

B. 石油燃料次世代環境対策技術開発

1-B 事業の目的・政策的位置付け

1-1-B 事業目的

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と考える。

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。

これらの目的を達成する事業として、以下の技術開発・研究開発を実施する。

(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（10%、10～20%）およびエタノール以外のバイオ燃料（ETBE、ブタノール等）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）

1-2-B 政策的位置付け

石油は図 1-2-1 に示す通り、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、図 1-2-2 に示すとおり、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。

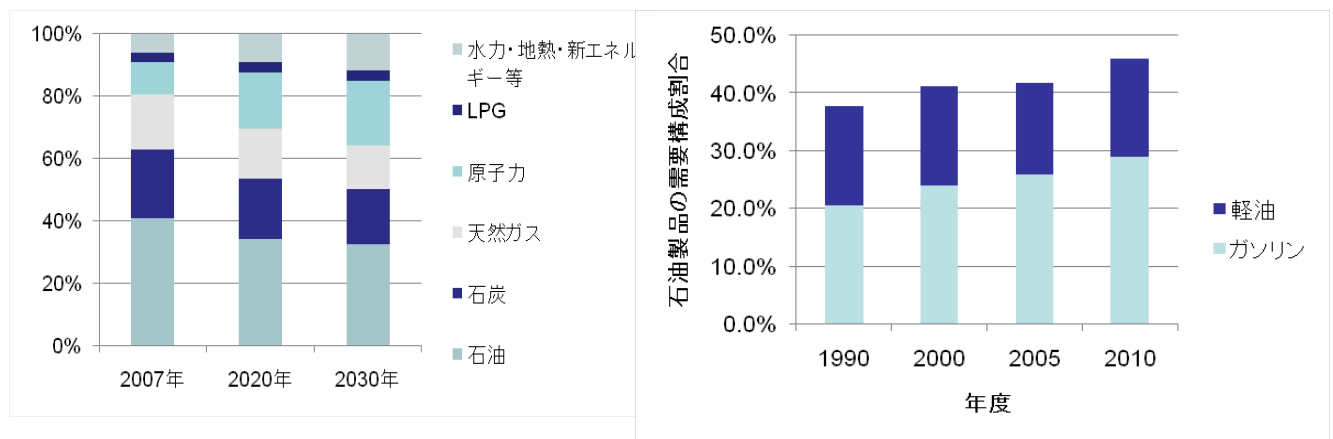


図 1-2-1 2030 年エネルギー需要見通し 図 1-2-2 我が国の石油製品に占める（我が国における一次エネルギー供給構成） 自動車燃料の需要割合の推移

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）」（図 1-2-3）、自動車燃料の「燃料多様化」（図 1-2-4）、自動車の「排ガス低減」（図 1-2-5）課題を同時に解決する必要がある。

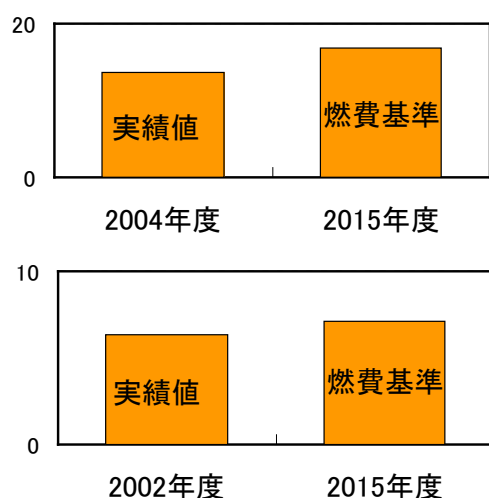


図 1-2-3 CO2 削減（燃費向上）の背景

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)

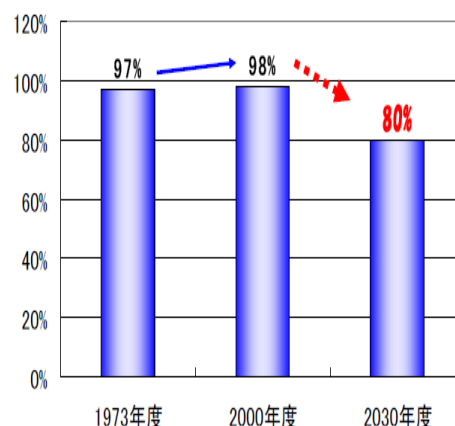


図 1-2-4 燃料多様化の背景

出典：新・国家エネルギー戦略(平成 18 年 5 月)

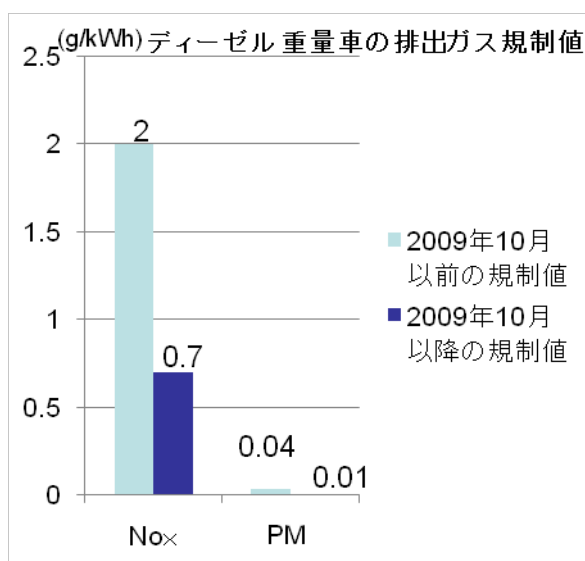


図 1-2-5 排ガス低減の背景

出典：自動車 No x ・ PM 法規制値より、作成

具体的な施策としては、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、図 1-2-4 に示すように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。

また、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。

このような背景の下、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図 1-2-6 のとおり導入シナリオが示されており、本事業で取り組んでいる研究開発は図 1-2-7 の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。

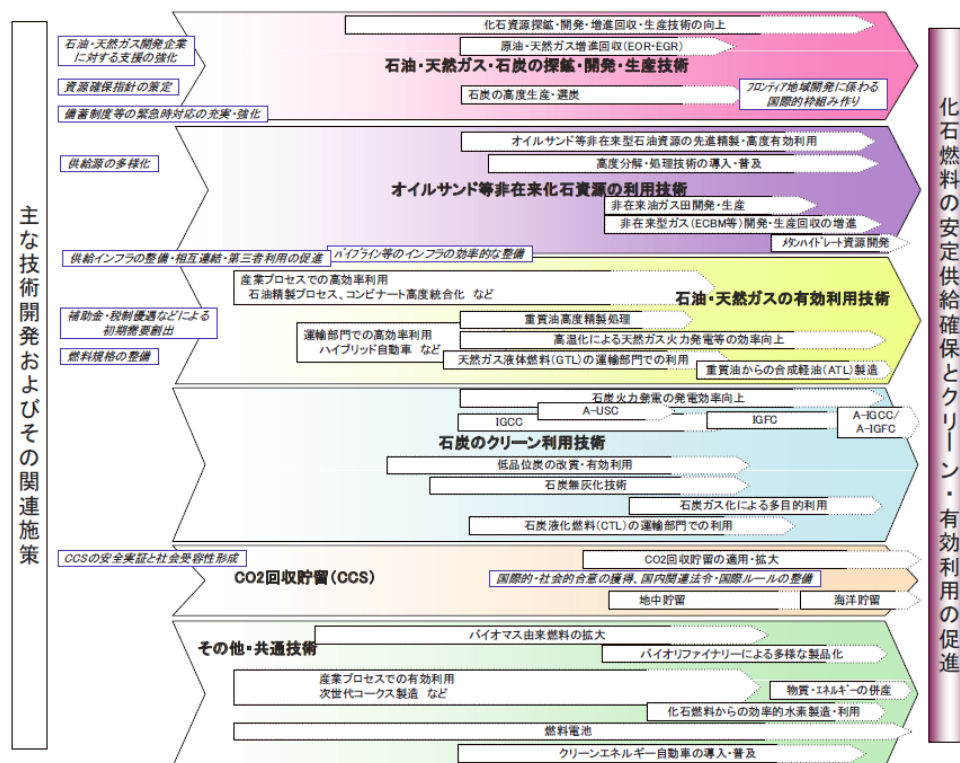


図 1-2-6 「運輸部門の燃料多様化」に向けた導入シナリオ

出典：技術戦略マップ 2010 平成 22 年 6 月 経済産業省

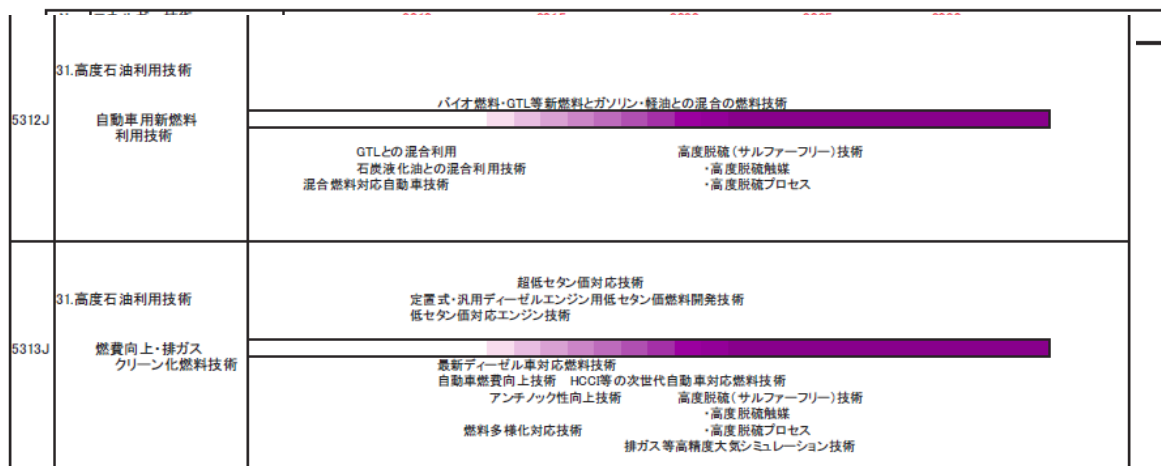


図 1-2-7 「運輸部門の燃料多様化」に寄与する技術の技術ロードマップ

出典：技術戦略マップ 2010 平成 22 年 6 月 経済産業省

1-3-B 国の関与の必要性

温室効果ガスの削減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。

一方、エネルギーセキュリティの観点からも燃料多様化（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と自動車燃費向上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。

このような中、バイオマス燃料の利用促進は、地球温暖化対策とエネルギーセキュリティ確保に大きく貢献することから、日本国政府は京都議定書目標達成計画(平成 17 年)のなかで、輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料(50 万 kl)の利用を決めた。さらに持続可能性基準に留意する前提で、将来的にはバイオマスの利用を増やしていくことも求められている。

他方、自動車もサルファーフリー燃料の供給など燃料側の対応とあわせて、環境に配慮し燃費効率に優れた自動車の導入が求められている。またより厳しい排出ガス規制への適合や、新しい燃費基準への適合などのため、自動車にもこれまでにない新規技術が搭載されてきており、燃料性状変化に対するレスポンスが変わってきている可能性がある。さらに、現行規格を超える高濃度のバイオマス燃料の利用を考える場合には、車両側での対応も必要となると考えられるが、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。

さらに、中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」の第 7 次答申(平成 15 年)および第 8 次答申(平成 17 年)において、バイオマス燃料の利用にあたり、「許容限度に追加する項目及びその許容限度については、現

状の燃料品質を勘案の上、設定することが適切である。」と記載されている。

本事業におけるバイオマス燃料利用拡大技術検討は、輸送用燃料に対して一定量のバイオ燃料を導入するという国の政策のもと、将来的に、施策上、現在の規格を超えてより大量のバイオマスを高濃度で利用する必要性が生じた際に国民に混乱をもたらすことなく円滑に対応するために、事前に課題点を明らかにし、対応策を示そうとしたものである。その意味で、本事業はまさに国の施策に資する事業であり、国の関与の元で積極的に進めるべきものといえる。

また、大量のバイオマスを高濃度で利用する際の課題への対応方法として、燃料側の規格変更に伴う製造方法の変更で対応すべきか、利用機器（自動車）側の変更で対応すべきかなど、業界間で利害が相反するケースも想定されたことから、国の関与の元、適切な対応方法を示す必要がある。

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。

2－B 研究開発目標

2－1－B 研究開発目標

本技術開発事業は平成 19 年度から平成 23 年度までの 5 年間で実施する予定であり、個別要素技術開発ごとにその最終目標および中間目標を設定して以下の 3 項目について研究開発を進めている。

(1) バイオマス燃料利用拡大技術

(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(10%超)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、自動車燃料品質規格に資する基礎データの収集ならびに対策技術確立を行うことを最終目標として実施している。

(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、自動車燃料品質規格に資する基礎データの収集ならびに対策技術確立を行うことを最終目標として実施している。

(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、基礎データの収集ならびに対策技術の確立を行うことを最終目標として実施している。

(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

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ことを最終目標として実施している。

2-2-B 全体の目標設定

表 2-2-1 全体の目標

目標・指標	設定理由・根拠等
自動車燃料としてバイオマス燃料について品質確保法の規定以上の混合利用、各種合成燃料や非在来型石油留分等の分解系留分が高濃度で有効に活用できる利用技術を確立、および、予混合圧縮着火等の高効率、低排出ガスの新燃焼技術に最適な燃料技術の開発を行う。	高度石油利用技術の一環として石油系燃料を主体としつつ、多種多様な基材(バイオマス、合成原油、非在来系石油など)を混合利用しながら燃料消費の削減（CO2 削減）、安全性確保、排気維持（自動車排出ガス量を規制値以下に維持)のための技術開発を実施することで石油系燃料の大きな課題であるエネルギーセキュリティ対策に対応するとともに、安全で排気維持の可能なクリーンで環境にやさしい自動車・自動車用燃料を国民に提供できる。

2-3-B 個別要素技術の目標設定

表 2-2-2 個別要素技術の目標

要素技術	目標・指標	設定理由・根拠等
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。	中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」第7次答申(平成15年)に、「使用過程車の排出ガスに及ぼす影響を確認した上で、含酸素化合物に係る許容限度を設定することが適当である。」と答申されている。また京都議定書目標達成計画(平成17年)のなかで、輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料(50万kl)の利用を決めている。このような状況下、将来的にはより多量のバイオマスを高濃度で利用することが必要となる状況も想定された。 ガソリンへ混合されるエタノール等の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、従来のガソリンとは異なった特性がある。したがって、事前に高濃度での利用時の課題点を抽出し、対策のための技術データを得ておく必要がある。
(2) 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の基礎データを収集する	京都議定書目標達成計画(平成17年)のなかで、輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料(50万kl)の利用が求められている。さらに、中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」第8次答申(平成17年)において、「今後のFAMEの普及状況、排出ガスへの影響に関する調査検討の進捗状況等を踏まえ、必要に応じて、改めて燃料許容限度目標値の設定について検討を行う」と改めて記載されている。 バイオディーゼル燃料であるFAME(脂肪酸メチルエステル)は、従来の軽油に比べ、酸化安定性や低温流動性等に懸念があるとされてきたが、製造の簡便さなどから、一部の地方自治体や事業者などで使用されている。 しかしながら、FAMEは原料となる油脂が多種（パーム油、菜種油、廃食油等）であることから特性が異なる。したがって、ディーゼルバイオマス燃料を

		高濃度で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を行い、課題点の抽出と対応技術の検討が必要である。
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、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。	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。 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。
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 ※ HCCI : Homogeneous Charge Compression Ignition（予混合圧縮着火燃焼）	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。	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。 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。

3-B 成果、目標の達成度

3-1-B 成果

3-1-1-B 全体成果

本技術開発は平成 19 年度から平成 23 年度までの 5 年間の計画で実施しており、個別要素技術ごとに最終目標および中間目標を設定して、研究開発を進めてきた。

バイオマス燃料利用技術のガソリン用バイオマス燃料利用技術については、エタノール 10%混合ガソリンについて排出ガス、運転性、燃料系統部材影響等の評価を実施し、技術課題や対応策を明らかにしてきた。あわせて、燃料品質規格設定のための基礎データを収集した。

ディーゼル用バイオマス燃料の適用の可能性検討についてはバイオディーゼル 10~20%混合軽油について、排出ガス、運転性、常温安定性、低温流動性、耐久性等の評価を実施し、実用上の課題を明らかにした。

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については主に GTL 等の合成燃料、オイルサンド等の非在来型原油由来の燃料および分解系燃料を想定したモデル燃料および分解系の実燃料をベースとした試験燃料を用い、排出ガス、運転性、CO₂ 排出へ影響等について最新車両を用いて検討し、技術課題を明らかにした。

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については燃料性状、組成と燃焼についての燃焼シミュレーションおよび単気筒エンジンを用いた基礎検討を行い、HCCI 燃焼に適した燃料品質の基礎データを収集した。

このように研究開発は順調に進められ、現時点までに各個別要素技術において当初設定した達成することができた。以下にその概要を示す

3-1-2-B 個別要素技術成果

(1) バイオマス燃料利用拡大技術

(ア) ガソリン用バイオマス燃料利用技術

エタノール 10%混合ガソリンの性能評価と排出ガス、蒸発ガスの課題抽出を行い、対策技術を示すとともに、品質規格設定の基礎データを収集した。

エタノール混合ガソリンの特徴と課題を図 3.1.1 に示す。このように、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。そのため表 3-1-1 に示すような項目につき評価を行い、表に記載の結果を得ることができた。

- ・ 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: $78^{\circ}C$
- ・ 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

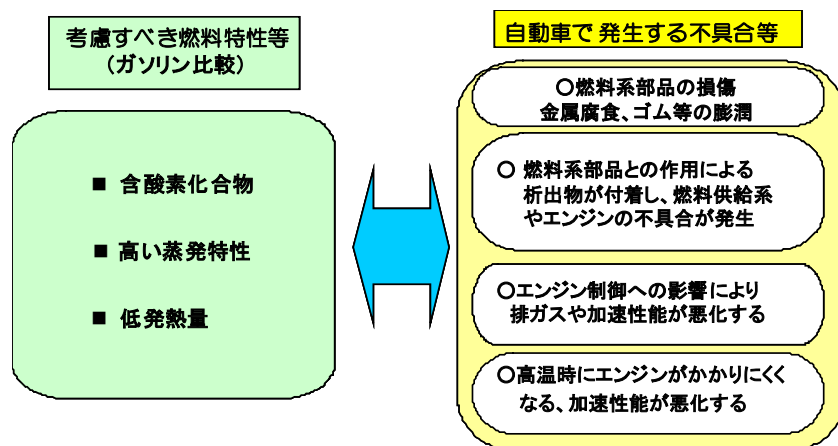
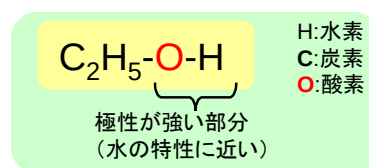


図 3-1-1 エタノールのガソリンへの混合時の特徴と課題

表 3-1-1 研究項目と評価結果

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℃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℃)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。
材料適合性 (ゴム)	ゴムの透過		(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)
保存安定性 (金属、ゴム、樹脂)	金属腐食 ゴム材、樹脂 の膨潤	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。

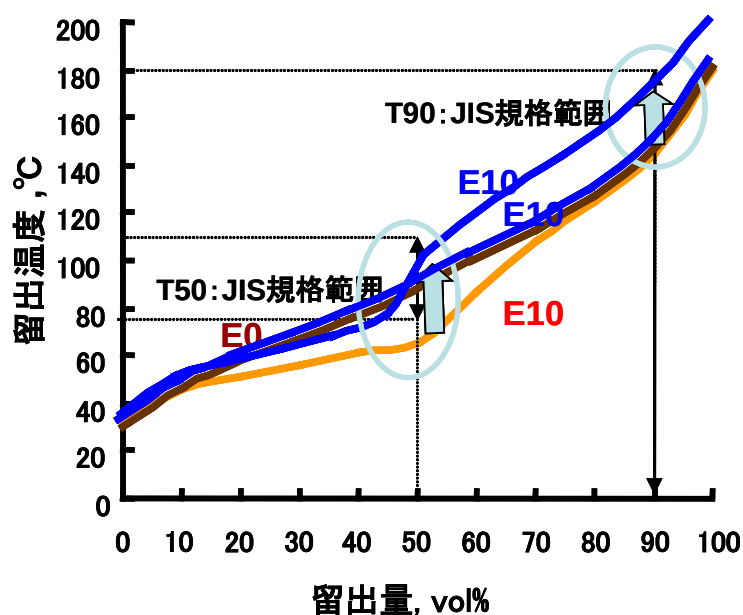
以下に個別の検討項目における成果の概要を示す。

①蒸留性状の影響

図 3-1-2 に示すように、エタノールは低沸点の単一成分であるため、エタノールの混合はガソリンの蒸留温度を低下する。その温度低下は 50%留出温度で約 20℃であるため、50%留出温度の JIS 規格から外れる可能性が大

となる。この対策として重質のガソリン基材を用いて調整すると 90%留出温度が高くなり、自動車の排出ガス、運転性に影響が出る可能性がある。

一方、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 下限を下回る可能性がある。



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。

図 3-1-2 E10 が蒸留性状に与える影響

そこで、排出ガス、燃費および運転性への影響を検討した。結果のまとめを表 3-1-2、表 3-1-3 に示す。

排出ガス及び燃費に対しては、ホットスタート試験ではエタノール混合の影響は少なかったが、コールドスタート試験では蒸留 50%点が JIS 上限の 110℃では影響が見られる場合のあることが分かった。したがって、エタノールを混合する場合は、蒸留性状を適正な範囲にコントロールすることが重要である。

表 3-1-2 排出ガス、燃費への影響（蒸留 50% 温度：高温側・低温側）

T50:高温側

※ 2輪車においてはTHC

T50:低温側

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

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

表 3-1-3 運転性への影響

試驗室溫度: 20°C

	4輪車									
	Coldスタート					Hotスタート				
	150		180			150		180		
T90, °C	100		180			150		180		
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／ばい

→ : E0とE10で差なし

運転性についてはエタノール混合ガソリンに対しても従来の燃料品質指標が適用可能かを幅広い車両で、E10 ガソリンの T50（高温側）が運転性能(加速性、始動性、デメリット点数)に及ぼす影響を把握するとともに、蒸留 50% 留出温度が JIS 下限の E0 ガソリンにスプラッシュブレンドにて E10 を試作し、蒸留 50% 点が JIS 下限を下回る E10 が、高温運転性能(始動性、加速性)に及ぼす影響を把握した。

その結果、50%留出温度が JIS 上限のエタノール 10%混合ガソリンについて、車両によっては影響を受ける可能性のあるものがあることが分かった。

②蒸気圧の影響

エタノールをガソリンに混合した場合、図 3-1-3 に示すように共沸現象により蒸気圧※が上昇し、エタノール 10%混合では約 7kPa 上昇する。したがって、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 Vapor 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℃に冷やした燃料を封入し、37.8℃にまで容器を温め、圧平衡となったときの蒸気の圧力）

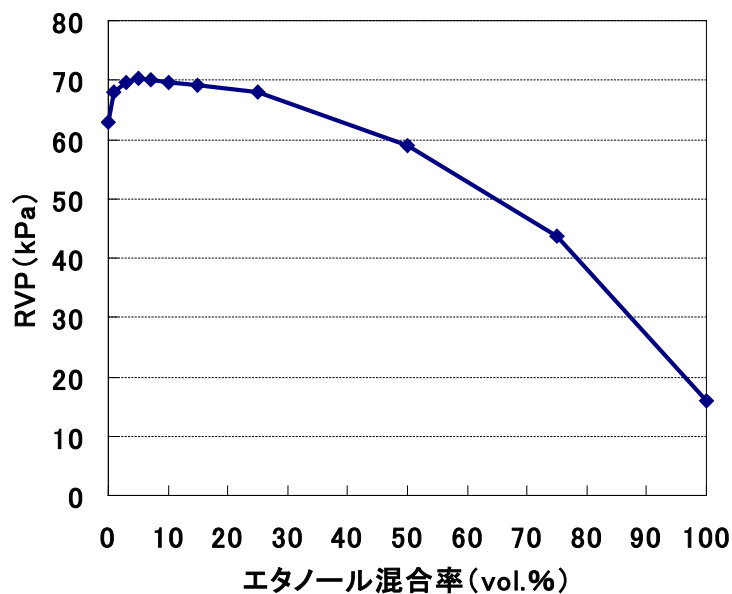


図 3-1-3 エタノール混合のガソリン蒸気圧への影響

そこで、エタノール 10%混合ガソリンについて、車両蒸発ガス評価試験である DBL（Diurnal Breathing Loss：試験室内にて、外気温度を模した条件下で 24 時間駐車した時に車両から発生する燃料蒸発ガス）、HSL（Hot Soak Loss：モード走行後の車両を試験室内で 1 時間駐車した時に車両から発生する燃料蒸発ガス）、RL（Running Loss：試験モード走行時に車両から発生する燃料蒸発ガス及びテールパイプ以外から洩れる排出ガス）について評価した。図 3-1-4 に評価結果の一例を示す。

図 3-1-4 の左側の図に示すように、評価車両 4 台中、3 台はエタノール混合による影響は認められなかったが、右側の図に示すように、車両によっては大きく影響を受けるものもあった。影響を受けた原因が燃料系統のゴム部材からのエタノールの選択的な透過であることが確認され、エタノール混合ガソリンの使用においては、燃料系統の部材について留意する必要があることが分かった。なお、RL については影響が認められなかった。

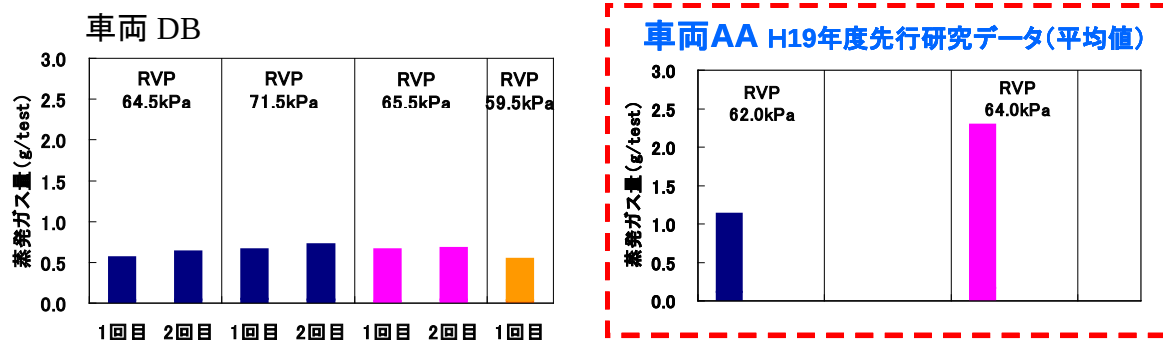


図 3-1-4 車両からの HSL+DBL 測定結果

③燃料系統部材がエタノール混合ガソリン性状に与える影響

金属 5 種、ゴム 3 種、樹脂 3 種について評価を行った結果、ゴム部材の NBR (Nitrile Butadiene Rubber 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いている場合がある) で、エタノール混合ガソリンのガム分が増加する傾向にあることが分かった。その他のゴムおよび金属、樹脂については影響がないことが分かった。

(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 (10%~20%) 混合した軽油の安定性、排出ガス、低温運転性、耐久性等につき課題の抽出を実施し、対策技術を示した。

バイオディーゼル燃料は図 3-1-5 に示すように原料油脂、精製処理方法等によって特性が多岐に渡っており、実際の使用においては種々の課題がある。

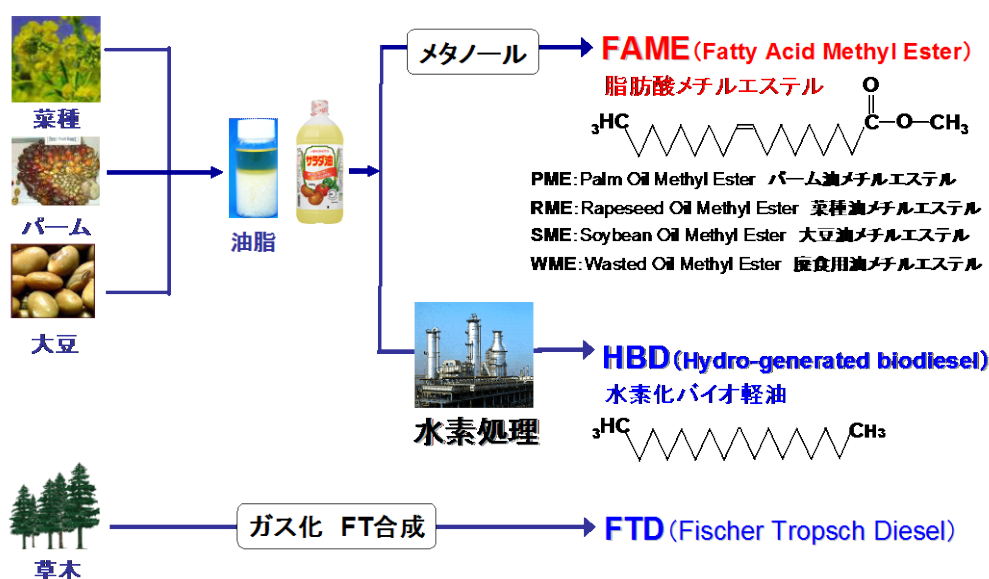


図 3-1-5 バイオディーゼルについて

図 3-1-6 に FAME の特性と課題を他の燃料と比較して示す。

	<FAME>	<軽油>	<HBD,FTD>
二重結合	あり SMERMEPME 多中間少 悪 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℃～350℃	200℃～350℃	260℃～310℃
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

図 3-1-6 バイオディーゼルの特性と課題

このように、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。

以下に成果の概要を示す。表 3-1-3 は本研究における成果をまとめたものである。

軽油に FAME を 10~20% 混合した場合、特に安定性、後処理装置への影響、低温運転性、エンジンオイル希釈、信頼性影響について課題のあることが分かった。

表中には、軽油にバイオ燃料を高濃度で混合して使用する際の「重大な懸念点」、「懸念点」、「燃料指標の見直しが必要な項目」に分けて課題点を記載している。また、各々の課題点に対する対応策も併せて示している。

表 3-1-3 バイオ燃料混合軽油の評価結果まとめ

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	・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	・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	・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	・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	

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	・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	・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。		

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。	・NOx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	・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。	

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

検討項目ごとの詳細を以下に記す。

①性状影響

バイオディーゼル混合燃料の一般性状（密度、粘度等）、低温特性（曇り点、目詰まり点、流動点）、着火特性（セタン指数、CFR セタン価、IQT※セタン価）について評価し、特にニートのバイオ燃料で低温性能の良くないものは、混合軽油でも良くないこと、着火性を現す指標として従来のセタン指数は適用できないこと等が分かった。

※IQT：Ignition Quality Tester（定容燃焼容器を用い、着火遅れ期間から着火性(DCN)を評価する装置）

②安定性影響

バイオディーゼルの安定性の違いによって混合軽油の安定性は大きく異なっている（図 3-1-7）。これは、不安定な 2 重結合の存在割合やバイオディーゼルにもともと存在する天然の抗酸化物質の量と種類が影響しており、

対策としては水素化精製処理で 2 重結合をなくす、あるいは酸化防止剤の添加が必要な場合があることを示唆している。

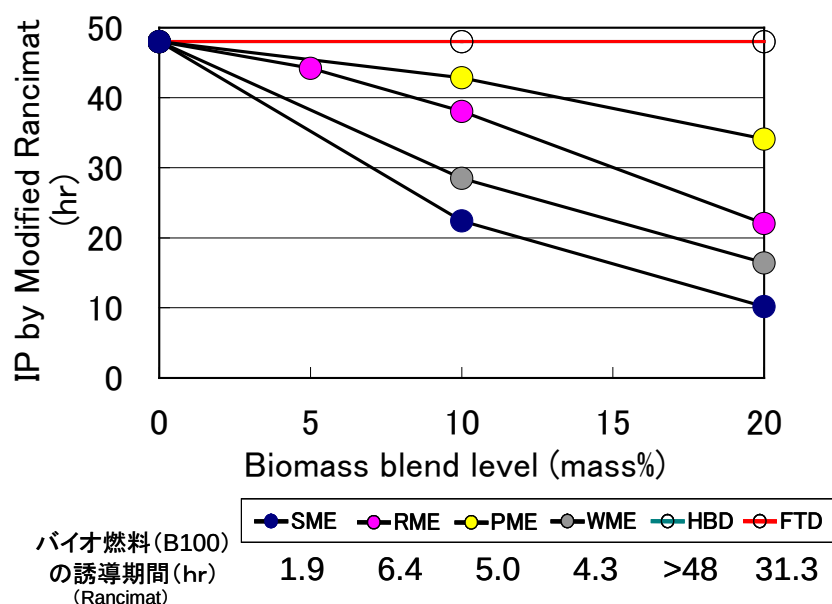


図 3-1-7 バイオディーゼルの安定性と混合軽油の安定性

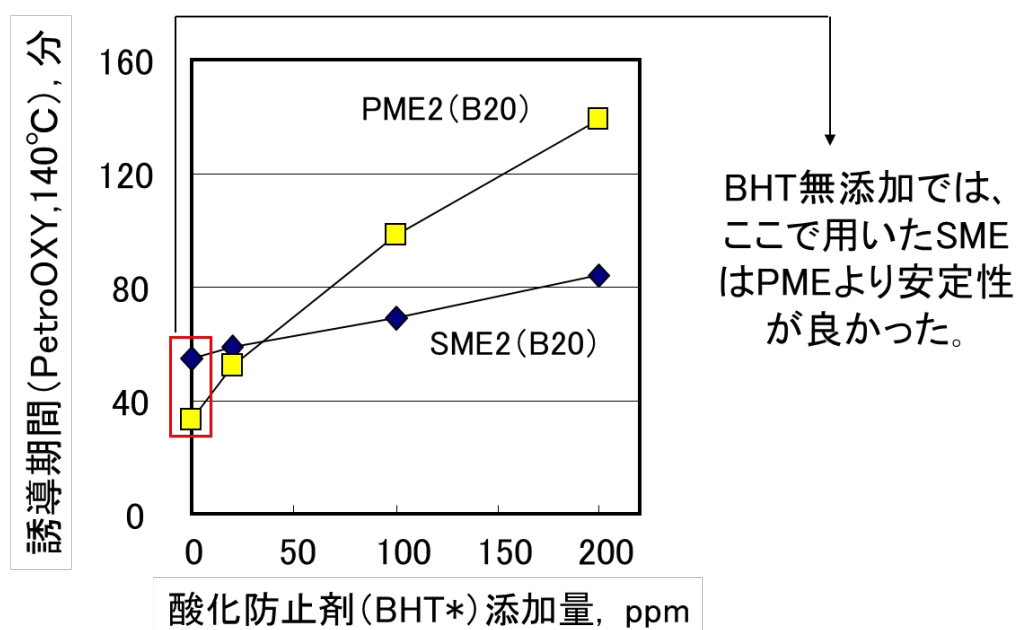


図 3-1-8 酸化防止剤の添加効果

図 3-1-8 に酸化防止剤の添加効果を示す。図より明らかなように、FAMEの種類により添加効果に差がある。本事業においては、このメカニズムを詳細に検討した結果、FAME 混合経由の酸化安定性は、FAME の組成と、FAME に含まれる天然の抗酸化物質により決定されることを見出し、FAME 混合軽

油の参加安定性の推定モデルを提示するに至った。

安定性については更に、常温で固形物が析出するという問題があり（図 3-1-9）、固形物を分析した結果、バイオディーゼル燃料に含まれるモノグリセライドが主成分であることが判明した。この固形物は燃料系統のフィルターでの目詰まりを引き起こすことも確認され、対策が必要である。



図 3-1-9 常温での固形物の析出状況

本事業において、この常温析出物による燃料系統のフィルター目詰まりは、RME(菜種油メチルエステル)混合軽油のように析出総量が問題となるケースと、SME(大豆油メチルエステル)混合軽油のように析出した結晶サイズが問題となるケースがあることを見出し、後者の場合には添加剤による通油性改善の可能性を示した。

③排出ガス影響

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（Selective Catalytic Reduction 選択触媒還元）システムを搭載した車両 1 台、エンジン 2 台で試験を行い、CO, HC, NO_x, PM, 燃料消費率, 未規制物質(アルデヒド、芳香族)等について評価し、バイオディーゼル 10~20%混合領域では、NO_x が若干上昇するが、影響がわずかであることが分かった。

④後処理影響

車両は DPF を再生する（捕集されたすすを燃焼する）制御が組み込まれており、再生方法には自動強制再生と手動強制再生がある。これらの再生制御に対するバイオ燃料混合の影響について調査した。その結果、バイオ燃料の混合率が増加すると、バイオ燃料の発熱量が低いことに起因すると考えられ

る再生不良が発生することが明らかとなった。混合率と再生不良の発生状況を表 3-1-4 に示す。バイオ燃料を高濃度で混合する場合には、再生制御での対策が必要であることが分かった。

表 3-1-4 バイオ燃料高濃度混合による DPF 再生制御への影響

*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

⑤低温運転性影響

各種バイオディーゼルの低温性能を冬の気温を再現できるシャシダイナモメータで、トラックを用いて評価した。一例として、低温性能の劣る PME について図 3-1-10 に示す。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) および作動限界温度 (実車で評価した時のエンジン作動限界温度) が悪化した、CFPP の悪化ほど作動限界温度は悪化しなかった。

バイオ燃料の使用にあたっては、エンジンが始動しない、あるいは、走行中にエンジンが停止するという、実用上の重大な問題があり、車での対策や流動性向上剤の活用等、燃料での対策が必要であることが分かった。

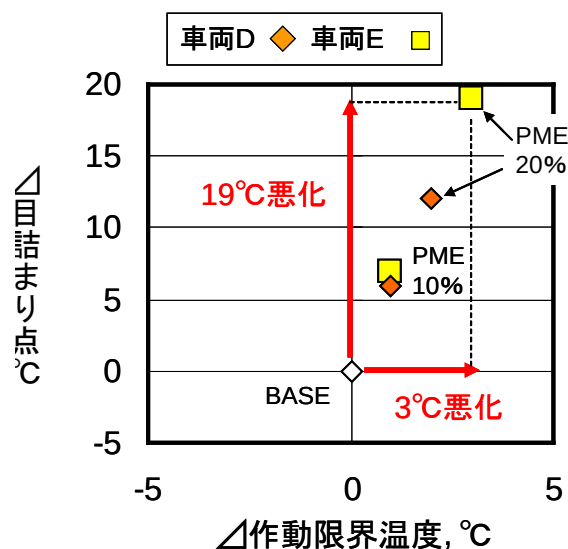


図 3-1-10 PME 混合軽油の低温性能

⑥エンジンオイル影響

バイオ燃料を混合すると、図 3-1-11 に示すような潤滑油への影響が懸念されることから、希釈影響および劣化影響の評価試験を行った。

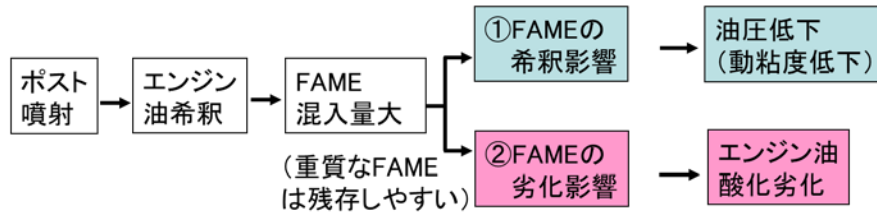


図 3-1-11 バイオ燃料混合による潤滑油への影響

希釈影響を評価するための耐久試験を実施した結果、RME10%混合および20%混合軽油で試験中に 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。

また、エンジン油の劣化評価試験において、図 3-1-12 に示すように SME 20%では 180hr 以降にエンジン油中の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。

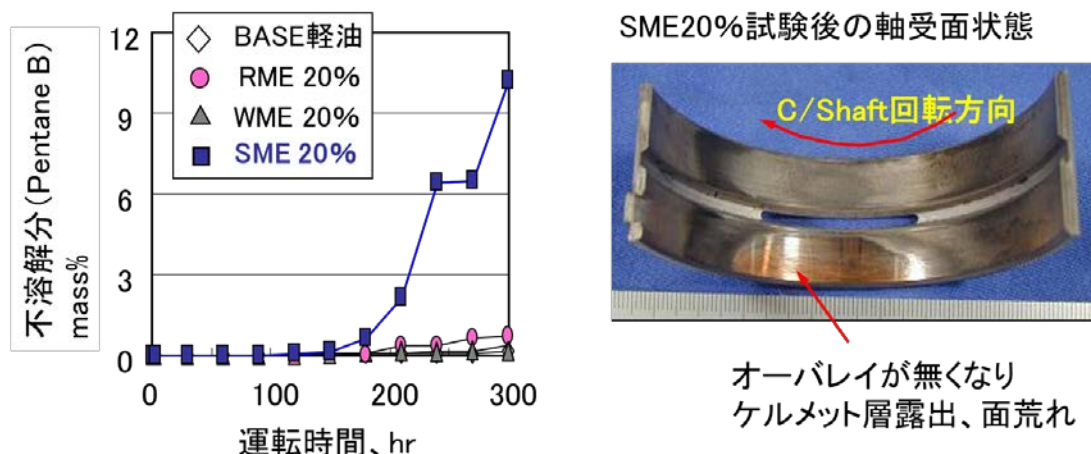


図 3-1-12 バイオ燃料混合によるエンジン油の劣化影響

⑦信頼性影響

高濃度バイオ燃料混合時の燃料噴射ノズルへのデポジット付着（インジェクターデポジット）について評価を実施した。その結果、金属混入時（1ppm程度）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確認されたことから、FAME 中の金属混入量を減らすように管理したり、燃料系部品に適切な部材を使用することが必要であることをあきらかにした。

長期駐車時の安定性については、走行により燃料が熱履歴受けた場合の長期駐車（6 ヶ月）後の車両性能への影響を評価し、3 ヶ月後にアイドル不調になる現象が確認できた。これは燃料噴射ポンプの調量バルブに劣化した FAME

由来と想定される重合物とカルボン酸塩が付着したことによる作動不良が原因であると思われ、長期駐車前にはバイオ燃料非混合軽油に交換するなどの対策が必要である

(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

将来の燃料多様化への対応として、合成燃料（GTL）や非在来系石油燃料（オイルサンド）等や、分解系軽油の自動車燃料への混合利用時における課題抽出と、対策技術検討のための基礎データを収集した。

(ア) モデル燃料を用いた検討

GTL 等合成燃料、オイルサンド等の非在来型の原油由来の燃料および原油の重質化、需要の白油化に伴う分解軽油の増加は、従来の軽油と芳香族分、ナフテン分等の組成が大きく異なる。芳香族分、ナフテン分等の環状物質が多くなると燃焼性の低下や低温でのエンジンの始動性や運転性等に影響することが考えられる。そこで、図 3-1-13 に示す 8 種類のモデル燃料を用い最新車両・エンジンについてセタン価・組成の影響を検討した。

その結果、分解軽油の増加などに伴い、セタン価が大きく低下したケースで排出ガスへの影響などの懸念点があることがわかったことから、分解系実燃料を用いた検討を実施することとした。

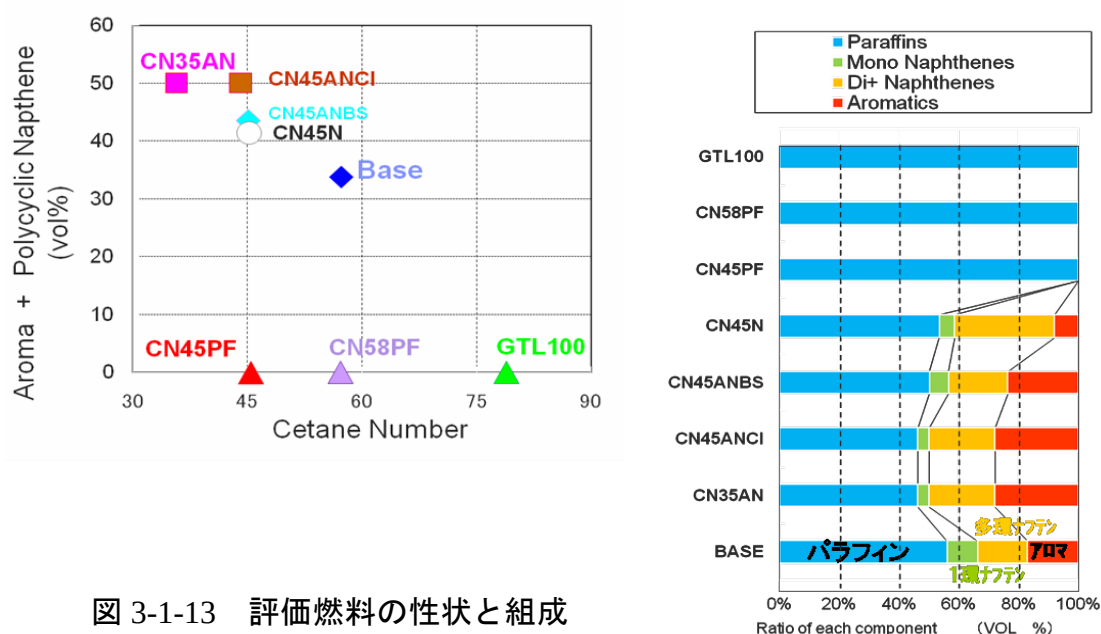


図 3-1-13 評価燃料の性状と組成

- 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

①燃料組成・性状の排出ガス・燃費への影響評価

セタン価 35 の燃料ではコールドスタート時（JC08C、NEDC）の CO と THC が大幅に増加したが、これらの条件以外では、セタン価・組成が排出ガス・燃費に与える明確な影響は見られなかった（表 3-1-5）。

表 3-1-5 燃料組成・性状の排出ガス・燃費への影響評価

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 ディーゼルパティキュレートフィルター

TWC : Three-Way Catalyst 三元触媒

②燃料組成・性状の運転性への影響評価

セタン価 35 の燃料では試験室温度 0℃の THC と白煙濃度が増加したが、これらの条件以外では、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。始動時間と加速時間については、セタン価、組成の影響は見られなかった。また、セタン価向上剤の有効性が確認できた。(表 3-1-6)

表 3-1-6 燃料組成・性状の運転性への影響評価

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℃)	始動時間	→	→	→	→	→	
		白煙	→	↗	↗	↗	↗	
		THC	↗	↗	↗	→	↗	
		加速時間 0→40km/h	→	→	→	→	→	
	常温時 (20℃)	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

(イ) 分解系実燃料を用いた検討

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。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。

① 排出ガス、燃費性能への影響

分解系軽油の混合量が増加してセタン価が低下した場合の排出ガス、燃費性能への影響を評価した結果を、表 3-1-7 に示す。-15℃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。

表 3-1-7 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									

□ 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

② 低温始動性能、低温運転性能への影響

分解系軽油の混合量増加によるセタン価低下の影響を評価した(表 3-1-8)。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。

表 3-1-8 低温始動性能、低温運転性能への影響

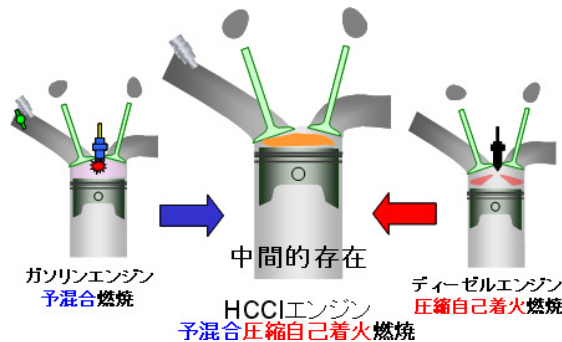
車両	適合規制	後処理装置	試験温度	低温始動性能			低温運転性能	
				始動時		レーシング時	加速時間	燃焼騒音
				始動時間	THC	THC		
車両A	新短期	DOC	0℃					
			-15℃					
車両B	新長期	DOC DPF	0℃					
			-15℃					
車両C	ポスト新長期	DOC LNT DPF	0℃					
			-15℃					

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

(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



※JX 日鉱日石エネルギー ホームページから引用

HCCI 燃焼の最大の課題は、自着火を如何に安定してコントロールするかということにあり、特に高回転、高負荷条件における燃焼制御が大きな課題となっている。この燃焼制御に燃料が大きく関与することもわかっており、この観点からの燃料性状、組成と燃焼性についての技術開発は極めて重要である。

本研究では基礎検討としての化学反応速度論による燃焼シミュレーション

と応用研究としての試験エンジンを用いた検討の2つのアプローチを並行して大学等との共同研究により行った。

① 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（図3-1-14）、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。また、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。更に、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。

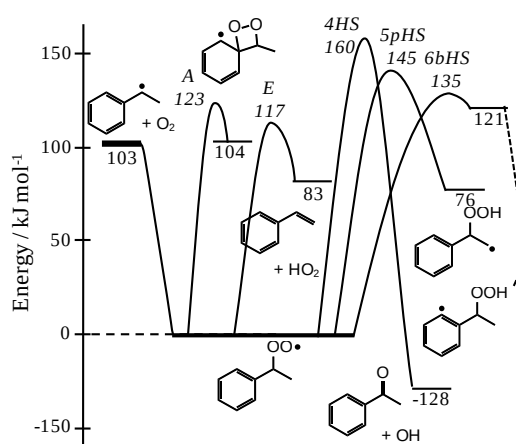


図 3-1-14 エチルベンゼンの中間生成ラジカルへの酸素付加後の各反応経路のエネルギー計算例

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

燃焼条件パラメータとして、燃料噴射量とEGR率、燃料品質としては揮発性（蒸留性状）ならびに着火性に影響を与える化学組成（アロマ、イソパラフィン）とセタン価に着目し、単気筒エンジンを用いた燃焼試験を行い、排ガス分析および燃焼解析を実施した。各試験燃料に対して燃料噴射量を変化させてHCCI燃焼を行った場合の排出ガス（NO_x、PM、CO₂、CO、HC）、燃焼解析（着火遅れ時間、出力、熱効率等）を評価した。

その結果、今回の試験条件では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。

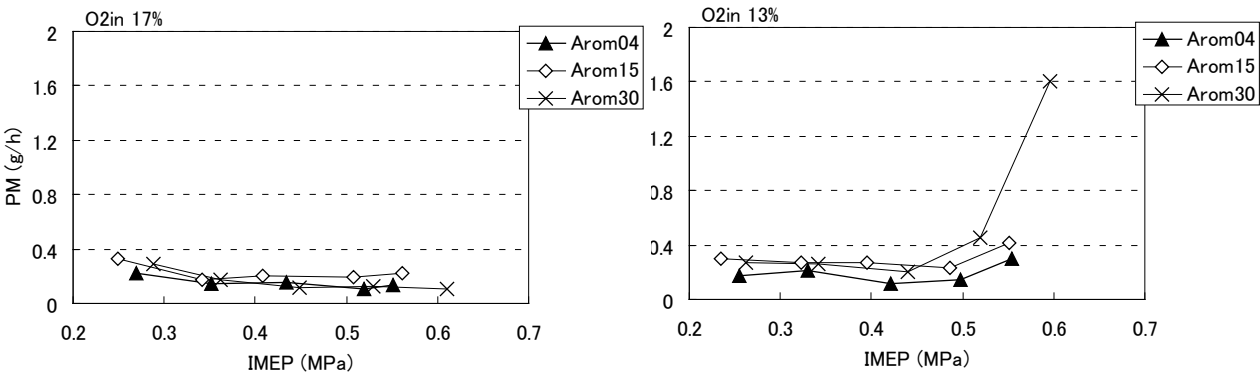


図 3-1-15 低酸素条件下(高 EGR)の燃焼時における燃料中の芳香族が PM 排出に及ぼす影響例

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(図 3-1-15)。

3-1-3-B 特許出願状況等

表 3-1-6. 特許・論文等件数

要素技術	論文数	論文の被引用度数	特許等件数(出願を含む)	特許権の実施件数	ライセンス供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
バイオマス燃料利用拡大技術	14	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-
計	21	-	-	-	-	-	-

表 3-1-7 論文、投稿、発表、特許リスト

	題目・メディア等	時期
発表・論文	SAE 「Investigations of Compatibility of ETBE Gasoline with Current Gasoline Vehicles II」	平成 19 年 7 月
発表・論文	SAE 「Effects of ETBE and EtOH Blending in Gasoline on PM Emission from a Direct Injection Spark Ignition Vehicle」	平成 19 年 10 月
発表・論文	SAE 「Effects of Fuel Properties (Content of FAME or GTL) on Diesel Emissions under Various Driving Modes	平成 19 年 10 月
発表・論文	石油学会 石油製品討論会 「ハイブリッド車の運転性に及ぼすガソリン性状・組成の影響調査」	平成 19 年 11 月
発表・論文	ディーゼル HCCI における燃料影響に関する基礎的研究	平成 20 年 5 月
発表・論文	SAE 「Impact Study of High Biodiesel Blends on Performance of Exhaust Aftertreatment System」	平成 20 年 10 月
発表・論文	自動車技術会 「エタノール・ETBE 混合がガソリン車の排出ガス、蒸発ガス、運転性に与える影響」	平成 20 年 10 月
発表・論文	自動車技術会 「燃料のセタン価・組成がディーゼルエンジンの燃焼・排出ガス特性に与える影響」	平成 20 年 10 月
発表・論文	石油学会 石油製品討論会 「エタノール・ETBE 混合がガソリン車の排出ガスに与える影響」	平成 20 年 11 月
発表・論文	石油学会 石油製品討論会 「燃料のセタン価・組成がディーゼルエンジンの排出ガス特性に与える影響」	平成 20 年 11 月
発表・論文	石油学会 石油製品討論会 「電位差滴定法によるバイオディーゼル燃料混合軽油の過酸化物価の測定」	平成 20 年 11 月
発表・論文	SAE 「Effects of Cetane Number and Chemical Components on Diesel Emissions and Vehicle Performance」	平成 21 年 11 月
発表・論文	石油学会 石油製品討論会 「燃料のセタン価・組成がディーゼル車の排出ガス等を与える影響の検討」	平成 21 年 12 月
発表・論文	石油学会 石油製品討論会 「燃料のセタン価・組成がディーゼル車の実用性能に与える影響の検討」	平成 21 年 12 月

発表・論文	SAE 「Impact Study of High Biomass Blends on Exhaust Emissions to Advanced Aftertreatment Systems」	平成 22 年 4 月
発表・論文	自動車技術会 「高濃度バイオマス混合軽油がエンジン油に及ぼす影響」	平成 22 年 9 月
発表・論文	石油学会 石油製品討論会 「ディーゼルエンジン制御と軽油性状が排出ガスに与える影響」	平成 22 年 11 月
発表・論文	SAE 「Study of the Impact of High Biodiesel Blends on Engine Oil Performance」	平成 23 年 8 月
発表・論文	SAE 「Investigations of the impact of 10% ethanol blended fuels on performances of sold gasoline vehicles in the Japanese market already on the road in Japan」	平成 23 年 8 月
発表・論文	石油学会 石油製品討論会 「バイオ基材混合がガソリン車性能に及ぼす影響の検討」	平成 23 年 12 月
論文投稿	Journal of the Japan Petroleum Institute 「Research Report on Biofuels Applications in Diesel Vehicles」	平成 24 年 3 月
発表	14th Annual Fuels & Lubes Asia Conference 「Japan Auto-Oil Program: Summary of JCAPII and New Projects」	平成 20 年 3 月
発表	日タイ技術交流会 「Biofuel Research under JATOP/JPEC」	平成 21 年 9 月
発表	2nd International Congress on Biodiesel 「Impact Study of High-level Biodiesel BlendsonExhaust Emission with Advanced Aftertreatment Systems」	平成 21 年 11 月
発表	日韓技術交流会 「Impact of High Biodiesel Blends on Cold Driveability」	平成 22 年 1 月
発表	アジアシンポジウム 「Study on Biofuel Use in Vehicles」	平成 22 年 2 月
発表	アジアシンポジウム 「Effects of Cetane Number and Chemical Components on Diesel Emissions and Vehicle Performance」	平成 22 年 2 月
発表	日欧石油技術会議 「Effects of Cetane Number and Chemical Components on Diesel Emissions and Vehicle Performance」	平成 22 年 3 月

発表	京都市 H22 年度第 1 回バイオディーゼル燃料化事業技術 検討委員会「ディーゼル車燃料 WG 報告」	平成 23 年 2 月
発表	日中韓石油技術会議「Research report on the use of high biofuel blends in diesel vehicles」	平成 23 年 2 月
発表	日中韓石油技術会議「Investigations of the impact of 10% ethanol blended fuels on performances of sold gasoline vehicles in the Japanese market」	平成 23 年 2 月
発表	20th World Petroleum Congress「Effects of Cetane Number and Chemical Components on Diesel Emissions and Vehicle Performance」	平成 23 年 12 月

3-2-B 目標の達成度

表 3-2-1. 目標に対する成果・達成度の一覧表

要素技術	目標・指標	成果	達成度
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。	・高濃度エタノール混合ガソリン(E10)等利用時の課題を抽出し、対策技術の確立と、自動車燃料品質規格検討ための基礎データの収集を行った。 ・課題として、日本市場にある既販車を用いた試験により、E10 使用時には、蒸留性状によっては排ガスの悪化がみられたり、部材への影響があるなどの影響が見られる場合があることがわかった。 ・これら課題への対策として、国内で E10 を導入する時には、蒸留性状規格の変更や、車両の部材対応など、これらの影響に注意を払う必要があることを明らかにした。 ・これらの成果は経済産業省のバイオ燃料混合ガソリンの規格化の際に参考資料として活用された。	達成
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	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。	・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、あわせてそれら課題への対応技術を示した。 ・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ることが明らかとなった。 ・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”利用することを想定した場合には、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こと、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	達成

		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ことを示した。 ・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必要があることを明らかにし、項目ごとに対応策を示した。	
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）等や、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。	・合成燃料（GTL）や非在来系石油燃料（オイルサンド）等や、分解系軽油の自動車燃料への混合利用時における課題抽出と、対策技術検討のための基礎データを収集した。 ・モデル燃料を用いた検討結果より、セタン価が低下し芳香族含有量が増加する分解系軽油留分の混合時に懸念点が多いことを明らかにし、分解系の実燃料をベースとした試験燃料を用いて、エンジン・車両による評価検討を実施した。 ・分解系軽油の混合比率が増加した場合に、低温始動時や長時間アイドリング後の排出ガス等へ影響があることを明らかにした。 ・上記影響は、車両の排出ガス適合レベルや搭載される技術により差があることから、より広範な車両・エンジンを用いた評価が必要であることを明らかにし、本事業終了後に別途分析評価事業を実施している。	達成
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	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。	・HCCI 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。 ・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た。	達成

4-B 事業化、波及効果について

4-1-B 事業化の見通し

4-2-B 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。

本事業の成果によって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・効率的に推進されている。

具体的な成果の活用例として、中央環境審議会大気環境部会自動車排出ガス専門委員会（中環審・自排専）に対して、E10 ガソリンの排出ガス影響などについて報告している。この内容は、自排専の報告書に盛り込まれ、その後の中環審の「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」第10次答申（平成22年）の「E10 対応ガソリン車の排出ガス低減対策及びE10の燃料規格」の基礎データとして活用されている。

さらに、経済産業省におけるE10燃料規格導入検討の際に、「自動車用ガソリンのバイオ燃料利用に関する規格検討会」に本事業の成果が報告されており、また、日本工業規格(JIS)のガソリン規格改定にあたり「ガソリンJIS原案作成委員会」へ情報を提供するなど、本事業の成果が反映されている。

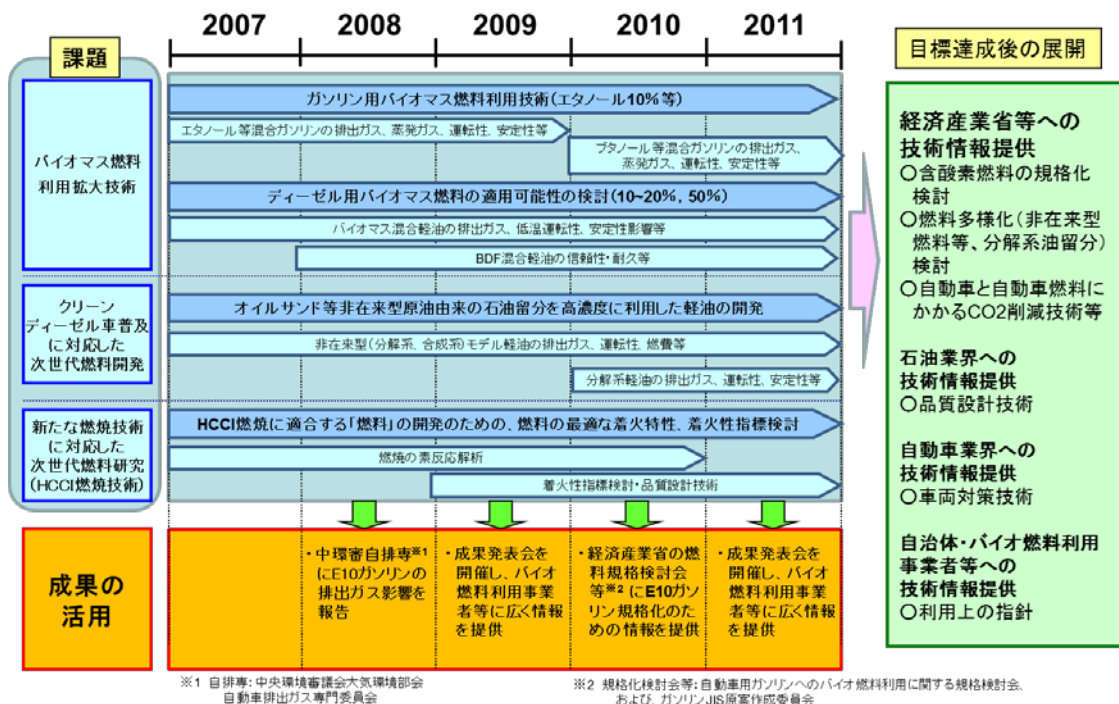


図 4-2-1 成果の活用と目標達成後の展開

5-B. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等

5-1-B 研究開発計画

表 5-1-1. 研究開発計画

実施項目／年度	19	20	21	22	23
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	E10 課題抽出	E10 対応策等		E15、ETBE 等課題・対策	
（２）ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討	課題抽出			対応策・規格化データ	
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					
	モデル燃料での課題抽出			実燃料評価・対策	
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					
	燃焼シミュレーション			エンジン評価・品質検討	

5-2-B 研究開発実施者の実施体制・運営

本研究開発は、公募による選定審査手続きを経て、一般財団法人石油エネルギー技術センターが経済産業省からの委託を受けて実施した。また、共同研究先として（独）東京大学、（独）福井大学等が参加した。

また、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。

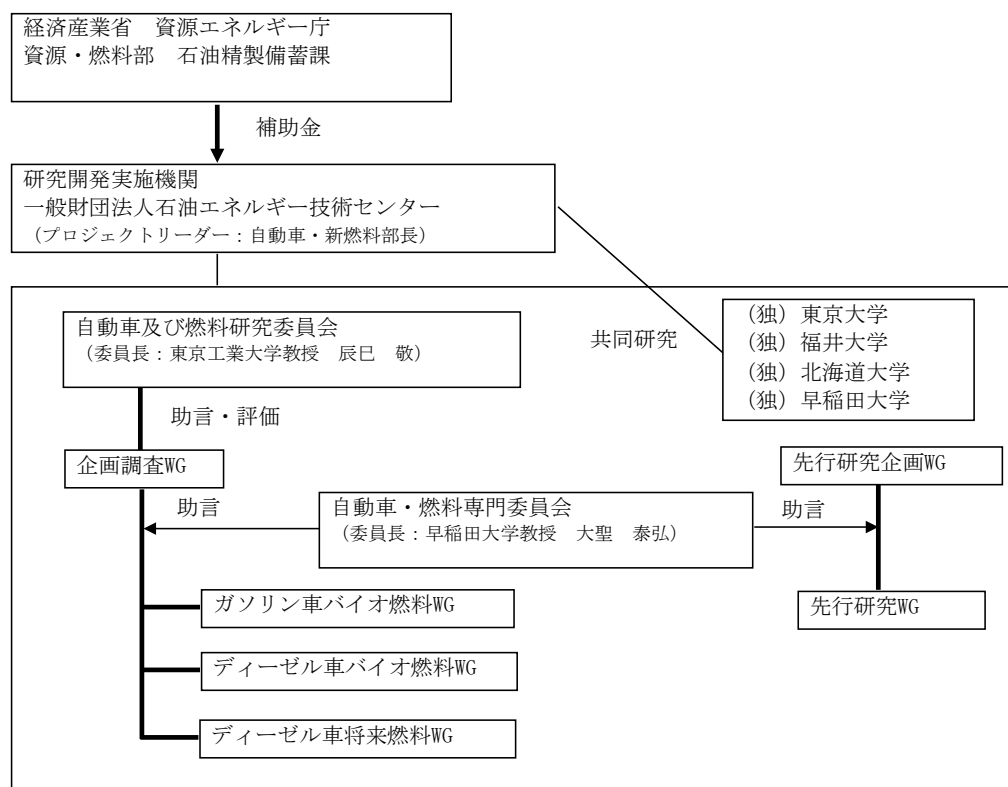


図 5-2-1 研究開発実施体制

5-3-B 資金配分

本事業における事業費推移を表 示す。本事業においては、社会的な要請に基づく 4 つの要素技術について、課題の抽出、対応策検討、燃料の規格化に対応するための基礎データの採取を行うことが中心となっている。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については、基礎研究、シーズ研究の要素が強いため、資源配分を少なくし、リスク回避を行った。バイオマス燃料利用拡大技術と燃費に優れたクリーンディーゼルの普及に対応するための次世代燃料の開発については、研究の進め方は同一であるが、ガソリン用バイオ燃料利用技術については、技術課題が限定されていることから資源配分を少なくした。

このように、研究における検討の領域の範囲や進捗度に応じて適切な資金配分を行い、効率的な運営を心がけ、限られた補助金を有効活用し、最大の効果を得るためメリハリのきいた予算運用を行った。

表 5-3-1 資金年度配分

(単位：百万円)

年度 平成	1 9	2 0	2 1	2 2	2 3	合計
石油燃料次世代環境対策技術開発						
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	2544
2. 燃費に優れたクリーンディーゼルの普及に対応するための次世代燃料の開発	356	392	330	330	304	1712
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	1065	905	750	699	4384

5-4-B 費用対効果

前述のように5カ年にわたり実施した本事業は、自動車および自動車燃料に対する社会的要請としての地球温暖化防止、エネルギーセキュリティ、大気環境改善の3つの課題に対し、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という極めて重要なプロジェクトであり、国民全体にもたらされる便益は、直接的な効果のみならず間接的な効果も含めて極めて幅広くかつ多様である。しかしながら、予算額に対しどの程度の効果を上げることができたのかを定量的に算出することは極めて難しい。

5-5-B 変化への対応

エネルギー、特に石油を取り巻く環境は近年大きく変化しており、平成19年度に本事業を開始して以来5年が経過した事業終了時点においては、開始当初から大きく変化していた。

①原油価格の乱高下

平成17年頃から顕在化していた原油価格の高騰はその後も続き、平成20年8月にはついに、147\$/bblまで上昇した。その後米国発の金融危機を発端として価格は暴落に転じ、一次は40\$/bblを割るなど乱高下した後、現在では100\$/bbl超まで上昇してきている。

②地球環境保護のための温室効果ガス排出削減の動き

我が国の温室効果ガス削減目標は当初、麻生政権時の平成21年6月に2005年（平成17年）対比15%削減とされたが、その後、鳩山政権により平成21年9月に1990年（平成2年）対比25%削減と上方修正された。更にその後、安倍政権により見直しが行われ、平成25年11月、第19回気候変動枠組条約締約国会議（COP19）において、2005年（平成17年）対比3.8%減との目標を表明した。今後、この目標達成に向け、「Actions for Cool Earth」として更なる技術革新、日本の低炭素技術の世界への応用等の取組を行うこととなっている。

③エネルギー基本計画（平成22年6月閣議決定）

本基本計画では「バイオ燃料については、2020年に全国のカソリンの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、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。

自動車燃料においても以下の対応が益々重要となっている。

- ・地球温暖化対策としての温室効果ガス削減
- ・原油の重質化、石油需要の白油化への対応
- ・オイルサンド等非在来型石油の活用

このように、本事業を取り巻く環境は事業開始当初から変化したが、これに

より本事業の重要性は低下することはなく、石油の利用面での課題解決のため事業を着実に推進した。