

バイオ燃料を用いた ディーゼルエンジンの台上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

副主任研究員 奥野 敬太

本日の発表

- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ 試験条件
- ◆ 試験結果
- ◆ まとめ
- ◆ 最後に

本日の発表

◆ 背景

◆ 使用したバイオ燃料

◆ 試験条件

◆ 試験結果

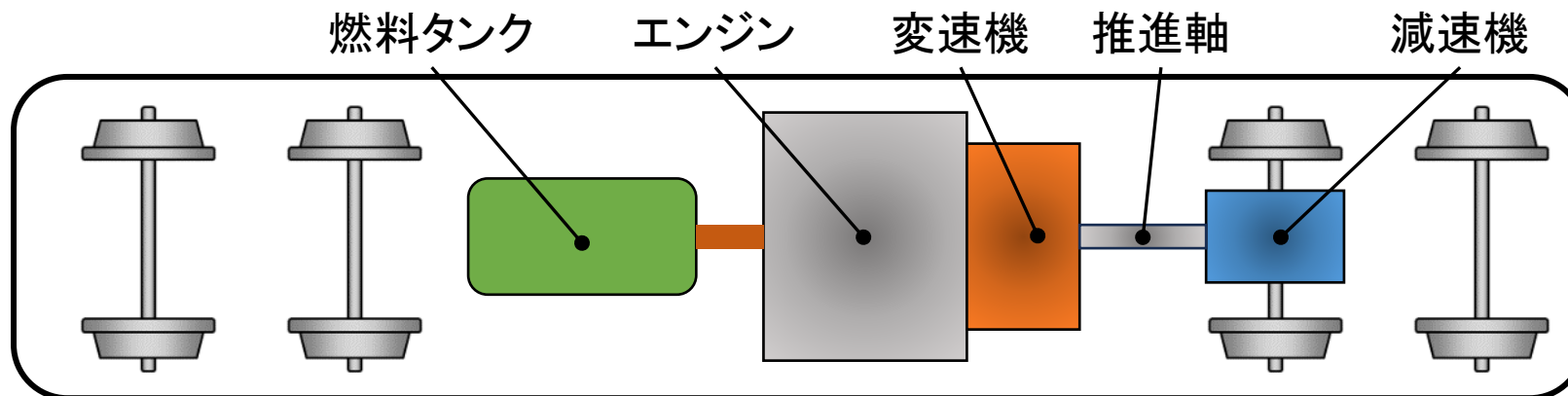
◆ まとめ

◆ 最後に

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・水力発電等の電力を利用することで脱炭素化
- 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⇒導入コスト大
 - 石油由来の軽油を次世代バイオ燃料で代替⇒導入コスト小

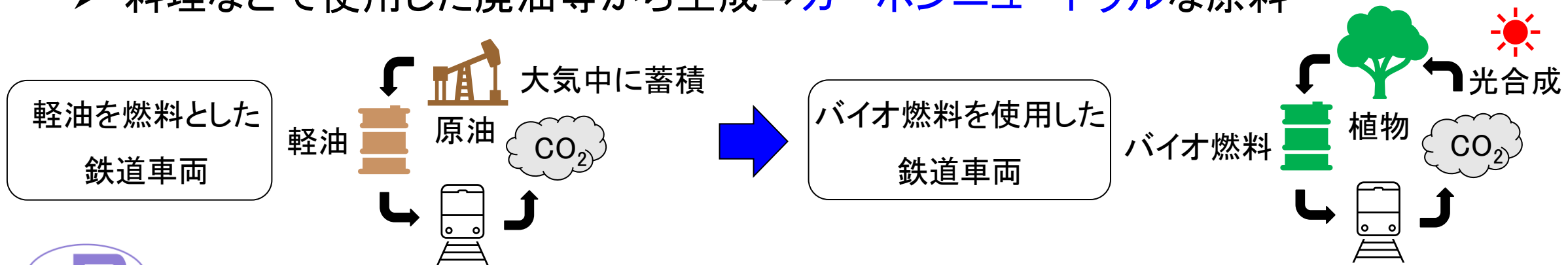


一般的な気動車の構造

背景

◆ バイオ燃料の種類

- ・ 通常のディーゼル車両の燃料：軽油（石油由来の炭化水素）
- ・ 従来のバイオ燃料：FAME（炭化水素ではない）
 - 軽油に**5%**まで混合して使用
 - 低温での目詰まり、部品の劣化・腐食、長期保存時の**劣化等の課題**
- ・ 次世代バイオ燃料：HVO（植物等由来の炭化水素）
 - 軽油と同じ炭化水素⇒**軽油を100%代替できる可能性**
 - 料理などで使用した廃油等から生成⇒**カーボンニュートラルな原料**



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(NOx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

エンジン単体試験結果を報告

鉄道総研とJR7社にて、バイオディーゼル燃料の導入に向けた技術開発として取組む

本日の発表

- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ 試験条件
- ◆ 試験結果
- ◆ まとめ
- ◆ 最後に

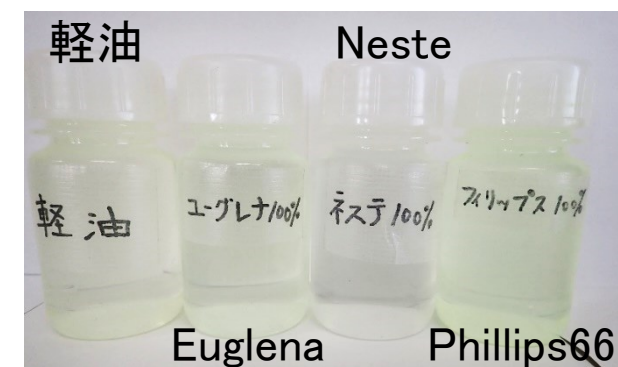
使用したバイオ燃料

◆ 使用したバイオ燃料の特徴

- ・ 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：Neste社、Euglena社、Phillips66社
- ・ 軽油及び混合比別のバイオ燃料を使用
 - 軽油との混合比10%、50%、100%を使用：軽油1種類、バイオ燃料9種類
- ・ 懸念点
 - 一部の燃料で冬季の低温性能が低い：流動点、目詰まり点

各燃料の主な特徴

項目	単位	軽油(2号)規格	軽油(2号)	Neste	Euglena	Phillips66
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



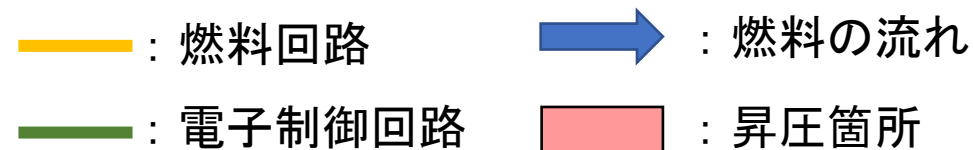
本日の発表

- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ **試験条件**
- ◆ 試験結果
- ◆ まとめ
- ◆ 最後に

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 コモンレールで高圧燃料を蓄積 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>

→ 今回の月例発表会での報告

試験条件

◆ 測定条件

- エンジン回転と出力を変化させて燃料消費率と排ガスを測定
 - 右図の赤丸を代表的な負荷点とし測定
 - アイドル運転及び1ノッチから5ノッチまでを測定
 - 最大トルク点、定格出力点、最大出力点を測定

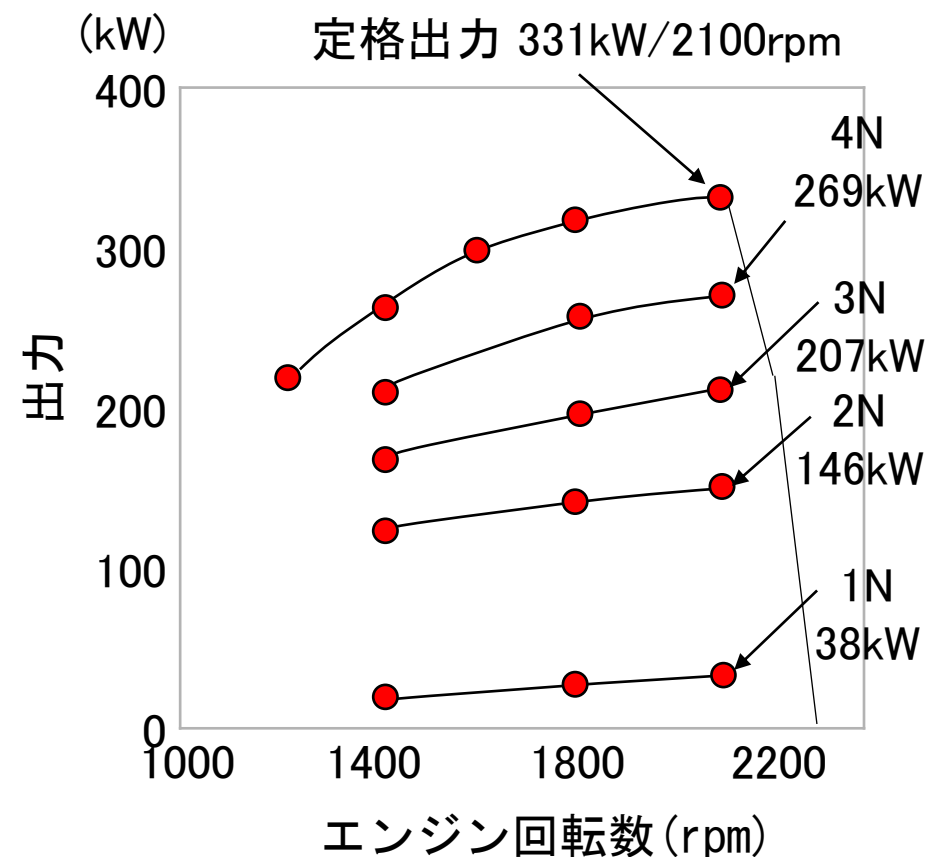


名称	SA6D140HE-2
メーカー	コマツ
定格出力	331kW/2100rpm
最大トルク	1813Nm/1400rpm
燃料噴射システム	コモンレール式

使用したコモンレール式エンジンの特徴

エンジンの性能曲線図

定格出力 331kW/2100rpm



試験条件

◆ 台上試験状況

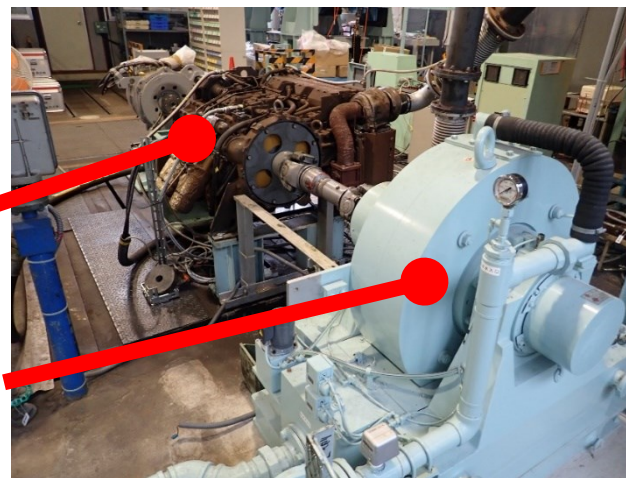
- エンジン出力、燃料消費率、排出ガスの測定を実施

主な測定項目と機器

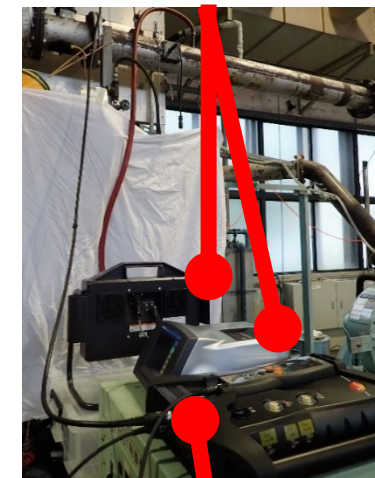
測定項目		測定機器
エンジン出力	動力計トルク	ダイナモメータ
	回転数	
排出ガス	NO _x 排出率	排ガス分析計
	CO排出率	
	CO ₂ 排出率	
	スモーク濃度	スモークメータ
燃料消費率	燃料流量	燃料流量計

エンジン

ダイナモメータ



スモークメータ



排ガス分析計



燃料流量計

本日の発表

- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ 試験条件
- ◆ **試験結果**
- ◆ まとめ
- ◆ 最後に

試験結果

◆ エンジンの始動性

- 冬季の試験(2023年1月@国立研究所)において低温時のエンジン始動性を確認

燃料	エンジン始動性	燃料温度(°C)	試験場温度(°C)
軽油 JIS 2号	良好	7.1	7.5
Neste100%	良好	8.3	6.6
Euglena100%	良好	6.8	6.8
Phillips66 100%	良好	8.8	7.5

◆ アイドル運転

- 各燃料の燃料流量と排出ガスを測定(※大気を測定したため評価外)

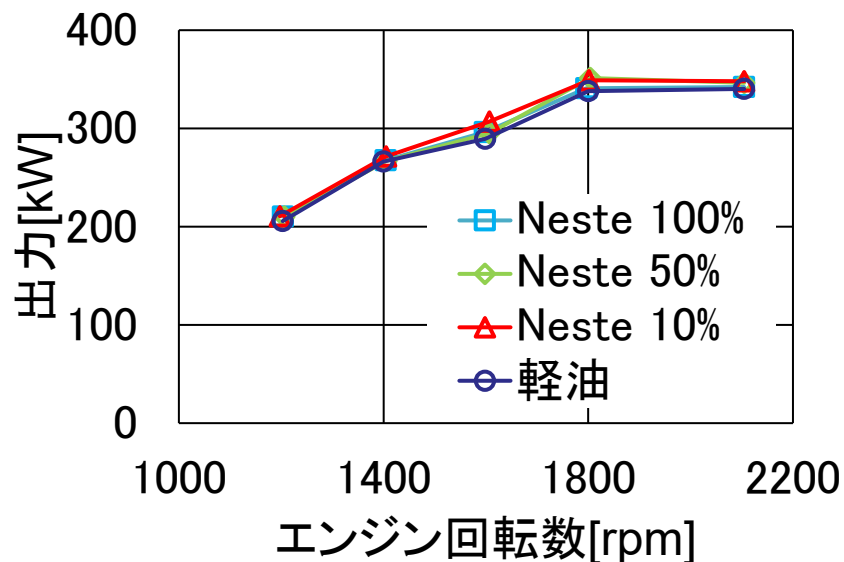
燃料	回転数[rpm]	燃料流量[L/h]	NOx[ppm]	CO[ppm]	CO ₂ [vol%]	スモーク濃度[%]
軽油 JIS2号	789	3.1	109	22	1.17	0.4
Neste 100%	789	3.2	25(※)	4(※)	0.10(※)	0.0
Euglena 100%	788	3.5	176	28	1.20	6.8
Phillips66 100%	788	3.4	160	24	1.18	9.9

エンジンの始動性・アイドル運転ともに軽油と同等

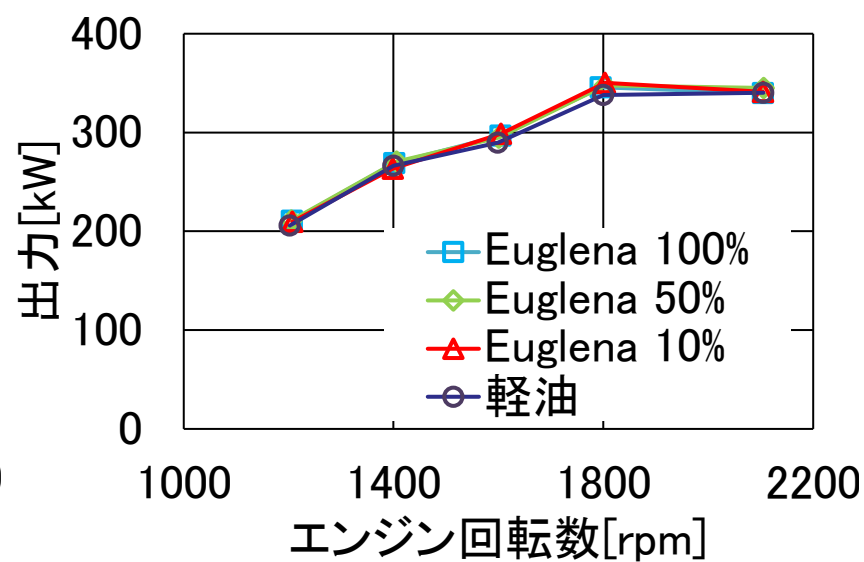
試験結果

◆ エンジン出力(5N、混合比別)

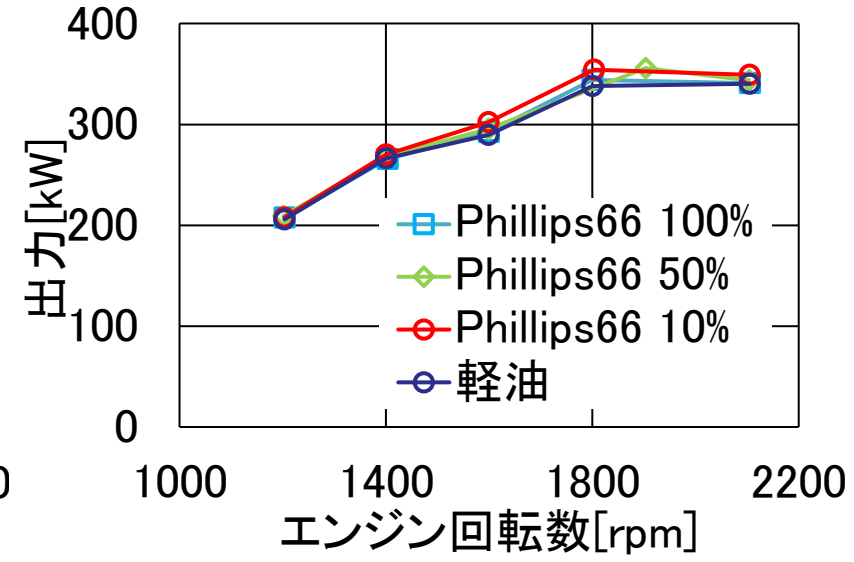
- 混合比別の各バイオ燃料において5Nで比較



Nesteの混合比別結果



Euglenaの混合比別結果



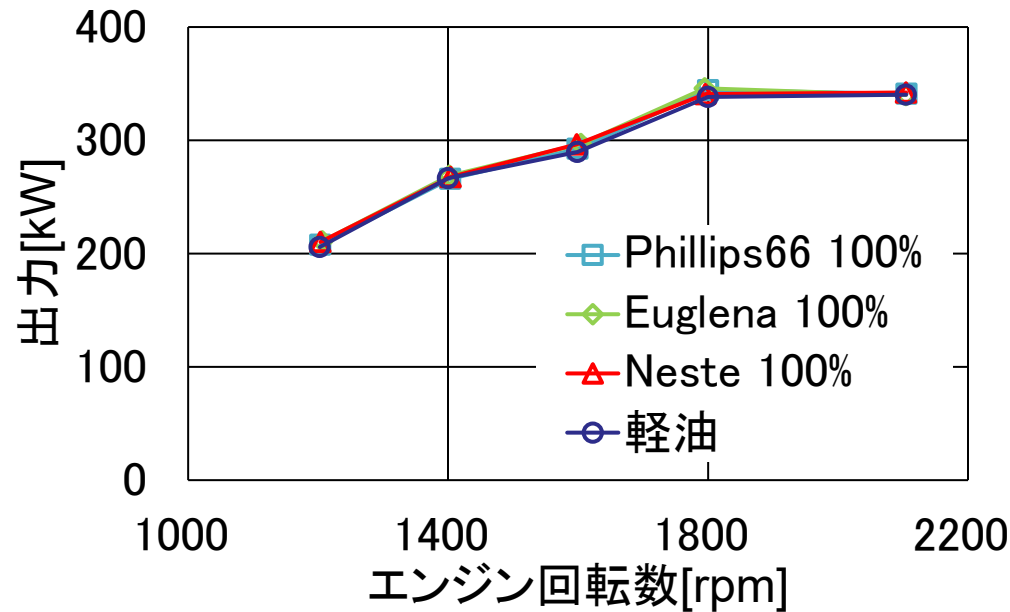
Phillips66の混合比別結果

各バイオ燃料は混合比に依らず軽油と同等

試験結果

◆ エンジン出力(5N、燃料別)

- 混合比100%の各バイオ燃料において5Nで比較



各バイオ燃料100%の比較結果

バイオ燃料種類	最高出力(対軽油比)
Neste	342.2kW(100.6%)
Euglena	339.8kW(99.9%)
Phillips66	341.0kW(100.2%)

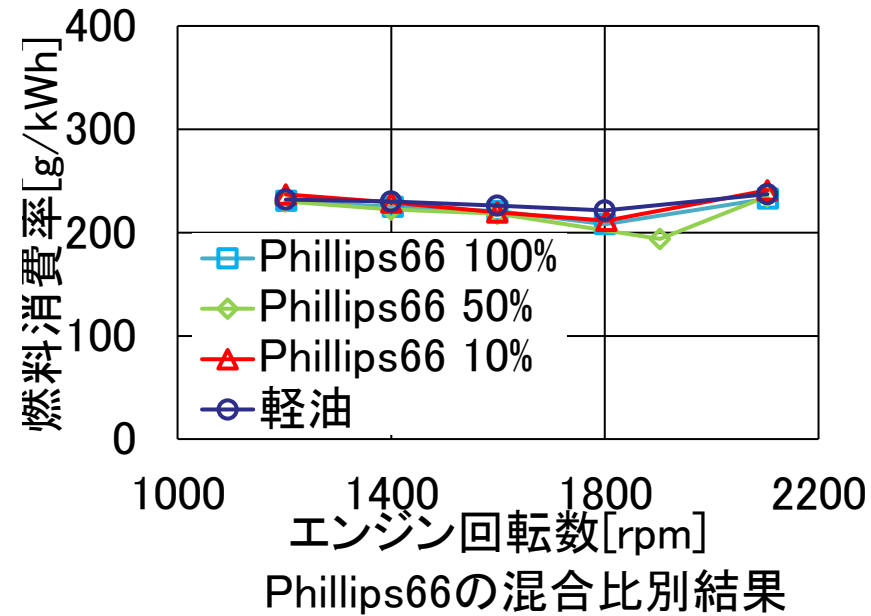
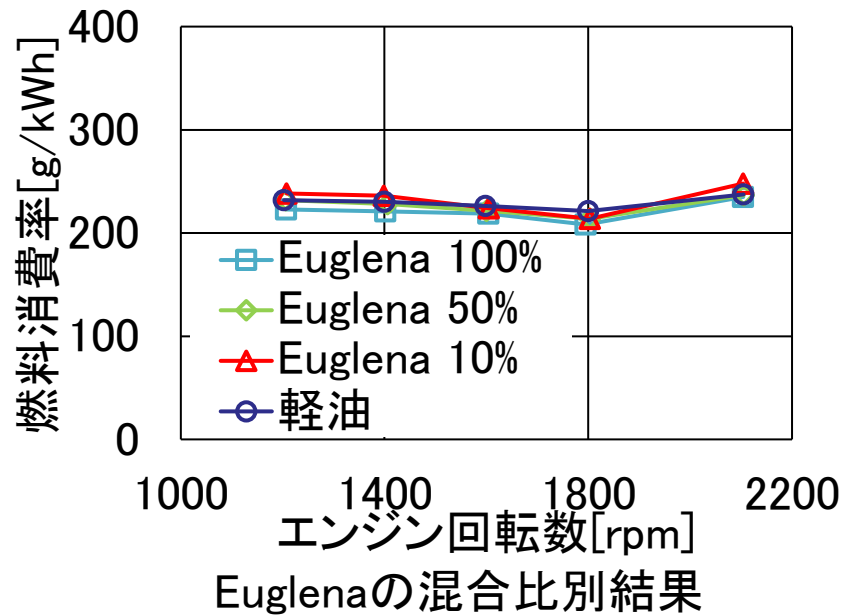
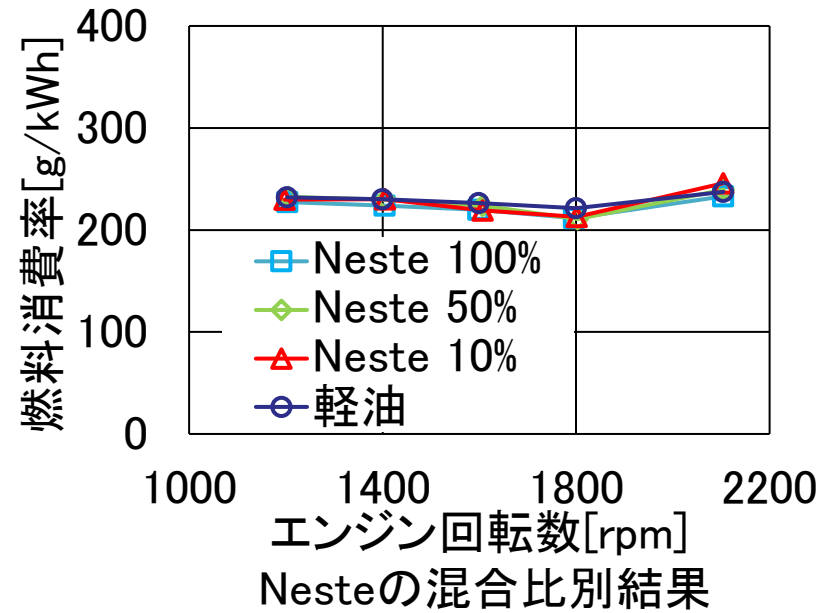
各バイオ燃料100%の軽油比較

各バイオ燃料は軽油と同等
最高出力は軽油と比較しても最大で0.6%の差

試験結果

◆ 燃料消費率 (5N、混合比別)

混合比別の各バイオ燃料において5Nで比較

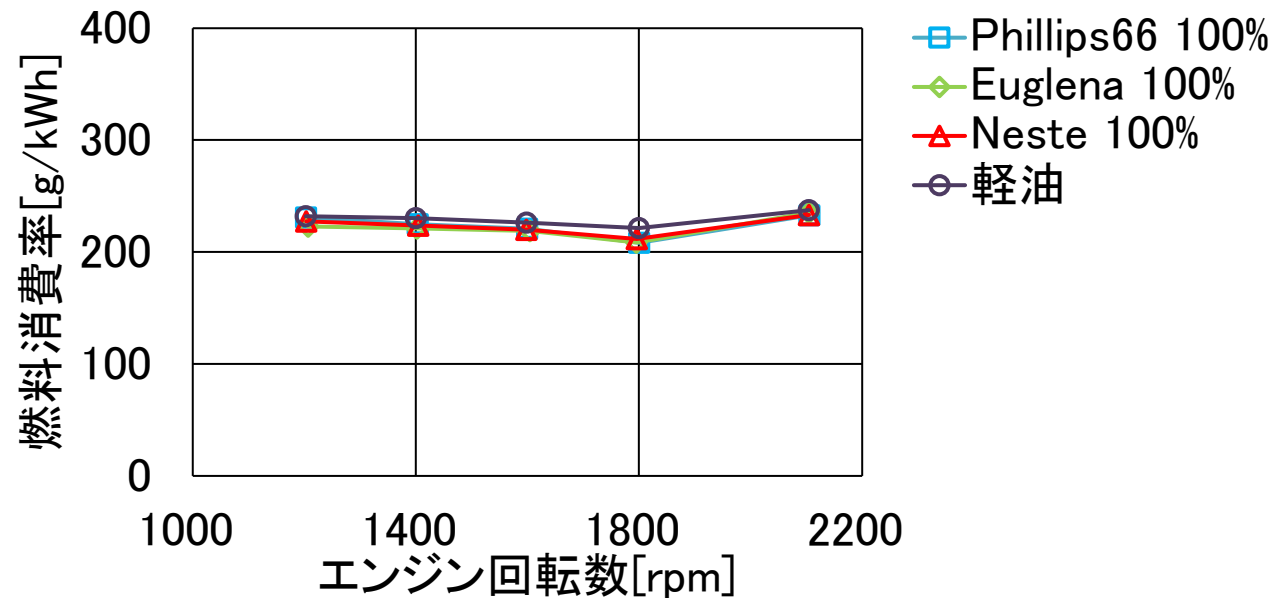


各バイオ燃料の混合比別において燃料消費率は軽油と同等
バイオ燃料間において燃料消費率は混合比によらず同等

試験結果

◆ 燃料消費率(5N、燃料別)

- ・ 混合比100%の各バイオ燃料において5Nで比較

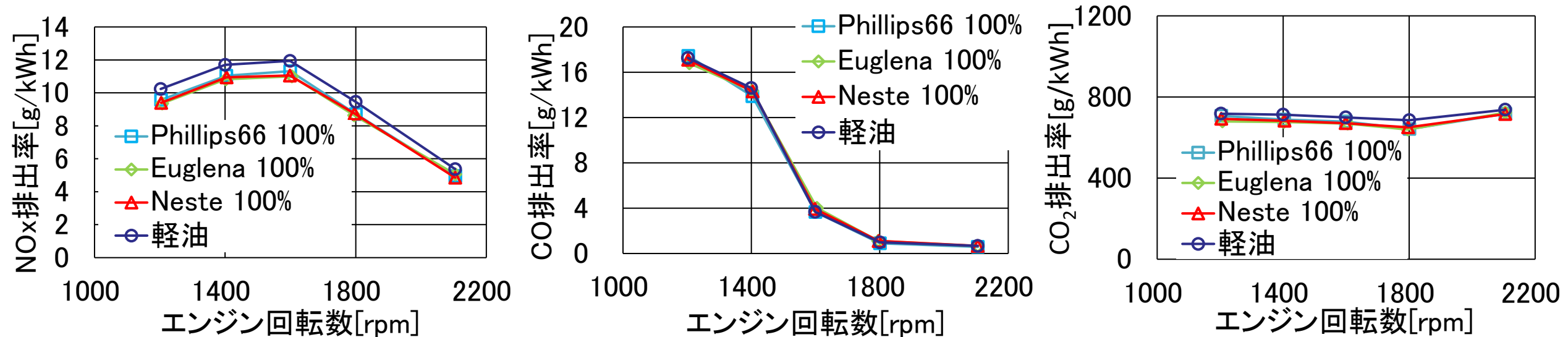


各バイオ燃料の混合比100%において燃料消費率は軽油と同等
バイオ燃料の種類によらず燃料消費率は同等

試験結果

◆ 排出ガス(5N、燃料別のNO_x、CO、CO₂排出率)

- ・ 混合比100%の各バイオ燃料において5Nで比較



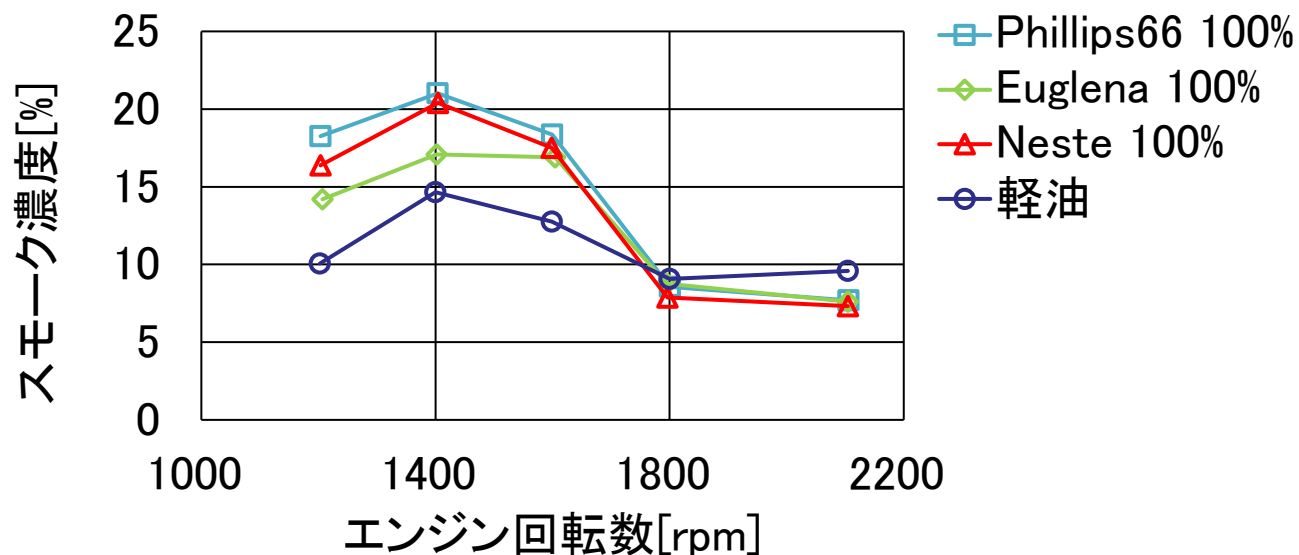
NO_x、CO、CO₂排出率はバイオ燃料によらず同等
NO_x排出率はバイオ燃料の方が軽油よりも10%程度低い

※国内の鉄道では排出ガス規制がないため、測定結果については、参考値

試験結果

◆ 排出ガス(5N、燃料別のスモーク濃度)

- ・ 混合比100%の各バイオ燃料において5Nで比較



スモーク濃度は、燃料によらず傾向は同等
数値は燃料によるバラツキが大きい

※国内の鉄道では排出ガス規制がないため、測定結果については、参考値

本日の発表

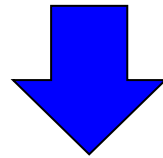
- ◆ 背景
- ◆ 使用したバイオ燃料
- ◆ 試験条件
- ◆ 試験結果
- ◆ **まとめ**
- ◆ **最後に**

まとめ

◆ バイオ燃料を用いたエンジン単体での台上試験結果

- ・ コモンレール式エンジンにて3社のバイオ燃料を使用して各種性能を測定
 - 出力は、最高出力において軽油と比較しても最大でも0.6%の差
 - 燃料消費率は、軽油と同等
 - 排出ガスは、NO_x、CO、CO₂は軽油と同等もしくは低下
スモーク濃度は、数値にはバラツキはあるが燃料によらず傾向は同等

各種エンジン性能は軽油及びバイオ燃料によらず同等



今後は、得られた知見を基にバイオ燃料の鉄道車両への適用を目指す

最後に

◆ 成果の活用

- ・ 台上試験の結果を踏まえて、2023年度から実施している走行試験の燃料選定に活用
- ・ 各事業者でバイオ燃料の検討を進める際の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