

持続可能な航空燃料(SAF)国産化に向けた取組と 事業機会

2022年5月

株式会社 三井住友銀行
コーポレート・アドバイザー本部
企業調査部

- 本資料は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。
- 本資料は、作成日時時点で弊行が一般に信頼できると思われる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を弊行で保証する性格のものではありません。また、本資料の情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがありますので、ご了承ください。
- ご利用に際しては、お客さまご自身の判断にてお取扱いただきますようお願い致します。本資料の一部または全部を、電子的または機械的な手段を問わず、無断での複製または転送等することを禁じております。

1. SAFの現状	3
2. SAF国産化に向けた課題と取組	9
(1) SAFサプライチェーンと課題	10
(2) 課題解決に向けた取組	16
3. 事業機会・対応の方向性	19
Appendix. バイオ燃料について	21

サマリー

持続可能な航空燃料(SAF/Sustainable Aviation Fuel)は航空業界の脱炭素化において重要な役割を担います。本資料ではSAF国産化に向けた取組や課題、関連事業者の事業機会について取り纏めました。

本資料のサマリー

SAFの現状 (第1章)

航空業界の脱炭素化対応

- ・ 新技術の導入(省エネ機体、電動航空機・水素航空機)
- ・ 運航方式の改善(最短経路の飛行等)
- ・ **SAFの活用**
- ・ CO2回収(森林再生等)
- ・ 排出権購入

国産SAF供給体制の必要性

- ・ 供給が滞れば、海外エアラインの日本の空港への発着が減少し、観光立国を掲げる日本の経済への影響が懸念される

国産化に向けた課題と取組 (第2章)

サプライチェーンと課題

- ・ 原料の確保
- ・ 製造技術開発・コスト引き下げ
- ・ 連産品(バイオディーゼル等)の販路確保
- ・ 認証体制の整備

課題解決に向けた取組

- ・ 政府による取組 ~ 制度設計・支援策等の検討
- ・ 民間企業による取組 ~ 認知度向上に向けた有志団体(ACT FOR SKY)の設立

事業機会・対応の方向性(第3章)

関連事業者		事業機会・対応の方向性
需要家	・ 航空会社 ・ 航空機メーカー	・ SAFサプライヤーとの提携・出資(海外・国内) ・ 排出権取引の活用
サプライヤー	・ 石油元売 ・ プラントメーカー ・ 製造ベンチャー ・ 総合商社 等	・ アライアンスやM&A等を通じた原料調達網、技術力、人材の確保 ・ 設備投資の拡大
周辺産業	・ 廃棄物処理業者 ・ 食料品メーカー ・ 飲食店 ・ エタノール事業者 等	・ SAFサプライチェーンに係る新たな事業機会の創出(原料供給、原料回収等)
	・ トラック、バス事業者 ・ 内航海運 等	・ 連産品(バイオディーゼル等)の共同調達による自社脱炭素対応への活用

1. SAFの現状

SAF(Sustainable Aviation Fuel)とは

SAF(SAF/Sustainable Aviation Fuel)とは持続可能な航空燃料のことで、航空業界における脱炭素化手法の一つです。国際規格の認証を取得したSAFは既存ジェット燃料と同じとみなされ、既存インフラを使用できます。

航空業界における脱炭素化目標・規制

	2021	~2025	~2030	~2050
IATA (注1) (国際航空運送協会)	✓ 年平均1.5%の燃費改善 ✓ 2020年以降総排出量を増加させない			ネットゼロ
ICAO (注2) (国際民間航空機関)	✓ 年平均2%の燃費改善 ✓ 2020年以降総排出量を増加させない			検討中
日本				ネットゼロ
EU			▲55% (90年比)	ネットゼロ
米国				ネットゼロ

(注1)International Air Transport Association 世界の航空会社で構成される業界団体

(注2)International Civil Aviation Organization 各国政府によって構成される国際機関

【脱炭素化に向けた手法】

- (1) 新技術の導入
 - ・省エネ機体
 - ・電動航空機・水素航空機
- (2) 運航方式の改善
 - ・最短経路の飛行
 - ・オペレーションの効率化 等
- (3) SAFの活用
- (4) CO2回収(森林再生等)
- (5) 排出権購入

CORSIA(ICAOが定めた「国際航空のためのカーボンオフセット及び削減スキーム」)において、2027年以降、2019年のCO2排出量を上回る部分に対する排出権購入が義務化(小規模排出国を除く)

SAFとは

原料	廃棄物、バイオマス、廃食用油中の炭素・水素 等
認証	ASTM規格(国際的な工業規格)の認証取得が必要 (CO2削減効果はICAO認証取得要)
CO2排出量	燃焼時にCO2を排出するものの、ライフサイクル全体でのCO2排出量は既存のジェット燃料に比べて小さい 但し、CO2削減効果が認められるためにはICAOによるCORSIA適格燃料としての認証取得が必要
インフラ (空港・航空機)	ASTM認証を取得したSAFは既存のジェット燃料と同じとみなされるため、既存インフラを使用可能

【ASTM規格 認証取得済の原料と製造技術】○:実用化、△:実証実験・研究開発

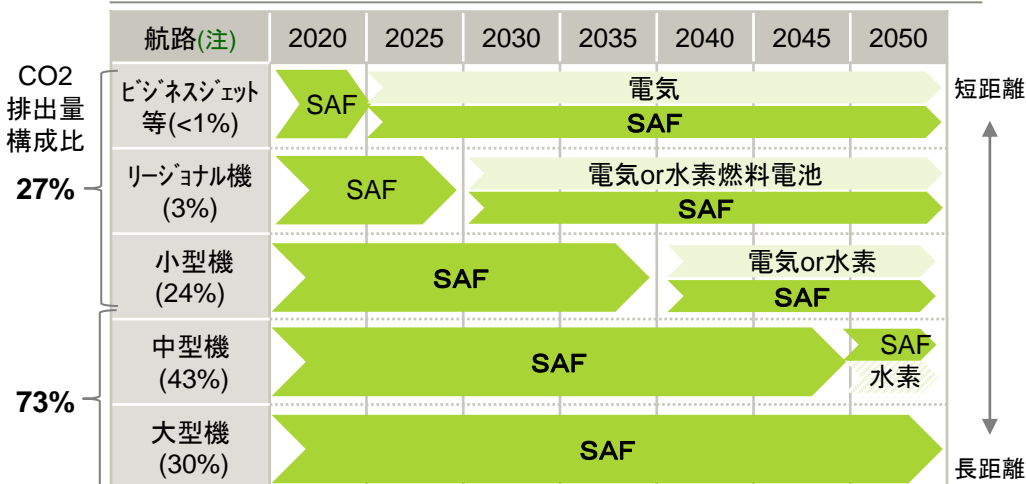
	主な原料	製造技術	従来燃料との 混合比率	技術段階	
				海外	日本
Annex1	廃棄物、 木質バイオマス	ガス化・FT合成(注)	50%	○	△
Annex2	動植物油脂、 廃食用油	水素化処理	50%	○	△
Annex3	バイオマス糖	糖の直接還元	10%	-	-
Annex4	木質バイオマス	ガス化・FT合成	50%	-	-
Annex5	バイオマス糖 廃棄物	アルコール触媒 反応(ATJ)	50%	○ △	△ △
Annex6	微細藻類、 廃食用油	触媒水熱分解	50%	△	△
Annex7	微細藻類	水素化処理	10%	-	△

(注)一酸化炭素と水素から触媒反応を用いて液体炭化水素を合成(Fischer-Tropsch法)
(出所)国土交通省「航空機運航分野におけるCO2削減に関する検討会」を基に弊行作成

SAFが必要な背景

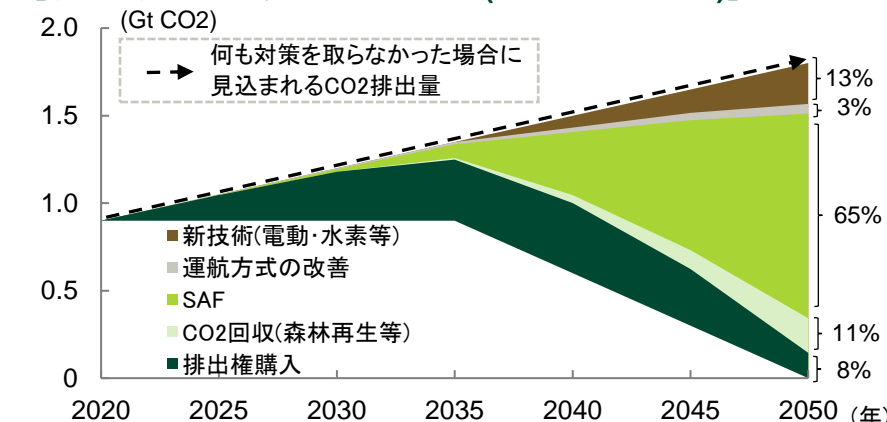
開発が進められている電動航空機や水素航空機は、導入航路が近距離に限定される見通しのため、SAFは中長期的に脱炭素化の主要手段として重要な役割を担うとみられます。こうした中、各国・地域で、SAFの導入に向けた目標や規制等が検討されています。

航路別の脱炭素化に向けた手段



(注)括弧内は各航路におけるCO2排出量の構成比
(出所) Air Transport Action Groupプレスリリースを基に弊社作成

【航空業界のCO2排出量と削減手段(グローバルベース)】



(出所) IATAプレスリリースを基に弊社作成

各国・地域におけるSAFに関する目標・規制

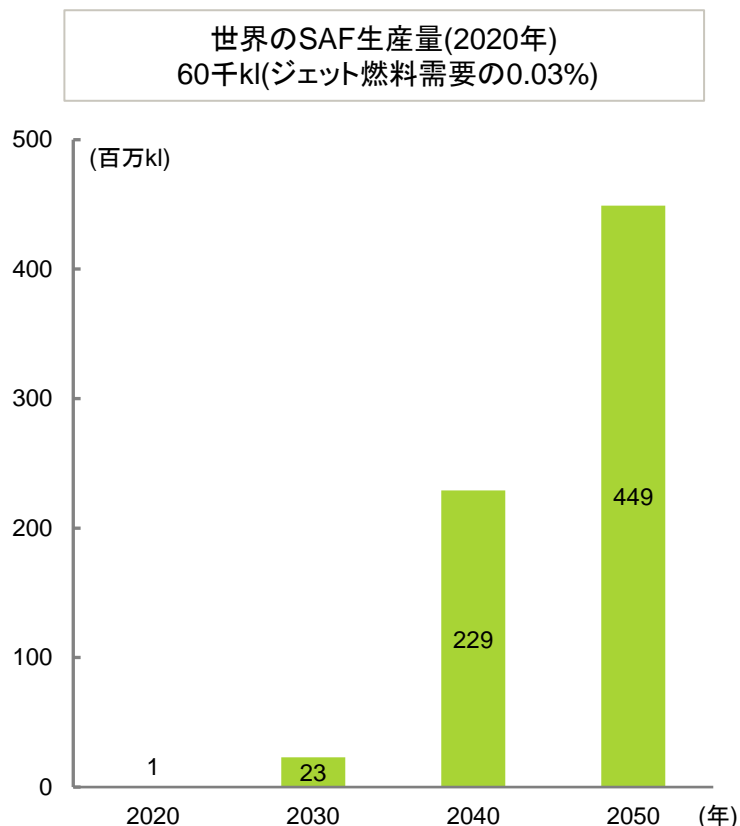
	SAF導入比率			備考
	2025年	2030年	2050年	
日本	-	10% (約2.5~5.6百万kl)	-	• 政府目標(国内線・国際線)
米国	-	約8%製造 (11百万kl)	100%製造 (130百万kl)	• 政府目標 • 製造資金支援(総額43億ドル)、税制優遇を検討中
EU	2% (約1百万kl)	5% (約3百万kl)	63% (約37百万kl)	• 燃料供給事業者への混合義務を検討中
ルウエー	-	30%	-	• 燃料供給事業者への混合義務(20年導入済<0.5%>)
スウェーデン	5%	30%	-	• 燃料供給事業者への混合義務(21年導入済<1%>)
英国	-	10%	75%	• 導入義務を検討中 • 21年~製造資金支援開始(10年間で180百万ポンド)
ドイツ	2026年: 5万トン	20万トン	-	• SAF(CO2由来)導入義務を検討中
フランス	2%	5%	-	• 燃料供給事業者への混合義務(22年導入済<1%>) • 22年~SAF導入に対する税制優遇開始
スペイン	2%	-	-	• 政府目標
オランダ	-	14%	-	• 政府目標(グリーン水素/電力含む)

(出所) 国土交通省「航空機運航分野におけるCO2削減に関する検討会」、各国プレスリリースを基に弊社作成

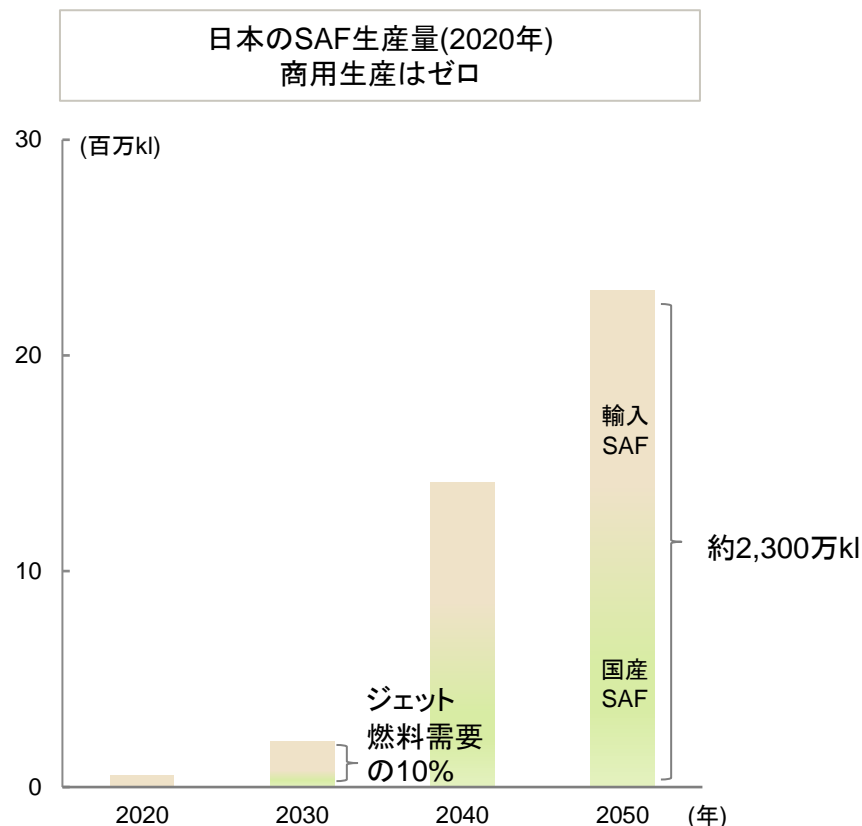
SAFの需要見通し

脱炭素化に向け、SAFの需要量は大きく拡大していくとみられており、日本では2050年に約2,300万klのSAFが必要とされています。エアライン各社は、SAFを給油できない空港での発着を敬遠する可能性があるため、日本国内でのSAF供給体制を整備することは、観光立国を掲げる日本の経済にとって重要です。

世界のSAF需要見通し(IATA、2021年10月)



日本のジェット燃料需要(注)見通し(ANAホールディングス・日本航空)



(注)本邦航空会社の国内線と国際線、および日本に就航する外国航空会社が日本の各空港で給油するために必要なジェット燃料

(出所) 各社プレスリリースを基に弊社作成

SAF製造動向～欧米と日本の比較

SAF商用化に向けた技術開発等は、米国及び欧州が先行しています。日本では、石油元売各社やプラントメーカーなど複数の企業
が実証実験や研究開発を進めていますが、商用化は早くも2025年以降とみられています。

SAF製造動向 (注1)

①研究開発

②実証
(商用化時期)

③製造

	主な原料	製造技術	米国		欧州		日本	
			状況	主な企業	状況	主な企業	状況	主な企業等
Annex1	廃棄物	ガス化・FT合成	製造	Fulucrum、Velocys	実証 (2025年)	Velocys	実証 (2025年頃)	ENEOS・日本航空・日揮・丸紅
	木質バイオマス						実証	伊藤忠商事・JERA・東洋エンジニアリング・三菱パワー
Annex2	動植物油脂、廃食用油	水素化処理	製造	World Energy、Phillips 66	製造	Neste、Eni、Repsol、Total、BP	実証 (2025年)	コスモ石油・日揮HD・レボインターナショナル
Annex3 (注2)	バイオマス糖	糖の直接還元	-	-	-	-	-	-
Annex4 (注3)	木質バイオマス	Annex1+芳香族化合物添加	-	-	-	-	-	-
Annex5	バイオマス糖	アルコール触媒反応(ATJ)	製造	Gevo	-	-	実証 (2026年度)	出光興産
	廃棄物		実証 (2022年)	LanzaJet	-	-	-	-
Annex6	微細藻類、廃食用油	触媒水熱分解	実証	ARA・CLG	-	-	実証 (2025年)	ユーグレナ
Annex7	微細藻類	水素化処理	-	-	-	-	実証	IHI
国際規格未取得	CO2+グリーン水素	逆シフト反応+FT合成	-	-	-	-	研究開発 (2040年頃)	ENEOS
		CO2電解+FT合成	-	-	実証	Total、BP	実証	ANAHD・出光興産・東芝・東芝エネルギーシステムズ・東洋エンジニアリング・日本CCS
		直接FT合成	-	-	研究開発	Repspl	研究開発	ENEOS・出光興産・産業技術総合研究所・成蹊大学・石油エネルギー技術センター・名古屋大学・横浜国立大学
CO2+H2O	共電解+FT合成	-	-	実証	Sunfire、Norsk e-fuel			

Power to Liquid(PtL)

(注1)「-」はプレスリリース等で確認できていないことを示す。(注2)米Amyrisが規格申請。現在は高付加価値品(化粧品等)に同技術を転用。(注3)米Rentechや南アフリカSasolが規格申請するも現時点で製造に至っていない。

(出所) 経済産業省「CO2等を用いた燃料製造技術開発プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性(案)」、各社プレスリリースを基に弊社作成

(ご参考)欧米エアラインの脱炭素に向けた取組

海外エアライン各社のカーボンニュートラル戦略をみれば、SAF関連では、調達契約締結や他社との共同調達、SAF製造事業者への出資事例がみられます。その他、省エネ機体への入替加速や、電動航空機関連事業者への出資事例もみられます。

欧米エアラインの取組事例

企業名	国名	SAF	その他
Lufthansa Group	ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> 2019年、独Raffinerie HeideとSAF(再エネ由来)調達を締結 2020年、スイスのチューリヒ工科大とSAF共同開発の覚書締結 2021年、今後3年間で250百万ドルをSAF購入に充てることを発表 	<ul style="list-style-type: none"> 2020年11月に貨物分野でもカーボンニュートラルサービスを提供開始
Air France-KLM	フランス オランダ	<ul style="list-style-type: none"> 2019年、蘭SAF燃料開発業者SkyNRGから年間75,000tを10年間調達する契約を締結(サンフランシスコ発は全便SAF化) 2021年5月、バイオ燃料を一部使用した長距離フライト初成功 2022年より仏・蘭発の全フライトの燃料にSAFを混合(0.5~1%) 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ機材を継続的に更新し、2030年までに機齢を10年以下に引き下げ(現状13.5年) 2020年からAir Franceの国内線全てをカーボンオフセット化
International Airlines Group	英国	<ul style="list-style-type: none"> 2020年、英Velocys等と提携し、英北部でSAF(廃棄物由来)生産許可取得(2021年11月、同社とSAF調達契約を締結) 2021年2月、SAFを手掛ける米LanzaJetへの出資を公表 2021年12月、米Phillips 66と約10万トンのSAF調達契約締結 	<ul style="list-style-type: none"> 2019年、「余剰燃料積載」(燃料タンカリング)慣行見直しを打ち出し 2020年からBritish Airwaysの国内線全てをカーボンオフセット化
Delta Air Lines	米国	<ul style="list-style-type: none"> 米Gevo、米Northwest Advanced Bio-fuels、武田薬品等とSAF調達契約を締結(Gevo:2026年~7年間、約28万kl/年) 2021年7月、豪Corporate Travel Managementと3年間のSAF調達契約を締結 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂排出量実質ゼロを目指すために2020年から10年間で10億ドルを投資することを決定 2022年3月、Airbusと水素燃料航空機の開発に向けて協業を発表
American Airlines	米国	<ul style="list-style-type: none"> 2020年、フィンランドNESTEから米国サンフランシスコで年間2.5百万ガロン調達開始(~2025年迄) 	<ul style="list-style-type: none"> 2021年6月、英ベンチャー/Vertical Aerospaceへ2,500万ドル出資、最大350機の電動旅客機の調達合意を公表
United Airline	米国	<ul style="list-style-type: none"> 米Fulcrum BioEnergyに対して30百万ドル以上出資(2年間で10百万ガロン<38.7千kl>の購入オプションを保有) 2021年4月、独DHL等11社と協働でSAF調達を開始 2022年4月、CO₂由来SAFの商用化を目指す米ベンチャー Senvita Factoryへの出資を発表 	<ul style="list-style-type: none"> 代替燃料開発や脱炭素技術開発に40百万ドルの投資を決定。数百万ドルをDAC(直接空気回収)技術に振り向ける予定 2021年7月、電動航空機を手掛ける瑞ベンチャー/Heart Aerospaceに出資、2026年迄の電動航空機就航を目指す

(出所) 各社プレスリリースを基に弊社作成

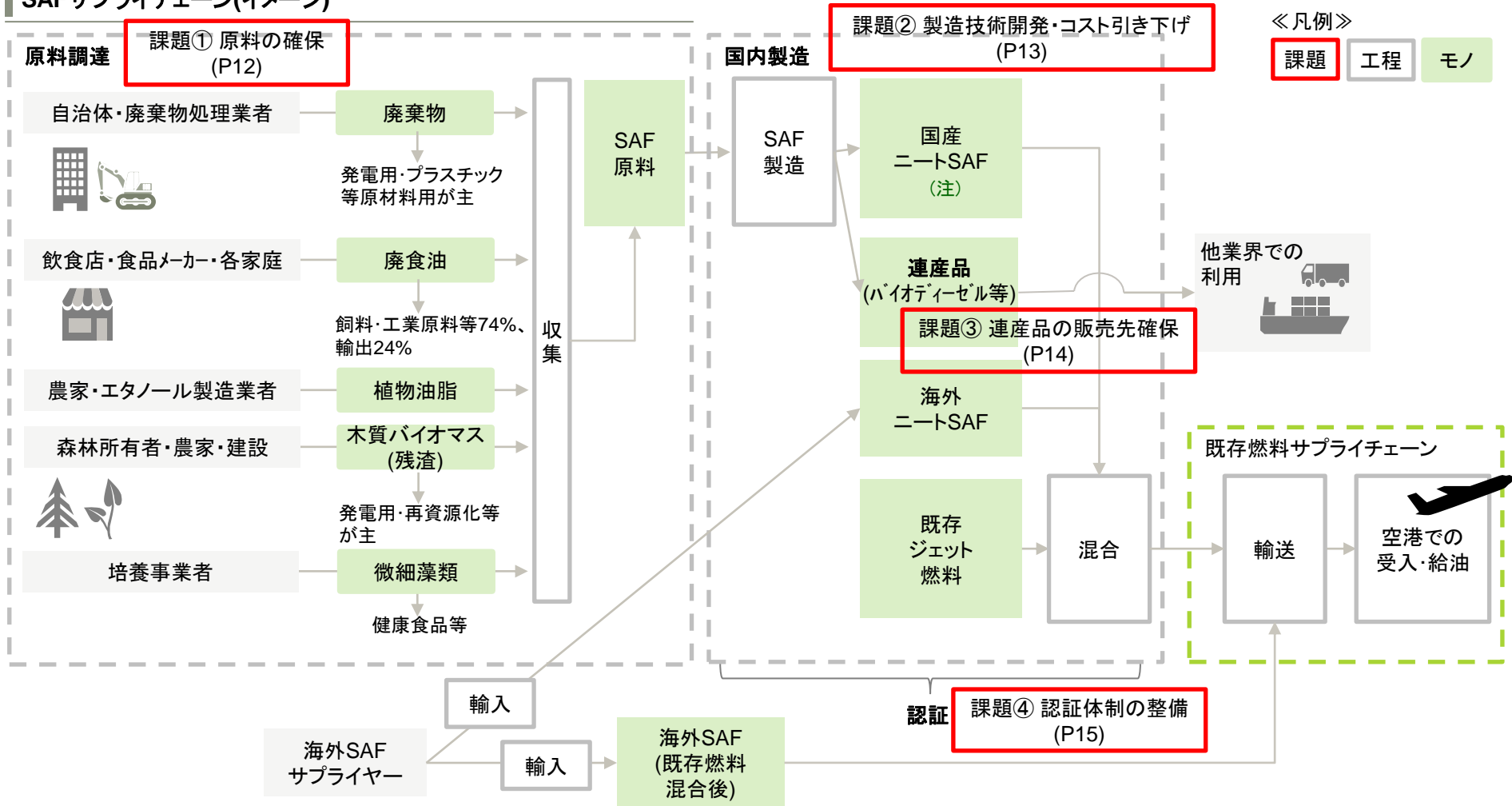
2. SAF国産化に向けた課題と取組

(1) SAFサプライチェーンと課題

国内におけるSAFサプライチェーン(イメージ)

SAFのサプライチェーンは以下の通りです。原料の確保をはじめ、技術開発や各工程でのコスト削減、連産品の販売先確保、認証体制の整備など、複数の課題があります。

SAFサプライチェーン(イメージ)



(注)既存燃料と混合する前の純度100%のSAF

課題① 原料の確保

廃棄物や廃食油を原料とするSAFなど、技術的に商用化の目途が立っている製造技術はありますが、原料の量が不足しています。既存用途からの転換を促す取組や新たな調達ルート開拓など、原料確保に向けた取組は関連事業者にとって事業機会になります。

原料別SAF製造可能量と調達に係る課題

海外で実用化済みの原料・製造技術

原料	製造技術	SAF÷原料 (原油換算トン)	SAF製造可能量(注1) (万kl/年)			原料調達に係る課題・対応方法
			未利用量のみ	既利用分の転換(注2)	原料全て使用	
廃棄物	ガス化・FT合成	0.12	20	276~377	424	<ul style="list-style-type: none"> 既存用途(発電)からの転換 SAF製造に関連する廃棄物処理施設への政府支援
廃食油	水素化処理	0.51	5	5.6	21	<ul style="list-style-type: none"> 既存用途(飼料・工業用)からの転換 海外輸出分の国内利用促進 低質油脂の回収
植物油脂 (ジャトロファ等)	水素化処理	0.43	3.2	3.2	3.2	<ul style="list-style-type: none"> 栽培地(海外)の確保、栽培地からの輸送
バイオマス糖 (サトウキビ等)	ATJ	0.035	0	0	2.3	<ul style="list-style-type: none"> 食料競合への配慮
木質バイオマス (農業残渣・森林残渣・建設発生木材等)	ガス化・FT合成 ATJ	0.11	164	186	347	<ul style="list-style-type: none"> 既存用途(発電)からの転換
微細藻類	触媒水熱分解・水素化処理	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	<ul style="list-style-type: none"> 大規模培養に向けた技術革新、広大な土地
CO ₂ ・水素	PtL(逆シフト反応・FT合成)	1.37	514	514	514	<ul style="list-style-type: none"> 水素製造コスト低減に向けた技術開発(商用化は2040年以降)
合計(微細藻類除く)			706	984~1,085	1,312	<p>(参考) 国内におけるSAF需要 2030年: 250~560万kl/年 2050年: 2,300万kl/年</p>

(注1)運輸総合研究所による試算(世界経済フォーラムClean Skies for Tomorrow「Sustainable Aviation Fuels as a Pathway to Net-Zero Aviation」(2020)等を参考に換算係数を設定。なお、この換算係数は、原料から燃料への変換効率及び製造される燃料のうちSAFの製造を最大化するよう設計した場合に得られるSAFの割合をパラメータとして含む)。(注2)未利用量+バイオマス発電以外の用途での利用分

(出所) 運輸総合研究所「我が国におけるSAFの普及促進に向けたサプライチェーン全体の課題・解決策(報告)」を基に弊社作成

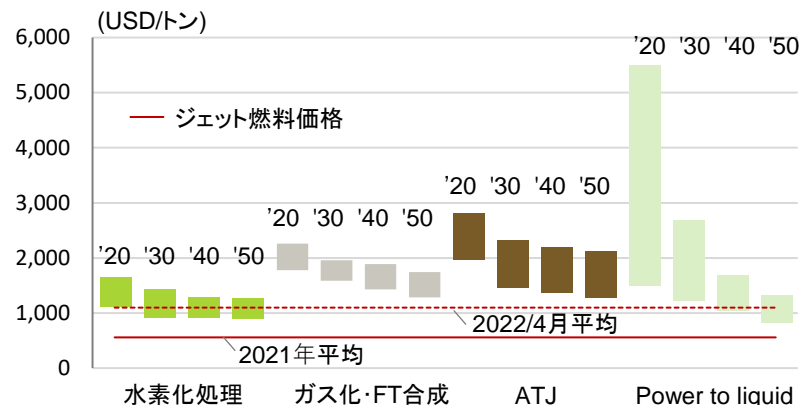
課題② 製造技術開発・コスト引き下げ

国内でのSAFの商用化は、廃食油由来SAFで用いられる水素化処理技術で2025年頃、CO2由来SAFで用いられるPtL技術は2040年以降、と時間を要する見通しです。また、各技術とも既存ジェット燃料並みの価格になるよう製造コスト引き下げが期待されます。

国内におけるSAF技術開発動向・商用化の見通し



製造コストの見通し(Air Transport Action Group)



SAF製造設備投資例 (Total社)

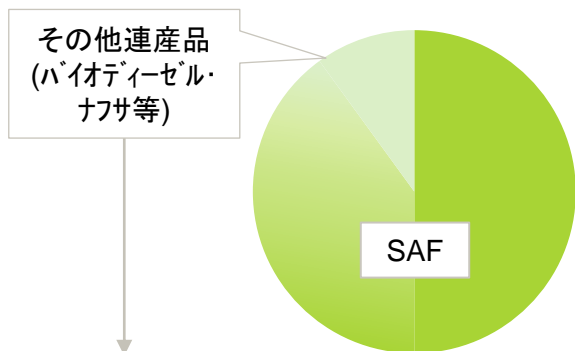
分類	事例	設備投資額
既存製油所設備を転換	La Mede製油所(500千トン/年) Grandpuits製油所(400千トン/年)	600~750USD/トン
既存製油所に原油とバイオ原料を併用可能な設備を導入	欧州地域(300千トン/年)	約500USD/トン
既存コンビナート製油所に新設	韓国Daesan製油所(500千トン/年)	約750USD/トン

(出所) 国土交通省「航空機運航分野におけるCO2削減に関する検討会」、Air Transport Action Groupプレスリリース、石油エネルギー技術センター「バイオリファイナリーの導入及び事業戦略に関する調査」を基に弊社作成

課題③ 連製品の販売先確保

SAF製造時には同時にバイオディーゼル等の連製品が製造されます。SAF製造事業者は、連製品の販売先確保が重要です。一方、航空業界以外でもバイオ燃料を必要とする分野は多く、これらを手掛ける事業者にとっては調達機会の増加につながるとみられます。

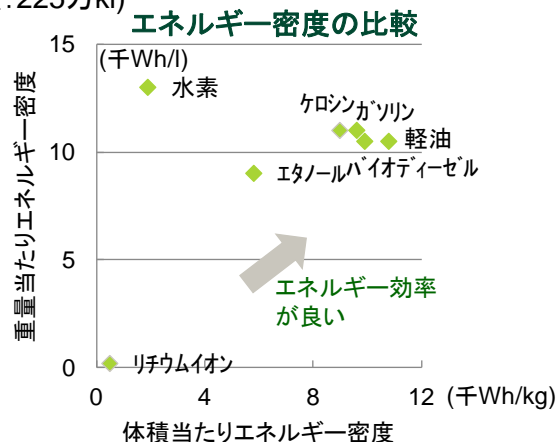
SAF製造時に発生する連製品(構成比はイメージ)



販売先の確保が必要

- 液体燃料が主流、且つ電動化等のハードルが高い分野
 - 長距離トラック・バス (営業用自動車使用軽油量: 1,670万kl)
 - 内航海運(使用重油量: 225万kl)
 - フェリー
 - 空港車両 等

(*)括弧内数値は2020年度実績



航空業界以外でのバイオ燃料活用事例

分類	企業	内容
トラック・バス	いすゞ自動車	藤沢工場ー湘南台駅間のシャトルバスにバイオ燃料を使用(20/3月)
	ファミリーマート	店舗で回収した廃食油を原料の一部に用いた燃料を配送車両で使用(20/7月)
	JR貨物	越谷貨物ターミナル駅にて、コンテナ移送トラックにバイオ燃料を使用(21/11月)
	伊藤忠商事	商用運送者向けのバイオ燃料給油施設の運用開始(21/11月)
海運	鉄道・運輸機構	内航船や鉄道建設時のバイオ燃料利用を目的にユーグレナと提携(21/6月)
	川崎汽船	バイオ燃料を使用した自動車船の試験航行を実施(21/12月)
	NSユニテッド海運	バルカー船のバイオ燃料による試験運行を開始(22/3月)
	商船三井	国内初、大型フェリーにおけるバイオ燃料の実証試験航海を実施(22/3月)
	日本郵船・豊田通商	タグボート向けバイオ燃料(廃食油由来)供給の試験運行を実施(22/4月)
空港車両	日本航空	熊本空港に配備する空港内作業車両にバイオ燃料を使用(22/4月)

(出所) 国土交通省「航空機運航分野におけるCO2削減に関する検討会」、各社プレスリリースを基に弊社作成

課題④ 認証体制の整備

SAF製造事業者は、製造するSAFについて、CORSA適格燃料としての認証取得、国際規格(ASTM)の認証取得、が必要です。これら認証をより容易に取得できるよう情報共有体制や検査体制等の整備が検討されています。また、SAFのCO2削減効果を高めるために求められるSAFの混合比率引き上げに向けた情報交換や調査が進められています。

認証体制整備に向けた課題と対応の方向性

	課題	対応の方向性
国産SAFのCORSA適格燃料化	<ul style="list-style-type: none">SAF製造事業者がCORSA適格燃料としての認証取得に必要な情報共有体制の構築	<ul style="list-style-type: none">国産SAF事業者向けの情報共有を目的としたタスクグループを設立CORSA適格燃料化に係る先行事業者のケーススタディ調査・モデル構築
ASTM検査の国内体制構築	<ul style="list-style-type: none">国内で検査を完結させるために必要な検査機器の整備	<ul style="list-style-type: none">未導入機器の国内導入(国土交通省予算)全事業者が検査機器を利用可能な体制づくり
SAF混合率の引き上げ	<ul style="list-style-type: none">SAFの混合率を引き上げた場合の航空機機体の安全性や適合性に関する検証	<ul style="list-style-type: none">米国規制当局と日本政府との連携・ワーキンググループの設置SAF混合率引き上げに必要なデータ収集・調査、品質検査の実施

(出所) 国土交通省「持続可能な航空燃料(SAF)の導入促進に向けた取組み」を基に弊行作成

(2) 課題解決に向けた取組

政府による取組

政府は、国土交通省や経済産業省を中心に、有識者検討会等を通じて、製造技術や海外導入事例の研究を進めています。今後は、各ステークホルダーからの意見を踏まえ、具体的な支援策制定に向けて、議論が進むとみられます。

政府取組

- ①国土交通省
ロードマップ作成(下表)、関係各国との調整
- ②経済産業省(資源エネルギー庁)
グリーン成長戦略内で、複数のSAF製造実証実験に資金供与
- ③環境省
CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証実験(CO2からSAFを製造)を出光興産・ANAHD・東芝等に委託

⇒2022年4月、
持続可能な航空燃料(SAF)の導入促進に向けた官民協議会設置

【SAF国産化に向けたロードマップ(2021年12月公表)】

時期	内容
2022年	官民協議会設置 <ul style="list-style-type: none"> ・諸外国実態把握/制度設計の検討・推進(～'29年) ・地産地消化に向けたFS調査('23年～)⇒実証('26年～) ・国産標準化に向けたケーススタディ・ガイドライン検討(～'30年) ・認証申請/ガイドライン作成('24年～'40年頃) ・SAF混合率引き上げに向けた調査検討(～'30年)
2030年	認証済み国産SAF供給開始／SAF混合率100%へ引上げ
2050年	<ul style="list-style-type: none"> ・SAF供給・利用拡大

EUの政策(ReFuelEU Aviation <SAF関連>)

<21/7月に提案された政策>

項目	概要
SAF混合義務	・燃料供給事業者に対して、EU域内の空港で供給されるジェット燃料に混合するSAFの最低比率を設定
空港インフラ	・EU域内の空港に対し、SAF関連インフラの提供を義務化
エアラインの報告義務	・エアラインに対し、SAF購入量や供給者等を含む燃料調達に関する報告の義務化

<21/3月時点の政策オプション>

項目	概要
SAF混合義務	・燃料供給事業者、かつ/または、航空会社に対して、SAFの最低供給/使用割合、最低使用量を設定
EU RED上の優遇措置	・EU RED(再生可能エネルギー指令)上で、SAF使用時の優遇措置を導入
オークション	・政府主催のオークションで安価なSAF供給事業者を選定
資金提供	・EU域内でのSAF製造設備導入に対する資金提供 ～研究補助、税制改革(石油燃料計/環境税)、空港使用料/管制サービス料の一部を活用した基金設立 等
原料供給	・SAF製造向けの原料供給を優先
自主的な合意	・SAF購買契約促進を図る協働プラットフォームの設立、契約提携に向けたガイダンスの提示
技術的促進	・認証取得に向けた技術的サポート
モニタリング	・SAF製造量/使用量のモニタリング

(出所) 経済産業省「CO2等を用いた燃料製造技術開発プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性(案)」、国土交通省「航空機運航分野におけるCO2削減に関する検討会」を基に弊行作成

民間企業による取組 ～ACT FOR SKYの設立

2022年3月、日揮HDやANAHD、日本航空等16社が参加する、国産SAFの商用化に取り組む有志団体「ACT FOR SKY」が設立されました。今後は、SAF認知度の向上や、サプライチェーン構築に係るSKYメンバーの拡大に向けた活動に注目が集まります。

設立目的とメンバー構成 参加企業 (2022/4月時点)

設立目的		様々な関係者と連携してSAFの普及・拡大に努め、日本の航空ネットワークおよび産業界全体の発展と持続可能な社会の実現を目指す
メンバー構成	ACTメンバー	自社の事業として直接関与する企業 (SAF製造事業者や航空会社等)
	SKYメンバー	サプライチェーン構築をサポートする企業 (原料サプライヤー等)

主な活動内容

- ・ 国産SAFを通じた脱炭素化社会、資源循環型社会の実現に向けた各メンバーのアクションの発信
- ・ 脱炭素化社会、資源循環型社会の実現に必要な増加コストに関する議論
- ・ 自治体、教育の場を通じたカーボンニュートラルに関する啓蒙活動
- ・ 各メンバー同士での情報共有、新たなアクションへの意見交換
- ・ SAFに関する各国動向の共有
- ・ 国産SAFにおける共通課題の抽出、関係機関との情報共有

参加企業 (2022/4月時点)

(*)下線: 幹事企業

企業名	主な取組内容・方針
出光興産	SAF製造・供給全般
IHI	SAF製造・認証・利用による貢献
伊藤忠商事	SAFサプライチェーン構築、国産SAF生産案件検討
ENEOS	廃棄物等を原料とするSAF製造
コスモ石油	廃食油等を原料とするSAF製造
<u>全日本空輸</u>	SAFの調達および使用
太陽石油	木質バイオマス・CO2を原料とするSAF製造検討
東洋エンジニアリング	FT合成によるSAF製造
<u>日揮HD</u>	廃食油を原料とするSAF製造
<u>日本航空</u>	SAFの調達および使用
丸紅	廃棄物等を原料とするSAF製造販売事業
三井物産	エタノールを原料とするSAF製造
三菱重工	バイオマス由来のSAF製造用噴流床ガス化設備製造
<u>レボインターナショナル</u>	廃食油を原料とするSAF製造
小田急電鉄	資源・廃棄物収集スマート化、地域資源循環の向上
日清食品HD	SAFの原料(油脂)供給

ACT
メンバー
(14社)

SKY
メンバー
(2社)

→ SAFサプライチェーン構築にはSKYメンバーの拡大が重要

(出所) 各社プレスリリースを基に弊社作成

3. 事業機会・対応の方向性

事業機会・対応の方向性

航空会社等の需要家や、石油元売をはじめとしたサプライヤーにおいては、SAF国産化に向けて、原料調達網の構築、製造コスト削減、連産品の販売先確保を目的としたアライアンスやM&A等の動きが想定されます。こうした中、サプライチェーンに関連する周辺産業では、新たな事業創出や、自社脱炭素対応への活用などの機会が期待できます。

SAF国産化に向けた動き

需要家/サプライヤーによるSAF国産化の推進

短期

短期(~2025年頃)

- ・ 輸入SAFの調達、排出権取引の活用
- ・ 国内SAF(廃食油、廃棄物、植物油脂等)商用化に向けた実証実験、原料調達網の構築

中長期

中期(2025~2040年頃)

- ・ 国産SAF(廃食油、廃棄物、植物油脂等)の商用化
- ・ SAF(CO2由来)の商用化に向けた実証実験

長期(2040年頃~)

- ・ SAF生産量の増加

周辺産業を巻き込んだ動き

- ・ 原料調達網、技術力、人材の確保を企図したアライアンスやM&A等の増加
- ・ 連産品含む協働調達先確保に向けた協働・連携の拡大

関連事業者における事業機会・対応の方向性

関連事業者		事業機会・対応の方向性
需要家	<ul style="list-style-type: none"> ・ 航空会社 ・ 航空機メーカー 	<ul style="list-style-type: none"> ・ SAFサプライヤーとの提携・出資(海外・国内) ・ 排出権取引の活用
サプライヤー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 石油元売 ・ プラントメーカー ・ 製造ベンチャー ・ 総合商社 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ アライアンスやM&A等を通じた原料調達網、技術力、人材の確保 ・ 設備投資の拡大
周辺産業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物処理業者 ・ 食料品メーカー ・ 飲食店 ・ エタノール事業者 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ SAFサプライチェーンに係る新たな事業機会の創出(原料供給、原料回収等)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ トラック、バス事業者 ・ 内航海運 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 連産品(バイオディーゼル等)の共同調達による自社脱炭素対応への活用

Appendix. バイオ燃料について

石油精製事業者における脱炭素への取組

精製事業者にとっては、製油所の閉鎖や再エネ事業拡大に加え、バイオリファイナリー化が脱炭素化に向けた選択肢の一つとなっています。

石油精製事業者の取組

	主な戦略的対応	詳細	欧州の精製業者の事例
コアビジネス	製油所の閉鎖	<ul style="list-style-type: none"> 閉鎖、又は輸入ターミナルに転換 	<ul style="list-style-type: none"> Neste(フィンランド)はNaantali製油所(55kb/d)を21/3月閉鎖
	バイオリファイナリー化	<ul style="list-style-type: none"> 石油精製設備のバイオ燃料生産設備への変換、Co-Proceccingへの転換、製油所内でのバイオ燃料設備新設 	<ul style="list-style-type: none"> Total、Repsol、Eni等
多角化	化学事業との統合 ケミカルシフト	<ul style="list-style-type: none"> 石油化学製品の需要の伸びへの期待から、製品構成をガソリンや軽油から石油化学原料・石化製品にシフト 石油化学プラントまたはCOTC(注)プラントへの転換 	<ul style="list-style-type: none"> PKN Orlen (ポーランド) は、2030年までに機能品化学事業の売上高シェアを16%から25%に引き上げる Hengli(中国)は石化製品の得率を40%まで高めた精製・石化プラントを19年に稼働
	再エネ	<ul style="list-style-type: none"> 風力・太陽光発電プロジェクトへの投資 	<ul style="list-style-type: none"> PKN Orlenは、2030年までに再エネ容量を0.5 GW超から2.5 GW超にすることを計画
	モビリティ	<ul style="list-style-type: none"> EV充電インフラへの投資 	<ul style="list-style-type: none"> BPIはChargemaster(充電ステーション事業)を買収 Total Energiesは G2 mobility(同上)を買収

(注) COTC: Crude Oil to Chemicals、石化製品を目的生産物として設計された石油精製・石化一貫プラント

(出所) 各社プレスリリースを基に弊行作成

バイオ燃料の種類と概要

現在商用化されているバイオ燃料は、大きく従来型と次世代型に分かれます。これまでは欧米の配合義務等とともに従来型が普及してきましたが、近年は原油由来の製品と性質が近い次世代型バイオ燃料に注目が集まっています。

主なバイオ燃料と特徴

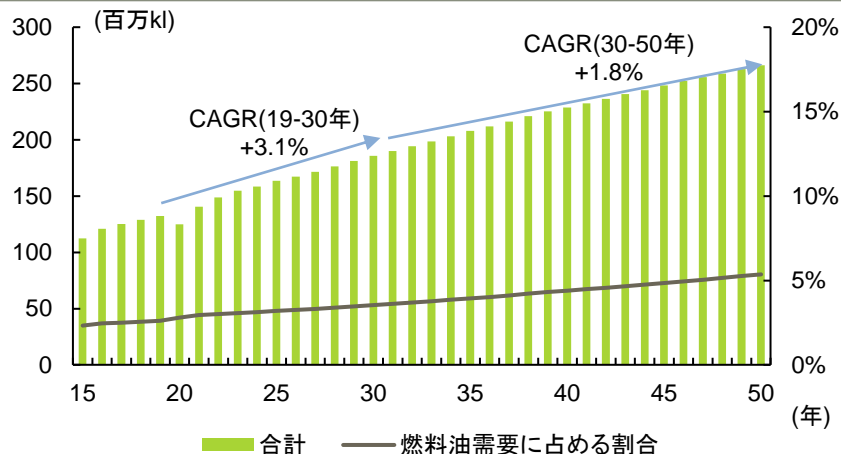
バイオ燃料		概要	特徴	原料	製造コスト	市場規模(世界)
従来型	バイオエタノール (ガソリン代替)	<ul style="list-style-type: none"> 米国等で配合義務とともに普及 	<ul style="list-style-type: none"> 発酵プロセスであり製油所の既存設備の活用は困難 食料と競合 	<ul style="list-style-type: none"> サトウキビ、トウモロコシ等 	ガソリン並	20年:約6,000万t 50年:約8,000万t
	バイオディーゼル FAME (軽油代替)	<ul style="list-style-type: none"> 植物の油脂とメタノールを反応させ、脂肪酸メチルエステル(FAME)を生成、軽油に近い性質 欧州で配合義務とともに普及 	<ul style="list-style-type: none"> 既存化学品製造プロセスを活用可能 既存インフラ・設備使用、原油由来の製品への混入に適さない 	<ul style="list-style-type: none"> 植物油が中心 	軽油並	20年:3,962万t
次世代型	「次世代バイオディーゼル」 (軽油代替)	<ul style="list-style-type: none"> 植物の油脂に、石油精製で使われる水素化処理を施し、水素化植物油(HVO)を生成 00年代から研究が開始され、近年商業レベルでも展開され始めている 	<ul style="list-style-type: none"> 既存インフラ使用、原油由来の製品への混入が可能 既存製油所の水素化精製装置やFCC等を使用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 廃食油、大豆油、植物油、動物油等 	150~200円/L	20年:633万t
	SAF	<ul style="list-style-type: none"> HVO製造過程で添加物を加えることで製造 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒原油処理を停止し、二次装置だけ稼働を継続しバイオ専門工場に転換するケースあり SAF、ナフサも連產品となるが、現状は次世代バイオディーゼルが目的生産物となるケースが多い 		200~300円/L	21年:約12万t 50年:約5,200万t
	バイオナフサ	<ul style="list-style-type: none"> HVO製造過程で連続生産され、一部のプレーヤーが取扱開始 			N.A.	N.A. ※次世代バイオディーゼル増産に伴い生産量が増加する可能性あり

(出所) JPEC「バイオリファイナリーの導入及び事業戦略に関する調査」を基に弊社作成

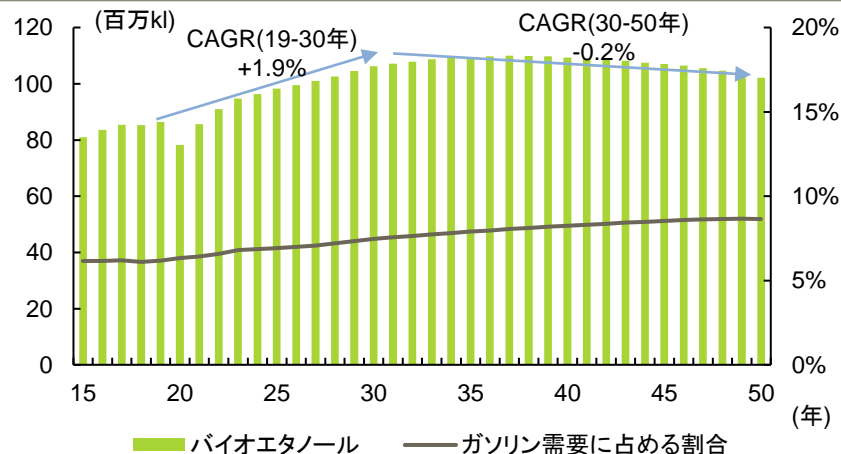
バイオ燃料の需要見通し

バイオ燃料の需要は、2030年までは年率約+3%程度、30年以降は年率約+2%で増加する見込みです。但し、バイオエタノールやバイオディーゼルはEV普及に伴い2030年代をピークに需要は減少乃至減速していく見通しです。

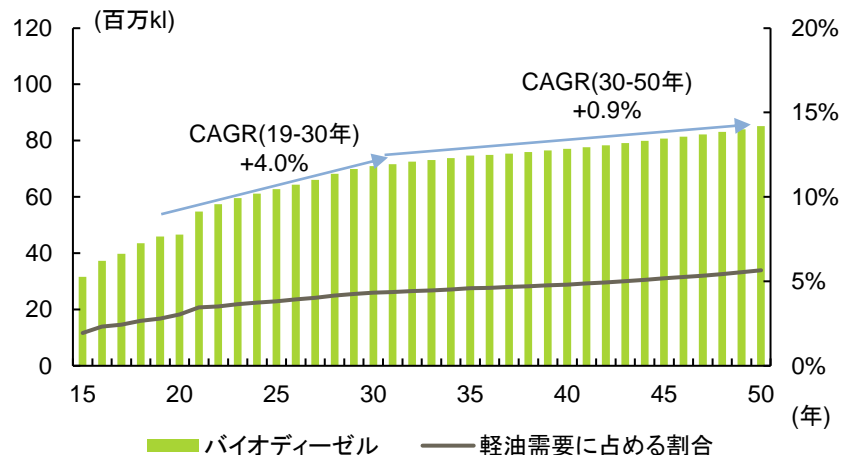
バイオ燃料(エタノール、ディーゼル、SAF)合計



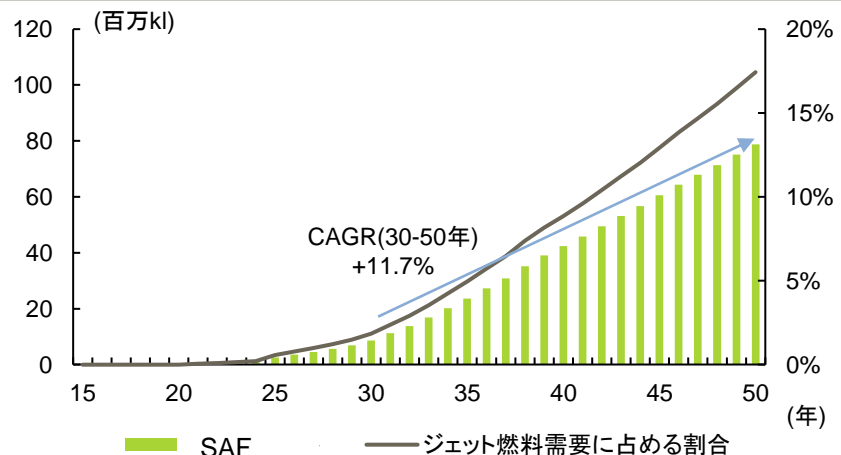
バイオエタノール(従来型)



バイオディーゼル(従来型+次世代型)



SAF



(出所) IHS Markitを基に弊社作成

バイオ燃料拡大に向けた取組 ～欧州系プレーヤー

欧州では、近年次世代バイオ燃料への投資が拡大、これまで然程積極的でなかった欧州石油メジャーも参入しています。各社、今後も更に生産能力を拡大していく方針で、30年には数百万トン規模を目指す企業も多くあります。

欧州系プレーヤーの取組

	プラント立地	次世代バイオディーゼル 生産能力(千t/年)			稼働年	原料	方針
		2017	2020	2025			
NESTE Oil	フィンランド	400	400	340	2007	植物油、動物油、廃食油	<ul style="list-style-type: none"> 25年に6,000千t、2030年に8,000千t予定 SAF増産予定 (450千t) フィンランドではco-processingを検討
	オランダ	1,000	1,500	1,500	2011	植物油、動物油、廃食油	
	シンガポール	1,200	1,300	1,300	2010	植物油、動物油、廃食油	
	その他	0	0	2,860	N.A.	N.A.	
Eni SpA	スペイン	300	1,080	1,310	2014	パーム油、廃食油、動物油他	<ul style="list-style-type: none"> 今後SAFの生産開始 欧州の全ての製油所を30年までにbio-refineryとする 50年迄に次世代バイオディーゼル能力を5~6,000千tに拡大
Repsol	スペイン	100	278	拡張	2012	パーム油、廃食油	<ul style="list-style-type: none"> 次世代バイオディーゼルの能力を30年に2,000千t超 25年までにバイオ燃料原料の半分を廃食油に SAF生産拡大、バイオプロパン・バイオナフサも生産開始
Total	フランス	-	500	633	2018	植物油、動物油	<ul style="list-style-type: none"> バイオ燃料の売上高シェアを30年に10-15%まで引上げ、生産量5,000千tを目指す 24年に既存製油所を転換。他にSAF170千t、バイオナフサ50千t生産予定 300千tのco-processing設備を24年までに欧州で建設 韓Daesanの製油所には新規に500千tの設備導入を検討
BP	米国	-	124	124	2018	動物油	<ul style="list-style-type: none"> バイオ燃料生産能力を30年迄に20年比5倍とし、SAF市場シェア20%を目指す
	スペイン	-	120	120	2020	植物油	
Preem	スウェーデン	200	200	940	2010	菜種油、トール油	<ul style="list-style-type: none"> 一部の生産拠点はco-processing設備 30年に次世代バイオディーゼル4,400千tを目指す
Shell	ブラジル	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	サトウキビ	<ul style="list-style-type: none"> JV Raizen社(50%出資)が生産する25億Lのバイオエタノールについて、2030年までに生産能力を8倍に拡大

(出所) IHS Markitを基に弊行作成

バイオ燃料拡大に向けた取組 ～米系プレーヤー

米国系プレーヤーの次世代バイオディーゼル生産能力

会社	生産能力(千t/年)		稼働	原料	備考
	2017	2020			
Altair Fuels (World Energy)	103	118	2015	非食用植物油他	• 以前はDelekが所有し、18/3月にWorld Energyが買収
Diamond Green Diesel LLC	472	812	2013	再生動物性油脂、 廃食用油	• 今後約2,000千tまで拡張する計画
Jaxon Energy	118	118	2017	廃食油	-
RB Processing LLC	118	118	2012	大豆油やトウモロ コシ油の原料	-
REG Synthetic Fuels LLC	238	266	2010	動物性脂肪	• 米国初の大規模次世代ディーゼルバイオ燃料工場 • 23年に約1,000千tまで拡張する計画
Sinclair Wyoming Refining Company	-	295	2018	大豆油	-

米国系プレーヤーの次世代バイオディーゼル生産設備稼働計画

会社	生産能力	稼働	原料	備考
CVR Energy	295	2021	コーン油、動物性油 脂、廃食用油	• Capex USD110mn、21年に竣工予定。バイオナフサも18千t生産予定
Global Clean Energy Holdings	310	2022	植物油、大豆油、 廃食油等	• 製油所を転換し22年に稼働予定。Exxon Mobilと5年間の供給契約
Grön Fuels	2,716	2024	大豆油、廃食油他	• 現在FS中、総Capex USD9,200mn(第1段階ではUSD1,200mn)、21年中に投資決定予定。全フェーズ終了は2030年
Holly Frontier	354 266	2021 2022	混合原料 混合原料	• Capex USD350mn • Capex USD125-175mn
Marathon	532	2021	コーン油・大豆油	• 既存製油所の転換 • 別途、約2,000千tのプラントを23年迄に建設予定
NEXT Renewables (BP)	1,772	2021	廃食油、動物油他	• Capex USD1,000mn超 • BPと年200万tの原料購入契約、Shellと販売契約を締結
Phillips 66	354	2021	大豆油	• 24年までに約2,000千tの生産設備を建設、次世代バイオディーゼル70%、ガソリン10%、 SAF20% とする計画
Ryze Renewables	295	2022	非食用農業油	• Capex USD280mn

(出所) IHS Markitを基に弊社作成