を除去するためのオプション(BECCS・DACCS)を深掘り
 - **③Speculativeシナリオ**：上記シナリオの残余排出を削減するために、発展途上の技術であり①Further Ambitionシナリオの複数オプションの深掘り、②炭素除去技術の深掘り、③合成燃料利用等、の3つの対策を提示

*1 CCA 2008では、2050年までにGHG排出量を80%削減(1990年比)という目標を設定。中期目標としてCCCの勧告に沿って、2008年より5年ごとの炭素予算を組み、目標を設定。第4期予算期間(2023～2027年)において1990年比50%削減

(3)イギリスの動向

2050年カーボンニュートラルに向けた提言②～主な排出削減策

- Coreシナリオ及びFuture Ambitionシナリオでは、主な排出削減対策として、各種セクターにおいて電化を図るとともに、電力の脱炭素化を進展させることが必要。
 - CCUS技術及び水素関連技術の導入を拡大
 - 2050年までに気候変動に係る費用は、年間380～520億£程度と推計(そのうち、80～220億£がGHG除去・炭素捕獲に係る技術への投資)



Coreシナリオ及びFuture Ambitionシナリオにおける対策例
(出所)CCC資料よりMURC作成

(3)イギリスの動向

水素関連の主なプロジェクト

- 2017年10月にイギリス政府が発表した**クリーン成長戦略(Clean Growth Strategy)**では、最先端の技術開発支援を目的として最大5億£規模のエネルギー革新プログラムを実施しており、その一環として水素関連技術に対しても支援を実施している。
- イギリスでは水素による熱の低炭素化に向けて各種プロジェクト(HyDeploy/HyDeploy2、Hynet、Hy4heat、H21等)が実施され、天然ガスからの水素転換への取り組みが推進されている。
- 2020年2月、英ビジネス・エネルギー・産業省(BEIS)は、大規模なブルー水素・グリーン水素製造技術の実証として、5プロジェクトに総額£2800万を投じることを発表した。グリーン水素としては、洋上風力と合わせた水電解による水素製造等に注力している。

*1 「Hy4Heat」では家庭向け燃料の水素への転換を行うにあたって、供給される水素の純度の検討を行っており、水素純度は98%以上という基準案が策定されている

熱の低炭素化に向けたガス管水素混入プロジェクト

プロジェクト名	概要
HyDeploy/ Hydeploy2	● 20vol%まで水素がガス管に混合可能か技術的検証 ● 混合した際に、下流の機器の安全性に問題ないか確認
Hynet	● 20vol%まで水素がガス管に混合可能か技術的な検証 ● 工業地域において更に高濃度の水素混合が可能か検証 ⇒低炭素水素はATR+CO2分離により製造
Hy4heat	● 家庭用・産業用ガス機器の安全性検証、水素メーターの実証を行い、ガスネットワークの100%水素転換の実現性を検証
H21	● 中低圧のガス管の100%水素転換の実現性検 ● 天然ガスから水素へのパイプラインのガス転換について夏の時期を利用した段階的実施が可能かどうか、岩塩ドームを利用した季節間エネルギー貯蔵の検証を行う。

BEIS「Hydrogen Supply Competition Phase2」採択PJ

プロジェクト名	概要	主導機関
Dorphen Project (グリーン水素)	10MWの洋上風力発電と海水からの水電解(2MW)によるグリーン水素製造と海岸へ配管輸送の実証	ERM
Gigastack (グリーン水素)	ITM PowerによるGW級PEM電解槽により、Orstedの洋上風力発電を利用して大規模に水素製造、Philip 66の製油所へ供給。	ITM Power
Hynet (ブルー水素)	Progressive Energy, Essar, Johnson Matthey, SNC Lavalinからなるコンソーシアムが、Johnson MattheyのCCSを含むブルー水素製造技術を検証する	Progressive Energy
Acorn (ブルー水素)	Johnson Mattheyによる天然ガスからのCO2分離を含むブルー水素製造技術の評価と開発	Pale Blue dot Energy
Hyper (ブルー水素)	GTIの開発した吸着強化水蒸気改質プロセスのパイロットスケールの実証により、ブルー水素供給技術を開発する	Cranford University

(出所) 経済産業省「平成31年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業(水素・燃料電池戦略ロードマップの進捗確認及び国内外における水素・燃料電池利活用状況調査)」

(4)ドイツの動向

2050年カーボンニュートラルに向けた動向

- ドイツでは、2011年以降、**エネルギー転換(Energiewende)**として、脱原子力・脱化石燃料を図るとともに、再生可能エネルギーへの移行を進めてきた。
- 2016年11月、ドイツ連邦政府は、2030年までに55%(1990年比)、2050年までに80%～95%(同)のGHG削減目標を掲げた「**気候変動対策計画2050(Klimaschutzplan 2050)**」に合意した^{*1}。この中でエネルギーセクターの具体的削減目標として2030年までに61～62%(同)が設定された。
- 当該計画では、脱炭素に向けた原則として以下を示している。
 - 全ての部門で、エネルギー需要を大幅かつ恒久的に削減する(“efficiency first”)
 - 実現可能かつ経済的に有用な限り、全ての部門で、再生可能エネルギーを直接利用する
 - 再生可能エネルギー起源の電力を、熱供給、運輸、産業部門において効率的に利用する(セクター統合)

^{*1} ドイツが長期的な気候変動対策戦略を実行するに当たっての基本方針であり、経済界、研究機関、市民社会を含む関係者に必要な方向性を示すもの
エネルギー部門における主な目標と対策

	概要
2050年のビジョン	・ 再エネが主たるエネルギー源となる。省エネを実施し、残りのエネルギー需要を再生可能エネルギーで担う。 ・ 建築物の熱供給と運輸部門において電化が進み、電力需要が大幅に増加 ・ 長期的に発電は完全に再エネ化。需給を調整するスマートで高性能な送電網を通じた再エネを基盤とした電力供給への転換が必要 ・ 高効率天然ガス発電と既設の近代的な石炭発電が過渡期のテクノロジーとして重要な機能を果たす。
2030年のマイルストーン	・ 風力発電と太陽光発電を中心としたエネルギーシステムの形成 ・ 天然ガスを利用したコジェネレーションが重要な役割を担う。 ・ エネルギー供給や省エネ及び資源節約分野におけるデジタル化進展
2030年の対策	・ 再生可能エネルギーの利用拡大 ・ セクター統合の進展 ・ ファイナンスシステムの転換と収益の活用 ・ 研究開発(再生可能エネルギー、グリッド、蓄電、power-to-gas、power-to-liquid、省エネ)

(4)ドイツの動向

ドイツ連邦政府 国家水素戦略①

- 2020年6月、ドイツ連邦政府は、「**国家水素戦略(The National Hydrogen Strategy)**」を発表した。
 - 水素の製造、輸送、利用に関する枠組みを提供し、関連するイノベーション・投資を促す目的で策定。
 - 2023年までの第1フェーズで国内市場の整備やそのために必要な研究開発の推進、2024年以降の第2フェーズではドイツ経済に資する国際レベル・欧州レベルでの取り組みを行うとしている
 - 水素の産業セクター(鉄鋼、化学等)における利用により当該セクターの脱炭素化を図ることに注力。
- 水素は製造方法によって四分類されており、再生可能エネルギー由来の電力で水を電気分解して製造する「**グリーン水素**」だけが長期的に持続可能と位置づけられている。



第1,2フェーズにおける展開イメージ
(出所) ドイツ政府「国家水素戦略」より

ドイツ国家水素戦略における水素分類

- グリーン水素…再生可能エネルギー由来の電力で水を電気分解して製造される水素。製造に二酸化炭素排出を伴わない。
- ブルー水素…製造過程で排出される二酸化炭素をCCSにより回収・貯蔵し、カーボンニュートラルとした水素。
- グレー水素…天然ガスの水蒸気改質など、化石燃料から製造される水素で、大気への二酸化炭素排出を伴う。
- ターコイズ水素…メタンの熱分解により製造される水素。再生可能エネルギーによる熱を利用し、製造過程で生じる固体炭素が二酸化炭素として大気中に排出されない場合、カーボンニュートラルとなる。

(4)ドイツの動向

ドイツ連邦政府 国家水素戦略②

国家戦略の内容

第一章

水素のポテンシャルの認識と活用

- ドイツは他のEU加盟国とともに2050年までのカーボンニュートラル実現にコミットしている。これは、石炭火力発電の段階的廃止の他に、削減の難しい産業セクターからのGHG排出を削減することを意味している。
- ドイツ政府はグリーン水素だけが長期的に持続可能であると考えている。ドイツ政府は、グリーン水素の利用拡大のため、グリーン水素の市場への導入促進や必要なバリューチェーンの構築を行う。
- 水素は産業にとって新たな機会でもあり、新型コロナウイルスの影響を受けた欧州・ドイツ経済の復興の一助となる可能性がある。
- ドイツの再生可能エネルギーの容量は限られており、エネルギー移行に要する大量の水素をドイツだけで製造することは想定しづらい。これはエネルギー輸入を今後も継続することを意味する。ドイツ政府は水素に関する国際協力・パートナーシップを強化する。

第二章

国家水素戦略：目標と野心

- ドイツは、国内での水素技術の展開促進のインセンティブを設計し、エネルギー移行と整合する形での水分解装置の設置・運用を行う。
- 2030年には約90～110 TWhの水素が必要になるとドイツ政府は予想している。(現在のドイツの水素需要は年間約55TWhであり、大半がグレー水素である。)
- この需要を賄うため、2030年までに最大5GWの水分解装置の設置を計画している(グリーン水素生産量で14TWhに相当)。さらに2035年～40年の間にさらに5GWの追加設置を行う。
- しかし国内のグリーン水素製造は新たな需要を賄うのに十分でなく、水素輸入は継続される。

第三章

水素：現状・行動分野・市場の将来

- 水素製造につき、持続可能で経済的な水素利用のためには、再エネ特に風力発電や太陽光発電)による発電能力の向上が必要である。
- モビリティへの応用は水素利用の大きな可能性を持っている。長期的には、特に航空輸送と海上輸送においてカーボンニュートラルな燃料への需要が増すだろう。それはPower to Xで得られる水素という形で供給される可能性がある。
- 燃料電池自動車(FCV)の導入は、公共旅客輸送、陸上輸送(トラック)、商用車(建設作業車など)、物流など、幅広い分野で電気自動車を補完することができるだろう。
- 燃料電池技術に関しては、コスト、重量、性能を改善し、グローバルリーダーシップを発揮することを望む。

第四章

国家水素戦略のガバナンス

- 国家水素戦略の導入モニタリングのため、「水素閣僚委員会」と「全国水素評議会」を設置する。水素閣僚委員会は関係省で構成され、戦略の実施遅延や目標未達の場合に、連邦政府と連携し速やかに是正措置を講じる。
- 全国水素評議会は、民間の水素の専門家26名で構成される(連邦政府が指名予定)。評議会は、国家水素戦略の実施・強化に関する提案を通じ、水素閣僚委員会を支援する。
- 毎年の戦略実施のモニタリングの他、3年ごとに包括的評価を行い、戦略の更なる強化を検討する。

第五章

アクションプラン：国家水素戦略の成功に必要なステップ

- 水素国家戦略の第一フェーズ(～2023年)では、国内市場が機能するための基盤整備を進め、そのために必要な研究開発や国際的課題にも取り組む。2024年以降の第二フェーズでは、国内市場を安定化させた上でドイツ経済に資する国際レベル・欧州レベルでの取り組みを行う。
- アクションプランの8分野：①水素製造、②運輸、③産業セクター、④熱、⑤水素インフラ・供給、⑥研究・教育・イノベーション、⑦欧州レベルでの行動、⑧国際水素市場と国際パートナーシップ。

(4)ドイツの動向

水素関連のインフラ～Power to Gas

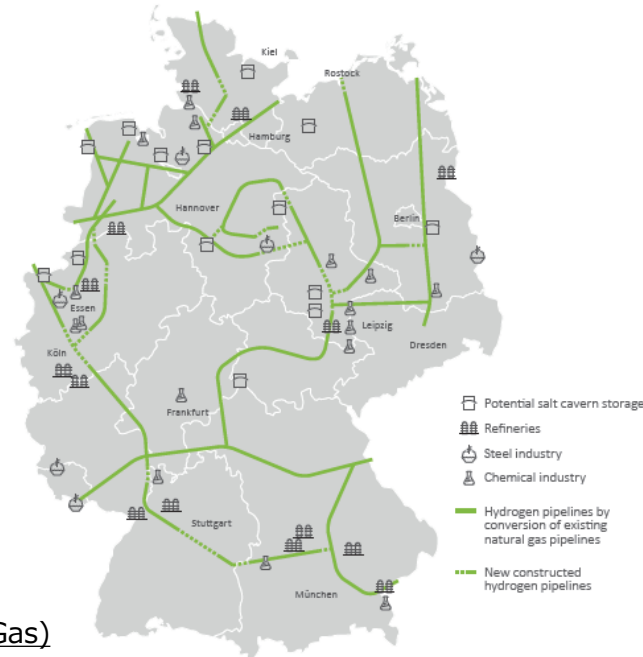
- ドイツでは、風力発電が北部に偏在している一方で、電力需要の多くは工業地帯が集まる南部にある。北部における再エネ大量導入に伴い、特に北部から南部へと送電制約が発生していた。送電線増強等の計画も進めているが*1、地域住民の反対等が原因で将来的な整備には不確実性があるため、PtG活用に対する期待が大きい。
- 暖房需要に対する熱分野の低炭素化も喫緊の課題となっており、再エネによる化石燃料代替が必要とされている。バイオマスの利用可能性制約等を鑑みると、太陽光・風力等のVREをPtG技術を通じて熱需要を賄うことが期待されている。
- またドイツ国内では天然ガスパイプライン網が既に存在しており、当該インフラを活用した水素ネットワークの構築が可能となっている*2。既存の水素供給網に関しても、NRV州を中心に化学工業が集積しており、水素製造拠点や水素専用パイプラインが既に敷設されている。

*1 2011年にエネルギー事業法(EnWG法)を改正し、TSO4社共同で系統整備計画を策定する仕組みを確立。さらに系統拡張加速化法(NABEG 法)制定により、上記整備計画を速やかに建設、運用していくための仕組みを整備

*2 ドイツガス導管運用事業者の業界団体であるFNBは、2020年1月に水素パイプライン整備計画を発表

参考: FNBによる水素パイプライン供給ネットワーク(後述)

- 2020年1月、ドイツガス導管運用事業者の業界団体であるFNBは、「2020-2030ネットワーク開発計画(TYNDP)」において水素パイプライン整備計画を示した(総延長5,900km、主に産業用)。5月には1,200km分についての詳細計画を追加発表
- 主要産業別の水素需要、導管容量についても試算



ドイツにおける水素供給ネットワーク(FNB Gas)

(5) フランスの動向

2050年カーボンニュートラルに向けた動向

- 2020年4月、フランス政府は、**国家低炭素戦略(SNBC)**の改定版を発表しており*1、2030年40%削減、2050年75%削減(1990年比)という長期削減目標を示している。
 - GHG削減目標達成に向けた包括的枠組みと部門別の戦略。国、地域圏など公的意思決定者に対し法的強制力を有する
 - 企業や世帯にとっては、削減目標の達成を促すためのツール(投資先決定に役立つ指針などの参考資料となり得るもの)であり、法的拘束力はない
 - 2019年6月末、その後5年毎に、当該期間のカーボンバジェット*2の達成状況を踏まえ、SNBCのレビューが行われる
- エネルギー生産部門における削減戦略として、エネルギー効率向上のペースアップ(GDPあたりエネルギー強度の引き下げ、エネルギー総需要の抑制措置)及び2050年のエネルギーミックスにおける脱炭素の徹底を進めるとしている。

*1 「グリーン成長のためのエネルギー移行法(LTECV)」(2015年8月発効)第8編第173条に、エネルギー移行を進める上での重要なツールとして、国家低炭素戦略(Stratégie nationale bas carbone : SNBC)及びカーボンバジェットの制定が位置づけられている

*2 GHG減目標を達成するためのモニタリング指標として、国全体の排出量上限値(カーボンバジェット)を設定。部門別の配分は厳密なものではなく、各部門への対策の意識付けを目的に示されている

セクター固有の戦略(エネルギー生産部門における主な対策)

対策分野	概要
需要抑制及び規制	・ エネルギー効率向上。電化促進。 ・ 需要平準化と管理手法の改善等によるピーク時の電力消費量の緩和。
エネルギーミックスの脱炭素化と柔軟性の向上【発電】	・ 化石燃料を使用する火力発電所への投資を抑制。 ・ 再生可能エネルギーの導入により柔軟性に対するニーズの高まりに対応するため、水力発電の柔軟性向上、スマートネットワークや蓄電の拡大、近隣国との相互接続を拡大。 ・ 本土との系統連系が行われていない地域については、再エネ電力を一層振興。
エネルギーミックスの脱炭素化と柔軟性の向上【熱供給】	・ 再エネ(バイオマス、地熱など)及び熱回収(工業プロセス、建物の熱慣性に由来する熱)に生産をシフト。 ・ 都市熱ネットワークの拡大。

(5) フランスの動向

フランス政府「エネルギー移行のための水素普及計画」

- 2018年6月、フランス政府は、「エネルギー移行に向けた水素導入計画^{*1}」を発表した。同計画では、①産業セクターにおける脱炭素化、②再エネの水素貯蔵、③輸送部門のゼロエミッション化、の3つの軸から対応施策について整理しており、関連プロジェクトに対して毎年1億ユーロ拠出するとしている。
- 特に②再エネの水素貯蔵に関しては、天然ガス網への水素注入を含め、以下の目標を設定している。
 - 都市部での水電解装置を活用した電力システム向けのサービスを特定
 - 再生可能エネルギー比率が高い電力系統非連携地域に適したサービス(水素貯蔵利用)を特徴づけ。水電解装置を活用し、電力貯蔵と水素に関する目標設定に資することが目的
 - ガス管への水素導入のための技術的・経済的条件を決定。Power to Gas実証^{*2}の結果をフィードバック

*1 原題: Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique

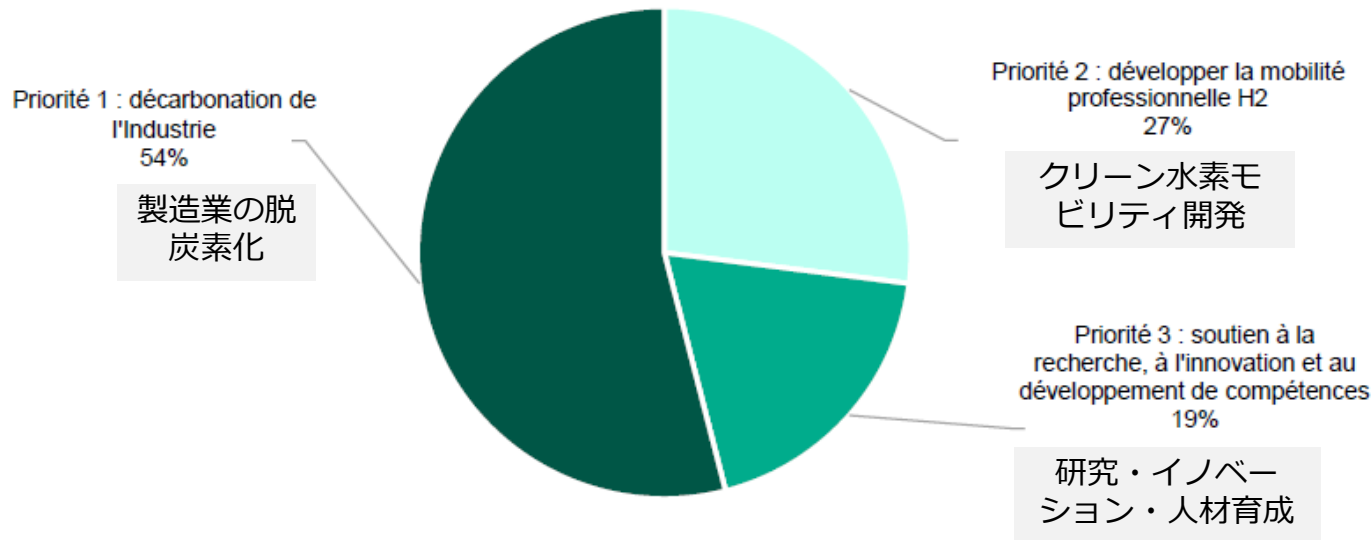
*2 ダンケルクにおけるGRHYDプロジェクト(Engie社など11社が参加)、マルセイユにおけるJupiter 100プロジェクト(GRTgazなど9社が参加)

(5) フランスの動向

フランス政府 国家水素戦略(2020年9月)

- 更に2020年9月、フランス政府は、「**カーボンフリー水素導入ための国家戦略**^{*1}」を発表した。同戦略では、2030年までに6.5GWのカーボンフリー水素製造設備の設置することを通じて、600万tCO₂の排出削減を図るとしている。
 - 2030年までに70億ユーロを、①水電解によるクリーン水素製造セクターの創出及び製造業の脱炭素化、②クリーン水素を燃料とする大型モビリティの開発、③水素エネルギー分野の研究・イノベーション・人材育成支援の3分野に対して拠出
 - クリーン水素の製造については、先述のEUクリーン水素アライアンスの一環として、国内に水素製造設備を整備
- 2020～2023年に約34億ユーロを拠出するが、このうち54%が製造業の脱炭素化、27%がクリーン水素モビリティ開発、19%が研究・イノベーション・人材育成に充てられる。

*1 原題: Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France



2020年～2023年の34億ユーロの拠出内訳
(出所)フランス政府「カーボンフリー水素導入ための国家戦略」より

(5) フランスの動向

バイオガス版FIT(フランス)

- フランスでは、2011年11月からガスネットワークに注入するバイオメタンを対象とする固定価格買取制度が施行されている。2020年11月に規則が刷新され、新たな購入価格の決定方法の下で実施されている。
- バイオメタンの生産者は、ガス供給事業者と**15年間**のバイオメタンの購入契約を締結できる。契約締結時に単位量当たりの購入価格が決定される。
- バイオメタンの購入価格は、**設備の特性に基づく価格**(最大生産容量・原料の組成・接続されるネットワークが供給する顧客数等により決定)と**購入価格レート**(国内の累積導入容量等により決定)から計算され、最大で**145€/MWh**(高位発熱量ベース)となる。

対象

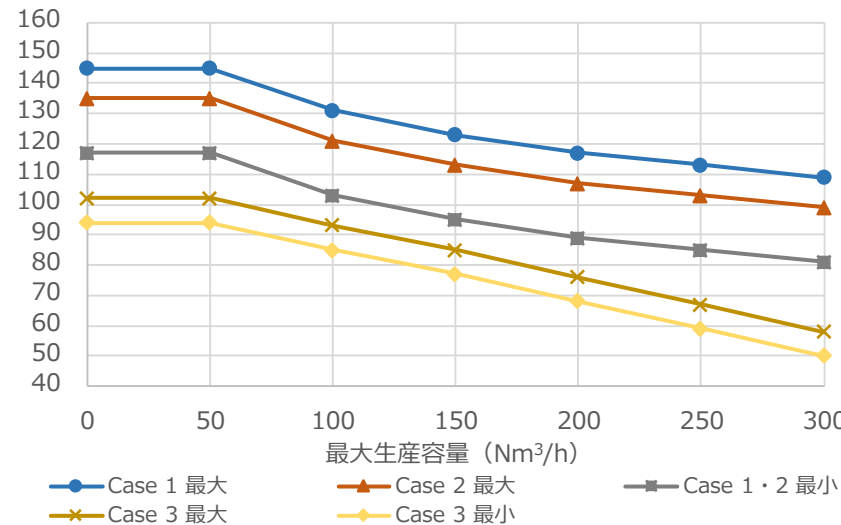
- フランス本土で、最大生産容量が300 Nm³/h以下の設備で生産される以下のバイオメタンが対象となる
 - ✓ 非有害物質から消化装置により生産され、ガスネットワークに注入されるバイオメタン
 - ✓ 一般非有害廃棄物の埋立処分場で生産されるバイオメタン

利用エネルギーに関する要件

- 対象となるためには以下の要件を満たす必要がある
 - ✓ 消化・精製・ベント処理の工程において化石燃料を使用せず、当該設備により生産されたバイオガスや廃熱回収を利用する(スタートアップ時を除く)

購入価格の計算

設備の特性に基づく価格(€/MWh)



購入価格レート

施行日からの経過期数(四半期単位)、国内の累積導入容量等の要素により決定(最大1)

Case 1: 排水処理汚泥を含む物質の消化により生産
Case 2: 排水処理汚泥を含まない物質の消化により生産
Case 3: 一般廃棄物の埋立処分場で生産

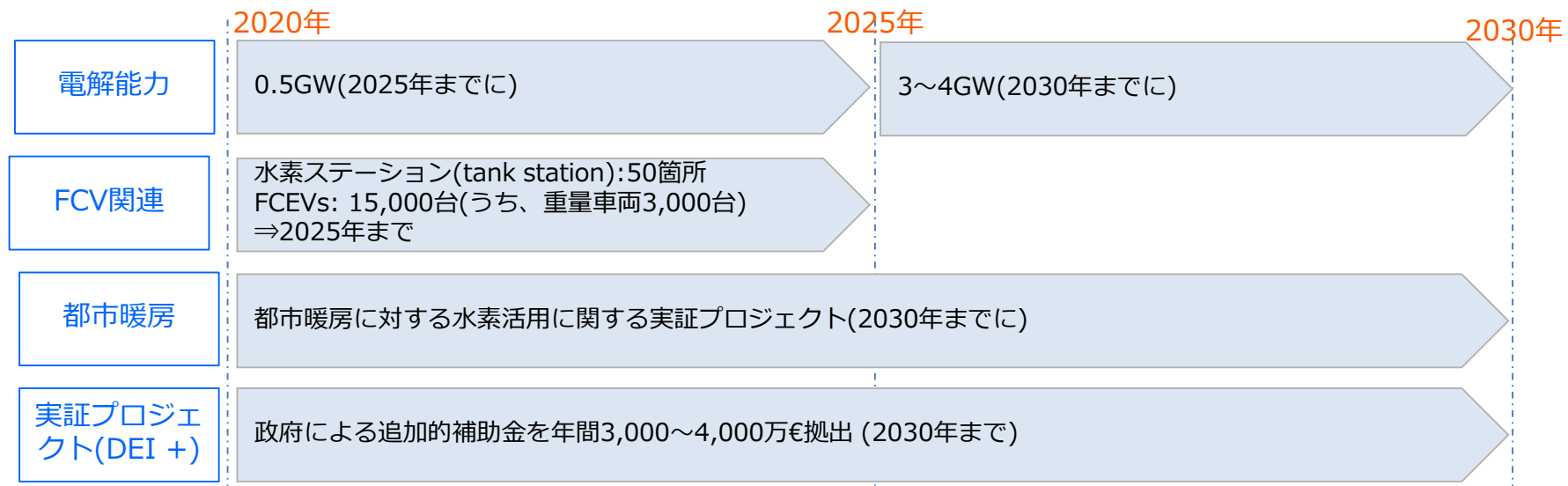
(6) オランダの動向

2050年カーボンニュートラルに向けた提言～オランダ気候変動協定

- 2019年6月、オランダ政府は、国内における多数の組織・企業との間で「**オランダ気候変動協定(The Dutch Climate Agreement)**」を締結した。当該協定では、GHG排出量削減目標として2030年49%削減(1990年比)を掲げるとともに、主な達成手段として以下を設定している。
 - 再エネ電力導入量を2030年までに84TWh(電源構成の70%)とする。一方、石炭火力発電は2029年末までに段階的廃止^{*1}
 - CO2削減技術に対する補助制度であるSDE補助金スキーム設立^{*2}
 - EU-ETS対象外の産業セクターに対する炭素税
 - 2030年までに全ての新車をEV化
 - 水素を主要な役割として活用するとしており、2030年までの実装工程を設定

*1 2018年5月、経済・気候政策大臣Wiebesは、2029年末までに全石炭火力のフェーズアウトを表明した。具体的には、運転中5基のうち、1990年代に運開した2基については2024年末まで、2015年に運開した3基については2029年末までに廃止するとした。関連法案が2019年7月に下院、12月には上院を通過したが、Uniper社などは政府に補償を求める姿勢を示している。

*2 SDE++という補助制度が存在(補助上限: 300€/tCO₂)。CCS付水素製造(ブルー水素)は補助対象。グリーン水素への補助も条件付きで認められる。



気候変動協定における水素関連の主な取り組み
(出所)オランダ政府公表資料よりMURC作成

(6) オランダの動向

水素関連のインフラ

- オランダでは、北海におけるガス生産を背景として、パイプライン等のガスインフラが国内において整備されている。この既存インフラの活用により、**大規模な水素ネットワークが計画**されている*¹。
- オランダは、天然ガスへのアクセスビリティをベースとして天然ガス由来の水素製造においてコスト優位性がある。製造した水素は、アンモニア製造等の化学工業において大量に使用されている。
 - 水素製造量は175PJ/y程度(=10億m³)。国内ガス消費量の10%が水蒸気メタン改質による水素製造に利用
 - オランダでは化学工場や製油所へのグリーン水素供給や製鉄所の排ガスを利用したグリーンケミストリーの供給のFSが複数発表。プロジェクト全体で導入される電解装置の容量は最大510MWに至る*²
- また北海において大規模洋上風力発電の導入が進んでおり、当該ポテンシャルを活用したグリーン水素製造が期待されている。

*1 Gasunie社が保有する天然ガスパイプラインを活用して、北部において洋上風力と水電解により製造した水素を、工業地帯の集積する南部へ供給

*2 特に電解プラントの知見を有するNouryon(化学)が精力的にプロジェクトに参画する他、Gasunie(ガス)、Tata steel(製鉄)、BP(石油)Engie(電気・ガス)などの企業が参画

(6) オランダの動向

オランダ国家水素戦略

- 水素製造・供給に係る優位性を背景として、オランダ政府は、水素を脱炭素に向けた有力な手段として位置づけている。
- 2020年4月には「**国家水素戦略(Government Strategy on Hydrogen)**」を発表しており、ゼロカーボンエネルギー供給における水素の役割を体系化^{*1}するとともに、財政援助や関連規制、企業や地域に対する機会の提供について提示している^{*2}。

*1 Gasunie社との協力の下、ガスグリッドの水素配送網への転換の評価、天然ガスグリッドへの水素の注入の実現可能性など将来の水素サプライチェーン構築について検討

*2 この他にも2020年3月にオランダ政府は「Roadmap Green Gas」を公表。“2050年時点でエネルギー消費のうち30%は気体燃焼由来となる”というシナリオに基づき、天然ガスの代替としてグリーンガスを活用する指針を示したもの

立法・規則	コスト削減及びスケールアップ(H2プログラム)
・ 既存ガスグリッドの活用 ・ ネットワーク運用事業者に対する市場規則及び暫時的タスク ・ GoOs及び認証 ・ 安全性 ・ 電解設備のロケーション	・ 研究スキーム、スケールアップ及び普及に係るサポート ・ 洋上風力発電と水素のリンク ・ Blending Obligationの評価
最終消費の持続可能性	支援策及び積極展開策
・ 港湾及び産業クラスター ・ 輸送部門(例: 合成燃料、RED II) ・ 建築環境部門(天然ガスへの代替) ・ 電力部門 ・ 農業部門	・ 国際的戦略(例: IPCEI、Pentalateral Forum、North Sea cooperation, bilateral cooperation, EC) ・ 地域的政策(地域エネルギー戦略と関係) ・ 研究・イノベーション

注1: GoOS(Guarantee of Origin)は、水素の製造源保証であり、オランダ国内ではCertifyスキームによる水素の製造源保証が重視されている

注2: Blending Obligationとは、国内輸送部門における再エネ関連命令であり、自動車用燃料供給事業者は、一定割合の再エネをブレンドする必要がある。

(6) オランダの動向

水素関連の主なプロジェクト

- オランダでは政府主導により様々な水素関連プロジェクトが実施されている。
 - 例えば、ブルー水素関連(例: H-VISION、H2 Magnum)。水素製造方法としてはATR(自己熱改質)が水蒸気改質より重視。水素用途として水力発電が有力視されており、調整力を提供
 - 水電解技術開発としても各種プロジェクトが実施。研究機関であるISPTでは、「MW Test Centre」「GW Electrolyzer」、「Hychain」という3つの取り組みを進めている
- オランダでは、ポルトガル等の国外からの水素に輸入についても検討している。ISPTによる「Hychain」では、国際水素サプライチェーンの構築についてプロジェクトを展開している。

オランダ国内における主な水素関連プロジェクト

プロジェクト	概要
ブルー水素関連	
H-VISION	• Rotterdam港においてATR+CCSにより天然ガスからブルー水素を製造 • 製造されたブルー水素は高温熱の供給やモビリティ用根拠、建物への熱供給などに利用。また火力発電の一部水素発電での代替も検討
H2 Magnum	• 北オランダのMagnum発電でCCSにより製造したブルー水素を燃料としたGTCCで火力発電による調整力提供を実施
水電解技術開発関連	
MW Test Centre	• アルカリ形水電解・PEM形水電解それぞれ250kWの設備を備えた試験設備により、GW級へのスケールアップに向けた耐久性の試験を実施する。現在EPCが完了、20年の第4Qから本格的に試験を開始
GW Electrolyzer	• 特にPEM形のフレキシビリティや、劣化モデリングに関する研究をオランダ内外の26のパートナーと共同で実施 ⇒水電解装置をGW級にスケールアップすることで、CAPEXを€1000/kWから、€350/kW程度にコストダウン
複合的プロジェクト	
Hydrogen Valley(HEAVEEN)	• 大規模な水素製造・利用圏を構築 ⇒洋上風力による電解から製造した水素を、工業、モビリティ、建物向けに利用

(出所) 経済産業省「平成31年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業(水素・燃料電池戦略ロードマップの進捗確認及び国内外における水素・燃料電池利活用状況調査)」

(7) 米国の動向

バイデン政権下の石油・ガス政策

- トランプ政権のエネルギー関連政策の基本は「規制緩和」であり、シェール開発企業を含む石油・ガス開発企業に対して宥和的な措置を実施してきた。一方、バイデン政権下では、2050年までのネットゼロを念頭に置いた上で、連邦保有鉱区での新規の掘削・フラッキング取止め、更には「キーストーンXLパイプライン」の建設認可を取り消し等についても言及している。
- 2021年2月には、パリ協定に正式復帰している。米国における気候変動対策は、2050年のカーボンニュートラル化を念頭に置いて大きく変化する可能性がある。

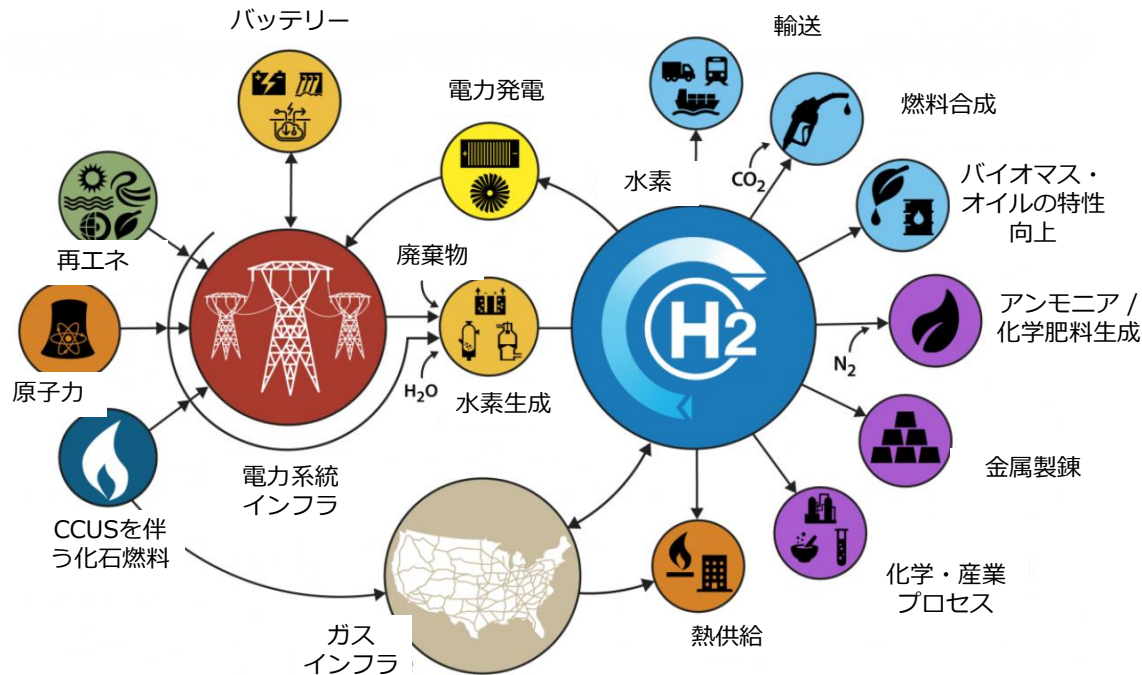
バイデン大統領の選挙期間中の主な提言

- バイデン大統領は、選挙期間中の2020年7月に、経済政策の一環として、気候変動対策とインフラ整備を織り込んだクリーンエネルギー計画を発表した。遅くとも2050年までに、米国経済全体でCO2排出量ゼロを目指すため、4年間で2兆ドル(約215兆円)を投入する計画である。
- 気候に焦点を当てた省庁横断的な新しい先進研究プロジェクト機関として「**ARPA-C(Advanced Research Projects Agency focused on Climate)**」の設立を提言している。
 - ⇒100%クリーンエネルギーという目標の達成を支援する画期的な技術開発を目標とする
 - ⇒再生可能エネルギーを利用した水素製造、産業熱の脱炭素化など
- 開発支援対象としている技術のうちCCU・CCSに関し、バイデン大統領候補はCCUS技術の開発・展開加速を就任初年度の立法計画に上げている。
 - ⇒連邦政府の投資を倍増させ、税制上の優遇措置を強化

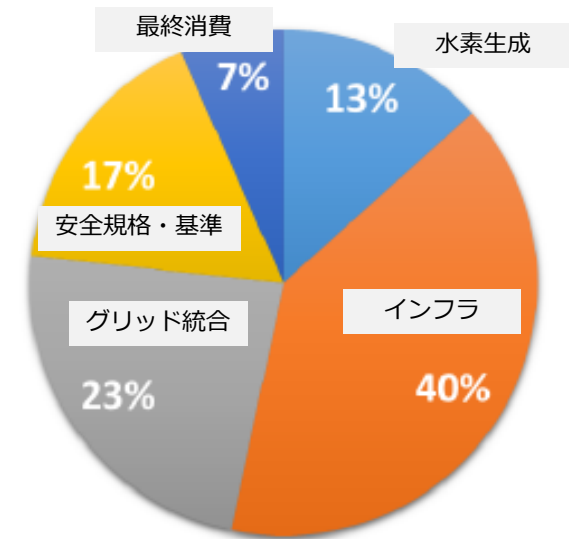
(7) 米国の動向

米国における水素技術利用動向～DOEによる研究開発(H2@Scale)

- 米国エネルギー省(DOE: Department of Energy) は、水素生成から利用の各領域に関係する事業者の相互協力を促進するため、電力分野への水素技術の適用を「**H2@Scale**」としてまとめている。
- DOEは「H2@Scale」の策定の目的として、発電・送電セクターの強靱化を目的とした水素の生産及び利用の可能性を探ることを挙げている。



H2@Scaleの概念図
(出所)DOE「H2@Scale」より



H2@Scaleが大学・産業界・NPOと進める研究のエリア
(出所)DOE「H2@Scale」より

(7) 米国の動向

DOEによる水素プログラム計画①

- 2020年11月12日、DOEは、「**Hydrogen Program Plan**」を発表した。米国における水素関連技術の研究・開発・普及を促進するための包括的で部局横断的な戦略の概要を示している。

使命・戦略

「**H2@Scale**」ビジョンの達成に向けて、燃料電池やタービンを含む革新的な**水素関連技術**を**研究・開発・実証**し、**制度的・市場的障壁に対処**し、最終的に**複数の用途や部門にわたる適用**を可能にする。

活動目標：

- 水素製造・供給・貯蔵・変換システムの**コスト・性能・耐久性の改善**
- 水素と従来のエネルギーシステムとの統合を制限し、水素輸出の機会を減らすような**技術的・規制的・市場的障壁への対応**
- **多様な水素需給源を集約**することによる大規模な利用機会の探索
- 水素を利用した**統合エネルギーシステムの開発と実証**
- 水素の**新たな革新的利用のための価値提案**の実証

重点分野

製造	CCUSによる化石資源の利用、バイオマス及び廃棄物資源の利用、水の分解
供給	チューブトレーラー、液体水素タンカー、パイプライン、化学的水素キャリア
貯蔵	物理的貯蔵(圧縮、液化、洞窟)、マテリアルベース貯蔵(水素貯蔵合金、吸着剤、化学的水素キャリア)
変換	燃焼、燃料電池
応用	運輸、化学・工業プロセス、発電、ハイブリッドエネルギー

実施・連携

複数部局の関与

- 本計画ではエネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)、化石エネルギー局(FE)、原子力エネルギー局(NE)、配電・エネルギー信頼性局(OE)、科学局(SC)、エネルギー高等研究計画局(ARPA-E)等が部局横断的に従事

民間セクター

- カリフォルニア水素事業協議会、コロラド水素協会等との連携

国際パートナーシップ

- 国際エネルギー機関(IEA)や国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)との協力

(7) 米国の動向

DOEによる水素プログラム計画②

- 研究・開発・普及という観点から、水素の製造・供給・貯蔵・変換・応用の5項目において方向性を示している。

製造

○化石資源

- 既存の天然ガス発電所における**水蒸気メタン改質(SMR)**
- CCUSを伴う天然ガスの**部分酸化、オートサーマル改質、石炭ガス化**
- 水素と固体炭素への**メタン熱分解**
- カーボンフリーの水素を**1ドル/kg未満**で製造することを目標

○バイオマス及び廃棄物資源

- **年間10億トン以上**の国産バイオマス・廃棄物資源を持続可能な水素製造に利用可能
 - ✓ 一次バイオマス：既存の技術による**ガス化**
 - ✓ 廃棄物有機残渣由来バイオガス：**SMR**
 - ✓ 廃棄物資源：**微生物学的プロセス**(発酵、生物触媒電解)や**プラズマ処理**
- 効率改善、前処理や輸送でのコスト削減が課題

○水分解

- 国産の太陽光・風力・原子力エネルギーを利用した**低温電解槽**での水分解
- 電気・熱を同時利用できる**高温電解槽**
- **可逆式燃料電池**
- 電解槽の効率と耐久性の改善、コストの削減が課題

供給

○チューブトレーラー

- 輸送量が少ない(1トン/日未満)場合に使用
- **予測可能な需要を持たない成長市場に供給**するために不可欠
- ガスチューブトレーラーターミナルの開発が必要

○パイプライン

- 数千トン/日の需要が長期間(15～30年)安定すると予想される地域に使用
- 最も**高効率**だが**資本コスト**が高い
- 需要の拡大に伴い**都市ガスと混ぜて提供可能**

○液体水素タンカー

- パイプラインを使用するほど水素需要が十分でない地域に適する
- 国際輸送に使用
- 液化プロセスの効率化が課題

○化学的水素キャリア

- 水素と化学的に結合して運搬されるような物質(アンモニア、メチルシクロヘキサン、トルエン等)を利用して運搬
- 実用化のために研究開発が必要

貯蔵

○物理的貯蔵

- 液体化及び低温圧縮技術
- 加圧タンク(金属、ポリマー、炭素繊維複合体)の改良
- 塩洞、塩水帯水層、採掘後のガス・油層の利用
- 安全性の確保やタンク材質の研究開発が必要

○マテリアルベースの貯蔵

- 金属水素化物(水素化ホウ素マグネシウム等)
- 吸着剤(微孔性超活性炭、金属有機構造体)
- 化学的水素キャリア(メチルシクロヘキサン)
- 実用化のために基礎的な研究開発が必要

変換

○燃焼

- 自動点火、フラッシュバック、化石燃料との混合要件、空熱伝達、燃焼ダイナミクス、燃焼器の高度な製造技術等で研究開発が必要

○燃料電池

- ポリマー電解質膜燃料電池、固定酸化物形燃料電池の普及
- ポリマーリン酸系燃料電池、アルカリ燃料電池、新たなアルカリ交換膜燃料電池等の競争力の向上
- 燃料電池の多用途化

応用

○運輸

- フォークリフト、マテリアルハンドリング、水素運搬船、航空機等の燃料としての利用

○工業・化学プロセス

- 製鉄所での還元剤として利用
- 石油精製、アンモニア製造

○発電

- 燃料電池
- 天然ガスとの混合

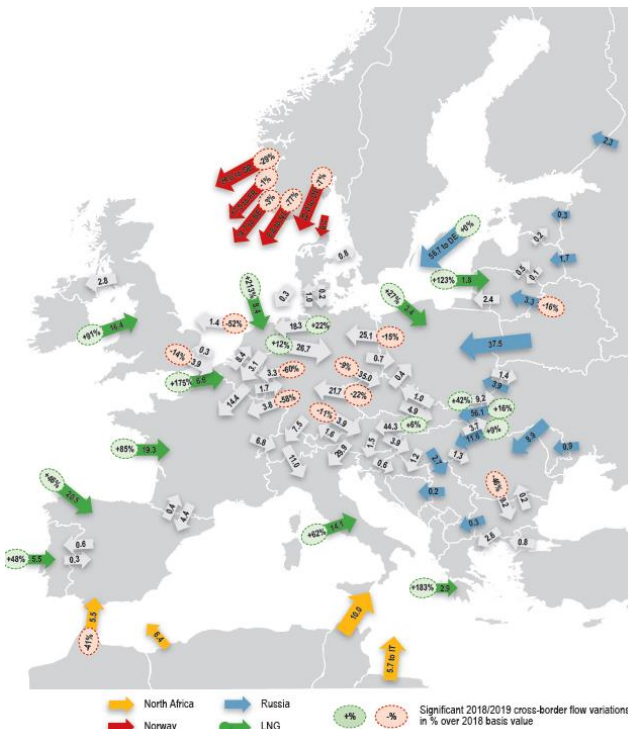
○ハイブリッドエネルギー

- 電力グリッドとのエネルギー供給システムの統合

-
- 2 諸外国におけるガス事業関連政策動向
 - 2.1 脱炭素に係る関連政策
 - 2.2 安定供給・レジリエンスに係る関連政策
 - (1)EUにおけるガス安定供給確保
 - (2)EUにおける広域的インフラ整備
 - (3)イギリスの動向
 - (4)ドイツの動向
 - (5)フランスの動向
 - (6)オランダの動向
 - 2.3 経営基盤・競争強化等に係る関連政策

(1)EUにおけるガス安定供給確保 域内エネルギー市場の統合

- 欧州では、天然ガス輸入量の約1/4をロシアからのパイプライン供給に依存している。ロシアへの供給依存は、天然ガスの安定的調達における主要なリスクとして認識しており、供給源の多様化・多角化により対ロシア依存度低減を図るとともに、ロシアとウクライナの対立を巡る地政学的リスク要因を鑑みて、ウクライナを経由しないパイプラインルート(Nord Stream、South Stream)を建設するなど供給ルートを複線化を進めている。
- 近年ではエネルギー安全保障も視野に入れた上で域内エネルギー市場の統合を進めており、「エネルギー同盟 (Energy Union)」の下、様々なリスク対策を講じている。



EU及び近隣国との間における天然ガスフロー
(出所)ACER市場監視報告書(ガス市場)2019年版

LNG terminals

Name	Storage capacity (x 1000 m ³)	Regasification (bcm/y)
1 Sines	390	7,6
2 Mugardos	300	3,6
3 Gijón (Musel)	300	7,0
4 Bilbao	450	8,8
5 Huelva	691	11,8
6 Cartagena	587	11,8
7 Sagunto	600	8,8
8 Barcelona	760	17,1
9 Fos-Tonkin	80	3,0
10 Fos Cavaou	330	8,2
11 Mtoir-Bretagne	360	10,0
12 Dunkerque	600	13,0
13 Panigaglia	100	3,4
14 FSRU Toscana	137	3,7
15 Porto Levante	250	7,6
16 Delimara	125	0,7
17 Revithoussa	225	7,0
18 Dragon	320	7,6
19 South Hook	775	21,0
20 Isle of Grain	1.000	19,5
21 Zeebrugge	386	9,0
22 Gate	540	12,0
23 Świnoujście	320	5,0
24 FSRU Indep.	170	4,0

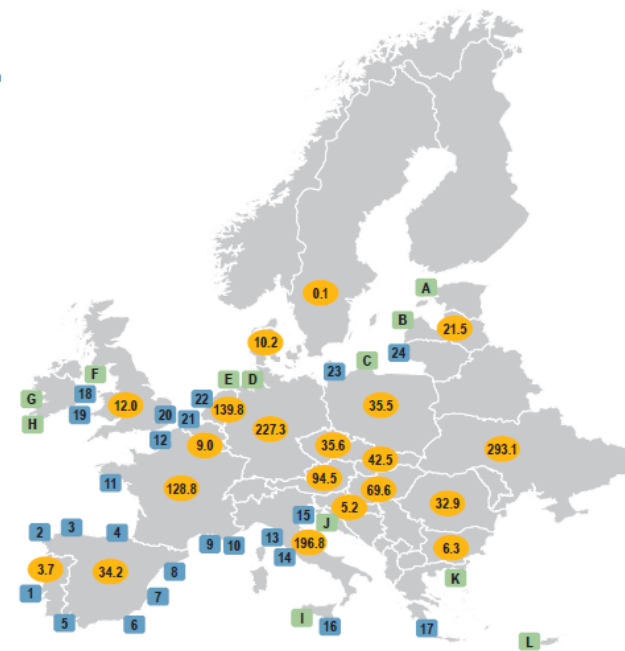
EUにおけるLNGターミナルと地下貯蔵施設
(出所)ACER市場監視報告書(ガス市場)2019年版

Underground Storage

10.2 Working gas volume (TWh)

Planned terminals

Name
A Paldiski
B Kundzinsalas
C FSRU Polish Baltic Sea
D Brunsbüttel
E Wilhelmshaven
F Port Meridian
G Shannon
H Cork
I Porto Empedocle
J Krk Island
K Alexandroupolis
L Vassiliko



(1) EUにおけるガス安定供給確保

天然ガス安定供給化指令・規則によるセキュリティ確保

- 「**天然ガスの安定供給確保のための措置に関する規則(Directive 2004/67/EC)**」は、加盟国が連帯しつつ、天然ガスの公平な単一市場にふさわしい安定供給政策の共通枠組みの構築を目的としたEU規則である。
 - 2010年には改正規則(Regulation (EU) No 994/2010) が採択。2006年及び2009年に発生したロシア・ウクライナ間の供給危機を受け、国及びEUレベルでの対応責任及び協調について定義し、ACER及び各国の独立規制機関の役割分担について規定
 - 2017年にも改正規則(Regulation (EU) 2017/1938)が採択

Regulation (EU) No 994/2010における規定内容

- Regulation (EU) No 994/2010は、2004年に採択されたDirective 2004/67を発展させたものであり、EU及び加盟国レベルでの対応責任と協調の在り方について詳細に定義している。
- 加盟国の規制機関の権限・役割について規定するとともに、欧州委員会及びACER、ENTSO-G、TSO等との広範な連携により、ガス供給の安全保障を調整する枠組みを構築している
 - ✓ 各国の規制機関は、関係機関及びその他規制当局と協議の上、予防行動計画(Preventive Action Plans)及び緊急時計画(Emergency Plans)を策定 (同規則第4条)
 - ✓ 各国の規制機関は、欧州委員会からの勧告に基づき、国内レベルで策定された計画に加えて、地域レベルで共同予防行動計画(Joint Preventive Action Plans)及び共同緊急時計画(Joint Emergency Plan)を策定 (同第4条(3))
 - ✓ 予防行動計画及び緊急時計画の策定に先立ち、第9条で規定されるリスク評価(risk assessment)を実施し、その結果に基づき、インフラストラクチャ基準(infrastructure standard) (第6条)及び供給基準(supply standard) (第8条)の充足の有無を判断する必要がある

(1) EUにおけるガス安定供給確保

天然ガス安定供給化指令・規則によるセキュリティ確保

- **Regulation (EU) 2017/1938**では、旧規則を踏襲しつつ加盟国間の更なる連携強化、情報共有の拡大などによって、供給途絶の事態に備えることが目指されている。また、当該規則では、連帯原則を初めて導入しており、加盟国において深刻なガス供給危機が発生した場合、近隣諸国は支援しなければならないとされている。
- 同規則は、ENTSO-Gに対する新たな役割として、リスクシミュレーションの実施やガス調整グループの作業に参加し、**ガスの地域調整システム(ReCo System for Gas)**の機能を担うことなどを規定している

	概要
ENTSO-G によるシミュレーションの実施	- ENTSO-G が、リスク評価を目的として、EU 域内においてガス供給途絶が発生した場合のシミュレーションを少なくとも4 年ごとに実施することが規定(同規則第7条) - ENTSO-Gは、2017年11月に「Security of Supply Simulation Report」と題するシミュレーション結果の報告書を発表
地域別リスクグループ内での加盟国間協力の強化	- 各国のガスの供給源及び供給ルートに基づき、旧規則で例示されていた2～5 개국ごとの地域協力の枠組みが再編するかたちで、①東方、②北海、③北アフリカ、④東南の4 分類の下に13 の地域別リスクグループが設定。各国は、1以上のリスクグループに属し、各リスクグループ内で、自然災害、技術的要因、商業的要因、政治的要因等によるガス供給上のリスクに関し、共同評価を行う義務が規定されている(同新規則第3条(7))。 - リスクグループは、主要なガス供給源と輸送回廊に基づいて定義される。これにより、関係加盟国は、予防措置や緊急措置をより効果的かつ効率的に定義することができ、供給問題への一貫した対応を確保する。 - 各加盟国は、共同リスク評価の結果を踏まえ、リスクの削減・緩和措置を記載した予防行動計画と、ガス供給途絶の際に取られる措置を記載した緊急時計画を策定する(第8 条～第10 条)。両計画には、所属するリスクグループ内の全ての国が共同で作成する章(regional chapter)を含めなければならないとし、その章には、ENTSO-G によるシミュレーションや共同リスク評価に基づく措置など、国境を越える措置についても記載する
ReCo System for Gasの設立	- TSOは、緊急事態が発生した場合、ENTSO-Gが設立したReCo System for Gasを利用して情報共有等を図る(同規則第3条) - ReCoチームは、ReCo Team North West、ReCo Team South、ReCo Team Eastの3つが形成されている。
連帯措置の導入	- 記録的な寒波等による需要急増や供給途絶等によるガスの深刻な不足時における最終手段として、加盟国間で行われる相互支援の枠組みとして連帯措置が規定(第13 条)。支援を求める加盟国が、市場ベースでの措置や緊急時計画に定めた措置を全て尽くしたこと、届けられたガスの代金や全ての関連費用を補償金として速やかに支払うことなどの条件が設けられている。支援を求める加盟国とガス輸送網を接続している近隣加盟国は、可能な限り必要な措置を講じなければならない。 - 当該規則は、保護対象顧客に対する深刻な供給不足に対処することを目的としており、加盟国の国境を越えた行動を可能にする。
透明性の改善	- 同規則第14条では、ガスの安定供給確保に向けた状況を各国及び欧州委員会が評価するため、国境を越えるガスの調達のために締結された供給契約のうち、1 年間以上の長期のものについて、ガス事業者が、関係する加盟国の管轄官庁に通知する義務が規定された。 - 通知の対象となる契約は、同一の供給元(関連会社を含む。)から、合計して当該加盟国の年間ガス消費の28%以上が供給される場合である。通知内容は、契約期間、年間の供給量、供給危機発生時の1 日当たりの最大供給量、納入場所、1日当たり及び1 か月当たりの最小供給量、供給停止条件などである
パイプライン設備要件の厳格化	同規則第5条では、ガスの輸送事業者が、加盟国間の相互接続点において、双方向の輸送が可能な設備を設置するよう規定されている。通常、輸送は供給国から輸入国に向けた一方方向であるが、逆方向への輸送を可能としておくことで、緊急時に周辺国に供給することを可能とするためである。関係各国及び欧州委員会と協議の上、認められた場合には双方向輸送設備の設置義務が免除されるが、新規則では、除外申請があった場合、双方向輸送設備によって将来利益を受ける可能性がある関係各国の意見を考慮に入れる義務が新たに定められた

(2)EUにおける広域的インフラ整備

TYNDPによる広域整備計画①

- 特に「第三次EUエネルギーパッケージ」(2009年7月採択)*1を構成する「EU天然ガス取引ネットワーク規則 (Regulation (EC) No 715/2009)」では、TSOの連携を強化するための広域的連携組織として**ENTSO-G(European Network of Transmission System Operators for electricity)**を設立することが規定された(第5条)。
- ENTSO-Gは、2年ごとに、共同体全体(Community-wide)における今後10年間の域内ガスインフラストラクチャーの整備・拡張計画を示した**10年間のネットワーク計画(TYNDP: Ten-Year Network Development Plan)**を策定・採択することが義務付けられている。
 - 各国のTSOは、関係者との協議の上、自らのエリアのTYNDPを、毎年、規制当局に対して提出することが義務付け。システムの Adequacy や供給安定性を担保するための効率的な措置を含める
 - ENTSO-Gが、各TSOからのTYNDPをとりまとめ
- TYNDPは、試行版であるTYNDP 2010に続き、TYNDP 2012、TYNDP 2014、TYNDP 2016、TYNDP 2020が既に策定・公開されている。なお現在は、ENTSO-EとENTSO-Gが共同作業しており、**電力とガスインフラの双方の観点から策定されている**。

*1 同パッケージは、「2009年第三次EU電力指令(Directive 2009/72/EC)」、「2009年第三次ガス電力指令 (Directive 2009/73/EC)」、「ACER設置規則 (Regulation (EC) No 713/2009)」、「EUクロスボーダー電力取引規則 (Regulation (EC) No 714/2009)」、「EU天然ガス取引ネットワーク規則 (Regulation (EC) No 715/2009)」からなる2指令・3規則より構成される

(2) EUにおける広域的インフラ整備

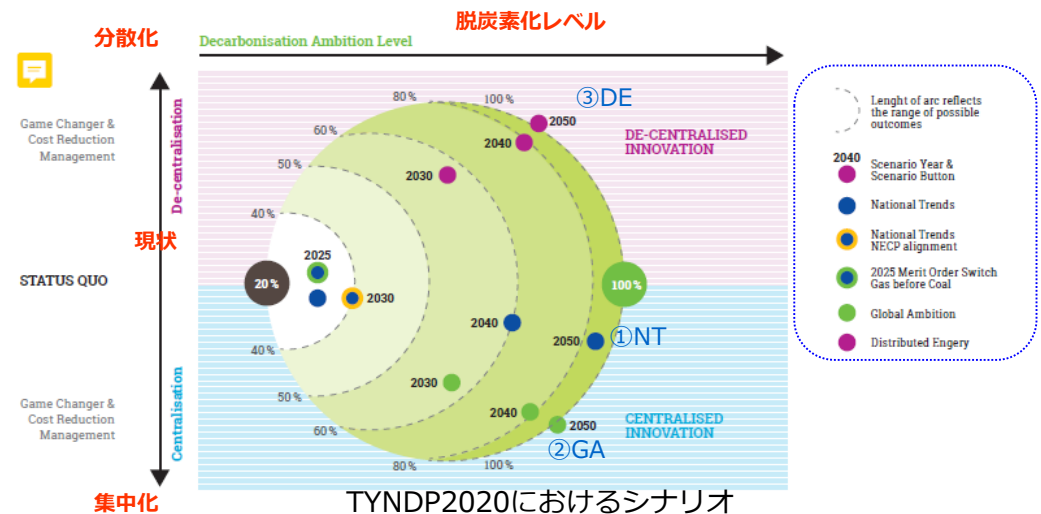
TYNDPによる広域整備計画②

- TYNDPは、EU大の系統計画に関する透明性を保証し、各TSOの系統増強投資の意思決定プロセスを支援することを目的とする。(注: 各国に対し法的拘束力を課すものではない。)
 – TYNDPは、域内ネットワークの将来の発展について全体像を提供。規定された一連のシナリオに沿って統合されたネットワークをマップ化するもの
- TYNDPにおいて掲げられたプロジェクトは、**共通利益プロジェクト(PCI : Project of Common Interest)**を選定する際の基礎となっている。EU規則(Regulation (EU) No 347/2013)(通称: 改正TEN-E規則)に基づき、PCIはTYNDPの最新版から選出される。
 – 改正TEN-E規則では、PCIの選択基準の透明化及び明確化のため、欧州共通の**費用便益分析(CBA: Cost Benefit Analysis)**方法論の策定をENTSO-Gに義務づけ
 – プロジェクト計画者は、自身のプロジェクト計画をTYNDPへ盛り込むべく、ENTSO-Gに対して申請*2。これに対しENTSO-Eは、各プロジェクトについてCBA等を含む評価・分析を実施したうえでTYNDPを策定
 – 当該プロジェクトがTYNDPとして採択された場合、プロジェクト計画者は、PCI選定を求め、欧州委員会に対して申請

*1 TYNDPは、試行版であるTYNDP 2010以降、2年おきに策定。なおTYNDP 2018以降は、ENTSO-EとENTSO-Gが共同して策定作業を進めており、電力及びガスのネットワーク開発計画を併せて検討したものとなっている。最新版はTYNDP2020であり、現在はTYNDP2022が策定中

*2 事業者は、自身のプロジェクトがPCIリストに選出されることにより、各国の規制機関による許認可手続に当たり各種優遇措置を受けることが可能となるほか、プロジェクト実施にあたり、欧州委員会からCEF(Connecting Europe Facility)を通じて補助金を受け取ることもできる

- TYNDPでは、各プロジェクトの評価のために、複数の将来的な外部環境を表すビジョンが設定
- 最新版のTYNDP 2020では、主要シナリオとして①National Trends(NT)シナリオ、②Global Ambition(GA)シナリオ、③Distributed Energy(DE)シナリオの3つを設定



(2) EUにおける広域的インフラ整備 TYNDPによる広域整備計画③

- TYNDPは、欧州ガスインフラストラクチャーと将来の発展について全体像を提供するものであり、規定された一連のシナリオに沿って統合されたガスネットワークをマップ化するものである。全てのプロジェクトに対して厳格な**費用対便益分析(CBA : Cost-Benefit Analysis)**の実施を義務づけている。
- TYNDPにおいて掲げられたプロジェクトは、**共通利益プロジェクト(PCI : Project of Common Interest)**を選定する際のベースとなる。
 - － 事業者は、自身のプロジェクトがPCIリストに選出されることにより、各国の規制機関による許認可手続きにあたり各種優遇措置を受けることが可能となる
 - － プロジェクト実施にあたり、欧州委員会からCEF(Connecting Europe Facility)を通じて補助金を受け取ることもできる

*1 欧州委員会は2021年12月15日に示したTEN-E規則改正案において、再エネ・クリーンエネルギー重視の方向性を提示。例えば、従来のPCIでは天然ガスの輸送インフラも対象となったが、新しい基準では対象外。これにより、既存の天然ガス輸送インフラは、EUが推進する水素エネルギーの輸送目的へと転換していくことを想定。なお水素インフラへの支援は、先述の欧州水素戦略に従い、化石燃料に由来する低炭素水素も対象となるが、再エネ由来水素に関連するプロジェクトを優先的にPCI指定するとしている。

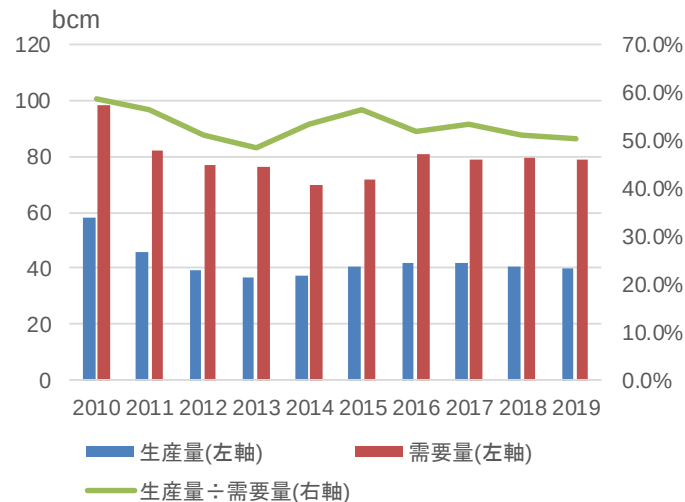
(3) イギリスの動向

イギリスのガス需給構造

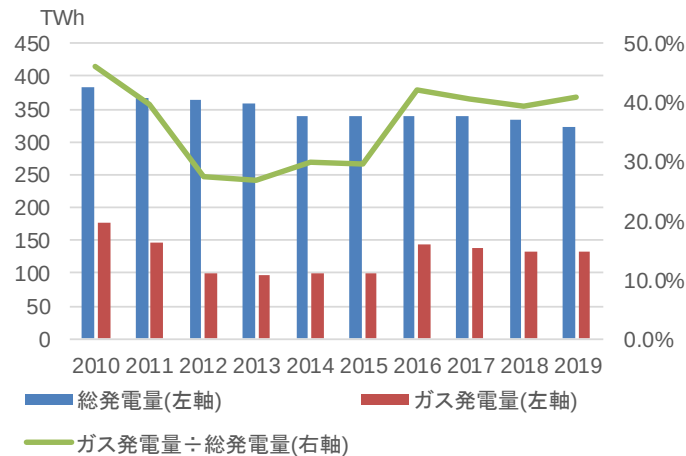
- 2019年における天然ガス需要量は**78.8bcm**となっており*1、2015年以降はほぼ横ばいで推移している。
 - 天然ガス需要量が安定的に推移している要因として、**天然ガス火力発電量の増加**が挙げられる*2
 - 2019年天然ガス発電量は132.5TWh(総発電量に占める割合40.9%)。2013年時点の95.8TWh(同26.8%)と比較して大きく増加)
- 一方、ガス生産量は、2000年のピーク時には113.5bcmであったが、近年はイギリス大陸棚(UKCS)の生産減少に伴い、2019年には**39.6bcm**まで低下した。
 - 国内消費量に対する国内生産量の割合は、2012年以降、50%強(2019年53.2%)となっており、ガス供給ポートフォリオにおける輸入割合が増加
 - 2019年における天然ガス輸入量は**51.3bcm**(LNG: 18.0bcm、パイプライン33.2bcm)

*1 一次エネルギー総需要量7,840PJのうち、天然ガスは2,940PJ(=78.8bcm)となっており、総需要量の36.2%を占めている

*2 イギリスでは、炭素価格下限制度(carbon price floor)の導入や石炭火力発電所を2025年までに段階的に廃止する政策を背景として、石炭火力発電所から天然ガス火力発電所への転換が進んでいる



国内ガス消費量及び生産量の推移



国内総発電量及びガス発電量の推移

天然ガス輸入量内訳

	2019年	
	bcm	構成比
LNG	18.0	35.2%
カタール	8.8	17.1%
ロシア	3.1	6.0%
米国	2.9	5.7%
その他	3.2	6.3%
パイプライン	33.2	64.8%
ノルウェー	26.6	52.0%
ロシア	4.7	9.1%
オランダ	1.6	3.1%
その他	0.4	0.7%
合計	51.3	100.0%

(3)イギリスの動向 ガス事業を取り巻く環境

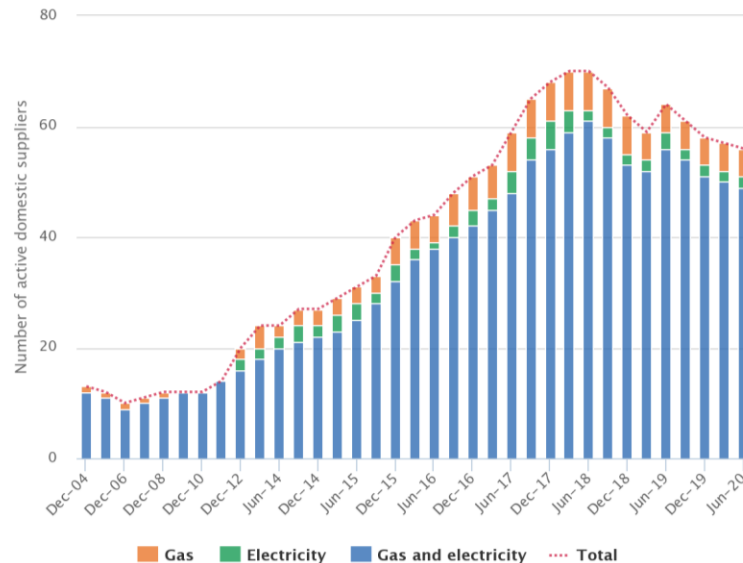
- イギリスでは、サッチャー政権における公益事業の民営化政策の流れを受けて1990年前半から段階的に自由化が進められており、ガス小売事業に関しても2000年代初期に全面自由化が実施された。規制料金に関しても、同時期に撤廃されている^{*1}。
- 2020年6月時点において事業活動を実施している家庭用小売供給事業者は56事業者^{*2}であるが、そのほとんどが電力・ガス双方に展開している。また家庭用ガス小売市場の市場シェアを見ると、大手6事業者(Big6)における市場シェアは、2014年4Q時点において91%を占めていたが、2020年2Q時点では59%まで低下している(最大手のBritish Gas社の市場シェアは、同期間において38%から27%まで低下)^{*3}。

*1 イギリス規制機関Ofgemは、電力・ガス小売市場における規制料金の撤廃に関して市場競争状況の評価を実施。2002年2月に公表された「Review of domestic gas and electricity competition and supply price regulation –Conclusion and Final proposals」において料金規制を撤廃する旨が示された

*2 56事業者のうち、49事業者が電力・ガス双方を実施。電力のみ2事業者、ガスのみ5事業者

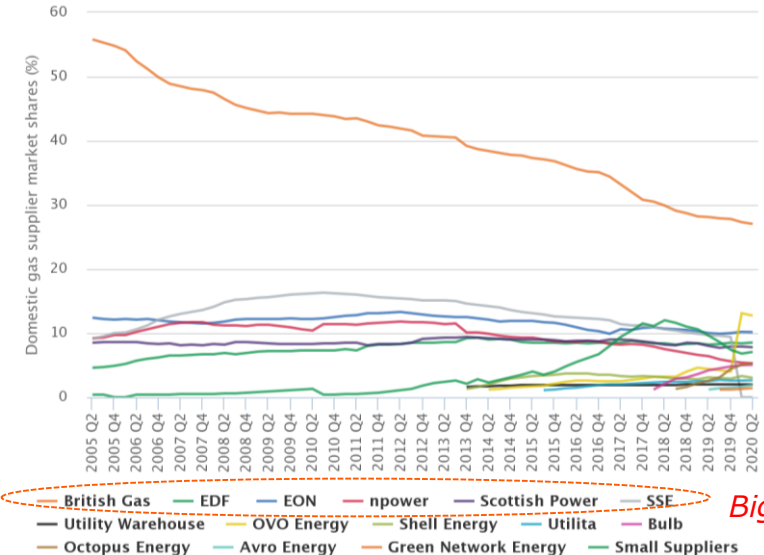
*3 British Gas社、EDF社、E.ON社、npower社、Scottish Power社、SSE社の6社。なおOfgemでは、イギリス電力・ガス市場において一部の大手事業者が大きな市場シェアを有していることに対して様々な施策を実施することを通じて、当該状況の改善を図ってきた

事業者



家庭用小売供給事業者の推移

市場シェア



家庭用ガス小売市場における市場シェア(事業者別)

(3) イギリスの動向

ガス安定供給確保に向けた取り組み

- 2017年10月、ビジネス・エネルギー産業省(BEIS)は、「Gas Security of Supply -A strategic assessment of Great Britain`s gas security of supply-」と題する報告書を発表した。
- 当該研究は、イギリスにおける長期的なガスの安定供給について、BEISによる委託を受けたCEPA社が実施したシナリオ分析の結果を踏まえ、多角的な評価・分析を実施したものである。
- BEISは、これまでの分析結果を踏まえた更なる検討課題として、“強固かつ機能的な市場の構築”、“LNG市場の発展”、“輸入への依存低減”などいくつかの論点を提起している。

イギリスガスセキュリティ確保に向けた提言

	概要
強固かつ機能的な市場の構築	適切なインフラの構築、運用・改修のためには、市場を通じて適切なインセンティブを提供する必要がある。そのためにはグローバルなガス取引が必要とされる。 ・ <u>市場機能</u>…市場は十分に発達し、流動的でなくてはならない。緊急時においても強力な法的・規制的基盤の下、運営される必要があり、物理的受渡が保証されなくてはならない。 ・ <u>大陸欧州との密接な取引関係の継続</u>…大陸欧州とのガス市場取引により、供給安定性を担保することができる。
LNG市場発展、及び成熟したハブとしての更なる発展	LNG供給割合が高まることにより、大陸欧州への輸入・貿易の拠点ポジションを構築することが可能となる。 ・ <u>LNG市場の発展</u>…輸送業者(shippers)に対する正しいインセンティブを確保し、LNGの柔軟性をサポートする。これにより、LNGハブや大陸への参入ポイントとして機能する。 ・ <u>コスト削減とGB市場の魅力向上</u>…LNGの陸揚げ価格を安くすることにより、GBをより魅力的な目的地とするとともに、国内消費者への請求額を減らすことが可能となる。 ・ <u>LNG市場の監視</u>…しかし、LNG市場動向をモニタリングし、市場リスクに対応していくことが重要である。
輸入への依存軽減	内生的資源(例: シェールガス、バイオメタン等)の活用や需要削減を通じて、ガス輸入の必要性を減らす経済的機会を追求することも有益である。

(出所)BEIS「Gas Security of Supply -A strategic assessment of Great Britain`s gas security of supply-」より

(4)ドイツの動向

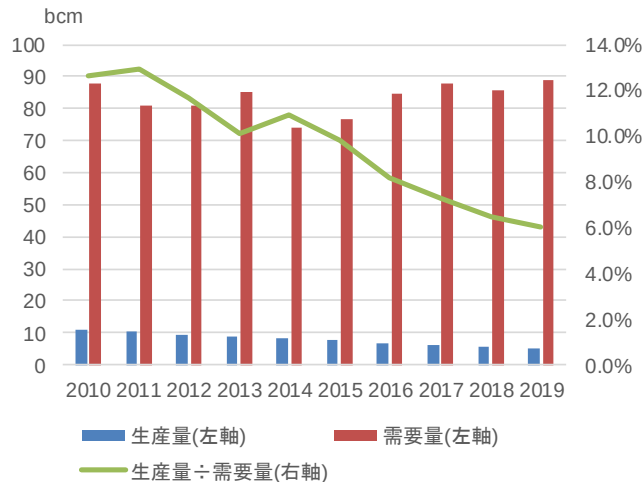
ドイツのガス需給構造

- 2019年における天然ガス需要量は**88.7bcm**となっており*1、2015年以降はやや増加して推移している。
 - ドイツもイギリスと同様、**天然ガス火力発電量が増加***2
 - 2019年天然ガス発電量は91.9TWh(総発電量に占める割合14.9%)。2014年時点の61.1TWh(同9.7%)から約5割増加
- ガス生産量は5.3bcmと限定的であるため、輸入に大きく頼る供給ポートフォリオとなっている。
 - 天然ガス輸入量はほぼ全量パイプラインによる輸入であり、2019年時点で**109.6bcm**となっている。特にロシアからの輸入が55.6bcmと50%を占めている*3

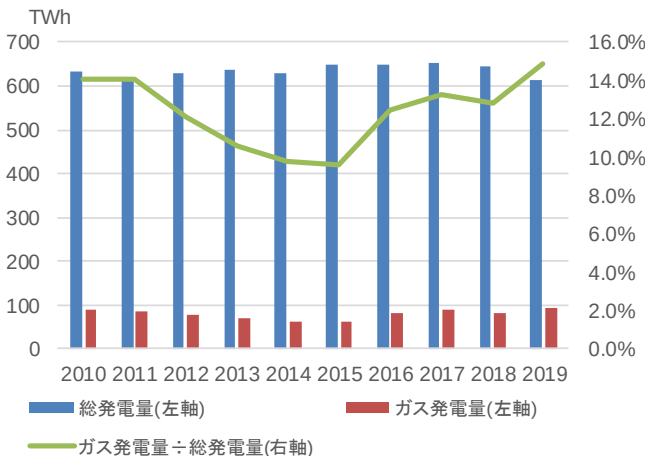
*1 一次エネルギー総需要量13,140PJのうち、天然ガスは3,190PJ(=88.7bcm)となっており、総需要量の24.3%を占めている

*2 原子力発電所の段階的閉鎖が予定されていることもあり、天然ガス発電量は今後も増加見込み。また原子力に代わるベースロード電源の一つである石炭火力についても2038年までに全廃予定

*3 対ロシア依存度提言の観点から、ドイツ政府はLNG輸入拡大についても検討中



国内ガス消費量及び生産量の推移



国内総発電量及びガス発電量の推移

天然ガス輸入量内訳

	2019年	
	bcm	構成比
パイプライン	109.6	100.0%
ロシア	55.6	50.7%
ノルウェー	27.8	25.4%
オランダ	23.4	21.3%
その他	2.9	2.6%
合計	109.6	100.0%

(4) ドイツの動向

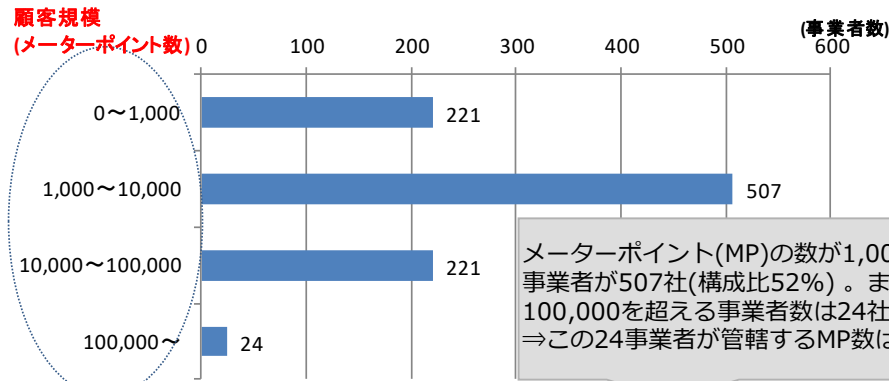
ドイツのガス需給構造

- ドイツでは、2006年及び2009年に発生したロシア・ウクライナ間の供給危機を受けロシア依存を見直す動きはあるものの、2019年時点でも、依然としてロシアからのガス供給量は55.6bcmと、全輸入量109.6bcmの50%以上を占めている。
- ドイツにおける天然ガス需要は今後も増加する見込みである。
 - 原子力発電所の段階的閉鎖が予定されていることである。ドイツにおける原子力発電所はベースロード電源として高負荷率(2015年97%)で運転しており、2017年時点では国内発電量の11.5%を占めている
 - 原子力に代わるベースロード電源の一つである石炭火力についても2030年までに全廃予定
- ドイツは、風力発電による供給がドイツ北部に偏在している一方で、ドイツの電力需要の多くは工業地帯が集まる南部にある。ドイツでは、北部における再生可能エネルギーの大量導入に伴い、北部から工業地帯が集まり電力需要の多い南部及びデンマークへの送電制約が発生している。この送電制約の物理的解消手段として、石炭火力や天然ガス火力などの従来型発電設備に対してのみ再給電(re-dispatch)が実施される。したがって、将来的に天然ガス発電に対する重要性が増加する可能性がある。

(4)ドイツの動向

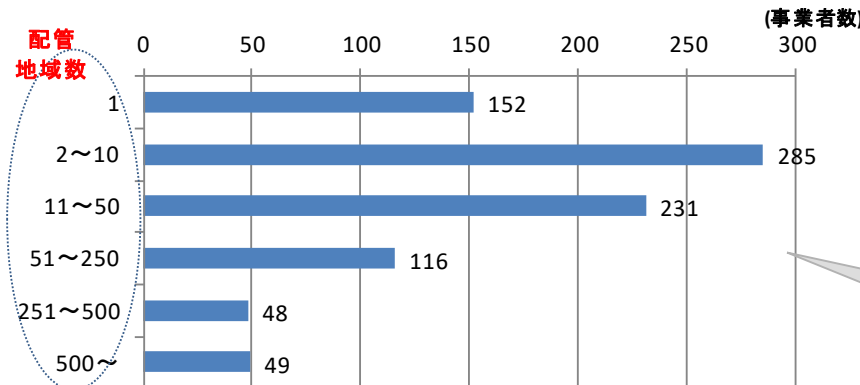
ガス事業を取り巻く環境

- ドイツでは1998年改正エネルギー事業法により1996 年第一次EU電力指令で規定された要件を満たすように国内法が制定されており、1998年には家庭部門を含めた小売全面自由化が開始された。
- 自由化後に多くのマーケットが誕生しており現在も小売事業者は約1,000社以上存在しているが、うち約9割は顧客数10万世帯以下の小規模事業者である。

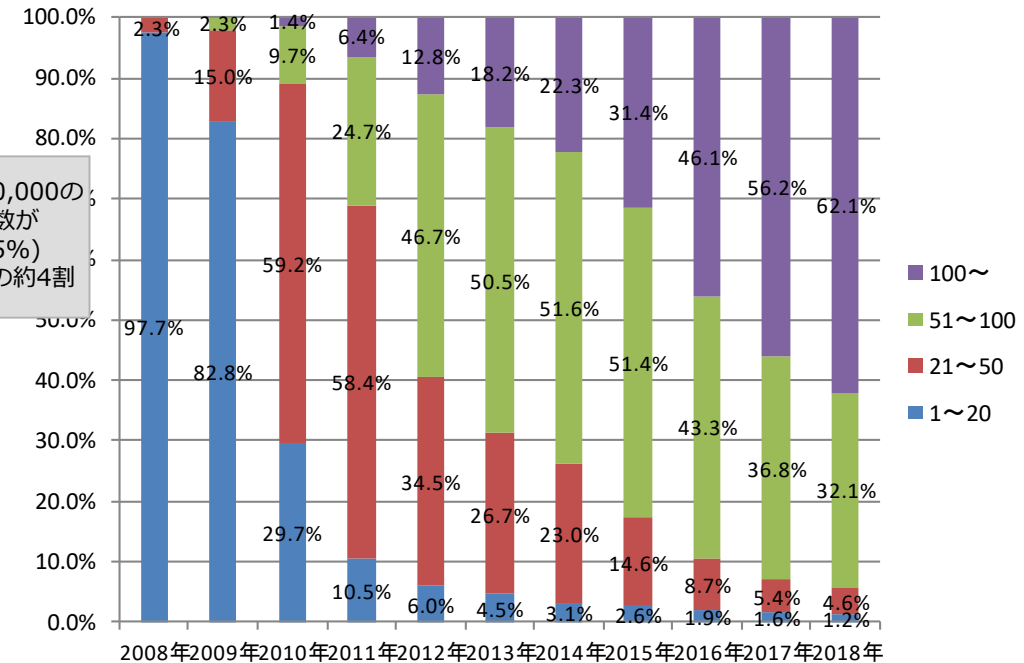


メーターポイント(MP)の数が1,000～10,000の事業者が507社(構成比52%)。またMP数が100,000を超える事業者数は24社(同2.5%)
⇒この24事業者が管轄するMP数は全体の約4割

ドイツガス小売供給事業の構造～顧客規模別の小売供給事業者数
(2019年12月末時点)



ドイツ小売供給事業者がサービスを提供する配管地域数(2019年12月末時点)



ドイツにおける各配管地域に存在する小売供給事業者数の規模別構成

- ・ 10以下の配電地域にしかサービスを実施しない事業者数は437社(構成比44.0%)
- ・ なお1つの配電地域にしかサービスを実施しない事業者も152社存在。
⇒一方で、ほぼドイツ全土に渡る500以上の配電地域にサービスを提供する事業者も49社存在(同4.9%)

(4) ドイツの動向

ガスセキュリティに関する検討

- ドイツでは、エネルギー産業法(EnWG)第51条(1)に従い、ドイツ連邦経済技術省(BMWi)が、電力及びガスの供給ネットワークにおける安定性を監視する責任を担っている。ガスの安定供給確保策は幅広い政策パッケージに基づいているが、主要な措置として“供給源・供給ルートの多様化”、“地下貯蔵施設を含む信頼性の高い供給インフラ”、“LNGターミナルへのアクセス”などを講じている。
- 2019年2月、BMWいは、LNG輸入市場の発展に関するドイツ-米国間カンファレンスを開催した。当該会議において、アルトマイヤーBMWい大臣は、ドイツにおけるLNGインフラ事業の規制枠組みの主要事項として、LNGのドイツ市場へのアクセスを可能にするため、EnWG関連法令改正により、TSOに対し、LNGターミナルとパイプライン・ネットワークを接続するために必要なパイプラインの建設を義務づけるとした。またこのパイプライン建設に必要な費用に関して、TSOはガスネットワーク利用料金として需要家に対して負担を転嫁できるとした。
- 2015年6月、BMWいからの委託を受けたドイツのシンクタンクBBH社及びTU Berlin社は、「Possibilities to improve gas security and crisis prevention via regulation of storage (strategic reserve, storage obligations), including the costs and the economic effect on the market」と題する報告書を発表した。⇒当該研究は、ドイツ国内における天然ガス地下貯蔵設備が供給安定性確保に果たす役割について、特に戦略的予備力(Strategic Reserve)と貯蔵義務(storage obligation)という2つの関連措置にも鑑みつつ、費用及び効果等について分析している

(5) フランスの動向

エネルギー需給構造

- 2019年における天然ガス需要量は**43.4bcm**となっており*1、2015年以降は微増傾向で推移している。国内天然ガス生産量は限定的であり、ほぼ全量輸入に依存する需給構造となっている。
 - 2019年における天然ガス輸入量は60.1bcm(内訳: LNG 22.9bcm、パイプライン37.2bcm)

*1 一次エネルギー総需要量9,680PJのうち、天然ガスは1,560PJ(=43.4bcm)となっており、総需要量の16.2%を占めている

天然ガス輸入量内訳

	2019年	
	bcm	構成比
LNG	22.9	38.1%
ロシア	6.9	11.5%
ナイジェリア	4.4	7.2%
アルジェリア	3.6	6.0%
米国	3.1	5.1%
その他	4.9	8.2%
パイプライン	37.2	61.9%
ノルウェー	19.3	32.1%
ロシア	7.8	13.0%
オランダ	4.4	7.3%
その他	5.8	9.6%
合計	60.1	100.0%

(5)フランスの動向

ガス事業を取り巻く環境

- フランスでは、1998年第一次EUガス指令(Directive 98/30/EC)を受け、2000年8月から、発電事業者・熱電併給事業者、及び年間ガス使用量約1,855万m³以上の需要家に対する小売自由化が開始された。
 - Law no. 2003-8^{*1}に基づき、2003年8月には年間ガス使用量約650万m³以上の需要家へ対象が拡大。2004年7月には家庭部門を除く全ての需要家(すなわち産業用・商業用部門)が自由化対象
 - Law no.2003-8 の改正に伴い、**2007年7月には家庭用を含む全ての需要家が自由化対象**
- ガス小売市場も、電力と同様、**規制料金と市場料金が併存する形となっている**^{*2,3}。

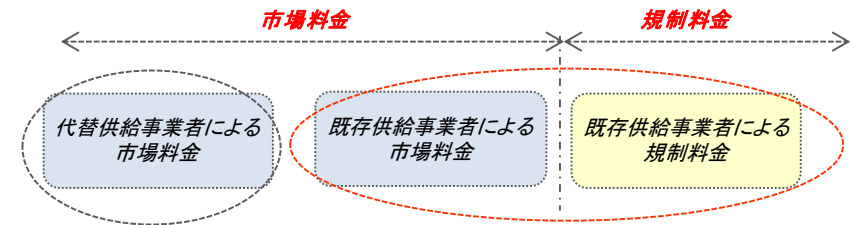
*1 2003年1月3日電力・ガス市場及び公共サービスに関する法律(Law no. 2003-8)

*2 フランスにおけるガスの小売料金は、市場料金と規制料金の二つに分かれている。規制料金が適用されるのは既存事業者(Incumbent Supplier)のみである。市場料金(=自由料金)を選択した需要家については、料金は供給事業者と需要家間の交渉により決められることになる

*3 年間ガス消費量が30MWh以下の非家庭需要家、年間ガス消費量が150MWh以下の家庭需要家に対しては、引き続き規制料金が存続

小売市場における市場料金の選択状況

- 自由化適格となった需要家は、**規制料金契約**もしくは**市場料金契約**の2つの契約形態から選択することが出来る。市場料金契約も、代替供給事業者もしくは既存供給事業者の2つから選択可
- 電力・ガス小売市場は、全面自由化以降も長らく、規制料金と市場料金が併存。電力に関して言えば、多くの需要家はEDF社の提供する規制料金にとどまる状況が継続。ガスは、電力と比較すると市場料金を選択する需要家が多い



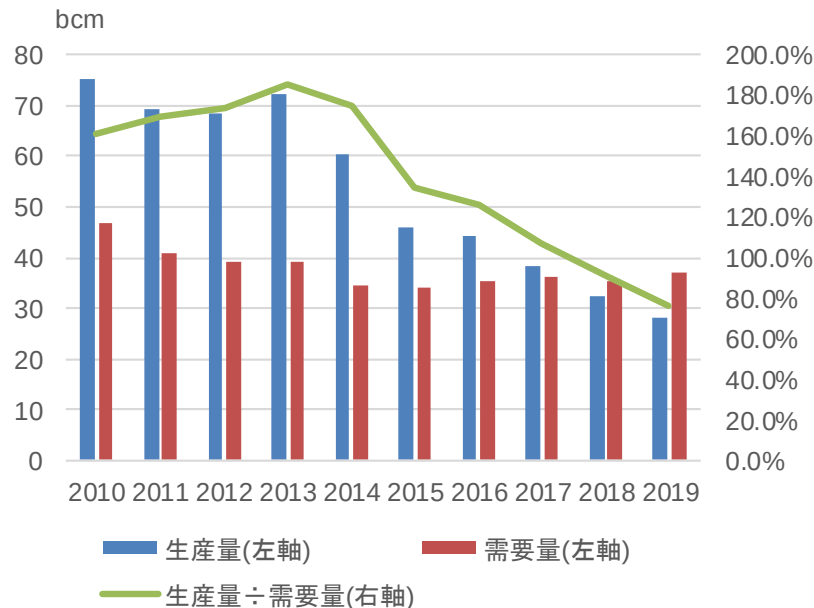
権利行使と供給事業者選択の考え方

(5) オランダの動向

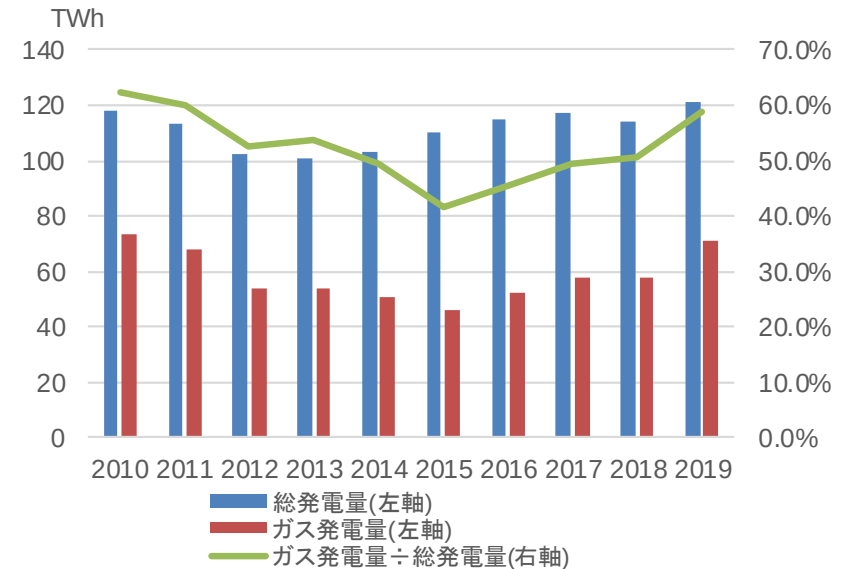
オランダのガス需給構造

- 2019年における天然ガス需要量は**36.8bcm**となっており*1、2015年以降はほぼ横ばいで推移している。
 - 天然ガス需要量が安定的に推移している要因として、**天然ガス火力発電量の増加**が挙げられる
 - 2019年天然ガス発電量は71.0TWh(総発電量に占める割合58.7%)。2015年時点の45.6TWh(同41.7%)と比較して大きく増加)
- 一方、ガス生産量は、2010年のピーク時には75.3bcmであったが、近年は北海ガス田の生産減少に伴い、2019年には**28.1bcm**まで低下した。
 - 国内消費量に対する国内生産量の割合は、2018年以降、100%を下回っており(2019年76.2%)、ネット輸入国へと変化
 - 2019年はパイプラインで40bcmを輸入(ノルウェー25.3bcm、ロシア8.0bcm、他欧州6.7bcm)

*1 一次エネルギー総需要量3,510PJのうち、天然ガスは1,330PJ(=36.8bcm)となっており、総需要量の37.8%を占めている



国内ガス消費量及び生産量の推移



国内総発電量及びガス発電量の推移

-
- 2 諸外国におけるガス事業関連政策動向
 - 2.1 脱炭素に係る関連政策
 - 2.2 安定供給・レジリエンスに係る関連政策
 - 2.3 **経営基盤・競争強化等に係る関連政策**
 - (1)EUガス事業制度
 - (2)EUにおけるスマートメーター導入状況
 - (3)各国の動向(イギリス)
 - (4)各国の動向(ドイツ)
 - (5)各国の動向(イタリア)

(1)EUガス事業制度

EUガス事業制度改革の経緯

- EUでは、1990年代後半以降、域内単一エネルギー市場の形成を目指し、電力・ガス市場の自由化を進めてきた。
⇒3次にわたる「欧州天然ガス市場の共通ルールに関する指令」を通じて、主にアンバンドリングと第三者アクセス(TPA: Third Party Access)の義務化により、競争的市場を構築。
- ガス小売市場についても、電力と同様、段階的に小売市場の自由化を進めてきた。2003年第二次EUガス指令では、2004年7月1日以降は家庭用需要家以外の需要家、さらに2007年7月1日以降は家庭用需要家を含む全ての需要家を対象として、自由化を実施することが規定された(第23条第1項)。

EUガス指令の概要

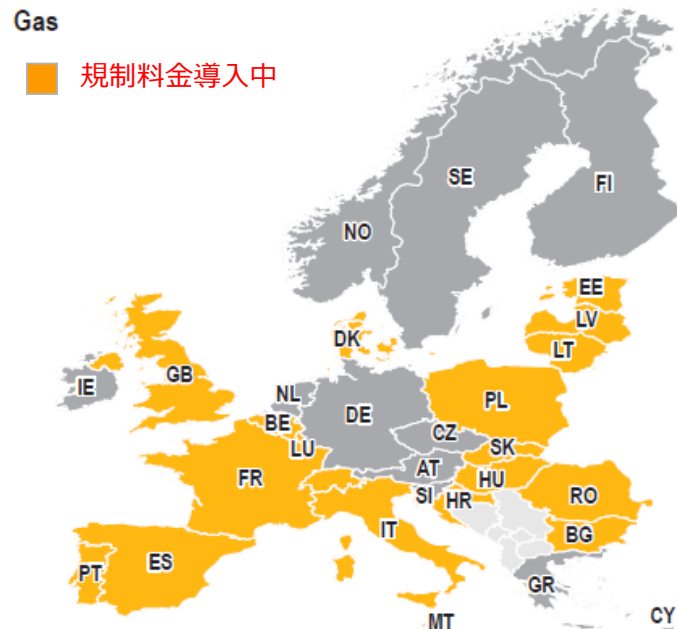
	アンバンドリングに係る措置	TPAに係る措置
1998年第一次EUガス指令	垂直統合事業者に対する会計分離が義務付け	“交渉可能な第三者アクセス”が規定
2003年第2次EUガス指令	垂直統合事業者に対する法的分離が義務付け	「2005年天然ガス輸送網へのアクセス条件に関する規則(Regulation (EC) No 1775/2005)」を通じてTPA条件に係る要件が明確化 ⇒指令内容をより具体化し、各国政府の裁量に委ねる部分も小さくした。 ⇒貯蔵インフラが極めて重要な役割を果たすとの考えから、市場開放が求められる供給インフラの中に、貯蔵設備も含まれることが強調
2009年第3次EUガス指令	垂直統合事業者に対する所有分離(第9条)、ISO化(第14条)又はITO化(第17条～第23条)のうちいずれかを義務付け	“義務的なTPA”がEU域内における唯一の輸送インフラアクセスであることを規定。一方で、ガス設備の新規インフラ投資促進の観点から適用除外を認める特別条項が導入 ⇒第二次EUガス指令では開放を免除されていたLNG輸入基地及び新規供給インフラについても、第3者による利用の在り方を規定し、その市場開放を進める方針を盛り込んだ。

(出所)EU指令より

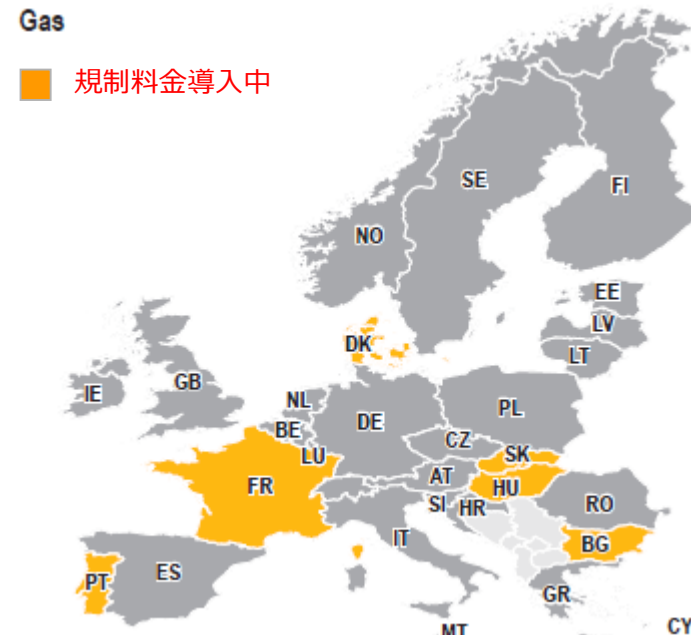
(1)EUガス事業制度

EUガス小売市場における規制料金の撤廃状況

- EUでは、エネルギー規制機関間協力庁(ACER)が、毎年、EU域内電力・ガス市場の競争状況に関する報告書として市場監視報告書(MMR)を公表しており、EU加盟国の電力・ガス規制料金の存廃について取りまとめを行っている。
 - ガス小売市場(家庭部門): EU28カ国のうち、16カ国において何らかの価格規制的措置が導入中
 - ガス小売市場(非家庭部門): EU28カ国のうち、6カ国において何らかの価格規制的措置が導入中



ガス小売市場(家庭部門)における規制料金導入状況
(出所)ACER市場監視報告書



ガス小売市場(非家庭部門)における規制料金導入状況
(出所)ACER市場監視報告書

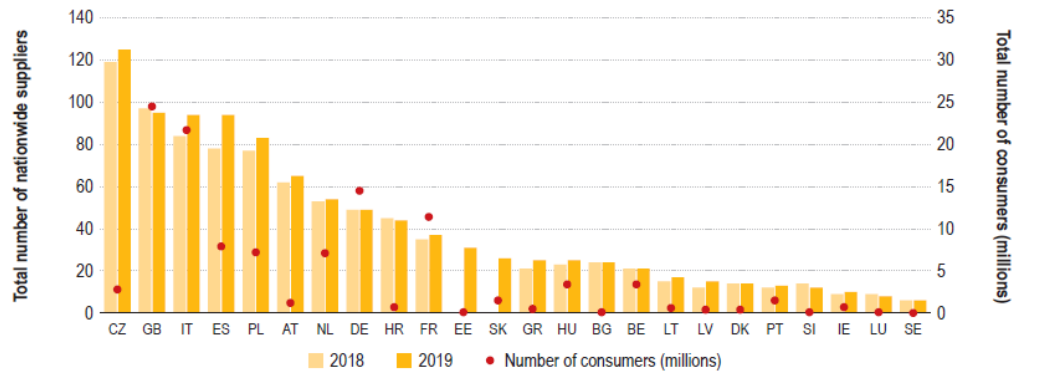
(1)EUガス事業制度

EUガス小売市場における競争状況

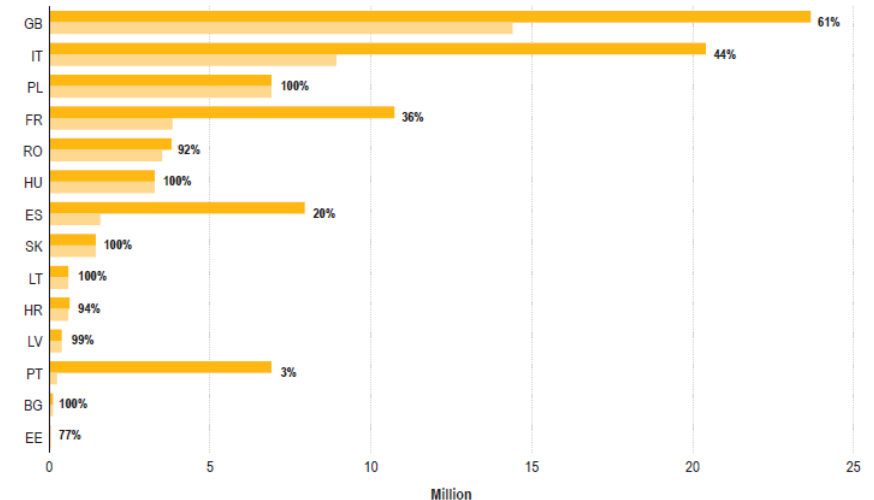
ガス小売市場における供給事業者数及び需要数

- ACERによる市場監視報告書では、供給事業者数や需要家数、更には需要家数における規制料金の選択割合についても分析している。

供給事業者数



ガス小売市場における供給事業者数及び需要数
_(出所)ACER市場監視報告書



家庭用需要家数

規制料金が適用されている
家庭用需要家数

ガス小売市場(家庭部門)における規制料金導入割合
(出所)ACER市場監視報告書

(2)EUにおけるスマートメーター導入状況

ガススマートメーターの規定・導入状況

- 欧州委員会は、2024年迄に5,100万台のガススマートメーターの導入(EU全体普及率:44%)を予測している。
- EU指令(Directive 2012/27/EU)に基づき、EU加盟国または加盟国が指定する所管当局は、広範囲または部分的なスマートメーター導入の便益がコストを上回ると分析された場合において、ガススマートメーターの導入を国内法化する必要がある。
 - 欧州委員会が2019年に公表したレポート「European smart metering benchmark-Final Report-」によると、EU加盟国の約25%が、ガススマートメーターの配備に向けた法的規定を備えた実施方策を策定している。これらの国の大半が電力スマートメーター導入の法的枠組みに倣っている、または電力及びガスの両方に対する法的枠組みを採用している
 - フランス、アイルランド、イタリア、ルクセンブルク、オランダ、イギリスは、それぞれの実施方策においてガススマートメーターの目標普及率及び目標年を定めている
 - 2018年1月におけるガススマートメーターの導入率は、オランダの46.6%が最も高くなっている

国別ガススマートメーター目標普及率・目標年

国	目標年	目標普及率
フランス(FR)	2016－2022年	90%
アイルランド(IE)	2019－2024年	100%
イタリア(IT)	2008－2023年	85%
ルクセンブルク(LU)	2016－2021年	90%
オランダ(NL)	2014－2020年	80%
イギリス(UK)	2012－2020年	100%

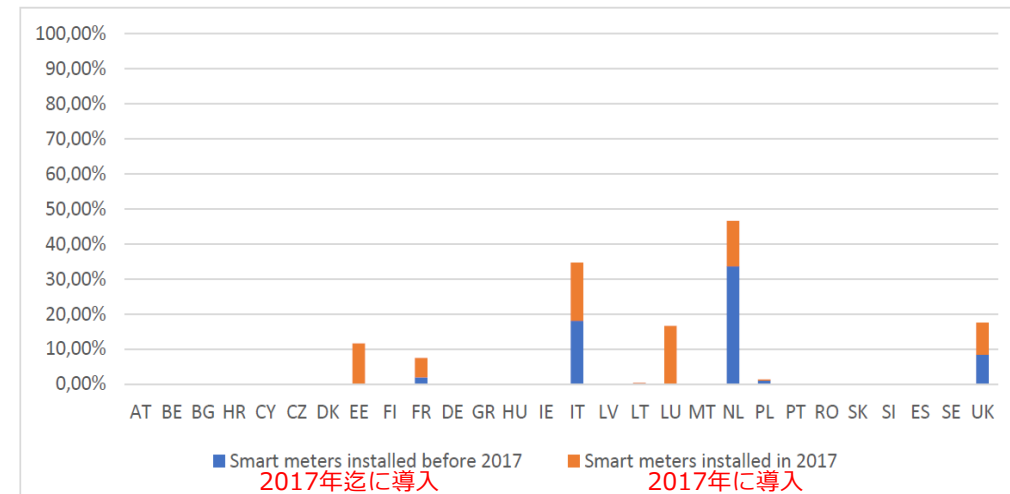


Figure 37: Overall gas smart meter penetration by Member State.

EU加盟国におけるガススマートメーター普及率(2018年1月時点)

(3)各国の動向(イギリス)

Smart Metering System

- イギリス政府は、**スマートメーター導入計画(Smart Metering Implementation Program)**に基づき、2020年末までに国内の全家庭及び小規模企業に対しスマートメーターを導入するとしている。2011年より開始された当該プログラムは、2016年11月からは設置段階(main install stage)に移行しており、スマートメータの設置を図るとともに、**スマートメータデータ通信インフラ**の構築を図っている。
- **Smart DCC社**^{*1}は、2013年にイギリス気候変動・エネルギー省(DECC)^{*2}より、**Smart Meter Communication Licence**を付与された。DCC社は、Ofgemによる規制の下、スマートメータデータと通信インフラの構築及び管理する役割を担っている。
- スマートメーターは、DCC社の構築するネットワークを通じて、供給事業者、ネットワーク運用者、及び他の認可サービスユーザと接続される^{*3}。

*1 Capita社の100%子会社

*2 現在、BEISとなっている

*3 このネットワークは高いセキュリティ基準を維持しており、国家サイバーセキュリティセンター(National Cyber Security Center)によって承認されている

(出所)イギリス政府<<https://www.gov.uk/government/publications/smart-metering-implementation-programme-information-leaflet>>

DCC社Webサイト<<https://www.smartdcc.co.uk/about/>>

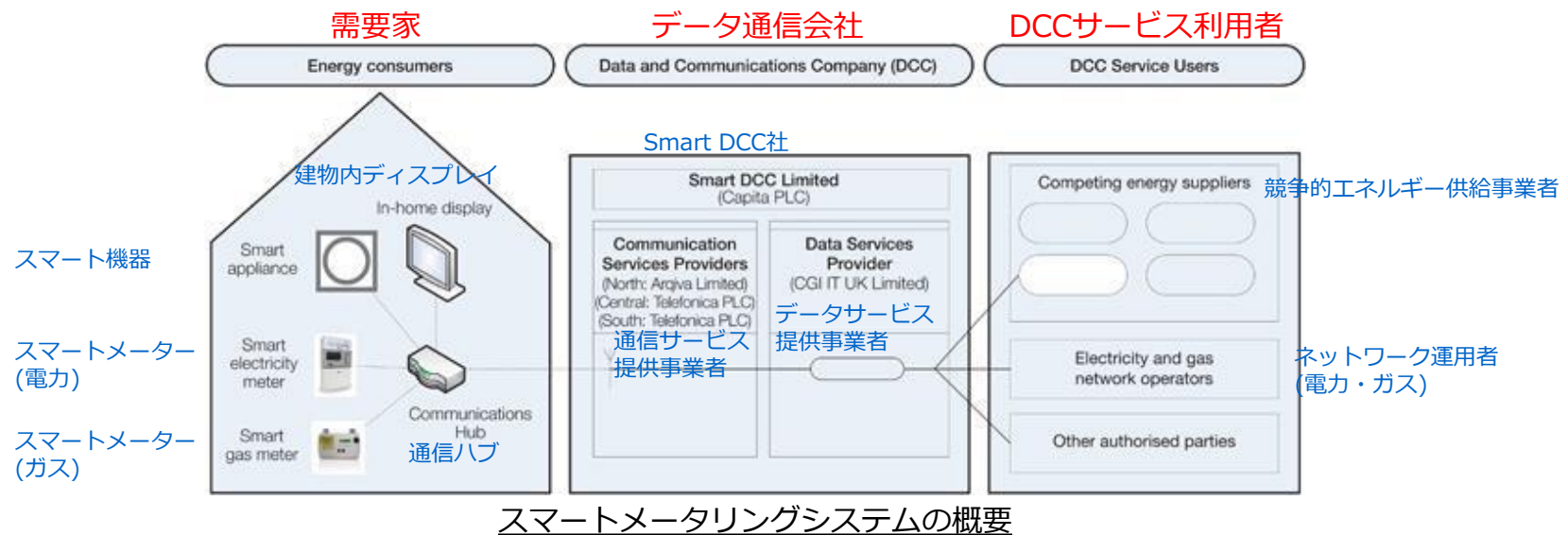
Smart Meter Communication Licence

<https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/554644/Annex_C_Draft_legal_text_for_the_DCC_Licence.pdf>

(3)各国の動向(イギリス)

Smart Metering System

- 供給事業者によって設置される機器は、**スマートメーター**、**建物内ディスプレイ(In-home display)**、**通信ハブ(Communication Hub)**により構成される。
- **データ通信会社(DCC: Data and Communications Company)**は、需要家側のSmart Metering SystemとDCCサービス利用者(供給事業者、ネットワーク運用者等)との通信を実施する。
⇒DCCは、先述のSmart DCC社に加え、通信サービス提供事業者としてArqiva Ltd社、Telefonica UK Ltd社、データサービス提供事業者としてCGI IT UK Ltd社が存在。
- DCCの利用を通じた通信を通じて、**オンデマンドな遠隔検針**が可能となっている。
⇒供給事業者は、スマートメータリング設備と通信を通じて遠隔検針が可能。
⇒ネットワーク運用者は、需要家側の負荷状況をより理解でき、効率的な系統運用が可能。



(3)各国の動向(イギリス)

Smart Metering Systemの導入状況

- BEISは、4半期毎に「Smart Meter Statistics」において、スマートメーター導入の進捗状況を発表している。
 - BEISは、「Smart Metering Implementation Programme」を介して、スマートメーターの導入を促進。2024年までに、全需要家へのスマートメーター導入を目指している
 - 2020年第三四半期の時点において、電力・ガスの合計として約2,225万台のスマートメーター(家庭用及び小規模事業用)が稼働している(アドバンスドメーターを含む)。うち、約1,800万台がスマートモード^{*1}で運用されている
 - 2020年前半はコロナウイルスの影響によりスマートメーターの導入数が大幅に落ち込んだ。同年後半には、回復が見られたものの前年同期の導入数を下回った

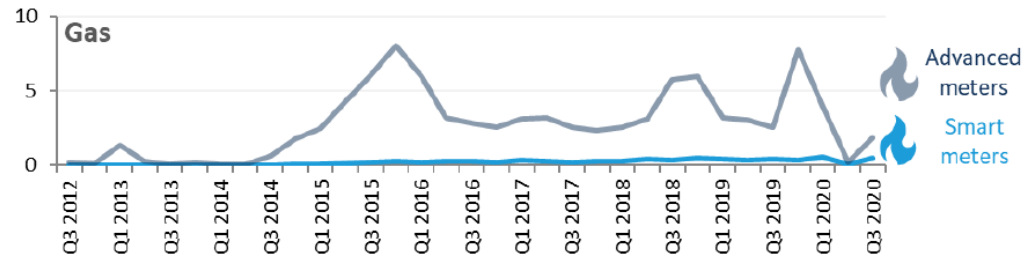
*1 イギリスでは、スマートメーターの運用モードにTraditionalとSmartがある他、アドバンスドメーター(消費量の送信等が可能)の区分を有する。Traditional Modeでは、消費量の送信やディスプレイへの料金表示ができない。Traditional Modeとなる理由は、需要家が小売り事業者を切り替えたためにSmart Modeが使用できない、ネットワーク環境、初期設定の問題等がある。Traditional Modeにより、スマートメーターが本来の機能を発揮できていないことを踏まえ、事業者間の相互互換性があるSMETS2の導入等を通して問題解決に向けた取組みが進められている。

2020年第三四半期のスマートメーター(電力・ガス計)の稼働状況

Great Britain, to end Q3 2020

		Large Suppliers (to end Q3 2020)	Small Suppliers (to end Q4 2019)	Total
Smart (smart mode) and advanced meters	Domestic meters	16,253,000	469,000	18,033,000
	Non-domestic meters	1,001,000	310,000	
Smart (traditional mode)	Domestic meters	3,697,000	483,000	4,211,000
	Non-domestic meters	25,000	5,000	
Total		20,976,000	1,269,000	22,245,000

Source: Energy Suppliers reporting to BEIS

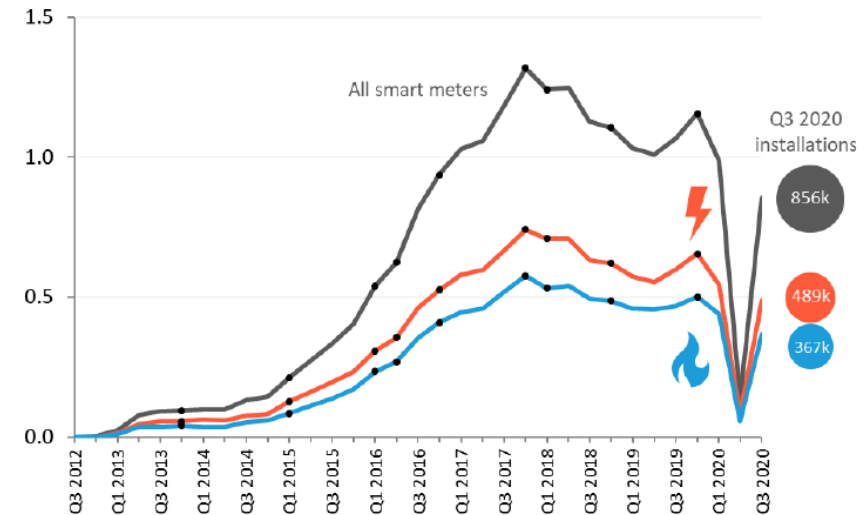


Source: Energy Suppliers reporting to BEIS.

注:大規模供給事業者16社による導入数

四半期別非家庭用ガススマートメーターの導入数の推移(単位:千台)

Great Britain, domestic meters installed by large suppliers
Q3 2012 to Q3 2020, millions



● Marks inclusion of additional large suppliers to the series

Source: Energy Suppliers reporting to BEIS.

注:大規模供給事業者16社による導入数

2020年第三四半期のスマートメーターの導入数(単位:百万台)

(4)各国の動向(ドイツ)

「エネルギー転換におけるデジタル化法」の概要

- 「エネルギー転換におけるデジタル化法」は、スマートメーターの更なる普及・拡大に向けた長期的プログラムを示している。当該プログラムは、2017年以降開始され、2032年に終了となる。
 - スマートメーターの実際の設置・運用は、EnWGに基づき**地域ネットワーク運用者(örtlichen Netzbetreiber)**、すなわち**配電事業者(DSO)**の義務となる。第3者的サービス提供者へのアウトソーシングも認められている
 - 「エネルギー転換におけるデジタル化法」の一部を構成する「**インテリジェントなエネルギーネットワークにおける計量とデータ通信法 (MsbG)**」では、データ保護及びセキュリティの必要最低要件を示すとともに、「スマートメーター」及び「スマートメーターゲートウェイ(SMGWs)」に関する新しい規則を定めている
- MsbGでは、スマートメーターリングシステムを構成する要素として、以下を規定している。
 - ⇒インテリジェントな計量システム (iMSys: intelligentes Messsystem)
 - ⇒最新型計量器(mME: Moderne Messeinrichtung)
 - ⇒スマートメーターゲートウェイ(SMGw: SmartMeterGateway)

スマートメーターリングシステムの構成要素

	Ferraris meters (従来型の電気計量器)	mME	iMSys	SMGw
形式	アナログ型計量器	デジタル型計量器 (通信機能を具備しない)	デジタル型計量器 (通信機能を具備している)	通信インタフェース
主な機能	現状の検針	- 現状の検針 - 過去2年間の計量データの保存(日、週、月、年単位) - 通信機能を具備することにより、iMSysにアップグレード可能	- 現状の検針 - 過去の計量データの保存(日、週、月、年単位)	- メーターと通信ネットワークのインタフェース 1つ以上のメータと接続 - メーター運用者に対して自動的にデータ送信
設置、計量及び技術的販売の責任	地域ネットワーク運用者が計量器運用者として機能	基本的計量器運用者(通常：地域ネットワーク運用者)もしくは 需要家によって委任された計量器運用者		SMGw管理者 (基本的計量器運用者、もしくは競争的事業者)

(出所)BMW i Webサイト<<https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/FAQ/Smart-Meters/faq-smart-meters.html>>

BNetzA Webサイト

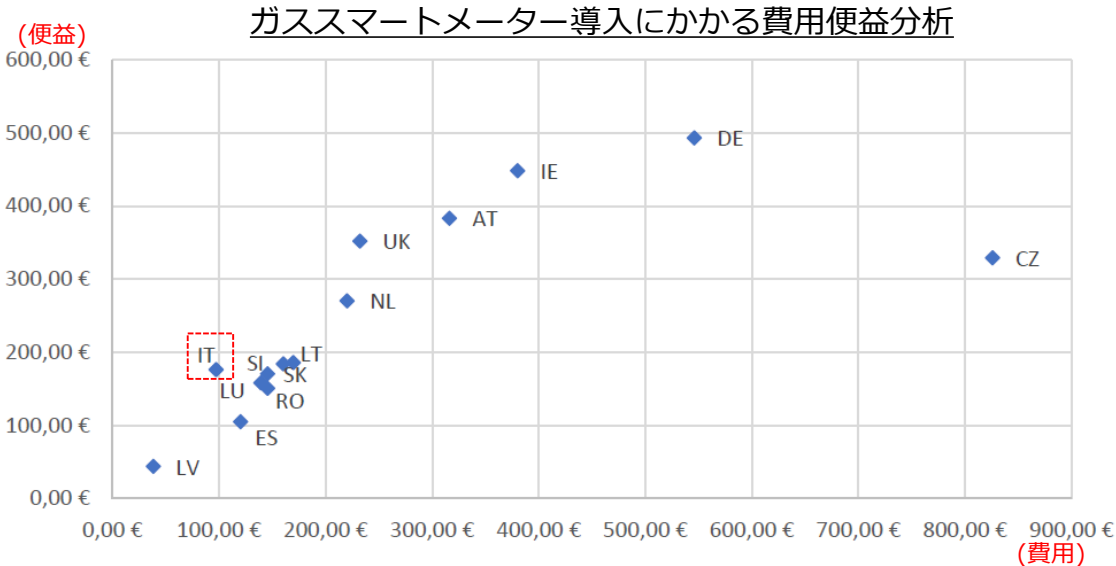
<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Verbraucher/NetzanschlussUndMessung/SmartMetering/SmartMeter_node.html>

(5)各国の動向(イタリア)

スマートメーターの導入施策・プロセス

- イタリアは、ガススマートメーターの大規模導入(large-scale roll-out)を決定したEU加盟国全6カ国^{*1}のうちの1カ国である。スマートメーター導入の費用便益分析が実施され、イタリアにおいては便益がコストを上回ると分析されている。
- イタリアにおけるガススマートメーターの導入目標は、2023年における普及率85%である。2018年時点の普及率は、34.7%(設置数:770万台)となっている。
 - 欧州委員会が2019年に公表したレポート「European smart metering benchmark-Final Report-」によると、2024年迄にガススマートメーター導入を完了することが見込まれている
- イタリアは、ガス及び電力のスマートメーターの導入について、主に「Legislative Decree 102/2014」により、規定している。ガススマートメーターの消費データの伝送頻度については、法的義務が設定されていないため、ガス配給事業者(DSO)による選択及び顧客の消費量により異なっている。

*1 フランス、アイルランド、イタリア、ルクセンブルク、オランダ、イギリスの6カ国



(出所)欧州委員会「European smart metering benchmark-Final Report-」、赤枠・赤字作成者追記

イタリアにおけるガススマートメーターにかかる概況

区分	内容
目標年	2023年
目標普及率	85%
総メーター設置地点数(2018年時点)	2,220万
スマートメーター設置数(2018年時点)	770万
スマートメーター普及率(2018年時点)	34.68%

(出所)欧州委員会「European smart metering benchmark-Final Report-」を基にMURC作成

3 諸外国事業者による対応状況と将来戦略

3 諸外国事業者による対応状況と将来戦略

3.1 エネルギー事業者のトランジション戦略

(1)主要エネルギー企業の戦略

(2)ガス関連業界団体による戦略

3.2 CCS/CCUS関連の取り組み

3.3 水素・メタネーション、Power to Grid関連の取り組み

3.4 デジタル化関連の取り組み

(1)主要エネルギー企業の戦略

調査対象企業

- 欧州の主要なエネルギー企業やユーティリティ企業、またガスネットワーク事業者では、エネルギートランジションやカーボンニュートラルに向けた中長期的な戦略を策定している。
- 本調査では、中長期的戦略における天然ガスの位置付けという観点から、我が国企業に対して示唆に富んだ取り組み等を実施している企業について調査した。対象企業は以下の通り、
 - 石油・ガスメジャー: Royal Dutch Shell(イギリス・オランダ)、BP(イギリス)、TOTAL(フランス)、Equinor(ノルウェー)
 - ユーティリティ事業者: Centrica(イギリス)、Engie(フランス)
 - ネットワーク事業者: National Grid ESO(イギリス)、Gas Network Ireland(アイルランド)、Gasunie(オランダ)、Enagás(スペイン)

(1)主要エネルギー企業の戦略

Royal Dutch Shell

- Royal Dutch Shell(英蘭)は、ガスシフトを積極的に推し進めており、LNGポートフォリオプレイヤーとしてのプレゼンスを拡大している。**カーボンニュートラル-LNG(CN-LNG)の取引に対しても積極的**であり、我が国ガス事業者との間でも多くの契約を締結している。
- 2030年迄に世界最大の電力供給者への変貌を目指しており、今後20年にかけて年間20億ドル程度を、再エネを含めた電力事業に対して投資する計画を進めている。
 - 再エネ等の低炭素電力が必要不可欠としつつ、費用対効果の観点から、急速な変化は難しいことも認識。そのため、CCUS等補完的アプローチとも協調しつつ、石油・ガスは今後も一定の役割を果たすとしている
 - 再エネに加え、分散型発電やEV関連分野への投資に対しても積極的
- 2018年4月に公表した「Shell Energy Transition Report」では、パリ協定の2℃目標実現に対応するシナリオとして新たに**Skyシナリオ**を設定し^{*1}、各種分析を実施している^{*2}。
 - SKYシナリオでは、2030年までに乗用車新車販売台数の50%がEV化。2050年までに内燃機関自動車は販売禁止
 - 一次エネルギー需要量に占める化石燃料割合は減少するものの、需要量全体の増加により、2040年時点でも約50%程度。天然ガス需要は、2025年までは年率2%、2030年までは年率1.5%の増加となり、2030年代中頃から年率0.5%減少

*1 この他にも、Mountainsシナリオ、Oceansシナリオなどが既存シナリオとして規定

*2 2020年9月に発表した最新版シナリオでは、COVID-19による影響を鑑みた上で、2030年までを対象とした3つの新たなシナリオ(① Waves world、② Island world、③ Sky worldを規定

分散型発電やEV関連分野における取組

分野	概要
分散型発電	• 2018年には、約72万世帯の顧客を有するFast Utilityを買収し、顧客に対する直接的なエネルギー供給を開始 • 2018年に、分散型エネルギー資源の統合に注力する米国GI Energy社の過半数の株式を取得。 • 2019年2月には、スマートエネルギー貯蔵システムと革新的な家庭向けエネルギーサービスを提供するSonnenを買収
EV関連	• 2017年、欧州最大級のEV課金プロバイダーの1つであるNewMotion社を買収 • 英国、オランダ、中国等において、Shell rechargeというEV充電急速充電サービスを提供。また、高性能の充電ネットワーク運営者であるIONITYと共同で、欧州10カ国でより高速充電ポイントを提供 • 2018年、Shell VenturesはEV充電会社Ample社に出資。Ample社は、自律型ロボット工学とスマートバッテリー技術を用いたEV充電技術を研究開発中 • Shell Foundationを通じて、系統独立型の廃車用バッテリーを貯蔵または電源として利用する方法などを検討しているスタートアップ企業のAceleron社を支援

(出所)Shell公表資料よりMURC作成

参考資料: Shell「Shell Sustainability Report 2018」(2019)、Shell Webサイト<<https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/shell-scenario-sky.html>>

(1)主要エネルギー企業の戦略 BP

- BP(イギリス)は、ガスシフトを推進すると同時に、再エネ、EV関連事業等に対して積極的に展開している。戦略的優先課題として、①先端的な上流石油・ガス事業の育成、②下流における市場主導の成長、③複数の先端分野に跨る新たな投資機会と低炭素化、④グループ全体の近代化等を掲げている^{*1}。
- 2020年2月、同社CEOは、2050年に向けた長期排出削減目標として、**石油・ガスの生産・オペレーション等から排出されるCO₂を2050年までにNet Zeroへ削減**することを表明した。また2020年9月には、自社独自の長期エネルギー見通しとして「BP Energy Outlook 2020」を公表している(先述)。
- BPは、低炭素化へ向けたエネルギー移行において、①**削減(reduce)**、②**改善(improve)**、③**創造(create)**の3つより構成されるフレームワークを用いている。

^{*1} パリ目標達成のための共通課題として、①一つのエネルギー源に依存するのではなく、全体として排出量を削減、②エネルギー効率の向上、③CCUSなどの新しい技術の利用と展開、④効率的かつ費用対効果の高い方法で行動を促すために、炭素価格付け、等を掲げている

低炭素化へ向けたエネルギー移行におけるフレームワーク

分野	目標	主な取り組み
削減	①2025年までの事業排出の純増分をゼロ化 ②2025年までにGHG排出削減量350万t ③メタン排出原単位目標=0.2%	・ 高効率エンジンを搭載したLNG船導入による燃料消費量削減 ・ 再生可能エネルギー由来のグリーン水素の導入(例: ドイツLingen製油所) ・ 排ガス蒸気生成装置による排熱回収(例: 米Whiting製油所) ・ コンプレッサー駆動から電動への変更によるガスタービンのCO₂排出量削減(米Brudhoe Bay発電所) など
改善	①排出ガスの削減 ②高効率かつ低炭素な燃料、潤滑油及び石油化学製品の開発 ③顧客に対する低炭素オファーの拡充、	・ 食用油のリサイクル燃料(BP Biljet)のジェット機への提供 ・ CCUSに対する投資、研究開発の実施 ・ BP Chargemaster社を通じたEV充電ネットワークの構築 など
創造	①低炭素・再生可能エネルギー事業の拡大 ②低炭素活動への投資(5億ドル/年) ③OCGI (Oil and Gas Climate Initiative)との協働・投資等を設定	・ 低炭素・再生可能エネルギー事業として、太陽光・風力、バイオ発電、バイオ燃料、再生可能製品などに注力 ・ 低炭素活動への投資のうち、2億ドル/年を「モビリティ高度化」、「バイオ・低炭素製品」、「カーボンマネジメント」、「デジタル転換」、「電力及び貯蔵」の5つの戦略分野に対して投資

(出所)BP公表資料よりMURC作成

(1)主要エネルギー企業の戦略 TOTAL

- TOTAL(フランス)も、天然ガスシフトに積極的である。2019年4月には、統合的ガス・再エネ電力事業部門(IGRP)を設立しており、**天然ガス・LNG事業と、電力事業・再エネ事業を統合したサービスを展開**している。
⇒再エネ導入拡大の一方、再エネの間欠性に対して天然ガス発電導入により安定供給を図る
- 同社は、気候統合戦略として**①天然ガスチェーン構築、②低炭素型電源、③石油製品の選択と集中、④効率改善及び炭素吸収によるカーボンニュートラル化**等を焦点として掲げており、総合的サービスを提供している。
 - ①天然ガスチェーン構築：天然ガスチェーン全体でのプレゼンス拡大、メタン排出削減、LNGの高効率化
 - ②低炭素型電源：バリューチェーンにおける非規制事業分野でのオペレーション拡大
⇒再エネやガス発電から、最終消費者に対する販売や、蓄電池、水素等による貯蔵までを含む
 - ③石油製品の選択と集中：高価な石油を回避し、設備からの排出を削減。石油使用量削減と持続可能なバイオ燃料を推進
 - ④カーボンニュートラル化：顧客に対するエネルギー効率化サービスの提供、また森林吸収やCCUSなどへの投資を通じて、炭素中立性を達成するためのビジネスを推進

TOTALのネットゼロ目標

- 2020年5月、同社は、2050年までに正味排出ゼロ達成を掲げた新たな**気候変動大綱**を発表した。
- 目標達成に向け、STEP3において提示した「炭素排出原単位60%削減」を達成するためには、エネルギーミックスの劇的な変化が必要としている。
⇒具体的には、①グリーン電力・再エネ割合40%、②ガス(天然ガスと、水素もしくはバイオガスから生成されるグリーンガス) 割合40%、③液体燃料割合20%程度(このうち15%が石油、5%がバイオ燃料)

TOTALの2050年までの削減目標

	達成期限	Scope	地理的範囲	削減対象
STEP1	2050年まで(もしくは、より早い段階で)	Scope1+2	グローバル	事業活動由来排出のネットゼロ化を達成
STEP2	2050年まで(もしくは、より早い段階で)	Scope1+2+3	欧州	全ての生産活動及び消費者使用エネルギー商品に由来する排出のネットゼロ化を達成
STEP3	2050年まで	Scope1+2+3	グローバル	エネルギー製品を使用する消費者側排出に関して、平均炭素排出原単位を少なくとも60%削減(現在比)

(出所)TOTAL公表資料よりMURC作成

(1)主要エネルギー企業の戦略

Equinor①～概要、中長期的削減目標

- Equinor(ノルウェー)は、石油・ガス上流事業を依然として中核事業としつつも、低炭素戦略の積極的推進に基づき事業多角化を推し進めている。
- 2020年2月、同社はパリ協定に沿った短期、中期、長期の削減目標を示した「Climate Roadmap」を発表した*1。当該ロードマップでは、「**2050年までに排出原単位を実質50%削減(2019年比)**」するとしており、それまでのマイルストーンを設定している。
- 同社は、併せてGHG排出絶対量の新たな削減目標を発表した。
 - － ノルウェー国内のScope 1及び2のGHG排出量は、**2030年までに40%、2040年までに70%削減**(いずれも2005年比)し、**2050年にはほぼゼロ**まで削減
 - － **2030年までにカーボンニュートラル**なグローバルオペレーションを実施

*1 同社による「Energy Perspectives 2019」において示された“2℃以下の目標”と整合的なRenewal Scenarioは、2050年までに石炭の全廃、石油需要の半減、ガス需要の10%超の減少などを求めている。なお石油・ガスの需要減にもかかわらず、既存資産からの供給だけでは需給ギャップをカバーできないため、探鉱・投資の継続が必要としている。また2℃目標を確実に達成するには、電化や再生可能エネルギー、更にはCCUSや水素などの新たなバリューチェーンの確立が急速に進展することが必要としている

Equinor社の中長期的削減目標

2030	● ノルウェー国内事業における排出量を2005年比で40%削減(500万トン削減) ● EU-ETS活用や炭素吸収量を含めて、国内・国外事業における排出量を実質ゼロ(カーボンニュートラル)
2040	● ノルウェー国内事業における排出量を2005年比で70%削減(900万トン削減)
2050	● ノルウェー国内事業における排出量をゼロに近づける ● 排出原単位を2019年比で実質50%削減

(出所)Equinor公表資料よりMURC作成

(1)主要エネルギー企業の戦略

Equinor②～ガス事業に関連する取組

- 石油・ガス開発の洋上施設でのガスタービンによる発電がEquinorの排出量の大部分を占める。この排出量を削減し、2050年までにノルウェー国内事業の排出量をゼロにするため、**天然ガスから水素エネルギーへの転換やCCUSの事業開発を進めている。**

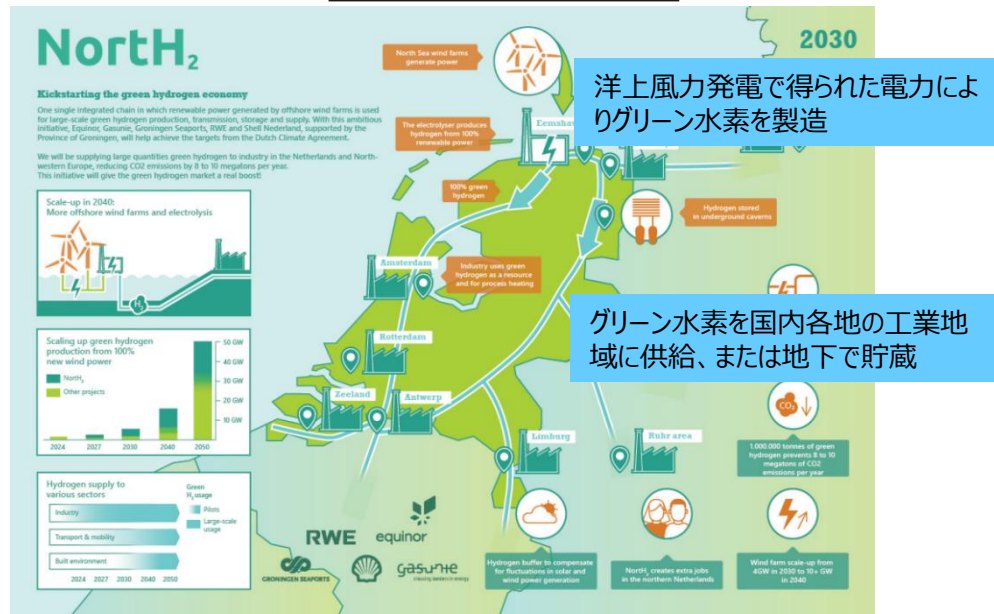
水素

- **NorthH2プロジェクト(オランダ)**
 - ✓ RWE社、Shell社、Groningen Seaports社、Gasunie社、フローニンゲン州との共同事業。
 - ✓ 洋上風力発電により製造した水素をオランダに供給する、欧州で最大のグリーン水素事業。
 - ✓ 2030年までに4GW、2040年までに10GW以上の供給を目指す。
- **H21North of Englandプロジェクト(イギリス)**
 - ✓ 天然ガスから製造する水素により北イングランドの370万世帯の家庭と4万の事業者にエネルギーを供給するプロジェクト。
 - ✓ CCSと組み合わせGHG排出を伴わないエネルギー供給とする。
 - ✓ 2023年までにFEED/EPCを進め、2028年から運転予定。
- **ガス火力発電所の燃料転換(オランダ)**
 - ✓ VattenfallとGasunieとの共同事業。
 - ✓ Vattenfallの所有するMagnamガス火力発電所での燃料を天然ガスから水素に転換する。
 - ✓ 年間400万tCO₂の削減ポテンシャルがある。
- **H-visionブルー水素プロジェクト(オランダ)**
 - ✓ 天然ガスから製造する水素をロッテルダムに供給。
 - ✓ 製造過程で発生するCO₂はCCSで地下に貯留される。
- **「Zero Carbon Humber」プロジェクト(イギリス)**
 - ✓ イギリス最大の排出量を抱える工業団地に水素を供給。

CCUS

- **Northern Lights project**
 - ✓ ノルウェー大陸棚でのCCSで、Shell・Totalとの共同事業。
 - ✓ 廃棄物発電所、セメント工場などで回収されたCO₂が液化され、北海の海底から地下2,500mの深さに貯留される。
 - ✓ 2024年から150万トン/年のCO₂の貯留が開始する予定。

NorthH2プロジェクトの概略



(出所) Equinor Webサイトより引用

(1)主要エネルギー企業の戦略

Centrica①～概要

- Centrica^{*1}は、英国を中心として、世界で事業を展開するエネルギー企業である。同社は、2019年4月に公表した「2030年責任ある経営理念(Our 2030 Responsible Business Ambitions)」において、気候変動に対する理念を表明している。
 - そのなかで全ての顧客がより持続可能なエネルギーを利用可能とするための長期目標を設定
 - 長期目標は、「顧客の炭素排出量削減の支援」、「エネルギー・システムの脱炭素化」、「自社の炭素排出量削減」に分けて設定されている。

*1 主な事業構成は、電力・ガス小売事業、エネルギーソリューション(家庭用・事業用)など。石油・ガスの探鉱・生産事業は、2020年末までに終了予定

2030年責任ある経営理念における中長期的削減目標

	中間目標(2022年or2025年)	最終目標(2030年)
顧客の炭素排出量削減の支援	顧客の炭素排出量を2015年基準で15%削減(うち、自社製品・サービスを通した直接的な省エネ2%)	顧客の炭素排出量を2015年基準で25%削減(うち、自社製品・サービスを通した直接的な省エネ3%)
エネルギー・システムの脱炭素化	4GW相当の柔軟性、分散性、低炭素技術及び最適化サービス等を提供	7GW相当の柔軟性、分散性、低炭素技術及び最適化サービス等を提供
自社の炭素排出量削減	2025年までに社内の炭素排出量を35%削減	パリ目標を達成しつつあることを実証し、2050年までにネット・ゼロを実現する道筋を策定

(出所)Centrica公表資料よりMURC作成

(1)主要エネルギー企業の戦略

Centrica②～主な削減手段

- 長期目標の達成に向けて、同社は、顧客の炭素排出量削減やエネルギー・システムの脱炭素化等に向けて以下を計画している。

長期削減目標達成に向けた主な取り組み

	現在までの取り組み	将来的取り組み
顧客の炭素排出量削減に向けた手段	・ スマートメーターの導入・スマートサーモスタット「Hive」の販売 - エネルギー消費の見える化により省エネを支援 - スマートサーモスタット「Hive」により、暖房や給湯用の省エネを支援。既に30万台以上を販売済み	・ 系統の柔軟性向上による再生可能エネルギーの支援 - 化石燃料への依存を低減することで、間接的に排出量を削減 ・ 公共セクターにおけるエネルギー消費効率向上の支援 - 2030年までに公共及び医療等の必需サービスに対して、3億ポンドのエネルギー費用削減をもたらすことを目標として設定
エネルギー・システムの脱炭素化に向けた手段	・ 再生可能エネルギーの調達・販売 - 風力発電事業者等との需給調整及びの電力購入契約(PPA : Power Purchase Agreement)の締結 - 事業用の100%再エネ電気料金プランとしてカーボン・トラスト認証取得 - 同社から供給を受ける顧客が、GHGプロトコルScope2のガイダンスに従い、電力使用量当たりのCO₂排出量ゼロと証明するために認証を利用することが可能となった	● 低炭素技術の導入 - 2030年までに、約7GWの分散型低炭素技術(蓄電池、太陽エネルギー、CHP、デマンドレスポンス等)を導入 ● 再生可能エネルギーの販売先の提供 - 再生可能エネルギー源に対するPPAの締結 ● 新たなグリーン・ガス(再生可能エネルギー源から生産されるバイオメタンガス)+再エネ電力100%プランの提供 - 同プランで提供されるガスの10%は、グリーンガス認証スキーム(GGCS : Green Gas Certification Scheme)における再生可能ガス原産地証書(RGGO : Renewable Gas Guarantees of Origin)の購入により、再生可能エネルギー源から供給される - 残りの90%は、Climate Care社との提携により、VCS(Verified Carbon Standard)に則り検証された途上国における炭素削減プロジェクト(アマゾン川流域の熱帯雨林保護等)にかかる排出削減証書の購入により相殺される。

(出所)Centrica公表資料よりMURC作成

(1)主要エネルギー企業の戦略

Engie①～概要、中長期的削減目標

- Engie(フランス)^{*1}は2050年までに直接排出量を85%削減する目標を2017年末に掲げている。
- 2019-2021戦略計画では、ゼロ・カーボン移行の世界のリーダーになることを野心として掲げ、再生可能エネルギーの設備容量の増加や、グリーンガスへの転換、石炭火力のフェーズ・アウト等による火力発電能力の削減等を挙げている。
- また、2050年までに段階的に化石ガスを再生可能ガス(バイオガス又は再生可能な水素)に切り替えることを目指しており、エネルギー市場の現状と将来を分析した「A World of Energy 2019 Edition」ではグリーンガス(再生可能ガス)についての展望を言及した。

^{*1} フランスを中心として、世界で事業を展開するエネルギー企業。主要事業は、インフラ(ガス等送配、貯留)、発電、顧客ソリューション(ガス・電力販売、熱ネットワーク、グリーン・モビリティ等)である

Engie社によるグリーンガスの展望

- グリーンガスは以下の3つから生産することが可能
 - 嫌気性消化、又はメタン化(methanisation)：作物残さや農業廃棄物、農業食品産業の有機物からバイオガスを生成。バイオガスはコジェネでの直接使用、又は精製してバイオメタンの生成が可能
 - 熱分解ガス化(pyrogasification)、又はガス化：リグノセルロース(木材、藁等)から合成ガス(syngas)を生成。合成ガスはコジェネでの直接使用、又は精製してバイオメタンの生成が可能
 - power-to-gas：電力を転換してメタンを合成。第1段階は水を電気分解して水素を生成。燃料として直接使用、又は一定の制限を付けてガス・グリッドに注入。第2段階は水素にCO2を加えてメタンを合成。このバイオメタン又は合成メタンはガスグリッドに注入、又はNGVの燃料として使用可能。
- 今日のグリーンガスの大部分はメタン化によるバイオガスであり、熱分解ガス化及びpower-to-gasはまだ技術的に成熟していない。
- 水素・メタンへの転換は2030年以降競争力がある代替手段となり、グリーンガス使用は拡大するだろう。

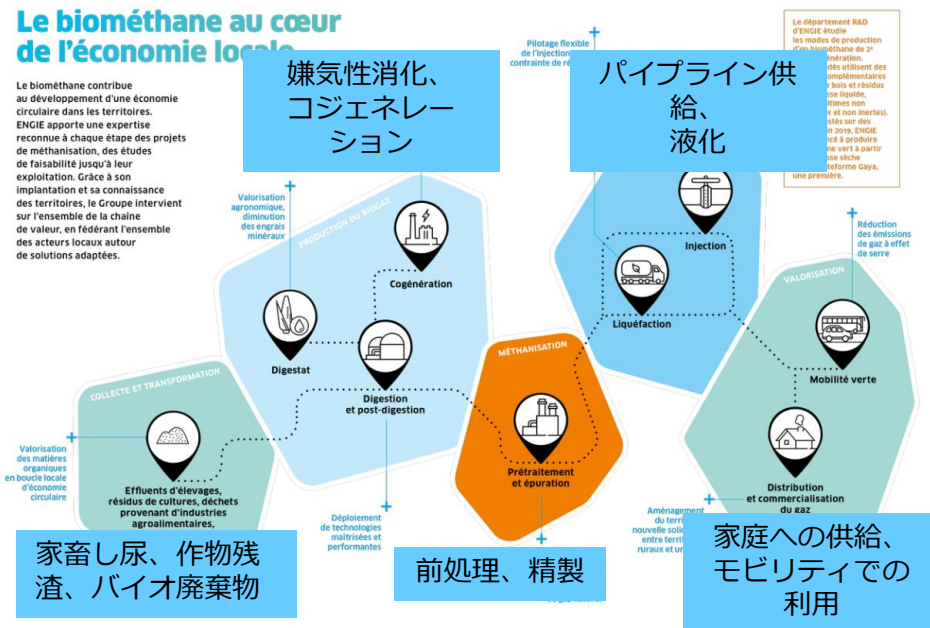
(出所) Engie「A World of Energy 2019 Edition」

(1)主要エネルギー企業の戦略

Engie②～ガス事業に関連する取組

- Engieは2019年に公表した新たなビジネスモデル「Zero-carbon Transition as a Service」でも再生可能ガスの活用を強化する方針を言及している。
 - 同社がパイプラインネットワークに供給するガスのうち2030年までに10%を、2050年までに100%を再生可能ガスに切り替える目標を掲げている。
 - 一般家庭顧客向けには、各顧客のガス消費量の10%に相当するバイオメタンをパイプラインネットワークに供給することで、顧客に対して間接的に再生可能ガスを供給している。
 - 法人向けには、配送用トラックの燃料として再生可能ガスを提供している。

バイオメタンによる地域循環経済モデル



Engie社の再生可能ガスに関連する活動目標

- 2030年までにバイオメタンを年間5TWh生産するために、合計20億€を投資する
- 2030年までに再生可能ガスの生産・輸送のための技術のコストを約30-40%削減
- 2050年までのエネルギー・システム転換の一部として、以下により再生可能ガスの開発に貢献する
 - 再生可能ガス生産者とパートナーシップを構築
 - コジェネレーションによる産業設備及び暖房ネットワークを開発する事業
 - バイオガス事業の開発し、地方へのソリューション提供
 - モビリティのための再生可能ガスを促進・開発
 - 乾燥バイオマスから第2世代バイオメタン、養殖微細藻類から第3世代バイオマスを生産する、既に技術的にオペレーショナルな新興技術に投資
 - 風力や太陽光で発電された余剰電力を水素に転換する Power-to-Gas技術を試験

(1)主要エネルギー企業の戦略

Engie③～子会社GRDFによる取り組み

- Engieの子会社であるフランスGRDF社*1は、安全性の維持、再生可能ガス開発、スマートガスグリッド、ガスマビリティ及びガス熱供給をエネルギー転換における要素として挙げている。
- 2050年までにフランスのガス供給のうち73%が再生可能ガスとなるシナリオを立てている。

*1 Engieの子会社で、フランスにおける家庭・商業施設・工場等への天然ガスの配給を主要事業とする企業

再生可能ガス

○バイオメタン

- 家庭ごみ・農業残渣・下水汚泥等から嫌気性消化のプロセスによって**バイオメタンを生産し、ガス配送ネットワークに注入**
- 暖房や給湯だけでなく**バイオガス自動車(bio-NGV)**の燃料としても利用
- 2020年4月時点で118のバイオメタンプラントがGRDFのガスネットワークにガスを注入(目標：2030年までに1,400プラント)

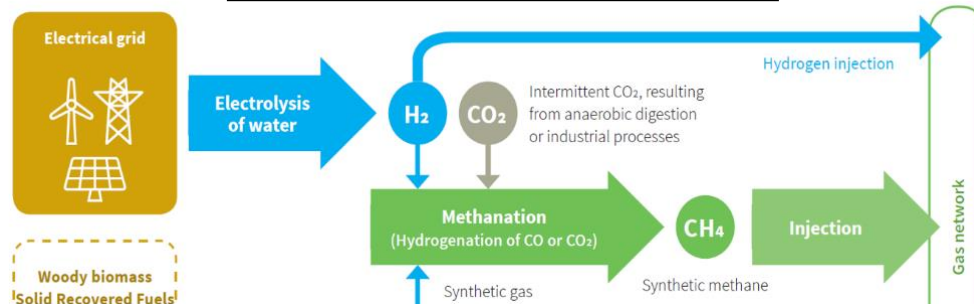
○パイロガス化

- 乾燥有機物(木質など)を高温度の状態にして合成ガスを生産

○Power-to-Gas

- 余剰の再生可能電力から水の電気分解により水素を生産
- 水素は天然ガスの**パイプラインに直接注入**、または嫌気性消化や工業部門で発生したCO及びCO₂を用いて**メタネーション**を行い、メタンをパイプラインに注入

メタネーションを伴うPower-to-Gasの概略



スマートガスグリッド

○スマートガスメーターの活用

- 2020年中期時点で600万基のメーターを導入済み

○主な要素

- **リモートサーベイランス**：
不具合の検知と最高品質のサービスの確保
- **リモートセンシング**：
メーター及びセンサーのデータの分析により、フロー再構築の改善、緊急時対応の改善、投資の最適化を達成
- **リモートコントロール**：
需給のバランスを最適化し、バイオメタン等の再生可能ガスの注入量を最大化

○関連実証事業

- **West Grid Synergy**：再生可能ガスの生産を地域レベルで最大化(逆潮流の導入、ガス配送事業者とのデータ送受信、ネットワークのリモート監視)
- **GRHYD**：新規の配送網に水素を注入する事業
- **Nice Smart Vallay**：ヒートポンプとのハイブリッド利用やスマート機器との接続のテストを行う事業
- その他：スマートメーターのデータによって、ガス利用量データの有効活用法を消費者に提供

(1)主要エネルギー企業の戦略

GRTgaz

- フランスGRTgaz(フランス)*1は、将来的なカーボンフリーのエネルギー供給を目指し、ガスネットワークにおいて再生可能ガスの供給を2030年までに10%とする目標に応じて取り組みを進めている。
- バイオメタンの活用、Power-to-Gasによるグリーン水素の製造、メタネーションの活用を進めている。

*1 Engieの子会社で、欧州における天然ガスの輸送や貯蔵(特に高圧導管)の管理を主要事業とする企業

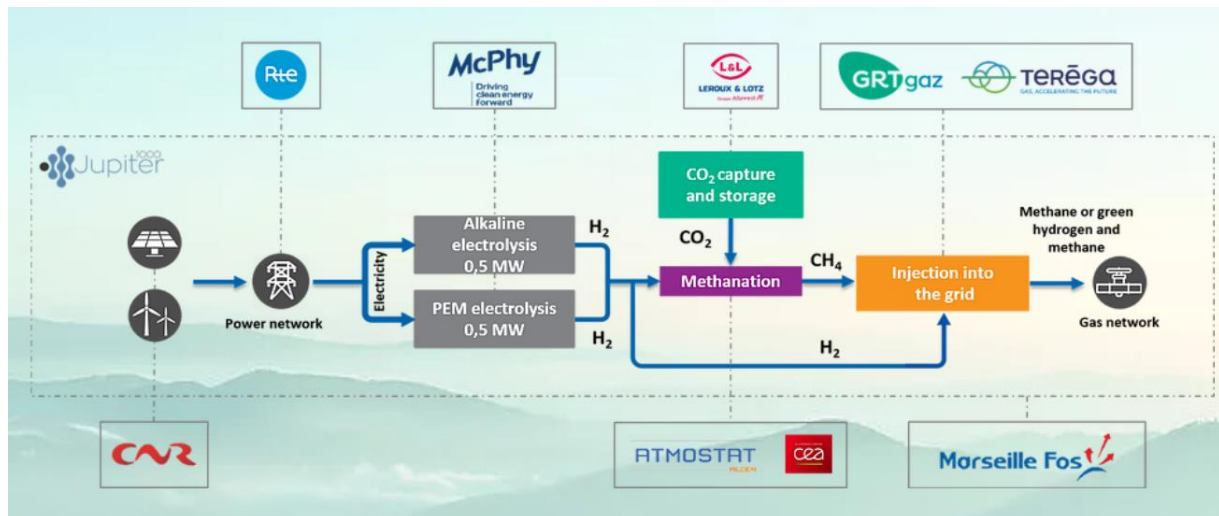
バイオメタン

- 農業・工業・畜産廃棄物、都市ごみ、埋立地ガス由来の有機物から天然ガスと同品質のバイオメタンを製造しガスグリッドに供給
- 副生成物であるダイジェステートを農業用肥料として活用
- 2015年には82GWh相当のバイオメタンをフランス国内に供給
- 2030年には年間12~30TWh相当のバイオメタンをグリッドに供給する見通し

Power-to-Gas

- 風力・太陽光発電の電力による電気分解での水素製造だけでなく、二酸化炭素と結合するメタネーションにより合成メタンを製造
- GRTgazのネットワークは部分的な水素混注や、100%合成メタンの供給にも対応
- 2050年までに15~20TWh相当の再生可能ガスをPower-to-Gasにより供給する見通し

メタネーションを伴うPower-to-Gasの実証事業「Jupiter 1000」



実証事業の概要

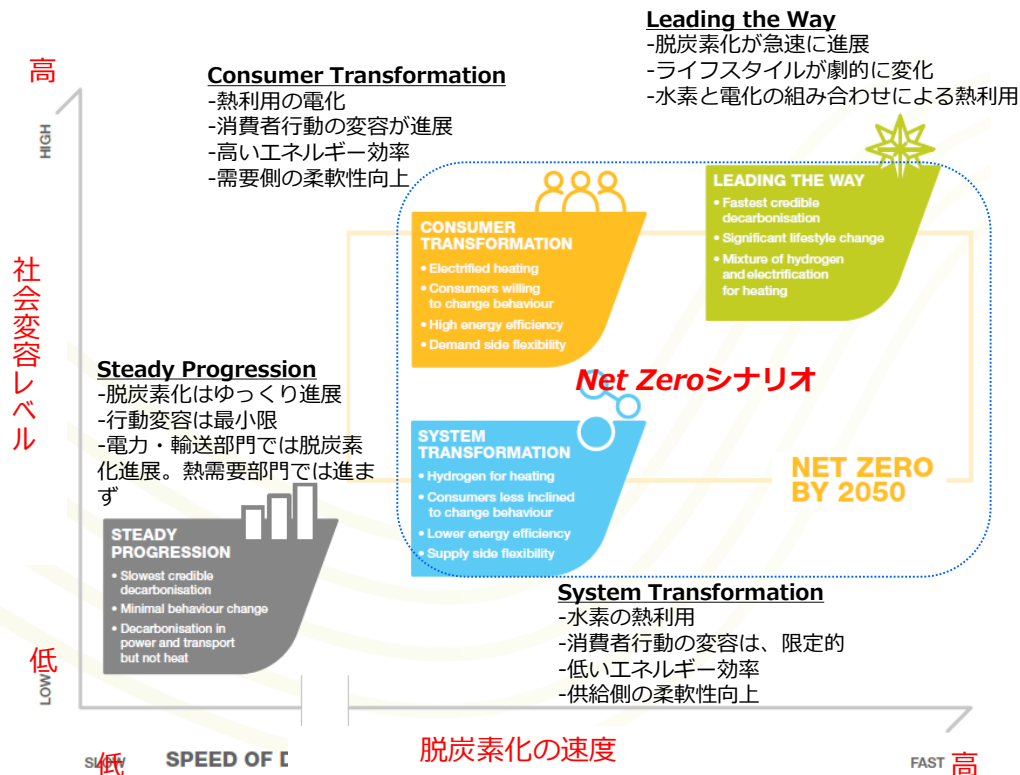
- ✓ 2018年に開始した、炭素回収とメタネーションを伴うPower-to-Gas実証事業
- ✓ アルカリ電解槽及び固体高分子膜電解槽でグリーン水素を製造し、近隣の工業地域から発生したCO₂を回収して合成メタンを製造
 - － 電解槽：1MW
 - － 水素供給：200m³/h
 - － メタン供給：25m³/h

(1)主要エネルギー企業の戦略

National grid ESO～長期的削減シナリオ

- 2020年6月、National Grid ESO(イギリス)は、同社が2年毎に発表する「Future Energy Scenario」の2020年版(FES 2020)において、イギリスにおける2050年ネットゼロ化に向けた長期的シナリオ(① **Customer Transformation**、② **System Transformation**、③**Leading the Way**、④**Steady Progression**)を提示している。
 - 国内GHG排出量は2019年480MtCO₂。2050年ネットゼロ化には約15MtCO₂/年の削減が必要。①Customer Transformation、②System Transformationでは2050年にネットゼロ化を達成。③Leading the Wayは、より早く2048年に達成。一方、④Steady Progressionでは2050年時点において258MtCO₂(1990年比68%削減)を排出

2050年に向けた4つのシナリオ



(主な論点①)

- 2050年ネットゼロ目標の達成は可能。ただし全ての主要技術と政策エリアに跨る迅速な行動と、社会及び最終消費者のエンゲージメントが必要
 - ✓ 電力セクターからの正味排出量は、Net Zeroシナリオでは2033年までにnegativeとなる
 - ✓ 今後10年間で少なくとも40GWの新規容量が電力系統に接続
 - ✓ 2038年までに、Net Zeroシナリオ全体で、天然ガス燃焼レベルが半減
 - ✓ 一般家庭用暖房に必要な投入エネルギーは現在の1/4まで減少

(主な論点②)

- 水素とCCSの展開は、ネットゼロに向けて必須。産業スケールの実証プロジェクトをこの10年間で実施
 - ✓ 水素供給量は、最終需要家側の需要量の21~59%(2050年)
 - ✓ Net Zeroシナリオでは、海運・HGVセクターの脱炭素化のために2050年までに最低80TWhの水素が必要
 - ✓ CCUSとメタン改質水素のインフラは、Net Zeroシナリオにおいて2030年までに産業クラスターとして発展(他の一部のシナリオではクラスターを越えて拡大)
 - ✓ CCUSはバイオエネルギーとの組み合わせにより、2050年までに最大62MtCO₂eのネガティブ排出を創出。天然ガスからの水素製造にも寄与

(主な論点③)

- エネルギー需給の経済性は、ネットゼロの世界では根本的に変化。市場は、柔軟性とゼロ炭素発電創出への投資に対するインセンティブを提供するように進化

(主な論点④)

- オープンデータとデジタル化は、ネットゼロ達成に向け必要なシステム全体の思想をサポート

(1)主要エネルギー企業の戦略

Gas Network Ireland①

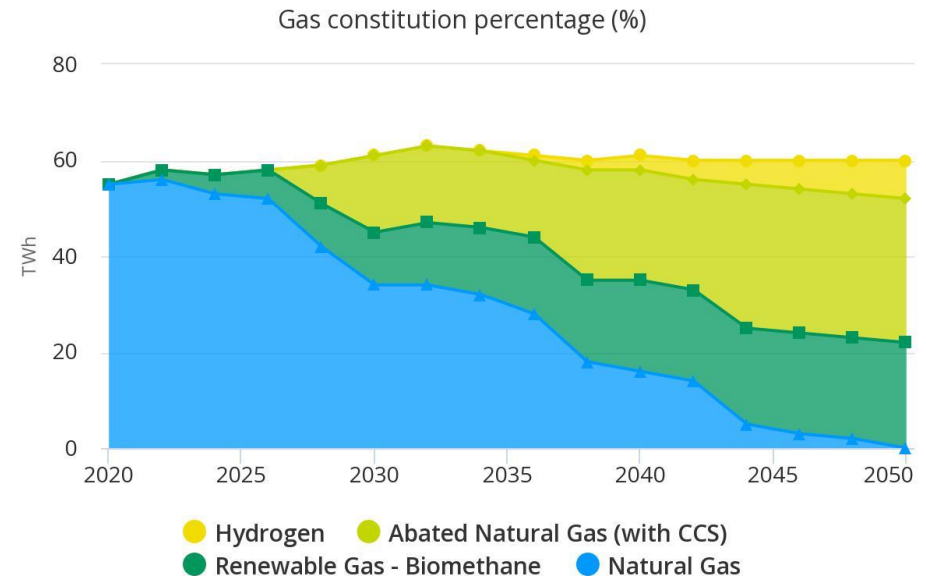
- Gas Networks Ireland(GNI)*¹は、2019年10月に公表した「**Vision 2050**」において、2050年までに同社のガスネットワークのネットゼロ化を表明している。
 - 2050年までにアイルランドの排出量を少なくとも年間1,870万tCO₂(アイルランドの現在の全排出量の31%)削減
 - セクター別内訳では、電力における燃料転換、CCS導入による排出削減が最大であり、820万tCO₂である
- 具体的な施策として、①**既存ガス導管網へのガスの注入**、②**天然ガス+CCS**を掲げている。
 - ①既存ガス導管網へのガス注入：天然ガスに代えて、**再生可能ガス及び水素をネットワークに注入**。再生可能ガスとしては、廃棄物やバイオマスから生成するバイオメタンを想定。また水素は、天然ガスとブレンド、又は単体で使用
⇒長期的には、PtoG技術の調査・支援等も実施
 - ②天然ガス+CCS 天然ガスは発電や大規模産業の需要を満たすためにまだ必要。天然ガスの使用により発生するCO₂排出をCCSプロセスで回収・貯留

*1 Gas Networks Ireland(GNI) は、アイルランドにおけるガスTSOであり、アイルランドの準国有の営利企業Erviaの子会社である。

再生可能ガス及びCNGの目標・実績値

	2030年目標	2019年実績
再生可能ガス	2030年までに年間11TWh(現在の需要の20%)の再生可能ガスのネットワークへの注入	初めて再生可能ガスをネットワークに注入
CNG	2030年までに重量物運搬車両(HGVs)の24%、バスの13%について、CNG又はBio-CNGに転換	アイルランドで2番目の公共のCNGステーションを建設、他に7つの公共CNGステーションを開発中

2050年までのネットゼロカーボンガスネットワークに向けたビジョン

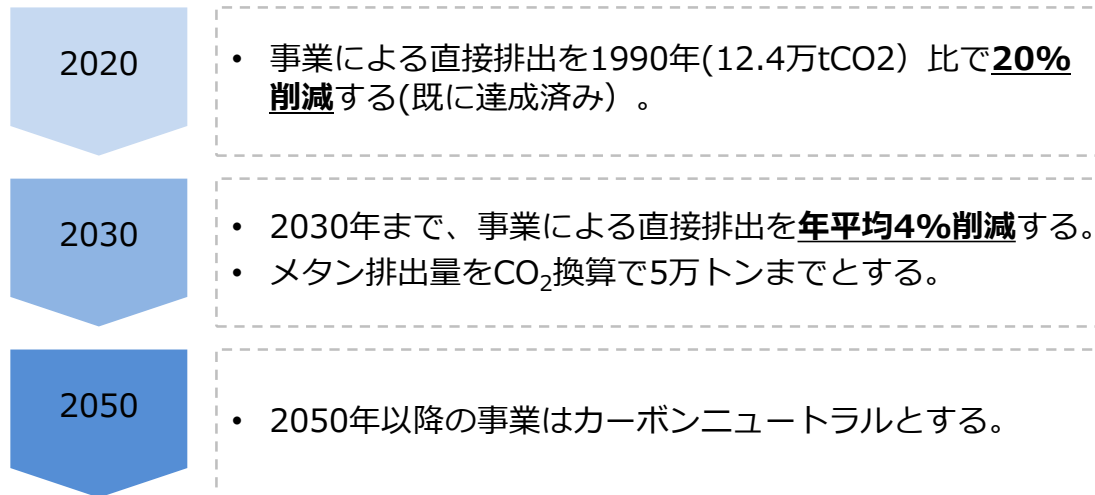


(1)主要エネルギー企業の戦略

Gasunie社①～概要、中長期的削減目標

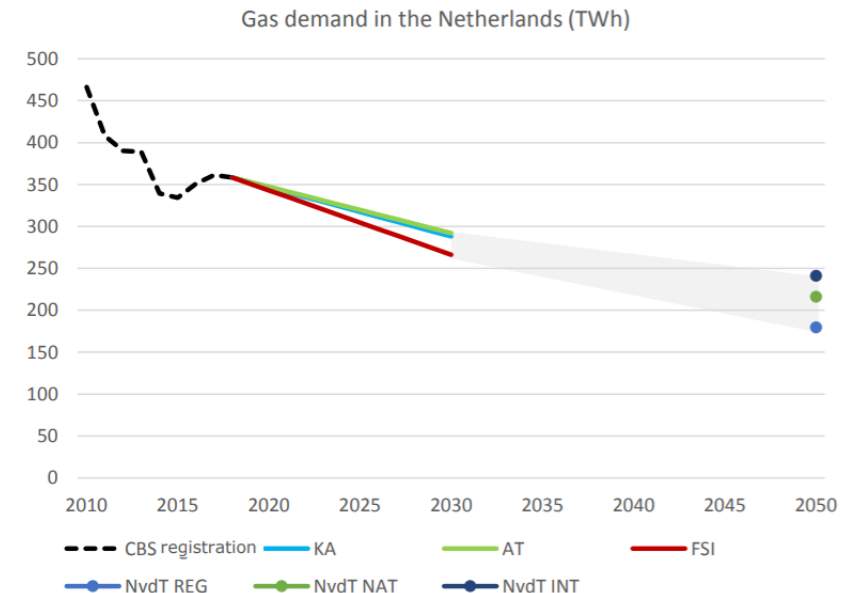
- オランダTSOであるGasunie社*1は、オランダ政府が掲げる「Climate Agreement」の目標とEUグリーンディールに示されているビジョンを同社の事業計画に反映させている。
- オランダにおける将来的なガスの需要・生産量の減少を見込み、天然ガスから水素・熱利用・CCUS・グリーンガスへのエネルギー転換を同社の長期戦略において最重要課題と位置付けている。

*1 オランダ及びドイツ北西部でのガス輸送事業を主に行う企業。オランダ政府が100%の株を保有する有限会社いる



Gasunie社の中長期的削減目標

(出所) Gasunie 「Annual report 2019」



Gasunie社によるオランダのガス需要予測

(出所) Gasunie 「Investment plan 2020」

(1)主要エネルギー企業の戦略

Gasunie社②～ガス事業に関連する取組

- 天然ガスの需要や生産量が減少するというシナリオを想定し、ガスネットワーク事業に関連のある4つの領域でエネルギー転換を進めている。

水素

既存のガスネットワークのインフラを活用し、2030年までに10～15GW(国内世帯130万世帯分)の水素エネルギーの輸送を目指す。

- 「水素バレー」開発計画
 - オランダ北部でグリーン水素のサプライチェーンを形成する計画。
- DJEWELSプロジェクト
 - 20MW規模のグリーン水素製造プラントへの投資事業。
- Magmam発電所
 - ガス火力発電の燃料を水素に転換するVattenfallとEquinorとの共同事業。
 - 2024年以降に開始し、年間200万トンの削減を見込んでいる。
- ドイツでの水素事業
 - Haurup: 電気分解により製造した水素をガスパイプラインで供給する事業。
 - Element Eins: 電気分解の大規模化計画。Thyssengas、TenneTと共同で100MW規模の水素プラントを開発開始。

熱利用

2050年の熱供給に関するエネルギーミックスではヒートポンプ・太陽熱ボイラ・残留熱グリッドが大部分を占めるとの想定の下、熱グリッドの開発を実施。

- Zuid-Holland heat grid計画
 - ロッテルダム港で生じる残留熱を輸送し、ロッテルダムやハーグの住宅・事業所・農場(温室)に熱を供給するグリッドの開発計画。
 - 2021年に建設開始、2023年にパイプラインの運転開始、2024年にロッテルダム港と園芸農業地帯の温室への接続を開始する予定。

CCUS

パイプライン管理とガスの圧縮・貯蔵に関する知見と経験を活用し、オランダでのCCUS事業の開発への貢献を目指す。

- Porthos (ロッテルダム)
 - ロッテルダム港で排出されるCO₂を北海の海底に貯留する計画。
- Athos (北海運河)
 - アムステルダム港、Tata Steelと共同開発中のCCUS事業に参加。

グリーンガス

オランダは2030年までに20億立米のグリーンガスを生産・供給を目標としており、Gasunieは達成への貢献を目指す。

- SKW Asset Alkmaar BV
 - 2017年に超臨界水ガス化実証プラントの開発を目的として設立。
 - バイオマス残渣から高圧合成バイオガスを生産する。

(1)主要エネルギー企業の戦略

Enagás

- スペインTSOであるEnagás社は、**再生可能ガス(バイオガス・バイオメタン、水素)開発と、同ガスの導管ネットワークへの供給に注力**している。また同社の持続可能性戦略では、再生可能ガスに加え、運輸分野におけるガス利用、デジタルトランスフォーメーション等を持続可能性のドライバーとして挙げている
 - バイオガス・バイオメタンは、主に廃棄物から生成し、配管ネットワーク、車両等での利用想定。実証試験として、マドリッドにおいて配管注入を実施
 - 水素用インフラの課題解決のため、2020-26年にインフラの実現可能性を確実にするためのロードマップ作成中。またマジョルカでは再エネから水素を生成する実証実験を実施中
 - 再生可能ガスプロジェクト実施のための子会社EnaGasRenovableを2019年に設立。同社は2020-26年の期間に3億€をプロジェクト開発に投資する予定
- 2050年カーボンニュートラル達成に向け、「エネルギー効率及び排出削減計画」を策定し、2018年比での段階的な排出削減目標を設定している。これにより、エネルギー効率及び排出削減計画の進捗を管理し、再生可能ガス、水素、運輸部門におけるガス利用等を促進している。

(2) ガス関連業界団体による戦略 調査対象団体

- ガス関連業界団体におけるエネルギー・トランジションやカーボンニュートラルに向けた中長期的な戦略について、調査を実施した。対象団体は以下の通り。

団体名	概要
IGU	国際ガス連盟(International Gas Union)。世界のガス産業を代表する非営利組織(1931年設立)であり、ガス産業の技術的・経済的な進歩を促すことを目的としている。 < https://igu.org/ >
Eurogas	欧州ガス事業者業界団体。欧州24か国におけるガス関連51事業者より構成(1990年設立) < https://eurogas.org/about-eurogas/ >
ENTSO-G	欧州におけるガスネットワーク事業者業界団体 < https://www.entsog.eu/ >
ENA	エネルギーネットワーク協会(Energy Network Association)。イギリスにおけるネットワーク事業者業界団体であり、正会員企業として16社が加盟 < https://www.energynetworks.org/about-ena/our-members >
Gas for Climate	欧州におけるガス輸送会社10社(Snam、Gasunie、Energinet、ONTRAS、Terega、Swedegas、GRTgaz、Enagas、Conсорizo Italiano Biogas、Fluxys Belgium)、2つの再エネガス業界団体(欧州バイオガス団体(European Biogas Association)、Open Grid Europe) ⇒パリ協定目標に適合した将来エネルギーシナリオにおける再生可能・低炭素ガスの役割について調査・研究

(2) ガス関連業界団体による戦略 IGU「Global Gas Report 2020」

- 国際ガス連盟(IGU)等が2020年8月に公表した「Global Gas Report 2020^{*1}」では、COVID-19による国際ガス需給への影響を踏まえた上で、ガス産業における脱炭素化に向けた機会について焦点を当てて分析している。

*1 IGU、Snam、Bloomberg NEFによる共著

Global Gas Report 2020の概要

- バイオメタン、水素、炭素回収技術付きガスなどのガス関連技術は、低炭素への移行において主要な役割を果たす。これにより緩和が困難とされるセクターの脱炭素化へ寄与するとともに、長期的なガス産業の発展に貢献。一方で、**投資及び政策支援**が不可欠
- **水素は様々な機会を提供**。クリーン水素は多くの用途において費用競争的ではないが、引渡費用が2030年約2ドル/kg、2050年約1ドル/kgへと低減することにより、様々な用途における可能性が展開(製鉄、セメント製造、化学、航空、海運及び重量物輸送など)
⇒規模を拡大に向けた強力な政策措置に加え、**インフラ投資が必須**。大規模水素ネットワークの構築により、供給コストの低下、供給安定性の向上、競争的市場の可能性、国際取引の促進に寄与
- インフラ投資は、ガス需要の増加を促進するとともに、水素のための基盤を構築。LNGとパイプラインの両インフラは、最終需要家に対し継続的な供給を提供するために不可欠
⇒エネルギー移行の進展に伴い、**既存のガス輸送・貯蔵インフラは、新規の専用水素ネットワークを構築よりもはるかに低いコストで準備可能**

(2) ガス関連業界団体による戦略

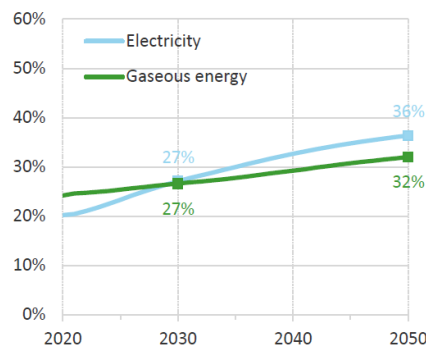
Eurogas「European Carbon Neutrality: The Importance of Gas」

- 2020年6月、DNV GLは、Eurogasの委託により「European Carbon Neutrality: The Importance of Gas」と題する報告書を発表した。当該報告書では、2050年ネットゼロに向けた欧州における政策目標等を踏まえた上で、脱炭素化経済においてガスがどのような役割を果たすか分析している。
- 当該報告書では、2050年ネットゼロへと至る経路として、「①Eurogasシナリオ」と「②1.5Techシナリオ」の2つのシナリオについて比較分析を実施している。
 - ①Eurogasシナリオ: ガス需要の脱炭素化を強く推進。欧州ガスセクターの強みと既存のガスネットワークによるエネルギー供給の利点に基づいたシナリオ(参考: 2050年時点の炭素価格 100€/tCO₂)
 - ②1.5Techシナリオ: エネルギー需要の電化を強く推進。ガス体エネルギーから主に電気へと代替するにフォーカスしたシナリオ(2050年時点の炭素価格 350€/tCO₂)

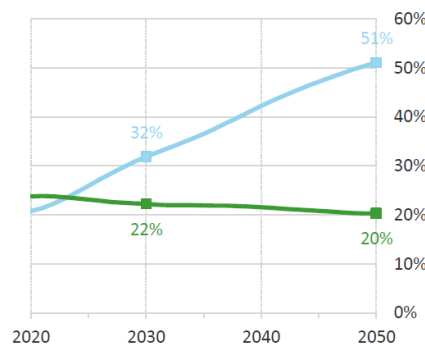
2つのシナリオの比較

- 2050年ネットゼロに向け、両シナリオともに全セクターにおける広範な炭素削減が必要。特に、発電と製造業セクターでは、negative排出となる必要がある
 - ✓ Eurogasシナリオ: 発電及び製造業セクターは、CCS技術によって脱炭素化されたバイオメタン・バイオマス由来のエネルギーを使用
 - ✓ 1.5TECHシナリオ: 同様のことが発生するがその程度は小さく、すべての部門で排出量がより均等に削減
- 2つのシナリオの主な類似点は、以下の通り。
 - ✓ 電力及び製造業セクターの脱炭素化は、CCSの技術とインフラ拡大に依存
 - ✓ バイオマス利用と第二世代バイオメタン技術は、脱炭素化における柱であり、ネットネガティブ排出実現に向け不可欠
 - ✓ 陸運セクターは、バッテリー電気自動車(BEV)により電化が進展。燃料電池自動車(FCEV)は商用陸上輸送でBEVを補完

Eurogas

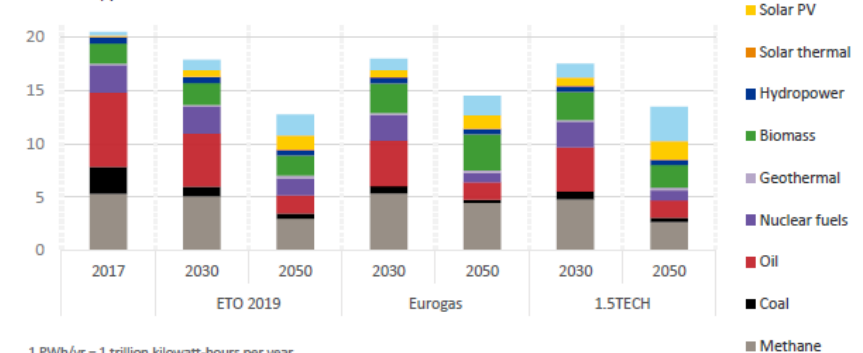


1.5TECH



Primary energy supply by source

Units: PWh/yr



最終エネルギー需要に占める割合

(出所)DNV GL, "European Carbon Neutrality: The Importance of Gas", June 2020

一次エネルギー供給量(供給源別)

(出所)DNV GL, "European Carbon Neutrality: The Importance of Gas", June 2020

(2) ガス関連業界団体による戦略

Eurogas「European Carbon Neutrality: The Importance of Gas」

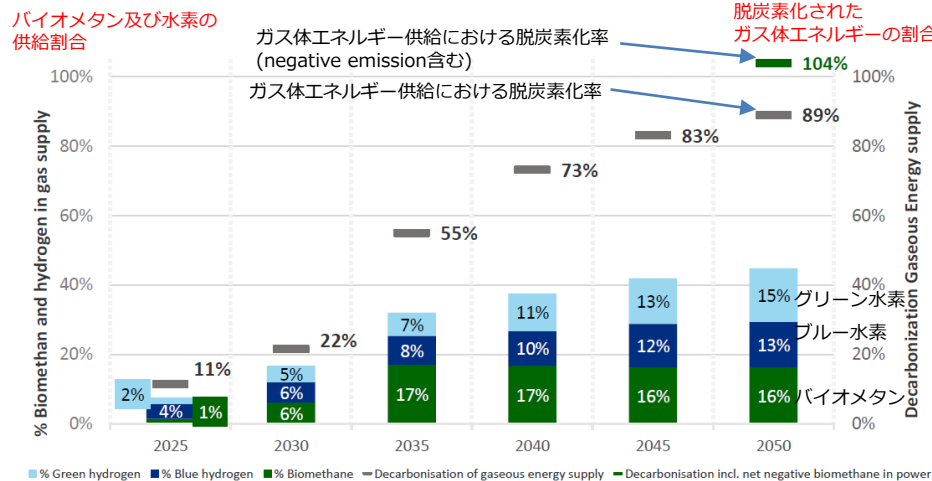
- 2つのシナリオの比較分析の結果として、①欧州エネルギーシステムの脱炭素化、②社会費用、③ガス供給の脱炭素化、④インフラ投資の必要性、⑤社会に対するエネルギー供給の5つの知見を示している。

主な調査結果①： 欧州エネルギーシステムの脱炭素化

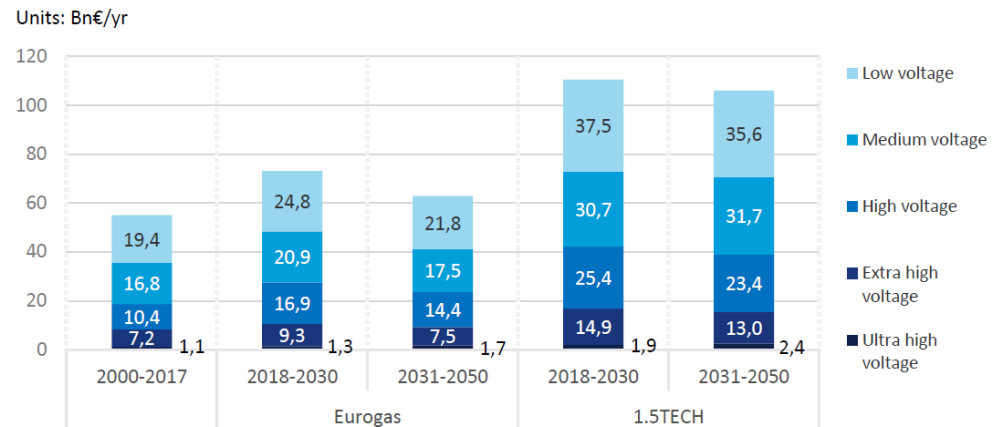
- Eurogasシナリオによると、2050年においてガス体エネルギーは、最終エネルギー需要の32%を占めており、重要な役割を果たす
- バイオガスとバイオメタンの利用は、CCSと組み合わせることで大幅な負の排出量をもたらす可能性があり、エネルギー需要の脱炭素化が難しいセクターにおいて費用効率性の高い排出削減を可能とする。
- Eurogasシナリオでは、水素、バイオメタン及びCCSにより、2050年の欧州ガス体エネルギーサプライチェーンのカーボンフットプリントを89%(負の排出量を含めるとそれ以上)削減可能。

主な調査結果②： 社会費用

- Eurogasシナリオが想定する継続的なガス体エネルギー供給は、2050年ネットゼロを大幅に低いコストで実現する(年間1,300億ユーロの節約)
- ガス体エネルギーの利用は、オール電化暖房に対応するための建築セクターの大規模改修や電力グリッドの拡張に係る費用を削減し、より安価な排出量削減への道筋を社会に提供する(2018~2050年にかけて総額10兆€削減)
- Eurogasシナリオが想定する継続的なガス体エネルギーの使用により、2050年までの電力グリッド拡張のための推計設備投資額(CAPEX)が、1.5TECHシナリオと比較して推定1.3兆ユーロ少ない。



Eurogasシナリオにおける脱炭素化エネルギー供給(容量ベース)



電力ネットワークへの期間平均投資額(単位:10億ユーロ/年)

(2) ガス関連業界団体による戦略

Eurogas「European Carbon Neutrality: The Importance of Gas」

主な調査結果③:ガス供給の脱炭素化

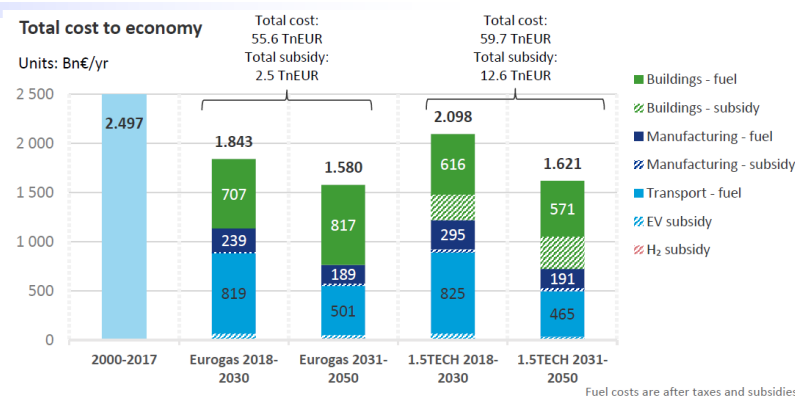
- CCS付帯のメタン改質による水素生産(ブルー水素)は、中期的な水素需要に対する供給の大部分を占めており、Eurogasシナリオでは2050年820TWhに達する。
- いずれのシナリオにおいても、CCSは電力セクター及び製造業セクターの脱炭素化に不可欠な技術である
⇒2050年における炭素隔離量は1.5TECHシナリオでは8億9,500万tCO₂/年、Eurogasシナリオでは10億4,800万tCO₂/年
- VREの利用可能性の増加と電気分解技術のコスト削減により、再生可能電力からの水素生産(グリーン水素)は、Eurogasシナリオにおいて2050年に964 TWhに達する。
- バイオメタン(第二世代)は、2050年には1014TWhのエネルギーを持続的に供給することができる。供給コストは原料の希少性に影響される。

主な調査結果④: インフラ投資の必要性

- ガス体エネルギー供給インフラの継続的利用と電力セクターにおけるデマンドレスポンス技術により、必要とされるピーク容量の対平均容量の比の値は、2017 年から2050年にかけて19%低減
- ガスエネルギーの継続的な利用に必要な投資は、2050 年までの電力グリッドの構築に必要な投資と比較して、ごくわずか(Eurogasシナリオでは総設備投資の11%)
- Eurogasシナリオでは、ガスエネルギーネットワークに必要な投資の80%以上は、ネットワークの水素受入れに向けられる(改修及び新規建設)。

主な調査結果⑤: 社会に対するエネルギー供給

- Eurogasシナリオでは、2050年ネットゼロ目標を実現する総費用コストが、1.5TECHシナリオよりも4.1兆ユーロ(7%)低い。Eurogasシナリオのコストが低い主な理由は2つある。
 - ✓ 消費者が脱炭素化エネルギーを選択するインセンティブを与えるために必要な補助金が、Eurogasシナリオでは80%(10.1兆ユーロ)少なくなる。1.5TECHシナリオでは、建築部門の暖房を電化するために年間3,000億ユーロの補助金が必要
 - ✓ Eurogasシナリオでは、新たな電力インフラを構築する代わりに、既存のガスインフラを再利用することでコストを削減。ガスと電気のネットワークに必要な設備投資は、Eurogasシナリオの方が1.5TECHシナリオよりも35%少ない。



ガスネットワークへの設備投資(十億ユーロ/年)

(2) ガス関連業界団体による戦略

Eurogas～脱炭素化に向けた政策提言(2019年11月)

- Eurogasは、2019年11月に公表したポジションペーパー「Eurogas Recommendations for the Decarbonisation Package」において、2050年炭素中立化という欧州政策目標を念頭に置いた上で、ガスセクターにおける脱炭素化に向けた政策提言を実施している。
 - エネルギーシステムの再構築が必要。電力・ガスの両セクターがより環境的に持続可能なものとなるためには、他セクターとも関係しつつ相互接続・統合が求められる
 - ガスセクターの脱炭素ポテンシャルを引き出すためには、再生可能・脱炭素ガスへの移行を加速し、セクターカップリングを促進するための政策枠組の急速な開発が必要
- Eurogasによる政策提言は、投資家、インフラ、市場の役割に焦点を当てた3つの柱にまとめられている。
 - 提言1: 投資家と政策…ガスシステムの脱炭素化に向けた機運を創り出すために、投資家に対し方向性と予測可能性を提供する政策枠組みを構築
 - 提言2: インフラストラクチャー: ガスインフラの戦略的役割を維持。更に再生可能・脱炭素化ガスのシェア拡大に対応するための更新を支援
 - 提言3: 市場設計…市場価値と供給安定性を提供し、再生可能・脱炭素化ガスの統合を促す機能的、競争的且つ統合化された (well-functioning, competitive and integrated) 域内エネルギー市場を確保

*1 Eurogas 「Eurogas Recommendations for the Decarbonisation Package」(2019.11)

インフラストラクチャーに係るおける提言内容

統合的アプローチ	➤ セクター統合(産業・モビリティ・冷暖房・農業のエネルギーシステムへの統合)は、各セクターにおける脱炭素化の費用対効率性の観点からシステム最適化にフォーカスすべきである。 ➤ セクター統合を実現するためには、DSOの強力な参加を得て、ネットワーク開発10カ年計画の中で、電力・ガスの共通インフラ計画を策定する必要がある。
CCUSの拡大	➤ カーボンニュートラル達成のためには、あらゆるオプションが必要であり、CCUSとの組み合わせが必要とされる。 ⇒新たなCCUSバリューチェーンに対応するための投資を促進する規制枠組を開発
混合ガスに係る明確な技術的ルール	➤ 再生可能・脱炭素化ガス(特に水素)のガスインフラへの統合を促進するためには、明確な技術的ルールが必要 ⇒再生可能・脱炭素化ガスの市場への導入を促進し、EUのガスインフラの相互運用性を維持するために、水素とメタンの混合を可能・促進する技術的ルールを設計

(2) ガス関連業界団体による戦略

Eurogas～欧州グリーンディール：ガスは解決策の一部を担う(2020年3月)

- Eurogasは、2020年3月に公表した「European Green Deal: Gas is Part of the Solution」において、ガスセクターはグリーンディールの実現に向けた鍵となるとしており、ガス体エネルギー(天然ガス、再生可能ガス、脱炭素化ガス)は、2030年GHG削減目標と2050年カーボンニュートラル達成に向け不可欠だとしている。
 - Eurogasは「欧州気候変動法(European Climate Law)」、「2030年GHG削減目標達成」、「ガスの脱炭素化に向けたSmart Sector Integration」、「適切なシグナルを市場に送る排出量取引制度」、「エネルギー関連のメタン排出量の更なる削減」を支援
 - 支援を通じて、**EUの産業界におけるリーダーシップと気候関連技術による雇用のチャンスの提供**

主な提言内容

欧州気候法への支援	➢ 費用対効果の高い脱炭素化オプションの組み合わせによって2050年のカーボンニュートラルは達成 ⇒ガス体エネルギー(天然ガス、再生可能ガス、脱炭素化ガス)はその一部を担う ➢ 2050年に向けた道筋には、上記のガス体エネルギーとCCUSの組み合わせが必須。
2030年GHG削減目標達成	➢ Eurogasは「投資家の確実性」、「環境・社会に対する責任」、「市場の改革」、「包摂性」、「実現しやすい目標」を考慮した2030年のGHG削減目標達成を支援する
ガスの脱炭素化のためのスマートなセクター統合	➢ Eurogasは「電気・ガスの共通インフラ計画」、「EU政策におけるSmart Sector Integrationの主流化」、「正の外部性の実現」等を支援 ⇒電気・ガスの共通インフラ計画：EU目標の達成には包括的な規制枠組が必要。商業的な選択によって先導され、国・EUレベルでの電気・ガス共通ネットワーク開発計画によって実現 ⇒ EU政策におけるSmart Sector Integrationの主流化：Smart Sector Integrationが、国家エネルギー気候計画や欧州の洋上風力戦略などの脱炭素化計画の指針となる
適切なシグナルを市場に送る排出量取引制度	➢ 現在のETSは既に石炭からガスへの転換の原動力となっている。ETSの強さを維持し、さらに再生可能・脱炭素化ガス等の新たな供給源の利点を認識することが不可欠
エネルギー関連のメタン排出量のさらなる削減	● Eurogasは、産業界、国際機関、非政府組織、学識者と協力して、エネルギー関連のメタン排出量のさらなる削減に取り組んでいる。 ● EurogasはNGO、産業界、規制当局の更なるメタン排出量削減に向けたコミットメントを歓迎

(2) ガス関連業界団体による戦略

Eurogasによる再生可能ガス11%義務化要求

- 2020年9月14日、欧州のガス業界団体であるEurogasは温室効果ガス排出原単位の20%削減とEU域内における再生可能エネルギー由来ガスの消費割合を11%とする目標の義務化を要求した。
- Eurogasは再生可能ガス(Renewable gas)、脱炭素化ガス(Decarbonized gas)を以下のように位置付けている。
 - 再生可能ガス：バイオガス、バイオメタン、PtGによるグリーン水素及び合成メタン
 - 脱炭素化ガス：CC(U)Sを併設して製造されるカーボンニュートラルなガス
- EU再生可能エネルギー促進指令における「再生可能エネルギー由来の最終エネルギー消費の割合を32%以上とする」という目標のサブターゲットとしてこの水準を設けることを要求している。再生エネルギー指令では電力部門、冷暖房部門、運輸部門を計上の対象としている。

義務化に伴う論点

ガス事業者の対応	● 各部門における実現可能性の検討 電力部門：水素焚き発電所、バイオガス発電 冷暖房部門：ガスボイラへの再生可能ガス供給、地域熱供給インフラ 運輸部門：再生可能ガス燃料サプライチェーン ● 技術開発への影響 義務化をすれば、市場原理が働きコストの低い方法での再生エネルギーガスの普及促進が期待される。一方で、潜在性はあるが現時点で競争力が低い技術の開発が進まない恐れがある。
政府の対応	● 各国政府目標の設定 EU指令のもと作成が義務付けられる「国家エネルギー気候計画」で各国が再生エネルギーガス11%という目標への実現可能性を検討する必要がある。 ● 事業者への負担の考慮
EUの対応	● 義務化に応じた再生エネルギーガス消費量の算定方法の検討 再生エネルギーガスとその他のガスを区別して算定する適切なモニタリング方法や計測機器の導入が求められる。 ● バイオガス、バイオメタンに関する持続可能性基準の適用

(2) ガス関連業界団体による戦略

ENTSO-G「2050 Roadmap Action Plan」

- ENTSO-Gは、2019年12月より、「**2050 Roadmap for Gas Grids**」の策定に着手しており、2050年カーボンニュートラルにおけるガス導管網の主たる役割について明確化している。
- 更にENTSO-Gは、欧州委員会によるエネルギーシステム統合及び水素戦略(2020年7月)に適合する形で、当該ロードマップについて「**2050 Roadmap Action Plan**」として行動計画を具体化した。
⇒①**インフラストラクチャ**、②**市場**、③**系統統合者(System Integrators)**の3つ観点から、ガスTSOの役割を明確化

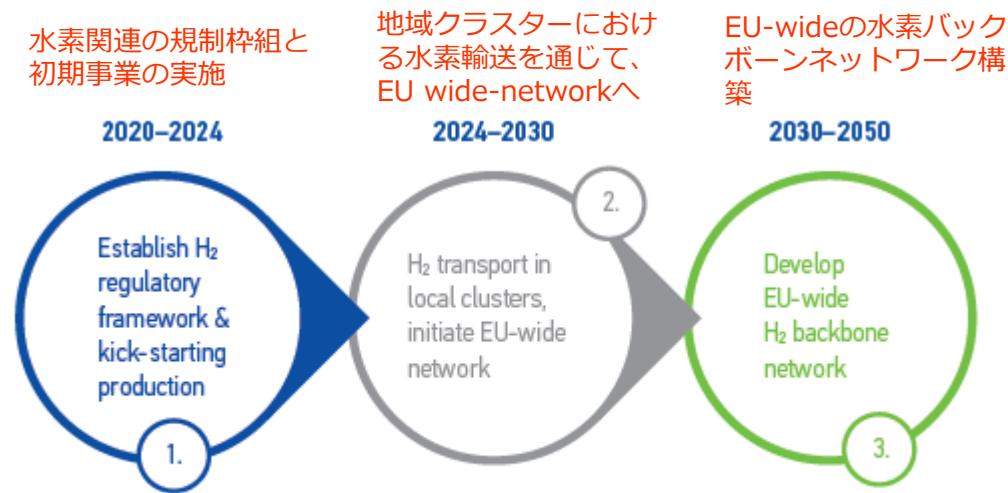
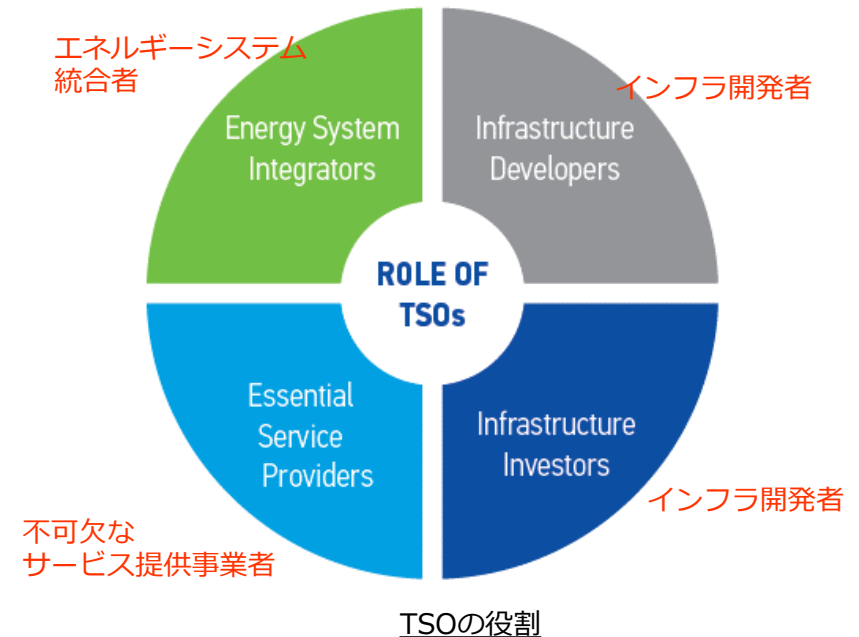


Figure 4: ENTSG Approach to the European Hydrogen Economy, ENTSG, 2020.

欧州水素経済におけるENTSO-Gの役割



(2) ガス関連業界団体による戦略

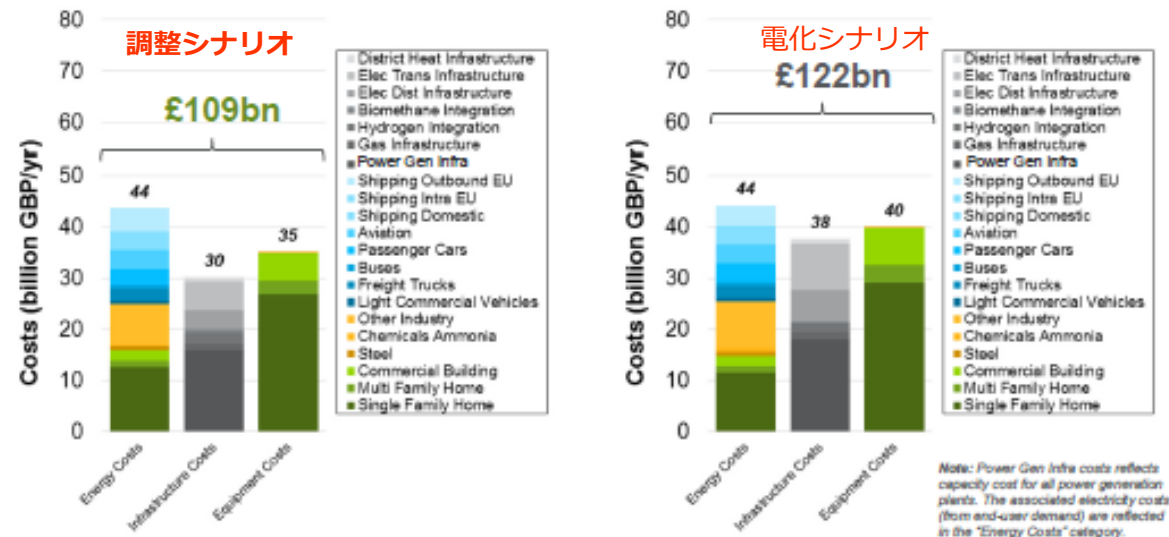
ENAによるガスネットワーク脱炭素化シナリオ①

- 2019年10月、ENAは、イギリス政府の2050年ネットゼロ化という政策目標を踏まえた上で、エネルギーシステムの脱炭素化においてガスセクターが果たす役割について検討した報告書を発表した*1。本報告書では、**低炭素・再生可能ガス**が、2050年に向けた脱炭素の道筋において重要な貢献を果たすことを示している
- 2050年脱炭素化に向けた費用最適化方法を評価するために、2050年ネットゼロを達成する2つのシナリオを策定*2。
 - ①**調整シナリオ(Balanced Scenario)**…低炭素・再生可能ガスと低炭素電力をバランスよく組み合わせて利用するシナリオ
 - ②**電化シナリオ(Electrified Scenario)**…電化を積極的に進める一方、低炭素・再生可能ガスの利用は、他に合理的な代替エネルギー源が存在しない場合に限定(例: 特定の産業プロセスや輸送手法、給電指令が可能な発電所など)
 - 2050年ネットゼロ化に向けた総システムコストを見ると、①調整シナリオは1,090億£/年、②電化シナリオは1,220億£/年となっており、前者の方が低コストで達成可能であるとしている*3

*1 「Pathways to Net-Zero: Decarbonising the Gas Networks in Great Britain」。ENAがNavigant社に対して委託してすることにより実施

*2 ネットゼロ化において、発生したGHG排出分は、CCS併用によるバイオメタンやバイオマス利用による“negative emissions”により相殺

*3 どちらのシナリオでも、2050年のガスシステムのピークは現在よりも低いと予想されている。対照的に、どちらのシナリオも、発電容量の大幅な増強と系統の補強を必要とし、特に、電化シナリオの電力システムのピークは、調整シナリオのほぼ2倍である



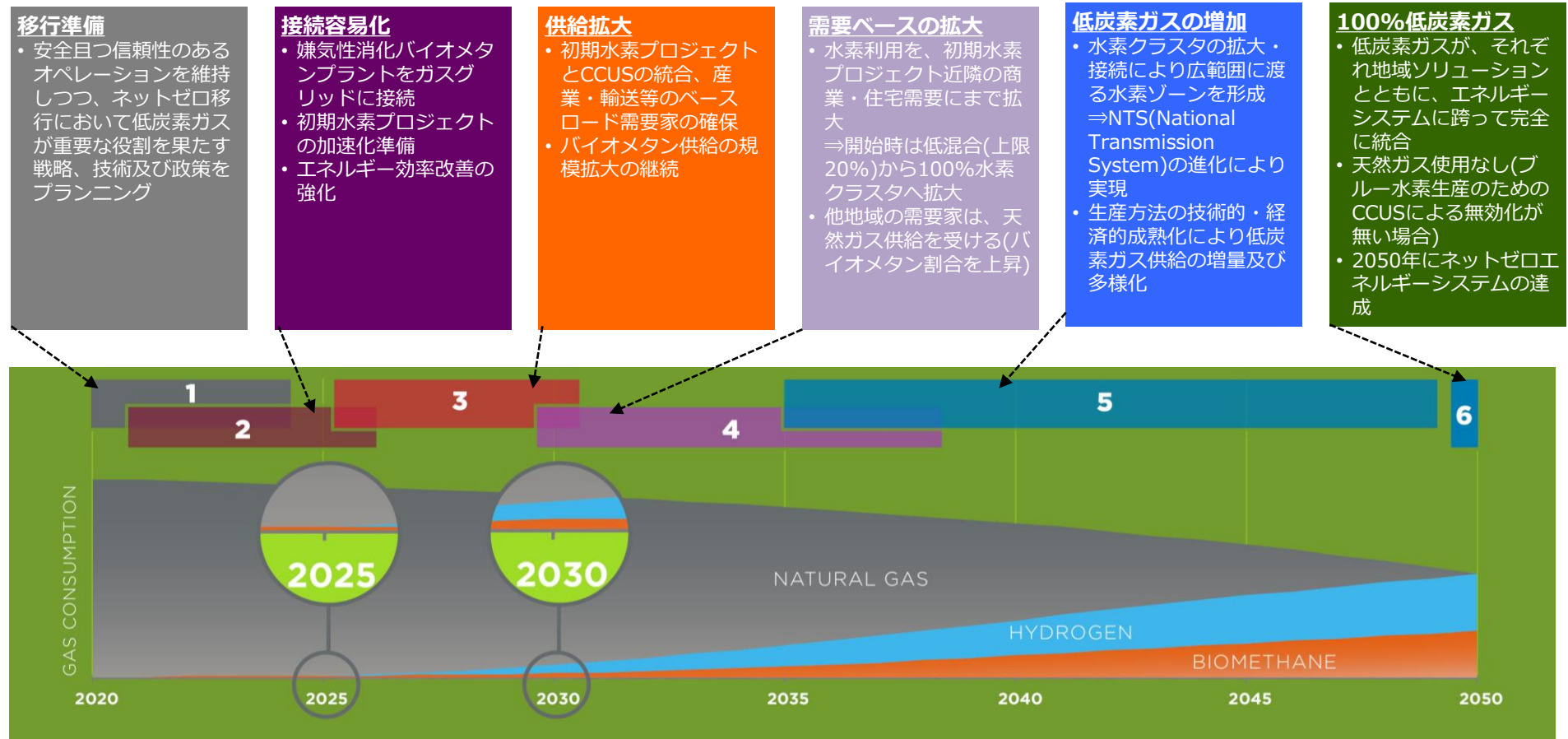
総システムコストの比較

(2) ガス関連業界団体による戦略

ENAによるガスネットワーク脱炭素化シナリオ②

- 同報告書では、調整シナリオを念頭に置きつつ、ネットゼロ化に向けて、エネルギーの生産、供給及び消費の様態の変化に係る経路(pathway)を示している。その経路において、2050年までにガスセクターが、各フェーズにおいてどのような貢献ができるか分析している。
- この経路は4つの中核的要素(①低炭素・再生可能ガス、②CCUS、③電化、④エネルギー効率)により構築されており、各要素が協力して、全体的なコスト削減とエネルギーシステムの脱炭素化を実現している。

調整シナリオにおけるネットゼロ化に向けた経路



(2) ガス関連業界団体による戦略 ENAによる「Britain's Hydrogen Network Plan」

- 2021年1月、ENAを構成するイギリスガス会社5社(Cadent社、National Grid社、Northern Gas Networks社、SGN社、Wales & West Utilities社)は、2030年までの水素供給計画として「Britain's Hydrogen Network Plan」を発表した*1。2023年までに、供給する天然ガスに水素を最大20%まで混合するとともに、2025年までに1 GW、2030年までに5 GWの水素・バイオメタン製造するとしている。

*1 ENAが進めるGas Goes Greenプログラム一環として実施。Gas Goes Greenプログラムは、2050年カーボンニュートラルに向けたガスインフラ投資等に関連して、業界全体の行動を促すことを目的としたもの。

Britain's Hydrogen Network Planの実行計画

	2020-2025 PREPARING FOR TRANSITION	2025-2030 SOLUTION PILOTS	2030-2040 SCALING UP	2040-2050 FULL TRANSITION
SAFETY	Domestic/distribution grid safety case	UK government heat policy decision	Maintaining a safe H2 network is a business-as-usual activity for gas networks	
	Transmission grid re-purposed or new determination			
	GS (M)R changed to allow H2 blends	New 100% H2 Standard		
SECURITY OF SUPPLY	Network modelling/SO projects	New H2 pipelines within clusters	New H2 pipelines within clusters	National H2 networks in place, for H2 cluster and direct network production
	H2 production target and H2/CCS business models	Sufficient H2 production target	H2 productions connected to networks	H2 production grows rapidly with full instrumental roll-out
	RAB for H2 storage	Planning application expedited	Clusters H2 productions grows rapidly	
	Industrial cluster FIDs	Clusters H2 production- 5GW by 2030	Other clusters start to convert	H2 storage at scale, including rough
		First salt caverns re-purposed for H2	More H2 storage capacity developed	
CUSTOMER FOCUS	Energy content billing	First 20% blending into gas grid	20% blending into gas grid widened	
	100% H2 domestic trials: Hydrogen Neighbourhood	Wider 100% H2 domestic pilots: Hydrogen village and town	100% H2 conversion rolled out, for domestic, dispersed industry and transport	
	H2-ready appliances mandated	H2-ready (including hybrid) appliances installed at rate of over 1m a year		
	Support for hybrid heating	Gaseous energy bills based on energy content rather than volume, to allow wider range of de-carbonised gases and blends		
	RIOO2 sufficiently flexible	Domestic conversion funding model agreed	Fast growth in H2 vehicles for heavy transport, including ships. H2 becomes fuel of choice for part of heavy transport sector, including as input to ammonia and syn fuels	
	Compact hybrid boiler technology	H2 vehicles grow, inc. first ships	H2 use in power generation grows	Significant use of H2 in power
	H2 trucks and buses grow	First H2 blend in power generation		
SUPPLY CHAIN	H2 training modules developed	H2 training rolled-out- becomes a business-as-usual gas safety activity		
	Iron mains programme continued until completion	H2-ready and H2 (including hybrid) appliances manufactured at scale, for industry and domestic		
		H2 transport solutions manufactured at increasing scale		

(出所) ENA 「Britain's Hydrogen Network Plan」

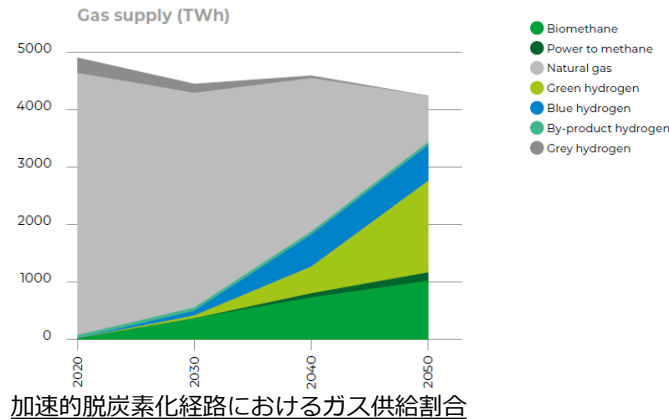
<<https://energynetworks-newsroom.prgloo.com/resources/britain-s-hydrogen-network-plan>>

(2) ガス関連業界団体による戦略

Gas for Climate「Gas Decarbonisation Pathways 2020-2050」

- 2020年4月、欧州におけるガス関連事業者12社で構成されるGas for Climateは、2050年に向けた脱炭素に向けた経路を分析した「Gas Decarbonisation Pathways 2020-2050^{*1}」を発表した。
- カーボンニュートラルに向けた経路として、3つのシナリオによる分析を実施している。
 - ①現行のEU施策経路(Current EU Trends Pathways)…欧州委員会における2030年エネルギー・気候変動政策に適合
 - ②加速的脱炭素化経路(Accelerated Decarbonisation Pathway) …再エネ電力、水素及びバイオメタンの導入が加速。ガスインフラは、水素及びバイオメタンの受け入れ促進のため、ますます多様化
 - ③グローバルな気候変動行動経路(Global Climate Action Pathways)…EU以外の世界でもEU事例に準拠した削減活動を実施

^{*1}Guidehouse社(旧Navigant Consulting社)への委託により実施



1. 移行準備

- ・ ネットゼロ移行において、再生可能・低炭素ガスが再生可能電力と並んで重要な役割を果たす
⇒戦略的・技術的・政策的計画
- ・ 既設パイプラインの水素用転換のための長期的インフラ戦略
- ・ コンバージョンとH2 readinessに適した法規制への変更

2. 接続円滑化

- ・ ガス導管網に近接するバイオメタンプラントの拡張
- ・ 初期水素プロジェクトの開始
- ・ 電化及び再生可能・低炭素ガスの受け入れを通じた、全セクターにおけるエネルギー効率改善

3. Kic-start supply

- ・ CCUS統合による初期水素プロジェクト(主に産業需要家対象)
- ・ 地域水素バックボーンの開発
- ・ バイオメタン供給の継続的拡大

4. 需要拡大

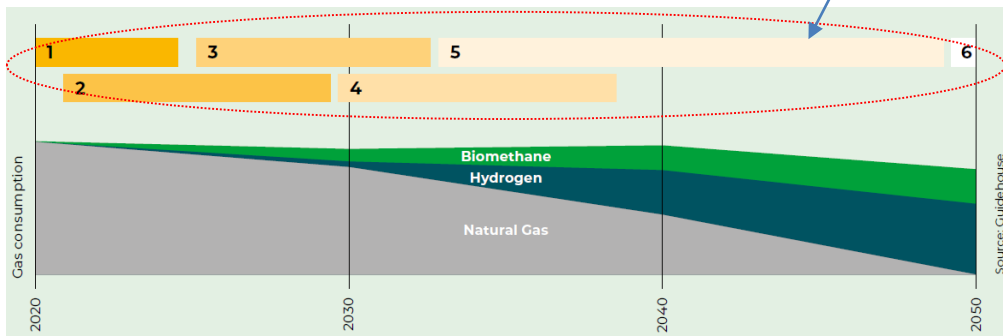
- ・ 水素利用を、初期水素プロジェクト近隣の商業・住宅需要にまで拡大
⇒開始時は低混合(上限20%)から100%水素クラスターへ拡大
- ・ 他地域の需要家は、天然ガス供給を受ける(バイオメタン割合を上昇)

5. 専用のメタン・水素ネットワーク構築

- ・ 再生可能・低炭素ガス供給を多様化(技術的・経済的成熟化)
- ・ 水素インフラは、地域からEU全体のバックボーンへ

6. 100%再生可能・低炭素ガス

- ・ 再生可能・低炭素ガスが、それぞれ地域ソリューションとともに、エネルギーシステムに跨って完全に統合
- ・ 最終需要側における天然ガス使用は、水素・バイオメタン
- ・ ブルー水素生産のためのCCUSによる無効化が無い場合、天然ガスは利用しない
- ・ 2050年にネットゼロエネルギーシステムの達成

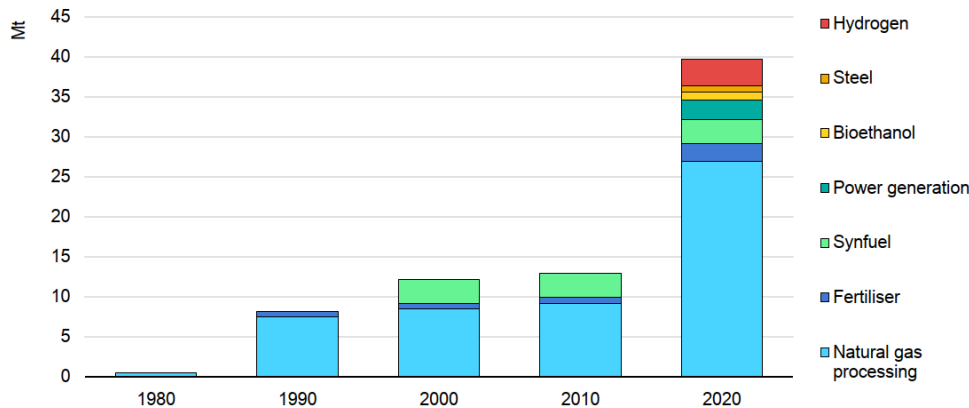


-
- 3 諸外国事業者による対応状況と将来戦略
 - 3.1 エネルギー事業者のトランジション戦略
 - 3.2 CCS/CCUS関連の取り組み**
 - (1)国際的なCCUSの動向**
 - (2)我が国におけるCCUSの動向**
 - (3)CCUS活用の全体像**
 - (4)国際的なCCUSプロジェクト事例**
 - 3.3 水素・メタネーション、Power to Grid関連の取り組み
 - 3.4 デジタル化関連の取り組み

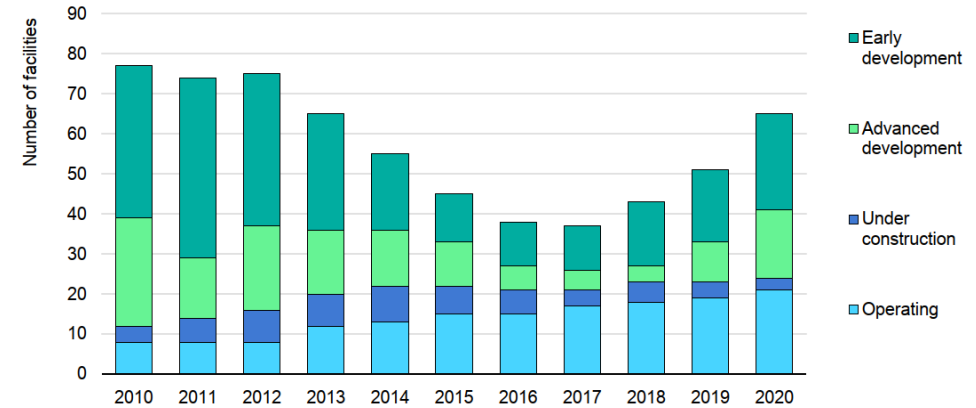
(1)国際的なCCUSの動向

CCUSプロジェクトの実施動向

- 「Energy Technology Perspectives 2020」では、再生可能エネルギーに基づく電化、バイオエネルギー、水素とともに、CCUSが世界のエネルギー転換の4つの主要な柱の1つとして位置づけられているように、セメント製造や鉄鋼製造、化学薬品製造業、天然ガス処理などの排出削減のための代替方法のないセクターにおいてCCUSは非常に重要な技術であり、今後は水素製造においてもCCUSによる水素製造コストは再生可能エネルギーベースの水素製造コストの約半分となる可能性がある。
- 一方でCCUSに対する年間投資額は、クリーンエネルギーやエネルギー効率化技術への世界投資額の0.5%未満と投資が遅れており、CCUSの導入のバリアとして、マネタイズと政策の欠如が挙げられている。インセンティブやペナルティがなければCO₂が重要な価値を持たず、インフラコストや設置リスク、商業リスクの配分、陸上での貯蔵における反対意見などが投資の妨げとなっている。



世界の大規模CCUS施設における排出源別のCO₂回収能力



世界の大規模CCUS施設の稼働・開発状況

(1)国際的なCCUSの動向

大規模CCUSプロジェクトの動向

- 現在、大型のCCUS施設は21箇所がありトータルで40MtCO₂/年を回収する能力を有する。
- 商業的な目的によるEORへの活用あるいは炭素税の導入などの政策による影響を受けて実施されるケースが多い。

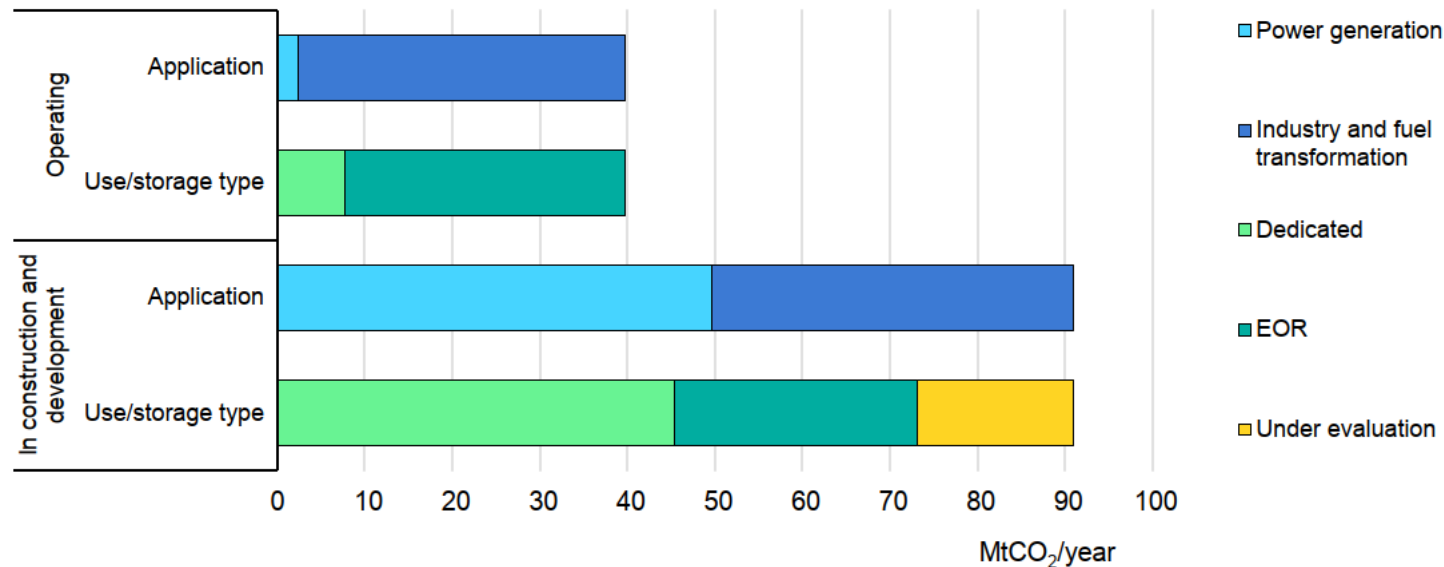
	国	プロジェクト名	稼働日	CO ₂ の発生源	能力(Mt/年)	貯留タイプ
1	米国	Terrell natural gas plants (formerly Val Verde)	1972	天然ガス処理	0.5	EOR
2	米国	Enid fertiliser	1982	肥料生産	0.7	EOR
3	米国	Shute Creek gas processing facility	1986	天然ガス処理	7.0	EOR
4	ノルウェー	Sleipner CO ₂ storage project	1986	天然ガス処理	1.0	貯留専用
5	米国/カナダ	Great Plains Synfuels (Weyburn/Midale)	2000	合成天然ガス	3.0	EOR
6	ノルウェー	Snohvit CO ₂ storage project	2008	天然ガス処理	0.7	貯留専用
7	米国	Century plant	2010	天然ガス処理	8.4	EOR
8	米国	Air Products steam methane reformer	2013	水素製造	1.0	EOR
9	米国	Lost Cabin Gas Plant	2013	天然ガス処理	0.9	EOR
10	米国	Coffeyville Gasification	2013	肥料製造	1.0	EOR
11	ブラジル	Petrobras Santos Basin pre-salt oilfield CCS	2013	天然ガス処理	3.0	EOR
12	カナダ	Boundary Dam CCS	2014	石炭発電	1.0	EOR
13	サウジアラビア	Uthmaniyah CO ₂ -EOR demonstration	2015	天然ガス処理	0.8	EOR
14	カナダ	Quest	2015	水素製造	1.0	貯留専用
15	アラブ首長国連邦	Abu Dhabi CCS	2016	鉄鋼製造	0.8	EOR
16	米国	Petra Nova	2017	石炭発電	1.4	EOR
17	米国	Illinois Industrial	2017	エタノール製造	1.0	貯留専用
18	中国	Jilin oilfield CO ₂ -EOR	2018	天然ガス処理	0.6	EOR
19	オーストラリア	Gorgon Carbon Dioxide Injection	2019	天然ガス処理	3.4-4.0	貯留専用
20	カナダ	Alberta Carbon Trunk Line (ACTL) with Agrium CO ₂ stream	2020	肥料製造	0.3-0.6	EOR
21	Canada	ACTL with North West Sturgeon Refinery CO ₂ stream	2020	水素製造	1.2-1.4	EOR

(出所) IEA「Energy Technology Perspectives 2020 Special Report on Carbon Capture Utilisation and Storage CCUS in clean energy transitions」(2020年9月)より
MURC作成

(1)国際的なCCUSの動向

大規模CCUSプロジェクトの動向

- 2017年以降、主に米国と欧州にて30以上の新規プロジェクトの計画があり、オーストラリア・中国・韓国・中東・ニュージーランドにおいても計画が発表されており、総投資額が270億米ドルと推計されている。
- 既に稼働中の大規模CCUS施設では、商業的な観点から回収したCO₂のEORへの活用が80%程度を占めていたが、現在開発中のCCUS施設では、専用貯留が半分程度を占める。
- また、これまでの天然ガス処理で発生するCO₂の回収のみならず、ガス火力や石炭火力などの発電分野での適用ケースが増加している。

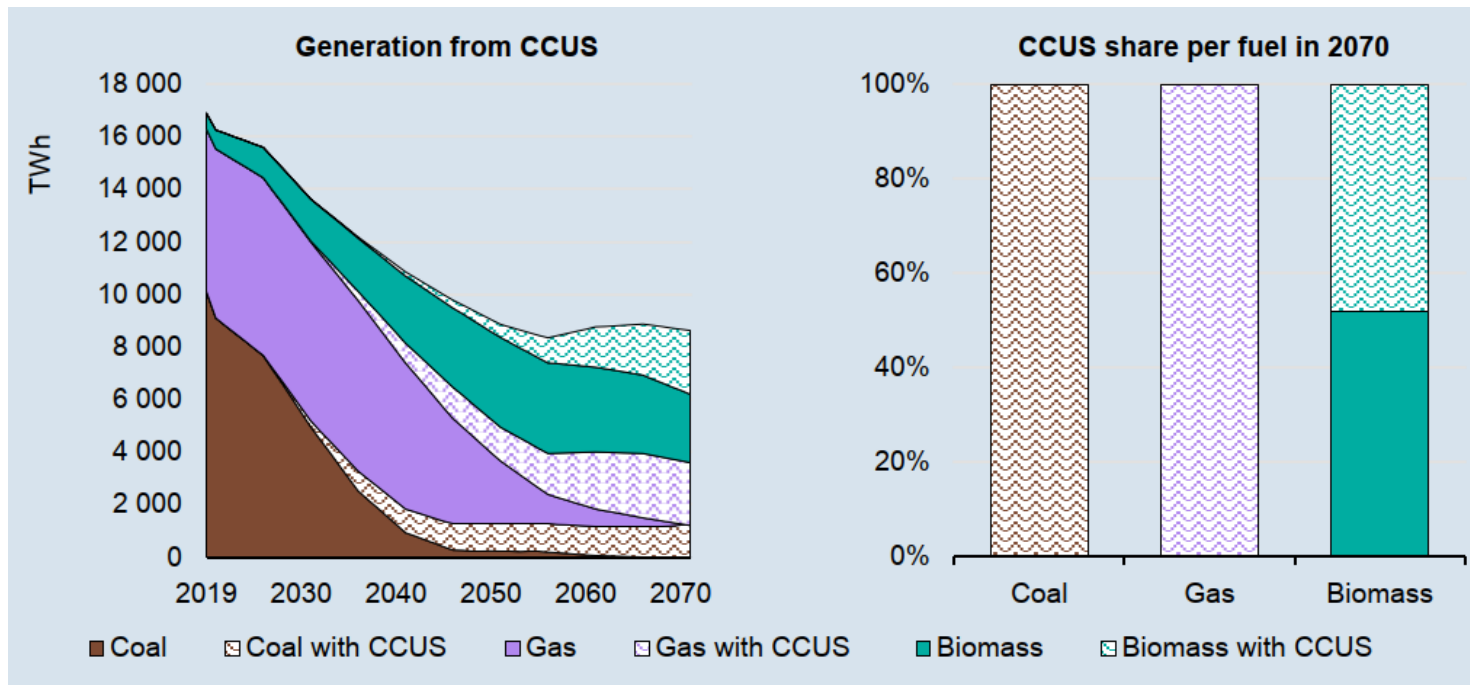


大規模CCUS施設の用途別・ストレージ別の開発状況

(1)国際的なCCUSの動向

発電セクターにおける動向と導入シナリオ

- 電力セクターにおいてもCCUSを活用した発電プロジェクト20件(+α)が開発中である。各プロジェクト及び各研究によりコスト削減のポテンシャルとして、CO₂トン当たりのコストを30%～67%程度削減できると示されている。
- 現在世界のエネルギー関連CO₂排出量の約40%を占める発電部門において、IEA Sustainable Development Scenario (SDS)の下でCCUSは「レトロフィット」を通じて既存の化石燃料発電所からのCO₂排出量を固定化するうえで重要な役割を果たすと予想されている。
- ガス火力発電所では2020年より徐々にCCUSの設置が増加し、2070年までにすべての発電所でCCUSを備えると予想されている。

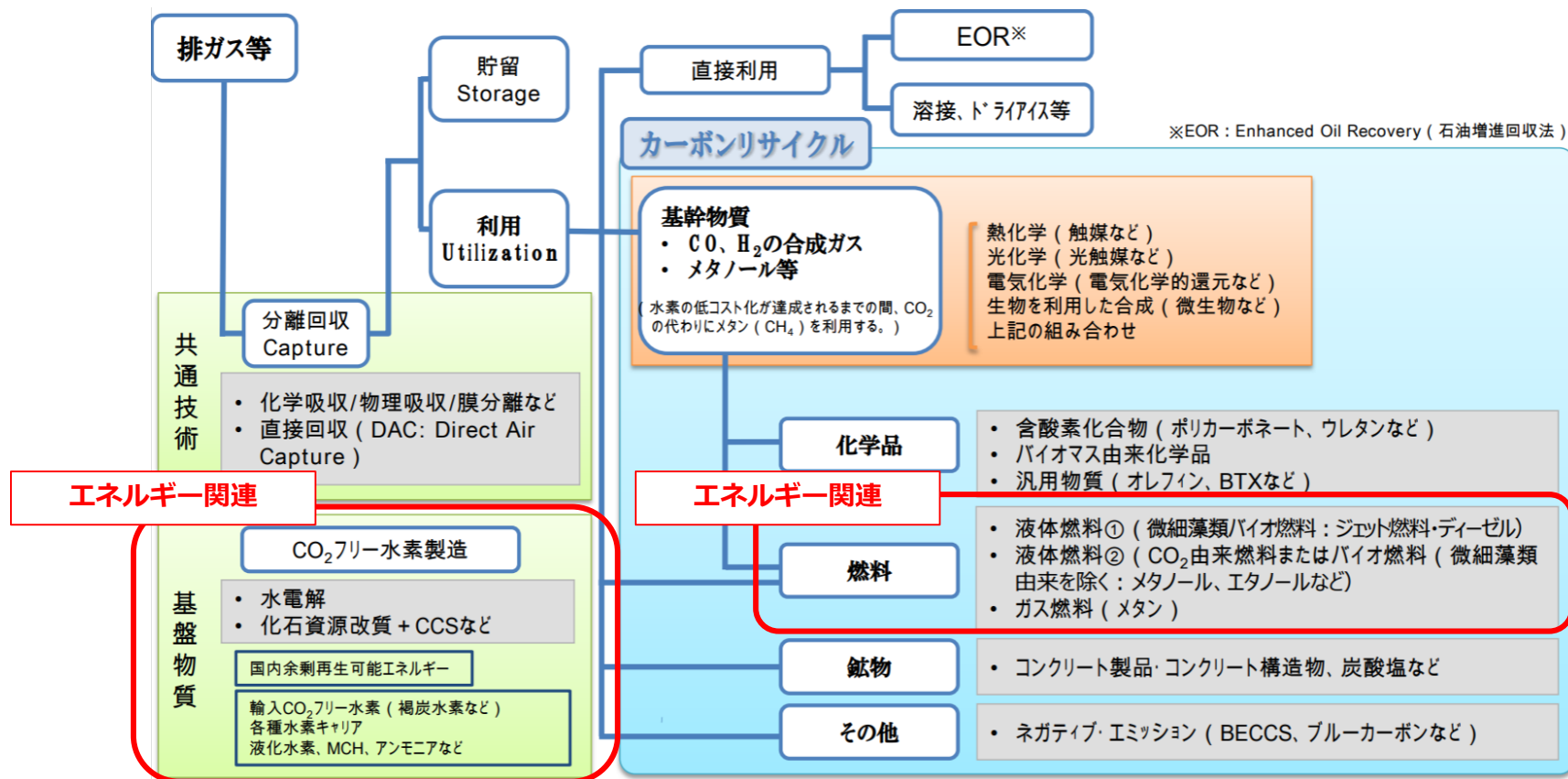


発電施設におけるCCUSの普及予想(SDS)

(2)我が国におけるCCUSの動向

CCUSの研究開発・普及動向

- 経済産業省「カーボンリサイクル技術ロードマップ(2019年6月)」に示されているように、CCUSの全体技術概要(CO₂利用法)については以下の通りである。
- エネルギー利用という視点で特に、「化石燃料+CCSによる水素の製造」「水素キャリアとしてのアンモニアの活用」や「メタネーション」などが挙げられる。



(2)我が国におけるCCUSの動向

CCUSの研究開発・普及動向

- LNGと関連の強いエネルギー利用という視点で特に、「化石燃料+CCSによる水素の製造」「水素キャリアとしてのアンモニアの活用」や「メタネーション」などが挙げられる。

カテゴリー	CO ₂ 変換後の物質	現状※1	課題	既存の同等製品の価格※1	2030年	2050年以降
基幹物質	合成ガス・メタノール等	一部実用化、革新的プロセス(光、電気等利用)は研究開発段階	変換効率・反応速度の向上、触媒の耐久性向上 など	-	プロセスの低コスト化	プロセスの更なる低コスト化
化学品	含酸素化合物	一部実用化(ポリカーボネート等)、その他は研究開発段階 [価格例] 既存の同等製品程度(ポリカーボネート)	ポリカーボネートはCO ₂ 排出量の更なる削減 ポリカーボネート等以外の実用化(転換率・選択率の向上 など)	300-500円程度 / kg (ポリカーボネート (国内販売価格))	既存のエネルギー製品と同等のコスト	更なる低コスト化
	バイオマス由来化学品	技術開発段階(非可食性バイオマス)	低コスト・効率的な前処理技術、変換技術 など	-	既存のエネルギー製品と同等のコスト	更なる低コスト化
	汎用品 (オレフィン、BTX等)	一部実用化(石炭等から製造した合成ガス等を利用)	転換率・選択率の向上 など	100 円 / kg (エチレン(国内販売価格))	-	既存のエネルギー製品と同等のコスト
	液体燃料 (微細藻類バイオ燃料)	実証段階 [価格例] バイオジェット燃料 1600 円 / L	生産率向上、低コスト・効率的な前処理技術 など	100円台 / L (バイオジェット燃料 (国内販売価格))	既存のエネルギー製品と同等のコスト (100-200 円 / L)	更なる低コスト化
燃料	液体燃料 (CO ₂ 由来燃料またはバイオ燃料(微細藻類由来を除く))	実証段階(E-Fuel等)、バイオエタノールのうち、可食性バイオマス由来については一部実用化	現行プロセスの改善、システム最適化 など	50-80円 (原料用アルコール (輸入価格)) 約130円 (工業用アルコール (国内販売価格))	-	既存のエネルギー製品と同等のコスト
	ガス燃料(メタン)	実証段階	システム最適化、スケールアップ など	40-50円 / Nm ³ (天然ガス(輸入価格))	CO ₂ 由来CH ₄ のコストダウン	既存のエネルギー製品と同等のコスト
鉱物	炭酸塩、コンクリート製品、コンクリート構造物	一部実用化、低コスト化に向けた様々な技術の研究開発が実施中 [価格例] 数百円 / kg(道路ブロック)	CO ₂ と反応させる有効成分の分離、微粉化 など	30円 / kg (道路ブロック (国内販売価格))	道路ブロック: 既存のエネルギー製品と同等のコスト	道路ブロック以外: 既存のエネルギー製品と同等のコスト
共通技術	CO ₂ 分離回収	一部実用化(化学吸収法)、その他手法は研究、実証段階 [価格例] 4000円程度 / t-CO ₂ (化学吸収法)	所要エネルギーの削減 など	-	1000-2000円台 / t-CO ₂ (化学吸収、固体吸収、物理吸収、膜分離)	1000円以下 / t-CO ₂
基盤物質	水素	概ね技術確立済み(水電解等)、他の手法含め低コスト化に向けた研究開発が実施中	低コスト化 など	-	30円 / Nm ³	20円 / Nm ³ (プラント引き渡しコスト)

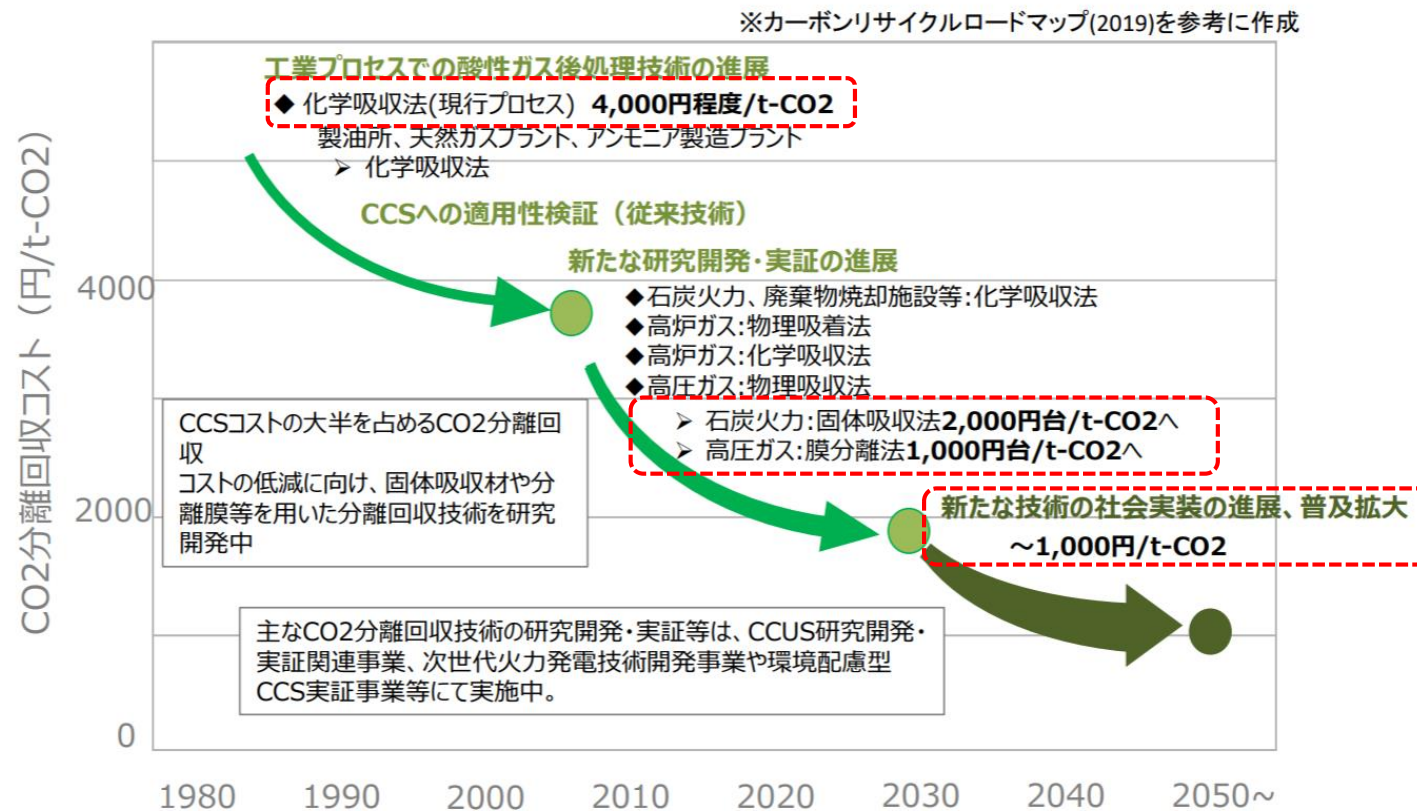
エネルギー関連

エネルギー関連

(2)我が国におけるCCUSの動向

CCUS(CO2分離回収)コスト目標

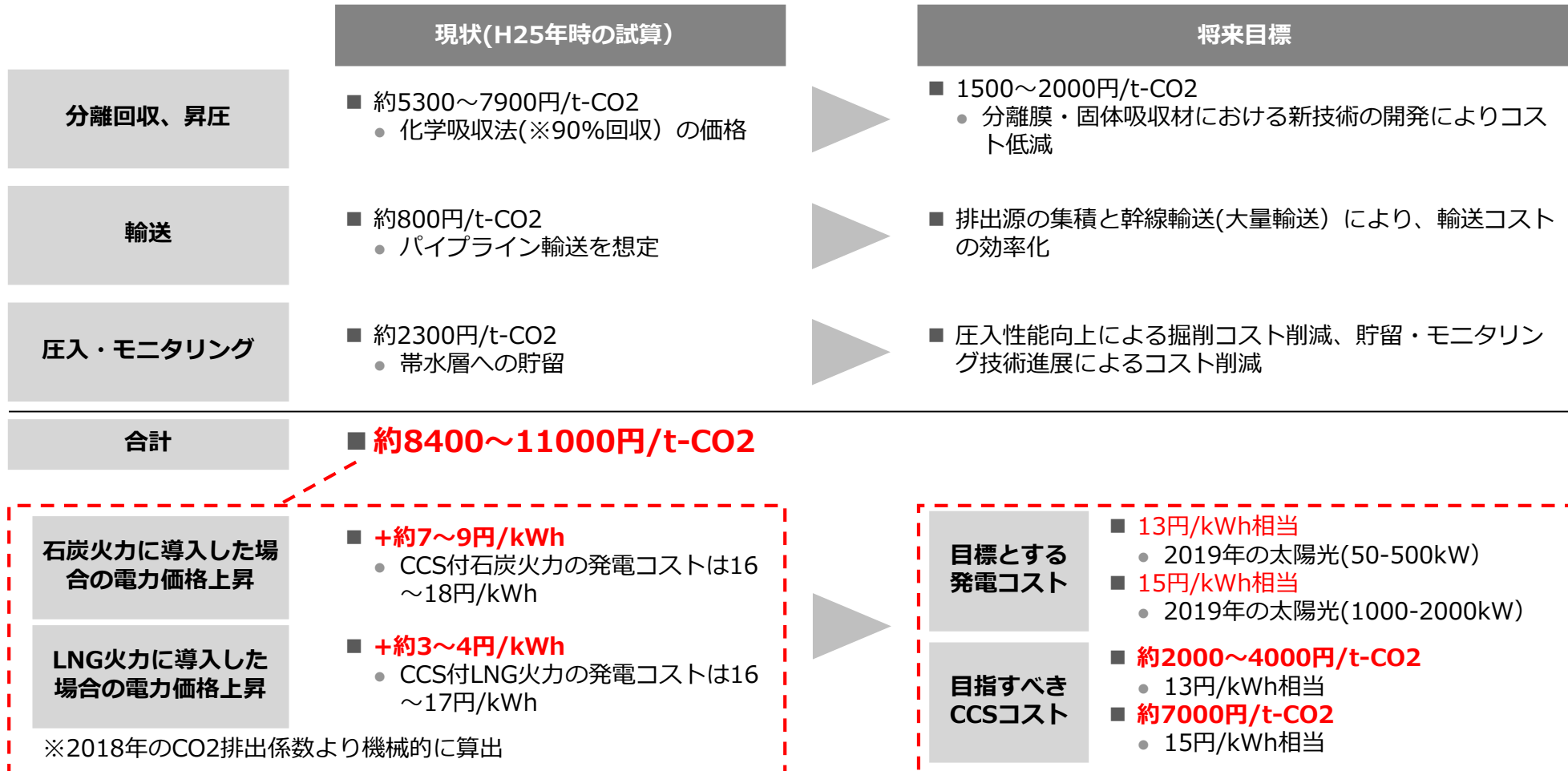
- カーボンリサイクルロードマップ(2019)で示されているCO2分離回収に係るコスト目標は以下の通り
- 我が国では、現行プロセス(化学吸収法)では4,000円程度/t-CO2と想定されるが、2030年に化学吸収・固体吸収・物理吸収・膜分離法などにおいて1,000円～2,000円程度/t-CO2及び2050年以降に1,000円未満/t-CO2を目標としている。



(2)我が国におけるCCUSの動向

CCS導入による電力価格の上昇と将来目標

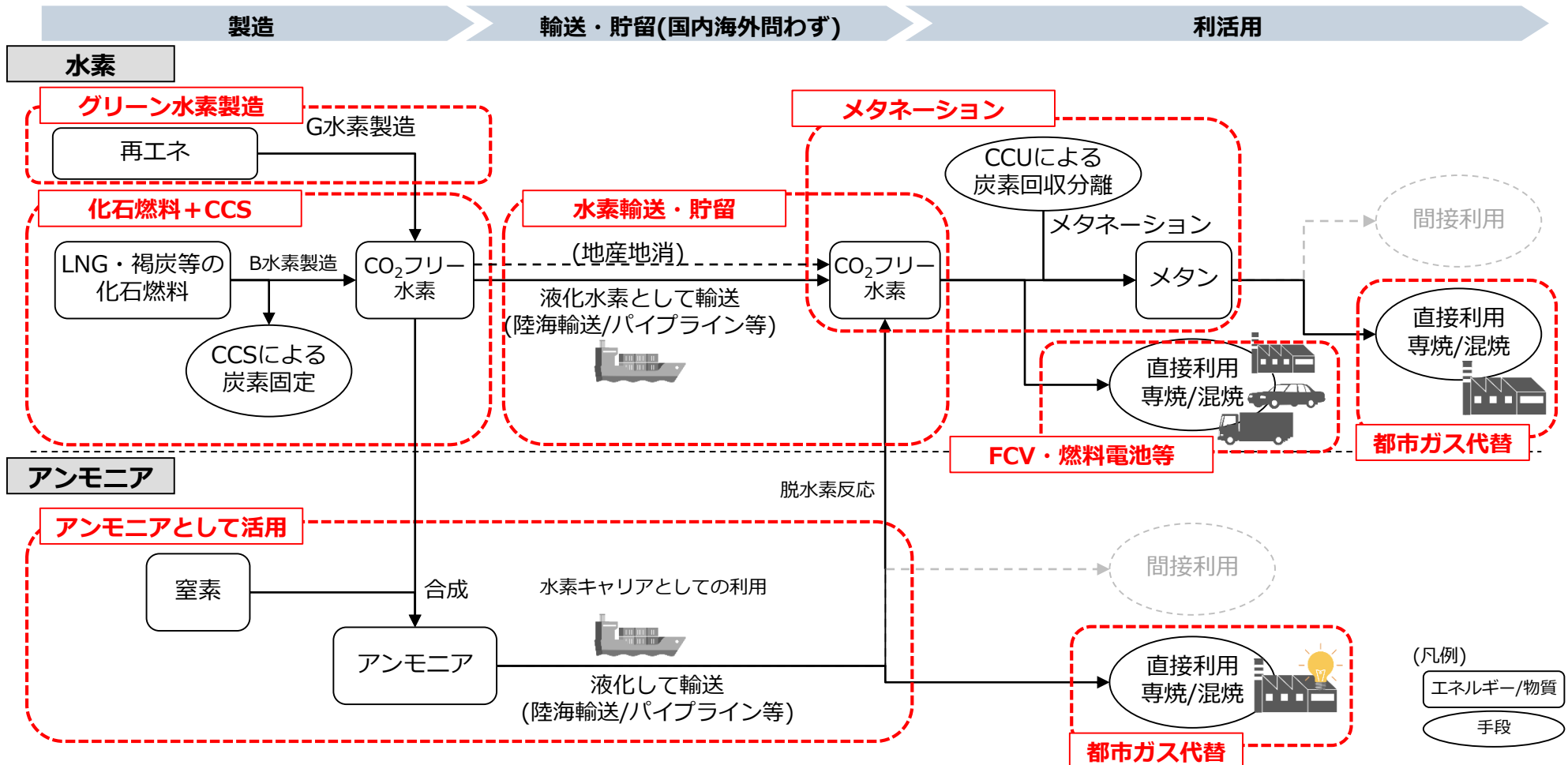
- 資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第35回会合)でも議論されている通り、現行のCCS導入による電力価格の上昇は石炭火力：約7～9円、ガス火力：約3～4円/kWhと推定される。
- 将来的に、現状の太陽光発電の価格以下の水準とするためにはCCSのコストを半分以下に低減する必要がある。



(3)CCUS活用の全体像

LNG代替

- CO₂フリー水素(化石燃料+CCS由来ブルー水素と再エネ由来グリーン水素の両方を含む)を中心としたCCUSの活用事例を以下に示す。※1
- LNGと関連性が強く、且つエネルギー代替という観点でCCUSを活用した事例として、主に「ブルー水素製造」「アンモニア」「メタネーション」に分類できる。



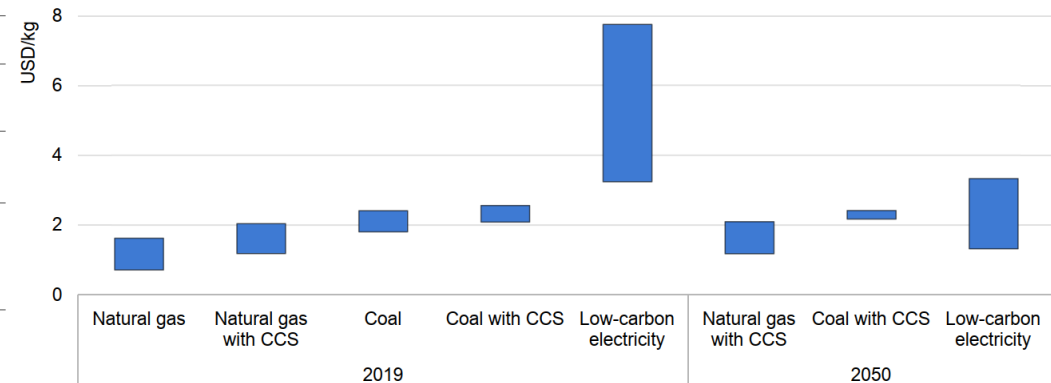
(3)CCUS活用の全体像

CCUSによる低炭素水素(ブルー水素)の製造

- 水素製造における改質法(特に蒸気メタン改質：Steam Methane Reforming)は既に確立された技術であり、水素製造プロセスにCCUSを導入することで約60-90%のCO₂を回収することができる(約50-80USD/t-CO₂の回収コスト)。現在、複数のSMR CCUSプロジェクトが2030年までの運転を目指してフィージビリティスタディが実施されている(オランダにおけるH-VisionプロジェクトやMagnumプロジェクトなど)。
- CCUSを活用した水素の製造(ブルー水素)はグリーン電力による電解水素(グリーン水素)のコストに対してコスト有意性があり、グリーン水素のコストが2019年に約3-8USD/kg-H₂(2050年には約1.3-3.3USD/kg-H₂と予想される)に対して、ブルー水素では約1.2-2.6USD/kg-H₂と予想される(2050年でも価格変化はなし)。

計画中の低炭素水素製造プロジェクトの一例

	国	低炭素水素製造プロジェクト	適用技術等	段階
1	オランダ	H-Visionプロジェクト	SMR	FS
2	オランダ	Magnumプロジェクト	SMR	FS
3	英国	HyNet and H21プロジェクト	ATR	Plan
4	米国	カリフォルニア州におけるメタン分解プラント	プラズマメタン分解	Operate
5	米国	アラスカ州における商業実証プラント	プラズマメタン分解	Operate
6	オーストラリア	Hazer商業実証プラント	バイオガスから水素とグラファイトの製造	建設中
7	オーストラリア	Hydrogen Energy Supply Chain Latrobe Valleyプロジェクト	石炭ガス化	計画中

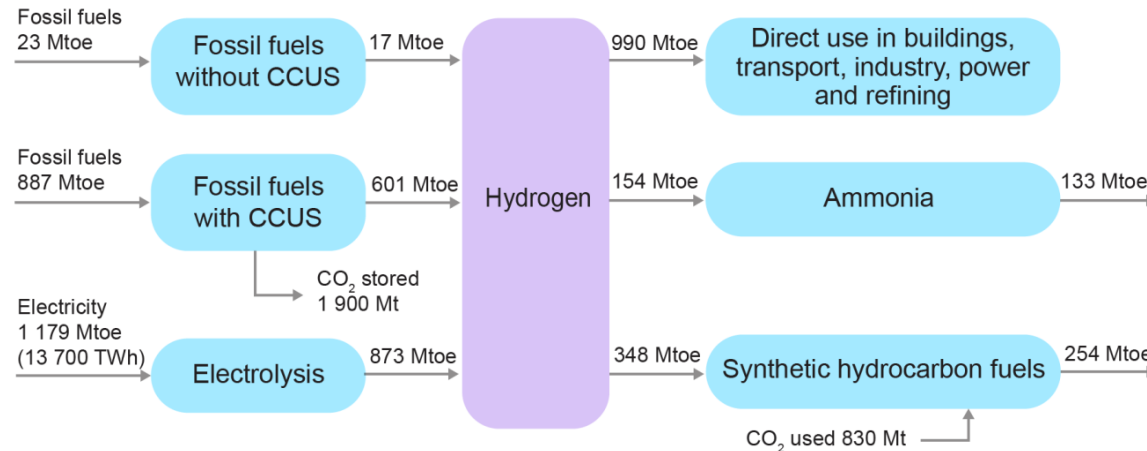
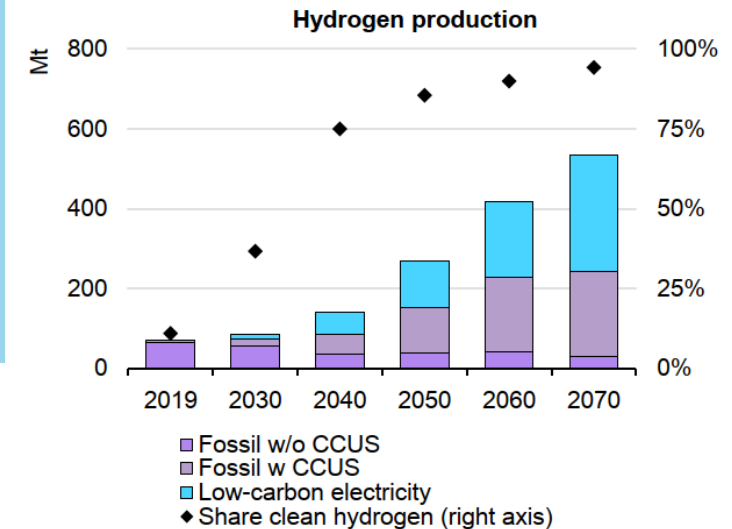


低炭素水素製造の価格予測

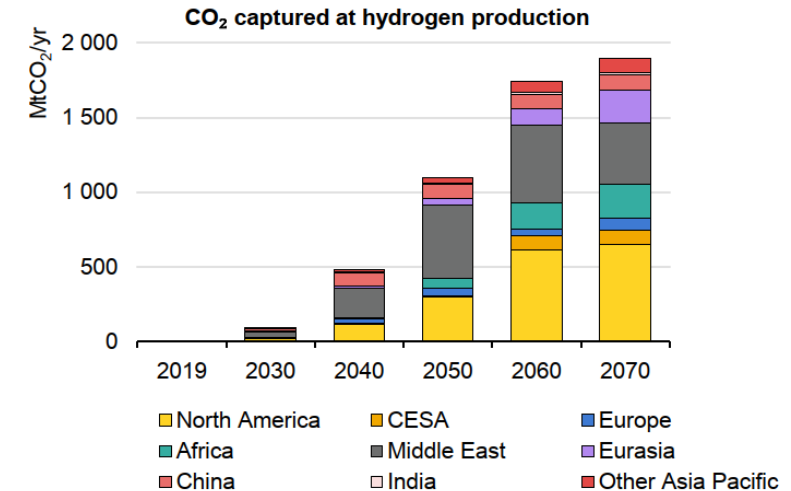
(3)CCUS活用の全体像

CCUSによる低炭素水素の製造

- SDSの下では、2070年までに世界の水素需要が現在の約7倍増加し、5.2億t-H₂になり、製造される水素のうち、約40%がCCUSにリンクされるグリーン水素と予想されている。
- また、CCSを用いて天然ガスから製造されたアンモニアは海運セクターにおける燃料消費量の1/3以上を占めると予想されている。
- 2030年まではグリーン水素とブルー水素の生産シェアはほぼ同様であるが、時間の経過とともにグリーン水素のコスト削減が期待され、グリーン水素のシェアが高まると予想されている。



2070年におけるSDS下での水素の収支フロー



SDSにおける水素製造量の予測と地域別のCO2回収量予測

(3)CCUS活用の全体像

メタネーションに要するCO2の調達及び輸送コスト、水素サプライチェーンコストの比較

- (一財)エネルギー総合工学研究所では、CO2フリー水素と回収CO2より合成されるカーボンニュートラルメタンに関して、CO2の調達及び輸送に関するコストの評価を実施しており、CO2の輸送に係るコストとして、パイプラインのケースでは約5,500円～7,300円/t-CO2、内航船のケースでは約8,200円～10,400円/t-CO2 (それぞれ50km/100kmのケース及び国内/海外のケースで金額幅がある)と試算されている。
- 水素エネルギーのサプライチェーンで考えると、国内/海外及びブルー/グリーン水素のいずれのケースでもエネルギーキャリアとしてはメタンがコスト面で安価と試算されている。また、同様にグリーン水素よりもCCS付きブルー水素のほうが水素製造に係るコストが低いと試算されている(約20～70円/Nm³-H₂)。

表：評価バウンダリ

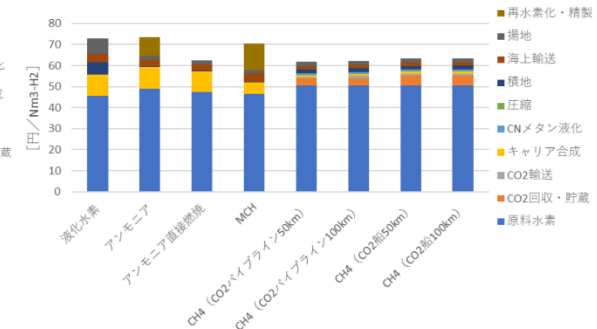
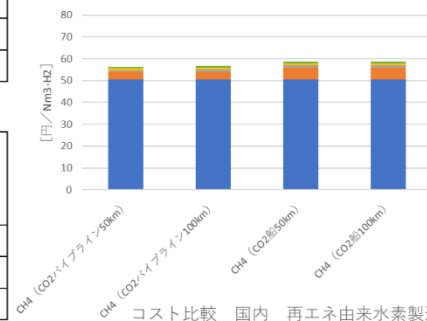
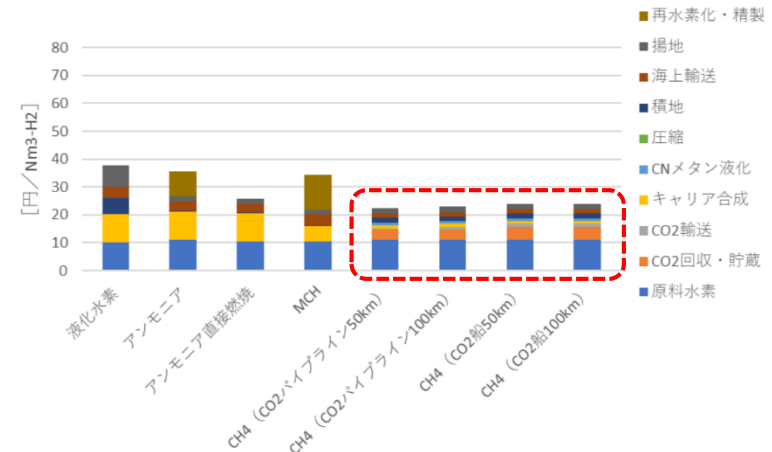
パターン	水素製造		CO2 輸送		メタネーション	メタン輸送	
	場所	製造方法	場所	輸送方法		海外 →日本	日本国内
1 海外チェーン	海外	CCS 付き改質	海外	パイプライン 内航船	海外	液化し、海上輸送	気化、圧縮
3 国内チェーン	国内	再エネ由来	国内	パイプライン 内航船	国内	—	圧縮
5 海外チェーン	海外	再エネ由来	海外	パイプライン 内航船	海外	液化し、海上輸送	気化、圧縮

表：CO2調達コスト比較(海外チェーンのケース)

距離 [km]	パイプラインの合計	パイプラインの固定費	パイプラインの変動費	内航船の合計	内航船の固定費	内航船の変動費
50	5,536	3,536	2,000	8,168	5,169	2,999
100	6,341	4,341	2,000	8,215	5,169	3,046
190	7,797	5,797	2,000	8,300	5,169	3,130

表：CO2調達コスト比較(国内チェーンのケース)

距離 [km]	パイプラインの合計	パイプラインの固定費	パイプラインの変動費	内航船の合計	内航船の固定費	内航船の変動費
50	6,486	3,536	2,950	10,369	5,169	5,200
100	7,291	4,341	2,950	10,416	5,169	5,247
190	8,747	5,797	2,950	10,501	5,169	5,331



上図：ブルー水素(海外) 左下図：グリーン水素(国内) 右下図：グリーン水素(海外)それぞれのサプライチェーンコスト

(4)国際的なCCUSプロジェクト事例

欧州におけるCCUSの動向

- 2019年時点で、欧州では2件の大規模CCSプロジェクト(ノルウェー)が稼働しており、10件のCCS施設が開発中である(英国6件、オランダ2件、ノルウェー1件、アイルランド1件)。それらのCCS施設はセメントセクター、発電セクター、廃棄物セクター、水素製造セクターであり、12件の合計貯蔵量は年間約2,250万t-CO₂である。
- 2018年11月、欧州委員会では“A Clean Planet for all - A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy.”として2050年までの気候ニュートラルビジョンを公表し、その中でCCSは7つの戦略のうちの1つに組み込まれている。
- 欧州イノベーションファンドでは、CCSへのファイナンスとして100億ユーロの充当が可能になると想定されており、EUタクソノミーの後押しも受けてCCS導入が進むと期待されている。

CCS FACILITIES IN EUROPE

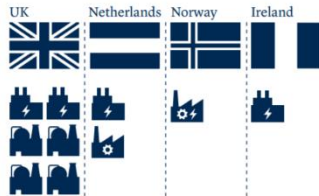
2 large scale CCS facilities in operation in Norway, capturing and storing 1.7 million tonnes per annum of CO₂.

1.7 Mtpa of CO₂



10 large scale CCS facilities in various stages of development (6 in the UK, 2 in the Netherlands, 1 in Norway, 1 Ireland). When operational, these facilities will capture:

20.8 Mtpa of CO₂



CCS facilities in operation and development across cement, power generation, waste-to-energy and hydrogen production.



FINANCE

The Innovation Fund; largest fund available for financing CCS in Europe - 10 billion euros are hoped to be made available**

€10B



EU taxonomy for sustainable investments can play an important role to advance CCS.

HUBS AND CLUSTERS

Most CCS projects in Europe are now planned as hubs and clusters.



Capturing CO₂ from clusters of industrial installations, instead of single sources, and using shared infrastructure for the subsequent CO₂ transportation and storage network, will drive down unit costs across the CCS value chain.



STORAGE

Europe has over 300 gigatonnes (Gt) of CO₂ geological storage space available.*

3 GIGATONNES

POLICY

CCS is one of the seven building blocks in the European Commission's vision for a climate neutral Europe by 2050.



CCS contribution in strategy ranges from 52 to 606 MtCO₂ per year in 2050—a strong case for CCS in supporting Europe's path to a climate neutral economy.



*High confidence

**Based on a €22 carbon price when 450 million EU Emission Trading System allowances are auctioned in 2020-30

欧州におけるCCUSの状況

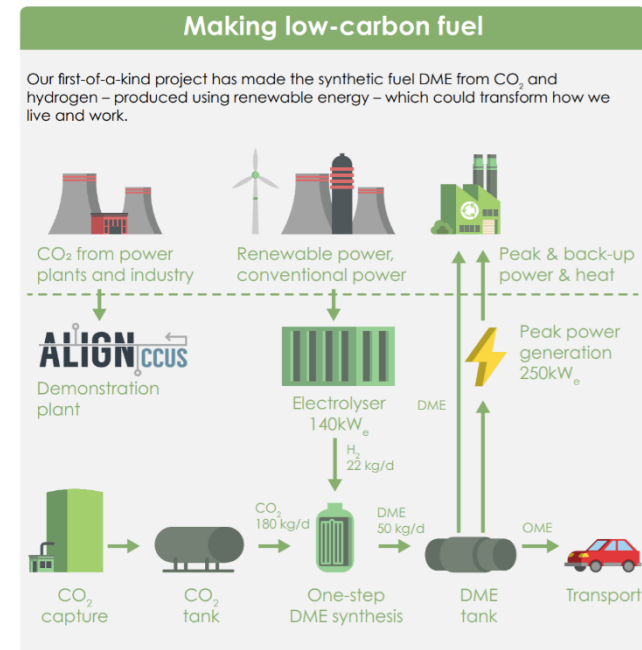
(4)国際的なCCUSプロジェクト事例

欧州：フランスEngie社、ドイツRWE社

- フランスのEngie社では、2014年より「GRHYD実証プロジェクト」、2019年より「C2FUELプロジェクト」を実施している。
 - － 「GRHYD実証プロジェクト」では、再生可能エネルギー源から生成された余剰エネルギーによって水素を製造し、天然ガスとブレンドしてバス及び住宅に供給する
 - － 「C2FUELプロジェクト」では、製鉄所から発生するCO₂を回収し、グリーン水素と合成することで、ギ酸とDME(ジメチルエーテル)を製造する(ギ酸は水素キャリアとして活用し、DMEは海上運輸などにおけるディーゼル代替燃料として活用される)。
- 欧州連合の「Horizon 2020 research」及びイノベーションプログラムから400万ユーロの資金提供を受けて実施している
- ドイツのRWE社では、2017-2020年の3年間で「ALIGN-CCUS実証プロジェクト」を実施している。
 - － 発電設備等からCO₂回収、輸送、貯留、再利用(DMEを製造し、ディーゼル燃料を代替)というサイクルを通じて産業化の可否をコスト面を含めて実証している



C2FUELプロジェクトの概要



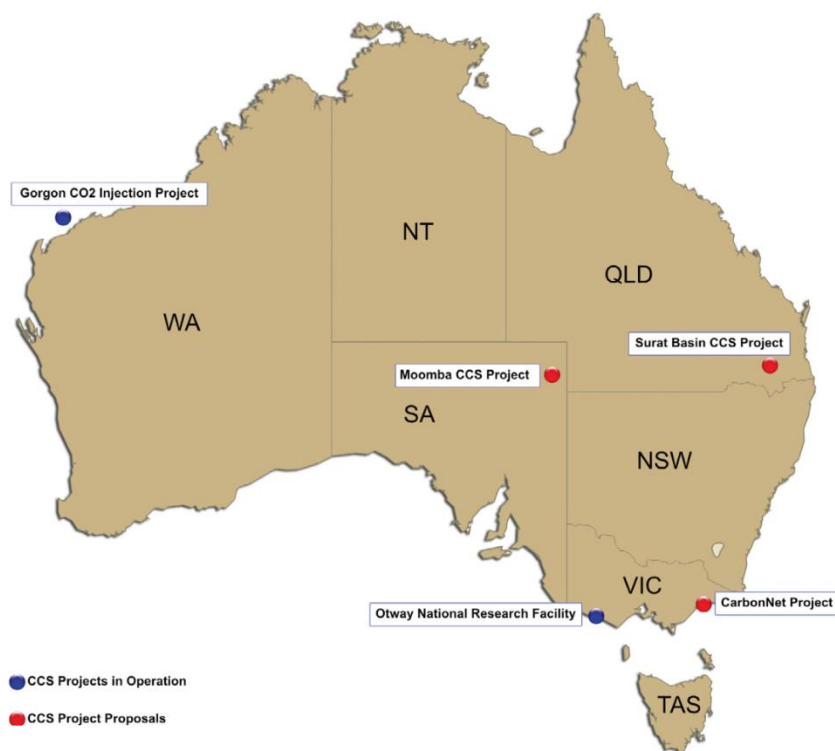
ALIGN-CCUSプロジェクトの概要

(出所) Engie「The GRHYD demonstration project」、「C2FUELプロジェクト」、「ALIGN-CCUSプロジェクト」よりMURC作成

(4)国際的なCCUSプロジェクト事例

豪州のCCSプロジェクト

- 豪州ではパリ協定の下で、GHGの排出量削減目標(2030年までに26-28%削減)に取り組んでいるが、近年輸出向けLNGの生産量が急増しているため、排出量は増加している。
- そのため、CCS技術はLNG事業からのGHG排出を相殺する手段として導入されることが考えられている。
- 現在進行中のLNGプロジェクト10件のうち、CCS技術を採用しているのは西オーストラリア州のGorgon LNGプロジェクトでのCO₂分離回収のみであるが、現在南オーストラリア州においてSantos社によるCCSプロジェクト「Moomba CCSプロジェクト」が進行している。



豪州のCCSプロジェクト

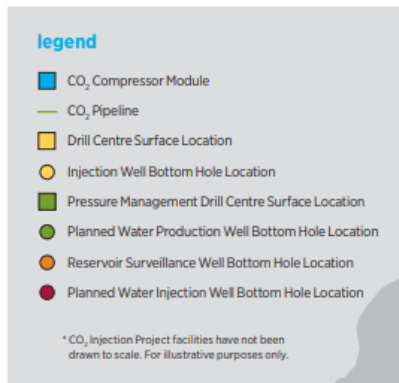
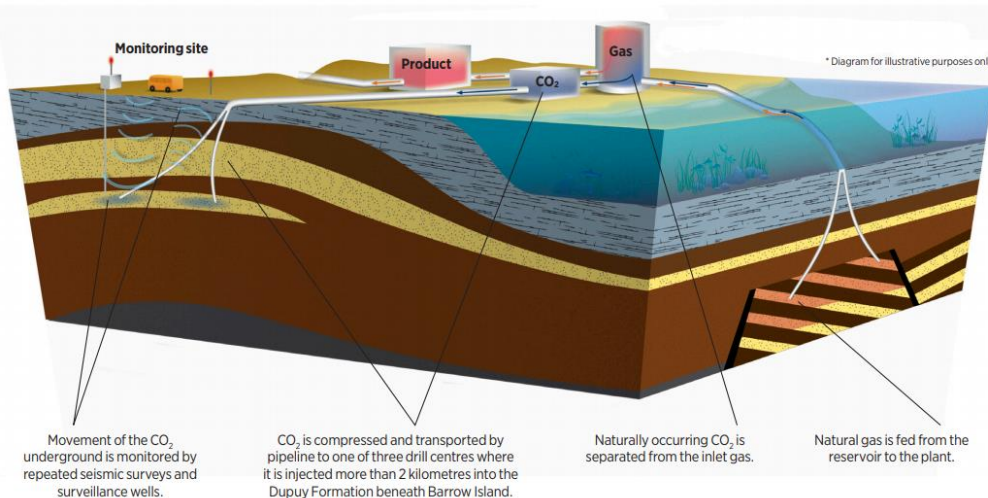
豪州のプロジェクト一覧

プロジェクト	提案者	内容	CO ₂ 発生源	付記
稼働中の CCS プロジェクト				
Gorgon CO ₂ 圧入プロジェクト (WA 州)	Chevron	LNG 生産に関連する CCS プロジェクト。天然ガス由来の CO ₂ 地中圧入 (3.4 ~ 4.0 百万トン / 年)。	天然ガス	天然ガス中の CO ₂ が対象。2019 年 8 月 CO ₂ 圧入開始。費用: 25 億豪ドル。
計画中の CCS プロジェクト				
Moomba CCS プロジェクト (SA 州)	Santos 社	枯渇貯留層への CO ₂ 貯留に関する CCS 計画。天然ガス由来の CO ₂ 地中圧入 (1.7 百万トン / 年)。	初期段階は天然ガス由来。規模拡大の場合は産業由来の CO ₂ も。	2020 年 FEED フェーズ。2020 年末最終投資決定。BP 社と 2,000 万豪ドル出資に関する非拘束合意。
Surat Basin CCS プロジェクト (QLD 州)	CTSCo 社	枯渇貯留層への CO ₂ 貯留に関する CCS 計画。石炭火力発電由来の CO ₂ 圧入 (最大 120 万トン / 年)。	初期段階は石炭火力発電由来。規模拡大の場合は産業由来の CO ₂ も。	2020 年最終投資決定。
CCS 実証試験				
Otway National Research Facility (VIC 州)	CO2CRC	実証プロジェクト。枯渇ガス田と塩水帯水層への CO ₂ 貯留。地表・地中モニタリング。天然ガス由来 CO ₂ 。8 万トン超の CO ₂ 圧入。	天然ガス	Otway 第 1 期 (2009 年完了)、第 2 期 (2019 年完了) で、総費用 1 億豪ドル。第 3 期 (2019-2023 年)、総費用 4,500 万豪ドル。
計画中の炭素貯留プロジェクト				
CarbonNet プロジェクト (VIC 州)	ビクトリア州政府	商業規模を見据えた大規模貯留プロジェクト。CCS マルチユーザーネットワーク。産業由来 CO ₂ 。	産業由来	大規模 CO ₂ 貯留サイト調査 (継続中)。

(4)国際的なCCUSプロジェクト事例

豪州：Gorgon CO₂圧入プロジェクト

- Chevron Australia社が Barrow Island(西オーストラリア州沖合) で実施する総予算25億豪ドルのプロジェクトで、豪州の大規模CCSプロジェクトの中で、実際に稼働中のプロジェクトはこの1件のみで、連邦政府のLETDFから6,000万豪ドルの資金援助を受けて実施されている。
- 2019年8月、Gorgon LNGプラントのLNG生産プロセスで天然ガスの液化工程から分離抽出したCO₂をパイプラインによって輸送され、地下2,000m以深のDupuy帯水層への圧入が開始された。
- フル稼働した場合、年間340～400万t-CO₂の改修規模であり、商業規模のCCSプロジェクトとしては世界最大となり、CCSによって、GorgonプロジェクトからのGHG排出量は約40%削減されると予想されている。
- 環境影響から9箇所に分けて注入を行っている。



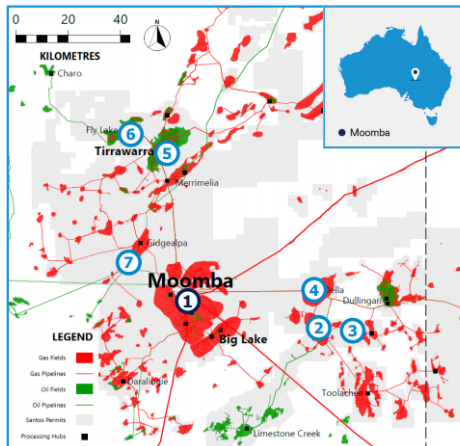
Gorgon CCS projectの概要

(出所) JOGMEC「低炭素社会へ移行する豪州における、二酸化炭素回収・貯留(CCS)と水素の役割」、Chevron社「fact sheet, gorgon carbon dioxide injection project」よりMURC作成

(4)国際的なCCUSプロジェクト事例

豪州：Moomba CCSプロジェクト

- 南オーストラリア州内陸のMoombaにある同社の天然ガス処理プラントで現在分離されている年間170万トンのCO₂を回収し、Cooper Basinの地層に永久貯留する。
- Moombaガス処理プラントからCO₂（年間約30万トン）を回収し、圧縮・脱水処理の後に、近隣のガス田に輸送して圧入する計画であり、長期的には年間3000万トン規模の商業CCSとして石油、ガスのほか、発電や鉄鋼、セメントや化学などの他の産業からの改修されたCO₂の貯留を行うことができるとされている。
- 2020年10月には、100万トンの貯留に成功しているが、削減コストは1トンあたり約30オーストラリアドルとして国際的にも低い価格帯とされている。

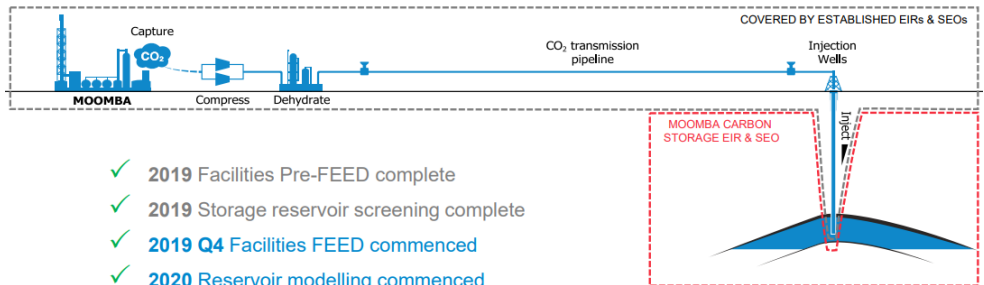


- ✓ Existing separated industrial CO₂ source – Moomba gas plant
- ✓ Long-term experience with gas injection
- ✓ Depleted reservoirs with proven rock seal
- ✓ Multiple injection targets close to CO₂ source

Current project: Store 1.7 Mtpa Moomba vented CO₂

Industry leading cost: <A\$30/tCO₂

Primary objective: Large-scale carbon capture and storage opportunity to reduce emissions



- ✓ 2019 Facilities Pre-FEED complete
- ✓ 2019 Storage reservoir screening complete
- ✓ 2019 Q4 Facilities FEED commenced
- ✓ 2020 Reservoir modelling commenced
- ✓ 2020 Regulatory approvals commenced
- YE2020 Target sanction-ready project

Moomba CCSプロジェクトの概要

-
- 3 諸外国事業者による対応状況と将来戦略
 - 3.1 エネルギー事業者のトランジション戦略
 - 3.2 CCS/CCUS関連の取り組み
 - 3.3 水素・メタネーション、Power to Grid関連の取り組み**
 - (1)PtGによるセクターカップリング**
 - (2)水素インフラ構築に向けた取り組み**
 - (3)メタネーション関連の取り組み事例**
 - 3.4 デジタル化関連の取り組み

(1)PtGによるセクターカップリング

ENTSO-E/ENTSO-G「A Sector Coupling Perspective」

- 2018年10月、ENTSO-G及びENTSO-Eは「A Sector Coupling Perspective」を発表した。エネルギー移行・大規模な低炭素化の実現のために、電力とガスネットワーク事業者が共同で、PtGによるSector Couplingの推進に取り組むこと示している。
 - これまでは、電力系統でのVRE系統統合はうまくいってきたが、これからは違う。PtG(PtLiquidやHeatも)は、エネルギーシステムの低炭素化を経済的に進めることができる可能性がある(特に、最終需要が電化できない部門)
 - PtG技術の産業化のためにはスケールアップがすぐにでも必要
 - ENTSOsは、PtGがネットワーク開発計画に及ぼす影響の分析を積極的に行っていく
 - PtGが商用ベースに乗るためには、GWクラスの設備が2030年代前半までに必要。すぐにでも大規模化方策を実施し、また、PtGによる系統運用支援の可能性について調査・分析を行うことが重要
- その一環として、TYNDP 2020からは、ENTSO-EとENTSO-Gが共同策定しており、電力とガスインフラの双方の観点から策定されている*2。

*1 特に「第三次EUエネルギーパッケージ」(2009年7月採択)では、TSOの連携を強化するための広域的連携組織としてENTSO-G(European Network of Transmission System Operators for Gas)及びENTSO-E(European Network of Transmission System Operators for Electricity)を設立することが規定された(第5条)

*2 方法論の策定にあたり、ENTSO-Eは、Artelys 社への委託により「Focus study on gas and electricity interlinkage」という委託調査を実施

(1)PtGによるセクターカップリング

欧州におけるPtGプロジェクトの状況

- 余剰再エネから水素を製造する「Power-to-Gas」の事例がドイツを中心に増加している。水素の利用先として都市ガスインフラを活用する事例が多い。

ガス管を活用した電力需給調整の事例(欧州)

#	地域	国	関連企業	水電解装置 規模	利用アプリケーション						電力需給ギャップ対応方針	
					水素		ガス導管へ混入				供給>需要	供給<需要
					モビリティ ^{*1}	産業ガス	混入形態 ^{*3}	家庭用	CHP ^{*5}	モビリティ ^{*2}	需要量↑	供給量↑
											P2G ^{*4}	CHP ^{*5}
①	マインツ	ドイツ	Mainzer Stadtwerke, Siemens, Linde Group, RheinMain University of Applied Sciences	6,000 kW	○	○	H2	○	○	—	○ (余剰再エネ)	○
②	ダンケルク	フランス	Dunkirk municipality, DK'BUS Marine, ENGIEなど	90 kW	—	—	H2	○	○	○	○ (余剰再エネ)	— *6
③	フランクフルト	ドイツ	Thüga Group, ITM Power, Fraunhofer ISE	320 kW	—	—	H2	○	○	○	○ (余剰再エネ)	— *6
④	イッペンビューレン	ドイツ	RWE, ITM Power	150 kW	—	—	H2	—	○	—	○ (余剰再エネ)	— *6
⑤	ファルケンハーゲン	ドイツ	Uniper, SWISSGAS, Uniper, Thyssenkrupp, Karlsruhe Institute of Technology, DVGW	2,000 kW	—	—	CH4	(—) ※混入後の利用先不明			○ (余剰再エネ)	—
⑥	ハンブルク	ドイツ	Uniper, HanseWerk, SolviCore, NOW, Hydronics, DLR, Fraunhofer ISE	1,500 kW	—	—	H2	(—) ※混入後の利用先不明			○ (余剰再エネ)	—
⑦	アレンドルフ	ドイツ	MicrobEnergy, Viessmann Group, CUBE Engineering, EnergieNetz Mitte, EAM EnergiePlus, IdE	300 kW	—	—	CH4	—	—	○	○ (余剰再エネ)	—

※CEDEC（欧州・地域エネルギー会社連盟）の、水素を活用した電力需給調整の実証事例を調査対象として抽出

*1 FCVやFCバスを想定 *2 天然ガス自動車に想定 *3 H2はガス導管への水素直接混合を示し、CH4は水素とCO2からメタン（CH4）を生成しガス導管で利用することを示す *4 Power to Gas：水電解装置によって系統電力を吸い上げることによる調整力 *5 CHP：Combined Heat and Powerの略で、熱電供給システムを指す *6 電力需給ギャップ対応としてのCHP利用は無し

(2)水素インフラ構築に向けた取り組み

欧州水素バックボーン構想①

- 2020年7月、欧州におけるガスインフラ関連企業11社^{*1}は共同執筆した報告書において、**欧州水素バックボーン構想(EHB: European Hydrogen Backbone)**を提示した。当該報告書では、2030～2040年における水素インフラ構築に向けて、今後10年間に着手すべき課題等について分析している。
 - 先述のEU水素戦略及びエネルギーシステム統合戦略、クリーン水素アライアンスなどの目標と整合
 - 欧州10カ国^{*2}に跨る広域的な水素パイプラインの位相図を描出
- 当該報告書では、供給安定性の確保を前提とした、天然ガスから水素へガスインフラの部分的移行について検討している。具体的には、漸減見込みである天然ガス輸送量を鑑みつつ、併せて水素の輸送可能容量について分析を実施している。
 - 水素専用インフラと並んで、メタン輸送グリッドは、増加するバイオメタン及び減少する天然ガス^{*3}を輸送するために稼働し続けることが期待
 - 提案された水素バックボーンの構成と容量は、主に既存のガスパイプラインに基づいてヨーロッパのガスグリッドが供給できるものに関するTSOによる「初期オファー」という位置づけ

*1 Enagás社, Energinet社, Fluxys Belgium社, Gasunie社, GRTgaz社, NET4GAS社, OGE社, ONTRAS社, Snam社, Swedegas社, Teréga社の11社。
またコンサル会社であるGuidehouse社がとりまとめを実施

*2 「European Hydrogen Backbone ～How a dedicated hydrogen infrastructure can be created～」

*3 ドイツ、フランス、イタリア、スペイン、オランダ、ベルギー、チェコ、デンマーク、スウェーデン、スイス

*4 ブルー水素のための天然ガスを含む

(2)水素インフラ構築に向けた取り組み

欧州水素バックボーン構想②

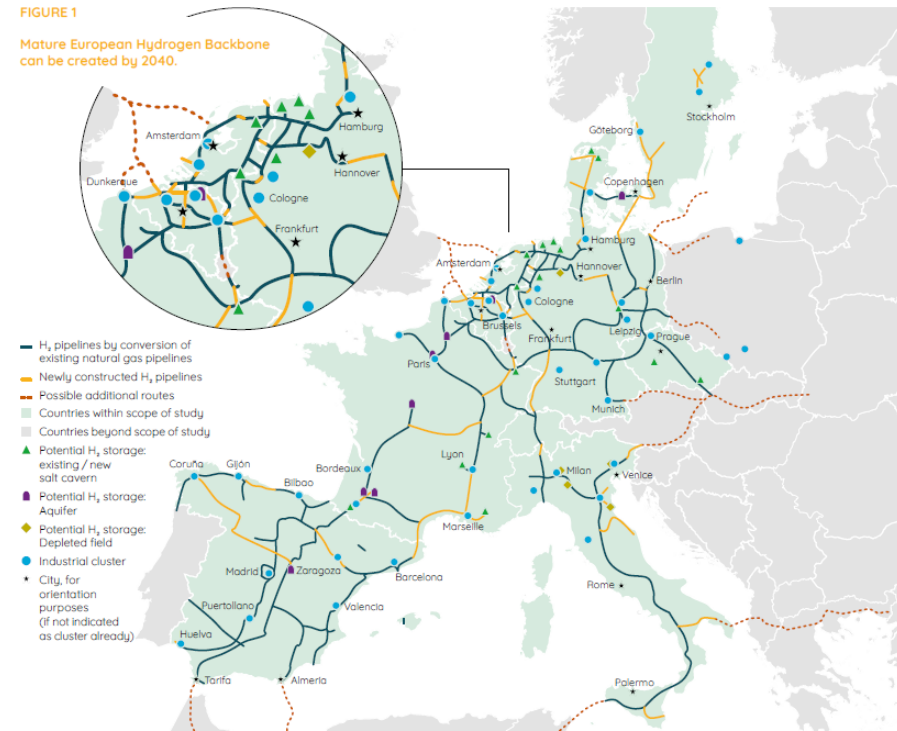
- 当該報告書では、2030～2040年にかけて欧州水素バックボーン構築に必要な費用は、水素市場の予測された規模に比べて非常に小さい可能性がある」と結論付けている。
- 欧州のガスインフラ会社は、水素の大規模化を促進するために水素輸送をリードし、投資する用意があるとしており、気候中立的なエネルギーシステムと欧州の水素市場を創出するためのソリューションの一部であるとしている。バックボーンは、すべての関心のあるマーケット・締結者が同じ条件下で利用可能。

(要旨)

- 2020年代半ば以降、ネットワークが徐々に形成され、2030年までにhydrogen valleysを結ぶ6,800kmの導管網が誕生。更に2040年までには全方向で拡張し、総延長は約23,000kmに達する(先述の10か国以外にも拡張)。
⇒水素専用導管網と(バイオ)メタン専用導管網という2つの輸送網が並列的に出現。
- ⇒水素バックボーンは、欧州域内における(洋上)風力及び太陽光で製造された水素を輸送するとともに、欧州域外からの水素輸入を実施
- 欧州ガスパイプラインは、様々なサイズで構成(直径20～48インチ超)。水素バックボーンはこの多様性を反映。
⇒36～48インチのパイプライン(長距離輸送用)は、約7気圧の13GWの輸送が可能(水素パイプラインは、最大容量以下で運転する方がより効率的魅力的であり、コンプレッサーへの投資と、その運転コスト(エネルギー消費を含む)の大幅な削減につながる)。
- このような専用のヨーロッパ水素バックボーン(2040年レイアウト)は、25%の新規パイプライン延伸で接続された変換された天然ガスパイプラインの75%を使用することに基づく、**推定総投資額270～640億ユーロが必要。EUエネルギー移行の全体的な文脈では比較的限定的**
- 運転コストも予想より低く、輸送される水素のエネルギー含有量の約2%が1,000kmの輸送距離を占める。したがって、欧州の水素バックボーンは供給の競争とセキュリティを提供するが、水素輸送のコストはエンドユーザーの水素コスト総額のわずかな部分を占めるにすぎない。
⇒平準化された費用は、1,000km²あたりの水素1kgあたり0.09～0.17ユーロと推定されており、欧州全域の余剰距離にわたって水素をコスト効率よく輸送することが可能である。

FIGURE 1

Mature European Hydrogen Backbone can be created by 2040.



European Hydrogen Backbone

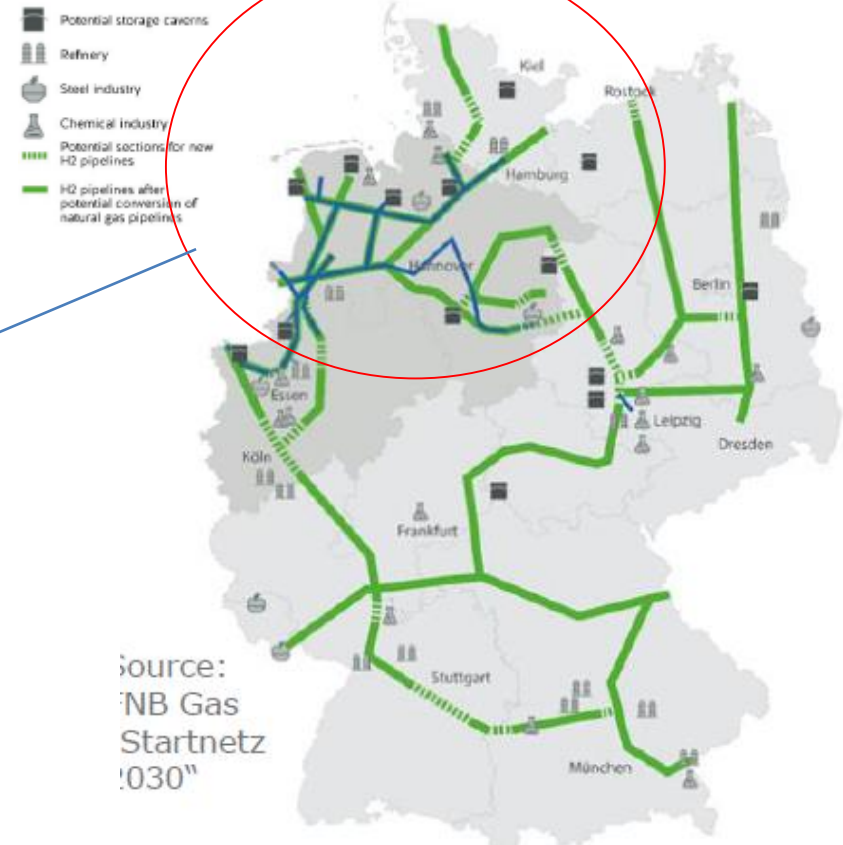
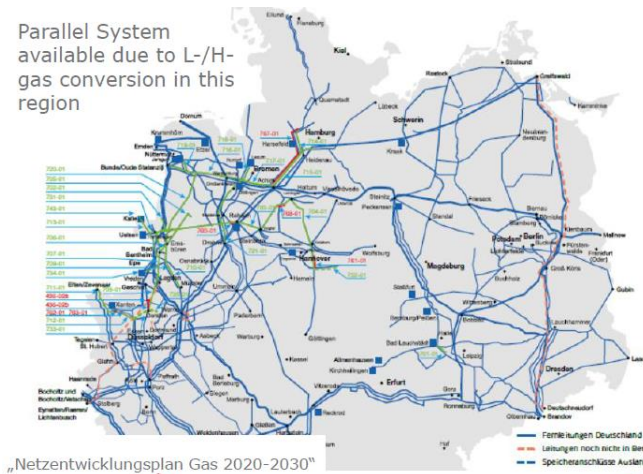
		Low	Medium	High
Pipeline cost	€ billion	17	23	28
Compression cost	€ billion	10	17	36
Total investment cost	€ billion	27	40	64
OPEX (excluding electricity)	€ billion/year	0.7	0.9	1.1
Electricity costs	€ billion/year	0.9	1.2	2.4
Total OPEX	€ billion/year	1.6	2.1	3.5

(2)水素インフラ構築に向けた取り組み ドイツFNBによる水素インフラ構築

- 2020年1月、ドイツTSOであるFNBは、“FNB Gas Visionäres Wasserstoffnetz”においてドイツ国内における広域的な水素ネットワーク網の構築構想を提示した。
⇒総延長5,900kmであり、そのうち90%は既存の天然ガス導管を活用
⇒再エネによる水素製造拠点、国外からの輸入ポイント、地下ガス貯蔵空洞、産業用需要家、主な大都市エリア等を接続
- 2030年6月には改定版である Netzentwicklungsplan Gas 2020-2030を発表しており、5,900kmのうち1,200km分についての詳細計画を追加発表している。

(要旨)

- 1,200 km (1,100kmのパイプライン変換、100kmの新設H2専用パイプライン)
- 需供ベースの市場パートナーによる調査・地域調査
- 2022年末までの最初のパイプラインの転換
- ノースライン・ウェストファリアの需要地
- オランダから水素輸入のための最初の相互接続ポイント
- コスト:2025年末までに2億9,000万ユーロ、2030年末までに6.6億ユーロ
- 現在、規制当局の承認待ち

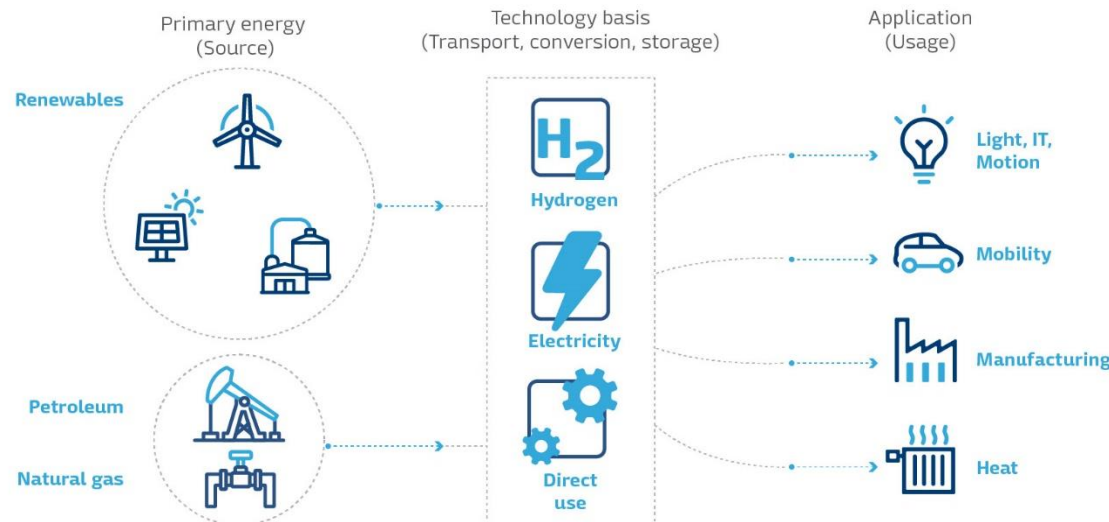


ドイツにおける水素供給ネットワーク(FNB Gas)
(出所)FNB「FNB Gas Visionäres Wasserstoffnetz」

(2)水素インフラ構築に向けた取り組み ドイツ国家水素インフラプロジェクト～GET H2

- **GET H2**は、ドイツにおける国家的な水素インフラ構築に向けたイニシアティブである。先述したドイツ政府によるCO2排出削減目標(1990年比80～95%削減)の達成に向けて、**Power to Gasをエネルギートランジションにおける重要技術と位置付けている**。
 - 主なコンセプトとして、①再エネ(太陽光・風力)由来電力の水素変換、②既存のガス導管網を活用した水素輸送^{*1}、③産業、運輸、エネルギー・暖房セクターにおけるCO2フリーエネルギー源としてのグリーン水素の活用、④直接利用されない水素の地下貯蔵^{*2}、⑤再エネ発電量低下時における水素の発電用利用、等を掲げている
 - GET H2は、再エネ発電量が多い地域と大規模水素製造拠点を接続し、国家規模の水素インフラを構築。当該インフラを通じて全セクターを連結。既設のガス導管網・貯蔵施設、電力網を最大限に活用
- CO2排出削減に向けた最も効率的な手段として、産業、運輸、その他セクターにおいて**グリーン水素を直接利用**することに注目している。

*1 先述の通り、FNBは、現行のガスインフラを活用による将来のドイツ国家的水素インフラに関する草案を策定しており、この草案を念頭に置いている



GET H2における将来のエネルギーシステム
(出所)GET H2 Webサイトより作成

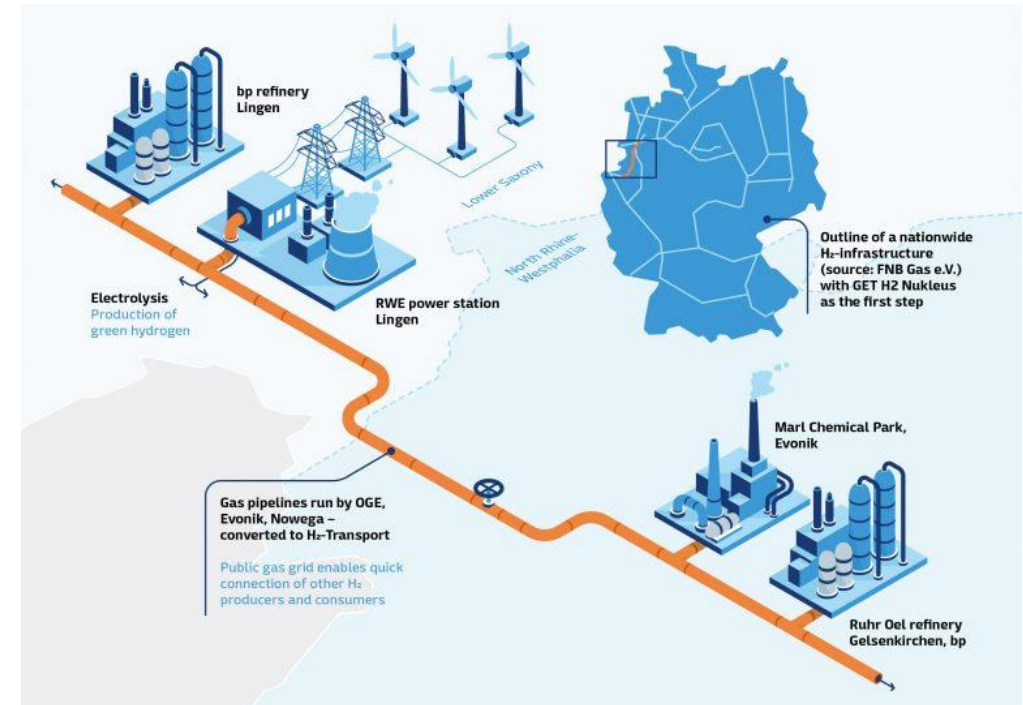
(2)水素インフラ構築に向けた取り組み ドイツ国家水素インフラプロジェクト～GET H2

- GET H2 Nukleusプロジェクト(参画企業: BP社、Evonik社、Nowega社、OGE社、RWE Generation社)は、Lower Saxony州とNRW州における産業用顧客とグリーン水素の製造を組み合わせたものであり、公的にアクセス可能な最初の水素インフラを共同構築するものである。
 - 130kmの水素ネットワーク(Lingen⇔ Gelsenkirchen)において、無差別アクセス及び透明性のある価格を実現
 - 産業スケールでの継続的なグリーン水素供給と、既存インフラによる輸送・貯蔵、産業側による継続的な受け入れにより、信頼性の高い持続可能なドイツの水素エコノミーの基礎を築いている。グリーン水素製造と需要家への供給は2023年開始予定
- 当該プロジェクトは、FNB Gasによって既に概説されたドイツ全土の水素インフラの最初の構成要素となる。次の段階として、既設の地下空洞貯蔵施設と他の水素製造施設及び消費者との接続がすでに検討されている。

GET H2 Nukleusプロジェクトの概要

- グリーン水素は、LingenとLower Saxonyの風力発電から製造。100MW超の電解プラントが、LingenのRWE発電所サイトに建設予定。
- ガスTSOであるNowega社とOGE社の既設ガスパイプラインを100%の水素輸送用に転換、
- Evonik社はまた、部分的に新しい建物を建設中
⇒このインフラはLingen, Marl and Gelsenkirchenの化学工場や精製所に対してカーボンニュートラル原料を輸送するために使用
⇒これら企業は、生産プロセスにおけるグリーン水素活用によりCO2排出量を大幅に削減。

GET H2 Nukleusプロジェクトの概要
(出所)GET H2 Webサイトより作成



(3)メタネーション関連の取り組み事例 実施状況

- 欧州では、Audi社が「e-gas project」として、再エネ由来水素と近隣のバイオガスプラントが排出するCO₂からメタンガスを製造し、Audiが市販する天然ガス自動車へと燃料供給する事業を欧州域内において展開している。
- またEUよりHorizon2020の助成を受けている「Store & Goプロジェクト」が、メタネーション実証試験を実施している。

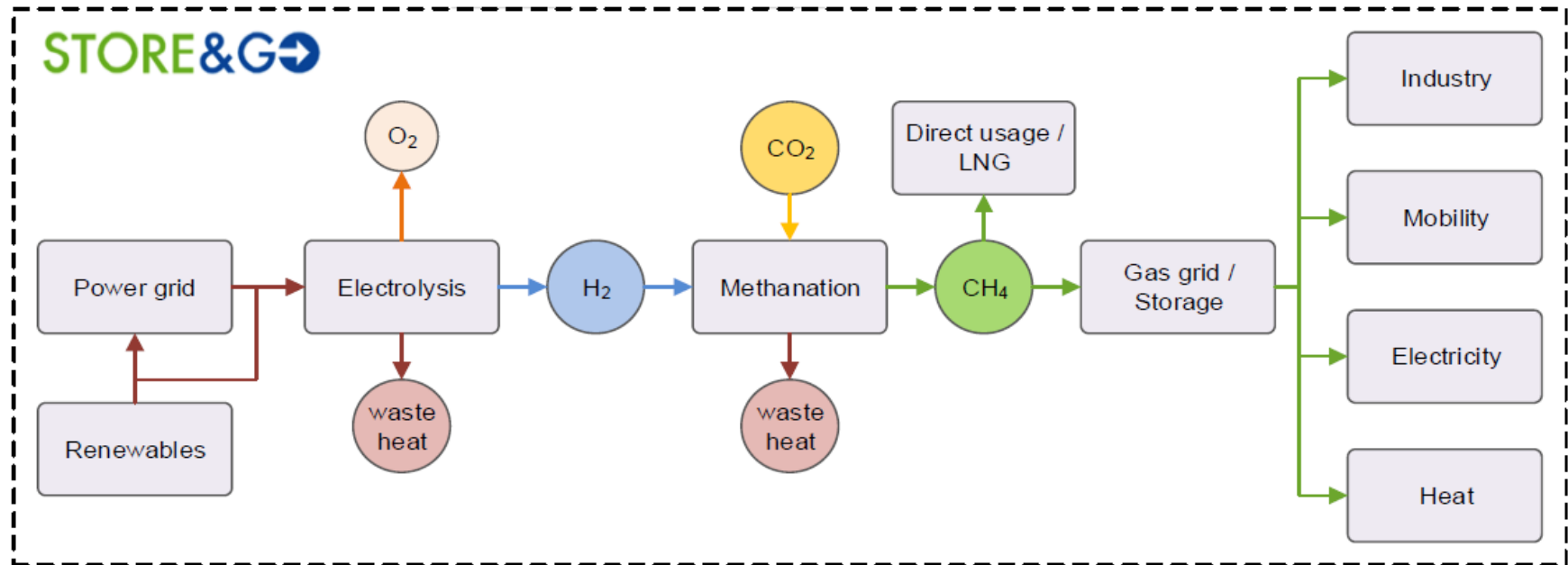
メタネーションプロジェクトの実施状況

Project/ Location	Company	Status	Power Input (kW)	CO ₂ - Source	SNG output (m ³ /h)	Further information
Chemical						
Audi e-gas Werlte (D)	Solarfuel (Today:Etogas)	Opened in 2013	6300	Biogas	300	
EXYTRON Rostock (D)	Exytron	2015	21	Flue gas of CHP	1	Micro energy system; closed carbon cycle
Biological						
Schwandorf (D)	MicrobEnergy/ Viessmann	2012	100	Biogas	5,3	In-situ methanation
BioPower2Gas Allendorf (D)	Viessmann	2015	1,000	Biogas	15 - 55	Ex-situ methanation
Bad Hersfeld (D)	IWES	2012	25	Biogas	4	In-situ methanation
Stuttgart (D)	ZSW	2012	250	tbd	12,5	
GICON Cottbus (D)	Gicon	2015	-	-	1	Trickle-bed
Avedøre (DK)	Electrochaea	2016	1,000	Biogas	50	

(3)メタネーション関連の取り組み事例

Uniper社とSTORE&GO社

- ドイツUniper社は、再エネ由来水素から製造したメタンを、地域ガス導管に注入する実証事業を実施している。2018年5月には、Falkenhagenにおいて、合成メタンを製造するメタネーションプラントが稼働しており、再エネ由来水素と近隣のバイオエタノールプラントからのCO₂を結合させるプロセスの試験を開始した。
 - 合成メタンは地域ガス導管に注入され、通常の都市ガスに混合されて使用。合成メタン製造能力は1,400m³/日。CO₂は近隣のバイオエタノールプラントから供給
 - メタネーションプラントにて利用される再エネ由来水素は、余剰風力・太陽光による電気分解にて製造されたものである。(Falkenhagenにおいては、2013年より、EU研究プログラムの助成を得たStore & Go社によって、再エネによる電解水素製造プロジェクトが実施)

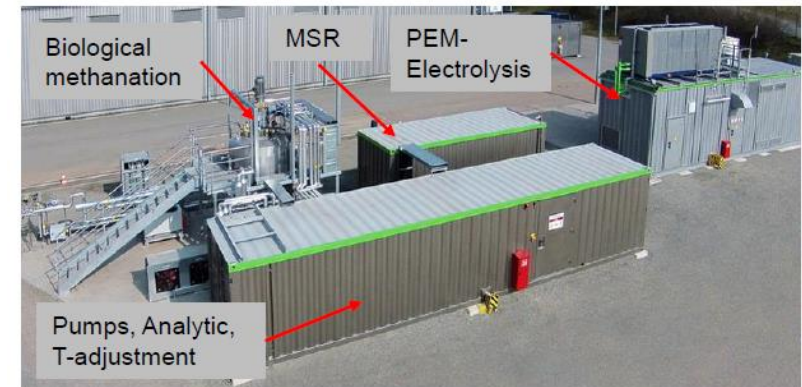
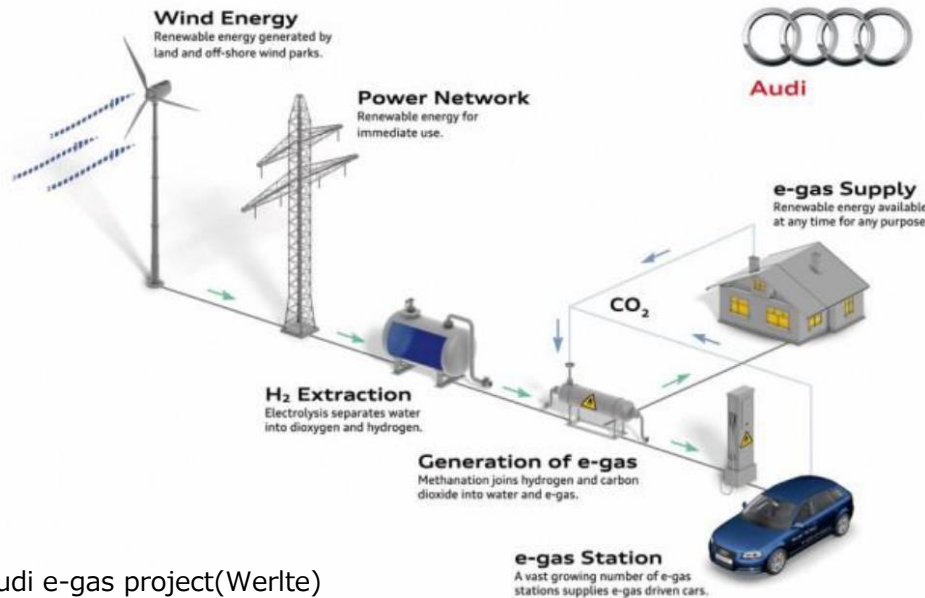


STORE&GO社のメタネーション実施プロセス

(3)メタネーション関連の取り組み事例

Audi社

- ドイツAudi社は、再エネ由来水素と近隣のバイオガスプラントからのCO₂を利用したメタネーションによるe-gasプロジェクトを展開している。合成メタンであるe-gasは、同社が市販する天然ガス自動車への燃料として提供されている。
 - 2016年には、ドイツAllendorfにおいて、Viessmannグループとの協力の下、メタネーション実証工場を開設。メタネーションは純粋に生物学的プロセスであり、高度に特殊化した微生物が、液体に溶けた水素とCO₂を細胞壁を通して吸収。これらの分子から新しい分子メタンが生成(注: 化学的プロセスとは異なり、CO₂を高濃度化または精製する必要なし)
 - 熱・工業・冷凍システムの世界的大手メーカーであるViessmann Groupとそのグループ会社であるMicroboEnergy GmbHは、ドイツ政府が支援するBioPower2Gasプロジェクトの下、2015年3月から段階的にパイロットプラントを立ち上げ
- Audi社は天然ガス自動車のラインナップを拡充しており、2016年末には、新型「Audi A4 Avant g-tron」の欧州での販売を開始した。顧客は、従来の天然ガス、バイオメタン、そしてe-gasと同様に、ガソリンを用いたg-tronモデルの両方を使用することができる。



BioPower2Gas(Allendorf)

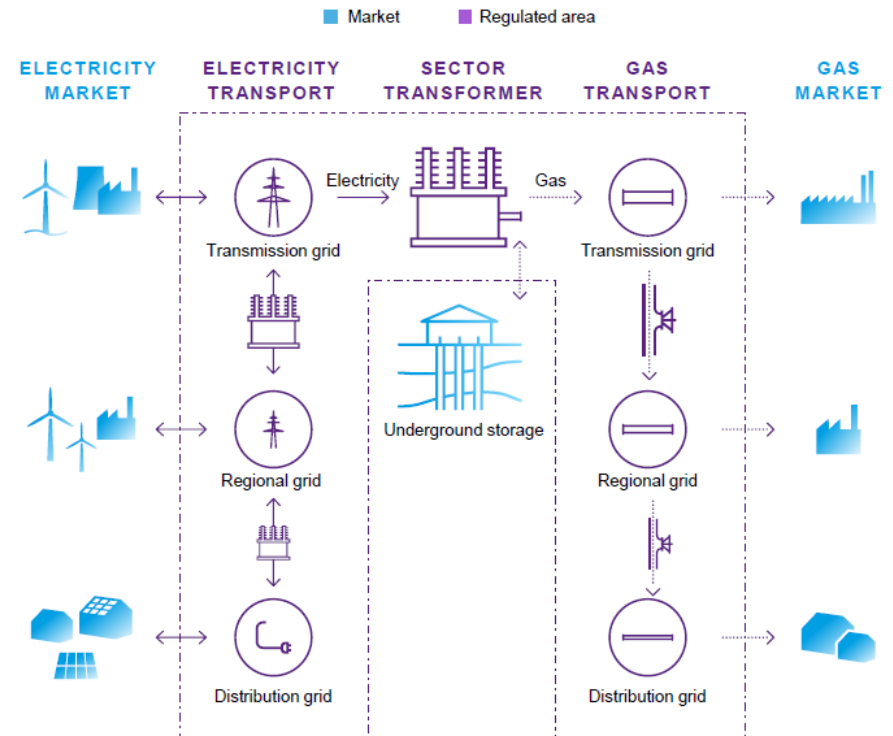
Audi e-gas project(Werlte)

Audi社のe-gasプロジェクトとプラント構成

(3)メタネーション関連の取り組み事例 Amprion社及びOGE社

- ドイツの電力TSOであるAmprion社とガスTSOであるOpen Grid Europe社は、ニーダーザクセン州で「hybridge」プロジェクトを開始した。
- 当該プロジェクトでは、再エネ由来の余剰電力を活用して、100 MW水電解により水素を製造し、天然ガス網に注入する予定である。
 - 既存の天然ガスパイプラインを水素パイプラインに転換。また水素の混合の検討
 - メタネーションを通じて製造した合成メタンを天然ガス網へ供給することも将来的に念頭に置いている

- Amprion社の変電所の近くに水電解槽(100MW)を設置し、同社の電力系統に接続する計画
- OGE社は、既存ガス導管網の一部を純水素の独占輸送用に転用
⇒新しい水素パイプラインの近くに位置する企業は、グリーン水素を利用可能
⇒将来的には、輸送セクターにおける水素ステーションへの供給も検討
- 再エネ供給を水素需要から一時的に切り離すため、ガス貯蔵設備の転換も進展
⇒ガス貯蔵施設において水素を受け入れ、水素網に供給
- ガス導管網への水素の追加も、選択肢として検討
⇒OGEネットワークの一部として、水素ネットワークは送電ネットワークと地域の天然ガスネットワークの両方に接続
⇒OGEは、現行規制に準拠するかたちで、天然ガスに限られた量の水素を混入
⇒これらのオプションが使い果たされると、**水素はCO2とともにメタン化され、天然ガスグリッドにも供給**
- 2023年以降、運転開始予定



Hybridgeにおけるセクターカップリングのイメージ
(出所)Hybridge Webサイトより

- 143

(3)メタネーション関連の取り組み事例

GRDF (再掲)

- Engieの子会社であるフランスGRDF社*1は、安全性の維持、再生可能ガス開発、スマートガスグリッド、ガスマビリティ及びガス熱供給をエネルギー転換における要素として挙げている。
- 2050年までにフランスのガス供給のうち73%が再生可能ガスとなるシナリオを立てている。

*1 Engieの子会社で、フランスにおける家庭・商業施設・工場等への天然ガスの配給を主要事業とする企業

再生可能ガス

○バイオメタン

- 家庭ごみ・農業残渣・下水汚泥等から嫌気性消化のプロセスによって**バイオメタンを生産し、ガス配送ネットワークに注入**
- 暖房や給湯だけでなく**バイオガス自動車(bio-NGV)**の燃料としても利用
- 2020年4月時点で118のバイオメタンプラントがGRDFのガスネットワークにガスを注入(目標：2030年までに1,400プラント)

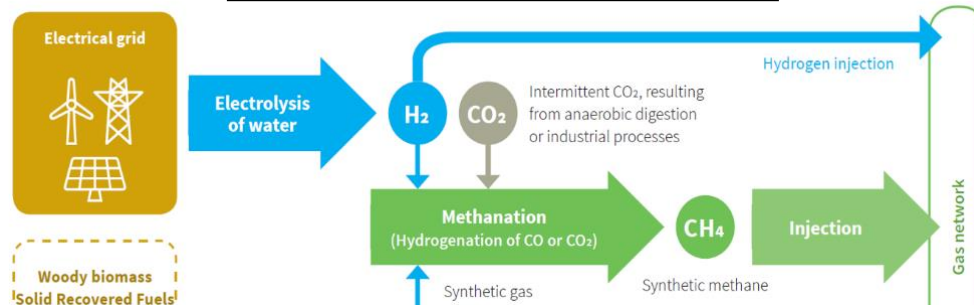
○パイロガス化

- 乾燥有機物(木質など)を高温度の状態にして合成ガスを生産

○Power-to-Gas

- 余剰の再生可能電力から水の電気分解により水素を生産
- 水素は天然ガスの**パイプラインに直接注入**、または嫌気性消化や工業部門で発生したCO及びCO₂を用いて**メタネーション**を行い、メタンをパイプラインに注入

メタネーションを伴うPower-to-Gasの概略



スマートガスグリッド

○スマートガスメーターの活用

- 2020年中期時点で600万基のメーターを導入済み

○主な要素

- **リモートサーベイランス**：
不具合の検知と最高品質のサービスの確保
- **リモートセンシング**：
メーター及びセンサーのデータの分析により、フロー再構築の改善、緊急時対応の改善、投資の最適化を達成
- **リモートコントロール**：
需給のバランスを最適化し、バイオメタン等の再生可能ガスの注入量を最大化

○関連実証事業

- **West Grid Synergy**：再生可能ガスの生産を地域レベルで最大化(逆潮流の導入、ガス配送事業者とのデータ送受信、ネットワークのリモート監視)
- **GRHYD**：新規の配送網に水素を注入する事業
- **Nice Smart Vallay**：ヒートポンプとのハイブリッド利用やスマート機器との接続のテストを行う事業
- その他：スマートメーターのデータによって、ガス利用量データの有効活用法を消費者に提供

(3)メタネーション関連の取り組み事例

GRTgaz(再掲)

- フランスGRTgaz(フランス)*1は、将来的なカーボンフリーのエネルギー供給を目指し、ガスネットワークにおいて再生可能ガスの供給を2030年までに10%とする目標に応じて取り組みを進めている。
- バイオメタンの活用、Power-to-Gasによるグリーン水素の製造、メタネーションの活用を進めている。

*1 Engieの子会社で、欧州における天然ガスの輸送や貯蔵(特に高圧導管)の管理を主要事業とする企業

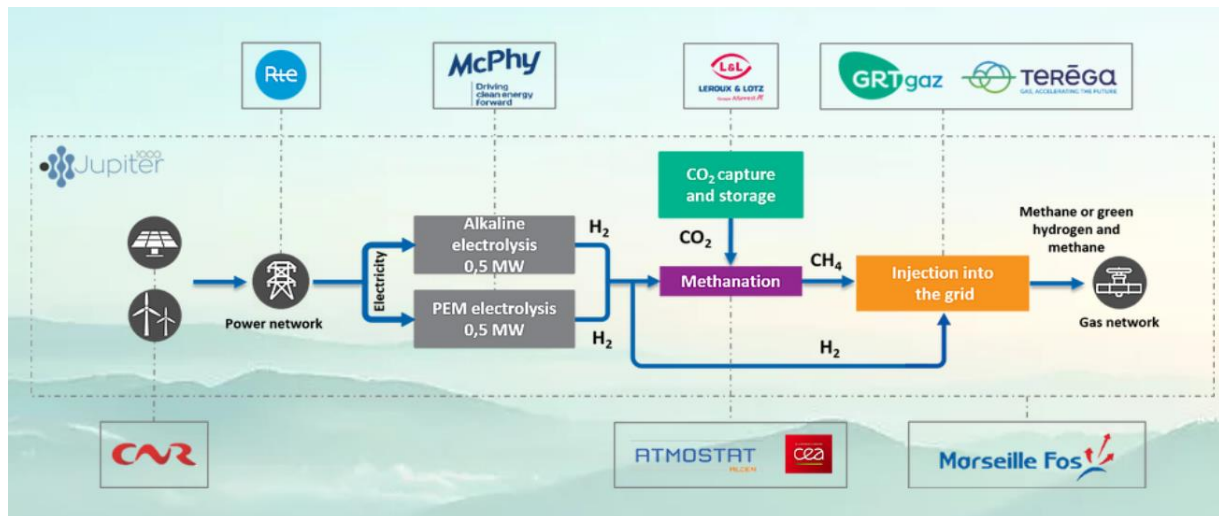
バイオメタン

- 農業・工業・畜産廃棄物、都市ごみ、埋立地ガス由来の有機物から天然ガスと同品質のバイオメタンを製造しガスグリッドに供給
- 副生成物であるダイジェステートを農業用肥料として活用
- 2015年には82GWh相当のバイオメタンをフランス国内に供給
- 2030年には年間12~30TWh相当のバイオメタンをグリッドに供給する見通し

Power-to-Gas

- 風力・太陽光発電の電力による電気分解での水素製造だけでなく、二酸化炭素と結合するメタネーションにより合成メタンを製造
- GRTgazのネットワークは部分的な水素混注や、100%合成メタンの供給にも対応
- 2050年までに15~20TWh相当の再生可能ガスをPower-to-Gasにより供給する見通し

メタネーションを伴うPower-to-Gasの実証事業「Jupiter 1000」



実証事業の概要

- ✓ 2018年に開始した、炭素回収とメタネーションを伴うPower-to-Gas実証事業
- ✓ アルカリ電解槽及び固体高分子膜電解槽でグリーン水素を製造し、近隣の工業地域から発生したCO₂を回収して合成メタンを製造
 - － 電解槽：1MW
 - － 水素供給：200m³/h
 - － メタン供給：25m³/h

3 諸外国事業者による対応状況と将来戦略

3.1 エネルギー事業者のトランジション戦略

3.2 CCS/CCUS関連の取り組み

3.3 水素・メタネーション、Power to Grid関連の取り組み

3.4 デジタル化関連の取り組み

(1)ガスTSOによるデジタル化関連の取り組み

(2)ガススマートメーターの活用

(3)分散型リソースの統合

(1)ガスTSOによるデジタル化関連の取り組み

ガスTSOによる先進事例①

- ENTSO-Gは、ガスTSO事業者による系統運用におけるデジタル化関連技術の導入状況について、以下の通り取りまとめている。

主体事業者	概要
Hybrid Cloud (SNAM社)	- SNAMとMicrosoftは、エネルギーネットワークの技術的・持続可能的発展のために、CloudとIoTに関する最初の共同プロジェクトを開始。 “Hybrid Cloud” インフラは、データ処理能力とIoTを活用して、効率的かつ柔軟な方法でネットワークを管理することを可能にする。 ⇒クラウドからサービスを提供することができるデジタルアーキテクチャが創出(ガス系統利用者にサービスを提供する商用アプリケーションを含む)
NewGasMet(Flow metering of renewable gases) (Enaga社)	- 再生可能ガス(バイオガス、バイオメタン、水素、合成ガス、天然ガスとの混合)に曝露した後の商用ガスメーターの精度と耐久性に関する知識を高めることを目的としたプロジェクト ⇒既存の計測器設計と流量校正標準の改善に寄与 2019年6月に開始され、3年間継続中。EMPIR(European Metrology Programme for Innovation and Research)が資金を提供
West Grid Synergy(GRTGAZ社)	フランス西部において、West Grid Synergy社は、ガス送配システムへのバイオメタン注入を最大化するスマートグリッドソリューションを設計・実証することを検討中 ⇒ローカルで生産されたバイオメタンを、配給網から輸送網への逆流を実施
SMARTY(CREOS社)	- CREOS社は、天然ガスネットワークに大規模な投資を実施 - SMARTYは各家庭のガス消費量を測定する新しいスマートガスメータ ⇒顧客側におけるガスメータを通じて、有線・無線を問わず、計量データは常にスマート電力メータに転送 ⇒既存の電力ネットワークを介して、Luxmetering社が管理する中央システム送付。最終的にはガス供給事業者に対して送付 - 当該プロセスは、電力線キャリアを介した通信として位置づけ

(1)ガスTSOによるデジタル化関連の取り組み

ガスTSOによる先進事例②

主体事業者	概要
Project GRAID (National Grid Gas社)	• National Gridのロボット検査装置GRAIDは、最大100bar(g)までの高圧ガスパイプラインの内部を点検し、重要資産に関する信頼性の高いコンディションデータを提供 ⇒無駄な掘削を省き、資産寿命を延ばすためのデータを提供することで、資産維持コストを削減可能 • National Gridは、関心のあるTSOと共同プロジェクトについても積極的
The Gas Barometer (SWEDEGAS AB)	• Gas Barometerは、ガス配給網で輸送・使用されるバイオガス量を計測するように設計 ⇒スウェーデン西部のネットワークでガス取引を行っている企業と協力して、バイオガスがどの程度輸送され、ネットワークで使用されているかを示す数値を四半期ごとに作成 • Gas Barometerは、ネットワーク内のバイオガス使用量の増加を監視
Asset Information Modeling(AIM) (National Grid Gas社)	• AIMと呼ばれるBuilding Information Modeling (BIM)事業の拡大により、ガス導管資産のインテリジェントモデルによる生産は、より早く、安価且つ正確になる • AIMは、当該資産の管理をサポートするために必要なすべての情報を提供 ⇒例えば、正確な場所、運用データ、実施作業に関する情報、既存の状態を記録
Customer Low Cost Connections (CLOCC) (National Grid Gas社)	• ガスシステムへの接続時間及び費用を最小限に抑えることを目的としたプロジェクト。顧客のアプリケーション体験の向上を目的とした、新しいウェブベースの顧客接続プラットフォームを開発 ⇒顧客、接続サイズ、ガスの種類に関係なく、使用可能な接続の“既製(off-the-shelf)”標準設計を開発 • CLOCCは、主に、現行契約下でNTSに接続することが極めて困難な、より小規模で非在来型のガス顧客に向けて働きかけ

(1)ガスTSOによるデジタル化関連の取り組み SMARTY(CREOS社)の事例

- EU指令において規定するスマートメーター導入目標を展開するにあたり、電力・ガスの配電・配給を管理する7事業者*1が、主要な任務を調整し、集中共有システムを運営するための組織としてLuxmeteringを設立した。
 - － すべての暗号化データを転送した後、ネットワーク事業者に再配信し、その後、エネルギー供給事業者に転送する責任を負う
 - － 水道や熱等の他媒体も受容可能なスマートメーター読み取りシステムも認められている

*1 Creos、Diddleng、Electris、Sudgaz、Sudstroum、Ville de Diekirch、Ettelbreck

プロジェクトの概要

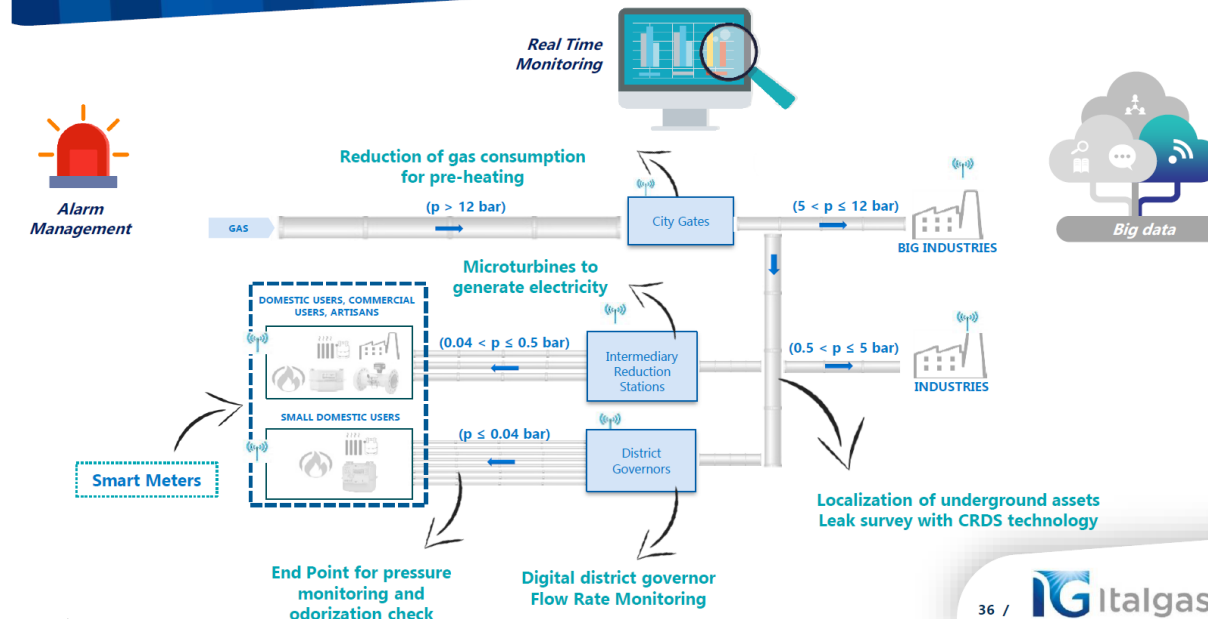
- スマートガスメーターは、各家庭のガス消費量を計測。
- 計量データは常にスマート電力メーターに転送。その後、既存の電力ネットワークを介して、Luxmeteringが管理する中央システムに転送され、最後にガス供給業者にも転送
 - ⇒電力線キャリアを介した通信
(電力線キャリアを介した通信)
- 電力システムの既存インフラを用いてエネルギー供給事業者に消費データを伝送。
 - ⇒各物件のスマートメーターが収集したメーター読取データは、まず、既設の電力網ケーブルに沿って、Concentrator(データ処理装置の一種)が設置されている最寄りの変圧所・配電所に送信
 - ⇒各Concentratorは、メーターのグループのデータを結合し、データを、光ファイバーまたは2G/4Gを介して、Luxmeteringによって運用される中央システムに送信し、最後に貴社のエネルギー供給者に送信
- (計量データの管理)
 - 消費データのセキュリティのため、当該データはLuxmeteringが管理する中央システムに送信される前に暗号化
 - ⇒使用するアルゴリズムは、セキュア通信に適用可能な最高の標準を満たします。
 - ⇒メーター読取はクレオスによって1日に何度も記録され、エネルギー供給業者に転送
 - ⇒データの使用は、明確に定義された目的のためにのみ許可されるため、プライバシーは保証

(2) ガススマートメーターの活用

Italgasによるスマートメーター設置状況

- イタリアの大手ガス事業会社のItalgasは、2025年にかけて、約4.2億ユーロの投資により、イタリアエネルギー・ネットワーク・環境規制庁(ARERA: The Italian Regulatory Authority for Energy, Networks and Environment)の目標を上回るペースでの導入を計画している。同社は、2018年迄に、供給対象の約60%にスマートメーターを設置している。
- 同社は、資産のデジタル化の一環として、ガススマートメーターの設置を進めており、将来的には以下の実現を目指している。
 - ネットワークの開閉バルブの遠隔管理
 - オドライザーの混合・減圧の遠隔管理
 - 破損や耐用年数満了ではなく、プラントの運転記録のパラメーターに基づく、予防保全アプローチの採用

Italgasにおける資産のデジタル化(イメージ図)



(出所)Italgas「Italgas Strategic Plan 2019-2025」

(2)ガススマートメーターの活用 イタリアHERAグループ

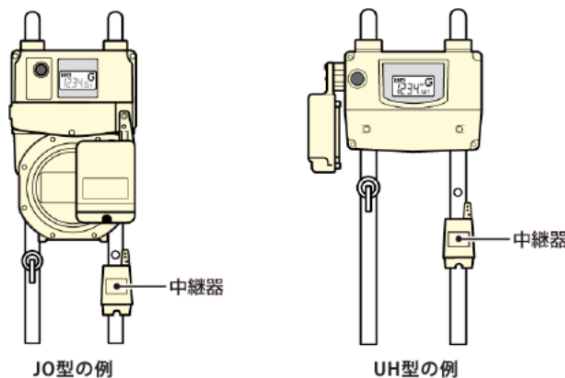
- イタリアにおいて、電力・ガスの配給及び小売事業、水道事業、廃棄物事業を展開する同国最大規模のユーティリティであるHERAグループは、「NexMeter」と呼ばれるガススマートメーターの導入を進めている。この取り組みは、「Utility 4.0」と呼ばれる同グループの社内デジタル化及びデータ分析事業の一環である。(同グループにおけるガス販売規模は、イタリア第3位)
- NexMeterは、安全性や環境性に関して以下の特徴を有する他、将来的にはバイオメタンなどのクリーンガスにも対応可能となっている。
 - 供給圧力とネットワーク圧力を絶えず確認し、閾値を外れた際には即座にコントロールセンターに報告
 - 顧客が気付かない小規模で継続的なガス漏れを含むガス漏れを検知
 - 異常発生時には供給遮断によりシステムの安全性を確保
 - 地震をリアルタイムで検知し、ガス供給を停止
 - 顧客にエネルギーの合理的な使用を促進し、メタン排出を低減
 - NexMeterの材料には、リサイクルプラスチックを使用
- 4,500万ユーロの投資により、地震のリスクが大きい地域を中心に、2024年迄に30万台のNexMeterの導入が計画されている。

(2)ガススマートメーターの活用

参考:国内の動向～ガススマートメーターの導入状況

- ガスの計量器として、計量機能及び保安機能を有するマイコンメーターが設置されている。マイコンメーターの一部の機種は通信機能を有しており、将来的には通信回線の使用により遠隔検針が可能となる見込みである。
 - 東京ガスにおいては、2019年3月から一部の導管エリアにおけるガスメーターの定期取替時に無線機付きマイコンメーターを順次設置
- ガススマートメーターの導入については、資源エネルギー庁における「スマートメーター仕様検討ワーキンググループ」や、「次世代スマートメーター制度検討会」において検討されている。
- 2020年12月、東京ガス、大阪ガス、東邦ガスの3社は、都市ガス事業におけるスマートメーターシステムの共同開発に合意した。通信機能を有するスマートメーターの導入により、以下の効率化やレジリエンス向上等が見込まれている。
 - 遠隔で都市ガスの検針・閉栓等を行うことによる現地作業の効率化
 - ガス漏れ発生時における遠隔でのガス遮断(閉栓)
 - 災害時における遠隔での保安措置(閉栓)・復旧操作(開栓)
- 同3社は、2020年代前半からのガススマートメーター導入に向けてメーターの開発及び通信規格の共通化の取り組みを継続し、共同開発による開発コストの更なる低減を目指している。

無線機付きマイコンメーター



JO型の例

UH型の例

(出所)東京ガスウェブサイト<https://home.tokyo-gas.co.jp/gas/userguide/anzen/meter/meter_wireless.html>

(出所)東京ガスプレスリリース(2020/12/2)「スマートメーターシステムの共同開発について」

マイコンメーターとスマートメーターの比較



(出所)資源エネルギー庁第2回スマートメーター仕様検討ワーキンググループ「都市ガススマートメーターシステム普及・拡大に向けて」(日本ガス協会提出資料)

(2)ガススマートメーターの活用

参考:国内の動向～共同検針の検討状況

- ガスの検針に関しては、電力や水道との共同検針によるシステムコスト低減や需要家サービス向上に向けた検討が、資源エネルギー庁における「次世代スマートメーター制度検討会」等において行われている。
 - 具体的な統一仕様や運用ルール等に関しては、一般送配電事業者、ガス事業者、メーカー、学術有識者らにより構成される「共同検針インターフェース検討会議」において、議論されている。
 - 共同検針インターフェース検討会議においては、ガス事業者、水道事業者のニーズ調査や、「IoTルートを運用ガイドライン(仮称)」の制定の検討等が進められている。
- 2020年12月、静岡市上下水道局、静岡ガス、中部電力の三者は、中部電力が提供する電力スマートメーターの通信網を活用した水道・都市ガスの自動検針に関する実証試験を開始した。実証試験においては、集合住宅(16戸)において、水道・都市ガスにおける自動検針の有用性が検証される他、自動検針により取得した水道・都市ガスの使用量データに電気の使用量データを加えて、新たな付加価値サービスの検討が進められる。

(3)分散化リソースの統合 VPP関連技術～ABB社

- VPPは、再エネ発電と需要における調整の役割を果たすとともに、DRに対する消費者行動の喚起にも寄与する。具体的には、太陽光・風力に加え、CHPユニットや蓄電など多様な分散型リソースを統合する。
 - ABB Ability Energy Management for Site-for Site-for Virtual Power Plants(OPTIMAX)は、分散型エネルギー生成、柔軟な負荷、蓄電システムを集約・統合
 - 具体的事例として、スイスでは、Centralschweizerische Kraftwerke AG (CKW)が、Lucerneで大規模なVPPを実施。110の資産からなる分散型の多様なネットワークを統合し、合計容量は140MW程度。更にABB MicroSCADAを用いて、CKWは資産とそれらの物理的相互依存性をモデル化
 - スウェーデンのヴェステロース市では、水力発電、地域の電力系統、上下水道など、電力以外のインフラも含めた統合管理システムを構築

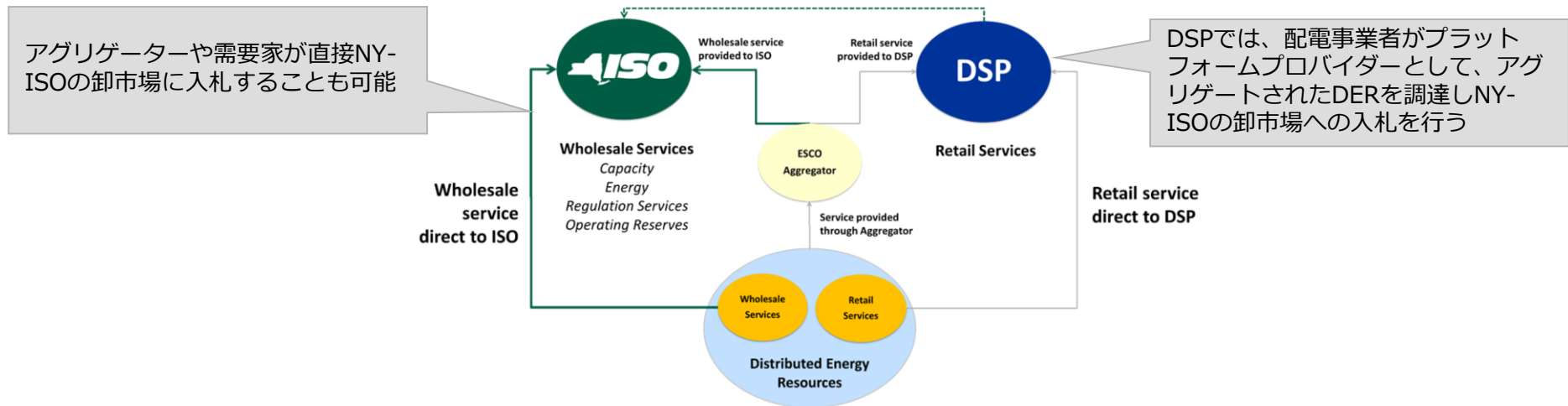
(3)分散化リソースの統合

VPP関連技術～Next Kraftwerke

- ドイツでは、VPPがビジネスとして商用化され定着している。独立系VPP運営者であるNext Kraftwerke社は、IPPの発電設備や再エネ発電設備、中小シュタットベルケの有する発電設備等の様々なポートフォリオをアグリゲートしVPPとして運用している。
- Next Kraftwerkeは、同社と契約を結ぶ発電設備所有者の電源を集約し、アグリゲーターとして需給調整市場などに参加している。またTSOと調整容量(kW及びΔkW)を提供する契約を結んでいる。
⇒同社では4秒毎に発電設備からの出力情報を集約し、最適運用を目指している。
⇒同社が運用する総発電容量は約5GWであり、発電設備数は約7,000である。(発電設備容量の下限は100kW)
⇒100kW以上のバイオガス発電、天然ガスコジェネ等を中心に約6,000MWの設備をアグリゲート・オンライン制御し、前日/当日市場と需給調整市場へ商品提供。

(3)分散化リソースの統合 NY-ISO電力市場へのDER統合

- 2014年4月に発表された「**エネルギー改革ビジョン(REV: Reforming the Energy Vision)**」では、DER普及拡大による分散型システム(Distributed System)構築が掲げられている。NY PSCとNY-ISOが主体となり制度設計を進めているが、その中核としてDER取引市場である**DSP(Distributed System Platform)**の整備が実施されている。
- 2017年1月、NY-ISOは「Distributed Energy Resources Roadmap for New York's Wholesale Electricity Markets」を発表し、NY-ISO電力市場(エネルギー市場、容量市場、調整力市場等)へのDER統合に向けたロードマップを示した。



NYISO卸電力市場へのDER統合

(出所)NY-ISO 「Distributed Energy Resources Roadmap for New York's Wholesale Electricity Markets」

(出所) NY州政府 Webサイト<<https://rev.ny.gov/>>、NY-ISO Webサイト

<https://www.nyiso.com/documents/20142/1391862/Distributed_Energy_Resources_Roadmap.pdf/ec0b3b64-4de2-73e0-ffef-49a4b8b1b3ca>

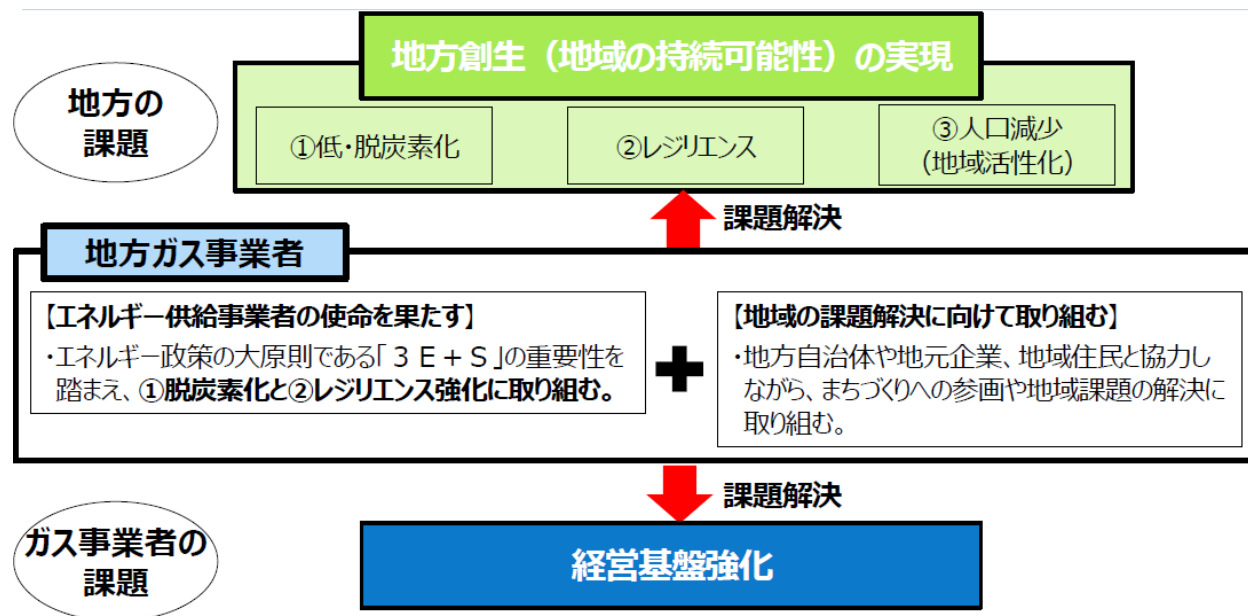
4 我が国ガス事業者の動向

-
- 4 我が国ガス事業者の動向
 - 4.1 ガス事業者の問題意識**
 - (1)ガス事業者の現状と将来課題**
 - (2)ガス事業者に対するアンケート調査**
 - 4.2 地方自治体における先進的取り組み事例

(1)ガス事業者の現状と将来課題

ガス事業者の規模、認識される課題等

- 都市ガス事業者(一般ガス導管事業者：193者)には大小様々な規模の事業者が存在している。大手事業者及び準大手事業者は、大都市をはじめとした広範囲で事業を営んでいる一方で、**地方ガス事業者は市町村単位で、より地域に密着した事業を展開**している。
 - － 従業員数が100人以下の事業者が全体の8割程度。更に従業員数が30人以下の事業者は全体の4割程度
 - － 地方ガス事業者の約8割は、3つ以内の自治体に供給
- 地方ガス事業者は、本格的な「脱炭素社会」と「人口減少社会」を同時に迎える中、3E+Sの重要性を踏まえつつ、「**脱炭素化**」、「**レジリエンス強化**」に加え、**地域の課題解決を通じて地域活性化に取り組むことが求められている**。
 - － このような取り組みを通じて「地域の持続可能性」と「経営基盤強化」の達成が可能
 - － 更に地方自治体の脱炭素化宣言など、従来の課題に加え、昨今の情勢も踏まえた課題解決が急務



地方ガス事業者が向き合うべき課題～地域の持続可能性と経営基盤の両立～

(1)ガス事業者の現状と将来課題 期待される役割

- ①低・脱炭素化、②レジリエンス強化、③人口減少(地域活性化)といった課題は、全てのガス事業者に共通する課題であるが、特に地方ガス事業者では顕著な課題となっている。一方で、人口減少や高齢化の進捗等、状況に違いがあることに加え、地域によって直面する優先課題も様々である。
- 各地方ガス事業者は、置かれた環境を踏まえながら主体的に対応していくことが求められる一方、ガス業界としては共通課題の解決に向けた取り組みを推進しつつ、各地方ガス事業者の対応を支援していくことが求められている。

地方ガス事業者に期待される役割

	課題	各地方ガス事業者の取り組み（例）	業界大の取り組み・サポート(例)
地方創生	①低・脱炭素化	● 燃料転換、高効率機器の導入 ● バイオマスの導管注入、混焼 ● 地域新電力の推進	● 大手事業者を中心に水素・メタネーション・CCUS等の革新的技術開発の推進 ● 業界内への新技術の展開
	②レジリエンス強化	● 分散型エネルギーシステムの導入拡大 ● エネルギーの面的利用の導入 ● 分散型エネルギーシステムに関する基礎知識の取得、エンジニアリング力の向上 ● 安定供給に向けた技能習熟・伝承	● エネルギーの面的利用の更なる普及拡大 ● スマートメーターの導入・拡大 ● 講習会の開催（分散エネ、コージェネ協議会等） ● 社会認知度の強化（PRパンフレット作成）
	③人口減少(地域活性化)	● 地域優先課題の解決に向けた取り組み強化 ● 地方自治体・関係ステークホルダーの巻き込み ● まちづくり等への積極参画	● 事業者の事例の水平展開・共有（地域活性化フォーラム）

(2)ガス事業者に対するアンケート調査 調査概要

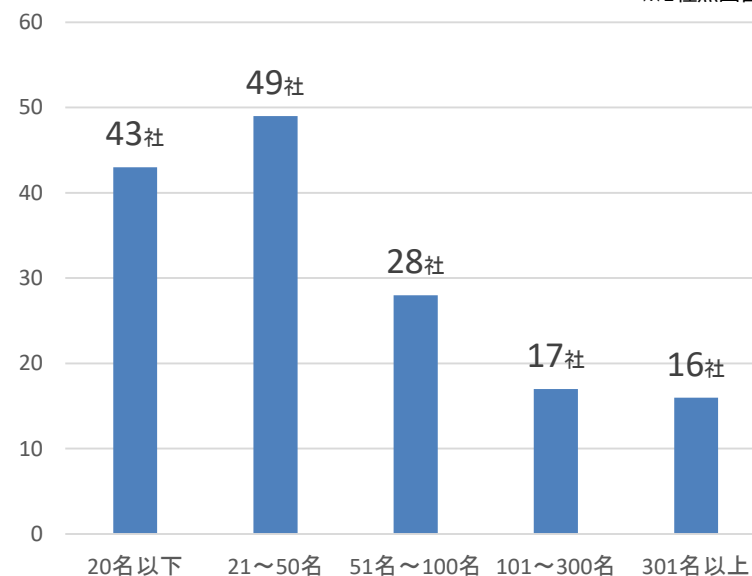
- ガス事業者をとりまく環境変化や将来予測等を踏まえた上で、当該事業者の課題認識や将来的なニーズに関して把握することを目的として、アンケート調査を実施した。
 - － 実施方法: Webアンケート((一社)日本ガス協会を通じて実施)
 - － 対象事業者: 197事業者 (私営:177事業者、公営:20事業者)
 - － 回答数: 154社 (回答率78%)

アンケート設問(概要)

1. 人口減少・少子高齢化に対する事業環境の変化に関して
2. 都市ガス事業以外の事業の多角化に関して
3. 都市ガス事業における、デジタル化による業務効率化に関して
4. 分散型エネルギーシステム(ガスコージェネレーションシステム、スマートエネルギーネットワーク)に関して
5. 事業者間の連携(ガス事業者間の連携・他業種事業者との連携)に関して
 - 5－1. 他の都市ガス事業者との連携に関して
 - 5－2. 他業種の事業差との連携に関して
6. 地域貢献に関して

従業員規模別の回答企業数

(N=153社)
※1社無回答



(2)ガス事業者に対するアンケート調査 アンケート結果のポイント

- 多くの都市ガス事業者は人口減少・少子高齢化は脅威だと捉えている。
- このため、自社でLP事業、電気事業(小売)、リフォーム事業といった事業の多角化を行っている都市ガス事業者が多い。事業の多角化に当たっては、人材の確保・育成、社内体制の整備、新事業経営の知識・ノウハウが課題だと感じている。
- デジタル技術を営業ツールと考えている都市ガス事業者は多いが、デジタル技術を業務効率化に活用している都市ガス事業者は比較的少ない。また、デジタル技術活用の課題は、人材不足、導入費用と認識されている。
- 多くの都市ガス事業者は同業種・異業種との連携は進んでいない。
- 一方、自治体とまちおこしイベント等で連携している。また現在のところ、SDGsに積極的に取り組んでいる都市ガス事業者は少ない。

(2)ガス事業者に対するアンケート調査 今後の方向性に関する示唆

- 都市ガス事業だけでなくLP事業や電力事業(小売)などにも取り組んでおり、需要家の求めるエネルギーやサービスを提供する事業者としての素地はあると考えられる。
- 他方、これらを拡大するための課題は、人材確保、体制整備、知識・ノウハウ等と認識されているが、デジタル技術の活用、同業種・他業種との連携は十分ではない可能性がある。
⇒今後、更なる連携に関して検討が必要
- 地域のSDGsへの取組は低い割合にとどまっているところ、地域社会の課題解決に貢献する観点から取組が必要である。

参考: 資源エネルギー庁「2050年に向けたガス事業の在り方研究会(第5回)」における議論概要(地方ガス事業者の役割関係)

(地方ガス事業者の強み)

- ガス事業者から地域サービスの事業者へのシフトがポイント。特に地域で長年培った信頼は何ものにも代えがたい強みだと思うので、自治体や地域の異業種企業との連携により地域課題を解決していくことが地域の創生だと思う。
- ガス事業者は大手、地方かかわらずデマンドサイドに強い。今求められているのはデマンドサイドをどうデジタル化し、VPPもやり、あるいは配電事業にも手が出せるような形に地方ガス事業者が関わり、熱電併給をしっかりと進めていくということ。
- キーワードはまちづくり。コミュニティの再生が非常に重要になってくる。つまり、欧州のように住民参加型で合意形成を図っていく、住む人が積極的に関与するまちづくりをやっていく。このコンセプトを日本でやるのは難しいかもしれないが、地方の都市ガス会社の地域密着型という強みを生かすことができるのではないかな。

(今後の取組への示唆)

- デジタル化の促進で、ガス事業の合理化や効率化、エネルギーだけでなく地域の需要家のニーズに合致したサービスへの展開ということが非常に大事になってくる。こういった取組は、トータルエネルギーの面的利用、異分野データ連携によるスマートシティの構築ともしっかり整合するし、地域密着型で国と地域のギャップを埋める、補完するということにも資する。
- 少子高齢化で需要が減少する中で地方のインフラ整備は非常に困難ということになるが、レジリエンスのためにはガス会社は重要で、そのためにはインフラ維持が必要。そのためには需要の確保・創出も必要であり、地方の産業振興や融資が必要になる。都市計画やまちづくりといったものと一体となってガスインフラを考えていくことが重要になると思う。
- デジタル技術の活用及びエネルギー企業間もしくは他業種企業間の連携というのが大きな鍵。一方、企業文化やシステム統合に相応の資源、時間、人、技術、資金が必要になる点が大きなハードル。人口減少問題に対処していくという共通課題を抱えている地方自治体、地元企業及び規制当局、ガス協会などを巻き込んだり、都市ガス会社が参画する新会社、もしくはデジタル技術や連携事業のプラットフォームにうまく乗れるようなシステムが一つのオプションになる。
- 立ち上がり支援について、まさにこうした入口のきっかけをどう作っていくのかが大事。そういう意味で行政側で何をしていくべきなのか。地銀を中心にまちを動かす事業者と連携しながら、事業化に向けた動きというのも考え方としてはある。官民で連携しながら、誰がということではなく各事業主体がそれぞれの役割を果たしながら総合的にキックオフのところをサポートしていくというような体制が必要。

-
- 4 我が国ガス事業者の動向
 - 4.1 ガス事業者の問題意識
 - 4.2 地方自治体における先進的取り組み事例**
 - (1)地方自治体インタビューの概要**
 - (2)地方自治体を取り巻く現状や課題**
 - (3)ガス事業者との関係性**
 - (4)脱炭素社会に対する捉え方**
 - (5)先進的事例の概要**

(1)地方自治体インタビューの概要

対象自治体

- ガス事業者に対するアンケート結果を踏まえた上で、地方自治体を取りまく環境変化や今後想定される課題等を把握するために、ガス事業者との連携やエネルギー・温暖化関連対策への取り組み(水素を含む)等に関して先進的取り組みを実施している地方自治体に対してインタビュー調査を実施した。

開催概要

対象自治体	対応部局	実施時期	実施方法	主な質問項目
唐津市(佐賀県)	市政戦略課	2021年2月	電話インタビュー	● 地方自治体を取り巻く現状や課題 ✓ エネルギー・環境政策関連 ✓ エネルギー・環境以外の課題 ● 都市ガス事業者との関係性 ✓ これまでの連携事例 ✓ 将来的に期待する役割 ● 脱炭素社会に対する捉え方 ✓ カーボンニュートラルに対する中長期的な方向性 ✓ 水素社会構築に向けた主な取り組み
島田市(静岡県)	資産活用課、地域生活部環境課	2021年2月	オンラインインタビュー	
小田原市(神奈川県)	エネルギー政策推進課	2021年2月	オンラインインタビュー	
周南市(山口県)	商工振興課新産業推進室	2021年2月	オンラインインタビュー	
浪江町(福島県)	産業振興課	2021年2月	オンラインインタビュー	
富士市(静岡県)	環境総務課	2021年2月	オンラインインタビュー	
新潟市(新潟県)	環境政策課地球温暖化対策室	2021年3月	書面インタビュー	
富山県(富山県)	商工労働部	2021年3月	オンラインインタビュー	
北九州市(福岡県)	環境局温暖化対策課	2021年3月	オンラインインタビュー	

(2)地方自治体を取り巻く現状や課題

エネルギー・環境関連の課題

- 再エネ普及・拡大に関しては、どの地方自治体も非常に積極的あり、産業振興の観点からも更に取り組みが加速している。
- 低炭素化・脱炭素化と視点に加え、**レジリエンスや安定供給の枠組のなかで再エネを捉える動きもある。**

主なご意見

再エネ普及・拡大に向けた取り組み

- 再エネ導入によって、低炭素社会づくりを進めるとともに新たな産業を呼び込むことで地域経済の活性化を図りたい。また再エネ導入を通じて高度に統合されたエネルギー自立型社会を実現したい。
- 数年前から再生可能エネルギー政策を強力に推進している。国がカーボンニュートラル宣言を行ったことで、市は関連政策を加速化させる状況にある。リソースを有効に使うための基盤整備に関する取組を継続的にやっていることが、強みでもある。
- 活用できる再生可能エネルギーの種類が多くないので、長期的な脱炭素化を目指すにはやや不利である。域外から再生可能エネルギーを調達することも考える必要がある。
- 再エネ関連産業の育成という観点も踏まえた「再生可能エネルギービジョン」の見直しを来年度に実施しようとしているところである。

エネルギーに係る防災・レジリエンス関連施策

- 防災の観点から非常時においても電力供給ができるエリアを整備したいと考えた。そこで浄水センターを中心とするエリアをモデル地域(スマートレジリエンス拠点)として整備を進めることになった。
- スマートレジリエンス拠点構築事業などのモデル事業を活用しながら、再生可能エネルギーのモデル地域として周知し、新規事業者とのネットワークを拡げていきたい。そういう中で新しい技術を検証しながら、O&M企業をはじめとする地域事業者の創出と人材の育成を図りたい。そしてこれらの取組を通じて地域経済の活性化につなげたい。
- 地域マイクログリッド事業では、非常時に特定のエリアを切り離して、再生可能エネルギー、調整力インフラや蓄電池等も含めて活用することによる自主的な運用を目指している。当該事業での取組を軸に、地域事業者との連携を拡げていきたい。
- 防災やレジリエンス部分で都市ガス事業者のノウハウを生かしていければと考えている。

地産地消、マイクログリッド、コンパクトシティ、配電事業者制度など

- 自営線の設置には経済性を含む多くの課題がある。配電事業ライセンス制度が実現すれば、自営線を設置せずに既存の配電網を借りることができる。
- 資源エネルギー庁の支援を受けて昨年から地域マイクログリッドの構築に関する取組も始めた。脱炭素化を単発的な取組というより面的に展開できるようなものを数年かけて構築したい。その際、様々な事業者と連携しながら取り組んでいきたい。
- 脱炭素化に向けて社会的な変革を図る必要がある。そこでデジタル技術も活用しながら再生エネルギーの利用を促進するとともに資金循環を生み出すような仕組みを検討したい。電力の市場システムが変わってくるので、最適なリソース活用に着目して検討を進めている。

(2)地方自治体を取り巻く現状や課題 エネルギー・環境関連以外の課題

- 地方自治体を取り巻く現状や課題のうち、「**少子高齢化や人口減少の進行**」、「**賑わいの減少**」や「**雇用の確保**」等について、特に深刻な課題として認識している。

主なご意見

少子高齢化や人口減少の進行

- 近年の人口減少や少子高齢化の進行に伴い、直近の市の人口は減少傾向にある。また、昔に比べて賑わいが減少している。
- 高齢化率は約3割。また、年間の出生数が1,000人を下回る状況にあり、少子化が進んでいる。
- 人口減少に伴う経済への影響もあるが、持続可能な地域づくりを進める際に少子高齢化は根本的な課題だと認識している。
- 人口減少を最大の課題として位置付けている。
- 少子高齢化が進行する中、市内に大学がなくなったこともあり、18歳で市外へ転出することが多い。
- 国と同様、人口減少と少子高齢化の急速な進行が予測される。特に若年層の東京圏への人口流出が顕著である。
- 多くの地方自治体と同様に少子高齢化が進んでおり、若い世代、特に女性の流出が多く、問題となっている。

地方創生やSDGsに対する考え方

- 事業計画を策定する際にSDGsのゴールを意識しながら事業を効果的に実施できるように心がけている。
- SDGs未来都市に選定されることを目指しており、現在は応募に向けた準備を行っている。
- 企業と自治体との連携にニーズも重要性も高まっていると認識している。引き続きSDGsに取り組みつつ、企業との連携に力点を置いて取り組むことが重要と考える。
- SDGの認知度は、正直、今のところ高くない。

賑わいの減少

- 人口の減少は賑わいや商工業のにぎわいにもネガティブな影響を与えており、1つのきっかけで負のスパイラルに陥っていると言える。商店街が衰退し、郊外店が地域の生活を支えている状況にある。コロナの影響もあって飲食店などが閉店するケースも増えており、市街地が賑わいを失いつつある。
- 人口減少による日常生活を支えるサービス機能の低下や地域経済への影響への対応が必要である。
- 少子高齢化に伴い、商店街の跡継ぎ問題等が発生しており、街の賑わいが減っている。

雇用の確保、災害復興等

- 多様な仕事を創出するという点で、市は新事業・新産業・新エネルギーの創出として水素利活用に取り組んでいる。
- まだまだ復興を図る段階であったため、新たなチャレンジよりもこれまでの生業を再生させることに重きを置いている。
- 製造業が厳しい環境にあるので、新たな産業を創出することで若い世代の働く場を確保する必要がある。
- 取り巻く課題として、東日本大震災からの復興途中ということがまず挙げられる。

(3)ガス事業者との関係性

これまでの連携事例①

- 地域において様々な課題がある中、地方自治体とガス事業者との連携事例として、「**電力等のエネルギー供給**」、「**エネルギー政策の推進**」や「**地域新電力事業の設立**」などが挙げられている。

主なご意見

電力等のエネルギー供給

- 電気料金を抑えるとともに環境面の創意工夫も取り入れたいことから、公募型プロポーザルで事業者からの提案を募集した結果、ガス事業者の共同企業体と電力供給等業務に関する基本協定を締結することになった。
⇒同共同企業体は非常にフットワークが良いので、提案を実現していく中での問題点やシナリオ等を報告してもらえることを期待している。
⇒提案では、エネルギーの地産地消を強調しており、地域内で経済を循環させることを提案
- 市のGHG排出削減目標実現に向け、プロポーザル方式で電力供給と電気の買取、設備の省エネ改修とエネルギー政策に関する提案を公募した。その結果、ガス事業者を含む複数社で構成される共同事業者の提案を採択し、包括協定を締結することとなった。

エネルギー政策の推進

- 「再生可能エネルギー総合計画」に示される目標を達成するために、「地域エネルギー推進戦略会議」という会議体を立ち上げた。大学、地域事業者などもメンバーとして参画している。同会議を通じて参加者間の情報共有を行いながら、エネルギー施策のブラッシュアップを図っている。
- 水素の取組についてはコンビナート関連企業との連携は不可欠である。
- 地域脱炭素社会推進パートナーシップ会議に都市ガス事業者を含む約30団体が参加している。
- ガス会社との協定に基づき、エネルギー分野において連携(地産地消、安価で低炭素なエネルギーの供給、環境教育など)し、持続可能な低炭素まちづくりを進め、地域の発展に寄与している。

地域新電力事業の設立

- 都市ガス事業者を含む地域事業者と連携し、地域新電力事業者を立ち上げた。同社の事業は、公共施設に電力を供給することにある。そこで得た収益を地域貢献事業に活用することを期待している。今後、スマートレジリエンス拠点事業の中で施設の維持管理に係る業務の一部を、同社に担ってもらうことを検討している。
- 同市内のガス会社は、ガス事業に加えて地域電力会社にも関わっており、ある種の業態転換も見据えながら課題解決に向けて行政との連携を行っている。エネルギー政策を地域で推進する中で同社が重要なプレイヤーになっていると認識している。

(3)ガス事業者との関係性

これまでの連携事例②

情報共有や意見交換

- 都市ガス事業者は、検針作業を通じて個人や事業者とのつながりを持っており、様々な情報も持っている。都市ガス事業者と話し合う中で新たな実態を把握できることもあるので、心強いパートナーである。
- 「二酸化炭素の回収・資源化による炭素循環モデル構築実証事業」の概要は都市ガス事業者と情報交換している。
- 水素の貯蔵・運搬に関して、都市ガス事業者とは常時意見交換を実施している。

環境対策

- 地域の製紙業者は過去に重油を使っていたため、硫黄酸化物を含んだ大気汚染が深刻だった。そこで重油から都市ガスに切り替えることで大気汚染をなくす取組を都市ガス事業者と一緒にいった。

レジリエンス関連

- 1つだけのエネルギー源を取り扱う企業が減っている中、都市ガス事業者は総合エネルギー事業の中でどのように配管を活用するかが重要である。
- 電気は架空配線だが、都市ガスは地下配管である。災害対策として考える際に、電気もガスも使っておくことで、災害時にどちらかのエネルギーを利用できる可能性が高い。

高齢者等の見守り支援、地方創生

- 都市ガス事業者には高齢者等の見守り支援に協力してもらっている。
- 市は、ガス事業者との間で「地方創生の推進に向けた連携協定」を締結した。同協定に基づき、「安全・安心の確保、災害時の支援に関すること」、「自然・生活環境の向上に関すること」、「健康づくり、食育の推進、保健予防に関すること」、「移住・定住、結婚促進に関すること」に関する連携を行っている。
- ガス事業者が移住促進の取組をしており、それに県が後援している。

(3)ガス事業者との関係性

将来的に期待する役割

- 地方自治体が都市ガス事業者に将来的に期待する役割として、「**エネルギーの安定供給**」、「**低炭素化／脱炭素化の推進**」、「**エネルギー事業者としての事業の継続**」や「**地域課題の解決**」等が挙げられている。

主なご意見

エネルギーの安定供給

- 都市ガス事業者はパイプラインなどのインフラを持っている。これらのインフラを活用した取組や水素の輸送などが期待できるのではないかな。
- エネルギーインフラを担う事業者としての安定性に対する期待が高い。
- 2050年の視点になると産業の在り方も大きく変わる。脱炭素の社会においても既存インフラを活用しながら地域社会に貢献することが重要である。
- ガスエネルギーを住民に対して供給することを継続することが求められる。
- 災害対策として考える際に、電気もガスも使っておくことで、災害時にどちらかのエネルギーを利用できる可能性が高い。
- ライフラインのひとつであるガスのインフラを維持し、人口減少社会においてもエネルギーの安定供給を行う役割を担うことを期待する。

低炭素化／脱炭素化の推進

- 再生可能エネルギーを用いた水素の生成に関するモデル事業を行いたい。同事業の実施に向けて、FS調査を計画している段階にある。また、市に水素ステーションを誘致したい。これらの事業が実現できれば、都市ガス事業者の活躍も期待できる。
- 2050年の脱炭素社会に向けて、産業も含めて大きな社会転換が必要となるだろう。その中で都市ガス事業者は現在の事業をそのまま継続できるかどうか不明である。ガス事業者にとって、既存のインフラを活用しながら社会の中で引き続き重要な役割を担うように転換していくことが重要である。
- 都市ガス事業者はエネルギーインフラを担う事業者として、脱炭素化を進めるために様々な領域を担う必要があるだろう。

エネルギー事業者としての事業の継続

- カーボンニュートラルという観点から、都市ガスは将来的には難しい立ち位置になるだろう。市としては、事業の多角化によって経営を継続していくことを都市ガス事業者に期待している。
- 脱炭素社会の実現に向けて都市ガスを脱炭素化することが1つの方向性である。また、総合的なエネルギー事業としての転換も必要だろう。
- 脱炭素化に反対しているわけではない中、都市ガス事業者の転換を図るような道筋が示せるとありがたい。その実現に向けて市も地域インフラを担う都市ガス事業者と連携する必要がある。
- 市の政策の中で都市ガス事業者を位置づけるものはないが、エネルギーインフラを担う事業者としての安定性に対する期待が高い。

地域課題の解決、専門家としての知見提供

- 都市ガス事業者は、検針作業を通じて個人や事業者とのつながりを持っており、様々な情報も持っている。都市ガス事業者と話し合う中で新たな実態を把握できることもあるので、心強いパートナーである。
- 高齢化が進む中で高齢者の見守りに都市ガス事業者が貢献できることを期待している。
- 都市ガス事業者は地域と顔の見える関係を構築しており、民間の視点から少子高齢化対策や脱炭素化、防災といった地域課題の解決を目指す役割を担っていただきたい。
- 中山間地域は都市ガスのエリアではないかもしれないが、都市ガスのレジリエンスなどのノウハウを生かして、エリア活性化に貢献してもらいたい。

(4)脱炭素社会に対する捉え方

カーボンニュートラルに対する中長期な方向性①

- インタビュー対象とした地方自治体は、将来的なカーボンニュートラルについて前向きにとらえている意見が多い。また、カーボンニュートラルや脱炭素社会の実現に向けて、これらの地方自治体では、水素の利活用を含む様々な取組を展開している。

主なご意見

カーボンニュートラルに対する見解

- 低炭素社会づくりを進めている中、国の政策と同じ方向性にあることで市としても取り組みやすい。
- 現行の環境基本計画に基づいて低炭素化のまちづくりを進める。令和3年度から、国の方針やCOP26の議論も踏まえて次期計画を策定したい。
- 2050年カーボンニュートラル宣言は、社会のデザインを変えるような大きな転換だにとらえている。これまで官民連携で取組を行ってきたが、今後はより自律的な展開をする上ではガス事業者を含む民間事業者との連携が重要である。市としては、2050年カーボンニュートラル宣言について前向きにとらえている。
- 菅首相のカーボンニュートラルの宣言を受けて、当市はコンビナート企業と共に発展してきた場所であるので、知恵を絞って取組を加速しているところである。水素・木質バイオマスの二つでカーボンニュートラルの取組を進めることが必要だと認識している。
- 既にゼロカーボンシティを宣言した。2050年までにCO2排出量実質ゼロを目指すため、様々な分野において低炭素・脱炭素に関する取り組みを進める必要がある。商業、工業、農業等様々な分野において、再エネ・省エネはもちろん、水素利活用及び実証を積極的に推進し、ゼロカーボンシティ達成を目指す意向である。
- 2020年10月の国の所信表明を受け、市は実質ゼロカーボンの早期達成を目指すこととした。
- 菅首相のゼロカーボン宣言を受けて、当市もゼロカーボン宣言をし、「地球温暖化対策実行計画」の改正に着手しているところである。

(4)脱炭素社会に対する捉え方

カーボンニュートラルに対する中長期な方向性②

メタネーション関連

- 数年前から脱炭素化を見据えて社会インフラを効果的に使うことを念頭に置いていた。その一環としてエネルギーをつくって地域で循環させることを見据えつつ、都市ガス配管を含む社会的基盤インフラを活用できる技術の導入を検討した。様々な取組がある中でリードタイムの短いことから取り組んでいるが、社会的インパクトの大きい実証事業にも積極的に取り組みたい。
- 取組の概要は都市ガス事業者と情報交換している。都市ガス事業者にとって脱炭素化社会でも都市ガス配管を活用できるかどうか死活問題とも言える。今回の実証事業で都市ガス事業者が知見として得られるものがあれば、地域にとってもメリットがあると考えます。
- 電気以外でカバーしないといけない領域は非常に多い。水素やアンモニアなどのエネルギー源もあるが、クリーンなメタンはある程度インフラとして活用すべきである。現時点ではコストで難しい面があるが、将来的に活用可能となれば活用したい。

水素インフラ等

- 今後の検討課題だととらえているが、長期的にはアンモニア・水素へのエネルギーシフトを考える必要がある。しかし、市としての土壌に来ておらず、まずはコンビナートの副生水素をどのように活用するかというのが当面の課題である。次世代のエネルギー活用を港湾でどのようにしていくかを検討しているので、コンビナートや国と連携を図りながら実証を組み込んでいければと考えている。
- 水素はコンビナートで副生水素として大量に生産されており、サプライチェーンが形成されていることは強み。グレー水素ではあるので、その点は課題である。脱炭素社会の実現に向けて、水素・バイオマスの取組を進めてカーボンニュートラルポートに向けた取組を進めていくところである。
- 2050年ゼロカーボン実現のための基本計画的なものを作成する予定で準備を進めている。当該計画の中において、「水素タウン構想」の実現に向けたロードマップを策定し、いつ、なにをやるかというアクションプランを落とし込んでいく予定である。
- 「水素エネルギービジョン」は、3つの柱で進めており、意識醸成、インフラ整備、産業育成に取り組んでいる。その主要なプレイヤーとして、産官学で取り組むという形で、「水素エネルギー推進協議会」にはガス事業者も参加している。
- 再生可能エネルギーの普及が進んでいるものの、出力制御が頻繁に行われる状況にある。余剰分の再生可能エネルギーを有効活用する仕組みが必要とされるなか、水素の生産拠点となることを目指して国と連携しながら調査を進めている。

(5)先進的事例の概要

メタネーション事業に係る実証～小田原市

- 小田原市では、環境省「二酸化炭素の回収・資源化による炭素循環モデル構築実証事業」において、小田原市清掃工場におけるCO₂分離・回収、メタン生成に係る実証事業を実施している。

インタビューにおける主な知見

- 環境省委託事業であり、日立造船株式会社が事業実施主体である。小田原市は、実証フィールドとして小田原市清掃工場を提供することで協力した。
- 小田原市では、数年前から脱炭素化を見据えて社会インフラを効果的に使うことを念頭に置いていた。その一環としてエネルギーをつくって地域で循環させることを見据えつつ、都市ガス配管を含む社会的基盤インフラを活用できる技術の導入を検討した。様々な取組がある中でリードタイムの短いことから取り組んでいるが、社会的インパクトの大きい実証事業にも積極的に取り組みたいと考えている。
- 今回の実証事業はCO₂の分離・回収からメタンの生成まで実施する予定である。
- 取組の概要は、都市ガス事業者と情報交換している。都市ガス事業者にとって脱炭素化社会でも都市ガス配管を活用できるかどうか死活問題とも言える。今回の実証事業で都市ガス事業者が知見として得られるものがあれば、地域にとってもメリットがあると考ええる。
- 電力以外でカバーしないといけないセクターは多い。水素やアンモニアなどとともに、クリーンなメタンはある程度活用すべきである。



環境省委託事業「二酸化炭素の回収・資源化による炭素循環モデル構築実証事業」のイメージ
(出所)環境省Webサイトより

(5)先進的事例の概要

副生水素ポテンシャルの積極活用①～周南市

- 周南市では、**周南コンビナートにおける副生水素などを地域資源として活用し、様々な水素関連実証事業を実施**してきた。2050年カーボンニュートラルなど周南コンビナートをとり巻く環境が変化する中で、周南市では新たに木質バイオマスも組み入れた「周南市 水素・木質バイオマスによる脱炭素・低炭素コンビナート構想(案)」を検討している。

インタビューにおける主な知見

(副生水素ポテンシャルについて)

- 水素はコンビナートで副生水素として大量に生産されており、サプライチェーンが形成されていることは強み。
- 苛性ソーダ由来の高純度副生水素は安価で安定的に確保可能なので、多様な水素のサプライチェーンの早期に構築できるモデルの1つとなりうると考えている。
- ただグレー水素ではあるので、その点は課題である。

(バイオマス資源)

- バイオマスは、8割が森林資源。コンビナートがある海岸から森林までの距離が近いので、バイオマス事業を実施するにはいい環境である。
- バイオマス発電所の建設予定もあり、バイオマスの循環利用が推進できる地域である。輸入材に頼る状況があるので、量やコストの点で国産材が及ばないことが課題である。
- 「水素・木質バイオマスによる脱炭素低炭素コンビナート構想」は次期水素利活用計画の素案で、国が示すロードマップやバイオマスの研究内容を周南市に当てはめたものである。このようなものを持ち合わせながら、取組を進めていきたい。

(長期的方針)

- 長期的にはアンモニア・水素へのエネルギーシフトを考える必要がある。しかし、市としての土壌に来ておらず、まずはコンビナートの副生水素をどのように活用するかというのが当面の課題である。
- 次世代のエネルギー活用を港湾でどのようにしていくかを検討しているので、コンビナートや国と連携を図りながら実証を組み込んでいければと考えている。



「水素・木質バイオマスによる脱炭素低炭素コンビナート構想(案)」
(出所)第1回周南市木質バイオマス材利活用推進協議会 資料4「周南市の木質バイオマスに係る取り組みについて」

(5)先進的事例の概要

水素ポテンシャルの積極活用②～北九州市

- 北九州市では、鉄鋼コンビナートにおける副生水素等を地域資源として活用し、様々な水素関連実証事業を実施してきた。
- 北九州市地球温暖化対策実行計画の改定において、本市の強みである風力発電をメインとしつつ、蓄電池と水素を3本の柱とした「北九州グリーン成長戦略」を部門別計画として策定中である。
⇒「北九州グリーン成長戦略」の3本の柱(①風力発電推進拠点都市、②蓄電システム先進都市、③水素製造・供給拠点都市)により安価で持続的な脱炭素エネルギーの提供を目指している。

インタビューにおける主な知見

(北九州水素タウン実証)

- 2011～2014年度に、HySUTが実施主体となり、日本製鉄から発生する水素をパイプラインで市街地や博物館に供給するという事業を実施。
- 現在は、北九州水素タウン再始動(2018年度～)に伴い、岩谷産業が、この水素パイプラインを所有・管理しながら技術実証を継続している。また、日本製鉄に水素供給の協力を得ながら、水素に関心がある企業に対して実証フィールドとして提供し、PRを行っているところである。

(環境省における「CO2フリー水素製造・供給実証事業」)

- 北九州パワーが中心となり、東田地区から15km程離れた響灘地区において実証事業を実施。
- 九州は再生可能エネルギーの普及が進んでいるものの、需給調整のための出力制御が頻繁に行われる状況にある。余剰分の再生可能エネルギーを有効活用する仕組みが必要とされている。
- 再生可能水素の一連のサプライチェーンを構築することが特徴である。北九州響灘地区に集積する太陽光発電・風力発電、北九州市内の廃棄物発電に関して、余剰となった再生可能エネルギーを効率よく調達するEMS(Energy Management System)を開発・導入する
⇒複数の再生可能エネルギーが同時に制御可能な「水電解活用型エネルギーマネジメントシステム」により、低コストで水素製造が可能
- CO2フリー水素を大規模に製造・輸入し、市内外に供給する「CO2フリー水素の製造・供給拠点化」を目指していく方向で検討している。
- 東田地区では、ENEOSが水素ステーションを営業しながら水素パイプラインによる既存施設への水素供給も行っている。



「北九州グリーン成長戦略」の3本の柱～戦略的に目指すエネルギーの将来像(イメージ)
(出所)北九州市 Webサイトより

(5)先進的事例の概要

水素を核とした新産業創出②～富山県

- 富山県は、副生水素を由来とした大規模な水素製造拠点を有しており、ガスパイプラインやアンモニアプラントなどのインフラも含め、将来にも安定的水素製造が可能となっている。
- 「とやま水素エネルギービジョン」では、北陸地方における水素製造の中心的拠点となる可能性について言及しつつ、富山県における水素社会実現の将来像として、以下の3つのビジョンを掲げている。
 - － ①水素ステーションとモビリティを核とした水素利用の普及
 - － ②水素関連製品の製造や技術開発による県内産業の活性化
 - － ③水素による県民生活の質の向上

インタビューにおける主な知見

- 「とやま水素エネルギービジョン」は、3つの柱で進めており、県民に対する意識醸成、インフラ整備、産業育成に取り組んでいる。その主要なプレイヤーとして、産官学で取り組むという形で、「富山水素エネルギー推進協議会」には日本海ガス、北酸(株)も参加している。
- 実際の事業に関しては、将来的な水素やアンモニア需要等がいまだ見通せない状況にある。安定した需要をいかに創出できるかが課題で、BtoBやBtoGで、例えば水素バスを作る等の取組を進められれば、と考えている。
- 植生が豊かな立山のエリアで水素バスを走らせられないかと考えているが、コスト面で難しい。国による補助により安定した水素需要ができれば水素産業も伸びてくるのではないかと考えている。

(5)先進的事例の概要

地域エネルギー事業者等との連携①～富士市

- 富士市では、公共施設の温暖化対策、地域高齢者等の見守り支援や地方創生の推進等において、都市ガス事業者と連携協定を締結し、様々な取組を展開している。

富士市における主な連携事例

(富士市公共施設温暖化対策への協力と連携に関する包括協定)

- 富士市と静岡ガス&パワー株式会社、静岡ガス株式会社、日本ファシリティ・ソリューション株式会社の3社で構成される共同事業者は、2020年7月に共同事業者と「富士市公共施設温暖化対策への協力と連携に関する包括協定」を締結し、環境にやさしく、災害に強いまちづくりに「官民連携」で取り組み、**「2030年度の温室効果ガス排出量を2013年度比で40%削減する」という目標の達成を目指す。**
- 同協定に基づく連携協力事項は以下に示すとおりである。
 - ✓ 電力の地産地消に関する事項
 - ✓ 小規模ESCO事業に関する事項
 - ✓ その他取り組みに関する事項
 - ✓ 本市のエネルギー政策への助言に関する事項
 - ✓ この他、本協定の目的を達成するために必要な事項

(地域高齢者等見守り支援ネットワーク事業)

- 富士市では、高齢者等の異変を発見し、必要な支援に繋げるため、ネットワークを構築することにより、高齢者等が住み慣れた地域で安心して生活できることを目的に「地域高齢者等見守り支援ネットワーク事業」を実施している。参加団体が、訪問業務を実施する中で、高齢者等の居宅に異変を発見した場合、市に連絡する。連絡を受けた市は、必要に応じ支援を行う。
- 静岡ガス株式会社富士支社は2015年4月1日に富士市と協定を締結し、同事業に参加している。

(地方創生の推進に向けた連携協定)

- 富士市では、パートナーシップでSDGsの目標を達成するために、連携企業等との協働を推進している。その一環として、2017年10月24日に静岡ガス株式会社と「地方創生の推進に向けた連携協定」を締結し、下記の事項について連携を行っている。
 - ✓ 安全・安心の確保、災害時の支援に関すること、
 - ✓ 自然・生活環境の向上に関すること
 - ✓ 健康づくり、食育の推進、保健予防に関すること
 - ✓ 移住・定住、結婚促進に関すること

(5)先進的事例の概要

地域エネルギー事業者等との連携②～島田市

- 島田市では、SDGsを先導し持続可能なまちづくりを推進する電力供給等業務や環境保全活動などにおいて、都市ガス事業者と連携している。

島田市における主な連携事例

(SDGsを先導し持続可能なまちづくりを推進する電力供給等業務に関する基本協定)

- 島田市は厳しい財政状況にあるなか、エネルギーコストの削減による公共施設のランニングコストの縮減は重要な課題の一つである。そこで市が所管する公共施設において使用する電力の調達コスト削減や低炭素型まちづくりの実現、エネルギーの地産地消、SDGs(持続可能な開発目標)の達成等に貢献する提案を求めるために、公募型プロポーザルを実施した。
- 島田瓦斯株式会社共同企業体は「公民連携による、環境にやさしいまちづくり(再生可能エネルギーの活用)、災害に強いまちづくり(蓄電池、電源の多様化)、地域経済の活性化(地域内経済循環)への寄与」をコンセプトに、15年という非常に長期的な提案を行った。その際、電力調達コストの削減に加えて、以下の取組に関する提案を行った。
 - ✓ 公共施設への太陽光発電設備、蓄電池、電気自動車の設置
 - ✓ 市民発電電力のアグリゲーションによる地域経済循環の創出(卒FIT電力の金券による買取り、公共施設への供給)
 - ✓ 太陽光発電等による余剰電力の施設間融通(公共施設で発電した電力に余剰が生じた場合は公共施設間で融通する)
 - ✓ 新庁舎建設計画への付加価値提供(ZEB認証支援、省エネ・環境教育ツールの構築協力 等)
 - ✓ 省エネルギー診断による電力消費量の削減
- 同共同企業体は島田市の実態を踏まえた提案を行ったとして高い評価を得たため、受託者として選定された。同共同企業体と市は2020年4月に基本協定を締結し、同年7月に本協定を締結した。
- 2020年10月、市役所本庁舎を含む48施設における電力の切り替えが完了した。また、2021年2月時点で7施設における太陽光発電設備の設置が完了している。

(環境保全活動登録制度)

- 市民団体や事業者による環境保全活動を「しまだエコ活動」として登録・支援する制度である。
- 島田瓦斯株式会社は同制度の登録団体として、幼稚園児から高校生、学校の先生や保護者などに対して学校・施設へ訪問して出張授業を実施する。授業は、写真を多用した説明や体験型の実験を行い、地球環境保全対策や省エネルギーのためにできることを学ぶ。

(5)先進的事例の概要

地域エネルギー事業者等との連携③～唐津市

- 唐津市では、**地域新電力事業の設立**や唐津市地域エネルギー推進戦略会議等において、都市ガス事業者との連携を行っている。

唐津市における主な連携事例

(地域新電力事業の設立)

- 株式会社唐津パワーホールディングスはエネルギーの地消地産、再生可能エネルギーの普及促進、新産業創出による地域経済循環」を目的とした自治体電力会社として2019年7月に設立した。同社の設立にあたっては、唐津ガス株式会社を筆頭に佐賀銀行、唐津信用金庫、アスタスク株式会社(広告会社)、自然電力株式会社や株式会社肥前風力エネルギー開発が出資している。
- 唐津市としては、地域新電力という位置づけで株式会社唐津パワーホールディングスとの協力関係を築いている。同社は主要プレイヤーとして唐津市地域エネルギー創出事業に参加している。

(唐津市地域エネルギー推進戦略会議)

- 「唐津市再生可能エネルギー総合計画」に示される目標を達成するために、2016年度に「唐津市地域エネルギー推進戦略会議」という会議体を立ち上げた。佐賀県、九州大学の教員、地域事業者(例えば唐津ガスや公共交通事業者等)などがメンバーとして参画している。
- 同市の資料によれば、同会議は年に2回程度開催され、都市ガス事業者を含む参加者はエネルギーの切り口から現在の問題点や疑問点を洗い出し、エネルギーそのもののあり方や地域産業育成などトータルデザインをする。

(5)先進的事例の概要

地域エネルギー事業者等との連携④～新潟市

- 新潟市は、新潟市地球温暖化対策地域推進協議会とともに、「新潟市地球温暖化対策実行計画（地域推進版）」に掲げる連携・協働プロジェクトとして、「**新潟地域脱炭素社会推進パートナーシップ会議**」を開催している。
- 当会議は、地域事業者主体による自立分散型再生可能エネルギー大量導入の仕組みづくりを目指し、地域関係者間による情報共有・協議等を図ることを目的としている。

会議の概要

(目的)

- 「地域循環共生圏」の理念に基づく、相互連携による脱炭素社会システムの実装
 - ✓ 脱炭素化、自立分散型エネルギーに関係する地域の多様なプレイヤーが共創する環境の整備
 - ✓ 再生可能エネルギーの創出、導入、利用拡大（需給一体型再エネ活用モデルの事例研究）

(令和2年度の協議テーマ：「環境と経済の好循環」)

- 部会1「環境エネルギーアライアンスの構築」
 - ✓ PPA事業の普及促進や太陽光発電設備の共同調達、ガス、EV、住宅メーカーとの協業の可能性を検討する
- 部会2「脱炭素経営を目指す企業の応援」
 - ✓ 再エネ100宣言 RE Actionへの参加など、脱炭素経営に向けた目標を設定する企業を地域内で拡大するための仕組みを整備する

(補助金)

- 環境省「令和2年度二酸化炭素排出抑制対策事業費補助金 脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業」



「新潟地域脱炭素社会推進パートナーシップ会議」の位置づけ
(出所)新潟市 Webサイトより

5 我が国ガス事業者の在り方に関する検討

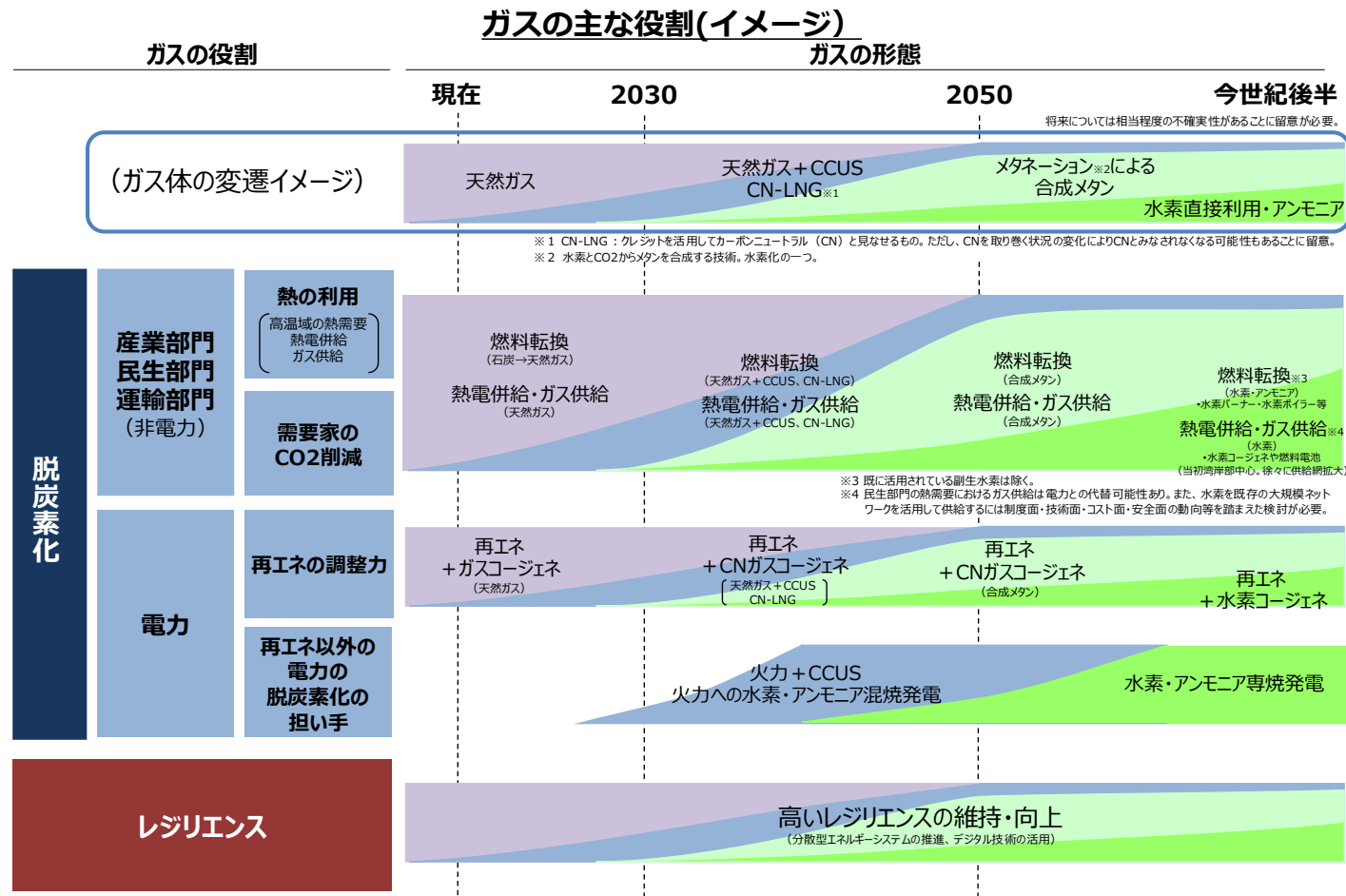
5 我が国ガス事業者の在り方に関する検討

5.1 我が国ガス事業者の課題整理

5.2 2050年に向けた方向性

ガス事の役割を果たすための取り組み

- 2050年に向けたガス事業の在り方研究会では、2050年に向け、脱炭素・低炭素、レジリエンス強化、経営基盤強化に関する課題等などガス事業者を取り巻く環境を踏まえた上で、ガスエネルギー・ガス事業者の方向性として、「脱炭素化に資するガスの役割」、「高いレジリエンスに資するガスの役割」、「総合エネルギー企業としてのガス事業者の役割」、「地域課題解決に資するガス事業者の役割」の視点から、2030年に向けた具体的な取り組みや2050年に向けた対応の方向性について整理している。



2050年カーボンニュートラル実現に向けて

- 2050年カーボンニュートラルを実現するためには、脱炭素化の有望な手段の一つとして考えられているメタネーションを中心に取組を進めていくことが必要である。他方、2050年カーボンニュートラルの実現という高い目標を達成するには、各事業者等がそれぞれ単独で取り組むことは難しく、供給側・需要側の民間企業や政府など関係する様々なステークホルダーが連携して取り組むことが重要であるとする。
- 2050年に向けたガス事業の在り方研究会においても、例えば水素やアンモニアなど他燃料のように、官民が一体となって課題解決に向けた取組を推進する体制の整備が必要という提言がされており、今後の展開が期待される。

メタネーションに係る今後の取組み

- 2030年までに既存インフラへ合成メタン注入(1%以上)を開始し、メタネーションの実用化を目指す。
⇒2050年には90%注入(水素必要量1,296万トン、CO2削減量0.8億トン)し、水素直接利用等その他の方法と合わせて都市ガスのカーボンニュートラル化を目指す。
- より高効率に合成メタンを製造できる革新的技術開発にも取り組む。
- 再生可能エネルギーの発電コストが相対的に安価な海外のサプライチェーン構築を進める。
- これらの取組を通じて、2050年までに合成メタンの価格が現在のLNG価格と同水準となることを目指す

メタネーション導入の見通し(案)

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
●メタネーション 目標コスト 2050年 40～50円 /Nm ³	・2040年頃の商用化に向けた大規模実証、コスト低減						・更なるコスト低減による導入拡大	
	・低コスト化に向けた新たな基礎技術の開発（共電解等）						・実証による低コスト化	

(出所)第31回総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会(令和3年3月2日) 資料2

参考資料1 ガス事業者に対するアンケート結果

ガス事業者に対するアンケート調査

調査概要

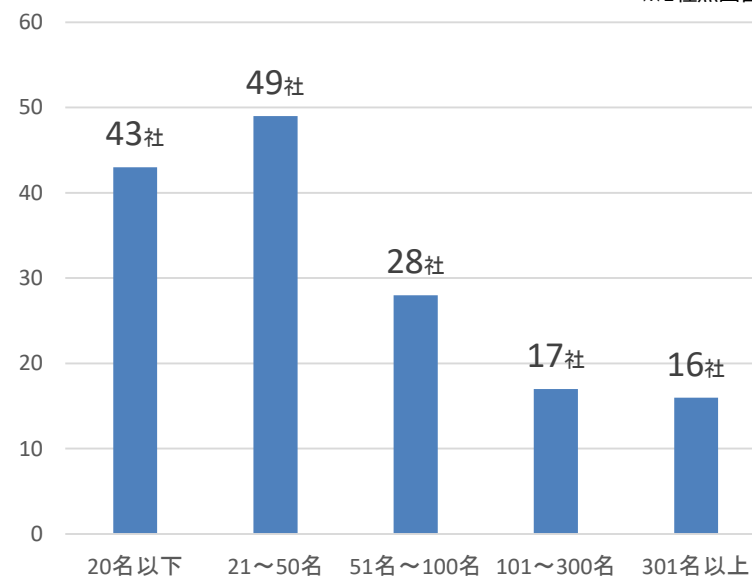
- ガス事業者をとりまく環境変化や将来予測等を踏まえた上で、当該事業者の課題認識や将来的なニーズに関して把握することを目的として、アンケート調査を実施した。
 - － 実施方法: Webアンケート((一社)日本ガス協会を通じて実施)
 - － 対象事業者: 197事業者 (私営:177事業者、公営:20事業者)
 - － 回答数: 154社 (回答率78%)

アンケート設問(概要)

1. 人口減少・少子高齢化に対する事業環境の変化に関して
2. 都市ガス事業以外の事業の多角化に関して
3. 都市ガス事業における、デジタル化による業務効率化に関して
4. 分散型エネルギーシステム(ガスコージェネレーションシステム、スマートエネルギーネットワーク) に関して
5. 事業者間の連携(ガス事業者間の連携・他業種事業者との連携) に関して
 - 5－1. 他の都市ガス事業者との連携に関して
 - 5－2. 他業種の事業差との連携に関して
6. 地域貢献に関して

従業員規模別の回答企業数

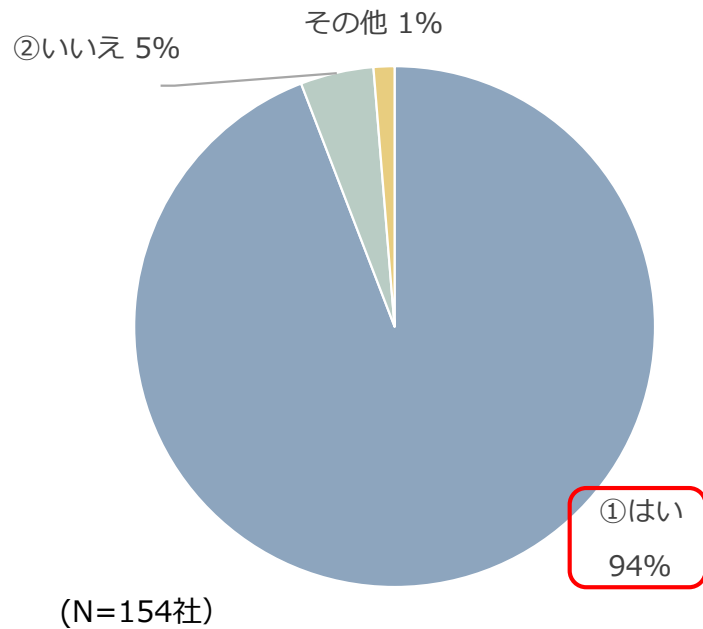
(N=153社)
※1社無回答



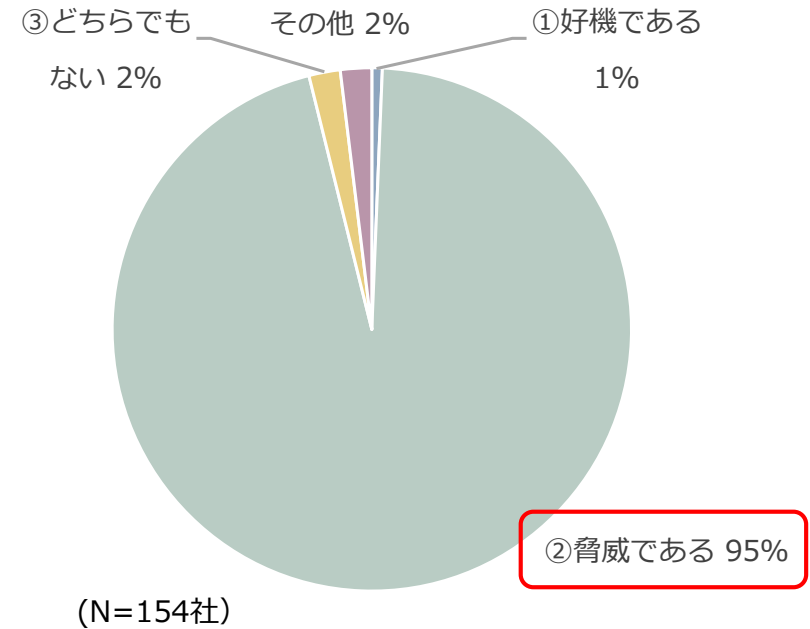
都市ガス供給区域における、人口減少・少子高齢化の捉え方について

- 全体の94%にあたる145社が人口減少・少子高齢化を感じている。さらに全体の95%にあたる147社が人口減少・少子高齢化は脅威である。
⇒人口減少・少子高齢化は都市ガス事業者にとっても共通の課題である。

Q1. 都市ガス供給区域において、人口減少・少子高齢化を感じますか？(単一回答)



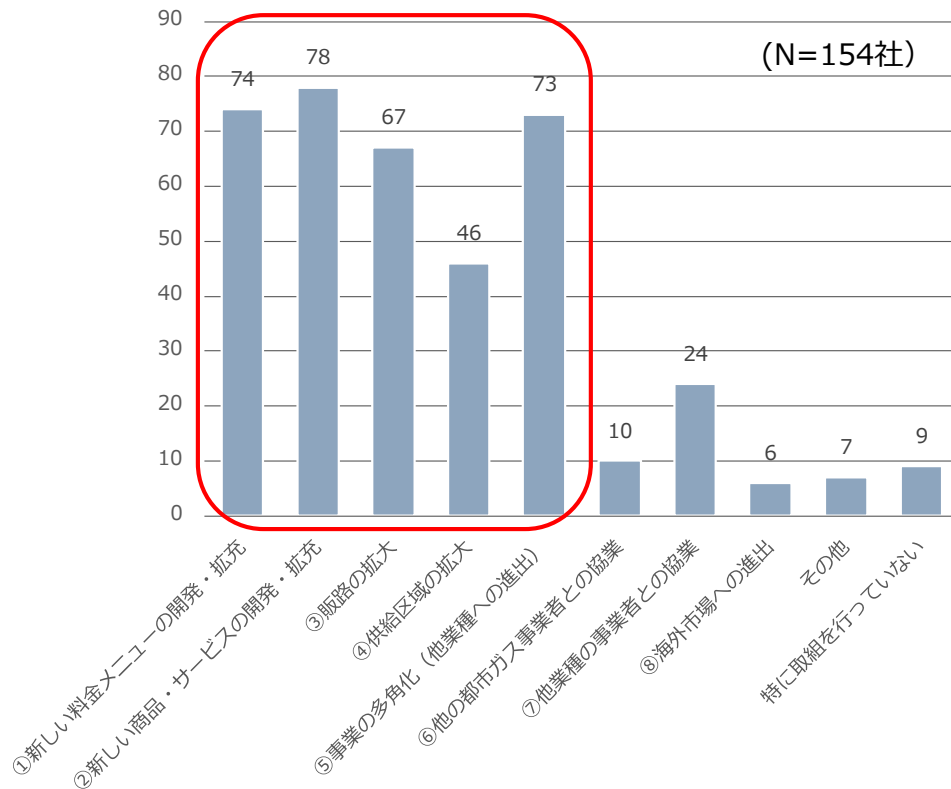
Q2. 人口減少・少子高齢化をどのように捉えていますか？(単一回答)



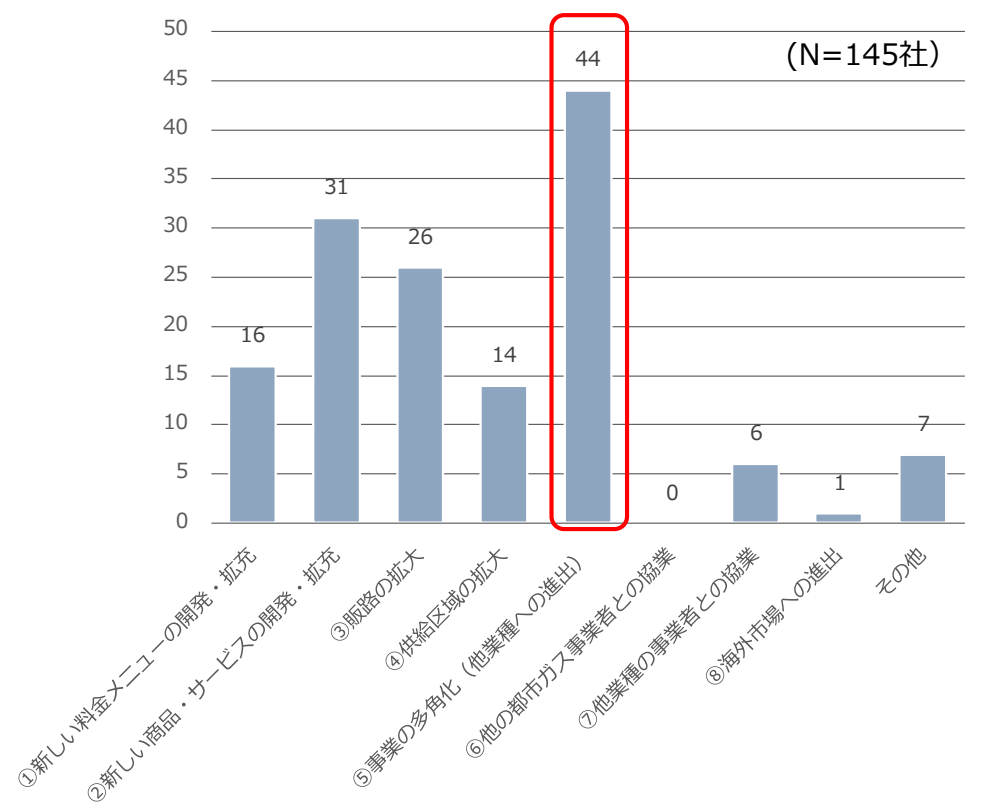
人口減少・少子高齢化に対応するための取組について

- 多くの事業者が人口減少・少子高齢化を「脅威」と捉えており、その対応のために各事業者は新たなメニューの開発や新たな商品・サービスの開発、販路の拡大、供給区域の拡大、事業の多角化などを実施している。
⇒特に事業の多角化に注力している事業者が多く、都市ガス事業以外の事業へ進出

Q3. 人口減少・少子高齢化に対応するため、御社ではどのような取組を行っていますか？（複数回答）



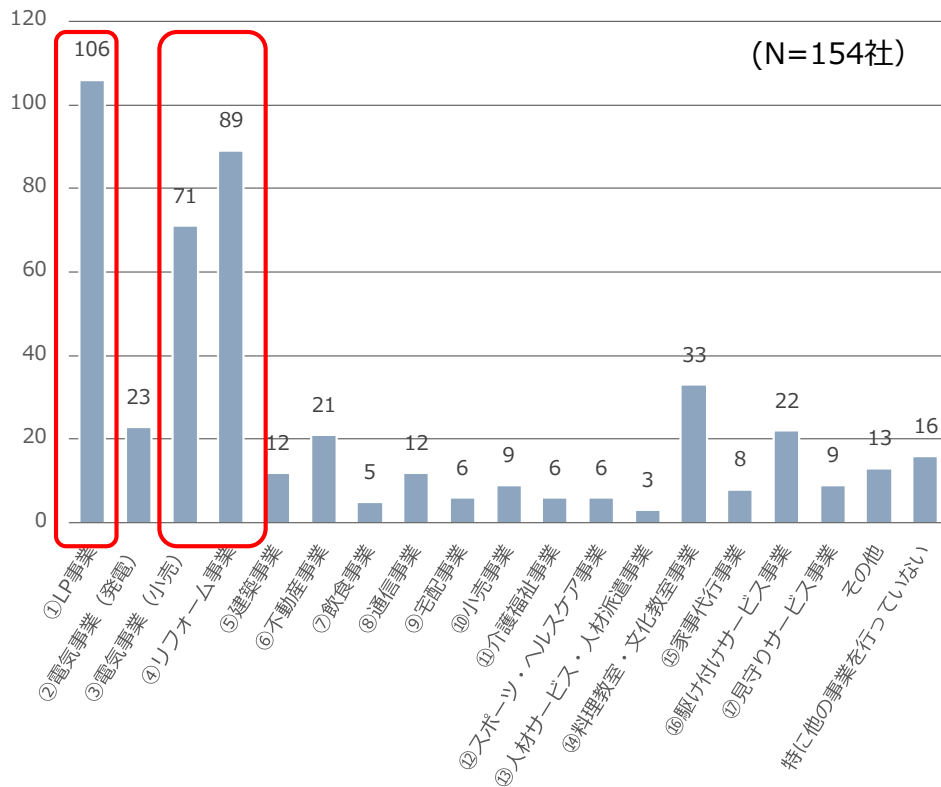
Q4. Q3で選択された取組の中で、特に力を入れている取組はどれですか？（単一回答）



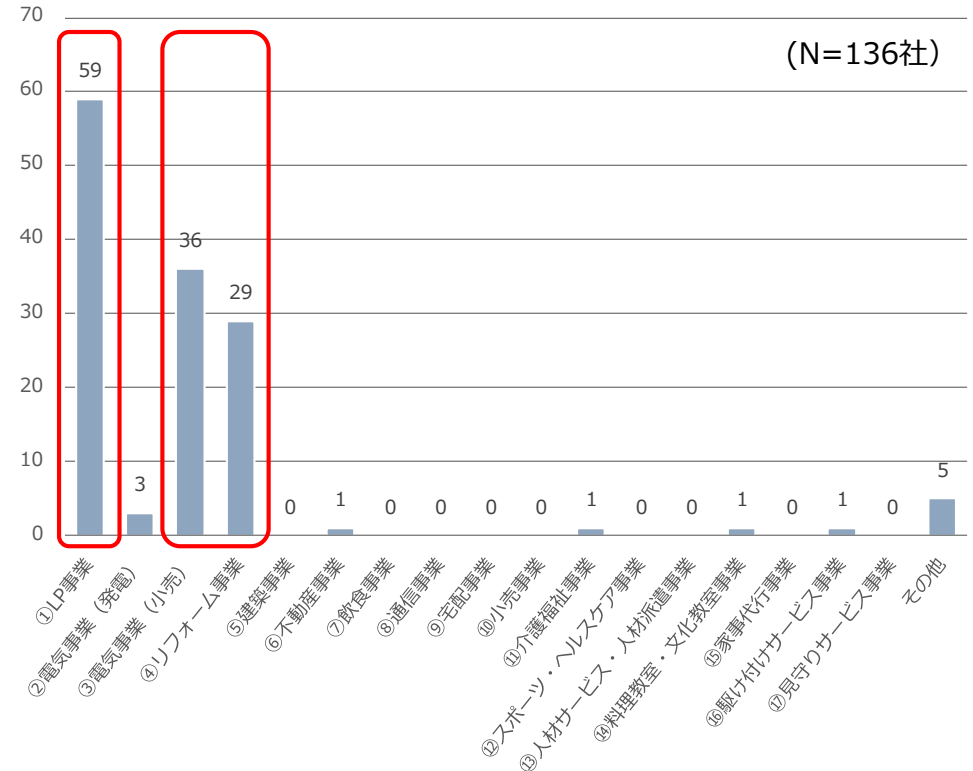
都市ガス事業以外に取り組んでいる事業について

- 都市ガス以外の事業では、多くの事業者が「LP事業」、「電気事業(小売)」、「リフォーム事業」といった都市ガス事業と関連のある事業が多くみられた。
 - － 小売事業については9社が取り組んでいたが、そのうち3社が家電専門店であり、住関連専門店・コンビニエンスストア・ガソリン小売が各1社、家電及び飲料水の通販事業が各1社
 - － 特に力を入れている事業についても同様に、LP事業・電気事業(小売)・リフォーム事業が多い

Q5. 都市ガス事業以外に取り組んでいる事業はありますか？(複数回答) (Q6.小売事業の業態について)



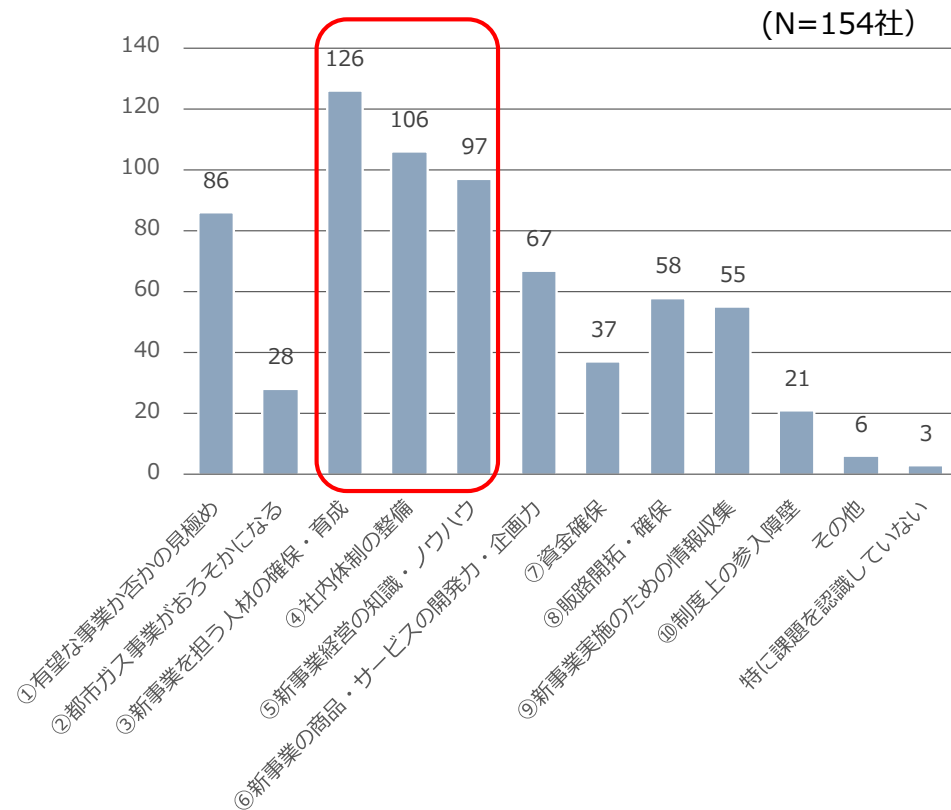
Q7. Q5で選択された都市ガス事業以外に取り組んでいる事業のうち、特に力を入れている事業はどれですか？(単一回答)



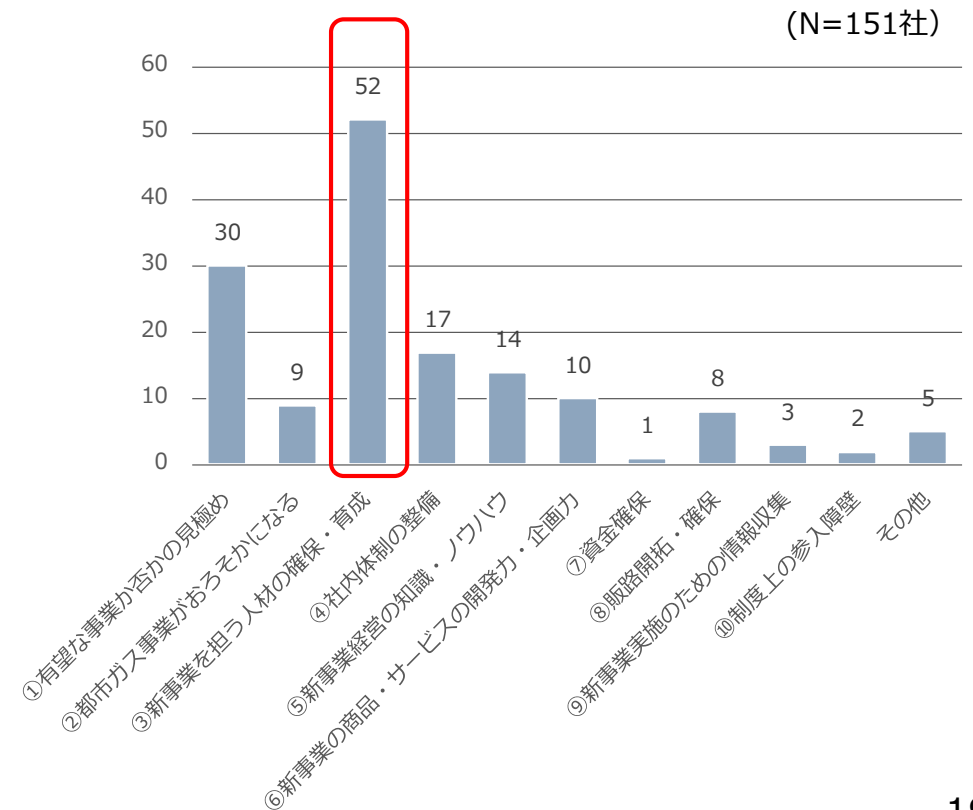
都市ガス事業以外の事業を行うに際しての課題について

- 都市ガス事業者が都市ガス事業以外の事業を行うにあたって、「人材不足(新事業を担う人材の確保・育成) 」や「社内体制の整備」、「新事業経営の知識・ノウハウの不足」といったキャパシティの不足が主な課題であった。
- その中でも特に、「新規事業を担う人材の確保・育成」を最も大きな課題として回答している企業が多かったが、次いで「有望な事業化否かの見極め」が大きな課題として認識されている結果となった。

Q9.都市ガス事業以外の事業を行うに際して、何が課題だと認識していますか？(複数回答)



Q10. Q9で選択された課題のうち、特に当てはまる課題はどれですか？(単一回答)

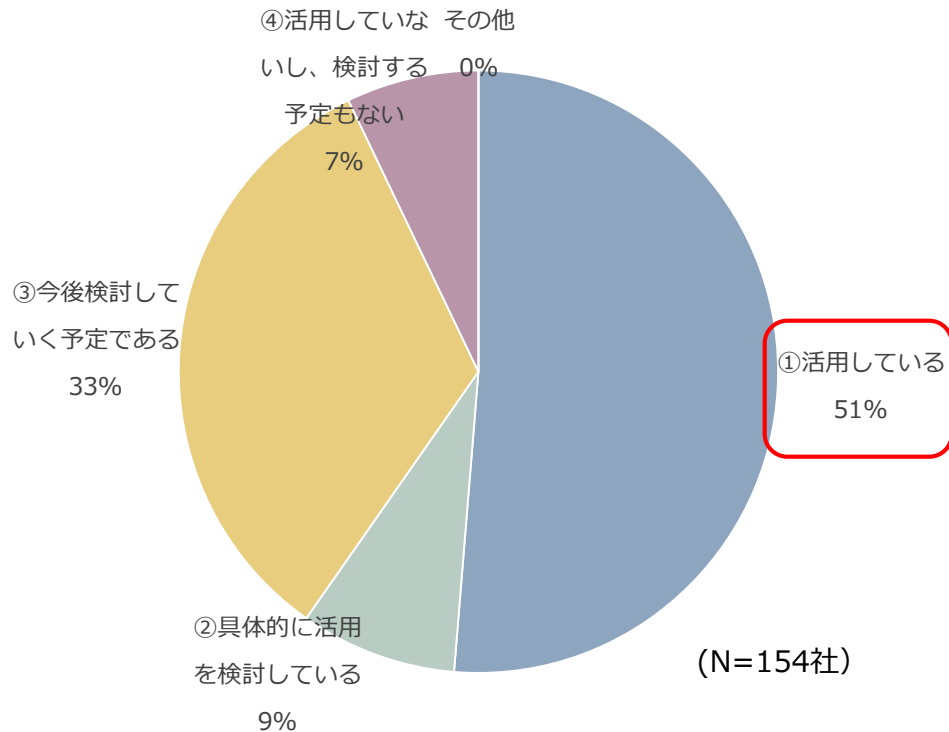


IT、AI、IoTなどデジタル技術の活用について

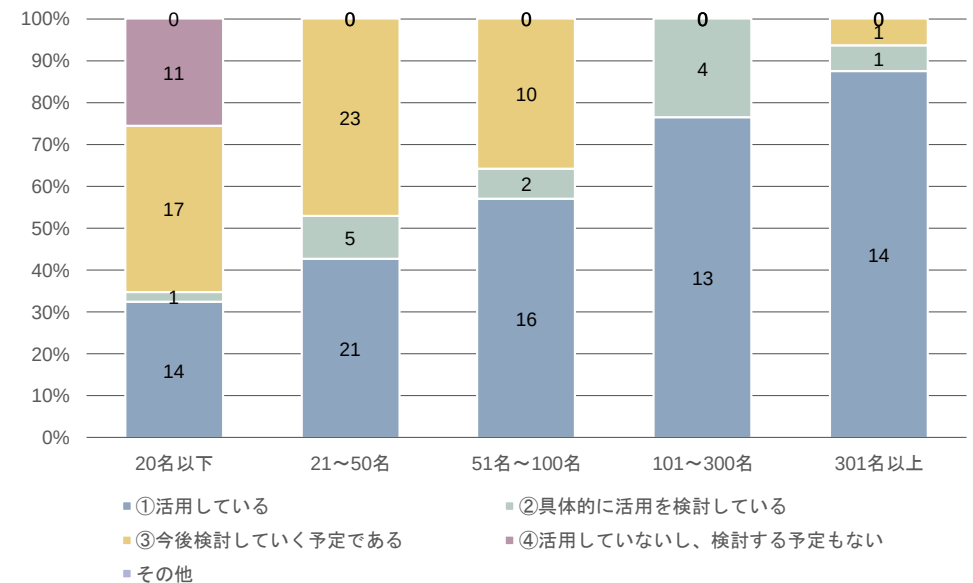
- 全体の51%にあたる79社が既にデジタル技術を活用しており、42%にあたる64社が「具体的に検討している」あるいは「今後検討していく予定」という結果であった。
- 一方で、従業員数別の回答の傾向では、従業員数が多くなるほど(会社規模が大きくなるほど) デジタル技術を活用している割合が高い結果となった。

Q11. IT、AI、IoTなどデジタル技術(顧客管理のシステム導入、RPA、保安業務のシステム導入 等) を活用していますか？(単一回答)

全体回答



従業員数別回答

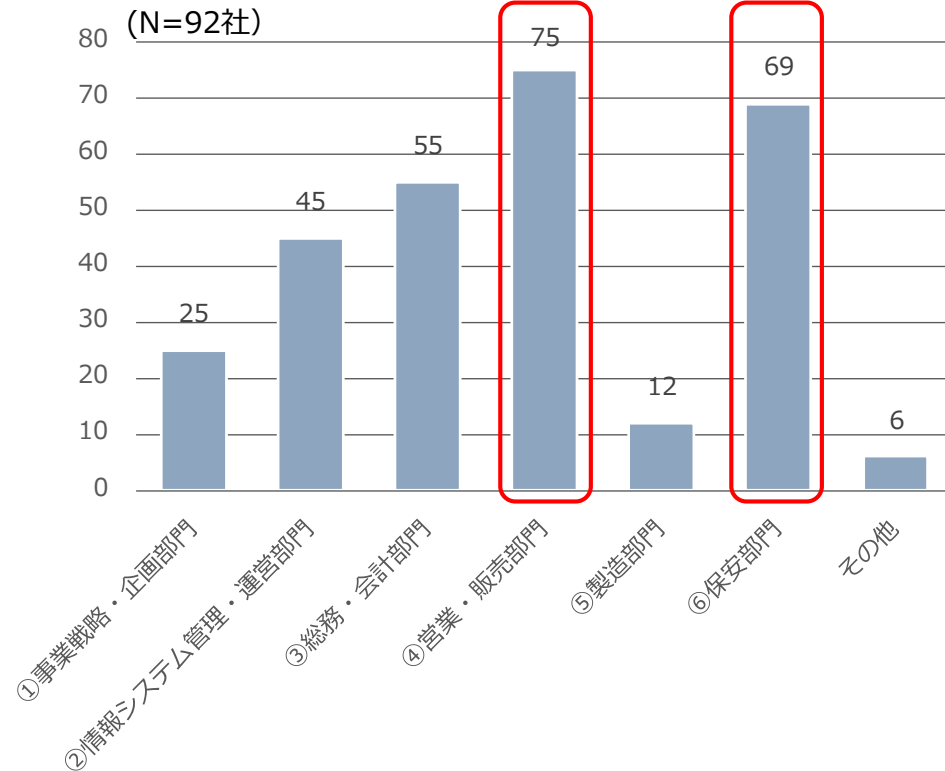


(N=154社)

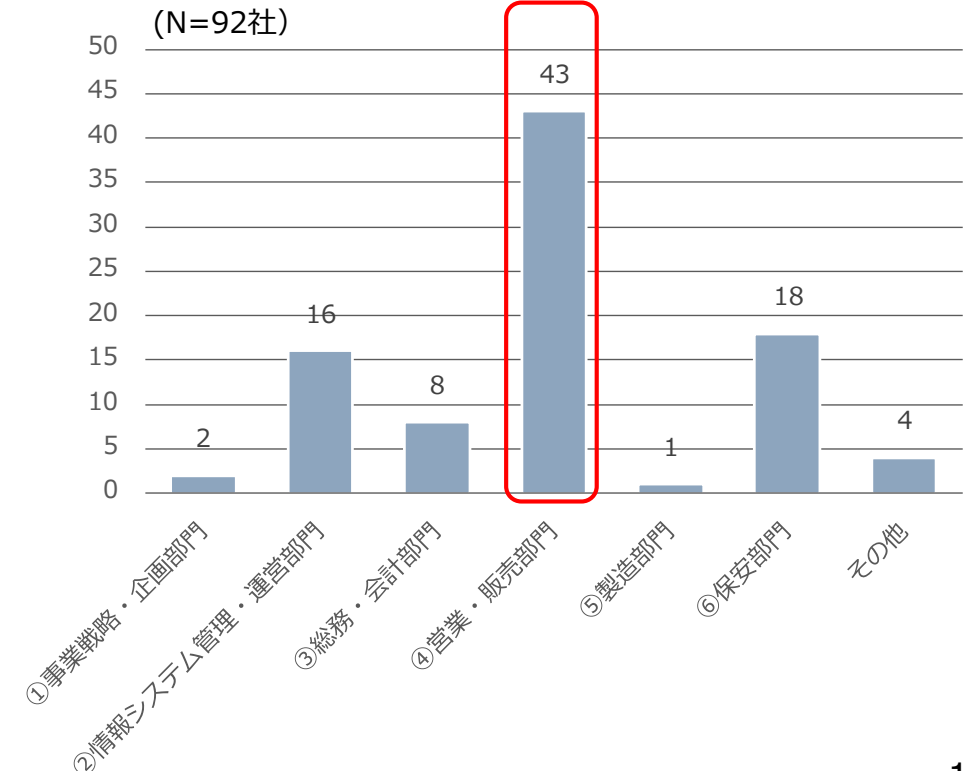
デジタル技術の活用/検討している部門について

- 営業・販売部門において、デジタル技術を活用している事業者が最も多いという結果となった。
- 次いで、保安部門や情報システム管理などにおいて活用している事業者が多い。

Q12. Q11でデジタル技術を「①活用している」、「②具体的に活用を検討している」あるいは「その他」を選択された方にお伺いします。どのような部門でデジタル技術を活用あるいは具体的に検討していますか？(複数回答)



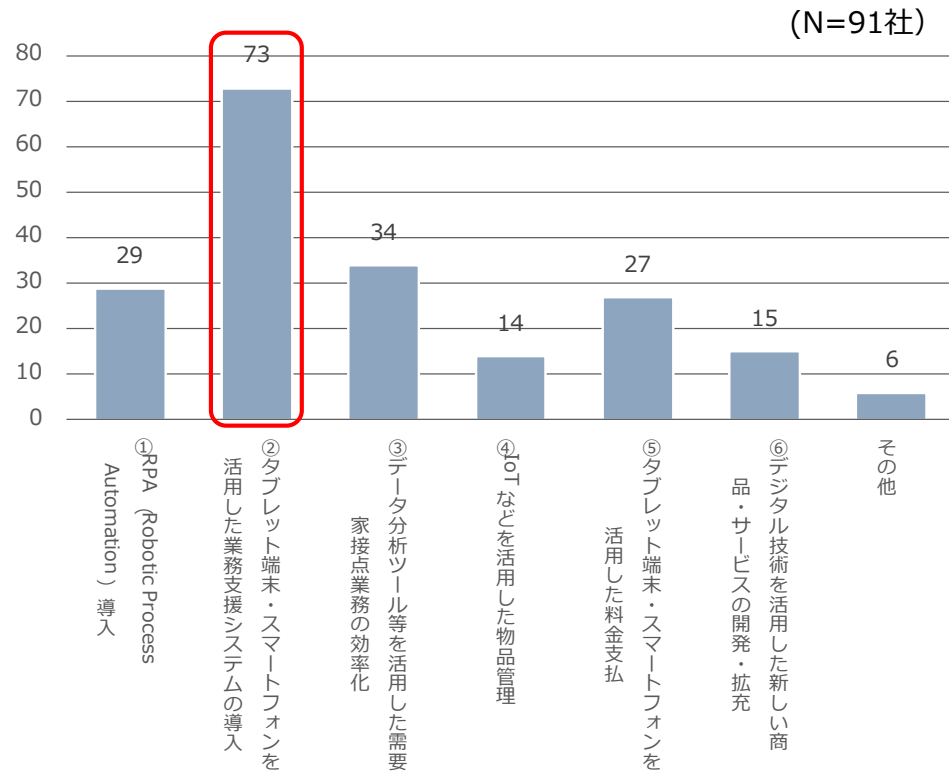
Q13. Q12で選択された「デジタル技術を活用あるいは具体的に検討している部門」のうち、特に力を入れている部門はどこですか？(単一回答)



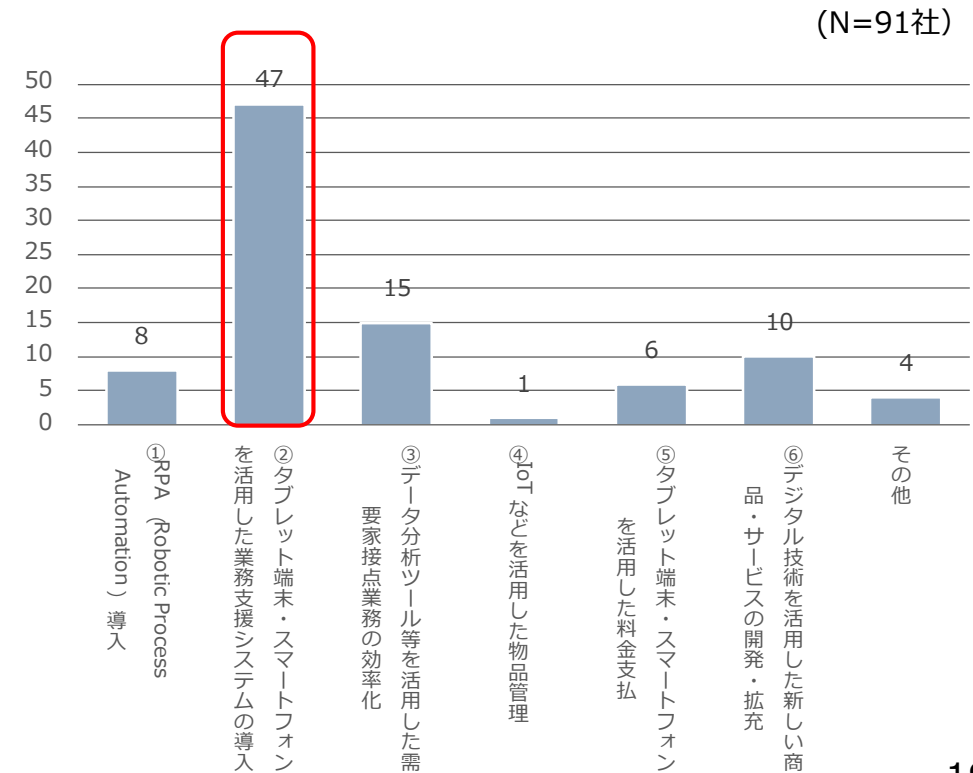
デジタル技術の具体的な活用内容について

- 活用しているデジタル技術としては主に「タブレット端末・スマートフォンを活用した業務支援システムの導入」が挙げられた。

Q14. Q11でデジタル技術を「①活用している」、「②具体的に活用を検討している」あるいは「その他」を選択された方にお伺いします。デジタル技術の具体的な活用内容をお答えください。(複数回答)



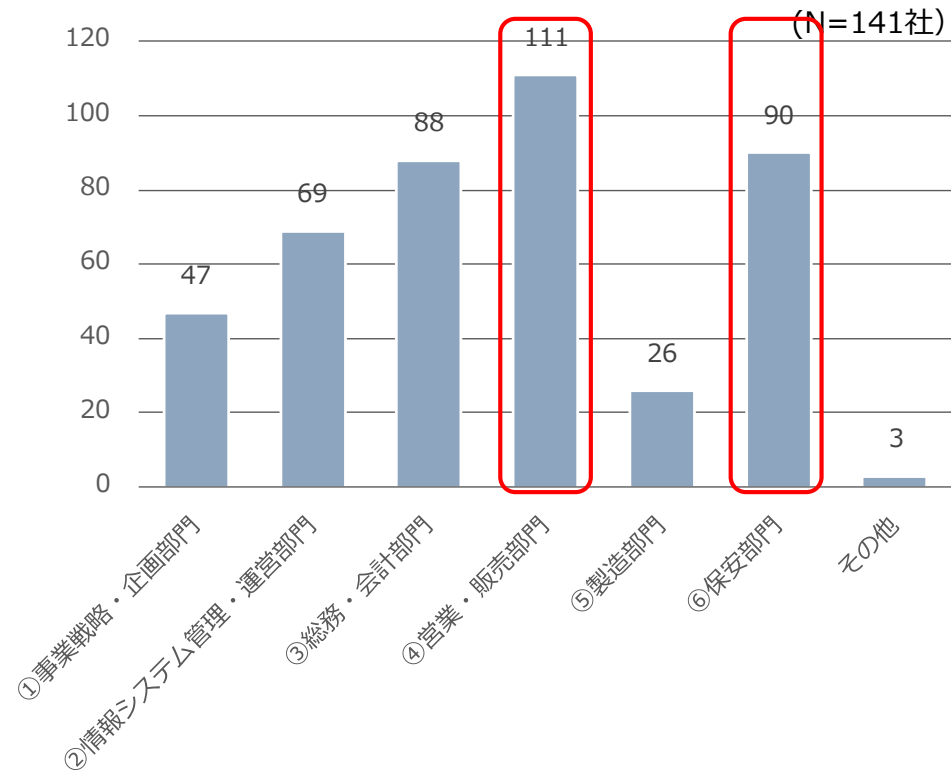
Q15. Q14で選択された「デジタル技術の活用内容」のうち、特に力を入れている活用内容をお答えください。(単一回答)



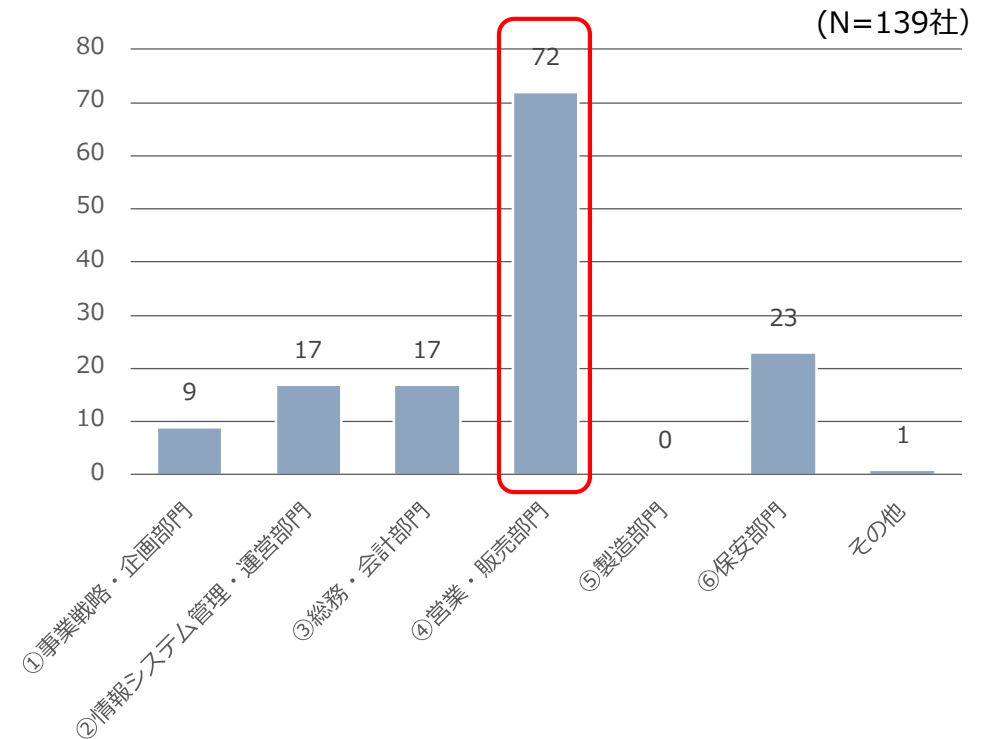
今後デジタル技術を活用していきたい部門について

- 今後は、営業・販売部門、保安部門等でデジタル技術を活用していきたいと答えた事業者が多い結果となった。
- 特に力を入れていきたい部門としても、営業・販売部門におけるデジタル技術の活用が最も多い結果となった。

Q16. Q11でデジタル技術を「①活用している」、「②具体的に活用を検討している」、「③今後検討していく予定である」あるいは「その他」を選択された方にお伺いします。今後どのような部門でデジタル技術を活用していきたいですか？（複数回答）



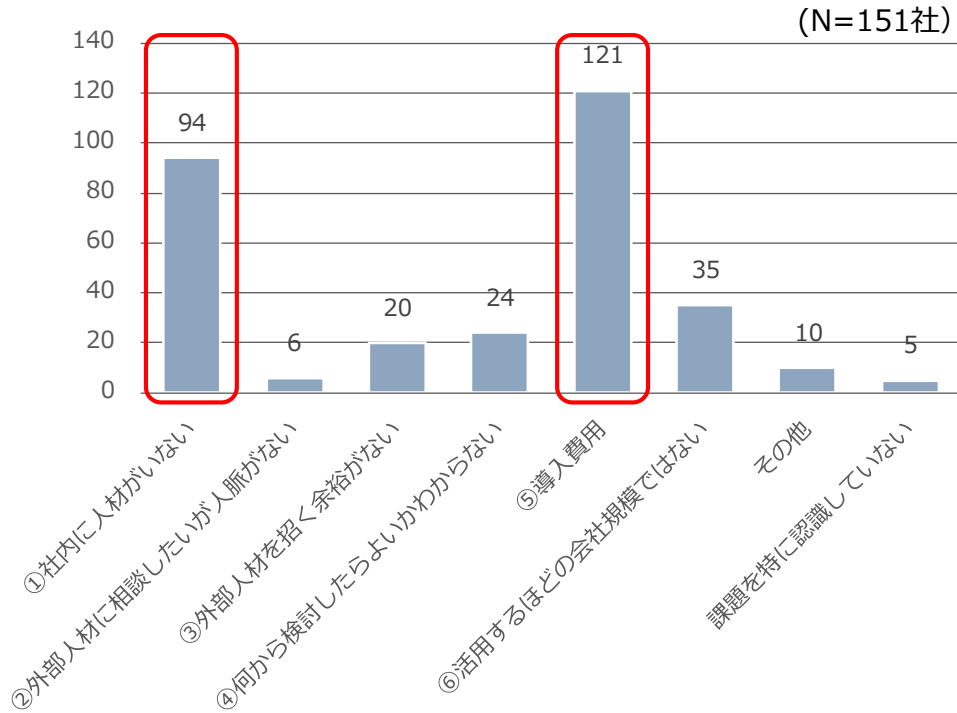
Q17. Q16で選択された「今後デジタル技術を活用していきたい部門」のうち、特に力を入れていきたい部門をお答えください。（単一回答）



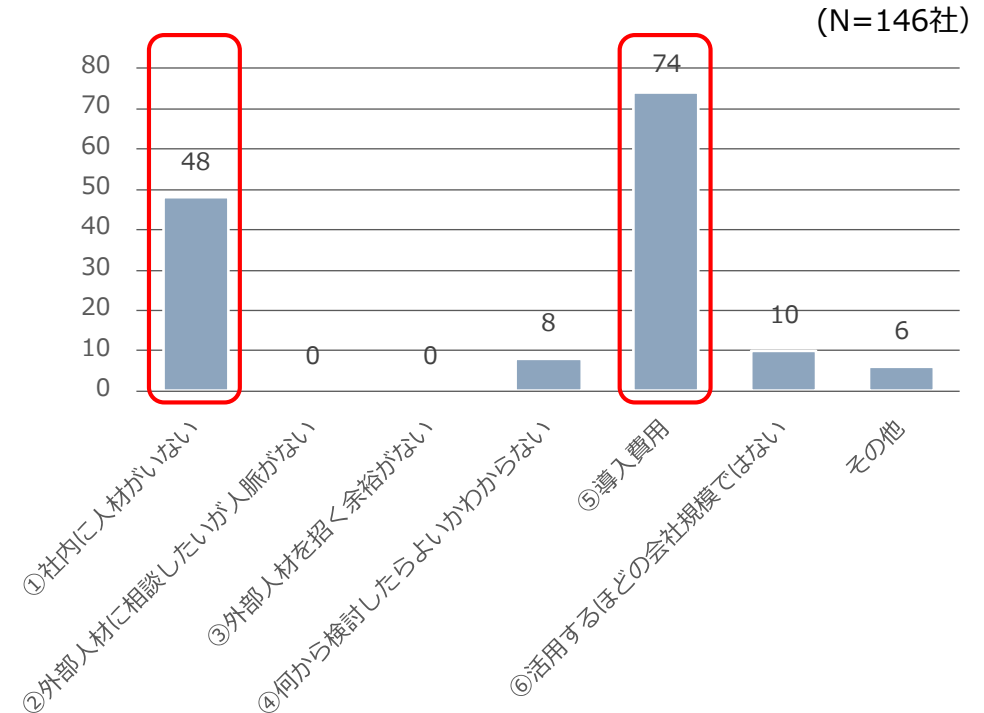
デジタル技術の活用を検討するにあたっての課題について

- デジタル技術の活用に対しては、「社内の人材不足」、「導入費用」が課題として捉える事業者が多い結果となった。

Q18. デジタル技術の活用を検討するにあたって、何が課題だと認識していますか？（複数回答）（Q11で「④活用していないし、検討する予定もない」を選択された場合でも、検討するための課題（検討できない理由）をお答えください。）



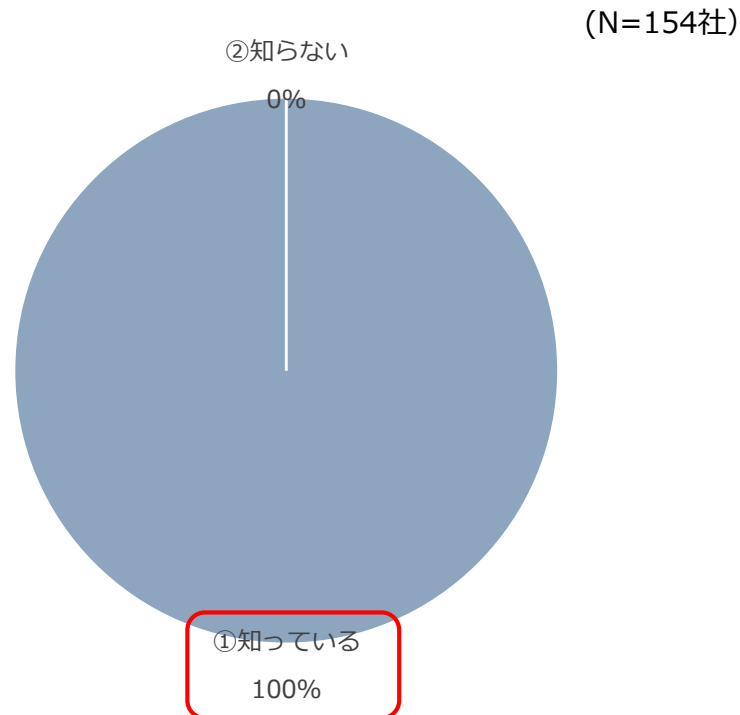
Q19. Q18で選択された「課題」のうち、特に当てはまる課題をお答えください。（単一回答）



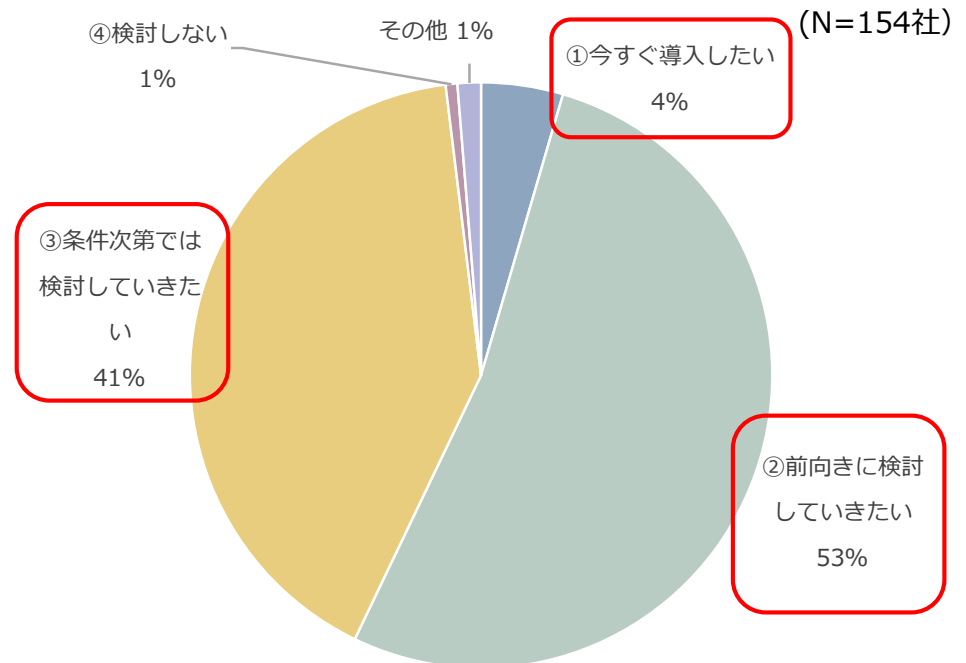
スマートメーターの導入に対する認識について

- 154社全てが、スマートメーター自体は認識している。
- そのうち57%にあたる88社が今すぐあるいは前向きに導入したいと考えており、条件次第では検討していききたい事業者を加えると98%の事業者がスマートメーターの導入を検討していききたいと回答している。

Q20. 大手ガス事業者において、マイコンメーターに通信機能を付加し、遠隔検針、保安データ送信や遠隔閉開栓を行うことが出来るスマートメーターの導入が検討されていることをご存知ですか？（単一回答）



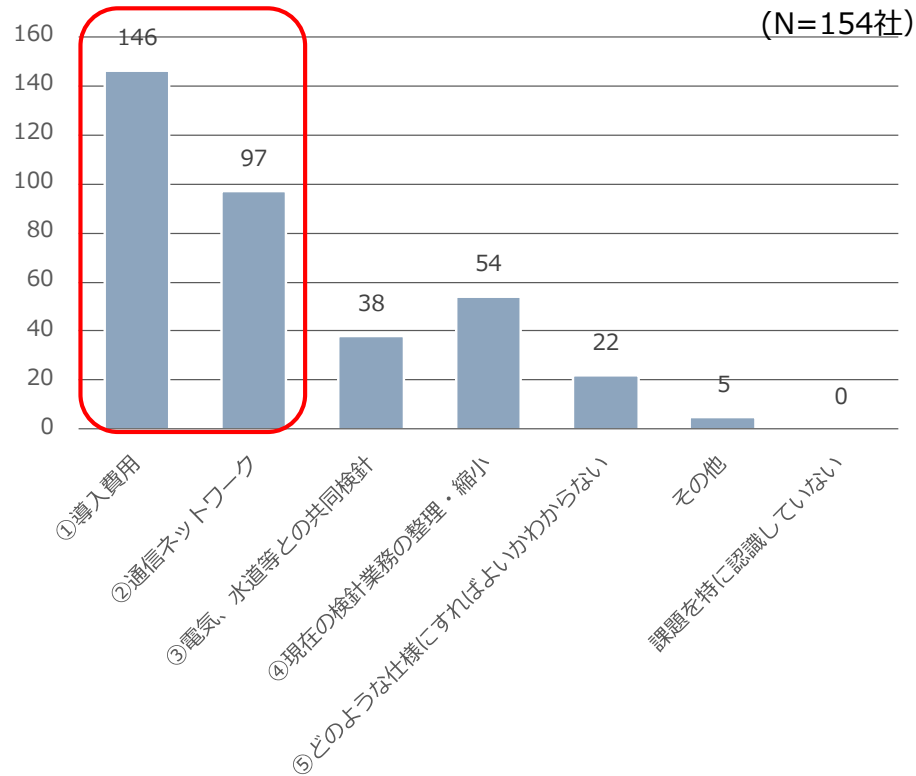
Q21. 将来的なスマートメーターの導入について、どのように認識していますか？（単一回答）



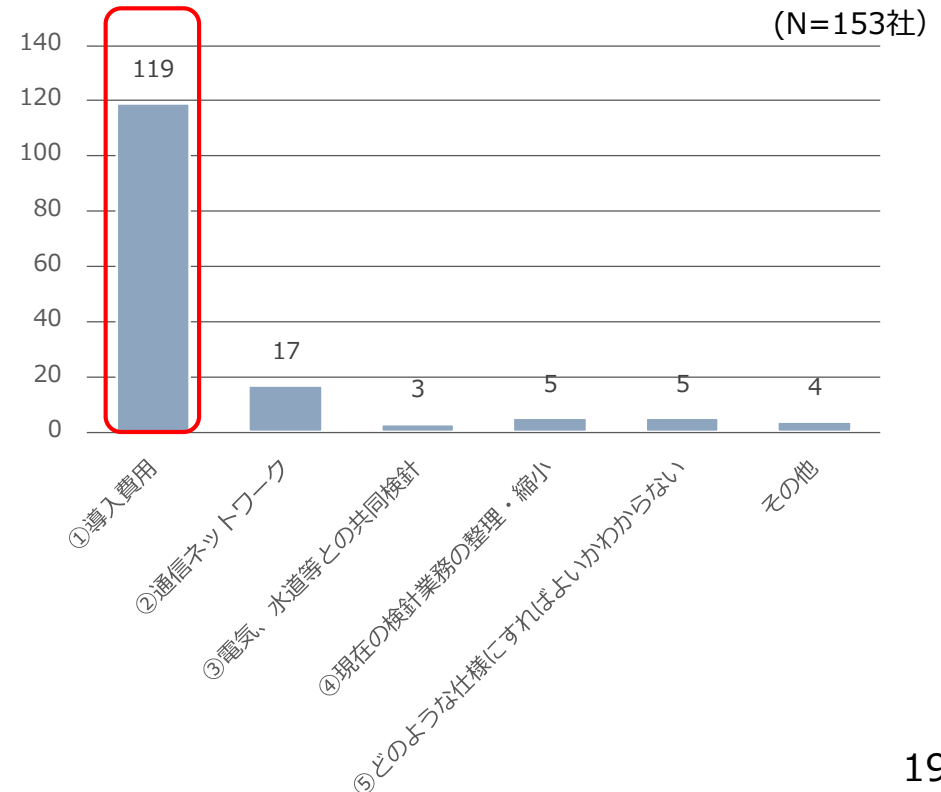
スマートメーターの導入における課題について

- スマートメーターの導入にあたっては、導入費用や通信ネットワークの不足が課題として多く挙げられた。
- 特に、153社中の119社が、特に大きな課題は導入費用と答えている。

Q22. スマートメーターの導入に当たって、何が課題だと認識していますか？（複数回答）



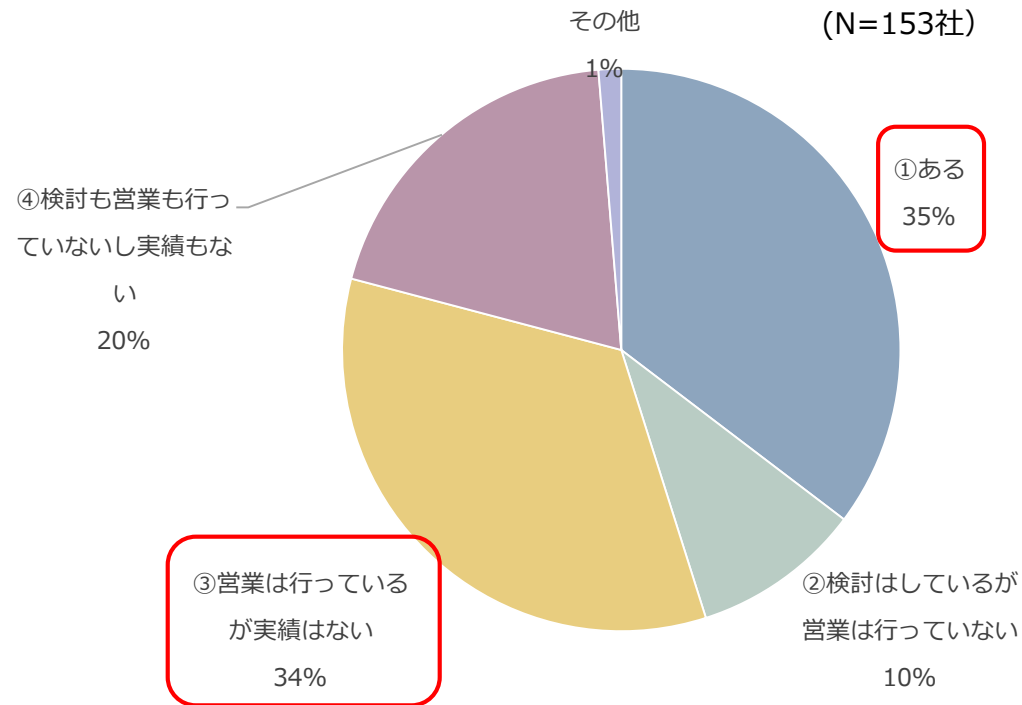
Q23. Q22で選択された「課題」のうち、特に当てはまる課題をお答えください。（単一回答）



停電対応型ガスコージェネレーションシステムの導入について

- 全体の35%である、54社が既に停電対応型コージェネを導入した実績を有しており、営業中の事業者も同程度の52社存在する。

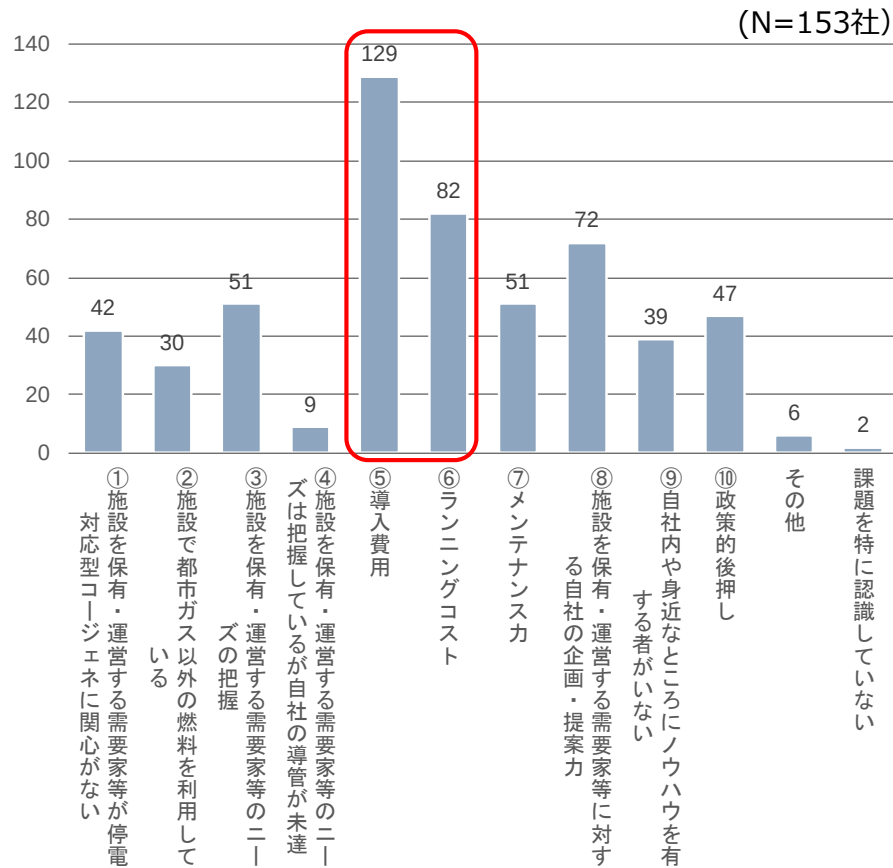
Q24. 災害など停電時にも都市ガスにより電気・熱の供給が可能な停電対応型ガスコージェネレーションシステム(停電対応型コージェネ)を施設(民間施設、自治体施設等)に導入した実績がありますか？(単一回答)



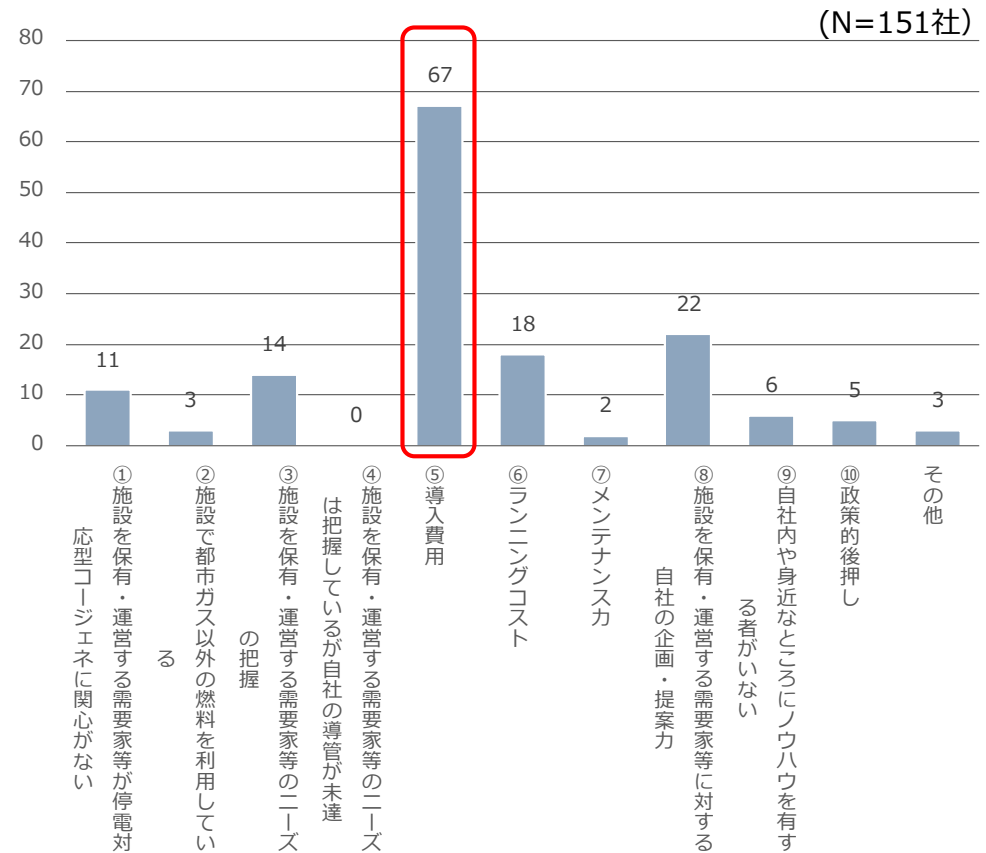
停電対応型コージェネの施設への導入における課題について

- 課題としては、導入費用やランニングコストなど、費用面における課題が最も多い結果となった。
- 特に導入費用に対して最大の課題と考えている事業者が多い。

Q25. 停電対応型コージェネの施設への導入に際して、何が課題だと認識していますか？（複数回答）



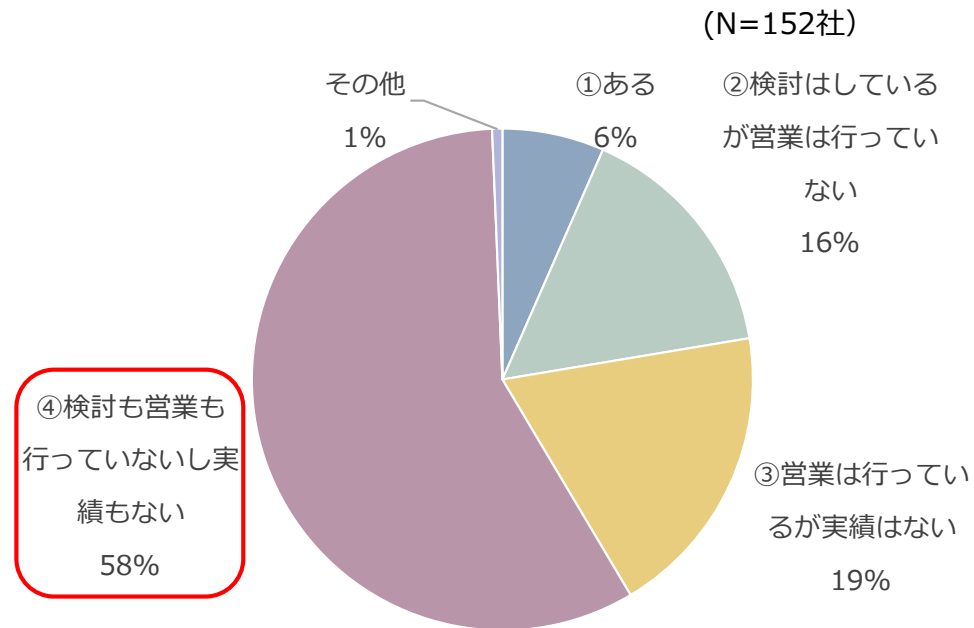
Q26. Q25で選択された「課題」のうち、特に当てはまる課題をお答えください。（単一回答）



熱・電気の面的利用を行う取組(スマートエネルギーネットワーク) について

- 全体の58%にあたる、88社の事業者がスマートエネルギーネットワークの検討も営業も行っていない。という結果となった。

Q27. 停電対応型コージェネを活用し、再生可能エネルギーや蓄電池等を組み合わせ、複数の施設(民間施設、自治体施設等)において熱・電気の面的利用を行う取組(スマートエネルギーネットワーク)を行ったことがありますか？(単一回答)

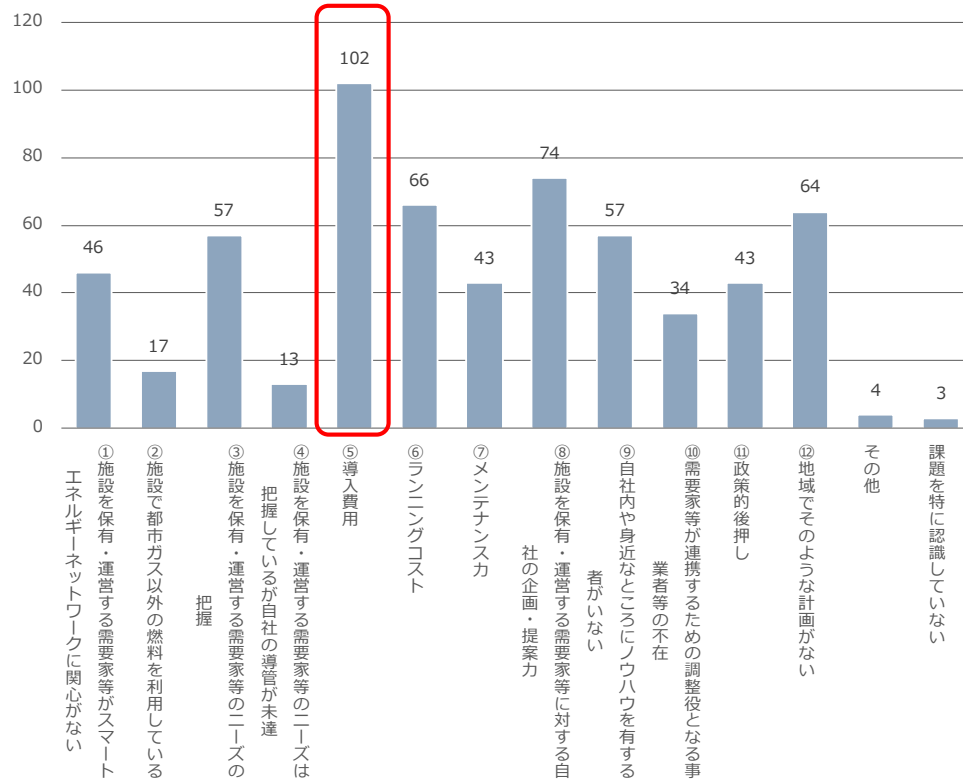


スマートエネルギーネットワークの構築における課題について

- スマートエネルギーネットワークについて、半数以上が「検討も営業も行っていないし実績もない」を占めており、課題としては、「導入費用」や「施設を保有・運営する需要家等に対する自社の企画・提案力」といった課題が多い結果となった。
- 特に、「導入費用」及び「地域でそのような計画がない」ことが大きな課題として挙げられた。

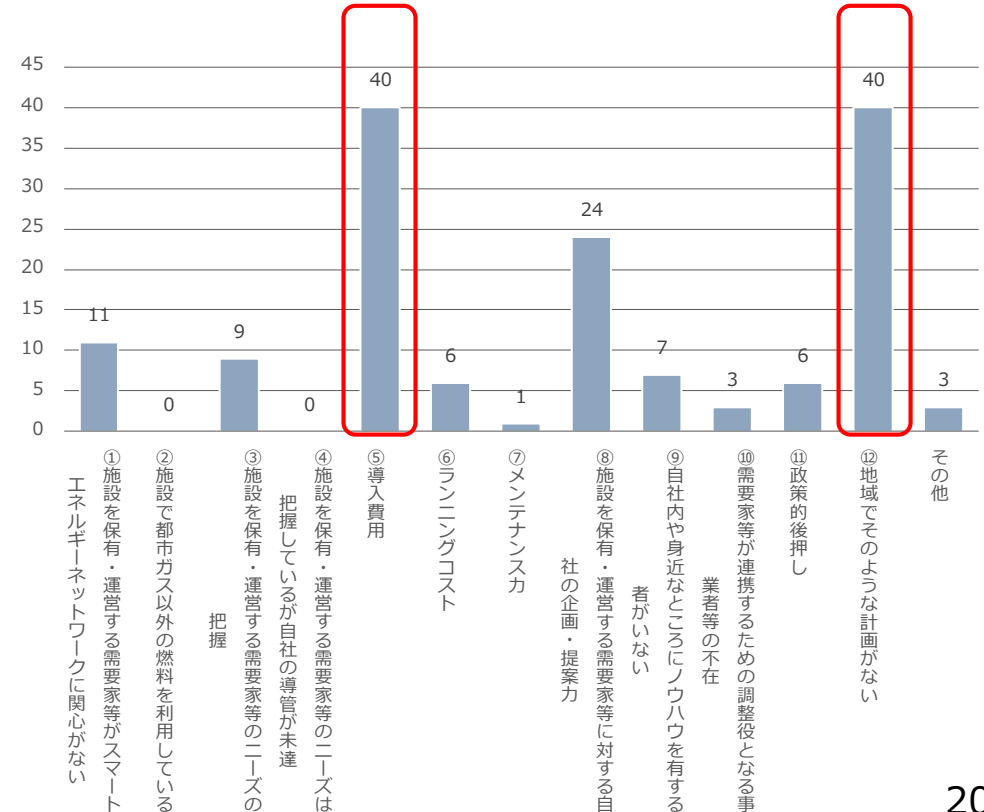
Q28. スマートエネルギーネットワークの構築に際して、何が課題だと認識していますか？（複数回答）

(N=153社)



Q29. Q28で選択された「課題」のうち、特に当てはまる課題をお答えください。（単一回答）

(N=150社)



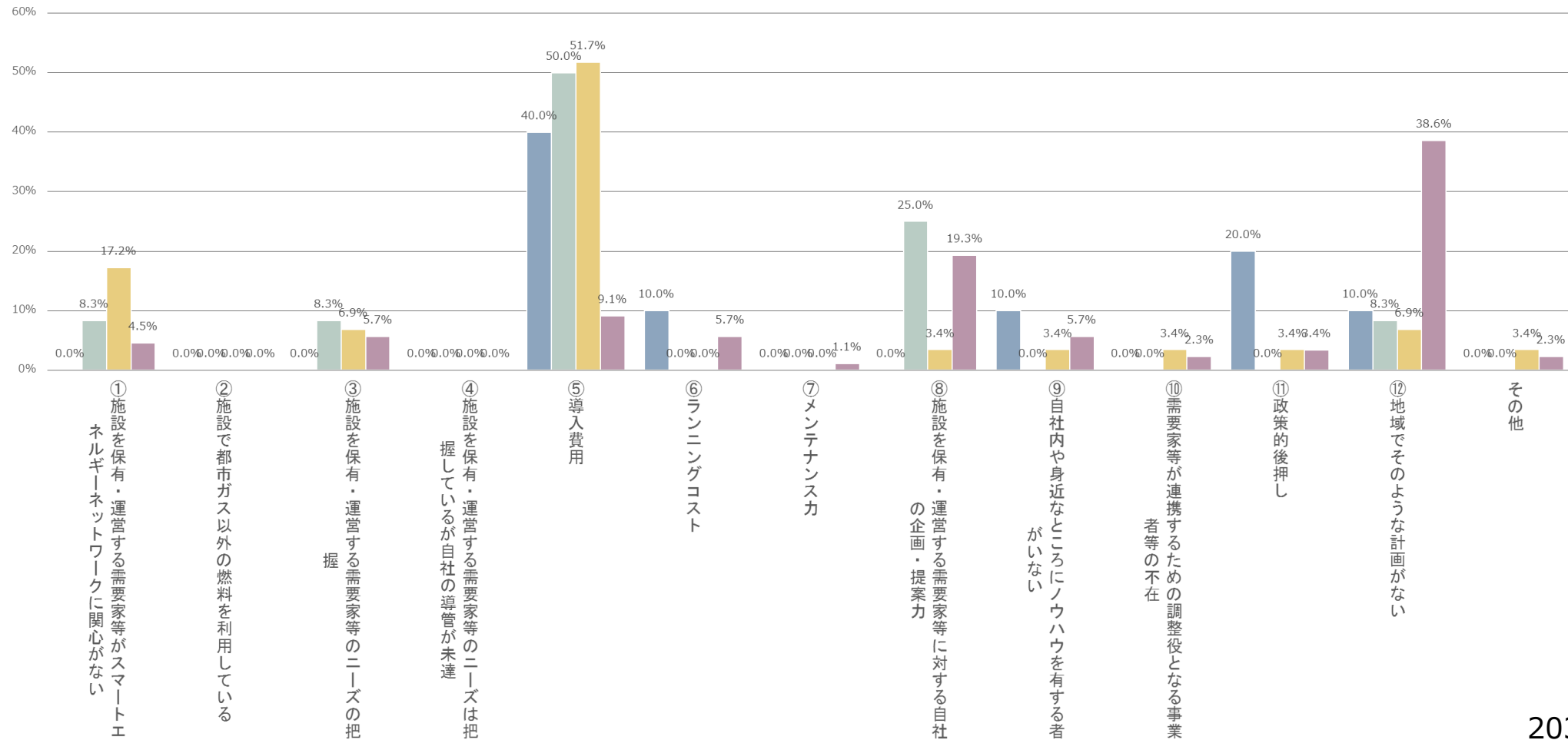
スマートエネルギーネットワークの実施/営業段階別の課題認識

- 実際にスマートエネルギーネットワークの導入経験のある事業者では、政策的後押しを必要と認識している事業者が一定数存在した。
- 一方で、実績のない事業者では、導入費用や自社の企画力、地域での計画がないことなどが挙げられた。

Q28.スマートエネルギーネットワークの実施/営業段階別の課題認識

(N=151社)

■①ある ■②検討はしているが営業は行っていない ■③営業は行っているが実績はない ■④検討も営業も行っていないし実績もない



他の都市ガス事業者との連携について

- 多くの事業者は他の都市ガス事業者との連携を検討したことがなく、検討した事業者は30社にとどまった。従業員数別の回答では、従業員数が多い(規模の大きい) 企業ほど他の都市ガス事業者との連携を検討したことがある結果となった
- 一方で、検討した事業者のうち、72%の事業者は実際に連携を行っている。という結果になった。

Q30. 他の都市ガス事業者(ガス小売事業者、ガス導管事業者、ガス製造事業者) との連携(共同検針、共同保守点検、共同調達、共同システム開発、ITの専門家などアドバイザーの共同雇用など) を検討したことがありますか？(単一回答)

全体回答

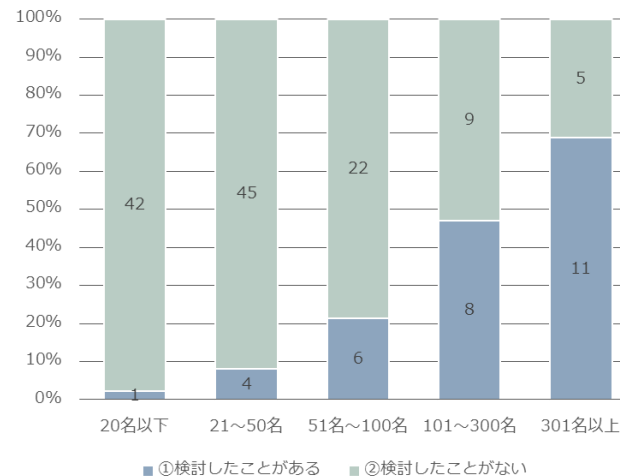
(N=154社)

①検討したことがある
19%

②検討したことがない
81%

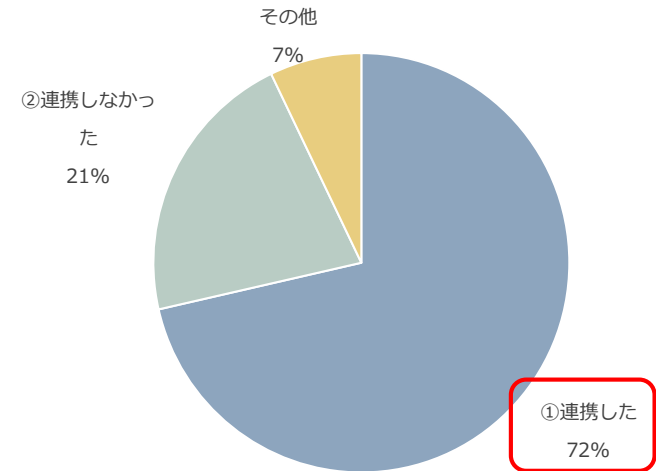
従業員数別回答

(N=153社)



Q31. Q30で「検討したことがある」を選択された方にお伺いします。その結果、他の都市ガス事業者と連携をしましたか？(単一回答)

(N=28社)

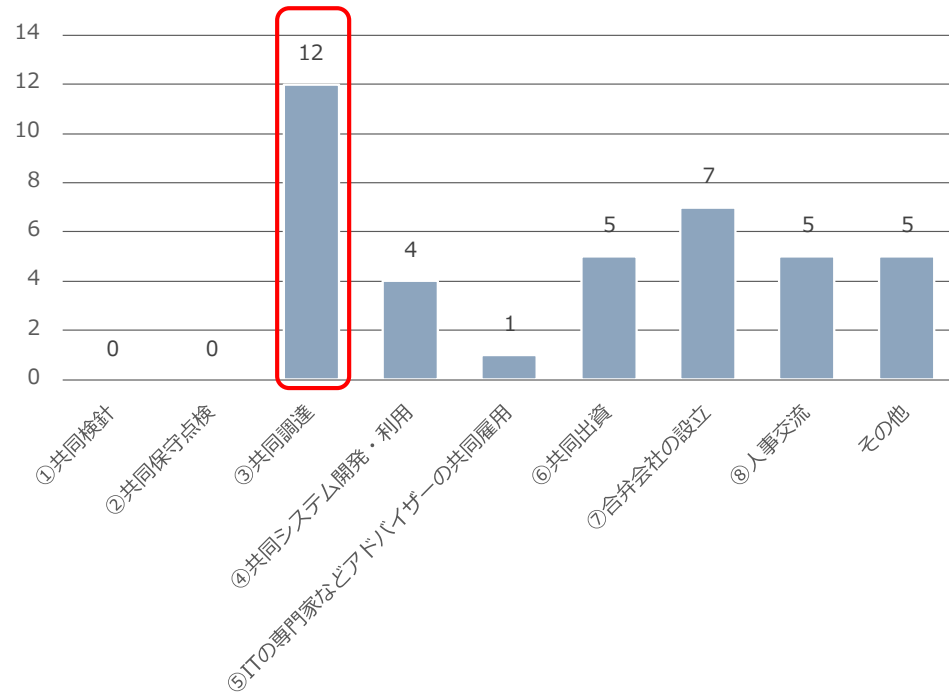


他の都市ガス事業者との具体的な連携内容について

- 他の都市ガス事業者とは、共同調達において具体的に連携している事業者が最も多い結果となった。

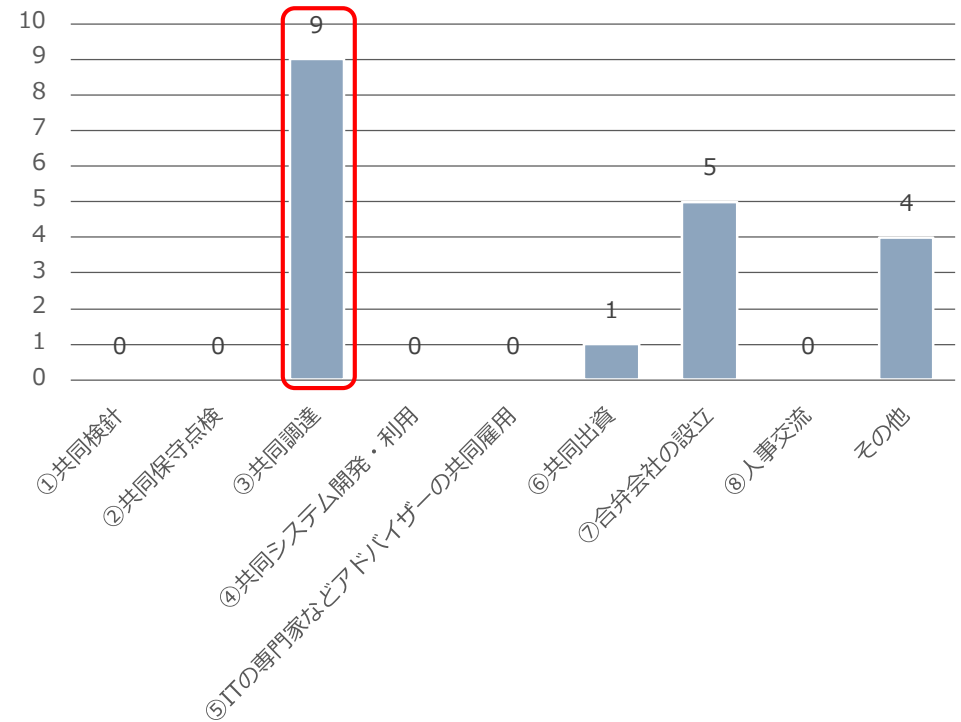
Q32. Q31で「連携した」を選択された方にお伺いします。その具体的な連携内容についてお答えください。(複数回答)

(N=20社)



Q33. Q32で選択された「取組」のうち、特に力を入れた取組をお答えください。(単一回答)

(N=19社)

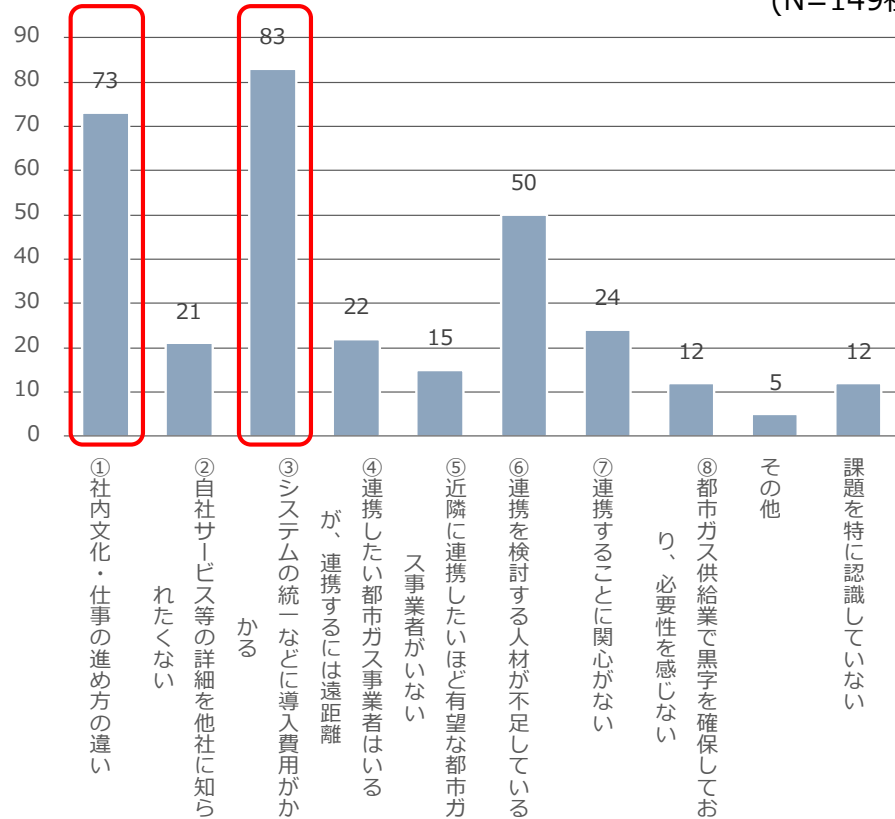


他の都市ガス事業者との連携における課題について

- 他の都市ガス事業者との連携における課題としては、「社内文化や仕事の進め方の違い」や「システムの統一などにおける導入費用」などが多い結果となった。
- 特に最も大きな課題としては、文化の違いが挙げられる。

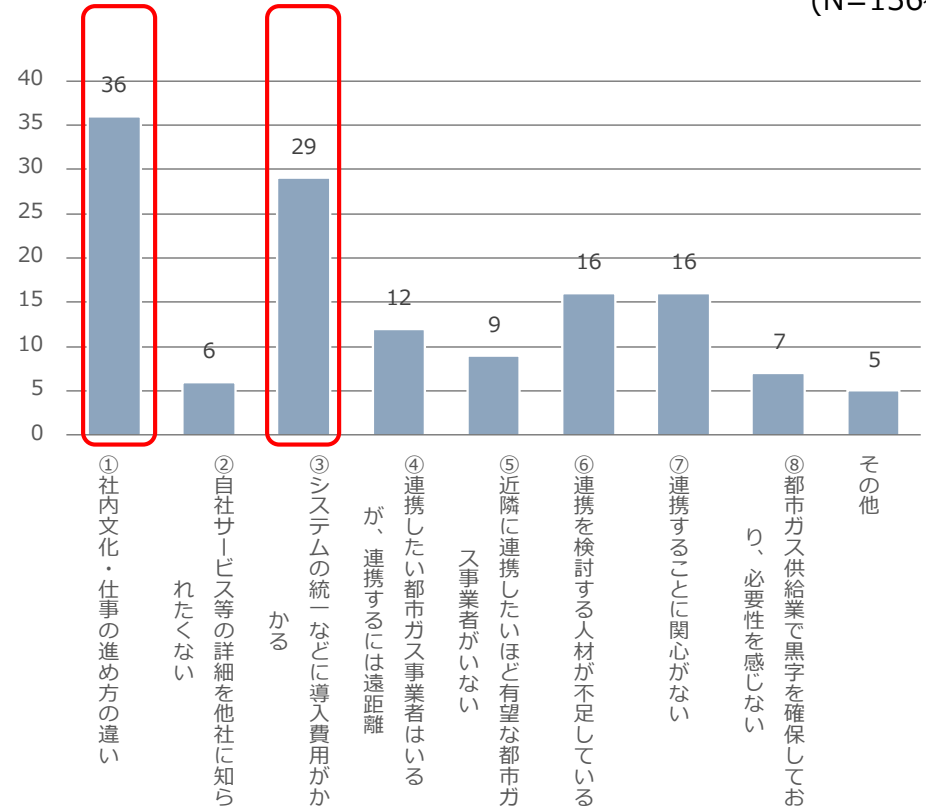
Q34. 他の都市ガス事業者との連携にあたって、何が課題だと認識していますか？(複数回答)

(N=149社)



Q35. Q34で選択された「課題」のうち、特に当てはまる課題をお答えください。(単一回答)

(N=136社)

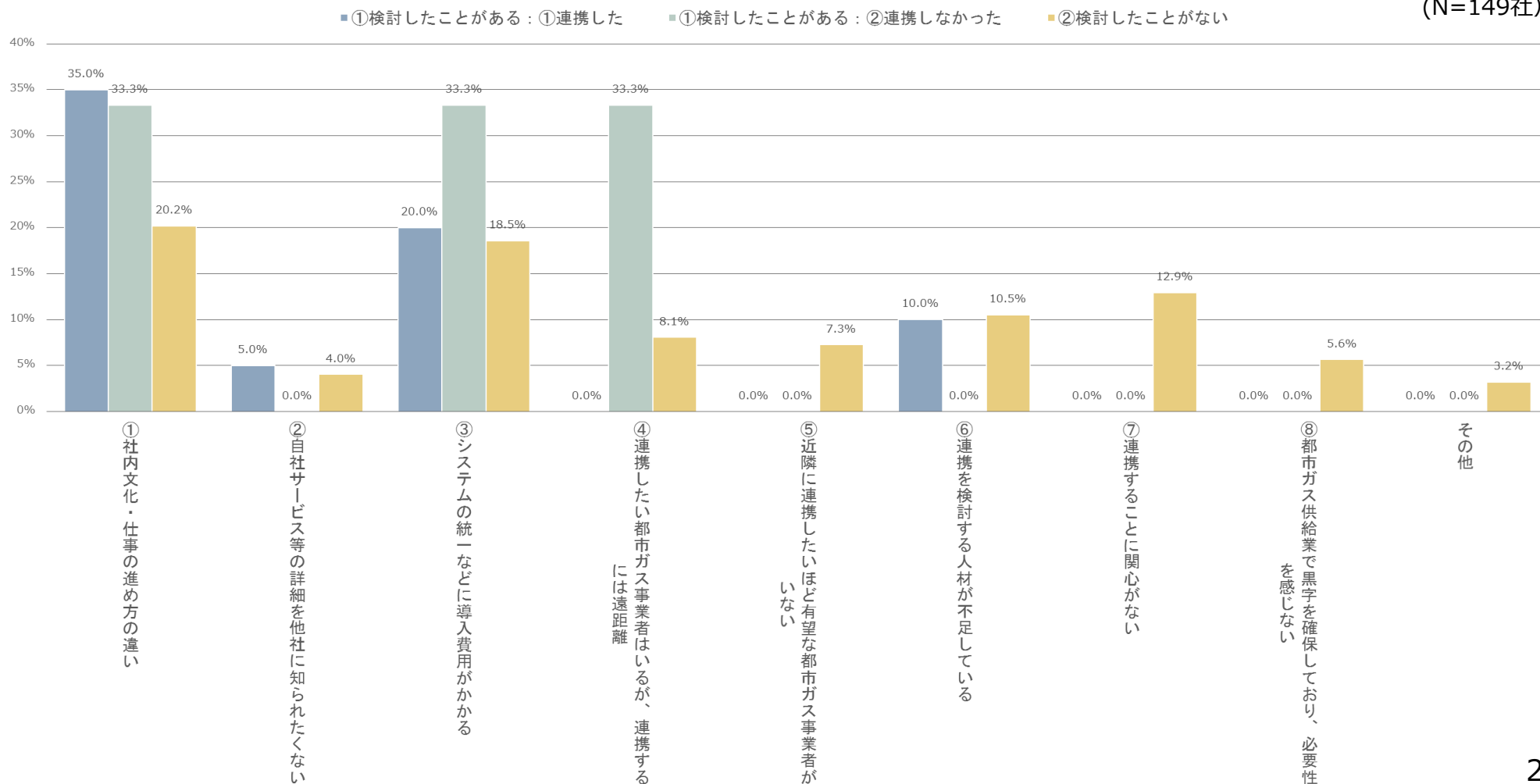


他の都市ガス事業者との連携の有無別の課題認識

- 検討し、実際に連携した事業者では、社内文化やシステムの統一といった課題が挙げられた。
- 検討したが、連携に至らなかった事業者では、それらに加えて、物理的な距離が遠いことが挙げられた。
- 検討したことがない事業者では、関心の無さや人材不足といった課題が追加で挙げられた。

Q34.他の都市ガス事業者との連携の有無別の課題認識

(N=149社)



Q36,37 他業種の事業者(グループ会社を除く)との連携について

- 他業種の事業者との連携については、全体の78%にあたる、120社の事業者が検討したことがないという結果となった。また従業員数別では、100名以下の企業では検討したことがほとんどないという結果になった。
- 一方で、検討したことがある事業者のうち50%の事業者が実際に連携に至っている。

Q36. 他業種の事業者(グループ会社を除く)との連携(共同検針、共同保守点検、共同調達、商品・サービスの開発など)を検討したことがありますか？(単一回答)

全体回答

(N=153社)

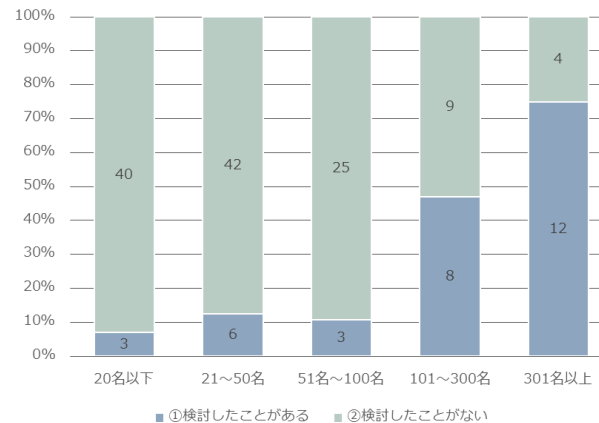
①検討したことがある

22%

②検討したことがない
78%

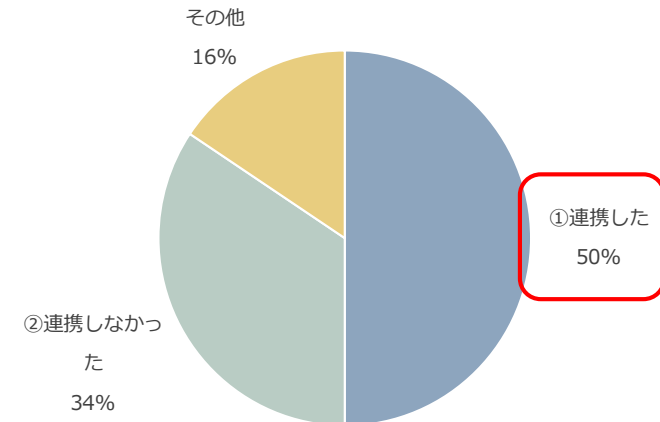
従業員数別回答

(N=152社)



Q37. Q36で「検討したことがある」を選択された方にお伺いします。その結果、他業種の事業者と連携をしましたか？(単一回答)

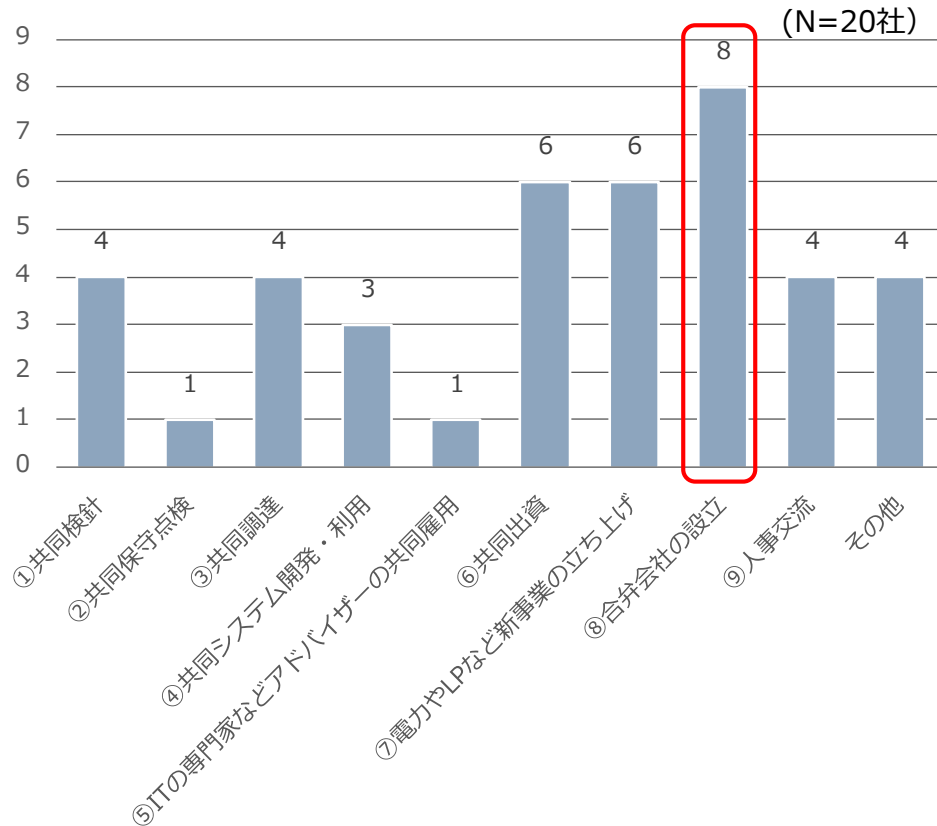
(N=32社)



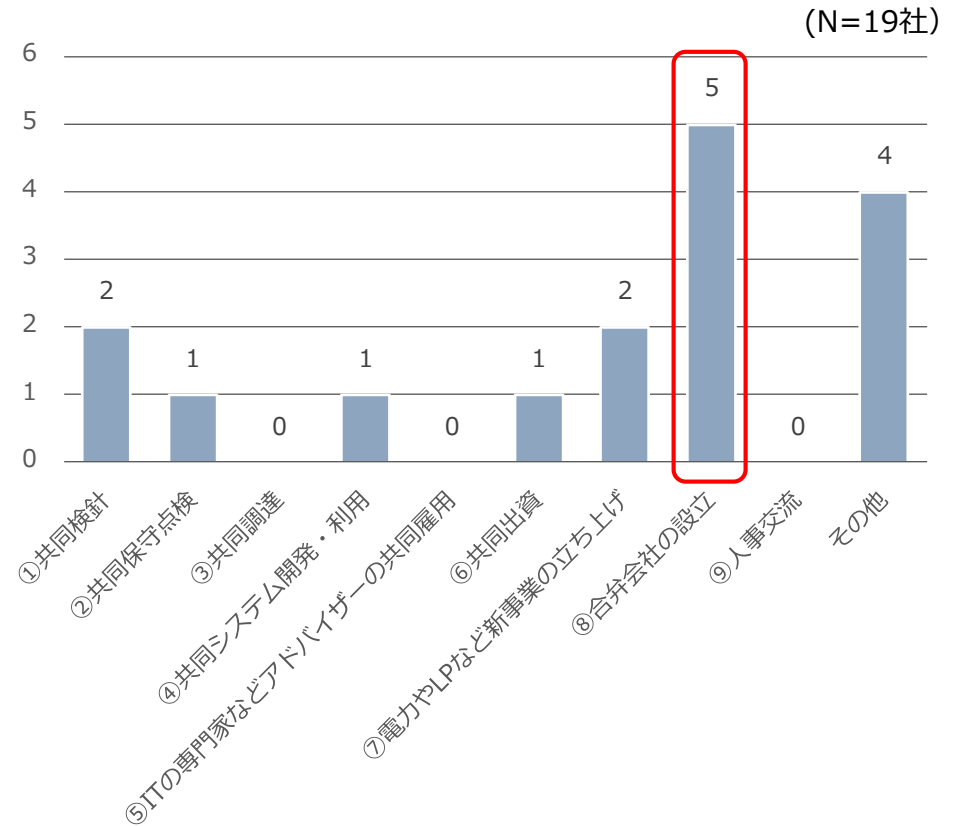
他業種の事業者との具体的な連携内容について

- 他業種の事業者とは、合併会社の設立や共同出資、新事業の立ち上げといった、連携が多い結果となった。
- 特に合併会社の設立に最も注力したと答えた事業者が多い結果となった。

Q38. Q37で「連携した」を選択された方にお伺いします。その具体的な連携内容についてお答えください。(複数回答)



Q39. Q38で選択された「連携内容」のうち、特に力を入れている取組をお答えください。(単一回答)

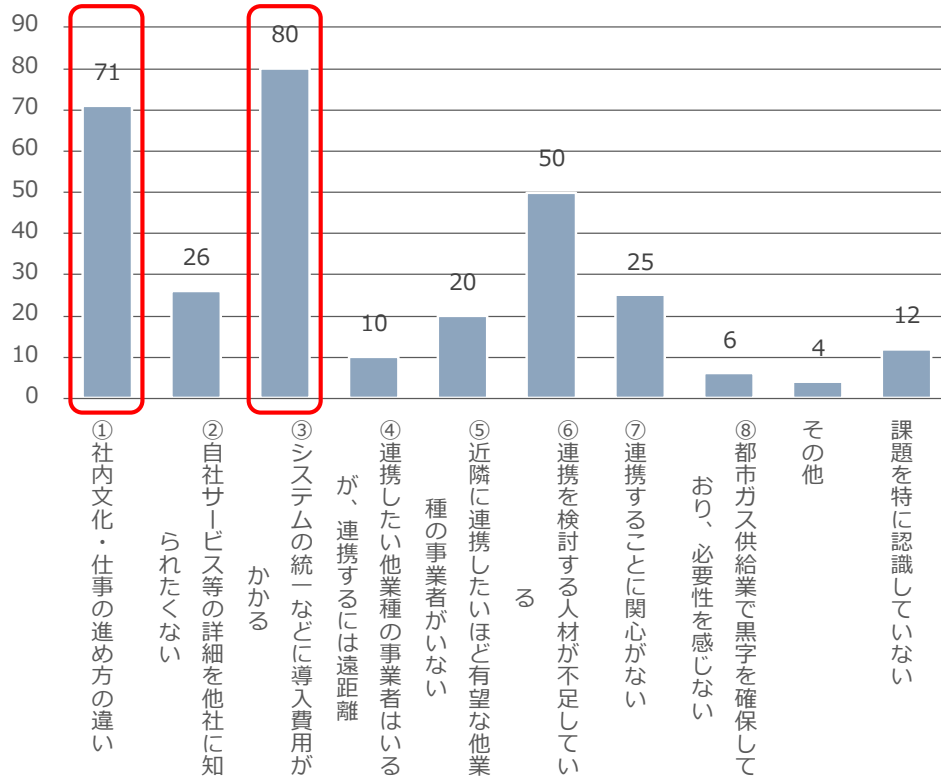


他業種の事業者との連携における課題について

- 他業種の事業者との連携においても、都市ガス事業者との連携と同様に「社内文化・仕事の進め方の違い」や「システムの統一などにかかる導入費用」が課題として多い結果となった。

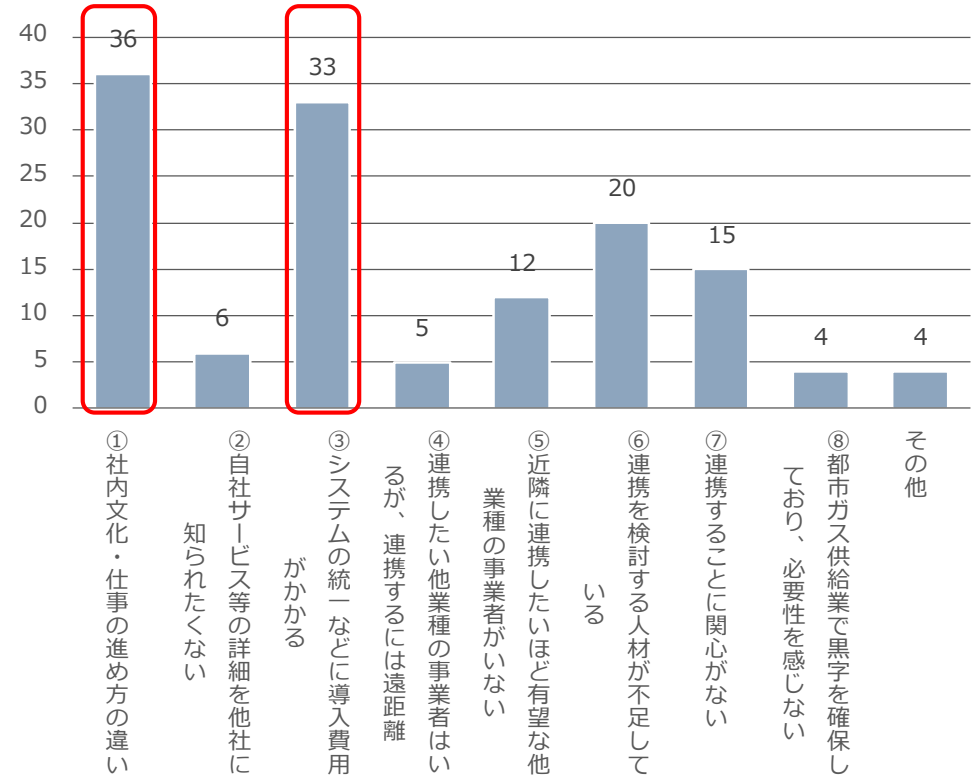
Q40. 他業種の事業者との連携にあたって、何が課題だと認識していますか？(複数回答)

(N=148社)



Q41. Q40で選択された「課題」のうち、特に当てはまる課題をお答えください。(単一回答)

(N=135社)

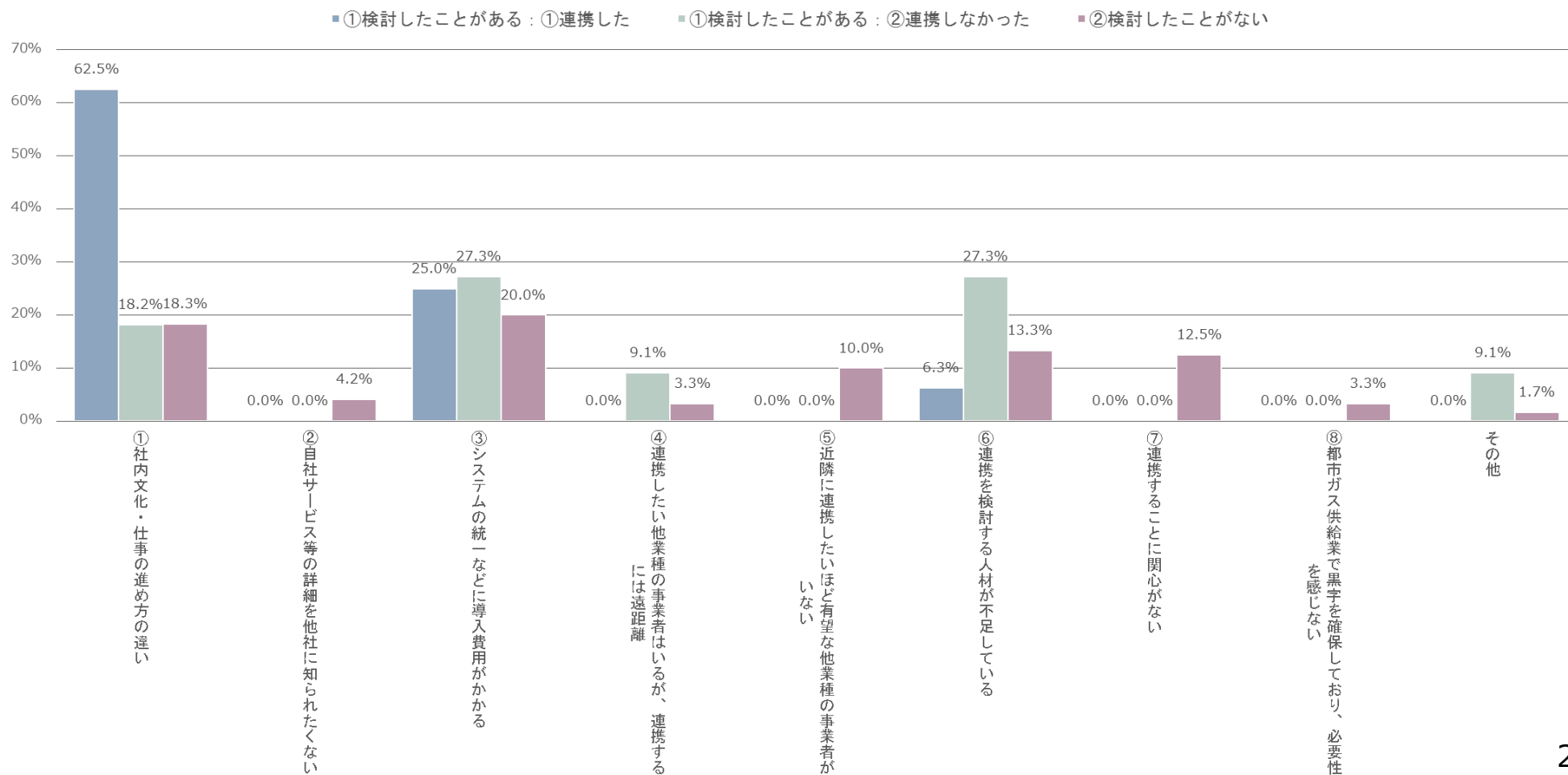


他業種の事業者との連携の有無別の課題認識

- 検討し、実際に連携した事業者では、社内文化やシステムの統一といった課題が挙げられた。
- 検討したが、連携に至らなかった事業者では、それらに加えて、人材不足が最も大きな課題として挙げられた。
- 検討したことがない事業者では、関心の無さや人材不足といった課題が追加で挙げられた。

Q41.他の都市ガス事業者との連携の有無別の課題認識

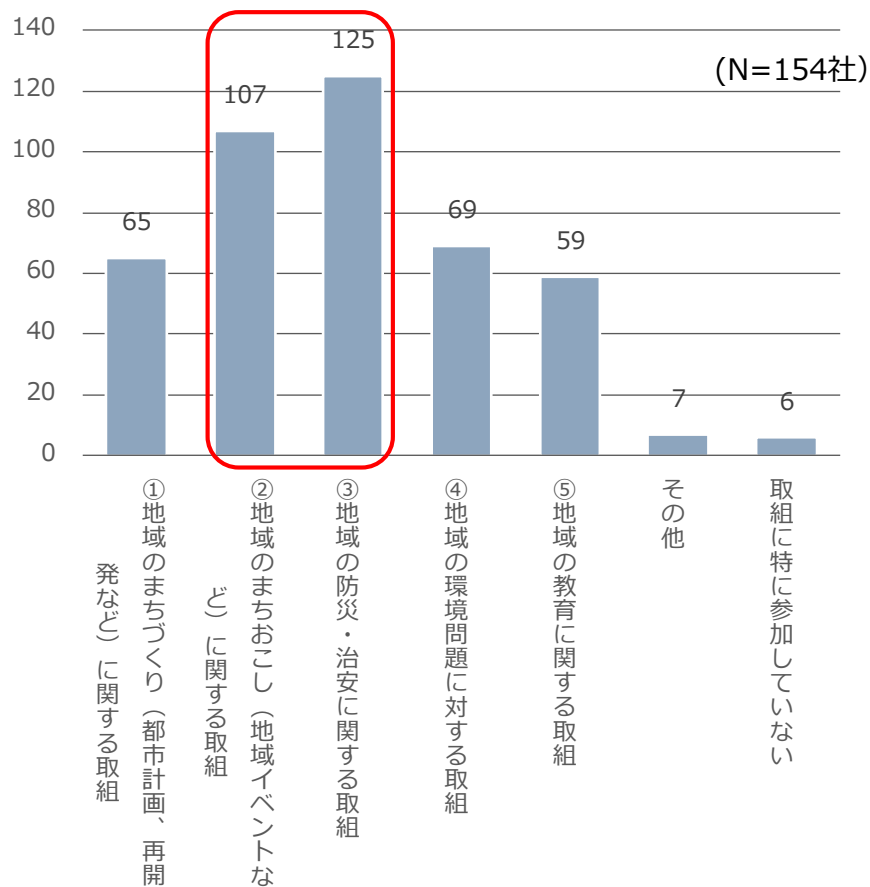
(N=147社)



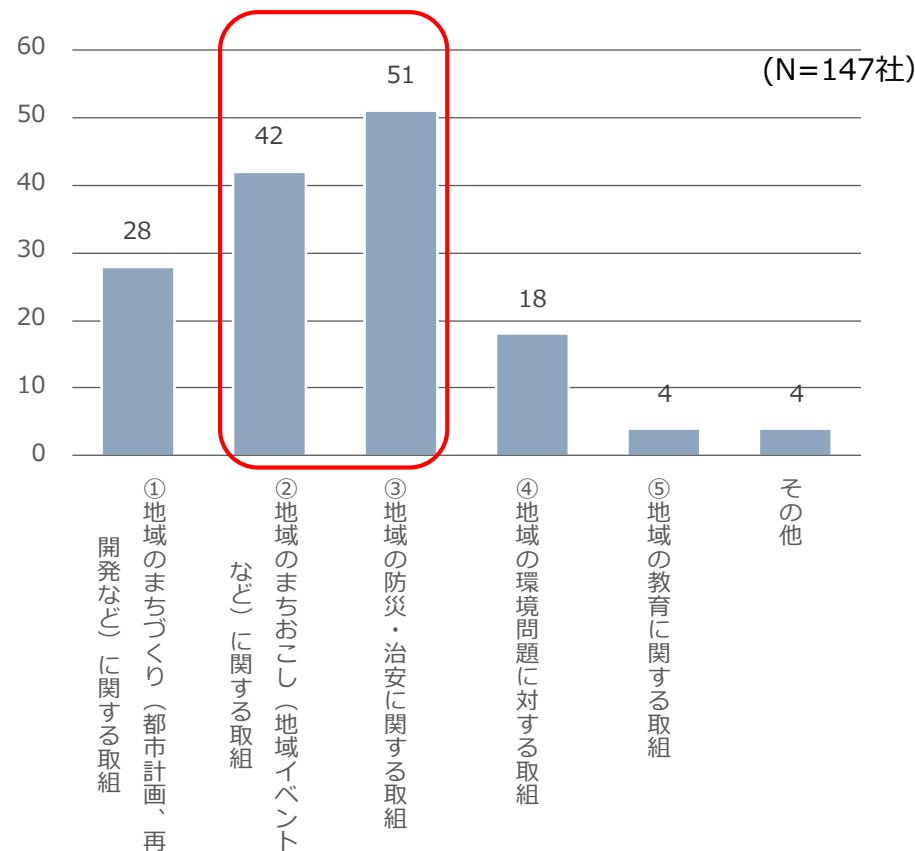
地域における取組について

- 地域においては、防災・治安に関する取り組みや地域のまちおこしに関する取り組みなどに取り組んでいる事業者多い結果となった。

Q42. 地域における様々な取組に参加していますか？(複数回答)



Q43. Q42で選択された「取組」のうち、特に力を入れている取組をお答えください。(単一回答)

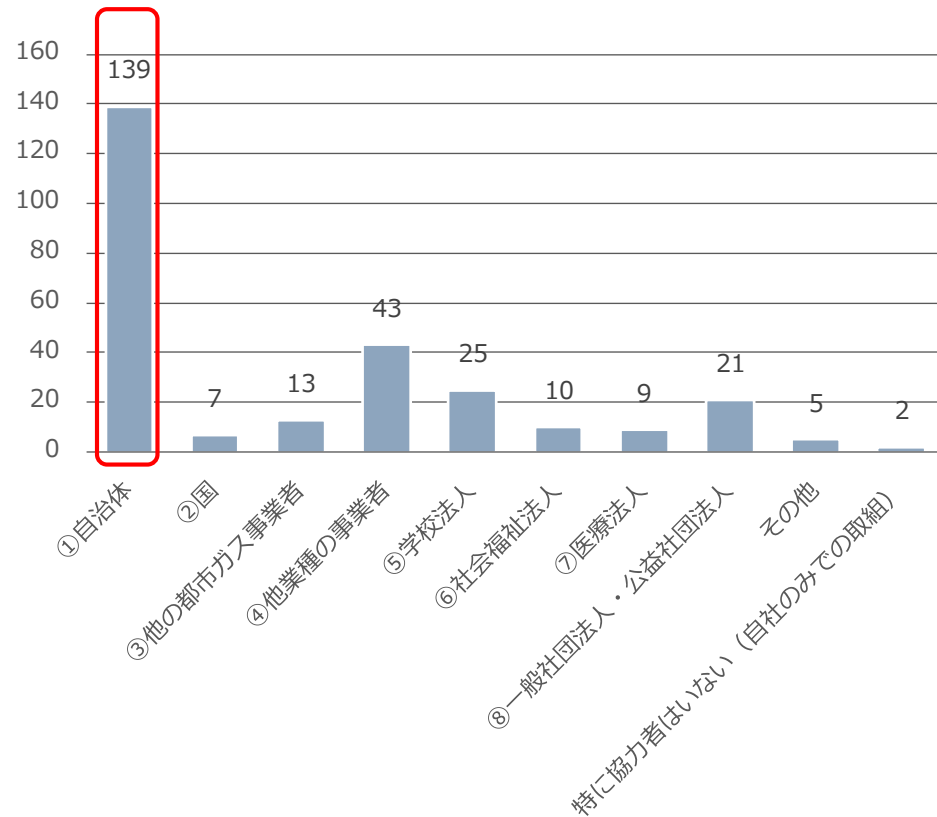


地域の取組における協力関係について

- 地域における取組を実施する際には、自治体や他業種の事業者と協力して実施することが多い結果となったが、特に重要と考える協力関係に関しては、自治体が圧倒的に多い結果となった。

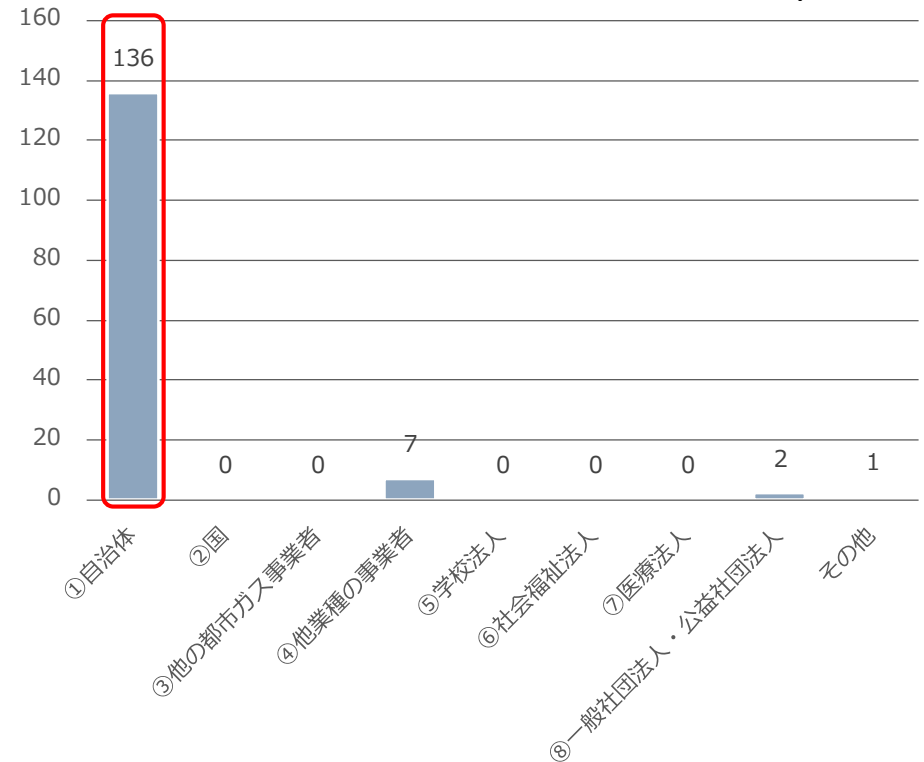
Q44. Q42で何らかの取組に参加している方にお伺いします。その取組は、誰と協力して行っていますか？（複数回答）

(N=148社)



Q45. Q44で選択された「協力者」のうち、特に重要だと考える協力者をお答えください。（単一回答）

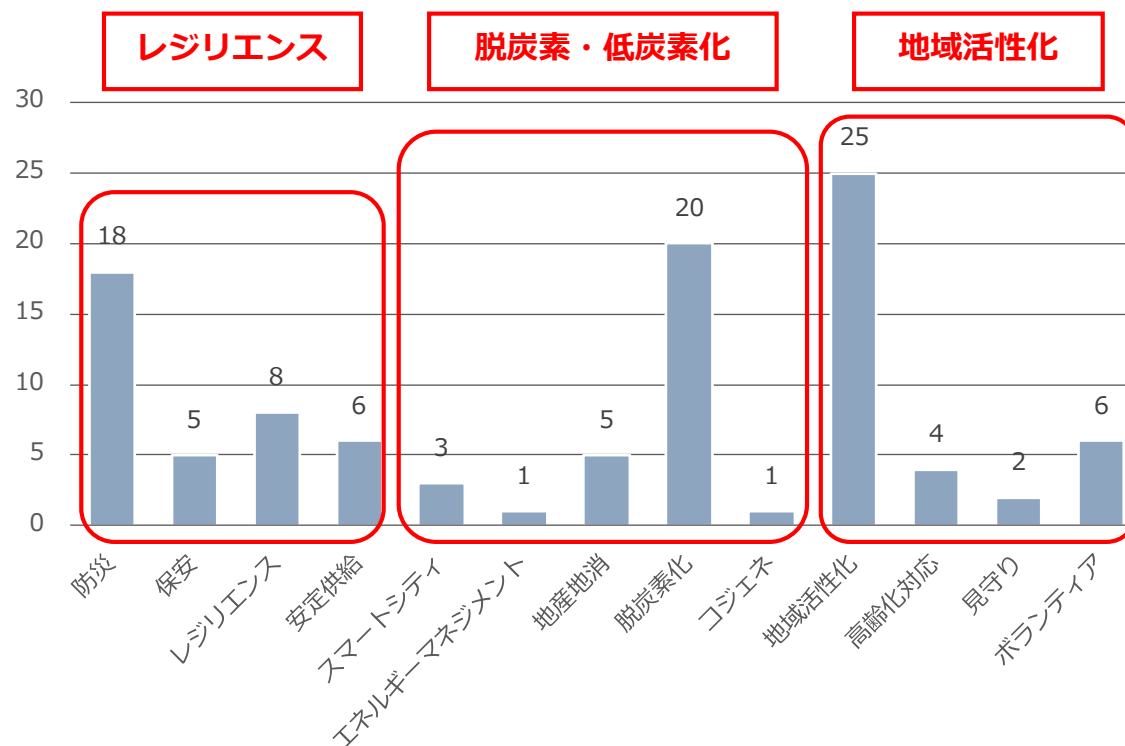
(N=146社)



地域における取組のうち特にガス事業者の役割が求められていると考えている取組について

- 以下に各社の考える特にガス事業者の役割として求められている取組におけるキーワードを示す。
- 全76社からの回答のうち、キーワードとしては、「地域活性化」や「脱炭素化・低炭素化」、「防災・保安・レジリエンス」といったものが多く挙げられた。

Q46. 地域における様々な取組のうち、特に地域においてガス事業者の役割が求められていると考えている取組を1つご紹介ください。その際、地域の課題や取組の内容、協力する関係者、ガス事業者の役割等を交えながら、お答えください。(自由記述)



(N=76社)

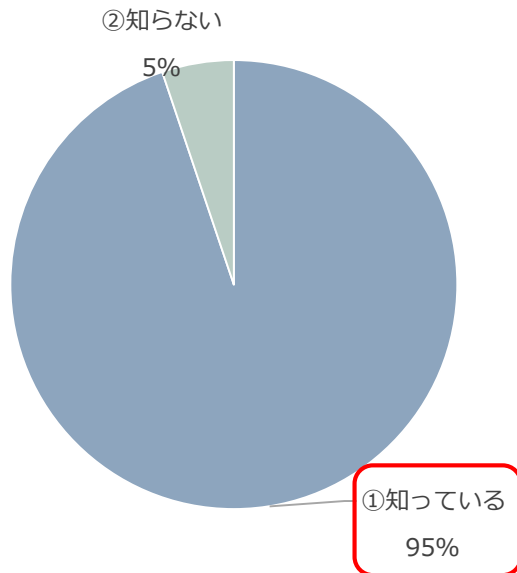
※回答に依っては、
1回答から複数のキー
ワードを抽出している

SDGsに対する取り組みについて

- SDGsに関しては、多くの事業者が認知している結果となった。
- 一方で取組を実際に行っている事業者は全体の22%にあたる34社の事業者にとどまっており、「今後検討していきたい」と回答した事業者が全体の57%を占める。
 - － 従業員数別の回答では、従業員数が少ない企業ほど取組を実施している/検討している企業の割合が低下する

Q47. SDGs(Sustainable Development Goals : 持続可能な開発目標)をご存知ですか？(単一回答)

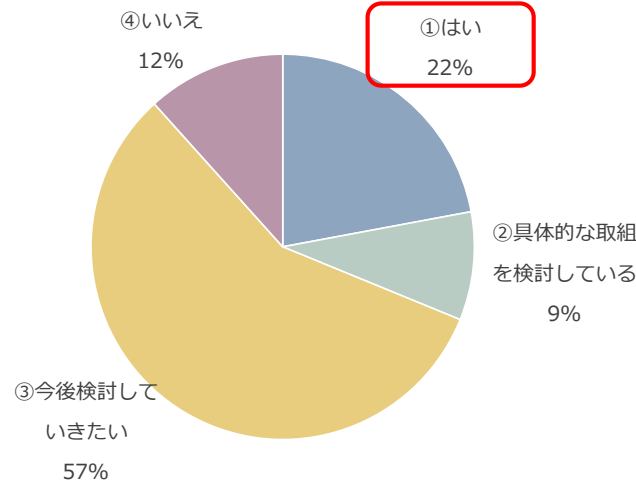
(N=154社)



Q48. SDGsに取り組んでいますか？(単一回答)

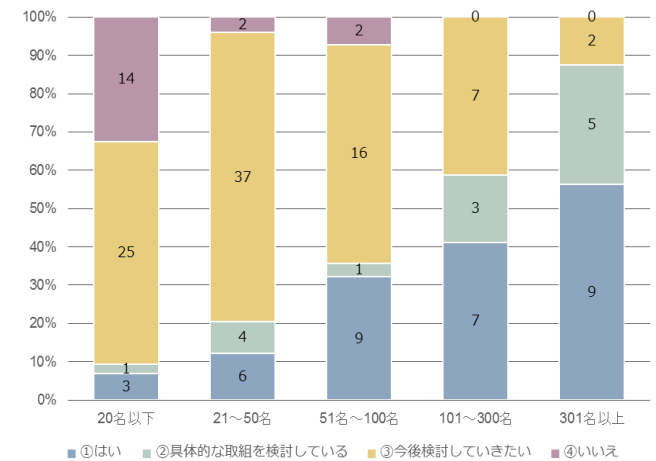
全体回答

(N=154社)



従業員数別回答

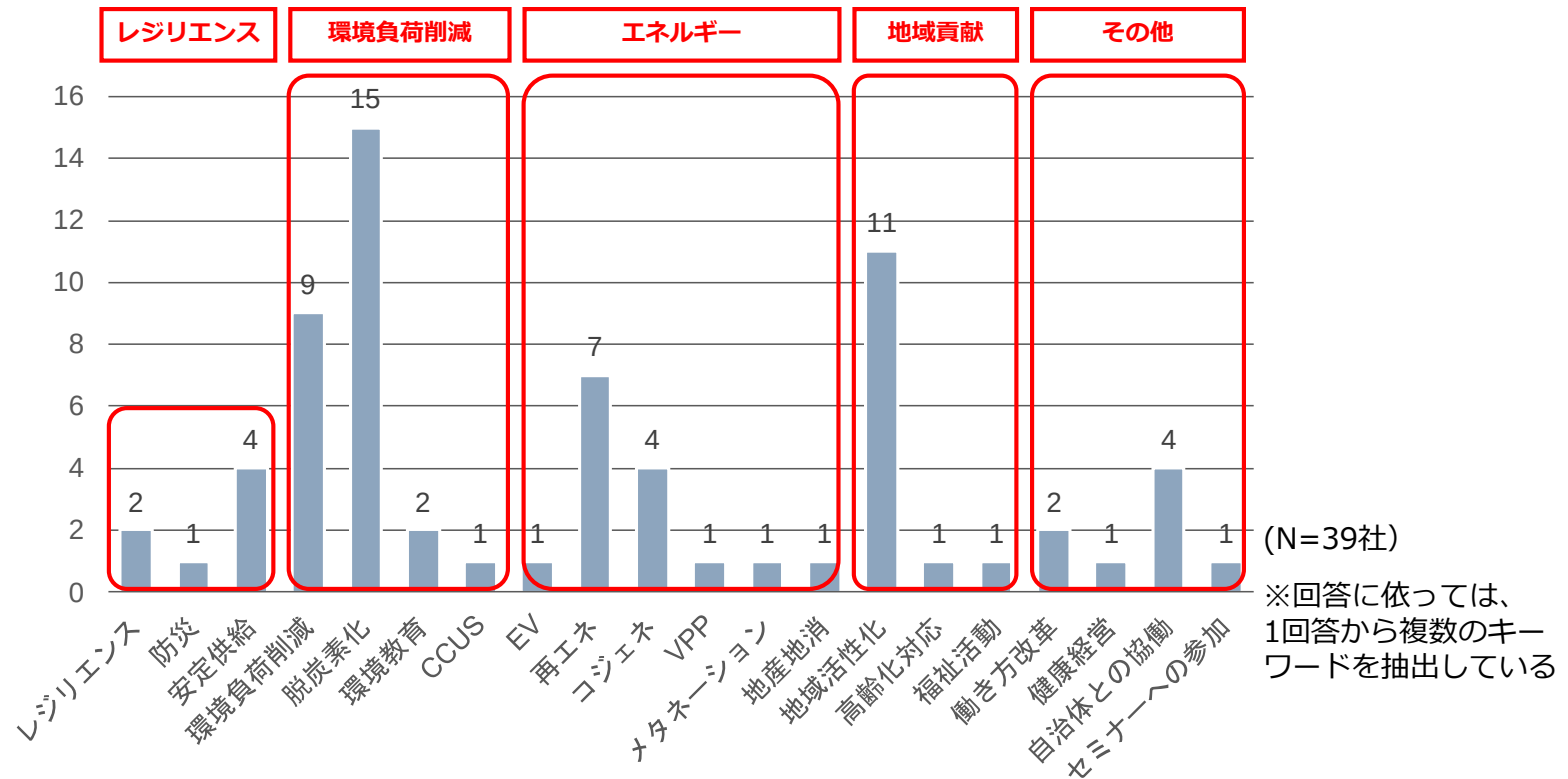
(N=153社)



SDGsに対する取組の具体的な内容について

- 以下に各社のSDGsに関する取組におけるキーワードを示す。
- 全39社の回答では、環境負荷削減やエネルギーに関する活動が多く挙げられた。

Q49. Q48で「①はい」あるいは「②具体的な取組を検討している」を選択された方にお伺いします。SDGsに関する具体的な取組や検討中の内容をお答えください。(自由記述)



二次利用未承諾リスト

報告書の題名 2050年を見据えたガス事業の在り方に関する委託調査

委託事業名 令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業(2050年を見据えたガス事業の在り方に関する委託調査)

受注事業者名 三菱UFJリサーチ&コンサルティング

頁	図表番号	タイトル
7		天然ガス・LNG市場価格の推移
12		我が国におけるLNG基地と主要導管網
15		2025年に向けた天然ガス需要量の予測(COVID19前後の比較)
16		国際LNG取引量(輸入量・輸出量)(2015～2025年)
16		アジア主要国におけるLNG輸入量の推移(2015～2025年)
17		エネルギー投資額の推移(セクター別)
17		エネルギー投資額の2019年比増減(セクター別)
18		各シナリオにおける一次エネルギー需要量の推移
19		天然ガス需要量の推移
19		天然ガス需要量のセクター別増減(2018～2050年)
20		部門別の水素利用活用量の推移
20		タイプ別水素製造量の推移
21		各シナリオにおける一次エネルギー需要量(2019年比増減)
21		各シナリオにおける化石燃料需要(2030年時点)
22		各水素製造方法におけるCO2排出原単位(kgCO2/kgH2)
22		各水素製造方法における水素製造コスト(USD/kgH2)
27		2050年における最終エネルギー消費量のエネルギー形態別シェア
31		水素エコシステムに向けた経路
33		2050年2°C目標達成に向けた水素エネルギーの寄与
33		最終エネルギー消費量に占める水素エネルギーのシェア
34		欧州域内における水電解設備の導入工程
34		欧州域外における水電解設備の導入工程
39		第1,2フェーズにおける展開イメージ
41		ドイツにおける水素供給ネットワーク(FNB Gas)
44		2020年～2023年の34億ユーロの拠出内訳
51		H2@Scaleの概念図
51		H2@Scaleが大学・産業界・NPOと進める研究のエリア
55		EU及び近隣国との間における天然ガスフロー
55		EUにおけるLNGターミナルと地下貯蔵施設
59		TYNDP2020におけるシナリオ
62		家庭用小売供給事業者の推移
62		家庭用ガス小売市場における市場シェア(事業者別)
73		ガス小売市場(家庭部門)における規制料金導入状況
73		ガス小売市場(非家庭部門)における規制料金導入状況
74		ガス小売市場における供給事業者数及び需要数
74		ガス小売市場(家庭部門)における規制料金導入割合
75		EU加盟国におけるガススマートメーター普及率(2018年1月時点)
77		スマートメタリングシステムの概要
78		2020年第三四半期のスマートメーター(電力・ガス計)の稼働状況
78		四半期別非家庭用ガススマートメーターの導入数の推移
78		2020年第三四半期のスマートメーターの導入数
80		ガススマートメーター導入にかかる費用便益分析
88		NorthH2プロジェクトの概略
92		バイオメタンによる地域循環経済モデル
93		メタネーションを伴うPower-to-Gasの概略
94		メタネーションを伴うPower-to-Gasの実証事業「Jupiter 1000」
95		2050年に向けた4つのシナリオ
96		2050年までのネットゼロカーボンガスネットワークに向けたビジョン
97		Gasunie社によるオランダのガス需要予測

102	最終エネルギー需要に占める割合
102	一次エネルギー供給量(供給源別)
103	Eurogasシナリオにおける脱炭素化エネルギー供給(容量ベース)
103	電力ネットワークへの期間平均投資額
104	ガスネットワークへの設備投資
108	欧州水素経済におけるENTSO-Gの役割
108	TSOの役割
109	総システムコストの比較
110	調整シナリオにおけるネットゼロ化に向けた経路
111	Britain's Hydrogen Network Planの実行計画
112	加速的脱炭素化経路におけるガス供給割合
112	加速的脱炭素化経路によるネットゼロ化に向けたシナリオ
114	世界の大規模CCUS施設における排出源別のCO2回収能力
114	世界の大規模CCUS施設の稼働・開発状況
116	大規模CCUS施設の用途別・ストレージ別の開発状況
117	発電施設におけるCCUSの普及予想(SDS)
118	カーボンサイクル技術ロードマップ
123	低炭素水素製造の価格予測
124	2070年におけるSDS下での水素の収支フロー
124	SDSIにおける水素製造量の予測と地域別のCO2回収量予測
126	欧州におけるCCUSの状況
127	C2FUELプロジェクトの概要
127	ALIGN-CCUSプロジェクトの概要
128	豪州のCCSプロジェクト
129	Gorgon CCS projectの概要
130	Moomba CCSプロジェクトの概要
133	ガス管を活用した電力需給調整の事例(欧州)
135	European Hydrogen Backbone
136	ドイツにおける水素供給ネットワーク(FNB Gas)
137	GET H2における将来のエネルギーシステム
138	GET H2 Nukleusプロジェクトの概要
139	メタネーションプロジェクトの実施状況
140	STORE&GO社のメタネーション実施プロセス
141	Audi社のe-gasプロジェクトとプラント構成
142	Hybridgeにおけるセクターカップリングのイメージ
150	Italgasにおける資産のデジタル化(イメージ図)
152	無線機付きマイコンメーター
152	マイコンメーターとスマートメーターの比較
154	ABB社 Optimaxの概要
156	NYISO卸電力市場へのDER統合
173	環境省委託事業「二酸化炭素の回収・資源化による炭素循環モデル構築実証事業」のイメージ
174	「水素・木質バイオマスによる脱炭素低炭素コンビナート構想(案)」
175	「北九州グリーン成長戦略」の3本の柱～戦略的に目指すエネルギーの将来像(イメージ)
176	なみえ水素タウン構想
181	「新潟地域脱炭素社会推進パートナーシップ会議」の位置づけ