



内航船カーボンニュートラル推進に向けた バイオ燃料の利活用

2021年8月24日

豊田通商株式会社

インフラソリューション開発部

サステナブルフューエルG

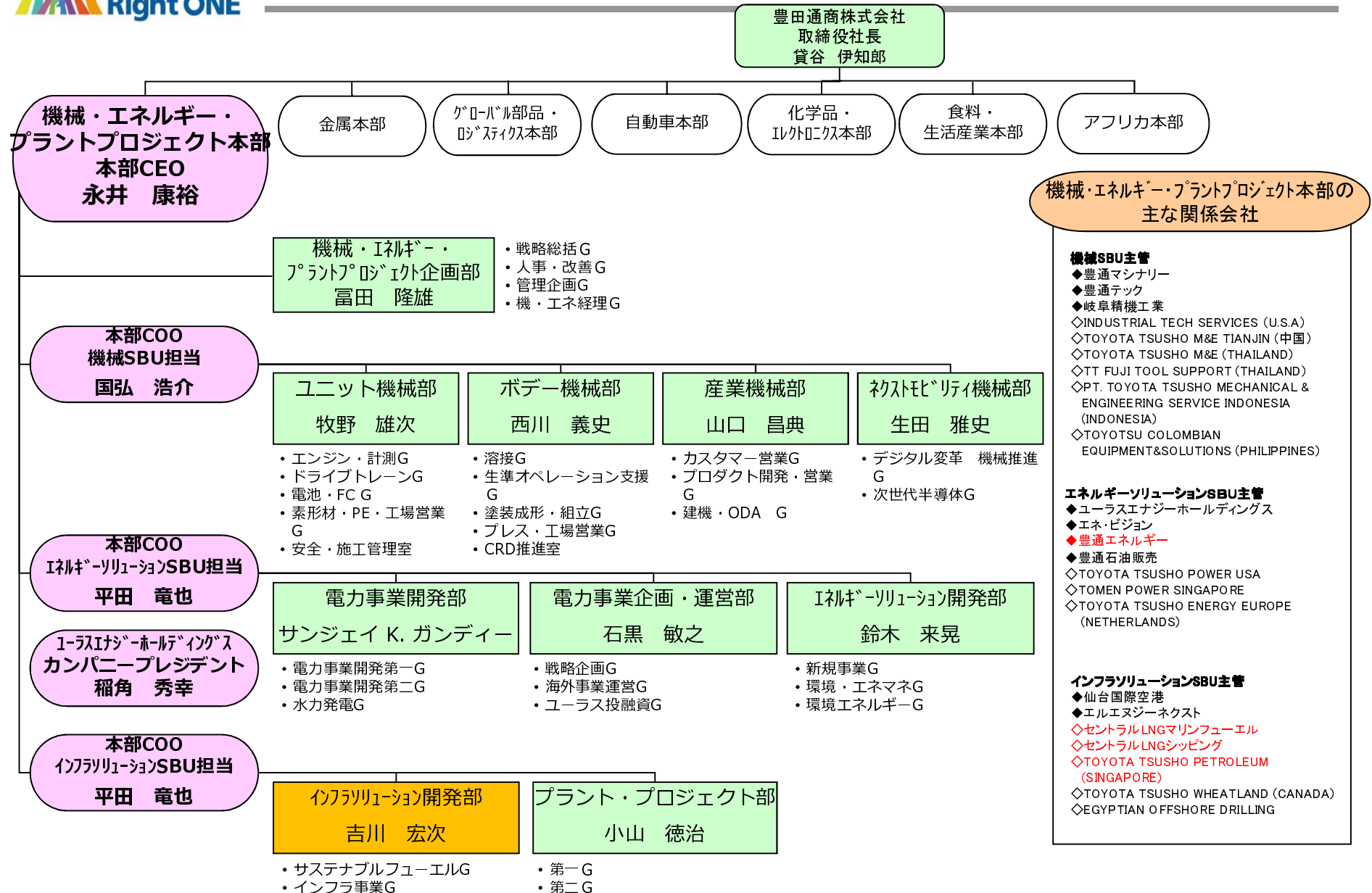


本日の内容

1. 豊田通商の船舶燃料低炭素化事業の取り組みご紹介
2. バイオディーゼル（BDF）の概要
3. 内航船のCO2排出削減に向けたBDF活用とその課題



1.-(1)豊田通商 組織図 2021.4～





1.-(2)船舶燃料の低炭素化に向けた豊田通商の取り組み

<日本初のShip to Ship 船用LNG燃料供給事業への参画>

商号	①セントラルLNGマリンフューエル株式会社 ②セントラルLNG SHIPPING株式会社
事業内容	①伊勢・三河湾でのLNG燃料販売事業 ②船舶保有事業
株主	日本郵船、川崎汽船、JERA、豊田通商
設立年月	2018年5月10日
営業開始	2020年10月

Ship to Ship LNG供給の実施(2020年10月)



<低炭素・ゼロエミ燃料事業促進に関する業界団体への加盟>

①

SEA\LNG



SEA-LNG

- ・LNGの船用燃料化推進を図る国際団体（本拠：ダブリン）
- ・当社加盟：2016年12月

②

CCR研究会
Power to Gasへの取り組み

CCR研究会

- ・CO2回収技術、再生可能エネルギー由来水素を利活用し、代替エネルギー提供を提唱（本拠：日本）
- ・当社加盟：2020年5月

③



CLEAN FUEL AMMONIA ASSOCIATION

クリーン燃料アンモニア協会

- ・CO2フリーアンモニアの供給から利用までのバリューチェーン構築を目指す業界横断型団体（本拠：日本）
- ・当社加盟：2020年12月



1.-(3)船用バイオディーゼル(BDF)供給取り組み

○ Toyota Tsusho Petroleum の燃料供給バージでのバイオ燃料使用

シンガポール港湾当局 (MPA)など産官学連携の
船用BDF導入のトライアル開始 (2021年4月～)

- Goodfuels社が販売したシンガポールで最初の商船向けBDF (欧州製) スポット供給 (4月) 実施

○ 日本郵船殿向けシンガポール出しBDF販売

バルク船の燃料としてシンガポール産BDF販売
(2021年6月)



バイオ燃料の供給を受けた「Frontier Jacaranda」 (日本郵船) と
供給を行った「Marlin Tiga」 (Toyota Tsusho Petroleum)

● 船用BDFの日本出しも開発中

(許認可/ロジ整備、原価低減、分析など)

産官学によるシンガポール初の実証で、効果を可視化することでBDFの常時航行を目指しつつ、シンガポール出し供給体制 (品質、ロジ) を確立。
日本出しも供給体制構築中。



2.-(1)船舶のCO2排出量削減に向けた代替燃料の種類

	熱量当りCO ₂ 排出量 (船用重油基準)	熱量当り 燃料体積 (船用重油基準)	利点	課題
バイオ燃料	0	～1.2	●バイオはIPCCガイドラインにおいてカーボンニュートラル扱い ●現行エンジンで使用可能 ●混焼は商業レベル	●酸化安定性・貯蔵安定性の技術課題 ●生物多様性・持続可能性懸念 ●陸上・航空等他セクター消費の為、海運への供給不足の可能性
水素 (FC含む)	0	4.46	●船上CO₂排出ゼロ ●小型の水素燃料運搬船・燃料電池船は実績あり	●燃料体積(C重油の約4.5倍) ●貯蔵安定性の技術課題(液体時-253℃) ●供給インフラ未整備 ●バンカリング技術未成熟
アンモニア	0	2.72	●陸上CO₂排出ゼロ ●ガスタービン燃焼の実績あり	●燃料体積(C重油の約2.7倍) ●NOx発生 ●毒性あり
当社参画 LNG	0.74	1.65	●実用化済 ●(水素等と比べ)エネルギー体積密度が高い ●合成/バイオメタン用にインフラ転用可能	●既存のLNGではCO₂削減効果限定的 ●メタンスリップ ●化石燃料使用に対する国際的な抵抗
カーボンリサイクル メタン/メタネーション (CH ₄)	0	1.80	(理論上) 燃料油を問わない (理論上) 削減率大	●現在IPCCガイドラインにおいて、カーボンリサイクルメタンをカーボンニュートラルとする明示的な記載はない

出典(抜粋):国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト(日本船舶技術研究協会主催 国交省共催)
ロードマップ(2020年3月) 編集

**バイオ燃料は燃料インフラやエンジンの改修なしで現行エンジンにて使用可能
という点においてメリットあり**



2.-(2)運輸部門で広く使用されているバイオ燃料

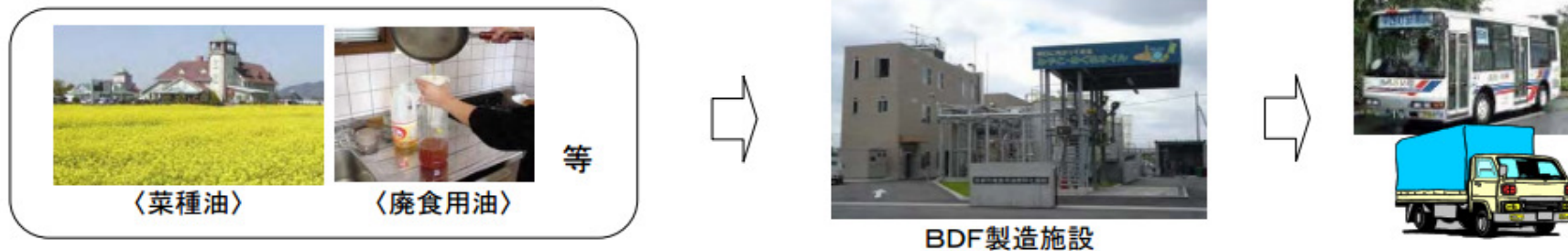
○バイオディーゼル：動植物油脂をメチルエステル化(メタノール反応)か水素化分解し製造

- 性状は軽油に類似

○バイオエタノール：サトウキビ・麦等の糖質を微生物によって発酵・蒸留し製造

- 性状はガソリンに類似

○ バイオディーゼル燃料(BDF)



○ バイオエタノール

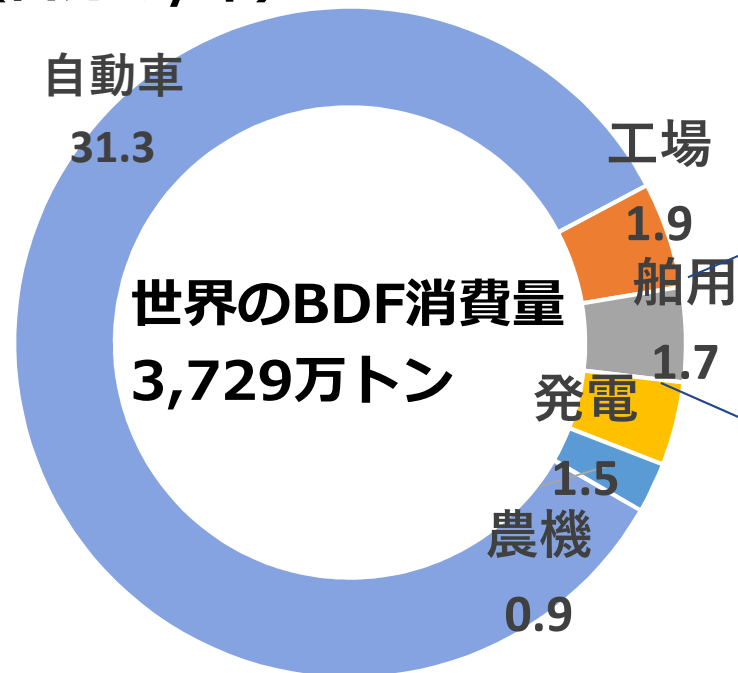


バイオディーゼルは軽油・重油代替として既存の船舶エンジンで使用可能な植物由来の燃料



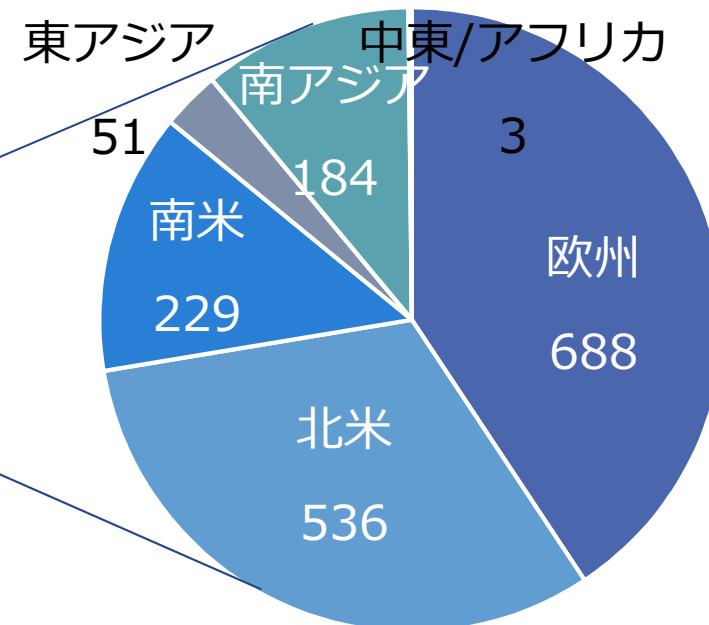
2.-(3)世界のバイオディーゼル（BDF）市場と用途

図.世界の用途別BDF消費量
(百万トン/年)



元データ：Persistence 2020年実績

図.船用BDFの地域別消費量
(千トン/年)



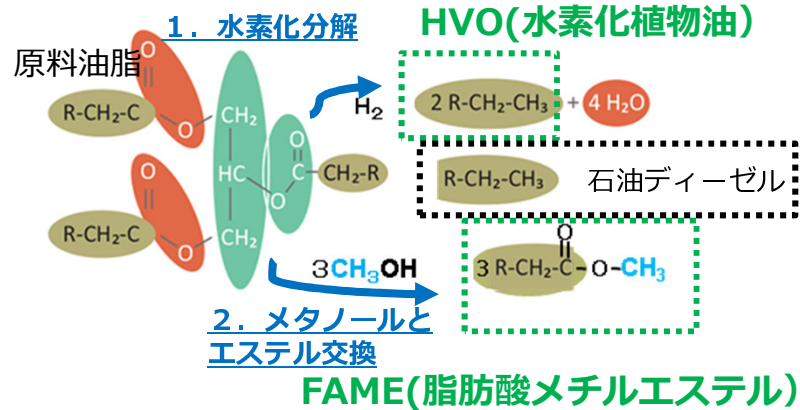
元データ：Persistence 2020年実績

- 船用利用は欧米が86%を占める。
- 更なる普及にはIMO（国際海事機関）による整備（＊）が必要。
- ＊カーボンニュートラル認定、NOx排出量について2021年のMEPC等で審議予定
- 日本国内では主に自動車に使用（B5～B100） ＊B5=BDF 5%混合石油



2.-(4)バイオディーゼル(BDF)の種類 (FAMEとHVO)

1.BDFの製造方法 (製品呼称)



2.BDF (FAMEとHVO)の製造コスト比

FAME製造コスト内訳(\$/bbl)		HVO製造コスト内訳(\$/bbl)	
Capital	2.52	Capital	16.19
OPEX	6.69	OPEX	18.54
FEEDSTOCK	111.7	FEEDSTOCK	113.56
GLYCERIN	-8.75	LPG etc	-3.79
TOTAL	112.16	TOTAL	144.5

元データ：2021 Duncan Seddon & Associates Pty. Ltd.

■ HVO

- エステル基がないため品質で優れるが、高コストで供給量に限りがある
- 石油会社の水素化分解装置を活用できるが航空機業界のバイオジェット需要と競合

■ FAME

- 相対的に安価で製造設備もシンプル。
- 酸化安定性、低温流動性に劣るため航空機燃料には使用不可

航空機業界はバイオジェット燃料導入及びクレジット購入によるCO2排出削減を2027年より義務化

日本国内でも船舶燃料のCO₂排出量削減需要にはFAMEの活用注目。
水素化分解バイオ燃料も商業生産される見込みだが航空機業界の需要充足が喫緊。



2.-(5) バイオディーゼル (BDF) のCO2削減率

LCA(ライフサイクルアセスメント)

船上排出のみならず燃料のライフサイクル

(原料生産、資源採取、燃料精製、輸送、燃料消費) での環境負荷の評価が妥当

○ IPCC (気候変動に関する政府間パネル) :

バイオディーゼルのCO2削減率は石油対比100%

○ 欧州では原料ごとの詳細な評価を目的とし、

ISCC(International Sustainability and Carbon Certification)

のLCAにより原料ごとに削減率を定義

ISCCのLCAによる削減率(石油対比) の例

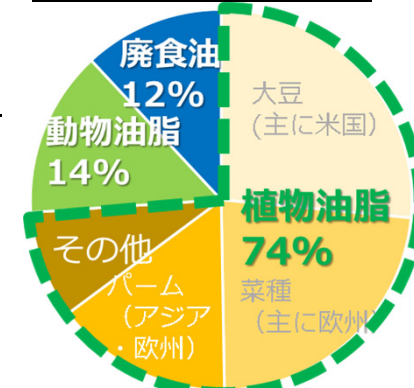
廃食油原料 FAME : 84%

パーム油原料 FAME : 45%

菜種油原料 FAME : 47%

大豆油原料 FAME : 50%

図. BDF市場原料内訳



出展 persistence Biodiesel Market 2019

⇒ 海運業界ではIMOとしてのLCA定義がまだないため、使用者それぞれの定義でCO2削減率を謳っているのが現状。ISCC定義によるものが主流。

地域や業界によってLCA定義は異なり、海運業界ではIMOの定義づけを注視
IMOでカーボンニュートラル認定されればBDF使用船は「ゼロエミ船」扱いへ



3. 船用BDF使用の課題 (1)NOx排出量

BDFでNOx排出量が増加する可能性あり

MARPOL条約（会場汚染防止条約）石油由来でない燃料を使用する場合はその使用によりNOx排出量が規制値を超過してはならない旨が規定

● **BDFを常時使用する際は、NOx排出量が規制値を超過することがないことの技術的な証明が必要。**

● **証明が困難な場合も排ガス低減技術研究を目的とした調査の扱いで旗国政府に申し入れて一定期間のトライアル運転が認められる（最大5年+5年追加可能）**

海洋汚染防止条約

MARPOL CONSOLIDATED EDITION 2017

【英和対訳】

国土交通省総合政策局海洋政策課 監修

- ・ 1973年の船舶による汚染の防止のための国際条約
- ・ 1973年の船舶による汚染の防止のための国際条約に関する1978年の議定書
- ・ 1973年の船舶による汚染の防止のための国際条約に関する1978年の議定書によって修正された同条約を改正する1997年の議定書
- ・ International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973
- ・ Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973
- ・ Protocol of 1997 to amend the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto

海文堂

IMOによるフランス提案の行方、国交省海事局のデータ蓄積に期待

（フランス提案）BDFは**既存エンジンにドロップインできることがメリットにもかかわらずNOx測定（g/kWh）はチャレンジングであることの問題提起し、**トライアルのハードルを下げ、知見を蓄積し、具体的な利用に向けた道筋を示すべきとした提案

⇒日本を含む複数の国が共同提案済み。**MEPC77（11月）以降審議へ**



3. 船用BDF使用の課題 (2)品質

■酸化安定性

FAMEは石油に比べて酸化しやすい。

酸化すると、タンク、配管、接続部などの腐食や、流動性低下による始動性悪化や噴射ノズルの目詰まりなどのリスクあり

⇒密閉状態であれば1年程度劣化しないデータあり。半年以内の使用を推奨

■貯蔵安定性

酸化安定性を保つためにも密閉にすることが重要。

密閉していれば問題ないが、長期保存で水分含有量が増えた場合は燃烧性が悪化する。

■エンジンオイルの希釈

BDFと経由の蒸発特性の違いからオイルの粘度低下速い可能性あり。

⇒日常点検でOK.通常より早いエンジンオイル交換となる可能性あり

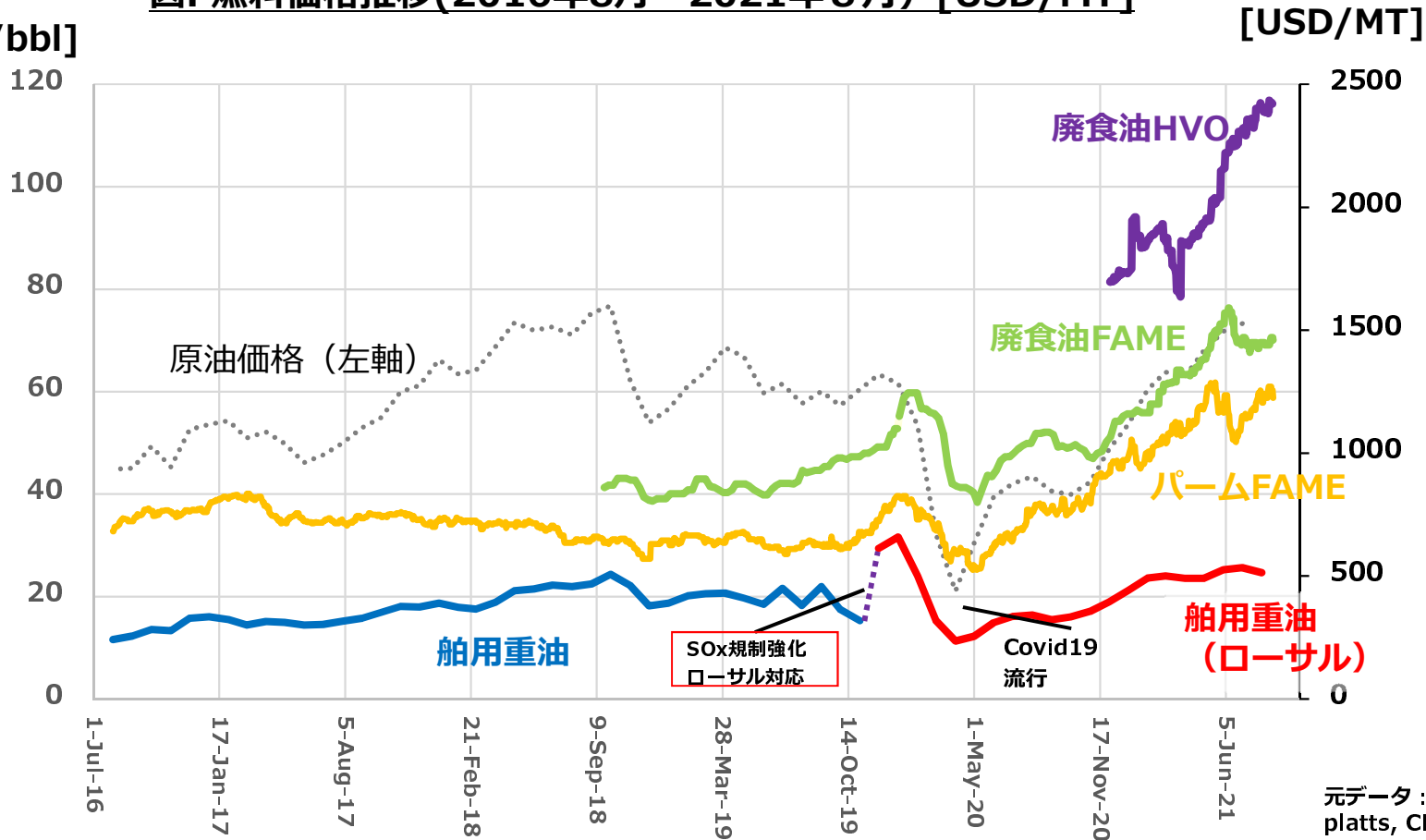
原料植物により観測される特徴は異なることもあり、実績、知見蓄積が重要



3. 船用BDF使用の課題 (3)価格

原油
[USD/bbl]

図. 燃料価格推移(2016年8月～2021年8月) [USD/MT]



原料の廃食油需要が高まりFAMEは今後更に上昇する可能性あり。
⇒ FAME, HVO以外のバイオディーゼル製法の汎用化にも期待
バイオ燃料先進地域である欧州は補助金制度が充実。
⇒ 日本国内での補助金等の制度拡充にも期待



3. 舶用BDF使用の課題 (4)日本出し海上出荷ロジ課題

	BDF/石油（バージ供給）		B100（ローリー供給）
	①軽油との混合	②重油との混合	船主殿の使用船内で混合
タンク海上出荷	規模不足。混合許可必要（消防庁）		規模不足
ローリー海上出荷 の許認可	燃料供給バージへのローリー供給につき 許可必要（消防庁）		燃料使用船へのローリー供給につき 許可取得必要（消防庁）
	船舶給油認可ローリー手配必要（通常のローリーでは不可）		
混合の 許認可	軽油引き取り税特別徴収義務者 による事前製造承認取得、 舶用利用の免税手続き必要 （混合地点の県税）	混合した結果が 税法上の軽油に該当 しなければ対象外	供給時点で軽油ではないので対象外
	揮発油等の品質の確保等に関する 法律上、特定加工業者登録必要 （経済産業省）	対象外	
品質	スラッジ発生懸念は少ない	事前の混合スラッジ試験(ISO10307等) 等による検証推奨	
	MARPOL条約上旗国承認必要 （国交省海事局）		MARPOL条約上旗国承認必要 （国交省海事局） 使用時混合比率と見做して戴く必要あり
	バージによる混合方法、供給品質の船主殿との合意		船内混合方法の船主殿による確認

まとまった需要については石油会社の海上出荷設備の活用を期待。
海運業界でのBDF使用を前提とした法整備が必要



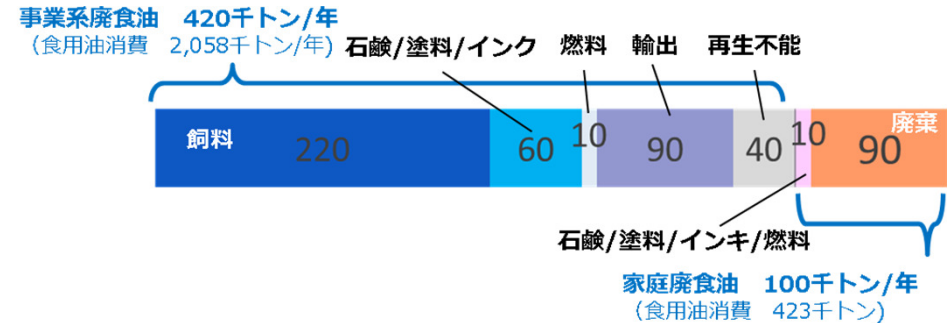
3. 船用BDF使用の課題 (5)供給量

1. 日本のBDF生産 (2021年調査)

- ・ BDF生産実績は14,062KL (2019年度)
- ・ 1,800 KL/年以上の精製能力保有事業者はわずか6社
- ・ 平均稼働率は150日/年と低い
- ・ UCOME製造コスト中央値は134円/L

データ元：全国BDF利用推進協議会

2. 日本の廃食油市場規模 (千トン/年)



データ元：全国油脂事業協同組合連合会

家庭使用で廃棄されているものが存在。
現在輸出分は価格競争は避けられない。

3. 日本のBDF種類別使用台数(2019年度)

種類別BDF使用		ゴミ収集車	バス	乗用車	トラック	農機	建機	発電機	ボイラー	その他
使用台数		453	459	128	561	42	52	55	26	80
BDF 濃度	B100	186	10	32	187	32	16	19	26	31
	B5	267	448	92	274	2	35	35	0	47
	その他	0	1	4	100	8	1	1	0	2

データ元：全国BDF利用推進協議会

航空機のバイオ燃料
使用実績は2021年2月
羽田-福岡 (JAL)と
国交省フライト(6月)のみ

4. 内航船バンカー需要

内航バンカー需要規模：400万KL/年程度

⇒ 全てB100使用でCN化するには現在の国内生産能力の110倍程度必要
+ 外航船需要もあり (日本出し250万KL/年程度) + 自動車需要??

バイオ燃料は供給量に限界があり、**既存の石油需要を全て代替できるものではない。**
国内では価格、混合比率、供給場所で需給マッチするところから使用が拡大する見通し。
内航船でのBDF活用には生産能力が増えても**原料の輸入は必至**の見通し



(ご参考)海運業界でのBDF導入事例

○ 邦船主のBDFトライアル実績

実施月	船会社	船型	供給場所	供給者
2021年6月	日本郵船	バルク船	シンガポール	豊田通商
2021年4月	商船三井系	自動車専用船	オランダ	Goodfuels
2021年4月	ONE	コンテナ船	オランダ	Goodfuels
2021年2月	ONE	コンテナ船	オランダ	Goodfuels
2020年12月	商船三井	タグボート	日本 (数リットル規模)	ユーグレナ
2019年2月	日本郵船	バルク船	オランダ	Goodfuels



写真: バイオ燃料の供給を受けた「Frontier Jacaranda」(日本郵船)と
供給を行った「Marlin Tiga」(Toyota Tsusho Petroleum)

業界の義務化に先立ち、外航船では各社知見獲得に動いている。
特に海外では環境意識の高い荷主の圧力も大きい。