



2018年3月8日  
JATOPⅢ 成果発表会

JATOPⅢにおける自動車・燃料研究の意義  
～環境・エネルギーに関わる課題を見据えて～

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 >

大気汚染



地球温暖化



## < エネルギー >

石油消費



## < 交通渋滞 >



## < 交通事故 >



## < 自然災害 >



# 将来の社会交通システムと 自動車用動力システムに関する課題

★ 2030～2050年に向けて、社会交通システムはどうか？  
あるいはどうあるべきか？ それを支える自動車動力システムとは？

□ わが国において両者を左右する制約・要因とは・・・

社会

- ・少子高齢化(労働力・人材不足) ・大都市集中と地域の過疎化
- ・価値観やライフスタイルの変化 etc.

経済

- ・低成長 ・実質収入減 ・研究開発費の増大 ・財政難 etc.

資源

- ・石油や各種原材料の供給逼迫と価格上昇 etc.

環境

- ・ゼロエミッションの要求 ・地球温暖化対策の要求 etc.

□ 注目すべき海外の状況

新興国

- ・経済成長とモータリゼーションの進展 ・技術力の発展
- ・資源エネルギーの消費拡大 ・大気汚染の悪化

欧米

- ・グローバルな技術戦略(産学官連携, デファクト・標準化 etc.)
- ・ブランド戦略 ・保護主義の台頭



ここに来て、大気汚染の改善やパリ協定への対応から、国自体が自動車の電動化を誘導しようとする動きが顕著になりつつある。

中長期的な視点から、それらの動向に柔軟に対応し得る自動車動力システムの研究開発テーマを明確にすることが求められている。

## 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4日にベンゼン, 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についての大気の汚染に係る環境基準が設定されている。

## “JATOPⅢ”の取組みの意義と成果

資源エネルギー庁の支援を得て、石油業界と自動車業界の共同研究事業として、以下のⅠからⅢにわたる計画を実施して来た。

□平成19年度より5年計画：

**JATOPⅠ**（Japan Auto-Oil ProgramⅠ）

□平成24年度より3か年計画で**JATOPⅡ**事業

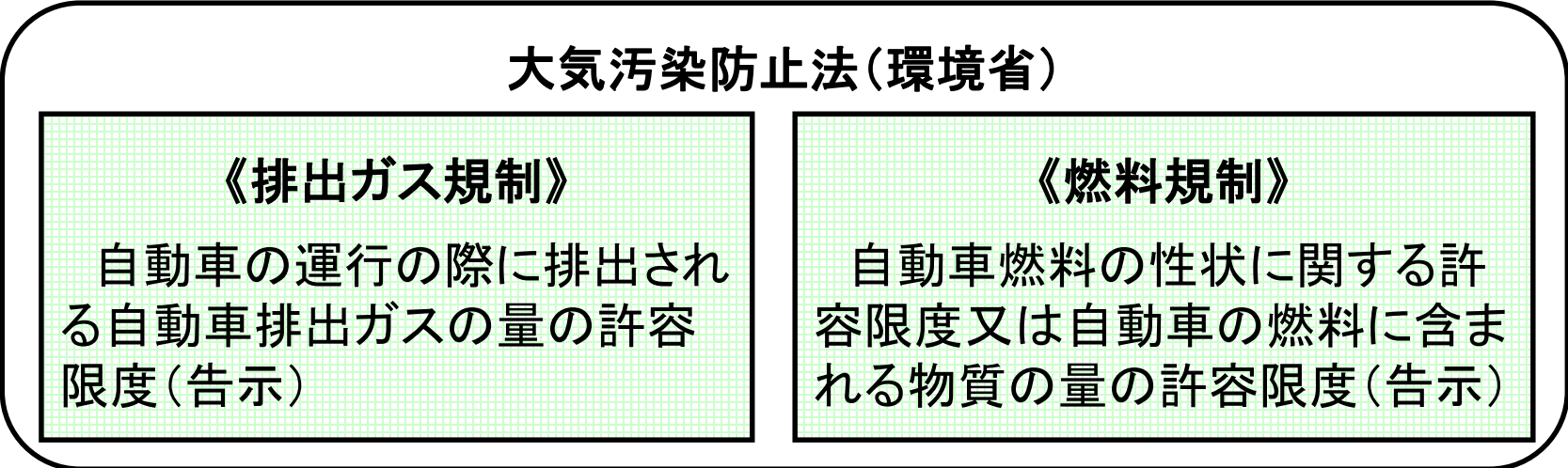
□平成27年度より3か年計画で**JATOPⅢ**事業

本事業では、将来変化するであろう燃料性状を想定して自動車（排出ガス対策システムを含むエンジンシステム）と燃料（分解成分を含む軽油とガソリン）における排出ガスと燃費に関わる技術課題を抽出し、その解決を目指して来た。

これらの実証的研究と大気研究の取組みを通じて、将来の燃料性状の変化に備えた多くの有益な技術データと知見を得ることが出来た。

# 自動車排出ガス・燃料規制の仕組み

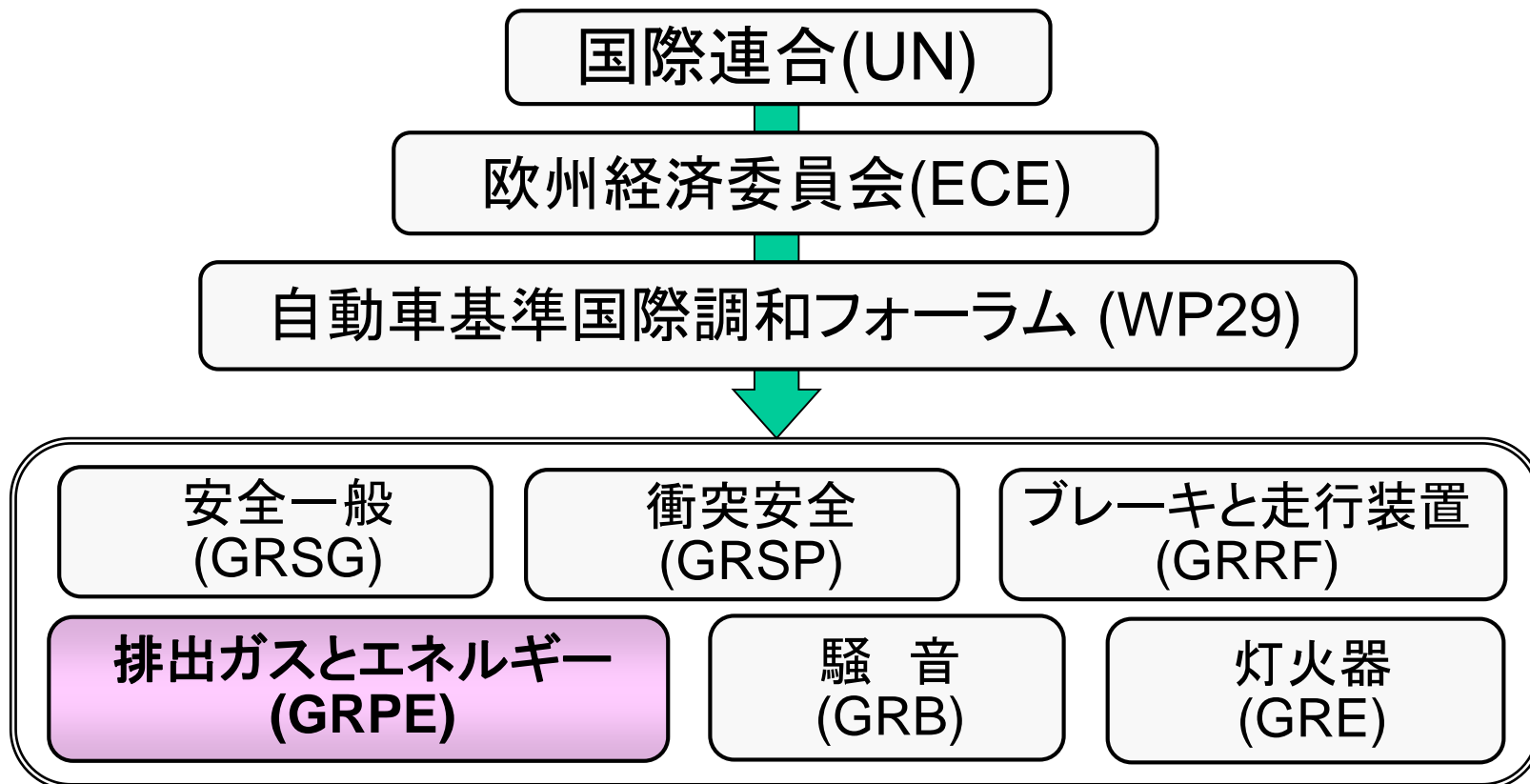
中央環境審議会 答申



道路運送車両法  
(国土交通省)  
道路運送車両の保安基準(省令)

揮発油等の品質の確保等に関する法律(経済産業省)  
揮発油規格及び軽油規格(省令)

# 自動車に関する国際基準調和活動の枠組み



- わが国としては、開発の合理化が図られる国際基準調和に積極的に参画し、推進すべき。そのような戦略の構築と国際舞台で活躍し得る人材の育成が重要な課題。
- 注)各国の基準認証制度が国際貿易の不必要な障害を防ぐためのWTOの「貿易の技術的障害に関する協定」(1995年1月17日発効)に基づく。



# 国際基準調和のための排出ガス・エネルギーに関する専門家会議 (GRPE)

## □ 全世界規制 (gtr)

- ・二輪車排出ガス試験法 (WMTC) (決定)
- ・ノンロードエンジン試験法 (NRMM) (決定)

- ・重量車排出ガス試験法 (WHDC)
- ・排出ガス故障診断 (WWH-OBD)
- ・オフサイクル試験法 (WWH-OCE)

重量車排出ガス関係

- ・乗用車排出ガス試験法 (WLTP) (決定)

## □ ECE規則改正

- ・粒子測定法 (PMP) (決定)

## □ その他

- ・環境に優しい自動車 (EFV)

- ・燃料性状 (FQ) (検討中)

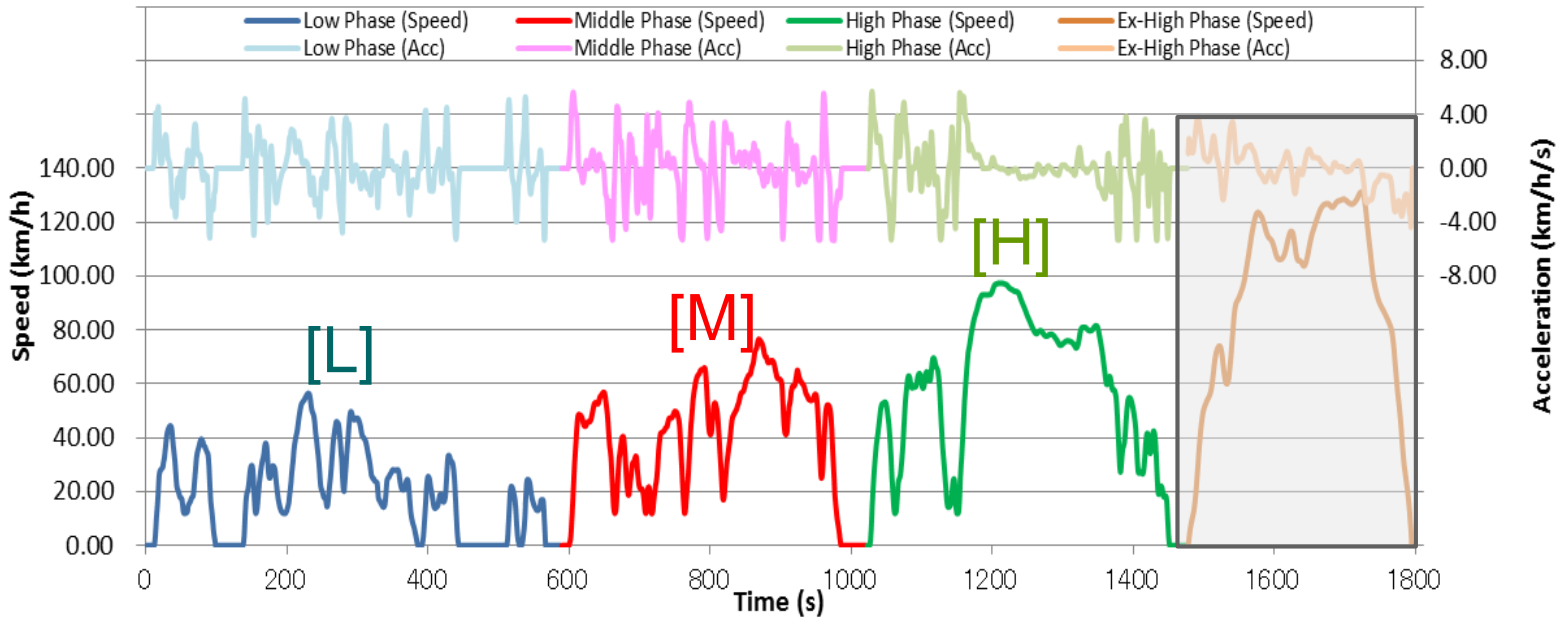


## 自動車排出ガス規制に関わる中央環境審議会の 答申の経緯(1996年諮問)

- ・ 中間答申 (1996年) : 二輪車規制導入, ガソリンの低ベンゼン化
- ・ 第二次答申 (1997年) : ガソリン車の新短期, 新長期規制  
ディーゼル特殊自動車規制導入
- ・ 第三次答申 (1998年10年) : ディーゼル車の新短期, 新長期規制
- ・ 第四次答申 (2000年12年) : ディーゼル車の新長期の前倒し  
ディーゼル特殊自動車の前倒し  
軽油の硫黄分の低減 (500→50ppm)
- ・ 第五次答申 (2002年4月) : ディーゼル・ガソリン車の新長期規制
- ・ 第六次答申 (2003年6月) : 二輪車, 特殊自動車の規制強化
- ・ 第七次答申 (2003年7月) : 軽油の超低硫黄化 (50→10ppm)  
ガソリン, 軽油の燃料品質規制の強化
- ・ 第八次答申 (2005年4月) : ディーゼル・ガソリン車の次期規制  
(ポスト新長期規制, 2009~2010年)
- ・ 第九次答申 (2008年1月) : ディーゼル特殊自動車の規制強化
- ・ 第十次答申 (2010年7月) : ディーゼル重量車NOx挑戦目標, E10燃料
- ・ 第十一次答申 (2012年8月) : 二輪車, ディーゼル重量車, ディーゼル特殊車の  
排出ガス低減対策
- ・ 第十二次答申 (2015年2月) : 乗用車等の排出ガス試験方法の国際調和等
- ・ 第十三次答申 (2017年5月) : 後述する。

# 乗用車の世界統一排出ガス試験法“WLTP”の検討 （中環審第11次答申より，2012年8月）

☆重量車を除くガソリン・LPG自動車及びディーゼル自動車を対象に，UN-ECE/WP29で，我が国も参画して世界統一試験サイクルWLTCを含む世界統一試験法WLTPを検討している。今後，WLTCの導入とともに必要に応じてJC08モードでの排出ガス特性との相関を取り，新たな排出ガス許容限度目標値が設定されている。



WLTC

WLTC: Worldwide harmonized Light duty driving Test Cycle

# WLTCによる新排出ガス規制値 (中環審, 第十二次答申) (平成27年2月4日)

許容限度目標値(平均値), 単位:g/km

区 別	車 種	CO	NMHC	NOx	PM	適用年末
ガソリン・ LPG車	乗用車	1.15	0.10	0.05	0.005*	平成30年
	軽貨物車	4.02	0.10	0.05	0.005*	平成31年
	軽量貨物車	1.15	0.10	0.05	0.005*	平成30年
	中量貨物車	2.55	0.15	0.07	0.007*	平成31年
ディーゼル車	乗用車	0.63	0.024	0.15	0.005	平成30年
	軽量貨物車	0.63	0.024	0.15	0.005	平成31年
	中量貨物車	0.63	0.024	0.24	0.007	平成31年

\*: 直接噴射エンジン車

## 中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第十三次答申)」(平成29年5月31日)

### □二輪車の排出ガス低減対策(平成32年より適用)

大気環境保全と国際基準調和を目的として、HCやNOx等の規制強化、耐久走行距離の延長、高度なOBDIIの導入等を行う。

### □ガソリン直噴車の微小粒子状物質対策(平成32年より適用)

近年増加しているストイキ直噴車(三元触媒が利用できる理論空燃比で燃焼する方式の筒内直接噴射ガソリンエンジン搭載車)に対し、ディーゼル車等と同等のPM規制(0.005g/km)を導入する。

### □燃料蒸発ガス低減対策(平成32年より適用) <次ページに説明>

給油時の燃料蒸発ガス対策として、燃料小売業界の自主的取組により、給油所側での対策(Stage2)の導入を促進するとともに、駐車時の燃料蒸発ガス対策として、駐車試験日数を延長する等自動車への規制を強化する。

### □今後の課題

PM排出量の一層の低減に向けて、環境基準達成状況とPM排出実態を踏まえつつ、ディーゼル車とガソリン直噴車に対するPM粒子数(PN)規制の導入、ブレーキ粉塵の量を適切に評価できる測定法等を検討すべき。

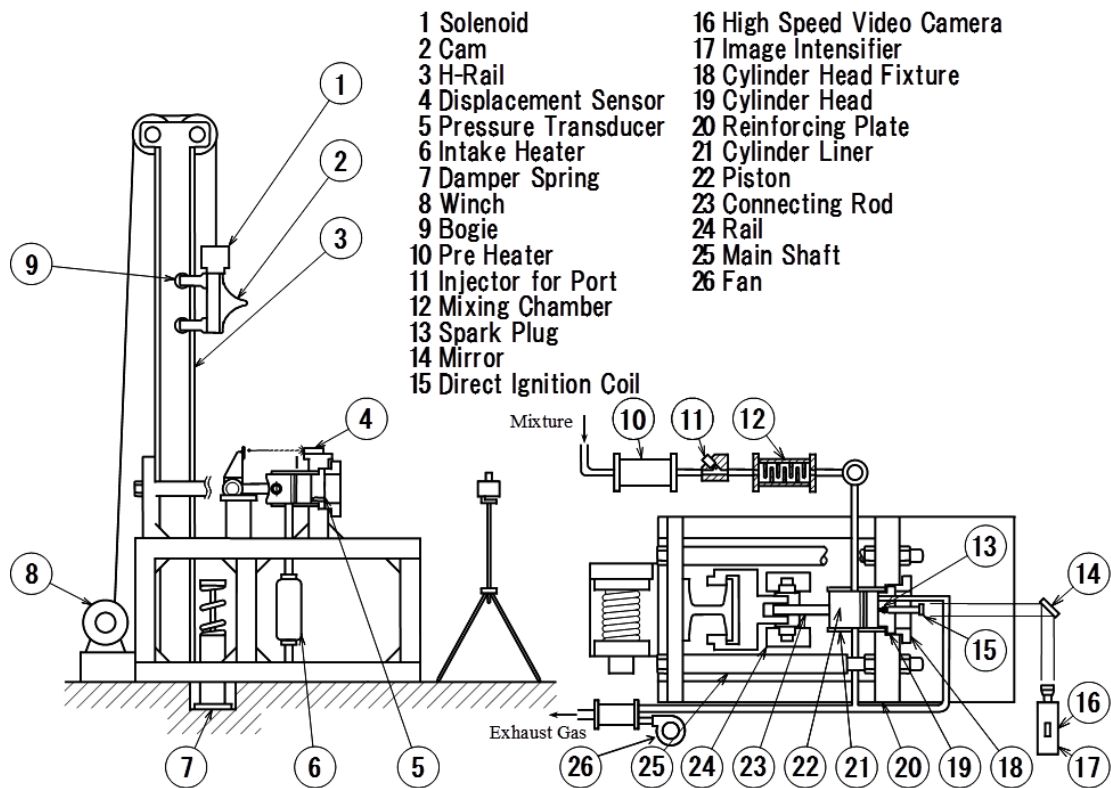


## ガソリン車の駐車時の燃料蒸発ガス低減対策 (十三次答申より)

ガソリン車の駐車時の燃料蒸発ガス低減対策は、国際基準調和の観点から、現在UNECE/WP29において進められている燃料蒸発ガス低減対策に係る国際基準を作成するための議論の方針に沿って、以下のように規制強化を行うこととする。

- ① 駐車試験日数：より長時間の駐車にも耐え得る大容量のキャニスタ(活性炭を封入した燃料蒸発ガス吸着装置)を搭載することを目的とし、国際基準案と同様、現行の1日から2日へ延長することにより規制を強化する。
- ② パージ走行サイクル(キャニスタに吸着された燃料蒸発ガスをエンジンに吸引(パージ)するための自動車の走行サイクル)：国際的に統一された試験サイクルであるWLTCを用い、パージ能力を向上させるため、現行のパージ走行に係る距離等を勘案し、国際基準案と同様のパージ走行サイクルに変更する。
- ③ 排出ガス許容限度目標値：燃料配管に充填されているガソリンがゴム材質の部分からより透過しにくくするようゴム材質を変更することを目的とし、国際基準案と同様、現行の駐車試験日数1日当りの目標値を2日当りの目標値として適用する。同許容限度目標値は、平成32年(2020年)末までに適用を開始する。

# ディーゼル燃焼の高速撮影



Bore × Stroke: 125 × 135mm  
 Compression ratio: 17.0  
 Speed: 800 rpm

☆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。

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

(早大・大聖研)



# VW社の排出ガス不正概要(国交省・環境省, 2016年)

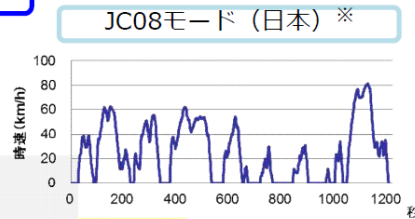
- フォルクスワーゲン社(VW社)のディーゼル車において、排出ガスを低減させる装置を、型式指定時等の台上試験では働かせる一方、実際の走行では働かないようにする不正ソフトが組み込まれていたもの

不正ソフトが組み込まれた車両

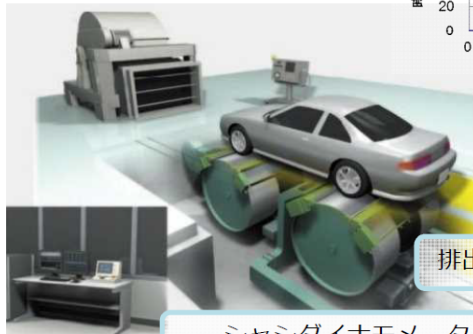
搭載エンジン	年式・ブランド	全世界での対象車両	日本国内	
			正規輸入車両	個人輸入車両
2L以下のディーゼルエンジン EA189型	2007年以降に製造されたフォルクスワーゲン、フォルクスワーゲン商用車、アウディ、セアト、シュコダ	約1,100万台	0台	36台 (平成27年12月現在)
3Lのディーゼルエンジン	2008年以降に製造されたフォルクスワーゲン、アウディ、ポルシェ	約8.5万台 (対象は北米のみ)	0台	35台 (平成27年12月現在)

## 台上での排出ガス試験

一定の走行方法により排出される窒素酸化物(NOx)等が基準値以下であることを確認

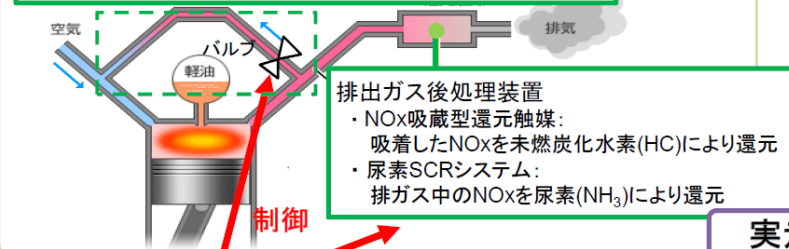


※欧州、米国は走行モードが異なる



排出ガス分析計

排出ガス再循環システム(EGR):  
排気の一部を吸気に戻し燃焼温度を下げ、NOxを抑制



実走行時

ECU\*中のソフト

- ・台上試験か実走行か検知
- ・台上試験時は排出ガス低減装置を動作させる一方、実走行時は停止



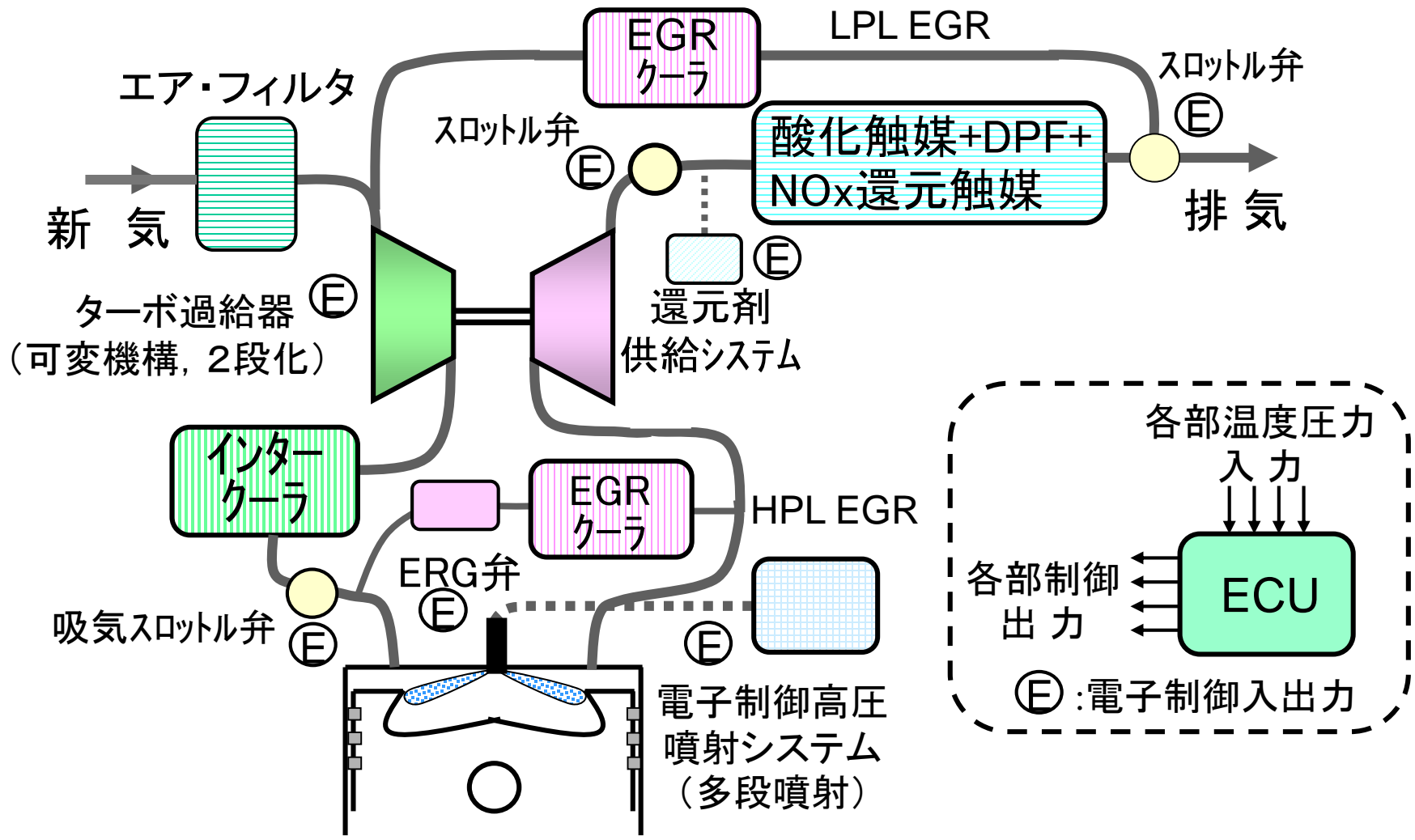
※エンジンコントロールユニット

台上試験では、基準を満たすよう、窒素酸化物(NOx)を抑制

実走行では、基準を大幅に超えた窒素酸化物(NOx)を排出  
⇔ 燃費・加速性能・耐久性は向上



# 今後のディーゼルエンジンの排出ガス対策例



低硫黄軽油を利用して、燃料噴射系と排気後処理の最適な制御のシステム化、信頼耐久性の確保、コスト低減が重要。長期的に一層の高効率化を目指す必要がある。

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～



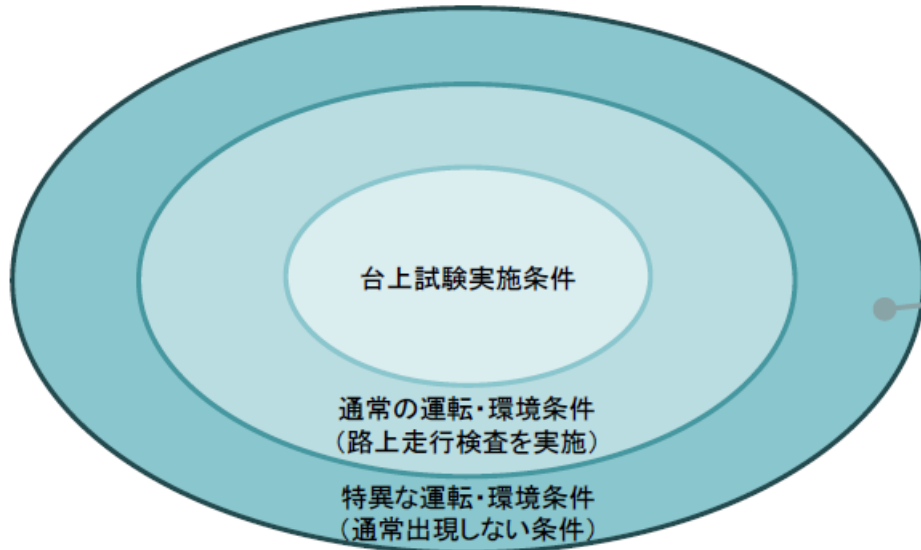
「大気の改善を行うのが本来の規制の趣旨であるわけですから、実際の道路を走るような条件で排ガスを評価すること(RDE)が必要になってくる。」（中小型ディーゼル車は対策コスト高となる。）



これがきっかけとなってVWは電動化への転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表明。これに追随して中国やインドも同様の検討を開始。

# 保護制御ガイドライン(対象:GVW3.5t以下のディーゼル乗用車及びディーゼル貨物車, 2017年)

国交省・環境省



- 保護制御ガイドラインでこの領域を定義し、原動機等の保護が必要な場合に限り、排出ガス増大を伴う制御を許容する。
- 自動車メーカーは、保護制御の作動及び排出ガス増大が必要最小限となるよう配慮する。

原動機等の損傷を防止し、安全な運転を確保するための保護制御の条件について以下の条件範囲以外では、保護制御の作動を許容しない。自動車メーカーは、条件の範囲内における排出ガスの増大が最小限となるよう努める。

- ① 低回転連続運転時(アイドリングを含む。) 車速20km/h以下での連続運転20分以上
- ② 車両最高速度×0.8の速度以上、または最高出力時エンジン回転速度以上
- ③ 冷却水系統のエンジン出口水温が沸点-15°C(100°C未満となる場合は100°C)以上
- ④ 特異な環境条件: 大気圧90kPa以下(標高1,000m以上相当) 外気温度-2°C以下または38°C以上
- ⑤ 異常発生時: OBDシステムによるエンジン又は排出ガス低減装置の故障検知による警報時

## 欧米でのRDEの導入概要(国交省/環境省, 2016年)

### <EU>

- 2007年: 台上試験と路上走行時の排出ガス量に乖離がある場合は、路上走行に対する規制を導入することが欧州法規に明記。
- 2011年: ディーゼル車のNOx排出量に乖離があることが判明し、RDE (Real world Driving Emissions)規制の導入が決定。
- 2015年9月: 米国EPAよりVW社の排出ガス不正公表。
- 2016年: 自動車メーカーに対し路上走行における排出ガス量の測定とその結果の提出を義務付け。
- (新型車のみ) 2017年 9月 排出ガス基準値への適合を義務付け。
  - ・排出ガス基準値は台上試験のNOx基準値に対して2.1倍(CF=2.1)
  - ・2020年1月: 排出ガス基準値の強化。排出ガス基準値は台上試験のNOx基準値に対して1.5倍(CF=1.5)

### <米国>

排出ガス規制の認証の際に、当局が必要に応じて追加の台上試験及び路上走行試験を実施している。しかしながら、自動車メーカーによる事前の対策を防ぐため、試験方法の詳細については一切公表されていない。

☆わが国ではCF=2.0として、平成34年(2022年)より実施。

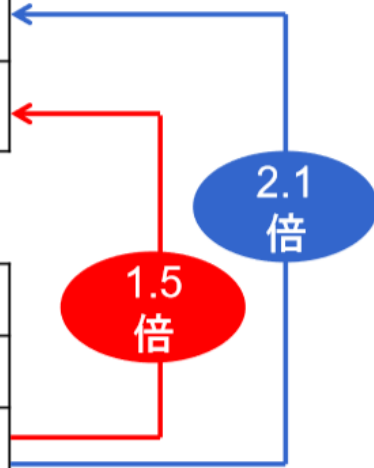
# EUにおけるRDE規制(国交省/環境省, 2016年)

## 適用時期及びNOx排出ガス基準値(乗用車及び小型商用車のN1クラス1)

規制段階	適用時期	排出ガス基準値: NOx(mg/km)	
		火花点火エンジン車	圧縮着火エンジン車
EURO6d-TEMP	2017年9月1日 (2019年9月1日)	126	168
EURO6d	2020年1月1日 (2021年1月1日)	90	120

## 台上試験のNOx排出ガス基準値

規制段階	適用時期	排出ガス基準値: NOx(mg/km)	
		火花点火エンジン車	圧縮着火エンジン車
EURO6c	2017年9月1日 (2018年9月1日)	60	80



N1クラス1: 基準質量 ≤ 1305kg  
 ( )内は継続生産車の適用時期

## わが国におけるRDE規制(国交省/環境省, 2017年)

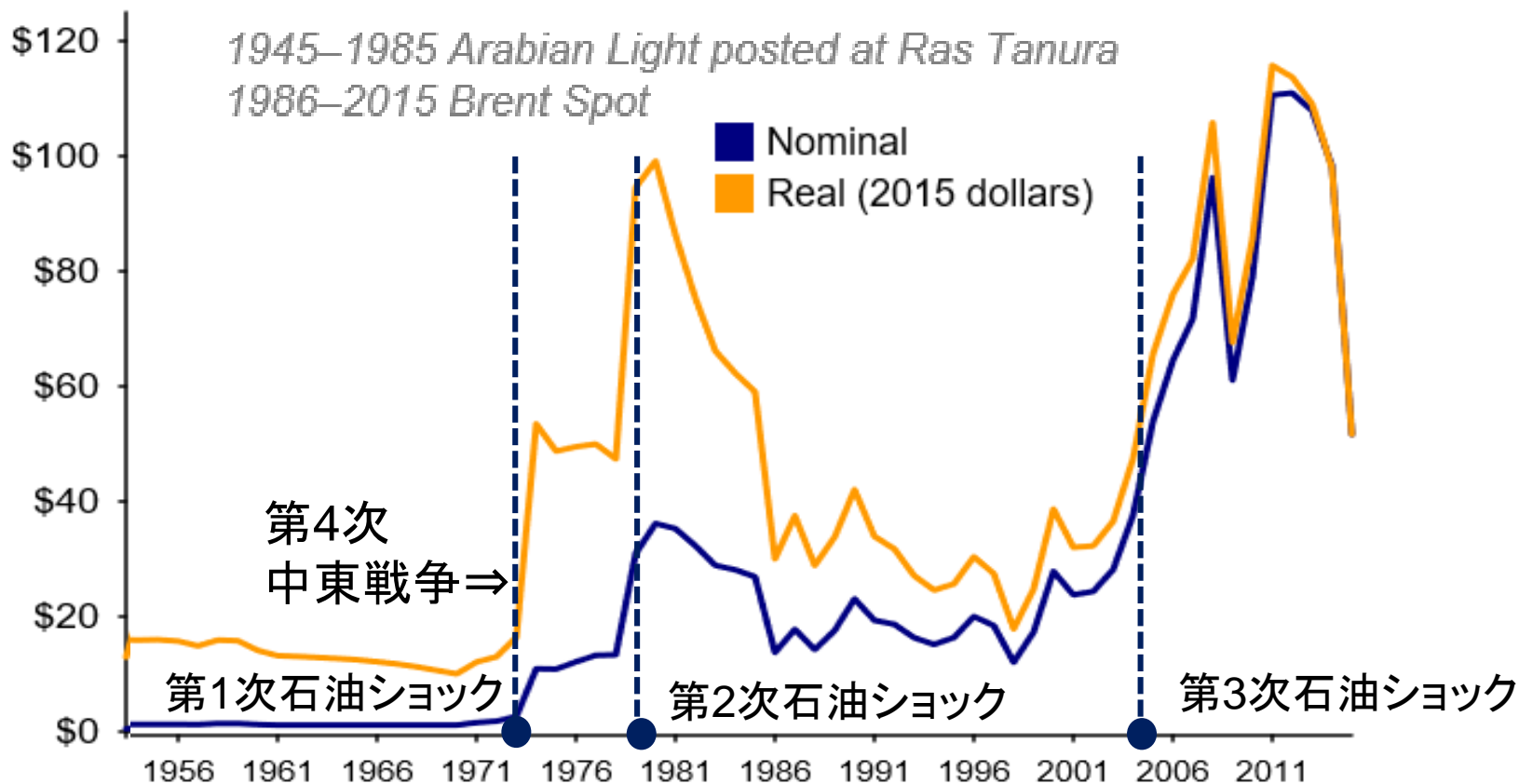
- 先行する欧州のRDE規制試験法を参考に, その改訂動向を踏まえつつ, 日本と欧州の走行環境(走行速度, 気温等)WLTC適用フェイズの違いを考慮した路上走行検査方法を策定する。
- 国内では, ルート選定の際に都市内と都市間の別を地形図上で区別することが困難なことから, 明確に区別できる一般道路及び高速道路の別を規定する。走行の順序は, WLTCで想定している走行順序に準じ, 一般道路①, ② → 高速道路③とする。

	速度区分	距離比率
①低速	(瞬間速度 0~40km/h)	20~35%
②中速	(瞬間速度 40~60km/h)	30±10%
③高速	(瞬間速度 60km/h~)	45±10%

- 「都市内及び都市間」及び「全区間」においてPEMS (Portable Emissions Measurement System) でえられた排気データをMAW (Moving Average Window) 法による処理を行った後のNO<sub>x</sub>排出量が, 台上試験における規制値にCF値2.0を乗じた値を下回っているかどうかを確認する。

# 原油価格の推移（資料：米国EIA, 2015）

- ☆今後とも、国際情勢や需給の変動によって、過去に起きたような原油価格の乱高下が生じる可能性があり、長期的には価格上昇に向かう。
- ☆地球温暖化対策のため、石油の使用が制限される可能性もある。
- ☆それに柔軟に対応し得る長期的技術戦略を構築し実行すべき。





# わが国における燃費基準の沿革

- 1979年 6月: エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法)制定
- 1979年12月: ガソリン乗用自動車の燃費基準の策定(1985年度目標)
- 1993年 1月: ガソリン乗用自動車の燃費基準の改正(2000年度目標)
- 1996年 3月: ガソリン貨物自動車の燃費基準の策定(2003年度目標)
- 1998年 6月: 省エネ法改正・・・「トップランナー基準」の考え方の導入
- 1999年 3月: 乗用車, 小型貨物車のトップランナー基準の策定(ガソリン車は2010年度目標, ディーゼル車は2005年度目標)
- 2003年 7月: LPガス乗用車のトップランナー基準の策定(2010年度目標)
- 2006年 3月: 重量車(トラック, バス等)のトップランナー基準の策定(2015年度目標)
- 2007年 7月: 乗用車, 小型バス, 小型貨物車の新燃費基準の策定(2015年度目標)
- 2011年10月: 経産省・国交省は乗用車の2020年度の新燃費基準取りまとめ, 発表。2012年春に関連法令を改正した。
- 2015年 3月: 小型貨物車(車両総重量3.5t以下)の新燃費基準取りまとめ
- 2016年 3月: WLTPによる乗用車燃費試験法の検討, その後決定
- 2017年 7月: 走行環境別(LMH)の燃費表示に関する取りまとめ
- 2017年 12月: 重量車の2025年度燃費基準に関する取りまとめ

# 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。

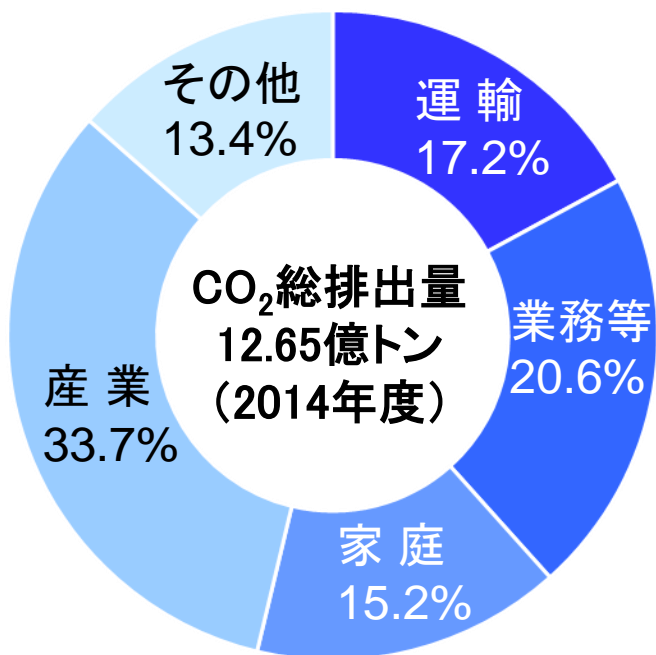
[ 単位：百万t-CO<sub>2</sub> ]

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2014年度の運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量 (国土交通省, 2016年)

## 各部門の排出割合



分類	万トン	割合 %
自動車	18,657	86.0
自家用乗用車	10,303	47.5
自家用貨物車	3,831	17.7
営業用貨物車	3,795	17.5
バス	405	1.9
タクシー	323	1.5
内航海運	1,075	5.0
航空	1,017	4.7
鉄道	955	4.4
合計	21,700	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14.7%を占めている。



## ディーゼル重量車と乗用車等の燃費基準の強化

☆トップランナー方式により、車両区分別に燃費基準が設定されている。

### ディーゼル重量車（車両重量3.5t超）

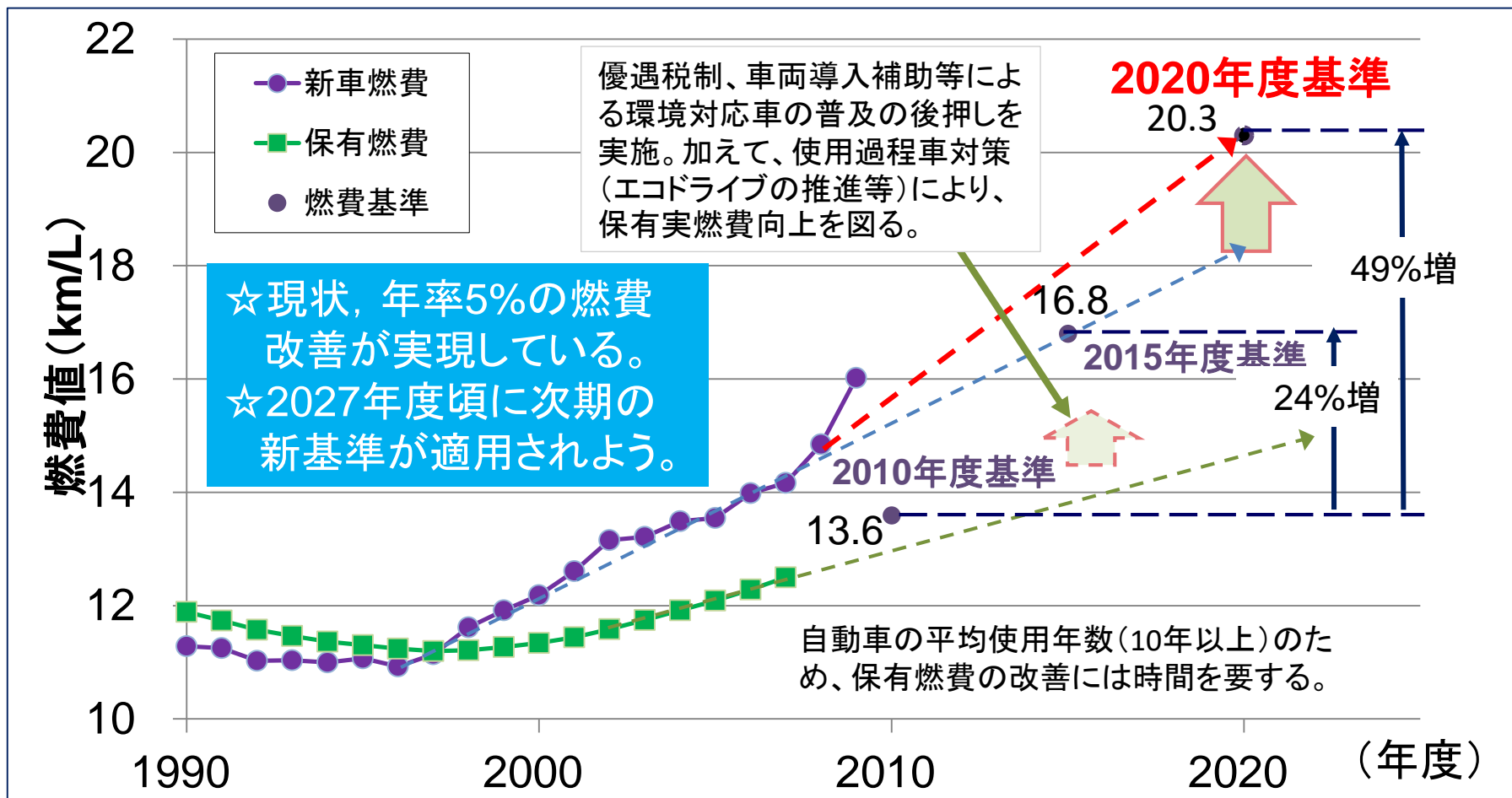
- 世界初の燃費基準。2002年度比で2015年度までに平均で12.2%の改善。
- 2009年からのポスト新長期排出ガス規制による燃費悪化の克服が必要。
- 車体の種類や形状が多いことを考慮し、定常運転でのエンジン燃費特性をもとに数値シミュレーションによる評価を行う手法を適用。
- 2017年12月、2025年度基準が提示された。（後述）

### 乗用車等

- 2010年度の燃費基準では、1995年度比で22.8%改善する。（2004年度に約22%改善）
- 2015年度基準では、車両の重量区分を一層細分化し、2015エンジンと動力伝達技術の改善効果を積み上げることで、2010年度基準値に対して平均で29.2数%の改善が可能。2004年度比で23.5%改善、2015年度基準が達成されれば、1995年度に対して約40～50%の改善
- その後、2012年に2020年度基準が設定されている。さらに2027年頃を目途に次期基準を検討中。

# 乗用車等の燃費基準の推移(国交省, 2011年)

- ・2020年度平均燃費値は**20.3 km/L**となり、2009年度比24.1%の向上。
- ・燃費値はJC08モード。10・15モードによる測定実績値を一定の仮定で換算



## 新たな重量車の燃費基準（国交省・経産省）

重量車（車両総重量3.5トン超，トラック・バス等）の新たな燃費基準に関する取りまとめが行われた。（発表：2017年12月12日）

- 実施される目標年度：2025年度
- 現行の2015年度燃費基準に対する強化

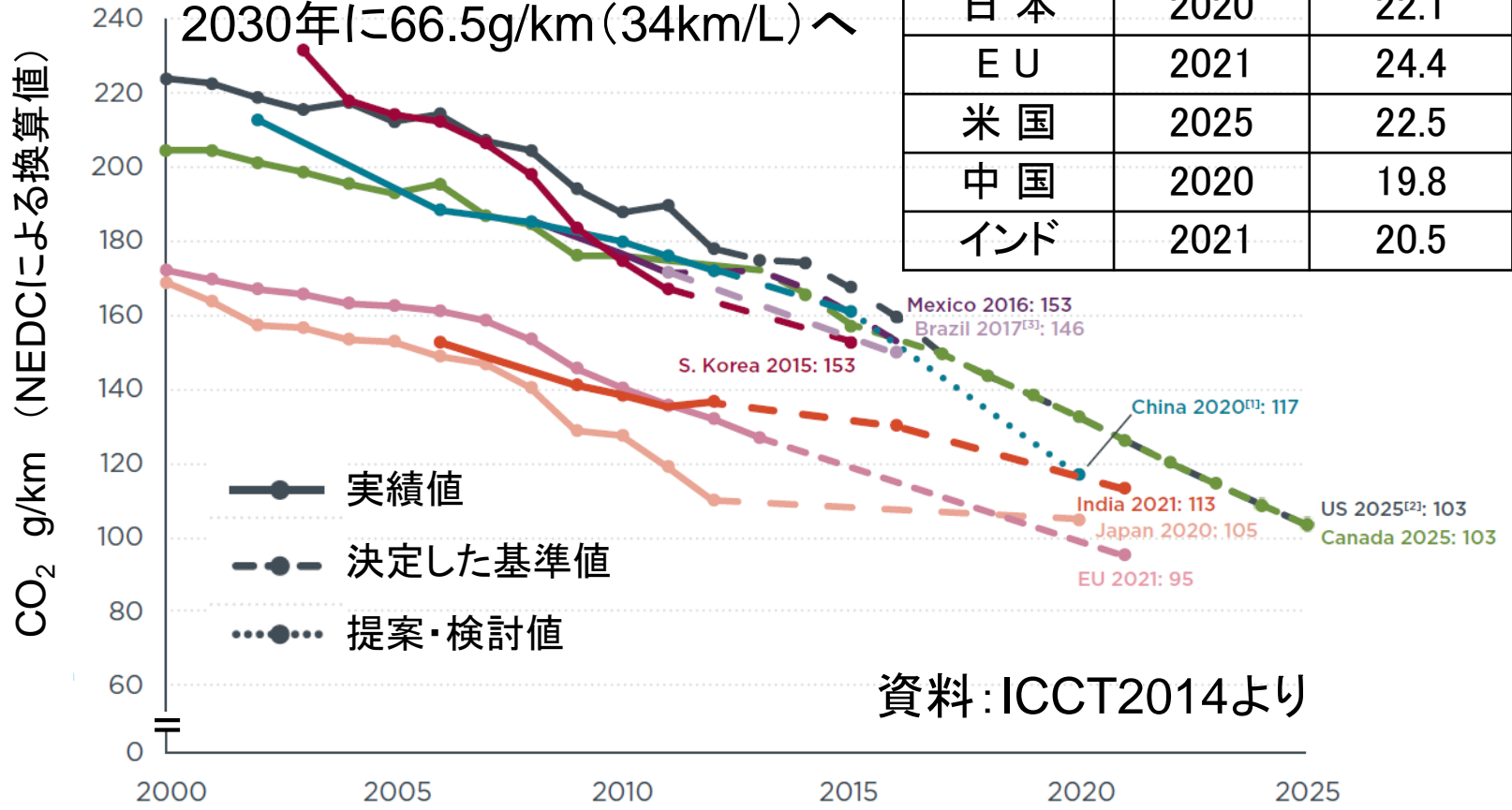
- ・トラック等：7.63km/L（約13.4%の強化）
- ・バス： 6.52km/L（約14.3%の強化）

- 車両総重量の区分毎に取りまとめられた新しい燃費基準案について，区分毎の2014年度販売実績を基に加重調和平均して算出した値とする。
- 新燃費基準では，従来の測定方法を改正し，より走行実態を反映した燃費値を算定することとし，主な改正項目は以下のとおり。
  - ① 燃費マップの定常測定点数の追加
  - ② 空気抵抗，転がり抵抗の実測値の反映によるエネルギー損失の精緻化
  - ③ 走行実態に応じた都市間走行比率，積載・乗車率の更新
- 判断基準の特例として，達成区分における超過達成分合計の半分を未達成区分の未達成分と相殺できるハーフクレジット制度を引き続き採用する。
- 予定
  - ・平成29年12月：重量車の燃費基準等に関するパブリックコメント
  - ・平成30年4月：関係法令の改正（重量車の新しい燃費基準の策定）

# 各国の乗用車燃費基準によるCO<sub>2</sub>排出量の比較

～2017年11月8日発表～  
EUでは2021年の95g/kmから  
2030年に66.5g/km(34km/L)へ

国	実施年	基準値 km/L
日本	2020	22.1
EU	2021	24.4
米国	2025	22.5
中国	2020	19.8
インド	2021	20.5



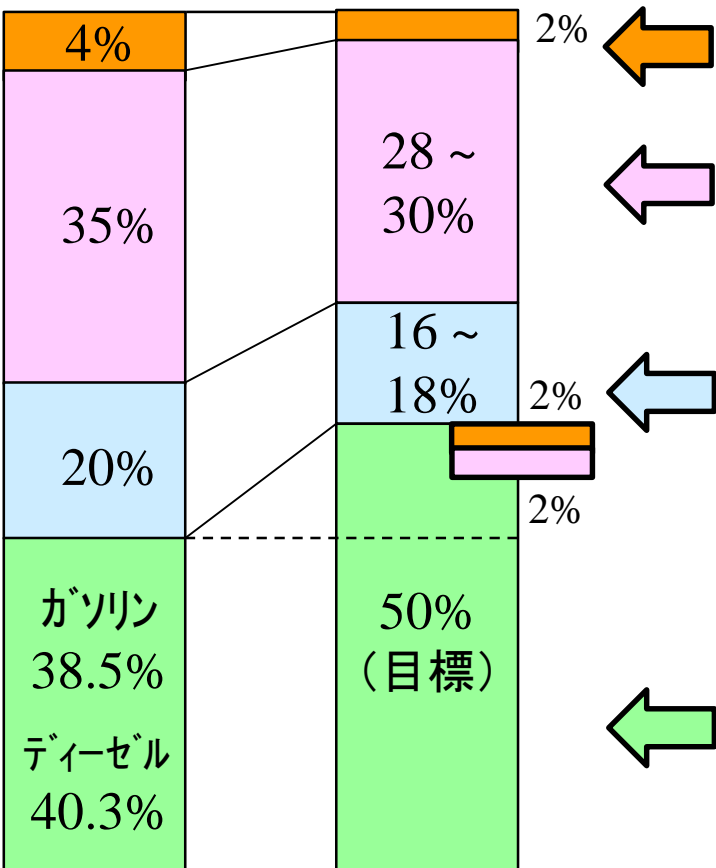
- ★2020年代には各国ともに20km/Lレベルになる。
- ★2020年半ば以降の燃費基準の強化が重要な課題



# 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》

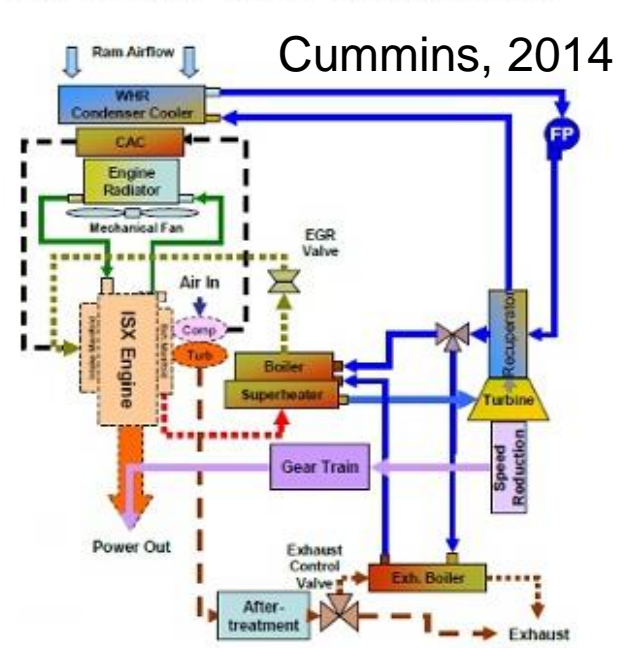
- ← 機械摩擦損失の半減 (高面圧・低粘性化)
- ← 排気エネルギー有効利用
  - ・ターボ過給の高効率化 (60数%達成)
  - ・排熱回収 (熱電素子の利用)
- ← 熱損失の低減
  - ・超リーンバーン
  - ・シリンダ内流動の適正化
  - ・分散噴霧ディーゼル燃焼
  - ・遮熱材の利用
- ← 図示仕事の増大 (図示熱効率の改善)
  - ・燃焼の改善
    - ガソリン: リーンバーン, ロングストローク化
    - ディーゼル: 高分散燃焼

# 物流を担う重量車の高効率化

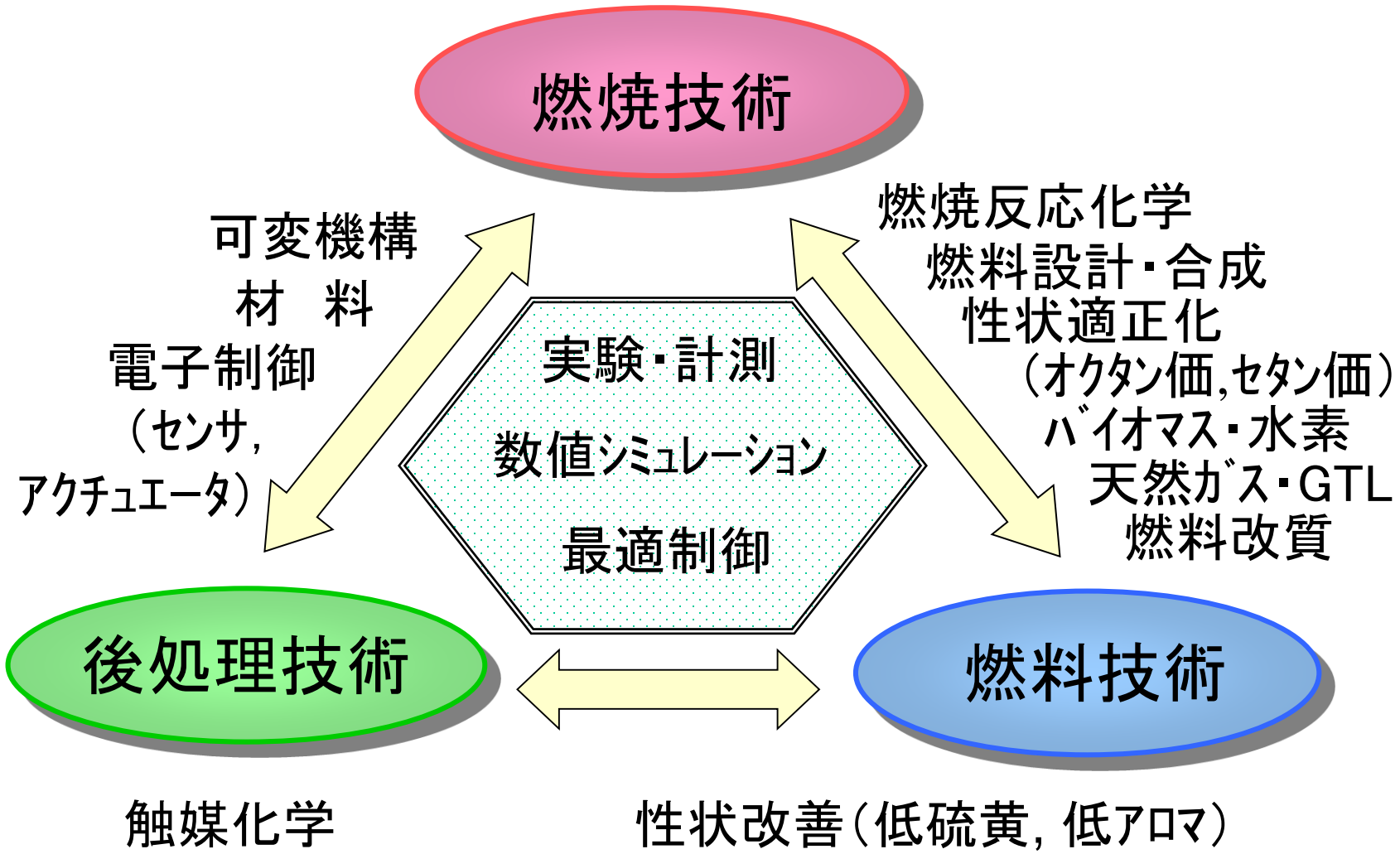
- ❑ 物流は自動車用燃料の約4割を使用。
- ❑ 物流と公共交通を担うディーゼル車の一層の高効率化は極めて重要な課題
- ❑ 排気のスーパークリーン化が大前提。
  - ① エンジンシステムの高効率化
 

~ 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

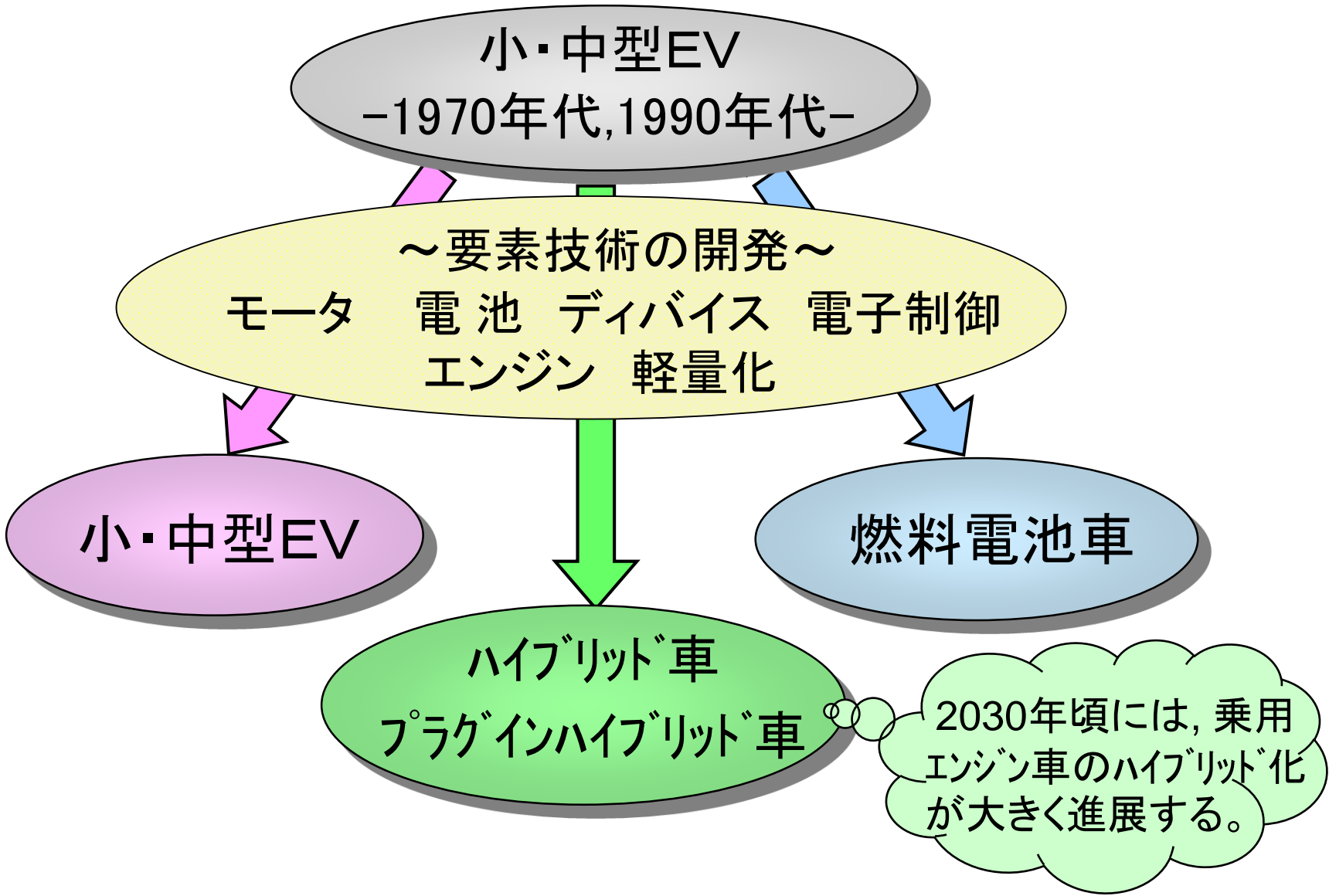
SuperTruck Waste Heat Recovery



# エンジンに関わる3つの技術

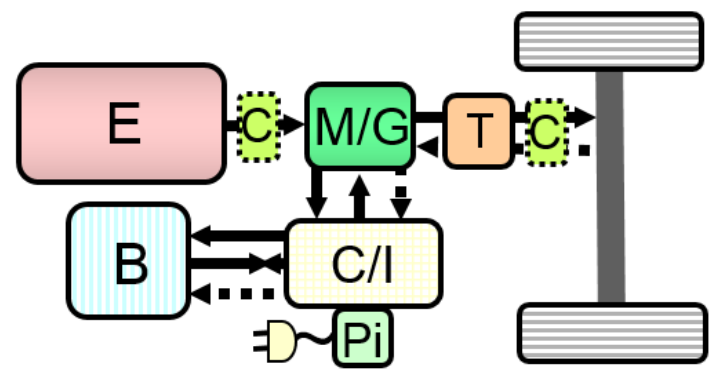


# 今後の自動車の電動化

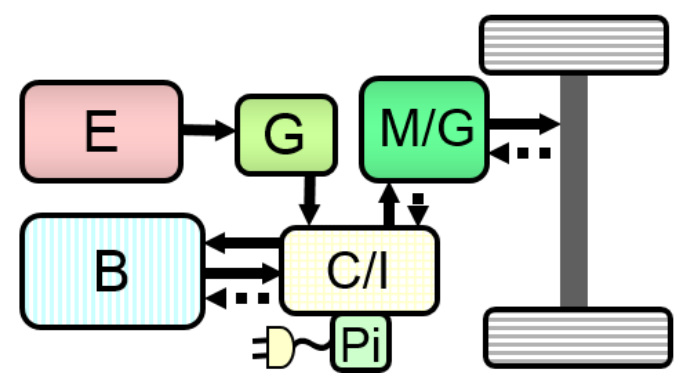


# 各種のハイブリッド方式と燃費改善

(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%】

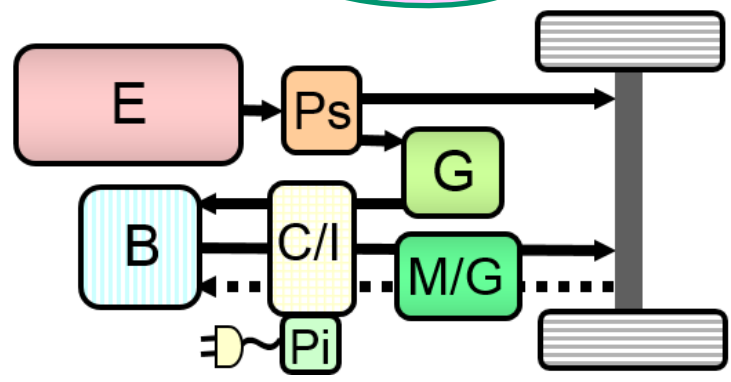


＜シリーズ(フル)＞【50-100%】

## ＜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
  - Ps: 動力分割システム
- : 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？

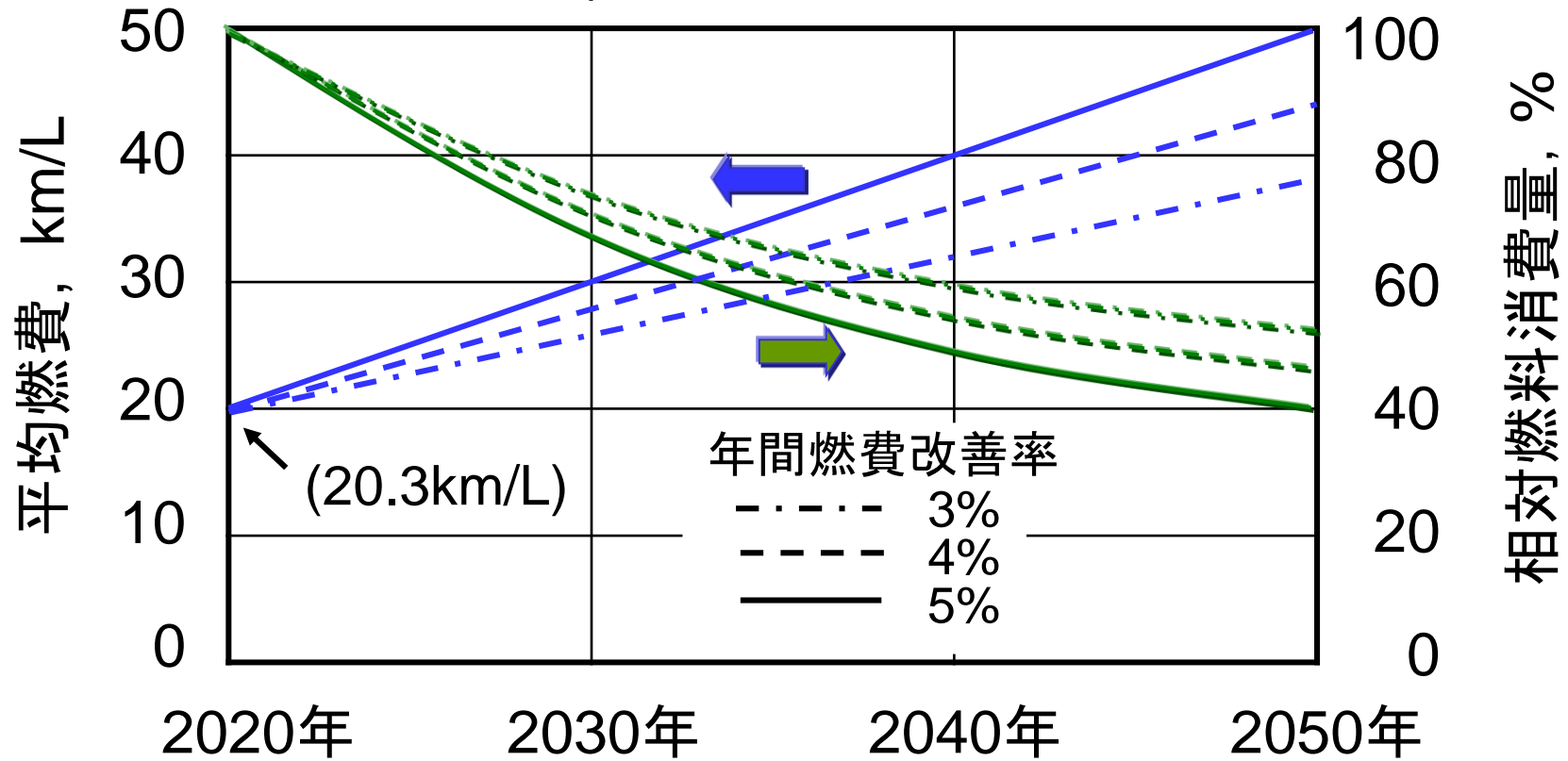


＜シリーズ/パラレル(フル)＞【50-100%】

# 乗用車の将来の平均燃費目標

改善率:5%/年

CO2 : 116                      77.4                      58.0                      46.4 g/km

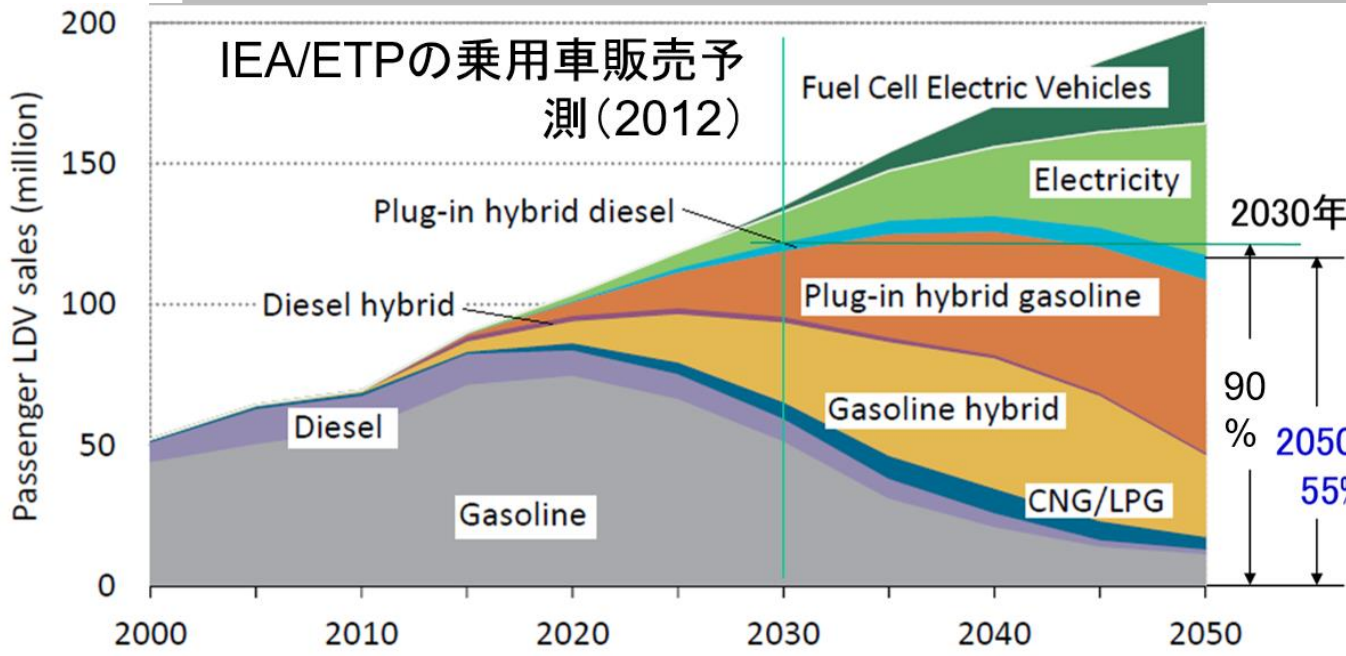


# 次世代自動車と特徴と課題

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 石油依存性 50%のエンジン高効率化？
ハイブリッド車	○	◎	◎	◎	□	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	◎	◎	◎	○	▲	原料の低炭素化 水素供給インフラの整備
クリーンディーゼル車	□	○	◎	◎	○	一層の排気クリーン化 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



# 2050年に至る乗用車のシェアと重要技術



2050年においてもエンジンは使われ続けているが...

各技術の課題

各技術の重要度

電力・水素の低炭素化 (EV, PHEV, FCV)	再生可能な電力の活用 ステーション整備と電力需給管理
バッテリー・電動化 (EV, HEV, PHEV, FCV)	高性能ポストLiイオンバッテリー開発 数千円/kWhへの低コスト化
エンジン (ICEV, HEV, PHEV)	正味熱効率の向上 軽小中～重量車: 50～55%
軽量化 (すべての車種に必要)	車両重量: 20～40%程度低減 安全性の確保

# 「2050年における自動車用動力システムとは？」(その1)

## 将来自動車用動力システム委員会 (自動車技術会・報告書, 2016年3月)

### (1)「内燃機関＋石油代替燃料」の可能性

- ・ 内燃機関にとって、石油系燃料は最適な燃料であるが、その存在価値は将来の石油の供給可能性と国の環境・エネルギー政策に大きく依存する。将来の賦存・供給量の減少と価格の上昇への対応が必要となる。
- ・ 非石油系燃料には、地産地消等の燃料(バイオ燃料や天然ガス)、合成燃料(CTL, GTL, BTL)、水素、アンモニアがあるが、いずれも内燃機関での利用は量とコストの両面で限定的。

### (2)「新しい原動機＋非石油燃料(エネルギー)」の可能性

- ・ 2050年までは、水素供給インフラの広範な構築は難しく、コスト高と相俟って、燃料電池車(FCV)の普及は限定的と推察される。
- ・ 電源の多様性と充電インフラの設置の容易さから、バッテリー電気自動車(BEV)は有力である。しかし、バッテリー性能は、2050年頃までに内燃機関の性能・コストに匹敵する水準に達することは困難であり、BEVは短中距離(都市内)走行用に使われることになろう。

## 「2050年における自動車用動力システムとは？」(その2) 将来自動車用動力システム委員会 (自動車技術会・報告書, 2016年3月)

### (3) 今後の原動機技術の方向

- ・ 自動車用エネルギーの石油から電気への長期にわたる円滑な分担・移行を進める方策として、両方を使う長距離走行が可能なPHVが有力な選択肢の一つである。その性能向上とコスト低減は、バッテリーを含めた動力システムの重要な課題となろう。
- ・ 自動車は10～15年程度使用されることから、他の動力システムに移行するためには、その間の共存に配慮する必要がある。

### (4) 今後のモビリティ社会との関連

- ・ 今後予想されるエネルギー問題とそれに起因する世界経済へのインパクトを克服するには、自動車単体の低燃費化を追求するとともに、エネルギー消費が少ないモビリティ社会の構築を目指すべき。
- ・ それを可能にするハード・ソフト両面の技術を先行して開発・実用化し、海外、とりわけ新興国にも発信し展開していくことが、重要な課題となろう。そのキーワードは、『モビリティ・イノベーションの創出』

# 2030年から2050年に向けた取り組み



- 2030年を超えて石油が利用可能な状況にあっては、エンジンの高効率化は、従来車はじめ、HEVやPHEVの燃費改善にも極めて有効である。
- 2050年に向けた脱石油と低炭素化のためには、HEV, EV, PHEV, さらにはFCVを含む電動化と低炭素で再生可能な電力・エネルギーの活用が不可欠である。
- 電動化において、バッテリーのエネルギー密度の大幅な向上とコスト低減が最も重要な課題である。
- 再生可能な電力の利用は、普及台数増加に伴う急速充電の需給変動に対応したマネジメントシステム(デマンドレスポンス)の構築が不可欠である。
- FCVにとっては、長期的な計画に基づき、社会受容性を確保しつつ、低炭素水素の利用、大幅なコスト低減、生産性の向上を図る必要がある。
- 車両の軽量化はあらゆる車種に対して継続的に取り組むべき重要な課題である。
- 2050年における温室効果ガス80%の削減を実現するためには、これらの技術的な目標の達成のみでは不十分であり、交通システムや自動車の利用のあり方を見直し、変革を図る必要がある。(「モビリティ・イノベーション」の実現。)
- これらの取組みを新興国への支援に役立てて国際貢献を果たし、産学官の連携のもとわが国の技術立国としての優位を確保することが大いに期待される。