

B. 石油燃料次世代環境対策技術開発

1-B. 石油燃料次世代環境対策技術開発事業の概要

概 要	地球温暖化問題や供給される原油の重質化など、我が国の自動車燃料を取り巻く環境が大きく変化する中で、次世代の自動車燃料に関して、バイオ燃料活用や燃費向上によるCO2削減、排出ガス等による大気汚染問題の解決に向けて、技術の確立を図る。
実施期間	平成19年度～平成23年度（5年間）
予算総額	44億円 (平成19年度:9.7億円 平成20年度:10.7億円 平成21年度:9.1億円 平成22年度:7.5億円 平成23年度:7.0億円)
実施者	一般財団法人石油エネルギー技術センター
プロジェクトリーダー	齊藤 吉則（自動車・新燃料部 部長）

2-B. 事業の目的・政策的位置付け(1/9)

【事業の目的】(1/2)

我が国における大気環境改善、地球温暖化対策等の環境面についての要請に対応するために、自動車からの排出ガス中の大気汚染物質低減や燃費向上・効率化につながる技術開発は重要である。こうした中、石油系燃料は、今後ともその利便性等からエネルギー源の中心的な役割を担っていくものと予想され、これら環境保全の要請に応えていくためには、現在よりも一層の環境負荷を低減する石油系燃料およびその利用技術の開発が必須である。

自動車燃料の利用面からの具体的な課題としてはCO2削減における自動車燃料へのバイオ燃料の導入に加え、重質油やオイルサンド等の非在来型原油から得られる燃料基材の利用面からの拡大が必要であり、それらの技術確立を達成することは、我が国のエネルギーセキュリティ向上に大きく貢献する。

本技術開発事業では今後多様化する燃料基材、例えばバイオ燃料基材、非在来等から得られる燃料基材など従来とは特性が異なる基材を環境面からも利用面からも高濃度で利用できる技術を開発することであり、これにより環境対応と石油の安定供給を同時に寄与することを目的としている。

2-B. 事業の目的・政策的位置付け(2/9)

【事業の目的】(2/2)

本事業で実施する技術開発・研究開発課題は以下の通りである。

(1) バイオマス燃料利用拡大技術

燃料多様化とCO2削減という要請に応えるため、日本における現行規格以上の混合ができる利用技術を確立するために以下の検討を実施する。

(ア) ガソリン用バイオマス燃料利用技術

高濃度エタノール、および、エタノール以外のバイオ燃料(ETBE、ブタノール)混合ガソリンの課題抽出、対策技術確立、および、自動車燃料品質規格検討基礎データの収集を行い、課題解決のための利用技術を確立する。

(イ) ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討

各種バイオディーゼル燃料を高濃度(5%超)混合した軽油の課題抽出、対策技術確立、自動車燃料品質規格基礎データの収集を行い、課題解決のための利用技術を確立する。

(2) 燃費に優れたクリーンディーゼル車の普及に対応するための次世代燃料の開発

燃料多様化と燃費向上という要請に応えるため、合成燃料(GTL)や非在来系石油燃料(オイルサンド)等から精製した軽油の混合に対する課題抽出、対策技術基礎データの収集を行い、課題解決のための利用技術を確立する。

(3) 自動車燃費向上に資する新たな燃焼技術(HCCI燃焼技術)に対応した次世代燃料研究

排出ガス低減と燃費向上の究極的な両立という要請に対応した新燃焼技術に適合する「燃料」の開発を行うため、燃料の最適な着火特性、着火性指標、燃料の品質設計技術を検討する。

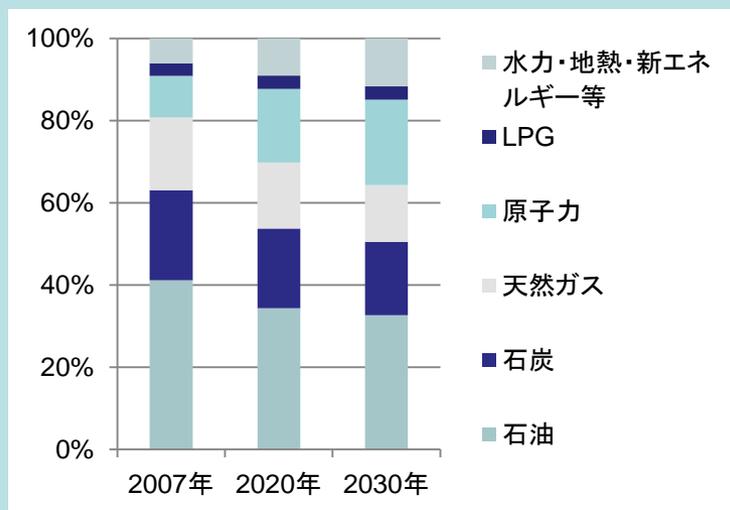
※HCCI: Homogeneous Charge Compression Ignition (予混合圧縮着火燃焼)

2-B. 事業の目的・政策的位置付け(3/9)

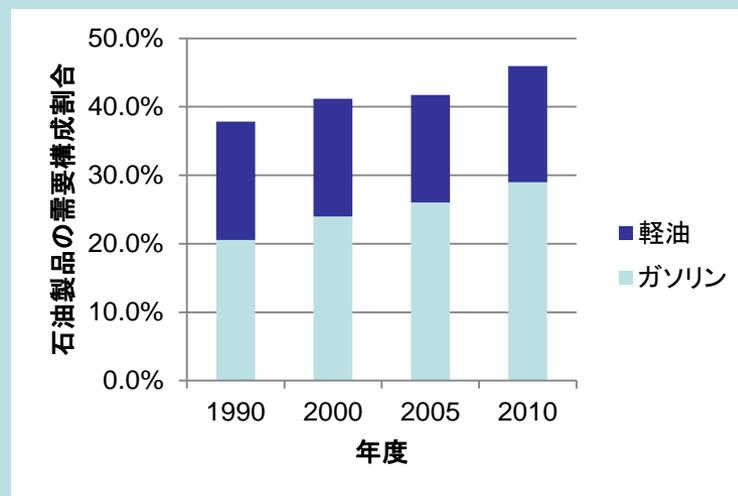
【政策的位置付け】(1/5)

石油は2030年においても、我が国の一次エネルギー供給の約4割を占める重要なエネルギー源と位置づけられており、その需要の約半数は、自動車燃料である。自動車燃料は、エネルギー密度の高い液体系燃料が有利であり、当面の主流である「石油系燃料＋内燃エンジン車」の課題対応は必須である。

2030年エネルギー需要見通し
(我が国における一次エネルギー供給構成)



我が国の石油製品に占める
自動車燃料の需要割合の推移

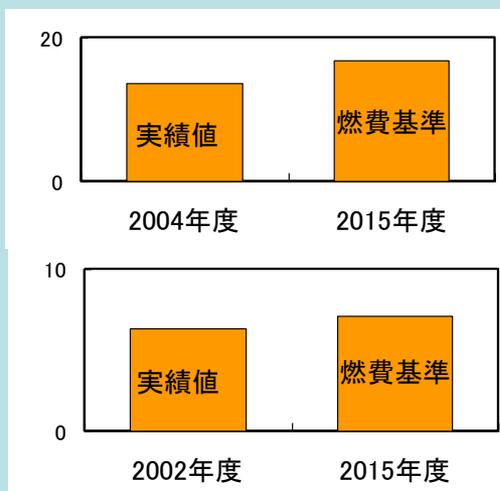


2-B. 事業の目的・政策的位置付け(4/9)

【政策的位置付け】(2/5)

自動車および自動車燃料の研究の社会的要請として、地球温暖化防止、エネルギーセキュリティ、大気環境改善の3つがあり、それぞれ、自動車の「CO2削減(燃費向上)」、自動車燃料の「燃料多様化」、自動車の「排ガス低減」課題を同時に解決する必要がある。

CO2削減(燃費向上)の背景



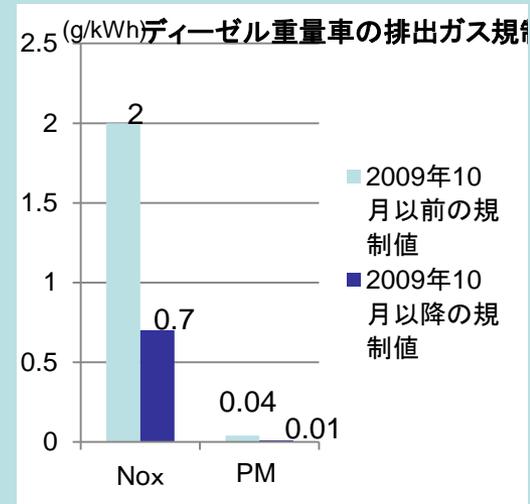
出典:「自動車のエネルギー消費効率の性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等の改正について」など(平成19年2月)

燃料多様化の背景



出典:新・国家エネルギー戦略(平成18年5月)

排ガス低減の背景



出典:自動車Nox・PM法規制値より、作成

2-B. 事業の目的・政策的位置付け(5/9)

【政策的位置付け】(3/5)

新・国家エネルギー戦略(平成18年5月)において、今後官民が共有すべき長期的な方向性として、2030年までに約30%のエネルギー効率の改善、運輸部門における石油依存度を80%程度にすることが掲げられており、こうした目標を達成するためには、①新燃料の導入、②運輸部門の高効率的利用によるエネルギー消費の削減が重要である。

エネルギー基本計画(平成22年6月閣議決定)では「バイオ燃料については、2020年に全国のガソリンの3%相当以上の導入を目指す」という目標が掲げられており(経済産業省は平成22年9月に「石油精製業者の非化石エネルギー源の利用に係る判断基準(案)」として、利用目標を、2011年度から2017年度までの7年間について定め、2017年度における利用総計として50万klとしている)、さらに、「世界的な石油需要の増加、原油の重質化・石油需要の白油化等、石油をめぐる諸情勢を踏まえ、抜本的な重質油分解能力の向上を図る」とされていることから、自動車燃料についてもこれらの目標へ対応して行くことは必須の課題である。

2-B. 事業の目的・政策的位置付け(6/9)

●「エネルギー基本計画」(平成22年6月)抜粋

・第3章 第2節 自立的かつ環境調和的なエネルギー供給構造の実現

1. 再生可能エネルギーの導入拡大

(1) 目指すべき姿

再生可能エネルギーの導入拡大は、地球温暖化対策、エネルギー自給率向上、エネルギー源多様化、環境関連産業育成等の観点から重要である。今後、2020年までに一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合について10%に達することを目指す。

バイオ燃料については、LCAでの温室効果ガス削減効果等の持続可能性基準を導入し、同基準を踏まえ、十分な温室効果ガス削減効果や安定供給、経済性の確保を前提に、2020年に全国のガソリンの3%相当以上の導入を目指す。さらに、セルロース、藻類等の次世代バイオ燃料の技術確立することにより、2030年に最大限の導入拡大を目指す。

3. 化石燃料の高度利用

(2) 石油の高度利用

① 目指すべき姿

原油の重質化や国内石油製品需要の白油化等に対応しつつ、石油の有効な利用を促進するため、石油残渣等の高度利用の取組を推進する。

② 具体的な取組

新興国を中心とした世界的な石油需要の増加、原油の重質化・石油需要の白油化等、石油をめぐる諸情勢を踏まえ、抜本的な重質油分解能力の向上を図る。また、各コンビナートの特長を活かした連携を支援し、石油精製と石油化学等の異業種との戦略的連携支援を通じ、国際競争力・経営基盤を強化する。さらに、低品位な石油留分から付加価値の高い石油留分を製造する技術や、重質油やオイルサンド等非在来型原油の利用性を高めるための技術等、革新的な石油精製技術の開発を実施する。これらに加えて、石油の高度利用に必要な設備の運転管理の改善(触媒等)や石油残渣ガス化複合発電(IGCC)の導入を促進する。

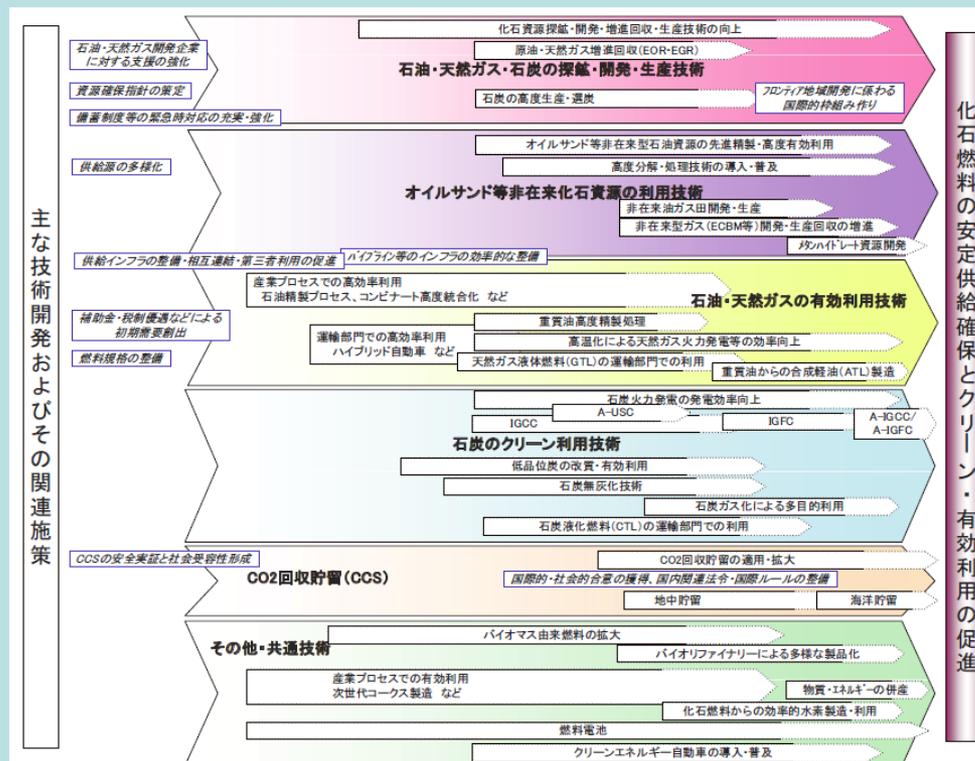
水素エネルギー社会を見据え、石油から安定・安価な水素製造を可能とするため、高品質・高効率の水素製造技術の開発やCCSと組み合わせて、CO2排出量をほぼゼロとするための検討を促進する。

2-B. 事業の目的・政策的位置付け(7/9)

【政策的位置付け】(4/5)

平成22年6月に取りまとめた「技術戦略マップ2010」の「エネルギー分野」で設定された5つの政策目標のうち「②運輸部門の燃料多様化」、31 高度石油利用技術において導入シナリオが示されている。

「運輸部門の燃料多様化」に向けた導入シナリオ



出典: 技術戦略マップ
2010 平成22年6月
経済産業省

2-B. 事業の目的・政策的位置付け(8/9)

【政策的位置付け】(5/5)

本事業で取り組んでいる研究開発は技術ロードマップに自動車用新燃料利用技術(5312J)、および燃費向上・排出ガスクリーン化燃料技術(5313J)として示されている。

「運輸部門の燃料多様化」に向けた導入シナリオ

5312J	31.高度石油利用技術 自動車用新燃料 利用技術	<p style="text-align: center;">バイオ燃料・GTL等新燃料とガソリン・軽油との混合の燃料技術</p> <hr/> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>GTLとの混合利用 石炭液化油との混合利用技術 混合燃料対応自動車技術</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>高度脱硫(サルファーフリー)技術 ・高度脱硫触媒 ・高度脱硫プロセス</p> </div> </div>
5313J	31.高度石油利用技術 燃費向上・排ガス クリーン化燃料技術	<p style="text-align: center;">超低セタン値対応技術 定置式・汎用ディーゼルエンジン用低セタン値燃料開発技術 低セタン値対応エンジン技術</p> <hr/> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>最新ディーゼル車対応燃料技術 自動車燃費向上技術 アンテック性向上技術 燃料多様化対応技術</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>HCCI等の次世代自動車対応燃料技術 高度脱硫(サルファーフリー)技術 ・高度脱硫触媒 ・高度脱硫プロセス 排ガス等高精度大気シミュレーション技術</p> </div> </div>

出典: 技術戦略マップ2010 平成22年6月 経済産業省

2-B. 事業の目的・政策的位置付け(9/9)

【国の関与の必要性】

温室効果ガスを2020年までに1990年比で25%削減するという中期目標を着実に達成するためには、バイオマス導入、排ガス・燃費に優れたディーゼル車の普及拡大のための課題解決の促進策が必要である。

高濃度バイオマス燃料の利用促進等は、地球温暖化対策に大きく貢献する。更に、自動車に関わる先導的な技術開発は、日本の基幹産業である自動車技術の更なる優位性をもたらし、競争力強化を確実にもたらすこととなる。

今後の自動車燃料においては、エネルギーセキュリティの観点からの燃料多様化(バイオ燃料利用拡大、オイルサンド等非在来型原油由来の燃料の利用等)ならびに一層の石油消費削減、さらには地球温暖化対策の観点からの自動車燃費向上(CO₂削減)という課題がより逼迫してきており、国としてそれら対策を加速させなければならない状況である。

特に自動車分野では車両の置き換えりが10年以上と時間がかかることを考えると長期を見据えた早い段階からの対策検討が必要である。このため、国が関与することにより、自動車業界と石油業界の英知を結集し、将来の自動車技術および燃料技術の最適組み合わせ技術を加速していくことが必要である。

3-B. 目標(1/4)

要素技術別の目標・指標を以下に示す。

要素技術	目標・指標	設定理由・根拠等
<p>1. バイオマス燃料利用拡大技術 (1) ガソリン用バイオマス燃料利用技術</p>	<p>高濃度エタノール、および、エタノール以外のバイオ燃料(ETBE、ブタノール)混合ガソリンの課題抽出、対策技術確立および、自動車燃料品質規格検討の基礎データを収集する。</p>	<p>ガソリンバイオマス燃料は含酸素燃料であり蒸留温度が低い、蒸気圧を上昇させる、発熱量が低い等の特性がある。</p> <p>我が国の自動車・自動車燃料の特異性として、他国よりも厳しい大気汚染の基準に伴う厳しい品質基準、他国に存在しない軽自動車の存在等がある。</p> <p>ガソリンバイオマス燃料を安全に利用するためには我が国の基準に照らして排出ガス、運転性、蒸発ガス、燃料系金属やゴムの損傷への影響を評価することが必要である。</p>

3-B. 目標(2/4)

要素技術別の目標・指標を以下に示す。

要素技術	目標・指標	設定理由・根拠等
<p>1. バイオマス燃料利用拡大技術 (2) ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討</p>	<p>各種バイオディーゼル燃料を高濃度(5%超)混合した軽油の課題抽出、対策技術確立、自動車燃料品質規格の基礎データを収集する。</p> <p>・</p> <p>・</p>	<p>原料となる油脂は多種(パーム油、菜種油等)あり、かつ、製造方法により酸化安定性(過酸化物質等が生成し燃料噴射装置の作動不良を起こす)、低温流動性(低温でワックスが析出し燃料フィルターの目詰まりを起こす)等の特性が異なる。</p> <p>ディーゼルバイオマス燃料を安全に利用するためにはそれらの特性の違いに着目し排出ガス、運転性、酸化安定性、低温流動性等の評価が必要である。</p>

3-B. 目標(3/4)

要素技術別の目標・指標を以下に示す。

要素技術	目標・指標	設定理由・根拠等
<p>2. 燃費に優れたクリーンディーゼル車の普及に対応するための次世代燃料の開発</p>	<p>燃料多様化と燃費向上という要請に応えるため、合成燃料(GTL)や非在来系石油燃料(オイルサンド)等、分解系軽油の混合に対する課題抽出、対策技術の基礎データを収集する。</p>	<p>燃料多様化の観点から、オイルサンド等非在来型原油から精製された燃料を利用する技術や石油の有効利用を進める重油分解装置の装備率向上の動きの中で、燃費に優れたディーゼル車を普及するため、次世代軽油の利用技術を確立することが必要である。</p> <p>オイルサンド油や分解系軽油は従来の軽油と組成(芳香族、ナフテン等)等が大きく異なるため、排出ガスの悪化、エンジン始動性低下や排出ガス後処理装置への影響等の評価が必要である。</p>

3-B. 目標(4/4)

要素技術別の目標・指標を以下に示す。

要素技術	目標・指標	設定理由・根拠等
<p>3. 自動車燃費向上に資する新たな燃焼技術(HCCI燃焼技術)に対応した次世代燃料研究</p> <p>※HCCI: Homogeneous Charge Compression Ignition (予混合圧縮着火燃焼)</p>	<p>新たな燃焼方式(HCCI※燃焼)に適合する「燃料」の開発を行うため、燃料の最適な着火特性、着火性指標、燃料の品質設計技術を検討する。</p> <p>・</p> <p>・</p>	<p>HCCI燃焼は空気と燃料を十分混合し、自着火による燃焼で高効率と低排気を実現する燃焼技術であり、本技術が完成すれば、従来ガソリン車より約20%の燃費向上が見込まれる。</p> <p>自己着火であるため燃料性状、組成が着火性に大きく影響するため、最適な品質設計技術を検討する必要がある。また、従来のオクタン価(RON)の指標のみでは性能を示せないため、新たな指標を検討する必要がある。</p>

4-B. 成果、目標の達成度(1/5)

要素技術	目標・指標	現在までの成果	目標の達成度
1.バイオマス燃料利用拡大技術 (1) ガソリン用バイオマス燃料利用技術	高濃度エタノール、および、エタノール以外のバイオ燃料(ETBE、ブタノール)混合ガソリンの課題抽出、対策技術確立および、自動車燃料品質規格検討の基礎データを収集する	<p>日本市場にある既販車を用いた試験では、以下のようなE10の影響が見られる場合があった。E10導入時には、これらの影響に注意を払う必要がある。</p> <p>①E10化による蒸留性状の変化に伴い、排出ガス、燃費、CO2排出量に対してT50JIS上限域で一部車両に影響が見られた。運転性への影響は見られなかった。</p> <p>②蒸気圧の車両蒸発ガスへの影響評価において顕著な影響は見られなかった。</p> <p>③一部の燃料系ゴム部材(NBR)によりE10ガソリン中の洗浄ガム分の増加がみられた。金属部材による燃料品質への影響はなかった。</p>	達成

注)「達成度」の欄には、達成、一部達成、未達成を選択して記載。

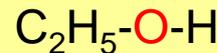
1. バイオマス燃料利用拡大技術

(1) ガソリン用バイオマス燃料利用技術

エタノールのガソリンへの混合時の特徴と課題

ガソリンにエタノールを混合する場合、分子内に酸素を持つ、揮発しやすい、発熱量が低いといった特徴があり、自動車での使用にあたっては、燃料系統部品の損傷、エンジン制御への影響による排出ガスの悪化、高温時に燃料系統のベーパーロック等によりエンジンがかかりにくくなる等の懸念がある。

- ・ サトウキビ等の糖類を原料とし、発酵法により製造
- ・ 単一の化学物質 C_2H_5OH (分子量46) 沸点:78℃
- ・ 高い酸素含有率(35mass%)
- ・ 分子内部に強い極性部分(-O-H)を持ち、これにより石油系燃料とは大きく特性が異なる



H:水素
C:炭素
O:酸素

極性が強い部分
(水の特性に近い)

考慮すべき燃料特性等 (ガソリン比較)

- 含酸素化合物
- 高い蒸発特性
- 低発熱量

自動車で発生する不具合等

○ 燃料系部品の損傷
金属腐食、ゴム等の膨潤

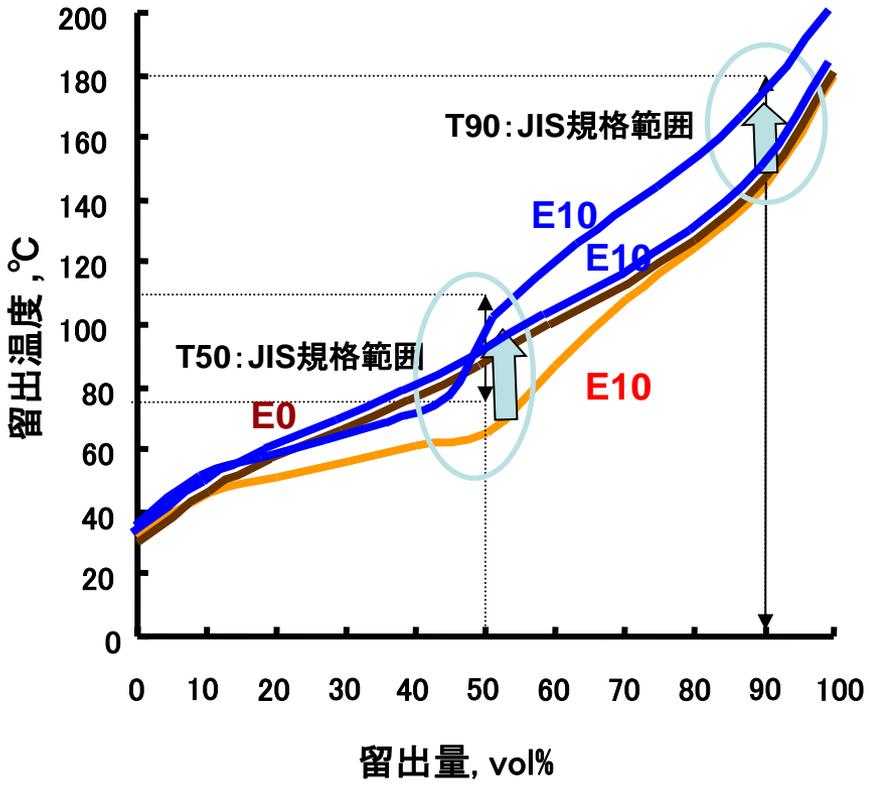
○ 燃料系部品との作用による
析出物が付着し、燃料供給系
やエンジンの不具合が発生

○ エンジン制御への影響により
排ガスや加速性能が悪化する

○ 高温時にエンジンがかかりにく
くなる、加速性能が悪化する

E10が蒸留性状に与える影響と高沸点留分の影響

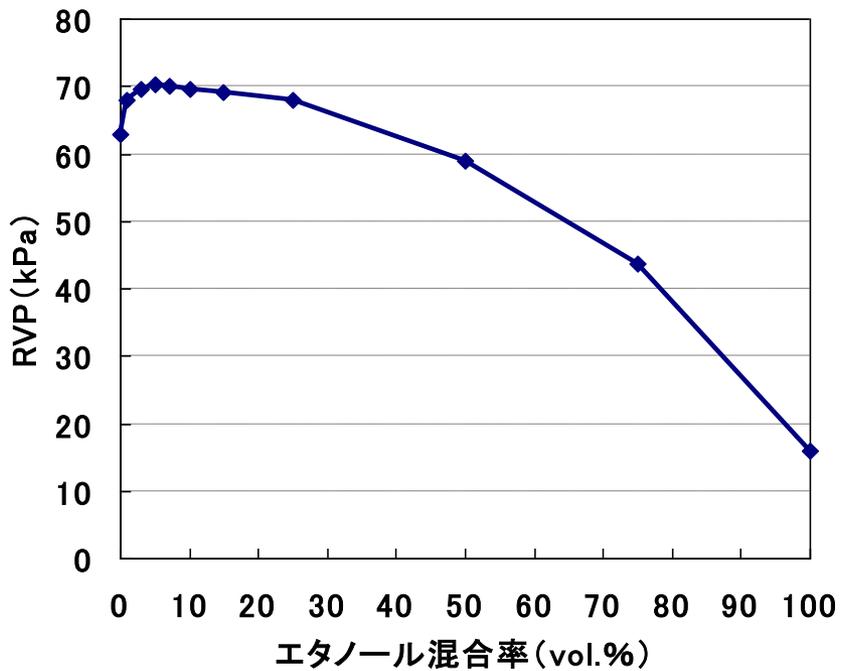
高沸点基材によるT50を調整した場合はT90がJIS上限となる可能性がある。
 市場においてエタノールがガソリンにスプラッシュブレンドされた場合は、50%留出温度がJIS下限を下回る性能がある。



蒸留50%留出温度: エンジンの加速性や運転性に影響する。
 蒸留90%留出温度: 吸気系、燃焼室の汚れやエンジンオイルの汚れ等に影響する

エタノール混合がガソリン蒸気圧に与える影響

ガソリンにエタノールを混合した場合、リード蒸気圧 (RVP) が混合率3~15%の範囲で極大となる。
 車両蒸発ガスの増加による大気環境への影響 (光化学オキシダントの増加) が懸念された。
 * 蒸気圧 (RVP: Reid Vapour Pressure) ガソリン蒸発性の指標であり、密封された容器の中に0~1°Cに冷やした燃料を封入し、37.8°Cにまで容器を温め、圧平衡となったときの蒸気の圧力



供試車両は基準の小形乗用車1台と日本独特の軽自動車3台および排出ガス面で厳しい2輪車3台である。

試験車両(4輪)

車両記号	車両AA	車両DA	車両DB	車両EA
種別	小型乗用車	軽自動車	軽自動車	軽自動車
排出ガス基準	平成17年基準 排出ガス 75%低減レベル	平成17年基準 排出ガス 75%低減レベル	平成17年基準 排出ガス 50%低減レベル	平成17年基準 排出ガス 75%低減レベル
登録年	平成19年	平成20年	平成20年	平成20年
排気量 L	1.5	0.66	0.66	0.66
気筒数	直列4	直列3	直列3	直列3
圧縮比	10.5	10.8	9.0	9.0
過給	なし	なし	有	有
燃料噴射システム	PFI	PFI	PFI	DI
変速機	CVT	CVT	CVT	CVT
最大出力 kW/rpm	81/6000	43/7200	47/6000	47/6500
最大トルク N・m/rpm	140/4400	65/4000	103/3000	103/3500
燃料	レギュラー	レギュラー	レギュラー	レギュラー
燃料タンク容量 L	50	36	36	30
試験時走行距離 km	20500 ～ 36000	4500 ～ 17500	4500 ～ 20500	5000 ～ 20000

試験車両(2輪)の諸元

車両記号	2輪車1	2輪車2	2輪車3
種別	原付第一種	原付第二種	軽二輪車
排出ガス基準	平成18年基準	平成19年基準	平成18年基準
排気量 cc	49	107	249
エンジン種類	空冷 4ストローク	水冷 4ストローク	水冷 4ストローク
燃料供給装置形式	インジェクション	インジェクション	インジェクション
過給	なし	なし	なし
変速機	無段変速式	無段変速式	無段変速式
最大出力 kW/rpm	3.7/8000	6.6/7500	14/6500
最大トルク N・m/rpm	4.5/6500	9.3/6250	22/5000

E10が燃料品質に与える影響

燃料品質	エタノール10% 混合による燃料 品質への影響	燃料の想定される 主な課題	車両性能の主な課題	研究項目
蒸留性状 50% 留出温度	10°C程度低下	T50は 沸点の異なる 基材で調整 T50がJIS下限を 下回る可能性	従来と異なる蒸留 特性の影響 ⇒排出ガス ⇒運転性 (低T50:高温運転 性)	①排出ガス、燃費/CO ₂ への影 響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50(高温側)の影響の把握 ・T50(低温側)の影響の把握
蒸気圧 (RVP)	7kPa程度増加 (高温の蒸発量 増加)	ブタンを抜く などで調整	高温での蒸発量 増加の影響 ⇒車両蒸発ガス	③車両蒸発ガスへの影響調 査 ・透過の影響把握(駐停車時) ・高温での蒸発量増加の影響 把握(運転時)
材料適合性 (ゴム)	ゴム材の透過	-	透過の影響 ⇒車両蒸発ガス	
保存安定性 (金属、ゴ ム、樹脂)	金属腐食	酸化安定性への影 響有り?	車両燃料システム への影響	④材料による燃料性状への影 響調査
	ゴム材、樹脂 の膨潤	ガム分増加等の影 響有り?		

調査結果まとめ

燃料品質	エタノール10% 混合による燃料 品質への影響	研究項目	調査結果
蒸留性状 50% 留出温度	10°C程度低下	①排出ガス、燃費/CO ₂ への影響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50(高温側)の影響の把握 ・T50(低温側)の影響の把握	T50のJIS上限域(110°C)で車によりE10の影響が見られた。 T50下限域を含め、それ以外の範囲ではT50によるE10の影響は見られなかった。
蒸気圧 (RVP)	7kPa程度増加 (高温の蒸発量 増加)	③車両蒸発ガスへの影響調査 ・透過の影響把握(駐停車時) ・高温での蒸発量増加の影響把握(運転時)	本WGで実施した供試車両では、E10の顕著な影響は見られなかった。 (先行研究WGで実施した車両でE10のHSL+DBLへの影響は見られた)
材料適合性 (ゴム)	ゴム材の透過		
保存安定性 (金属、ゴム、樹脂)	金属腐食	④材料による燃料性状への影響調査	ゴム材によりE10の方が燃料中のガム値増加が見られた。 金属による燃料品質への影響はE0とE10で差は見られなかった。
	ゴム材、樹脂の膨潤		

日本市場にある既販車を用いた試験では、E10の影響が見られた場合があった。
E10導入時には、これらの影響に注意を払う必要がある。

排出ガス、燃費/CO₂への影響調査結果

E10における傾向(E0との比較)

T50:高温側

※ 2輪車においてはTHC

	4輪車										2輪車		
	Coldスタート (11モード)					Hotスタート (10・15モード)					Coldスタート (2輪車モード)		
	150		180			150		180			180		
T90, °C	150		180			150		180			180		
T50, °C	100	110	90	100	110	100	110	90	100	110	90	100	110
NMHC※	→	↗ 3/4台	→	→	↗ 3/4台	→	→	→	→	→	→	→	→
CO	→	↗ 3/4台	→	→	↗ 4/4台	→	→	→	→	→	↘ 3/3台	↘ 3/3台	↘ 3/3台
NOx	→	↗ 3/4台	↗ 1/4台	↗ 1/4台	↗ 2/4台	→	→	→	→	→	→	↗ 1/3台	↗ 1/3台
燃費(km/L)	↘					↘ 4/4台	↘ 4/4台	↘ 4/4台	↘ 4/4台	↘ 4/4台	↘ 3/3台	↘ 3/3台	↘ 3/3台
燃費(km/MJ)						→	→	→	→	→	→	→	→
CO2	↘					→	→	→	→	→	→	→	→
アセトアルデヒド						↗ 4/4台	↗ 4/4台	↗ 4/4台	↗ 4/4台	↗ 4/4台	→	→	→

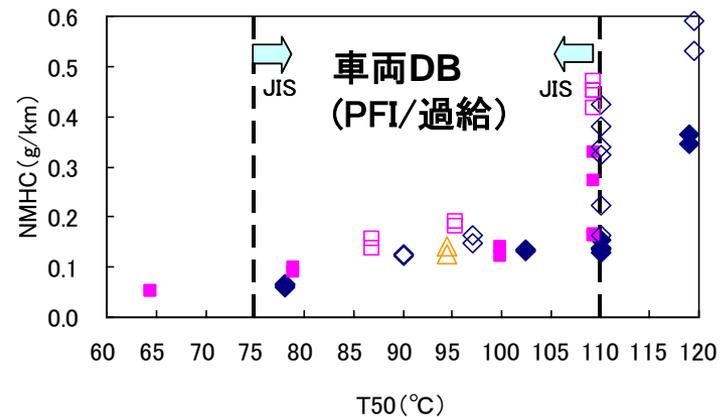
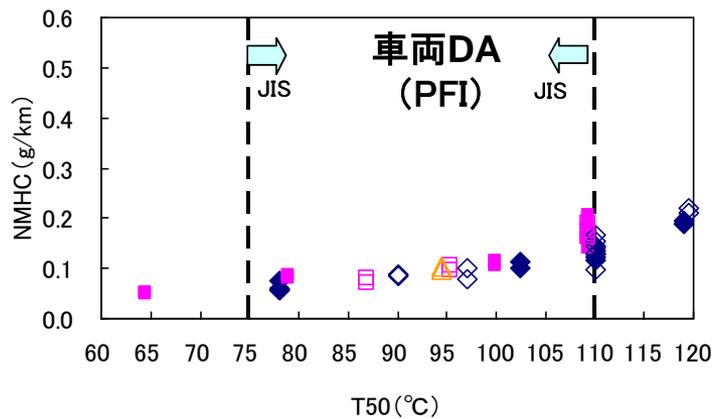
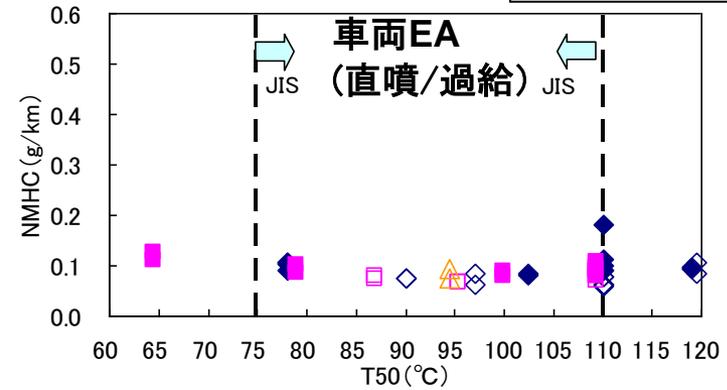
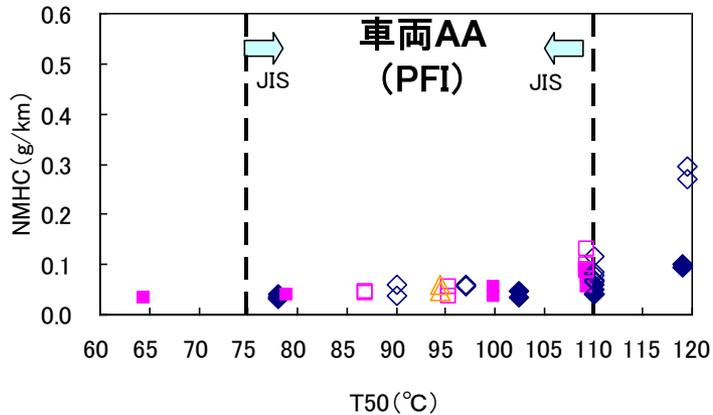
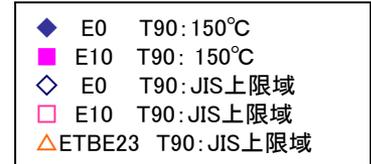
T50:低温側

	4輪車	
	Cold スタート (11 モード)	Hot スタート (11・15 モード)
NMHC	→	→
CO	→	→
NOx	→	→
燃費(km/L)	↘	↘ 4/4台
燃費(km/MJ)	↘	→
CO2	→	→
アセトアルデヒド	↗ 4/4台	→

↗: E0に比較してE10は増加／ばらつく傾向
 →: E0とE10で差なし
 ↘: E0に比較してE10は減少傾向

- ・Coldスタート試験では、T50:110°CでE10の影響が見られた場合があった。また、アセトアルデヒドが増加する傾向が見られた。
- ・Hotスタート試験では、E10の影響は見られなかった。

四輪車の排出ガス評価(例) NMHC 11モード



車両AA、車両DA、車両DBはT50:110°CでE0よりE10のNMHCが増加傾向が見られた。
CO、NO_xについても、車両によりE0よりE10で増加傾向が見られた。

運転性への影響調査結果

E10における傾向 (E0との比較)

試験室温度: 20°C

	4輪車											
	Coldスタート					Hotスタート						
	150		180			150		180				
T90, °C	100		110			90		100			110	
T50, °C	100	110	90	100	110	100	110	90	100	110		
始動時間	→	↗ 1/3台	→	→	↗ 2/4台	→	→	→	→	→		
加速時間	→	↗ 2/3台	→	→	↗ 2/4台	→	→	→	→	→		
デメリット点数	→	↗ 2/3台	→	→	↗ 2/4台	→	→	→	→	→		

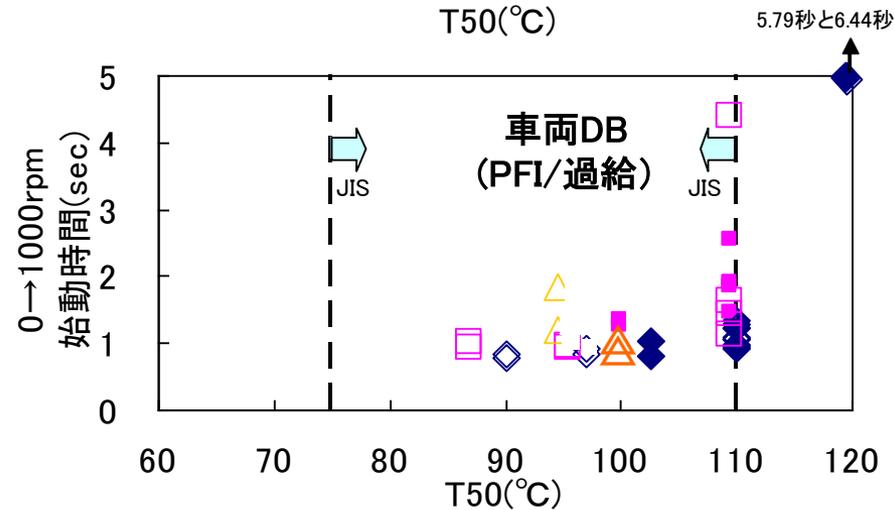
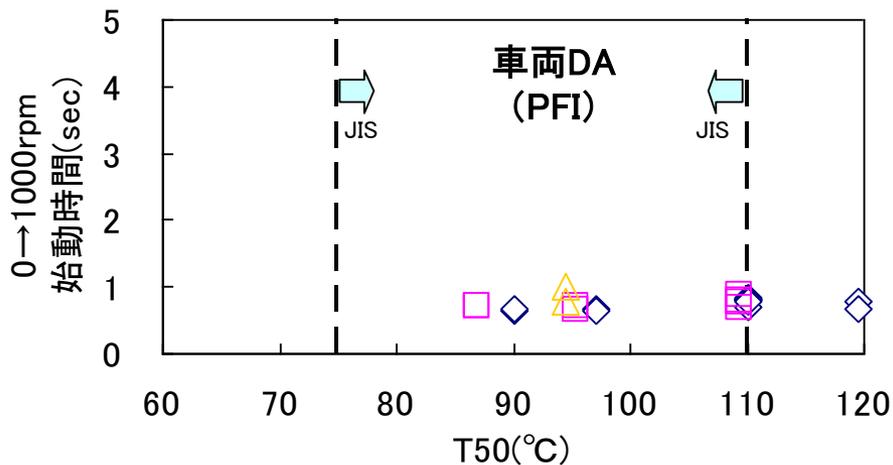
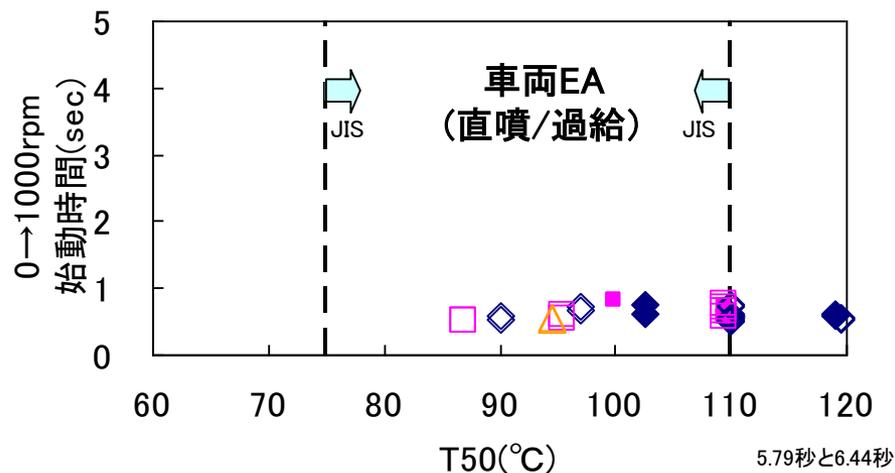
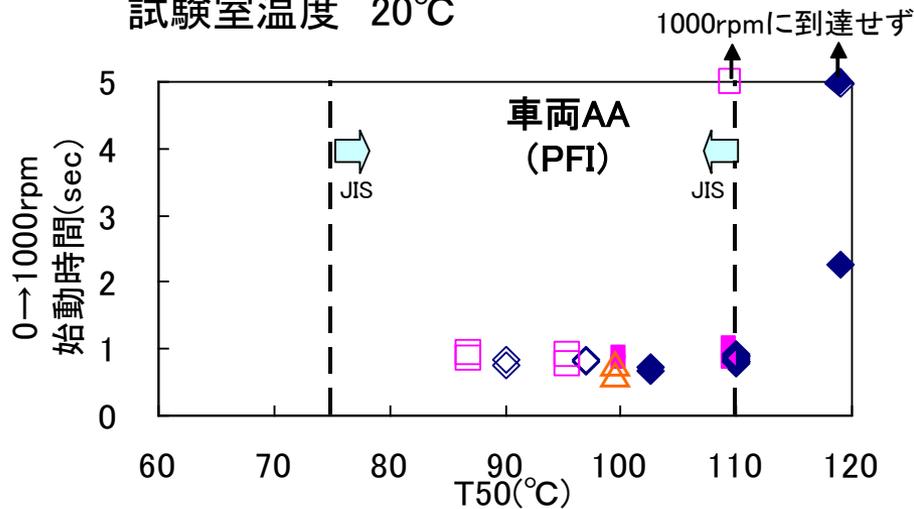
↗ : E0に比較してE10は増加／ばらつく傾向
→ : E0とE10で差なし

- ・Coldスタート試験では、T50: 110°CでE10の影響が見られた場合があった。その場合、T90: 150°CよりもT90: JIS 上限域の方が影響が現れる傾向の場合もあった。
- ・Hotスタート試験では、E10の影響は見られなかった。

始動性 — 始動時間 Coldスタート



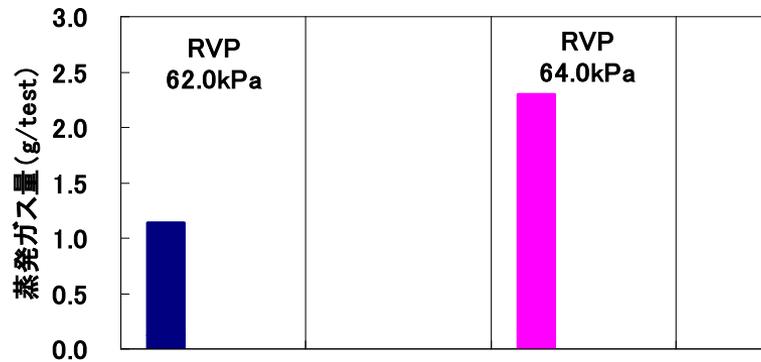
試験室温度 20°C



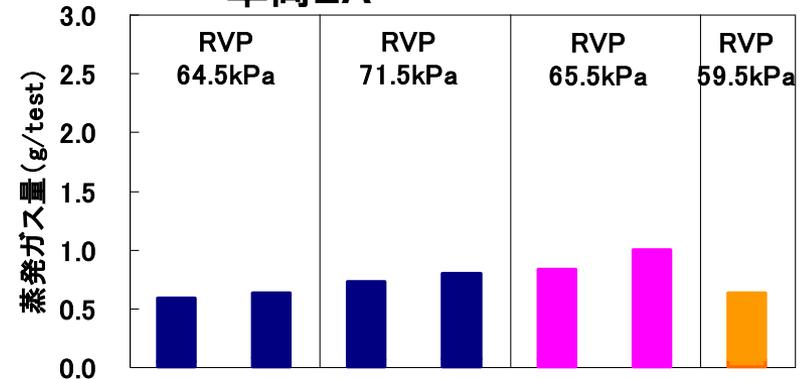
車両DBではT50:110°CでE0よりE10の始動時間が増加・ばらつく傾向が見られた。
 車両AAではT50:110°CにおいてT90:JIS上限域のみE10の影響が見られた。

車両蒸発ガス、HSL + 24h-DBL

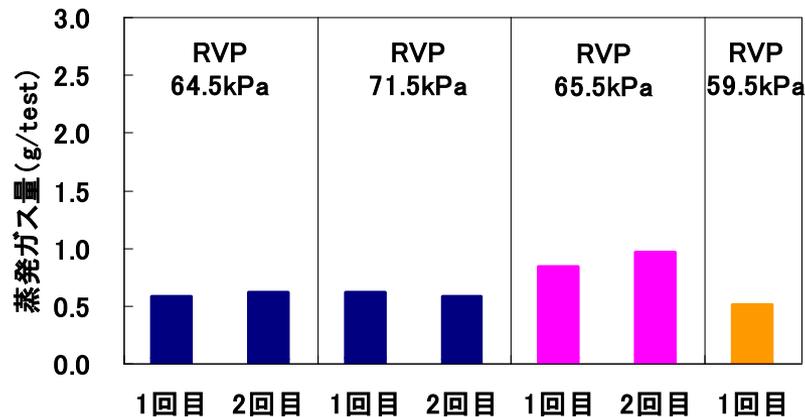
車両AA H19年度先行研究データ(平均値)



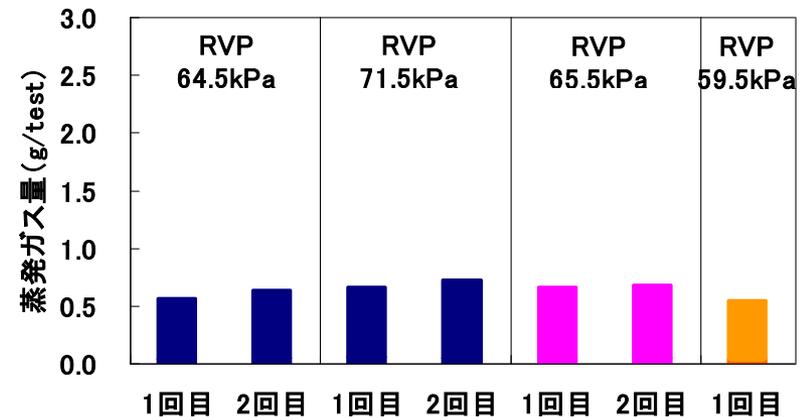
車両EA



車両DA



車両DB



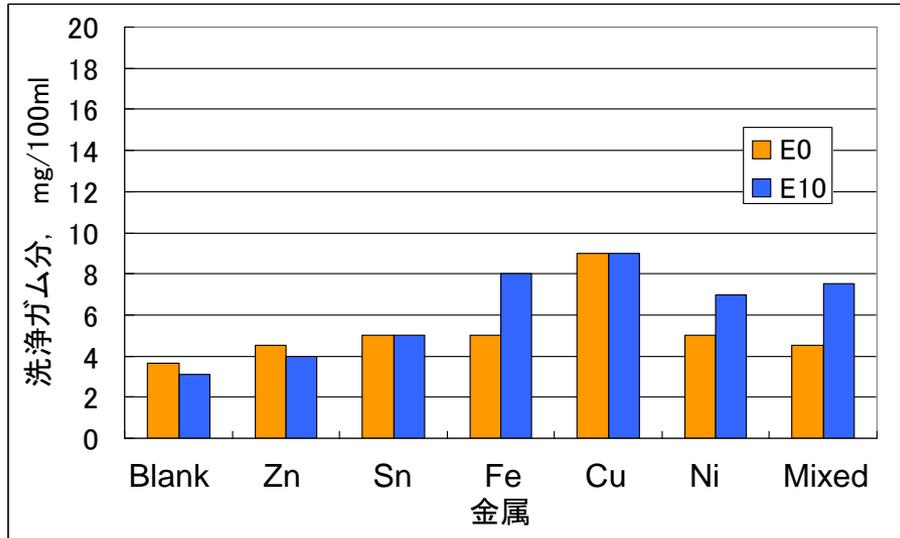
先行研究で実施した車両AAではE10の影響は見られたが、今回実施した車両EA、DA、DBにおいてE10とE0に顕著な差は見られなかった。

※エタノールを混合する場合、燃料配管からのエタノールの浸透揮発による蒸発ガスへの対応が必要である。

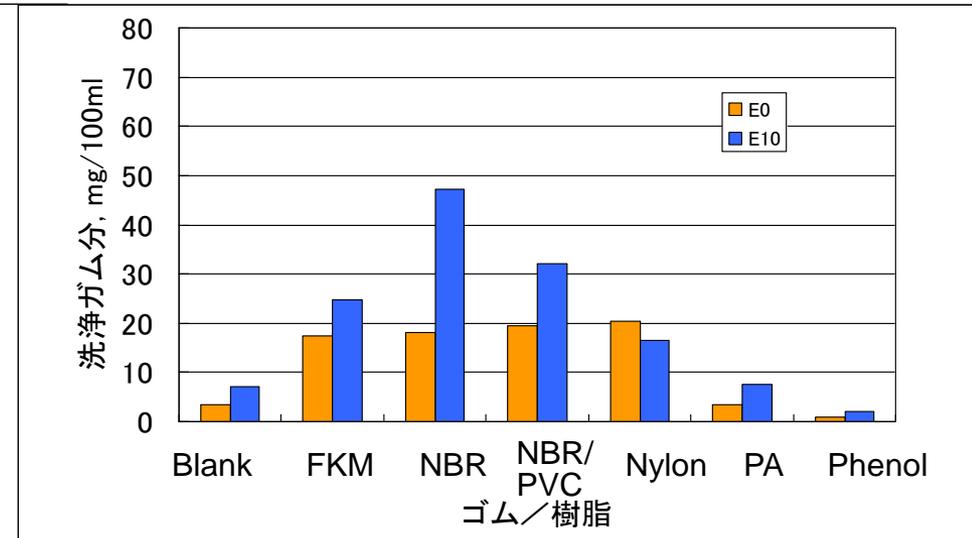
各種材料の燃料への影響評価結果

洗浄ガム分:ガソリンを揮発させ、不揮発分を溶剤で洗浄した後の残渣物

金属材料の影響



ゴム・樹脂材料の影響



燃料品質への影響については

- 金属材料: E0/E10の影響に顕著な差は見られなかった。
- 樹脂・ゴム材料: NBR、NBR/PVC(タンクからエンジンの燃料噴射ノズルに至る燃料系統で燃料ホースやシール材として用られている場合がある)でE10ガソリン中のガム値が増加する傾向が見られた。

※エタノールを混合する場合、燃料配管の材質による燃料性状への影響への対応が必要な場合がある。

4-B. 成果、目標の達成度(2/5)

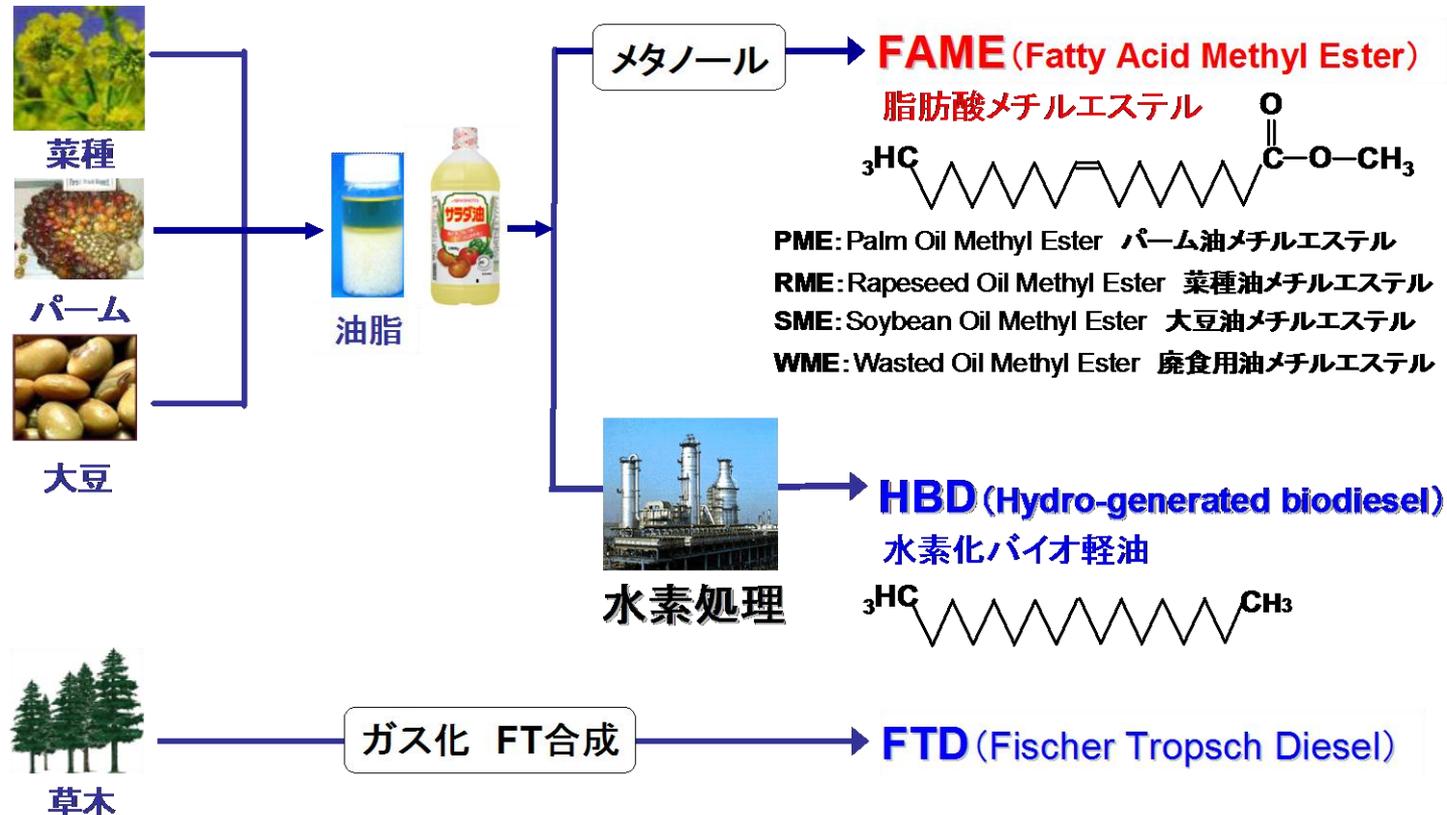
要素技術	目標・指標	現在までの成果	目標の達成度
<p>1.バイオマス燃料利用拡大技術</p> <p>(2) ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討</p>	<p>各種バイオディーゼル燃料を高濃度(5%超)混合した軽油の課題抽出、対策技術確立、自動車燃料品質規格の基礎データを収集する。</p>	<p>ディーゼル車用燃料への高濃度(5%超)バイオマス燃料混合利用における車両使用時の技術的課題を明らかにした。</p> <p>FAME10%, 20%混合については部材影響、常温貯蔵安定性、長期駐車時安定性等、多くの懸念点がみられた。(詳細は添付資料参照)</p> <p>供給量の確保を前提に、バイオ燃料をディーゼル車用燃料として“幅広く”利用する場合、FAME高濃度混合は上記の多くの懸念点に留意する必要がある。ただし、FAMEは原料組成等によっても特性が異なり一律の品質管理が難しいこと、また特に既存車においては車両側での対応が困難なこと等も考慮すると、水素化等によって軽油と同等品質の炭化水素系燃料に変換することが品質的には望ましい。一方、地産地消等の“限られた範囲”でFAME高濃度混合燃料を利用する場合、上記の懸念点に留意し、必要な対応策を講じることが望ましい。</p>	<p>達成</p>

1. バイオマス燃料利用拡大技術

(2) ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討

軽油にバイオ燃料を混合する場合、分子内に酸素や2重結合を持つ、重質である、構成成分が複雑といった特徴があり、自動車での使用にあたっては、排出ガスへの影響、燃料噴射系の汚損、低温での燃料系統閉塞等の懸念がある。

バイオディーゼル燃料とは？



バイオディーゼル燃料の品質

	<FAME>	<軽油>	<HBD,FTD>
二重結合	あり SME 多 悪 RME 中間 PME 少 酸化安定性 低温で固まりやすい (原料油の組成により異なる)	なし	なし
蒸留性状	330°C~350°C	200°C~350°C	260°C~310°C
酸素分	あり 含酸素化合物	なし 炭化水素	なし 炭化水素

- FAMEは品質面で軽油と異なる
- 現行のFAMEの軽油への混合上限: 日本5%
- 高濃度混合の場合には、車両使用時の品質面で懸念あり

研究テーマ一覧

(1) 性状影響

- ・ 着火性

(2) 安定性影響

- ・ 酸化安定性
- ・ 部材影響
- ・ 常温貯蔵安定性

(3) 排出ガス影響

(4) 後処理影響

(5) 低温運転性影響

(6) エンジンオイル影響

(7) 信頼性影響

- ・ インジェクタデポジット
- ・ 長期駐車時安定性

(高濃度FAME混合時の課題と対応策 1)

項目			FAME混合	
			10%混合、20%混合	50%混合、100%(ニート)
(1)性状 影響	着火性	課題	<ul style="list-style-type: none"> セタン指数はセタン価との乖離が大きい。 IQTセタン価(DCN)はFAME10%、20%混合軽油ではセタン価よりも2~3高い。 	
		対応策	<ul style="list-style-type: none"> セタン指数の適用不可 IQTセタン価を使用する場合、FAME混合によるシフト幅を考慮した管理を行う。 	
(2)安定性 影響	酸化安定性	課題	<ul style="list-style-type: none"> FAME混合時には酸化安定性が悪化する。 特に二重結合を複数もつC18:2、C18:3が多いSMEは悪化が大きい。 SMEの場合、酸化防止剤の添加レスポンスが悪い。(多量の酸化防止剤が必要) SMEは長期間保管後に酸化防止剤を添加しても、入手直後に添加したより安定性改善効果が小さい。 	
		対応策	<ul style="list-style-type: none"> FAME混合軽油の酸化安定性の改善には酸化防止剤の添加が有効(酸化安定性へのBASE軽油の安定性、FAME組成、天然抗酸化物質の影響を考慮する) SMEには多量の酸化防止剤が必要 SMEには入手直後に酸化防止剤の添加が必要 	

重大な懸念点

 懸念点

 燃料指標の見直しが必要

ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討 まとめ

(高濃度FAME混合時の課題と対応策 2)

項目				FAME混合	
				10%混合、20%混合	50%混合、100%(ニート)
(2) 安定性 影響	部材 影響	ゴム	課題	・浸漬試験の結果ではゴムへの影響は小さい。	・ゴムに影響が発生する場合あり。 (FAMEの安定性の影響もあり)
			対応策	—	・使用する部材に注意が必要
		樹脂	課題	・浸漬試験の結果では樹脂への影響は小さい。	←
			対応策	—	—
		金属	課題	・ターンシートでは注意が必要	・金属に影響が発生する場合あり。 (タフピッチ銅、ボンデ鋼板、ターンシートでは注意が必要)
			対応策	・燃料タンクはターンシートが使用されていないものを使用する。	・使用する部材に注意が必要
	常温貯蔵 安定性	課題	<ul style="list-style-type: none"> ・PME、RME、SMEで曇り点より高い温度で析出物を確認 PME : 飽和脂肪酸モノグリセライドが多いものは析出物重量が多い。 SME、RME : 大きい結晶の生成がみられる。また、その結晶の目詰まりでフィルタ通油性が悪化する。 ・析出物による燃料フィルタ目詰まりによりエンジンストール等の不具合発生 	/	
		対応策	<ul style="list-style-type: none"> ・析出物によるフィルタ通油性悪化の対策が必要 PME : 飽和脂肪酸モノグリセライド量を管理する。 SME、RME : 添加剤による改善の可能性あり。 ・燃料フィルタの交換頻度を上げる。 ・燃料フィルタを大型化する。 ・冬季対策用燃料エレメント(加温タイプ)に交換する。 		

重大な懸念点

 懸念点

 燃料指標の見直しが必要

ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討 まとめ

(高濃度FAME混合時の課題と対応策 3)

項目		FAME混合	
		10%混合、20%混合	50%混合、100%(ニート)
(3)排出ガス影響	課題	・排出ガスへの影響は小さい。	・NO _x 増加
	対応策	—	
(4)後処理影響	課題	・FAME20%混合で手動強制再生がFAIL	・手動強制再生 自動強制再生がFAIL
	対応策	・運転条件に合わせた再生運転の最適化の検討が必要	
(5)低温運転性影響	課題	・PME、RME、SMEで作動限界温度が上昇し、低温運転性が悪化(特にPMEの影響大)	
	対応策	<ul style="list-style-type: none"> ・PMEは寒冷地や冬季には使用しない。 ・燃料フィルタの交換頻度を上げる。 ・燃料フィルタを大型化する。 ・冬季対策用燃料エレメント(加温タイプ)に交換する。 	

重大な懸念点

 懸念点

 燃料指標の見直しが必要

ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討 まとめ

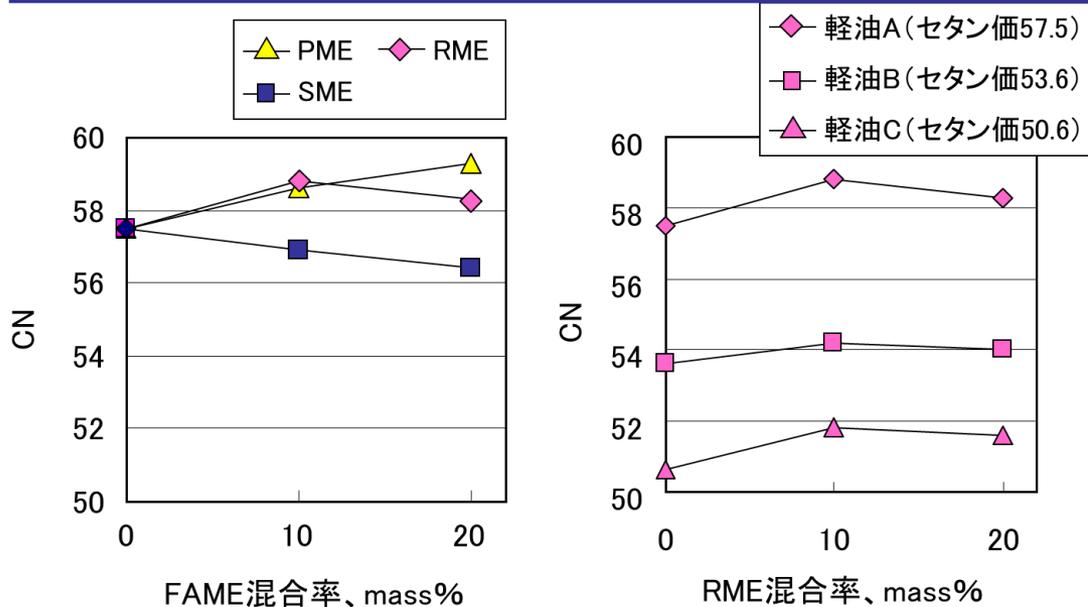
(高濃度FAME混合時の課題と対応策 4)

項目		FAME混合	
		10%混合、20%混合	50%混合、100%(ニート)
(6)エンジンオイル影響	課題	・FAME混入によるエンジン油圧の低下及びエンジン油の酸化劣化	
	対応策	・エンジン油交換頻度を上げる。 ・高性能エンジン油を使用する。	
(7)信頼性影響	インジェクタデポジット	課題	・金属混入時にインジェクタデポジット生成に起因する燃料噴射量低下が発生
		対応策	・FAME中の金属混入量を減らすように管理する。 ・燃料系部品に適切な部材を使用する。
	長期駐車時安定性	課題	・長期駐車後の始動時に始動不良等の不具合発生
		対応策	・駐車前にFAME非混合軽油に交換する。

重大な懸念点
 懸念点
 燃料指標の見直しが必要

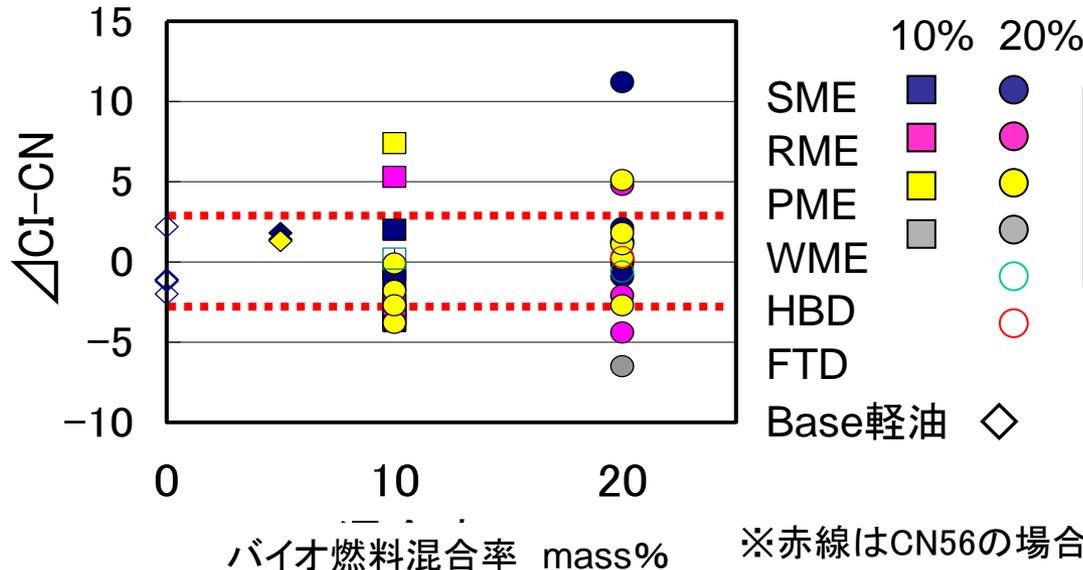
(1) 性状影響

—着火性—



○FAME10、20%混合により大きく着火性が悪化(セタン価が低下)することはなかった。

(バイオ燃料混合時のセタン価とセタン指数の関係)



FAME10%以上混合時にはセタン指数とセタン価の乖離が大きく、セタン指数の適用不可
※新しい燃料指標が必用である。

※赤線はCN56の場合のセタン価測定の室間再現許容差(3.3)

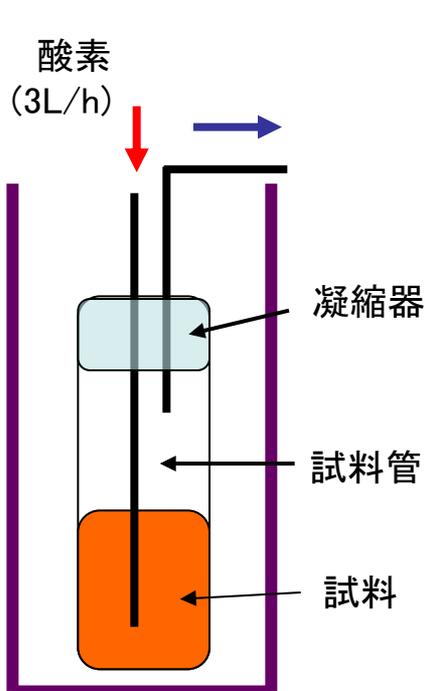
(2) 安定性影響 ①酸化安定性 — 各種酸化安定性試験方法 —

酸価増加試験

試験条件
試料350mLを酸素吹き込み
下で115°C、16hr保持

評価指標
酸化前後の酸価の差
(Δ 酸価)

品確法に採用

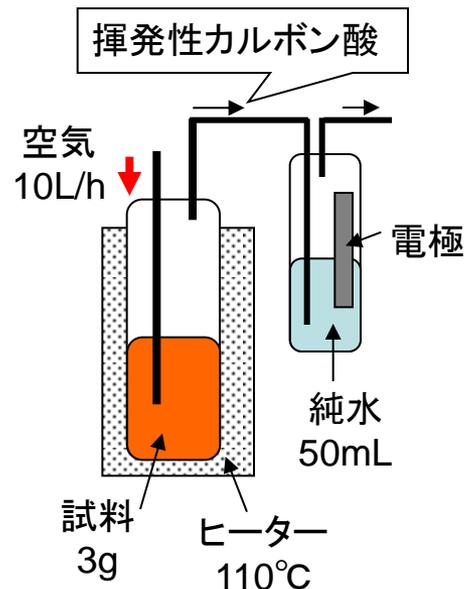


Rancimat試験

試料3gを空気吹き込み下で
110°C保持

誘導期間(純水の導電率が急激
に増加し始めるまでの時間)

欧州のFAME規格に採用



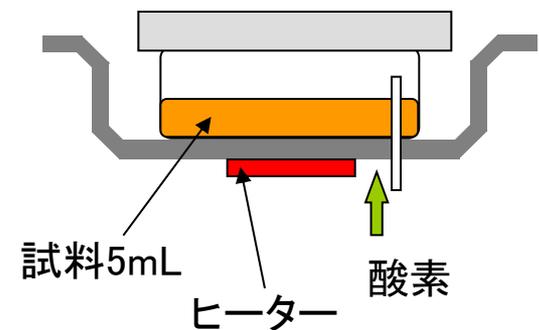
改良法は試料容器、試料量、
純水量を変更して、FAME混合
軽油で測定可能とした

PetroOXY試験

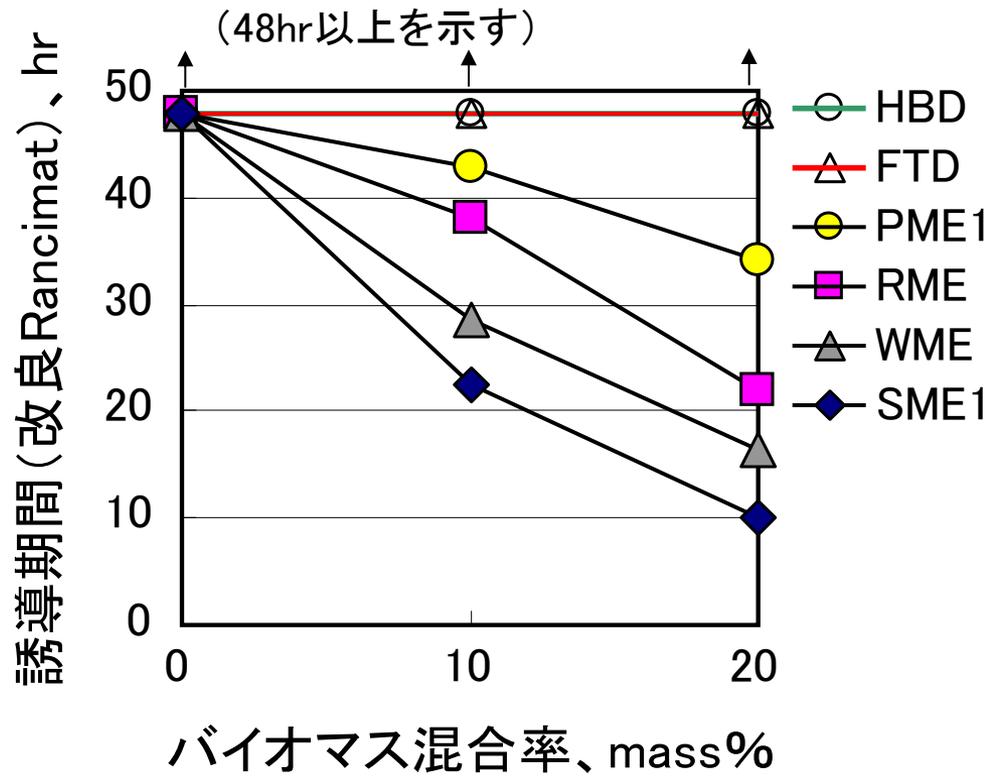
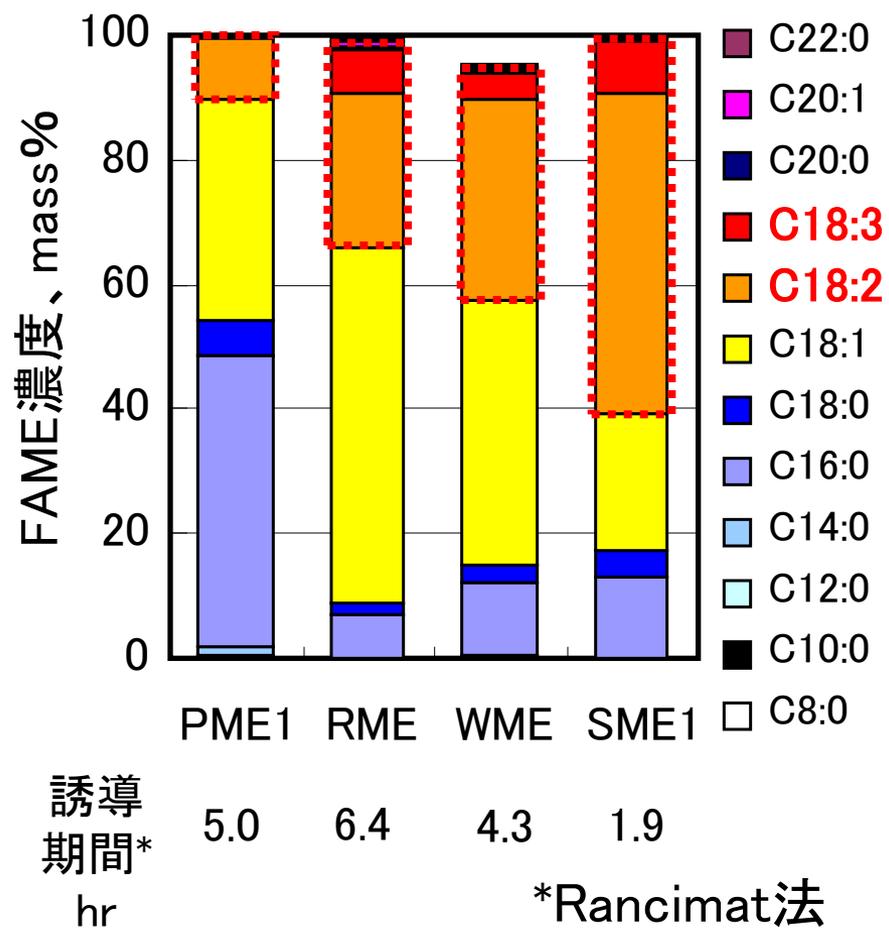
試料5mLに所定の酸素を封入し、
140°Cに上昇

誘導期間(初期圧力が10%低下
するまでの時間)

品確法に採用予定



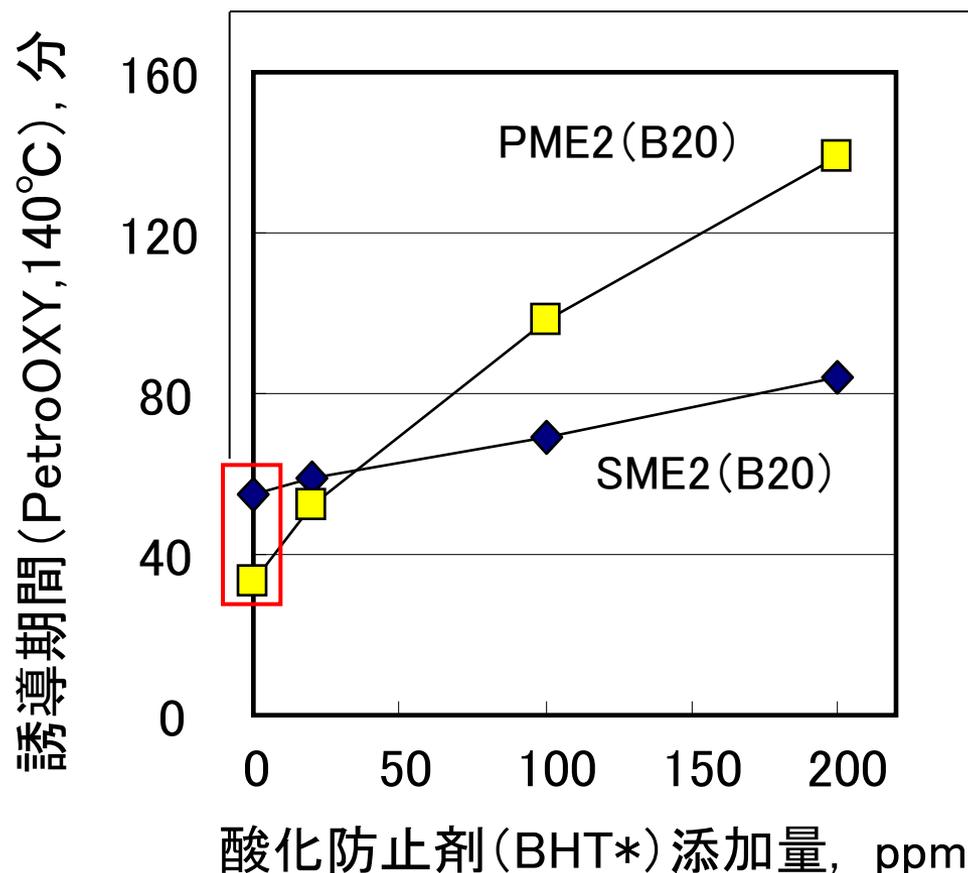
(2) 安定性影響 ①酸化安定性 —バイオマス混合軽油の酸化安定性—



○ FAMEを混合した場合、酸化安定性が悪化した。特に、二重結合を複数持つC18:2やC18:3を多く含むSMEを混合した場合、悪化が大きい。一方、HBD、FTDを混合した場合、安定性は悪化しなかった。

(2) 安定性影響 ①酸化安定性 -FAME混合軽油への酸化防止剤添加効果-

➤ FAME20%混合軽油(B20)へのBHTの添加効果

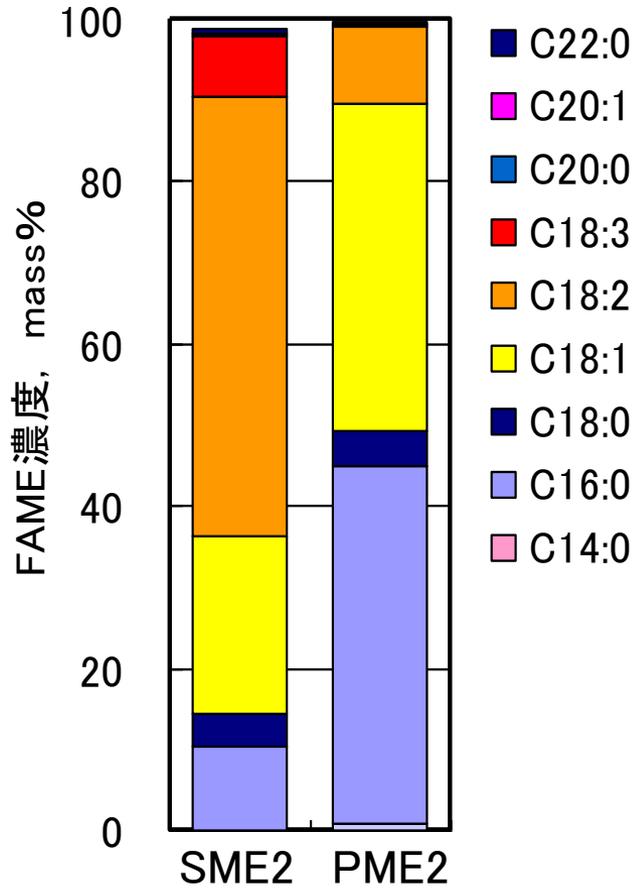


BHT無添加では、
ここで用いたSME
はPMEより安定性
が良かった。

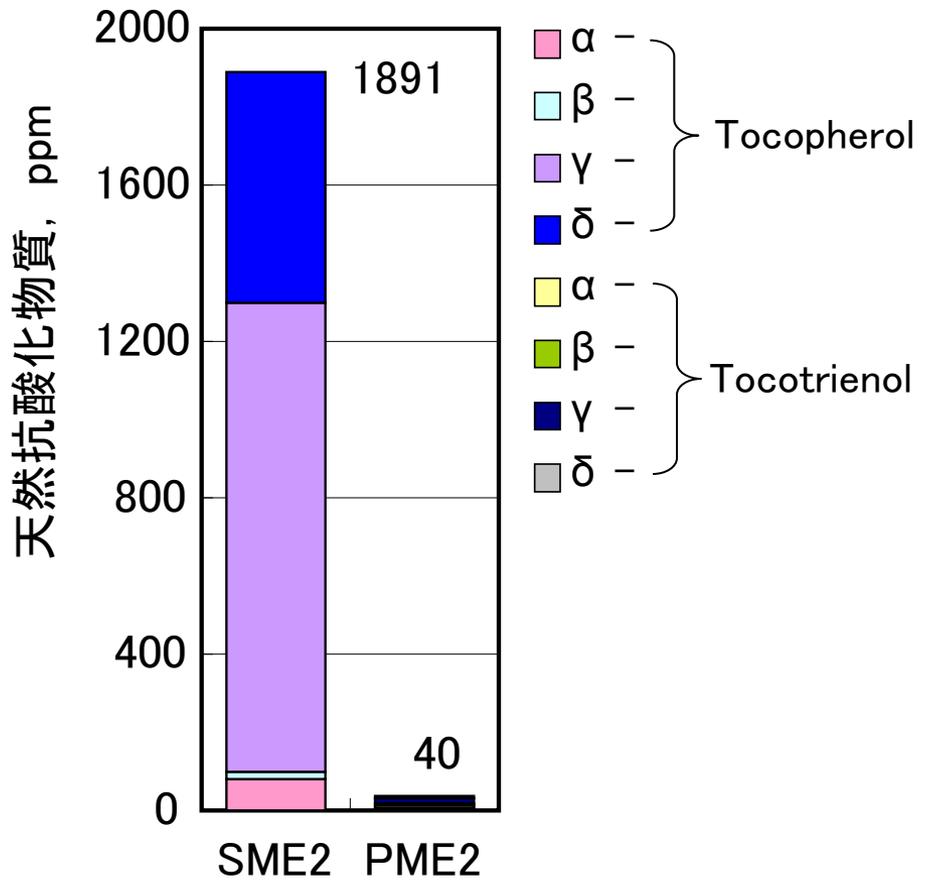
○ 酸化防止剤による酸化安定性の改善がみられた。ただし、C18:2、C18:3の多いSMEの方が添加レスポンスが小さかった。

(2) 安定性影響 ①酸化安定性 -SME2、PME2のFAME組成及び天然抗酸化物質-

(1) FAME組成



(2) 天然抗酸化物質



FAME組成 : 二重結合を複数持つC18:2、C18:3の含有量はSME2の方が多かった。
 天然抗酸化物質 : SME2の方がPME2より著しく多かった。
 →PME2よりもSME2の方が安定性が良かったのは天然抗酸化物質が多いためと推定される。

(2) 安定性影響 ①酸化安定性 一各因子の酸化安定性に及ぼす影響の把握一

- 4つの因子の酸化安定性に及ぼす影響の定量的な把握のために
試薬を用いた試料の安定性試験を実施

(1) Base軽油(安定性)

誘導期間*IP=75分を中心に
他に50~120分の合計13種

(2) FAME組成

C16:0	} 5%
C18:0	
C18:1	} 10%
C18:2	
C18:3	} 混合

(3) 天然抗酸化物質

α	} -Tocopherol	} 100ppm 200ppm 添加
β		
γ		
δ		
γ	} -Tocotrienol	

(4) 酸化防止剤

BHT 100、200ppm添加

誘導期間*を
測定(271点)し、
各因子の影響を
解析

(2) 安定性影響 ①酸化安定性 – 誘導期間推定モデル–

➤ FAME混合軽油の誘導期間*IP推定モデル①+②(分)を導いた。

①BASE軽油、FAME組成で決定する誘導期間IP(分)

$$= \frac{1}{\left[\frac{1}{\text{BASE軽油の安定性}^*(\text{分})} + \text{FAME組成による酸素消費速度増加分}(\text{分}^{-1}) \right]}$$

$$\begin{aligned} \text{FAME組成による酸素消費速度の増加分}(\text{min.}^{-1}) &= + 0.000088 \times [\text{C16:0,mass\%}] - 0.000111 \times [\text{C18:0,mass\%}] \\ &+ 0.000615 \times [\text{C18:1,mass\%}] + 0.006141 \times [\text{C18:2,mass\%}] \\ &+ 0.012021 \times [\text{C18:3,mass\%}] \end{aligned}$$

②天然抗酸化物質、酸化防止剤(BHT)によるIP向上分(分)

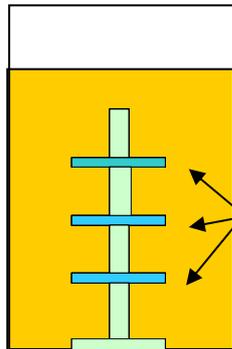
$$\begin{aligned} &= \text{①BASE軽油、FAME組成から決まる誘導期間} \\ &\times \{ 4.609 \times (1 - \exp(-0.0062 \times [\text{BHT,massppm}]))) \\ &+ 4.609 \times (1 - \exp(+\ln(1 - 1.152/4.609 \times (1 - \exp(-0.0193 \times [\alpha\text{-Tocopherol,massppm}]))) \\ &\quad + \ln(1 - 3.032/4.609 \times (1 - \exp(-0.0149 \times [\beta\text{-Tocopherol,massppm}]))) \\ &\quad + \ln(1 - 4.526/4.609 \times (1 - \exp(-0.0103 \times [\gamma\text{-Tocopherol,massppm}]))) \\ &\quad + \ln(1 - 5.365/4.609 \times (1 - \exp(-0.0096 \times [\delta\text{-Tocopherol,massppm}]))) \\ &\quad + \ln(1 - 3.439/4.609 \times (1 - \exp(-0.0137 \times [\gamma\text{-Tocotrienol,massppm}])))))) \} \end{aligned}$$

*PetroOXY@140°C

(2) 安定性影響 ②部材影響 - 部材浸漬試験概要 -

試験部材	浸漬条件*	評価項目	試験燃料
ゴム (4種) ①NBR(ニトリルゴム)、②H-NBR(水素添加ニトリルゴム) ③FKM(フッ素ゴム)、④NBR・PVC(ニトリルゴム+ポリ塩化ビニル)	80°C 120°C	引張 強さ等	FAME (IP6,9,12hr**) × 10%、20% 50%、100% 混合
樹脂 (6種) ①PA(ポリアミド)、②PBT(ポリブチレンテレフタレート) ③PPS(ポリフェニレンサルファイト)、④POM(ポリアセタール) ⑤エポキシ樹脂、⑥フェノール樹脂	80°C	引張 強さ等	
金属 (8種) 単体試験、異種金属接触試験 ①SPCC(冷間圧延鋼板)、②AC2A(アルミ鋳物) ③C1100P(タフピッチ銅)、④C2600P(黄銅) ----- カップ試験 ⑤ターンシート(錫-鉛メッキ鋼板)、⑥ボンデ鋼板 (電気亜鉛メッキ鋼板)、⑦錫-亜鉛メッキ鋼板 (SnZn30/30)、⑧溶融アルミメッキ鋼板(AISi30/30)	120°C 80°C	試験片 重量変化 溶出 金属分等	

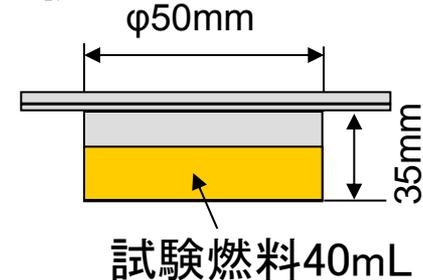
単体試験
異種金属
接触試験



試験燃料
1L

試験片
(異種金属接触の場合は
異なる金属片2枚を固定)

カップ試験



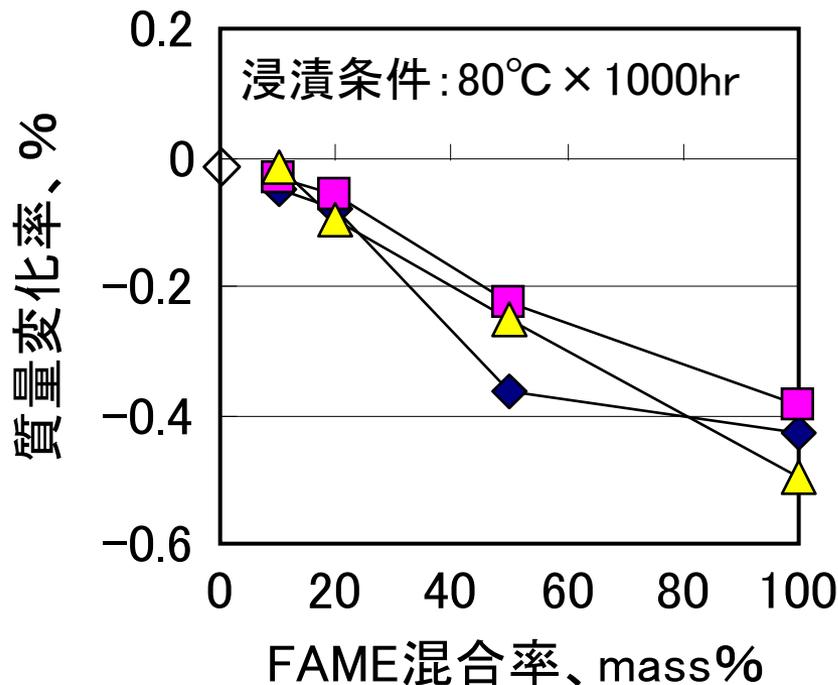
*1000時間
**Rancimat法

(2) 安定性影響 ②部材影響 — 浸漬試験のまとめ —

試験部材		B10、B20	B50、B100
ゴム (4種)	①NBR、②H-NBR ③FKM、④NBR・PVC	変化は 小さい	・変化が大きい部材が認められた ・酸化安定性の悪いFAMEの方が 影響が大きい傾向が認められた
樹脂 (6種)	①PA、②PBT、③PPS ④POM、⑤エポキシ樹脂 ⑥フェノール樹脂	変化は 小さい	変化は小さい
金属 (8種)	単体試験 ①SPCC(冷間圧延鋼板) ②AC2A(アルミ鋳物) ③C1100P(タフピッチ銅) ④C2600P(黄銅)	変化は 小さい	C1100Pは注意が必要
	異種金属接触試験 AC2A/Zn、SPCC/C1100P C1100P/Zn	変化は 小さい	SPCC/C1100Pは 注意が必要
	カップ試験 ⑤ターンシート(錫-鉛メッキ鋼板) ⑥ボンデ鋼板(電気亜鉛メッキ鋼板) ⑦錫-亜鉛メッキ鋼板(SnZn30/30) ⑧溶融アルミメッキ鋼板(AlSi30/30)	ターンシートは 注意が必要	ターンシート ボンデ鋼板 錫-亜鉛メッキ鋼板 は注意が必要

(2) 安定性影響 ②部材影響 - 金属(ターンシート)への影響 -

<質量変化率>



供試FAMEの酸化安定性*

◆ IP6hr ■ IP9hr ▲ IP12hr

*Rancimat法

<メッキ状態と溶出金属>

観察箇所
(界面)

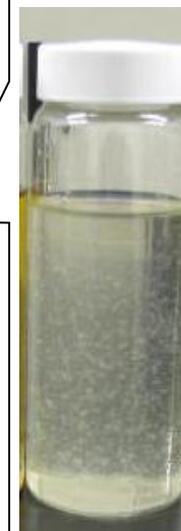
	メッキ状態	溶出金属
BASE 軽油	 異常なし 20kV X2,000 10μm	Pb < 5ppm Sn < 5ppm
FAME 100% (IP12hr)	 鋼板露出 20kV X2,000 10μm	Pb 255ppm Sn 22ppm

○ ターンシートの質量減少が認められた。また、BASE軽油にはみられないメッキ溶出による鋼板露出や金属溶出がみられた。

(2) 安定性影響 ③ 常温貯蔵安定性 — 曇り点より高い温度での析出物生成 —

曇り点より高い温度

- 軽油では析出物は生成しない
- FAME混合軽油では析出物が生成する場合あり(常温析出物)



(例)
FAME20%混合軽油
(CP-2°C)を5~8°Cで
10日間静置した場合

★ CP: 曇り点
(WAXが析出する温度)

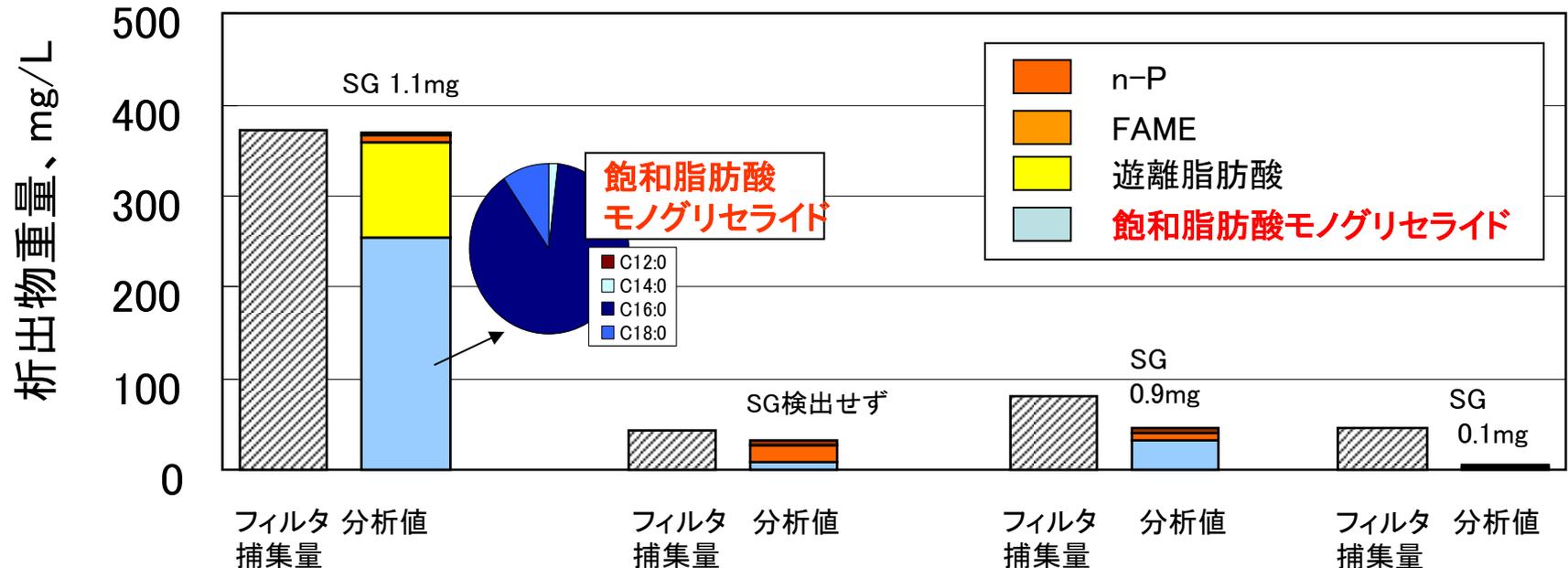
★ CFPP: 目詰まり点
(析出したWAXでフィルタが目詰まりする温度)

★ PP: 流動点
(流動性がなくなる温度)

↓
低温

(2) 安定性影響 ③常温貯蔵安定性 — 常温析出物分析結果 —

貯蔵温度 5°C × 16hr、ろ過フィルタ目開き0.8μ m



FAME中の
飽和脂肪酸
モノグリセライド*
mass%

PME (typeA) 20%

0.29

PME (typeB) 20%

0.07

SME 20%

0.15

RME 20%

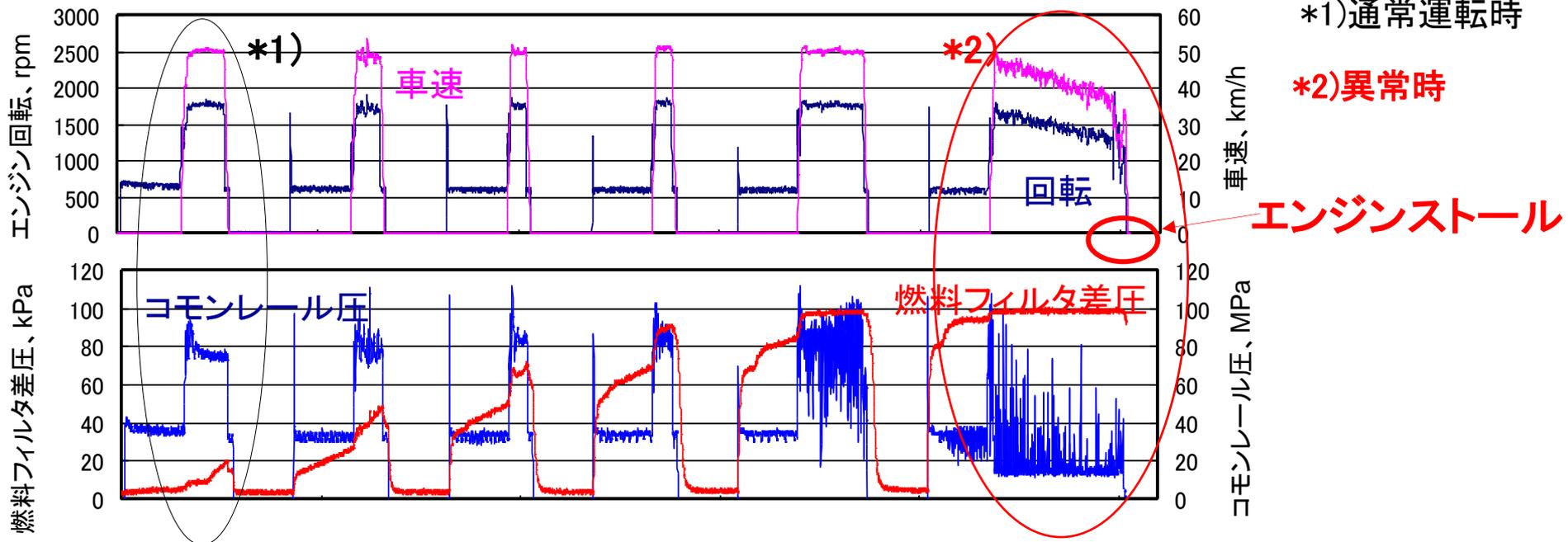
0.05

- PME、SME、RME混合軽油では曇り点より高い温度で析出物がみられた。PME (typeA) から多くの析出物が生成し、その主成分は飽和脂肪酸モノグリセライドであった。また、PME (typeA) にも多くの飽和脂肪酸モノグリセライドが含まれていた。一方、飽和脂肪酸モノグリセライドが少ない PME (typeB) からの析出物は比較的少量であった。

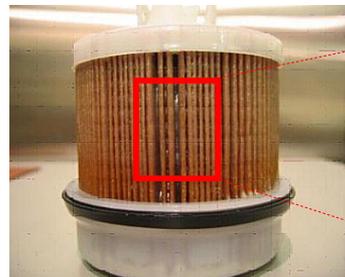
*C16:0
+C18:0

(2) 安定性影響 ③常温貯蔵安定性 一車両試験結果一

- 析出物量の多かったPME (typeA) 20%混合燃料(下層)を用いた5°Cでの走行試験を実施



試験後の燃料
フィルタ外観

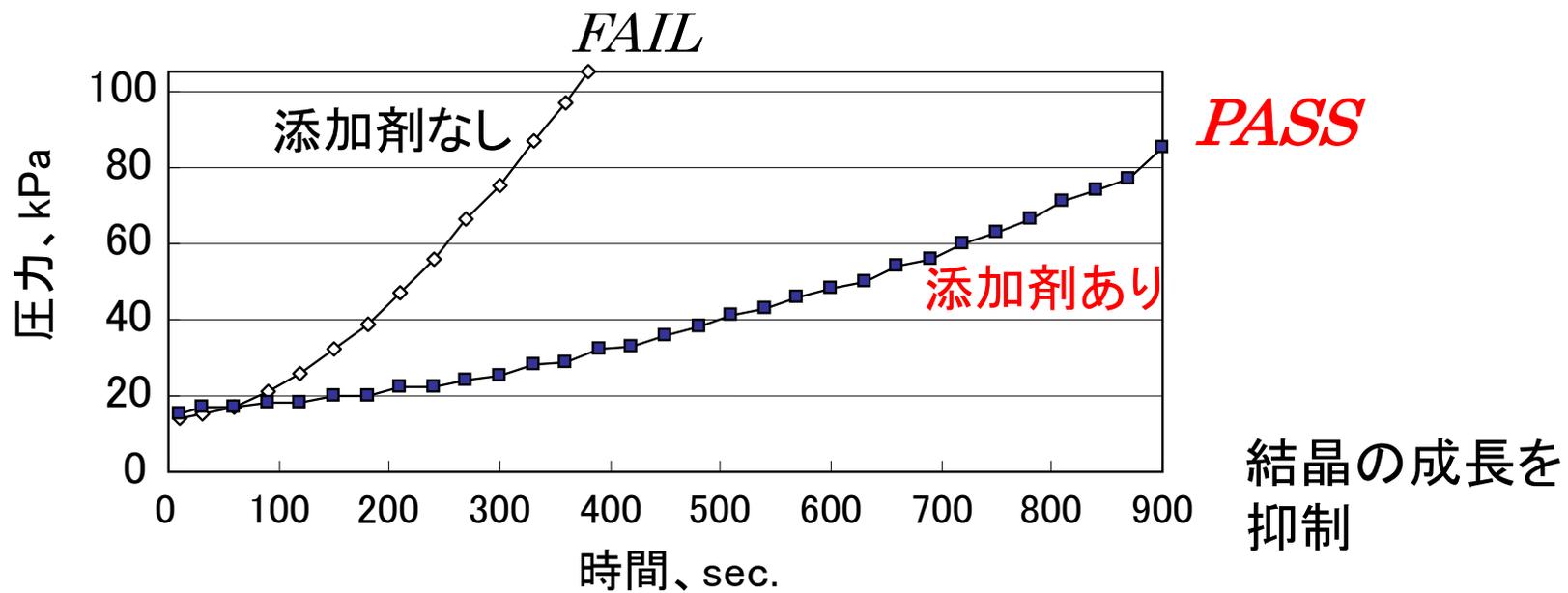


約130L分の燃料の
常温析出物で燃料
フィルタが目詰まり

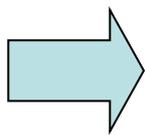
- 燃料フィルタへの析出物の目詰まりにより車両不具合(エンジンストール)が発生することを確認した。

(2) 安定性影響 ③常温貯蔵安定性 — 添加剤による通油性改善の可能性 —

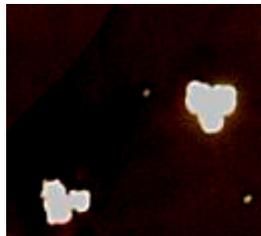
➤ 添加剤を添加(リコメンド量 0.3mass%)したSME20%混合軽油のフィルタ通油性を評価



添加剤なし



添加剤あり



結晶の成長を抑制

○ SMEへの添加剤の添加により、フィルタ通油性が改善する可能性が示された。

(3) 排出ガス影響 –エンジン諸元、排出ガス分析項目–

- ディーゼル車の主要な排出ガス後処理システムであるDPF(ディーゼルパーティキュレートフィルタ)、NSR(NO_x吸蔵還元触媒)、尿素SCRシステムを搭載した車両/エンジンで排出ガス試験を実施

(1) 主要諸元

車両、エンジン名称	車両A	エンジンB2	エンジンC
気筒数	直列4気筒	直列4気筒	直列6気筒
総排気量 L	3.0	4.0	9.2
排出ガス規制	新長期規制	新長期規制	新長期規制
排出ガス低減技術	ターボ インタークーラ コモンレール式 燃料噴射システム クールドEGR	ターボ インタークーラ コモンレール式 燃料噴射システム クールドEGR	ターボ インタークーラ コモンレール式 燃料噴射システム クールドEGR
	DOC+DPF	DOC+DPF+NSR	DOC+尿素SCR
試験モード	JC08(Cold, Hot)	JE05	JE05, 定常

※ エンジン、後処理システムの制御は現行軽油ベース

(2) 分析項目

CO, HC, NO_x, PM

(3) 試験燃料

バイオ燃料 5種類(SME,RME,PME,HBD,FTD)を軽油に10%, 20%混合

(3) 排出ガス影響 — バイオ燃料10%, 20%混合時の影響 —

分析計の定量限界より高い濃度の排出ガスについて、一元配置、5%有意水準で検定実施

(バイオ燃料混合によって、-:低減、+:増加、=:変化なし、*:定量限界以下につき検定せず)

Emissions	Biomass blend level (mass%)	Vehicle-A		Engine-B2	Engine-C			
		触媒OUT	触媒OUT	触媒OUT	触媒OUT		エンジンOUT	
		JC08C	JC08H	JE05	JE05	定常	JE05	定常
CO	10	=	*	=	*	*	-(SME,RME, PME,FTD)	-(RME,PME)
	20	-(HBD)	*	=	*	*	-(SME,RME, PME,FTD)	-(SME,RME, PME)
HC	10	=	=	=	*	*	-(SME,RME, PME,HBD)	-(RME)
	20	=	=	=	*	*	-(SME,RME, PME,HBD)	-(SME,RME, PME)
NOx	10	=	=	+(SME,RME)	=	=	+(PME)	=
	20	=	=	+(SME,RME, HBD)	+(SME,RME)	=	-(HBD) +(SME,RME, PME)	+(SME)
PM	10	=	=	=	=		=	
	20	=	=	=	-(RME)		=	

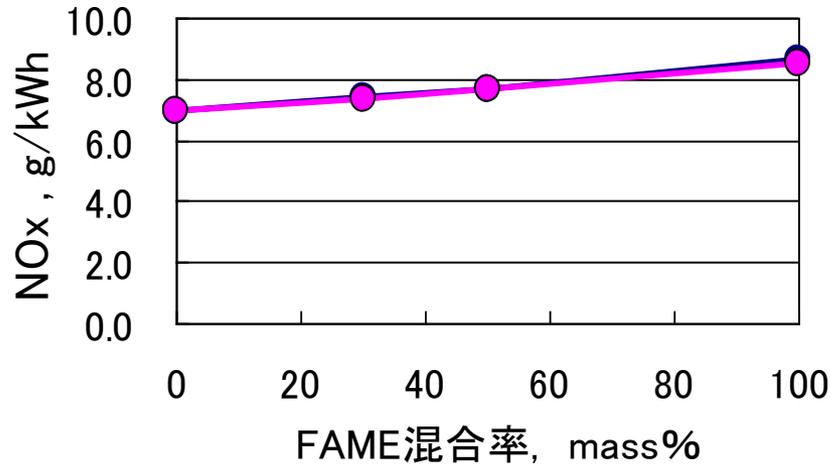
全体的傾向

触媒OUT : FAME20%混合でNOx増加、
炭化水素系バイオ燃料は概ね変化なし

エンジンOUT: FAME混合でCO、HC減少、FAME20%混合でNOx増加、
(触媒前) 炭化水素系バイオ燃料は概ね変化なし

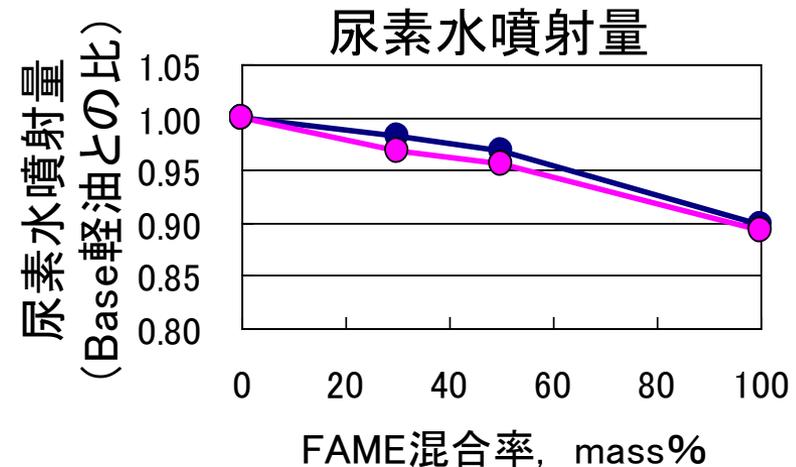
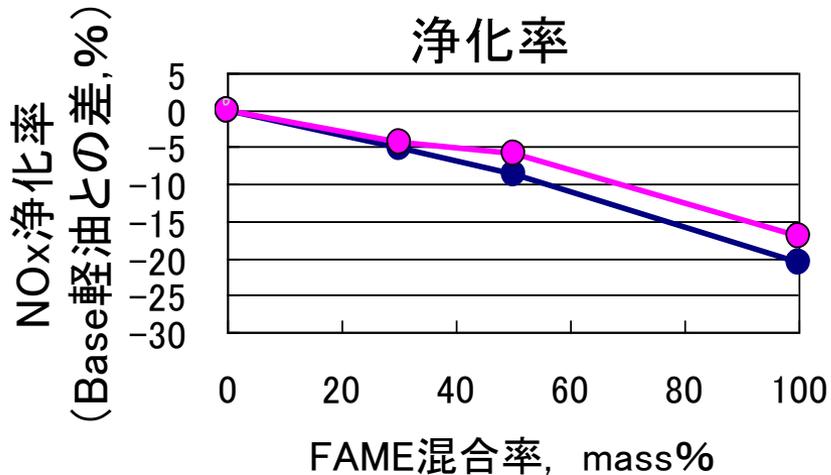
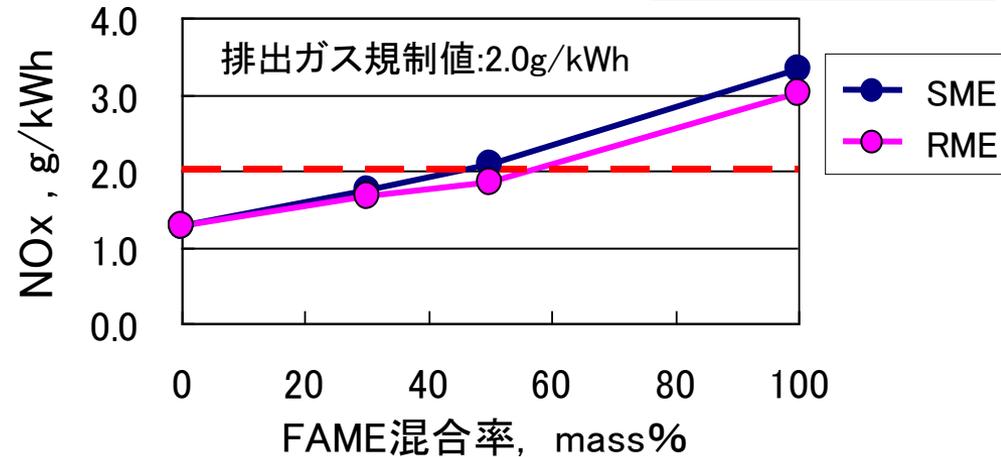
(3)排出ガス影響 —高濃度混合時のNO_x影響—

エンジンOUT



触媒OUT

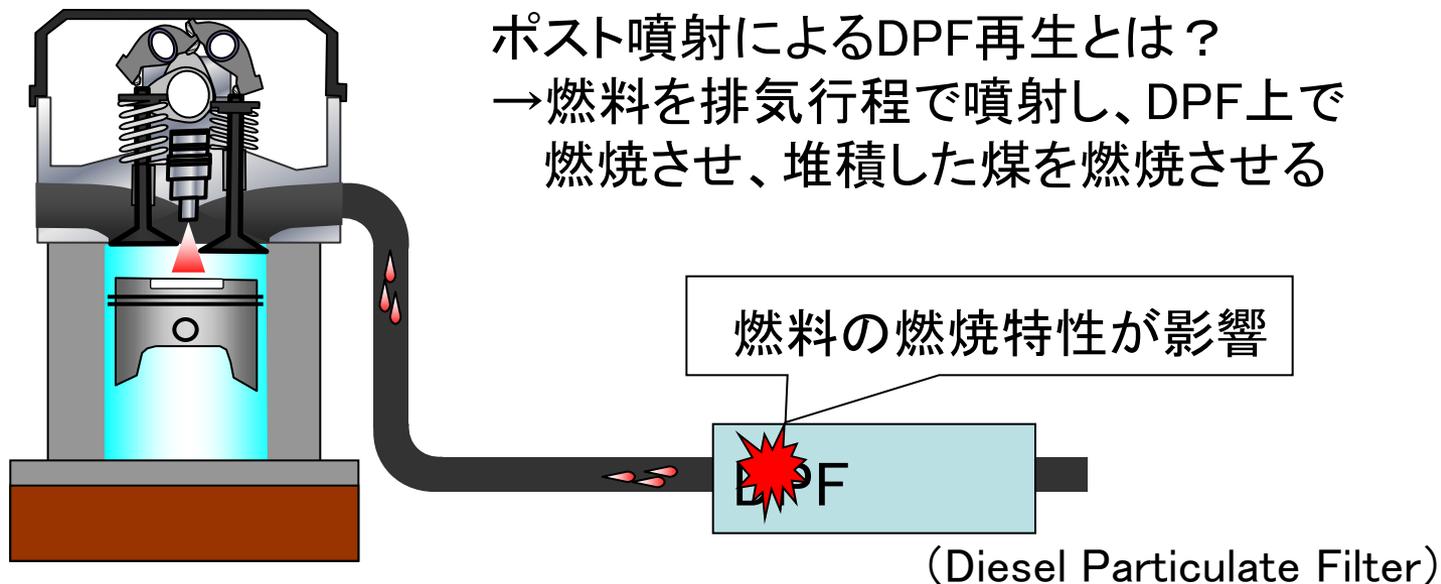
エンジンC、JE05



○ FAME高濃度(30,50,100%)混合では、エンジンOUT、触媒OUT共に大幅にNO_xが増加した。

(4) 後処理影響 —DPF再生メカニズムと試験方法—

最新車両には排出ガス中のPM低減のためにDPFが広く普及
→ポスト噴射によるDPF再生制御が組み込まれている



DPF再生制御に対するバイオ燃料混合の影響について調査

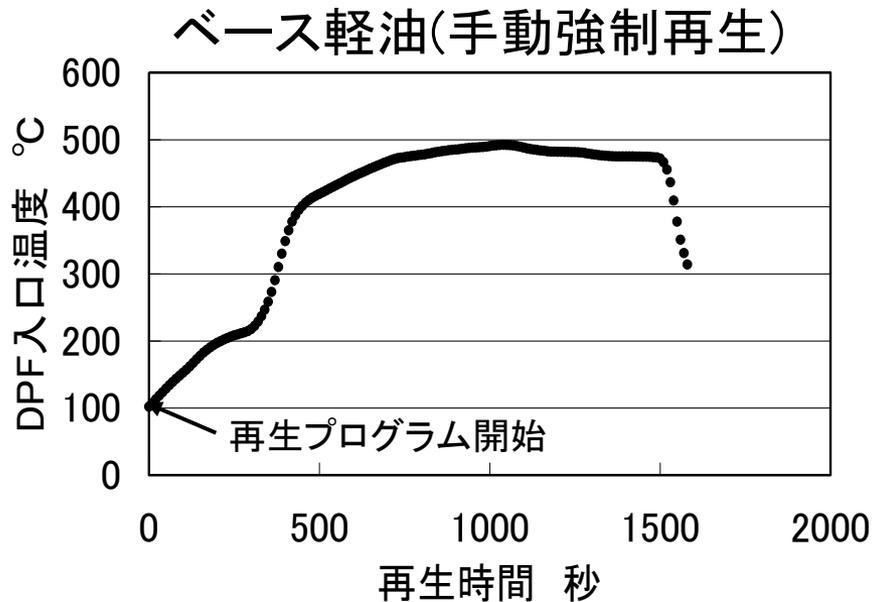
(試験方法)

DPF再生制御プログラムを作動し、DPF強制再生が正常に機能するかを調査

- ・自動強制再生 走行中(エンジン暖機)を想定した条件
- ・手動強制再生 エンジン始動直後(エンジン冷機)を想定した条件

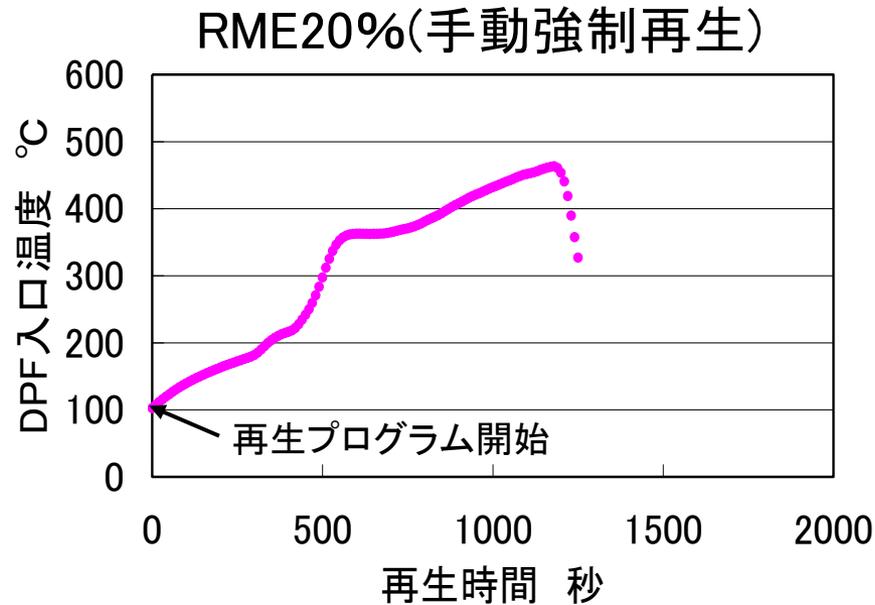
(4) 後処理影響 -DPF強制再生結果の一例-

Pass



再生に必要な温度まで
上昇した

Fail



再生に必要な温度まで
上昇しなかった

(4) 後処理影響 —DPF強制再生 試験結果—

*1:RME、CME、*2:RME、*3他の混合率の結果から推定

試験項目		バイオ燃料混合率、mass%			
		10	20	50	100
DPF 強制再生	自動	○	○	○(FAME*2)	×(FAME*2)
	手動	○	○(HBD) ×(FAME*1)	×(FAME*3)	×(FAME*3)

○:Pass、×:Fail

- FAME混合率の増加により、強制再生がFailとなる傾向がみられた。
 - 自動強制再生はFAME100%混合でFail
 - 手動強制再生はFAME20%混合でFail(HBD20%混合はPass)

(FAMEの発熱量や揮発性が軽油と比較して低いことに起因すると推定される)

(5) 低温運転性

・試験車両

	排ガス規制	メインフィルタ位置	還流システム
車両D	新短期	荷台下	なし
車両E	新長期	エンジンルーム内	あり

・試験室内冷却条件：石油学会法に準拠

室温 (20 °C)

急冷 ↓ 10 °C /hr

曇り点 +5 °C (1h 保持)

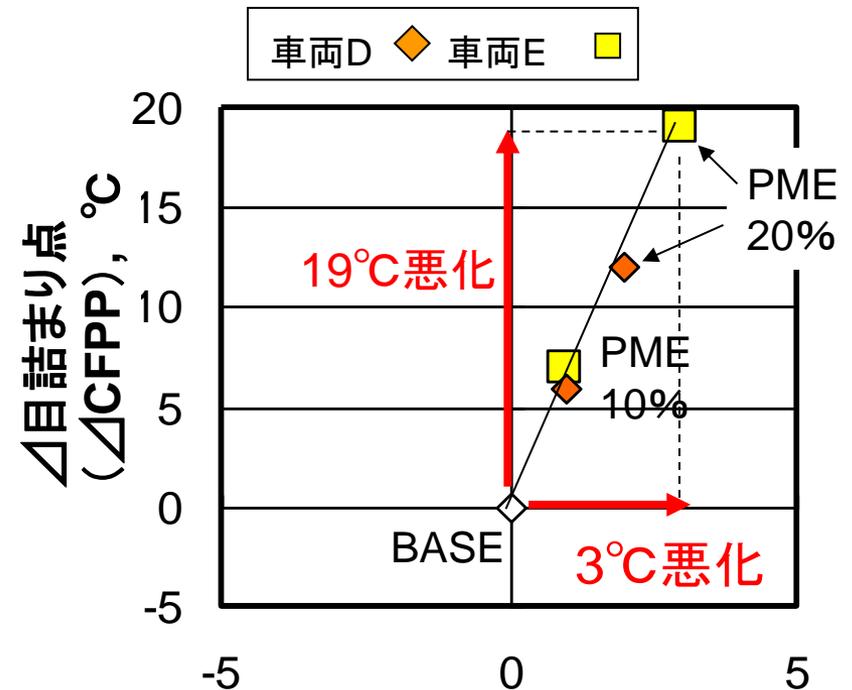
徐冷 ↓ 1 °C /hr

試験温度

ソーク ↓ 1hr

試験開始

・△作動限界温度*と△目詰まり点*の関係



*対BASE (B0) 軽油 △作動限界温度, °C

CFPP: cold filter plugging point

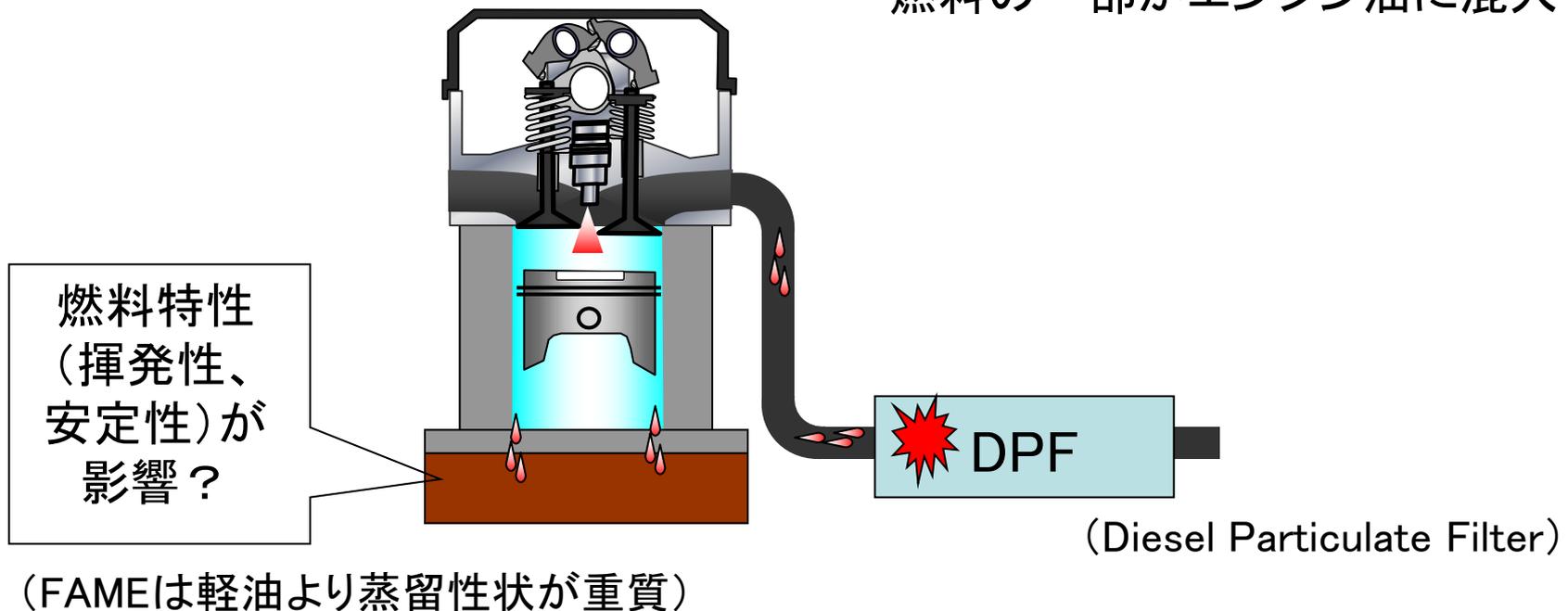
低温で析出するワックスによる燃料 系統のフィルターの目詰まりを予測する試験法で測定した目詰まり温度)

PME混合軽油ではCFPPおよび作動限界温度が悪化した。
(ただし、CFPPの悪化ほどは作動限界温度は悪化しなかった)

(6) エンジンオイル影響 — DPF再生時のエンジン油の燃料希釈 —

最新車両には排出ガス中のPM低減のためにDPF搭載車両が広く普及
→DPF再生制御時のポスト噴射によりエンジン油の燃料希釈が増加傾向

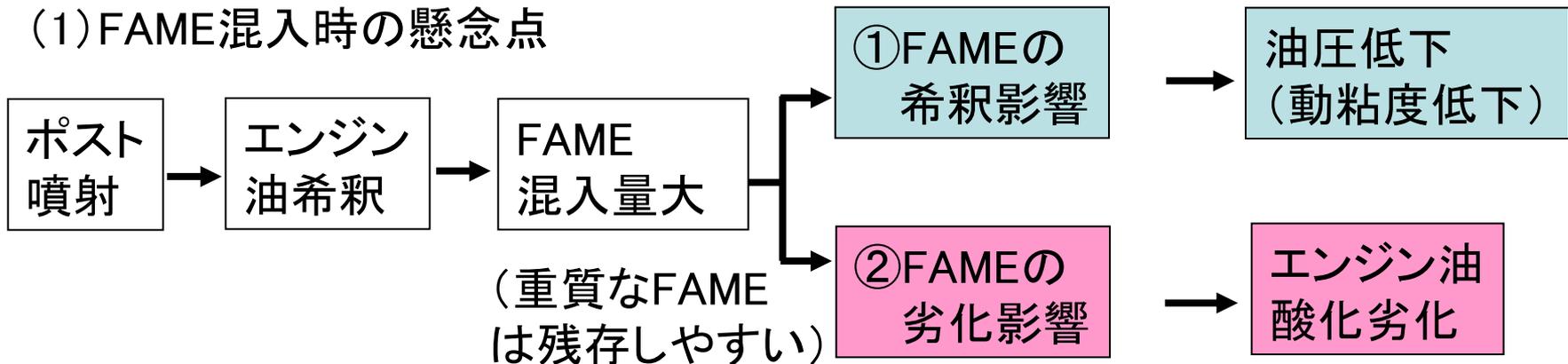
ポスト噴射によるエンジン油の燃料希釈
→燃料を排気行程で噴射するため、
燃料の一部がエンジン油に混入



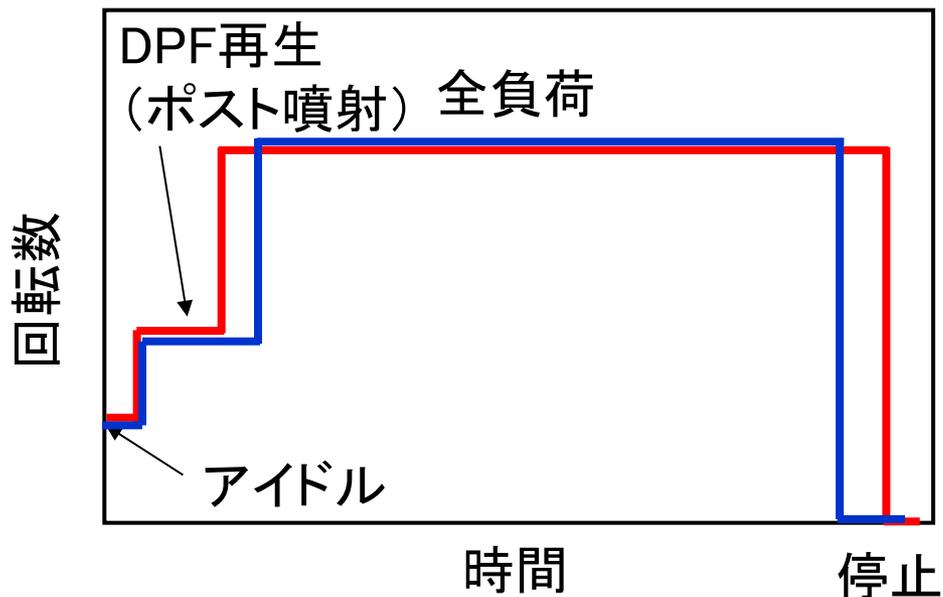
バイオ燃料のエンジン油の燃料希釈影響について調査

(6) エンジンオイル影響 —FAME混入時の懸念点と試験条件—

(1) FAME混入時の懸念点



(2) 試験条件(イメージ)



- ①FAMEの希釈影響
- ②FAMEの劣化影響

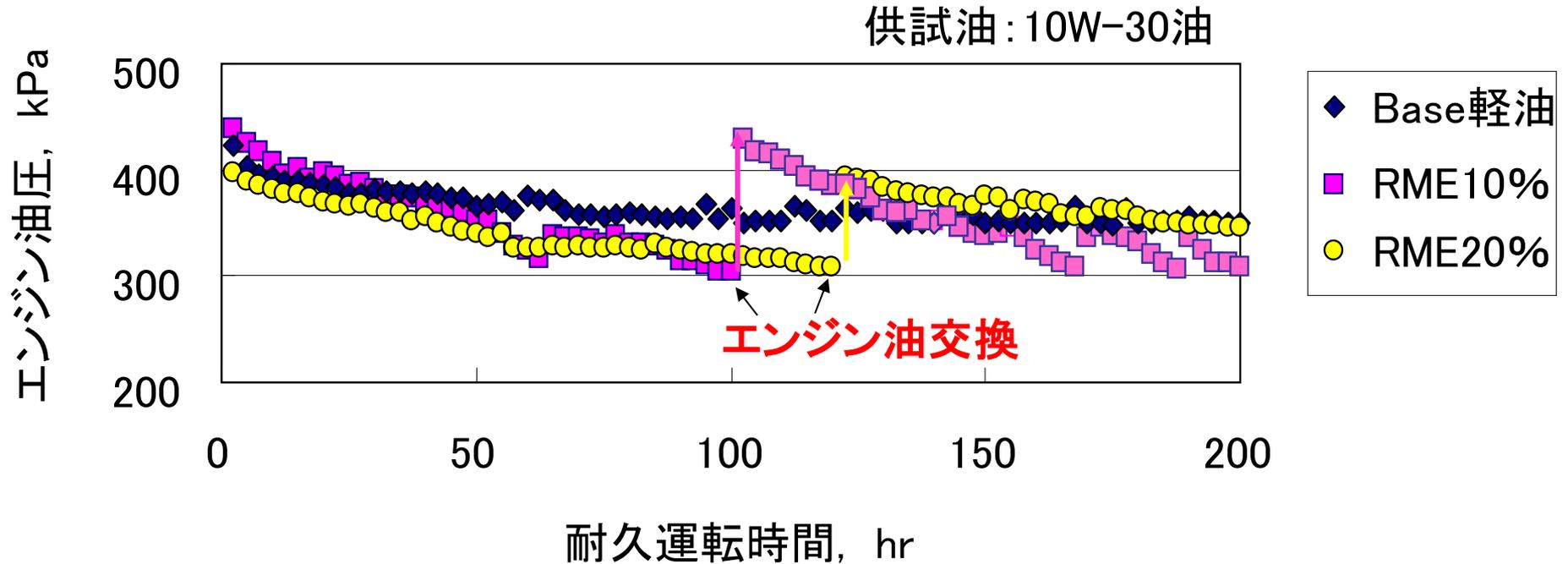
希釈影響評価時はDPF再生を長く、劣化影響評価時は全負荷運転時間を長い条件とした

(総試験時間 ①200hr、②300hr)

DPF再生は市場走行における走行距離とDPF再生の関係を模擬

(6)エンジンオイル影響 —RME混合時の油圧低下—

(1)エンジン油希釈影響

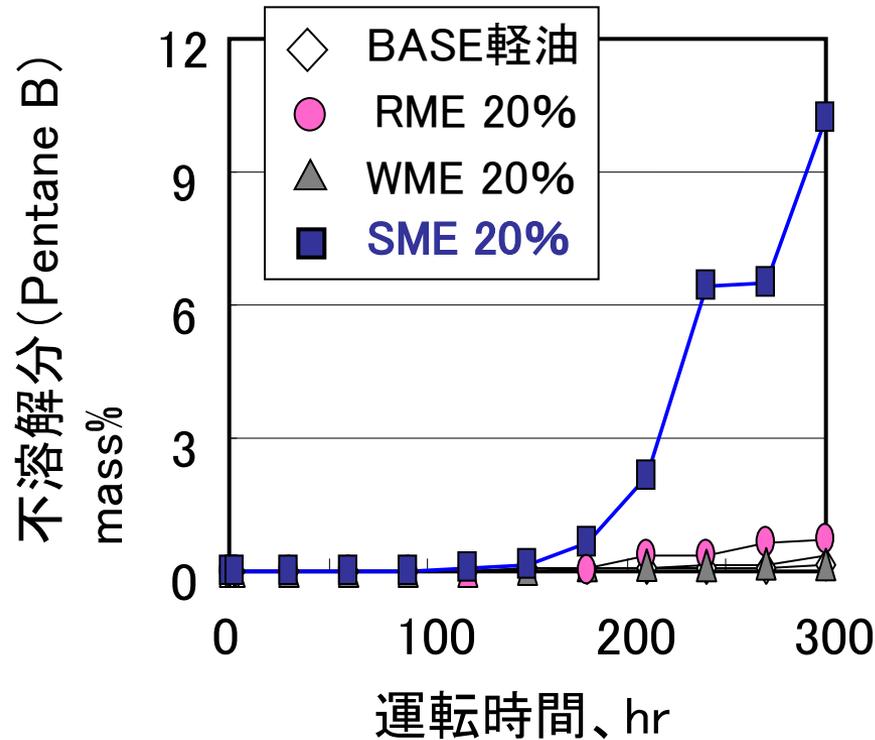


○ RME10%、20%混合軽油ではBASE軽油にみられない大きなエンジン油圧の低下が発生し、エンジン油の交換が必要となった。

(6) エンジンオイル影響

－エンジン油の不溶解分変化とSME B20試験後の軸受面性状－

(2) エンジン油劣化影響



SME20%試験後の軸受面状態



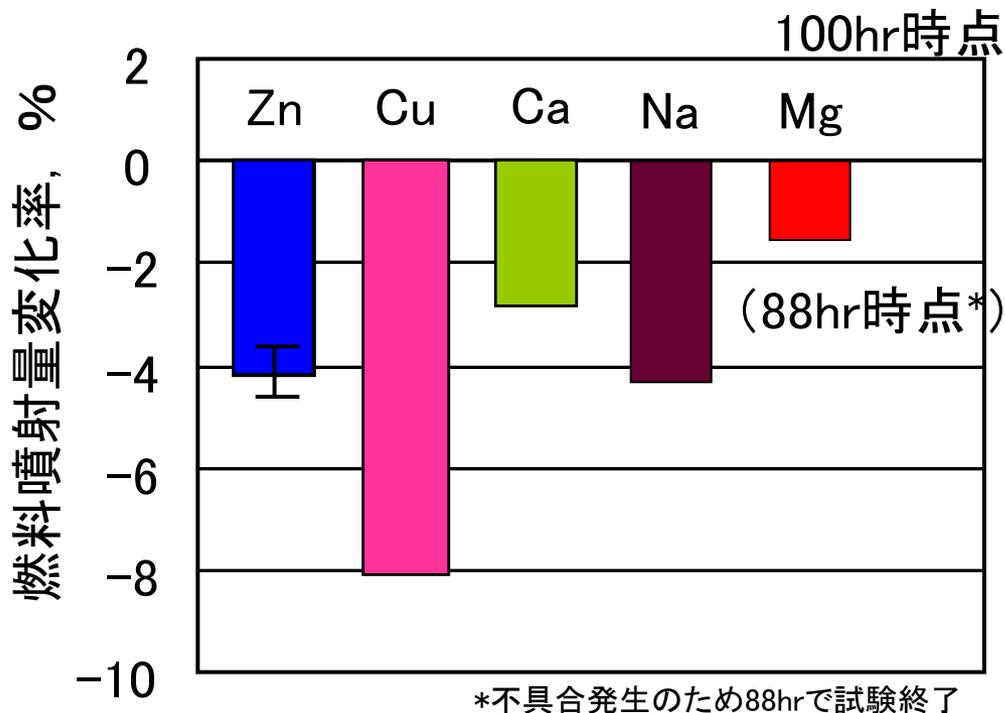
オーバーレイが無くなり
ケルメット層露出、面荒れ

○ SME 20%では180hr以降に不溶解分の大幅な増加がみられ、メタル表面に焼き付き兆候と思われる面荒れが発生した。

(7)信頼性影響 ①インジェクタデポジット —金属種、FAME濃度の影響—

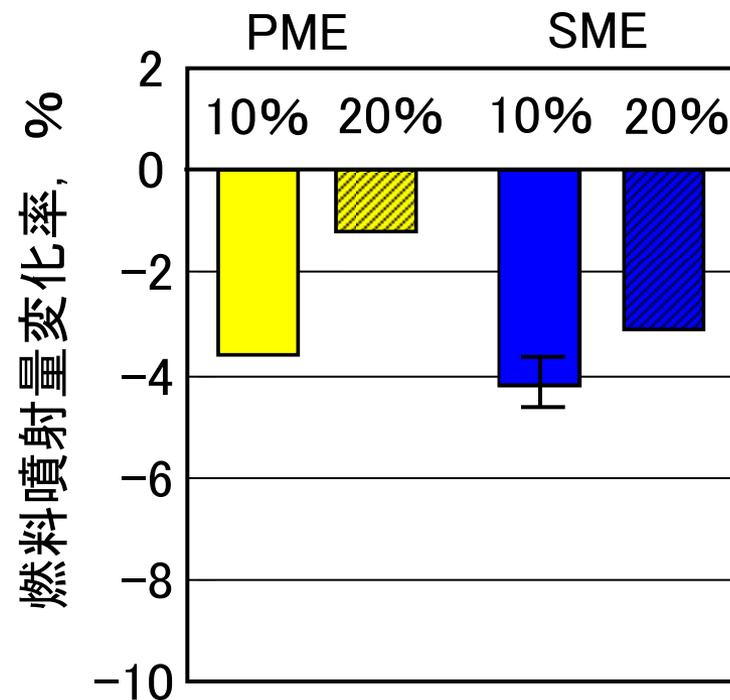
(1)添加金属種の影響

(SME10%混合軽油、金属量は1ppm)



(2)FAME濃度の影響

(添加金属はZn1ppm)



○ FAME混合時に金属を添加した場合、デポジットによる燃料噴射量の低下がみられた。〔噴射量低下(大きい)Cu>Zn≒Na>Ca>(Mg)〕

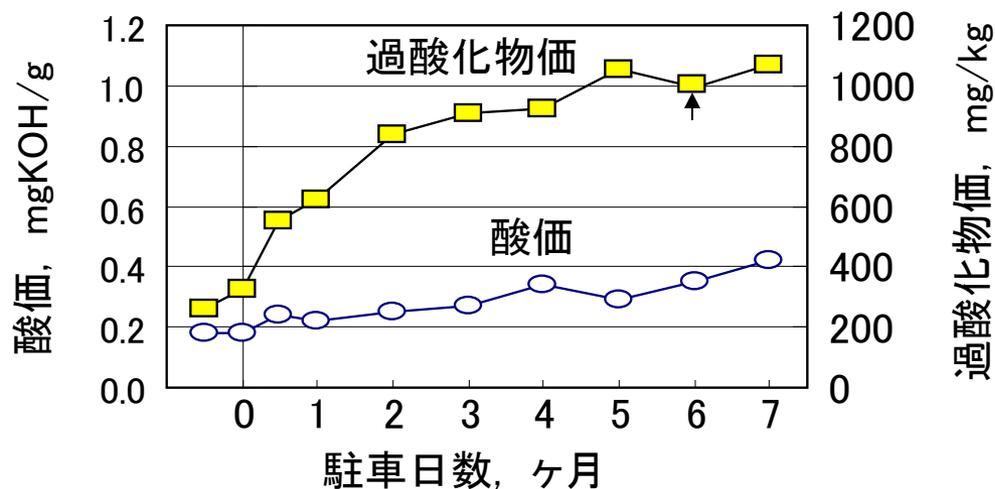
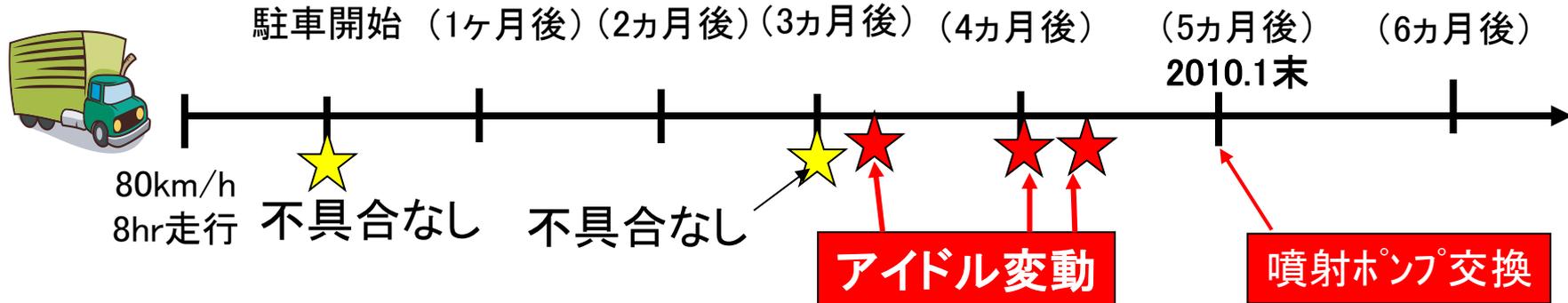
○ FAME20%では10%よりも燃料噴射量が低下しなかった。

(7) 信頼性影響 ②長期駐車時安定性 ー試験概要ー

➤ 試験内容

FAME混合軽油(SME10%)が走行による熱履歴を受け、長期駐車された場合の車両性能への影響を確認

(車両性能*評価結果) →3ヶ月+1週間後以降にアイドル変動が発生

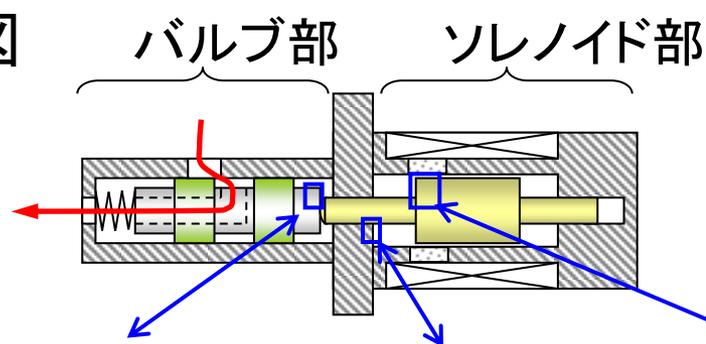


長期駐車中に燃料の酸化安定性が悪化した

(7)信頼性影響 ②長期駐車時安定性

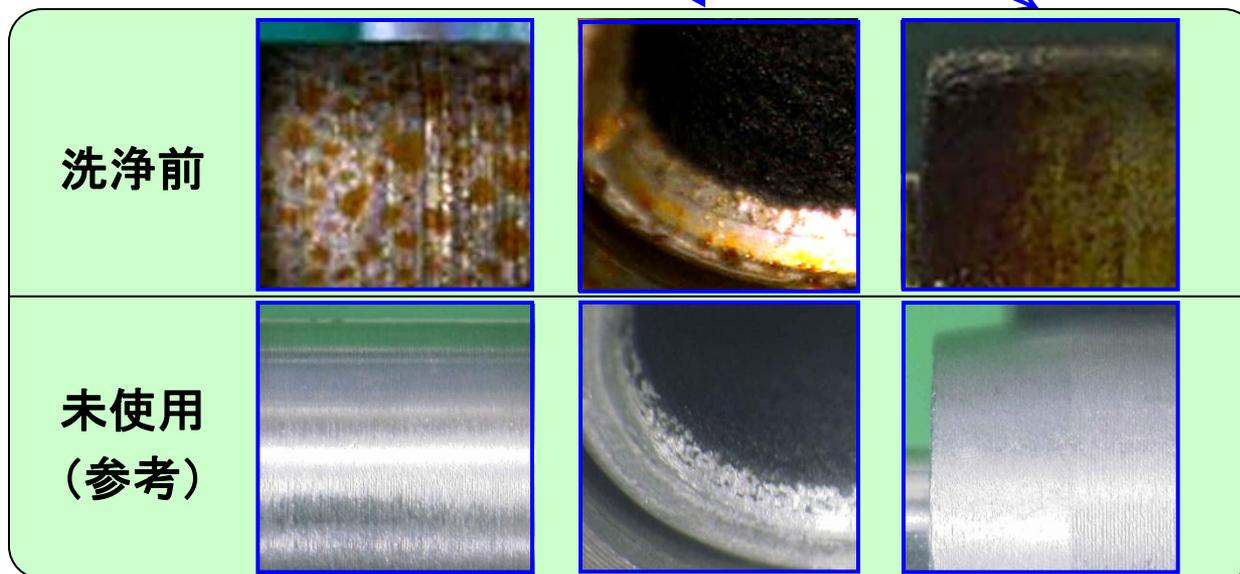
—アイドル変動発生後の噴射ポンプ分解結果—

調量バルブ模式図



調量バルブ

異物付着状況



- 分解後、バルブ部の摺動抵抗が大きく、内部に褐色の異物が付着していた。
(異物の主成分は劣化したFAME由来の重合体とカルボン酸塩と推定)
- 冷始動後のアイドル不具合は、異物付着による調量バルブの作動不良が原因と考えられる。

4-B. 成果、目標の達成度(3/5)

要素技術	目標・指標	現在までの成果	目標の達成度
<p>2. 燃費に優れたクリーンディーゼル車の普及に対応するための次世代燃料の開発</p>	<p>燃料多様化と燃費向上という要請に応えるため、合成燃料(GTL)や非在来系石油燃料(オイルサンド)等、分解系軽油の混合に対する課題抽出、対策技術の基礎データを収集する。</p>	<p>①モデル燃料を用いセタン価、組成の変化が排出ガス、燃費、運転性に与える影響を検討し、セタン価45以上では明確な影響がないことを確認した。</p> <p>②分解系の実燃料をベースとした試験燃料を用い、排ガス規制レベルが異なる車両に対する排出ガス・燃費性能への影響、低温運転性・始動性への影響を評価した。</p> <p>その結果、新短期規制適合車両、新長期規制適合車両では排出ガス性能にセタン価の影響がみられた場合があった。燃費性能への影響は見られなかった。</p> <p>-15°Cの始動時のTHCは、セタン価の影響がみられた。また長時間アイドリング後のレーシング時のTHCに差がみられた車両があった。</p> <p>加速時間にセタン価の影響は見られなかったが、燃焼騒音にセタン価の影響がみられた車両があった。</p>	<p>達成</p>

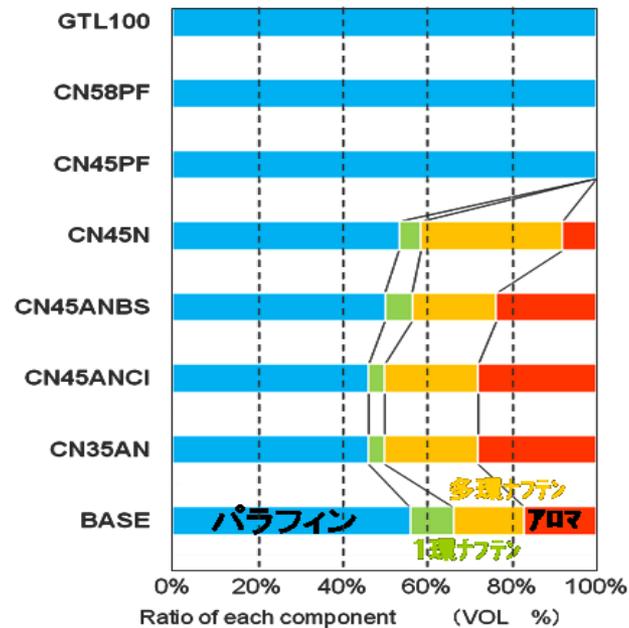
2. 燃費に優れたクリーンディーゼル車の普及に対応するための次世代燃料の開発

① モデル燃料を用いた検討

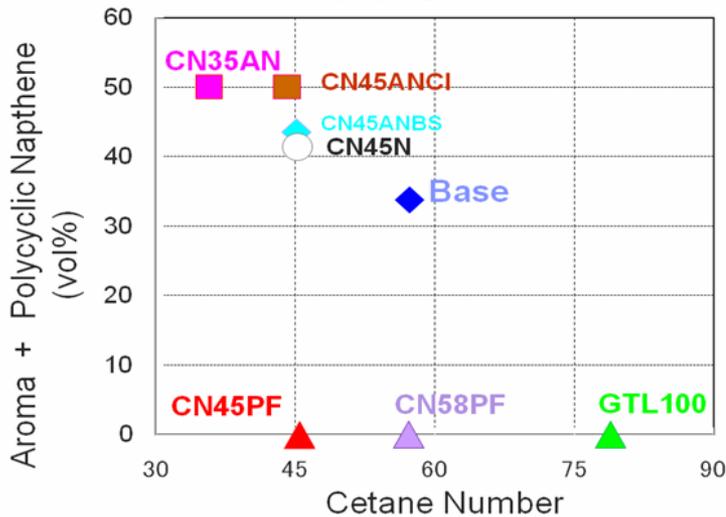
試験車両

車両記号	車両KB	車両OA
適合排出ガス規制	新長期	ポスト新長期
排気量 (L)	4	2
燃料供給方式	CRS,DI	CRS,DI
トランスミッション	5MT	6MT
吸入空気方式	TC	TC
出力(kw/rpm)	110/3000	127/3750
トルク(Nm/rpm)	392/1600	360/2000
後処理装置	DOC+NSR +DPF	TWC+NSR +DPF

試験燃料組成



試験燃料



- GTL100 : gas to liquids 天然ガスを一酸化炭素と水素に分解後、化学反応で液体燃料を製造する技術で製造したものの軽油留分が100%
- CN58PF : パラフィン燃料とGTLを混合し、セタン価を58とした燃料
- CN45PF : パラフィン燃料とGTLを混合し、セタン価を45とした燃料
- CN45N : BASEにナフテンを混合し、セタン価を45とした燃料
- CN45ANBS : CN35ANとBASEを混合し、セタン価を45とした燃料
- CN45ANCI : CN35ANにセタン価向上剤を添加し、セタン価を45とした燃料
- CN35AN : BASEに芳香族とナフテンを混合し、セタン価を35に調製した燃料
- BASE : 市販軽油

排出ガス・燃費への燃料影響試験

車両名(適合規制)		車両NA(新短期)		車両KB(新長期)		エンジンAB (新長期)		車両OA(ポスト新長期)	
後処理装置技術		DOC		DOC+NSR+DPF		DOC+DPF		TWC+NSR+DPF	
燃料品質		セタン価	環状組成物	セタン価	環状組成物	セタン価	環状組成物	セタン価	環状組成物
		High→Low	Low→High	High→Low	Low→High	High→Low	Low→High	High→Low	Low→High
規制排出ガス	PM	→	↗	→	→	→(→)	→(↗)	→	→
	NOx	↗	↗	→	→	→(→)	→(→)	→	→
	CO	↗	↗	→	→	→(↗)	→(→)	→	→
	HC	↗	↗	→	→	→(↗)	→(↗)	→	→
未規制物質	アルデヒド類	↗	↗	→	→	-	-		
	PMP粒子数	↘	↗	↘	↗	-	-		
燃料消費率		↗	→	→	→	→	→	→	→

↗: 増加、悪化 →: 変化なし ↘: 減少、改善
(括弧内はエンジンアウト)

DOC: Diesel Oxidation Catalyst 酸化触媒

NSR: NOx Storage-Reduction NOx吸蔵還元触媒

DPF: Diesel particulate filter ディーゼルパーティキュレートフィルター

TWC: Three-Way Catalyst 三元触媒

燃焼制御及び後処理装置によりテールパイプでの排出ガス及び燃費へのセタン価・組成の影響は小さくなる傾向であることが分かった。

実用性能試験

車両名(適合規制)			車両NA(新短期)		車両KB(新長期)		車両OA(ポスト新長期)	
後処理装置技術			DOC		DOC+NSR+DPF		TWC+NSR+DPF	
燃料品質			セタン価	環状組成物	セタン価	環状組成物	セタン価	環状組成物
			High→Low	Low→High	High→Low	Low→High	High→Low	Low→High
実用性能	低温時 (0°C)	始動時間	→	→	→	→	→	
		白煙	→	↗	↗	↗	↗	
		THC	↗	↗	↗	→	↗	
		加速時間 0→40km/h	→	→	→	→	→	
	常温時 (20°C)	始動時間	→		→	→	→	
		白煙	→		→	→	→	
		THC	↗		↗	→	↗	
		加速時間 0→40km/h	↗		→	→	→	

↗: 増加、悪化 →: 変化なし ↘: 減少、改善

DOC: Diesel Oxidation Catalyst 酸化触媒

NSR: NOx Storage-Reduction NOx吸蔵還元触媒

DPF: Diesel particulate filter ディーゼルパーティキュレートフィルター

TWC: Three-Way Catalyst 三元触媒

<新短期規制適合車>

・低温時の白煙・THC、常温時の加速性にセタン価の影響がある。

<新長期規制適合車、ポスト新長期規制適合車>

・セタン価35の燃料では試験室温度0°CのTHCが増加したが(ポスト新長期では白煙濃度も)、

これを除けば、セタン価・組成が実用性能に与える明確な影響は見られなかった。

2. 燃費に優れたクリーンディーゼル車の普及に対応するための次世代燃料の開発

② 分解系の実燃料を用いた検討

◆2020年における車両構成の推定

市場に残存する各規制別車種に関して、2020年を想定した場合、ポスト新長期、新長期、新短期適合車両が中心になると推察される。

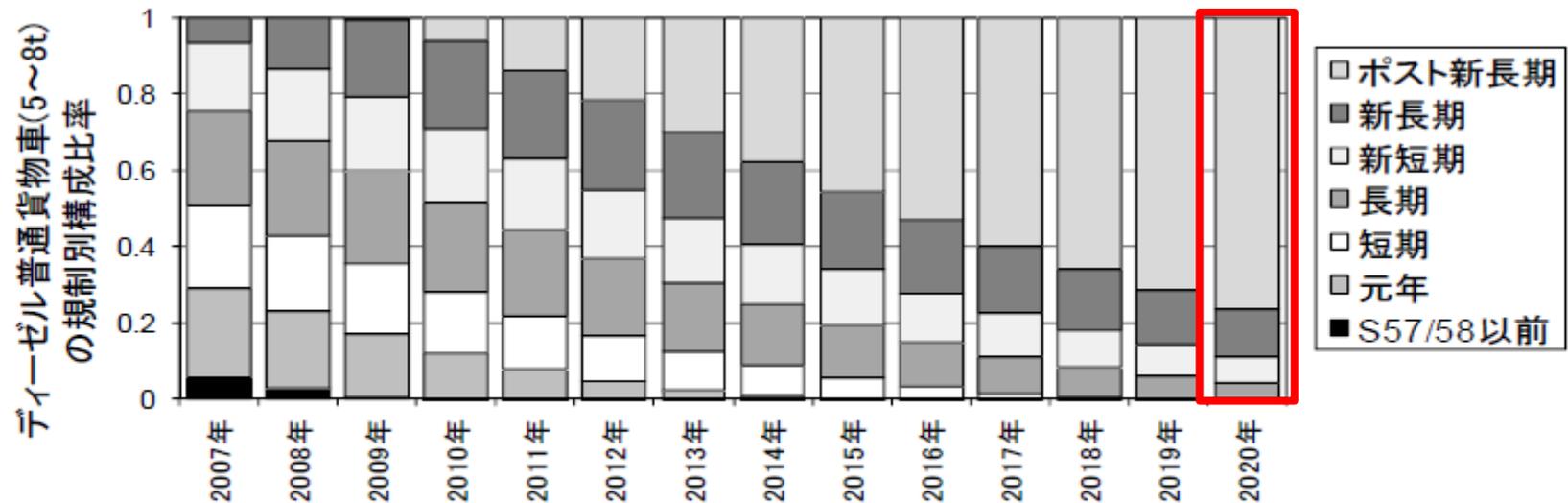
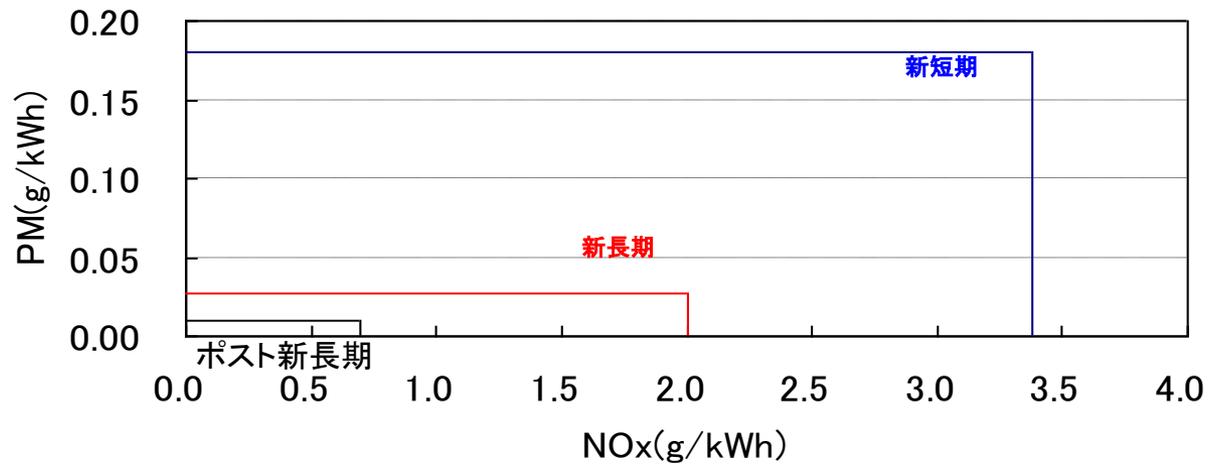


図3 将来推計の例 (全国, GVW : 5~8t ディーゼル普通貨物車)

自検協資料より作成(JAMA)

ディーゼル車排出ガス規制値(重量車)



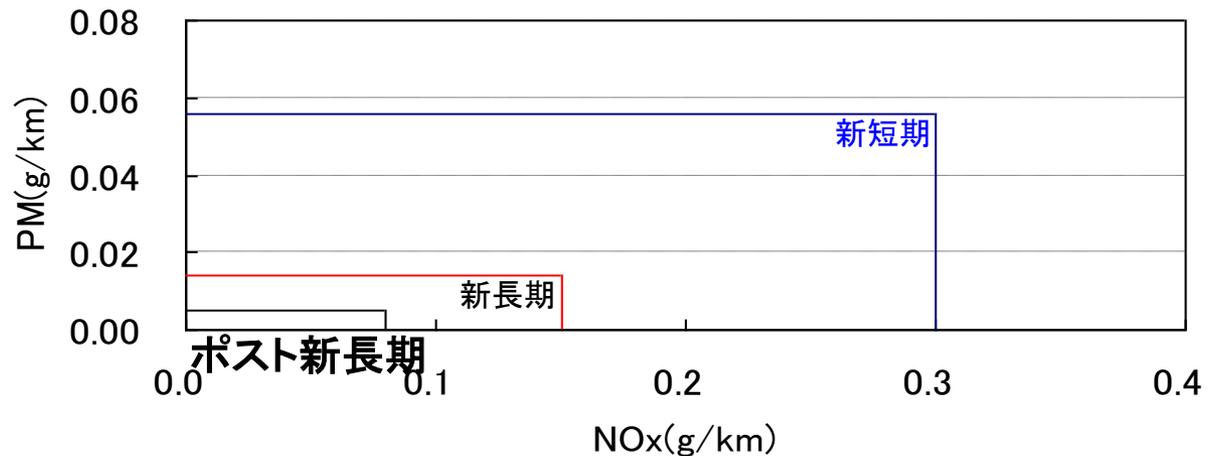
新短期規制適合

- ・車両A
- ・エンジンA

新長期規制適合

- ・車両B
- ・エンジンB

ディーゼル車排出ガス規制値(乗用車)

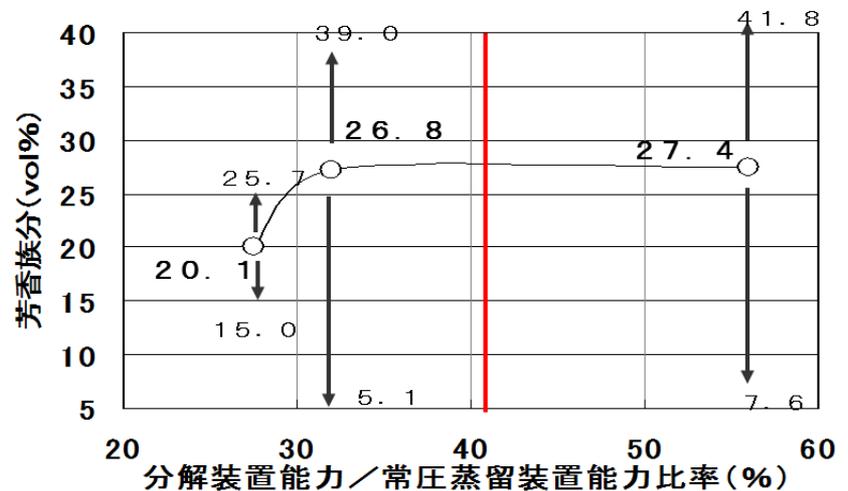
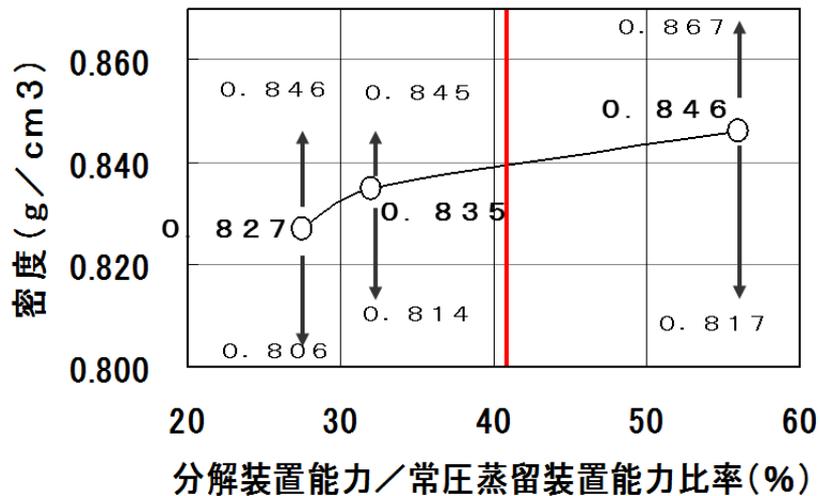
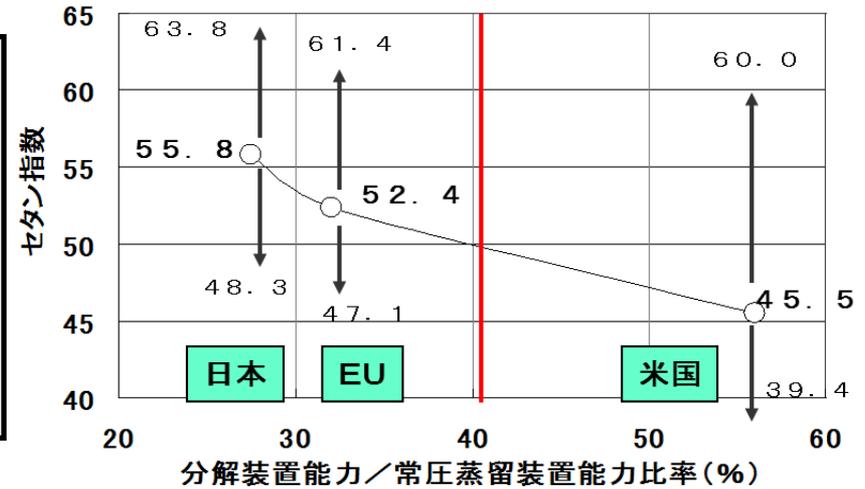


ポスト新長期 規制適合

- ・車両C

◆将来燃料(2020年)の想定

・セタン指数	49.8 (振れ幅±7)
・芳香族分	27.0 vol% (振れ幅±6)
・密度	0.839 g/cm ³ (振れ幅±0.020)



排出ガス、燃費性能への影響

車両・エンジン	適合規制	後処理装置	試験項目	触媒アウト				エンジンアウト				燃費
				NO _x	CO	THC	PM	NO _x	CO	THC	PM	
車両A	新短期	DOC	過渡排出ガス	■	■	■		△	△	■	△	
車両B	新長期	DOC DPF	過渡排出ガス	■		■		△	△	■	△	
車両C	ポスト新長期	DOC LNT DPF	過渡排出ガス					△	△		△	
エンジンA	新短期	DOC DPF	過渡排出ガス	■				■	■	■		
			定常排出ガス	■				■	■	■		
エンジンB	新長期	DOC DPF	過渡排出ガス						■	■		
			定常排出ガス	■				■	■	■	■	

低温始動性能、低温運転性能への影響

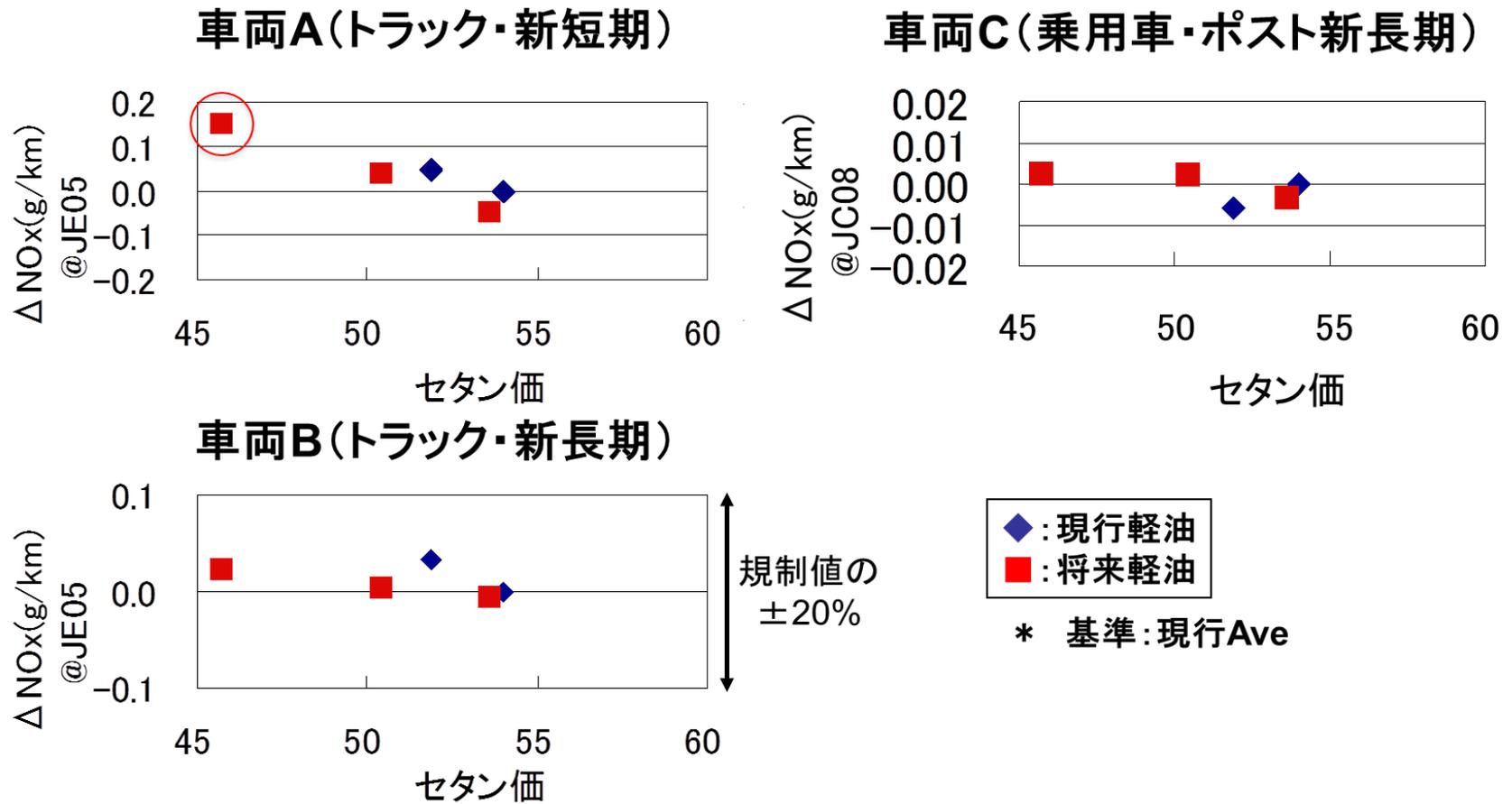
車両	適合規制	後処理装置	試験温度	低温始動性能			低温運転性能	
				始動時		レーシング時	加速時間	燃焼騒音
				始動時間	THC	THC		
車両A	新短期	DOC	0°C			■		■
			-15°C	■	■	■		△
車両B	新長期	DOC DPF	0°C					■
			-15°C	■	■			△
車両C	ポスト新長期	DOC LNT DPF	0°C		■			△
			-15°C		■			△

□ セタン価の影響は見られない。

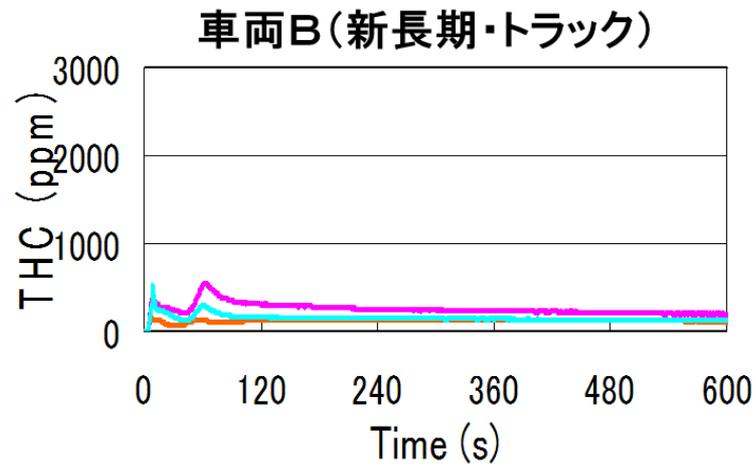
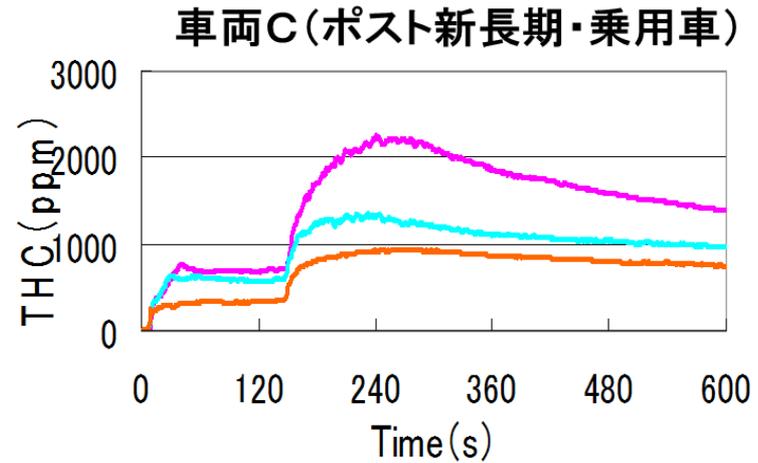
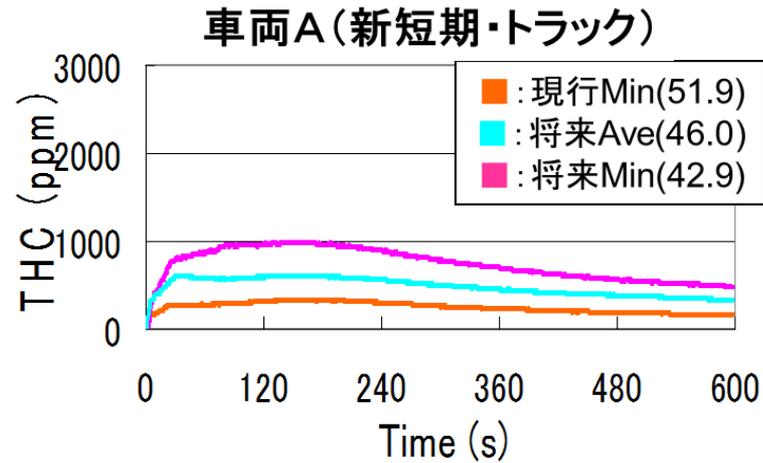
■ セタン価の影響が見られる。
ただし、将来軽油は、現行軽油の
評価値の範囲内。

■ セタン価の影響が見られる。
一部の将来軽油は現行軽油の
評価値よりも増加

過渡運転でのNO_x排出量試験結果

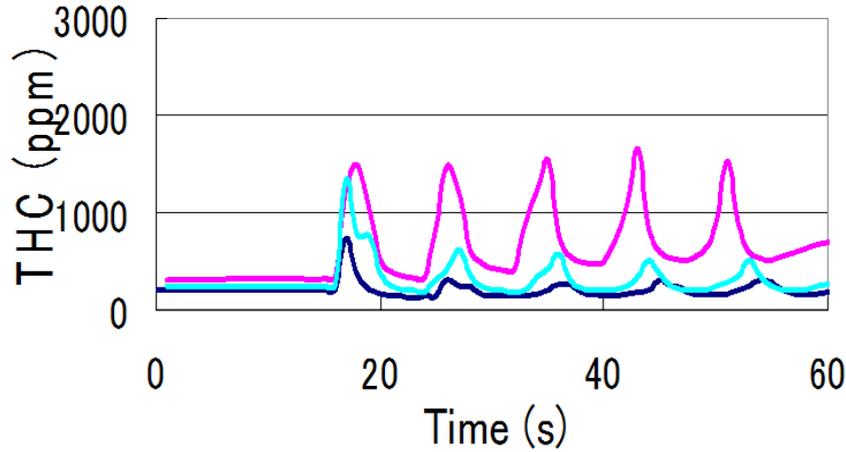


低温始動時のTHC(-15°C・触媒後)

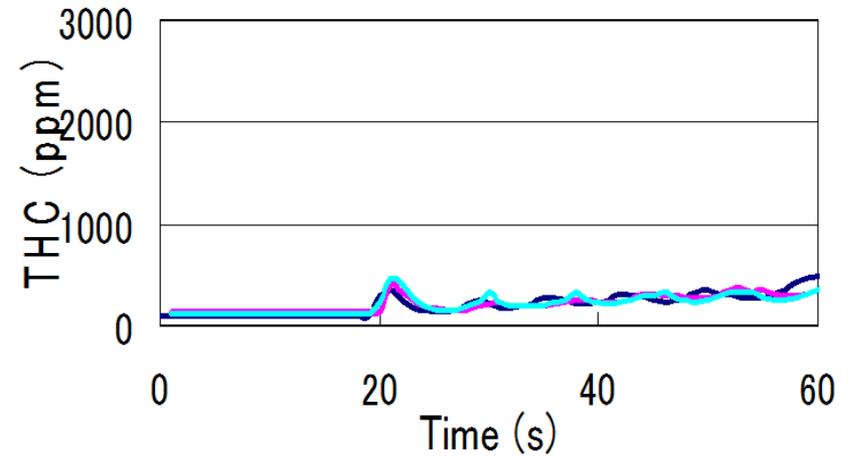


レーシングによるTHC(0°C 触媒後)

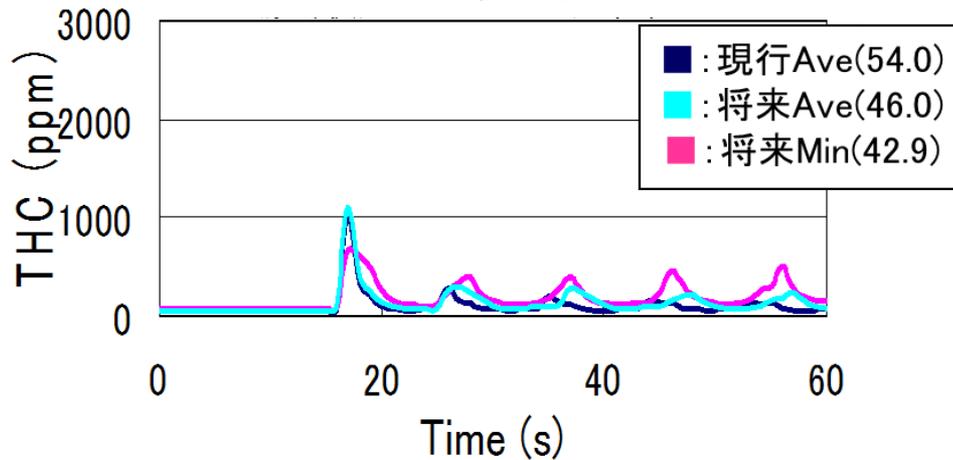
車両A(新短期・トラック)



車両C(ポスト新長期・乗用車)

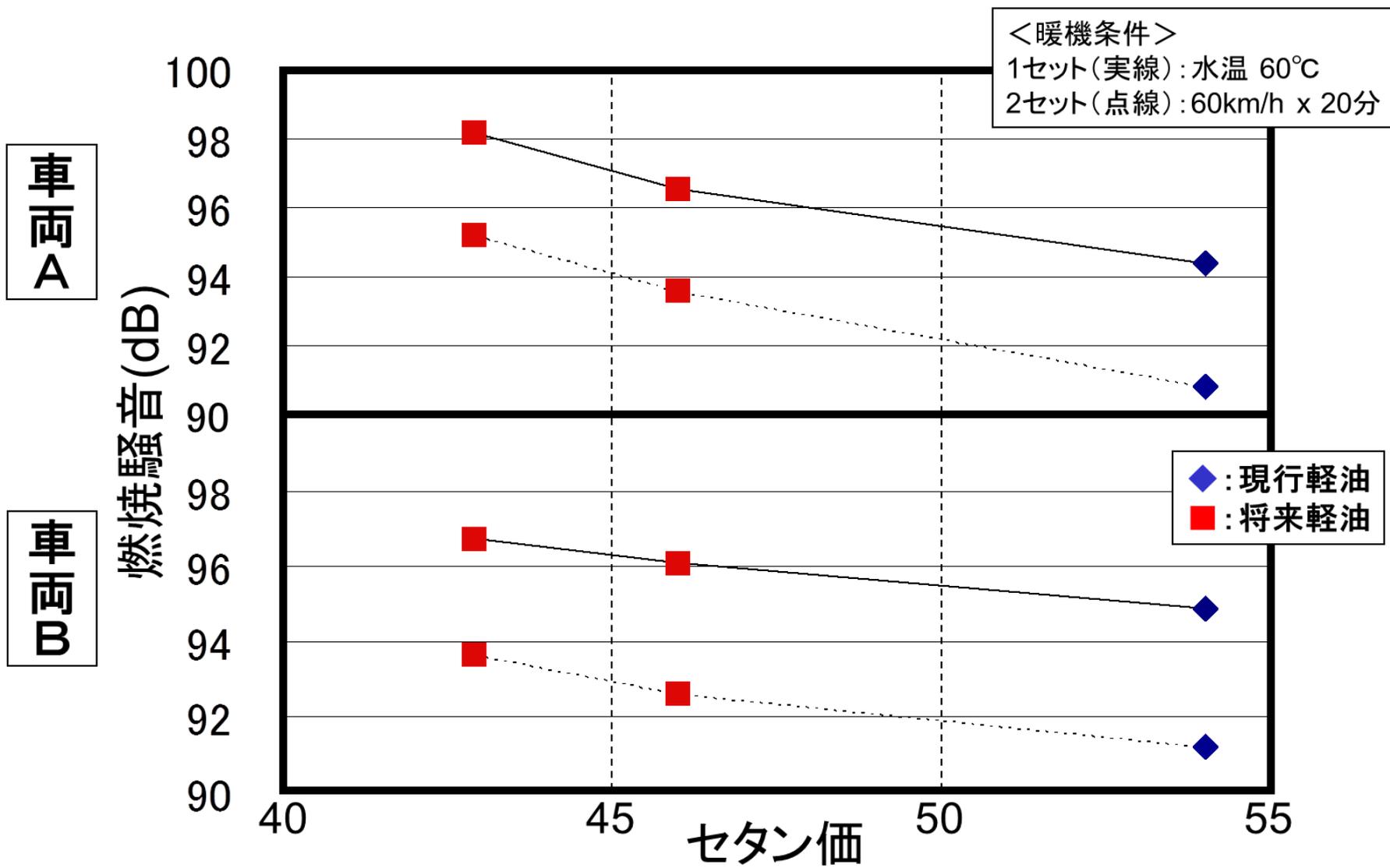


車両B(新長期・トラック)



- ・アイドリング時間
車両A,B : 5時間
車両C : 2時間
- ・レーシング5回実施

低温運転性試験 燃焼騒音



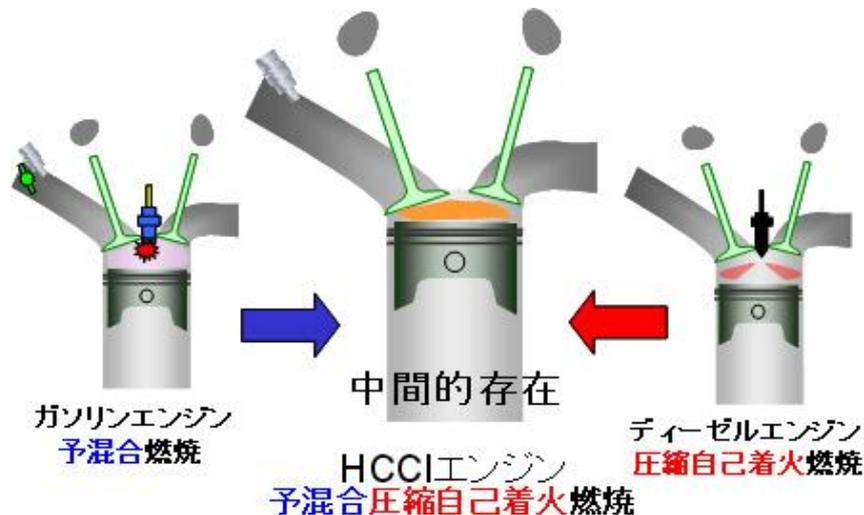
4-B. 成果、目標の達成度(4/5)

要素技術	目標・指標	現在までの成果	目標の達成度
<p>3. 自動車燃費向上に資する新たな燃焼技術(HCCI燃焼技術)に対応した次世代燃料研究</p> <p>※HCCI: Homogeneous Charge Compression Ignition (予混合圧縮着火燃焼)</p>	<p>新たな燃焼方式(HCCI※燃焼)に適合する「燃料」の開発を行うため、燃料の最適な着火特性、着火性指標、燃料の品質設計技術を検討する。</p>	<p>①HCCI燃焼技術の最新技術動向について調査を実施し、HCCI燃焼に適した燃料の性状についての知見を得た。</p> <p>②上記知見を基に、HCCI燃焼に適した品質設計検討を行い、短気筒エンジン試験を行うとともにその解析のためのベースとなる燃焼シミュレーションを行っている</p>	<p>達成</p>

3.自動車燃費向上に資する新たな燃焼技術(HCCI燃焼技術)に 対応した次世代燃料研究

将来に渡って自動車用エネルギーの太宗は石油エネルギーであると予測されている中で、運輸部門のCO₂削減は重要な課題である。そこで、燃費が従来のガソリン車より20%程度良く、排出ガスがクリーンなHCCI(Homogeneous Charge Compression Ignition:予混合圧縮着火)燃焼技術に最適な燃料を開発するため検討を行った。

なお、HCCI燃焼は下図に示す通り、ガソリンエンジン・ディーゼルエンジンとは異なり、予め燃料と空気を混合させた均一で希薄な混合気を圧縮し、点火プラグを使わず自着火させる燃焼方法である



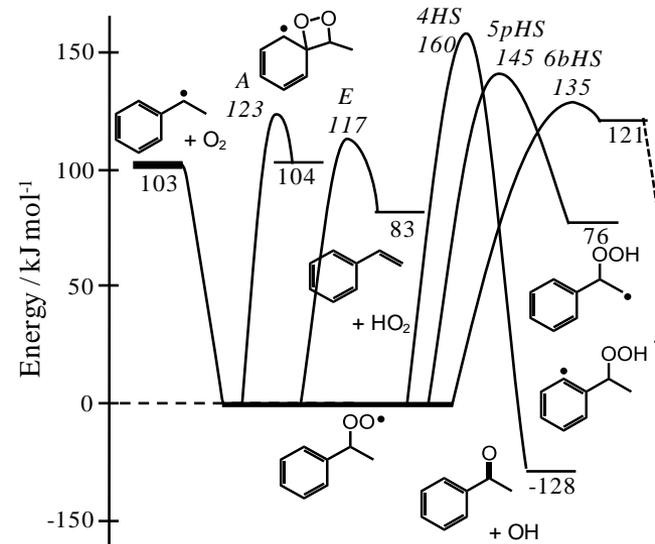
(1) 燃料品質と自着火のシミュレーション

燃料組成として石油系燃料に多く含まれる芳香族系化学物質(トルエン、キシレン、エチルベンゼン等)の反応モデルに関し量子化学計算を行い、着火に至る反応経路を調査し基礎的な反応速度定数を得た。

PMの前駆体の反応について、反応中間体物質等に対し反応速度を計算した。

エタノール、ETBE等の新規ガソリン基材の着火特性について、燃焼時における反応機構の面から検討を行い、エタノール、ETBE混合による着火遅れ増加は、OHラジカル生成能で整理可能であること、この反応が芳香族分混合の有無で傾向が異なることを把握した。

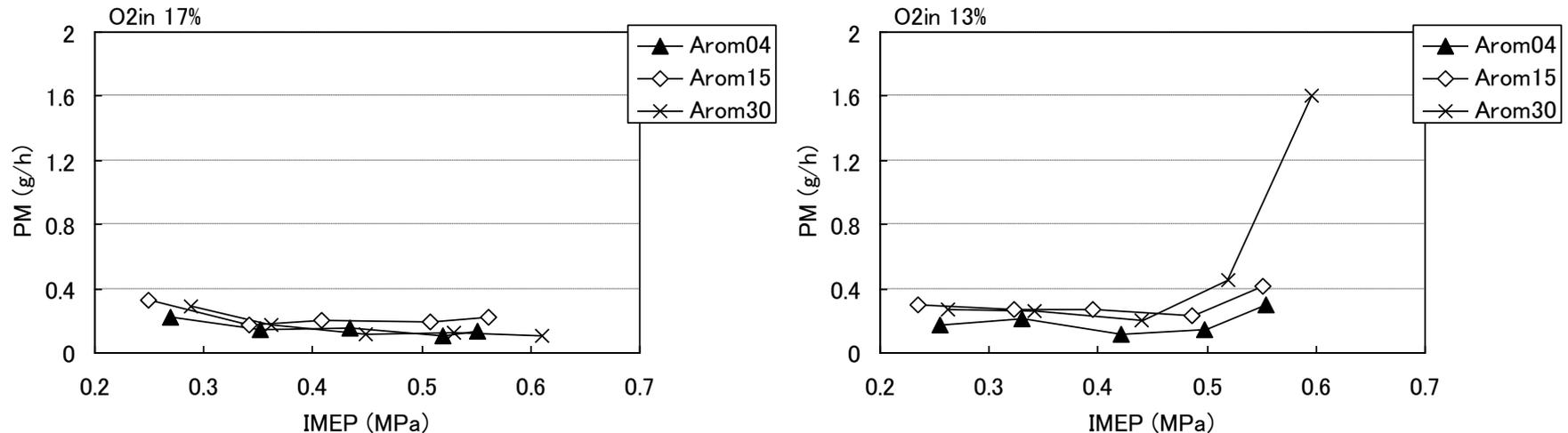
エチルベンゼンの中間生成ラジカル
への酸素付加後の各反応経路の
エネルギー計算(例)



(2) 試験エンジンを用いた燃料組成と排出ガス、燃費の評価

揮発性よりも着火性の影響が大きく、セタン価が低い燃料ほど、着火遅れ時間が長くなり、予混合時間が長くなること、高過給・高EGR条件において、低NO_x、低PMのHCCI燃焼を実現する運転範囲は低セタン価燃料の方が高負荷側に広く有利であること、HCCI燃焼での着火性は、従来の指標であるセタン価では整理できない場合があること等が分かった。

低酸素条件下(高EGR)の燃焼時における燃料中の芳香族がPM排出に及ぼす影響(例)



同一の着火性で芳香族量が異なる燃料間での比較においては低酸素(高EGR)で高負荷条件のみで芳香族の影響が認められる。

4-B. 成果、目標の達成度(5/5)

【対外発表、特許出願等の成果】

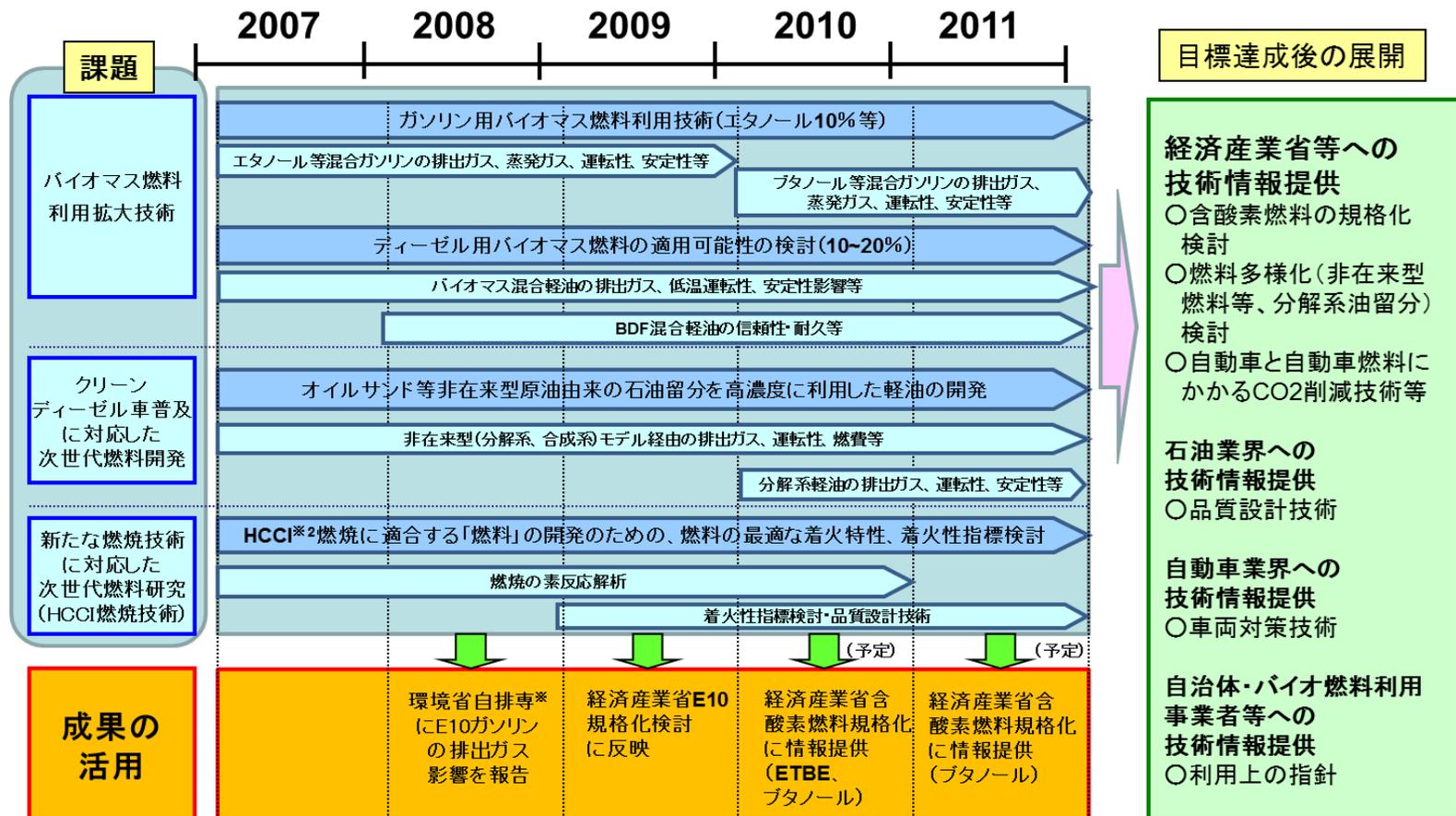
	論文	発表
1. バイオマス燃料利用拡大技術 (1) ガソリン用バイオマス燃料利用技術	7	8
(2) ディーゼル用バイオマス燃料の適用 可能性の検討	7	13
2. 燃費に優れたクリーンディーゼル車の普及に 対応するための次世代燃料の開発	6	9
3. 自動車燃費向上に資する新たな燃焼技術 (HCCI燃焼技術)に対応した次世代燃料研究	1	1
合 計	21	31

5-B. 事業化、波及効果

本技術開発を推進することにより、高濃度バイオマス燃料等の利用促進効果ならびに燃費、排ガスに優れたディーゼル車の普及効果とともに、ディーゼル軽油基材の多様化にもつながり、CO2削減とエネルギーセキュリティに貢献できる。

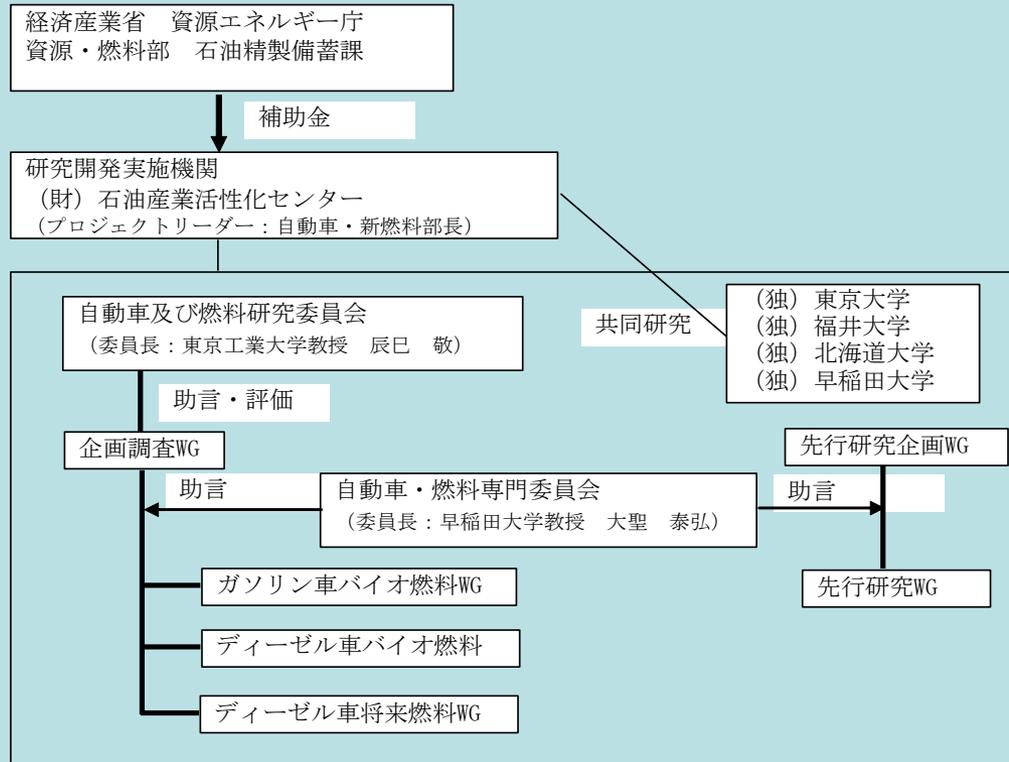
技術的な課題点を明確にすることにより、石油・自動車各社の対応技術の方向性を明確化でき、各社の独自技術開発も促進され、投資以上の技術開発の促進が可能となる。その結果、自動車燃料に関する種々の対応策が国家ならびに企業も含めて迅速・効率的に推進できる。

具体的な成果の活用例として、経済産業省におけるE10燃料規格導入検討の際に本事業の成果が反映されている。



6-B. 研究開発マネジメント・体制等(1/2)

研究開発の実施に当たっては、研究開発を統括するためのプロジェクトリーダー(PEC 自動車・新燃料部長)を設置するとともに、研究のステアリングを行うため、当該専門分野の最先端研究者である大学、公的研究機関、民間会社における技術者からなる自動車及び研究委員会を設置した。また、研究の技術的なアドバイスを受けるため大学の教授からなる自動車・燃料専門委員会を設定した。更に、各技術分野の研究企画、研究推進のため、企画調査WG、先行研究企画WG、ガソリン車バイオ燃料WG、ディーゼル車バイオ燃料WG、ディーゼル車将来燃料WG、先行研究WGを設置した。



6-B. 研究開発マネジメント・体制等(2/2)

【資金配分】

(単位:百万円)

	平成19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	合計
1. バイオマス燃料利用拡大技術 (1) ガソリン用バイオマス燃料利用技術 (2) ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討	579	643	549	399	374	2,544
2. 燃費に優れたクリーンディーゼル車の普及に対応するための次世代燃料の開発	356	392	330	330	304	1,712
3. 自動車燃費向上に資する新たな燃焼技術(HCCI燃焼技術)に対応した次世代燃料研究	30	30	26	21	21	128
合 計	965	1,065	905	750	699	4,384

7-B. 中間評価の結果(1/2)

評点法による評点結果

(石油燃料次世代環境対策技術開発)

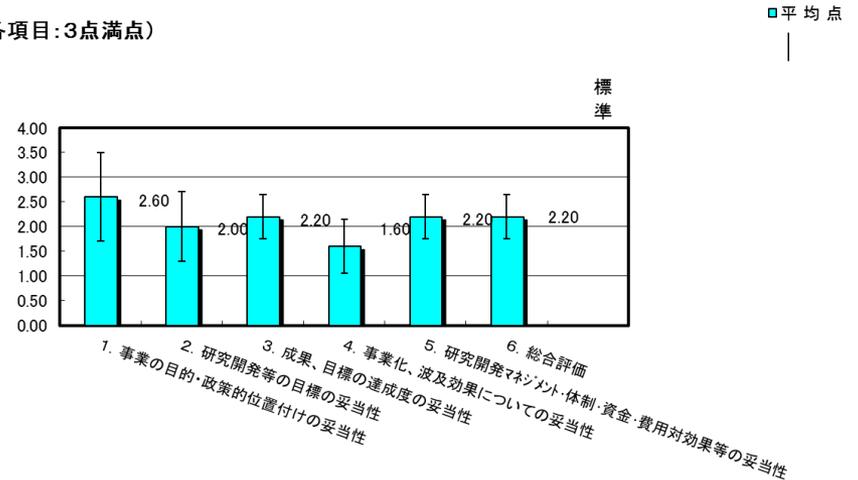
評価項目	平均点	標準偏差
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.60	0.89
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.00	0.71
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.20	0.45
4. 事業化、波及効果についての妥当性	1.60	0.55
5. 研究開発マネジメント体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.20	0.45
6. 総合評価	2.20	0.45

総合評価概要

バイオ燃料、GTL、オイルサンド等の非在来原油からの燃料の導入に当たり、十分な安全性と信頼性、性能の評価が必要であり、本事業は重要な役割を果たしているものである。また、バイオ燃料や非在来型原油に対応することは、国際的な観点からも時期的にもタイムリーであり、国のプロジェクトとして推進すべきであり、HCCIに関する研究はかなり基礎的なものであるが、次世代技術としては重要である。

なお、開発されているバイオマス利用技術が世界的に見て、どの程度の技術レベルにあるのかを明確にし、世界をリードできる技術を開発していくべきである。また、開発によって得られた知見をどのようにして事業化に生かすかは、費用対効果を考慮して決めていくことで極めてむずかしことではあるが、今後はそれについての検討を行うべきである。

(各項目:3点満点)



7-B. 中間評価の結果(2/2)

今後の研究開発の方向等に関する提言

基礎研究から実用技術開発まで幅広いテーマが掲げられているものが多く、事業化を達成する上でそれぞれの技術課題がどの程度のリスクになっているのか明確にするべきである。

これまで石油を活用として実現できた最も大きい強みは、液体燃料を全国津々浦々供給できる仕組みインフラが出来上がっていることである。したがって石油と固定的にこだわる必要はなく、この既存インフラを使って供給が可能なありとあらゆる液体燃料の研究技術開発を取り上げて必要とされる事業を実施するべきである。