

SAFの重要性及び国内における SAF原料調達のポテンシャルについて

2023年11月1日

一般財団法人 運輸総合研究所

- **SAF: Sustainable Aviation Fuel**
- 原料：バイオマス、廃棄物、排ガス中の炭素・水素等
- 燃焼時にCO2を排出する。ただし、当該CO2の全部又は一部は、バイオマスの成長過程において吸収されるため、このようなCO2については、大気中のCO2総量を増加させないことから排出されないものとみなされる。（カーボンニュートラル）
 - ライフサイクル全体でのCO2排出量は、従来のジェット燃料に比べて大幅に小さい
- 粒子状物質（PM）等の排出物の削減にもつながる。
- 従来の化石由来のジェット燃料と混合しなければならない。
 - 混合後のSAFは、関連するASTM（American Society for Testing and Materials）規格に適合することが認められた場合、従来のジェット燃料と同じものとみなされる。（ドロップイン燃料）
= 安全・インフラ変更不要
- 国際民間航空機関（ICAO）が開発した国際民間航空のためのカーボンオフセット及び削減スキーム（CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation）等において、排出削減率等持続可能性に関する基準が策定されている。

世界全体のエネルギー起源CO2排出量

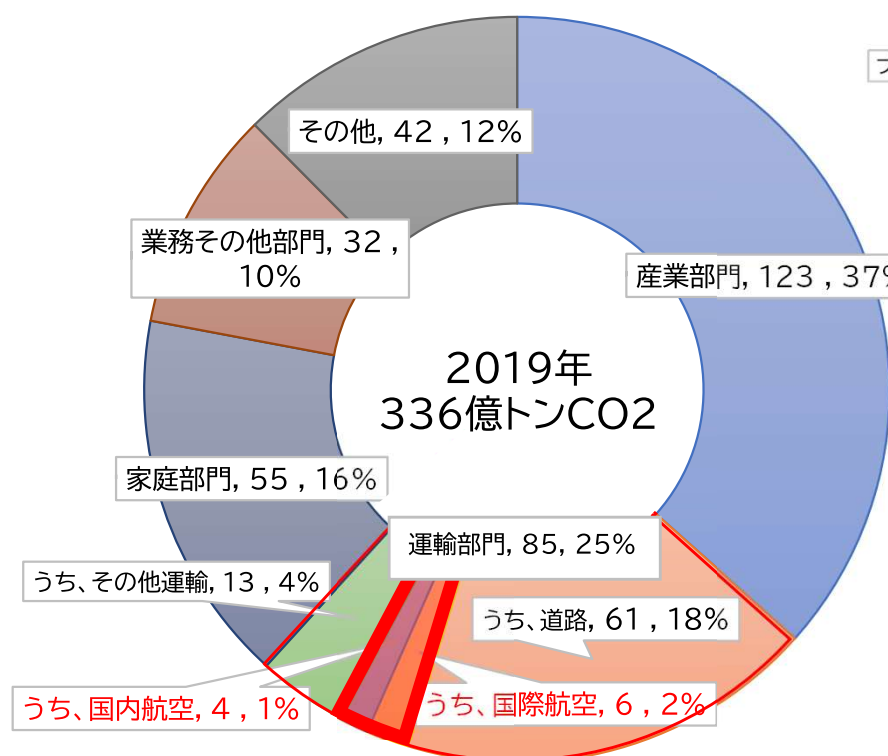


JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

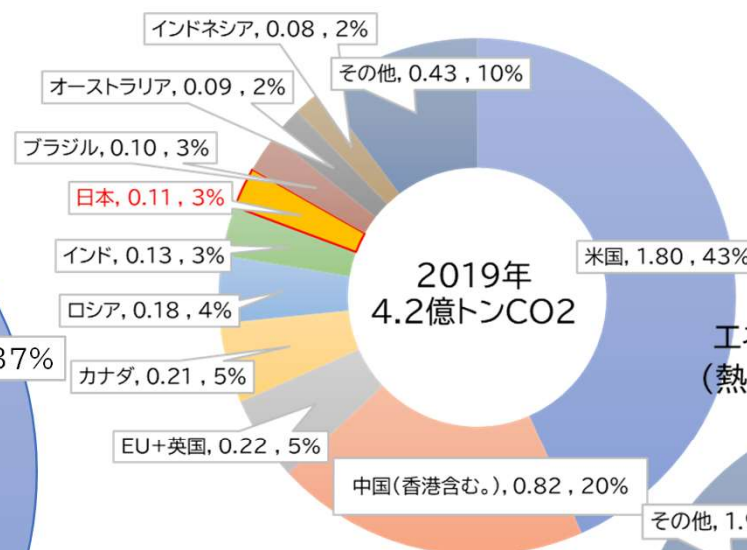
一般財団法人
運輸総合研究所

- 2019年の世界全体のエネルギー起源CO2排出量は**336億トンCO2**
航空分野のエネルギー起源CO2排出量は10億トンCO2(全体の3.1%、運輸部門の12%)
 - **国内航空:4.2億トンCO2** (全体の1.2%、運輸部門の4.9%) = 1.4億石油換算トン(約**1.6億kl**)
 - **国際航空:6.2億トンCO2** (全体の1.8%、運輸部門の7.3%) = 2.1億石油換算トン(約**2.4億kl**)
- **2020年におけるSAF製造量は約6.3万kl** (2020年消費量の約**0.03%**に相当)(ATAG, 2021より)

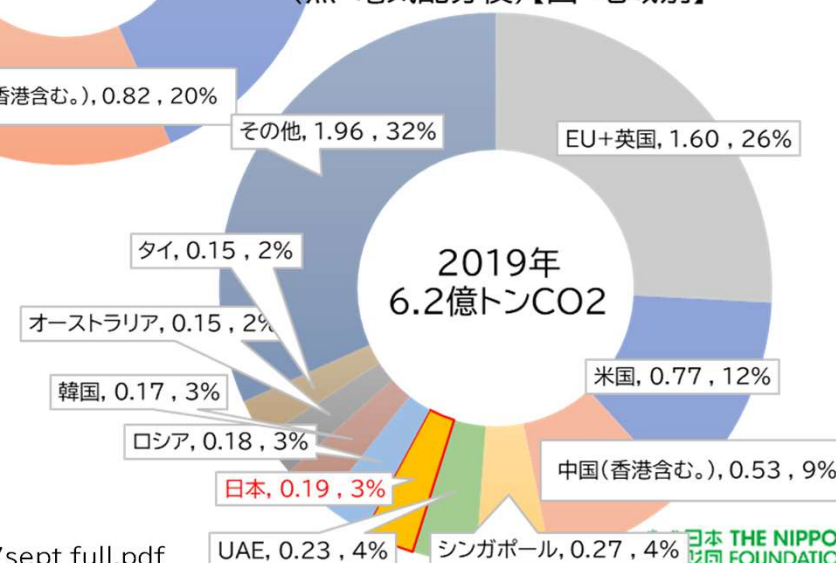
世界全体のエネルギー起源CO2排出量
(電気・配分後)【分野別】



国内航空分野のエネルギー起源CO2排出量
(熱・電気配分後)【国・地域別】



国際航空分野のエネルギー起源CO2排出量
(熱・電気配分後)【国・地域別】



出所)IEA “Greenhouse Gas Emissions from Energy 2021 EDITION”より作成
国際航空分野の排出量については、それぞれの国・地域から出発する航空便からの排出量を指す。

ATAG “Waypoint 2050”(2021), https://aviationbenefits.org/media/167417/w2050_v2021_27sept_full.pdf

国内運輸部門におけるCO2排出量

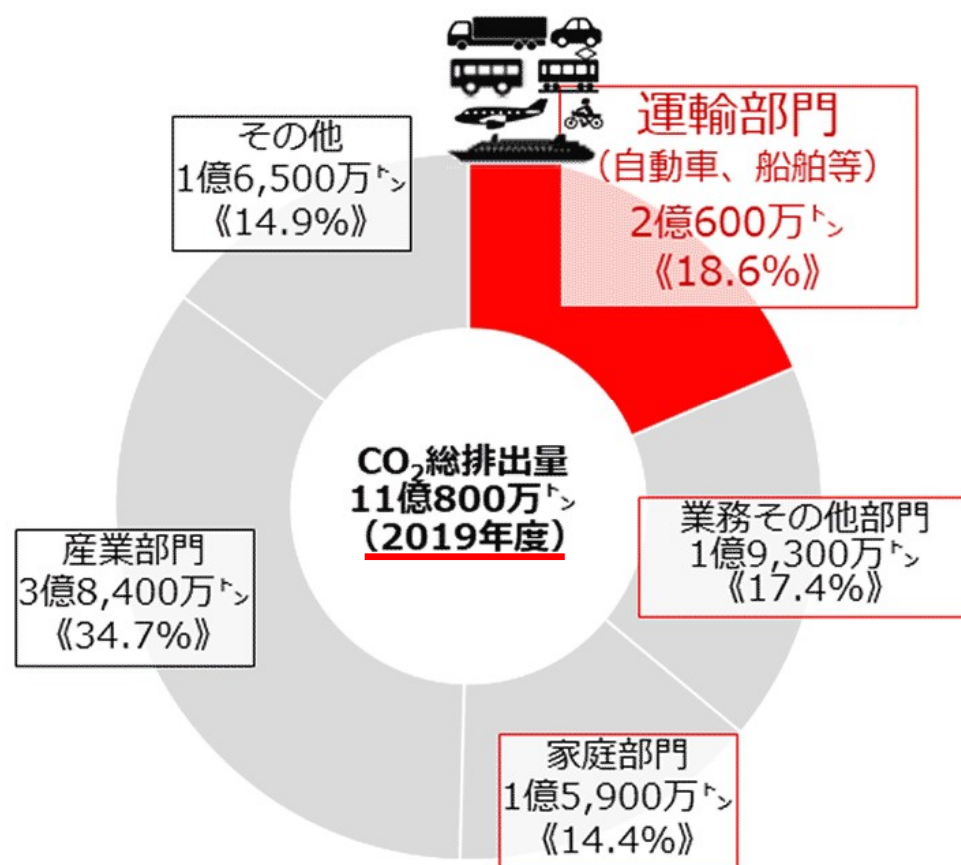


JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

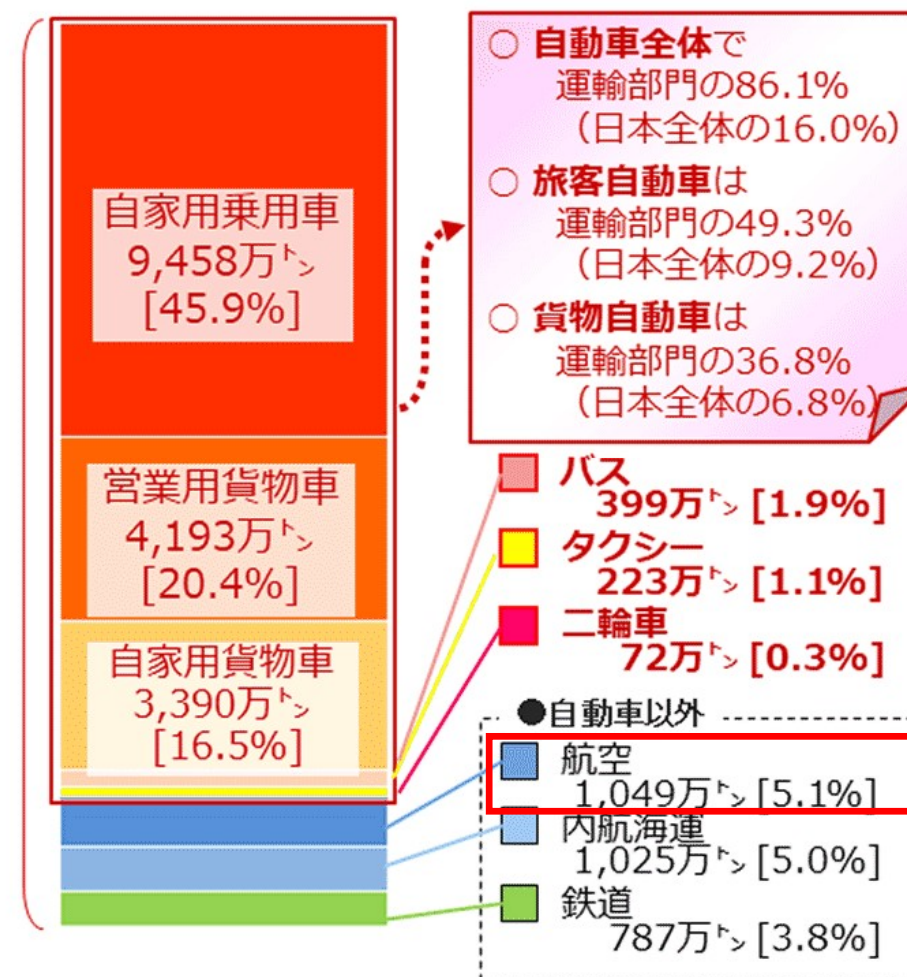
一般財団法人
運輸総合研究所

- 我が国のCO2総排出量のうち運輸部門は18.6%を占め、そのうち国内航空は5.1%を占める。

我が国の各部門におけるCO₂排出量



運輸部門におけるCO₂排出量



- ※ 端数処理の関係上、合計の数値が一致しない場合がある。
- ※ 電気事業者の発電に伴う排出量、熱供給事業者の熱発生に伴う排出量は、それぞれの消費量に応じて最終需要部門に配分。
- ※ 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ(1990-2019年度)確報値」より国土交通省環境政策課作成。
- ※ 二輪車は2015年度確報値までは「業務その他部門」に含まれていたが、2016年度確報値から独立項目として運輸部門に算定。

出所) 国土交通省「運輸部門における二酸化炭素排出量」

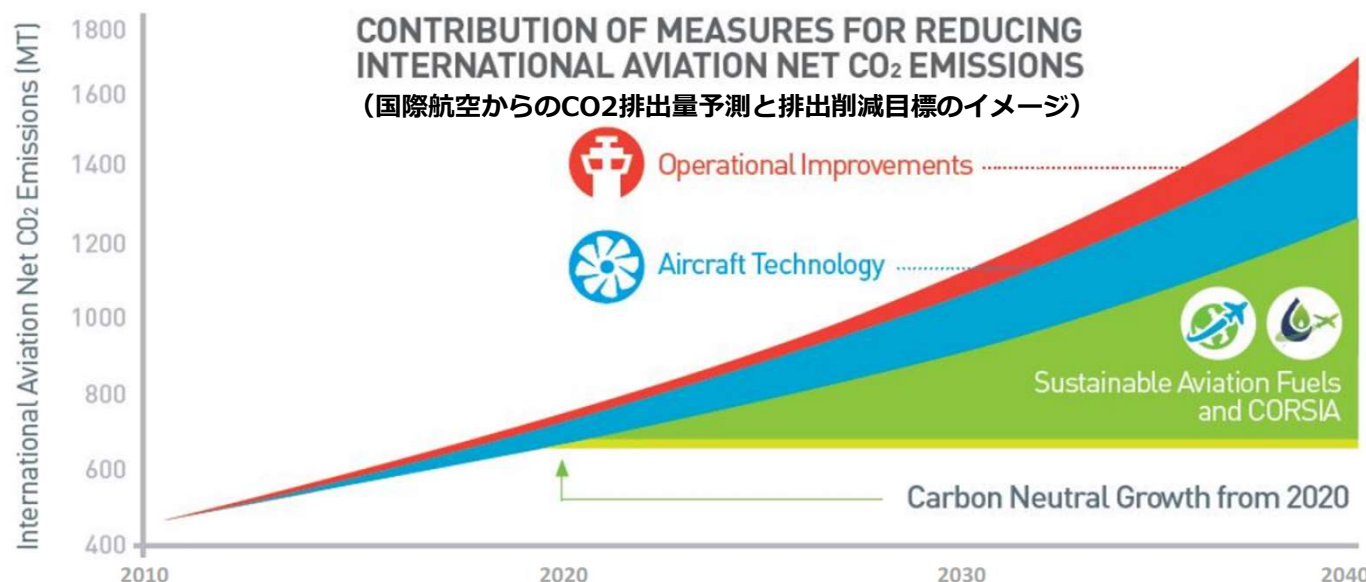
ICAOにおいて国際航空からCO2排出削減に係るグローバル削減目標を策定

グローバル削減目標

1. 2050年まで年平均2%の燃料効率改善
2. **2020年以降国際航空からのCO2総排出量を増加させない**（2019年の総排出量以下とする）
3. **長期目標（long-term global aspirational goal : LTAG）⇒ 2050年までのカーボンニュートラル**（2022年第41回ICAO総会で採択）

目標達成の手段 (Basket of Measures)

1. 機材・備品等への新技術の導入
2. 管制の高度化による運航方式の改善
3. 代替航空燃料の活用
4. 経済的手法（市場メカニズムの活用）



CORSIA

- 2016年のICAO総会で炭素クレジットによるオフセット制度の導入が決議
- 2018年には3の代替航空燃料及び4の市場メカニズムの活用による削減対策であるCORSIA制度を国際民間航空条約（シカゴ条約）の附属書として採択

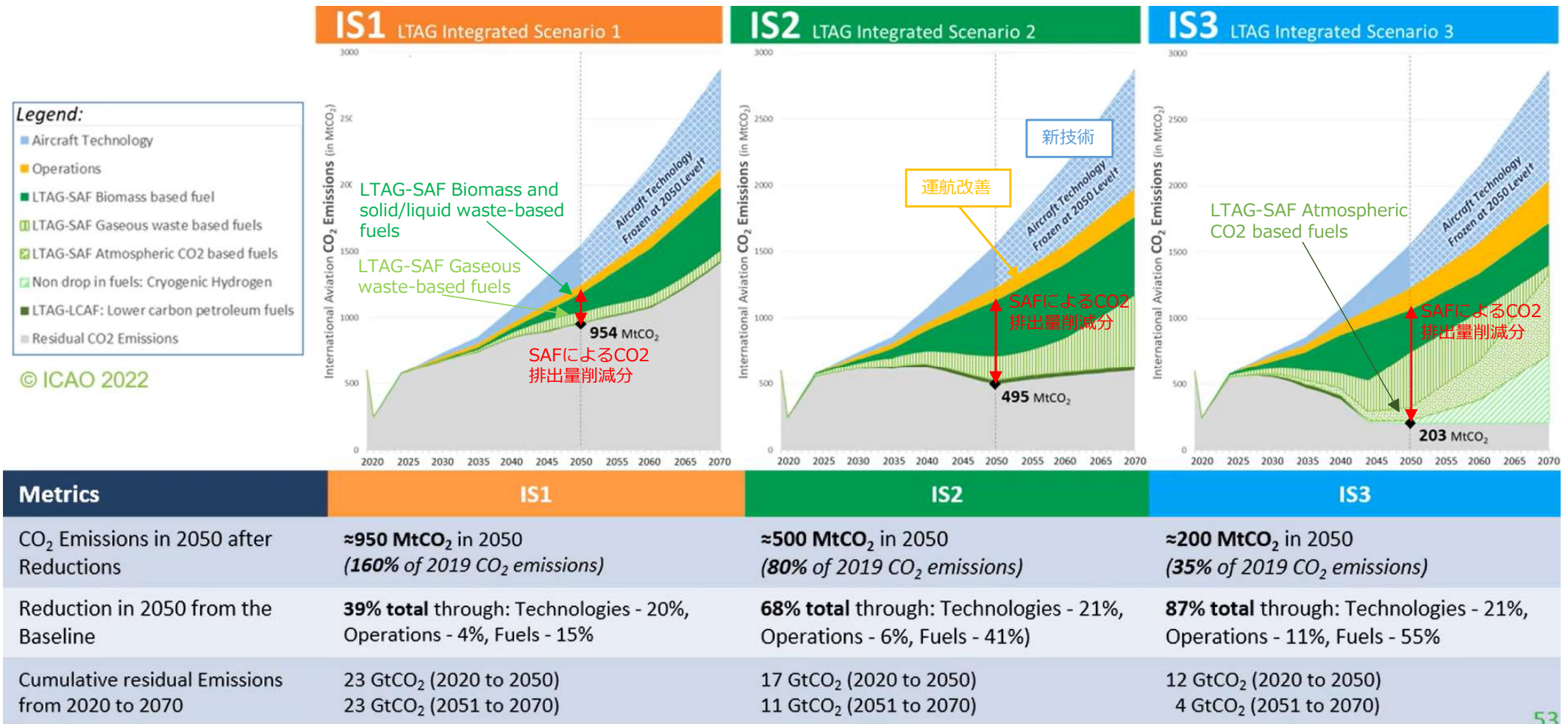
- ✓ 各国際航空会社は、1～3の手段により削減してもベースラインから増加するCO2排出量を、4の市場メカニズム（炭素クレジット）によりオフセットしなければならない（2035年までの制度）。
- ✓ 我が国は2021年から自発参加。
ベースライン：2023年まで2019年の排出量。**2024年以降2019年の排出量の85%。**

ICAO長期目標（LTAG）の主なポイント



JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

一般財団法人
運輸総合研究所



出所) ICAO Introduction to the LTAG Report

- 目標達成の手段（新技術の導入、運航方式の改善、代替航空燃料の活用）の技術的な実現性や航空需要予測を踏まえて長期的なCO₂削減のシナリオを分析・評価し目標を策定。
- 新技術の導入として電動航空機や水素航空機など次世代航空機の研究開発も進められているが、開発の動向により実現性が不透明なため、既に実用化されているSAFの利用が必要不可欠。

Supported by 日本 THE NIPPON 財団 FOUNDATION

なぜSAFが重要なのか？

① 航空分野は“hard-to-abate”分野

当面の間、運輸部門は技術的に電化が難しいため、**SAFは今すぐ利用できるソリューションとして重要。**

“hard-to-abate”分野の例（IRENA, 2020※1）



② 2050年カーボンニュートラル達成手段の中核

ICAO LTAG報告書は、2050年までに航空分野でのCO2排出量実質ゼロ

（Net Zero）を達成するには、**排出削減量の約3分の2をSAFから賄う必要がある**と予測。その他の研究でも同様の結果が得られている。

100席以上のクラスの航空機は、当面の間、電化や水素化が難しいため、**全体の約97%がSAFをエネルギー源とする必要がある。**

航空機のエネルギー源の将来見通し（ATAG, 2021年※2）

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Commuter » 9-19 seats » < 60 minute flights » <1% of industry CO ₂	SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF
Regional » 50-100 seats » 30-90 minute flights » ~3% of industry CO ₂	SAF	SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF
Short haul » 100-150 seats » 45-120 minute flights » ~24% of industry CO ₂	SAF	SAF	SAF	SAF potentially some Hydrogen	Hydrogen and/or SAF	Hydrogen and/or SAF	Hydrogen and/or SAF
Medium haul » 100-250 seats » 60-150 minute flights » ~43% of industry CO ₂	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF potentially some Hydrogen	SAF potentially some Hydrogen	SAF potentially some Hydrogen
Long haul » 250+ seats » 150 minute + flights » ~30% of industry CO ₂	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF

出所)

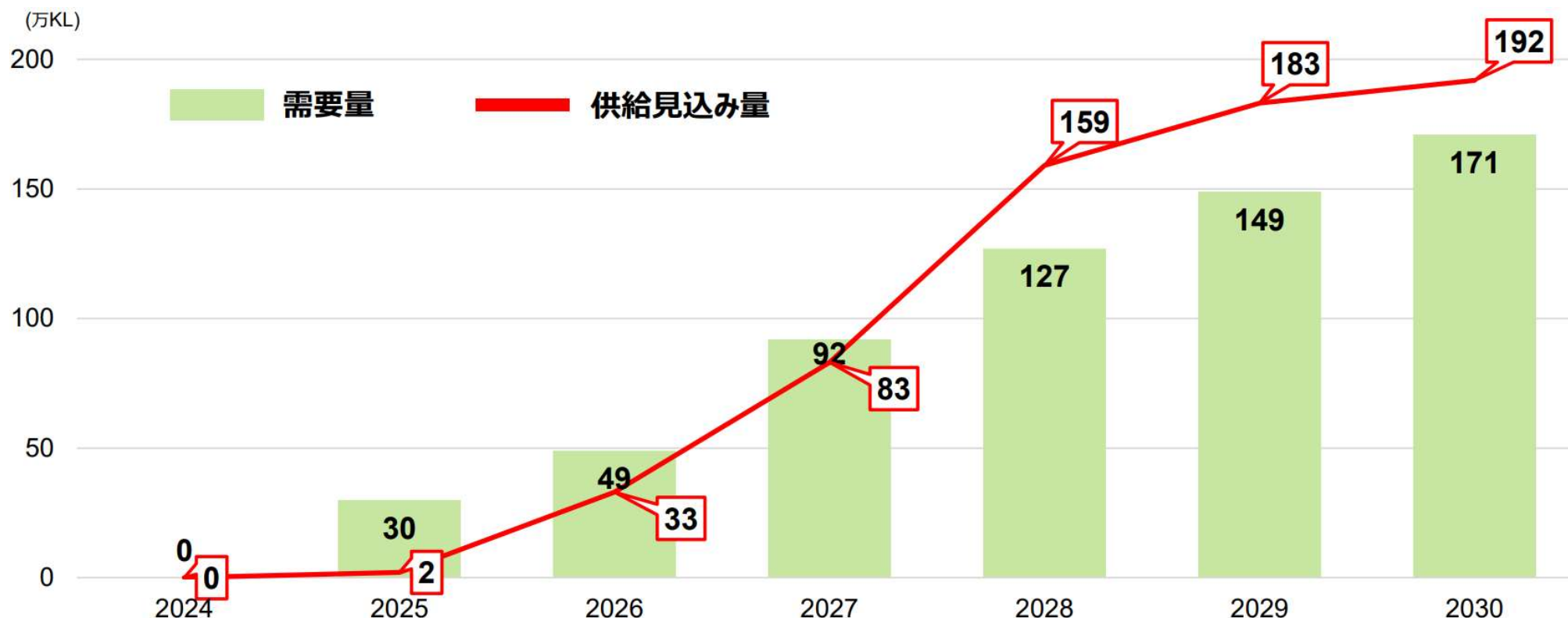
※1 IRENA “Reaching zero with renewables” (2020), https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Sep/IRENA_Reaching_zero_2020.pdf

※2 ATAG “Waypoint 2050” (2021), https://aviationbenefits.org/media/167417/w2050_v2021_27sept_full.pdf

2030年までのSAFの利用量・供給量の見通し等について

(2023年5月時点)

- 2030年における国内のSAFの需要量は、国内のジェット燃料使用量の10%（「GX基本方針参考資料」に記載, 171万kL相当）。
- 2030年の供給見込み量は、石油元売り等のSAF製造・供給事業者における公表情報等から積み上げ、約192万kLとなる見込み。（※）ただし、原料確保や技術開発等の不確実性あり。
- 今後、2022年のICAO総会でのCORSLIA削減目標の見直し（2024年以降は、2019年比でCO2排出量を85%以下に抑える）を踏まえ、SAFの需要量・供給量のすり合わせを行う必要あり。

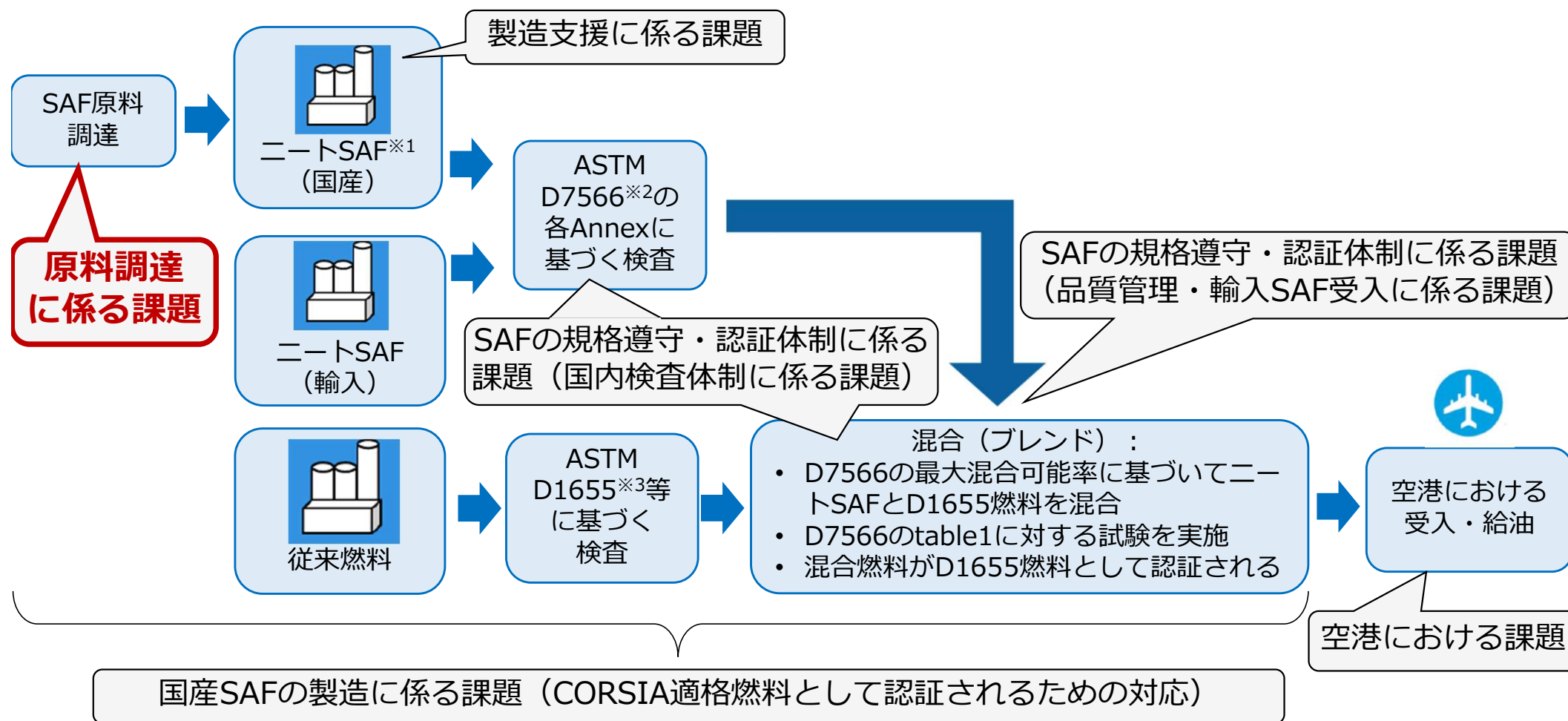


SAFに係る課題の全体像



JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

一般財団法人
運輸総合研究所



※1 ニートSAFは、バイオマス原料等を基に製造されたジェット燃料であり、化石由来のジェット燃料に一定割合を混合した上で、航空機に搭載する必要がある。ニートSAFは、原料及び製造方法により、化石由来のジェット燃料と混合することが可能な量の上限が定められており、木質バイオマス (Annex1) は50%まで、藻類 (Annex7) は10%まで混合することが可能。製造されたSAFは、いずれもSAFの国際規格である「ASTM D7566及びD1655」への適合を確認。

※2 ASTM D7566 : SAF (従来燃料と混合後のものも含む。) に関する国際規格。2023年現在、7種類のSAFが認められている (Annex1~7)。

※3 ASTM D1655 : ジェット燃料に関する国際規格。

課題の特徴と検討のアプローチ



JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

一般財団法人
運輸総合研究所

- 課題 A) **必要な原料の量が存在するか**
 課題 B) **各原料の収集が実際に可能であるのか**
 課題 C) **SAF製造用途に供給が可能であるか**

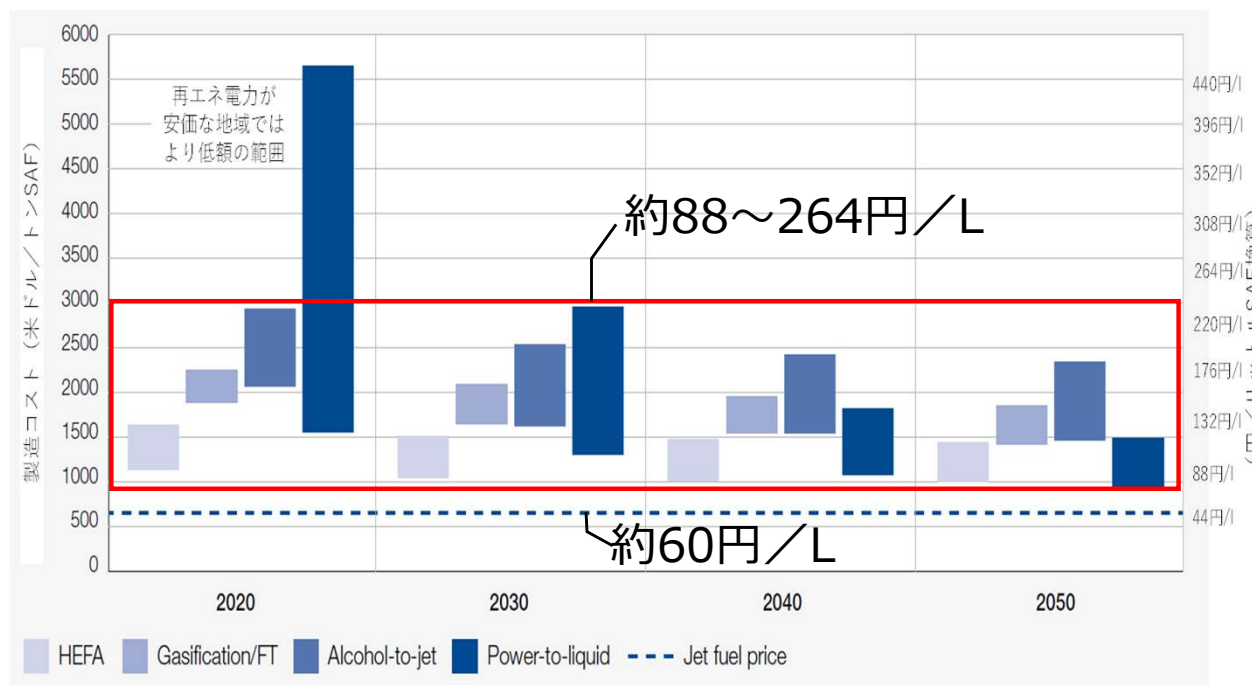
**ポテンシャル及び原料別の
課題の解決の方向性を提示**

SAFの原料候補の概要

原料カテゴリ		原料の概要
油脂系	残渣	廃食油等の廃棄油脂
	主産物	ジャトロファ等油糧作物
セルロース系※1	残渣	・農業残渣 ・森林残渣 ・製材残渣 ・建設発生木材
	主産物	サトウキビ等糖料作物
その他	廃棄物 (油脂除く)	・一般廃棄物 ・産業廃棄物
	-	CO2・水素(合成燃料)

(藻類※2 微細藻類等)

(参考) SAFの製造コストの見通し (製造プロセス別)



出所) WEF (2020) "Clean Skies for Tomorrow Sustainable Aviation Fuels as a Pathway to Net-Zero Aviation INSIGHT REPORT" グラフ右軸は1ドル110円で換算。

※1 耕作放棄地等で栽培される主産物のセルロース系原料（ミスカンサス、ネピアグラス等）も候補としては挙げられるが、ここでは耕作放棄地の活用用途として、油糧作物を対象に検討を行った。

※2 商業規模への拡大について検討がなされている途上にあり、先行事例においてもポテンシャル推計がなされていないため、本資料では推計を行っていない。

SAFのポテンシャル推計結果



JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

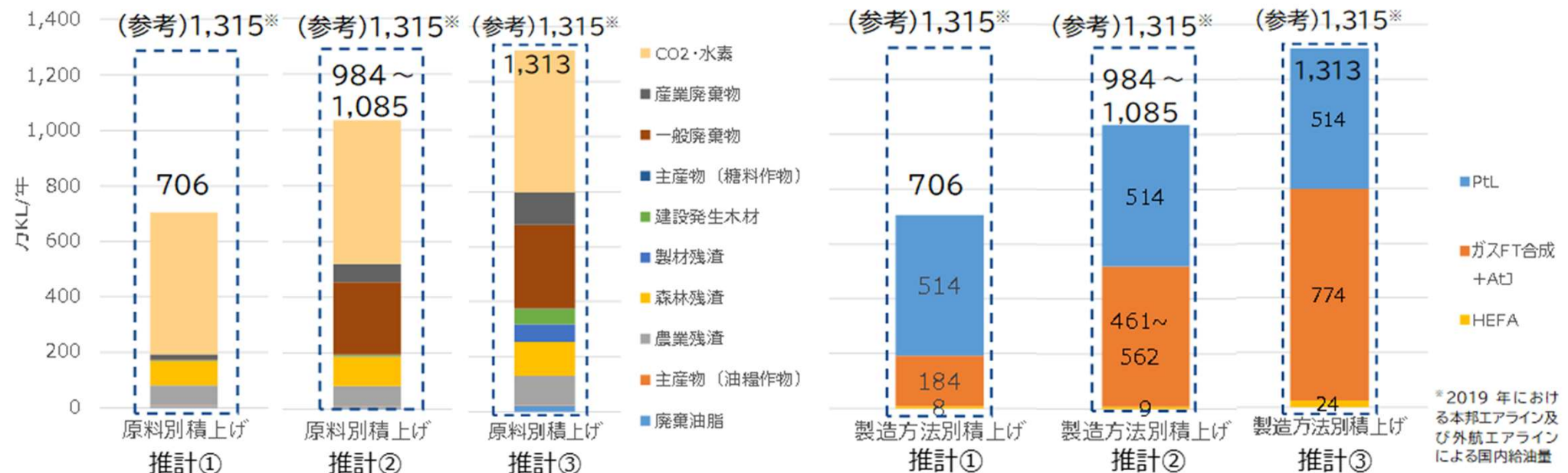
一般財団法人
運輸総合研究所

推計① **未利用量のみ** SAFに振り向ける場合

推計② **未利用量に加え** 発電用等バイオマス以外の供給源がある **既利用分** をSAFに振り向ける場合

推計③ **全ポテンシャル** をSAFに振り向ける場合

※足元のポテンシャル（CO₂・水素については2030年における水素供給目標）。**経済性を考慮した製造可能量を表すものではない。** 実現にあたっては、原料調達のインセンティブの付与や製造コスト低下が重要。



国内原料由来のSAFポテンシャル推計まとめ（万kl/年）

	HEFA		ガス化FT合成、ATJ				ATJ	ガス化FT合成		PtL	合計
	廃棄油脂	主産物（油糧作物）	農業残渣	森林残渣	製材残渣	建設発生木材	主産物（糖料作物）	一般廃棄物	産業廃棄物※	CO ₂ ・水素	
推計①	5.0	3.2	73	87	1.4	2.2	-	3	17	514	706
推計②	5.6	3.2	73	106	3.1	3.4	-	259	17~118	514	984~1,085
推計③	21	3.2	106	122	64	55	2.3	306	118	514	1,313

国内におけるSAF原料調達に係る課題解決の方向性・政策

- 推計①：ポテンシャルとしては存在するものの**既存のインセンティブ等が働いた上で未利用**となっていることを踏まえると、実現にあたっては、**新たな又はより強いインセンティブ**が必要。
- 推計②：原料を**SAFに振り向ける又は併用を図ることを優遇する政策**等の取組みも重要。
- 推計③：**排出者との連携**等の取組みも重要。

原料名		解決の方向性・政策
油脂系	廃棄油脂 (食用油・廃獣脂)	・ 海外流出に一定の歯止めをかける対策（国内利用促進策等） ・ 大口排出者の利用志向に関する協議（SAF利用の推奨） ・ 飼料・工業用の代替原料の提案 ・ 低質油脂の回収可能性
	油糧作物	事業採算性のある農業経営、圃場の最大限の活用方策の検討（輪作・二毛作等）
セルロース系	農業残渣	農家に対する 収集に係る支援 （既存の支援策の援用も含む）
	森林残渣	・ 排出者等と、コストの負担方法を含めたSAF向けの利用可能性について協議・連携 ・ FT合成の場合、発電とSAF製造の併用の可能性に関する検討
	製材残渣	・ 排出者等と、コストの負担方法を含めたSAF向けの利用可能性について協議・連携
	建設発生木材	・ FT合成の場合、発電とSAF製造の併用の可能性に関する検討
糖料作物		・ 食料競合への配慮 ・ 事業採算性のある農業経営、圃場の最大限の活用方策の検討
廃棄物 (油脂成分を除く)		・ 発電用途からSAF向けに切り替える又は発電用とSAF製造用の併用を図るための行政等との連携（インセンティブの検討含む。） ・ 収集可能性の更なる検討（一般廃棄物については広域連携、産業廃棄物については大口排出者との連携） ・ SAF製造に関連する廃棄物処理施設等への交付金の活用
CO2・水素		・ 水素生産コスト低減に向けた技術開発・実証（特に地産地消の観点） ・ 他セクターも巻き込んだ市場の創出

- 製造面のポテンシャルを試算した結果、理論上、我が国における足下の航空燃料消費量を置き換えるだけの原料は存在する。 ※ 経済性を考慮した製造可能量を表すものではないことに留意。
- 2050年における本邦航空会社の需要を満たすためには、更なる原料等の活用が重要となる。
- ポテンシャルの最大化及び更なる製造を促すためには政策の後押しが必要。特に、国際的に公平な競争条件を確保すること；取組みが先行する欧米に劣後しないような環境を整備することが重要である。

政策のあり方、特にSAFのコストをどのように負担していくのか、については、社会全体の問題として考えるべき。

参考資料

運輸総合研究所について

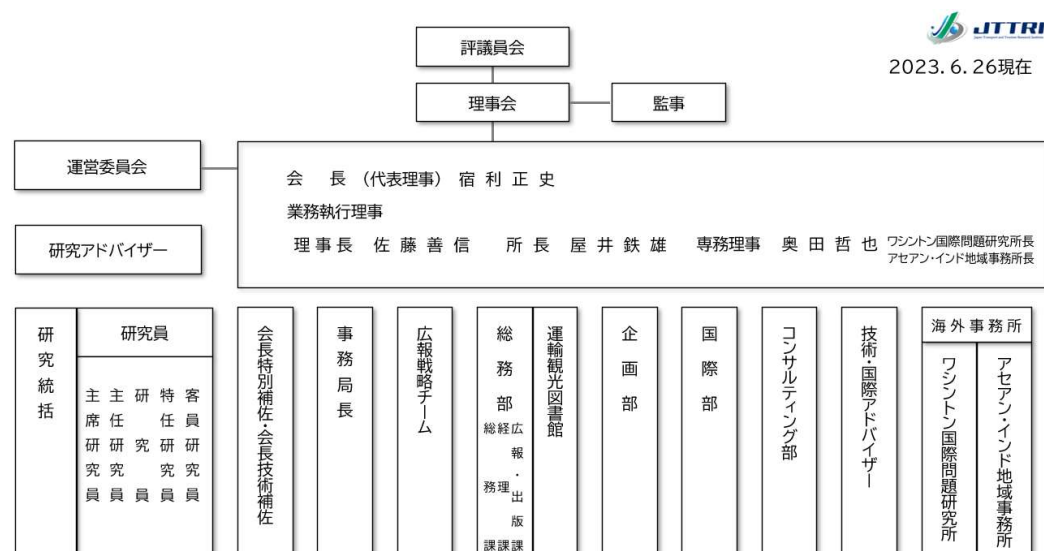


JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

一般財団法人
運輸総合研究所

一般財団法人運輸総合研究所は、日本の官産学の支援により、1968年に設立され、交通運輸及び観光分野における様々な研究調査活動を行っている機関です。「学術研究と実務的要請の橋渡し」という設立の理念に立脚し、現在及び将来の諸課題について、「世の中の役に立つ」、「使いものになる」、研究成果や政策提言に結実させるべく取り組んでいます。

東京の本部と海外拠点であるワシントン国際問題研究所(JITTI)及びアセアン・インド地域事務所(AIRO)とが一体となって、北米から東南アジア・南アジアまでのインド・太平洋地域を視野に入れた広域的かつ戦略的な活動を行っています。



会 長 宿利 正史



理事長 佐藤 善信



所 長 屋井 鉄雄



専務理事 奥田 哲也
ワシントン国際問題研究
所 長
アセアン・インド地域事務
所 長

航空分野におけるCO2削減方策に関する調査研究 (2020年度～2022年度)

【検討概要】

国際民間航空機関(ICAO)では、航空分野からのCO2削減の取組に関する検討が進められているが、2022年9月の第41回総会で長期目標が決定。2022年度は、ICAOの長期目標に関する議論の動向を踏まえて、2021年度に当研究所で実施した我が国における長期的なCO2排出予測と、航空技術・運航技術・SAFによる排出削減シナリオの見直しを行うとともに、長期目標達成(今後のアクションプラン策定)に向けた課題整理を行った。また、2021年度に続き炭素クレジットに関する市場動向等について調査し、本邦エアラインのクレジット調達に関するアクションプラン案の検討を行った。

【委員構成】

検討委員会 (2022年度)

座長	山内 弘隆	運輸総合研究所所長
座長代理	鈴木 真二	東京大学名誉教授、未来ビジョン研究センター特任教授
委員	軸丸 真二	東京大学公共政策大学院交通・観光政策研究ユニット(TTPU)特任教授
	高村ゆかり	東京大学未来ビジョン研究センター教授
	田邊 勝巳	慶應義塾大学教授、運輸総合研究所客員研究員
	中道久美子	東京工業大学環境・社会理工学院特定准教授
	細田 衛士	東海大学政治経済学部経済学科教授
	大塚 洋	定期航空協会理事長
	宮田千夏子	ANAホールディングス(株)執行役員 サステナビリティ推進部部長
	小川 宣子	日本航空(株)総務本部ESG推進部部長
	東田 晃拓	国土交通省航空局大臣官房参事官(航空戦略担当)
	石井 靖男	国土交通省航空局安全部航空機安全課長
	渋谷 容	国土交通省航空局交通管制部交通管制企画課長
	宿利 正史	運輸総合研究所会長
	佐藤 善信	運輸総合研究所理事長
	奥田 哲也	運輸総合研究所専務理事、ワシントン国際問題研究所長、アセアン・インド地域事務所長

(参考)基礎データ(米国)



JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

一般財団法人
運輸総合研究所

- 2019年における航空分野のエネルギー起源CO2排出量は2.6億トンCO2(全体の5.3%、運輸部門の14%)
 - **国内航空**:1.8億トンCO2(全体の3.7%、運輸部門の10%) = 6,000万石油換算トン(**約6,900万kl**)
 - **国際航空(米国発)**:7,700万トンCO2(全体の1.6%、運輸部門の4.2%) = 2,600万石油換算トン(**約2,900万kl**)
- 航空分野の目標として、2050年カーボンニュートラルを掲げている。(2021 Aviation Climate Action Plan(2021年11月))
- SAFについては、**2030年30億ガロン(約1,100万kl)**(米国の全需要の約1割に相当)、**2050年350億ガロン(約1.3億kl)**(米国の全需要に相当)の製造目標を掲げている。(Sustainable Aviation Fuel Grand Challenge(2021年9月))
- **主要なSAF製造事業者の製造量及び目標量**は下図のとおり。なお、2022年の米国のSAF推定消費量は1,580万ガロン(約6万kl)。



都市ごみを原料とするSAFを2022年までに年間3,300万ガロン(約12万kl)製造予定。
ユナイテッド航空、キャセイパシフィック航空等と購買契約締結。JALや丸紅等が出資。

RAVEN

都市ごみ等を原料とするSAFを2034年までに年間20万トン(約2億5000万l)製造予定。2023年1月ANAと伊藤忠商事がSAFの調達に関する覚書を締結。



主に廃食油や植物油などを原料として商用化済み。
2025年までに年間3.4億ガロン(約129万kl)のSAFと再生可能ディーゼルを製造予定。ユナイテッド航空、ジェットブルー航空等と購買契約締結。



ATJにより年間4,500万ガロン(約17.1万kl)製造予定(SAF以外も含む) ※ Alcohol-to-Jet
2030年に年間10億ガロン(約380万kl)製造予定
ANA、ブリティッシュ・エアウェイズ等と購買契約締結。三井物産やMicrosoft等が出資。



各種バイオマス为原料としてATJにより商用化済み。
2025年までに年間1.5億ガロン(約57万kl)製造予定。
デルタ航空、スカンジナビア航空、ルフトハンザ航空等と購買契約締結。航空アライアンスoneworldは2027年から年間最大2億ガロン(約76万kl)を購入すると発表。

(参考)基礎データ(欧州・英国)

- 2019年における航空分野のエネルギー起源CO2排出量は1.8億トンCO2(全体の5.5%、運輸部門の15%)
 - 国内航空: 2,200万トンCO2(全体の0.7%、運輸部門の2.4%) = 750万原油換算トン(約860万kl)
 - 国際航空(欧州発): 1.6億トンCO2(全体の4.8%、運輸部門の12.7%) = 5,300万原油換算トン(約6,100万kl)
- 2023年10月9日、EU理事会は、EU域内の空港で供給される航空燃料をグリーン化する法案「ReFuelEU Aviation」を可決、同EU法が成立。EU域内の空港に航空燃料を供給する事業者に対して、供給する燃料全体に占めるSAFの割合を、2025年2% → 2030年6% → 2035年20% → 2040年34% → 2045年42% → 2050年70% にすることを義務付け。
- 主要なSAF製造事業者の製造量及び目標量は下記のとおり。



出所) IEA “Greenhouse Gas Emissions from Energy 2021 EDITION”, <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/refueleu-aviation-sustainable-aviation-fuels.pdf>, <https://www.neste.com/products/all-products/neste-my-sustainable-aviation-fuel#35630886>, <https://skynrg.com/press-releases/klm-skynrg-and-shv-energy-announce-project-first-european-plant-for-sustainable-aviation-fuel>

<https://www.velocys.com/projects/altalto/>, <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF-Stocktaking.aspx>, <https://totalenergies.com/>

(参考) 米国とEUにおけるSAFの規制と支援策の整理



JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

一般財団法人
運輸総合研究所

	米国 	EU 																					
規制	なし ※ 義務ではないが、「<u>SAFグランドチャレンジ</u>」において、<u>2030年のSAF供給量を30億ガロン／年（米国内での航空燃料消費量の1割）</u>とする目標が存在 	【RefuelEU Aviation】（2023年10月成立） - 航空燃料供給者に、<u>EU域内で供給する航空燃料に対して一定比率以上のSAF・合成燃料の混合を義務づけ</u>。 <table><tr><th></th><th>2025</th><th>2030</th><th>2035</th><th>2040</th><th>2045</th><th>2050</th></tr><tr><td>SAF</td><td>2%</td><td>6%</td><td>20%</td><td>34%</td><td>42%</td><td>70%</td></tr><tr><td>うち合成燃料</td><td>-</td><td>1.2%</td><td>5%</td><td>10%</td><td>15%</td><td>35%</td></tr></table> - 航空会社に対しては、<u>域内空港でのSAFの給油を義務づけ予定</u>。 - EU域内の各国も、独自のSAFの供給義務・目標を設定。<u>イギリスでは、2030年までに航空燃料の10%をSAFに置き換える目標を設定し、燃料供給事業者に対する義務を2025年に導入予定</u>。		2025	2030	2035	2040	2045	2050	SAF	2%	6%	20%	34%	42%	70%	うち合成燃料	-	1.2%	5%	10%	15%	35%
	2025	2030	2035	2040	2045	2050																	
SAF	2%	6%	20%	34%	42%	70%																	
うち合成燃料	-	1.2%	5%	10%	15%	35%																	
支援策	【IRA（インフレ抑制法）】（2023年～2027年の5年間） <u>GHG削減率が50%以上のSAFを、ケロシンに混合する事業者に対する1.25ドル/ガロン(約45円/L)の税額控除</u>。GHG削減率に応じて、最大1.75ドル/ガロン(約62円/L)まで控除。 - 設備投資支援に、約300億円強の補助金を措置。 【RFS（再生可能燃料基準）、LCFS（加州低炭素燃料基準）】 - 燃料供給事業者に対して、バイオ燃料の混合・供給や炭素強度（CI）の低減を義務付け。 - SAF自体の供給目標はないが、<u>SAFの製造により生じるクレジットを、燃料供給事業者に対して売却することで収益を得られる</u>。 ⇒ IRAによる税額控除、RFS・LCFSにより得られるクレジットの売却益により、米国内で生産・供給されるSAFの価格は、<u>実質的にケロシン並となる</u>と言われている。	【EU—ETS】 - SAFは排出ゼロとして扱う（排出枠の調達は不要）。加えて、航空会社に対して、<u>SAFの使用量に応じて、追加的に排出枠が割り当てられる</u>（SAFを供給すればするほど、市場に売却可能なクレジットを追加的に得ることができる）。 【EU課税指令】 - 航空燃料の税率を2023年～2033年にかけて段階的に引上げ（2030年時点での課税額は約50円/L程度となる見込み）。 - SAFは2033年までの間は税率は引き上げず、<u>税制負担ゼロ</u>。 【各国空港での支援】 - 来航地としての競争力強化を目的とした空港による支援策が講じられている。 - 独・デュッセルドルフ空港では、<u>SAF1トン当たり250ユーロ（37円/L 相当）を支給</u>。																					

(参考)基礎データ(日本)



JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

一般財団法人
運輸総合研究所

- 2019年における航空分野のエネルギー起源CO2排出量は2,900万トンCO2(全体の2.7%、運輸部門の12%)
 - 国内航空: 1,100万トンCO2(全体の1.0%、運輸部門の4.3%) = 350万原油換算トン(**約410万kl**)
 - 国際航空(日本発): 1,900万トンCO2(全体の1.7%、運輸部門の7.7%) = 620万原油換算トン(**約720万kl**)
- SAFについては、航空脱炭素化推進基本方針(令和4年国土交通省告示第1241号)により以下の削減目標が定められている。
 - 2030年度の総排出量を2013年度以下とする
 - ⇒ 単位輸送量当たりのCO2排出量(kg-CO2/トンキロ)について、**対2013年度比16%削減**
 - ※ 2013年度:1.3977 ⇒ 2030年度:1.1693
 - 2030年時点の本邦航空運送事業者による**燃料使用量の10%をSAFに置換え**
- なお、2019年における本邦エアラインによる燃料使用量は、約1,000万kl(航空輸送統計年報(令和元年(2019年))。また、2021年におけるSAF(混合後)消費量は約4kL、SAF(ニート)消費量は約0.3kL。
- 国内におけるSAF製造事業者の取組みは下表のとおり。

<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	Hydroprocessed Esters and Fatty Acids (HEFA)	ENEOS、出光、コスモ、SAFFAIRE SKY ENERGY※1
第1世代バイオエタノール(コーン、さとうきび等)	Alcohol-to-Jet (ATJ)	出光、コスモ、太陽石油※2
非可食原料(ポンガミア、ジャトロファ、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、Green Earth Institute(GEI)※3
ごみ(廃プラ等)	ガス化FT※4合成	ENEOS、三菱重工
CO2、水素	合成燃料	ENEOS、出光

※1 コスモ、日揮、レボインターナショナルの3社が、廃食油を原料とした国産SAFの製造や供給事業を行うために、2022年11月に設立した合同会社。

※2 三井物産が出資する米国LanzaJetが持つATJ技術を用い、太陽石油及びその子会社である南西石油とともに、2028年度の生産開始を目指し検討。

※3 日本製紙と住友商事とともに、日本製紙の工場内で、SAFの原料となる国産材由来のバイオエタノールを2027年度に製造開始することを目指している。

※4 FT: Fischer-Tropsch

出所)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。

(参考) SAFに係る国際規格

- 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の規定を満たせば、ASTM D1655（航空燃料の国際規格）に適合したと見なせる。（D1655適合燃料として流通可能）

ASTM D7566	製造技術	略称	従来の燃料との混合上限	原料
Annex1	Fischer-Tropsch法により精製される合成パラフィンケロシン。バイオマスをガス化、FT合成。	FT-SPK	50%※	有機物（都市ごみ、木質セルロース）
Annex2	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。油脂及び脂肪酸の水添。	Bio-SPK 又はHEFA	50%※	生物系油脂（廃食油等の油脂）
Annex3	発酵水素化処理糖類由来のイソ・パラフィン	SIP	10%※	バイオマス糖
Annex4	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。	SPK/A	50%※	有機物（非石油由来芳香族）
Annex5	アルコール・ジェット由来の合成パラフィンケロシン。アルコール水添。	ATJ-SPK	50%	バイオマス糖（サトウキビ、トウモロコシ）、木質、都市ゴミ（衣料等）
Annex6	脂肪酸・脂肪酸エステルの水熱転換により得られる合成ケロシン。 微細藻類及び廃食油を水素化熱水分解。	CHJ	50%	生物系油脂（微細藻類及び廃食油）
Annex7	炭化水素油脂から得られるHEFA合成ケロシン。 微細藻類由来炭化水素を水添。	HC-HEFA-SPK	10%	微細藻類

※ 燃料の密度や芳香族含有率等の性状によっては、混合率が規定の上限未満に制限されることがある。

(参考)国産原料の利用拡大に向けた環境整備策



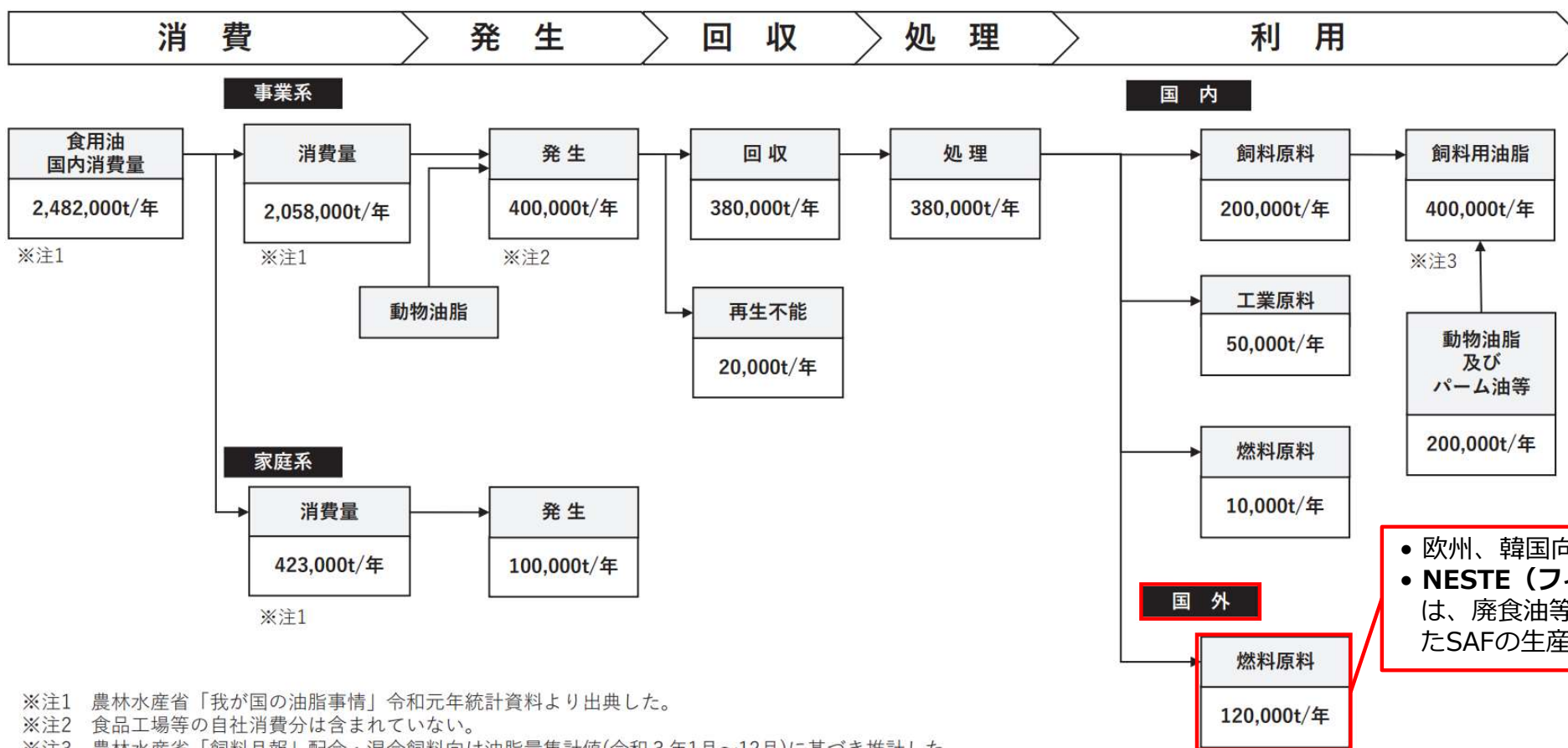
JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute

一般財団法人
運輸総合研究所

- エネルギーセキュリティの確保やLCAでのCO2削減効果の向上の観点から、国産原料の活用が重要。
- **廃食油**は、**全体の約3割が海外に輸出**され、それを原料として製造された割高なSAFを輸入している状況。
また、国内に点在する**バイオマス資源**もSAFの原料となり得るが、その**効率的な回収・処理**も大きな課題。

<国内の廃食油のサプライチェーン> (全国油脂事業協同組合連合会公表資料から引用)

令和4年4月
全国油脂事業協同組合連合会 作成



- 欧州、韓国向けに輸出。
- **NESTE (フィンランド)** は、廃食油等を原料としたSAFの生産を拡大。