

# 第4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12月5日（木）10:00-11:30

場 所：国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

海上技術安全研究所 11号館会議室 + Web会議

### 1. 開会

### 2. 議事

議題1 今年度の調査の現況について

議題2 協議会参加者からの関連情報の提供

議題3 その他

### 3. 閉会

#### [配布資料]

資料0-1 第4回連絡協議会 参加者名簿

資料0-2 第3回連絡協議会議事要旨（案）

資料1-1 2024年度調査 実施計画書

資料1-2 2024年度調査 陸上試験中間報告（海上技術安全研究所）

資料2-1 バイオマス燃料と船舶保険（損害保険ジャパン株式会社）

## 第4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

241205連絡協議会  
資料0-1

### 当日出席者（および連絡協議会名簿の修正）

	連絡窓口	氏名	所属		出欠
構成員	<input type="radio"/>	林 広之	日本内航海運組合総連合会	総務部 部長	×
	<input type="radio"/>	逸見 幸利	日本内航海運組合総連合会	海務部 部長	現地
		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	Web
	<input type="radio"/>	尾形 走行	一般社団法人日本旅客船協会	工務相談室長	現地
	<input type="radio"/>	佐藤 修	一般社団法人日本旅客船協会	業務部長	Web
		中川 太	全国油脂事業協同組合連合会	会長	×
	<input type="radio"/>	塙見 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 日本舶用工業会	技術部 主任調査役	現地
	<input type="radio"/>	文屋 孝哉	一般社団法人 日本舶用工業会	技術部 部長	現地
		伊崎 朋康	独立行政法人鉄道・運輸機構	審議役	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	<input type="radio"/>	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
	<input type="radio"/>	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	×
		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	×
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	×
調査協力者	<input type="radio"/>	柴田 賢一	豊田通商株式会社	カーボンニュートラルフェール部 サステナブルソリューショングループ 課長補	現地
	<input type="radio"/>	林 慎也	豊田通商株式会社	カーボンニュートラルフェール部 サステナブルソリューショングループ グルーフリーダー	×
		南 創二郎	豊田通商株式会社	カーボンニュートラルフェール部 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	×
	<input type="radio"/>	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	現地
	<input type="radio"/>	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	動力・環境系 系長	現地
		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	現地

### その他参加者

	連絡窓口	氏名	所属	(部署・役職)	出欠
情報提供者		上村 一郎	損害保険ジャパン株式会社	海上保険部 船舶保険グループ 主査	現地

事務局

## 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 議事要旨（案）

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、一般社団法人日本舶用工業会、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、ヤンマーパワー・テクノロジー株式会社  
※参加者氏名は会議資料を参照

資料：添付

### はじめに

- ◆開会に先立ち鉄道・運輸機構の井上部長が挨拶（ここまでプレスが同席）。
- ◆第2回協議会の議事要旨を確認（事前照会済み）。

### 議題1 今年度の事業計画について

- ◆事務局より資料1-1、1-2に基づき次を説明。
  - 24年度事業計画として、内航船及び港湾における廃食油の取扱い等の実態調査の深堀り、陸上試験と船上実証試験の実施、結果を踏まえた検討課題の抽出とガイドライン、マニュアルの試案の検討を追加。
  - 23～25年度の3か年の全体イメージの確認。25年度は補助金活用を検討し、洗浄実証やガイドライン、マニュアルの具体化を実施。
  - 今年度の協議会として第4回（中間報告）、第5回（今年度実施報告、来年度の活動計画）のスケジュール案を説明。また情報発信として成果報告セミナーの開催を検討。

### 議題2 協議会参加者からの関連情報の提供

- ◆国土交通省より資料2-1に基づき次を説明。
  - 本年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。
  - 策定にあたっては、FAME+C重油・SVO+C/A重油の船上試験、陸上エンジン試験のほか、酸化安定性試験や混合安定性試験等も実施。
  - バイオ燃料の船舶供給にかかる陸上側、船舶側それぞれに係る主な規制を整理。
- ◆日本内航海運組合総連合会より資料2-2に基づき次を説明。
  - 廃食油・バイオ燃料を取扱う委員会として、環境安全対策委員会、工務小委員会の紹介。
  - 委員会中での、ユーグレナ（サステオ20）、南国殖産（ジャトロファ燃料）の講演会の紹介。
  - 現在の問題点として、①諸法令規制により陸上でのバイオ燃料と重油等の混合が難しく、バンカーバージ上での混合攪拌が一般的な供給方法であること、②品質の均一化に対する懸念、③事業者との講習会において、陸上施設での混合を可能とする法整備の検討に向けて使用者団体として協力を求められている。

- 要望として、①燃料規格の制定並びに日本船用工業会との合意の形成、②プレ実証船社との実証終了後の意見交換会の実施、③陸上試験見学会の実施。
  - （事務局より）陸上試験の見学会は実施する予定。
- ◆日本旅客船協会より次を説明。
- 市営渡船でバイオ燃料導入の実証を行う福岡市の取組みを紹介。
  - 商船三井さんふらわあと豊田通商による廃食油の回収・買取の取組みを紹介。
  - B100 バイオ燃料による運航を行う小樽運河クルーズの取組みを紹介。なお、冬季は低気温によりバイオ燃料が凍結するため軽油での運航。
- ◆日本船用工業会より資料 2-3 に基づき次を説明。
- 各会員企業による独自の取組みの中には技術情報に関わるものもあることから、日本船用工業会としてはバイオ燃料に特化した取組みや業界団体としての発出は実施していない。
  - 会員企業の一として、ヤンマーパワー・テクノロジーの取組みを紹介。
  - 提供されるバイオ燃料の性状が ISO 等の規定を満足するものであれば燃焼には問題ないとの認識。逆に、そこから外れた粗悪な燃料の場合にはトラブルなどを懸念。
- ◆海上技術安全研究所より資料 2-4 に基づき次を説明。
- 2022-23 年度国土交通省事業での船用バイオ燃料の陸上試験の紹介。
  - バイオ燃料（SVO、FAME、HVO、ジャトロファ）計 13 種を対象に、A 重油・LSC 重油に混合しての各種試験を実施。
  - 試験ではいずれも着火性等での問題は確認されなかった。一方、劣化を防ぐために長期保管や高温保管を避けることが重要。
- ◆全国油脂事業協同組合連合会より資料 2-5 に基づき次を説明。
- 令和 5 年度の値として、全国での年間の廃食油の発生量：回収量は、事業系で 39.5 万 t : 36 万 t、一般家庭系で 10 万 t : 4 千 t。再利用先は国内 25 万 t、うち飼料用 18 万 t、工業原料 5 万 t、燃料原料 2 万 t。そのほか 11 万 t が国外輸出され、基本的に全て燃料原料。
  - ほか現在未利用の廃食油として、排水含油量が 70 万 t、うち回収可能賦在量が 35 万 t。
  - 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。
  - 廃食油取引価格は 2022 年 10 月にピークとなって以後、下降傾向。中国での偽装廃食油などにより、特に欧州におけるトレーサビリティの取れていない廃食油の買取価格が下落。
  - 一部事業者による廃食油の買取の背景にあったのは、廃食油取引価格の高騰。
  - 本事業における諸課題を整理。
- ◆豊田通商株式会社より次を説明。
- 同社事業及び船舶向け燃料事業の概略、各社と現在実施しているバイオ燃料の個別事例紹介。

### **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。
- 今年度実施する技術調査の実施内容。
  - トライアル実施に向けた参加者からの懸念点への対応方針の確認。

### **次回の連絡協議会**

- ◆次回の連絡協議会は今年度調査の中間報告として、調査進捗を見ながら年末目途に開催予定。

(以上)

「廃食油回収・バイオ燃料活用の地産地消トライアル実証調査」  
実施計画書

## 1. 本調査の目的

2021年 地球温暖化対策計画の改定を受けて様々なカーボンニュートラルの施策が進展する中、内航海運における取り組みのひとつとして、既存船においてエンジンや燃料インフラの大規模改修をせずにドロップイン燃料として使用可能なバイオディーゼル燃料（以下、バイオ燃料という）の活用可能性が注目されている。

また、地球温暖化対策・SDGsの社会的な認識の高まりを受け、家庭やレストラン、食堂から回収された使用済みてんぷら油などの廃食油を原料としたバイオ燃料を製造する取り組みが自動車業界、航空業界などを中心に注目されている。しかし、内航船からの廃食油については現状、その多くが再生されることなく廃棄されている。

このような状況をふまえ、内航海運分野における廃食油回収の促進とこれを原料としたバイオ燃料活用の拡大による地産地消型リサイクルシステムの構築やカーボンニュートラル推進について、その実現可能性の検証や技術的課題点の抽出整理を目的とする、各種実態調査や実証試験を実施することとする。

## 2. 本調査の実施内容

以下の I. からIV. に規定する調査及び試験を実施し、結果とともに調査報告書をまとめる。

### I. 港湾における廃食油回収の実態・課題調査

港湾の管理者や関係者へのヒアリング等により、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を整理するとともに、船舶から排出される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、手法の検討やその実現可能性、現時点での課題点を整理する。

調査対象とする港湾はIV. で廃食油の回収又はバイオ燃料の供給を実施する港湾とする。

実現可能性や課題点の整理にあたっては、技術面のほか、回収にあたっての法制面での課題点や、一時保管中の廃食油が気象影響等により海上流出した際の取扱いを含めることとする。また、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などをふまえた定量的な検討も織り込む。

### II. バイオ燃料への活用の調査

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ヒアリング等により、船舶から回収された廃食油からのバイオ燃料への精製及びバイオ燃料の船舶へのバンカリングについて、手法の検討やその実現可能性、現時点での課題点を整理する。

調査対象はIV. で廃食油の回収又はバイオ燃料の供給を実施する港湾の所在する地域とする。

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 や JIS、JAS 等）との比較検証を行う。また、従来燃料との硫黄分などの性状の違いによる従来潤滑油等との親和性への影響も確認する。

船舶へのバンカリングについては、供給体制、輸送方法、従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する。

### III. 陸上試験設備でのバイオ燃料と従来燃料の混合燃料を用いた試験

(1) から (4) に掲げる内容の試験を実施し、陸上エンジンにおけるバイオ燃料の燃焼や燃焼性状の確認、比較を実施する。

#### (1) 使用する燃料油

廃食油から精製されたバイオ燃料 2 種類（異なる精製業者により精製されたもの）と従来燃料 2 種類（A 重油および C 重油）とを体積比 10 : 90 および体積比 24 : 76 の 2 種類の混合率で混合した、計 8 種類の燃料油を使用する。

バイオ燃料は、廃食油を原料として精製された FAME（脂肪酸メチルエステル）を使用する。

従来燃料（A 重油および C 重油）は、日本産業規格（JIS 規格）K2205（重油）に規定されるものであり、硫黄分が 0.5 質量%以下の船用燃料油を使用する。

#### (2) 使用する陸上試験設備

陸上運転試験で使用する陸上試験設備は (1) に掲げる燃料油を使用できるディーゼルエンジンを使用する。なお、エンジンの機種は、内航船に用いられる主機関の要目等に留意して選定する。

#### (3) 試験の内容

(1) に掲げる燃料油について、①、②の調査を実施するとともに、(2) に掲げる陸上試験設備を用いた③の調査を実施する。

##### ①動粘度等の計測

動粘度及び密度を計測する。

##### ②定容燃焼試験

Fuel Combustion Analyzer (FCA) による定容燃焼試験を実施し、推定セタン価、着火遅れなどの燃焼特性を調査する。

##### ③陸上運転試験

以下に掲げる負荷に応じて、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）、排気のガス成分（NOx 濃度、CO2 濃度など）及び試験条件（室温、冷却水温度など）の計測を実施するとともに、燃焼解析を実施する。

運転負荷は、Min（アイドル）、25%、50%、75%、100% にて実施する。各負荷時における運転時間は、原則各々20 分以上とする。

#### （4）その他

各調査を実施中に異状が発生した場合、ただちに調査を中止し、発注者に報告する。

### IV. 内航船舶での廃食油回収とバイオ燃料燃焼の実証試験

内航船を対象に（1）および（2）に掲げる内容の試験を実施し、船舶から回収した廃食油をバイオ燃料に精製し、船舶へバンカリングして使用する一連の流れの検証を行うとともに、課題点の抽出整理を行う。

対象とする船舶は（1）、（2）で各1隻以上とし、発注者と協議の上決定する。

#### （1）船舶からの廃食油の回収

I. 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）を試行する。

#### （2）船舶でのバイオ燃料の燃焼

II. 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を含む混合燃料の船舶へのバンカリングを試行する。使用する燃料は、III. で使用したバイオ燃料のうち1種類と従来燃料（A 重油または C 重油のうち対象とする船舶で通常航海中に使用するもの）を体積比 10 : 90 で混合した燃料油とする。

また、バンカリングされた混合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する。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。

混合燃料を用いての航海を延べ 24 時間以上実施し、バンカリングの試行時にはその運航に必要な量の混合燃料を供給する。

### 3. 提出物

以下の項目について、PDF 形式の電子ファイル及びその変換元となる電子ファイル（Word 形式、PowerPoint 形式等）を、CD、DVD 又は Blu-ray Disc 形式、電子メールもしくは機構の指定するファイル転送サービスにより提出すること。

#### （1）調査報告書

1 部

## (2) 調査報告書の概要

(ウェブページでの公開を想定し、A4用紙の資料)

1部

### 4. 実施体制

(省略)

### 5. 実施スケジュール

(契約開始(2024.10.4)～報告書作成～契約完了(2025.2.28))

工程	2024年 10月	11月	12月	2025年 1月	2月
I. 港湾における廃食油回収の実態・課題調査			↔	↔	
II. バイオ燃料への活用の調査			↔	↔	
III. 陸上試験設備でのバイオ燃料と従来燃料の混合燃料を用いた試験		燃料調達	↑	↑	
		↑	↑	↑	
IV. 内航船舶での廃食油回収とバイオ燃料燃焼の実証試験			試験結果まとめ	↔	↔

# 廃食油回収・バイオ燃料活用の 地産地消トライアル実証調査

～陸上試験設備でのバイオ燃料と従来燃料の混合燃料を用いた試験～  
中間報告

## 目次

1. はじめに
2. 試験に使用する燃料油
3. 動粘度・密度の計測
4. 定容燃焼装置（FCA）による試験
5. 陸上エンジン試験
6. その他の陸上試験
7. まとめ

# 1. はじめに

## 本事業の目的（仕様書より）

2021年の地球温暖化対策計画の改定を受けて様々なカーボンニュートラルの施策が進展する中、内航海運における取り組みのひとつとして、既存船においてエンジンや燃料インフラの大規模改修をせずにドロップイン燃料として使用可能なバイオディーゼル燃料（以下、バイオ燃料という）の活用可能性が注目されている。

また、地球温暖化対策・SDGsの社会的な認識の高まりを受け、家庭やレストラン、食堂から回収された使用済みてんぱら油などの廃食油を原料としたバイオ燃料を製造する取り組みが自動車業界、航空業界などを中心に注目されている。しかし、内航船からの廃食油については現状、その多くが再生されることなく廃棄されている。

このような状況をふまえ、内航海運分野における廃食油回収の促進とこれを原料としたバイオ燃料活用の拡大による地産地消型リサイクルシステムの構築やカーボンニュートラル推進について、その実現可能性の検証や技術的課題点の抽出整理を目的とする、各種実態調査や実証試験を実施することとする。

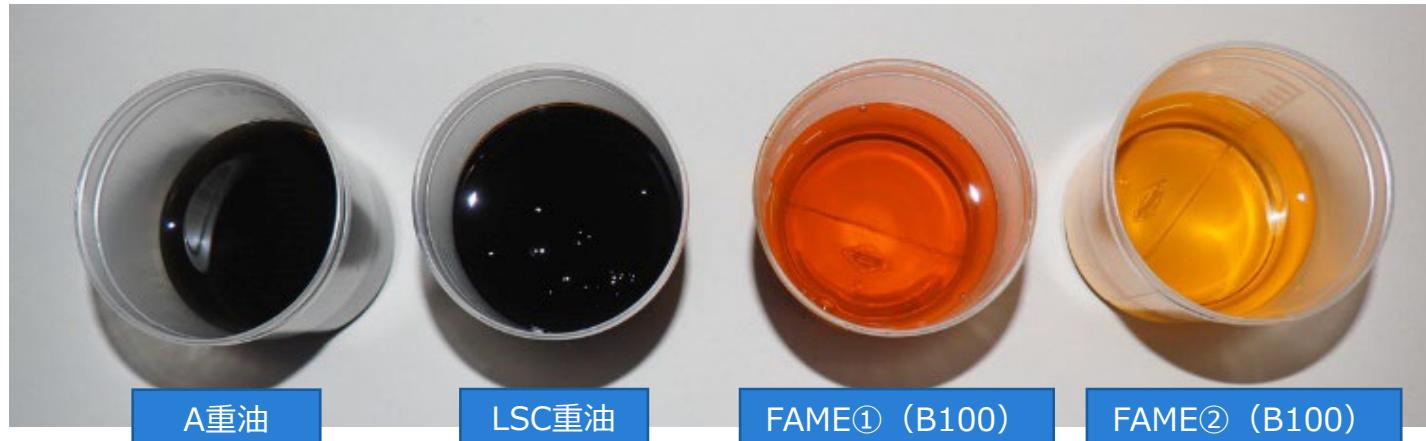
## 陸上試験設備でのバイオ燃料と従来燃料の混合燃料を用いた試験（海技研担当）

陸上試験設備でのバイオ燃料と従来燃料の混合燃料を用いた試験においては、陸上エンジンにおけるバイオ燃料の性状や燃焼状態を確認する。

2種類のバイオ燃料（FAME）およびA重油、C重油との混合油を用いて、動粘度および密度の計測、定容燃焼試験並びに陸上エンジン試験を実施する。

## 2. 試験に使用する燃料油

- 廃食油から精製されたバイオ燃料2種類（異なる精製業者により精製されたもの、以下FAME①、FAME②と記す）と従来燃料2種類（A重油およびLSC重油）とを体積比10：90（B10）および体積比24：76（B24）の2種類の混合率で混合した、計8種類の燃料油を使用する。
- バイオ燃料は、廃食油を原料として精製されたFAME（脂肪酸メチルエステル）を使用する。
- 従来燃料（A重油およびLSC重油）は、日本産業規格（JIS規格）K2205（重油）に規定されるものであり、硫黄分が0.5質量%以下の舶用燃料油を使用する。



燃料油の外観

## 2. 試験に使用する燃料油

- 各種試験に使用するA重油, LSC重油およびバイオ燃料, それらの混合油は右表の通りである。
- 当所が所有するA重油およびLSC重油と2種類のバイオ燃料をB10～B75の割合で混合した。(燃焼試験にはB10～B24を使用)。

※ 酸価計測については付録2参照。

(a) FAME①

種類・項目	A重油	A-B10	A-B24	A-B50	A-B75	B100
動粘度@50°C [cSt]	2.302	2.432	2.598	---	---	3.721
密度@15°C [g/cm³]	0.8550	0.8580	0.8628	---	---	0.8857
酸価 [mg-KOH/g]	0.20555	0.24617	0.40708	0.61565	0.72759	0.90877
硫黄濃度 [%]	0.0605	0.0555	0.0478	0.0328	0.0214	0.0088

種類・項目	C重油	C-B10	C-B24	C-B50	C-B75	B100
動粘度@50°C [cSt]	20.807	16.197	11.446	---	---	3.721
密度@15°C [g/cm³]	0.9211	0.9175	0.9118	---	---	0.8857
酸価 [mg-KOH/g]	0.34784	0.38618	0.47081	0.52263	0.59326	0.90877
硫黄濃度 [%]	0.3459	0.3109	0.2557	0.1394	0.0767	0.0088

(b) FAME②

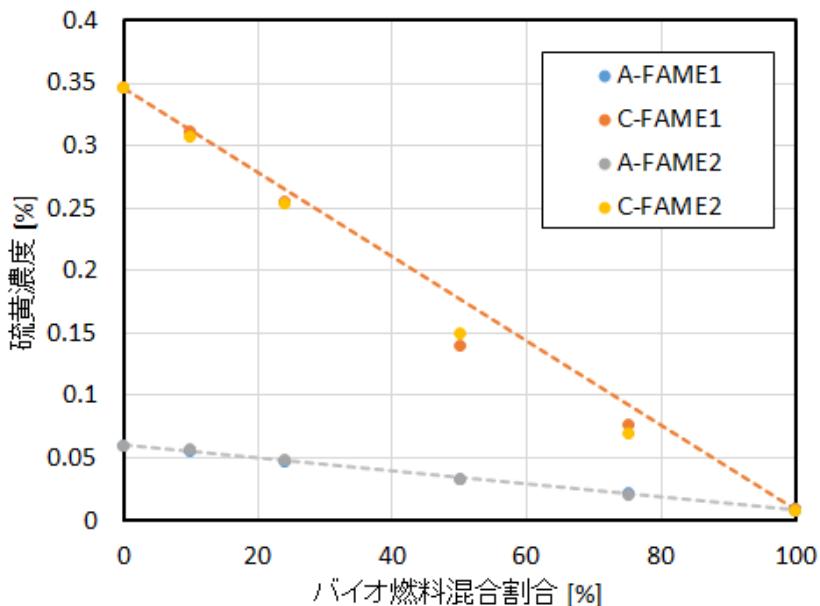
種類・項目	A重油	A-B10	A-B24	A-B50	A-B75	B100
動粘度@50°C [cSt]	2.302	2.425	2.624	---	---	3.740
密度@15°C [g/cm³]	0.8550	0.8580	0.8628	---	---	0.8856
酸価 [mg-KOH/g]	0.20555	0.22828	0.28110	0.36955	0.49652	0.72632
硫黄濃度 [%]	0.0605	0.0570	0.0482	0.0338	0.0206	0.0080

種類・項目	C重油	C-B10	C-B24	C-B50	C-B75	B100
動粘度@50°C [cSt]	20.807	16.270	11.439	---	---	3.740
密度@15°C [g/cm³]	0.9211	0.9175	0.9117	---	---	0.8856
酸価 [mg-KOH/g]	0.34784	0.30740	0.31053	0.43316	0.48567	0.72632
硫黄濃度 [%]	0.3459	0.3075	0.2539	0.1492	0.0697	0.0080

※ 上表の値は、海技研がバイオ燃料を入手後に計測した値である。

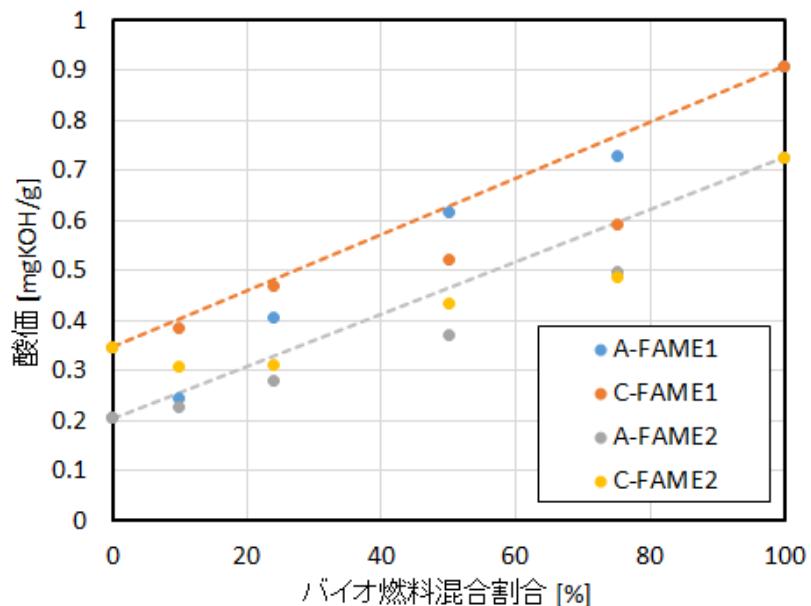
## 2. 試験に使用する燃料油

- バイオ燃料（B100）の硫黄濃度は、A重油およびLSC重油と比べて低い(<0.01ppm)。
- バイオ燃料と重油の混合油の硫黄濃度は、バイオ燃料混合割合に対してほぼ直線的に変化する。



バイオ燃料混合割合に対する硫黄濃度

- バイオ燃料と重油の混合油の酸価は、ややはらつきが大きいものの、バイオ燃料混合割合の増加に従って、上昇する。
- ※ バイオ燃料B10～B24の酸価は、舶用燃料規格ISO 8217におけるA重油の基準0.5mg-KOH/g以下およびJIS K 2390における自動車用FAMEの基準0.5mg-KOH/gを満足している。



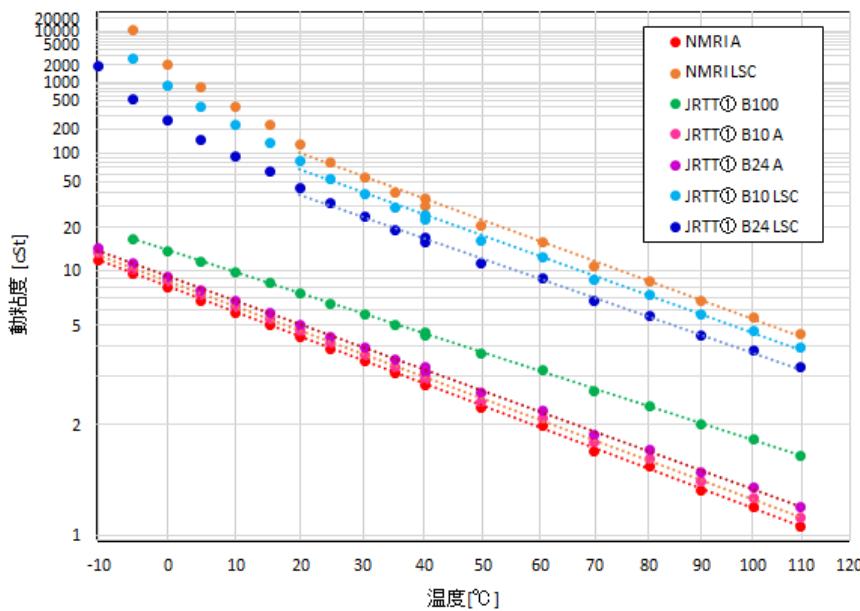
バイオ燃料混合割合に対する酸価

### 3. 動粘度・密度の計測

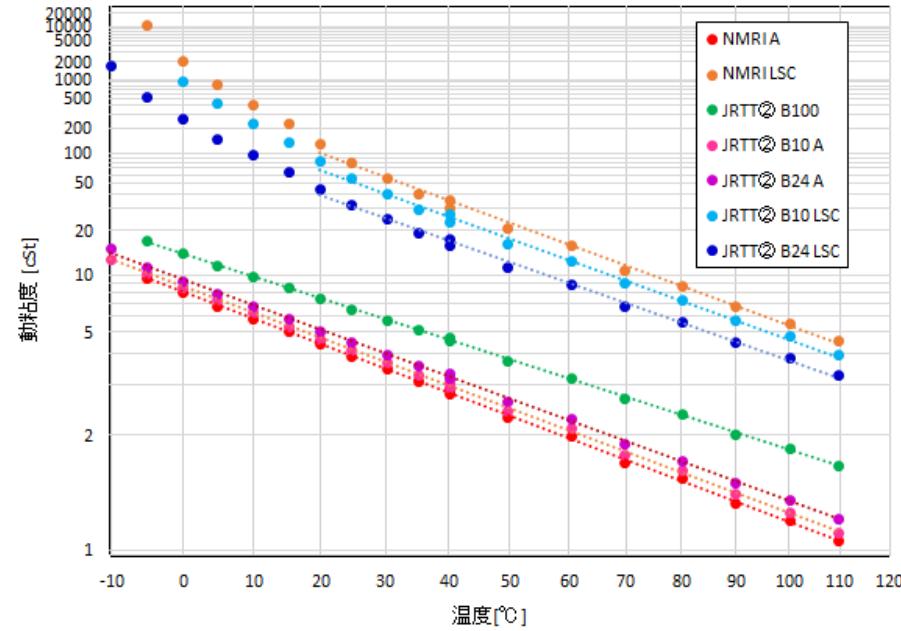
結果

#### (1) 動粘度

- サンプル油の温度に対する動粘度の計測結果を整理した。
- B10～B100において、温度20°C以下のLSC重油との混合油を除き、いずれもチャート上に概ね直線で表される。
- B10～B24によりエンジンを運転する場合、従来の重油と同程度の温度条件でよい。



(a) FAME①



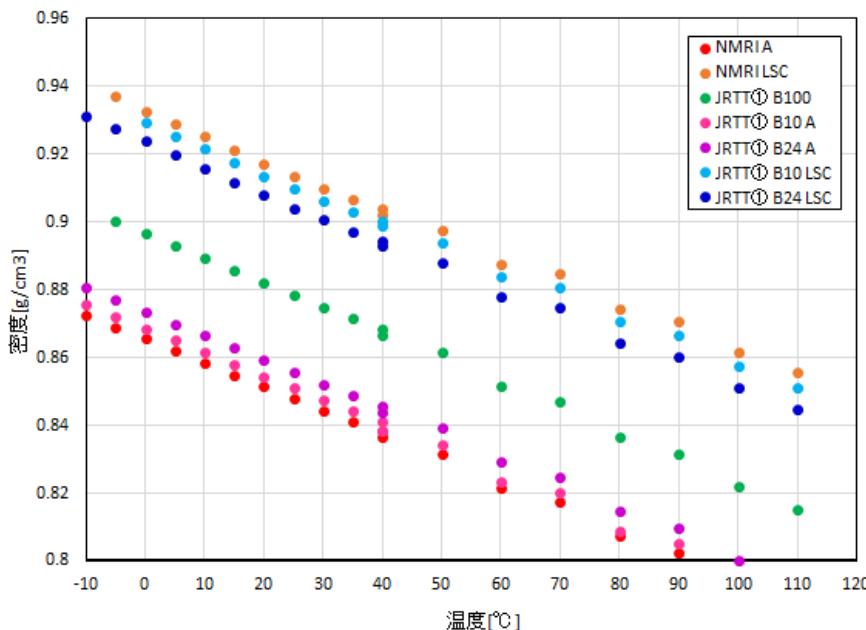
(b) FAME②

### 3. 動粘度・密度の計測

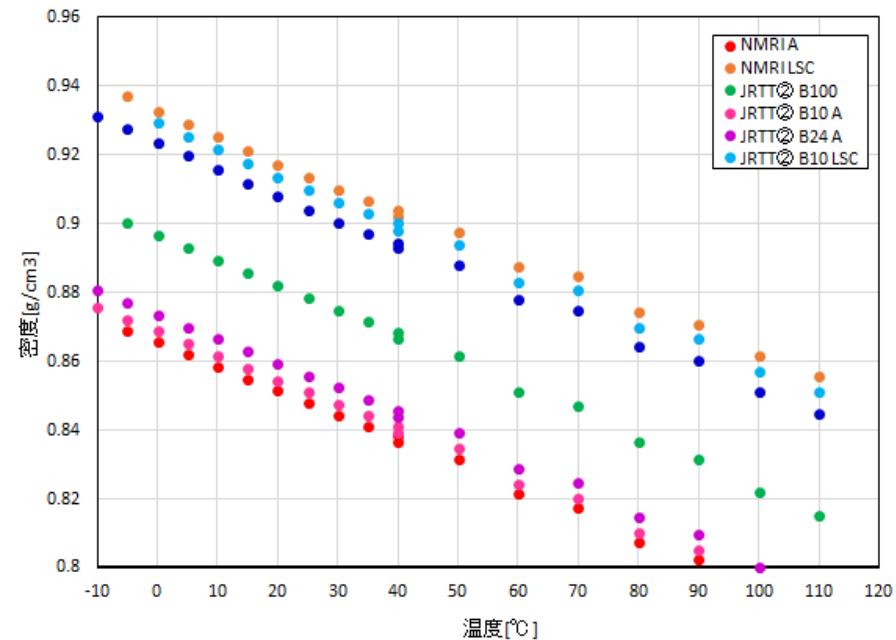
結果

#### (2) 密度

- サンプル油の温度に対する密度の計測結果を整理した。
- B10～B100において、いずれもチャート上に概ね直線で表される。
- B100の密度は、A重油とLSCとの間にあり、混合割合によって燃料清浄機の調整が必要となり得る。



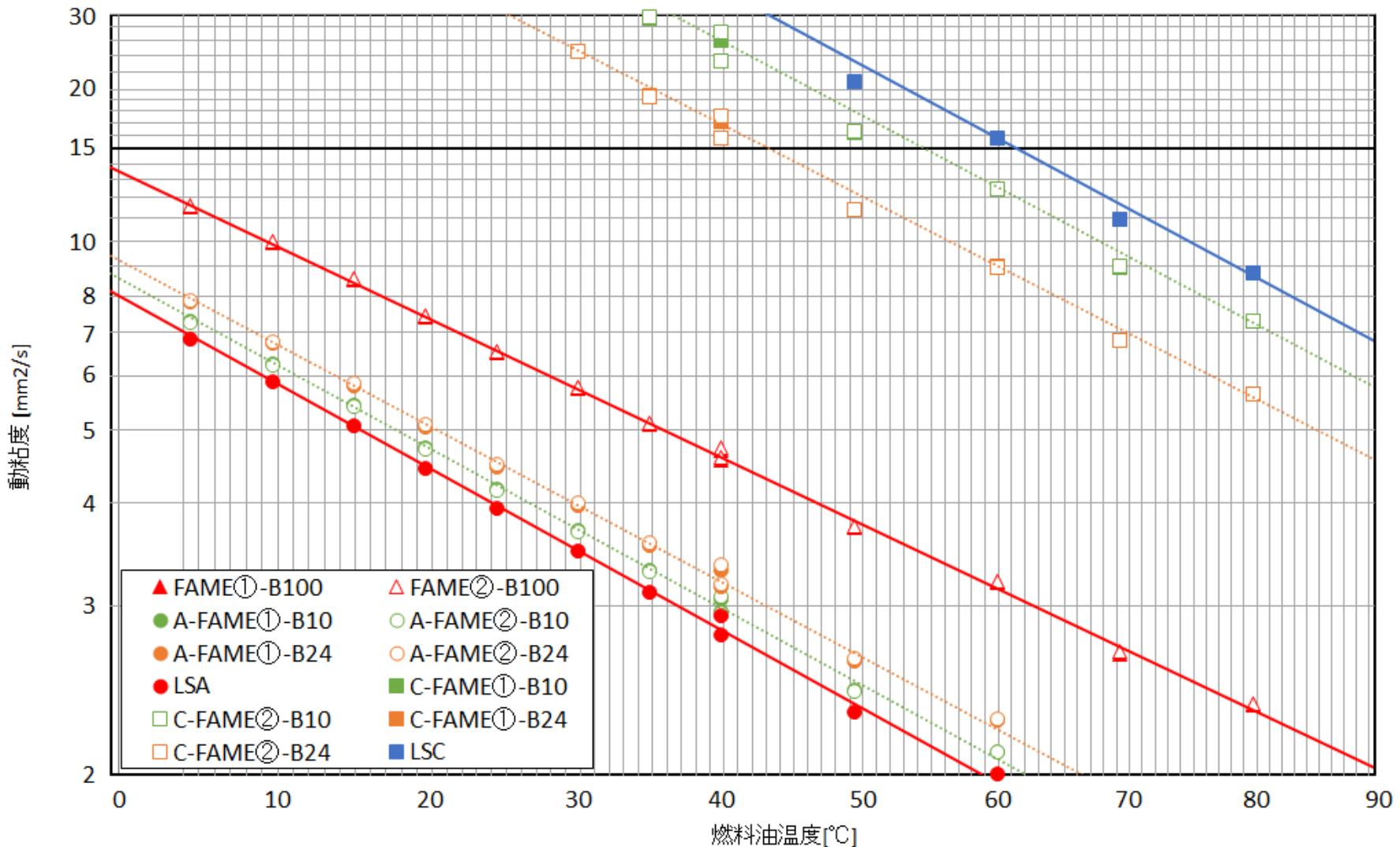
(a) FAME①



(b) FAME②

### 3. 動粘度・密度の計測

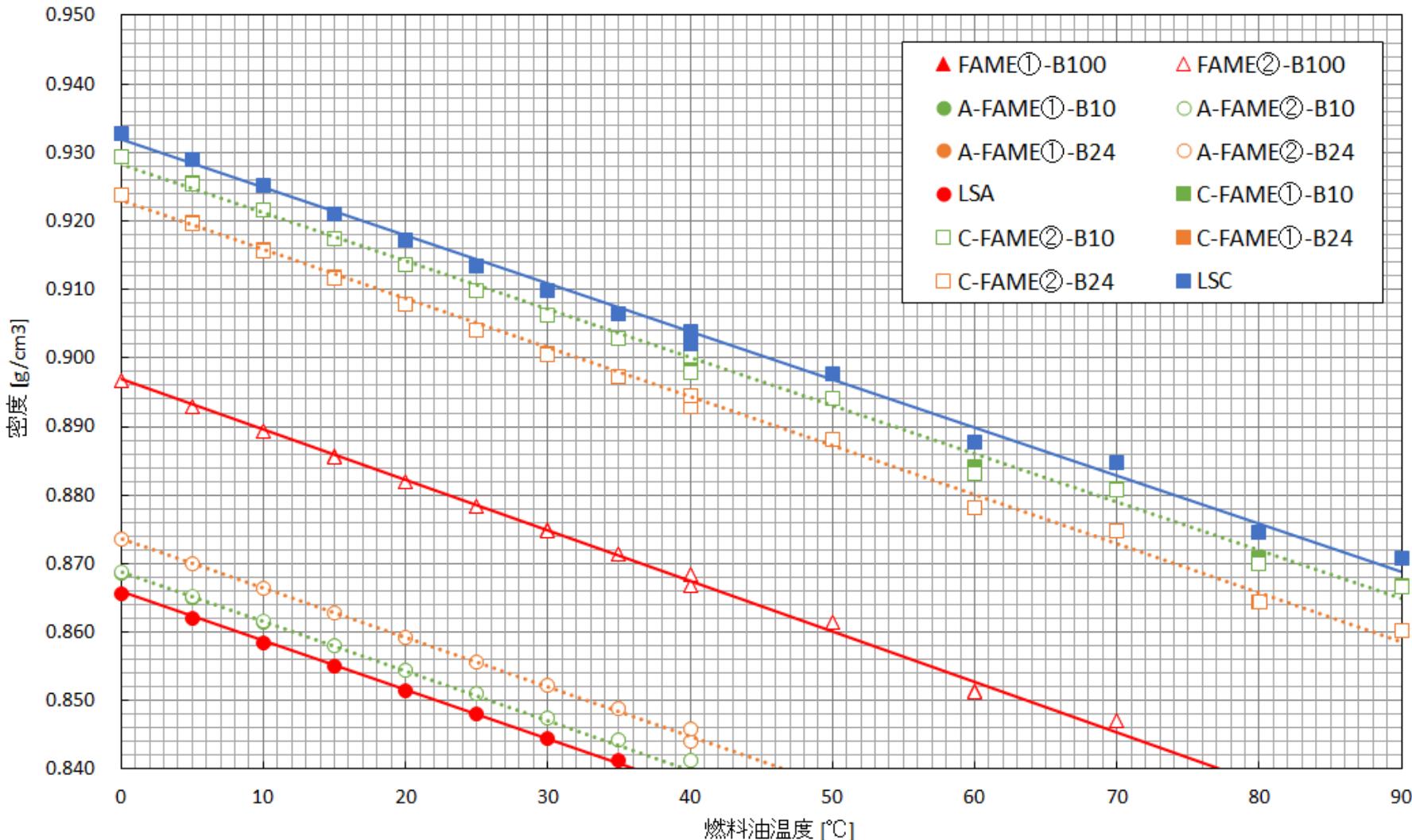
結果



温度-動粘度チャート (FAME①, FAME②)

### 3. 動粘度・密度の計測

結果



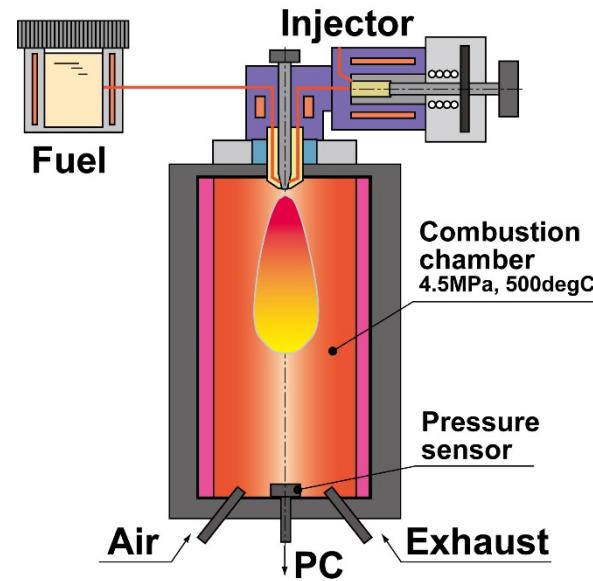
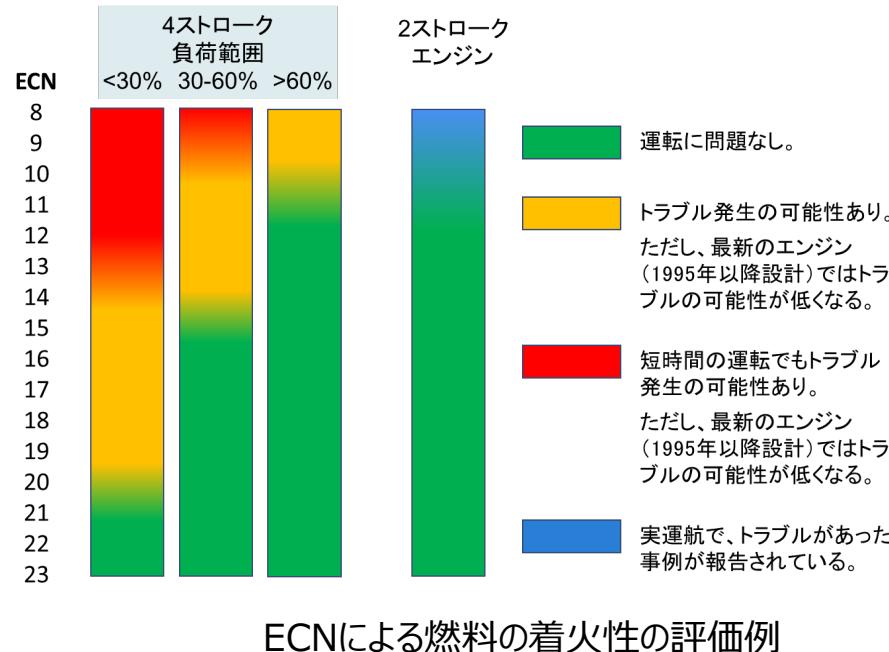
温度-密度チャート (FAME①, FAME②)

# 4. 定容燃焼装置（FCA）による試験

解説

## (1) 試験の概要

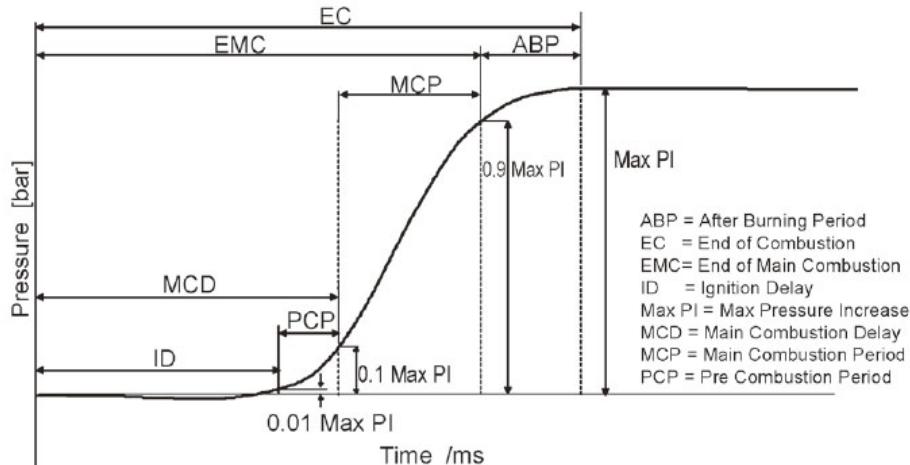
- バイオ燃料、LSC重油、A重油の燃焼性の相違を調べるために、定容燃焼装置（FCA）を用いた燃焼試験を行う。
- FCAでは、圧力変化および圧力変化率の結果から着火遅れや燃焼時間、着火性評価指標である推定セタン価ECNなどを求めることができる。一般に、ECNが高いほど自己着火しやすく、ノッキングが起こりにくい。



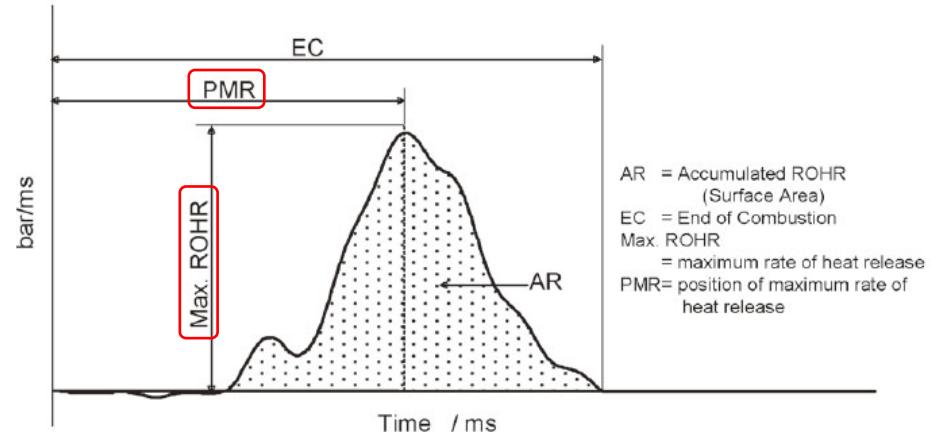
# 4. 定容燃焼装置 (FCA) による試験

解説

## (2) 試験結果の評価方法



推定セタン価  $ECN = 153.15e^{-0.2861MCD}$



試験結果	結果の意味	想定されるトラブル
ID, PMRが遅く, Max ROHRの値が高い	<ul style="list-style-type: none"> <li>遅い着火と急激な燃焼</li> </ul>	エンジン, ピストンリング損傷の可能性
PMRが遅く, Max ROHRの値が低い	<ul style="list-style-type: none"> <li>長い燃焼時間と膨張行程の温度低下による燃焼の遅れ</li> <li>燃料油中の重質成分がシリンダ内で燃えるのに時間がかかる</li> </ul>	ストとPMの増加, 過給機トラブルのリスク上昇
ABPの著しい増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>長い燃焼時間</li> </ul>	ストおよびPMの増加, デポジットの発生, 排気管の詰まりなど

(1) CIMAC "Fuel Quality Guide - Ignition and Combustion", 2011

(2) 竹田他, 定容燃焼試験法 (IP541) による舶用残渣燃料油の分析結果, JIME学会誌44-4, 2009

# 4. 定容燃焼装置（FCA）による試験

解説

## (3) FCA試験条件

### (a) 燃料サンプル加熱条件

Sample viscosity mm <sup>2</sup> /s@50°C	Fuel reservoir (°C)	Injection assembly (°C)	Fuel pump (°C)	Fuel grades ISO 8217:2010
<25	50	50	50	DM grade, RMA
25 - 800	125	125	125	RMB - RMK
800 -2000	145	145	145	

※ 以下のFCA試験において、すべてのサンプル油に対してDM grade, RMAの加熱条件としている。

### (b) 装置設定条件

#### Process parameters

Initial chamber temperature	500 °C
Initial chamber pressure	4.5 MPa
Injection pressure	35 MPa
Injected volume	Approx. 0.1 ml/injection
No. of injections per test	25

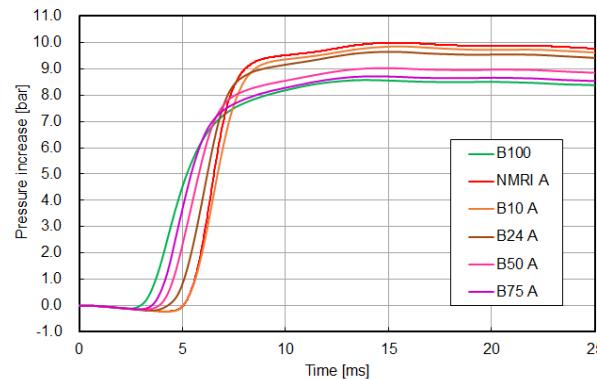
※ FCA試験装置の設定条件は、中速ディーゼルエンジンの低負荷運転に近い条件となっている。実際のエンジン内での燃焼を模擬する目的ではなく、燃料そのものが持つ着火・燃焼特性を評価する試験法である。

# 4. 定容燃焼装置（FCA）による試験

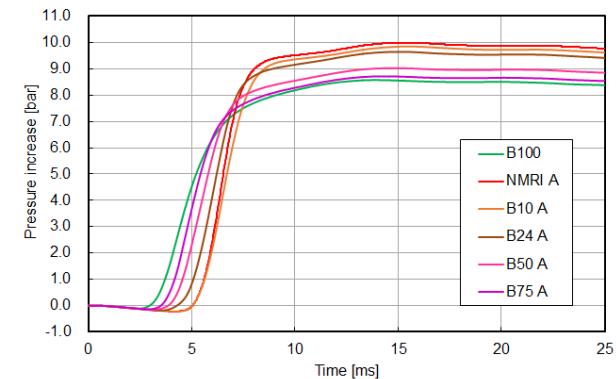
結果

## (4) 各種サンプル油の試験結果（A重油との混合）

- B10～B100のサンプル油において、着火性（推定セタン価ECN）はA重油よりも高く、着火遅れIDの増加などの燃焼悪化も確認されなかった。



(a) FAME①



(b) FAME②

サンプル	BDF割合	ID	MCD	EMC	EC	PCP	MCP	ABP	Max ROHR	PMR	AR	Max PI	ECN
	%	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	bar/ms	ms	bar	bar	
A重油	0	5.95	6.34	8.45	14.13	0.39	2.11	5.68	5.18	7.17	9.47	9.65	24.99
A-FAME①-B10	10	5.58	5.98	8.34	13.83	0.39	2.36	5.49	4.54	6.94	9.24	9.42	27.70
A-FAME②-B10	10	5.58	5.95	8.02	13.64	0.37	2.07	5.62	5.33	6.63	9.25	9.43	27.91
A-FAME①-B24	24	5.63	6.02	8.27	13.86	0.39	2.25	5.59	4.76	6.94	9.09	9.27	27.36
A-FAME②-B24	24	5.50	5.85	8.04	13.57	0.35	2.19	5.53	4.97	6.61	9.04	9.21	28.68
FAME①-B100	100	5.00	5.35	8.01	13.33	0.35	2.66	5.33	4.27	6.09	8.57	8.73	33.15
FAME②-B100	100	5.08	5.43	8.10	13.34	0.34	2.67	5.24	3.88	6.23	8.44	8.60	32.41

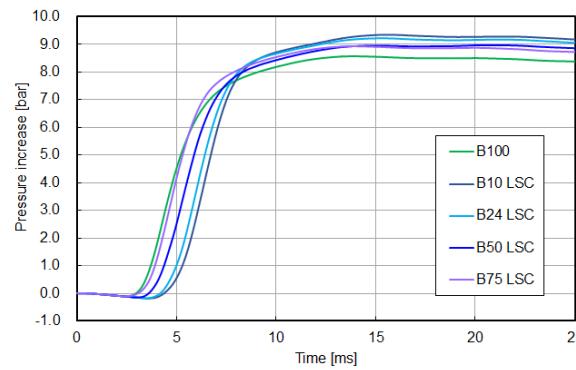
※ 規格上、ECNの適用範囲は40までのため、40を超えたECN値は参考値である。

# 4. 定容燃焼装置 (FCA) による試験

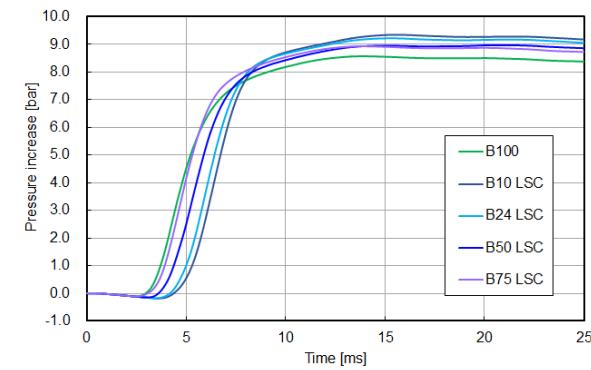
結果

## (5) 各種サンプル油の試験結果 (C重油との混合)

- B10～B100のサンプル油において、着火性（推定セタン価ECN）はLSC重油よりも高く、着火遅れIDの増加などの燃焼悪化も確認されなかった。



(a) FAME①



(b) FAME②

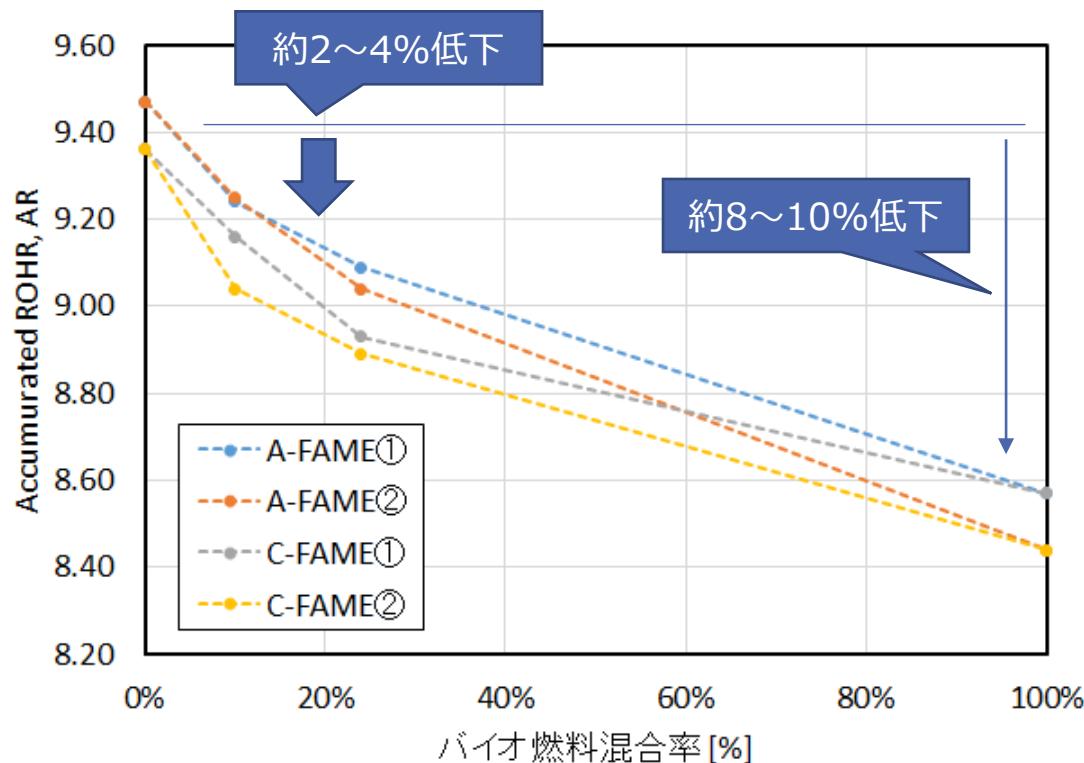
サンプル	BDF割合	ID	MCD	EMC	EC	PCP	MCP	ABP	Max ROHR	PMR	AR	Max PI	ECN
	%	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	bar/ms	ms	bar	bar	
LSC重油	0	5.28	5.68	8.86	13.66	0.4	3.18	4.8	4.23	6.39	9.36	9.54	30.12
C-FAME①-B10	10	5.30	5.70	8.84	13.64	0.40	3.15	4.80	4.08	6.38	9.16	9.33	30.00
C-FAME②-B10	10	5.5	5.85	8.04	13.57	0.35	2.19	5.53	4.97	6.61	9.04	9.21	28.68
C-FAME①-B24	24	5.40	5.79	8.72	13.55	0.38	2.93	4.83	4.19	6.54	8.93	9.10	29.23
C-FAME②-B24	24	5.29	5.72	8.87	13.55	0.43	3.14	4.69	3.98	6.50	8.89	9.06	29.78
FAME①-B100	100	5.00	5.35	8.01	13.33	0.35	2.66	5.33	4.27	6.09	8.57	8.73	33.15
FAME②-B100	100	5.08	5.43	8.10	13.34	0.34	2.67	5.24	3.88	6.23	8.44	8.60	32.41

# 4. 定容燃焼装置（FCA）による試験

結果

## (6) 発熱量について

- FCA試験により求まるAR (Accumulated ROHR) は、熱発生率の積分値であり、サンプル油の発熱量に相当する。
- 本試験に使用したFAME (B100) は、A重油またはLSC重油と比べて8~10%程度低い。
- B10~B24は、A重油またはLSC重油と比べて2~4%程度低い。



# 5. 陸上エンジン試験

- 下表No.2のエンジンを使用し、燃焼圧力波形や各部温度などの燃焼状況、排ガス成分を計測した。
- A重油およびLSC重油とバイオ燃料の混合油（B10～B24）を使用し、通常のA重油およびLSC重油を使用した際のデータと比較する。

※ 本中間報告では、A重油とバイオ燃料の混合油の試験結果をまとめている（LSC重油の運転は12月上旬終了予定）。

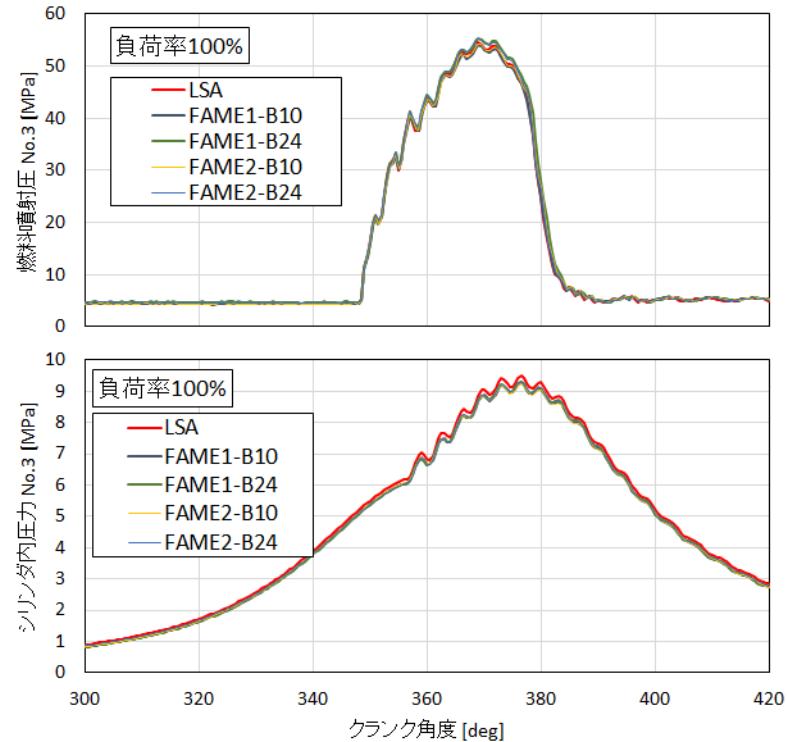
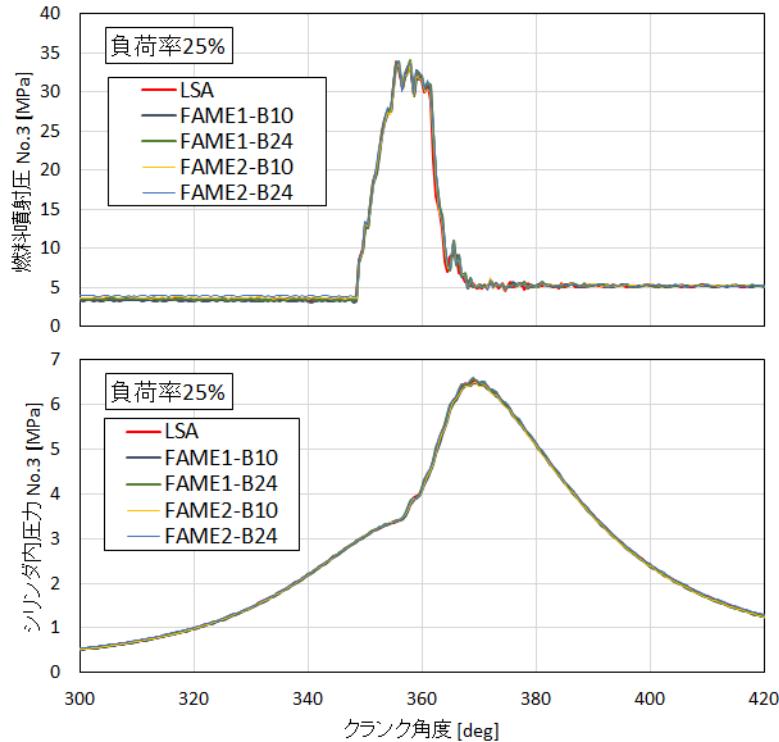
No.	1	2
タイプ	4サイクル中速エンジン（海技研）	
定格出力／回転数 シリンダ数	750 kW / 1000 rpm 6気筒	257 kW / 420 rpm 3気筒
外観		
特徴	中速エンジンの中で、機関回転数が高く、ボア径が小さい。機関回転数が速いため、燃焼期間に余裕がなく、燃料性状の変化に敏感である。	中速エンジンの中で、機関回転数が遅い。そのため、燃焼期間に余裕があり、No.1エンジンと比べて燃料性状の変化に鈍感である。

# 5. 陸上エンジン試験

結果

## (1) 燃料噴射圧および筒内圧力波形 (A重油との混合)

- B10～B24において、燃料噴射圧および筒内圧力波形は、A重油運転時とほとんど変わらない。

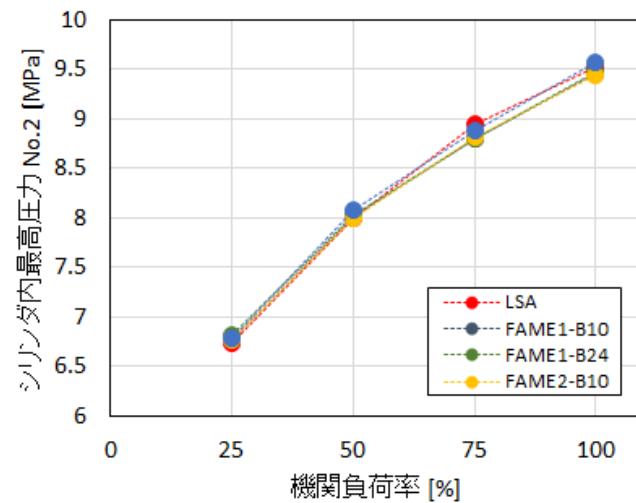


燃料噴射圧および筒内圧力波形 (A重油との混合)

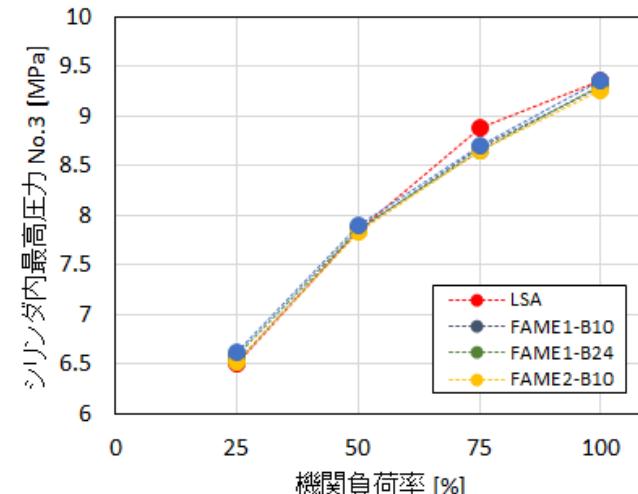
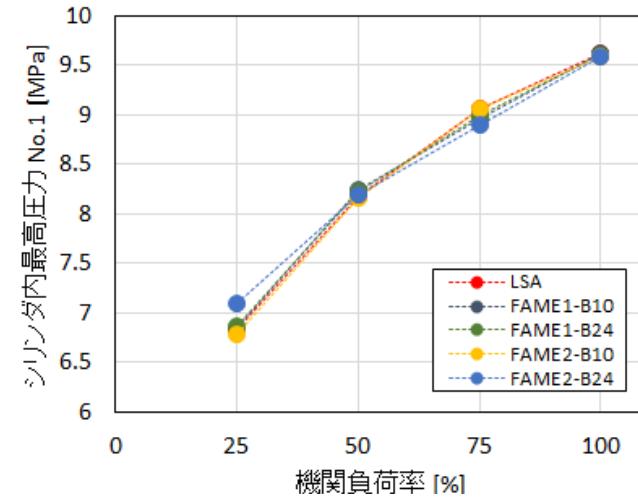
# 5. 陸上エンジン試験

## (2) 最高筒内圧力 (A重油との混合)

- バイオ燃料混合油を使用した際の最高筒内圧力は、No.1～No.3シリンダとともに、ほとんど変わらない。



最高筒内圧力 (A重油との混合)

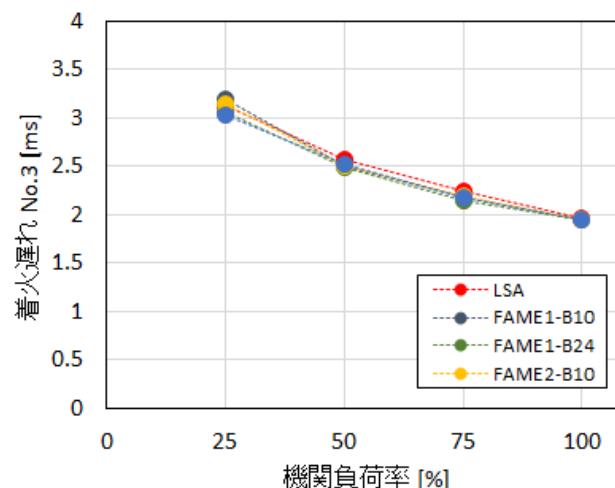
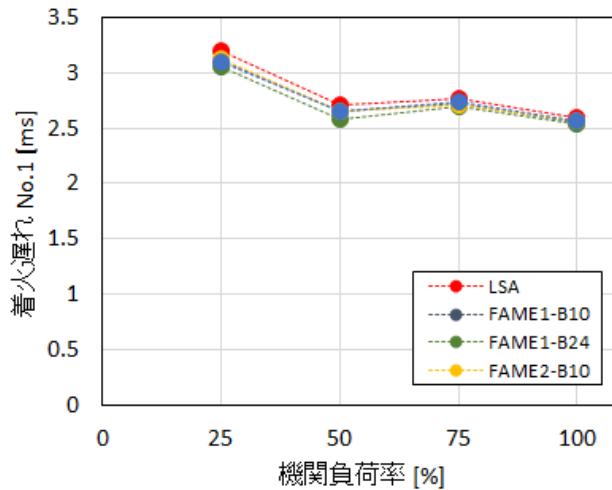
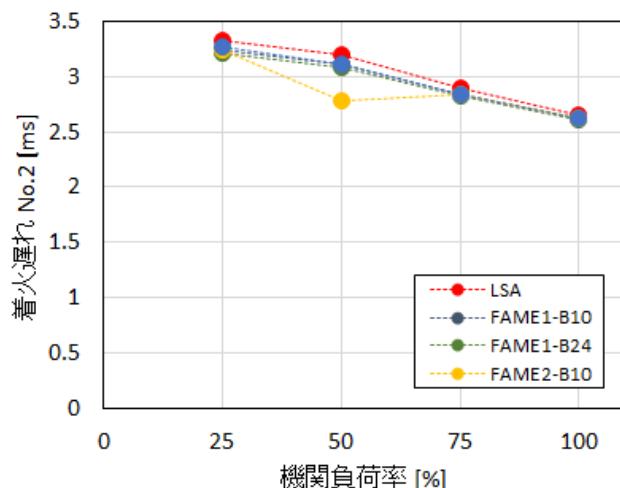


# 5. 陸上エンジン試験

結果

## (3) 着火遅れ (A重油との混合)

- バイオ燃料混合油を使用した際の着火遅れは、No.1～No.3シリンダにおいて、LSAとほとんど変わらない。



着火遅れ (A重油との混合)

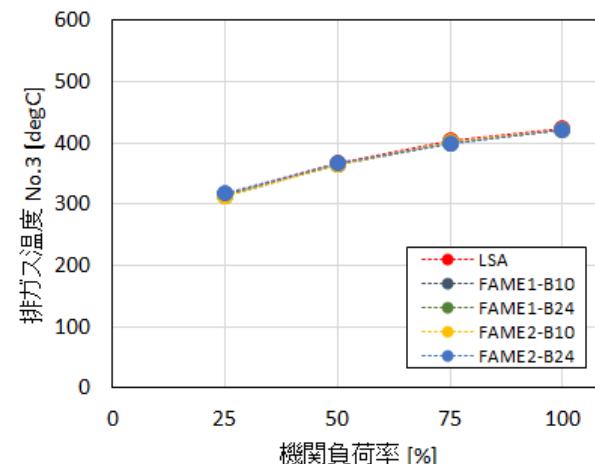
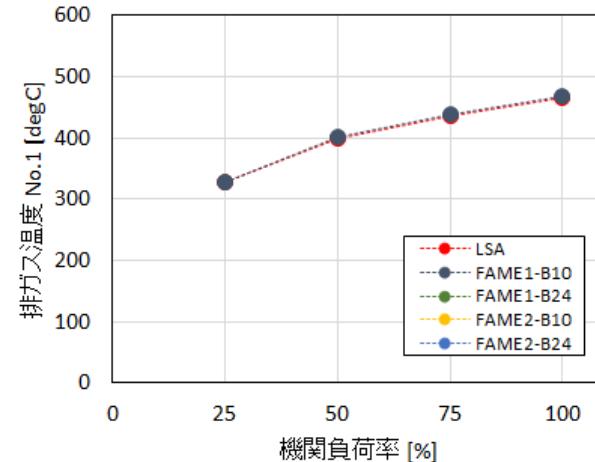
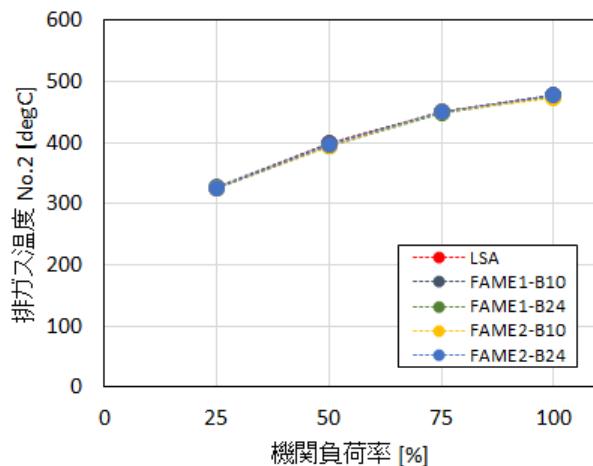
# 5. 陸上エンジン試験

結果

## (4) シリンダ出口排ガス温度 (A重油との混合)

- バイオ燃料混合油のシリンダ出口排ガス温度は、No.1～No.3シリンダともに、LSAとほぼ変わらない。

※ 一部の運転条件において、No.1シリンダの温度センサに不具合があったため、計測できていない。



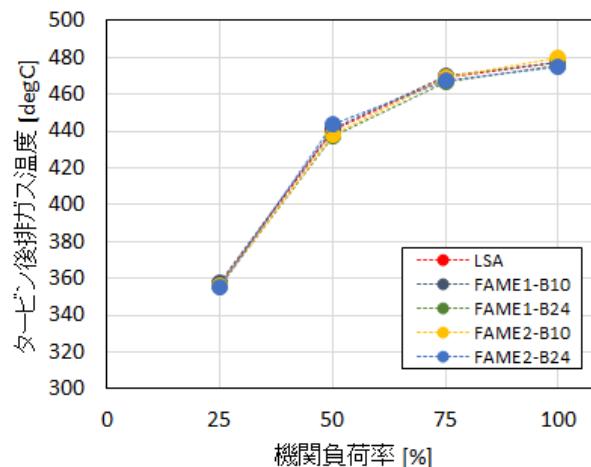
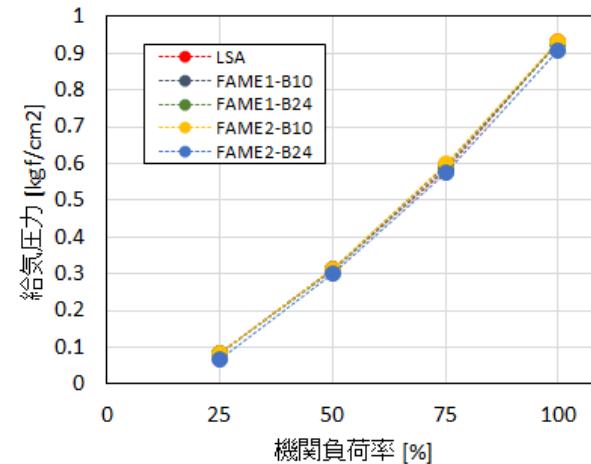
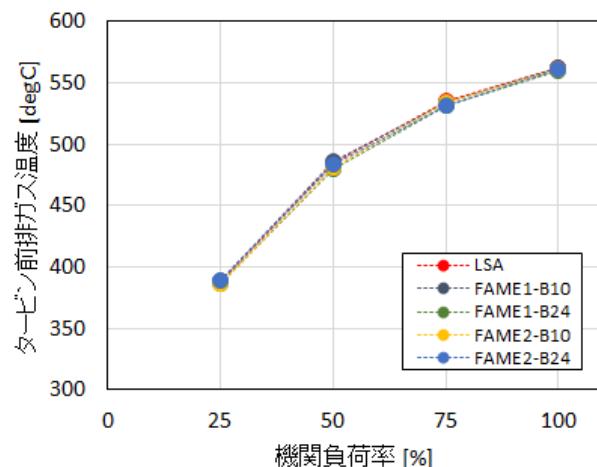
シリンダ出口排ガス温度 (A重油との混合)

# 5. 陸上エンジン試験

結果

## (5) 給気圧力および過給機前後排ガス温度 (A重油との混合)

- バイオ燃料混合油の給気圧力および過給機前後排ガス温度は、LSAとほぼ変わらない。

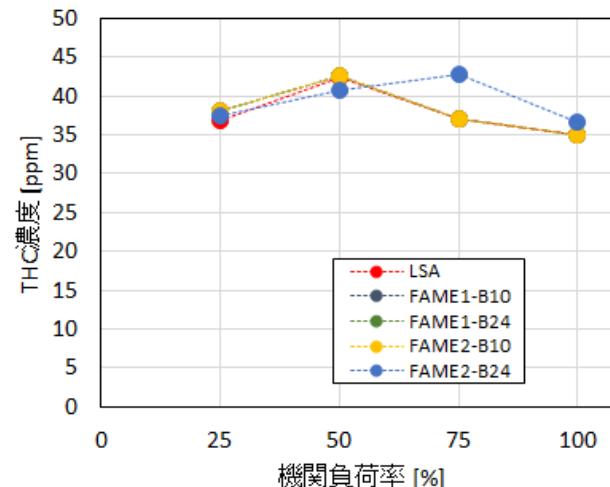
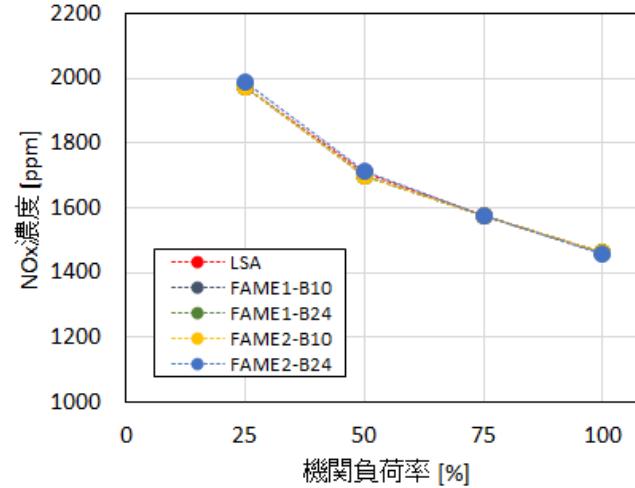
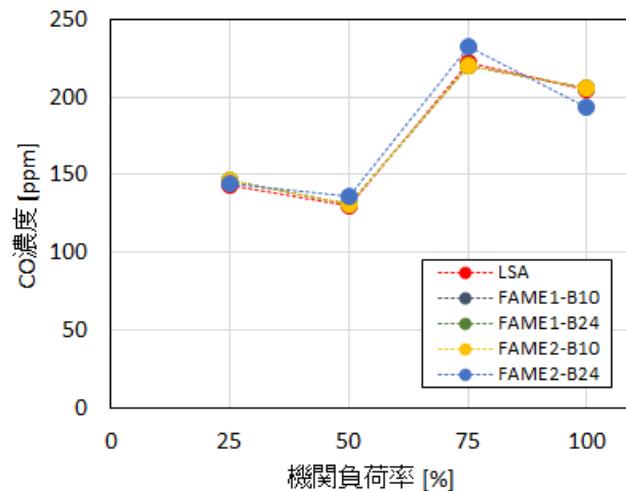


給気圧力および過給機前後排ガス温度 (A重油との混合)

# 5. 陸上エンジン試験

## (6) 排ガス性状 (A重油との混合)

- 排ガス中のNOx濃度、CO濃度およびTHC濃度は、バイオ燃料混合割合の影響をほとんど受けていない。



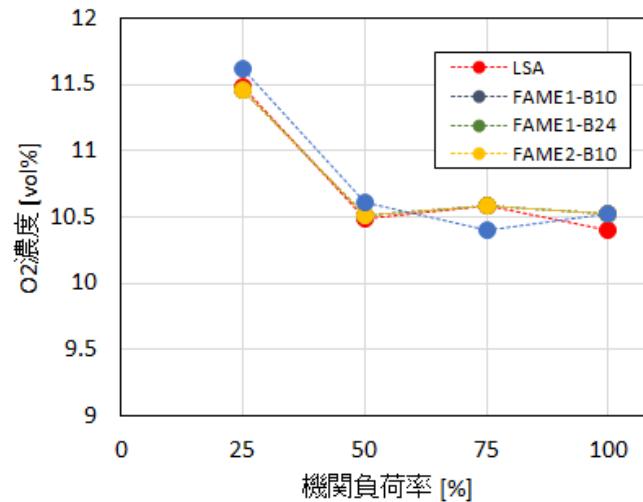
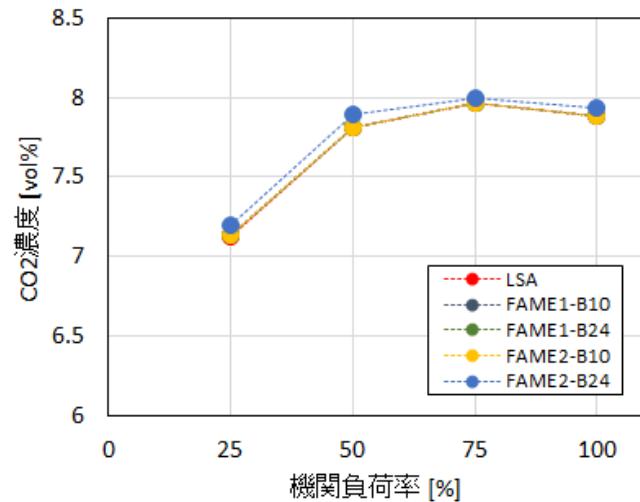
排ガス性状 (A重油との混合)

# 5. 陸上エンジン試験

結果

## (6) 排ガス性状 (A重油との混合)

- 排ガス中のCO<sub>2</sub>濃度およびO<sub>2</sub>濃度は、バイオ燃料混合割合の影響をほとんど受けていない。



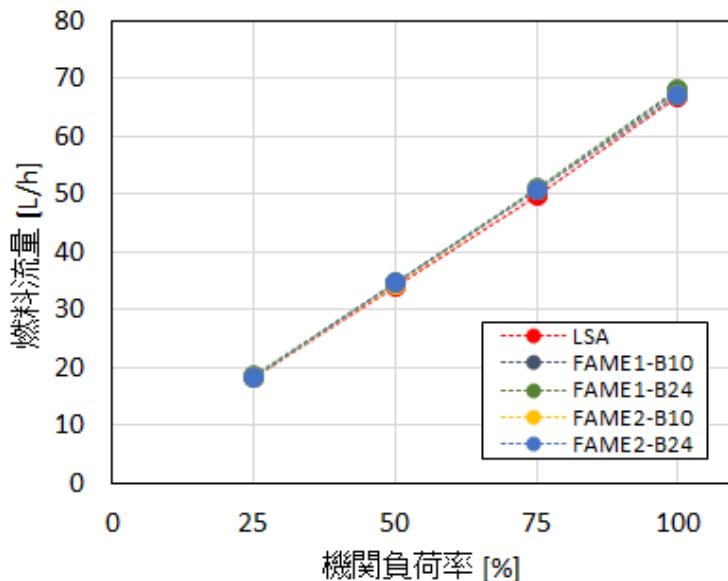
排ガス性状 (A重油との混合)

# 5. 陸上エンジン試験

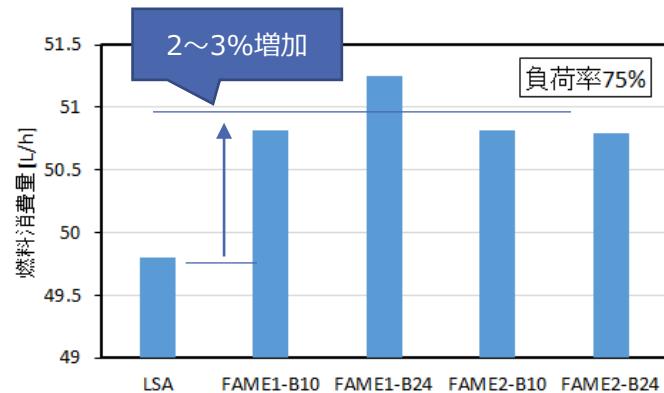
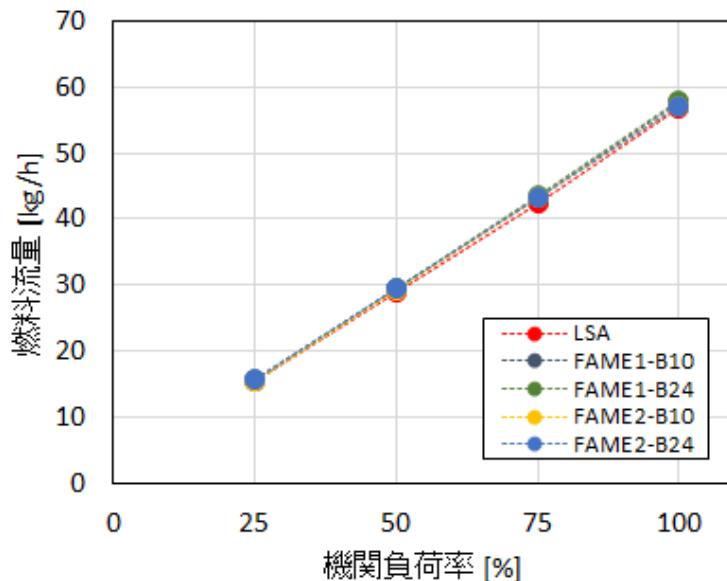
結果

## (7) 燃料消費量 (A重油との混合)

- バイオ燃料混合油を使用した際の燃料消費量は、A重油使用時とほとんど変わらない。
- 負荷率75%において、B10～B24における燃料消費量の増加は2～3%である。



燃料消費量 (A重油との混合)



# 5. 陸上エンジン試験

結果

## (8) 陸上エンジン試験のまとめ【速報】

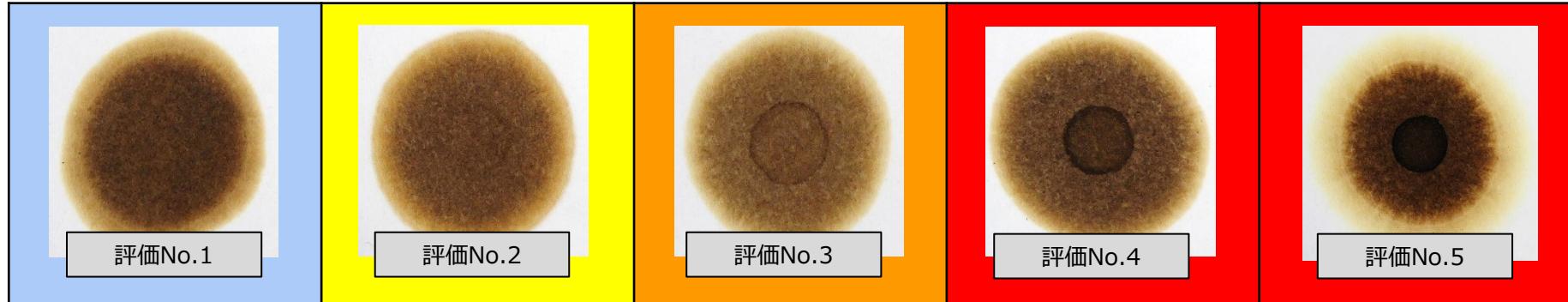
- ① A重油とバイオ燃料との混合油（B10～B24）を用いて、陸上エンジン試験（トータル10時間程度の運転）を行った結果、エンジン運転の不具合は確認されなかった。
- ② A重油とバイオ燃料との混合油を使用した場合の筒内圧力波形や最高筒内圧、着火遅れ、排ガス温度などはA重油運転時とほぼ同等であり、燃焼性の違いは確認されなかった。
- ③ A重油とバイオ燃料との混合油を使用した場合の排ガス性状は、A重油運転時とほぼ同等であり、顕著な違いは確認されなかった。
- ④ A重油とバイオ燃料との混合油を使用した際の燃料消費量は、A重油運転時とほとんど変わらない。

# 6. その他の試験

解説

## (1) 混合安定性試験の概要

燃料油のスポットテスト評価 ASTM D4740



試料油を滴下したところに  
リングがまったく認められな  
い。



安定性に問題ない。

周囲に不完全な内円がわ  
ずかに認められる。



安定性に問題ない。

周囲が完全な線上の内  
円が認められ、内円と外  
円の色が同じ。



安定性がやや悪く、スラッ  
ジトラブルが発生する可  
能性がある。

内円の縁が黒色になり、  
内円内部の色が外円より  
濃い。



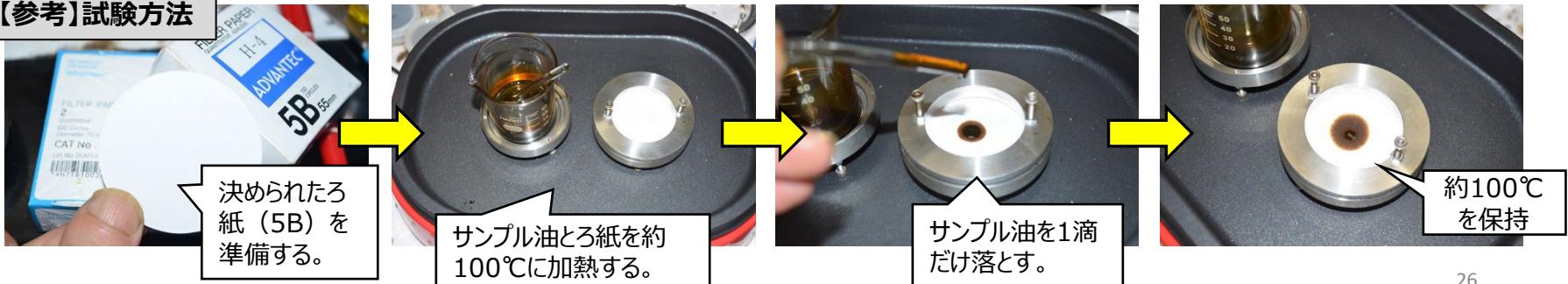
安定性がやや悪く、スラッ  
ジトラブルが発生する可  
能性がある。

内円内部はさらに濃くなり、  
中心付近以外はほぼ黒く  
なる。



安定性が悪く、スラッジト  
ラブルが発生する可能  
性が高い。

### 【参考】試験方法



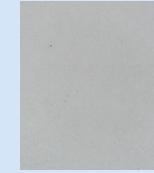
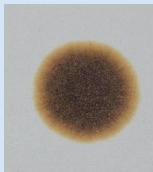
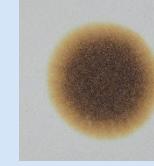
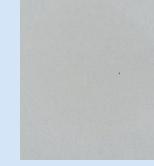
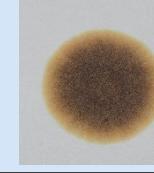
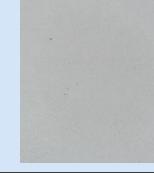
# 6. その他の試験

結果

## (2) 混合安定性試験の結果

- 混合直後、混合安定性はすべて問題ないと判断された（評価No.1）。

※ 温度が高い状態で保管した場合、混合安定性が悪化することがあるので注意が必要である。

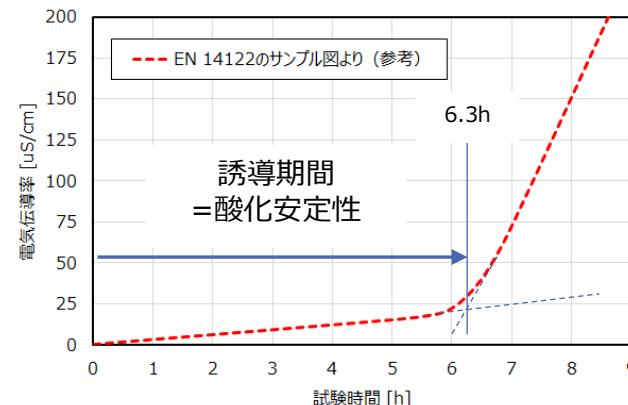
燃料	B0	B10	B24	B100	備考
A-FAME①					試料油を滴下したところにリングが認められない（評価No.1）。
A-FAME②					試料油を滴下したところにリングが認められない（評価No.1）。
C-FAME①					試料油を滴下したところにリングが認められない（評価No.1）。
C-FAME②					試料油を滴下したところにリングが認められない（評価No.1）。

# 6. その他の試験

解説

## (3) 酸化安定性 (Oxidation stability)

- 測定を開始した瞬間から酸化生成物の生成が急速に増加し始めるまでの時間を誘導期間 (induction period) という。
- 酸化安定性は、決められた手順に従って決定される誘導期間であり、時間（単位：h）で表される。
- 計測方法は欧州規格EN 14122に規定されている。



### 【計測原理】

サンプル油を規定で定められた目標温度110°Cまで加熱し、乾燥空気を通すことによって、酸化プロセスが生じ、揮発性化合物が生成される。生じた揮発性化合物は空気とともに、蒸留水を入れた計測容器に送られる。計測容器に備えた導電率電極は計測・記録装置に接続されており、蒸留水に吸収された揮発性カルボン酸の解離による導電率の急速な増加に至るまでの時間（誘導期間）が求められる。この誘導期間が酸化安定性の指標となる。

### 【酸化プロセスの詳細】

欧州規格EN 14112においては、酸化プロセスを2つの段階に分けて酸化安定性を求める（右上図参照）。

- a) 第1段階（誘導期間）は、酸素によって過酸化物が生成されるゆっくりとした反応を特徴とする。
- b) 第2段階は、過酸化物が生成されるだけでなく、高温条件下において過酸化物が解離する急速な反応を特徴とする。この段階では、アルデヒド、ケトン、低級脂肪酸などが生成される。

欧州規格EN 14112は、酸化プロセス中に生成される揮発性の解離生成物（主にギ酸と酢酸）による導電率の変化を測定する方法である。

### 【電気伝導率（導電度）】

固体や液体などの電流の流れやすさを示す物性値である。単位はS/m（ジーメンス・パー・メートル）で表され、Sは電気抵抗の逆数 ( $S=1/\Omega$ ) である。純水の電気伝導率は5μS/cm以下、水道水の電気伝導率は100～300μS/cm程度である。

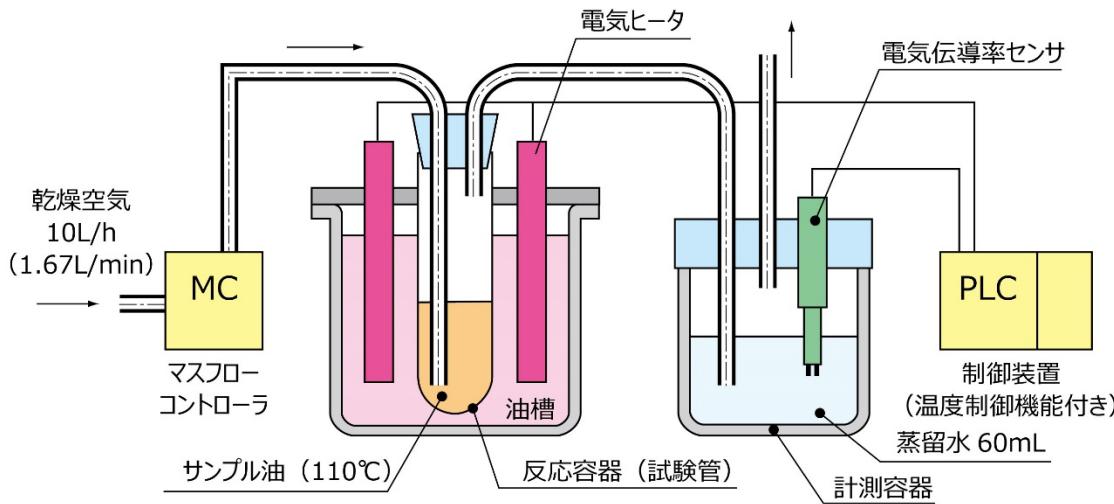
# 6. その他の試験

解説

## (4) 酸化安定性試験装置

- 欧州規格EN 14122に記載されているランシマット法を参照して、試験装置を構築した。

- ◆ サンプル油を入れた反応容器を温度制御された油槽（110°C）に設置する。
- ◆ 乾燥空気はマスフローコントローラを介して反応容器に送られる（10L/h）。反応容器から排出される気体は電気伝導率センサを取り付けた計測容器に送られる。
- ◆ 電気伝導率はPLC（Programmable Logic Controller）によって計測・記録される。



酸化安定性試験装置（ランシマット法）



反応容器部の外観



計測容器の外観

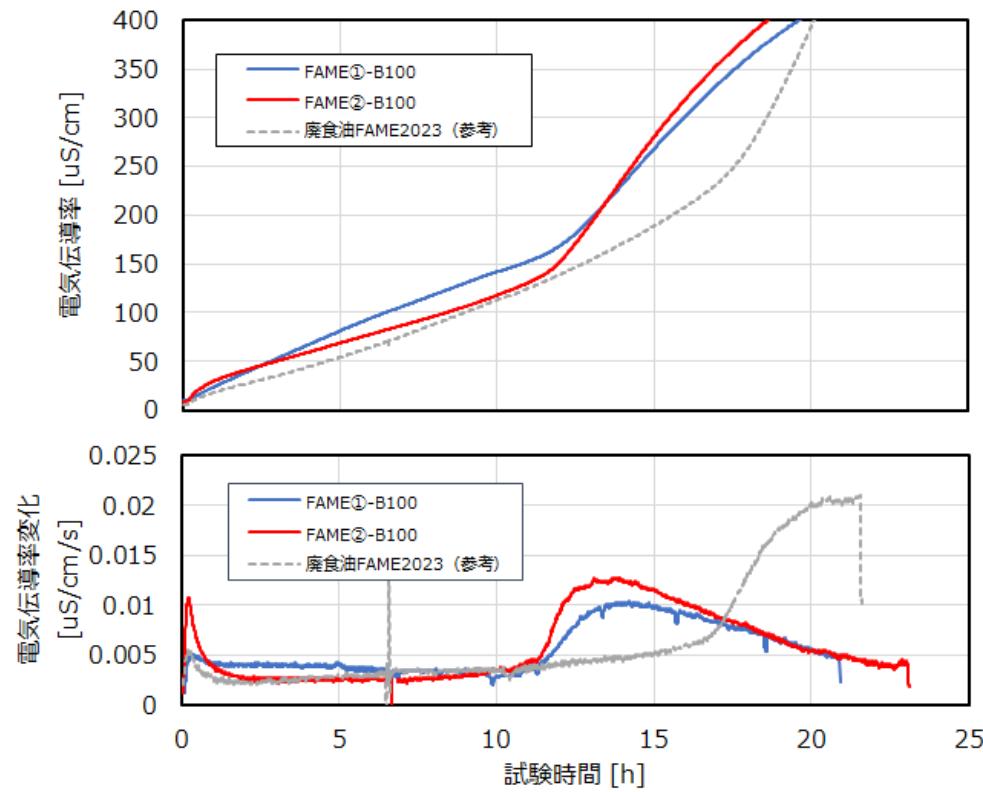
# 6. その他の試験

## (5) 酸化安定性試験の結果

- JIS K 2390「自動車燃料－混合用脂肪酸メチルエステル(FAME)」の品質基準は酸化安定性10h以上であり、2種類のFAME(B100)はこの基準を満たしている。
- 20時間の酸化安定性試験後の酸価は増加している。

酸化安定性の計測結果

種類・項目	FAME①	FAME②
酸化安定性 [h]	<b>12.3</b>	<b>11.8</b>
試験時間 (110°C) [h]	21.0	23.1
酸価 (参考) [mg-KOH/g]	試験前 0.90877	0.72632
	試験後 3.20017	3.58043



酸化安定性の計測結果

# 6. その他の試験

解説

## (6) ゴム材料の浸漬試験

- 材質が異なる2種類のゴム製Oリング（P15, 線径 $2.4\text{mm}\pm0.09$ ）を準備した（右表参照）。
- 以下の浸漬試験においては、JIS K 6258を参考として、恒温槽を温度 $55^{\circ}\text{C}$ に設定し、経過時間に対する線径の寸法変化を計測した。

### 試験方法

- 定盤の上にゴム試験片（Oリング）を置き、アルミニウム合金製平板による一定加圧条件の下、デジタルマイクロゲージ（分解能 $1/1000\text{mm}$ ）で寸法（厚さ、Oリングの直径に相当）を計測する。
- ゴム試験片上の4点の寸法を計測をして平均値を求め、あらかじめ浸漬試験の前に個々の試験片において計測していた基準長さに対する寸法変化率を算出する。



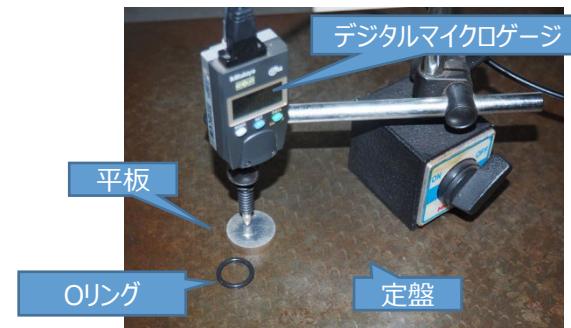
準備したOリング



浸漬試験

浸漬試験に用いたゴム製Oリング

整理記号	NBR	FKM
材質	ニトリルゴム	フッ素ゴム
JIS B 2401	NBR-70-1	FKM-70
旧JIS規格	1種A	4種D
メーカー・品番	NOK CO0014A	NOK CO0014U2
メーカー該当記号	A305	F201
備考	耐鉱物油用（一般的なニトリルゴム）	耐熱用（耐熱性、耐油性が高い材料）



ゴム製Oリング試験片の寸法計測

※ 2024/12/4時点：試験中。

## 6. その他の試験

### (7) 低温条件時の状況

- 2種類のFAME (B100) は約0°Cの低温状態においても固化しない。
  - A重油とFAMEの混合油 (B10～B24) は、0°C程度の低温状態であっても固化しない。また、目視では、固体物の析出や分離も確認されなかった。
- ※ LSC重油との混合油は0°C程度で固化する。そのため、固体物の析出や分離の有無はわからない。



FAME① (B100)



FAME② (B100)



A重油との混合油  
(FAME①-B24)

## 7. まとめ【速報】

---

- ① 本事業で用いた2種類のバイオ燃料の動粘度および密度はほぼ同じである。
- ② 本事業で用いた2種類のバイオ燃料B100の動粘度はA重油とLSC重油の間にある。バイオ燃料混合率が低い条件（B10～B24）でエンジンを運転する場合、従来の重油と同程度の温度条件で問題ないと考えられる。
- ③ 本事業で用いた2種類のバイオ燃料B100の密度は、A重油とLSC重油との間にあり、混合割合によっては燃料清浄機の調整が必要となり得る。
- ④ 定容燃焼装置（FCA）による試験を実施した結果、B10～B24、B100のサンプル油において、着火性（推定セタン価ECN）はA重油およびLSC重油よりも高く、着火遅れの増加などの燃焼悪化も確認されなかった。
- ⑤ 定容燃焼装置（FCA）による試験結果を解析した結果、本試験に使用した2種類のバイオ燃料（B100）の発熱量は、A重油またはLSC重油と比べて8～10%程度低く、B10～B24は、A重油またはLSC重油と比べて2～4%程度低いと推測される。
- ⑥ 中速船用ディーゼルエンジンによって、A重油とバイオ燃料の混合油（B10～B24）を使用し、通常のA重油を使用した際のデータと比較した結果、燃焼圧力波形や各部温度などの燃焼状況、排ガス成分に大きい相違は確認されなかった。
- ⑦ 混合安定性および酸化安定性の試験、低温条件時の状況の目視による確認を行ったが、問題は確認されなかった。

# 【補足】バイオ燃料使用時の懸念事項

## (1) 混合油を使用した場合の発熱量の数値と密度変化等

発熱量が下がると、（同一の燃料投入量では）出力が下がってしまう。混合比の違いにはなるかと思うが、使用燃料の使用A重油と混合物のこの差がわかる性状が知りたい。それと、工場運転の際に、Pmax計測（最高爆発圧）の計測をしてもらいたい。

### 【回答】

- FCAによる試験結果より、本試験に使用した2種類のバイオ燃料（B100）の発熱量は、A重油またはLSC重油と比べて8～10%程度低く、B10～B24は、A重油またはLSC重油と比べて2～4%程度低いと推測される。
- 試験に使用したA重油の低位発熱量（総発熱量）は、45.3MJ/kg（代表性状）であり、B100の総発熱量は40～41MJ/kg程度であると推定される（未計測）。
- 本エンジン試験において同一の出力を得る場合、2～3%程度の燃料消費量増加が確認されたものの、エンジン出力への影響は確認されなかった。
- ただし、バイオ燃料と混合するA重油の発熱量が低い場合など、エンジン出力への悪影響が生じる可能性があるため、できる限り高い発熱量のA重油を使用することが望ましい。
- なお、A重油とバイオ燃料との混合油を使用した場合の筒内圧力波形は、A重油運転時とほぼ重なり、最高筒内圧Pmax、着火遅れ、排ガス温度などはA重油運転時とほぼ同等であり、燃焼性の違いは確認されなかった。
- 実エンジンの運転時に必要となる動粘度や密度は、第3章に記載したとおりである。

# 【補足】バイオ燃料使用時の懸念事項

## (2) 急激な負荷変化への対応

徐々に負荷を上げての負荷運転は方案にあるが、これが、例えば75%運転から急に、25%負荷に下げる、もしくは逆のパターンもある。船舶の運航では、狭水道での急激な機関使用の可能性がありますので、その際の追従がどうか。燃料ポンププランジャの固着等の可能性を知りたい。

### 【回答】

- 本陸上エンジン試験に使用した設備は、ガバナと動力荷重が個別の手動操作である。そのため、急激な負荷変動を与えることは難しい。
- 本陸上試験における負荷変化は、例えば負荷率を100%から50%に低下させる際、約90secの時間を要している。
- 現時点において、負荷変動時（過渡状態）における最高筒内圧力Pmaxなどの計測データを見る限り、燃焼や燃料供給への影響は確認されていない（A重油運転時の状態との違いは確認できない）。

# 【補足】バイオ燃料使用時の懸念事項

## (3) 燃料、潤滑油のストレーナに付着するスラッジ分の確認

船によって（A重油専焼船）は、燃料の加熱器（主機、主発電機）を持っておらず、低い温度での運転の可能性もある。その場合に、ワックススラッジなどが発生するなら、最低温度や発生しやすい状況を知りたい。

また、A重油専焼船ではサービスタンクが1つで、このタンクから主機と主発電機へ供給されます。実際に使用する際に、ワックススラッジなどが発生すると発電機が運転不可でブラックアウトすると海難事故にもつながりますので、それは避けたい。

この度の工場運転にもストレーナは搭載されていると思いますので、内容物を確認したい。それに加えて、潤滑油側の吸入ストレーナも付着物を確認したい。

### 【回答】

- バイオ燃料の原料や種類によっては、低温時に固体物の析出や混合油の分離が生じることがあり、ストレーナ等へのスラッジのつまりが懸念される。
- ただし、本試験に使用した2種類のバイオ燃料（FAME）は、B100やA重油との混合油B10～B24において、約0°Cの低温保管時、固体物の析出や混合油の分離は確認されなかった。
- 燃料油温度に対する動粘度の計測結果において、A重油とバイオ燃料の混合油は、温度-5°C以上であればチャート上でほぼ直線が保たれている。詳細は不明であるが、温度0～-5°C程度の低温状態であっても固体物析出等の不具合は生じにくいと考えられる。
- なお、陸上エンジン並びに潤滑油ラインのストレーナについては、エンジンの運転が短時間であるため、閉塞の有無や付着物の評価は難しい。

# 【補足】バイオ燃料使用時の懸念事項

## (4) 長時間運転後の機械的な汚損状況

長期間運転した際のカバー爆発面、ピストン頂部への燃焼残渣物（カーボン）の状態、ピストンリングへのカーボン付着状態のこと。短い期間での運転では、運転諸元（温度、爆発圧）はそこまで変わらないと予想していますが、長期運転した場合に、吸排気弁へのカーボン付着からくる吹き抜け、その対策でクリーニング運転（高負荷でのカーボン飛ばし）が可能か。カーボンの状態がサラサラの乾燥状態か、粘着性のあるベトベトした状態など、開放までしてもらえるとわかりやすい。それと、燃料プランジャーバレルへの影響。

### 【回答】

- 陸上エンジンの運転が短時間であるため、燃焼室内のカーボン付着やクリーニング運転についての評価は難しい。

# 【付録1】バイオ燃料の酸化劣化

解説

- 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。
- 酸価は計測時点におけるサンプル油の物性であり、バイオ燃料の場合、一般に時間経過に伴って増加する。
- 酸化安定性試験はサンプル油の劣化特性を短時間で計測するための加速試験であり、通常は燃料製造直後に試験を行う。

酸価	酸化安定性	腐食試験
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 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。</li><li>✓ バイオ燃料の酸価は、光・空気・水分などの接触や高温保管によって上昇することが知られている。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 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。</li><li>✓ 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。</li><li>✓ 既に酸化が生じている場合、酸化安定性の数値は低くなる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 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。</li><li>✓ 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。</li></ul>

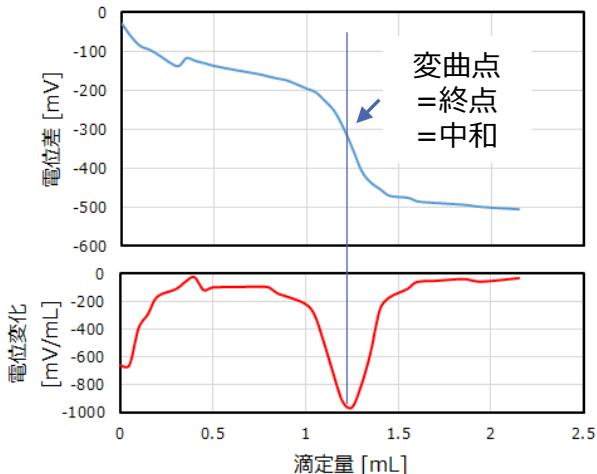
# 【付録2】酸価計測

解説

## (1) 酸価 (Acid number)

- 酸価は、油脂の精製および変質の指標となる数値のひとつであり、試料1g中に含有する遊離脂肪酸、樹脂酸などを中和するのに必要とする水酸化カリウムのmg数と定義されている。
- 船用燃料規格ISO 8217において、A重油の酸価は0.5mg-KOH/g以下、C重油の酸価は2.5mg-KOH/g以下とされている。

※ JIS K 2390「自動車燃料－混合用脂肪酸メチルエステル（FAME）」において、酸価の要求品質は0.50mg-KOH/g以下とされている。



滴定曲線とその微分曲線の一例

### 【計測原理】

サンプル油を規定で決められた滴定溶剤に溶かし、ガラス電極と比較電極とを用いて、水酸化カリウムの2-プロパノール溶液で電位差滴定する。電位差（またはpH）の読みと、これに対応する滴定量との関係を作図し、電位差の変化から得られる変曲点（右上図において滴定曲線の傾斜が最大となる点）を終点として検出する。

### 【廃食油の酸価】

- 未精製のパーム油やヤシ油などは、原料に含まれる加水分解酵素の力が強いため、一般に酸価が高いと言われている（7～20mgKOH/g程度）。なお、食用油とするときには、酸価をおおよそ0.2～0.5mgKOH/g以下となるように精製されている。
- 精製された油であっても、高温で水と反応するために加水分解が起こり、酸価が上昇する。また、油の酸化に伴って、脂肪酸の炭素鎖が切れてアルデヒドが生成され、さらにその部分がカルボン酸となるなどの反応が起こり、酸価が上昇する。したがって、使用後の食用油（廃食油）の酸価はフレッシュな食用油よりも高まるのが一般的である。

# 【付録2】酸価計測

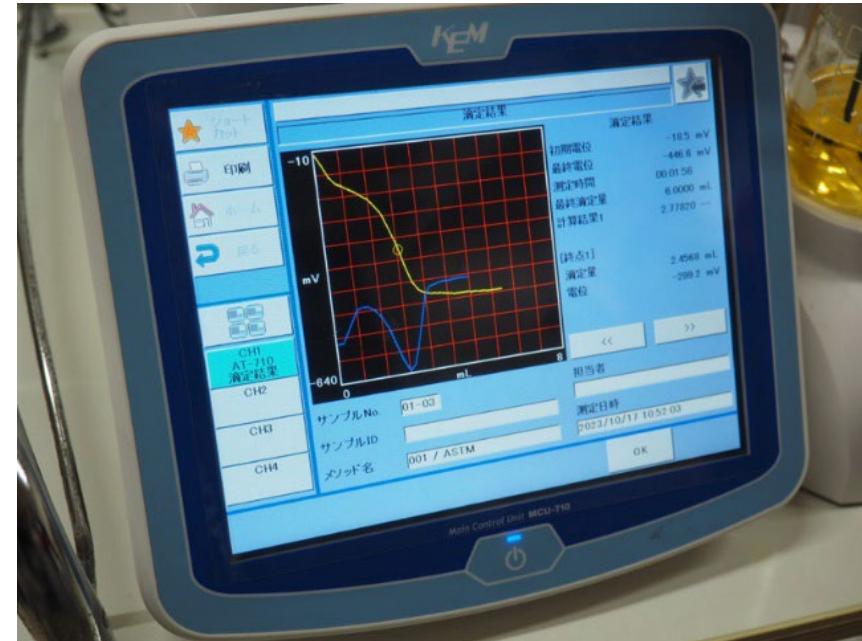
解説

## (2) 試験に使用した酸価計測器

- ASTM D664およびJIS K2501の電位差滴定法に準拠した酸価計測器（京都電子工業社，電位差自動滴定装置AT-710M）を用いて，各種バイオ燃料等の酸価計測を行った。



酸価計測器の外観



計測画面

# 【付録2】酸価計測

解説

## (3) 酸価計測の条件

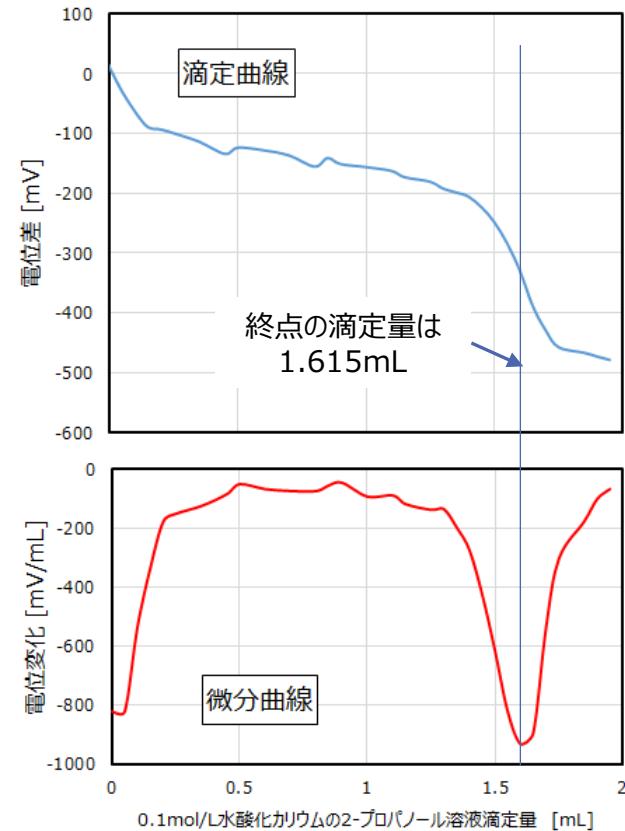
- 酸価の計測方法や計測条件は、JIS K 2501「石油製品及び潤滑油－中和価試験方法」およびASTM D664に規定されている。
- 以下の計測においては、これらの規定を参照して、計測条件を設定している。

※ 以下の計測では滴定溶剤を60mLとしている。また、サンプル油の量に制限があるため、下表のサンプル油量を参考にしつつ、適切な計測結果が得られるように調節している。

### 試料（サンプル油）のはかり採り量

酸価 [mgKOH/g]	滴定溶剤 125mL	滴定溶剤 60mL
	サンプル油量 [g]	サンプル油量 [g]
0.05を超える1.0以下	20.0±2.0	10.0±1.0
1.0を超える5.0以下	5.0±0.5	2.5±0.25
5.0を超える20以下	1.0±0.1	0.5±0.05
20を超える100以下	0.25±0.02	0.25±0.02
100を超える250以下	0.10±0.01	0.10±0.01

※ JIS K 2501:2003では滴定溶剤125mLだけが規定されている。ASTM D664:2018では滴定溶剤125mLと60mLの両方が規定（推奨）されている。



$$\text{酸価 [mgKOH/g]} = \frac{56.1 \times 0.1 \times \text{滴定量 [mL]}}{\text{サンプル油量 [g]}}$$

滴定溶液のモル濃度が0.1mol/Lの場合、中和点までの滴定量がわかれば、上式により酸価を算出できる。



# バイオマス燃料と船舶保険について

## ご説明資料

損害保険ジャパン株式会社  
海上保険部船舶保険グループ

2024年12月 (企画書 Ver 2.0)

- |                            |      |
|----------------------------|------|
| 1. 代替燃料船と船舶保険の引受           | 3ページ |
| 2. バイオ燃料劣化によるエンジントラブルと船舶保険 | 4ページ |
| 3. 図 エンジントラブルと船舶保険         | 5ページ |

# 1. 代替燃料船と船舶保険の引受

1. 船舶保険（船体保険・不稼働損失保険・P&I保険）
2. 船体保険（船の「もの損害」を保険でお支払いするのが主目的）
3. 保険料（かけ金）水準は引受会社毎で独自に決めている。

ただし

  - ・共同保険・・・船は高額なため、複数保険会社で引受ることは一般的です。  
この場合は幹事保険会社に保険料もあわせます。
  - ・再保険（保険会社が保険を手配する）マーケットの影響を受けることもあります。
4. 代替燃料船は新しい種類の船であり事故の統計も少ない。  
そのため、少々、割高になる事はあります。

## 2. バイオ燃料劣化によるエンジントラブルと船舶保険

4

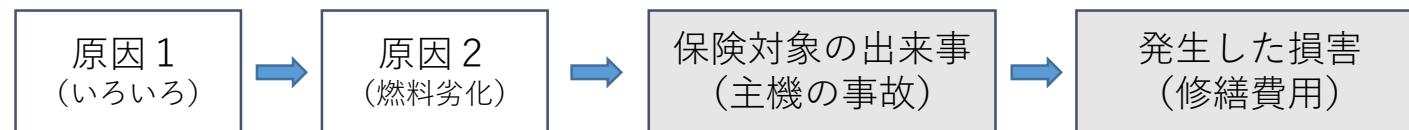
◆バイオ燃料が想定外に劣化してエンジン損傷を引き起こした場合、6種条件ならば「エンジン損傷の修繕費」は保険でお支払いする対象になります。

### 1. 船舶保険（船体保険）の保険条件

- ・2種RDC・・・「全損」「救助費」「衝突損害賠償金」 主たる支払い対象。
- ・5種・・・・・・上記+「沈没・座礁・火災・衝突による修繕費」
- ・6種・・・・・・5種に加え「**主機・補機その他の機器の事故**」などの修繕費

### 2. 保険支払いの対象になるかどうかの考え方

◆保険対象の出来事による損害が発生し、免責危険が介在しなければOK



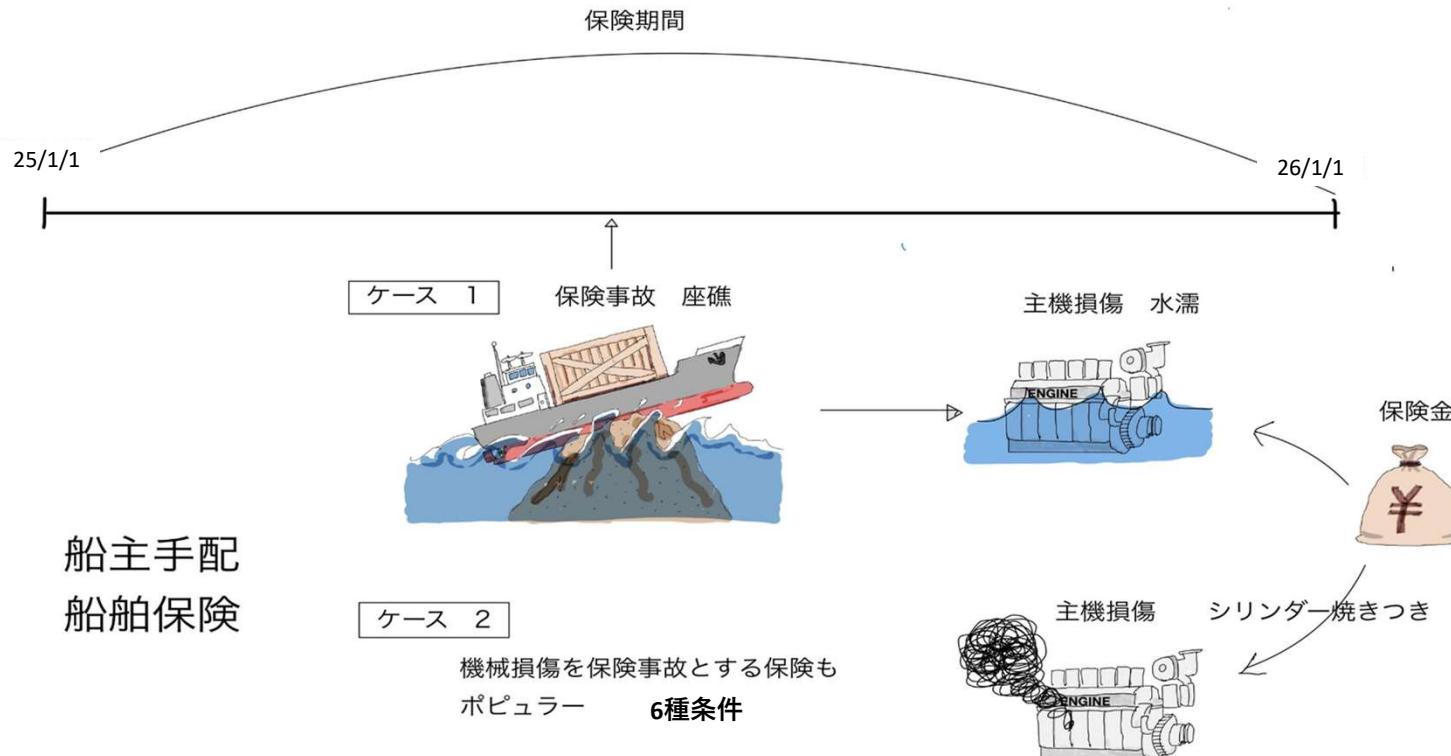
#### 免責危険が介在するとNG

- 適正に購入・適正に整備もしていた
- ✗ 自然の劣化（「賞味期限切れ」まで放置していた）
- ✗ 不堪航（船級協会の検査を通っていなかった）

### 3. 図 エンジントラブルと船舶保険

- 下記のケースは実際に機関に損傷があるのでエンジンにかかる部品交換は修繕費として船社殿手配の通常の船舶保険でカバーされます。
- バイオ燃料の劣化によるエンジン損傷はケース2の一つです。ゆえに免責危険が介在しないかぎり6種条件ではお支払いの対象になります。

#### 船舶保険で主機損傷・部品代がカバーされるケース



# 廃食用油に直近の動向について（1）

全国油脂事業協同組合連合会 作成資料

## 最新価格動向



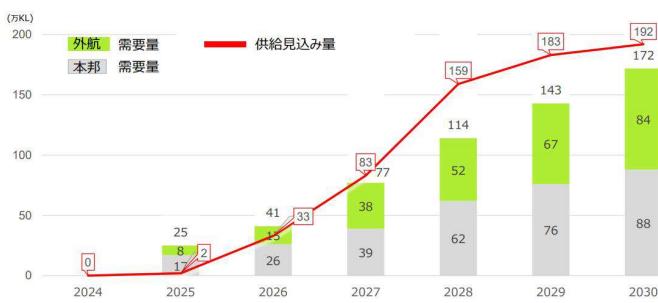
2024. 11月状況  
 国内相場  
 2号油B種 97円/kg  
 雜油輸出価格 126.2円/kg

欧州先物相場  
 UCOME 1256.5\$/t  
 UCO 889.2\$/t

廃食用油の輸出価格については、2022年10月をピークに下降して現在は輸出が125円/kg程度を推移、国内市場相場についても同時期をピークに30~40円ほどキロ単価が下降している。

欧州におけるUCO及びUCOMEについてはここ一年、価格は小康状態である。

## SAFの利用料・供給量の見通し



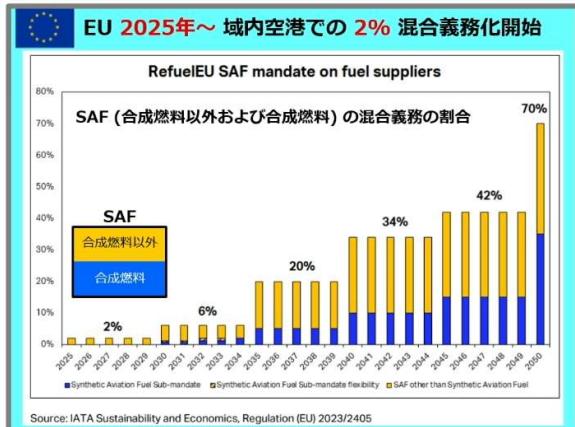
20241203\_ACTFORSKYシンポジウム資料を参考に作成

2024/12/5

©UCOJAPAN, 2024

## SAFの使用義務化についての動き

- ✓ EUでは高い割合の混合義務化が開始、各国に同様な動きが波及
- ✓ 本邦ではSAF官民協議会を通じ議論が進められ、供給目標量の設定にむけ検討中



20241203\_ACTFORSKYシンポジウム資料を参考に作成

## 国内のSAF製造事業者の計画

ENEOS

Total Energies社(仏)と連携して、和歌山製造所において、国内外から廃食油等を調達し、HEFA技術を用いて、**2027年以降に約40万KL/年**のSAFの製造を目指す。

CO2と水素を原料とする**合成燃料**について、**2024年度に1BPD(年58KL)**級のベンチプラントを、**2028年度に300BPD(年1.7万KL)**級のパイロットプラントを立ち上げ、商用化を見据えた製造実証を計画。  
 ※製造量はSAFのみではなく合成燃料全体

コスモ石油

日揮HD、レボインターナショナルと連携して、堺製油所(大阪)において、国内の廃食油を回収し、HEFA技術を用いて、**2024年度内に3万KL/年**のSAFの製造を目指す。

三井物産と連携して、バイオエタノールを原料とする**ATJ技術**を用いて、**2027年時点で22万KL/年**のSAFの製造を目指す。

出光興産

千葉製油所において、バイオエタノールを原料とする**ATJ技術**の確立に取り組むとともに、**2028年から10万KL/年**のSAFの製造を目指す。  
 徳山事業所において、国内外から廃食油等を調達し、**HEFA技術**を用いて、**2028年から25万KL/年**のSAFの製造を目指す。

富士石油

伊藤忠商事と連携して、袖ヶ浦製油所(千葉)において、**2027年度に約18万KL/年**のSAFの製造を目指す。

太陽石油

三井物産と連携して、南西石油(沖縄)が所有する設備・遊休地を活用し、バイオエタノールを原料とする**ATJ技術**を用いて、**2028年時点で約22万KL/年**のSAF/RDの製造を目指す。

20241203\_ACTFORSKYシンポジウム資料を参考に作成

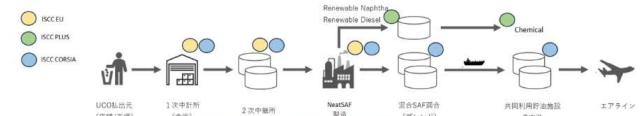
# 廃食用油に直近の動向について（2）

## 原料確保と同時に『トレーサビリティ』がキーワードに

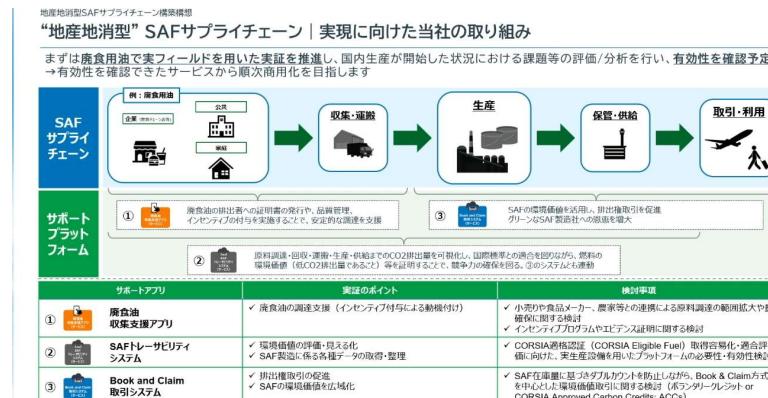
- 2024年11月に各サプライチェーンにてISCC CORSIA/EU認証を取得※
- ✓ 廃食用油の調達から、SAFの製造・保管、エアライン等需要家への供給に至るまで、サプライチェーンを構成する一連の企業が認証取得
- ✓ 国内にSAF製造拠点を持つSAFサプライチェーン全体での取得は国内初

<取得した認証概要>

ISCC認証取得会社/認証サイト	認証	認証製品	認証スコープ
合同会社 SAFFAIRE SKY ENERGY/堺工場	ISCC EU、ISCC CORSIA	HEFA(SPK)、Bionaphtha	プロセッシングユニット
コスモ石油株式会社/本社	ISCC EU、ISCC CORSIA、ISCC PLUS	-	トレーダー／ストレージ
コスモ石油マーケティング株式会社/東京オフィス	ISCC EU、ISCC CORSIA	-	トレーダー※

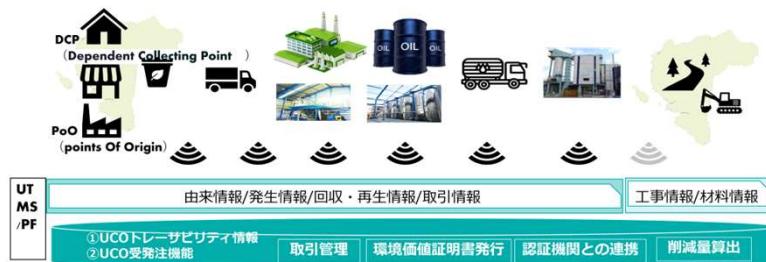


20241203\_ACTFORSKYシンポジウム資料を参考に作成



20241203\_ACTFORSKYシンポジウム資料を参考に作成

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



## 国内初の認証機関誕生！

一般財団法人日本海事協会 (ClassNK) CORSIA適格燃料のサステナビリティ認証スキームが、国連の専門機関である国際民間航空機関の第233回理事会（本年10月9日～11月8日開催）において承認されました。

[https://www.classnk.or.jp/hp/ja/hp\\_pressrelease.aspx?id=12523&layout=1](https://www.classnk.or.jp/hp/ja/hp_pressrelease.aspx?id=12523&layout=1)

## トピック

全新車、バイオ燃料対応に CO<sub>2</sub>削減へ30年代目標—経産省  
鉄道の脱炭素 ディーゼル車両 バイオ燃料に切り替えへ 国交省

【大阪府堺市】コスモ石油、航空燃料SAF工場「廃食油調達にメド」

茨城10市町村、セブン配送車にバイオ燃料 廃食用油再生

太陽石油、沖縄で再生航空燃料に2000億円 輸出基地にも

## 燃料源

JAL、規格外ココナツからSAF 日本グリーン電力開発と  
トヨタやENEOS、原発被災地で車用バイオ燃料 施設完成  
ビートから「SAF」、研究本腰 日本甜菜製糖、神戸大などと 作付面積維持貢献

非可食植物から航空燃料 食料と競合しない植物油利用へ一歩 J-オイルミルズ

日本ハム、セコマ店舗の廃食油を燃料に 江別の工場で利用

JAL、イオン系ピーコックで廃食油回収 SAF原料に

家庭の廃食油をバイオ燃料に再生 養老支店に回収スポット 大垣西濃信用金庫  
堺市・コスモ石油など、家庭の廃食油を回収 航空燃料に

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



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で実装する

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

# 全油連の最新動向

## ・品質管理JAS

### 『廃食用油の品質に関する日本農林規格化及び国際的活用促進への取り組み』

#### 目的

- JAS 0028（廃食用油のリサイクル工程管理）の認証再生業者が最終製品用原材料として国内外に出荷するときの、飼料用、燃料用、及びその他工業用の再生油脂（中間製品）の品質要件及び試験方法を規定するJAS 原案を作成する。

## 実施状況

測定項目と規定値については前年度まで設定済み

現在、本委員会及び分科会での議論の中心は、JAS案に記載（規定）する、試験方法について日本油化学会の基準油脂分析法（JOAC法）が本JASの規定法として妥当であるかの検証が必要であり、その検証方法について検討中である。

Confidential

審議中案件のため、規定項目及び規定値については差し控えさせていただきます。

# 東京都データプラットフォーム事業

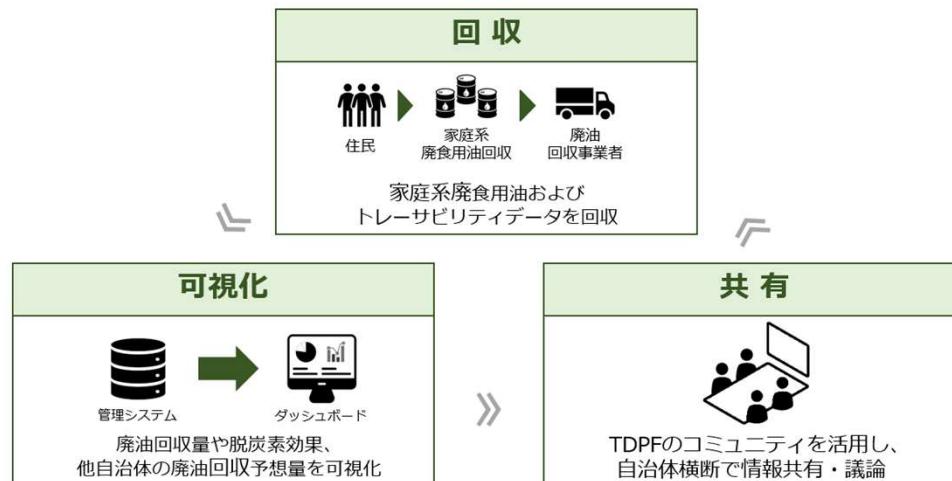
- 『家庭系廃食用油トレーサビリティシステム構築プロジェクト』

## 実施目的

家庭系廃食用油の回収から再利用までのトレーサビリティデータを取得できる仕組みを構築し、その成果をTDPFのコミュニティを通じて都内各自治体に共有する。

### ・プロジェクト実施概要

- 豊島区において家庭系廃食用油の回収スポットを新たに設置し、既存の設置場所を含めた全ての回収スポットにおけるトレーサビリティデータを取得する。
- 回収したデータを元に、回収出来的廃油量や脱炭素効果、さらに他の自治体にて回収が見込める廃油の予想量を可視化する。
- 可視化データを元に、回収方法やルール等を自治体横断で情報共有・議論できる場を構築する。



# 環境省脱炭素経済循環システム構築促進事業

事業者名	事業名	事業の概要
<b>② 廃油のリサイクルプロセス構築・省CO2化実証事業</b>		
全国油脂事業協同組合連合会	国内未利用油脂からの燃料利用促進に向けたリサイクルプロセス構築実証事業	国内の飲食店及び食品製造業から排水工程に排出される油脂（グリーストラップ浮上油、ブラウングリース）から直接燃料及び燃料原料への活用技術及び全国的に分散するグリーストラップ浮上油の効率的な回収方法の検証、国内賦存量、回収可能数量の算定を実施すると共に代表試料の成分分析などを通じて燃料化に向けた精製技術を検討し、単純焼却に対して、グリーストラップ油脂からの燃料及び燃料原料製品ライフサイクルのCO <sub>2</sub> 排出量の削減効果を検証する実証を行う。

**1. 事業概要** 令和6年度脱炭素型循環経済システム構築促進事業のうち、プラスチック等資源循環システム構築実証事業（うち、④廃油のリサイクルプロセス構築・省CO<sub>2</sub>化実証事業）

申請者：全国油脂事業協同組合連合会  
令和6年度事業費：70.9百万円

**事業名：**『国内未利用油脂からの燃料利用促進に向けたリサイクルプロセス構築実証事業』

**事業概要**

- 背景**
  - 地球温暖化対策
  - 再生可能エネルギー導入拡大によるCO<sub>2</sub>排出削減
  - 廃棄物削減と資源有効活用による持続可能な社会構築
- 目的**
  - 未利用資源(廃食用油・グリーストラップ浮上油)からの高品質バイオディーゼル燃料製造技術確立・普及
  - 地域循環型モデル構築、温室効果ガス排出削減、エネルギー自給率向上に貢献
- 技術的課題と解決目標**

課題	解決目標
実態把握	詳細データ不足
供給量不足	回収率向上
コスト	回収・精製・製造コスト高
品質	品質不安定
新規原料・技術調査不足	情報・技術蓄積不足
規格	国内規格未整備・国際規格との不整合
製造技術リサーチ不足	情報・研究開発不足

**実証事業内容 (3か年計画)**

- 1年目** 基盤整備と技術開発
  - 実証調査
  - 情報収集・分析
  - 規格検討
  - 技術開発開始
- 2年目** 実証プラント検証・地域循環モデル構築
  - モデル地域選定
  - エンジニアリング検討
  - 連携体制構築
  - 評価指標設定・データ収集開始
- 3年目** 事業評価・普及展開
  - 評価・分析
  - 普及・展開計画策定
  - 政策提言
  - 情報共有・人材育成

**実証事業終了後の計画**

- 2027年度以降 全国展開に向けた取り組みを加速
- 2030年までに 家庭由来廃食用油・グリーストラップ浮上油からのバイオディーゼル燃料製造を全国的に普及

**期待される効果**

- 環境面**
  - 循環型社会構築
  - 温室効果ガス排出削減
  - 環境意識向上
- 経済面**
  - エネルギー自給率向上
  - 地域経済活性化
  - 関連産業発展
- 社会面**
  - 持続可能な社会への転換促進
  - 地域コミュニティ活性化

**結論**

- 本実証事業は、廃棄物資源有効活用を通じ、環境問題解決と経済活性化を両立させる持続可能な社会実現に向けた重要施策です
- 産学官民連携・地域連携を強化し、本事業を成功裡に遂行することで、バイオ燃料産業発展と地球規模課題解決に大きく貢献します

発生 ▶ 回収 ▶ 中間処理 ▶ どのような再生燃料原料にも利用可能な廃食用油【再生油脂】

これまで廃棄されていた国内未利用資源を燃料資源へ

SAF  
BDF  
HVO  
SVO