

クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に
関する研究開発事業（プロジェクト）
技術評価結果報告書（終了時評価）

平成30年2月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評課に関する大綱的指針」（平成２８年１２月２１日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成２９年５月改正）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施している「クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業」は、NOx 及び PM の後処理技術の高度化研究として、産業界の協調領域の具体的な研究課題を設定し、化学等他分野の研究シーズや大学等におけるシーズを活用しつつ新たな産産学学連携体制を構築し、これら課題を世界に先駆けて解決すること及び、本事業を通して技術者及び将来に亘り産学官連携を推進するリーダーを育成するため、平成２６年度から平成２８年度まで実施したものである。

今般、省外の有識者からなるクリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業終了時評価検討会（座長：羽田政明 国立大学法人名古屋工業大学 教授）における検討の結果とりまとめられた、「クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業技術評価結果報告書」の原案について、産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（座長：小林 直人 早稲田大学研究戦略センター副所長・研究院副研究院長 教授）において、審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成３０年２月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会 評価ワーキンググループ

委員名簿

座長	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター副所長・研究院副研究院長 教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	亀井 信一	株式会社三菱総合研究所研究理事
	齊藤 栄子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部主任研究員
	高橋 真木子	金沢工業大学大学院イノベーションマネジメント 研究科教授
	津川 若子	東京農工大学大学院工学研究院准教授
	西尾 好司	株式会社富士通総研経済研究所上席主任研究員
	浜田 恵美子	日本ガイシ株式会社 取締役
	森 俊介	東京理科大学工学部経営工学科教授

(敬称略、座長除き五十音順)

クリーンディーゼルエンジン
技術の高度化に関する研究開発事業
終了時評価検討会
委員名簿

座長	羽田 政明	国立大学法人名古屋工業大学 教授
	古賀 明嗣	国立研究開発法人科学技術振興機構 環境エネルギー研究開発推進部 部長
	田中 裕久	国立大学法人横浜国立大学 名誉教授
	北條 春夫	国立大学法人東京工業大学 名誉教授
	正木 信彦	UD トラックス株式会社 排気後処理システム担当

(敬称略、座長除き五十音順)

クリーンディーゼルエンジン
技術の高度化に関する研究開発事業
技術評価に係る省内関係者

【終了時評価時】

(平成29年度)

製造産業局 自動車課 電池・次世代技術室長 石川 浩 (事業担当室長)

大臣官房参事官 (イノベーション推進担当)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室長 竹上 嗣郎

【事前評価時】(事業初年度予算要求時)

製造産業局 自動車課 電池・次世代技術・ITS推進室長 井上 悟志 (事業担当室長)

産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

クリーンディーゼルエンジン

技術の高度化に関する研究開発事業

終了時評価の審議経過

【終了時評価】

◆産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（平成30年2月2日）

- ・技術評価結果報告書（終了時評価）について

◆クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業評価検討会

第1回評価検討会（平成29年10月26日）

- ・事業の概要について
- ・評価の進め方について

第2回評価検討会（平成29年12月18日）

- ・技術評価結果報告書（終了時評価）について

【事前評価】

◆産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会（平成25年6月27日）

- ・技術評価書（事前評価）について

目 次

はじめに

産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ
委員名簿

クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業 終了時評価検討会 委員名簿

クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業 技術評価に係る省内関係者

クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業 終了時評価の審議経過

目次

ページ

I. 研究開発課題（プロジェクト）概要

1. 事業アウトカム	2
2. 研究開発内容及び事業アウトプット	4
3. 当省（国）が実施することの必要性	14
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ	15
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等	16
6. 費用対効果	18

II. 外部有識者（評価検討会等）の評価

1. 事業アウトカムの妥当性	20
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	21
3. 当省（国）が実施することの必要性の妥当性	22
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	24
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	25
6. 費用対効果の妥当性	26
7. 総合評価	27
8. 今後の研究開発の方向等に関する提言	28

III. 評点法による評点結果

IV. 産業構造審議会評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等

クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業（プロジェクト）
技術評価結果報告書（終了時評価）

プロジェクト名	クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業			
行政事業レビューとの関係	平成２９年度行政事業レビュー 事業番号０２３４			
上位施策名	主要政策・施策：地球温暖化対策温暖化対策 関係する計画、通知等： ○「エネルギー基本計画」（２０１４年４月閣議決定） ○「日本再興戦略２０１６」（２０１６年６月閣議決定） ○「科学技術イノベーション総合戦略２０１６」（２０１６年５月閣議決定） ○「自動車産業戦略２０１４」（２０１４年１１月経済産業省策定）			
担当課室	自動車課			
<u>プロジェクトの目的・概要</u> 我が国では、２０１０年に「次世代自動車戦略２０１０」を、また、２０１４年に「自動車産業戦略２０１４」を策定し、次世代自動車の普及促進に努めている。次世代自動車の一つであるクリーンディーゼル自動車（ＣＤＶ）は、燃費が良く運輸部門のＣＯ２削減効果があるため、欧州を中心に普及している。今後、新興国を含めＣＤＶの市場拡大が想定される中、世界市場におけるシェア拡大に向けて、より高性能なＣＤＶの早期投入が不可欠である。我が国や欧州等で実走行時や低温下での排ガス規制の導入が検討されるなど、今後更なる排ガス低減が求められることから、相反関係にある燃費向上と排ガス低減の両課題の解決に向け、窒素酸化物（ＮＯ_x）及び粒子状物質（ＰＭ）の後処理技術の高度化等が世界共通の課題となっている。 これらの課題を世界に先駆けて解決し、我が国のＣＤＶの開発スピードの向上と開発コストの更なる低減を促す必要がある。しかし、新興国市場の拡大やパワートレイン（車両駆動系）が多様化する中、我が国自動車メーカーでは、多様化および複雑化に対応するこれらの技術開発について、十分なリソースを割くことが困難な状況にある。このため、化学等他分野の研究シーズや大学等におけるシーズを有効に活用しつつ効果的に研究開発を進める必要がある。 そこで、本事業では、ＮＯ_x及びＰＭの後処理技術の高度化研究として、産業界の協調領域の具体的な研究課題を設定し、化学等他分野の研究シーズや大学等におけるシーズを活用しつつ新たな産産学学連携体制を構築し、これら課題を世界に先駆けて解決する。また、本事業を通して技術者及び将来に亘り産学官連携を推進するリーダーを育成する。				
予算額等（補助（補助率：２／３））		（単位：百万円）		
開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成２６年度	平成２８年度	—	平成２９年度	
H26FY 執行額	H27FY 執行額	H28FY 執行額	総執行額	総予算額
４９６	５００	３９９．８	１３９５．８	１４００

I. 研究開発課題（プロジェクト）概要

1. 事業アウトカム

事業アウトカム指標 1		
【指標】クリーンディーゼル車のCO₂排出量（2010年比） 【設定の根拠】高性能なクリーンディーゼル自動車を市場投入することにより、世界市場のシェア拡大とともに運輸部門のCO₂削減を実現する。日本の乗用車における2020年燃費基準は、2010年に比較してCO₂を約25%低減した基準であるところ、本事業ではこれに5%削減を追加した30%低減を目標値とした。 この目標達成に当たっては、本事業の後処理技術の高度化のみならず、燃焼技術（SIP革新的燃焼技術にて実施）の高度化と大きく関連するため相互に連携して進めていく必要がある。このため、本事業およびSIP革新的燃焼技術の成果に加え、参加企業が成果を持ち帰り競争領域の開発に適用していくことで低CO₂排出車両が市場に販売されることにより、目標値を達成する。		
指標目標値		
事業開始時（平成26年度）	計画：—	実績：—
終了時評価時（平成28年度）	計画：—	実績：—
目標最終年度（平成32年度および平成42年度予定）	計画：平成32年度30%低減、平成42年度40%低減 DPF（Diesel Particulate Filter：ディーゼル微粒子捕集フィルター）内部現象解明とモデル化により、捕集されたPMの除去（燃焼）を行う強制再生の頻度低減や効率的な再生が可能となる。具体的には、強制再生による燃費悪化は2%から5%程度であるところ、シミュレーションモデルを活用して最適化を行い、さらに、燃焼技術の高度化によるPM排出量低減効果を合わせると、強制再生による燃費悪化は1%以下程度となり、総じて燃費向上（CO₂削減効果）は1%から最大4%程度得られる。 他方、NO_xの低減に関して、通常燃焼悪化を伴うところ、後処理触媒の浄化性能の向上により、燃焼技術での燃費悪化の抑制が可能となる。 よって、2020年に見込まれる燃費基準達成技術（25%減）に上記成果、及び本事業成果を各社で競争領域の商品開発に適用することにより、2020年の目標達成が可能である。 このように、後処理技術および燃焼技術においてCO₂削減に資する技術基盤が創出されており、さらに、本事業終了後も自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）からの企業資金で産学共同研究を自律的に進め、得られた成果から各社で新技術創出を進め、2030年目標達成に向けて競争をする。	

事業アウトカム指標2		
【指標】開発スピード 【設定根拠】ディーゼル車において、NO_xとPM等有害物質の低減と燃費向上は相反関係にあるため、様々な高度な技術を組合せることにより、燃費向上と排出ガスのクリーン化を同時に進めてきた。ひきかえに、部品コストや開発工数が増加し、開発リソース不足やそれに伴う開発スピードの低下にも繋がっているところ。 この開発工程では、商品企画に従って部品毎に①設計、②部品試作、③試作部品試験で性能確認を進めるところ、試作部品の性能が1回で要求事項を満足することはなく、①から③の工程を複数回繰り返す手戻りが発生し、加えて、現在は高度な技術組合せの必要性から単体部品の開発だけではなく、組合せた技術での①から③の開発工程も必要であり、開発工数は膨大に増加している。 開発工数の削減手法としてフロントローディングと呼ばれる高精度なシミュレーションを用いる手法があり、開発初期段階の設計時に部品設計試験、組合せ技術の性能確認を満足する部品試作が机上において可能であり、手戻りを防ぐことができる。また、直近の課題として、エンジン実機における評価手法で、非常に長い時間が必要な試験があり、この短縮化手法も重要である。 これらより、開発に適用可能なシミュレーションモデルの構築および評価手法の改良で、開発工数削減による開発スピード向上を指標として設定した。		
指標目標値		
事業開始時（平成26年度）	計画：—	実績：—
終了時評価時（平成28年度）	計画：—	実績：—
目標最終年度（平成32年度予定）	計画：平成32年度50%向上 各種の課題に対する現象解明とシミュレーションモデルの構築を達成した。これにより、得られた成果が参加各社において開発における評価手法の改良、設計の考案への活用、工数効率化や次世代商品先行開発への展開などの有効活用が始まっている。具体例として、DPF関連の開発においては、多くの開発項目で試作部品を用いたエンジン実機試験を実施しているが、これらのDPF開発は、少なくとも1、2回の手戻りが生じて1.5年から2年の期間が掛かっているところ、本事業の成果であるシミュレーションモデル適用で、現状で少なくとも1回の手戻りを減らせ、開発スピードが30%から50%向上する。加えて、同様に本事業の成果である白煙測定手法やDPF再生時のオイル希釈計測手法は、既に成果が自動車メーカーにおいて開発に使用されており、通常3ヶ月かかる評価試験が1日で評価可能となった事例もある等、これら手法により開発スピードが10%から15%程度の向上となる。 これらの手戻り削減と評価時の試験工数の削減により、2020年目標が達成可能となる。さらに、本事業終了後も、AICEからの企業資金で産学研究を継続しており、競争領域での開発現場で適用できるシミュレーションモデルが増え、各社での更なる開発スピード向上が期待できる。	

2. 研究開発内容及び事業アウトプット

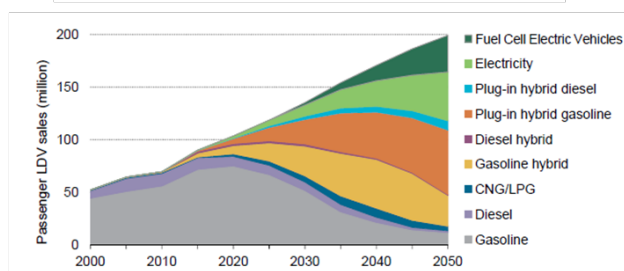
(1) 研究開発内容

1. 背景および目的

我が国では、2010年に「次世代自動車戦略2010」を策定し、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル自動車等の次世代自動車の普及促進に努めている。

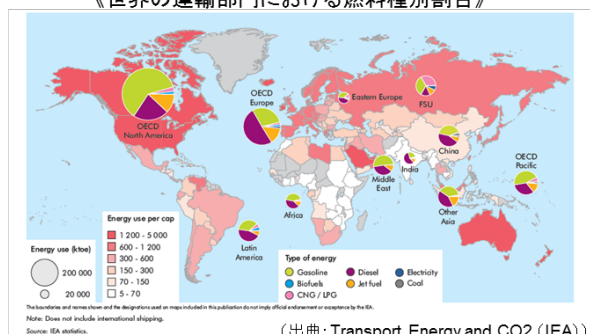
この中でも、普及初期段階にあり電池の性能向上に向けた研究開発やコスト低減に向けた取組が進む電池搭載車両に注目が集まる傾向にあるが、欧州市場や新興国市場に着目すると燃費が良く排ガスのクリーンな内燃機関自動車が未だ主流。

《世界全体のパワートレイン別乗用車普及見込み》



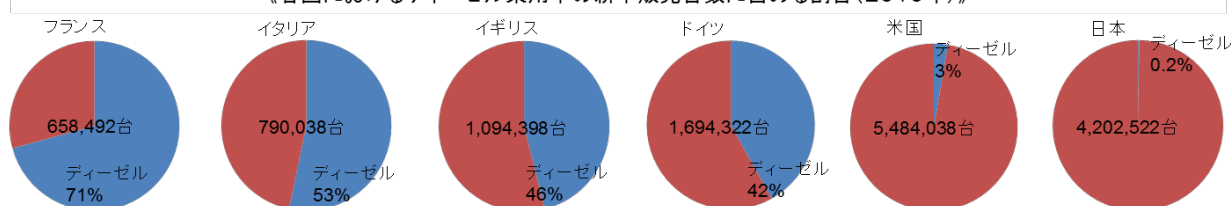
(出典: IEAエネルギー技術見通し2012)

《世界の運輸部門における燃料種別割合》



(出典: Transport, Energy and CO2 (IEA))

《各国におけるディーゼル乗用車の新車販売台数に占める割合(2010年)》

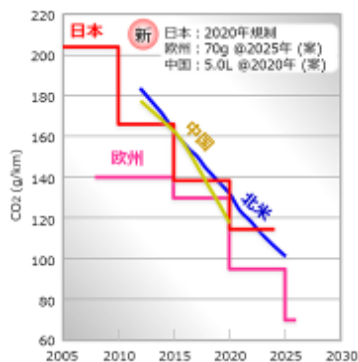


(出典: 世界自動車統計年報(一般社団法人日本自動車工業会))

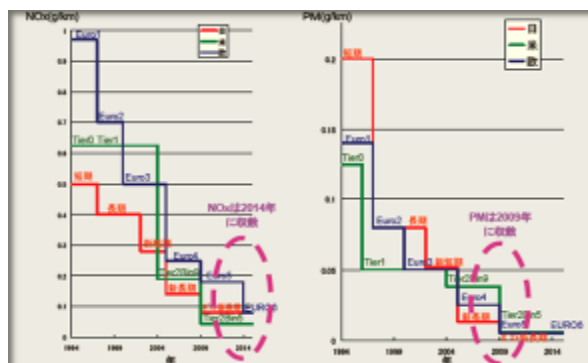
クリーンディーゼル自動車については、世界的には更なる燃費向上と排ガスのクリーン化が求められている。

排ガス低減と燃費向上は相反関係にあるため、低コストで双方を両立させる技術開発が世界共通の課題。具体的には、燃焼改善や革新的燃焼方法の開発、燃焼制御におけるモデル制御方法の確立、NO_x及びPM(粒子状物質)の後処理装置の高度化等が課題。しかし、各企業にとり未解明現象の解明に基づく課題解決にまで投資を割けられていない状況。

2016年時点において、欧州では依然として新車販売台数におけるクリーンディーゼル自動車の割合が高く、主流(ドイツ45.9%、英国47.7%、フランス52.1%等)である。日本では3.5%と割合は低いものの増加傾向にあり、経産省としても2030年に5~10%の目標を掲げているところ。技術的にも、昨今のディーゼルエンジン自動車の技術は、ガソリンエンジン車の高度化にも有用である。



先進国の燃費（CO₂）規制



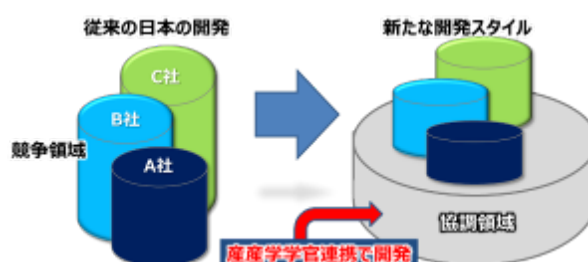
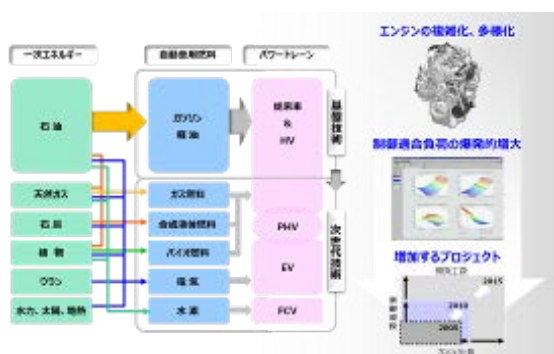
日・米・欧の排出ガス（NO_x、PM）規制値

次世代自動車の一つであるクリーンディーゼル自動車は、燃費が良くCO₂削減効果を有する特徴を持つ。米国マスキー法に世界で初めて適合したCVCCエンジン（本田技研工業が開発した低公害エンジン）など、世界に先駆けて我が国の内燃機関は厳しい規制をクリアしてきたように、内燃機関技術は我が国が強みを有している。特に、クリーンディーゼルエンジン技術の関連特許数は、燃焼、後処理およびEGRにおいて我が国が欧米よりも多く、要素となる基盤技術は我が国がリードしている。

近年、更なる燃費改善と排出ガスのクリーン化を求めた規制が各国で強化されているところ、燃費向上と排出ガス低減は相反関係にあり、両課題を解決するための手段として、排出ガス後処理装置の高度化、燃焼改善や革新的燃焼方法の開発、燃焼制御におけるモデル制御方法の確立、潤滑性能向上によるフリクション低減などは世界共通の課題となっている。

加えて、クリーンディーゼル自動車は、特に、コストが高い窒素酸化物（NO_x）および粒子状物質（PM）の後処理装置の開発スピードの向上と開発コストの更なる低減が世界的な課題である。

内燃機関の技術開発は、新興国市場の拡大やパワートレインの多様化および複雑化への対応のため十分なリソースを割くことが困難な状況である。ここで、欧州（特にドイツ）では、企業がリソースを割くことが難しい基礎・応用領域の共通課題を協調領域と設定し、企業が連携して大学等への研究委託により開発の基礎基盤を皆で共有し、その後に各企業で競争することによる開発スピードを向上させている。このため、国内においても、大学間及び同業企業間の連携である産学学連携の研究体制を構築し、協調領域に対する研究開発を進め、競争力向上と産学の人材育成を図る必要がある。



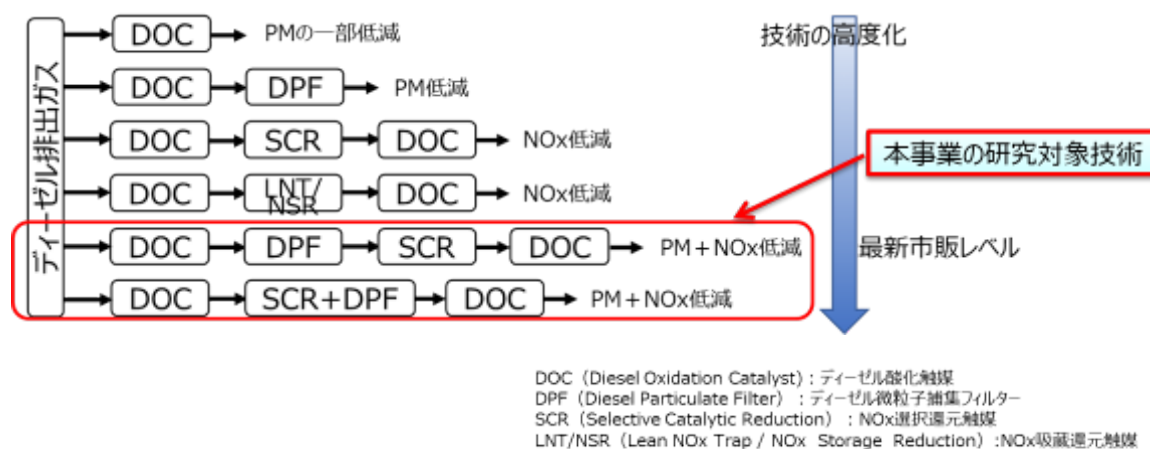
そこで、本事業では、クリーンディーゼル車の世界共通課題である排出ガス中の NO_x およびPMの低減について、実走行や低温の排出ガス規制に対応しつつ燃費の向上を図る観点から、後処理装置の高度化にかかる基礎・応用研究として、難易度上困難で世界的に手つかずであった未解明課題の現象解明やシミュレーションモデル構築を実施する。研究実施では、化学分野等他分野の研究シーズや大学等におけるシーズを有効に活用し、ドイツの事例を参考にしつつ日本独自の産産学学の連携体制を構築し、人材育成を進める。

II. 研究テーマ

i. 研究開発課題の選定理由

① 革新的排気低減技術の研究

排出ガス低減の触媒等の装置は、排出ガス規制とともに高度化し、PM低減にはDPFの装着が必須となっている。さらに、炭化水素（HC）、一酸化炭素（CO）を浄化する酸化触媒および NO_x 浄化触媒を適用する必要がある。ここで、これらの装置を個々に搭載すると広いスペース確保とコスト増大のため、DPFに NO_x 浄化触媒を担持する等の高機能化に技術が進展している。これら状況を踏まえ、最新市販レベルと次期技術に関する基礎現象の解明が開発効率化のためには必須な状況となっているため研究課題として設定した。



排出ガス低減触媒等の装置の技術進展

② EGR (Exhaust Gas Recirculation: 排出ガス再循環装置) のデポジット抑制技術研究

排出ガスの一部を吸入空気に導入することによる NO_x 低減技術で、ディーゼル自動車の全車に採用されているが、配管やEGR量コントロールバルブにタールやラッカー状の堆積物（デポジット）による不具合が発生しており、世界中で根本的な解決策が見いだせていない喫緊の課題となっているため研究課題として設定した。

③ 白煙抑制技術研究

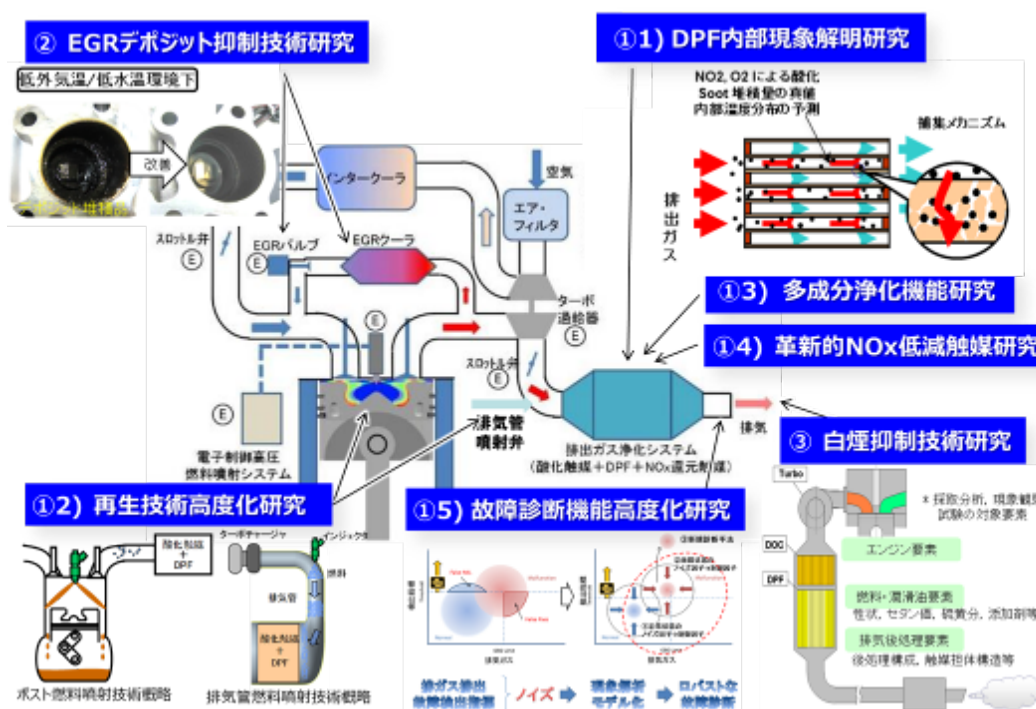
排出ガス規制の対象ではないものの、白煙排出による商品性が低下に伴うクレームが発生

しており、世界中で根本的な解決策が見いだせていない喫緊の課題となっているため研究課題として設定した。

ii. 研究テーマ

具体的な研究開発課題は下記3項目の7テーマである。

- ① 革新的排気低減技術の研究
 - 1) DPF内部現象解明研究
 - 2) 再生技術高度化研究
 - 3) 多成分浄化機能研究
 - 4) 革新的NO_x低減触媒研究
 - 5) 故障診断機能高度化研究
- ② EGRデポジット抑制技術研究
- ③ 白煙抑制技術研究



本事業の研究テーマ概要

III. 各研究テーマの概要と成果概要

① 1) DPF内部現象解明研究

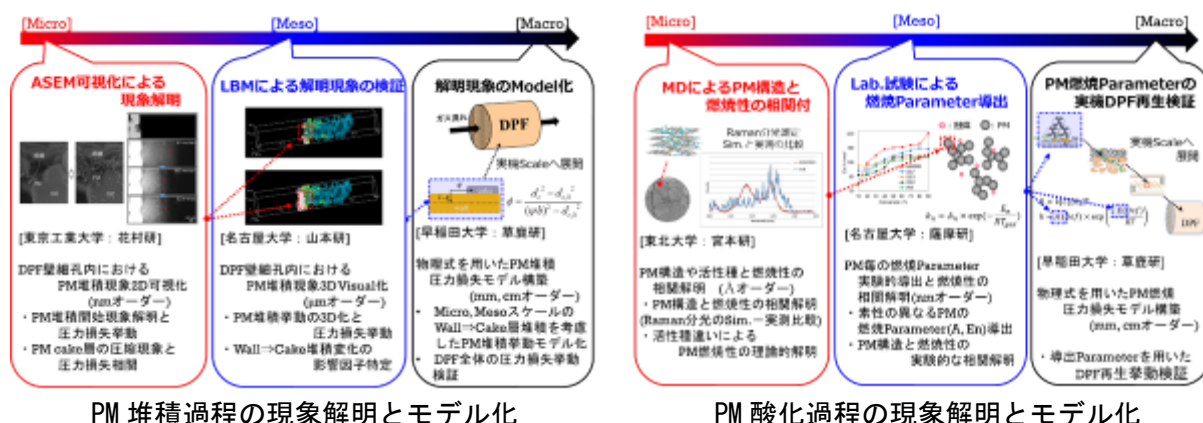
〔概要〕

DPFは市販車に適用されているが、内部現象が未解明なため膨大な開発コストを掛けており、また、性能を有効活用できていない。そこで、DPF内部現象を解明し、種々の運転条件で性能予測が可能な高精度の数値シミュレーションモデルおよび評価手法を構築する。

〔成果〕

- ・PM堆積現象の解明とシミュレーションモデルを構築

- ・PM酸化現象の解明とシミュレーションモデルを構築
- ・灰分（Ash）の生成過程と堆積の現象解明とシミュレーションモデルを構築
- ・DPF内部現象の各シミュレーションモデルを統合し、性能予測および強制再生制御の予測が可能なシミュレーションモデルを構築
- ・DPF内部の可視化観察や量子化学計算などの連携した研究により現象解明が進み、仮説の実証や新規な知見が多く見出した。
- ・DPF内部の可視化観察や量子化学計算などの連携した研究により現象解明が進み、シミュレーション予測精度が±10%以下を達成し、開発に適用可能なレベルとした。シミュレーションモデル精度向上により性能を最大限に活用でき、DPF堆積PMの除去に使用する燃料を削減できる。



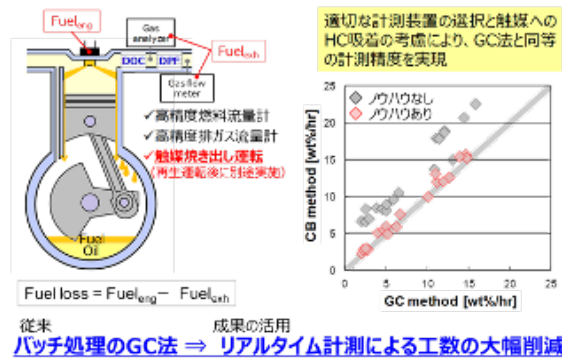
① 2) 再生技術高度化研究

【概要】

DPFに堆積したPMを酸化除去する方法として、燃料の排気管噴射およびポスト噴射があるが、各々得失があり、各種の現象が未解明なため膨大な開発コストを掛けている。そこで、これら手法の排気系への燃料供給から触媒昇温までの一連の現象を明確化し、各現象のシミュレーションモデルを構築する。

【成果】

- ・ポスト噴射によるオイル中の燃料希釈量試験の短時間評価手法を構築
- ・ポスト噴射時の低圧噴霧の挙動解明とシミュレーションモデルを構築
- ・ポスト噴射時のシリンダー壁面衝突、オイルパンへの輸送および希釈オイル中の燃料蒸発における挙動解明とシミュレーションモデルを構築
- ・排気管噴射時の噴霧挙動解明とシミュレーションモデルを構築
- ・高濃度HC流入による酸化触媒の反応のシミュレーションモデルを構築
- ・複雑な現象を一体で解明した。これにより開発時における試験水準数の削減や結果の妥当性判断に活用して開発工数を大幅に削減できる。そして、シミュレーションモデルの高精度化による燃料消費量削減のため、継続して企業側資金により産学連携研究を進めている。



高精度なリアルタイムでのオイル中の燃料希釈率計測法構築

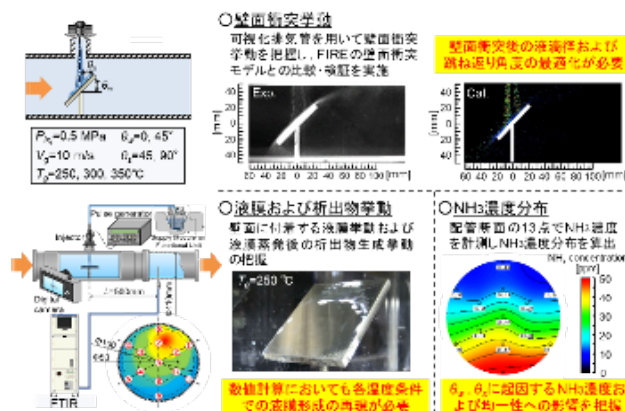
① 3) 多成分浄化機能研究

〔概要〕

排出ガス規制強化により後処理装置の数が増え、装置のコンパクト化および低コスト化が必要である。SCRについては、単体でのシミュレーション技術が進んでいる。そこで、SCR+DPFシステム内の現象解析およびSCRとDPFの統合シミュレーションモデルを構築する。

〔成果〕

- SCR／DPFにおけるSCR反応機構の解明とシミュレーションモデルを構築
- SCR触媒の劣化メカニズム解明とシミュレーションモデルを構築
- 尿素水噴霧の壁面衝突挙動解明とシミュレーションモデルを構築
- 尿素分解挙動の解明に必要なイソシアン酸の発生装置構築による計測精度を向上
- DPF内部現象解明研究との連携により、SCR／DPFのシミュレーションの予測精度が向上した。また、研究事例が少ないSCR触媒の劣化について、劣化要因と触媒性能・物性変化の定量解析により劣化性能を推測可能なモデルを構築。
- ①1)の研究との連携により、SCR+DPFシミュレーションの予測精度が向上した
- 研究事例が少ないSCR触媒の劣化性能を推測可能なモデルを構築した。
- 日本初のHNCOガス発生装置を構築した。これにより、新たな現象解明を継続して企業側資金により産学連携研究を進めている。



尿素有の壁面衝突噴霧の現象解明

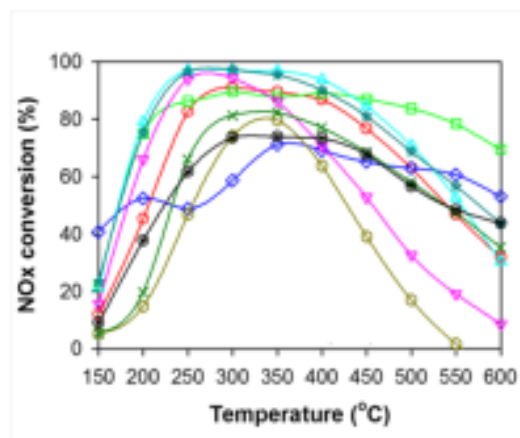
① 4) 革新的NOx低減触媒研究

〔概要〕

NOx 低減触媒は、市販車に適用されているが、高い NOx 浄化率を示す運転領域が狭く、また、NOx 浄化のために燃料を多量に使用する技術であり、より広範囲で燃費悪化の少ない高い浄化能力を有する触媒の実現が求められている。そこで、高い NOx 浄化性能を有する SCR 触媒の実現のため、新ゼオライトの作り込み（最適化）による特性向上および触媒材料の特性からエンジン実機用触媒の性能予測が可能な反応予測モデル構築する。

〔成果〕

- 自動車用 SCR 触媒に特化した新ゼオライトのカタログ化
- 市販製品よりも浄化特性が優れたゼオライトを創出
- ゼオライト構造と活性・耐久性の相関関係を明確化
- 極微量粉末の材料物性、化学特性データからハニカムでの浄化活性を予測するシミュレーションモデルを構築
- 自動車用 SCR 触媒に特化した複数のゼオライトを創出し、これらのカタログ化により、使用条件違いに合わせてゼオライト選択が可能となり、また選択肢が拡大した。
- 反応予測モデル構築で、材料物性から触媒性能を予測して開発時の検討期間短縮が可能となった。
- 実験室の触媒粉レベルではあるが、市販品に対して、低温および高温側の NOx 浄化率が大きく向上したゼオライト種を創出し、実走行を想定して計算した NOx 排出量は、市販品に対して約 25% の削減効果を達成した。



様々な銅ゼオライト触媒の NOx 浄化特性
(カタログ掲載性能の一項目)

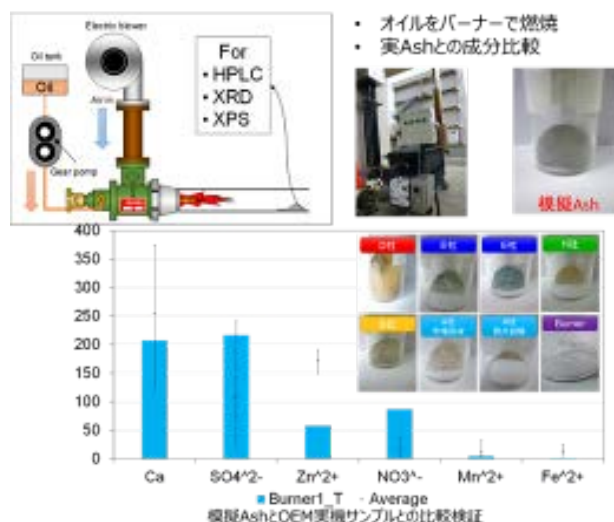
① 5) 故障診断機能高度化研究

〔概要〕

排出ガス規制強化で装着が必要となる、DPF 機能の故障診断に用いられる圧力損失および PM センサーは、外乱入力などにより、正常状態でも故障の判断となり、また、その逆の場合がある。そこで、圧力損失および PM センサーの外乱要因として、凝縮水および DPF を透過した灰分 (Ash) の影響による検出値変動のメカニズムを解明する。

〔成果〕

- 排気凝縮水によるDPF差圧降下現象の定量把握手法を構築
- 排気凝縮水によるDPF内部のPM堆積状況の変化現象を解明
- 排気中Ashの影響を短時間に評価可能なAsh生成評価手法を構築
- DPFを透過するAshの透過プロセスを解明
- これまで排気凝縮水の影響はほとんど研究されておらず、仮説であった現象が明確になり、各社での評価手法の改良で開発促進につながる成果が得られた。
- Ashの影響は、DPF透過プロセスは明確になったが、センサーへの影響が解明されていないため、継続して企業側資金により産学連携研究を進めている。



模擬Ash生成評価装置の構築

② EGRデポジット抑制研究

〔概要〕

N₂O_x 低減手法の一つである EGR システムにおいて、デポジット生成による不具合が多く発生しているが、根本現象が未解明なために発生事例からの経験則で対応している。そこで、EGR デポジットの生成メカニズムを解明し、デポジット抑制手法の検討、および短時間でのデポジット評価手法の確立・基盤整備する。

事業開始後に、世界中の実路排ガス調査で高・低外気温領域（排出ガス規制対象外）における N₂O_x 排出が問題となっているが、これは本課題による不具合を防ぐためにシステムを止めているためである。

〔成果〕

- エンジン実機でのデポジット評価装置構築
- 燃焼バーナーでの模擬デポジット生成手法確立
- デポジット生成のメカニズム解明
- H₂C 濃度からのデポジット生成速度および生成量について簡易計算シミュレーションモデルを構築
- ガス温度と H₂C 濃度によるデポジット生成限界曲線の存在を明確化
- 世界中で未解明の EGR デポジット生成メカニズムについて、従来研究とは異なる物理

的・化学的アプローチにて明らかにした。これは、デポジット再現手法まで構築し世界的にみてもユニークな研究成果が得られた。

- 開発で活用可能な対策指針やシミュレーションモデル構築まで達成できておらず、継続して企業側資金により産学連携研究を進めている。



デポジット生成メカニズム

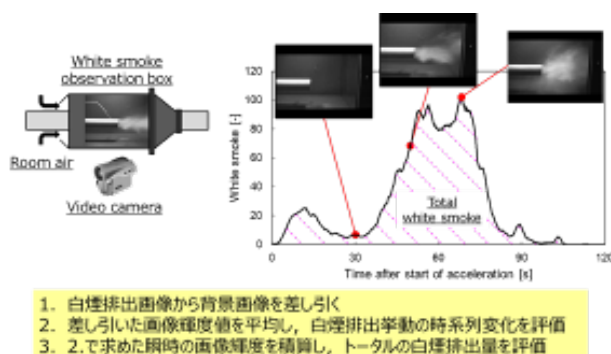
③ 白煙抑制技術研究

〔概要〕

白煙は、規制対象物質ではないが市場不具合があり、根本現象が未解明なために発生事例からの経験則で対応している。また、計測手法もなく、対応に工数を要している。そこで、白煙計測手法を確立して発生メカニズムを解明し、触媒などによる抑制手法を明確化する。

〔成果〕

- 白煙という数値化が難しい事象を輝度により定量化して測定手法を確立
- エンジンアウトから排出される高沸点HCパス解明
- 硫黄由来白煙発生機構の解明
- 触媒の低比表面積による白煙抑制パス解明
- 世界中で未解明の白煙発生メカニズムを明らかにし、開発段階での有効な指針としての白煙抑制手法を明確にすることができた。
- また、開発工数削減に資する、測定手法を確立した。



白煙排出量の評価手法

(2) 事業アウトプット

事業アウトプット指標 1

【指標】DPF 圧力損失の予測モデル精度（予測と実測値の差分）

【設定理由】DPF 内のPM捕集量を予測するため、現状DPF 前後差圧（＝圧力損失）を検出して制御を用いているが、圧力損失とPM捕集量の関係は、DPF 内の様々な現象が複雑に影響しており必ずしも一定の傾向を示さずPM捕集量を正確に把握することは困難である。また、DPF 内に捕集されたPMの燃焼を行う強制再生は、燃料噴射によりDPF 内の排出ガス温度を上昇させて行うため燃費悪化の一要因であり、他方で、再生時期の遅れに伴う多量のPM燃焼はDPF 溶損を招く恐れもあり、噴射による再生実施時期を使用限界よりもかなり早い時期に行っている。

このため、DPF 内部現象解明とモデル化を行うことにより、強制再生の実施時期を溶損しない限界時期で実施することができ、実施頻度の低減や効率的な再生が可能となり燃費が向上する。加えて、エンジン実機試験により行われてきたDPF 開発をシミュレーションモデルで検討できれば、開発工数の大幅削減が可能となる。

目標値は、開発に用いるシミュレーションの精度誤差として必要な±10%以下であり、本目標を世界に先駆けて達成して製品開発をリードしていく。

途中、当初仮説では現象解明が不十分であることがわかり、2年目よりマイクロ・メソ領域の研究を進める大学との協力を開始した。成果として、定常および過渡運転条件下における高精度シミュレーションモデルを構築した。

指標目標値（計画及び実績）

事業開始時（平成26年度）	計画：±30%	実績：±30%
中間評価時（平成27年度）	計画：±15%	実績：±15%
終了時評価時（平成28年度）	計画：±10%	実績：±10%

事業アウトプット指標 2

【指標】NOxの排出量（H26年度市販品比）

【設定理由】エンジンから排出されるNOx量は、厳しい排出ガス規制の下、低減が進んでいるものの更なる低減が必要である。エンジンでの燃焼の特性上、燃費を良くするとNOx排出量が増加するという燃費向上とNOx排出は相反関係の下、NOxは触媒技術により浄化する。このため、NOx低減触媒の浄化性能向上により、エンジンで燃費を向上しながらNOx排出量を低減することが可能となる。

NOx排出量低減には、特に排出ガス温度が低い領域でのNOx浄化性能を向上させることが世界的に困難な技術であり、事業終了時点で世界をリードする研究開発としての削減率を設定した。

黒線の市販品に対して、低温および高温側のNOx浄化率が大きく向上したゼオライト種を創出した。実走行を想定して計算したNOx排出量は、市販品に対して約25%の削減効果がある。

指標目標値（計画及び実績）

事業開始時（平成26年度）	計画：—	実績：—
中間評価時（平成27年度）	計画：—	実績：—

終了時評価時（平成28年度）	計画：25%削減	実績：25%削減
----------------	----------	----------

<共通指標実績>

大学・研究機関（企業を除く）の論文・学会発表が119件（H29年度上期時点）あり、多くの学生育成の場を提供した。自動車技術会などにおける後処理関連の研究発表は、企業側がほとんどで大学・研究機関の発表は通常毎年数件程度であったところ、事業開始後毎年40件以上の発表が行われ、大学・研究機関の研究活性化と人材育成が進んでいる。

2017年度の自動車技術会春季学術講演会では、本事業による研究成果を発表した学生が優秀講演者賞を受賞した。（他の受賞者は、すべて企業人員）

以下の発表以外にも、AICE フォーラム（聴講者：サプライヤー等）や自動車技術会フォーラム（聴講者：一般を含めた公開）でAICEの産学官連携の取り組みや研究現場の変革について講演し、自動車産業界および一般に広く本活動をアピールした。

発表先学会	国内/国際	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度 (上期)
自動車技術会（春季・秋季大会、学生研究会等）	国内		11	21	16
日本機械学会（年次大会、地区大会等）	国内	2	7	6	2
内燃機関シンポジウム	国内		7	1	
触媒学会（触媒討論会）	国内		11	4	
ゼオライト学会	国内			2	
ほか国内学会	国内		1	5	1
COMODIA（国内学会主催の内燃機関国際会議）	国際				4
SAE（米国自動車技術会主催）	国際		1	3	5
FISITA（各国自動車技術会主催）	国際			2	
ZMPC（ゼオライト関連）	国際		3		
ほか国際学会	国際			3	1
合計		2	41	47	29

3. 当省(国)が実施することの必要性

(1) 我が国が強みを持ち、世界に勝てる技術分野であることについて

- かつてのCVCCエンジンなど世界に先駆けて我が国の内燃機関は厳しい規制をクリアしてきたように、内燃機関技術は我が国が強みを有している。
- 特に、クリーンディーゼルエンジン技術の関連特許数は、燃焼、後処理およびEGRにおいて我が国が欧米よりも多い。このように要素となる基盤技術は我が国がリードしている。
- 他方、成長著しい新興国市場の拡大などにより、パワートレインのニーズについても多様化する中、我が国自動車メーカーでは、多様化及び複雑化に対応するため、必ずしもクリーンディーゼルに関する技術開発について十分なリソースを割くことができず、かつ、求められる技術の高度さゆえに、大学等におけるシーズを活用しつつ効果的に研究開発を進めることが不可欠な状況である。
- このため、要素となる基盤技術を適確に活用しつつ、本事業を実施する必要がある。

(2) 他の研究分野等への高い波及効果を含むものであることについて

- 近年のガソリンエンジンは、直噴に加え過給ダウンサイジングがトレンドである。
- このため、ガソリンエンジンの分野では、ディーゼルエンジン技術に近い燃料噴射、圧縮比および後処理装置などが用いられている。
- したがって、本事業の成果はガソリンエンジンの高度化にも有用であり、高い波及効果が見込

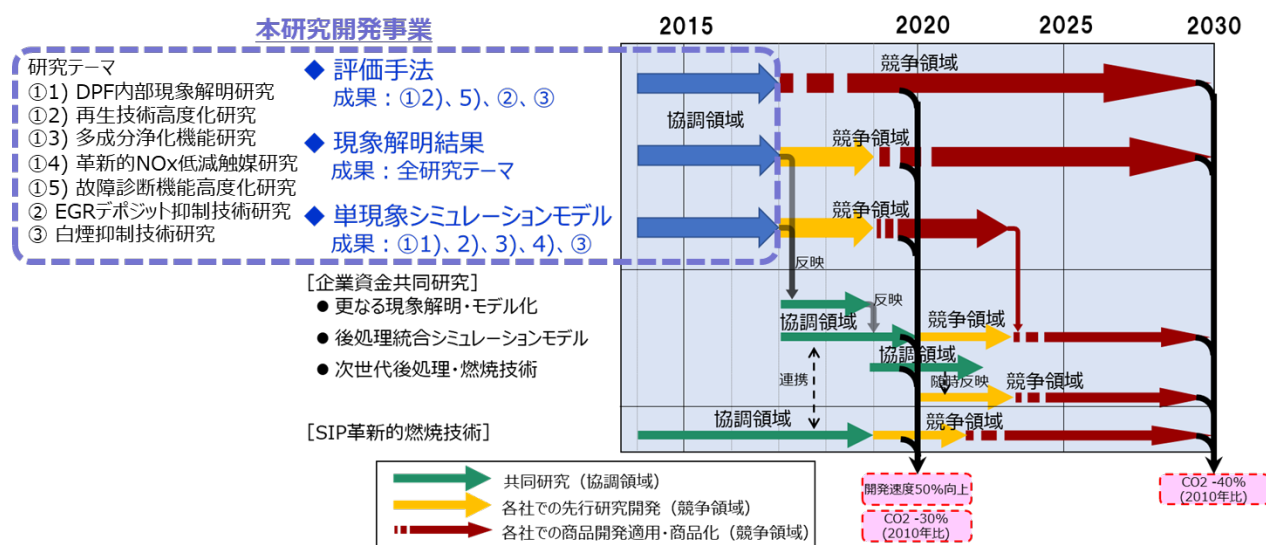
まれる。

(3) 国の関与により異分野連携、産学官連携等が進展し、研究開発活動に新たな付加価値が見込まれることについて

- 事業実施体制では、自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）は産業界の同業他社が連携した産産連携を構築して進めている。
- また、研究機関は、従来の機械分野のみならず、化学系などの分野を超えて「学」のシーズを集結し、同分野および異分野の学学連携で研究実施することにより、これまで解明できなかった現象等を明らかにして商品開発に適用できる技術成果を得る体制を構築した。
- また、産学の研究者が一緒に研究を進めることにより、大学の学生や企業の若手研究者の育成の場ともなっている。このような産学学連携の研究体制は、日本の自動車業界では初めてであり、国として本事業を実施する必要がある。

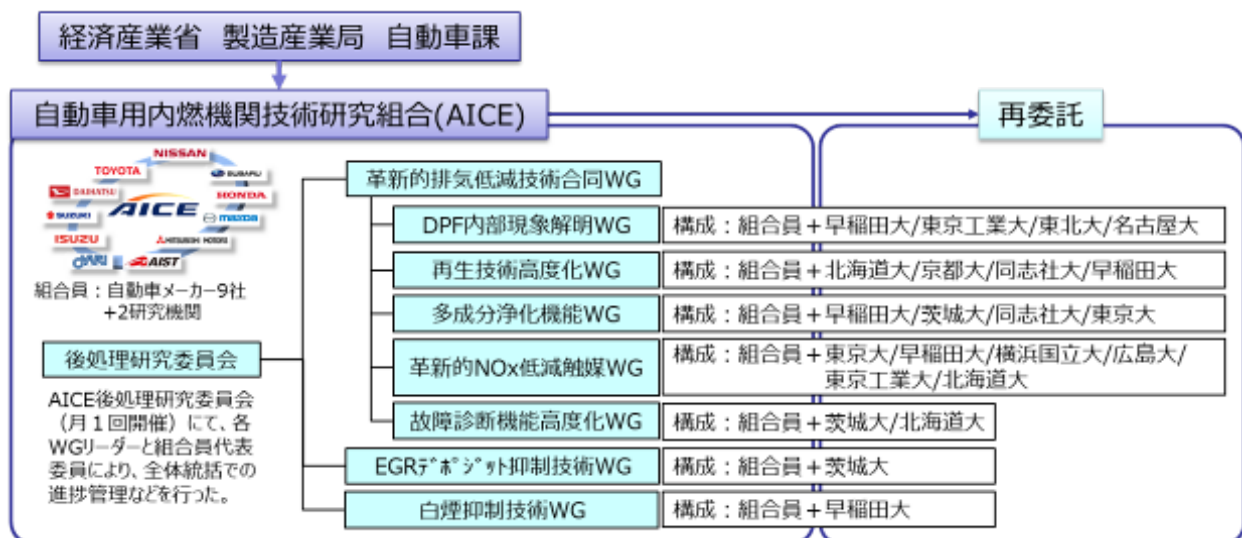
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

- 本事業は、協調領域の基礎・応用研究であり、成果を参加企業各社が個別に持ち帰って競争領域で商品開発に適用する。競争領域は、各社個別の将来戦略となり、適用する技術とその開発期間および市場投入時期は各社毎に異なるものの将来の目標達成に寄与する。以下に協調領域研究、先行研究開発および商品開発の競争領域のロードマップを示す。
- 本事業や SIP 革新的燃焼技術およびその後の協調領域の産学学連携により、種々の現象解明が進み、また、高精度なシミュレーションモデルによる開発効率化が進む。これにより、新技術創出のためのシーズとリソース確保が進み、これらを競争領域の先行研究開発および商品開発に投入することで、2030 年目標達成に向けて各社が競争する。
- 知的財産権は、発明者である大学に帰属としているものの、AICE 企業は無償で実施可能。また、第三者へのライセンスも可能としている。これにより、オープンイノベーションが進んで、ロードマップ達成に向けた研究および製品化が促進される。
- 成果の一部であるシミュレーションモデルでの開発プロセス高度化について、現在次年度事業での国際標準化を検討中。



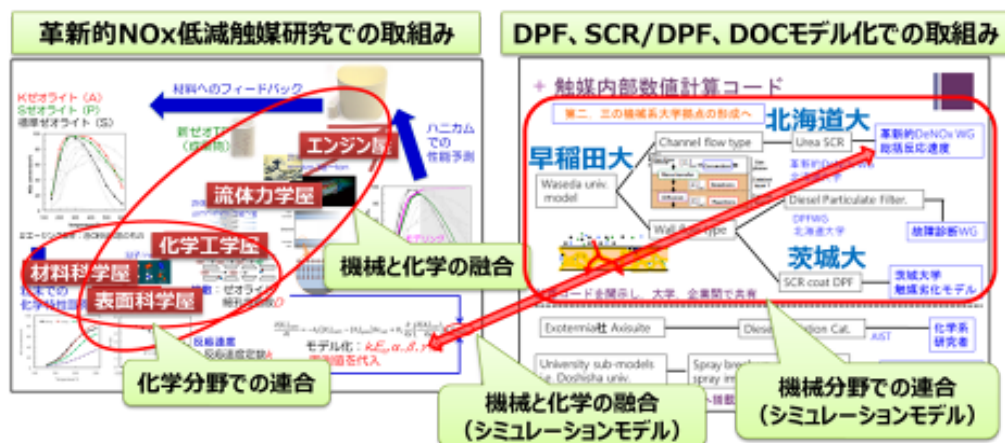
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等

- 自動車メーカーの商品開発に直接繋がる成果導出のため、各課題について組合員の自動車メーカーで各課題の研究開発を行っている技術者と研究実施者によるWGを設置して進めた。
- 各WGでは、企業における研究開発の進め方や試験場所の安全確保を参考としながら、大学、研究機関と一緒に、研究の計画策定、試験の装置・方法・条件策定、試験結果の解析・解釈および考察等の技術検討を進めた。WG活動では、研究を実施している学生も参加させ、学生が研究結果、課題や今後の進め方について報告を行い、参加者間でディスカッションを行うことにより学生の育成を積極的に推進した。
- 研究実施者は、同一研究課題に対して複数の同分野、異分野の大学および研究機関で連携（学学連携）し、効率的に高い成果を創出する体制を構築して進めた。また、組合員企業から大学へ技術者を派遣し、学の育成と成果向上を推進した。
- さらに、各研究課題をまとめて組合員に報告する場として中間および成果報告会を実施し、企業側における成果刈り取りや研究機関、大学側の成果プレゼンテーション能力向上も進めた
- また、研究実施に当たって、大学での試験設備が陳腐化していたことから、3カ年の総事業費のうちで設備導入に約5割を、また、大学への研究委託は約3割の費用を投入し、最新設備下での研究体制を構築した。



<学学連携の深化>

本事業では、学学連携として機械と化学の異分野融合および機械、化学の各領域での同分野連合を積極的に進め、互いの連携が深化した。これにより、サイエンスとエンジニアリングをつないだ高い成果が導出された。



<企業（組合員）から学への人材派遣>

研究指導および成果促進のため、企業人材を大学に客員教授（１名）や客員講師（２名）として派遣し、企業における研究開発の進め方などを学生に指導した。また、企業および研究機関の若手研究員が社会人博士後期課程に入学（３名）し、学生指導とともに産学連携における将来のリーダー育成（AICE 第２理念）を進めた。

<中間・成果報告会>

研究の進捗評価、成果刈り取りおよび研究者成長の確認として、外部アドバイザの先生も入れて、各研究テーマの中間および成果報告会（各年度２回／合計６回）を行った。ここでは、WG リーダー（企業）および研究実施リーダーによる研究全体計画、成果、進捗や自己評価などを報告し、各研究テーマ実施状況、成果を各研究実施機関から報告された。各大学での実施状況、成果報告では、学生による報告も行われた。また、ポスター発表で、産の技術者と学生を含む研究実施者の深い意見交換を行った。学生プレゼンテーションには、優秀講演賞１１名を選定して表彰（別途 AICE 会合（補助事業外）にて）を行った。

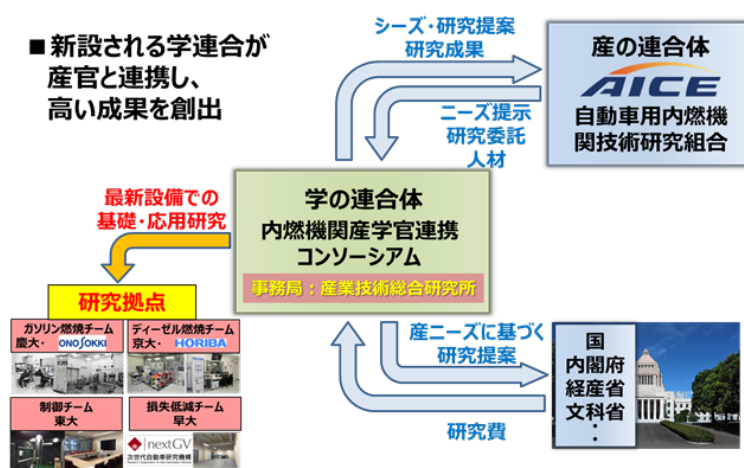
<本事業終了後の研究開発>

本事業で構築した研究実施・マネジメント体制を活用し、H29 年度より企業の自己資金のみで共同研究を実施している。具体的には、下記 9 テーマについて、AICE 組合員企業とサプライヤー等（28 社；延べ 48 社）が参加して進めている。これらの研究では、本事業で導入した設備も有効に活用し、また、企業人材の学への派遣等も継続（客員教授 1 名、研究員 1 名、社会人博士課程 2 名）して人材育成を進めている。

また、本事業と SIP 革新的燃焼技術での検討から、産学連携研究の持続活動に向けた新たな仕組み構築のため、産学連携である AICE に対応する学学連携の組織として、産業技術総合研究所内に「内燃機関産学官連携コンソーシアム」が H29 年 6 月に設立された。今後、産学学連携研究の持続的かつ発展的に進めるプラットフォームとして活動を進めていく。

平成 29 年度からの企業資金による共同研究

	WG/研究テーマ名	AICE外参加企業
1	SCR/DPFモデル改良研究 □早大、茨大、北大、JARI、産総研	アイ・ピー・イー、AVLシパロ、NECAキヤット、コーニング、住化分析センター、東京濾器、東リサーチセンター、三井金属鉱業、ヤンマー、三菱日本触媒
2	噴射尿素水からのアンモニア生成モデル研究 □同志社大、茨大、JARI、産総研	東京濾器、ハスト測器、ホッパ、堀場製作所、三井金属鉱業、ヤンマー
3	次世代ゼオライト合成基礎研究 □東大、北大、横国大、東工大、広大、分子研	キャタ、東リサーチセンター、三井金属鉱業、三菱日本触媒
4	EGRシステムにおける課題抑制技術研究 □産総研、茨大、東工大、東海大	IHI、アイ・ピー・イー、住化分析センター、大同特殊鋼、デンソー、東京濾器、東リサーチセンター、フク、マルヤス工業、ミナ、1カ技研
5	ホスト噴射によるオイル希釈の高精度予測モデル研究 □JARI、都市大、同志社大、京大、北大、産総研、神戸大、東海大	AVLシパロ、TPR、リカ
6	DOCシステムの反応原理解明とモデリング研究 □JARI、早稲田、名古屋、北大、同志社大	イー・アンド・デイ、キャタ、東京濾器、三菱日本触媒
7	PMセンサ被毒現象解明研究 □茨大、JARI	デンソー、日本特殊陶業
8	ガソリンエンジン排気管内のPM/PN研究 □JARI、明治大、名古屋、日大	コベルコ科研、三五、デンソー、日本特殊陶業
9	アッシュ堆積原理解明研究 □JARI、早稲田、東工大	アイ・ピー・イー、イビデン、デンソー、ヤンマー



産産学学連携の新たな仕組み

6. 費用対効果

(1) 事業全体

事業開始から3年間で総額約14億円の費用で行われた。

我が国の運輸部門におけるCO₂排出量（2011年度：2億3千万トン）のうち自家用自動車によるものは50%を占めているところ、仮に、2030年において本事業成果に基づき燃費向上（CO₂排出量が2010年比40%減）したクリーンディーゼル乗用車の販売比率が10%に拡大するとなると、2011年度の運輸部門におけるCO₂排出量の約1%の削減効果が見込める。

加えて、本事業の成果は、トラック・バス等の大型ディーゼル車にも適用可能である。トラック・バス等の大型車は、運輸部門CO₂排出量の約36%を占めており、これらはほとんどがディーゼル車であることを考慮すると、本研究成果が大型車に展開されることでCO₂削減効果はさらに大きくなる。

(2) 事業全体として得られる波及効果

① 具体的な企業での開発工数削減

研究成果は、既に参加企業の開発における評価手法の改良、設計の考案への活用、工数効率化や次世代商品先行開発への展開などの有効活用が始められている。また、白煙測定手法やDPF再生時における燃料のオイル希釈計測手法は、既に自動車メーカーで開発に使用されている。

② 研究体制の革新

協調領域の課題を産学連携で研究実施し、各々の知見を融合する事で、単独では取組むことが難しい課題に挑んで現象把握と解明を進め、特に、大学間での同分野、異分野の連携によるモデル化においては新現象解明ができ、成果レベル向上に大きく寄与した。また、本事業で構築した研究体制を、企業のための資金で新たな研究を進めている。

③ 大学側の博士後期課程進学者増加

これまでにない産学連携での研究推進体制により、これまではエンジンの研究室では博士課程後期に進学する学生がほぼ皆無の状況であったところ、学生の研究への意欲が向上して進学者が出ている。また、企業および研究機関からの社会人博士課程入学についても、これまで企業での研究による博士号取得であったが、大学研究室での学生と一緒に研究により、研究実施現場での産学連携が推進。具体的には、事業期間中で内部進学1名（茨城大学）、社会人入学3名（早稲田大学1名、茨城大学2名）、また、平成29年度に内部進学3名（北海道大学1名、早稲田大学2名）、社会人入学1名（早稲田大学）が博士号取得に向け（社会人1名は取得済み）研究を行っている。

Ⅱ. 外部有識者（評価検討会等）の評価

1. 事業アウトカムの妥当性

高い基準の具体的なCO₂排出量低減値を目標値として定めていることから明確である。また、世界的に内燃機関からの脱却が検討されている状況下において、CO₂削減が必須の命題となっているところ、排気ガス処理装置の高機能化等エンジン技術に磨きをかけることは、日本が国際競争力を維持していくためには、必要不可欠な技術開発である。

他方、小型ディーゼルのみならず、より普及率の高い大型ディーゼルに対しても展開できる技術であり、アウトカムとして含めるべきでもあり、また、CO₂排出量低減、開発スピードの向上という目標値に対する各要素技術の貢献度合いが不明確である。

【肯定的所見】

（A委員）日本の乗用車の2020年燃費基準を上回るCO₂排出量低減値を目標値としており本事業の成果を活用することで達成できる適切な数値である。

ディーゼル普及率の高い欧州においても内燃機関からの脱却が検討されている状況で、従来を超える開発スピードでCO₂排出量を低減したクリーンディーゼル車の実現すれば、日本企業の国際的なプレゼンスを高めるだけでなく、高い技術力を武器にした競争力の強化が期待できる。

小型ディーゼル車を対象としているが、本事業の成果を大型ディーゼルに展開すれば、想定以上のCO₂排出量削減効果が見込める。

後処理技術の開発は化学／材料／機械といった異分野の連携が重要であり、各分野の研究スピードの違いや連携不足が開発遅れを招く原因であった。本事業では、現象解明とモデル化を図ることで従来の課題を解決し、開発スピードの向上が期待できるアウトカムの指標となっている。

（B委員）今日、自動車の電動化の波がいつそう強まって、開発が加速される風潮にあるが、2030年以降に電動化がどれだけ進んでいるかは、政府の政策とは別の次元の話である。限られたエネルギーリソースをいかに活用するか、そして、いかにCO₂削減を図るかという命題に対する真の正解は神のみぞ知るものであり、それぞれの可能性に対して、しっかりと技術基盤を整備しておくべきである。この観点から、乗用車用エンジン技術に磨きをかけておく必要がある。中でも、排気ガスのクリーン化に関わる技術は必須のものである。

（C委員）具体的なCO₂削減量が定量的に記載されている点からも本事業の目標値は明確にされていると思います。また、国際競争力に与える効果も技術動向から判断して妥当だと判断します。

（D委員）クリーンディーゼル車に必須の排気ガス処理装置の高機能化の手法が明確に示されており、本プロジェクトの成果は、日本車の国際競争力を高めるとともに、車両適用の先行開発に大幅な期間短縮を実現している。

（E委員）低炭素社会に向けて、世界が技術開発に注力している。自動車はそのなかでも競争が激しく、日本の産業競争力を維持していくためには必要不可欠な技術開発である。各国の規制が厳しくなる状況でCO₂排出量の削減目標や達成時期は妥当である。

【問題あり・要改善とする所見】

（A委員）CO₂排出量低減における各要素技術の寄与率が不明である。

開発スピードを50%向上させるという目標値の定量的な意味が明確にされていない。何を

似って50%向上したとすることができるのか。

本事業の成果が十分に得られていることを考えると、小型ディーゼルだけでなく国内で普及率の高い大型ディーゼルについてもアウトカムに含めた方が本事業の必要性がより明確になるものと思われる。

(B委員) アウトカムとしてのクリーンディーゼル車のCO₂排出量低減が30%、40%と大きな値となっているが、この基準の取り方が不明瞭である。クリーンディーゼルのシェアが増すことと、1台ごとのCO₂排出が減ることとの相殺があるので、クリーンディーゼル車のCO₂排出量は増える可能性もある。本プロジェクトの成果が貢献するのは確かであろう。しかし、エンジン技術の総力戦としての成果のはずであるので、目標値に対する貢献度合いも明確化できると良い。

開発スピードの目標は各開発スキームで効果が異なると思いますので、本事業の成果は基礎研究領域での効果が特に期待できる旨をアウトカムに謳うと良いと思いました。

2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

ディーゼルエンジンにおける課題が抽出され、適切なテーマ設定となっている。シミュレーションモデルの構築の現象の解明等、時間のかかる触媒開発研究を加速化するための成果が得られている。また、国内外の広範囲に渡る学会やシンポジウムで発表がなされており成果の発信が活発。学生の成果発信にも積極的であり、若手研究者の育成は特筆すべきアウトプットである。

他方で、先行して得られた研究成果に応じて研究開発目標値を再設定や、実用化にほど遠い研究テーマは絞り込みも必要である。

【肯定的所見】

(A委員) 欧州が先行し、かつ攻めあぐねていた研究開発テーマが適切に抽出されており、喫緊で研究すべき開発要素が設定されている。

革新的NO_x低減触媒研究においては、大学での基礎研究とは異なるハニカムにコートした実使用と同じ形態の触媒を用いて評価しており、事業化につながる多くの知見が創出されている。また種々のゼオライトの評価結果をカタログ化することで、時間がかかる触媒開発研究のスピード化を図るための成果が具現化されている。

シミュレーションによる予測モデル精度の向上は研究開発のスピードアップだけでなく、開発技術の信頼性向上にも繋がり、技術的優位性のさらなる強化が期待できる。本事業の成果を国際標準化することで、国内企業がクリーンディーゼル開発に先導的な役割を担うと期待できる。

後処理触媒におけるミクロ領域の化学的な現象とコンバータ内部のマクロな領域の現象を一気通貫で理解するための反応予測モデルが構築できており、高い確度での触媒開発に繋がる成果が得られている。

国内外の学会と連携して多くの学会発表がなされており、成果発信が活発である。また学生の成果発信にも積極的であり、若手研究者の育成は特筆すべきアウトプットである。

(B委員) ディーゼルエンジンの排気のクリーン化において最も重要な、煤とNO_xの低減を、理論あるいは理屈に基づいて実施するための各要素を組み入れている。技術的、経済的優位性を確保するなら、その開発スピードが重要であり、そのための評価技術は分析技術を可能な限り

速やかに提供するのは必須である。欧州における開発の実情は知らないが、この努力によって実スピードを高めなければならない。また、大型ディーゼルにも適用可能な課題も多いと思われる、アウトプットとしての適切性は十分である。

(C委員) ディーゼルエンジンの市場で問題となっている案件が、概ね研究テーマとして扱われており、各研究テーマは妥当だと判断します。

事業のアウトプットも定期的且つ広範囲に渡る分野の学会、およびシンポジウム等で報告がされていると感じます。

(D委員) 革新的排気低減、EGR デポジット抑制、白煙抑制技術に関する詳細な産学連携による研究とその成果達成、および公表は十分なアウトプットがなされたと認められる。

(E委員) アウトプット指標 1 および 2 の目標値は達成されている。また、数々のシミュレーションモデルの構築、新ゼオライトのカatalog化、新規なゼオライト触媒の創出、白煙発生機構の解明など成果が出ている。

【問題あり・改善とする所見】

(A委員) 事業アウトプット目標値の根拠が不明である。例えばNO_x排出量を25%削減が目標値とされているが、25%削減することでアウトカム実現への貢献度はどの程度なのか。事業アウトプットとして論文・学会発表の件数が示されているが、知財についても明らかにした方が本事業の効果が明確になるとと思われる。

3つの研究開発項目と7つの研究テーマの成果を統合することによって実現できるアウトプットに関する説明があると本事業の意義がより明確になるとと思われる。

各WGで連携がとられていると思うが、先行して得られた研究成果に応じて研究開発目標値を再設定するなどの柔軟な対応があってもよいと思われる。

目標値と実績値が完全一致している点が少々適切さを欠くと思われる。また、アウトプットに対するAICE参加会社のフィードバックがどのようにあつて、どのような軌道変更があつたのか、についても明らかにされることを期待する。

(C委員) 学会等で本事業の成果報告を聴講する限りでは、研究テーマに関しては基礎研究は完遂しているものの、実用化にほど遠い研究テーマも見受けられるため、研究テーマの絞り込みも必要であると考えます。

(E委員) NO_x や PM 削減に向けた研究成果はあるものの、二酸化炭素削減に繋がる手がかりとなるデータがあればさらに良かった。

3. 当省(国)が実施することの必要性

排気ガス低減というテーマを通じて、化学、機械分野等異分野の大学研究者と実務経験豊富な企業技術者とで、日本の自動車関連企業では難しいとされてきた産産学学の連携体制を国の関与によりまとめあげたことは画期的であり、新しい形の研究開発の進め方の礎を作った。また、学における設備老朽化が進む中、国が支援し産業界で集約された基盤技術分野に関して学それぞれの役割を割り振る形で試験環境を充実させるのは、新たな価値を生み出すのに有効。

他方で、学の観点から言えば、経産省と文科省の官官連携も必要ではないか。また、シミュレーション解析技術は、民間企業との技術共有も検討するべきである。

【肯定的所見】

(A委員) 本事業のイニシアティブを国がとることによって、日本の自動車関連企業では難しいとされてきた産産学学の連携体制が構築でき、その結果としてディーゼル先進国である欧州を超える研究成果を得ることができた画期的な事業である。

(B委員) いわゆるダイバシティのように、自動車の原動機開発はその種類も増している。何も電気駆動だけが唯一の解では無いことを十分に認識する必要がある。ディーゼルエンジンのクリーン化もそのために、基盤固めをしなければならない。しかし、ダイバシティの結果、特定の課題に対して、人のリソースばかりでなく、経済的なリソースも不足気味になる。一方基盤研究を支える大学等の研究機関においては、設備の老朽化が進んでいる。世の中では多くの先進的な実験計測設備も開拓されてきているものの、設備の更新もままならない状況にある。そこで、国が支援し産業界で集約された基盤技術分野に関して、学にそれぞれの役割を割り振る形で試験環境を充実させるのは、新たな価値を生み出すのに有効と考える。特に産業直結の分野においては、先駆的でイノベティブな研究とみなされにくい一面があるため、科学研究費のような助成では採択されにくいという実情もある。よって国が実施することは絶対に必要と思う。また、人材育成についても、最終的には国の宝を創出するのであるから、重要な視点のひとつである。

(C委員) ゼオライトのデータベース化は今まで各社異なる試験条件での評価結果データしか存在しないことから、本研究テーマで取り挙げた成果は触媒の開発スキームの短縮に大いに貢献すると感じます。

(D委員) 複合的な科学・技術問題をもつ排気ガス低減というテーマは、化学、機械分野の異分野の研究者集団と、多くの経験をもつ自動車技術者集団との連携が必要で、これを国の関与によりまとめあげた実績は大きく、日本における新しいスタイルのプロジェクト研究の進め方の礎を作ったことになり、大変評価できる。

世界的に技術競争が激化している状況で、解決すべき研究要素はますます複雑化、高度化しており企業のみでは対応困難で、基礎研究まで立ち返った研究が必要とされる。産業界の現場の知見およびニーズと大学の基礎研究を結びつけるプロジェクトを国が行うことは妥当である。

【問題あり・要改善とする所見】

(B委員) この産学連携の枠組みは経産省主導で行われ、産々学々を謳っていることは、すばらしいと感じる。しかし、学は文科省の管轄下にある。経産省と文科省の官官連携も必要ではないだろうか。当事業で、博士課程へ進学する学生が若干名いたことは、良いことであるが、研究のスピードを考えると、さらに多くの博士課程学生が修士課程から進学するようになることを望む。そのための施策が何であるかの具体的提案は出来ないところが歯がゆいところである。どちらかというサイエンスに近い領域では進学者が多く、エンジニアリングの側に寄るにつれて、博士への進学が少ないのが実情と思う。企業の人材像と学側の教育とのミスマッチに注意が必要である。

(C委員) シミュレーション解析技術は実機検証試験結果との比較により精度の向上が図られるものと思いますが、本事業の研究テーマと同様の解析ソフトが市場に氾濫していることもあり、民間企業との技術共有を促進して頂きたいと思います。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

産産学学連携の体制の下、多くの時間が割かれる基礎研究部分を共同で行い、応用、競争部分は各社に橋渡しされる開発スキームが構築され明確なロードマップである。計測手法等得られた成果の国際標準化の動きにも期待。また、今回のプロジェクトで構築された産産学学連携の体制を維持しつつ、事業終了後も基盤技術を深化させることにより一層のアウトカムが期待できる。

他方で、事業終了後の各社への移行後も、産業全体を考えるとその後もフィードバックをもらい、連携体制を堅持してフォローをしっかりと行う必要がある。また、CO₂排出量低減のためには、後処理技術のみならず燃焼技術との統合技術が必要でありその点も加味すべき。

【肯定的所見】

(A委員) 企業による研究だけでなく、産産学学連携を継続してシミュレーションモデルなどの基盤技術を深化させることでアウトカムの実現が期待できる。

国際標準化も検討されており、国内企業がクリーンディーゼル開発を先導していくためにも是非進めて頂きたい。

研究の集中と選択が検討されており、作成されたロードマップは妥当である。

(B委員) 20年後を見据えたロードマップであるので、不確かさは否めないが、アウトプットをベースに各社の開発が加速されることは確かであろう。最終アウトカムが、CO₂の削減であるので、取り上げた各項目のみで達成できるかは現段階では不確かではある。表には出にくい技術者間の情報交流や情報共有が図れることも、ロードマップの更なる進化に貢献すると思う。計測手法の国際標準化に期待したい。

(C委員) 本事業で顕著に成果を確認できる項目は開発スピードの向上だと感じます。基礎研究には多くの時間が割かれるため、基礎研究部分を共同で行い応用部を各社で実施する開発スキームが構築されていると感じられます。

(D委員) 排気ガス低減の施策が完了し、すでにアウトカムとして実用段階にはいったものと、今後自主経費により継続する事項とが明確にされており、しっかりしたロードマップができていると考えられる。

(E委員) 今回のプロジェクトで構築された産産学学連携の体制を維持しつつ、競争領域に近い技術は各企業に橋渡しされる計画で有り妥当である。

【問題点・改善とする所見】

(A委員) 2020年、2030年における目標値があるが、達成シナリオが不明確である。

(B委員) ロードマップでは、事業終了後に各社への完全ボタンタッチの部分が多い。オールジャパンとして基盤技術を共有したいという観点からは、楔形のボタンタッチ、すなわちアウトプットのフィードバックも必要で、この部分は共同研究体制を堅持してフォローをしっかりと行う必要があろう。特に、シミュレーション技術など、統一化されたものがあるのは良いことであるが、独りよがりになると、日本丸が沈没するので、留意が必要と思う。

(C委員) 本事業で培った評価方法を標準化するためにも自動車技術会や自動車工業会などを通じて、評価方法を規格化する必要があると感じます。

(E委員) アウトカムがCO₂排出量の削減であるが、ロードマップにはNO_x低減などの後処理工程のみが記載されている。CO₂排出量低減のためには、後処理と燃焼技術の統合技術が必要と考えられるので、その旨の線表がほしい。

複雑な現象を再現できるシミュレーションモデルの高度化は、学の知と産の現場のデータによるフィードバックの密接な連携により可能となる。今後その場合の知財の取り扱いについては、産学で良く検討される事を期待する。

5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

研究組合が良好に機能しており、競合関係にある同業他社（産産）と学学が同じ目標のもと、企業技術者と大学研究者からなる WG を設置し、研究課題と成果を共有できる適切な体制が構築できている。また、学生が成果発表を行う等積極的に技術交流に参画している点が見られ、これからの時代を担う技術者、研究者の育成にも十分に配慮されている。

他方で、同じ研究者のみ、またはグループのみで評価領域を担ってしまうことにより、新たな視点での事象解析や評価手法について固定観念から抜けられない可能性もある。また、産産学学連携が持続可能となるような仕組みの構築を期待する。

【肯定的所見】

（A 委員）適切に研究WGが設置されており、研究テーマ内だけでなく、研究テーマ間／研究開発項目間での研究課題と成果が共有できており、適切な研究体制・マネジメント体制が構築されている。

学生に積極的に成果発表を行わせることで研究開発における問題意識の徹底と研究推進能力の涵養という研究リテラシーにつながるマネジメントが特筆される。

本事業では共通領域の研究を実施し、競争領域の研究は企業内で実施するという整理が明確になされており、情報のコンタミがなく自由に討論できる場が与えられたということは、若手研究者の育成においてプラスに作用している。

（B 委員）A I C E という研究組合が良好に機能したものであると思われる。ドイツを例に倣ったものかと思うが、基盤技術は広く共有されるものであり、これを基に商品はそれぞれで競うのが市場である。特に学生も積極的に技術交流に参画させて、これからの時代を担う技術者、研究者の育成にも十分に配慮されている。

（C 委員）各研究分野における第一人者が各 WG の評価領域でグループを作っており、最新の技術動向および現在の問題・課題については確実にキャッチアップされていると思います。

（D 委員）排気ガス低減策に関して、7 つの WG を大学、研究機関、自動車メーカー研究者で構成し、毎月 1 回の頻度で成果確認を行うとともに、適正な予算管理を行いながら研究を実施したことが確認できた。

（E 委員）競合関係にある同業他社（産産）と学学が同じ目標のもと、企業技術者と大学研究者からなる WG を設置し、異分野融合を図りながら種々の課題をクリアしたことは評価に値する。また、産産学学連携の体制を維持しつつ、競争領域に近い技術は各企業に橋渡しされるマネジメントを行っており、共通の基盤的研究は共有するものの企業化は競争であることが明確である。

【問題あり・要改善とする所見】

（B 委員）知財の取り扱いは明確化されていると考えるが、アウトプットをベースにした新たな知財の帰属が単に、会社だけでよいのか、明確にしておく必要はないだろうか？また、このような研究が行われていること、その重要性を一般国民に啓蒙することも重要と思う。AICEなる活動は、思ったほどに認識されていないのではないかとと思われる。（設立のときは新聞をにぎわし

たと記憶がある)

(C委員) 上記肯定意見とは逆にいつも同じ研究者のみ、またはグループのみで評価領域を担ってしまうことにより、新たな視点での事象解析や評価手法について固定観念から抜けられない可能性もあると考えられると思います。

(E委員) 今後は、この産産学学連携がサステナブルになるように特に産業界側からの学に対する資金負担が可能になるような仕組みを期待したい。複雑な現象を再現できるシミュレーションモデルの高度化は、学の知と産の現場のデータによるフィードバックの密接な連携により可能となる。今後その場合の知財の取り扱いについては、ソフトウェアの特殊性を考慮して産学で良く検討される事を期待する。

6. 費用対効果の妥当性

事業成果が企業に活用されていること、将来的な CO2 低減技術に繋がる基礎的研究の成果が複数創出されていること、加えて大学での学生・若手研究者の人材育成が進んでおり総合的な観点から見ても妥当。また、民間企業の抱える基本課題の解決のため、大学の研究者との連携プロジェクトを国が支援する体制ができ、得られたマネジメントノウハウ等は今後のイノベーション創出に貢献する。

他方で、当該事業による CO2 排出量低減効果は、クリーンディーゼル車の販売比率が作用することから数値の妥当性について検証が必要である。むしろ、大型ディーゼルへの技術展開を含めた効果を見込むべきである。また、開発工数については、実際に事業者から評価手法の改良や設計工数を見積もり、事業成果との比較を行えば妥当性を具体的に示すことができる。

【肯定的所見】

(A委員) 本事業により国内企業の技術力強化に資する成果が十分に出ており、我が国の強みである自動車産業の継続的な発展への貢献が期待できる。

研究成果だけでなく、博士後期課程進学者の増加は我が国の科学技術を支える若手研究者の育成に貢献している。

(B委員) プロジェクトの総額が 14 億円の妥当性を判断するのはなかなか困難であるが、今後、CO2 削減の効果がさらに向上することが期待される。その成果は、海外へも波及すると考えるとさらに大きな効果が得られるであろう。また、人材育成が今後も継続的に行われれば、これがかげがえのない財産となるはずである。

(C委員) 本事業を通じて評価領域で実際に活動する学生の技術成果が顕著に向上している点は、博士課程進学者が増加している点からも汲み取れると思います。このような点は具体的な費用として算出することはできませんが本事業の効果だと感じます。

(D委員) 複数の民間企業の抱えている基本課題を解決するため、複数大学の研究者と連携するプロジェクトを国が支援する体制ができ、本マネジメント体制は今後の日本のイノベーション創出に大きく貢献することが期待できる。

(E委員) 成果が自動車メーカーに活用され始めていること、将来の CO2 低減技術に繋がる基礎的研究の成果が複数創出されていること、さらに、大学での学生等の人材育成がすすんでいることなど総合的な観点から妥当と判断される。

【問題あり・要改善とする所見】

- (A委員) 総事業費に対する運輸部門におけるCO₂排出量低減効果は大きいと考えられるが、クリーンディーゼル車の販売比率が作用することから、数値の妥当性について検証が必要である。むしろ、大型ディーゼルへの技術展開を含めた方が効果が分かりやすいと思われる。
- (B委員) アウトカムとして想定される、ディーゼル乗用車の販売台数増が果たして実現するかが大きな課題であろう。将来に向けての唯一解が無い中での地道な努力が必要であることを、一般社会に向けて積極的に発信する工夫がほしい。
- (C委員) 実際に単独事業者で評価手法の改良や設計をした際の工数を見積もり、本事業成果との比較を行えば費用対効果の妥当性を具体的に示せると思います。

7. 総合評価

国内自動車メーカーにとって開発リソースをかけることが難しいといわれ、時間を要する基礎研究開発に、競合関係にある同業他社（産産）や化学・材料・機械といった異分野連携を含んだ産産学学連携での研究開発に取り組み、後処理技術に係る現象解明やシミュレーションモデルの構築等先進的な成果を創出したことは大きな成果である。また、若手研究者の育成は我が国の科学技術力を維持・発展させるために喫緊に取り組むべき課題であるところ、本事業では学生を含めた若手研究者が議論・発表できる場を積極的に設ける等新しい人材育成モデルとしても期待できる。よって、事業成果が企業に活用されていること、将来のCO₂低減技術に繋がる基礎的研究の成果が複数創出されていること、さらに、大学での学生、若手研究者の人材育成が進んでいることなど総合的観点から評価できる事業である。

他方で、研究開発要素の重要性については十分に理解できるが、アウトカムやアウトプットの数値目標の定量的な意味が明確に説明されていない。特に、CO₂排出量削減が目標指標とされているが、今回の成果が具体的にどのようにどの程度繋がるのかの根拠が示されていない。

【肯定的所見】

- (A委員) 国内自動車メーカーにとって開発リソースをかけることが難しいクリーンディーゼルの開発に産産学学連携で研究開発に取り組んだことが大きな成果の一つである。一企業では解決できない課題もクリアされており、ディーゼル先進諸国の欧州の技術レベルと比較しても、高いレベルの研究成果が得られている。各企業のロードマップに対応した取り組みによる新たなクリーンディーゼルの開発が期待される。

若手研究者の育成は我が国の科学技術力を維持・発展させるために喫緊に取り組むべき課題である。本事業では学生を含めた若手研究者が議論できる場を積極的に設けており、博士後期課程進学者を増加させたという実績は大変大きい。新しい人材育成モデルとしても期待できる

自動車関連産業では、化学・材料・機械といった異分野の連携が不足していたが、本事業においてそれぞれを繋ぐシミュレーションモデルが構築できたことは大きな意義がある。研究開発のスピードアップだけでなく、異分野連携による新しい視点からの研究開発の推進が期待できる。

- (B委員) まず、社会情勢の急転換が見え隠れする中でこそ、種々の原動機システムの優劣を見据える必要があり、その中で、クリーンディーゼルも、まだまだ可能性を秘めていると思われるので、基礎的研究をさらに進める必要がある。学においては、マスコミ受けするタイトルには学生の人気もあるが、そうではない分野においての人気はどうしても低くなる。この傾向は、

今日の学の中においてその動きを止める方法がなかなか見当たらないようである。ヒト・モノ・カネのいずれをとっても、向かい風の風潮が感じられる分野であり、産々学々による総力を挙げた活動は、パイロットプロジェクトとしても価値が高く、良い成果を挙げていると思われる。

(C委員) 研究テーマは現在市場で発生している不具合事象や開発研究段階で、時間を要する基礎領域研究の効率化などを的確に捉えたものだと感じます。また、その成果も論文などを通じて社会に還元されているものだと感じられます。

(D委員) 本プロジェクトはディーゼルエンジンの排気ガスクリーン化という社会的課題に、科学・技術的に取り組んだもので、その方策として、複数の民間企業技術者と大学等研究者の集団を国が支援する体制を初めて構築し、実施することにより多大な成果が得られた。このことは今後の日本のイノベーション創出に大きな効果を与えられと考える。

(E委員) 成果が自動車メーカーに活用され始めていること、将来のCO2低減技術に繋がる基礎的研究の成果が複数創出されていること、さらに、大学での学生等の人材育成がすすんでいることなど総合的観点から良好と判断される。

【問題あり・要改善とする所見】

(A委員) 研究開発要素の重要性については十分に理解できるが、アウトカムやアウトプットの数値目標の定量的な意味が明確に説明されていない。国の予算を活用しての研究であることから現実的な視点からの目標値を設定することが肝要である。

(B委員) 問題点というわけではないが、将来のアウトカムは、本プロジェクトのみで決まるもので無い。「ものづくり」の言葉ばかりが一人歩きしていて、真のものづくりが何であるか、昨今ではマスコミも少しは眼を向けているように思うが、国を挙げてものづくりをしっかりと見つめる必要がある。

(C委員) 評価領域にある大学は以前よりクリーンディーゼル事業における研究領域では実績のある学校ばかりであるため、技術レベルに問題はないと確信できますが、大学の選考や公募方法について再考することで異なる視点での事象解決に向けたアプローチの発見等もあると思います。

(E委員) 事業アウトカムとして、CO2排出量削減が目標指標とされているが、今回の成果が具体的にどのようにどの程度繋がるのかの根拠が示されていない。

8. 今後の研究開発の方向等に関する提言

産産学学の連携が行われ研究開発として十分な成果が得られるとともに、人材育成の観点からも大学の技術レベルや学生のスキルアップが行われた点でも大きな成果を上げたといえる。人材育成は、日本産業競争力強化に重要であり、官官での密接な連携含め、質の高い人材の集約、育成への枠組みを今後も模索し投資すべきである。

【各委員の提言】

(A委員) 一企業のみでは困難であった排気系内の現象解明が本事業の実施によりかなりの部分が明らかになったと思われる。しかし未だ十分とは言えないことから、継続的な研究の実施を期待する。特に産産学学連携を継続して頂いて、クリーンディーゼル技術の高度化に資する知見のみならず、人材育成にも貢献して頂きたい。

クリーンディーゼル開発において国内企業が主導的な立場を取れるようなシミュレーションモデルなどの国際標準化を進めて頂きたい。クリーンディーゼルの普及に向けた産官の一層の取り組みを期待する。

本事業では小型ディーゼル車に関連した技術開発であるが、波及効果の大きい大型ディーゼル車への展開も期待している。

(B委員) 本事業は、経産省の支援で行われたものであり、その中で産々学々の連携が積極的に行われて成功裏に終わったものと理解できた。しかし、さらに踏み込めば産々学々官官の連携も必要ではないかを感じる。産業を支える経産省と学を支える文科省との密接な連携が望まれる地道な研究分野に道を選ぶ若手の技術者が少ない状況で、ものづくりを標榜するわが国の産業の存続が危うい。企業人からも、人財不足、すなわち数の不足に加えて質の低下を憂う声をよく聞く。このようなプロジェクトにおいては、若手の技術者が基盤的な研究開発業務に興味を持ち、それを誇りに思えるよう、積極的な啓蒙活動を行い、優秀な学生が継続的に研究に参画するようになることが望まれる。

日本の産業は、グローバル化社会において、競争相手が世界に存在する。一方、日本を支えていたのは、いわゆる匠と呼ばれるような人々を礎にして構築され多集団であり、敗戦後の工業化においても多くの技術者が、一所懸命学び、経験した中で育ってきたのだと思う。要するに、質の高い人の手当てなしには、産業は成り立たないことを強く発信し、人が集まるような枠組みを模索して、そこに投資ができるようになると良いと感じる。

(C委員) 本事業での研究内容はディーゼルエンジンを用いた車両の研究開発として、現在市場で抱えている不具合事象や開発工程で課題となっている基礎研究の効率化等、全ての事象が含まれていると感じます。このことから全ての研究テーマの成果を実用域までに到達させるべきだと思います。

得られた知見の標準化や規格化については、報告内容も含めて具体性に掛けていると全体的に感じました。構築した評価方法の標準化や規格化については本事業のみを通じては不可能だと思いますので、各団体の規格委員会との連携推進が必要だと思います。

産業界を含めた学学連携により、各々の大学の技術レベル向上とそこに携わる学生のスキルアップが十分に成果として見える事業だと今回の報告内容のみでなく研究成果報告論文からも強く感じました。今後の自動車業界全体を盛り上げるひとつのきっかけとなる事業であったと感じます。

(D委員) 本マネジメント体制を継続発展させ、自動車分野のみならず、建設機械、船用機械等の関連分野の研究者や技術者との情報交換会または交流会をもち、本プロジェクトで取り上げた基盤技術の研究者集団の裾野を広げることが望まれる。

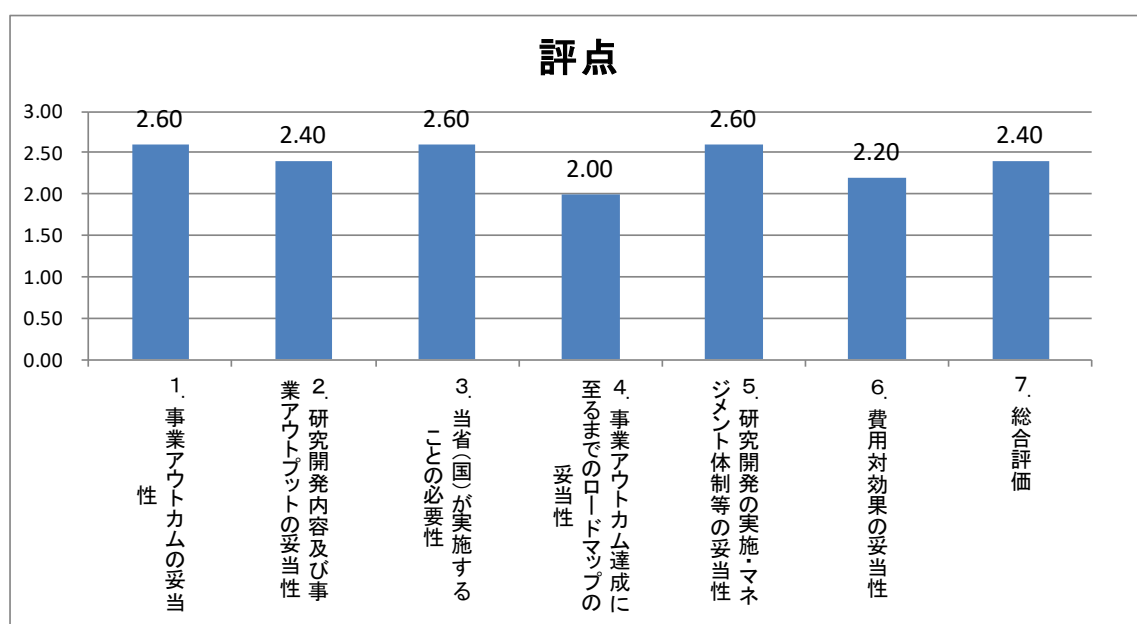
(E委員) 今回は、排気ガスの浄化等に焦点を絞った研究開発がおこなわれたが、今後は、それらの技術を加えたエンジン燃焼の効率向上すなわちCO2削減につながる統合化された研究開発が望まれる。その場合の体制においては、今回構築された産産学学連携を土台として維持、拡張して進めることが人材育成、産業競争力強化としても重要である。単に形だけ整えただけでは真の連携は困難である。今回多数のステークホルダーの間に立ち調整がうまく図られた要因や逆にうまくいかなかった原因が何であったのかをきちんと分析整理して真の連携が続くように期待したい。

<上記提言に係る担当課室の対処方針>

後処理技術に係る現象解明やシミュレーションモデルの構築等排気ガス、CO2 低減に係る研究開発成果の創出、および企業における今後の研究成果活用に加えて、産学連携での研究推進体制により、研究の出口が明確化し、学生のモチベーション向上や研究室の研究レベルの向上が図られる等大学での人材育成の促進が行われたことは大きな成果である。当該事業をモデルとして、得られた知見等を他分野・他事業への展開し活用していく。

Ⅲ. 評点法による評価結果

	評点	A委員	B委員	C委員	D委員	E委員
1. 事業アウトカムの妥当性	2.60	3	2	2	3	3
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	2.40	3	2	2	3	2
3. 当省(国)が実施することの必要性	2.60	2	3	2	3	3
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	2.00	2	1	2	3	2
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	2.60	3	2	3	3	2
6. 費用対効果の妥当性	2.20	2	2	2	3	2
7. 総合評価	2.40	3	2	2	3	2



【評価項目の判定基準】

評価項目 1. ～ 6.

3点：極めて妥当

2点：妥当

1点：概ね妥当

0点：妥当でない

評価項目 7. 総合評価

3点：実施された事業は、優れていた。

2点：実施された事業は、良かった。

1点：実施された事業は、不十分なところがあった。

0点：実施された事業は、極めて不十分なところがあった。

IV. 評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等

評価ワーキンググループの所見【終了時評価】

＜事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性＞

- ・産学で非常に有効な連携ができた成功例であり、今後成果のアピールの方法も工夫して、大学や関係業界にアピールすること。
- ・今回の経験を踏まえ、自動車産業の世界動向を注視して、産業政策上の戦略を策定すること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【終了時評価】

- ・今回の研究成果を技術的内容のみならず、産学連携の良きモデルとして、大学や関係業界等対外的に積極的に発信してまいりたい。また、ディーゼルエンジンを取り巻く状況や世界のEVシフト等世界の自動車産業が大きく変化している中で、日本の自動車産業がどうあるべきか、今後しっかりと対応を進めていきたい。

評価ワーキンググループの所見【事前評価】

○国が実施する必要性、事業の必要性及びアウトカムについて

自動車産業におけるディーゼルの戦略的位置づけを踏まえ、国が実施する必要性、事業の有効性についてよく検討し、真に必要な具体的課題を選択し、課題と研究開発状況に相応しい体制等を設定すること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【事前評価】

「次世代自動車戦略2010」においても、クリーンディーゼル自動車は次世代自動車の一つと位置づけ、普及を促進することとしている。これに加えて、コメントを踏まえ、適切に執行してまいりたい。