

令和7年度環境省委託業務

令和7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、③廃棄物等バイオマスを用いた省CO₂型ジェット燃料等又はジェット
燃料等原料製造・社会実装化実証事業)

(内航船舶における廃食用油回収・再利用ならびに廃食用油由来高濃度バイオ
燃料による運航に向けた技術実証事業)

委託業務

成果報告書

令和8年3月

豊田通商株式会社

実証事業成果の要旨

1. 本実証事業の概要

本事業は、国内脱炭素型循環経済システム構築のため、以下を目的とするものである。

- (1) 船舶等から排出される廃食用油の地域内活用促進による地域循環型モデル構築
- (2) 船舶における廃食用油由来燃料の利用拡大による温室効果ガス排出削減への貢献

本年度は、以下の検討を行う。

- (1) 次年度の回収・再利用実証を見据え、船舶含めた港湾内における未利用廃食用油の実態調査ならびに中京地区における回収方法の検討を行う。また検討した回収方法において、概算での LCA 評価も行う。
- (2) 高濃度 BDF (B30 および B100) を使用した船舶運航を実施し、運航への影響評価を行う。本年度は B30 を使用した運航実証の実施に加えて、次年度実施予定である B100 を使用した船舶運航に向けた、事前準備を行う。

事業概要

【背景】

- ・内航海運における CO2削減にあたっては省エネ技術や代替燃料の導入が検討されているが、船内設備や積載量の制約の兼ね合いから既存船の活用が望まれており、ドロッパイン燃料として使用可能なバイオディーゼル燃料によるCO2削減が当面は最適解。
- ・他方、廃食用油回収からバイオ燃料製造へ繋がる一連の流れや、一度に大量の燃料が必要となる船舶に対してバイオ燃料を供給する体制整備は不十分。また、船舶に対するバンキング拠点の整備には費用や時間を要することから、当面バイオ燃料を供給できる港も限られてくる。
- ・加えて、船舶からバイオ燃料の原材料となりうる一定量の廃食用油が供出されることは判明しているが、大半は未回収の状況。

【本事業の目的】

- ・高濃度バイオ燃料※での船舶運航需要への対応、船舶における廃食用油由来燃料の利用拡大による温室効果ガス排出削減への貢献
- ・船舶から排出される廃食用油の回収手法の検討・実証、排出される廃食用油の地域内活用促進による地域循環型モデル構築

※ 燃料供給船に対する国際規約に基づいて、現状使用される多くのバイオディーゼル燃料の濃度はMax24%。24%以上の高濃度バイオディーゼル燃料を使用した場合のエンジンへの影響や燃料経時変化などは未知数

※ 運航する船舶について、一様に全ての船舶にバイオ燃料をB10のように一定量入れるのではなく、供給しやすい港に寄港する航路をとるような船舶において、B30ないしB100といった高濃度のバイオ燃料を供給し、会社全体の運航する船舶におけるバイオ燃料使用量をあげたいという需要を踏まえた対応が必要

【技術的課題】

- ・船舶含めた港湾内における未利用廃食用油の回収/再生スキームが確立されていない
- ・高濃度バイオ燃料による船舶運航の際の影響評価がなされていない

【各年度の事業】

- 1年目：廃食用油回収実証に向けた準備、B30による船舶運航への影響調査
2年目：船舶からの廃食用油回収実証、B100による船舶運航への影響調査

【事業のアウトプット】

- ① 港湾における船舶からの廃食用油の回収＝未利用資源の有効活用
- ② 船舶における廃食用油由来高濃度バイオ燃料による運航＝CN化推進

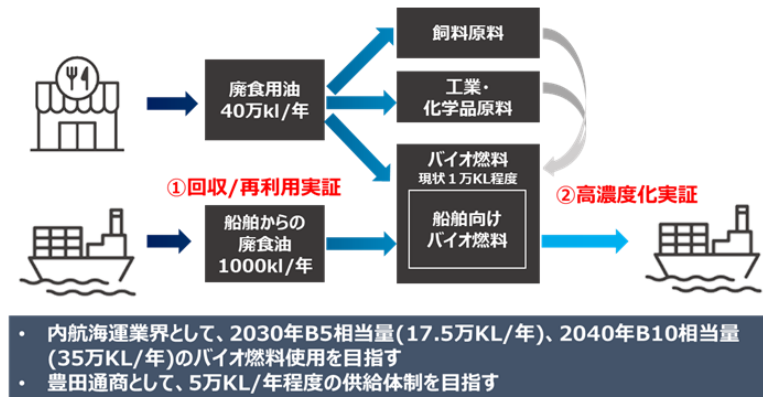


図 1. 事業概要

2. 本年度の成果

(1) 未利用廃食用油の回収・再利用実証

本年度は船舶および港湾区域において排出される廃食用油の実態調査ならびに、次年度にて実施する回収実証ロジ構築を行った。

内航船における廃食用油発生量は限定的なケースが多いことが示唆された。一方、公共的な廃食用油回収場所の設置/集積化は難しい実態も明らかとなり、ケース毎に効率よく集積化する手法を検討・実証、横展開していくことが商用化のキーファクターであることが示唆された。

外航船においてはまとまった廃食用油の発生が示唆された。一方、通関手続き等外航船特有の作業や工数が課題であることが明らかとなり、次年度の回収実証において作業を標準化/効率化していくことが商用化のキーファクターであることが示唆された。

上記実態調査と並行して、次年度に実施する回収実証のロジを内航船/外航船の両方において構築した。

(2) 高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価

本年度は、高濃度 BDF を使用した船舶運航実証を開始した。まず、B30（A 重油混合、C 重油混合）および B100 を用いた陸上エンジン試験を実施し、いずれの燃料を用いた場合においても、エンジン運転に問題ないことを確認した。次に、B30（A 重油混合、C 重油混合）を用いた船舶運航実証を実施し、運航面/設備面への影響がないことを確認した。

並行して、次年度に実施する B100 実証候補船の選定ならびに、B100 実証を実施するにあたってのエンジンメーカーおよび NO_x 規制への対応方法の確認を完了させた。

Summary of Demonstration Project Results

1. Overview of this Demonstration Project

This project aims to establish a domestic decarbonized circular economy system with the following objectives:

- (1) Establishment of a regional circular model through promoting the regional utilization of waste cooking oil discharged from ships and other sources
- (2) Contributing to greenhouse gas emission reductions by expanding the use of waste cooking oil-derived fuel in ships

In this fiscal year, the following studies will be conducted:

- (1) With a view toward the next year's collection and reuse demonstration, we will investigate the actual status of unused waste cooking oil within ports, including ships, and examine collection methods in the Chukyo region. We will also conduct a preliminary LCA assessment for the examined collection methods.
- (2) Implement vessel operations using high-concentration BDF (B30 and B100) and evaluate their impact on operations. In addition to conducting operational demonstrations using B30, we will prepare in advance for vessel operations using B100, scheduled for implementation in the next fiscal year.

Project Overview

[Background]

- In efforts to reduce CO2 emissions from Japan domestic shipping, the introduction of energy-saving technologies and alternative fuels is being considered, but due to limitations on on-board facilities and cargo capacities, it is more desirable to utilize existing ships and considered as the optimal solution in the short term to reduce CO2 emissions by using biodiesel fuels served as drop-in fuels.
- On the other hand, there is a lack of structure to handle the entire chain from collecting Used Cooking Oil to producing biofuels and to supply biofuels to ships who require large amounts of fuels at once. Since it takes more time and expenses to set up bunkering bases for ships, potential ports in Japan that permit to supply biofuels are limited in number for the time being. In addition, it is known that some ships discharge a certain amount of UCO used as raw material for biofuels, but most of them remain uncollected.

[Project Objectives]

- To meet demand for ship operations by using *high-concentration biofuels and contribute to reducing GHG emissions by expanding consumption of biofuels derived from UCO collected from ships
- To examine and demonstrate procedure of UCO collection discharged from ships and build a regional circular model by promoting local consumption of UCO resources discharged from ships
 - * The maximum concentration of common biofuels in use is currently 24% according to international regulations for bunkering ships. The impacts on engines and fuel aging when consuming 24% or higher-concentration biofuels are unknown.
 - * Rather than uniformly supplying a fixed amount of biofuel (e.g., B10) to all ships in operation, it is necessary to supply higher-concentration biofuels, such as B30 to B100 to target ships following routes that call at ports where such biofuel is readily available to provide and respond in line with demand to increase the total amount of biofuel consumption across the fleet.

[Technical Issues]

- No collection/recycling scheme for unused UCO within ports including ships has been established.
- The impacts of operating ships using high-concentration biofuels have not yet been evaluated.

[Project Stages]

Year 1: To prepare for demonstration of UCO collection and investigate the impact of B30 on ship operations
 Year 2: To demonstrate of UCO collection from ships and investigate the impact of B100 on ship operations

[Project Outline]

- ① Collection of UCO discharged from ships at ports = Effective use of unused resources
- ② Ship operation by using high-concentration biofuels derived from UCO = Carbon Neutrality Promotion

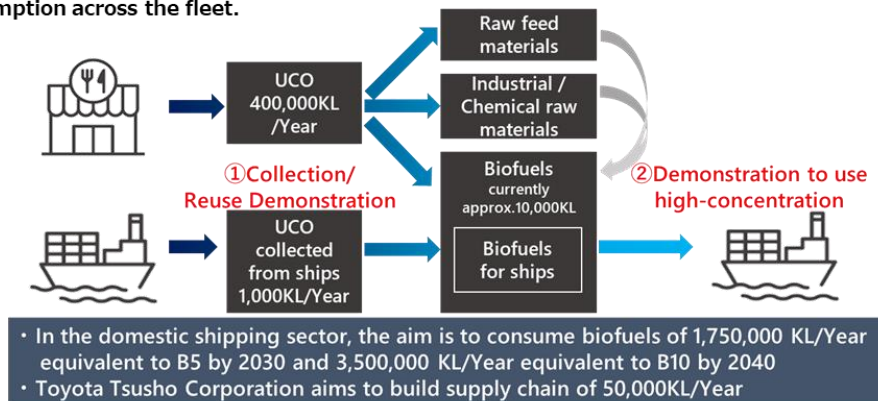


Figure 1. Project Overview

2. Results of this fiscal year

(1) Demonstration of Collection and Reuse of Unused Waste Cooking Oil

This fiscal year involved conducting a survey on the actual status of waste cooking oil discharged from ships and in port areas, and establishing the logistics framework for the collection demonstration to be conducted in the next fiscal year.

It was suggested that waste cooking oil generation on domestic vessels is basically limited. However, it also became clear that establishing/centralizing public waste cooking oil collection points is difficult. This indicates that examining, demonstrating, and scaling up efficient collection methods tailored to each case is a key factor for commercialization.

For ocean-going vessels, significant quantities of waste cooking oil generation were suggested. However, challenges were identified in customs procedures and other operations specific to ocean-going vessels. Standardizing and streamlining these operations during next year's collection demonstration was suggested as a key factor for commercialization.

In parallel with the above fact-finding survey, the logistics for the collection demonstration to be conducted in the next fiscal year were established for both domestic and international vessels.

(2) Impact Assessment of High-Concentration BDF Use on Ship Operations

In this fiscal year, we commenced operational demonstrations using high-concentration BDF. First, we conducted land-based engine tests using B30 (mixed with A-grade heavy oil and C-grade heavy oil) and B100, confirming no operational issues with the engines regardless of the fuel used. Next, we conducted a ship operation demonstration using B30 (mixed with A-grade heavy oil and C-grade heavy oil) and confirmed no impact on operational or equipment aspects.

Concurrently, we completed the selection of candidate vessels for the B100 demonstration to be conducted in the next fiscal year, as well as confirmation of the approach for engine manufacturers and compliance with NO_x regulations for the B100 demonstration.

目次	
実証事業成果の要旨	2
1. 本実証事業の概要	2
2. 本年度の成果	4
Summary of Demonstration Project Results	5
1. Overview of this Demonstration Project	5
2. Results of this fiscal year	7
1. 序章	10
1.1 初めに	10
1.2 船舶業界における脱炭素化の動きについて	11
1.3 バイオ燃料について	11
1.4 廃食用油の利活用状況について	12
2. 実証事業概要	13
2.1 背景	13
2.2 目的	13
2.3 技術的課題と解決目標	14
(1) 未利用廃食用油の回収・再利用に向における課題と解決目標	14
(2) 高濃度 BDF 使用における課題と解決目標	14
2.4 実施事業内容の詳細	15
(1) 未利用廃食用油の回収・再利用実証	15
(2) 高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価	15
(3) LCA の検証・評価	15
2.5 実施体制、実施計画および実施スケジュール	16
(1) 実施体制	16
(2) 実施計画	16
(3) 実施スケジュール	20
3. 成果報告	20
3.1 目標達成状況のサマリー	20
3.2 未利用廃食用油の回収・再利用実証	24
(1) 目的	24
(2) 具体的な検討項目と検討結果	24
① 具体的な検討項目	24
② 検討結果	24
(3) 実証実施に向けたロジ構築	30
① 令和 8 年度に実施する外航船からの回収実証	30
② 令和 8 年度に実施する内航船からの回収実証	31

3.3	高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価	33
(1)	目的	33
(2)	船舶運航実証において使用する BDF の性状分析	33
(3)	船舶運航に向けた事前準備	38
①	陸上エンジン運転試験による燃焼性評価	38
②	B30 をバンカリングするにあたっての事前準備	59
(4)	高濃度 BDF を使用した船舶運航実証	60
①	C 重油混合 B30 を用いた船舶運航実証	60
②	A 重油混合 B30 を用いた船舶運航実証	74
3.4	LCA の検証・評価	86
(1)	目的	86
(2)	評価範囲の設定	86
(3)	LCA 評価結果および比較	87
①	評価対象製品の LCA 評価	87
②	ベースラインの LCA 評価	89
③	LCA 評価結果の比較	89
4.	令和 7 年度の成果ならびに次年度に向けて	91
4.1	未利用廃食用油の回収・再利用実証	91
4.2	高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価	91

1. 序章

1.1 初めに

脱炭素に向けた動きが世界中で加速している中、我が国においても令和 2 年 10 月に 2050 年にカーボンニュートラルを目指すことが内閣総理大臣より表明され、様々な分野においてこれまで以上に二酸化炭素排出削減に向けた取組を強化、加速することが求められている。

2023 年度における日本の二酸化炭素排出量（9 億 8,900 万^ト）のうち、運輸部門における排出量は 19.2%（1 億 9,014 万^ト）を占めている。運輸部門における排出量のうち 85.7%が自動車からの排出であり、内航船舶からの排出は 5.1%（973 万^ト）となっている。自動車輸送と比較した場合、船舶輸送は輸送量あたりの二酸化炭素排出量が少ないため、今後日本全体の二酸化炭素排出量削減を目的としたモーダルシフト（トラック等の陸上貨物輸送から内航業界へのシフト）の浸透が想定されており、内航海運における二酸化炭素排出削減は重要な課題となっている。

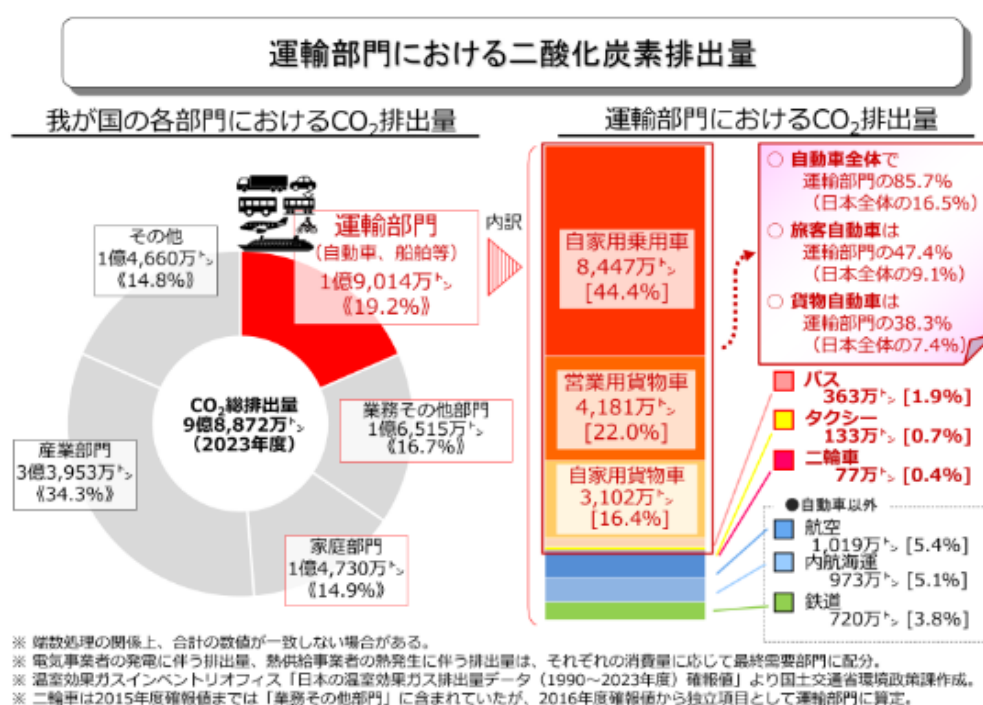


図 2：我が国の運輸部門における二酸化炭素排出量（2023 年度）

（出典：運輸部門における二酸化炭素排出量（国土交通省））

1.2 船舶業界における脱炭素化の動きについて

国際海事機関（IMO）は2023年7月に、「2050年頃までに国際海運における温室効果ガス（GHG）排出ゼロ」等の目標を盛り込んだGHG削減戦略を改定。船舶は他の輸送手段に比べ長距離・大量輸送が特徴で、燃料を重油に大きく依存しているため、脱炭素化に向けて燃料転換が大きな課題となっている。船舶は一般的に20年以上の長期間にわたり使用されるため、2050年カーボンニュートラルの実現に向けては一刻も早くゼロエミッション船導入の環境整備が必要な状況であるが、本格導入が期待されている水素、アンモニア、メタノール、合成燃料（LNG）等のゼロエミッション燃料は、一部燃料ではエンジン及び船舶実装のための技術開発が必要であることに加えて、燃料の供給面・価格面が懸念材料となっている。このような状況下、軽油・重油の代替として既存の船舶用エンジンで使用可能（ドロップイン燃料）というメリットを有しているバイオ燃料の利用に向けた検討が進んでいる。

1.3 バイオ燃料について

ディーゼルエンジンにて使用が試みられている主なバイオディーゼル燃料（BDF）としては、日本国内においては主に廃食用油を原料としてメチルエステル化処理により製造するFAME（Fatty Acid Methyl Ester：脂肪酸メチルエステル）、水素化処理により製造するHVO（Hydrotreated Vegetable Oil：水素化処理油）、FAMEやHVOのような化学処理を施さないSVO（Straight Vegetable Oil：粗植物油）などがあげられる（図3）。

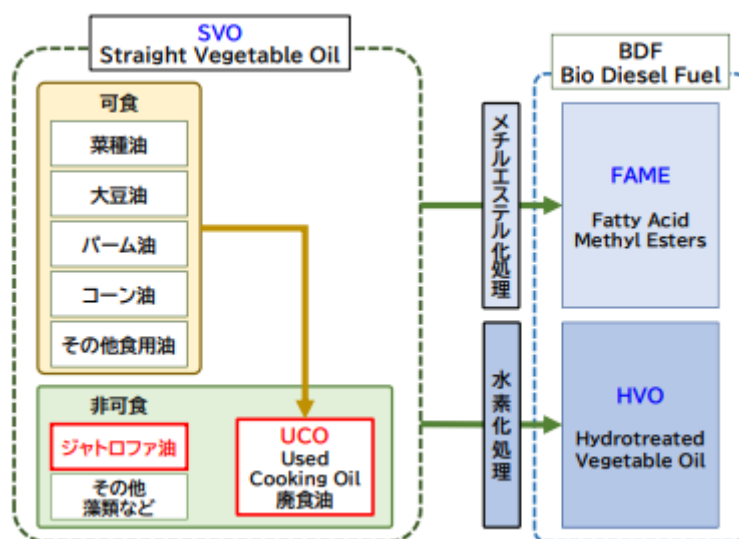


図3：BDFの種類

（出典：船舶におけるバイオ燃料取り扱いガイドライン（国土交通省））

船舶燃料向けの BDF としては、価格面、供給面、品質安定性などの観点から主に FAME が用いられており、本実証事業においても廃食用油を原料とした FAME を BDF として使用した。

1.4 廃食用油の利活用状況について

日本国内において廃食用油とは、揚げ物などの調理に使用した後の使用済み食用油の総称であり、現在の流通状況を図 4 に示す。非資源国である日本において廃食用油は有用な資源であり、既に飼料、工業・化学品、燃料の原料として利活用されている。今後廃食用油の需要は、持続可能な航空燃料（SAF）向け、BDF 向け原料として高まっていくことが予想されており、海外へ輸出されている廃食用油の国内利用、未利用廃食用油の回収・再利用が重要視されている。

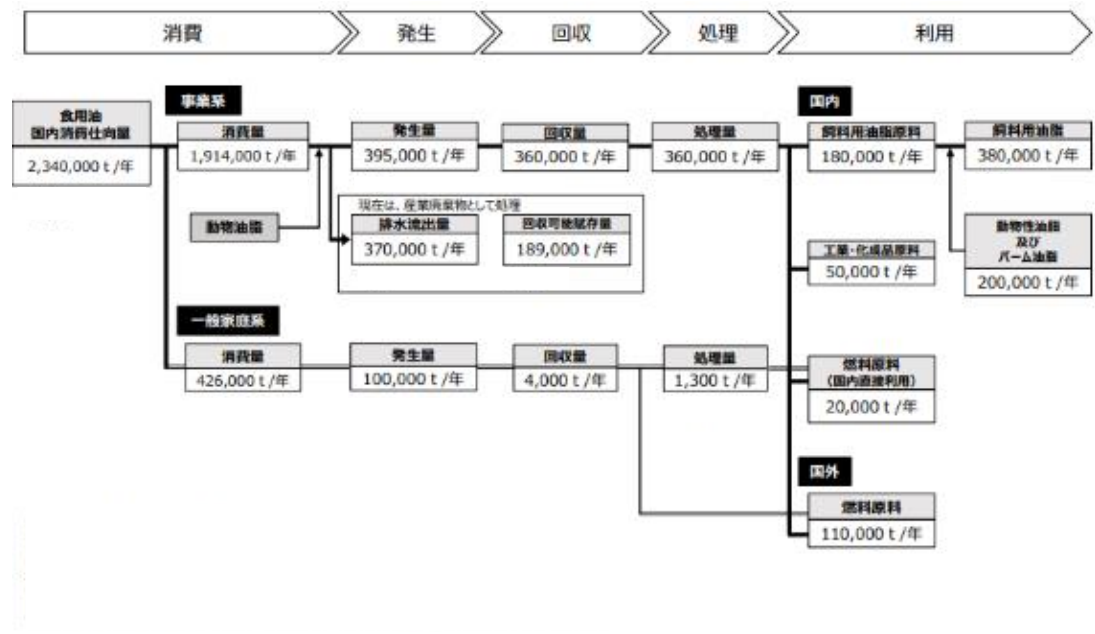


図 4：国内における廃食用油の流通状況
(出典：全国油脂事業協同組合連合会)

2. 実証事業概要

2.1 背景

日本政府が 2021 年 10 月に改訂された「地球温暖化対策計画」において、2030 年度までに温室効果ガス排出量を 2013 年度比で 46%削減、2050 年までにカーボンニュートラルを達成する目標を掲げている中、内航海運においても 2030 年までに 2013 年度比で約 17%の二酸化炭素削減が目標設定されている。この目標を達成するためには省エネの取組と同時に、従来の化石燃料に代わる環境負荷の低い代替燃料の確保および導入促進が急務となっている。

2.2 目的

本業務は、未利用廃食用油の回収・再利用ならびに、高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響について検討を行うことを目的とする。

内航海運業界においては、2030 年度までに 2013 年度比で約 17%の温室効果ガス削減目標を設定している一方、効率的な大量輸送手段であるが故に、日本全体の排出量削減を目的としたモーダルシフト（トラック等の陸上貨物輸送から内航業界へのシフト）浸透に伴い、内航業界における二酸化炭素排出量は今後増加が予想されている。このような状況下、日本全体の二酸化炭素排出量削減を鑑みた際、陸上貨物輸送のシフト先である内航業界における二酸化炭素排出削減は、非常に重要かつ優先的に取り組むべき課題であると言える。

船舶燃料の代替燃料としては、水素、アンモニア、メタノール、合成燃料（LNG）などが挙げられるが、内航海運においては船内設備や積載量の制約の兼ね合いから既存船の活用が望まれており、ドロップイン燃料として使用可能な BDF による二酸化炭素削減が、当面は現実解との見方が強まりつつある。内航海運における BDF の需要は、2030 年断面で 17.5 万 KL/年、2040 年断面で 35 万 KL/年程度（引用：国土交通省主催、内航カーボンニュートラル推進に向けた検討会（第 9 回：2024 年 12 月 5 日開催）における配布資料）にまで増加する見通しもあり、BDF ならびに原料である廃食用油の供給量確保、BDF 使用にあたっての船舶側の技術検証（特に高濃度 BDF 使用時の検証）が必要な状況である。

このような状況を鑑み、本業務は（１）未利用廃食用油の回収・再利用ならびに、（２）高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響について検討を行うことを目的とする。

2.3 技術的課題と解決目標

(1) 未利用廃食用油の回収・再利用に向における課題と解決目標

現状、日本における BDF は、廃食用油を原料として製造されている。廃食用油は日本全国で約 50 万トン/年発生しており、既に 36 万トン/年程度が飼料、工業・化学品、燃料の原料として利用されている。非資源国である日本において、廃食用油は自国において発生する大変有用な資源であり、将来の燃料安定供給を鑑みると、少量であったとしても未利用分を回収・再利用することは重要である。このような状況下、船舶において主に船内調理によって発生する廃食用油は、大半が廃棄物処理されている。国内船舶から排出されている廃食用油は全国で 1,000KL/年程度あるとみられており、未利用資源として回収・再利用し、地産地消させることが望ましい。

一方、本未利用資源を回収して商用ベースで再利用するにあたっては、回収コスト低減が課題である。本実証事業では、廃食用油を集積化し効率よく回収することで、市況価格並みのコストにて未利用廃食用油を回収することを目標とする。

(2) 高濃度 BDF 使用における課題と解決目標

船舶への BDF 供給拠点整備には相応の費用と時間を要することから、当面の間は限られた港において BDF が供給されると想定されている。供給可能な港に寄港する船舶に限定して脱炭素化を推進していくためには、高濃度 BDF を使用した船舶運航が必要との声がある。今後、内航業界はモーダルシフトによる二酸化炭素排出量増加が予想されており、高濃度 BDF による内航業界の排出量削減は非常に重要かつ優先的に取り組むべき課題といえる。

船舶における BDF の使用は、燃料供給船に対する国際規約に基づいて、これまでは BDF 濃度 24%：B24 以下が一般的であった（以後、BDF 混合率に応じて「B○○」と表記するものとする（例：BDF 混合率が 30%の場合は、「B30」と表記））。今後の BDF 本格普及にあたっては、船社各社が安心して BDF を使用できる環境を整備することが求められており、高濃度 BDF を用いた場合のエンジンへの影響等、船舶運航への影響評価が課題である。本実証事業では B30、B100 燃料を使用した際のエンジンや実船舶運航への影響を評価し、船社各社が高濃度 BDF を安心して使用できる環境を構築することを目標とする。

2.4 実施事業内容の詳細

(1) 未利用廃食用油の回収・再利用実証

船内および港湾区域において発生する未利用廃食用油を BDF の原料として活用すべく、主要港の一つである名古屋港において船舶から回収する実証を実施する。具体的には以下の項目を検討し、中京地区における地産地消な取り組みとする。

- ・船舶から排出される廃食用油の実態調査（数量、保管方法等）
- ・廃食用油回収・保管場所の検討
- ・廃食用油搬出への協力体制構築
- ・廃食用油保回収実証の実施（※回収実証は令和 8 年度に実施予定）
- ・回収した廃食用油から BDF を製造
- ・製造した BDF を船舶燃料として使用

(2) 高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価

高濃度 BDF を用いた諸物性評価および陸上エンジン試験、船舶における運航実証を行うことで、高濃度 BDF 燃料使用による課題や問題点の有無を明らかにし、船舶におけるバイオディーゼル燃料普及を促進する。具体的には、A 重油混合 B30、C 重油混合 B30 および B100 を用い、以下検討を実施する。

*陸上試験

- ・燃料の諸物性評価
- ・燃料の着火性評価
- ・陸上エンジンによる運転試験

*海上試験

- ・B30 および B100 を用いた船舶運航実証
 - ※B100 を用いた船舶運航実証は、令和 8 年度に実施予定
- ・運航実証前調査および運航実証後調査

(3) LCA の検証・評価

構築する船舶等からの廃食用油回収・再利用ルートに対して、二酸化炭素排出量を概算し、LCA 評価を行う。

また、構築する船舶等からの廃食用油回収・再利用ルートに対して、国際持続可能性カーボン認証（ISCC 認証）適合性を確認する。船舶業界において、IMO が制定している暫定ガイダンスでは認証機関にて認証を受けている BDF を使用した場合に限り、二酸化炭素削減効果が認められている。BDF の認証としては ISCC 認証を指すことが一般的であり、ISCC 認証に適合した BDF を製造/販売するためには、原料となる廃食用油回収も認証要件に適合する必

要がある。

※認証機関による ISCC 認証適合性の確認は、回収実証を実施する令和 8 年度に実施予定

2.5 実施体制、実施計画および実施スケジュール

(1) 実施体制

本事業の実施体制として、豊田通商株式会社が代表事業者として全体を取りまとめ、事業全体の管理を行った。独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構（JRTT、主な役割：内航船舶業界におけるカーボンニュートラル燃料利用推進）、株式会社小島組（主な役割：保有船舶での高濃度 BDF 利用実証）、有限会社中川油脂商店（主な役割：船舶等からの未利用廃食用油の回収実証）と協力体制を構築し、図 5 の本事業実施体制に基づいて、実証事業を遂行した。

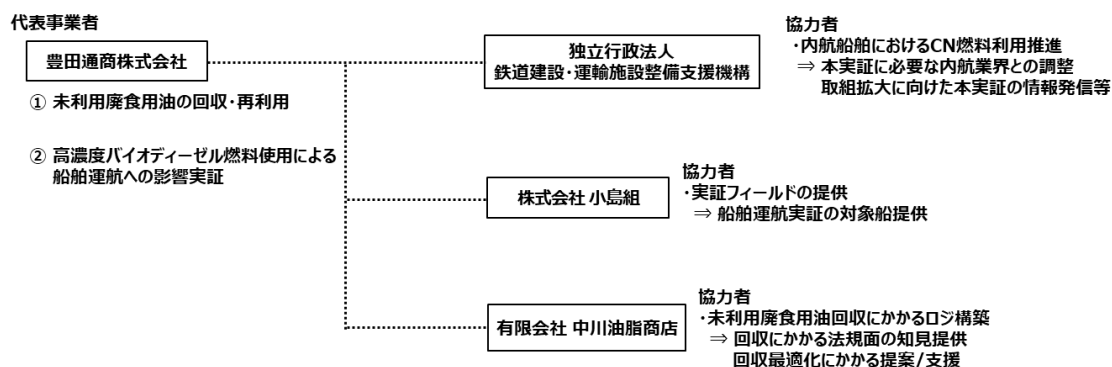


図 5：本実証事業の実施体制

(2) 実施計画

本実証事業は、令和 7 年度～令和 8 年度の 2 か年事業を計画している。本年度の実施課題は大きく分けて、未利用廃食用油の回収・再利用実証、高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価、LCA の検証・評価の 3 項目から構成されている。各々の実施課題に対する本年度目標と最終目標を表 1 に示す。

表 1：実施課題に対する本年度の目標と最終課題

項目		採択時の技術状況	本年度目標	最終目標（令和 8 年度）
0	全体目標	BDF ならびに原料である廃食用油の供給量確保、使用にあたっての船舶側の技術検証（特に高濃度 BDF 使用時の検証）が必要	①船舶から排出される廃食用油の実態を把握し、回収実証を実施するロジを構築する ②高濃度 BDF を使用した船舶運航を開始する	①船舶から排出される廃食用油の回収実証を通じ、商用回収を開始する ②高濃度 BDF を使用した技術検証を通じて、内航業界における BDF 使用を浸透させる （当社 BDF 混合燃料取扱い数量目標：2,000KL/年）
1	未利用廃食用油の回収・再利用実証	船舶含めた港湾内における未利用廃食用油の回収/再利用スキームが確立されていない	①船舶からの廃食用油回収実証実施に向けた、事前準備を完了させる ※具体的には、一時保管場所候補洗い出し、回収ルート/頻度決定、持ち込み方法等を構築する（定量目標：ヒヤリング件数-10 件以上）	船舶から排出される廃食用油回収実証を実施し、中京地区において商用回収を開始する

項目		採択時の技術状況	本年度目標	最終目標（令和 8 年度）
2	高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価	高濃度 BDF 燃料による船舶運航への影響評価がなされていない ※内航業界はモーダルシフトによる二酸化炭素排出量増加が予想されており、高濃度 BDF による内航業界の排出量削減は、非常に重要かつ優先的に取り組むべき課題である	①船舶運航実施するにあたり、使用する BDF および BDF 混合燃料が ISO 8217-2024（主要分析項目：動粘度、酸価、酸化安定性、水分含有量、セタン価等）を満たしていることを確認する ②陸上エンジン試験による燃焼性評価では燃料噴射圧、筒内圧力波形、着火遅れ、排ガス温度、排ガス性状を計測し、重油使用時と比較して異常パラメータが発生しないことを確認する ③B30 による内航船舶運航を実施し、内航海運への高濃度 BDF 普及に向けた課題と解決方法を提示する ④B100 による内航船舶運航調査に向けた、事前準備を完了させる	B100 による内航船舶運航への影響を明らかにし、内航業界における高濃度 BDF 商用使用を開始する

項目		採択時の技術状況	本年度目標	最終目標（令和 8 年度）
3	LCA の検証・評価	船舶含めた港湾内における未利用廃食用油回収/再利用スキームに対して、実二酸化炭素排出量算出ならびに ISCC 認証への適合性確認が必要	①ISCC 認証要件を加味しながら令和 8 年度に実施する船舶からの廃食用油回収・再利用実証に向けたロジを構築する ②構築したロジにおける二酸化炭素排出量を概算する	船舶からの廃食用油回収・再利用実証を実施したロジに対して、実二酸化炭素排出量を算出し、ISCC 認証への適合性を認証機関へ確認する

(3) 実施スケジュール

本年度の本実証事業は、表 2 に示す本実証事業実施スケジュールに基づいて遂行した。

表 2：本実証事業の実施スケジュール

	2025年			2026年		
	10	11	12	1	2	3
船舶から排出される廃食用油の実態調査	→	→	→	→	→	
廃食用油回収への協力要請	→	→	→	→	→	
廃食用油回収方法の検討	→	→	→	→	→	
実証実験に向けたロジ構築					→	
船舶運航において使用するBDFの品質分析	→					
船舶運航に向けた事前準備	→	→	→	→	→	
高濃度BDFを使用した船舶運航実証	→	→	→	→	→	
LCAの検証・評価			→	→	→	
報告書の作成		→	→	→	→	→

3. 成果報告

3.1 目標達成状況のサマリー

初めに、表 3 に本年度の目標達成状況のサマリーを示す。表中に記載の通り、本年度の目標は達成している状況である。詳細な成果内容は、次以降の項目に記載する。

表 3：実施課題に対する本年度の目標と目標達成状況

項目		採択時の技術状況	本年度目標	目標達成状況
0	全体目標	BDF ならびに原料である廃食用油の供給量確保、使用にあたっての船舶側の技術検証（特に高濃度 BDF 使用時の検証）が必要	①船舶から排出される廃食用油の実態を把握し、回収実証を実施するロジを構築する ②高濃度 BDF を使用した船舶運航を開始する	①実態調査を実施し、令和 8 年度に実施する回収ロジを構築した ②高濃度 BDF（B30）を使用した船舶運航実証を問題なく完了した ※詳細な状況は、項目 1～3 に記載
1	未利用廃食用油の回収・再利用実証	船舶含めた港湾内における未利用廃食用油の回収/再利用スキームが確立されていない	①船舶からの廃食用油回収実証実施に向けた、事前準備を完了させる ※具体的には、一時保管場所候補洗い出し、回収ルート/頻度決定、持ち込み方法等を構築する（ヒヤリング件数の定量目標：10 件以上）	①実態調査を実施し、令和 8 年度に実施する回収ロジを構築した ・一時保管場所：設置しない（回収先毎で数量集積化） ・回収ルート/頻度：回収先毎に既存ルート鑑みて決定（集積数量にて決定） ・持ち込み方法：船毎にカスタマイズ。外航船は油購入時の容器にて保管/回収。 ・ヒヤリング件数：13 件（目標件数 10 件を達成）

項目		採択時の技術状況	本年度目標	目標達成状況
2	高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価	高濃度 BDF 燃料による船舶運航への影響評価がなされていない ※内航業界はモーダルシフトによる二酸化炭素排出量増加が予想されており、高濃度 BDF による内航業界の排出量削減は、非常に重要かつ優先的に取り組むべき課題である	①船舶運航実施するにあたり、使用する BDF および BDF 混合燃料が船舶向け BDF の規格である ISO 8217-2024 を満たしていることを確認する ②陸上エンジン試験による燃焼性評価では燃料噴射圧、筒内圧力波形、着火遅れ、排ガス温度、排ガス性状を計測し、重油使用時と比較して異常パラメータが発生しないことを確認する ③B30 による内航船舶運航を実施し高濃度 BDF 普及に向けた課題と解決方法を提示する ④B100 による内航船舶運航調査に向けた、事前準備を完了させる	①使用する BDF および BDF 混合燃料を分析し、ISO 8217-2024 の規格を満たしていることを確認した ②陸上エンジン試験を実施し、重油使用時と比較して、異常パラメータが発生しないことを確認した ③A 重油混合 B30 は小島組、C 重油混合 B30 は JRTT と船舶運航実証を実施。B30 使用において特段留意点なく使用できることを確認した ④R8 年度に実施する B100 実証候補船の選定を完了。(エンジンメーカーおよび NO_x 規制への対応方法の確認完了)

項目		採択時の技術状況	本年度目標	目標達成状況
3	LCA の検証・評価	船舶含めた港湾内における未利用廃食用油回収/再利用スキームに対して、実二酸化炭素排出量算出ならびに ISCC 認証への適合性確認が必要	①ISCC 認証要件を加味しながら令和 8 年度に実施する船舶からの廃食用油回収・再利用実証に向けたロジを構築する ②構築したロジにおける二酸化炭素排出量を概算する	①廃食用油の排出者が明確な形のロジを構築した ②構築したロジの二酸化炭素排出量を概算し、ベースロードに対して減少していることを確認した

3.2 未利用廃食用油の回収・再利用実証

(1) 目的

今後の内航海運における BDF 需要拡大を見据えた際に、未利用・廃棄されている廃食用油を掘り起こし、商用ベースで使用可能な価格で回収・再利用することが重要である。このような状況下、船舶において発生する廃食用油は大半が廃棄処分されており、本実証事業では船舶にて発生している廃食用油を、未利用資源として回収・再利用することを目的としている。

(2) 具体的な検討項目と検討結果

① 具体的な検討項目

令和 7 年度から令和 8 年度末までの 2 ケ年において、商用ベースでの未利用廃食用油の回収・再利用スキームを構築すべく、以下の a)～c) の項目について、並行してヒヤリング等を実施した。

a) 船舶から排出される廃食用油の実態調査

中京地区に入港する船舶/船社、船舶運航会社、バンカー会社等を中心にヒヤリングおよび現地視察を実施（目標 10 件に対して、13 件のヒヤリングを実施）し、船舶含めた港湾における未利用廃食用油の実態調査を行った。また、外航船において排出される廃食用油についても回収の可能性を追求すべく、外航船特有の課題・検討項目について調査を実施した。

b) 廃食用油回収への協力要請

商用ベースでの未利用廃食用油の回収・再利用スキームを構築するためには、数量の集積化が重要課題である。実態調査におけるヒヤリングと並行して、廃食用油回収への協力要請を行った。

c) 廃食用油回収方法の検討

廃食用油回収への協力要請と並行して、船舶からの廃食用油を船内保管・回収・集積化・移送する方法の検討を実施した。

② 検討結果

a) 調査結果概要

船舶/船社、船舶運航会社、バンカー会社等へのヒヤリングおよび現地視察（目標 10 件に対して、13 件のヒヤリングを実施）の結果を表 4 にまとめた。

b) 調査結果の詳細内容

＊内航船からの廃食用油の発生量について

- ・船内にて料理を提供する船（旅客船やフェリー等）は廃食用油の発生量は多いが、既に回収されているケースが多い（数ドラム/月程度）
- ・その他内航船は、基本的に廃食用油発生量が少ない（数L/月・船）

⇒回収オペレーション面/コスト面を鑑みた際、数量を集積化し、回収可能なオペレーション構築が必要（R8 年度に回収実証実施予定）。

＊廃食用油の保管方法について

- ・サラダ油の空ボトルやペットボトルでの保管が一般的

⇒排出量や厨房の状況など鑑みて、必要に応じてペール缶の貸与も検討。

＊船からの回収作業について

- ・船員が一時保管場所へ廃食用油を運搬することは業務扱い。船員不足/労務管理の観点から、船員による対応は困難。
- ・作業のついでに、廃食用油回収は可能であるが、陸への荷揚げ作業および保管に以下課題あり
 - ✓陸揚げ作業時の容器海上落下、廃食用油の海上流出リスクあり
 - ✓陸揚げ作業（乗組員の作業）負担が懸念
 - ✓船溜まりの一時保管可能スペースは限定的

⇒回収作業のベースは、回収業者が担当する形でロジを構築することが必要（本スキームは検討の余地ありか）。

＊一時保管場所設置について

- ・名古屋港周辺には空き地がなく、中京地区において公共的な位置づけの一時保管場所確保/設置は現実的ではない

⇒個別案件において数量集積化、案件を集積化することで回収ロジを構築していくことが必要。

＊外航船からの回収について

- ・廃食用油排出量は期待できるが、回収作業が課題
 - ✓回収実施に当たり、船陸交通許可申請が必要
 - ✓回収後、直ちに現物とともに輸入通関が必要（一時保管不可）
 - ✓回収容器を持ち込む場合、輸出通関が必要（容器持込み困難）

⇒回収実証に向けたトライアルにて課題点を抽出し、具体的な回収実証ロジを構築（令和8 年度に回収実証実施予定）。

表 4：調査結果詳細まとめ

No	ヒヤリング先	項目	調査結果
1	A 社	a) 実態調査 c) 回収検討	a) 実態調査 ・ 所有船は平水船のため、船内調理なし（廃食用油は発生しない） c) 回収検討 ・ 作業時に廃食用油回収は可能 ・ 課題は陸への荷揚げ及び保管 ✓ 陸揚げ作業時の容器海上落下、廃食用油の海上流出リスクあり ✓ 陸揚げ作業の負担が懸念（本船側乗組員の作業負担に懸念） ✓ 船溜まりにも一時保管可能なスペースはあまりない ⇒船寄港時の荷揚げならば手間削減可能であるが、 さらなる作業負担低減策/漏洩対策/保管場所確保が課題
2	B 社	a) 実態調査 b) 協力要請 c) 回収検討	a) 実態調査 ・ 本社サービスにて廃食用油発生（発生量：40～60L/月） b) 協力要請、c) 回収検討 ・ 本社において廃食用油の分別保管開始（ペール缶にて保管） ・ 中川油脂商店と協力して回収ロジを検討（R8 年度実証検討）
3	C 社	a) 実態調査 b) 協力要請 c) 回収検討	a) 実態調査 ・ 船員向け調理により廃食用油発生（発生量：30L/月程度） b) 協力要請、c) 回収検討 ・ 廃食用油の保管を開始（ペール缶にて保管） ・ 中川油脂商店と協力して回収ロジを検討（R8 年度実証検討）

No	ヒヤリング先	項目	調査結果
4	D 社	a) 実態調査	a) 実態調査 ・ 船内調理により廃食用油は発生するが、限定的 ・ 保安上理由により回収日事前通知ができない ⇒回収作業実施が現実的ではないため、回収検討断念
5	E 社	a) 実態調査	a) 実態調査 ・ 旅客船からの廃食用油回収立会い実施 ⇒廃食用油発生量が多く、既に持続的に回収/再利用されている ・ 外航船にて発生する廃食用油は、回収作業の煩雑さおよび本船乗組員側での追加作業・負担を鑑みて廃棄処分
6	F 社	a) 実態調査	a) 実態調査 ・ 船内調理により廃食用油は発生するが、限定的
7	G 社	a) 実態調査 b) 協力要請 c) 回収検討	a) 実態調査 ・ 船員向け調理にて廃食用油発生（発生量：数 L/月・船程度） b) 協力要請、c) 回収検討 ・ 各船にて廃食用油保管開始（使用済み食用油ボトルにて保管） ・ 船毎の回収は困難（船毎の発生量が少ないため） ・ 船団集約拠点にて一括保管、回収を検討（令和 8 年度実証検討）

No	ヒヤリング先	項目	調査結果
8	H 社	a) 実態調査 b) 協力要請 c) 回収検討	a) 実態調査 ・ 船員向け調理により廃食用油発生（発生量：6L/月・船程度） b) 協力要請、c) 回収検討 ・ 各船にて廃食用油保管開始（保管容器：ペール缶） ・ 船にて一定量保管→本社へ移送/一括保管→回収を検討 （令和 8 年度実証検討）
9	旅客船協会 内航総連	a) 実態調査 b) 協力要請	a) 実態調査 ・ 船員が一時保管場所まで廃食用油を持っていくことは業務扱い ⇒船員不足/労務管理の観点から、船員による対応は困難 b) 協力要請 ・ 船社の紹介を受ける
10	名古屋港管理組合	c) 回収検討	c) 回収検討（一時保管場所について意見交換） ・ 名古屋港周辺には空き地がなく、候補地もない ⇒公共的な位置づけの一時保管場所確保/設置は困難な状況
11	名古屋税関	c) 回収検討	c) 回収検討 ・ 外航船からの廃食用油回収にあたり、必要な手続きを相談 ✓回収実施に当たり、船陸交通許可申請が必要 ✓回収後、直ちに現物とともに輸入通関が必要 ✓回収容器を持ち込む場合、輸出通関が必要 ⇒一時保管による数量の集積化は不可能。 手間（コスト）増になるため、回収容器持ち込みは困難。

No	ヒヤリング先	項目	調査結果
12	I 社	a) 実態調査 b) 協力要請 c) 回収検討	a) 実態調査 ・ 外航船において、船員向け調理により廃食用油発生 ・ 対象外航船合計で、廃食用油発生量は 2 KL/年程度 b) 協力要請、c) 回収検討 ・ 外航船からの廃食用油回収検討を開始 ・ 保管容器：食用油購入時の容器（プラスチック容器 or 一斗缶） ・ 通関に必要な書類/手続きの確認/準備 ・ 中川油脂商店と協力して、回収トライアルを実施（2 回実施） ⇒トライアルにて明らかとなった課題点を整理/対策実施中 (令和 8 年度実証検討)
13	J 社	a) 実態調査	a) 実態調査 ・ 複数隻が名古屋港寄港。 ・ 廃食用油発生量については引き続き調査中。

(3) 実証実施に向けたロジ構築

上記検討結果をベースとして、令和8年度に実施する船舶および港湾地区からの廃食用油回収・再使用実証に向けたロジを構築した。

① 令和8年度に実施する外航船からの回収実証

a) 回収ロジ

外航船において発生する廃食用油を回収するロジを以下図6のように構築し、令和8年度に回収実証を実施する予定である。



図6：令和8年度に実施する外航船からの廃食用油回収実証ロジ

b) 実証実施時の留意点/課題点

令和8年度の回収実証において、以下留意点/課題点を整理しながらCO₂排出量および回収コスト低減策を検討する。本検討を通して回収ロジを修正することで、商用化可能な回収方法を確認する（回収方法確立で期待できる廃食用油回収量：1.5KL/年程度）。また確立した回収方法を他外航船社へ横展開することで、さらなる回収量積み上げも検討する。

* 船内における廃食用油保管

・ 保管容器

外航船へ回収容器を持ち込む場合、輸出通関が必要であり、工数（コスト）を鑑みて使用済み食用油ボトルを活用する。船内には使用済み鉱物油ボトルもあるため、誤使用しない注意喚起が必要。

・ 集積量

CO₂排出量/回収コスト低減のために、船内集積量を増やすことが好ましいが、船内にて廃食用油保管可能なスペースに限りもあるため、集積量100L程度を目安に回収することをベースとする予定。

* 回収作業および輸送

本回収を商用化するためには、回収時間短縮が重要課題である。回収時間を短縮できると、既存回収ルートを活用することができ、回収コスト並

びに混載輸送による原単位当たりの CO₂ 排出量低減が期待できる。プレトリアルにおいて抽出された課題（表 5）を解決することで回収時間短縮化を図り、外航船からの廃食用油回収を商用化する。

② 令和 8 年度に実施する内航船からの回収実証

内航船における廃食用油発生量は、旅客船やフェリー等を除くと大半が限定的である。令和 8 年度の回収実証において、ある程度まとまった数量が発生するケース（B 社、C 社等）では既存回収ルートを活用した商用化可能な単独回収方法を、少量が発生するケース（G 社、H 社等）では商用化可能な集積化手法を個別に確立する（回収方法確立で期待できる廃食用油回収量：1KL/年程度）。また、確立した集積化方法を他社へ横展開することで、さらなる回収量積み上げも検討する。

表 5：プレトリアルにて抽出した課題

No	項目	状況	検討課題
1	回収日時の決定	本船動静/荷役都合により回収日時決定が期近となり、回収アレンジが難航した	前広に回収日時を決定するスキーム構築が必要
2	回収作業の船内周知徹底	本船には様々な乗組員が配置されている中、回収作業の船内周知徹底が難しく、回収作業の担当者と接触/作業開始までに相応の時間を要した。	待ち時間なく作業開始できるためのスキーム構築が必要
3	廃食用油の船外への運び出し	作業開始後、廃食用油がコネクティングポイントに運び出されてくるまでに相応の時間を要した。	予め船外へ持ち出しておく等、作業開始後スムーズに回収できるためのスキーム構築が必要
4	必要書類の周知/事前準備	通関書類等必要書類の認知や事前準備がなく、回収作業完了後も書類準備完了まで相応の時間要した。	書類の事前準備含めたスキーム構築が必要

3.3 高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価

(1) 目的

内航海運における BDF の導入は、脱炭素化推進の拡大とともに 2030 年に向けて高まっていくことが期待されている。高濃度 BDF を使用した船舶運航の必要性も高まっている中、今後の BDF 本格普及にあたっては、船社各社が安心して BDF を使用できる環境を整備することが求められている。このような状況下、本実証事業では高濃度 BDF を用いた場合の船舶運航への影響を評価することを目的とする。

船舶運航への影響評価にあたり、陸上エンジン試験と船舶運航実証を合わせて実施した。陸上エンジン試験は、使用燃料のエンジンにおける燃焼状態や排ガス性状を規定条件下で評価することを目的として実施した。実船舶運航時は、運航条件や海象・気象条件等が運航中に変化し、緻密な評価が難しいためである。一方、陸上エンジン試験は試験時間に限界がある（燃料供給設備の制約から連続試験時間は 10 時間/条件）ため長時間連続運転の影響評価ができず、また運航面への影響や設備面への影響評価も不可能である。そのため、実船舶における運航実証は、長時間連続運転による影響評価や船舶運航面、設備面への影響評価を目的として実施した。

(2) 船舶運航実証において使用する BDF の性状分析

船用燃料において使用する BDF (FAME) に関する規格は、国内においては規格自体存在しないが、国際的な船用燃料油の規格である ISO 8217 Petroleum products -Fuels (class F) - Specifications of marine fuels においては規定されている。ISO 8217 は任意規格ではあるものの、本実証事業においては ISO 8217 に準拠した BDF を使用するものとする。

ISO 8217 において、使用する FAME (B100) は自動車用規格である EN 14214 または ASTM D6751 の規格を満たしていることが要求されている。本実証事業にて使用する FAME (B100) の性状分析を行い、EN 14214 規格を満たしていることを確認した (表 6)。

次に現時点における ISO 8217 の最新版 : ISO 8217-2024 に基づいて、本実証事業にて使用する B30 (A 重油との混合)、B30 (C 重油との混合)、B100 の性状分析を実施した。表 7~表 9 に示す通り、ISO 8217-2024 の規格を満たしていることを確認した。

表 6：本実証事業にて使用した B100 の分析結果（EN14214）

項目	単位	結果	EN14214 規格	試験方法
FAME 分	%(m/m)	96.9	96.5 以上	EN 14103
密度(15℃)	kg/m ³	883.2	860～900	ISO 12185
動粘度(40℃)	mm ² /s	4.330	3.50～5.00	ISO 3104
引火点	℃	132.0	120 以上	ISO 2719
硫黄分	mg/kg	4.4	10 以下	ISO 20846
10%残油残留炭素分	%(m/m)	0.01	0.3 以下	ISO 10370
セタン価	—	53.0	51 以上	ISO 5165
硫酸灰分	%(m/m)	<0.001	0.02 以下	ISO 3987
水分	%(m/m)	0.016	0.05 以下	ISO 12937
固形不純物	mg/kg	1.5	24 以下	EN 12662
銅板腐食(50℃, 3h)	—	1a	1 以下	ISO 2160
酸化安定性(110℃)	h	8.8	8 以上	EN 14112
酸価	mg KOH/g	0.44	0.5 以下	EN 14104
ヨウ素価	—	110	120 以下	EN 14111
リノール酸 メチルエステル	%(m/m)	5.9	12 以下	EN 14103
多不飽和脂肪酸 メチルエステル	%(m/m)	<0.6	1 以下	EN 15779
メタノール	%(m/m)	0.08	0.2 以下	EN 14110
モノグリセライド	%(m/m)	0.48	0.7 以下	EN 14105
ジグリセライド	%(m/m)	<0.10	0.2 以下	EN 14105
トリグリセライド	%(m/m)	<0.10	0.2 以下	EN 14105
遊離グリセリン	%(m/m)	0.009	0.02 以下	EN 14105
全グリセリン	%(m/m)	0.14	0.25 以下	EN 14105
金属(Na+K)	mg/kg	<2.0	5 以下	EN 14538
金属(Ca+Mg)	mg/kg	<2.0	5 以下	EN 14538
リン	mg/kg	<4.0	4 以下	EN 14107
流動点	℃	-3	当事者間合意	ISO 3016
目詰まり点	℃	-5	当事者間合意	EN 116

表 7：本実証事業にて使用した B30（A 重油混合）の分析結果（ISO 8217-2024）

項目	単位	結果	ISO 8217 規格	試験方法
動粘度(40℃)	mm ² /s	3.700	2.000-11.00	ISO 3104
密度 at 15℃	kg/m ³	878.6	900 以下	ISO 12185
セタン指数	—	42.7	35.0 以上	ISO 4264
セタン価	—	45.2	—	ISO 5165
硫黄分	%(m/m)	0.30	0.50 以下	ISO 8754
引火点	℃	81.0	60.0 以上	ISO 2719
硫化水素	mg/kg	0.00	2.00 以下	IP 570
酸価(mg KOH/g)	mg KOH/g	0.17	0.50 以下	ASTM D664
トライスラッシュ TSE	%(m/m)	<0.01	0.10 以下	ISO 10307-1
酸化安定性	h	>48	8.0 以上	EN 15751
FAME 分	%(v/v)	30.4	報告	IR 法
真発熱量	MJ/kg	40.580	報告	ASTM D240
残留炭素分	%(m/m)	0.01	0.30 以下	ISO 10370
曇り点	℃	-1	報告	ISO 3015
目詰まり点	℃	-13	報告	EN 116
流動点	℃	-12	冬：0 以下 夏：6 以下	ISO 3016
外観	—	透明	—	目視
水分	%(v/v)	0.00	0.30 以下	ISO 3733
灰分	%(m/m)	<0.001	0.010 以下	ISO 6245
潤滑性(WSD at60℃)	μm	185	520 以下	ISO 12156-1

表 8：本実証事業にて使用した B30（C 重油混合）の分析結果（ISO 8217-2024）

項目	単位	結果	ISO 8217 規格	試験方法
動粘度 (50℃)	mm ² /s	11.73	2.000-20.00	ISO 3104
密度 at 15℃	kg/m ³	937.0	955 以下	ISO 12185
CCAI	—	850	860 以下	Calculation
硫黄分	%(m/m)	0.29	0.50 以下	ISO 8754
引火点	℃	112.0	60.0 以上	ISO 2719
硫化水素	mg/kg	0.00	2.00 以下	IP 570
酸価 (mg KOH/g)	mg KOH/g	0.15	2.5 以下	ASTM D664
残留炭素分	%(m/m)	2.33	10.00 以下	ISO 10370
流動点	℃	6	6 以下	ISO 3016
水分	%(v/v)	0.00	0.30 以下	ISO 3733
灰分	%(m/m)	<0.001	0.070 以下	ISO 6245
V	mg/kg	<1	150 以下	IP 501
Na	mg/kg	<1	50 以下	IP 501
Al + Si	mg/kg	<15	40 以下	IP 501
Zn	mg/kg	<1	15 以下	IP 501
P	mg/kg	<1	15 以下	IP 501
Ca	mg/kg	<3	30 以下	IP 501
ドライスラッジ TSP	%(m/m)	<0.01	0.10 以下	ISO 10307-2
ドライスラッジ TSA	%(m/m)	0.01	報告	ISO 10307-2
ドライスラッジ TSE	%(m/m)	<0.01	報告	ISO 10307-1
FAME 分	%(v/v)	30.3	報告	IR 法
真発熱量	MJ/kg	39.950	報告	ASTM D240

表 9：本実証事業にて使用した B100 の分析結果（ISO 8217-2024）

項目	単位	結果	ISO 8217 規格	試験方法
動粘度 (50℃)	mm ² /s	3.561	2.000-20.00	ISO 3104
密度 at 15℃	kg/m ³	883.2	900 以下	ISO 12185
CCAI	—	835	860 以下	Calculation
硫黄分	%(m/m)	<0.03	0.50 以下	ISO 8754
引火点	℃	132.0	60.0 以上	ISO 2719
硫化水素	mg/kg	0.00	2.00 以下	IP 570
酸価 (mg KOH/g)	mg KOH/g	0.42	2.5 以下	ASTM D664
残留炭素分	%(m/m)	0.01	10.00 以下	ISO 10370
流動点	℃	-3	6 以下	ISO 3016
水分	%(v/v)	0.00	0.30 以下	ISO 3733
灰分	%(m/m)	<0.001	0.070 以下	ISO 6245
V	mg/kg	<1	150 以下	IP 501
Na	mg/kg	<1	50 以下	IP 501
Al + Si	mg/kg	<15	40 以下	IP 501
Zn	mg/kg	<1	15 以下	IP 501
P	mg/kg	<1	15 以下	IP 501
Ca	mg/kg	<3	30 以下	IP 501
ドライスラッジ TSP	%(m/m)	<0.01	0.10 以下	ISO 10307-2
ドライスラッジ TSA	%(m/m)	<0.01	報告	ISO 10307-2
ドライスラッジ TSE	%(m/m)	<0.01	報告	ISO 10307-1
FAME 分	%(v/v)	96.9	報告	IR 法
真発熱量	MJ/kg	37.070	報告	ASTM D240

(3) 船舶運航に向けた事前準備

① 陸上エンジン運転試験による燃焼性評価

a) 目的

陸上エンジン試験は、使用燃料のエンジンにおける燃焼状態や排ガス性状を規定条件下で評価することを目的としている。実船舶運航においては運航条件や海象・気象条件等により緻密な評価が難しいことに加え、船舶運航に支障をきたすトラブル発生を未然に防止するためには、陸上エンジン試験における使用燃料の事前評価は重要である。

b) 使用燃料の動粘度および密度の温度依存性評価

陸上エンジン運転試験を実施するにあたって、初めに燃料の動粘度・密度の温度依存性を評価した。エンジン運転試験を行うにあたっては、エンジンでの燃料噴射に最適な動粘度範囲で燃料をエンジンに送り込む必要があるため、特に動粘度の高いC重油混合燃料の場合は、燃料の加熱が必要となる。また、燃料の密度によって燃料清浄機の調整板を変える必要がある。

計測に使用した動粘度・密度計は、図7に示す株式会社アントンパール製のSVM 3001である。本装置は、ISO 23581, ASTM D7042などのスタビンガー型粘度計による動粘度計測法に準拠（密度計測はASTM D4052、ISO 12185に準拠）している。



図7：評価に用いた精密動粘度・密度計測器

A重油混合B30/B50/B75、C重油混合B30/B50/B75、B100、A重油、C重油について、燃料温度を -10°C から 110°C まで可変させ（一部燃料においては、 -5°C 以下では急激な動粘度増加のため計測不可）動粘度および密度を計測した（図8～図11）。また、 50°C における動粘度、 15°C における密度を表10にまとめた。

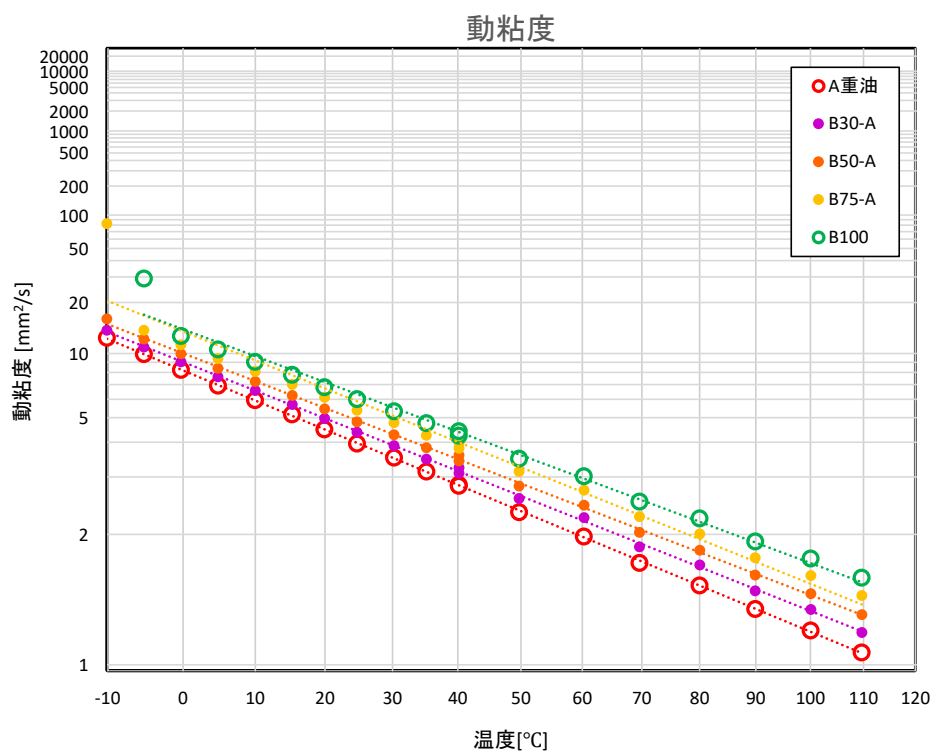


図 8 : A 重油と BDF 混合燃料の動粘度の温度依存性

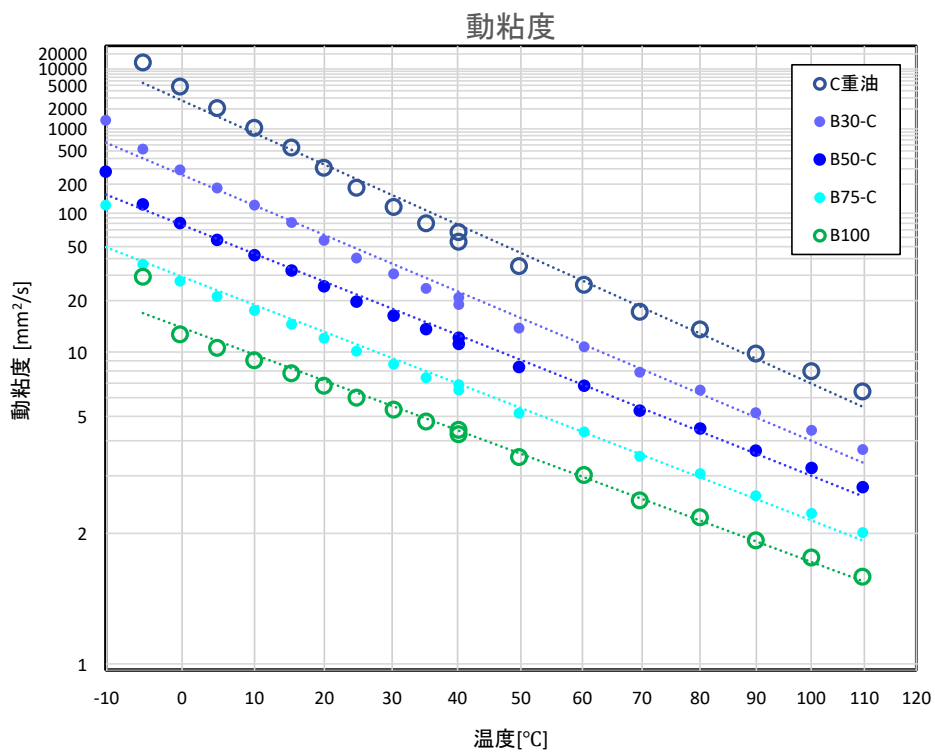


図 9 : C 重油と BDF 混合燃料の動粘度の温度依存性

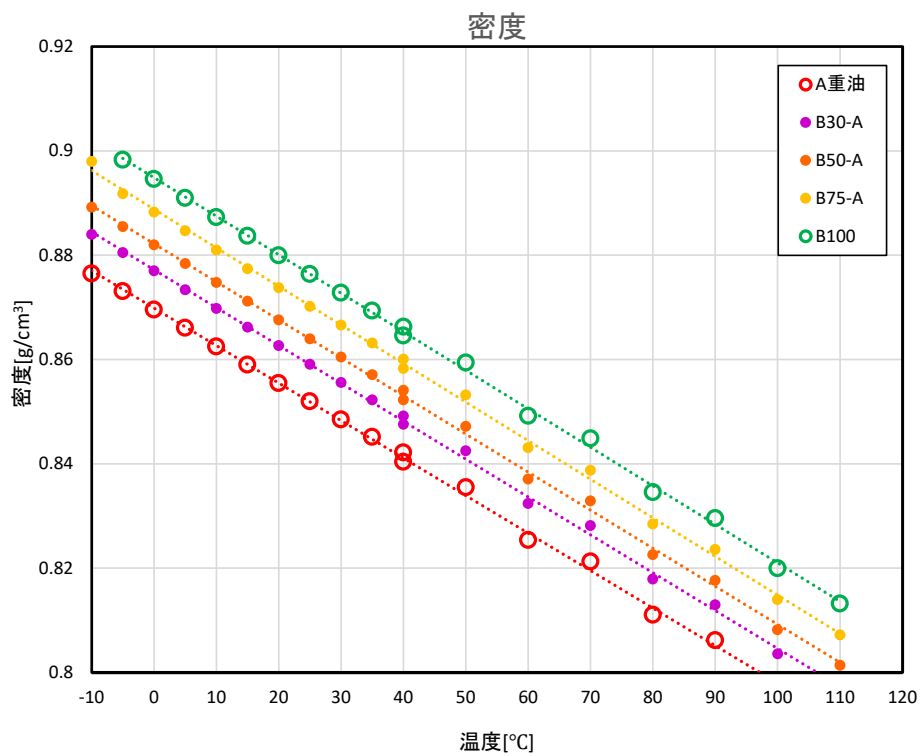


図 10 : A 重油と BDF 混合燃料の密度の温度依存性

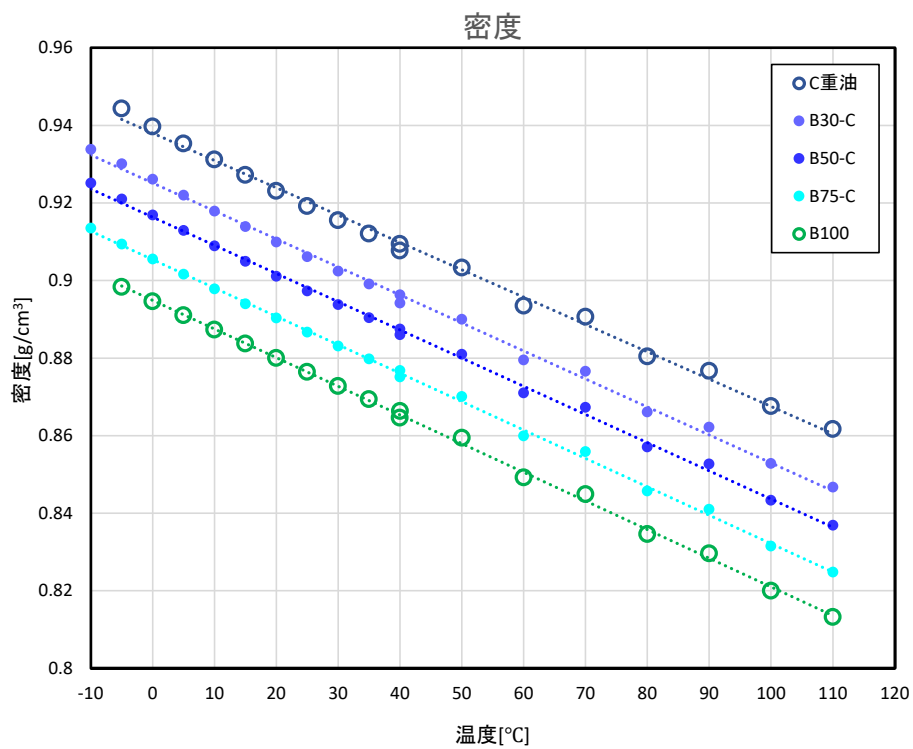


図 11 : C 重油と BDF 混合燃料の密度の温度依存性

表 10：動粘度および密度

	A 重油	C 重油	B100	A 重油混合燃料			C 重油混合燃料		
				B30	B50	B75	B30	B50	B75
動粘度 @50℃ (mm ² /s)	2.315	35.103	3.478	2.559	2.808	3.129	13.576	8.373	5.156
密度 @15℃ (g/cm ³)	0.859	0.9272	0.8837	0.8662	0.8712	0.8774	0.9139	0.9089	0.8978

c) 使用燃料の着火性評価

次に、定容燃焼試験装置（Fuel Combustion Analyzer (FCA)）を用いて使用燃料の着火性試験を実施し、陸上エンジン運転試験を実施するにあたって問題ない燃焼性を有しているか否か評価した。

* 試験条件について

試験に用いた FCA は、図 12 に示すフューエルテック社の FIA-100 Fuel Combustion Analyzer (IP541/06 規格に準拠) である。本装置は噴射圧力や開弁時間等も計測できるため、燃料の噴射量あたりのエネルギー量等を正確に解析可能である。本試験においては、約 600mL の定容容器内の空気が温度 810K、圧力 4.5MPa（45bar）に到達したときに燃料を容器内に噴射、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、推定セタン価 ECN 等を評価した。

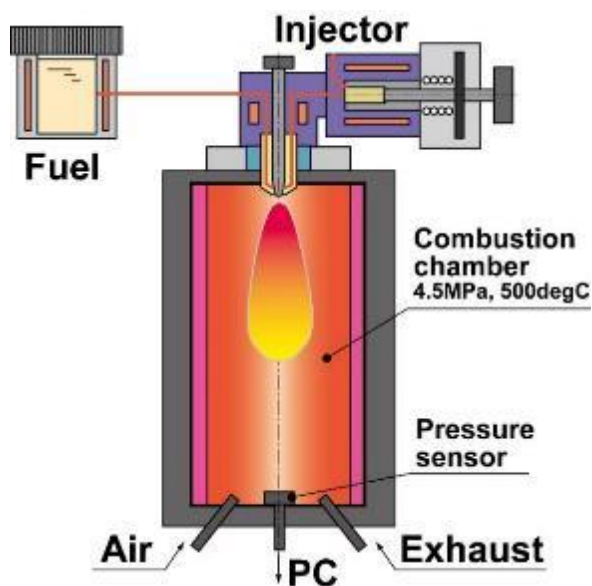


図 12：本試験に用いた定容燃焼試験装置

本試験を実施するにあたり、表 11 に示した DM grade、RMA の燃料加熱条件を用い、装置設定条件は表 12 に示した諸条件を用いた。

表 11：着火性試験における燃料加熱条件

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

表 12：着火性試験における装置設定条件

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
Initial chamber temperature	500 °C

* 試験結果の評価方法について

FCA 計測では、定容容器内の圧力変化を計測する。図 13 に圧力の時間変化と、そこから得られる燃焼パラメータを示す。

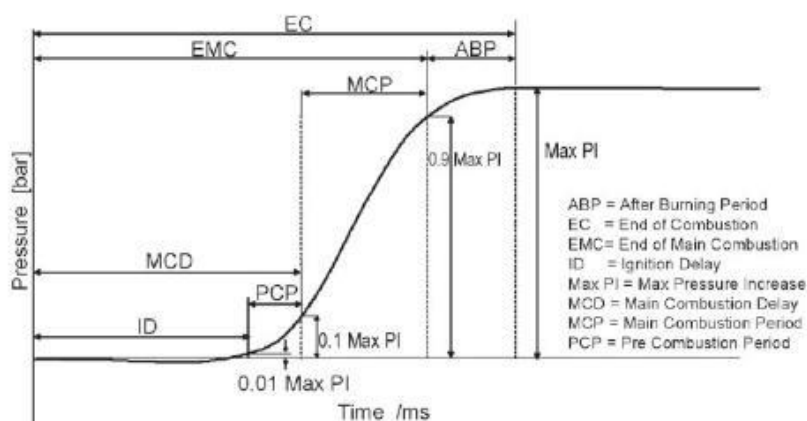


図 13：圧力の時間変化と燃焼パラメータ

また、圧力履歴から熱発生率を得ることができ（図 14）、主燃焼遅れ時間（Main Combustion Delay, MCD）から着火性指標である推定セタン価（Estimated Cetane Number, ECN）を算出することができる。この ECN は燃料の着火性（自己着火のしやすさ、ノッキングのしにくさ）を表す指標であり、図 15 に示した評価例のように、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。また、主要パラメータについては、表 13 に説明を記載した。

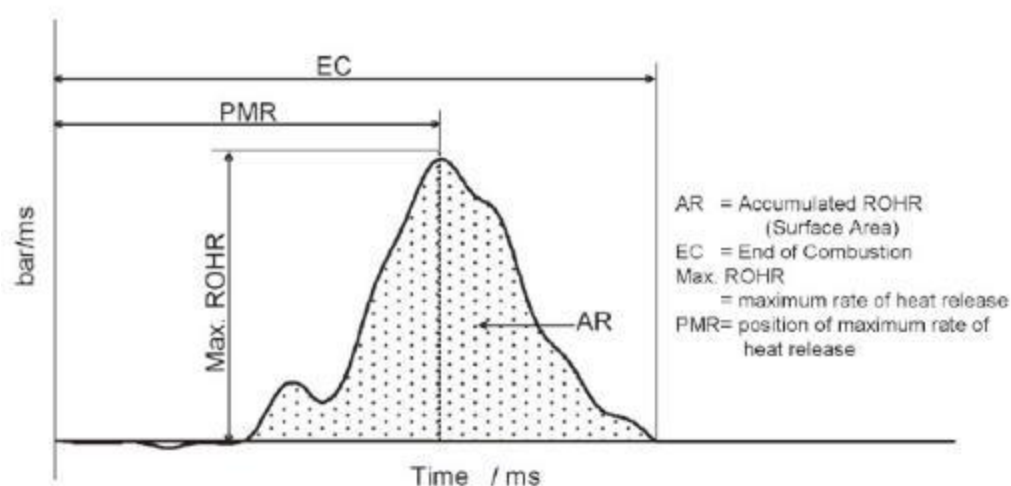


図 14：熱発生率

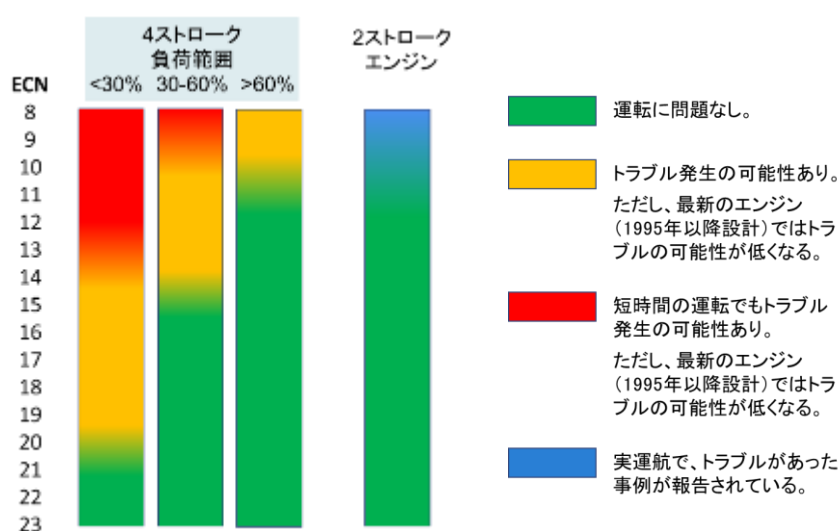


図 15：ECN による燃料の着火性の評価例

表 13 : FCA 計測から得られる主要パラメータ

パラメータの省略記号	パラメータの説明
<u>ID</u> (着火遅れ時間) Ignition Delay	圧力波形が上昇し始める点。燃焼終了時の最高圧力の 1%に達するまでの時間として求められる。
<u>MCD</u> : Main Combustion Delay	燃焼終了時の最高圧力の 10%に達するまでの時間として求められる。主燃焼過程がはじまる時間と位置付けられる。
<u>ECN</u> : (推定セタン価) Estimated Cetane Number	MCD の値から次式で求められる。 $ECN=153.15e^{(-0.2861MCD)}$
<u>Max ROHR</u> (最大熱発生率) Max Rate of Heat Release level <u>PMR</u> (最大熱発生率位置) Position of Max ROHR	PMR が遅く Max ROHR の値が高い場合エンジンの信頼性が損なわれる可能性がある。さらに、ピストンリングも通常状態ではなくなる可能性がある。 Max ROHR の値が低い場合、一般的に燃焼期間 (CP) が長くなる可能性がある。シリンダ内の燃焼が遅くなり、スモークと PM が増加する。 PMR が遅く Max ROHR の値が低い場合、膨張行程の温度低下をもたらす、スートと PM が増加する。
<u>EC</u> : End of Combustion <u>CP</u> : Combustion Period	長い燃焼期間 (CP) は、燃料の重質成分がシリンダ内で燃えるのに時間がかかることを意味する。すなわち、スートと PM の増加、さらに、過給機トラブルのリスクが増大し、過給機が汚れている場合、過給機回転数の増加や過給機前排ガス温度の上昇をもたらす。
<u>ABP</u> (後燃え期間) After Burning Period	ABP の精度は高くないため、比較は難しい。ABP の著しい増加は、スートおよび PM の増加、デポジットの発生、排気管の詰まりなどを起こし得る。

* 試験結果

初めに、FCA 計測から得られた熱発生率の時間変化を図 16 (A 重油混合燃料) および図 17 (C 重油混合燃料) に、容器内圧力の時間変化を図 18 (A 重油混合燃料) および図 19 (C 重油混合燃料) に示した。また、得られたパラメータ一覧を表 14 (A 重油混合燃料) および表 15 (C 重油混合燃料) にまとめた。

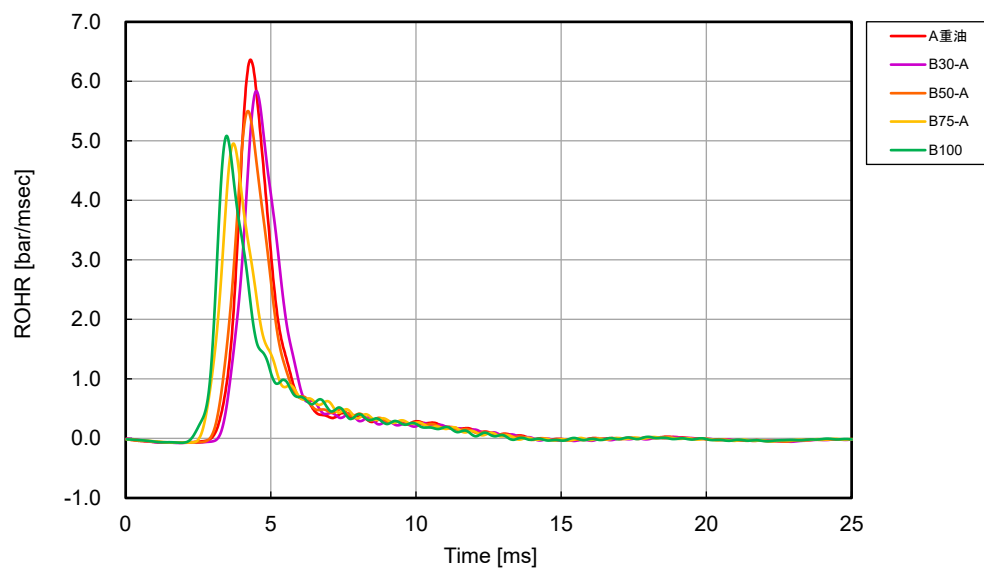


図 16：熱発生率の時間変化 (A 重油混合燃料)

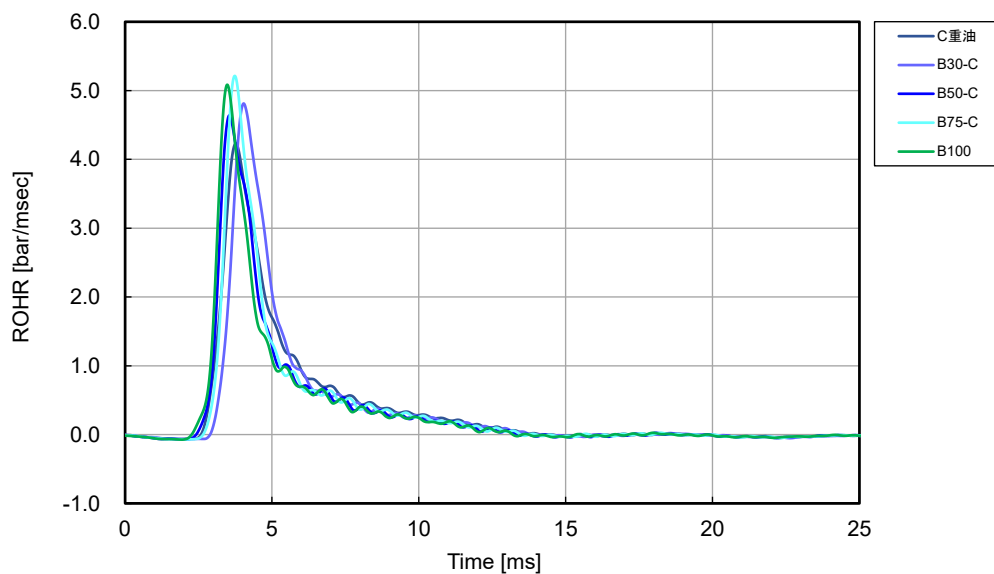


図 17：熱発生率の時間変化 (C 重油混合燃料)

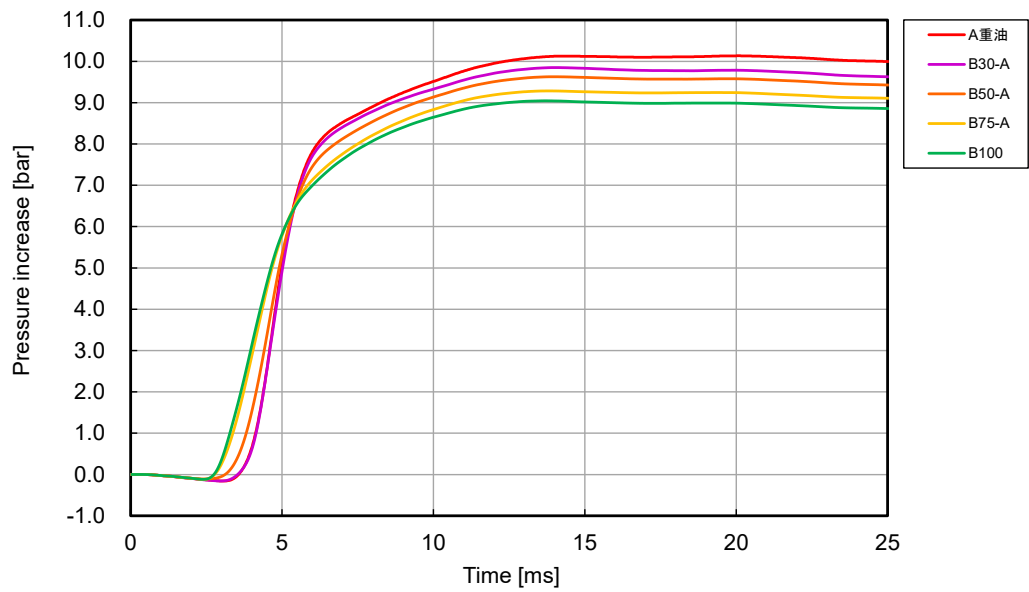


図 18：容器内圧力の時間変化（A 重油混合燃料）

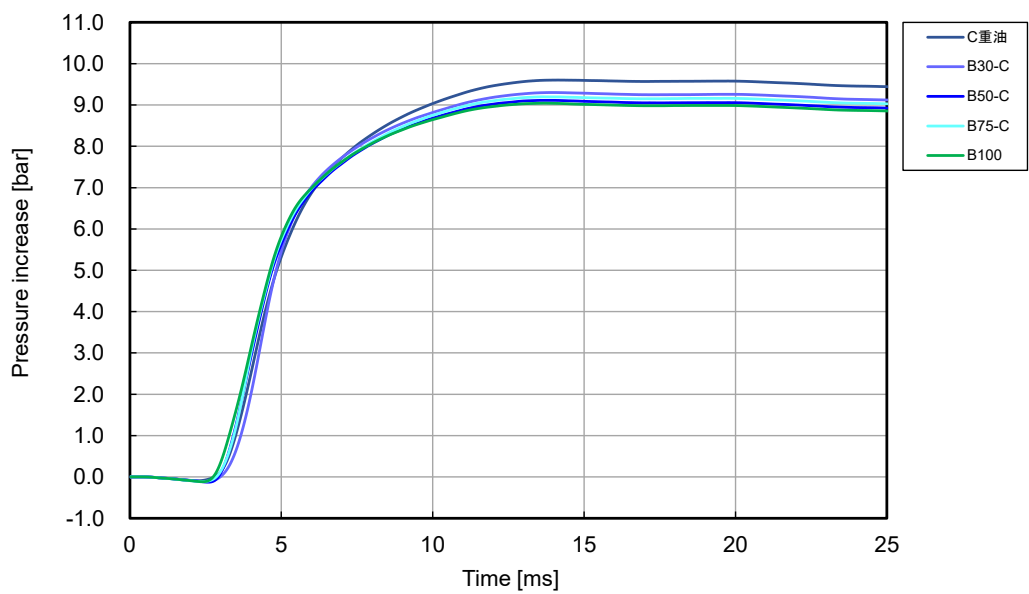


図 19：容器内圧力の時間変化（C 重油混合燃料）

表 14 : A 重油混合燃料において得られたパラメータ

油種	ID (ms)	MCD (ms)	EMC (ms)	EC (ms)	PCP (ms)	MCP (ma)	ABP (ms)	Max ROHR (bar/ms)	PMR (ms)	AR (bar)	Max PI (bar)	ECN
A 重油	3.98	4.24	8.65	13.06	0.26	4.41	4.41	6.70	4.60	9.97	10.16	45.50
B30	3.94	4.20	8.22	12.41	0.26	4.02	4.19	5.89	4.61	9.68	9.86	46.02
B50	3.68	3.94	8.30	12.29	0.27	4.35	3.99	5.54	4.34	9.45	9.63	49.55
B75	3.25	3.51	8.39	12.11	0.26	4.88	3.72	4.98	3.83	9.12	9.29	56.16
B100	3.18	3.42	8.18	11.93	0.24	4.76	3.75	5.20	3.64	8.89	9.05	57.59

表 15 : C 重油混合燃料において得られたパラメータ

油種	ID (ms)	MCD (ms)	EMC (ms)	EC (ms)	PCP (ms)	MCP (ma)	ABP (ms)	Max ROHR (bar/ms)	PMR (ms)	AR (bar)	Max PI (bar)	ECN
C 重油	3.28	3.57	8.83	12.47	0.29	5.27	3.64	4.24	3.86	9.44	9.62	55.19
B30	3.47	3.74	8.44	12.25	0.26	4.71	3.80	4.82	4.03	9.14	9.31	52.59
B50	3.26	3.51	8.37	12.05	0.25	4.87	3.68	4.68	3.72	8.95	9.12	56.16
B75	3.27	3.52	8.42	12.08	0.24	4.91	3.65	5.22	3.76	9.04	9.20	55.98
B100	3.18	3.42	8.18	11.93	0.24	4.76	3.75	5.20	3.64	8.89	9.05	57.59

以下、各パラメータについて試験結果の解析並びに考察を行った。

- 最大熱発生率 (Max ROHR) および最大熱発生率位置 (PMR)

最大熱発生率および最大熱発生率位置の BDF 混合量依存性を、図 20 および図 21 に図示した。最大熱発生率は BDF を混合しても大きな変化は見られず、最大熱発生率位置は BDF 混合量増加とともに早くなった。このことから BDF 混合燃料を使用した場合においても、スモークや PM の発生が生じるなどの、ピストンリングに悪影響を与える（エンジン信頼性を損なう）燃焼状態は発生しないことが分かった。

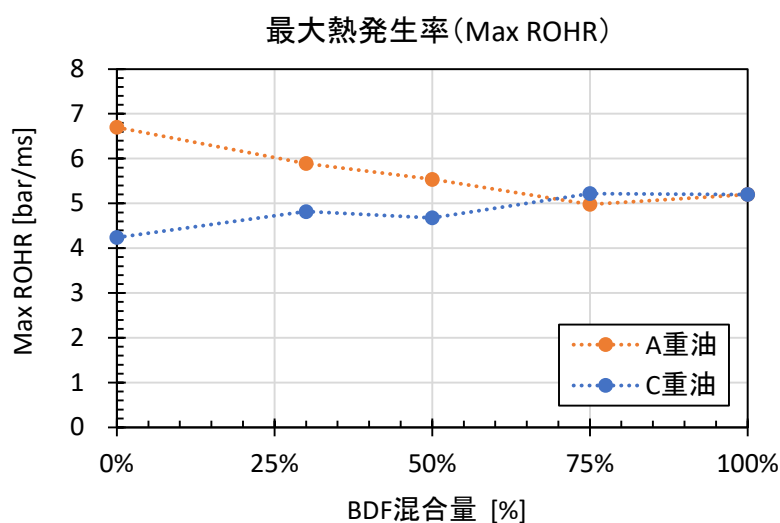


図 20：最大熱発生率 (Max ROHR) の BDF 混合率依存性

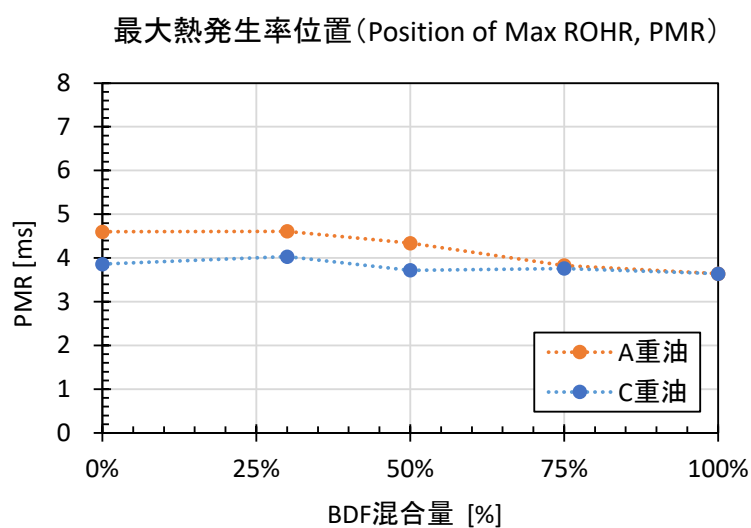


図 21：最大熱発生率位置 (PMR) の BDF 混合率依存性

- ・ 推定セタン価 (ECN)、着火遅れ時間 (ID)

船舶燃料の推定セタン価は 40 以上であることが指標となっている。BDF 混合燃料の推定セタン価はいずれも 40 以上であり、着火性は問題ないことが分かった。また、着火遅れ時間 (図 22) が BDF 混合量増加とともに短くなっていることから、BDF を混合すると燃料の着火性が向上することが分かった。

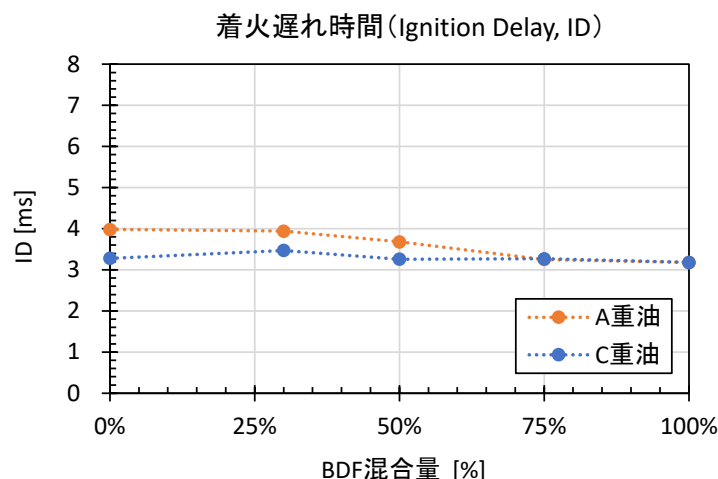


図 22：着火遅れ時間 (ID) の BDF 混合率依存性

- ・ 後燃え期間 (ABP)

後燃え期間 (図 23) は C 重油との混合では大きな変化がなく、A 重油との混合では BDF 混合量増加とともに短くなっていることから、BDF 混合燃料を使用しても異常は確認されなかった。

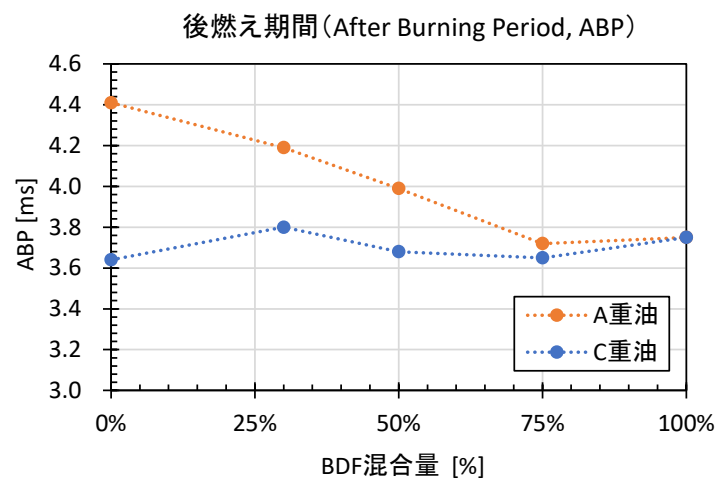


図 23：後燃え期間 (ABP) の BDF 混合率依存性

以上のように、FCA による燃料着火性試験において、BDF 混合燃料は着火性/燃焼性においてエンジン運転試験に供しても問題ないことが確認できた。

d) 陸上エンジン運転試験による評価

A 重油、C 重油、A 重油混合 B30、C 重油混合 B30 および B100 の 5 種類の燃料において、4 ストロークディーゼルエンジンを用いた陸上エンジン運転試験を実施した。

* 試験条件について

本試験に用いた実験用 4 ストロークディーゼルエンジンの概要を表 16 に、外観を図 24 に示す。排ガス性状は、HORIBA 製排ガス分析装置（5 成分計（HORIBA MEXA-1600DEGR））を使用した。本装置においては、排気ガス中の O_2 （酸素）、 CO_2 （二酸化炭素）、CO（一酸化炭素）、 NO_x （窒素酸化物）、THC（トータルハイドロカーボン）の濃度測定が可能で、CO および CO_2 は非分散型赤外吸収法（NDIR）、 O_2 は磁気圧気法（MPD）、THC は水素炎イオン化法（FID）、 NO_x には化学発光法（CLD）を用いて計測された。

表 16：実験用 4 ストロークディーゼルエンジンの概要

メーカー	松井鉄工所
形式	MU323DGSC
燃料噴射制御	機械制御
シリンダ数	3
シリンダ径	230mm
ストローク	380mm
定格出力	257kW
定格回転数	420rpm



図 24：実験用 4 ストロークディーゼルエンジンの外観

* 試験結果

・ 圧力波形

エンジン負荷率の最も高い 100% 負荷率および最も低い 25% 負荷率において、燃料噴射圧波形と筒内（シリンダ）圧力波形を比較する。まず、図 25 に A 重油、A 重油混合 B30 および B100 の結果を示した。燃料噴射圧およびシリンダ内圧力共に、A 重油、A 重油混合 B30、B100 にて波形がほぼ変わらず、燃焼性に差異は見られなかった。

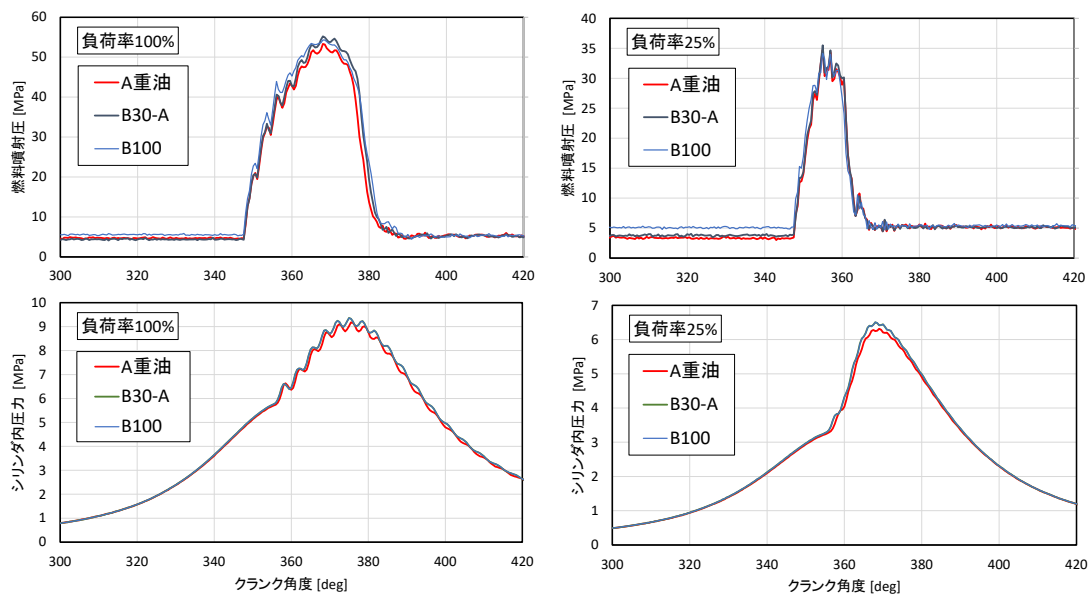


図 25：燃料噴射圧とシリンダ内圧力の波形（A 重油混合燃料）

次に、図 26 に C 重油、C 重油混合 B30 および B100 の結果を示した。C 重油の動粘度が BDF よりもかなり高いため、BDF 混合率が高くなるにつれ燃料噴射圧は小さくなった。一方、シリンダ内圧力は C 重油、C 重油混合 B30、B100 にて波形がほぼ変わらず、燃焼性に差異は見られなかった。

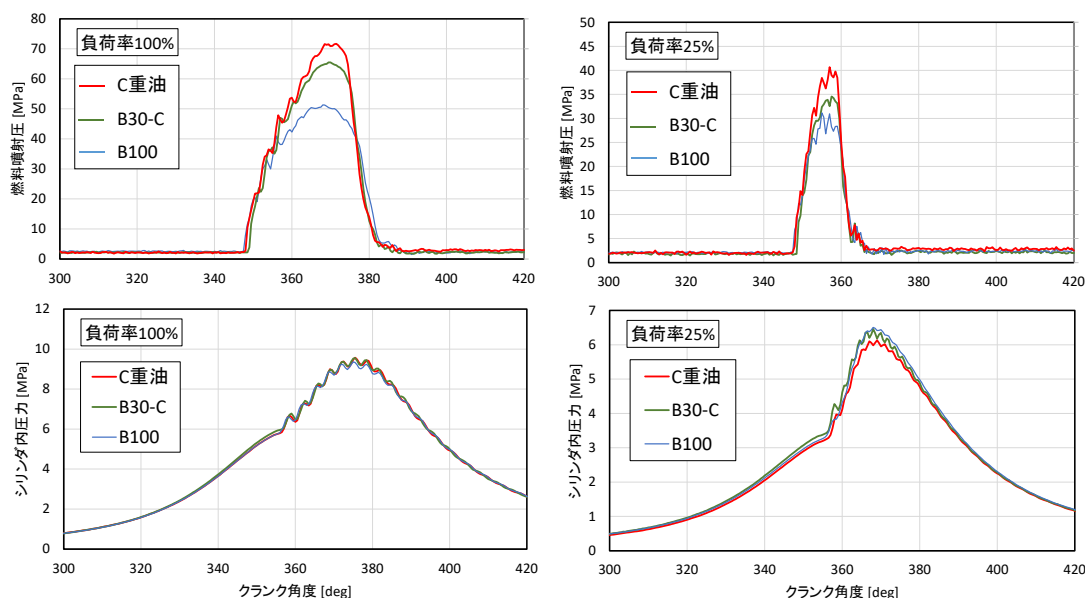


図 26：燃料噴射圧とシリンダ内圧力の波形（C 重油混合燃料）

・燃焼パラメータ

エンジン負荷率を変化させた時の燃焼パラメータを比較する。まず、図 27 に A 重油、A 重油混合 B30 および B100 の結果を示した。着火遅れは、エンジン低負荷率では若干 B100 の方が短かったが、50%以上の負荷率では A 重油、A 重油混合 B30、B100 においてほとんど違いは見られなかった。シリンダ内最高圧力は BDF 混合率増加とともに若干増加したが、顕著な変化はなく、給気圧力にも大きな変化はなかった。タービン前後の排ガス温度、排ガス温度も、特筆すべき大きな変化はなく、BDF 混合による燃焼性の違いは確認されなかった。

次に、図 28 に C 重油、C 重油混合 B30 および B100 の結果を示した。着火遅れはエンジン低負荷率では若干 B100 の方が短かったが、50%以上の負荷率では C 重油、C 重油混合 B30、B100 においてほとんど違いは見られなかった。シリンダ内最高圧力、給気圧力にも大きな変化はなかった。タービン前後の排ガス温度、排ガス温度も、特筆すべき大きな変化はなく、BDF 混合による燃焼性の違いは確認されなかった。

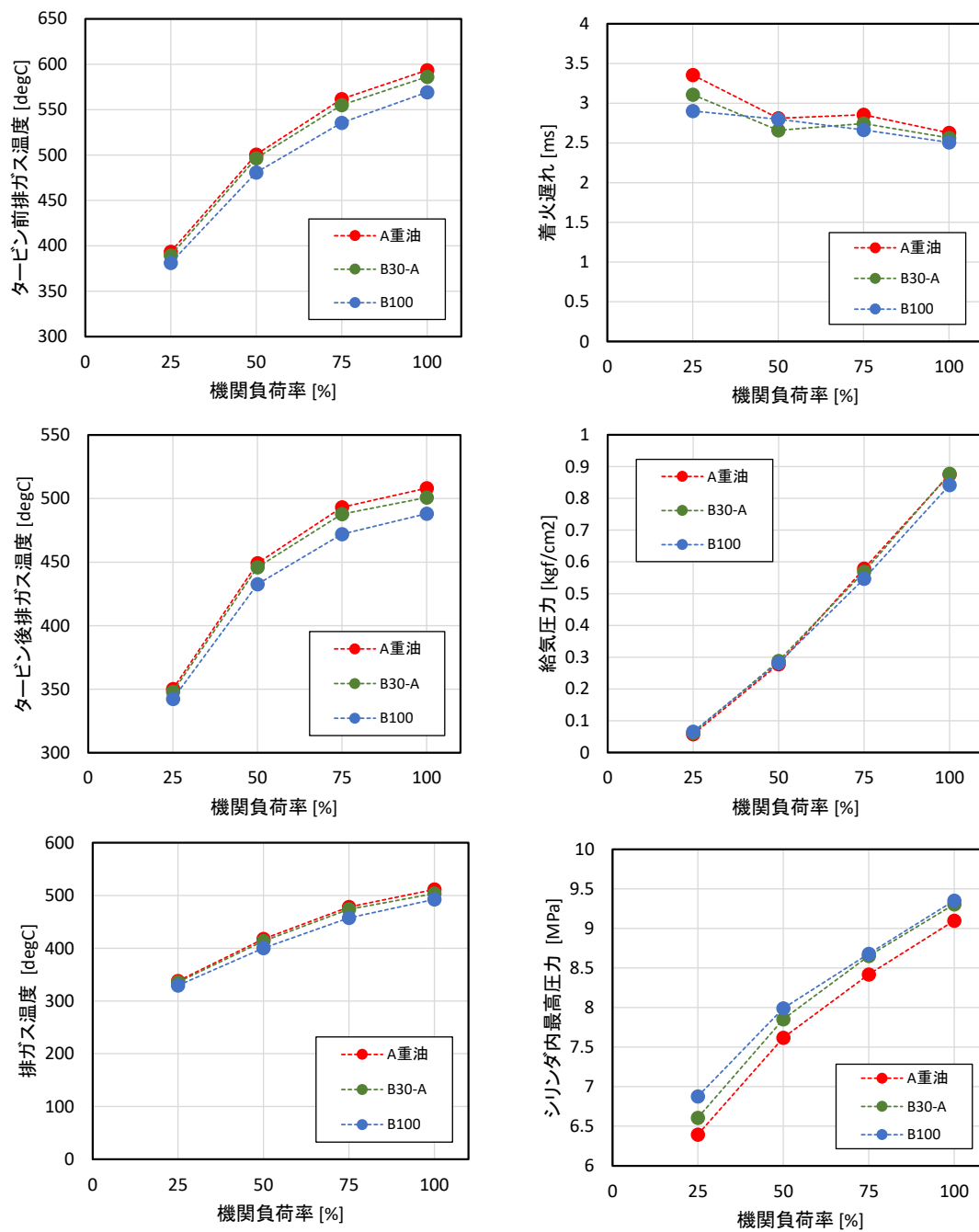


図 27：燃焼パラメータ (A 重油混合燃料)

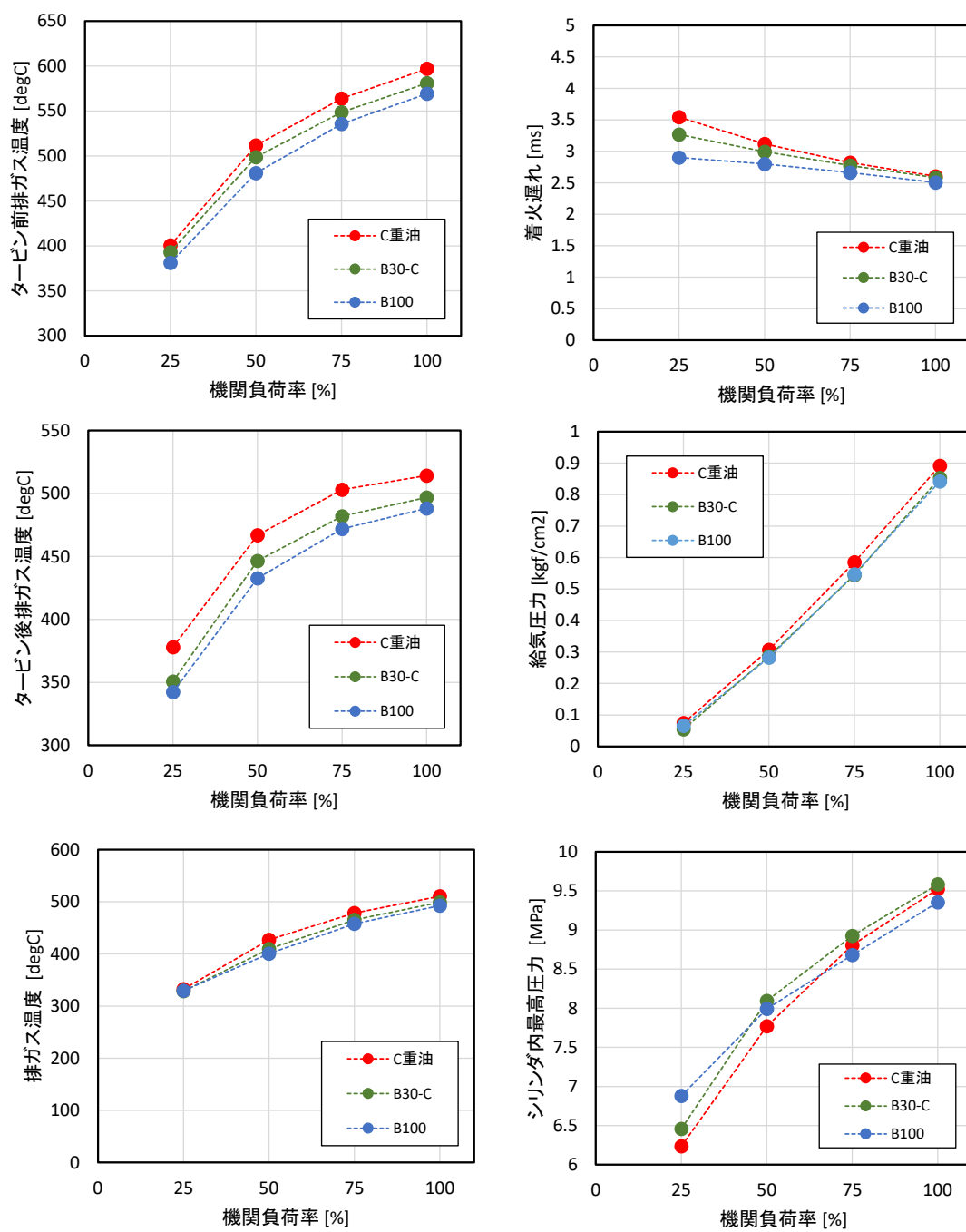


図 28：燃焼パラメータ (C 重油混合燃料)

・燃料消費量

エンジン負荷率を変化させた時の燃料流通量を測定し、燃料毎の燃料消費量を表 17 にまとめた。すべてのエンジン負荷率において B100 の燃料消費量が最も多くなった。

表 17：燃料毎の燃料消費量

	燃料消費量 (L/h)			
	負荷率 25%	負荷率 50%	負荷率 75%	負荷率 100%
B100	19.6	37.2	54.2	71.2
A 重油	17.6	33.6	50.7	66.1
A 重油混合 B30	18.2	34.9	50.0	67.9
C 重油	16.9	32.9	48.0	63.8
C 重油混合 B30	17.6	34.6	49.8	66.0

・排ガス性状

エンジン負荷率を変化させた時の排ガス性状を測定した。図 29 に A 重油、A 重油混合 B30 および B100 の結果、図 30 に C 重油、C 重油混合 B30 および B100 の結果を示した。A 重油や C 重油と比較して、BDF 混合燃料では CO 濃度が低く、NO_x 濃度が高くなった。FCA 計測の結果にて明らかなように、本試験で用いた BDF は着火性がよく、BDF 混合燃料における燃焼状態は良好、高温雰囲気形成されていることが示唆された。なお、BDF 混合燃料において NO_x 濃度が高くなる要因として BDF が含酸素燃料であることも考えられるが、NO_x 濃度自体問題になるレベルではなかった。

また、排ガス中の全炭化水素（THC）はスートの要因になる成分であるが、BDF 混合燃料は A 重油や C 重油と比較して排出量が少なく、特に低エンジン負荷率（スートが発生しやすい条件）では排出量はかなり少なかった。これは BDF 自体の燃焼性が良いことに加え、BDF は脂肪酸エステルであり、重油のような芳香族分を含まないことにも起因していると考えられる。

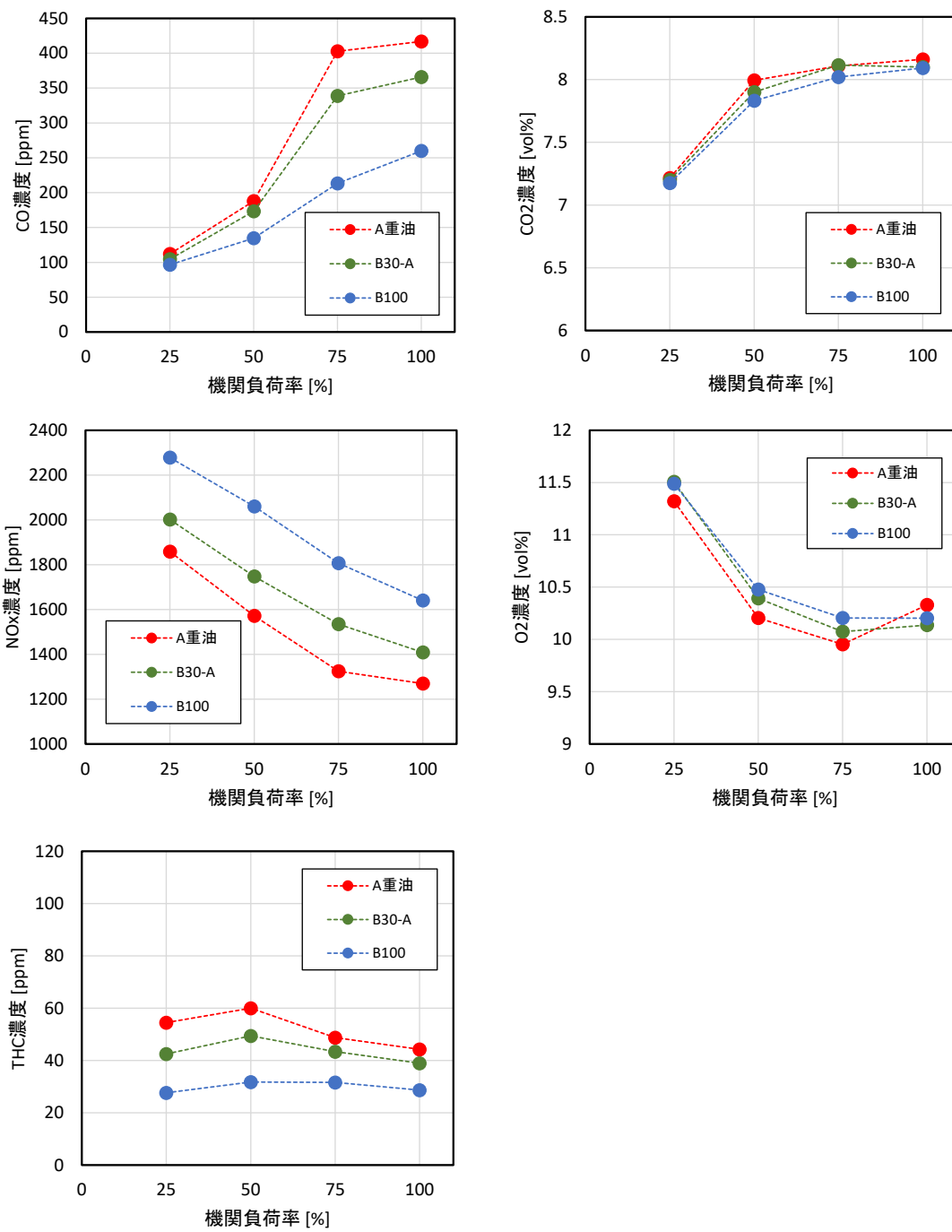


図 29：排ガス性状（A 重油混合燃料）

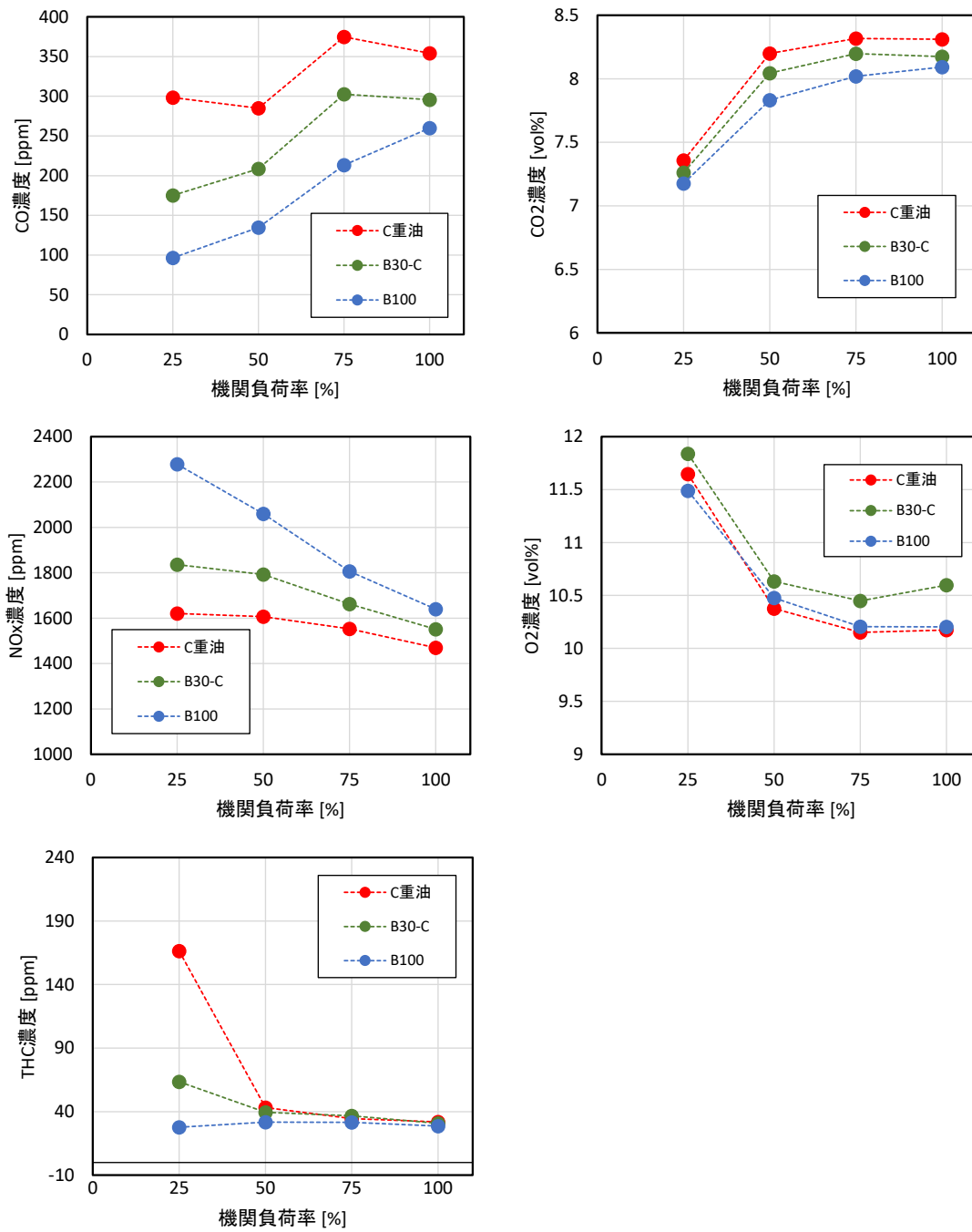


図 30 : 排ガス性状 (C 重油混合燃料)

e) 試験結果のまとめ

＊定容容器試験

- ・ BDF 混合燃料の着火性は、重油と比べて高いことが分かった。
- ・ BDF 混合燃料の着火遅れ時間は重油よりも短く、圧力波形からも燃焼が速いことが示唆された。
- ・ BDF 混合燃料においても、エンジンやピストンリング損傷の可能性が想定される急激な燃焼やスート/PM の増加、過給機トラブルのリスクが高まる長い燃焼時間は観測されず、燃焼悪化は確認されなかった。

⇒使用する BDF 混合燃料は、陸上エンジン運転試験を実施するにあたって問題ない着火性・燃焼性を有していることを確認した。

＊陸上エンジン運転試験

- ・ A 重油、C 重油、A 重油混合 B30、C 重油混合 B30 および B100、全燃料において、エンジン運転の不具合は確認されなかった。
- ・ BDF 混合燃料使用時の筒内圧力波形、着火遅れ、給気圧力、筒内圧力および排ガス温度は重油使用時とほぼ同等であり、燃焼性の違いは確認されなかった。
- ・ BDF 混合燃料使用時の排ガス性状は、重油使用時と大きな変化はなかった。BDF 混合比率が高まるにつれて CO 濃度は低下し、NO_x 濃度は高くなる傾向が確認され、燃焼状態がよく高温雰囲気形成されていることが示唆された。
- ・ THC 濃度は、BDF 混合比率が高まると低くなる傾向があり、特に低負荷率では重油よりスート形成がされにくいことが示唆された。

⇒陸上エンジン運転試験において重油との比較検証を実施したが、B30 (A 重油混合)、B30 (C 重油混合)、B100 を使用しても大きな問題がないことが確認された。

② B30 をバンカリングするにあたっての事前準備

船舶用バイオ燃料混合油の貨物輸送に関しては、国内法においては危険物船舶運送及び貯蔵規則等ならびに海洋汚染等防止法、国際法においては国際バルクケミカルコード（IBC コード）において規定が存在している。本規定では、バイオ燃料の混合割合 25% を境に、25% を超えるものは「有害液体物質/液体化学薬品」として運送し、25% 以下は「油扱い」として運送することが定められており、従来の油タンカーではなく化学品タンカーを用いてバンカリングする必要があった。

一方、昨今のカーボンニュートラル化の流れを受け、2025 年 4 月に開催された第 83 回海洋環境保護委員会（MEPC）において、バイオ燃料の混合割合が体積比で 25% 以上 30% 以下の燃料油に関しては、油タンカーで輸送可能とする「従来のバンカリング船によるバイオ燃料混合油輸送に関する暫定ガイダンス（以下、暫定ガイダンス）」が承認された。本暫定ガイダンスの GHG 排出削減に資する趣旨に鑑みて、国内法においても、船舶の技術基準等が 2025 年 10 月に改定された（参考：国交省資料-船舶用バイオ混合燃料の輸送に関する 暫定ガイダンスを受けた制度変更について）。具体的には、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律および船舶安全法において通達が発出され、国内法においてもバンカリング目的に限り、B30 を油タンカーで輸送することが可能となった。

このような状況下、本実証事業実施にあたり上記通達に基づいた申請手続きを行い、油タンカーにて重油混合 B30 を輸送/船舶へバンカリングを行った。

(4) 高濃度 BDF を使用した船舶運航実証

① C 重油混合 B30 を用いた船舶運航実証

c) 船舶運航実証の概要

JRTT と連携し、第二十三すみせ丸において C 重油混合 B30 を用いた船舶運航実証を実施し、トラブルなく運航できることを確認した。

＊実証対象船：第二十三すみせ丸（セメント運搬船）

＊概要

- ・ 25 年 11 月 10 日に、対象船へ C 重油混合 B30（100.004KL）を補油
- ・ 補油後、25 年 12 月 2 日まで運航実証を実施（主機関にて使用）



図 31：第二十三すみせ丸の外観

表 18：第二十三すみせ丸および主機関の概要

第二十三すみせ丸の概要	
全長、全幅、喫水	95.97 m、17.00 m、6.90 m
総トン数	4008 GT
竣工年	2015 年
主機関の概要	
メーカー	株式会社マキタ
エンジン型式	マキタ-三井-MAN B&W 5L35MC6.1、2 ストローク
製造年	2015 年
定格出力	3250KW (@210 min ⁻¹)
定格回転数	210min ⁻¹
シリンダ数・シリンダ径・ストローク	5 気筒・350mm・1050mm
燃料噴射システム	機械式

d) 船舶運航実証前調査

C 重油混合 B30 による運航実証の影響を調査するにあたり、運航実証前すなわち、C 重油使用後の船舶の状態調査を実施した。具体的には、燃料供給ラインに設置されているストレーナー（図 32 に示した移送ポンプストレーナー、燃料清浄機ストレーナーおよび燃料供給一次ストレーナー）、燃料清浄機および主機関 1 気筒の開放点検を三和ドックにて実施した。

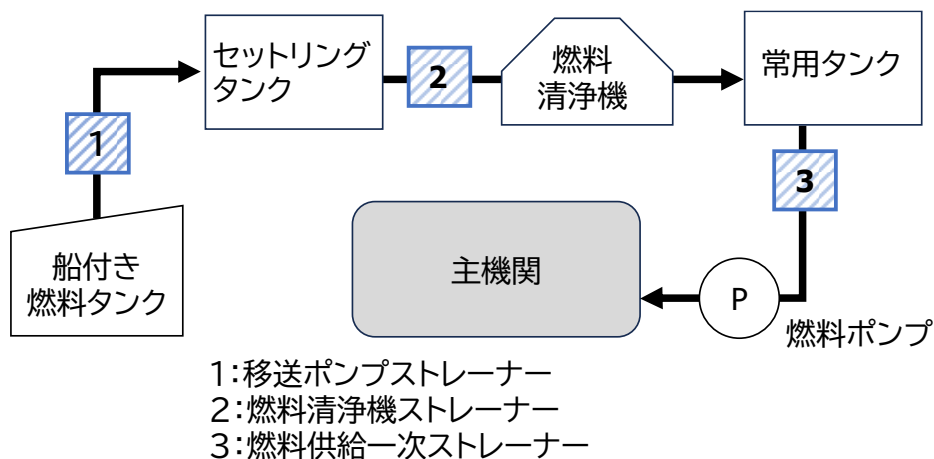


図 32：本船の燃料油配管系統図

* ストレーナー

図 33 に、移送ポンプストレーナー、燃料清浄機ストレーナー、燃料供給一次ストレーナーの内部状況を示した。燃料タンクに近いストレーナー（移送ポンプストレーナー、燃料清浄機ストレーナー、燃料供給一次ストレーナーの順）ほどスラッジ（カーボン分）の量が多く、汚れが激しいことがわかる。



図 33：ストレーナー内部（左より移送ポンプ、燃料清浄機、燃料供給一次）

運航実証前に全ストレーナーの洗浄を実施した。なお、BDF は重油と比較して配管の洗浄効果があるとされており、BDF 使用開始初期に配管に蓄積したスラッジを洗い流す可能性がある。そのため、運航開始 200 時間程度の時点で全ストレーナーのスラッジの状況を確認することとした。

＊燃料清浄機

図 34 に、開放直後の燃料清浄機各部品の状態を示した（約 2,600 時間運転後の状態）。清浄機にて処理していた燃料は C 重油（性状は動粘度 27.5mm/s@50℃、密度 944.8kg/m³@15℃）で、設定条件は調節板：Φ63.5、処理温度：75～80℃、処理量：450 L/h、スラッジ排出間隔：120 min であった。

運航実証前に回転体およびトラップの洗浄を行い、実証試験の影響を正確に確認するため O リング類はすべて新品へ交換した。また、運航実証中は C 重油混合 B30 を使用することから、燃料清浄機の設定条件は以下とした。

- ・ 調整板：Φ63.5（C 重油使用時と同じ条件）
- ・ 処理温度：55℃

⇒C 重油混合 B30 の動粘度は 11.73 mm²/s@50℃と低いことから、処理温度を下げ、異常流出が起こらないことを確認することとした。

- ・ 処理量：450～500L/h
- ・ スラッジ排出間隔：60 min

⇒BDF は重油と比較して配管の洗浄効果があるとされている。配管に蓄積したスラッジが洗い流され、燃料清浄機に流入する可能性があるため、スラッジ排出間隔は通常の 120 min から 60min へと短縮した。



図 34：燃料清浄機の開放点検

＊主機関

主機関 1 気筒を開放し、運航実証前のシリンダライナ、ピストンリング、ピストンクラウンおよびシリンダカバーの状態確認・清掃を実施した。

・シリンダライナ（図 35）

摺動面上部までコルゲート（シリンダライナの摺動面に意図的に施される波形加工）痕が残存、摩耗は軽微であり、問題ないこと確認した。

・ピストンリング（図 36）

摩耗を防ぐためのサーメット層（硬いセラミックと金属を混ぜ合わせた「サーメット」素材をピストンリングの表面に溶射（コーティング）したもの）が十分残存しており、問題ないこと確認した。

・ピストンクラウン（図 37）

リング溝寸法や、触火面焼損量は許容範囲内、カラーチェックにおいてクラック等は確認されず、問題ないこと確認した。

・シリンダカバー（図 38）

シリンダカバー水室にさびや腐食は見られず、ジャケットの O リング当たり面にも腐食痕は見られなかった。またカラーチェックにおいてクラック等は確認されず、問題ないこと確認した。



図 35：主機関のシリンダライナ



図 36：主機関のピストンリング



図 37：主機関のピストンクラウン



図 38：主機関のシリンダカバー

e) 船舶運航実証後調査

25 年 11 月 10 日に C 重油混合 B30/100.004KL を補油後、12 月 2 日までの約 1 か月間（約 624 時間）運航実証を実施し、全燃料を消費した。運航実証後、B30 を使用した影響を考察するために、三和ドックにてストレーナー、燃料清浄機および主機関 1 気筒の開放点検を実施した。また、取得した運航データについても、C 重油使用時と比較検証を実施した。

* ストレーナー

運航開始 208 時間の時点で、全ストレーナーの開放点検を実施した（図 39）。移送ポンプストレーナーは、通常よりも汚れがかなり少なく、燃料清浄機ストレーナーおよび燃料供給一次ストレーナーの汚れは極めて少なかった。どのストレーナーも表面を軽くこすれば汚れが落ち、清掃作業時間は通常の半分以下であった。次に、運航実証終了後に再度全ストレーナーの開放点検を実施した（図 40）。移送ポンプストレーナーのみスラッジがみられたが、運転開始 208 時間点検時よりも少なく、また他のストレーナーは汚れがほとんどない状態であった。スラッジ量は運転時間と共に減少しており、BDF による特異的なスラッジの発生は確認されなかった。このことから、BDF 使用開始初期に懸念されていた配管に蓄積したスラッジの流入も発生しないことが確認された。



図 39：運航実証開始 208 時間後におけるストレーナー内部
(左より移送ポンプ、燃料清浄機、燃料供給一次)



図 40：運航実証後（624 時間後）におけるストレーナー内部
(左より移送ポンプ、燃料清浄機、燃料供給一次)

*燃料清浄機

実証運航中、燃料清浄機は重油使用時同様作動不良等なく、正常に稼働した。実証運航後に開放点検を実施し、燃料清浄機のフレームおよび回転体外面（図 41）、スラッジカバー内面（図 42）、回転体内面（図 43）、分離板・弁シリンダ（図 44）の汚れの様子を比較した。その結果、いずれにおいても C 重油混合 B30 使用後（トライアル後-624 時間運転後）の方が C 重油使用後（トライアル前-2589 時間運転後）よりも汚れ具合は少なかった。運転時間の差異も考慮に入れる必要はあるが、BDF 混合による特異的な汚れや異常スラッジの発生も見られなかったことから、問題なく使用できることが分かった。



トライアル前
(C重油:2,589時間運転後)



トライアル後
(B30:11/6~12/2運転後)

図 41：燃料清浄機におけるフレーム内や回転体外面の汚れ



トライアル前
(C重油:2,589時間運転後)



トライアル後
(B30:11/6~12/2運転後)

図 42：燃料清浄機におけるスラッジカバー内面の汚れ



図 43：燃料清浄機における回転体内面の汚れ

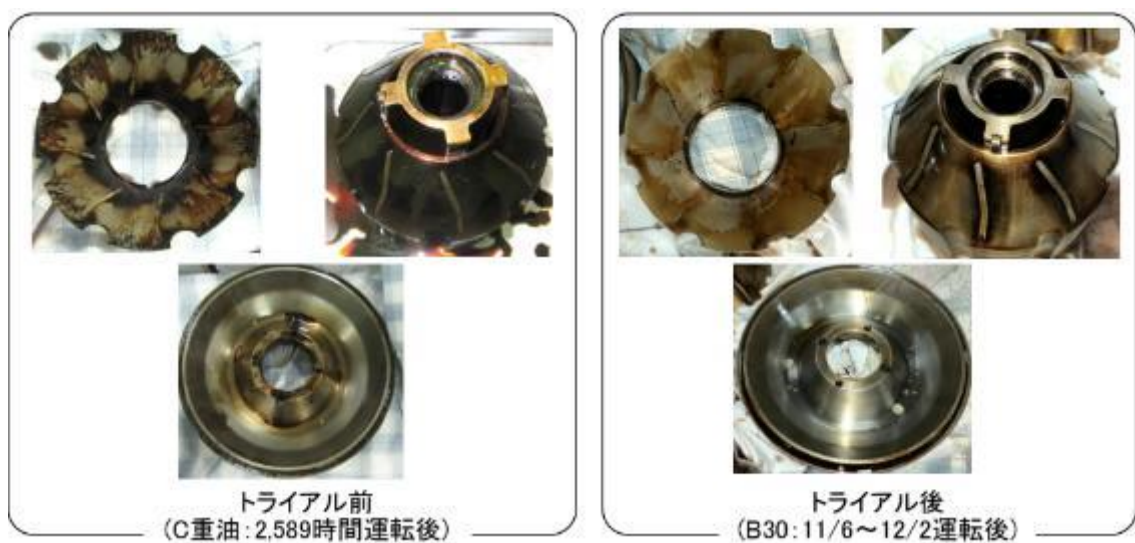


図 44：燃料清浄機における分離板・弁シリンダの汚れ

次に、燃料清浄機内の O リングへの影響を確認した。外観目視において、O リングの異常な膨潤や変形は見られなかった。新品 O リングと C 重油運転後（2589 時間）ならびに C 重油混合 B30 運転後（運航実証 624 時間）の重量を比較したが（図 45）、重量変化幅に大きな違いは見られず、いずれにおいても異常な変化は見られなかった。

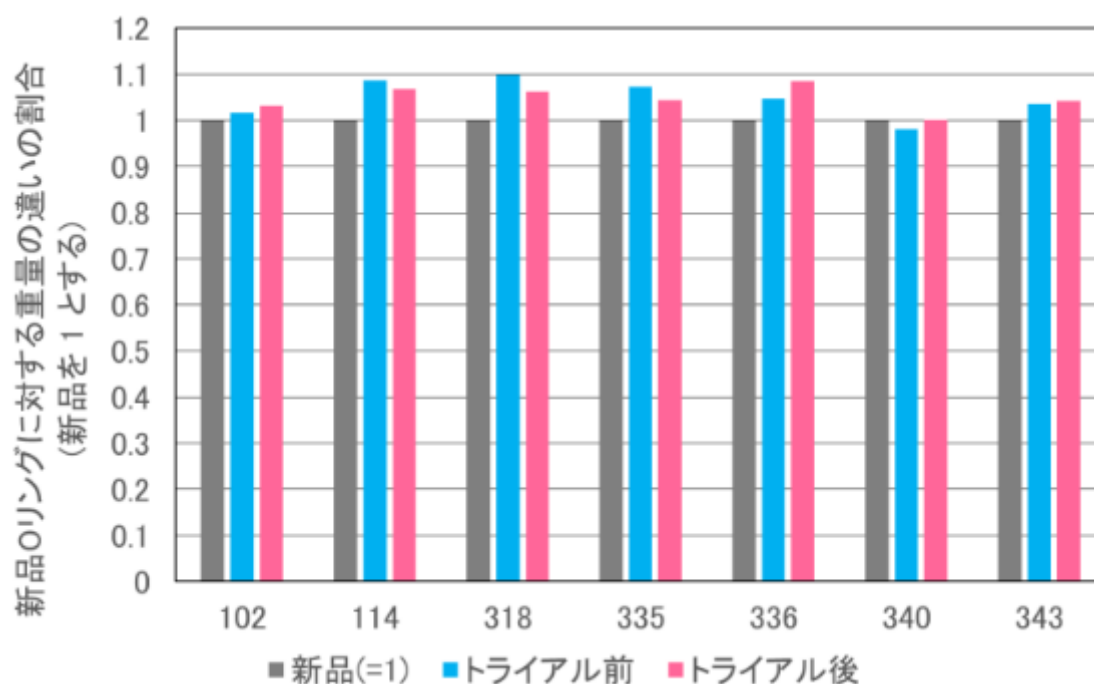


図 45：燃料清浄機における O リングの重量比較（新品=1 で規格化）

*主機関

運航実証後に主機関 1 気筒を開放し、運航実証同様シリンダライナ、ピストンリング、ピストンクラウン、シリンダカバーの状態確認を行った。

・シリンダライナ（図 46）

摺動面上部までコルゲート痕が残存、摩耗は軽微であった。C 重油使用後と比較して、異常は認められなかった。

・ピストンリング（図 47）

サーメット層の過度の摩耗も見られず、均一に摩耗しており良好な状態であった。C 重油使用後と比較して、異常は認められなかった。

・ピストンクラウン（図 48）

リング溝寸法や、触火面焼損量は許容範囲内、カラーチェックにおいてクラック等は確認されなかった。C 重油使用後と比較して、異常は認められなかった。

- ・ シリンダカバー（図 49）

シリンダカバーについてカラーチェックを実施したが、腐食やクラック等は確認されなかった。C 重油使用後と比較して、異常は認められなかった。



図 46：運航実証後の主機関のシリンダライナ



図 47：運航実証後の主機関のピストンリング



図 48：運航実証後の主機関のピストンクラウン



図 49：運航実証後の主機関のシリンダカバー

* 運航データ（排ガス温度）の比較

実船舶における運航データは、運航条件や海象・気象条件によって大きく変化するため、類似航路/海象条件下における運航データを比較する必要がある。加えて、セメント運搬船は荷物を満載した「満船状態」と揚荷役後の「空船状態」では船体が受ける抵抗や主機関にかかる負荷が大きく異なるため、積み荷の状況も考慮する必要がある。本運航実証においてはエンジンの燃焼状態を反映する排ガス温度について、満船状態と空船状態でエンジン負荷率が70%、75%、80%、85%運航条件時のデータを抽出し、C重油による運航とC重油混合B30による運航のデータを比較した（図50）。その結果、排ガス温度は両者で有意差がなく、C重油とC重油混合B30において燃焼状態に差異がないことを確認した（短時間の陸上エンジン試験と同じ結果を、長期間の船舶運航実証においても確認）。

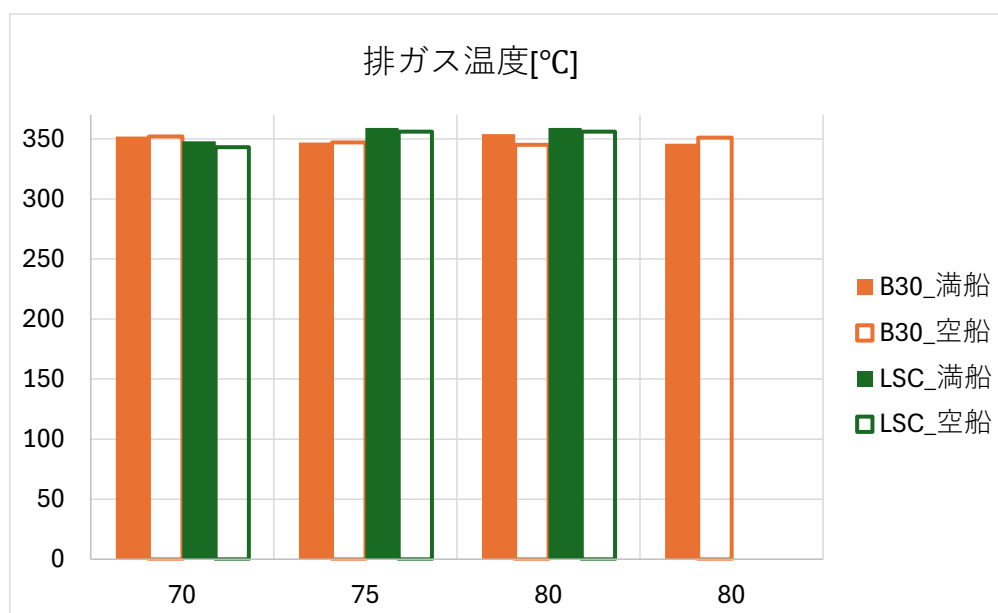


図 50：排ガス温度の比較

f) 船舶運航実証のまとめ

- ・ C 重油混合 B30 を用いて、トラブルなく運航実証を実施した。
- ・ ストレーナーのつまりは見られず、C 重油使用時と比較してスラッジの増加や特異的な発生も確認できなかった。
- ・ 燃料清浄機やエンジン部品への顕著な影響は認められなかった。
- ・ 類似条件下における排ガス温度を比較したところ、C 重油混合 B30 と C 重油で優位差は見られず、燃焼状態に差異がないことを確認した。

② A 重油混合 B30 を用いた船舶運航実証

a) 船舶運航実証の概要

株式会社小島組と連携し、第 381 良成丸において A 重油混合 B30 を用いた船舶運航実証を実施し、トラブルなく運航できることを確認した。

＊実証対象船：第 381 良成丸（作業船）

＊概要

- ・ 25 年 10 月 28 日に、対象船へ A 重油混合 B30（100.037KL）を補油
- ・ 補油後、26 年 2 月 6 日まで運航実証を実施（主発電機関および碇泊発電機関にて使用）



図 51：第 381 良成丸の外観

表 19：第 381 良成丸、主発電機関および碇泊発電機関の概要

第 381 良成丸の概要	
全長	67 m
全幅	26 m
喫水	2.7 m
総トン数	2877 GT
竣工年	2014 年
主発電機関の概要	
メーカー	ダイハツインフィニアース
エンジン型式	8DC-32e、4 ストローク
製造年	2013 年 4 月
定格出力	2800KW (3807PS)
定格回転数	720min ⁻¹
シリンダ数・シリンダ径・ストローク	8 気筒・320mm・400mm
燃料噴射システム	機械式
碇泊発電機関	
メーカー	ヤンマー
エンジン型式	6HAL2-WHT
製造年月	2013 年 2 月
定格出力	265KW
定格回転数	1800min ⁻¹
シリンダ数・シリンダ径・ストローク	6 気筒・130mm・165mm
燃料噴射システム	機械式

b) 船舶運航実証前調査

A 重油混合 B30 による運航実証の影響を調査するにあたり、運航実証前すなわち、A 重油使用後の船舶の状態調査を実施した。具体的には、燃料供給ラインに設置されているストレーナー（図 52 に示した燃料配管ストレーナーおよび主発電機関入ロストレーナー）および燃料フィルター（図 52 に示した主発電機関燃料フィルターおよび碇泊発電機関燃料フィルター）、主発電機関 1 気筒および碇泊発電機関 6 気筒の開放点検を実施した。

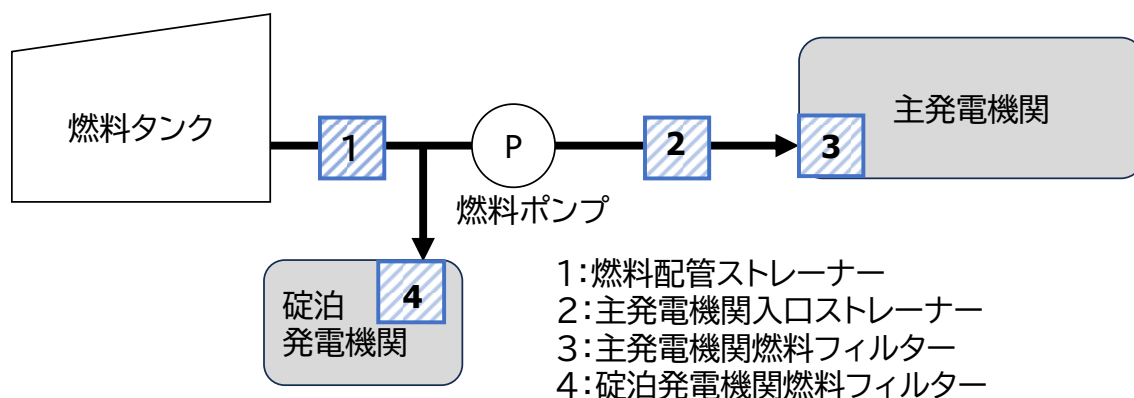


図 52：本船の燃料油配管系統図

＊ストレーナー

図 53 に、開放直後の燃料配管ストレーナーの内部状況を示した。内部に付着物等は見られず、また内部エレメントにおいても大きな汚れは見られなかった。



図 53：燃料配管ストレーナー（左）および内部エレメント（右）

次に、主発電機関入口ストレーナーの内部状況を示した（図 54）。燃料配管ストレーナー同様、内部に付着物等は見られず、内部エレメントにおいても大きな汚れは見られなかった。運航実証に備えて、両ストレーナーおよびエレメントの洗浄を実施/装着した。



図 54：主発電機関入口ストレーナー（左）および内部エレメント（右）

＊燃料フィルター

主発電機関燃料フィルターを分解し、清掃を行った（図 55）。取り出した内部エレメントの状況（図 56）を確認したが、外部も内部も付着物等は確認されなかった。運航実証に備えて、両ストレーナーおよびエレメントの洗浄を実施/装着した。



図 55：主発電機関の燃料フィルターおよび内部エレメントの取り出し



図 56：内部エレメントの状況

次に、碇泊発電機燃料フィルターを取り出した（図 57）。このフィルターは洗浄できないため、実証試験の影響を正確に確認するため新品と交換し、運航実証に備えた。



図 57：碇泊発電機燃料フィルターおよび内部エレメント
(左：取り出した内部エレメントと新品の比較、右：内部エレメント交換)

* 主発電機関

主発電機関の燃料噴射ポンプ 1 気筒分を開放点検した。図 58 に、燃料噴射ポンプのプランジャーブロックと、その中から取り出したプランジャーを示す。プランジャーの燃料流路部にキャビテーションによる打痕や浸食による表面損傷が発生していることが確認された（図 59）。実証試験の影響を正確に確認するため、プランジャーブロックおよびプランジャーは新品と交換した（図 60）。



図 58：主発電機関燃料噴射ポンプ（プランジャーブロック、プランジャー）

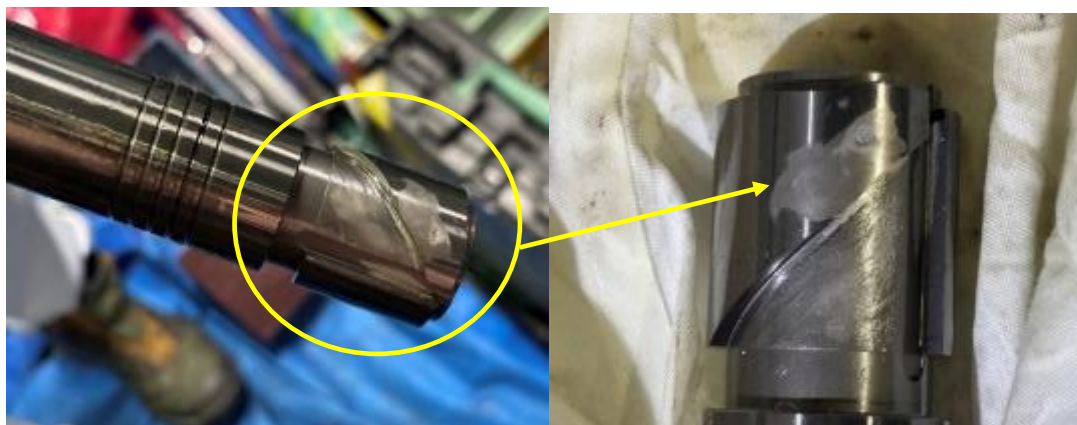


図 59：プランジャーの燃料流路部



図 60：新品プランジャーの燃料流路部（左上）、組みつけの様子（右上）、
新品プランジャーブロック（下）

図 61 に示すように、燃料噴射弁の先端のノズルにカーボン分が付着していた。実証試験の影響を正確に確認するため、燃料噴射ノズルを新品と交換した（図 62）。



図 61：燃料噴射弁全体（上）と噴射弁先端（左下）およびノズル（右下）



図 62：新品の燃料噴射弁ノズル

* 碇泊発電機関

碇泊発電機関は燃料噴射ポンプがブロックとなっているため、6 気筒すべてを開放点検した（図 63）。プランジヤーの摺動部は特に異物混入などの擦り傷はなかったが、燃料流路部にキャビテーションによる打痕傷が見られた（図 64, 65）。実証試験の影響を正確に確認するため、運航実証の影響評価を行うにあたり 6 気筒分のプランジヤーを新品に交換した。



図 63：碇泊発電機関の燃料噴射ポンプとポンプブロック



図 64：プランジヤーブロックとプランジヤー



図 65：プランジヤー先端および燃料流路部

c) 船舶運航実証後調査

25 年 10 月 28 日に A 重油混合 B30/100.004KL を補油後、26 年 2 月 6 日までの約 3.5 か月間運航実証を実施し、全燃料を消費した。運航実証後、B30 を使用した影響を考察するために、鹿児島県薩摩川内港にて、ストレーナー、燃料フィルター、主発電機関の燃料噴射ポンプ 1 気筒分、碇泊発電機関の燃料噴射ポンプ 6 気筒分を開放点検した。また、取得した運航データについても、A 重油使用時と比較検証を実施した。

＊ストレーナー

実証後、燃料配管ストレーナーおよび主発電機入口ストレーナーの開放点検を実施した（図 66）。その結果、両者ともに実証前と比較してスラッジ量に変化はなく、異常は確認できなかった。



図 66：燃料配管ストレーナー（左）、主発電機入口ストレーナー（右）

＊燃料フィルター

実証後の主発電機関の燃料フィルター（図 67）は付着物がほとんどみられず、碇泊発電機関の燃料フィルター（図 67）においても実証前の交換フィルターと比較して、汚れ具合に違いは見られなかった。

上記ストレーナー、燃料フィルターの実証後の状況より、BDF による特異的なスラッジの発生はなく、BDF 使用開始初期に懸念されていた配管に蓄積したスラッジの流入も発生しないことが確認された。

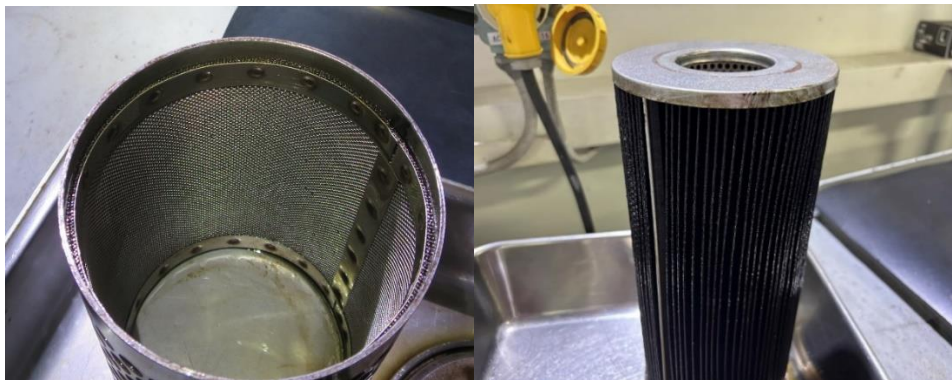


図 67：主発電機関燃料フィルター（左）、碇泊発電機関燃料フィルター（右）

＊主発電機関

実証後、主発電機関の燃料噴射ポンプ 1 気筒を開放点検した。燃料噴射ポンプのプランジャー（図 68）は、燃料流路部にキャビテーションによる打痕や浸食による表面損傷は全く確認できなかった。また燃料噴射弁の噴射ノズル（図 68）は、ノズル先端部にはカーボンが付着しているが、実証前の A 重油使用時と同様であり、BDF 使用による異常は認められなかった。

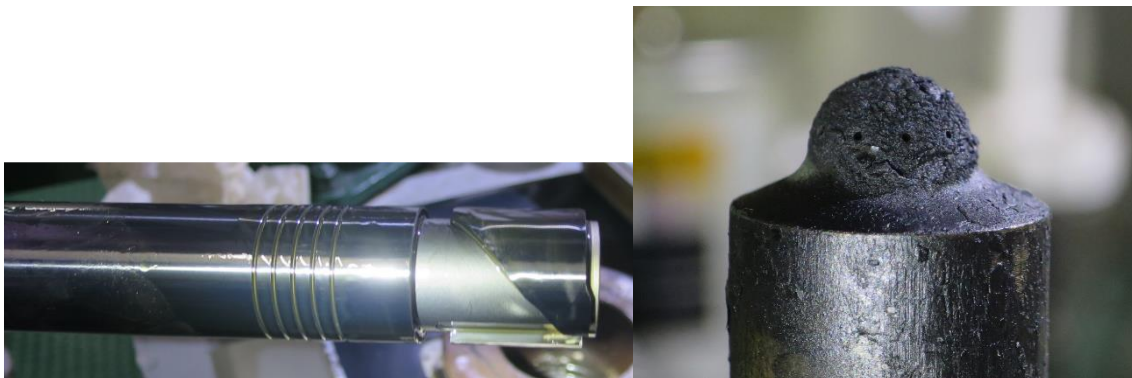


図 68：主発電機関の燃料噴射ポンプのプランジャー燃料流路部（左）および燃料噴射弁の噴射ノズル（右）

＊碇泊発電機関

実証後、碇泊発電機関の燃料噴射弁を開放点検した。プランジャー燃料流路部（図 69）にキャビテーションによる打痕や浸食による表面損傷が発生しているが、実証前と同様で、特に異常な状態ではない。また、碇泊発電機関の燃料噴射弁の噴射ノズル（図 69）は、ノズル先端部にはカーボンが付着しているが、実証前の A 重油使用時と同様であり、BDF 使用による異常は認められなかった。



図 69：碇泊発電機関のプランジャー燃料流路部（左）および燃料噴射弁の噴射ノズル（右）

このように、A 重油混合 B30 使用において主発電機関および碇泊発電機関の燃料噴射に関する部品に大きな損傷や異常はなく、運転上においても特に問題ないことが確認された。

* 運航データー（排ガス温度）の比較

浚渫作業においては主発電機関が用いられることから、主発電機関の排ガス温度について、A 重油使用時と A 重油混合 B30 使用時で比較した。排ガス温度はエンジンの燃焼異常の指標となるもので、排ガス温度が大きく異なるときは何らかの異常を示唆する。図 70 に示したように、A 重油使用時と A 重油混合 B30 使用時において排ガス温度に有意差はなく、燃焼状態に差異がないことを確認した。

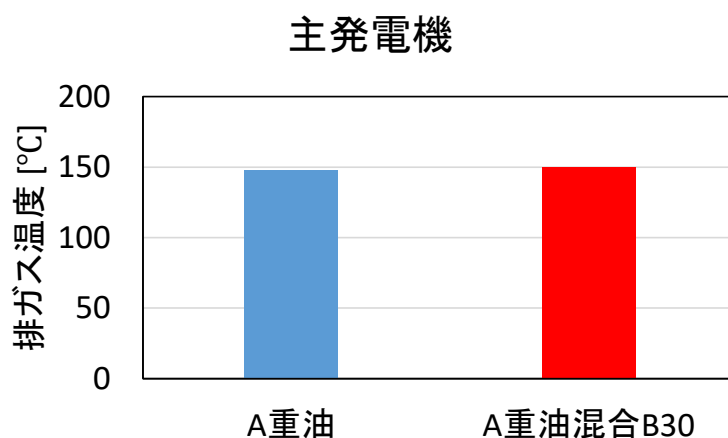


図 70：排ガス温度の比較

d) 船舶運航実証のまとめ

- A 重油混合 B30 を用いて、トラブルなく運航実証を実施した。
- ストレーナーや燃料フィルターのつまりは見られず、A 重油使用時と比較してスラッジの増加や特異的な発生も確認できなかった。
- エンジン部品への顕著な影響は認められなかった。
- 主発電機関の排ガス温度を比較したところ、A 重油混合 B30 と A 重油で優位差は見られず、燃焼状態に差異がないことを確認した。

3.4 LCA の検証・評価

(1) 目的

本業務における未利用廃食用油の回収・再利用実証は、今後の内航海運における BDF 需要拡大を見据えた際に、未利用・廃棄されている廃食用油を掘り起こし、商用ベースで使用可能な価格で回収、最終的には船舶燃料として再利用することを目指している。回収・再利用にあたっては既存燃料である船舶燃料使用時と比較した際、LCA において CO₂ 排出量低減が必要不可欠であるため、令和 8 年度に実施する船舶からの廃食用油回収・再使用実証に向けたロジに基づいた CO₂ 排出量を概算し、ベースラインと比較することを目的とする。

(2) 評価範囲の設定

本評価を実施するにあたり、評価対象製品とベースラインにおける評価範囲を設定した。

① 評価対象製品

本業務は未利用・廃棄されている廃食用油を回収、原料にして BDF を製造、製造した BDF を船舶燃料として使用することを目指しており、機能単位は船舶燃料、評価対象製品は BDF、評価範囲は原料廃食用油発生から BDF 使用までとした（図 71）。

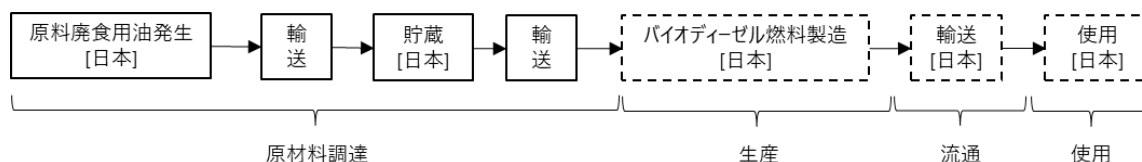


図 71：評価対象製品の評価範囲

② ベースライン

上記評価対象製品を鑑みて、ベースラインは船舶燃料（化石由来）とし、評価範囲は原料採掘・粗精製から船舶燃料使用までとした（図 72）。

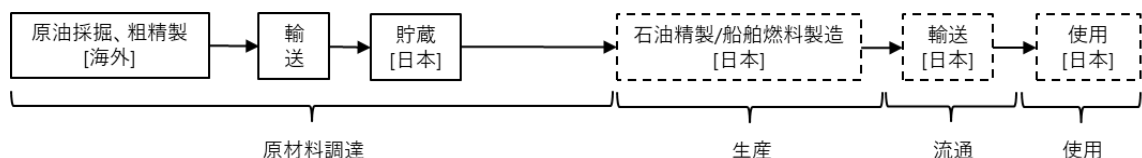


図 72：ベースラインの評価範囲

(3) LCA 評価結果および比較

① 評価対象製品の LCA 評価

本業務において構築した令和 8 年度に実施する船舶からの廃食用油回収・再利用実証のロジ（図 73）について、CO₂ 排出量を概算した。なお、1 回あたりの廃食用油回収量は 100L/回、BDF 製造効率は 90%（100L の廃食用油を原料とした BDF 製造量は 90L）とし、CO₂ 排出量概算にあたっての手法や各種係数は、「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver6.0)（環境省）」に従った。

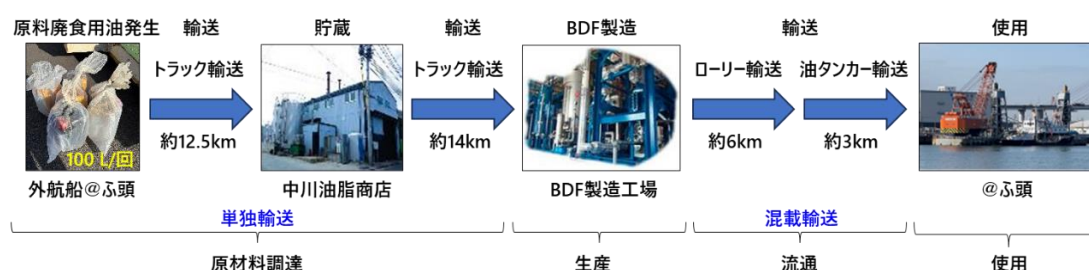


図 73：評価した回収・再利用実証のロジ

a) 回収において得られる発熱量

回収作業 1 回において廃食用油 100L を回収、原料として用いることで BDF90L が製造されるため、得られる発熱量を計算した。

$$\begin{aligned}
 * \text{得られる発熱量} &= \text{BDF 単位発熱量 (GJ/kL)} \times \text{数量 (L)} \\
 &= 35.6 \text{ (GJ/kL)} \times 90 \text{ (L)} \\
 &= 3,204 \text{ (MJ)}
 \end{aligned}$$

b) 原材料調達

船舶において発生した廃食用油（使用済み食用油ボトルにて保管）を回収する。本実証では 2t ディーゼルトラックを利用し、ふ頭から BDF 製造工場までの総距離を 26.5km（概算距離）、既存回収ルートを用いない（本回収分の単独回収/輸送）前提で CO₂ 排出量を概算した。

$$\begin{aligned}
 * \text{燃料（軽油）使用量} &= \text{輸送距離 (km)} \div \text{燃費 (km/L)} \\
 &= 26.5 \text{ (km)} \div 6.28 \text{ (km/L)} \\
 &= 4.2 \text{ (L)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{CO}_2 \text{ 排出量} &= \text{燃料使用量 (L)} \times \text{炭素排出係数 (t-C/GJ)} \\
 &\quad \times \text{燃料単位発熱量 (GJ/kL)} \times 44/12 \\
 &= 4.2 \text{ (L)} \times 0.0188 \text{ (t-C/GJ)} \times 38.0 \text{ (GJ/kL)} \times 44/12 \\
 &= 11.05 \text{ (kg-CO}_2\text{)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{発熱量当たりの CO}_2 \text{ 排出量} &= \text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) \div \text{発熱量 (MJ)} \\
 &= 11.05 \text{ (kg-CO}_2) \div 3,204 \text{ (MJ)} \\
 &= 3.5 \text{ (g-CO}_2/\text{MJ)}
 \end{aligned}$$

c) 生産

BDF 製造における発熱量当たりの CO₂ 排出量は、BDF 製造工場における実測値を用いた。

$$* \text{発熱量当たりの CO}_2 \text{ 排出量} = 16.4 \text{ (g-CO}_2/\text{MJ)}$$

d) 流通

製造した BDF はローリー輸送および油タンカーで運搬し、船舶へ燃料として供給する。

【ローリー輸送】

15kL ディーゼルローリー車を利用し、BDF 製造工場から 6km（概算距離）の距離を混載輸送する（総輸送量 15kL）前提で CO₂ 排出量を概算した。

$$\begin{aligned}
 * \text{燃料（軽油）使用量} &= \text{輸送距離 (km)} \div \text{燃費 (km/L)} \\
 &= 6 \text{ (km)} \div 2.66 \text{ (km/L)} \\
 &= 2.3 \text{ (L)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{CO}_2 \text{ 排出量分配率 (\%)} &= \text{本回収分数量 (L)} \div \text{総輸送量 (L)} \times 100 \\
 &= 90 \text{ (L)} \div 15,000 \text{ (L)} \times 100 \\
 &= 0.6 \text{ (\%)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{CO}_2 \text{ 排出量} &= \text{燃料使用量 (L)} \times \text{炭素排出係数 (t-C/GJ)} \\
 &\quad \times \text{燃料単位発熱量 (GJ/kL)} \times \text{CO}_2 \text{ 排出量分配率 (\%)} \\
 &\quad \times 44/12 \\
 &= 2.3 \text{ (L)} \times 0.0188 \text{ (t-C/GJ)} \times 38.0 \text{ (GJ/kL)} \times 0.6 \text{ (\%)} \\
 &\quad \times 44/12 \\
 &= 0.035 \text{ (kg-CO}_2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{発熱量当たりの CO}_2 \text{ 排出量} &= \text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) \div \text{発熱量 (MJ)} \\
 &= 0.035 \text{ (kg-CO}_2) \div 3,204 \text{ (MJ)} \\
 &= 0.01 \text{ (g-CO}_2/\text{MJ)}
 \end{aligned}$$

【油タンカー輸送】

油タンカーを利用し、3km（概算距離）の距離を混載輸送する（総輸送量 100kL=90t）前提で CO₂ 排出量を概算した。

$$\begin{aligned}
 * \text{CO}_2 \text{ 排出量分配率 (\%)} &= \text{本回収分数量 (L)} \div \text{総輸送量 (L)} \times 100 \\
 &= 90 \text{ (L)} \div 100,000 \text{ (L)} \times 100 \\
 &= 0.09 \text{ (\%)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& * \text{CO}_2 \text{ 排出量} = \text{CO}_2 \text{ 排出原単位 (g-CO}_2\text{/トンキロ)} \times \text{貨物重量 (t)} \\
& \quad \times \text{輸送距離 (km)} \times \text{CO}_2 \text{ 排出量分配率 (\%)} \\
& = 39 \text{ (g-CO}_2\text{/トンキロ)} \times 90 \text{ (t)} \times 3 \text{ (km)} \times 0.09 \text{ (\%)} \\
& = 0.009 \text{ (kg-CO}_2\text{)} \\
& * \text{発熱量当たりの CO}_2 \text{ 排出量} = \text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2\text{)} \div \text{発熱量 (MJ)} \\
& = 0.009 \text{ (kg-CO}_2\text{)} \div 3,204 \text{ (MJ)} \\
& = 0.003 \text{ (g-CO}_2\text{/MJ)}
\end{aligned}$$

e) 使用

回収した廃食用油から製造した BDF 製造を船舶燃料にて使用する。

$$* \text{発熱量当たりの CO}_2 \text{ 排出量} = 0.0 \text{ (g-CO}_2\text{/MJ)}$$

② ベースラインの LCA 評価

ベースラインである船舶燃料は、日本国外から原油を輸入し、石油元売りにおいて日本国内の製油所にて精製/混合することで製造されている。原油の輸入先や精製/混合プロセスは一定ではない上に評価が非常に困難である。そのため本業務における船舶燃料の CO₂ 排出量としては、IMO の LCA ガイドライン (IMO : 2024 GUIDELINES ON LIFE CYCLE GHG INTENSITY OF MARINE FUELS (2024 LCA GUIDELINES), IMO RESOLUTION MEPC. 391(81)) に規定されているデフォルト値を用いた。

③ LCA 評価結果の比較

以下表 20 に、評価対象製品とベースラインの CO₂ 排出量をまとめた。その結果、令和 8 年度実施予定の実証ロジにおいて、ベースラインよりも CO₂ 排出量が低減されることが示唆された。

表 20：LCA における CO₂ 排出量の比較

	評価対象製品				
	原材料調達/生産	生産	流通	使用	合計
エネルギー起源	3.5	16.4	0.01	0	19.9
非エネルギー起源	0	0	0	0	0
合計	3.5	16.4	0.01	0	19.9
	ベースライン				
	原材料調達/生産	生産	流通	使用	合計
エネルギー起源	16.8			78.7	95.5
非エネルギー起源	0	0	0	0	0
合計	16.8			78.7	95.5

(単位：g-CO₂/MJ)

4. 令和 7 年度の成果ならびに次年度に向けて

4.1 未利用廃食用油の回収・再利用実証

本年度は、船舶および港湾区域において排出される廃食用油の実態調査ならびに、次年度にて実施する回収実証ロジ構築を行った。調査によって、内航船における廃食用油発生量は限定的なケースが多いことが示唆された中、公共的な廃食用油回収場所の設置/集積化は難しい実態も明らかになった。このような状況下、次年度においてはケース毎に効率よく集積化する手法を検討・実証し、横展開していくことで、内航船からの廃食用油回収を商用化させる。

一方、外航船においてはまとまった廃食用油の発生が示唆されたが、通関手続き等外航船特有の作業工数が課題であり、次年度の回収実証において回収方法を確立することで商用化させる。

4.2 高濃度 BDF 使用による船舶運航への影響評価

本年度は、高濃度 BDF を使用した船舶運航実証を開始した。まず、B30（A 重油混合、C 重油混合）および B100 を用いた陸上エンジン試験を実施し、いずれの燃料を用いた場合においても、エンジン運転に問題ないことを確認した。次に、B30（A 重油混合、C 重油混合）を用いた船舶運航実証を実施し、運航面/設備面への影響がないことを確認した。次年度は、B100 を用いた船舶運航実証を実施することで B100 使用時の影響評価ならびに、燃料の長期安定性評価を行うことで、高濃度 BDF 使用時の影響や注意点などを取りまとめる。