

資源エネルギー庁 御中

**令和 2 年度燃料安定供給対策に関する調査等
（バイオ燃料を中心とした我が国の燃料政策の在り方に
関する調査）**

報告書

2021 年 3 月 31 日

 **株式会社三菱総合研究所**
サステナビリティ本部

目 次

1. 調査の目的.....	1
2. バイオエタノール、バイオディーゼル燃料、その他の代替燃料の導入状況や導入促進策、研究開発動向等に関する諸外国の動向調査	2
2.1 米国	2
2.2 米国カリフォルニア州	8
2.3 ブラジル	11
2.4 EU	23
2.5 英国	29
2.6 ドイツ.....	34
2.7 フランス	40
2.8 オランダ	43
2.9 スウェーデン	48
2.10 ノルウェー	53
2.11 中国	55
2.12 インド.....	60
2.13 タイ	68
2.14 フィリピン	74
2.15 インドネシア	80
3. バイオジェット燃料の導入促進策、研究開発動向等に関する諸外国の動向調査	85
3.1 バイオジェット燃料の利用に関する調査	85
3.2 バイオジェット燃料に関する国際的なルール作りの動向.....	114
4. 原油精製時のGHG排出量の諸外国の動向調査	132
4.1 日本（高度化法）	132
4.2 EU	134
4.3 米国	140

1. 調査の目的

我が国においては、「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」（以下「高度化法」という。）に基づく判断の基準（以下「告示」という。）において、石油精製業者に対し、ガソリン代替となるバイオエタノールの導入目標を設定している。

現在、我が国では高度化法告示において、石油精製事業者に対してバイオエタノールの導入目標を設定するとともに、バイオエタノールが満たすべき持続可能性基準を定めている。これを踏まえ、本事業においてはバイオエタノールの国際的な導入状況や導入促進策等について調査するとともに、調査・分析結果をもって、関係事業者や有識者と議論を行い、我が国のバイオエタノール等の導入促進策の在り方を検討する。

また、堅調な需要が見込まれる軽油については、温室効果ガスの排出削減のため、中長期的にはバイオディーゼル燃料、その他の代替燃料の導入が期待されている。そのため、本事業においては、バイオディーゼル燃料や代替燃料について、海外での導入状況や研究開発動向などについて調査を行う。

さらに、近年、国連の関係機関でもある ICAO（International Civil Aviation Organization）において長期的な低炭素化目標が策定され、目標達成の手段の一つとしてバイオジェット燃料の導入を認めており、今後市場規模が拡大すると予測されている。そのため、諸外国におけるバイオジェット燃料の導入促進策、研究開発動向などについて調査を行う。

加えて、バイオエタノール等の比較対象となる化石燃料のライフサイクル GHG について、海外動向も踏まえて調査を行う。

2. バイオエタノール、バイオディーゼル燃料、その他の代替燃料の導入状況や導入促進策、研究開発動向等に関する諸外国の動向調査

2.1 米国

2.1.1 再生可能燃料基準（RFS）

(1) 制度概要

米国では2005年の包括エネルギー法（Energy Policy Act of 2005）において、再生可能燃料基準（Renewable Fuel Standard, RFS）が策定され、燃料供給事業者は輸送用ガソリン、ディーゼル販売量に対して一定比率の再生可能燃料の供給を義務付けられている。

2007年にはエネルギー自立・安全保障法（Energy Independent and Security Act, EISA）において、RFSを改訂した通称「RFS2」が策定された。2022年まで延長し、再生可能燃料の長期目標値を360億ガロンまで引き上げた（表2-1）。

EISAで定められた目標量の達成が経済的・環境的に深刻な影響を与える場合、環境保護庁（EPA）は目標量を修正する権限を持っており、毎年翌年の導入目標を発表することとなっている。本来は6月に翌年の目標量の案を提示し、パブリックコンサルテーション等を経て11月までに確定されるスケジュールとなっているが、2021年目標についてはEPAが2020年5月に案を行政管理予算局（Office of Management and Budget, OMB）に提出したものの、COVID-19感染拡大やそれに伴う燃料需要減少の見通しが困難である等の理由によりOMBの審査が中断し、2021年3月時点においても目標案が公表されていない。OMBウェブサイトによると、2021年目標は2021年6月までに決定される予定となっている。

表2-1 RFS2におけるバイオ燃料の導入目標（単位：億ガロン）

	再生可能燃料総計 （バイオ燃料）		先進型 バイオ燃料総計		うちセルロース系 バイオ燃料		うちバイオ ディーゼル	
	当初目標	確定目標	当初目標	確定目標	当初目標	確定目標	当初目標	確定目標
2010	129.5	129.5	9.5	9.5	1	0.065	6.5	11.5
2011	139.5	139.5	13.5	13.5	2.5	0	8	8
2012	152	152	20	20	5	0	10	10
2013	165.5	165.5	27.5	27.5	10	0.008	*	12.8
2014	181.5	162.8	37.5	26.7	17.5	0.33	*	16.3
2015	205	169.3	55	28.8	30	1.23	*	17.3
2016	222.5	181.1	72.5	36.1	42.5	2.3	*	19
2017	240	192.8	90	42.8	55	3.11	*	20
2018	260	192.9	110	42.9	70	2.88	*	21
2019	280	199.2	130	49.2	85	4.18	*	21
2020	300	200.9	150	50.9	105	5.9	*	24.3
2021	330	—	180	—	135	—	*	24.3
2022	360	—	210	—	160	—	*	—

1 ガロン=約3.8L。

*法令では最低10億ガロンが設定されているが、EPAは導入量を上げることがある。

出所）左側はEPA, “Renewable Fuel Standard Program -Overview for Renewable Fuel Standard”, <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>（2020年3月17日閲覧）、右側はEPA, “Regulations and Volume Standards for Renewable Fuel Standards”, <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/regulations-and-volume-standards-renewable-fuel->

(2) 目標達成方法 (RIN)

RFS2 では、バイオ燃料の生産量（エタノール 1 ガロン換算）につき RIN (Renewable Identification Number) と呼ばれる売買可能なクレジットが発行され、ガソリンまたはディーゼル燃料の精製業者・輸入業者は、目標達成のために必要量の RIN を調達することが求められる。なお、小規模事業者（石油精製能力 7.5 万 bbl/d）は当該年の目標達成が困難な場合、免除申請を行うことが認められている（Small Refinery Exemption）。EPA は申請内容を踏まえ、免除を認めるかを判断する。

バイオ燃料は原料や化石燃料に対する GHG 削減率により分類され、各タイプごとに RIN の識別コード（D コード）が割り当てられている。

表 2-2 バイオ燃料種と D コードの対応

バイオ燃料種			ライフサイクル GHG 削減率 ／ベースライン(2005 年)		D コード
再生可能 燃料総計	従来型バイオ燃料 (ニトウモロコシ由来エタノール)		20%以上※	ガソリン	D6
	先進型バイオ 燃料総計	セルロース系バイオ燃料	60%以上	ガソリン	D3
				ディーゼル	D7
		バイオディーゼル	50%以上	ディーゼル	D4
		上記以外の先進型バイオ 燃料	50%以上	ガソリンまたは ディーゼル	D5

※2007 年 12 月 19 日より後に着工された新設・増設の設備が対象

RIN による目標達成においては、より大きな GHG 削減ができる燃料を使用して、より小さな GHG 削減ができる燃料の基準を満たすことができる（表 2-3）。なお、セルロース系バイオ燃料については市場の供給量が十分でない場合、燃料供給事業者は EPA から免除クレジット（waiver credit）を購入することで、目標を達成したと見なすことができる。ただし、通常の RIN はセルロース系バイオ燃料の目標達成と同時に先進型バイオ燃料計の目標達成にも用いることができるが、免除クレジットはセルロース系バイオ燃料の目標達成のみに利用可能である。

表 2-3 導入目標の 4 カテゴリに計上できる RIN

RIN	再生可能燃 料計	先進型バイオ 燃料	セルロース系 バイオ燃料	バイオ ディーゼル
D3(セルロース系バイオ燃料)	○	○	○	×
D4(バイオディーゼル)	○	○	×	○
D5(先進型バイオ燃料)	○	○	×	×
D6(再生可能燃料(バイオ燃料))	○	×	×	×
D7(セルロース系バイオディーゼル)	○	○	○	×
免除クレジット	×	×	○	×

(3) RFS2 の見直し等に関する検討

EPA は大気浄化法（Clean Air Act）に基づき、RFS2 によるバイオ燃料の導入増が大気環境に与える影響等を評価し、影響が大きいと評価された場合には燃料規制の改定等の措置を講じることが義務付けられている。2021 年 1 月に、EPA は現時点において追加的な燃料規制等の措置は不要と結論付けている。

また、RFS2 では前述のとおり小規模事業者に対して目標達成を免除する措置が用意されているが、第 10 巡回区控訴裁判所は 2020 年 1 月に、EPA が 2016 年、2017 年に関して小規模事業者の目標達成を免除したことを差し戻している。第 10 巡回区控訴裁判所は、目標免除の条件として以下の 2 つの条件を満たすことが必要との判決を下している。

- 目標免除を延長（extend）するためには、前年の目標が免除されている必要がある（前年の目標が免除されていない限り、「延長」には当たらない）
- 経済的な困難の要因が、RFS2 の目標達成によるものであることが必要（他の要因で経済的困難に陥った場合、免除対象にはならない）

2021 年 1 月に米国最高裁判所は、第 10 巡回区控訴裁判所の判決を検討する裁量上訴の請願を認め、EPA は検討を行ったが、第 10 巡回区控訴裁判所の判決を支持する立場を表明した。

2.1.2 バイオ燃料の導入状況

(1) RIN の発行状況

RFS2 におけるセルロース系バイオ燃料目標に対する RIN の発行状況は表 2-4 のとおり。2020 年については未集計のデータが存在する可能性があることから 2019 年の状況で評価すると、RIN の発行量合計は 198 億ガロンであり、目標量の 199.2 億ガロンを下回っている。先進型バイオ燃料合計やその内訳としてのセルロース系バイオ燃料も目標量を若干下回っているが、RIN はバンキングが認められており、各事業者の目標達成の可能性は高いと考えられる。なお、COVID-19 感染拡大の影響を鑑み、目標遵守のための RIN の償却期限を 2019 年分については 2021 年 11 月末、2020 年分については 2022 年 1 月末まで延長することを EPA が提案している。

D3 RIN の発行量のうち、大半は再エネ由来 CNG 及び再エネ由来 LNG であり、セルロース系エタノール由来の RIN は 816 万ガロンに留まる。

表 2-4 RIN の発行状況 (2021 年 2 月 10 日現在)

(万 RINs)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
セルロース系バイオ燃料 (D3)	3,336	14,204	19,236	25,062	31,235	41,412	50,545
セルロースエタノール	73	218	381	1,005	816	982	205
セルロース合成燃料※1	4	0	0	0	0	0	0
再エネ由来 CNG※2	1,521	8,149	11,658	15,710	22,151	32,805	41,186
再エネ由来 LNG※2	1,738	5,837	7,197	8,348	8,268	7,625	9,154
バイオディーゼル (D4)	270,997	279,580	400,948	384,891	387,322	414,640	448,871
バイオディーゼル	215,334	227,325	329,162	307,528	304,543	284,779	305,008
非エステル再生可能ディーゼル	55,664	52,255	71,545	77,090	82,486	129,472	143,125
再生可能ヒートインクオイル	0	0	0	0	0	1	1
再生可能ジェット燃料	0	0	241	274	293	389	737
先進型バイオ燃料 (D5)	14,343	14,624	9,656	14,169	17,650	31,907	33,110
バイオガス	2,035	0	0	0	0	0	0
LPG	0	0	0	0	73	463	451
ナフサ	1,814	2,399	2,717	3,153	3,210	3,656	3,185
非セルロースエタノール	9,030	11,379	6,146	9,939	10,238	21,950	20,864
非エステル再生可能ディーゼル	1,463	847	793	875	4,013	5,830	8,601
再生可能 CNG	1	1	0	202	116	8	8
再生可能ヒートインクオイル	0	0	0	0	0	0	0
バイオ燃料 (D6)	1,435,906	1,484,590	1,517,572	1,510,920	1,514,881	1,492,821	1,298,527
バイオディーゼル	7,978	11,168	16,932	0	50	2	0
ブタノール	0	0	16	0	0	0	0
非セルロースエタノール	1,402,192	1,439,332	1,472,461	1,486,422	1,496,724	1,473,039	1,285,561
非エステル再生可能ディーゼル	7,978	11,168	16,932	0	50	2	0
セルロース系バイオディーゼル (D7)	6	28	53	174	245	132	6
セルロースディーゼル	1	0	0	0	1	0	0
セルロースヒートインクオイル	5	28	53	174	244	132	6
バイオ燃料合計	1,724,588	1,793,026	1,947,465	1,935,217	1,951,333	1,980,912	1,831,059
先進型バイオ燃料計	288,682	308,436	429,893	424,297	436,452	488,091	532,532
セルロース系バイオ燃料計	3,342	14,232	19,290	25,237	31,480	41,544	50,551
バイオディーゼル計	270,997	279,580	400,948	384,891	387,322	414,640	448,871
免除クレジット販売量	1,256	1,172	3,316	1,212	120	—	—

※1 農林業残渣や廃棄物中のセルロース系成分を熱分解やガス化等により燃料化したもの（ガソリン代替/混合用）

※2 廃棄物由来のバイオガスを圧縮・液化により燃料化したもの

出所) EPA, Fuels Registration, Reporting, and Compliance Help, RINs Generated Transactions,

<https://www.epa.gov/fuels-registration-reporting-and-compliance-help/rins-generated-transactions> (2021 年 3 月 5 日閲覧)

(2) RIN の価格推移

RIN の価格は図 2-1 に示すとおり、D3（セルロース系バイオ燃料）が 2016 年以降上昇しているのに対し、他の RIN は最大でも \$1/ガロン程度で推移している。2018 年に入り、トランプ政権による気候変動防止政策の後退等により全体的に価格が下落していたが、2019 年半ばより D3 を中心に上昇に転じている。

なお、バイオジェット燃料を生産すると D4、D5 のクレジットが発行され、これらはバイオジェット燃料製造者にとってインセンティブとなる。



図 2-1 RIN の価格推移

出所) EPA, RIN Trades and Price Information, <https://www.epa.gov/fuels-registration-reporting-and-compliance-help/rin-trades-and-price-information> (2021 年 3 月 5 日閲覧)

2.1.3 バイオジェット燃料の導入状況

(1) 再生可能ジェット燃料に対する RIN 発行状況

再生可能ジェット燃料（≡バイオジェット燃料）の発熱量はエタノールの 1.6 倍であるため、1 ガロンに対して 1.6 ガロンの RIN が発行される。2016 年 8 月以前は、換算係数が設定されていないために 1 倍しか発行されなかったと推測される。

2016 年以降、バイオジェット燃料 521 万ガロンに対して、RIN (D4) が 1,203 万ガロン分発行されており、発行数は順調に伸びている。なお、発行された RIN は国内生産である。

表 2-5 再生可能ジェット燃料の RIN 発行数

年	RIN(万)	体積(万ガロン)
2016	241	194
2017	274	171
2018	293	183
2019	389	243
2020	737	461
2021	46	29
合計	1,203	795

出所) EPA, “RINs Generated Transactions”, <https://www.epa.gov/fuels-registration-reporting-and-compliance-help/rins-generated-transactions> より作成 (2021 年 3 月 5 日閲覧)

(2) RIN の発行を受けたバイオジェット燃料製造企業

Title 40 CFR Part 80 のもと、EPA Fuel Programs に参加している登録企業・設備のうち、設備のアクティビティにジェット燃料が含まれるのは表 2-6 のとおり、9 件登録されている。RIN の発行を受けたバイオジェット燃料製造事業者は 7 社であり、D4, D5, D6 のクレジットを受けている。

表 2-6 RIN 発行の企業別実績

	企業	国/州	都市	設備の名称	製造燃料	RIN コード
1	Altair Paramount	米国カリフォルニア	Paramount	Altair Paramount	ジェット燃料の製造、精製、再エネ燃料生産	D4, D5
2	Flinthills Resources	米国カンザス	Wichita	Corpus Christi Refinery	精製、非再生可能燃料輸入、ジェット燃料製造	—
3	Neste Renewable Fuels Oyj	フィンランド	Espoo	Porvoo	ジェット燃料製造者、再エネ燃料製造	D4, D6
4	Phillips 66 Company	米国テキサス	Houston	Kinder Morgan Perth Amboy NJ Terminal	ジェット燃料製造、パイプライン/パススルーターミナル	—
5	Phillips 66 Company	米国テキサス	Houston	Los Angeles Refinery	ジェット燃料製造、精製-ECA Marine 燃料	—
6	REG Geismar	米国アイオワ	Ames	REG Geismar	ジェット燃料製造、精製、再生可能燃料製造	D4
7	Texmark Chemicals	米国テキサス	Galena Park	Texmark Chemicals	ジェット燃料製造、精製、再生可能燃料製造	D4
8	WRB Refining LP	米国テキサス	Houston	Borger Refinery	ジェット燃料製造、再エネ燃料製造、精製	D5
9	WRB Refining LP	米国テキサス	Houston	Wood River Refinery	精製、ジェット燃料製造	—

出所) EPA, “Fuels Registration, Reporting, and Compliance Help-Registered Companies and Facilities in Part 80 Fuel Programs”, <https://www.epa.gov/fuels-registration-reporting-and-compliance-help/registered-companies-and-facilities-part-80-fuel> (2020 年 3 月 17 日閲覧) より作成

2.2 米国カリフォルニア州

2.2.1 バイオ燃料の政策動向（LCFS）

（1）制度概要

LCFS（Low Carbon Fuel Standard）は、米国カリフォルニア州において燃料の GHG 排出削減を目的とした制度であり、「2020 年までに同州の炭素強度（Carbon Intensity, CI：単位燃料 1MJ あたり発生する温暖化ガス排出量 gCO₂e/MJ）を 1990 年比で 10%削減する」という目標が掲げられている。

炭素強度は燃料のライフサイクル GHG 排出量で評価され、直接的な排出量に加え、顕著な間接的な排出量（土地利用変化等）があればそれも含み、原料の製造から回収、燃料の分配及び消費まで、全ての段階について積算することが求められる。ベースラインとしては、ガソリン 100gCO₂eq/MJ、ディーゼル 102gCO₂eq/MJ を用いている。

カリフォルニア州の空港でバイオジェット燃料供給の取り組みが開始されたことを背景に、2019 年 1 月 4 日以降、代替ジェット燃料も“オプトインクレジット発行燃料”として新たに対象となる。

表 2-7 LCFS の適用範囲（2019 年 1 月 4 日施行）

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">カリフォルニアの改質ガソリン（“ガソリン”または“カリフォルニア改質ガソリン（California reformulated gasoline :CaRFG）”）カリフォルニアディーゼル燃料（“超低硫黄軽油（Ultra Low Sulfur Diesel :ULSD）”）化石燃料化天然ガス（“化石 CNG”）化石液化天然ガス（“化石 LNG”）または化石液化圧縮天然ガス”化石 L-CNG”バイオ CNG、バイオ LNG、またはバイオ L-CNG電気圧縮水素、液化水素体積 10%エタノールを超える燃料混合物バイオマス系ディーゼルを含有する燃料混合物変性燃料エタノール” E100”ニートバイオマスベースディーゼル（“ B100” または” R100”）代替ジェット燃料※プロパンその他液体または非液体燃料 |
|--|

※航空機エンジンや既存の燃料分配インフラ（fuel distribution infrastructure）を改造せずに、従来の石油ジェット燃料と混合して使用できる石油または非石油源から製造されたドロップイン燃料を意味する。

（2）炭素排出原単位（CI）値

EER-Adjusted CI とは、エネルギー経済比（EER; Energy Economy Ratio で）割って標準化された CI 値である。従来の燃料が代替燃料に置き替えられたときに生じる排出量を表す。

図 2-2 のとおり、燃料の製造方法によって、炭素排出原単位は幅広い値をとる。

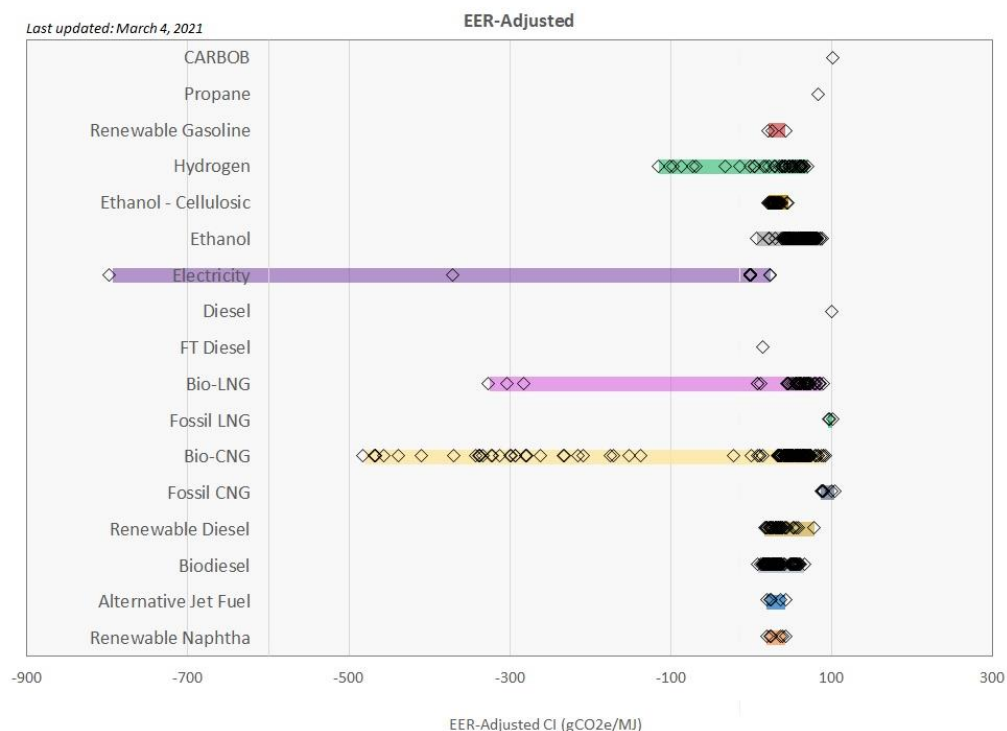


図 2-2 炭素排出原単位 (CI) の認定パスウェイ

出所) CARB, “LCFS Pathway Certified Carbon Intensities”,

<https://ww3.arb.ca.gov/fuels/lcfs/fuelpathways/pathwaytable.htm> (2021 年 3 月 5 日閲覧)

2.2.2 バイオ燃料の導入状況

(1) LCFS クレジットの発行状況

LCFS の対象となる燃料・クレジットは年々増加傾向にあり (図 2-3)、代替燃料 23 億 GGE に対して 1,460 万 MT のクレジットが発行されている。燃料の半分弱をエタノールが占めているが、燃料によって単位燃料あたりに発行されるクレジット量が異なるため、クレジットの比率で見るとエタノールは 3 割程度にとどまっている (表 2-8)。

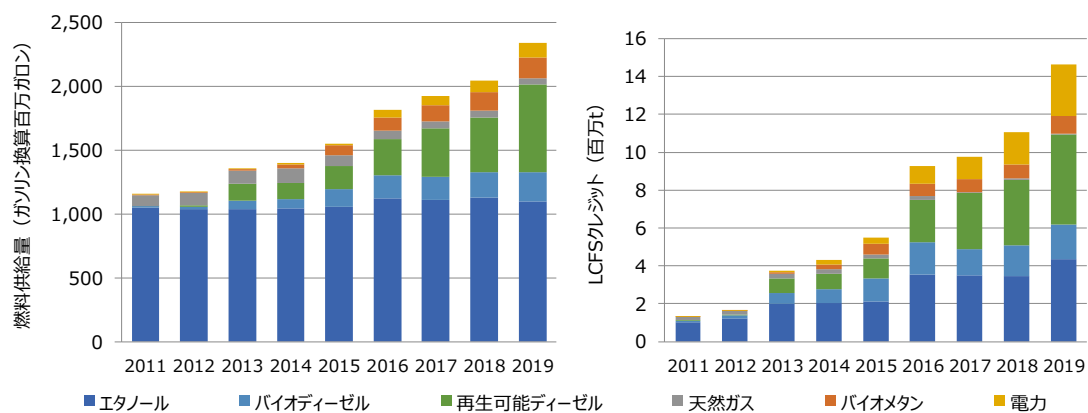


図 2-3 LCFS 対象の代替燃料とクレジット発行量の推移

出所) CARB, Data Dashboard, <https://ww3.arb.ca.gov/fuels/lcfs/dashboard/dashboard.htm> (2020 年 3 月 18 日閲覧) より MRI 作成

表 2-8 2019 年における LCFS 燃料とクレジット発行量

	燃料 (百万ガソリン換算ガロン)	クレジット (百万 tCO ₂)
エタノール	1,096	4.8
バイオディーゼル	230	1.8
再生可能ディーゼル	692	4.3
バイオメタン	162	0.9
電力	114	2.7
天然ガス	47	0.03
代替燃料計	2,341	14.6

出所) CARB, Data Dashboard, <https://ww3.arb.ca.gov/fuels/lcfs/dashboard/dashboard.htm> (2021 年 3 月 5 日閲覧) より MRI 作成

2.3 ブラジル

2.3.1 バイオ燃料の政策動向

(1) RenovaBio Program

RenovaBio Program は国内のバイオ燃料生産及び利用を促進し、COP21 に基づく GHG 排出量の削減を目指すプログラムである。2016 年 12 月に鉱山エネルギー省（MME）によって開始され、2017 年 12 月 26 日に「国家バイオ燃料政策」として制定された。その目標は下記の通りである。

1. 国連気候変動枠組条約に基づく COP21 パリ協定におけるブラジル政府の目標達成に貢献すること。
2. ライフサイクルアセスメントのメカニズムに加え、バイオ燃料の生産・販売・使用におけるエネルギー効率及び GHG 排出量削減の適格化へ貢献すること。
3. 国内におけるバイオ燃料の生産及び利用の適切な拡大を促進し、継続的な燃料供給を強調すること。
4. 国内燃料市場において、様々なバイオ燃料の予見性へ貢献すること。

RenovaBio は下記 3 つの施策を導入することを掲げている。GOB は現在 2 と 3 に取り組んでいる。

1. 最低 10 年間の炭素排出原単位の年間削減目標 (gCO₂/MJ)。年間目標は、化石燃料の商業化におけるそれぞれのマーケットシェアに比例して、すべての燃料調達事業者に展開される。目標を達成できなかった調達事業者は、手数料と罰金の対象となる（下記の GHG 排出削減目標を参照）
2. GHG 排出量の削減効率によるバイオ燃料の認証 (Certification of biofuels by efficiency in reducing GHG emissions)
3. 炭素クレジット制度 (CBIO)

(2) 炭素排出原単位削減の目標設定

2018 年 5 月 5 日、ブラジル国家石油・天然ガス・バイオ燃料監督庁（ANP）は Public Consultation #46 を公表し、バイオ燃料取引のための GHG 排出削減の年間強制目標を提案した。2019 年 6 月に同目標を改訂し、輸送用燃料の炭素排出原単位を 2018 年の 73.6gCO₂/MJ から 2029 年には 10.2%削減し、66.1gCO₂/MJ まで削減することを目標としている。同目標を達成するには 2029 年時点で年間 9,550 万 tCO₂ 相当の CBIO が取引される必要があるとしている（1 CBIO＝バイオ燃料による化石燃料比 1tCO₂ の削減量）。

(3) バイオ燃料認証制度

バイオ燃料の生産・混合は、国家石油・天然ガス・バイオ燃料監督庁（ANP）によって認定された企業による認定プロセスを通して炭素排出原単位に基づいて評価され、「ユニット」

が発行される。「ユニット」が発行されるバイオ燃料は RenovaBio プログラムに自主的に参加することが、法律によって定められている。

バイオ燃料の製造事業者は、次の 3 つの適格基準を満たす必要がある。

- 認証される原料は、2017 年 12 月 26 日（RenovaBio 法の署名日）以降の森林伐採地域からのものであってはならない。（not originate from deforested area）
- サトウキビ生産者は、農村環境登録（CAR, “Cadastro Ambiental Rural”）を更新するか、少なくとも CAR システムで保留中にする必要がある。
- 耕作地は、サトウキビとパーム油の農業生態ゾーンを遵守する必要がある。

認証を行う企業は、RenovaBio プログラムで提供されるツールに基づきエネルギー環境効率グレード（Energy-Environmental Efficiency Grade）を検証し、「バイオ燃料の効率的な生産の証明書（Efficiency Production Certificate for Biofuels）」を発行する。グレードは、代替化石燃料の炭素強度バイオ燃料の炭素排出原単位の差によって決定され、効率的な生産の証明書に記載される。効率的な生産の認定書は 4 年ごとに更新されなければならない。

(4) 炭素クレジット制度（CBIO）

ブラジル政府は脱炭素化目標を掲げ、バイオ燃料の生産に対してさらなるインセンティブを付与するため、炭素クレジット制度（CBIO）を導入している。このメカニズムによって、エタノール及びバイオディーゼルの新規プラントへの投資に必要な担保（security）が保証され、バイオ燃料の生産者はより多くの収益を得られると期待される。

鉱山エネルギー省（MME）は 2019 年以降の CBios の年間購入目標量を設定していたが、COVID-19 の影響によってブラジルのガソリンとエタノールの消費量が落ち込むことや、燃料卸業者の一部を代表する Association of Fuel Distributors（Brasilcom）から卸業者に対する脱炭素目標を下方修正するべきであるとの抗議声明があったことをうけ、2020 年から 2030 年における累計 CBios 取引目標量を 759 百万 Cbios から 620 百万 Cbios へと引き下げた。さらに、2020 年と 2021 年に関してはより大幅な割合の引き下げを提案しており、2020 年は当初目標の 28.7 百万 CBios から 14.53 百万 CBios、2021 年は当初目標の 41 百万 CBios から 24.86 百万 CBios への下方修正を行うとしている。これに対して、Brasilcom は更なる引き下げを要求しており、2020 年の目標をわずか 5 百万 CBios に設定すべきであるとしている。

2020 年 6 月 30 日の時点では、約 220 件のバイオ燃料生産プラントが認証を受け CBios の発行を要請しており、そのポテンシャル量は 33.87 百万 CBios にのぼる。Brazilian Stock Exchange（B3）によると、2020 年 8 月 5 日の時点で 5.058 百万の CBios が購入可能な状態にあるとしている。また、2020 年 8 月 4 日の時点で 153,199 CBios が既に取引されている。取引価格は R\$15 から R\$22/t CO₂ と幅があり、現在の為替レートで US\$2.88 から US\$4.20/t CO₂ となる。

2.3.2 バイオエタノールの政策動向

(1) 無水エタノール使用義務

ブラジルでは、アルコール委員会（CIMA）がバイオエタノールの義務混合率を決定している。法律第 8723/93「自動車の汚染物質排出量削減に関する法律」上、エタノールの混合率は18~27.5%の範囲と定められており、2015年以降現在にかけて27%に据え置かれている。2006年以降のエタノール混合義務率を表 2-9 に示す。

表 2-9 エタノール使用義務付け

年	月	義務付け
2006	1-2	25%
	3-10	20%
	11-12	23%
2007	1-5	23%
	6-12	25%
2008	1-12	25%
2009	1-12	25%
2010	1	25%
	2-4	20%
	5-12	25%
2011	1-9	25%
	10-12	20%
2012	1-12	20%
2013	1-4	20%
	5-12	25%
2014	1-12	25%
2015	1-5/15	25%
	5/16-12	27%
2016	1-	27%

出所) USDA, Brazil: Biofuels Annual 2020 より作成

(2) エタノールの優遇税率

ブラジル政府には、連邦、州、及び地方自治体レベルで複雑な税制がある。政策立案者が追求する経済・財政戦略に応じて、GOB はインセンティブを提供することができる。

各種車両に対する税率を表 2-10 に示す。現在、特別財源負担金（CIDE）、社会統合基金/社会保障融資負担金（PIS/COFINS）の両方のプログラムにおいて、エタノールをガソリンより優遇している。なお、2015 年から 2019 年にかけて、ガソリン車と比較してエタノール車、フレックス車の税優遇措置は変更されていない。

さらに連邦税である工業製品税（IPI）はエタノールの優遇を認めている。州税である商品流通サービス税（ICMS）の税率は図 2-4 のとおり州により異なる。ガソリンに対する ICMS

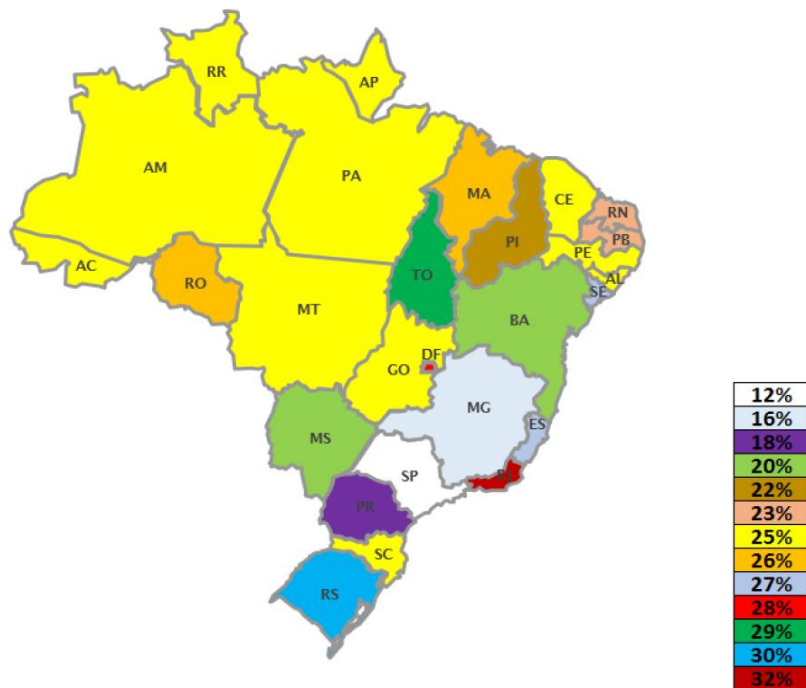
が 25%～34%であるのに対し、エタノールに対する ICMS は 12%～32%と比較的低く設定されている。

表 2-10 各種車両に対する税率 (%)

年	税金	1,000cc	1,001~2,000cc		2,000cc より大型	
		ガソリン車/エタノール車/フレックス車	ガソリン車	エタノール車/フレックス車	ガソリン車	エタノール車/フレックス車
2013 年	IPI	2	8	7	25	18
	ICMS	12	12	12	12	12
	PIS/COFINS	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6
	小売価格に対する割合	23.6	27.4	26.8	36.4	33.1
2014 年	IPI	3	10	9	25	18
	ICMS	12	12	12	12	12
	PIS/COFINS	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6
	小売価格に対する割合	24.4	28.6	28	36.4	33.1
2015 年～ 2019 年	IPI	7	13	11	25	18
	ICMS	12	12	12	12	12
	PIS/COFINS	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6
	小売価格に対する割合	27.1	30.4	29.2	36.4	33.1

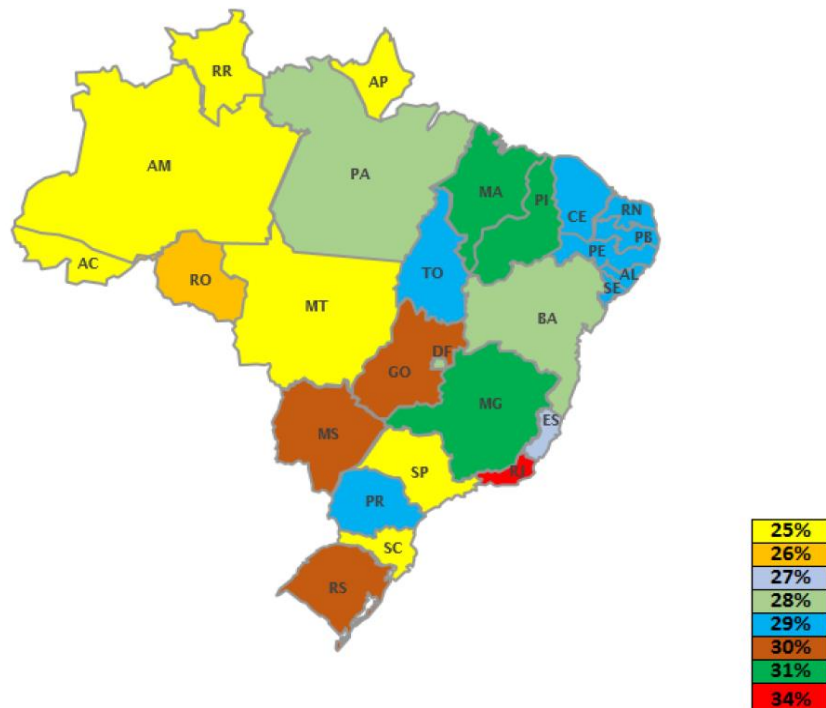
出所) USDA, Brazil: Biofuels Annual 2020 より作成

ICMS Tax by State for Hydrated Ethanol



Source: Fecombustiveis

ICMS Tax by State for Gasoline C



Source: Fecombustiveis

図 2-4 各州の ICMS 税率（上段：エタノール、下段：ガソリン）
出所）USDA, Brazil: Biofuels Annual 2020

(3) クレジットライン（与信限度額）

Prorenova プログラムはサトウキビ畑¹のリニューアルあるいは拡張に資金を提供するための、社会経済開発銀行（BNDES）からのクレジットライン（与信限度額）である。2015 年には 15 億レアルのクレジットラインを継続すると発表した。利率は「長期利子率+2.7%」が適用されるとしていた。

2018 年 7 月 1 日、農畜産物供給省（MAPA）は 2018/19 年ブラジル農作物・畜産計画を発表した。このとき、農業及び畜産プログラムへの資金提供のため、総額 1,943 億レアルが投入される予定であった。エタノールに使われる資金については決められていなかった。

2019 年 6 月、MAPA は 2019/20 ブラジル農作物・畜産計画を発表した。この資金として、総額 2,255 億 9,000 万レアルが投入される。このうち合計 15 億レアルが Prorenova プログラムに割り当てられている。利率は「長期利率+3.7%」が適用され、支払はローン契約後 72 か月以内に行われる。

2020 年 6 月、農畜産物供給省（MAPA）は 2020/21 年ブラジル農作物・畜産計画を発表した。この資金として、総額 2,363 億レアルが投入される予定で、前期に比べて 6%の増額となった。このうち 25 億レアルが Green House Gases Emission Reduction Program (“Programa ABC”)に割り当てられている。

(4) エタノールの輸入関税

2017 年 8 月、開発商工省と外国貿易会議所は 2017 年 9 月 1 日より、エタノールの輸入に対して年間 6 億リットルの関税割当制度（Tariff Rate Quota, TRQ）を課した。2019 年 8 月 31 日には貿易・国際関係局より条例 547 が発令され、今後 1 年間にわたり、年間 7.5 億リットル以上のエタノール輸入に対して 20%の輸入税を課すことを承認した。2020 年 8 月 13 日、ブラジル政府は当初 2020 年 8 月 31 日までであった TRQ を 90 日間延長することを公表した²。なお、割当量を超える輸入数量については、メルコスール合意に基づく 20%の対外共通関税が適用される。

(5) EU-メルコスール自由貿易協定（FTA）

2019 年 6 月 28 日、EU とメルコスールは FTA に関する暫定合意に達した。そのなかには以下のものが含まれる。

- 関税引き下げ：EU はメルコスールの輸入税の 82%を撤廃。メルコスールは EU 製品の 91%の関税を段階的に撤廃。
- 市場アクセス：メルコスールはエタノールを含む数カテゴリについて、関税割当制度に基づく優遇関税を受ける。EU は年間 5 億 6,200 万リットルの工業用エタノールの TRQ 無税と、2 億 5,000 万リットルの付加的な TRQ の関税率を引き下げる。
- 基準の保護：この協定には食品、環境、労働基準を守ることが書かれている。

¹ ブラジルではサトウキビが、次いでとうもろこしがエタノール生産の主要な原料である。

² <https://www.world-grain.com/articles/14220-brazil-extends-trq-on-us-ethanol>

EU はまた、EU-メルコスール自由貿易協定 (FTA) にて、砂糖輸入のための 18 万 mmtTRQ の TRQ 無税を創設する。ブラジル・サトウキビ協会 (UNICA) は EU-メルコスール協定が実施されれば、EU への砂糖とエタノールの輸出が急増すると予想している。UNICA によると、ブラジルから EU への砂糖とエタノールの年間輸出額は 20 億レアル (5 億 2,100 万ドル) に達する可能性がある。これは、砂糖とエタノールの総輸出額が 6 億レアルであった 2018 年の輸出収入の 3 倍以上となっている。

メルコスール加盟政府と EU は FTA に関して、実行する前に批准する必要があるが、2020 年 6 月に行われた年会 Cupula do Mercosur 2020 にて、EU の代表者が最終合意形成を 2020 年末までに行う事を宣言した。

2.3.3 バイオディーゼルの政策動向

(1) バイオディーゼルの使用義務

2018 年 3 月 1 日以降、消費されるすべての鉱物ディーゼルに適用されるバイオディーゼル義務は、10%に設定された。2017 年 11 月の国家エネルギー政策審議会 (National Energy Policy Council) Resolution #23 では、2018 年に 1%プラスされることとなった (元々の目標では、#13.263/2016 によれば 2018 年に B9 であった)。2019 年 6 月に 11% (B11) であり、毎年 1%ずつ段階的に引き上げ、2023 年 3 月までに 15% (B15) とするよう勧告されている。

2020 年 3 月 1 日に義務混合量は 12%に引き上げられたが、COVID-19 の影響により原料が不足したのを鑑み、ANP は 2020 年 6 月 16 日から 6 月 21 日までの間義務量を 12%から 10%へと限定的に引き下げた。その後、2020 年 8 月 13 日に 9 月から 10 月にかけても 12%から 10%へ限定的に引き下げる事を公表した³。

(2) バイオディーゼルの輸入関税

外国貿易事務局 (SECEX) によると、純バイオディーゼルを含む B30 以上のバイオディーゼル混合物に適用される輸入関税は 14%で固定され、B30 以下のバイオディーゼルを含む石油の輸入関税はゼロである。どちらのレートも変更されていない。

2.3.4 バイオ燃料の導入状況

(1) バイオエタノールの導入状況

1) 生産

2020 年のエタノール総生産量は 313 億 5,000 万リットルと推定され、2019 年の値 373 億 8,000 万リットルから 16%減少した。この減少は、砂糖-エタノール生産プラントが原料であるサトウキビをより砂糖生産に傾けたためである。そのため、燃料用エタノールの総生産量

³ <http://www.biodieselmagazine.com/articles/2517117/brazil-reduces-biodiesel-blend-to-10-for-september-october>

は、前年比 17%減の 286 億 6,000 万リットルとなった。

ブラジルではサトウキビ、次いでトウモロコシがエタノール生産の主要な原料である。2020/21 のサトウキビ圧砕高は 650 百万トンと予測され、これは 2019/20 の 647 百万トンからほぼ変わっていない。2020 年のトウモロコシからのエタノール生産量は 25 億リットルと推定され、2019 年の値に比べると 117 万リットル増加した。トウモロコシを原料とするエタノールは、全体のエタノール生産量の 7%にあたる。

ブラジルでは現在 11 のプラントがトウモロコシからエタノールを生産している。トウモロコシ・エタノール全国組合（UNEM）によると、ブラジルでは 2028 年には 80 億リットルのコーン・エタノールを生産すると予測されている。

表 2-11 ブラジルの燃料用および化学製品用エタノールの生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	8,232	8,012	8,973	10,401	12,327
燃料用	7,765	7,520	8,475	9,899	11,820
生産量	28,405	28,142	33,078	37,383	31,350
燃料用	25,546	25,170	30,233	34,407	28,662
内セルロース系	6	17	25	30	32
輸入量	835	1,796	1,775	1,457	1,500
燃料用	810	1,791	1,770	1,452	1,495
輸出量	1,789	1,380	1,685	1,941	1,900
燃料用	400	443	840	1,090	1,000
消費量	27,671	27,597	31,740	34,973	28,570
燃料用	26,201	25,562	29,740	32,848	26,782
期末在庫	8,012	8,973	10,401	12,327	14,707
燃料用	7,520	8,475	9,899	11,820	14,195

*2020 年は見通し

出所) USDA, Brazil: Biofuels Annual 2020 より作成

表 2-12 ブラジルの第一世代燃料用エタノールの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	383	384	369	359	360
生産能力	39,677	40,012	43,105	43,105	42,800
稼働率	64%	63%	70%	80%	67%

*2020 年は見通し

出所) USDA, Brazil: Biofuels Annual 2020 より作成

表 2-13 ブラジルの燃料用セルロース系エタノールの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	3	3	3	3	3
生産能力	127	127	127	127	127
稼働率	5%	13%	20%	24%	25%

*2020 年は見通し

出所) USDA, Brazil: Biofuels Annual 2020 より作成

2) 消費

COVID-19 による移動制限およびブラジルの経済悪化により、オートサイクル燃料（ガソリンとエタノール）の消費は深刻に落ち込んでいる。6 月から経済復調によって落ち込みは緩和されたが、2019 年の消費パターンに戻るには至っていない。

2020 年のエタノールの国内総需要量は 285 億 7,000 万リットルと推定され、2019 年の改定値より 64 億リットル減少した。2015 年 3 月 16 日時点でガソリンについて 27% (E27) に設定されていたエタノール義務付け量からの変更はされていない。

ブラジルではエタノールは主に燃料として使用されている。2020 年のエタノール（燃料用途）総消費量は 267 億 8,000 万リットルと推定され、前年と比較して 18%減少となった。

3) 貿易

ブラジルの 2020 年のエタノールの総輸出量は 19 億リットルと推定され、昨年の 19 億 4,000 万リットルと同程度ある。輸出先は米国と韓国が多い。米国では California Air Quality Board がブラジルのエタノールを低炭素燃料としてクレジットに使用可能であると認証した。

ブラジルの 2020 年のエタノール総輸入量は 15 億リットルと予測され、昨年の改定値 14 億 6,000 万リットルと同程度である。エタノールの輸入は燃料用のみであり、近年はほとんどが米国からの輸入であったが、2019 年よりパラグアイのシェアが拡大しており、全体の約 1 割を担うまで成長している。

4) 次世代バイオエタノールの導入状況

ブラジルでは 2014 年に先進バイオ燃料の生産が開始されたが、セルロース系エタノールを生産する技術、中でもプロセスで使用される酵素のコストが高く、まだ大規模生産ができない。現在ブラジルには 3 つのセルロース系エタノール工場があり、先進エタノール生産能力が 1 億 2,700 万リットルと推定されているのに対し、2018 年の実際の生産量は 2,500 万リットルであった。これらはすべてサトウキビバガス由来である。

2019 年 3 月、Granbio 社は、バイオリファイナリー、バイオ燃料、バイオケミカル及びナノセルロースに関する知的財産権ポートフォリオを有する米国企業 American Process Inc., の

買収を発表した。これにより Granbio 社への技術移転が可能となり、大規模生産に寄与すると期待される。2020 年現在、次世代バイオエタノールの研究に大きな進展はなく、2020 年の生産量予想量は 3,200 万リットルと 2019 年（3,000 万リットル）からほぼ変わらない。

表 2-14 ブラジルにおけるセルロースエタノールの生産

企業	所在地	工場	生産能力(万リットル)
ブランバイオ(Granbio)	アラゴアス州	Bioflex 1	8,200
ハイゼン(Raizen)	サンパウロ州	Costa Pinto Unit	4,220
カナヴィエイラ技術センター(Centro de Tecnologia Canavieira, CTC)	サンパウロ州	CTC 実証プラント	300

出所) USDA, Brazil: Biofuels Annual 2020 より作成

(2) バイオディーゼルの導入状況

1) 生産

バイオディーゼル燃料の約 71%は大豆油から、13%は動物性脂肪（獣脂）から作られる。残りは 2%が食用油、1%が綿実油、13%がその他の原料である。

2020 年のバイオディーゼル生産量は 62 億 7,000 万リットルと予想され、昨年から 6%増加している。この増加はバイオディーゼルの混合義務量の増加とディーゼルの消費量の見積もり予想からである。施設の稼働率が低下して総生産能力が向上しているのは一部の工場施設が增強されたためである。⁴

2) 消費

ブラジルではバイオディーゼルの国内消費は政府によって規制されている。規制内容は 2 つで、1) バイオディーゼルの混合比義務量と 2) 全体の消費量。現在のバイオディーゼルの混合義務量は 12%である。ブラジルの複数の金融機関により、2020 年の GDP は 6.4%の収縮となると予想されている。そのため、2020 年のディーゼル消費量は 529 億リットルと推定され、2019 年の改定値と比較して 44 億リットルの大幅な減少となる。その結果、2020 年のバイオディーゼルの総消費量は 62 億 6,000 万リットルと推定され 2018 年に比べて 6%増加した。

3) 貿易

ブラジルはバイオディーゼルのあまり輸出していない。これは、ディーゼルと比較して価格競争力がないからである。輸入もほぼゼロである。2004 年に創設された国家バイオディーゼル生産プログラム（PNPB）は、国内で生産されたバイオディーゼルのみが、市場を規制するために使用されるオークションシステムに参加する資格があることを要求している。

⁴ <http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/oil-natural-gas-and-biofuels-statistical-yearbook-2018>
Table 2.7 – Production of biodiesel, by Brazilian Region and State – 2008-2017

表 2-15 ブラジルのバイオディーゼルの生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	89	90	99	111	115
生産量	3,801	4,310	5,410	5,925	6,270
輸入量	0	0	0	0	0
輸出量	0	0	0	0	4
消費量	3,800	4,301	5,398	5,921	6,258
期末在庫	90	99	111	115	123

*2020 年は見通し

出所) USDA, Brazil: Biofuels Annual 2020 より作成

表 2-16 ブラジルのバイオディーゼルの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	51	51	51	51	51
生産能力	7,191	8,140	8,500	8,500	9,792
稼働率	52.9%	52.9%	63.6%	69.7%	64.0%

*2020 年は見通し

出所) USDA, Brazil: Biofuels Annual 2020 より作成

2.3.5 バイオジェット燃料の政策動向

(1) ブラジルバイオジェット燃料プラットフォーム（BBP）

Brazilian Biojetfuel Platform（BBP）は、2020 年からのカーボンニュートラルな成長（CNG2020）の実施努力を支援するために、バイオマス製造、ロジスティクス最適化、普及に焦点を当てた、世界的な共同イニシアティブを構築することを目指すプラットフォームである。

2012 年 6 月の RIO+20 サミット中に開始され、2013 年 8 月に公式に設立された。オープンで、共同的で、原料にとらわれない、マルチプロセスプラットフォームであり、ブラジルにおいてカギとなるステークホルダーに対して、高度に統合されたバイオジェット燃料の導入と、再生可能なバリューチェーンをもたらす。燃料供給事業者、原料生産者、航空会社、航空機製造事業者、大学が参加している。

表 2-17 BBP の概要

時期	2012 年 6 月～継続中
対象地域	ブラジル
目標	● 2020 年からのカーボンニュートラルな成長(CNG2020)の実施努力支援
アクション	【短期】 ● 航空バイオ燃料に関する二国間協定のための民間部門のインターフェースとして、イニシアティブの設定、及び、ブラジルでのバイオジェット燃料生産の需要を生み出す定期的な商用フライトを実施。 ● 米 Amyris の DSHC(直接還元糖炭化水素)生産を使用して、2014 年にブラジルにおける低炭素フライトの実施を開始する。 ● パイロットプロジェクトとバイオジェット燃料及び生産チェーンにおける家族経営(family farming)の統合についても検討。 【中期】 ● 中持続可能な代替燃料開発のために重要な要素、すなわち公共政策、インフラ及び持続可能な代替原料導入を促進。 ● カーボンフットプリント管理システムとともに、原料生産、燃料生産及び燃料のエンドユーズをカバーするプラットフォーム管理システムの実装。 【長期】 ● 南北米での協調行動のための戦略的計画を策定し、パンアメリカンバイオジェット燃料イニシアティブ(Pan American Bio-jet fuel Initiative)を確立することを検討。
パートナー	● ブラジルでバイオジェット燃料のバリューチェーンを実施するために必要な行動を促進するため、Advisory Board と Steering Committee を選出。 ● Advisory Board は下記のとおり。 ➢ Mr. Adalberto Febeliano, ABEAR ➢ Mr. Adilson Liebsch, UBRABIO ➢ Mr. Al Bryant, BOEING ➢ Mr. Gilberto Peralta, GE ➢ Mr. Pedro Scorza, GOL Airlines ● Steering Committee は下記のとおり。 ➢ Mr. Donato Aranda, UFRJ (Technology) ➢ Mr. Fernando Correa, Byogy (ATJ) ➢ Mr. Jamil Macedo, IICA(Feedstock) ➢ Mr. Mario Fontes, Camelina Company Brasil (Camelina) ➢ Mr. Mike Lu, Curcas (coordinator/integration) ➢ Mr. Rodrigo Gabizo (GE Aviation) ➢ Mr. Santiago Giraldo, SGB (Jatropha) ➢ Mr. Takashi Kono ➢ Mr. Walfredo Linhares, Solazyme (DSHC)
実績	● 2013 年 10 月 23 日、ブラジルで初のバイオ燃料商用フライトを推進。 ● “Flying Green Program”というカーボンフットプリントオフセットプログラムを構築し、CNG2020 を達成するための具体的なアクションを決める共同枠組を提供した。

2.4 EU

2.4.1 バイオ燃料の政策動向

(1) 再生可能エネルギー指令（RED II）

1) RED II の概要

欧州では 2009 年より再生可能エネルギー指令（Renewable Energy Directive, RED I）および燃料品質指令（Fuel Quality Directive, FQD）を施行し、2020 年を目標年として輸送用燃料の低炭素化を進めてきた。2018 年には RED I を改正し、2030 年までの目標を定めた RED-II を施行した。RED I および RED II の比較を下記に示す。

表 2-18 RED I および RED II の概要

	RED I	RED II
再エネ導入目標	- エネルギー消費全体の再エネ比率 20% - 輸送用燃料の再エネ比率 10%→目標対象:加盟国政府による	- エネルギー消費全体の再エネ比率 32% - 輸送用燃料の再エネ比率 14%→目標対象:燃料供給事業者⁵
先進的再生可能燃料の優遇	- セルロース系バイオ燃料は導入量を 2 倍計上 - 再エネ由来電力は、電気自動車への導入を 5 倍、鉄道への導入を 2.5 倍計上	- Annex IX 燃料は 2 倍計上 - 再エネ由来電力は、電気自動車への導入を 4 倍、鉄道への導入を 1.5 倍計上 - 船舶・航空用燃料の場合 2.4 倍(=2×1.2)計上
食物由来バイオ燃料の導入上限	食物由来のバイオ燃料の導入上限 7%	2020 年混合率+1%及び 7.0%を上限 - 各国は更に厳しい導入上限を設定し、その分輸送用燃料の再エネ比率 14% 目標を緩和することも可能。 - 間接的土地利用変化や土壌炭素ストック流出の懸念が高い食用作物由来のバイオ燃料(高 ILUC リスクバイオ燃料)は原則 2019 年消費量を上限、2023 年以降段階的廃止。
先進型バイオ燃料等の導入目標	先進型バイオ燃料の導入目標 0.5%	- 先進型バイオ燃料(Annex IX Part A): 2022 年に 0.2%、2025 年に 1%、2030 年に 3.5%と段階的に引き上げ - 廃食油・動物性油脂由来バイオ燃料(Annex IX Part B): 上限を 1.7%
	<u>Annex IX Part A</u> 右記載+ r. 非生物起源の再生可能液体・気体燃料(再生可能電力を用いた合成燃料等) s. 交通分野における CO2 分離回収活用(CCUS) t. エネルギー源を再生可能なものとするバクテリア	<u>Annex IX Part A</u> a. 陸上の培養池や光バイオリクターで培養された藻類 b. 一般廃棄物中のバイオマス分(家庭ごみでリサイクル対象のものを除く) c. 家庭からのバイオマス廃棄物 d. 産業廃棄物中のバイオマス分(食用・飼料用で利用可能なものを除く) e. 藻

⁵ RED II における燃料供給事業者とは、燃料税の課税対象事業者（電気の場合で該当する課税対象事業者がいない場合、加盟国が特定する事業者）を指す。

	RED I	RED II
		f. 家畜糞尿、下水汚泥 g. パーム油工場排水、パーム空果房 h. トール油ピッチ <u>Annex IX Part B</u> a. 廃食油 b. 動物性油脂
GHG 削減水準	・ 2015 年 10 月 5 日以前の稼働設備は 50%以上、それ以降の稼働設備 60%以上	・ 2015 年 10 月 5 日以前の稼働設備は 50%以上、それ以降の稼働設備は 60%以上、 ・ 2021 年 1 月 1 日以降の新設設備は 65%以上

2) RED II 見直しに係る動向

欧州委員会は 2019 年 12 月にグリーン・ディールと称するコミュニケーションを発表し、ここで EU が 2050 年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロとする気候中立（carbon neutrality）を達成するという目標を掲げている。目標達成のためには、2030 年に 1990 年比 50%ないし 55%の温室効果ガス排出削減目標が必要（現状の目標は 1990 年比 40%削減）とされ、既存の気候変動・エネルギーに関連する政策を見直す必要があると指摘している。この一環として、RED-II の見直しが開始されており、欧州委員会は 2020 年 8 月に制度改正のオプションを含む開始影響評価（Inception Impact Assessment）を発表し意見募集を行った後、同年 11 月にパブコメを実施した。開始影響評価で示された制度改正のオプションは下表のとおり。

表 2-19 開始影響評価に示された RED II 改正の方向性のオプション

オプション 1	政策を変えないシナリオ 2030 年の再生可能エネルギー導入目標は 32%に据え置き、セクターごとの導入目標も変えない。
オプション 2	規制以外の政策手法によるシナリオ トレーニング、意識啓発、プロジェクトファイナンス等の規制以外の政策手法を導入する。
オプション 3	より厳しくなる 2030 年の GHG 削減目標に合わせて、2030 年の再生可能エネルギー導入目標を見直すシナリオ 輸送セクターを含めてセクターごとの導入目標も強化する。
オプション 4	電化推進等のグリーン・ディールで目指される方向性を踏まえて、RED II を見直すシナリオ 道路交通における再生可能電力、航空・海運セクターにおける低炭素燃料等の導入促進を図る。
オプション 5	オプション 2,3,4 を全て実施するシナリオ

出所) 欧州委員会 (2020) Inception Impact Assessment on Revision of Directive (EU) 2018/2001 on the promotion of the use of energy from renewable sources

欧州委員化は 2021 年半ばまでに改正指令案を公表する予定である。

2.4.2 バイオ燃料の導入状況

(1) 輸送用燃料における再生可能エネルギー源別の導入状況

EU28 加盟国における 2019 年の輸送燃料に占めるバイオ燃料導入量は、24,427ktoe であり、目標 10%のうち 8.9%達成にまで至っている。EU 各国の輸送用バイオ燃料導入量推移を図 2-6 に示す。

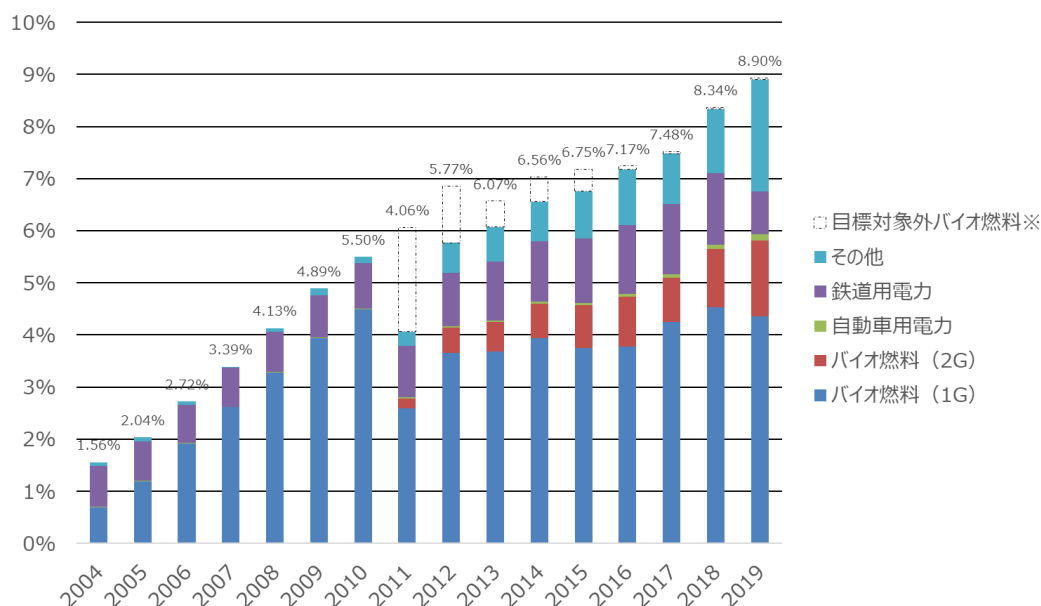


図 2-5 EU28 における輸送用再エネ比率推移

※目標対象外バイオ燃料とは、持続可能なバイオ燃料の基準を満たすことが確認できていないバイオ燃料を指す（2011 年以降集計）。

出所）Shares 2019 Results, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> より作成

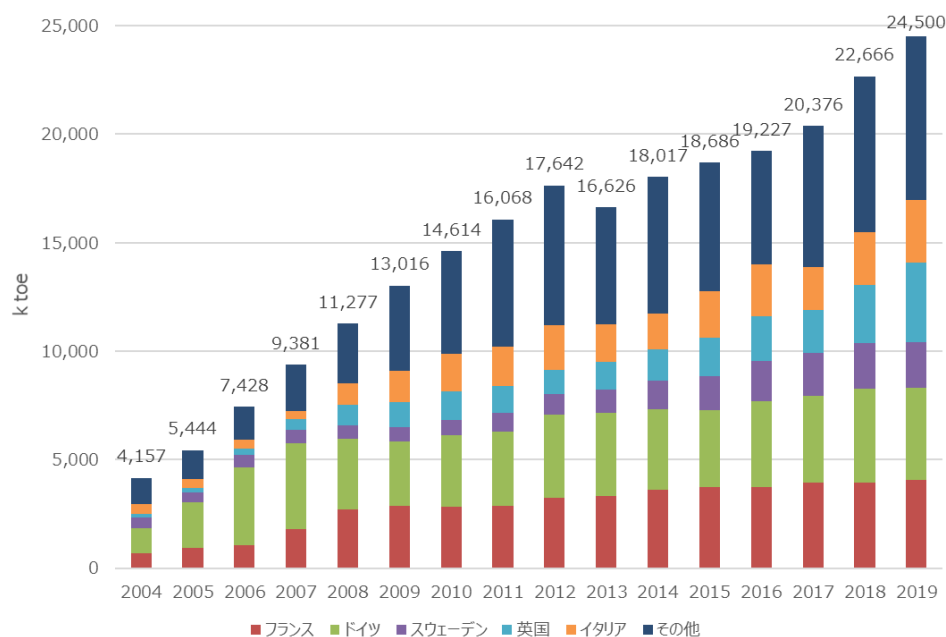


図 2-6 EU 各国の輸送用バイオ燃料導入量推移

出所) Shares 2019 Results, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> より作成

(2) バイオエタノールの導入状況

COVID-19 の影響で欧州全体における 2020 年の輸送用ガソリン需要が 12%減少する見通しであるのに比例し、バイオエタノールも BAU 比で 12%需要減少する見通しである。ただし各国別にみると、バイオエタノール混合義務率を徐々に上げる政策を実施している国等（英国、オランダ、ポーランド）ではバイオエタノールの需要減が比較的限定的であった一方、ロックダウンにより輸送用燃料そのものの消費量が顕著に減少した国（フランス、ドイツ）やコロナ影響を鑑みてバイオエタノール混合義務を一時的に免除した国（ルーマニア）等ではバイオエタノールの需要が大きく減少した。

2021 年からは RED II が施行され、先進型バイオ燃料の導入義務も課せられることから、セルロース系を含む先進型バイオ燃料の生産量は今後拡大する見通しである。

表 2-20 EU-28 の燃料用および化学製品用エタノールの生産・消費量（千 kL）

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	422	381	417	450	399	356
内燃料用	384	335	381	416	368	328
生産量	6,080	5,887	6,037	6,101	5,759	5,395
内燃料用	5,165	5,159	5,165	5,497	5,190	4,684
内セルロース系	50	50	40	10	10	25
輸入量	474	439	419	496	1,124	1,250
内燃料用	228	229	238	481	835	665
内 ETBE	107	24	9	7	13	15
輸出量	92	78	91	146	103	82
内燃料用	42	28	41	96	53	32
消費量	6,502	6,212	6,333	6,502	6,823	6,493
内燃料用	5,399	5,315	5,535	5,930	6,013	5,253
期末在庫	381	417	450	399	356	427
内燃料用	335	381	416	368	328	391

表 2-21 EU-28 の燃料用エタノールの生産能力（千 kL）

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	60	55	58	57	56	57
生産能力	8,480	8,480	8,925	8,795	8,860	8,925
稼働率	60%	60%	62%	62%	58%	52%

表 2-22 EU-28 のセルロース系エタノールの生産能力（千 kL）

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	1	1	2	2	2	2
生産能力	50	50	60	60	60	60

*2020 年は見通し

出所) USDA, EU-28: Biofuels Annual 2020

(3) バイオディーゼルの導入状況

EU は世界最大のバイオディーゼル生産地域であり、輸送用バイオ燃料全体の約 85%を占めている。ディーゼル駆動の大型商用車両は一般車両に比べてロックダウンによる需要減の影響を受けにくいことから、バイオエタノールよりもバイオディーゼルのほうが COVID-19 による需要の減少は少なくすむ見通しである。2020 年のバイオディーゼル需要は、昨年比 6%減程度となる見通しである。EU-28 のバイオディーゼルの生産・消費量を表 2-23 に示す。生産能力を表 2-24 に示す。

表 2-23 EU-28 のバイオディーゼルの生産・消費量 (千 kL)

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	565	590	610	670	930	765
生産量	14,397	14,950	15,818	15,110	16,099	15,955
輸入量	540	629	1,332	3,784	3,641	2,500
輸出量	244	408	372	645	769	500
消費量	14,668	15,151	16,718	17,989	19,136	18,000
期末在庫	590	610	670	930	765	720

表 2-24 EU-28 のバイオディーゼルの生産能力 (千 kL)

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	201	196	188	187	187	188
生産能力	21,928	21,476	20,338	21,248	21,350	21,441
稼働率	54%	59%	65%	59%	61%	59%

*2020 年は見通し

出所) USDA, EU-28: Biofuels Annual 2020

2.5 英国

2.5.1 バイオ燃料の政策動向

(1) 再生可能燃料導入義務 (RTFO)

英国では 2008 年より再生可能燃料導入義務 (The Renewable Transport Fuel Obligation, RTFO)を導入し、バイオ燃料導入に取り組んでいる。

RED の輸送規定を英国の法律に導入するため、2015 年に修正された。現在の道路輸送に占める持続可能なバイオ燃料比率は、8.50%と設定されている。

制度の概要は表 2-25 のとおり。

表 2-25 RTFO の概要

制度運用者	英国交通省
制度対象者	・ 英国内で年間 450 kℓ 以上の輸送用燃料(石油、ディーゼル、再生可能燃料)を供給している事業者 ・ 裾きり値を下回る規模の事業者も、RTFC(RTFO 上のクレジット)の取得は可能 ・ 再生可能な航空燃料の供給者は RTFC に申請する資格があるが、化石航空燃料は上記の義務対象者の基準判定の対象外である。
供給義務	・ 2019 年以降、目標期間を 4/15～翌年 4/14 を暦年(1/1～12/31)に変更 ・ 義務水準は 2019 年に 8.50%、2020 年に 9.75%、2021 年に 10.1%2032 年に 12.4%まで引き上げる(2 倍計上を含む)。 ・ 穀物由来バイオ燃料の上限は 2018 年から 2020 年まで 4%として、2032 年に 2%まで引き下げる。 ・ 次世代燃料(development fuel)の導入目標は、2019 年に 0.10%、2020 年に 0.5%として、2032 年に 2.8%まで引き上げる(2 倍計上を含む) ・ なお、年間供給量が 450～1,000kℓ の供給事業者は、450kℓ までは義務率の対象外となる。例)年間供給量が 500 kℓ の場合、(500-450)kℓ × 義務率
持続可能性基準	・ 欧州の再生可能エネルギー指令の持続可能性基準に準拠。
義務遵守方法	方法① RTFC の償却(redeem) ・ 持続可能な再生可能燃料を供給した際に発行されるクレジット(Renewable Transport Fuel Certificate, RTFC)を償却。 ・ RTFC は、他社から買うことも可能。 方法② 権利買取価格による支払(Buy Out) ・ 通常のバイオ燃料は 50 ペンス/ℓ⁶、次世代燃料は 80 ペンス/ℓ
RTFC	・ RTFC は、検証済みのバイオ燃料に対して、事業者の申請に応じて随時発行される。 ・ インセンティブ付のための特例として、廃棄物、残渣、リグノセルロース系、非食用セルロース系原料からの輸送用燃料については、2 単位の RTFC が発行される。 ・ 遵守に使う RTFC の 25%を上限として、前の年度に発行された RTFC を持越し(carry over)して使うことができる。
罰則規定	・ 義務を遵守しなかった場合に、5 万ポンドもしくは会社の RTFO 対象となるバイオ燃料の年間売上高の 10%のうち、より少額な方の罰金(civil penalty)が課せられる。また、RTFC を不正取得した者は、60 ペンス/RTFC の支払いをしなければならない。

出所) RTFO Guidance Part One Process Guidance 2021

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/953892/rtfo-guidance-part-1-process-guidance-2021.pdf (2021 年 2 月 25 日閲覧)

各年度の目標達成状況は図 2-7 のとおり。2018 年も全ての事業者が必要なクレジット

⁶ 2021 年より 30 ペンス/ℓ から 50 ペンス/ℓ に引き上げ。

(RTFC) を償却している。2018 年には 23 億 1,700 万の RTFC が償却され、そのうち 23% にあたる 5 億 2,900 クレジットが前年に供給された燃料に紐づいている。

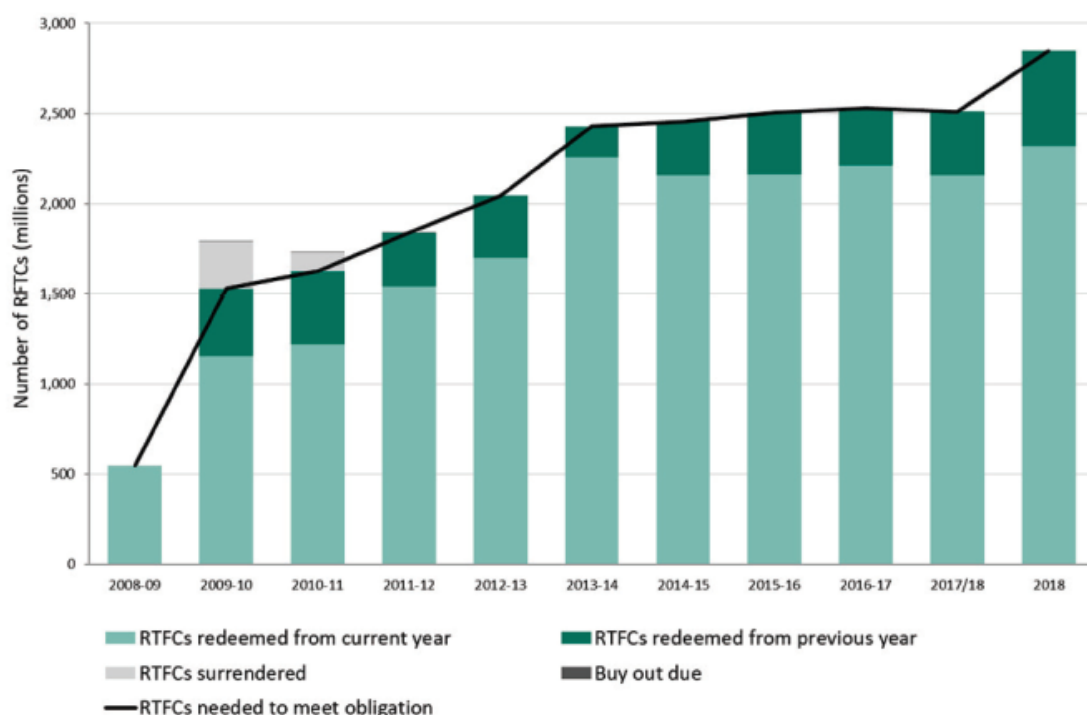


図 2-7 各年度の目標達成状況

出所) Renewable Transport Fuel Obligation Annual Report 2018-19,
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/887127/rtfo-annual-report-2018.pdf (2021 年 2 月 25 日閲覧)

2.5.2 バイオ燃料の導入状況

(1) 輸送用燃料の動向

1) 再生可能エネルギー源別の導入状況

英国における輸送用再生可能エネルギーの比率は図 2-8 に示すとおり、2019 年時点で 8.9%と、前年に比べて飛躍的に伸びた。これは次世代バイオ燃料の増加に起因する。

英国では近年、第 1 世代バイオ燃料から次世代バイオ燃料への転換が進んでいる。バイオ燃料のうち、半分以上を次世代バイオ燃料が占める。

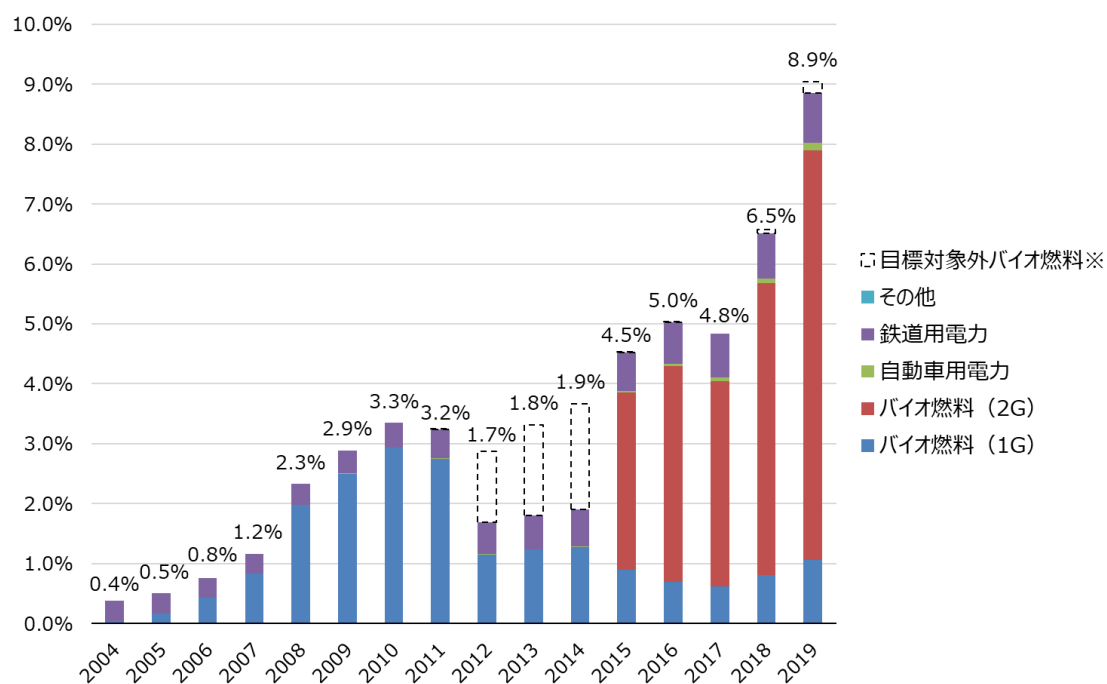


図 2-8 英国における輸送用再エネ比率推移

※目標対象外バイオ燃料：持続可能なバイオ燃料の基準を満たすことが確認できていないバイオ燃料
出所）Shares 2019 Results, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> より作成

2) バイオ燃料の内訳

英国の輸送部門における持続可能なバイオ燃料は、図 2-9 に示すとおり、2017 年 948ktoe から 2016 年 1,310ktoe へ増加した。

この増加には図 2-10 に示すとおり、バイオディーゼル(FAME)、次世代バイオ燃料(Annex IX Part A、B) の増加が寄与している。次世代バイオ燃料の大半は Annex IX Part B である(すなわち廃食油である)。

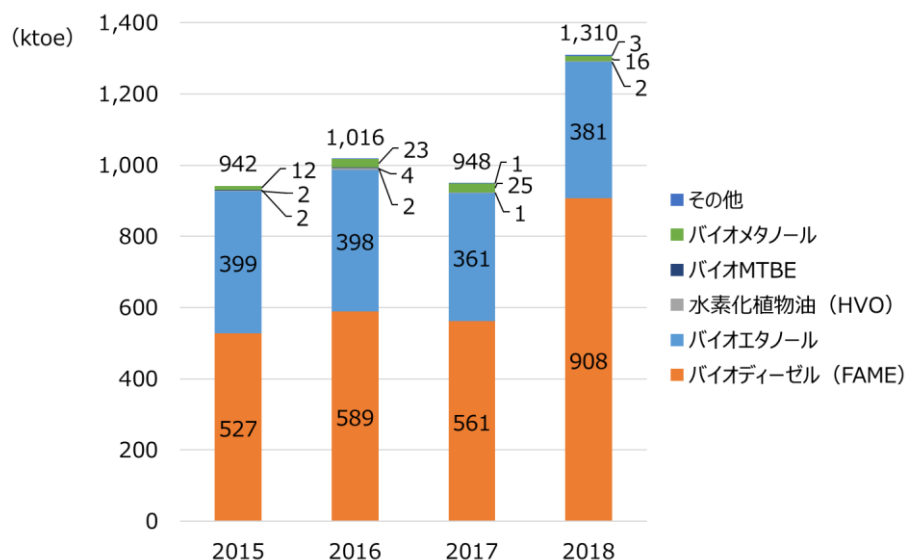


図 2-9 英国における輸送用バイオ燃料の種類別構成 (ktoe)

出所) Fifth Progress Report on the promotion and use of energy from renewable sources for the United Kingdom より作成

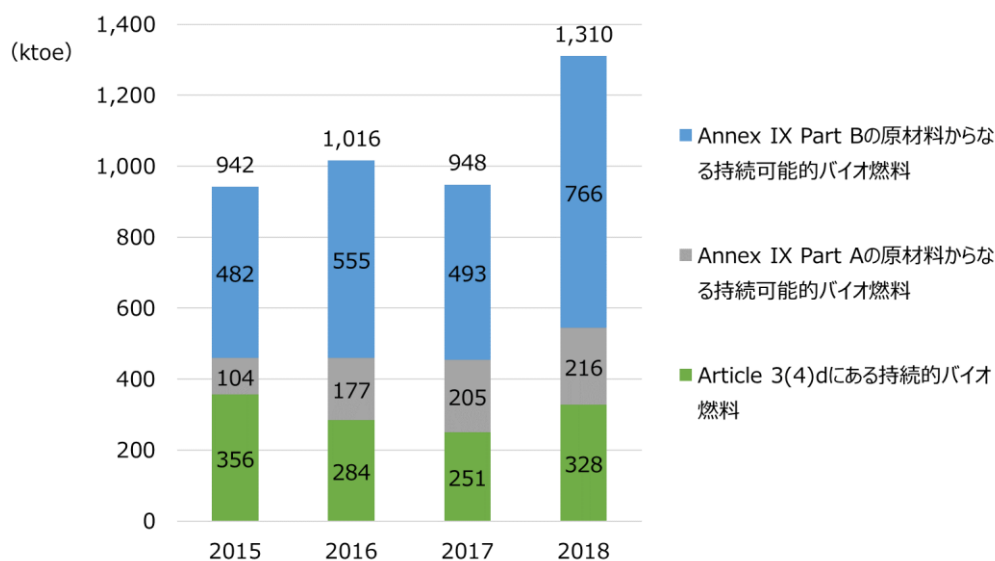


図 2-10 英国における輸送用バイオ燃料の原料別構成 (ktoe)

※Article 3(4)d : 第1世代バイオ燃料

出所) Fifth Progress Report on the promotion and use of energy from renewable sources for the United Kingdom より作成

3) 次世代バイオ燃料の内訳

Annex IX Part A の内訳については図 2-11 に示すとおりである。2017 年には産業廃棄物中のバイオマス分（食用・飼料用で利用可能なものを除く）が 182ktoe と Part A の 88.7%を占めていた。翌年には 188ktoe と微増し、同年 Part A の 87%を占めた。

Annex IX Part B の内訳については図 2-12 に示すとおりである。2017 年には廃食油が 471ktoe と Part B の 95.5%を占め、翌年には 719ktoe まで増加したが、Part B に占める割合は 93.8%少し減少した。かわりに、動物性油脂が 22ktoe から 47ktoe と前年比で倍増した。

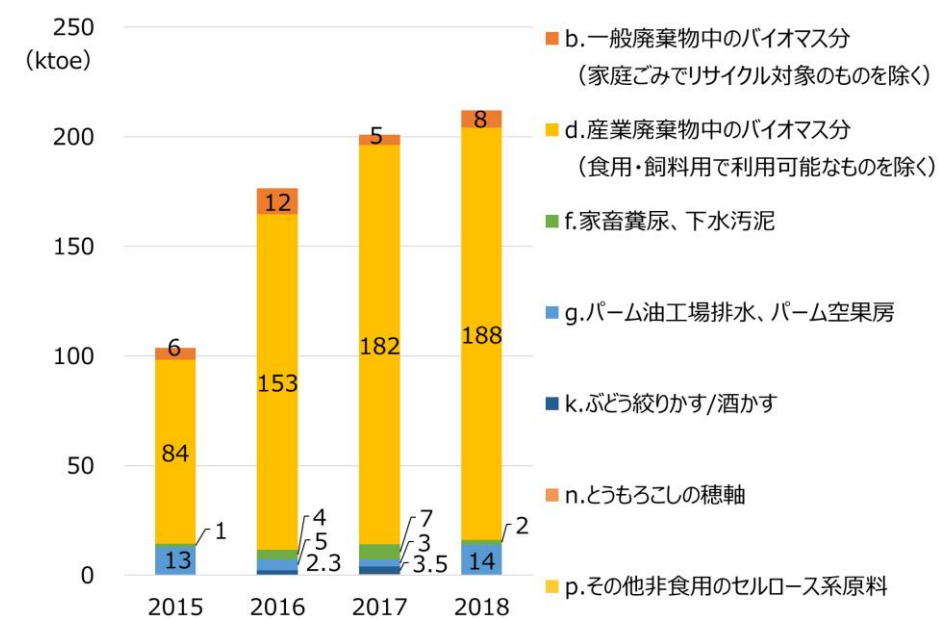


図 2-11 英国における Annex IX Part A の原料別構成 (ktoe)

出所) Fifth Progress Report on the promotion and use of energy from renewable sources for the United Kingdom より作成

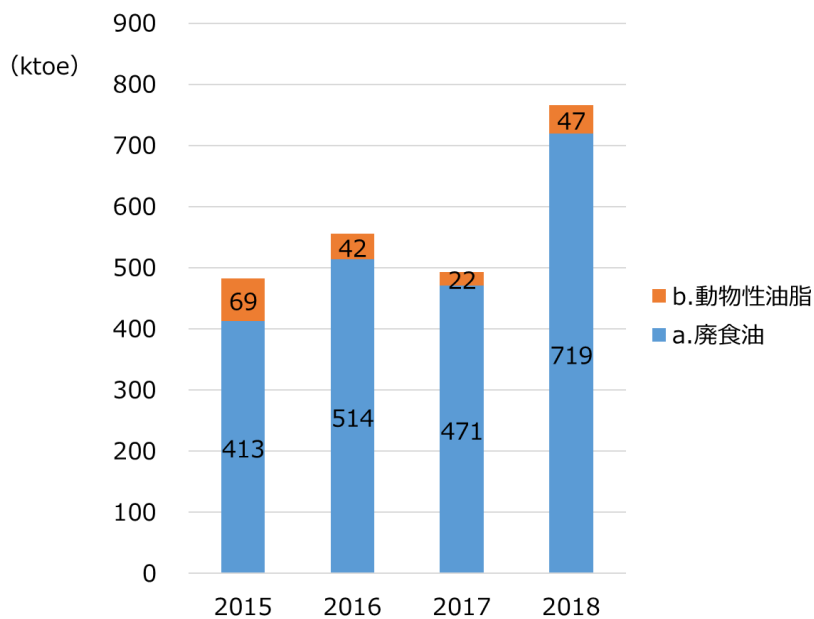


図 2-12 英国における Annex IX Part B の原料別構成 (ktoe)

出所) Fifth Progress Report on the promotion and use of energy from renewable sources for the United Kingdom より作成

2.6 ドイツ

2.6.1 バイオ燃料の政策動向

(1) 温室効果ガス割り当て

2007 年より、ドイツ連邦廃棄規制法における温室効果ガス割り当て”Greenhouse Gas Quota in the Federal Emissions Control Act (BImSchG)”において、石油供給事業者に対して一定量のバイオ燃料の導入を義務付けている（バイオ燃料割り当て法）。

2015 年に、バイオ燃料割り当て法は改正され GHG の削減が義務化された。石油供給事業者はバイオ燃料の供給比率（熱量ベース）ではなく、自社が供給する燃料の GHG 排出削減率が義務付けられている。同時に HVO や UCOME ベース（TME は除く）の UCO や廃棄脂肪酸の 2 倍計上も終了した（2011~2014）。

ガソリン、ディーゼル、バイオ燃料の使用にあたり、化石燃料の基準値に対して、表 2-26 のとおり削減率が定められている。これを満たさない場合はペナルティ（表 2-27）を課す。

表 2-26 BImSchG のバイオ燃料導入義務付け

年	熱量比			GHG 削減率
	バイオエタノール	バイオディーゼル	全体	全体
2007	1.20%	4.40%		—
2008	2.00%	4.40%		—
2009	2.80%	4.40%	5.25%	—
2010-2014	2.80%	4.40%	6.25%	—
2015-2016	—	—	—	3.5%
2017-2019	—	—	—	4%
2020-2025	—	—	—	6%

バイオエタノールの比率はガソリン+バイオエタノールの供給量に対する比率

バイオディーゼルの比率は軽油+バイオディーゼルの供給量に対する比率

出所) USDA Foreign Agricultural Service Gain Report, Biofuel Mandates in the EU by Member State in 2020
(2020.5.28) <https://www.fas.usda.gov/data/european-union-biofuel-mandates-eu-member-state-2020>
(2021 年 3 月 3 日閲覧)

表 2-27 石油供給事業者に対するペナルティ

年	ペナルティ
2009-2014	バイオディーゼル：19 ユーロ/GJ バイオエタノール：43 ユーロ/GJ
2015 年以降	0.47 ユーロ/kg CO2

出所) 上表と同一

(2) 排出規制法に関する燃料の GHG 削減に向けたさらなる規定

2017 年 11 月に、38th Regulation implementing the Federal Emissions Control Act（排出規制法に関する燃料の GHG 削減に向けたさらなる規定）を制定、2018 年 1 月より施行した。

化石燃料の GHG 排出量基準値を改定（83.8kgCO₂/GJ→94.1kgCO₂/GJ）しており、RED II の基準値は 94kgCO₂/GJ であり僅かながら不整合だが、本規定は RED II の先取りではなく RED I や FQD の目標達成に向けた措置である。

各燃料のライフサイクル GHG 排出量は表 2-28 のとおり。バイオ燃料については RED I の既定値を適用し、電力の排出係数は毎年 10 月末に連邦環境庁が発表する。

前述の GHG 削減目標を達成するため、温室効果ガスの排出削減効果の高いバイオ燃料の導入を促進している。間接土地利用変化への懸念から、表 2-29 に示すとおり従来バイオ燃料の導入上限を 6.5%（熱量ベース）とし、上限を超えた分については化石燃料として扱われる。また、2020 年以降、次世代バイオ燃料について割り当てが導入される。

表 2-28 燃料別のライフサイクル GHG 排出量

燃料	原料	GHG 排出量
LPG	化石燃料全般	73.6gCO ₂ /GJ
CNG	EU mix	69.3gCO ₂ /GJ
LNG	EU mix	74.5gCO ₂ /GJ
圧縮水素	石炭+CCS	52.7gCO ₂ /GJ
ガソリン、ディーゼル	廃プラスチック	86gCO ₂ /GJ

出所) https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_38_2017/BJNR389200017.html

表 2-29 バイオ燃料導入上限および義務

年	穀物由来バイオ燃料の上限	次世代バイオ燃料の導入義務
2020	6.5%	0.05%
2021	※上限を超えた分は化石燃料としてカウント	0.1%
2022-2023		0.2%
2025-		0.5%

出所) USDA Foreign Agricultural Service Gain Report, Biofuel Mandates in the EU by Member State in 2020 (2020.5.28) <https://www.fas.usda.gov/data/european-union-biofuel-mandates-eu-member-state-2020> (2021 年 3 月 3 日閲覧)

(3) 導入義務の対象となる次世代バイオ燃料

導入義務の対象となる次世代バイオ燃料は RED I の Annex IX に準拠し、以下のとおり定められている。

Annex IX Part A

- 陸上の培養池や光バイオリクターで培養された藻類
- 一般廃棄物中のバイオマス分（家庭ごみでリサイクル対象のものを除く）
- 家庭からのバイオマス廃棄物
- 産業廃棄物中のバイオマス分（食用・飼料用で利用可能なものを除き、Annex B に挙げられた原料のものを除く）
- 藁
- 家畜糞尿、下水汚泥

- パーム油工場排水、パーム空果房
- トール油ピッチ
- 粗グリセリン
- バガス
- ブドウ搾りかす/酒かす
- ナッツ殻
- 穀類等の殻
- とうもろこしの穂軸
- 林業廃材中のバイオマス分
- その他非食用のセルロース系材料
- リグノセルロース系原料（製材用・ベニア用丸太を除く）

Annex IX Part B

- 廃食油
- 動物性油脂

出所) Federal Republic of Germany Progress report under Article 22 of Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources, (2018 年 11 月 9 日閲覧)

(4) 温室効果ガス割り当てに対する上流排出削減量のオフセット条例

2018 年 1 月 22 日に、政府は Ordinance offsetting upstream emission reductions against the greenhouse gas quota（温室効果ガス割り当てに対する上流排出削減量のオフセット条例）を発表している。同条例により、前述の GHG 削減率達成のために、燃料の上流（製油所より手前）における GHG 削減を 2020 年以降、計上可能としている。

主な内容は以下のとおり。下記に基づき、2021 年 3 月時点で 16 件のプロジェクトが登録されている。

- EU 排出量取引制度対象事業所における削減は対象外。
- 国内における削減取組のうち、公的補助金を受けた活動による削減は対象外。
- 計上可能な削減率は 1.2%を上限。
- 削減取組は DIN EN ISO 14064、14065、14066（温室効果ガス削減の第三者検証に関する規格）の原則に基づき検証を受ける必要がある。
- 削減量は、CDM（クリーン開発メカニズム）で定められた方法論に基づき算定する。
- 削減取組の実施に先立ち、実施者は連邦環境庁に対して Request for Approval を提出する必要がある。その際、第三者機関により検証されたプロジェクト計画書やモニタリング計画を併せて提出する。
- 連邦環境庁の承認を受けた後、実施者はモニタリング計画に沿ってデータ収集、削減量の算定を行い、第三者機関の検証を受けた後に、削減クレジットの発行を受ける。

2.6.2 バイオ燃料の導入状況

(1) 再生可能エネルギー源別の導入状況

ドイツにおける輸送用再生可能エネルギーの比率は図 2-13 に示すとおり、2019 年時点で 7.7%と、前年度より少し減少した。これは次世代バイオ燃料の減少によるものである。

近年のトレンドとしてドイツでは第 1 世代バイオ燃料から次世代バイオ燃料への転換が進んでいるが、2019 年は第 1 世代の燃料が微増した。

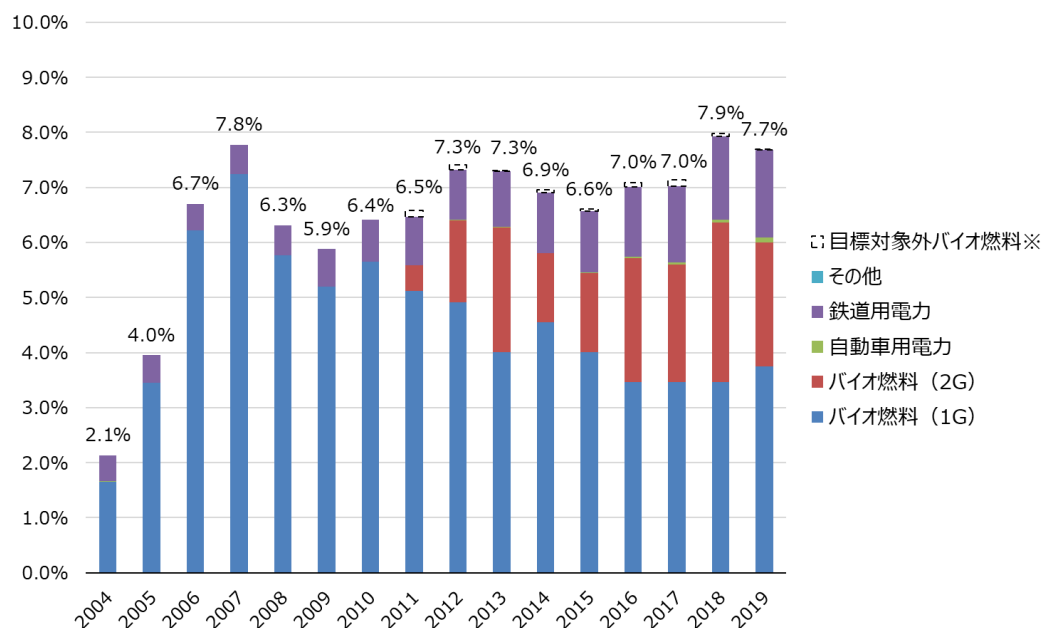


図 2-13 ドイツにおける輸送用再エネ比率推移

※目標対象外バイオ燃料：持続可能なバイオ燃料の基準を満たすことが確認できていないバイオ燃料
出所) Shares 2019 Results, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> より作成

(2) バイオ燃料の内訳

ドイツの輸送部門における持続可能なバイオ燃料は、図 2-14 に示すとおり、2017 年 2,558toe から 2018 年 2,686toe へ微増している。バイオ燃料の種類別構成については、バイオエタノール、バイオディーゼル共に微増した程度で大きな変更はない。

原料別構成については、全体の大半を占める第 1 世代バイオ燃料が 91ktoe 減少した一方で、次世代バイオ燃料 Part B が 183ktoe 増加している。

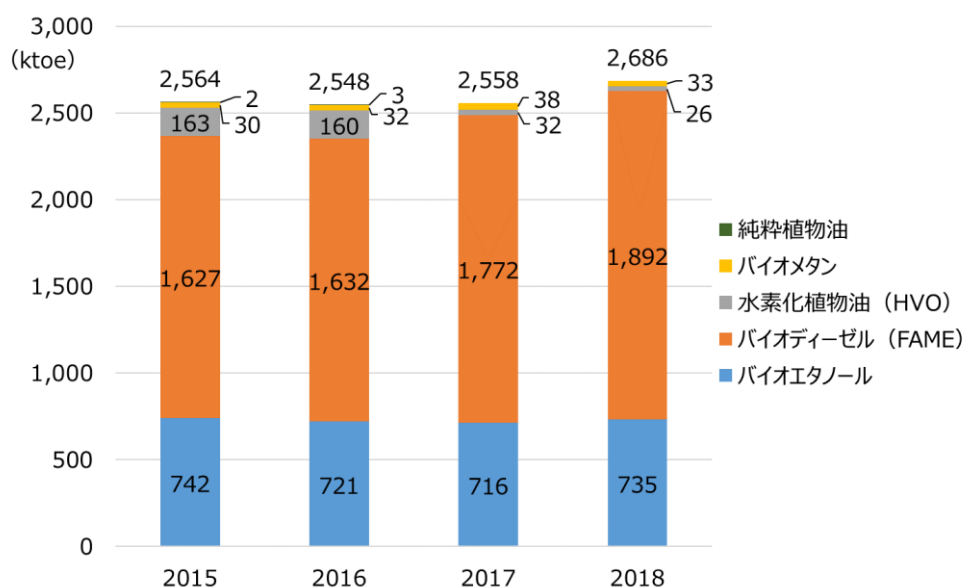


図 2-14 ドイツにおける輸送用バイオ燃料の種類別構成 (ktoe)

出所) Federal Republic of Germany, Progress Report under Article 22 of Directive 2009/28/EC on the Promotion of the use of energy from renewable sources(2018.5.3)より作成

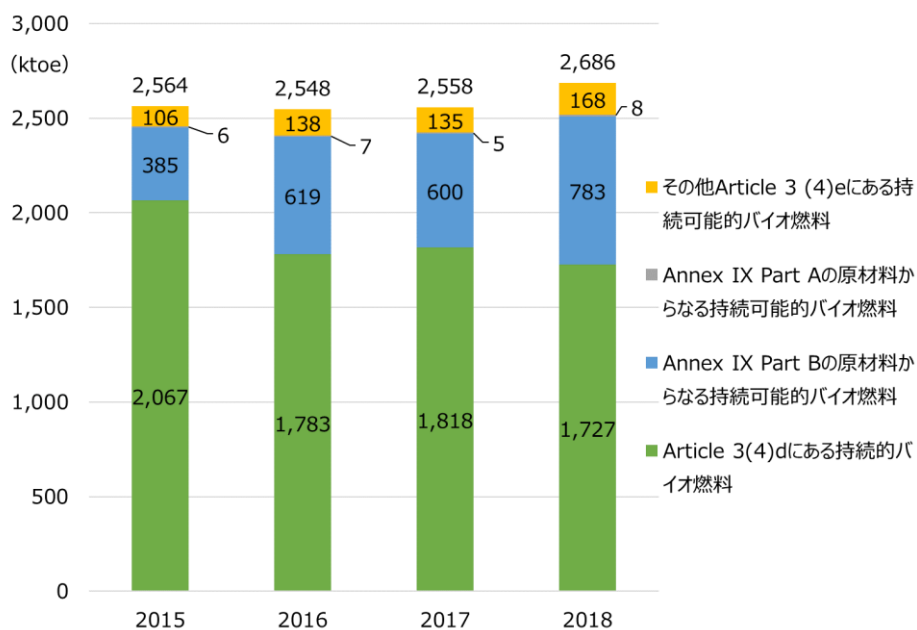


図 2-15 ドイツにおける輸送用バイオ燃料の原料別構成 (ktoe)

※Annex IX Part A : 次世代バイオ燃料、Annex IX Part B : 導入上限付き次世代バイオ燃料 (廃食油・動物性油脂)、Article 3(4)d : 第1世代バイオ燃料、Article 3(4)e : Annex IX に載っていない次世代バイオ燃料

出所) Federal Republic of Germany, Progress Report under Article 22 of Directive 2009/28/EC on the Promotion of the use of energy from renewable sources(20.5.3)より作成

(3) 次世代バイオ燃料の内訳

Annex IX Part A のバイオ燃料導入量は図 2-16 に示すとおり、2017 年に 5ktoe、2018 年に

8ktoe となっており、これは輸送部門における総エネルギー消費量の 0.03%に留まる。両年ともに、家庭で収集されたバイオガスに基づくバイオ燃料が大きな割合を占める。2018 年にはパーム油工場排水、パーム空果房由来バイオ燃料がゼロとなっている。

Annex IX Part B の大半は図 2-17 に示すとおり、廃食油が占めており、2017 年に 646ktoe、2018 年に 841ktoe と増加している。

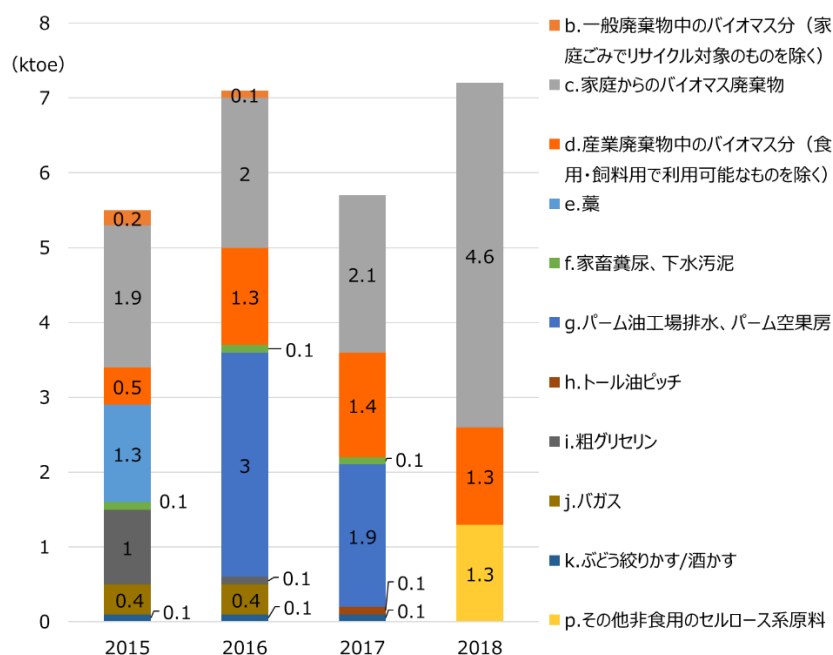


図 2-16 ドイツにおける Annex IX Part A の原料別構成 (ktoe)

出所) Federal Republic of Germany, Progress Report under Article 22 of Directive 2009/28/EC on the Promotion of the use of energy from renewable sources(2018.5.3)より作成

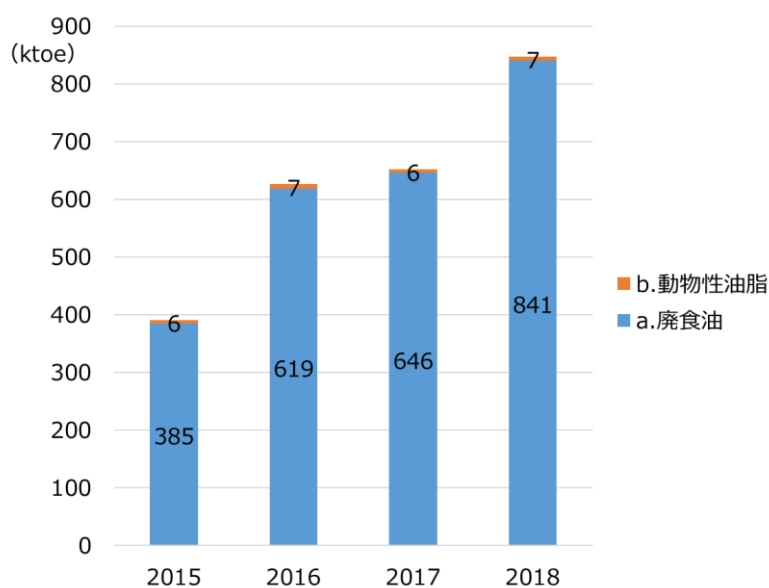


図 2-17 ドイツにおける Annex IX Part B の原料別構成 (ktoe)

出所) Federal Republic of Germany, Progress Report under Article 22 of Directive 2009/28/EC on the Promotion of the use of energy from renewable sources(2018.5.3)より作成

2.7 フランス

2.7.1 バイオ燃料の政策動向

フランスでは、バイオ燃料に対する輸送用燃料に対する汚染事業統合税（TGAP）とエネルギー製品の内国消費税（TICPE）の免税措置を実施することにより、バイオ燃料の導入量を拡大してきた。TGAP は現在も継続しているが、TICPE は 2015 年に終了している。

2005 年の金融法第 32 条により、ガソリンとディーゼルに対する「汚染事業統合税（General Tax on Polluting Activities :TGAP）」が導入され、ガソリン、ディーゼルの売上高に対して課税されることとなった。

TGAP はバイオ燃料の導入目標を達成した事業者に対して免税措置が講じられており、事実上の導入義務付け（未達成の場合にペナルティ）となっている。

導入目標（輸送用燃料販売量に占めるバイオ燃料の熱量割合）は税率と同じ数値である。ディーゼル・ガソリンの混合率年間目標を図 2-18 に示す。

例えば 2019 年にディーゼルの販売量に占めるバイオ燃料の割合が 7.9%を超えた場合、TGAP は免税される。目標未達の場合は、未達分に応じて課税される。

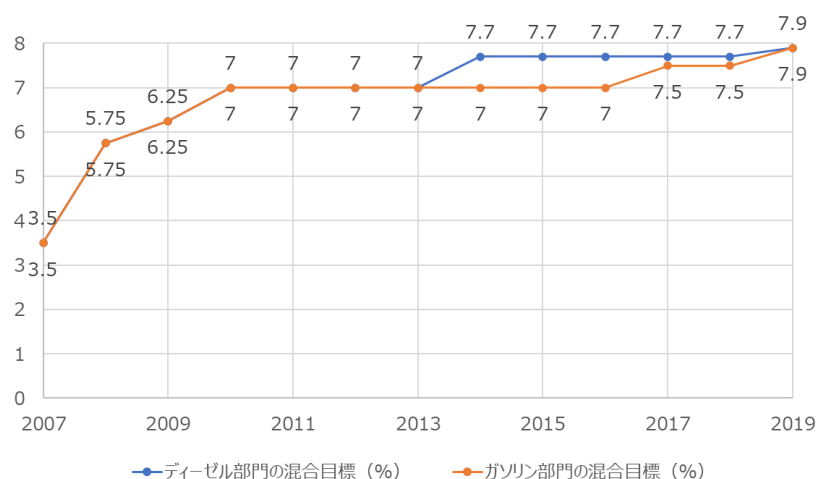


図 2-18 バイオ燃料混合率の年間目標（ディーゼル・ガソリン部門）

出所）Progress Report on the promotion and use of energy from renewable sources Fifth report より作成

2019 年には金融法を改正し、RED の Annex IX- PartA および Part B で定める先進的バイオ燃料に対して、目標達成に向けて熱量換算で 2 倍カウントする規定を導入した。一方で、大量の廃棄物・廃棄物由来バイオ燃料の輸入を阻止する目的で 2 倍カウントできる量に対する上限も下表のように設定した。

表 2-30 2020 年におけるバイオ燃料の 2 倍計上上限

	ガソリン	ディーゼル
Annex IX- PartA	0.6%	0.5%
Annex IX- PartB	0.05%	0.45%

出所）Progress Report on the promotion and use of energy from renewable sources Fifth report より作成

2.7.2 バイオ燃料の導入状況

(1) 再生可能エネルギー源別の導入状況

フランスにおける輸送用再生可能エネルギーの比率は図 2-19 のとおり、2019 年時点で 9.2%と、2020 年目標 10%の達成が可能な見込みである。

2011 年に持続可能なバイオ燃料が落ち込んだ理由は、フランスでは 2011 年 9 月に REDI と FQD を踏まえた国内法を整備し翌年 1 月に施行したため、2011 年に持続可能性基準の確認ができなかったためである。

2011 年 9 月 14 日、2011-1105 条例にて、バイオ燃料の持続性可能基準と 2020 年 12 月 31 日までに GHG10%削減する目標を設定し、2012 年 1 月 17 日に施行した。

2005 年からの燃料税軽減措置などにより、バイオ燃料の消費量は増加している。依然として、第 1 世代のバイオ燃料が大きな割合を占めている。

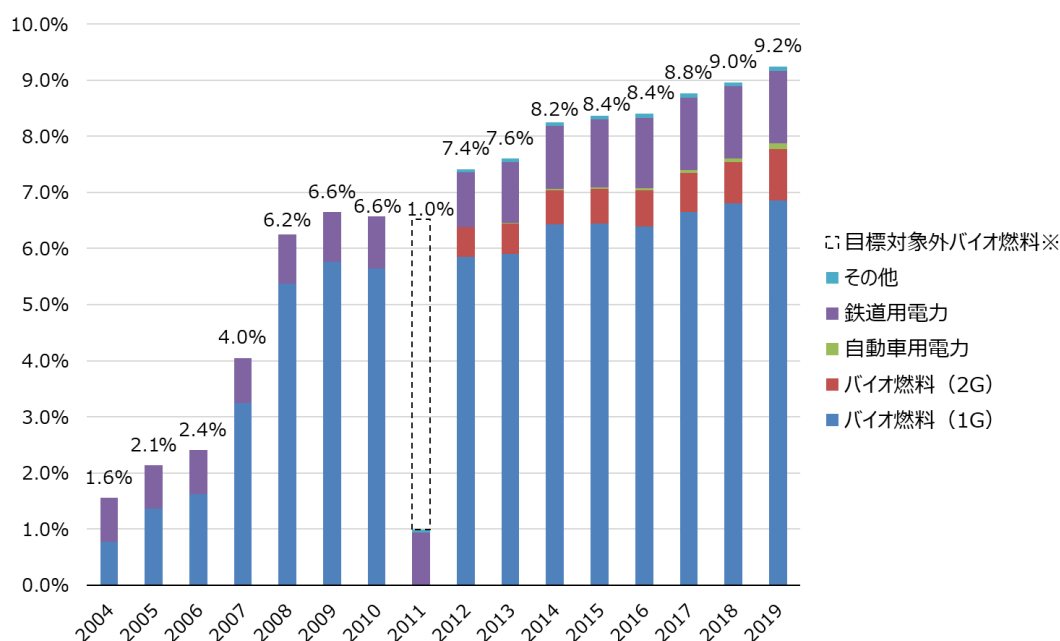


図 2-19 フランスにおける輸送用再エネ比率推移

※目標対象外バイオ燃料：持続可能なバイオ燃料の基準を満たすことが確認できていないバイオ燃料
出所) Shares 2019 Results, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> より作成

(2) バイオ燃料の内訳

フランスの輸送部門における持続可能なバイオ燃料は図 2-20 のとおり、2016 年 3,137ktoe から 2018 年 3,142ktoe と微増した。

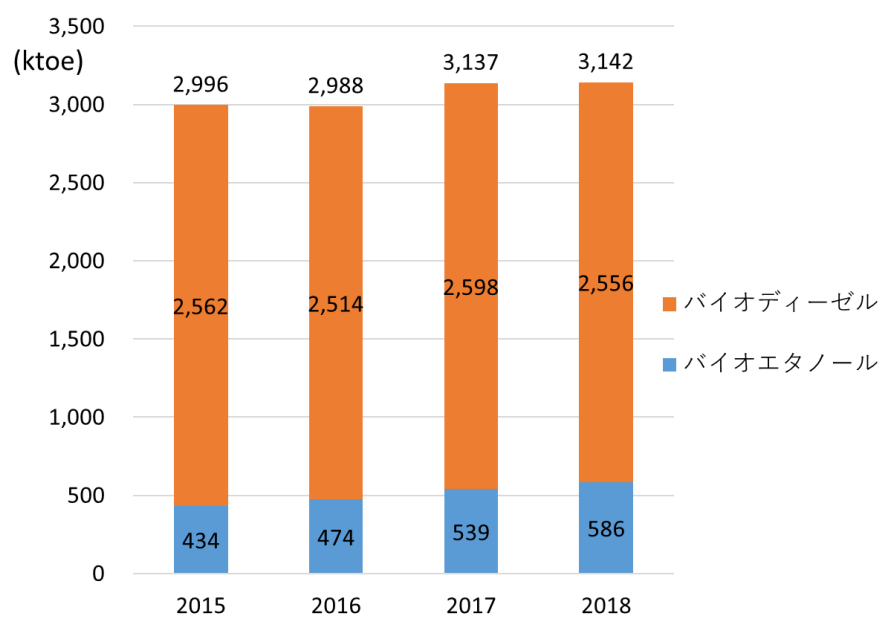


図 2-20 フランスにおける輸送用バイオ燃料の種類別構成 (ktoe)

出所) Progress Report on the promotion and use of energy from renewable sources Forth report より作成

2.8 オランダ

2.8.1 バイオ燃料の政策動向

(1) バイオ燃料証明書 (HBEs)

オランダは、道路輸送用燃料（road transport fuels）の供給者に対し、再生可能エネルギーから一定割合の燃料を供給することを義務付けている。義務率は下表のとおりである。

表 2-31 バイオ燃料導入義務率

	2018 年	2019 年	2020 年
合計	8.5%	12.5%	16.4%
先進的バイオ燃料、最低導入率	0.6%	0.8%	1.0%
従来バイオ燃料、導入上限率	3.0%	4.0%	5.0%

出所）NEA, Annual obligation <https://www.emissionsauthority.nl/topics/obligations---energy-for-transport/annual-obligation>（2021 年 3 月 3 日閲覧）より作成

導入量に加えて、燃料の GHG 削減についても義務付けられており、ライフサイクルベースの GHG 排出量について 2020 年には 2010 年比 6%削減が目標とされている。具体的には、2010 年のベースライン排出量 94.1g-CO₂/MJ に対して、2020 年には 88.45g-CO₂/MJ に減少することを目標としている。

導入量および GHG 削減に関する目標達成は、Hernieuwbare Energieeenheden (HBEs)と呼ばれるバイオ燃料認証の仕組みで確認されている。毎年、燃料供給事業者は必要な HBE を Energy for Transport Registry (REV : Register Energie voor Vervoer)に償却することで義務を履行する。HBE は自らバイオ燃料を生産することで取得できるほか、HBE を保有する他社から購入することでも取得でき、取引可能な証書として流通している。HBE には表 2-32 に示すとおり、HBE Advanced、HBE Conventional、HBE Other の 3 種類がある。上表の先進的バイオ燃料に当たるものが HBE-A であり、燃料供給事業者は最低導入率を満たす必要がある。一方、上表の従来バイオ燃料に当たるものが HBE-C であり、導入上限率を超えて使用することができない。

表 2-32 HBE の種類

HBE の種類	原材料	詳細
HBE Advanced (HBE-A)	先進型バイオ燃料(液体またはガス)	Annex IX Part A の原料から生成されたバイオ燃料
	再生可能燃料(液体またはガス)	バイオマス以外の再生可能エネルギーから生成された燃料
HBE Conventional (HBE-C)	従来バイオ燃料(液体またはガス)	農作物及びエネルギー穀物から生成されたバイオ燃料
HBE Other (HBE-O)	その他のバイオ燃料(液体またはガス)	Annex IX Part B の原料から生成されたバイオ燃料 Annex IX で示されず、農作物及びエネルギー穀物から生成されてもいない原料から生成されたバイオ燃料
	電力	再生可能な電力

出所）NEA, Renewable energy units, <https://www.emissionsauthority.nl/topics/general---energy-for-transport/renewable-energy-units>（2021 年 3 月 3 日閲覧）より作成

GHG 削減率に関しては、毎年の HBEs の平均的な CO₂ 排出削減量が前年の実績をベースに規定されており、2020 年の場合は 46g-CO₂/GJ である⁷。GHG 削減目標に不足する場合は、ドイツの運用する燃料の上流（製油所より手前）における GHG 削減クレジット（Upstream Emission Reductions, UERs）、もしくは京都議定書の定めるクリーン開発メカニズムの一部のタイプのプロジェクトから生じるクレジット（Certified Emissions Reductions, CERs）を活用することができる。

(2) 2 倍計上に関する法令

2009 年に、「より優れたバイオ燃料の 2 倍計上に関する省令 (the Ministerial Order on double-counting of better biofuels)」が発効された。オランダはそのような法律を制定した最初の EU 加盟国であった。

その後、オランダの再生可能エネルギー指令と燃料品質指令 (FQD) によって置き換えられ、2011 年 1 月 1 日より施行された。当時、2 倍計上に関する法律は、輸送分野の再生可能エネルギーに関する指令 Order on renewable energy for Transport に盛り込まれていた（第 16 条、17 条）。この指令は、2013 年と 2015 年に改正されたが、2015 年の改正で 2 倍計上の規則に変更は加えられなかった。廃棄物、残渣、非食物由来セルロース及びリグノセルロース系材料から製造されたバイオ燃料は、ある条件下で 2 倍計上される。

RED Annex IX Part A 及び Part B の両方が 2 倍計上になるということは、すなわち HBE の 2 倍のクレジットをもたらすことを意味する。REV で 2 倍計上を行いたい企業は、バイオ燃料のダブルカウント証明書を持っている必要がある。

2.8.2 バイオ燃料の導入状況

(1) 再生可能エネルギー源別の導入状況

オランダにおける輸送用再生可能エネルギーの比率は図 2-21 に示すとおり、2019 年時点で 12.5%と、2020 年目標 10%の目標を既に達成している。2017 年より次世代バイオ燃料が順当に増加している。

オランダでは近年、第 1 世代バイオ燃料から次世代バイオ燃料への転換が進んでおり、バイオ燃料のうち、7 割以上を次世代バイオ燃料が占める。

⁷ <https://www.emissionsauthority.nl/topics/obligations---energy-for-transport/obligation-to-reduce-greenhouse-gas-emissions-2020/complying-with-obligation-to-reduce-greenhouse-gas-emissions-2020> (2021 年 3 月 3 日閲覧)

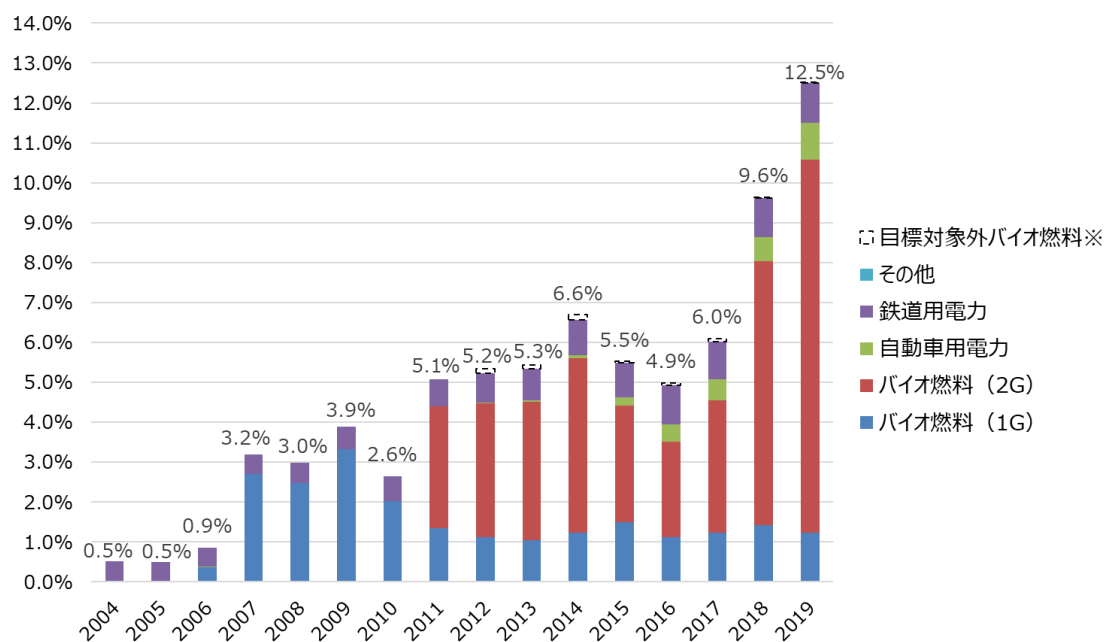


図 2-21 オランダにおける輸送用再エネ比率推移

※目標対象外バイオ燃料：持続可能なバイオ燃料の基準を満たすことが確認できていないバイオ燃料

※Annex IX（次世代バイオ燃料）は2倍計上された値

出所）Shares 2019 Results, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> より作成

(2) バイオ燃料の内訳

オランダの輸送部門における持続可能なバイオ燃料は、図 2-22 に示すとおり、2017 年 303ktoe から 2018 年 507ktoe へと大幅に増加した。バイオディーゼル（FAME）の生産増加によるところが大きい。

図 2-23 に示すとおり、導入上限付き次世代バイオ燃料（廃食油・動物性油脂）が占める割合が増え、6 割以上を占めている。

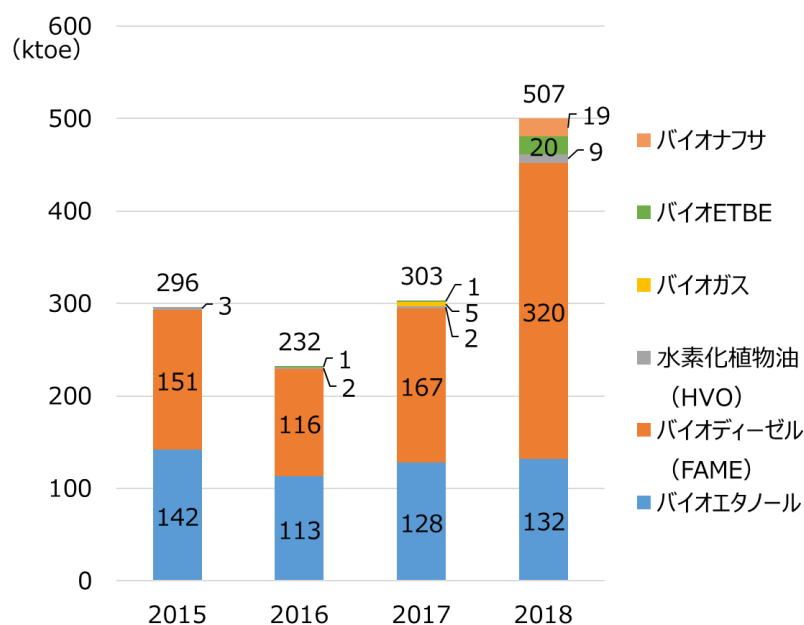


図 2-22 オランダにおける輸送用バイオ燃料の種類別構成 (ktoe)

出所) Progress report Energy form renewable sources in the Netherlands 2017-2018 より作成

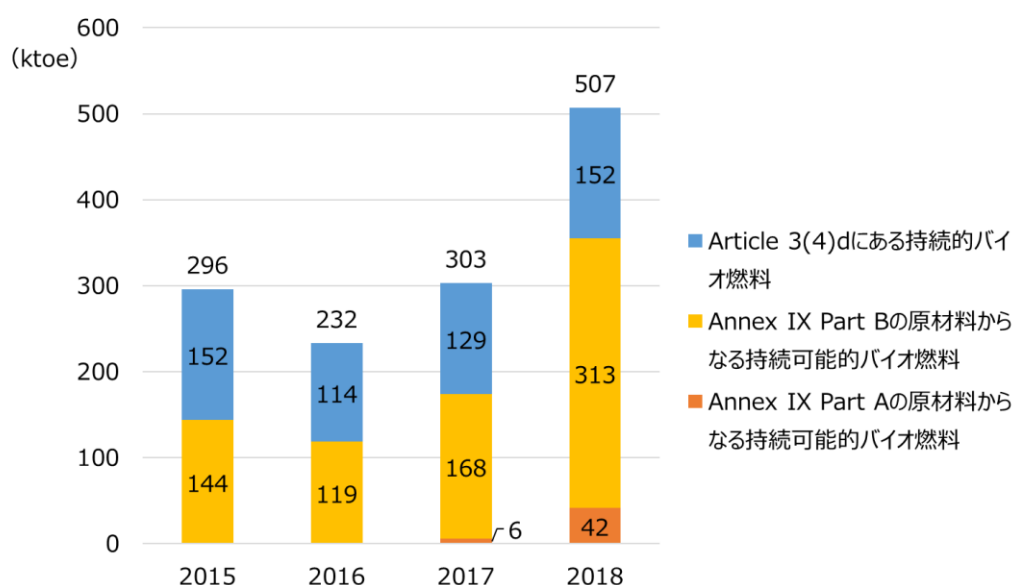


図 2-23 オランダにおける輸送用バイオ燃料の原料別構成 (ktoe)

※Article 3(4)d：第1世代バイオ燃料、Annex IX Part B：導入上限付き次世代バイオ燃料（廃食油・動物性油脂）

出所) Progress report Energy form renewable sources in the Netherlands 2017-2018 より作成

(3) 次世代バイオ燃料の内訳

Annex IX Part A のバイオ燃料導入量は、バイオ燃料全体において占める割合は小さいが、2017 年の 6ktoe から 2018 年に 42ktoe と大幅に増加し全体の 1 割を占めるまでになった。2018 年には図 2-24 に示す通りパーム油工場排水、パーム空果房由来バイオ燃料と林業廃材

中のバイオマスで過半数を占めている。

Annex IX Part B の大半は図 2-25 に示すとおり、廃食油が占めており、2017 年の 151ktoe から 2018 年には 274ktoe と増加している。

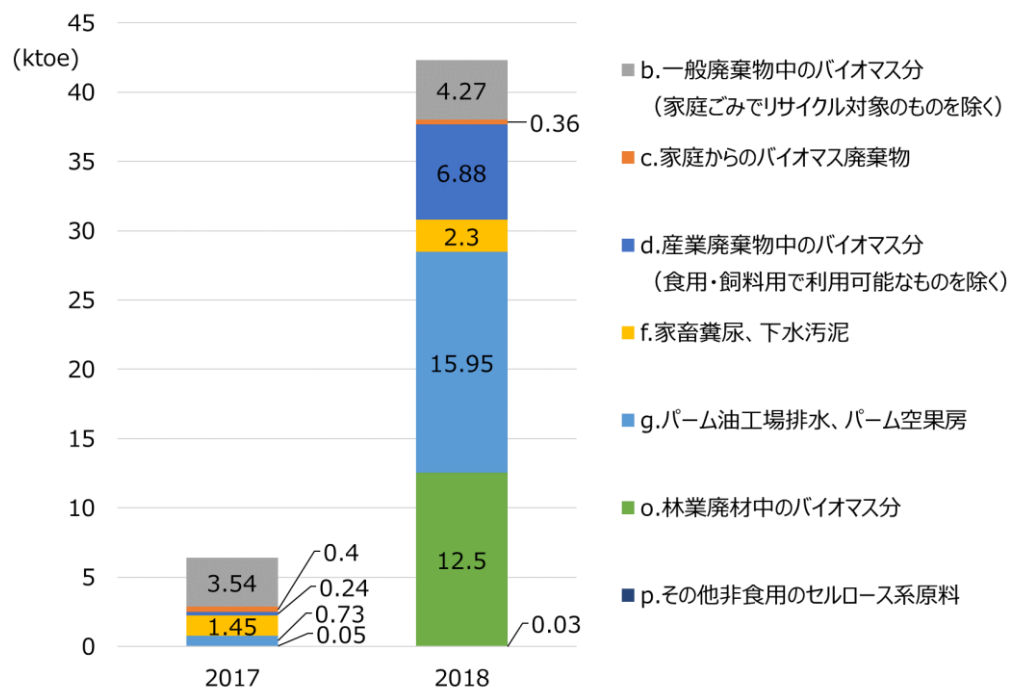


図 2-24 オランダにおける Annex IX Part A の原料別構成 (ktoe)

出所) Progress report Energy form renewable sources in the Netherlands 2017-2018 より作成

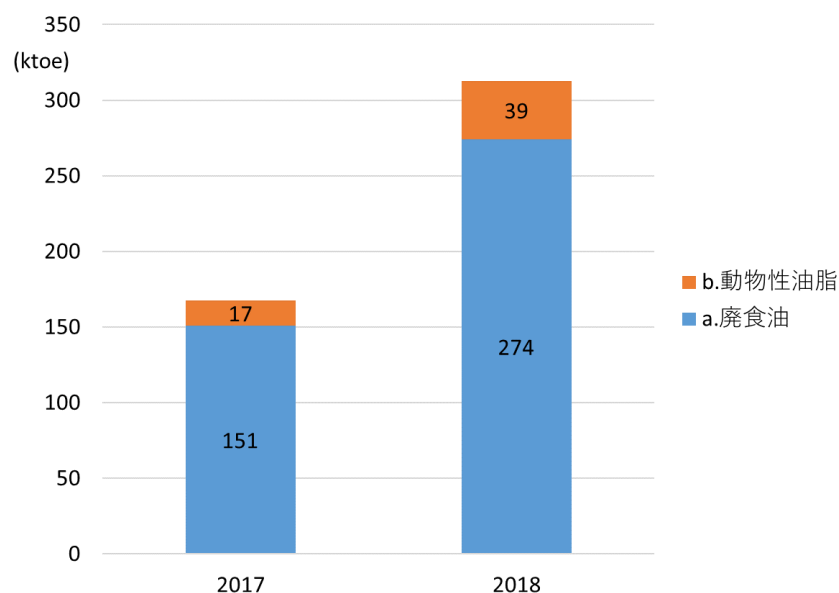


図 2-25 オランダにおける Annex IX Part B の原料別構成 (ktoe)

出所) Progress report Energy form renewable sources in the Netherlands 2017-2018 より作成

2.9 スウェーデン

2.9.1 バイオ燃料の政策動向

スウェーデンは世界で初めて 1991 年に CO2 税を導入するなど、環境先進国である。

バイオ燃料に関する政策一覧を表 2-33 に示す。これまでバイオ燃料に対する燃料税の免除額を広げることで、バイオ燃料の導入量を拡大してきた。免税措置の対象となるバイオ燃料は、RED I を元に政府が定めた持続可能性基準の達成が求められる。しかし、これは「補助金」にあたるとして欧州委員会により禁止するよう求められており、免税措置から GHG 削減義務化に移行した。

表 2-33 スウェーデンにおけるバイオ燃料に関する政策

政策の名称	期待される結果	対象	開始日と終了日
エネルギー税と CO2 税の変更 Changed levels of energy taxes	・CO2 排出量を低減するため、環境運営が促進される	燃料生産者あるいは大規模事業者	2017 年 1 月 1 日に改正
ポンプ法 The Pump Act	・すべての大規模なガソリンスタンドに少なくとも一つの再生可能燃料を供給することを義務付け、再生可能燃料の利用可能性を改善し、輸送部門における CO2 排出を削減	ガソリンスタンドの所有者	2005 年 12 月～
再生可能指令に定められた持続可能性基準の実施 Implementation of the sustainability criteria laid down in the Renewables Directive	・持続可能なバイオ燃料とバイオ液体の利用を促進する政策 ・バイオ燃料及びバイオ液体の持続可能性基準に関する法律 (2010:598)	バイオ燃料・バイオ液体の供給者と消費者	2011 年～
排出削減義務 Emission Reduction obligation	・化石燃料に対するバイオ燃料の混合率を上げることで、GHG 排出削減	燃料販売者、消費者	2018 年 7 月 1 日開始

出所) Government Offices of Sweden, Sweden's fifth progress report on the development of renewable energy pursuant to Article 22 of Directive 2009/28/EC

(1) エネルギー税と CO2 税の変更

スウェーデンの燃料規格では、混合率上限をエタノール 10%、FAME7%と定めている。

2018 年 7 月 1 日に GHG 削減義務が課せられることにより、これまで税免除の対象であった低濃度 FAME、エタノールが 100%課税されることとなった。

エネルギー税についてはガソリンやディーゼルと同様に、体積あたりの課税（税率も同水

準)。CO₂ 税について、バイオ燃料は RED I の規定値に基づく排出量に応じて課税される（排出量あたりの税率はガソリン、ディーゼルと同水準）。

高濃度バイオ燃料については 100%免税により導入を促進し、削減義務の計上対象外となる。低濃度バイオ燃料も含めた免税措置について、液体燃料は 2018 年末まで、気体燃料は 2020 年末までの承認を欧州委員会より得ていたが、同期限を迎えるにあたって改定した。高濃度バイオ燃料については、免税措置の延長が承認されている。

表 2-34 削減義務開始によるバイオ燃料に課せられる税変化

バイオ燃料の種類		エネルギー税（2018/7 以前→以後）	CO ₂ 税（2018/7 以前→以後）
バイオディーゼル（FAME）	低濃度 B7	36%免除→100%課税	100%免除→100%課税
	高濃度~100%	63%免除→100%免除	100%免除→100%免除
バイオエタノール	低濃度 E10	88%免除→100%課税	100%免除→100%課税
	E85	92%免除→100%免除	100%免除→100%免除
	ED95※	100%免除→100%免除	100%免除→100%免除
バイオガス、バイオ DME	自動車用燃料用途	100%免除→100%免除	100%免除→100%免除

※ディーゼルエンジンで使えるエタノール燃料（95%エタノール+5%添加物）

出所）Government Offices of Sweden, Sweden’ s fourth progress report on the development of renewable energy pursuant to Article 22 of Directive 2009/28/EC

（2）排出削減義務

排出削減義務（Emission Reduction obligation）は 2017 年 9 月 14 日に提案され、2018 年 7 月 1 日より施行されている。

ガソリンとディーゼルの供給業者は、バイオ燃料の混合率を高めることによって CO₂ 排出量を削減することを義務付けられている。2030 年までにディーゼル車とガソリン車の使用による GHG 排出量を少なくとも 40%削減することを目標として掲げており、これはバイオ燃料の占める比率が約 50%になることに相当する。

2018 年の GHG 削減義務は表 2-35 に示すとおり、ガソリンで 2.6%、ディーゼルで 19.3%であり、2020 年まで継続的に増加する。スウェーデン政府（Swedish Energy Agency）は 2021-2030 年の削減義務について検討を開始しており、2021 年に策定予定である。

なお、低濃度（E10/B7）については GHG 削減義務による導入促進に移行し、燃料税免除の対象外となる。一方、高濃度については免税の対象となり、GHG 削減義務の計上対象外となる。

排出削減義務を履行しない燃料販売者には、未達分に対して最大 SEK 7/kgCO₂ の罰金が徴収される（SEK：スウェーデンクローナ、1SEK≒13 円）。

表 2-35 GHG 削減率義務

	2018/7/1	2019/1/1	2020/1/1
ガソリン	2.6%	2.6%	4.2%
ディーゼル	19.3%	20.0%	21.0%

出所) Government Offices of Sweden, Sweden's fifth progress report on the development of renewable energy pursuant to Article 22 of Directive 2009/28/EC より作成

2.9.2 バイオ燃料の導入状況

(1) 輸送用燃料の動向

1) 再生可能エネルギー源別の導入状況

スウェーデンにおける輸送用再生可能エネルギーの比率は図 2-26 に示すとおり、2019 年時点で 30.3%と、2020 年目標 10%を既に大幅に上回っている。

2016 年には、第 2 世代が第 1 世代を上回り、バイオ燃料の半分以上の割合を占めていたが、2017 年以降は再び第 1 世代の割合が第 2 世代の割合を上回っている。

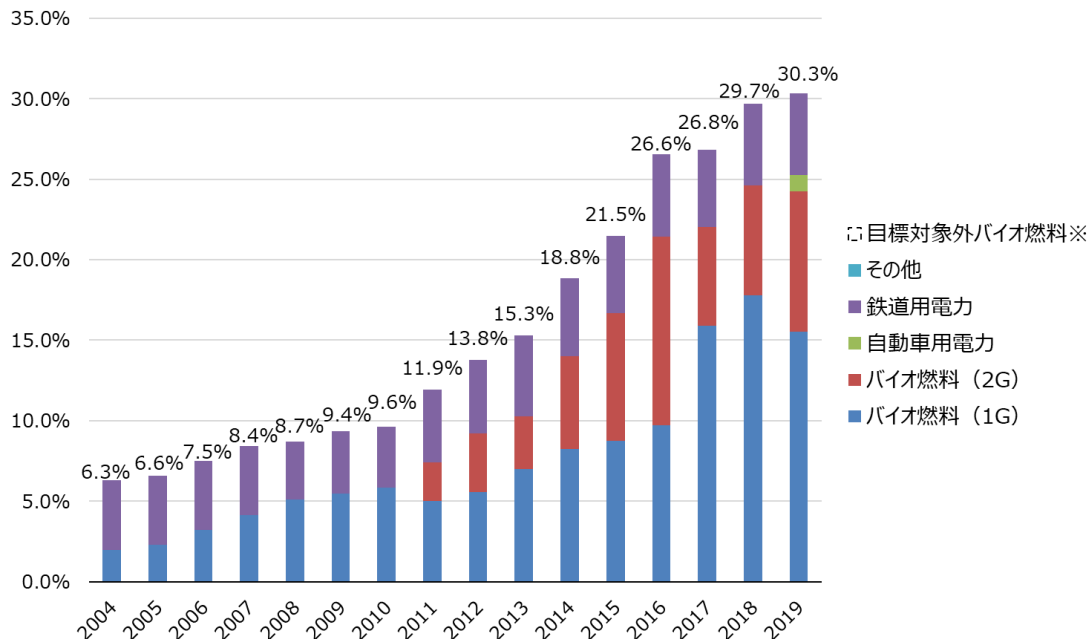


図 2-26 スウェーデンにおける輸送用再エネ比率推移

※目標対象外バイオ燃料：持続可能なバイオ燃料の基準を満たすことが確認できていないバイオ燃料

出所) Shares 2019 Results, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> より作成

2) バイオ燃料の内訳

スウェーデンの輸送部門における持続可能なバイオ燃料は、図 2-27 に示すとおり、2017 年 1,376ktoe から 2018 年 1,500ktoe へ増加した。この増加には、バイオディーゼル (FAME) が 1.5 倍に増加したことが寄与している。

原料別構成をみると (図 2-28)、次世代バイオ燃料の半分以上を占めているのは、パルプ・

製紙業の残渣・副産物である亜硫酸塩・トール油である。

バイオ燃料の成長は当初バイオエタノールによるものであった。これは大規模なガソリンスタンドが少なくとも一つのポンプにバイオ燃料オプションを提供することを義務付けた「ポンプ法」によって実現した。近年、バイオディーゼルは水素化植物油（HVO）の急速な成長により道路輸送における主要バイオ燃料となっている。

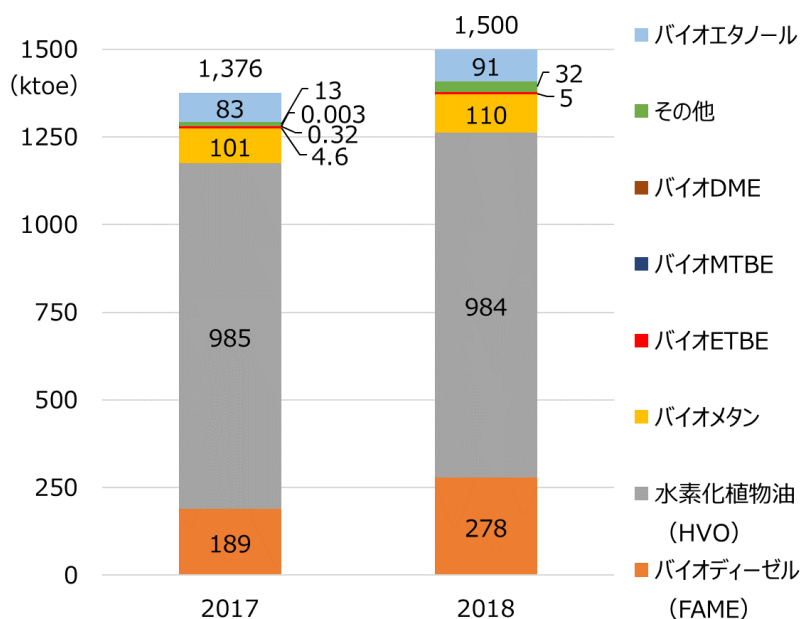


図 2-27 スウェーデンにおける輸送用バイオ燃料の種類別構成 (ktoe)

出所) Sweden's fifth progress report on the development of renewable energy pursuant to Article 22 of Directive 2009/28/EC より作成

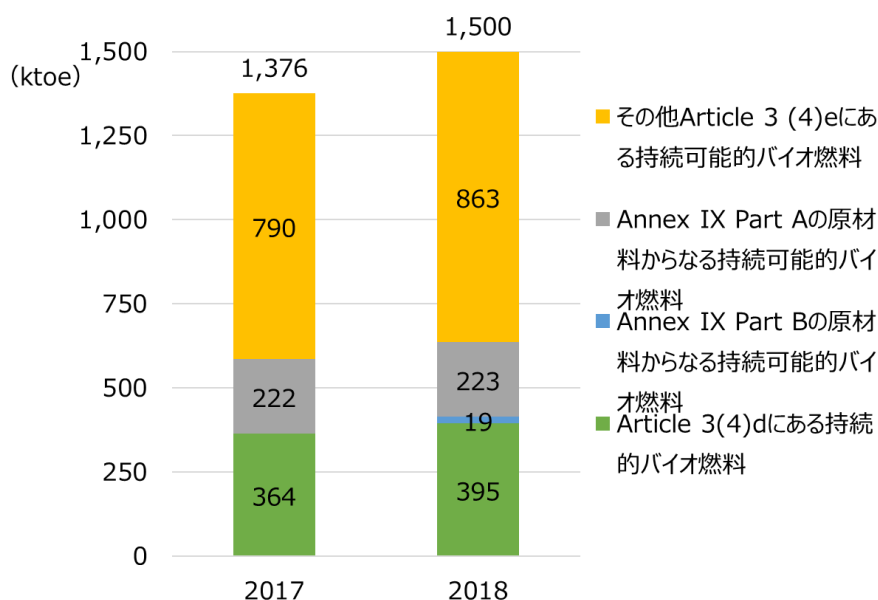


図 2-28 スウェーデンにおける輸送用バイオ燃料の原料別構成 (ktoe)

出所) Sweden's fifth progress report on the development of renewable energy pursuant to Article 22 of Directive 2009/28/EC より作成

3) 次世代バイオ燃料の内訳

Annex IX Part A のバイオ燃料導入量内訳を図 2-29 に示す。図 2-28 は持続可能性が検証されたバイオ燃料のみを計上しているため、合計の数値は一致しない。

2017 年には林業廃材中のバイオマスが過半数を占めていたが、林業廃材の微減とその他バイオマスの増加によって占める割合が半分を切る事となった。

Annex IX Part B のバイオ燃料導入量内訳を図 2-30 に示す。図 2-28 は持続可能性が検証されたバイオ燃料のみを計上しているため、合計の数値は一致しない。

2017 年には Annex IX Part B の原材料からなるバイオ燃料はゼロであったが、2018 年には 22.5ktoe まで増加している。

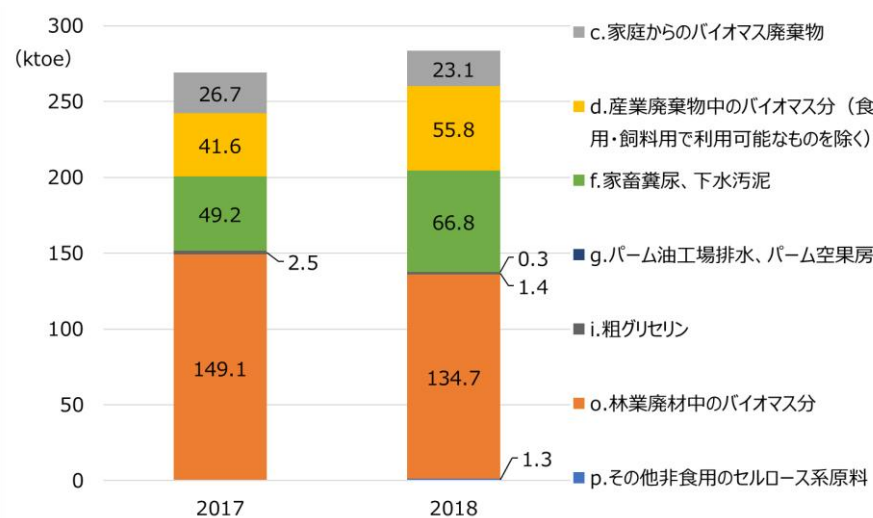


図 2-29 スウェーデンにおける Annex IX Part A の原料別構成 (ktoe) ⁸

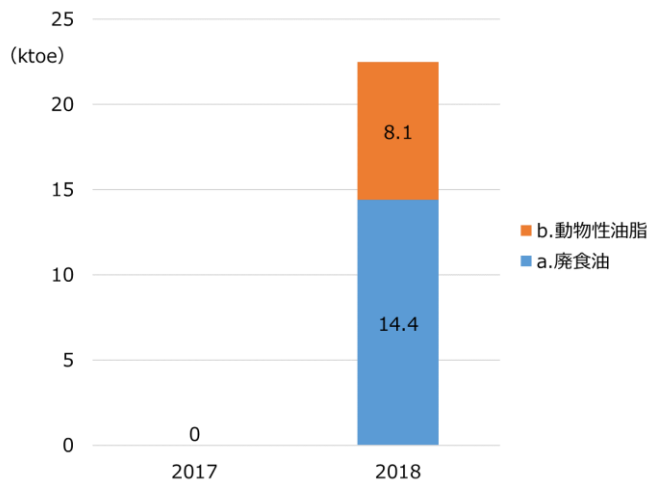


図 2-30 スウェーデンにおける Annex IX Part B の原料別構成 (ktoe)。

出所) Sweden's fifth progress report on the development of renewable energy pursuant to Article 22 of Directive 2009/28/EC より作成

⁸ 図 2-28 は持続可能性が検証されたバイオ燃料のみを計上しているため、合計の数値は図 2-29、2-30 とは一致しない。

2.10 ノルウェー

2.10.1 バイオ燃料の政策動向

ノルウェーは EU に加盟していないものの EU 再生可能エネルギー指令に準拠しており、2030 年までに先進型バイオ燃料を 3.5%にする目標を掲げている。

道路輸送用燃料については液体バイオ燃料の供給義務がある。国内の混合義務率は 2015 年に 5.5%であったが、2017 年には 7%に引き上げられた。その結果、2017 年の混合率は 16%となった。2020 年のバイオ燃料供給義務は 20%であり、先進型バイオ燃料の供給義務は 4%である（先進型の 2 倍計上を含む）。

2015 年 10 月 1 日以前は持続可能性の基準を満たしたバイオディーゼルはディーゼル燃料の半分の税率に相当する道路使用税の減免の対象となった。バイオエタノールは 50%を超える混合率の場合、道路使用税は免除される。混合率が低い場合、バイオエタノールにはガソリンと同じ道路使用税がかかる。ただし、義務量を超えて販売される量については同じ日付以降道路使用税を免除されることになる。2020 年 7 月 1 日以降、道路輸送で使用されるバイオ燃料はすべて道路使用税の対象となる。

2.10.2 バイオ燃料の導入状況

(1) 再生可能エネルギー源別の導入状況

ノルウェーにおける輸送用再生可能エネルギーの比率は図 2-31 に示すとおり、2016 年時点で 14.0%と 2020 年目標 10%を既に大幅に上回っている。2018 年には第 1 世代が減少し前年と比べて減少したが、2019 年には第 1 世代、第 2 世代共に増加し過去最高となっている。

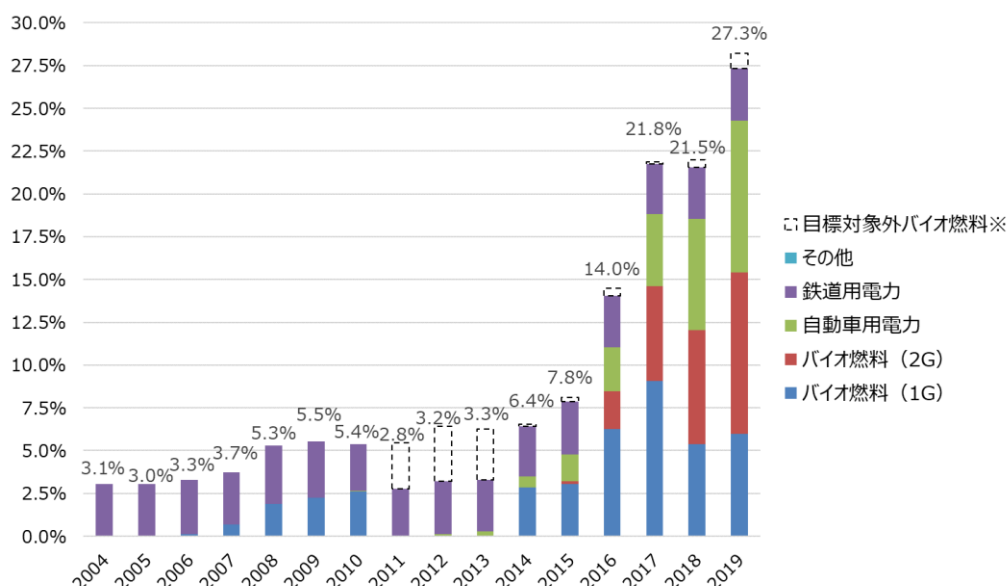


図 2-31 ノルウェーにおける輸送用再エネ比率推移

※目標対象外バイオ燃料：持続可能なバイオ燃料の基準を満たすことが確認できていないバイオ燃料
出所）Shares 2019 Results, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> より作成

(2) バイオ燃料の内訳

ノルウェーの輸送部門における持続可能なバイオ燃料は、図 2-32 に示すとおり、2017 年 502ktoe から 2018 年 390ktoe へと 2016 年の水準まで減少した。この減少には、バイオディーゼル（第 1 世代）の半減によるものである。

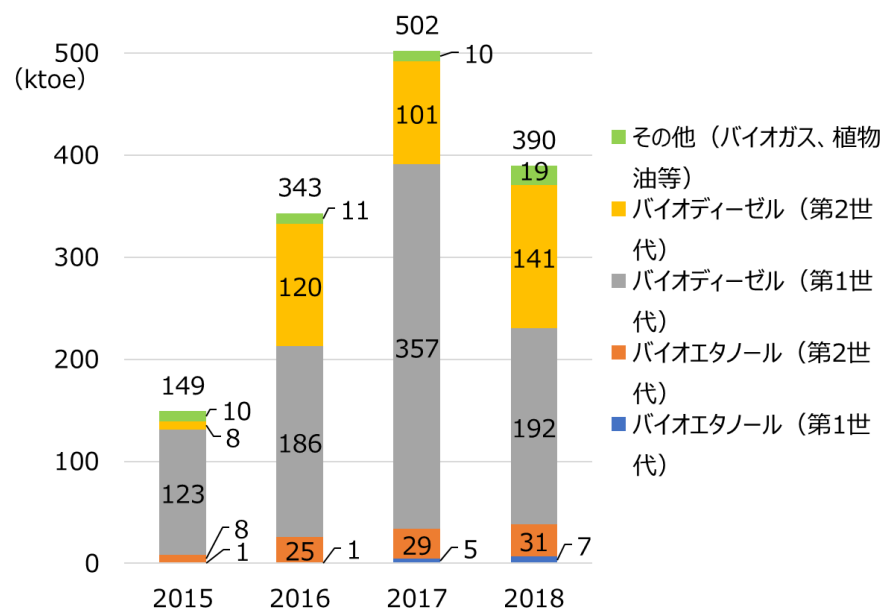


図 2-32 ノルウェーにおける輸送用バイオ燃料の種類別構成 (ktoe)

出所) Annex 4: 2017/2018 report より作成

2.11 中国

2.11.1 バイオ燃料の政策動向

(1) 第13次5ヵ年開発計画

中国政府（China's State Council）は2016年10月24日、2020年までにバイオエタノールを5,068百万リットル、バイオディーゼルを2,272百万リットル生産するという目標を発表した。この目標は現在の水準の4倍であると予測されるが、根底にある経済基盤と国家や地方政府の支援が欠如していれば、生産を拡大するのは難しい。

2017年9月13日には、国家発展改革委員会（NDRC）、国家能源局（NEA）、金融省（Ministry of Finance）と12の省庁が輸送分野におけるエタノールの生産・販売を拡大する計画を発表した。これには、2020年までにガソリン燃料にエタノールを10%混合するという全国的な目標や、2025年までに商業規模のセルロース系エタノールへの移行を提案するものが含まれている。商業規模のセルロース系エタノール生産の数値目標は発表されていない。

現在に至るまで、エタノール燃料の生産キャパシティ拡大のペースは加速しているものの、環境規制や技術的な制限に関連して、多くの逆風に直面している。

(2) 青空3年計画（Blue Sky Protection Plan 2018）

2018年7月3日、二酸化硫黄と窒素酸化物の排出量を2015年比で少なくとも15%削減し、PM2.5の濃度を2020年までに2015年比18%引き下げを目標とした「青空3年計画2018」を発表した。

この一環として中国環境省（Ministry of Ecology and Environment, MEE）は、2018年6月28日より、すべての新型乗用車・大型トラックの燃費基準を2020年7月1日から全国的に引き上げることを発表した。2019年にはバイオディーゼル燃料混合物を使用して雲南省で試験走行した大型トラックは、中国VI排出基準を満たすディーゼル燃料と比較して、燃料コストやエンジン性能に不利になることなく、よりPM2.5の濃度を下げ、温室効果ガスの削減に効果があると結論づけた。

MEEは2020年5月に、主要都市でのPM2.5の濃度は依然として国際基準値の上限を上回っていると発表している。

(3) E10について

2017年9月13日にNDRC・NEA・経産省・そしてその他12の省により、2020年までに中国全土におけるバイオエタノールの混合率を10%まで引き上げる事（E10）が宣言された。2年後、2019年12月に中国メディアによりE10の義務化が延期されるだろうということが報道され、当時時点での混合率の継続に留まるとした⁹。報道の背景としては、2017年からの成長度合いを鑑みると、2020年に全ての生産工場が100%稼働したとしても最大混合率は

⁹ <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/agriculture/093020-interview-china-to-keep-ethanol-program-steady-national-blend-rate-seen-at-4-us-grains-council>

4%にとどまるためである。

2020 年現在、公式には E10 達成に向けて 2019 年までと同程度の拡大努力を続けるとしているが、COVID-19 の影響を受け、2020 年のエタノール消費量は 30 億 1,000 万 L と 2017 年のレベルに戻り、予想生産量も 32 億 L と 2017 年から 2 億 L のみの増産にとどまると予想される。

(4) バイオディーゼルの追加関税 (HS 27102000 及び HS 382600)

2018 年 8 月 23 日、中国は 1~30%のバイオディーゼルを含む米国産石油（バイオディーゼル混合率上限 30%の石油、HS 27102000）に 25%の追加関税を課し、実質的に関税を 6%から 31%に引き上げた。

(5) 税制優遇

2017 年に、中国の税務局は、エタノール製品の輸入に適用される有効 VAT を 13%から 11%に引き下げた。使用済みの動植物油から作られたバイオディーゼルの輸出は 70%の付加価値税の払い戻しを受ける。適格生産者は、関連する製品の課税所得から 90%の割引を受けることができる。国内でのバイオディーゼルの使用を支援するために、税務当局は使用済み食用油（UCO）を用いて生産された B100 バイオディーゼルに対する消費税を免除する政策を発表した。

2. 11. 2 バイオ燃料の導入状況

(1) バイオエタノールの導入状況

中国は米国、ブラジル、EU に次ぐ世界第 4 位のエタノール生産・消費国であるが、2020 年にはカナダに抜かれ 5 位となると予想されている。2015 年までは輸入が禁止されており、輸出のために中国が余剰生産を行うことはほとんどなかった。中国政府は E10 を実施する行政区域を倍増し、生産能力を拡大するために投資を行っており、エタノールとガソリンの混合を拡大している。しかし、短期的な構造的課題と長期的な原料供給の課題に直面しており、E10 を達成するのに十分なエタノール燃料を生産することはできないとみられている。

2020 年のエタノール燃料の消費量は 30 億 L となり、2019 年より 13 億 L の大幅な減少となる。これは新たな州及び自治体のガソリンに対するエタノール混合拡大指令が延期になったことと COVID-19 の影響により旅行などの移動が制限されたためである。

生産量も 32 億 L となり、2019 年よりも 11 億 L の大幅な減少となる。中国のエタノール燃料の 87%はトウモロコシを原料とし、11%はキャッサバとサトウキビを原料とし、残りの 2%はセルロース系原料である。2018 年、2019 年のエタノール燃料の拡大のほとんどは、中国のトウモロコシを原料とする 8 つの主要なエタノール生産工場の生産量増加に伴うものである。

表 2-36 中国の燃料用バイオエタノールの生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	0	0	0	0	0
生産量	2,534	3,041	2,914	4,339	3,214
輸入量	871	8	759	0	100
輸出量	1	3	35	7	0
消費量	3,404	3,046	3,638	4,332	3,314
期末在庫	0	0	0	0	0

表 2-37 中国の燃料用バイオエタノールの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	10	11	12	14	18
生産能力	3,600	4,200	5,000	5,257	6,578
稼働率	70%	72%	58%	82%	49%

*2020 年は見通し

出所) USDA, China: Biofuels Annual 2020

(2) バイオディーゼルの導入状況

税制上の優遇措置があることをのぞけば、中国のバイオディーゼル市場は非常に限られている。2013 年から 2014 年にかけて、指標原油価格が 1 バレルあたり \$100 を超えた時点でバイオディーゼルの需要は拡大した。当時、バイオディーゼルの消費量は、国内生産と輸入によって均等に供給され、過去最高の 21 億リットル（180 万トン）に達した。しかし、2015 年には原油価格が暴落し、利さやがマイナスに転じ、任意のバイオ燃料混合物は姿を消した。2018 年から 2019 年にかけて中国のバイオディーゼルの需要は回復したが、2013 年、2014 年のピークレベルを下回ったままである。原油価格は 2014 年以前の水準までは戻っていないが、パーム油価格は引き続き下落しており、パーム油ベースのバイオディーゼルの義務的ではない需要状況を作り出した。中国ではバイオディーゼル混合燃料の使用基準や義務化はないため、導入拡大は厳しいものと見込まれている。

表 2-38 中国のバイオディーゼルの生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	0	0	0	0	0
生産量	909	1,043	834	939	1,455
輸入量	8	18	853	953	60
輸出量	76	194	357	752	715
消費量	841	867	1,330	1,140	800
期末在庫	0	0	0	0	0

*2020 年は見通し

出所) USDA, China: Biofuels Annual 2020

表 2-39 中国のバイオディーゼルの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	48	46	44	40	42
生産能力	2,680	2,680	2,680	2,680	2,726
稼働率	33.9%	38.9%	31.1%	35.0%	53.4%

*2020 年は見通し

出所) USDA, China: Biofuels Annual 2020

1) 消費

2020 年のバイオディーゼル消費量は 8 億リットルと推定され、2019 年から 30%の減少となった。この落ち込みは中国での裁量消費需要が 2019 年 10 月より落ちはじめ、2020 年には実質ゼロとなったためである。中国では他国と違いバイオディーゼルの主な用途は発電、漁船、農機具の燃料であり、陸上輸送が必要において占める割合は全体の約 1/3 にとどまる。

バイオディーゼルプログラムを実施している地方自治体は上海のみである。2017 年 10 月、Sinopec Shanghai はパイロットプログラムの一環として、B5 ディーゼルを通常のディーゼルに対して 1 リットルあたり 0.05 ドル（0.3 元）割引で提供を開始した。B5 が市場に完全に普及すれば、B5 を 6 億 8,200 万リットル（60 万トン）も消費することになる（B100 バイオディーゼルでいえば 3400 万リットル）。上海のプログラムはこれまで他の地方自治体がバイオディーゼルの義務化が失敗してきた歴史を覆そうとしている。現在、上海市はバイオディーゼルの混合工場を設立し年間 40–60 万トンの B5 ディーゼルを市内の 240 以上（Sinopec の市内のガスステーションの約 41%）のガスステーションに供給している。

直近の報告では、Sinopec と CNPC が国内のバイオディーゼルの輸出のために購入し始めたことあり、中国産バイオディーゼルの品質が State Owned enterprises（SOEs）に認められた事を示している。また、今年 4 月にはネット通販などの輸送トラックが通常運営に戻り、ディーゼル全体の需要は COVID-19 前に戻っている。

2) 生産

2020 年のバイオディーゼル生産量は 14 億 5,500 万リットルと推定されている。これは 2019 年に比べて 54%の増加であり、強い輸出能力によって支えられている。

中国のバイオディーゼル生産計画は、当初より使用済み食用油（UCO）を食品利用せず、食品の安全性に対する懸念を和らげることを目指していた。しかし、中国におけるバイオディーゼルの原料は依然として UCO に完全に依存し続けている。一部の小規模な食用油ブローカーは、一般に「地溝油（gutter oil）」として知られる廃食用油と食用油をブレンドしたものを、レストランで使用するために転売している。中国は 2018 年に約 1,000 万トンの地溝油を生産し、そのうち約 10%がバイオディーゼルの生産に使われた。約 0.97 トンの UCO は 1 トンのバイオディーゼルの生産ができる。

COVID-19 の影響により、多くの飲食店が営業を停止したため、UCO の供給は大幅に落ち込んだ。一方で、家庭での食用油の使用量が増加したため、酸化油の供給は増加した。それにより、酸化油を原料としてディーゼルの生産できる工場は生産量を維持できている。

中国科学院（CAS）によると、2015年のバイオディーゼル生産能力は3,420～39億9,000万リットル（3～350万トン）であった。しかし、業界筋によると、中国のバイオディーゼル・プロセッサの多くは使われておらず、生産容量は現在1,140～17億1,000万リットル（1.0～150万）に近いという。現在の生産容量は27億リットル近くあり、容量利用率は30%強である。

3) 貿易

a. 輸入

2020年のバイオディーゼルの輸入量は、2014年以来の最大値であった2019年の9億5,300万リットルから6,000万リットルに減少すると予測されている。輸入の90%以上がインドネシアとマレーシアからパーム油ベースのバイオディーゼルであると報告されている。

b. 輸出

2019年はEUによる強い需要により、中国のバイオディーゼル輸出業にとって好調な年となった。バイオディーゼルの価格は1年間の間に1トン当たり5000RMBから7000RMBへと高騰した。（RMB：人民元、1RMB≒17円）

2020年では、1月から5月にかけては前年比で75.8%の急成長を遂げた。その多くはEUへの輸出である（EUの方針で廃棄物由来のバイオディーゼルへの需要が高いため）。COVID-19はEUへの輸出に対してあまり大きな影響を与えなかった。これは、中国の輸出量がEUにおける需要量のうちのわずか3-5%であるためである。中国のトップ輸出企業4社によると2月時点でEUへの輸出は変わらず続いていると述べている。

(3) バイオジェット燃料の導入状況

2012年9月、Sinopec（中国石油化工集団）はAirbusと提携し、杭州製油所の独自の処理技術に基づいて中国国家規格「#1 バイオジェット燃料」を開発した。

2017年11月、BoeingとSinopecは中国の海南航空と提携し、UCO由来のジェット燃料をBoeing787 ドリームライナーに供給し、11,000キロメートルのフライトを行った。海南航空は以前、2015年にバイオ燃料ベースのフライトを実施していた。

2019年9月、Sinopec主導で航空用バイオ燃料製造のための準備段階に入り、工業的生産への足掛けとした。

現在、中国では米国やEUのようなバイオジェット燃料への政策的支援がなく、商業フライトにおけるSAFの購入契約はない。

2.12 インド

2.12.1 バイオ燃料の政策動向

(1) National Policy on Biofuels 2018

2018 年 6 月 4 日、インド政府石油天然ガス省（MoPNG）は、「バイオ燃料に関する国家政策 2018（National Policy on Biofuels 2018）」を正式に公示した。連合内閣の承認を得て 2018 年 5 月 16 日に施行された。

この政策において、2030 年までにバイオエタノールのガソリン混合率を 20%、バイオディーゼルのディーゼル混合率を 5%とすることを目標として掲げている。新しい政策の主な焦点は、国産原料由来バイオ燃料の入手を確実にすることである。この方向への一歩として、国家バイオマスレポジトリ（National Biomass Repository）を作成するために、国内におけるバイオマス評価の実行を計画している。

石油天然ガス大臣を議長とし、関係省庁の代表で構成される国家バイオ燃料調整委員会（NBCC）の設置を提案している。委員会は定期的に会合を開き、バイオ燃料プログラム（EBP）の全体的な調整と効果的なエンドツーエンドの実施及びモニタリングを行う。州政府からの援助によって資金を調達し、州レベルのバイオ燃料開発委員会を設置することも提案している。

- 国内バイオ燃料生産の成長（第一世代、第二世代、第三世代）
- 複数原料の使用（国家バイオマスレポジトリの作成）
- エネルギー及び交通分野における、ガソリンやディーゼルを補うバイオ燃料混合（固定施設及び車両用途）

表 2-40 バイオ燃料の定義（必要か要検討）

項目	定義
バイオエタノール	サトウキビ、テンサイ、スイートソルガムなどの糖含有材料などのバイオマスから製造されるエタノール。トウモロコシ、キャッサバ、腐ったジャガイモ、藻類などのデンプン含有材料から製造されるエタノール。バガス、木材廃棄物、農業および林業残渣などのセルロース系材料、あるいは産業廃棄物などの再生可能な資源から製造されるエタノール。 2020 年 4 月より余剰な米も原料として認められる事となった。 ¹⁰
バイオディーゼル	非食用植物油、酸性油、使用済み食用油または動物性脂肪から製造された脂肪酸のメチルまたはエチルエステル。
先進バイオ燃料	- リグノセルロース系原料（すなわち、農業用および林業用残渣、例えば、米および小麦藁／トウモロコシの穂軸およびストーバー／バガス、木質バイオマス）、非食用作物（すなわち、草、藻類）から製造される燃料。 - CO₂ 排出量が少なく、GHG 削減量が大きく、土地利用に関して食用作物と競合しないもの。第 2 世代 (2G) エタノール、ドロップイン燃料、藻類ベースの 3G バイオ燃料、バイオ CNG、バイオメタノール、バイオメタノール由来のジメチルエーテル (DME)、バイオ水素、MSW を使用したドロップイン燃料原材料/原料は「先進バイオ燃料」として認定される。 - ドロップイン燃料：バイオマス、農業廃棄物、都市ごみ (MSW)、プラスチックごみ、産業廃棄物など、モータースピリット (MS) に関するインドの基準を満たす廃棄物、高速ディーゼルから製造される液体燃料 (HSD) およびジェット燃料は、純粋なまたは混合された形で、エンジンシステムに変更を加えることなくその後の車両での利用のために存在し、既存の石油分配システムを利用することができる。 - バイオ CNG：その組成とエネルギーポテンシャルが化石ベースの天然ガスのそれと類似しており、農業残留物、動物の糞、食品廃棄物、MSW および下水から生成されるバイオガスの精製形態。バイオ燃料の生産のための潜在的な国内原材料は以下のとおり。 - エタノール生産：B-モラセス、サトウキビ、草のバイオマス (biomass in the form of grasses)、農業残渣 (稲わら、綿茎、とうもろこしの穂軸、おがくず (saw dust)、バガスなど)、テンサイ、スイートソルガムなどの砂糖含有材料、およびとうもろこし、キャッサバ、腐ったジャガイモなどのデンプン含有材料、小麦や砕いた米などの損傷食品穀物、および入手可能な余剰食品穀物。藻類原料および海藻の栽培も、エタノール生産のための潜在的原料であり得る。 - バイオディーゼル生産：非食用油糧種子、使用済み食用油 (UCO)、動物用獣脂、酸性油、藻類原料など - 先進バイオ燃料用：バイオマス、および MSW

¹⁰ インドにおいて米は主要な食料の為、地域の食糧安全保障はバイオ燃料への転換を阻害する方向に動く可能性が高い。2020 年 7 月においては、余剰米の使用を示す動向は確認されていない。

(2) バイオ燃料の輸入規制

2018年8月21日、商工省（MOCI）はバイオ燃料（エタノールとバイオディーゼル）の輸入政策を改訂する通知（通知番号 27/2015-2020）を発行した。国家バイオ燃料政策にしたがって、輸入政策は現在「自由」から「制限付き（restricted）」に改訂され、実際のユーザベースでの非燃料目的（工業用及び化学用）のエタノール輸入が許可されている。輸出政策についても、2018年4月28日に MOCI が改訂を通知し（通知番号 29/2015-2020）、「自由」から「制限付き」に改訂された。輸出は許可されているが、非燃料目的のライセンスのもとに限られている。

(3) 補助金、税額控除、設備投資の加速償却

インド政府は、補助金、税額控除、設備投資の加速償却、第一世代エタノールとの価格差、viability gap funding（5,000 ルピー（7 億 3,500 万米ドル））を含む財政的インセンティブの創出を、全て 6 年以内に検討すると主張している。

バイオ燃料分野における共同事業及び投資も奨励される。バイオ燃料技術への 100%海外直接投資（FDI）は、生産されたバイオ燃料が国内利用のみを目的としている場合、自動承認ルートを通じて奨励される。その他も、先進バイオ燃料の開発を支援するための様々なプログラムが用意されている。

2. 12. 2 バイオエタノールの政策動向

(1) エタノール混合プログラム（EBP）

バイオ燃料に関する国家政策 2018 のなかで、エタノール混合プログラム（Ethanol Blending Program, EBP）により、ガソリンにより多くのエタノールを混合するように奨励している。

新しい EBP では、B-モラセス、サトウキビ、小麦や砕かれた米などの損傷を受けた穀物から直接製造されるエタノールの調達認定されている。バイオ燃料調整委員会の承認に基づき、食料穀物の余剰についてはエタノールへの転換が許可されている。サトウダイコンやスイートソルガムのような代替原料や、トウモロコシ、キャッサバ、腐ったジャガイモのようなデンプン含有原料の使用は、EBP のためのエタノールの供給を増加させるであろう。

EBP ではさらに、石油販売企業（Oil Marketing Companies, OMC）が民間のステークホルダーに安全な市場を提供し、第二世代（2G）エタノール供給業者とエタノール購入契約（EPA）を締結することに合意したと記されている。バイオガス圧縮天然ガス（CNG）は、第二世代エタノールバイオ燃料精製所や輸送燃料の主要な副産物のひとつであり、公共部門のガス販売会社による安定した需要から恩恵を受ける。

石油販売企業（Oil Marketing Companies, OMC）は 2020 年に 20.3 億リットル以上の調達が可能であるとしている。2020 年のエタノール混合率は 2019 年の 4.5%から 5.2%に上昇すると予想されており、これは過去最高の値となる。ただし、この混合率上昇は燃料用エタノールの増産ではなく、COVID19 の流行によるロックダウンの影響であり、ガソリン消費が 12%減少した結果である。

(2) EBP 向けエタノール供給拡大のための財政刺激策

CCEA は「工場へのエタノール生産能力増強のための資金援助（利子補給）スキーム」のもとで追加資金を承認する。総額 24 億ドルの貸付が提案されており、これにより 362 のプロジェクト（349 サトウキビ粉砕、13 モラセスを用いた独立型製油所）を支援する。ただ、2020 年 6 月時点においては実際に支援を受けているのはうち 37 プロジェクトに留まる¹¹。

また、石油ガス省は、バイオマスやその他の廃棄物から製造される燃料についても模索している。2019 年 2 月 8 日には、「プラダン・マントリ・プログラム JI-VAN Yojana」を立ち上げた。これは、2018-19 年から 2023-24 年までの財政支出総額を 2 億 7,700 万ドルで支援される。MoP&NG の傘下にある技術機関であるハイテクセンター（CHT）がこの計画の実施機関となる。MoP&NG は 2022 年までにガソリンにエタノールを 10%混合する目標を掲げている。CHT は 2020 年 6 月、年間製造容量を 30 万から 112 万リットルの間で、原材料の容量を毎日 5 から 15 トンで行える “Demonstration scale 2G Integrated Bioethanol Projects” の選定を行う事を公表した。

(3) バイオエタノール価格

2019 年 9 月、経済内閣委員会（CCEA）は 2019 年 12 月 1 日から 2020 年 11 月 30 日のあいだのエタノール供給を承認した。

- C モラセスを原料とするエタノールの工場出荷価格を 43.75（現行 43.46 から）インドルピー/L に固定した。別途、GST と輸送費も査定される。

また、CCEA はさらに以下を承認した。

- B モラセスとサトウキビジュースを原料とするエタノールの工場出荷価格を 54.27（現行 52.43 から）インドルピーに固定する。別途、GST と交通費も支払われる。
- 100%サトウキビジュースをエタノール生産に転用する工場（無糖）について、100%サトウキビ由来エタノールの工場外価格を 1 リットルあたり 59.48（現行 59.13 から）インドルピーに固定する。別途、GST と輸送費も査定される。OMC は、エタノールの長距離輸送が妨げられないように、現実的な輸送料金を設定するよう勧告を受けた。
- OMC は 1) 100%サトウキビジュース、2) B モラセス/サトウキビジュース一部、3) C モラセス、4) 損傷を受けた食品/他の供給源、の順に優先するよう勧告を受けた。

2.12.3 バイオディーゼルの政策動向

(1) バイオディーゼル混合プログラム 2018

バイオディーゼル混合は、原料の入手が限られていることと、統合された専用のサプライ

¹¹ PIB Press Release March 2019, and DFPD Notification on Augmenting Ethanol Supply.

チェーンがないこと、輸入が制限されていることなど、複数の制約があり、2020 年における混合率は 0.16%と極めて限定的となっている。新しい方針のもとでバイオディーゼルの生産のために指定された原料としては、非食用油糧種子、使用済み/廃食油（UCO/WCO）、動物性油脂、酸性油、および藻類原料等が挙げられる。国内で供給される UCO はバイオディーゼル生産の大きな可能性を持つ原料とされている。UCO の食用への流入を排除する厳格な規制を課すこと、バイオディーゼルの生産のための UCO 供給を増やすための適切な回収メカニズムを開発することに、新たな焦点が当てられている。現在、サプライチェーンの実証が行われている。

2018 年 7 月 1 日から、すべての食品事業者（FBO）は揚げ物の油の品質を監視することが義務付けられている。食用油中の全極性化合物（polar compound）の最大許容限度は 25%である。これらの規則を実施するには、消費者教育、実施、及び効率的な回収システムの構築に重点を置く必要がある。インド厚生省の傘下にある食品安全基準局（FSSAI）は UCO を食品バリューチェーンからそらし、調理に再利用する違法行為を抑制するため、教育実行エコシステム（Education Enforcement Ecosystem, EEE）戦略を提案した。再利用廃食油（Repurposed Used Cooking Oil, RUCO）は UCO の回収とバイオディーゼルへの転換を可能にする組織である。石油天然ガス省（MoPNG）は推定で年間 270 億リットルの UCO が国内で使用されており、その内 140 億リットルは回収して 110 億のバイオディーゼル生産に活用できるポテンシャルがあるとしている。

上記に加えて、原料の入手可能性とその開発は、バイオディーゼルの利用と持続可能性を確保するためのカギとなる。新しいバイオ燃料政策では、原料生産に荒地の利用を奨励している。Gram Panchayats（地方議会）と Talukas（行政区）の地域社会は、非食用油糧種子をつける木や作物を植えることを推奨されている。

また、農家は多様なバイオマスや油糧種子を彼らの限界耕作地（marginal land）で間作物（inter-crops）として、雨水条件下で一つの作物だけが栽培されていない場合には二番目の作物として、育てることを推奨されている。地域社会の団体、州、関係者と連携した開発を行い、持続可能なサプライチェーンメカニズム、原料回収センター、公正な価格メカニズムを計画している。

道路輸送及び定置用途の国内平均混合率はそれぞれ今日の 1%の 7 分の 1 (0.14%) と推定されており、10 年前の推定 (0.04%) よりわずかに高い。バイオディーゼルのおよそ半分が道路・鉄道輸送に使われており、残りの半分は道路以外の農場輸送や様々な定置用途によって消費されると推定されている。

2.12.4 バイオ燃料の導入状況

(1) バイオエタノールの導入状況

1) 消費

インドの 2020 年（暦年）のエタノール総消費量は 5.3%増加し、36.2 億リットルになると予測されており、6 年連続で生産量を超過する見込みである。エタノール消費量の伸び率は依然として生産量の伸び率よりも大きい状態が続いている。近年の燃料価格の上昇と、エタ

ノールの購入しやすい価格に加え、2020 年は COVID-19 の流行の影響により手指の消毒液の用途として薬品品質のエタノールの消費が増加した為である。

2020 年のモラセスの供給を全て燃料用エタノール生産に用いてガソリンと混合すれば、8%の混合率が達成されるだろう。しかし、サトウキビの入手可能性を考慮すると、2020 年の国内平均混合率は 5.2%と予想される。予想値は低い値にあるが、去年の国内平均混合率の 4.5%よりは高く、過去最高となる。

2) 生産

2020 年（暦年）の生産量は前年比 17%の増の 30 億リットルを見込む。燃料用のモラセスの供給は、燃料用エタノールを製造するための最終的な C 重モラリスに加えて、B 重モラセスを転換するためのインセンティブに応じてわずかに増加するが、余剰分の砂糖を転換するコストがかかる。

2019 年、25 億リットルのエタノールが生産された（モラセスを原料とする）。EBP に提供されたガソリン混合用のエタノール総量は 19 億リットルであり、2019 年の混合率は 4.5%と 2018 年比で 0.4 ポイント増加した。

3) 貿易

a. 輸入

国内生産は増加しているが、インドは正味でエタノールの純輸入国である。2019 年（暦年）、インドはエタノールの輸入量は 15%増加し 7 億 400 万リットルとなり、総取引額は 2 億 8,9000 万ドルとなった。米国は 7 年連続でインドへの最大のエタノール供給国である。総輸入における米国の比率は 1%低下したが、依然として 93%を占めている。その他の安定的な供給国には、インドネシア、シンガポール、パキスタン、南アフリカ、UAE などがある。断続的な供給国として、ブラジル、中国、韓国、スペイン、オランダがある。

b. 輸出

2019 年のエタノール輸出量は 5,000 万リットルと 2018 年の輸出量である 1 億 2,900 万リットルに比べて大きく落ち込んだ。2020 年のエタノール輸出量は、国内消費需要（EBP、COVID-19 対策の消毒液用）の高まりにより、2019 年の輸出量より更に 20%減少し 4,000 万リットルになると予想される。

表 2-41 インドのバイオエタノール*の生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年**
初期在庫	61	128	146	201	37
生産量	2,061	1,671	2,693	2,552	2,976
輸入量	432	718	633	704	870
輸出量	136	141	130	50	40
消費量	2,290	2,230	3,120	3,370	3,620
内、燃料用	1,110	675	1,600	1,900	1,950
期末在庫	128	146	222	37	223

*飲料用、燃料用、及びその他工業化学用

**2020 年は見通し

出所) USDA, India: Biofuels Annual 2020

表 2-42 インドのバイオエタノール*の生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年**
精製所数	161	161	166	170	200+
生産能力	2,210	2,215	2,300	3,000	3,500
稼働率	93	75	117	85	85

*飲料用、燃料用、及びその他工業化学用

**2020 年は見通し

出所) USDA, India: Biofuels Annual 2020

(2) バイオディーゼルの導入状況

1) 消費

過去 10 年間、バイオディーゼルの消費量は年間 4%増加し続け、2019 年には 1 億 8500 万リットルに到達していたが、生産量の減少に伴い 2020 年には 3%の落ち込みが見込まれている。2020 年の道路輸送における国内平均混合率は、昨年に比べてわずかに増加したが、0.2%以下にとどまる。

混合ディーゼル燃料の購入者は、石油販売会社の小売販売店、インドの国鉄、各州の道路輸送会社、道路輸送会社の車両所有者、港湾局に限定される。バイオディーゼルの総使用量の約半分は道路と鉄道による輸送であり、残りの半分は農業輸送や様々な固定施設用途である。地元で生産されるバイオディーゼルの価格はディーゼルをベンチマークとして決定されており、現在のバイオディーゼルの IGST 率は 12%である。

2) 生産

現在、インドには 6 つのバイオディーゼル生産工場があり、合計で年間 6 億 8,000 万リットルの生産能力を有する。各既存プラントの生産能力は 1,100 万リットルから 2 億 2,500 万リットルである。2020 年（暦年）のバイオディーゼル生産量は、COVID-19 の影響により昨

年より 500 万リットル少ない、約 2 億 2,500 万リットルとなる予定である。

非食用工業油（パームステアリン）、UCO、動物性油脂、獣脂（tallows）、およびその他の油脂（ヘドロ（Sludge）、酸性油（acidic oils）、樹木油（tree-borne oils）等を原料としてバイオディーゼルを生産しており、総設備容量の 33%を利用している。動物性油脂と獣脂は据え置きであるが、それ以外の原料、すなわち非食用工業油と UCO については着実に成長を示している。UCO を除き、バイオディーゼルの生産のために利用する原料の供給に関する公的規制はない。

3) 貿易

2020 年のバイオディーゼルの輸出量は 5,800 万リットルと昨年比 7 %の増加が見込まれている。輸出先のほとんどを EU が占めており（主にスペインとベルギー）。これは EU の廃棄物由来バイオディーゼルへのインセンティブ政策によるところが大きい。

表 2-43 インドのバイオディーゼルの生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	13	13	18	25	23
生産量	158	170	185	230	225
輸入量	2.7	7.1	25.2	7.0	2
輸出量	41.7	7.6	23.1	54.0	58
消費量	119	165	180	185	180
期末在庫	13	18	25	23	12

表 2-44 インドのバイオディーゼルの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	6	6	6	6	6
生産能力	550	600	650	670	680
稼働率	28.7	28.3	28.5	34.3	33.1

*2020 年は見通し

出所) USDA, India: Biofuels Annual 2020

2.13 タイ

2.13.1 バイオ燃料の政策動向

(1) 国が決定する貢献（NDC）

2015 年のパリ気候会議にて、タイは 2030 年までに GHG を 110-140 百万トン削減（2015 年排出量比 20－25%削減）することを掲げている。2016 年の国家が決定する貢献（Nationally Determined Contribution, NDC）ロードマッププランでは、2030 年までに輸送分野を含むエネルギー全体から 113 百万トンの CO₂ を削減することを計画している。ロードマップには、家庭、産業、発電における再生可能エネルギーの増加、バイオ燃料の促進や、発電、交通、建築物、産業の効率向上も含まれている。NDC はタイ統合エネルギーブループリント（Thailand Integrated Energy Blueprint, TIEB 2015）として知られるタイの第 11 次国家経済社会開発計画（Thailand's 11th National Economic and Social Development Plan）に組み込まれた。これは 2015 年 10 月に承認され、タイ国家エネルギー計画（Thailand's National Energy Plan 2015-2036）にも並べられた。現在の国家エネルギー計画は 5 つのマスタープランから構成されており、そのうちの 하나가代替エネルギー開発計画（Alternative Energy Development Plan, AEDP）である。

(2) 代替エネルギー開発計画 2015（AEDP2015）

タイ統合エネルギーブループリント（TIEB 2015）の結果として、AEDP2012（2012-2021）が改正され、AEDP 2015（2015-2036）が閣議決定された。改正 AEDP の最終目標（bottom line）は、計画範囲を 10 年から 20 年に延長し、すべての部門別エネルギー計画、すなわち AEDP、電力開発計画（Power Development Plan, PDP）、エネルギー効率開発計画（Energy Efficiency Development Plan, EEDP）、油開発計画（Oil Development Plan, ODP）、ガス開発計画（Gas Development Plan, GDP）を国家経済社会開発計画に統合することとしている。

AEDP2015 では、総エネルギー消費量の 30%が 2036 年までに再生可能エネルギー由来になることを全体的な目標としている。また、バイオ燃料からの再生可能代替エネルギーのシェアは、2015 年の 7%から 2036 年の 25%まで増加することを目指している。このエネルギー目標を達成するため、タイ政府はエタノール消費目標を 2015 年 11.8 億リットルから 2036 年 41 億リットルに、バイオディーゼルの消費目標を 2015 年 12.4 億リットルから 2036 年 51 億リットルに設定した。

政府はガソリン・エタノール混合物の強制使用を義務付けずに、ガスピンプの価格インセンティブを通じたガソホール利用を促進し、E20 及び E85 ガソホールに適合する自動車に対しては物品税の減税を実施している。一方、バイオディーゼルについては消費を増やすために道路利用、農業、工業を含む全ての市場部門で供給されるディーゼルに、バイオディーゼルの混合義務を課している。

(3) 代替エネルギー開発計画 2018 (AEDP2018)

タイエネルギー省は、石油価格の世界的な価格低迷や、エタノールとバイオディーゼルの国内原料供給の制限、輸入品の不足を理由に、2019 年 4 月 30 日に新 20 年計画 AEDP2018 が閣議決定された。

政府はエタノールとバイオディーゼルの両方の輸入を制限している。エタノールとバイオディーゼルの生産のための原料資源の供給が不確実であるため、AEDP2015 にて設定された目標を 2020 年 3 月 21 日に下方修正した。バイオエタノールの消費量は 2037 年に 27 億リットル（2015 年の目標 41 億リットルから 34%減）と下方修正された。また、バイオディーゼルの消費量は 29 億リットル（2015 年の目標 51 億リットルから 43%減）と下方修正された。

(4) 新国家石油基金法 (New State Oil Fund Act B.E. 2562 (2019))

政府は 2019 年 9 月 24 日に制定された新国家石油基金法 (New State Oil Fund Act B.E. 2562 (2019)) により、国家石油基金の管理を再編した。新国家石油基金法では、国家石油基金の財政上の負債を管理し、政府の補助金を化石燃料のみに制限することを目的としているが、これは政府がすでに国内の支援プログラムを通じてバイオ燃料の原料に補助金を提供しているためである。政府は 2020 年から 2022 年にかけて、ガソールとバイオディーゼルに対する現行の補助金金額を段階的に削減する予定である。現在はそれぞれ 1.78 バーツ/リットル及び 7.38 バーツ/リットルで、基金により補助されている。

(5) バイオディーゼル混合義務化

需要側では、バイオディーゼルの消費を増やすために、政府は、道路利用、農業、産業を含むすべての市場分野で供給されるバイオディーゼルのディーゼルへの混合を義務付けている。この計画は、義務づけられている混合率を現行の B7 から B10 及び B20 へ引き上げることを目的としている。2016 年より、大型トラックの自主的な B20 使用を補助してきた。政府は、2020 年 10 月 1 日の時点で全てのガソリンスタンドにて 10%のバイオディーゼル混合義務を課すことを決定している¹²。

バイオディーゼル混合義務化はバイオディーゼル消費の増加に効果的であり、国平均混合率は過去 10 年間で倍増した。一般的に、タイのディーゼル燃料の主な市場は、道路輸送 (60%)、次いで農業 (20%)、工業 (17%)、鉄道や内航海運を含むその他 (3%) である。

¹² 2021 年 2 月現在、ガソリンスタンドへの混合義務が実施された旨の報告は確認できていない（インターネット調べ）

2.13.2 バイオ燃料の導入状況

(1) バイオエタノールの導入状況

1) 消費

タイにおける燃料用バイオエタノールの消費量を表 2-45 に示す。2020 年のエタノール消費量は、COVID-19 の流行を受けて 15 億 L 減少すると予想されており、2019 年比で 5%の減少となる。これは、2020 年上半期においてアルコール混合ガソリン (gashol ガソール) の消費が 7%減少し、エタノールの消費が 2019 年上半期より 14%減少したためである。また、COVID-19 流行による消毒液へのアルコール消費増加によって国内エタノールの供給が不足することを懸念し、政府は兼ねてより規制予定であったオクタン 91 混合 E10 ガソリンの販売規制を 2021 年第 2 四半期まで延期することを決定した。

2) 生産

タイにおける燃料用バイオエタノールの生産量を表 2-45 に、生産能力を表 2-46 に示す。2020 年の生産量は 15 億リットルとなり、2019 年から約 5%の減少が予測されている。これは、COVID-19 流行によるガソールの需要低下のためである。

表 2-45 タイの燃料用バイオエタノールの生産・消費量 (千 kL)

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	21	17	40	27	33
生産量	1,276	1,461	1,485	1,619	1,540
輸入量	0	0	0	0	0
輸出量	0	0	0	0	0
消費量	1,280	1,438	1,498	1,613	1,530
期末在庫	17	40	27	33	43

表 2-46 タイの燃料用バイオエタノールの生産能力 (千 kL)

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	21	26	26	26	26
生産能力	1,472	1,875	1,910	1,950	1,950
稼働率	86.7%	77.9%	77.7%	83.1%	79.0%

*2020 年は見通し

出所) USDA, Thailand: Biofuels Annual 2020

3) 貿易

タイは国内生産エタノールの供給が十分であることから、MOE は現在に至るまで燃料用エタノールの輸入を一切禁じている。輸出に關しての規制はないが、タイ産エタノールの主要な原料はモラセスであり、トウモロコシ由来のエタノールに比べて価格が高く、国外での市場では競争できないため、主要な輸出国にはなっていない。2011 年と 2012 年にはフィリ

ピンへ大量の輸出を行ったことがあるが、2014 年以降はごくわずかにとどまる。

2020 年、政府により 500 万リットルの非燃料用エタノールが消毒液用として輸出されることが認められた。主な輸出先は中国である。

(2) バイオディーゼルの導入状況

1) 消費

2020 年のバイオディーゼル消費量は 19 億 7000 万 L と、2019 年に比べて 11%の増加が予想されている。これは、ディーゼル全体の消費量が COVID-19 の影響で落ち込む一方で、補助金制度により B7 から B10 への移行が促されたためである。このため、2020 年における全国の道路上平均混合率（national on-road blend rate）は 9.6%に達すると見込まれる。

AEDP2015 において、バイオ燃料からの再生可能代替エネルギーのシェアは、2015 年の 7%から 2036 年の 25%まで増加することを目標としている。このエネルギー目標を達成するため、タイ政府は、バイオディーゼルの消費目標を 2015 年 12.4 億リットルから 2036 年 51 億リットルに設定した。

2018 年、タイ政府はバイオディーゼルの混合率を高めることに引き続き焦点を当てている。2018 年、B20 に対して補助金をつけ、B7 の価格よりも 3 パーツ/リットル（9 米国セント）安くした。B20 と B7 の小売価格差は、パーム油の余剰供給を吸収するため、2018 年 12 月 1 日から 2019 年 2 月 28 日までの 3 か月間は 5 パーツに拡大した。

2019 年初頭に B10 供給を市場に導入した後、政府は 2020 年 5 月 28 日に B10 供給を 2020 年 10 月 1 日に全国のガソリンスタンドで利用可能にすると発表した。政府は B10 利用を促進するために 2020 年 2 月 28 日より B10 に対する補助金を開始し、B7 より 3 パーツ/L 安くなるようにした。一方、政府は B20 の補助金金額を下げて、B7 の使用により適している可能性のある一部の自動車のオプションとして、6.6~7.0%の混合率を義務化する予定である。

2) 生産

バイオディーゼルは、粗パーム油（CPO）、精製漂白脱臭パーム油（RBDPO）、パームステアリン、及びパーム油の遊離脂肪酸（FFA）などのパーム油由来原料から製造される。2020 年のバイオディーゼルの生産量は消費者の需要が B7 から B10 へと推移することによって 2019 年比で 7%増加し、20 億リットルに達すると予測されている。バイオディーゼルの約 72%は RBDPO または CPO から、21%はパームステアリンから、7%は FFA から生産されると推定される。

供給側では、国内需要を満たすために、政府は国内のパーム油のみを使用することを条件として、パーム油の作付面積目標を、2015 年 440 万ライ（770 万ヘクタール）から 2036 年 1,020 万ライ（1,663 万ヘクタール）に拡大した。FFB の生産は 2036 年に 2,946 万トンに達すると予想される。FFB 生産のうち、バイオディーゼルとして加工されるのは 424 万トンになると推測されている。

表 2-47 タイのバイオディーゼルの生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	24	20	50	50	83
生産量	1,240	1,427	1,567	1,845	1,980
輸入量	5	2	2	2	2
輸出量	16	4	1	20	2
消費量	1,233	1,395	1,568	1,794	1,970
期末在庫	20	50	50	83	93

*2020 年は見通し

出所) USDA, Thailand: Biofuels Annual 2020

表 2-48 タイのバイオディーゼルの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	12	12	13	12	13
生産能力	2,060	2,060	2,310	2,445	2,580
稼働率	60.2%	69.3%	67.8%	75.5%	76.7%

*2020 年は見通し

出所) USDA, Thailand: Biofuels Annual 2020

3) 貿易

タイ政府は国内のパーム生産者を保護するためにバイオディーゼルの輸入は厳しく制限されており、2017 年から 200 万リットルに留まっている。2019 年のバイオディーゼルの輸出量(B100 相当)は 2000 万リットルと 2018 年の 100 万リットルに対して大きく増加した。しかし、2020 年は 200 万リットルまで下落する見込みである。いずれにせよバイオディーゼルの総生産量に対してはわずかである状況は変化していない。

バイオディーゼルの混合率 30%までの輸入関税は 0.01 バーツ/リットル（1,000 リットルにつき 28 セント）である。B30 を超え B100（純バイオディーゼル）以下のバイオディーゼルに対する輸入関税はない。

(3) 次世代バイオ燃料の状況

AEDP2015 は、2036 年までに熱分解油（バイオ油またはバイオ原油として知られている）の生産目標を年間 1 億 9,400 万リットルとしている。アユタヤクリーンエナジーと呼ばれる最初の商業熱分解油会社は、当初の熱分解事業を 2017 年から 2019 年初頭に延期した。これは、運用開始すると 792 万リットルの容量がある。この設備の主原料は廃プラスチックであり、このプラントからの熱分解油生産はすべてアユタヤクリーンエナジー社の 3MW 容量の発電所の燃料として使われる。

タイでは、他の種類の先進的なバイオ燃料の商業化は進んでいない。石油製品の世界的な価格の下落や 2036 年のバイオ燃料使用目標の引き下げにより、進捗の可能性はさらに低くなっている。例えば、セルロースエタノール用のサトウキビバガスを使用したモラセスベ-

スのエタノールプラントを建設する計画は、商業化が難しく行き詰っている。再生可能なド
ロップインディーゼルの一種である水素化植物油（HVO）の生産は、補助金がなく、生産コ
ストが高いので、タイではもはや商業化されていない。

TIEB2015 は第二世代及び第三世代バイオ燃料の生産目標を 2036 年までに石油換算で 10
キロトンと設定した。タイの大学の研究支援を行っているが、商業化にはまだ遠い。

2.14 フィリピン

2.14.1 バイオ燃料の政策動向

(1) 長期エネルギープラン（Sectoral Plans and Roadmaps 2017-2040）

フィリピンでは、エネルギーセキュリティの達成、農家の収入増、地方での雇用創出、GHG 排出量の削減を目標として、政府はバイオ燃料の普及を進めている。

2007 年には、R.A.9367 の一節（*passage*）、あるいは Department Circular（D.C.）とともに通称バイオ燃料法（Biofuel Act of 2006）として知られるもの、あるいはその *Implementing Rules and Regulations*（IRR）によって、バイオ燃料の使用が義務付けられ、バイオディーゼルやバイオエタノールの生産、調達、使用のための持続的な投資環境を確保するために、National Biofuels Program が作られた。その後、政府は輸送部門におけるバイオ燃料の使用を継続的に促進するようになった。その結果として、フィリピン国内におけるバイオ燃料の生産者は増加し、現在 24 事業者となった。そのうちバイオディーゼルが 12 事業者で年間生産量 607.9 百万リットル、バイオエタノールが 12 事業者で年間生産量 380.5 百万リットルである。

フィリピン政府は 2016 年に 2017 年から 2040 年までの長期エネルギープランを策定している。そのなかの、バイオ燃料についてのロードマップを図 2-33 に示す。短期的には（2017-2019）、バイオディーゼルは現在の 2.0%混合水準にとどまる一方で、バイオエタノールは 10.0%水準になるとされている。中長期的には（2020-2040）、DOE は国家バイオ燃料委員会（National biofuels Board, NBB）とともに混合義務と利用可能な原料を見直し、原料については継続的に研究開発を行う。

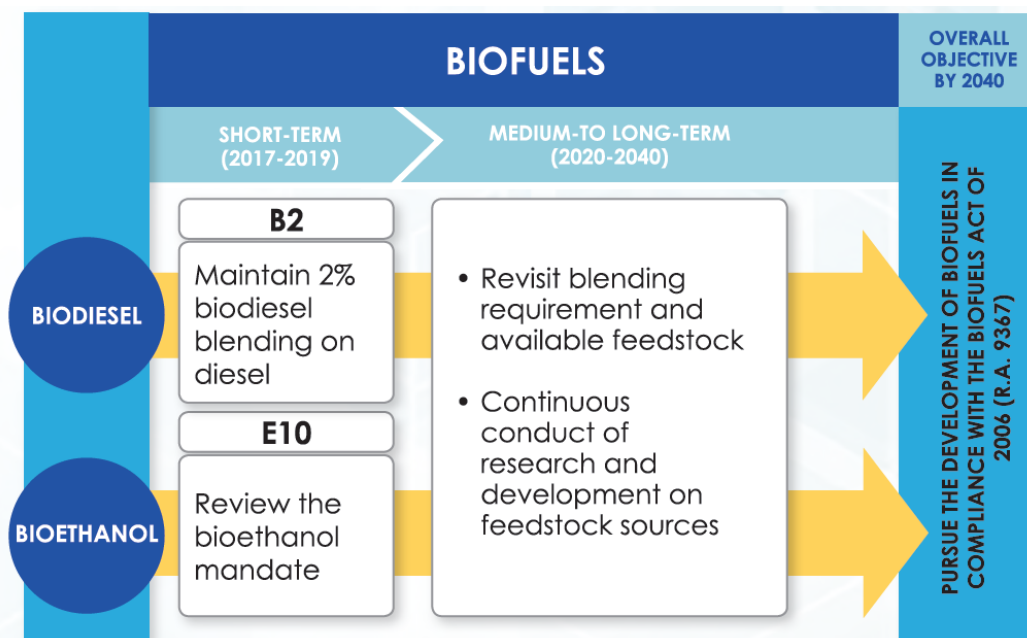


図 2-33 バイオ燃料のロードマップ

出所) Sectoral Plans and Roadmaps 2017-2040,

https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Manila_Philippines_11-28-2018.pdf

(2) バイオ燃料法 (RA9367)

2007 年 1 月、バイオ燃料法 (RA9367) が制定され、フィリピンは東南アジアで初めてバイオ燃料に関する法律を制定した国となった。

RA9367 は国家バイオ燃料委員会 (NBB) という、バイオ燃料政策がバランスの取れた経済成長の目標と矛盾しないようにするための、DOE に付属する機関を設立した。NBB は実施から 4 年以内の場合のみ、バイオ燃料の混合量を調整可能である。そのため、施行時に定めたエタノール導入量の下限值である 5%、バイオディーゼル混合量の下限值 2% は現在減らすことはできない。エタノール混合及びバイオディーゼル混合の目標と実施日を表 2-49 及び表 2-50 に示す。

表 2-49 バイオエタノールの混合目標

年	混合率
2009 年	5%
2011 年	10%
2015 年	10%
2020 年	20%
2025 年	20/85* %
2030 年	20/85* %

* 意欲的・自主的な目標

出所) USDA, Philippines: Biofuels Annual 2020

表 2-50 バイオディーゼルの混合目標

年	混合率
2007 年	1%
2009 年	2%
2015 年	5%
2020 年	10%
2025 年	20%
2030 年	20%

出所) USDA, Philippines: Biofuels Annual 2020

DOE は意欲的な目標として、2025 年までに自主的な促進としてエタノールの 85% 混合を利用可能にしたいとしている。しかし、この目標を達成する見込みはなく、現在のエタノール混合を E10、バイオディーゼル混合を B2 で少なくとも 2020 年まで維持している。2020 年 8 月、DOE は 2018-2020 PEP の最終版を発表した。PEP2018-2020 では DOE、NBB、そしてその他ステークホルダーに対して混合義務量の再検討を促している。

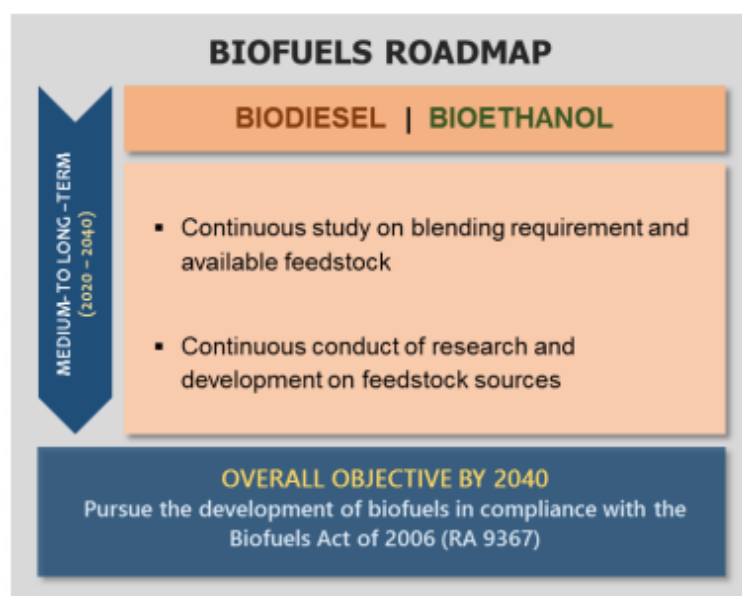


図 2-34 フィリピンバイオ燃料ロードマップ

出所) <https://www.doe.gov.ph/sites/default/files/pdf/pep/pep-2018-2040-final.pdf> (2020 年 3 月 8 日閲覧)

(3) 自国優遇政策

世界貿易機関（WTO）の交渉の場でフィリピンの砂糖の関税に関連する内容が決定された。フィリピンは多国間貿易交渉のウルグアイラウンドの合意内容にしたがって、ミニマムアクセス量（MAV:Minimum Access Volume）が設定された。段階的に引き上げられ、現在は最終段階の 10 年目にあたり、年間 64,050MT である。この割り当て内が関税率 50%であり、MAV を超えるすべての輸入には 65%の関税をかけている。砂糖の関税はすべての農作物のなかで最も高く、この協定に基づく全ての輸入を本質的にブロックしている。最恵国（MFN）の関税は 2016 年以降変更されていない。

2. 14. 2 バイオ燃料の導入状況

(1) バイオエタノールの導入状況

1) 消費

燃料用エタノールの需要は主に混合義務化の影響を受けており、過去 10 年間は上昇したが、2014 年には大幅に鈍化し、それ以降ほぼ横ばいである。当初は輸入が多かったが、2012 年以降国内生産が伸び、国内総使用量のほぼ半分を占めている。エタノールの輸入は 2009 年以降 2013 年までしか認められていないが、不足しているため輸入を余儀なくされている。

RA9367 にて、エタノールに対して 10%（E10）、バイオディーゼルに対して 5%（B5）が義務付けられている。この目標は 2014 年にエタノールについて初めて達成されたが、その後は達成が困難なものもある。

2) 生産

2020 年のエタノール生産量は、2019 年の 3 億 4,600 万リットルから 20%減少して 2 億 7,500 万リットルになると予測されている。これは COVID-19 が流行し移動規制が行われたため、燃料需要が減少したことを反映している。2020 年現在、12 のエタノール燃料プラントが稼働し、合計生産容量は 3 億 8000 万リットルで、2018 年より変化はない。3 つのプラント（合計生産容量 6,800 万リットル）が建設中であるが、早くとも 2021 年末までは完成しない見込みである。フィリピンのエタノールプラントは、エタノール燃料を供給する商業運転の国際基準と比較すると小規模である。

フィリピンはサトウキビの平均収量がアジアで最も低い国のひとつであり、地元のサトウキビ産業の競争力が大きな課題となっている。MY 2020/21（9 月/8 月）のサトウキビ生産量は 2,350 万トンとなり、合計粗糖生産量は昨年度から 4.7%上昇し、220 万トンに達すると予想されている。

2015 年以降、エタノール生産はサトウキビ由来からモラセス由来へと移行しており、国内産モラセスの 80%近くがエタノール生産に使用されている。地元のエタノール生産者は砂糖統制庁（Sugar Regulatory Administration : SRA）の承認を得た場合のみモラセスを輸入できるため、地元の原料供給を増やすために糖蜜を輸入するという提案がフィリピン上院で検討されているが、COVID-19 の影響もあり 2019 年から状況は変化していない。

3) 貿易

エタノールの合計輸入量は、国内需要の減少に伴い、2019 年の 2 億 5,700 万リットルから 12%減少して 2 億 2,500 万リットルと予測される。近年、フィリピンの輸入エタノールの 9 割以上を米国からの輸入が占めている。2019 年の米国の輸出データに基づくと、フィリピンは 2018 年から変わらず輸出先のなかで 6 位にあたり、2 億 5,000 万リットル（2018 年比 17%増）を 9,400 万ドル（2018 年比 25%減）で買い付けている。

フィリピンを含む ASEAN 域内の様々な自由貿易協定に基づくエタノール関税は、2016 年にゼロとした後も免税となっている。同様に、世界貿易機関（WTO）加盟国に対する最恵国待遇（MFN）の関税率も、2018 年以降 0%に留まっている。DOE によると、フィリピンエタノール燃料プログラムのもとで、エタノールが燃料混合に使われる場合、関税 1%が課される。

表 2-51 フィリピンの燃料用エタノールの生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	0	0	0	0	0
生産量	230	235	296	346	275
輸入量	260	276	285	257	225
輸出量	0	0	0	0	0
消費量	490	511	581	603	500
期末在庫	0	0	0	0	0

*2020 年は見通し

出所) USDA, Philippines: Biofuels Annual 2020

表 2-52 フィリピンの燃料用エタノールの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	10	10	12	12	12
生産能力	282	282	380	380	380
稼働率	81.6%	83.3%	77.9%	91.1%	72.4%

*2020 年は見通し

出所) USDA, Philippines: Biofuels Annual 2020

(2) バイオディーゼルの導入状況

1) 消費

DOE は、2020 年のバイオディーゼル消費量を 2019 年の 2 億 1,800 万リットルより 15% 減少し、1 億 8,500 万リットルとなると予想している。これは COVID19 の影響であり、陸上輸送においては厳しい移動制限により 18%減少するとしている。ガソリンへの混合量に関しては近年から大きな変化は無いとしている。フィリピンの燃料用ディーゼルの消費量を表 2-53 に示す。

2) 生産

フィリピンではほぼすべての国内産バイオディーゼルはココナッツオイル (CNO) より製造されている。産業側からの情報によると、50 の CNO 製造機のうち、20 は輸出用に使用され、残り 30 が国内需要のために稼働している。バイオディーゼルの混合量が 2%にとどまっていることから、2019 年には国内における製油所の稼働率を 40%まで押し上げていたが、2020 年には COVID19 による需要減によって稼働率を 29%まで下げる見込みである。フィリピンの燃料用ディーゼルの生産量と生産能力を表 2-53 と表 2-54 に示す。

Philippine Statistics Authority's (PSA)によると、2020 年のココナッツ（殻込み）の生産量は 2019 年より 3.4%減し 640 万トンとなる見込みである。これはココナッツの生産量が周期的に増減を繰り返すためである。2021 年度はこの休息期がおわり、またラニーニャ現象による降水量の増加によって収穫量は増える見込みである。長期的に見た場合、現存のココナッツの木の 20%は老木であり収穫量が少ないため、生産量は限定される見込みである。一般的にココナッツの木は寿命が 80-90 年と長く、実の生産には少なくとも 6-10 年かかり、最盛期に突入するまで 15-20 年かかるため、収穫量の急速な増加は難しい。

3) 貿易

バイオディーゼルの輸出は原料が限られているため、最小限に抑えられており、2021 年までバイオディーゼルの輸出はゼロの見込みである。また、バイオ燃料法により、バイオディーゼルの輸入は禁止されている。しかし、もし輸入が許可されれば 5%の混合義務は達成可能になるだろうとされている。

表 2-53 フィリピンの燃料用ディーゼルの生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
初期在庫	32	41	57	68	90
生産量	227	220	220	242	175
輸入量	0	0	0	0	0
輸出量	0	0	4	2	0
消費量	218	204	205	218	185
期末在庫	41	57	72	90	80

表 2-54 フィリピンの燃料用ディーゼルの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年*
精製所数	11	11	11	12	12
生産能力	575	575	575	608	608
稼働率	39.5%	38.3%	38.3%	39.8%	28.8%

*2020 年は見通し

出所) USDA, Philippines: Biofuels Annual 2020

2.15 インドネシア

2.15.1 バイオ燃料の政策動向

(1) バイオ燃料の混合義務付け

バイオ燃料混合義務は MEMR Regulation 32/2008 で制定され、直近では 2015 年 3 月の MEMR Regulation 12/2015 で改正された。交通部門に加え、産業、発電部門におけるバイオ燃料目標が設定された。

表 2-55 インドネシアで義務付けられるバイオディーゼルの混合率

部門	2016	2020	2025
交通(公共)	20%	30%	30%
交通(民間)	20%	30%	30%
産業	20%	30%	30%
電力	30%	30%	30%

表 2-56 インドネシアで義務付けられるバイオエタノールの混合率

部門	2016	2020	2025
交通(公共)	2%	5%	20%
交通(民間)	5%	10%	20%
産業	5%	10%	20%

(2) インドネシア航空バイオ燃料・再生可能エネルギータスクフォース (ABRETF)

Indonesian Aviation Biofuels and Renewable Energy Task Force (ABRETF) は、インドネシアの National Action Plan における航空分野における GHG 排出量削減の達成に資する一つの要素として、2014 年 8 月に設立された。持続可能な代替燃料と再生可能エネルギーの使用を通じた GHG 排出量削減を目指している。

タスクフォースは、政策・規制及びキャパシティビルディングプログラム、R&D、テストと認証、商用化・リスク分析及び持続可能性の 4 つのサブタスクフォースからなっている。

エネルギー・鉱物資源省令第 25 号 (2013) のもとで、バイオジェット燃料の使用がインドネシア国内で義務付けられている。2016 年に 2%、2020 年に 3%、2025 年に 5%の混合が求められているが、2016 年には目標を達成しなかった。しかし、インドネシアの石油生産者は 2018 年末までには生産を開始し、年間 257,000kl の生産が可能となると表明している¹³。

¹³ <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Pages/Project.aspx?ProjectID=40> (2021 年 3 月確認)

表 2-57 ABRETF の概要

時期	2014 年 8 月～継続中
対象地域	インドネシア
目標	● Indonesia's National Action Plan の達成 ● 持続可能な代替燃料と再生可能エネルギーの使用を通じた GHG 排出量削減
バイオジェット燃料の義務付け	● 2016 年 2%、2020 年 3%、2025 年 5%の混合 ● 2016 年には達成せず ● 2018 年末には生産開始、年間生産量 257,000kl 見込み
ステークホルダー	● 交通省 (Ministry of Transportation) ● エネルギー・鉱物資源省 (Ministry of Energy and Mineral Resources) ● 財務省 (Ministry of Finance) ● 国家開発計画局 (National Development Planning Agency) ● Angkasa-Pura (空港オペレータ) ● AirNav ● Garuda Indonesia ● Indonesia AirAsia ● 国際航空運送協会 (IATA) ● Indonesian National Air Carriers Association (INACA) ● Pertamina ● UOP Honeywell ● APROBI ● Bandung Institute of Technology ● University of Indonesia, Padjadjaran University, Ikatan Ahli Bioenergi Indonesia (IKABI)
サブタスクフォース	● 政策・規制及びキャパシティビルディングプログラム ● R&D ● 試験と認証 ● 商用化・リスク分析及び持続可能性

2. 15. 2 バイオ燃料の導入状況

(1) バイオエタノールの導入状況

インドネシアにおける燃料品質エタノールの消費は、2010 年以降金銭的補助が無いため実質ゼロとなっている。2006 年から 2009 年においては、補助金によって Pertamina が E2 ガソリンの販売を行っていたが、高騰する価格の為に補助金は打ち切れ、以降の販売はされていない。

2020 年、COVID-19 流行により消毒液の需要が急増し、非燃料エタノールの消費については微増すると予想されており、1 億 6,300 万リットルになる見通しである。

(2) バイオディーゼルの導入状況

1) 消費

インドネシアにおいて、バイオディーゼルの消費は混合義務化プログラムによって推進され、CPO の輸出税からの資金によって支えられている。主に道路輸送部門で消費され、発電に使用される割合は小さい。

以前にはより低い混合率で義務化され完全には実施されることはなかったが、2016 年には公共サービス義務 (Public Service Obligation, PSO) 運輸部門で B20 義務化を開始した。2018 年 9 月、インドネシア政府はルピアの弱体化と経常収益赤字の拡大に直面し、産業界にはほとんど警告を与えることなく、非 PSO 輸送への B20 義務を拡大した。その結果、2018 年第 4 四半期は 9 億 4,000 万リットルの追加割当が行われた。バイオディーゼル消費量は 54%増加し、2018 年には 39 億 5,000 万リットルとなった。インドネシア政府は、PSO と非 PSO の両方について、2019 年のバイオディーゼルの割当量を 61 億 9,000 万リットルに設定した。

インドネシア政府は国内の 120 以上の流通拠点にバイオディーゼルを供給するため、19 の生産者を指名した。特に東側の地域で、配送事業者が物流上の課題に直面した。悪天候や配給所が多いせいで、いくつかの船がスケジュール通りに到着しなかった。新しい規制 (MEMR Regulation 41/2018) のもと、製造者はスケジュール通りに FAME を運送することができない場合には 1 リットルあたり 6,000 ルピアの罰金を科される。バイオ燃料をブレンドしない通常のディーゼルを販売したときにも、同じだけ罰金を科される。2018 年後半に、11 の会社 (バイオディーゼルの生産者 9 社と燃料小売事業者 2 社) が合計 3,600 億ルピア (2,500 万米ドル) の罰金を科せられた。

2020 年、インドネシアのディーゼルとバイオディーゼルの消費量は、COVID19 流行による経済停滞とソーシャルディスタンスの影響により、一時的に落ち込むと予想されている。2020 年 3 月 31 日、インドネシア政府は Large-Scale Social Distancing による規制を行った。様々な規制により、2020 年上半期の数か月にわたりバイオディーゼルの消費は当初の予想より 20%減となると予想されている。しかし、バイオディーゼルの混合義務が 20%から 30%に変更されることにより、2020 年の一年を通しての消費量は 2019 年に比べて 20%増加し、77 億リットルになると予想されている。

2) 生産

インドネシアのバイオディーゼル生産は 2019 年の 77 億リットルから微増し、78 億リットルになると予測されている。生産されたバイオディーゼルはほぼすべて B30 プログラムのために供給されると思われる。

インドネシアのバイオディーゼル生産能力は 2012 年の 49 億リットルから 2018 年の 113 億リットルに増加し、以降増加はほぼなく、現在に至るまで安定している。現在の生産能力は B20 義務化プログラムを完全に実施したものと輸出需要を足したものを上回っている。現在 South Kalimantan と Lampung provinces にて施設拡大が行われている。また、新規施設が East Kalimantan にて建設中である。これにより、生産能力は 2021 年に 130 億リットルに増加すると予想される。

3) 貿易

インドネシアのバイオディーゼル輸出量は 2018 年に 17 億 7,200 万リットルに達し、前年の 1 億 8,700 万リットルから急増した。出荷量の約半分は EU 各国への輸出で、次点が中国への合計 7 億 5,000 万リットルであった。その他は、ペルー、インド、韓国など。EU と中国需要は引き続き高いことから、2019 年のバイオディーゼル輸出量は 18 億リットルと堅調に推移すると予想されている。2019 年 1 月～3 月の出荷量は 2 億 300 万リットルに達し、前年同時期から倍増した。この増加は、2018 年に開始された新たなパーム輸出関税制度が 2019 年 5 月まで一時的に停止されたことが原因としてみられている。マレーシアが 2019 年 12 月までパーム輸出関税の停止を決めたことで、インドネシアのパーム油価格との差が縮小しており、インドネシアが年末まで輸出関税の撤廃を継続する要因となる可能性がある。

2020 年の輸出量は 2019 年の 12.7 億リットル（内中国 54%、EU45%）から 1 億リットルまで大幅に落ち込むと予想され、2006 年にプログラム開始して以来の最低量となる。この大幅な落ち込みは中国と EU 双方への輸出が大幅に減少したためである。中国への輸出量が大幅に減少した理由としては、ディーゼルの価格が急落し、PO-GO 価格を大幅に正へと振ったことにより中国における裁量混合需要がほぼゼロとなったためである。EU への輸出量大幅減の理由としては 2 つある。一つ目は、これまでの最恵国待遇（MFN）における関税の 6.5%に加えて、2019 年 12 月に EU により 8-18%の相殺関税がインドネシアのバイオディーゼルに課せられたためである。二つ目は、COVID19 による経済停滞の影響を受けて、EU におけるディーゼルの需要が下がったためである。

米国向けバイオディーゼル輸出は 2016 年 11 月に終了した。その後、米商務省と米国国際貿易委員会は非常に高い事前関税を課した。インドネシアからのバイオディーゼル輸出は、AD 税が最大 277%、CVD 税が最大 65%の対象となっている。2018 年 2 月、インドネシア政府は米国の関税の決定に対し、世界貿易機関（WTO）に提訴した。

また 2019 年 3 月、運輸省関係者によれば、EU RED II におけるパーム油を原料とするバイオ燃料を主な対象としている高リスクの ILUC バイオ燃料に上限を設け、段階的に廃止するという政策に対して、インドネシアは WTO に提訴するためのチームを結成している。

2018 年の貿易データによると、インドネシアはマレーシアから 2,800 万リットルのバイ

オディーゼルを輸入したが、これは国内の生産・消費のほんの一部である。

表 2-58 インドネシアのバイオディーゼルの生産・消費量（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年*	2020 年**
初期在庫	94	110	152	58	294
生産量	3,500	2,800	5,600	8,000	7,800
輸入量	0	0	28	0	0
輸出量	476	187	1,772	1,800	100
消費量	3,008	2,572	3,750	6,200	7,700
期末在庫	110	152	258	294	294

表 2-59 インドネシアのバイオディーゼルの生産能力（千 kL）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年*	2020 年**
精製所数	30	32	31	31	31
生産能力	10,898	11,547	11,357	11,357	11,357
稼働率	32.1%	24.2%	49.3%	67.8%	68.7%

*2019 年は見通し

**2020 年は見通し

出所) USDA, Indonesia: Biofuels Annual 2020

3. バイオジェット燃料の導入促進策、研究開発動向等に関する諸外国の動向調査

3.1 バイオジェット燃料の利用に関する調査

3.1.1 ICAO データベースに基づくバイオジェット燃料の利用実績

バイオジェット燃料の商用フライトにおける利用実績については、ICAO が事例ベースで各種報道発表を取り纏めている¹⁴。当該取り纏めに基づいて、以下では、利用実績がある国、製造方法、原料、製造事業者別の整理を記す。

(1) 利用実績がある国

国別のバイオジェット燃料商用フライトの事例は表 3-1 に示す通りである。米国で最多、オランダ、カナダ、メキシコ、オーストラリア、続いてドイツ、中国、ブラジルの順で事例数が多くなっている。日本においても 2021 年 2 月の JAL の取組がピックアップされている。¹⁵

表 3-1 ICAO GFAAF による国別の商用フライト実績（事例数ベース）

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	計
米国		1	2					1	1	1	1		7
オランダ			1	1	1	1						1	5
カナダ				3						1			4
豪州				2						2			4
メキシコ			3	1									4
ドイツ			1	1		1							3
中国							2		1				3
ブラジル				1		2							3
英国	1		1										2
スウェーデン						1					1		2
フィンランド						1					1		2
日本												1	1
UAE											1		1
タイ			1										1
スペイン			1										1
南アフリカ								1					1
シンガポール									1				1
ノルウェー						1							1
インド										1			1
フランス			1										1
コロンビア					1								1
チリ				1									1
総計	1	1	11	12	2	7	2	2	3	5	4		50

出所) ICAO Global Framework for Aviation Alternative Fuels (GFAAF) <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Lists/SAFA/SAFA.aspx> より作成（2020 年 3 月 17 日閲覧）

¹⁴ ICAO Global Framework for Aviation Alternative Fuels (GFAAF) と呼ばれ、2005 年以降の代替航空燃料に関する取組に係る報道をデータベース化したもの。

¹⁵ 2020 年中は更新が行われておらず、2020 年 10 月の ANA による SAF 商用フライトの掲載はない。

(2) 製造方法別の実績

製造方法として ASTM D7566 における Annex 別のバイオジェット燃料商用フライトの事例を整理すると表 3-2 の通りである。48 事例中 39 事例と多くが Annex2 の HEFA（水素化処理エステル・脂肪酸）によるものとなっている。

表 3-2 ASTM D7566 別のフライト実績

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	計
Annex1 (FT)	1	1										1	3
Annex2 (HEFA)			11	9	2	5	2	1	2	3	4		39
Annex3 (SIP)				1		2							3
Annex5 (ATJ)										1		1	4
不明										1			1
総計	1	1	11	10	2	7	2	2	3	5	4		50

出所) ICAO Global Framework for Aviation Alternative Fuels (GFAAF) <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Lists/SAAFA/SAAFA.aspx> より作成（2020年3月17日閲覧）

(3) 原料別の実績

バイオジェット燃料の原料別にフライト事例を整理すると表 3-3 の通りである。（原料が明らかにされているもののみ整理している。）事例ベースで見ると廃食用油（HEFA）のフライトが最多となっており、加えて3件の実績があるジャトロファ、カメリナ、2件見られるアビシニアガラシも HEFA の適用が想定される油糧作物である。

表 3-3 原料別のフライト実績

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	計
廃食用油			5	5	1	3	2		2		1		19
ジャトロファ			2	1						1			4
カメリナ			2	0	1	0							3
アビシニアガラシ										2			2
糖類						2							2
天然ガス	1	1											2
サトウキビ				1									1
藻類			1										1
塩生植物											1		1
イソブタノール									1				1
廃木材								1					1
Solaris								1					1
CO2 (PtL)												1	1
廃棄衣類												1	1

出所) ICAO Global Framework for Aviation Alternative Fuels (GFAAF) <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Lists/SAAFA/SAAFA.aspx> より作成（2020年3月17日閲覧）

(4) 製造事業者方法別の実績

バイオジェット燃料の製造事業者別にフライトの事例を整理すると表 3-4 の通りである。

HEFA の製造事業者である World Energy と HEFA の製造技術を有する Honeywell UOP が 6 事例と最多となっており、特に近年では World Energy の事例が目立つ。

HEFA を製造する Neste は生産可能量として約 4.9 億ガロン（約 187 万 kL）程度有する¹⁶とされているものの、2011 年と 2019 年の 2 事例となっておりこれまで実際の SAF の生産は限定的であると見られるものの、ルフトハンザ航空¹⁷や ANA¹⁸への供給に関する発表があり、今後 SAF の供給量が増加する可能性がある。

続いて ATJ を製造する GEVO が 3 事例となっており 2016 年以降毎年フライトを実施している。Total の 2 事例は SIP（Annex3）によるもので、2014 年以降のフライト事例は見られない。

表 3-4 SAF 製造事業者別のフライト実績

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	計
World Energy								1	1	2	2	6
Honeywell UOP			3	2		1						6
Gevo								1	1	1		3
Neste			1								1	2
Total						2						2

出所) ICAO Global Framework for Aviation Alternative Fuels (GFAAF) <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Lists/SAAFA/SAAFA.aspx> より作成（2021 年 3 月 17 日閲覧）

(5) 商用フライト一覧

以上、ICAO Global Framework for Aviation Alternative Fuels に基づく利用実績がある国、製造方法、原料、製造事業者別の観点から整理を行ったが、リストアップされているフライト全体の整理を以降表 3-5 に記す。

¹⁶ ICAO 取纏め（https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF_Stocktaking.aspx2021 年 3 月 17 日閲覧）による。他 NESTE 社公表内容と比較するとニート SAF ベースと考えられる。

¹⁷ NESTE 社報道発表（<https://www.neste.com/releases-and-news/aviation/neste-and-lufthansa-collaborate-and-aim-more-sustainable-aviation>、2021 年 3 月 17 日閲覧）より

¹⁸ ANA 社報道発表（<https://www.anahd.co.jp/group/pr/snapshot/20201106.html>、2021 年 3 月 17 日閲覧）

表 3-5 ICAO Global Framework for Aviation Alternative Fuels に基づくバイオジェット燃料によるフライトのリスト

エアライン	国	日程	便数	区間	SAF 利用量等	原料	D7566	製造者(SAF 供給者)	備考
KLM	オランダ	2021/2/8	1 便	スキポール→マドリード	500 リットル	PtL	Annex1	SkyNRG, Shell Aviation	左記 Annex1 はシェルによる公開情報 ¹⁹ に基づく推測
JAL	日本	2021/2/4	1 便	羽田→福岡	不明	古着(25 万着)	Annex 5	Green Eatrth Institute、日本環境設計、RITE	2020 年 3 月に Annex5 に合格
Finnair	フィンランド	2019/8/5 2019/8/7	2 便	サンフランシスコ→ヘルシンキ	12%混合、2 フライトで 32t-CO2 の削減に相当	廃食用油	Annex 2	World Energy (SkyNRG, Shell Aviation)	
United Airlines	米国	2019/6/5	1 便	シカゴ→ロサンゼルス	30%混合、LC ベースで GHG60% 削減	—	Annex 2	World Energy	カーボンオフセットフライト今後 2 年間で最大 1000 万ガロン購入することを契約
Braathens Regional Airlines	スウェーデン	2019/5/19	1 便	ハルムスタッド→ストックホルム	40%の CO2 排出削減	—	Annex 2	Neste (Air BP)	Neste は 2022 年までに最大 100 万トン生産能力を増強
Etihad Airways	UAE	2019/1/16	1 便	アブダビ→アムステルダム	不明	塩生植物	Annex 2	ADNOC Refining (ADNOC Distribution)	Sustainable Bioenergy Research Consortium (SBRC)の研究
United Airlines	米国	2018/9/17	1 便	サンフランシスコ→チューリッヒ	16,000 ガロン (30%混合)	アビシニア ガラシ	Annex 2	AltAir Fuels (現 World Energy)	Carinata は Agrisoma Biosciences が販売
Virgin Australia	豪州	2018/9/12 まで	195 便	ブリスベン→(国内線・国際線、43 万 km 以上)	不明	—	Annex 5	Gevo (DB Schenker, Caltex)	
SpiceJet	インド	2018/8/27	1 便	デヘラードゥー→デリー	25%混合	ジャトロファ	Annex 2	CSIR-IIP	
Air Canada	カナダ	2018/5/2	1 便	エドモントン→サンフランシスコ	10 トン (20%) の CO2 排出削減	—	—	Edmonton International Airport	バイオ燃料使用フライトは 2012 年から 7 フライト有り

¹⁹ シェル社ウェブサイト掲載の動画による (<https://www.shell.com/business-customers/aviation/the-future-of-energy/sustainable-aviation-fuel/synthetic-kerosene.html>、2021 年 3 月 17 日閲覧)

エアライン	国	日程	便数	区間	SAF 利用量等	原料	D7566	製造者(SAF 供給者)	備考
Qantas	豪州	2018/1/29	1 便	ロサンゼルス→メルボルン	約 2,400kg (10% 混合)18,000kg の CO2 排出削減	アビシニア ガラシ	Annex 2	AltAir Fuels (World Fuel Services)	Agrisoma Biosciences と提携
Hainan Airlines	中国	2017/11/21	1 便	北京→シカゴ	15%混合	廃食用油	Annex 2	Sinopec/Zhenhai Refining and Chemical Co	
Lufthansa, United Airlines, Etihad, Cathay, Emirates, Japan Airlines, Korean Air, Atlas Air, FedEx	米国	2017/11/8	9 便	シカゴ→各地	—	イソブタノール	Annex 5	Gevo (Air BP)	シカゴ・オヘア国際空港の O'Hare Fuel Committee が後援するイベント「Fly Green Day」にて
Singapore Airlines	シンガポール	2017/5/1	1 便	サンフランシスコ→シンガポール	—	廃食用油	Annex 2	AltAir Fuels (SkyNRG)	3 か月間に及ぶ 12 の “green package” フライトの最初のフライト
Alaska Airlines	米国	2016/11/14	1 便	シアトル→ワシントン	1,080 ガロン (20%混合)	廃木材	Annex 5	Gevo	Northwest Advanced Renewables Alliance (NARA)
South African Airways	南アフリカ	2016/7/15	1 便	ヨハネスブルク→ケープタウン	—	Solaris (タバコ植物)	Annex 2	AltAir Fuels (SkyNRG)	
Hainan Airlines	中国	2015/3/21	1 便	上海→北京	50%混合	廃食用油	Annex 2	Sinopec	
Dragonair	香港	2015/3/21	1 便	上海→香港	50%混合 (約 25 トンの排出削減)	廃食用油	Annex 2	Fulcrum BioEnergy	
SAS, Norwegian	ノルウェー	2014/11/1	—	トロンハイム→オスロ、ベルゲン→オスロ	48%混合	廃食用油	Annex 2	Statoil (SkyNRG Nordic)	SkyNRG が北欧地域の企業に Fly Green Fund を設立
Finnair	フィンランド	2014/9/23	1 便	ヘルシンキ→ニューヨーク	—	廃食用油	Annex 2	Statoil (SkyNRG Nordic)	

エアライン	国	日程	便数	区間	SAF 利用量等	原料	D7566	製造者(SAF 供給者)	備考
Lufthansa	ドイツ	2014/9/15	1 便	フランクフルト →ベルリン	10%混合	糖類	Annex 3	Total, Amyris	
GOL	ブラジル	2104/7/30	1 便	オーランド→サン パウロ	10%混合	糖類	Annex 3	Total, Amyris	
BMI Regional, Nextjet	スウェー デン	2014/6/26	2 便	カールスタード →フランクフル ト、カールスタ ード→ストック ホルム	—	—	Annex 3	Statoil (SkyNRG Nordic)	
GOL	ブラジル	2014/6- 2014/7	200 便		4% 混 合 で 92,000L	非 食 用 コ ー ン油、廃食用 油	Annex 2	Honeywell UOP	
KLM	オランダ	2014/5/16 -	20 便	アムステルダム →カリブ海	20%混合	廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	ITAKA プロジェクト (欧 州補助
LAN	コロンビ ア	2013/8/21	1 便	ボゴタ→カリ	50%混合	カメリナ	Annex 2	Terpel	
KLM	オランダ	2013/3/8/- 2013/8 毎木曜日	—	ニューヨーク→ アムステルダム	20%混合	廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	
Air Canada	カナダ	2012/7/24	1 便	モントリオール →ロンドン	50%混合	廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	カナダチームのロンドン オリンピック向け移動フ ライト
Azul	ブラジル	2012/6/19	—	サンパウロ→リ オデジャネイロ		サトウキビ	Annex 3	Amyris	
KLM	オランダ	2012/6/19	—	アムステルダム →リオデジャネ イロ?		廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	RIO+20
Aeromexico	メキシコ	2012/6 RIO+20 の開催期 間中	—	メキシコシティ →サンパウロ	50% 混 合 で 27,000L	廃 食 用 油 (88%) カ メ リ ナ (10%) ジャトロフ ア (2%)	Annex 2	Honeywell UOP (ASA)	モントリオール→トロ ント→メキシコシティ間 でも SAF フライト有

エアライン	国	日程	便数	区間	SAF 利用量等	原料	D7566	製造者(SAF 供給者)	備考
Porter Airlines, Air Canada, Aeromexico, GOL	カナダ	2012/6/18 - 2012/6/19	4 便	モントリオール →トロント→メ キシコシティ→ サンパウロ→リ オデジャネイロ	不明	カメリナ、廃 食用油、ジャ トロファ、非 食用コーン 油	Annex 2	Curcas, SkyNRG, ASA, Honeywell UOP	RIO+20 (ICAO デモフライト)
JetStar	豪州	2012/4/19	2 便	メルボルン→ホ バート往復	50%混合	廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	
Porter Airlines	カナダ	2012/4/17	1 便	トロント→オタ ワ	50%混合	カメリナ (49%) アビシニア ガラシ (1%)	Annex 2	Honeywell UOP (SkyNRG)	
Qantas	オーストラ リア	2012/4/13	2 便	シドニー→アデ レード往復	50%混合	廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	
LAN	チリ	2012/3/7	—	サンチアゴ→コ ンセプション	—	廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	
Lufthansa	ドイツ	2012/1/12	1 便	フランクフルト →ワシントン	50%混合 38 トンの排出削 減	ジャトロファ ア	Annex 2	—	国内線 1,187 便で利用す る試験飛行プロジェクト の最終フライト
Thai Airways	タイ	2011/12/2 1	—	バンコク→チェ ンマイ	50%混合	廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	
Alaska Airlines	米国	2011/11/9	2 便	シアトル→ワシ ントン・ポート ランド	20%混合	廃食用油	Annex 2	Dynamic Fuels (SkyNRG)	数週間で同区間にて 75 便 の運航を予定
United Airlines	米国	2011/11/7	—	ヒューストン→ シカゴ	40%混合	藻類	Annex 2	Solazyme	
Air France	フランス	2011/10/1 3	—	トゥールーズ→ パリ	50%混合	廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	
Thomson Airways	英国	2011/10/6 3 年間	毎週 1 便	バーミンガム→ カナリア諸島	50%混合	廃食用油	Annex 2	(SkyNRG)	
Iberia	スペイン	2011/10/3	1 便	マドリード→バル セロナ	20% 混 合 で 2800kg	カメリナ	Annex 2	Honeywell UOP (ASA)	
Aeromexico	メキシコ	2011/9/27 から毎週	—	メキシコシティ →サンホセ	25%混合	カメリナ	Annex 2	(ASA)	

エアライン	国	日程	便数	区間	SAF 利用量等	原料	D7566	製造者(SAF 供給者)	備考
Aeromexico	メキシコ	2011/8/1	1 便	メキシコシティ →マドリード		ジェットロフ ア	Annex 2	Honeywell UOP (ASA)	
Interjet し	メキシコ	2011/7/21	1 便	メキシコシティ →トゥストラグ ティエレス	50%混合	ジェットロフ ア	Annex 2	Honeywell UOP (ASA)	
Lufthansa	ドイツ	2011/7/15 から 6 か 月間	毎日 4 便	ハンプルクーフ ランクフルト	50%混合	カメリナ、ジ ャトロファ、 廃獣脂	Annex 2	Neste Oil	
KLM	オランダ	2011/6/29	1 便	アムステルダム →パリ	50%混合	廃食用油	Annex 2	SkyNRG	SkyNRG は2010年にKLM が設立、今回は初フラ イト
United Airlines	米国	2010/4/30	—	—	40%混合	天然ガス	Annex 1	Rentech	
Qatar Airways	カタール	2009/10/1 2	1 便	ロンドン→ドー ハ	50%(GTL)混合	天然ガス	Annex 1	Shell	

出所) ICAO Global Framework for Aviation Alternative Fuels (GFAAF) <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Lists/SAAFA/SAAFA.aspx> より作成 (20201 年 3 月 17 日閲覧)

(6) バイオジェット燃料の生産状況

1) 世界における生産動向

世界におけるバイオジェット燃料の生産状況については、ICAO が 2020 年 5 月までに収集した情報に基づいて、生産実績と生産見通しを開示している。両者について、図 3-1 図 3-2 に記す。当該データによると、2017~18 年の年間の SAF の生産量は 7,000kL 程度であるが、生産容量は 2020 年に 300 万 kL/年程度、2025 年にかけて 1,400 万 kL/年の水準に増加する見通しを示している。

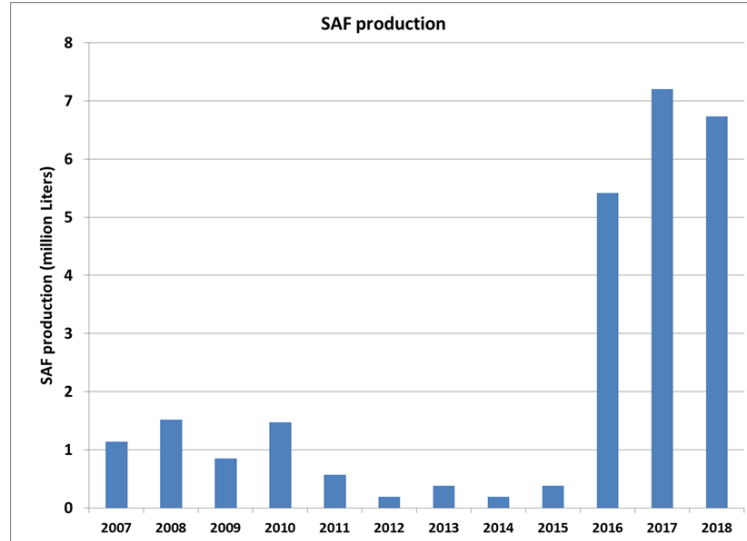


図 3-1 SAF 生産量の推移 (ICAO 集計)

出所) ICAO ウェブサイト (https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF_Stocktaking.aspx、2020 年 3 月 7 日閲覧) より引用

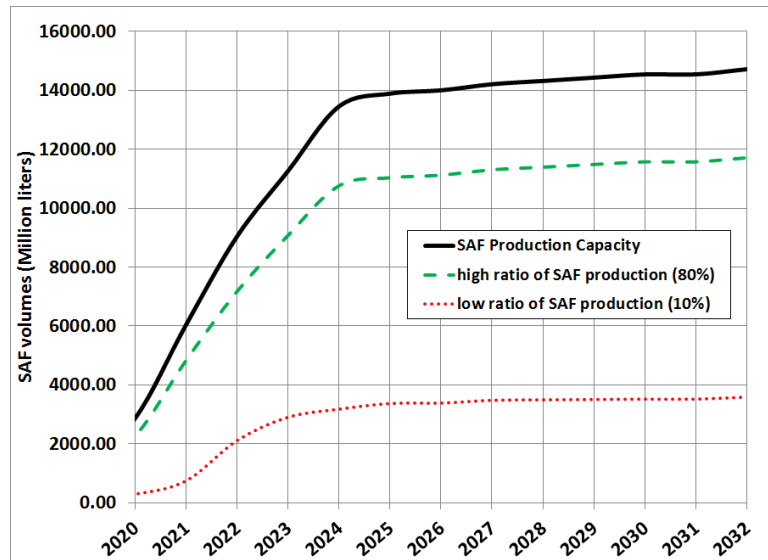


図 3-2 SAF 生産量の見通し (ICAO 集計)

出所) ICAO ウェブサイト (https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF_Stocktaking.aspx、2020 年 3 月 7 日閲覧) より引用

2) 各国における生産動向

世界におけるバイオジェット燃料の生産状況については、同じく ICAO が 2020 年 5 月までに収集した情報（ストックテイク）に基づいて、プラントやプロジェクトベースでの情報を集約している²⁰。ICAO の整理に基づく各国の生産プラント、プロジェクトの状況と製造方法については以下の通りである。なお当該発表内容には、ニート SAF ベースか再生可能燃料全体の値であるか明記はされていない。

a. 米国

ICAO スtockテイクに基づく、米国における SAF の生産動向は表 3-6 に示す通りである。当該情報に基づく、現状 SAF の生産容量を有する事業者は Diamond Green 社、REG 社、World Energy 社、Gevo 社、Lanzatech 社の 5 社と見られる。

表 3-6 米国における SAF の生産動向

SAF 製造者	製造場所	生産量	製造方法※
Hollyfrontier	ニューメキシコ州 アーティージャ	2023 年までに 1.25 億ガロン（約 47.5 万 kL）／年で生産開始予定	HEFA
Diamond Green	ルイジアナ州 ノーコー	現状 2.75 億ガロン（約 104.5 万 kL）／年の生産容量 2020 年に 6.75 億ガロン（約 256.5 万 kL）／年に拡張予定	HEFA
REG	ルイジアナ州 ガイスマー	現状 7500 万ガロン（約 28.5 万 kL）／年の生産容量	HEFA
Marathon	ノースダコタ州 ディキンソン	2021 年に 1.84 億ガロン（約 69.9 万 kL）／年で生産予定	HEFA
World Energy	カリフォルニア州 パラマウント	現状 3800 万ガロン（約 14.44 万 kL）／年で生産中。2021 年に 3.06 億ガロン（約 116.3 万 kL）／年に拡張予定	HEFA
Fulcrum	ネバダ州シエラ	2020 年より当初 1050 万ガロン（約 4 万 kL）／年で生産、将来的に 3 億ガロン（約 114 万 kL）／年に拡張予定	FT 合成
Gevo	テキサス州 シルスビー	2020 年に 5 万ガロン（約 190kL）／年の生産容量、2024 年に 5000 万ガロン（約 19 万 kL）／年、2029 年に 1 億ガロン（約 38 万 kL）／年に拡張予定。	ATJ
Lanzatech	ジョージア州 ソパートン	Freedom Pines プラントとして現状 1000 万ガロン（約 3.8 万 kL）／年の生産設備。2022 年にかけて毎年 3000 万ガロン（約 11.4 万 kL）／年の規模を増設予定。	ATJ
RedRock	オレゴン州 レイクビュー	2020 年に当初 1510 万ガロン（約 5.7 万 kL）／年で生産予定	FT 合成
Velocys	ミシシッピ州	2000 万ガロン（約 7.6 万 kL）／年で生産予定	FT 合成

※三菱総合研究所による各社公開情報、報道に基づく補足

出所) ICAO ウェブサイト (https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF_Stocktaking.aspx、2020 年 3 月 7 日閲覧) より引用

²⁰ https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF_Stocktaking.aspx (2020 年 9 月 7 日閲覧)

b. 欧州

ICAO ストックテイクに基づく、欧州における SAF の生産動向は表 3-7 に示す通りである。当該情報に基づく、現状 SAF の生産容量を有する事業者は Neste 社のみと見られる。

表 3-7 欧州における SAF の生産動向

SAF 製造者	製造場所	生産量	製造方法※
Preem	スウェーデン グーテンベルグ	2024 年に 2.64 億ガロン（約 100 万 kL）／年で 生産予定	HEFA
ST1 Oy	スウェーデン グーテンベルグ	2022 年より生産予定。2023 年に 2 億 5295 万ガ ロン（約 96 万 kL）／年の生産容量。	HEFA
LTU Greenfuels	スウェーデン ピーテオー	（3MW のガス化設備）	FT 合成
Neste	フィンランド ポルヴォー	2019 年より 3100 万ガロン（約 11.8 万 kL）／年 で生産	HEFA
TOTAL	フランス シャトヌフ＝レ ＝マルティエグ	2020 年より 1.65 億ガロン（約 62.7 万 kL）／年 で生産予定	HEFA
UPM	フィンランド コトカ	2024 年より 1.65 億ガロン（約 62.7 万 kL）／年 で生産予定	HEFA
Neste	オランダ ロッテルダム	2019 年より 1 億 4530 万ガロン（約 55.2 万 kL） ／年で生産	HEFA
Lanzatech	英国 ポート・タルボット	2021 年以降に 2640 万ガロン（約 10 万 kL）／ 年で生産予定	ATJ
velocys	英国	2025 年より 1320 万ガロン（約 5 万 kL）／年で 生産予定	FT 合成

※三菱総合研究所による各社公開情報、報道に基づく補足

出所) ICAO ウェブサイト (https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF_Stocktaking.aspx、2020
年 3 月 7 日閲覧) より引用

c. その他

その他、ICAO ストックテイクに基づく SAF 製造情報は表 3-8 及び表 3-9 のとおり。

表 3-8 欧米外における SAF の生産動向

SAF 製造者	製造場所	生産量	製造方法※
Neste	シンガポール	2022 年より 3.17 億ガロン（約 120 万 kL）／年 で生産予定	HEFA
ECB	パラグアイ	2022 年より 2 億 5295 万ガロン（約 96 万 kL） ／年で生産予定	—
SAF plus consortium	カナダ モントリオール	2025 年以降に 790 万ガロン（約 3 万 kL）／年 で生産予定	—
Refuel YYZ	カナダ	2023 年に 1.8 万 kL／年で開始し、2024 年に 3.6 万 kL／年に増強	—

※三菱総合研究所による各社公開情報、報道に基づく補足

出所) ICAO ウェブサイト (https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF_Stocktaking.aspx、2020
年 3 月 7 日閲覧) より引用

表 3-9 ARA 社²¹のライセンスを獲得したプロジェクト

SAF 製造者	生産量
ARA ランセンシー 1	2022 年までに 265 万ガロン（約 1 万 kL）／年の生産容量を予定
ARA ランセンシー 2	2022 年までに 300 万ガロン（約 1.14 万 kL）／年の生産容量を予定
ARA ランセンシー 3	2022 年までに 530 万ガロン（約 2 万 kL）／年の生産容量を予定

出所) ICAO ウェブサイト (https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF_Stocktaking.aspx、2020
年 3 月 7 日閲覧) より引用

²¹ D7566 Annex6 の製造技術を有するエンジニアリング会社

3.1.2 バイオジェット燃料を導入するための政策

本章では、諸外国におけるバイオジェット燃料導入施策の経緯とともに、バイオジェット燃料を導入するための政策として、特に我が国において施策の参考となると考えられる以下の事項に関して整理を行った。

- バイオジェット燃料の製造に係る技術的な支援、官民の連携
- 政策動向、特に空港にバイオジェット燃料の導入を行う仕組み

(1) ノルウェー

1) バイオジェット燃料の普及の経緯

ノルウェーにおけるバイオジェット燃料導入の経緯は表 3-10 に示す通りである。

表 3-10 ノルウェーにおけるバイオジェット燃料普及の経緯

年	動向	概要
2009 年	バイオ燃料導入の義務化	持続可能性基準を満たすバイオ燃料の導入義務量を設定
2014 年	持続可能な航空のための北欧イニシアティブ立上げ	NISA: Nordic Initiative for Sustainable Aviation と呼ばれるアライアンスとして、北欧諸国の航空業界、航空当局、OEM が連携して取組む体制を構築
2016 年	オスロ・ガーデモエン空港におけるバイオジェット燃料の導入	欧州委員会が実施するプロジェクトである ITAKA において生産されたバイオジェット燃料を同空港のハイドラント経由（世界初）で供給
2019 年	バイオジェット燃料混合比率の法制化	製品・消費者サービス管理法に基づく規制として、航空燃料の販売者に対する先進バイオ燃料の混合比率を義務化

出所）三菱総合研究所作成

2) バイオジェット燃料を導入するための政策

現在実施されているバイオジェット燃料を対象とした導入促進策は以下の通り。

a. 官民連携・国産バイオジェット燃料の検討²²

2014 年、北欧地域の多くの航空会社や空港所有者を含む北欧の航空関係者は、持続可能な航空のための北欧イニシアティブ（NISA: Nordic Initiative for Sustainable Aviation）と呼ばれる北欧全体の官民連携組織を立ち上げた。航空業界団体、航空当局、IATA、ボーイング、エアバスも NISA に積極的に参加している。NISA は、国内法、EU 持続可能性基準、国際持続可能性ガイドラインに照らして、持続可能性について連携、調整することを目的とする。デンマーク、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン国内、北欧、国際レベルで次の活動に取り組む。

- ・ 進行中のイニシアチブ（原料、技術、研究開発、生産など）の体系的な全体像
- ・ 関連するアクターの概要
- ・ 国、企業、研究者のイニシアティブと活動の調整と促進

²² ICAO “Nordic Initiative for Sustainable Aviation (NISA)” <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Pages/Project.aspx?ProjectID=25>

- ・ 関連するプロジェクトなどへの参加
- ・ 北欧におけるバイオ燃料の顧客の要件
- ・ ロジスティクス、輸送、保管の概要と推奨事項
- ・ バイオジェット燃料のイノベーションに地域的に焦点を当てて取り組む
- ・ バイオジェット燃料の開発を促進に向けた空港、業界、政府の意思決定者への戦略的インプット
- ・ 経済性と価格設定
- ・ 北欧における SAF の進歩に対する障壁に関する評価

また、ノルウェーでは Enova と呼ばれる国営の技術開発支援基金が存在し、エネルギー・気候変動分野における技術開発支援を行っている。2019 年の資金拠出額（管理費用を含む）は 1 億 5260 万ノルウェークローネ（約 20 億円）となっている。²³また、Innovation Norway と呼ばれる政府による資金の拠出も行われている。²⁴バイオジェット燃料製造の可能性があるプロジェクトとしては、以下が挙げられる。

- ・ Statkraft 社がバイオ燃料の製造を目指し Silva Green Fuel と呼ばれるプロジェクトを実施、2025 年早期に商用のバイオ燃料製造プラントの操業を目指し実証プラントの建設が行われている。バイオ燃料の製造方法としては HTL（水熱液化法）が適用されている。²⁵
- ・ この他、Biozin AS 社が、製材残渣や森林残渣を原料としてバイオ燃料を製造するプラントの計画を有しており Innovation Norway による資金を獲得している。²⁶

b. 空港における SAF 導入支援（AVINOR）

ア) 世界初の国際空港としてのバイオジェット燃料導入からの展開

2016 年 1 月にオスロ空港は、AirBP, Neste, SkyNRG, Lufthansa Group, KLM, SAS と連携し、同空港で燃料補給をする全てのエアラインに対してバイオ燃料を供給できる世界初の国際空港になった。2017 年 8 月に、当該スキームがベルゲン空港を含め拡大された。

イ) AVINOR によるバイオジェット燃料製造支援²⁷

ノルウェー運輸通信省傘下の国営会社である空港運営会社 Avinor は、エアライン及びノルウェー航空産業連盟（Federation of Norwegian Aviation Industries）と共に、ノルウェーの林業資源を利用したバイオ燃料の大規模製造の可能性を探索しており、その一環として、2019 年 AVINOR は、技術プロバイダー Qantafuel と国営企業 Enova が部分的に資金提供する新しいパイロットプラントで生産されるバイオジェット燃料を購入する契約を締結した。

AVINOR は、プロジェクトの開発に向けて 800 万ノルウェークローネ（93 万ドル）をコ

²³ Enova Annual Report 2019 <https://www.enova.no/about-enova/>（2021 年 3 月 17 日閲覧）

²⁴ The Research Council of Norway <https://www.regjeringen.no/en/dep/kd/organisation/kunnskapsdepartementets-etater-og-virksomheter/Subordinate-agencies-2/the-research-council-of-norway/id426571/>（2021 年 3 月 17 日閲覧）

²⁵ Silva Green Fuel <https://www.statkraft.com/about-statkraft/where-we-operate/norway/silva-green-fuel/>（2021 年 3 月 17 日閲覧）

²⁶ Biozin AS <http://biozin.no/>（2021 年 3 月 17 日閲覧）

²⁷ ノルウェー国内の大半の空港を運営している国営空港運営会社。

ミットしている。²⁸Quantafuel AS はノルウェーのエネルギー会社であり、リサイクル不可能な廃棄物やバイオベースの製品をベースにした高品質の化学製品や合成燃料製品を生産するための生産プラントを開発、設計、運営している。過去 10 年間で、同社は、固体バイオマスを低炭素の高度なジェット燃料に変換する GtL 技術等を開発しているものとされる。

ウ) その他 AVINOR による脱炭素検討状況²⁹

この他、AVINOR では、自社のサステナビリティレポートにおいて、ノルウェーの航空業界を 2050 年までに化石燃料フリーとするロードマップを描いている。また、当該レポートでは、SAF の生産量と導入量を増やすためのプログラムを策定することを計画するものとされている。また、ノルウェー国内における森林残渣等の資源によりノルウェーのジェット燃料需要の 30-40%を充たすことができるとの試算も行っている。

エ) 空港離発着料の検討

過去にはバイオジェット燃料を用いたフライトの着陸料の免除に関する議論があったが、現在のところ実現はされていない。

c. バイオジェット燃料導入義務³⁰

ノルウェーでは、製品・消費者サービス管理法に基づく規制として、航空燃料の販売者である石油供給者に対し、燃料のうち 0.5%以上を SAF（先進バイオ燃料）とする義務要件を 2019 年 4 月 30 日に決定、2020 年 1 月から発効している³¹。パームオイルには要件に含まれない。毎年翌年の 3 月 31 日までに同法で規定する持続可能性基準を満たす、国内・国際航空向けに利用された先進バイオ燃料の消費量を報告することとなる。なお政府発表では、2030 年までに 30%とする目標が掲げられているが、2021 年 3 月現在法制化はされていない。

なお、当該政策の導入に当たり行われた議論の経緯については、一部ノルウェー環境庁のウェブサイト公開されている。³²

また、現在、欧州委員会がバイオジェット燃料に関して検討を進めている政策である Refuel EU Aviation³³では、類似の政策が検討の遡上に上がっている。Refuel EU Aviation との整合性については、今後ノルウェー、アイスランド、リヒテンシュタインと EU との間で締結されている協定（EEA-European Economic Area 協定）に照らして、その協定の手続きやプ

²⁸ Avinor “Avinor and Norwegian aviation 2019” https://avinor.no/globalassets/_konsern/om-oss/rapporter/en/avinor-og-norsk-luftfart-2019-en.pdf (2021 年 3 月 17 日閲覧)

²⁹ <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/the-aviation-industrys-ambitious-goal-norwegian-aviation-to-be-fossil-free-by-2050?publisherId=17507039&releaseId=17898370> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

³⁰ Government of Norway “More advanced biofuel in aviation” <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/mer-avansert-biodrivstoff-i-luftfarten/id2643700/> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

³¹ LOCDATA “Forskrift om endring i forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (innføring av omsetningskrav til luftfart)” <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2019-04-30-555> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

³² Innføring av omsetningskrav for luftfart (2018/6537) <https://nettarkiv.miljodirektoratet.no/hoeringer/tema.miljodirektoratet.no/no/Horinger/Regelverk/Innforing-av-omsetningskrav-for-luftfart-20186537/index.html> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

³³ 欧州委員会ウェブサイト (<https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12303-ReFuelEU-Aviation-Sustainable-Aviation-Fuels>, 2021 年 3 月 17 日閲覧) に掲載された Inception impact assessment に基づくと、政策案として SAF 混合義務 (SAF blending mandate)、EU RED の乗数見直し、政府によるオークション、EU の財政拠出、原料供給の優先、自主的な合意、技術開発を促進するイニシアティブ、SAF 使用状況のモニタリングなどが挙げられている。

プロセスに沿って検討が行われるものと見られる。

なお、当該導入義務の決定に先立ったノルウェー政府の発表³⁴によれば、2030年の目標として2030年に30%といった目標も表明されている。

(2) 英国

1) バイオジェット燃料の普及の経緯

英国におけるバイオジェット燃料導入の経緯は表 3-11 に示す通りである。英国では2008年から RTFO 制度を開始し、バイオジェット燃料に対するインセンティブを有している。また、2010年の Green Sky London、2019年のブリティッシュエアウェイズ-Velocys による SAF 製造プロジェクトなど、FT 合成による SAF の製造プロジェクトの立ち上げの表明を何度か行っている。近年では空港による政策提言やロードマップの表明が目立っており、Sustainable Aviation と呼ばれる空港の連名が BEIS 向けに政策提言を行っている。

表 3-11 英国におけるバイオジェット燃料普及の経緯

年	動向	概要
2006年	Sustainable Aviation UK の設立	航空会社、空港、メーカー、航空ナビゲーションサービスプロバイダーなどが参画する民間のアライアンス Sustainable Aviation UK が設立
2008年	RTFO 制度開始 (2009年 EURED 適用開始)	輸送用化石燃料の供給事業者に対しバイオ燃料の導入を義務付ける再生可能燃料導入義務開始。
2010年	Green Sky London プロジェクトの立ち上げ	British Airways は Solena Fuels 社と提携し、世界初の埋め立て地の廃棄物をジェット燃料に変えるプラント建設を進める GreenSky London プロジェクトを2012年開始。(2016年終了)
2018年	ヒースロー空港によるカーボン・ニュートラル成長に向けたロードマップの策定	ヒースロー空港が航空技術、運航、SAF、カーボンプライシング、オフセットによるカーボンニュートラル成長に関するロードマップ策定
2019年	ブリティッシュエアウェイズ-Velocys による SAF 製造プロジェクト発表 ³⁵	Velocys 社の子会社 Altalto Immingham Limited がブリティッシュエアウェイズ、シェルと連携し都市ごみ由来の SAF の製造計画を発表
2020年	ヒースロー空港による脱炭素ロードマップの発表	バイオジェット燃料を含む8つの施策による脱炭素ロードマップとともに政策提言を実施
2020年	Sustainable Aviation UK による脱炭素ロードマップの発表	英国の航空部門の脱炭素化における SAF の貢献可能性、SAF による雇用創出や経済成長の可能性とともに政策提言を実施
2020年	Jet Zero Council の設立	運輸省、BEIS が共同議長となり航空部門のゼロエミッションに向け官民連携委員会として設立。バイオジェット燃料も主要テーマの一つ。
2020年	SAF 導入義務の検討開始	英国政府は The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution の一部として2025年からの SAF 導入義務の開始を検討する旨を表明

出所) 三菱総合研究所作成

³⁴ More advanced biofuel in aviation <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/mer-avansert-biodrivstoff-i-luftfarten/id2643700/> (2021年3月17日閲覧)

³⁵ 当該プロジェクトには当初シェルも参加していたが、2021年1月に撤退する旨の報道が見られている。<https://www.velocys.com/2021/01/18/project-altalto-update/> (2021年3月17日閲覧)

2) バイオジェット燃料を導入するための政策

英国において特にバイオジェット燃料を対象とした導入促進策は以下の通り。

a. 民間の連携 (Sustainable Aviation)

Sustainable Aviation は、英国の主要な航空会社、空港、メーカー、航空ナビゲーションサービスプロバイダー、主要なビジネスパートナーの集合体として、2005 年に設立された。英国航空業界の長期戦略を検討する場であり、気候変動、騒音、大気品質をカバーする幅広い目標と取り組みを設定している。

2020 年 2 月に Sustainable Aviation は、SAF に係るロードマップとして、SUSTAINABLE AVIATION FUELS ROAD-MAP³⁶を公表した。同ロードマップでは、英国の航空部門の脱炭素化における SAF の貢献可能性、SAF による雇用創出や経済成長の可能性、英国政府への SAF に係る提言をまとめている。

当該ロードマップでは、2050 年に SAF の利用により、英国の航空業界からの排出量を 32%削減 (14.4Mt の CO₂ 削減に相当) できると推定されている。また、英国における SAF 製造が今後進展した場合、英国での 2035 年の SAF 需要の 3.3%から 7.8%を、国内製造できるとしている。

一方、政策提言としては、SAF の燃料製造の大規模化を進める長期政策や金銭的支援を求めて、1.SAF に係る部局 (OSAF: Office for Sustainable Aviation Fuel)、または類似機関の創設、2.商業プラントへの投資、3.RTFO への持続可能な廃棄物ベース燃料の組み込み、4.SAF への乗数の適用による、SAF 生産/投資の促進を BEIS に対して提言している。

表 3-12 Sustainable Aviation からの英国政府に対する提言

提言内容	詳細
1. SAF に係る部局 (OSAF: Office for Sustainable Aviation Fuel)、または類似機関の創設	SAF の開発と商業的な展開を進めるために政府間調整と支援を行うために不可欠な、SAF 専用の部局 (OSAF) または適切なガバナンスを備えた同様の省庁を跨ぐ組織の創設を提案する。これは、低排出ガス対策局 (OLEV: Office for Low Emission Vehicles) や航空宇宙技術研究所 (ATI: Aerospace Technology Institute) の官民パートナーシップの成功に基づいた提案である。部局 (Office) の創設が難しい場合、ガバナンス構造、メンバーシップ、リソースを有した類似の省庁間を跨ぐ組織の創設を提案する。
2. 商業プラントへの投資	5 年間で合計 5 億ポンド (合計 10 億ポンド) の公的/民間資金のマッチングファンドにより、廃棄物や残渣を利用して SAF を製造する英国全土初の商業プラント、及び、SAF 開発の英国のセンター・オブ・エクセレンスの創設の支援を提案する。また、同資金は、英国の燃料試験の専門知識を活用して新規の SAF 技術の承認プロセスを促進する追加の燃料開発と試験を支援にも利用され、英国への投資の誘致と燃料技術プロバイダーの定着に役立つ。SAF は、

³⁶SUSTAINABLE AVIATION FUELS ROAD-MAP Fueling the future of UK aviation

https://www.sustainableaviation.co.uk/wp-content/uploads/2020/02/SustainableAviation_FuelReport_20200231.pdf
(2021 年 3 月 17 日閲覧)

	Aerospace Growth Partnership (AGP)、ATI、電化とハイブリッド航空機向けの他の資金調達の対象外であるため、英国政府による投資を提案する。
3. RTFO への持続可能な廃棄物ベース燃料の組み込み	再生可能な輸送燃料義務 (RTFO: Renewable Transport Fuels Obligation) を持続可能な廃棄物ベースの原料に適用することで、SAF の開発が大幅に促進される可能性がある。
4. SAF への乗数の適用による、SAF 生産/投資の促進	現在、航空燃料への政策インセンティブは、道路燃料と同様のものである。道路燃料は低品質で、製造に必要な処理がわずかに少ないため、航空燃料が政策の枠組みで優先されない限り、生産者は引き続き道路輸送に注力する可能性が高い。開発用の SAF に少なくとも 1.2 倍の乗数を適用すると、燃料生産者が同じ生産原料を利用して道路燃料を生産する代わりに、航空燃料生産に投資進める可能性がある。

出所) Sustainable Aviation “SUSTAINABLE AVIATION FUELS ROAD-MAP”

[https://www.sustainableaviation.co.uk/wp-](https://www.sustainableaviation.co.uk/wp-content/uploads/2020/02/SustainableAviation_FuelReport_20200205.pdf)

[content/uploads/2020/02/SustainableAviation_FuelReport_20200205.pdf](https://www.sustainableaviation.co.uk/wp-content/uploads/2020/02/SustainableAviation_FuelReport_20200205.pdf) (閲覧日: 2020 年 9 月 18 日)

b. 官民連携 (Jet Zero Council の設置)

英国政府は 2020 年 9 月産業界と政府間のパートナーシップとして大臣級と各企業 CEO 級での協議会 Jet Zero Council を 2020 年 7 月立上げた。航空業界の野心的な二酸化炭素排出削減 (ゼロエミッション) に向けて新技術創出及びイノベーションを目指すこと、SAF 生産コストを各種努力によって下げることでにより商業化を目指すこと、2050 年までにゼロエミッションフライト達成に必要な政策及び法的枠組みを包括的に調整することが目的に掲げられている。参加メンバーは表 3-13 のとおり。

表 3-13 Jet Zero Council 参加メンバー

政府側メンバー	議長: 運輸大臣、ビジネス・エネルギー・産業戦略大臣 メンバー: 運輸省 政務次官、ビジネス・エネルギー・産業戦略省 政務次官
企業側メンバー	- エアライン: British Airways, Virgin Atlantic, easyjet, LoganAir, TUI Airways - メーカー・エンジニアリング: Rolls-Royce, Airbus, Meggitt and ADS President, GKN, ZeroAvia, MAG, Coadec, Tech UK, Mercia Asset Management, AEF, Aerospace Technology Institute, Knowledge Transfer Network, Cranfield University, Faraday Institution, GAMA - 石油・SAF 関係: BP plc, Shell Global Aviation, Velocys, Renewable Energy Association, Lanzatech - 空港: Heathrow

出所) Gov.uk “Jet Zero Council” <https://www.gov.uk/government/groups/jet-zero-council> (閲覧日: 2020 年 3 月 23 日)

Jet Zero Council 傘下には、SAF Delivery Group 及び Zero-Emission Aircraft Delivery Group が設置されており、航空会社、石油会社、SAF 生産者、学界、コンサルタント会社等、幅広い専門家が参加している。SAF Delivery Group では、政府と産業界が協力して英国における生産施設を設立し、燃料の市場供給を加速する方法について助言を提供している。以下の 4 分野に重点を置いている。

- ・ SAF の導入義務の検討
- ・ SAF の商業化
- ・ SAF 生産に必要な技術と原料
- ・ COP26 のための英国の空港での SAF の供給

c. 空港における取組み（ヒースロー空港）

ヒースロー空港は、2018 年にカーボンニュートラル成長に向けたロードマップ CARBON NEUTRAL GROWTH ROADMAP ³⁷を公表し、運航、SAF、カーボンプライシング、オフセットによるカーボンニュートラル成長を目指すことが表明された。当該ロードマップの中でヒースロー空港は、SAF の供給に向けたインフラの整備に加え、離発着料による SAF に対するインセンティブの検討を行うものとしている。

また、2020 年に公表した TARGET NET ZERO³⁸と題した報告書では、航空業界での 2050 年までのネットゼロの実現に向け、バイオジェット燃料の促進を含めて以下の 8 つのフレームワークに沿った取組みを進めるとしている。

1. すべての空港インフラと車両がゼロカーボンになるまで投資を続ける。
2. 将来的な完全ゼロカーボン車両へのステップとして、ヒースローの車両が 2025 年までに超低排出基準を満たすようにビジネスパートナーを支援する。
3. ヒースローで働く 76,000 人の人々、乗客、地域を旅行するすべての人々が、地上旅行からの排出量を削減しやすくする。
4. 低炭素建設の世界的リーダーとなり、明確なベースラインと野心的な削減目標を設定して、空港の拡張に伴う排出量を削減する。また、残留排出量を相殺する。
5. 2022 年の国際民間航空機関（ICAO）総会での世界的なネットゼロ排出目標の合意を目指して、世界的な航空業界の「高い野心連合」の構築に取り組む。
6. 持続可能な航空燃料（SAF）の生産と利用の加速を支援する。
7. 完全ゼロカーボン飛行を実現する技術の開発を支援する。
8. カーボンを地面に戻し、乗客がフライトを相殺できるように支援し、自然および技術ソリューションへの投資を増加させる。

6 番目に記載されている SAF の生産と利用の加速支援については、これまで Sustainable Aviation の一員として脱炭素ロードマップの作成支援、インペリアルカレッジロンドンとの連携による SAF の利用可能性評価、Virgin Atlantic と LanzaTech による SAF 開発の支援を進めてきたものとしている。また、現在 SAF の利用を奨励する Landing Charge の利用検討を進めているものとされる。

政府に対して、航空旅客税（Air Passenger Duty）の終了と SAF を含む環境面を優遇した税制度への改定を求めている。また、Sustainable Aviation の一員として、Office for Sustainable Aviation Fuels の設立と、Renewable Transport Fuels Obligation における SAF の優遇等を求めている。

³⁷ Heathrow 2.0 CARBON NEUTRAL GROWTH ROADMAP

<https://www.heathrow.com/content/dam/heathrow/web/common/documents/company/heathrow-2-0-sustainability/further-reading/Carbon-Neutral-Growth-Roadmap.pdf> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

³⁸ TARGET NET ZERO Heathrow's Plan for the Critical Decade Ahead

<https://www.heathrow.com/content/dam/heathrow/web/common/documents/company/heathrow-2-0-sustainability/heathrow-target-net-zero.pdf> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

d. バイオジェット燃料導入義務

2020 年 11 月に英国政府は、The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution の一部として、2025 年より SAF 導入義務（mandate）を実施することを検討する旨を表明している³⁹。なお当該施策には 1500 万ポンドの SAF 製造支援も言及されている。

(3) フランス

1) バイオジェット燃料の普及の経緯

フランスにおけるバイオジェット燃料導入施策経緯は表 3-14 に示す通りである。

表 3-14 フランスにおけるバイオジェット燃料普及の経緯

年	動向	概要
2009 年	EURED の適用	EURED に基づき汚染事業統合税（TGAP）の免税措置などを実施
2013 年	Biofuel Initiative France の立ち上げ	Airbus、Air France、Safran、フランス民間航空局(French civil aviation authorities (DGAC))、Total によるバイオ燃料イニシアティブ(Biofuel Initiative France)
2015 年	Total 社による SIP（ASTM D7566 Annex3）の製造開始	Total 社と Amyris 社による共同開発による SAF 生産技術を商用化し、Biofuel Initiative France の取組の一部としてフライトを実施
2020 年	航空輸送における持続可能なバイオ燃料の立ち上げ	連帯エコロジー転換省による SAF 導入目標 2025 年 2%、2030 年 5%（2020 年 1 月）の表明 当該目標の達成に向けた実証の取組に対する関心表明を募集
2020 年	SAF 導入義務の決定	フランス政府は SAF の 1%の混合率を義務化することを含めた 2021 年からの適用法を公表

出所）三菱総合研究所作成

2) バイオジェット燃料を導入するための政策

現在実施されているバイオジェット燃料を対象とした導入促進策は以下の通り。

a. 官民連携・バイオジェット燃料の導入目標

フランスの連帯エコロジー転換省は、フランスの航空輸送における持続可能なバイオ燃料の立ち上げ（lancement des biocarburant durables dans le transport aerien francais）と題したロードマップを 2020 年 1 月 27 日に公表。当該ロードマップには、以下に記載の取組みの基本原則の表明とともに、2025 年までに 2%、2030 年までに 5%の SAF を導入する目標が掲げられており、2050 年に 50%に混合率を引き上げる目標についても言及されている。

関連して、2020 年 1 月、エアバス、エールフランス、サフラン、スエズ、トタルは、関心表明の呼びかけ（CEI: Call for Expression of Interest）を開始した。CEI は、フランスでの SAF 産業の創出に向けた第一歩であり、SAF 生産ユニットへの投資プロジェクトや投資の促進

39

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/936567/10_POINT_PLAN_BOOKLET.pdf（2021 年 3 月 31 日閲覧）

支援策、インセンティブを特定する。このイニシアティブでは、SAF 産業において官民が連携する最初のパートナーシップであり、以下 5 点の推奨事項を掲げている⁴⁰。

- ・ 航空部門に必要な原材料の量を動員する。
- ・ 持続可能な資源、特に循環経済から調達された持続可能な資源が、先進的な持続可能な航空燃料を生産するために使用されることを保証する。
- ・ 適切なインセンティブスキームを通じて、バリューチェーンのすべての関係者が業界で経済的に実行可能であることを確認する。
- ・ 既存の空港物流流通ネットワークを使用する。
- ・ 生産の多様化をサポートおよび促進する。

b. 空港における取組み（コートダジュール空港グループ）

2020 年 1 月、コートダジュール空港グループ（Aéroports de la Côte d'Azur Group）は、運営する 3 つの空港（Nice Côte d'Azur、Cannes Mandelieu、Golfe de Saint-Tropez）での温室効果ガスの排出量を 2030 年までにゼロとするためのプログラムを公表した。2019 年 6 月に、2050 年までに同目標を掲げていたが、前倒しでこの目標を達成するための手順を公表している。

- ・ Golfe de Saint-Tropez 空港は、2018 年からカーボンニュートラルであり、更に 23 トンの CO₂ 相当量を吸収する炭素井戸（Carbon well）を敷地内に設置することにより、2020 年に温室効果ガスの排出をゼロとする。
- ・ Cannes Mandelieu 空港も同じロードマップに従い、排出量ゼロの目標が達成される 2030 年までの 5 つの排出削減段階をもつ。2034 年以降、年間で少なくとも 14 トンの CO₂ 相当量を吸収することが可能となる。
- ・ Nice Côte d'Azur 空港は、温室効果ガスの排出量を 10 年で 80%削減し、2016 年にフランスで最初のカーボンニュートラルな空港となった。2020 年に、空港はサービスカーの 80%を電化することで排出量を 83%削減し、2021 年には貨物ターミナルとテクニカルセンターをガスフリーにすることで 86%削減する予定である。すべての建物からのガスの段階的な撤去、太陽光発電パネルの開発、特別な機械の脱炭素化も 2030 年目標の達成に貢献する。また、2034 年までに空港を使用する航空機が排出する CO₂ を吸収する炭素井戸（Carbon well）を設置するとしている。

同グループの主な対策は以下の通り⁴¹：

■ すべての空港での対策：

- ・ 駐車中の航空機に電力を供給する 400Hz の Gangway を使用し、補助エンジンを作動させずに車載機器を使用できるようにする。
- ・ エプロンに駐機している航空機用の飛び出し電力供給ターミナルを普遍的に使用する。
- ・ 100%電気自動車フリートとする。
- ・ 環境に配慮した地元調達のエネルギー保証で電力供給契約に署名する。

⁴⁰ Airbus “Airbus, Air France, Safran, Suez and Total welcome advancements in favour of a sustainable aviation biofuel industry in France” <https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2020/01/airbus-air-france-safran-suez-and-total-welcome-advancements-in-favour-of-a-sustainable-aviation-biofuel-industry-in-france.html>（閲覧日：2020 年 9 月 23 日）

⁴¹ AEROPORT “Nice Côte d'Azur” <https://en.nice.aeroport.fr/Passengers/Latest-news/Aeroports-Cote-d-Azur-unveils-its-programme-to-put-an-end-to-greenhouse-gas-emissions-in-just-10-years>（閲覧日：2020 年 9 月 23 日）

- ・ 空港とその周辺をつなぐソフトモビリティオフィサーの作成と開発をサポートする。
- ・ 持続可能な航空燃料のオフィサーが市場に到着する準備をする。
- ・ カーボンニュートラルを達成するための空港炭素認定イニシアティブに参加する。
- ・ 2050 年までに温室効果ガスが排出されないように、このアプローチを継続する。

■ 航空会社のための対策：

- ・ 地上移動時に排出量を半分にする単一エンジンの地上移動手順に体系的に従う。
- ・ 持続可能な航空燃料を促進する。
- ・ 国家の権限下で 2 つの措置を導入することにより、経済競争力の概念を生態学的競争力の概念に置き換える。

■ 州のインセンティブ：

- ・ 国内の空港を出入りする航空券に適用される「エコ寄付」税を、すでにカーボンニュートラルな空港を優先して、10%から 50%の範囲で調整する。
- ・ 各タイプの航空機の実際の環境フットプリントに従って空港料金を調整する。

c. バイオジェット燃料導入義務

2020 年 12 月末、フランス政府は SAF の 1%の混合を義務化することを含めた 2021 年より適用する法律を公表している。⁴²

(4) スウェーデン

1) バイオジェット燃料の普及の経緯

スウェーデンにおけるバイオジェット燃料導入施策の経緯は表 3-10 に示す通りである。

表 3-15 スウェーデンにおけるバイオジェット燃料普及の経緯

年	動向	概要
2009 年	EURED の適用	EURED に基づき汚染事業統合税（TGAP）の免税措置などを実施
2014 年	持続可能な航空のための北欧イニシアティブ立上げ	NISA: Nordic Initiative for Sustainable Aviation と呼ばれるアライアンスとして、北欧諸国の航空業界、航空当局、OEM が連携して取組む体制を構築
2017 年	ストックホルム・アーランダ空港におけるバイオジェット燃料の導入	2017 年よりハイドラントシステムを通じた SAF の供給を開始。空港運営会社である Swedavia がエアラインと協力の上で取り組みを率先。
2019 年	政府付託の有識者提言	スウェーデン政府が有識者に付託した有識者がスウェーデンにおける SAF 導入目標を提案
2020 年	SAF 導入施策の政府案の発表	財務省、環境省、インフラ省が Biojet Inquiry Biojet for Aviation (SOU 2019: 11) を提案
2020 年	SAF 導入施策の政府案の発表	2021 年よりスウェーデン国内で販売されるジェット燃料に対して GHG の削減を求める義務を導入することを表明。

出所) 三菱総合研究所作成

⁴² https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/textes/l15b3360_projet-loi#__RefHeading__Toc407208_1701531476
(2021 年 3 月 23 日閲覧)

2) バイオジェット燃料を導入するための政策

a. 官民連携

ノルウェーでの官民連携で記載した Nordic Initiative for Sustainable Aviation (NISA) と呼ばれる北欧全体の官民連携に、スウェーデンの航空関係者、航空業界団体、航空当局も参加している。

b. バイオジェット燃料導入目標・促進施策の検討

スウェーデン政府は、Fossil Free Sweden⁴³と題して、各産業界とともに脱化石燃料に向けたロードマップの策定を進めた。この中で航空関連業界として Swedish Air Transport Society がロードマップを策定しており⁴⁴、2030 年までのスウェーデン国内の国内線の脱化石燃料化や、2045 年の国際線を含むスウェーデン国内の空港で給油されるジェット燃料の脱化石燃料化を謳っている。

また、2020 年 9 月 11 日の財務省、環境省、インフラ省の共同プレスリリースによると、SAF 導入の義務化を記した Biojet Inquiry Biojet for Aviation (SOU 2019: 11) を提案している。同提案では、2021 年には 0.8%、2030 年には 27%のバイオ燃料導入義務化が提案されており、最速で 2021 年に効力を持つ可能性がある⁴⁵。

c. 空港における取組 (Swedavia)

Swedavia は 2020 年 12 月に空港での活動による化石燃料からの CO2 の排出ゼロを達成した。また、Swedavia は、自社及びパートナー企業の出張を目的とした SAF の購入を実施しており、2020 年は 9 月に 210 トンの SAF を購入することを決定している。⁴⁶

また、エアラインに対して SAF のプレミアムの半額支援を行う Sustainable Aviation Fuel (SAF) Incentive Programme を 2000 万スウェーデンクローネの予算で実施。遅くとも 2025 年までに SAF の比率を 5%とする目標を掲げている⁴⁷。なお、SAF に対する離発着料によるインセンティブは実施をしていない。

d. バイオジェット燃料導入義務

NESTE 社の発表によると、2020 年 9 月にスウェーデン政府は、2021 年よりスウェーデン国内で販売されるジェット燃料に対して GHG の削減を求める義務を導入することを表明している⁴⁸。この中では 2021 年に 0.8%、2030 年に 27%の GHG 削減量を求めるものとしている。

⁴³ <https://fossilfritt Sverige.se/en/roadmaps/> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

⁴⁴ <https://www.svensktflyg.se/english/> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

⁴⁵ Regeringskansliet “Bränslebytet förstärks med högre inblandning av förnybart i drivmedel”
<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/09/branslebytet-forstarks-med-hogre-inblandning-av-fornybart-i-drivmedel/>

⁴⁶ <https://www.swedavia.com/arlanda/news/sustainable-aviation-fuel-equivalent-to-about-9000-flights-will-be-tanked-at-stockholm-arlanda/#gref> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

⁴⁷ <https://www.swedavia.com/globalassets/flygmarknad/swedavia-saf-incentive-2020.pdf> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

⁴⁸ <https://www.neste.com/releases-and-news/aviation/neste-sweden-becomes-frontrunner-sustainable-aviation> (2021 年 3 月 31 日閲覧)

(5) オランダ

1) バイオジェット燃料の普及の経緯

オランダにおけるバイオジェット燃料導入の経緯は表 3-10 に示す通りである。

表 3-16 スウェーデンにおけるバイオジェット燃料普及の経緯

年	動向	概要
2009 年	EURED の適用	EURED に基づき HBE 制度などを実施
2011 年	KLM がバイオジェット燃料の商用フライトを開始	KLM 初のバイオジェット燃料商用フライトを 2011 年に開始。2013 年その後ニューヨーク-アムステルダム便の定期運航などにも利用
2019 年	スキポール空港におけるバイオジェット燃料供給拡大	KLM が NESTE 社からの廃食油由来のバイオジェット燃料の調達拡大について発表。
2019 年	持続可能な航空輸送に関する官民の協定案の公表	2030 年までにオランダの航空燃料の 14% を先進バイオ燃料、グリーン電力・グリーン水素とする官民のコミットについて言及
2020 年	世界初の e-Fuels を用いたフライトの実施	KLM 及び Shell は、世界で初めて e-Fuels による旅客便を運航したことを発表

出所) 三菱総合研究所作成

2) バイオジェット燃料を導入するための政策

a. 官民連携・バイオジェット燃料の導入目標

オランダでは 2019 年 3 月に民間各社とインフラ・水管理省が「持続可能な航空輸送に関する協定案 (Ontwerpakkoord Duurzame Luchtvaart)」をオランダ政府に対して提出している⁴⁹。当該協定案の中では、2030 年までにオランダの航空燃料の 14% を先進バイオ燃料、グリーン電力・グリーン水素とする約束が含まれているが、2021 年 3 月現在の同協定のステータスは不明である。

同協定案の署名者は以下のとおり。

- 政府：水インフラ省
- 航空宇宙関係：GKN AeroSpace
- エアライン：KLM、Air Cardio Netherlands, EasyJet の他業界団体
- 空港：スキポール空港、他空港運営会社
- その他：SkyNRG、デルフト工科大、PWC、経営者団体など

b. 空港における取組 (スキポール空港)

2012 年頃から KLM 航空が導入する SAF の供給を実施している。また、スキポール空港を拠点とする KLM は、SkyNRG は連携して、デルフトにヨーロッパ初の SAF 用プラントを建設し、生産量を増加させている。同プラントは、2022 年から 10 万トンの SAF を

⁴⁹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/03/27/bijlage-2-ontwerpakkoord-duurzame-luchtvaart> (2021 年 3 月 17 日閲覧)

生産する見込みであり、スキポール空港も投資を行う。工場の生産開始後には、KLM は最初の 10 年間、年間 75,000 トンの SAF を購入予定である⁵⁰。

また、ロイヤルスキポールグループの一部であるロッテルダム・ハーグ空港では、CO₂、水、電気から作られた持続可能な合成燃料について研究が行われており、将来的にロッテルダム・ハーグ空港の空港敷地内に小規模施設が建設される見込みである⁵¹。

(6) 米国

1) バイオジェット燃料の普及の経緯

米国におけるバイオジェット燃料導入施策経緯は表 3-17 に示す通りである。米国では 2006 年という早期から代替ジェット燃料の開発促進を目的とした官民の連携イニシアティブ Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative (CAAFI) を立ち上げ、ASTM D7566 における代替燃料の規格認証の推進などを行ってきた。

近年では 2017 年には RFS2 制度、2019 年にはカリフォルニア州 LCFS においてバイオジェット燃料に対するインセンティブが開始されており、2016 年にバイオジェット燃料の生産を開始した現 World Energy 社によるバイオジェット燃料の供給の後押しにもなっている。

また、2020 年大統領選挙で勝利したバイデン政権はバイオ燃料製造促進に関わる表明を行っている。

表 3-17 米国におけるバイオジェット燃料普及の経緯

年	動向	概要
2006 年	CAAFI 設立	2000 年頃から FAA (米国連邦航空局) が実施する NextGen の下で、代替ジェット燃料の開発促進を目的とした官民の連携イニシアティブとして設立
2009 年	RFS2 制度開始	エネルギー自給安全保障法に基づくバイオ燃料導入義務の開始
2012 年	国防産業法に基づく実証支援の実施決定	軍用燃料の規格を満たすバイオ燃料を、4 ドル/ガロン以下のコストで供給することを条件に、SAF プラントに対する助成を実施。
2016 年	AltAirFuels 社 (現 World Energy 社) がバイオジェット燃料の本格供給開始	ロサンゼルス空港においてオスロ空港に続きハイドラントシステムを介したバイオジェット燃料の供給を開始。
2017 年	RFS2 制度におけるバイオジェット燃料に対するインセンティブ開始	RFS2 制度において SAF の供給に対し RIN の発行を開始
2019 年	カリフォルニア州 LCFS におけるバイオジェット燃料に対するインセンティブ開始	2019 年 1 月 4 日以降、代替ジェット燃料も「オプトイン クレジット発行燃料」として新たに対象化
2020 年	バイデン大統領候補がバイオジェット燃料の製造促進に関する政権公約を表明	新しい SAF の開発にインセンティブを与えるための方策、バイオ燃料のコストをさらに削減することに焦点を当てた連邦研究プログラム、次世代の液体燃料 (の生産量) を倍増することに言及。

出所) 三菱総合研究所作成

⁵⁰ Schiphol “Schiphol to invest in Europe's first sustainable kerosene plant” <https://news.schiphol.com/schiphol-to-invest-in-europes-first-sustainable-kerosene-plant/>

⁵¹ Schiphol “Alternative fuels” <https://www.schiphol.nl/en/you-and-schiphol/page/alternative-fuels/>

2) バイオジェット燃料導入促進策

a. 官民の連携状況（CAAFI）

民間航空代替燃料イニシアティブ（CAAFI: Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative）は、航空会社、航空機およびエンジンメーカー、エネルギー生産者、研究者、国際的な参加者、米国政府機関の集合体であり、民間航空用の代替ジェット燃料の開発と展開を進めるものであり、以下4分野に取り組むものである。

- 燃料の使用承認・証明：ASTM国際標準設定機関を介してSAF承認プロセスを作成し、承認プロセスを通じて代替ジェット燃料の安全な使用を可能にし、製造者、ユーザー、規制当局の信頼を保証する。（D7566の承認に向けた支援）
- 研究開発：幅広いSAF製造技術やフィードストックの研究開発を行う。
- 環境適合性：SAFの開発、評価、展開の各段階において、環境、社会、経済に関連するリスクとパフォーマンスを考慮する。
- サプライチェーン開発：燃料生産者と消費者を結びつけ、SAFを使用するケーススタディを評価し、サプライチェーンを開発する。

また、現在 CAAFI では、表 3-18 に示す通り、米国農務省、州、地方のステイクホルダーとの連携を促進し、SAF や付加価値副産物を生み出す特定のプロジェクトの支援も行っている⁵²。

表 3-18 CAAFI における主要な州での取り組み

州・実施者	原料	技術
コネチカット州 Connecticut Center for Advanced Technology	都市固形廃棄物	廃棄物発電施設を、ブラッドリー国際空港にジェット燃料を供給する廃棄物燃料複合施設に転用するためのオプション評価を実施。米国農務省 Rural Business Enterprise Grant から資金提供を受け、初期の実現可能性調査を実施。
フロリダ州 Treasure Coast Education, Research & Development Authority (TCERDA)	目的栽培の砂糖（テンサイ、スイートソルガム、スイートチューバー）	米国農務省 Rural Business Development Grant（RBDG）を使用して、数十万エーカーの休閑期のカンキツ畑での代替エネルギー作物の開発を進める。エタノールベースのアルコール-to-ジェット（ATJ-SPK）技術を用いる。
ハワイ州 Simonpietri Enterprises LLC, Hawaii Bioeconomy Trade Organization	不均一なセルロース系都市廃棄物、農業廃棄物、木質侵入種等。	2013 年以来、CAAFI は、原料および燃料生産可能性の評価を進める。2016 年以降、軍向けの代替燃料の取り組みを民間主導に移行されるため、商業化、政策調査を進める。
サウスカロライナ州 USDA 農村開発、サウスカロライナクリーンエネルギービジネスアライアンス、SCRA Applied Technologies	林業残渣と藻類	米国農務省 Rural Business Enterprise Grant から資金提供を受け、1) クラレンドン郡における木質バイオマスベースの燃料利用、2) コレトン郡における藻類からのバイオエネルギー製造に関する調査を実施。

出所）CAAFI “Deployment Activities & State Initiatives” http://www.caafi.org/focus_areas/state_initiatives.html（閲覧日：2020 年 9 月 18 日）

⁵² CAAFI “About CAAFI” <http://www.caafi.org/about/caafi.html>（閲覧日：2020 年 9 月 18 日）

b. 空港における取り組み

①ロサンゼルス国際空港（LAX）

2019年6月、ユナイテッド航空のボーイング737-900ERが、商用飛行でSAFの実証を実施。LAXを「エコハブ」として指定し、ユナイテッド航空では、今後2年間、LAXで出発するすべてのフライトでSAFを購入して利用を継続する。ユナイテッド航空は2016年にLAXで最初にSAFを利用し、LAX出発便に利用するため最大1,500万ガロンの購入をしている⁵³。

②サンフランシスコ国際空港（SFO）

2017年、SFOは150社の航空会社、従来型および代替燃料プロバイダー、その他の組織を結集させ、SFOおよびカリフォルニア全体でのSAFの開発と使用の拡大に向けた協力を進めた。2018年には、カリフォルニアおよび世界中の目的地に向けて出発するSAFを燃料とする複数のゲートウェイフライトをホストし、同年に合計約40万ガロンのSAFが配送、約100MTのCO2を回避した。

上記取り組みの成功により、SFOはSAFの使用拡大を目指したが、インフラとサプライチェーンのロジスティクスが大きな障壁であることが判明したことから、2018年9月には、提携航空会社と燃料生産者合計10社を集め、業界初の自主的な覚書に署名した（MOU）。その中には、インフラストラクチャ、ロジスティクス、サプライチェーン、資金調達調査の提供における協力と、空港でのSAF利用量の増加に向けSFOが展開できる主要な戦略を特定が含まれる。SFOのSAF MOUの航空会社の署名者には、ユナイテッド航空、アラスカ航空、アメリカン航空、キャセイパシフィックが含まれ、SFOの全フライトの66%以上を占めているほか、主要サプライヤーであるシェブロン、シェル、Neste、LanzaTechも含まれる。

SFOは、SAFの市場拡大における空港の役割を定義・標準化するために、Airport Council InternationalのSAF関連タスクグループの共同議長を務め、北米の他の空港とも協力している。SFOは、インフラとファイナンスの研究、ゲートウェイプロジェクトと空港での手順、政策と資金提供活動で学んだ教訓とベストプラクティスを空港関係者と共有することで、取り組みを前進させるように業界に働きかけている⁵⁴。

③ワシントン・ダレス国際空港（IAD）

2020年、WorldEnergyとWorldFuel Servicesは、航空業界におけるSAFの利用性とサプライチェーンの効率を高めることを目的とした世界経済フォーラム（WEF）のSAFプログラムを開始した。WEFの第50回年次総会に向けて、テターボロ（TEB）、ボストン/ベッドフォード（BED）、ダレス国際空港（IAD）にあるJet Aviationの施設からスイスのダボスに向けて出発するビジネスジェットのCO2量をSAF利用によって削減可能。Jet Aviationでは、TEB、BED、IADでSAFを提供していないが、WEF SAFプログラムでは、乗客がオプトインしてSAFの便益を主張できる。具体的には、TEB、BED、IADで購入した従来燃料1ガロンごとに、カリフォルニアにあるJet AviationのVan Nuys（VNY）から出

⁵³ LAW “LAX Welcomes World's Most Eco-Friendly Commercial Flight as United Commits to LAX 'Eco-Hub-with Purchase of Biofuel” <https://www.lawa.org/news-releases/2019/news-release-52>

⁵⁴ SFO “Sustainable Aviation Fuel” <https://www.flysfo.com/environment/sustainable-aviation-fuel>（2020年9月23日閲覧）

発するフライトで、同量の従来燃料が SAF に置き換えられる⁵⁵。

④ダラスフォートワース国際空港（DFW）

2018 年、Neste とダラスフォートワース国際空港（DFW）は、持続可能な航空事業を推進するための協力を発表。SAF の利用機会を模索するとともに、空港の持続可能性への取り組みを強化するための追加の方法を調査予定。また、DFW で SAF 供給を確立するための基礎を築くために、ロジスティクスとサプライチェーンのオプションを調査している⁵⁶。

(7) 我が国におけるバイオジェット燃料政策へのインプリケーション

1) 業種横断的取組

今回調査の対象とした 6 か国全てにおいてバイオジェット燃料の導入促進のための業種横断的な連携が見られるが、特に、英国、フランス、オランダにおいて近年、著しい進展がみられる。サマリーは以下のとおりである。

- 英国：民間有志の“Sustainable Aviation”、2020 年に政府が設置した官民連携委員会“Jet Zero Council”が活動中（エアバスやシュエルといった他国企業も参加）。Jet Zero Council の SAF Delivery Group では、政府と産業界が協力して英国における生産施設を設立、SAF 供給を加速する方法について助言。
- フランスでは政府によるバイオジェット燃料導入目標の提示に呼応して、フランス主要企業であるエアバス、エールフランス、サフラン、スエズ、トタルが連携し SAF 生産ユニットへの投資プロジェクトや投資の促進支援策を呼びかけ。
- オランダでは政府（水インフラ省）と民間（空港、エアライン、メーカー等）が連名でグリーン水素、電力を含む協定案を提示。

特にフランスとオランダでは政府が掲げる SAF 導入目標とセットでの検討となっている。また英国では“Jet Zero Council”として SAF 以外にも Zero-Emission Aircraft Delivery Group といった機材の検討も行われており、参加している業種は幅広い。

我が国では、資源エネルギー庁が事務局を務める「2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けたバイオジェット燃料の導入までの道筋検討委員会」を 2015 年から 2018 年にかけて、石油元売、エアライン、燃料製造事業者が参加し、国産バイオ燃料の搭載も視野に入れた連携を進めてきた。今後バイオジェット拡大の議論を要する展開が見られた場合や、機材を含む脱炭素の対策の必要が生じた場合には、当該検討委員会の場を活用、対象者を拡大することが考えられる。

⁵⁵ CAPA “WEF and World Energy to offer SAF for flights to the WEF 50th annual meeting”

<https://centreforaviation.com/analysis/reports/aviation-sustainability-and-the-environment-capa-15-jan-2020-509241>
(2020 年 9 月 23 日閲覧)

⁵⁶ Neste “Neste and Dallas Fort Worth International Airport (DFW) are collaborating to drive sustainable aviation operations” <https://www.neste.com/releases-and-news/aviation/neste-and-dallas-fort-worth-international-airport-dfw-are-collaborating-drive-sustainable-aviation> (2020 年 9 月 23 日閲覧)

2) 国産 SAF 製造の目論見

今回の調査の中で英国、ノルウェーにおいては自国の資源による SAF の製造ポテンシャルについて以下のとおり検討している。

- ノルウェー国内における森林残渣等の資源によりノルウェーのジェット燃料需要の 30-40%を充たすことができるとの試算（AVINOR）
- 英国における SAF 製造が今後進展した場合、英国での 2035 年の SAF 需要の 3.3%から 7.8%を国内製造できるとの試算（Sustainable Aviation UK）

ノルウェー、英国においても、ポテンシャルの計算から更に踏み込んだバイオジェット燃料の生産・供給計画については未だ検討の途上にあるが、今後、使用原料や適用技術、輸入のポテンシャルも念頭に、支援策と併せ検討が進められると考えられる。

我が国においても、これまで NEDO が実施する事業を通じてバイオジェット燃料の開発が進められているが、ノルウェー、英国と同様に、平行して国産バイオマス資源のポテンシャルとの整合を図っていくことが方向性の一つとして考えられる。

3) 空港起点の施策

a. 政策的措置

空港を起点とする SAF を導入する政策的措置としては、以下の事例が見られた。

- ① 空港からエアラインへの補助スキーム（Swedavia の例）
- ② 空港自身による SAF の購入（Swedavia が実施する自社社員による出張利用、AVINOR による SAF 購入契約）
- ③ 離発着料の免除（ヒースロー空港が検討していると公表）⁵⁷

また、空港を起点とした施策ではないが、旅客税の活用についてもヒースロー空港が提言を行っており、政策メニューの候補になるものと考えられる。

加えて、ヒースロー空港、Swedavia、AVINOR、フランスの 3 空港では空港が主体となったロードマップの策定が行われており、我が国においても空港主体の脱炭素計画の策定に期待が持たれる。

特に AVINOR については、航空業界全体を横断的に空港自身による SAF の生産量と導入量を増やすためのプログラムの検討、国産資源を用いた SAF のポテンシャル検討を行っており、空港が SAF の拡大に向け業界を牽引するという可能性も考えられる。

b. 技術的施策

大規模空港における SAF の導入は既に多数の事例が見られ、特に近年では、米国において、関係ステークホルダーの連携も含めた SAF 導入に向けた技術的検討や関係者の連携が、多数実施されていることが調査によって把握された。

一方、欧州では、空港における技術的な検討として Power to Fuel も視野とした技術的な

⁵⁷ なお、空港離発着料の免除に関しては、騒音対策において過去導入されてきた経緯があるが、SAF に関する免除の導入事例は先行する欧州でも見られておらず、課題がある可能性がある。

検討がフランス及びオランダで見られた。オランダでは将来的にロッテルダム・ハーグ空港の空港敷地内に小規模施設が建設される予定である。空港では広大な敷地を活用した太陽光発電の導入などの期待も持たれ、CCUS とセットで空港起点の **Power to Fuel** の展開を将来的に検討することも考えられる。

3.2 バイオジェット燃料に関する国際的なルール作りの動向

3.2.1 ICAOにおける持続可能性基準等の検討状況

2021年3月現在、CORSIAにおけるバイオジェット燃料の持続可能性基準に関しては、Implementation Elementとして以下の5つの文書が取り纏められている。(以下の冒頭の番号はICAOが振っている連番である)

- ・ 3. CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes : CORSIA 適格燃料の持続可能性を確認できる第三者認証 (SCS) に対する要件
- ・ 4. CORSIA Approved Sustainability Certification Schemes : CORSIA 適格燃料の持続可能性を確認できる第三者認証 (SCS) として認められたもの
- ・ 5. CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels : CORSIA 適格燃料に求められる持続可能性基準
- ・ 6. CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA Eligible Fuels : CORSIA 適格燃料におけるライフサイクル GHG の既定値
- ・ 7. CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values : CORSIA におけるライフサイクル GHG 排出量を計算する方法

以下では各文書について順次解説する。なお、6. CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA Eligible Fuels に関しては、令和元年度燃料安定供給対策に関する調査等 (バイオ燃料等のライフサイクル GHG 排出量算定に関する調査) において取り纏めており、当該報告書を参照されたい。

(1) 3.CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes

1) 概要

CORSIA はシカゴ条約 37 条に基づく国際標準及び勧告方式（SARPs）のち Annex16 Volume4 として定められているが、その中で CORSIA がエアラインに求めるオフセット義務量の償却に利用可能な SAF には持続可能性基準（5. CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels として定めるもの）を求められている。

3. CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes は当該持続可能性基準を満たすためのスキームに関して要求する事項を纏めたものである。表 3-19 に全体像を示す。

表 3-19 CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes の全体像

要件	主な項目
a. SCS に対する要件	1. 文書管理 2. 監査適格性 3. SCS グループ監査要件（該当する場合） 4. 認証要件への不適合 5. モニタリングとシステムレビュー 6. 透明性 7. アニュアルレポート 8. リスクマネジメント計画 9. 認定機関の認定 10. ステークホルダーエンゲージメント 11. 苦情に関する手続 12. 温室効果ガス（GHG）の報告および計算の透明性
b. 事業者 ^{注）} に関して SCS が定める一般要件	1. 文書管理 2. 事業者による他の SCS への参加に関する透明性 3. CORSIA 認定要件
c. 事業者に関して SCS が定めるトレーサビリティ要件	1. トレーサビリティ:マスマランス 2. トレーサビリティ:マスマランスシステム文書 3. トレーサビリティ:管理のマスマランスレベル 4. トレーサビリティ:マスマランスのタイムフレーム
d. 事業者に関して SCS が定める情報伝達要件	1. サプライチェーンにおける情報伝達
e. 認証機関に関して SCS が定める要件	1. 認定・監査基準 2. 監査 3. ある SCS で不適合の場合の他の SCS で再認証 4. 認証書の発行 5. グループ監査（該当する場合） 6. 監査適格性 7. 保証レベルの確立

注）事業者（Economic Operators）には、供給原料生産者、処理設備、取引業者を含む。

出所）ICAO (2019) “CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes”より三菱総合研究所作成

以下では、バイオジェット燃料の製造者に当たる「事業者」に関連して求める要件に関して解説を行う。なお、CORSIA 持続可能性基準の運用に際して登場するプレイヤーに関して、3. CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes では図 3-1 のとおり整理しているので、参考に示した。

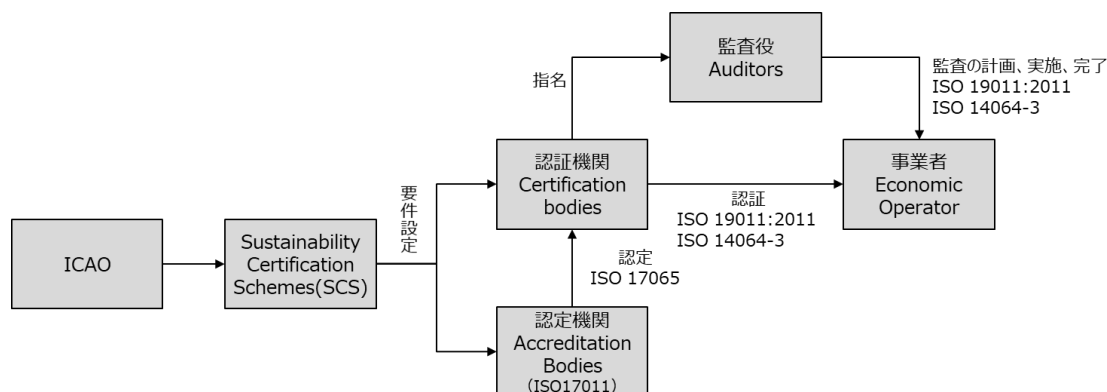


図 3-3 CORSIA 持続可能性基準における登場プレイヤー

出所) ICAO (2019) “CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes”より MRI 作成

2) SAF 製造事業者等に関して SCS が定める一般要件

3. CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes に定められたバイオジェット燃料製造事業者に求められる一般要件は表 3-20 に記す通りである。

持続可能性基準を確認するスキーム運用者である SCS は CORSIA 適格燃料に関する文書管理や透明性、既定値を適用するための要件や、ライフサイクル GHG の計算根拠、ライフサイクル GHG 計算に際してアロケーションの対象としない区分に該当する証明などの持続可能性基準を確認できる証憑について整理することが求められている。

表 3-20 事業者（SAF 製造事業者）に関して SCS が定める一般要件

要件	内容
1. 文書管理	- SCS は、事業者以下を要求する。 ➤ (i) 認証に関連した証拠を監査可能な文書管理システムを有する。 ➤ (ii) 最低 5 年間記録を行う。 ➤ (iii) 当該証拠の監査の関連情報を準備する責任を負う。
2. 事業者による SCS への参加に関する透明性	SCS は、すべての事業者に対し、事業者が認証される/された SCS の名称を宣言すること、また、それらの認証に関連するすべての情報を監査者が利用可能とすることを要求する。
3. CORSIA 認証要件	- SCS は、事業者に対し、ここに示す 全ての CORSIA 要件を満たしていることを示し、文書化することを要求する。なお、以下の事項が含まれる。 ➤ 対象燃料は、ICAO 文書 “CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels” で指定された CORSIA の持続可能性基準を満たしている。 ➤ (該当する場合) 事業者が利用するデフォルトの GHG ライフサイクルアセスメント(LCA)の値は、ICAO 文書 “CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA Eligible Fuels” に規定する値及び関連する原料・転換プロセス(パスウェイ)と一致する。

	➤ (該当する場合)事業者がライフサイクルの実測値で GHG 排出量を算定するシステムは、以下のことが保証される: ✧ <u>ICAO 文書に規定された CORSIA LCA 方法論“CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values” に沿って、ライフサイクルの実測値が正確に計算されている。</u> ✧ LCA 値の計算は完成され、正確であり、透明性を持つ。 ➤ (該当する場合)事業者によって計算されるライフサイクルの実測値は正確であり、入手可能な最新のデータを用いて、ICAO 文書 <u>“CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values” に規定された CORSIA LCA 方法論に従って計算されている。</u> ➤ (該当する場合)事業者が<u>ライフサイクルの実測値の算出に使用した排出クレジットは正確であり、関連する CORSIA 排出クレジットの方法論に沿って計算されており、ICAO 文書 “CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values”, Section 6 に規定されている排出クレジットの全ての要件を満たす。</u> ➤ <u>廃棄物または残留物の原料の場合、その物質は ICAO が CORSIA に定めた廃棄物または残留物の定義を満たしており、最初の採取地点まで遡ることができる</u> [ICAO 文書 “CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values”, Section 4] 。 ➤ <u>副産物の場合、その物質は ICAO が CORSIA に定めた副産物の定義を満たしており、発生源まで遡ることができる</u> [ICAO 文書 “CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values”, Section 4]。 ➤ <u>土地利用変化リスクが低いフィードストックの場合、そのフィードストックおよび/または土地利用慣行は、ICAO が CORSIA に定めた要件を満たす</u>[ICAO 文書 “CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values”, Section 5]。
--	--

出所) ICAO (2019) “CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes” より MRI 作成

3) SAF 製造事業者等に関して SCS が定めるトレーサビリティ要件

CORSIA では、当該制度を規定する文書である SARPs Annex Annex 16, Volume IV において購入記録および混合記録による質量 (mass) によって削減量をカウントするルールを設けている。関連規定を表 3-21 に記す

表 3-21 CORSIA における CORSIA 適格燃料の削減量の扱い

Note 1.- (CORSIA 適格燃料について示す) 本章の規定は、航空燃料サプライチェーンが飛行場で分離されておらず、燃料供給インフラのさまざまなポイント (パイプライン、貯蔵ターミナル、飛行場燃料貯蔵システムなど) で co-mingle される燃料を考慮している。 特定の飛行機オペレータが購入した CORSIA 適格燃料は、その飛行機で物理的に使用されない場合があり、飛行機の出発時に特定の CORSIA 適格燃料の含有量を特定することは不可能。このため、航空機オペレータによる CORSIA 適格燃料の使用による排出削減の claim は、購入記録および混合記録による CORSIA 適格燃料の質量 (mass) に基づく。

出所) ICAO (2018) “The first edition of SARPs Annex Annex 16, Volume IV, Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)”より MRI 作成

このため CORSIA 適格燃料に関しては、通称マスバランス、すなわち流通過程で非 CORSIA 燃料と混合される場合であっても、購入した認証の数量について保証することを認めるためトレーサビリティの確保が必要であるものと考えられる。

3. CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes では、表 3-22 に記すとおり SAF 製造事業者に対してマスバランスに関するトレーサビリティを確保する要件を求めている

表 3-22 事業者に関して SCS が定めるトレーサビリティの要件

要件	内容
1. トレーサビリティ: マスバランス	- SCS は、事業者に次のようなマスバランスシステムの使用を要求する: ➤ a) 異なる持続可能性特性を持つ持続可能性原料のバッチとの混合を許可する。 ➤ b) 混合物に割り当てられたままとするには、a) で言及されている持続可能性の特性と物理量 (バッチ) に関する情報を要求する。 ➤ c) 同じ持続可能性の特徴を持つ混合物から差し引きされた全 Consignments の合計値を提供する。この合計値は、混合物に加えられた Consignments の合計と同じ量とされる。 ➤ d) 製品資格が、原料量の資格に正しく紐づくことを保証する。
2. トレーサビリティ: マスバランスシステム文書	- SCS は、事業者に対し、文書管理システム (表 2 要件 1 参照) の一部として、マスバランスを文書化するためのシステムを含めることを要求する。 - SCS は、事業者に対し、<u>認証された製品の各バッチに固有の参照/識別番号を割り当てる</u>ことを要求する (バッチ番号と呼ばれる)。
3. トレーサビリティ: 管理のマスバランスレベル	- SCS は、事業者に対し、サイトレベルでマスバランスシステムを運用することを要求する。 - SCS では、1 つのサイトを複数の法人が運営している場合、各法人 (事業者) が独自のマスバランスを管理する必要がある。
4. トレーサビリティ: マスバ	SCS は、事業者に対し、<u>マスバランスシステムから、差し引き/追加された原料のバランスを監視する</u>ことを要求する。

ランスのタイムフレーム	- SCS は、事業者に対し、マスバランスに配慮していると保証するタイムフレームを指定することを求める。 ➤ 事業者は、マスバランスが 3 か月以内の適切な期間にわたって達成されることを保証する。期限最終日での不足は認められない。 - 報告期間の終了時に、同等の物理的在庫がある限り、正の残高を次の報告期間に転送できる。
-------------	--

出所) ICAO (2019) “CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes”より MRI 作成

4) SAF 製造事業者等に関して SCS が定める情報伝達要件

CORSIA では、最終的にオフセット義務量の償却を行うエアラインが CORSIA 適格燃料の使用を証明する必要がある、SAF 製造事業者から適切な情報伝達が必要になるものと考えられる。3. CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes では SAF 製造事業者等に対して表 3-23 に示すような情報伝達の要件を定めている。

表 3-23 事業者に関して SCS が定める情報伝達要件

要件	内容
1. サプライチェーンにおける情報伝達	SCS は、事業者に対し、<u>サプライチェーン全体で、CORSIA の持続可能性基準を遵守していることを証明するために必要な関連情報を提供することを要求する</u>。その情報には、<u>Annex 16, Volume IV, Part II, Appendix 5, Table A5-2 に掲げる報告内容を含む</u>。同情報は、原料の特定の物理量に関連するものである。

出所) ICAO (2019) “CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes”より MRI 作成

(2) 4.CORSIA Approved Sustainability Certification Schemes

4.CORSIA Approved Sustainability Certification Schemes は、3. CORSIA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes に定められた要件を満たし、5. CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels に定める CORSIA が求める持続可能性基準を満たすことを確認できる第三者認証として ICAO が認めた制度がリストアップするものである。2020 年 11 月に以下の 2 つの第三者認証スキームが当該文書に掲載された。⁵⁸

- International Sustainability and Carbon Certification (ISCC)
- Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB)

以下では両スキームが定める原則と基準、SAF 事業者が提示すべき情報について記す。

1) International Sustainability and Carbon Certification (ISCC)

CORSIA 向けの持続可能性要件の原則及び基準は“ISCC CORSIA 202 SUSTAINABILITY REQUIREMENTS” に規定されており、原則 1 から原則 6 は、次の通りである。

表 3-24 ISCC CORSIA における原則と基準

番号	原則と基準
原則 1	生物多様性の価値が高い又は高炭素ストックの土地の保護
1.1	生物多様性の価値の高い土地でのバイオマス栽培禁止 ⇒生物多様性価値の高い土地、つまり 2008 年 1 月 1 日以降に次のいずれかの状態である土地から、その状態が継続しているかどうかに関わらず、原材料を入手してはならない。 (1) 原生林やその他の樹木栽培地 (2) 自然保護の目的で法律や関連する所管官庁によって指定された地域 (3) 希少種、絶滅危惧種の生態系または種を保護するための地域 (4) 生物多様性の高い草地
1.2	高炭素ストックの土地でのバイオマス栽培禁止 ⇒炭素貯蔵量の多い土地、つまり 2008 年 1 月以降に次のいずれかの状態となり、この状態を失った土地から原材料を入手してはならない。 (1) 湿地 (2) 継続的な森林地帯 (3) その他の（まばらな）森林地帯
1.3	泥炭地でのバイオマス栽培禁止 ⇒2008 年 1 月 1 日以降に泥炭地、または、この状態を失った土地から原材料を入手してはならない。
原則 2	土壌、水及び空気を保護するための環境に配慮した生産
2.1	天然資源と生物多様性の保全
2.2	土壌肥沃度の維持と向上のためのベストプラクティス使用
2.3	肥料施用におけるベストプラクティス使用
2.4	植物保護製品(農薬等)及び種子の制限
2.5	統合された害虫管理(integrated pest management)による植物保護製品の回避
2.6	植物保護製品使用におけるベストプラクティス使用
2.7	植物保護製品の取扱い及び廃棄におけるベストプラクティス使用

⁵⁸ なおこれらの第三者認証を認めるのか否かに関しては、Sustainability Certification Schemes Evaluation Group (SCSEG) と呼ばれる ICAO 環境保護委員会の下に設置された委員会が判定を行っている。

2.8	農業資材の保存におけるベストプラクティス使用
2.9	水質と水量の維持と改善のためのベストプラクティス使用
2.10	廃棄物及びエネルギーの管理におけるベストプラクティス使用
原則 3	安全な作業条件
3.1	トレーニングと能力
3.2	事故防止及び事故対応
原則 4	人間、労働及び土地の権利の遵守
4.1	農村開発と社会開発
4.2	雇用条件
原則 5	法律及び国際条約の遵守
5.1	土地利用の合法性
5.2	関連する法律及び条約の遵守
原則 6	優れた経営管理と継続的改善
6.1	経済的安定性
6.2	経営管理

出所) ISCC “ISCC CORSIA 202 SUSTAINABILITY REQUIREMENTS”

ISCC では、CORSIA の持続可能性基準の GHG 削減、トレーサビリティ、土地利用変化について、事業者が ISCC の認証機関に対して提示する書類を定めている。

- CORSIA の持続可能性基準のうち、GHG 削減については、LCA の実測値を算出する事業者は、ISCC 認証機関により認証を受けるテクニカルレポートの中に以下のすべてのデータを含める必要がある⁵⁹。
 - a) 認証スコープ内のライフサイクルステップごとの GHG 排出量。GHG 排出種ごとに分類され、CO₂e（100 年 GWP 値）に集約される。
 - b) すべてのエネルギーおよび材料の投入を含む、認証スコープ内のライフサイクルステップごとの LCA インベントリデータ。ライフサイクルステップ 1~4 では、インベントリデータは原料の質量ごと、その他のステップでは、総燃料エネルギー収量（燃料の MJ）ごとに提出する。
 - c) 排出係数の発生源に関する情報を含む、エネルギーおよび材料の投入に関連する GHG 排出量の計算に使用される排出係数。
 - d) 認証のスコープ内のすべての関連する原料特性（対象の原料に該当する場合）。例えば、農業収量、低位発熱量、水分含有量、糖、デンプン、セルロース、ヘミセルロース、リグニン、植物油、その他のエネルギーキャリアの含有量など。
 - e) 総エネルギー収量あたりのすべての最終製品および中間製品の量。
 - f) 都市固形廃棄物（MSW）が原料として使用されている場合、埋立地排出クレジットとリサイクル排出クレジットの計算に必要なすべての関連データ。
- ・ g) 低土地利用変化リスク慣行が使用されている場合、計算と認証に必要なすべての関連データは、低土地利用変化リスク慣行の方法論に従って開示される。

⁵⁹ ISCC CORSIA 205 LIFE CYCLE EMISSIONS https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/SCS-Evaluation/ISCC/ISCC_CORSA_205_Life_Cycle_Emissions_1.0.pdf（閲覧日：2020 年 10 月 16 日）

- CORSIA の持続可能性基準のうち、トレーサビリティ、土地利用変化に関連して、農園やプランテーションの文書化については、事業者は、以下の最低要件を満たす必要がある⁶⁰。
 - (1) 農業地域全体の説明は、評価パラメータのリストに沿って行われる。
 - a) ロット番号
 - b) ロットサイズ
 - c) 原料種
 - (2) 各ロット（農業地域全体の一部）は、各測定地点に対して 20 メートルの精度で地理座標をトラバースするように描かれる。
 - a) 単純なロット形状の場合、衛星画像を利用
 - b) 非常に複雑な形状の場合、実際のロットはポリゴンで近似。ポリゴンを構成する線の両端の測定点は、必要な精度である 20 メートルを満たす必要がある。
 - c) マップ上のロットサイズが（1）の仕様から 10%超を逸脱しない限り、ポリゴンによる近似は少数の測定点で十分な場合がある。
 - d) 要求された情報を指定する適切な地図または表が存在しない場合、GoogleEarth などのツールを使用してロットを識別することが許される。測定点は、画像内で目印として手動で設定でき、文書化用のツールは、これらの目印の結果（地理座標）を提供する必要がある。
 - e) 報告が必要な場合、実施されたすべての管理措置、満たされた基準に関する記録と検証文書について報告する必要がある。

⁶⁰ ISCC CORSIA 202 SUSTAINABILITY REQUIREMENTS https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/SCS-Evaluation/ISCC/ISCC_CORSA_202_Sustainability_Requirements_1.0.pdf
（閲覧日：2020 年 10 月 16 日）

2) Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB)

CORSIA における RSB の持続可能性要件の原則及び基準は、RSB 認証で一般に利用されている原則及び基準に加え別文書で CORSIA 向けの追加の基準及び原則を規定している。各々を表 3-25 と表 3-26 に記す。

表 3-25 RSB の原則と基準(RSB PRINCIPLES & CRITERIA)概要

番号	原則と基準
原則 1	適用可能な全ての法律と規則に従う。
原則 2	開放的で・透明で・協議による「環境及び社会影響アセスメント」(ESIA)と経済的存続可能性分析を通して計画され、実施され、継続的に改善されるものとする。
原則 3	ライフサイクルの温室効果ガス (GHG) 排出を化石燃料に比べて大きく減らすことにより、気候変動の緩和に貢献する。
原則 4	人権又は労働権を侵害してはならず、ディーセントワーク (ILO が定義する「働きがいのある人間らしい仕事」) と労働者の福祉を促進する。
原則 5	貧困地域においては、バイオ燃料事業は、地方住民・農村住民・先住民とそのコミュニティの社会的及び経済的発展に貢献する。
原則 6	食料に対する人間的権利を保障し、食料不安をかかえる地域における食料安全保障を改善する。
原則 7	活動が生物多様性、生態系、保全価値に対する負のインパクトを回避する。
原則 8	土壌劣化を反転させ、また、土壌の健康を維持する慣行を実施する。
原則 9	地表水及び地下水資源の質と量を維持又は改善し、また先行するフォーマルな、または慣習的な水への権利を尊重する。
原則 10	大気汚染は、サプライチェーン全体にわたって最小にされる。
原則 11	技術利用は生産効率と社会及び環境パフォーマンスを最大限にし、環境と人々へのダメージを最小限にすることを求める。
原則 12	土地に対する権利と土地使用権を尊重する。

出所) RSB PRINCIPLES & CRITERIA

表 3-26 CORSIA 向けの RSB 追加基準(RSB STANDARD FOR ICAO CORSIA Version 1.1.)概要

SAF の温室効果ガス関連の要件	
・	SAF 生産者は、SAF が、航空燃料のベースラインライフサイクル排出値と比較して、ライフサイクルベースで少なくとも 10% の正味 GHG 排出削減を達成することを証明する。化石燃料のベースライン値は、ジェット燃料の場合は 89 g CO ₂ e / MJ、AvGas2 の場合は 95 g CO ₂ e / MJ である。
➤	注：この要件に加えて、SAF 生産者は、燃料が上記の化石ベースラインと比較して 50% の LCA GHG 排出削減を達成することを要求 (2015 年 10 月 5 日以降に操業を開始した新規設備の場合は 60%)。
・	SAF 生産者は、特定の SAF のライフサイクルの GHG 排出合計値 (LSf) を、コア LCA 値と ILUC 値の合計として計算する必要がある。
➤	注：LCA 値には直接的土地利用変化のみが含まれ、ILUC の変化は含まれない。
炭素ストックの保全に関連する要件	
・	事業者は、CORSIA 適格燃料が、かつて原生林、湿地、泥炭地であった土地、及び/ある

いは、原生林、湿地、泥炭地はすべて炭素貯蔵量が多いことから、これらの土地の炭素ストックの減少を引き起こす土地から、2008年1月1日以降に転換された土地から得られたバイオマスから製造されていないことを証明する。

- ・ 2008年1月1日以降の土地利用変化の場合、つまり、ある IPCC 土地利用カテゴリ 3 から別のカテゴリへの変更の場合、事業者は直接土地利用変化 (DLUC) による排出量を計算する。DLUC による GHG 排出量が、間接的土地利用変化 (ILUC: indirect land use change) のデフォルト値を超える場合、DLUC 値は ILUC のデフォルト値に置き換わる。事業者は、Annex VI に定められた方法論に従って DLUC 排出量を計算する。
 - 注：DLUC の計算は、LCA 値に加えて、原料栽培の段階で行われ、加工・流通過程 (CoC: chain of custody) を通じて伝達される。

出所) RSB STANDARD FOR ICAO CORSIA Version 1.1.

RSB では、CORSIA の持続可能性基準の GHG 削減、トレーサビリティ、土地利用変化について、バイオジェット燃料事業者が RSB の認証機関に対して提示する書類を以下のように定めている。

- ・ 環境・社会マネジメント計画 (ESMP: Environmental and Social Management Plan) の継続的な実施の記録 (例：水質の監視)
- ・ 原材料が入手された土地を特定する文書 (各フィールドの面積、用途、収量、地図、地理座標を含むフィールドリスト)
- ・ 耕作年から 2008 年 1 月 1 日までの土地の状態の記録 (衛星画像など)
- ・ EU 加盟国の農民：直接支援スキームへの準拠を示す記録
- ・ 認証された材料のすべての販売に関する契約
- ・ 発信資料の記録
- ・ 入力データのリストとそれらの収集方法および排出係数の説明を含む GHG 計算

事業者は各製品種の次の情報について文書化し、RSB 事務局に報告をする。

- ・ バッチ番号ごとの販売量
- ・ SAF の生産国
- ・ SAF の補給国 (SAF が航空用途として空港のジェットシステムに混合、導入された国)
- ・ ライフサイクルステップごとの実測 GHG 値
- ・ SAF の実測またはデフォルトの LSf 値

(3) 5.CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels

5.CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels は CORSIA が求める持続可能性基準そのものである。2021 年 3 月現在定められている持続可能性基準は表 3-27 に示す通りである。

表 3-27 CORSIA における持続可能性基準 (2021 年 3 月現在)

テーマ	原則	基準
1. 温室効果ガス	CORSIA の適格燃料はライフサイクルベースで炭素排出量を削減すること。	基準 1 : CORSIA の適格燃料は、航空燃料のベースラインの値と比較して、ライフサイクルベース（間接土地利用変化含む）で少なくとも 10%の正味の温室効果ガス削減を実現すること。
2. 炭素ストック	CORSIA の適格燃料は高い炭素ストックをもつ土地から得られるバイオマスから作られていないこと。	基準 1 : CORSIA の適格燃料は、かつて原生林、湿地、泥炭地であった土地から 2008 年 1 月 1 日以降に転換された土地、かつ／もしくは原生林、湿地、泥炭地における炭素ストックの減少を引き起こすような土地から得られたバイオマスから作られていないこと。 基準 2 : 2008 年 1 月 1 日以降の土地利用変化を伴う場合には、IPCC の土地区分を用いて直接土地利用変化による排出量を算定すること。直接土地利用変化による排出量が、間接土地利用変化による排出量のデフォルト値を超える場合には、直接土地利用変化による排出量で間接土地利用変化による排出量のデフォルト値を置き換えること。

出所) ICAO(2019) ” CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels ” より三菱総合研究所作成

(4) 7.CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values

“CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values” は、バイオジェット燃料のライフサイクルでの GHG 算定にあたり、ICAO が定めるデフォルト値を使わずに実測しようとする場合に定めた方法論である。概要を表 3-28 に記す。

表 3-28 CORSIA におけるライフサイクル GHG 計算方法

LCA の範囲	
CORSIA におけるライフサイクル評価	CORSIA 適格燃料のライフサイクル排出量 (LS_f) は、下記のように求められる。 LS_f = Core Lifecycle Value (燃料製造の LCA) + ILUC value (間接土地利用変化) ※ ※原料栽培において直接土地利用変化が生じておりかつ、ILUC よりも直接土地利用変化の排出量のほうが大きい場合には直接土地利用変化による排出量を加算。
Core Lifecycle Value	LCA の範囲として下記の(1)～(7)からの GHG 排出量を対象とする。 (1) 原料栽培地での製造 (例: 原料栽培) (2) 原料栽培地での出荷準備 (例: 原料収穫、収集) (3) 原料加工・抽出 (4) 原料の加工所・燃料製造所までの輸送 (5) 原料から燃料への転換プロセス (6) 燃料のブレンド地点までの輸送・配送 (7) 航空機エンジンにおける燃料燃焼 なお、副産物、残渣・廃棄物については、(1) 原料栽培からの排出量はゼロとみなし、(2) 原料の回収以降のプロセスの排出量を計上する。 また、以下に例示するような排出は、LCA の対象外となる。 日常的な製造活動には関係のない、一度だけの建設や製造活動からの排出 (例: 燃料製造施設の建設、資材の製造)
原料区分	
原料区分	原料は、①主産物、②併産物 (co-product)、③副産物 (by-product)、④残渣・廃棄物に区分される。
①主産物、 ② 併 産 物 (co-product)	生産プロセスの主たる生産物であり、顕著な経済価値を持ち、原料の価格と量の間に因果関係がある (価格弾力性がある)。
③ 副 産 物 (by-product)	二次的な生産物であり、経済価値があるが、価格弾力性がない。
④残渣・廃棄物	残渣: 経済価値がほとんどなく、価格弾力性がない。以下を含む。 (1) 農業、養殖、漁業、林業から発生する残渣 (2) ある製造プロセスが意図的に生産するものではないが、プロセスの途中で発生するプロセス残渣 廃棄物: 経済価値がなく、価格弾力性がない。所有者が破棄している。
③④ポジティブリスト	副産物 (by-product)、残渣・廃棄物についてはポジティブリストの形で例示される。当該リストは、現状において燃料原料として使用される可能性があるもののみを含んでおり、今後 ICAO 理事会により追加される。

	<table border="1"> <tr> <td>副産物 (by-product)</td><td>パーム脂肪酸蒸留物 (PFAD)、獣脂、Technical Corn Oil (トウモロコシからエタノールを生産する際に製造される蒸留粕 (DDGS) から抽出される油)</td></tr> <tr> <td>残渣</td><td>農業残渣：バガス、トウモロコシ穂軸、まぐさ (stover)、殻 (husk)、肥やし (manure)、ナッツ殻、茎 (stalk)、藁 森林残渣：樹皮、枝、削りくず、葉、針状葉、切り捨て間伐材、倒木、梢 プロセス残渣：粗グリセリン、林業プロセス残渣、パーム椰子空果房 (EFB)、パーム搾油工場排水 (POME)、下水汚泥、粗トール油、製紙廃液</td></tr> <tr> <td>廃棄物</td><td>都市ごみ (MSW)、廃食油</td></tr> </table> ポジティブリストに追加するには、下記の考え方に沿って区分される。 <pre> graph TD A[その物質の区分について、規制機関・自主的アプローチにおいて広い合意があるか。] -- ある --> B[合意に基づく区分] A -- ない --> C[その物質は意図的に製造されたか。] C -- された --> D[①主産物] C -- されない --> E[その物質はバイオ燃料以外の用途が確実にあるか。] E -- ない --> F[③副産物 (by-product)、④残渣・廃棄物] E -- ある --> G[その物質は追加的なプロセスなしで直接利用できるか。] G -- できる --> H[②併産物 (co-product)] G -- できない --> I[その物質は生産プロセスの一部として必ず生産されるか。] I -- される --> H I -- されない --> F </pre>	副産物 (by-product)	パーム脂肪酸蒸留物 (PFAD)、獣脂、Technical Corn Oil (トウモロコシからエタノールを生産する際に製造される蒸留粕 (DDGS) から抽出される油)	残渣	農業残渣：バガス、トウモロコシ穂軸、まぐさ (stover)、殻 (husk)、肥やし (manure)、ナッツ殻、茎 (stalk)、藁 森林残渣：樹皮、枝、削りくず、葉、針状葉、切り捨て間伐材、倒木、梢 プロセス残渣：粗グリセリン、林業プロセス残渣、パーム椰子空果房 (EFB)、パーム搾油工場排水 (POME)、下水汚泥、粗トール油、製紙廃液	廃棄物	都市ごみ (MSW)、廃食油
副産物 (by-product)	パーム脂肪酸蒸留物 (PFAD)、獣脂、Technical Corn Oil (トウモロコシからエタノールを生産する際に製造される蒸留粕 (DDGS) から抽出される油)						
残渣	農業残渣：バガス、トウモロコシ穂軸、まぐさ (stover)、殻 (husk)、肥やし (manure)、ナッツ殻、茎 (stalk)、藁 森林残渣：樹皮、枝、削りくず、葉、針状葉、切り捨て間伐材、倒木、梢 プロセス残渣：粗グリセリン、林業プロセス残渣、パーム椰子空果房 (EFB)、パーム搾油工場排水 (POME)、下水汚泥、粗トール油、製紙廃液						
廃棄物	都市ごみ (MSW)、廃食油						
Core Lifecycle Value (燃料製造の LCA) の実測値算定							
実測値を算定するケース	以下の 2 つの場合においてデフォルト値ではなく実測値が使用できる。 (1) 燃料製造事業者がデフォルト値よりも低い Core Lifecycle 排出量を立証可能である場合 (2) ICAO が定めたデフォルト値の中にない新しい燃料製造方法により製造された燃料の Core Lifecycle 排出量を算定する場合						
対象ガス	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O を算定対象とする。IPCC AR5 に基づき、地球温暖化係数 (GWP) は CH ₄ = 28、N ₂ O = 265 とする。						
併産物へのアロケーション	バイオジェット燃料の製造プロセスからの併産物 (co-product) として、CORSIA 適格燃料以外の液体燃料、化学物質、電力、上記、水素、飼料等が生産されうるが、各併産物の熱量含有量をベースに CO₂ のアロケーションを行う。なお、廃棄物・残渣・副産物 (by-product) へのアロケーションは行わない。						
残渣・廃棄物クレジット	原料が廃棄物であり、廃棄物を活用することにより CO₂ 削減に寄与する以下の 2 つの場合、排出クレジットが創出される。この場合、LS_F からクレジット量を引き算して、LCA の評価を行う。 (a) 都市ごみを原料とする SAF の埋立ガス回避クレジット (Avoided Landfill Emissions Credit, LEC) : 都市ごみの種別内訳、埋め立て地の状況等により算定。 (b) 都市ごみを原料とする SAF の排出リサイクル (Recycling Emissions Credit, REC) : 燃料原料の前処理段階で、追加的に都市ごみ (プラスチックと金属) のリサイクルを行った場合、バージンプラスチック・金属を製造しなくてすむ量に係る排出量をクレジットとして計上する。						

ILUC の取り扱い	
ILUC がゼロとなる場合	①「低リスク」原料を用いる場合、②土地利用変化リスク緩和のための対策を実施する場合には、ILUC はゼロを計上する。
①「低リスク」原料 (Low land use change risk feedstock)	以下のような原料は土地利用変化を引き起こすリスクが低いとみなされ、ILUC はゼロを計上する。 (1) 原料栽培が世界的な農業土地利用拡大に結び付かない原料 (2) 廃棄物・残渣・副産物 (3) 藻類のような表面積あたりの収量が陸生作物よりも顕著に高い (10 倍以上など) 原料
②低土地利用変化リスク手法 (Low land use change risk practices)	ある特定のタイプの土地の利用、土地管理手法の採用、革新的農業手法の導入により、土地利用変化を引き起こすリスクを低く抑えているとみなされる場合、ILUC はゼロを計上する。 - このような低土地利用変化リスク手法として、収量増加手法 (Yield Increase Approach) と未利用土地活用手法 (Unused Land Approach) を定める。 - 収量増加手法：燃料原料の栽培にあたり、①農業生産工程管理の改良 (有機物質の増加による終了改善、土壌浸食の回避、防虫剤使用量の減少など)、②間作、③連作、④収穫後の損失減少 (輸送行程などにおける損失の減少) により、土地面積あたりの収穫量を増加できる場合に適用する。これらの対策が取られる前の過去 5 年間の同一地域内のデータとの比較により算出する。 - 未利用土地活用手法：①耕作不可農地、もしくは過去 5 年間に作物栽培に使われたことのない土地、②土壌劣化の深刻な土地、もしくは過去 3 年間に顕著な劣化が進んでいる土地で燃料原料が栽培される場合に適用する。 2016 年以降に実施された低土地利用変化リスク手法が対象となる。バイオ燃料の需要増加を踏まえて実施された対策に限り、2013-2015 年に実施されたものも対象とする。 - これらの認定は、パイロット期間 (2021-2023 年) のみに限って行うが、一度認定された原料については、2030 年まで認定有効とされるが、定期的な監査を受けることとする。 - 具体的な認証の仕組みとしては、ICAO 理事会の認定を得た SCS が方法論を策定し、評価や認証を行う。
算定報告義務	
報告義務	- 燃料製造事業者 (economic operator) がこの文書に規定する方法にそって、最近かつ科学的に厳格なデータに基づき LCA 実測値を算定し、それを認証機関が検証したことの証拠、また LCA 実測値の算定が完全、正確、透明であることの証拠を SCS は提出する。 - 燃料製造事業者は、SCS からの要求により全ての関連データを技術レポートにまとめ、第三者機関による検証を受ける。求めに応じて、燃料製造事業者は技術レポートを SCS に、SCS はこれを ICAO に提出する。レポートに記載されるべき情報は以下を含む。 - GHG 排出量 - インベントリデータ (エネルギー、物質投入量) - GHG 排出算定にあたり使用した排出係数、およびその出典 - 原料に関する情報 (収量、熱量、含水率、糖分等) - 最終・中間生成物の量 - また、燃料製造事業者が適切な燃料の加工流通過程 (chain of custody) 間の管理をしていることについて検証ができるように、SCS は認証手順を整備する。

出所) ICAO(2019) ”CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values” より三菱総合研究所作成

3.2.2 温室効果ガス低排出化石由来燃料（LCAF）に関する検討状況

LCAF（Low Carbon Aviation Fuel）は石油採掘や原油精製過程などにおいて温室効果ガスの排出削減対策を行った原油由来のジェット燃料を指す。LCAF についても、CORSIA を規定する文書である SARPs Annex 16, Volume IV CORSIA 適格燃料（CORSIA において削減量を主張できる燃料）として位置づけられており、LCAF の削減量の計算や持続可能性基準については目下 ICAO において非公開の議論が進められているところである。

なお、LCAF における原油精製時の CO₂ 排出削減量は、令和元年度燃料安定供給対策に関する調査等（バイオ燃料等のライフサイクル GHG 排出量算定に関する調査）において取り纏めたスタンフォード大学の Adam Brandt 教授等が開発した OPGEE（The Oil Production Greenhouse gas Emissions Estimator）による分析が図 3-4 のとおり ICAO において示されている。

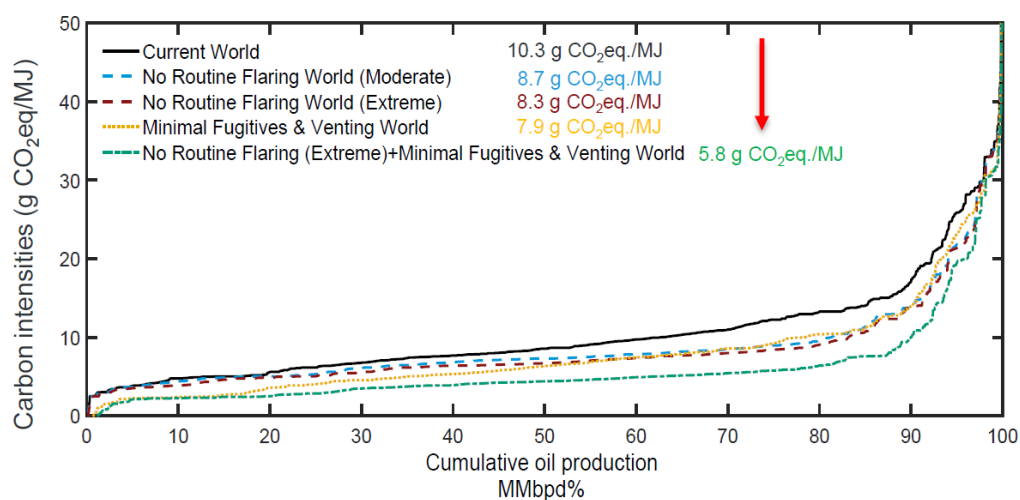


図 3-4 世界における原油採掘時の CO₂ 排出量の分布

出所) ICAO Environmental Symposium2019 発表資料 (Jean-Christophe Monfort,2019) より引用

3.2.3 その他 CORSIA の国際的なルールに関する情報

CORSIA においてはバイオジェット燃料に代わり、炭素クレジットを用いたオフセット義務の償却を行うことができる。2020 年 11 月時点で CORSIA においてパイロットフェーズにおいて償却に用いることができるクレジットの種類は表 3-29 のとおり規定されている。

なお、以下のうち利用できるものは、2016 年以降に発行期間が開始したプロジェクトにおける 2020 年までの削減分に限定されている。

表 3-29 CORSIA において利用可能な炭素クレジット (2020 年 11 月時点)

制度名	各制度の主な対象分野	適正スコープ (CORSIA ルール)
ACR (American Carbon Registry)	対象ガスには、温室効果ガス全般に加え、ODS (オゾン層破壊物質) も含む。方法論に制限を設けていないため、あらゆるプロジェクトタイプの申請が可能 (再生可能エネルギー、省エネルギーについて一部制限あり)。	クレジットの名称は Emission Reduction Tonnes: ERTs。下記のクレジット・活動は除外。 a) カリフォルニア ROCs (Registry Offset Credits) b) カリフォルニア EAOCs (Early Action Offset Credits) c) ワルシャワ REDD+フレームワーク等において REDD+に取り組む国において、Sectoral Scope3 (LULUCF) の方法論を用いており、個別もしくはグループで 7000t-CO2/年の削減量を発行する活動。
ART (Architecture for REDD+ Transactions)	開発途上国の森林減少・劣化 (REDD+) に由来する排出を削減	クレジットの名称は ART Credit。 除外対象活動はない。
China GHG Voluntary Emission Reduction Program	CDM プロジェクトとして登録されていないが中国の指定国家機関 (DNA) が認めたもの、CDM プロジェクトのうちクレジットが発行されていないものも対象とした制度。(対象分野は CDM と同様)	クレジットの名称は CCERs。下記の活動は除外 a) 植林、再植林 b) CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) c) カプロラクタム、硝酸、アジピン酸プラントからの N2O 排出管理・削減 d) 排出量を削減するための農業運営の管理 e) 施肥管理 f) 半導体製造で使用されるフッ素化ガスの排出量削減 g) 冷媒及び発泡剤として使用される HFC の排出量削減 h) 電気機器の絶縁ガスとして使用される SF6 排出量の削減 i) 冷媒ガス HCFC の生産
CDM (Clean Development Mechanism)	1.エネルギー産業、2.エネルギー分配、3.エネルギー需要、4.製造業、5.化学工業、6.建設、7.輸送、8.鉱業/鉱物生産、9.金属生産、10.燃料 (固体、石油、ガス) から排出、11.ハロカーボンと SF6 の生産・消費からの排出、12.溶剤の使用、13.廃棄物処理、14.植林と再植林、15.農業、16.CCS	クレジットの名称は CER。下記の活動は除外 ・ 植林及び再植林活動に関する CER (短期的な期限付クレジット tCER 及び長期的な期限付クレジット ICER を含む)

CAR (Climate Action Reserve)	CAR 独自に策定した方法論に準じた分野のみ対象。エネルギー起源 CO2 削減に関する方法論はなく、メタン、N2O、フロン、森林由来の排出等が対象	クレジットの名称は CRT。下記のクレジット・活動は除外。 a) 保護区のプログラムマニュアルで特定されている基準に従って、持続可能な開発への貢献またはコベネフィットを報告していない活動に関する CRT b) CAR 制度の下で事前発行されたクレジット (FMU : Forecasted Mitigation Units) c) カリフォルニア州排出量取引向けに発行された ROCs (Registry Offset Credits) d) カリフォルニア州排出量取引向けに発行された EAOCs (Early Action Offset Credits) e) ワルシャワ REDD+フレームワーク等において REDD+に取り組む国において、AFOLU 分野の方法論を用いており、個別もしくはグループで 7000t-CO2/年の削減量を発行する活動(但しメキシコにおける Mexico Forest Protocol を用いたものは除外しない)。
The Gold Standard (GS)	再生可能エネルギー、エネルギー効率向上プロジェクトの2つに限定(方法論は CDM と同様)	クレジットの名称は The Gold Standard VER。下記の活動は除外 a) Gold Standard 制度の下で事前発行されたクレジット (PER : Forecasted Mitigation Units) b) バリデーション、ベリフィケーションを実施していない micro scale activities
VCS (Verified Carbon Standard)	すべての GHG 削減・吸収活動を対象としており、CDM と同様の分野をセクトラルスコープとして設定するとともに、VCS 独自の方法論としてエネルギー分野に加え、運輸、ODS、廃棄物、森林・農業・畜産分野。	クレジットの名称は VCU。下記の活動は除外 a) カリフォルニア州排出量取引向けに発行された ROCs (Registry Offset Credits) b) カリフォルニア州排出量取引向けに発行された EAOCs (Early Action Offset Credits) c) CCB 基準 (気候、コミュニティ、生物多様性関連基準)、SD VISa 基準 (持続可能な開発検証済影響基準) もしくは、その他 VCS が明確に特定する基準を適用しない活動による VCU d) ワルシャワ REDD+フレームワーク等において REDD+に取り組む国において、Sectoral Scope14 の方法論を用いており、個別もしくはグループで 7000t-CO2/年の削減量を発行する活動(但し VCS JNR と呼ばれる枠組みに基づき指定の条件を満たすもの、あるいは一定の方法論を採用するものは除外しない)。

出所) CORSIA Eligible Emissions Units (2020 年 11 月) より作成

4. 原油精製時のGHG排出量の諸外国の動向調査

4.1 日本（高度化法）

高度化法におけるガソリンLCA既定値のうち、原油精製時のGHG排出量については2000年3月に財団法人石油産業活性化センター（現 石油エネルギー技術センター）が公表した「石油製品油種別LCI作成と石油製品環境影響評価調査報告書」（以降、JPEC 報告書）を参照して算出されている。同報告書では、当時の日本の現状における平均的な製油所をモデルとして設定し、精製段階におけるエネルギー消費量及び環境負荷を製品ごとに算出している。

JPEC 報告書では、燃料油生産を目的とする15万bbl/d規模の製油所を想定し。設備構成としては常圧蒸留、減圧蒸留、接触改質、ナフサ脱硫、灯油脱硫、軽油脱硫、減圧軽油脱硫、残油脱硫、接触分解、脱ベンゼン、アルキル化、水素製造、LPG回収、硫黄回収を想定した上で、各装置における石油製品の流量フローを想定している（図4-1）。処理する原油としては中東原油、API34.5程度を想定（アラビアンライト、アラビアンエキストラライト及びマーバン原油を等量混合したものと類似）し、各工程（装置）の収率は、文献調査及び石油会社へのヒアリングにより設定している。

各石油製品へのエネルギー消費の振分は、以下のとおり実施される。

- ・ 石油連盟統計値より、製油所全体のエネルギー消費を設定
- ・ CF⁶¹値より、各精製工程にエネルギー消費を振分
- ・ 各工程のエネルギー消費を留出物毎に振分、配分（蒸留装置は熱工学的に振分、その他は収率に応じて配分）⁶²
- ・ フローに従って、最終製品毎にエネルギー消費を累積加算

⁶¹ CF 値：Complexity Factor。基本となる常圧蒸留装置の係数を1として、構成装置の複雑度に応じて個々の装置の係数を設定。CF 値とエネルギー消費は強い相関を示すことが経験的に知られている。

⁶² 蒸留装置の留出物を、蒸発を要するものと昇温するだけで蒸発を要しないものに区分し、前者は蒸発潜熱＋顕熱、後者は顕熱のみをエネルギー消費として計上

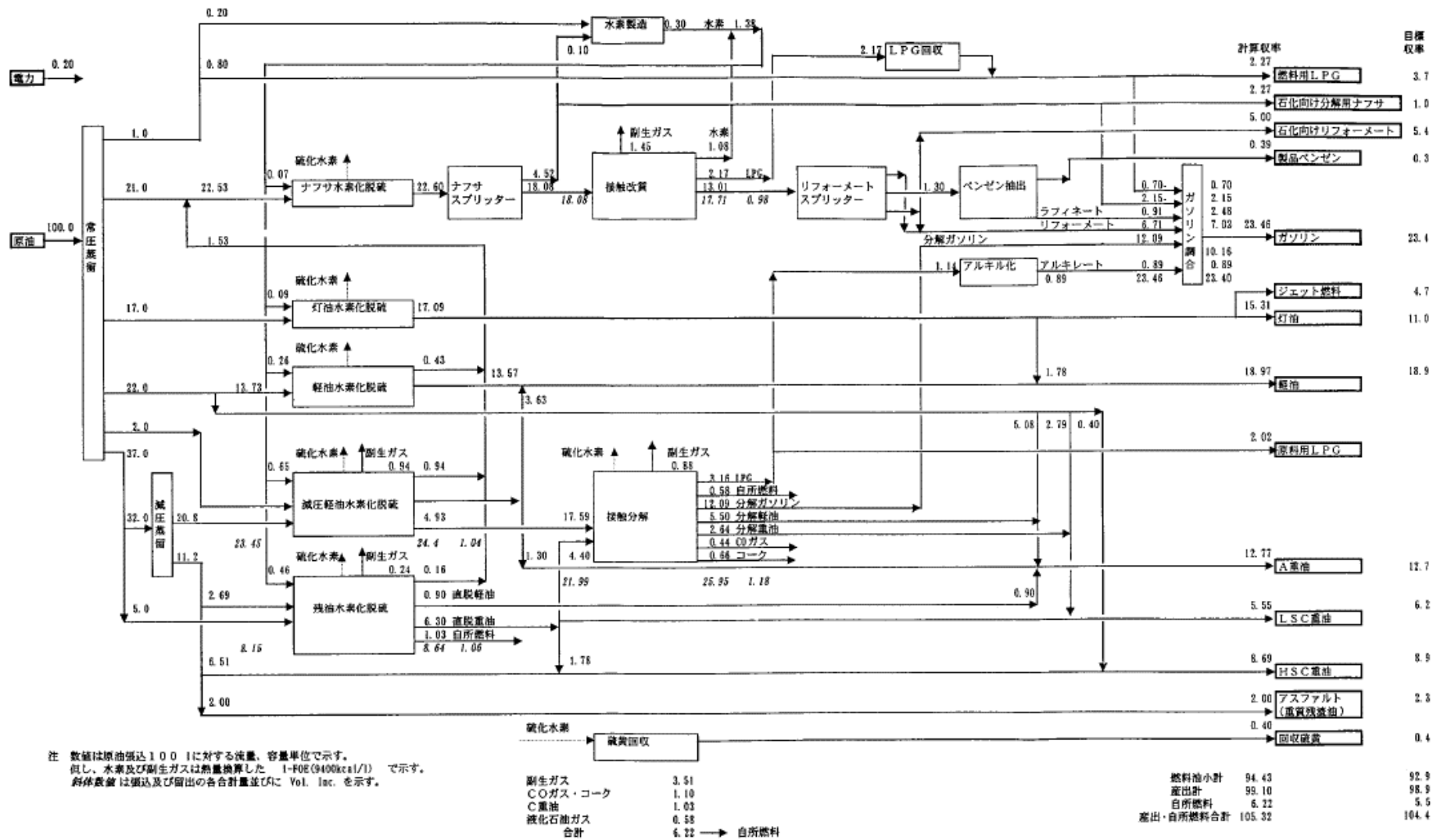


図 4-1 JPEC 2000 における製油所の設備構成

4.2 EU

EU 再生可能エネルギー指令における既定値策定には、Joint Research Center（欧州委員会傘下の研究機関）、EUCAR（欧州自動車工業会）、CONCAWE（欧州石油連盟の技術研究部門）の共同研究成果“JEC Well-to-Tank report”が参照資料の一つとして活用されてきた。同レポートの最新版“JEC Well-to-Tank report v5”が 2020 年に公表されており、ガソリン、軽油の LCA 評価については、CONCAWE が 2017 年に公表した“Estimating the marginal CO2 intensities of EU refinery products”（以下、Concawe 2017 レポート）が参照されている。

4.2.1 モデル概要

CONCAWE は、線形計画法を用いた Concawe master LP model（以下 Concawe モデル）を用いて分析を行っている。元々、Concawe モデルは EU における規制（主に燃料品質関連）や燃料需要変動に対応するための製油所のコスト負担を試算するために開発されたモデルであり、EU を 9 つの地域に分割し、それぞれの地域内の製油所の容量、原油処理量、設備構成、製品特性等を統合した「統合製油所」で各地域を代表させている。

ただし、Concawe 2017 レポートでは、石油製品毎の CO2 強度を算定する際に必要な改良（後述の GHG 排出量割当方法等）を行うために、EU を 1 地域で代表させてモデル計算を行っている。地域を代表する製油所は、EU 全域の製油所を統合した形でモデル化し、45 種のプロセスユニット、35 種以上の最終製品を想定している。

Concawe モデルの目的関数は利益最大化であるが、CO2 強度算定に際しては、製品需要を外生的に与えているため、実態的にはコスト最小化と同義である。

4.2.2 データ収集方法

設備容量や関連コストは、Concawe 会員企業から情報収集して作成されるデータベースを参照（会員外には開示不能）し、エネルギー効率は Concawe 向けにカスタマイズされた Solomon データ（EII）を用いている。原油処理量や製品需要は Eurostat（統計値）や Wood Mackenzie データベースを参照して設定している。

4.2.3 各石油製品の CO2 強度算定方法

石油精製は典型的な副産物生成プロセスであり、各石油製品及びプロセスが互いに相互関係にある。石油製品毎の CO2 強度算定方法において、最も単純なものは、製油所の CO2 排出量を生産される石油製品の重さやエネルギー含有量と紐づけるものであるが、一般的にこれらの多寡と製品精製プロセスにおける CO2 排出量に相関性はない。そのため、Concawe モデルでは副産物生成プロセスの分析においてよく用いられるマージナルアプローチを用いて、石油精製時の各石油製品の CO2 強度を算定している。

線形モデルでは、制約条件により定まる値と、当該制約条件における限界 CO2 排出量の積が、精油所の全体 CO2 排出量と一致する。制約条件により定まる値としては、主に石油製毎の生産量（外生的に設定する製品毎の需要により定まる）、及び一部の設備の設備利用

率（上限 100%に到達）が挙げられる。イメージとしては、石油製品の生産量を 1 単位減らした際に削減される CO2 排出量を、当該石油製品の限界 CO2 排出と見なしている。

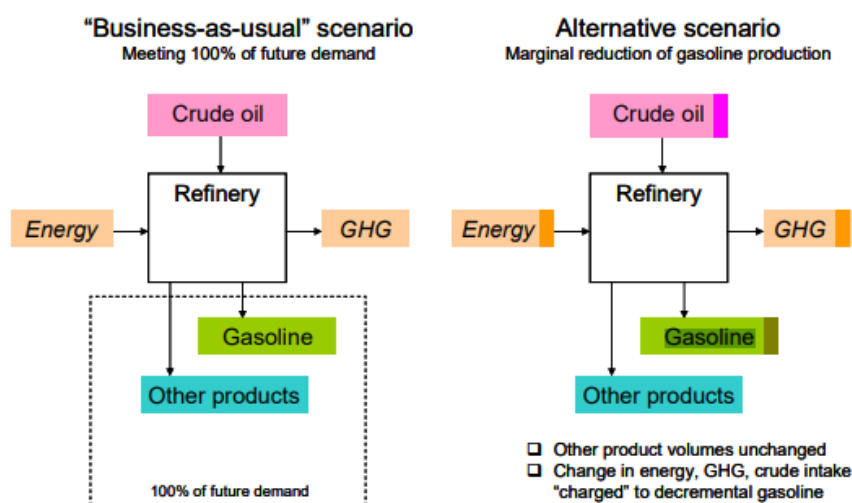


図 4-2 Concawe モデルにおける石油製品毎の CO2 強度算定方法（イメージ）

出所) JRC, EUCAR, Concawe, "WELL-TO-TANK Report Version 4.a", 2014 年 4 月, p29

なお、実際の算定においては一部の設備の設備利用率が上限の 100%に達しており、当該制約条件についても限界 CO2 排出量が算定される。

表 4-1 ベースケースにおける主要設備のスループット、設備容量、設備利用率

Process unit (340 stream days/a)	Throughput Mt/a	Capacity Mt/a	Utilisation %
Crude distillation (CDU)	674.6	750.5	90%
Vacuum distillation (VDU)	243.7	344.0	71%
Visbreaking (VBU)	57.8	89.5	65%
Delayed Coking (DCK)	19.3	23.1	84%
Deasphalting	0.0	2.0	
Fluid Catalytic Cracking (FCC)	86.9	118.2	74%
Hydrocracking (HCK)	74.8	74.8	100%
Vacuum Gas Oil Hydrodesulphurisation (VGO HDS)	1.4	49.9	3%
Long Residue Hydrodesulphurisation (LR HDS)	4.9	4.9	100%
Short Residue Hydrodesulphurisation (SR HDS)	0.0	1.9	
Residue Hydroconversion (RHC)	0.0	9.7	
Naphtha HDT	79.1	172.3	46%
Naphtha Reformer semi-regenerative (SR Ref)	59.7	59.7	100%
Naphtha Reformer continuous (CCR Ref)	21.9	38.8	57%
Aromatics extraction	11.0	13.5	81%
Alkylation*	12.2	11.2	109%
Isomerisation	0.0	26.2	
Kerosine HDT	31.1	31.8	98%
Diesel HDS	133.0	133.0	100%
Petrochemicals	69.5	74.8	93%
Sulphur Recovery Unit* (SRU)	3.2	6.4	50%
Hydrogen production* (SMR)	0.8	1.7	48%
Hydrogen production* (POX)	0.2	0.2	100%
Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC)	0.1	0.4	30%

* The figures for these units are expressed in Mt/a of product, not feed

出所) Concawe, "Estimating the marginal CO2 intensities of EU refinery products", 2017 年 1 月, p6

従来の Concawe 分析においては、当該限界 CO2 排出量を考慮していなかったため、各石油製品の限界 CO2 排出量の和が、製油所全体の CO2 排出量と一致しないという課題が存在した。そこで、Concawe 2017 レポートでは設備利用率制約に関する限界 CO2 排出量について、以下のステップにより石油製品毎に割り当てている。

Step 1：設備利用率の上限（100%）に達している設備を特定。Concawe 2017 モデルのベースケースにおいて、設備利用率が 100%に達している設備は次表の 5 設備。

表 4-2 設備利用率 100%の設備の限界 CO2 排出量、スループット

Process Unit	Marginal emissions t CO ₂ / t	Throughput Mt/a	Emissions Mt/a CO ₂
Hydrocracker (HCK)	-0.0062	74.8	-0.466
Long Residue HDS (LR HDS)	-0.0126	4.9	-0.062
Naphtha Reforming semi-regen (SR Ref.)	0.0439	59.7	2.621
Diesel HDS	-0.1301	133.0	-17.311
Hydrogen POX (H2-POX)	-0.6554	1.1	-0.698
Total CO ₂ to be reallocated			-15.917

※赤枠内の数値は後述の数式で参照

出所) Concawe, “Estimating the marginal CO2 intensities of EU refinery products”, 2017 年 1 月, p22

Step 2：線形モデルの解では、限界代替率（Marginal Rates of Substitution, MRSs）と呼ばれる各変数の相互作用関係を表す変数が算出される。これら変数のサブセットは、CO2 排出に直接的に係る活動（モード）、主に燃料燃焼、水素生産に対応しており、モデル解を分析することで、特定の設備の限界 CO2 排出がどの燃料燃焼や水素生産活動と関連しているかの関連性が導き出される。

Concawe 2017 モデルのベースケースにおいて、設備利用率が 100%に達している 5 設備に対応する CO2 排出活動（モード）は次表の 10 種。設備毎の各モードの限界代替率（各設備のスループット量あたり活動量）に各モードの排出係数を乗じて、各設備のスループット量あたり CO2 排出原単位を算定し、更に年間スループット量に乗じて設備毎の年間 CO2 排出量を算定する。

表 4-3 設備利用率 100%の設備と CO2 排出活動（モード）の対応

CO ₂ -emitting mode	H ₂ prod from NG	H ₂ prod from Asphalt*	Pet Coke gasification	NG combustion	FG combustion	C ₃ combustion	LR combustion	SR combustion	VB resid combustion	FCC Coke combustion
Process Unit	MRS (t mode / t unit throughput)									
HCK	0.0099			-0.0199	-0.0023	0.0105	0.0292	0.0043	-0.0031	-0.0378
LR HDS	0.0071			-0.0142	0.0137	-0.0776	0.0708	0.0010	-0.0169	0.0027
SR Ref.	0.0026			-0.0051	0.0119	0.0194	-0.0313	-0.0001	0.0152	0.0010
Diesel HDS	-0.0150			0.0299	-0.0203	0.0495	-0.1122	-0.0005	0.0391	0.0033
H ₂ - POX	-0.2679	1.0000	0.1031	0.5340	-0.0141	-0.0530	-1.7568	0.0016	0.5431	-0.0209
	Emissions (t CO ₂ / t mode)									
	5.50	3.11	3.37	2.75	2.79	3.00	3.19	3.24	3.24	3.38
Process Unit	Emissions (t CO ₂ / t unit throughput)									
HCK	0.0545			-0.0547	-0.0065	0.0314	0.0929	0.0139	-0.0099	-0.1280
LR HDS	0.0388			-0.0391	0.0382	-0.2328	0.2256	0.0031	-0.0546	0.0091
SR Ref.	0.0143			-0.0140	0.0331	0.0581	-0.0998	-0.0003	0.0492	0.0034
Diesel HDS	-0.0826			0.0821	-0.0566	0.1486	-0.3577	-0.0016	0.1265	0.0112
H ₂ - POX	-1.4735	3.1076	0.3474	1.4685	-0.0393	-0.1589	-5.6012	0.0053	1.7577	-0.0708
Process Unit	Allocated emissions (Mt/a CO ₂)									
HCK	4.1	0.0	0.0	-4.1	-0.5	2.4	7.0	1.0	-0.7	-9.6
LR HDS	0.2	0.0	0.0	-0.2	0.2	-1.1	1.1	0.0	-0.3	0.0
SR Ref.	0.9	0.0	0.0	-0.8	2.0	3.5	-6.0	0.0	2.9	0.2
Diesel HDS	-11.0	0.0	0.0	10.9	-7.5	19.8	-47.6	-0.2	16.8	1.5
H ₂ - POX	-1.6	3.3	0.4	1.6	0.0	-0.2	-6.0	0.0	1.9	-0.1
Total	-7.4	3.3	0.4	7.4	-5.9	24.3	-51.4	0.8	20.6	-7.9

* Hydrogen produced by Partial Oxidation of Asphalt, a residual product of Deasphalting, a process used for residue upgrading and Lubes production

※青枠内の数値は後述の数式で参照

出所) Concawe, “Estimating the marginal CO₂ intensities of EU refinery products”, 2017 年 1 月, p23

例：HCK 設備における「天然ガスからの水素製造」モードの CO₂ 排出原単位

$$= 0.0099 \text{ t モード/t スループット} \times 5 \text{ tCO}_2/\text{t モード} = 0.0545 \text{ tCO}_2/\text{t スループット}$$

HCK 設備における「天然ガスからの水素製造」モードの年間 CO₂ 排出量

$$= 0.0545 \text{ tCO}_2/\text{t スループット} \times 74.8 \text{ Mt スループット/年 (表 4-2)} = 4.1 \text{ Mt/年}$$

Step 3：各モードを、当該モードで用いられる原燃料を生成するプロセスユニットと、生成量への寄与に応じて各プロセスユニットに割り振る。例えば、副生ガス (FG) は Chemicals、SR Ref、VBU 等々の設備で発生するため、発生量の比率が各設備の割当比率となる。天然ガス (NG) は外部から供給を受けるため、便宜上 FG と同じ比率を適用する。

Step 2 で算定した各モードの年間 CO₂ 排出量に、プロセスユニット毎の割当比率を乗じ、各プロセスユニットの CO₂ 排出量を算定する。

表 4-4 各モードで用いられる原燃料と生成プロセスユニットの対応

CO ₂ -emitting mode	H ₂ prod from NG	H ₂ prod from Asphalt*	Pet Coke gasification	NG combustion	FG combustion	C ₃ combustion	LR combustion	SR combustion	VB resid combustion	FCC Coke combustion
"Source"										
Process unit										
Chemicals	54.3%			54.3%	54.3%					
SR Ref	15.6%			15.6%	15.6%	25.8%				
VB	2.0%			2.0%	2.0%	6.6%			100.0%	
Bitumen	1.0%			1.0%	1.0%					
CCR Ref	4.9%			4.9%	4.9%	8.2%				
CDU	1.2%			1.2%	1.2%	32.5%	100.0%			
HCG HDT	0.1%			0.1%	0.1%					
DCK	4.4%		100.0%	4.4%	4.4%	5.3%				
Diesel HDS	0.2%			0.2%	0.2%					
FCC	13.5%			13.5%	13.5%	16.3%				100.0%
VGO HDS	0.0%			0.0%	0.0%	0.0%				
HCK	1.8%			1.8%	1.8%	5.2%				
VDU								100.0%		
Kero HDT	0.1%			0.1%	0.1%					
LR HDS	0.1%			0.1%	0.1%	0.2%				
Lubes		100.0%								
Naphtha HDT	0.8%			0.8%	0.8%					

* Hydrogen produced by Partial Oxidation of Asphalt, a residual product of Deasphalting, a process used for residue upgrading and Lubes production

出所) Concawe, "Estimating the marginal CO₂ intensities of EU refinery products", 2017 年 1 月, p24

表 4-5 各プロセスユニットの CO₂ 排出量

CO ₂ -emitting mode	H ₂ prod from NG	H ₂ prod from Asphalt*	Pet Coke gasification	NG combustion	FG combustion	C ₃ combustion	LR combustion	SR combustion	VB resid combustion	FCC Coke combustion	Total
"Source"											
Process unit											
Chemicals	-4.04			4.00	-3.20						-3.24
SR Ref	-1.16			1.15	-0.92	6.27					5.34
VB	-0.15			0.15	-0.12	1.59			20.63		22.10
Bitumen	-0.07			0.07	-0.06						-0.06
CCR Ref	-0.36			0.36	-0.29	1.99					1.70
CDU	-0.09			0.09	-0.07	7.88	-51.45				-43.64
HCG HDT	-0.01			0.01	-0.01						-0.01
DCK	-0.32		0.37	0.32	-0.26	1.28					1.39
Diesel HDS	-0.01			0.01	-0.01						-0.01
FCC	-1.00			0.99	-0.79	3.95				-7.91	-4.77
VGO HDS	0.00			0.00	0.00	0.01					0.01
HCK	-0.14			0.14	-0.11	1.26					1.15
VDU								0.82			0.82
Kero HDT	-0.01			0.01	0.00						0.00
LR HDS	0.00			0.00	0.00	0.04					0.03
Lubes		3.31									3.31
Naphtha HDT	-0.06			0.06	-0.05						-0.05
Total	-7.44	3.31	0.37	7.37	-5.89	24.27	-51.45	0.82	20.63	-7.91	-15.92

* Hydrogen produced by Partial Oxidation of Asphalt, a residual product of Deasphalting, a process used for residue upgrading and Lubes production

※緑枠内の数値は後述の数式で参照

出所) Concawe, "Estimating the marginal CO₂ intensities of EU refinery products", 2017 年 1 月, p25

例: 水素製造に用いる天然ガス由来 CO₂ の FCC 設備相当分

$$= -7.4\text{MtCO}_2/\text{年} \times 13.5\% = -1.00\text{MtCO}_2/\text{年}$$

Step 4 : 各プロセスユニットにおいて生成される原燃料の割合と最終製品に占める原燃料の割合を乗じ、プロセスユニット毎に最終製品への CO2 排出量割当量を算定する。

表 4-6 FCC 設備の生成原燃料割合（所内燃料消費分除く）

Non-fuel products only	
Product	%m/m
C2-	0.2%
C3/C4	21.2%
Light Cracked Gasoline (LCG)	32.8%
Heavy Cracked Gasoline (HCG)	15.7%
Light Cycle Oil (LCO)	17.7%
Medium Cycle Oil (MCO)	9.8%
Heavy Cycle Oil (HCO)	2.5%
Coke (on catalyst)	0.0%
Total	100.0%

出所) Concawe, “Estimating the marginal CO2 intensities of EU refinery products”, 2017 年 1 月, p25

表 4-7 FCC 設備の原燃料と最終製品の対応

	C2-	C3/C4	LCG	HCG	LCO	MCO	HCO
LPG & Chemicals		34.7%	3.5%	0.0%	0.1%		
Gasoline		65.1%	96.1%	73.5%	0.2%		
Middle distillates		0.0%	0.3%	26.3%	99.3%		
Heavy products	100.0%	0.2%	0.1%	0.2%	0.4%	100.0%	100.0%

出所) Concawe, “Estimating the marginal CO2 intensities of EU refinery products”, 2017 年 1 月, p26

表 4-8 最終製品における排出量割当結果

Final product	Distribution (%m/m)				Reallocated emissions (Mt/a CO ₂)	Final allocation (Mt/a CO ₂)			
	LPG & Chem.	Gasoline	Middle distillates	Heavy products		LPG & Chem.	Gasoline	Middle distillates	Heavy products
Process unit									
Chemicals	80.9%	14.3%	0.1%	4.7%	-3.2	-2.6	-0.5	0.0	-0.2
SR Ref	18.2%	80.6%	1.0%	0.2%	5.3	1.0	4.3	0.1	0.0
VBV	3.2%	5.9%	20.6%	70.3%	22.1	0.7	1.3	4.6	15.5
Bitumen	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1
CCR Ref	4.7%	93.8%	1.4%	0.2%	1.7	0.1	1.6	0.0	0.0
CDU	11.1%	20.5%	48.2%	20.3%	-43.6	-4.8	-8.9	-21.0	-8.8
HCG HDT	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DCK	5.4%	12.5%	27.2%	54.9%	1.4	0.1	0.2	0.4	0.8
Diesel HDS	0.1%	0.3%	98.7%	0.9%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FCC	8.5%	57.0%	21.8%	12.7%	-4.8	-0.4	-2.7	-1.0	-0.6
VGO HDS	0.2%	1.5%	94.9%	3.4%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HCK	7.8%	30.0%	56.6%	5.7%	1.2	0.1	0.3	0.7	0.1
VDU	5.7%	25.8%	31.2%	37.2%	0.8	0.0	0.2	0.3	0.3
Kero HDT	0.0%	0.1%	99.7%	0.2%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LR HDS	6.6%	44.3%	37.6%	11.5%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LCO HDT	0.1%	0.5%	98.6%	0.8%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lubes	0.3%	1.2%	4.5%	93.9%	3.3	0.0	0.0	0.2	3.1
Naphtha HDT	14.6%	84.1%	1.1%	0.2%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total					-15.9	-5.9	-4.2	-16.0	10.1

出所) Concawe, “Estimating the marginal CO2 intensities of EU refinery products”, 2017 年 1 月, p26

例 : FCC 設備分の CO2 排出割当比率（ガソリン割当分）

$$= 21.2\% \times 65.1\% + 32.8\% \times 96.1\% + 15.7\% \times 73.5\% + 17.7\% \times 0.2\% = 57.0\%$$

FCC 設備分の CO2 排出量（ガソリン割当分）

$$= -4.8\text{Mt/年} \times 57.0\% = -2.7\text{Mt/年}$$

各設備の CO2 排出量（ガソリン割当分） = -4.2Mt/年

Step 5 : LP モデルの結果として得られる各最終製品の限界 CO2 排出量に Step 4 までに算定した CO2 割当量を足し、最終製品の CO2 排出量を算定する。同算定結果を最終製品の生産量（熱量ベース）で除して、各製品の CO2 強度を算定する。

表 4-9 各最終製品の CO2 強度

Products	Product demands	Product demand constraints	Reallocated process unit constraints	Total allocation to final products	Product demand constraints	Reallocated process unit constraints	Total allocation to final products	Product demand constraints	Reallocated process unit constraints	Total allocation to final products
	Mt/a	Emissions allocated to each product Mt/a CO ₂			Marginal emission intensities per tonne product t CO ₂ / t			Marginal emission intensities per MJ product g CO ₂ / MJ		
Chemicals	54.6	79.7	-5.4	74.4	1.46	-0.10	1.36	33.4	-2.3	31.1
LPG	13.0	3.6	-0.5	3.1	0.28	-0.04	0.24	6.1	-0.9	5.2
Gasoline	126.3	34.1	-4.2	29.9	0.27	-0.03	0.24	6.2	-0.8	5.5
Kerosine	56.6	17.7	-2.8	15.0	0.31	-0.05	0.26	7.2	-1.1	6.1
Diesel	207.1	73.4	-8.5	64.9	0.35	-0.04	0.31	8.1	-0.9	7.2
Heating Oil	72.5	18.9	-4.2	14.8	0.26	-0.06	0.20	6.1	-1.3	4.7
Marine Gasoil	7.0	1.4	-0.6	0.9	0.20	-0.08	0.13	4.8	-1.8	2.9
Heavy Fuel Oil	88.6	-21.6	8.2	-13.5	-0.24	0.09	-0.15	-5.9	2.2	-3.7
Bitumen	19.2	-8.6	0.9	-7.7	-0.45	0.05	-0.40	-11.3	1.2	-10.1
Petroleum coke	5.0	-4.5	0.1	-4.4	-0.89	0.01	-0.88	-25.3	0.3	-25.0
Lubes & Wax	5.1	2.0	1.0	3.0	0.39	0.21	0.60	9.2	4.9	14.1
Sulphur	3.2	-	-0.1	-0.1	-	-0.02	-0.02	-	-1.3	-1.3
Fuel & Losses	60.5	-	-	-						
Total	718.6	196.2	-15.9	180.3						

出所) Concawe, “Estimating the marginal CO2 intensities of EU refinery products”, 2017 年 1 月, p7

4.3 米国

米国 RFS2 では、国立エネルギー技術研究所 (National Energy Technology Laboratory : NETL) が 2008 年に公表した “Development of Baseline Data and Analysis of Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Petroleum-Based Fuels” (以下、NETL 2008) に記載のある 2005 年時点のガソリン LCA を参照して、ガソリンの既定値を設定している。石油精製工程における GHG 排出については、モデル製油所等を想定したものではなく、マクロ的な統計値に基づく推計を行っている。具体的には、各製油所が米国エネルギー情報局 (EIA) に対して報告が義務付けられている内容 (EIA Form-820 Annual Refinery Report) より把握した燃料消費量等に排出係数を乗じて算定し、石油製品毎の配分については、生産された石油製品の体積比例で配分している。

米国 RFS2 上の値は更新されていないが、NETL では 2016 年に “Updating the U.S. Life Cycle GHG Petroleum Baseline to 2014 with Projections to 2040 Using Open-Source Engineering-Based Models” (以下、NETL 2016) を発表し、ガソリン LCA の値を更新している。当該更新に際しては、原油生産・輸送工程は OPGEE、燃料製造工程は PRELIM (Petroleum Refinery Life Cycle Inventory Model) を用いている。

これらのモデルを用いた理由としては、ヒアリング結果によると、いずれも公開されたモデルであり、製油所関係者を始め様々な有識者のピアレビューを受けたモデルとして信頼

性、透明性を有しているためである。

なお、NETL では原油調達や製油所の施設などに大きな変化がない限り、基本的には5年ごとに更新しており、次期更新は2021年を予定しているとのことであった。

4.3.1 モデル概要

PRELIM は、製油所におけるエネルギー消費量や GHG 排出量を評価するためにカルガリー大学 Bergerson 教授が開発した製油所モデルである。PRELIM は透明性や柔軟性を高めるためにオープンソース型のモデルとなっており、以下を目的に開発されている。

- ① エンジニアリング技術に基づきライフサイクルアプローチを用いた原油精製時のエネルギー消費量や GHG 排出量の精緻な推計
- ② 製油所専門家と共同での前提条件や入力データの検証
- ③ 精度や柔軟性最大化のための詳細データ（可能な限り公開データ）の活用
- ④ 制約式、パラメータ、前提条件の出所の明示
- ⑤ モデルの自由なアクセス、利用、改変
- ⑥ Well to Wheel モデルへの統合を可能とする枠組提供

同モデルでは、原油は蒸留曲線、硫黄含有量、API 比重、残留炭素分、水素含有量の5つの項目を元に分類付され、次表のとおり設備構成タイプ別に10タイプの製油所を想定している。

表 4-10 PRELIM における製油所タイプ

		Coking and hydrocracking refineries				Coking refinery			Hydrocracking refinery		
	Process units	Config. 0	Config. 1	Config. 2	Config. 3	Config. 4	Config. 5	Config. 6	Config. 7	Config. 8	Config. 9
Hydro-kimming process units	Desalter	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Atmospheric tower furnace	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Atmospheric tower	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Naphtha hydrotreater	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Isomerisation unit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Catalytic naphtha reformer	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Kerosene hydrotreater	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Merox unit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Diesel hydrotreater	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medium conversion process units	Vacuum tower furnace		x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Vacuum tower		x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Gas oil hydrocracker			x	x		x	x		x	x
	Gas oil hydrocracker fractionator			x	x		x	x		x	x
	Fluid catalytic cracker feed hydrotreater		x		x	x		x	x		x
	Fluid catalytic cracker		x		x	x		x	x		x
	Fluid catalytic cracker main fractionator		x		x	x		x	x		x
	Alkylation unit		x		x	x		x	x		x
Coking units	Coking furnace					x	x	x			
	Coking					x	x	x			
	Coking fractionator					x	x	x			
	Coking naphtha hydrotreater					x	x	x			
Hydrocracking process units	Residue hydrocracker furnace								x	x	x
	Residue hydrocracker								x	x	x
	Residue hydrocracker fractionator								x	x	x
	Residue hydrocracker naphtha hydrotreater								x	x	x

出所) Gregory Cooney, et. al, “SUPPORTING INFORMATION: UPDATING THE U.S. LIFE CYCLE GHG PETROLEUM BASELINE”, 2016 年 11 月、p11

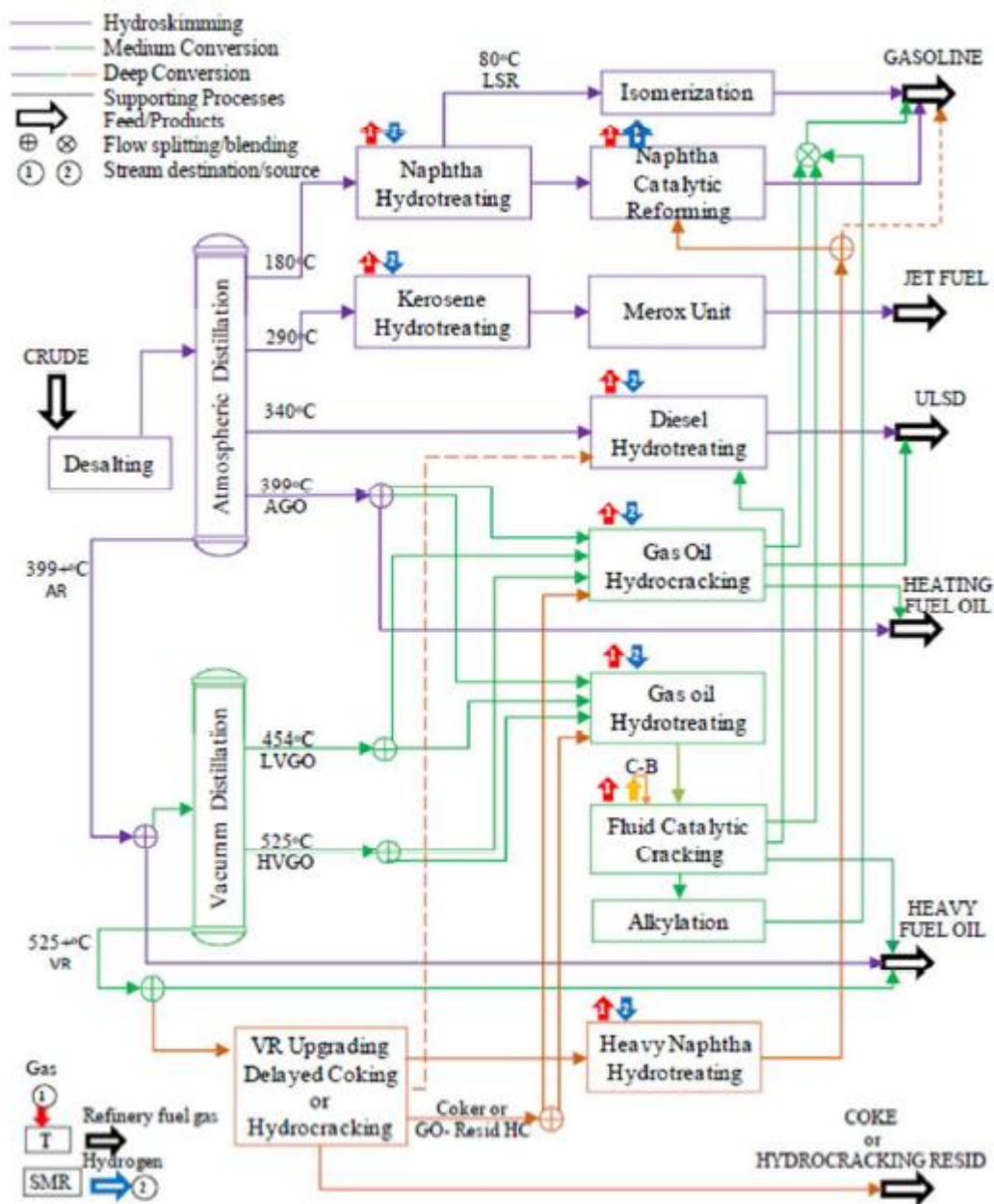


図 4-3 PRELIM における製油所の設備構成イメージ

出所) Gregory Cooney, et. al, “SUPPORTING INFORMATION: UPDATING THE U.S. LIFE CYCLE GHG PETROLEUM BASELINE”, 2016 年 11 月、p12

4.3.2 データ収集方法

NETL による分析では、各製油所が EIA Form-820 に基づき EIA に報告している設備構成 (表 4-11) を元に、米国内の各製油所を同タイプに分類している (表 4-12)。各設備の諸元については、基本的には PRELIM で用意されている値を用いている。これは、PRELIM の開発過程において専門家等によるピアレビューを受けたものであり、信頼性が高いと判断したためである。独自に変更した値はジェット燃料のスイング率のみであり、生産量が実績値

と比較して乖離したため、微調整を行ったとのことであった。

5つの地域区分（Petroleum Administration Defense District, PADD）毎に、製油所の設備構成データ等を元に10タイプ毎の「モデル製油所」を想定し、常圧蒸留設備の容量に基づく地域別比率を算定している（表 4-13）。製油所で精製する原油については82種の原油を想定し、輸入実績を元にPADD毎にブレンド比率を想定している（表 4-14）。

表 4-11 EIA Form-820 により把握される製油所の設備構成（例）

PAD District and State	Number of Operable Refineries			Atmospheric Crude Oil Distillation Capacity					
				Barrels per Calendar Day			Barrels per Stream Day		
	Total	Operating	Idle ^a	Total	Operating	Idle ^b	Total	Operating	Idle ^b
PAD District I	8	7	1	1,224,000	889,000	335,000	1,291,100	941,100	350,000
Delaware.....	1	1	0	182,200	182,200	0	190,200	190,200	0
New Jersey.....	2	2	0	418,500	418,500	0	438,100	438,100	0
Pennsylvania.....	4	3	1	601,000	266,000	335,000	639,800	289,800	350,000
West Virginia.....	1	1	0	22,300	22,300	0	23,000	23,000	0

PAD District and State	Downstream Charge Capacity (Barrels per Stream Day)							
	Vacuum Distillation	Thermal Cracking	Catalytic Cracking		Catalytic Hydro-Cracking	Catalytic Reforming	Hydrotreating/ Desulfurization	Fuels Solvent Deasphalting
			Fresh	Recycled				
PAD District I	554,400	81,500	497,500	5,000	45,300	268,600	1,063,000	22,000
Delaware	104,600	54,500	82,000	4,000	22,300	43,800	151,500	0
New Jersey	165,000	27,000	200,000	0	0	67,900	335,100	22,000
Pennsylvania	276,200	0	215,500	1,000	23,000	152,200	552,300	0
West Virginia	8,600	0	0	0	0	4,700	24,100	0

PAD District and State	Production Capacity							
	Alkylates	Aromatics	Asphalt and Road Oil	Isomers	Lubricants	Marketable Petroleum Coke	Hydrogen ^a (MMcfd)	Sulfur (short tons/day)
PAD District I	66,529	10,111	44,260	23,080	20,945	21,120	84	1,150
Delaware	11,729	5,191	0	6,000	0	13,620	40	596
New Jersey	30,800	0	21,000	4,000	12,000	7,500	31	320
Pennsylvania	24,000	4,920	22,560	13,080	2,945	0	10	233
West Virginia	0	0	700	0	6,000	0	3	1

出所) 米国 EIA, <https://www.eia.gov/petroleum/refinerycapacity/> (2021/3/4 閲覧)

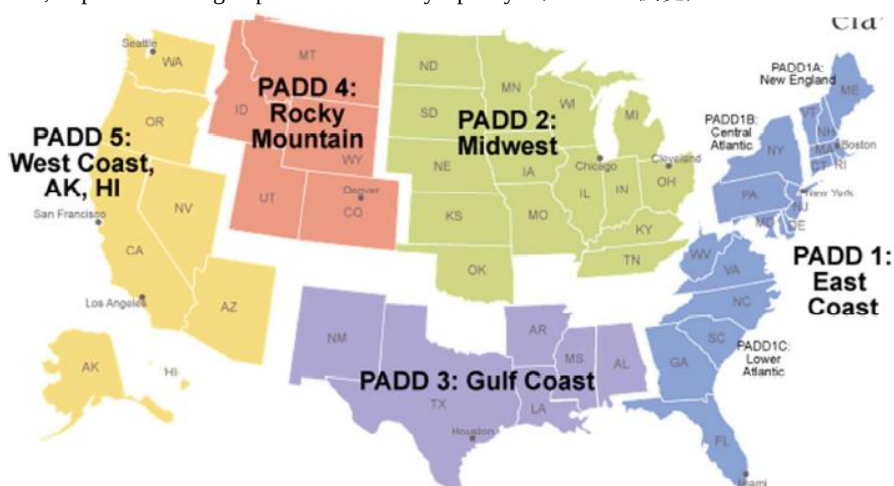


図 4-4 米国の地域区分

出所) Gregory Cooney, et. al, “SUPPORTING INFORMATION: UPDATING THE U.S. LIFE CYCLE GHG PETROLEUM BASELINE”, 2016 年 11 月、p23

表 4-12 米国の各製油所の地域区分、設備構成、PRELIM 製油所タイプ（一部抜粋）

Refinery	PADD	Process Unit Capacity (Barrels per Stream Day)						PRELIM Config
		Atmospheric Distillation	Vacuum Distillation	FCC	Coker	HC-Gas Oil	HC-Resid	
AMERICAN REFINING GROUP INC-BRADFORD	1	11,800	0	0	0	0	0	0
ERGON WEST VIRGINIA INC-NEWELL	1	23,000	8,600	0	0	0	0	0
AXEON SPECIALTY PRODUCTS LLC-PAULSBORO	1	40,000	32,000	0	0	0	0	0
UNITED REFINING CO-WARREN	1	70,000	40,000	26,000	0	0	0	1
PAULSBORO REFINING CO LLC-PAULSBORO	1	166,000	90,000	55,000	27,000	0	0	4
MONROE ENERGY LLC-TRAINER	1	190,000	73,000	53,000	0	0	0	1
DELAWARE CITY REFINING CO LLC-DELAWARE CITY	1	190,200	104,600	86,000	54,500	22,300	0	6
PHILLIPS 66 COMPANY-LINDEN	1	251,000	75,000	145,000	0	0	0	1
PHILADELPHIA ENERGY SOLUTIONS-PHILADELPHIA	1	355,000	163,200	138,500	0	0	0	1
CONTINENTAL REFINING COMPANY LLC-SOMERSET	2	6,300	0	0	0	0	0	0
COUNTRYMARK COOPERATIVE INC-MOUNT VERNON	2	28,800	14,000	8,400	0	0	0	1
CALUMET LUBRICANTS CO LP-SUPERIOR	2	50,000	20,500	11,000	0	0	0	1
Tesoro West Coast-MANDAN	2	74,600	0	30,600	0	0	0	0
WYNNWOOD REFINING CO-WYNNWOOD	2	75,000	40,300	22,200	0	18,200	0	3
HOLLY REFINING & MARKETING CO-TULSA EAST	2	75,500	27,000	26,400	0	0	0	1
VALERO REFINING CO OKLAHOMA-ARDMORE	2	88,000	32,000	30,000	0	0	0	1
NCRA-MCPHERSON	2	89,000	38,000	24,500	18,800	38,500	0	6
HOLLY REFINING & MARKETING CO-TULSA WEST	2	90,000	32,000	0	11,000	0	0	4
ST PAUL PARK REFINING CO LLC-SAINT PAUL	2	97,800	43,500	31,000	0	0	0	1
MARATHON PETROLEUM CO LP-CANTON	2	100,000	35,000	26,000	0	0	0	1
COFFEYVILLE RESOURCES RFG & MKTG-COFFEYVILLE	2	125,000	46,000	36,000	25,000	0	0	4
FRONTIER EL DORADO REFINING CO-EL DORADO	2	141,000	64,000	42,000	19,000	0	0	4
MARATHON PETROLEUM CO LP-DETROIT	2	144,000	76,500	40,000	30,000	0	0	4
BP-HUSKY REFINING LLC-TOLEDO	2	160,000	71,500	55,000	35,000	31,000	0	6
LIMA REFINING COMPANY-LIMA	2	170,000	52,000	40,000	23,000	26,000	0	6
TOLEDO REFINING CO LLC-TOLEDO	2	175,000	0	79,000	0	0	0	0

出所) Gregory Cooney, et. al, “SUPPORTING INFORMATION: UPDATING THE U.S. LIFE CYCLE GHG PETROLEUM BASELINE”, 2016 年 11 月、p44

表 4-13 地域区分・製油所タイプ毎の比率（常圧蒸留設備容量ベース）

Region	Hydro - skimming	Medium Conversion			Deep Conversion - Coker			Deep Conv - Resid HC		
		FCC	GO HC	Both	FCC	GO HC	Both	FCC	GO HC	Both
PADD1	5.8%	66.8%	-	-	12.8%	-	14.7%	-	-	-
PADD2	10.7%	17.0%	-	1.8%	46.9%	-	23.6%	-	-	-
PADD3	5.1%	7.9%	1.3%	2.7%	45.0%	0.4%	35.0%	2.6%	-	-
PADD4	26.6%	17.6%	-	-	55.7%	-	-	-	-	-
PADD5	7.9%	9.6%	5.6%	8.6%	37.4%	12.1%	18.9%	-	-	-
US	7.6%	14.6%	1.6%	3.1%	42.4%	2.1%	27.3%	1.3%	-	-

出所) Gregory Cooney, et. al, “SUPPORTING INFORMATION: UPDATING THE U.S. LIFE CYCLE GHG PETROLEUM BASELINE”, 2016 年 11 月、p49

表 4-14 地域区分毎の精製原油（一部抜粋）

Country	PRELIM Crude	OPGEE Crude	PADD1	PADD2	PADD3	PADD4	PADD5	US
Angola	Kuito_Chevron	Angola-Kuito	1.76%	0.00%	0.24%	0.00%	0.72%	0.09%
Angola	Girassol_Exxon	Angola-Girassol	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.29%	0.00%
Angola	Girassol_Statoil	Angola-Girassol	1.25%	0.00%	0.02%	0.00%	0.38%	0.18%
Angola	Cabinda	Angola-Girassol	4.21%	0.00%	0.07%	0.00%	0.57%	0.61%
Brazil	Lula_BG Group	Brazil-Lula	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.82%	0.06%
Brazil	Polvo_BP	Brazil-Frade	0.00%	0.00%	1.57%	0.00%	0.00%	0.93%
Brazil	Frade_Chevron	Brazil-Frade	0.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Canada	Cold Lake_Crude Monitor	Bitumen	4.27%	19.75%	0.04%	4.39%	2.06%	5.71%
Canada	Albian Residual Blend_Crude Monitor	Canada Average (Conventional)	0.00%	1.48%	0.03%	3.24%	0.03%	0.48%
Canada	Bow River North_Crude Monitor	Canada Average (Conventional)	0.30%	1.92%	0.04%	3.48%	0.05%	0.59%
Canada	Lloyd Blend_Crude Monitor	Canada Average (Conventional)	0.02%	1.85%	0.03%	3.18%	0.02%	0.60%
Canada	Lloyd Kerrobert_Crude Monitor	Canada Average (Conventional)	0.03%	1.74%	0.05%	3.26%	0.03%	0.56%
Canada	Seal Heavy_Crude Monitor	Canada Average (Conventional)	0.07%	1.79%	0.04%	2.74%	0.00%	0.64%
Canada	Smiley-Coleville_Crude Monitor	Canada Average (Conventional)	0.08%	1.44%	0.04%	3.31%	0.03%	0.45%
Canada	Wabasca Heavy_Crude Monitor	Canada Average (Conventional)	0.03%	1.89%	0.03%	3.09%	0.01%	0.63%
Canada	Western Canadian Blend_Crude Monitor	Canada Average (Conventional)	0.03%	1.75%	0.04%	3.27%	0.03%	0.56%
Canada	Western Canadian Select_Crude Monitor	Canada Average (Conventional)	4.85%	1.71%	0.03%	3.24%	0.03%	0.55%
Canada	Lloyd minister Statiev	Canada Average (Conventional)	0.37%	1.75%	0.00%	3.49%	0.05%	0.53%

出所) Gregory Cooney, et. al, “SUPPORTING INFORMATION: UPDATING THE U.S. LIFE CYCLE GHG PETROLEUM BASELINE”, 2016 年 11 月、p29

4.3.3 各石油製品のCO2強度算定方法

PRELIM では、石油精製時 GHG 排出量の石油製品毎の配分を体積按分、エネルギー量按分、市場価値按分、水素含有量按分の 4 方法を適用可能であるが、NETL による算定では、石油精製時のエネルギー投入やプロセス由来の GHG 排出を水素含有量按分、原油投入由来 GHG 排出をエネルギー量按分で算定している。

石油精製時の GHG 排出量を石油製品に配分するにあたって水素含有量按分を選択した理由としては、Bredeson らによる既存研究を参照している。Bredeson らは、製油所における水素製造のエネルギー消費・GHG 排出が大きいと、水素含有量による按分が適切と評価している。

各製品のの水素含有量は、投入する原油により変わり、外生的に設定するものではなく PRELIM で計算される。産地の異なる原油を処理すれば、水素含有量も変化する。

以上を踏まえた NETL2016 におけるガソリンのライフサイクル GHG 排出量算定結果は以下のとおり。NETL 2008 の結果と比較すると、原油精製工程については算定方法の変更による変化が 1.3gCO₂/MJ、データ更新による変化が 1gCO₂/MJ となっている。

表 4-15 NETL2008 と NETL2016 における算定結果の比較
(gCO₂/MJ)

工程	2005年		2014年
	NETL2008	NETL2016	NETL2016
原油生産	7.9	13.0	10.3
原油輸送	1.4	0.8	0.7
精製	9.4	10.7	11.7
燃料輸送	1.0	0.9	0.9
燃烧	72.7	72.7	72.7
合計	92.4	98.1	96.2

算定方法（ツール）
変更による影響

データ更新
による影響



図 4-5 ガソリン精製時 GHG 排出量の算定結果

出所) Gregory Cooney, et. al, “SUPPORTING INFORMATION: UPDATING THE U.S. LIFE CYCLE GHG PETROLEUM BASELINE”, 2016 年 11 月、p61

二次利用未承諾リスト

報告書の題名：令和2年度燃料安定供給対策に関する調査等（バイオ燃料を中心とした我が国の燃料政策の在り方に関する調査）

委託事業名：令和2年度燃料安定供給対策に関する調査等（バイオ燃料を中心とした我が国の燃料政策の在り方に関する調査）

受注事業者名：
株式会社三菱総合研究所

頁	図表番号	タイトル
p6	図 2-1	RINの価格推移
p9	図 2-2	炭素排出原単位（CI）の認定パスウェイ
p15	図 2-4	各州のICMS税率（上段：エタノール、下段：ガソリン）
p30	図 2-7	各年度の目標達成状況
p74	図 2-33	バイオ燃料のロードマップ
p76	図 2-34	フィリピンバイオ燃料ロードマップ
p93	図 3-1	SAF生産量の推移（ICAO集計）
p93	図 3-2	SAF生産量の見通し（ICAO集計）
p116	図 3-3	CORSIA持続可能性基準における登場プレイヤー
p129	図 3-4	世界における原油採掘時のCO2排出量の分布
p133	図 4-1	JPEC 2000における製油所の設備構成
p135	図 4-2	Concaweモデルにおける石油製品毎のCO2強度算定方法（イメージ）
p135	表 4-1	ベースケースにおける主要設備のスループット、設備容量、設備利用率
p136	表 4-2	設備利用率100%の設備の限界CO2排出量、スループット
p137	表 4-3	設備利用率100%の設備とCO2排出活動（モード）の対応
p138	表 4-4	各モードで用いられる原燃料と生成プロセスユニットの対応
p138	表 4-5	各プロセスユニットのCO2排出量
p139	表 4-6	FCC設備の生成原燃料割合（所内燃料消費分除く）
p139	表 4-7	FCC設備の原燃料と最終製品の対応
p139	表 4-8	最終製品における排出量割当結果
p140	表 4-9	各最終製品のCO2強度
p142	表 4-10	PRELIMにおける製油所タイプ
p143	図 4-3	PRELIMにおける製油所の設備構成イメージ
p144	表 4-11	EIA Form-820により把握される製油所の設備構成（例）
p144	図 4-4	米国の地域区分
p145	表 4-12	米国の各製油所の地域区分、設備構成、PRELIM製油所タイプ（一部抜粋）
p145	表 4-13	地域区分・製油所タイプ毎の比率（常圧蒸留設備容量ベース）
p146	表 4-14	地域区分毎の精製原油（一部抜粋）
p148	図 4-5	ガソリン精製時GHG排出量の算定結果

令和 2 年度燃料安定供給対策に関する調査等
(バイオ燃料を中心とした我が国の燃料政策の在り方に関する調査)

2021 年 3 月

株式会社 三菱総合研究所
サステナビリティ本部