

「革新的次世代低公害車総合技術開発」
(事後評価) 分科会 資料 5-1

「革新的次世代低公害車総合技術開発プロジェクト」

事業原簿(公開)

担当部	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー技術開発部
-----	--

—目次—

概 要

【用語説明】

I. 事業の位置付け・必要性について	P I-1
1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性	P I-1
1.1. NEDOが関与することの意義	P I-1
1.2. 実施の効果（費用対効果）	P I-1
2. 事業の背景・目的・位置づけ	P I-3
2.1. 事業の背景	P I-3
2.2. 事業の目的及び意義	P I-4
2.3. 事業の位置付け	P I-4
II. 研究開発マネジメントについて	P II-1
1. 事業の目標	P II-1
2. 事業の計画内容	P II-2
2.1. 研究開発テーマの採択経緯	P II-2
2.2. 研究開発の内容	P II-3
2.3. 研究開発の実施体制	P II-7
2.4. 研究開発の予算	P II-8
2.5. 研究の運営管理	P II-8
3. 情勢変化への対応	P II-10
4. 中間評価結果への対応	P II-10
5. 評価に関する事項	P II-14
III. 研究開発成果について	P III. 1-1
1. 成果の概要	P III. 1-1
2. 研究開発項目④	P III. 2-1
2.1. 研究開発の背景、目的、位置付け	P III. 2-1
2.2. 研究開発マネジメント	P III. 2-1
2.3. 研究開発成果	P III. 2-387
2.4. 実用化、事業化の見通し	P III. 2-388
2.5. まとめ	P III. 2-389
IV. 実用化・事業化の見通しについて	P IV-1

(添付資料)

- ・エネルギーイノベーションプログラム基本計画
- ・プロジェクト基本計画
- ・技術戦略マップ（分野別技術ロードマップ）
- ・事前評価関連資料（事前評価書、パブリックコメント募集の結果）
- ・特許論文リスト

概要

最終更新日 平成 21 年 9 月 24 日

プログラム（又は施策）名	次世代低公害車技術開発プログラム 平成 18 年度より省エネルギー技術開発プログラムに変更 平成 20 年度よりイノベーションプログラムに変更						
プロジェクト名	革新的次世代低公害車総合技術開発	プロジェクト番号	P04013				
担当推進部/担当者	省エネルギー技術開発部/土川 俊三（平成 19 年 4 月～） 省エネルギー技術開発部/伊藤 淳（平成 17 年 4 月～平成 19 年 3 月）						
0. 事業の概要	ディーゼルエンジンを中心とした開発として①新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化、②天然ガスベースの合成液体燃料（GTL）を用いたエンジン技術の開発、③革新的後処理システムの研究開発、④次世代自動車の総合技術開発を進め、ディーゼルエンジンの高い熱効率を維持した上で、ポスト新長期規制にも充分適合でき、画期的に排ガスをクリーン化する技術を開発する。						
I. 事業の位置付け・必要性について	地球温暖化問題や大気汚染問題等の環境問題に対する関心が高まりつつあり、自動車に起因する環境問題への対応が急務である中、これまで以上に低公害車の開発・普及の必要性が高まっている。特に大型トラック・バスについては、その技術的困難さから排ガス対策の技術開発が必要となっている。2010 年頃までには、世界で最も厳しいポスト新長期規制に適合することが要求されており、緊急の課題となっている。また、2008 年以降に本格的となるCO ₂ 削減技術についても、本プロジェクトで確立していくことも要求されている。これらの技術開発は、国内自動車産業の国際競争力の向上につながるため、国家的な課題として位置づけられる。						
II. 研究開発マネジメントについて							
事業の目標	【当初の目標】 ①ディーゼル排出ガス：大型車 NOx 0.2g/kWh、PM 0.013g/kWh、乗用車 NOx 0.05g/km、PM 0.007g/km ②燃費：大型車 10%向上、乗用車ガソリントップランナーに比べ 30%向上。 【変更した目標（H17/10月）】（変更内容のみ記述） ①ディーゼル排出ガス：大型車 PM 0.010g/kWh、乗用車 PM 0.005g/km。平成 17 年 4 月の中央環境審議会第 8 次答申で示された数値を達成目標値とした。 【変更した目標（H19/10月）】（変更内容のみ記述） ②燃費：乗用車 2015 トップランナーに比べ 20%向上。平成 19 年 7 月交付された 2015 乗用車等の新燃費基準対応						
事業の計画内容	主な実施事項	H16fy	H17fy	H18fy	H19fy	H20fy	
	要素技術研究開発						
	プロトタイプ開発			←→			
	プロトタイプ評価実用化				←→	→	
	成果とりまとめ			←→		↔	
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位：百万円)	会計・勘定	H16fy	H17fy	H18fy	H19fy	H20fy	総額
	一般会計						
	特別会計 (電多・高度化・石油の別)	516	1,243	1,030	767	516	4,072
	総予算額	516	1,243	1,030	767	516	4,072
開発体制	経産省担当原課	製造産業局自動車課					
	プロジェクトリーダー	早稲田大学理工学術院教授 大聖 泰弘					
	委託先	(株)いすゞ中央研究所、(独)産総研、マツダ(株)、広島大、トヨタ自動車(株)、日野自動車(株)、昭和シェル石油(株)、ダイハツ工業(株)、(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)、旭化成(株)、戸田工業(株)、大分大、立命館大、(株)堀場製作所、日産ディーゼル工業(株)、早稲田大、(財)日本自動車研究所(JARI)					

情勢変化への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・排出ガス目標値の変更 平成17年4月の中央環境審議会第8次答申をうけ、第2回技術委員会（H17年10月6日開催）において本プロジェクトの目標値の変更を審議し、承認され基本計画の改訂を行った。 ・燃費目標値の変更 平成19年7月交付された2015乗用車等の新燃費基準をうけ、第6回技術委員会（H19年10月31日開催）において本プロジェクトの目標値の変更を審議し、承認され基本計画の改訂を行った。
中間評価結果への対応	<p>平成18年度の中間評価により、「概ね現行通り実施して良い」との評価を受け、主な指摘事項と対応状況は、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 燃焼・燃料・後処理分野の技術連携強化の推進すること (対応) 技術連携・統合WGを発足、推進。数値シミュレーションを用いて、相乗効果が期待され、目標値を到達可能な見通しが得られた。 2. 多様な試験モードでの排出ガス評価を推進すること。 (対応) オフサイクル評価の設定と評価の推進。・排ガス温度の低い都市内渋滞時を想定したJARI平均車速15Km/hモードにて評価を実施し、都市内渋滞時の排出量として、既存の排出係数から当初予測された悪化はないことが確認できた。 3. GTL以外にBDFなどの影響なども視野にいれること。 (対応) バイオマス燃料（BDF）利用に関する動向及び技術過大の調査を追加して推進した。 4. 当初に設定した分野にこだわらず、要素技術開発と総合化の視点から扱いを見直すことも必要 (対応) 体制見直しを実施した。 マツダチームの燃焼と後処理のチームを統合するとともに、委託先の見直しを行い、6実施者を4実施者へ変更した。（'07/4～）
評価に関する事項	事前評価 平成15年度実施 担当部 省エネルギー技術開発部
	中間評価 平成18年度 中間評価実施
	事後評価 平成21年度 事後評価実施
Ⅲ. 研究開発成果について	<p>プロジェクト全体の成果を総括すると、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃費、排出ガスの最終目標を達成した。 ・オフサイクル・未規制物質など各評価項目とも特に問題なことを確認した。 ・本プロジェクトで開発した車両を将来導入できれば、課題となっている沿道の大気汚染濃度の改善に対する効果があることを大気拡散シミュレーションによって確認した。 <p>本プロジェクトは国プロとして産学官の協同により取り組み、それぞれが得意とする基礎研究の分野から開発研究までを有機的に連携して、世界をリードする目標値が達成できた。さらに健康影響評価で問題のないこと、大気拡散シミュレーションにて環境改善効果があることを示すことができ、クリーンディーゼルの導入意義を確認することができた。</p> <p>①-1 「超高度燃焼制御エンジンシステムの研究開発」 実施先：いすゞ中央研究所／産業技術総合研究所 予混合圧縮着火（PCI）燃焼を主とした新燃焼方式を含め、ディーゼルエンジンのクリーン化、高度化を実現する新燃焼方式の開発及び燃料品質の最適化を行い、3段過給システムによる高過給、高EGR率、噴射系改善による最適燃焼により研究開発目標を達成し得る技術が見出された。新燃料（セタン価42-43、芳香族分フリー）によりNOx、PMのトレードオフが改善できた。</p> <p>①-2 「超低エミッション高効率乗用ディーゼルエンジンの研究開発」 実施先：マツダ／広島大／戸田工業／大分大 革新的燃焼技術<ITIC-PCI(Intake Temperature and Injection Controlled Premixed Compression Ignition) 予混合燃焼、群噴孔ノズルインジェクタ。LP（低圧）/HP（高圧）併用EGRシステムなどの開発により、燃焼技術開発目標（NOx、燃費）を達成した。低温度域（～200℃）と耐熱性に優れる中空3次元構造シングルナノサイズNOx触媒を開発した。開発した燃焼技術・触媒技術と既存DPF技術の組合せにより、プロジェクトの開発目標を達成した。NOx:0.05g/km, PM:0.005g/km, 燃費:2015年GE車比20%改善(JC08モード、1479kgランク)</p>

<p>III. 研究開発成果について</p>	<p>②「GTLを用いたエンジン技術の開発」 実施先：トヨタ／日野自動車／昭和シェル石油 GTLの燃焼の特徴として、スモークやHCが低減することを示した。GTL燃料を用いた際の実用性を多角的に評価し、軽油と比べ何れも問題ないか、軽微な対策で対応可能であることを確認した。GTL燃料の高いエミッション低減ポテンシャルをエンジン緒言の最適化により確認し、プロジェクトの目標値を達成することが出来た。(DPNR触媒付・JE05モードでの評価)。これまでの排気後処理を含めたエンジン改良に関する研究例は極めて少なく、GTL燃料普及に関して意義のある成果が得られたと考える。</p> <p>③-1「低温プラズマシステムの研究開発」 実施先：ダイハツ工業／(財)地球環境産業技術研究機構 プラズマ中に生成した活性種によるPMの炭素結合の変化でPMが燃焼する酸化除去機構を開明し、高性能プラズマ反応器を開発した。その結果、PM₁₀ 0.002g/kmを達成してポスト新長期規制をクリアした。また放電電力100W、モード中の最大圧損を2kPaにするなどの実用上の課題を克服した。さらにPM酸化に対し、プラズマ放電場において有効に機能する金属酸化物触媒を開発した。</p> <p>③-2「固体電解質を用いたPM・NO_x同時低減システムの研究開発」 実施先：立命館大学／堀場製作所 多孔質固体電解質を用いた電気化学的手法による窒素酸化物と微粒子の同時低減を可能とする革新的排ガス処理システムを開発した。YSZ(Yttria Stabilized Zirconia)固体電解質を用い400℃の模擬排ガスでNO_xおよびPM低減率90%を達成した。低温作動型GDC(Gadolinia-doped Ceria)固体電解質セルを開発し、280℃からの稼動を可能にした。GDCセルの稼動温度以下ではPMおよびNO_xをそれぞれ堆積、吸蔵し、稼動温度以上で通電によりこれらを分解する実用化システムの提案を行った。30x30x50mmのハニカムモジュールを試作し、分流希釈トンネルを用いたJC08排ガス試験を実施し、NO_xの低減率74%、PM低減率98%を達成した。平板セルでの実験結果ではNO_x低減率91%を達成し、NO_x排出レベル0.033g/kmを実現可能であることが示唆された。</p> <p>③-3「プラズマアシストSCRシステムによるNO_x低減の研究」 実施先：日野自動車 低温時のNO_x低減性能を改善させる要素技術としてプラズマアシストSCR(プラズマによるNO_x還元反応の促進技術)を開発し、プラズマ反応器入口温度110℃でNO_x低減率80%を得ることができた。その技術と触媒付きDPFを組み合わせることでプロジェクトの目標を達成した。</p> <p>③-4「NO_x・PMを同時低減する新排出ガス浄化システムの研究開発」 実施先：日産ディーゼル工業／早稲田大学 DPFと尿素SCRを組み合わせることでNO_xとPMの同時低減処理システムの研究開発に取り組み、低温活性の向上およびアンモニアスリップの削減を狙ったSCR触媒を開発した。また、CR-DPFの基礎解析、ススの酸化速度予測、SCR触媒反応解析、最適尿素噴射ロジック、モデルを構築し、触媒仕様の最適化に関して研究開発の効率化を推進し、実験的研究と理論解析的研究と連携してプロジェクトの目標を達成した。</p> <p>④「次世代自動車の総合評価技術」 実施先：(財)日本自動車研究所／産業技術総合研究所 ナノ領域を含むPM粒径と個数濃度分布の計測、排出ガスの健康影響評価及び新燃焼方式から発生する未規制物質の排出挙動を把握し、微量有害物質やナノ粒子の排出量が低減されること及び健康影響の観点からも悪化がないことを確認した。また、大気質改善効果を予測するシミュレーションを実施し、2020年に当該プロジェクトでの開発車両を全て導入すれば、自動車からのNO_xの排出量はBAUに比較して62%低減するとの結果が得られた。ただし、NO_x排出の原因は自動車以外の固定発生源も含まれており、特に自動車の寄与度が大きい沿道(東京都大田区松原自排局を想定)濃度ではNO_xが19~29%、NO₂が11~16%低減するとの予測結果が得られ、本プロジェクトの開発成果が都市環境改善に有効であることが示された。</p>				
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="467 1816 738 1854">投稿論文、外部発表等</td> <td data-bbox="738 1816 1441 1854">「査読付き論文」67件、「その他」157件</td> </tr> <tr> <td data-bbox="467 1854 738 1892">特許</td> <td data-bbox="738 1854 1441 1892">「出願済」98件、</td> </tr> </table>	投稿論文、外部発表等	「査読付き論文」67件、「その他」157件	特許	「出願済」98件、
	投稿論文、外部発表等	「査読付き論文」67件、「その他」157件			
特許	「出願済」98件、				
<p>IV. 実用化、事業化の見通しについて</p>	<p>①「新燃焼方式の研究開発」 新燃焼方式と後処理技術によって次期規制とみなされるポスト新長期規制の挑戦的目標値と燃費の向上を達成することができた。信頼性、耐久性、コストなどを両立させる商品化開発に移行し、商品化を効率的に進める。</p>				

	<p>②「新燃料を用いたエンジン技術の最適化」 G T Lに限らないパラフィン系燃料、水素化処理植物油燃料、BTL などの評価および規格化の提案を行うとともに、市場導入パイロット・プロジェクトへ協力する。</p> <p>③革新的後処理システムの研究開発」 ・後処理システムの耐久性向上、システムの小型化（車両搭載性考慮）などの課題を解決し、エンジン適合、実車適合を図り実用化に結びつける。 ・学を中心とするチームでは製造技術、評価技術、実証試験に関し、協力企業と連携して実用化開発を進める。</p> <p>④「次世代自動車の総合評価技術開発」 ・個数濃度測定器に関する国内一次標準の確立と供給、PMP への対応や国際標準化を進める。 ・培養細胞を用いた健康響評価の簡便手法と大気質の予測モデルによって、開発されたエンジンシステムは健康および大気質環境保全に貢献し、実用化を進めることは有意義であることを明らかにした。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成16年3月 作成
	変更履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・平成17年3月 委託先決定に伴い、研究開発計画を改訂 ・平成17年10月 新排出ガス規制案の提示により、研究開発目標値を改訂 ・平成18年2月 省エネルギー技術開発プログラムに位置付けられたことによる表題の変更 ・平成19年10月 新燃費規制の交付により、研究開発目標値を改訂 ・平成20年7月 イノベーションプログラムに位置付けられたことによる表題の変更

【用語説明】

(1) エンジン関係

- EGR** Exhaust Gas Re-circulation (排ガス再循環：窒素酸化物の発生を抑制するために吸気に排ガスの一部を混合すること。燃焼温度が下がるためにNO_x抑制効果が現れる。)
- HCCI** Homogeneous Charge Combustion Ignition (均一予混合気圧縮着火：燃焼室での着火前に空気と燃料の均一予混合気を生成しておき、圧縮着火させる燃焼方式。均一予混合気を生成するため、通常のディーゼルエンジンと異なり圧縮上死点よりかなり早い時期に燃料を噴射する。低負荷条件で、PMとNO_xの同時低減が可能であることが知られている。)
- PCI** Pre-mixed Combustion Ignition (予混合圧縮着火：燃焼室での着火前に行われる空気と燃料の予混合気形成を従来のディーゼル燃焼よりも積極的に促進しておき、圧縮着火させる燃焼方式。低～中負荷条件で、PMとNO_xの同時低減が可能であることが知られている。HCCIに関する研究の進展に伴い、PMとNO_xの同時低減には、予混合気の均一性は必ずしも必要でないことが判明してきたため、予混合気の均一性をねらう意味を持つ用語であるHCCIと区別してPCIの用語が用いられるようになった。)
- 圧縮比** エンジンのシリンダ内で、混合気がどれだけ圧縮されるかを示す割合で、下死点における燃焼室容積の、上死点における燃焼室容積との比で定義される。
- 過給** 圧縮機（ターボチャージャなど）を用いて、周囲の大気圧以上に加圧した吸気をエンジンに供給すること。
- 過渡状態** エンジン回転数や負荷が一定でなく変化している状態、加速・減速の状態
- カムレス気筒** 給排気バルブをカムによる機械式ではなく、電磁気や油圧で駆動させること。
- 希薄燃焼（リーンバーン）** 理論上完全燃焼するのに必要な燃料と空気の比率よりも、空気の比率が多い混合気で燃焼させること
- 混合気** 燃料と空気の混合物
- コモンレール** 狭義は高圧化した燃料の蓄圧室の意味であるが、しばしば、コモンレールを備えたディーゼル噴射装置と専用の電子制御インジェクターを組み合わせた燃料噴射方式そのものをさす。旧来の列型噴射ポンプや分配型ポンプとスプリングによる自動弁方式の機械式インジェクターの組み合わせに比較して、新しい噴射方式であり、噴射圧力がエンジン回転速度に依存せず高い値を実現できるなどの特徴を持ち、また、電子制御により1回の燃焼行程で複数回の噴射が行えるなどの利点がある。
- 多段噴射** 燃料噴射を複数回に分けて実施すること
- ディーゼルノック** ディーゼル機関において、燃料が噴射されてから自己着火するまでの遅れ時間が長いために蓄積された燃料が短時間で一挙に燃焼するなどの理由で燃焼速度がとくに高い場合に振動や騒音を発生する現象であって、とくに、その程度が著しく、エンジンの寿命や周囲環境に悪影響を及ぼすもの
- 噴射時期** 燃料を噴射するタイミングで、通常はピストンがあがりきった上死点（TDC）付近

(2) 燃料関係

- G T L** Gas to Liquid (ガス状の炭化水素原料から燃料などの液体炭化水素を合成する技術またはその技術により合成された燃料。軽油を生産する場合は、原料として、天然ガスや石炭から生成されるガスが用いられる。現在の供給量は少ないが、将来の燃料として、液体であるために DME などの気体燃料に比較して可搬性に優れていること、通常の軽油に比較して高いセタン価を持つこと、硫黄分と芳香族分が少ないといった特長と、石油依存からの脱却の可能性の面で期待されている。)
- 蒸留性状** 液体を蒸留したときの温度と留出量の関係。軽油などの液体燃料は多成分系であるため、水やエタノールのように明確な沸点を持たないので、蒸発に関する特性を示す際に用いられる。
- セタン価** ディーゼルエンジンにおいて燃料の着火性を示す指標でありセタン価が高いほど着火性が良い。セタン価測定用の試験エンジンで測定する。ノルマルセタンとヘプタメチルノナンの混合燃料との比較で定義されており、着火性の良いノルマルセタン 100%と同等の着火性を示す燃料のセタン価が 100 と定義されている。燃料中の直鎖飽和炭化水素の含有量が多く、また、その分子内の炭素数が多いものほどセタン価が高い。

(3) 排ガス関係

- C O** Carbon Monoxide (一酸化炭素)
- D P** Diesel Particulate (ディーゼル排気中に含まれる粒子状物質の総称)
- D P N R** Diesel Particulate-NOx Reduction System (トヨタ自動車(株)が開発した PM と NOx を同時に連続浄化する触媒システム。)
- H C** Hydrocarbon (炭化水素)
- NMHC** Non-Methane Hydro Carbon (メタンを除いた炭化水素)
- N O x** Nitrogen Oxides (排出ガス中に含まれる窒素酸化物 (主として NO と NO₂) の総称、光化学スモッグの原因物質のひとつ)
- P M** Particulate Matter (粒子状物質：排出ガスに含有され、未燃焼の炭素粒子の周りに、炭化水素系のさまざまな化合物が付着したもの。一般には黒煙とも言われる。)
- T H C** Total Hydrocarbon (全炭化水素 メタンを含む全ての炭化水素)
- 温室効果ガス** 京都議定書では、排出の抑制及び削減に関する数量化された約束の対象となる温室効果ガスを二酸化炭素 (C O₂)、メタン (C H₄)、一酸化二窒素 (N₂O)、ハイドロフルオロカーボン (H F C)、パーフルオロカーボン (P F C)、六ふっ化硫黄 (S F₆) としており、日本は、温室効果ガスの総排出量を 2008 年から 2012 年の第 1 約束期間に基準年から 6%削減することとなっている。
- スモーク** 黒煙。自動車の排気を規定量吸引したろ紙の光反射率の測定による。PM中の固体炭素質粒子 (soot) の濃度に対応するといわれている。
- 未規制物質** 自動車の排ガス規制の中で、現在対象となっていないが、有害大気汚染物質として環境省等がリストアップしている物質の内、自動車の排出物質に含まれている物質。自動車から排出される炭化水素の排出量を管理することでこれらの物質も低い値に

保たれるため現在は個別成分の規制対象とされていない。その他、地球温暖化物質なども未規制物質に含む場合がある。

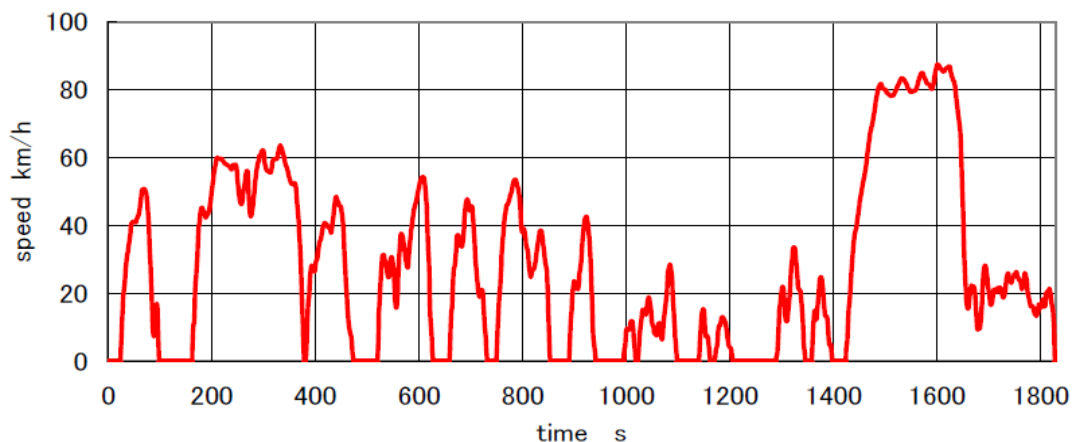
(4) 後処理関係

- C D P F** Catalyzed Diesel Particulate Filter (触媒を担持したD P F : 排出ガスに含有されるPMをフィルター作用で捕集するD P Fに触媒が担持され、CO や未燃炭化水素、オイル、粒子状物質中の SOF (有機溶媒可溶成分) などが酸化除去されるとともに、捕集されたPMの再生が行われる。)
- D O C** Diesel Oxidation Catalyst (ディーゼルエンジンの排出ガス後処理装置として用いられる酸化触媒。排出ガス中に含まれるCO や未燃炭化水素、オイル、粒子状物質中のSOF (有機溶媒可溶成分) などが酸化除去される。)
- D P F** Diesel Particulate Filter (ディーゼル微粒子除去装置 : 排出ガスに含有されるPMをフィルター作用で除去する装置。一定期間ごとに除去したPMを燃焼させるなどの再生(Regeneration)が必要になる。)
- N S R** NO_x Storage Reduction (NO_x 吸蔵還元触媒 : 通常の運転時はNO_x を触媒上に吸蔵し、定期的に燃料の濃い空燃比 (リッチ条件) に調整してNO_x を還元する機能のある触媒)
- S C R** Selective Catalytic Reduction (選択還元触媒 : 排ガス中のNO_x を選択的に還元する触媒。還元剤として炭化水素、アンモニアが代表である。)
- B a s e E m i s s i o n** 後処理なしのエンジン排出ガス
- アンモニアスリップ** S C Rで使用されるアンモニアが触媒で反応されずに排出されること。アンモニアは、劇物であり、安全環境衛生上規制されている。
- 固体電解質** 固体電解質は金属の酸化物で、その内部を酸化物イオン (O²⁻など) が自由に動ける物質を指す。固体酸化物型の燃料電池 (S O F C) ほか、自動車の排ガス中の酸素を検出する酸素センサ等で利用されている。
- 三元触媒** 排ガスに含まれる3大有害物質 (CO、HC、NO_x) を同時に酸化もしくは還元して除去する。ガソリンエンジンでは広く利用されている。
- シングルナノ** 1~9ナノメートル (1ミクロンの千分の1) サイズのこと
- 低温プラズマ** プラズマを構成する粒子すべての温度が高い状態を高温プラズマ、電子温度のみが高い状態を低温プラズマという。
- D e N o x 触媒** 窒素酸化物を還元して窒素と酸素分子に戻す働きをする触媒。
- 尿素S C R** S C Rのうち、添加した尿素によって生成されたアンモニアを還元剤として、NO_x をN₂に還元する触媒システム。石油精製、工業炉等の固定式の燃焼装置でNO_x 除去を目的として一般的に使用されている。自動車等の移動式燃焼ガスへの応用は、2004年から大型トラック用に実用化された。
- メソポーラス** ミクロ孔とマクロ孔の間であるメソ孔のこと。国際純正応用化学連合 (I U P A C) では、2~50ナノメートルの細孔径を、メソポーラスとして分類する。

(5) その他

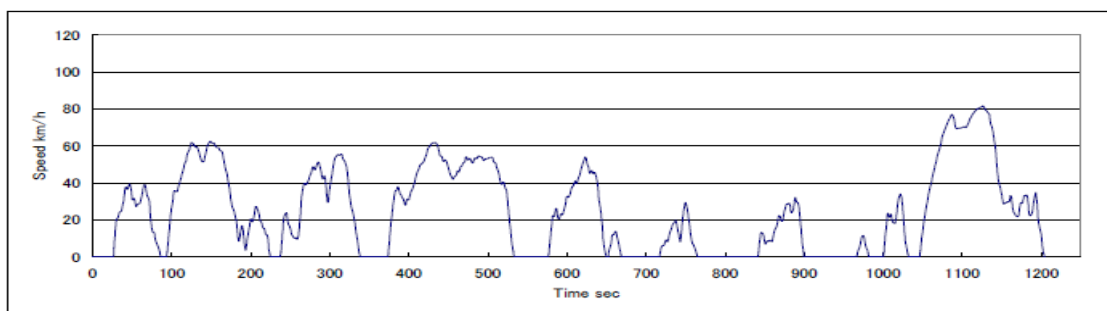
JE05モード 新長期規制（05年～）に併せて導入されたエンジンベースの排出ガス試験方法（対象：車両総重量 3500kg 超過）

◎JE05 モード



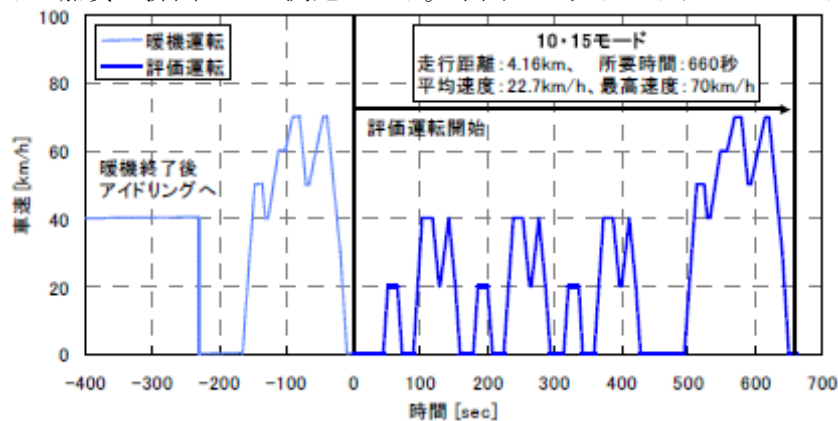
JC08モード 2008年から導入を予定されている排ガス試験方法（対象：車両総重量 3500kg 以下）

新たな試験モード(JC08モード)



想定走行距離	8.171km	所要時間	1204秒
平均速度	24.4km/h	平均速度(アイドリング時を除く)	34.8km/h
最高速度	81.6km/h	アイドリング比率	29.7%

10・15モード 燃費・排出ガスの測定モード。下図のホット・トランジェント測定手法



P R T R 物質	化学物質排出移動量届出制度の対象となる物質
P A H s	Poly Aromatic Hydrocarbons (多環芳香族炭化水素：ベンゼン環を 2 以上持つ炭化水素。健康影響の面から関心がもたれている。)
T O F / M S	Time of Flight Mass Spectrometer 飛行時間型質量分析計
エイムズテスト	健康影響を調査するためのスクリーニング試験法のひとつで、細菌を用いて物質の変異原性を調べる試験方法
希釈トンネル	ディーゼル自動車から排出される PM およびガス状物質の質量排出率を測定するための排ガス希釈装置。自動車の運転状態に応じて排ガス流量が変化しても、希釈空気と排出ガスの合計流量が常に一定に保たれる構造となっているため、希釈トンネル内の物質濃度は排ガス流量と排出物質濃度の積を反映した値となる。この性質を利用して、排出物質の質量排出率を算出することが容易にできるため、各国でディーゼル自動車の認証試験における排出物質の測定方法に広く採用されている。とくに PM 重量の測定に際して希釈ガスの温度が測定結果に影響を及ぼすことと、粒子状物質の個数濃度を測定する際には温度と希釈率の双方が影響するため、希釈率とトンネル内のガス温度は重要なパラメータである。
ナノ粒子 (PM)	PM のうちナノメートル (1 ミクロンの千分の 1) サイズのもの。一般的には PM 中のとくに 50nm 程度以下の大きさの粒子をナノ粒子と呼び、近年、排出質量が少なくてもナノ粒子の個数濃度が多い場合がありえることと、呼吸器系の深奥部まで到達して体内の各所に移送される懸念があることから、健康影響の面で関心がもたれており、PM 規制の方法として従来の質量排出率の規制だけでなく個数濃度の規制の必要性が欧州等で議論されている。

(参考資料) 「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について (第八次報告) / H17.2 中央環境審議会大気環境部会」用語解説、いすゞ自動車(株)ホームページ掲載「自動車用語辞典」ほか

I. 事業の位置付け・必要性について

1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性

1.1. NEDOが関与することの意義

「低炭素社会づくり行動計画」（平成 20 年 7 月）では、排出量のうち約 2 割を占める運輸部門からの二酸化炭素削減を行うため、次世代自動車（ハイブリッド自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル車など）について、2020年までに新車販売のうち半分の割合で導入するという目標を掲げている。

「経済成長戦略大綱」（平成 18 年 7 月）の自動車関連の、「次世代自動車・燃料イニシアティブ」では、「クリーンディーゼル」を 5 つの戦略の一つとして、重要戦略として位置づけられている。

経済産業省は、全ての研究開発プロジェクトを 7 つの「イノベーションプログラム」の下で体系的に推進している。そのうちのひとつ「エネルギーイノベーションプログラム」に、「革新的次世代低公害車総合技術開発」は含まれている。

「エネルギーイノベーションプログラム」は 5 つの柱、Ⅰ. 総合エネルギー効率の向上、Ⅱ. 運輸部門の燃料多様化、Ⅲ. 新エネルギー等の開発・導入推進、Ⅳ. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保、Ⅴ. 化石燃料の安全供給確保と有効かつクリーンな利用、から構成されている。本プロジェクトは、総合エネルギー効率の向上の先進交通社会確立技術として位置づけられているとともに、運輸部門の燃料多様化、新エネルギー等の開発・導入推進、化石燃料の安全供給確保と有効かつクリーンな利用にも寄与する研究開発施策としても位置付けられている。

また、本プロジェクト発足時の社会を取り巻く環境としては、地球温暖化問題や大気汚染問題等の環境問題に対する関心が高まりつつあり、自動車に起因する環境問題への対応が急務である中、これまで以上に低公害車の開発・普及の必要性が高まっていた。特に、大型トラック・バスについては、その技術的困難さから排ガス対策の技術開発が遅れている。

経済産業省で自動車を巡る環境・エネルギー問題に対応すべく、自動車燃料・技術に関する長期的な見通しの検討を行うため、「次世代低公害車の燃料及び技術の方向性に関する検討会」が設置され、平成 15 年 8 月にとりまとめが行われた。この報告によると、自動車を巡る問題の中では、第一に新長期規制（2005年に実施）後に予想される規制強化に向けて2010年までの早い段階で都市環境問題の懸念を払拭すべき大気環境問題が最も重視すべき課題との結論であった。

このような背景の中、環境負荷の高い従来のディーゼルエンジンにかわる高効率でクリーンなエンジン、大気汚染物質の低減に役立つ燃料などを開発することによって、国として、ディーゼル車の環境面における懸念を払拭する見通しを示す必要がある。

また、我が国の自動車産業は、欧米各国と環境対策技術の激しい開発競争を繰り広げており、その優劣がすなわち競争力につながっていく状況であることから、国が主導的かつ早期に環境対策技術を開発し、公共財として提供することにより、各自動車メーカーにおいて、限られた経営資源を投入できる環境を整備する必要がある。

さらに、先の報告書における第二の課題である地球温暖化及び資源制約対策への取り組みも必要

である。

以上の理由から本事業を「次世代低公害車技術開発プログラム」の一環として実施する。

本プロジェクトでは、2005年の新長期規制後に予想されるさらなる排出ガス規制強化に備え、現在、物流の主流を占める、貨物自動車用大型及び小型のディーゼルエンジンなどでの開発を狙っているが、一方、乗用車についてもクリーンなディーゼルエンジンが開発できれば、燃費向上及びCO₂削減の点からその効果は大きいので、開発項目の中に加える。

1.2. 実施の効果（費用対効果）

本プロジェクトでは、特に、大型トラック・バスの排ガス対策に関する技術開発を目的とし、2009年実施予定のポスト新長期規制値の1/3の挑戦目標値を目標として開発を進める。中国や東南アジアなどの市場は、日本自動車メーカーの市場拡大が予想される。また、ディーゼル乗用車については、現在そのシェアはほとんどないので、本プロジェクトの成果によりガソリン車からの代替が進めば、新しい市場が形成されることとなる。

本プロジェクトの費用は、総額約40億円である。

市場規模の見通しと省エネルギー効果の試算結果を以下に記す。

【市場規模】

(1) トラック・バス

2020年の年間登録台数を2008年と同等の44万台とし、大型車9万台、小一中型車35万台と想定する。

1台あたりの価格を250万円と想定し、前記台数をかけると1兆1000億円の市場となる。このうちの30%が本プロジェクトの成果を実用化したと想定すると、3300億円の市場となる。

(2) 乗用車

2020年の年間登録台数を2008年と同等の280万台とし、そのうちの10%がディーゼル車に置き換わると想定する。

1台あたりの価格を150万円と想定し、前記台数をかけると4200億円の市場となる。トラック・バス及び乗用車をあわせて約7500億円の市場規模が想定される。

【省エネルギー効果】

(1) トラック・バス

大型トラックの燃費を3km/l、年間走行距離を40,000kmと想定する。

同様に小一中型トラックの燃費を6km/l、走行距離を10,000kmと想定する。

燃費の向上率は大型、小一中型ともに10%とする。

1台あたりの年間の燃料の使用量の差を計算すると

大型； $40,000/3-40,000/(3 \times 1.1)$ 小一中型； $10,000/6-10,000/(6 \times 1.1)$

市場規模の項目で想定した台数をかけると

$(40,000/3-40,000/(3 \times 1.1)) \times 90,000 \times 0.3 + (10,000/6-10,000/(6 \times 1.1)) \times 350,000 \times 0.3 = 48,300 \text{kl}$

省エネルギー量として約4.8万kLとなる。

(2) 乗用車

乗用車の燃費は 12km/l、走行距離 6,000km と想定する。

燃費の向上率は、ガソリン車に対して 20% と想定する。

1 台あたりの年間の燃料の使用量の差を計算すると

$$6,000/12 - 6,000/(12 \times 1.2)$$

市場規模の項目で想定した台数をかけると

$$(6,000/12 - 6,000/(12 \times 1.2)) \times 2,800,000 \times 0.1 = 23,200 \text{kl}$$

省エネルギー量として約 2.3 万 kL となる。

トラック・バス及び乗用車をあわせて約 7.1 万 kL の省エネルギー量が想定される。

トラック・バス及び乗用車の年間登録台数は、「自動車統計月報」を出典とした。バスの登録台数は 1.5 万台/年なので大型トラックの数字に含めた。

2. 事業の背景・目的・位置づけ

2.1. 事業の背景

本プロジェクトは、「次世代低公害車技術開発プログラム」の中のひとつとして実施され、①環境負荷の小さい自動車社会の構築と②我が国自動車メーカーの国際競争力の強化を目標としている。

ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンに比べ、20%程度高い熱効率が得られ、特に、最近ヨーロッパなどで普及しているように運輸部門における省エネルギーのキー技術であるといえる。しかしながら、排ガス中のPM（微粒子状物質）及びNO_xの点で環境側からの要請に十分応えておらず、ディーゼルエンジンの環境特性を改善することは、省エネルギーを推進する上で極めて重要である。

特に、物流の主流を占める大型のトラック・バスに関する排ガス対策技術の開発を行うことが重要であり、本技術の確立により、ディーゼルエンジンに関する都市大気環境問題への懸念を払拭し、運輸部門におけるCO₂削減を図り、地球温暖化対策に資するものである。

図 2.1-1 は、大型車についての排ガス規制値の変化を示したものである。また、図 2.1-2 は、二酸化窒素の環境基準達成率の推移を示したもので、年々改善されているが、自排局では、まだ10%程度の未達成局がある。

【大型車】 NEDO目標は、将来の規制強化を踏まえ、
ポスト新長期規制の挑戦的目標値
NO_x 0.2g/kWh（ポスト新長期の約1/3）に設定

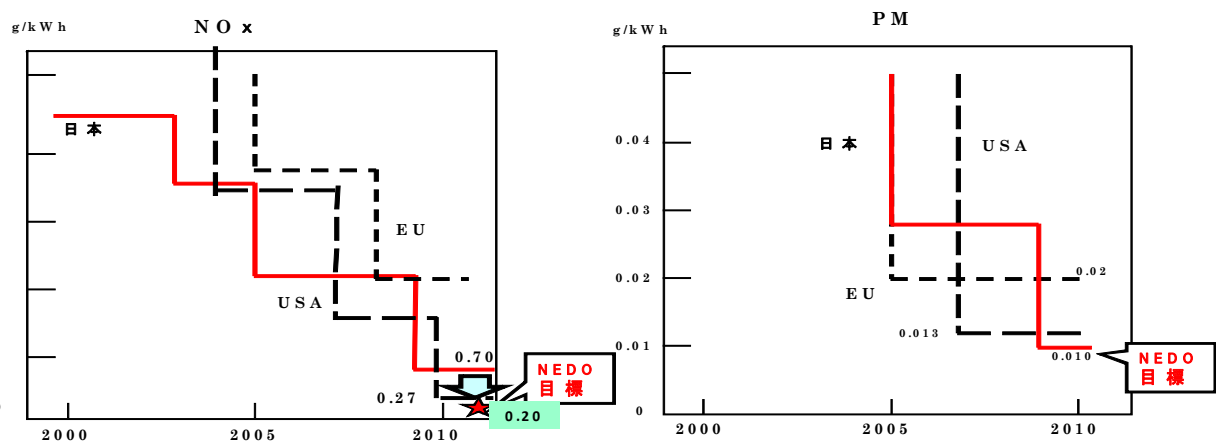
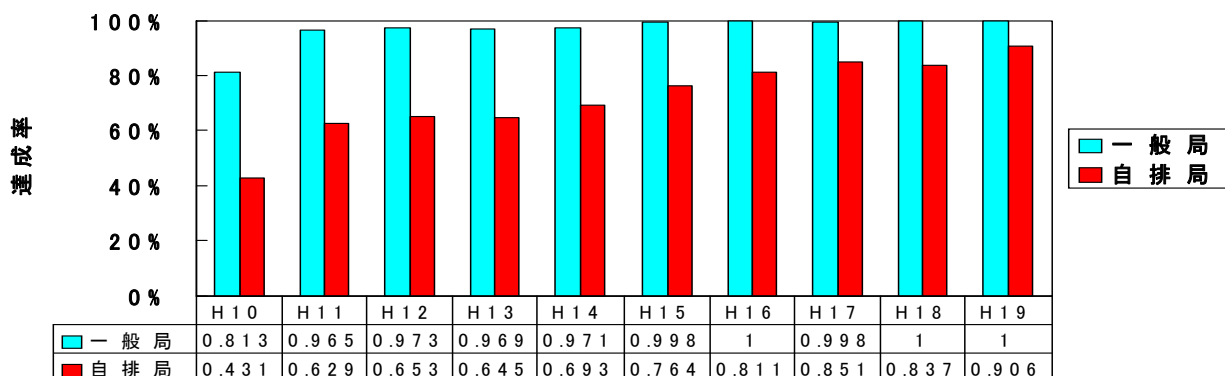


図 2.1-1 大型車の排気ガス規制値の推移

二酸化窒素の環境基準達成率(自動車NO_x・PM法の対象地域)



注) ・一般局(一般環境大気測定局)
 一般環境大気の汚染状況を常時監視する測定局
 ・自排局(自動車排出ガス測定局)
 自動車走行による排出物質に起因する大気汚染の考えられる交差点、道路端付近の大気を対象にした汚染状況を常時監視する測定局

図 2.1-2 二酸化窒素の環境基準達成率

2.2. 事業の目的及び意義

自動車を巡る環境・エネルギー問題としては都市大気環境問題への対応、エネルギーセキュリティの確保及び地球温暖化問題への対応がある。これらの中で、エネルギーセキュリティに関しては、将来の水素社会への対応を含めて中長期的課題として位置付けられている。一方、大気環境問題としては、寄与度が大きい大型トラック・バスについても排ガス対策の技術開発が進められてきたが、ポスト新長期規制後に予想されるさらなる規制強化に向けて、2015年頃までには解決することが求められており、緊急の課題として認識されている。また、地球温暖化問題に関しては、CO₂排出削減が要求されており、その対応はますます厳しくなっていくものと予測される。

これまで、自動車を巡る環境・エネルギー問題については、大気環境問題、地球温暖化問題及びエネルギー問題を個別の政策課題とし、それぞれで必要な選択・措置が講じられてきたが、将来的にはこれらの課題が密接に関連するため、今後はこれらを総合的に踏まえて技術開発を進めることが最も効果的である。具体的には、開発のハードルが高く実用化は困難とされてきた自動車技術についても、例えば、自動車技術と燃料とのマッチングを踏まえて同時に開発を進めることで、大気環境問題とCO₂問題への対応を考慮した実用化技術の可能性が見えてくる。

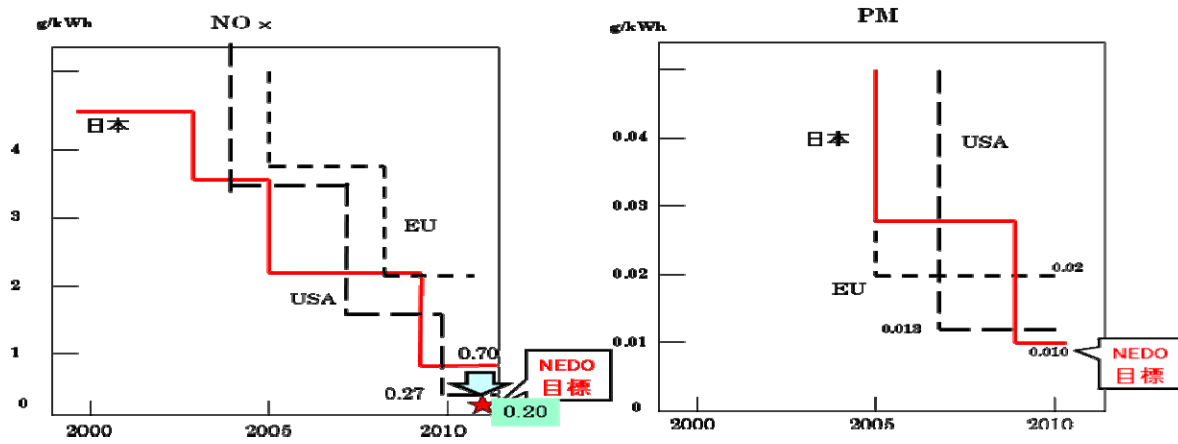
そこで、ディーゼルエンジンに特化した排出ガス後処理、燃料利用技術を中心に開発を進め、ディーゼルエンジンの高い熱効率を維持した上で、画期的に排ガスをクリーン化する技術を開発する。

本技術の確立は、ディーゼルエンジンに起因した都市大気環境問題への懸念を払拭するとともに、運輸部門における地球温暖化対策に資するものとなる。

2.3. 事業の位置付け

2005年の新長期規制は、図 2.3-1にあるようにNO_xは世界で最も厳しいが、PMは欧州の規制値のほうが厳しくなっている。その後、2009年頃に予定されているポスト新長期規制では、NO_x、PMともに世界で最も厳しい値となる。この状況は、大型車及び乗用車ともに同じであり、新しい規制値に対応する環境技術開発が必要になってくる。

【大型車排出ガス】



【乗用車排出ガス】

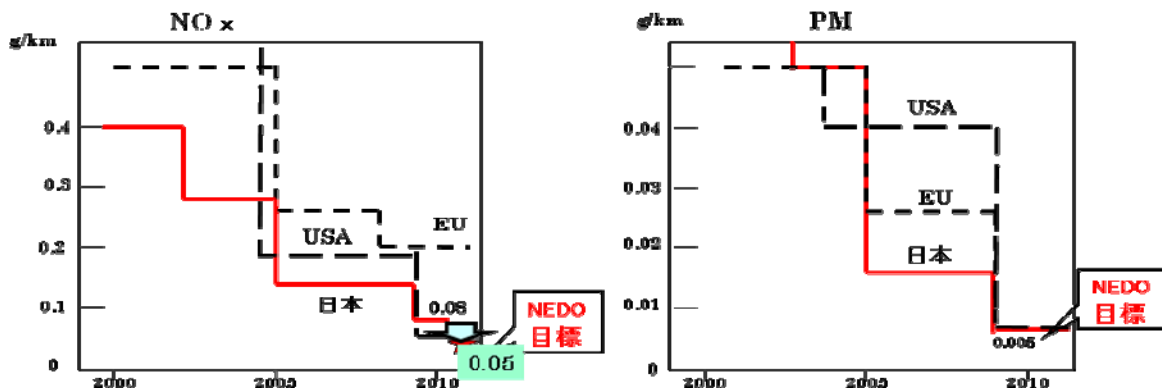


図 2.3-1 日・米・欧のディーゼル排出ガス規制

ディーゼルエンジンは、熱効率が高いことや多様な燃料に適應できることから世界の自動車メーカーを中心とした技術開発が積極的に実施され、欧州では、ディーゼル乗用車の販売シェアが50%を越える国も現れている。いずれも地球温暖化対策としてのCO₂削減に向けてのキー技術としてディーゼルエンジンの開発は、日米欧とも、国家プロジェクトとして、進められている。



図 2.3-2 日米欧のクリーンディーゼル国家プロジェクト

世界で最も厳しい規制値に適合する技術を確立することは、国際的な技術の優位性を向上させることができ、わが国自動車メーカーの競争力強化につながるものである。

II. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標

①ディーゼル排出ガスの低減

【当初の目標】

大型貨物車に関しては、NO_xは2005年実施の重量車新長期規制値の1/10を、PMについては、同じ規制値の1/2を、各々達成目標とする（中量車などの貨物車についても、新長期規制値に対して、同様な削減比率で目標値を設定する）。

乗用車に関しては、NO_xは2005年実施のガソリン車の新長期規制値として、ガソリン車と同等レベルの達成を目標とする。PMは、ディーゼル乗用車の新長期規制値の1/2を目標とする。

なお、その他の規制物質については新長期規制で定められた値を目標値とする。

表II. 1-1 排出ガスの達成目標値（平均基準値）

	NO _x	PM	走行モード
大型貨物車 (g/kwh)	0.2	0.013	JE05
乗用車 (g/km)	0.05	0.007	JC08

【変更後の目標】

大型貨物車に関しては、平成17年4月の中央環境審議会第8次答申で示されたNO_x及びPMの数値を達成目標とする（中量車などの貨物車についても、同様に答申案の数値を目標値として設定する。）。乗用車に関しても前記と同様の数値を達成目標とする。

なお、その他の規制物質については、新長期規制で定められた値を目標値とする。

（平成17年10月6日の第2回技術委員会で承認され、基本計画を改訂した。）

表II. 1-2 変更後の排出ガス達成目標値（平均基準値）

	NO _x	PM	走行モード
大型貨物車 (g/kwh)	0.2	0.010	JE05
乗用車 (g/km)	0.05	0.005	JC08

② 燃費の改善

【当初の目標】

2005年の新長期規制や、その後予想されるさらなる排出ガス規制強化は、燃費にとっては、かなりの悪化要因となる。しかし、ディーゼルエンジンにとっては、都市環境改善から要求される、排出ガス規制強化への対応は必須である。そういう状況の中で、この「革新的次世代低公害車総合技術開発」では、プロジェクトの燃費改善目標値について、今後策定される燃費基準値からさらなる燃費改善を、エンジン開発の面でどれだけ上積みできるかについては、必ずしも技術的な見通しが立っていない状態ではあるが、新燃焼方式などの開発による燃費改善を見込み、燃費向上の目標値としては、現行基準値に対して10%とする。

なおディーゼル乗用車については、ガソリンエンジンからディーゼルエンジンへの転換に加え、さらに新燃焼技術などの開発を見込んで、2010年のガソリントップランナーの燃費基準から30%の燃費向上を目標値とする。

表II. 1-2 燃費目標値

	燃費向上率 (現行基準比)	走行モード
貨物車	10%	JE05
乗用車	30% (ガソリン比)	JC08

【変更後の目標】

ディーゼル乗用車については、当初の2010燃費基準の30%向上から、2007年2月

に発表された2015年トップランナーの乗用車等の新燃費基準（トップランナー基準）から20%の燃費向上を目標値とする。

（平成19年10月31日の第6回技術委員会で承認され、基本計画を改訂した。）

表Ⅱ. 1-4 燃費目標値

	燃費向上率 (現行基準比)	走行モード
貨物車	10%	JE05
乗用車	20% (2015新燃費基準)	JC08

2. 事業の計画内容

経済産業省で平成15年8月にとりまとめられた「次世代低公害車の燃料及び技術の方向性に関する検討会」の報告に基づき、本プロジェクトである「革新的次世代低公害車総合技術開発」を実施する。

特に、環境負荷の高いディーゼルエンジンのクリーン化を実現し、かつ、高い熱効率を維持したままで、CO₂排出量の低減も狙うものであり、具体的には、燃料技術・自動車技術の両面から研究開発を実施する。

研究開発テーマは下記4分野にわたり、9チームが担当する。

- ① 新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化
- ② 新燃料（GTL）を用いたエンジン技術の開発
- ③ 革新的後処理システムの研究開発
- ④ 次世代自動車の総合評価技術開発

早稲田大学理工学術院 大聖泰弘教授をプロジェクトリーダーとし、平成16年から平成20年の期間（5年間）にわたって、上記項目の研究開発を実施する。

2.1. 研究開発テーマの採択経緯

2.1.1 テーマの公募まで

平成14年10月から、経済産業省において「次世代低公害車の燃料及び技術の方向性に関する検討会」を開催し、国内・海外の関連企業、有識者等、自動車燃料・技術に係る幅広い有識者からの報告とこれを踏まえた議論、検討を行うとともに、大気環境問題の対応に向けたディーゼルトラック・バス等の燃料・技術選択に関して、学識経験者で構成されるワーキンググループを開催し、有識者等からヒアリングを実施し検討を行い、報告書を取りまとめた。

この報告書に基づき、平成16年2月24日に「革新的次世代低公害車総合技術開発」事業の事前評価書をまとめた。引き続き、平成16年2月25日～平成16年3月19日の期間にNEDOPOST2を開設し、パブリックコメントを募集した。2件のコメントがあり、その内容を基本計画に反映した後、委託先の公募に至った。

2.1.2 公募から採択まで

(1) 委託先を公募

平成16年6月1日（火）公募開始（経済産業省及びNEDOホームページに掲載）

平成16年6月3日（木）公募説明会開催 20社 約30名の出席があった。

(2) 公募締め切り

平成16年7月12日（月）提案書提出締め切る。提案件数：12件

(3) 採択委員会

平成16年7月13日（火）～7月16日（金）NEDO書面審査を実施。

提案書内容を査読し、様式や内容の不備を提案者と調整した。

平成16年7月20日（月）～7月30日（金）外部専門家による書面審査を実施。

提案内容の技術面・政策面における審査・採点を実施した。

平成16年8月6日（金）外部専門家による採択審査委員会を実施した。

書面審査結果をもとに順位付けを行い、8件を採択候補とした。

平成16年8月24日（火）契約・助成委員会を開催し、候補8件の採択を決定した。

平成16年8月26日（木）委託先決定の通知（プレス発表）を行った。

研究開発項目④の次世代自動車の総合評価技術開発については、

平成16年9月17日（金）公募開始

平成16年10月22日（金）提案書提出締め切り 提案件数：1件

平成16年10月25日（月）～11月12日（金）NEDO書面審査を実施

平成16年11月5日（金）～11月15日（月）外部専門家による書面審査を実施

平成16年11月30日（火）契約・助成委員会を開催し、候補1件の採択を決定した。

上記経緯により、全9テーマの採択を決定した。

2.2. 研究開発の内容

研究開発の内容を以下に記す。

研究開発項目①「新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化」

エンジンの燃焼を改良してディーゼル排出ガス低減を図ることは重要な技術であるが、NO_xとPMはトレードオフの関係にあるため、同時に大幅に低減するのは難しいことである。最近、燃料を早期に噴射して空気との混合を均一化し、希薄燃焼させる新しい燃焼方式（HCCI、PCCI等）によってNO_x・PMの排出抑制の可能なことがわかってきた。ただし、負荷範囲の広い実用エンジンに適用することは時期尚早といえるものである。

そこで、本プロジェクトでは、この新燃焼方式を含め、ディーゼルエンジンのクリーン化、高効率化を実現する新燃焼方式の開発及び燃料噴射や燃料品質の最適化を行う。

具体的には、以下の開発項目（1）から（3）について研究開発を行う。

(1) 新燃焼方式の開発

i 混合圧縮着火燃焼方式 対象：大型及び小型エンジン

ii その他新しい燃焼方式の開発

(2) 新燃焼方式に対応した燃料噴射の最適化

例えば、高圧噴射、噴射回数・量など

(3) 燃焼方式に対応した燃料品質の最適化及び様々な燃料を提供

例えば、セタン価、蒸留性状、硫黄分、芳香族成分など

研究開発項目②「GTLを用いたエンジン技術の開発」

今後エネルギーの中長期的な資源制約を考えると新燃料が不可欠となる。

本プロジェクトでは、新燃料としてGTLに着目し、軽油にGTLを混合して現行車に適用す

る場合と専用車の開発を必要とするGTL100%燃料（ニート燃料）について、それらの最適な使用法の開発を行う。

GTLについては、製造法によって燃料性状が異なるので、各種GTLについてその性状の確認、軽油との混合割合とエンジン性能の関係及び実用性等について検討する必要がある。

具体的には、以下の研究開発を行う。

- (1) GTL混合軽油に適したエンジン技術の開発
- (2) GTL100%燃料に適したエンジン技術の最適化

GTLに適したエンジンの開発は、従来のエンジン開発手法が適用できることから、研究期間を3年とする。

研究開発項目③「革新的後処理システムの研究開発」

ディーゼルエンジン排出ガス中のNO_xは、これまで排出規制の強化がなされてきたが、燃費とNO_xの間にはトレードオフの関係が存在するため、結果として燃費改善が充分には達成できず、一部燃費悪化の要因ともなっていた。しかも、今後NO_x規制強化が予想されるため、燃費改善への対応がさらに遅れることが懸念される。

ディーゼルエンジンのNO_xを低減できる有効な後処理技術が開発されれば、燃費を最適化した後、NO_xを低減できるので環境対策と燃費改善が同時に可能となる。

以上の背景から、NO_x低減を主とした研究開発を進め、耐久性、信頼性の確立を目指して研究開発を行う。

具体的には、以下の研究開発を行う。

- (1) 尿素SCRシステム

尿素を還元剤とするSCRシステムであり、特に、排気温度の低い過渡運転時のNO_x浄化率を向上するため、低温活性の高い触媒、尿素水供給制御システムとこれを機能させるための各種センサー等の開発を行う。SCR触媒中の重金属成分、尿素の熱分解成分及びアンモニアの排出のないことを確認する。

また、本システムは平成18年度までに完成させ、その後、さらなる規制強化に対応した技術として利活用する。

- (2) NO_x吸蔵還元システム

本システムは、燃料中の硫黄分によって触媒が被毒されるため、触媒を再生する必要があり、燃費の悪化を伴う。したがって、硫黄被毒の少ない高効率の吸蔵還元触媒材料とその使用システムを開発する。

- (3) DPFシステム

PMについては新長期規制対応システムとして触媒付きフィルター（CDPF）が市販されると予想されるが、NO_x吸蔵触媒と同様に硫黄分の影響を受ける。そのため、従来の触媒を使用しないプラズマ方式あるいは電気集塵方式などのDPFを開発する。さらに、過渡運転時のように、排気温度の低い状態においても除去率を向上できる排熱有効利用技術の開発を行う。

- (4) その他新しいコンセプト（例えば、電気化学的な方法）の排出ガス処理技術

なお、上記開発は単なる実験室的開発には止まらず、実エンジンとの組合せにより実規模ベースで開発を進めることを前提とする。

研究開発項目④「次世代自動車の総合評価技術開発」

本プロジェクトで開発された技術は、GTL燃料などの新燃料とともに、中間的に、あるいは、最終的にエンジンや車両による性能確認や同一基準での比較評価が必要であり、さらに、燃費、排出ガス両面からの総合的な評価が必要である。

また、本プロジェクトで開発された次世代低公害車の導入により、関東圏を中心とした大気環境の改善効果をシミュレーションにより予測することも必要である。

具体的には、本プロジェクトで開発した低公害自動車に関して、以下の研究開発を行う。

(1) 性能確認、性能評価

排出ガス、燃費、エンジン性能等を評価する。

必要に応じ、車両でも評価する。

GTL等新燃料も含め、総合的に評価する。

(2) PM計測・評価

ナノ粒径域までを含むPMの計測システムの校正技術及びPMの希釈・サンプリングに伴う誤差影響を考慮した試験・評価法の開発を行い、PMを総合的に評価する。

(3) 排出ガス中の未規制物質評価

未規制排出物質の個別測定を行う。

エイムズテストなどによる未規制排出物質の健康影響評価を実施する。

(4) 次世代低公害車導入による大気改善効果の予測

関東圏を対象としたPMやNO_x等の数値シミュレーションを行い、次世代低公害車導入普及による大気環境の改善を予測する。また、交差点周辺部などの局所的な改善効果についても予測を行う。

次世代低公害車のエミッションマップデータを取得し、数値シミュレーションに用いる。

(5) その他有用な評価項目

① から④の研究開発項目について、開発技術の詳細を表Ⅱ. 2-1に示す。

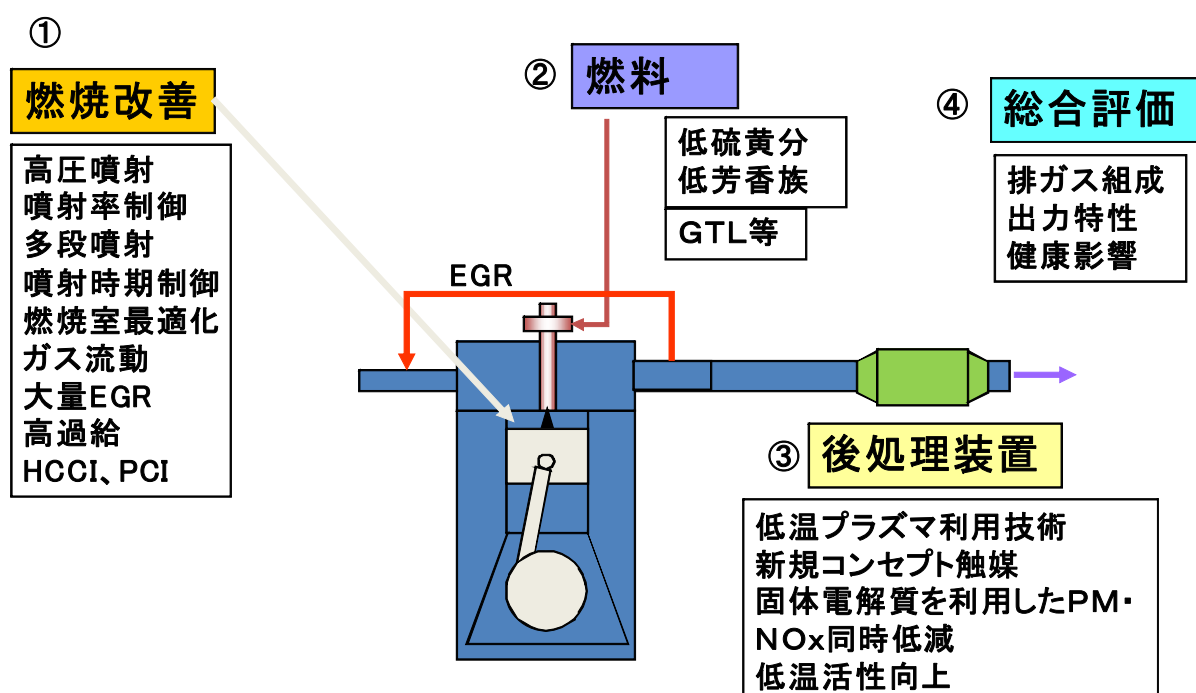


図 Ⅱ. 2-1 プロジェクトの構成

表 II. 2-1 プロジェクトの構成

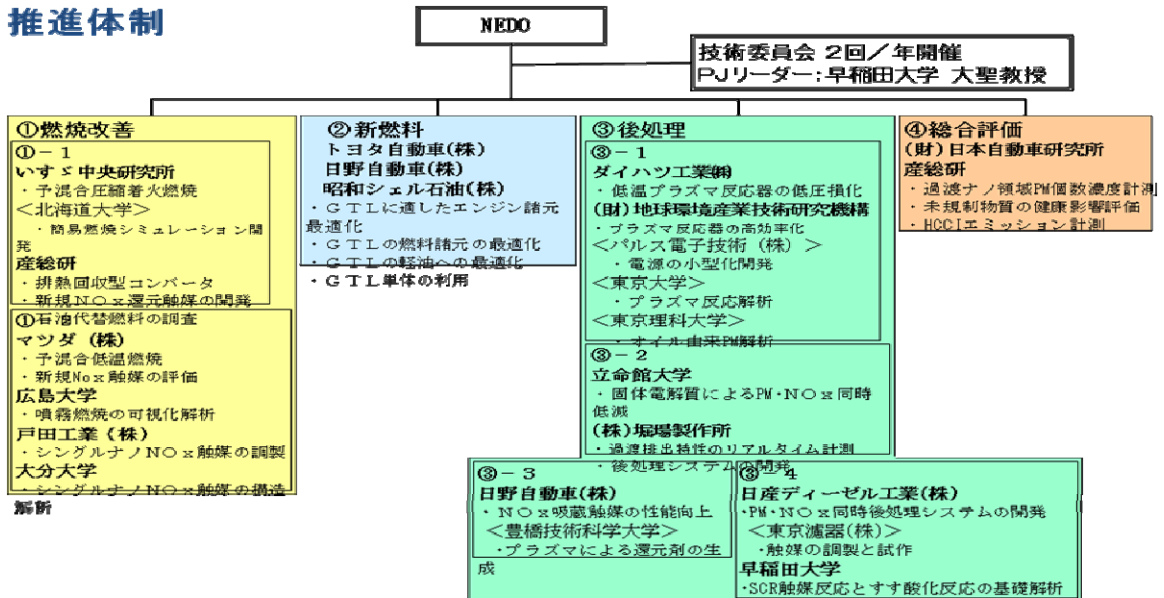
開発分野	実施者	開発技術内容(実施計画書より)
①燃焼改善 (エンジン)	(株)いすゞ中央研究所 (独)産業技術総合研究所	予混合圧縮着火燃焼 排熱回収型コンバータ、新規NOx還元触媒
	マツダ(株) 広島大学	燃焼と後処理 のチーム統合 (2007~)
	マツダ(株) (株)戸田工業 大分大学 (旭化成(株):'04~'06 終了)	
②新燃料 (合成軽油)	トヨタ自動車(株) 日野自動車(株) 昭和シェル石油(株)	GTL利用に適したエンジン諸元の最適化 GTL燃料諸元の最適化
③後処理装置 (排気ガス後処理)	ダイハツ工業(株) (財)地球環境産業技術研究機構	プラズマ反応器の低圧損化(小型車への適応) プラズマ反応器の高効率化
	立命館大学 (株)堀場製作所	固体電解質の低温作動化 NOx、PMの同時低減手法 過渡排出特性のリアルタイム計測
	日野自動車(株) <豊橋技術科学大学>	NOx吸蔵触媒の性能向上、プラズマ活用尿素SCR触媒 PMの低温燃焼技術
	日産ディーゼル工業(株) <東京濾器(株)> 早稲田大学	NOx・PM同時低減後処理システムの開発 SCR触媒反応の基礎解析 すす酸化反応の基礎解析
④総合評価	(財)日本自動車研究所 (独)産業技術総合研究所	過渡ナノ領域PM個数濃度計測 HCCIエミッション計測 未規制物質の健康影響評価

2.3. 研究開発の実施体制

本プロジェクトは公募により委託先を採択し、平成16年～平成20年までの5年間の計画で実施する。実施にあたり、研究開発項目①～④を9チームが担当する。各チームに研究開発責任者を置き、各チームが担当するテーマの運営・管理に責任を持つ体制とした。

また、プロジェクト全体は、早稲田大学理工学術院 大聖泰弘教授をプロジェクトリーダーとし、効率的な研究開発の推進を図るようにした。プロジェクトの推進体制を以下に記す。

推進体制

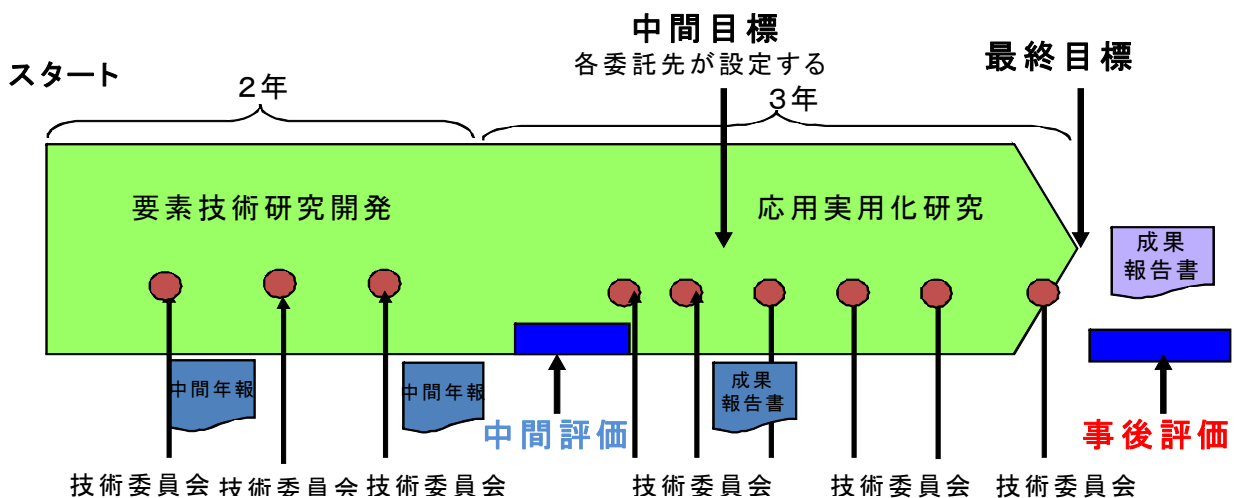


図Ⅱ. 2-2 推進体制(平成20年4月現在)

2.4. 研究開発の全体スケジュールと予算

【全体スケジュール】

図Ⅱ. 2-3に全体のスケジュールを示す。研究開発項目②「GTLを用いたエンジン技術の開発」のみ3年計画である。平成18年度に中間評価を実施する。



図Ⅱ. 2-3 全体スケジュール

【研究開発の予算】

表Ⅱ． 2－2 に全体及び各分野別の予算を示す。5年間の総額は、約40億円である。

表Ⅱ． 2－2 研究開発テーマの予算

開発分野	研究テーマ	実施者	実績(百万円)					
			H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	合計
①燃焼改善 (エンジン)	新燃焼方式の開発及び燃料の最適化 (超高度燃焼制御エンジンシステムの研究開発)	(独)産業技術総合研究所 (株)いすゞ中央研究所	124	578	393	307	187	1589
	新燃焼方式の開発及び燃料の最適化 (超低エミッション高効率乗用ディーゼルエンジン)	マツダ(株) 広島大学						
	革新的後処理システムの研究開発 (ナノテクノロジーを応用した 高性能排ガス浄化用触媒)	戸田工業(株) 大分大学						
③後処理装置 (排気ガス 後処理)	革新的後処理システムの研究開発 (低温プラズマシステム)	ダイハツ工業(株) (財)地球環境産業 技術研究機構	346	518	496	370	240	1970
	革新的後処理システムの研究開発	立命館大学 (株)堀場製作所						
	革新的後処理システムの研究開発	日野自動車(株) <豊橋技術科学大学>						
	革新的後処理システムの研究開発	日産ディーゼル工業(株) 早稲田大学						
②新燃料 (合成軽油)	GTLを用いたエンジン技術の開発 GTL: Gas to liquid 研究開発期間:3年	トヨタ自動車(株) 日野自動車(株) 昭和シェル石油(株)	29	20	52			101
④総合評価	次世代自動車の総合評価技術	(財)日本自動車研究所 (独)産業技術総合研究所	17	127	89	90	89	412
平成19年度からマツダ(燃焼改善)とマツダ(後処理)とを統合して一本化した。			516	1243	1030	767	516	4072

< >内は再委託先及び共同実施者を示す。
(注)研究開発管理費を除く

2.5. 研究の運営管理

【技術委員会】

本プロジェクトは5年計画で、2回/年 表Ⅱ． 2－4 に示すように計9回実施、外部有識者(技術委員)に各テーマの研究開発責任者が進捗状況を報告し、各委員の意見を各テーマの運営に反映する。表Ⅱ． 2－3 に技術委員名簿を示す。

表Ⅱ． 2－3 技術委員名簿 (平成16年～20年)

	名前	所属	委員期間
委員長	大聖 泰弘	早稲田大学理工学術院 教授	H16～H20
委員	梶谷 修一	茨城大学工学部 教授	H16～H20
委員	神本 武征	ものづくり大学 学長	H16～H20
委員	後藤 雄一	(独)交通安全環境研究所 環境研究領域長	H16～H20
委員	花村 克悟	東京工業大学炭素循環エネルギー研究センター 教授	H16～H20
委員	水野 哲孝	東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻 教授	H18～H20
委員	斎藤 健一郎	新日本石油(株)研究開発本部 研究開発企画部長	H20
委員	石谷 久	慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 教授	H16～H18
委員	掛川 俊明	日本自動車工業会排出ガス・燃費部会 副部会長	H16～H18
委員	松村 幾敏	新日本石油(株) 常務取締役	H16～H19
委員	御園生 誠	(独)製品評価技術基盤機構 理事長	H16～H18

また、技術委員会では、経済産業省自動車課の出席があり、本プロジェクトの運営管理にご意見をいただいた。

表Ⅱ. 2-4 技術委員会の開催状況

	内容
第1回技術委員会 (H17. 2. 8)	<ul style="list-style-type: none"> 報告内容は研究計画が主体で中間目標値と最終目標値の具体化を実施 実施体制として企業単独のところは、国のプロジェクトとして好ましくないのではとの意見があり、第2回の委員会までに改善するようにした。結果として2つの国立大学を再委託先として実施体制に組み込み、企業単独のチームはなくなった。
第2回技術委員会 (H17. 10. 6)	<ul style="list-style-type: none"> 中央環境審議会第8次答申に対応して、本プロジェクトの排出ガスPM目標値の変更することを承認した。
第3回技術委員会 (H18. 2. 21)	<ul style="list-style-type: none"> 大学・産総研等の要素研究実施者の報告は合同報告とし、企業が同席して実施する全体報告の形態と、互いに競争関係にある企業からの個別報告という形態で実施
第4回技術委員会 (H18. 10. 12)	<ul style="list-style-type: none"> 中間評価の指摘を踏まえ、技術連携強化の推進およびマツダの新燃焼と後処理チームの合体化を推進するようにとのご指摘をいただいた
第5回技術委員会 (H19. 2. 15)	<ul style="list-style-type: none"> 経産省から、次世代自動車燃料イニシアティブの紹介 燃費基準改訂への対応および技術連携、統合化の推進など、本年度の重点推進項目について承認した。
第6回技術委員会 (H19. 10. 31)	<ul style="list-style-type: none"> 2015新燃費基準に対応して、本プロジェクトの乗用車燃費目標を2010基準の30%向上から2015基準の20%向上に変更することを承認した。
第7回技術委員会 (H20. 3. 5)	<ul style="list-style-type: none"> オフサイクル評価など来年度のプロジェクトおよび各チームでの最終評価項目、方法等について承認した。 社会への発信として、本プロジェクト終了のH21年3月に成果報告会を開催することを承認した。
第8回技術委員会 (H20. 10. 7)	<ul style="list-style-type: none"> 最終年度に当たり、目標達成状況の中間報告を行うとともに、最終まとめの方向性を指導した。
第9回技術委員会 (H20. 3. 6)	<ul style="list-style-type: none"> 最終委員会として、目標達成状況を報告した。 最終評価は、全般的に目標を達成した。

さらに、以上の委員会とは別に、各実施者主催の委員会・技術連絡会に出席し、各テーマ推進の方向性について意思疎通を図った。

【プロジェクトリーダー】

早稲田大学理工学術院 大聖泰弘教授をプロジェクトリーダー（PL）にし、各テーマの進捗状況の把握、計画の軌道修正、実施体制の見直し及び予算金額の配分（加速判断等）の項目に関して指示をいただいた。

【加速案件】

NEDO企画調整部が年度ごとにNEDO全体のプロジェクト予算の一部をプールし、一定の基準を満たしたテーマに費用を追加し、より一層の成果を上げるよう加速するしくみで、春と秋の2回／年実施時期がある。

本プロジェクトでも各テーマの進捗状況に合わせて提案を行い、平成17年秋に4案件128百万円の加速を実施し、平成18年春の加速では、3案件37百万円の加速を実施した。

3. 情勢変化への対応

3.1. プロジェクト目標値の見直し

(1) 排出ガス達成目標値の変更

平成17年3月に作成された「基本計画」では、本プロジェクトの最終目標を平成17年10月に実施される「新長期規制」のNO_xは1/10、PMは1/2という数字としていたが、平成17年4月に中央環境審議会第8次答申が出され、「新長期規制」後の規制値が具体化された。本答申の数値は、特にPMの数値が厳しくなっており、本プロジェクト終了後の規制値ということもあったので、第2回技術委員会において目標値の変更をNEDOから提案し、各実施者、技術委員各位及び経済産業省の承認を得て変更し、「基本計画」の改訂を実施した。

(2) 乗用車燃費達成目標値の変更

当初の基本計画では、本プロジェクトの乗用車燃費の最終目標を、2010年ガソリン車燃費基準の30%向上で設定していたが、平成19年7月に交付された2015年新燃費基準に対応するために、2015新燃費基準の20%向上への目標値変更を、第6回技術委員会に提案し、各実施者、技術委員各位及び経済産業省の承認を得て変更し、「基本計画」の改訂を実施した。

4. 中間評価結果への対応

4.1. 中間評価の主な指摘事項と対応

平成18年5月29日に「中間評価第1回分科会」、平成18年7月25日に「第2回分科会」、平成18年9月26日に「第10回 研究評価委員会」が実施された。

本中間評価の結果は、「概ね現行通り実施して良い」との評価を受けた。また、主な指摘事項としては、各分野の技術連携強化など4項目があり、その主な指摘内容と対応状況を表Ⅱ.4-1に示す。

表Ⅱ. 4-1 中間評価での主な指摘事項とその対応

指摘		対応
1	燃焼・燃料・後処理分野の技術連携強化の推進を推進すること	<ul style="list-style-type: none"> ・技術連携・統合WGの発足、推進（'09/05～ 燃焼、後処理、評価分野から7チーム中5チーム参加） ・数値シミュレーションを用いて、相乗効果が期待され、目標値を到達可能な見通しが得られた。
2	多様な試験モードでの排出ガス評価を推進すること	<ul style="list-style-type: none"> ・オフサイクル評価の設定と評価の推進 ・排ガス温度の低い都市内渋滞時を想定したJARI平均車速15Km/hモードにて評価を実施 ・都市内渋滞時の排出量として、既存の排出係数から当初予測された悪化はないことが確認できた
3	・GTL以外にBDFなどの影響なども視野に	・バイオマス燃料(BDF)評価追加
4	当初に設定した分野にこだわらず、要素技術開発と総合化の視点から扱いを見直すことも必要	<ul style="list-style-type: none"> ・体制見直し マツダT(燃焼と後処理のチーム統合と委託先の見直し 6? 4実施者へ '07/4～)

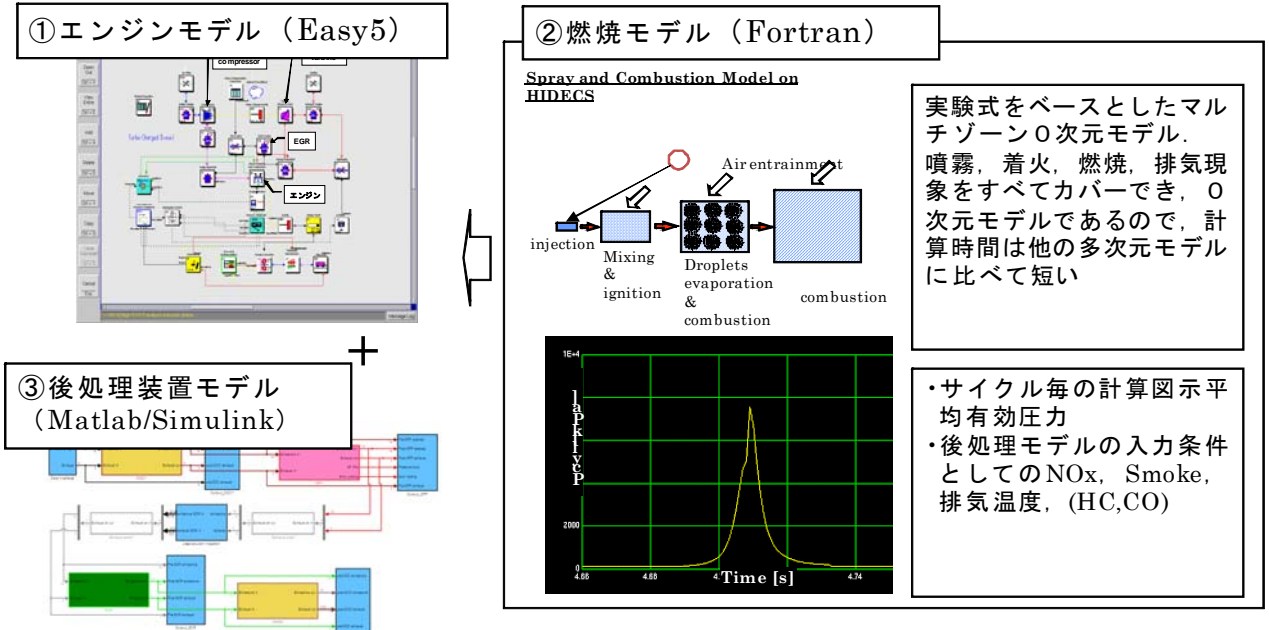
4.2. 技術連携・統合ワーキング

平成18年の中間評価以降に、個別に研究開発に取り組んでいた燃焼と後処理のチームの技術を統合して、より低公害と低燃費の可能性を探る技術連携・統合WGを発足した。当該WGはこの趣旨に賛同したチームのみが参画し、それぞれの性能を持ち寄ってトータルエンジンシミュレーションによって性能向上の可能性を探るものである。そのシミュレーションの概要を図Ⅱ. 4-2に示す、基本的な考え方は目標とする低燃費を満足しつつ、目標とする低排出ガスの性能を満足することである。技術連携・統合WGの活動概要を図Ⅱ. 4-1に示す。検討結果の一例を図Ⅱ. 4-4に示す。いすゞ中研のエンジンを触媒初期温度135℃で運転し、直下型酸化触媒、日野・豊橋技術科学大学のプラズマSCR及びダイハツ、RITEのプラズマDPF、さらに酸化触媒の組合せで目標を達成できる可能性があること、さらにこれに取り組んでいる技術開発の性能限界であることを予測できたことに大きな意義があったものと考えている。本ワーキングの活動のまとめを図Ⅱ. 4-5に示す。

項目	平成19年度				平成20年度			
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
技術連携・統合による総合評価WG	5/22 (JARI) 5/15 (NEDO)	7/31 (NEDO)	9/20,10/3 (NEDO) 10/19 (立命館)	1/31,2/28 (NEDO)	5/7, 5/20 (JARI 東京)	7/23, 9/12 (NEDO)	10/7 技術委 員会	1/8 2/9 (NEDO)
シミュレーションによる統合化検討								
個々の後処理技術の評価								
①理想的なエンジンとの統合	◆	◆	◆◆					
②現実的なエンジンとの統合				◇◇				
後処理技術の組み合わせによる統合						◇◇	◆	◇◇◆
シミュレーションではPM予測が困難なため、実機エンジンでの評価を検討。			◆	◇				

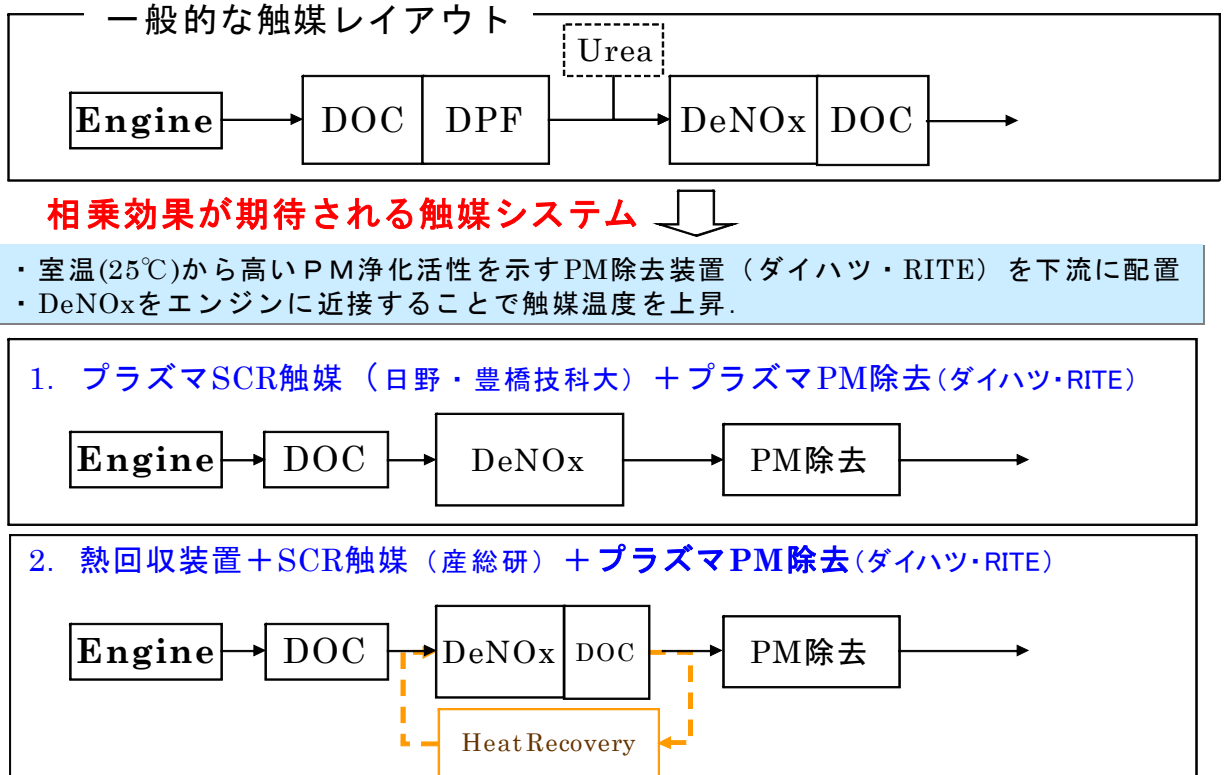
図Ⅱ. 4-1 技術連携・統合WGの活動概要

エンジン(排気温度, 排気流量, NO)と触媒(浄化率, 触媒配置, 容量)について最適化計算を実施するため, 計算速度が速い集中定数系の計算モデルを利用

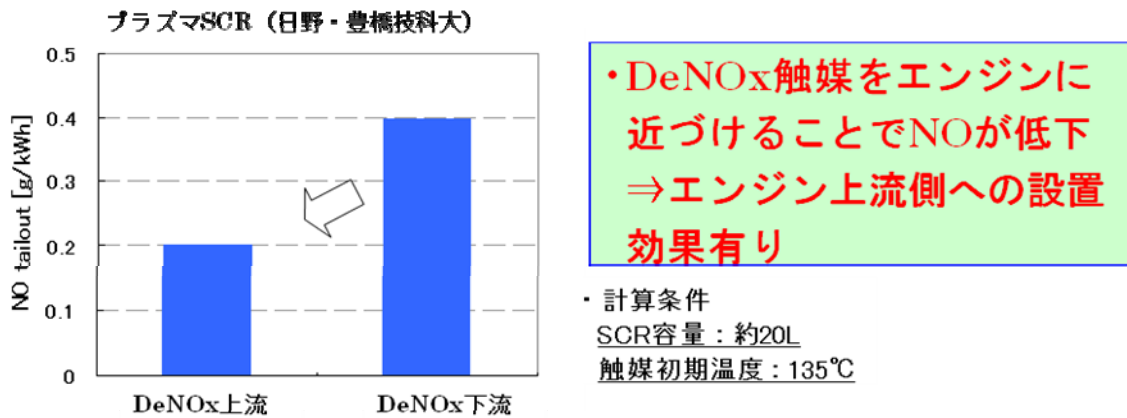
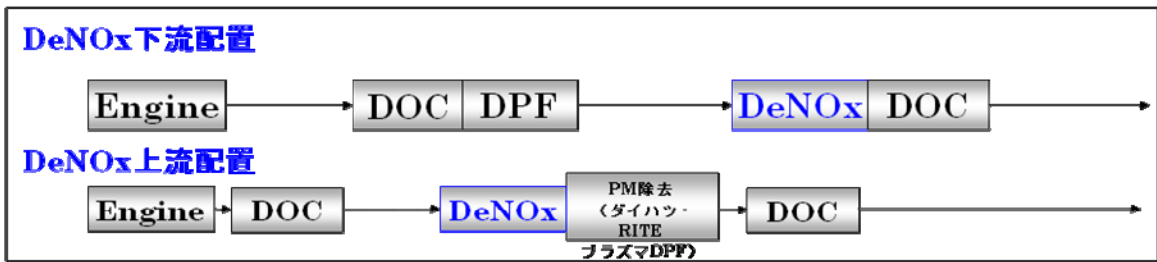


図Ⅱ. 4-2 トータルエンジンシミュレーションシステムの概要

【後処理システムの統合化検討(平成20年度上期)】



図Ⅱ. 4-3 後処理システムの統合化検討(平成 20 年度上期)



図Ⅱ. 4-4 DeNOx 触媒配置の影響

相乗効果が期待されるエンジン・触媒システムに関して、技術連携・統合化WGメンバーで議論し、下記のシステムを見出した。

室温(25℃)から高いPM浄化活性を示すプラズマPM除去装置(ダイハツ・RITE)をエンジン下流側に配置させ、より温度が高い条件で利用できるDeNOx装置をエンジン上流側に配置させることで、相乗効果が期待され、目標値を到達可能な見通しが得られた。

	特徴	期待される効果
プラズマSCR (日野・豊橋技科大)	プラズマにより低温活性を向上。	エンジン近くに配置させるとNO低減効果大。(目標値達成)
熱回収装置+SCR (産総研)	熱交換機能により触媒温度を浄化率の最適な状態に維持する。	触媒開発は低温活性よりも最高浄化率に注力でき、触媒種の実用性が増える。安価な触媒との併用が期待される。
プラズマPM除去装置 (ダイハツ・RITE)	室温(25℃)から高いPM浄化活性を示すため触媒配置の自由度が高まる。	DeNOxをエンジンに近づけることで高い浄化率が期待される。

図Ⅱ. 4-5 技術連携・統合 WG の活動のまとめ

5. 評価に関する事項

NEDOは、国の定める技術評価に関わる指針及び技術評価実施要領に基づき、技術的及び産業技術政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の評価を実施する。スケジュールを以下に記す。

事前評価：平成16年2月24日に実施した。事業概要、事業規模（9億円／年）及び事業期間（平成16年～平成20年 5年間）を決定した。

中間評価：平成18年5月29日 第1回分科会、平成18年7月25日 第2回分科会
平成18年9月26日 第10回 研究評価委員会開催を実施した。

本中間評価の結果は、「概ね現行通り実施して良い」との評価を受けた。また、主なご指摘事項としては、各分野の技術連携強化など4項目があり、その主なご指摘内容と対応状況をPⅡ-8の表Ⅱ. 4-1に示す。

事後評価：平成21年9月24日 第1回分科会

Ⅲ. 研究開発成果について

1. 成果の概要

(1) 全体概要

2004年度から2008年度まで「革新的次世代低公害車総合技術開発」、略して「クリーンディーゼル」プロジェクトを実施した。

NO_xおよびPMの排出ガス目標値達成状況を重量車について図Ⅲ. 1-1、乗用車について図Ⅲ. 1-2に示す。重量車については全て目標を達成し、乗用車については一部未達があったが、達成の目途が示されている。また、目標値はないが、PMの個数評価を実施した。その結果の一例を、長期規制対応エンジン、新長期規制対応エンジンと比較して図Ⅲ. 1-3に示す。PMの個数濃度は大幅に低減していることが示された。

排出ガスの目標を評価する試験サイクルは、J E O 5モード（重量車、平均車速27 km/h）およびJ C O 8モード（乗用車、平均車速24 km/h）であるが、平均車速が低く触媒温度が低下すると予想される低速域での試験サイクル（J A R I平均車速15 km/hモード）も加えて実施した。図Ⅲ. 1-4に試験サイクルを示すが、J C O 8とJ E O 5は試験サイクルを郊外、市街地、高速と3区分に分けてデータを整理した。図Ⅲ. 1-5に平均車速で排出係数を整理し、ポスト新長期規制対応車と比較した。その結果、当該プロジェクトで開発した全てのエンジンおよび車両は、低速域においても排出ガス浄化性能が確保されていることを確認した。

排出ガスを曝露するラットを使った動物実験と培養細胞を使用する簡便手法によって健康影響評価を実施し、開発されたエンジンシステムは微量有害物質やナノ粒子の排出量が低減されること及び健康影響の観点からも悪化がないことを確認した。

また、大気質改善効果を予測するシミュレーションを実施した。そのケースは図Ⅲ. 1-6に示すように1990年、2000年、2015年、2020年を想定した。特に2020年の予測ではBAU（Business As Usual, 計画以外の新たな規制等を導入しないケース）と乗用車の10%をディーゼル車とし大型車も含めて全てのディーゼル車の排出ガス性能を当該プロジェクトでの開発レベルとする2ケースについて予測を行った。一例として、東京23区内の冬期平日幹線道路走行時のNO_x、PM排出量推計結果を図Ⅲ. 1-7に示す。2020年に当該プロジェクトでの開発車両を全て導入すれば、自動車からのNO_xの排出量はBAUに比較して62%低減するとの結果が得られた。ただし、NO_x排出の原因は自動車以外の固定発生源も含まれており、特に自動車の寄与度が大きい沿道（東京都大田区松原自排局を想定）濃度では、図Ⅲ. 1-8に示す通り、NO_xが27~39%、NO₂が16~22%低減するとの予測結果が得られ、本プロジェクトの開発成果が都市環境改善に有効であることが示された。

最終評価のまとめを表Ⅲ. 1-1に示す。

プロジェクトの成果を総括すると以下のことが言える。

- ・燃費、排出ガスの最終目標を達成した。
- ・オフサイクル・未規制物質など各評価項目とも特に問題なことを確認した。
- ・本プロジェクトで開発した車両を将来導入できれば、課題となっている沿道の大气汚染濃度の改善に対する効果があることを大気拡散シミュレーションによって確認した。

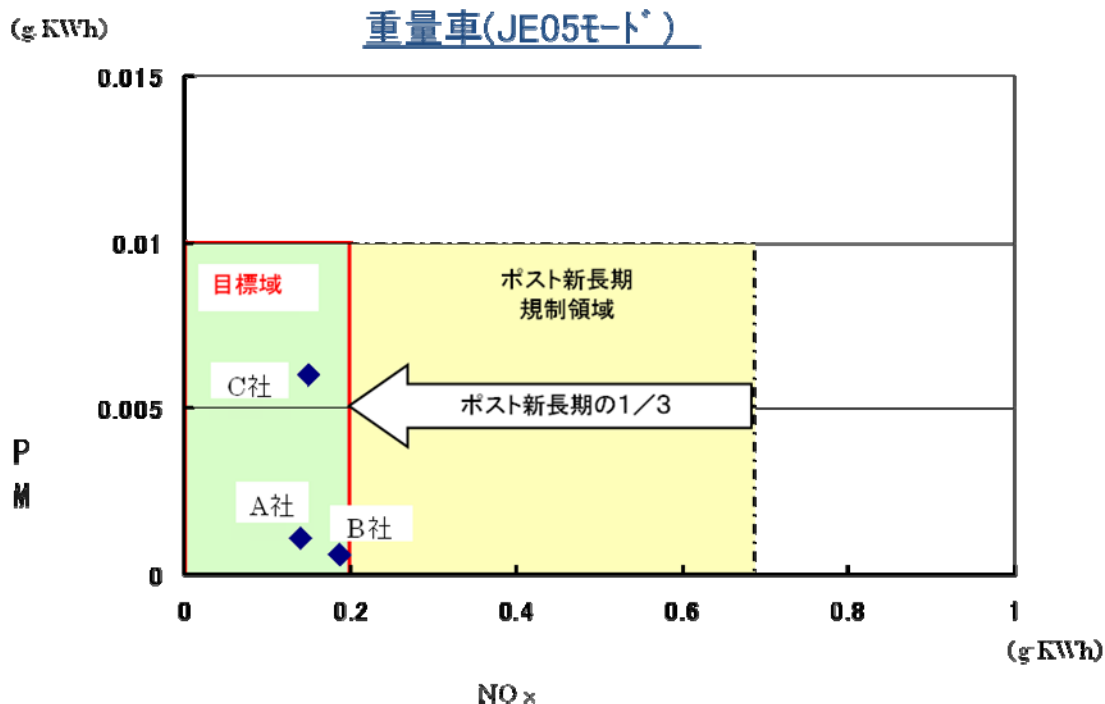
当該プロジェクトは国プロとして産学官の協同により取り組み、それぞれが得意とする基礎研究の分野から開発研究までを有機的に連携して、世界をリードする目標値が達成できた。さらに健康影響評価で問題のないこと、大気拡散シミュレーションにて環境改善効果があることを示すことが

でき、クリーンディーゼルの導入意義を確認することができた。

表Ⅲ. 1-1 最終評価のまとめ

テストモード	評価項目	結果まとめ	
①法定モード 重量車:JE05 乗用車:JC08	(1)燃費	◎ 重量車、乗用車とも目標達成	
	(2)規制物質	NOx	○ 乗用車にて未達チームがあるが、達成の目処もあり、 全体的には、目標達成
		PM	◎ 目標達成
	(3)未規制物質	・対照に対して概ね低減	
	(4)PM個数連続測定	・対照に対して低排出量	
	(5)PAH連続測定	・検出限界以下の低レベル	
(6)in vitro試験	・対照に対して悪化はみられない		
②オフサイクル 車速15km/h JARIモード	規制物質 (NOx、PM)	・都市内渋滞時の排出量として、既存の排出係数から当初予測された悪化はないことが確認できた	
(7)大気質改善効果予測(JARI): クリーンディーゼル車の導入による関東圏のNOx、PM排出量低減効果ならびに大気環境改善効果を見積もる		・次世代低公害車の導入普及により、2020年では非導入時に対して自動車からのNOx排出量が半減する ・沿道大気環境に対しては改善が見込まれ、 広域大気環境に対して、自動車の寄与度は大幅低減する	

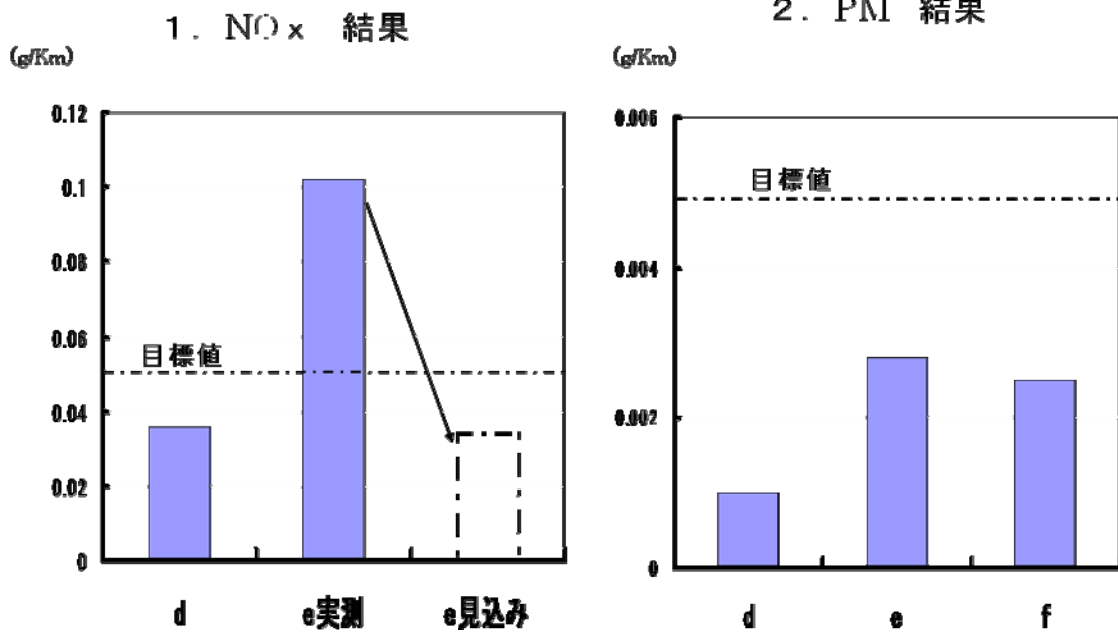
(1) 排出ガス目標達成状況



図Ⅲ. 1-1 排出ガス目標達成状況 重量車

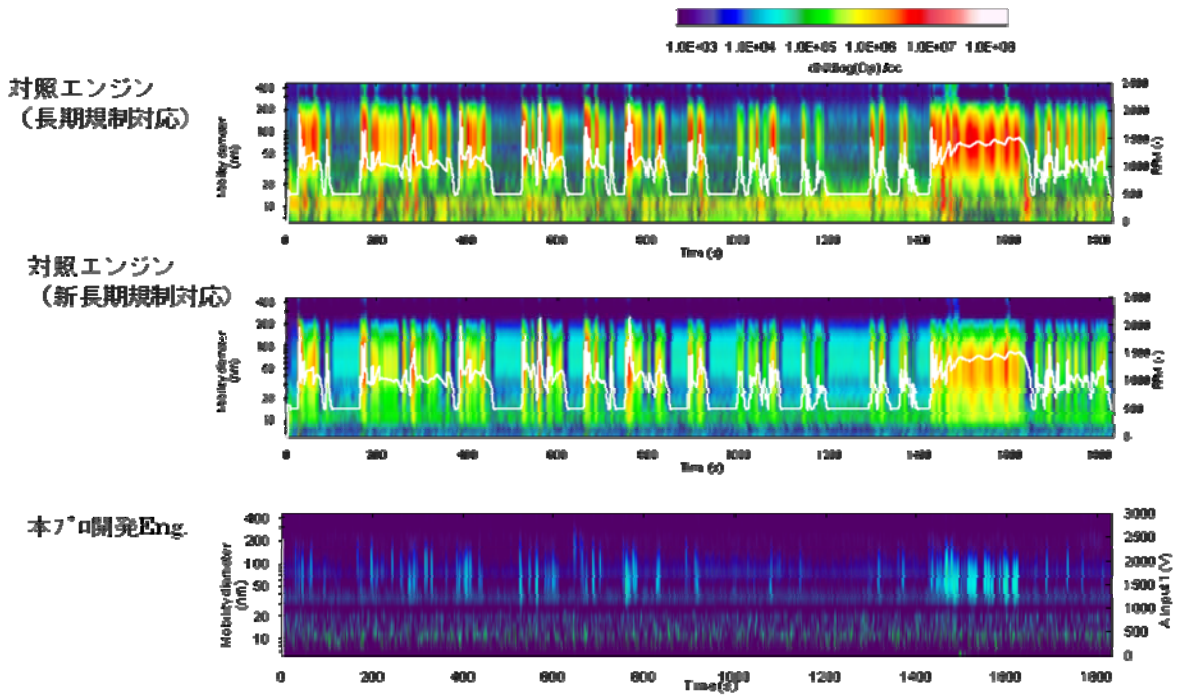
(1) 排出ガス目標達成状況

乗用車(JC08モード)



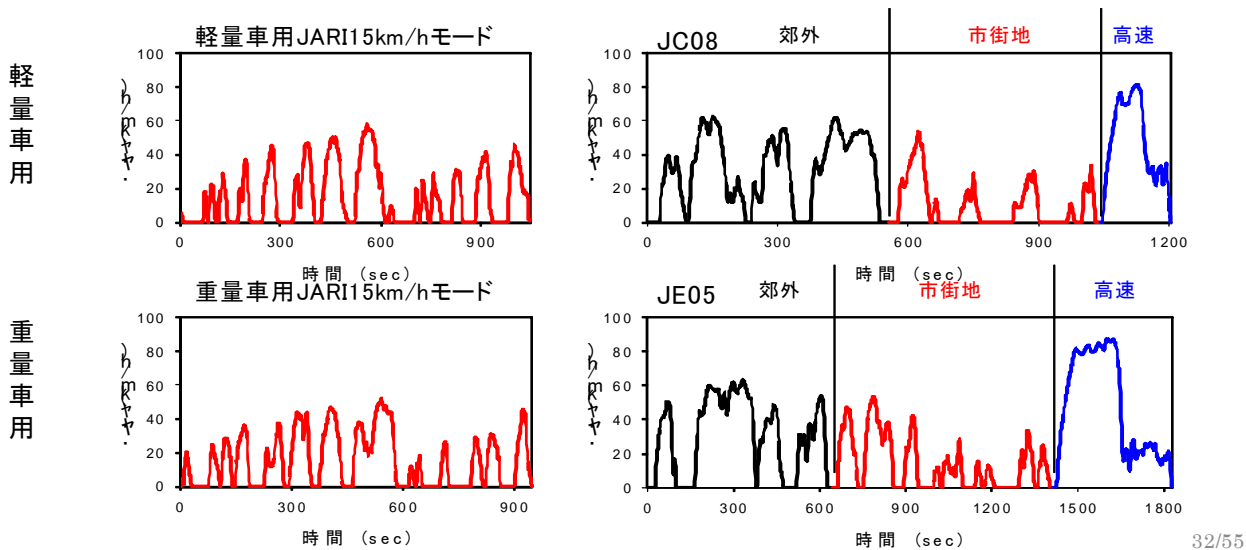
図Ⅲ. 1-2 排出ガス目標達成状況 乗用車

PM個数連続測定結果例 (エンジン: JE05モード)

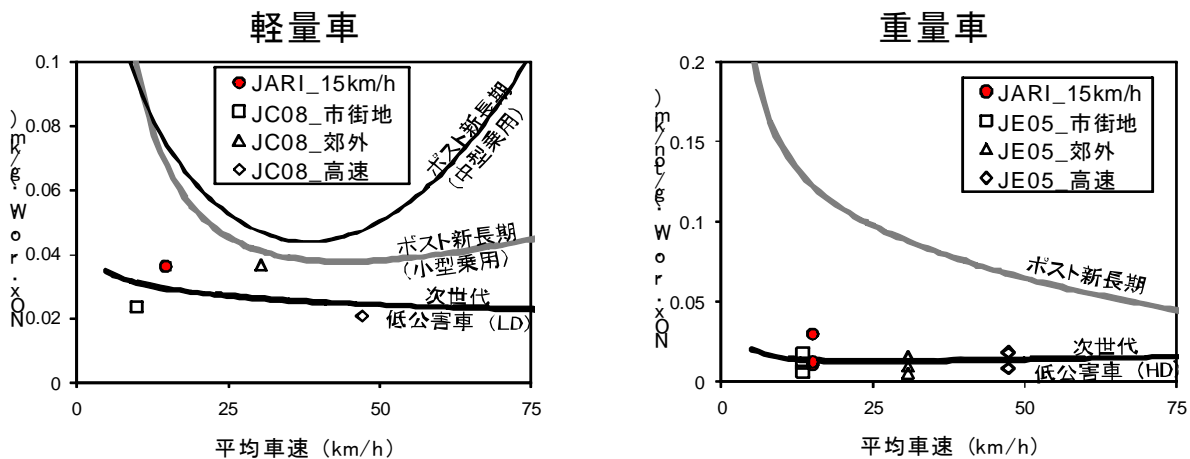


本プロジェクト開発エンジン排出PM個数濃度は極めて低値

図Ⅲ. 1-3 PM個数連続測定結果



図Ⅲ. 1-4 オフサイクル試験モード



平均車速 (km/h)	JC08/JE05			JARI15
	市街	郊外	高速	
軽量車	9.9	30.4	47.1	14.7
重量車	13.5	30.7	47.5	15.1

図Ⅲ. 1-5 オフサイクル試験結果

大気質改善効果予測

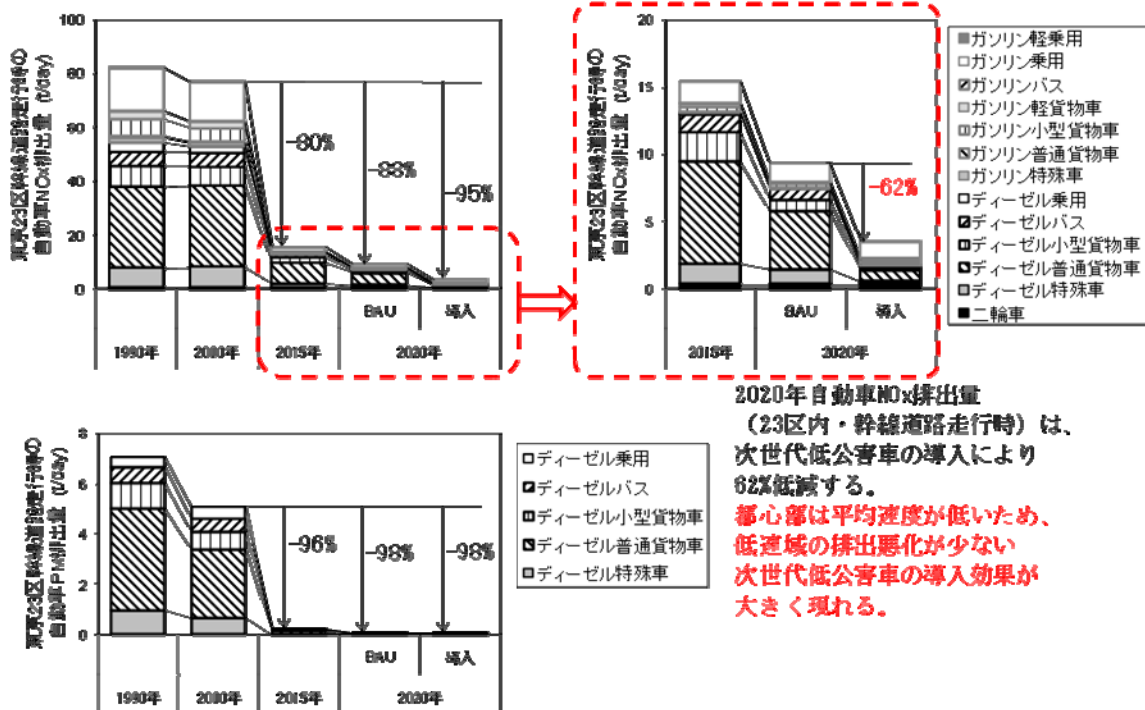
シミュレーションケース

対象年次	ケース	考慮した規制など	ディーゼル車のNO ₂ /NO _x 比	実施シミュレーション			
				自動車排出量	広域大気質	沿道大気質	
1990年	冬季	過去	14%	○			
2000年	夏季 冬季	現況	14%	○	○	○	
2015年	冬季	BAU	30%	○			
2020年	冬季	BAU	30%	○	○	○	
	夏季						
	冬季	次世代低公害車導入	↑ + ・全てのディーゼル車を次世代低公害車に代替、 ・乗用ガソリン車の1割を次世代低公害車に代替	30%	○	○	○
	夏季						

BAU: Business As Usual, 計画以外の新たな規制等を導入しないケース

図Ⅲ. 1-6 大気質改善効果予測 シミュレーションケース

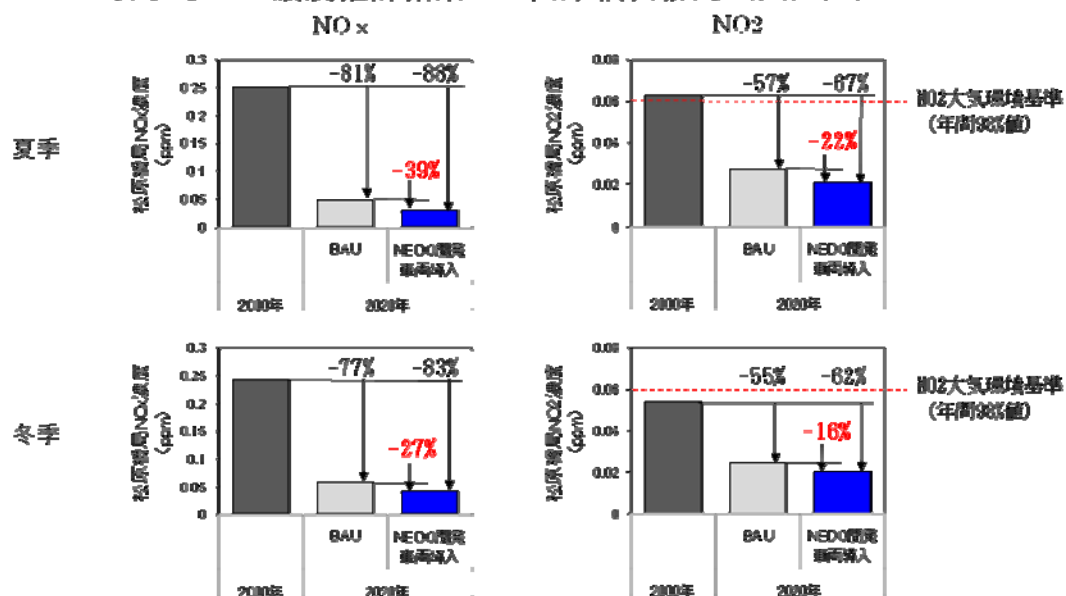
東京23区内の冬季平日幹線道路走行時NO_x、PM排出量推計結果を示す。



図Ⅲ. 1-7 冬季平日幹線道路走行時 NO_x、PM 排出量推計結果

沿道濃度推計結果

NOxおよびNO2濃度推計結果 —松原橋自排局（大田区）—



2020年の松原橋自排局濃度は、次世代低公害車の導入により、NOxは27～39%、NO2は16～22%低減する。

図Ⅲ. 1－8 沿道濃度推計結果 (松原橋自排局)

(2) 研究開発項目毎の成果概要

「研究開発項目① 新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化」

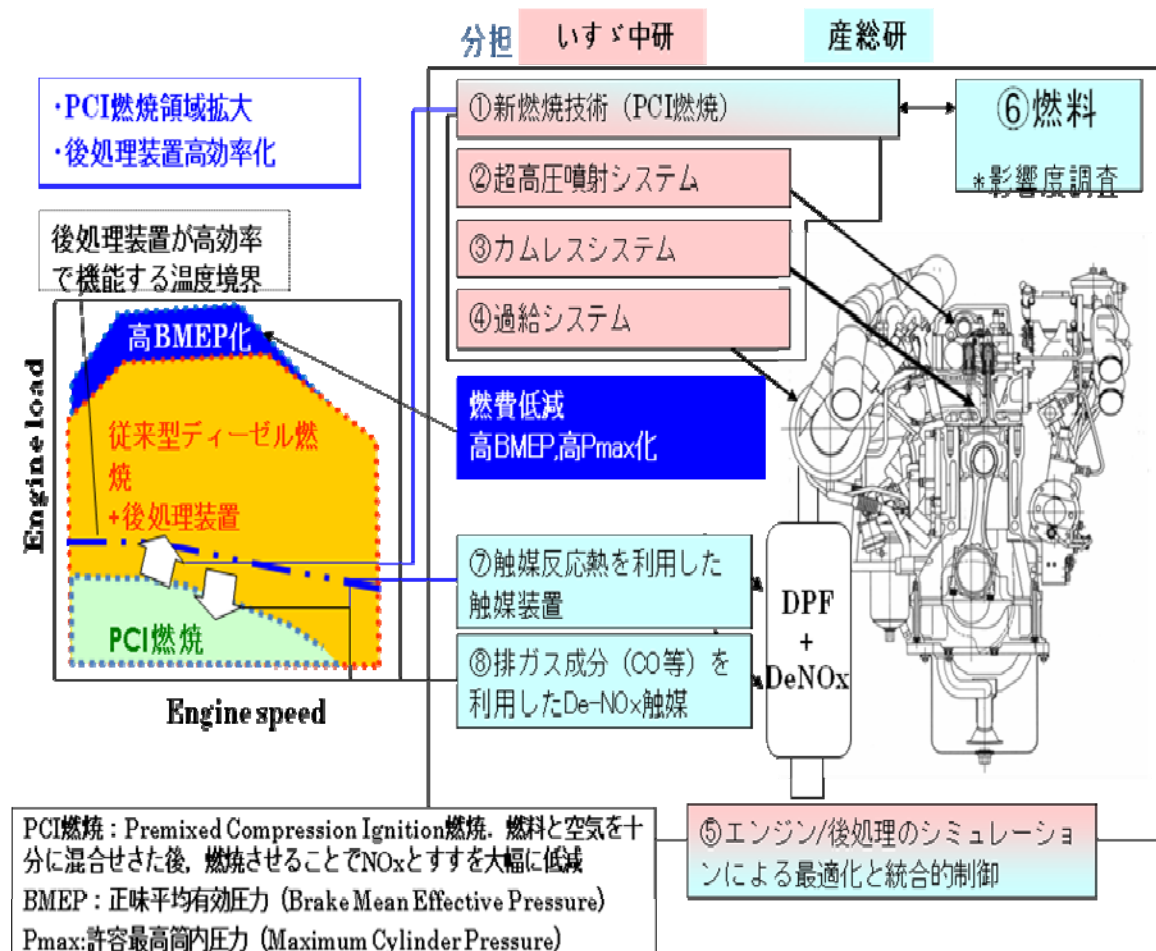
①-1 「超高精度燃焼制御エンジンシステムの研究開発」

実施先：(株) いすゞ中央研究所 (再委託先：北海道大学)

(独) 産業技術総合研究所

開発に取り組んだエンジンシステムの概要を図Ⅲ. 2-1 に示す。

予混合圧縮着火 (PCI) 燃焼を主とした新燃焼方式を含め、ディーゼルエンジンのクリーン化、高度化を実現する新燃焼方式の開発及び燃料品質の最適化を行い、3段過給システムによる高過給、高 EGR 率、噴射系改善による最適燃焼により研究開発目標を達成し得る技術が見出された。新燃料 (セタン価 42-43、芳香族分フリー) により NO_x、PM のトレードオフが改善できた。



図Ⅲ. 2-1 超高度燃焼制御エンジンシステムの研究開発

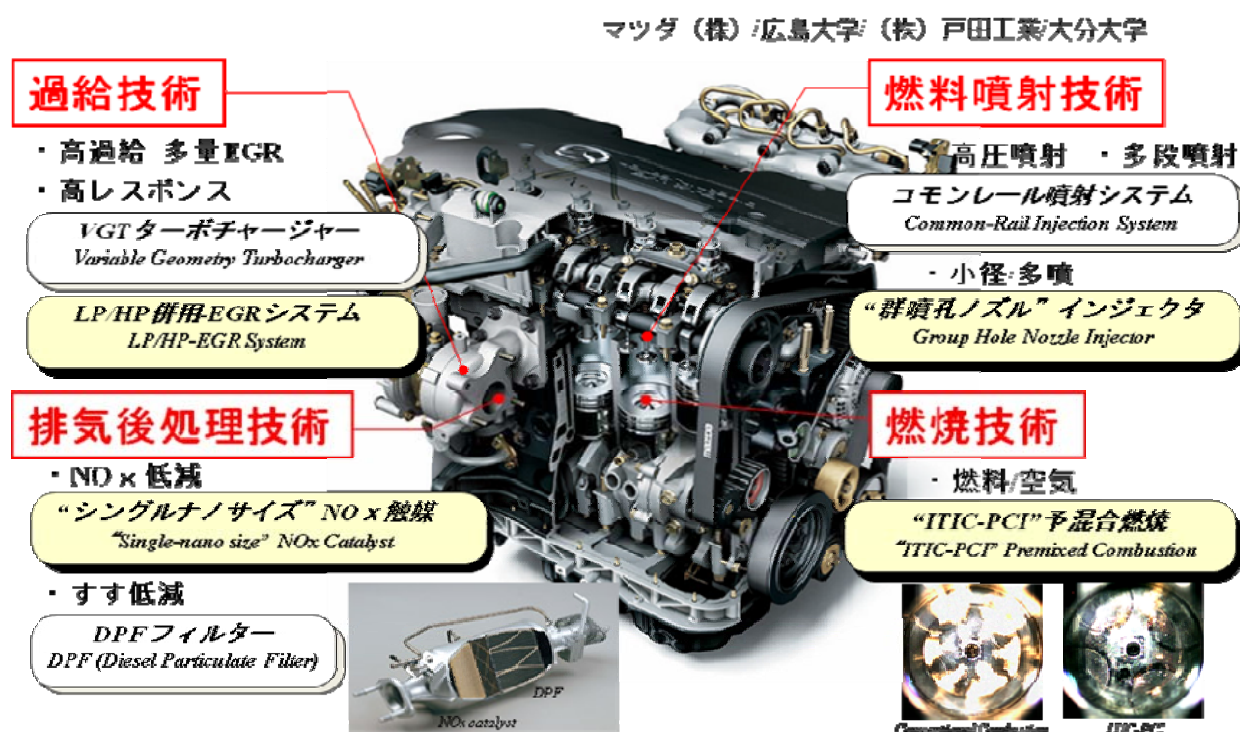
①-2 「超低エミッション高効率乗用ディーゼルエンジンの研究開発」

実施先：マツダ（株）

広島大学

開発に取り組んだエンジンシステムの概要を図Ⅲ. 2-2に示す。

革新的燃焼技術<ITIC-PCI(Intake Temperature and Injection Controlled Premixed Compression Ignition) 予混合燃焼、群噴孔ノズルインジェクタ。LP（低圧）/HP（高圧）併用 EGR システムなどの開発により、燃焼技術開発目標(NOx, 燃費)を達成した。低温度域（～200℃）と耐熱性に優れる中空3次元構造シングルナノサイズ NOx 触媒を開発した。開発した燃焼技術・触媒技術と既存 DPF 技術の組合せにより、プロジェクトの開発目標を達成した。
NOx:0.05g/km, PM:0.005g/km, 燃費:2015年GE車比20%改善(JC08モード、1479kg ランク)



図Ⅲ. 2-2 超低エミッション高効率乗用ディーゼルエンジンの研究開発

及びナノテクノロジーを応用して高性能排出ガス浄化用触媒の研究開発

「研究開発項目② GTLを用いたエンジン技術の開発」(2006年度終了)

実施先：トヨタ自動車(株)

日野自動車(株)

昭和シェル石油(株)

新燃料としてGTLに着目し、新長期規制を目標(2006年度に終了したため、この目標値は当該研究のみ)として最適な利用技術の開発を行った。最適燃料設計の考え方を図Ⅲ.2-3に示す。

GTLの燃焼の特徴として、スモークやHCが低減することを示した。GTL燃料を用いた際の実用性を多角的に評価し、軽油と比べ何れも問題ないか、軽微な対策で対応可能であることを確認した。GTL燃料の高いエミッション低減ポテンシャルをエンジン緒言の最適化により確認し、プロジェクトの目標値を達成することが出来た。(DPNR触媒付・JE05モードでの評価)。これまでの排気後処理を含めたエンジン改良に関する研究例は極めて少なく、GTL燃料普及に関して意義のある成果が得られたと考える。

燃料設計の考え方

- ・ 高セタン価(70以上が目標)
ベースの軽油に比して充分高い特性
 - 燃焼騒音の低減
 - 低温・低圧縮比での燃焼特性維持
- ・ 低T90(90%蒸留温度)
燃料の揮発性を改善
 - シリンダ内混合気の改善
 - 排気管添加燃料の反応性向上

燃料の特徴(セタン価~70は共通)

A: JIS 2号相当の蒸留特性

B: AとCの中間特性

C: 燃焼上の顕著な差が予測されるT90差
~60deg程度(経験値)

- ・ セタン価70程度
- ・ T90を変化させた3種
(A, B, C fuel)



- ・ 排気量2L, 4L, 8L
エンジン評価



- ・ 混合燃料試験用燃料
を選択

図Ⅲ.2-3 GTLを用いたエンジン技術の開発

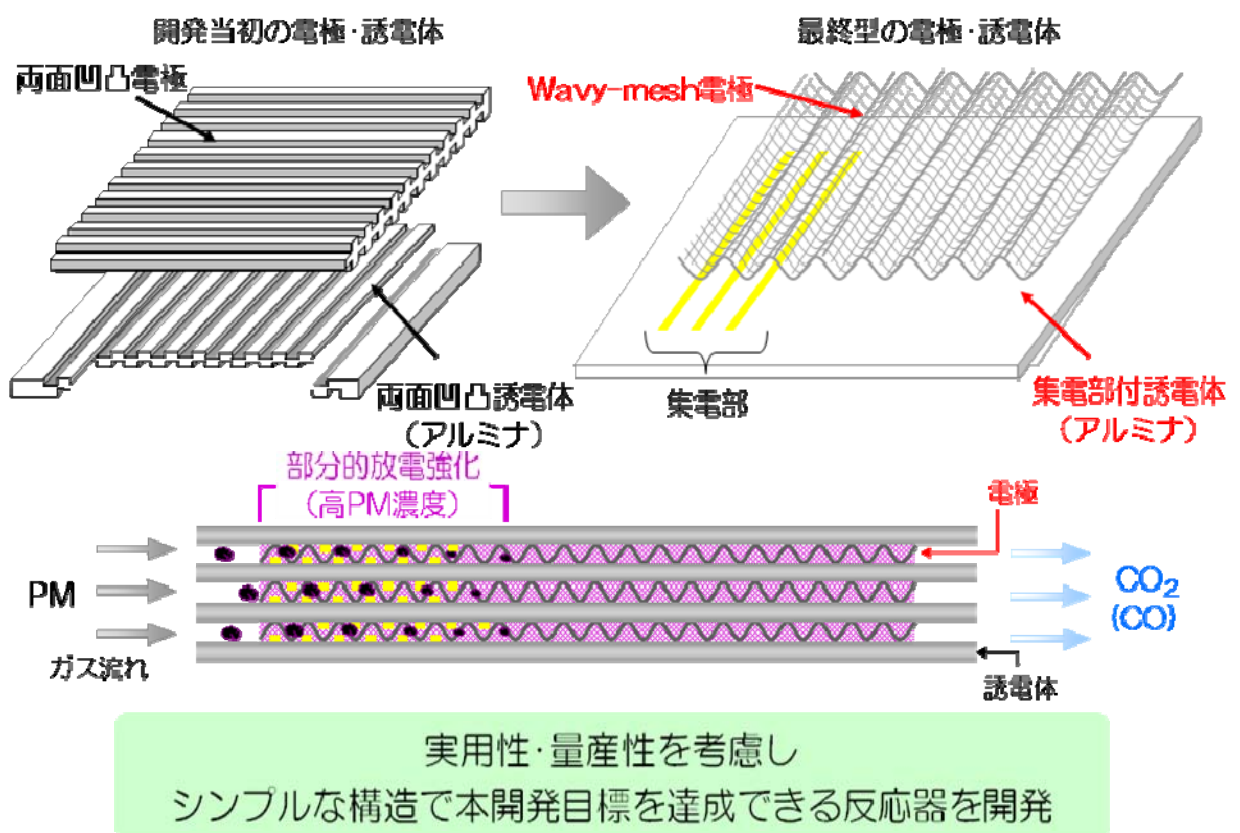
「研究開発項目③ 革新的後処理システムの研究開発」

③-1 「低温プラズマシステムの研究開発」

実施先：ダイハツ工業（株）

（財）地球環境産業技術研究機構（再委託先：パルス電子技術（株））

プラズマ中に生成した活性種による PM の炭素結合の変化で PM が燃焼する酸化除去機構を開明し、図Ⅲ. 2-4 に構造と機能を示す高性能プラズマ反応器を開発した。その結果、PM0.002g/km を達成してポスト新長期規制をクリアした。また放電電力 100W、モード中の最大圧損を 2kPa にするなどの実用上の課題を克服した。さらに PM 酸化に対し、プラズマ放電場において有効に機能する金属酸化物触媒を開発した。



図Ⅲ. 2-4 低温プラズマを用いたディーゼル後処理システム

③-2 「固体電解質を用いたPM・NO_x同時低減システムの研究開発」

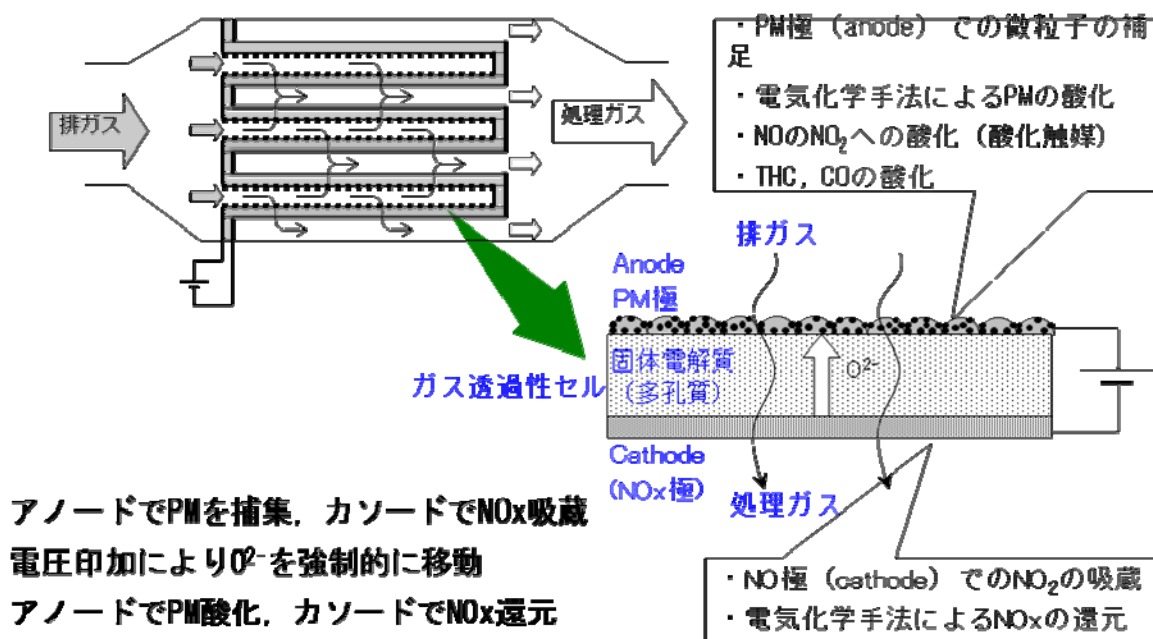
実施先：学校法人 立命館大学

(株) 堀場製作所

Ⅲ. 2-5に概要を示す多孔質固体電解質を用いた電気化学的手法による窒素酸化物と微粒子の同時低減を可能とする革新的排ガス処理システムを開発した。YSZ(Yttria Stabilized Zirconia) 固体電解質を用い400℃の模擬排ガスでNO_x およびPM 低減率90%を達成した。低温作動方GDC(Gadolinia-doped Ceria)固体電解質セルを開発し、280℃からの稼動を可能にした。GDCセルの稼動温度以下ではPM およびNO_x をそれぞれ堆積、吸蔵し、稼動温度以上で通電によりこれらを分解する実用化システムの提案を行った。30x30x50mmのハニカムモジュールを試作し、分流希釈トンネルを用いたJC08排ガス試験を実施し、NO_xの低減率74%、PM低減率98%を達成した。平板セルでの実験結果ではNO_x低減率91%を達成し、NO_x排出レベル0.033g/kmを実現可能であることが示唆された。

多孔質固体電解質を用いた電気化学的手法による窒素酸化物と微粒子の同時低減を可能とする革新的排ガス後処理システム

ECR (electro-chemical reduction) 法

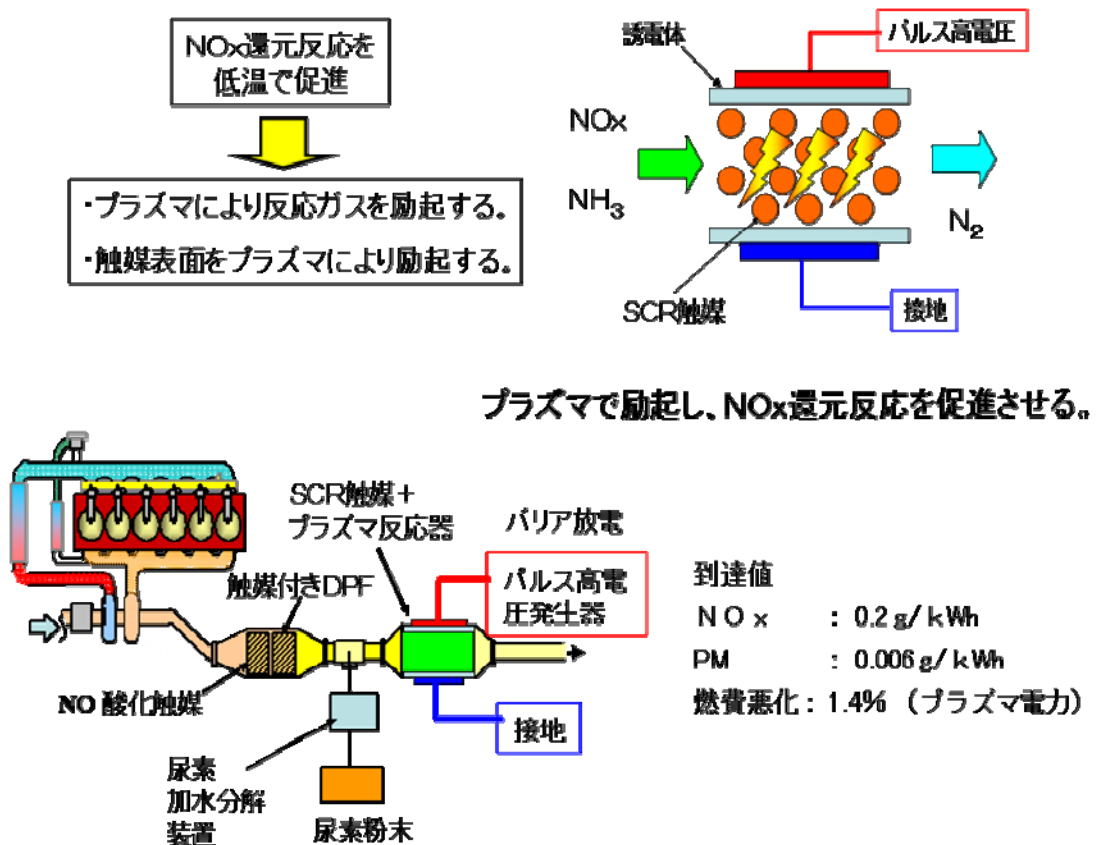


図Ⅲ. 2-5 電気化学手法による革新的後処理システムの開発

3-③ 「低温活性を改善した新NO_x触媒の開発とPM同時低減システムの研究開発」

実施先：日野自動車（株）（再委託先：豊橋技術科学大学）

低温時のNO_x低減性能を改善させる要素技術として、図Ⅲ. 2-6に概念を示すプラズマアシストSCR（プラズマによるNO_x還元反応の促進技術）を開発し、プラズマ反応器入口温度110℃でNO_x低減率80%を得ることができた。その技術と触媒付きDPFを組み合わせプロジェクトの目標を達成した。



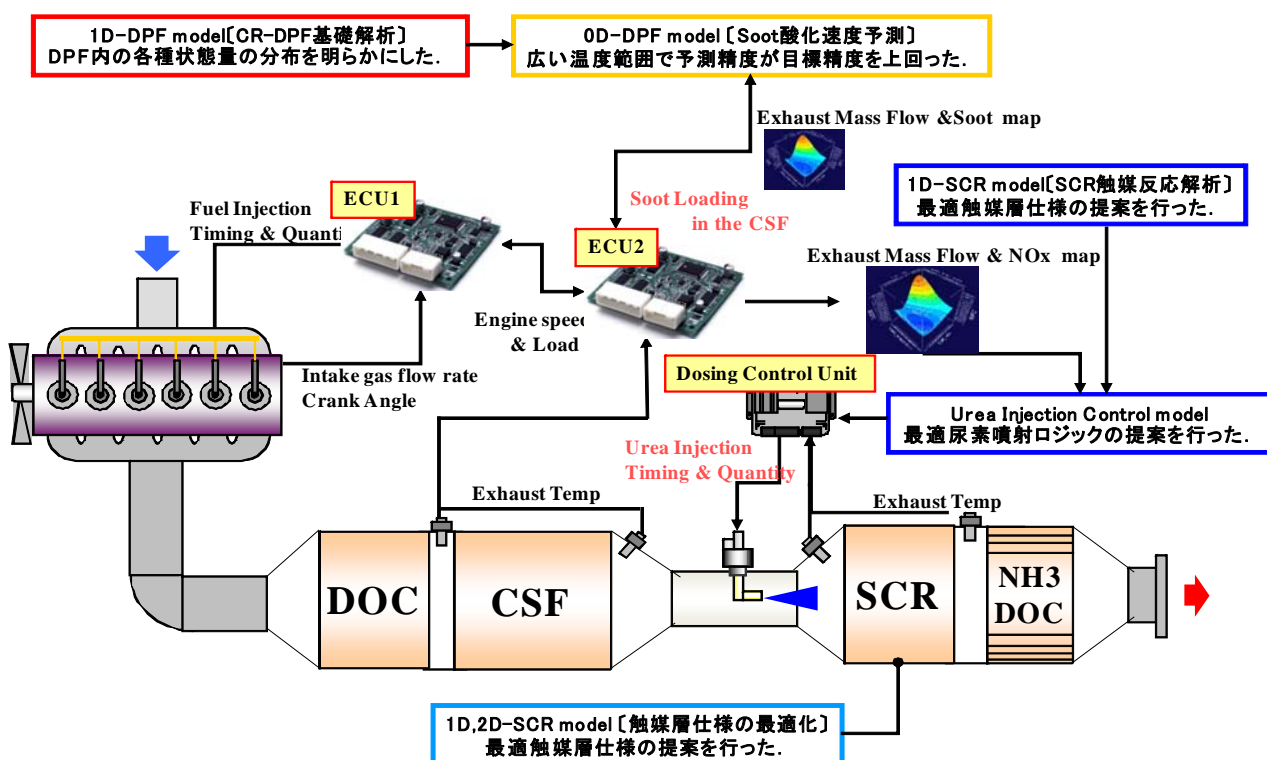
図Ⅲ. 2-6 プラズマアシストSCRシステムによるNO_x低減の研究

③-4 「NO_x・PMを同時低減する新排出ガス浄化システムの研究開発」

実施先：日産ディーゼル工業（株）（再委託先：東京濾器（株））

学校法人 早稲田大学

DPFと尿素SCRを組み合わせてNO_xとPMの同時低減処理システムの研究開発に取り組み、低温活性の向上およびアンモニアスリップの削減を狙ったSCR触媒を開発した。また、図Ⅲ. 2-7に示す、CR-DPFの基礎解析、ススの酸化速度予測、SCR触媒反応解析、最適尿素噴射ロジック、モデルを構築し、触媒仕様の最適化に関して研究開発の効率化を推進し、実験的研究と理論解析的研究と連携してプロジェクトの目標を達成した。



図Ⅲ. 2-7 新コンセプト尿素SCRシステムによる
大型商用車用ディーゼルエンジンのNO_x・PM同時低減

「研究開発項目④ 次世代自動車の総合評価技術開発」

実施先：（財）日本自動車研究所
 （独）産業技術総合研究所

本プロジェクトで開発されたエンジンから排出される微量有害物質として、大気環境基準値もしくは指針値が設定されている物質、PRTR リストのうち自動車が主要な発生源とされる物質、優先取組物質のうち自動車関連 5 物質、US EPA の MSATs21, ACES 研究 Priority の 190 物質の測定、超微小粒子として各種の金属化合物や炭素などのナノ粒子（超微小粒子）の測定およびそれらのヒトの吸入暴露を模擬した細胞暴露試験を実施し、微量有害物質やナノ粒子の排出量が低減されること及び健康影響の観点からも悪化がないことを確認した。

また、大気質改善効果を予測するシミュレーションを実施した。そのケースは図Ⅲ． 2－8 に示すように 1990 年、2000 年、2015 年、2020 年を想定したものであるが、特に 2020 年は BAU（Business As Usual, 計画以外の新たな規制等を導入しないケース）と乗用車の 10%をディーゼル車とし、大型車も含めて全てのディーゼル車の排出ガス性能を当該プロジェクトでの開発レベルとする 2 ケースについて予測を行った。

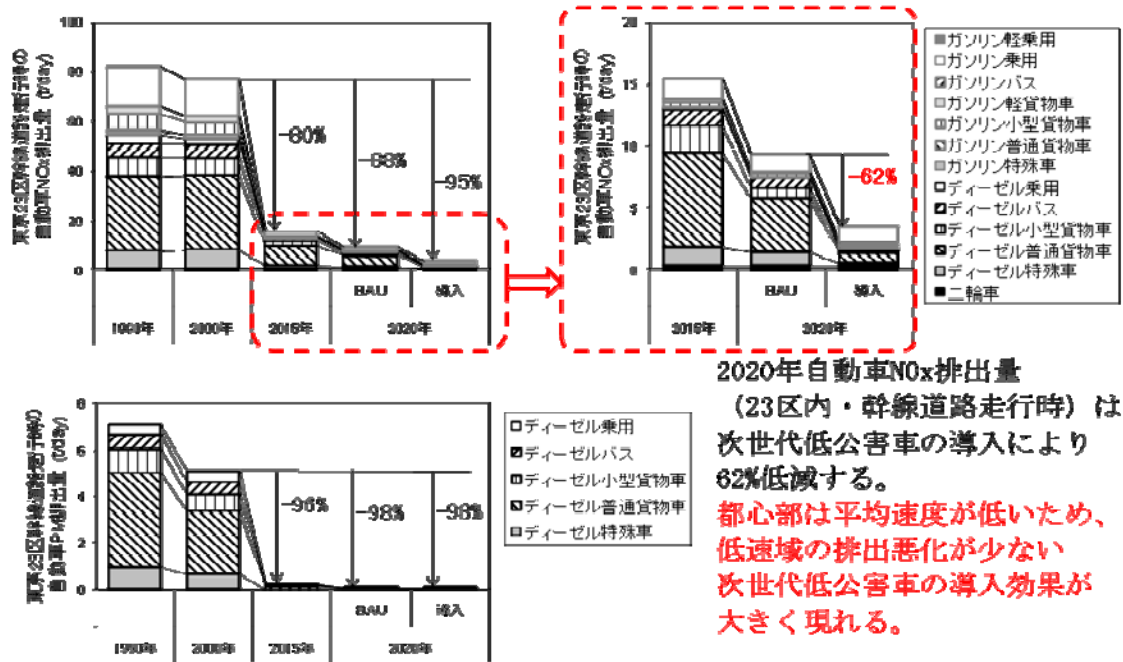
東京 23 区内の冬期平日幹線道路走行時の NOx、PM 排出量推計結果を図Ⅲ． 2－9 に示す。2020 年に当該プロジェクトでの開発車両を全て導入すれば、自動車からの NOx の排出量は BAU に比較して 62%低減するとの結果が得られた。ただし、NOx 排出の原因は自動車以外の固定発生源も含まれており、特に自動車の寄与度が大きい沿道（東京都大田区松原自排局を想定）濃度では NOx が 19～29%、NO2 が 11～16%低減するとの予測結果が得られ、本プロジェクトの開発成果が都市環境改善に有効であることが示された。

対象年次	ケース	考慮した規制など	ディーゼル車の NO2/NOx比	実施シミュレーション			
				自動車排出量	広域大気質	沿道大気質	
1990年	冬季	過去	14%	○			
2000年	夏季	現況	14%	○	○	○	
	冬季						
2015年	冬季	BAU	30%	○			
2020年	冬季	BAU	30%	○	○	○	
	夏季						
	冬季	次世代低公害車導入	↑ + ・全てのディーゼル車を次世代低公害車に代替、 ・乗用ガソリン車の1割を次世代低公害車に代替	30%	○	○	○
	夏季						

BAU: Business As Usual, 計画以外の新たな規制等を導入しないケース

図Ⅲ． 2－8 大気質改善効果予測 シミュレーションケース

東京23区内の冬季平日幹線道路走行時NOx、PM排出量推計結果を示す。



図Ⅲ. 2-9 自動車排出量推計結果

上記研究開発項目①～④の全体で、特許出願件数 97件（うち外国出願 3件含む）、論文9件、講演（口頭発表含む）19件、プレス発表 1件を実施した。表Ⅲ. 1-1に特許出願の9テーマ別の内訳を示す。

表Ⅲ. 1-1 特許出願状況

● 特許出願件数： 98件
● 論文・学会発表等： 224件

(特許出願件数)

実施者名称	いすゞ中研 産総研	マツダ 広島大 戸田工業 大分大 旭化成	トヨタ 日野自動車 昭和シェル	ダイハツ RITE	立命館大学 堀場製作所	日野自動車	日産ディーゼル 早稲田大学	JARI 産総研	合計
①新燃焼方式の研究開発	6	9	-	-	-	-	-	-	15
②GTLを用いた エンジン技術の研究開発	-	-	1	-	-	-	-	-	1
③革新的後処理システムの 研究開発	12	21	-	22	6	10	8	-	79
④次世代低公害車の 総合技術開発	-	-	-	-	-	-	-	3	3

2 研究開発項目④ 次世代自動車の総合評価技術開発

1. 研究開発の背景、目的、位置付け

<背景>

ディーゼルは地球温暖化や耐久性面から優位にあるが、普及には排出ガスに起因する都市大気環境問題への懸念を払拭する必要がある。このために、本プロジェクトで新たに開発された次世代低公害車について、排出ガス、燃費、エンジン性能等を総合的に評価する必要がある。

<目的>

NEDO 次世代低公害車について、新技術の普及にともなう新たな課題の未然防止のために、微量有害物質や健康影響のスクリーニング手法の構築を行い、排出ガスクリーニ化を検証する。

2. 研究開発マネジメント

(1) 開発目標

全体目標(主目標)	達成目標(値)と設定理由	現状レベル(開発開始時)
開発システムの総合評価を行う。そのための計測技術・校正技術開発を行う。	開発された対象システムの総合評価を可能とする。 設定理由：予防原則	総合評価に適用可能な技術は未完。
研究課題目標	達成目標(値)と設定理由	現状レベル(開発開始時)
PM 計測・評価技術の確立	ナノ領域を含む PM 粒径・個数濃度分布、過渡排出特性の計測技術の確立。 PM 個数基準計測・校正技術の確立。	PM 個数計測，校正技術，過渡排出成分計測技術は社会的ニーズにも係わらず確立されていない。
未規制物質調査手法の確立	健康影響のスクリーニング手法（細胞曝露）の確立。動物曝露を含む健康影響評価	試験現場にて有害性がわかるスクリーニング手法は見当たらず。新規使用化学物質排気の曝露影響は見当たらず。
大気質改善効果予測	NEDO 開発システム導入による将来大気質改善効果を予測する。	広域，沿道の大気質への改善効果は未知。

(2) 研究開発の実施計画

表1 研究開発項目と実施スケジュール

項目/年度(平成)	16	17	18	19	20
1. PM計測、評価 1)過渡個数濃度計測法 2)過渡PM成分計測法 未規制成分計測法 3)個数基準計測法によるPM高精度計測・校正技術の開発	希釈法検討 試料導入法 連続計測 高感度化 選択性	HCCI排出未規制成分	校正法確立 性能評価 校正サービス開始		
2. 未規制物質評価 1)細胞曝露による健康影響評価	培養細胞曝露システムの構築と有効性確認				
3. 尿素SCR排気の動物曝露評価 (未規制物質評価)			従来の排気と比べて概ね軽減確認		
4. 開発システム総合評価 (規制物質、燃費、未規制物質)			開発エンジン車両未規制物質評価		
5. 大気質改善効果予測			NEDO開発低エミッション排出係数整備 大気質改善効果把握		

(3) 研究開発体制

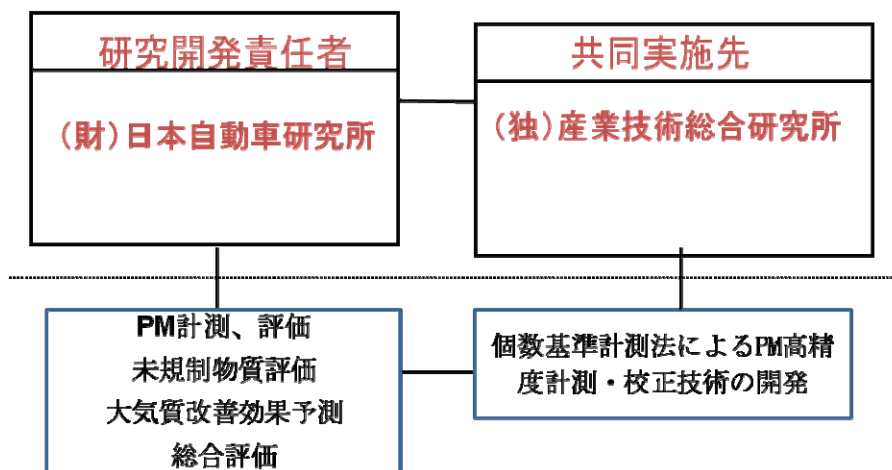


図1 研究開発体制

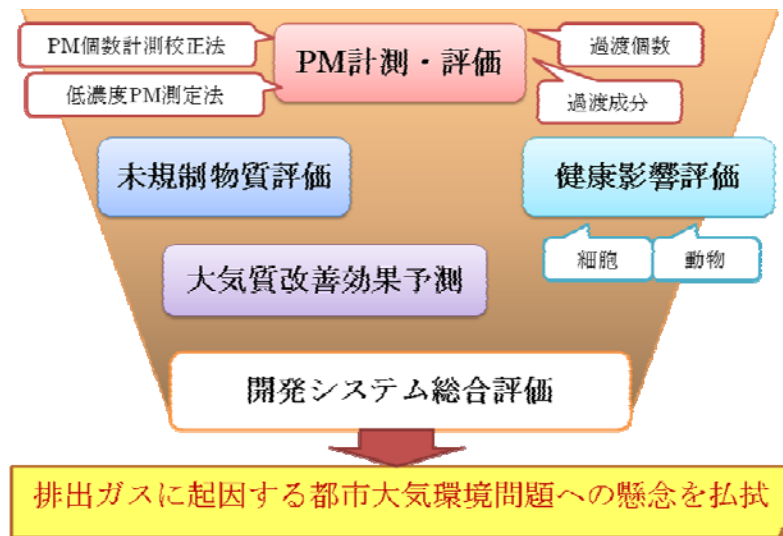


図2 研究開発項目の繋がり

(4) 研究内容

概要

1. PM 計測・評価

新たに開発される次世代低公害車は、粒子（PM）の排出レベルが極めて少ないことを目指しているが、そのための新規技術を用いる際に、自動車から排出されるPMは、その大きさと個数の両方がともに減少するとは限らず、個々のPMの寸法が減少しても、いわゆるナノ粒径域のPM個数はかえって増加してしまう場合があり、健康への影響が懸念されるとの指摘もある。そこで、PMについては、従来から使用されている質量排出率による評価以外に、過渡排出個数濃度、粒径分布や数密度の計測、PM組成分析の計測評価を行うことができるよう、その準備を行った。具体的には、次世代低公害車からのPM排出量（総排出質量）の減少に伴い、従来から用いられてきたフィルター法に代表される質量基準計測法は適用限界に近づくことが予測されているため、今後はこれらの重量測定法に加えPMの個数計測法に基づく総PM数濃度や粒径分布の測定方法を併用することが必須の状況となってきている。しかしながら、そこで用いられるべき個数計測装置等に関しては濃度や粒径分布の測定精度、あるいは異なる原理に基づく装置の整合性等に関して十分に検証されていないなど幾つかの重大な課題が残されている状況にある。このため、次世代低公害車からのPM排出評価に対応する個数基準計測装置に関し、PM計測における不確かさを低減した高精度計測技術の確立を目指すことを目的として、a. 個数濃度測定の校正・試験技術の開発、並びに b. 低PM濃度域におけるフィルター法の妥当性評価の課題について研究を実施した。

また、触媒や排気ガスフィルタ（DPF）等の新規後処理装置を装着したエンジンシステムでは、触媒やDPF表面において炭化水素等の吸着・脱離過程やPMのDPF再生過程に伴って放出される高沸点成分の再凝縮現象が存在するため、自動車の加減速時に従来のディーゼルエンジンとPMの排出挙動が大きく異なることが知られている。そこで、PMの評価を行う上では、自動車の加減速を想定した過渡走行時での排出特性を把握することが有用である。このため、従来の手法による粒径計測・成分分析に加えて、過渡走行時のPM個数濃度や粒径分布の計測手法を準備するとともに、過渡応答特性の優れたレーザ・イオ

ン化/飛行時間型質量分析装置による組成計測方法の開発を行った。これらの計測技術によって、開発システム排出ガスの評価を行った。

2. 未規制物質評価

細胞曝露による健康影響評価

自動車排出ガスを含む化学物質の健康への影響を科学的に明らかにするためには、疫学調査や動物実験などの知見を総合的に評価することが求められるが、これらを全て実施するには膨大な費用と時間が必要となる。そのため、医薬品などの安全性評価を行う場合には、動物実験の前に簡便、かつ鋭敏な *in vitro* 評価（細菌や細胞を用いた評価）を実施し、有害性調査の時間的及び費用的な節減が図られている。

一方、自動車排出ガスが最初にヒトの体内に取り込まれ、障害を与える標的器官は呼吸器系であることから、実際の気道を模した実験系で呼吸器への影響を評価することが重要である。気道を模した実験系として、人工膜上に増殖させたヒトの呼吸器系由来培養細胞表面に希釈排出ガスを接触させる方法が既に考案されており（培養細胞暴露装置）、現状と比べ健康影響面に対する改善効果が期待されることを、あるいは悪化することがないことを確認する目的で、この培養細胞暴露装置による評価を行うための実験条件を検討した。この培養細胞曝露によって開発システム排出ガスの曝露を行い、遺伝子解析によって影響の有無などを推定した。

尿素 SCR 排気の動物曝露評価

開発システムに採用される新規技術の中で、特に尿素 SCR は、過去に自動車に使用された実績がほとんど無い尿素を新たに還元剤として使用するため、大量普及が開始される前に、その健康への問題が無い事を確認することが重要である。過去の NEDO プロジェクトにおいて、プロトタイプエンジンシステムから排出される PM 中の有機溶媒可溶成分についてスクリーニング手法による試験で、発がん性のリスクは小さいことが示されている。そこで、本事業では PM のみでなく、システムから排出される物質すべてに関する影響について評価するため、実験用小動物を用いた吸入暴露試験を実施した。

3. 開発システムの総合評価

本プロジェクトで開発された新燃焼方式エンジン、革新的後処理システムなどを最終的にエンジンや車両に搭載した次世代低公害車の排出ガス、燃費、エンジン性能等の評価を同一基準で実施するとともに、個別の開発者では実施困難な未規制排出物質の評価を行うことで、開発された技術の総合評価を行った。

具体的には、HD エンジンと LD 車両の台上試験を行ない、排出ガス規制走行モードおよび都市内モード走行時の燃費と、排出ガスとして規制成分（NO_x（窒素酸化物）、PM（粒子状物質）、HC（炭化水素）、CO（一酸化炭素））と CO₂（二酸化炭素）と NO₂（二酸化窒素）ならびに PM 個数濃度を、排出ガス規制モードに関しては、PRTR（Pollutant Release and Transfer Register）等でリストアップされた物質のうち自動車が主要な発生源とされる物質および PM 抽出物中の B[a]P（ベンズ[a]ピレン、多環芳香族炭化水素の代表的な一つ）、地球温暖化物質 CH₄、N₂O 等についても計測を行った。

4. 大気質改善効果予測

次世代低公害車導入普及による関東圏を対象としたPMやNO_x等の大気環境の改善効果を把握することを目的として、以下に示すシミュレーション計算を実施した。

- ・自動車排出量低減予測

次世代低公害車導入普及時の排出量低減効果を予測する

- ・広域大気環境改善予測

次世代低公害車導入普及時の広域大気環境改善効果を予測する

- ・沿道大気環境改善予測

次世代低公害車導入普及時の沿道大気環境改善効果を予測する