



令和2年2月5日  
東京都環境局主催

東京都貨物輸送評価制度セミナー

トラックの環境・エネルギー技術に関する  
将来展望

早稲田大学 研究院  
次世代自動車研究機構

大聖 泰弘

# モビリティに関わる永遠の課題

## < 環境 >

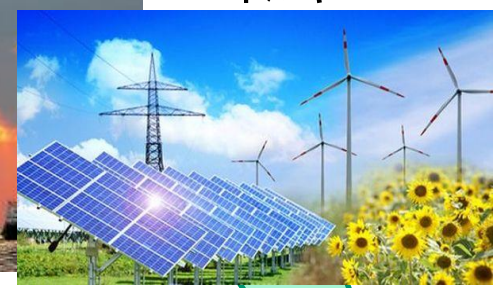
## < エネルギー >

大気汚染

地球温暖化

石油

再生可能  
エネルギー



## < 交通渋滞 >

## < 交通事故 >

## < 自然災害 >



# 自動車の環境・エネルギー対策のための 3つのアプローチ

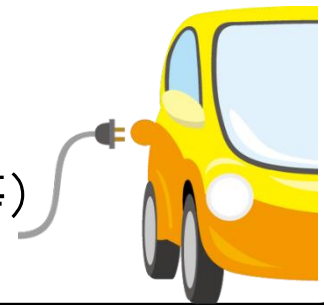
## 【1】従来車の技術改善 (ガソリン車, ディーゼル車, ハイブリッド車)

- ・技術的に確実で, 排気浄化と燃費改善で当面高い効果
- ・2020年度燃費基準を達成した車も続々登場している。
- ・2020年代半ば以降における次期基準が検討されている。



## 【2】新動力システム・新燃料の開発 (次世代自動車)

- ・プラグインハイブリッド車 ・電気自動車 ・燃料電池車
- ・新燃料・エネルギー(電気, 水素, 天然ガス, バイオ燃料等)
- 今後の普及が期待されるが, 諸評価が必要である。



## 【3】自動車のスマートな利用に関わる取組み

<交通流円滑化, ITS, ICT, IT, Big dataの活用>

- ・輸送(積載効率の改善, 営自転換, モーダルシフト)
- ・業務(ITで移動削減, マイカー通勤削減, 働き方改革)
- ・私的利用(カーライフスタイルの変更, エコ・安全運転, シェアリング)



## 大気汚染に係る環境基準

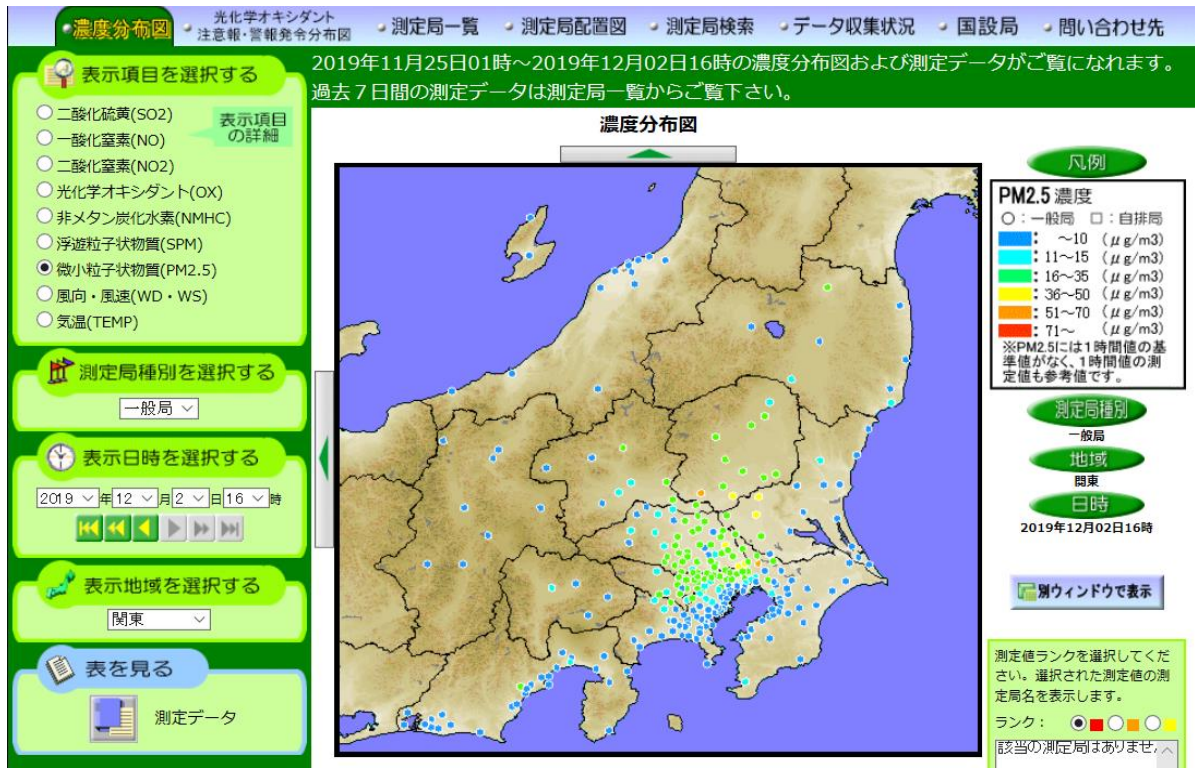
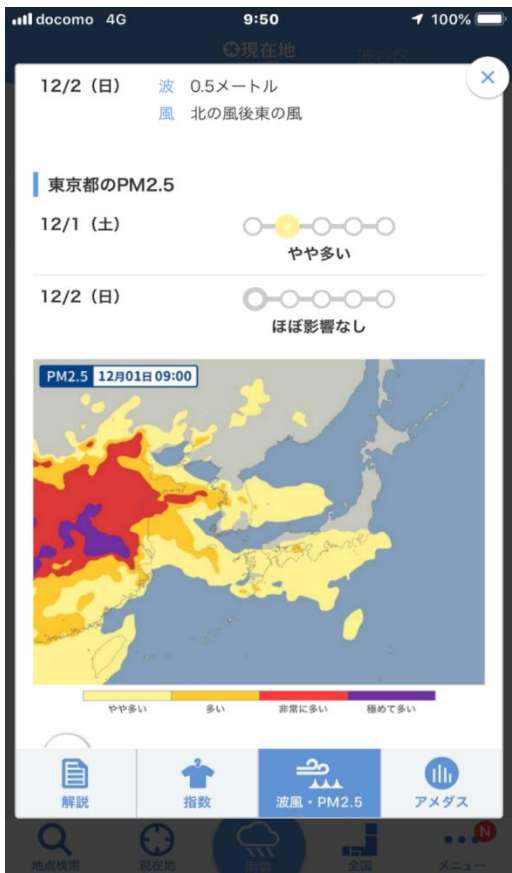
物質	環境上の条件
二酸化窒素(NO <sub>2</sub> )	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内またはそれ以下。
浮遊粒子状物質(SPM)	PM10: 1時間値の1日平均値が0.10mg/m <sup>3</sup> 以下で、かつ1時間値gが0.20mg/m <sup>3</sup> 以下。 PM2.5: 1年平均値が15μg/m <sup>3</sup> 以下で、かつ1日平均値が35μg/m <sup>3</sup> 以下であること。
光化学オキシダント(Ox)	1時間値が0.06ppm以下であること。
一酸化炭素(CO)	1時間値の1日平均値が10ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20ppm以下であること。

注) 平成9年2月にベンゼン, トリクロロエチレン, テトラクロロエチレン, 平成11年12月27日にダイオキシン類, 平成13年4月20日にジクロロメタン, 平成21年9月には, PM2.5の大気汚染に係る環境基準が設定されている。

# PM2.5 をチェックする

## スマホの天気予報

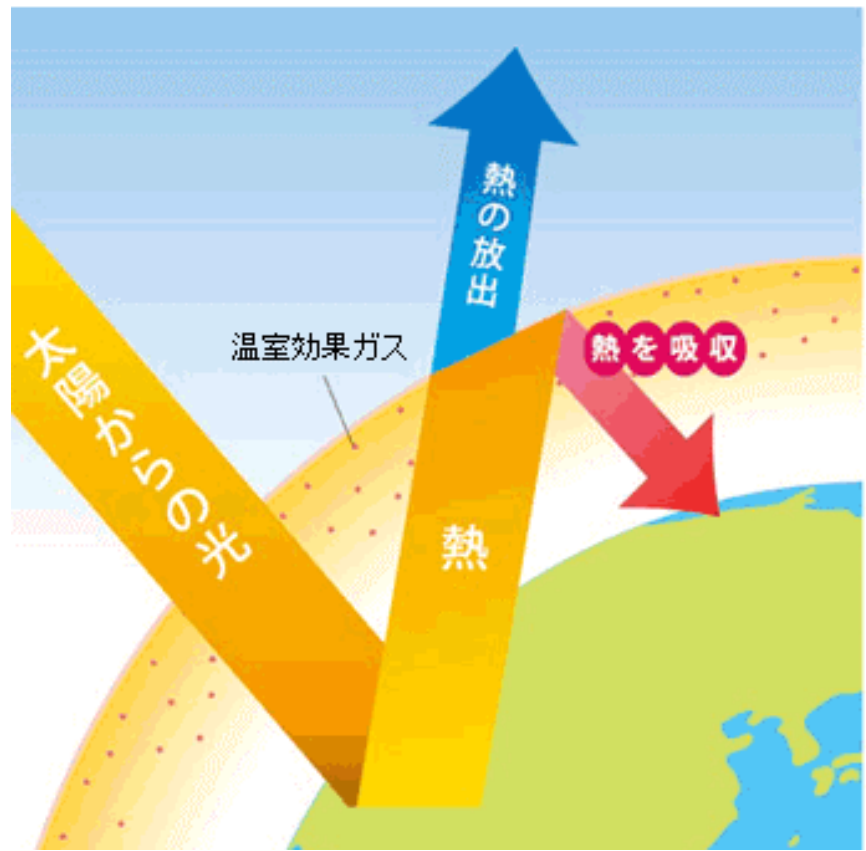
## 環境省の「そらまめ君」



# 温暖化効果ガスと地球温暖化

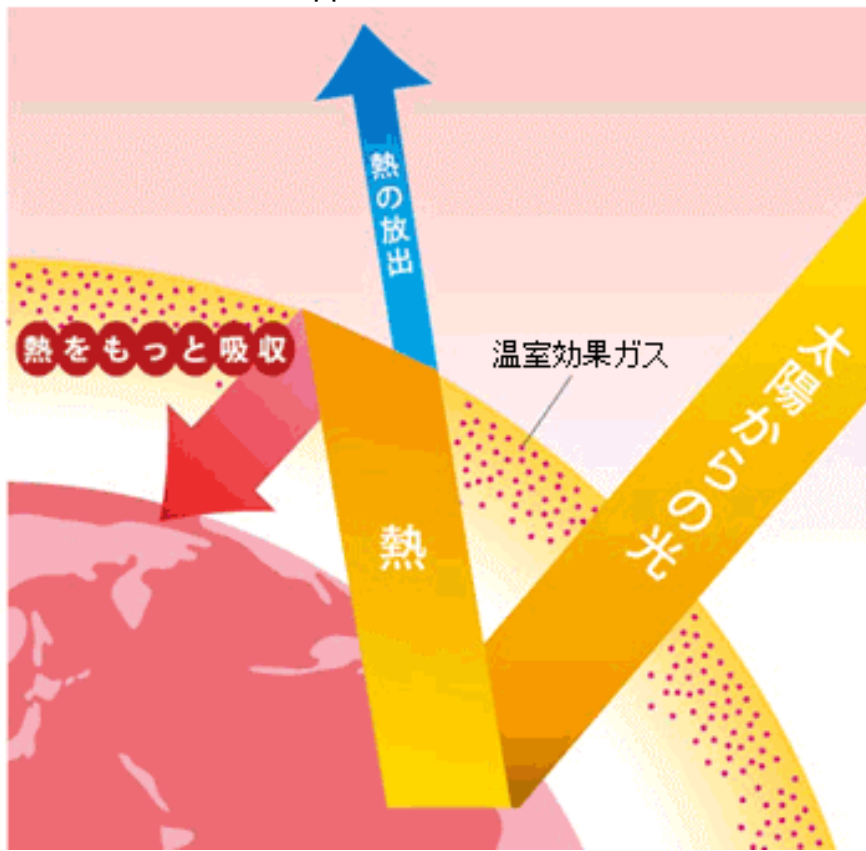
## 約200年前の地球

産業革命の始まった頃の  
二酸化炭素の濃度は約280ppmでした。



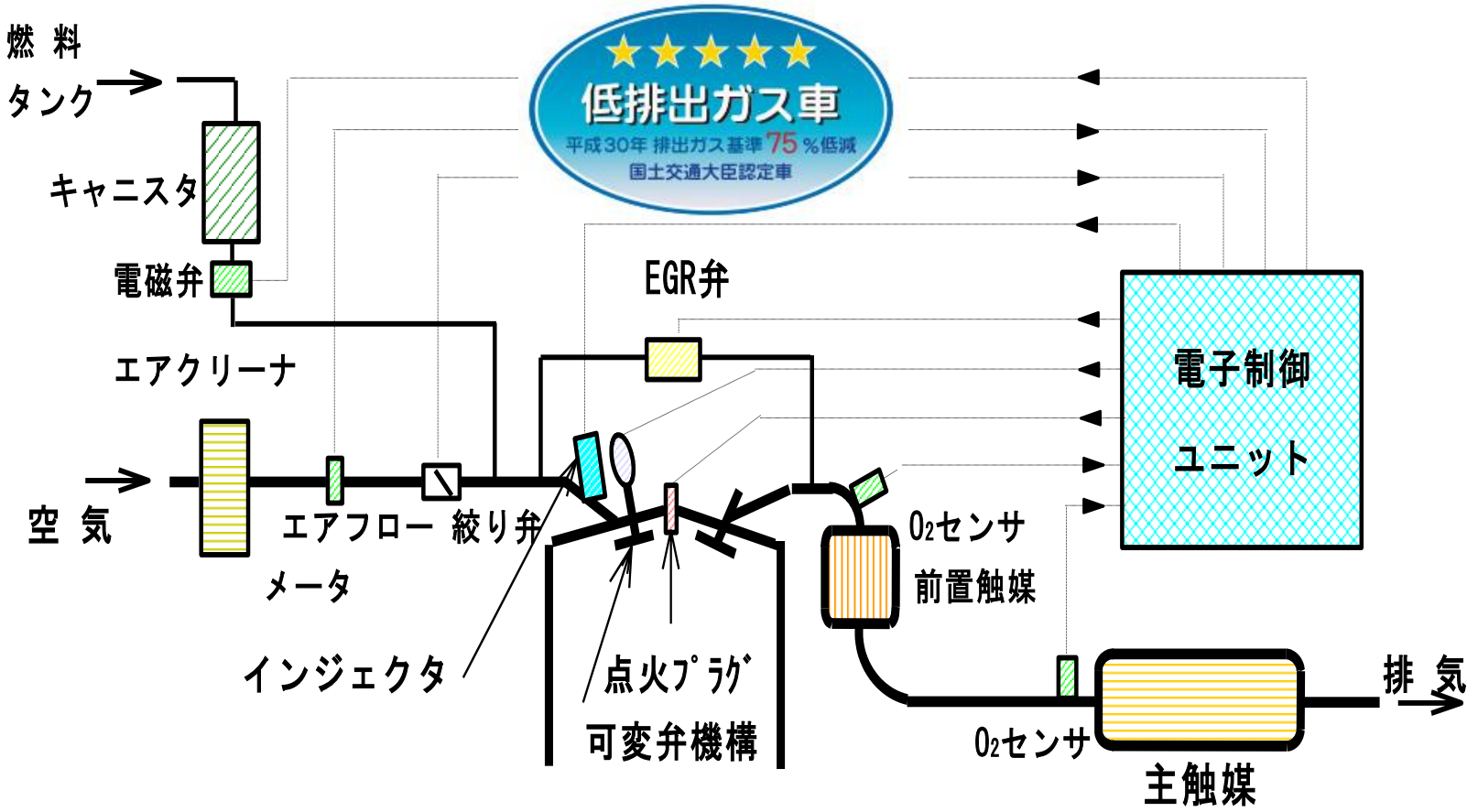
## 現在の地球

二酸化炭素濃度は、  
現在では400ppmを超えてしまいました。



出典：全国地球温暖化防止活動推進センター

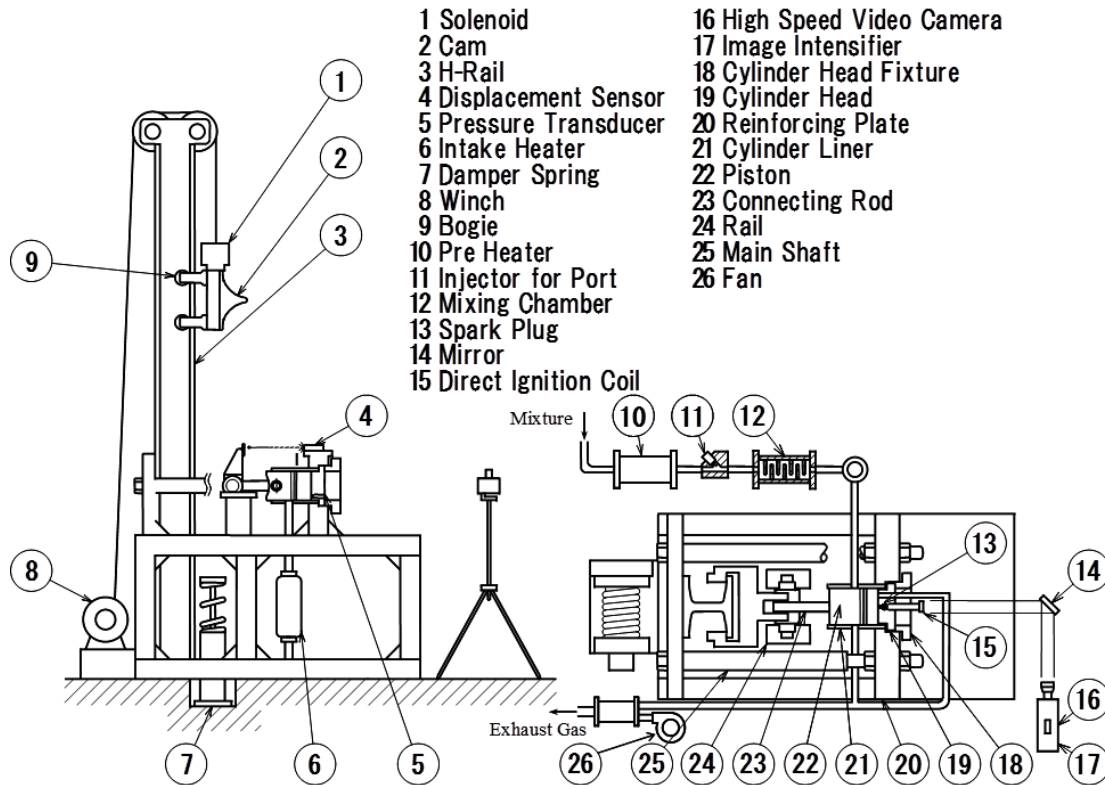
# ガソリンエンジンの排出ガス対策例



- ガソリン車は、理論混合比燃焼での三元触媒システムを含む精緻な制御により超低排出ガス特性を実現している。(リーンバーンでこれを達成することは難しいのが現状である。)
- 中長期的には燃費規制の強化に適合してさらに進化を続ける必要がある。

# ディーゼル燃焼の高速撮影

早大: 大聖研究室



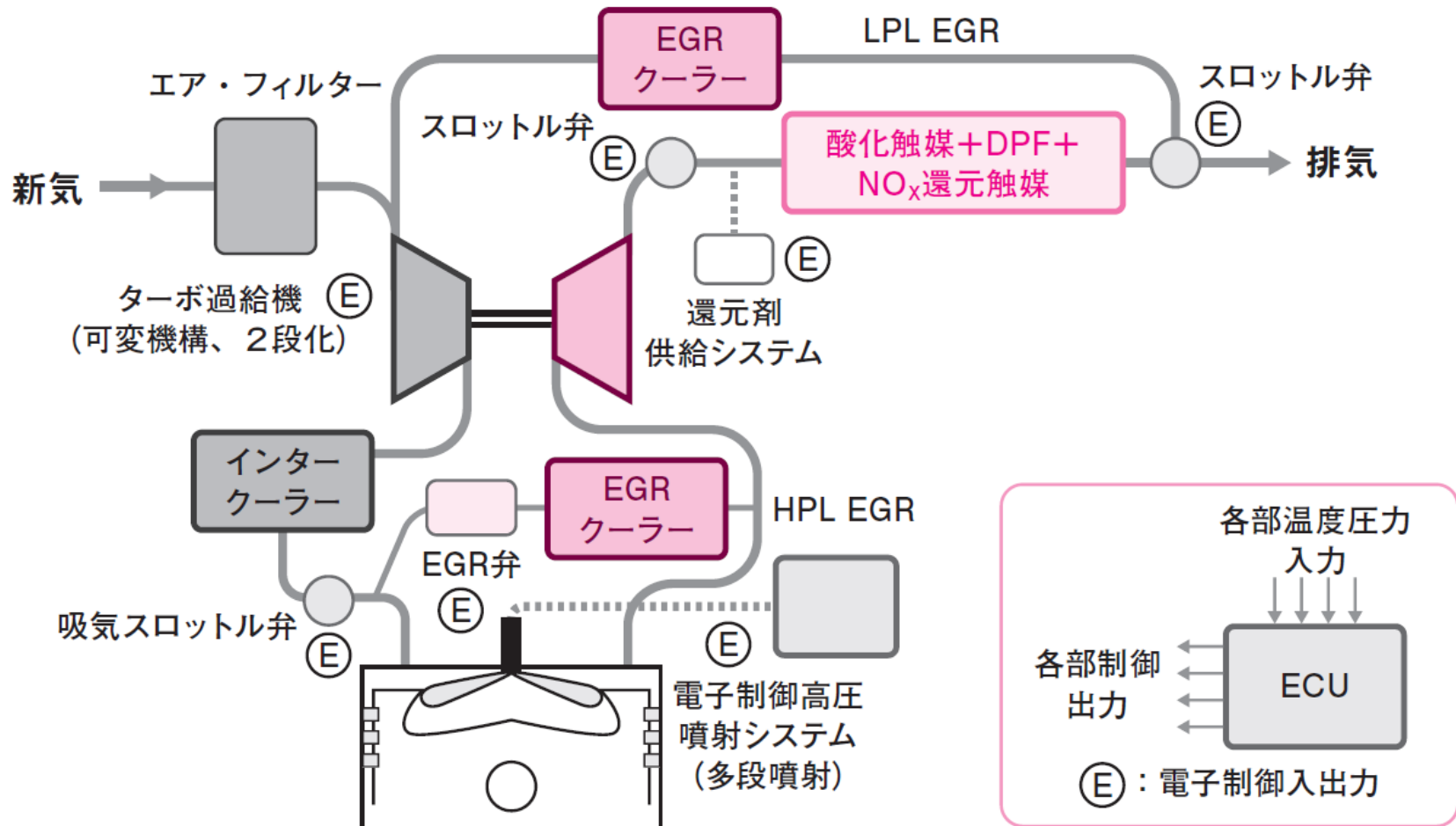
- ・直径×行程: 125×135mm
- ・圧縮比: 17.0
- ・エンジン回転速度: 800 rpm

Rapid compression and expansion machine  
(急速圧縮膨張装置)

☆不均一な噴霧燃焼により、  
NO<sub>x</sub>と粒子状物質が同時に  
発生する。



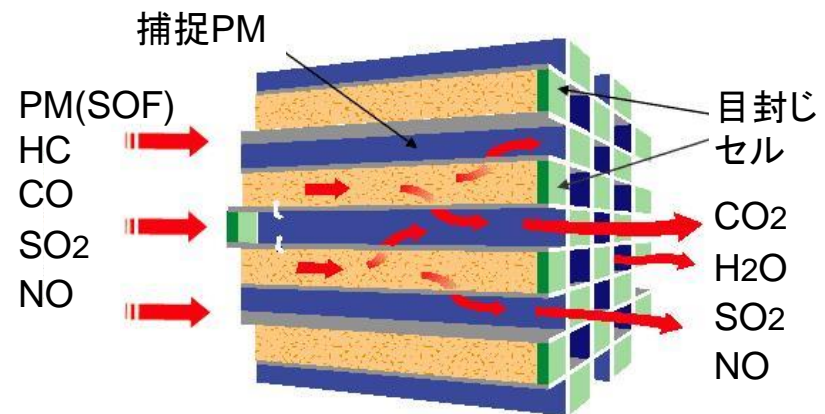
# 今後のディーゼルエンジンの排出ガス対策例



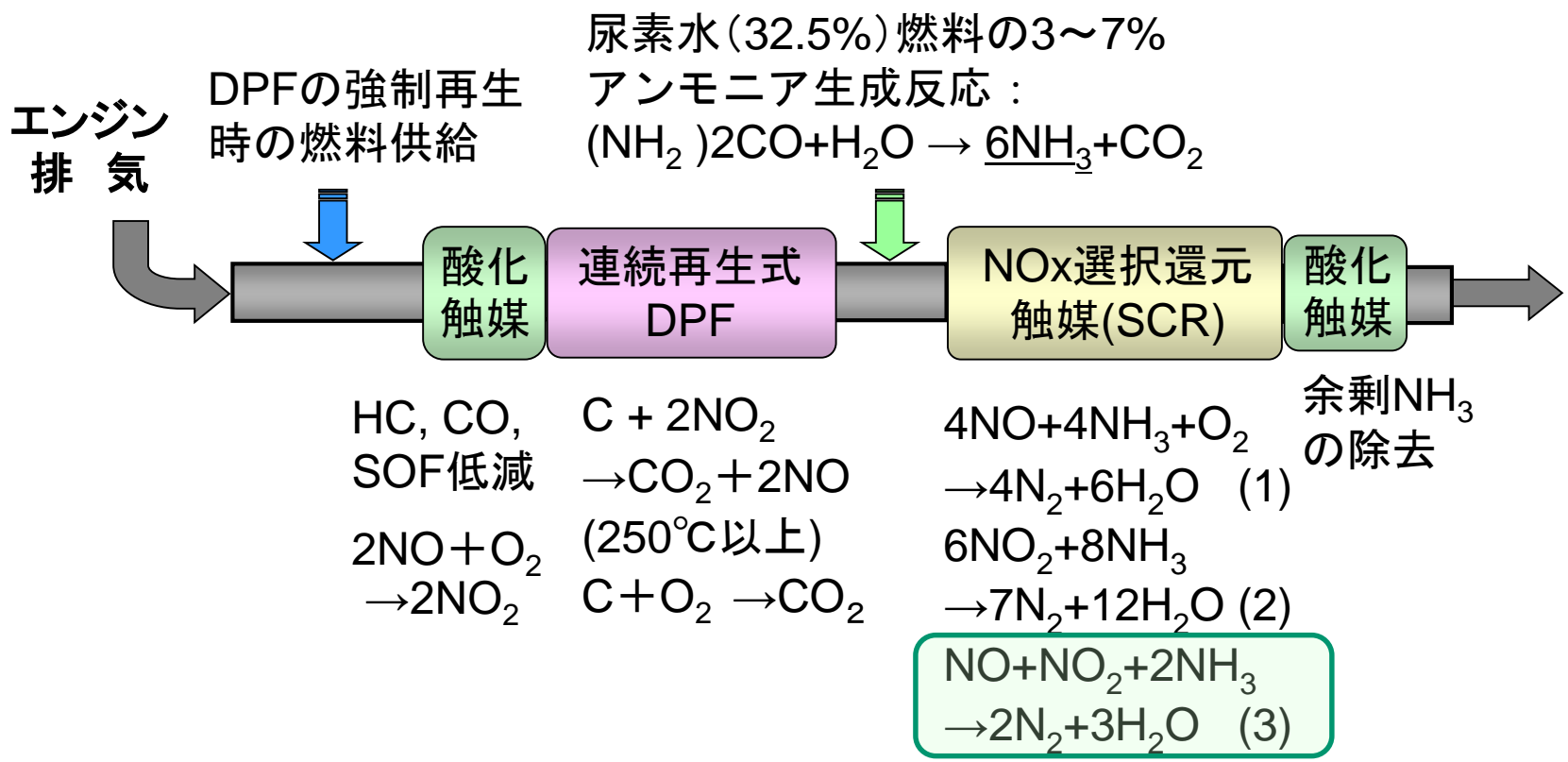
- ディーゼルエンジンは重量車にとって中長期にわたり、重要な動力システムである。
- 低硫黄軽油を利用して、燃料噴射系と排気後処理の制御の最適システム化、信頼耐久性の確保、コスト低減、一層の高効率化を目指す必要がある。

# ディーゼル微粒子フィルター (DPF) の機能と課題

- 多孔質のセラミックフィルターでPMを捕捉し、それを再生(酸化)処理する方式。
  - ・耐久信頼性, ナノ粒子を含めた捕捉率の確保と圧力損失の抑制の両立が課題。  
フィルター材料, 気孔径, 気孔径分布, 気孔率の適切な設計が必要。
  - ・連続再生: 250°C以上の高温で連続的に酸化除去する。  
前段酸化触媒の利用: 前置DOCによりNOから酸化したNO<sub>2</sub>によるCの酸化。  
さらに高温でフィルター内の触媒(CSF)によりCを酸化。  
酸化触媒が, HCやS分で被毒する場合があります, 高温で除去する必要がある。
  - ・強制再生: 長い低負荷運転で蓄積したPMを排温を高めて酸化除去する。走行時と停車して行う場合がある。(いずれも排気温度を上げるため, 燃費が悪化する。停車時の再生は運行に不都合を招く場合がある。)
  - ・捕捉したPMを定量的に把握して再生を最適化することが課題。
    - ・NO<sub>x</sub>還元触媒との一体化の可能性
- CaSO<sub>4</sub>等による目詰まり防止のため, 10ppm以下の超低硫黄燃料, 低アッシュの潤滑油が必要。(定期的に堆積物の除去を行うことが必要な場合もある。)



# 酸化触媒, DPF, 尿素SCRシステム



- <課題>
- 燃烧によるNOxとPM低減, 燃費改善と後処理をどう分担するか?
  - DPFの強制再生での燃料消費抑制
  - 低温でのSCR浄化率の向上
  - 尿素水供給量制御の最適化
  - HCやS被毒の抑制と触媒種の選択
  - アンモニアとN<sub>2</sub>Oの排出抑制
  - コンパクト化
  - 信頼耐久性の確保

# Real Driving Emissions (RDE)と 車載排出ガス計測システム (PEMS)



- 2015年9月、米国EPAからVW社のディーゼル乗用車の排出ガス対策不正が発表された。その解明に使われたのがPEMS (ICCT, ウェストバージニア大学, 2014年)である。それが1100万台のリコールに繋がった。
- わが国でもこれを使ったRDE規制の施行が検討され、2022年から実施され、CF (規制値に対する倍数) は2.0とする予定である。

NHK

クローズアップ  
現代

□ No.3718 2015年10月19日(月)放送  
フォルクスワーゲンで何が...  
～“排ガス不正”の真相～



「大気の改善を行うのが本来の規制の趣旨であるわけですから、実際の道路を走るような条件で排ガスを評価すること（RDE）が必要になってくる。」



これがきっかけとなってVWはEV化への変換を図ることを決定した。  
また、英国やフランスでは2040年を目途にエンジン車の販売を停止することを検討。これに追随して中国やインドも同様の検討を開始

# 各国の削減目標『国連気候変動枠組条約事務局に提出された約束案(パリ協定)』(2015年10月, 出典: JCCCA)

国名	削減目標
 中国	2030年までに GDP当たりのCO <sub>2</sub> 排出を <b>60-65%</b> 削減 2005年比
 E U	2030年までに <b>40%</b> 削減 1990年比
 インド	2030年までに GDP当たりのCO <sub>2</sub> 排出を <b>33-35%</b> 削減 2005年比
 日本	2030年までに <b>26%</b> 削減 ※2005年比では25.4%削減 2013年比
 ロシア	2030年までに <b>70-75%</b> に抑制 1990年比
 米国	2025年までに <b>26-28%</b> 削減 2005年比



トランプ  
政権が  
離脱宣言!

☆2050年に先進国は温暖化効果ガスを現状から80%削減し、全体として50%削減を目指すことが合意されている。全世界で石油の60%を消費する運輸部門では、とりわけ自動車のエネルギー利用の低炭素化の取り組みが課題である。

# わが国の2030年度におけるエネルギー起源 二酸化炭素削減量（パリ協定への対応）

～ 国連に提出する日本の約束草案、閣議決定 ～  
（平成27年7月17日 地球温暖化対策推進本部決定）

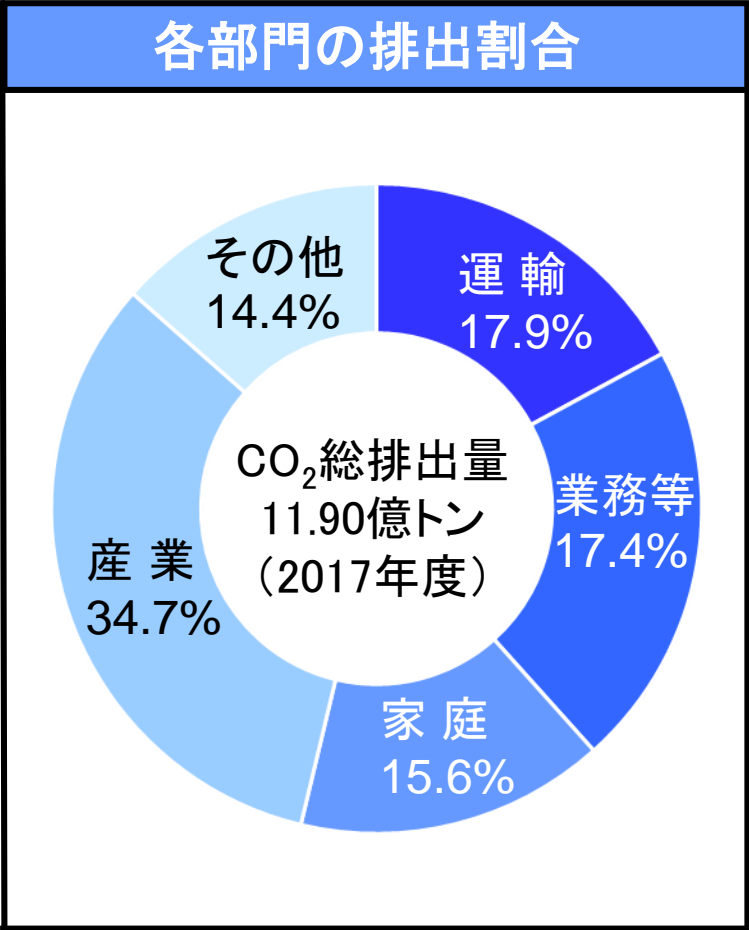
わが国の温室効果ガス排出量の9割を占めるエネルギー起源二酸化炭素の排出量については、2013年度比▲25.0%（2005年度比▲24.0%）の水準（約9億2,700万t-CO<sub>2</sub>）であり、各部門における2030年度の排出量の目安は下表のとおりである。これが、2016年5月13日「地球温暖化対策計画」として閣議決定された。

[ 単位：百万t-CO<sub>2</sub> ]

部 門	2013年度 (2005年度)	2030年度 / 2013年度比%(2005年度比%)
産 業	429 (457)	401 / ▲6.5 (▲12.3)
業 務・その他	279 (239)	168 / ▲39.8 (▲29.7)
家 庭	201 (180)	122 / ▲39.3 (▲32.2)
運 輸	225 (240)	163 / ▲27.6 (▲32.1)
エネルギー転換	101 (104)	73 / ▲27.7 (▲29.8)
合 計	1,235 (1,219)	927 / ▲24.9 (▲24.0)

☆業務・その他、家庭、運輸の3部門には大幅な削減が必要とされている。

# わが国における2017年度の運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量 (国土交通省, 2018年)

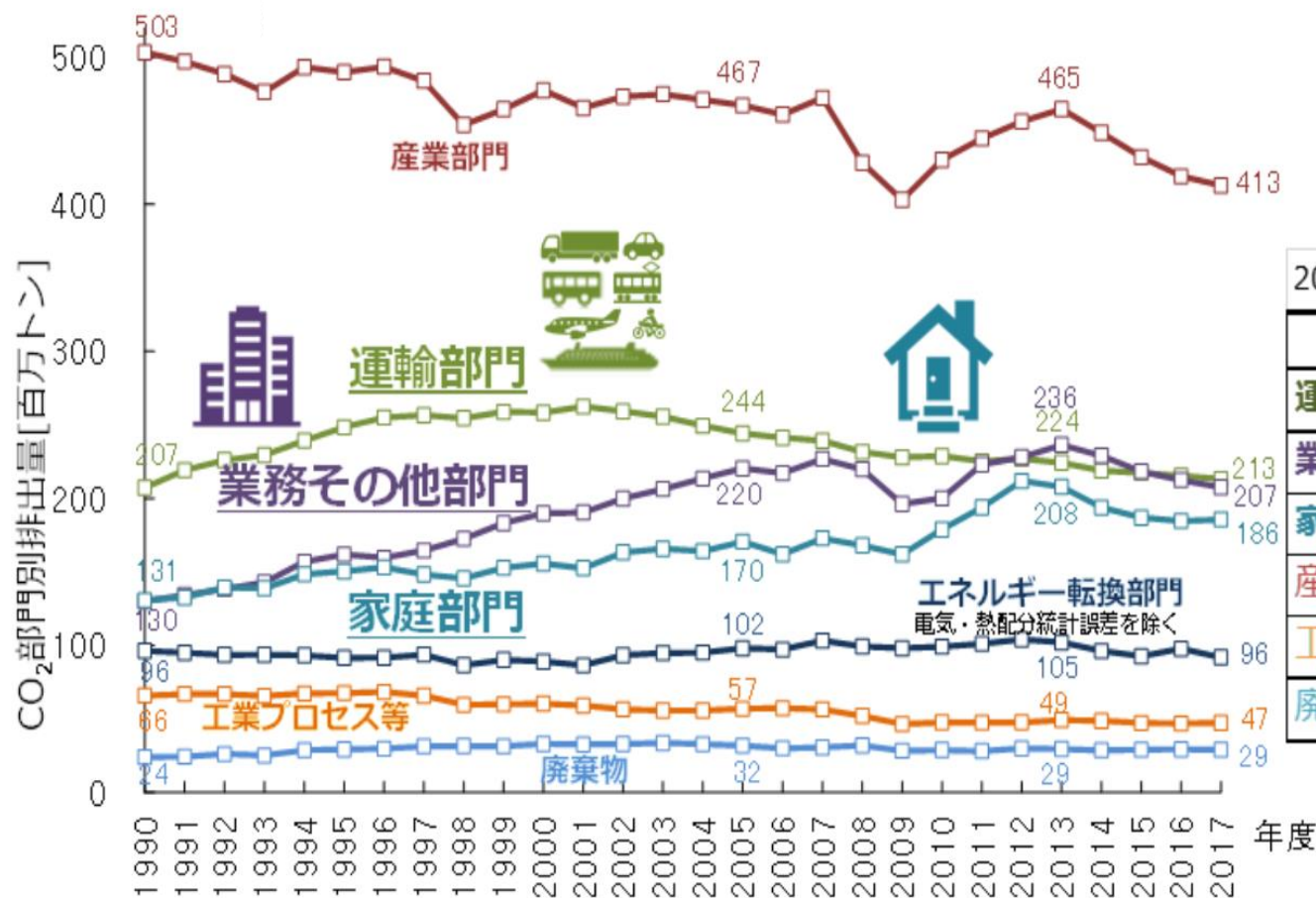


運輸部門	万トン	割合 %
自動車	18,388	86.2
自家用乗用車	9,850	46.2
自家用貨物車	3,532	16.6
営業用貨物車	4,240	19.2
バス	417	2.0
タクシー	269	1.3
二輪車	80	0.4
航空	1,040	4.9
内航海運	1,025	4.8
鉄道	867	4.8
合計	21,300	100.0

★ わが国の自動車から排出される CO<sub>2</sub> は全体の排出量の15.4%を占めている。



# わが国の各部門におけるCO<sub>2</sub>排出量 (国土交通省, 2019年)



2013年度を100とした変化[増・減]			
年度	2010	→2013	→2017
運輸	102	100	95
業務その他	85	100	88
家庭	86	100	89
産業	93	100	89
工業プロセス	96	100	96
廃棄物	98	100	98

元データ：  
2017年度インベントリ  
(環境省・国立環境研究所)

※その他(農業・間接CO<sub>2</sub>等、2017年度は3.2百万トン)のグラフは省いている。

# 地球温暖化対策計画(運輸部門)

## (閣議決定, 2018年7月)

### □次世代自動車の普及

(新車販売に占める割合を5割~7割とする目標)

### □燃費改善(新たな燃費基準の設定と実施)

### □交通流対策の推進

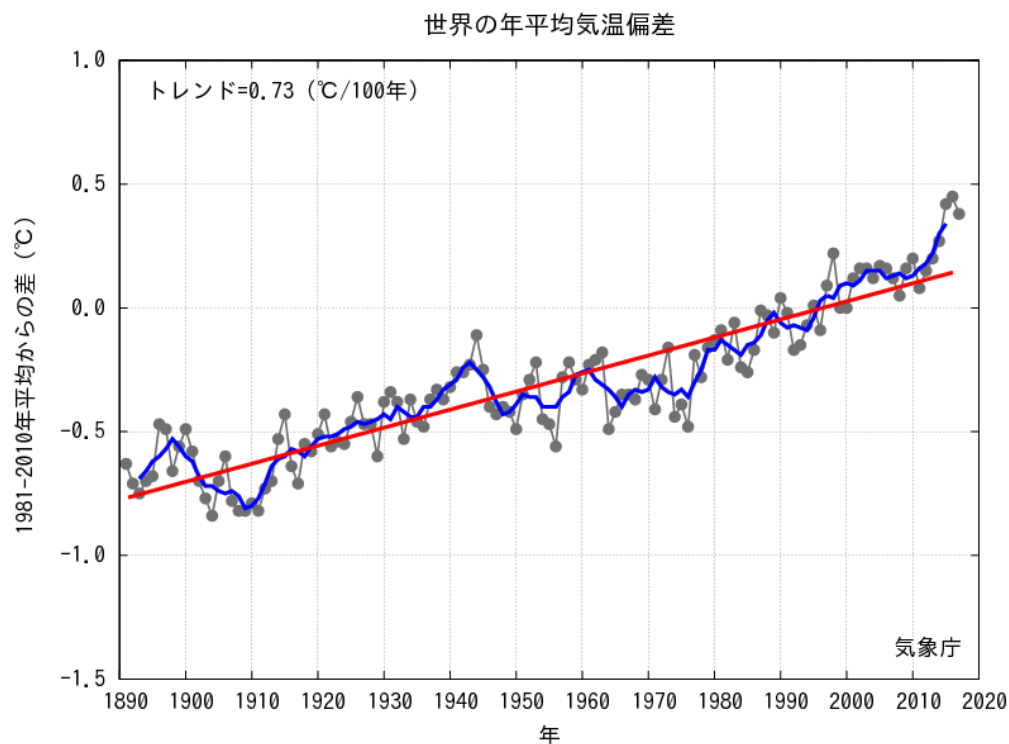
### □エコドライブの推進

### □公共交通機関の利用促進, モーダルシフト

### □低炭素物流の推進

### ☆分野横断的施策

- ・国民運動の展開
- ・低炭素型の都市・地域構造及び社会経済システムの形成
- ・水素社会の実現
- ・事業活動における環境への配慮の促進
- ・税制のグリーン化に向けた対応及び地球温暖化対策税の有効活用



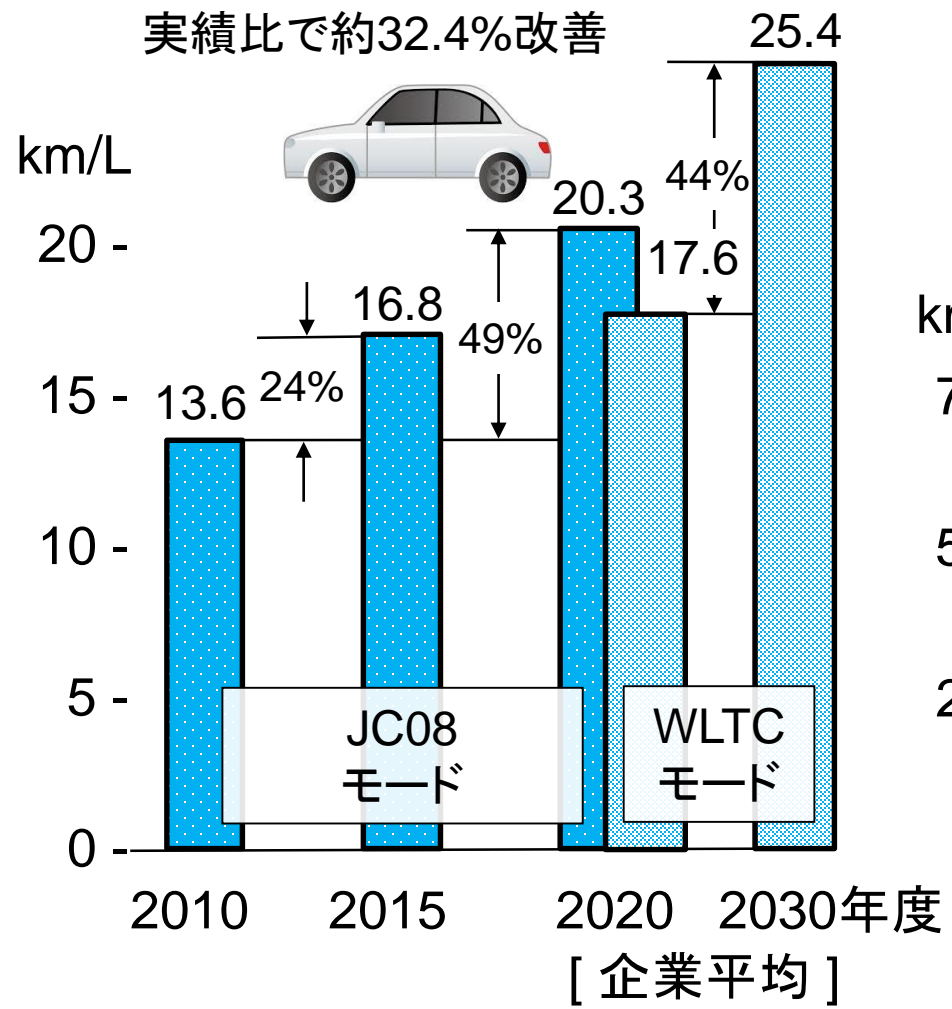
## わが国の地球温暖化対策計画における CO<sub>2</sub>排出量削減量(大型車関係)

分類	対策名	2030年度におけるCO <sub>2</sub> 排出削減量 (万トン)
車両	次世代自動車の普及、燃費改善等	2379
デバイス	環境に配慮した自動車使用等の促進による自動車運送事業等のグリーン化	66
車両サービス	トラック輸送の効率化	206
サービス	共同輸配送の推進	2.1
車両	自動走行の推進	140
サービス	エコドライブ	243.8

(2017年度における地球温暖化対策計画の進捗状況(経済産業省・環境省の施策に係る取組)より)

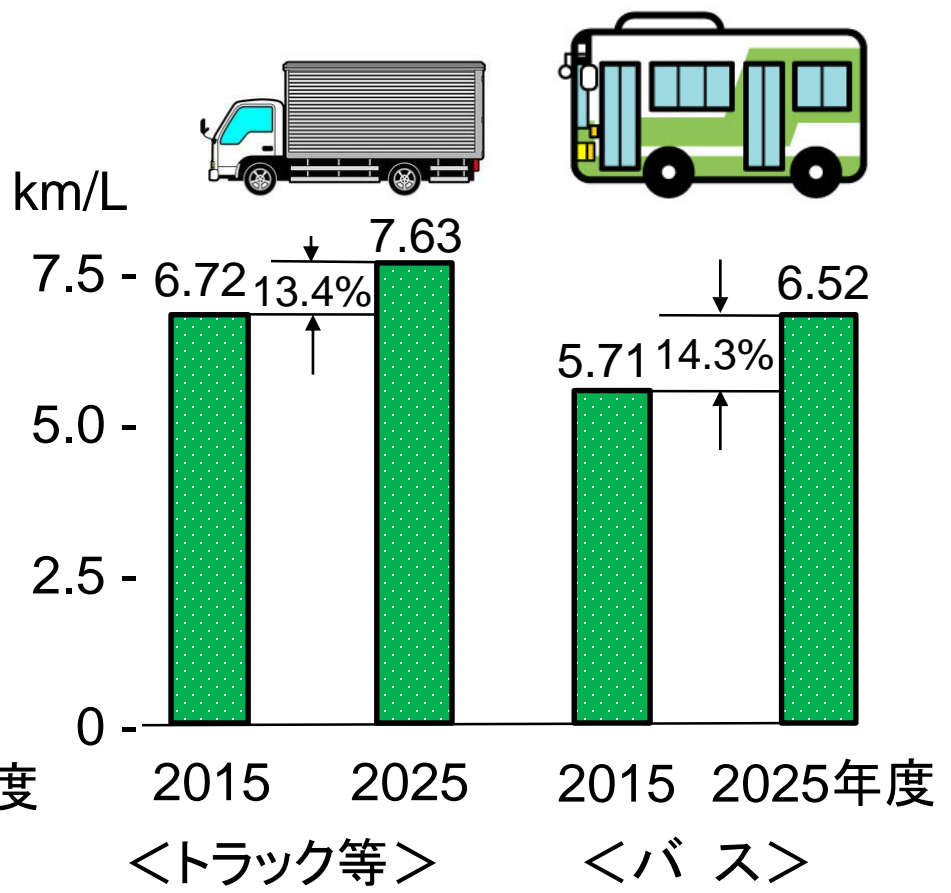
# 燃費基準(平均値)の推移(国交省, 2019年)

□2030年度基準では2016年度実績比で約32.4%改善



《乗用車》

□2015年度基準では2002年度実績比で約12%改善

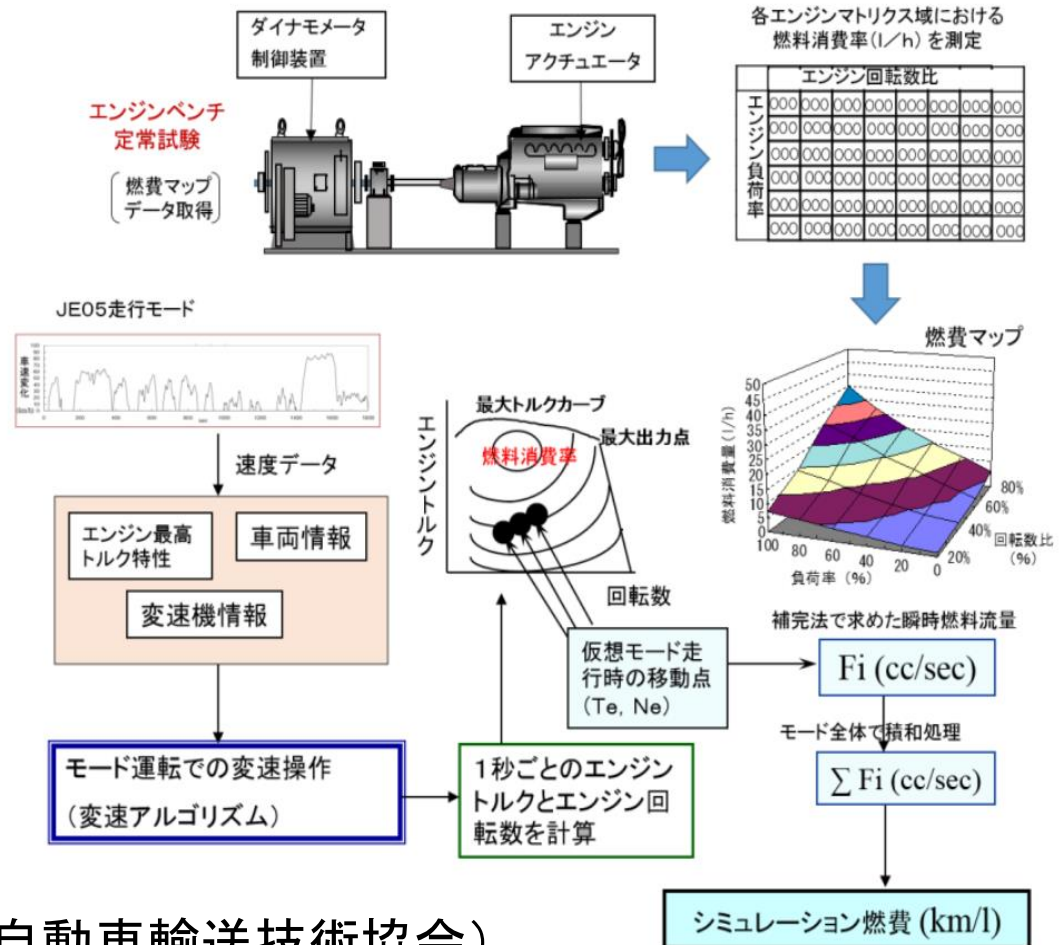


《重量車》

# 2025年度重量車燃費測定法(国交省, 2017年)

□現在, 重量車からのCO<sub>2</sub>排出量においても減少傾向にあるが, 自動車全体の約30%程度を占めており, 一層の低減を図る必要がある。

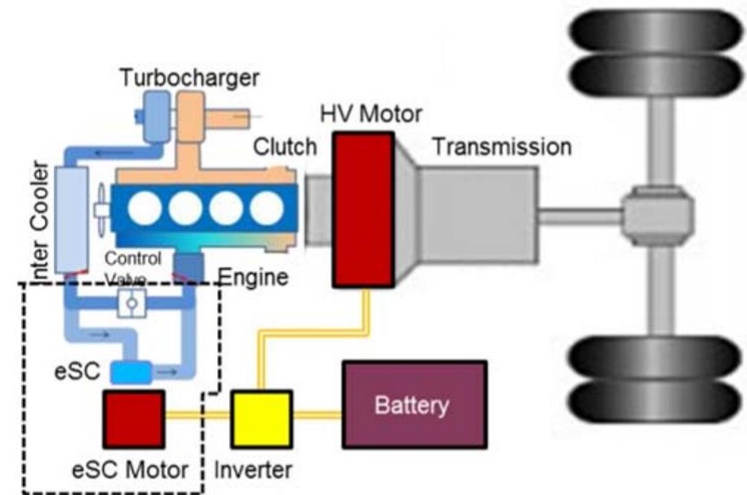
□重量車モード(都市内走行モード(JE05モード)と都市間走行モード(縦断勾配80km/h定速モード))をエンジン回転数・トルクに換算し, 50点以上の運転点からなる燃費マップ上で走行状態をシミュレートする方法とする。新燃費基準の測定方法については, より走行実態を反映した燃費値を算定するため, 従来の測定方法を改正した測定方法を採用する。



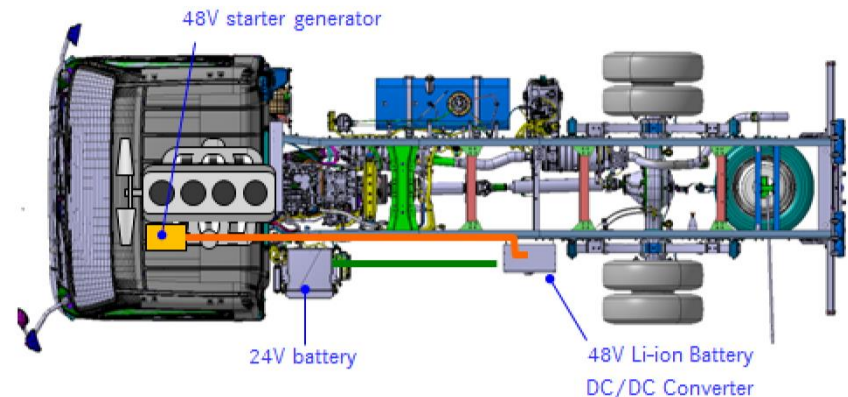
(資料:国交省・日本自動車輸送技術協会)

# 2030年度重量車燃費基準のための対応技術例 (国交省・経産省資料, 2019年) 1/3

【ハイブリッド】トランスミッション等にモータ兼発電機を追加して、大容量バッテリーを設置し、制動エネルギーを回生して電気エネルギーとして蓄積し、加速時にモーターでアシストすることにより燃料消費を低減。  
(改善率: ~12.5%)



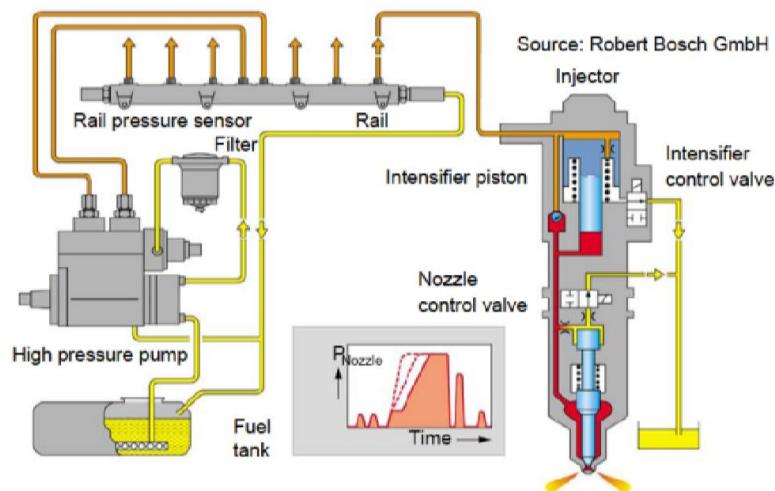
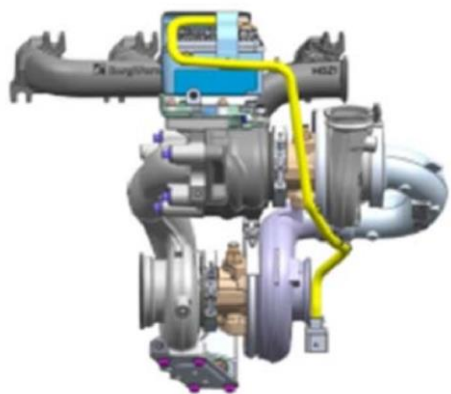
【マイルドハイブリッド】(48V電源) エンジンでベルト駆動する発電機をモータ兼発電機に置き換え、専用の小型バッテリーを設置し、電気ハイブリッドと同様な機能により燃料消費を低減。追加コストは電気ハイブリッドより安価だが、効果も小さい。  
(改善率: ~5.0%)



# 2030年度重量車燃費基準のための対応技術例 (国交省・経産省資料, 2019年) 2/3

## 【高圧噴射化】(250MPa以上)

燃焼を改善し燃費向上。高圧化により消費エネルギー増大やコストアップを伴うため、大型エンジンから普及が進んでいる。(改善率: ~1.4%)



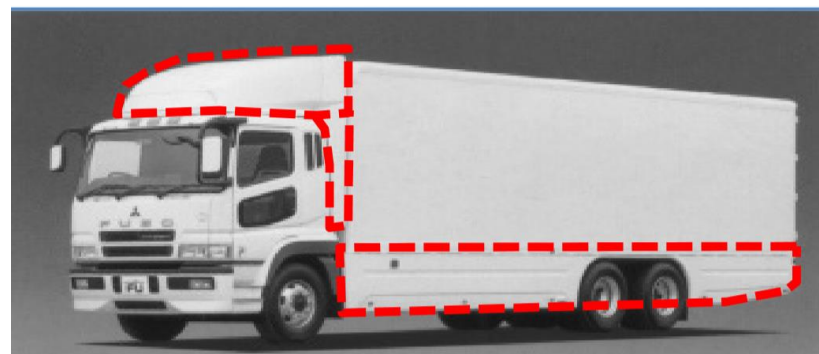
【2ステージターボ】 高過給化の1手法として、ターボチャージャーを低圧用と高圧用と2段化している。(改善率: ~3.3%)

【AMT】 機械式自動トランスミッションにより、車両とエンジンに最適なギヤ段を選択可能とする。(2ペダルでイーゼードライブを可能とする。)(改善率: ~8.5%)



# 2030年度重量車燃費基準のための対応技術例 (国交省・経産省資料, 2019年) 3/3

【エアロパーツ】(空気抵抗改善)  
キャビンルーフ、荷箱段差部、荷箱下部などに、空気抵抗改善のための部品を追加設置する。  
(改善率: ~2.8%)



【ミラーカメラ(空気抵抗改善)】  
左右前部に装着している大型の後写鏡を小型カメラに置き換えて空気抵抗を改善。運転席周りにモニターを追加設置。  
(改善率: ~1.8%)



【リヤスーパーシングルタイヤ】(ころがり抵抗改善)  
ダブルタイヤを幅の広いシングルタイヤに置き換えて、ころがり抵抗の低減と軽量化を実現。  
(現時点で適用可能なサイズは限られている)  
(改善率: ~1.3%)

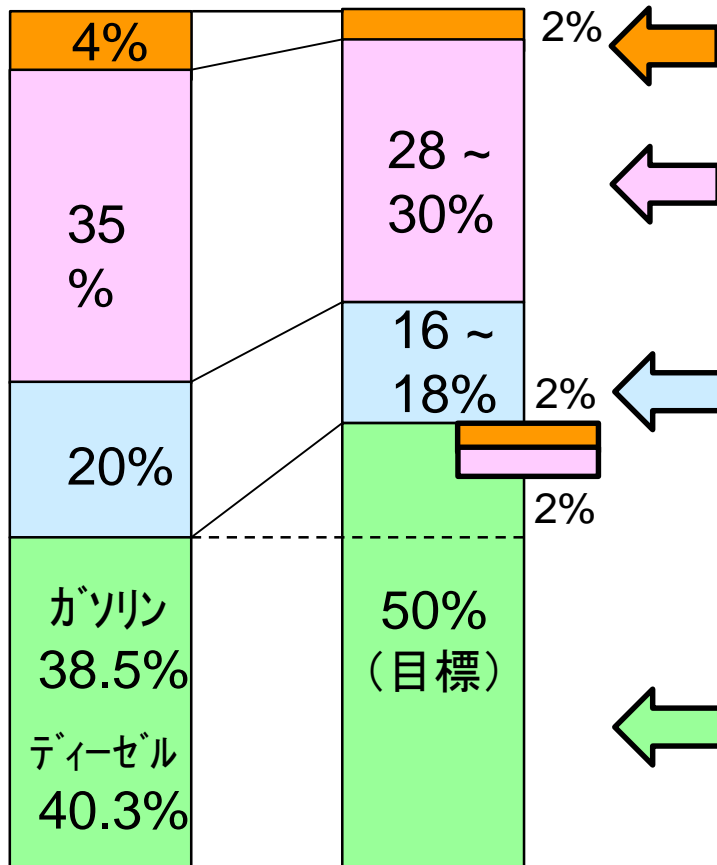




# SIP「革新的燃焼技術」におけるエンジンの 正味熱効率50%達成のための技術課題

☆2020年から2030年における実用化を目指し、今後の従来車やHEV, PHEVの燃費改善にも極めて大きく寄与する。

## 《エネルギーバランス》



## 《エンジン技術の課題》

機械摩擦損失の半減 (高面圧・低粘性化)

排気エネルギー有効利用

- ・ターボ過給の高效率化 (60数%達成)
- ・排熱回収 (熱電素子の利用)

熱損失の低減

- ・超リーンバーン
- ・シリンダ内流動の適正化
- ・分散噴霧ディーゼル燃焼
- ・遮熱材の利用

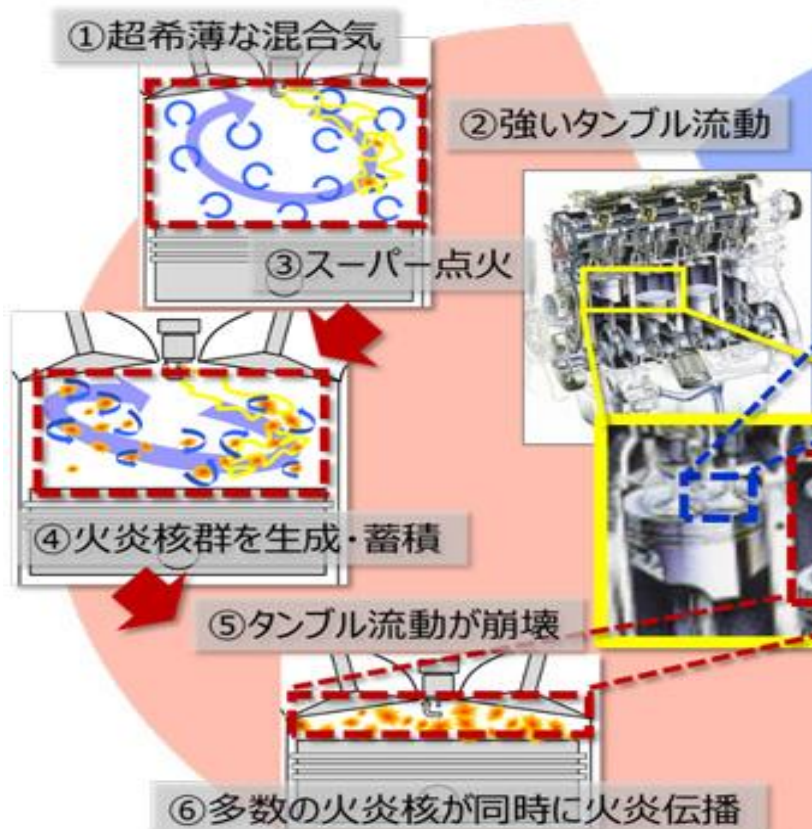
図示仕事の増大 (図示熱効率の改善)

・燃焼の改善

- ガソリン: リーンバーン, ロングストローク化
- ディーゼル: 高分散燃焼

# SIP「革新的燃焼技術」で得られた成果

## ガソリン燃焼



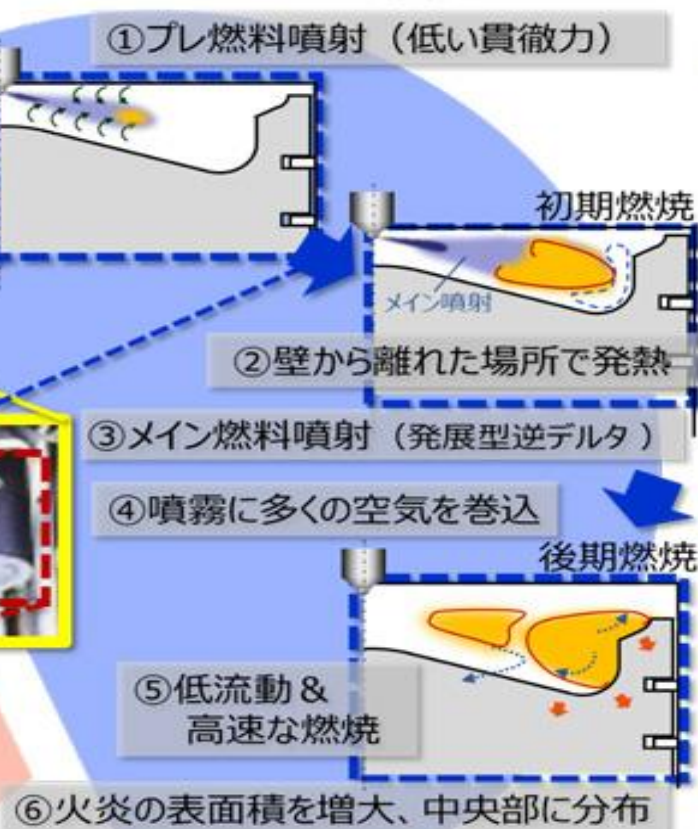
## 超希薄燃焼

損失低減

機械摩擦損失の低減

熱効率 51.5%

## ディーゼル燃焼



## 高速空間燃焼

排気エネルギー有効利用

- ・ターボ過給の高効率化
- ・熱電変換システムの高効率化

熱効率 50.1%

## 米国エネルギー省 “SuperTruck Program” の概要

- ”21<sup>st</sup> Century Truck Partnership”の一環
- 予算と期間
  - DOEの助成(50%補助)約100億円／4社
    - Cummins, Navistar, Daimler (DDC), Volvo
  - 5年間:2010年～2014年 ・現在Phase2が取り組まれている。
- 目 標:
  - Class 8(最重量クラス)で輸送効率全体を50%改善する。
    - トラクター／トレーラーの車両技術で30%達成
    - エンジン技術で20%達成
      - 正味熱効率(BTE)50%達成(42%→50%)
      - さらに, 正味熱効率55%の見通しを付ける。
- 課 題
  - 費用対効果 ・ロバスト性 ・軽量化
  - 低燃費と低排出ガスの両立  
(NOx後処理システムの簡素化)
  - そのための燃料性状の決定(デュアル燃料の利用?)

# 重量商用車の動カシステムの高効率化

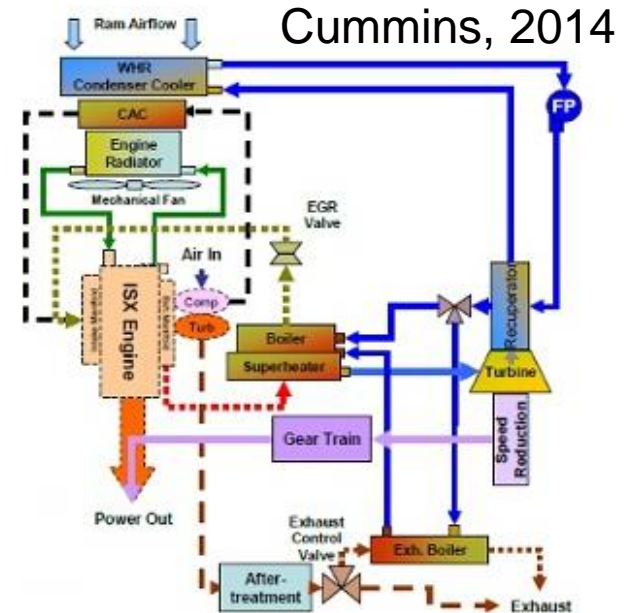
- 物流は自動車用燃料の約4割を使用。
- 物流と公共交通を担うディーゼル車の一層の高効率化は極めて重要な課題
- 排気のスーパークリーン化が大前提。

## ① エンジンシステムの高効率化

～ 正味熱効率55%を目指す! ～

- ② 高効率ターボ／ターボコンパウンド
- ③ 排気熱の利用(ランキンサイクル等)
- ④ ハイブリッド化
- ⑤ 軽量化(超高張力鋼等の利用)
- ⑥ 空力特性の改善
- ⑦ 低転がり抵抗タイヤの利用
- 信頼耐久性, 保守性の確保, 低コスト化が重要

SuperTruck Waste Heat Recovery

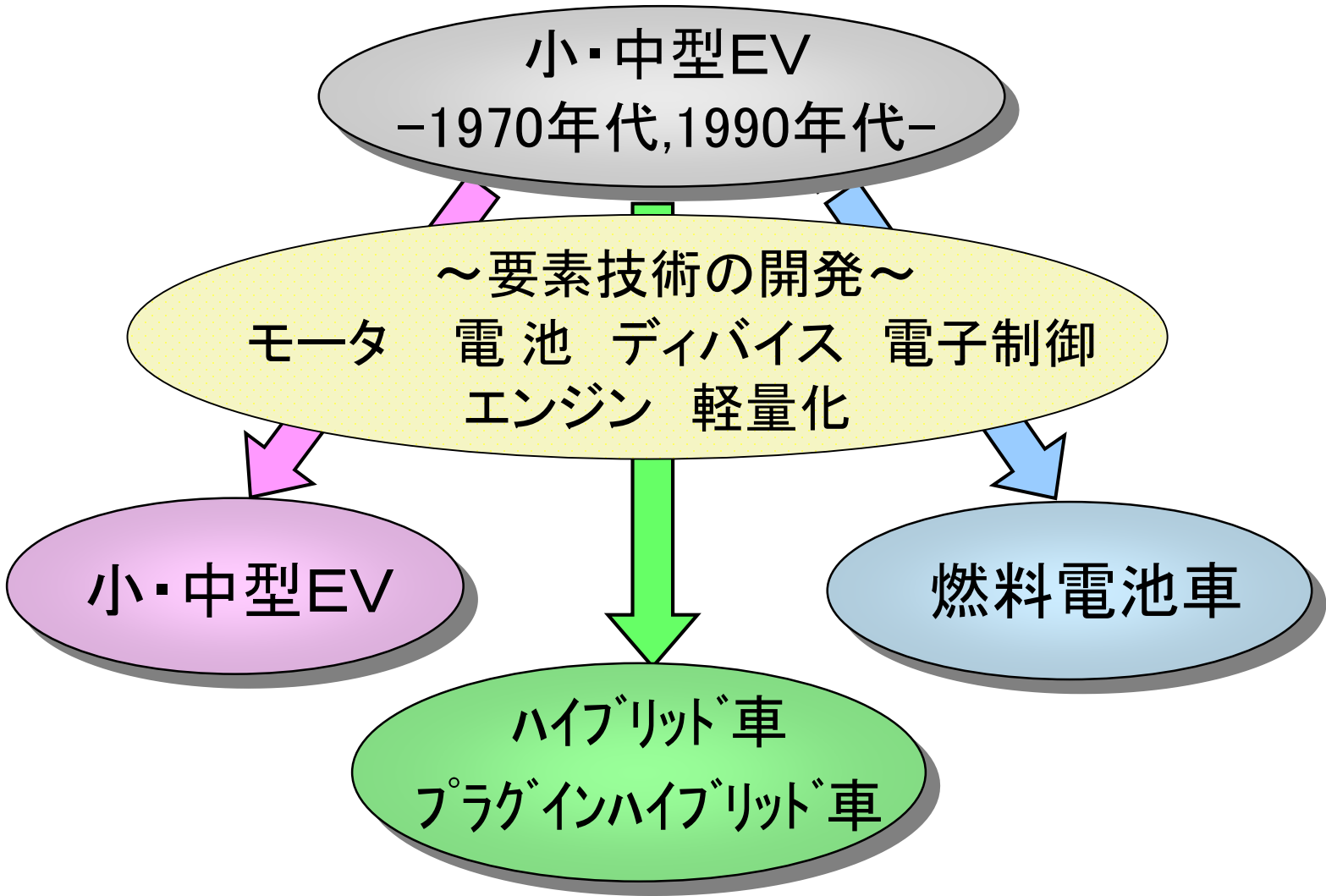


Turbo-compounding



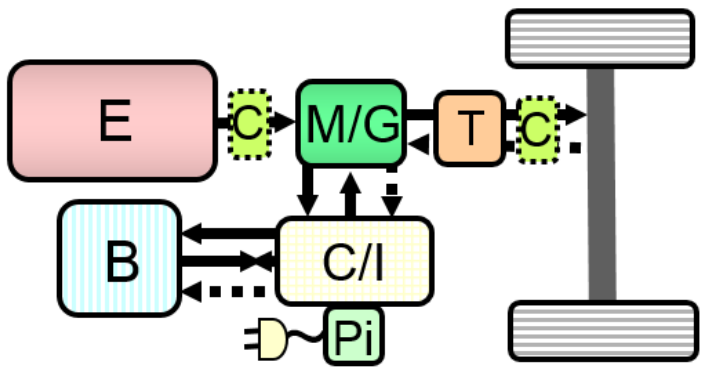
Scania, 2013

# 今後の自動車の電動化



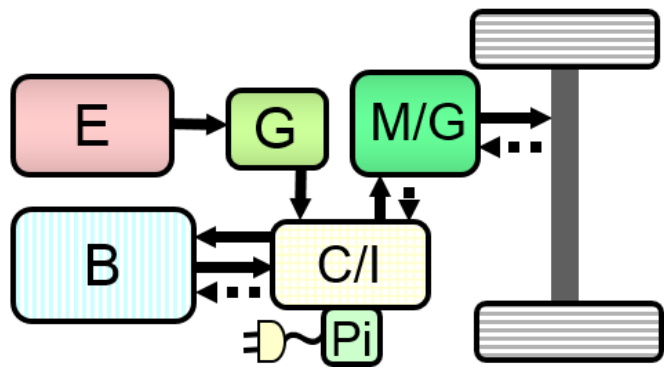
# 各種のハイブリッド方式と燃費改善

(アイドルストップ, 回生, パワーアシストを含む  
簡易な機構や48Vシステムも登場)



〈パラレル(マイルド)〉【10-50%】

FCV, 日産Note, e-Powerも同タイプ

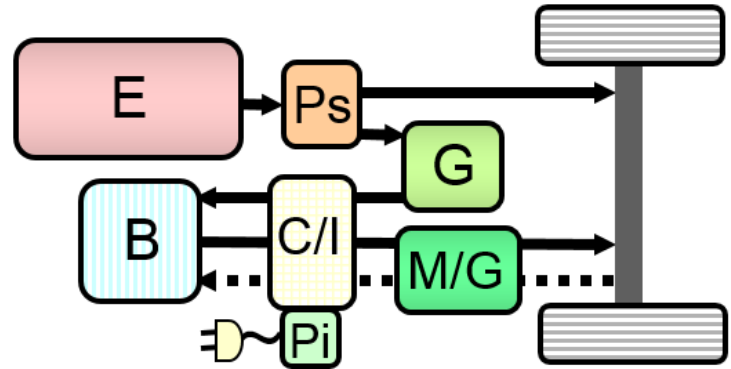


〈シリーズ(フル)〉【50-100%】

## 〈方式〉【燃費改善率】

- E: エンジン
  - G: ジェネレータ
  - C/I: コントローラ / インバータ
  - T: 変速システム
  - Pi: プラグイン
  - M: モータ
  - B: バッテリ
  - C: クラッチ
- : 動力 / 発電    ←.....: 回生

プラグイン化した場合の最適なハイブリッドシステムとは？



〈シリーズ/パラレル(フル)〉【50-100%】

# 最近のわが国におけるHV



*Prius, Toyota*



*Plug-in Prius, Toyota*



*Plug-in Outlander,  
Mitsubishi*



*Solio, Mild hybrid (ISG)  
Suzuki*



*Note, e-Power,  
Series Hybrid, Nissan*



*Fit Hybrid,  
Dual Clutch Transmission  
Honda*



*Diesel Parallel Hybrid Truck, Hino*



*Diesel Parallel Hybrid Bus, Hino*

# 国内外の各種のEV (2017-2019年)



*Chevrolet Bolt, GM*



*i3, BMW*



*E-Golf, VW*



*Leaf, Nissan*



*Model 3, Tesla*



*Honda e, Honda*



*eNV200, Nissan*



*E-Canter, Mitsubishi*



*Semi in 2020?, Tesla*



# 日産が新型リーフを発表（2017年9月6日）

- ・最先端のe-パワートレインにより航続距離が400kmに延伸（電費：10km/kWh）
- ・ドライバーの運転負担を軽減するe-Pedalを搭載
- ・プロパイロット（プロパイロット パーキング）を搭載
- ・「Apple CarPlay」などコネクテッド技術の搭載
- ・東京電力のCO<sub>2</sub>排出係数（2016年度）486g/kWhを用いると48.6g/km
- ・実走行の電費：7km/kWh, CO<sub>2</sub>：東京電力では69.4g/km, 火力では109.5g/km
- ・2019年1月9日、バッテリー容量を62kWhに増やした「リーフe+」を発表。  
エネルギー密度を25%、航続距離を40%増大。

国内で10万台、グローバルに40万台販売（2018年現在）

全長・全幅・全高・WB	4,480・1,790・1,540・2,700mm
車両重量・総重量	1,490-1,520kg・1,765-1,795kg
バッテリータイプ・容量	Liイオン・40kWh（旧：30kWh）
電気モータータイプ・名称	PM同期交流型・EM57
最高出力（旧：80kW）	110kW/3,283～9,795rpm
最高トルク（旧：280Nm）	320N・m/0～3,283rpm
航続距離（JC08モード）	400km 実走行では280km? （旧：280km）
充電時間（普通充電）	16時間（3kW）/ 8時間（6kW）
SOC80%までの充電時間	40分（急速充電）



- ・バッテリーセル（正極：NiMnCo）  
エネルギー密度：240Wh/kg
- ・セル質量：167kg
- ・パッケージ質量：約300kg

## 三菱ふそうが米国で発表した“世界初”の 小型量産EVトラック「eCanter」(2017年9月NYにて)

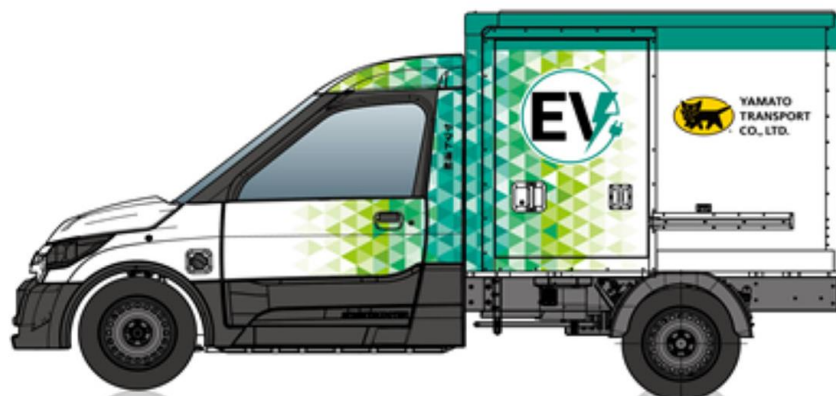
- 2017年9月から北米, 欧州, 日本の市場に投入。2019年9月現在で150台で延べ100万kmを走行している。
- 1回の充電で100km以上の走行が可能。
- 電池容量13.8kWhのリチウムイオン電池モジュールを6個組み合わせて搭載している。
- 顧客の要望に応じて電池モジュールの搭載個数を変えて, 航続可能距離や車両価格を調整しやすくしている。
- Daimler社のブランド「Mercedes-Benz」向けの電池を転用してコスト上昇を抑制。
- 充電時間は230Vの普通充電で約9時間, 急速充電には約1時間
- 搭載モーター最高出力: 129kW  
最大トルク: 420N・mである。  
車両質量: 7.5トン, 積載量: 2~3トン



## ヤマト運輸(株)の電気トラック導入

発表: ヤマト運輸(株), 2019年3月27日

- 同社は、ドイツDHLグループ傘下のストリートスクーター社(本社:独・アーヘン市)と小型商用EVトラック(新型電気トラック)を共同開発し、3月27日に購買契約を締結。
- 2,019年度中に500台の導入を予定している。
- 首都圏の一都三県(東京都・埼玉県・千葉県・神奈川県)で秋以降、順次稼働させる。
- 全長×全幅×全高:4,700×1,830×2,250mm, 車両総重量:2,850kg, 最大積載量:600kg, 7時間の普通充電で100km程度走行



# 日本郵便(株)の軽四輪EV導入

発表：日本郵便(株)，2019年11月13日

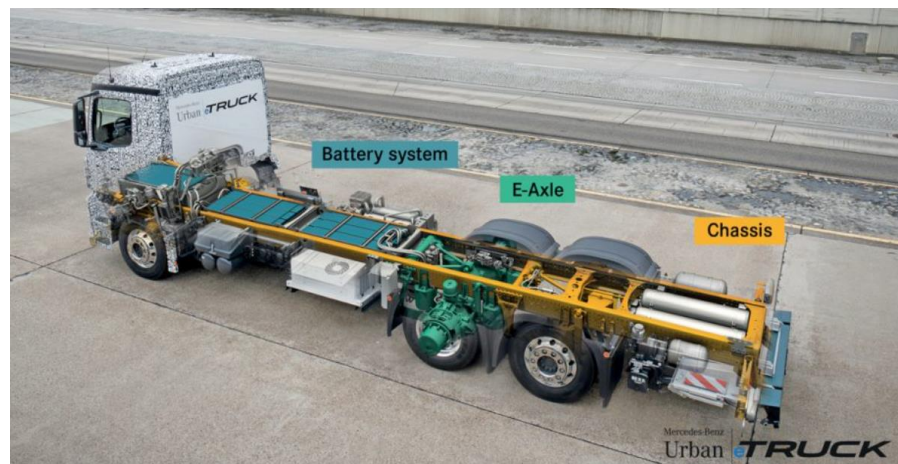
- 同社は、2020年度末までに、東京都中心の近距離エリアにおける郵便物や荷物の配送用に軽四輪自動車1,200台を、ガソリン車からEV（三菱自動車工業(株)製：ミニキャブ・ミーブバン）に切り替える。
- 2013年度にEVを試行的に導入し、環境面の効果や実用性、効率性等の検証を行い、その結果を踏まえて計画的なEVへの切り替えを進める。
- 16kWhのバッテリーを搭載し、夜間の普通充電を行い、50km/日の走行を想定。（JC08モードでは150km走行）
- 導入時期と台数：
  - ・2019年11月200台
  - ・2020年2月200台
  - ・2020年4月以降800台
- 電気トラック共通の課題：
  - ・重量増により積載量が低下する。
  - ・充電時間が長い。
  - ・車両価格が高い。



2019年11月13日公開(Car Watch)

## 独ダイムラーの電動大型トラック「メルセデス・ベンツ製 アーバンeトラック」を初公開 (2016年)

- CO<sub>2</sub>削減や静粛性をアピールし、2020年の発売を目指す。
- ダイムラー傘下の三菱ふそうトラック・バスが小型の電動トラックの実証実験を進めており、今回の大型車は世界で初めてとなる。
- 2.5トンの高性能のリチウムイオン電池(212kWh)を搭載。充電は100kW場合、2~3時間で完了し、最大200kmの域内走行距離を見込む。  
モーター最高出力125kW×2, 最大トルク500Nm×2, 車輪トルク11kNm
- 車両総重量は26tで、同等のディーゼル車に比べ、約700kg増加に抑制。
- 三菱ふそうによると、小型EVトラックによる実証試験では、1万km当りで約1000ユーロ(約11万6千円)の費用削減効果があるとしている。



# EV用充電インフラの現状(2019年2月現在)

ガソリンスタンドは  
30,070箇所  
(資源エネルギー庁,  
2018年度末)

約30,200基<sup>\*1</sup>

[充電器設置数]

急速充電器

普通充電器

合計

約7,700基 + 約22,500基 = 約30,200基<sup>\*1</sup>

[急速充電器の主な設置場所\*2]



日産販売店など 約1,900基



コンビニ 約1,050基



商業施設 約910基



自治体 約470基



道の駅 約870基

“道の駅”への設置動向  
政府はすべての道の駅  
(約1,100箇所)に充電器を  
設置していく方針です。



高速道路 約410基

“高速道路”への設置動向  
さらに整備が進む見通しです。

\*1 急速充電器7,700基と普通充電器22,500基の合計(2019年2月末現在 ゼンリン調べ)。

\*2 2019年2月末現在 ゼンリン調べ。

資料: <https://ev2.nissan.co.jp/NETWORK/map.html>

- 現在, 急速充電システムでは予約できないのが難点。
- 高速道路のSAでは多数配置が必要。
- 再生可能な電力をどう活用するかも課題。 (資料: 日産, 2019年)

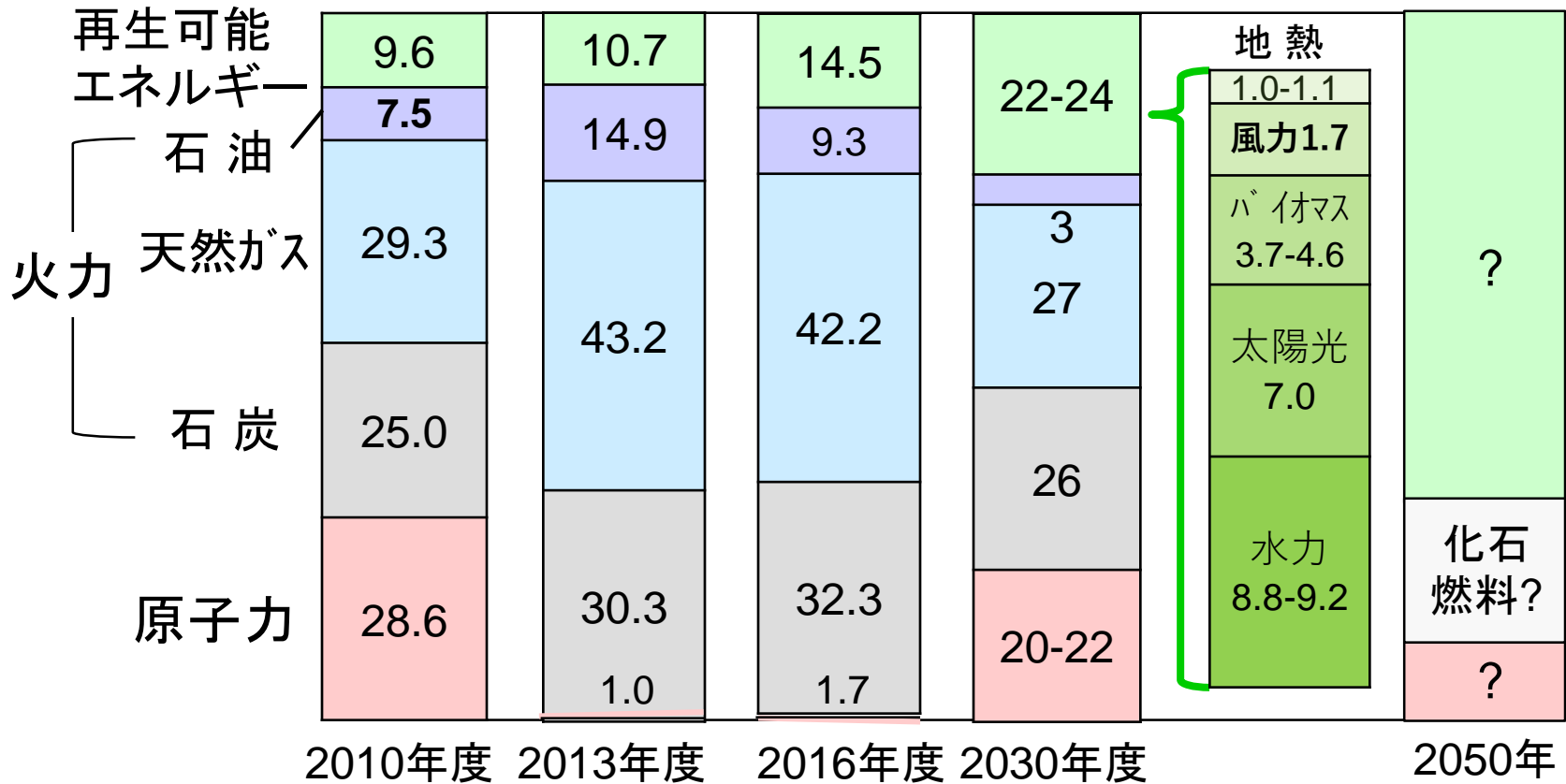
## 接触給電システムによる電気トラックの 実証事業（ドイツ, 2018年12月より開始）

- ❑ 2018年12月, ドイツ国内の高速道路区間(約10km)でシーメンス社製の「eハイウェイ」が開通。
- ❑ eハイウェイは, 屋根の上にパンタグラフを備えた電気トラックの専用レーン。
- ❑ 電気トラックは, 架線から供給される670Vの電力により時速90kmで走行する。この区間以外はエンジンで走行する。
- ❑ ドイツ政府は建設に約17億円を支出し, 2022年まで実証事業が行われる。
- ❑ ドイツ政府は, 電気トラックの開発に約86億円を投入した。



# 想定される電源構成(経産省, 2015年7月)

(単位: %)

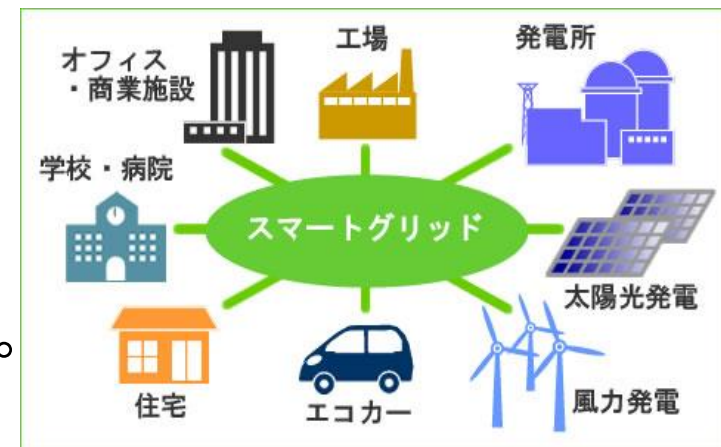
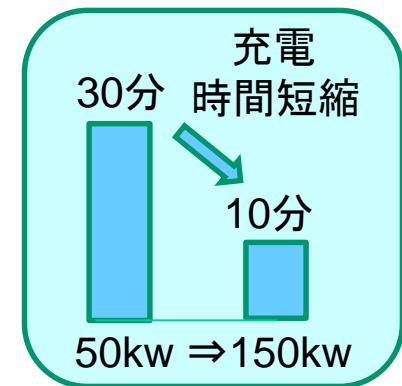


- ・ 2030年度の構成は第5次エネルギー基本計画(2018年発表)と一致している。
- ・ 原子力と水力はベース電源, 需給変動は火力と蓄電システムで対応する。
- ・ 将来の再生可能エネルギーと原子力の構成割合の増加はEVやPHVのCO<sub>2</sub>低減に寄与する。
- ・ 2030年度には2013年度に対して電源起源のCO<sub>2</sub>が30数%削減される?



## EVとPHEV用の電力に関わる課題

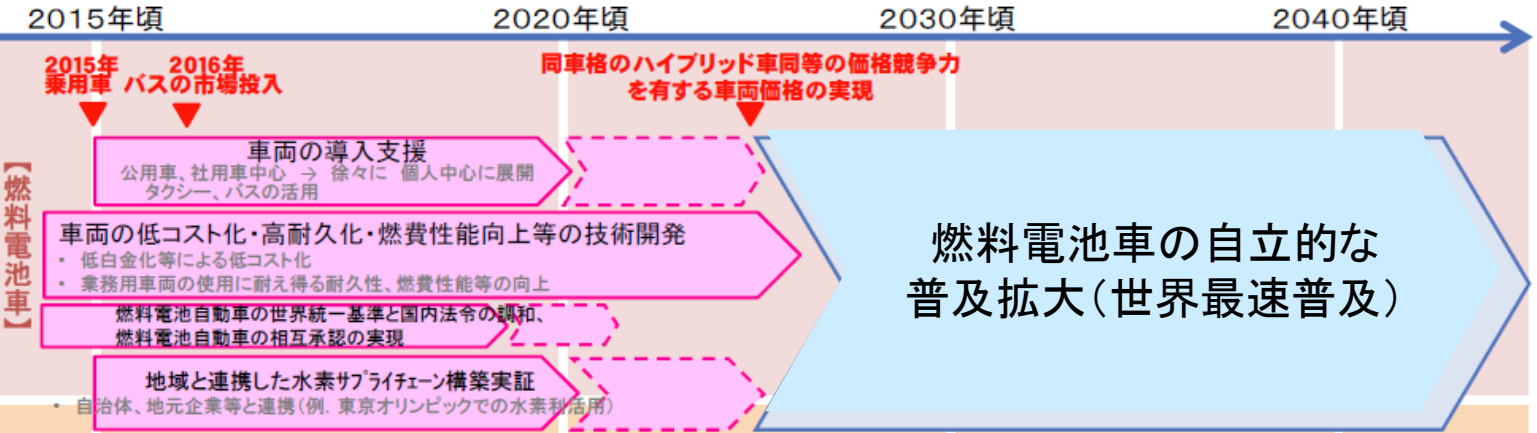
- CHAdeMO方式: 世界で最も普及しているDC充電方式で, 同協会では10kW~50kWまでの急速充電器中心に標準化し, 普及の拡大を目指して活動している。
- 急速充電のCHADEMO規格の改訂(2017年3月発表)
  - ・EVの電池容量増大への対応と充電待ち時間の短縮。
  - ・2010年50kW規格(500V-125A)から充電容量を150-200kWに増大。例えば, 現状の80%SOCの充電時間を30分から10分に短縮。機器を2017年に発売。
  - ・2020年頃を目途に350-400kWに増大。
  - ・このような充電電力の増大は, 電動のトラックやバスでメリットがある。
  - ・普及により増える電力需要変動を供給側でどう管理するかが重要課題となる。
    - ✓ スマートグリッド, デマンド・レスポンスで対応。
    - ✓ 負荷調整用発電・蓄電システムが不可欠。
- 今後再生可能な電力がどれだけ利用できるか。家庭, 業務部門との取合い!?



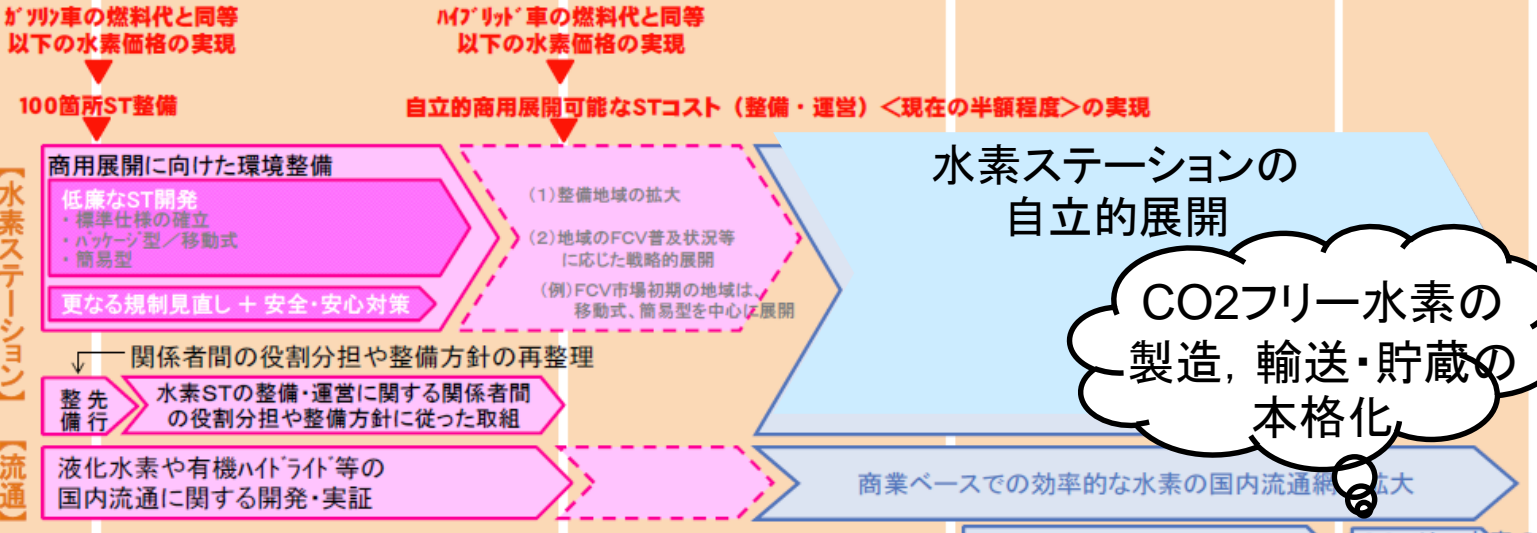


# 燃料電池車の導入ロードマップ (2014年, 2016年見直し, 資源エネルギー庁)

水素の利用



輸送 貯蔵



製造



# トヨタ自動車の多様なFCV戦略



2014年12月 “Mirai” 販売開始  
2019年10月 来年発売予定の  
“新型Mirai”の試作車を公開



2017年1月、元町工場で  
FCフォークリフトの利用を開始



2017年2月、FCバスを東京都に販売  
“Mirai”のFCスタック2基使用



2017年4月19日発表 米国加州港湾地区で利用  
“Mirai”のFCスタック2基と12kWhの駆動用バッテリー  
を搭載し、約500kWの出力と約1,800N・mのトルク性能  
を確保し、総重量約36トンでの走行が可能。

☆他社の参入や複数の企業との連携を通じて普及を図ることが不可欠！

## トヨタ自動車とセブン-イレブンの共同事業

□両社は協力して、2019年秋に、店舗への配送用に燃料電池トラックを導入する。MIRAIの燃料電池セルを利用した冷凍車で、最大出力155馬力。荷室の冷凍電力も燃料電池で発電する。水素タンクは3本搭載し、合計で約7kgの水素を充填し、満充填状態で、およそ200kmの連続走行が可能。



□2018年6月6日、セブン-イレブンの店舗と物流網にトヨタ自動車の技術を導入してCO<sub>2</sub>排出量を削減するプロジェクトを2019年秋から開始すると発表。

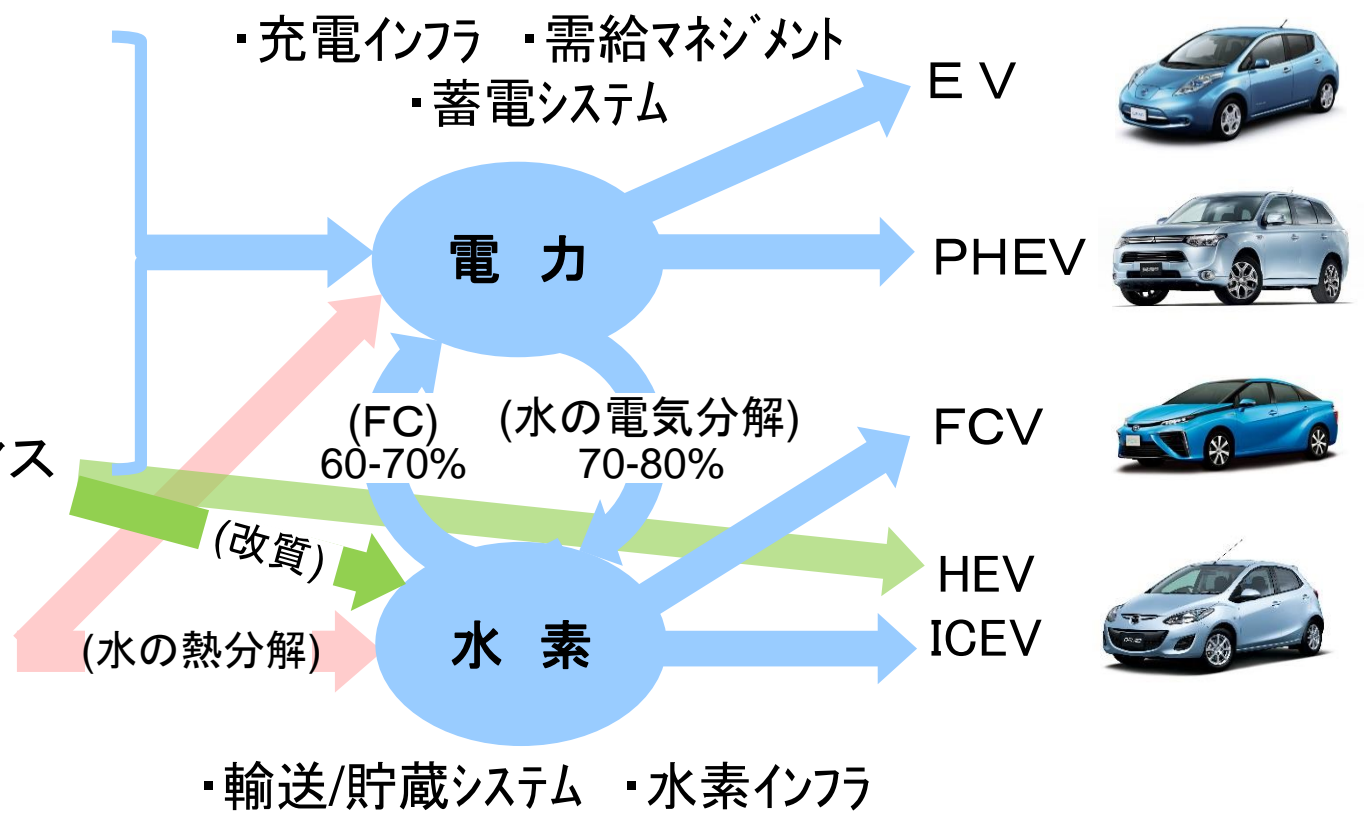


# 電力と水素による低炭素化の選択肢

## □ 再生可能なエネルギー

-  太陽光
-  風力
-  地熱
-  水力
-  バイオマス

## □ 原子力



☆当面、主に化石燃料(天然ガス, ナフサ等)の改質により水素を製造する。  
 ☆2040年頃を目途に、CO<sub>2</sub>フリーの水素の製造、輸送・貯蔵の本格化を目指す。  
 ☆普及に当たっては、エネルギー・燃料の製造・輸送・貯蔵・消費に関わるトータルなLCA(あるいはWTW評価)とともに費用対効果の評価が必要である。

# 燃料電池車と水素製造・ステーション

## □水素の供給体制構築

- ・現状では、ナフサや天然ガスから製造されている。
- ・2040年に向けて、水素の製造、輸送・貯蔵にわたる炭素フリーを実現する必要がある。国の支援も重要。 ・LCAに基づく評価が必要。
- ・製造・供給側では、当面政府の支援を受けて、ステーションを増やして大幅なコスト低減(5億円⇒3億円)を図り、長期的にはビジネス成立性を実現すべき。
- ・2019年9月11日現在、全国110箇所で運用

## □自動車メーカーの努力

- ・性能向上と大幅なコストダウンの努力が必要。

## □一般国民の理解

- ・水素を利用することの必要性、メリット、安全性、事故対応等に関する理解と周知を図るべき。

## □欧米の動向把握と連携

- ・長期戦になる状況にあって、欧米の政府とメーカーの本気度を見極め、参入を促す努力が必要。
- ・安全に関わる国際基準調和でリーダーシップを発揮。

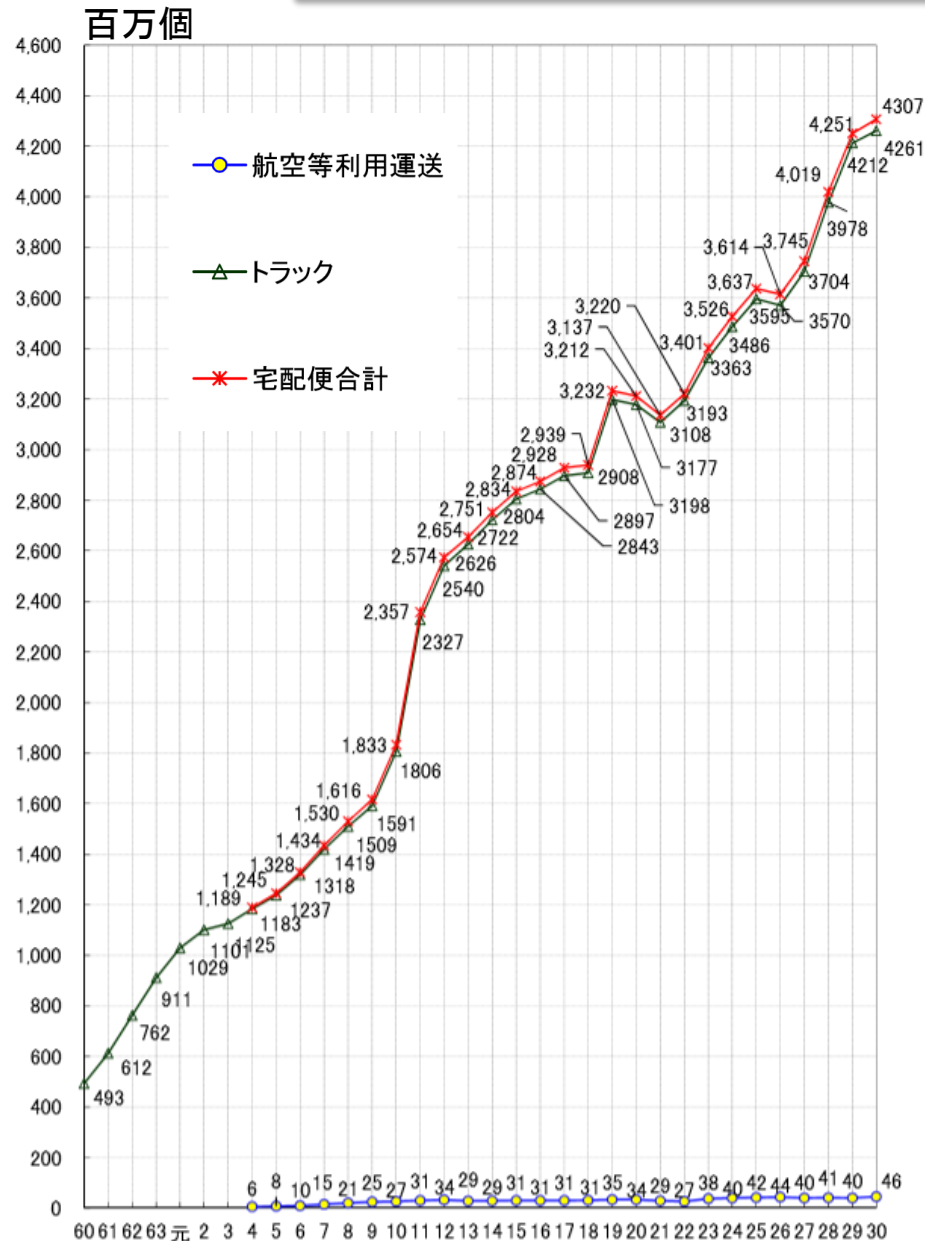


あなたの家の真向かいに水素ステーションの建設予定の看板が立ったらどうしますか？

## 次世代自動車の特徴と課題

車種	排気 クリーン 度	低 炭素 特性	航 続 距 離	チャージ 時 間	コスト	将来ポテンシャルと課題
従来ガソリン車	○	△	○	◎	◎	普及効果大 石油依存 50%のエンジン高効率化
ハイブリッド車	○	○	◎	◎	□	自立的普及段階 コモディティ化 低コスト化
電気自動車	◎	◎	△	▲	△	電池の高性能・低コスト化 電源の低炭素化
プラグイン・ ハイブリッド車	○	◎	◎	□	△	車両全体の低コスト化 電源の低コスト化
燃料電池自動車	◎	◎	◎	○	▲	水素製造の低炭素化 水素供給インフラの整備
クリーンディーゼル車	□	□	◎	◎	○	一層の排気浄化 石油依存 ハイブリッド化
天然ガス車	○	□	△	○	□	天然ガス供給インフラの整備 低コスト化 燃費向上

# 宅配便取扱個数の推移



＜国土交通省2019年10月1日発表＞

□2018年度の宅配便取扱個数：  
43億701万個

□そのうち

- ・トラック運送： 42億6061万個
- ・航空等利用運送： 4640万個

☆今後も増え続ける宅配便をどう届けるか？あるいはどう減らすか？

(注1)平成19年度からゆうパック(日本郵便株)の実績が調査の対象となっている。

(注2)日本郵便株については、航空等利用運送事業に係る宅配便も含めトラック運送として集計している。

(注3)「ゆうパケット」は平成28年9月まではメール便として、10月からは宅配便として集計している。

(注4)佐川急便(株)においては決算期の変更があったため、平成29年度は平成29年3月21日～平成30年3月31日(376日分)で集計している。



# 物流を担う商用車の利用法の改善

- 域内輸送：普通車・中量車，路線バス
  - ・ハイブリッド化やEVの可能性
  - ・ドローンの活用（小荷物）
- 長距離輸送：ディーゼル重量車，天然ガス重量車
  - ・エンジンシステムの高効率化
  - ・隊列走行，連結走行，自動走行 - ドライバー不足対策？
  - ・EV, FCVの可能性は低い？
- 輸配送の効率化を可能にするITの活用
- ターミナルでの合理化（荷捌きの高効率化...）
- モーダルミックス（鉄道，貨物船と連携，容量に制約がある。）
  - リニア新幹線で余剰となる新幹線の旅客輸送量を貨物輸送へ！
- 荷主との協力／ネットショッピング⇒宅配便の見直し

CO<sub>2</sub>の低減効果  
の評価が必要！



# ITS (高度道路交通システム) の役割

人とクルマと道路を先進的な情報通信技術で結び、安全で環境に優しく便利なモビリティ社会を実現する。(ITS Japan)



**カーナビゲーション**



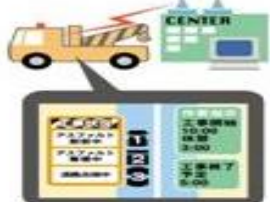
**交通管制**



**商用車運行管理**



**ETC**



**道路管理**



**歩行者支援**



**安全運転支援**



**公共交通運行管理**



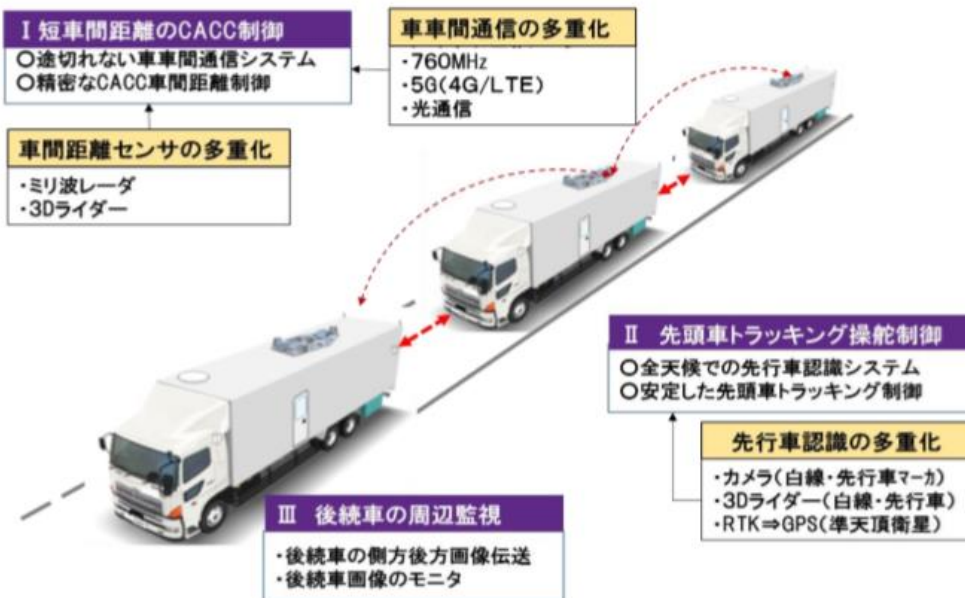
**緊急車両管理**

☆トラック事業者，荷主，自動車メーカーの協力が不可欠。  
 ☆公道を走行するConnected Vehicleの情報は公共財として交通・環境の対策とその効果評価に活用すべき。

# トラックの自動隊列走行とは

トラックを電子連結技術（車車間通信：CACC）により一体に制御し、数台のトラックが隊列車群を構成し走行するもので、省エネ効果・省人化（ドライバーの負荷軽減）・安全性や運行効率の向上が期待される技術。現在、日本のみならず\*1世界各国においても実用化に向けた取り組みが活発化し、\*2米国などでは一部商業運用が成されている。日本では、電子連結技術を「電子牽引」とみなすことで、先頭車両は有人、後続車両は無人で隊列走行が実現可能か検討を進めている。

- \*1: 欧州では商用車各社がACEA(欧州自工会)の下に、「Vision Truck Platooning 2025」作成、TNO(オランダ応用科学研究機構)を中心に2018年6月に隊列走行実証Programである「ENSEMBLE Project」を開始した。
- \*2: 米国のPeloton Technology はCACC技術による燃費削減を目的とした隊列走行技術を商業提供をしている。



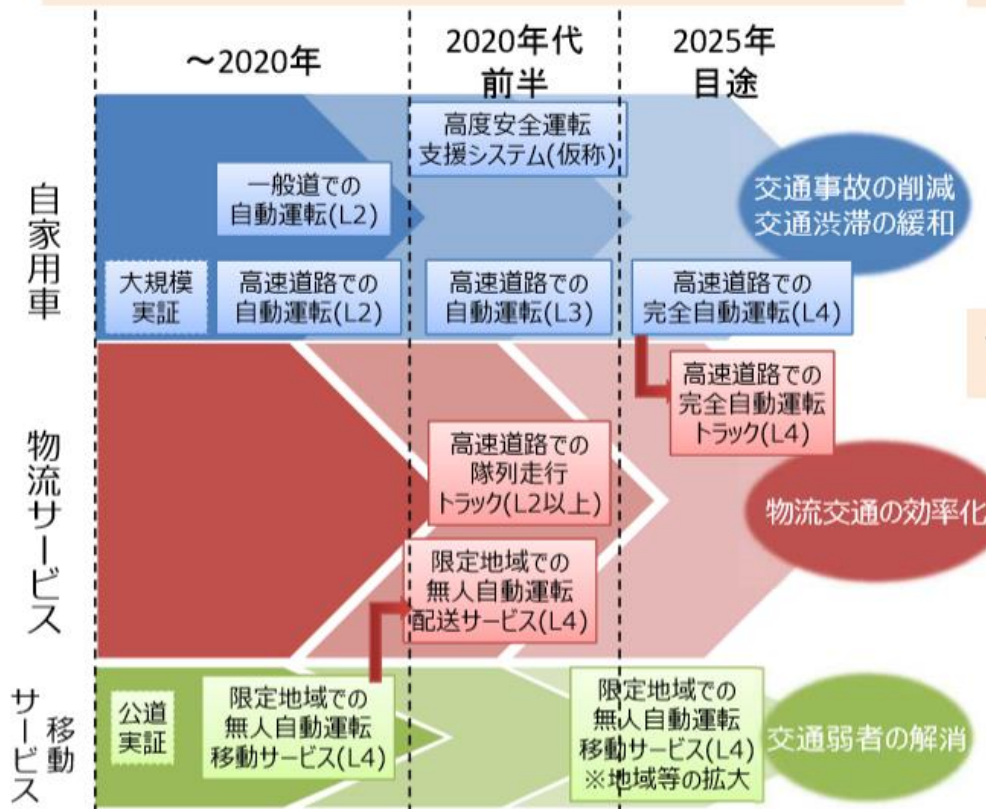
トラック隊列走行の実証風景(経産省 トラック隊列走行の社会実装に向けた実証/2018年北関東道)

# 官民ITS構想・ロードマップ2017

- ITS・自動運転に係る国家戦略である「官民ITS構想・ロードマップ」を、最新動向を踏まえ改定（「2014」以来4度目の改定）
- 「2016」に記載された事項は確実に進展。「2017」では、高度自動運転実現に向けた2025年までのシナリオを策定するとともに、市場化を見据えた制度整備と、技術力の更なる強化を重点的に記載。

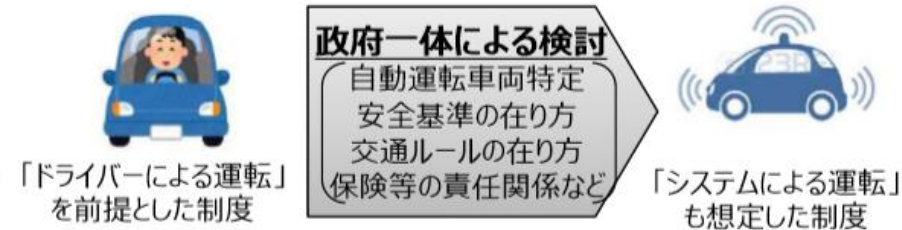
## ＜自動運転実現のシナリオ＞

- ・ 自家用車、物流サービス、移動サービスに分けて、2025年までの高度自動運転の実現に向けたシナリオを策定。



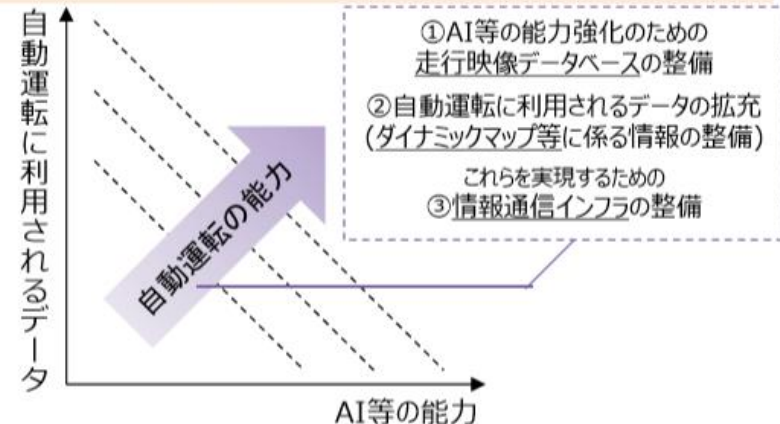
## ＜政府全体の制度整備大綱＞

- ・ 2020年の高度自動運転の市場化を見据えて、交通関連法規の見直しに向けた政府全体の制度整備大綱を、2017年度目途に策定



## ＜自動運転に係るデータ戦略＞

- ・ 高度自動運転に不可欠となる人工知能 (AI)の技術力の強化等のためのデータの戦略を記載。

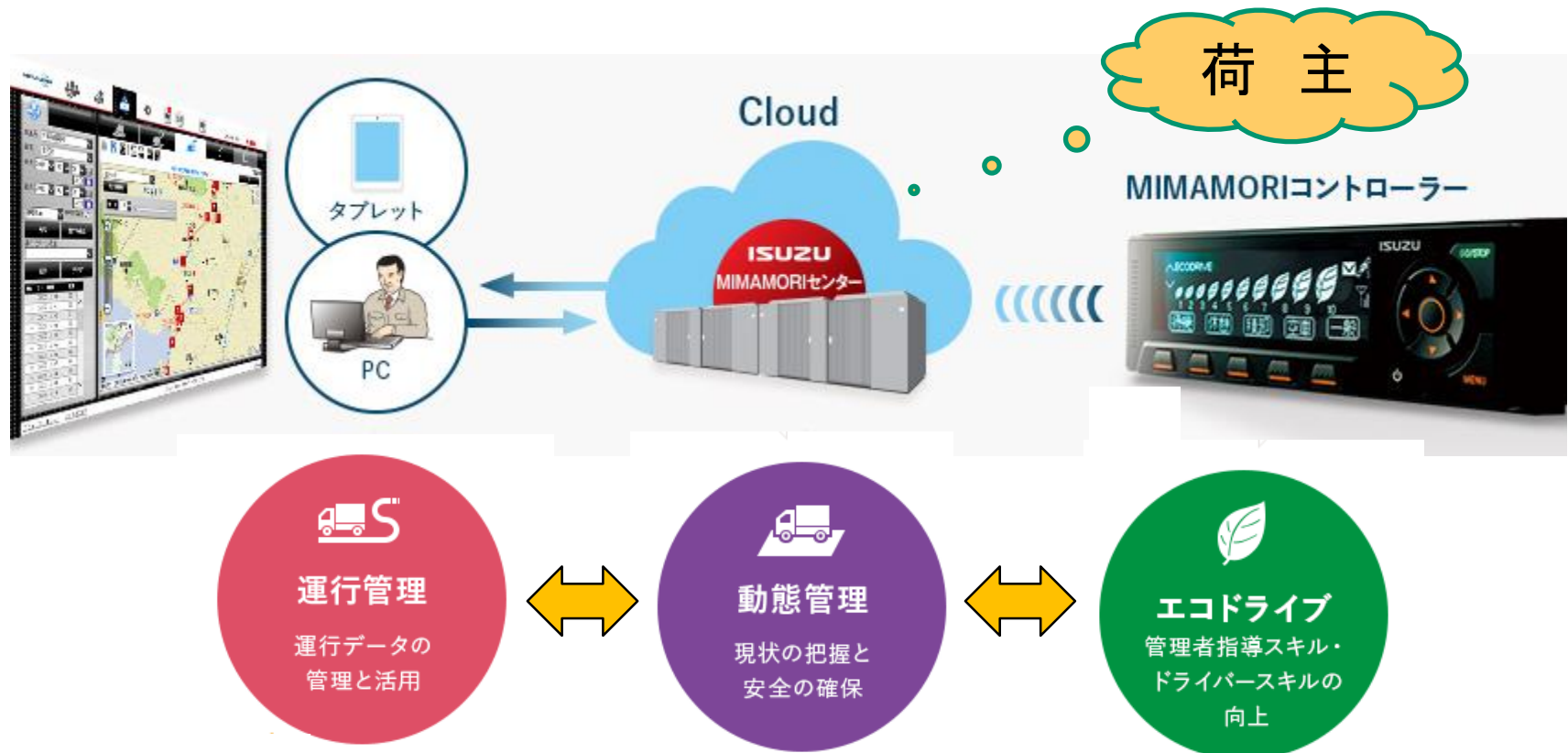


# 貨物車両の運行管理システム



業務の効率化，安全の確保，改定される法規への対応，労働環境の改善，燃費抑制等の様々な物流に関わる課題に対応するシステム。

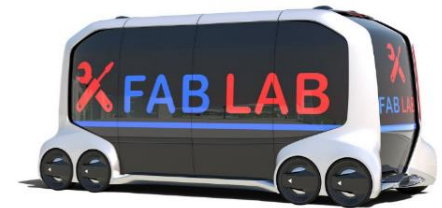
[資料:いすゞ自動車(株)]



# 自動運転, シェアリング, タクシーの将来

- カーシェア, ライドシェア, 自動運転,  
自動運転タクシーは交通需要全体にどう  
影響するか? CO<sub>2</sub>を減らせるか?
- 地域特性との相性は?  
・移動困難者や過疎地の住民への恩恵
- IT企業の参入
- EVとの親和性      □携帯アプリの活用
- 個人所有で掛かる費用が減る。
- クルマ離れを助長する?
- 従来のタクシー事業への侵害
- 事故責任の所在は?

まずは特区で  
実証を進める。



無人運転の  
“e-Palette” (トヨタ)



ロボット・タクシー  
(DeNA, ZMP)



カーシェア  
(Daimler)



自動運転・ライドシェア  
(Uber, Volvo)



宅配ロボット  
(日本郵便, ZMP)

# コンビニ移動販売車が過疎集落へ ～「買い物弱者」に増加で高齢化社会のインフラに～

- コンビニが社会インフラとして広く認識されたのは、2011年3月に発生した東日本大震災後。コンビニ各社は数多くの店舗が甚大な被害にあったにもかかわらず、いち早く流通を回復させた。
- 消費財の販売店や交通機関、医療・福祉などの「生活インフラ」が弱体化し、買い物に行けない住民に対するサービス。経済産業省の推計によると、買い物弱者は全国で約700万人と言われている。
- 2025年には800万人を超える！ 宅配サービスも増加する？



# エコドライブ10のすすめ(最新案)

- 1 自分の燃費を把握しよう
- 2 ふんわりアクセル「eスタート」
- 3 車間距離にゆとりをもって、  
加速・減速の少ない運転
- 4 減速時は早めにアクセルを離そう
- 5 エアコンの使用は適切に
- 6 ムダなアイドリングはやめよう
- 7 渋滞を避け、余裕をもって出発しよう
- 8 タイヤの空気圧から始める点検・整備
- 9 不要な荷物はおろそう
- 10 走行の妨げとなる駐車はやめよう

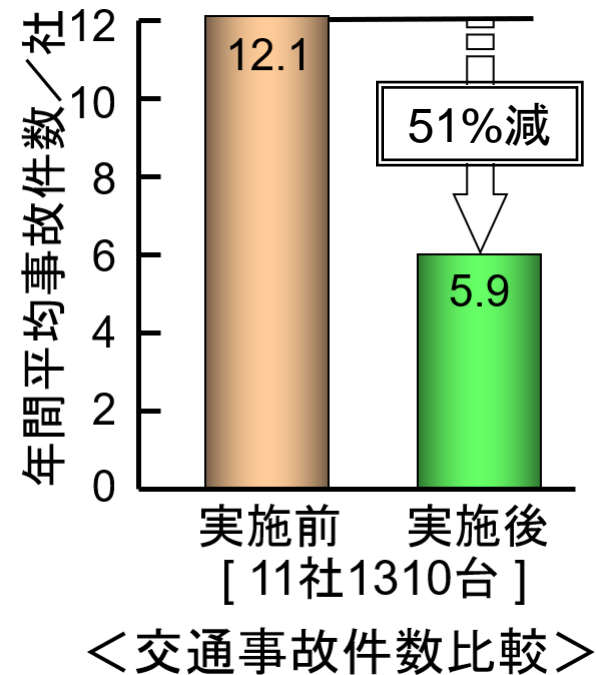
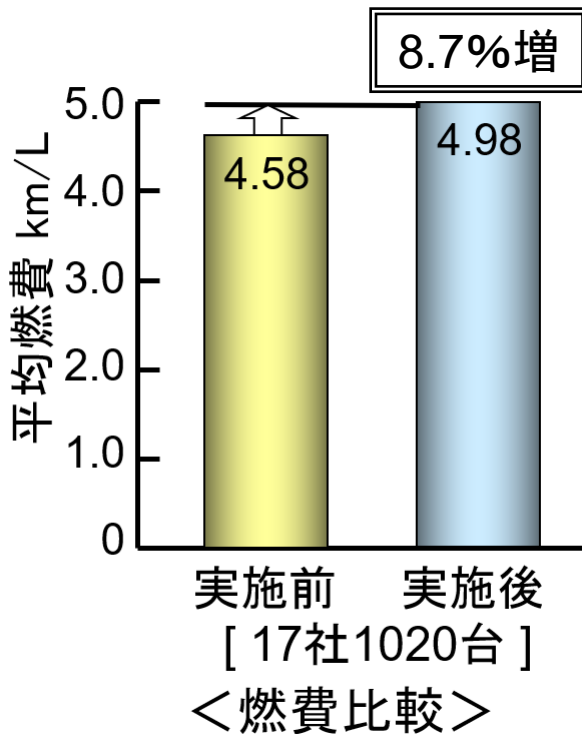
EMSとは、「エコドライブ管理システム」(Eco-drive Management System)の略で、自動車の運行において、エコドライブを計画的かつ継続的に実施し、その運行状況について客観的評価や指導を一体的に行う取組み。





# トラック事業者におけるエコドライブの効果

(自動車技術会講演論文2006年, 間地, 大聖他)



## 《エコドライブ活動による効果》

- 燃料消費の削減
- 大気環境の改善と温暖化効果ガスの削減
- ブレーキやタイヤの摩耗の低減
- 潤滑油の劣化抑制
- 労使関係の改善
- 総体としての経済的効果

# 2050年に向けたわれわれの社会と生活

## □われわれは、どんな『社会』と『生活』を望むか？

- ①技術先進国として一定の成長率を維持し、経済的に満たされた生活。
- ②低成長を受け入れ、地域に根差した牧歌的生活。①と②の両立はあるか？
  - ・超高齢化、労働人口の減少を前提とすべき！
  - ・「コンパクトシティ」は実現可能か？

✓低炭素社会  
 ✓自然共生社会  
 ✓循環型社会  
 ★シェアリングエコミー

Fun to drive

## □『移動』と『物流』をどんな手段で確保するか？

- ・公共交通機関／マイカー／タクシー／カーシェア／ライドシェア／長距離ライドシェア
- ・パーソナルモビリティ(バイク／自転車／シニアカー／電動ツール／徒歩)
- ・運転支援／自動運転(乗用車, コミュニティバス, 宅配, 高速道トラック)
- ・電子商取引／買い物代行(ネットショッピング／ドローンの利用)
- ・ロボットの活用: ラストワンマイル／域内移動／物流ターミナルの荷捌き
- ・ワークシェア／テレワーク／サテライトオフィス／クラウドソーシング(ワーキング)

働き方  
改革

☆高齢者・交通弱者や過疎地住民への対応も重要な課題

交通権

## おわりに ～低炭素トラック輸送を目指して～

- 車両の動力システムの高効率化と再生エネルギーの活用
  - ・エンジンシステムの高効率化
  - ・電動化, 天然ガス, バイオ燃料, e-gas, e-fuel ……
- トラック事業者, 荷主, 自動車メーカーの協力
  - ・安全, 省エネ, 環境, 利便性, コスト ……
  - ・ITS, ICTを活用した物流の合理化, 積載効率の改善
- ドライバー不足, 働き方改革への対応
  - ・高度運転支援, 自動運転, 多頻度少量輸送の抑制 ……
- 一般消費者の物流に対する理解と消費行動の見直し
- 物流の高度技術による新興国・途上国への支援