

バイオ燃料を用いたディーゼル車両の 走行試験による性能評価

車両技術研究部 駆動システム研究室

主任研究員 高重 達郎

本日の発表

- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ 台上試験
- ◆ 走行試験
- ◆ まとめ
- ◆ 成果の活用

◆ 背景

◆ 使用したバイオ燃料

◆ 台上試験

◆ 走行試験

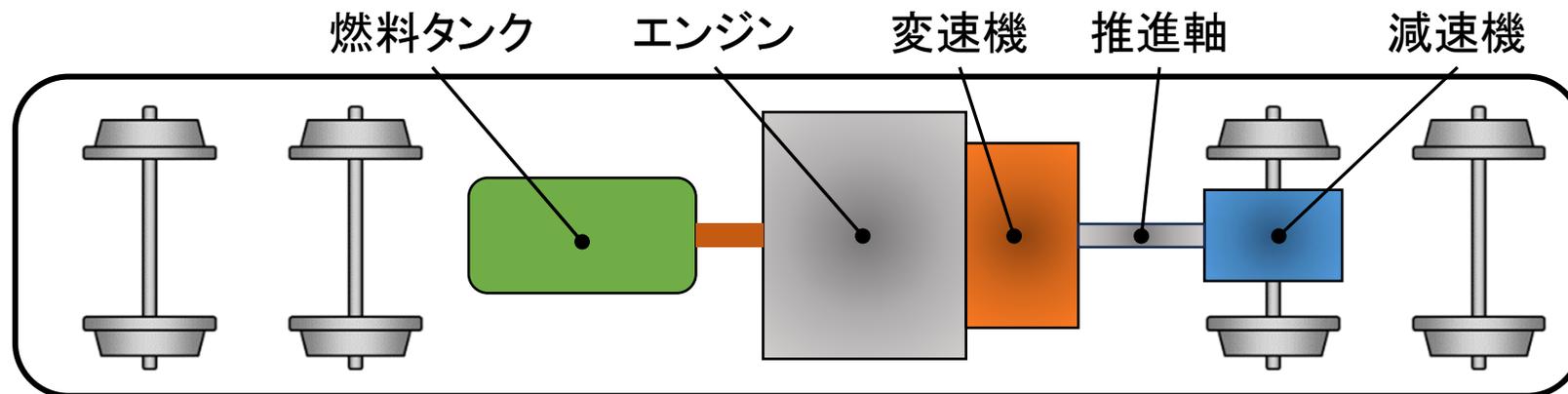
◆ まとめ

◆ 成果の活用

背景

◆ 鉄道車両と脱炭素

- 電化区間(都市部、新幹線): 電車
 - 太陽光発電・風力発電などの再生可能エネルギーの電力を利用して脱炭素化
- 非電化区間(地方路線): ディーゼル車
 - 電化して電車を走行させて脱炭素化⇒導入コスト・保守コスト大
 - 燃料電池車を導入して水素燃料で脱炭素化⇒インフラ設備などの導入コスト大
 - 石油由来の軽油をバイオ燃料で代替して脱炭素化⇒導入コスト小



一般的な鉄道用ディーゼル車の床下機器の構造

使用するバイオ燃料の種類

大きく分けて2つの世代に分類することが可能

1990～

2020～

2050

軽油

第1世代バイオ燃料

第2世代バイオ燃料(次世代バイオ燃料)

主成分	FAME(脂肪酸メチルエステル)
原料	油脂作物(食料と競合)、廃食油
特徴	フィルタの目詰まりやゴム・樹脂の硬化などデメリット
	JIS K2390の規格が定められている
	軽油に対して 5%まで 混合して使用可能

主成分	炭化水素系(軽油と同じ)
原料	微細藻類、廃ガス、廃食油など
特徴	基本的には軽油と同じ成分であるため、既存のエンジンへの適用が容易
	海外では規格が定められている
	軽油を 100%代替 できる可能性がある

次世代バイオ燃料を評価

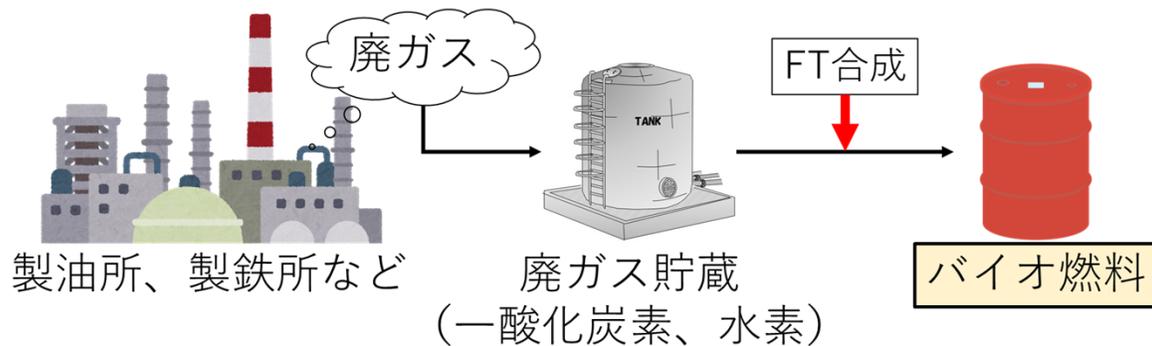


※以降「次世代バイオ燃料」を「バイオ燃料」と表記

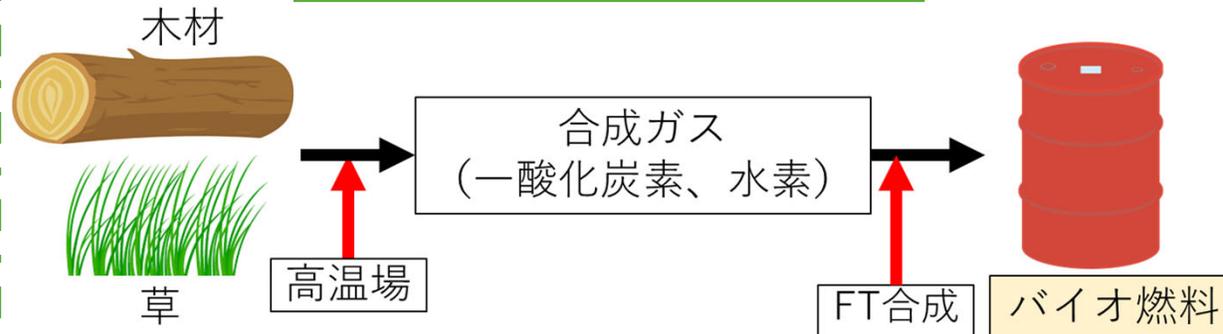
バイオ燃料の製造プロセス(原材料別)

原材料別に分けて4種類の製造プロセス

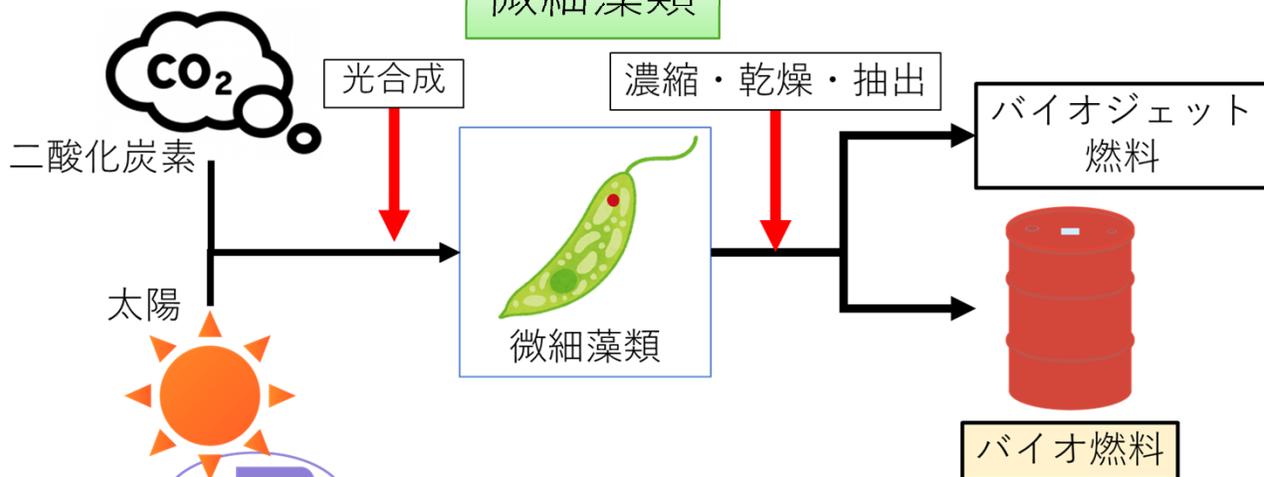
都市ごみ・廃ガス



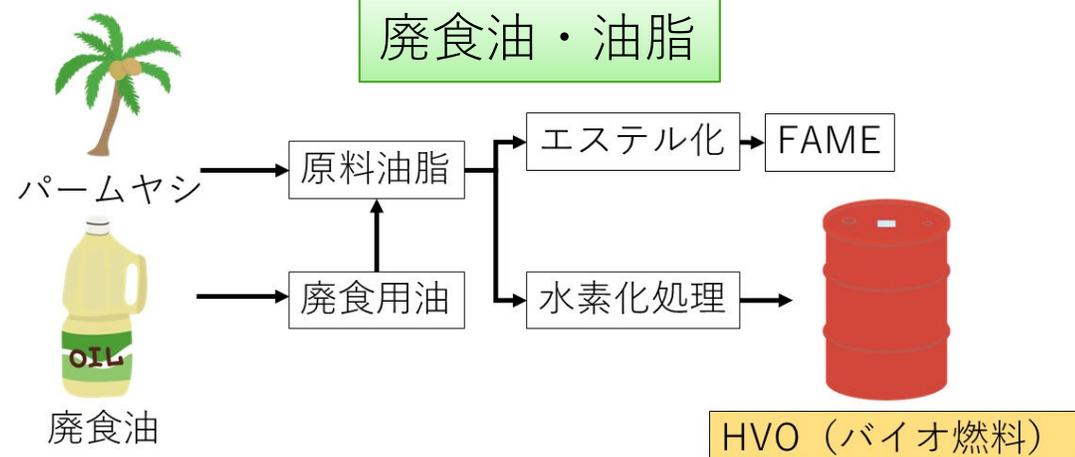
セルロース系バイオマス



微細藻類



廃食用油・油脂



※HVO (hydrotreated vegetable oil)

背景

◆ バイオ燃料の課題

- 軽油とは各成分の割合が違い性状が異なる
 - 基本的動作の検証(始動性、出力)
 - 燃料消費量と排出ガス(NO_x等)の評価
- 鉄道車両での使用実績が無い
 - エンジン単体での性能試験
 - 鉄道車両での走行試験
- 燃料が高価格
 - 鉄道車両での燃料消費量の評価
- 製造メーカーによって性状が異なる
 - 複数燃料の比較評価

台上試験結果にて報告
(2023.12月に発表)

走行試験結果にて報告

- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ 台上試験
- ◆ 走行試験
- ◆ まとめ
- ◆ 成果の活用

使用したバイオ燃料

◆ 特徴

- ・ 3社のバイオ燃料を使用
 - 生産地域、入手性などを考慮して選定
 - 廃食油・油脂類をベースとするバイオ燃料(HVO)を中心に使用
- ・ 懸念点
 - 一部の燃料で冬期の低温性能が低い:流動点、目詰まり点
- ・ 試験では比較のために軽油も使用

各燃料の主な特徴

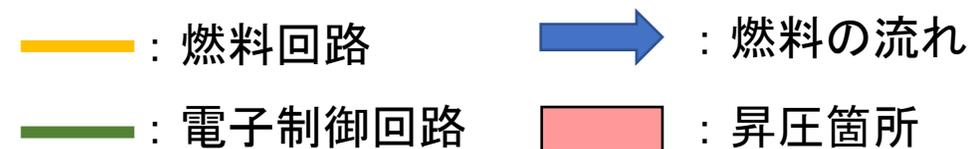
項目	単位	軽油(2号)規格	軽油(2号)	A社	B社	C社
メーカー所在地	—		—	フィンランド	日本	アメリカ
セタン指数	—	45以上	58.7	92.2	94.7	94
流動点	°C	-7.5以下	-22.5	-30	-22.5	-5
目詰まり点	°C	-5以下	-13	-19	-19	-5
密度(15°C)	g/cm ³	0.86以下	0.8257	0.78	0.7793	0.784

- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ 台上試験
- ◆ 走行試験
- ◆ まとめ
- ◆ 成果の活用

台上試験条件

◆ 使用エンジン

- 異なる燃料噴射方式のエンジンを使用

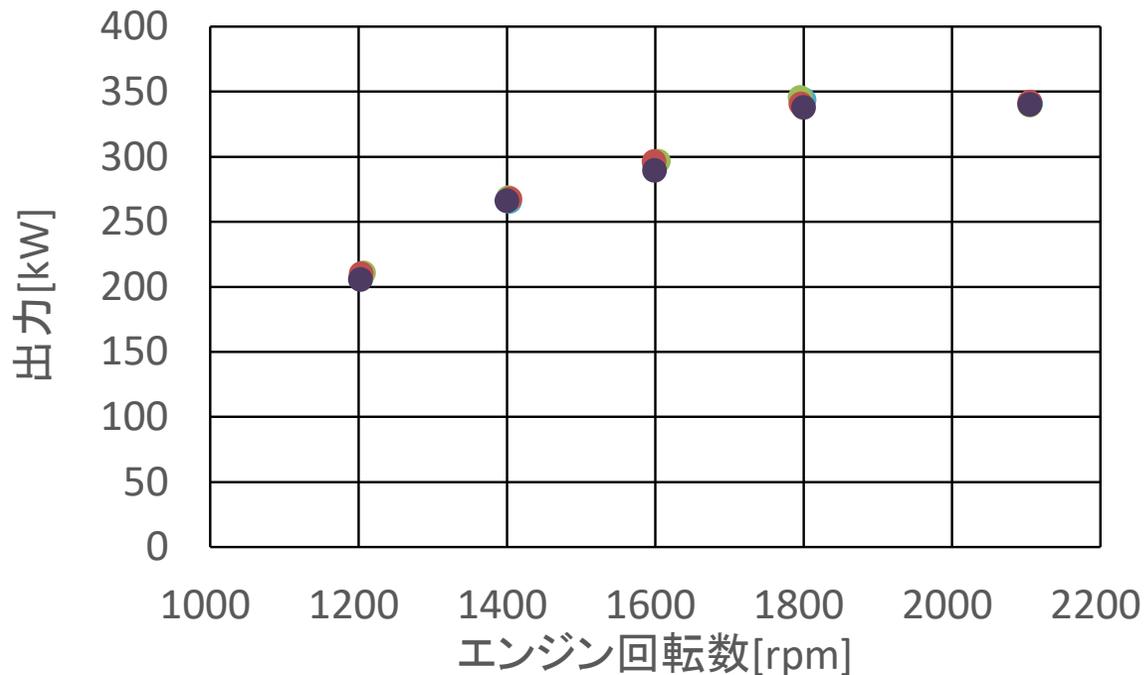


エンジン	コモンレール式	列型ポンプ式
特徴	燃料圧力が高く、燃焼効率が上昇	燃料圧力が低く未燃燃料の発生
構造	<p>①昇圧された燃料をコモンレールに送る ②コモンレールで高压燃料を蓄積 ③電子制御により燃焼室に燃料を噴射</p>	<p>①燃焼室の噴射タイミングに合わせて燃料噴射弁に燃料を圧送 ②圧送された燃料を噴射</p>

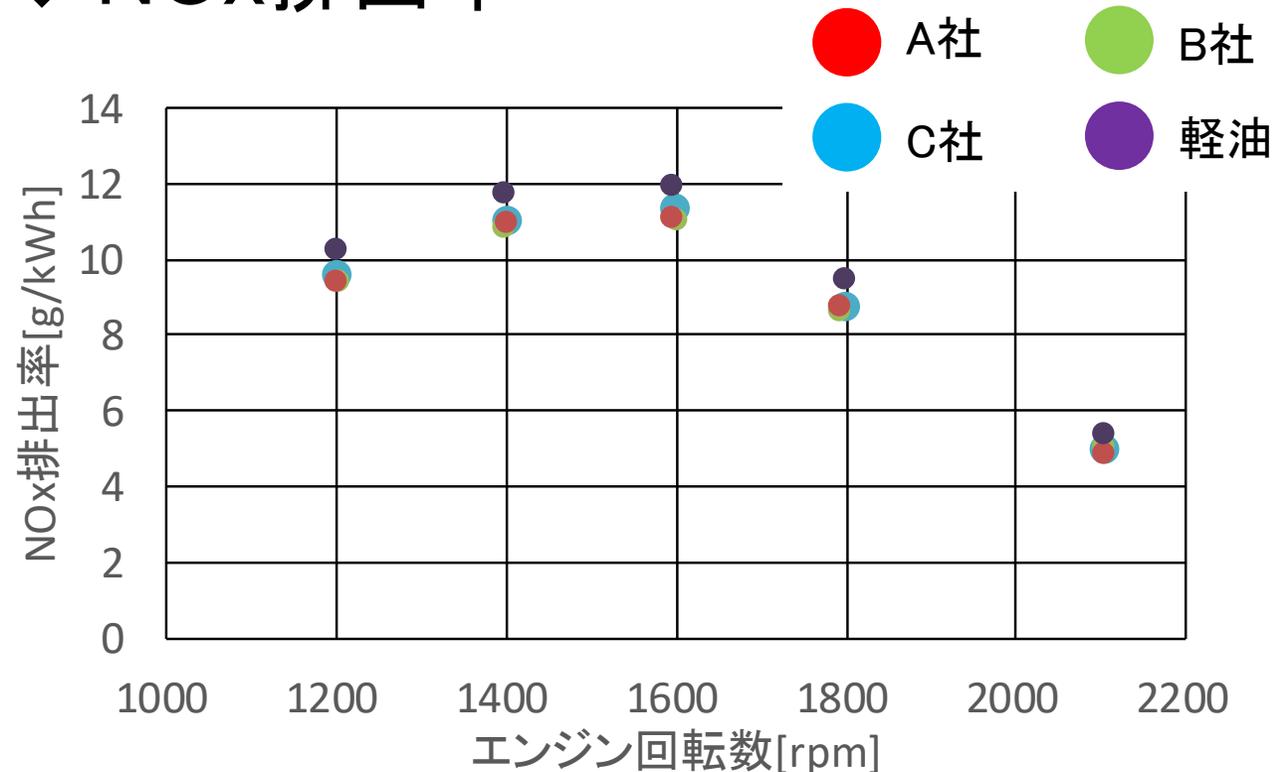
→ 台上試験の結果の紹介 (2023.12発表済)

台上試験結果

◆ エンジン出力



◆ NOx排出率



出力と燃料消費率、NOx排出率はバイオ燃料の種類によらず同等
最高出力は軽油と比較しても最大で0.6%の差

- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ 台上試験
- ◆ 走行試験
- ◆ まとめ
- ◆ 成果の活用

走行試験の目的

FAME（第1世代バイオ燃料）には以下のようなデメリットが存在する

- ゴム・樹脂を**膨脹・劣化**させやすい
- 熱影響により酸や**スラッジ**が多く発生する
- 軽油よりも曇点が高い場合、低温流動性が低く**フィルタが目詰まり**しやすい
- 総発熱量が低く、軽油と比べて**出力低下**が起こる
- 酸素が含まれているため、濃度が濃くなると**NOxの排出量**が増える

車両配管部品（パッキン・フィルタ）も考慮すると、走行試験での評価が必要

今回のバイオ燃料の主成分はFAMEとは異なるが、
走行試験にて性能確認を行う

試験条件

■試験区間

下関～小串 駅間(1日2往復)



■試験時期

外気温度の影響を検証するため**夏期**・**通常期(秋期)**・**冬期**で実施

時期	使用燃料	目的
夏期・冬期	バイオ燃料2種類	高温下・低温下でのバイオ燃料の評価
通常期(秋期)	バイオ燃料2種類、軽油	軽油とバイオ燃料の性能比較

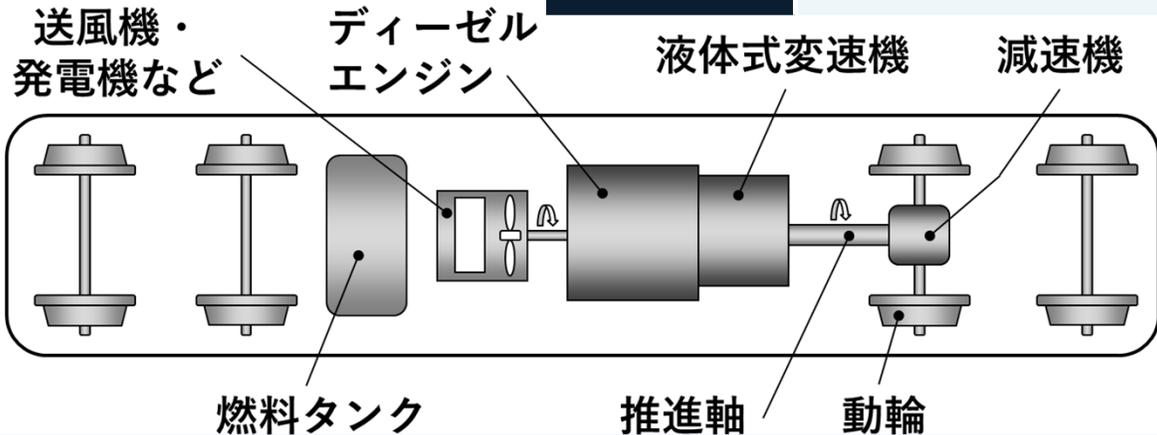
試験条件

■試験車両

キハ40



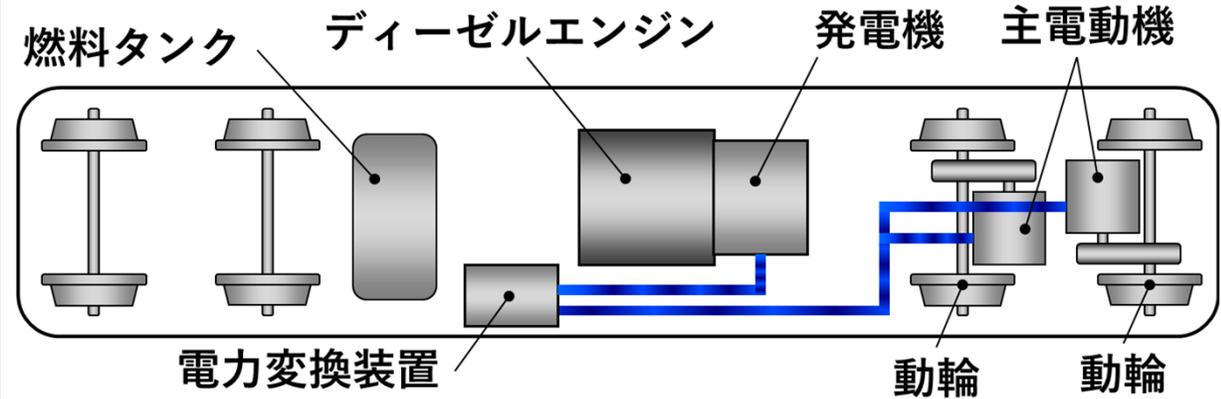
駆動方式	液体式 ディーゼル動車
車両重量	36.8ton
機関形式	SA6D125HE-1
燃料噴射方式	列型ポンプ式
出力	261kW



DEC700

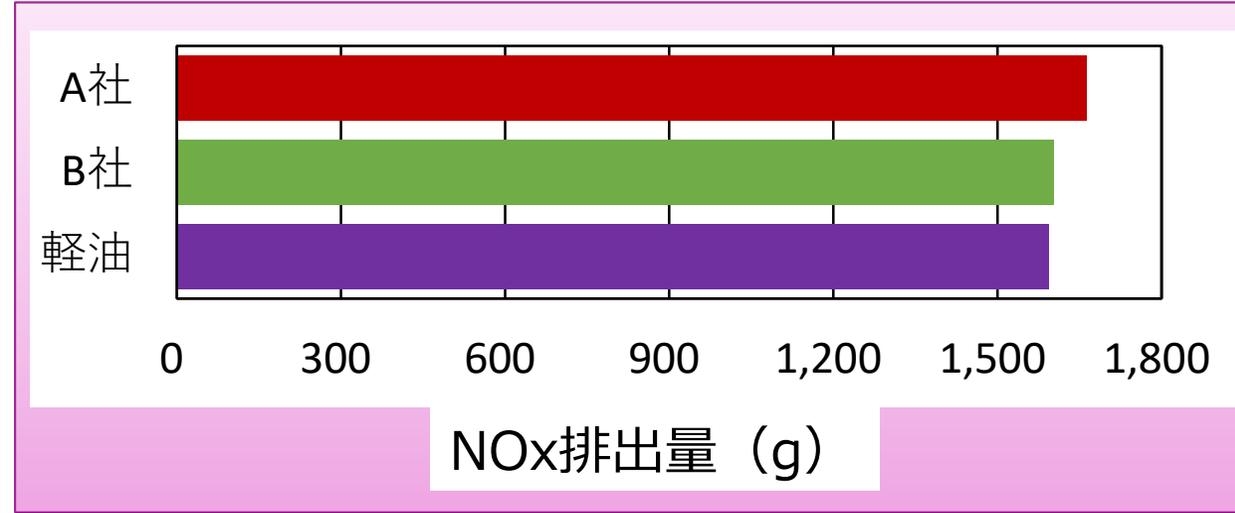
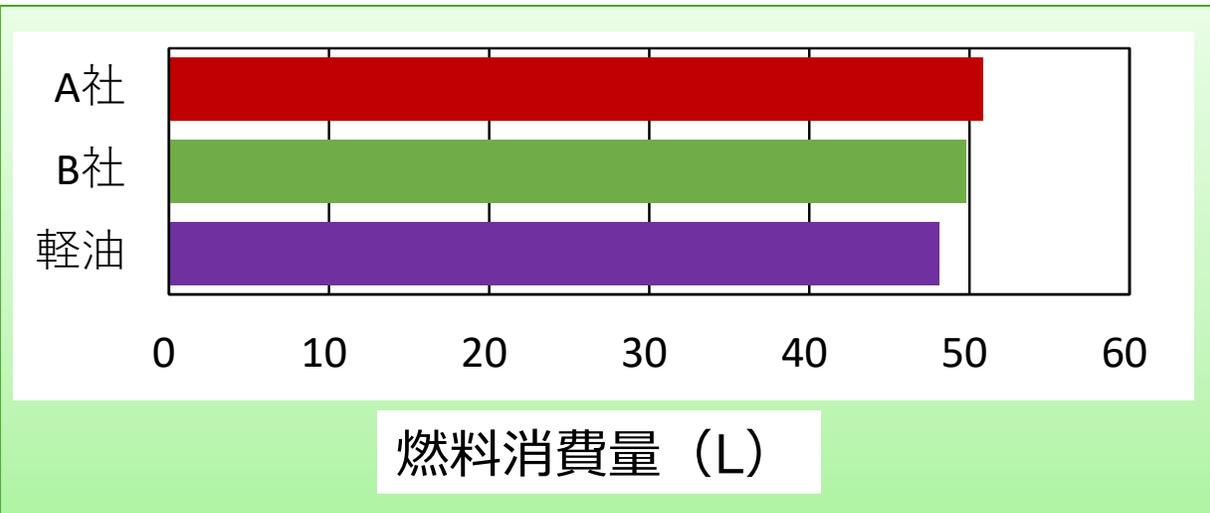


駆動方式	電気式 ディーゼル動車
車両重量	46.2ton
機関形式	SA6D140HE-3
燃料噴射方式	コモンレール式
出力	331kW



試験結果

◆キハ40 通常期(燃料消費量とNOx排出量)

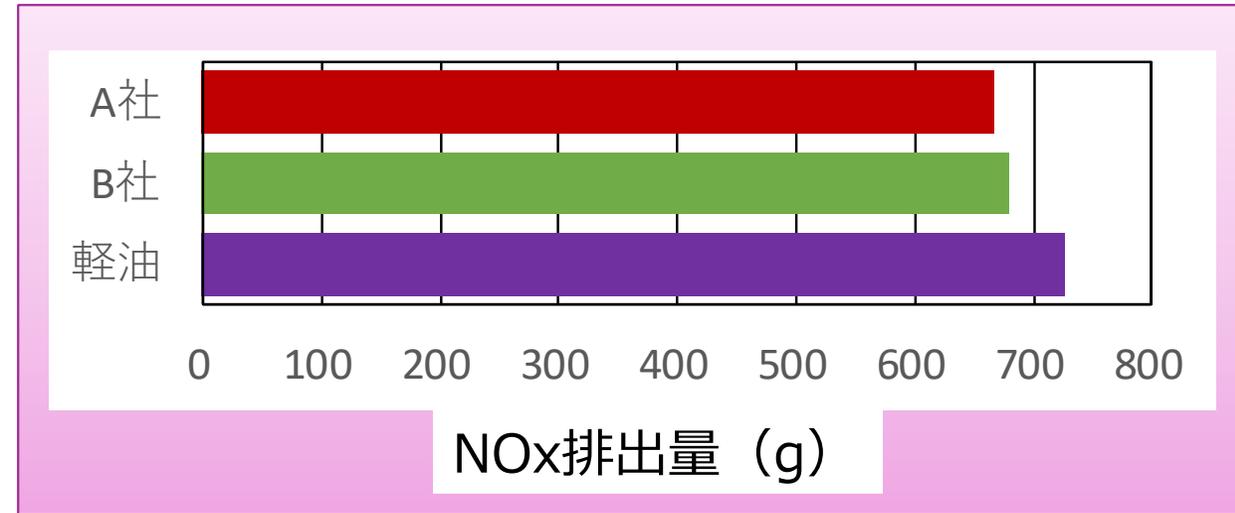
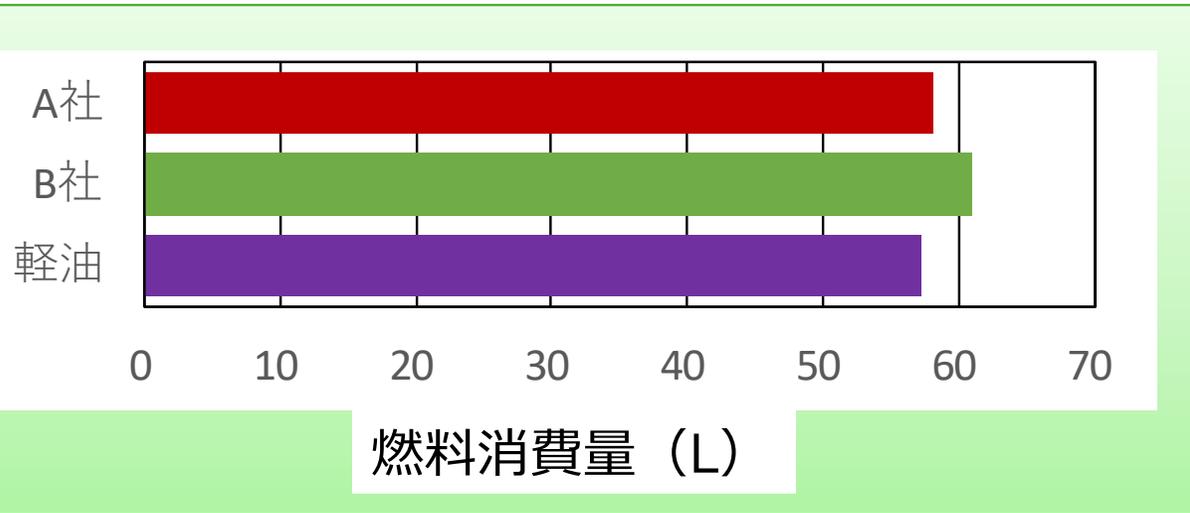


- 選定したバイオ燃料の燃料消費量とNOx排出量は軽油同等
- ダイヤ通りに走行できており、車両の加速等への影響は無い

燃料消費量とNOx排出量の増加および出力低下は無い

試験結果

◆DEC700 通常期(燃料消費量とNOx排出量)



- 選定したバイオ燃料の燃料消費量とNOx排出量は軽油同等
- ダイヤ通りに走行できており、車両の加速等への影響は無い

燃料消費量とNOx排出量の増加および出力低下は無い

試験結果

◆試験結果(夏期)

車両形式	バイオ燃料	燃料温度 (最高)[°C]	外気温度 (最高)[°C]
DEC700	A社	42.9	30.3
	B社	40.9	28.7
キハ40	A社	41.3	36.8
	B社	41.9	33.7

※軽油の発火点 (250°C) を大きく下回る

燃料温度の異常上昇はない

◆試験結果(冬期)

車両形式	バイオ燃料	燃料温度 (最高)[°C]	外気温度 (最高)[°C]
DEC700	A社	9.6	8.9
	B社	5.3	4.0
キハ40	A社	9.7	9.6
	B社	2.5	2.4

※外気温度が高いため、JISの特3号軽油相当の評価は別途必要

冬期の始動性は問題ない

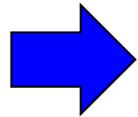
- FAMEにおけるデメリット (ゴム類の硬化、フィルタの目詰まりなど) は今回使用したバイオ燃料では確認されなかった

- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ 台上試験
- ◆ 走行試験
- ◆ **まとめ**
- ◆ **成果の活用**

まとめ

◆ 次世代バイオ燃料を用いたエンジン単体での台上試験結果

◆ 次世代バイオ燃料を用いた季節ごとの走行試験結果



- 次世代バイオ燃料の各種測定結果は軽油同等
- 短期間の使用ではFAMEのデメリットは確認されなかった



現在、営業列車にて5か月間の走行試験を実施中

【目的】長期間使用時のエンジンの劣化評価

成果の活用

◆ 成果の活用

鉄道事業者がバイオ燃料の検討を進める際に基礎データとして活用

◆ 謝辞

本研究は国土交通省の鉄道技術開発・普及促進制度の委託によって実施したものであり、ご支援いただいた国土交通省鉄道局に感謝申し上げます

参考文献

- 高重達郎、奥野敬太:ディーゼルエンジン用バイオ燃料の現状、RRR、Vol.80、No.4、P50-55、2023