

ClassNK 船舶GHGセミナー  
～ゼロエミに向けたトランジション～

# バイオ燃料の取り扱い 及び条約上の動向



July 2024

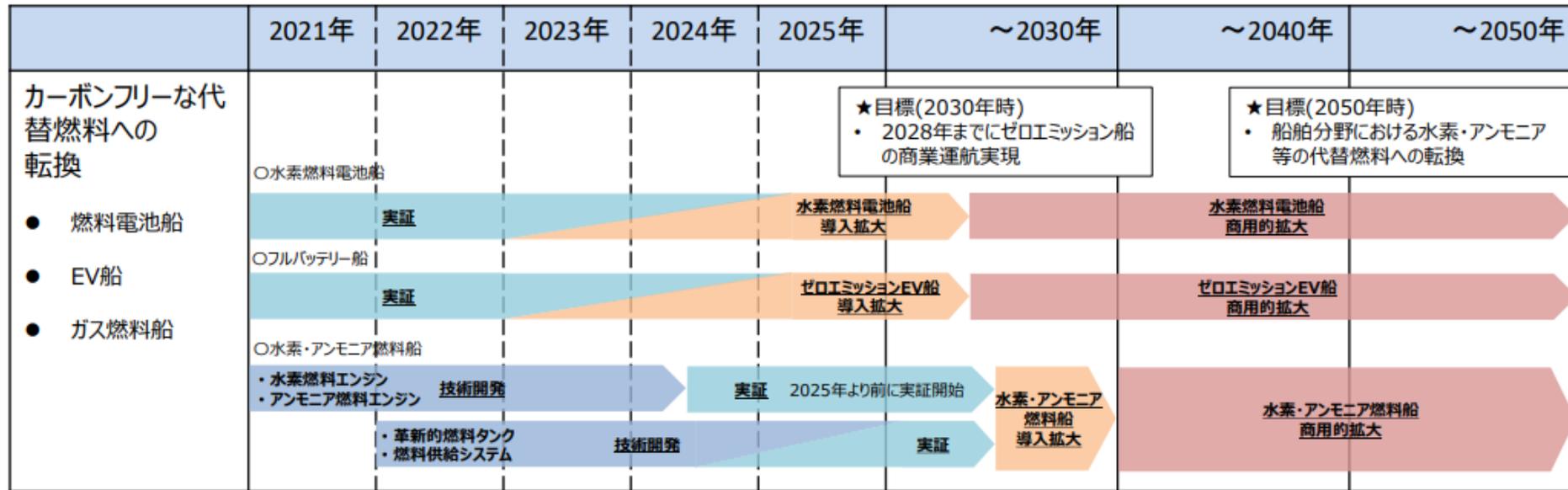
機関部  
ClassNK

1. バイオ燃料の概要
2. バイオ燃料のCO<sub>2</sub>排出
3. バイオ燃料使用時の注意事項
4. トライアル時の推奨事項と関連規定

1. バイオ燃料の概要
2. バイオ燃料のCO<sub>2</sub>排出
3. バイオ燃料使用時の注意事項
4. トライアル時の推奨事項と関連規定

# バイオ燃料とは

- 主に植物を原料とする燃料、代替燃料として注目
- ゼロエミッション船に完全移行するまでには時間がかかる
- 従来船向けの対策としてバイオ燃料は有力(ドロップイン燃料)



上図 [1]

- 従来船



[1] 国土交通省 “「次世代船舶の開発」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画” <https://www.mlit.go.jp/maritime/content/001415462.pdf>

[1] <https://masayukisato.hatenablog.com/entry/2016/01/14/185559>

- 家庭で見える植物油に似ている
- 粘度は高い(オリーブ油よりちょっと高いくらい?)
- 匂いはサラダ油のよう



ジャトロファ油



ジャトロファ [1]

# バイオ燃料原料・種類

- 原料は主に植物由来で多様  
(大豆、菜種、パーム)
- FAMEが有力(SVO: 諸問題あり、HVO: 高価)

## □ バイオ燃料の種類と製造工程

### (1) SVO (Straight Vegetable Oil)

原料そのまま。筒内カーボン堆積、流動性問題有り

### (2) **FAME (Fatty Acid Methyl Ester)**

メタノールを添加(エステル化)

### (3) HVO (Hydrotreated Vegetable Oil)

水素を添加(水素処理)

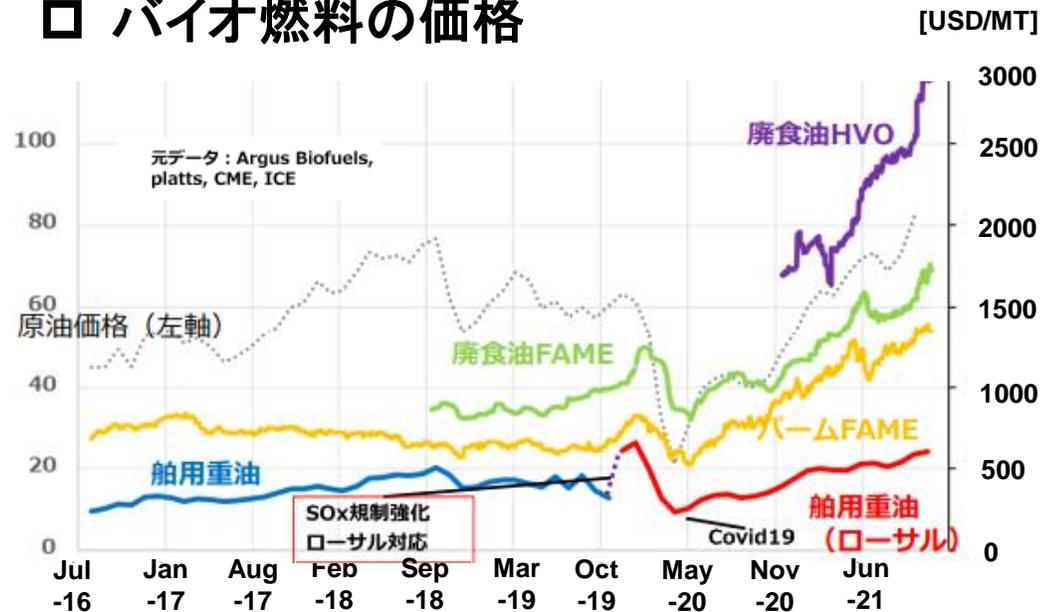
## □ バイオ燃料の原料

図. 世界のBDF市場原料内訳



出展 persistence Biodiesel Market2019

## □ バイオ燃料の価格

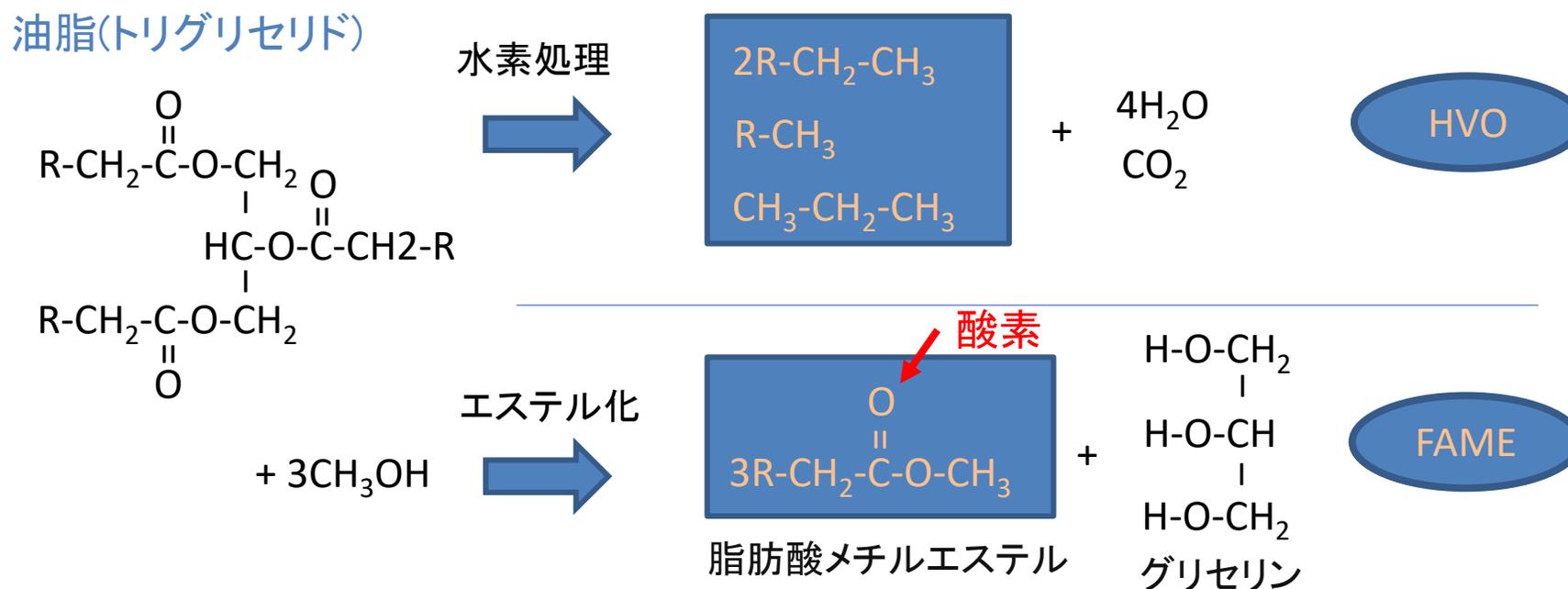


## HVO (Hydrotreated Vegetable Oil)

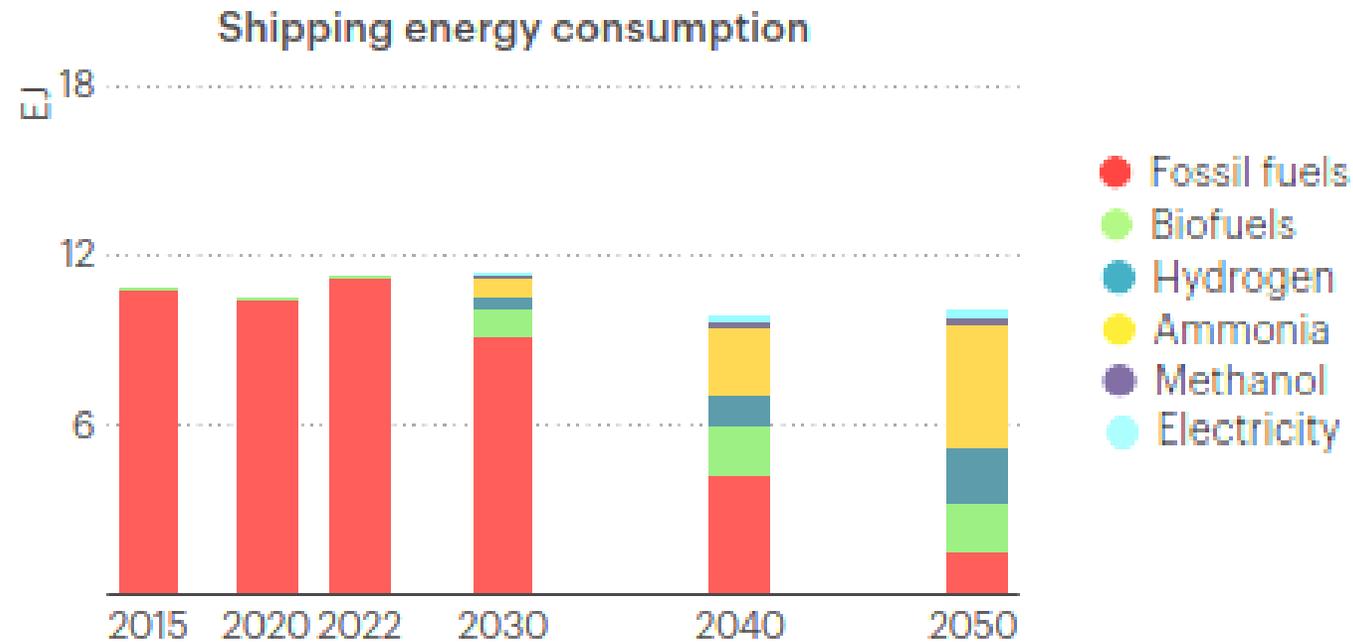
軽油と同じパラフィン系成分、酸素原子は含まれない

## FAME (Fatty Acid Methyl Ester)

油脂由来の酸素原子が残る



- 他の代替燃料：水素燃料、アンモニア燃料
- バイオ燃料：既存設備をそのまま使えるドロップイン燃料  
→ 既存船、直近の新造船のGHG削減手段。  
将来、一定量使用されると予想



国際海運の燃料変遷の予想の一例 (IEA の予想)

(IEA, Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5oC Goal in Reach – 2023 Update)

1. バイオ燃料の概要
- 2. バイオ燃料のCO<sub>2</sub>排出**
3. バイオ燃料使用時の注意事項
4. トライアル時の推奨事項と関連規定

# バイオ燃料のCO<sub>2</sub>排出

- **カーボンニュートラル**  
燃焼時のCO<sub>2</sub>排出 = 原料植物の成長過程でのCO<sub>2</sub>吸収
- **現在、IMOでCO<sub>2</sub>削減効果の評価を検討中**

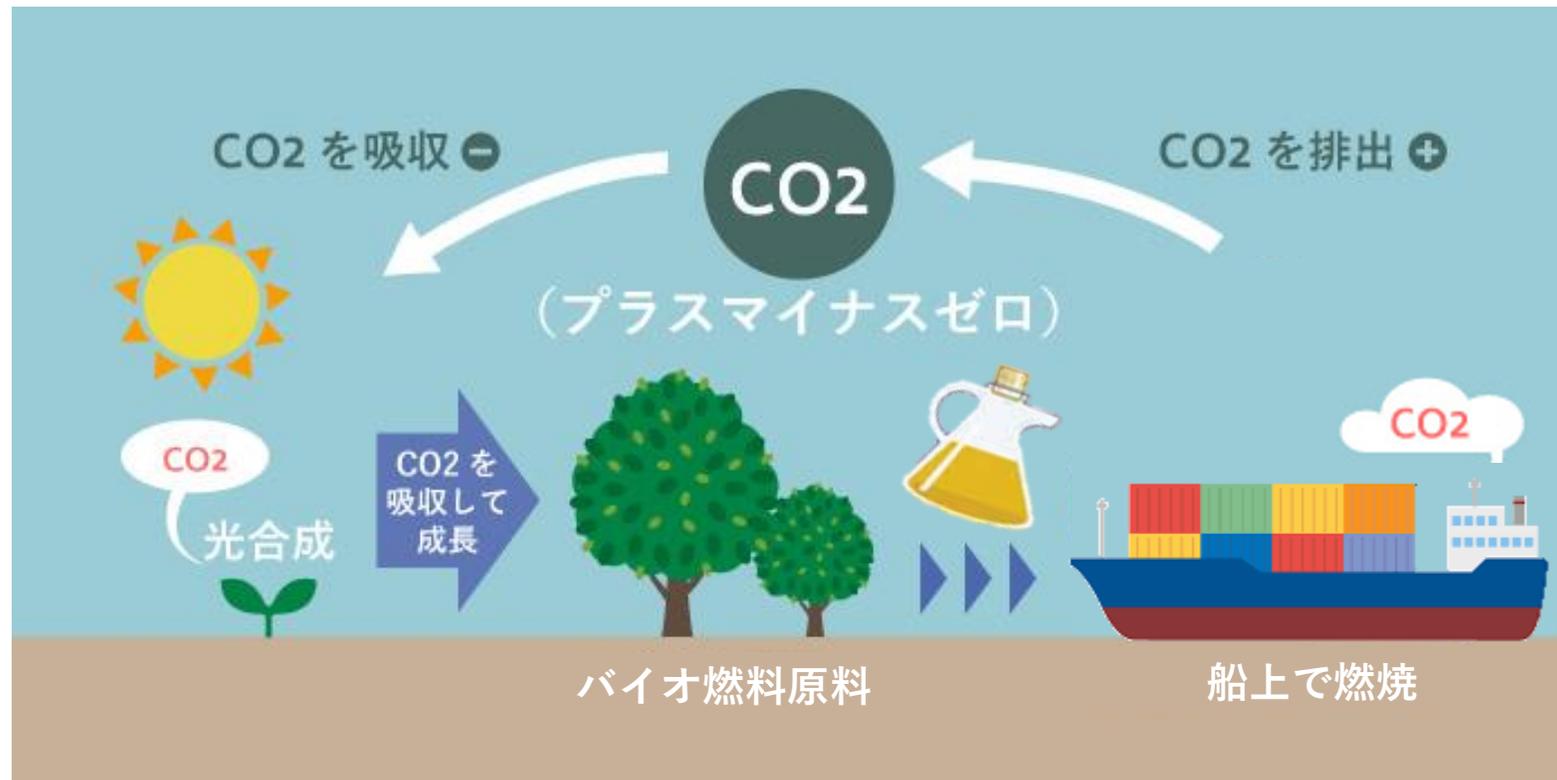


図 <https://www.summit-handa-power.co.jp/biomass/>, <https://www.biofuelstp.eu/>, <https://illust8.com/contents/13264>

## ■ IMO-DCS及びCII規制におけるバイオ燃料の使用に関する暫定ガイダンス (MEPC 80, 2023年7月承認)

- IMO-DCS(燃料消費量実績報告制度)及びCII格付け制度(燃費実績格付け制度)において、バイオ燃料のライフサイクルのGHG排出量を考慮したCO<sub>2</sub>換算係数( $C_F$ )を採用可能。
  - 国際的な認証スキームによって認証されている場合
    - ✓ ISCC, RSB 等により持続可能性基準を満たすことが認証済み
  - ライフサイクルGHG排出強度が33gCO<sub>2</sub>e/MJより低い場合
    - ✓ MGOのライフサイクルGHG排出強度(94gCO<sub>2</sub>e/MJ)よりも最低65%以上の削減を達成
- $C_F = \text{当該バイオ燃料のGHG排出強度(gCO}_2\text{e/MJ)} \times \text{同燃料の低位発熱量(LCV, MJ/g)}$
- LCAガイドラインにおいて、バイオ燃料の取扱いが明確化されるまでの暫定措置。

「IMO-DCS 及びCII 規則におけるバイオ燃料の使用に関するIMO 暫定ガイダンスの取扱いについて」

ClassNK テクニカルインフォメーション TEC-1307

# バイオ燃料のGHG排出量評価

EU-RED II 附属書 V		
A. 土地利用変化が無い場合の従来のバイオ燃料のGHG排出値 (Well to Wake) (典型的な値とデフォルト値)		
Biofuel production pathway	Typical value (gCO <sub>2</sub> eq/MJ)	Default value (gCO <sub>2</sub> eq/MJ)
化石燃料 (軽油)	94	
菜種油バイオディーゼル	45.5	50.1
ひまわり油バイオディーゼル	40.0	44.7
大豆油バイオディーゼル	42.2	47.0
パーム油バイオディーゼル (排水池メタンを放出する場合)	63.5	75.7
パーム油バイオディーゼル (排水池メタンをキャプチャーする場合)	46.3	51.6
廃食油バイオディーゼル	11.2	14.9
菜種油HVO (hydrotreated vegetable oil)	45.8	50.1
大豆油HVO	42.2	46.5
廃食油HVO	11.9	16.0
菜種油PVO (pure vegetable oil)	38.5	40.0
パーム油PVO (排水池メタンを放出する場合)	56.3	65.4
パーム油PVO (排水池メタンをキャプチャーする場合)	38.4	57.2
廃食油PVO	2.0	2.2

- ライフサイクルGHG 強度が33 gCO<sub>2</sub>e/MJより低いバイオ燃料の場合、IMO-DCS 及び CII 格付け制度において、ライフサイクルGHG排出量を考慮した CO<sub>2</sub>換算係数(C<sub>F</sub>)を使用可能。
- 廃食油系のバイオ燃料は 33 gCO<sub>2</sub>e/MJ を下回っており、廃棄物由来のため、土地利用変化によるGHG排出量もゼロカウント。

出典: バイオ燃料の持続可能性基準, LCA 評価法および各種認証についての調査

## 要件を満たすバイオ燃料はGHG排出削減に貢献

規制	各規制においてGHG排出削減となるバイオ燃料の要件	バイオ燃料のGHG排出量評価(B-100の場合)
CII格付け制度 (対象排出: TtW)	<p>LCAガイドラインでバイオ燃料の取扱いが明確化されるまでの暫定措置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国際的な認証制度 (ISCC、RSB、等)における「持続可能性基準」の満足</li> <li>WtW GHG強度 33gCO<sub>2eq</sub>/MJ以下*1 *1 94gCO<sub>2eq</sub>/MJ (MGO相当) よりも65%以上少ない</li> </ul>	<p>LCAガイドラインでバイオ燃料の取扱いが明確化されるまでの暫定措置</p> <p>例) 廃食用油由来のバイオ燃料*3の場合 *3 WtW GHG強度14.9gCO<sub>2eq</sub>/MJ 従来燃料油比で約80%のGHG排出削減として計上 ✓ WtW排出をTtW排出と見なすことでGHG排出削減を認識</p>
海運EU-ETS (対象排出: TtW)	<ul style="list-style-type: none"> <li>EUの再生可能エネルギー指令 (RED)における「持続可能性基準」および「GHG排出削減基準*2」の満足</li> </ul>	<p>従来燃料油比で約99%のGHG排出削減として計上</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CO<sub>2</sub>のTtW排出を0と見なす</li> <li>✓ CH<sub>4</sub>およびN<sub>2</sub>OのTtW排出は算出・計上</li> </ul>
FuelEU Maritime (対象排出: WtW)	<p>*2 WtW GHG強度が94gCO<sub>2eq</sub>/MJよりも65%以上少ない</p>	<p>例) 廃食用油由来のバイオ燃料の場合 従来燃料油比で約80%のGHG排出削減として計上</p>



要件の満足はProof of Sustainability (燃料サプライヤー手配)にて確認可能 →

1. バイオ燃料の概要
2. バイオ燃料のCO<sub>2</sub>排出
- 3. バイオ燃料使用時の注意事項**
4. トライアル時の推奨事項と関連規定

## ■ NKトライアル対応状況

- トライアル関連問い合わせ: 210件程度 (2020年～)
  - トライアル実施: 105件程度 (旗国許可取得済のみの案件も含む)  
B7～B100 (不具合・故障の報告なし)
- ✓ 短期的な使用では現状問題が起こっていない
- ✓ 長期的・継続的に使用した実例がほとんどない

### ⇒ 懸念点と対策を紹介

1. 微生物の繁殖
2. ワックス化
3. 酸化劣化
4. 洗浄性
5. ゴムの膨潤・劣化

## ■ 微生物(バクテリア等) [SVO/FAME/HVO]

- 原料の植物油脂にバクテリアなどの微生物が混入しており、タンク中で発生する遊離水分と油との境界面等で増殖しやすい傾向にある
- 対策: タンク内の水の定期的な除去、またタンク加熱により、微生物の発生を抑制

[1] Dodos, George S., et. al "Microbiological growth study of biodiesel fuel." SAE International Journal of Fuels and Lubricants 6.2 (2013): 419-429.

[2] [https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2017/01/3-3\\_schmidt-dgmk\\_microbes-2011-00797-01-e.pdf](https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2017/01/3-3_schmidt-dgmk_microbes-2011-00797-01-e.pdf)

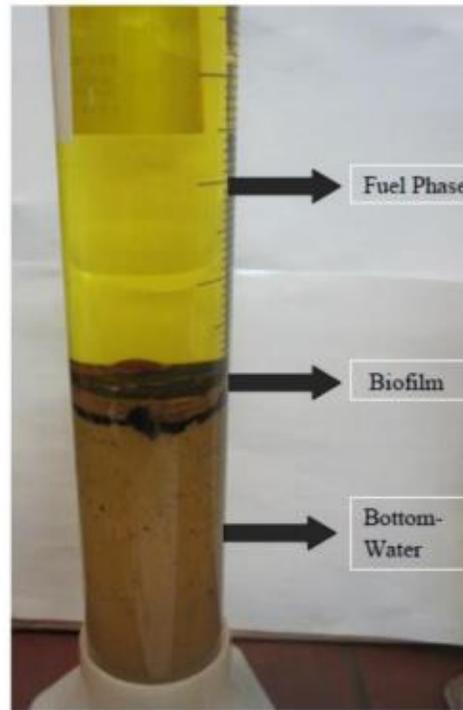
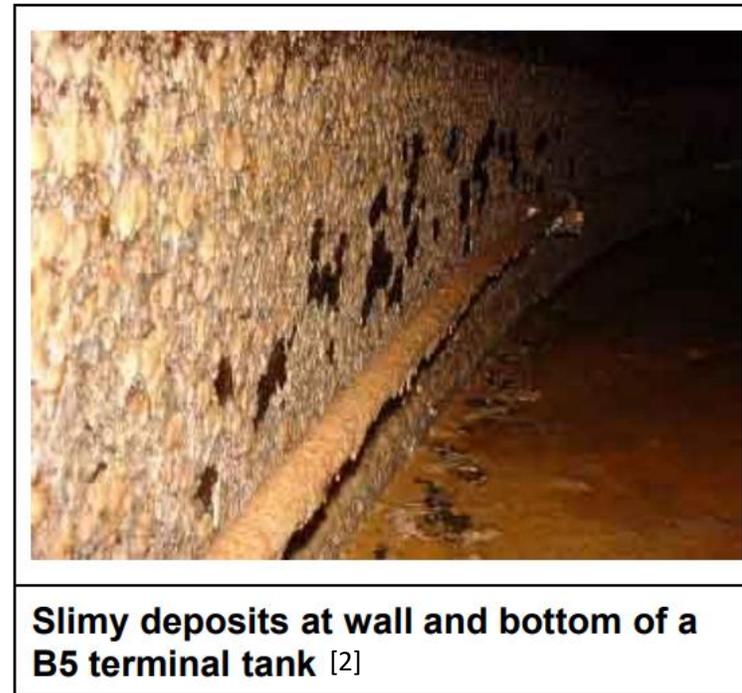


Figure 1. Example of a typical contaminated biodiesel [1]



[1] Tang, Haiying, et. al. "Fuel properties and precipitate formation at low temperature in soy-, cottonseed-, and poultry fat-based biodiesel blends." Fuel 87.13-14 (2008): 3006-3017.

## ■ ワックス(凝固)化 [SVO/FAME/HVO]

- 軽油(MGO)と比較して流動点が高くなる場合があり、低温環境下でのワックス化による移送不能やフィルターが目詰まりが発生する可能性がある
- 対策: 貯蔵・移送温度に注意し、定期的にはストレナーやフィルターの点検・洗浄を実施する。

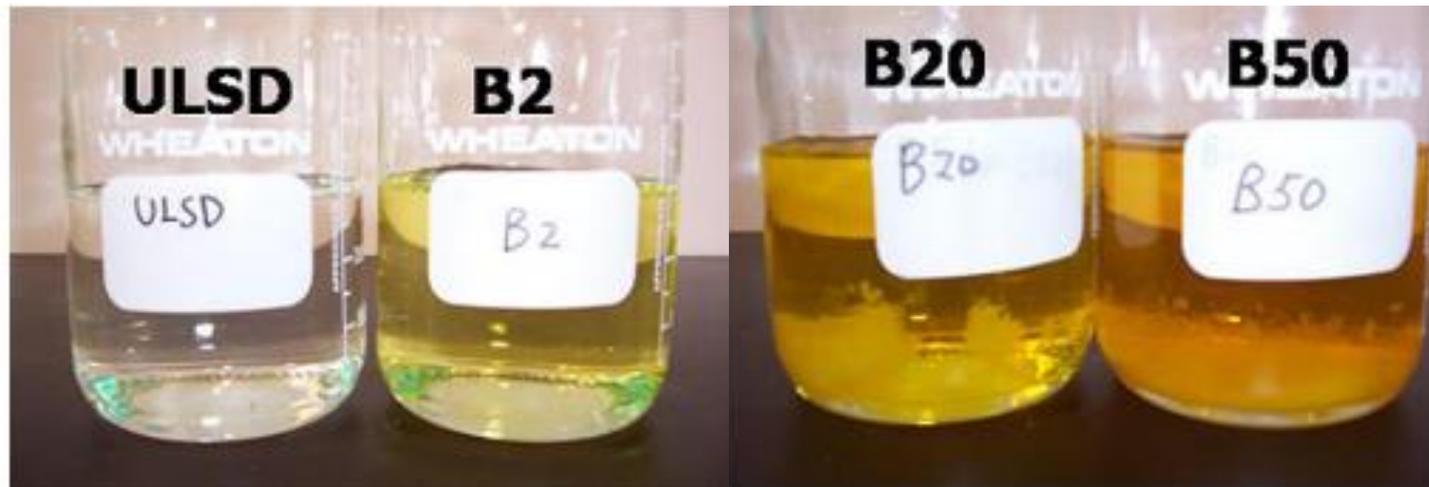


Fig. 2. Physical appearance of SBO-based biodiesel and its blends with ULSD stored at 4 °C storage for one day. Precipitates were observed on B5, B10, B20, B50, and B70. [1]

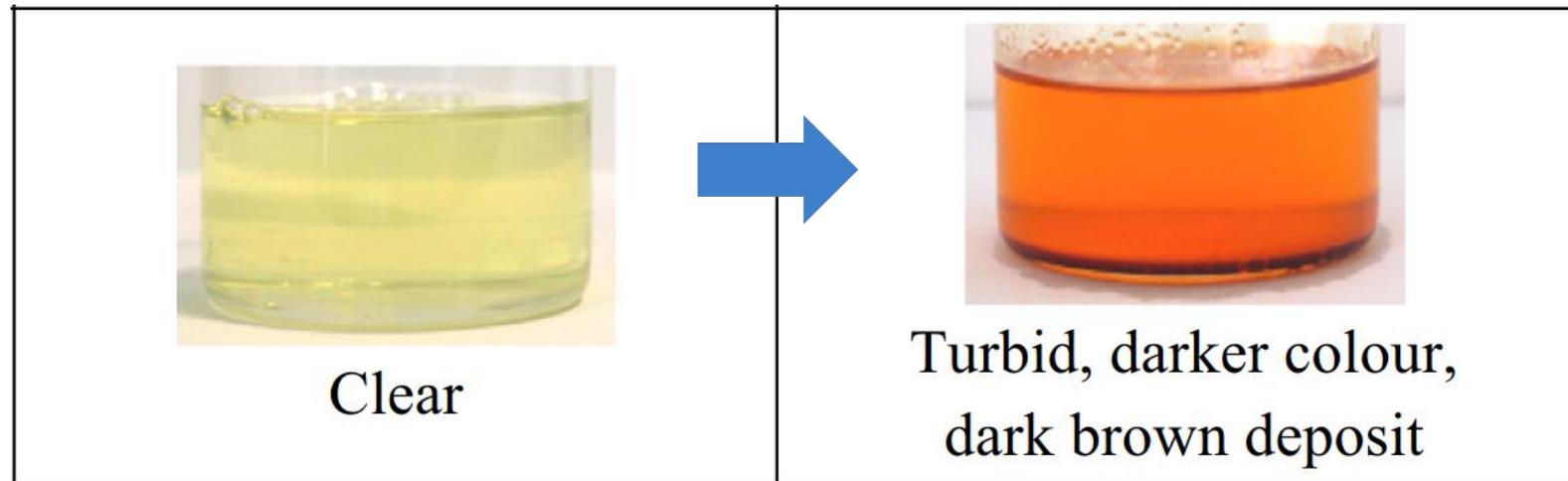
大豆FAME 4°Cで1日保管

[1] Besser, Charlotte, et al. "Oxidation products of biodiesel in diesel fuel generated by artificial alteration and identified by mass spectrometry." *Fuel* 206 (2017): 524-533.

## ■ 酸化劣化[SVO/FAME]

- 酸化安定性が低いため保管期間が長くなるほど酸化劣化により有機酸やスラッジ(劣化物)が生成され、フィルターが目詰まり、金属製材料の腐食、摺動部品の損傷につながる可能性がある
- 対策: 貯蔵期間の短期化、酸化安定性の確認(ランシマット法等)

Table 3  
Alteration duration and appearance of fuel samples in fresh condition and after lifetime alteration. [1]



菜種FAME B7 加速酸化試験 66.5時間

[1] Sadashivam, Sundaresan. "Best practices for implementing a biodiesel program." (2007).

## ■ 洗浄性 [SVO/FAME]

- 溶媒特性(極性)をもつため、通常燃料からの切り替え時に装置内の堆積物が洗い流され、燃料フィルターを目詰まりさせる可能性がある
- 対策: 燃料切り替え時、清浄機の清浄効率を上げた状態での運転、フィルター/ストレーナのこまめなチェックを実施

Table 4.2:  
Summary of major issues  
faced by the states with biodiesel

No.	State	Issues/Deterrents
1	Connecticut	Cost, Filter clogging due to a bad mixing batch
2	Florida	Cost
3	Iowa	Quality, improper blending in winter, poor equipment maintenance – all pre-date ASTM D 6751
4	Georgia	<u>Filter clogging due to solvent effect</u> , cold weather issues
5	Kentucky	Quality (presence of glycerin), price and availability
6	Maryland	<u>Filter clogging due to solvent effect</u> , winter clouding concerns
7	Minnesota	Quality (water contamination, dirt & sediments), shortage of #1 diesel for blending, and filter problems
8	North Dakota	Fuel gelling in winter, <u>solvent effect in older storage tanks, and fuel filter clogging</u>

## ■ ゴム劣化 [SVO/FAME]

- ゴムへの浸透性が高く、ゴム製部品を膨潤させ、劣化させる可能性がある  
(例: 燃料タンクマンホールのパッキン)
- 対策: 使用部品の耐膨潤性を考慮する

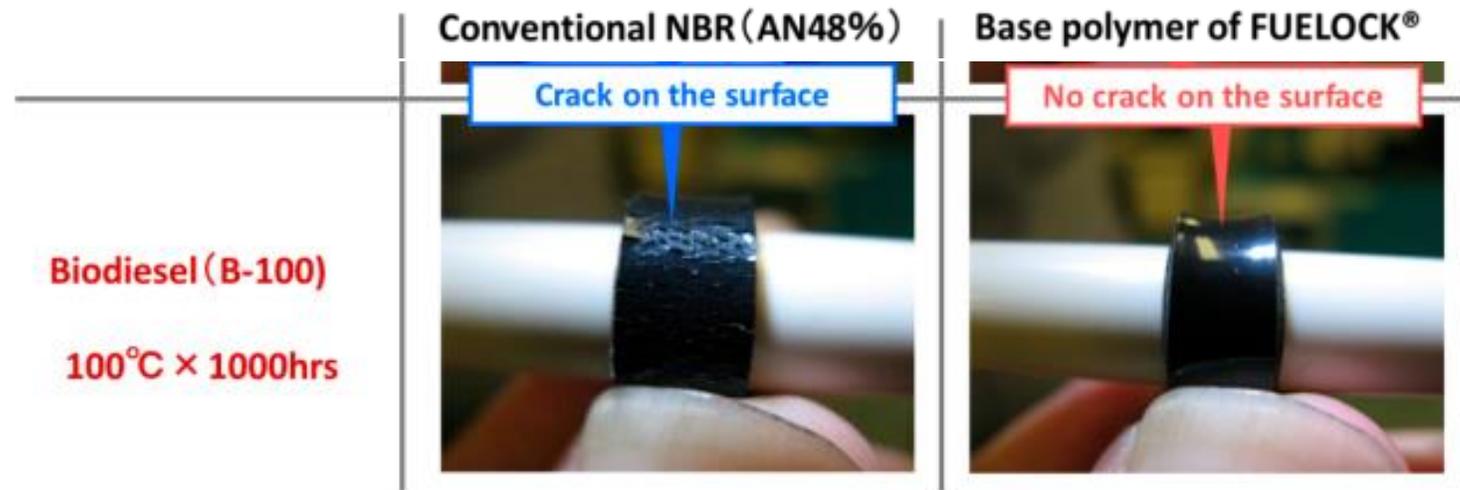


Figure 4 Immersion Crack Resistance of FUELOCK® in Sour-fuel and Bio-diesel

ニトリルゴム FAME浸漬試験

1. バイオ燃料の概要
2. バイオ燃料のCO<sub>2</sub>排出
3. バイオ燃料使用時の注意事項
4. **トライアル時の推奨事項と関連規定**

## ■ トライアル前の準備

- バイオ燃料を使用する機器メーカー(M/E, G/E, Boiler, Purifier, etc.)へ事前に問い合わせを行うこと
- 燃料サプライヤーへの燃料仕様/注意事項等の情報照会を行うこと
- 燃料システムを改造する場合は関連する図面の承認を取ること

## ■ オペレーションにおける注意事項

- バイオ燃料を補給する前に、可能な限りタンクを空にすること
- 燃料交換後はスラッジが発生していないかフィルタを十分に確認すること

## ■ MARPOL ANNEX VI Reg.18.3.2

- ✓ 石油精製以外の燃料についての規定  
⇒ NO<sub>x</sub>を増加させ規制値を超える要因となってはいけない(Reg.18.3.2.2)

### IMO MEPC 78 (2022年6月) 開催前

- ✓ 代替燃料の使用に際して、上記NO<sub>x</sub>規制の免除規定(Reg.3.2)があり、これを活用してバイオトリアルを実施していた。  
→ただし、個別に主管庁承認が必要

### IMO MEPC 78 開催後

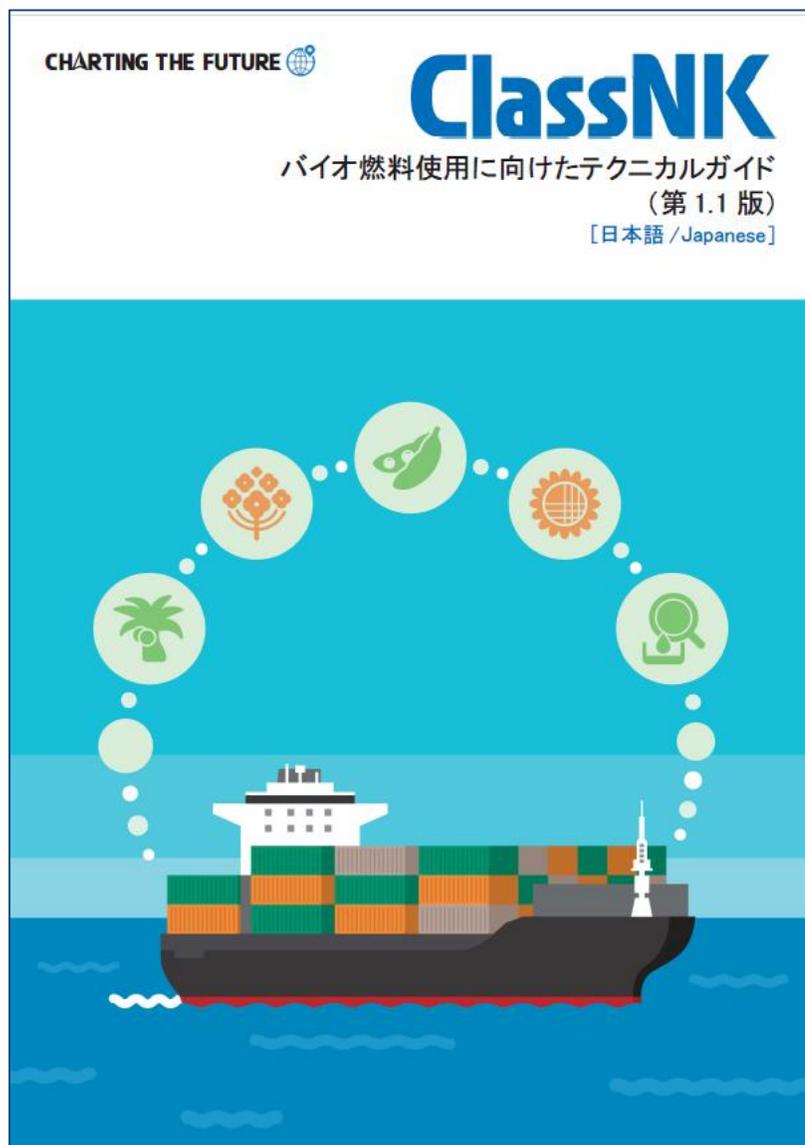
- ✓ NO<sub>x</sub>規制上のバイオ燃料の取扱いが明確化された。  
→上記の**主管庁承認は原則不要に**

## IMO MEPC 78 (MEPC.1/Circ.795/Rev.6, 2022年6月)

✓ GHG削減の観点でバイオ燃料普及の後押し ⇒ バイオ燃料の取扱いを設定

NOxパラメータ 変更の有無	テクニカルファイルの改訂が 必要となるような 変更が無い場合	テクニカルファイルの改訂が 必要となるような 変更が有る場合
B0～B30 (バイオ燃料混合比 30%以下の場合)	Reg. 18.3.1が適用(石油由来の燃料油と同等に扱ってよい。)	
B31～B100 (バイオ燃料混合比 30%超の場合)	Reg. 18.3.2が適用 (追加のNOx評価は課されない。)	Reg. 18.3.2が適用 (NOx規制値を超えないことを船 上/陸上での試験により証明するこ とが必要となる場合がある。)

※合成燃料(synthetic fuel)についてもバイオ燃料と同等に扱われる旨、  
MEPC79 (MEPC.1/Circ.795/Rev.7, 2022年12月)で統一解釈の修正案が承認。



## バイオ燃料使用に向けたテクニカルガイド

■ 2023年12月 発行・2024年4月 改訂

### ■ 目次

- 1章:一般
- 2章:バイオ燃料油の特徴
- 3章:バイオ燃料油およびブレンド油の使用上の注意事項と対策
- 4章:国際条約等の大気汚染防止・GHG排出規制における取扱い
- 5章:2050年GHG削減目標達成のためのシナリオ
- 6章:ClassNKのトランジションサポートサービス

■ ClassNK「マイページ」/「ガイドライン」よりダウンロード  
( [https://www.classnk.or.jp/account/ja/Rules\\_Guidance/ssl/guidelines.aspx](https://www.classnk.or.jp/account/ja/Rules_Guidance/ssl/guidelines.aspx) )



**THANK YOU**

**for your kind attention**

内容に関するご質問は、以下へお願いいたします。

一般財団法人 日本海事協会 機関部

Tel : 03-5226-2022 (代表)

E-mail : [mcd@classnk.or.jp](mailto:mcd@classnk.or.jp)