

## 次世代燃料戦略（後編）：ジェット・ディーゼルの代替燃料動向と課題

合同会社ポスト石油戦略研究所

代表 大場紀章

東京海上 dR「GX の産業界への影響と対応」研究プロジェクトメンバー

脱稿日：2025年10月10日

前編では、ガソリン代替燃料を巡る国内外の動向、特に e-fuel とバイオエタノールに焦点を当て、その政策的背景や経済性について分析しました。e-fuel がドイツの雇用問題と深く結びついていること、そして日本が米国の大統領選挙問題を背景に急速にバイオエタノール混合へと舵を切った経緯を解説しました。

本レポート（後編）では、脱炭素化が特に困難とされるジェット燃料とディーゼルの代替燃料に焦点を移します。持続可能な航空燃料（SAF）を巡る熾烈な国際競争、そしてバイオディーゼルおよび再生可能ディーゼルが直面する構造的な課題と原料の制約について、定量的なデータを交えて分析し、日本の事業者がこの大きな変化にどう向き合うべきかについてのインプリケーションを提示します。

### 1. SAF：ジェット燃料代替を巡る国際競争

航空分野の脱炭素化において、SAF が「唯一の現実的な解」と言われることがあります。理由は、電動航空機や水素航空機といった化石燃料を使わない機体を実用化するためには、乗用車にはない大きなハードルがあるからです。技術面では、リチウムイオン電池や液体水素タンクのエネルギー密度が低く、搭乗人数や積載量といった航空機設計上の制約が致命的になります。しかし、最大のハードルは安全性を十分に証明することです。航空業界は、何十年にもわたるジェットエンジンの膨大な運用実績の蓄積により、統計的に極めて高い確度の安全性を確立・証明してきました。そのため、新しい推進システムや燃料を導入するためには、国際民間航空機関（ICAO）や各国の航空当局に対して、これと同等以上の安全性をゼロから証明し、型式証明を取得する必要があります、これには莫大な時間とコストがかかります。SAF は既存のジェット燃料とほぼ同じ性質を持つため、既存インフラをそのまま使えるだけでなく、過去の膨大な実績やデータも活用できることから、安全性の実証にかかるハードルを大幅に下げられます。したがって、航空分野の脱炭素化において SAF は不可欠なソリューションとされています。

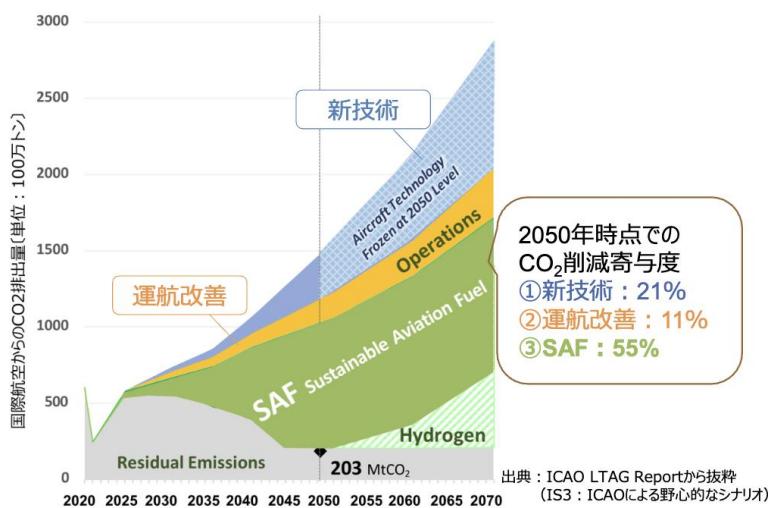
#### 1.1 SAF の定義と国際動向

SAF とは、廃食油やバイオマス、あるいは再生可能エネルギー由来の水素と CO<sub>2</sub>から製造され、ライフサイクル全体で温室効果ガス（GHG）排出量を大幅に削減できる燃料の総称です。ICAO は、2050 年までに国際航空からの CO<sub>2</sub>排出量を実質ゼロにするという長期的目標を掲げ<sup>1</sup>、その達成において SAF は排出削

<sup>1</sup> ICAO, "LTAG Report"

減貢献度の約 55%を占めると期待されています（図表 1）。また、ICAO は「2030 年までに SAF などの利用により、5 % の炭素削減を目指す」といったグローバルな中間目標を設定しています<sup>2</sup>。

図表 1 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



こうした目標達成に向けた ICAO の国際的な枠組みが「国際航空のためのカーボン・オフセットおよび削減スキーム（CORSIA）」です。CORSIA では、航空会社が削減義務を達成するために使用できる燃料を「CORSIA 適格燃料（CORSIA Eligible Fuel: CEF）」と定義しています。CEF は、廃食油やバイオマス、あるいは再生可能エネルギー由来の水素と CO<sub>2</sub>から製造される SAF と、化石燃料由来の原料で作られるが製造過程で炭素地下貯留（CCS）などにより GHG 排出量を抑えた低炭素航空燃料（LCAF）に大別されます。

ある燃料が CEF として認められるためには、技術的な安全性と持続可能性の両面で厳格な基準を満たす必要があります。まず、技術的には ASTM International が定める規格<sup>3</sup>への準拠が求められます。次に、持続可能性について、ライフサイクルの GHG 排出量を少なくとも 10% 削減することや、炭素貯蔵量の多い原生林、湿地、泥炭地などを 2008 年 1 月 1 日以降に転換した土地から得られたバイオマスを原料としないことなど、広範な 16 の CORSIA 基準をクリアしたうえで、ISCC などの ICAO に承認された第三者認証機関による認証を受けなければなりません。ICAO では、これらの基準を満たす特定の SAF 生産経路（原料と変換プロ

<sup>2</sup> 國土交通省、「[国際民間航空機関（ICAO）航空及び代替燃料に関する第3回会合（CAAIF／3）の結果概要について](#)」

<sup>3</sup> SAF であれば ASTM D7566、LCAF であれば ASTM D1655 などが挙げられます。ASTM International は民間・非営利の国際標準化・規格設定機関であり、旧称は米国材料試験協会（American Society for Testing and Materials）でしたが、2001 年 ASTM 規格が国際化したことを反映し改名しました。

ロセスの組み合わせ）について、生産地ごとにライフサイクル排出量のデフォルト値を提供しています<sup>4</sup>。

また、SAF の一種として近年注目が高まっている e-SAF は電力と CO<sub>2</sub>から合成されるもので、いわゆる e-fuel の一種です。その GHG 削減効果は、用いる電力の由来や CO<sub>2</sub>の回収源によって大きく変わるために、画一的なデフォルト値を設定するのは困難です。したがって、e-SAF はプロジェクトごとに GHG 排出量を算定する必要があり、その際には ICAO が定める再生可能エネルギーの追加性などの基準を満たすことが求められます。

CORSIA は、特殊なカーボンクレジットの活用を制度化していることも特徴的です。国境を越えて運航される国際線の排出量は、パリ協定が定める国別の削減目標（NDC）の計算において特定の国の排出量として算入することが困難です。そこで ICAO では、パリ協定の 6 条が定める「相当調整」の原則に基づき、CORSIA において特定の削減クレジットを利用する際に、そのクレジットを創出した国（ホスト国）の政府がその分を自国の削減量から差し引く必要があると定めています。しかし、CORSIA の場合は JCM のような 2 国間クレジットとは異なり、ホスト国との相手は国ではなく航空会社などの民間企業です。したがって、ホスト国にとっては、外交上の直接のメリットがないにも関わらず、自国の削減を放棄しなければならないため、CORSIA クレジットの承認に対するインセンティブは乏しいといえます。実際、CORSIA には 129 力国が参加していますが、CORSIA のクレジットを正式に承認した国はガイアナ協同共和国一国のみです<sup>5</sup>。

世界の SAF 生産量は、近年、指数関数的な伸びを示しています。2022 年の約 3 億リットルから、2023 年にはその倍以上の 6 億リットル超に達し、2024 年にはさらに 3 倍の約 18.75 億リットルへの増加が見込まれています。そのうち約 80% は、使用済み食用油（UCO、Used Cooking Oil）や動物性脂肪などを原料にした水素化処理工ステル・脂肪酸（HEFA）から得られています。しかし、それでも SAF が航空燃料全体に占める割合はごくわずかで、2024 年の予測値では世界の航空燃料需要のわずか 0.53%に過ぎず、目標達成への道のりが極めて険しいことを示唆しています<sup>6</sup>。

## 1.2 日本の SAF 動向と課題

日本の SAF 導入に向けた動きは、2022 年 4 月に設立された「持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進に向けた官民協議会」をプラットフォームとして本格化しました。この協議会での議論を経て、「2030 年までに本邦航空会社による燃料使用量の 10%（年間約 171 万 kL）を SAF に置き換える」という国家目標が設定されました。この 10%という目標は、後述の通り米国に準じていますが、EU（2030 年時点で 6%）や韓国（2027 年時点で 1%前後）と比べると極めて野心的なものです。さらにその後、日本の 2030 年の SAF の供給目標量は「2019 年度に日本国内で生産・供給されたジェット燃料の GHG 排出量の 5%相当以上」というように、GHG 排出量を基準としたものになりました<sup>7</sup>。

<sup>4</sup> ICAO, “[CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA Eligible Fuels](#)”

<sup>5</sup> IATA, “[Offsetting CO2 Emissions with CORSIA](#)”

<sup>6</sup> IATA, “[SAF Production to Triple in 2024 but More Opportunities for Diversification Needed](#)”

<sup>7</sup> 第 16 回 資源・燃料分科会 脱炭素燃料政策小委員会（2024 年 9 月 30 日）において、この目標設定をエネルギー供給構造高度化法の告示において行う方針が承認され、この記述は「第 7 次エネルギー基本計画」にも明記され閣議決定されました。

石油元売各社は、数千億円規模となる国内の SAF プラント建設への最終投資決定（FID）を行う前提条件として、航空会社からの長期的な購入契約（オフティク契約）が不可欠<sup>8</sup>としていますが、SAF のきわめて高いコスト（従来のジェット燃料の 3～5 倍）を前に、航空会社は購入を確約することが難しい状況となっています。定期航空協会の試算によれば、10%の利用義務化によって営業利益は 60%～100%以上減少し、事業継続が構造的に困難になるとされています<sup>9</sup>。

この供給側と需要側の深刻な対立を解消するため、日本政府は供給側に対し、初期投資リスクを軽減する設備投資（CAPEX）支援と、生産段階の経済性を担保する運転費用（OPEX）支援という強力な支援策を打ち出しています。CAPEX 支援の中核は、GX 経済移行債を財源とする総額約 3,400 億円規模の補助金であり、国内で大規模な SAF 製造を行う事業者に対し、設備投資費用の最大 1/2 を補助するものです。本事業には現在 4 件が採択されています（図表 2）。この他に、既に NEDO 支援事業として、コスモ石油が日揮やレボインター・ナショナル社と合弁で設立したサファイスカイエナジー社による日本初の SAF 製造事業（HEFA、3 万 kL/年）が、大阪の堺市で 2025 年に稼働しています<sup>10</sup>。

図表 2 SAF の製造・供給体制構築支援事業 採択事業者<sup>11</sup>



OPEX 支援として 2024 年度に創設されたのが「戦略分野国内生産促進税制」です。これは、米国のインフレ抑制法（IRA）をモデルに、国内での生産・販売量に応じて法人税額を控除するもので、研究開発に対する申請ベースの財政支出支援が中心だった日本の従来の産業政策において、過去に例のない革新的なツ

<sup>8</sup> 第 7 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（2025 年 6 月 25 日）「資料 3 石油連盟 提出資料」

<sup>9</sup> 第 7 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 4 定期航空協会提出資料」

<sup>10</sup> 第 6 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（2025 年 2 月 26 日）「資料 4 コスモ石油」

<sup>11</sup> 第 6 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 8 事務局（資源エネルギー庁） 提出資料」

ールです。この制度では、国内で生産・販売された SAF に対し、1リットルあたり 30 円が 10 年間にわたり控除され、法人税額の最大 40%を控除可能となっています<sup>12</sup>。仮に 2030 年の 10%供給目標（171 万 kL）が達成された場合、年間の減税総額は約 513 億円に達すると試算され、生産者のキャッシュフローを直接的に改善することが期待されます。

日本における SAF 供給の根源的問題は圧倒的な原料の不足です。主要な SAF 生産経路である HEFA に必要な廃食油の日本での年間総発生量は約 50 万トン<sup>13</sup>と推定されていますが、仮にこの全量を SAF 生産に振り向けたとしても、生産可能な SAF の最大量は 20 万 kL 程度であり、これは、2030 年目標の 171 万 kL に遠く及ばないどころか、ENEOS の計画する単体の事業 40 万 kL の半分にも満たないものです。そのため、この不足分の多くは輸入が前提となると思われますが、2.3 節で述べるように既に世界中で争奪戦が激しくなっています。コスモ石油や太陽石油などがアルコール・トウ・ジェット（ATJ）技術（エタノールなどのアルコールを原料に触媒反応を通じて SAF を製造する技術、1.4 節で後述）の経路をあえて選択しているのは、こうした背景があるからと考えられます。

### 1.3 EU の SAF 戦略と e-SAF：域外にも影響を及ぼす規制力

欧州連合（EU）は、より直接的で強力な政策介入によって SAF 市場の創出を主導しています。EU は以前から排出量取引制度（EU-ETS）を導入していましたが、炭素価格だけでは SAF の高コストという構造的な障壁を克服するには不十分でした。このため、2050 年気候中立目標を達成するための包括的な立法パッケージ「Fit for 55」の一環として、より直接的な規制を課すために「ReFuelEU Aviation」という規則を導入しました。

まずこの規則では、航空燃料供給事業者<sup>14</sup>に対し、EU の主要空港（Union airports）で供給する燃料に、最低限の比率で SAF を混合することを法的に義務付けています<sup>15</sup>。その混合率は段階的に引き上げられ、特に e-SAF については最低比率が設定されています（図表 3）。義務を達成できなかった航空燃料供給事業者は、不足量に対し、SAF と従来のジェット燃料との価格差の少なくとも 2 倍に相当する罰金が科され、さらに翌年に不足分を補填供給する義務も負います<sup>16</sup>。

<sup>12</sup> ただし、初期投資額 500 億円以上、年間生産能力 10 万 kL 以上が条件となっています。

<sup>13</sup> 環境省「[SAF の国産製造体制の強化に向けた環境省の取組状況について](#)」によると、事業系が約 40 万トン、家庭系が約 10 万トンです。事業系の大部分（約 36 万トン）は既に回収され、家畜用飼料（約 18 万トン）、工業・化成品原料（約 5 万トン）、燃料原料（約 2 万トン）と、流通が確立しています。残りの約 11 万トンは海外へ輸出されています。一方で家庭系 UCO の回収率は非常に低いのが現状です。

<sup>14</sup> 航空燃料供給事業者（aviation fuel supplier）とは、「EU 域内の空港で、航空機へ物理的に供給する目的で航空燃料を消費のために払い出す責任を負う自然人または法人」であると、[ReFuelEU Aviation に関する EU 規則「\(EU\) 2023/2405」の第 2 条 \(Definitions\) の第 5 項](#)で定義されています。

<sup>15</sup> EASA, “[Fit for 55 and ReFuelEU Aviation](#)”

<sup>16</sup> SkyNRG, “[Disentangling ReFuelEU: How will it shape the SAF market?](#)”

図表 3 EU「ReFuelEU Aviation」における混合義務率（筆者作成）

年	SAF全体の最低混合比率	うちe-SAFの最低比率
2025年	2%	-
2030年	6%	1.2%
2035年	20%	5%
2040年	34%	10%
2045年	42%	15%
2050年	70%	35%

規則の第 5 条では、極めて重要な執行メカニズムである「タンカリング防止条項」が規定されています。タンカリングとは、燃料価格が安い EU 域外の空港などで意図的に過剰な燃料を搭載し、目的地での給油を避けるコスト削減策のこと、航空機運航者<sup>17</sup>が SAF 使用の義務化を回避する抜け穴となり得ます。それを防ぐため、この条項では航空機運航者に対し各 Union airport で年間に必要とされる燃料の少なくとも 90%を搭載することを義務付けています。義務に違反した航空機運航者には、搭載しなかった量に対し、従来のジェット燃料の年間平均価格の少なくとも 2 倍に相当する罰金が科されることになっています。

そして、この ReFuelEU Aviation の最大の特徴は、その対外的な影響力にあります。義務は EU 域内を拠点とする航空機運航者のみに課されるのではなく、EU 域内の主要空港から出発するすべての航空機運航者を対象としています。

e-SAF の最低混合比率が個別に設定されていることも EU の SAF 戦略的特徴です。この背景には、やはり UCO などを使う HEFA が原料調達に由来する供給上の課題に直面しており、これだけに依存することは政策的な行き詰まりを生むという認識があるからです。既に欧州で流通する UCO の 80%が輸入に依存し、その 60%が中国から輸入されています<sup>18</sup>。さらに、パーム油などのバージンオイルが「使用済み」と偽装され、環境に優しい燃料として高値で取引されるという不正のリスクが指摘されています<sup>19</sup>。e-SAF は現時点で SAF よりもさらに高価であり、経済的には非合理ですが、理論上電力さえあれば合成可能な点から、e-SAF の活用が目標として政治的に必要となっています。

#### 1.4 米国の ATJ 方針と GREET モデル改定、そして OBBBA

米国では、バイデン政権時に 2030 年までに年間 30 億ガロン（約 1136 万 kL）、2050 年までには年間 350 億ガロン（約 1 億 3249 万 kL）の SAF を国内で生産するという目標が掲げられました<sup>20</sup>。これらの数値

<sup>17</sup> ReFuelEU Aviationにおいては、一般的な旅客や貨物の航空輸送サービスを提供する企業としての「航空会社（airline）」だけではなく、プライベートジェットやチャーター便を含むあらゆる航空機を運航する事業主体を包括的に指す「航空機運航者（aircraft operator）」という用語が使われています。

<sup>18</sup> T&E, “[80% of Europe's 'used' cooking oil now imported raising concerns over fraud – study](#)”

<sup>19</sup> The STRAITS TIMES, “[Turbulence ahead: How used cooking oil could hinder aviation's green fuel hopes](#)”

<sup>20</sup> DoE, “[SAF Grand Challenge](#)”

は、2030 年時点での米国内の航空燃料需要の 10%、2050 年時点での 100%を SAF で満たすことを想定したものであり、極めて野心的なものです。

この目標を実現するための具体的な政策として、インフレ抑制法（IRA）によって導入された、SAF の税額控除制度があります。2023 年から 2024 年末までは、"Section 40B"と呼ばれる混合事業者（ブレンダー）<sup>21</sup>向け税額控除で、混合する SAF の GHG 排出量に応じて、1 ガロンあたり 1.25 ドルから最大 1.75 ドル（1 ドル = 148.4 円として、1 リットルあたり約 49 円から約 68 円、米国のジェット燃料価格はおよそ 82 円/L）までの支援を得られます<sup>22</sup>。2025 年からは、制度が "Section 40Z" に移行し、控除対象者が混合事業者から生産者（プロデューサー）へと変更されました。この変更により、輸入原料の利用は一部の例外（カナダ・メキシコ・ブラジル）を除き支援対象外となりました。

米国でも、SAF 生産の主流となっている HEFA に不可欠な廃棄物油脂（UCO、動物性脂肪など）が不足しています。その理由は、後述する再生可能ディーゼル（RD）によって既に使いつくされてしまっているためです。そこで、米国にとって最も現実的な代替策として浮上したのが、アルコール・トウ・ジェット（ATJ）技術です<sup>23</sup>。この代替案は、本レポートの前編で述べた「ブレンドウォール」問題や電気自動車の普及による将来的な需要減退に直面するバイオエタノール業界にあっても整合的です。問題は、トウモロコシ・エタノールから製造される ATJ 経路の SAF のライフサイクル全体で見た GHG 総排出量が、石油由来のジェット燃料におけるそれを上回ってしまうということでした。このため、エタノール業界は主要航空会社などと連携して強力なロビー活動を展開し、それに応じた当局は、SAF の税額控除のためだけに特別に調整された 40BSAF-GREET および 45ZCF-GREET という計算モデルを作りました<sup>24</sup>。その結果、トウモロコシ由来の ATJ の GHG 排出量が IRA の求める、既存燃料の 50%以下という条件を満たす可能性が出てきました（図表 4）。この評価変更によって、日本のエネルギー供給構造高度化法が規定する SAF の定義（GHG 排出量の削減基準など）も満たすことから、日本への輸出も視野に入ってきます。

---

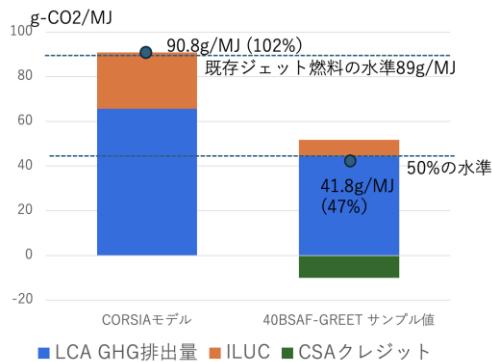
<sup>21</sup> IRA Section 40B における混合事業者（Blender）とは、SAF とジェット燃料を物理的に混合して規制に適合した混合燃料を製造し、その燃料を自身の事業で販売または使用する者を指します。物理的な混合行為と、販売または使用の両方を米国内で行うことが要件となります。SAF の製造地や原料産地は問いません。燃料供給事業者、燃料卸売業者、空港で給油サービスを行う事業者、自社で燃料の混合・管理を行う航空会社などが該当する可能性があります。

<sup>22</sup> Holland & Knight, “Guidance, Model Provide Additional Clarity for 40B Sustainable Aviation Fuel Tax Credit”

<sup>23</sup> AEI, “Sustainable Aviation Fuel: A Life Flight for the Ethanol Industry?”

<sup>24</sup> Faegre Drinker, “IRS Allows DOE's Modified GREET Model and USDA's Climate Smart Agriculture Program for Sustainable Aviation Fuel Tax Credit”

図表 4 米国産トウモロコシ・エタノールで作られた SAF (ATJ) の GHG 排出量評価（筆者作成）



しかし、この計算の前提では、バイオ燃料による排出削減量を評価する際に考慮される間接的土地区画変化 (ILUC) による排出量増加分<sup>25</sup>の値が恣意的に低く評価されているほか<sup>26</sup>、一定水準の農法で生産された原料を使った場合に一律で 10g/MJ の排出量を差し引く CSA クレジット<sup>27</sup>の適用といった、科学的妥当性に疑義のある手法が使われているため、大きな論争を巻き起こしています。このように、IRA の SAF 税額控除は、SAF の GHG 排出量評価が税額控除額と直接連動するため、GHG 排出量の計算方法自体が論争の対象になりやすい制度となっています。

さらに状況を複雑にしているのが、2025 年 7 月に成立した OBBB 法 (One Big Beautiful Bill Act) です。この法律では、Section 45Z のクレジットに関し、大きな 3 つの変更がありました。まず 2026 年より 1.75 ドル/ガロンという支援額の上限が、1.00 ドルに引き下げられます。その上で、ILUC の評価を行う規定自体が削除されました。そして、ブラジル産のサトウキビエタノールを原料として使う SAF は控除対象から除外されました<sup>28</sup>。バイオ燃料事業者からすれば、ILUC の評価がなくなったことは GHG 排出量の評価に有利ですが、一方で支援額上限の引き下げによって SAF 向けに生産するインセンティブはほとんどなくなつたといえます。また、ブラジル産のサトウキビエタノール輸入を想定していた事業者も相当数いたため、これら事業者にとっても少なからぬ影響がありました。このように、米国の SAF 供給は、高い目標とは裏腹に、政策の変更により大きな曲がり角に立たされています。

<sup>25</sup>バイオ燃料の生産のために、森林や草原などの他の土地を農地に転換することで、結果的に別の場所で森林減少や二酸化炭素排出増につながる現象のことです。

<sup>26</sup> CATF, “[GREET underestimates indirect land use change, undermining the climate benefits of section 40B](#)

<sup>27</sup>気候変動対応型農法 (Climate-Smart Agriculture: CSA) クレジットとは、農家が「不耕起栽培」、「カバーコロップ (被覆作物) の作付け」、「高効率施肥」といった特定の農法を一括で実践することを条件に、実際の GHG 削減効果を測定することなく、一律のクレジットを付与するものを指します。

<sup>28</sup> Fast markets, “[Understanding the 45z tax credit and RFS changes: US biomass-based diesel and SAF at a crossroads](#)”

## 2. ディーゼル代替燃料の動向

ディーゼル（軽油）は、トラック輸送、建設機械、船舶など、世界の経済活動を支える基幹的なエネルギー源ですが、その脱炭素化はガソリンやジェット燃料以上に複雑な課題を抱えています。

### 2.1 世界のバイオディーゼル供給動向

一般に「バイオディーゼル」とは、植物油や動物性油脂からメタノールと触媒を用いた「エステル交換反応」によって得られる脂肪酸メチルエステル（FAME）のことを指します。FAMEは化学的には酸素原子を含み、炭素と水素のみで構成される石油由来のディーゼルとは全く異なる物質です。この化学構造の違いが、FAMEの利用におけるいくつかの制約を生んでいます。具体的には、酸化しやすく長期保存が困難であること、水分を吸収しやすく微生物が繁殖しやすいこと、そして低温環境下で凝固しやすいことなどが挙げられます。これらの特性のため、石油由来のディーゼルと混合して既存のディーゼルエンジンで問題なく使用できる混合率は、5%（B5）から20%（B20）程度に制限されます。

世界のFAME/バイオディーゼル市場は、少数の主要生産国・地域によって支配されており、各地域の農業基盤がその生産構造を大きく左右しています。インドネシアは世界最大のFAME生産国であり、その生産はほぼ全面的にパーム油に依存しています。次いでEUが大きな生産量を誇り、菜種油とUCOが主な原料となっています。ブラジルと米国は、それぞれ世界有数の大生産国であり、FAME生産においても大豆油が中心的な役割を果たしています（図表5）。

図表5 FAME/バイオディーゼル主要生産国・地域（2023年推定生産量）<sup>29</sup>

国・地域	2023年生産量 (億リットル)	主な原料	主要な政策推進要因
インドネシア	約140	パーム油	B35混合義務（エネルギー安全保障）
欧州連合（EU）	約130	菜種油、UCO	再生可能エネルギー指令（GHG削減）
ブラジル	約80	大豆油	B14混合義務（農業支援）
米国	約60	大豆油、コーン油、UCO	再生可能燃料基準（RFS）

混合ディーゼル燃料についてインドネシアは35%（B35）<sup>30</sup>という世界で最も高い混合義務率を課しています。

<sup>29</sup>World Bioenergy Association, “Global Bioenergy Statistics Report 2024 Summary”

<sup>30</sup>バイオディーゼルは前述のように一般に5～20%程度が混合比率として限界といわれていますが、これは低温時の固化の問題があるためで、例えば5%の場合マイナス5°C、20%の場合0°C程度でリスクが高まるとき

すが、同用途の FAME 供給量は既に国内の FAME 生産能力の約 80%に達しており、B40 以上への引き上げには生産能力の大幅な増強が不可欠です<sup>31</sup>。ブラジルは B14 義務を達成していますが、食料インフレへの懸念から B15 への引き上げを一時中止するなど、「食料か燃料か」のジレンマが常に政策の足かせとなっています<sup>32</sup>。EU では、中国からの安価な輸入品との競争により域内の GHG 削減目標達成を輸入に依存するという矛盾を抱えています<sup>33</sup>。米国では、より制度的に有利な再生可能ディーゼル（後述）へのシフトが進み、FAME の生産能力と生産量自体が減少傾向にあります<sup>34</sup>。

## 2.2 再生可能ディーゼル（HVO/RD）供給動向

再生可能ディーゼル（Renewable Diesel: RD）は、水素化植物油（Hydrotreated Vegetable Oil: HVO）またはグリーンディーゼルとも呼ばれ、植物油、動物性油脂、廃食油（UCO）などの再生可能な原料から製造されるパラフィン系炭化水素燃料です。その製造プロセスである水素化処理で、分子構造から酸素を完全に除去するため、化学的に石油由来のディーゼルとほぼ同一の構造を持ち、混合率の制限なく、100%（R100）の純粋な形で使用することができます。この点が、同じ原料を使用する従来のバイオディーゼル（FAME）との根本的な違いとなっています。さらに、ライフサイクルアセスメントベースでは、特に廃食油などを原料とした場合、従来のディーゼルと比較して 70～90% の GHG 排出量削減効果があるとされ、原料によって 10～60% の削減効果があるとされる FAME よりも有利な評価を得ています<sup>35</sup>。

その生産と消費は、政府による義務付けやインセンティブによって成り立っており、特に米国と欧州が圧倒的な消費国となっています。世界で最も大きな単一の RD 市場である米国カリフォルニア州では、「低炭素燃料基準（Low Carbon Fuel Standard: LCFS）」によって強力な経済的インセンティブ（クレジット）<sup>36</sup>を付与されていて、米国内の RD 供給量のほとんどがカリフォルニア州で消費されています。2023 年、米国では FAME の消費量を RD が初めて上回りました（図表 6）。さらに、RD を生産するための UCO の輸入量が

---

れています。一方、インドネシアは年間を通じて温暖な熱帯気候であり、最低気温は 23°C 程度で、10°C を下回ることは滅多にありません。35% の混合比率の場合、リスクが高まるのは 5～10°C なので、インドネシアでは使用可能となっています。

<sup>31</sup> GAPKI, “[Govt: FAME Supply Poses Biggest Challenge To B50 Program](#)”

<sup>32</sup> Fast markets, “[Brazil announces increase of biodiesel blend to 15% from August 1](#)”

<sup>33</sup> EBB, “[EU biodiesel industry may not survive 2024 if left unprotected from Chinese unfair imports](#)”

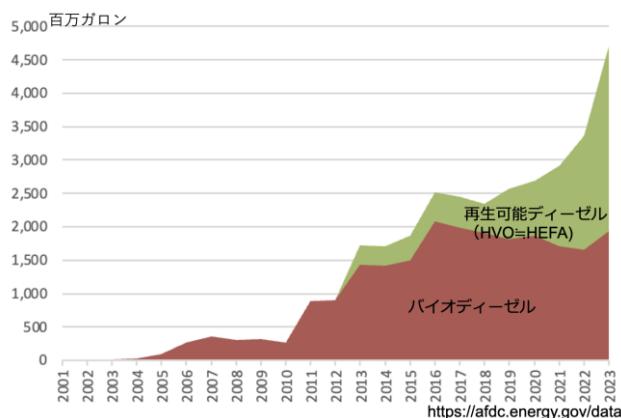
<sup>34</sup> ILLINOIS Farm Doc Daily, “[Overview of the Production Capacity of U.S. Biodiesel Plants](#)”

<sup>35</sup> 伊藤忠工ネクス株式会社, 「[Renewable Diesel リニューアブルディーゼル～次世代バイオ燃料～](#)」

<sup>36</sup> カリフォルニア州大気資源局（CARB）が、州内で販売される輸送用燃料全体の炭素強度（CI）の平均目標を毎年設定し、それが年々厳しくなります。燃料の販売事業者は、目標 CI を上回った場合、下回った事業者からクレジットを市場価格で購入する義務があります。RD は CI が極めて低く、燃料販売事業者は CI を下げるために自ら RD を調達して販売するか、RD 販売事業者からクレジットを購入することになります。

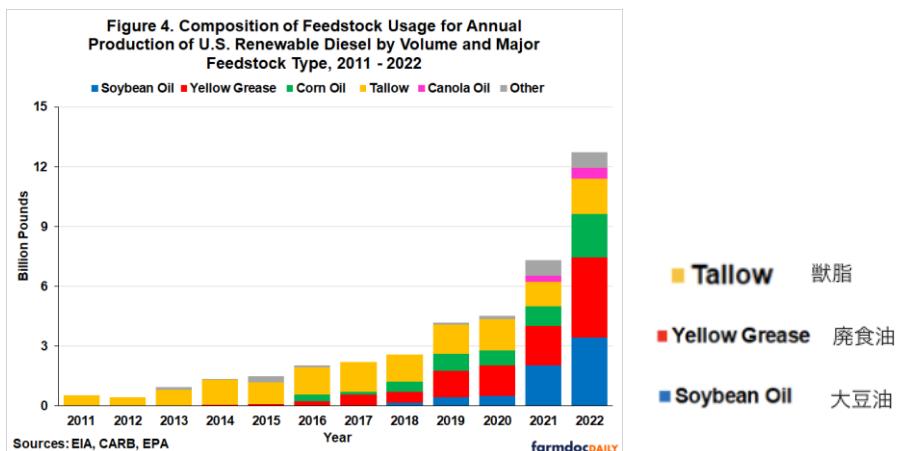
2023 年に前年比 3 倍以上に増加し、その多くは中国から供給されました<sup>37</sup>。2023 年前半には、カリフォルニア州のディーゼル消費量に占めるバイオ由来ディーゼル（RD と FAME）の割合は 59% という驚異的な水準に達しました。これは、米国の他地域の平均 3.8% とは対照的です。

図表 6 米国のバイオディーゼルと再生可能ディーゼルの消費量



米国では、RD の原料に占める動物性油脂、UCO などの廃棄物・残渣の消費量が急増しています（図表 7）。このシフトこそが、前述の UCO を巡る世界的な争奪戦を引き起こし、前節でみてきた SAF の原料供給を逼迫させる直接的な原因となっています。RD と SAF（HEFA）は、同じ水素化処理技術を用い、同じ原料を奪い合う競合関係にあるからです。

図表 7 米国の再生可能ディーゼル（RD）原料の推移



<sup>37</sup> BIOMASS Magazine, “[USDA: Growth in US renewable diesel production impacts global feedstock trade](#)”

## 2.3 油脂を巡る争奪戦

これまで述べてきたように、RD および SAF (HEFA) の主要原料は、UCO、獣脂（タロー）、イエローグリースといった廃棄物系の油脂と、大豆油やキャノーラ油などの植物油です。米国による RD ブームは、これらの原料に対する凄まじい需要を生み出し、米国の供給能力を完全に凌駕し、この供給不足を補うために米国は 2021 年以降、UCO の純輸出国から純輸入国へと転換しました。この需給の逼迫は、UCO などの原料価格の高騰を引き起こしています。2020 年には 1 ポンドあたり 20 セント台半ばだった UCO 価格は、2025 年には 1 ガロンあたり 2.60 ドル以上（1 ポンドあたり約 34 セントに相当）のスポット価格で取引されるようになっています。

この市場の動向を理解する上で重要なのは、原料の利用方法がアジアと欧米とで歴史的に大きく異なってきたという点です。アジア、特に日本では、UCO や獣脂は伝統的に鶏や豚などの動物飼料として重要な役割を果たしてきました。安価で高エネルギーな添加物として、その価値が広く認識されていたのです。

一方、欧米では牛海綿状脳症（BSE）問題への対応として、動物由来の原料を飼料チーンから隔離するための厳格な規制が導入され、飼料としての販路が事実上閉ざされました（図表 8）。この結果、欧米市場には「行き場のない」安価な UCO や獣脂が滞留することになり、後にバイオ燃料という新たな巨大需要が登場した際に、これらの原料が迅速かつ大量にエネルギー市場へと吸収される土壤を整えました。欧米主導で SAF や RD の推進が行われてきた背景には、こうした飼料市場における歴史的・制度的な違いが大きく影響しています。

図表 8 食油・獣脂の飼料利用に関する主要地域の規制比較<sup>38</sup>

地域	主要な規制/指令	主な懸念	主要な規制内容	飼料利用への影響
EU	動物副産物規則 (EC) No 1069/2009	BSE / TSE	特定危険部位(SRM)の除去、カテゴリー別管理 (Cat 1, 2は飼料利用禁止)、不純物レベルの厳格な基準	多くの動物性脂肪の飼料利用が厳しく制限され、市場から事実上排除された。
米国	FDA 21 CFR 589.2001	BSE	特定の牛由来物質(CMPAF)の全動物飼料への使用禁止、不溶性不純物0.15%超の獣脂の使用禁止	飼料への利用が大幅に制限され、バイオ燃料など他の用途への道を開いた。
日本	飼料安全法、ASF対策関連通知	ASF、異物混入	食品残渣由来飼料の加熱処理基準強化、トレーサビリティ確保、家庭由来UCOの飼料利用禁止	規制強化により飼料供給業者の負担が増加し、飼料市場からバイオ燃料市場への UCO のシフトが加速。

現在、バイオ燃料需要の急増は、アジアの伝統的なサプライチェーンをも揺がしています。バイオ燃料産業が提示する高い価格は、飼料市場から原料を奪い、世界的な飼料価格高騰の懸念を生んでいます。この現象は、エネルギー政策と食料安全保障政策が、限られた資源をめぐって直接的な利益相反を起こしていることを

<sup>38</sup> 農林水産省、「[食品残さ等利用飼料の安全性確保のためのガイドライン](#)」, European Commission, "Regulation (EC) No 1069/2009 (Animal by-products Regulation)," U.S. Food and Drug Administration (FDA), "[CFR - Code of Federal Regulations Title 21, Part 589.2001](#)"

示しています。

## 2.4 日本の軽油代替燃料検討状況

日本におけるバイオディーゼルの導入は、長らく下記の「5 つの課題」<sup>39</sup>によって停滞してきました。

1. FAME 混合率の上限（品確法による B5 の壁）
2. 高濃度混合燃料の JIS 規格不在（メーカー保証の問題）
3. HVO の JIS 規格不在
4. HVO の税法上の定義（密度が「軽油」の範囲外となり、不正軽油と同様の規制対象に）
5. バイオ燃料成分への課税（軽油引取税がバイオ分にも課税される）

これらの旧来の化石燃料を前提とした規制・税制の壁が、脱炭素化の動きを阻んできました。例えば、FAME の混合率上限は、公道走行車両では品確法により 5%（B5）に制限されています。建設機械などのオフロード分野ではより高濃度の B20 や B30 のニーズがありますが、対応する JIS 規格がないため、メーカーは製品保証を出せず、ユーザーは導入に踏み切れません。また、HVO は密度が「軽油」の税法上の定義から外れるため、不正軽油と同様の厳格な規制対象となり、大規模な流通が事実上不可能です。さらに、バイオ燃料分にも軽油引取税が課されるため、バイオガソリン（エタノール）が免税であるのと比較して著しく不公平な状況にあります。ようやく政府も重い腰を上げ、これらの制度改革に向けた検討を進めていますが、不正軽油問題の再燃を懸念する声もあり、ステークホルダー間の利害調整は容易ではありません。

## 2.5 e-ディーゼルが注目されない理由

e-fuel の中でも、e-ガソリンや e-SAF が大きな注目を集め一方で、「e-ディーゼル」、すなわち再生可能エネルギーと CO<sub>2</sub> から合成されるディーゼル燃料はほとんど話題に上りません。これは技術的な劣位性によるものではなく、明確な政策的追い風を欠いているためです。

e-ガソリンは、EU の「2035 年 ICE 車販売禁止」に対する「抜け道」として政治問題化したことで脚光を浴びました。e-SAF は、航空業界の脱炭素化に不可欠な要素として EU で法的に義務付けられました。しかし、e-ディーゼルの主要市場である大型トラック部門の規制は、燃料供給事業者ではなく車両メーカー（OEM）に CO<sub>2</sub> 排出削減義務を課す「テールパイプ（排気管）」排出量基準が中心です。e-ディーゼルを使用してもテールパイプからの CO<sub>2</sub> 排出はゼロにはならず、OEM はバッテリー電気トラック（BEV）や燃料電池トラック（FCEV）の開発・販売を優先するインセンティブが働きます。強力な政策的擁護者を欠いたまま、HVO や電動化、水素といった多様な競合技術との厳しい戦いを強いられているのが e-ディーゼルの現状です。

---

<sup>39</sup> 第 18 回 資源・燃料分科会 脱炭素燃料政策小委員会（2025 年 3 月 25 日）「[資料 3 バイオディーゼルに関する国内外の動向について](#)」

### 3. 日本の事業者へのインプリケーション

ここまで概観してきたように、ジェット燃料とディーゼル代替燃料を巡る世界は、各国の政策、技術の成熟度、そして原料の制約が複雑に絡み合い、急速に変化しています。日本の事業者は、この不確実性の高い環境下で、自社の GHG 排出削減と事業継続性を両立させるための戦略を構築しなければなりません。

まず、SAF に関しては、国内生産の本格化にはまだ時間を要し、当面は高コストが続くと考えられます。したがって、多くの事業者にとって現実的な選択肢は、海外で調達された SAF の環境価値を証書として購入する「ブックアンドクレーム」方式の活用となるでしょう。物理的な燃料の利用に固執するのではなく、Scope3 排出量削減の手段として、この新しい市場メカニズムへの理解を深め、活用を検討することが重要です。

次に、ディーゼル代替燃料については、国内の制度改革の遅れが最大のリスク要因です。特に建設・物流業界は、高濃度バイオディーゼル（B20/B30）の JIS 規格策定や、HVO の税法上の課題解決といった政策動向を注視し、業界として政府への働きかけを強めていく必要があります。当面は、自治体や一部の先進企業が取り組む地域循環型の FAME 利用が中心となりますが、将来の HVO/SAF の国内供給開始を見据え、自社の車両・機械の適合性やサプライチェーンの構築について、今から検討を始めるべきです。

結論として、企業は特定の技術に過度に依存するのではなく、前編でも強調した「マルチパスウェイ」の考え方に基づき、多様な選択肢を冷静に評価し、自社の状況に合わせて柔軟に組み合わせるポートフォリオ戦略が求められます。バイオエタノール、SAF、バイオディーゼル、RD、そして将来的には e-fuel。これらの次世代燃料は、それぞれが異なる時間軸とコスト構造、そして政策的リスクを抱えています。国際的な原料争奪戦と、各国の保護主義的な産業政策が激化する中で、安定したエネルギー調達と脱炭素化を両立させるためには、これまで以上にグローバルな視点と戦略的な情報収集、そして変化に対応する俊敏性が不可欠となるでしょう。

[東京海上 dR GX レポート一覧へ](#)