

プラチナ投資のエッセンス

持続可能な航空燃料 (SAF) の普及にプラチナが推進力に

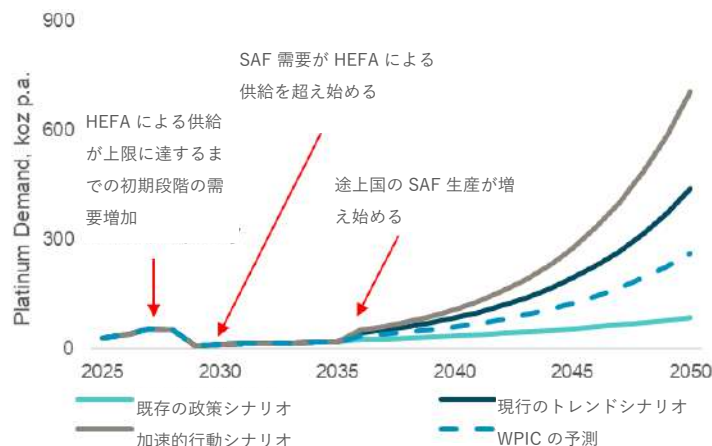
航空業界は炭素排出を削減することが困難な産業部門で、ネットゼロ達成の道りは容易ではない。既存の設備を利用しながら長距離航空便の炭素排出量を削減することができる(ドロップイン型)持続可能な航空燃料(SAF)は、短期的・中期的で唯一の現実的な対策と言える。世界の SAF 生産量は、2050年までに航空燃料需要全体の4分の1に当たる約1億4000万トンに達し、それに伴うプラチナの年間需要は現在の9倍の8.1トンになる予測だ。減少傾向にある石油関連のプラチナ需要を十分に補えることから、今後、SAF はプラチナ需要を構造的に押し上げる分野になると考えられる。

地球温暖化をもたらす炭素の排出量の約4%は航空機産業に起因する。国際クリーン交通委員会(ICCT)によると、気温上昇を1.5度に抑えるシナリオにおいて、航空業界は世界の炭素予算(将来排出できる温室効果ガスの累積量の上限)を5%以内に抑える必要がある。しかし、旅客需要が2050年までに3倍増えるとされる中で炭素排出量がこの予算内に収まる可能性は少ない。プラチナは SAF の主な生産方法の全てで必要となる材料だ。水素化処理エステル・脂肪酸(HEFA)法や、異性化反応における凝固点処理にプラチナを使うアルコール・トゥ・ジェット(AtJ)法、また、フィッシャー・トロプシュ(FT)法やパワー・トゥ・リキッド(PtL)法でも異性化とコバルト触媒の促進剤としてプラチナを使う。特に PtL 法ではグリーン水素を生産するための PEM 型水電解にもプラチナを使う。SAF 生産方法の中で最も多くプラチナを使うのは PtL 法、ついで HEFA 法、FT 法、AtJ 法となる。

オランダの SkyNRG 社によると、SAF の世界的な普及には政策及び業界の取り組み意欲を踏まえた3つのシナリオが考えられるという。「既存の政策」シナリオは既存の法的枠組みに基づく普及、「現行のトレンド」シナリオは成果を約束した目標達成を支える政策に基づく普及、「加速的行動」シナリオは追加的な施策によってより早い普及を推し進めるシナリオ。北米にみるようにグリーン政策が弱まりつつある中で航空業界の目標達成は困難と見られているが、現状を反映した我々の予測は「既存の政策」と「現行のトレンド」シナリオの中間に位置するものだ。

2025年の SAF の年間生産能力は約200万トンで、これは2050年までに8倍の約1600万トンに増えるだろう。現在生産されている SAF の95%は HEFA 法によるが、油脂・油・グリース(FOG)系原料に制限があるため、2027年以降の市場シェアは減るとされている。2030年代に入ると HEFA 法による生産では SAF の需要に追いつかなくなり、政策や業界の支援とともに PtL 法のように生産の規模を拡大できる生産方法が普及していかなければ需要を賄えなくなるだろう。現在 PtL 法による SAF の生産はほとんど実績がないが、今後はマーケットシェアが30%近くにまで広がり、それに伴ってプラチナ需要は2050年までに年間約8.1トンになるだろう。エネルギー転換に伴って石油関連のプラチナ需要は2030年から2040年の間に約30%減る見込みだが、SAF によるプラチナ需要はエネルギー分野で唯一増加するものになるだろう。

図1. 異なるシナリオに基づいた SAF 普及におけるプラチナ需要



出典: SkyNRG、WPIC の予測

Edward Sterck

Director of Research

+44 203 696 8786

esterck@platinuminvestment.com

Wade Napier

Analyst

+44 203 696 8774

wnapier@platinuminvestment.com

Kaitlin Fitzpatrick-Spacey

Associate Analyst

+44 203 696 8771

kfitzpatrick@platinuminvestment.com

Brendan Clifford

Head of Institutional Distribution

+44 203 696 8778

bclifford@platinuminvestment.com

World Platinum Investment Council

www.platinuminvestment.com

Foxglove House, 166 Piccadilly

London W1J 9EF

2025 年 11 月 6 日

今は少ない SAF のプラチナ需要は、原料供給に制約のある生産方法からプラチナ集約度の高い合成による生産方法に移行するにつれて、増えるだろう

プラチナ需要の伸びは政策、技術の商業化、触媒技術の進化に依存する

目次

はじめに.....2

航空産業の影響.....2

航空産業の燃料選択.....3

SAF の種類6

プラチナはどう使われているか.....12

水素化異性化とプラチナの役割.....12

プラチナ需要の将来.....24

結論.....25

政策と法規制.....26

はじめに

持続可能な航空燃料(SAF) は航空産業の困難な脱炭素化戦略の中核として認識され始めている。SAF の生産には既存の原料を使う方法と新たな合成方法を組み合わせた様々な方法があり、それらの中でプラチナは高度な燃料改質と水素生産において重要な役割を果たす。SAF 生産のプラチナ需要は現在まだ少ないが、新しい合成方法による生産が拡大するに伴う長期的な増加が見込める。SAF の生産は従来のジェット燃料よりもコストがかかるため、その普及は何よりも政策に左右される。それぞれの SAF 生産方法によってプラチナの消費量が異なるため、SAF 生産におけるプラチナ集約度は原料の供給と技術の進展度で決まる。

SAF の生産技術体系は大まかに分けると、原料に制約を受ける短期的な生産技術と、原料に制約がない合成方法による長期的な生産方法があり、それぞれプラチナの消費量に違いがある。現在の生産技術はほとんどが前者で、初期の SAF 普及には安定した生産基盤となるが、原料、すなわち油・油脂などの持続的な供給に制限されるため、SAF の普及の拡大には限界がある。一方、FT 法や PtL 法を含む合成生産方法は大規模生産が可能で、より多くの炭素排出軽減につながる。PtL 法ではジェット燃料の規格を満たすために重要な炭化水素改質においてプラチナ触媒が使われる。また、主要原料であるグリーン水素の生産においてもプラチナの需要が見込める。水素生産のプラチナ需要は、本稿ではグリーン水素生産の項で取り上げたため、PtL 法のプラチナ需要には含まれない(詳細は16ページ参照)

合成生産方法による SAF 生産が普及すればプラチナ需要も増える

以下、SAF 市場とプラチナ需要について、以下の点に焦点を当てながら見ていきたい。

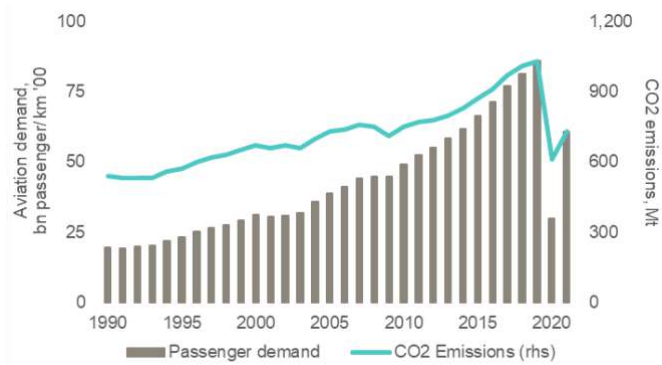
- 1. SAF 普及を後押しする政策、業界の取り組み、技術の進歩
- 2. プラチナ需要に影響する SAF 生産方法、触媒、原料の制約などの要因

現在の SAF 生産方法の大半は原料ベースであるため、原料供給の制約が SAF 生産の足枷になってプラチナ需要は当分限定的になると考えている。しかし、2030年代以降に合成生産方法にシフトすれば、触媒とグリーン水素生産のプラチナの需要が増える。長期的には石油の需要は減り、それに伴う石油精製のプラチナ需要も減るが、SAF の普及拡大は、その需要減を補い、将来の低炭素燃料生産におけるプラチナの役割を確立するという広義のエネルギー転換の意味において非常に重要な要因だ。

航空産業の影響

航空業界の経済活動によって排出される二酸化炭素(CO₂)は、世界の排出量の約 3% を占める。それに加えて業界が排出する CO₂ 以外の二酸化窒素、水蒸気、煤など地球温暖化をもたらす原因となるガスは世界の排出量の 4% に当たる。

図 2. 旅客航空需要の増加とそれに呼応する炭素排出量の増加

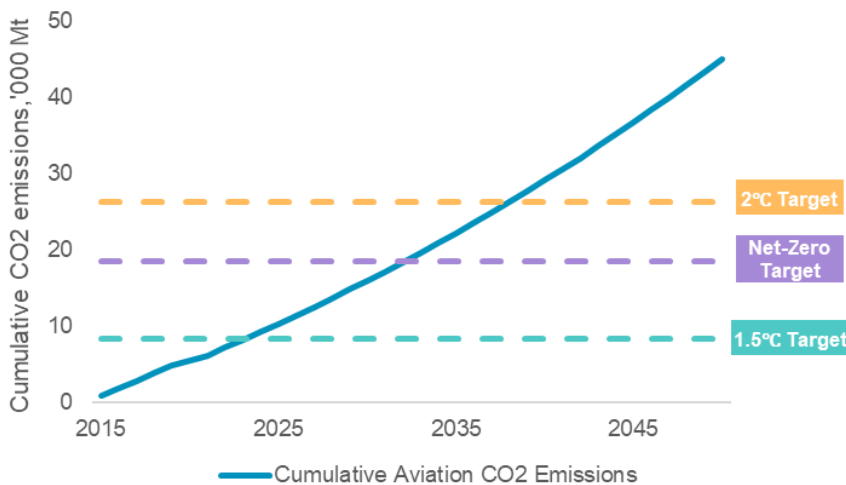


出典: 『Our World in Data』(オックスフォード大学 Global Change Data Lab)、WPIC リサーチ

リスボンからニューヨークまでの片道飛行で排出される CO₂ の量は、欧州の平均的な家庭の暖房で 1 年間排出する CO₂ の量に相当

旅客機の飛行によって排出される CO₂ の量は 1990 年からほぼ 2 倍に増えており(図 2)、現状が変わらなければ、排出量は燃料の脱炭素化のペースを上回って 2050 年までには 3 倍になるとされている。炭素強度(輸送単位あたりの CO₂ 排出量)はこの同じ時期に約 6 割減っているが、旅客需要の伸びを相殺するには十分ではなく、CO₂ の排出量は増え続けている。ICCT は、地球の気温上昇を 1.5 度に抑えるために世界全体で排出が許容される炭素予算の中で、航空業界が占める割合は 5% という炭素予算を定義している。この数値は 4 つの世界적인脱炭素化シナリオの平均値に基づいて算出されているが、既存の航空機全体の寿命がくるまでに排出する炭素量と新しい航空機の導入をモデル化した計算によると、航空業界はすでにこの炭素予算を超えている。業界全体で対策を加速させなければ、ネットゼロと、さらには気温上昇 2 度というシナリオ下で業界に割り当てられた炭素予算をも越えてしまう(図 3)。航空産業が温室効果ガスを削減しないまま成長を続けると、産業革命以前と比べて気温上昇を 1.5 度に抑えるために設定された世界の炭素予算の 1 割以上を使ってしまう可能性すらある。航空業界の炭素排出量の削減は、地球温暖化を食い止める上で極めて重要な課題なのである。

図 3. 航空業界は既に ICCT が定義する炭素予算を超え、今後世界の炭素予算の 1 割以上を使う恐れもある。



出典: ICCT、『Our World in Data』、WPIC 予測

航空業界が気候変動に大きな影響を及ぼしていることは、CO₂ 排出量が既に 1.5 度シナリオの炭素予算を超えたことから明らか

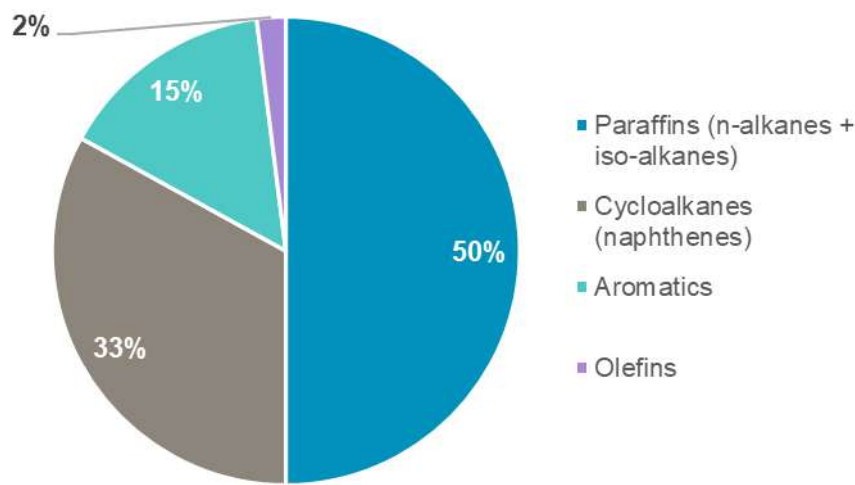
航空産業の燃料選択

現在のジェット燃料基準

現在、航空機に使われるジェット燃料(Jet A-1)は灯油の一種だ。主にパラフィン(直鎖及び分枝鎖アルカン)、シクロアルカン、少量の芳香族化合物からなる液状炭化水

素混合物で、この組み合わせが飛行に必要な高いエネルギー密度と安定性をもたらす。芳香族化合物は煤と排出ガスを抑えるために25%以下に制限されているが、凍結点の低い分枝鎖イソアルカンの割合は高い方が望ましいとされる。

図 4.典型的なジェット燃料の構成



出典: 国際航空運送協会(IATA)、Science Direct、米有害物質・疾病登録庁(ATSDR)

灯油は燃焼すると CO₂ と水蒸気を発生させ、一酸化炭素、窒素酸化物、粒子状物質、そして硫黄不純物が含まれる場合には二酸化硫黄も生成される。あらゆる航空燃料は安全性と性能の確保のため、米国の試験材料協会 (ASTM) の厳格な規格を満たさなければならない。その規格には最低発熱量、低い凍結点、適切な粘度、硫黄含有量の制限などが含まれる (図 5)。

図 5. ASTM のジェット燃料基準

Criteria	Explanation	Jet A-1 specification
Flash point	The temperature at which the fuel ignites in the engine to cause combustion to occur (°C)	38° minimum
Freezing point	The temperature at which the fuel would freeze (°C)	-47°
Combustion heat	The amount of energy that is released during combustion, per kilo of fuel (MJ/kg)	42.8 MJ/kg minimum
Viscosity	The thickness of the fluid or ability to flow (mm2/s)	8.000 max
Sulphur content	The amount of sulphur in the fuel (parts per million)	0.30
Density	How heavy the fuel is per litre (kg/m3)	775-840

出典: ICCT、『Our World in Data』、WPIC 予測

持続可能な航空燃料 SAF— 有望な選択

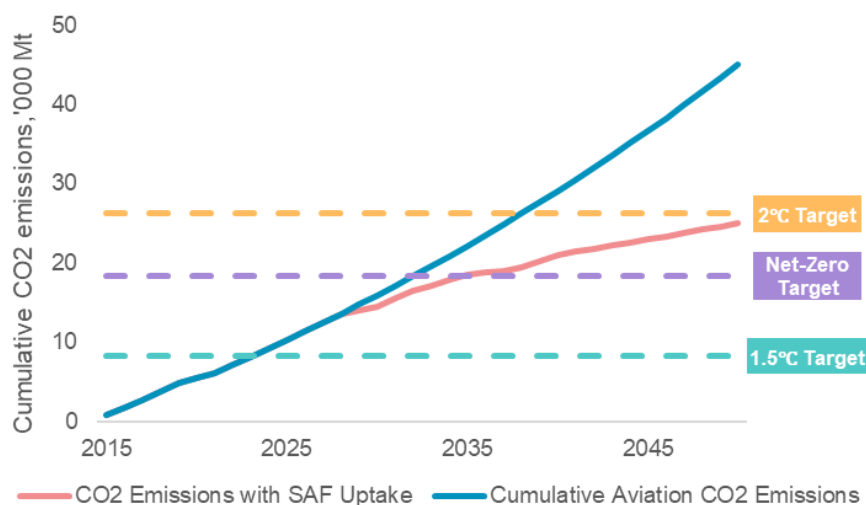
持続可能な航空燃料(SAF) は、航空輸送の炭素排出量を削減し気候変動に対する影響を抑えるため、灯油に変わる有望な再生可能燃料として登場した。石油が原料の灯油と違い、SAF は廃油、農業廃棄物、一般廃棄物などの持続可能な非石油系原料から、あるいは再生可能電力と回収 CO₂ を組み合わせた代替燃料(e-fuel)から作られる。SAF はライフサイクル全体で最大8割まで炭素排出を削減できる可能性があり、特に代替燃料は気候ニュートラルに近い燃料になり得る。ICCT のシナリオを使ったモデル分析によると、広範な SAF の導入と効率的な生産体制の確立は、燃料効率の向上との組み合わせで戦略的に進められた場合、航空業界の排出量削減に向けて特

ジェット燃料は安全性と効率的なエンジン性能を保証するために着火点、凝固点、エネルギー含有量、流動性、硫黄含有量、密度が決められている

SAF と 代替燃料は航空業界の脱炭素化に大きな貢献、特に代替燃料はほぼカーボンニュートラル

に大きく貢献できるとしている。気温上昇を2度に抑えるシナリオで ICCT が推定する航空業界の累積 CO₂ 排出量を炭素予算の範囲内に収めることができる (図 6)。

図 6. 航空業界の (現状での) CO₂ 推定排出量と、パリ協定 2015 に基づく炭素予算で SAF が効率的に生産・利用された場合の排出量



出典: ICCT、『Our World in Data』、WPIC 予測

航空燃料が実用に耐えるには、以下の条件を満たす必要がある。

- 性能— 高いエネルギー密度、クリーンな燃焼、長距離に耐える熱安定性があること
- 運用性— 極端な低温など過酷な環境条件下でも性能が安定していること
- 適合性— 既存の航空機および燃料インフラにそのまま利用できること

前述した主な生産方法で生産された SAF はこれらの条件全てを満たしている。炭化水素構成は化石燃料由来の灯油 (Jet A-1) に非常に近く、同じ ASTM 規格での認証を受けているため既存の航空機を改造しなくても利用することができる。現在、SAF は最大 50% まで従来の灯油との混合で利用されているが、将来的には 100% SAF の燃料利用を目指して開発が進む。SAF の高い互換性は水素化異性化などの燃料改質過程を経ることで実現される。これは直鎖 n-アルカンを分枝鎖イソアルカンに変換する工程で、凍結点を下げて燃焼効率を高める。この過程でプラチナが触媒として重要な役割を果たしているわけだが、この点については後述する。

SAF の普及の大きな課題はコストだ。現在 SAF は従来のジェット燃料の最大 8 倍ものコストがかかり、世界的な生産能力には限界がある。合成生産法による SAF は膨大な再生可能エネルギーが必要なため、大規模な導入にはまだ至っていない。

電動化の限界と航空業界の水素利用

バッテリーによる電動化や燃料電池などの新しい技術は、短距離の飛行においては一定の将来性を示しているが、規模の大きい航空機に必要な高いエネルギー密度、重量の制約、運行要件を満たすことはできない。太陽光発電による航空機は技術的には可能だが、商業旅客機としての運用は物理的、技術的な面から非常に難しい。太陽電池から得られるエネルギーが限られること、必要な速度に対するエネルギー出力が低いこと、気候や夜間飛行に対する問題、そして発電のために面積の大きい主翼が必要となることなどから、大量の乗客や貨物を運ぶ航空機には適さない。

バッテリーのエネルギー密度はジェット燃料と比べて非常に小さい。航空用ジェット燃料は約 1 万 2 0 0 0 Wh/kg のエネルギーを持つのに比べ、最先端のリチウム電池でも 3 0 0 Wh/kg に満たない。バッテリーで従来の航空機と同等の航続距離を得るためには、極端に大型で重量の大きいバッテリーが必要となり、積載量に影響が出る上に効率も悪い。さらには、燃料と違ってバッテリーは飛行中に軽くなるわけではなく、航空機は全行程を通じてバッテリーの重量を抱え続けなければならない。電動化は超短距離の地域間、都市間の飛行には可能だが、ほとんどの商業航空には適さないというのはこういった事情があるからだ。

航空業界の脱炭素化にはバッテリーと水素燃料技術は商業化の条件を満たさず、SAF が現実的な方法

一方、水素を燃料に利用した航空機はバッテリーよりは有望視されているが、それでも SAF に比べるといくつか問題がある。水素は体積エネルギー密度が低いため、大型燃料タンクが必要で、航続距離と積載量に影響する。さらに液体水素を航空機に貯蔵するのは技術的にも安全面からも課題が多い。これら技術的な問題に加え、水素の利用には空港施設インフラ、燃料供給設備、安全基準などにも全面的な変更が必要となる。

今後バッテリー、水素、太陽光発電の技術が進めばそれぞれ航空機にも利用されるようになるだろうが、当面は短距離や小型飛行の運用に限定されるだろう。従って、既存の航空機を改造することなく、かつ既存のインフラを利用しながら航空業界全体の炭素排出軽減に実質的な効果が期待できるのは SAF に限られているのだ。

広義のエネルギー転換における SAF

国際エネルギー機関(IEA) は、2024年から2030年の間、世界の石油需要は一日あたり250万バレル(mb/d)増えて、2030年までにおよそ1億550万バレル/日でピークに達し、その後は輸送、暖房、発電など広い分野の電動化が進み、石油需要は減少に転じるとしている。しかし、航空業界は液体燃料を必要とする数少ない例外分野として残り、従って SAF は長距離飛行や大型輸送など大量のエネルギーを必要とする航空産業の脱炭素化に非常に重要な役割を担うことになる。SAF は航空業界のネットゼロへの移行を支える重要な要素であると同時に、世界的に石油需要が減る中でも構造的に成長が見込めるごく一部の燃料市場ということになる。

SAF の種類

現在、ASTM によって承認されている SAF 生産方法は11ある。うち3つは、再生可能原料と化石燃料を精製過程で混合させる共同処理となる。それぞれの生産方法は原料と技術に違いはあるものの目指すところは共通、つまり原料供給の安定化、ライフサイクル全体の炭素排出量の軽減、複雑な生産工程とコストの最適化を目標にしている。詳細は図7を参照されたい。

図 7. ASTM 承認の SAF と合成燃料の生産方法

	Pathway	Feedstock	Abbreviation	Blend limit*	Pt Usage	Pros and Cons
Most deliverable SAF routes	1) Hydroprocessed Esters and Fatty Acids	Waste fats, oils, greases (FOGs) from vegetable and animal sources	HEFA	Up to 50%		✓ Commercially mature ✓ Lower cost ✗ Feedstock supply cap ✗ Lower sustainability score
	2) Alcohol-to-Jet	Sugar, starch crops, lignocellulosic biomass	ATJ	Up to 50%		✓ Diverse and abundant feedstock ✓ Proven technology ✗ Life cycle emissions ✗ Lower energy density
	3) a) Fischer-Tropsch	Energy crops, lignocellulosic biomass, solid waste	FT	Up to 50%		✓ High GHG savings ✓ Wide feedstock range ✗ High capital cost ✗ Complex process
	b) Power-to-Liquid (approved under Fischer-Tropsch)	Captured CO ₂ , water, renewable energy	PtL	Up to 50%		✓ Highest GHG reduction ✓ No biomass required ✗ High capital cost ✗ Early-stage market
Less deliverable SAF routes	4) Synthesized iso-paraffins from Hydroprocessed fermented sugars	Biomass that contains sugars e.g. cellulosic biomass such as herbs, or sugar-containing crops like sugarcane and corn	HFS-SIP	Up to 10%		✓ Renewable sugar feedstock ✗ Low yield ✗ High cost
	5) Fischer-Tropsch with Aromatics	Energy crops, lignocellulosic biomass, solid waste	FT-SKA	Up to 50%		✓ Meets full jet fuel specs ✓ Lower emissions than crude aromatics ✗ Less mature add-on tech ✗ No scale yet
	6) Catalytic Hydro thermolysis Jet Fuel	Waste fats, oils, greases (FOGs) from vegetable and animal sources	CHJ	Up to 50%		✓ Uses low-quality oils/greases ✓ Makes cycloalkanes ✗ Immature ✗ Complex process

7) Synthetic Paraffinic Kerosene with Aromatics	C2-C5 alcohols from biomass	ATJ-SKA	Unknown		✗ Matches spec fully ✗ Needs renewable aromatics ✗ Soot/NOx penalty
8) HEFA from Algae	Micro-algae oils	HC-HEFA-SPK	Up to 10%		✓ No food/land use ✓ High theoretical yield ✗ Not commercial, v high cost ✗ Immature feedstock
9) FOG Co-Processing	Waste fats, oils, greases (FOGs)	FOG-CP	Up to 5%		✓ Leverages existing refinery ✓ Quick incremental SAF bump ✗ Low blend cap ✗ Scaling limits
10) FT Co-Processing	Fischer-Tropsch biocrude	FT-CP	Up to 5%		✓ Leverages existing refinery ✓ Fast ramp-up ✗ Low real SAF output ✗ Certification/tracking challenge
11) HEFA Co-Processing	HEFA from biomass	HEFA-CP	10%		✓ Cost-effective, existing units ✓ Short term biogenic carbon pump ✗ Low blend limit ✗ Renewable tracing issues

Key	
	Minimal platinum use
	Some platinum use
	Significant platinum use

出典: 国際民間航空機関(ICAO)、Aviation Benefits Beyond Borders、ASTM International

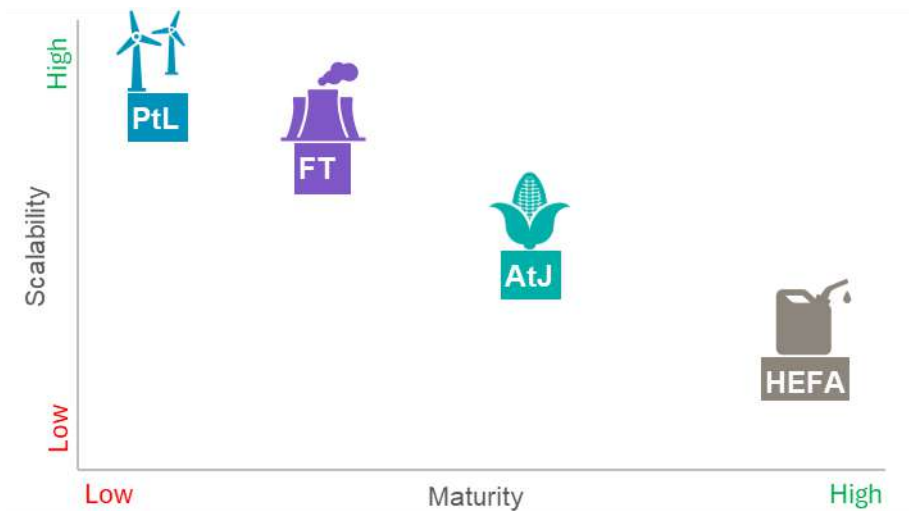
* 従来のジェット燃料と混合し航空機に利用可能な SAF の割合の限度

現実的には2050年までに以下の4つの生産方法が主流になると考えられる。

- 水素化処理エステル・脂肪酸(HEFA)法 — 最も商業利用が長く普及している方法だが、廃油や油脂などの原料供給に限界がある。
- フィッシャー・トロプシュ(FT)法 — 大量生産が可能で広範な材料を利用することが可能だが、設備投資額と触媒必要量が大い。
- アルコール・トゥ・ジェット(AtJ)法 — 原料利用に柔軟性があり技術的にも確立されているが HEFA よりも商業利用は普及していない。
- パワー・トゥ・リキッド (PtL / 合成燃料)法 — 再エネと組み合わせれば規模拡大に制限がなく長期戦略として最も将来性があるが、生産コストと再エネ供給が最大の難関となる。

これ以外の生産方法は藻類など特殊な原料や共同処理といった分野において注目されているが、まだ実証段階にある。

図 8. SAF 生産方法の違いによる普及度と増産に対応できる度合い(簡略化)



出典: SkyNRG、IATA、BP

主な SAF 生産方法の詳細

水素化処理エステル・脂肪酸 (HEFA)法

HEFA 法は植物油、廃油、油脂などを原料として水素化処理を行い SAF を生成する技術。酸素を水素化脱酸素反応によって除去し、得られた直鎖パラフィンを分解と異性化することでジェット燃料になる炭化水素鎖を生成する。

HEFA 法は最も広く普及し商業的に確立されている SAF 生産方法で、現在世界の SAF の 9 割以上がこの方法で生産されている。設備投資が比較的少なくて済み、高いエネルギー密度の高い原料を使うために化石燃料によるジェット燃料に近い。現時点で百万トン規模で SAF を商業生産しているのは HEFA 法のみになる。



しかし、長期的に生産規模を拡大していく上の課題は原料供給の制約だ。持続可能な油や油脂はバイオディーゼルなど他の分野での需要も増えており、世界的な人口増加と消費の拡大を背景に、原料獲得が今後困難になる可能性がある。HEFA 法の原料に対する需要は 2030 年には供給を上回ると予測されているため、その時期がこの生産方法にとっての転換点になるだろう。生産規模を拡大するには原料の多様化と技術開発が鍵だ。

各国政府もこのような制約点をすでに認識しており、例えば英国政府は原料の持続性リスクを考慮して HEFA 法による SAF 生産に制限を設けている。2025 年～2026 年は HEFA 法由来の SAF 100% が許容されるが、2030 年までにはその割合は 71% に、2040 年までには 35% に減らさなければならない。残りの需要はより持続可能な生産方法による SAF で賄う必要がある。

フィッシャー・トロプシュ (FT)

1920 年台にフランツ・フィッシャーとハンス・トロプシュによって開発された FT 法では、バイオマスや一般廃棄物などの固形原料を合成ガスに転換し、それを FT 合成反応を経て液状ワックスにしてから、従来型の水素化処理精製プロセスと異性化を経て SAF と副産物のナフサを生成する。

FT 法の生産過程は HEFA 法より複雑だが、多様な原料を利用できることから生産拡大が容易であるという利点がある。廃棄物など処分されるものを原料として再利用でき、商業規模の SAF 生産に適している。欠点としては設備投資コストが大きいことと効率的な稼働にはまだ技術的課題が残っていることで、そのため導入と普及には政策面の援助と法的枠組みの整備が必要だ。

アルコール・トゥ・ジェット (AtJ) 法

AtJ 法では糖質・澱粉系作物をアルコールに転換し、それを一連の精製工程を通してジェット燃料に適した炭化水素に精製する。まず、糖類を発酵させてエタノール、またはイソブタノールを生成し、次にアルコールに脱酸素処理を施して酸素を除去し、重合反応によってより長鎖の炭化水素に結合させる。最後に水素化及び分留を行ってジェット燃料規格に適合する燃料を生成する。現在、承認されている原料はエタノールとイソブタノールのみだが、技術的には原料を特定しないため調達面に柔軟性がある。

AtJ 法の課題はロジスティクスにある。サトウキビは収穫後 48 時間以内にエタノールに加工しなければならないため、生産地とエタノール製造施設の距離に制限がある。商業規模で AtJ を行う試みは既に開始されており、エタノールから SAF を生産する世界初の本格的な設備として、LanzaJet は今年、米ジョージア州に Freedom Pines 工場を稼働開始させた。しかし、エタノールの供給に陸上輸送燃料を必要とするため世界的な生産能力は限られる。陸上輸送が電動化し、AtJ 法用のエタノールが確保できる、あるいは原料の選択が広がるに伴って将来的に生産が拡張できる可能性はある。軽減できる温室効果ガスの量は、他の SAF 生産方法よりも一般的には少ないが、この点はエタノール工場でする天然ガスをバイオガスに切り替える、農業機械にバイオ燃料を使う、炭素回収・貯留 (CCS) 技術を導入するなどの対策で改善することができる。

**HEFA 以外の新しい SAF 生産技術
は、規模拡大と原料の選択を大きく
前進させる**



パワー・トゥ・リキッド (PtL / 合成燃料)

PtL 法では水と CO₂ を主な原料として再生可能エネルギーを使って合成ジェット燃料を生産する。水電解によるグリーン水素、大気中から回収した工業生産由来の CO₂ を使うため、原料は気候ニュートラルの炭素ということになる。これらを FT 法などを使って液体炭化水素にし、精製過程を経て灯油ジェット燃料と同等の燃料に生成する。

PtL 法の特徴は CO₂ のリサイクルにある。燃焼で放出された CO₂ を回収して再利用することで炭素を循環させるため、新たな地球温暖化ガスを持続可能な方法で軽減することができ、従来のジェット燃料と比べてライフサイクル全体の排出量を最大 9 割下げることができる。

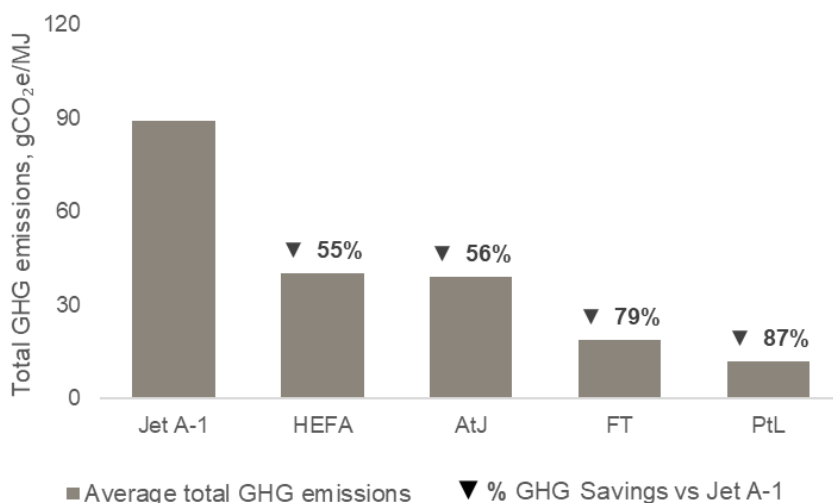
課題はコストで、そのため PtL 法による生産量はまだ少ない。普及にはグリーン水素市場の拡大が必要となるが、業界関係者は今後 10 年で商業規模の生産が可能になるとしている。しかし、CO₂ 原料に必要なダイレクトエアキャプチャー (DAC) 技術の進捗が遅れば、PtL 法普及の障害になりかねない。



各生産方法における脱炭素化

SAF 生産方法はどれも従来の Jet A-1 (約 89 gCO₂e/MJ) に比べて炭素排出量を軽減できるが、その程度は異なる (図 9)。HEFA 法と AtJ 法によるライフサイクル全体の軽減は、上流の原料供給、加工過程、水素利用のため排出量軽減は困難で、55% ~ 56% にとどまる。FT 法はより軽減効果が高く、特に廃棄物が原料の場合は約 79% 軽減可能だ。最も軽減効果が大きいのは PtL 法で、炭素回収プロセスと再エネ利用のおかげでカーボンニュートラルを実現できる可能性があり、約 87% を削減できる。

図 9. それぞれのジェット燃料生産方法による地球温暖化ガスの軽減



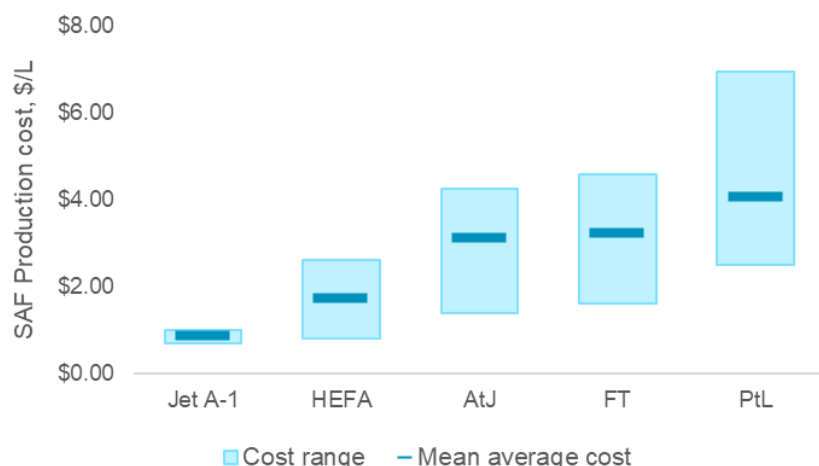
SAF の生産方法はどの方法でもジェット燃料よりも CO₂ 排出量は少ない。特に PtL 法は少なく、HEFA 法が多い

出典: Resource, Conservation and Recycling (Science Direct)、WPIC 予測

各生産方法のコスト

SAF の利用で炭素排出量を軽減できることは明らかだが、普及の大きな障害はコストだ (図 10)。Jet A-1 の生産コストは約 0.70 ドル ~ 1 ドル/リットルと安く、どの方法で SAF を生産するとしてもこれとの比較となる。現在 HEFA 法が最もコストが低い (約 0.79 ドル ~ 2.60 ドル/リットル) のは技術的な成熟度が高いことと既存の施設を利用できるからだ、それでもジェット燃料の約 2 倍だ。AtJ 法と FT 法は、設備投資と生産過程の複雑さからコストがかさみ、約 3.10 ドル ~ 3.20 ドル/リットル。PtL のコストは、再エネとグリーン水素を利用するために平均約 4.00 ドル/リットル以上と高く、場合によっては 7.00 ドル/リットルになることもある。

図 10. 従来の生産法から持続可能な生産法まで、航空燃料を生産するためにかかるコスト



出典: Resource, Conservation and Recycling (Science Direct)、WPIC 予測

プラチナはどう使われているか

プラチナは複数の SAF 生産方法に欠かせない重要な材料だ。中でも重要なのは異性化反応に果たす役割で、直鎖状炭化水素を燃料の低温流動性を高める分枝鎖炭化水素に変換させる触媒として機能する。この過程を経なければ、SAF は高い高度で安全な飛行を行うために必要な凍結点基準を満たす燃料にはならない。

プラチナは FT 合成では補助的な役割がある。バイオマスを原料に使う FT 法ではプラチナではなく鉄を触媒に使うのが主流だが、PtL 型の FT 法ではコバルト触媒と、補助用の触媒としてプラチナを使う。プラチナはわずかな濃度であっても、還元性、安定性、分散性など多くの面からコバルト触媒の反応を高めることができ、結果として効率を高めて触媒の有効期間を延ばすことができる。

最後に、プラチナは PtL 法の上流にあたるグリーン水素生産に欠かせない。固体高分子 (PEM) 型水電解装置を使って水を水素と酸素に分解する際、電極にプラチナを使って水素の発生を促進する。プラチナは SAF の燃料精製過程のみならず、PtL 法の生産拡張を可能にする水素の供給過程にも深くかかっているのだ。

以上から、プラチナは SAF をジェット燃料として使用するための精製プロセスに不可欠であると同時に SAF 生産のバリューチェーン全体に及ぶ戦略的な資源であり、今後の合成燃料の商業化を支える技術基盤の鍵であることがわかる。

水素化異性化とプラチナの役割

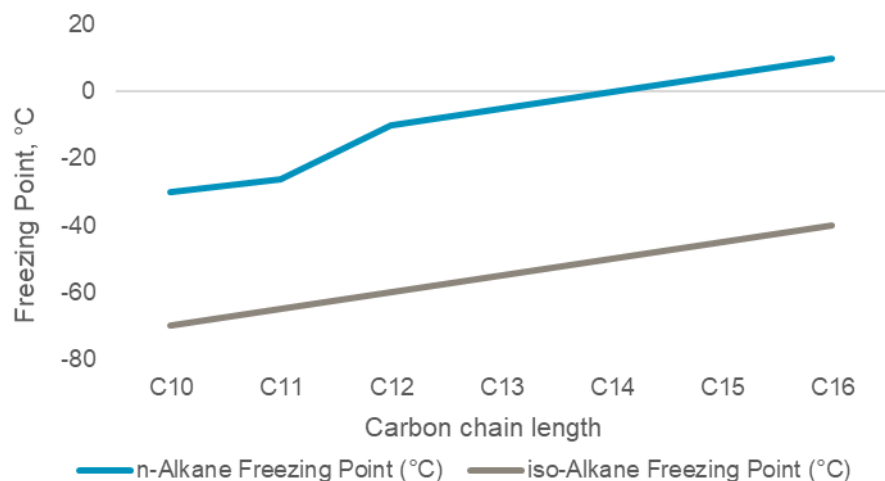
異性化は、SAF が最終的にジェット燃料としての厳格な凝固点基準に準じた品質を持つかどうかを左右する最も重要な精製過程だ。直鎖状の n-アルカンは飛行中の低温に達する以前に凝固化してしまう可能性があるが、水素化異性化によって、極低温環境下でも液状を維持する分枝鎖アルカンに変換することで、低温流動性を高めることができる。

この水素化異性化においてプラチナは重要な役割を果たす。酸性触媒とともにプラチナは二つの機能を持つ触媒として、以下の触媒反応を担う。

1. n-アルカンはプラチナ触媒上で脱水素反応によってアルカンに変換される
2. アルカンは酸性触媒上でカルボカチオン機構を経て分枝構造の中間体に異性化される。
3. 分枝鎖アルカンが再びプラチナ触媒上で水素化され飽和分枝炭化水素に変換される。

プラチナは、精製過程と水素技術を通じて、低温での流動性を上げ触媒反応を高める点で SAF 生産を支える

図 11. 炭素鎖が長くなると n-アルカンと 分枝鎖アルカンの転換に伴って凝固点は下がる



炭化水素構造の精錬過程と触媒反応の促進に使われるプラチナは、SAFの生産規模拡大とジェット燃料としての適性を高める重要な役割

出典: Science Direct、WPIC リサーチ

この一連の反応によって選択性、転化効率、及び燃料安定性の高さが確保されるため、水素化異性化は複数の SAF 生産方法における重要な過程だ。

- HEFA 法ー 水素化処理後に生成される n-アルカンは、凝固点を下げるためにプラチナ触媒を使う異性化処理が必要となる。
- フィッシャー・トロプシュ (バイオマス FT / PtL FT) 法ー 生成されたパラフィン系炭化水素は水素化異性化によってジェット燃料規格を満たすよう精製される。
- アルコール・トゥ・ジェット (ATJ) 法ー 時に最終生成物に直鎖アルカンが多く含まれることがあり、低温流動性の調整のために異性化処理が必要となる。

異性化に使われるプラチナ触媒の量は主に原料によって異なる。

フィッシャー・トロプシュ法とプラチナの役割

FT 合成におけるプラチナの役割は、合成ガス($\text{CO} + \text{H}_2$) を炭化水素に変換する触媒の種類によって異なる。バイオマスを原料とする FT の場合、我々の推測では約 8 割が鉄を触媒に利用しておりプラチナは使われていない。残る 2 割がコバルト触媒で、このうちの約 75% が 0.05 wt%(質量百分率)の割合でプラチナを補助的な触媒として使い、残りはレニウムやルテニウムなどの代替触媒を利用している。

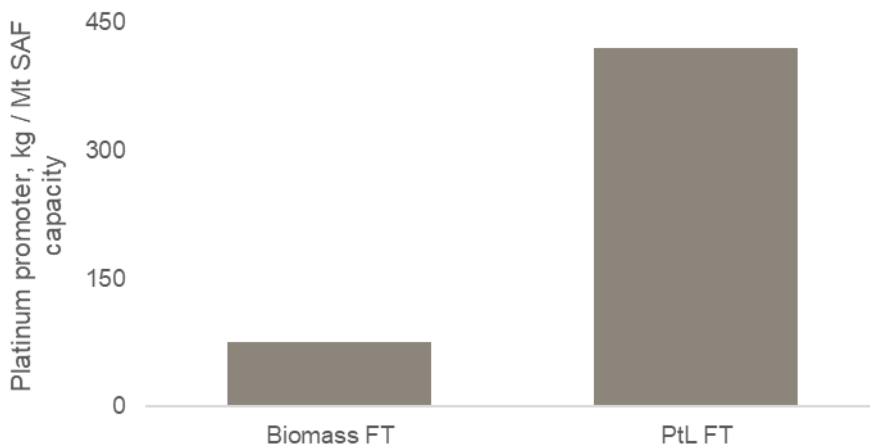
対照的に、PtL 型 FT 法では、コバルト触媒を利用する割合が高く (約 75%)、残りの約 25% が鉄触媒を使う。バイオマス FT 同様に、コバルト触媒には約 0.05 wt% のプラチナが含まれる。プラチナは微量であっても、コバルト触媒の還元性、分散性、活性耐性を高めることができるため、転化率を向上させて触媒の有効期間を延ばすことができる。

以上の違いから、バイオマス FT よりも PtL 型 FT の方にプラチナが多く使われているといえる。バイオマス原料は炭素含有量が高く、触媒を使って変換する必要性が低い (SAF 100 万トンあたり触媒は約 1000 トン) ため、プラチナを必要としない鉄触媒が主流だ。しかし、PtL 由来の合成ガスにはより多くの触媒が必要で (SAF 100 万トンあたり触媒は約 1500 トン)、コバルト触媒を多く利用するため、プラチナへの依存度が高くなる。平均すると年間 100 万トンの SAF 生産には、バイオマス FT だと約 75 キロのプラチナが、PtL 型 FT ではその 5 倍以上のプラチナ (約 420 キロ) が必要になる (図 11)。

以上をまとめると、FT 法による SAF 生産でプラチナは 2 つの大きな役割を果たす。

1. コバルト触媒の補助的な触媒 (特に PtL 型で)
2. バイオマス FT あるいは PtL 型 FT 法の合成後の精製過程における水素化異性化の触媒

図 12. バイオマス FT におけるコバルト触媒でのプラチナ利用と PtL 型 FT 法でのプラチナ利用の比較 (SAF100 万トンにつき必要となるキロ単位のプラチナ)



出典: WPIC 予測、Science Direct, * 大まかな予測

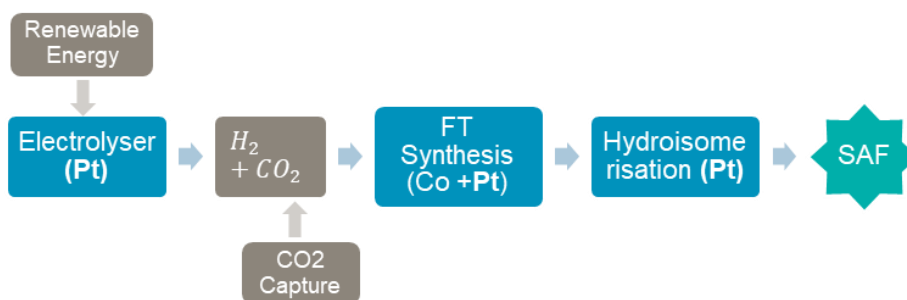
PEM 水電解はプラチナを使って再生可能水素を作り、それが PtL SAF の原料となる

パワー・トゥ・リキッド法のグリーン水素生産におけるプラチナ利用

最後に、グリーン水素を主な原料とする PtL 法では間接的にプラチナを利用する。PtL 法では固体高分子型水電解装置で生産する再生可能水素を大量に必要とする。アルカリ型電解装置は再生可能エネルギーに伴う電力変動に対応することが困難なため PtL 法には適さない。我々の推定では 2030 年代を通じて世界のグリーン水素生産の約 55% は固体高分子型水電解によって供給されると考える。

この分野のプラチナ需要は、我々のプラチナ需要予測では工業需要の中の「水素と定置型燃料電池」として把握しているが、グリーン水素生産におけるプラチナ需要は、SAF を生産するための PtL 法の普及に直接関係していることに改めて注目したい。SAF の普及が進めば、グリーン水素の需要拡大を生み出し、それが水素生産の規模拡大による経済効果を高め、水素の平準化コスト(LCOH)を引き下げることにつながる。

図13. PtL 法による SAF 生産の流れとプラチナの関係



出典: エアバス、WPIC リサーチ

SAF 生産方法におけるプラチナ需要の予測

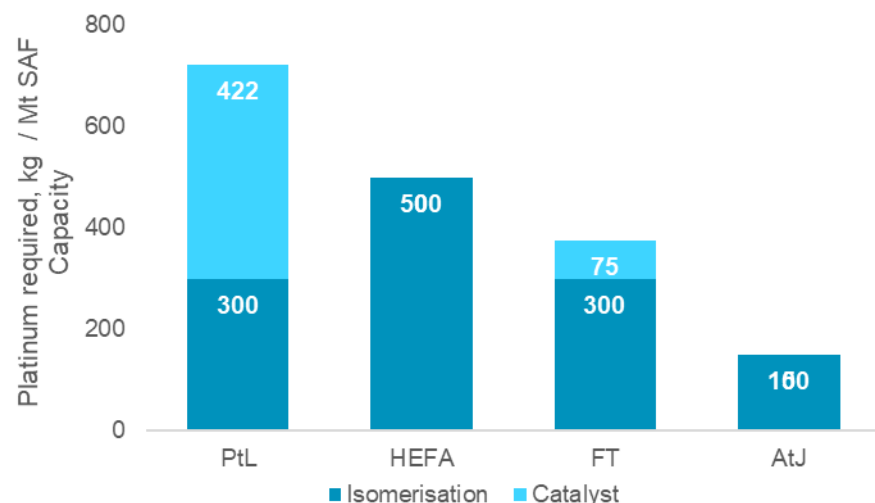
SAF 生産においてプラチナは異性化と触媒促進に使われる。

異性化は商業化されている 4 つの SAF 生産法全てにおいて、低温流動性を高めジェット燃料基準を満たすために欠かせない過程だ。HEFA の異性化過程には最も多くのプラチナが必要で、SAF 100 万トンを生産するには 500 キロのプラチナを使う。脱酸素化された脂質系原料は直鎖状パラフィンを多く含み、これらを全て異質化する必要があるからだ。FT 法と PtL 法の合成原油の組成は多様性に富むため、SAF 100 万トンにつき約 300 キロのプラチナを使う。AtJ 法の原料は直鎖パラフ

インが比較的少ないため、SAF 1 0 0 万トン生産につきおよそ 1 5 0 キロのプラチナを使う。従って異性化反応に使うプラチナは多い順に HEFA 法、FT/PtL 法、AtJ 法となる。

触媒反応を促進するためにプラチナを利用する生産方法もある。コバルト触媒を使う FT 法と PtL 法では、反応の効率と選択性を高めるためにプラチナを使う。FT 法では SAF 1 0 0 万トンにつき 7 5 キロのプラチナ、PtL 法では SAF 1 0 0 万トンにつき 4 2 0 キロのプラチナが必要だ。異性化と触媒促進のためのプラチナ需要を合わせると、SAF 生産方法のうち、PtL 法のプラチナ需要が最も多くなり、SAF 1 0 0 万トンにつき約 7 2 0 キロ、HEFA 法は約 5 0 0 キロ、FT 法は約 3 7 5 キロ、AtJ 法は約 1 5 0 キロとなる。

図 14. 異なる SAF 生産法のプラチナ需要を比較すると PtL 法が最もプラチナを多く利用することがわかる



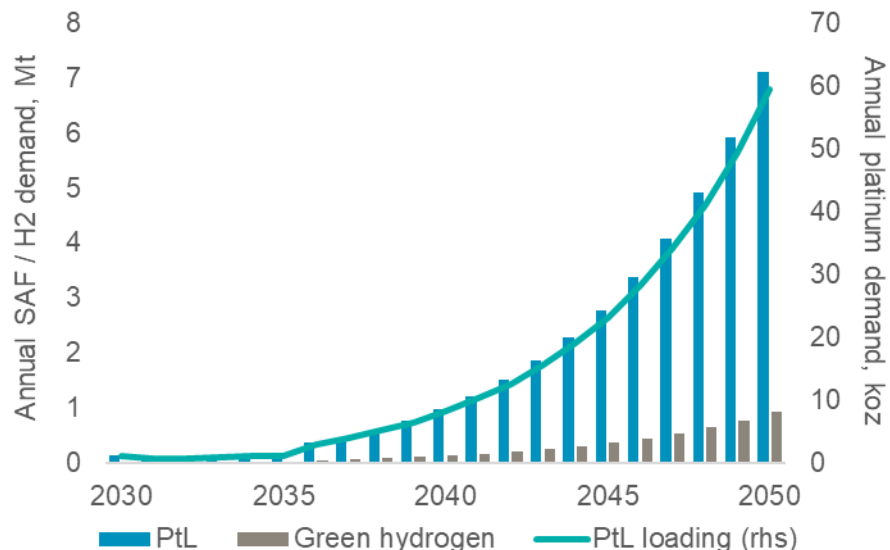
SAF の生産方法が HEFA から高度な生産方法に変化するにつれて、SAF の需要はプラチナの需要とともに伸びる予測

出典: WPIC 予測、Journal of Catalysis (Science Direct)、Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) * おおよその予測

グリーン水素生産におけるプラチナ需要

プラチナは SAF の生産過程に直接関わる以外にも、PtL 法ではグリーン水素を使うため間接的なプラチナ需要も期待できる。PtL 法で 1 0 0 万トンの SAF を生産するにはおよそ 1 3 万トンの水素が必要となり、これは約 2.6 GW の水電解能力に値する。従って 1 0 0 万トンの SAF 生産には、PEM 型電解装置で約 2 6 0 キロ (約 8.4 koz) のプラチナを使って生産されたグリーン水素が必要ということになる。PtL 法による生産が拡大するにつれてグリーン水素の需要も増え、水電解装置も量産化によってコストを抑えることができるようになれば、プラチナの需要増大につながるだろう。こういった上流のプラチナ需要は我々の需給モデルでは「水素と定置型燃料電池」として把握しており、本稿では SAF のプラチナ需要には含まれていないが、PtL 法の普及は、グリーン水素のインフラ拡張とそれに関連するプラチナ需要を直接支えることになる。

図 15. WPIC が予測する PtL SAF 生産の増加と、それがグリーン水素生産量及びプラチナ需要に与える影響 (2030 年–2050 年)



出典: WPIC 予測、Journal of Catalysis (Science Direct)、Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)、SkyNRG * 大まかな予測

政策と法規制の動向

SAF の普及は政策と密接に関連がある。燃料混合比の義務、炭素価格規制、特定の優遇策などが導入のスピードや商業的に採算性の高い SAF 生産方法を選択する際に大きな影響を与える。国際的な枠組である国際民間航空機関(ICAO) の「国際航空のための炭素オフセットと削減の枠組み (CORSIA)」にて、航空会社は SAF の利用を通じて炭素排出量を相殺する義務を減らすことができるが、この制度は 2027 年に義務化される予定だ。EU 圏内では「排出権取引制度」と「ReFuelEU Aviation」規制によって、PtL 法などの合成燃料導入の中間目標を含め SAF の混合比を段階的に引き上げることが決められている。

こういった取り組みには国や地域に違いがある。英国は 2025 年から SAF の混合義務を導入した。他の分野の需要増加による原料供給の持続性と制約を考慮して HEFA に上限を設け、2040 年までに最低でもジェット燃料の 3.5% を e-SAF(再エネ由来の水素による SAF) とすることを義務付けて、より持続可能な SAF 生産法の普及を促す。米国ではインフレ抑制法に基づく優遇策、アジア、ラテンアメリカ、中東では 2030 年に向けて枠組みや燃料混合義務化などの政策が進んでいる。

これら全ての取り組みに共通しているのは、HEFA に対する上限だ。短期的な SAF の普及には HEFA が主流だが、原料の制約と政策による上限設定により、長期的には大量生産に適しプラチナを多く利用する PtL 法などへの転換が求められ、そのための政策基盤が以下に述べる SAF 市場の展望を支える。各国の政策および世界的な法規制の詳細は付録を参照していただきたい。

SAF 市場の展望

世界の SAF 市場は今後 30 年間で急速に拡大するとされており、規制、企業の自主的な取り組み、燃料効率の向上、飛行機構成の変化、政策環境の変化、そして技術の発展と多様な原料による SAF 生産など、多くの要因がそれを支える。

オランダの SAF 生産企業であり、2011 年に SAF を使って世界初の商業飛行に成功した SkyNRG は 2025 年に以下の 3 つのシナリオを含む SAF 市場の見通しを発表した。

- 「既存の政策」シナリオ**— SAF 生産は既存の政策と法規制に基づき、生産量は HEFA など確立された生産方法によって緩やかに増加する。プラチナの利用は水素化異性化など特定の過程における触媒に限られるため、プラチナ需要はそれほど多くない。

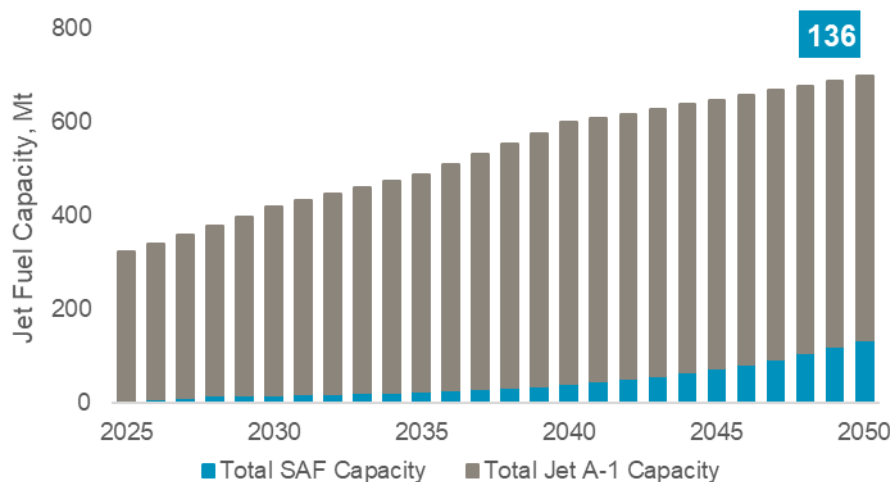
SAF の伸びは政策と密接に関連。
燃料混合比の規制と上限を定める政策で生産方法の採算性が決定。当初は HEFA が主流も、原料の制約で PtL が台頭

- 「**現行のトレンド**」シナリオ—SAF の普及は業界の取り組みと追加的な政策によって前進する。HEFA の原料に制限が生じるに伴い、PtL 法のマーケットシェアが拡大してプラチナ需要に貢献する。
- 「**加速的行動**」シナリオ—積極的な温暖化対策と経済支援、法的優遇策などによる技術的な進歩で SAF の生産規模が拡大する。PtL 法による生産が広まって PGM 触媒の利用が増え、プラチナ需要が大きく増加する。

「既存の政策」シナリオと「現行のトレンド」シナリオの中間に位置する **WPIC 独自の予測** に基づく展望は、SAF の需要は「既存の政策」シナリオが目指す水準を上回りはするが、業界が目指す生産規模には届かないというものだ。我々のベースラインとなるこの予測は、追加的な政策の導入、段階的なインフラ整備、一部の国は目標達成といった点を前提としており、よりバランスが取れた現実的な SAF 普及の道筋を示すと考えている。

HEFA 法は既に技術的に確立されコストがかからないため、短期間は SAF 生産方法の主流であり続けるが、2030 年以降に原料供給に制約が生じる。それに伴い、規制要件と業界の取り組みの両方の条件を満たすために高度な合成燃料(PtL 法と FT 法)の方がより重要になるだろう。AtJ 法もある程度普及が広がるが、FT 法と PtL 法に比べると原料と処理過程に制約があるため、拡大の規模は小さいだろう。

図 16. WPIC の予測では SAF 生産能力は 2050 年までに約 140Mt になり、航空燃料の約 25% を占め、灯油系ジェット燃料は 2045 年以降減少し始めるだろう。



灯油系ジェット燃料は 2045 年以降に減り始め、SAF の生産は増え続ける

出典: 国際自動車工業連合会(OICA)、WPIC リサーチ

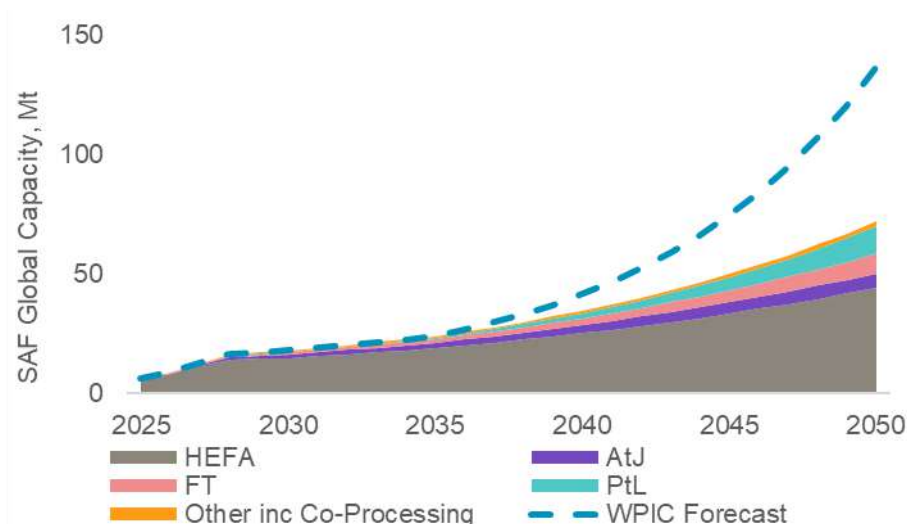
「既存の政策」シナリオ

このシナリオ下の SAF 生産は確実に伸びるが、現在すでに実行されている政策の枠組み内にとどまり、新たな法規制や自主的な取り組みはない。すでに技術的に確立されているコストの安い HEFA 法が引き続き主流で、FT 法、PtL 法、AtJ 法による生産は今後 10 年間でわずかに増える程度にとどまるだろう。

SAF 生産能力全体の見通し

SAF 生産は、2019 年はほとんどゼロだったが、2050 年までに 7200 万トン近くにまで増える。この時期の生産方法のほとんどは HEFA 法によるが、そのシェアは 2025 年には 98% (約 600 万トン) から、2050 年までには原料調達の制約で約 62% まで落ちる。PtL 法による生産は、2025 年はゼロだが、2035 年までには 70 万トンに、2050 年までには 1100 万トンに拡大し、SAF 生産全体の約 16% を占めるようになる。FT 法による生産は、2025 年は 4 万トン以下だが、2050 年までには 800 万トンに増えて全体の約 12% になる。AtJ 法の生産は 8 万トン未満から約 600 万トンに増え、全体の約 8% を占める。その他の共同処理などの生産方法による SAF は全体の約 3%。我々 WPIC の予測がこのシナリオの予測を上回るの、追加的な政策と市場の機能が普及をより強く押し進める力になると考えるからだ。

図 17. 「既存の政策」シナリオ下の 2050 年までに SAF 生産能力全体の見通し

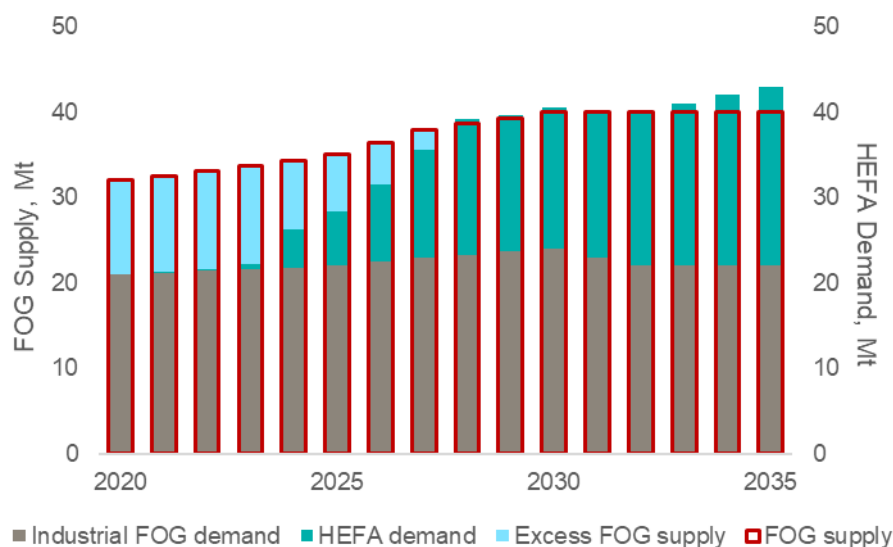


出典: SkyNRG、WPIC 予測

HEFA 法の限界

HEFA 法は商業的に確立されており、比較的低コストで SAF を生産できるため、短期間は主な生産方法として機能し続けるが、原料、特に、油脂・油・グリース(FOG)系原料が 2027 年頃に供給不足になるため、長期的な生産方法としては限界がある。これらの原料は食品生産や廃油など他の産業の副産物であるために供給量に限りがあり、再生可能ディーゼルやその他の産業用途との競合もあるため、SAF 向けに原料を調達することは困難になるだろう。

図 18. FOG は 2027 年頃に限界を迎え、2030 年代を通じて FSA 需要が増えても HEFA 生産の足枷になる

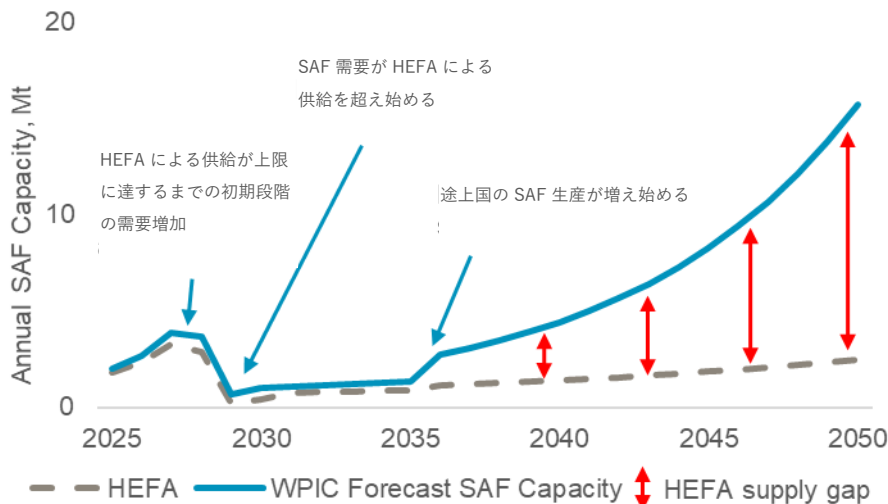


出典: ICCT、WPIC 予測 *工業用 FOG はディーゼルエンジン用に混合して使われるバイオディーゼルの生産に使われる。バイオガスにも使われる

HEFA 法による生産が増え、2030 年頃に約 1400 万トンに近づくと、原料供給の制約は大きな問題となる。SAF の生産はその後 10 年間は増え続けるが、生産は需要に追いつかなくなる。2030 年代半までには HEFA 法による生産量は SAF 需要全体の一部を供給するにとどまるだろう。

HEFA の供給は FOG 系原料の制約で頭打ちに。需要が伸びるにつれて 2027 年あたりに別の SAF 生産方法に移行する必要

図 19. HEFA 生産量の予測と WPIC が予測する SAF の年間需要を比較するとその他の SAF 生産方法で需要が満たされる必要があることがわかる



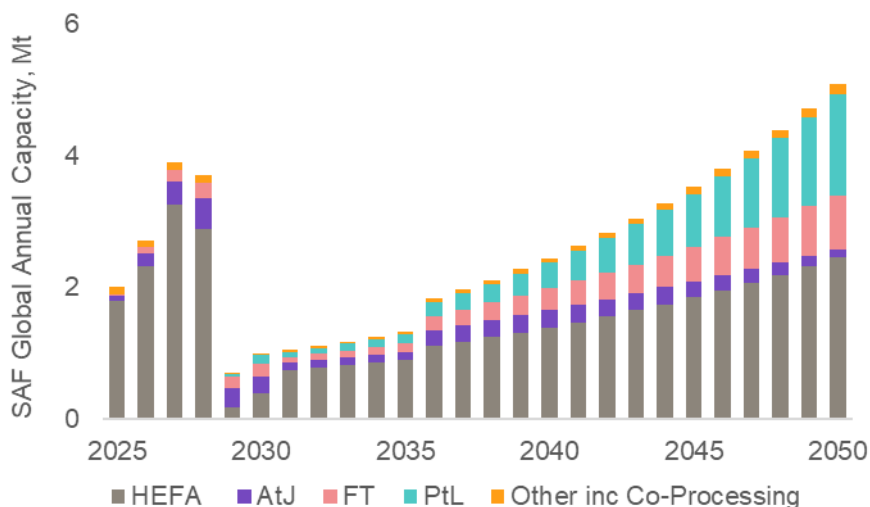
出典: SkyNRG、WPIC 予測

SAF の需要が増えるにつれて、HEFA 法だけでは生産が追いつかず、需要との差は開き続ける。SAF の絶対的な生産量が増えても、この構造的な制限のおかげで HEFA 法の相対的なマーケットシェアは低下していく。2030 年以降にも HEFA 法による生産量は緩やかに増えるが、それは効率化と地域的な生産拡大によるものにすぎず、SAF 需要全体との差は開き続ける。この差を縮めるためには、現時点ではまだ技術的に未成熟だが将来的には生産拡大が期待できる PtL 法や FT 法といった技術の導入が必要となり、また、これらの生産方法は触媒反応にプラチナをより多く使うため、プラチナの需要に対する意味は大きい。HEFA 法は安定的な需要を提供する基盤となる一方で、将来的なプラチナの需要を大きく左右するのは PtL 法や FT 法の普及にかかっている。

SAF 生産の年次変化

SAF 生産を累計ではなく年次ベースで分析すると、HEFA 法による生産量の限界はより明白になる。2020 年代後半に FOG 系原料の供給が上限に達すると、HEFA 法による年間生産量は一時的に横ばいとなる。その時期 PtL 法、FT 法、AtJ 法などの新たな生産方法はまだ商業規模に達していないため、年間生産量が再び増え始めるのは 2030 年代半ばだ。しかし、2050 年になってもこれらの方法による生産量は長期的な需要と供給のギャップを完全に埋めるには足りない。

図 20. 「既存の政策」シナリオ下の SAF の年間生産能力の拡大



出典: SkyNRG、WPIC 予測

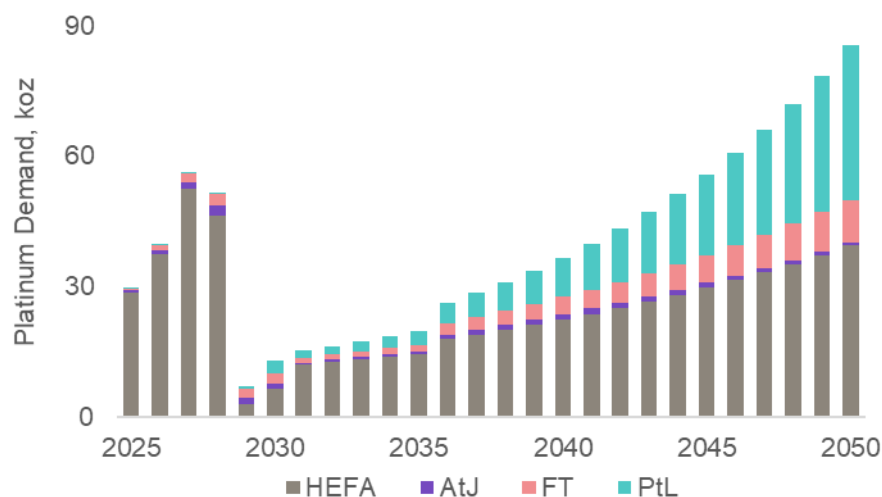
どのシナリオでも HEFA の伸びは FOG 系原料の制約で頭打ちになる。政策や需要と関係なく、HEFA が SAF 生産に占める割合は上限のあるまま推移する

原料供給が2020年代後半に上限に達しても HEFA 法による生産の絶対量が年々増えるのは、HEFA 法の生産量に対する上限を固定値ではなく、SAF 需要全体の割合として捉えているためだ。時間と共に SAF 需要が増加しても、HEFA 法の割合の上限は変わらず、つまり原料に制約が出ても HEFA 法の生産量そのものは増えることになる。さらに、生産過程の効率向上や代替となる油脂や油の段階的な利用拡大によって原料供給量が嵩上げされて緩やかな増産が実現される。とはいえ、SAF 需要全体の伸びに対する割合は小さい。つまり2020年代後半以降に増える SAF 生産は、プラチナを多く使い、生産規模拡大が可能な PtL 法などの生産方法によって生産された分となる。

プラチナ需要への影響

SAF 生産によるプラチナの年間需要は、累積生産能力ではなく、新たに稼働を開始する生産能力と関連する。これはプラチナの工業需要のほとんどに言えることだが、工業生産過程に利用されるプラチナは、わずかな損失量を除いて物理的に消費されるわけではないため、新たな施設であれ既存の施設であれ、新たな生産能力が必要とするプラチナ(触媒)が即ちプラチナの需要ということになる。SAF 生産におけるプラチナの需要は、HEFA 法による生産が強化される2027年～2028年に一時的に急増するが、2030年までに HEFA 法による生産量の限界が近づくに連れて増えなくなる。2025年のプラチナ需要は年間0.93トンあるが、2030年までにわずか0.4トンに減る。

図 21.「既存の政策」シナリオ下のプラチナの年間需要



出典: SkyNRG、WPIC 予測

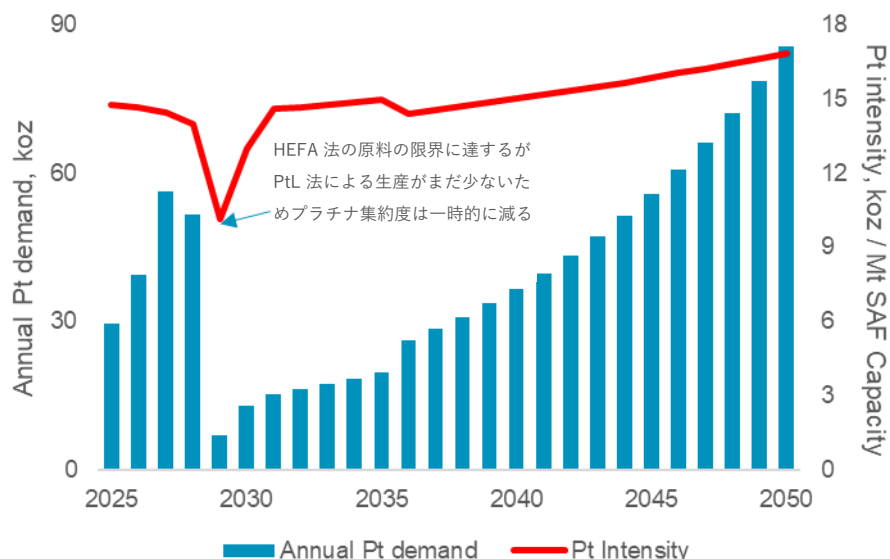
2030年代半ばからは、FT 法と PtL 法の段階的な生産拡張に従って、プラチナの需要が回復し始める。2050年までにはプラチナ需要は2.5トンを超えて2040年の水準の2倍に達し、PtL 法による生産のプラチナ需要だけでも、それによる生産量は SAF 生産全体に占める割合がまだ大きくないにも関わらず、SAF のプラチナ需要全体の4割を占めるようになる。

年間100万トンの SAF の生産に必要なプラチナの量(プラチナ集約度)は、SAF 生産全体にプラチナを多く使う生産方法が占める割合と強く関連する。当初は相対的に多くのプラチナを使う HEFA 法が主流なため、プラチナ需要は多いが、2020年代後半にその生産方法が飽和状態になるとプラチナ需要は一時的に減る。その後2030年から PtL 法による生産が軌道に乗り始めると再びプラチナ需要は増える。HEFA 法は安定した生産基盤、FT 法の生産は中程度の貢献度にしかならないことから、HEFA 法と PtL 法を合わせた生産体制が SAF 生産におけるプラチナ需要を左右する大きな背景になることがわかる。

プラチナ需要は当初は新たな SAF 生産能力拡大とともに増えるが、その後は SAF 生産が増えなくても新規生産能力のペースが落ちるため、需要は減る

「既存の政策」シナリオでは、PtL がプラチナ需要を生み出す時期は先送りになる

図 22. プラチナ集約度はプラチナの年間需要が増えるに連れて高まることから、HEFA 法と PtL 法におけるプラチナの重要性がわかる

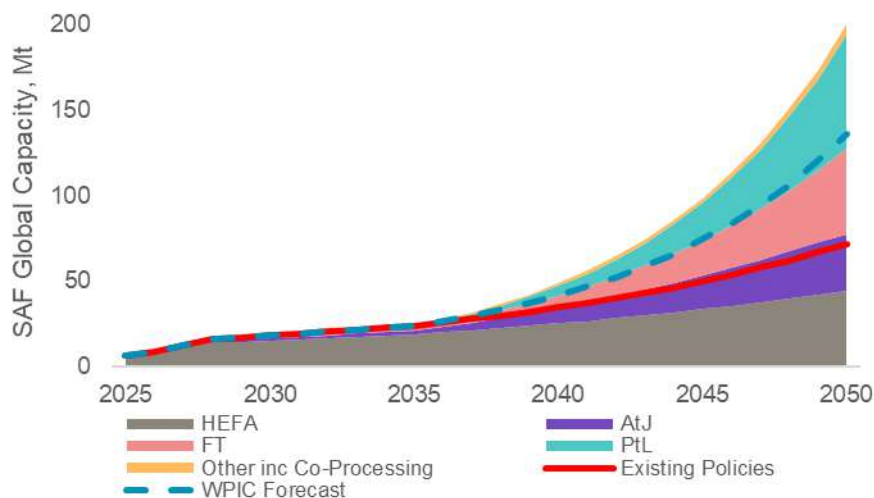


出典: SkyNRG、WPIC 予測

「現行のトレンド」シナリオ

「現行のトレンド」シナリオは、「既存の政策」シナリオに比べると、特に 2030 年代以降に SAF 生産能力が大きく伸びる。初期段階ではどちらのシナリオでも、2025 年時点の SAF はほとんどが HEFA 法による約 600 万トン。しかし、その後、HEFA 法による生産が原料調達の制約で 2000 万トンあたりに飽和状態になり、「現行のトレンド」シナリオ下で 2030 年代から PtL 法と FT 法の生産拡大が進む頃になると、両シナリオに差が現れ始める。2040 年までには「現行のトレンド」シナリオの SAF 生産はすでに約 5000 万トン、しかし、「既存の政策」シナリオでは約 3500 万トンにとどまる。この差は前者が 2 億トン、後者が 7200 万トンになる 2050 年までにさらに開き続け、PtL 法は SAF 生産のマーケットシェア約 33%、FT 法は約 25% となり合わせて SAF 生産の 4 分の 3 を占める。一方、「既存の政策」シナリオではこの割合は半分以下にとどまる。我々 WPIC は、政策実行と業界の取り組みのうち実現するのは一部に止まるという慎重な見方をとっているため、予想はこの水準を少し下回る。

図 23. 「現行トレンド」シナリオと「既存の政策」シナリオとでの、2050 年までの SAF 生産能力の累計の比較

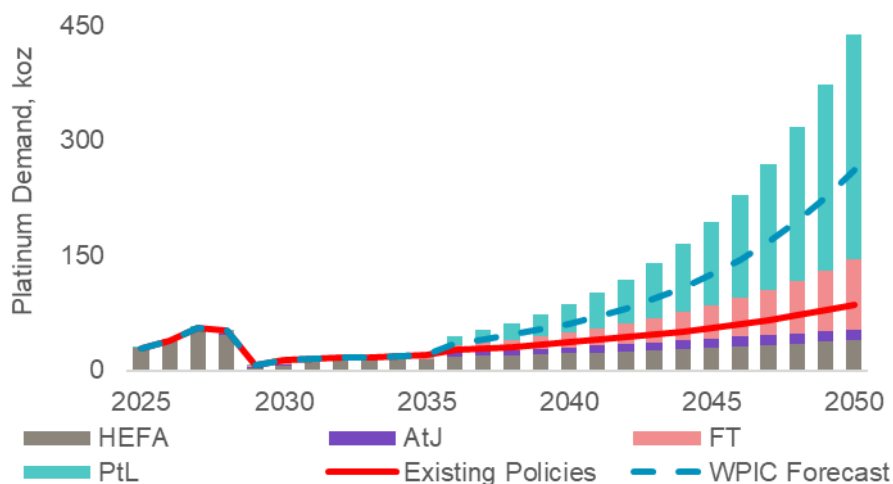


出典: SkyNRG、WPIC 予測

「現行のトレンド」シナリオでは、SAF の生産規模は確実に拡大する。HEFA の原料供給が頭打ちになり FT と PtL が拡大して 2050 年までには主流となる

プラチナ需要の動きも同様のパターンを辿る。2020年代のプラチナ需要は両シナリオ共にそれほど多くなく HEFA 法が主流。しかし2030年以降から、「現行のトレンド」シナリオでは、プラチナを多く使う PtL 法と FT 法の普及で大きな差が現れる。2050年までにプラチナ需要は年間 12.4 トンを超え、「既存の政策」シナリオの5倍になる。PtL 法によるプラチナ需要だけでも年間 8.1 トンになり、SAF 生産全体に占める PtL 法による生産量の割合を大きく上回る一方で、HEFA 法のプラチナ需要は低迷する。

図 24. 「現行トレンド」シナリオ下でのプラチナの年間需要



出典: SkyNRG、WPIC 予測

つまり、両シナリオは短い期間で見るとあまり差がないが、政策や業界の取り組みがわずかに加速するだけでも長期的な展望には差が生じる。つまり HEFA 主流のプラチナ需要の状態から、プラチナ集約度の高い生産方法が主流にと大きく変わるのである。

「加速的行動」シナリオ

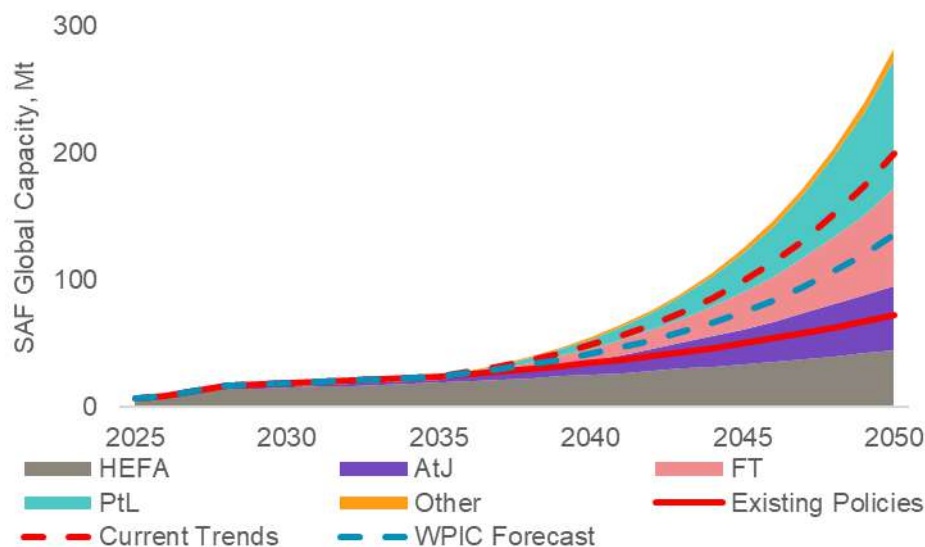
「加速的行動」シナリオは「現行のトレンド」シナリオに比べ、SAF の普及がより急速に進む。短期的にはどのシナリオでも、SAF 生産は2025年までにそのほとんどが HEFA 法による約600万トン。しかし、「加速的行動」シナリオ下の状況はそこから大きく変わり、2040年までに生産能力はおおよそ6000万トンに拡大する。これは「現行のトレンド」シナリオで同じ生産能力に到達する時期よりも数年早く、「既存の政策」シナリオと比べると10年早い。PtL 法と FT 法の急速な拡大を支援する積極的な政策と強力な資金援助こそがこの速さを生み出す。

2050年までに各シナリオは大きく異なってくる。「加速的行動」シナリオ下の累積 SAF 生産能力は2億8200万トン、「現行のトレンド」シナリオは2億万トン、「既存の政策」シナリオでは7200万トン。「加速的行動」シナリオでは、PtL 法による生産量は1億200万トン、「現行のトレンド」シナリオ下の生産量の5割増し。FT 法による生産量も7600万トンで「現行のトレンド」シナリオの生産量より5000万トン多く、2050年の PtL 法と FT 法を合わせた生産量が SAF 生産全体に占める割合は「加速的行動」シナリオで約8割、「現行のトレンド」シナリオで約75%、「既存の政策」シナリオだと半分以上だ。HEFA 法による生産量はどのシナリオでも約4400万トンにとどまり、合成生産方法の発達が必須であることは明らかだ。

WPIC は、「加速的行動」シナリオが想定するような普及は実現しないと考える。現在の政策目標全てが実現し、先端技術の商業化が迅速に進み、業界が一致して行動を起こすことは今日の状況では考えられない。従って「加速的行動」シナリオは予測ではなく、あくまでも実現できる目標の最上限としてとらえる方が良いだろう。

積極的な政策と急速な生産拡大が SAF 生産を急増させ、2050 年までにプラチナ集約度の高い生産方法が主流に

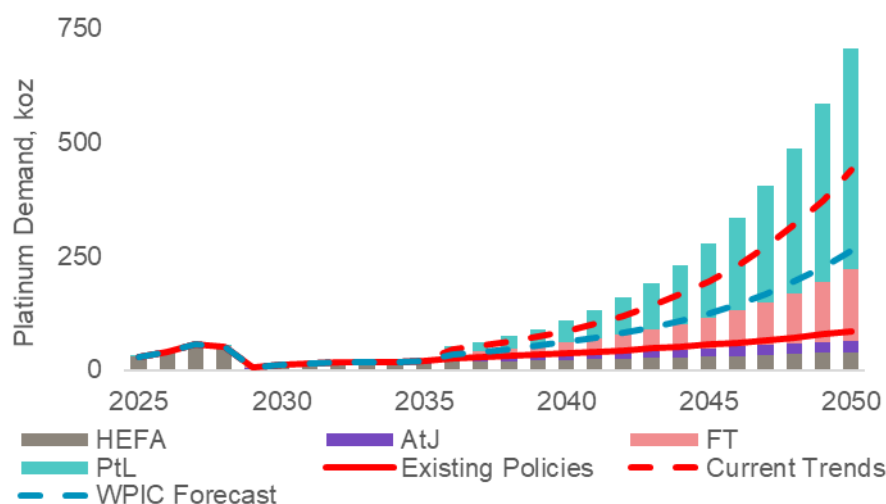
図 25. 2050 年までの「加速的行動」シナリオ下での累積 SAF 生産能力の展望を「既存の政策」シナリオ、WPIC 予測、「現行トレンド」シナリオと比較



出典: SkyNRG、WPIC 予測

「加速的行動」シナリオ下のプラチナ需要の展望は、生産規模の急速な拡大を反映する。どのシナリオでも、主流である HEFA 法が限界に達するまでプラチナ需要はそれほど変わらず、2025 年は年間約 0.93 トン、2030 年は約 0.37 トン～0.40 トン。違いが生じてくるのは 2030 年代初めに PtL 法と FT 法が「加速的行動」シナリオ下で拡大し始める時期で、2040 年までにプラチナの年間需要はすでに約 3.2 トン。「現行のトレンド」シナリオでは年間およそ 2.5 トン、「既存の政策」シナリオだと約 0.62 トン。この差は 2050 年までにさらに広がり、「加速的行動」シナリオのプラチナ需要は年間 19.9 トン以上、「現行のトレンド」シナリオだと約 12.4 トン、「既存の政策」シナリオではわずか 3.5 トン。PtL 法による生産量の差がこの違いの大部分で、年間 約 13.4 トン以上で全体の 7 割以上、FT 法でさらに年間 4.7 トンほど嵩上げされる。

図 26. 「加速的行動」シナリオ下でのプラチナの年間需要と他のシナリオとの比較



出典: SkyNRG、WPIC 予測

「加速度的行動」シナリオの PtL は急速に拡大して SAF 生産は急増、プラチナ需要は 6 倍になる

「加速的行動」シナリオは、強力な政策と技術の迅速な商業化が SAF 生産の増加とプラチナ需要の増加の両方にいかに重要な推進力となるかを示す。初期段階では HEFA 法が生産基盤だが、PtL 法と FT 法の急速な拡大が長期的な成長をもたらし、段階的に生産を拡大するよりも加速的な拡大の方が、プラチナ需要が何倍にも増える要因となる。

図 27. 3つのシナリオ下と異なる SAF 生産方法での 2050 年のプラチナの年間需要 (koz)

Scenario	HEFA	AtJ	FT	PtL	Total
「既存の政策」	39 koz	0.6 koz	10 koz	36 koz	86 koz
「現行のトレンド」	39 koz	13 koz	93 koz	293 koz	439 koz
「加速的行動」	39 koz	25 koz	157 koz	484 koz	705 koz

出典: SkyNRG、WPIC 予測

プラチナ需要の変遷ー石油から低炭素燃料まで

石油精製のプラチナ需要はこれまでプラチナ需要全体の 2%～3% を占めてきたが、化石燃料の消費が減るにつれてこの割合は今後下がる。石油消費の構造的な低下はエネルギー転換の大きな流れであり、長期的には精製関連のプラチナ需要も減る。

SAF 生産の拡大はこの需要の減少を補う重要な分野となる。これまで述べてきた 3 つのシナリオに見るように、PtL 法や FT 法などの合成生産方法において、プラチナの役割は今後大きくなり、石油精製に変わる新たな構造的な需要源となる。プラチナは燃料市場から姿を消すのではなく、石油精製の触媒という役割から、先進的な低炭素燃料を可能にする触媒に変化していく。

この変遷にこそプラチナ需要の持続性がある。石油への依存が世界的に弱まっても、SAF 生産の規模拡大によってプラチナは今後数十年にわたって液体燃料生産の中核にとどまり続けることが確実なのである。

プラチナ需要の将来

マーケットリスクと不確実性

SAF の普及によってプラチナの需給は将来も堅調に伸びる見通しを述べてきたが、その成長と規模に影響を与えかねないリスクはいくつかある。

- 政策の変更ー 政策の遅れ、混合義務の緩和、公的支援の方針転換などで SAF の普及が遅れ、プラチナ触媒の需要が減るリスク。
- 技術的な問題ー PtL 法による生産とグリーン水素生産の運用やコストに関する問題が生じ、プラチナ集約度の高い生産方法に制約が出るリスク。
- 原料の制約ー HEFA 法の生産が油脂や油の供給で頭打ちになり、SAF のその他の生産方法への転換に影響を及ぼすリスク。
- プラチナの供給とコストー市場の変化や供給の中断、大きな価格変動などでプラチナ入手が困難になり触媒の開発が遅れて SAF 生産に影響する。ここでいうプラチナ需要の数値はあくまでも予測であり、現時点での SAF 生産におけるプラチナ需要は非常に少ない。企業は他の触媒やリサイクル方法を開発する可能性もある。

プラチナ需要成長の可能性

プラチナは先進的な SAF 技術の普及拡大に大きな役割を果たすと期待されている。PtL 法と PEM 水電解による水素生産といった高度な技術は特にプラチナ集約度が高く、プラチナは合成燃料生産のバリューチェーンの中核にある。HEFA 法の原料の制約を乗り越えて SAF が普及すれば、SAF 生産を支えるこういった技術はプラチナの需要の大きな部分となるだろう。

我々は SAF によるプラチナ需要は 2025 年から 2050 年の間に 0.93 トンから 8.1 トン以上とほぼ 9 倍も増えると予測しており、このうち PtL 法による需要が 6 割以上を占める。プラチナが燃料合成に欠かせない材料であるだけでなく、カーボンニュートラルな生産方法である PtL 法が使うグリーン水素生産を通じて間接的に貢献する。

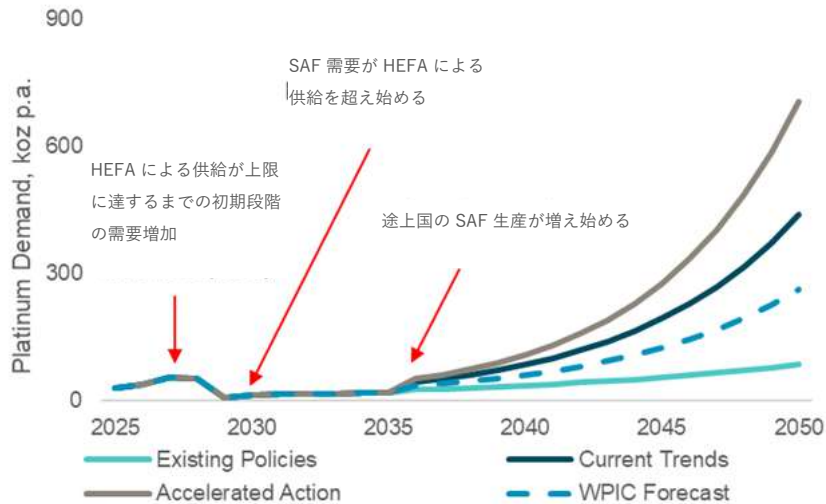
化石燃料の利用減少とともにプラチナは低炭素燃料生産を支える役割を担うようになる

プラチナ需要には政策動向、技術的、供給面のリスクがあるが、SAF の生産拡大ー特に PtLーが持続的な需要成長の要因となる

また同時に、触媒設計の進化、運用効率を高める改善、リサイクル率の向上などによってプラチナの鉱山供給の制約を緩和し、プラチナ集約度の高い技術のさらなる規模拡大をより持続可能な方法によって実現することができる。

航空業界や政府が段階的に SAF 混合義務を引き上げ、合成燃料インフラに投資すれば、初期段階では HEFA 法による生産に集中しているプラチナの役割は、脱炭素化を拡大するためのより戦略的なものになるだろう。この変化は、航空業界の脱炭素化および広義の気候変動対策と密接に連動し、持続的かつ構造的なプラチナ需要に繋がる。

図 28. SAF 生産の 3 つのシナリオにおけるプラチナの年間需要予測 (koz)



出典: SkyNRG、WPIC 予測

結論

プラチナ需要は SAF の普及の速さとその規模に密接に関連する。短期的な需要増は HEFA 法に依存するが、中期、長期にわたって PtL 法と FT 法が拡大すればプラチナの需要は飛躍的に増加するだろう。政府の支援、技術の進化、原料の供給がプラチナ需要を左右し、プラチナは航空業界の脱炭素化を実現する上で重要なメタルとしての位置を獲得できるだろう。

プラチナの需要は SAF の普及に伴って増加し、航空業界の脱炭素化が進むにつれて HEFA から PtL/FT へと変遷する

付録

政策と法規制

これまで本稿で述べてきた SAF 生産能力とプラチナ需要の見通しは、根本的に法規制の枠組みによって左右される。PtL 法と FT 法を積極的に拡大するためには燃料混合比を義務化して、マーケットがベースとなる方針を導入し、さらに経済的な支援を行うことが欠かせない。政府と国際機関が、SAF の普及ペースとそれに関連するプラチナ需要の拡大に果たす役割は決定的に重要なのである。

国際的には次の二つの政策が SAF 市場の中心の方針となる。

- 国際民間航空機関(ICAO)の「国際航空のための炭素オフセットと削減の枠組み (CORSIA) — CORSIA は、持続性と地球温暖化ガス削減基準を満たす ICAO 規格の SAF を航空会社が使うことで、カーボンオフセットを軽減できる仕組みで、2027年までは義務化ではないが、その後は ICAO 加盟国全てに課される。
- EU 排出量取引制度 (ETS) — EU 圏内の航空会社は 排出枠を抛出しなければならず、「再生エネルギー指令 (RED III)」にて承認された SAF に対してはゼロ排出係数を適用することができる。2030年までは SAF 専用の許容枠が認められており、SAF と合成燃料の比率は段階的に引き上げられる。航空会社は SAF を使うことでコスト差を埋める補助的な抛出枠を得ることができる。

地域ごとの政策は異なるが、総合的に SAF 需要を促進する基盤となっている。

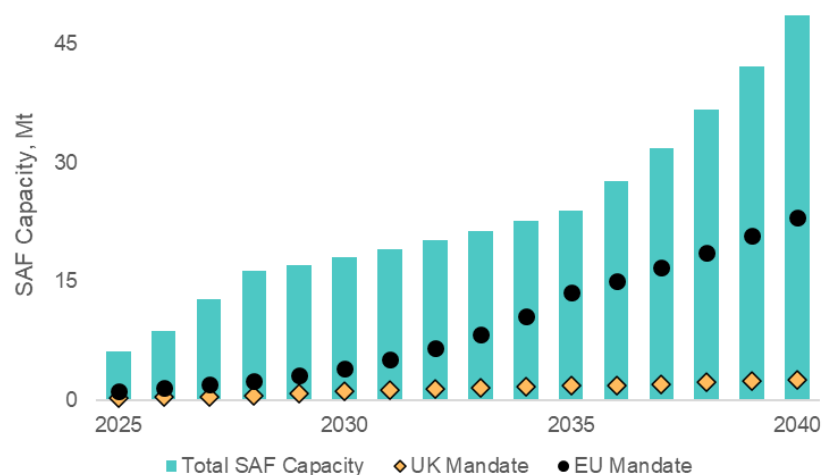
- EU — 「ReFuelEU Aviation Regulation」では2025年から2%のSAF混合比を義務化しており、2050年まで徐々に70%に引き上げられる。これには、EU 域内の空港で供給する航空燃料は2050年までに合成燃料あるいは PtL 法による燃料を35%にする義務も含まれる。SAF と PtL 法の拡大を積極的に支援する方針は EU の脱炭素化戦略の柱で、「加速的行動」シナリオ下のプラチナ需要の大きな伸びを支える背景となるが、その世界的な実現には欧州だけでなく各国の主要空港すべてが同様の戦略を採用する必要がある。
- 英国 — 2025年に始まった SAF の義務化では、英国のジェット燃料の2%を SAF にすることが求められる。SAF の混合比は2030年には10%に、2040年には22%に引き上げられ、そのうち e-SAF (PtL) がジェット燃料全体の3.5%になる必要がある。この比率は SAF の普及が確実になるまで維持される。また、HEFA 法にも上限が設けられ、2030年には SAF 需要の最大でも71%、2040年には35%に下げられる。この方針によりプラチナ集約度の高い燃料生産方法が2040年までに確実に普及する見通し。
- 米国 — 米国は燃料混合比に関する中期的な目標を設けていないが、2030年までに年間約900万トンという拘束力のない生産目標を掲げている。インフレ抑制法(IRA)で、SAF に対する税額控除(1.75ドル/ガロン)を導入し、SAF 開発企業にとって非常に将来性のある市場になったが、この優遇措置は2024年末に終了した。2025年7月に可決された法案では45Z 条項にある2026年以降の税額控除が1ドル/ガロンに下げられた。
- アジア — 日本は2030年までに SAF の混合比を10%にすることを目指している。シンガポールは2026年までに1%、2030年までに3%から5%にする。中国とインドは2030年代初めまでに SAF 導入を義務化する指標を策定中。これらの市場では当面は HEFA 主流で SAF の普及が進むが、長期目標の達成には PtL 法の普及が不可欠となる。
- 中南米と中東 — ブラジルの「Fuel of the Future」法は2037年までに約10%の航空燃料を SAF とすることを目標に定めている。アラブ首長国連邦は2031年までに1%を義務化しており、今後さらに強化される可能性がある。どちらの地域でも2030年代、2040年代に重要な市場となる可能性がある。

SAF に関する法規制の大きな課題は、いつ HEFA 法の転換期が来るかという点だ。2030年までに生産される世界の SAF の約82%は HEFA 法によるものと予測されるが、原料に制約があるため長期的に生産を維持することはできない。したがっ

て、HEFA 法の制限とともに PtL 法と FT 法の優遇措置や義務化などを組み合わせた法規制が SAF 生産の拡大及びプラチナ集約度の高い生産方法の導入に必要だ。

欧州とアジアにおける導入の義務化、米国の優遇策、南米と中東における新たな枠組みなどのおかげで、「現行のトレンド」シナリオと「加速的行動」シナリオの両方で SAF 生産が 2030 年以降に急速に拡大する。このような政策と法規制は SAF の生産能力が確実に成長し、構造的にプラチナ需要の成長を支える要因になるだろうが、それがなければ需要は限定的なものにとどまるだろう。

図 29. 英国と EU の SAF 義務と 2040 年までの SAF 生産予測 (100 万トン)



出典: OICA、WPIC リサーチ * 「現行のトレンド」シナリオ

用語集

1. Accelerated Action - 加速的行動シナリオー強力な政策と経済的支援のもとで SAF の普及が急速に進むとする高成長シナリオ
2. Alcohol-to-Jet (AtJ) - アルコール・トゥ・ジェット法ー糖質や澱粉系作物を転換する SAF の生産方法
3. ASTM - American Society for Testing and Materialsー米試験材料協会ー航空燃料の基準を設定する機関
4. ASTM Standards - ASTM 基準ー航空燃料の安全性と性能の確保に必要な基準
5. Blending Mandate - 燃料混合比義務ー政府によって定められた SAF と従来のジェット燃料の混合比
6. Carbon Budget - 炭素予算ー地球の気温上昇の限度によって将来排出できる温室効果ガスの累積量の上限
7. Catalyst Promotion - 触媒促進ープラチナなどを利用して触媒の効率と安定性を高めること
8. CORSIA - 国際民間航空機関 (ICAO) による国際航空のための炭素オフセットと削減の枠組みーSAF を通じてオフセット義務を軽減する仕組み
9. Current Trends - 「現行のトレンド」シナリオー追加的政策と業界の取り組みによる中程度の SAF 成長シナリオ
10. Drop-in Fuel - ドロップイン型燃料ー既存の航空機とインフラを利用できる燃料
11. E-SAF - パワー・トゥ・リキッド法などによる合成 SAF
12. EU ETS - EU 排出量取引制度ーEU 圏の航空業界の炭素排出を抛出と SAF 優遇策によって規制する制度

13. Existing Policies - 「既存の政策」シナリオー今日すでに設定された法規制だけによる SAF の成長シナリオ
14. Fats, Oils, and Greases (FOGs) - 油脂・油・グリースなど、食品生産や産業過程で発生する副産物で HEFA 法の原料となる
15. Feedstock Ceiling / Limit - 原料の制約、上限ー持続可能な油、油脂、その他の原料で SAF 生産に使える割合の上限
16. Fischer-Tropsch (FT) - フィッシャー・トロプシュ法ーバイオマスや排気物などを炭化水素に転換する SAF の合成生産方法
17. Freezing Point - 凝固点ー液体が凝固する温度で高い高度で利用する燃料の性能に重要
18. Green Hydrogen - グリーン水素ー再エネを使う水電解によって生産される水素
19. HEFA Cap - HEFA の上限ーHEFA 法で生産できる SAF の割合の法的上限
20. Hydroisomerisation - 水素化異性化ー燃料の質を向上させる触媒プロセスで通常はプラチナを利用する
21. Hydroprocessed Esters and Fatty Acids (HEFA) - 水素化処理エステル・脂肪酸 (HEFA) 法ー最も商業化が進んだ SAF 生産方法で水素化によって廃油、油、油脂をジェット燃料に転換する
22. Inflation Reduction Act (IRA) - インフレ抑制法ー SAF 生産などに税控除を与える米国の法律
23. Iso-alkanes - 分枝鎖アルカンー枝分かれした炭化水素で低温流動性を向上させる
24. ICAO - 国際民間航空機関
25. Jet A-1 - 従来からの標準化された航空機用ジェット燃料
26. Jet fuel demand - ジェット燃料需要ー航空業界が必要とする航空機燃料の全体量
27. Platinum intensity - プラチナ集約度ーSAF (100万トン)を生産するために必要なプラチナの量 (キロ)
28. Power-to-Liquid (PtL) - パワー・トゥ・リキッドー CO₂ と水、再エネ電力を使うプラチナ集約度の高い合成生産方法
29. Proton Exchange Membrane (PEM) Electrolyser - 固体高分子型水電解装置ー水を水素と酸素に分解する装置でプラチナを必要とする
30. SAF Pathway - SAF 生産方法ー HEFA 法、FT 法、PtL 法、AtJ 法など SAF を生産する方法
31. SkyNRG - 商用機の SAF を供給するオランダの企業で市場の見通しも発表する
32. Sustainable Aviation Fuel (SAF) - 持続可能な航空燃料ー航空機の炭素排出量を減らすための、灯油に変わる再生可能な航空燃料
33. Syngas - 合成ガスー酸化炭素と水素が混合されており FT 法と PtL 法の中間過程で生成される
34. Volumetric Energy Density - 体積エネルギー密度ー単位体積あたりのエネルギー量で航空機の航続距離と積載量に重要
35. WPIC Forecast - WPIC 予測ーSAF とプラチナの需要の基本となる WPIC の予測で、「現行のトレンド」シナリオと「既存の政策」シナリオの中間に位置する

プラチナ投資拡大を目指す WPIC

ワールド・プラチナ・インベストメント・カウンスル (WPIC) は、具体的な見識の提供と目標を定めたプラチナ投資を促進することを目的として、2014 年に南アフリカの大手 PGM 鉱山会社各社によって設立された。我々は投資家に正確な判断材料となる情報として『プラチナ四半期レポート』、月刊『プラチナ展望』、及び『プラチナ投資のエッセンス』を提供している。また投資家、生産者、経路、地理など全ての面からプラチナ投資のバリューチェーンを分析し、市場の効率を上げ、あらゆるタイプの投資家のために、投資に見合った商品を提供できるようパートナー各社とともに努力を重ねている。

WPIC は投資アドバイスを提供する法的資格はない。詳細は[免責事項](#)を参照

免責条項: 当出版物は一般的なもので、唯一の目的は知識を提供することである。当出版物の発行者、ワールド・プラチナ・インベストメント・カウンシルは、世界の主要なプラチナ生産会社によってプラチナ投資需要発展のために設立されたものである。その使命は、それによって行動を起こすことができるような見識と投資家向けの商品開発を通じて現物プラチナに対する投資需要を喚起すること、プラチナ投資家の判断材料となりうる信頼性の高い情報を提供すること、そして金融機関と市場参加者らと協力して投資家が必要とする商品や情報ルートを提供することである。

当出版物は有価証券の売買を提案または勧誘するものではなく、またそのような提案または勧誘とみなされるべきものでもない。当出版物によって、出版者はそれが明示されているか示唆されているかにかかわらず、有価証券あるいは商品取引の注文を発注、手配、助言、仲介、奨励する意図はない。当出版物は税務、法務、投資に関する助言を提案する意図はなく、当出版物のいかなる部分も投資商品及び有価証券の購入及び売却、投資戦略あるいは取引を推薦するものとみなされるべきでない。発行者はブローカー・ディーラーでも、また 2000 年金融サービス市場法、Senior Managers and Certifications Regime 及び金融行動監視機構を含むアメリカ合衆国及びイギリス連邦の法律に登録された投資アドバイザーでもなく、及びそのようなものと称していることもない。

当出版物は特定の投資家を対象とした、あるいは特定の投資家のための専有的な投資アドバイスではなく、またそのようなものとみなされるべきではない。どのような投資も専門の投資アドバイザーに助言を求めた上でなされるべきである。いかなる投資、投資戦略、あるいは関連した取引もそれが適切であるかどうかの判断は個人の投資目的、経済的環境、及びリスク許容度に基づいて個々人の責任でなされるべきである。具体的なビジネス、法務、税務上の状況に関してはビジネス、法務、税務及び会計アドバイザーに助言を求めるべきである。

当出版物は信頼できる情報に基づいているが、出版者が情報の正確性及び完全性を保証するものではない。当出版物は業界の継続的な成長予測に関する供述を含む、将来の予測に言及している。出版者は当出版物に含まれる、過去の情報以外の全ての予測は、実際の結果に影響を与えるリスクと不確定要素を伴うことを認識しているが、出版者は、当出版物の情報に起因して生じるいかなる損失あるいは損害に関して、一切の責任を負わないものとする。ワールド・プラチナ・インベストメント・カウンシルのロゴ、商標、及びトレードマークは全てワールド・プラチナ・インベストメント・カウンシルに帰属する。当出版物に掲載されているその他の商標はそれぞれの商標登録者に帰属する。発行者は明記されていない限り商標登録者とは一切提携、連結、関連しておらず、また明記されていない限り商標登録者から支援や承認を受けていることはなく、また商標登録者によって設立されたものではない発行者によって非当事者商標に対するいかなる権利の請求も行われない。

WPIC のリサーチと第 2 次金融商品市場指令（MiFID II）

ワールド・プラチナ・インベストメント・カウンシル(以下 WPIC) は第 2 次金融商品市場指令に対応するために出版物と提供するサービスに関して内部及び外部による再調査を行った。その結果として、我々のリサーチサービスの利用者とそのコンプライアンス部及び法務部に対して以下の報告を行う。

WPIC のリサーチは明確に Minor Non-Monetary Benefit Category に分類され、全ての資産運用マネジャーに、引き続き無料で提供することができる。また WPIC リサーチは全ての投資組織で共有することができる。

1. WPIC はいかなる金融商品取引も行わない。WPIC はマーケットメイク取引、セールストレード、トレーディング、有価証券に関わるディーリングを一切行わない。（勧誘することもない。）
2. WPIC 出版物の内容は様々な手段を通じてあらゆる個人・団体に広く配布される。したがって第 2 次金融商品市場指令（欧州証券市場監督機構・金融行動監視機構・金融市場庁）において、Minor Non-Monetary Benefit Category に分類される。WPIC のリサーチは WPIC のウェブサイトより無料で取得することができる。WPIC のリサーチを掲載する環境へのアクセスにはいかなる承認取得も必要ない。
3. WPIC は、我々のリサーチサービスの利用者からいかなる金銭的報酬も受けることはなく、要求することもない。WPIC は機関投資家に対して、我々の無償のコンテンツを使うことに対していかなる金銭的報酬をも要求しないことを明確にしている。

さらに詳細な情報は WPIC のウェブサイトを参照。

<http://www.platinuminvestment.com/investment-research/mifid-ii>

当和訳は英語原文を翻訳したもので、和訳はあくまでも便宜的なものとして提供されている。英語原文と和訳に矛盾がある場合、英語原文が優先する。