

2024年度NEDO再生可能エネルギー一部成果報告会
プログラム No.1

SAF（持続可能な航空燃料）実用化に向けた NEDOの取組

発表日：2024年12月18日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 矢野 貴久

団体名 NEDO 再生可能エネルギー部 バイオマスユニット

問い合わせ先 E-mail: nedo.biofuel@ml.nedo.go.jp

目次

1. SAF導入の背景

2. 国内外の動向

3. SAFに求められるポイント

4. SAF製造技術の課題解決に向けたNEDOの取組

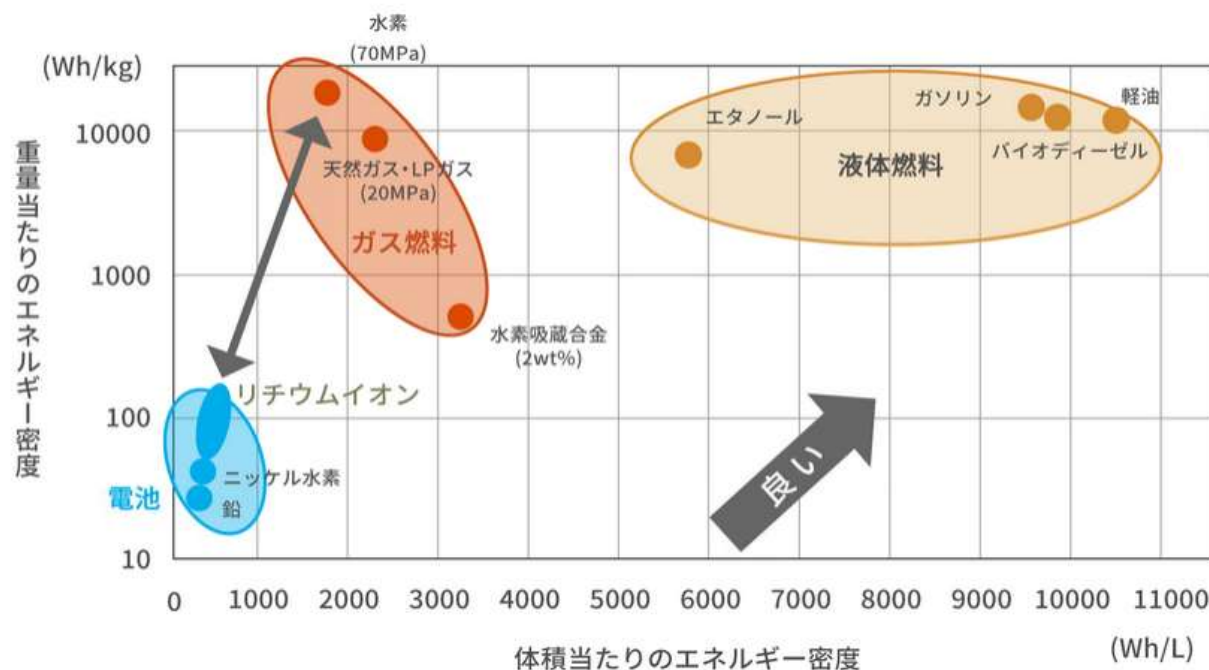
5. 今後の開発の展望

数千kmの長距離を移動する国際線の航空機のように、
長時間にわたり大出力を維持する大型輸送体では、
エネルギー密度の高いエネルギー源が必要。
 現在は、石油由来の炭化水素を燃料として、
 ジェットエンジンの推力で飛行している。



液体燃料は、同じ容積あたりに
 たくさんのエネルギーを詰め込
 むことができるので、重量当た
 りのエネルギー密度が同等のガ
 ス燃料よりも、より**長距離を飛
 行**することができる。

エネルギー密度の比較



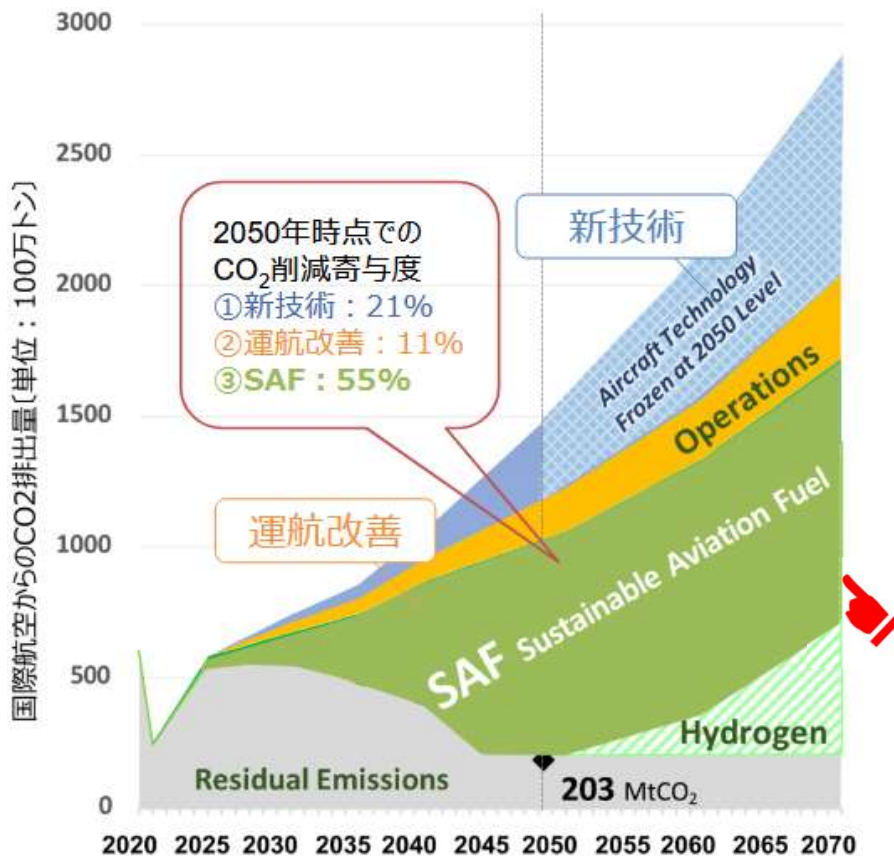
SAFとは

(Sustainable Aviation Fuel/持続可能な航空燃料)

- ◆原料は、植物、廃食油・油脂（動植物）、
都市ごみ（廃ガス含む）、微細藻類、など多様
- ◆二酸化炭素排出削減効果が期待される
- ◆既存の航空機、燃料供給インフラを使用可能（Drop in燃料）

国際航空分野の温暖化対策

- ・ **世界の航空輸送部門**では、航空機燃料として石油由来のジェット燃料を用いている中、**地球温暖化対策が大きな課題**となっている
- ・ **国際民間航空機関（ICAO）**は、国際航空分野の **2020年以降の温室効果ガス排出量増加分をゼロ**とする目標を策定。2027年以降は温室効果ガス排出量削減が義務化される。手法の一つとして**持続可能な航空燃料（SAF：Sustainable Aviation Fuel）の導入が期待**されている
- ・ ICAOによる国際航空輸送分野のCO2排出量削減目標の達成に向けて、**世界的にもSAFの需要拡大**が見込まれる



✓**ICAO** (International Civil Aviation Organization)
 2050年までの炭素排出Net-Zeroの実現
 SAF導入及びクレジット購入によるCO₂排出削減を、

- ・ 2021年から自主規制 / 2027年から義務化
- ・ ベースラインを2019年の排出量の85% (2024~2035年)

✓**IATA** (International Aviation Transport Association)
 IATA加盟航空会社の2050年炭素排出Net-Zeroの達成

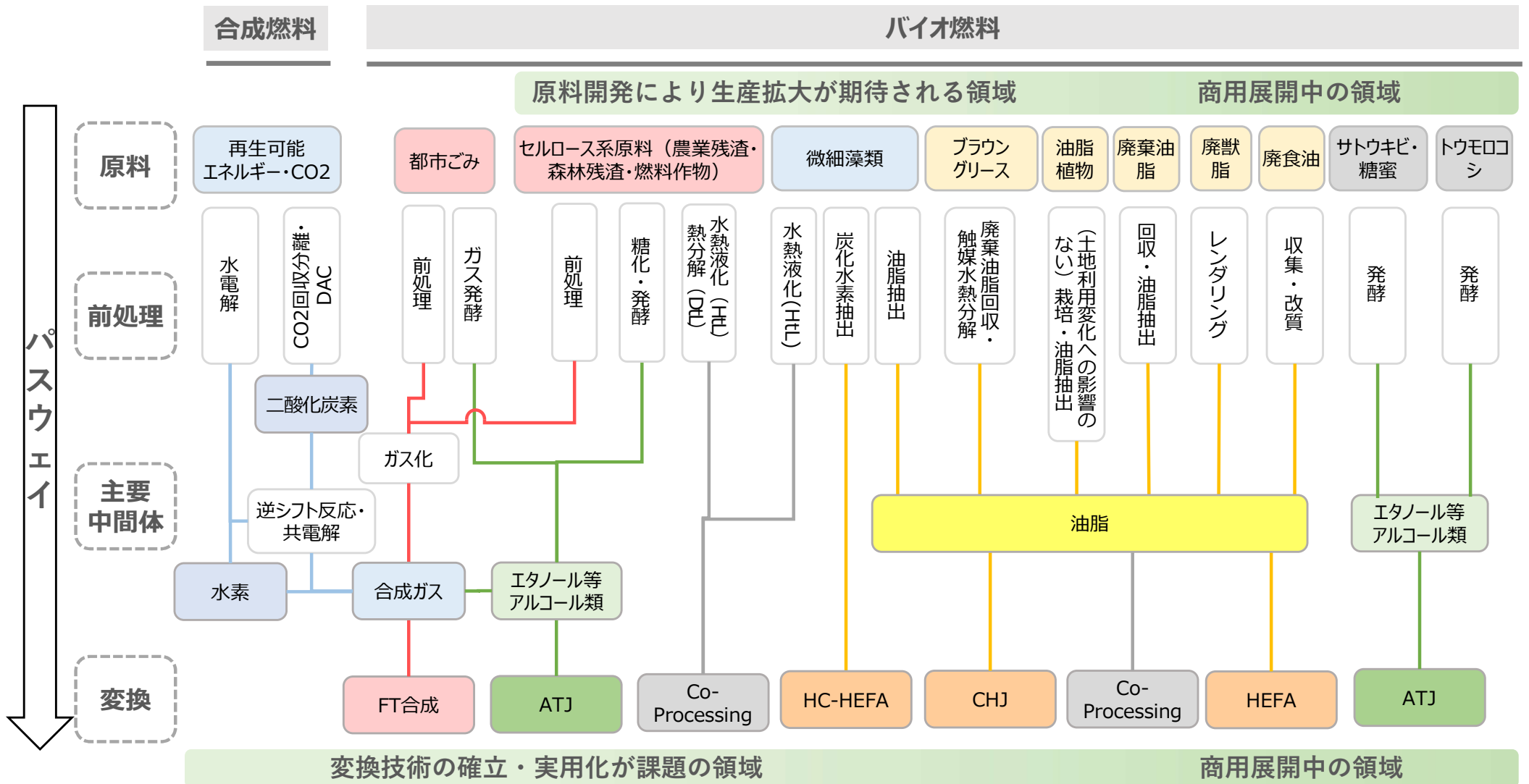
CO2削減の手段として**SAFの導入**が期待されている

全世界SAF想定需要(最大)6.5億kℓ @2050年*

国際航空からのCO2排出量予測と排出削減目標のイメージ

* 「ICAO annual report2019, ICAO Revenue Passenger-Kilometres Scenarios by route group(2018-2050)」の集計

様々な原料からのSAFへの変換プロセス



出所：NEDO HP 2022年度～2023年度成果報告書：国内外におけるSAFの製造技術ならびに低コスト化技術に係る動向調査

ICAOホームページ SAF追跡ツール



<https://www.icao.int/environmental-protection/pages/SAF.aspx> (2024年11月27日閲覧)

→ 一方、IATAによると2024年のSAF生産量は1.5百万トン（1.9百万KL）の見込み
これは世界航空燃料需要の0.53%に相当

国内におけるSAFの利用見込み

- 国交省が、エアラインが作成した計画等により試算したところ、2030年時点では国内において**172万kLのSAF利用**（本邦＋外航）が見込まれる。



本邦エアライン	・各年の給油量は航空運送事業脱炭素化推進計画及びヒアリングを基に積み上げ(※1)。
外航エアライン	<ul style="list-style-type: none"> ・2030年にジェット燃料給油量の10%をSAFに置き換えるものとし、各年均等(約1.7%)に利用量を増やすものと想定。 ・2030年のジェット燃料給油量は、2019年給油実績にICAOのCO2排出量増加量(※2)を乗じて算出。 ・2019年の給油実績は、航空輸送統計を利用。 ・2030年利用見込みは、日本に就航している外航エアラインへのアンケート、および主要社への個別ヒアリング結果を反映。

・供給量の見通し(2030)は、第3回SAF官民協議会資料を基に作成

※1 国際競争力のある価格が前提。輸送量により変動。

※2 出典: Analyses in Support of the 2022 CORSIA Periodic Review: Assessment of Additional CORSIA Baseline Options (2022年6月)

SAF製造に求められるポイント

(Sustainable Aviation Fuel/持続可能な航空燃料)

(1) 量

(2) コスト

**(3) 品質 (燃料規格適合と、
GHG排出削減効果)**

(4) Sustainability

(5) 早期商用化

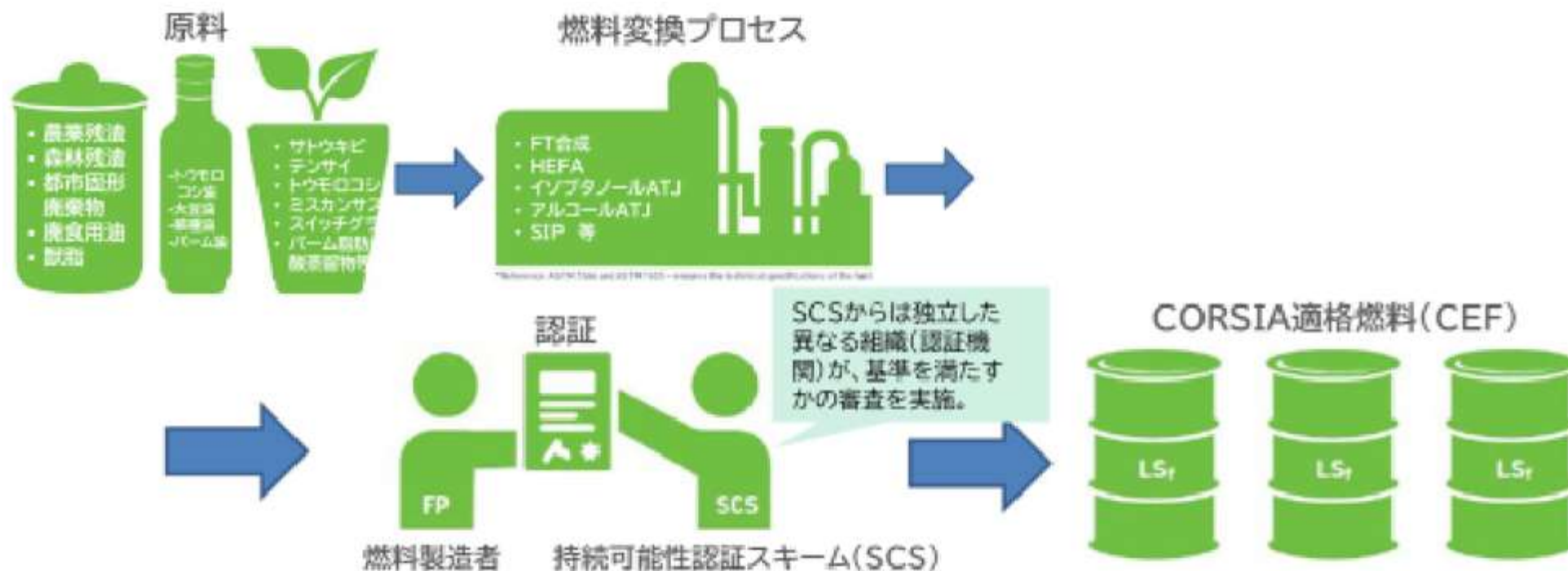
代替航空燃料認証制度 ASTM International D7566

- 航空燃料の製造方法及び原料の国際規格はASTM Internationalが策定
- ASTM D7566において、代替燃料の原料と製造方法の組合せによりAnnexに分類され、Annex毎に従来燃料との混合上限比率を規定。
- 混合比率、及び混合後のスペックがD7566の規定に合致すれば、ASTM D1655(航空機燃料の国際規格)に適合したと見なせる。(D1655燃料として流通可能)

ASTM/D7566	精製方法	略称	原料例	混合率
Annex A1	Fischer-Tropsch 法により精製される合成パラフィンケロシン	FT	バイオマス等	最大50%
A2	植物油等の水素処理により精製される合成パラフィンケロシン	HEFA	植物油、獣脂、廃食油	最大50%
A3	発酵水素化処理糖類由来のイソパラフィン	SIP	砂糖生産に使用されるバイオマス	最大10%
A4	非化石資源由来の芳香族をアルキル化した合成ケロシン	FT-SKA	バイオマス等	最大50%
A5	アルコール・ジェット由来の合成パラフィンケロシン	ATJ-SPK	バイオマス由来のエタノール、イソブタノール、イソブテン	最大50%
A6	脂肪酸エステル・脂肪酸の熱変換により精製される合成ケロシン	CHJ	植物油、獣脂、廃食油	最大50%
A7	炭化水素・エステル・脂肪酸の水素化処理により精製される合成パラフィンケロシン	HC-HEFA-SPK	藻類	最大10%
A8	芳香族化合物を含むアルコール・ジェット由来の合成パラフィンケロシン	ATJ-SKA	バイオマス由来C2-C5アルコール	最大50%

CEF（CORSA適格燃料） 認証取得プロセス

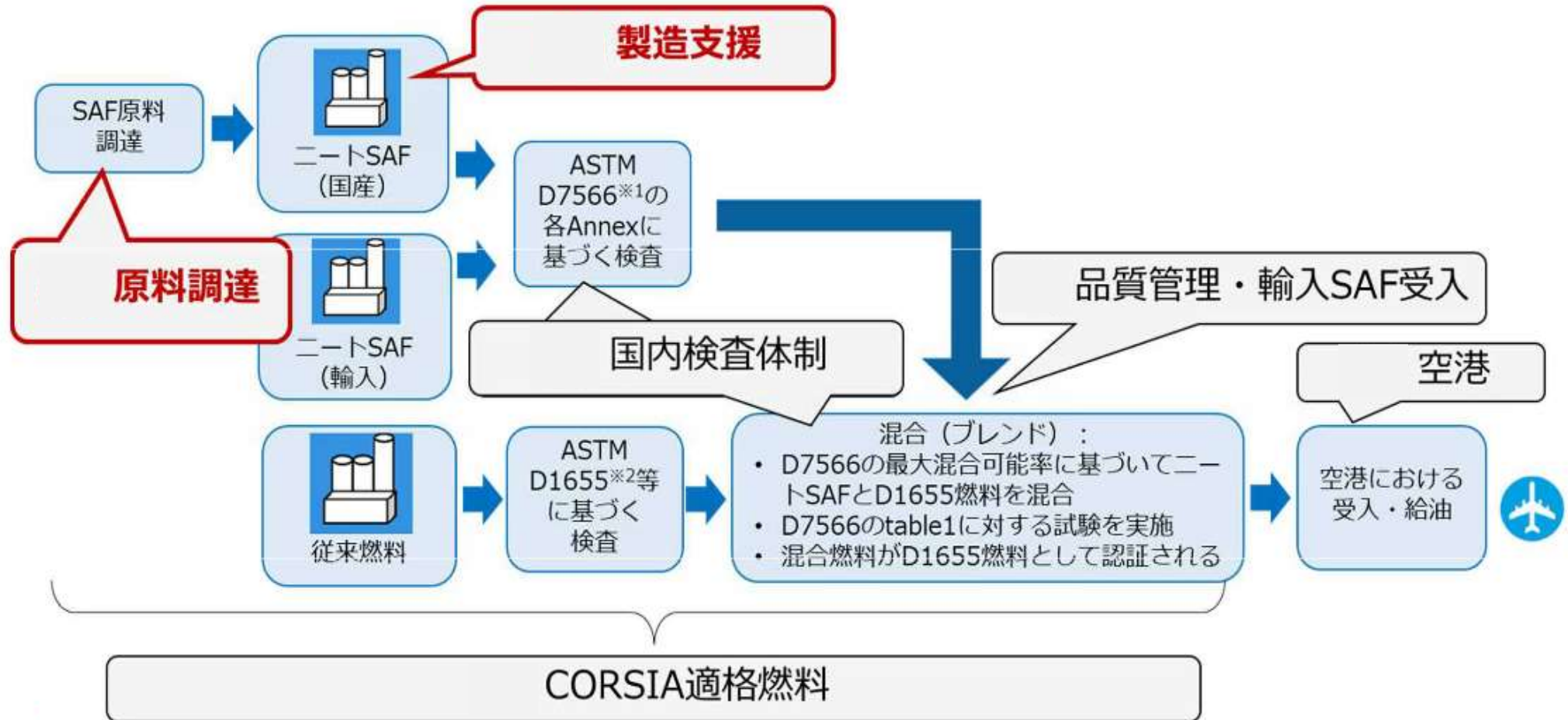
- CORSAで用いるSAFを製造するには、CEF（CORSA適格燃料）であることを証明する基準に従って製造する必要があり、第三者認証機関によって審査・認証が行われる
- 正味温室効果ガス削減の実現と、持続可能性基準を満たしていることが認証されることにより、製造されたSAFの環境面での品質（排出削減効果）が認められる



出所) 我が国におけるSAFの普及促進に向けた課題・解決策 (運輸総合研究所調査)

→ 「バイオジェット燃料生産技術開発事業」に参画している複数のNEDO助成事業者も2024年度にCORSA認証を（工程について）取得

SAFに係る課題の全体像



課題解決へのNEDOのこれまでの取組 (バイオジェット燃料生産技術開発事業)

(1) 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験 (2017~2021)

課題

- 要素技術を組み合わせた一貫製造プロセスの構築
- 製造システムの安定運転

実施内容

2030年頃までに商用化が見込まれるSAF製造プロセスを確立するため、前事業で培った要素技術を組み合わせ、**原料からSAFまでの一貫製造プロセスをパイロットスケール試験により検証し、安定的な長期連続運転を実現**

【原料：微細藻類】

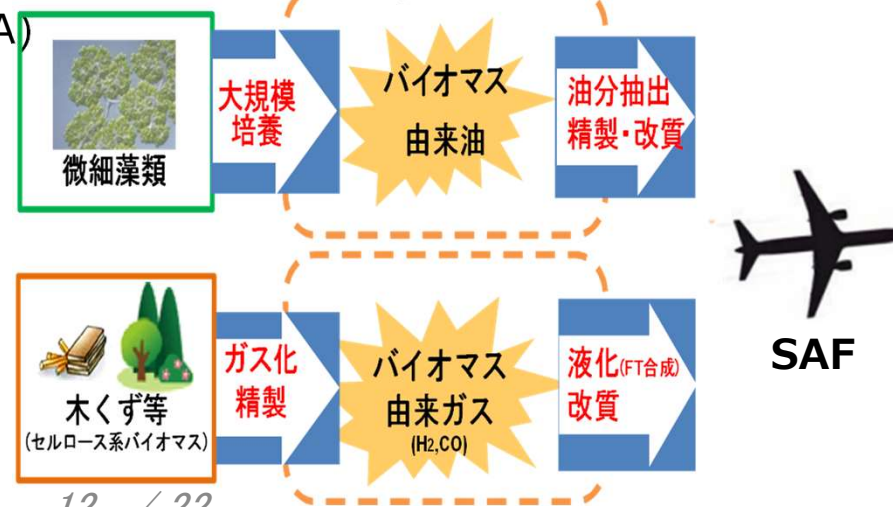
①高速増殖型ボツリオコッカスを使った純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発

【委託先】株式会社IHI、国立大学法人神戸大学

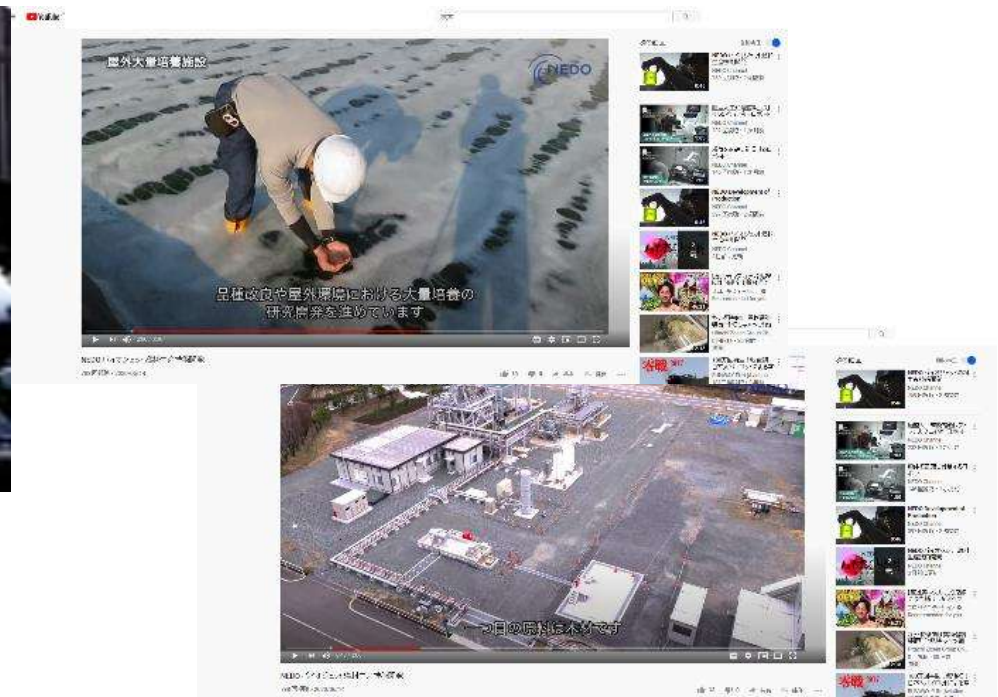
【原料：木質バイオマス】

②高性能噴流床ガス化とFT合成による純バイオジェット燃料製造パイロットプラントの研究開発

【委託先】三菱パワー株式会社(現 三菱重工業株式会社)、株式会社JERA、東洋エンジニアリング株式会社、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)



NEDO Channel に 「バイオジェット燃料生産技術開発事業」に関する広報動画を公開



[本編 6 分版]

<https://www.youtube.com/watch?v=zMmQL-z9iac>

課題解決へのNEDOの現在の取組 (バイオジェット燃料生産技術開発事業)

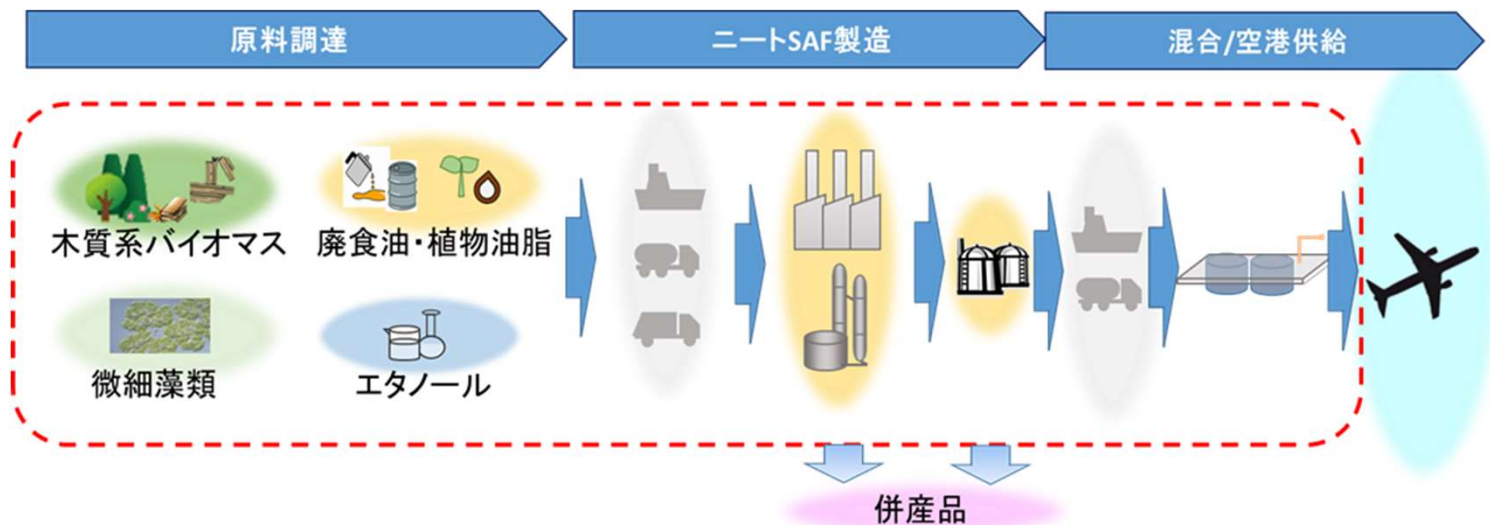
(2) 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築 (2020~2024)

課題

- 国内未利用資源の掘り起こし
- 海外原料の安定確保
- サプライチェーンモデルの実例を増やす
- 大規模生産、コスト低減に向けた検討

実施する内容

- ✓ 2030年頃までに一貫製造技術の確立、及びSAFの国際規格 (ASTM D7566) の認証取得が見込めるものであって、既存のジェット燃料のライフサイクルでの温室効果ガス排出量と比較して、温室効果ガス排出削減が見込まれ、かつ、想定する将来の製造規模を技術的に実現し得るSAF製造技術を軸に、サプライチェーンの構築に必要な事業を行う
- ✓ 原料別に事業を展開
 - ①木質系バイオマス
 - ②微細藻類
 - ③廃食油・植物油脂
 - ④国産第二世代バイオエタノール



実証を通じたサプライチェーンモデルの構築 (研究開発テーマ名と実施事業者)

研究開発テーマ	実施事業者
油脂系プロセスによるバイオジェット燃料商業サプライチェーンの構築と製造原価低減 (2020-2021年度)	ユーグレナ
パルプからの国産SAFの一貫生産およびサプライチェーン構築実証事業 (2020-2022,2022-2024年度)	Biomaterial in Tokyo、三友プラントサービス
国産廃食用油を原料とするバイオジェット燃料製造サプライチェーンモデルの構築 (2021-2024年度)	日揮ホールディングス、日揮、レオインターナショナル、コスモ石油
低圧・低水素消費型多機能触媒利用の植物由来SAF実証サプライチェーンモデルの構築 (2022-2024年度)	日本グリーン電力開発
食料と競合しない植物油脂利用によるSAFサプライチェーンモデル構築および拡大に向けた実証研究 (2022-2023,2023-2024年度)	J-オイルミルズ
BECCSを活用したガス化FT合成プロセスによるSAF製造技術のビジネスモデル検証 (2023-2024年度)	三菱重工業、東洋エンジニアリング

課題解決へのNEDOの現在の取組 (バイオジェット燃料生産技術開発事業)

(3) 微細藻類基盤技術開発 (2020~2024)

課題

- 微細藻類の大量培養技術の実証
- カスケード利用技術の開発
- 基盤研究拠点の整備、標準化
- LCA評価手法(曝気CO₂等)

実施する内容

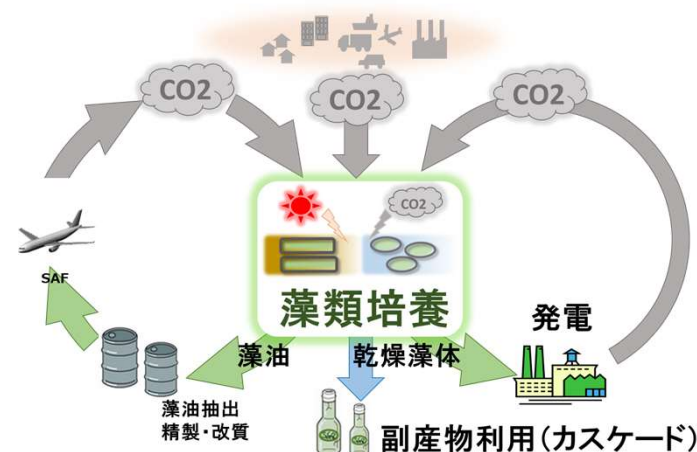
[2-1] 微細藻類基盤技術実証

微細藻類に係る安定大量培養技術を確立すべく、実用化を行う際の1ユニット単位となる規模の実証事業を3モデル実施

- ① 発生物カスケード利用
- ② 海洋ケイ藻利用
- ③ 発電所排ガス利用

[2-2] ④ 微細藻類研究拠点(IMAT)における基盤技術開発※

広島県大崎上島において、様々な条件下での藻類種ごとの実証データ取得が可能なテストベッドを含む研究拠点を整備し、商用化にあたっての課題の解決や培養工程でのCO₂利用効率を向上させるための手法の検討等を行う



微細藻類基盤技術開発(2020~2024)

培養装置



藻類種

<i>Botryococcus braunii</i>	<i>Euglena gracilis</i>	<i>Cocomyxa</i> sp. (ケム編集技術あり)	① <i>Fistulifera solaris</i> ② <i>Mayamaea</i> sp.	<i>Chlamydomonas</i> sp. 等 (多数の変異株保有)
				
緑藻 光合成により 炭化水素生成	ミドリムシ 動物と植物の性質を 併せ持つ	緑藻	海洋性ケイ藻	緑藻



培養場所

国内 or 海外

微細藻類基盤技術開発 (研究開発テーマ名と実施事業者)

微細藻類基盤技術開発 [微細藻類基盤技術実証]

研究開発テーマ	実施事業者
微細藻バイオマスのカスケード利用に基づくバイオジェット燃料次世代事業モデルの実証研究 (2020-2022年度)	ユークレ、デンソー、伊藤忠商事、三菱ケミカル
海洋ケイ藻のオープン・コース型ハイブリッド培養技術の開発 (2020-2024年度)	電源開発
熱帯気候の屋外環境下における、発電所排気ガスおよびフレキシブルプラスチックフィルム型フォトバイオリアクター技術を応用した大規模微細藻類培養システムの構築および長期大規模実証に関わる研究開発 (2020-2024年度)	ちとせ研究所

微細藻類基盤技術開発 [微細藻類研究拠点における基盤技術開発]

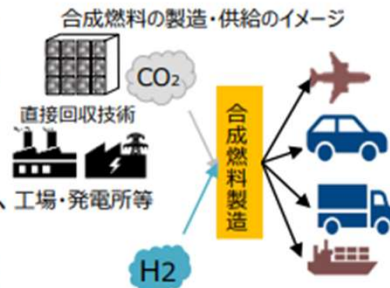
研究開発テーマ	実施事業者
微細藻類由来バイオジェット燃料生産の産業化とCO ₂ 利用効率の向上に資する研究拠点及び基盤技術の整備・開発 (2020-2024年度)	(一社)日本微細藻類技術協会

グリーンイノベーション基金事業/ CO2等を用いた燃料製造技術開発

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

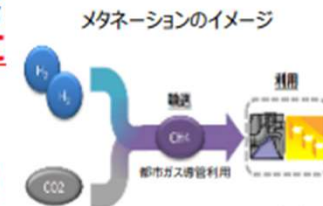
合成燃料の製造収率、利用技術向上に係る技術開発

- CO₂と水素から逆シフト、FT合成、これらの連携技術などを用いて高効率・大規模に液体燃料に転換するプロセスを開発する。
- 2040年までの自立商用化を目指し、2030年までにパイロットスケール（300B/日規模を想定）で液体燃料収率80%を実現する。



合成メタン製造に係る革新的技術開発

- 再エネ電力等から製造した水素と、発電所等から回収したCO₂から効率的にメタンを合成する技術（メタネーション）を確立する。
- 2030年度までに、エネルギー変換効率60%以上を実現。



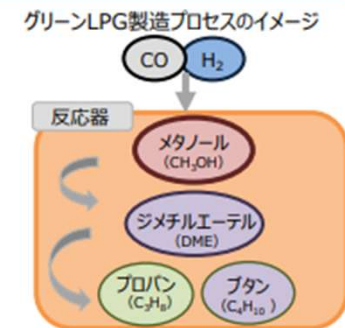
持続可能な航空燃料（SAF）製造に係る技術開発

- 大規模な生産量（数十万kL）を見込めるエタノールからSAFを製造するATJ技術（Alcohol to JET）を確立する。
- 2030年までの航空機への燃料搭載を目指し、液体燃料収率50%以上かつ製造コストを100円台/Lを実現する。



化石燃料によらないグリーンなLPガス合成技術の開発

- 水素と一酸化炭素から、メタノール、ジメチルエーテル経由で合成される、化石燃料によらないLPガス（グリーンLPG）の合成技術を確立する。
- 2030年度までに生成率50%となる合成技術を確立し、商用化を目指す。



(参考) SAFの原料・技術毎の今後の見通し

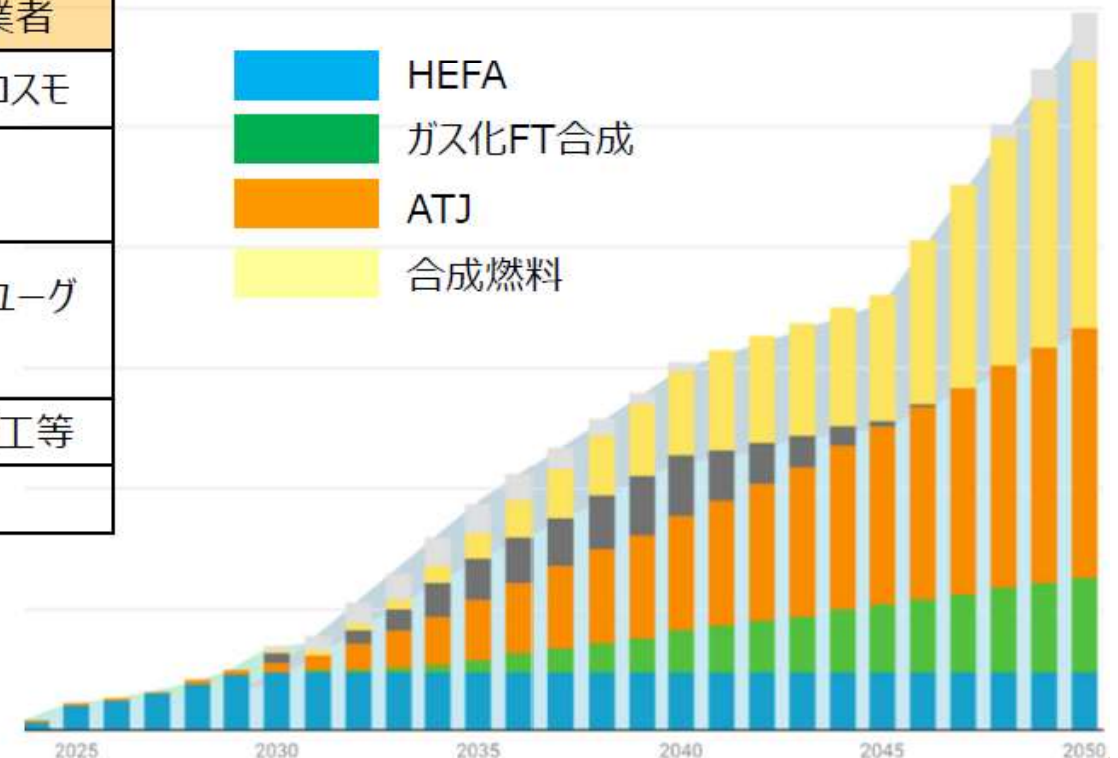
- 足下では、**廃食油が主な原料**だが、世界的な需要増大により供給量不足・価格高騰。安定的な原料確保に向けた取組が必要不可欠。
 - 賦存量が豊富な米国・ブラジルの**バイオエタノール（コーン、さとうきびが原料）**を活用（GI基金において技術開発中）
 - 可食原料は欧州が利用制限。あわせて東南アジア・豪州を中心に、**非可食原料（ポンガミア等）**を開拓
- 2050年には、**合成燃料由来のSAF（E-SAF）**がSAFの原料のおよそ半分を占める見込み。

<SAFの原料・技術の類型>

主な原料	技術	国内の主な事業者
廃食油	HEFA	ENEOS、出光、コスモ
第1世代バイオエタノール（コーン、さとうきび等）	ATJ	出光、コスモ
非可食原料（ポンガミア、微細藻類、第2世代エタノール（古紙等）等）	HEFA、ATJ	ENEOS、出光、ユーグレナ等
ごみ（廃プラ等）	ガス化FT合成	ENEOS、三菱重工等
CO2、水素	合成燃料	ENEOS、出光

※石油元売り等のSAF製造・供給事業者によるリリース等から作成。

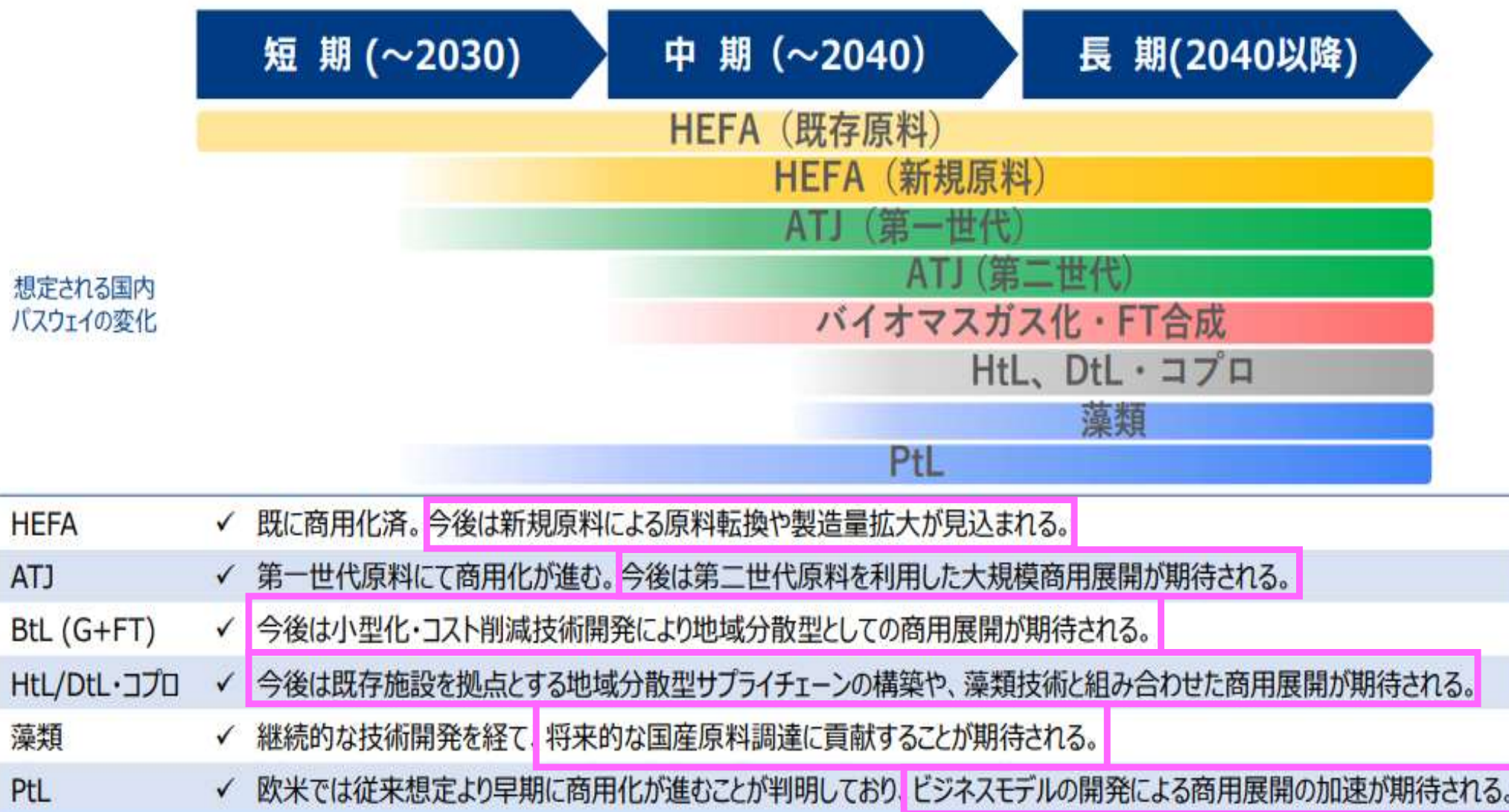
<欧州における将来のSAFの製造技術予測>



※Sky NRG A Market Outlook on SAFから引用

出所：SAFの導入促進に向けた官民協議会（経済産業省資料）

今後のSAF製造技術の開発により目指す姿



出所：NEDO HP FY2022～2023成果報告書：国内外におけるSAFの製造技術ならびに低コスト化技術に係る動向調査
 (<https://seika.nedo.go.jp/pmg/PMG01C/PMG01CG01>)

2024年度技術動向調査

- 2030年以降もSAF需要の拡大が続く中で、供給量を拡大するには、原料の開拓、多様な技術の社会実装により供給量を積み上げて需要を満たしていくことが必要
- 2024年度は、下記の技術動向調査を実施し、技術的・社会的課題と解決方法、想定するサプライチェーン、社会実装に向けた道筋を検討中
- 調査の中間状況は成果報告会及び各シンポジウム等で公表

分野	実施者	概要
原料開発・調達	東京農工大学	非可食油脂植物の大規模栽培に係る技術動向調査
原料開発・調達	(株) J I R C A S ドリームバイオマスソリューションズ	パーム残渣の調達及び、バイオガスを介したSAF 変換パスウェイに関する調査研究
ATJ	日揮グローバル (株)	インドネシアにおけるEFBを原料としたSAF製造調査
バイオマスガス化・FT合成	(一財) カーボンフロンティア機構	バイオマスガス化・FT 合成による小規模分散型SAF製造技術の実現可能性調査
Co-Processing	(一財) カーボンニュートラル燃料技術センター	Co-Processing に関する技術調査



ご清聴ありがとうございました

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

<https://www.nedo.go.jp/index.html>