

資源エネルギー庁資源・燃料部石油精製備蓄課 御中

令和4年度燃料安定供給対策に関する調査事業 (合成燃料の導入及び活用拡大に向けた検討事業)

調査報告書

2023.03.31

みずほリサーチ&テクノロジーズ

目次

1.	海外における合成燃料の商用化に向けた先行的事例の調査・分析	4
(1)	合成燃料海外プロジェクトの調査	5
(2)	海外ヒアリングの実施	34
(3)	各国の合成燃料に導入に関するインセンティブについて	53
(4)	合成燃料のCO2カウントルールに関する国際的な取扱い	65
2.	合成燃料の需要ポテンシャル検討	79
(1)	合成燃料需要の概要	80
(2)	世界の合成燃料需要予測に関する文献調査	86
(3)	日本の合成燃料需要予測に関する調査	92
(4)	日本の合成燃料の需給バランスに関する検討	98
3.	合成燃料の自立商用化に向けた課題の整理	107
4.	合成燃料官民協議会等の運営	113

事業目的

事業目的

令和2年10月に表明された「2050年カーボンニュートラル宣言」を受け、各セクターではカーボンニュートラルの実現に向けた検討が進められている。その中でも、特に温室効果ガス・CO₂排出量の多いエネルギー部門の取組が重要となる。石油業界においては、燃料の脱炭素化が喫緊の課題であり、燃烧しても大気中にCO₂が増加せず、化石燃料の代替となる脱炭素燃料の導入拡大が鍵となる。

その中でも、再エネ由来電力を用いて製造された水素とCO₂を原料として製造する合成燃料は、輸送用燃料としての活用が期待されている。合成燃料は、我が国において、グリーン成長戦略でも2040年までの自立商用化を目標として掲げているが、世界的にみてもまだ商用化はなされておらず、供給・需要両方の観点から取り組むべき課題が存在している。

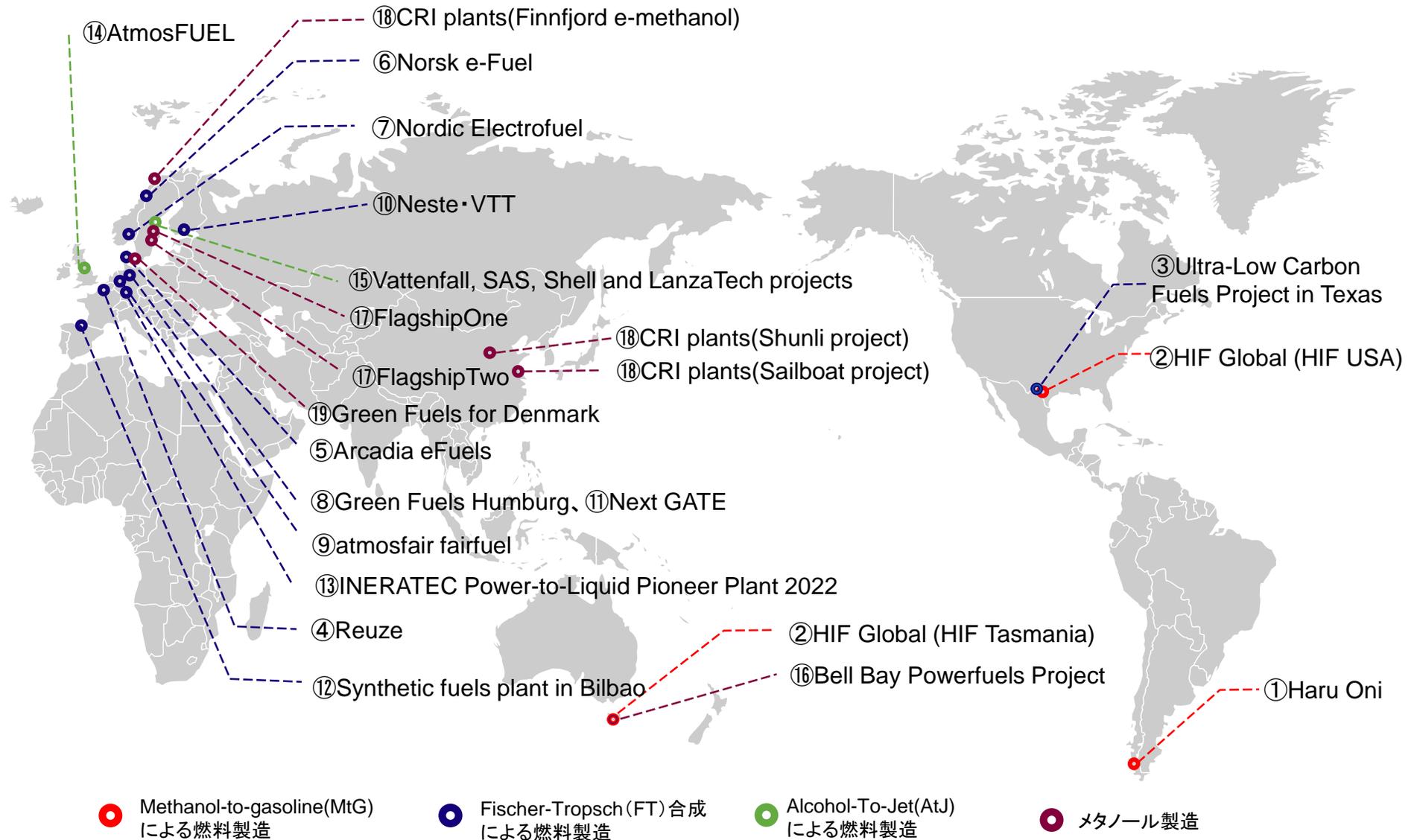
このように、合成燃料の導入にあたっては、供給・需要の両サイドともに予見性が立ちにくいことを要因として、脱炭素燃料に対する投資等の判断がしにくい状況にある。そのため、今後、合成燃料の導入を加速させるため、技術的・経済的な課題や、その解決に向けたタイムライン等を官民で共有し、一体となって取組を進めていく必要がある。

本事業は、合成燃料の国際的な導入状況や導入促進策、需要予測等について広く調査するとともに、関係事業者や有識者と議論を踏まえながら、我が国の合成燃料等の導入促進の在り方を検討することを目的とする。

1. 海外における合成燃料の商用化に向けた先行的事例の調査・分析

1. (1) 合成燃料海外プロジェクトの調査

実証・商用規模の主な合成燃料海外プロジェクト 地域分布



製造目標凡例

1~10万kL/year

~1万kL/year

10万kL/year以上

実証・商用規模の主な合成燃料海外プロジェクト(MtG、FT合成)

プロジェクト※1	国・地域	主な燃料供給先	主な燃料種※2	燃料合成手法	生産目標(万kL/year) ※3										
					2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030年代	
① Haru Oni	チリ マガリヤネス地方	自動車	methanol gasoline	MtG (ExxonMobil)		0.075(メタノール) 0.013(ガソリン)		5.5(ガソリン)	55(ガソリン)						
② HIF Global (HIF USA / HIF Tasmania)	アメリカテキサス州 マタゴルダ郡 オーストラリアタスマニア州	自動車 運輸部門	gasoline	MtG 等 (Topsoe/TIGAS™)					79(USA) 10(Australia)						
③ Ultra-Low Carbon Fuels Project in Texas	アメリカテキサス州	運輸部門	jet diesel	FT合成 (Infinium)		0.7		58 (燃料製造目標は不明のため利用CO2量から換算)							
④ Reuze	フランス ダンケルク	航空 船舶 化学産業	jet diesel	FT合成 (Infinium)					12						
⑤ Arcadia eFuels	デンマーク ボアディン グボー	航空 運輸部門	jet Diesel Naphtha	FT合成 (TOPSOE and Sasol)				10							
⑥ Norsk e-Fuel	ノルウェー モー シェーン	航空	kerosene diesel	FT合成			1.25	2.5	10						
⑦ Nordic Electrofuel	ノルウェー ヘロヤ	航空	e-fuel	FT合成			1.0	100							
⑧ Green Fuels Humburg	ドイツ ハンブルク	航空	kerosene	FT合成 (Sasol ecoFT)				1.2							
⑨ atmosfair fairfuel	ドイツ エムスラント	航空	kerosene	FT合成	0.04										
⑩ Neste-VTT	フィンランド エス ポー	自動車 航空 船舶	e-fuel	FT合成 (INERATEC)		0.04									
⑪ Next GATE	ドイツ ハンブルグ	自動車 鉄道	e-fuel e-wax	FT合成 (INERATEC)	0.02 (e-fuel) 0.015 (e-wax)										
⑫ Synthetic fuels plant in Bilbao	スペイン ビルバオ	自動車 航空 船舶	e-fuel	FT合成 (Johnson Matthey's FT CANS)		0.21									
⑬ INERATEC Power-to-Liquid Pioneer Plant 2022	ドイツ ヘーヒスト	自動車 航空 化学産業	diesel gasoline kerosene	FT合成	0.46										

※1 プロジェクト名があるものは記載。計画のみが発表されているものは代表的な企業名やプロジェクト内容を反映して記載。(出所)各プロジェクトの公開情報から、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成

※2 主な燃料種はホームページ等の情報源に記載のある燃料種名を記載(electricを表す接頭の「e」は除いている)。また、特に燃料種に言及のない場合は「e-fuel」としている。

※3 製造目標値は簡単のため各燃料の密度等を考慮せず、一律に体積に換算。1ガロン= 3.79リットル, 1バレル= 159リットル, 1トン = 1170L, 2.6 kg-CO2/L (原油の二酸化炭素排出量の近似値),

実証・商用規模の主な合成燃料海外プロジェクト (AtJ、メタノール合成)

プロジェクト ※1	国・地域	主な燃料供給先	主な燃料種 ※2	燃料合成手法	生産目標 (万kL/year) ※3										
					2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030年代	
⑭ AtmosFUEL	イギリス	航空	jet	Alcohol-To-Jet (Lanzajet)											10
⑮ Vattenfall, SAS, Shell and LanzaTech projects	スウェーデン フォルスマルク	航空	jet	Alcohol-To-Jet (Lanzajet)					5.85						
⑯ Bell Bay Powerfuels Project	オーストラリア タスマニア州 ベルベイ港	自動車(重量車) 船舶	methanol DME	メタノール合成				23							
⑰ FlagshipOne, FlagshipTwo	スウェーデン エーンヒェルツ ブーク(1箇所目)、 スツヴァール(2箇所目)	船舶	methanol	メタノール合成 (Topsoe)				5.85 (FlagshipONE)		11.7 (FlagshipTWO)					
⑱ CARBON RECYCLING INTERNATIONAL plants	アイスランド、中国、ノルウェーなど	化学部門 運輸部門	methanol	メタノール合成	13 中国	12(中国) 12(ノルウェー)									
⑲ Green Fuels for Denmark	デンマーク ペンハーゲン	船舶 航空	methanol jet	メタノール合成		0.1		5		10				27.5	

※1 プロジェクト名があるものは記載。計画のみが発表されているものは代表的な企業名やプロジェクト内容を反映して記載。(出所)各プロジェクトの公開情報から、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成

※2 主な燃料種はホームページ等の情報源に記載のある燃料種名を記載(electricを表す接頭の「e」は除いている)。また、特に燃料種に言及のない場合は「e-fuel」としている。

※3 製造目標値は簡単のため各燃料の密度等を考慮せず、一律に体積に換算。1ガロン=3.79リットル, 1バレル=159リットル, 1トン=1170L, 2.6 kg-CO₂/L (原油の二酸化炭素排出量の近似値),

研究開発プロジェクトや水素製造を目的としているが将来的な合成燃料製造へ言及のあるプロジェクトなども確認されたが、製造目標等の比較が難しいため表には含めていない。⑳Westküste100(ドイツ)、㉑NAMOSYN(ドイツ)、㉒HySynergy(デンマーク)、㉓CAC Synfuel Plant(ドイツ)、㉔Synhelion Solar Fuels(ドイツ)、㉕NEOM Green Hydrogen Project(サウジアラビア)

※各プロジェクトの概要を6ページ以降及び参考資料に記載

各プロジェクトのCO₂、水素供給方法

プロジェクト	国・地域	CO ₂ 供給源	水素供給源	生産目標
① Haru Oni	チリ マガリャネス地方	DAC(Global Thermostat社)	PEM型水電解(風力)	
② HIF Global (HIF USA / HIF Tasmania)	アメリカテキサス州マタゴルダ郡 オーストラリアタスマニア州	DAC、生物起源、CCU	水電解(再生可能エネルギー、主に風力)	
③ Ultra-Low Carbon Fuels Project in Texas	アメリカテキサス州	CCU(産業起源、Denbury社がCO ₂ を調達する計画がある。 既存のCO ₂ 輸送インフラあり)	水電解(再生可能エネルギー)	
④ Reuze	フランス ダンケルク	CCU(ArcelorMittal社の製鉄工場由来)	水電解(再生可能エネルギー)	
⑤ Arcadia eFuels	デンマーク ポアディングボー	DAC、生物起源	水電解(再生可能エネルギー)	
⑥ Norsk e-Fuel	ノルウェー モーシェーン	DAC(Climeworks社の装置)	水電解又は共電解(再生可能エネルギー)	
⑦ Nordic Electrofuel	ノルウェー ヘロヤ	CCU(化石資源) 将来的に大気中やバイオマスのCO ₂ を利用することを計画	アルカリ水電解(風力)	
⑧ Green Fuels Humburg	ドイツ ハンブルク	CCU(排水処理などで生じたCO ₂)	水電解(風力)	
⑨ atmosfair fairfuel	ドイツ エムスラント	DACもしくはバイオガスプラント	PEM型水電解(風力、太陽光)	
⑩ Neste-VTT	フィンランド エスポー	CCU(排ガス由来)	SOEC高温水蒸気電解	
⑪ Next GATE	ドイツ ハンブルグ	生物起源	水電解(再生可能エネルギー)	
⑫ Synthetic fuels plant in Bilbao	スペイン ビルバオ	CCU(ペトロノール製油所由来)	水電解(太陽光、風力)	
⑬ INERATEC Power-to-Liquid Pioneer Plant 2022	ドイツ ヘーヒスト	生物起源	水電解(再生可能エネルギー)	
⑭ AtmosFUEL	イギリス	DAC(CarbonEngineering社)	-	
⑮ Vattenfall, SAS, Shell and LanzaTech projects	スウェーデン フォルスマルク	CCU(熱電供給施設/地域暖房施設)	水電解(水力、原子力)	
⑯ Bell Bay Powerfuels Project	オーストラリア タスマニア州 ベルベイ港	生物起源	水電解(水力、風力)	
⑰ FlagshipOne, FlagshipTwo	スウェーデン エルンシエルツビク(1箇所目)、 スツツヴァル(2箇所目)	CCU(熱電供給施設)	水電解(再生可能エネルギー)	
⑱ CARBON RECYCLING INTERNATIONAL plants	アイスランド、中国、ノルウェー など	CCU	水電解(再生可能エネルギー) 産業排出された副生水素	
⑲ Green Fuels for Denmark	デンマーク コペンハーゲン	CCU(Avedore発電所から排出されるCO ₂)	水電解(風力)	

実証・商用規模プロジェクトの総括

実証・商用規模のプロジェクトが世界各地で計画。運輸部門向けの燃料製造手法としては主にMtG、FT合成が用いられる。

- チリの大手エネルギー事業者のグループ会社であるHIFが主導する、MtGを用いた合成燃料製造プロジェクトは、2023年頃から実証事業が開始、その後2020年代後半に10万kL/year以上の生産量の大規模プロジェクト運開を予定している。更にプラントを米国・豪州での建設を計画(①②)。
- 米国のInfinium社はFT合成時のワックス精製を不要にする触媒技術等の合成燃料製造プロセスに独自の技術を持ち、アメリカや欧州で合成燃料の製造を計画している。2023年からAmazonのトラックに燃料の供給が開始される。その後2020年代後半に規模の拡大(10万kL/year以上)が計画されている(③④)。
- 北欧やドイツでは主に航空分野への燃料供給を目的に、2020年代後半から1～10万kL/year程度の規模のFT合成を用いた合成燃料プロジェクトが計画されている(⑤～⑧)。
- 欧州では1万kL/year以下程度の実証規模のFT合成を用いたプロジェクトが既に実施、又は2020年代前半に計画され、研究開発が進行している(⑨～⑬)。

上記以外の合成燃料に関連するプロジェクトも進行している。

- その他の手法(AtJ、メタノール合成)についても、プロジェクトが進行。メタノールの製造プロジェクトは規模が大きく、稼働時期も早い(⑭～⑰)。メタノールの利用は燃料に限定されず、化学品の原料としても活用される見込み。
- 研究開発プロジェクトや水素製造を目的としているが将来的な合成燃料製造へ言及のあるプロジェクトなども確認された(⑱～㉕)。

①Haru Oni

- HIFを筆頭としてPORSCHEとENELが共同創設者となり、風力発電の適地であるチリのマガリャネス地方に合成燃料の生産プラントを建設するプロジェクト。製造されたガソリンは、コンテナ船で欧州に輸送される計画。

実施地域	チリ マガリャネス地方	製造燃料	methanol, gasoline
CO ₂ 供給源	Global Thermostats社のDAC	水素供給源	水電解(風力)
製造目標	実証プラントは2022 年末までに操業開始を目指しており、メタノール生産量は2023年に年間約75万Lで、一部はガソリンに変換される(13万L)。商用段階では2025 年までにガソリンを年間5,500万L、2027 年までにメタノールを100万トン、ガソリンを5億5,000万L以上に拡大予定。	実施主体	HIF Global、PORSCHE、ENEL
		関連企業	SIEMENS energy、ExxonMobil、ENAP、EMPRESAS Gasco

プロジェクト/技術概要



- CO₂供給: Global Thermostats 社のDAC
- 水素供給: Siemens Energy 社のPEM型水電解装置 (Silyzer 200 PEM)
- メタノール合成: MAN Energy Solution社のメタノール反応器
- ガソリン製造: ExxonMobil社が開発したMtGにより製造

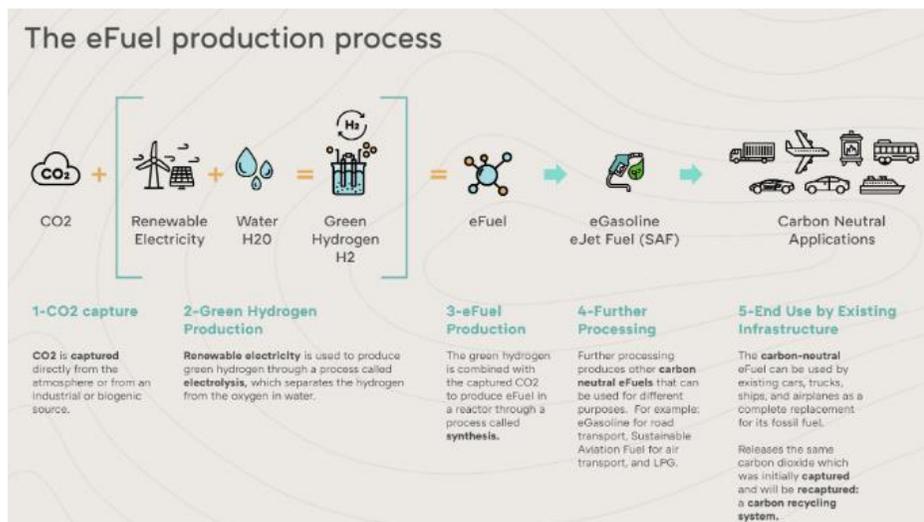
(出所) Haru Oni PJ HP – Tommorrow's fuel (haruoni.com)

②HIF Global(HIF USA / HIF Tasmania)

- HIF Globalがチリの実証事業(Haru Oni)の経験をもとに、商業規模プラントの製造を計画。現在ではアメリカテキサス州とオーストラリアタスマニア州にプラント製造が計画されている。

実施地域	アメリカテキサス州マタゴルダ郡 オーストラリアタスマニア州	製造燃料	methanol, gasoline
CO ₂ 供給源	DAC、生物起源、CCU	水素供給源	水電解(再生可能エネルギー、風力)
製造目標	(USA) 2026年から年間2億ガロン (Tasmania) 2026年半ばに操業開始予定 年間最大1億L	実施主体	HIF Global、HIF USA、HIF Asia Pacific

プロジェクト/技術概要



(出所) HIF社 HP – HIF TASMANIA (<https://www.hiftasmania.com.au/>)

■ 各プラントの特徴

HIF USA

- メタノール合成ののち、TOPSOE社のTIGAS™技術(MTG)によってガソリンが合成される。TIGAS™技術によって製造されたガソリンは、硫黄を含まず、自動車やトラックにそのまま使用できる。

HIF Tasmania

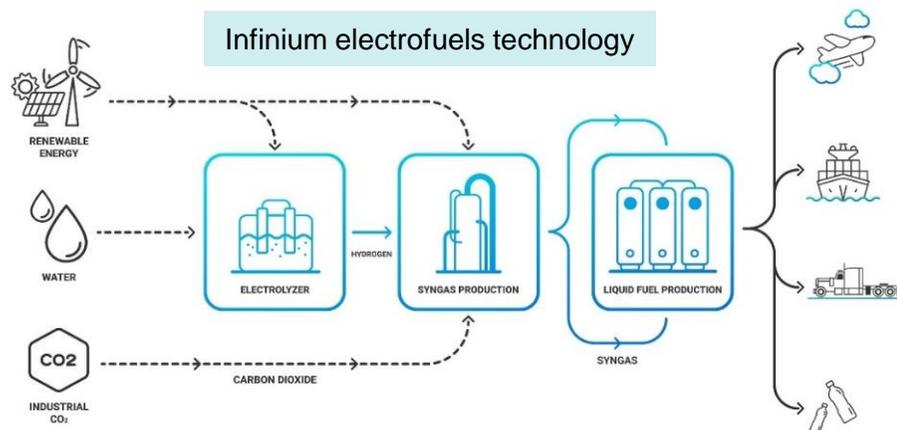
- 250MWの電解槽を稼働しグリーン水素を生産
- グリーン水素を生物起源(近隣の林業活動からの廃材)のCO₂と反応させることで合成燃料を製造する。

③Ultra-Low Carbon Fuels Project in Texas

- アメリカ、テキサス州で産業排出CO₂とグリーン水素を利用し、Infiniumの技術を用いて主に運輸部門向けに低炭素燃料を生産するプロジェクト。

実施地域	アメリカ テキサス州	製造燃料	jet, diesel
CO ₂ 供給源	CCU (産業起源、Denbury社がCO ₂ を調達する計画がある。既存のCO ₂ 輸送インフラあり)	水素供給源	水電解(再生可能エネルギー)
製造目標	①(Amazonへ燃料供給)2023年から供給開始、18,000トンのリサイクルCO ₂ を利用 ②(Denbury社のCO ₂ を利用)早ければ2025年に生産準備完了。年間150万トンのCO ₂ を利用。	実施主体	Infinium
		関連企業	Denbury、Amazon
背景・目的	メキシコ湾岸および世界中の産業排出CO ₂ の削減 輸送における炭素強度の低下 Amazonの輸送トラックの脱炭素化のためにInfiniumがテキサスで製造した燃料を提供する		

プロジェクト/技術概要



- Infinium SAF: 航空向けの超低炭素でエネルギー密度の高いドロップイン燃料
- Infinium Diesel: 既存のディーゼルと同じように利用できるトラックや海運向けのドロップイン燃料

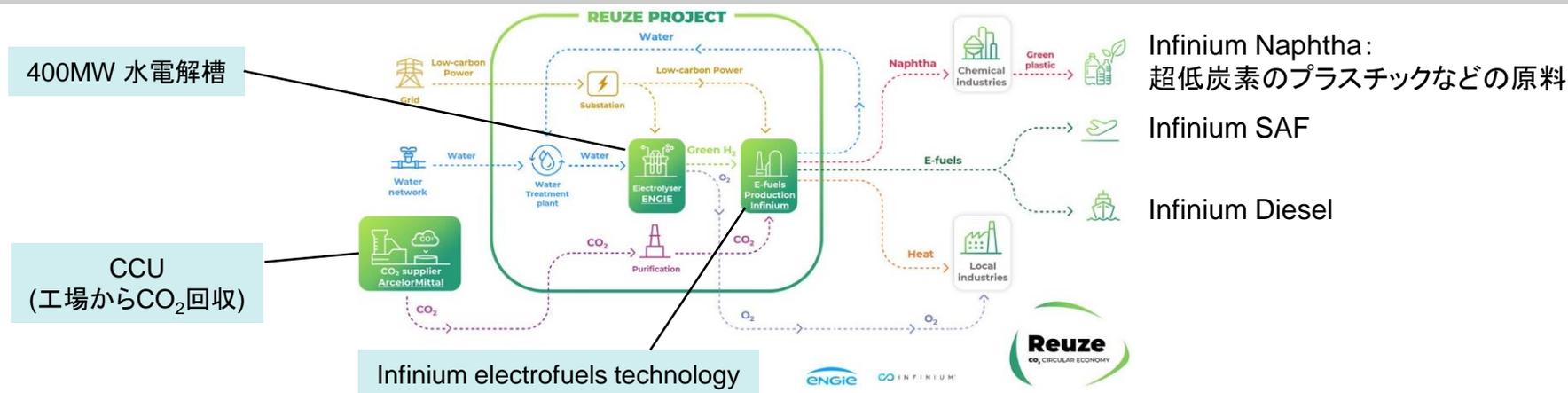
(出所) Infinium社 HP – Electrofuels (<https://www.infiniumco.com/electrofuels>)

④Reuze

- 製鉄工場から排出されるCO₂を利用し、グリーン水素と反応させることで運輸部門向けに合成燃料を製造するプロジェクト。燃料合成にはInfinium社の技術が用いられる。

実施地域	フランス ダンケルク	製造燃料	jet, diesel, naphtha
CO ₂ 供給源	CCU (ArcelorMittal社の製鉄工場由来)	水素供給源	水電解(再生可能エネルギー)
製造目標	年間10万トンの合成燃料及びナフサを製造 2026年から商業運転開始	実施主体	Infinium、ENGIE
資金調達	フランス環境エネルギー管理庁より 5億ユーロ以上に相当する投資を受ける	関連企業	ArcelorMittal
背景・目的	主に欧州の航空及び海運分野の脱炭素化に向けた取り組み		

技術概要



(出所) Reuze PJ HP – How Dose It Work (<https://www.reuze.eu/>)

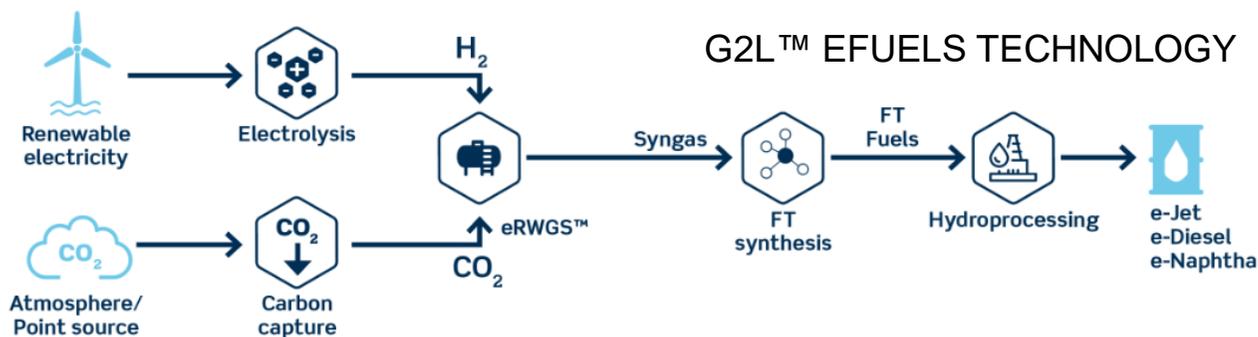
⑤ Arcadia eFuels

- 再生可能電力と水を使用し、実証済みの技術を使用して運輸用のe-fuel (e-dieselとe-jet)を製造する。2024年までに年間約1億リットルのFT合成燃料製造プラントを稼働。

実施地域	デンマーク ボアディングボー	製造燃料	jet, diesel, naphtha
CO ₂ 供給源	DAC又は生物起源	水素供給源	水電解(再生可能エネルギー)
製造目標	プラントは2023年に建設を開始し、2024年末までに商業運転を開始する予定年間5万5000トンのJet燃料(Kerosene)、及び2万5000トンのNaphthaを生産(計1億リットルのe-fuel)	実施主体	Arcadia eFuels
		関連企業	(技術提供)Topsoe、Sasol、(燃料購入)DCC/Chell Aviation, Sunclass Airlines (プラントエンジニアリング)Technip Energies
背景・目的	気候変動対策のため、既存のエンジンで動作するネットゼロカーボン燃料を作成することを目的としており、e-fuelの需要拡大に対応するために、Arcadia eFuels社は、それぞれが年間75,000トン(1億リットル)のe-fuelを生産する複数の工場を建設する計画がある。		

プロジェクト/技術概要

TOPSOE社とSasol社の技術を統合したG2Lプロセスによって燃料が製造される



(出所) TOPSOE社 HP – G2L EFUELS TECHNOLOGY

(<https://www.topsoe.com/our-resources/knowledge/our-products/process-licensing/g2ltm-efuels-technology>)

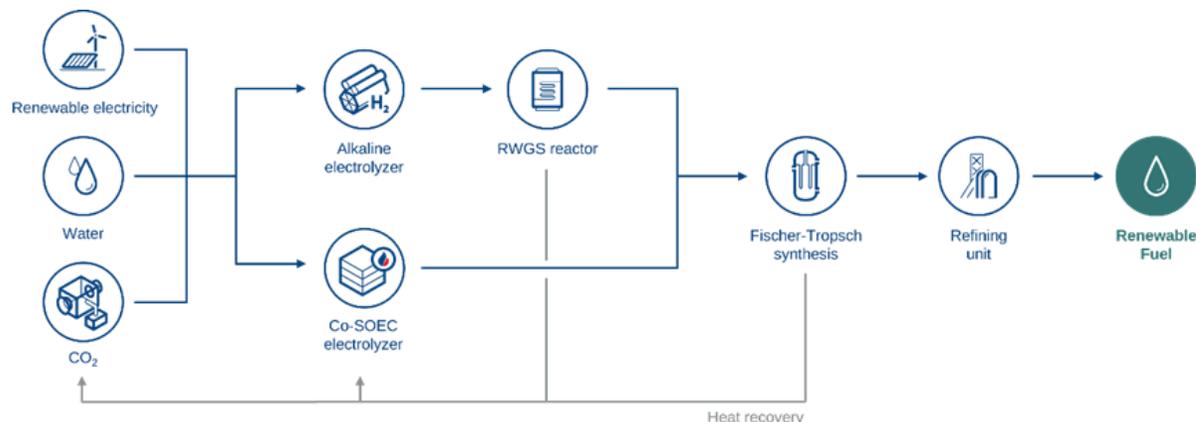
- Topsoe eRWGS™
逆水性ガスシフト反応で、コンパクトな反応器から合成ガスを生産できる。高い変換率と合成ガスの品質、95%以上の高い効率、H₂の低消費といった特徴がある。
- Sasol LTFT™ (The Sasol Low Temperature Fischer Tropsch)
ジェット燃料やディーゼル燃料の合成に適したFT合成。
- Topsoe Hydroprocessing
水素化処理により長鎖分子の分解、飽和と異性化により、高品質の製品を製造する。

⑥Norsk e-Fuel

- Norsk e-Fuelはノルウェーの航空機向けのe-fuel製造のため結成されたコンソーシアムで、Sunfire社が電解槽の提供、Climeworks社がDAC技術の提供を行い、実証プラントから商業規模へ拡大が計画されている。

実施地域	ノルウェー モーシエーン	製造燃料	kerosene, diesel
CO ₂ 供給源	Climeworks社のDAC装置	水素供給源	水電解又は共電解 (再生可能エネルギー)
製造目標	プラントは2023年に建設が開始され、2024年には年間1250万リットルの燃料を生産としている。その後プラントを拡大し、2026年に2500万リットル、2029年までに1億リットルの燃料を生産する計画となっている	実施主体	Sunfire、Climeworks、Valinor、Paul Wurth

プロジェクト/技術概要



- 合成燃料の製造にはFT合成が用いられる。
- 合成ガスの製造には2つの経路があり、“アルカリ水電解+RWGS”および“SOEC共電解”が用いられる。

(出所) Norsk e-fuel HP – Our technology (<https://www.norsk-e-fuel.com/technology>)

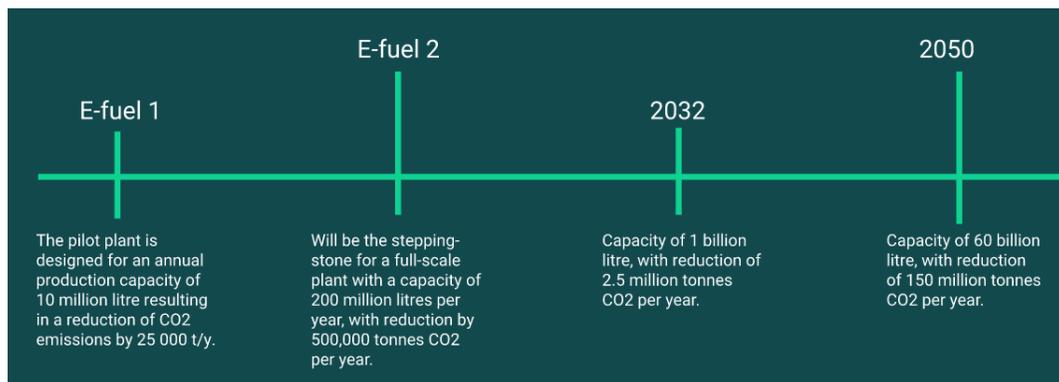
⑦Nordic Electrofuel

- Nordic Electrofuel社による、航空業界の脱炭素化を目的としたプロジェクト。ノルウェーのヘロヤに商業規模の合成燃料製造プラントを建設する計画となっている。

実施地域	ノルウェー ヘロヤ	製造燃料	e-fuel
CO ₂ 供給源	CCU(化石資源) 将来的に大気中やバイオマスのCO ₂ を利用することを計画	水素供給源	アルカリ水電解 (風力)
製造目標	プラントは2025年の操業開始を目指しており、第一段階として年間1000万リットル、第二段階として商業規模の生産を開始し年間2億リットルの燃料を生産するとしている。その後も規模を拡大し2032年には10億リットル、2050年には600億リットルの生産を行うとしている。	実施主体	Nordic Electrofuel、 Nordic Wind

プロジェクト/技術概要

■ 事業計画



- セメント産業、廃棄物焼却プラントやバイオ燃料プラントなどのCO₂排出源を利用することで、競争力のある燃料価格を実現する。
- 2025年のプラント稼働には、FT合成、逆水性ガスシフト、アルカリ水電解のような実証済みの技術システムを使用する。

(出所) Nordic Electrofuel社 HP – Plants and projects (<https://nordicelectrofuel.no/what-we-do/>)

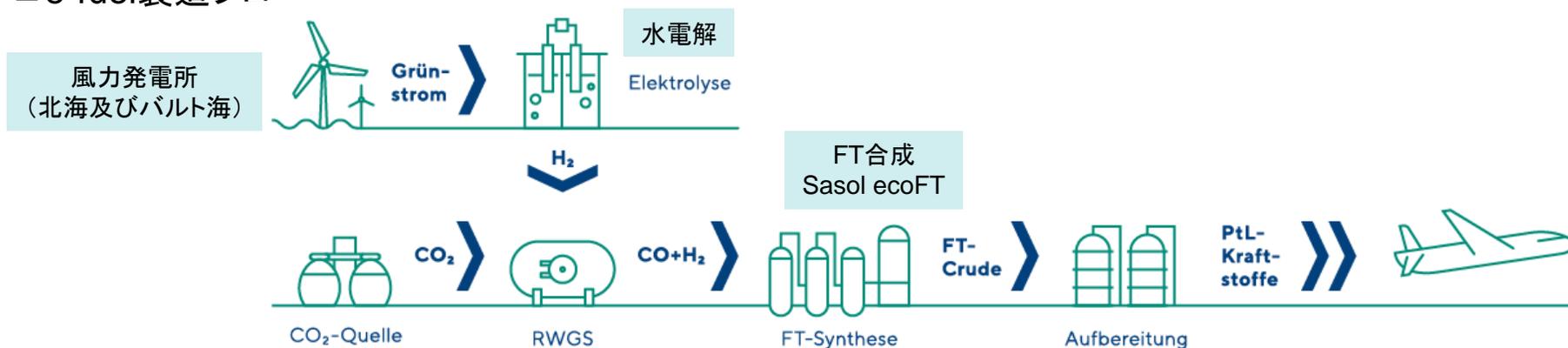
⑧Green Fuels Hamburg

- ドイツで提携された4社によるコンソーシアム。風力資源が豊富なハンブルクで実施され、航空会社向けに燃料を生産する。

実施地域	ドイツ ハンブルク	製造燃料	kerosene
CO ₂ 供給源	CCU (排水処理などで生じたCO ₂)	水素供給源	水電解(風力エネルギー)
製造目標	2026年に1万トンのkerosene その後拡大していく見込み	実施主体	Airbus、Sasol ecoFT、 Siemens Energy、Uniper
		関連企業	Technical University of Hamburg、 the Hamburg Senate、Hamburg Airport

プロジェクト/技術概要

■ e-fuel製造フロー



(出所) Green Fuels Hamburg HP – Technisches Konzept (<https://www.green-fuels-hamburg.de/>)

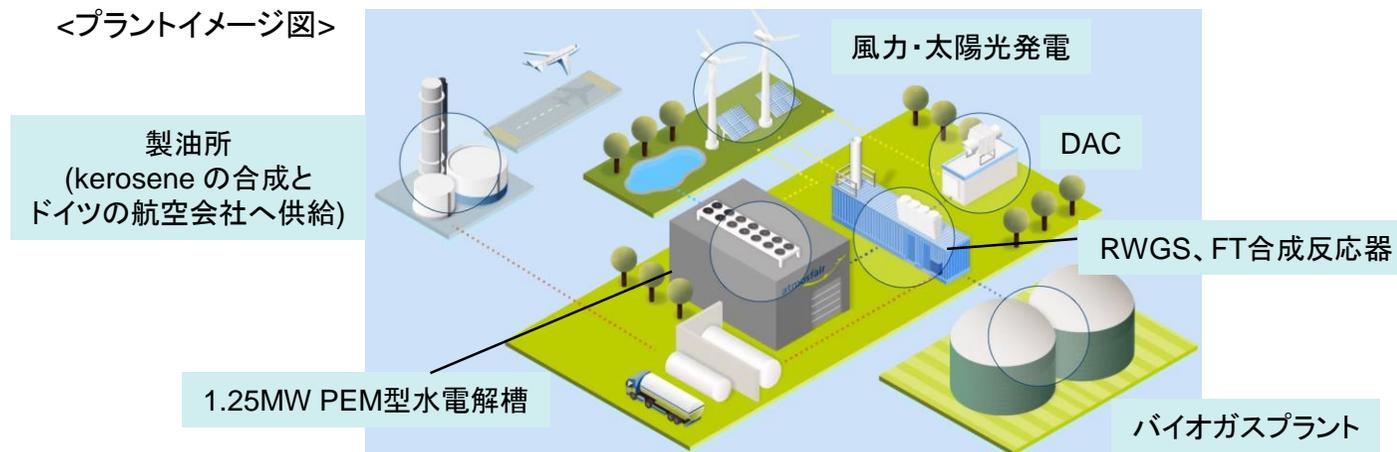
⑨atmosfair fairfuel

- ドイツのエムスラントでバイオガスプラント又はDACから得たCO₂とグリーン水素をFT合成を用いて航空燃料を生産し、ドイツの航空会社に提供する。

実施地域	ドイツ エムスラント	製造燃料	kerosene
CO ₂ 供給源	DAC もしくはバイオガスプラント	水素供給源	PEM型水電解 (風力、太陽光エネルギー)
製造目標	年間350トンの生産 2022年第一四半期に定期運用開始	実施主体	Atmosfair
資金調達	Atmosfair社を介した資金のみ 公的資金や企業経由の融資なし	関連企業	ドイツ航空会社2社 (名称不明 燃料の提供先)

プロジェクト/技術概要

<プラントイメージ図>



(出所) atmosfair社 HP – FAIRFUEL PLANT (<https://fairfuel.atmosfair.de/en/plant-technical-details/>)

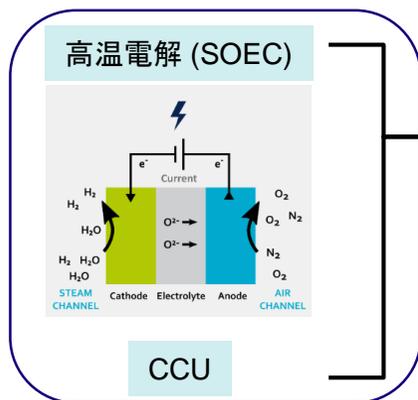
⑩Neste・VTT

- 電解技術、CO₂回収、燃料合成などの研究開発を行った、Veturi E-fuel research Projectを受け、開発された技術の統合を行い合成燃料を生産する実証プロジェクト。

実施地域	フィンランド エスポー	製造燃料	e-fuel
CO ₂ 供給源	CCU (排ガス由来)	水素供給源	SOEC高温水蒸気電解
製造目標	最低300kgの原油生産 (2023年にパイロットラン)	実施主体	NESTE、VTT
		関連企業	Kleener Power Solutions、Carbonreus Finland、Convion、Elcogen

プロジェクト/技術概要

関連企業からの技術提供



FT合成
(VTT)

石油精製
(NESTE)

※2022年から2023年初頭にかけて
生産の準備が完了
2023年にパイロットランが完了予定

(注) 写真はConvion社のSOECを記載している

(出所) Convion社 HP - Technology (<https://convion.fi/technology/>)

VTT社 HP - VTT Bioruukki pilot centre (<https://www.vttresearch.com/en/ourservices/vtt-bioruukki-pilot-centre>)

VTT Bioruukki Pilot Center (エスポー)



⑪ Next GATE

- ハンブルクで実施される化石原料に代わる代替品を生産し、販売を行う実証事業。今後数年間で実証プロジェクトの結果を基に商業化を目指すとされている。

実施地域	ドイツ ハンブルグ	製造燃料	e-fuel, e-wax
CO ₂ 供給源	生物起源	水素供給源	水電解(再生可能エネルギー)
製造目標	約200トンのe-fuel 約150トンのe-wax	実施主体	P2X-Europe、Mabanaft、H&R Ölwerk Schindler
		関連企業	INERATEC
背景・目的	車両、鉄道向けのe-fuel及び化学品などの原料e-waxの生産から販売までの実証事業		

プロジェクト/技術概要

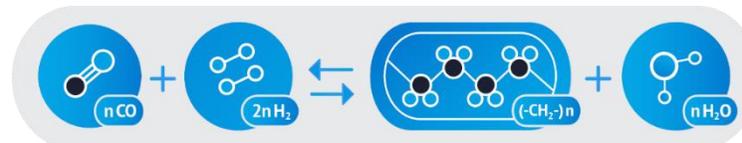
■ INERATEC社のP2X技術

RWGS



- ・水素と二酸化炭素から水素と一酸化炭素の合成ガスを製造
- ・大気圧下でも動作する

FT合成



- ・合成ガスから燃料を生産する
- ・反応器は微細構造を持ち物質輸送に優れる

(出所) INERATEC社 HP – Technology (<https://ineratec.de/en/technology-2/>) (※2022年10月時点)

⑫ Synthetic fuels plant in Bilbao

- スペインのビルバオ港に合成燃料の生産プラントを建設するプロジェクト。並行して段ボールやプラスチックなどの廃棄物から化学産業向けの製品などを生産するプロジェクトも実施している。

実施地域	スペイン ビルバオ	製造燃料	e-fuel
CO ₂ 供給源	CCU (ペトロノール製油所由来)	水素供給源	水電解(太陽光、風力エネルギー)
製造目標	年間2100トンのe-fuel (2024年にプラントが完成する見込み)	実施主体	Repsol、Saudi Aramco
		関連企業	Energy Agency of the Basque Government、Enagas、BP、Johnson Matthey
背景・目的	航空や重輸送向けの合成燃料の生産		

プロジェクト/技術概要

■ Johnson Matthey社の要素技術

HyCOgen
(RWGS)

- グリーン水素と二酸化炭素からFT合成用の合成ガスを生産
- 下記のFT CANSと組み合わせることで95%以上の二酸化炭素を原油に変換できる。

FT CANS技術
(FT合成)

- モジュール式の触媒用機で構成されるFT反応器
- 圧力損失を低減
- スケールアップが容易

<ビルバオのペトロノール製油所>



(出所) BIOENERGY INTERNATIONAL社 HP – Repsol to develop e-fuels and waste pyrolysis projects in Spain
(<https://bioenergyinternational.com/repsol-to-develop-e-fuels-and-waste-pyrolysis-projects-in-spain/>)

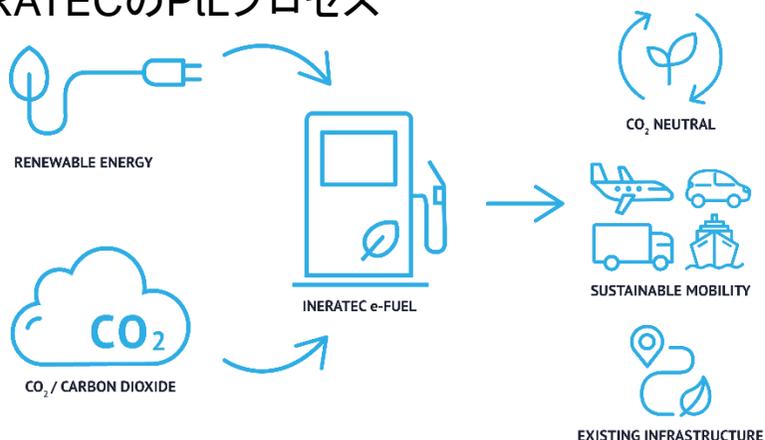
⑬ INERATEC Power-to-Liquid Pioneer Plant 2022

- ドイツでの合成燃料の普及に向けて、再生可能水素とバイオガスプラント由来のCO₂から燃料を生産するプロジェクト。

実施地域	ドイツ ヘーヒスト	製造燃料	diesel, naphtha, wax, kerosene
CO ₂ 供給源	生物起源	水素供給源	水電解 (再生可能エネルギー)
製造目標	2022年に年間最大3500トン(460万リットル)	実施主体	INERATEC社
		関連企業	-
背景・目的	ドイツで合成燃料を普及するために、産業規模のPtLプロセス技術の実装を目的とする		

プロジェクト/技術概要

■ INERATECのPtLプロセス



- 余剰電力を効率的に貯蔵
- モビリティ向けのカーボンニュートラルな燃料を合成
- 化学品生産の脱炭素化

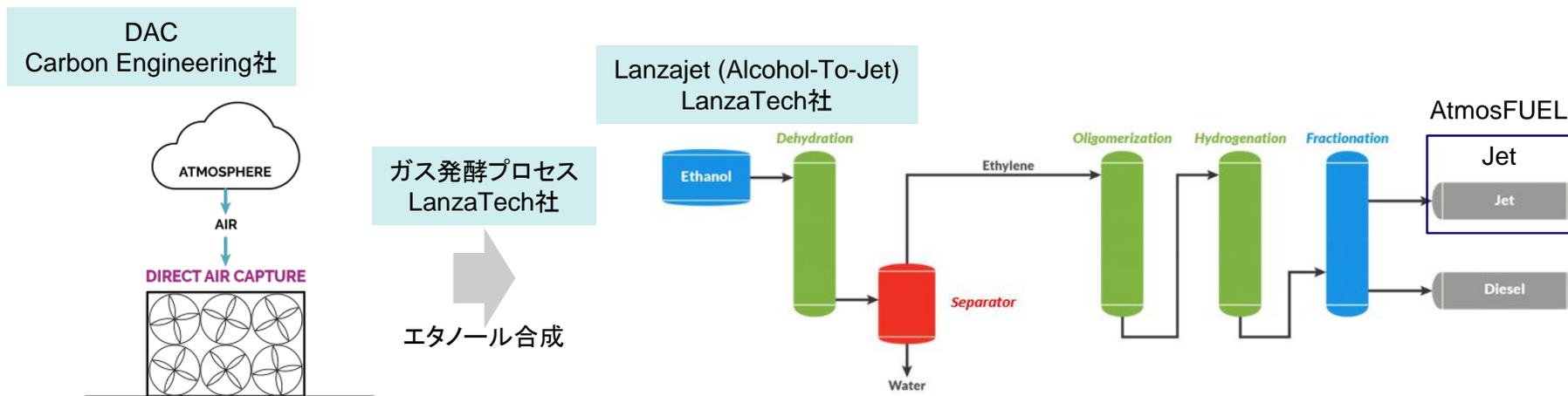
(出所) INERATEC社 HP – become a pioneer
(<https://ineratec.de/en/become-a-pioneer/>) (2022年10月時点)

⑭AtmosFUEL

- DAC及びガス発酵プロセス、Lanzajetなどの要素技術を統合し、イギリス航空会社向けにSAFを生産するプロジェクト。

実施地域	イギリス	製造燃料	jet
CO ₂ 供給源	DAC (CarbonEngineering社の装置)	水素供給源	-
製造目標	年間1億リットル以上のSAF 今後10年以内の稼働を目指している	実施主体	LanzaTech UK、Carbon Engineering、 British Airways、Virgin Atlantic
資金調達	英国運輸省のGreen Fuels Green Skies Competitionに選抜	関連企業	1PointFive、Storegga、 Pacific Northwest National Laboratory

プロジェクト/技術概要



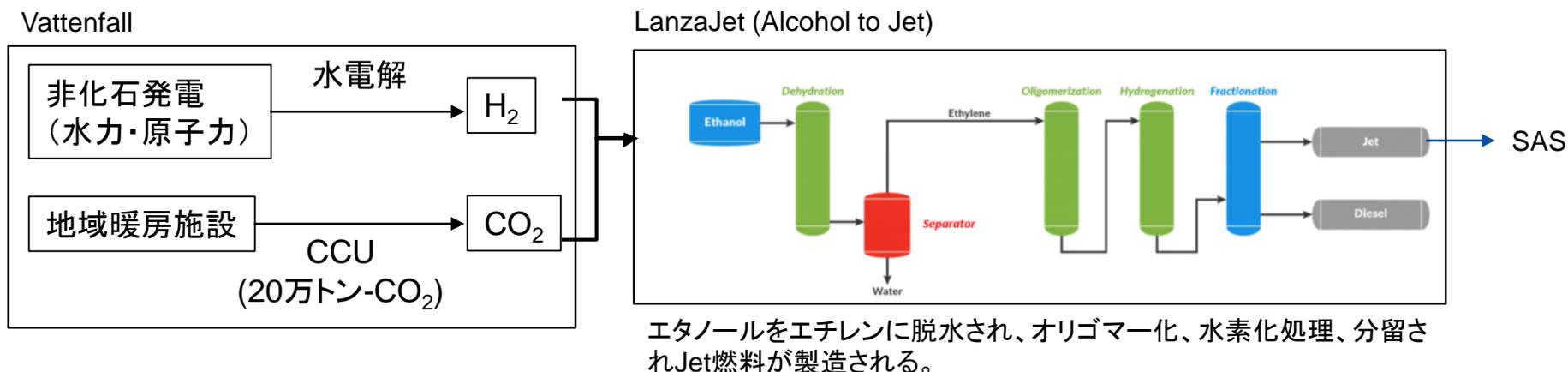
(出所) Carbon Engineering社 HP – Direct Air Capture + Storage (<https://carbonengineering.com/direct-air-capture-and-storage/>)
LanzaJet社 HP – WHAT WE DO (<https://www.lanzajet.com/what-we-do/>)

⑮ Vattenfall, SAS, Shell and LanzaTech projects

- 大手エネルギー企業Vattenfall、Shellは航空会社SASと共同でSAFの大規模生産を計画。スウェーデンの航空業界の脱炭素化に貢献

実施地域	スウェーデン フォルスマルク	製造燃料	e-Jet (electrofuel via Alcohol to Jet)
CO ₂ 供給源	CCU(熱電供給施設/地域暖房施設)	水素供給源	水電解(水力、原子力)
製造目標	年間5万トンのSAFの生産を目標 2026年から2027年の間に試運転を開始 (後に投資判断)	実施主体	Vattenfall、SAS、Shell、LanzaTech
背景・目的	スウェーデンでLANZAJETの「Alcohol to Jet」技術を使用した世界初の持続可能な航空燃料(SAF)の生産を大規模に調査し、スウェーデンでe-fuelの生産を開始することを目的としている。		

プロジェクト/技術概要



(出所) LanzaJet社 HP – WHAT WE DO (<https://www.lanzajet.com/what-we-do/>)

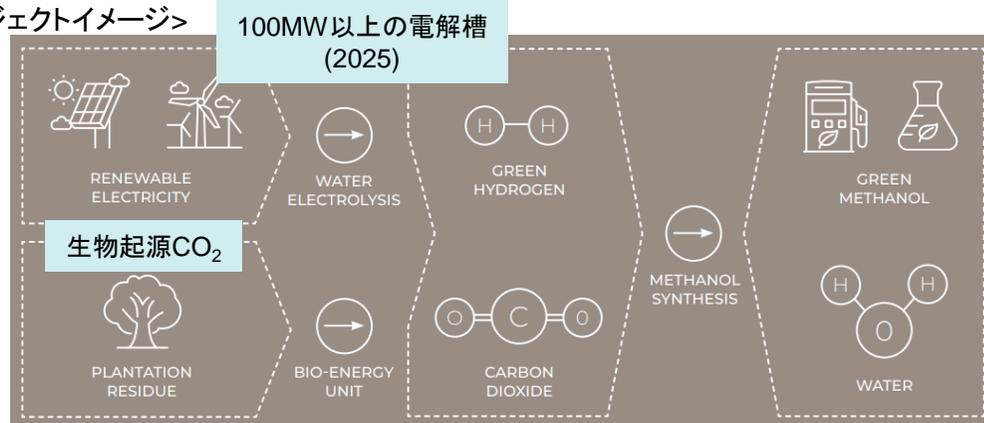
⑩ Bell Bay Powerfuels Project

- 再生可能エネルギーが豊富なベルベイ港で水素及びメタノールを合成するプロジェクト。タスマニア州政府からの援助を受け、プロジェクトの実現可能性調査が過去に行われた。

実施地域	オーストラリア タスマニア州 ベルベイ港	製造燃料	methanol, dimethyl ether
CO ₂ 供給源	生物起源	水素供給源	水電解(水力、風力エネルギー)
製造目標	2025年に年間20万トンのメタノール	実施主体	ABEL ENERGY
		関連企業	-
背景・目的	プラスチックや医薬品、ディーゼルなどの原料となる合成燃料を生産し、国内利用や輸出を行う		

プロジェクト/技術概要

<プロジェクトイメージ>



※MethanolからDimethyl etherを合成するための小型プラントも計画されている

(出所) ABEL ENERGY社 KNOWLEDGE-SHARING REPORT

(<https://static1.squarespace.com/static/5eb23894deb05f200fcbeb14/t/62df3ceca37f6d5e3e2754fb/1658797349546/ABEL+Energy+--+Knowledge+Sharing+Report.pdf>)

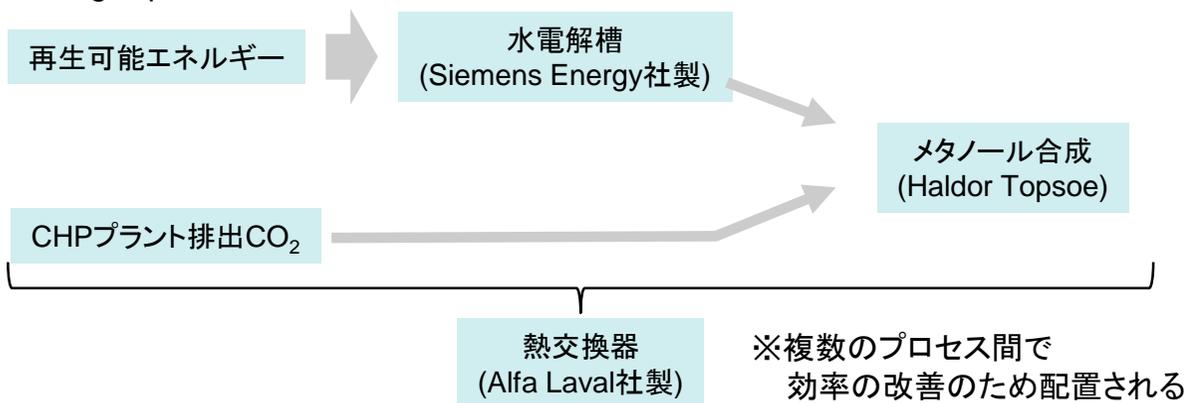
⑰FlagshipONE、FlagshipTWO

- スウェーデン各地で海運部門向けのメタノールを製造する計画。10箇所に施設を建設予定であり、現在発表されているのは2箇所。

実施地域	スウェーデン エルンシェルツビク (1箇所目)、 スツヴァル (2箇所目)	製造燃料	methanol
CO ₂ 供給源	CCU (CHPプラント排出の生物起源CO ₂)	水素供給源	水電解(再生可能エネルギー)
製造目標	FlagshipONE-2022年に建設開始、年間5万 トンのメタノール FlagshipTWO-2025年末から2026年初めに 燃料生産開始、年間10万トンのメタノール	実施主体	Liquid Wind
		関連企業	Alfa Laval、Carbon Clean、Worley HaldorTopsoe、Siemens Energy、Ørsted
資金調達	スウェーデン環境保護庁からの投資助成金		

プロジェクト/技術概要

<FlagshipONE>



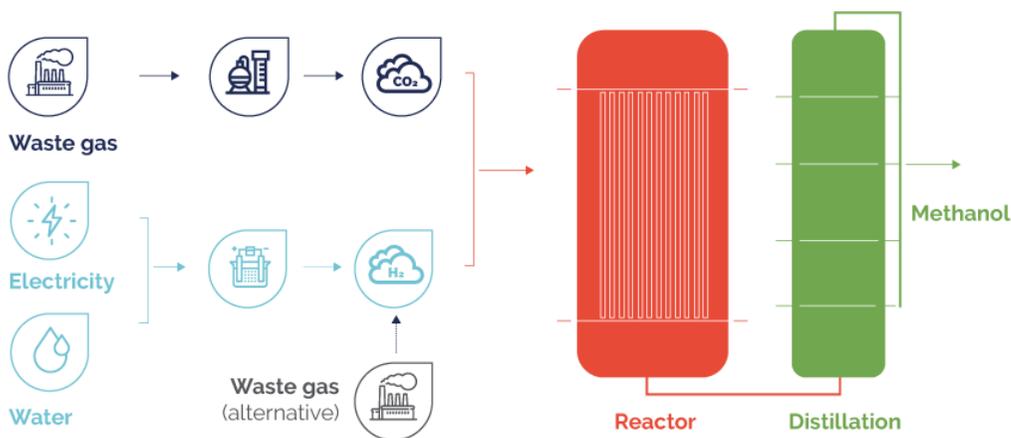
(出所) Liquid Wind社 HP - Flagships
(<https://www.liquidwind.se/flagships>) (※2022年10月時点)

⑱ CARBON RECYCLING INTERNATIONAL plants

- アイスランドに設立された会社で、CO₂からメタノールを合成するプロセスの開発、販売を行っている。アイスランド及び中国、ノルウェーなどでプラントが建設されている。

実施地域	アイスランド、中国、ノルウェーなど	製造燃料	methanol
CO ₂ 供給源	CCU	水素供給源	水電解(再生可能エネルギー)、 産業排出された副生水素
製造目標	アイスランドでは年間4000トン、 中国・ノルウェーでは年間10~11万トン のメタノールを生産	実施主体	CARBON RECYCLING INTERNATIONAL
資金調達	EU Horizon 2020など	関連企業	Henan Shuncheng Group、Jiangsu Sailboat Petrochemicals、Statkraft、 Finnfjord など

プロジェクト/技術概要



プロジェクト名	生産目標(稼働年、スケジュール)
Shunli project (中国)	年間11万トンMethanol (2022年稼働)
Sailboat project (中国)	年間10万トンMethanol (2023年稼働)
Finnfjord e-methanol (ノルウェー)	年間10万トンMethanol (2023年投資判断)
George Olah Renewable Methanol Plant (フィンランド)	年間4000トンMethanol (2012年稼働)

(出所) CARBON RECYCLING INTERNATIONAL社 HP – Technology (<https://www.carbonrecycling.is/technology>)

⑱ Green Fuels for Denmark

- デンマークで締結された6社によるコンソーシアムであり、3段階に分けて電解槽の拡大と燃料の生産を実施するプロジェクト。

実施地域	デンマーク コペンハーゲン	製造燃料	methanol, kerosene
CO ₂ 供給源	CCU (Avedore発電所から排出されるCO ₂)	水素供給源	水電解(風力)
製造目標	2025年に年間5万トンの燃料(主にメタノール) 2030年に年間27.5万トンまで拡大	実施主体	Ørsted、SAS、Copenhagen Airports、A.P. Moller-Maersk、DFDS、DSV
資金調達	Important Project of Common European Interestに選抜、デンマーク政府より資金提供	関連企業	Nel、Haldor Topsoe、Everfuel、COWI
背景・目的	航空、船舶向けに燃料生産を行うとしていたが、デンマーク首相が航空分野のGXの加速を発表したことを受け、計画の前倒しを行った。		

プロジェクト/技術概要

<プロジェクトイメージ>

<プロジェクトスケジュール>



Phase1 (2023)
電解槽: 10 MW
水素 – 1000トン/y

Phase2a (2025)
電解槽: 100 MW
燃料 – 5万トン/y
(主にmethanol)

Phase2b (2027)
電解槽: 300~350 MW
燃料 – 10万トン/y
(methanol + kerosene)

Phase3 (2030)
電解槽: 1300 MW
燃料 – 27.5万トン/y

(出所) Ørsted社 HP – Partnership behind Green Fuels for Denmark accelerates projects and investigates production of green jet fuel by 2025
(<https://orsted.com/en/media/newsroom/news/2022/02/20220204476711>)

その他プロジェクト紹介

②⑩ Westküste100

プロジェクト概要:

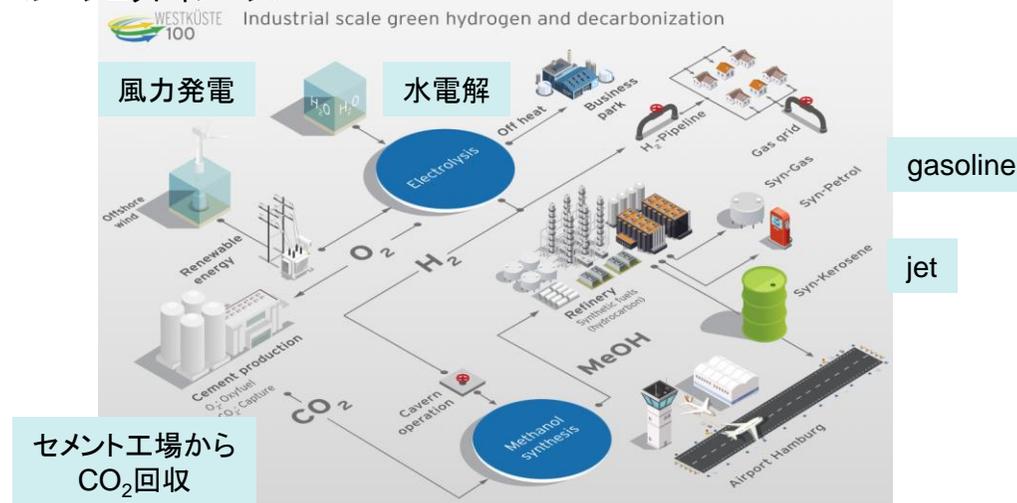
ドイツで提携された企業・大学の業界横断的なコンソーシアム。水素製造を主に行うが、一部は燃料生産に用いられる。

地域:ドイツ シュレースヴィヒ=ホルシュタイン州

技術目標:

5年間のプロジェクト期間中に30MWの電解槽を設置し、700MW程度までスケールアップする。

<プロジェクトイメージ>



(出所) Westküste HP – PROJECT (<https://www.westkueste100.de/en/>)

②⑪ NAMOSYN

プロジェクト概要:

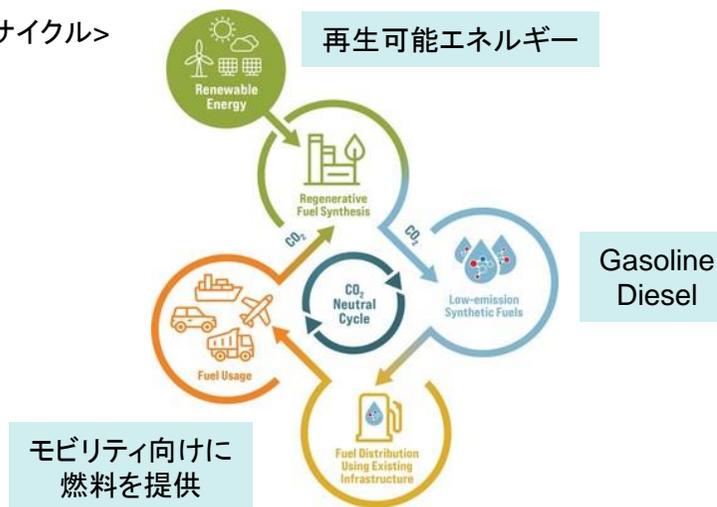
37のプロジェクトパートナーが参画し、合成燃料 (SynFuels) の開発、テストを行う。Synfuelsがどの程度の生産性、経済性があるかも検証される。

地域:ドイツ

技術目標:

費用対効果とエネルギー効率に優れた製造プロセスの開発。期間は2022年3月まで。

<CO₂サイクル>



(出所) Tenneco社 HP – Press Releases (<https://www.tenneco.com/news/news-detail/2021/07/22/tenneco-explores-synthetic-fuels-for-climate-neutral-mobility>)

その他プロジェクト紹介

②② HySynergy

プロジェクト概要：
Everfuel社が主に水素の大規模生産を目的としてプラントを建設するプロジェクト。水素の一部は合成燃料の研究に用いられる。

地域：デンマーク フレゼリシア

技術目標：
2022年 20 MW(Phase I)⇒2025年 300 MW
(Phase II)⇒2030年 1 GW(Phase III) 電解槽

<プラントイメージ図 - Phase1>



(出所) Everfuel社 HP – HySynergy PtX facility (<https://www.everfuel.com/projects/hysynergy/>)

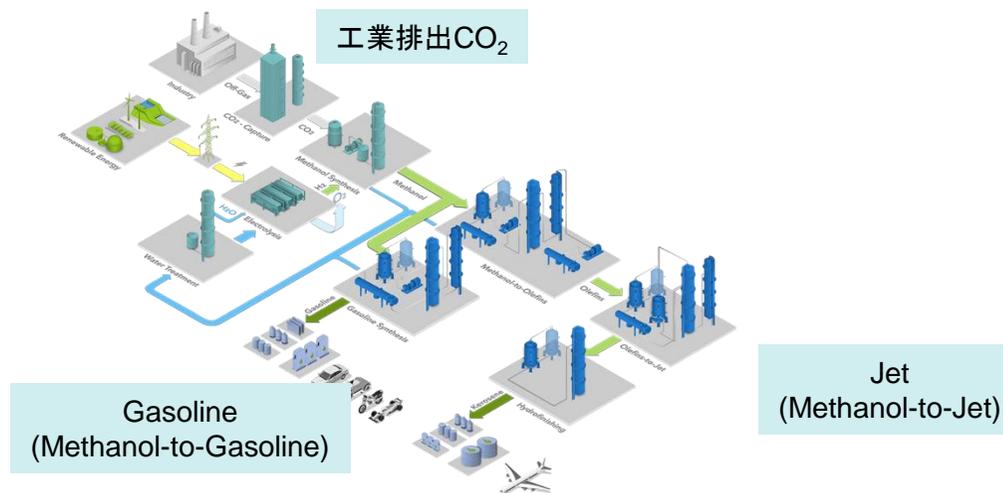
②③ CAC Synfuel Plant

プロジェクト概要：
C3-Mobilityというメタノール合成やメタノールから他燃料への変換などについて研究開発を行うコンソーシアムに参加。フライベルク工科大学と共同で実証プラントを建設。

地域：ドイツ

技術目標：
既に46000リットル程度の燃料を生産。今後大量生産を目指すとされている。

<CAC Synfuel社のプロセスチェーン>



(出所) CAC SYNFUEL社 HP – Our sustainable future fuel (<https://www.cac-synfuel.com/en/>)

その他プロジェクト紹介

②4 Synhelion Solar Fuels

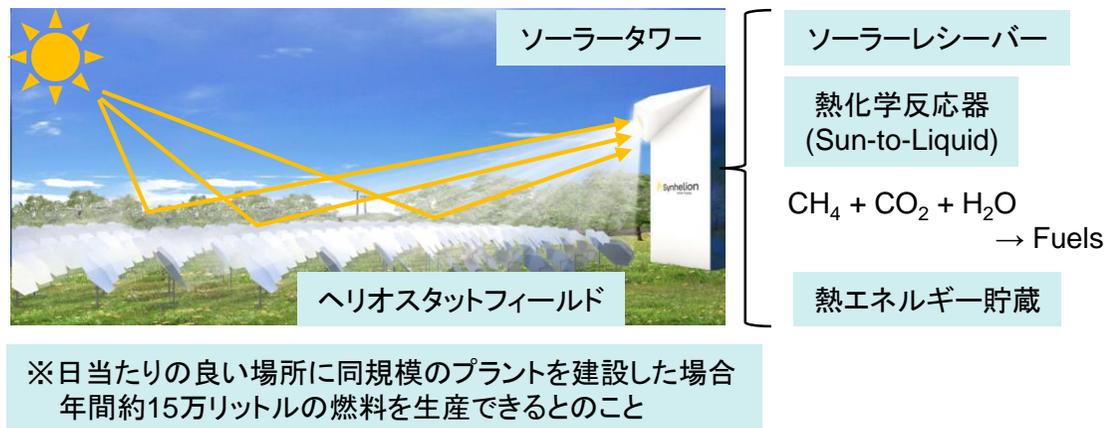
プロジェクト概要：
太陽光から燃料を生産するSun-to-Liquidプロセスを実証するためにDAWNというプラントが建設される。今後スペインで商業規模の太陽燃料プラントが予定されている。

地域：ドイツ ユーリッヒ

技術目標：

2023年にDAWNの試運転開始
年間数千リットルの燃料生産

<プロジェクトイメージ>



(出所) Synhelion社 HP – Our Solar Fuel Plant (<https://synhelion.com/technology/solar-fuel-plants>)

②5 NEOM Green Hydrogen Project

プロジェクト概要：
再生可能エネルギーから水素を合成し、グリーンアンモニアに変換され、世界中に輸送されるとのこと。

地域：サウジアラビア ネオム

技術目標：

1日650トンの水素、年間120万トンのアンモニア

<プラント写真>



(出所) TOPSOE社 HP (<https://blog.topsoe.com/worlds-largest-green-hydrogen-project-will-use-haldor-topsoe-ammonia-technology#:~:text=The%20NEOM%20project%20will%20use%20about%204%20GW,million%20tons%20per%20year%20%E2%80%93%20of%20green%20ammonia.>) (2022年10月時点)

合成燃料に関する海外の技術動向についてのまとめ

- 欧米を中心に合成燃料製造プロジェクトの計画が複数発表されている。早期に商業利用が見込まれるプロジェクトでは、MtGプロセスとRWGS+FT合成による合成燃料製造の動きが活発。2020年代の前半に小規模の製造が開始され、早期の商用化を目指すプロジェクトでは2020年代後半には大規模な生産が達成される見込み。
- ✓ HIFが主導する、MtGを用いた自動車向け合成燃料製造プロジェクトでは、2020年代後半に10万kL/year以上の製造を計画、早期の商用化を見込んでおり、今後の動向が注目される。
- ✓ FT合成を用いた合成燃料製造プロジェクトの中では、Infinium社が独自の触媒技術を用いて2020年代後半に10万kL/year以上の規模の合成燃料製造を計画しており、早期の商用化を見込んだプロジェクトとして注目される。2023年にはAmazonへの小規模燃料提供も開始する計画である。
- ✓ また、北欧やドイツでは主に航空分野での合成燃料利用を目的に、2020年代後半に1~10万kL/year程度の規模のプロジェクトが計画されている。今後の段階的な規模の拡大が検討されている。これらの航空分野の燃料供給にはRWGS+FT合成が利用され、共電解による水素と一酸化炭素を同時に生成する事例は限定的である。
- ✓ 実証・商用規模プロジェクトでは、CO₂の供給源としてDACを用いるプロジェクトや、CCU(産業由来)を用いるプロジェクトがあり、多様な選択肢からCO₂回収が行われている。原料水素の製造はほとんどが水電解によるもので、再生可能エネルギーが利用される。

1. (2) 海外ヒアリングの実施

海外ヒアリング実施概要

<ヒアリング目的>

- 合成燃料の海外の事業・政策動向について調査することを目的とする。
- 先行する海外の大規模プロジェクトに着目して、下記の内容についてヒアリングを実施した。
 - 技術水準
 - 事業動向について
 - コスト見込み
 - 規制・支援

<ヒアリング対象先>

機関名	ヒアリング対象者	実施日
Arcadia eFuels	Amy Herbert氏 (CEO)	2023/03/08
Infinium	George Couvaras氏 (VP of International Ventures) Robert Mather氏	2023/03/24
Norsk e-fuel	Karl Hauptmeier氏 (CEO)	2023/03/24

ヒアリングを行ったプロジェクトの概要

製造目標凡例

1~10万kL/year

~1万kL/year

10万kL/year以上

企業概要	生産目標 (万kL/year) ※1									
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030年代
<p>➤ Arcadia eFuels</p> <p><事業概要></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 豊富な再生可能エネルギーにアクセス可能なボアディングボー港で最初のプラントを建設 ◆ FT合成が用いられ、主に航空部門への供給を行うとしている ◆ 合成された燃料はDCC/Shell Aviation、Sunclass Airlinesへ提供 ◆ 2026年以降世界の他の場所でも同規模のプラントを建設するとしており、現在米国、英国、オランダ、ドイツ、チリにおいて建設の可能性を摸索 				10						
	<p><生産計画></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 2023年に建設開始予定であり、2024年末までに運転を開始予定 ◆ 年間1億Lのe-fuelを生産(Kerosene:5万5千t, Naptha:5万5千t) 									
<p>➤ Infinium</p> <p><事業概要></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 現在テキサスやフランスでの燃料製造に携わっている ◆ GtLの技術開発を10年以上行っており、多くの特許を取得 ◆ 提携先としてAmazon、Denbury、ENGIE、SK Innovationおよび三菱重工が挙げられる ◆ AmazonはInfiniumへ投資を行うと同時にオフテイカーとして燃料の供給も受ける計画 	(アメリカ)	0.7		58	(燃料製造目標は不明のため利用CO2量から換算)					
	(フランス)				12					
	<p><生産計画></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ アメリカでは最大150万トンのCO₂排出削減 ◆ フランスでは2026年に商業スケールでの生産が開始予定であり年間10万t以上のe-fuelを生産 									
<p>➤ Norsk e-fuel</p> <p><事業概要></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 航空分野のCO₂排出削減を目的としたコンソーシアムであり、Climateworks、Sunfire、Paul Wurth、Lux-Airport、Valinorが参画 ◆ 現在ノルウェーのモーシェーンでプラントの建設計画がある ◆ CO₂はDACによる調達を予定しているが初期段階では工場由来のものも用いられる ◆ 共電解のような先進技術の活用を検討 			1.25		2.5				10	
	<p><生産計画></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 2023年よりプラントの建設開始予定であり、段階的にスケールアップが行われる ◆ 2024年に1250万L、2026年に2500万L、2029年に1億Lの計画 									

(出所) 各プロジェクトの公開情報から、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成

※1 製造目標値は簡単のため各燃料の密度等を考慮せず、一律に体積に換算。1ガロン= 3.79リットル、1バレル= 159リットル、1トン = 1170L、2.6 kg-CO2/L (原油の二酸化炭素排出量の近似値)。

Arcadia eFuelsより得られた情報

市場について

- e-fuelの市場は1兆ドル規模に成長すると予想している。
- 現状ケロシンが有力な市場と見込んでおり、航空分野への供給を進めているが、最近ではディーゼルについても注目している。
- 世界中で脱炭素化の流れがあることを踏まえると運輸部門に係るすべての業界に展開できる。特にケロシンやディーゼルの需要は世界中にある。

技術面に関して

- e-fuelの合成手法としてはFT合成とMtGがあるが、ガソリンを得る場合はMtGの方が効率がいい。ただし、ケロシンやディーゼルを得る場合はFT合成を用いる必要がある。
- 現状既の実証されているアルカリとPEM型の水電解を用いているが、今後5~10年ほどでSOECなど高効率な電解方式が開発されると予想し、利用することを検討している。

生産計画について

- 2026年を目途にデンマークで年間1億Lのe-fuelを生産する計画。また、2035年頃に新しく2箇所に同規模のプラントを建設する計画。
- デンマークのプラントでe-fuelを生産した場合、コペンハーゲン空港で利用される燃料の10%を賄う程度である。今後シェアの拡大を目指す。
- 新たな生産拠点として再生可能エネルギーが安価に十分量手に入るアメリカのテキサスを検討している。

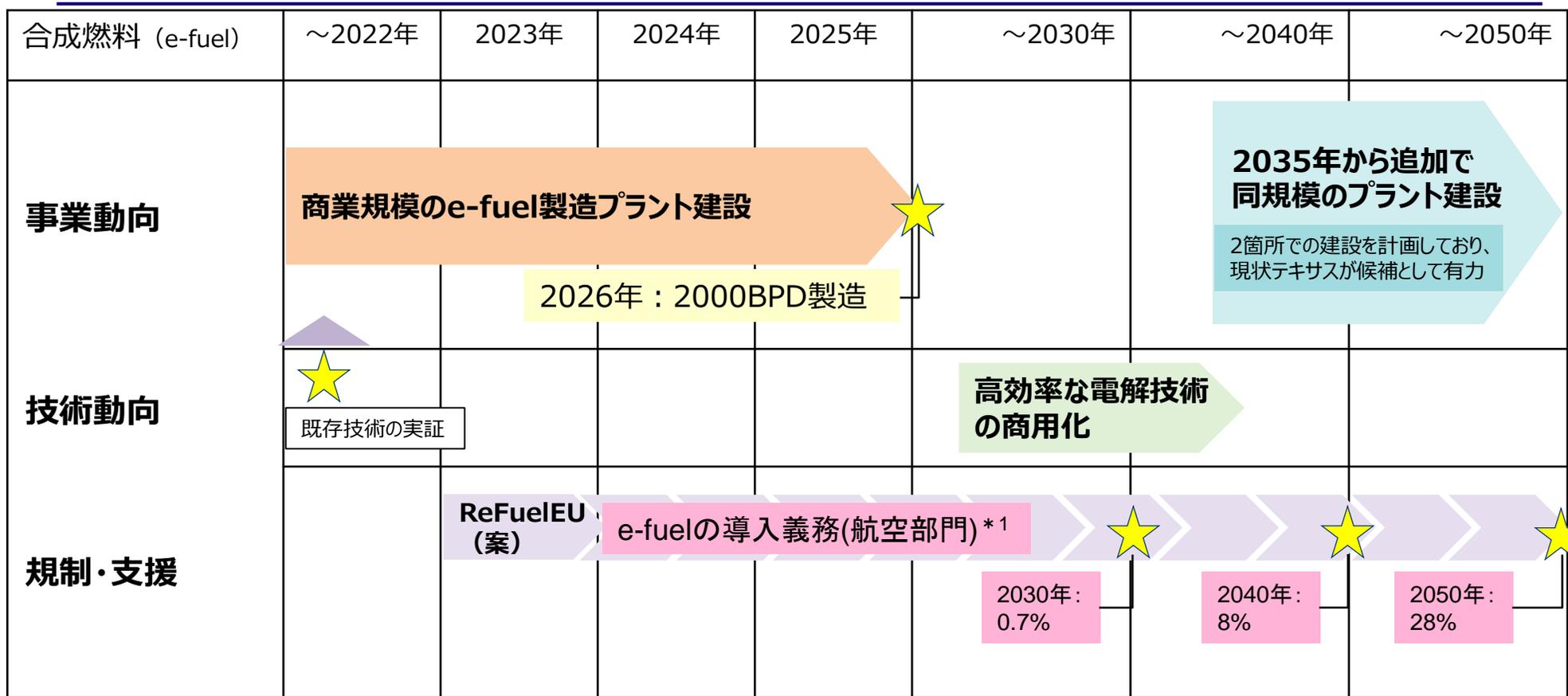
コストについて

- 欧州においては再生可能電力は1MWあたり10~15€であり、化石資源由来の電力より2倍ほど高い。再生可能エネルギーの価格はe-fuel価格の6~7割を占めており、コスト面で課題があるという認識。
- コスト削減の方針としては3つあり、“再生可能エネルギー価格の低下”“電解技術の成熟、電解効率の向上”“工場の運用効率化”が挙げられた。

規制・取引ルールについて

- e-fuelを取引する上では、基本的に製造の基準として最も厳しい規制(例えば再エネに関してはイギリス、CO₂排出に関してはEUの規制)を遵守したいと考えている。
- 欧州ではe-fuelの導入促進のため、燃料の供給側に対するe-fuelの導入義務やペナルティ(ReFuelEU)、アメリカでは水素、SAFの購入に対して税控除を行うなど支援が検討されており、導入に向けたインセンティブが働いている。また、フィンランドでは自国の規制として2028年までに2%のe-fuelを含めることを義務化する流れがある。
- 2月に欧州委員会で採択された、水素に関する委任法令では原子力由来の水素が低炭素水素として認められた。これは日本にも影響があるのではないかと考えている。
- 政策支援の在り方としては2000年代の太陽光や風力産業における補助金などを参考とすべきと考える。
- Arcadia efuelsとしては、国家間でe-fuelを取引する場合には認定機関や政府が証書を発行し、e-fuelの利用時に発生するCO₂をオフセットする仕組みを利用することを想定している。

Arcadia eFuelsの想定するタイムライン



(引用) *1 <https://skynrg.com/a-summary-of-the-proposed-sustainable-aviation-fuel-mandate/>

Arcadia eFuelsから得られた情報のまとめ

【事業動向】

- ◆ 2026年にデンマークで年間1億Lのe-fuelを生産する見込み。その後2035年頃からアメリカのテキサスなどで新たに同規模のプラントを建設し、拡大を図っていく見込み。
- ◆ 生産されたe-fuelは国際的に取引していくことも検討している。また、取引にあたっては最も厳しい規制を遵守する姿勢を持ちたいとのこと。

【技術動向】

- ◆ 2020年代後半から既存の技術を用いて商業規模のe-fuelの生産が開始される。
- ◆ 2028年から2033年にかけて高効率な電解技術の商用化を見込んでおり、利用を検討している。

【e-fuelへの規制・支援】

- ◆ 欧州やアメリカでは支援策として一定割合のe-fuel導入義務化や税控除により投資の呼び込みや生産者が安心して生産できるような体制の構築を進めている。
- ◆ 国家間でe-fuelの取引を行う場合には認証機関により証書を発行し、燃焼時のCO₂排出量を控除する仕組みが必要ではないかといったご意見をいただいた。

Arcadia eFuelsでは早期にe-fuelの商用化を達成する目標が掲げられており、既存の技術を組み合わせることでスケールアップを試みている。

また、e-fuelの産業発展に向けてe-fuelの導入義務化や購入による税控除といったインセンティブを高める動きが進んでいる。国家間での取引ルールについては認証機関による証書の利用を想定しているが、現状国際的なルールは整備されていないという認識。

Infiniumより得られた情報

市場について

- SAFはどの地域においても需要は大きい。
- 欧州では**2050年に1億リットルのDieselの需要**があると考えている。
- バイオ燃料については4000万トンの供給があるが、現状の燃料消費量に対して不足している。

生産計画について

- テキサスでは二つのプロジェクトが進行しており、どちらも商業化の目途が立ち、成功を確信している。1つは**2023年**、もう1つは**2024年に生産準備が整う見込み**。フランスのプロジェクト(Reuze)は現在pre-FEEDの状態、2024年にFEEDに到達する見込み。
- 公表できる範囲でe-fuelの生産量はフランスで2500BPD、テキサスで1250BPDである。
- オーストラリア、アメリカ、欧州などで10以上のプロジェクトを計画。

技術面に関して

- **RWGSの商業スケールでの実証が2023年の前半に行われる見込み**。FT合成を含む燃料製造については既に実証済み。
- 実証プラントは24時間運転で稼働している。3年程度で触媒交換が必要になる。
- 電解槽は他社の技術を活用しており、プラントの製造にあたっては最適な電解槽の選択のため、様々なメーカーの電解槽の評価を行っている。

コストについて

- アメリカでは**助成金や税の優遇**(グリーン水素の購入において3ドル/kg)がある。
- アメリカでは**RINSというバイオ燃料と既存の化石燃料の価格差を補填する制度**がある。現状e-fuelは含まれないが今後の動向に注目。
- 欧州ではクリーン燃料に対する証書に重きが置かれている。ドイツでは5000€/tのカーボンチケットによる取引が提案されている。

規制・取引ルールについて

- 欧州では**投資リスクを軽減するためにCfD契約が検討**されている。
- プラントの建設には初期費用が多くなるので、**資金の調達(貸付)を行いやすい環境の整備も重要**である。
- 日本でe-fuelの利用に対する消費者および生産者にインセンティブが働くような規制や支援が整備されれば輸出先として候補になる。例えば、投資リスクの緩和や再エネ電力、CO₂などの原料調達が容易になれば魅力的な生産地になると思う。
- Amazonでは**Internal Carbon Priceが導入**されており、また、2040年カーボンニュートラル達成ということを対外的に発表しているためe-fuelへの投資や利用に積極的になっている。
- **国家間のe-fuelの取引に関しては証書の利用を検討**している。取引ルールに関してはバイオ燃料と同様の方向性で進むと考えている。
- GiLで合成した燃料が既にドロップイン燃料として実証されており、e-fuelについてもGiLで合成した燃料と同様の組成であることを確認した。

Infiniumの想定するタイムライン

合成燃料 (e-fuel)	～2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
事業動向	<p>商業規模のe-fuel生産</p> <p>2023年：テキサスで商業規模プラントの建設</p> <p>2024年：テキサスで2番目のプラントの商用化</p> <p>2024年：フランスのReuzeプロジェクトがFEED到達</p>				<p>2028年以降更なるプロジェクトの商用化</p> <p>現在10以上のプロジェクトが検討中</p>		
技術動向	<p>2023年：RWGSの大規模実証</p>						
規制・支援	<p>プラントの製造にあたっては最適な電解槽を選択・評価</p> <p><アメリカ></p> <ul style="list-style-type: none"> 水素の購入に対する最大3ドル/kgの税控除 RINSによる既存の化石燃料との価格差補填 (e-fuelへの適応を期待) 企業独自のInternal Carbon Priceの導入 						

Infiniumのまとめ

【事業動向】

- ◆ アメリカのテキサスで2つのプロジェクトが展開されており、2023年、2024年に商用化される見込み。
- ◆ アメリカだけでなく、EU、イギリス、北米などで事業展開を計画しており、現在10以上のプロジェクトが検討されている。早ければ2028年ごろから商用化に到達する見込みである。

【海外の技術動向】

- ◆ 10年以上にわたるGtLの研究開発を行ったノウハウがあり、それらを基に2020年代後半での大規模生産に向けた実証が進められている。RWGSについては今後数カ月で大規模実証が計画されている。
- ◆ プラントを建設する際はそのプラントに最適な電解槽を組み込みたいと考えている。

【e-fuelへの規制・支援】

- ◆ アメリカでは“税控除”“RINS”“企業の自発的な取り組み”がドライビングフォースとなりe-fuelの導入が進んでいる。
- ◆ 価格リスクの緩和といった生産者に対する支援と消費者がe-fuelの利用を促進するような規制があれば、日本は生産地、あるいは輸出先として魅力的になると考えている。

Infiniumではテキサスにおいて早期にe-fuelの商用化を達成する見込みとなっている。RWGSについてはこれまで大規模な実証例がなかったが今後数カ月で実証が行われる計画となっている。また、現在10以上のプロジェクトが計画されており、e-fuelは今後も供給を拡大していく見込み。アメリカや欧州の規制や支援を参考に生産者と消費者にインセンティブが働く環境が整備されれば日本は非常に魅力的な生産地、輸出先になり得る。

Norsk e-fuelより得られた情報

市場について

- 航空部門におけるe-fuelはReFuelEU Aviationを考慮すると**2030年段階で5600万トンの需要**を見込んでいる。現状ケロシンの市場に最も注目している。
- 船舶部門においてはFuelEU Maritimeという政策があり、導入目標が検討されているが、燃料としてはメタノールなどの別の選択肢もある。
- 陸上運輸部門は現状規制による大きなインセンティブはない。

技術面に関して

- FT合成では**航空燃料を生産できるように最適化**を行っている。現状80%の航空燃料、20%のNaphthaが生産される。
- Naphthaの用途としては石油化学品の原料や化学製品の原料として販売を想定している。
- Sunfire社の共電解は既に実証されている。**2026-2027年に数百MW規模で稼働する見込み**。

規制・取引ルールについて

- RefuelEU Aviationにおいて**e-fuelの導入義務化**が課されている。2030年から適応され、航空燃料に対して2030年では0.7-2%、2050年では28-50%含めることが計画されている。割合については5年ごとに見直すこととなっている。
- 航空燃料については国際標準であるASTM7566の認証を受けている。
- 現在e-fuelにおける国際的な基準はまだないが、**第三者機関による認証取得**を想定している。

生産計画について

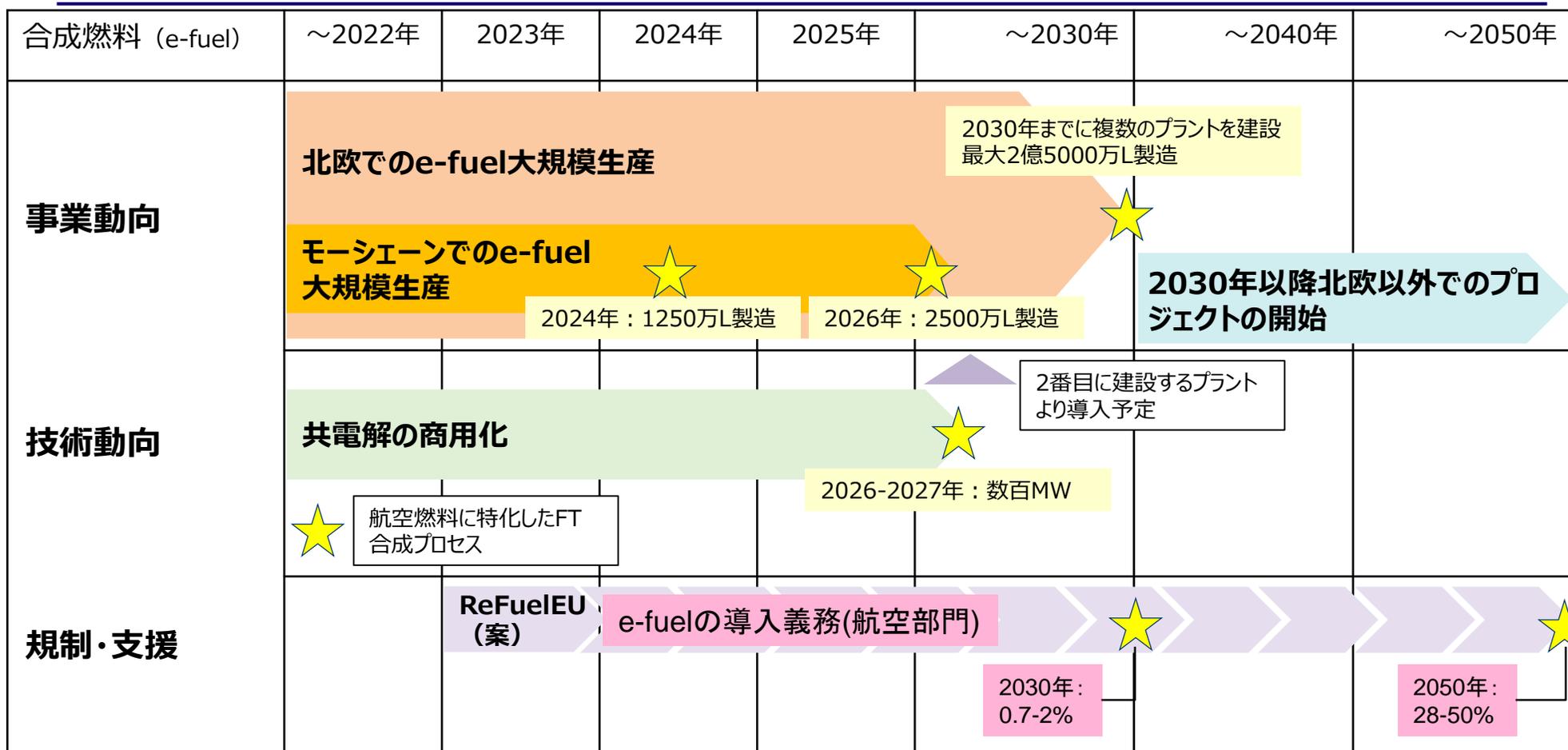
- **2020-2030年の間に複数のプロジェクトを開始**する見込みである。実施するサイトは決定済みで、許認可のプロセス中である。
- 早ければ**2030年以降に北欧以外での生産も検討**されており、生産能力の拡大を目指していく。
- 生産規模は2030年に少なくとも5000万L、最大で2億5000万Lを計画している。

コストについて

- SAFのコストは低下していくことが想定されるが、参考として提示した世界経済フォーラムのコスト予測に対して**時期的には5-10年程度の遅れ**が生じる可能性があると考えているとのこと。
- コストの更なる低下に向けては**生産能力の拡大や様々なプロジェクトを実施することの学習効果による製造の効率化**が必要であると考えている。

- e-fuelの導入促進に向けては、既存の化石燃料よりも高価になることは明らかなので、**導入義務を課す、ペナルティで使用を促す**といった規制が必要になると思う。
- ドイツでは政府が値段の差を補填するための政策(H2Global)が始まっている。H2Globalではオークション形式でe-fuelのコストが安いものを選択し、選ばれたe-fuelと既存の化石燃料との価格差を政府が補填するという仕組みである。

Norsk e-fuelの想定するタイムライン



Norsk e-fuelから得られた情報のまとめ

【事業動向】

- ◆ 現在北欧で複数のプロジェクトを立ち上げ、e-fuelの大規模生産が計画されており、最大で2億5000万L製造される見込み。
- ◆ 早ければ2030年以降北欧外でもプロジェクトを立ち上げ、海外展開も進めていく計画。

【海外の技術動向】

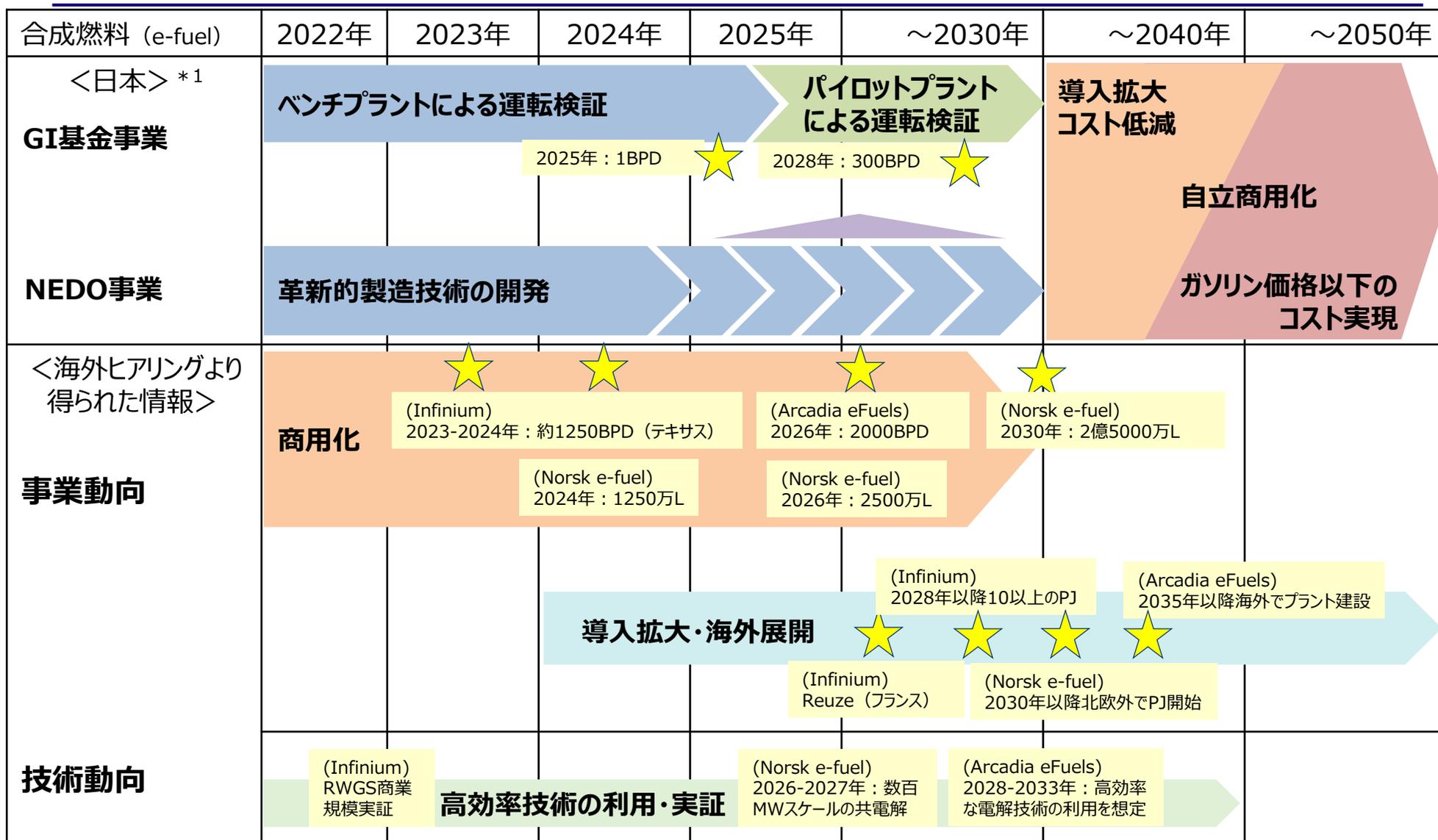
- ◆ FT合成について技術開発が進められ、航空燃料に適した生産（航空燃料80%、ナフサ20%）が可能となっている。
- ◆ Sunfire社の共電解技術に注目しており、2026-2027年に数百MW規模に到達する見込み。2番目に建設するプラントから導入を始める予定。

【e-fuelへの規制・支援】

- ◆ 欧州ではReFuelEU Aviationによりe-fuelの導入義務が課されており、特に航空分野では需要が見込まれる。
- ◆ e-fuelが既存の化石燃料より高価になることは明らかなので、導入促進には義務化やペナルティ、および支援策が必要になると考えている。ドイツでは既にH2Globalという値差補填の仕組みが始動している。

Norsk e-fuelは北欧でe-fuelの早期商用化を達成する目標が掲げられている。また、航空部門に最適化された燃料生産や共電解のような先進技術の導入も進められており、技術的に先行している。e-fuelの課題としてコストが挙げられており、コスト低下の遅れを懸念している。コスト削減に向けては生産規模の拡大やプロジェクト実施による学習効果が重要であるとしている。また、導入促進においては義務化やペナルティだけではなく、値差補填も必要ではないかと考えている。

日本と海外のタイムラインの比較



(出所) *1 第1回合成燃料(e-fuel)導入促進に向けた官民協議会 経済産業省 提出資料

(参考) Arcadia eFuelsの概要



デンマークの再生可能電力を活用し、合成燃料を製造するプラントを建設するとしている。Topsoe, Sasolの技術を統合したG2Lプロセスを用いて合成される。

ボアディングボー港に最初のプラントを建設し、それ以降もグローバルに複数のプラントを建設するとしている。

<プラントイメージ>

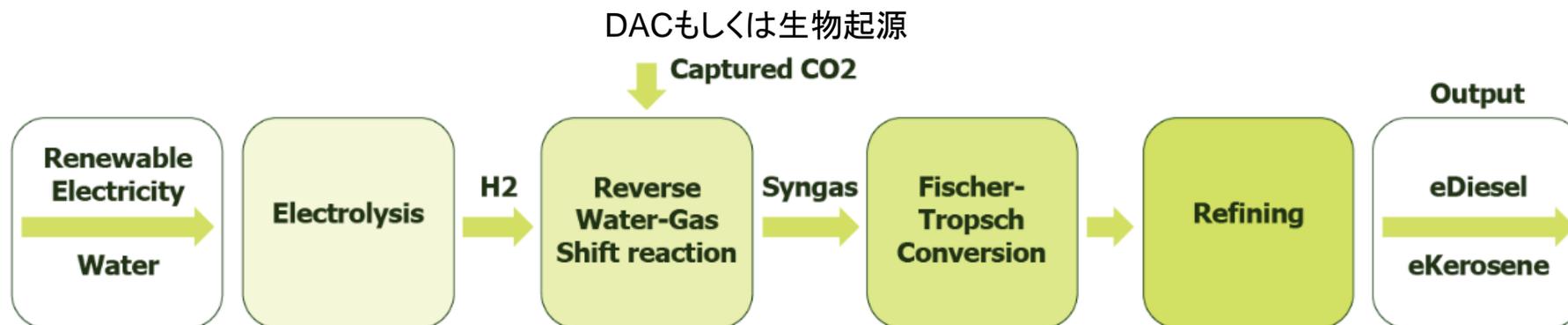


- ◆ 豊富な再生可能エネルギーにアクセス可能なボアディングボー港で最初のプラントを建設
- ◆ 2023年に建設開始予定であり、2024年末までに運転を開始予定
- ◆ 年間5万5000トンのKeroseneと2万5000トンのNaphthaを生産するとしている(計1億リットル)
- ◆ 合成された燃料はDCC/Chell Aviation、Sunclass Airlinesに提供される

(出所) BUSINESS VORDINGBORG社 HP – Arcadia henter capital til grøn flybrændstoffabrik i Vordingborg
(<https://businessvordingborg.dk/arcadia-efuels-paa-vordingborg-havn-faar-kaempe-investering/>)

(参考) Arcadia eFuelsの概要

<燃料製造プロセス>



(出所) Arcadia eFuels社 HP – Our Solution (<https://www.arcadiaefuels.com/our-solution>)

<今後のプラント建設計画>

- ◆ グローバルプレイヤーとなることが目標として掲げられており、2026年以降世界の他の場所でも同等のプラントを建設するとされている(年間2~3プラント)
- ◆ 現在米国、英国、オランダ、ドイツ、チリにおいて建設の可能性を摸索しているとのこと
(デンマークニュースサイト: <https://businessvordingborg.dk/arcadia-efuels-paa-vordingborg-havn-faar-kaempe-investering/> より)

(参考)Infiniumの概要



I N F I N I U M™

運輸部門の脱炭素化に向けて燃料を生産する企業。現在テキサスやフランスでの燃料製造に携わっている。10年以上燃料合成のための技術開発を行っており、多くの特許も取得している。提携先としてAmazon、Denbury、ENGIE、SK Innovationおよび三菱重工が挙げられる。

<計画されているプロジェクト>

● Ultra-Low Carbon Fuels Projects

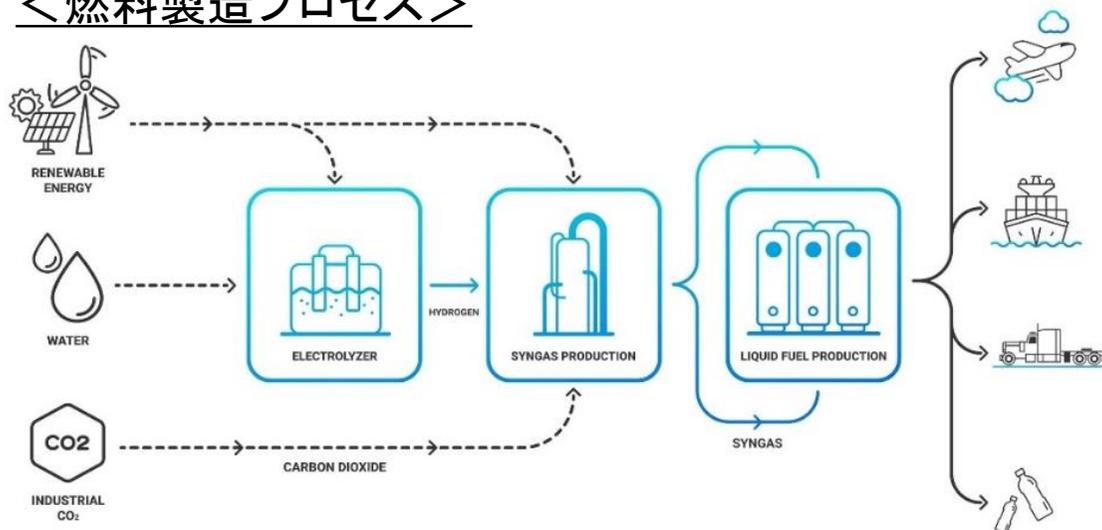
実施地域	アメリカ テキサス
開始時期	早ければ2025年にCO ₂ 調達を始める準備ができるとしている。
生産規模	年間150万トンのCO ₂ 排出削減
CO ₂ 調達	Denbury社が回収した工場由来のCO ₂ をCO ₂ インフラにより輸送
燃料種	不明(運輸部門への供給)
供給先	Amazon社のトラックへ供給

● Reuze

実施地域	フランス ダンケルク
開始時期	2026年に商業スケールで運転開始
生産規模	年間10万トン以上のe-fuel
CO ₂ 調達	ArcelorMittal社の製鉄工場由来
燃料種	SAF Diesel Naphtha
供給先	航空・船舶および化学産業向けに提供

(参考)Infiniumの概要

<燃料製造プロセス>



(出所) Infinium社 HP – Electrofuels (<https://www.infiniumco.com/electrofuels>)

- ◆ 燃料の代替品としてSAFおよびDiesel、化学品の原料としてNaphthaが生産される。
- ◆ 独自の反応プロセスや触媒を開発。
- ◆ 燃料の後処理や精製が必要ない

<その他>

- ◆ Amazon社と提携し、トラックへ燃料を供給する計画となっている。2023年から生産を開始し、Amazon社はカリフォルニア地域で燃料の使用を開始する予定。
燃料はテキサスで生産され年間18,000トンのCO₂排出削減に寄与するとしている。
- ◆ 三菱重工と提携し、日本でe-fuelの生産が計画されている。三菱重工はCO₂回収技術を有しており、Infinium社のe-fuel合成プロセスと組み合わせることで燃料を生産するとされている。

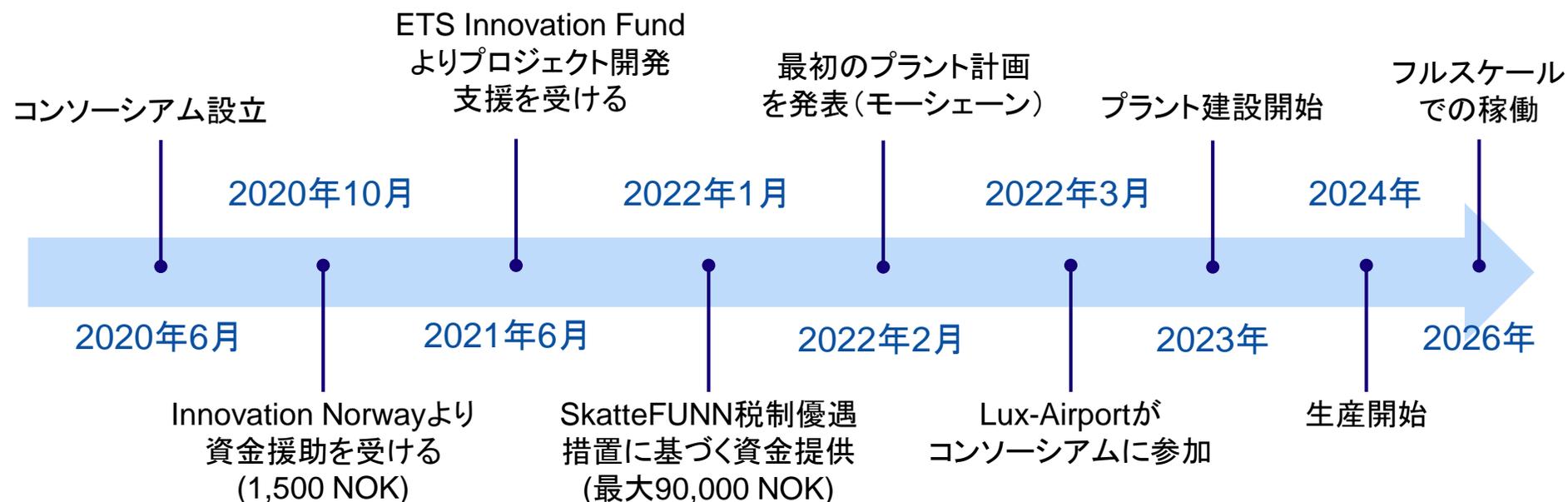
(参考) Norsk e-fuelの概要



ノルウェーで結成された航空分野のCO₂排出削減を目的としたコンソーシアム。ノルウェーの再生可能エネルギーを活用して合成燃料を製造する。

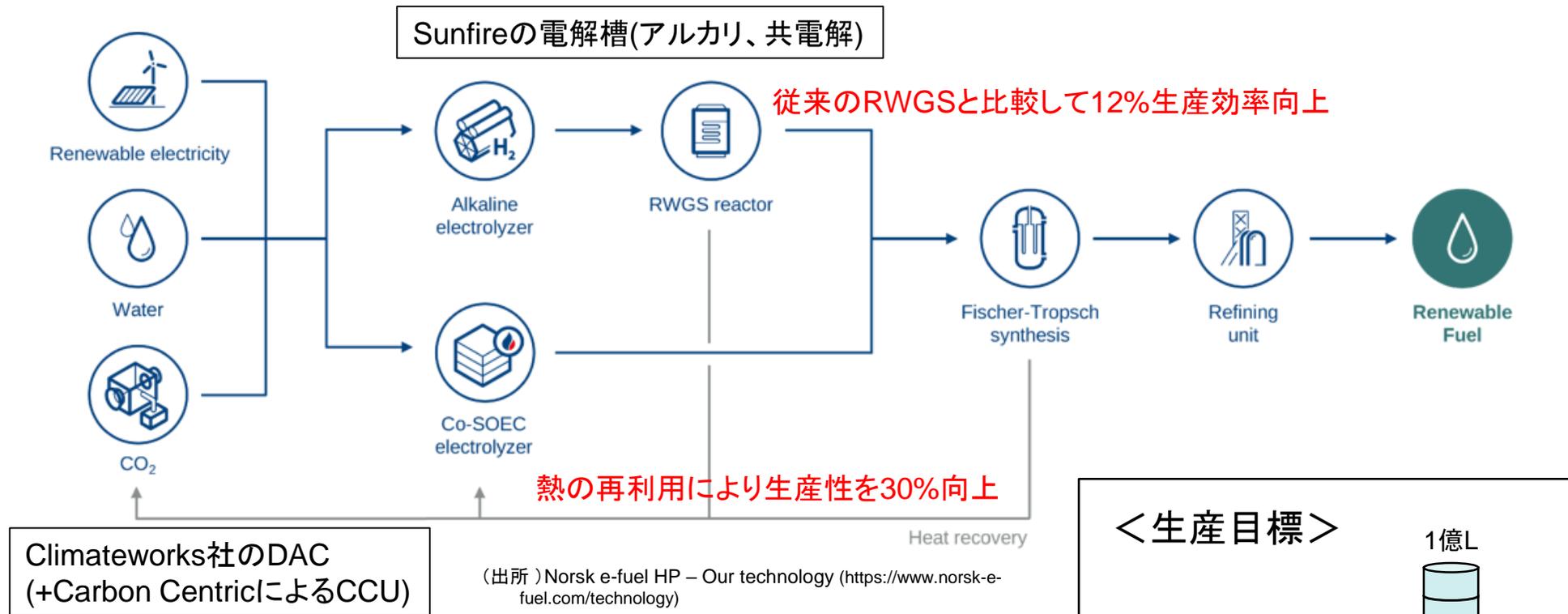
Climateworks, Sunfire, Paul Wurth, Lux-Airport, Valinorが参画している。

<マイルストーン>

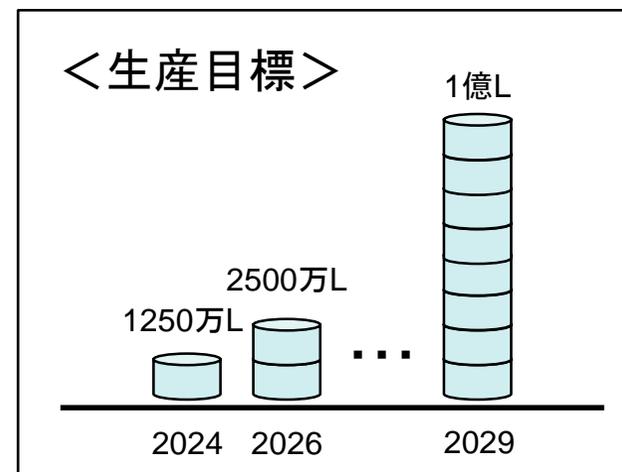


(参考) Norsk e-fuelの概要

<燃料製造プロセス>



- ◆ バイオ燃料と比較して土地利用効率が8倍高く、食物生産と競合しない。
- ◆ 現在の規制では合成燃料は化石燃料との混合を50%まで認められている。
- ◆ 技術に関しては特許も取得している模様。



1. (3) 各国の合成燃料に導入に関するインセンティブについて

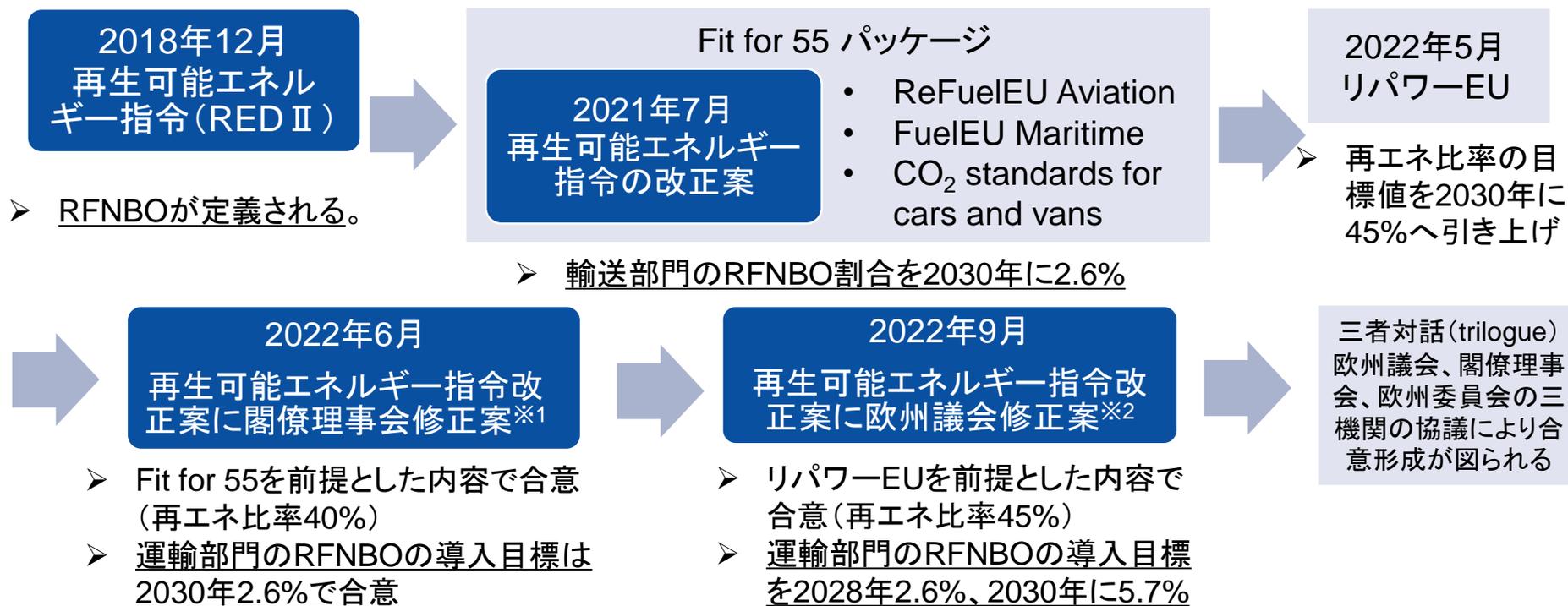
各国の合成燃料に導入に関するインセンティブの概要

- 現在計画されている商用規模の合成燃料のプロジェクトは、欧州、米国、チリ、オーストラリアで商用規模の合成燃料プロジェクトが計画されていることを確認した。
- 欧州
 - 多くの合成燃料プロジェクトが立ち上がっている。欧州では規制により航空分野に合成燃料の供給を義務付けることが計画されており、SAFの製造を目的に合成燃料プラントが計画されている。
- 米国
 - HIF社のプロジェクトやInfinium社の製造技術を使ったプロジェクトなどが計画されている。グリーン水素に対する税制優遇や、クレジット制度、燃料利用企業の取り組みがインセンティブとなり、合成燃料の製造が計画されている。
- チリ、オーストラリア
 - HIF社により合成燃料プラントが建設されている。チリのHaruOniプロジェクトでは、マガジャネス地域の高い風力ポテンシャルから再生可能エネルギーを生成している。オーストラリアではHIF Tasmania社がタスマニア州で合成燃料の製造を計画している。オーストラリアの公共放送局 (australian broadcasting corporation) によると、タスマニアは既に100%の再エネ自給率を達成しており、2040年には再生可能エネルギーの生成を2倍にすることを計画するという野心的な目標を掲げており、合成燃料プラント立地の選定の一因となった※1。

※1 ABC news, "Porsche-backed HIF Global wants to build an e-fuel plant in north-west Tasmania. So what are e-fuels and what could it mean for Burnie?"
(<https://www.abc.net.au/news/2022-07-10/efuel-plant-proposed-for-tasmanias-north-west/101223944>)

欧州における合成燃料の導入義務(再生可能エネルギー指令と関連政策)

- 欧州では再生可能エネルギー指令 (RED II) により合成燃料はRFNBO(Renewable fuels of non-biological origin)と分類される。
- RED II の改正案がFit for 55パッケージの一環として提案され、2022年度に閣僚理事会、欧州議会それぞれ異なる内容で修正案が提出された。ロシア産化石燃料からの脱却のため再エネへの迅速な移行を進めるための計画(リパワーEU)の発表により、再エネ比率等の目標の上方修正が行われたことが影響している。
- 2022年に示された欧州議会の合意では、RFNBOの導入目標は輸送部門で2028年に2.6%、2030年に5.7%となり、2021年の欧州委員会の提案よりも2倍以上の目標値が示された。



(参考) 欧州再生可能エネルギー指令における合成燃料の取扱い

- 欧州では「再生可能エネルギー指令」により合成燃料の取扱いが検討されており、再生可能エネルギーを使用して製造された燃料のうち、CO₂排出量削減効果の高いものをRFNBO (Renewable Fuels of Non-Biological Origin) とし、税制上の優遇や一定割合の燃料供給義務化などが検討されている。
- RFNBOのうち合成燃料は燃焼時にCO₂を排出するが、この合成燃料燃焼時のCO₂排出量を一定の条件下でカウントしない方針が示されている。

グリーン水素

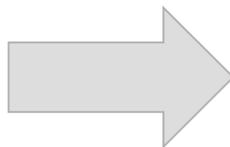
合成燃料
グリーン水素
+ 産業由来
CO₂

合成燃料
グリーン水素
+ 大気・バイオ
マス由来CO₂

RFNBO

再生可能エネルギーを用いて作られた水素及び合成燃料の内、70%以上のCO₂排出量削減効果のある燃料

RFNBO燃焼時の
CO₂排出量の算出式



EUにおける合成燃料の取扱い案※2

$$E = e_i + e_p + e_{td} + e_u - e_{ccs}$$

E : 合成燃料使用時のGHG排出量総和

e_i : 原料に含まれるGHGで、一定の条件を満たした回収CO₂は控除可能

e_p : 製造プロセスで排出されるGHG

e_{td} : 輸送で排出されるGHG

e_u : 消費時の燃焼で排出されるGHG

e_{ccs} : 地下貯留したGHG

排出量から控除できる一定の条件 (案として検討されている段階)

- 1) 大気由来のCO₂を回収して使用した場合
- 2) バイオ燃料由来のCO₂を回収して使用した場合
- 3) 自然発生由来のCO₂を回収して使用した場合
- 4) **特定の大規模産業由来のCO₂を回収して使用した場合 (2035年まで)**

欧州委員会 Methodology RFNBOs and RCFs(Draft) (2022/5)

※欧州委員会の最新の検討状況では以下のような追加・修正が検討されている

- 4) 特定の大規模産業由来のCO₂を回収して使用した場合 (CCU/発電由来は2035年まで、それ以外は2040年まで)
- 5) RFNBO由来のCO₂ (RFNBOをからRFNBOを製造する場合)

欧州委員会 Expert Group on Renewable Fuels (2022/12/7)

(参考) 欧州の業界団体のRED IIに関する意見

業界団体	ポジションペーパーから意見の抽出										
CO2 Value Europe (CCU推進団体)	<ul style="list-style-type: none"> 2030年までに2.6%の目標に加えて、2025年までに0.05%の中間目標を設定を求める。 RFNBO及びRCFのGHG削減量の算定方法の迅速な採用、RFNBOの生産者の再生可能エネルギーへのアクセス制約の緩和を要求。 出所) CO2 Value Europe position paper on CCU in the EU Policy Landscape: summary https://co2value.eu/wp-content/uploads/2022/05/Summary-Position-paper-CCU-in-EU-Policy-Landscape.pdf										
The European Automobile Manufacturers' Association (ACEA) (欧州自動車工業会)	<ul style="list-style-type: none"> 2030年までにすべての再生可能エネルギー電力の温室効果ガス強度を13%削減するという提案は、野心的ではない。ACEAは、以下のように、道路輸送の2030年RED目標を超える野心的な目標を提案している。 <table border="1" data-bbox="799 548 1680 901"> <thead> <tr> <th data-bbox="799 548 1023 636">年</th> <th data-bbox="1027 548 1680 636">道路輸送に供給されるすべての燃料とエネルギーのGHG強度の削減*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="799 639 1023 689">2030</td> <td data-bbox="1027 639 1680 689">最低 40%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 692 1023 742">2035</td> <td data-bbox="1027 692 1680 742">最低 55%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 745 1023 795">2040</td> <td data-bbox="1027 745 1680 795">最低 80%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 798 1023 848">2045</td> <td data-bbox="1027 798 1680 848">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="812 858 1580 893">※再生可能エネルギー指令で提案されている手法で計算</p> <ul style="list-style-type: none"> 上の表の目標数値を達成するため、2030年までにRFNBOのサブ目標を提案されている2.6%よりも高いレベルに引き上げることは正しいと考える。道路輸送部門は、燃料エネルギー供給業者と車両メーカーが同様のレベルの野心を持って貢献して初めて目標を達成できる。 出所) ACEA Position Paper Renewable Energy Use Directive and Fuel Quality Directive (ACEA_Position_Paper-RED-FQD.pdf)	年	道路輸送に供給されるすべての燃料とエネルギーのGHG強度の削減*	2030	最低 40%	2035	最低 55%	2040	最低 80%	2045	100%
年	道路輸送に供給されるすべての燃料とエネルギーのGHG強度の削減*										
2030	最低 40%										
2035	最低 55%										
2040	最低 80%										
2045	100%										
eFuel Alliance (カーボンニュートラル燃料 の確立・普及を目標に掲げる 団体)	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能な燃料への投資を奨励するため、より野心的なGHG削減目標(少なくとも20%)が不可欠。 水素市場の拡大を促進するために、運輸部門における新たに提案されたRFNBOのサブターゲットはより野心的なものとし、2030年までに少なくとも5%に引き上げるべきである。さらに、2028年までにRFNBOに対して2.6%という中間目標を導入すべきである。 出所) POSITION PAPER – OCTOBER 2021 (https://www.efuel-alliance.eu/fileadmin/Downloads/Positionspapiere/eFuel_Alliance_Position_Paper_REDII-Review.pdf)										

欧州の合成燃料の利用義務(航空分野)

- 欧州では再生可能エネルギー指令(RED)により、再生可能エネルギーを用いて作られた水素及び合成燃料の内、70%以上のCO₂排出量削減効果のある燃料はRFNBO (Renewable Fuels of Non-Biological Origin)とよばれる。
- 航空分野ではReFuelEU Aviationにより、RFNBOの供給が義務付けられる見込みである。大型の航空機では、水素や電化での燃料代替が難しいこともあり、航空分野におけるRFNBO供給義務の多くは合成燃料となることが予想される。

政策	持続可能な航空燃料イニシアチブ(ReFuelEU Aviation)						
対象	航空機						
合成燃料関連	<ul style="list-style-type: none"> 航空機燃料供給事業者は、下表のようにSAF及びRFNBOを供給することを義務づけられる。 						
		2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045-2049	2050-
	SAF (体積割合)	最低2% (最低2%)	最低5% (最低6%)	最低20% (最低20%)	最低32% (最低37%)	最低38% (最低54%)	最低63% (最低85%)
	RFNBO (体積割合)	SAFのうち - (0.04%)	SAFのうち、 0.7%(2%)	SAFのうち、 5%(5%)	SAFのうち、 8%(13%)	SAFのうち、 11%(27%)	SAFのうち、 28%(50%)
※カッコ内は2022年7月に欧州議会の立場として提案された値							

欧州の合成燃料の利用に係る規制(海運分野)

- 海運分野ではFuelEU Maritimeにより、CO₂の削減義務が課される見込みである。RFNBOの導入目標についても、欧州議会から提案されており、供給が義務付けられる可能性がある。但し、船舶においては水素の直接利用や、メタノール、アンモニアなど水素を介して製造される燃料で利用できる選択肢が多い。

政策	グリーンな欧州海運領域イニシアチブ(FuelEU Maritime)						
対象	船舶						
合成燃料関連	<ul style="list-style-type: none"> • 船主などの船舶の運航に責任を持つ組織・個人は、下表のようにGHG排出量削減を義務づけられる。 • 2030年までに2%のRFNBOの導入が欧州議会より提案されている(2022年10月)。 						
		2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045-2049	2050-
	2020年比削減目標	最低2% (最低2%)	最低6% (最低6%)	最低13% (最低20%)	最低26% (最低38%)	最低59% (最低64%)	最低75% (最低80%)
※カッコ内は2022年10月に欧州議会の立場として提案された値							

欧州の合成燃料の利用に係る規制(陸上輸送)

- 欧州では乗用車・小型商用車の規制が議会承認されるほか、大型車の規制についても強化が提案されている。合成燃料などのCN燃料のみを使用する車両については現状考慮されておらず、RFNBOの導入目標などはない。但し、産業界からの要望等を受け、2020年代後半にCN燃料の利用可能性についてなどを見直すものとしている。

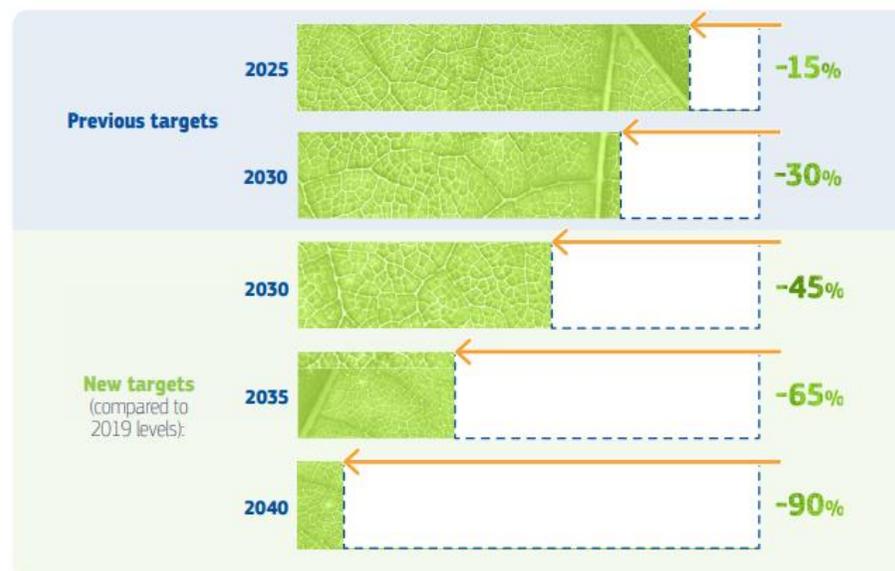
政策	乗用車・小型商用車(バン)のCO ₂ 排出基準に関する規則(CO ₂ standards for cars and vans)
対象	乗用車・小型商用車(バン)
合成燃料関連	<ul style="list-style-type: none">• 2035年までに内燃自動車の発売が禁止。※1• プラグインハイブリッドなどの技術について、技術進展を評価することが条項が含まれており、欧州委員会が2026年に進捗評価を行う• 合成燃料などのカーボンニュートラルな燃料を使用する車両について、欧州委員会が新たな提案を行う

※1 内燃自動車の新車販売禁止については、EU加盟国からの反対を受け協議が行われている。最新では、ドイツなどの反対を受け欧州委員会が「二酸化炭素の排出が実質ゼロとされる合成燃料の使用を条件に販売の継続を認めることで域内最大の自動車生産国のドイツと合意」と報道されている。(NHK NEWS WEB (<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20230325/k10014019881000.html>), 2023/3)

欧州の合成燃料の利用に係る規制(陸上輸送)

政策	大型車に関するCO ₂ 排出規制 (CO ₂ emission performance standards for new heavy-duty vehicles)
対象	HDV
合成燃料関連	<ul style="list-style-type: none">大型車のCO₂排出規制を強化する案が欧州委員会から提出された(2023/2)。2030年以降のCO₂排出削減の目標値が示された(下図)今回の改正案で再生可能燃料(合成燃料を含む)の利用は考慮されていないものの、2028年に欧州委員会が進捗状況のほか、再生可能燃料の利用の可能性について見直すとしている。

CO₂ emissions reduction targets for HDV



出所) European Commission “Factsheet - CO₂ Emission Standards for Heavy Duty Vehicles”(2023年2月)

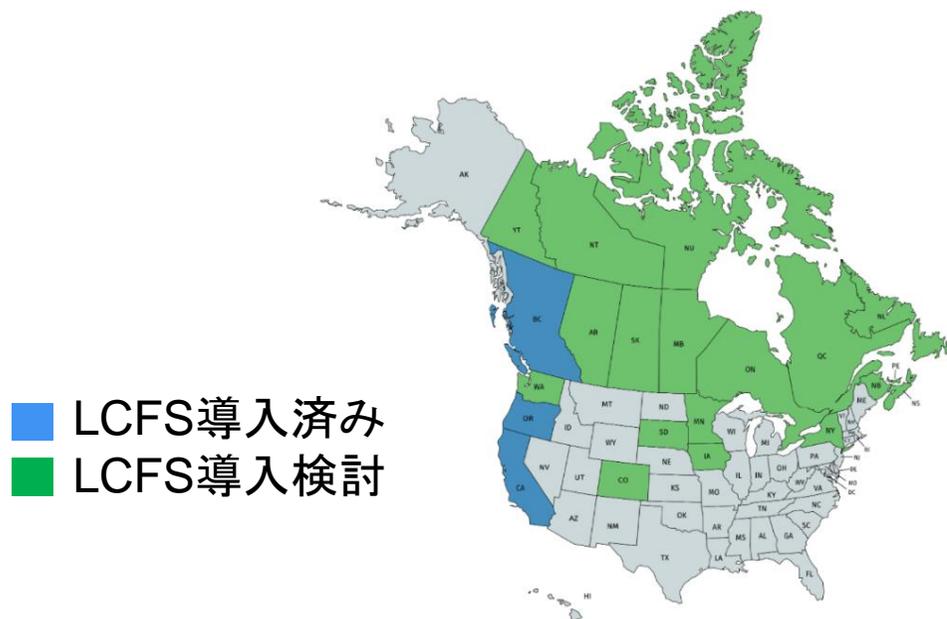
米国における燃料供給事業者の合成燃料導入インセンティブ

■ インフレ抑制法

- 2032年末までに建設開始した施設が対象。ライフサイクル排出率に応じて、控除率を調整し、最大で\$3/kg(水素)の税控除が受けられる。

■ 低炭素燃料基準 (LCFS)

- 輸送量燃料からのCO₂排出を抑制するため、カリフォルニア州で低炭素燃料基準 (LCFS) が採用され、その後他の州や国で検討、採用されるロールモデルとなった。輸送用燃料を州内に供給する事業者を対象とし、炭素強度(CI)を2030年までに20%減少させることを目指す。
- 燃料の炭素強度が目標値よりも低い場合にクレジットが発行され、クレジットがマイナスの事業者に販売することができる。



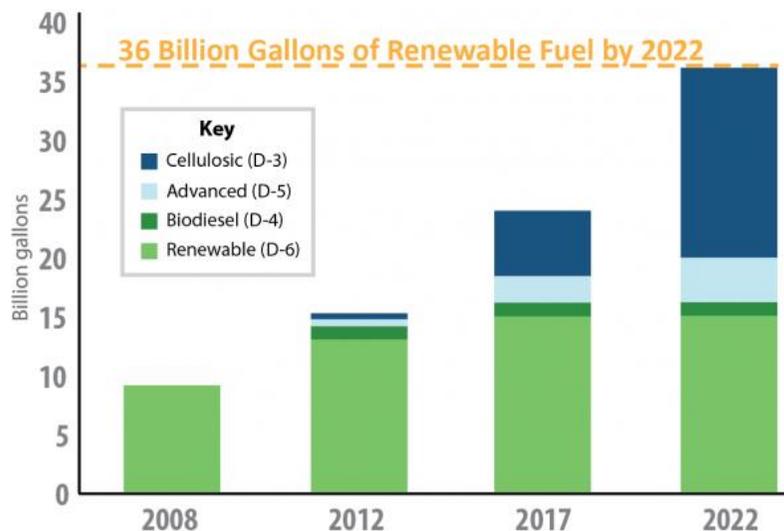
(出所) Insights: States with Low Carbon Fuel Standards & Those Considering One (https://thejacobsen.com/news_items/states-considering-lcfs/)

米国における燃料供給事業者の合成燃料導入インセンティブ

- 再生可能燃料基準 (RFS)
 - 米国では再生可能燃料基準 (Renewable Fuel Standard, RFS) が策定され、燃料供給事業者は輸送用ガソリン、ディーゼル販売量に対して一定比率の再生可能燃料の供給を義務付けられている。
- Renewable Identification Number (RIN, クレジット)
 - バイオ燃料の生産に伴い RIN (Renewable Identification Number) と呼ばれる売買可能なクレジットが発行される。燃料の精製業者等は必要量の RIN を調達することが求められる。
 - 現在は e-fuel は含まれていないが、将来的には e-fuel もバイオ燃料と同様の取り扱いとなる可能性があり、注目している。^{※1}

Congressional Volume Target for Renewable Fuel

※1 infinium社ヒアリングより

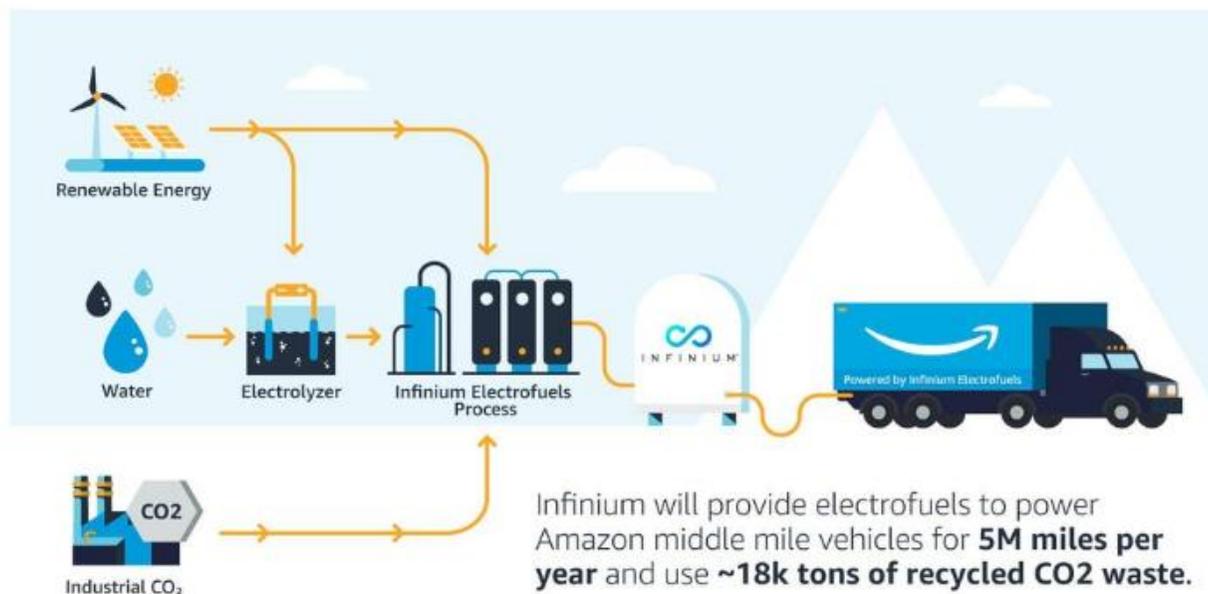


出所) U.S. Environmental Protection Agency ホームページ (2023年3月閲覧) (<https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>)

米国の合成燃料利用者の動向

- アマゾンには2030年までに出荷量の50%を二酸化炭素排出量の実質ゼロにする目標を掲げている。2022年9月内燃機関配送車のディーゼル燃料をe-fuelに切り替える取り組みを発表した。Amazonへの燃料はinfinium社のElectrofuelsである。「ミドルマイル・フリート」と呼ばれるトラックでe-fuelを使用する。
- AmazonはInternal Carbon Priceを導入しており※1、2040年にCNという目標を公表しているため、他の企業より早くCNを達成することを求められている。Amazonとしては投資を行うとともにオフテイクカーとしてe-fuelを利用するという動機付けが行われている。

※1 infinium社ヒアリングより

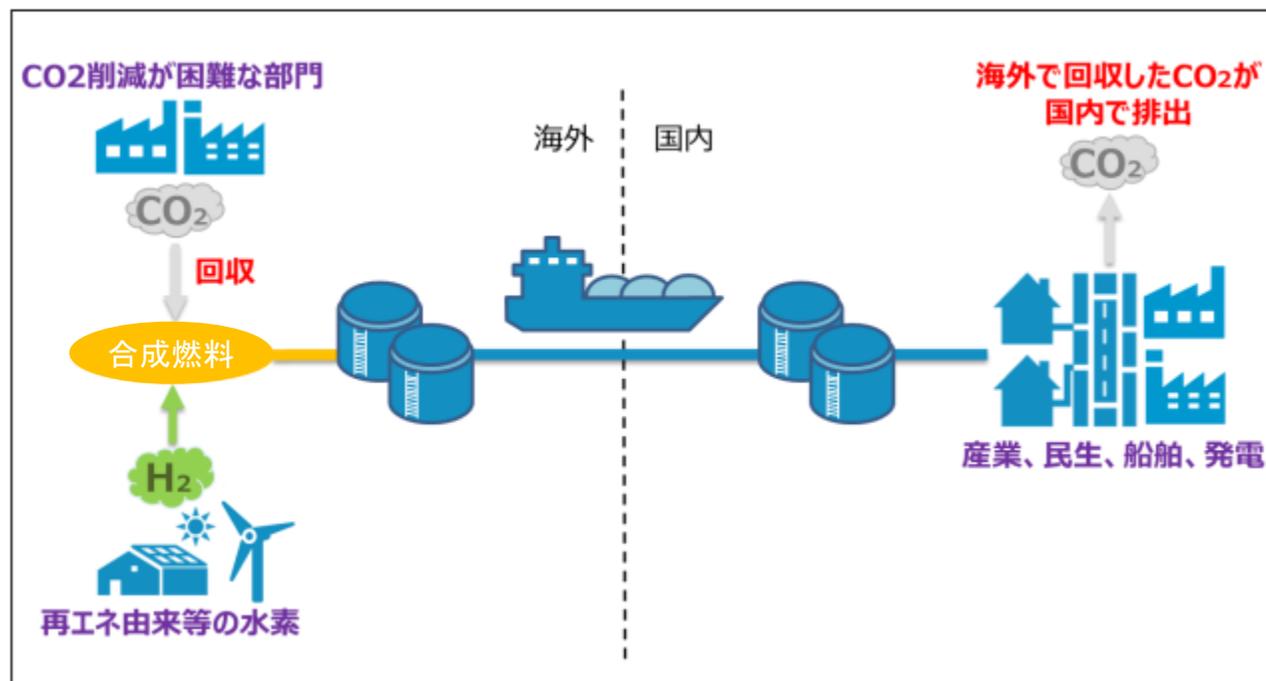


出所) Forbes, Amazon Will Power Trucks With 'Electrofuel' Diesel To Curb Carbon Emissions, (<https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2022/09/20/amazon-will-power-trucks-with-electrofuel-diesel-to-curb-carbon-emissions/?sh=637b967e3567>)

1. (4) 合成燃料のCO₂コントロールに関する国際的な取扱い

課題の背景: 合成燃料燃焼時のCO₂排出量帰属について

- 合成燃料は、大気中のCO₂を回収、又は何もしなければ大気中へ放出されるCO₂を回収して製造するため、大気中のCO₂を増加させないカーボンニュートラルな燃料である。しかしながら、海外で合成燃料を製造して輸入する場合、海外で回収したCO₂が国内で排出される。この場合のCO₂排出量の計上をどのように取り扱うか、国際的なルールが確立していないため、検討が行われている。



(出所)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「合成メタン利用の燃焼時のCO₂カウントに関する 中間整理」のP7の図を一部を改変して作成

CO₂排出量計上に係る制度

- 国レベル・企業レベルでCO₂排出量を計上を義務づける制度が存在。
- 国の温室効果ガスインベントリにおいて、CO₂排出量の算定はIPCCのガイドラインに基づいて行われることが求められるが、合成燃料に関するCO₂排出量の算定方法に関する明確な取り決めはない。

■ 国レベル

「国別温室効果ガスインベトリ※1」

- 国連気候変動枠組条約(UNFCCC)は、締約国に国別温室効果ガスインベントリの提出を義務付けている。
- 温室効果ガス排出・吸収量の算定は、IPCCが作成したガイドラインに基づいて行うことが求められている。

■ 企業レベル

「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度※2」

- 温室効果ガスを多量に排出する者(特定排出者)に、自らの温室効果ガスの排出量を算定し、国に報告することが義務付けられている。また、国は報告された情報を集計し、公表することとされている。
- 温室効果ガスを排出する活動に対して、政省令で定められている算定方法・排出係数を用いて排出量を算定する。

IPCCガイドラインにおけるCO₂回収の取り扱い

- 工業プロセスや大規模燃焼源から回収されたCO₂は、適切に監視された地層貯留サイトに貯留されない限り、排出量はCO₂が発生した分野に割り当てて計上するべき。回収されたのちに利用または短期的に貯留するCO₂は、全体の排出量から控除してはならない。※3
(出所)
- 天然ガスからアンモニア製造時の化学反応で生成されるCO₂は通常排出量にカウントされるが、発生したCO₂を回収して併設の工場等で尿素合成などに利用される場合、排出量を控除することができる。その場合 当該CO₂の排出量が他の部門で計上されていなくてはならない。※出所
- CCUによる燃料の合成に関する明確な取り決めはない

(出所) ※1 環境省ホームページ 温室効果ガス排出・吸収量等の算定と報告 (<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/overview.html>)

※2 環境省ホームページ 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度 (<https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/about>)

※3 IPCC TFI「2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume2 Energy」

※4 IPCC TFI「IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume3 IPPU」

IPCCガイドラインにおけるCCU技術の取り扱いについて

- 燃焼に伴い排出されるCO₂を回収する場合、CCSと短期利用以外のCCU技術についてはCO₂カウントルールに明確な取り決めがなく、それぞれの技術についてルールの検討が必要である。
- コンクリートへの固定など、回収したCO₂を長期間大気中から取り除き固定することができる場合、CO₂回収効果を考慮することが検討させている。一方で、燃料製造に伴うCO₂回収など、CO₂固定期間が短く、利用時にCO₂排出をカウントしない方が利用拡大に有利であることから、回収量を控除しない方針が検討されている。

燃焼に伴うCO₂排出を回収、利用する場合のIPCCにおける取り扱い※1

	利用方法	IPCCにおける取り扱い	国内の検討状況
長期	長期貯留 (CCS)	CO ₂ 回収量を控除することが可能	
↑ 回収したCO ₂ の固定期間	その他のCCU技術 ✓ セメントやコンクリートへの固定 ✓ 燃料製造 (合成メタン、合成燃料等) など	明確な取り決めがない	✓ 環境配慮型コンクリート (CO ₂ -SUICOM) におけるCO ₂ 吸収量を控除できるか検討※2 ✓ 合成メタン製造時に、CO ₂ 回収量を控除せず、利用時の排出量をカウントしない方針が検討※3
	短期利用 (炭酸ガス、ドライアイス等)	CO ₂ 回収量を控除できない	
短期			

温室効果ガス排出量算定方法検討会における検討について

- 一定期間CO₂を固定するような新たなCCU技術の温暖化対策への寄与を適切にインベントリに反映するため、各CCU技術のインベントリにおける取り扱いを検討する必要がある。

環境省 温室効果ガス排出量算定方法検討会における課題の整理

1.2 CO₂の直接利用実態の把握（1.A. 全体）（1/9）



検討課題

- 我が国の温室効果ガスインベントリ（以下「インベントリ」という。）におけるCCU（Carbon Capture and Utilization：CO₂の回収・利用）の暫定的な計上方針としては、2006年IPCCガイドラインに従い、原則として、「**回収されたCO₂がCCSで長期貯留される**」場合のみ、**CO₂固定量を発生源分野の排出量から控除することとする。**」としている。これに従い、CCUのためのCO₂回収量は原則として発生源分野から控除しない方針であった。
- 一方、今後、イノベーションの進展により、一定期間CO₂が固定されるCCU技術の社会実装が進むことが予想されていることから、CO₂の回収・利用による我が国の温暖化対策への寄与を適切にインベントリへ反映するためにも、**従来型の液化炭酸ガスやドライアイスとしての利用も含めたCO₂の回収・利用全般に関するインベントリにおける取扱いについて、改めて検討を行う必要がある。**

対応方針

- 我が国がこれまで上流側の排出として報告していたCO₂排出について、対策評価の観点から、**可能な限り下流側（溶接、食品・飲料等、炭酸ガスの需要側）で排出量を計上を行う可能性について検討するため、国内のどの産業からどれだけのCO₂が回収され、どのような用途でCO₂が使用されているかを把握する。**
- 本調査に当たっては、産業ガス及び医療ガス事業者の業界団体である日本産業・医療ガス協会が、会員企業に対して既に原料炭酸ガスの回収・利用に関する調査を実施していることから、調査の重複を回避するため、これら調査結果を可能な限り活用する形で設計・実施することとする。
- なお、本調査は、従来型の炭酸ガスの直接利用のみを対象とし、新規のカーボンリサイクル技術については、今年度新たに立ち上げたCCU小分科会にて、別途インベントリへの反映方針の検討を進められており、（後述の「環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化」の対応方針参照）、**CCU小分科会での検討状況も踏まえつつ、本課題の最終的なインベントリへの反映方針を確定することとする。**

IPCCではCCSを用いない限り、原則回収量を発生源から控除しない（但し、例示されているのは炭酸ガスなどの従来の短期利用）

一定期間CO₂が固定されるCCU技術（環境配慮型コンクリートなど）の取り扱い等を含めて検討が必要（回収量を計上できるように検討）



CCU小分科会の議論を踏まえて、インベントリへの計上方法を検討

10

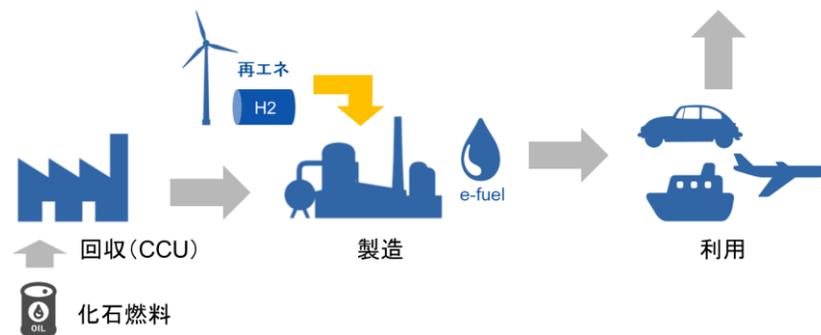
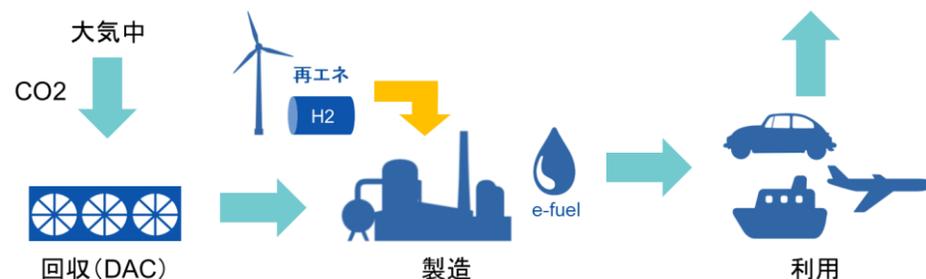
合成燃料利用時のCO₂カウントルールの考え方について

- 回収側にCO₂削減効果を認めることで、CO₂回収にインセンティブを与えることができ、一方で利用側にCO₂削減効果を認めることで、合成燃料の利用にインセンティブを与えることができる。

■ 合成燃料利用時のCO₂カウントルールの考え方

空気中のCO ₂ を利用 (DACなど)	回収	利用
回収側にCO ₂ 削減効果を認める場合	回収量を計上(負値)	排出量を計上
利用側にCO ₂ 削減効果を認める場合	排出0	排出0

CCU	回収	利用
回収側にCO ₂ 削減効果を認める場合	排出0	排出量を計上
利用側にCO ₂ 削減効果を認める場合	排出量を計上	排出0



メタネーション推進官民協議会における検討について(日本ガス協会資料)

- メタネーション推進官民協議会の「CO₂カウントに関するタスクフォース中間整理」では、合成燃料の燃焼に伴う利用側のCO₂排出量をカウントしない方針が望ましいことが示されている。
- この方向性は国際的な提案とも整合的であるとされている。

Go! ガステナブル

<参考> 国内のCO₂コントロール議論と国際動向

- 国内におけるCO₂コントロールについては、官民協議会傘下の「CO₂カウントに関するタスクフォース」において既に大きな方向性が整理されており、具体的な制度設計が進められていく見通し。
- さらに、この方向性は合成燃料全体の国際動向とも整合的であるため、今後のCO₂コントロール整備に向けた国際交渉で、相手国に日本の制度を実績とともに提示するといったことも有効ではないか。

CO₂カウントに関するTF中間整理※1

	原排出者(回収側)	利用側
合成メタン利用に伴うCO ₂ の挙動	<p>化石燃料の燃焼による排出 CO₂を回収してリサイクル</p>	<p>合成メタンの燃焼による排出</p>
国内制度におけるCO ₂ 排出の取扱いに関する考え方	<p>事業者 電力、鉄、化学など</p> <p>メタネーション</p> <p>合成メタン 利用者</p>	
	案1 CO ₂ 原排出者で排出計上	排出ゼロ
	案2 排出ゼロ	合成メタン利用側で排出計上
	案3 排出を按分	排出を按分
	案4 排出ゼロ	排出ゼロ

案1はEU-ETSの改正案の考え方と近く、合成メタンだけでなく合成燃料も含めたカーボンリサイクル燃料の今後の国際的な制度の整合性まで想定した場合の重要性も考慮すると、合成メタンを含むカーボンリサイクル燃料の利用促進の観点からは、本タスクフォースとしては、**案1を基に各種国内制度の検討が進められることが望ましい。**

その際、原排出者・回収側に十分な誘因が働かなければ最適な結果とならないおそれがあるため、補完的な仕組みの制度設計が重要である。

出典：※1 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「合成メタン利用の燃焼時のCO₂カウントに関する中間整理」(2022年3月)から抜粋・加筆

※2 欧州委員会「Methodology RNFBOs and RCFs (Draft)」(2022年5月)

※3 国際海運2050年カーボンニュートラルに向けた官民協議会資料(2022年4月19日)より日本ガス協会作成

© 2022 The Japan Gas Association

EUにおける合成燃料の取扱い案※2

$$E = e_i + e_p + e_{td} + e_u - e_{ccs}$$

E : 合成燃料使用時のGHG排出量総和

e_i : 原料に含まれるGHGで、一定の条件を満たした回収CO₂は控除可能

e_p : 製造プロセスで排出されるGHG

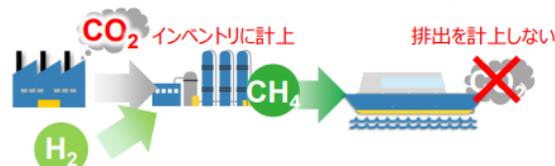
e_{td} : 輸送で排出されるGHG

e_u : 消費時の燃焼で排出されるGHG

e_{ccs} : 地下貯留したGHG

国際海事機関(IMO)における国際的な提案※3

日豪ノルウェーEUが以下の概念を共同提案



(出所)第4回海外メタネーション事業実現タスクフォース資料4-2, 日本ガス協会, 国家間のCO₂コントロール整備の方向性について

CO₂排出量のカウンtrルールに関する対応の方向性について

- メタネーション推進官民協議会の海外メタネーション事業実現タスクフォースにおける検討では、多国間のルール改訂 (IPCCガイドラインの直接改訂など) は時間がかかる見通しが示されている。また、二国間の合意形成には合成燃料の製造側 (CO₂回収側) のインセンティブが必要であるとしている。
- 合成燃料においても同様に、商用化推進の観点から、二国間の相対交渉による合意形成を行うことが重要であると考えられる。

3. 各選択肢の実現可能性

Go! ガステナブル

- 整理した選択肢のいずれにおいても大きな課題が想定され、中でも、「⑤ IPCCガイドラインの直接改定」や「⑥ パリ協定6条以外における新規ルール構築」は、かなり長期的な取り組みとなる見通し。
- 上記を踏まえつつも、現段階で選択肢を絞り込むことは得策ではない。したがって、**足元はある程度成果が見通せる選択肢 (①～④、特に③) に軸足を置きつつ、将来的には、その成果を⑤のようなより上位の国際ルールへ訴求していくことを念頭に、検討を進めることが望ましい。**
- いずれの案においても国家間レベルの交渉が必要となるため、国においても、**交渉に向け連携した議論ならびに交渉の推進をお願いしたい。**

取り得る選択肢	想定される主な課題
① 6条2項 (JCM等) の活用	<ul style="list-style-type: none"> ● 合成メタン製造国との新たな二国間の仕組みの構築を模索。 ● JCMの場合、移転すべきクレジット (GHG削減効果) が日本で生じる (燃料代替による化石燃料削減) 可能性が高い。
② 6条4項の活用 ※ルール構築中	<ul style="list-style-type: none"> ● 国連管理で各地域代表による委員会の承認が必要であり、マルチ国ルールに近い ● 永続性等についてクレジット化の条件を拡大する必要がある可能性。 ● 今後ルール構築が進んでいくため注視と必要に応じた働きかけが必要。
③ カウンtrルールの2国間合意	<ul style="list-style-type: none"> ● 相手国のCO₂回収のインセンティブの確保。
④ CO ₂ 回収証書による成果移転	<ul style="list-style-type: none"> ● 相手国のCO₂回収のインセンティブの確保。 ● 証書に関する運用ルールと管理の仕組みが必要。
⑤ IPCCガイドラインの直接改定	<ul style="list-style-type: none"> ● CO₂排出の物理挙動をカウントすることが大原則のガイドラインであり、多国間で通用する実績を積み上げたうえで、科学者によるレビュープロセスを経ることが必要。
⑥ パリ協定6条以外における新規ルール構築	<ul style="list-style-type: none"> ● 利害関係者が多岐に渡り、他案に比べてゼロからルール構築の体制づくりをはじめ主導権を握る必要がある。可能性は低くハードルが高い。

注) ①～④は国家間でCO₂削減価値を分け合うこととなる可能性が高いが、その場合でも、企業においては利用者は排出ゼロ、回収者は適切に評価されることが望ましい。その素地を醸成するために、合成メタンの削減貢献について国際的に情報発信していくことも重要

© 2022 The Japan Gas Association

7

<参考> 相対交渉での合意事項のイメージ

Go! ガステナブル

- 2国間の相対交渉において合意する事項のイメージは以下の通り。

③ カウンtrルールの2国間合意



④ CO₂回収証書による成果移転



© 2022 The Japan Gas Association

6

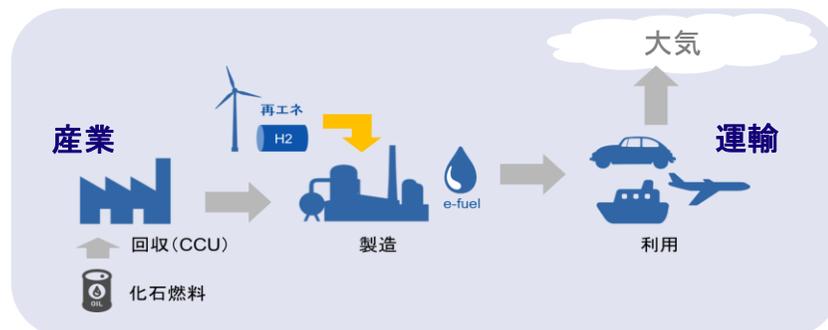
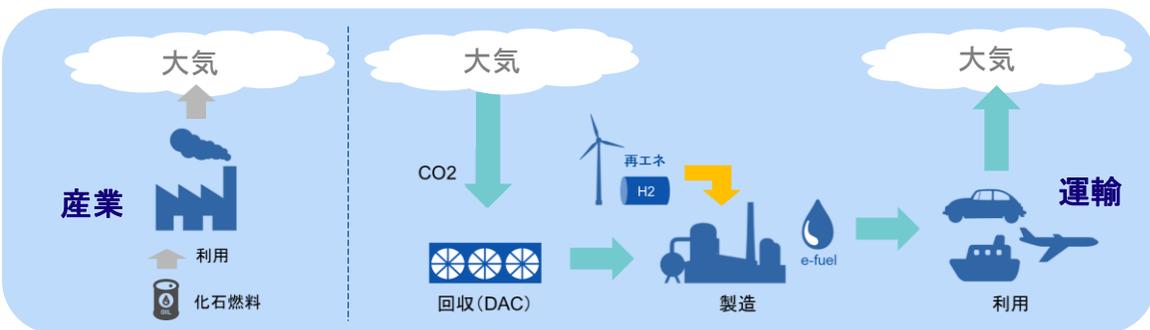
(出所) 第4回海外メタネーション事業実現タスクフォース資料4-2, 日本ガス協会, 国家間のCO₂カウンtrルール整備の方向性について

合成燃料の利用によるCO₂排出削減効果

- 合成燃料を製造して利用すると、CO₂排出削減効果がある(下図)。
- 大気由来、化石燃料由来のCO₂を水素と合成して合成燃料に変換し、既存の化石燃料の代わりに利用することで、追加的に新たなCO₂を排出せずに燃料を利用できる。図のように同等の活動量(産業及び運輸部門の合計の燃料消費が等しい)で比較すると、原料由来によらず合成燃料のCO₂排出削減効果は同等であることがわかる。

大気由来のCO₂を原料とした合成燃料を利用

化石燃料由来のCO₂を原料とした合成燃料を利用



CO₂排出量削減

CO₂排出量削減

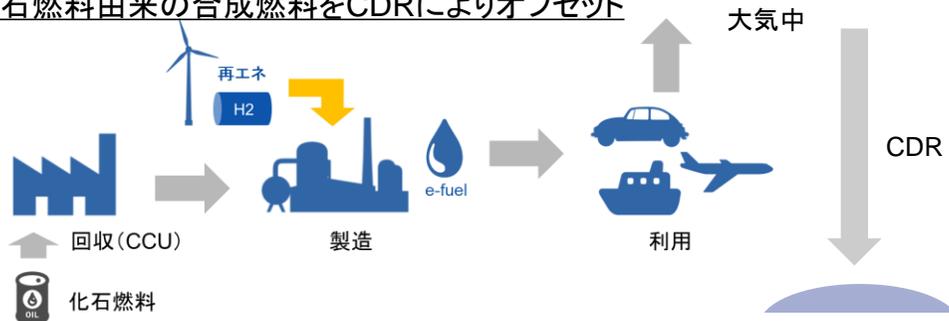


化石燃料利用

脱炭素社会を実現するための選択肢

- 化石燃料由来のCO₂から合成燃料を製造した場合、化石燃料由来のCO₂が大気中へ放出される。脱炭素社会（CO₂正味排出量ゼロ）を達成するには、このCO₂排出量はCDRによりオフセットする必要がある。DACなど大気由来のCO₂から合成燃料を製造した場合、このようなオフセットは不要である。但し、産業等のCO₂排出源を別途カーボンニュートラル化する必要がある。
- 下図（緑枠内）はどちらもCO₂の正味排出量がゼロである。また、CCSの活用等により正味排出量を0とする手段は他にも考えられる。どのような手段を選択して脱炭素社会を実現するかは、経済合理性に基づき決定されるべき事項であり、合成燃料の炭素の由来を制限するものではない。
- 例として、IPCCの設定した脱炭素社会を実現するシナリオでは、将来にわたって化石燃料からのCO₂排出が残存し、CDRによりオフセットされている。このことから、カーボンニュートラルを達成した社会においても化石燃料由来のCO₂から合成燃料が製造できる可能性が示唆される。

化石燃料由来の合成燃料をCDRによりオフセット



大気由来の合成燃料の利用と工場のCN化



主なCDR（大気中からのCO₂除去対策）

除去プロセス	CDR
土地ベースの生物的作用	植林・再植林・森林管理改善
	土壌炭素貯留
	バイオ炭
	バイオマスCCS (BECCS)
海洋ベースの生物的作用	湿地・沿岸部再生
	ブルーカーボン管理
化学的作用	海洋肥沃化
	直接空気回収 (DACCS)
地球化学的作用	風化促進
	海洋アルカリ化

出所) 国立環境研究所 IPCC 第6次報告書 第3作業部会 解説サイト「排出経路」に関する解説資料(2022.7.20)

(参考) IPCC AR6 WG3におけるシナリオ例とGHG排出量の推移

- 緩和戦略に応じたシナリオが検討されている。
- 各シナリオで1.5°Cから4.0°C以内程度の平均気温の上昇が想定される。平均気温上昇の小さい緩和経路においても、化石燃料由来のGHG排出量が将来にわたって残存する。

「緩和戦略」に応じた世界の排出経路

【分類】重視する緩和戦略に応じてシナリオを分類

- 例示的な経路 (IPs) は、比較的高位の排出経路を表す CurPol と ModAct の 2 つの参照経路と、パリ協定の長期の気温目標と整合する 5 つの例示的な緩和経路 (IMPs) に分類される。(3.2.5)

排出シナリオの分類

例示的な経路 (IPs: Illustrative Pathways)			
参照経路			
CurPol	Current Policies	2020年に実施されている気候政策が継続され、その後は緩やかな強化に留まる	C7 (4°C以内)
ModAct	Moderate Action	2020年に策定されたNDCを実施し、その後もある程度強化	C6 (3°C以内)
例示的な緩和経路 (IMPs: Illustrative Mitigation Pathways)			
IMP-GS	Gradual Strengthening	現状政策を徐々に強化	C3 (2°C以内)
IMP-Neg	net Negative emissions	産業や発電において大規模ネガティブ排出に依存	C2 (1.5°C+高OS)
IMP-REN	RENewable	再生可能エネルギーに対して強い依存	C1 (1.5°C+低OS)
IMP-LD	Low Demand	社会・行動変容によりエネルギーに対する需要が低減	
IMP-SP	Shifting Pathway	幅広い持続可能な開発の文脈での緩和と開発経路のシフト	

(出所) IPCC AR6 WG3 3.2.5 (FGD ver.) の記述より作成

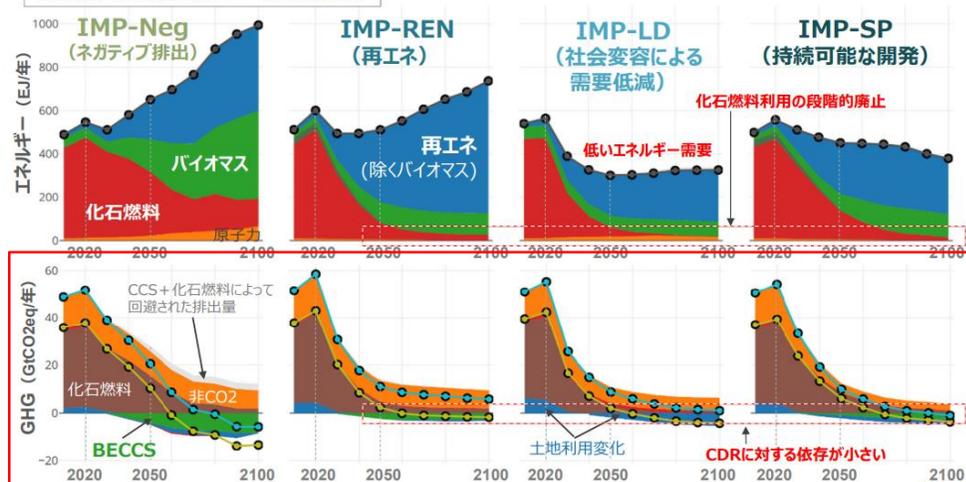
22

「緩和戦略」に応じた世界の排出経路

【REN・LD・SP】化石の段階的廃止・CDR依存小【LD】相対的に小さい再エネ依存

- Neg: 増加するエネルギー需要に対して、バイオマスとPVや風力などの再生エネルギーで供給。2030年頃以降、BECCSに依存が大きい。
- Ren, LD, SPともに化石燃料利用は段階的廃止され、将来にわたるCDRに対する依存が小さい。LDはエネルギー消費量の低減により、再エネへの依存量が小さくなっている。

2100年までのエネルギー・GHGの推移



(出所) IPCC AR6 WG3 Chapter 3 Figure 3.7, Figure 3.8 (FGD ver.)

25

各シナリオのGHG排出量の推移

出所) 国立環境研究所 IPCC 第6次報告書 第3作業部会 解説サイト 「排出経路」に関する解説資料(2022.7.20)

合成燃料のCO₂カウントルールに関する取扱いのまとめ

- 合成燃料の利用における、CO₂カウントルールの課題として、排出量の帰属に関する国際的な制度が確立していないことが挙げられる。
- メタネーション官民協議会における検討や海外動向の状況から、制度設計の方向性として、合成燃料の利用者が脱炭素価値(排出量控除)を受けられる方向性が望ましいことが示されている。
- 多国間のルール(IPCCガイドラインの直接改訂など)は時間がかかることから、プロジェクト単位で二国間制度設計を進めることが、早期の合成燃料の利用に向けては重要である。
- 物理的なCO₂の流れとしては、合成燃料は燃焼時にCO₂を排出する。しかし、合成燃料は製造時に大気中のCO₂を回収、又は何もしなければ大気へ放出されていたCO₂を回収して燃料を製造しているため、利用に伴い追加でCO₂を大気へ放出することはない。また、合成燃料のCO₂削減効果に炭素の由来は関係ないことから、DACやバイオマス由来のCO₂に限定せず、化石燃料由来のCO₂を利用した合成燃料の製造も認められるべきである。
- 合成燃料を含むCCU、CCS、水素の直接利用、電化等の組み合わせにより、最も合理的に排出量削減目標が達成できるような、制度設計が重要である。

海外の調査のまとめ

■ 海外調査について実施事項と内容をまとめた。

海外プロジェクト調査

実証・商用規模プロジェクトについて、世界の取り組み整理し、生産計画や実施地域、プロジェクトの特徴について整理

- ・ 欧米を中心に合成燃料製造プロジェクトの計画が複数発表されている。早期に商業利用が見込まれるプロジェクトでは、MtGプロセスとRWGS+FT合成による合成燃料製造の動きが活発。2020年代の前半に小規模の製造が開始され、早期の商用化を目指すプロジェクトでは2020年代後半には大規模な生産が達成される見込み。

大規模製造PJのピックアップ

海外の商用規模PJのヒアリング

大規模製造PJについて、3件ヒアリング調査を実施

- ・ 実証済みの技術を組み合わせ、早期の商用化を実現。将来的に高効率技術を利用し、規模拡大の方向性
- ・ 最初の商用規模PJでは生産国内の消費を想定。その後輸出を検討
- ・ 制度上の合成燃料製造インセンティブを重要視して地域選定

商用規模PJ実施地域の合成燃料導入インセンティブの整理

欧州・米国について、合成燃料導入のインセンティブを調査

- ・ 欧州では航空分野をはじめとしたRFNBOの導入義務がインセンティブ
- ・ 米国ではグリーン水素の税控除、低炭素燃料に対するクレジット、燃料利用者のインターナショナルカーボンプライシング等による価格差低下がインセンティブ

国際取引に関する制度(CO₂カウトルール)の整理

CO₂カウントの帰属ルールの考え方や制度設計の方向性について整理。

- ・ 制度として、国内及び海外の検討状況では、合成燃料利用者からCO₂排出量を控除する方向性
- ・ 多国間の制度設計には時間を要する見込で、二国間の合意形成から検討を開始すべきとの意見
- ・ 物理的な炭素の流れを整理。同等の活動量で比較すると、合成燃料のCO₂排出削減効果は炭素の由来に依存しない
- CCSや電化などの他のCO₂削減手法と合理的に組み合わせ、社会全体の脱炭素化を図るためには、炭素の由来によらず合成燃料のCO₂削減効果が認めべきではないか

PJの商用化時期を比較

日本の取り組みと比較して、商用化時期が早く、大規模なPJが計画されている。

合成燃料導入のインセンティブを比較

- 商用規模PJが計画されている地域に比べ、現状としては合成燃料の導入インセンティブが低いのではないか
- ・ 合成燃料の導入義務のある地域(欧州)
- ・ 税控除やクレジットなどの組み合わせにより価格的な障壁の低い地域(米国)
- ・ 再エネポテンシャルの高い地域(チリ・オーストラリア) など

海外PJにおける合成燃料国際取引の制度設計の検討状況を確認

- 海外の商用規模PJでも、国際取引に関する制度は確立していない。国際取引に関する検討状況は日本の状況と相違ないことを確認。
- 先行して海外からの合成燃料の輸入に関する制度設計を検討・発信し、相手国と合意形成を図る必要性

日本

2. 合成燃料の需要ポテンシャル検討

2. (1) 合成燃料需要の概要

合成燃料需要の概要

- 合成燃料を自立商用化に当たっては市場性の確保も重要であり、需要量を予測して市場の見通しをつけることが重要である。合成燃料の需要量の見通しの概要は以下のようになっている。
 - 合成燃料を含む再エネ由来の燃料需要はいくつかの文献で予測されており、ドイツの研究機関により結果がまとめられている。需要量予測は各研究により幅が大きく、高い確度で予測されているとはいえない。
 - 合成燃料の主な利用目的がCO₂排出量の削減であり、合成燃料の利用は選択肢の一つである。国内でも、日本自動車工業会は「目的はCNであり、手段は多様な選択肢を維持」としている※1。
 - 一方で、欧州では合成燃料(RFNBO)の供給が義務付けられており、一定量の需要が担保される仕組みあり、最低限の需要量を想定することができる。



- 合成燃料の需要量は、利用者の選択や各国の政策に影響を受け、現状として確度の高い予測は難しい。公表されている需要量予測値には幅があるが、需要量を推計するためこれらの数値を調査して整理する。国内の需要量についても公表値を調査すると共に、国内の利用団体の考え方を反映した需要量を推計するため、業界団体の利用見込についても集計し、整理する。

(出所)※1 第1回合成燃料(e-fuel)の商用化に向けた官民協議会 資料7 一般社団法人日本自動車工業会 説明資料

合成燃料需要の概要

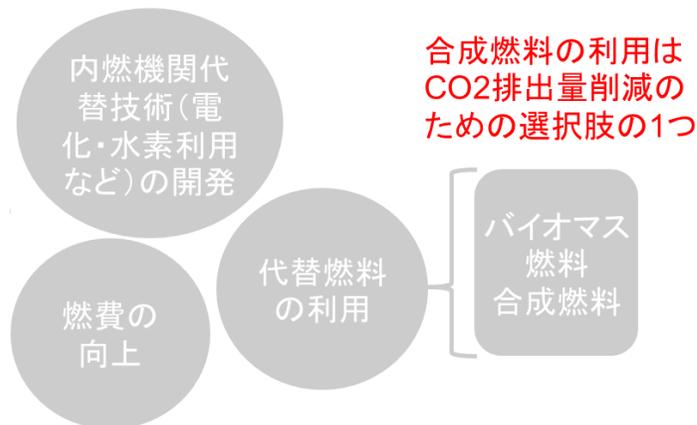
- Deutsche Energie-Agentur (dena) のレポートによると、2015年以降の各文献において2050年の運輸部門のエネルギー需要の2～63%がpowerfuelsにより賅われると予想されている※¹。需要量の予測には分析により幅がある。
 - ✓ Global Alliance Powerfuelsの定義では、powerfuelsとは水素、合成ガス(メタン、プロパンなど)、合成液体燃料、メタノール、ディーゼル、ガソリン、灯油、アンモニア、FT合成燃料などが含まれる。

(出所) dena, POWERFUELS in a Renewable Energy World Global Volumes, Costs, and Trading 2030 to 2050

日本の運輸部門業界団体のCO₂削減目標と合成燃料の利用

- 運輸部門では、各業界団体から高いCO₂削減目標が発表されており、CO₂削減に向けた取り組みが行われている。主に次世代技術(内燃機関代替技術)の開発、燃費の向上、代替燃料の利用が挙げられ、合成燃料の利用量はCO₂削減目標、他のCO₂削減手段とのバランスで決定する。

運輸部門のCO₂排出量削減の取り組み



業界団体	CO ₂ 削減目標	運輸部門のCO ₂ 削減に向けた取り組み等		
		内燃機関代替技術)の開発	燃費の向上	代替燃料の利用
日本自動車工業会	2050年カーボンニュートラル(CN)に全力でチャレンジする	次世代自動車の普及拡大に取り組んでおり、新車における比率は45%まで伸びている。今後も普及拡大に努力。	新車の燃費向上に取り組んでおり、今後も技術の開発・投入を継続して、省エネルギーを進めていく。	カーボンニュートラル燃料は、2050年カーボンニュートラルに向けた重要な手段の1つである。
日本船主協会	「2050年GHGネットゼロへの挑戦」を表明	水素燃料船・アンモニア燃料船の開発	風力を活用した省エネ技術の深化など	LNG燃料を活用(実用化済み)。カーボンリサイクルメタンへの転用
定期航空協会	業界全体で2050年カーボンニュートラル実現を目指すことを宣言	電動化・水素技術研究開発等	基材・装備品等への新技術導入(装備品等の軽量化等)。航空管制の高度化・運航方式の改善	持続可能な航空燃料(SAF)導入促進

(出所) 第1回 合成燃料(e-fuel)の導入促進に向けた官民協議会 資料 より作成

欧州の合成燃料需要(航空分野)

- 欧州の航空分野ではRFNBOの利用が義務付けられている。
- 欧州運輸環境連盟 (European Federation for Transport and Environment) のレポートより算出すると、2030年に0.7%のRFNBO義務では42.1万(kL)^{※1}、2.0%では120万(kL)^{※1}の合成燃料需要がある。
- e-Keroseneの副生成物として7.7PJから22PJ(RFNBO導入目標0.7%から2.0%)のe-Dieselが生成される可能性がある。^{※2}

※1 ジェット燃料の熱量密度36.54MJ/Lで計算

※2 Transport & Environment.”Why an e-fuel mandate for ships? Questions & Answers (FuelEU Maritime Regulation) “ (2023年1月)

■ 持続可能な航空燃料イニシアチブ (ReFuelEU Aviation)

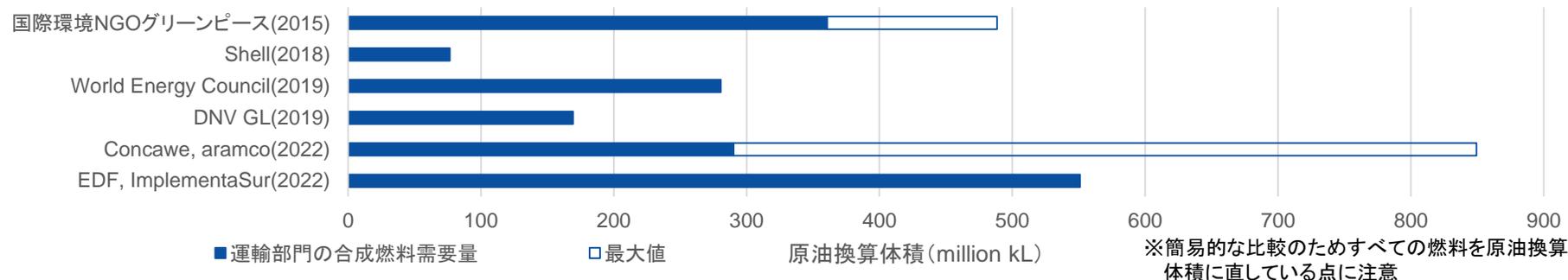
	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045-2049	2050-
SAF (体積割合)	最低2% (最低2%)	最低5% (最低6%)	最低20% (最低20%)	最低32% (最低37%)	最低38% (最低54%)	最低63% (最低85%)
RFNBO (体積割合)	SAFのうち - (0.04%)	SAFのうち、 0.7%(2%)	SAFのうち、 5%(5%)	SAFのうち、 8%(13%)	SAFのうち、 11%(27%)	SAFのうち、 28%(50%)

※カッコ内は2022年7月に欧州議会の立場として提案された値

2. (2)世界の合成燃料需要予測に関する文献調査

各文献における運輸部門の合成燃料需要量(2050年、世界)

- 世界の合成燃料を含む電力由来の燃料需要の推定値を以下に示す。
- 電力由来の燃料需要は原油換算で約0.8~6.2億kLの間に入る可能性が示唆されている。

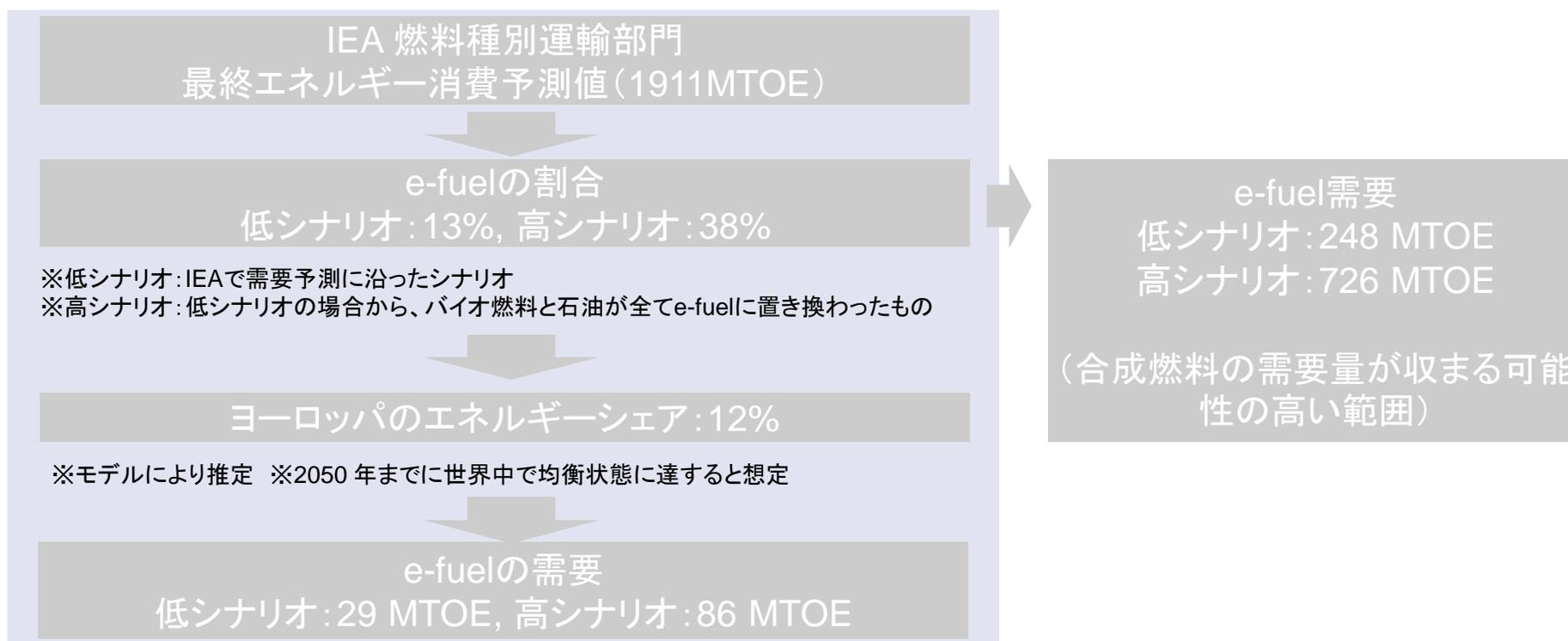


文献	備考	Source
EDF, ImplementaSur (2022)	e-Diesel, e-Gasoline, e-Keroseneの和を原油換算の体積に直した値	Prefeasibility study for a synthetic fuel project in the Magallanes region based on green hydrogen”, March 15, 2022
Concawe, aramco(2022)	e-liquids(アンモニア、メタノールを含む)を原油換算の体積に直した値(最大値はバイオ燃料需要を含む)	E-Fuels: A techno-economic assessment of Europe domestic production and imports towards 2050
Shell(2018)	powerfuelsの熱量を原油換算の体積に直した値	Shell International B.V. Sky Scenario. The Hague; 2018. https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/shell-scenario-sky.html .
DNV GL(2019)	powerfuelsの熱量を原油換算体積に直した値	DNV GL, ENERGY TRANSITION OUTLOOK 2019 A GLOBAL AND REGIONAL FORECAST TO 2050
World Energy Council(2019)	powerfuelsの熱量を原油換算体積に直した値	[WEC] - World Energy Council. World Energy Scenarios 2019. Exploring Innovation Pathways to 2040. London; 2019. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/European_Scenarios_FINAL_for_website.pdf
国際環境NGOグリーンピース(2015)	powerfuelsの熱量を原油換算体積に直した値	Greenpeace International. Energy [R]Evolution. Amsterdam; 2015.

需要予測例 (Concawe, aramco(2022))

- 欧州の石油精製技術に関する調査研究機関(Concawe)のレポートでは、IEAのエネルギー最終消費量から、欧州の合成燃料の需要量を見積もっている。但し、需要量の予測ではなく、「合成燃料の需要量が収まる可能性の高い範囲」としている。

文献	備考	Source
Concawe, aramco(2022)	e-liquids (アンモニア、メタノールを含むを原油換算の体積に直した値)	E-Fuels: A techno-economic assessment of Europe domestic production and imports towards 2050



(出所) E-Fuels: A techno-economic assessment of Europe domestic production and imports towards 2050(Concawe, aramco) より、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成
※数値の丸め込みによる誤差が含まれる

需要予測例 (Concawe, aramco(2022))

- IEAのネットゼロシナリオの運輸部門最終エネルギー需要において、Liquid fuelsのなかでBiofuels、Oilに含まれない部分をe-liquidとして、合成燃料需要量としている。(ガソリンや軽油、灯油の他にアンモニア等が含まれる)

- ネットゼロシナリオ(IEA)における運輸部門最終エネルギー需要

	Energy demand (EJ)					Shares (%)			CAAGR (%)	
	2019	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2050	2020-2030	2020-2050
Transport	122	105	102	85	80	100	100	100	-0.3	-0.9
Electricity	1	1	7	22	35	1	7	44	17	11
Liquid fuels	115	99	89	53	30	94	87	38	-1.0	-3.9
Biofuels	4	3	11	12	11	3	11	14	14	4.3
Oil	111	96	76	35	9	91	74	12	-2.2	-7.4
Gaseous fuels	5	5	6	10	15	5	6	18	2.1	3.7
Biomethane	0	0	1	1	2	0	0	2	23	11
Hydrogen	0	0	1	6	13	0	1	16	92	34
Natural gas	5	5	4	2	0	5	4	0	-1.5	-11
Road	90	81	73	57	50	77	72	63	-0.9	-1.6
Passenger cars	47	41	30	19	17	39	29	21	-3.1	-2.9
Trucks	27	25	28	24	22	24	27	28	1.1	-0.4
Aviation	14	8	13	13	14	8	13	18	4.6	1.7
Shipping	12	11	11	10	10	10	11	12	0.4	-0.3

出所) IEA, "Net Zero by 2050", P197 (https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf)

※ ネットゼロシナリオ自体はバックキャスト式のシナリオであり、実現可能性が考慮された分析ではないことに注意が必要

Fuel category	Low scenario	High scenario	Notes
	MTOE	MTOE	
Electricity	100	100	For transport
e-liquids	29	86	e-fuels
e-methane	0	6	e-fuels
Biofuels	32	0	Shifted to e-liquids in high scenario
Oil	26	0	Shifted to e-liquids in high scenario
Biomethane	6	0	Shifted to e-methane in high scenario
e-hydrogen	37	37	e-fuels
Natural gas	0	0	
Total e-fuels	66	129	
Total	229	229	

(出所) E-Fuels: A techno-economic assessment of Europe domestic production and imports towards 2050(Concawe, Aramco)

2. (3) 日本の合成燃料需要予測に関する調査

各文献における運輸部門の合成燃料需要量(2050年、日本)

- 日本の合成燃料を含む燃料需要の推定値を以下に示す。
- 2022年度時点での業界団体公表値として、航空機及び自動車・商用車の合成燃料利用量を集計すると3000万kL以上の需要量となる。バイオ燃料も含めた需要量であることに加え、他の文献では「CO₂削減目標が現在より低い」、「燃料消費量の大幅な改善を想定」、などにより、業界団体の公表値は需要量が大きくなっている。



文献	備考	Source
NEDO報告書(2020)	<ul style="list-style-type: none"> 液体燃料(自動車・船舶・航空機)の需要ポテンシャルからバイオ燃料の供給ポテンシャルを除いた値として算出。 CO₂削減目標を船舶、航空では50%、自動車分野では87.3%とし、これらが達成するために必要な合成燃料量を算出(運輸部門全体で80%の削減) 	NEDO報告書「次世代火力発電等技術開発／次世代火力発電技術推進事業／CO ₂ からの液体燃料製造技術に関する開発シーズ発掘のための調査」(2020年8月)
国立環境研究所 AIMプロジェクト(2021)	<ul style="list-style-type: none"> 運輸部門の合成燃料需要量。 2050年時点の運輸部門の燃料消費が現在に比べ74～79%低下する予測であり、全体で14.8～18.3 (Mtoe) である。2050年脱炭素社会を実現した絵姿を定量的に具体化したものであるが、「シナリオ分析の手法に基づき、起こりうる可能性が高い未来を予想するものではなく、複数のシナリオにより将来の可能性について部門間、時点間の整合性を持って示したもの」である点に注意。 	国立環境研究所 AIMプロジェクトチーム「2050年脱炭素社会実現に向けたシナリオに関する一分析」(2021年6月30日)
業界団体公表値の集計(2022)	<ul style="list-style-type: none"> 航空機のSAF需要量、自動車(ガソリン)・商用車(ディーゼル)のCN燃料(バイオ燃料と合成燃料)の合計 航空分野では2050年のカーボンニュートラル目標が達成可能、自動車分野では2050年にカーボンニュートラルに近い水準が達成可能な合成燃料(+バイオ燃料)の需要量である。 	<ul style="list-style-type: none"> 合成燃料官民協議会 商用化推進・環境整備WG 日本自動車工業会提出資料 第二回SAF官民協議会 国土交通省提出資料 全日本空輸株式会社 日本航空株式会社 共同レポート(2021年10月8日)

需要予測例 (NEDO報告書(2020))

■ NEDOの報告書では、CO₂の削減目標と各種データから自動車、航空、船舶の液体燃料需要量を算出、バイオ燃料導入の不足分として合成燃料の需要量を推測している。

■ 自動車分野における2050年の液体燃料の需要量

項目		数値
2013年	ガソリン需要量	53,130 千 kL
	軽油需要量	25,680 千 kL
	総需要量(原油換算)	78,649 千 kL
市場成長率		▲0.78%/年
燃費改善率(内燃機関の熱効率:40→50%)		+25.0%
2050年における燃料需要量 (原油換算、2013年のパワートレイン比率)		44,089 千 kL
2050年における液体燃料需要量 (原油換算)	車両製造・メンテナンス時のCO ₂ 排出量無(CO ₂ ▲88.1%)	4,061 千 kL
	車両製造・メンテナンス時のCO ₂ 排出量無(CO ₂ ▲44.0%)	14,689 千 kL

■ 航空分野における2050年の液体燃料の需要量

項目		数値
2013年	ジェット燃料需要量(旅客)	3,430 千 kL
	ジェット燃料需要量(貨物)	580 千 kL
	ジェット燃料需要量(その他)	1,450 千 kL
	ジェット燃料総需要量(原油換算)	5,594 千 kL
市場成長率(旅客/貨物/その他)		0.3/0.8/0.4%
2050年における燃料需要量(原油換算)	燃費改善率上限(2.0%/year)	3,051 千 kL
	燃費改善率下限(0.5%/year)	4,813 千 kL
2050年における液体燃料需要量(原油換算)	燃費改善率上限(2.0%/year)	480 千 kL
	燃費改善率下限(0.5%/year)	2,221 千 kL

■ 船舶分野における2050年の液体燃料の需要量

項目		数値
2013年	C重油換算需要量(内航船)	2,407 千 kL
	C重油換算需要量(外航船)	4,022 千 kL
	C重油需要量(原油換算)	7,017 千 kL
市場成長率		±0.0%
燃費改善率	内航船(2013年比)	14%
	外航船(2030年比)	30%
2050年における燃料需要量		5,332 千 kL
2050年におけるe-fuel需要量 (原油換算)	水素船の導入有 (18.6%:FCEVと同水準)	832 千 kL
	水素船の導入無 (0.0%)	1,824 千 kL

■ 2013年の各分野の運輸部門全体に対するCO₂排出量と2050年までの削減目標

分野	運輸部門全体に対する割合(2013)	2050年までのGHG排出量削減目標	2050年までのCO ₂ 排出量削減率(2013年比)
自動車	85.9%	(90%) ¹⁾	87.3%
航空	4.5%	50% ²⁾	50%
海運	4.8%	50% ³⁾	50%
他(鉄道)	4.4%	-	0%

■ 2050年CO₂排出量削減に向けたCO₂からの液体燃料の需要量

分野	液体燃料導入量 (上限値、千 kL)	液体燃料導入量 (下限値、千 kL)	液体燃料導入量 (平均値、千 kL)
自動車	14,689	4,061	9,375
航空	2,221	460	1,341
船舶	1,824	832	1,328
計	18,734(32.3万 BPD)	5,353(9.2万 BPD)	12,043(20.8万 BPD)
バイオ燃料導入による不足量(CO ₂ からの液体燃料量)	8,500(14.6万 BPD)	▲4,881(▲8.4万 BPD)	1,809(3.1万 BPD)

出所)NEDO報告書「次世代火力発電等技術開発/次世代火力発電技術推進事業/CO₂からの液体燃料製造技術に関する開発シーズ発掘のための調査」(2020年8月)

需要予測例（国立環境研究所 AIMプロジェクト(2021)）

- 国立環境研究所の研究プロジェクトでは、2050年脱炭素社会を実現した絵姿を定量的に具体化している。運輸部門ではエネルギー消費量が大幅に減少し、電化、水素化が進行すると共に、一部が合成燃料に置き換わることが想定されている。

■ 技術シナリオ

本分析に用いたシナリオ

- ・本分析では、省エネ、再エネ、電化など脱炭素技術の普及によって、ネットゼロ排出を実現する「技術」シナリオと、脱炭素技術の普及に加えて、デジタル化・サーキュラーエコノミーの進展などを前提とする「技術+社会変容」シナリオ、2つのシナリオについて将来排出量などの分析を実施。
- ・「社会変容」シナリオについては、IPCC 1.5°C特別報告書において採用されたLEDシナリオを参考にしている。

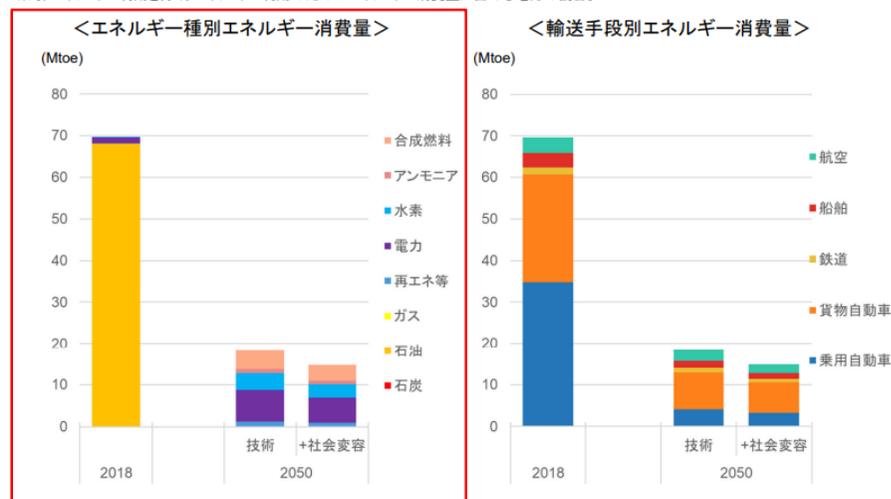
技術	×	社会変容
○ エネルギー効率改善技術		○ マテリアルの効率的利用
○ 再生可能エネルギー大量普及		・シェアリング、循環利用による製品・素材利用率の向上
○ 電化（電動自動車、ヒートポンプなど）		・長寿命化、省資源設計、木材利用による鉱物資源由来製品（鉄・セメントなど）の生産低減
○ 新燃料（水素、合成燃料、アンモニアなど）		・デジタル化による紙生産の低減 など
○ CCUS		⇒ 産業部門 財生産量 2050年▲15%
○ ネガティブエミッション技術		○ 業務・通勤移動の低減
		・バーチャルリアリティによる移動代替 など
		○ 貨物輸送の低減・物流効率の改善
		・マテリアルの効率的な利用による貨物輸送の低減
		・高度ICT利用や3Dプリンタによる物流効率の改善 など
		⇒ 運輸部門 旅客・貨物輸送量 2050年▲20%

■ 推定結果（運輸部門のエネルギー消費量）

【運輸部門】エネルギー消費量の推移

- ・2050年における運輸部門のエネルギー消費量は2018年比 ▲74～▲79%。電力・水素が占める割合は、電気自動車、燃料電池自動車の大幅な普及拡大に伴い、2018年2%から2050年62～63%と大幅に増加※。

※ 非エネルギー利用を除く、エネルギー利用のためのエネルギー消費量に占める電力の割合。



出所)「2050年脱炭素社会実現に向けたシナリオに関する一分析」(資源エネルギー庁)

(https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/044/044_005.pdf) (2021年6月30日)

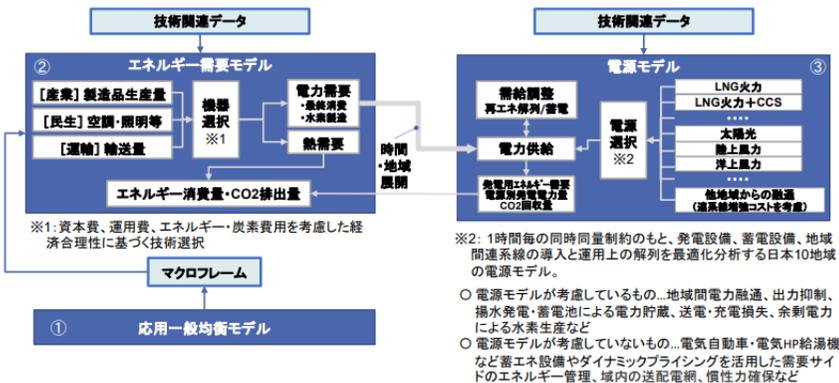
需要予測例（国立環境研究所 AIMプロジェクト(2021)）

- モデルにより経済合理性に基づく技術選択が考慮されるが、運輸部門の合成燃料の取扱いについては簡易的な仮定が置かれている。また、シナリオ分析の手法に基づき、起こりうる可能性が高い未来を予想するものではなく、複数のシナリオにより将来の可能性について示したものである。

■ モデル概要

分析に用いたモデル群

・経済成長率や人口の想定を所与として、応用一般均衡モデルを用いて、将来におけるマクロフレームを設定(①)。続いて、エネルギー需要モデルにより、将来のエネルギー需要量を推計(②)。②で推計した年間電力需要量を1時間毎の地域別需要量に展開し、同時同量制約や地域間連系線制約を考慮できる費用最適化型電源モデルで発電設備構成及び供給構成を推計(③)。その結果をエネルギー需要モデルにフィードバックし、日本の全体のエネルギー需給量、CO2排出量を算定。



3

■ 将来の対策導入量

参考3-3:【運輸部門】将来における対策導入量

① エネルギーサービス需要の低減...断熱や管理徹底により無駄を削減

	2018	2050
旅客輸送の低減	2018年比	▲20%
貨物輸送の低減	2018年比	▲20%

③ 電化の促進...電力のゼロエミッション化に向けた進展に合わせて弛まなく取組を促進

	2018	2050
乗用車		
電動自動車シェア・販売ベース	1%	100%
電動自動車シェア・保有ベース	0%	98%
貨物車		
電動自動車シェア・販売ベース	1%	100%
電動自動車シェア・保有ベース	0%	84%
鉄道		
非電化区域のFC鉄道シェア	0%	100%
旅客船舶		
電動船舶	0%	100%
貨物船舶		
電動船舶	0%	50%

* 電動自動車: 電気自動車+燃料電池自動車

④ 効率改善...弛まなき技術開発と製品実装により長期にわたる効率改善を実施

	2018	2050
乗用車: 内燃機関	2018年比	▲17%
乗用車: ハイブリッド		▲14%
乗用車: BEV		▲23%
大型貨物車: 内燃	2018年比	▲18%
中小貨物車: 内燃軽油	2018年比	▲22%
中小貨物車: 内燃ガソリン	2018年比	▲16%
貨物車: BEV		▲23%
貨物車: FCV		▲22%
鉄道		▲20%
船舶		▲18%
航空		▲11%

④ 新燃料...電化シフトが未達の燃料燃焼については、合成燃料の利用により低炭素化を実現

	2018	2050
自動車		
合成燃料	燃料燃焼に占める合成燃料の比率	0%
貨物船舶	アンモニア	0%
航空	バイオ燃料	0%
	合成燃料	50%
		0%
		50%



出所)「2050年脱炭素社会実現に向けたシナリオに関する一分析」(資源エネルギー庁)
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/044/044_005.pdf (2021年6月30日)



カーボンニュートラル燃料の需要ポテンシャル(業界団体公表値)

- 航空分野では業界団体により国内の合成燃料の利用見込が示されている。自動車では、日本自動車工業会「2050年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析(2022年9月)」では、3つのシナリオが設定されており、最も合成燃料の利用量の多いシナリオであるCNFシナリオからでは2050年に1400万kL程度(目算)の利用量が想定されている。
- SAFにおいてはバイオ燃料を含む需要であるが、2030年時点で200万kL程度の需要があり、2050年には3000万kL以上の需要が見込まれている。将来的にはバイオ燃料が不足することが想定されるため、合成燃料が必要不可欠であるとされている。

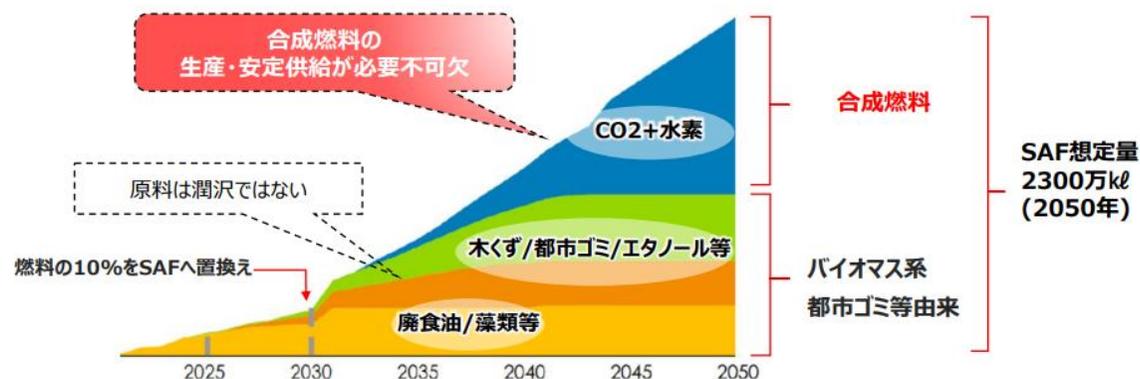
需要ポテンシャル	2030	2040	2050
陸上輸送用合成燃料※1	10万kL	700万kL	1400万kL
持続可能な航空燃料	171万kL ※2	-	2300万kL ※3

※1「日本自動車工業会、2050年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析(2022年9月)」の図よりCNFシナリオにおける合成燃料利用量を目算

※2 第二回SAF官民協議会 国土交通省提出資料

※3 全日本空輸株式会社 日本航空株式会社 共同レポート(2021年10月8日)

【SAF普及のロードマップ イメージ】(ICAO資料より定期航空協会作成)



出所)1回合成燃料(e-fuel)の導入促進に向けた官民協議会 資料10 定期航空協会 説明資料

2. (4) 日本の合成燃料の需給バランスに関する検討

国内のカーボンニュートラル燃料の供給ポテンシャルの推計

- 日本の合成燃料とSAFの供給ポテンシャルについて、表に整理した。日本の合成燃料の供給計画としては、ENEOS株式会社の取り組みが挙げられる。SAFの供給計画としては複数挙げられ、官民協議会において供給量の見込みが示されている。また、国内のバイオ燃料原料の集計から、国内由来のSAFポテンシャルが推計されており、これを2050年の供給見込の最大値とした。

供給ポテンシャル	～2030	～2040	2050
合成燃料※1	約1.7万kL	約50万kL	-
持続可能な航空燃料	118万kL※2	-	798万kL※3 (合成燃料を除く国内原料由来のSAFポテンシャルの最大値)

※1 第1回 合成燃料(e-fuel)の導入促進に向けた官民協議会 石油連盟 提出資料

※2 第2回SAF官民協議会 資料5 事務局(資源エネルギー庁) 提出資料

※3 一般財団法人運輸総合研究所「我が国におけるSAFの普及促進に向けた課題・解決策(2022年3月)」

国内の合成燃料の供給計画(ENEOS)

- ENEOSはGI基金の取り組みで2028年までにパイロットプラントによる運転検証を実施し、2040年までに商用規模プラントの製造を検討している。



【開発フェーズとマイルストーン】

- GI基金
- 2022~2025FY 要素技術開発および1BDベンチプラントによる検証
 - 2025~2028FY 300BDパイロットプラント※1の建設および運転検証(27FYからの稼働を計画)
 - ~2040年 1万BD級プラント※2にて自立商用化

※1 各油種数百kL/月を製造、 ※2 約50万kL/年の合成粗油を製造

出所)第1回 合成燃料(e-fuel)の導入促進に向けた官民協議会 石油連盟 提出資料

国内のSAFの製造ポテンシャル(運輸総研)

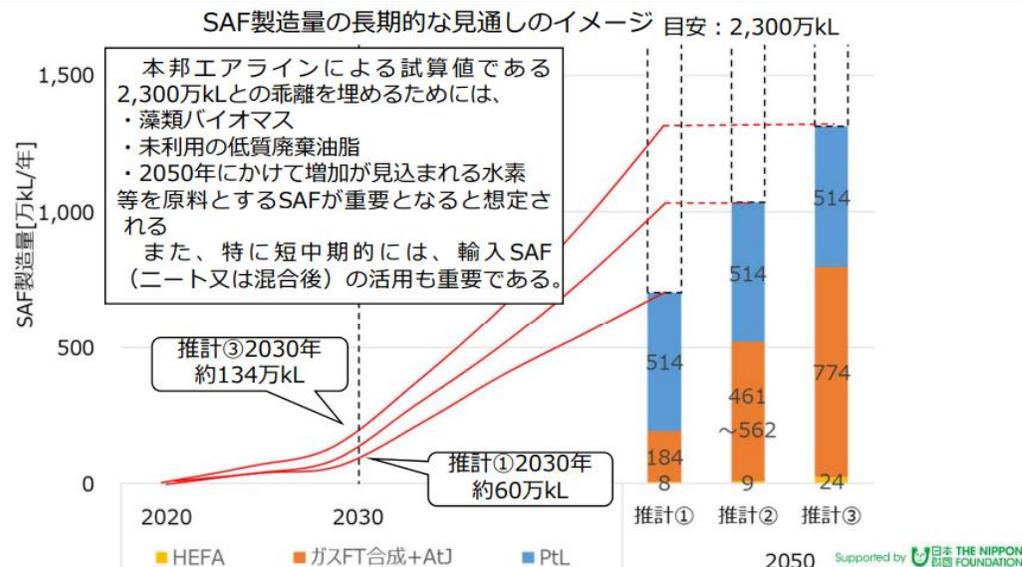
- 運輸総合研究所の調査研究「我が国におけるSAFの普及促進に向けた課題・解決策」では、国内原料由来のSAFポテンシャルを推計している。バイオマス(廃棄物含む)由来のSAFポテンシャルは最大で798万kLとしている。

(8) 長期的な検討課題

長期的な検討課題の整理



- SAF製造量の長期的な見通しは下記のとおり。
- **2050年断面**において、SAF導入の目安を2,300万kL (ANA・JAL共同レポート(2021年10月)の試算)と仮定すると、約1,000万kL以上の乖離を埋めるため、**藻類等を原料とするSAFの製造や更なる製造拡大**が重要となると考えられる。



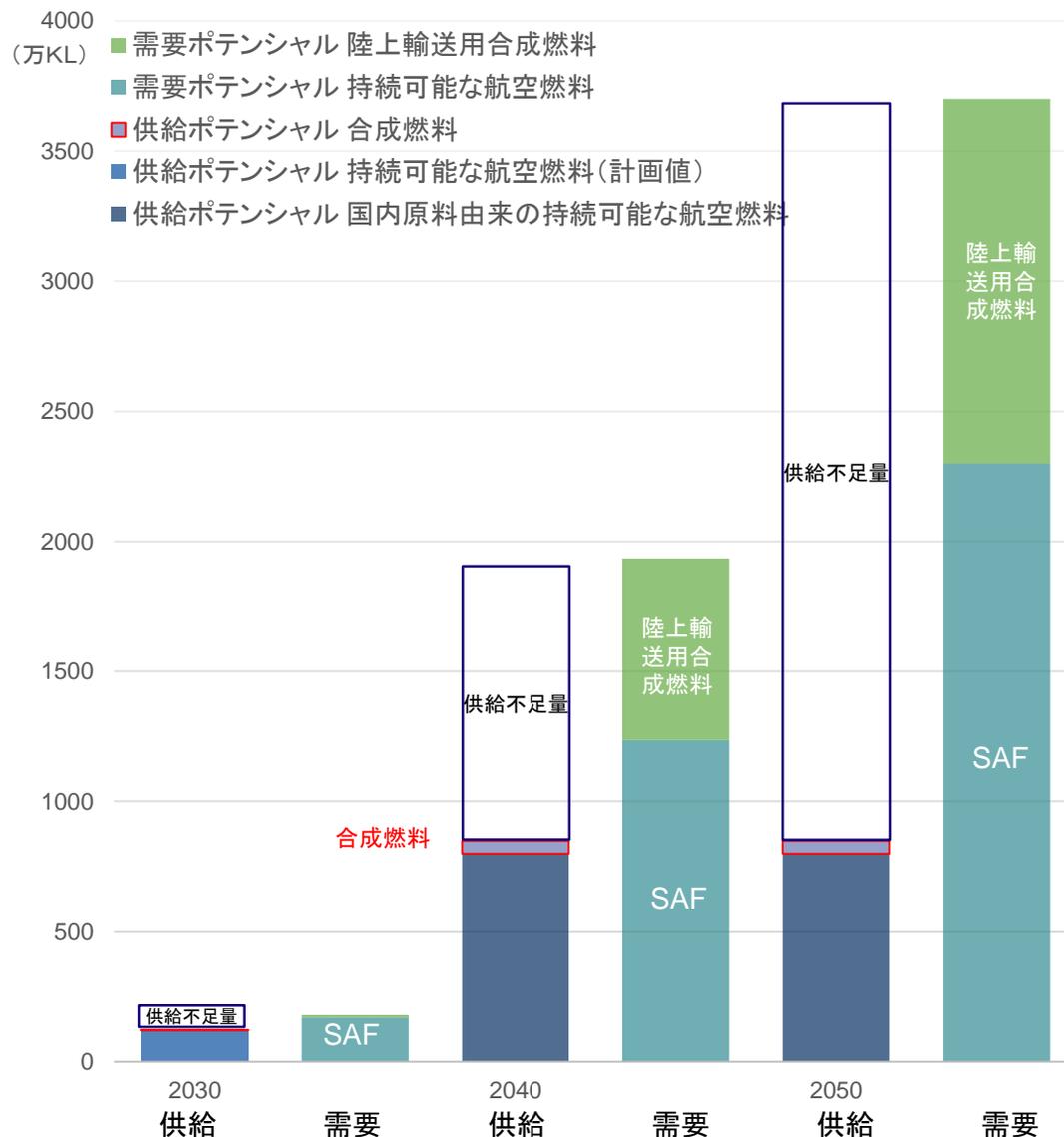
(出所) 第1回 持続可能な航空燃料(SAF)の導入促進に向けた官民協議会 資料5 一般財団法人運輸総合研究所 提出資料 (<https://www.mlit.go.jp/koku/content/001479537.pdf>)

国内の運輸部門における合成燃料及びバイオ燃料需給の試算の一例

- 公表値をもとに国内の運輸部門における合成燃料及びバイオ燃料需給の試算。
- SAFの需給バランスとして、国内原料由来の燃料では不足することが指摘されており、さらにガソリンや軽油の合成燃料需要が加わることで供給が不足している。
- 供給不足量を補うためには、合成燃料の製造規模拡大、藻類等の新規バイオマス原料、燃料輸入などが必要である。

供給ポテンシャル	～2030	～2040	2050
合成燃料	1.7万kL	50万kL	50万kL
持続可能な航空燃料	118万kL	798万kL	798万kL
需要ポテンシャル	2030	2040	2050
陸上輸送用合成燃料	10万kL	700万kL	1400万kL
持続可能な航空燃料	171万kL	1235万kL	2300万kL

※各最大値を想定して記載。SAF 798万kLは国内原料由来のバイオマスから製造されるSAFの最大値
 ※数値が得られなかった値は、供給は2040年から2050年で同一、需要は線形に増加として記載。



運輸部門 合成燃料利用における期待と懸念点(業界団体のご意見)

- 特に高負荷・長距離走行が必要とされる商用車や船舶、航空機をはじめ、高いエネルギー密度の燃料が必要とされる用途では、液体燃料の利用が中長期的にも必須。
- カーボンニュートラル実現に向けて、合成燃料は既存のインフラや事業者保有設備がスムーズに活用できる点が大きなメリットであり、上記の分野をはじめ、合成燃料への期待は高い。
- 一方、カーボンニュートラルへの動きが世界的に急加速する中、ユーザーが合成燃料を自社のカーボンニュートラル戦略に組み込むには、適時に十分な量の合成燃料供給が得られる見込みがあるかが極めて重要。

合成の利用に対する主な期待

合成燃料又はバイオ燃料での燃料代替が必須

- ・ 航空機では、国際的なCO₂排出量削減の枠組みに参加する中でSAFが必須であり、バイオ燃料は将来足りなくなることは明らかなので、合成燃料が将来必要となる。

車両・航空機・船舶の買い替えが不要

- ・ 船舶において、アンモニア船やLNG船等の新しい船をつくらずに、既存の船を活用できることがメリットである。供給量やコストがクリアになり、CNIに資するということが第三者機関などで証明されるのであればニーズはある。
- ・ 内航船はエンジンの変換が難しい可能性が高く、合成燃料の利用に期待。
- ・ バス事業では、首都圏で利用された車両が、地方で中古で利用される場合があり、地方のバスのCO₂排出量削減に合成燃料の利用を期待。

既存のインフラや事業者設備が利用できることに期待

- ・ 建設機械の利用においては、山間部など充電設備が整っていない場合があり、電動化がむずかしい場合がある。
- ・ 農機への燃料供給にあたっては、SSやJAからの供給といったサプライチェーンや、農家の設備(燃料タンク等)をそのまま使えることがメリット
- ・ バス、トラック、建設機械、農業機械の大型機では電動化が難しい。また、水素利用にはインフラ面で課題があるため、合成燃料に期待。

合成燃料の利用に対する主な懸念点

- 供給量が十分かどうか
- 既存設備が利用できる時期に十分な供給量があるか
- ドロップイン燃料として、既存設備が本当に使えるかどうか
- 価格競争力があるかどうか
- CO₂カウント、認証等のルールが確立されるかどうか

課題(潜在的なリスク)と商用化に向けた今後の方向性

- 運輸部門において、合成燃料の需給ポテンシャルについて整理。現在発表されている開発のタイムラインでは将来的に需要量に対して供給量が不十分になるおそれ。
 - 国際航空や国際海運においては、国際的な枠組みの中でCO₂の排出量削減が厳しく求められており、特に航空機については将来的に大規模な利用が見込まれる。
- カーボンニュートラル実現への動きが世界的に加速する中で、合成燃料の実用化時期が遅いと、ユーザーの投資が別のオプションに集中し、結果として既存の設備を利用できる合成燃料の利点を活かされないおそれ。
 - 商用化推進WG各団体からも、電動車や水素利用に対するインフラや新たな設備投資コストの観点から、既存の設備を利用できる合成燃料への期待が示されている。
 - 一方で、国際的な動向として、乗用車や小型商用車で2035年までに内燃機関が禁止となる可能性や、大型車のCO₂排出規制の強化などが示されている。
 - 合成燃料実用化のタイムラインが、電動車や水素車両など他のオプション比で遅く見えると、ユーザーが合成燃料の利用をカーボンニュートラル戦略として打ち出せず、他のオプションへの投資が進む可能性、その結果、既存の設備を利用できる合成燃料のメリットが小さくなるおそれ。

合成燃料の需要ポテンシャルのまとめ

- 公表されている需要量予測値には幅があるが、いくつかの文献からは約0.8～6.2億kL程度の需要量が推計された。
- 国内の現時点の業界団体の需要予測の公表値を集計すると3000万kLを超える需要量の予測となる。これはバイオ燃料を含む数値であることその他、CO₂排出削減目標の高まりをも影響している。国内の業界団体から高い需要予測値が示され、これを現在の合成燃料供給計画と比較すると十分に大きい。また、将来の需要量も大きく国内由来のバイオ燃料では不足するため、合成燃料の製造規模拡大、藻類等の新規バイオマス原料、燃料輸入などが必要である。燃料の安定供給に向けては、合成燃料の製造規模拡大が果たす役割は大きいと考えられる。
- また、業界団体からは合成燃料の「既存のインフラを利用できる」という強みに高い期待が示された。合成燃料の実用化時期が遅いと、ユーザーの投資が別のオプションに集中し、結果として既存の設備を利用できる合成燃料の利点を活かされないおそれがあり、商用化の加速が求められる。
 - 合成燃料の商用化に向け、供給規模の早期拡大の方向性
- 上記のように合成燃料の需要量は商業規模のプラント(1万BPDなど)の生産量より十分大きく、大規模な需要が見込まれる一方、利用者の選択や各国の政策に影響を受けるため、予測値に幅があり、文献値も含め現状としては予測の確度は高くないものと考えられる。
- 確実な需要が見込まれるものとしては、欧州のRFNBO導入義務が挙げられる。
 - 供給規模の早期商用化に向けては、現状よりも合成燃料の需要量を正確に見通せる制度設計が必要ではないか

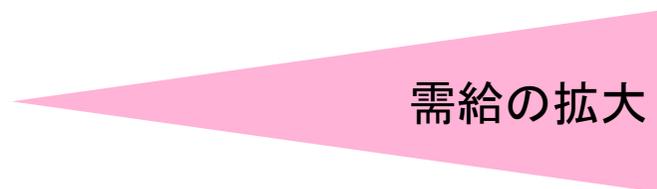
3. 合成燃料の自立商用化に向けた課題の整理

合成燃料の自立商用化に向けた課題の整理

- 第1回 合成燃料(e-fuel)の導入促進に向けた官民協議会において、参加する各業界団体から合成燃料に関連する取り組みや、普及に向けた課題認識についてプレゼンがあった。各団体の発表内容から、「高価な燃料価格(コストの課題)」「供給量が少ないこと(需要量・供給量の見通しの課題)」「CO₂カウトルールの明確化(環境価値の課題)」などが挙げられた。
- 合成燃料の利用の特徴として、既存の設備が使用できるという点が挙げられる。低価格の合成燃料が十分な量普及する場合、既存の設備を変更する必要がなく、CO₂削減に向けた有力な選択肢となる。
- 上記のことから、合成燃料の商用化に向けた方向性として、「需給の拡大」「コスト低減」が考えられ、その実現に向けた課題を次ページ以降に整理した。

自立商用化に向けた方向性と課題の概要

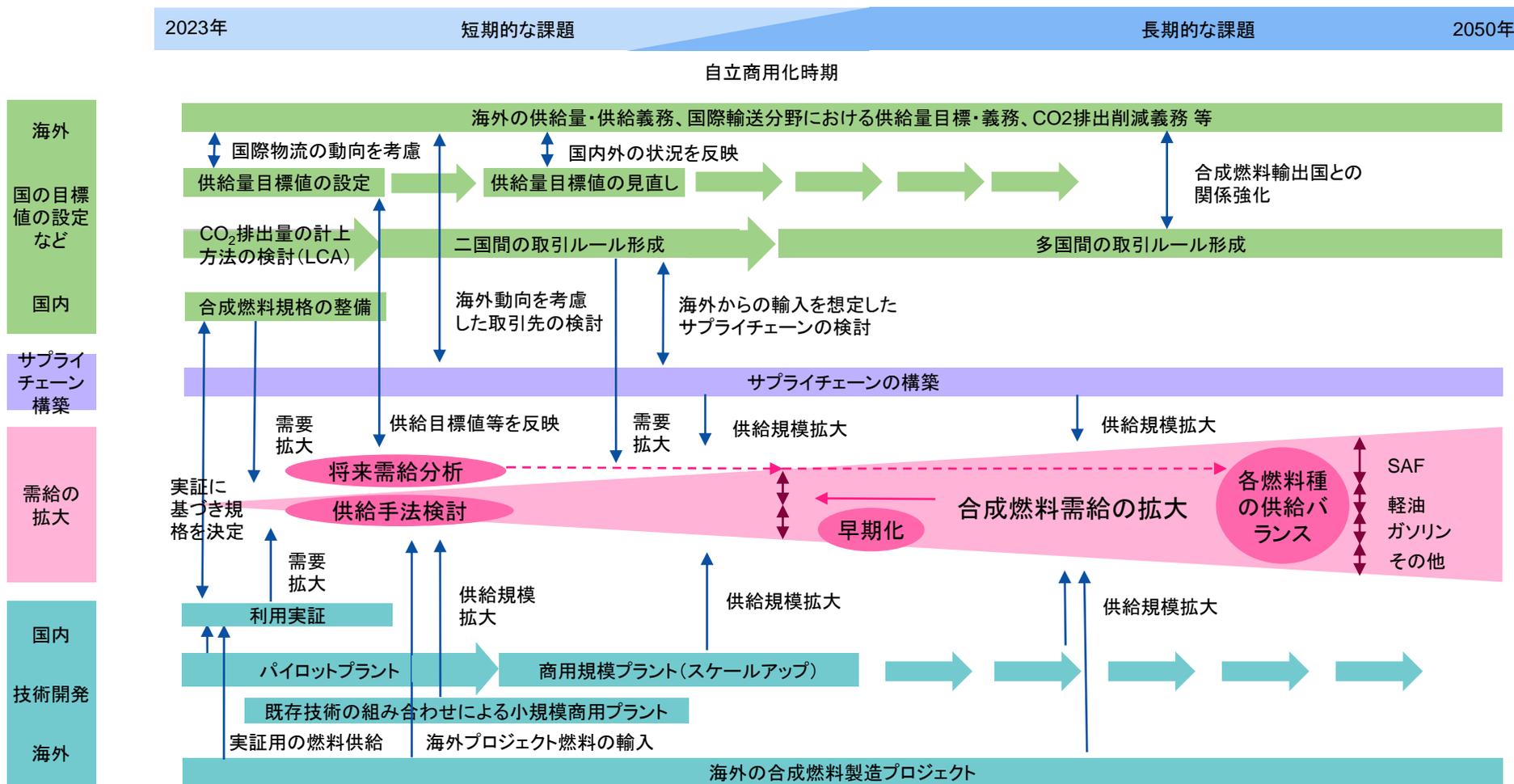
2023年 自立商用化時期 2050年



- 供給規模拡大
 - 技術開発支援や国家間の取引ルールの確立、供給量の目標値設定
- 需要拡大
 - 新規燃料に対する適合等の懸念を取り除くための活動
 - 利用側に環境価値が認められることを保証する制度設計
- 商用化の早期化
 - 海外の早期商用化の動きに対応する必要性
 - 商用化を早めることで、需要の拡大に繋がる可能性(早期に合成燃料が使用可能であれば、既存設備が有効活用でき、脱炭素化に向けた選択肢として優位性が発揮できるため)
- 供給手法の検討
 - 製造した燃料を既存燃料とブレンド指定供給するか
- 将来の需給、燃料種毎の利用量の分析
 - 将来どのような燃料種がどの程度、いつ頃までに必要となるか分析
 - 目標値等明確にして見通しを立てることが必要
- コスト支援制度
 - 適切な価格のカーボンプライシングや、黎明期における値差補填等の価格支援
- 低価格な原料調達
 - 海外の安価な再エネ、グリーン水素にアクセスするための、国家間のルール形成を推進する必要性

合成燃料の自立商用化に向けた課題の整理(需給の拡大)

■ 合成燃料の需給拡大のための課題を時系列に沿って整理



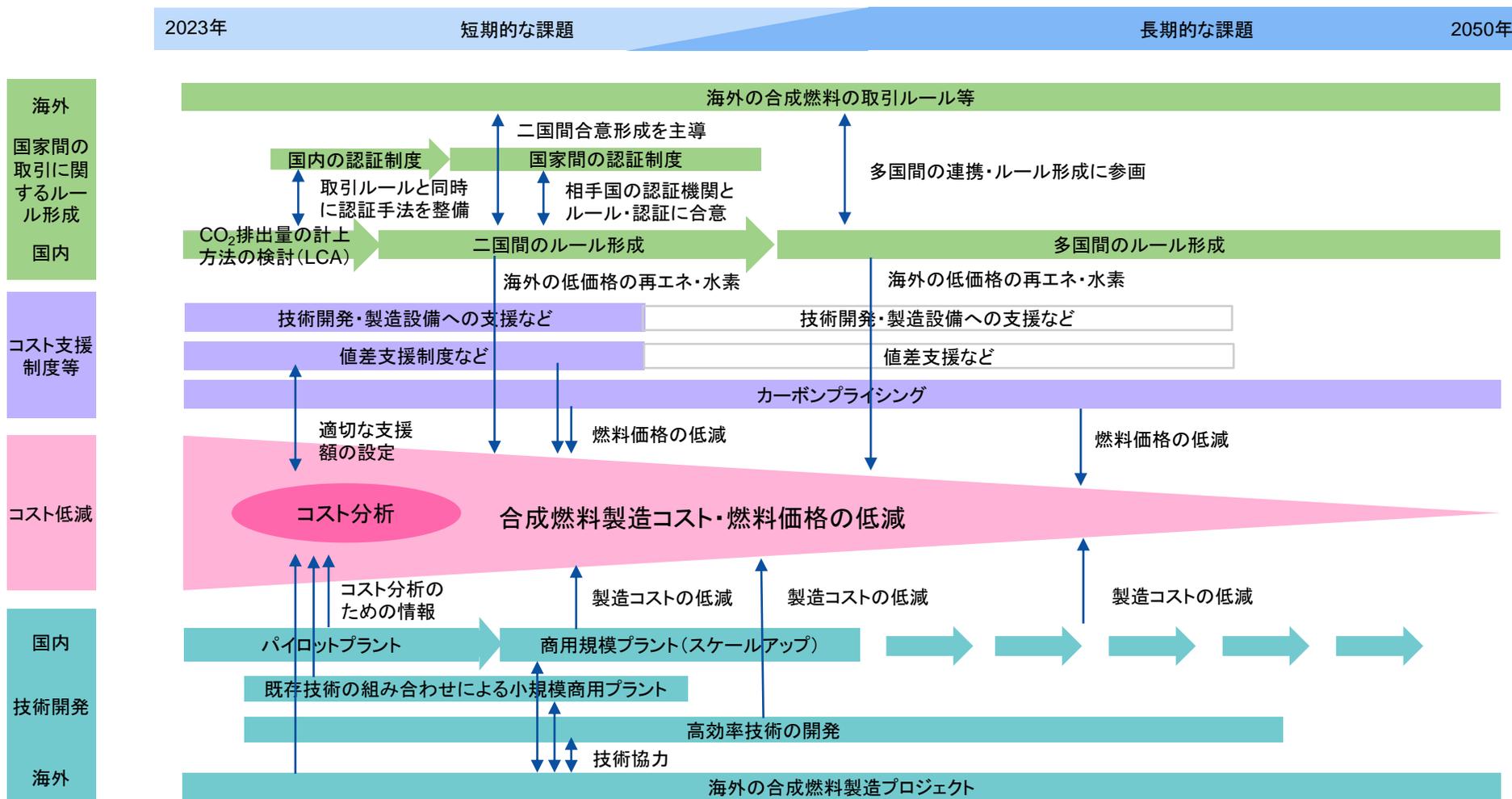
(出所) 各種公開情報と合成燃料官民協議会における各ご意見より、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成

合成燃料の自立商用化に向けた課題の整理(需給の拡大)

課題	解決に向けた方向性
国の目標値の設定など	<ul style="list-style-type: none"> 合成燃料はコストの課題があり、自立商用化を早期に達成するためには国の主導により供給量の目標値を定め、目標達成に向けた取り組みを検討、推進していく必要がある。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 国内外の状況を反映し、供給量の目標値の設定、見直しを行う。国際航空、国際海運の分野では、CO₂の削減量の基準が定められており、日本企業もこのレベルを達成する必要があるため、これらの動向を注視しながら目標を設定、その後国内外の動向に応じて柔軟に更新を図る。 ✓ 目標値の設定には将来の需給の正確な分析が必要であり、実施すべき課題である。自立商用化時点、2050年の脱炭素社会での合成燃料の燃料種毎の供給バランスについて分析し、商用化の早期化に向けた目標を検討することが必要である。 合成燃料の需要拡大のためには、共通の規格を定め、利用者がエンジン故障等の新規燃料の性状によるリスクを回避できる必要がある。このためには早期の実証データが必要であり、一定量のサンプルのユーザーへの早期供給などが必要である。また、利用実証と規格の整備を並行して進めることが重要である。 国家間の取引ルールを確立し、CO₂削減効果がスムーズに需要側に移転できる仕組みを整えることが、合成燃料の利用者のインセンティブとなり、需要拡大に繋がると考えられる。
サプライチェーン構築	<ul style="list-style-type: none"> 合成燃料の供給規模の拡大に向けては、海外との連携を含めたサプライチェーンの構築が必要である。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ コストの関係から合成燃料は再エネ資源国での製造が有望視されている。また、海外の供給能力等の動向から、製造場所の検討が行われる。また、二国間の取引ルールでは、輸出国にもインセンティブを与えることが必要と考えられており、合成燃料の製造国(輸出国)との国家間の交渉が、サプライチェーンの構築に重要であるといえる。
技術開発	<ul style="list-style-type: none"> 供給規模拡大に向けては、パイロットプラントの運用から、商用化プラントの運用へとスケールアップしていく必要がある。製造における各プロセスは確立している技術も多いが、規模の拡大には技術的な課題があるとの意見が示されており、自立商用化に向けて技術を確立していく必要がある。 プラントのスケールアップと並行して、段階的な供給量拡大、早期供給量拡大の観点から、既存の技術を組み合わせた小規模の商用プラントや、海外のプロジェクトからの燃料輸入なども有効であると考えられ、これらの取り組みをサポートする仕組みが必要である。 需要を確保するためには、「合成燃料を利用してもエンジンが故障しない」、「ドロップインで利用できる」、といった保証が重要で、このために利用実証を実施する必要がある。燃料はパイロットプラントや海外プロジェクトから供給することで、早期の実証が可能となる。合成燃料利用の取り組みを促進するためにも、早期に実証を実施することが求められている。

合成燃料の自立商用化に向けた課題の整理(コスト低減)

■ 合成燃料のコスト低減のための課題を時系列に沿って整理



(出所) 各種公開情報と合成燃料官民協議会における各ご意見より、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成

合成燃料の自立商用化に向けた課題の整理(コスト低減)

課題	解決に向けた方向性
国家間の取引に関するルール形成	<ul style="list-style-type: none"> CO₂排出量の計上に関するルール形成は、国内の合意形成、二国間のルール形成、多国間のルール形成の手順を踏む必要がある。 国内では、環境整備WGで議論が行われていると共に、他のカーボンニュートラル燃料(特にメタネーション推進官民協議会)でも議論が行われているので、これらの関連団体と協調して考え方を整理する。制度設計においては、LCAの考え方や物理的に矛盾のない考え方が必要である。 合成燃料は海外にプラントを製造することが想定されており、自立商用化に向けては国家間のルール形成は必須である。但し、多国間のルール形成には時間を要する見込で、合成燃料の取り組みを加速するためには二か国間のルール形成が優先される。これにより海外の低価格のグリーン水素が利用可能となり、合成燃料の価格低減が期待できる。 CO₂排出量の計上においては、合成燃料の排出削減効果の利用側への移転が必要と考えられるが、これを認証する方法(認証制度)を同時に検討する必要がある。特に国家間の認証制度には、相手国の認証機関との連携が必要である。 現状として海外でも合成燃料の国家間の取引ルールは明確化されていない。国家間のルール形成、認証に関する連携を進めるうえで、海外の動向の継続的な調査が必要であると共に、日本として国家間のルール形成を主導していく取り組みが必要であるといえる。
コスト支援制度の検討	<ul style="list-style-type: none"> 合成燃料は既存の化石燃料に比べて価格が高いことが商用化に向けた課題であり、市場拡大フェーズにおいてはコスト支援制度が必要である可能性が高い。 コスト支援制度としては水素分野で検討されている値差支援等や、カーボンプライシングが考えられる。初期は合成燃料の価格が高く、カーボンプライシングだけでは化石燃料とコストパリティに達することは難しいとの意見もあり、値差支援等が必要な可能性が高い。その後合成燃料の製造コストが低下し、カーボンプライシングのみで運用できる可能性がある。 これらの支援を適切に行うためには、コストの分析が必要であり、実施すべき課題である。 燃料価格に対する支援の他、製造設備や技術開発に対しても、初期段階における支援が必要と考えられる。
技術開発	<ul style="list-style-type: none"> 技術の開発としては、パイロットプラントの運用から商用規模プラントの運用、並行して高効率な革新技術の開発が計画されている。 自立商用化に向けて、既存技術の組み合わせによる小規模商用プラントの早期運用により、技術や知見の蓄積を通じて製造コストの低減を図る。さらに、並行してパイロットプラントの運用や商用規模のプラントへのスケールアップを通じて更なる価格低下を図る。将来的には高効率な革新的技術の開発や、製造規模の拡大により、更なる価格低下を見込む。 パイロットプラントの運用の知見や、海外のプロジェクトの知見はコスト分析に重要な情報を提供するため、これらの情報の整理が必要である。 プラントのスケールアップには技術的な課題があると考えられており、パイロットプラント等の段階を踏んだ開発支援や、海外のプロジェクトとの技術連携などを促進していくことが必要である。

4. 官民協議会のまとめ

協議会・各WGの開催

- 合成燃料の商用化に向けた議論を行うため、「合成燃料(e-fuel)の導入促進に向けた官民協議会」が設立された。また、専門的な議論を行う場として同協議会の下に「商用化推進WG」および「環境整備WG」が設置された。
- 2022年9月 – 2023年3月にかけて官民協議会および商用化推進WG・環境整備WGを計4回開催。
- 次ページ以降に会議の開催概要および協議会でいただいた意見のまとめについて記載する。



会議概要(第1回合成燃料(e-fuel)官民協議会)

<第1回合成燃料(e-fuel)官民協議会>

日時: 令和4年9月16日(金) 13:00 – 14:30

場所: 経済産業省別館 1111会議室

委員名簿

民間団体		行政機関等	
氏名	所属	氏名	所属
須永 耕太郎	石油連盟政策副委員長カーボンニュートラル推進担当 (ENEOS株式会社 常務執行役員(経営企画部・カーボンニュートラル戦略部 管掌))	上原 英司	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構環境部長
加藤 文彦	全国石油商業組合連合会副会長・専務理事	高木 英行	国立研究開発法人産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター研究チーム長
海田 啓司	一般社団法人日本自動車工業会 環境技術・政策委員会 副委員長 (トヨタ自動車株式会社CN先行開発センターセンター長)	定光 裕樹	資源エネルギー庁資源・燃料部長
一政 都志夫	一般社団法人日本自動車工業会 環境技術・政策委員会 副委員長 (いすゞ自動車株式会社PT事業本部常務執行役員)	細川 成己	資源エネルギー庁資源・燃料部石油精製備蓄課長
河村 俊信	日本内航海運組合総連合会理事長	藤本 武士	経済産業省製造産業局大臣官房審議官
森重 俊也	日本船主協会理事長(事務局長)	田邊 国治	経済産業省製造産業局自動車課自動車戦略企画室長
大塚 洋	定期航空協会 理事長	大井 征史	国土交通省総合政策局環境政策課環境政策企画官
		久保田 秀暢	国土交通省自動車局技術・環境政策課長
		田村 顕洋	国土交通省海事局海洋・環境政策課長
		東田 晃拓	国土交通省航空局官房参事官(航空戦略)

第1回合成燃料(e-fuel)官民協議会における自由討議でのご意見抜粋

分類項目	ご意見内容
e-fuelの導入に向けた議論	<ul style="list-style-type: none">● 海、飛行機、陸上何れの分野にしてもエネルギー密度の高い液体燃料が必要というニーズは一緒。安定供給、災害時輸送など考えると液体燃料が今後も必要という認識は同じかと思う。● 船舶の場合、昨年国際基準に向けたIMOの動きを受けて、2050年カーボンニュートラルを目指す上で、CO₂削減をどのように達成するか議論した。燃料自体の開発、対応できる船の開発、サプライチェーン構築、の3要素が必要だという話をした。● 民間連携を強化したい。港湾などとも連携が大事になるので関係局のご支援を頂ければ。
海外動向に関して	<ul style="list-style-type: none">● ドイツで脱炭素燃料に合成燃料を入れ込むという話があったが、EUでは2035年に内燃機関自動車の新車販売禁止の報道があった。EUの中の内燃機関自動車の取り扱いについて、動向に関心がある。● チリのHaru Oniプロジェクトではポルシェが入り、ドイツ政府も資金を出し、風力資源が豊富な場所の再エネ水素を使い、2026年55万kLという早い時期に大量に作るということと認識。MtGプロセスでガソリンしか作らないということであるが、日本でも同じ方向性なのか、異なる方向性が検討されているのか、関心がある。

第1回合成燃料(e-fuel)官民協議会における自由討議でのご意見抜粋

分類項目	ご意見内容
原料調達に関して	<ul style="list-style-type: none">● 水素製造に世界や日本が取り組むとき、原料である水の確保は争奪戦になってくる。工業用水の延長線上で確保できる可能性もあるが、水を如何に確保してクリーン水素製造につなげるか、その議論が必要ではないか。● 原料である水素と炭素をどのように調達するか色々見解があるかと思う。水素は再エネから作れるが、炭素はCCS、DAC、バイオマス、化石燃料など様々な選択肢がある。遷移期は工場等から取ればよいが、最終的な姿として、カーボンニュートラルをどう達成するかをアピールしなければ、国際的な観点で理解がついてこないのではと思っている。● 乗用車では、世界中で電池をEV用に集めているが、現状CO₂を出しながら作っている。そうした場合CO₂削減効率の高い、本当に必要な領域に回りづらくなるのではないか。カーボンニュートラル燃料の可能性も示して、電池の利用と合わせて利用を適正化する議論が必要。

第1回合成燃料(e-fuel)官民協議会のまとめ

- 合成燃料(e-fuel)官民協議会では、構成員(民間団体および行政側)の取組みについてご発表いただき、情報共有を行った。
- 自由討議においては主にe-fuel導入に向けた課題や原料調達について様々な意見を伺った。

第1回合成燃料(e-fuel)官民協議会ではe-fuelに対しニーズがあるといった期待の聲が寄せられた。一方でカーボンニュートラルをどのように達成するか、絵姿を考える必要があるのではないかといったご意見をいただいた。

また、原料調達において不安の聲も寄せられ、「水の調達が争奪戦になるのではないか」、「炭素をどのように調達すべきか」といったご意見もあり、今後議論する必要性が示唆された。

海外動向について、先行するプロジェクトや政策動向について関心の聲が寄せられ、今後も継続的に調査する必要があると考えられる。

今回聴取した意見や関心事を基に今後WGで詳細を議論していく方針となる。

会議概要(第1回商用化推進WG)

<第1回商用化推進WG>

日時: 令和4年12月19日(金)14:00 – 15:30

場所: 経済産業省別館 本館17階 特別会議室

委員名簿

民間団体・企業等	
氏名	所属
長島 拓司	石油連盟 カーボンニュートラル推進専門委員会委員長 (ENEOS株式会社 カーボンニュートラル戦略部長)
田中 洋志	出光興産株式会社 CNX 戦略室 室長
坂井 信	全国石油商業組合連合会 常務理事
山本 吉美	一般社団法人日本自動車工業会 燃料・潤滑油部会 (マツダ株式会社)
佐野 貴司	一般社団法人日本自動車工業会 燃料・潤滑油部会 (いすゞ自動車株式会社)
井上 貴之	日本内航海運組合総連合会 (田淵海運(株) 取締役常務執行役員)
瀧澤 大	日本船主協会 海務部 課長
吉田 秀彦	定期航空協会 事務局 部長
大西 政広	公益社団法人全日本トラック協会 交通・環境部長
田中 宏	公益社団法人日本バス協会 技術安全部長
寺中 富雄	一般社団法人日本建設機械工業会 技術製造委員会企画調整部会長 (コマツ 開発部 業務部 主幹)
山口 宏	一般社団法人日本農業機械工業会 (株式会社クボタ カーボンニュートラル推進担当部長)

行政機関等	
氏名	所属
布川 信	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 環境部 次世代火力・CCUS グループ 主任研究員
高木 英行	国立研究開発法人産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター 研究チーム長
細川 成己	資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課長
野田 太一	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 ガス市場整備室長
田邊 国治	経済産業省 製造産業局 自動車課 自動車戦略企画室長
松坂 真史	国土交通省 自動車局 技術・環境政策課 専門官
大野 敬介	国土交通省 海事局 海洋・環境政策課 課長補佐
杉原 晶雄	国土交通省 航空局 大臣官房(航空戦略) カーボンニュートラル推進室 課長補佐
須山 友貴	国土交通省 総合政策局 公共事業企画調査課 課長補佐
河田 陽平	環境省 水・大気環境局 自動車環境対策課 自動車環境戦略企画官
プレゼンター	
早坂 和章	ENEOS 株式会社 中央技術研究所 燃料・化学品研究所長
田中 洋志	出光興産株式会社 CNX 戦略室 室長
吉崎 拓男	株式会社やまびこ 製品開発本部長
オブザーバー	
一般財団法人 運輸総合研究所	
一般財団法人 石油エネルギー技術センター	

会議概要(第1回環境整備WG)

<第1回環境整備WG>

日時: 令和5年1月13日(金)10:00 – 12:00

場所: 経済産業省別館 本館17階 特別会議室

委員名簿

有識者	
氏名	所属
秋元 圭吾	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 システム研究グループリーダー・主席研究員
橘川 武郎	国際大学 副学長・大学院国際経営学研究科 教授
工藤 拓毅	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 理事
重竹 尚基	ポストン・コンサルティング・グループ マネージング・ディレクター&シニア・パートナー
山内 弘隆	一橋大学 名誉教授 武蔵野大学 経営学部 特任教授
民間団体・企業等	
長島 拓司	石油連盟 カーボンニュートラル推進専門委員会委員長 (ENEOS株式会社 カーボンニュートラル戦略部長)
田中 洋志	出光興産株式会社 CNX 戦略室 室長
坂井 信	全国石油商業組合連合会 常務理事
林 倫	日本自動車工業会 燃料・潤滑油部会 部会長 (トヨタ自動車株式会社 先進技術開発カンパニー 電動化・環境材料技術部 新領域材料創生室 主査)
土山 智志	日本内航海運組合総連合会 (商船三井内航株式会社 みらい創成部長)
瀧澤 大	日本船主協会 海務部 課長
吉田 秀彦	定期航空協会 事務局 部長

行政機関等	
氏名	所属
布川 信	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 環境部 次世代火力・CCUS グループ 主任研究員
玄地 裕	国立研究開発法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門 研究部門長
高木 英行	国立研究開発法人産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター 研究チーム長
細川 成己	資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課長
野田 太一	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 ガス市場整備室長
田邊 国治	経済産業省 製造産業局 自動車課 自動車戦略企画室長
河村 茂雄	国土交通省 自動車局 車両基準・国際課 課長補佐
赤井 大介	国土交通省 海事局 海洋・環境政策課 内航海運技術革新推進官
杉原 晶雄	国土交通省 航空局 大臣官房(航空戦略) カーボンニュートラル推進室 課長補佐
平尾 禎秀	環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 脱炭素ビジネス推進室長
伊藤 史雄	環境省 地球環境局 総務課 脱炭素社会移行推進室長
河田 陽平	環境省 水・大気環境局 自動車環境対策課 自動車環境戦略企画官
オブザーバー	
一般財団法人 運輸総合研究所	
一般財団法人 石油エネルギー技術センター	
一般社団法人 日本ガス協会	

会議概要(第2回商用化推進・環境整備合同WG)

<第2回商用化推進・環境整備合同WG>

日時: 令和5年3月22日(水) 10:00 – 12:00

場所: イイノホール&カンファレンスセンター Room B

委員名簿(次ページも含む)

有識者		民間団体・企業等	
氏名	所属	氏名	所属
秋元 圭吾	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 システム研究グループリーダー・主席研究員	山本 吉美	一般社団法人日本自動車工業会燃料・潤滑油部会 (マツダ株式会社)
橘川 武郎	国際大学 副学長・大学院国際経営学研究所 教授	佐野 貴司	一般社団法人日本自動車工業会燃料・潤滑油部会 (いすゞ自動車株式会社)
工藤 拓毅	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 理事	井上 貴之	日本内航海運組合総連合会 (田淵海運株式会社)
重竹 尚基	ポストン・コンサルティング・グループ マネージング・ディレクター&シニア・パートナー	土山 智志	日本内航海運組合総連合会 (商船三井内航株式会社)
山内 弘隆	一橋大学 名誉教授 武蔵野大学 経営学部 特任教授	瀧澤大	一般社団法人日本船主協会 海務部 課長
民間団体・企業等		吉田秀彦	定期航空協会 事務局 部長
長島 拓司	石油連盟 カーボンニュートラル推進専門委員会委員長 (ENEOS株式会社 カーボンニュートラル戦略部長)	大西政広	公益社団法人全日本トラック協会 交通・環境部長
田中 洋志	出光興産株式会社 CNX 戦略室 室長	田中宏	公益社団法人日本バス協会 技術安全部長
坂井 信	全国石油商業組合連合会 常務理事	星野吉弘	一般社団法人日本建設機械工業会 カーボンニュートラル対応製品部会長
林 倫	日本自動車工業会 燃料・潤滑油部会 部会長 (トヨタ自動車株式会社 先進技術開発カンパニー 電動化・環境材料技術部 新領域材料創生室 主査)	山口宏	一般社団法人日本農業機械工業会 (株式会社クボタ)

会議概要(第2回商用化推進・環境整備合同WG)

行政機関等		行政機関等	
氏名	所属	氏名	所属
布川信	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 環境部次世代火力・CCUSグループ主任研究員	伊藤 史雄	環境省 地球環境局 総務課 脱炭素社会移行推進室長
玄地裕	国立研究開発法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門 研究部門長	河田 陽平	環境省 水・大気環境局 自動車環境対策課 自動車環境戦略企画官
高木英行	国立研究開発法人産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター 研究チーム長	オブザーバー	
細川成己	資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課長	一般財団法人 運輸総合研究所	
野田太一	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 ガス市場整備室長	一般財団法人 石油エネルギー技術センター	
田邊国治	経済産業省 製造産業局 自動車課 自動車戦略企画室長	一般社団法人 日本ガス協会	
須山友貴	国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 課長補佐		
河村 茂雄	国土交通省 自動車局 車両基準・国際課 課長補佐		
松坂真史	国土交通省 自動車局 技術・環境政策課 専門官		
赤井 大介	国土交通省 海事局 海洋・環境政策課 内航海運技術革新推進官		
大野 敬介	国土交通省 海事局 海洋・環境政策課 課長補佐		
杉原 晶雄	国土交通省 航空局 大臣官房(航空戦略) カーボンニュートラル推進室 課長補佐		
平尾 禎秀	環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 脱炭素ビジネス推進室長		

