

2020年度 JPECフォーラム

GHG排出量削減効果が期待される
次世代液体燃料の製造スキームや
将来見通しの調査
(バイオ燃料)

2020年5月8日

一般財団法人石油エネルギー技術センター
総務部 調査情報グループ

1. 調査の概略

- 1. 1 調査の背景
- 1. 2 調査の目的
- 1. 3 調査の方法

2. 次世代液体燃料製造に関する技術と普及動向

- 2. 1 次世代液体燃料製造技術
- 2. 2 主要な先進バイオ燃料プロジェクトの動向
- 2. 3 製油所での先進バイオ燃料の取り組み

3. バイオ燃料の需給動向及びそれらが既存化石燃料に与える影響

- 3. 1 国際需給動向
- 3. 2 欧州需給動向
- 3. 3 米国需給動向
- 3. 4 中国需給動向
- 3. 5 既存化石燃料需給への影響

4. 石油メジャー等、各石油会社の次世代液体燃料の生産・供給体制の動向

- 4. 1 石油メジャーの取り組み
- 4. 2 独立系石油会社の取り組み

5. まとめ

1. 1 調査の背景

パリ協定に基づくGHG排出量の大幅削減に向け、欧米の石油産業やエネルギーベンチャーは、先進バイオ燃料やe-fuel等の低炭素な次世代輸送用液体燃料の技術開発を積極的に行っており、一部では製品供給が開始されている。

1. 2 調査の目的

欧米を中心に輸送用の先進バイオ燃料の技術動向、実用化動向、今後の燃料供給の見通しについて情報収集を行う。

特に、欧米の石油会社での輸送用次世代燃料の取り組みを把握し、今後のわが国の政策に資する情報収集・分析を行う。

1. 3 調査の方法

国際的なエネルギー機関、業界団体、調査会社、国際会議等から情報を収集した。

- ・国際エネルギー機関 (IEA) Bioenergy Taskforce
- ・欧州委員会指定バイオ燃料の認証機関ISCC
- ・欧州技術プラットフォーム (European Technology and Innovation Platform, ETIP)
- ・欧州代替燃料技術フォーラム (ART Fuels Forum)
- ・米国エネルギー省エネルギー情報局 (EIA)
- ・米国エネルギー省エネルギー効率・再生可能エネルギー部 (EERE)
- ・米国農務省海外農業サービス局 (USDA FAS)
- ・加州エネルギー委員会 (CEC) Clean Transportation Program
- ・再生可能燃料協会 (RFA)
- ・全米バイオディーゼルボード (NBB)
- ・その他、電子出版・報道

2. 次世代液体燃料製造に関する技術と普及動向

2. 1 次世代液体燃料製造技術

欧州委員会エネルギー総局やドイツ化学技術バイオテクノロジー協会(DECHEMA)では、次世代液体燃料に関する製造パスを5つに分類し、各分類に属する個々のプロセスにつき、EU Horizon 2020に基づく技術成熟度レベル(Technology readiness levels, TRL)を用い、実用性を評価している。

PtLは注目されているe-fuelが含まれる。本調査では、バイオマス原料からの燃料製造に焦点を当て整理を行う。

製造パス		プロセス	原料	生産品
PtX	PtLパス	RSOC + FT合成	H ₂ O、CO ₂ 、電力/ H ₂	ディーゼル、ジェット燃料
		コルベ電解	炭水化物、脂肪酸、電力	液体炭化水素
		触媒作用	電力/ H ₂ 、CO ₂	含酸素化合物 (DMM、OME等)
	GtLパス	部分酸化+ FT合成	CH ₄ 、O ₂	ディーゼル、ジェット燃料
		発酵	CO ₂ 、CO、H ₂	エタノール
	BtLパス	熱分解+ガス化+合成	リグノセルロース、特に藁	DME、ガソリン
		焙焼+ガス化+ FT合成	リグノセルロース、特に木材	ディーゼル、ジェット燃料
		ガス化+ FT合成	リグノセルロース	ディーゼル、ジェット燃料
	WtLパス	ガス化+合成	バイオマス、家庭ごみ	メタノール、エタノール
直接液化DLパス		フラッシュ熱分解+水素化	バイオマス	ガソリン
		水熱分解	バイオマス	ガソリン
		熱水液化	バイオマス	バイオオイル
		ヒドロソルボリシス	バイオマス	バイオオイル
		有機加溶媒分解	バイオマス	バイオオイル
		多段階触媒作用	炭水化物	ディーゼル
藻類パス		乾燥+ DLパス2または5	藻類バイオマス	ディーゼル、ジェット燃料
		脂質抽出	藻類脂質	
		発酵+脂質抽出+ HVOプロセス	藻類+糖	
脂質(油脂、脂肪酸)パス		HVOプロセス	廃脂肪/廃食油	ディーゼル、ジェット燃料
		CVOプロセス	廃脂肪/廃食油	
		HVOまたはCVOプロセス	脂肪と脂肪油	
バイオリファイナリー(微生物利用)パス		加水分解+発酵	リグノセルロース	ファルネセン、イソブテン、エタノール
		水素化+分別	トールオイル	ディーゼル

(出所) ART Fuels Forum "Technology status and reliability of the value chains: 2018 Update"

DECHEMA "Position paper Advanced alternative liquid fuels" (2018年3月)

2. 次世代液体燃料製造に関する技術と普及動向

2. 2 主要な先進バイオ燃料プロジェクトの動向

実用化が進んでいる先進バイオ燃料に焦点を当て、世界の主要プロジェクトを調査した。

自動車向けバイオ燃料よりもジェット燃料向けの製造が実用化段階に入っており、米国のバイオベンチャーが国際的な事業展開を図っている。

- ・バイオマスのガス化による燃料合成（カナダEnerkem, 米国Fulcrum, 米国Red Rock等が商業運転）
- ・バイオマスの熱分解、接触熱分解、水素化熱分解
- ・バイオマスの熱水処理による原料製造
- ・セルロース由来エタノール製造
- ・糖からの高級アルコール及び炭化水素化合物製造（米国Virent, 米国LanzaTechが実証済み）
- ・アルコールからの炭化水素製造（米国LanzaTech, カナダEnerkemが実証済み）

注目される世界の次世代燃料プロジェクトを地域別、製造燃料種別に整理を行った。

北米でのバイオマス系廃棄物のガス化による再生可能軽油・バイオジェットプロジェクト注目される。

地域	注目プロジェクト件数	運転状況 稼働中/建設中	製造燃料種		
			軽油・ジェット	アルコール	CNG
北米	23	12	19 (10)	3 (1)	1 (1)
欧州	13	11	7 (7)	6 (4)	0
中国	2	1	0	2 (1)	0
シンガポール	1	1	1(1)	0	0
日本	2	0	1	1 (0)	0
件数	41	25	28 (18)	12 (6)	1 (1)

*カッコ内は稼働/建設中件数

(出所) Biofuels Digest等

2. 次世代液体燃料製造に関する技術と普及動向

2. 2 主要な先進バイオ燃料プロジェクトの動向

政府が支援する実証プロジェクトや石油会社が係る事例の情報収集を行った。

(1) 欧州

欧州Horizon 2020のバイオ燃料・代替燃料プロジェクト55件のうち石油会社を含む11プロジェクトを抽出。いずれも2021年には終了し、次期ステップに移行。GHG削減に向けたEU研究ファンドとして、Horizon EuropeやInnovation Fundが2021年から始動する。

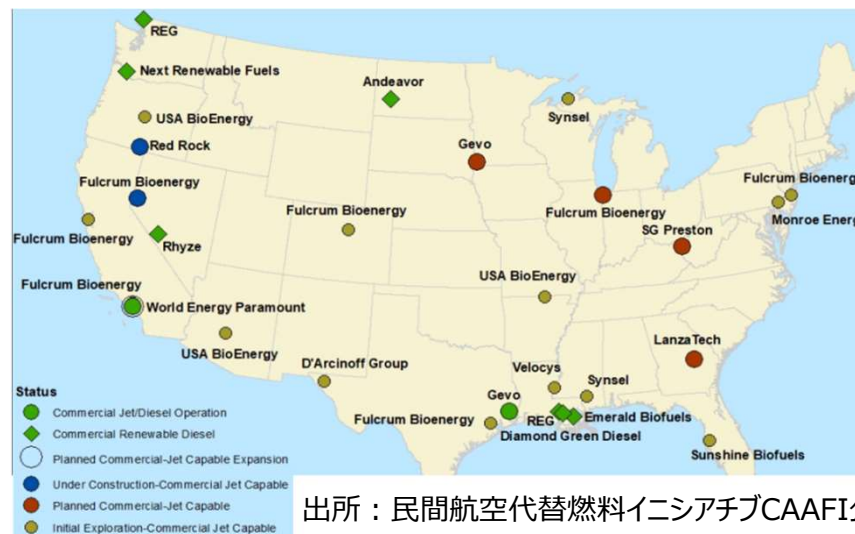
H2020 projects in the "Biomass, Biofuels & Alternative Fuels" field						
https://ec.europa.eu/inea/en/horizon-2020/h2020-energy/projects-by-field/870						
#	Project	Theme	Participating Refiners	Start date	End date	Overall budget EU contribution
1	4REFINERY	Scenarios for integration of bio-liquids in existing REFINERY processes	Repsol, MOL	1-May-17	30-Apr-21	€ 5 965 473,71 € 5 965 473,71
10	BIO4A	Advanced sustainable BIOfuels for Aviation	Total	1-May-18	30-Apr-22	€ 16 860 911,25 € 10 002 520,13
13	BIOFIT	Bioenergy retrofits for Europe's industry	Hellenic Petroleum	1-Oct-18	30-Sep-21	€ 2 626 237,50 € 2 626 237,50
16	BioMates	Reliable Bio-based Refinery Intermediates	BP Europe	1-Oct-16	30-Nov-21	€ 5 923 316,25 € 5 923 316,25
36	HyFlexFuel	Hydrothermal liquefaction: Enhanced performance and feedstock flexibility for efficient biofuel production	ENI	1-Oct-17	30-Sep-21	€ 5 038 343,75 € 5 038 343,75
41	NextGenRoadFuels	Sustainable Drop-In Transport fuels from Hydrothermal Liquefaction of Low Value Urban Feedstocks	ENI	1-Nov-18	31-Oct-22	€ 5 074 876,25 € 5 074 876,25
42	Photofuel	Biocatalytic solar fuels for sustainable mobility in Europe	Neste, IFP	1-May-15	30-Jun-20	€ 5 998 251,50 € 5 998 251
45	REDIFUEL	Robust and Efficient processes and technologies for Drop In renewable FUELS for road transport	Neste	1-Oct-18	30-Sep-21	€ 4 999 187,50 € 4 999 187,50
46	REWOFUEL	REsidual soft WOOD conversion to high characteristics drop-in bioFUELS	Repsol, Neste Engineering Solutions	1-Jun-18	31-May-21	€ 19 791 556,55 € 13 856 301,84
51	TO-SYN-FUEL	The Demonstration of Waste Biomass to Synthetic Fuels and Green Hydrogen	ENI	1-May-17	30-Apr-21	€ 14 511 922,50 € 12 250 528,13
55	WASTE2ROAD	Biofuels from WASTE TO ROAD transport	OMV	1-Oct-18	30-Sep-22	€ 4 996 155 € 4 996 155

2. 次世代液体燃料製造に関する技術と普及動向

2. 2 主要な先進バイオ燃料プロジェクトの動向

(2) 米国

バイオディーゼル、バイオジェットの製造プロジェクトが全土で立ち上がっている。



出所：民間航空代替燃料イニシアチブCAAFI公表(2019/7/16)

加州エネルギー委員会（CEC）は連邦プログラムとは別に、LCFS政策に基づく州独自の温暖化対策プログラムを実施しており、ガソリン・軽油代替、バイオガス、水素の実用化支援を行っている。

表 2019-2020商業規模でのグリーン輸送プログラムプロジェクト案件

燃料種	原料	平均GHG削減率 (%)	プロジェクト数	各プロジェクトの年間生産能力	年間能力合計
バイオメタン	畜産排泄物、獣脂、食品等一般廃棄物	166	10	14万～2.87百万DGE	8.5百万DGE
ディーゼル代替	廃食油等各種廃油	83	15	1.92百万～20百万DGE	106.4百万DGE
ガソリン代替	テンサイ、ソルガム	47	4	2.6百万～26百万GGE	34.6百万GGE
再生可能水素	再生可能電力+水	100	1	75万GGE	0.7百万GGE

(出所) CEC Dec 2019

*バイオメタンは対軽油での計算上のGHG削減効果

**GGE: gasoline gallon-equivalent、DGE: diesel gallon-equivalent

2. 次世代液体燃料製造に関する技術と普及動向

2. 2 主要な先進バイオ燃料プロジェクトの動向

(3) 中国

ガソリン向けの先進バイオ燃料として、セルロース系バイオエタノールの研究を第十二次五ヶ年計画（2011－2015年）で立ち上げたが、その後、商業レベルに至ったものはない。

2018年5月、米国LanzaTechと中国の大手鉄鋼メーカーであるShougang Group首都鋼鉄集団（北京市）のJV（SGLT, Beijing Shougang LanzaTech New Energy Technology）は、河北省で廃棄物からの燃料エタノールを年間46,000トン製造設備の稼働を開始。稼働率は低迷している。

2020年1月にはAnhui Guozhen Group, Chemtex Chemical EngineeringがスイスのClariantとJVによる年間5万トンのセルロース系エタノールプロジェクトを発表。

バイオディーゼルについては、SINOPECが廃食油からのバイオジェット製造用プラントを建設、2015年デモフライトを行ったとの報道以降、生産実績は報告されていない。

その他廃食油UCOからのバイオディーゼル基材の製造7拠点が公表されているが、情報開示は限定的である。



(出所) ISCC Technical Committee

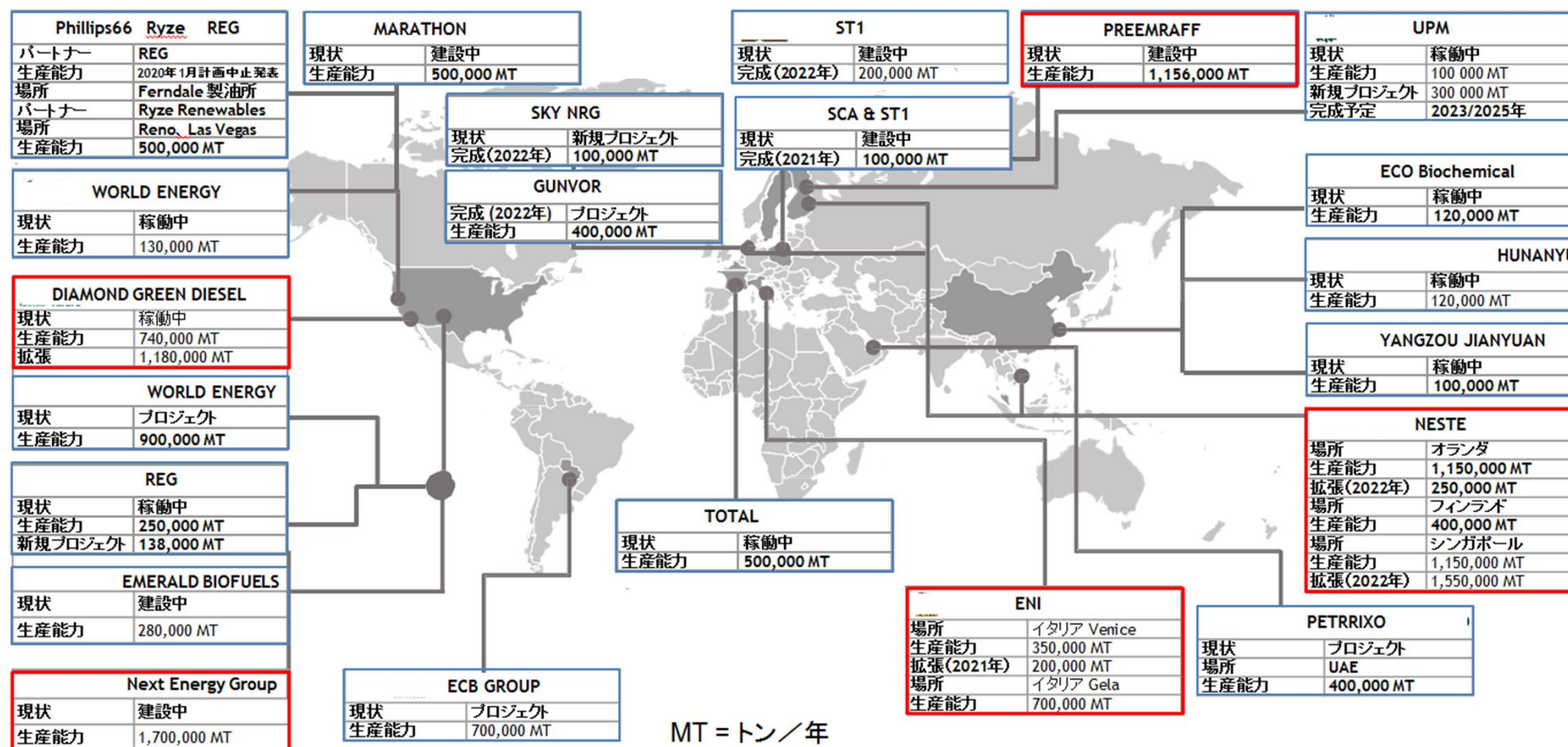
2. 次世代液体燃料製造に関する技術と普及動向

2. 3 製油所での先進バイオ燃料の取り組み

(1) HVO

世界の生産能力1600万トン/年（稼働/建設中 約1340万トン、計画 約260万トンの見込み）。

年間百万トン以上の製造能力を持つのは5社、石油会社単独、石油会社と連携、石油会社以外にグループ分けされ、最初にHVOを商業化したNesteは世界の約30%の製造能力を占める。



2. 次世代液体燃料製造に関する技術と普及動向

2. 3 製油所での先進バイオ燃料の取り組み

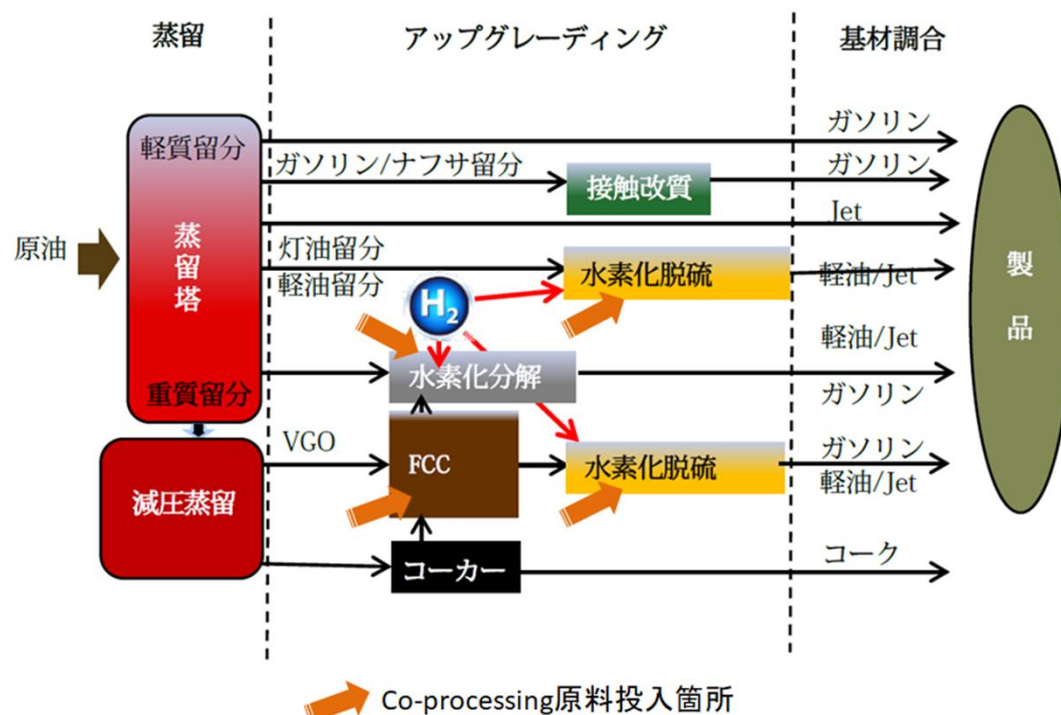
(2) Co-processing (1/2)

既存のFCCや水素化処理装置を利用したバイオ原料のCo-processingによるドロップイン・バイオ燃料の製造は、HVO専用設備よりも投資額をおさえた上で、製油所のGHG対策技術とし欧米での導入が進んでいる。

熱分解が過度に進まずガソリン成分までに至らずジェット燃料留分となる制御技術が要求されており、欧州のH2020プロジェクトとしてギリシャHellenic Petroleumで進行中。

米国DOEのNRELでは、2017年より新規プロジェクトとしてパイロットプラントを建設。Co-processingの研究事例はあるものの、生成物の評価がまちまちであり、必ずしも技術確立がなされていない。

その技術課題として、バイオ熱分解油の性状貯蔵安定性が悪い、高濃度酸素を含んでいる、不純物のアルカリ金属による触媒劣化を引き起こすことが指摘されている。



(出所) DECHEMA

Co-processing導入済み	
欧州	英国Phillips 66 Humber製油所 スペイン (Cepsa、Repsol) ポルトガルGalp
米国	Marathon Petroleum Martinez製油所
Co-processing導入準備中	
欧州	オーストリアOMV Schwechat製油所 ギリシャHellenic Aspropyrgos製油所
米国	PBF Energy加州Martinez製油所 BP ワシントン州Cherry Point製油所

2. 次世代液体燃料製造に関する技術と普及動向

2. 3 製油所での先進バイオ燃料の取り組み

(2) Co-processing (2/2)

製油所での処理用バイオ中間体の特性と要件を下表に整理した。

FT合成品以外のバイオマス由来品は酸素含有量が多いことが特徴と言える。

また、熱分解処理と言っても、加熱の速度や温度により生成物の組成に大きな変化をもたらす。

このように、通常の原油処理とは異なる技術対応が求められることになり、新規にCo-processingを行う製油所では運転ノウハウも含め技術蓄積が必要となる。

また、米国加州では、バイオ原料基準を証明する生物由来炭素の測定法についても要求しており、放射性炭素C-14の定量測定も必要となる。

油種	特徴	製油所での処理
植物油 (Vegetable oils)	トリグリセリドと遊離脂肪酸脂肪酸 脂肪酸の鎖長に関してある程度の不均一性があるが、化学的には均一 軽油留分範囲の炭素化合物 酸素11%酸素、Heff/C比 1.8 廃油には、酸性度に影響する遊離脂肪酸が占めるが、汚染物質も含む 金属/無機化合物	酸素の除去 熱分解または接触分解による低分子化 バイオジェット用には低温流動性を改善するための異性化 水素精製処理等のアップグレーディング 分解生成物の分留
熱分解バイオオイル (Pyrolysis bio-oils)	最大400種類の成分 酸素含有量40%以上 リグニンの分解によるさまざまな芳香族種 含水 触媒熱分解や部分水素化熱分解処理品は熱分解のみよりも低酸素含有量(18~24wt%)	酸素の除去 熱分解または接触分解 芳香族化合物の水素化分解 アップグレード油の分留
水熱液化バイオクルード (HTL biocrudes)	低酸素含有量(範囲:6-18%) 低水分含有量	酸素除去 重質分の分解 芳香族の水素化分解
フィッシャー トロプシュ (FT) 液体	高温FTでは、ガソリンに適したより低分子量を生成 低温FTは、ディーゼル範囲の長鎖分子を生成	分留が必要 分解異性化が必要な場合あり

(出所) IEA Bioenergy
Task 39

3. バイオ燃料の需給動向及びそれらが既存化石燃料に与える影響

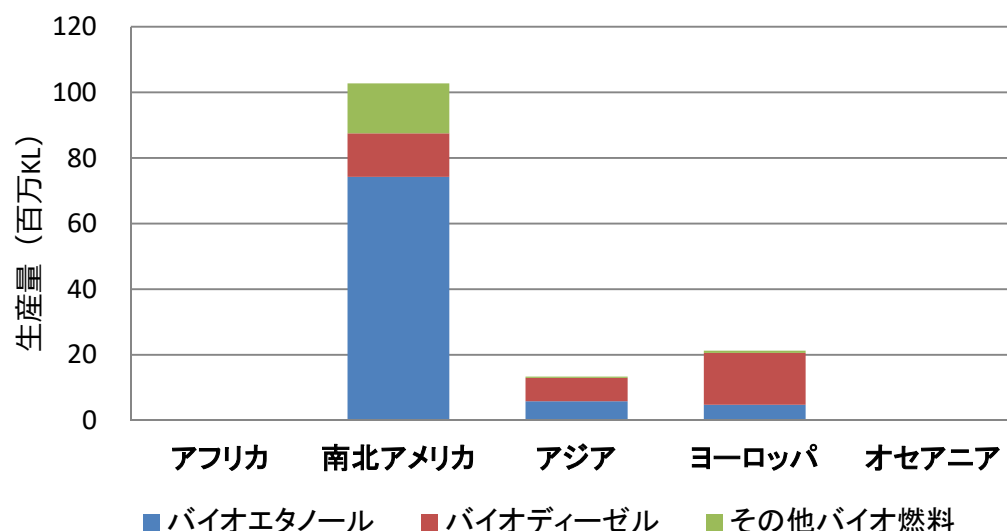
3. 1 国際需給動向

世界の液体バイオ燃料生産のうち、バイオエタノールはバイオディーゼルの2倍強となっており、米国、ブラジルが自国での消費に加え、輸出余力も有している。

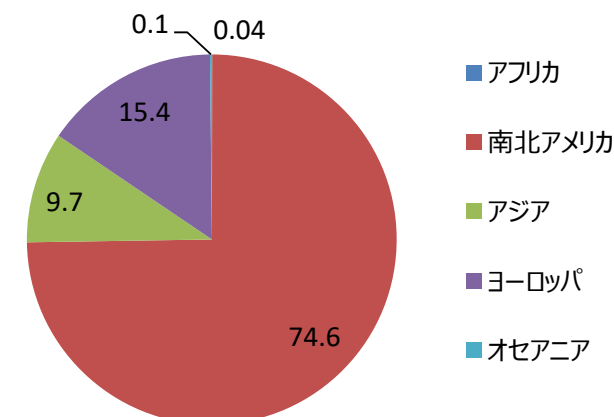
一方、バイオディーゼルは欧州と北米・南米が主要生産地となっており、欧州は石油系ディーゼル燃料の代替としての需要が多いことから輸入ポジションとなっている。

地域別液体バイオ燃料生産量（2017年実績）				単位：百万KL
地域	バイオエタノール	バイオディーゼル	その他バイオ燃料*	地域合計
アフリカ	0.06	0.00	0.00	0.06
南北アメリカ	74.3	13.2	15.3	103
アジア	5.77	7.18	0.41	13.4
ヨーロッパ	4.74	15.8	0.66	21.2
オセアニア	0.19	0.00	0.00	0.20
世界計	85.1	36.1	16.4	138

*その他には、セルロース系エタノール、HVO等を含む



地域別バイオ燃料生産量シェア (%)



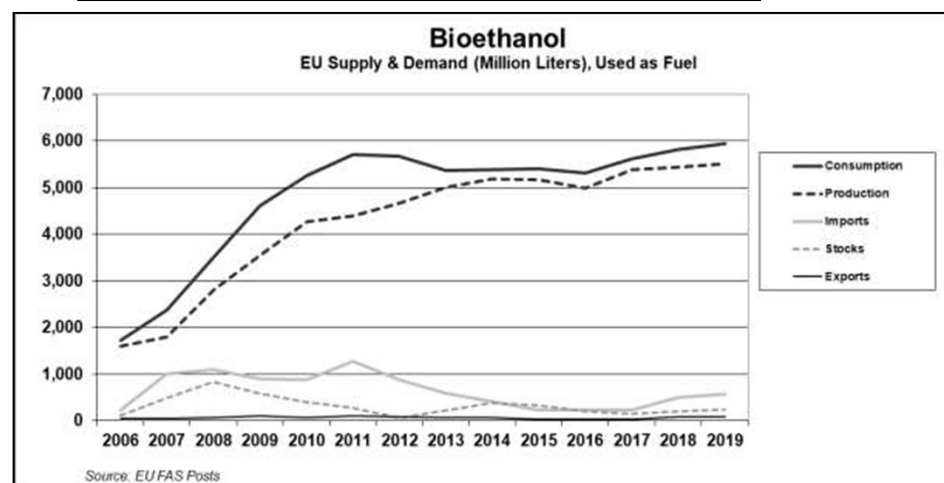
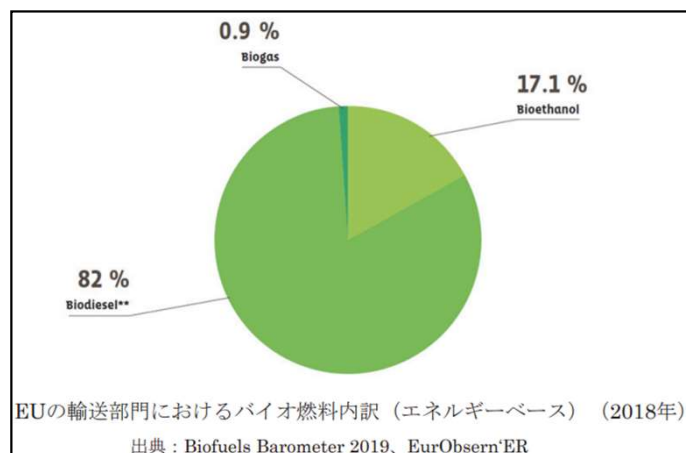
3. バイオ燃料の需給動向及びそれらが既存化石燃料に与える影響

3. 2 欧州需給動向

(1) バイオエタノール

欧州で一次エネルギーに占める輸送用バイオ燃料の比率は12%までとなり、そのうちエタノールは約17%。

欧州全体でバイオエタノール生産の50%以上を占めているのは、ドイツ、フランス、英国の3カ国。



(2) バイオディーゼル

第一世代FAMEの生産国はドイツ、フランス、オランダ、スペインであり、2017年のEU生産全体の68%。

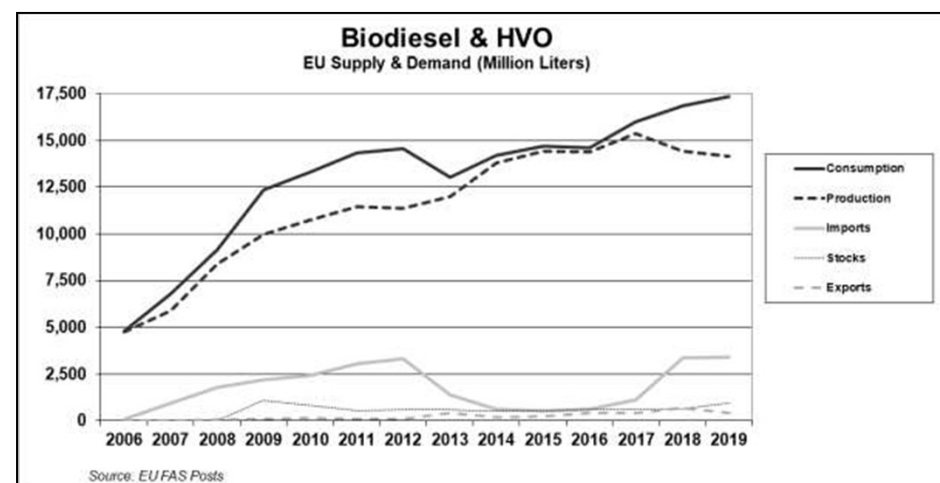
EUでは廃食油UCO（UCOME）の利用が2010年からEUプロジェクトとして実施された。

現在は、Neste、Eni、Total等がUCOからのドロップインバイオHVOの商業運転を行っている。

HVOはUCOMEやFAMEよりマージンが大きく、GHG削減効果も大きいとされている。

欧州のRED II では、輸送用のバイオ燃料種を比率で規制しており、廃棄物由来バイオ燃料は2021年から配合量が1.7%に制約される。

2030年に向けたバイオ燃料導入義務量増加の中で、HVOの増産が規制達成に必要となっている。



3. バイオ燃料の需給動向及びそれらが既存化石燃料に与える影響

3. 3 米国需給動向

(1) バイオエタノール

この10年で、第一世代燃料用バイオエタノールはコーン生産の半分以上を占め、国内需要以上の生産過剰な状況であり、輸出余力も有する状況。

2019年にE15の通年販売が開始されたが、USDAが2020年2月に発表した“Agriculture Innovation Agenda”をでは、2030年までにE15、2050年までにE30の全国普及を盛り込んでいる。

次世代セルロース系エタノールの供給目標は依然として大幅未達の状況。

RFS最終要求容量					
			(十億ガロン)		
バイオ種	2019年 (見通し)	2020年 (法定義務量)	2020年 (提案容量)	2020年 (最終容量)	2021年 (最終容量)
セルロース系 エタノール	0.42	10.5	54	0.59	n/a
バイオマス由来 ディーゼル	2.1	≥1.0	N/A	2.43	2.43
先進バイオ燃料	4.92	15	5.04	5.09	n/a
再生可能燃料	19.92	30	20.04	20.09	n/a

(出所) CFR 2/6/2020

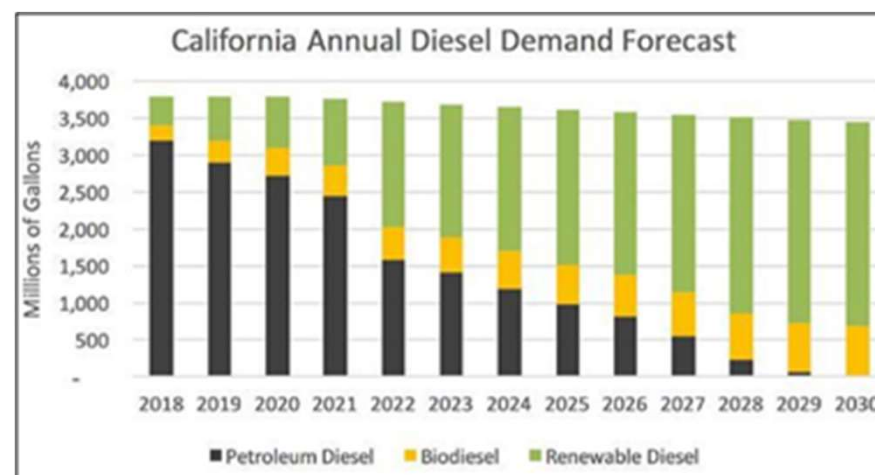
(2) バイオディーゼル

米国の2018年のバイオディーゼル生産のうち、46%は大豆油由来、残りは廃油や油脂（獣脂14%、廃食油17%、DCO（distillers corn oil、トウモロコシからのエタノール製造時の副産物）15%）。

バイオディーゼル用廃食油の需要が高まり、メキシコ、ブラジル、インドの輸入も始まっている。

エタノールの生産増加によりDCO原料の調達が増えればバイオディーゼルの量的確保につながり、製油所投入原料として活用も可能となる。

加州では、独自のGHG政策により輸送用燃料のLCFS規制により従来燃料の需要が落ち込み、バイオディーゼル主体となるとの見通しもある。



(出所) California Advanced Biofuels Alliance

3. バイオ燃料の需給動向及びそれらが既存化石燃料に与える影響

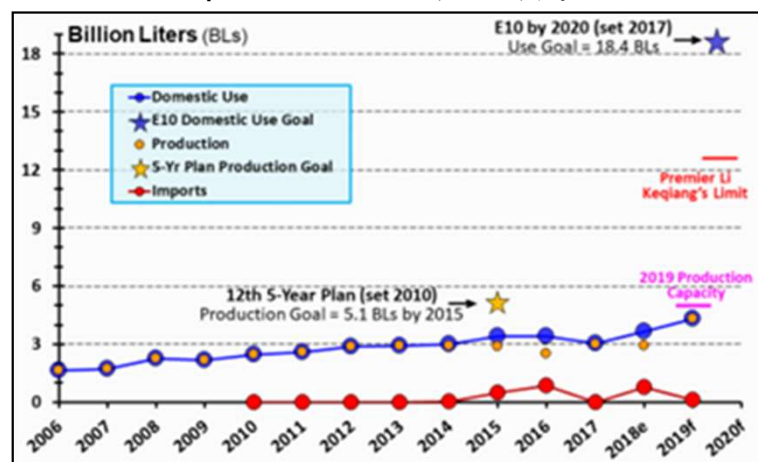
3. 4 中国需給動向

(1) バイオエタノール

バイオエタノールについては生産量が大幅に不足し、輸入ポジション。

ガソリン全体のエタノール配合率は2019年で2.5%。
2020年にE10の全国展開を計画していたが断念を本年1月に発表。

セルロース系エタノールは今後欧米ライセンスで対応。



年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019f
第一世代バイオエタノール工場 (Million Liters)										
工場数	5	5	6	6	7	7	10	11	12	14
交渉能力	2,500	2,600	3,000	3,000	3,200	3,200	3,600	4,200	5,000	5,257
稼働率 (%)	99%	99%	95%	97%	91%	90%	69%	72%	58%	82%
セルロース系エタノール製造工場 (Million Liters)										
工場数	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1
交渉能力	13	13	13	129	129	65	65	65	65	65
稼働率 (%)	0%	0%	0%	19%	19%	58%	61%	46%	31%	0%

(2) バイオディーゼル

バイオディーゼルは上海でのB5プログラムがあるのみ。
SINOPEC上海はB5生産を実施。

中国ではバイオディーゼルは自動車よりも発電、漁船、農業に使われるため、自動車向けの配合率は2019年で0.3%程度。

インドネシアやマレーシアから輸入の第一世代FAMEバイオディーゼルが主流。

UCO(UCOME)の大半はオランダ、スペインに輸出され、欧州内のディーゼルに配合又はHVO製造原料として流通。

欧州は中国からのUCO輸入に際し今後制限を設けるため、中国内での利用が進むかは不透明。

*UCOME: Used Cooking Oil Methyl Ester

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
バイオディーゼル工場 (Million Liters)										
工場数	45	49	52	53	53	53	48	46	44	40
公称能力	2,556	3,400	3,600	4,000	4,000	4,000	2,680	2,680	2,680	2,680
稼働率 (%)	22%	22%	26%	27%	28%	20%	34%	39%	31%	34%
燃料生産原料 (1,000 MT)										
廃食油UCO	556	722	907	1,055	1,108	771	891	1,022	816	881

3. 5 既存化石燃料需給への影響 (1/2)

(1) 欧州

2030年までの自動車用B7の上限により、廃棄物由来バイオのシェア上限が1.7%に抑えられるため、ドロップインバイオ燃料であるHVOの需要が高まり、石油系ディーゼル燃料を代替する可能性が大きくなる。

製油所での処理量増加のためには、輸入も含めたUCO等原料の確保が鍵となる。

ガソリン向けエタノールについては、米国のようにE10以上を目指す場合は、製油所でのガソリン生産に影響が及び得る。

バイオ燃料以外の次世代液体燃料製造を狙う製油所も出てきており、複数のシナリオによる影響検討が必要となろう。

(2) 米国

現在のガソリンに占める第一世代バイオエタノールは10%に達し、エタノールの供給量は余裕がある。また、生産のLCA改善も進んでいる。

先進バイオ燃料の目標達成が程遠い状況下、2020年2月には、農務省が第一世代バイオ燃料の生産効率アップによる50%GHG削減を行い、バイオ燃料比率を2030年に15%、2050年に30%とのアナウンスしたことで、今後政策見直しが行われれば、化石燃料の需要削減は避けられない。

米国大手石油会社では、自社バイオ工場を有したり、バイオ燃料専門企業と連携するなどが進んでいるが、今後の化石燃料の需要下押しトレンドを踏まえると、製油所からの供給量見直しが避けられず、稼働率への影響が懸念される。

3. 5 既存化石燃料需給への影響 (2/2)

(3) 中国

自国内での供給量が圧倒的に不足するバイオエタノールは米国からの輸入の拡大がどこまで進むかは不透明。

第一世代バイオ燃料（エタノール、バイオディーゼル）の量的確保も難しい現状で、先進バイオ燃料や石炭由来メタノール等の導政策が議論されているが、計画の達成は難しい。

欧米からの技術ライセンスを受けた先進バイオプロジェクトが2019年以降2件発表されたが、量的なインパクトは小さい。

そのため、今後も、地域限定で次世代液体燃料の導入に留まり、全国レベルでは既存化石燃料への依存が続く見込み。

EV等の新エネルギー車の普及政策が大胆に実行されるかが、石油系輸送用燃料の需要の鍵となる。

4. 1 石油メジャーの取り組み

- ExxonMobil** - 米国REG(Renewable Energy Group)とパートナーシップ
- スイスClariant-sunliquid technologyで連携
(欧州と中国の4カ所にセルロース系エタノール工場の建設計画)
- 米国Genomaticaとセルロース系バイオディーゼル開発で提携
- 米国SGI(Synthetic Genomics Inc.)と遺伝子組み替え藻類バイオ研究
- Chevron** - グループ会社Chevron Lummus Globalが米国ReadiFuels、Ensynとパートナーシップ
- BP** - 米国Fulcrum Bioenergyに出資、GTL技術ライセンス。同社は欧米で事業展開。
- Shell** - 英Velocysに出資、自社GTL技術ライセンスし、廃棄物由来バイオ燃料事業を欧米で展開。
独の自社製油所での次世代燃料プロジェクト実施中
- Shell Venturesがカナダのバイオ燃料スタートアップFORGE Hydrocarbons Corpに投資、廃油由来バイオジェットCAD\$30MM商業プラントを建設
- Total** - 2019年にLa Mède製油所にてHVO製造開始
- 独Sunfireに5年前に出資、2021年から製油所でのe-Fuelプロジェクトを公表

- ・米系メジャーはパートナーシップを組んでの次世代燃料への取り組む方針。
- ・欧州系メジャーは、GHG削減技術に積極的に取り組み、自社製油所でのバイオ燃料製造やベンチャーへの出資を積極的に実施。
- ・当面はバイオジェット、再生可能ディーゼルRDの供給を優先。

4. 2 独立系石油会社の取り組み

欧州

Neste - 2019年に中国、米国西海外、豪州、メキシコでのHVO販売のための事務所を相次いで開設
2022年 シンガポール増強

OMV - 水素化精製装置への燃料投入ラインの改造をし、2022年から継続的な処理を行う予定。

Phillips 66 - 英国Humber製油所 - Co-processing

スペイン (**Cepsa**、**Repsol**) ポルトガル**Galp** - Co-processing

ギリシャ**Hellenic Petroleum** - Co-processing

米国西海岸

加州のLCFSに準拠した燃料製造のため、米国その他地域よりも次世代燃料への取り組みに積極的

PBF Energy (2019年 ShellのMartinez製油所を買収) - HVO

Valero Energy - ルイジアナ州Diamond Green DieselからRD (Renewable Diesel)を供給

Phillips 66 - REG(Renewable Energy Group)とワシントン州Ferndale製油所でのRDプロジェクト
(2020年1月キャンセル発表)

Marathon Petroleum - Martinez製油所でのFCC Co-processingプロジェクト

- ノースダコタ州Dickinson製油所 RDプロジェクト

カナダオイルサンド会社**Suncor**出資のEnerkem - 北米だけでなく欧州での廃棄物からの燃料アルコール合成

- ・製油所での次世代燃料製造に当たっては、欧州だけでなく、米国西海外製油所での取り組みは我が国の製油所の未来像を検討する上で参考となる。
- ・当面は、バイオジェットと再生可能ディーゼルRDの供給を優先的に取り組み。
- ・Co-processingについての製油所運転情報についての情報開示は限定的。

欧米を中心に輸送用の先進バイオ燃料の技術動向、実用化動向、今後の燃料供給の見通しにつき、石油会社での取り組み状況を含めた調査を行った結果を以下のようにまとめる。

(1) バイオ燃料製造技術

- ・バイオマス廃棄物からの燃料製造技術が相次いで実用化されている。この中では、石油精製で培ったFT技術が展開されている。
- ・藻類や微生物利用によるバイオ燃料製造は、生産規模や製造時間の面で不利であり、研究開発は盛んなものの長期的な技術テーマとして取り組まれている。藻類研究は米国が世界で圧倒的に強く、石油会社の中では、ExxonMobilのみが大規模な研究投資を行っている。

(2) 実用化への取組

- ・国際マーケットでは北米のバイオ専門会社が事業を拡大している。
米国(Fulcrum, REG, LanzaTech, World Energy, Gevo) 、カナダ(Enerkem) 、UK(Velocys)
この中には、BPやShellが出資や技術ライセンスをする企業がある。
- ・足元ではバイオジェット生産のプロジェクトが盛んであり、2022年から欧米各地でプラントが稼働予定である。
- ・欧州の製油所がHVO製造で先行していたが、Co-processingも含め米国西海岸製油所でもプロジェクトが立ち上がっている。ただし、技術的課題もあるため、米国エネルギー省での研究プロジェクトが進行中である。

(3) バイオ燃料需給動向及び既存化石燃料への影響

- ・欧州では、製油所転換によりHVO生産が行われているが、欧州のRED II に続く2030年以降の供給については、政策動向にもよるが、ブレンドウォールの問題から現状からの大幅な配合比アップには課題がある。
- ・米国では、第一世代バイオエタノールの生産性向上よりGHG対応燃料として利用政策がさらに進む見込み。そのため、先進バイオ燃料はジェット燃料や再生可能ディーゼルが主体となる。特に、米国西海岸では加州LCFS政策により、化石燃料に代わる燃料として先進バイオ燃料の生産が漸増と予測される。
- ・中国では、次世代液体燃料導入を政策で謳うものの、バイオ燃料供給量は圧倒的に不足するため、地域限定での導入に限定される。新エネ車の普及政策にもよるが、石油系輸送用燃料への依存は続くとみられる。

(4) 石油会社の取組

- ・欧州メジャーBP、シェル、Totalはいずれもバイオ燃料、水素、再生エネルギーに積極的に取り組んでいる。既に、自社製油所の転換も含め、積極的にバイオ燃料等次世代燃料製造を進めている。
- ・一方、米系メジャーはバイオベンチャーへの投資やパートナーシップによるバイオ燃料事業への参画を進めている。
- ・NesteやEni等欧州石油会社が先行した製油所でのバイオマス処理の動きは米国西海岸製油所にも及んでおり、輸送用燃料の新たなサプライチェーンが構築されつつある。

本調査は経済産業省・資源エネルギー庁の
「令和元年度燃料安定供給対策に関する調査事業
(石油産業に係る環境規制等に関する調査)」

及び

「令和元年度燃料安定供給対策に関する調査事業
(製油所の競争力に係る技術動向に関する調査)」
として JPEC が実施しています。

ここに記して、謝意を表します。