

第3回 内航船の廃食油回収・バイオ燃料活用に関する連絡協議会

議事次第

日 時：2024年7月9日（火）10:30-12:00

場 所：鉄道・運輸機構 鉄道技術センター 第二会議室 + Web 会議

1. 開会

2. 議事

議題1 今年度の事業計画について

議題2 協議会参加者からの関連情報の提供

議題3 今年度の調査計画について

議事4 その他

3. 閉会

[配布資料]

資料0-1 連絡協議会 参加者名簿

資料0-2 第2回連絡協議会議事要旨（案）

資料1-1 2024年度事業計画書（案）

資料1-2 連絡協議会 全体イメージ

資料2-1 船舶におけるバイオ燃料取扱いガイドライン概要（国土交通省）

資料2-2 廃食油・バイオ燃料への取り組みについて（日本内航海運組合総連合会）

資料2-3 バイオ燃料への取り組み（日本舶用工業会）

資料2-4 バイオ燃料試験の概要（海上技術安全研究所）

資料2-5 関連情報資料（全国油脂事業協同組合連合会）

資料3-1 2024年度技術調査 実施内容（案）

資料3-2 トライアル実施に向けた懸念点への対応方針

内航船の廃食油回収・バイオ燃料活用に関する連絡協議会

240709連絡協議会
資料0-1

参加者名簿（第3回）

	連絡窓口	氏名	所属		出欠（現地/web/×）
構成員	○	林 広之	日本内航海運組合総連合会	総務部 部長	現地
	○	逸見 幸利	日本内航海運組合総連合会	海務部 部長	×
		平尾 克祈	日本内航海運組合総連合会	海務部	現地
		浅沼 卓	一般社団法人日本旅客船協会	常務理事	現地
	○	尾形 定行	一般社団法人日本旅客船協会	工務相談室長	現地
	○	佐藤 修	一般社団法人日本旅客船協会	業務部長	現地
		中川 太	全国油脂事業協同組合連合会	会長	×
	○	塩見 正人	全国油脂事業協同組合連合会	事務局長	現地
		寒川 慎	全国油脂事業協同組合連合会	事務局	web
		鈴木 隆男	一般社団法人 日本船用工業会	技術部 主任調査役	web
	○	文屋 孝哉	一般社団法人 日本船用工業会	技術部 部長	web
		井上 清登	独立行政法人鉄道・運輸機構	共有船舶建造支援部 部長	web
事務局	○	野宮 雅晴	独立行政法人鉄道・運輸機構	共有船舶建造支援部 技術企画課 課長	現地
		古野 伸吾	独立行政法人鉄道・運輸機構	共有船舶建造支援部 技術企画課 課長補佐	web
	○	松本 昂夕	独立行政法人鉄道・運輸機構	共有船舶建造支援部 技術企画課 担当係長	現地
		高橋 拓雄	独立行政法人鉄道・運輸機構	共有船舶建造支援部 技術企画課 担当係長	現地
		野口 万里奈	独立行政法人鉄道・運輸機構	共有船舶建造支援部 技術企画課 主任	現地
オブザーバー		松本 真	国土交通省	海事局 海洋・環境政策課 脱炭素推進官	web
調査協力者	○	柴田 賢一	豊田通商株式会社	カーボンニュートラルフューエル部 サステナブルソリューショングループ 課長補	現地
	○	林 慎也	豊田通商株式会社	カーボンニュートラルフューエル部 サステナブルソリューショングループ グループリーダー	web
		南 創二郎	豊田通商株式会社	カーボンニュートラルフューエル部 サステナブルソリューショングループ 主任	現地
		水野 雅庸	株式会社ダイセキ環境ソリューション	環境事業本部 資源循環事業部 専門部長	web
	○	横尾 篤郎	株式会社ダイセキ環境ソリューション	環境事業本部 資源循環事業部 BDF課長	web
	○	平田 宏一	海上技術安全研究所	特別研究主幹	現地
		益田 晶子	海上技術安全研究所	環境・動力系 系長	web
		高橋 千織	海上技術安全研究所	GHG削減プロジェクトチーム リーダー	web

第 2 回 内航船の廃食油回収・バイオ燃料活用に関する連絡協議会
議事要旨（案）

日 時：2024 年 3 月 19 日（火）10:30-12:00

場 所：日本内航海運組合総連合会 会議室（Web 会議併用）

参加者：日本内航海運組合総連合会、一般社団法人日本旅客船協会、全国油脂事業協同組合連合会、
一般社団法人日本船用工業会、独立行政法人鉄道・運輸機構（事務局）、国土交通省、
豊田通商株式会社、株式会社ダイセキ環境ソリューション、
国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
※参加者氏名は会議資料を参照

資料：添付

はじめに

- ◆調査協力者として海上・港湾・航空技術研究所（海上技術安全研究所）が参加。
- ◆開会に先立ち日本内航海運組合総連合会の林総務部長が挨拶（ここまでプレスが同席）。
- ◆第 1 回協議会の議事要旨を確認（事前照会済み）。

議題 1 2023 年度の実態調査について

- ◆事務局より資料 1-1 に基づき次を説明。
- ◆調査協力者（海技研）より資料 1-2 に基づき次を説明。
 - 23 年度実態調査として、①船舶から発生する廃食油の種類・量、②船内での保管方法・場所、
③港湾への引渡し方法、④船舶にかかる規制等の扱いの実態を調査。
 - 調査対象船舶は、貨物船 3 隻（RORO 船 2 隻・セメント運搬船 1 隻）、旅客船 2 隻（フェリー 2 隻）。
 - 実態調査を踏まえた課題は、①船舶側の負担とならない回収方法、②回収廃食油の一時保管の方法、③バイオ燃料のバンクリング方法。
- ◆主な意見コメントは次のとおり（→事務局回答）。
 - バイオ燃料にする目的で廃食油を回収する場合、無償回収として廃棄物扱いにすることで、トレーサビリティを取ることは可能。
 - 航空業界では、脱炭素化への取り組みとして、国際民間航空機関（ICAO）が「国際民間航空のためのカーボンオフセット及び削減スキーム（CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation）」を導入することにより温室効果ガス削減目標を設定しており、認証の取得にはトレーサビリティを取ることが必須条件となっていることから、海運業界でもその流れを踏襲することが望ましい。
 - 回収方法としては、船側で廃食油の入ったペール缶を集合回収場所まで持っていき、そこで空のペール缶と交換する方法もあるが、船側は（廃食油の入った）ペール缶を車両甲板まで持っていくのみで、回収業者が車両甲板まで（車で乗り付けて）ペール缶を取りに行くことが可能であれば、そこで空のペール缶と交換する（を置いていく）方法もあり。回収方法については、引き続き議論していく予定。

議題 2 2024 年度の調査計画・予算計画（トライアル実証）について

◆事務局より資料 2-1,2 に基づき次を説明。

◆構成員（内航総連）より資料 2-3 に基づき次を説明。

○事業の全体計画としては、24 年度から廃食油回収ガイドライン及びバイオ燃料活用マニュアル作成のための具体的なトライアルを実施。

○24 年度は 23 年度調査結果の深掘り調査と陸上エンジン燃焼実験を行った上で、貨物船 1 隻を対象にプレ実証実験を実施予定。

○25 年度から複数の貨物船や旅客船などでのトライアル実証実験を開始予定。

○概算予算について、24 年度の実証実験に関しては、100KL/B24 であれば約 400 万円/回、100KL/B3 であれば約 200 万円/回を想定しているが、期間や量によって変動する可能性あり。

○トライアル実証を実施するにあたっての懸念点は、①バイオ燃料の品質確保・保証、②トラブル発生時の本船・船主の損害を求償可能な保険の担保、③軽微な不具合の発生可能性、④バイオ燃料の混合方法。

◆主な意見コメントは次のとおり（→事務局回答）。

○名古屋港でのトライアル実証の場合、バイオ燃料は混合した状態で提供可能。名古屋港以外となった場合は、船側（バンカリング事業者側）で混合作業を行う必要あり。

○バイオ燃料使用時の船舶保険の扱いは。

→保険でカバー可能な範囲（どこまで保険が適用されるのかどうか）については、損保ジャパンも興味があるようなので、今後見解を伺う予定。基本的には保険から漏れないよう検討されているが、メーカー側と製造事業者側の責任所掌の境界が不明瞭なのが課題。

→損保ジャパンは、トライアル実証のデータを元に保険料の分析をしたい模様。

○混合した燃料については、バイオ燃料関係なくスラッジが発生する可能性もあるため、スラッジが発生した場合の責任問題については原因がバイオ燃料ではない場合も考慮しての整理が必要。バイオ燃料と A 重油や、バイオ燃料と C 重油を混合した際のスラッジ発生量の違いについても関心あり。

○トライアル実証期間の用途は。

→1 か月～2 か月程度（B10）で検討中であるが、廃食油の回収量、バイオ燃料の価格などを踏まえ、参加事業者と相談しながら決定していきたい。

→B24 と比較した場合、B10 であれば同価格でより長期のトライアル実証が可能。また、トライアル実証後、船主が引き続きバイオ燃料を使用することができるよう考慮した価格設定をする必要あり。

○トレース可能（収集事業者が廃食油を回収した時期や、廃食油の運搬先等の情報を登録及び管理できるよう）なシステム等の活用が望ましい。

○プレトライアルの実施は 24 年度の冬頃を、トライアル実証は早くても 25 年度の夏頃を想定。

○品質保持については、バイオ燃料の規格化等、最低限の認証機能の仕組みづくりが重要。

議題 3 関連情報について

◆事務局より資料 3-1,2 に基づき次を説明。

○船舶におけるバイオ燃料の利用に関する調査検討委員会 ※参加報告

○関係省庁のバイオ燃料の関連予算（令和 6 年度概算要求含む）

◆主な意見コメントは次のとおり（→事務局回答）。

※特にコメントなし。

議題 4 その他

- ◆事務局より資料 4-1,2 に基づき次を説明。
 - 連携協議会の情報発信サイトを JRTT の HP 上に開設
 - プレスからの取材対応
- ◆主な意見コメントは次のとおり（→事務局回答）。
 - ※特にコメントなし。

次回の連絡協議会

- ◆次回の連絡協議会は、7～8 月に開催予定。
 - 24 年度実証事業の深度化が主題となるので、引き続き連絡協議会メンバーにご協力いただきたい。

（以上）

内航船の廃食油回収・バイオ燃料活用に関する連絡協議会
2024 年度 事業計画書（案）

内航船の廃食油回収・バイオ燃料活用に関する連絡協議会（以下「連絡協議会」という。）は、本年度については、次の事業に取り組む。

1. 内航海運分野における廃食油回収の事業者ガイドラインの検討

第 1 回の連絡協議会において、内航海運分野における廃食油回収の促進に資するため、海運事業者による船内における廃食油の管理方法、船舶代理店、施設管理者等の港湾の関係事業者による港湾における廃食油の一時保管の方法、廃食油回収事業者による廃食油の回収方法及びこれら廃食油回収事業者の連絡先について定める内航海運分野における廃食油回収の事業者ガイドライン（以下「廃食油回収ガイドライン」という。）の策定を 2023 年度からの 3 か年で検討することとされたところである。

昨年度は、内航船及び回収場所・一時保管場所となる港湾における廃食油の取扱い等の実態を調査した。

本年度については、内航船及び回収場所・一時保管場所となる港湾における廃食油の取扱い等の実態調査を深掘し、検討すべき課題を抽出したうえで、船上実証試験を通じ、廃食油回収ガイドラインの策定に資する試案を検討する。

船上実証試験においては、廃食油の船側からの受け渡し及び廃食油由来バイオ燃料の船側への提供を実施し、課題を抽出することとする。

2. 船舶でのバイオ燃料活用の事業者マニュアルの検討

第 1 回の連絡協議会において、内航海運分野における回収廃食油を原料としたバイオ燃料活用の拡大に資するため、海運事業者による CO2 排出量計算方法、現行税制の適用範囲、燃料供給事業者による船舶への燃料供給の方法、燃料供給事業者の連絡先その他バイオ燃料活用に参考となる関係情報について定める船舶でのバイオ燃料活用の事業者マニュアル（以下「バイオ燃料活用マニュアル」という。）の策定を 2023 年度からの 3 か年で検討することとされたところである。

昨年度は、回収廃食油を原料としたバイオ燃料活用に関する関連情報を収集した。

本年度においては、検討すべき課題を抽出し、陸上燃焼試験及び船上実証試験を通じ、バイオ燃料活用マニュアルの策定に資する試案を検討する。

陸上燃焼試験においては、船上実証試験実施にあたり必要な課題の抽出をし、そのうえで既に各者において実施済みのエンジンでの燃焼試験結果を活用しつつ、不足する点について実試験を行う。

船上実証試験においては、廃食油由来バイオ燃料の船側への受け渡し、船内での保管、数航海程度の船上のエンジンで使用というプロセスを実際に本船において実施し、課題を抽出することとする（実際に船側から提供される廃食油を使用することに拘らない）。

3. SDGs 取り組みの表彰（継続）

連絡協議会に参加する事業者団体の所属会員企業の廃食油回収及び回収廃食油を原料としたバイオ燃料活用に関する SDGs 取り組みの表彰の仕組みについて、引き続き検討する。

4. 廃食油回収ガイドライン及びバイオ燃料活用マニュアルの策定状況についての情報発信（継続）

連絡協議会に参加する事業者団体の所属会員企業に対し、廃食油回収ガイドライン及びバイオ燃料活用マニュアルに関する上記の取り組みの周知及び関連情報の提供を引き続き行う。

また、連絡協議会の取り組みの情報発信のためのホームページでの情報公開及び必要なプレスリリースを行う。

5. その他必要な事業（継続）

上記1. における実態調査に関連して、船内における廃食油、廃食油の回収、回収廃食油を原料としたバイオ燃料の製造と供給等の事例についての連絡協議会に参加する事業者団体の所属会員企業が参加する見学会、連絡協議会事業の成果発表セミナー等のイベントを開催する。



JRTT

内航船の廃食油回収・バイオ燃料活用に関する連絡協議会 全体イメージ

240709
連絡協議会
資料1-2

協議会設置期間:

2023年度から2025年度の3か年

協議会参加メンバー:

内航総連、旅客船協会、全油連、日舶工、JRTT(事務局)

オブザーバー: 海事局、調査協力: 豊田通商、ダイセキ、海技研

協議会のテーマ:

1. 内航海運分野における廃食油回収の事業者ガイドラインの検討
2. 船舶でのバイオ燃料活用の事業者マニュアルの検討
3. SDGs取り組みの表彰
4. 情報発信その他

2023年度

2024年度

2025年度

既存調査の整理

現行法令・制度の整理

内航総連予算で実施

回収・保管に関する
現状調査

JRTT予算で実施

深堀調査
(港湾側調査 要検討)

陸上燃焼
試験

船上実証
(プレ)

補助金の活用を検討

船上実証

ガイドライン・
マニュアル案作成

プレ実証結果
の反映

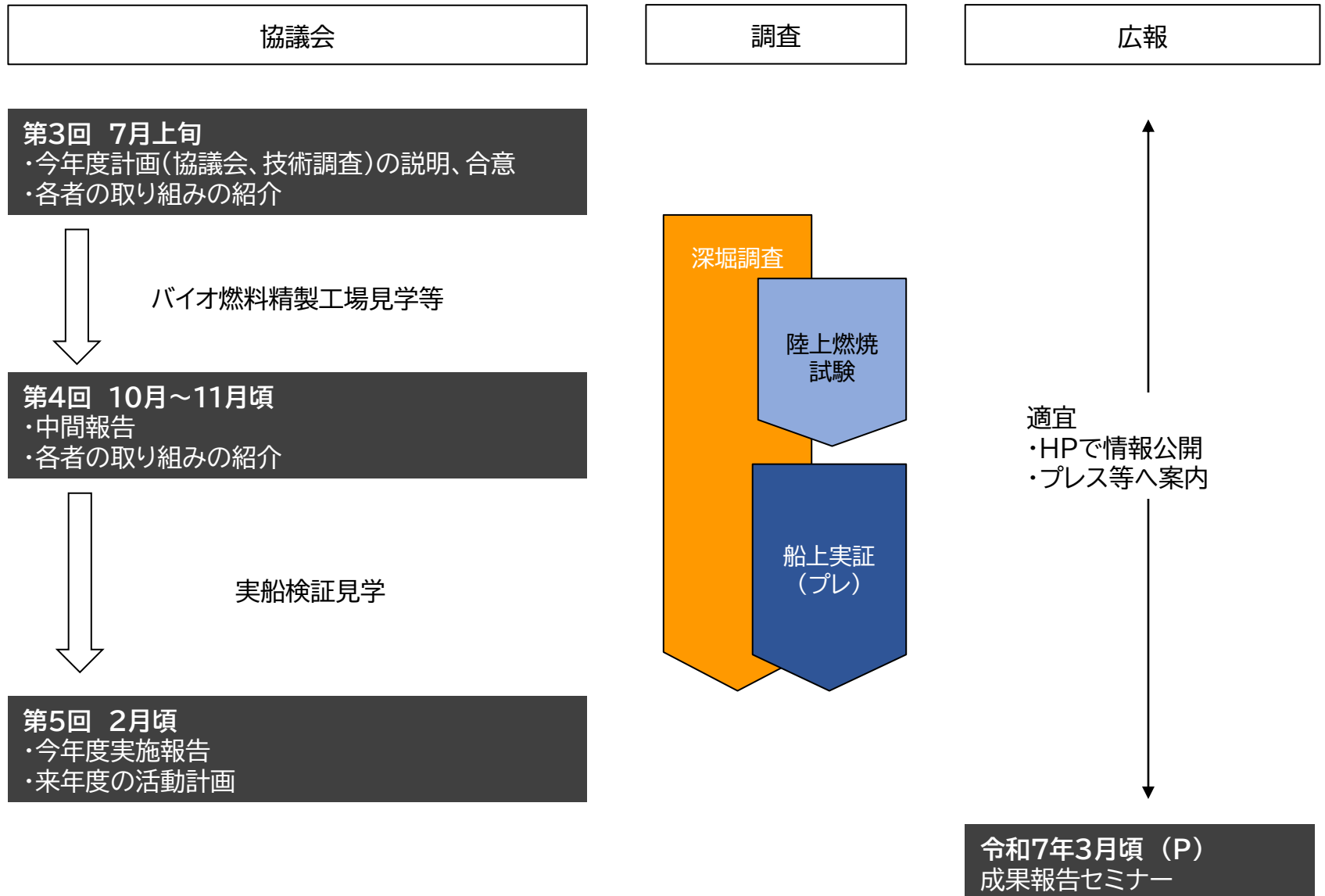
ガイドライン・
マニュアル最終化

表彰制度検討

情報発信

バイオ燃料使用における課題・懸念を、廃食油に関する調査や実証試験を通じ検証し、
内航船社が安心してバイオ燃料を選択できるようにする

協議会 今年度のスケジュール案



船舶におけるバイオ燃料取り扱いガイドラインの概要

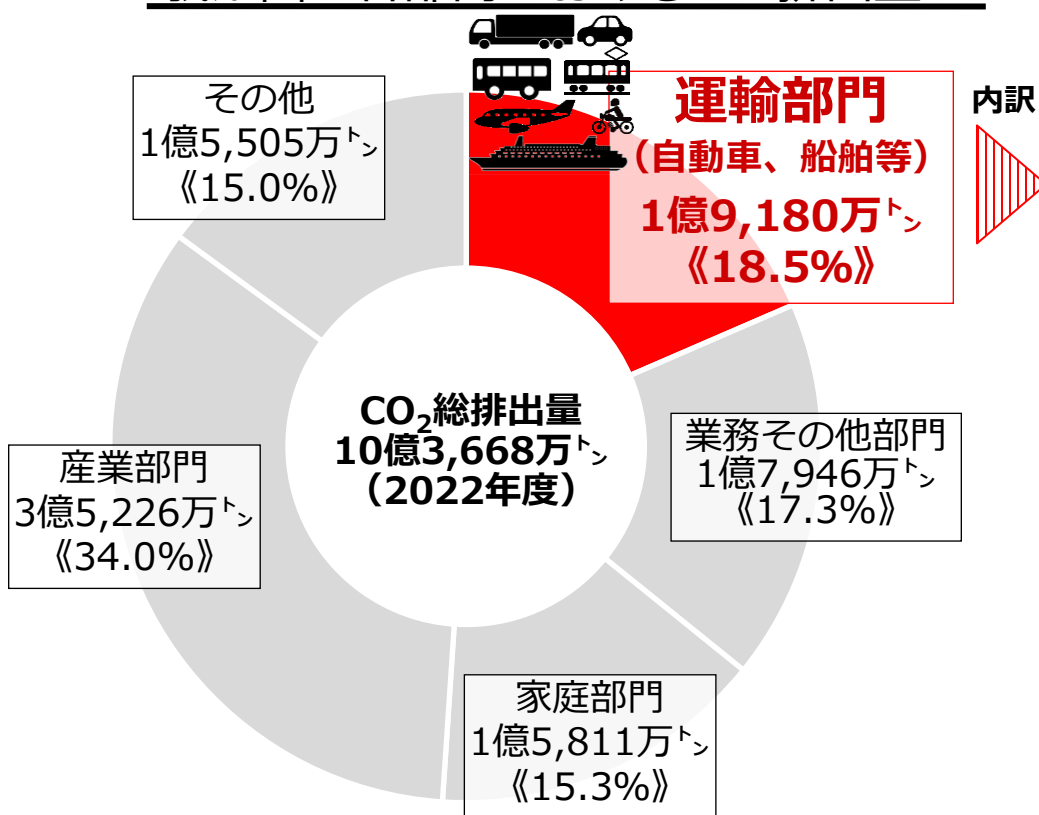
国土交通省
海事局海洋・環境政策課

我が国の部門別CO₂排出量

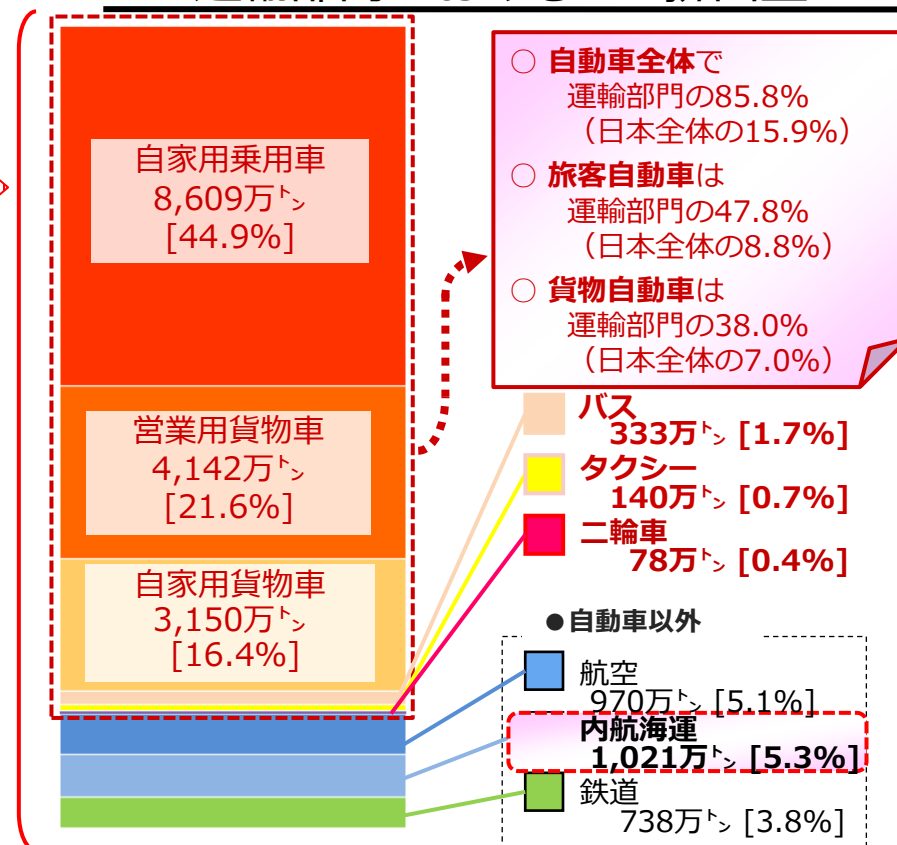
- 2022年度における日本のCO₂排出量（10億3,668万トン）のうち、運輸部門からの排出量は1億9,180万トン（18.5%）
- **内航海運**からの排出量は、**運輸部門の5.3%**を占め、**日本全体の0.98%**

※国際海運のCO₂量は関係国が多岐に渡る等の理由で国別排出量にカウントしない

我が国の各部門におけるCO₂排出量



運輸部門におけるCO₂排出量



※ 端数処理の関係上、合計の数値が一致しない場合がある。

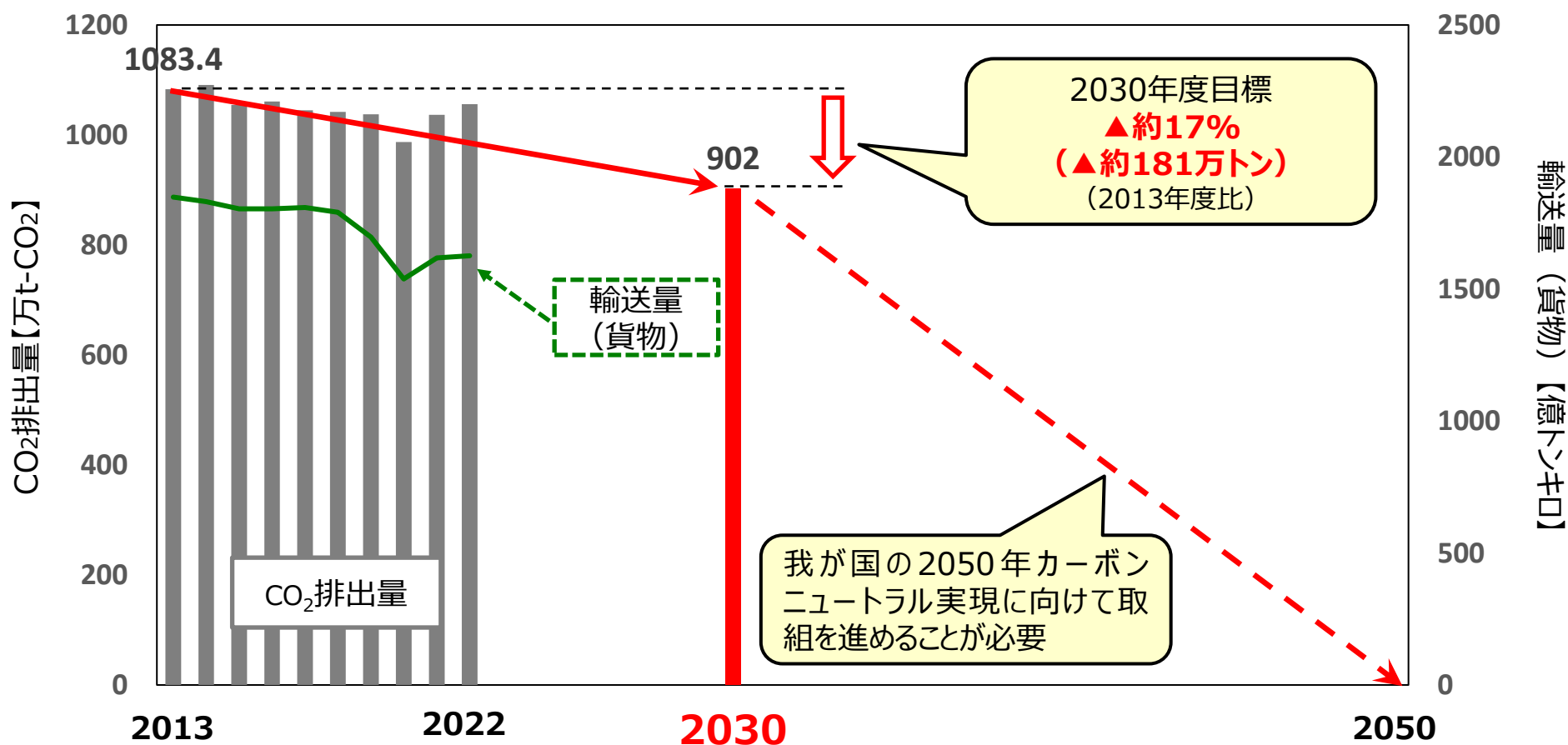
※ 電気事業者の発電に伴う排出量、熱供給事業者の熱発生に伴う排出量は、それぞれの消費量に応じて最終需要部門に配分。

※ 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2022年度）確報値」より国土交通省環境政策課作成。

※ 二輪車は2015年度確報値までは「業務その他部門」に含まれていたが、2016年度確報値から独立項目として運輸部門に算定。

内航海運におけるCO₂排出削減目標

- 令和3年10月に改訂された地球温暖化対策計画において、内航海運の**2030年度のCO₂排出削減目標**を2013年度比で**181万トン**と設定。
- **2030年度の目標の達成**に向けて取り組むとともに、**我が国の2050年カーボンニュートラル実現に貢献**していくことが求められている。



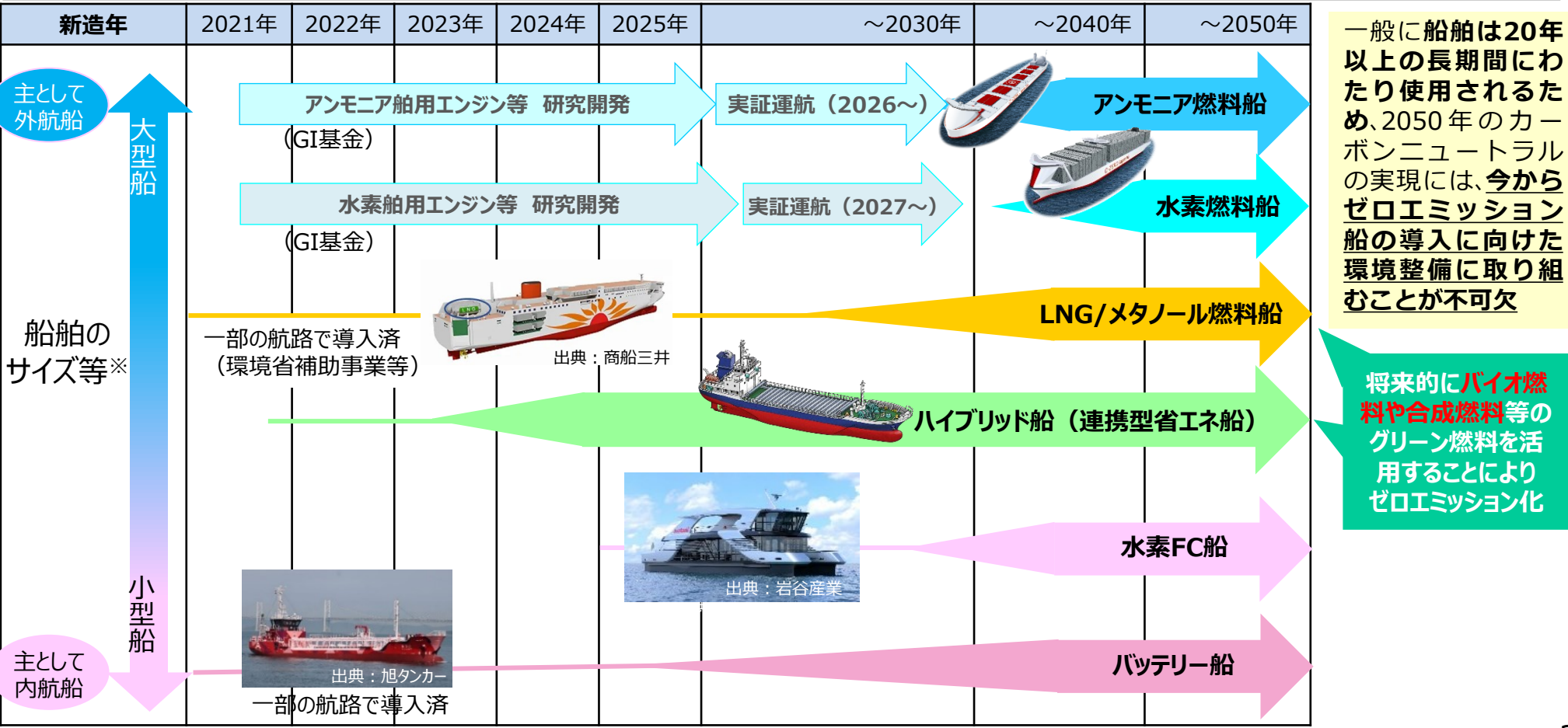
カーボンニュートラルに向けた船舶の新燃料等のラインナップは複数あり、船舶のサイズ※等で普及が期待

- 大型の船舶：LNG、アンモニア、水素等のガス燃料
- 小型の船舶：バッテリーや水素FCを用いた電気推進
- 中型の船舶：当面はバッテリーに発電機を組み合わせたハイブリッド船

※サイズは現段階の技術・環境で見込むイメージ。船種、航路等でも適用可能性は大きく異なる。

例) 大型 → どちらかというと、大型船舶に適合する、というニュアンス

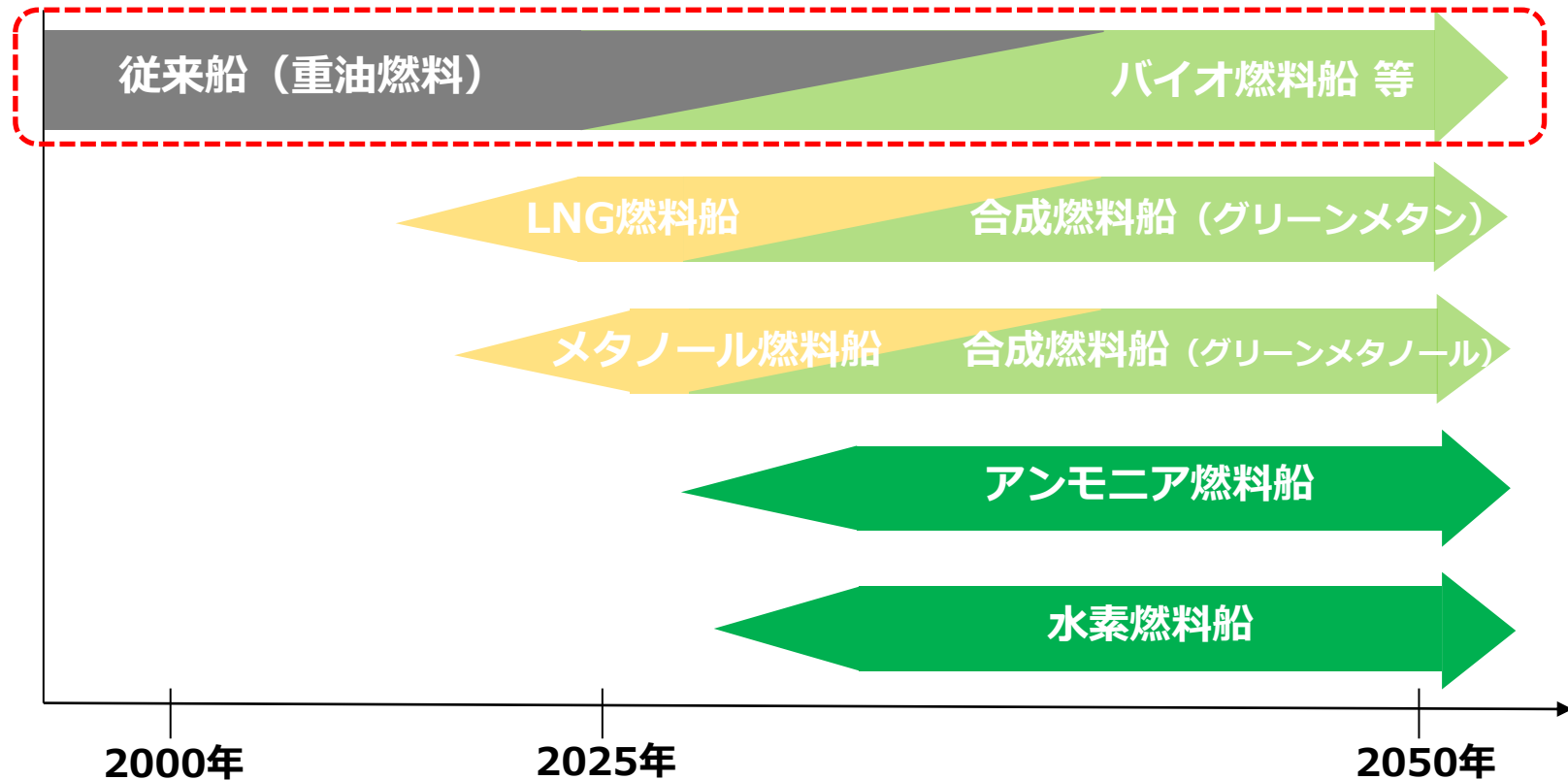
技術進展・コストダウンによって、バッテリーや水素FCの適用拡大



注) 給電や燃料補給施設等のインフラや経済合理性等の条件も実際の適用可能性に大きく影響

新燃料等におけるバイオ燃料

- 船舶は他の輸送手段に比べ長距離・大量輸送が特徴で燃料は**重油**に大きく依存。
- バイオ燃料の活用は**既存船の省CO₂対策の一つ**として有効。バイオ燃料の活用促進には、燃焼性、混合安定性、部分腐食など**技術的課題の有無を把握・検討**しておくことが重要
→船舶におけるバイオ燃料の取扱いガイドライン（令和6年3月改訂版をとりまとめ）



※合成燃料：再生可能エネルギーにより生成された水素と、回収した二酸化炭素を合成して製造される燃料

本ガイドラインで実施したこと

目的

- バイオ燃料は、現在使用しているエンジンをそのまま又は小規模な改造を行うことで使用可能であるため、既存船のCO₂削減対策の一つとして有効。
- 海運事業者をはじめとする関係者が、バイオ燃料を安心して利用できるよう、燃焼性、混合安定性、部分腐食など技術的課題の有無を把握・検討するために、令和4年度から令和5年度にかけて必要な調査を行い、「船舶におけるバイオ燃料取扱いガイドライン」を策定・更新。

試験	実施内容	混合割合	実験船諸元
実船試験	廃食油FAMEとLSC重油の混合油で試験を実施 (令和4年度)	B10、 B24	とよふじ丸 自動車運搬船 12,687Gt 
	SVOとLSC重油 SVOとA重油 の混合油でそれぞれ実船試験 (令和5年度) 国内初の取り組み！	B10、 B24	3船で実施 ①第一鐵運丸 貨物船 499Gt  ②祥暉丸 貨物船 499Gt  ③海青丸 貨物船 748GT 

実船試験及び陸上エンジン試験において、問題は確認されなかった。

+

✓ 使用に向けた準備・対応を整理

- ①機器の腐食・劣化 ゴム材
- ②機器の腐食・劣化 金属材料
- ③温度に対する動粘度・密度の変化
- ④エンジン等の使用と注意
- ⑤スラッジの発生

✓ バイオ燃料の酸化安定性試験

500-1000h位から酸化劣化が進む場合がある（例：高温状態のFAME）ため、適量の酸化防止剤が入ったバイオ燃料の使用が推奨

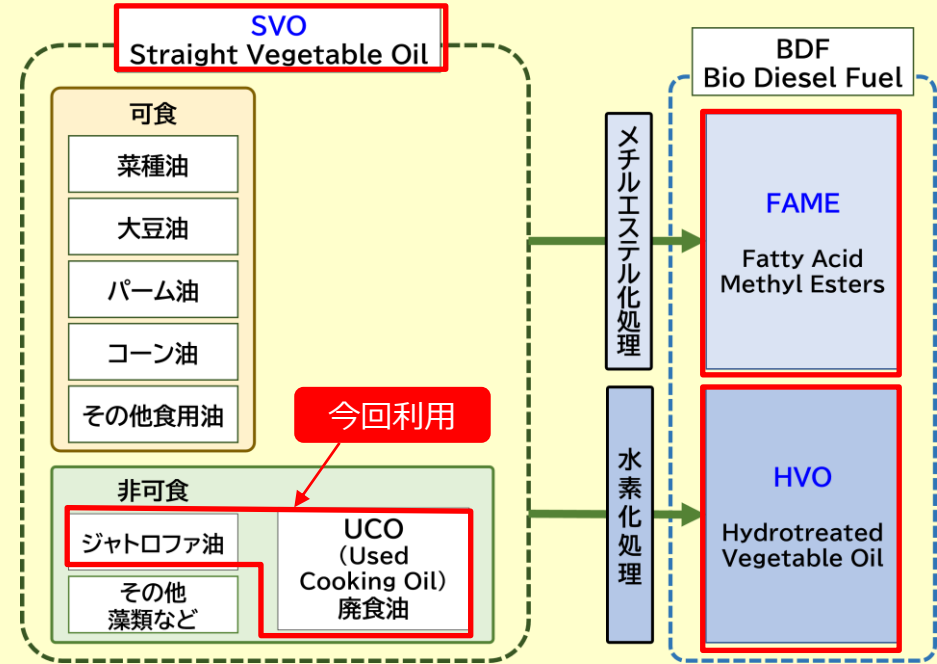
✓ 異なるバイオ燃料を継ぎ足した場合の混合安定性試験

継ぎ足しにおける影響を確認するため、異なるバイオ燃料をLSC重油に混合し、それら同士を更に混合したもので混合安定性試験を行った結果、いずれの場合においても、安定性の悪化は確認されなかった。

+ ジャトロファFAMEとA重油、HVOとA重油の混合油で陸上エンジン試験を実施

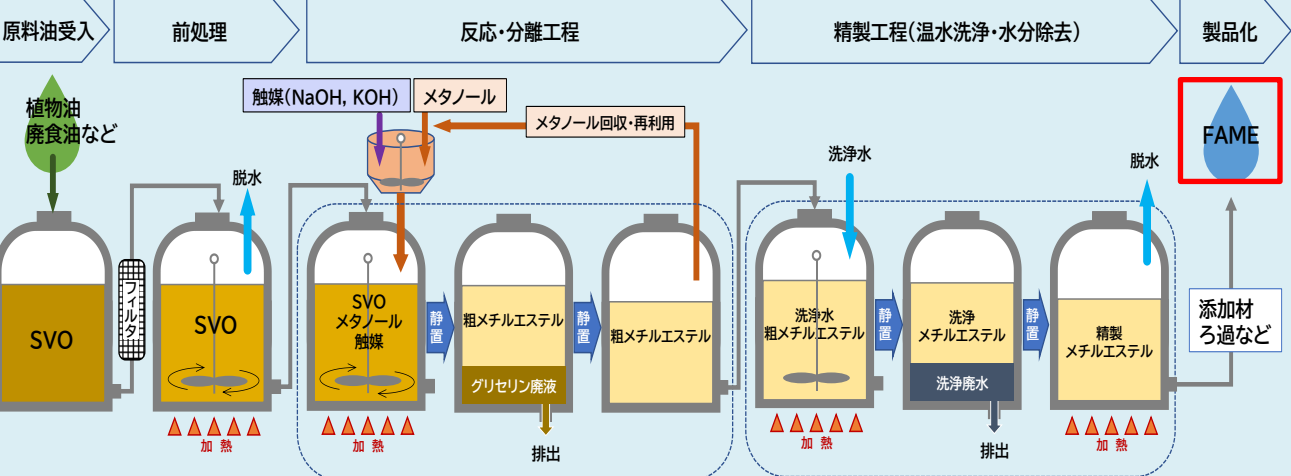
バイオ燃料の種類について

○バイオ燃料燃料の種類

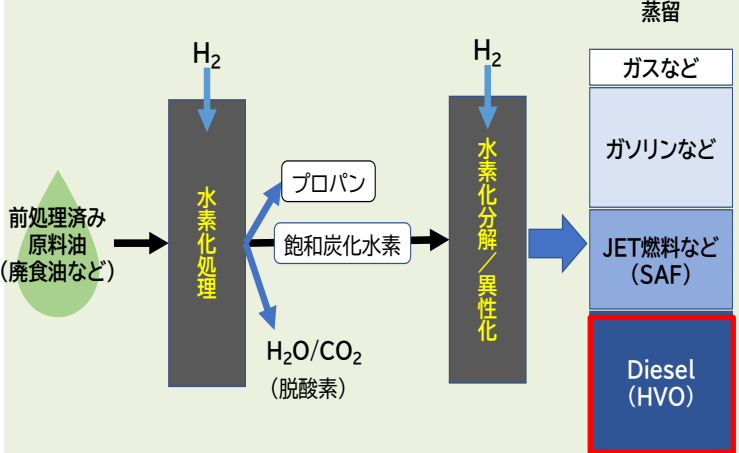


SVO (Straight Vegetable Oil)	菜種・パーム・大豆等から抽出された純植物油や 廃食用油 をエステル化処理、または水素化処理を行わずに使用するもの
FAME (Fatty Acid Methyl Ester)	SVOにメタノールと触媒を加えて エステル化処理 を行ったもの
HVO (Hydrotreated Vegetable Oil)	SVOを 水素化精製 したもの

○FAMEの精製工程の例






○HVO精製工程の例



バイオ燃料の種類

品質

高

船用 燃料油	カテゴリー	製造方法及び主な組成	性状の特徴
SVO (Straight Vegetable Oil) 	粗植物油 菜種・パーム・大豆等から抽出された純植物油や 廃食用油 をエステル化处理、又は水素化 処理を行わず に使用するもの	食用精製油の主成分は、グリセリンに3つの脂肪酸分子が結合したトリグリセリドであり、10%程度の酸素を含む。 原料の違いによって脂肪酸の構成が異なる。脂肪酸分子に含まれる不飽和結合の数が多いと、酸化劣化しやすくなる。	一般に一つの分子が非常に大きいため、A重油や軽油などの留出油と比べて粘性が高く、流動点、引火点が非常に高い。
FAME (Fatty Acid Methyl Ester) 	脂肪酸メチルエステル SVOにメタノールと触媒を加えて エステル化处理を行ったもの	メチルエステル化处理により、トリグリセリド中のグリセリンがメタノールに置換され、脂肪酸が分解されるため、軽質化される。 不飽和結合や酸素を含む構造は変化しないため、燃料特性への原料の影響が残る。	SVOに比べ、一つの分子が小さくなるため、動粘度はA重油と同程度まで下がる。 引火点もSVOに比べ低くなるが、一般に170℃程度とA重油に比べ高く、原料によっては低温流動性が悪い場合がある（例えば、パーム油由来のFAMEなど）。脂肪酸の構造は原料とほとんど変わらないので、酸化劣化しやすい。
HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) 	水素化BDF (再生ディーゼル油)	製造工程に起因し、酸素、不飽和結合、アロマを含まない。主にC15～C18の炭化水素で構成されており、一般的な軽油より炭素数の分布範囲が狭い。	軽油と同等の性状であり、軽油と混合して使われることが多い。不飽和結合を含まないため、通常の使用では酸化劣化しにくい。

※船用軽油は一般に、炭素数約12～22の炭化水素（C15～C20を中心）の化合物から成る。

船用燃料油の品質基準・規格

- 国内には船用燃料に特化した規格はないが、重油に関してJISや揮発油等の品質の確保等に関する法律で規格がある。
一方、国際的には、ISO規格において船用燃料に特化した規格があり、実質的には当該規格を参照して供給されている。
 - 重油に関するJIS規格におけるチェック項目の例
引火点、動粘度、流動点、残留炭素分、水分、灰分、硫黄分 など
 - 品質の確保等に関する法律における船舶等で用いる際の重油の強制規格
硫黄分が0.5質量分率以下であること。無機酸を含まないこと。

船用バイオ燃料の品質基準・規格

- 船用バイオ燃料の規格としては、軽油やA重油とFAMEとの混合燃料としてISO規格が存在している。
 - ISO規格で要求されているチェック項目の例
動粘度、密度、硫黄分、引火点、酸価、酸化安定性、残留炭素分、流動点、灰分、外観、水分、潤滑性、発熱量 など

バイオ燃料使用に向けた準備・対応(1/6)

機器の腐食・劣化について

- バイオ燃料の使用においては、ゴム材料や金属材料への影響に注意する必要がある。そのため、使用しているゴム材料の確認や必要に応じた交換を行うとともに、燃料配管や関連機器内にバイオ燃料が長時間残る場合、酸化防止剤が添加されたバイオ燃料を使用すること、または通常の燃料に入れ替えておくなどの対応が推奨される。

○ゴム材料への影響について

- 国土交通省の事業で実施したゴム材料の浸漬試験では、**使用したバイオ燃料（FAME、HVO、SVO）ともに、中高ニトリル（中高NBR）に対する膨潤性は、LSC 重油やA 重油と同程度。**
- 中高ニトリル（中高NBR）、高ニトリル（高NBR）、フッ素ゴム（FKM）の順番に、膨潤性が小さくなることが確認された。

種類	中高ニトリルゴム (中高NBR)	高ニトリルゴム (高NBR)	フッ素ゴム (FKM)
アクリロニトリル 含有量	31～35%※	36～42%※	---
今回試験したバイオ燃料 に対する膨潤性	LSC重油やA重油と 同程度	中高NBRと比べて低い	浸食試験による寸法変化 はほとんど確認できない
備考	一般的なニトリルゴム	一部の燃料移送ポンプに 使用されている材料	耐熱性、耐油性が高い 材料

※資料 3)の参考値であり、今回のゴム試験片の計測値ではない。

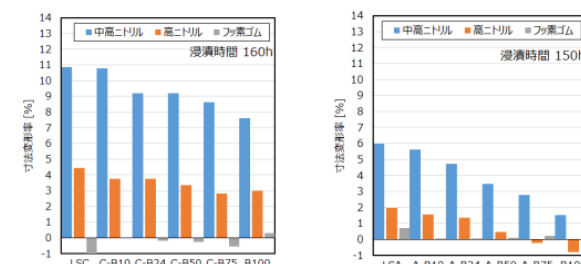
- バイオ燃料の種類は多様であり、本事業の試験はその一部のみの結果であるため、燃料配管系統や燃料移送ポンプ、燃料清浄機などに使用しているO リングなどのゴム製部品には注意する必要がある。
- また、燃料系統部品の交換などを関連機器メーカーに確認し、必要に応じて材質を変更するなどの対応を推奨。

【ゴム材料の浸漬試験】

- ・55℃の恒温槽で、バイオ燃料にゴム試験片を150～160時間程度浸漬。
- ・一定時間ごとにゴム試験片の4点の寸法を計測して、平均値の寸法変化率を算出



切り出したゴム試験片



(a) 廃食油 FAME と LSC 重油 (b) HVO と A 重油

付図 3 ゴム材料の浸漬試験結果の一例

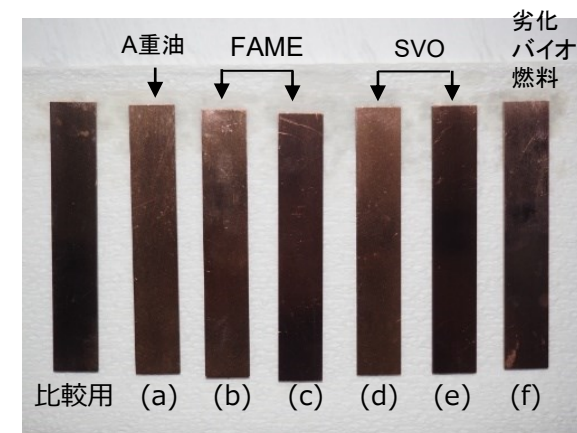
バイオ燃料使用に向けた準備・対応 (2/6)

○金属材料への影響について

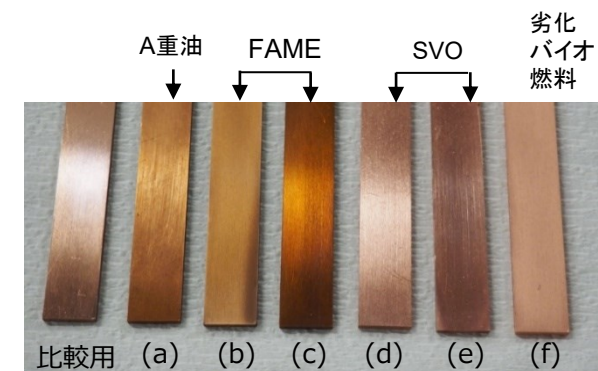
- バイオ燃料（FAME、SVO）が厳しい高温・長時間の条件下に曝された場合、**銅合金を腐食させることが確認された。**
 - ※ JIS規格に基づく自動車燃料向けの試験条件（50℃、3h）においてはほとんど変化は生じていない。
- バイオ燃料への水の混入は、金属材料の腐食性を高める効果があると言われている（文献情報）。例えば、船付タンク内での長期保管は結露などによって水分の増加を招き、金属性タンクなどの腐食などを誘引する場合がある。
- バイオ燃料を長期保管しないことが重要（バイオ燃料の種類などで一概ではいえないが、半年程度が使用の目安になり得る）。船内で酸化劣化が進み、燃料油の酸価が高まることが想定される場合、燃料油系統の機器等も含め、材質を見直すなどの対応が必要となり得る。

銅板腐食試験に用いたサンプル油の酸価

		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
サンプル油		A重油	廃食油 FAME①	ジャトロファ FAME	SVO④	SVO⑤	劣化させた バイオ燃料
酸価（参考） [mgKOH/g]	試験前	0.05237	1.08809	1.08311	1.07793	3.87082	23.6899
	500h試験後※	0.15864	0.25952	0.18832	0.61785	2.46859	20.8934



銅板腐食試験結果（温度50℃，時間3h）



銅板腐食試験結果（温度80℃，時間500h）

(a):A重油、(b),(c):FAME、(d)(e):SVO (f):劣化バイオ燃料

バイオ燃料使用に向けた準備・対応(3/6)

動粘度・密度

➤ 燃料清浄機やエンジンの運転のため、バイオ燃料を使用する前に混合油の動粘度や密度を把握しておく必要がある。

○温度に対する動粘度・密度

- 13 種類のバイオ燃料（FAME を 6 種、HVO を 1 種、SVO を 6 種）で実施 B100の動粘度（50℃）は 2.5～30mm²/s 程度、密度（15℃）は 0.78～0.93g/cm³ 程度であり、概ね LSC 重油と A重油 の間のものを利用。
- 動粘度、密度ともに、**混合比率ごとに温度に対して直線的に変化することを確認**
- 一般に船用エンジンは2～16mm²/sであるため、温度調整が必要な場合が発生することを確認
- 0℃以下の低温状態においては、バイオ燃料及びバイオ燃料混合油は一部分が凝固、分離することもあるため、利用に当たっては燃料油タンクを保温・加熱することが必要

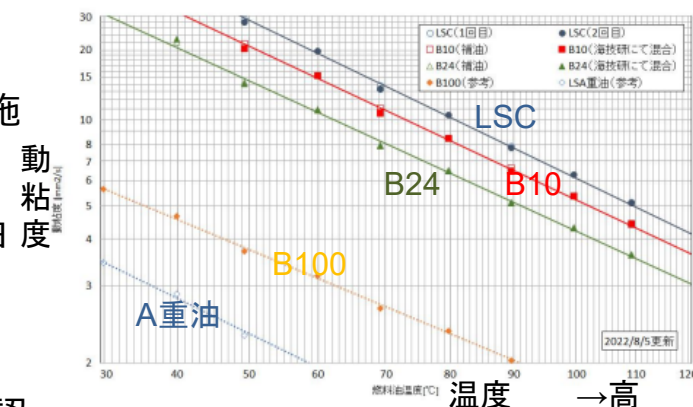


図 6 動粘度－温度チャートの一例

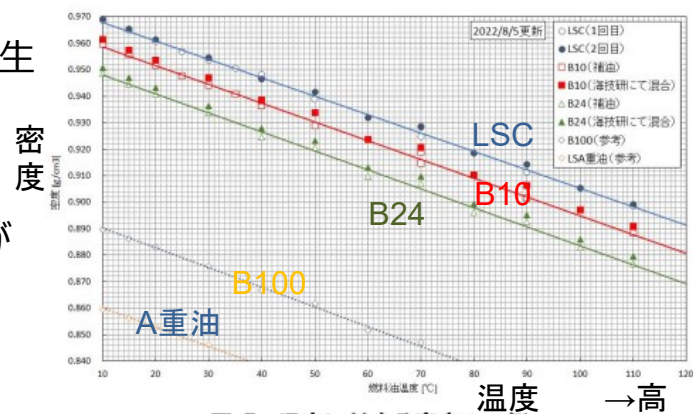


図 7 温度に対する密度の一例

エンジン等における使用と注意点

- バイオ燃料の種類は多様であるため、エンジンの運転制限やボイラへの使用などは、各メーカーに確認し、運転条件などについて協議することを推奨する。

本試験で使用したバイオ燃料（FAME、HVO、SVO）の着火性は高く、定容燃焼装置（FCA）による試験やエンジン運転において着火性の問題は確認されなかったが、エンジン等にバイオ燃料をする際の注意点は以下の通り

- A 重油とバイオ燃料を混合した場合など、燃焼性が従来の A 重油よりも高まる可能性がある。排気温度などを監視し、通常と異なる挙動がある場合はエンジンメーカーに問い合わせるなどの対応が必要。
- バイオ燃料の性状によっては、エンジン始動時やボイラ点火時の不具合に注意が必要である。発熱量が低いバイオ燃料を使用する場合、エンジンへの最大燃料噴射量が制限を受け、最高出力が低下する可能性がある。特に高負荷運転時の運航には注意が必要。
- 燃焼性や着火性に問題がないバイオ燃料であっても、エンジンの特性上、バイオ燃料の種類や混合割合の制限を受けることがある。また、気化性が低いバイオ燃料を使用する場合、エンジン内に噴射された燃料の一部が未燃のまま潤滑油に混入することがある。資料4)
- バイオ燃料使用時は、使用可能なバイオ燃料の種類や混合割合、使用する潤滑油の種類や交換時期などをエンジンメーカーに確認することが推奨される。

バイオ燃料使用に向けた準備・対応(5/6)

スラッジの発生

- バイオ燃料と重油を混合した場合や燃料油を長時間貯蔵した場合など、燃料油の安定性が悪化し、スラッジが発生することがあるので、注意が必要である。

7種類バイオ燃料（FAME2種類、HVO1種類、SVO 4種類）で試験を実施

- ✓ A重油：スラッジ発生の問題は確認されなかった。
- ✓ LSC：時間経過や保管状態（温度条件）によって安定性が悪化し、スラッジ発生することがあることを確認。長期保存は配慮が必要。
※LSC重油単体の安定性悪化の場合、バイオ燃料混合燃料も悪化。
LSC重油単体の悪化なのか、混合による悪化なのかは特定できず。

- ✓ バイオ燃料等の軽質燃料には配管の洗浄効果があるといわれていることから、配管に蓄積のスラッジが流出する可能性→運用時にフィルタ状況等を確認

- ✓ 継ぎ足しによって混合安定性悪化は確認されなかった。
(FAME2 種、SVO2種とLSC重油の混合(B24) + 混合油の更に混合する実験)



混合率	LSA	B10	B24	B50	B75	B100	
A重油 常温・500h							長期に保管した場合であっても、安定性に問題ないと判断される。

図 8 A重油とバイオ燃料の混合安定性試験の一例






時間	100h	200h	300h	400h	500h	
B50 80℃						時間経過とともに、安定性が悪化している。悪化の進行は周囲状況によって異なると考えられる。

図 9 LSC重油とバイオ燃料の混合安定性試験の一例



フィルターへのスラッジの付着

酸化安定性

➤ 経過時間によって大幅な酸化増加を確認。バイオ燃料の使用にあたって、長期保管や高温保管を避ける必要

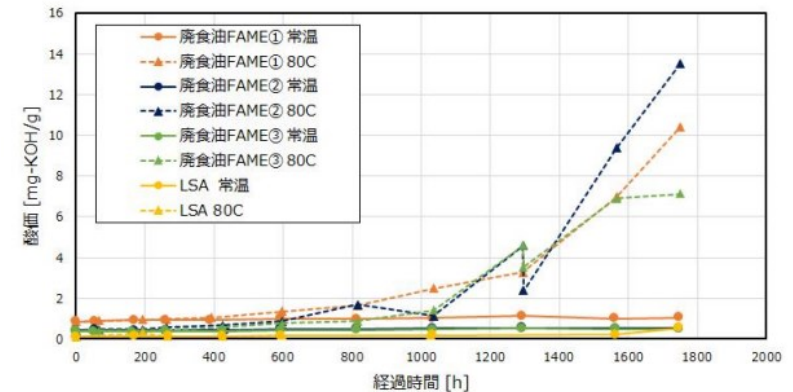
■ バイオ燃料（FAME、SVO）とA重油で、常温及び80℃で経過時間の酸化を計測

→ 高温条件下の廃食油FAMEは、経過時間1000時間（≒41日）から大幅な酸価増加を確認

→ 重油の混合油は高濃度バイオ燃料より酸化は遅くなるが、酸価そのものは高まる。

■ バイオ燃料の使用にあたって、長期保管や高温保管を避ける必要。

■ 酸化劣化を抑制するためには酸化防止剤の添加が有効であることも確認された。



付図2 酸価の計測結果（廃食油 FAME）

船用バイオ燃料使用に向けた準備・対応事項（まとめ）

今回の試験において、大きな問題が生じる現象は確認されなかったが、留意すべきポイントとして得られた知見としては以下の通り。

動粘度に応じた設定

バイオ燃料の混合によりC重油の**動粘度等に大きな変化が生じる**ため、粘度調節器や燃料清浄機による**適切な設定を推奨**

重油と混合燃料油の動粘度の計測例

	低硫黄C重油 (LSC)	LSC-FAME混合油	
		B10	B24
動粘度@50℃	28.0 [cSt]	20.3 [cSt]	14.1 [cSt]

機関の出力特性変化

バイオ燃料の種類によって発熱量の違いが出るので、**着火時期や最高出力の変化について**機器メーカーに事前確認など**注意が必要** ※着火時期のずれにより燃焼状態が変わる可能性

配管内等長期残留の影響

バイオ燃料の種類は多様であるため、ゴム製材料や金属材料への影響を考慮し、材質確認や**長期間の配管残留時**における**通常燃料への入れ替え等の対策等の対応を推奨**

スラッジの発生

・C重油との混合においては**時間経過**や**温度条件**によって**安定性が悪化し、スラッジが発生**することがあることが確認されたため、**長期保存は配慮が必要**



フィルターへのスラッジの付着

・バイオ燃料の配管**洗浄効果を踏まえ、運用時にはフィルタ状況の確認が必要**。

酸化安定性

今回の試験において、経過時間によって大幅な酸化劣化を計測されており、酸化劣化を避けるには、**長期保管や高温保管を避ける配慮や、酸化防止剤が有効**

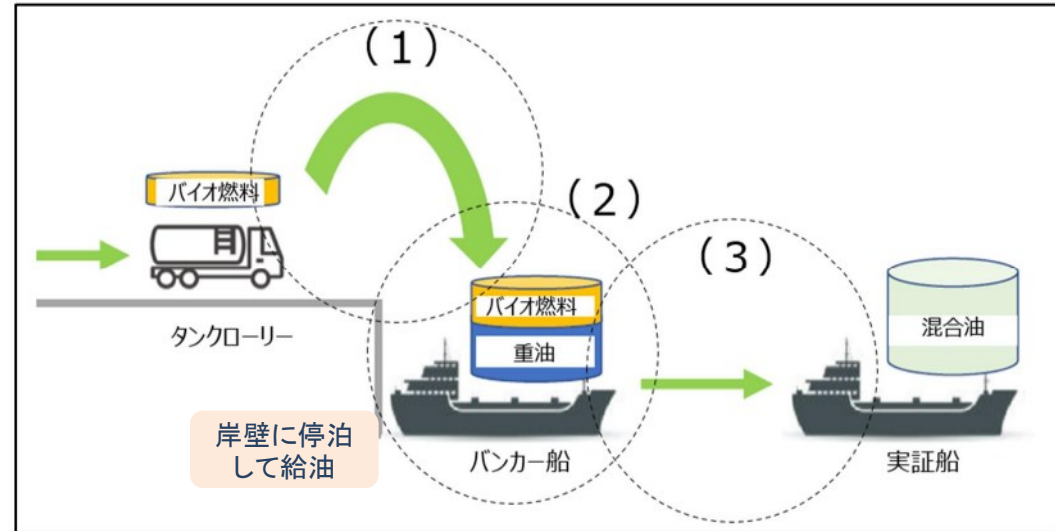
バイオ燃料の船舶への供給に関わる主な規制

陸上側に係る規制

【陸上からバンカー船へバイオ燃料（B100）を供給】

車両に固定されたタンクを含む陸側施設によりバンカー船へ供給するため、バイオ燃料又は混合油の貯蔵又は取扱いを行おうとする場合で、当該バイオ燃料又は混合油が消防法（昭和23年法律第186号）上の危険物に該当し、その量が指定数量以上となる場合は、**消防法第11条第1項に基づき、その製造所、貯蔵所又は取扱所について市町村長等の許可を得ることが必要**であり、当該許可に当たっては、同法第10条第4項に定める基準を満足する必要がある。

ただし、その貯蔵又は取扱いに係る期間が**10日以内である場合**には、上記にかかわらず同法第10条第1項ただし書きに基づき、**所轄の消防長又は消防署長の承認を得る**ことにより供給を行うことができる。



船舶側に係る規制

【バンカー船内で重油とバイオ燃料(B100)を混合】

危険物船舶運送及び貯蔵規則（以下「**危規則**」という。）**第5条の9**に基づき、船長は、船舶に搭載している危険物により災害が発生しないように十分注意を払わなければならない、**航海中に重油とバイオ燃料を物理的に混合することは禁止**されている。ただし、**航海していない間に混合することは禁止されていない**ため、実証試験においては、**バンカー船が岸壁に停泊中の状態**で重油とバイオ燃料（B100）の混合を実施した。

【バンカー船から実証船へ混合油（B25未満）を供給】

B25未満の混合油を輸送する際については、通常の重油と同様の扱い。（重油に関する各種規制を遵守）

B25以上のバイオ混合燃料については、IBCコードに適合するバンカー船により輸送及び供給を行う必要があるが、船舶の燃料として使用する場合には、25%を境として適用される規制が変わるものではない。

内航カーボンニュートラルの実現のため、バイオ燃料の本ガイドラインを制定しました。

バイオ燃料の原料は、国内で手に入る廃食油等のリソースが限定的ではありますが、海事分野でのカーボンニュートラルに向けて、バイオ燃料供給・利用拡大をお願い申し上げます。

**船舶におけるバイオ燃料
取り扱いガイドライン**

https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk7_000048.html



国土交通省海事局では、船舶運航事業者及び船員に対して、日々の安全運航を啓発するとともに、国民に対して、船の安全運航に興味・関心を持つ端緒となることを目的として、イラストレーターのかすみね氏の「仕事猫」とコラボした船舶の安全運航の啓発・周知ポスターを作成しました。 令和5年12月22日

廃食油・バイオ燃料についての 取り組み

令和6年7月9日

日本内航海運組合総連合会



廃食油・バイオ燃料について取り扱っている委員会

環境安全対策委員会

1. 海務及び工務の諸施策に関する事項
2. 船舶に係る環境保全及び安全確保の諸施策に関する事項
3. 海事関係国際会議（船員を除く。）の動向の把握及び意見の反映に関する事項
4. 燃料油に関する事項

工務小委員会

1. 燃料油サンプル分析、使用燃料油等実態調査等の燃料関係業務
2. カーボンニュートラルに関する技術的な研究業務
3. 設備・機関規則関係業務（IMO及び国内法対応も含む）
4. その他工務関係業務



環境安全対策委員会での取り組み

➤ 株式会社ユーグレナによる講演会 (R5/12/20)

廃食油を活用し水素化精製法によって製造されるHVOを主とするバイオ燃料「サステオ」を製造。

「サステオ20」

海外協力プラント製造のバイオ燃料20%

+ 通常の軽油 80%

⇒ 国内規定上『軽油』

(JIS規格、品確法強制規格、消防法、地方税法)

微細藻類を用いた大規模藻油開発のための研究開発を行っている。



環境安全対策委員会での取り組み

➤ 南国殖産株式会社による講演会(R6/6/19)

少ない降雨量のやせた荒廃地でも生長が早く、年3回程度収穫ができ、干ばつや病気にも強い植物“ジャトロファ”の種子から取れる油を絞って精製される「ジャトロファオイル」、「ジャトロファBDF」の製造・販売を計画中

「船舶におけるバイオ燃料取り扱いガイドライン策定検討会」ジャトロファBDF陸上試験(小型エンジン)を実施

～実施結果～

- ①A重油との混合は問題なし
- ②排ガス温度・CO濃度に関しても混合率の影響を受けない
- ③陸上エンジン試験において「軽油」相当

工務小委員会委員長出席委員会

- 国交省海事局「船舶におけるバイオ燃料の利用に関する調査検討委員会」へ委員として出席・総連組合員への周知

「船舶におけるバイオ燃料の利用に関する調査検討委員会」

令和3年4月国交省海事局より「内航カーボンニュートラル推進に向けた検討会」を設置。当検討会の中で、令和5年3月に「船舶におけるバイオ燃料取り扱いガイドライン」を取りまとめている。

当委員会は、バイオ燃料の原料（植物や廃食油等）や精製方法による違いなどにより性状が異なるため、引き続き調査を実施し、策定した「船舶におけるバイオ燃料の取り扱いガイドライン」の改訂を行うことで、更なるバイオ燃料の活用促進を図ることを目的としている。

令和6年3月より「船舶におけるバイオ燃料取り扱いガイドライン」改訂版が公表された。（国交省 海事局 海洋・環境政策課）



2事業者に共通する問題点

- 陸上規制(消防法等)との関係上、バイオを製造する企業が陸上タンクにおいてバイオ燃料と重油等(AまたはC)を混合したうえで製品として出荷する可能性は諸法令の規制によるハードルが高く、現状は船舶で使用する際にバンカーバージのタンク内でバイオ燃料と重油等を混合・攪拌するのが一般的な供給方法となっている。
- 少量の実証実験では、船舶の燃料タンク内でのバイオ燃料と重油等の混合を実施しているが、品質の均一化に対する懸念は払拭できていない。
- 事業者との講習会に於いては、陸上施設におけるバイオ燃料と重油等の混合を可能とするための法整備の検討が重要であり、使用者団体として弊会への協力が求められている。

内航船の廃食油回収・バイオ燃料活用に関する連絡協議会 今後の活動イメージ図

協議会設置期間：

2023年度から2025年度の3か年

協議会参加メンバー：

内航総連、旅客船協会、全油連、日船工、JRTT(事務局)

オブザーバー：海事局、調査協力：豊田通商、ダイセキ、海技研

協議会のテーマ：

1. 内航海運分野における廃食油回収の事業者ガイドラインの検討
2. 船舶でのバイオ燃料活用の事業者マニュアルの検討
3. SDGs取り組みの表彰
4. 情報発信その他

2023年度

2024年度

2025年度

既存調査の整理

現行法令・制度の整理

内航総連予算で実施

回収・保管に関する
現状調査

JRTT予算で実施

深堀調査
(港湾側調査 要検討)

陸上燃焼
試験

船上実証
(プレ)

環境省補助金の活用を検討

内航総連

船上実証協力会社の募集

船上実証

プレ実証結果
の反映

ガイドライン・
マニュアル最終化

ガイドライン・
マニュアル案作成

表彰制度検討

情報発信

- JRTT共有船(宇部興産)で実施予定
- バイオ燃料のGuarantee Specification(船主)
- 主機メーカーとの交渉
- 問題発生時の保険会社への求償



日本内航海運組合総連合会

Japan Federation of Coastal Shipping Associations

内航総連からの要望

- 燃料規格の制定並びに日本船用工業会との合意の形成
- プレ実証を検討されている、船社との実証終了後に意見交換会の実施
- 陸上試験見学会の実施

脱炭素/ゼロエミッション化に向けたヤンマーの取り組み

～ バイオ燃料による脱炭素化の実現 ～

2024年7月9日

ヤンマーパワーテクノロジー株式会社

特機事業部 開発部

[YPT特開ET24第015号]



新燃料の候補の中でバイオ燃料は、特性が従来燃料に近く、最も手軽に脱炭素化が図れる燃料です

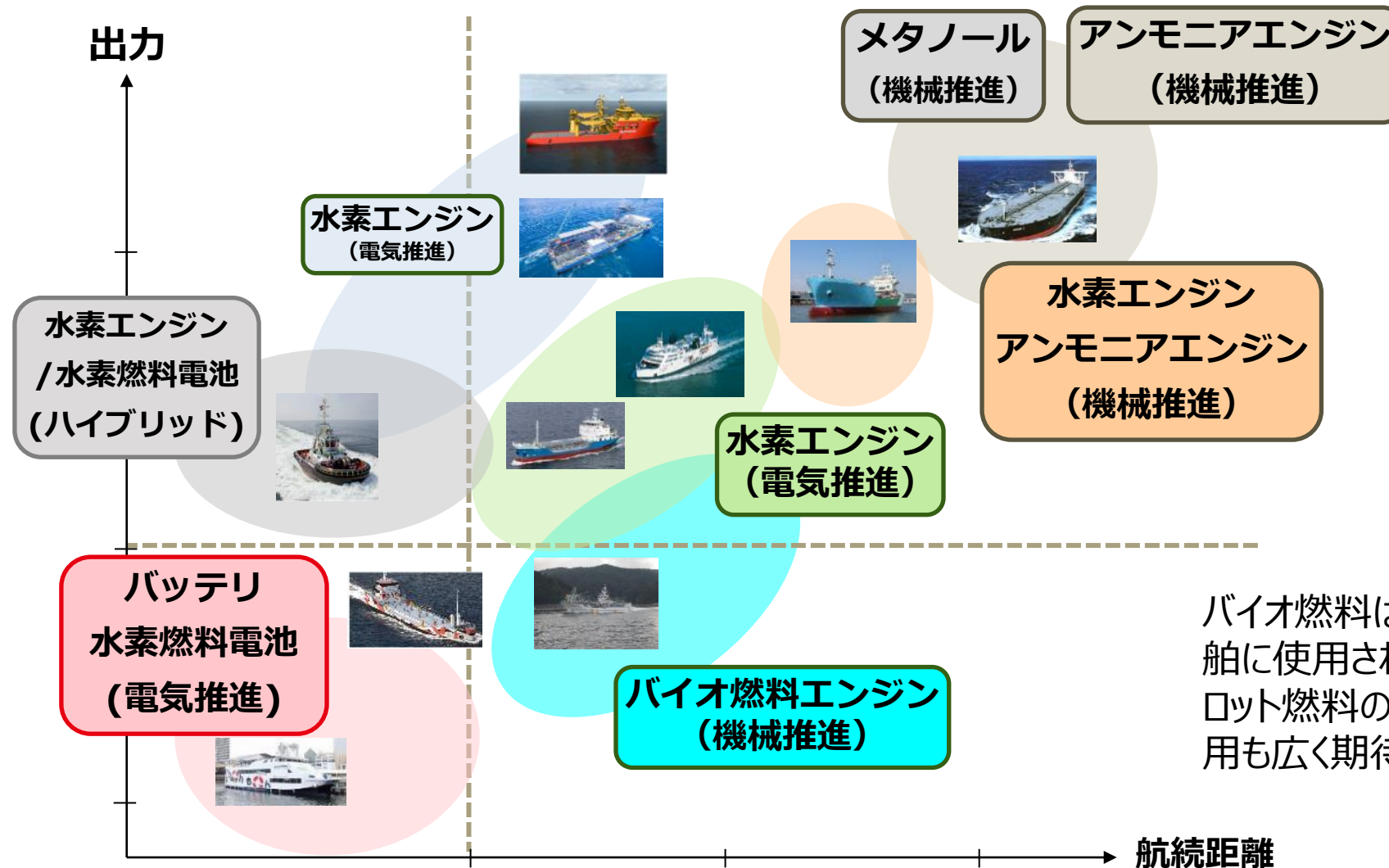
新燃料の候補(価格比の緑色はグリーン燃料価格比率)

MESD ALTERNATIVE FUELS FOR INTERNATIONAL SHIPPING と 国際海運GHGゼロエミッションロードマップ、
LR UMAS Techno-economic_assessment_of_zero_carbon_fuels等を参考に作成

	従来燃料 HFO/LSFO	LNG	メタノール	バイオ ディーゼル	HVO Hydro Treated Vegetable Oil	水素	アンモニア	
GHG排出量 従来比 Tank to Wake	1	0.74 ※メタスリップは除外	0.90 ※バイオ由来ならネットゼロ	0 ※生産方法により ネットゼロ	0 ※生産方法により ネットゼロ	0	0 ※N2O排出は除外	←低GHG排出量
熱量あたり価格比 (2020年)	1	0.8	1.5-約7	2.1	3	1-約5 (国内8-)	1.4-約5	
燃料体積 従来比	1	1.7	2.4	1~1.2	1~1.2	4.5	2.7	←タンク容量
主成分	重質炭化水素	メタン CH4	CH3OH	FAME 脂肪酸メチルエステル	炭化水素	H2	NH3	
燃料貯蔵状態	液体	低温液体 -160℃	液体	液体	液体	極低温液体 -253℃	低温液体 -33℃	←取り扱いが容易
自着火温度	>300℃	450-560℃	464℃	370-450℃		571℃	651℃	
可燃限界 体積濃度	-	5-15%	6-36%	-	-	4-75%	15-25%	
その他特性			建造実績あり	供給量に制限 酸化安定性に課題	供給量に制限	漏洩・脆性対策が 必要	毒性、腐食性	
NFPA diamond: 								←毒性なし

脱炭素化に向けた様々なソリューションを提供すべく
バイオ燃料以外の新燃料についても研究開発を推進中です。

出力と航続距離により船種毎のゼロエミッションに向けたソリューションは異なり バイオ燃料は漁船等の小形船や他燃料との組合せでの幅広い活用が見込まれる



バイオ燃料は、主に漁船のような小型船舶に使用されると予想される。また、パイロット燃料のような他の代替燃料との併用も広く期待されている。

A red square followed by a horizontal red line.

これまでのヤンマーの取組

2008年マレーシアのコタキナバルにバイオ燃料の研究拠点を開設し、 実用化に向けて研究開発に取り組んできました。



6EY18ALW 800kW

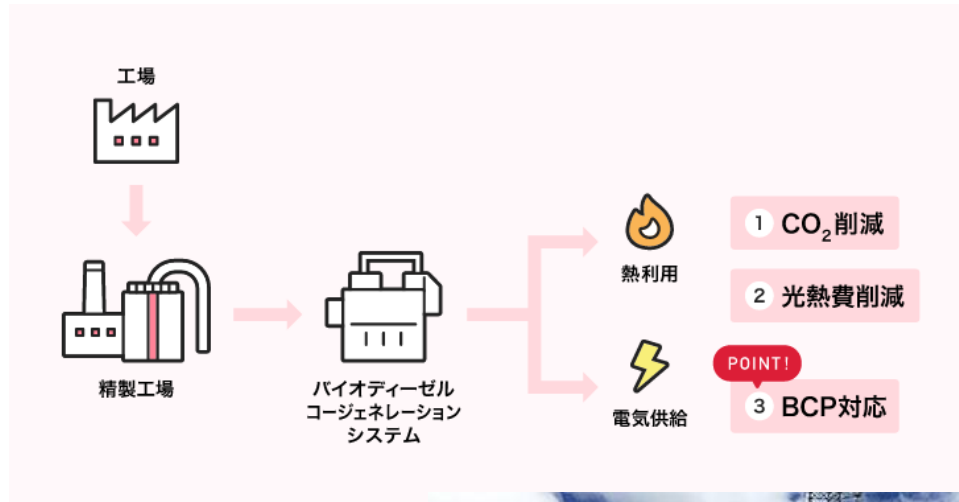


小形汎用エンジンや6EY18を用いてバイオ燃料[FAME(～B100)等]の技術を確立

https://www.yanmar.com/global/about/technology/core_excellence/ykrc/

© YANMAR POWER TECHNOLOGY CO.,LTD.

陸用では、廃食油（SVO）やFAMEを用いた バイオディーゼルコージェネレーションシステムとして多くの納入実績あります



廃食油(SVO)を用いたバイオ コージェネレーションシステムの事例

- ・発電開始年月:2018年5月
- ・累計運転時間:15,637hr(2020年3月末時点)
- ・発電電力:7,867,656kWh



(6EY18ALW 510kWe)

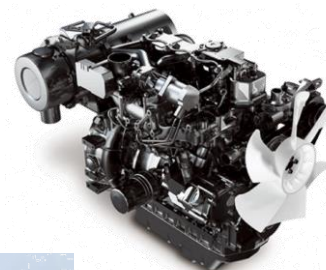
船用では、インドネシア国内で2015年から実績あり、 現在は**B35**が義務付けられています

※**B35**とは、FAMEを35%混合した燃料を意味します。

Jenis Sektor	April 2015	Januari 2016	Januari 2020	Januari 2025	Keterangan
Rumah Tangga	-		-	-	Saat ini tidak ditentukan
Usaha Mikro, Usaha Perikanan, Usaha Pertanian, Transportasi, dan Pelayanan Umum (PSO)	15%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Transportasi Non PSO	15%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Industri dan Komersial	15%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Pembangkit Listrik	25%	30%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total



MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
REPUBLIK INDONESIA



弊社は、汎用エンジン、船用エンジンと多くの製品をインドネシアにて販売していますが、重大なトラブル例はありません。

劣化による燃料コシキの詰まりは報告されています※

※非常用発電機で長期間放置されたケースで発生

お客様とのコラボレーションによる実船でのトライアル例

会社名：豊田通商株式会社

バイオ燃料：B50(FAME + MGO)

燃料供給会社：豊田通商株式会社

船種：1240DWT バンカリングタンカー

トライアル地域：シンガポール

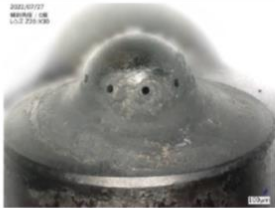
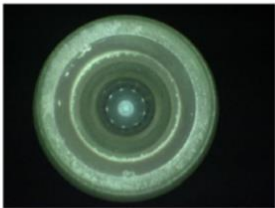


エンジン型式：6N21A-EW (NOx:IMO2)

定格出力：956kW/850min-1

用途：主機関

運転時間：1978hr



ノズルボディカーボン堆積状況	ノズルボディシート部 内視鏡
	
ノズルバルブ シート部	ノズルボディ シート部
	



Unit No.2 STBD Engine Piston

その他、国内を主に内航船、外航船での数多くのトライアルを実施

問題無く使用可能であることを確認

サービスニュースの最新版を発行しました!!

Yanmarの知見

テストベンチ評価



実船試験



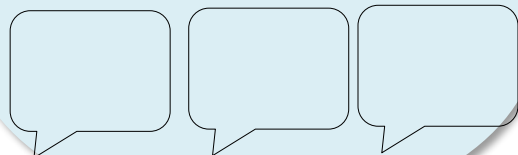
国や企業の方針



IMO NOx取扱い



お客様の声



NEW!!
Yanmar Service News

サービスニュースの最新版を発行しました!!

YANMAR SERVICE NEWS			
Subject	Usage of alternative diesel fuels		Ref. No.: 21-2-G-02-017-L rev.1 Issued: Feb 18, 2022 Revised: Jul. 27, 2023 (rev. 1)
Engine model	Engines which manufactured by Amagasaki and Tsukaguchi factories	Usage	All Purposes
		Engine No.	-
Rev. 1; Revised to expand the allowance for the biodiesel due to the IMO unified interpretation to biofuels revised in June 2022, and BTL added			
FAME(B100)、HVOにも対応可能です。 皆様の脱炭素化の取り組みをサポートします。 サポートが必要な場合は、 ヤンマースタッフまでお問い合わせください。			
Yanmar wishes that users would fully understand the contents of this document and follow to the			



舶用バイオ燃料の陸上試験 ～2022-2023年度国交省事業の概要～

(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
環境・動力系 平田宏一

1. はじめに

- 2022～2023年度の国交省ガイドライン策定事業においては、船舶燃料油として利用可能性が高いバイオ燃料について、船舶利用時の技術的課題に関連した調査・検討を行った。
- 海上技術安全研究所は、関係者と情報交換・協力をしながら、陸上試験を主担当として実施した。

各種試験の概要

No.	試験項目	概要
①	動粘度・密度	● 燃料油温度に対する動粘度並びに密度を計測する。
②	燃焼性（FCA）	● 定容燃焼装置（FCA）による燃焼試験を行う。
③	混合安定性	● 混合安定性試験（スポットテスト）を実施する。
④	酸価	● 入手・混合直後の酸価を計測する。
		● 長期高温保管時の酸価を計測する。
⑤	酸化安定性	● ランシマット法による酸化安定性試験を行う。
⑥	銅板腐食試験	● 金属材料への長期的な影響を調べる。
⑦	ゴム材料の浸漬試験	● ゴム材料への影響を調べる。
⑧	陸上エンジン試験	● 従来の石油燃料との相違を調べる。

2. 陸上試験に使用した燃料油

- 陸上試験に使用したバイオ燃料は計13種類である。
- A重油およびLSCに混合して各種試験を行った。



燃料油の外観
(左からLSA, SVO
①～③, LSC)

2022年度の試験に使用した燃料油

種類・項目	SVO 2022	FAME 2022	HVO 2022	ジャトロ ファ 2022
動粘度@50℃ [cSt]	27.2	3.70	2.53	4.23
密度@15℃ [g/cm ³]	0.9253	0.8862	0.7823	0.8853
備考	H社より提供いただいたサンプル油。	T社より提供いただいたサンプル油。	I社より提供いただいたサンプル油。	N社より提供いただいたサンプル油。

2023年度の試験に使用した燃料油

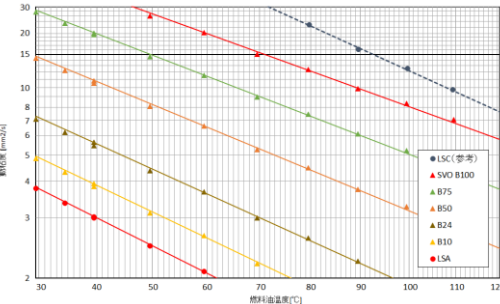
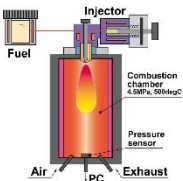
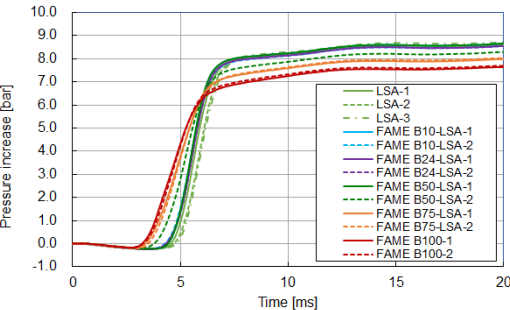

種類・項目	A重油	LSC	SVO					廃食油FAME			ジャトロ ファ FAME
			①	②	③	④	⑤	①	②	③	
動粘度@50℃ [cSt]	2.462	34.7	26.0	27.3	27.5	27.4	28.1	3.693	3.411	3.718	3.937
密度@15℃ [g/cm ³]	0.8581	0.9473	0.9231	0.9245	0.9244	0.9233	0.9244	0.8821	0.882	0.886	0.8837
硫黄濃度 [%]	0.0763	0.4420									
備考	海技研で使用しているLSA。	祥暉丸に補油したLSCのサンプル油	第一鐵運丸に補油したSVO (9/9名古屋)。	祥暉丸に補油したSVO (9/25大阪)。	海青丸に補油したSVO (10/2大阪)。	主に酸化劣化の調査に使用するSVO (10/17名古屋)。	主に酸化劣化の調査に使用するSVO (10/27大阪)。	A社より入手したサンプル油。	B社より入手したサンプル油。	C社より入手したサンプル油。	D社より入手したサンプル油。

※ 上表の値は、海技研が入手後に計測した値である。

※ 上表のSVOは“非パーム油”として集荷された燃料油である。

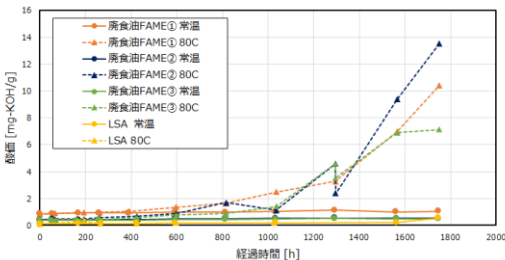
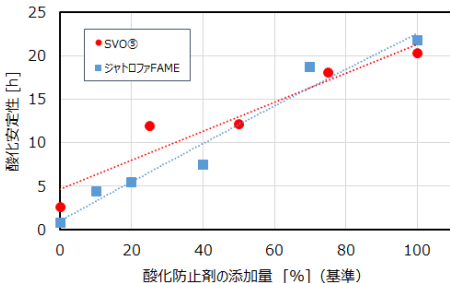
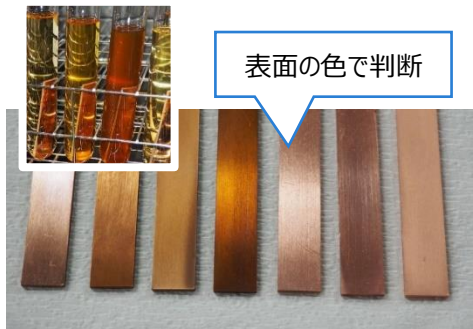
3. 各種基礎試験の概要

- 多くの種類のバイオ燃料を用いて、動粘度・密度の計測やFCAによる燃焼試験、混合安定性試験を行った結果、通常使用時における大きな課題は確認されなかった。

動粘度・密度	燃焼性 (FCA)	混合安定性
<ul style="list-style-type: none"> ✓ バイオ燃料の動粘度・密度は、A重油とLSC重油の間にあるものが多い。 ✓ 数種類のバイオ燃料の動粘度・密度の計測を行い、LSC重油またはA重油と混合して使用する場合のヒータングの必要性などを考察した。  <p>温度-動粘度チャート (SVO + LSA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 数種類のバイオ燃料のFCAによる燃焼性試験を行った結果、いずれのサンプル油においても、着火性は良好であり、問題は確認されなかった。  <p>FIA-100 Fuel Combustion Analyzer (FCA)</p>  <p>圧力波形の例</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 数種類のバイオ燃料による混合安定性試験を行った結果、高温状態で長時間保管した場合であっても、安定性の悪化は確認されなかった。 ✓ ただし、混合安定性に問題がない場合であっても、より長期に保管した場合など、バイオ燃料由来の固形物が析出することがある。  <p>廃食油FAMEの析出物 (常温, 1年間)</p>



4. バイオ燃料の酸化劣化

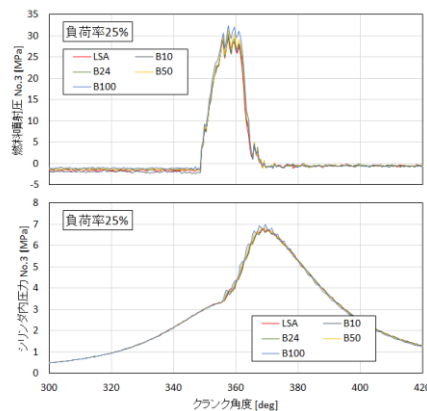
- バイオ燃料の酸化劣化の指標（試験方法）として、酸価（Acid number）や酸化安定性（Oxidation stability）がある。また、酸化劣化が進むと、遊離脂肪酸が燃料系統の金属等を腐食することがあると言われている。

酸価	酸化安定性	腐食試験
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 酸価は、酸化の状態を評価する際に用いられる物性値であり、試料1gを中和するのに必要な水酸化カリウムのmg数と定義されている。 ✓ 常温および80℃の高温条件として、経過時間に対する酸価の変化を計測した結果、一部のバイオ燃料は、経過時間1000hあたりから大幅な酸価の増加が確認された。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ EN14112で規格化された酸化安定性は、酸化劣化の状態を評価するための加速試験である。 ✓ 決められた条件のもと、急激な酸化が生じるまでの時間を計測する。 ✓ バイオ燃料には酸化防止剤の使用が推奨されている。酸化防止剤の添加量を減らすほど、酸化安定性は低下する傾向がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 腐食試験は、短時間で材料や装置の実使用条件での性能を評価するために行われる。 ✓ 石油製品の腐食試験としては、JIS K 2513に銅板腐食試験方法が規格化されている。 ✓ 厳しい高温・長時間の条件下において、銅板表面の変色や腐食が確認された（A重油も同じ）。
 <p>保管温度と経過時間の影響 (廃食油FAME)</p>	 <p>酸化防止剤添加試験結果</p>	 <p>銅板腐食試験</p>

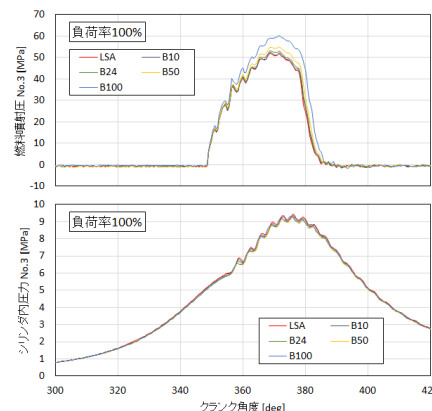
5. 陸上エンジン試験

- 2022～2023年度、各種バイオ燃料による陸上エンジン試験を行った。
- バイオ混合油（B10～B100）を使用し、通常のA重油またはLSC重油を使用した際のデータと比較した。

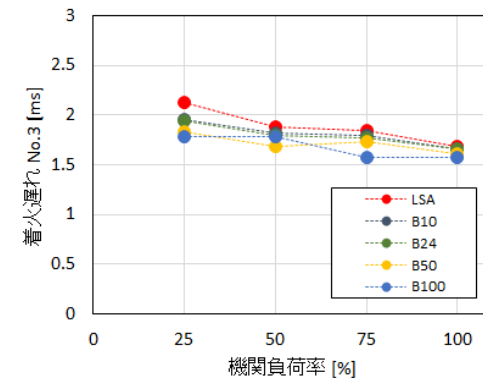
No.	1	2
タイプ	4サイクル中速エンジン（海技研）	
定格出力／回転数 シリンダ数	750 kW / 1000 rpm 6気筒	257 kW / 420 rpm 3気筒
外観		
特徴	中速エンジンの中で、機関回転数が高く、ボア径が小さい。機関回転数が速いため、燃焼期間に余裕がなく、燃料性状の変化に敏感である。	中速エンジンの中で、機関回転数が遅い。そのため、燃焼期間に余裕があり、No.1エンジンと比べて燃料性状の変化に鈍感である。



(a) 低負荷時の圧力波形



(b) 高負荷時の圧力波形

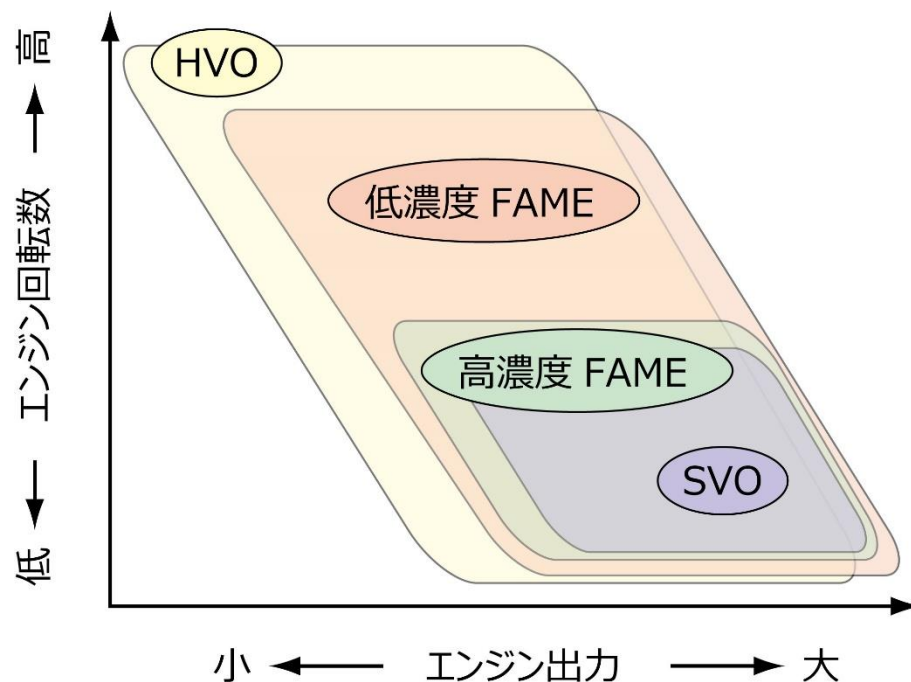


(c) 着火遅れ

No.2エンジンによる計測例

6. まとめ

- ① 数種類のバイオ燃料の動粘度・密度の計測を行い、LSC重油またはA重油と混合して使用する場合のヒーティングの必要性などを考察した。
- ② 数種類のバイオ燃料の燃焼性や陸上エンジン試験を行った。いずれのサンプル油においても、着火性は良好であり、問題は確認されなかった。
- ③ 酸価計測および酸化安定性試験を行い、酸化防止剤の効果や混合油の酸化劣化特性についての知見を得た。バイオ燃料は長期保管や高温保管を避けることが重要である。
- ④ エンジンの特性上、特に小型で高速のエンジンはバイオ燃料の種類や混合割合の制限を受けることが多い。バイオ燃料使用時は、使用可能なバイオ燃料の種類や混合割合を確認する必要がある。



各種エンジンにおけるバイオ燃料適用のイメージ

廃食用油業界の回収と再生の現状

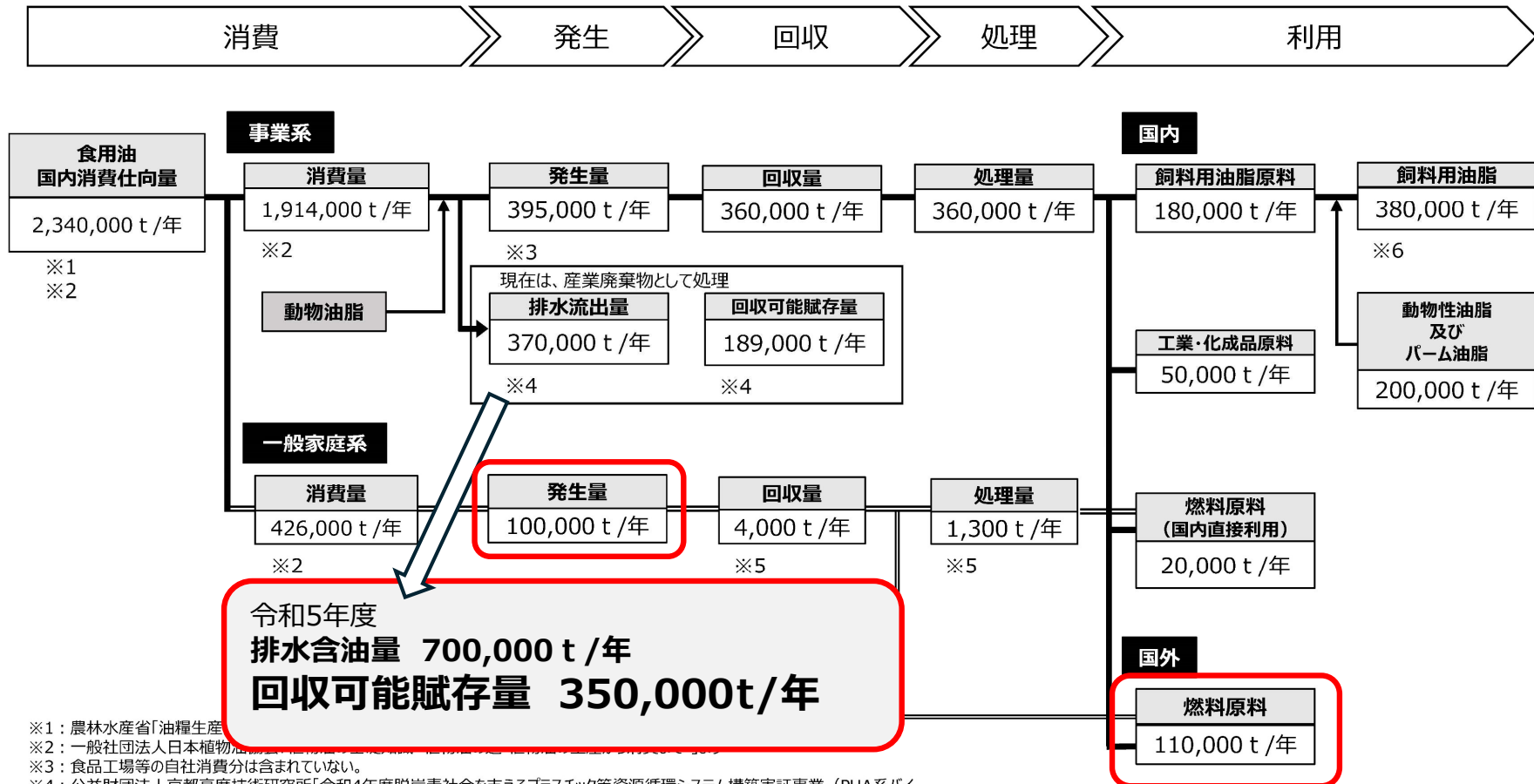
A large, dark gray, stylized number '8' that serves as a background element on the left side of the slide.

Japan Federation of UC
Oil Business Cooperative
Associations

全国油脂事業協同組合連合会
2024年7月9日（火）

廃食用油の現状

UCオイルのリサイクルの流れ図（令和4年度版）

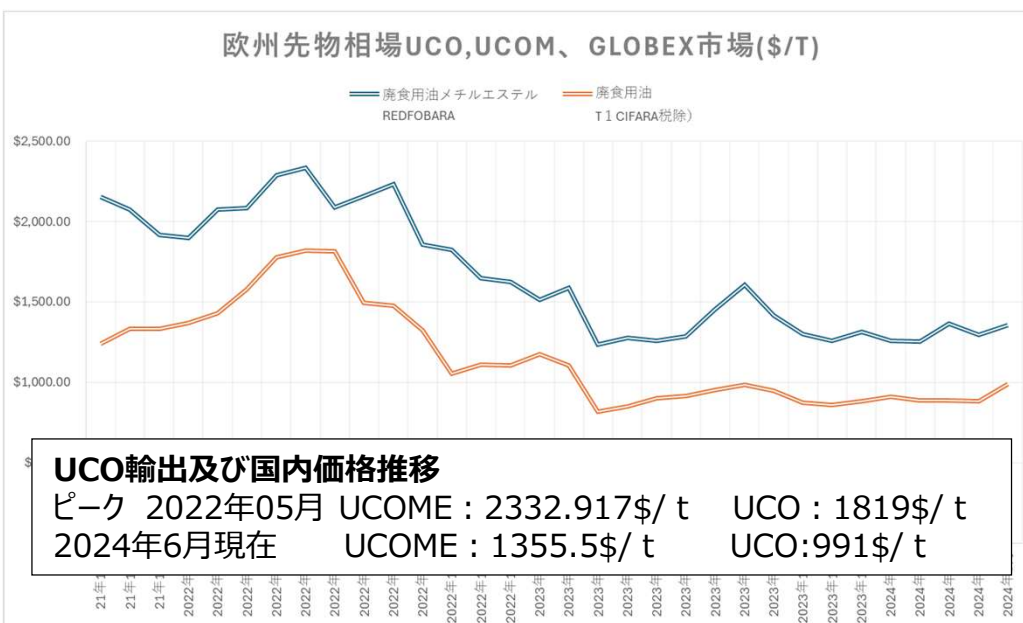
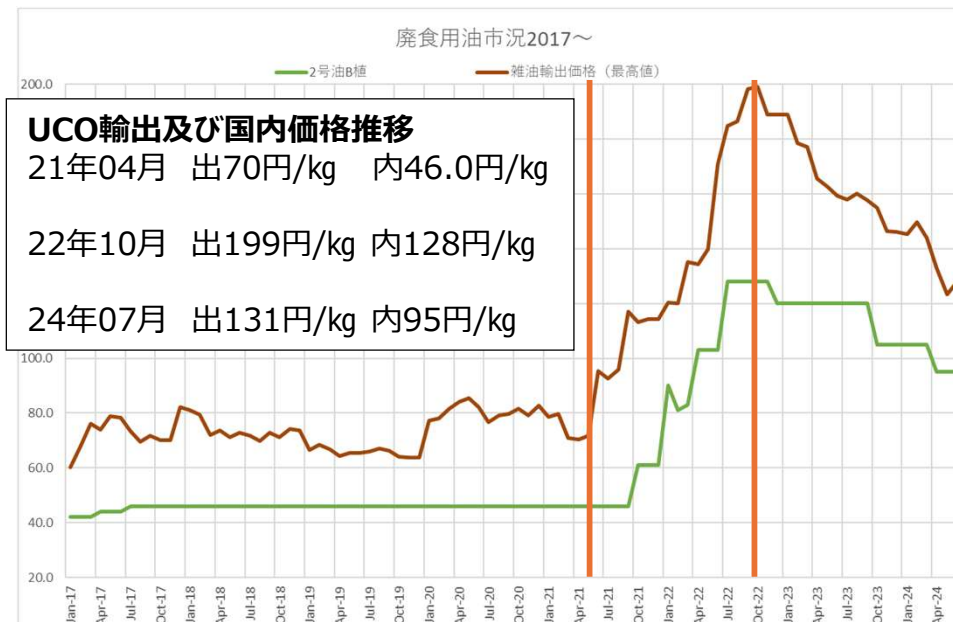


※1：農林水産省「油糧生産」
 ※2：一般社団法人日本植物油工業会「食用植物油の消費動向」
 ※3：食品工場等の自社消費分は含まれていない。
 ※4：公益財団法人京都高度技術研究所「令和4年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業（PHA系バイオプラスチックのライフサイクル実証と用途展開システム解析事業）委託業務成果報告書」より
 ※5：環境省「一般廃棄物処理実態調査結果」より
 ※6：農林水産省「飼料月報」配合・混合飼料向け油脂量集計値（令和4年1月～12月）に基づき推計した。
 その他の数値については、全国油脂事業協同組合連合会による実態調査等情報収集結果による総合的判断に基づき推計した。

Copyright, UCO JAPAN, 2023

廃食用油市場

year	全輸出力 (t)
18年	75,778
19年	83,929
20年	90,465
21年	109,374
22年	98,254
23年	122,683

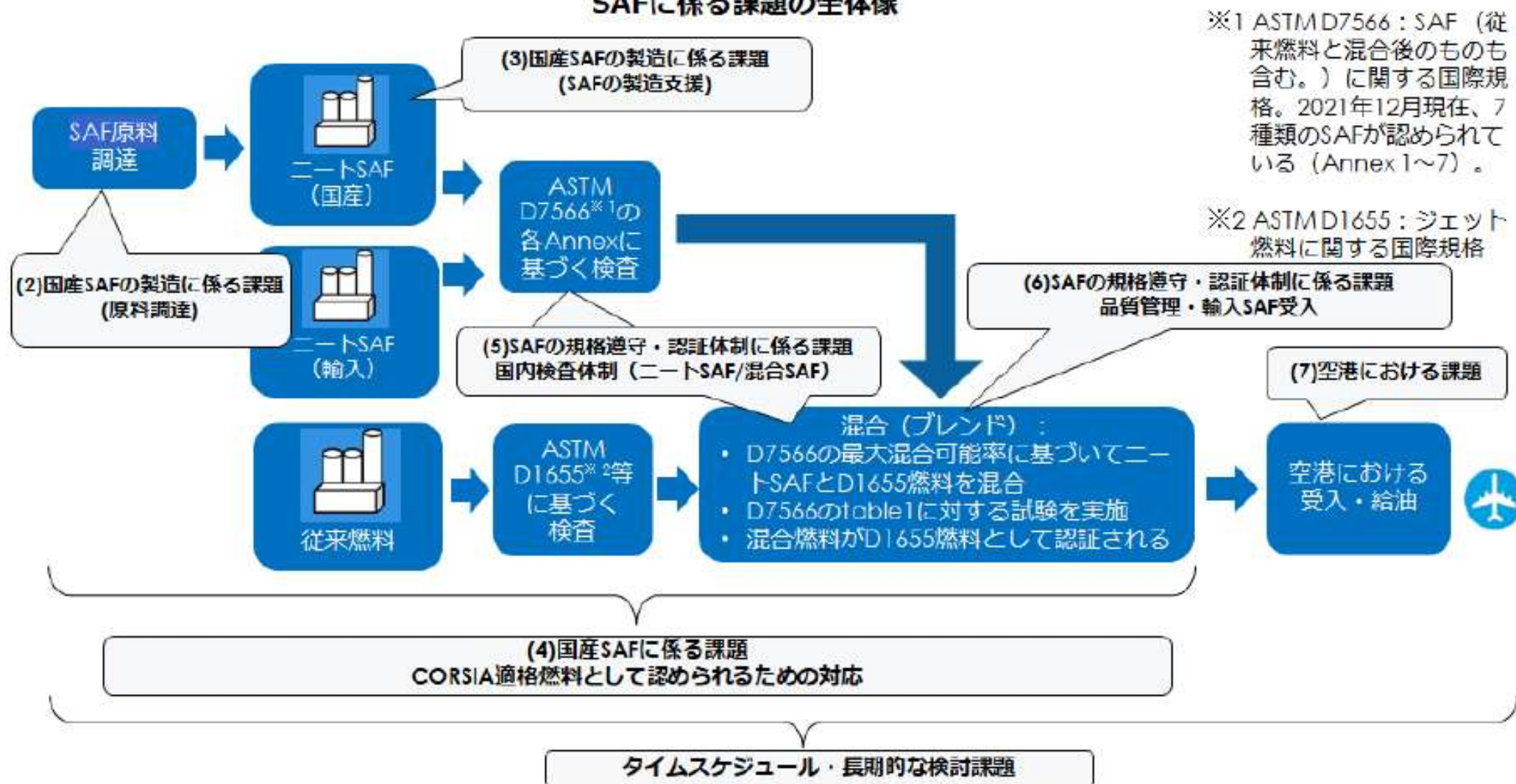


- 廃国内発生量は40万 + 10万 t + 35万 t + 未調査賦存で90万 t 程度と推測される
- 食用油の回収量は40万～38万 t 程度
- 飼料用原料はトレースが取れている事業系のみが利用可能
- 燃料向けは、一般家庭からの10万 t、排水工程に流れ、回収可能35万 t、事業系の中でも海外に輸出される12万 t が対象
- UCO価格については、2022年10月をピークに現在まで下降している。

本事業における課題

- 必要な原材料の数量確保
- 原料確保のために正確な現状把握と現在の処理フローの整理
- 未利用資源の発掘
- 海外からの原料調達の可能性模索
- 各種原料の収集可能性及び効率的な回収方法の検討
- 回収油脂の分析及び回収油脂の燃料向けの精製方法
- 再生油脂からの燃料製造方法の検討
- 製造された燃料の分析、実証調査
- 収集-精製-配送-燃料製造-供給の一連のコスト試算
- サプライチェーン全体のトレーサビリティの確保について（誰が出して、誰のために使われたか）

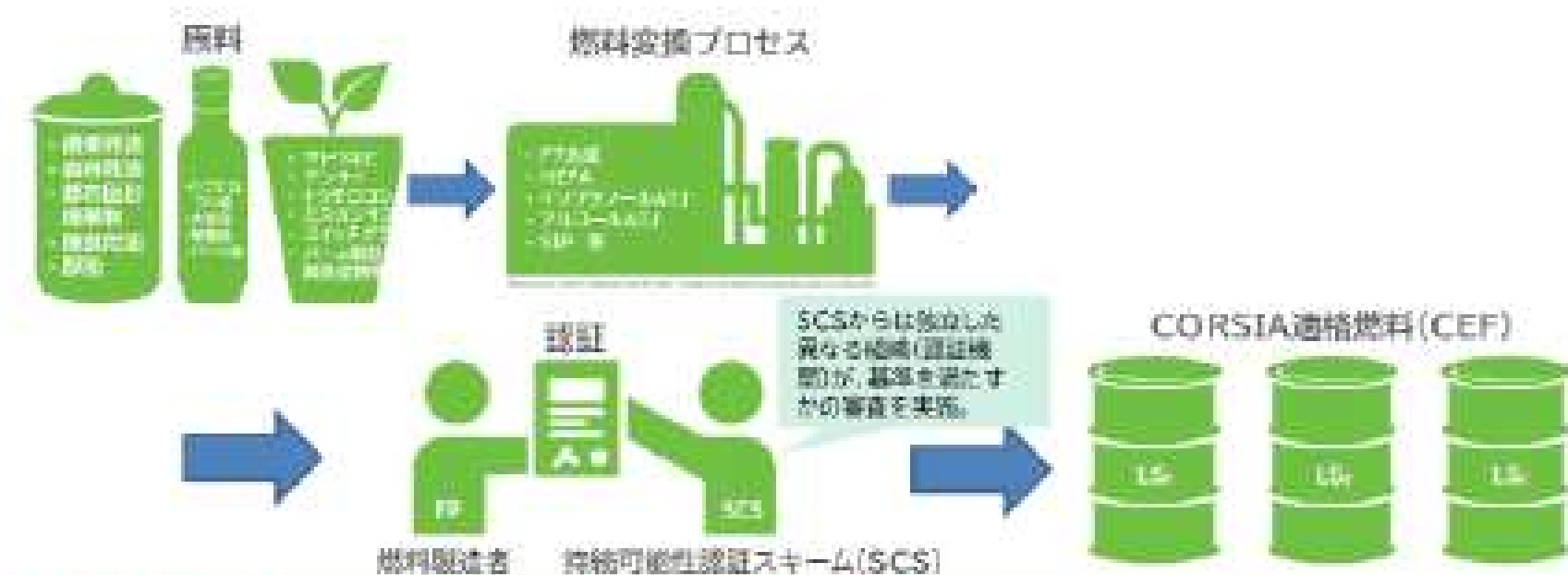
SAFに係る課題の全体像



※1 ASTM D7566 : SAF (従来燃料と混合後のものも含む。)に関する国際規格。2021年12月現在、7種類のSAFが認められている (Annex 1~7)。

※2 ASTM D1655 : ジェット燃料に関する国際規格

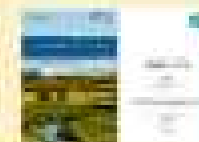
出所：一般財団法人運輸総合研究所「我が国におけるSAFの普及促進に向けた課題・解決策」令和4年3月



1. 燃料製造事業者は、ICAO理事会から承認を受けた適格な**持続可能性認証スキーム(SCS: Sustainable Certification Scheme)**に認証の依頼する。
2. SCSは、ICAO理事会から承認を受けたCORSIAの持続可能性基準を利用して、燃料を評価し、合格した場合には、CORSIA適格燃料(CEF)として認証をする。
※SCSからは独立した異なる組織(認証機関)が、基準を満たすかの審査を実施。
3. エアラインは、CEFを購入し、CORSIAにおけるオフセット要件から、排出削減を主張することができる。

※ICAO理事会による承認済みのSCSの例(2021年6月末時点)

- ISCC CORSIA
- RSB CORSIA



出所：一般財団法人運輸総合研究所「我が国におけるSAFの普及促進に向けた課題・解決策」令和4年3月

参考資料③

廃食用油トレーサビリティ管理プラットフォーム UTMS (UcoTraceabilityManagementSystem)



UT MS /PF	由来情報/発生情報/回収・再生情報/取引情報			工事情報/材料情報	
	①UCOトレーサビリティ情報 ②UCO受発注機能			取引管理	環境価値証明書発行 認証機関との連携 削減量算出

UCOの国内利活用エコシステム・バリューチェーンの中核として、データベース機能を中心のプラットフォームを構築することで、UCOの利用証明の発行を可能すると共に共同調達のスキームを実現することで日本の脱炭素及び資源循環対応を業界横断連携体制を社会実装を可能にする。

連携を検討できる
機関・制度等

JAS 0028
『廃食用油のリサイクル工程管理』

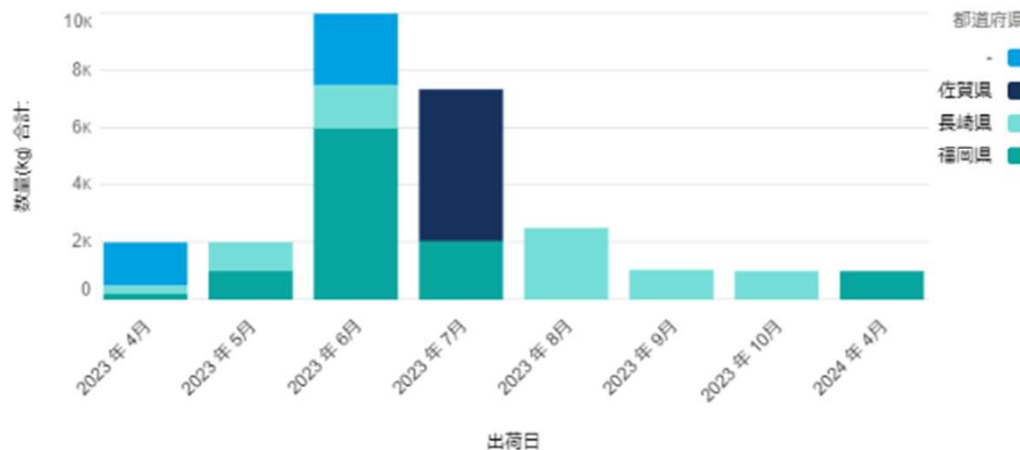
J-クレジット認証等
環境価値認証機関

ESG投資判断材料
金融機関

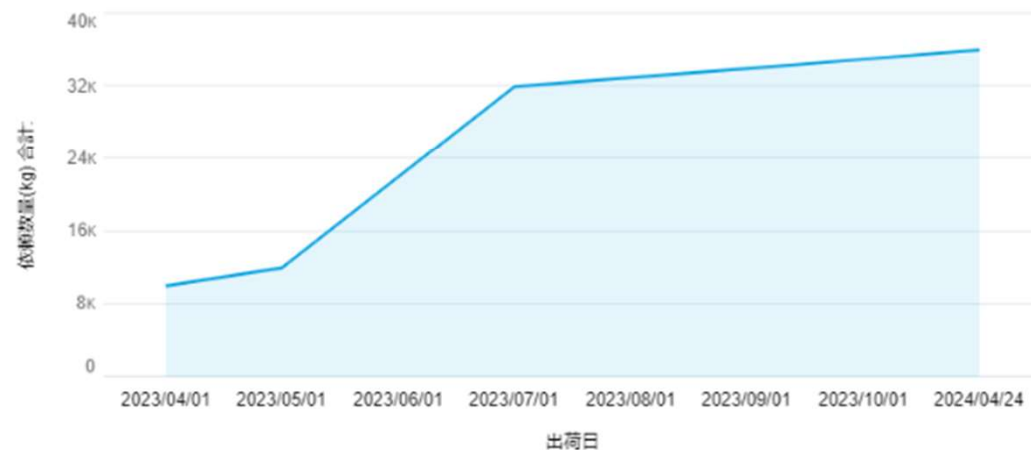
海外規格
ISCC

出所：全油連作成2024年4月6日大村市（長崎県）プレスリリース資料

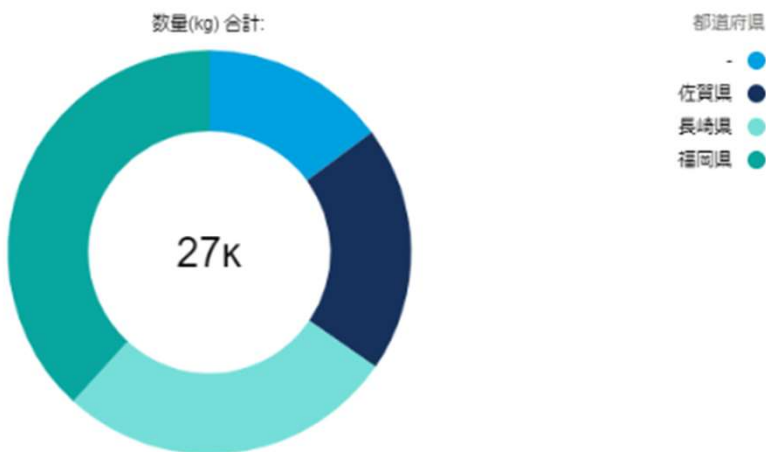
参考資料④



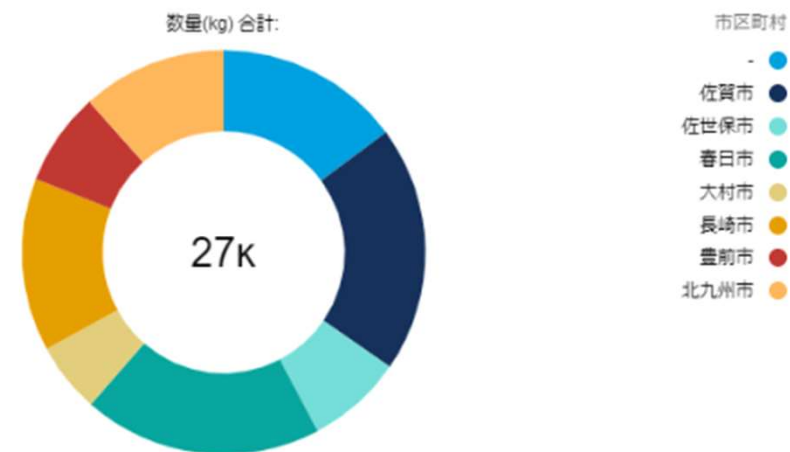
更新日 今日(21:15)



更新日 今日(21:02)



更新日 今日(21:16)



更新日 今日(21:16)

2024 年度 調査実施内容（案）

以下の 1. から 4. までの調査および試験を実施し、結果とともに調査報告書をまとめる。

1. 港湾における廃食油回収の実態・課題調査

○調査内容

- 船舶から排出される廃食油やその他の廃棄物の現状の取り扱い状況の整理。
- 廃食油の港湾内での一時保管（集積場の設置）や廃食油回収業者による回収作業の実施について、手法の検討、その実現可能性、現時点での課題点を整理。
- 実現可能性や課題点の整理にあたっては、船舶から排出される廃食油の量や寄港する船舶の隻数、廃食油回収業者の回収頻度等をふまえた定量的な検討も織り込む。

○調査対象

- 港湾の管理者
- 廃食油の回収、バイオ燃料の供給を実施する港湾を原則とする（その他の港湾も調査受託者の希望があれば可とする）。

○調査方法

- 港湾の管理者へのヒアリング。

[議論のポイント]

- ・ 廃食油回収量の少ない船舶は対象外とすることでよいか。
- ・ 港湾側の調査は慎重に検討が必要。実船検証する港での聞き取りを基本に検討でよいか。

2. バイオ燃料への活用の調査

○調査内容

- 船舶から回収された廃食油からのバイオ燃料への精製、バイオ燃料の船舶へのバンカリングについて、手法の検討、その実現可能性、現時点での課題点を整理。
- 廃食油及びバイオ燃料については、品質基準や品質管理体制、トレーサビリティの現状を調査し、既存の規格（ISO 8217 等）と比較検証。
- 船舶へのバンカリングについては、供給体制、輸送方法、在来燃料との混合等について、技術面、法制面での課題点を検証。

○調査対象

- 廃食油回収業者、バイオ燃料精製業者、バンカリング業者。
- 廃食油の回収、バイオ燃料の供給を実施する港湾の所在する地域を基本とするが、その他の地域も可とする。

○調査方法

- 廃食油回収業者、バイオ燃料精製業者、バンカリング業者へのヒアリング。

[議論のポイント]

- ・ 船社が安心して運航できるために必要な情報を、各企業の営業機密に触れない範囲でこういった形でまとめるか

3. バイオ燃料と C 重油の混合燃料を用いた陸上運転試験

○調査内容

- 動粘度及び密度の計測
- 定容燃焼試験：Fuel Combustion Analyzer（FCA）で、推定セタン価、着火遅れなどの燃焼特性の調査。
- 陸上運転試験：内燃機関における一般的な性能（燃料油消費率、出力、給気の圧力・温度、排気の温度・色など）、排気ガス成分（NO_x 濃度、CO₂ 濃度など）、試験条件（室温、冷却水温度など）の計測、燃焼解析。

運転負荷は、Min（アイドル）、25%、50%、75%、100%。

各負荷時における運転時間は、原則各々20分以上。

○調査対象

- 使用燃料は、廃食油由来のバイオ燃料と C 重油を体積比 10：90 で混合したもの（B10）。
- 試験エンジンは、船用主機の要目に留意して選定されたもの（海技研の場合、マツイエンジン）。

[議論のポイント]

- ・船社側の懸念事項の払拭の優先、および早期に船上実証までの道のりをつけるため、海技研のマツイのエンジン使用での検証を前提に検討でよいか。
- ・産地性状の違い、保管期間の違い等、どの燃料を試験するか。
- ・今後の実使用を念頭に置き、B10 での試験を実施（B24、B100 や SV0 の検証の要否）
- ・混合する在来燃料について、A 重油、C 重油いずれとするか（又は双方の実施）
- ・他の実証試験等で試験済みのデータを活用し、新たに検証が必要な部分に注力。

4. 内航船舶での廃食油回収とバイオ燃料燃焼の実証試験

○調査内容

- 1. で検討した手法をふまえ、廃食油回収業者による船舶からの廃食油の回収（回収過程における廃食油の一時保管等を含む）の試行。
- 2. で検討した手法をふまえ、廃食油から精製されたバイオ燃料の船舶へのバンカリングの試行。使用燃料は、Ⅲ. で使用した混合燃料油。
- バンカリングされたバイオ燃料を船舶の航海中に実際に燃焼させ、使用にあたっての問題の有無を検証。また実証試験の対象となる船舶にヒアリングを行い、機関システムへの影響や居住環境への影響等について調査する。

○調査対象

- 内航貨物船を念頭に、回収、バンカリング&燃焼で各 1 隻

[議論のポイント]

- ・一連のサイクルを検証するものの回収と使用の船舶を同一にする必要はない、と整理したいがよいか
- ・対象船舶の選定は応札業者含め要調整

5. 調査期日

報告書の提出期限を令和7年1月31日（金）とする。

6. 調査費用

- JRTT の技術調査費。
- 前回の連絡協議会で了承された予算計画に基づいた金額を想定。
- 上記の調査内容での実施は予算計画から費用の大幅な増額がないことを前提とするもの。

[議論のポイント]

- ・ 予算超過により実施内容を見直す必要が生じた場合の、各調査・試験の優先順序。

2024年度 調査計画（案）トライアル実証の予算計画

再掲

240319連絡協議会
資料2-2

事業経費

調査項目	委託先	2024年度（R6） JRTT予算 [万円]	2025年度（R7） 外部資金 [万円]	備考
1.実態調査（廃食油回収・燃料活用ニーズ）				
①調査（旅費込み）	海技研	@ 45 × 1 式 45		
小計		45	0	
2.燃焼実験（陸上エンジン）				
①陸上エンジン燃焼実験	海技研	@ 185 × 1 式 185		
②実験用燃料（必要KL/B24）	豊田通商	@ 100 × 1 式 100		燃料の量は要調整
③実験用燃料（必要KL/B3）	豊田通商	@ 100 × 1 式 100		燃料の量は要調整
小計		385	0	
3.実証（回収・製造・燃焼）				
①バンカリング調査（旅費込み）	豊田通商		@ 230 × 1 式 230	
②トライアル（バンカリング・100KL/B24）	豊田通商		@ 400 × 3 隻 1,200	単価は重油燃料分を除く
③トライアル（バンカリング・100KL/B3）	豊田通商		@ 200 × 1 隻 200	単価は重油燃料分を除く
④トライアル結果分析（旅費込み）	海技研		@ 150 × 1 式 150	
⑤プレトライアル（バンカリング調査）	豊田通商	@ 50 × 1 式 50		
⑥プレトライアル（バンカリング・100KL/B24）	豊田通商	@ 350 × 1 隻 350		単価は重油燃料分を除く
⑦プレトライアル結果分析 ※詳細分析を除く	海技研	@ 上記に含む		
小計		400	1,780	
合計（年度別）		830	1,780	
総計（事業期間）			2,610	

2025年度事業を外部資金応募する場合の自己負担経費（1/2補助の相当分）

調査項目	負担先	2024年度（R6） [万円]	2025年度（R7） [万円]	備考
1.実態調査（廃食油回収・燃料活用ニーズ）				
※該当なし				
小計		0	0	
2.燃焼実験（陸上エンジン）				
※該当なし				
小計		0	0	
3.実証（回収・製造・燃焼）				
①トライアル用船料	協力船主		@ 200 × 4 隻 800	単価は1か月分
②トライアル重油燃料代（A重油）	協力船主		@ 11 × 400 KL 4,400	100KL×4隻
③プレトライアル用船料	協力船主			※経費計上見送り
④プレトライアル重油燃料代（A重油）	協力船主	@ 11 × 100 KL 1,100		100KL×1隻
小計		1,100	5,200	
合計（年度別）		1,100	5,200	
総計（事業期間） ※25年度事業に限る			5,200	
自己負担率（事業期間） ※25年度事業に限る			67%	

トライアル実証を実施するにあたっての懸念点への対応案

1. トライアルに使用されるバイオ燃料の Guarantee Specification(品質保証成分表)は担保できるのか？

- 例えば、ISO8217: 2017 の品質基準をクリア可能なのか？
- その場合において、主機メーカーはトラブル発生時の補償が可能なのか（少なくともトライアル受託船に積載されている主機メーカーとの事前確認は必要）
- 製品（バイオ燃料油販売者）の不具合発生時の補償義務について
- スラッジ発生懸念の解消(混合融和性=Compatibility)の確認
スラッジ発生時の対応（混合燃料油の陸揚げ・処理、不稼働滞船等）

→・性状は燃料規格(ISO?JAS?)として規定

- ・トライアル実施前に、関係者(船社、燃料供給者、エンジンメーカー等)でしっかり協議する

2. 上記 1.がクリアになった場合においても、トラブル発生時の本船・船主のお損害を求償可能な保険の担保

- 船体保険（免責金額の補償を含めて）
- 不稼働保険（免責金額の補償を含めて）
- P&I 保険（必要か否かは不明。主機トラブルにより発生する第 3 社損害）
油濁発生時の補償について(既存の契約（バンカー条約等）にて保証されるのか）？

→・船上実証に実施に当たり、船社選定にあわせ確認

- ・保険会社の取組を次回協議会で共有してもらうのはどうか

3. 軽微な不具合の発生可能性

- スラッジの発生による、乗組員への負担、運航への阻害
- 既存使用の潤滑油との親和性（一定の期間の継続使用の場合）
- 動粘度の把握（特に冬季にける寒冷な海域の航行に際して）

→・国交省のガイドラインや海技研の調査を通じ、長期保管や高温保管に注意が必要な点を確認済

- ・具体的な懸念点を内航総連ないし船上実証を実施する船社から聞き出し、陸上試験等を通じ確認

4. バイオ燃料油と船舶の燃料油との混合方法について

- 誰の主導により燃料の混合が実施されるのか？

→・基本は燃料供給者が主導

- ・国交省のトライアルや豊田通商等の既に実施している者から知見を得る