

# 次世代大型車 開発・実用化促進 プロジェクト

Next-Generation Environmentally Friendly Vehicles  
Development and Commercialization Project

自然が生きる  
クルマ社会へ



国土交通省



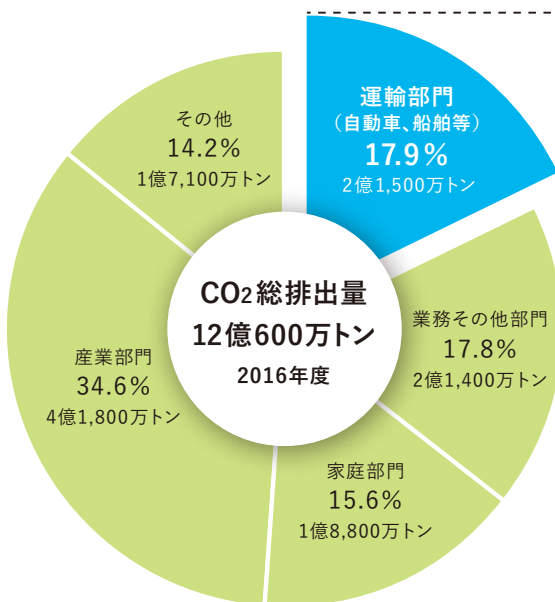
交通安全環境研究所  
National Traffic Safety and Environment Laboratory

# 大型車の現状と課題

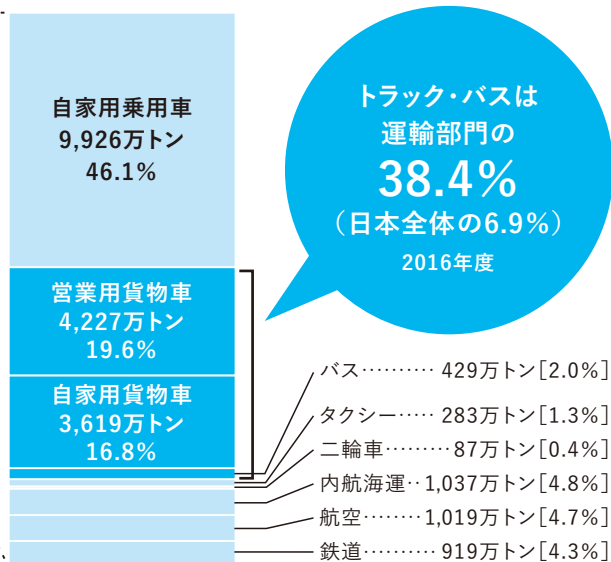
## 二酸化炭素排出量の現状（2016年度確報値）

- 運輸部門からの排出割合は、日本の二酸化炭素排出量の17.9%です
- その運輸部門のうち、38.4%をトラック・バスが排出しています（日本全体の6.9%を占めています）

### 日本の各部門における二酸化炭素排出量



### 運輸部門における二酸化炭素排出量（配分後）



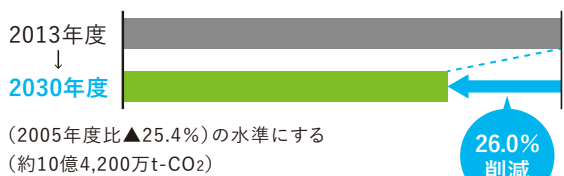
出典：「日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2016年度）確報値」（2018）

## 我が国の地球温暖化対策

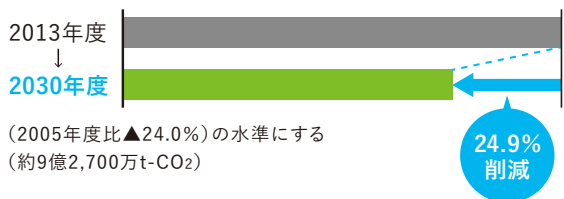
- 2015年12月 国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）において、2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組み「パリ協定」を採択しました
- 2016年5月 「地球温暖化対策計画」を閣議決定しました
  - ・中期計画（削減目標）：2030年までに2013年比で26%削減
  - ・長期目標（目指すべき方向）：2050年までに80%削減

中期目標 2030年度までに13年度比26%削減

### 温室効果ガスの排出量



### エネルギー起源CO<sub>2</sub>の排出量



	2030年度の各部門の排出量の目安	2013年度実績比 (2005年度実績比)
エネルギー起源CO <sub>2</sub>	927	▲24.9% (▲24.0%)
産業部門	401	▲6.5% (▲12.3%)
業務その他部門	168	▲39.8% (▲29.7%)
家庭部門	122	▲39.3% (▲32.2%)
運輸部門	163	▲27.6% (▲32.1%)
エネルギー転換部門	73	▲27.7% (▲29.8%)

運輸部門からのエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出割合は、2013年度比で27.6%削減する目標が掲げられています

運輸部門のCO<sub>2</sub>排出の多くを占めるトラック・バス分野において、低炭素化・排出ガス低減を図る必要があります



## 大型車に対する燃費基準について

2005年度	エネルギーの使用の合理化等に関する法律(省エネ法)に基づき、世界で初めて大型車(車両総重量3.5トンのトラック、バス)の燃費基準を策定しました(目標年度:2015年度)
2019年3月	大型車に対し、さらに強化した燃費基準を策定しました

### 新たな燃費基準

新たな燃費基準(目標年度:2025年度)は、2015年度基準と比較し、大型車全体で13.5%の基準強化となります

目標年度	2025年度	目標基準値※	現行の2015年度基準との比較
対象範囲	ディーゼル車 (ハイブリッド車含む)	トラック	7.63km/L 約13.4%の基準強化
		バス	6.52km/L 約14.3%の基準強化

※ 2014年度販売実績を基に加重調和平均して算出した値

電気自動車等の取扱い: 電気自動車、プラグインハイブリッド車、燃料電池自動車は、現時点では、普及台数が少ないため、燃費規制の対象外

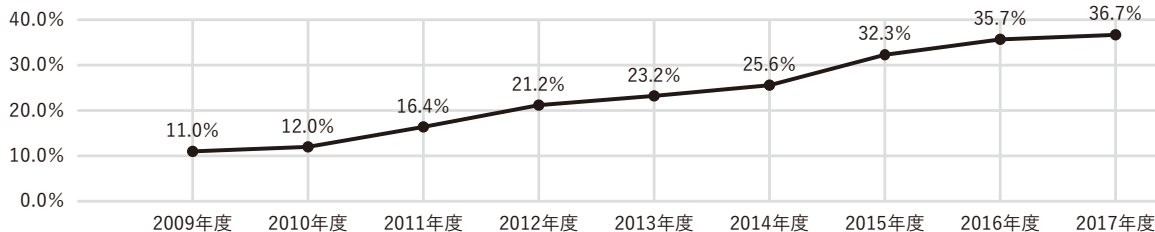
## 次世代自動車の普及状況

次世代自動車は、主に **1** ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、**2** 電気自動車、**3** 燃料電池自動車、**4** クリーンディーゼルエンジン車、**5** 天然ガス自動車から成ります

### 乗用車

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割とすることを目指しています(未来投資戦略2018)

各年度の乗用車販売台数に占める次世代自動車の割合



### 大型車

大型車販売台数に占める次世代自動車の割合は、約0.2~0.4%(2016、2017年度)であり、今後の普及促進が求められます

#### 次世代大型車の市場投入状況

ハイブリッド	小型トラック/路線バス	燃料電池	路線バス
プラグインハイブリッド	路線バス	天然ガス	小型・中型・大型トラック/路線バス
電気	小型トラック/小型バス		

運輸部門の低炭素化・排出ガス低減を推進するため、次世代自動車の普及促進が求められています

次世代大型車開発・実用化促進プロジェクトにより、大型車分野における低炭素化等に資する革新的技術の早期実現を目指します

# 「次世代大型車開発・実用化促進プロジェクト」

## 概要とねらい

### 第1期

### 次世代低公害車開発促進事業

[平成14～16年度]

大都市を中心とした厳しい大気汚染問題を抜本的に解決し、地球温暖化対策に資するため、排出ガス性能を大幅に改善させ、二酸化炭素の排出量を低減した、大型ディーゼル車に代替する「次世代低公害車」の開発を促進するために、安全上・環境上の技術基準等を整備。

[対象車種] ジメチルエーテル自動車、次世代ハイブリッド自動車、次世代天然ガス自動車、スーパークリーンディーゼル自動車

### 第2期

### 次世代低公害車開発・実用化促進事業

[平成17～22年度]※

#### I

#### 開発した次世代低公害車の 実用化普及促進(実証試験)

第1期に開発した次世代低公害車について、運送事業、バス事業に使用して実用性に関するデータを収集することにより、技術基準等の一層の整備を推進。

#### II

#### 新たな次世代低公害車の開発促進

開発段階にある新たな次世代低公害車(水素自動車、LNG自動車、FTD自動車)の開発を促進するため、試作・評価を行うことにより、技術基準等(指針)を整備。

※ 一部車種については平成23年度まで実施

### 第3期

### 次世代大型車開発・実用化促進事業

[平成23～26年度]

大型車分野において、低炭素化等に資する革新的技術を早期に実現するため、新たな大型車用環境先進技術のうち、電動系車両(ハイブリッドトラック、プラグインハイブリッドトラック、電動路線バス)、次世代バイオディーゼルエンジンに着目。これらの「次世代大型車」の技術開発を促進するとともに、実証走行試験等によりデータを収集し、必要な技術基準等を整備。

#### I

#### 電動系車両

電動系動力システムを積極的に利用したプラグインハイブリッドトラック、貨物トラック用高効率ハイブリッドシステム、高効率電動路線バスについて、技術開発、実証走行試験等を実施。

#### II

#### ディーゼルエンジン

バイオマス燃料にエンジンシステムを最適化した次世代バイオディーゼルエンジンに加え、平成25年度からは冷却損失等低減手法に関する技術調査および現行最新規制車両の性能評価などを実施。

### 第4期

### 次世代大型車開発・実用化促進事業

[平成27～30年度]※

大型車分野において、低炭素化等に資する革新的技術を早期に実現するため、特に重要と考えられる、高効率次世代ディーゼルエンジンの開発、大型LNG車の実用化促進、実走行時の燃費向上・排出ガス対策、ハイブリッド車等の試験法の高度化を推進。

※一部の事業については平成29年度まで実施

#### I

#### 次世代ディーゼルエンジン

超低燃費と低排出ガスを両立する、大型車に適した新たなディーゼルエンジンの開発。正味熱効率50%達成に必要な技術的要件の明確化。

#### II

#### 大型LNG車の実用化促進

ボイルオフガス対策を確立することによる、航続距離の長距離化が可能となる大型天然ガス車の実用化促進のため、ボイルオフガス対策を施したLNG燃料システムの開発。

#### III

#### 実走行時の燃費向上・排出ガス対策

実走行時のリアルタイムな環境性能の評価システムの開発。テレマティクスデータの共通化による省燃費促進技術の普及促進。使用過程者の耐久性能・環境性能の評価。

#### IV

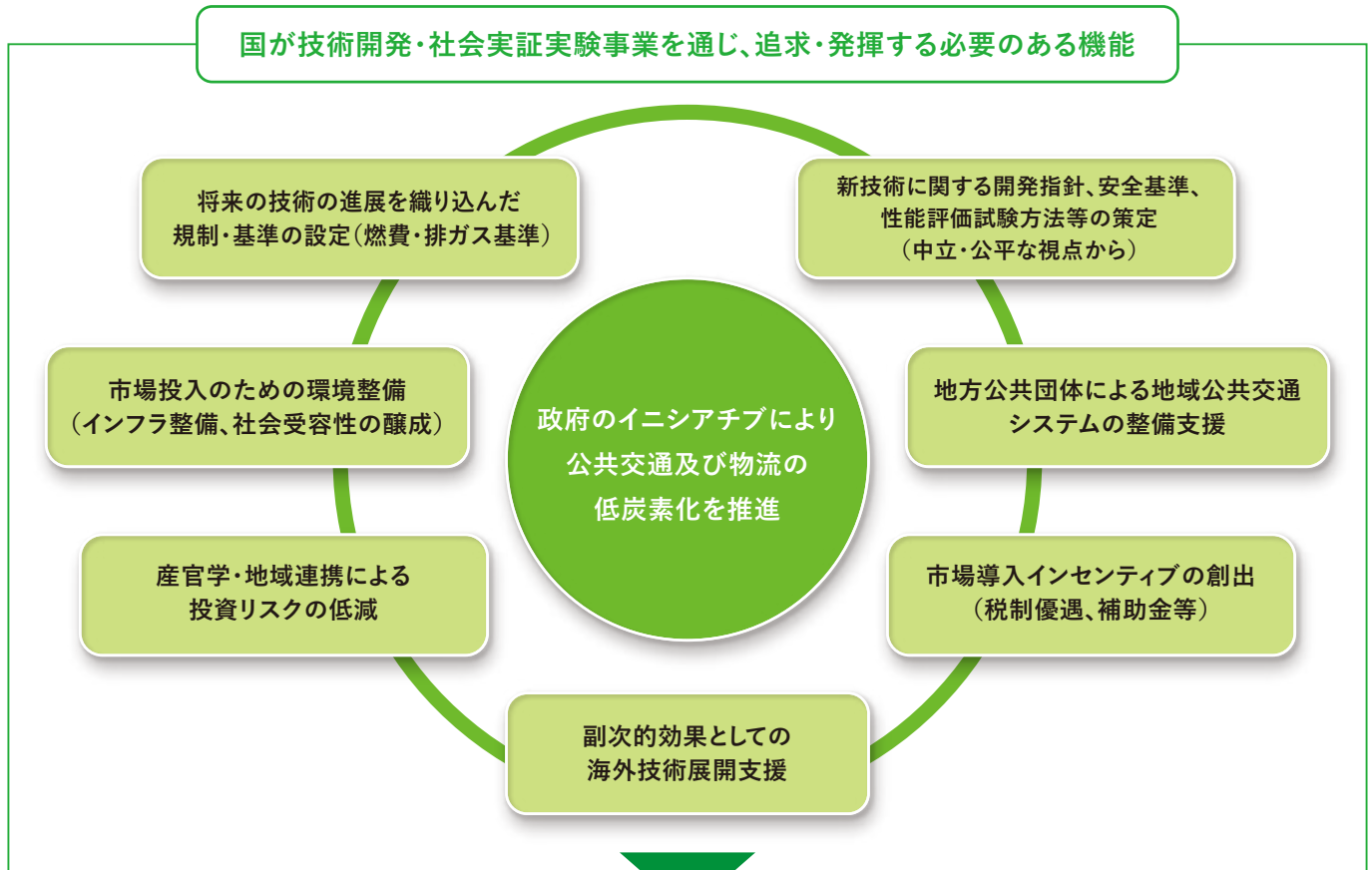
#### 電動系車両

幅広い技術に対応するハイブリッド車、プラグインハイブリッド車の試験法の整備。実走行状態の再現性向上及び排出ガス評価法の更なる改善。



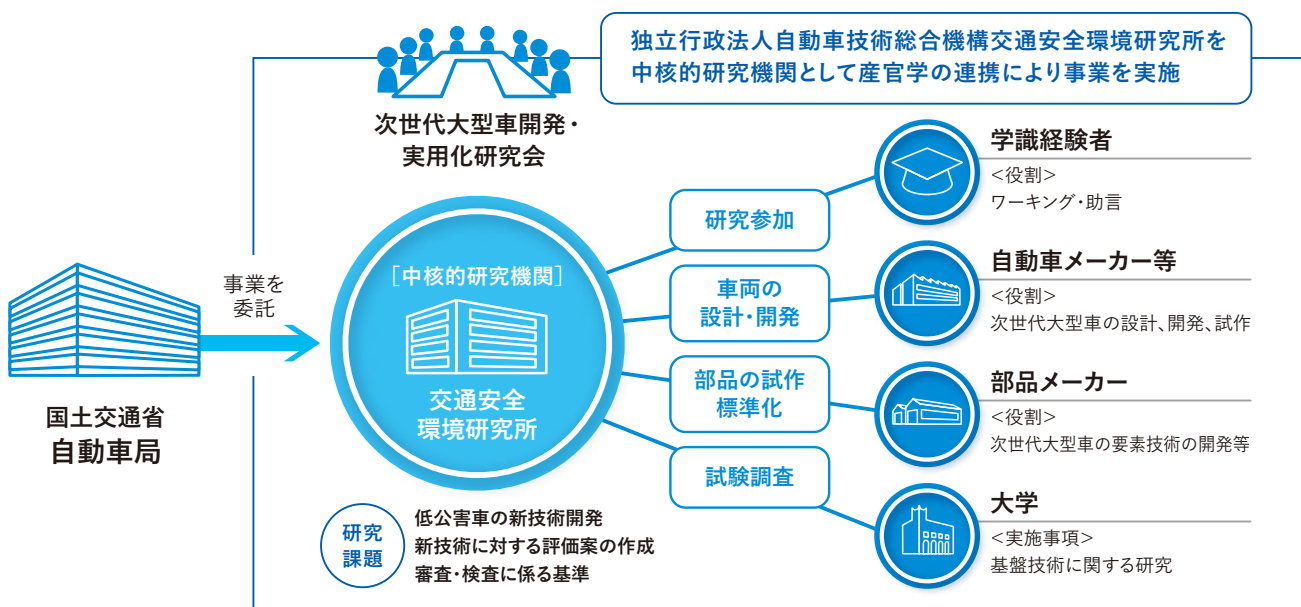
## 次世代大型車開発・実用化促進事業概要（第4期）

運輸部門の二酸化炭素排出の多くを占める大型車分野において、低炭素化、排出ガス低減等に資する革新的技術を早期に実現するため、自動車メーカー等と協同し、技術開発を促進するとともに、必要な基準の整備を行います。



大型車用先進環境技術のうち、優先度の高い技術を選定し、官民共同開発・実用化プロジェクトを実施

## プロジェクトの全体像



# 次世代大型車開発・実用化促進プロジェクトの沿革

## 第4期

[平成27～30年度]

### 評価・診断システム

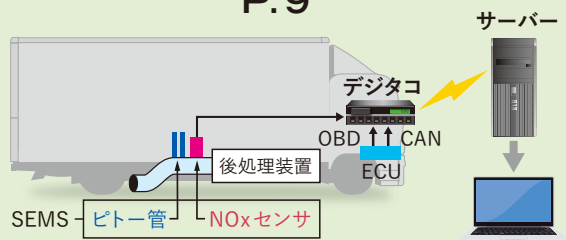
#### ハイブリッド車等の試験法の高度化

P.10



#### 実走行時の燃費向上・排出ガス対策

P.9



## 第3期

[平成23～26年度]



高効率HEVトラック

P.12



PHEVトラック

P.11

H23

## 第1-2期

[平成14～16年度・平成17～22年度]



IPSハイブリッドバス

P.16

H14

H17  
H16

H22



CNGトラック

P.17

LNGトラック

P.17

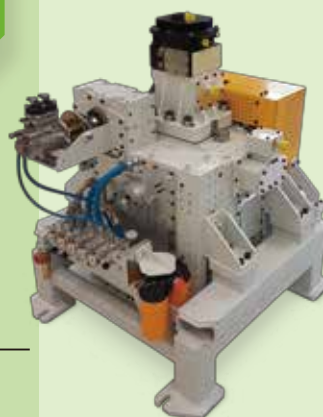




大型LNGトラックの  
ボイルオフガス対策

P.7

H30



高効率次世代  
ディーゼルエンジン

P.8

H27

H26



EV路線バス

P.13



次世代ディーゼルエンジン

P.14

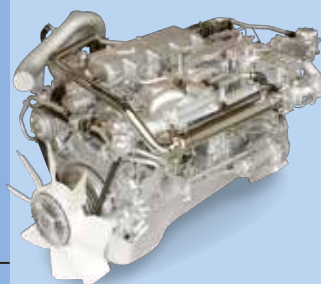


DMEトラック

P.18

スーパークリーン  
ディーゼル

P.15



FTDトラック

P.18



水素エンジン

P.15





# 大型LNGトラックのボイルオフガス対策

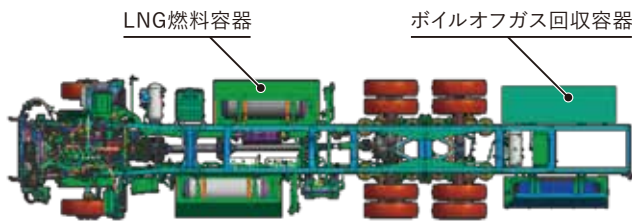
## 大型液化天然ガス(LNG)トラック



本事業で開発した「大型LNG専用燃料システム」を搭載した試験車両

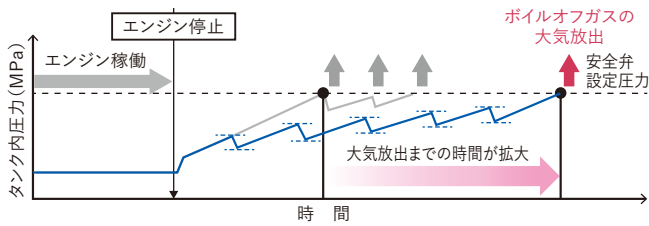
### 大型LNG専用燃料システム

市販実績のある大型CNG車の燃料システムを改良

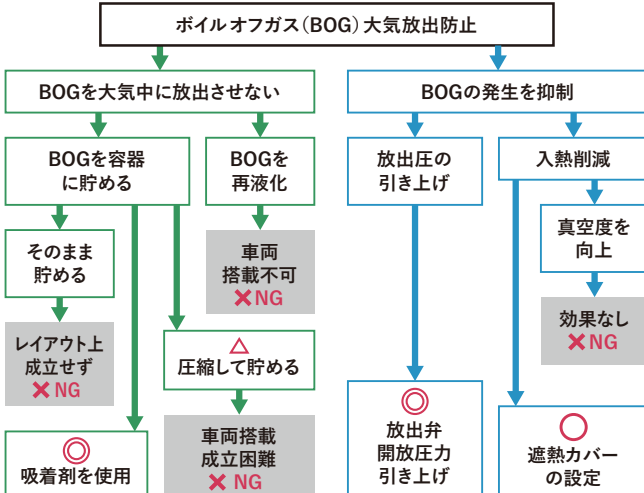


### ボイルオフガス放出防止に向けた技術アイテム

右に示す回収容器にて、ボイルオフガスを回収。大気放出防止を図ると共に、保持時間を延長。



### ボイルオフガス放出防止対策と効果

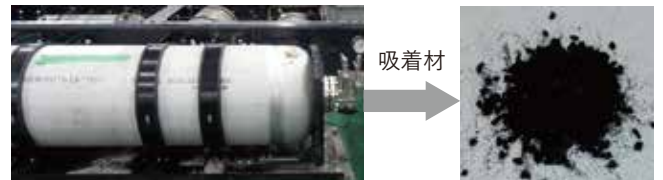


燃料の多様性の確保と環境負荷低減のため、天然ガス燃料車両の普及が重要です。第二期に、航続距離の長距離化が可能となる大型液化天然ガス車(LNG車)の開発及び実証試験を実施しました。LNG車の普及に向けては、ボイルオフガスの対策が必要となります。ボイルオフガスとは、LNGを低温液体状態(-162°C)で輸送・貯蔵する際に、外気温度差や気圧変化による入熱などにより気化するガスのことです。貯蔵タンク内許容圧力以上のボイルオフガスが発生した際には、タンクを保護するため、ボイルオフガスをタンク外部に放出する必要があります。このボイルオフガスの主成分であるメタンの地球温暖化係数はCO<sub>2</sub>の25倍と高いことから、LNGタンクに対しボイルオフガスの保持時間を「5日間」以上とすることが天然ガス自動車に関する国連の協定規則(UNR110)で定められています。

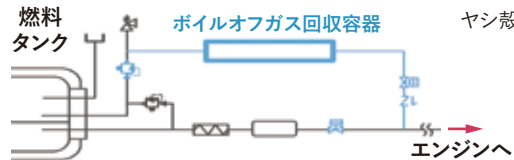
第四期においては、実用上ボイルオフガスの放出に至らないものと考えられる保持時間10日間以上の大型LNG専用燃料システムを開発することを目標としました。そこで、ボイルオフガス放出防止策を検討するため、燃料システムを用いたボイルオフガスの評価手法やシミュレーションを用いた評価手法を構築しました。その評価手法を用いて、ボイルオフガス対策を施したLNG燃料システムを開発し、目標を達成しました。

さらに、UNR110や高圧ガス保安法などの改正提案に向け、ボイルオフガスの評価試験や燃料タンクに関する対策技術に必要とされる要件を取りまとめました。

### 吸着材入りボイルオフガス回収容器



既存配管 対策配管

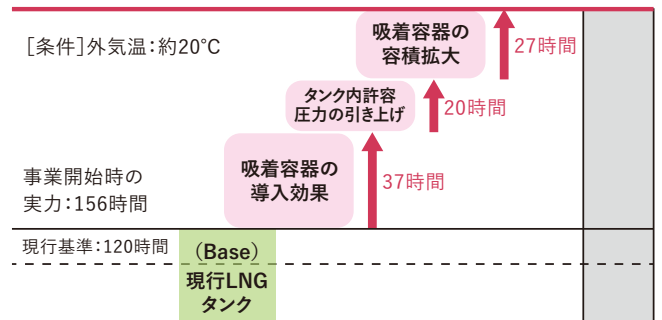


吸着材には、メタン吸着材として実績のあるヤシ殻活性炭を使用

目標としていた性能(10日間)を達成する見込みを得ました。

今回目標:240時間

目標



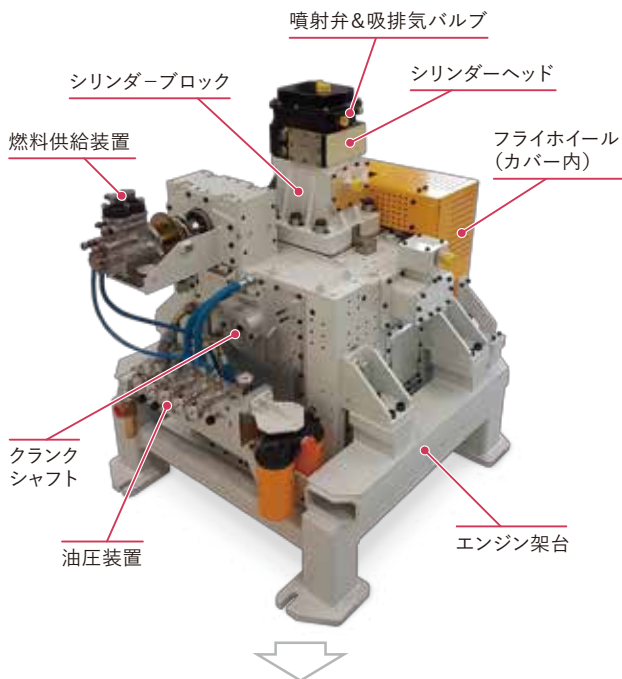




High Efficiency New Diesel Engine

# 高効率次世代ディーゼルエンジン

## ディーゼルエンジンの熱効率改善 超高筒内圧エンジン(単気筒エンジン)



大型車クラスにおいては、今後もディーゼルエンジンの採用が見込まれるため、ディーゼルエンジンの燃費および排出ガスの改善は引き続き重要です。

第三期までに確認した大型車用エンジンの熱効率は、46.6%でした。そこで第四期では、熱効率50%達成を目標として、熱損失最小化及び熱効率最大化を図ったエンジンの試作・検証等を行い、その達成に必要な技術的要件を明確化することに取り組みました。

熱効率50%超を実現するために、世界でも類を見ない高い最高筒内圧(35MPa)を実現した単気筒エンジンに、次世代燃焼制御の技術要件を組み合わせ、その効果を検証しました。併せて、エンジン運転時の各種熱損失を詳細に解明するため、運転時の燃焼現象が詳細に把握できる新たな計測・解析手法を開発しました。

燃焼室形状の変更、ピストン表面構造の変更、燃料ノズル諸元の変更などを組み合わせ、それらを最適化することで、目標とした熱効率50%を確認することができました。

### 熱効率改善に向けた技術アイテム

**燃焼室形状の変更**

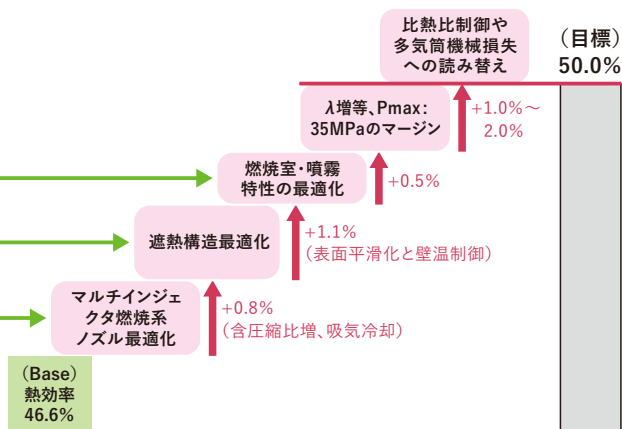
**狙い** 燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込める  
**効果** ライナーへの火炎接触抑制による冷却損失の低減

**ピストン表面の変更(SUS表面(表面研磨)+裏面溶射)**

**狙い** 筒内のピストン表面粗度を大幅に低減  
**効果** 遮熱効果もあり熱損失が低減し、熱効率が改善

**燃料噴射ノズルの最適化(マルチインジェクタ)**

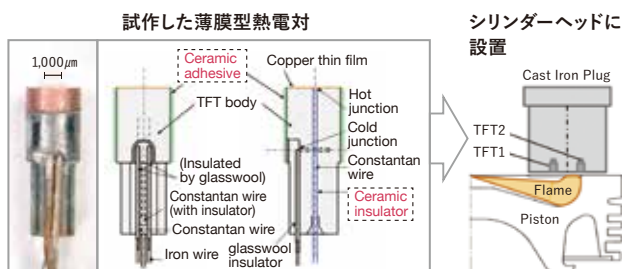
**狙い** 火炎の空間配置に配慮した空気流動と噴霧特性  
**効果** 空気利用率の増加による熱損失と熱効率の同時改善



[ Base 条件 ] 空気過剰率λ: 2.5  
 回転数 Ne : 1000rpm 過給圧 Pin : 325kPa(gage) 幾何圧縮比  $\epsilon_{geo}$  : 22:1  
 噴射量 Q : 240mm<sup>3</sup>/st 最大筒内圧 Pmax : 30MPa 有効圧縮比  $\epsilon_c$  : 16  
 噴射圧 Pcr : 200MPa 吸入空気温度 Tin : 20°C 有効膨張比  $\epsilon_{ex}$  : 22

### 新たな計測・解析手法

熱損失がどのタイミングで、どこで顕著に生じているかを系統的に調べるために、局所瞬時の表面温度及び熱流束の計測が必要でした。そこで、「薄膜型熱電対(Thin Film Thermocouple: TFT)」を新たに開発しました。

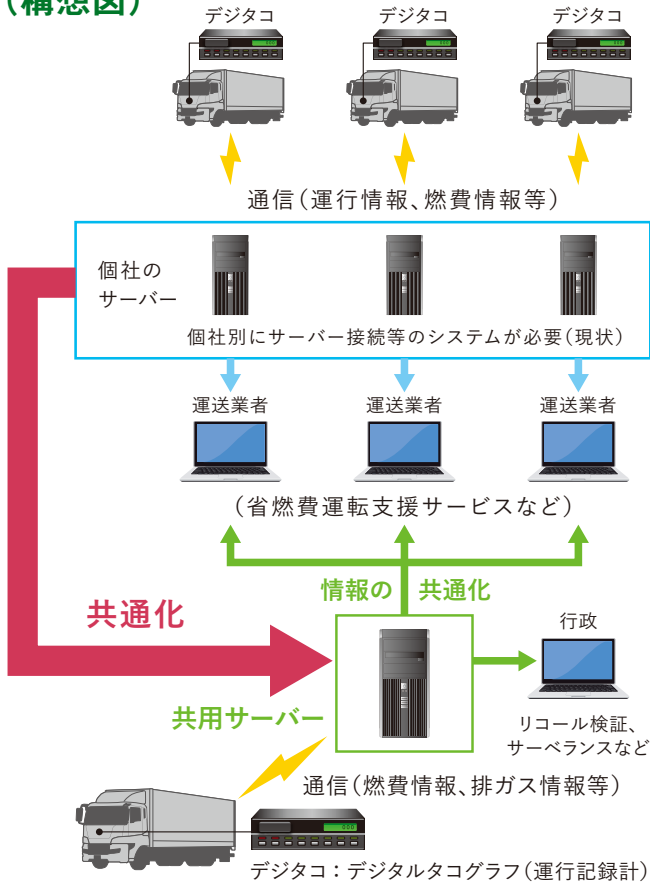




Improvement of Fuel Economy and Emissions during real Driving

実走行時の燃費向上・排出ガス対策

テレマティクス技術を用いた  
実走行時の燃費向上・排出ガス対策  
(構想図)

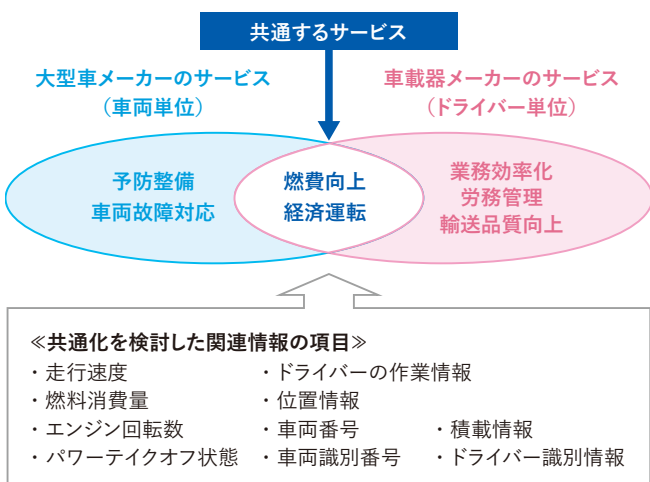


共用サーバー構築に向けて

省燃費運転を広く普及させ、CO<sub>2</sub>のさらなる削減を図ることを目指し、省燃費運転支援サービス等の情報の共通化に取り組みました。

<取り組み項目>

- ・省燃費運転促進技術の普及を目的とした関連情報の共通化
- ・テレマティクス技術を用いた通信データの管理・運用ルール



大型車の実走行時の燃費向上・排出ガス対策に取り組んでいます。近年は、省燃費意識の高まりもあり、省燃費運転支援サービスが民間主導で一定程度普及しています。具体的には、車両の位置情報・走行情報・燃費情報などが運行記録計(デジタコ)に記録され、車両ごとの省エネ運転情報や運行管理情報が運送事業者に提供されています。

一方で、より効果的な省燃費運転等を広く普及させるためには、省燃費運転に関する車両情報等を共通化して、車両メーカーごとに存在するサービスを共通化することが有効と考えます。そこで、テレマティクス(情報通信)技術を活用し、車両の位置情報・走行情報・燃費情報などの取扱い方を共通化する共用サーバーの構築を提案しました。これによって、省燃費運転等の普及だけでなく、リコール検証やサーバメンテナンス等の行政施策への活用も考えることができます。

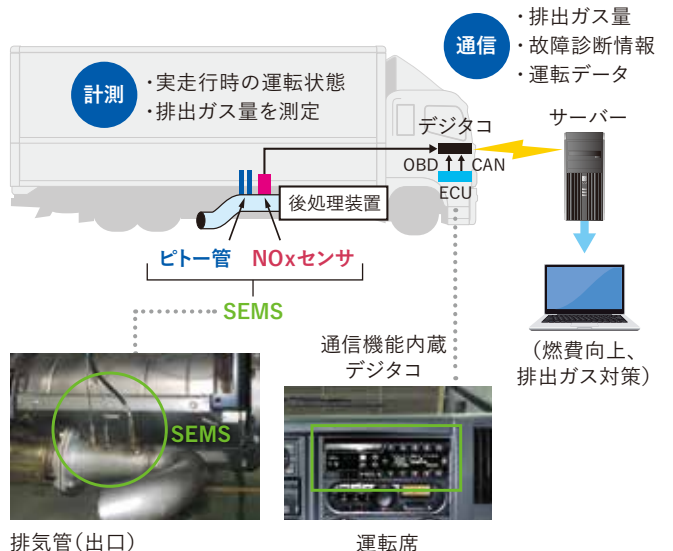
本事業において、その仕組みの構築を進めました。実際に、データの取扱い方を共通化する共用サーバーの構築に向け、車両情報項目の共通化案、テレマティクス技術を用いた通信データの管理・運用ルール等の策定のための検討を行いました。さらに、排出ガス対策として、車両の故障診断技術の高度化を目指し、排出ガス低減機能監視システムを構築しました。

排出ガス低減機能監視システムの構築

実走行時に使用過程車の環境性能が維持できているかを遠隔地で把握することを目指し、排出ガス低減機能監視システムの構築に取り組みました。

<システム>

- ・排出ガス計測センサを用いた簡易な車載型排出ガス分析装置(SEMS: Sensor-based Portable Emission Measurement System)を車両に搭載
- ・デジタコとテレマティクス技術を組み合わせ、走行時に得られた情報をサーバーに送信





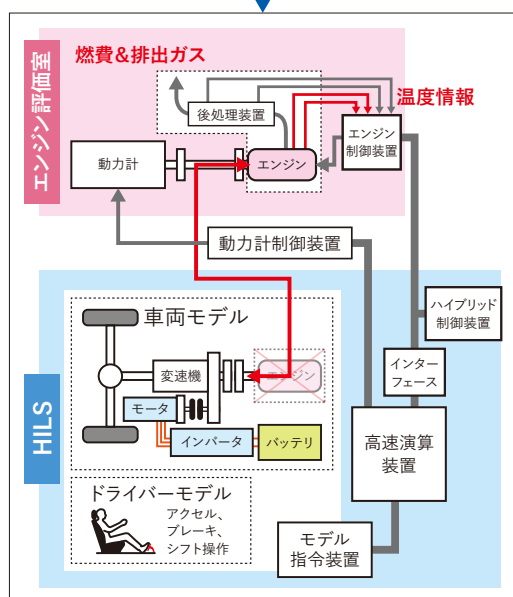
# ハイブリッドシステム評価法高度化

## プラグインハイブリッド大型車 評価装置

(例) プラグインハイブリッドトラック



### 評価手法の整備



第一期から第三期までに取り組んだ将来電動化技術を搭載したトラックやバスなどの大型車についても、認証時に燃料消費率や排出ガスを正確に評価する必要があります。第四期では、それら車両の評価手法を整備することが狙いです。

大型車は、乗用車と異なり、架装物やエンジン、トランスミッション、変速比、車軸配列、タイヤ仕様など、多種多様な仕様の組合せが存在するため、車両を一台一台試作して評価を行うことは困難です。そこで現状は、車両をシミュレーション上でモデル化し、評価する手法を使っています。例えば、ハイブリッド大型車の評価には、エンジン、電動モーター、バッテリー等のパワートレインが演算装置（HILS：Hardware-In-the-Loop-Simulation）上で、モデル化され扱われています。

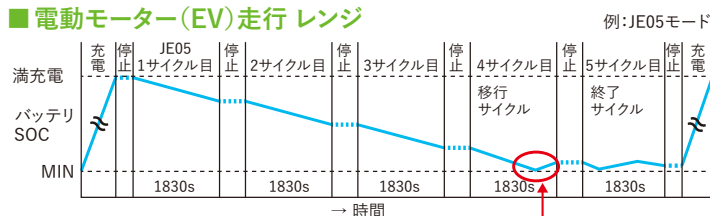
プラグインハイブリッド大型車は、電動モーター単独でのEV走行が可能です。エンジンは冷機状態から使われ始めますが、現在、温度変化を考慮したエンジンのモデル化は困難です。そこで、HILSに組み合わせるエンジンは実機を採用し、HILSと実機エンジンをリアルタイムに制御する装置「拡張HILS」を新たに構築しました。この装置を用いることで、プラグインハイブリッド大型車を高精度に評価することが可能となりました。

### プラグインハイブリッド大型車の評価の課題

バッテリー容量：大 → 電動モーター単独 (EV) 走行

バッテリー容量：小 → ハイブリッド (HEV) 走行

### 電動モーター (EV) 走行レンジ



### ハイブリッド (HEV) 走行レンジ

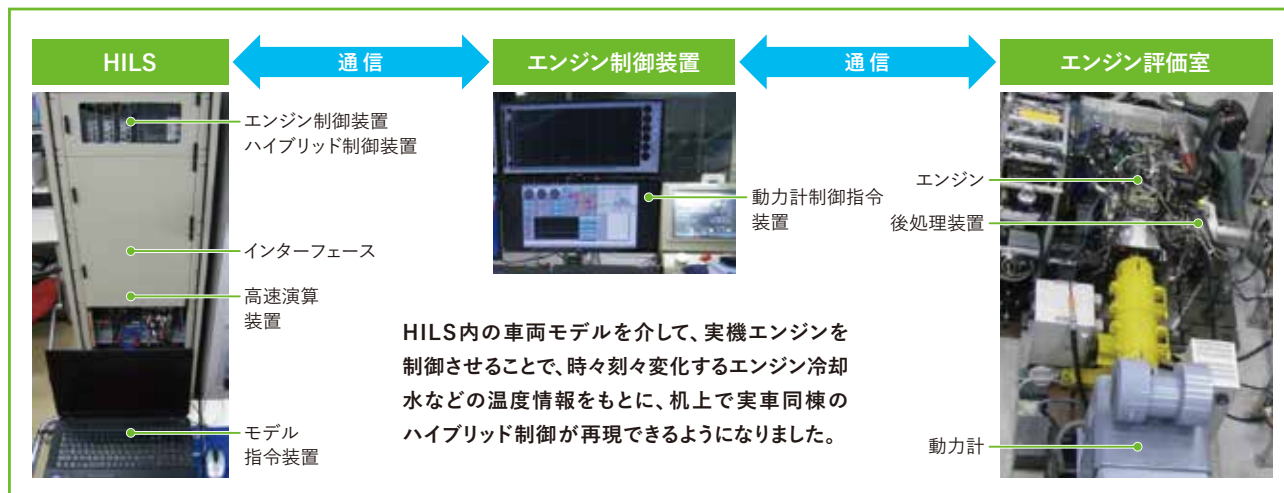


エンジン始動

エンジン冷却水などの温度が変化する状態のモデル化は困難です

### 拡張HILS装置の構築

試験室内でプラグインハイブリッド車両が走行する状態を再現することができる装置(拡張HILS)を構築しました。





Plug-in Hybrid Electric Vehicle

# プラグインハイブリッド(PHEV)トラック

## 外部の電源から充電された電気を使ったEV走行を主としたハイブリッドトラック



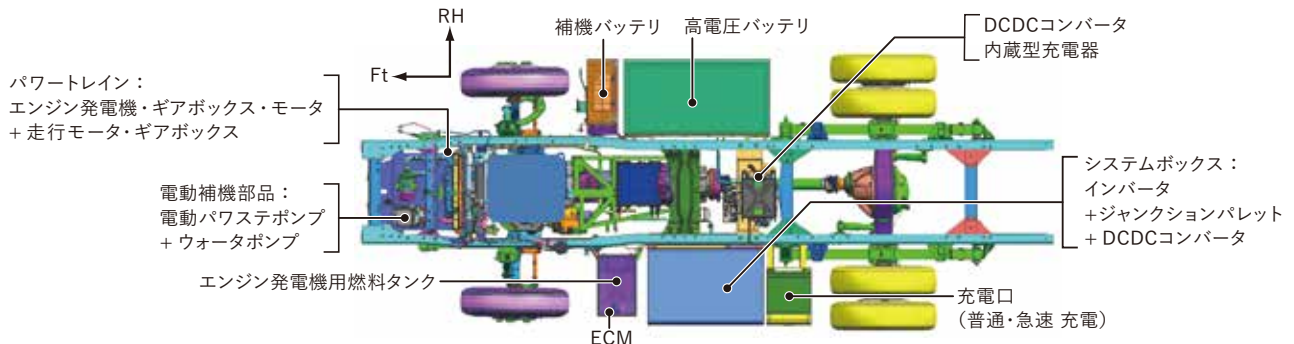
PHEVトラック諸元

車両重量	4,230kg
車両総重量	6,995kg
積載量	2,600kg
全高	2.35m
全幅	1.90m
搭載エンジン 最高出力	0.66L ガソリンエンジン 40kW
駆動モータ	90kW
バッテリー容量	17kWh

プラグインハイブリッド車(PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle)は、電気動力と内燃エンジン両方を装備する車両です。開発したPHEVトラックは、エンジンを非常用として有するもので、通常は電気自動車として走行します。このPHEVトラックは、バッテリーの残量がなくなっても、非常用エンジンを搭載しておりますので、走行することが可能です。開発したPHEVトラックは、ゴミ収集車として使用を想定したものです。実用性の検証については、実際のゴミ収集事業で実証運行試験を実施し、問題なく走行することができました。

このPHEVトラックは通常のゴミ収集車に比べて二酸化炭素を約4割削減することを目標として試作しました。実証運行試験では約4割の二酸化炭素削減、様々な走行パターンによるシャシベースの試験により、4～5割の二酸化炭素削減を達成できることが明らかになりました。CO<sub>2</sub>低減に向け、今後このような用途へのPHEVトラック普及が期待されます。

## システムレイアウト



## 実証運行試験などの様子

全ての区間をEV走行が可能ですが、万が一の場合はHEV走行が可能です



三鷹市のゴミ収集事業において実証運行試験を実施しました。ディーゼル車が走行したと仮定した場合と比較して、約4割の二酸化炭素削減効果があったと試算されました。



試作した車両について、シャシダイナモメータ上で排出ガス、燃費の評価を行いました。様々な走行パターンで試験をしたところ、約4～5割の二酸化炭素削減効果が確認されました。



High-Efficient Hybrid Electric Vehicle

# 高効率ハイブリッド(HEV)トラック

## 低燃費化を目指した長距離貨物ハイブリッドトラック



開発車両イメージ

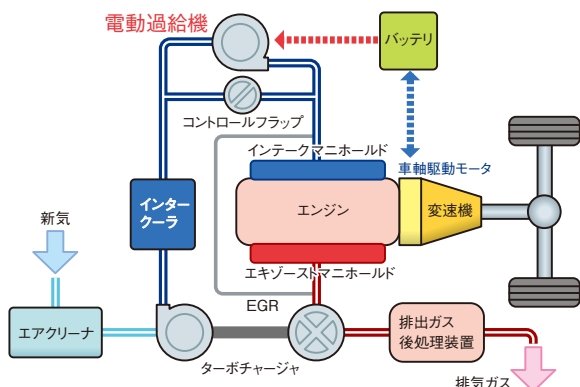
都市間を移動する長距離貨物トラックに高効率ハイブリッド(HEV)システムを採用し、運輸部門からの二酸化炭素排出量を大幅に削減することを狙いました。長距離貨物トラックに大幅に小排気量化したエンジンを搭載

し、高速走行時の登坂や追越し走行等で過大なトルクが必要となった際には、車軸駆動モータより回生したエネルギーを利用して、小電力で稼働する電動過給機を使用しエンジントルクを増大させます。一方、発進・停止頻度の多い市街地走行においては、車軸駆動モータを駆動にも積極的に使用し、走行トルクをアシストします。

このようなシステムは従来の燃費評価法では評価ができなかったため、新たな評価システムも構築しました。この高効率ハイブリッドシステムを搭載した大型貨物トラックの燃費評価を実施した結果、大きなバッテリー等を必要とする従来のハイブリッドトラックよりも軽量化でき、高速走行時に最大17%程度の燃費改善が可能となりました。

### 高効率ハイブリッドシステム

2段過給(電動過給機+ターボチャージャー)付ディーゼルエンジンと、車軸駆動モータ、バッテリーから構成されるハイブリッドシステム(パラレル方式)です。



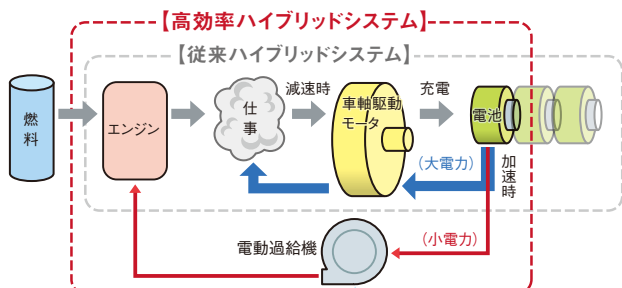
#### ※電動過給機

電動モータ付過給機の中で、従来ターボチャージャーが得意とするエンジン運転領域での高過給化(高トルク化)を補助する装置  
<電動過給機搭載車両は、市販化されていません>

試作

### 開発の狙い

燃費の大幅改善	市街地走行 → 車軸駆動モータによるアシスト
	高速走行 → 電動過給機によるアシスト
車重、車両コストupの抑制	エンジン、車軸駆動モータ、電池 → 小型化



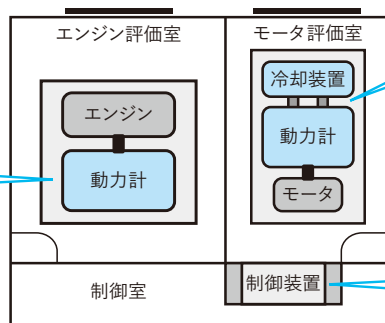
正面



側面

### ハイブリッド・パワートレイン台上試験装置

試験室内でハイブリッド車両が走行する状態を再現することができる装置です。車両モデルを介して実機のエンジンや電動機を制御させることから、従来にないハイブリッドシステムでも、燃費等の評価が可能です。



モータ  
動力計



動力計制御指令装置  
モータ用電源装置  
高速演算装置  
車両モデル指令装置  
排出ガス分析装置



Electric Heavy-Duty Route Bus

電動(EV)路線バス



大電力充電器および高電圧バッテリーシステムにより  
充電時間の大幅な短縮を目指す

都市内路線バスを電動化する場合、運行のスケジュールに対応するために充電時間を短くする必要がありますが、既存の電気自動車用充電器は乗用車用であり、電力が低く充電時間を短縮するのが難しいという課題がありました。

本開発プロジェクトでは市街地での運行を想定した30km相当の運行に必要な電力の充電を、従来の半分に短縮することを目標として、電力を増大した充電システムやEV(Electric Vehicle)システムを開発し充電時間の短縮を実現しました。

これは運送事業者が電動路線バスを採用しやすくする成果といえます。

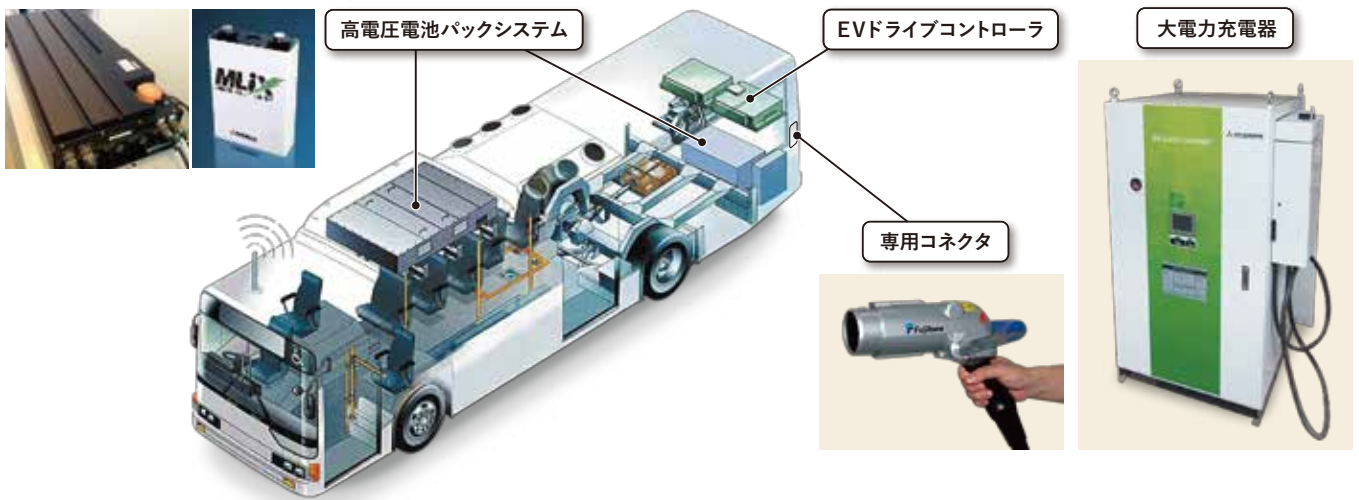
電動路線バス諸元(参考)

乗員定員	64人(座席24+立席39+乗務員1)
航続距離	30km+非常用10km
電池	リチウムイオン二次電池
充電方式	CHAdemo方式

開発成果 充電時間を60分(開発前)→30分(開発後)

開発アイテム

- ・大電力充電器
- ・専用コネクタ
- ・高電圧電池パックシステムおよび電池システムコントローラ
- ・EVドライブコントローラ



実証走行試験

平成25年度の寒冷地試験などを経て、平成26年度には営業運行が行われました。寒冷地における充電試験



走行可能距離簡易計算プログラム作成

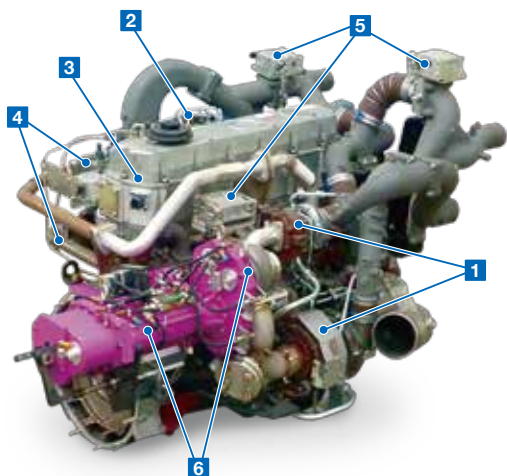


電動路線バスを使用するにあたり、充電時間とともに懸念されるのが、実際の路線で運行したときの航続距離です。それをルートや季節(暖房や冷房が影響)、乗車人数などから試算可能にするため、本プロジェクトの充電システムを搭載した営業中の電気バス(上図)においてデータ収集を行いました。



# 次世代(バイオ)ディーゼルエンジン

## 次世代バイオ燃料と新技術を組み合わせて抜本的なCO<sub>2</sub>低減を実現(H23~24)



- 1 低圧段VG+高圧段VGターボチャージャー
- 2 電子制御式超高圧(~2700気圧)燃料噴射装置
- 3 電子制御油圧駆動式可変バルブタイミング機構
- 4 ハイプレッシャー-EGRクーラー + EGRバルブ
- 5 吸排気バイパスバルブ  
(2段シリーズ/シーケンシャルの過給方式の切り換え)
- 6 排熱回生用ターボコンパウンドシステム
- 7 高圧縮比、燃焼室形状およびマルチ噴射の最適化
- 8 ロープレッシャーEGRクーラー + EGRバルブ
- 9 次世代バイオ燃料(HVO)

次世代バイオディーゼルエンジンでは、スーパークリーンディーゼル(SCD)エンジン(15ページ参照)で実現した世界トップレベルの低排出ガス性能を受け継いで、更に燃費を10%低減(平成27年度重量車燃費基準値から)を目指しました。このため、実用化が期待される多くの新技術を盛り込み、それらの適合や評価を行いました。そこからさらに多くのCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)削減を図るため、次世代バイオ燃料として注目されている水素化バイオ(HVO)燃料を用い、開発したエンジンでその実用性を確認しました。

### エンジン諸元表

配置・気筒数	直列・6気筒
排気量	10.52L
ボア	122mm
ストローク	150mm
最大トルク	1,842Nm(188kgm)
最高出力	298kW(405PS)

### 次世代バイオディーゼルエンジンでのCO<sub>2</sub>低減効果

エンジン本体の高効率化	10%
バイオ燃料の特性を生かしたエンジン制御の最適化	~4%
バイオ燃料によるカーボンフリー効果を加味(※1)	3~55%

※1 バイオ起源のHVO燃料として実用化されたものを軽油に5%混ぜて使用した場合と、HVO燃料のみを使用した場合の例です。実際には供給量の問題などがあります。

## 燃料エネルギーの有効活用による次世代ディーゼルの熱効率改善(H25~26)

効率のよいディーゼルエンジンであっても、燃料の持つエネルギーのうち有効仕事にできるのは半分以下で、残りは損失となって捨てています。そこで、要素技術の性能向上を中心としてきたこれまでから視点を変えて、各種損失について、その低減方策や回生方法などについて調査を進めました。

損失の主な原因として、排気損失、冷却損失、機械損失、ポンプ損失などがありますが、その中で損失のうちの1/3程度を占めるとされる冷却損失に着目し、その低減を図りました。この成果は広く適用可能なもので、将来実用化されるディーゼルエンジンのポテンシャルアップにつながるものです。

### 冷却損失低減の試みの例



ピストンなど燃焼室の断熱強化と燃料噴霧の最適配置などで20%程度の冷却損失低減が可能

その結果、排気エネルギーが増加することから、排気タービン等でそれを効果的に回収することが総合効率向上につながる



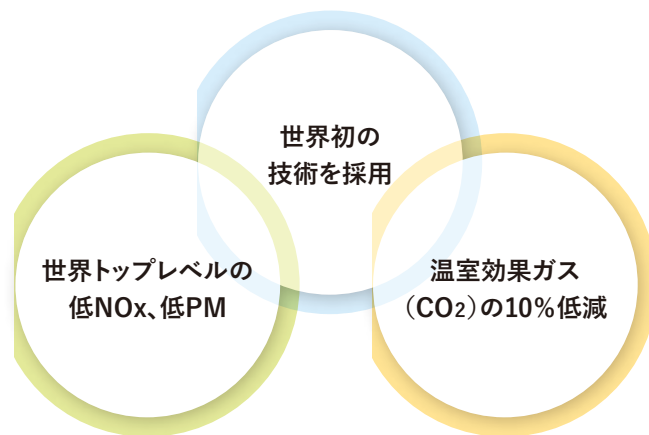
Super Clean Diesel

## スーパークリーンディーゼルエンジン

軽油を用いたディーゼルエンジンで究極の高効率と低環境負荷の両立を目指す



スーパークリーンディーゼル(SCD)エンジンでは、超高圧過給機など各種最新技術を盛り込み、平成19年度までに世界トップレベルの低排出ガス性能を達成しました。例えば窒素酸化物排出については、認証試験モード中における平均濃度が5ppm以下です。一酸化窒素の作業環境における基準が25ppm以下であることを考えると、SCDエンジンの排出ガスはかなりクリーンであるといえ



ます。平成21年度以降は、2段過給機やターボコンパウンドを用いた排熱回生機構の導入、および噴射圧力のさらなる高圧化などを行い、燃費についても世界トップレベルを達成しました。現在では、実用エンジンの性能向上が顕著で、以前ほど「スーパー」とはいえなくなりましたが、逆にSCDエンジンのコンセプトが実用エンジンに生かされた結果ともいえます。



Hydrogen Engine

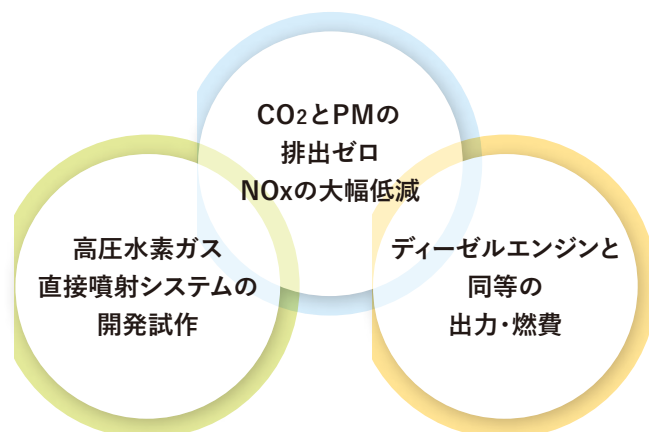
## 水素エンジン

水素を燃料とするCO<sub>2</sub>排出ゼロのエンジン



開発エンジンのイメージ

将来の水素社会に向けた取り組みの一つとして水素を燃料とする内燃機関(水素エンジン)の開発があげられます。水素エンジンではCO<sub>2</sub>の排出がゼロで、PMもほとんど排出されません。NO<sub>x</sub>については燃焼制御や後処理による大幅低減、また、水素燃料の供給方法や燃焼の最適化によりディーゼルエンジン並みの出力・燃費性能が見込まれます。自動車のCO<sub>2</sub>削減と環境対策を両立できるエンジンとして期待されています。



本開発プロジェクトでは、ディーゼルエンジン並みの出力・燃費を確保するため、独自の油圧駆動制御方式により高圧水素ガスをエンジン筒内に直接噴射するインジェクターを開発試作しました。このインジェクターをディーゼルエンジン(4気筒、総排気量4.7リットル、自然給気式)に適用した水素エンジンにおいて出力100kW(自然給気式エンジンでの目標値)を確認しました。





## Overview of Road Demonstration Tests

# 実証運行試験を全国で実施

公道走行試験及び実際の業務での使用により、環境性能、使い勝手、コスト等のデータを収集し、車両の改良、実用化に向けた課題の把握に役立てています。

### DMEトラック

運送会社による実証運行試験  
(新潟地域の貨物輸送)



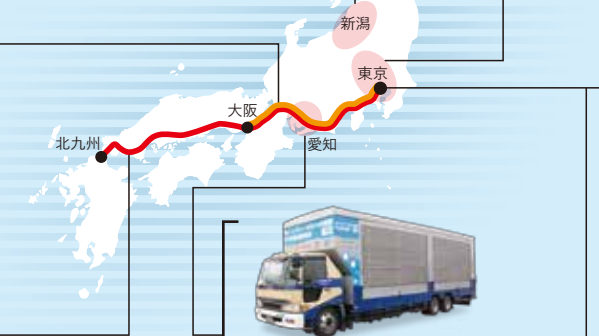
### CNGトラック

実際の運送業務に使用  
(東京～大阪間)



### LNGトラック

1充填1000kmチャレンジ  
走行試験(東京～北九州間)



### FTDトラック(既存車両)

実際の業務に使用  
(愛知県等で車載トラックとして走行)



### DMEトラック

運送会社による実証運行試験  
(関東地域の貨物輸送)



### FTDバス(既存車両)

東京都心での営業路線バス  
(ハイブリッドバス)



### IPSハイブリッドバス

東京都での営業運行等



## Inductive Power Supply Hybrid

# 非接触給電(IPS)ハイブリッドバス

## 非接触外部電力供給装置(IPS)を搭載し、電気自動車走行も可能なハイブリッドバス



平成14～23年度の事業でシリーズ式、パラレル式ハイブリッドシステムによるバスおよびトラックを開発、試験を行い、以下の結論を得ました。

- 1 パラレルハイブリッドシステムによって、大幅なCO<sub>2</sub>削減、排出ガス低減が可能
- 2 エンジンとモータ、2系統の動力を併用できるため、多様な走行形態に対応可能
- 3 非接触外部電力供給システム(IPS)との組み合わせにより、効率的な電気自動車走行が可能

エンジンとモータ  
2系統の動力

非接触外部電力  
供給システムを搭載

CO<sub>2</sub>の  
大幅削減

平成17年度からの事業では、これを踏まえ、開発してきた要素技術を活用して非接触給電ハイブリッドバスを試作し、更に平成19年度からは、この方式による新型バスの開発と様々な場面での営業運行による実証モデル事業を進めました。



Liquefied Natural Gas

## 液化天然ガス(LNG)トラック

### 長距離走行を可能とする液化天然ガス(LNG)トラック



大型液化天然ガス(LNG, Liquefied Natural Gas)自動車は、液化された天然ガスを燃料としています。気体の天然ガスに比べエネルギー密度が約3倍あることから、同一容量であれば一充填で約3倍の航続距離が可能となります。ディーゼル車と同等の航続距離を達成するために新たな液化天然ガス燃料供給装置と車両を開発・試作しました。

大型LNG自動車は、大型CNG自動車と同様に粒子状物質を排出しないクリーンな自動車であるとともに、天然ガスが世界各地で



豊富に産出されることから、エネルギーセキュリティの観点からも優れた自動車です。

開発試作した大型LNGトラックは、航続距離が1,000km以上あり、CO<sub>2</sub>排出量では大型ディーゼル車と同等以上の優れた特性を持っています。

この大型LNGトラックを用いて、一充填で1,000km以上走行するチャレンジ走行を行いました。



Compressed Natural Gas

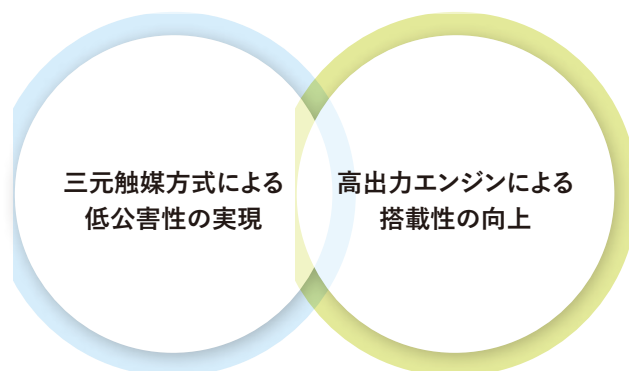
## 圧縮天然ガス(CNG)トラック

### メタンを主成分とする圧縮天然ガス(CNG)を燃料とした自動車



圧縮天然ガス(CNG, Compressed Natural Gas)自動車は、圧縮された天然ガスを燃料としています。CNG自動車は、粒子状物質を排出しないクリーンな自動車であるとともに、天然ガスが世界各地で豊富に産出されることから、エネルギーセキュリティの観点からも優れた自動車です。

CNG自動車で大トラックに使用できる高出力エンジンが開発されていなかったため、本プロジェクトでは、最高出力235kW(320PS)以上の高出力エンジンでかつ排出ガス・PMが大幅に低



減した車両総重量25tクラスの大型CNGトラックを開発試作しました。

開発試作した大型CNGトラックは、東京・大阪間(約540km)を1充填で走行可能であり、大都市間の輸送等に有効でCO<sub>2</sub>排出量では大型ディーゼル車と同等以上の優れた特性を持っています。大型CNGトラックの実用化に向けて、運送事業者の協力を得て、東京・大阪間で実際の荷物を輸送する実証走行試験を行いました。



Di-Methyl Ether

## ジメチルエーテル (DME) トラック

### ジメチルエーテル (DME) を燃料とする自動車



大型DMEトラック

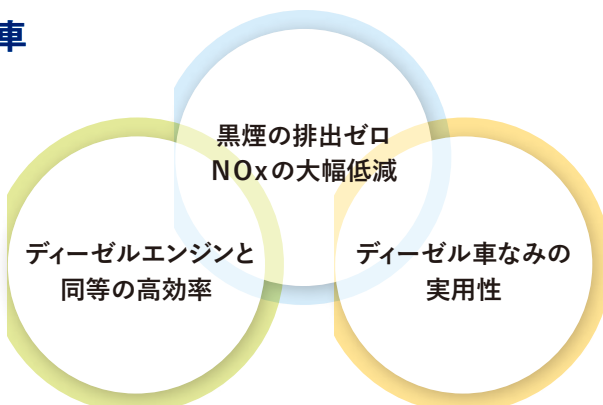


小型DMEトラック



道路清掃用散水車

DMEトラックは、ジメチルエーテル (DME, Di-Methyl Ether) を燃料とするトラックです。DMEは石油代替燃料として、天然ガス、石炭、バイオマス等の多様なエネルギー資源からガス化合成される燃料です。圧縮着火が可能であること、液体燃料 (常温では0.5MPa程度の低い圧力で液化) であり車両搭載や



燃料充填が容易であること、硫黄分が含まれていないことやPM (微粒子) の発生がないこと等から、DPFが不要なディーゼル代替のクリーンな燃料として期待されています。本事業では、DME燃焼の高効率性 (ディーゼルサイクル運転が可能) を活かしつつ、排出ガスの大幅低減を図ることにより長距離・高速輸送用の大型トラックをはじめとして、道路清掃用散水車、都市内配送用の小型トラックなどを開発しました。試作したDMEトラックを用いて、平成21年度～平成22年度に、新潟及び関東で実証運行モデル事業を実施しました。



Fischer-Tropsch Diesel

## 合成燃料 (FTD) トラック

### 合成燃料 (FTD) 専用自動車



開発車両イメージ



FTD (Fischer-Tropsch Diesel) 燃料は合成ガスから製造される合成燃料です。天然ガスから合成されるGTL (Gas to Liquid)、BTL (Biomass to Liquid) 等が検討されています。FTD燃料は、現在広く使用されている軽油と比較してPMが低いなどの利点があります。本プロジェクトでは、FTD燃料の

ニート (100%) 使用を前提として、この特徴を生かした専用エンジンを搭載したトラックを開発試作し、CO<sub>2</sub>排出を抑制しつつ非常に低い排出ガスレベルを達成しました。さらに、燃料の実用性の確認については、路線バスによる実証試験を行いました。



## 国土交通省 自動車局環境政策課

〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3 中央合同庁舎 3号館  
TEL.03-5253-8111(代表) FAX.03-5253-1639  
<http://www.mlit.go.jp>



## 交通安全環境研究所

National Traffic Safety and Environment Laboratory

〒182-0012 東京都調布市深大寺東町 7-42-27  
TEL.0422-41-3220(環境研究部) FAX.0422-76-8604  
<http://www.ntsels.go.jp>