

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 プロジェクト終了時評価 補足資料

平成30年2月2日
製造産業局自動車課

目次

1. 事業の概要
2. 事業アウトカム
3. 事業アウトプット
4. 当省(国)が実施することの必要性
5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等
7. 費用対効果
8. 事前評価結果

1. 事業の概要

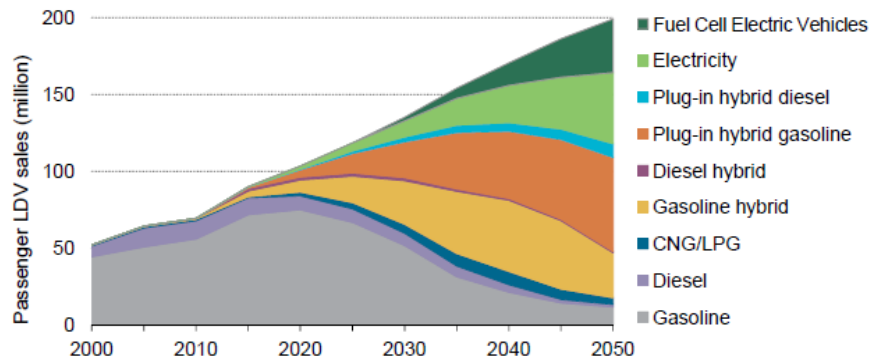
| | |
|------------|--|
| 概 要 | <p>次世代自動車の一つであるクリーンディーゼル自動車は燃費が良いが、我が国や欧州等で実走行時や低温下での排ガス規制の導入が検討されるなど、今後更なる排ガス低減が求められる。この相反関係にある燃費向上と排ガス低減の両課題の解決に向け、NOx及びPMの後処理技術の高度化等が世界共通の課題となっている。</p> <p>本事業では、NOx及びPMの後処理技術の高度化研究として、産業界の協調領域の具体的な研究課題を設定し、化学等他分野の研究シーズや大学等におけるシーズを活用しつつ新たな産産学学連携体制を構築し、これら課題を世界に先駆けて解決する。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。</p> |
| 実施期間 | 平成26年度～平成28年度（3年間） |
| 実施形態 | 国からの直執行（自動車用内燃機関技術研究組合への補助事業） |
| 予算総額 | 14億円（補助（補助率：2/3）） （平成26年度：5億円 平成27年度：5億円 平成28年度：4億円） |
| 実施者 | 自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） |
| プロジェクトリーダー | 土屋 賢次 自動車用内燃機関技術研究組合（研究部長） |

1. 事業の概要

－ 世界の自動車産業の動向と政策目的 －

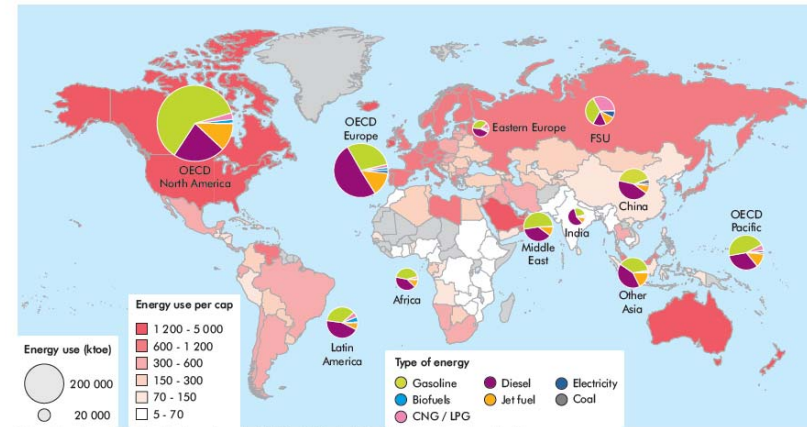
- 我が国では、2010年に「次世代自動車戦略2010」を策定し、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル自動車等の次世代自動車の普及促進に努めている。
- この中でも、普及初期段階にあり電池の性能向上に向けた研究開発やコスト低減に向けた取組が進む電池搭載車両に注目が集まる傾向にあるが、**欧州市場や新興国市場に着目すると燃費が良く排ガスのクリーンな内燃機関自動車が未だ主流。**

《世界全体のパワートレイン別乗用車普及見込み》



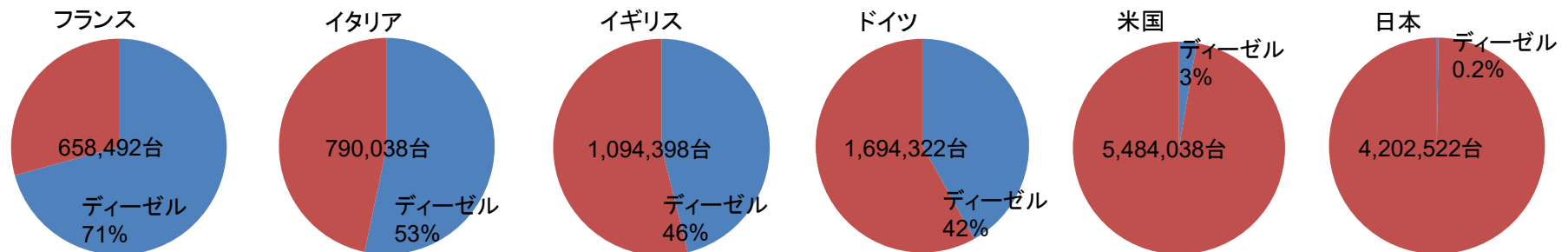
(出典: IEAエネルギー技術見通し 2012)

《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)》



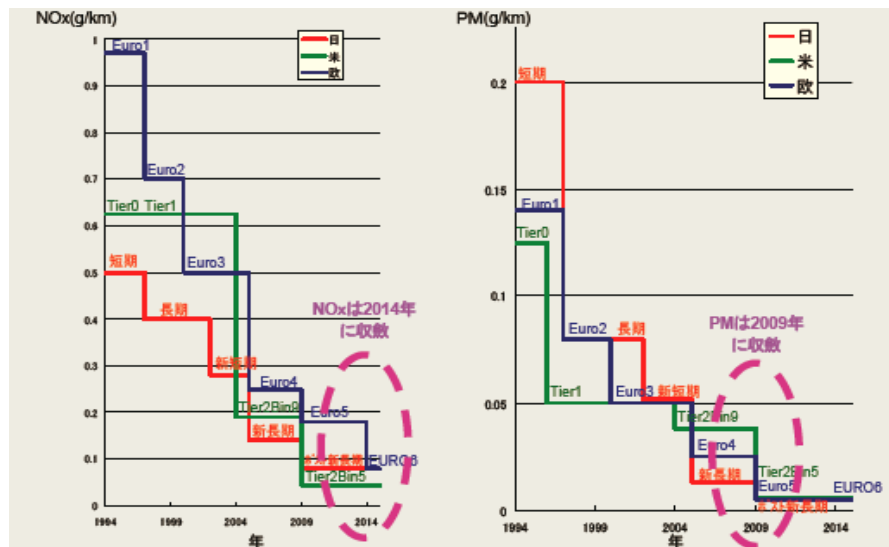
(出典: 世界自動車統計年報(一般社団法人日本自動車工業会))

1. 事業の概要

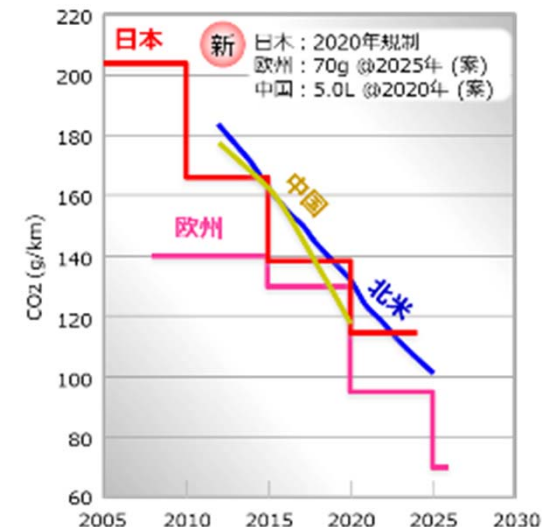
－ 世界の自動車産業の動向と政策目的 －

- 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、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)。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、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

《日・米・欧の排出ガス(NO_x及びPM)の規制動向》



《先進国の燃費 (CO₂) 規制の動向》



出典：一般社団法人日本自動車工業会資料、
日本貿易振興機構(ジェトロ)資料に基づき作成

1. 事業の概要

－ 上位施策との関係 －

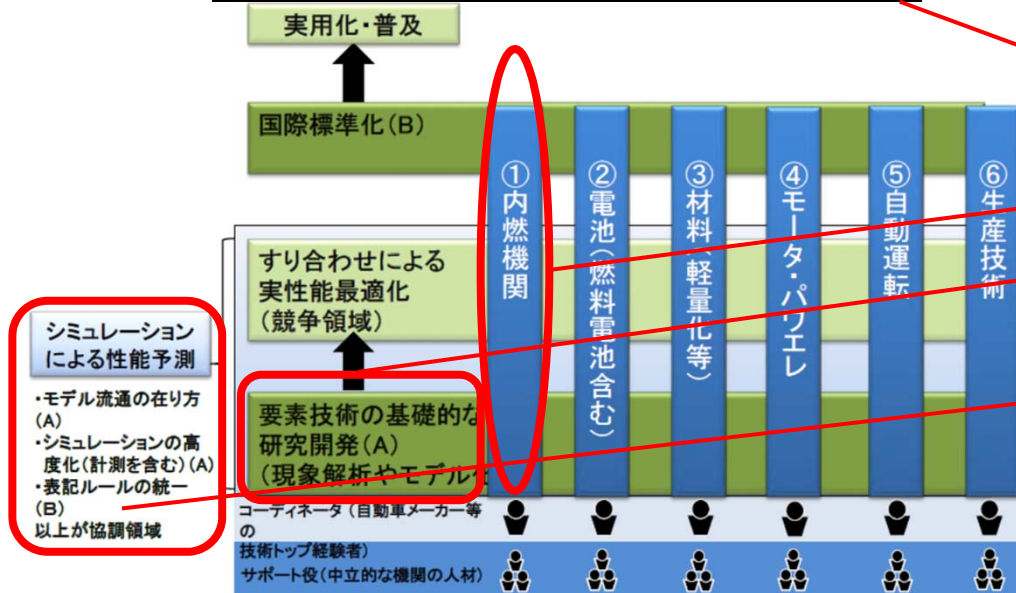
➤ 自動車産業戦略2014

2020～2030年における乗用車車種別普及目標（政府目標）

| | 2030年 |
|--------------------------|--------|
| 従来車 | 30～50% |
| 次世代自動車 | 50～70% |
| ハイブリッド自動車 | 30～40% |
| 電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車 | 20～30% |
| 燃料電池自動車 | ～3% |
| クリーンディーゼル自動車 | 5～10% |

2030年におけるクリーンディーゼル自動車普及目標5～10%

重点分野における協調領域の考え方



産産・産学で協調して研究開発を進めるべき重点分野

①内燃機関

要素技術の基礎的な研究開発（現象解析やモデル化）

シミュレーションによる性能予測

1. 事業の概要

- 上位施策との関係 -

➤ 日本再興戦略2016

中短期工程表「環境・エネルギー制約の克服と投資の拡大 ④」

| | 2013年度～2015年度 | 2016年度 | 2017年度 | 2018年度 | 2019年度～ | KPI |
|---|--|---|---|--------|---------|---|
| | | 概算要求 税制改正要望等 | 秋 年末 | 通常国会 | | |
| 徹底した省エネルギーの推進③ | <運輸部門における省エネの推進> | | | | | |
| | 「自動車産業戦略2014」を策定(2014年11月) | | 左記戦略に基づいて、先進的で活性化された国内市場の形成 | | | 2030年までに乗用車の新車販売に占める次世代自動車の割合を5～7割とすることを旨とする |
| | EV・PHV・FCV・CDVの導入補助 | 引き続き車両購入時の負担軽減・初期需要創出を図り、世界に先駆けて自立的な市場の確立を目指す。 | | | | |
| | 車載用蓄電池等に関する研究開発を実施 | 車載用蓄電池等の大幅な性能向上・コスト低減に向けた研究開発を実施 | | | | |
| | DC充電に関する国際標準発行(2014年3月) 車両とインフラ間の充電通信に関する国際標準発行(2014年3月) | 電池・充電関連の国際標準化において、我が国が積極的に貢献 | | | | |
| | 47都道府県及び高速道路会社4社が充電インフラ整備のビジョンを策定し、インフラ整備を推進 公共用充電器は2.2万基を整備(2016年3月) | 公共用の充電器については、最適配置を目指すため、都道府県の充電器整備計画(ビジョン)を必要に応じて点検・見直す。また、非公共用の充電器については、特に共同住宅や職場を中心に整備を進める。 | | | | |
| | 累計76箇所の商用水素ステーションが開所済み(2016年3月) | 商用水素ステーションの先行整備 (4大都市圏を中心に累計100か所程度) | 普及の拡大 ・2020年度までに累計160か所程度 ・2025年度までに累計320か所程度 | | | 【補助指標】 ・EV・PHVの普及台数を2020年までに最大で100万台とすることを旨とする。 ・FCVの普及台数を2020年までに4万台程度、2030年までに80万台程度とすることを旨とする。 |
| | 2箇所の再エネ由来水素ステーションが開所済み(2016年3月) | 再エネ由来水素ステーション(比較的規模の小さなステーション)の整備 (2020年度までに累計100か所程度) | | | | |
| 規制改革実施計画等に基づき、水素ステーション等に係る規制の見直しを実施(2016年2月 公道とディスベンサーとの距離基準の性能規定化、移動式水素スタンドの基準の整備等を実施) | 燃料電池自動車について、規制改革実施計画のフォローアップを通じ、燃料を供給する水素ステーションに係る規制・制度改革等(セルフ充電の許容等)を行い、導入を促進 | | | | | |
| | 世界市場の獲得を視野に、燃料電池自動車の国連規則の国内法令導入を行い、相互承認を実現 | | | | | |

2030年までに乗用車の新車販売に占める次世代自動車の割合を5～7割とすることを旨とする

1. 事業の概要

- 上位施策との関係 -

➤ 科学技術イノベーション総合戦略2016 [概要]

第2章 経済・社会的課題への対応

- (1) 持続的な成長と地域社会の自律的な発展
 - I エネルギー、資源、食料の安定的な確保
 - i) エネルギー/リソースの最適化
(エネルギープラットフォームの構築/クリーンなエネルギー供給の安定化と低コスト化/水素社会の実現に向けた新規技術や蓄電池の活用等によるエネルギー利用の安定化/新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減/革新的な材料・デバイス等の幅広い分野への適用/エネルギー・環境イノベーション戦略の推進)
 - ii) スマート・フードチェーンシステム
(次世代育種システム/ニースオリエンティッドな生産システム/加工・流通システム/実需者や消費者への有益情報伝達システム)
 - iii) スマート生産システム
(栽培・生産・経営支援システム)
 - II 超高齢化・人口減少社会等に対応する持続可能な社会の実現
 - i) 世界最先端の医療技術の実現による健康長寿社会の形成
 - ii) 高度道路交通システム
(自動走行システムの開発に係る重要課題への集中的取組/自動走行システムに係る大規模実証実験等の推進/Society 5.0に向けた取組/自動走行システムを支える関連技術・システムの開発、実証の推進、応用実装・ビジネスモデルの確立)
 - iii) 健康立国のための地域における人づくりシステム
(ICT等の活用による健康等情報の利活用の推進/支援を必要とする者の自立促進及び看護・介護等サービスの効果的提供の支援技術の研究開発/人にやさしい住宅・街づくりに資する研究)
- III ものづくり・コトづくりの競争力向上
 - i) 新たなものづくりシステム
(サプライチェーンシステムのプラットフォーム構築/革新的な生産技術の開発)
 - ii) 統合型材料開発システム
(信頼性の高い材料データベースの構築/データベースを活用した材料開発技術の確立/高速で高効率な材料試作、計測・評価技術の確立)
- (2) 国及び国民の安全・安心の確保と豊かで質の高い生活の実現
 - I 効率的かつ効果的なインフラ維持管理・更新・マネジメントの実現
(構造物の劣化・損傷等を正確に把握する技術(点検)/点検結果に基づき補修・更新の必要性を判断する評価技術/構造物に必要な強度や耐久性を効果的に付与する技術(対応)/アセットマネジメントシステムの構築)
 - II 自然災害に対する強靱な社会の実現
(「予防力」関連技術/「予測力」関連技術(地震・津波の早期予測・危険度予測技術の開発等)/「対応力」関連技術(リアルタイム被害推定システムの開発等))
 - III 国家安全保障の諸課題への対応
(安全保障関係/テロ対策関係)
 - IV おもてなしシステム
(多言語音声翻訳システム/空間映像システム)
- (3) 地球規模課題への対応と世界の発展への貢献
 - i) 地球環境情報プラットフォームの構築
- (4) 国家戦略上重要なフロントアヤの関与
 - C S T I は総合海洋政策本部や宇宙開発戦略本部と連携し、海洋基本計画や宇宙基本計画と整合を図りつつ、海洋や宇宙に関する技術開発課題等の解決に向けた取組を推進

第3章 科学技術イノベーションの基盤的な力の強化

- (1) 人材力の強化 ★
 - ・世界最高水準の教育力と研究力を備えた「卓越大学院(仮称)」の形成に向けた協議の加速化
 - ・公正で透明性が高い評価・育成システムの導入拡大(テニオアトラック制等)や「卓越研究員制度」などによる流動性と安定性に配慮した若手等支援のためのキャリアシステムの構築
 - ・理工系人材育成に関する産学官円卓会議等を通じた産学官協働の人材育成
 - ・女性リーダーの登用促進、女性が継続的に活躍できる環境の整備
 - ・科学技術系の進路に対する興味、関心や理解を向上させる取組の強力な推進
 - ・産学官の壁を越えた人材流動性を促進する制度(0.7AP/イノバト制度、再審査等)の導入促進
- (2) 知の基盤の強化
 - ・科学研究費助成事業の改革・強化、戦略的な基礎研究の改革・強化
 - ・世界トップレベルの研究拠点の形成等の促進、最先端の研究力の整備、共用
 - ・オープンサイエンスの推進の基本姿勢の下、研究成果・データを共有するプラットフォームの構築
- (3) 資金改革の強化 ★
 - ・各国立大学による自らの強み・特色を最大限生かした機能強化の取組の促進、学長のリーダーシップによる改革の取組の推進(人事給与システム改革の促進等)
 - ・公募型資金の改革(使い勝手の改善、研究機器の共用化の促進、競争的資金以外の研究資金への間接経費導入等の検討など)
 - ・国立大学改革と研究資金改革との一体的推進

第4章 イノベーション創出に向けた人材、知、資金の好循環システムの構築

- (1) オープンイノベーションを推進する仕組みの強化 ★
 - ・異分野融合の研究領域における産学共同研究の推進、研究指導を通じた人材育成
 - ・企業におけるオープンイノベーションの推進に向けた意識改革の推進
 - ・「組織」対「組織」の強力な産学連携体制の推進、産学官連携の「場」の機能向上
 - ・高度な機能の強化において先行する国立研究開発法人の取組の深い展開
- (2) 新規事業に挑戦する中小・ベンチャー企業の創出強化 ★
 - ・小・中・高等学校から大学までを通じた起業家・イノベーター人材の裾野拡大
 - ・「ベンチャー・チャレンジ2020」の策定、ベンチャー創出促進に向けた取組の一体的推進
 - ・ベンチャー企業に対する政府調達等を活用した初期需要確保の可能性の検討
- (3) イノベーション創出に向けた知的財産・標準化戦略及び制度の見直しと整備
 - ・中小企業のニーズと大企業や大学等の知的財産や技術シーズとのマッチング
 - ・標準化及び制度・規則の課題抽出、必要に応じた見直しの検討
- (4) 「地方創生」に資するイノベーションシステムの構築
 - ・地域経済の牽引役となる中堅・中小企業の発掘、一貫した成長支援
 - ・地域の強み、特性を踏まえたイノベーションシステム定着の支援
- (5) グローバルなニーズを先取りしたイノベーション創出機会の関与
 - ・新ビジネスの創出に向けた科学技術予測や長期的な分析体制の構築

第5章 科学技術イノベーションの推進機能の強化 ★

- ・大学改革と機能強化(「指定国立大学法人」の創設)、国立研究開発法人改革と機能強化(研究開発の特性を踏まえた迅速かつ効果的な調達の改善等、「特定国立研究開発法人」制度の展開)
- ・Society 5.0の推進(Society 5.0の実現に向けた取組や人工知能関連の取組について、C S T I が司令塔機能を発揮して、産学官が一体的に推進)
- ・実効性ある科学技術イノベーション政策の推進と司令塔機能の強化(基本計画の進捗把握、課題の抽出、フォローアップ/S I P 及び i m P A C T の着実な推進/情報の収集・分析機能や戦略立案機能)

(1) オープンイノベーションを推進する仕組みの強化

- ・異分野融合の研究領域における産学共同研究の推進、研究指導を通じた人材育成
- ・企業におけるオープンイノベーションの推進に向けた意識改革の推進
- ・「組織」対「組織」の強力な産学連携体制の推進、産学官連携の「場」の機能向上

1. 事業の概要

－ 背景 －

我が国の現状と各国の排ガス・燃費規制の強化の動き

- 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※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。
- 近年、更なる燃費改善と排出ガスのグリーン化を求めた規制が各国で強化されている。

※本田技研工業が開発した低公害エンジン

現状における課題

・後処理装置の開発スピードの向上と開発コストの低減

- 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
- 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（NOx）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

・リソース不足と産学の人材育成

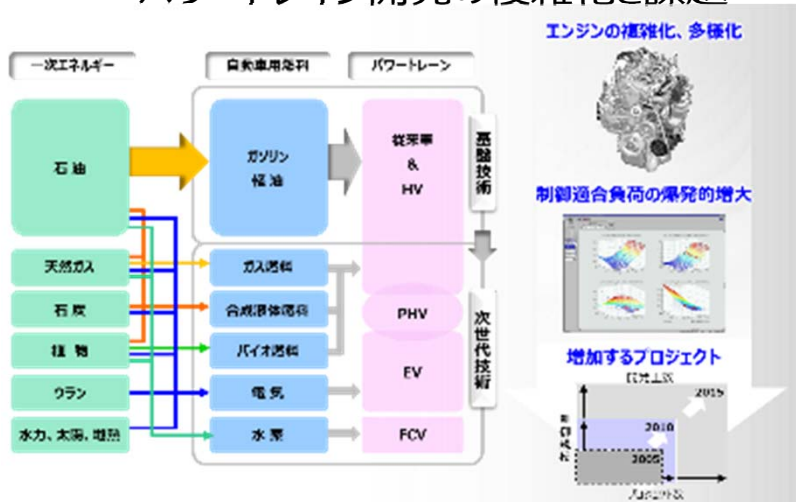
- 内燃機関の技術開発は、新興国市場の拡大やパワートレインの多様化および複雑化への対応のため十分なリソースを割くことが困難な状況。
- 欧州（特にドイツ）では、企業がリソースを割くことが難しい基礎・応用領域の共通課題を協調領域と設定し、企業が連携して大学等への研究委託により開発の基礎基盤を皆で共有し、その後に各企業で競争することによる開発スピードを向上させている。
- 国内においても、大学間及び同業企業間の連携である産産学学連携の研究体制を構築し、協調領域に対する研究開発を進め、競争力向上と産学の人材育成を図る必要がある。

1. 事業の概要

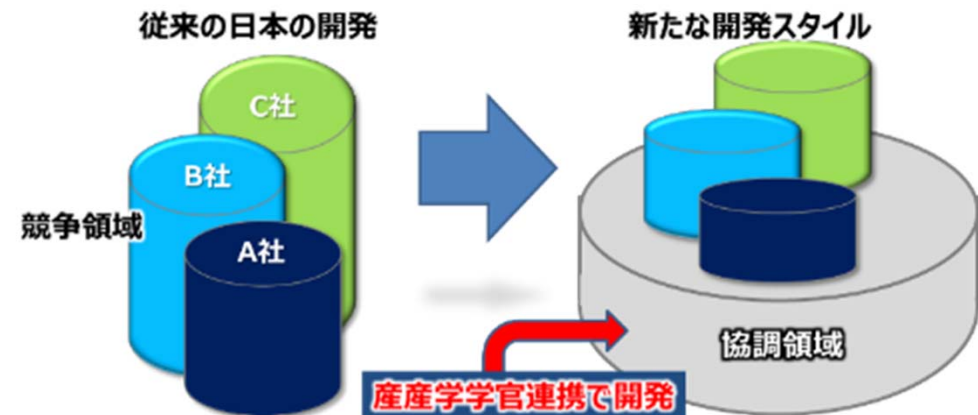
- 目的 -

- クリーンディーゼル車の世界共通課題であるNOx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
- 研究実施体制として、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、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

■ パワートレイン開発の複雑化と課題



■ 新たな産産学学連携研究による開発スタイル

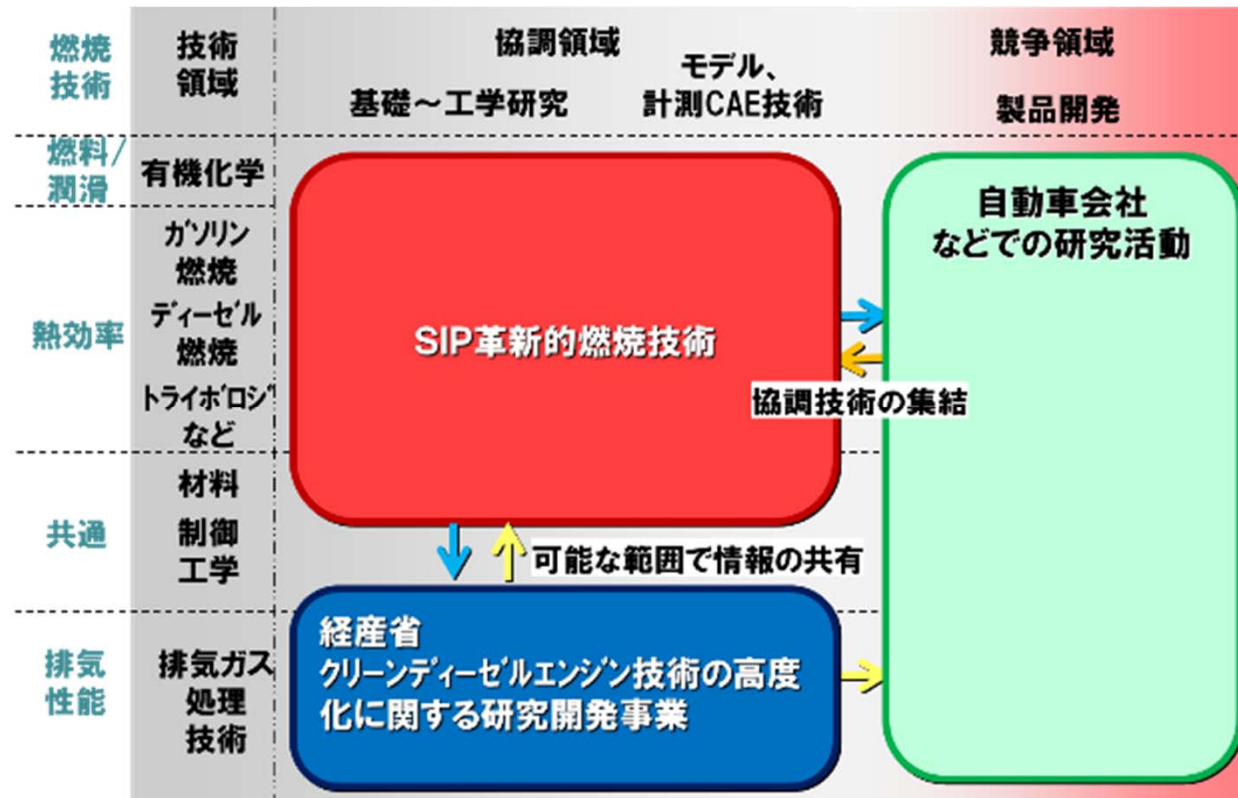


1. 事業の概要

－ 関連する他府省の取組 －

- エンジンの燃焼技術については、内閣府が進めている戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）革新的燃焼技術での研究開発が進められている。
- ここでは、燃焼技術に特化した研究が進められており、本事業では排出ガス後処理技術の高度化に関する研究開発を進める。
- 他方で、両事業は関連性が高いため、SIP推進委員会にて情報共有を行い、各事業で得られた知見を相互に有効活用する。

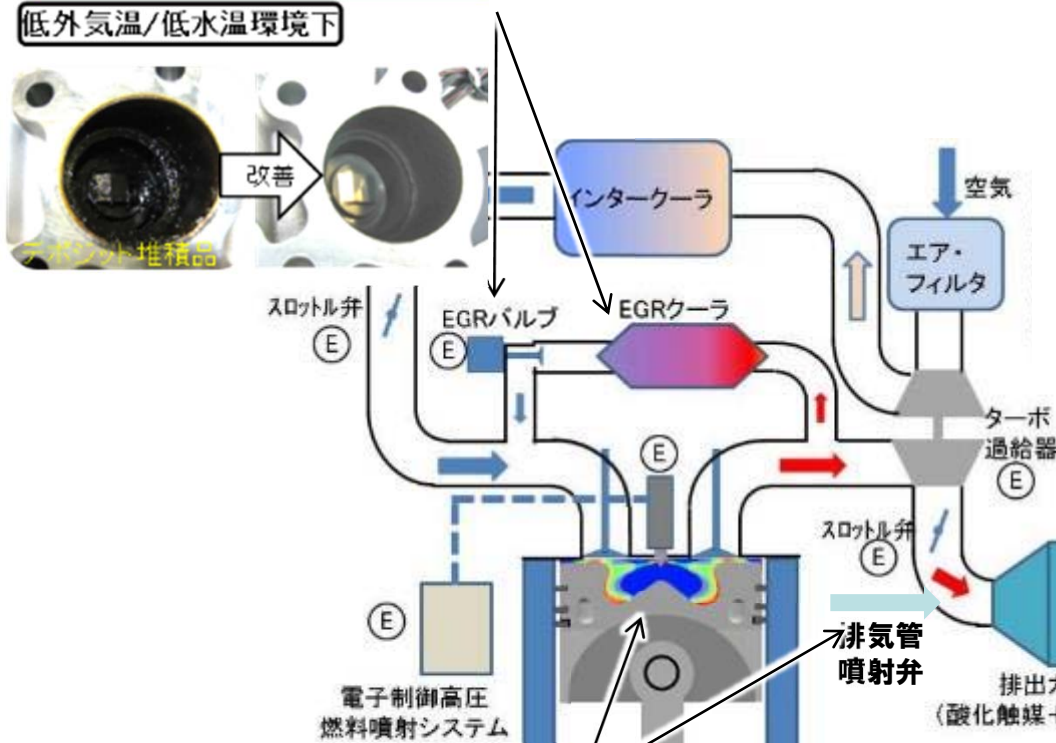
■ 他府省の取組との関係性について



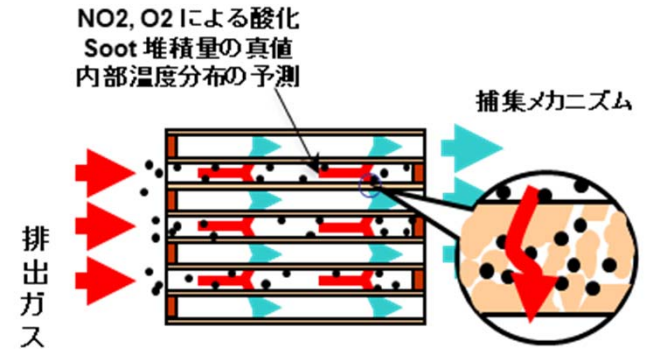
1. 事業の概要

－ 研究開発項目(3項目)と研究テーマ(7テーマ)概要 －

② EGRデポジット抑制技術研究



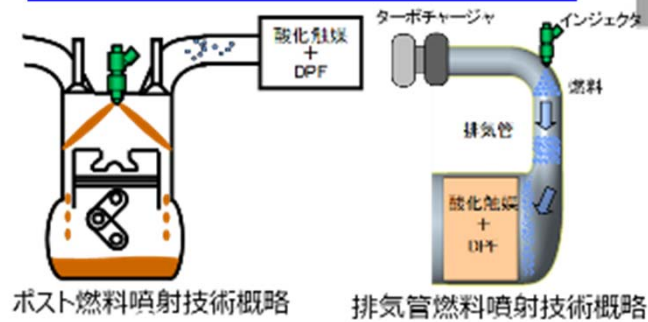
①1) DPF内部現象解明研究



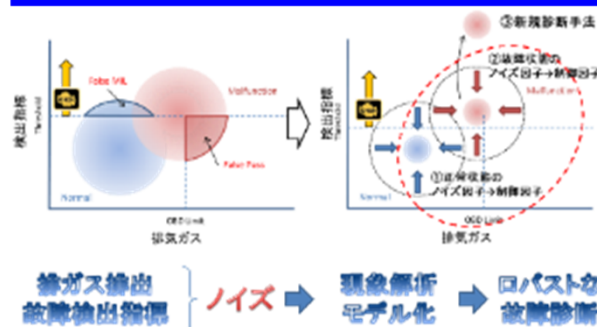
①3) 多成分浄化機能研究

①4) 革新的NOx低減触媒研究

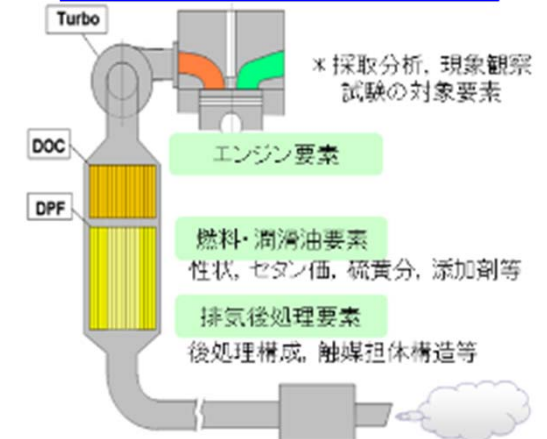
①2) 再生技術高度化研究



①5) 故障診断機能高度化研究



③ 白煙抑制技術研究



1. 事業の概要

－ 研究開発課題の選定理由（3項目7テーマ） －

① 革新的排気低減技術の研究（5テーマ）

- 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。PM低減のためのディーゼル微粒子捕集フィルター(DPF)、炭化水素(HC)及び一酸化炭素(CO)を浄化する酸化触媒(DOC)およびNOx浄化触媒(SCR)の適用が必須なところ、個々の装置を搭載するとスペース確保が必要かつコストが増大するため、DPFにNOx浄化触媒を担持する等の高機能化が進展している。
- 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。

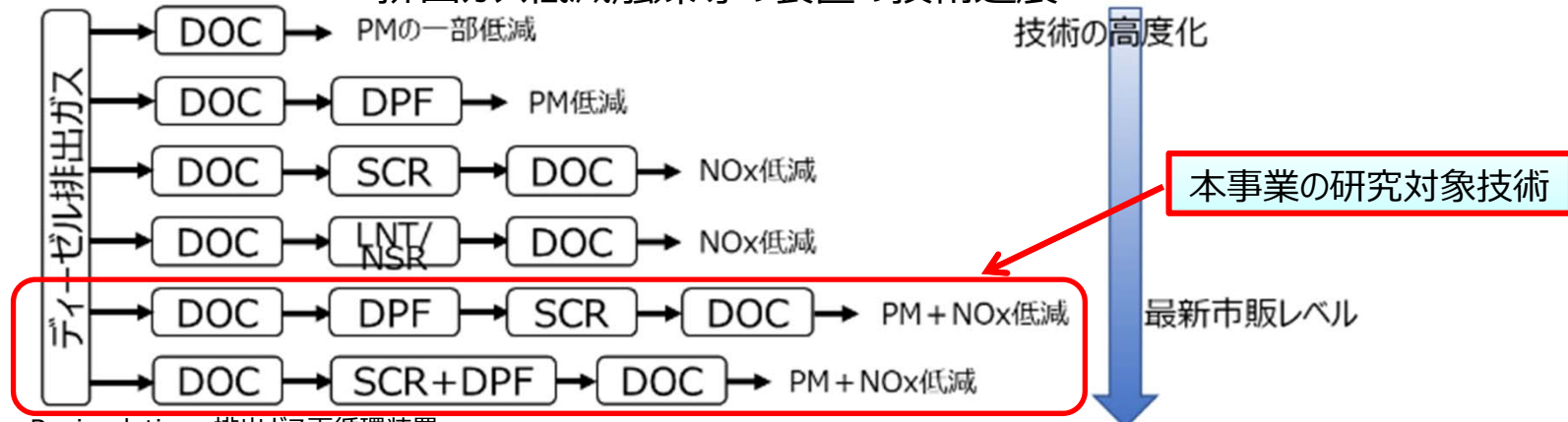
② EGR(排出ガス再循環装置)のデポジット抑制技術研究（1テーマ）

排出ガスの一部を吸入空気に導入することでNOx低減を行う技術であり、ディーゼル自動車全車に採用されているものの、配管やEGR量コントロールバルブ上の堆積物（デポジット）発生による不具合が生じており、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

③ 白煙抑制技術研究(1テーマ)

排出ガス規制の対象でないものの、白煙排出による商品性の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

■ 排出ガス低減触媒等の装置の技術進展



EGR(Exhaust Gas Recirculation) : 排出ガス再循環装置
 DOC (Diesel Oxidation Catalyst) : ディーゼル酸化触媒
 DPF (Diesel Particulate Filter) : ディーゼル微粒子捕集フィルター

SCR (Selective Catalytic Reduction) : NOx選択還元触媒
 LNT/NSR (Lean NOx Trap / NOx Storage Reduction) : NOx吸蔵還元触媒

1. 事業の概要

－ 研究開発項目（3項目）と研究テーマ（7テーマ）－

| 研究テーマ | | 概要 |
|------------------|---|---|
| ① 革新的排気低減技術の研究 | 1) DPF内部現象解明研究 | <ul style="list-style-type: none"> 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。 |
| | 2) 再生技術高度化研究 | <ul style="list-style-type: none"> 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。 |
| | 3) 多成分浄化機能研究 | <ul style="list-style-type: none"> 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。 |
| | 4) 革新的NOx低減触媒研究 | <ul style="list-style-type: none"> 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。 |
| | 5) 故障診断機能高度化研究 | <ul style="list-style-type: none"> 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。 |
| ② EGRデポジット抑制技術研究 | <ul style="list-style-type: none"> NOx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NOx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。 | |
| ③ 白煙抑制技術研究 | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | |

2. 事業アウトカム

| 事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・根拠等) | 目標値 (計画) | 達成状況 (実績値・達成度) | 原因分析 (未達成の場合) |
|--|------------------|---|------------------|
| <p>クリーンディーゼル車のCO₂排出量 (2010年比)</p> <p>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。</p> <p>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。</p> | 30%低減 (2020年) | <p>DPF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、<u>強制再生による燃費悪化は2~5%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。</u></p> | — |
| | 40%低減 (2030年) | <p>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<u>燃費悪化の抑制が可能となる。</u></p> <p>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、<u>2020年の目標達成が可能である。</u></p> <p>さらに、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AICEからの企業資金で産学共同研究を自律的に進め、<u>得られた成果から各社で新技術創出を進め競争を進めることにより、さらなるCO₂低減効果が得られ2030年目標の達成に資することとなる。</u></p> | |

2. 事業アウトカム

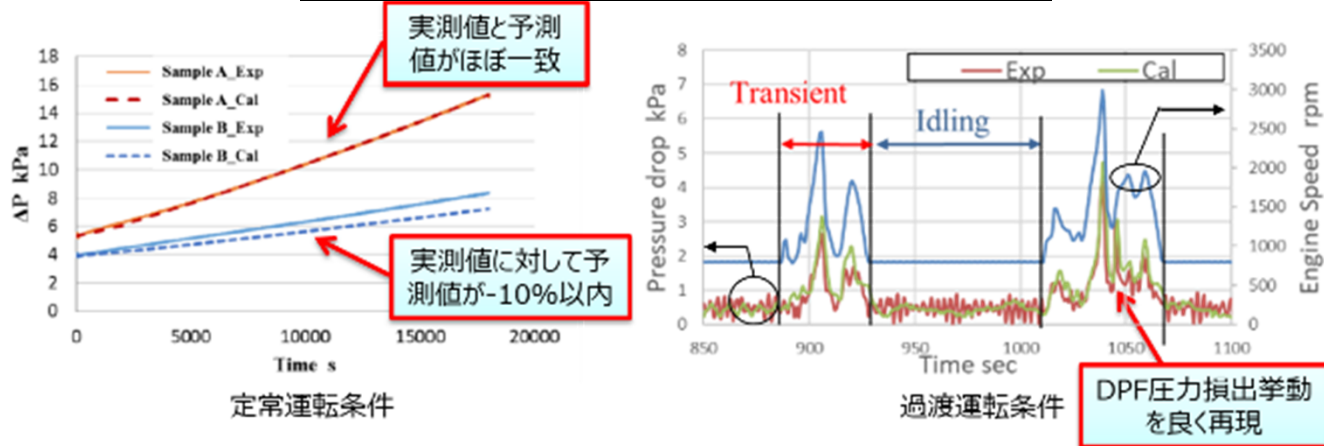
| 事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・根拠等) | 目標値 (計画) | 達成状況 (実績値・達成度) | 原因分析 (未達成の場合) |
|--|------------------|---|------------------|
| <p>開発スピードの向上</p> <p>ディーゼル車において、NOxとPM等有害物質の低減と燃費向上は相反関係にあるため、様々な高度な技術を組合せることにより、燃費向上と排出ガスのクリーン化を同時に進めてきた。ひきかえに、部品コストや開発工数が増加し、開発リソース不足やそれに伴う開発スピードの低下にも繋がっているところ。</p> <p>この開発工程では、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、<u>開発工数は膨大に増加している。</u></p> <p>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、<u>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。</u></p> <p>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。</p> <p>これらより、<u>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。</u></p> | 50%向上 (2020年) | <p>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。</p> <p>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、<u>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～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。</u></p> <p>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、<u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p>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。</p> | — |

3. 事業アウトプット

| 事業アウトプット指標 (妥当性・設定理由・根拠等) | 目標値 (計画) | 達成状況 (実績値・達成度) | 原因分析 (未達成の場合) |
|--|----------------------------|-------------------|------------------|
| DPF圧力損失の予測モデル精度 (予測と実測値の差分) ・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。 ・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。 ・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。 | ±30% (H26年度) | ±30% (100%達成) | - |
| | ±15% (H27年度) | ±15% (100%達成) | - |
| | ±10% (H28年度) | ±10% (100%達成) | - |
| | ±10% (事業目的達成時 H28年度) | ±10% (100%達成) | - |

・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。
 ・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。

DPFのPM堆積時の圧力損失の実測値と予測値

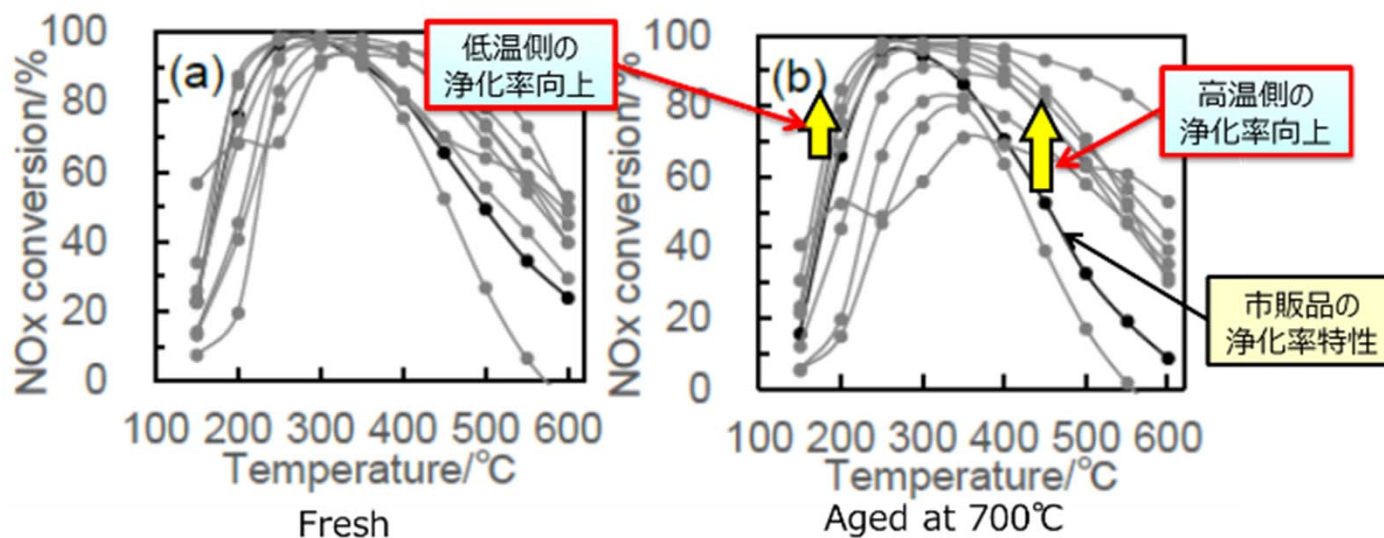


3. 事業アウトプット

| 事業アウトプット指標 (妥当性・設定理由・根拠等) | 目標値 (計画) | 達成状況 (実績値・達成度) | 原因分析 (未達成の場合) |
|--|-----------------------------|-------------------|------------------|
| NOx排出量 (H26年度市販品比) <ul style="list-style-type: none"> 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化が必要。 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は触媒技術向上により浄化。 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。 | 25%削減 (H28年度) | 25%削減 (100%達成) | - |
| | 25%削減 (事業目的達成 時H28年度) | 25%削減 (100%達成) | - |

ゼオライト触媒のNOx浄化率の特性

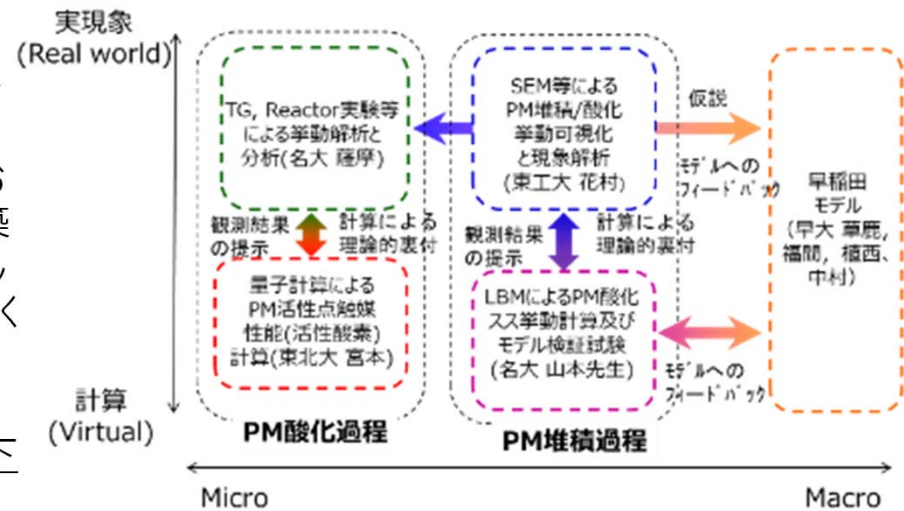
- 黒線の市販品に対して、低温および高温側のNOx浄化率が大きく向上したゼオライト種を創出
- 実走行を想定して計算したNOx排出量は、市販品に対して約25%の削減効果



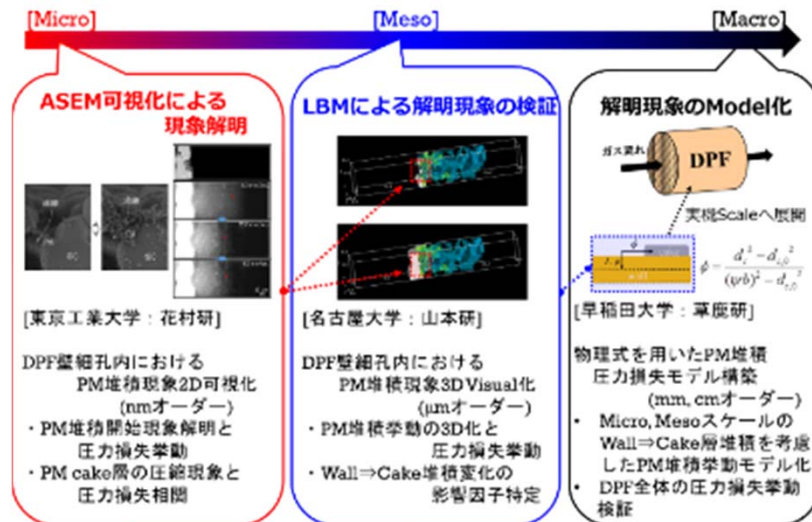
3. 事業アウトプット(研究成果概要)

①1) DPF内部現象解明研究

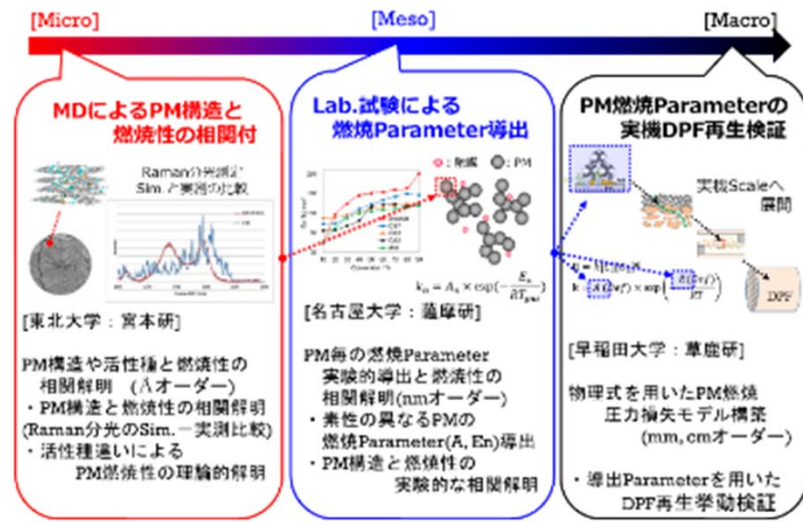
- PM堆積現象の解明とシミュレーションモデルを構築
- PM酸化現象の解明とシミュレーションモデルを構築
- DPFに堆積するAsh(灰分)の生成過程と堆積の現象解明とシミュレーションモデルを構築
- DPF内部現象の各シミュレーションモデルを統合し、性能予測および強制再生制御の予測が可能なシミュレーションモデルを構築
- 他にも、DPF内部の可視化観察や量子化学計算などの連携した研究により現象解明が進み、仮説の実証や新規な知見が多く見出した。
- DPF内部の可視化観察や量子化学計算などの連携した研究により現象解明が進み、シミュレーション予測精度が±10%以下を達成し、開発に適用可能なレベルとした。⇒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。



DPF現象解明の研究手法



PM堆積過程の現象解明とモデル化



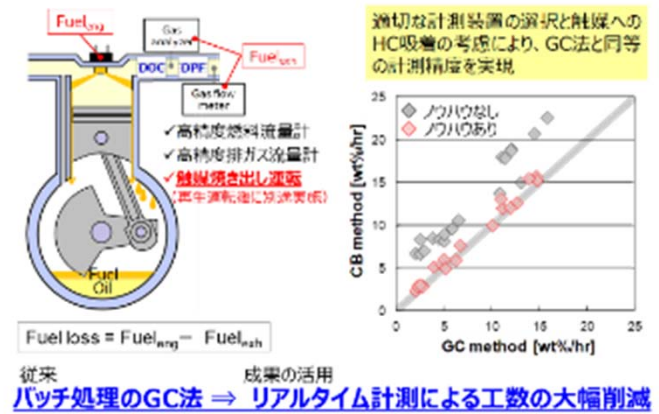
PM酸化過程の現象解明とモデル化

3. 事業アウトプット(研究成果概要)

①2) 再生技術高度化研究

- ポスト噴射※によるオイル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
- 高濃度炭化水素 (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。
- ⇒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。

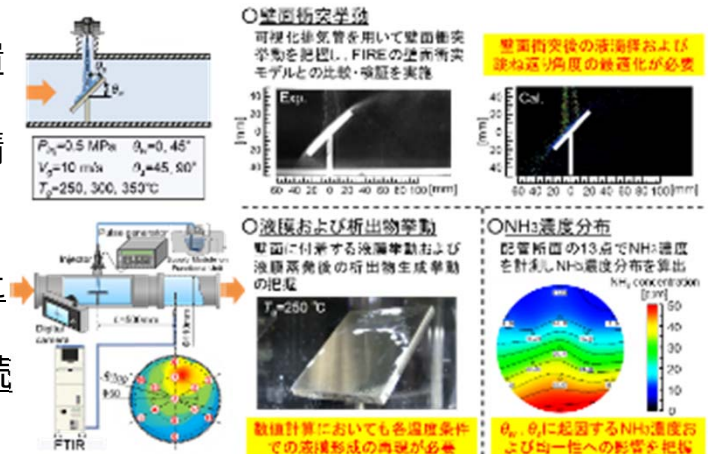
※排気管・触媒で発熱を行うため、エンジン内部に燃料を燃焼しない条件で噴射を行うこと



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

①3) 多成分浄化機能研究

- 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の発生装置構築により、計測装置の正確な校正が可能となり計測精度を向上
- 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。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ガス発生装置の構築した。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。

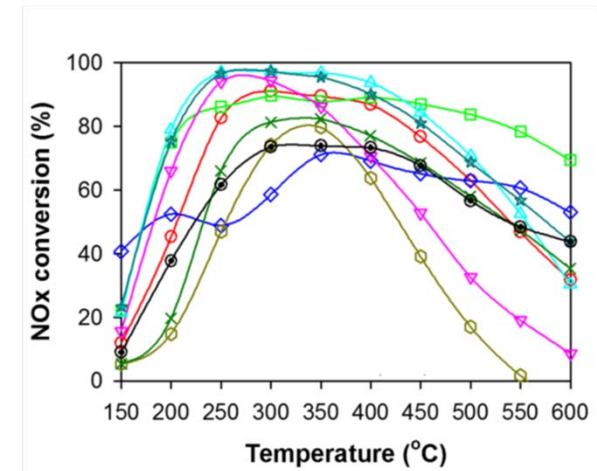


尿素有の壁面衝突噴霧の現象解明

3. 事業アウトプット(研究成果概要)

①4) 革新的NOx低減触媒研究

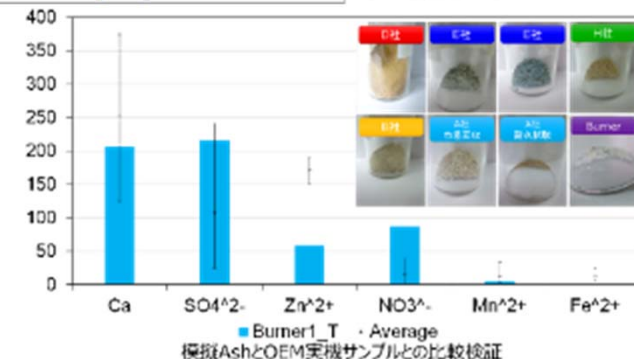
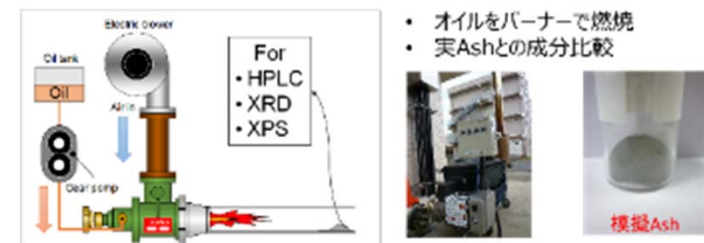
- 自動車用SCR触媒に特化した新ゼオライトをカタログ化
- 市販製品よりも浄化特性が優れたゼオライトを創出
- ゼオライト構造と活性・耐久性の相関関係を明確化
- 極微量粉末の材料物性、化学特性データからハニカムでの浄化活性を予測するシミュレーションモデルを構築
- 自動車用SCR触媒に特化した複数のゼオライトを創出し、これらのカタログ化により、使用条件違いに合わせてゼオライト選択が可能となり、また選択肢が拡大した。
- 反応予測モデル構築で、材料物性から触媒性能を予測して開発時の検討期間短縮が可能となった。
- 実験室の触媒粉レベルではあるが、市販品に対して、低温および高温側のNOx浄化率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

①5) 故障診断機能高度化研究

- 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。

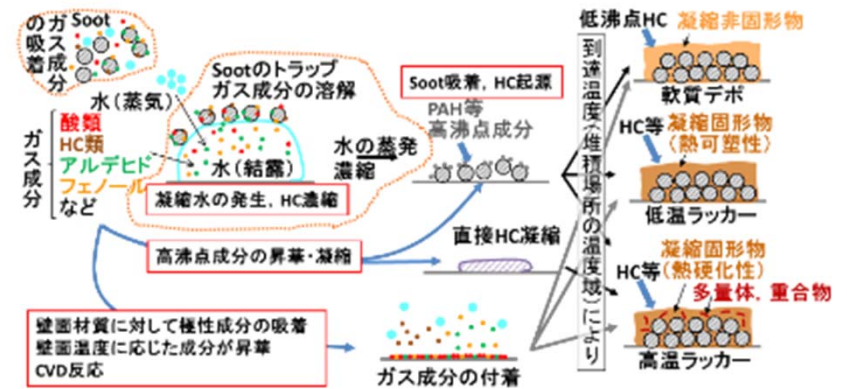


模擬Ash生成評価装置の構築

3. 事業アウトプット(研究成果概要)

② EGRデポジット抑制技術研究

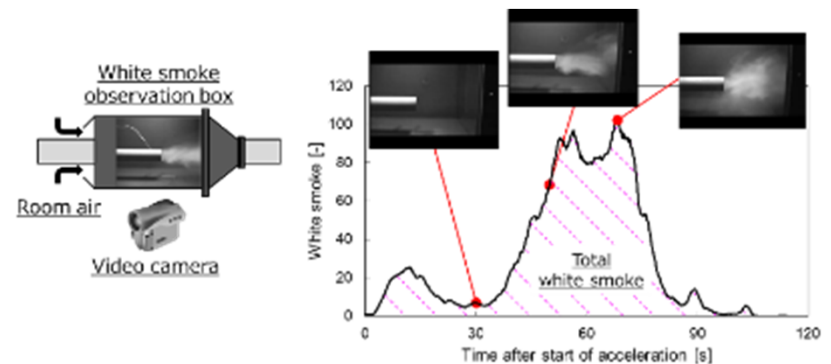
- エンジン実機でのデポジット評価装置を構築
- 燃焼バーナーでの模擬デポジット生成手法を確立
- デポジット生成のメカニズムを解明
- HC濃度からのデポジット生成速度および生成量について簡易計算シミュレーションモデルを構築
- ガス温度とTHC濃度によるデポジット生成限界曲線の存在を明確化
- 世界中で未解明のEGRデポジット生成メカニズムについて、従来研究とは異なる物理的・化学的アプローチにて明らかにした。これは、デポジット再現手法まで構築し世界的にみてもユニークな研究成果が得られた。
- 開発で活用可能な対策指針やシミュレーションモデル構築まで達成できておらず、継続して企業側資金により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

- 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パスを解明
- 硫黄由来白煙発生機構を解明
- 触媒の低比表面積による白煙抑制パスを解明
- 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。
- 開発工数削減に資する、測定手法を確立した。



1. 白煙排出画像から背景画像を差し引く
2. 差し引いた画像輝度値を平均し、白煙排出挙動の時系列変化を評価
3. 2.で求めた瞬時の画像輝度を積算し、トータルの白煙排出量を評価

白煙排出量の評価手法

3. 事業アウトプット

－ 大学・研究機関(企業を除く)の外部発表実績 －

- **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。学会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。

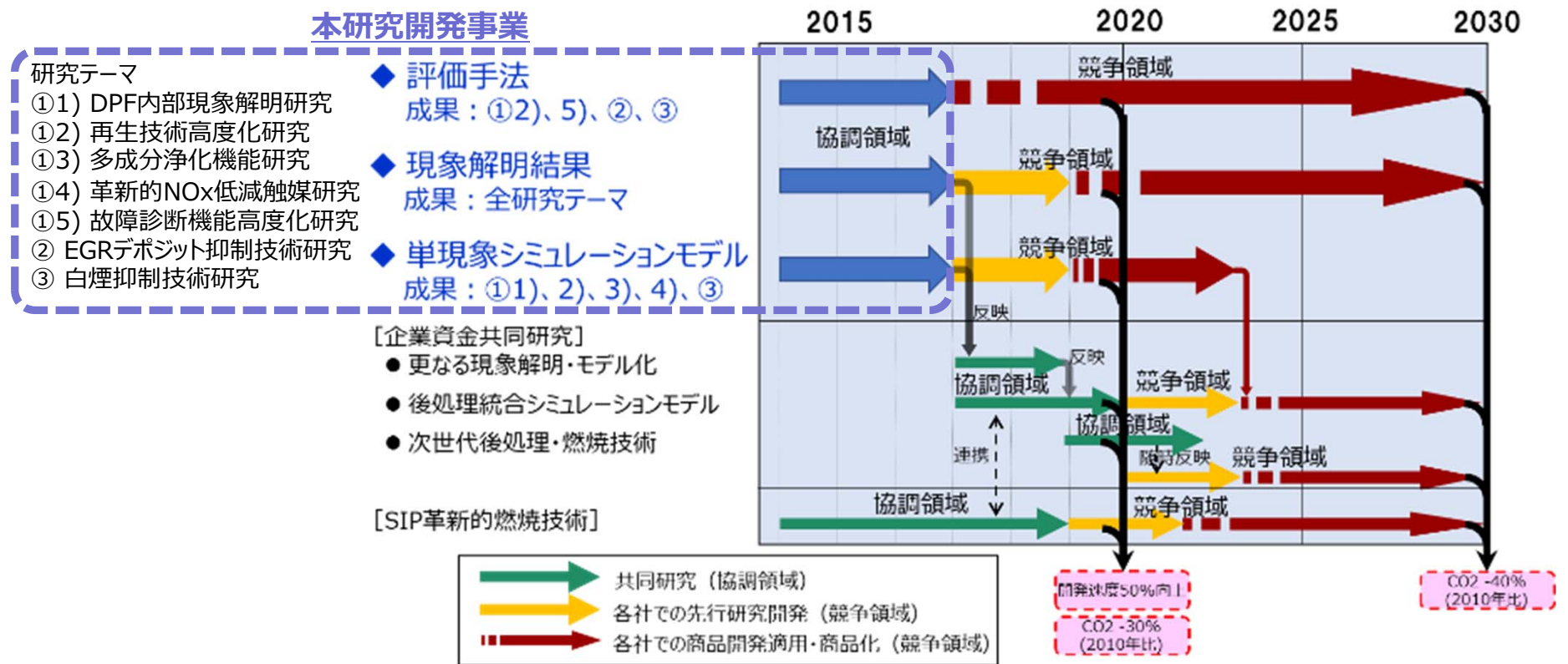
| 発表先学会 | 国内/国際 | 2014年度 | 2015年度 | 2016年度 | 2017年度 (上期) |
|--------------------------|-------|--------|--------|--------|----------------|
| 自動車技術会(春季・秋季大会、学生研究会等) | 国内 | | 11 | 21 | 16 |
| 日本機械学会(年次大会、地区大会等) | 国内 | 2 | 7 | 6 | 2 |
| 内燃機関シンポジウム | 国内 | | 7 | 1 | |
| 触媒学会(触媒討論会) | 国内 | | 11 | 4 | |
| 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 |

4. 当省(国)が実施することの必要性

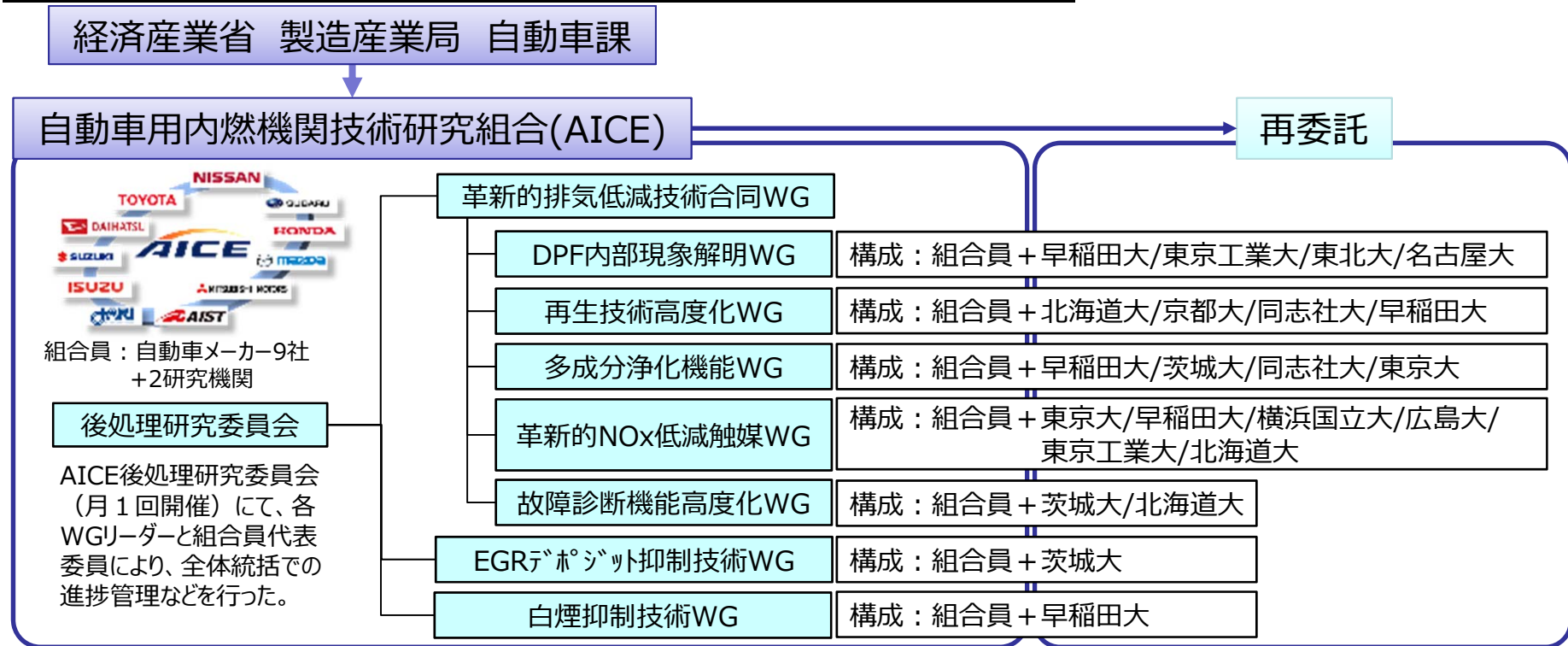
- (a) 我が国が強みを持ち、世界に勝てる技術分野であることについて
- かつてのC V C Cエンジンなど世界に先駆けて我が国の内燃機関は厳しい規制をクリアしてきたように、内燃機関技術は我が国が強みを有している。
 - 特に、クリーンディーゼルエンジン技術の関連特許数は、燃焼、後処理およびEGRにおいて我が国が欧米よりも多い。このように要素となる基盤技術は我が国がリードしている。
 - 他方、成長著しい新興国市場の拡大などにより、パワートレインのニーズについても多様化する中、我が国自動車メーカーでは、多様化及び複雑化に対応するため、必ずしもクリーンディーゼルに関する技術開発について十分なリ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。
- (b) 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。
- (c) 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、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。

5. 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産学学研究により、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。



6. 研究開発の実施・マネジメント体制等



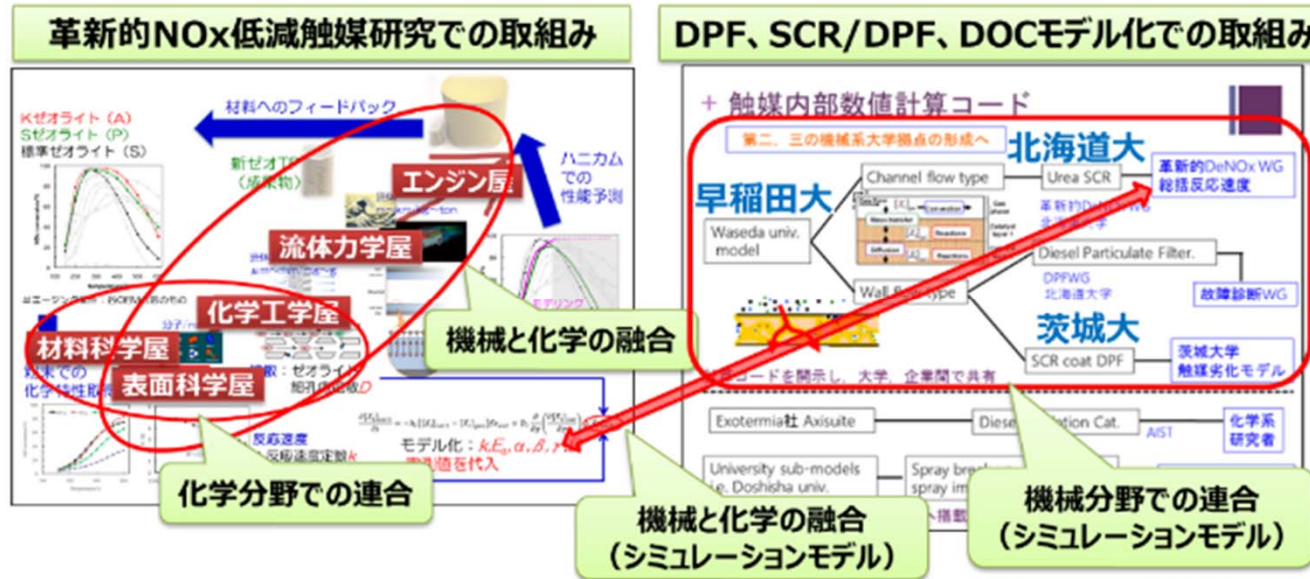
これまで例がない産産学連携での研究体制を構築

- 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か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。
- 自動車メーカーの商品開発に直接的に繋がる成果導出のため、各課題毎に組合員企業技術者と研究実施者によるWGを設置
- 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実施。また、WG主査、副主査は、定例会合以外にも研究室を訪問する等緊密な連携体制を構築。
- WG活動では、研究を実施している学生が参加し、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

6. 研究開発の実施・マネジメント体制等

－ 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



－ 企業(組合員)から学への人材派遣 －

- 企業側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。
- 企業・研究機関からの博士後期課程入学
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。

| | H26 | H27 | H28 | H29 |
|---------|-----|-----|------|-----|
| 客員教授 | → | | | |
| 客員講師 | | → | | |
| 社会人博士課程 | → | | 客員講師 | |
| 社会人博士課程 | | → | | |
| 社会人博士課程 | | | → | |

6. 研究開発の実施・マネジメント体制等

－ 中間・成果報告会 －

- H26 中間・成果報告会 (H26.12.8, H27.2.24)
 - H27 中間・成果報告会 (H27.10.19, H28.2.22-23)
 - H28 中間・成果報告会 (H28.11.1-2, H29.2.22-23)
- ・ 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を実施
 - ・ 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
 - ・ 各大学での実施状況、成果報告では、学生による報告も実施
 - ・ 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実施
 - ・ 学生プレゼンテーションには、優秀講演賞11名(3カ年)を選定して表彰（別途AICE会合(補助事業外)にて）
 外部アドバイザ：東京工業大 神本名誉教授、同志社大 藤本名誉教授、京都大 塩路教授
 早稲田大 大聖教授、東京電機大 新井特任教授



H 2 8 年度成果報告会



AICE Award表彰式

6. 研究開発の実施・マネジメント体制等

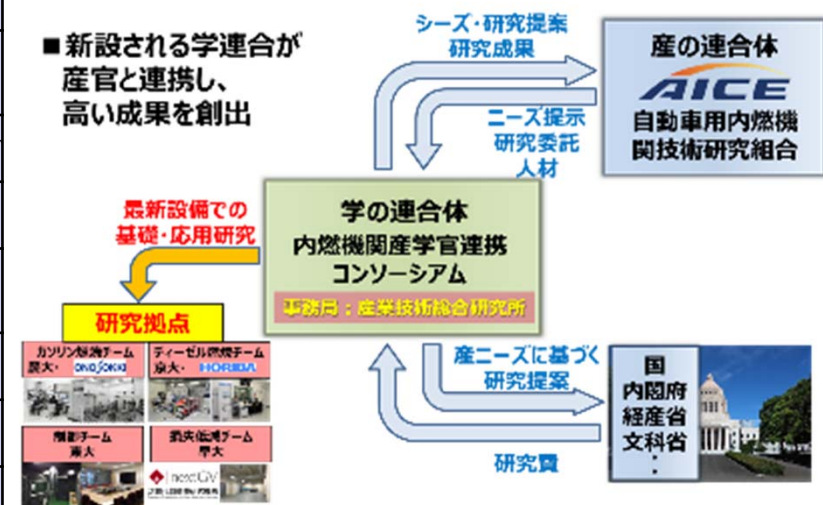
－ 本事業終了後の研究開発 －

- 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。
- 本事業とSIP革新的燃焼技術での検討から、産産学学連携研究の永続活動に向けた新たな仕組み構築のため、産産連携である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ジャパン、NEカムキャット、コーディング、住化分析センター、東京濾器、東レサーセンター、三井金属鉱業、ヤマ、ミコア日本触媒 |
| 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、ポスト測器、ホッシュ、堀場製作所、三井金属鉱業、ヤマ |
| 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 | カタラー、東レサーセンター、三井金属鉱業、ミコア日本触媒 |
| 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、東レサーセンター、コク、マルヤス工業、ミカ、1カ技研 |
| 5 | ポ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ジャパン、TPR、リク |
| 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、カタラー、東京濾器、ミコア日本触媒 |
| 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、ヤマ |

産産学学連携の新たな仕組み



7. 費用対効果

□ 事業全体

- 事業開始から3年間で総額約14億円（補助（補助率2/3））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、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。

□ 事業全体として得られる波及効果

• 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。

• 研究体制の革新

協調領域の課題を産産学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。

• 大学側の博士後期課程進学者増加

これまでにない産産学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）、社会人入学3名（早稲田大1名、茨城大2名）、また、平成29年度に内部進学3名（北海道大1名、早稲田大2名）、社会人入学1名（早稲田大）

8. 外部有識者の評価等

8-1. 評価検討会（平成29年10月26日、12月18日）

| | | |
|----------------|--|---|
| <p>評価検討会名称</p> | <p>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</p> | |
| <p>評価検討会委員</p> | <p>座長</p> | <p>羽田 政明 国立大学法人名古屋工業大学 教授</p> |
| | <p>委員</p> | <p>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</p> <p>田中 裕久 国立大学法人横浜国立大学 名誉教授</p> <p>北條 春夫 国立大学法人東京工業大学 名誉教授</p> <p>正木 信彦 UDTラックス株式会社 排気後処理システム担当</p> <p style="text-align: right;">（敬称略・五十音順）</p> |

8-2. 総合評価

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。

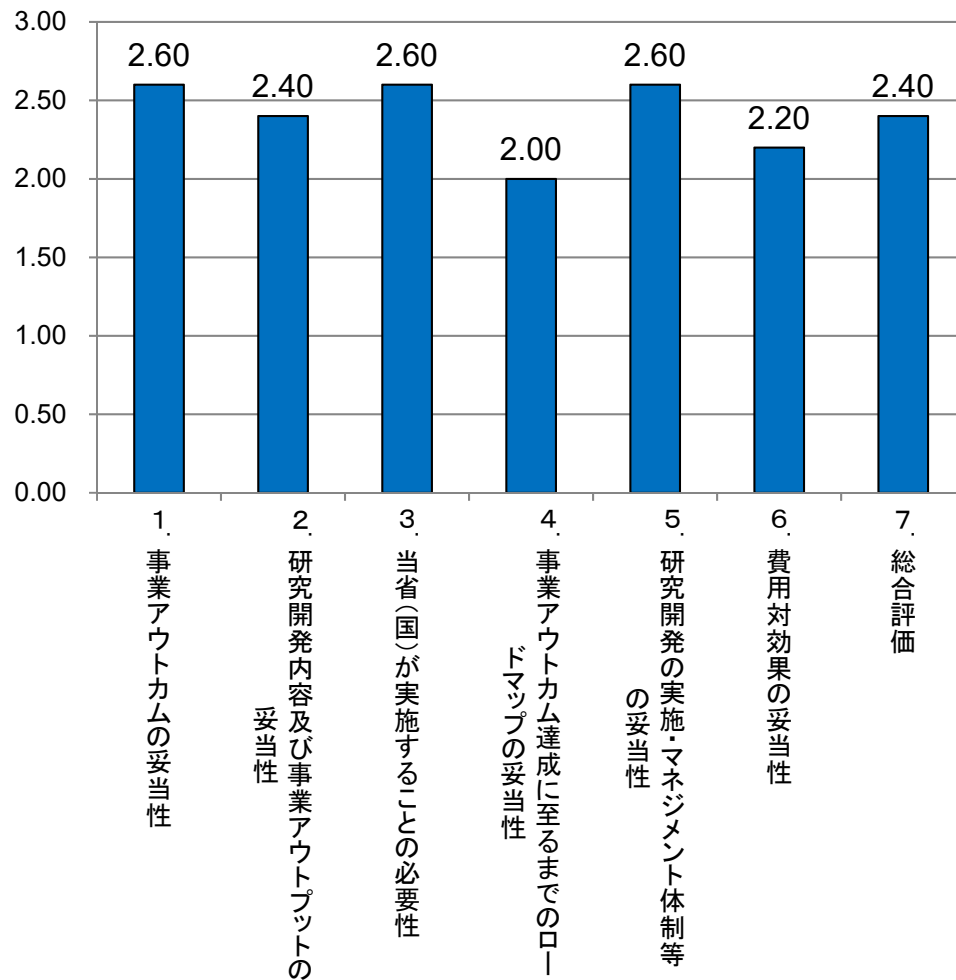
また、若手研究者の育成は我が国の科学技術力を維持・発展させるために喫緊に取り組むべき課題であるところ、本事業では学生を含めた若手研究者が議論・発表できる場を積極的に設ける等新しい人材育成モデルとしても期待できる。よって、事業成果が企業に活用されていること、将来のCO2低減技術に繋がる基礎的研究の成果が複数創出されていること、さらに、大学での学生、若手研究者の人材育成が進んでいることなど総合的観点から評価できる事業である。

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。

8-3. 評点結果

経済産業省技術評価指針に基づき評点法による評価を実施した。

評点



【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。

9. 提言及び提言に対する対処方針

経済産業省技術評価指針に基づき評点法による評価を実施した。

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。

提言に対する対処方針

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。