

「CO₂等を用いた燃料製造技術開発」 プロジェクトに関する国内外の動向について

2023年6月

資源エネルギー庁

目次

0. 全体概要

1. 合成燃料 (e-fuel)

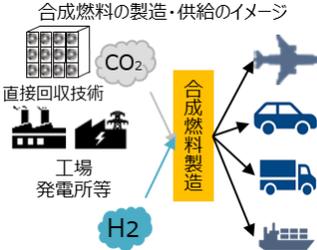
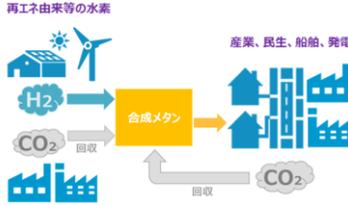
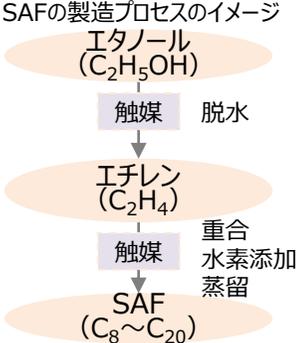
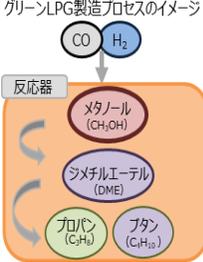
2. 持続可能な航空燃料 (SAF)

3. 合成メタン (e-methane)

4. グリーンLPガス

『CO₂等を用いた燃料製造技術開発』の主なプロジェクト構成

- 「脱炭素燃料」は、海外の化石燃料に依存する我が国のエネルギー需給構造に変革をもたらす可能性があり、エネルギー安全保障の観点からも重要。既存インフラを活用することで導入コストを抑えられるメリットが大きく、製造技術に関する課題を解決し製造コストを下げることで、社会実装を目指す。
- 脱炭素社会の実現に向けた多様な選択肢の一つとして、脱炭素燃料の技術開発を促進することが必要であり、本プロジェクトでは、液体燃料として①合成燃料（e-fuel）、②持続可能な航空燃料(SAF)を、気体燃料として③合成メタン（e-methane）、④グリーンLPガスについて、社会実装に向けた取組を行う。

液体燃料	気体燃料
<p>①合成燃料の製造収率、利用技術向上に係る技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 実施者と支援規模：①ENEOS（約546億円）、②自動車用内燃機関技術研究組合(AICE)（約30億円） CO₂と水素から逆シフト、FT合成、これらの連携技術などを用いて高効率・大規模に液体燃料に転換するプロセスを開発する。 2030年までにパイロットスケール（300B/日規模を想定）で液体燃料収率80%を実現する。 	<p>③合成メタン製造に係る革新的技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 実施者と支援規模：①大阪ガス・産総研（約204億円）、②東京ガス・IHI・JAXA（約38億円） 再エネ電力から水素を製造し、回収したCO₂とメタン合成（メタネーション）する革新的技術によるメタネーションを実現。 総合的なエネルギー変換効率60%以上を実現し、2030年度までの基盤的技術の確立につなげる。 
<p>②持続可能な航空燃料（SAF）製造に係る技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 実施者と支援規模：出光興産（約292億円） 大規模な生産量（数十万kL）を見込めるエタノールからSAFを製造するATJ技術（Alcohol to JET）を確立する。 2030年までの航空機への燃料搭載を目指し、液体燃料収率50%以上かつ製造コストを100円台/Lを実現する。 	<p>④化石燃料によらないグリーンなLPガス合成技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 実施者と支援規模：古河電気工業（約36億円） 水素と一酸化炭素から、メタノール、ジメチルエーテル経由で合成される、化石燃料によらないLPガス（グリーンLPG）の合成技術を確立する。 2030年度までに生成率50%となる合成技術を確立し、年間1,000トンの生産量を目指す。 

官民協議会について

- 『CO₂等を用いた燃料製造技術開発』の進捗管理のみならず、**国内外の動向把握や商用化に向けた環境整備等について官民が一体となって検討していく場として官民協議会を設立**。検討結果は、総合資源エネルギー調査会等において審議し、必要な政策の企画・立案につなげていく。

合成燃料（e-fuel）の導入促進に向けた官民協議会

商用化推進WG

環境整備WG

合成燃料の商用化に向けては、技術面・価格面の課題に加え、認知度向上のための国内外への発信や、サプライチェーンの構築、CO₂削減効果を評価する仕組みの整備等の課題に対応するため、官民が一体となって取り組んでいくことが重要。

このため、2022年9月に本協議会を設立。

メタネーション推進官民協議会

CO₂カウントに関するタスクフォース

国内メタネーション事業実現タスクフォース

海外メタネーション事業実現タスクフォース

合成メタンの実用化に向けたメタネーションの設備大型化や高効率化、安価な水素・CO₂の調達、CO₂のカウント等の課題への対応が必要。

都市ガスや燃料、その他の用途での活用拡大に向け、技術的・経済的・制度的課題や、その解決に向けたタイムラインを官民で共有し、一体となって取組を進めるため、2021年6月に本協議会を設立。

持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進に向けた官民協議会

製造・供給WG

流通WG

航空分野の脱炭素化に向け、将来的に最もCO₂削減効果が高いとされているSAFの活用が期待されているが、現状は、世界的にもSAFの供給量は少なく、製造コスト等が課題。SAFの導入にあたり、国際競争力のある国産SAFの開発・製造を推進するとともに、将来的なサプライチェーンの構築に向けて、供給側の石油元売り事業者等と利用側の航空会社との連携を進めることが重要。

今後SAFの導入を加速させるため、技術的・経済的な課題や解決策を官民で協議し、一体となって取組を進める場として、2022年4月、資源エネルギー庁及び国土交通省が合同で本協議会を設立。

グリーンLPガス推進官民検討会

トランジションWG

高効率機器普及SWG (2023年度活動予定)

CNLPG活用検討SWG (2023年度活動予定)

グリーンLPガス認証WG (2024年度活動予定)

グリーンLPガス品質・安全等WG (2024年度活動予定)

海外展開WG (2024年度活動予定)

グリーンLPガス商用化には、社会実装に向けたロードマップ作りや品質基準の統一化、或いはトランジション期間での燃焼機器の省エネ化といった課題を官民が一体となって取り組むことが重要。

こうした課題の解消に向け、幅広く協議し、情報を共有化するため、2022年7月に本検討会を設立。4

G7札幌気候・エネルギー・環境大臣会合

- 2023年4月15日～16日にG7札幌気候・エネルギー・環境大臣会合が開催され、合成燃料（e-fuel）や合成メタン（e-methane）を含むカーボンリサイクル燃料等の重要性が確認された。

G7札幌気候・エネルギー・環境大臣会合 コミュニケ（関係部分 仮訳抜粋）

68. カーボンマネジメント：・・・我々は、CCU/カーボンリサイクル及び CCS は、2050 年までのネット・ゼロ排出達成のための脱炭素化解決策の幅広いポートフォリオの重要な要素になり得ることを認識しており、イーフェューエルやイーメタンなどのカーボンリサイクル燃料（RCFs）を含む CCU/カーボンリサイクル技術は、化石由来の製品代替や二酸化炭素を活用することで、他の方法では回避できない産業由来の排出を、既存のインフラを活用しながら削減できることを認識する。・・・ RCFs などの CCU/カーボンリサイクル技術に関する産学官の共同ワークショップを含めた交流を行う。

79. 道路部門：・・・我々は、2050 年までに道路部門でネット・ゼロ排出を達成する目標にコミットし、今後 10 年間にわたって、排出ゼロ交通を支えるインフラや車両、例えば排出ゼロ車両や関連するインフラ、持続可能なカーボンニュートラル燃料などを支えるインフラや保有車両に移行することが不可欠であることを強調する。・・・この文脈で、2035年までまたは 2035 年以降に小型車の新車販売の 100%もしくはは大宗を排出ゼロ車両にすることや2035 年までに乗用車の新車販売の 100%を電動車とすること、関連するインフラ及び持続可能なバイオ燃料や合成燃料を含む持続可能なカーボンニュートラル燃料を促進することを目的とする国内政策を含め、我々のそれぞれが保有車両を脱炭素化するために採る様々な行動を強調する。我々は、これらの政策が、・・・2030年までに高度に脱炭素化された道路部門への貢献をもたらすという機会に留意する。・・・ネット・ゼロ達成への中間点として 2035 年までに G 7 の保有車両からの CO2 排出を少なくとも 2000 年比で共同で 50%削減する可能性に留意し、我々の取組及び、ZEVや充電インフラ、持続可能なカーボンニュートラル燃料の普及だけではなく保有車両からの排出削減の進捗を年単位で追跡することに留意する。・・・水素の利用や燃料の脱炭素化に向けて、我々は、燃料電池車やプラグインハイブリッド車、バイオ燃料や合成燃料を含む低炭素・カーボンニュートラル燃料などの技術開発を評価する。・・・

81. 国際航空：・・・我々は、国際航空からの CO2 排出に適用される世界唯一の経済的手法である、ICAO（国際民間航空機関）の CORSIA（国際民間航空のためのカーボン・オフセット及び削減スキーム）の推進を含め、2050 年までに国際航空からの CO2 排出実質ゼロを目指す ICAO の長期目標（LTAG）の達成に向けた世界的な取り組みを加速することにコミットする。この目標の達成に向け、・・・持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進、機材・装備品・空港インフラ等への環境新技術の導入促進及び運航の改善に当たって業界の垣根を越えて協働する。

G7広島サミット

- 2023年5月19日から21日にG7広島サミットが開催され、合成燃料（e-fuel）や持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進についての重要性が確認された。

G7広島サミット コミュニケ（関係部分 仮訳抜粋）

19. : …我々は、2050年までに道路部門でネット・ゼロ排出を達成するという目標にコミットしている。この文脈で、我々は、2035年まで又は2035年以降に小型車の新車販売の100%又は大宗を排出ゼロ車両にすること、2035年までに乗用車の新車販売の100%を電動車とすること、関連するインフラ及び持続可能なバイオ燃料や合成燃料を含む持続可能なカーボンニュートラル燃料を促進することを目的とする国内政策を含め、我々のそれぞれが保有車両を脱炭素化するために取る様々な行動を強調する。我々は、これらの政策が、…2030年までに高度に脱炭素化された道路部門への貢献をもたらすという機会に留意する。…我々はまた、ネット・ゼロ達成への中間点として、2035年までにG7の保有車両からのCO₂排出を少なくとも2000年比で共同で50%削減し、また、その進捗を年単位で追跡する可能性に留意する。

…我々は、国際民間航空機関（ICAO）の国際航空のためのカーボン・オフセット及び削減スキーム（CORSIA）を基礎として、持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進、新技術の導入及び運航の向上への取組を行うことを含め、2050年までに国際航空からのCO₂排出実質ゼロを目指すICAOの目標の達成に向けた世界的な取組を加速することにコミットする。

25. : 我々は、二酸化炭素炭素回収・有効利用・貯蔵（CCUS）／カーボンリサイクル技術が、他の方法では回避できない産業由来の排出を削減するための脱炭素化解決策の幅広いポートフォリオの重要な要素となり得ること、また、強固な社会・環境面のセーフガードを備えた二酸化炭素除去（CDR）プロセスの導入が、完全な脱炭素化が困難なセクターにおける残余排出量を相殺する上で不可欠な役割を担っていることを認識する。

目次

0. 全体概要

1. 合成燃料 (e-fuel)

2. 持続可能な航空燃料 (SAF)

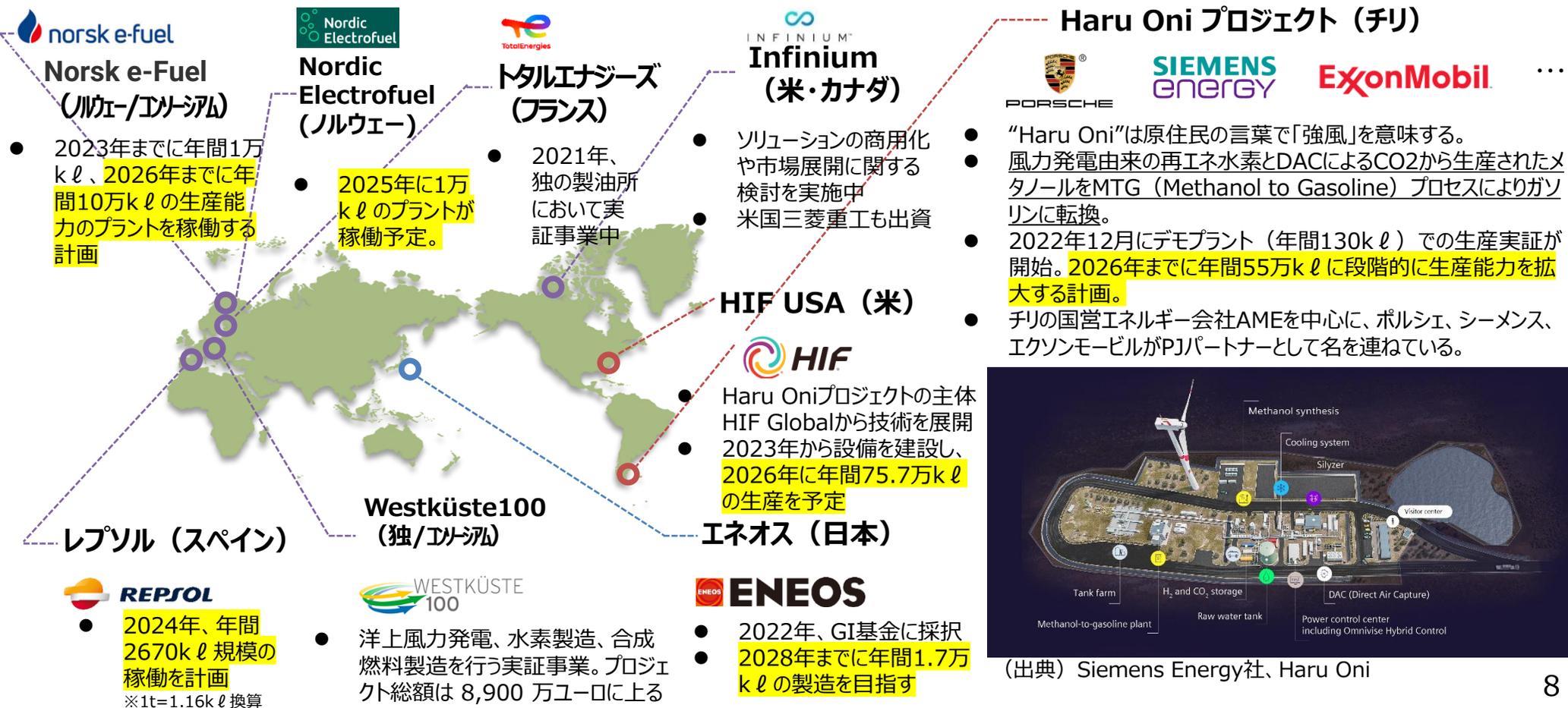
3. 合成メタン (e-methane)

4. グリーンLPガス

合成燃料 (e-fuel) に関する世界の動向

- 世界各地で合成燃料 (e-fuel) 関連の技術開発や実証プロジェクトが推進されており、安価な水素調達が見込まれる地域を実証フィールドに選定しているプロジェクトが存在。
- チリのHaru Oniプロジェクトは、既存技術を用いてデモプラントを立ち上げるなど、世界を先行。GI基金事業で実施している技術開発は、低コストを目指した大規模かつ高効率な製造技術の確立を目指しており、製造方式が異なる。
- 世界の動向に注目しながら、可能な限り早期に合成燃料 (e-fuel) の供給を目指していくことが重要。

<世界の合成燃料 (e-fuel) に関するプロジェクトの例>



(出典) Siemens Energy社、Haru Oni

合成燃料（e-fuel）に関する現行の取組の課題と対応の方向性

現行の取組の課題

①商用化目標（現行目標では2040年）

2035年乗用車新車販売で電動車100%とする政府目標における時間軸との不整合などから、各方面から商用化目標を前倒しすべきとの意見あり。

②多様な担い手と早期のオプション提示

海外では、他業種・スタートアップ等によるプロジェクトが存在。我が国も、技術やノウハウを持つ多様なプレイヤーを巻き込み、イノベーションを加速させるべきとの意見あり。少量でも良いので、実際にe-fuelが使えることを早めに示すべきとの意見あり。

③国際ルール

e-fuelの国際的な認知と環境価値（CO2の削減効果）の扱いについてのコンセンサスが不十分。

④情報発信のプラットフォーム

e-fuelに関する国際・企業間の連携や、内外の情報収集・発信におけるプラットフォーム機能が不十分。

対応の方向性

- GX実現に向けた基本方針（令和5年2月閣議決定）において商用化前倒しの追求に言及
- GI基金事業を通じた商用化前倒しを検討

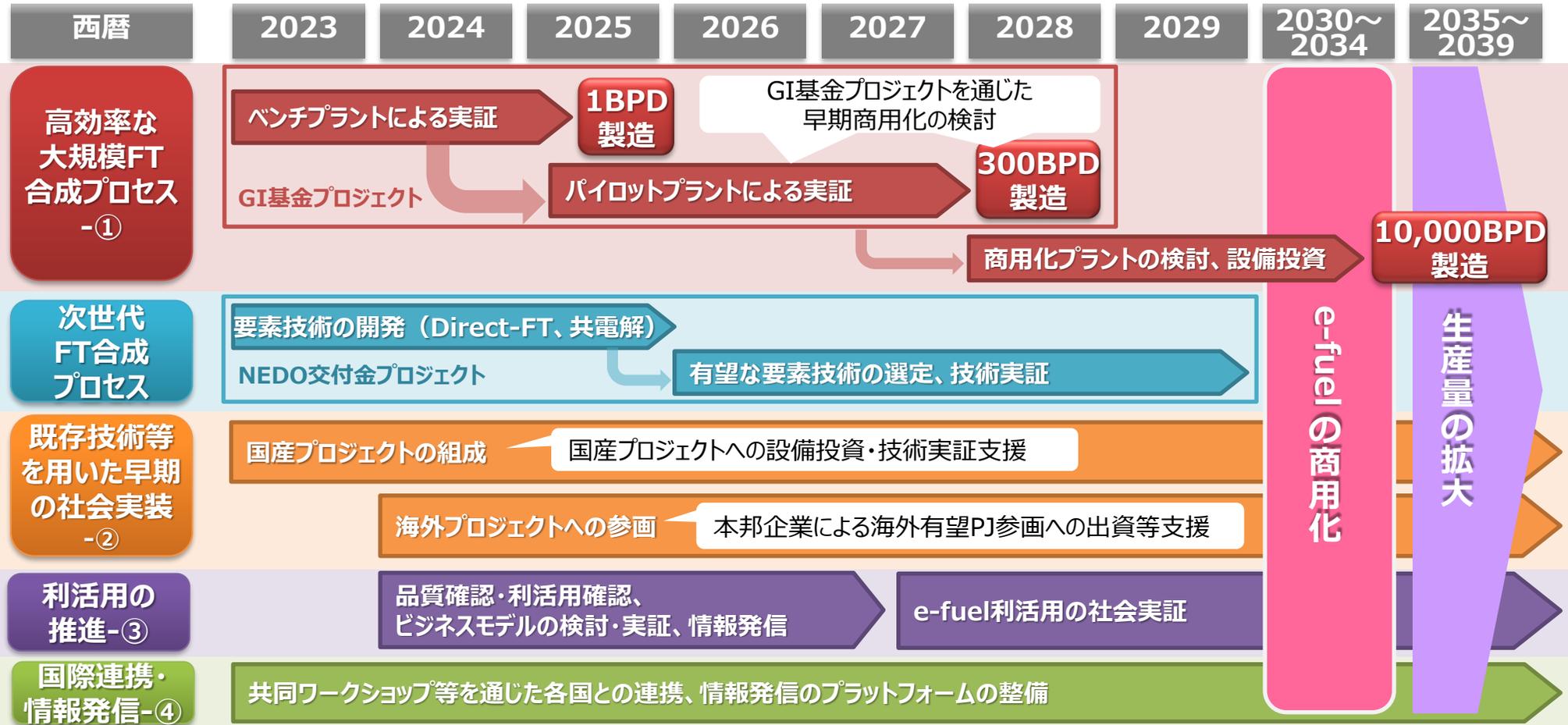
- e-fuelの早期供給を目指す取組（国産プロジェクトの組成・海外プロジェクトへの参画）への支援

- 共同ワークショップ等を通じた各国との連携（米・独との政策対話等）

- 情報発信プラットフォーム（企業・団体連携、内外の情報収集・発信）の構築

合成燃料（e-fuel）の商用化に向けたロードマップ（改定版）

- 現行のGI基金プロジェクト（大規模FT合成プロセス） についての支援の拡充を検討。（①）
- 既存技術等を用いて早期供給を試みる事業者の設備投資等（②）や、ビジネスモデルの確立に向けた実証（③）への支援を検討。
- 併せて、各国との連携や情報プラットフォームの整備を推進。（④）



➡ **2025年に製造を開始し、「2030年代前半までの商用化を目指す」**
 更なる加速化も視野に不断の努力を行う。

目次

0. 全体概要

1. 合成燃料 (e-fuel)

2. 持続可能な航空燃料 (SAF)

3. 合成メタン (e-methane)

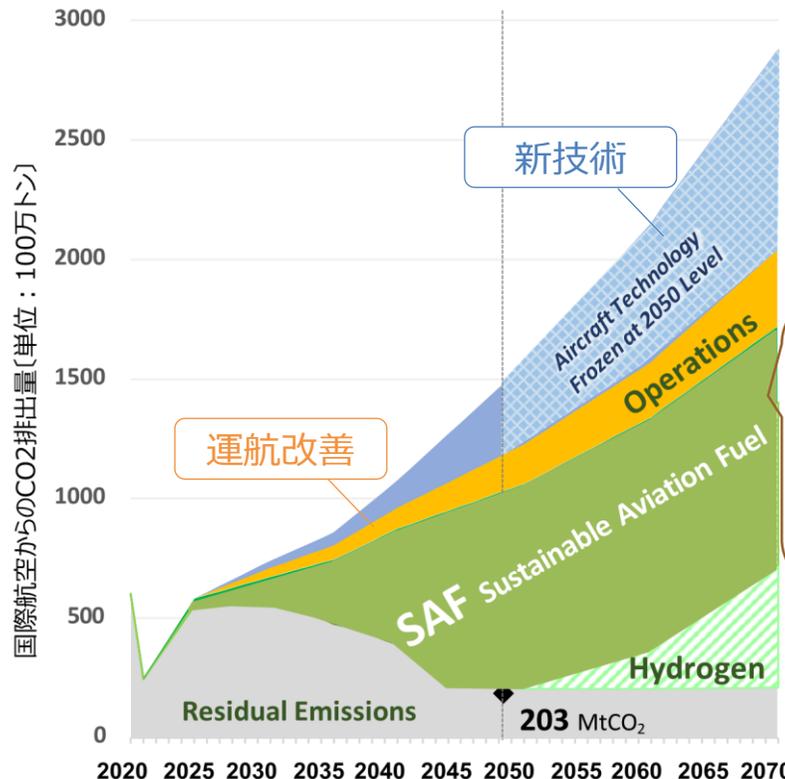
4. グリーンLPガス

SAFが必要となる背景：ICAOによる国際航空輸送分野でのCO2排出規制

- 航空業界の国際機関である**ICAO***において、国際航空輸送分野における**2021年以降のCO₂排出量を、2019年のCO₂排出量（基準排出量）に抑える**ことが目標とされている。
また、昨年のICAO総会において、**2024年以降は、2019年のCO₂排出量の85%以下に抑える**という、より厳しい目標が採択された。
- 航空会社は、こうした目標を達成するため、CO₂排出量を削減しなければならない。そのための達成手段として、**SAF（Sustainable Aviation Fuel, 持続可能な航空燃料）**の導入が必要とされている。

(※) ICAO, International Civil Aviation Organization (国際民間航空機関)

<国際航空からのCO₂排出量予測と排出削減目標のイメージ>



2050年時点でのCO₂削減寄与度

- ①新技術：21%
- ②運航改善：11%
- ③SAF：55%

出典：ICAO LTAG Reportから抜粋
(IS3：ICAOによる野心的なシナリオ)

<CO₂削減枠組みスケジュール>

2021年～2026年

- 対象国のうち**自発参加国**の事業者*のみ、排出量を抑制する義務が発生。
- 日本は自発参加国であり、**ANA、JAL等**が対象。

2027年～2035年

- **全ての対象国**の事業者*に、排出抑制義務が発生。
- **中国、ロシア**等の一部大国も義務化の対象。これにより、**SAFやクレジットの必要量が増大する可能性有**。

～2050年

2050年までのカーボンニュートラルの達成

(※) 対象は、最大離陸重量5,700kg以上の事業者。

世界のSAFの供給量・需要見通しについて

- ICAOによる国際航空輸送分野のCO₂排出量削減に向けた目標等より、SAFの世界需要は拡大※する見通し。既に原料を含めて世界的な獲得競争が始まる。

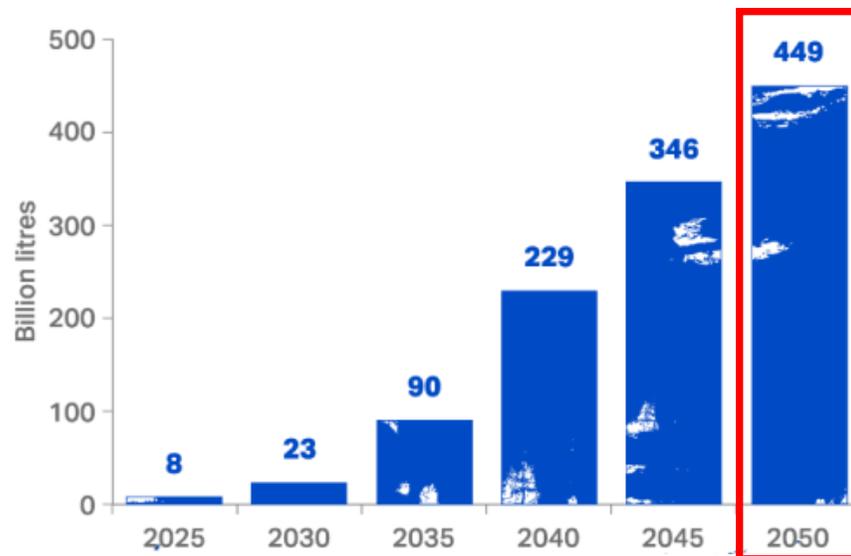
- ※2020年時点の世界のSAF供給量は、約6.3万KL（世界のジェット燃料供給量の0.03%）とされる一方、世界の航空会社で構成される業界団体であるIATAは、航空輸送分野における2050年のCO₂総排出量をネットゼロとする目標を発表。2050年にネットゼロを達成するために必要なSAFの量を推計しており、2050年には4,490億リットル（=4.5億KL）が必要としている。

ATAG 世界の年間SAF生産量の推定値

Year	2020	2021E	2022F	2023F	2024F	2025F	2026F	2027F	2028F	2029F	2030F	
F1	000 tonnes	50.4	80	376	1,092	1,877	3,071	4,299	4,914	6,142	7,370	9,213
	m litres	63	100	470	1,365	2,346	3,839	5,374	6,142	7,677	9,212	11,516
	% of fuel	0.03%	0.04%	0.15%	0.4%	0.6%	1%	1.3%	1.5%	1.8%	2.1%	2.5%
F1 high	000 tonnes	50.4	95	562	1,632	2,806	4,591	6,427	7,346	9,182	11,018	13,773
	m litres	63	119	703	2,040	3,507	5,739	8,034	9,182	11,477	13,773	17,216
	% of fuel	0.03%	0.05%	0.22%	0.6%	0.9%	1.5%	2.0%	2.2%	2.6%	3.1%	3.7%
F1 high+	000 tonnes		166	978	2,838	4,879	7,984	11,178	12,774	15,968	19,162	23,952
	m litres		208	1,222	3,548	6,099	9,980	13,972	15,968	19,960	23,952	29,940
	% of fuel		0.09%	0.4%	1%	1.6%	2.6%	3.5%	3.8%	4.6%	5.3%	6.5%
Production facilities (expected date to start producing)		Fulcrum (US)	World Energy (US exp)	SkyNRG (NL)	Velocys (UK)	At least 30 additional facilities (or expansions) anticipated in the 2025-2030 timeframe						
			LanzaTech (Nth Asia / EU)	Red Rock (US)	Eni (IT)							
				UPM (US)	Gevo (US)							
				Neste (SG exp)	ECB (IPY)							
				Marathon (US)	Total (FR)							
				Repsol (CO)	Preem (SE)							
				ST1 (SE)	Phillips 66 (US)							

IATA 世界のSAF需要見通し

Expected SAF required for Net Zero 2050



出典：ATAG Waypoint 2050

出典：IATA Net zero 2050: sustainable aviation fuels

米国とEUにおけるSAFの規制と支援策の整理

	米国 	EU 																					
規制	<p>なし</p> <p>※ 義務ではないが、「SAFグランドチャレンジ」において、2030年のSAF供給量を30億ガロン／年（米国内での航空燃料消費量の1割）とする目標が存在。</p>	<p>【RefuelEU Aviation】（EU理事会、欧州議会等で議論中）</p> <ul style="list-style-type: none"> 航空燃料供給者に、EU域内で供給する航空燃料に対して一定比率以上のSAF・合成燃料の混合を義務づけ。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>2025</th> <th>2030</th> <th>2035</th> <th>2040</th> <th>2045</th> <th>2050</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SAF</td> <td>2%</td> <td>6%</td> <td>20%</td> <td>34%</td> <td>42%</td> <td>70%</td> </tr> <tr> <td>うち合成燃料</td> <td>－</td> <td>1.2%</td> <td>5%</td> <td>10%</td> <td>15%</td> <td>35%</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 航空会社に対しては、域内空港でのSAFの給油を義務づけ予定。 EU域内の各国も、独自のSAFの供給義務・目標を設定。イギリスでは、2030年までに航空燃料の10%をSAFに置き換える目標を設定し、燃料供給事業者に対する義務を2025年に導入予定。 		2025	2030	2035	2040	2045	2050	SAF	2%	6%	20%	34%	42%	70%	うち合成燃料	－	1.2%	5%	10%	15%	35%
	2025	2030	2035	2040	2045	2050																	
SAF	2%	6%	20%	34%	42%	70%																	
うち合成燃料	－	1.2%	5%	10%	15%	35%																	
支援策	<p>【IRA（インフレ抑制法）】（2023年～2027年の5年間）</p> <ul style="list-style-type: none"> GHG削減率が50%以上のSAFを、ケロシンに混合する事業者に対する1.25ドル/ガロン（約45円/L）の税額控除。GHG削減率に応じて、最大1.75ドル/ガロン（約62円/L）まで控除。 設備投資支援に、約300億円強の補助金を措置。 <p>【RFS（再生可能燃料基準）、LCFS（加州低炭素燃料基準）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 燃料供給事業者に対して、バイオ燃料の混合・供給や炭素強度（CI）の低減を義務付け。 SAF自体の供給目標はないが、SAFの製造により生じるクレジットを、燃料供給事業者に対して売却することで収益を得られる。 	<p>【EU-ETS】</p> <ul style="list-style-type: none"> 航空会社に対してCO2オフセット義務（2026年以降全量オークション）を適用しつつ、SAFは排出ゼロとして扱う（排出枠の調達は不要）。加えて、航空会社に対して、SAFの使用量に応じて、追加的に排出枠が割り当てられる（SAFを供給すればするほど、市場に売却可能なクレジットを追加的に得ることができる）。 <p>【EU課税指令】（審議中）</p> <ul style="list-style-type: none"> 航空燃料の税率を2023年～2033年にかけて段階的に引上げ（2030年時点での課税額は約50円/L程度となる見込み）。 SAFは2033年までの間は、税率は引き上げず、税制負担ゼロ。 <p>【各国空港での支援】</p> <ul style="list-style-type: none"> 来航地としての競争力強化を目的とした空港による支援策が講じられている。 独・デュッセルドルフ空港では、SAF1トン当たり250ユーロ（37円/L相当）を支給。 																					

(参考) SAFの原料・技術毎の今後の見通し

- SAFの原料・技術は複数存在。原料制約等の観点から、1つの原料・技術に限定することなく、国内外の資源を最大限活用し、SAFを供給することが出来るよう技術開発を進める必要がある。
- 現在、廃食油等を原料とするHEFA技術によるSAFの製造プロジェクトが進展。今後、エタノールを原料とするAlcohol to Jet技術や、廃棄物等を原料とするガス化・FT合成技術が確立される見込み。
- 本事業では、将来的に大規模な生産量（数十万KL）が見込めるとともに、他の原料からの燃料製造にも応用の可能性がある革新的なSAF製造技術（ATJ技術）について、支援を実施。

<SAFの原料・技術の類型>

製造技術	原料	技術の概要
HEFA Hydroprocessed Esters and Fatty Acids	廃食油、牛脂、微細藻類 等	廃食油等を、高圧下で水素化分解・還元することで、SAFを製造
ATJ Alcohol to JET	・第一世代バイオエタノール（さとうきび、とうもろこし等） ・第二世代バイオエタノール（非可食植物、古紙、廃棄物等）	バイオエタノールを触媒により改質して、SAFを製造
ガス化・FT合成	木くず等のバイオマス、廃プラスチック等の都市ごみ 等	木くずや廃プラ等をガス化し、触媒により液化してSAFを製造
合成燃料	CO2と水素	CO2と水素を合成し、SAFを製造

(主な海外SAF事業者の取組)

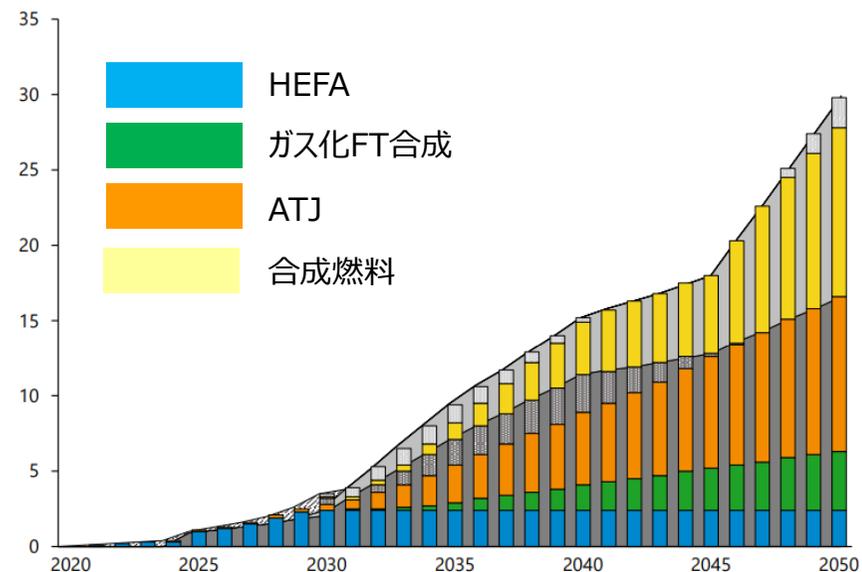
● NESTE (フィンランド)

フィンランド、シンガポール、オランダで、廃食油等を原料とするHEFA技術により、SAFを製造。2023年末までに、SAF生産能力を約190万kl/年に拡張予定。

● Lanza tech/Lanza Jet (米)

ATJ技術により、2023年から、米国イリノイ州において、SAF・バイオディーゼルの製造プラントを運転開始予定。生産能力は約3.8万kl/年。

<欧州における将来のSAFの製造技術予測>



※Sky NRG A Market Outlook on SAFから引用

SAFの利用・供給拡大に向けた「規制」と「支援策」のパッケージ（案）

- 我が国として、エネルギーの安全保障の確保や持続可能なSAF市場の形成・発展に向けて、供給側において、必要十分な**SAFの製造能力や原料のサプライチェーン（開発輸入を含む）を確保し、国際競争力のある価格で安定的にSAFを供給できる体制を構築するとともに、**需要側において、SAFを安定的に調達する環境を整備していく必要がある。
- SAFの利用に伴うコスト増に対して、航空サービス利用者による費用負担についての理解も得つつ、市場が未成熟な段階においては、初期投資が大きい設備等の導入を必要量確保するため、**SAFの利用・供給目標を法的に設定するとともに、政府による積極的な支援を検討する。**

規制（案）

- **エネルギー供給構造高度化法**において、**SAFの2030年の供給目標量を法的に設定する。需要側のニーズを踏まえ、少なくとも航空燃料消費量の10%（171万kL相当）とする。**
- **本邦エアラインは、航空法に基づく事業認可で、ICAO・CORSIAによるオフセット義務が課されている。**
加えて、**2030年にSAFを10%利用する旨が記載されている航空脱炭素化推進基本方針**に基づき申請する**脱炭素化推進計画**において、基本方針に応じた**2030年のSAFの利用目標量（10%）を設定する。**
- 2030年以降については、国内の需要見通しから判断。

※ 171万kLのうち、本邦エアライン分の利用目標量の総量は、88万kLを想定。
※ 外航エアラインにも、ICAO・CORSIAによるオフセット義務が課されている（2026年まで自主、2027年以降強制参加）。その履行は外国政府が担保するため、復路便において国内でのSAF利用が一定の確実性で担保されると想定。

支援策（案）

<CAPEX>

- **十分な水準の設備投資支援**
- **原料等サプライチェーンの構築支援**
（東南アジア・豪州等における原料開発、輸送インフラ整備支援による原料価格の安定化（将来的には、JOGMECによる出資・債務保証も検討（要法改正））、本邦エアラインへのSAF供給につながる製造・原料・輸送インフラ整備の取組に対するJOIN等による支援）

<OPEX>

- SAFの原料及び本邦企業が参画する海外事業で生産したSAF輸入に係る**関税・石石税減免**を検討（2025年以降を想定）。

<技術開発・実証>

- 可食由来SAFは、欧州を中心に使用が制限される動き有り。第二世代エタノールや藻類、ごみ等の**非可食由来SAFに係る技術開発・実証支援及び認証取得支援。**

※ SAFの事業運営や利用に関する支援について検討。なお、航空機燃料税に係る特例措置については、2027年まで措置。

目次

0. 全体概要

1. 合成燃料 (e-fuel)

2. 持続可能な航空燃料 (SAF)

3. 合成メタン (e-methane)

4. グリーンLPガス

合成メタン(e-methane)に関する世界の動向①

- 各国政府等は、将来的なガス供給における合成メタン(e-methane)活用について、政策的に位置づけ。
- 民間事業活動においても、将来の商用化を見据えて、エネルギー企業によるFS等が開始。

2021年12月、EUのHydrogen and Decarbonised Gas Packageでは、2050年のエネルギーミックスにおけるガス体エネルギーの割合が20%であり、そのうちの2/3が水素、バイオガス、バイオメタン、合成メタンなどの再生可能・低炭素ガスであるとしている。

2023年6月発表の米国・DOEの国家グリーン水素戦略では、産業用の熱需要の脱炭素化のためのアプローチの一つとして、既存インフラと互換性のある合成メタンやバイオメタンに言及。

2020年4月公表のフランス・環境連帯移行省の複数年エネルギー計画(PPE)では、天然ガス供給のバイオガス、合成メタンへの置き換えに言及。

2023年1月にトルコ・エネルギー省が公表した「National Energy Plan」では、2030年から2053年末にかけて、天然ガス供給における合成メタン混合率30%を目指す旨の記載あり。

日本の大手ガス会社が参画

米国キャメロンLNG基地近傍において三菱商事・東京ガス・大阪ガス・東邦ガスが合成メタンの製造・日本に輸出するためのFSを実施。

米国中西部にて、大阪ガス・Tallgrass・Green Plainsが合成メタンの製造・日本に輸出するためのFSを実施。

豪州にて大阪ガス・Santosが合成メタンの製造・日本に輸出するためのFSを実施。

マレーシアにて大阪ガス・ペトロナスがバイオマスを活用した合成メタンの製造・日本に輸出するためのFSを実施。

ペルーにて、大阪ガス・ペルーLNG社が合成メタンの製造・日本に輸出するためのFSを実施。

大阪ガス・Engieがアジア太平洋地域での合成メタンを含めた脱炭素を共同検討。

東京ガス・大阪ガス・Shellが合成メタンを含めた脱炭素を共同検討。

東邦ガス・豊田通商・TotalEnergiesが合成メタンなどを日本に輸出するためのFSを実施。

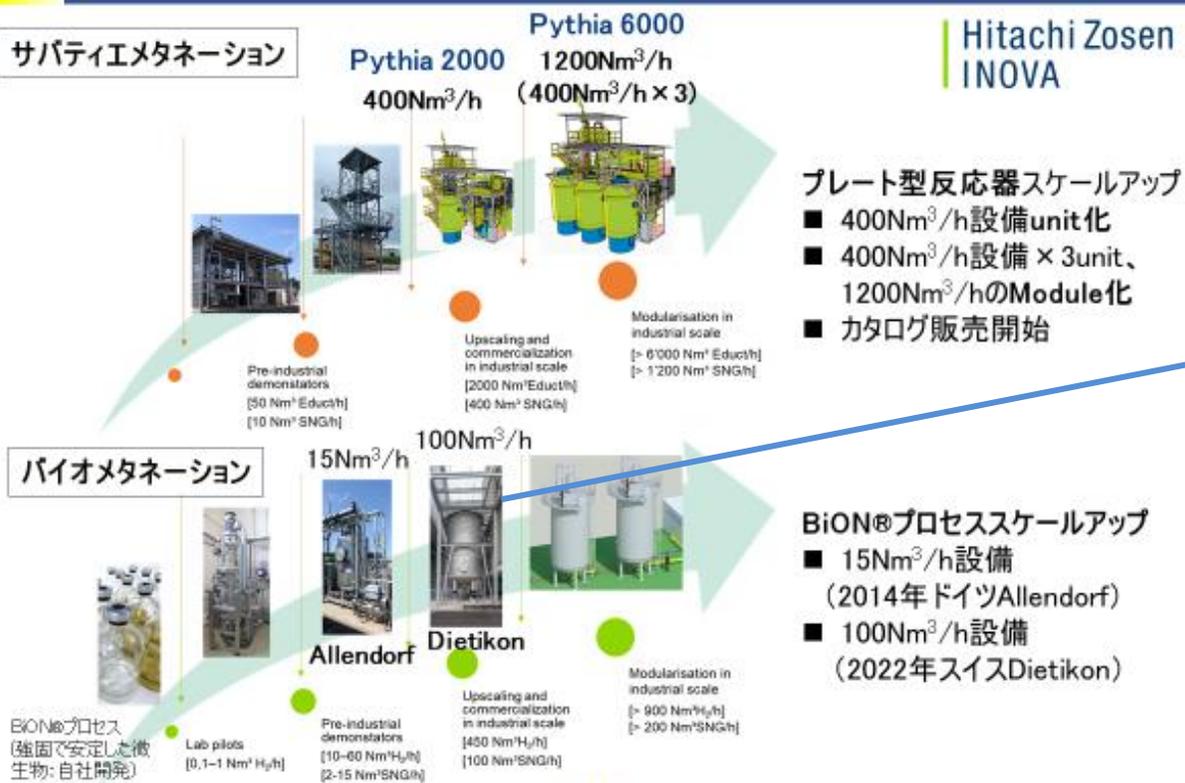
米国にてTotalEnergies・TES社が再エネ水素とバイオ由来のCO₂から合成メタンを製造するFSや研究開発を実施。

2023年1月、Oman Shellとオマーン・エネルギー鉱物省は、オマーンにおける液化合成ガス(LSG)生産の可能性の検討に係るLOIに署名。

【参考】生産技術（海外事例）

- 海外企業の生産技術は、生産能力の水準で見ると日本と同程度かやや上回る水準と考えられるが、今後の欧米におけるバイオメタン生産の拡大により、欧米企業のメタネーション技術やバイオメタン生産プラント・機器の生産力は、大幅に向上する可能性あり。

2-1. 欧州Inova社のメタネーション技術の紹介



バイオメタネーション設備の実装例 (スイス Dietikon、2022年)

ごみ焼却発電施設からの再生可能電力から水素を製造、下水バイオガスをバイオメタネーション設備に供給。バイオガスに含まれるCO₂からメタンを製造。

スイス電力会社 Regiowerk Limeco 社のEFW施設



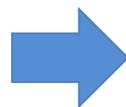
合成メタン(e-methane)の推進に向けた現状・課題と今後の対応等

<現状・課題>

<今後の対応等>

技術開発

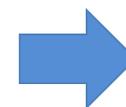
- 大量供給を可能とする、合成メタンの大規模かつ高効率な生産技術が未実現。



- サバティエ反応による中規模のメタネーションの技術開発・実証(NEDO事業)や GI基金による革新的メタネーション技術の開発を実施中。
- 更に、世界初となる毎時数千m³超の大規模メタネーションプラントの技術開発・実証に対する支援を検討する。

カウントラール

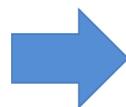
- SHK制度を始めとする国内制度において、合成メタン(e-methane)利用についてのCO2排出計上の扱いが確立していない。
- 海外生産の合成メタンは、国レベル及び企業活動レベルの国際的なルールや民間基準等での、CO2排出の取り扱いの調整・整理が重要。



- 本年度、SHK制度の検討会において、合成メタンを含むCCUの取り扱いの検討が開始。
- 国レベル、企業活動レベルのそれぞれの国際的なルール等に関しても、先行する日本企業による海外での合成メタン製造プロジェクトを具体事例として、関係省庁や関係企業・団体が連携して取り組む。

規制と支援

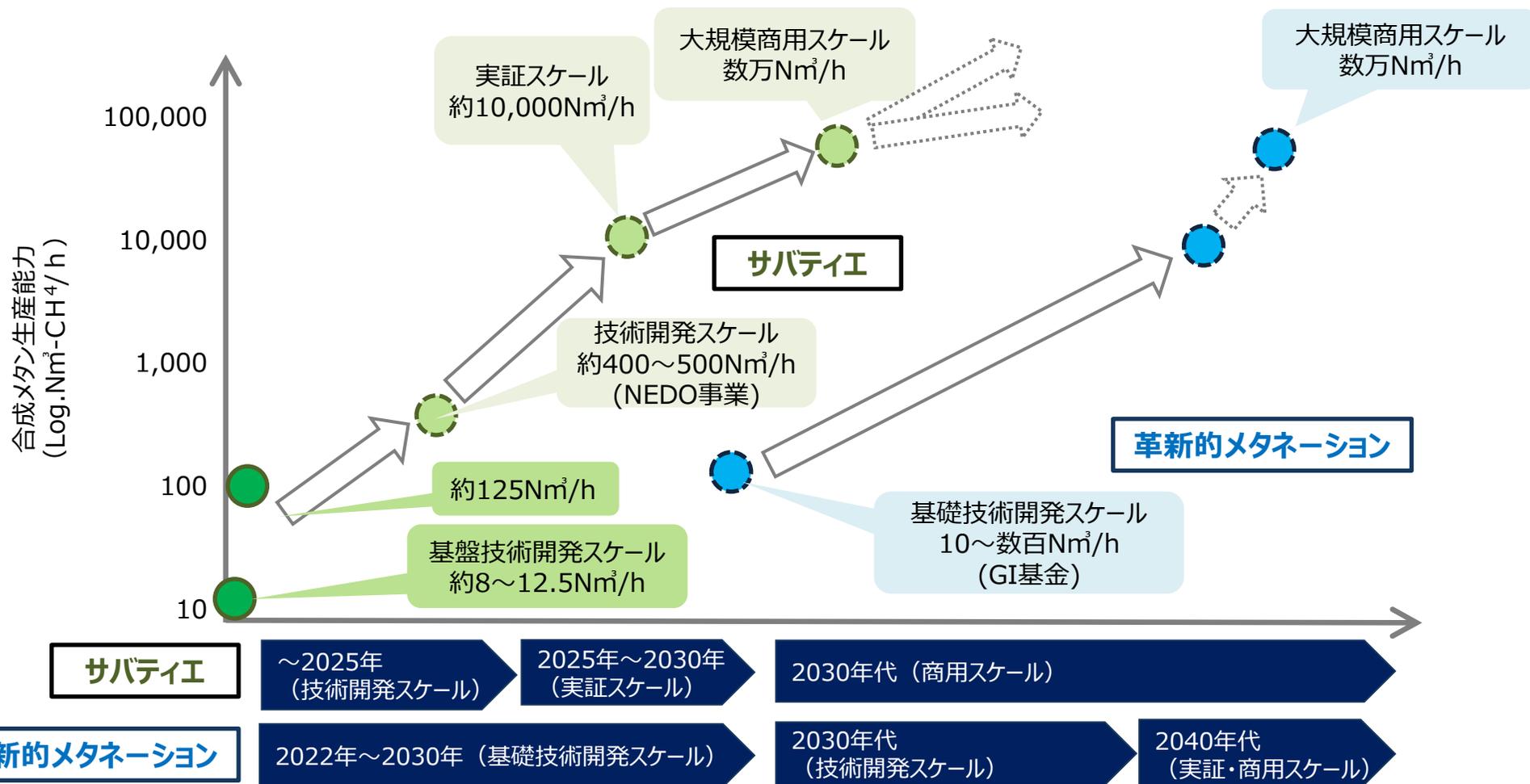
- 第6次エネルギー基本計画において、2030年の合成メタンの導管注入1%を目標としている。
- 高度化法の現行目標は、合成メタンを対象としていない。
- 合理的な供給価格の実現が見込まれる2050年までの間については、製造コスト・供給価格とLNG輸入価格との価格差に留意した、導入促進のあり方を検討する必要あり。



- 電気の制度の段階的発展の経緯や諸外国の制度も参考に、関連技術の発展段階や2030年のNDC達成に向けた時間軸や民間事業者が検討中の事業の進捗状況を踏まえて、事業者間、カーボンニュートラルなガス間及び脱炭素エネルギー間の公平な競争と新規参入によるビジネスのダイナミズムが生まれるような制度・仕組みについて、需要家の視点や支援を行う場合の財源の負担のあり方も含めて、規制・支援一体で、具体的な検討を行う。

【参考】メタネーション技術開発ロードマップ（イメージ）

- サバティエ・メタネーションは、現在、NEDO事業にて400～500Nm³/hの技術開発中。2030年代に数万Nm³/hの大量生産技術の実現を目指す。
- 革新的メタネーションは、GI基金による支援の下、2030年に10～数百Nm³/hレベルの基礎的技術を確認し、2040年代に1万Nm³/h～の大量生産技術の実現を目指す。



ガス事業制度検討ワーキンググループ「都市ガスのカーボンニュートラル化について」中間整理の概要

1. 都市ガスのカーボンニュートラル化の必要性

昨年2月のロシアのウクライナ侵攻によりエネルギーを巡る国際情勢は一変したが、カーボンニュートラルの実現に向けた世界的な潮流は、国際的なエネルギー情勢の不安がある中でも、揺らいでいない状況。我が国も2050年カーボンニュートラルの実現に向け、着実に都市ガスのカーボンニュートラル化を進めていくことが必要。

2. カーボンニュートラル化の手段

都市ガスのカーボンニュートラル化の手段は、供給するガス種の変更を伴うものと、その他のカーボンニュートラル化に資する手立てによるものに大別。各手段は、技術の成熟度、経済性、需要家の選好等により、今後、選択・棲み分けが進むと考えられるため、現時点で長期的に重要な選択肢が狭められないような形で、関連する制度の検討・整備なども含めた各手段の導入促進の方策を検討することが必要。

①供給するガス種の変更を伴うもの

→合成メタン（e-methane）及びバイオメタンと、メタン以外のガス体エネルギーである水素

②その他のカーボンニュートラル化に資する手立てによるもの

→二酸化炭素の排出を抑制・相殺するものとしてCCUS/カーボンリサイクルやカーボン・クレジットの活用

3. 合成メタン（e-methane）

- サバティエ反応メタネーションと革新的メタネーションの技術開発を実施。2030年、毎時1万m³のサバティエ反応による製造技術の確立と商業用プラントへの実装を目指す。
- 生産コスト・輸入価格は水素製造・電力コストに大きく依存。安価な再エネ電力調達の実現が最重要。
- 燃焼時の二酸化炭素排出に係る制度・ルール等について、国レベル、企業活動レベルの論点に分けた検討が重要。
- 多面的意義：①追加的なコストを抑制したカーボンニュートラル移行、②大量生産の実現、③自給率向上・エネルギーセキュリティの向上、④GX推進・産業競争力強化。

4. バイオメタン

- 大手ガス事業者は、高度化法による「余剰ガスの80%以上利用」の目標に基づき取組中。高度化法の責務の無い地方ガス事業者においても調達事例あり。
- 温対法SHK制度において、2024年度から、事業者別・メタン別の排出係数の設定が可能となる予定。
- EUは、2030年に350億m³の導入の目標。欧米ではガス導管注入の促進の取組あり。
- 多面的意義：①追加的なコストを抑制したカーボンニュートラル移行、②自給率向上・エネルギーセキュリティの向上、③地域の外部経済効果、④メタン排出対策。

5. 都市ガスのカーボンニュートラル化に係る制度等

- 都市ガスの制度等：バイオガス利用に係る、高度化法、温対法SHK制度あり。
- 電気の制度等：再エネ導入促進の制度等として、RPS制度、FIT制度、FIP制度が段階的に発展。高度化法により、電力会社に対し、一定の非化石電源比率の目標を設定。
- EUでは将来の競争的な脱炭素ガス市場を実現するためのEU指令・規制案を発表。ガス供給のあり方、需要家によるガス選択と需要家保護、再生可能ガス・低炭素ガスのガス供給インフラへのアクセス確保、ネットワーク整備計画の策定等の規定あり。

6. 今後の検討の方向性

今後の都市ガスのカーボンニュートラル化の具体的なイメージ

①2050年に向けた今後の都市ガス供給の全体像

→都市ガス原料であるメタンを漸進的に化石燃料であるLNGから合成メタン及びバイオメタンに置き換えることで、都市ガスの炭素集約度を漸減し、供給インフラや需要側の設備・機器の変更を伴わない形でカーボンニュートラル化を実現。水素は、水素専用の導管やローリーにより需要家に供給。

②エネルギーセキュリティと都市ガス安定供給確保・カーボンリサイクルの産業化

→合成メタン・バイオメタンの国内製造・供給体制の構築に取り組むことが重要。合成メタンの国内水産は、国内水素拠点の整備や工場・地域単位での取組において、水素利用の一形態として推進。国内の余剰再エネ電気の有効活用の観点から、電力供給とガス供給のセクターカップリングを図る。量と価格の観点からは、海外製造した合成メタン・バイオメタンの長期安定調達も重要。国際的なカーボンリサイクルの産業化が実現し、日本企業による海外プロジェクトへの参画や長期契約による長期安定調達が実現することが重要。

合成メタン（e-methane）

①製造技術開発に対する支援の意義：

→日本企業が世界に先駆けて大規模製造技術を確立することで、産業競争力強化、経済成長、雇用・所得の拡大が期待。適切なタイミングと規模の支援のあり方の検討が重要。

②製造コスト・供給価格への留意：

→合理的な供給価格の実現が見込まれる2050年までの間の、LNG輸入価格との価格差に留意した導入促進のあり方の検討が必要。

③利用に係る制度等の整備・調整：

→国際的なルール作り主導の観点から、先行プロジェクトを具体事例に、関係省庁、関係企業・団体が連携して取り組むことが重要。

バイオメタン

①導入支援の意義等：

→地産地消のエネルギー利用。日本の都市ガス供給全体のカーボンニュートラル化・炭素集約度の低減に寄与。移行期間においては、合成メタンの技術開発や供給コスト低減が途上であることから、バイオメタンの選択肢が重要。未利用バイオガスの利用は、地域における様々な外部経済効果やメタン排出対策の意義あり。

②製造コスト・供給価格への留意：

→技術革新等による大幅低減は想定しづらいため、LNG輸入価格との価格差や持続可能性に留意した導入促進のあり方の検討が必要。

都市ガスのカーボンニュートラル化に係る制度・仕組みの検討

2050年に向けて、合成メタン、バイオメタン、水素による都市ガスのカーボンニュートラル化を推進するため、電気の制度の段階的発展の経緯や諸外国の制度も参考に、関連技術の発展段階や2030年のNDC達成に向けた時間軸や民間事業者が検討中の事業の進捗状況を踏まえて、事業者間、カーボンニュートラルなガス間及び脱炭素エネルギー間の公平な競争と新規参入によるビジネスのダイナミズムが生まれるような制度・仕組みについて、需要家の視点や支援を行う場合の財源の負担のあり方も含めて、規制・支援一体で、具体的な検討を行う。

目次

0. 全体概要

1. 合成燃料 (e-fuel)

2. 持続可能な航空燃料 (SAF)

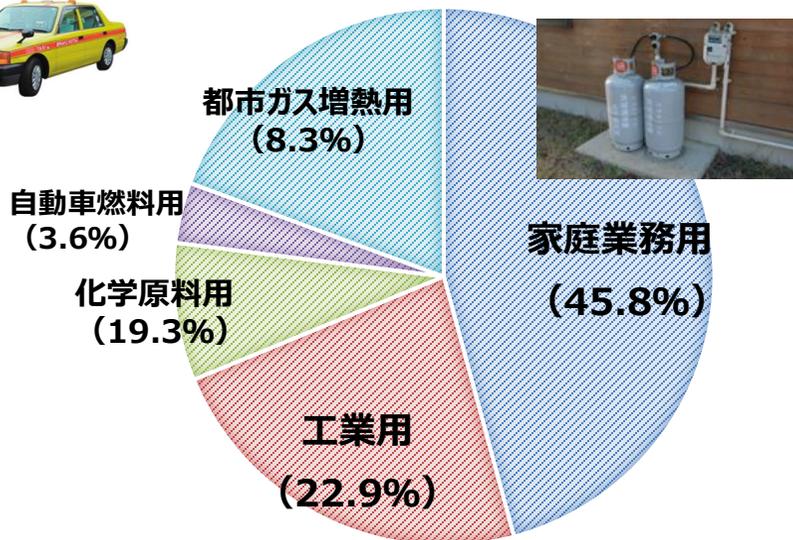
3. 合成メタン (e-methane)

4. グリーンLPガス

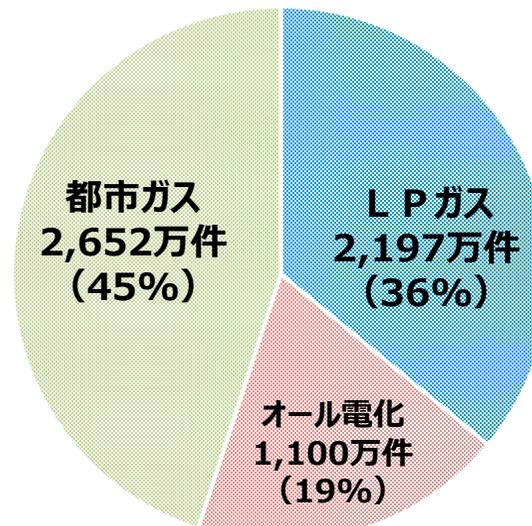
LPガスの概要

- LPガスは、プロパン（C₃H₈）、ブタン（C₄H₁₀）からなる可燃性のガスであり、化石燃料の一種。燃焼時のCO₂排出量はメタンガスに次いで少量。
- LPガスは可搬性、貯蔵の容易性に利点があり、住宅や飲食店、工場でのボイラー燃料や熱加工用、自動車燃料、都市ガス増熱用途等と幅広く利用されている。とりわけ、都市ガスが接続されていない郊外や離島等で普及しており、4割の住宅（2200万世帯）が利用。
- 導管による系統供給ではなく、ボンベによる分散型供給であるため、災害時に施設が被災していなければ利用できるというメリットがある。そのため、病院や福祉施設、避難所になる公共施設では、災害時に備えたLPガスの利用が進んでいる。

LPガス需要の内訳



都市ガス、LPガス、オール電化の需要家数の割合（令和3年度末）



総需要合計 約1,253万トン（2020年度）

※全世帯数から都市ガス、LPガスの世帯数を除いた残数をもって、オール電化世帯数とした。

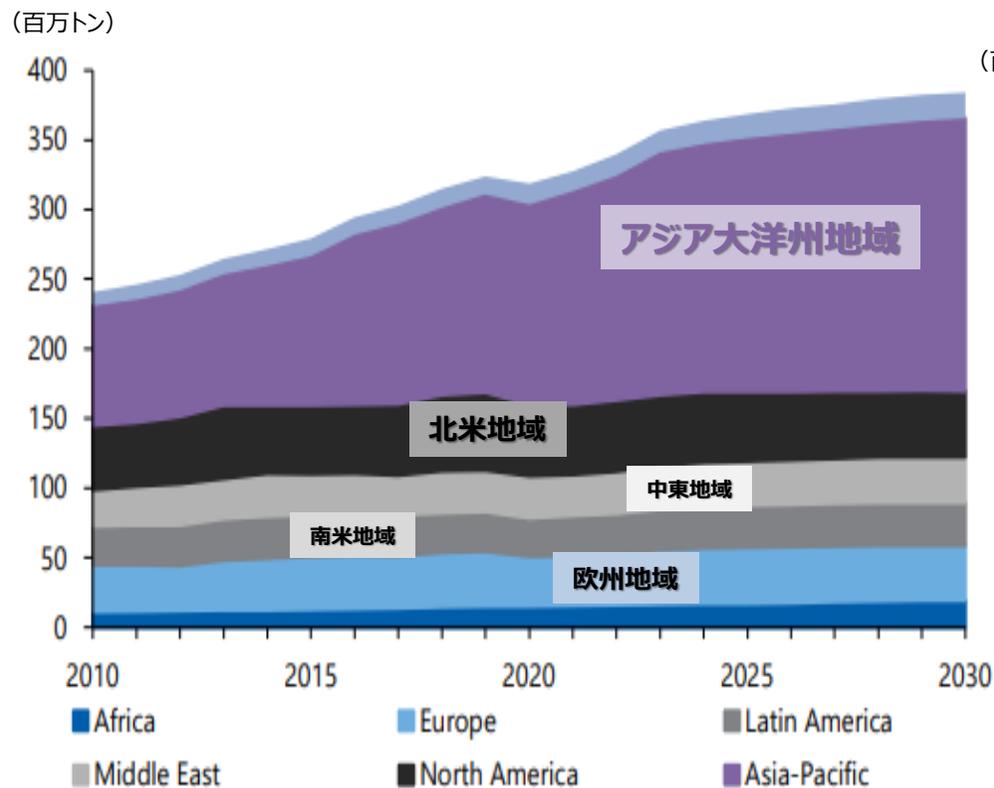
※都市ガスの世帯数は、ガス事業生産動態統計の調停件数（請求された件数）の家庭用の件数（令和3年度）。

※LPガスの世帯数は、石油化学新聞社のLPガス統計年報（全国LPガス保安共済事業団集計）（令和4年3月末）

世界のLPガス消費量の推移と見通し

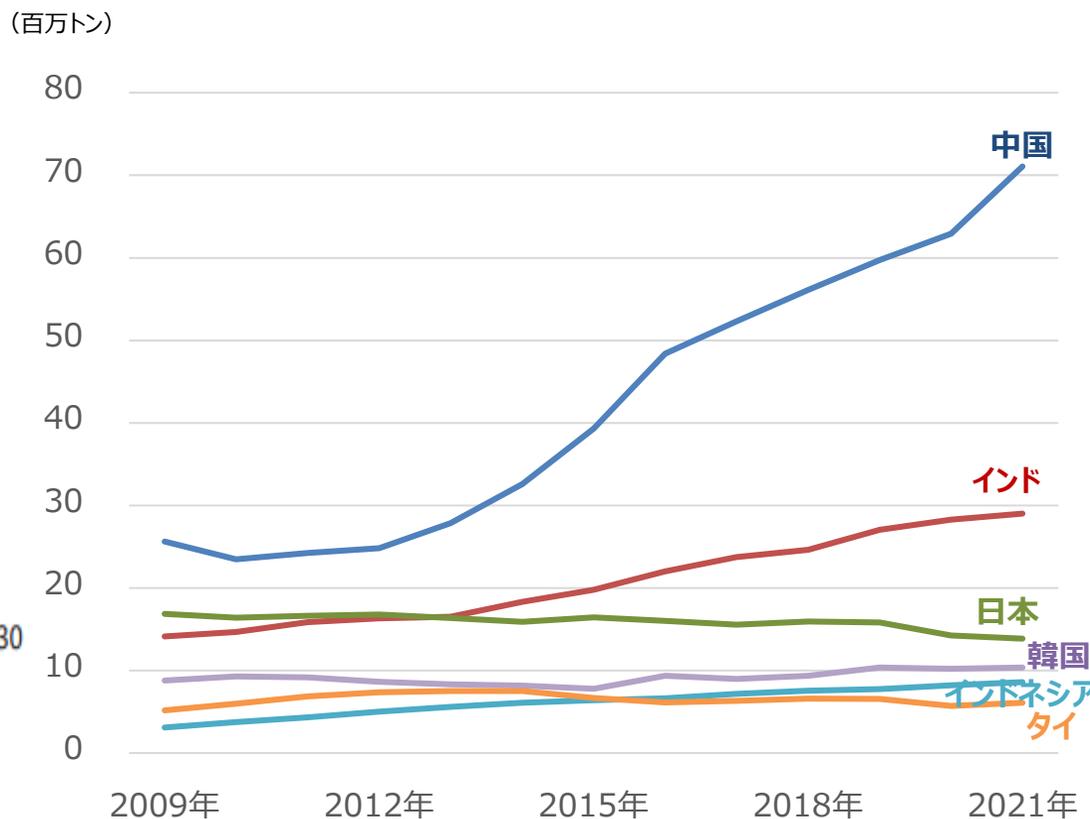
- アジア大洋州でのLPガス消費の拡大が続いており、薪・石炭からの燃料転換により、とりわけ、**中国、インドでは消費が急増**している。

世界のLPガス消費量の見通し



出典：世界LPガス協会 Statistical Review of Global LPG 2022

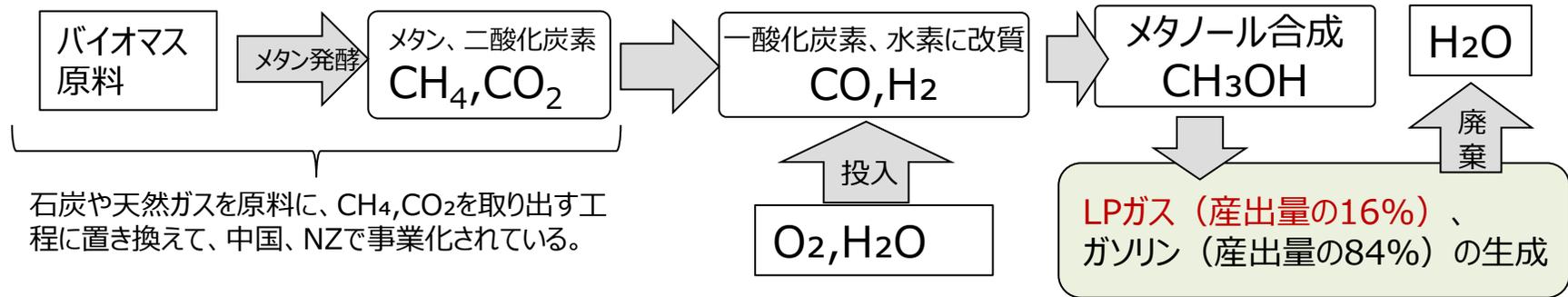
アジアの主要なLPガス消費国の消費量推移



海外でのバイオLPガス生産の取り組み状況（1）

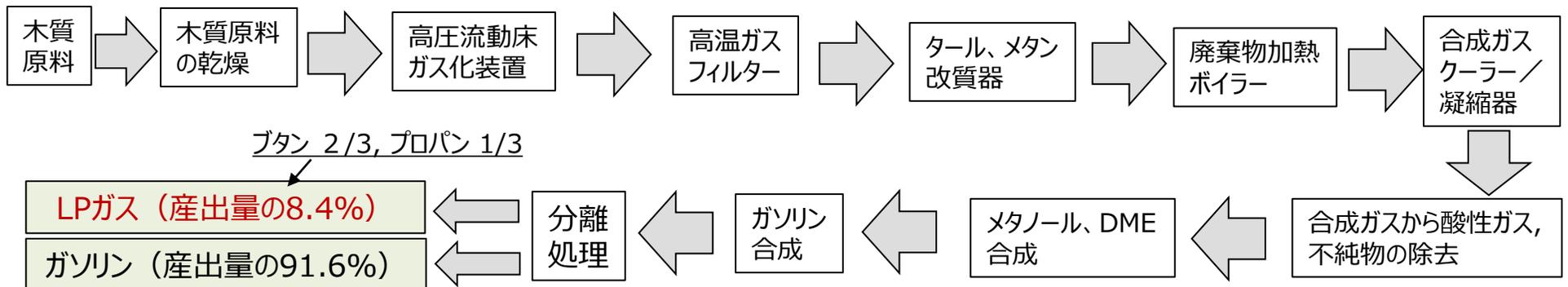
- 世界的に見ても、現在、非化石原料からLPガス生産に特化した先進技術はなく、ガソリンやディーゼル等の燃料の生産の中で、LPガスも副生されるという技術になっている。

バイオマス原料からのガソリン／LPガス生成技術（エクソンモービル）



木質原料からのガソリン／LPガス生成技術（米国エネルギー省 Gas Technology Institute）

※2010年から2014年に実証運転がおこなわれた。



海外でのバイオLPガス生産の取り組み状況（2）

- 欧米ではバイオマス原料から生産されるバイオディーゼルの副産品として、バイオLPガスが生産され始めている。バイオLPガスはブランド化され、プレミアム価格で取引されている。
- バイオLPガスは、既存の石油精製工場での水素化処理に、パーム油等の植物油を入れてバイオディーゼルとともに生産。既存施設を利用できるため簡易であり、主流となっているが、バイオディーゼルとバイオLPガスの生産比率は10：1であり、バイオLPガスを大量生産はできない。

海外でのバイオLPガスの生産（2018年）

出典：世界LPガス協会報告書

事業者	国	生産量（千トン/年）	バイオLPガスのブランド名
World Energy（旧:AltAir Fuels）	米国	7	
Renewable Energy Group	米国	1.3	Bio Propane
Valero: Diamond Green Diesel	米国	10	Renewable naphtha
Global Bioenergies	デンマーク	0.1	Isonutylene（販売事業者：Butagaz）
Repsol	スペイン	2018年に生産開始	
Total	フランス	30	
Eni	イタリア	20	Green LPG
Irving Oil	アイルランド	3	
Neste Oil	オランダ	90	Bio LPG（販売事業者：SHV Energy）
PREEM	スウェーデン	15	Ecoblem（販売事業者：AGA） Biomix（販売事業者：Kosangas）

国内のグリーンLPガス技術開発概要

- バイオ原料によるLPガスを2030年以降の年間1,000トンの社会実装を達成するためのアプローチを先行的に進め、将来的な大量生産を可能とすべくCO2リサイクルによる製造方法について先導研究を進める。また並行して、連産品としてのLPガスを製造するFT合成技術開発を行う。

	手法の特徴	開発者	PJ概要	2022/2023	2025	2030~
				<2020年代前半>	<2020年代後半>	
バイオ	<ul style="list-style-type: none"> ・初期の有望技術 ・原料の調達が容易 ・グリーンLPガス導入当初の地産地消での実証・初期実装が可能な技術 ・他方、大量生産には不向きか 	<ul style="list-style-type: none"> 古河電工 (GI基金) クボタ (環境省事業) 高知県 (環境省事業) 	<ul style="list-style-type: none"> 化石燃料によらない家畜糞尿等から、北海道大学、静岡大学が開発するラムネ触媒でLPガスを合成する。LPガス収率は50%を目標とする。 未利用の稲わらをメタン発酵、革新的触媒技術によりLPガスを含むバイオ燃料を製造する。グリーンLPガス合成技術は早稲田大学等の保有技術を用いた直接合成を目指す。 高知県に賦存する木質バイオマス資源等からグリーンLPガスの地産地消モデルを確立するもので、革新的で比較的安価な触媒技術の開発は早稲田大学、京都大学が行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンププラント設計、建設 ・触媒改良、量産 ・ポンププラント試運転まで 	<ul style="list-style-type: none"> 200~300t/年 ・ポンプスケール実証 	<ul style="list-style-type: none"> 社会実装 1,000 t/年
				<ul style="list-style-type: none"> 現地実証 ・メタン発酵、触媒実証 ・稲わら収集調査 	<ul style="list-style-type: none"> 現地実証 ・メタン発酵規模最大 5 t/日 	<ul style="list-style-type: none"> 社会実装
				<ul style="list-style-type: none"> 事業家に向けた環境整備 ・グリーンLPガス合成触媒の開発 ・事業者、プロジェクトの具体化、事業計画策定 	<ul style="list-style-type: none"> 実証試験 	<ul style="list-style-type: none"> 実装
CO2リサイクル	<ul style="list-style-type: none"> ・先導研究段階 ・バイオの先として大量生産を念頭においた技術 	<ul style="list-style-type: none"> 北九州市立大学 (グリーン推進協) 産総研/NECC/グリーン推進協 (NEDO事業) 	<ul style="list-style-type: none"> 逆シフトコンバーターでCO₂をCOに変換し、水分をインタークーラーで除去し、ルフィット触媒による第一反応器でCO₂、CO、H₂からDME合成後、水分除去し、第二反応器のLPガス触媒でプロパンに変換、LPガス収率はCO₂がJFE基準で85%を目標。 中間体DMEから省水素、高効率にLPガスを合成する技術開発。DMEからルフィン合成する脱水縮合反応と、ルフィンからプロパン合成する水素化反応を結合し一つの反応塔でLPガス合成するのが目標。LPガス収率は70%を目標。 	<ul style="list-style-type: none"> 5~10kg/日 ・ポンプスケール実証 	<ul style="list-style-type: none"> 100kg/日 ・スケールアップ実証 	<ul style="list-style-type: none"> 10t/日 10~100 t 規模で社会実装を目指す
				<ul style="list-style-type: none"> 5~10kg/日 ・ポンプスケール実証 	<ul style="list-style-type: none"> 100kg/日 ・スケールアップ実証 	<ul style="list-style-type: none"> 10t/日 10~100 t 規模で社会実装を目指す
FT	<ul style="list-style-type: none"> ・合成燃料の連産品 	<ul style="list-style-type: none"> ENEOS グローブ (NEDO事業) 	<ul style="list-style-type: none"> 大崎ケルジエンのIGCC由来のCO₂を利用し、FT合成によって石油連産品とLPガスを合成する。安価で耐久性があり、効率の高い触媒開発と製造工程の確立が課題。触媒は富山大学と日本製鉄が開発と改良を担当する。 	<ul style="list-style-type: none"> 触媒評価 	<ul style="list-style-type: none"> 実証プラントでの評価 	<ul style="list-style-type: none"> 実装検討

グリーンLPガスの社会実装に向けたロードマップ^o (日本グリーンLPガス推進協議会作成)

