

# バイオ燃料・合成燃料の サプライチェーン構築に向けて

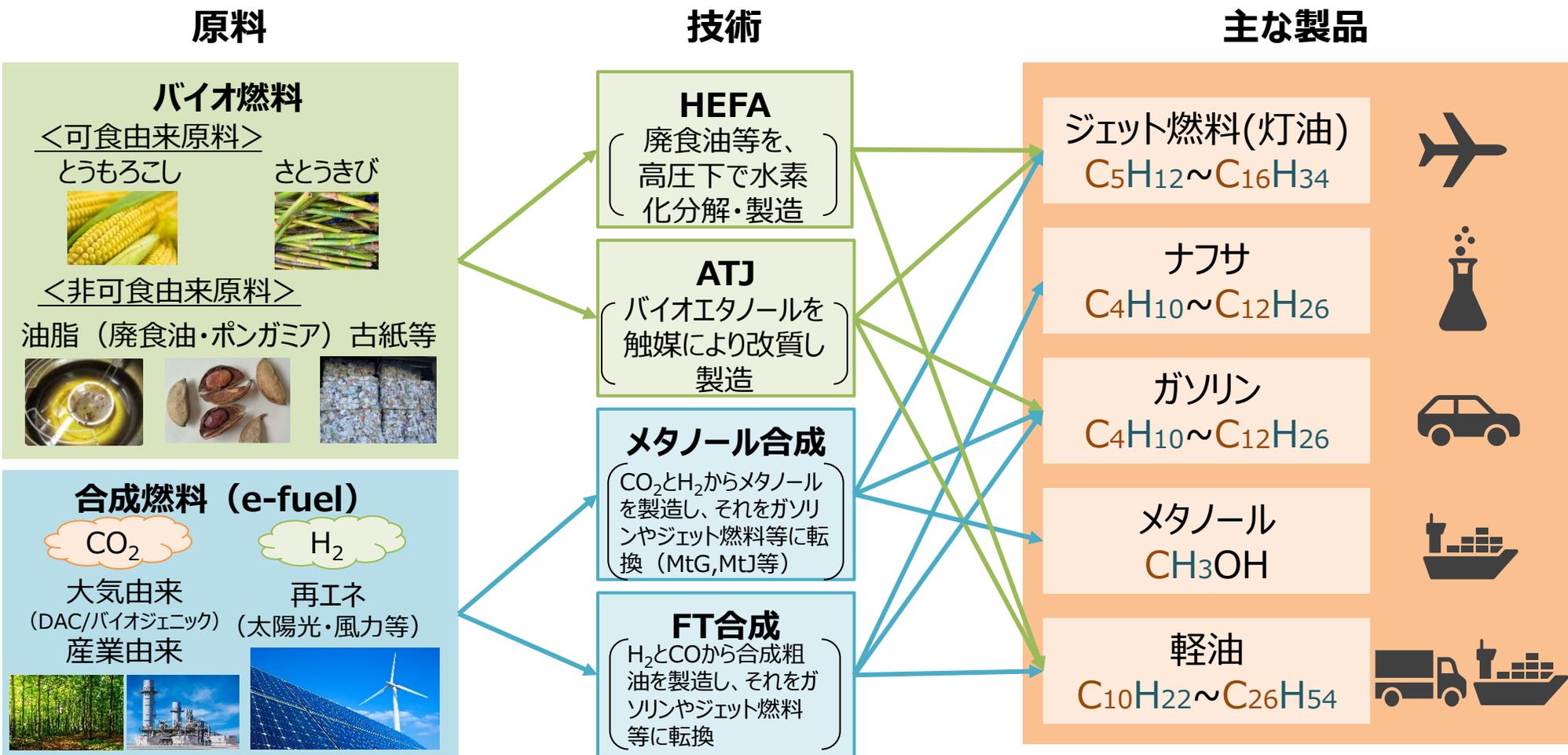
2024/03/28

資源エネルギー庁

# 次世代燃料（バイオ燃料・合成燃料）について

- **バイオ燃料**は、従来、とうもろこし、さとうきび等から製造されたガソリン代替の**バイオエタノール**を利用。近年、航空分野の国際的なCO<sub>2</sub>排出削減に向けた規制等を背景に**非可食原料の重要性が高まる**。
- **合成燃料（e-fuel）**は、発電所・工場やDAC等から回収された**CO<sub>2</sub>**と、太陽光・風力等の再エネから製造された**水素を合成して製造**される人工的な燃料。

## ＜バイオ燃料・合成燃料の製造プロセス＞

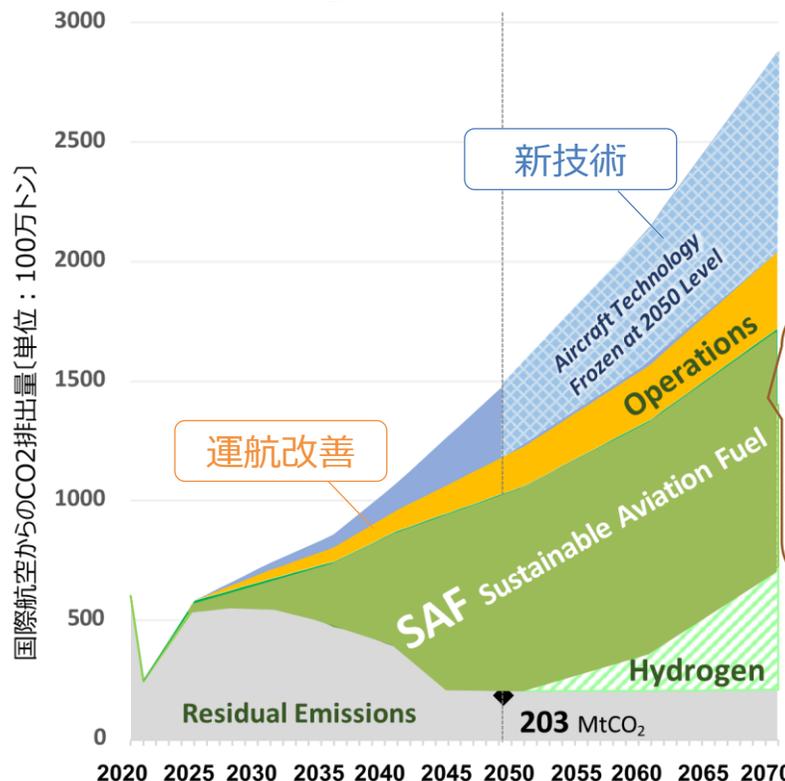


# (参考) SAFが必要となる背景：ICAOによる国際航空輸送分野でのCO<sub>2</sub>排出規制

- 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CO<sub>2</sub>排出量を、2019年のCO<sub>2</sub>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、2022年10月のICAO総会において、2024年以降は、2019年のCO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量予測と排出削減目標のイメージ>



2050年時点でのCO<sub>2</sub>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)

## <CO<sub>2</sub>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。

# (参考) 石油元売り企業によるSAF製造に係る主な取組

企業名	取組の概要
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Total Energies社（仏）連携</u>して、<u>和歌山製油所跡地</u>において、国内外から廃食油等を調達し、<u>HEFA技術</u>を用いて、<u>2026年時点で約40万KL/年</u>のSAFの製造を目指す。</li> <li>○ <u>CO2と水素</u>を原料とする合成燃料について、<u>2040年までの自立商用化</u>を目指し、製造技術開発における液体燃料収率の大幅な向上等に取り組む。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>千葉製油所</u>において、バイオエタノールを原料とした<u>ATJ技術</u>の確立に取り組むとともに、<u>2026年から10万KL/年</u>のSAFの製造を目指す。</li> <li>○ <u>東芝、東洋エンジニアリング、ANA等と連携</u>し、COと水素を合成し、SAF（合成燃料）を製造する技術開発・実証を実施。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>日揮HD、レボインターナショナルと連携</u>して、<u>堺製油所（大阪）</u>において、国内の廃食油を回収し、<u>HEFA技術</u>を用いて、<u>2024～25年に3万KL</u>のSAFの製造を目指す。</li> <li>○ <u>三井物産と連携</u>して、バイオエタノールを原料とした<u>ATJ技術</u>を用いて、<u>2027年時点で22万KL/年</u>のSAFの製造を目指す。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>伊藤忠商事と連携</u>して、<u>袖ヶ浦製油所（千葉）</u>において、<u>2027年に約18万KL/年</u>のSAFの製造を目指す。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>三井物産と連携</u>して、<u>南西石油（沖縄）</u>が所有する設備・遊休地を活用し、バイオエタノールを調達し、<u>ATJ技術</u>を用いて、<u>2028年時点で約22万KL/年</u>のSAFの製造を目指す。</li> </ul>

# 合成燃料（e-fuel）の導入促進に向けた官民協議会（2022年9月～）

- 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「合成燃料（e-fuel）の導入促進に向けた官民協議会」を設立。
- これまで、合成燃料の商用化目標を「2040年」としていたが、本協議会の議論を踏まえ、2023年6月に当初の目標を5年以上前倒する「2030年代前半」を新たな目標として掲げることを盛り込んだ中間とりまとめを公表。

## 設立時の官民協議会の建て付け

### 合成燃料（e-fuel）の導入促進に向けた官民協議会（親会）

- 合成燃料の導入促進に向けた総合的な検討
- 各WGにおける検討のとりまとめ
- 政府関係機関等への報告・提言

### 商用化推進WG

- モビリティ分野（自動車・航空機・船舶）を中心とした合成燃料の商用化に向けたロードマップの策定、サプライチェーン構築の検討・実証
- モビリティ分野以外における合成燃料の導入可能性の検討
- 合成燃料の導入促進に向けた広報活動 等

### 環境整備WG

- CO2削減効果を評価する仕組みの整備
- 合成燃料の導入促進につながる枠組み（GXリーグ等）の活用
- 国際的な認知度向上 等

## 官民協議会構成員／WG委員

### 【供給】

- ・製造：石油連盟
- ・流通：全国石油商業組合連合会

### 【需要】

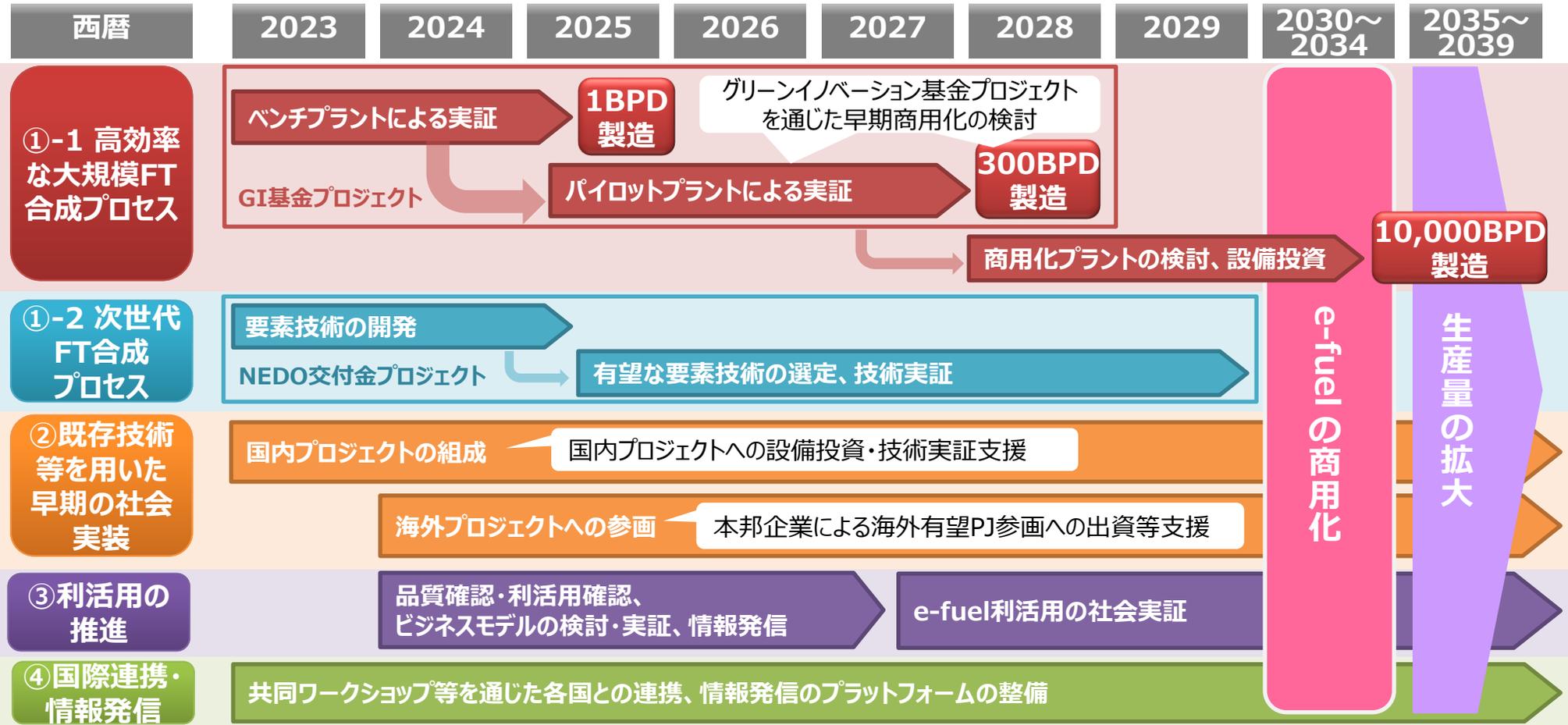
- ・自動車：日本自動車工業会、全日本トラック協会、日本バス協会
- ・航空機：定期航空協会
- ・船舶：日本内航海軍組合総連合会（内航船）、日本船主協会（外航船）
- ・産業機械：日本建設機械工業会、日本農業機械工業会

### 【有識者、研究機関、行政機関】

- ・有識者
- ・研究機関：NEDO、産業技術総合研究所
- ・行政機関：経済産業省（事務局）、環境省、国土交通省

# 合成燃料（e-fuel）の商用化に向けたロードマップ（2023年6月改定）

- 現行のGI基金事業（高効率な大規模FT合成プロセス） についての支援の拡充等を検討。（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継続

# 高効率な大規模FT合成プロセス（グリーンイノベーション基金事業）

- GI基金事業において、FT合成プロセスによる高効率かつ大規模な合成燃料製造技術を開発中で、当該事業のアウトカムとして、**現状2040年までの商用化を目指す**こととしている。
- **GI基金事業についての支援の拡充を通じて、商用化時期の前倒し（2040年→2030年代前半）**を検討。



- **2024年からの運転実証**に向け、ENEOS中央技術研究所（横浜市）にて装置建設が進行中。

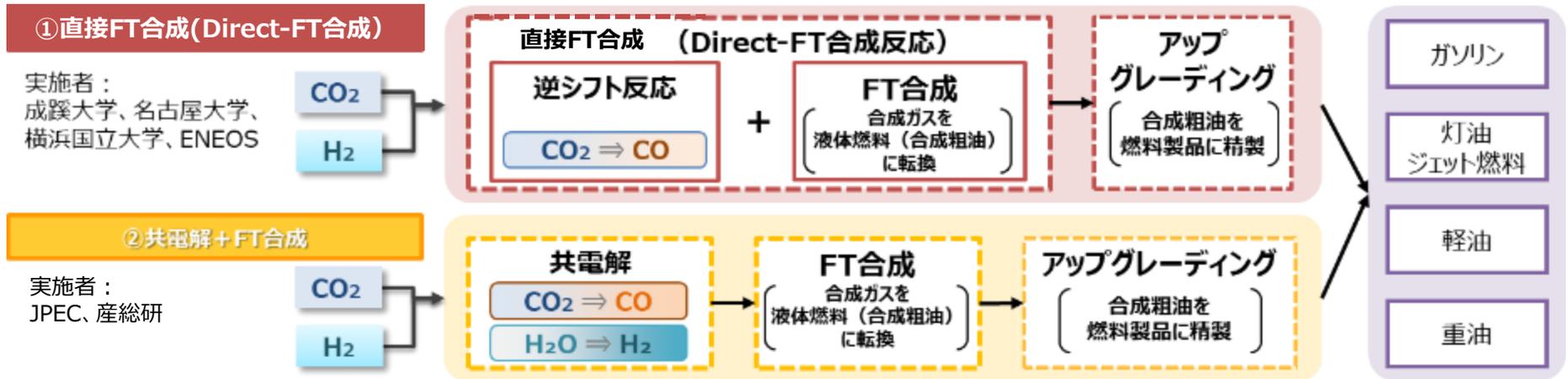


写真：ENEOS提供  
(2023年12月時点)

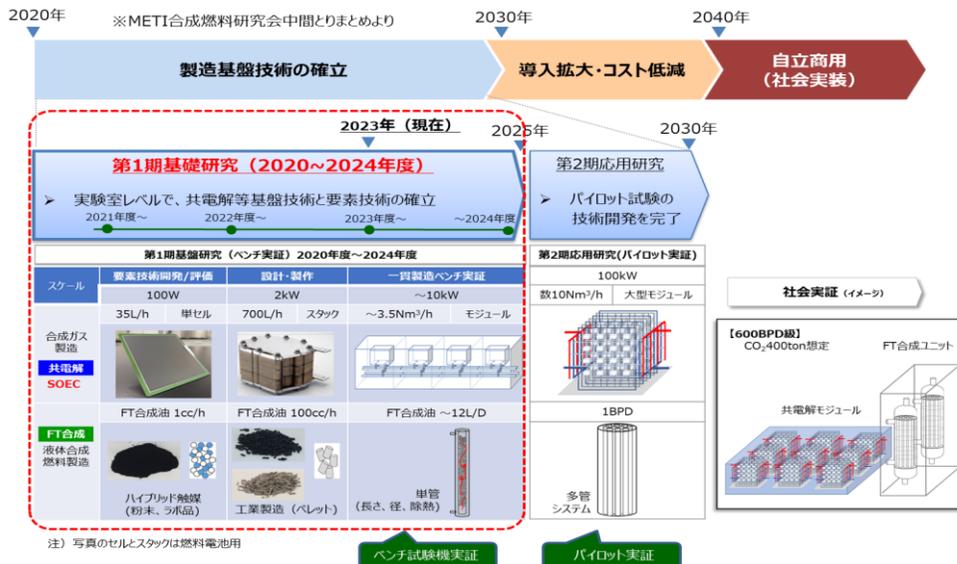
1 BD級ベンチプラント 設備配置 3D図

# 次世代FT合成プロセス（NEDO交付金事業）

- NEDO交付金プロジェクトにおいて、**合成燃料の製造効率を高めて低コスト化を実現**するため、**新たな合成技術（①直接FT合成（Direct-FT合成）、②共電解+FT合成等）の開発**を実施。



- 2024年度からの実証運転**に向け、産業技術総合研究所（つくば市）にて装置建設が進行中。

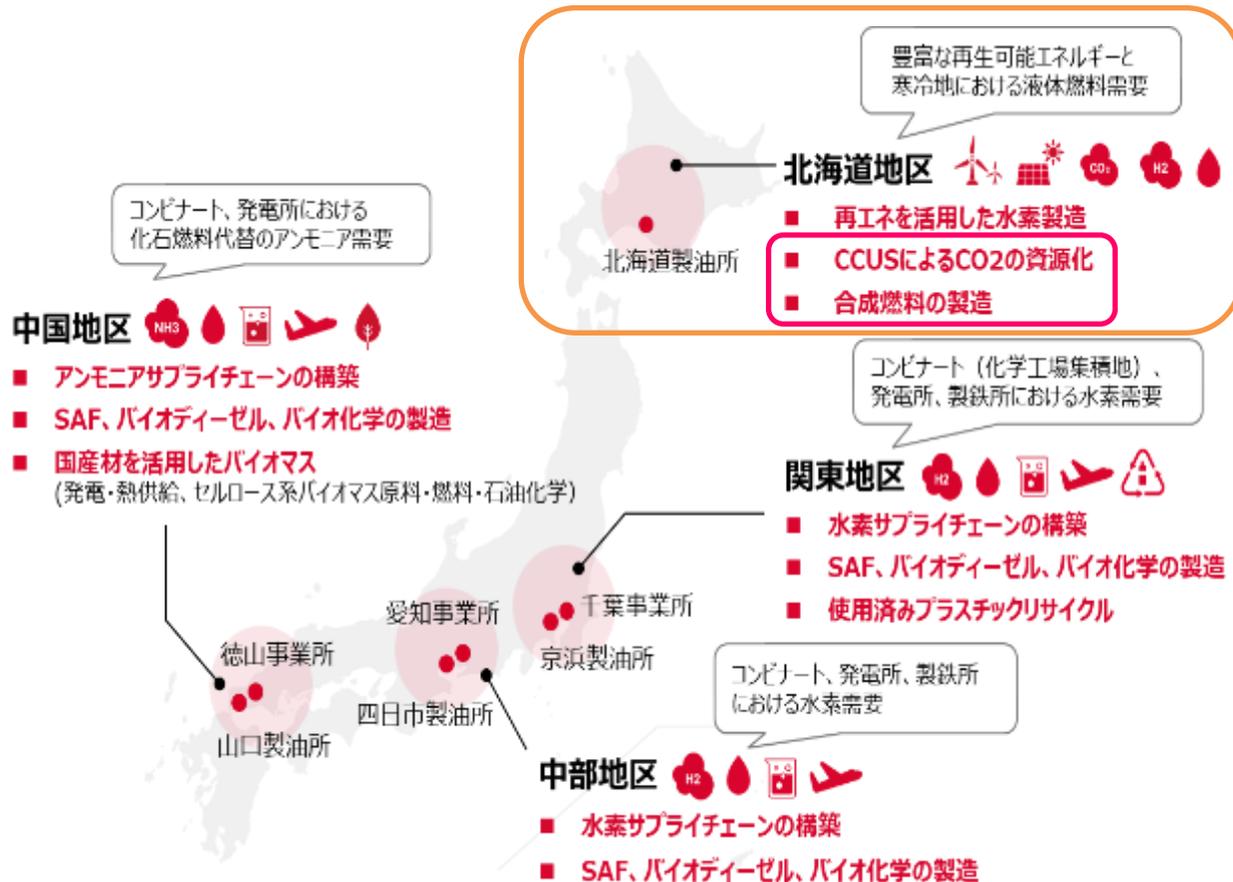


産業技術総合研究所 つくば西事業所  
 ゼロエミッション国際共同研究センター 研究施設

# 既存技術等を用いた早期の社会実装（国内プロジェクトの組成）

- 早期の社会実装を見据え、**既存技術を用いた国産e-fuelプロジェクトの組成**に当たっては、ビジネスモデルやコスト削減見通しの明確化を前提に**設備投資・技術実証等への支援や制度的枠組みについて検討**。

## ＜事例：出光興産 北海道製油所において検討されている国産e-fuel製造プロジェクト＞



- 北海道電力、JAPEX、当社の3社が北海道・苫小牧エリアにおけるCCUS実施に向けた共同検討を開始
- 苫小牧エリアの複数の地点をつなぐハブ&クラスター型CCUS事業を2030年度までに立ち上げることを視野に、CO<sub>2</sub>排出地点と回収設備、輸送パイプラインに係る技術検討、貯留地点の適地調査などを中心に具体的な調査・検討を進め、本共同検討にあわせ、CO<sub>2</sub>利活用も具体的な検討を進める。
- 苫小牧エリアにおける事業創出と産業・経済の発展に貢献しながら、2050年カーボンニュートラルおよびゼロカーボン北海道の実現を目指す。



(出典) 出光興産 2023年1月プレスリリースを基に作成

# 海運におけるメタノール燃料の広がり

- DNV（ノルウェー・オスロに本部を置く国際的な認証機関・船級協会）によると、
  - 代替燃料推進の大型船を発注する傾向が、より早いペースで続いている。
  - **メタノールを燃料として使用する船舶**（2種類の燃料を混合して運転できるエンジンを搭載した船）**の数が増加傾向。**
  - **メタノール燃料船は、コンテナ船向けが多い。**
 と報告されている。
- 2023年7月には、シンガポールの港湾において初のバイオメタノール燃料の供給（バンカリング）の実施を通じた燃料供給のための検証が開始されるなどの導入に向けた動きがある。

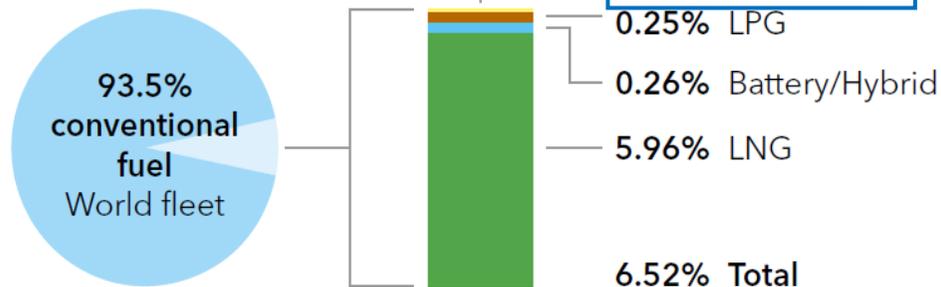
## <総トン数ベースでみた船舶の運航及び発注の状況（2023年7月時点）>

### 運行船舶

- メタノールはこれまで、メタノール貿易のタンカーに限定して選択されてきた。

### GROSS TONNAGE

#### Ships in operation



### 発注船舶

- 船舶の新造発注状況について、従来型の燃料は半数にとどまる。また、エネルギー源別の割合で見ると、メタノールはLNGに次ぐウェイト。
- メタノールを燃料として使用できる142隻の船が発注されており、コンテナ船向けが多い。

#### Ships on order

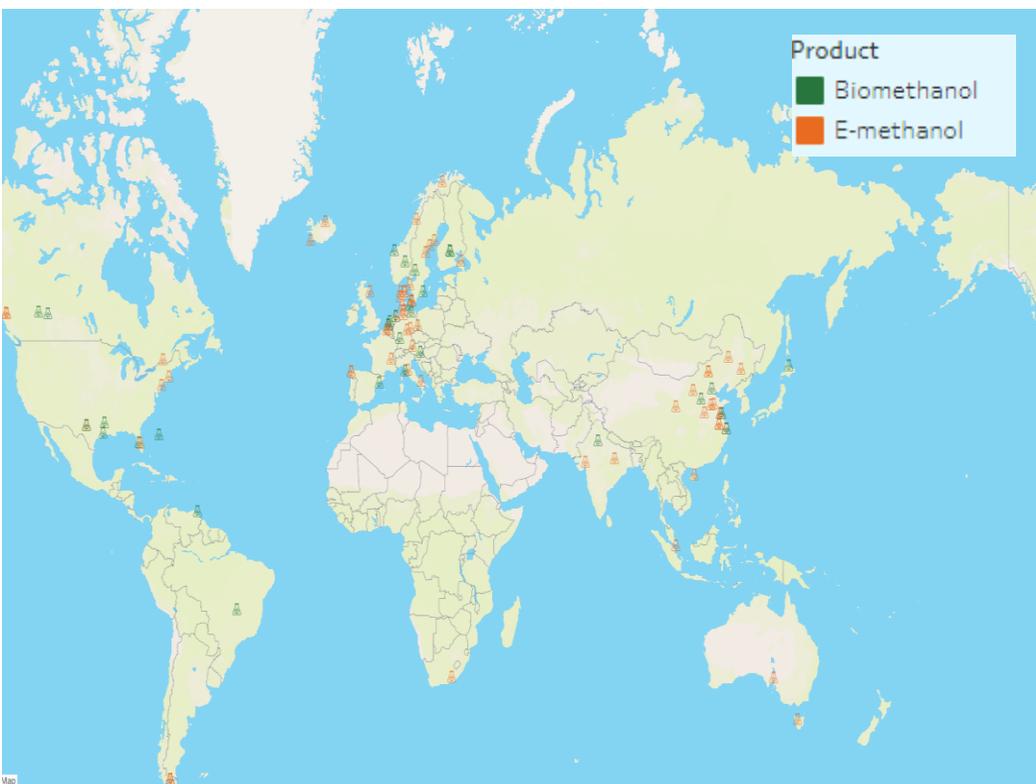


Sources: IHSMarkit (ihsmarkit.com) and DNV's Alternative Fuels Insights for the shipping industry - AFI platform (afi.dnv.com)

# グリーンメタノール製造に関する海外プロジェクトの状況

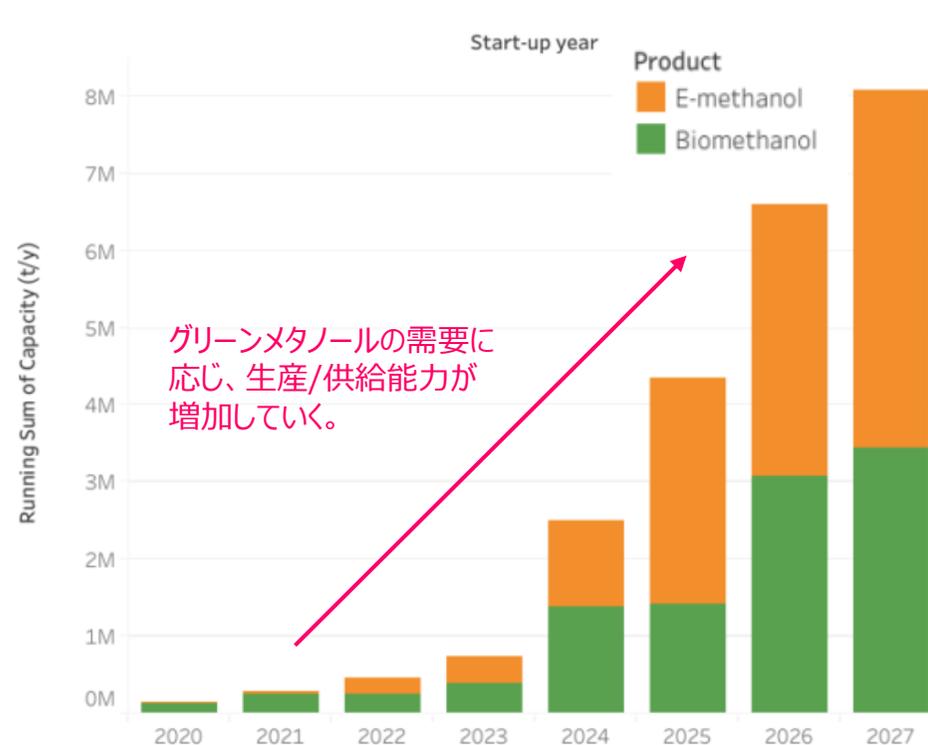
- グリーンメタノールに関するプロジェクトは、増加傾向。
- グリーンメタノール生産能力は、技術の継続的な進歩と政府支援の増加により、今後5年間で年間5,000～10,000トンから、年間50,000～250,000トン以上に増加すると予想されている。

## <グリーンメタノール製造に関する海外プロジェクト>



(出典) Methanol Institute

## <バイオメタノール及びe-メタノールの生産能力の予測>



Source : Methanol Institute Renewable Methanol Database of Current/Announced Projects

(出典) Methanol Institute

# 世界の主なe-fuelプロジェクト

## FT合成

### Nordic Electrofuel (ノルウェー)



- 初号機として、**eSAF**の生産を主軸としたプラント建設を計画。2027年に1万KL/年のe-fuel製造を開始予定。
- 2号機 (20万KL/年) のプロジェクトも計画されている。
- 当社は、EUイノベーションファンドから、4千万ユーロの補助金を得ている。



(出典) Nordic Electrofuel社 HP

## FT合成

### Infinium (米)



- 自社の独自のFT合成技術を用いた低炭素燃料の生産プロジェクトを展開中。
- 三菱重工 (米国法人) は、同社に出資。
- 初号機は、**eディーゼル**や**eナフサ**を生産。EC事業を手がけるアマゾンがeディーゼルのオフテイク。2023年末に操業開始。
- 新たに2号機案件として、**eSAF**を中心とした燃料を生産するプロジェクトを計画。これに関し、BECが出資発表。また、アメリカン航空は、eSAFに関するオフテイク契約を締結。



(出典) Infinium社 HP

## FT合成

### Arcadia eFuels (デンマーク)



- 世界的な化学・エネルギー企業であるSasol及び炭素排出削減技術を持つTopsoeと協力して、**eSAF**製造を計画
- 初号機として、2026年に10万KL/年規模のプラントの立ち上げを計画。
- デンマークや英国等の欧州エアラインに供給される見込み。



(出典) Arcadia eFuels HP

## メタノール合成

### HIF USA (米)



- Haru Oniで得た知見・経験を基に、米国テキサス州マタゴルダにおいて、2027年までに140万KL/年の**eメタノール**を生産するPJを計画。
- 船舶燃料向けに供給される見込み。

## メタノール合成

### HIF Chile



### Haru Oni PJ (チリ)

- “Haru Oni”は、原住民の言葉で「強風」を意味する。
- 風力発電由来の再エネ水素とDACによるCO2から生産されたeメタノールをMTGプロセスにより**eガソリン**に転換するデモプラントを建設し、2022年12月に実証開始。
- 生産されたeガソリンは、自動車メーカーのボルシェがオフテイク。2023年11月、ボルシェが使用する約2.5万リットルの**eガソリン**をチリから英国に初めて商業出荷したと発表。

## メタノール合成

### ABEL Energy (豪)

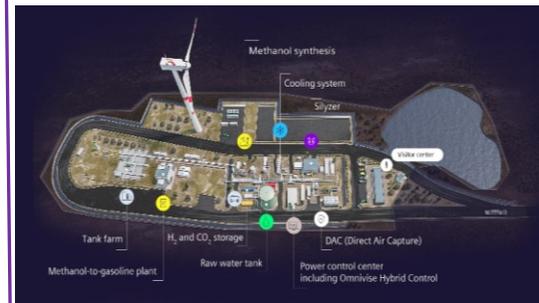


### Bell Bay Powerfuels, Tasmania

- 240MWの水電解プラントからのグリーン水素とバイオマスガス化炉から回収されたCO2等から**eメタノール**を生産する。
- 2027年の生産開始を目指し、生産規模は30万トン/年。船舶への供給を見込む。



(出典) Bell Bay Powerfuels (LinkedIn)



(出典) Siemens Energy社, Haru Oni

# 国際連携の必要性（E-fuelsカンファレンス）

- 2023年9月、ドイツにおいて「E-Fuelsカンファレンス」（ドイツ連邦デジタル交通省主催）が11か国（ドイツ、日本、チェコ、モロッコ等）から約80名の産・学・官の関係者参加のもと開催され、日本からは、G7議長国として太田経済産業副大臣が出席。
- 会議の中で、太田副大臣から、e-fuelは、①ストック車両を含め幅広く排出削減に取り組むことができること、②貯蔵や運搬が容易であること、③既存のインフラを活用できることを主張するとともに、今後に向けて、CO2の移動に伴う炭素会計や品質の標準化など、国際的な連携による課題解決の必要性を提起。
- 再生可能エネルギーのポテンシャルを持つグローバルサウスが果たす役割についても認識。
- 別途、ドイツ・ヴィッティング連邦デジタル・交通大臣及びチェコ・クプカ運輸大臣とも会談し、日独・日チェコが連携して国際的な対話を推進・継続していくことの必要性を確認。



E-fuelsカンファレンス



ドイツ・ヴィッティング大臣との会談

# 合成メタン (e-methane) / メタネーション

- 水素と回収したCO<sub>2</sub>から合成(メタネーション)される**合成メタンは、再エネ・水素利用の一形態。**
- 合成メタン燃焼時に排出されるCO<sub>2</sub>は回収したCO<sub>2</sub>であるため、追加的に**新たなCO<sub>2</sub>が排出されるわけではなく、低炭素・カーボンニュートラルに資する。**
- 合成メタンは、LNG・天然ガスの**既存のサプライチェーンをそのまま利用可能**。具体的には、供給側では**既存のLNG・都市ガスインフラを活用**することで**切れ目なく柔軟に供給**でき、需要側でも**都市ガス用の既存設備を活用して設備コストを抑えながら脱炭素化を図る**ことができる。
- **エネルギー基本計画等**において、**ガス体エネルギーの脱炭素化に向けて合成メタン中心に水素直接利用、バイオガス等も利用する目標**を設定。**都市ガス業界も同じ目標**を掲げ、**東京ガス・大阪ガスは2030年に合成メタン1%導入を表明**。

## メタネーション／カーボンリサイクル (イメージ)

