

# HILS 試験法の拡張による 重量車RDE代替評価の検討

環境研究部 主任研究員 奥井 伸宜

# 燃費・排ガスの規制動向

## 2050年のカーボンニュートラル化の実現に向けて...

- 【日本】 2035年までに乗用車販売を電動車100%とする目標 (グリーン成長戦略)
- 【欧州】 2035年の新車からCO<sub>2</sub>排出ゼロを提案 (Fit for 55)
- 【米国】 2030年のZEV (BEV/PHEV/FCEV) の比率を50%とする目標 (大統領令)



## 自動車の排ガスについても、より厳格に

...従来のシャシダイナモ法に加えて、

【(青字)確定、(紫字)予測】

	国連WG	~2020	~2025	2025~
実路走行エミッション (RDE: Real Driving Emission)	RDE	(欧)乗用車RDE導入	(日)乗用車RDE導入 (22年:DE)	(日)乗用車RDE(GE)?? (?)重量車RDE??
排ガス粒子 (PN: Particulate Number)	PMP	(欧)PN規制導入	(日)PN規制導入 (23年:DE, 24年:GE)	(欧)Euro7?? → PN_10nm規制??



重量車のRDE(実走行排ガス)試験が、将来求められる(??)

将来の規制に対応すべく、新たな評価手法を検討

# 目次

---

1. 現在運用中の試験法の紹介
2. 将来の重量車 台上試験法の構築
3. 将来の重量車 RDE試験法の検討
4. まとめ

車両	基本となる試験法(型式認証時等)	
	<台上試験>	<実路走行試験>
乗用車 (ハイブリッド車, 電気自動車, 燃料電池車含む)	・シャシダイナモ法 (実車+シャシダイナモ)	・RDE試験法 <2022年~予定> (実車+実路走行)
重量車 (エンジン車)	・シミュレーション法 (計算機+エンジンダイナモ)	—
ハイブリッド重量車	・システムベンチ法 (実パワートレイン+ダイナモ) ・HILS法 (計算機+エンジンダイナモ)	—
プラグイン ハイブリッド重量車	—	—
電気重量車	—	—

未整備

↓

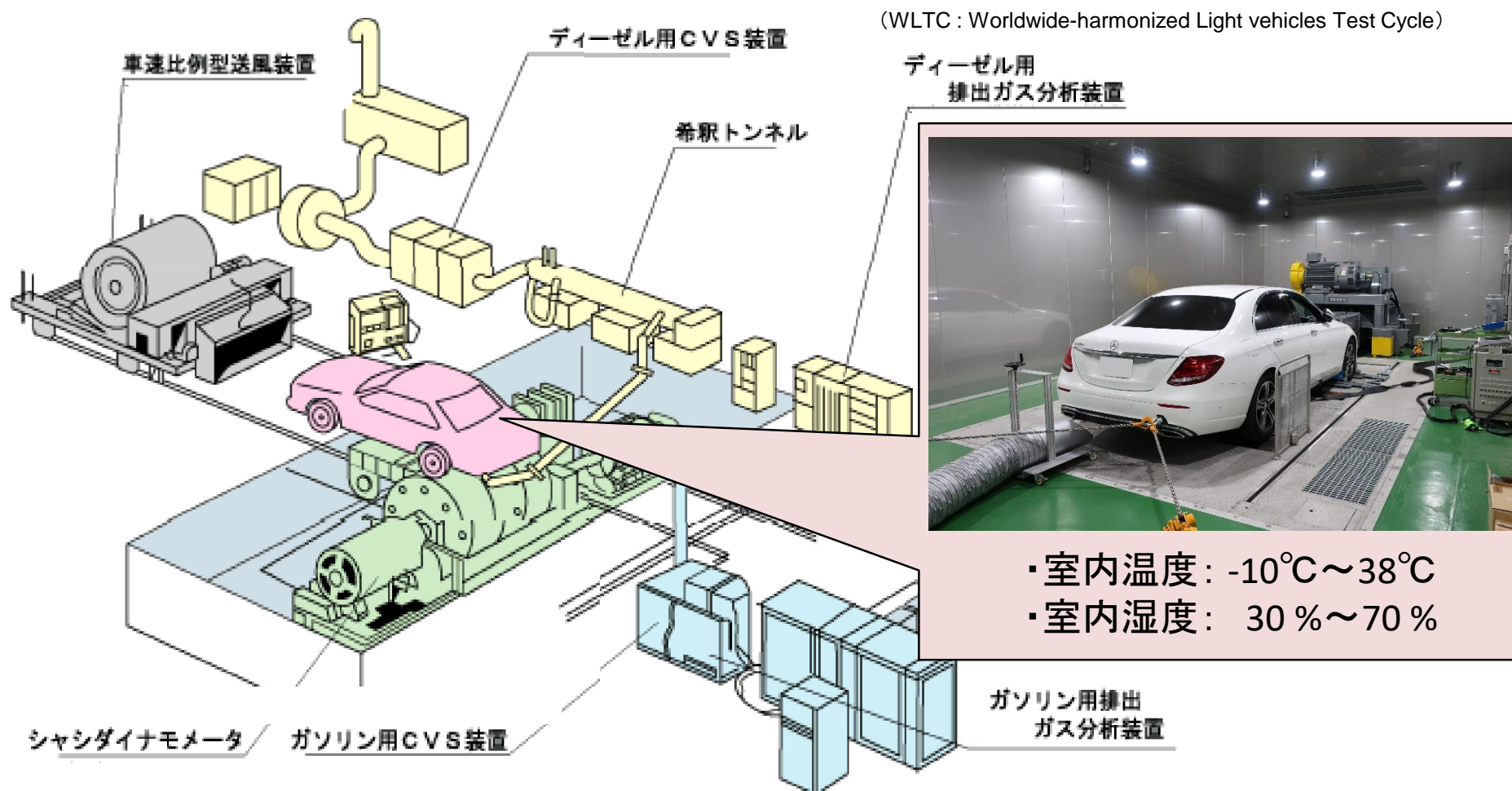
今回, こちらに  
フォーカス

未整備

↓

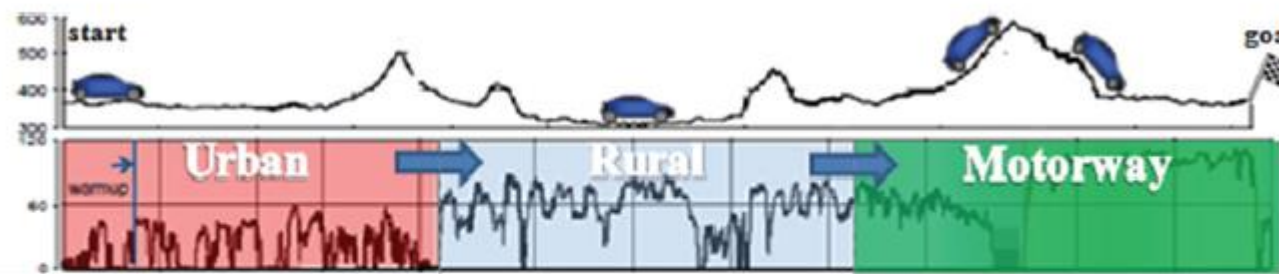
対応策提案中

ローラ上に自動車の駆動輪を載せ、このローラを仮想路面として  
認証試験モード(WLTCなど)を走行し、排出ガス・燃費を測定する



## ➤ RDEの概要 (欧州)

(RDE : Real Driving Emissions)



時間 (min)	90~120 min		
比率 (%)	34% (+10%, min29%)	33 (±10)	33 (±10)
距離・車速 (km/h)	≧ 16 km /0~60 km/h	≧ 16 km /60~90 km/h	≧ 16 km /90~145 km/h

<reference>  
細貝, JSAEエンジンレビュー,  
Vol.7, No.5

- ・小型の排出ガス分析装置 (PEMS) を車載し、実路走行時の排出ガスをリアルタイムに計測
- ・ディーゼル乗用車: NO<sub>x</sub>、直噴ガソリン車: PNが規制対象 (CO、THCは対象外)

PEMS (Portable Emission Measurement System)



# 【重量車(エンジン車):台上試験法】 シミュレーション法

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、多種多様な車両組合せが存在する

仮想車両による評価

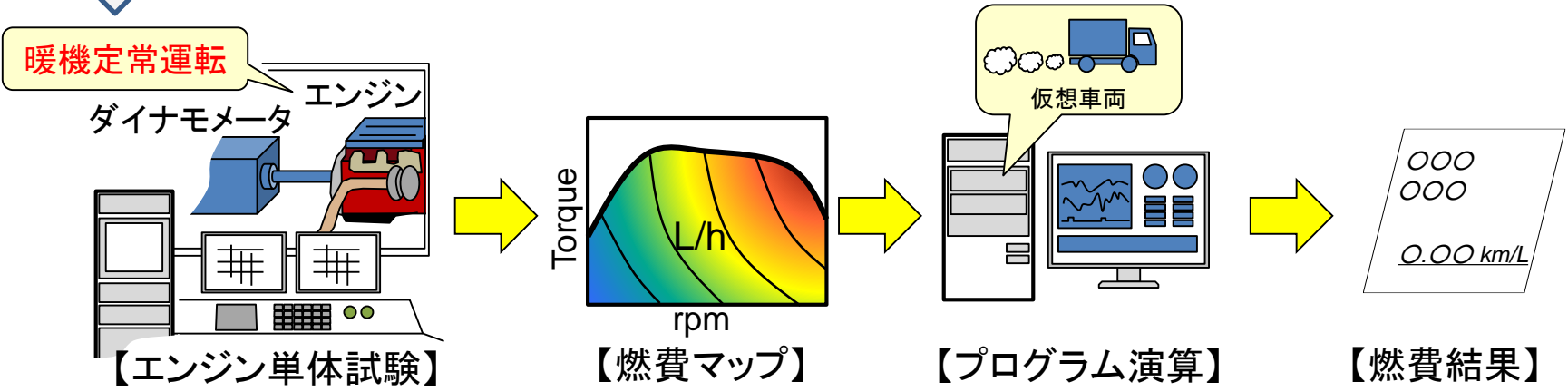
## シミュレーション法

### 燃料消費率(燃費)試験

計算機(変換プログラム)で、仮想車両のモード走行を行う

### 排出ガス試験

エンジンダイナモ装置にて、エンジン単体でモード走行を行う



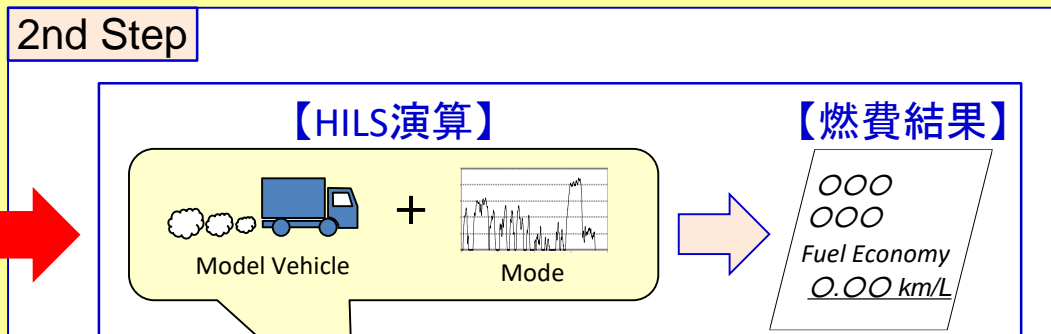
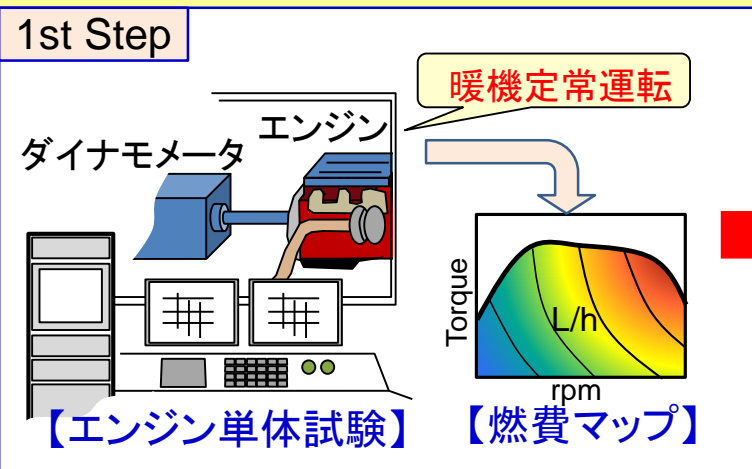


## ハイブリッド重量車には、多種多様な要素機器とパワートレインが存在する

仮想車両による評価

### HILS法

燃費・排ガス評価は、シミュレーション法と同様の手順

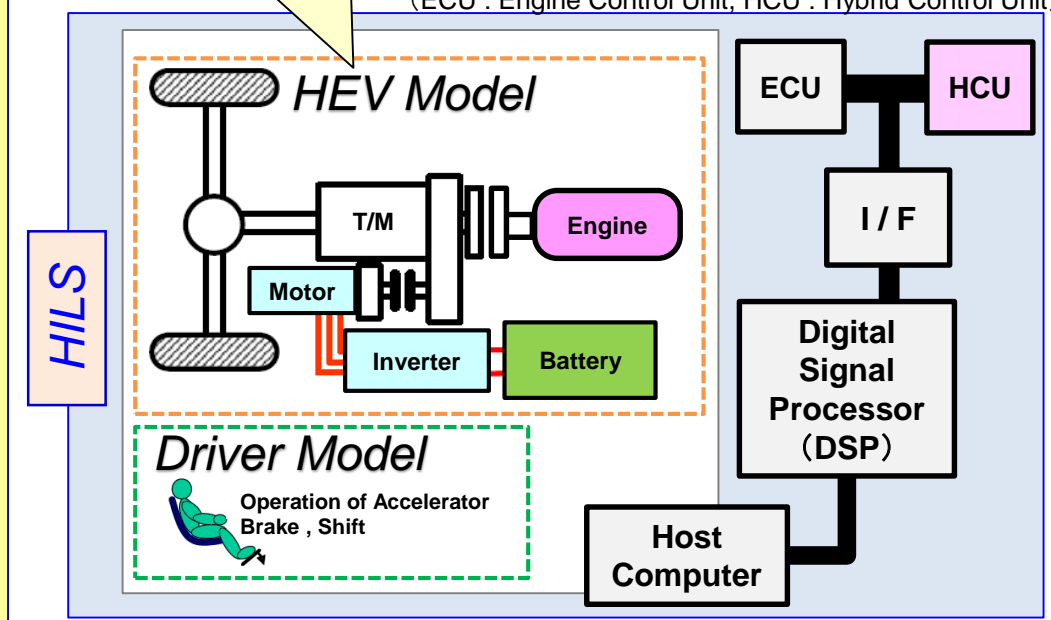


( ECU : Engine Control Unit, HCU : Hybrid Control Unit )

### HILS装置

HILSプログラムと実ECU、  
実HCUが接続された  
計算機から構成

エンジン=モデル(マップ)  
→エンジン暖機状態に限られる





# 目次

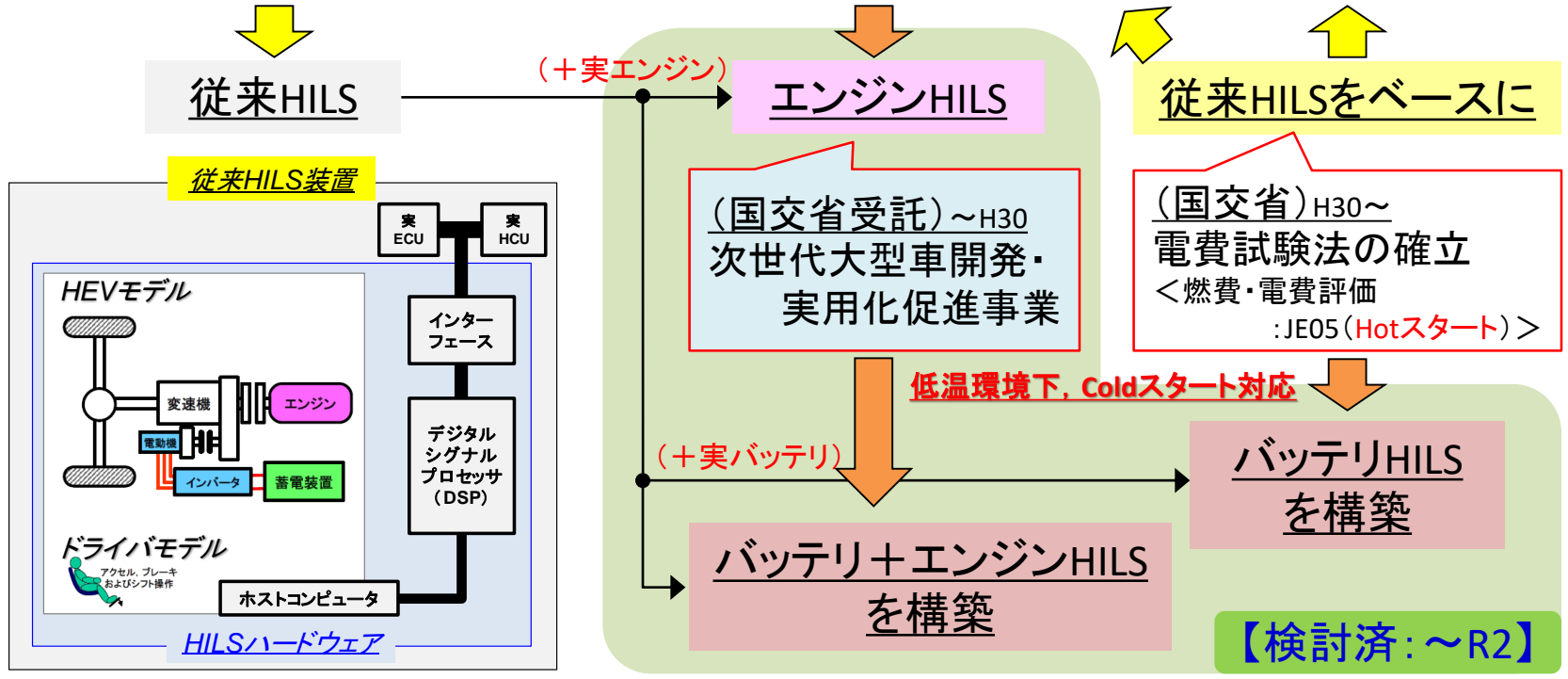
---

1. 現在運用中の試験法の紹介
- 2. 将来の重量車 台上試験法の構築**
3. 将来の重量車 RDE試験法の検討
4. まとめ

# 【背景】 HILSの拡張化

## 燃料消費率及び排出ガス試験法の整備状況(日本)

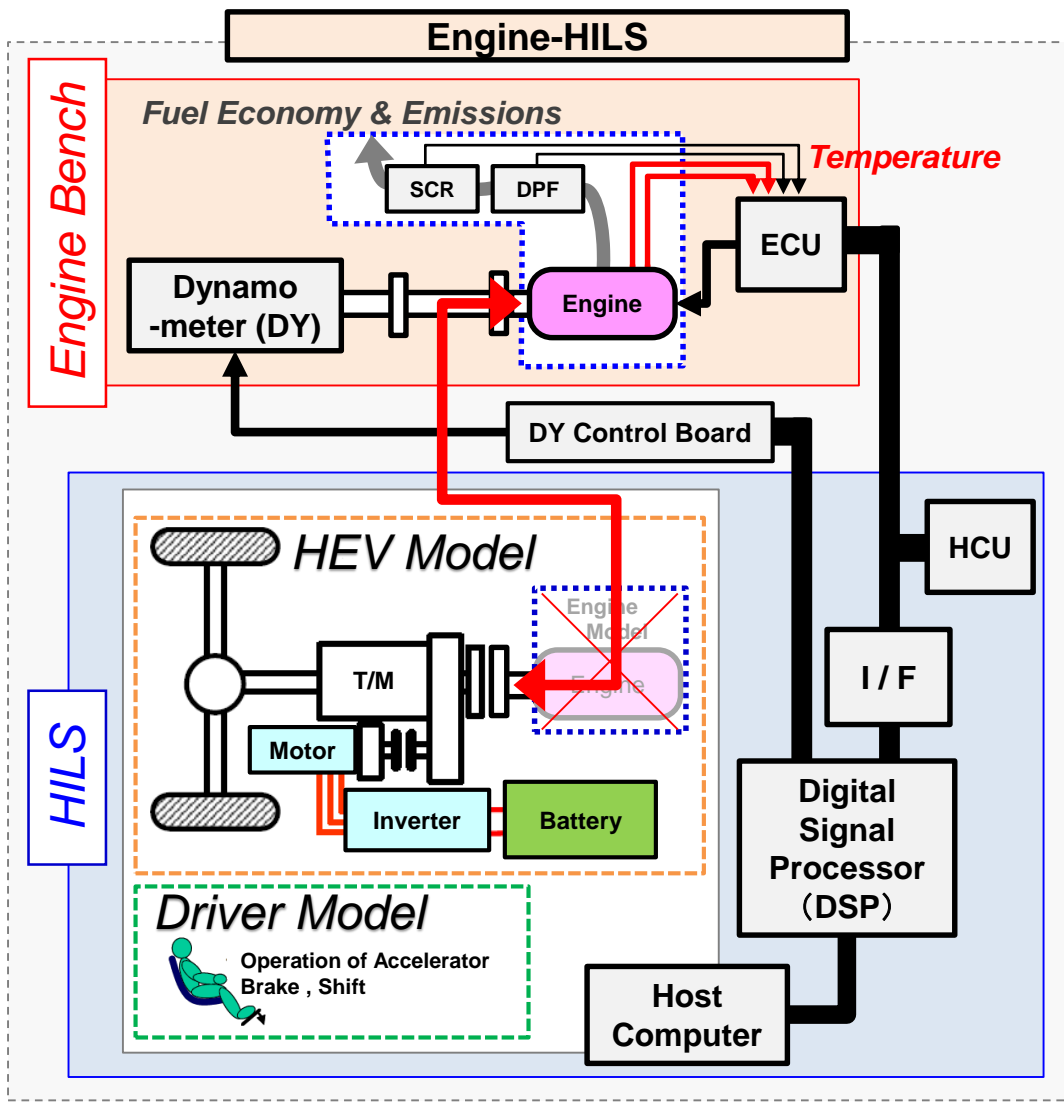
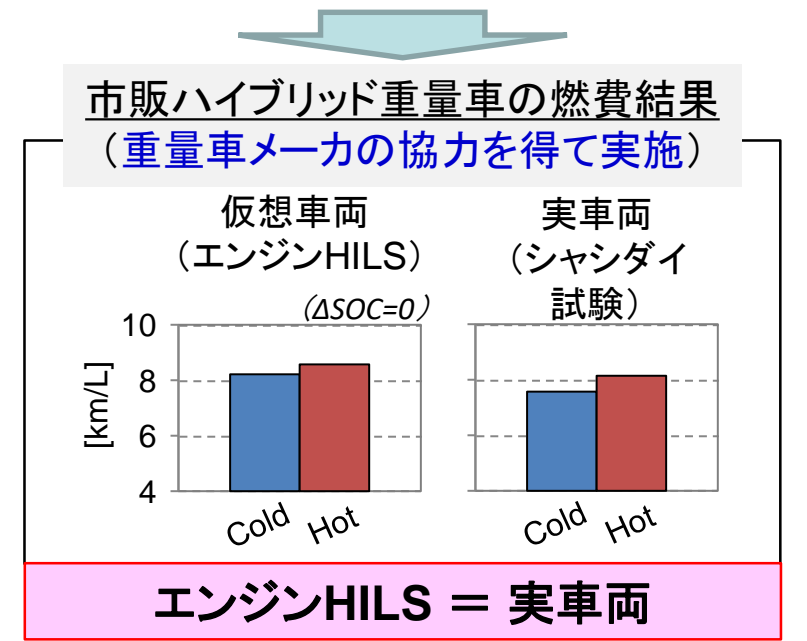
	ハイブリッド (HEV)	プラグインハイブリッド (PHEV)	電気自動車 (EV)
乗用車	TRIAS_5-9-2009(別紙9)	TRIAS_5-9-2009(別紙11)	TRIAS_99-011-01
重量車	TRIAS_99-007~9-01 TRIAS_31-J041(1~3)-01	燃費(JE05_hot): 整備中 排ガス(WHDC_cold): なし	電費(JE05_hot): 整備中



コールドスタートに対応した電動重量車試験法の整備が必要

【エンジンHILS】HILSと実エンジンをリアルタイムに協調制御させる

- ・エンジン冷機状態からスタートする燃費・排出ガス試験が可能に
- ・ハイブリッド制御ロジックにエンジンや後処理装置等の温度情報を考慮することが可能に

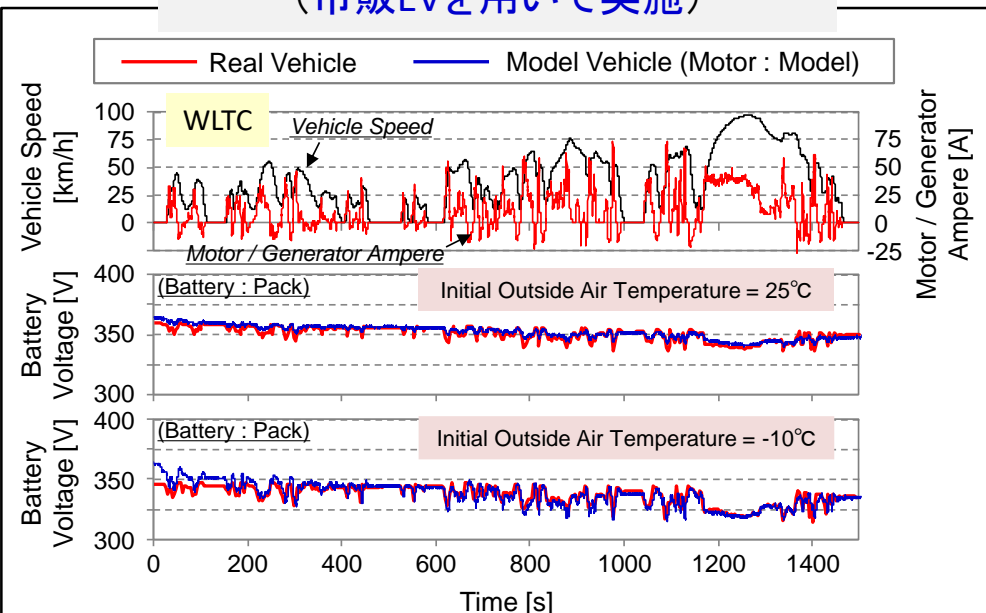


コールドスタートのエンジン状態の評価が可能に

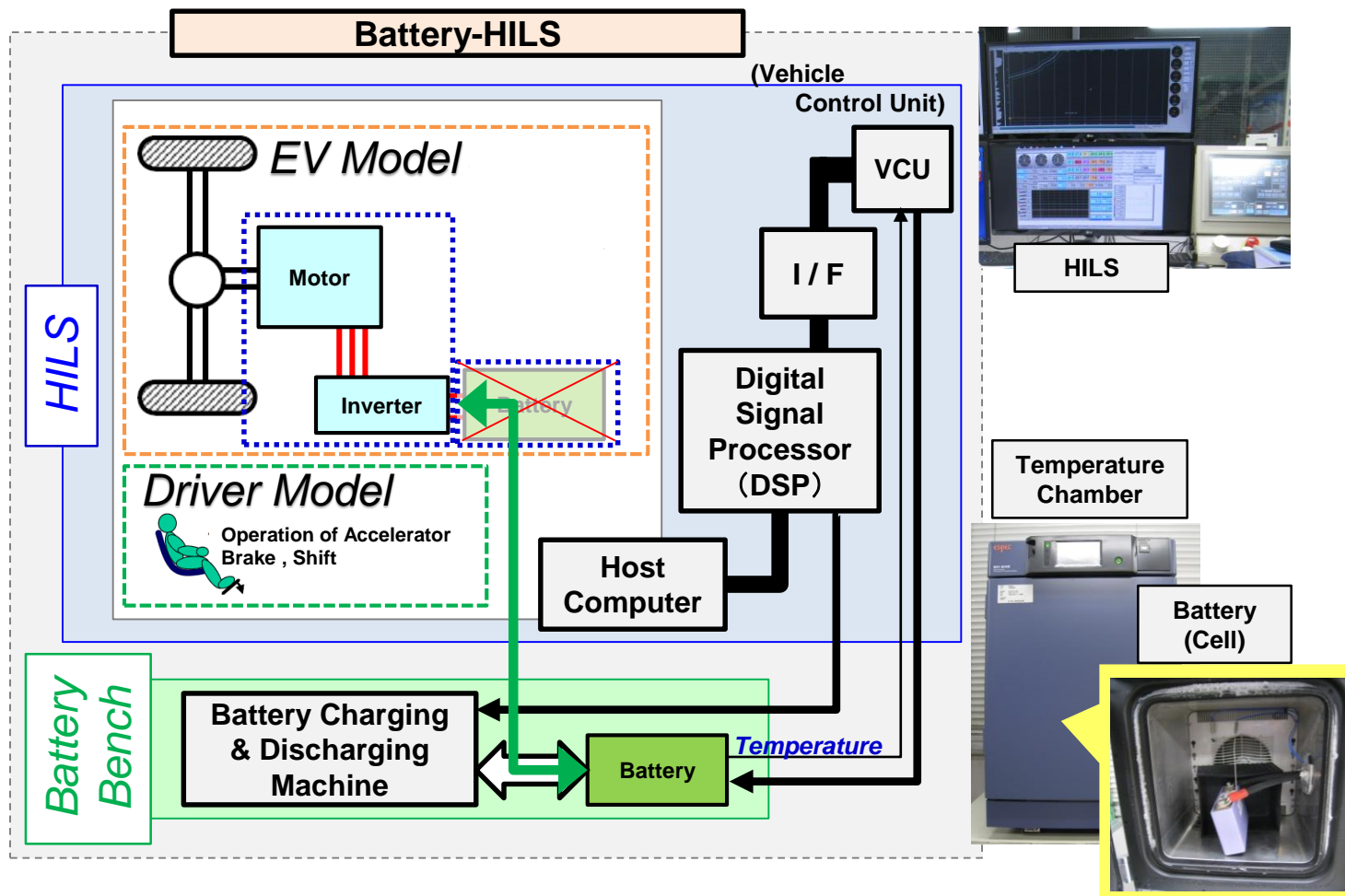
## 【バッテリーHILS】HILSと実バッテリーをリアルタイムに協調制御させる

- ・走行中のバッテリーの熱変化や周囲環境温度を考慮した電費試験が可能に
- ・バッテリーの劣化を考慮した電費試験が可能に

電気乗用車の電力推移結果  
(市販EVを用いて実施)



バッテリーHILS = 実車両



バッテリー状態が変化する際の評価が可能に

	Hybrid (HEV)	Plug-in Hybrid (PHEV)	All Electric (EV)
乗用車	TRIAS_5-9-2009	TRIAS_5-9-2009	TRIAS_99-011-01
重量車	TRIAS_99-007~9-01 TRIAS_31-J041(1~3)-01 →HILS手法が採用 (エンジンHILS手法が望ましい)	→エンジンHILS手法を提案 (バッテリー+エンジンHILS が望ましい)	→バッテリーHILS手法 を提案

1. 次世代電動技術搭載重量車の燃費，排ガスを高精度に評価が可能  
(ハイブリッド，プラグインハイブリッドを含む)
  - ・エンジンや排ガス後処理装置の温度変化を加味した評価ができる
  - ・バッテリーの温度変化や劣化状態を加味した評価ができる
2. 試験工数の削減が可能
  - ・HILSプログラムを実行しながら実機エンジン，実機バッテリーを稼働
  - ・実機エンジン，実機バッテリーの使用により、事前評価(燃費マップ，バッテリー特性マップ等の取得)が不要
3. 新たな大型設備投資が不要
  - ・従来HILSと保有エンジンベンチを使用
  - ・バッテリーのセル単体と小型な充放電装置を使用

# 目次

1. 現在運用中の試験法の紹介
2. 将来の重量車 台上試験法の構築
- 3. 将来の重量車 RDE試験法の検討**
4. まとめ



# 【背景】 現在運用中 & 将来の各種車両の評価手法

車両	基本となる試験法(型式認証時等)	
	<台上試験>	<実路走行試験>
乗用車 (ハイブリッド車, 電気自動車, 燃料電池車含む)	・シャシダイナモ法 (実車+シャシダイナモ)	・RDE試験法 <2022年~予定> (実車+実路走行)
重量車 (エンジン車)	・シミュレーション法 (計算機+エンジンダイナモ)	<div style="border: 2px dashed red; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">—</p> <p style="text-align: center;"><b>Approach</b></p> <p style="text-align: center;">HILS(従来)</p> <p style="text-align: center;">↓ + 実機エンジン</p> <p style="text-align: center;"><b>エンジンHILS</b></p> <p style="text-align: center;">↓ + 車速ファン</p> <p style="text-align: center;"><b>エンジンHILS(RDE代替)</b></p> </div>
ハイブリッド重量車	・システムベンチ法 (実パワートレイン+ダイナモ) ・HILS法 → <b>エンジンHILS法</b> (計算機+エンジンダイナモ)	
プラグイン ハイブリッド重量車	<b>バッテリー+エンジンHILS法</b>	
電気重量車	<b>バッテリーHILS法</b>	

対策案 提案中

(国交省受託)R1~  
産学官連携による  
高効率次世代大型車両  
開発促進事業

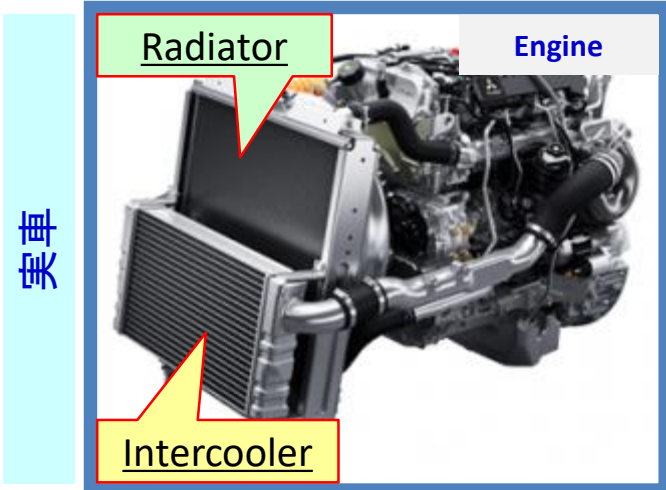


# 【背景】 従来法 vs. 実車

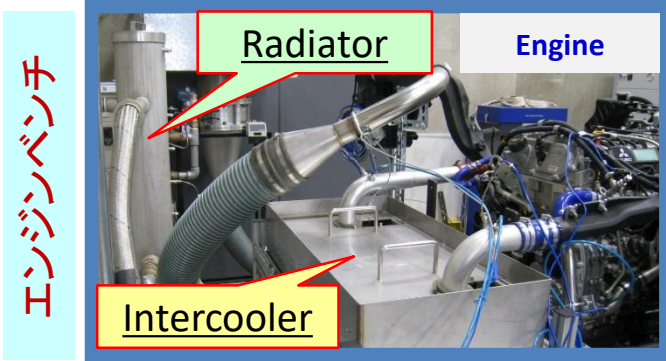
台上試験(エンジンベンチ)

= ? =

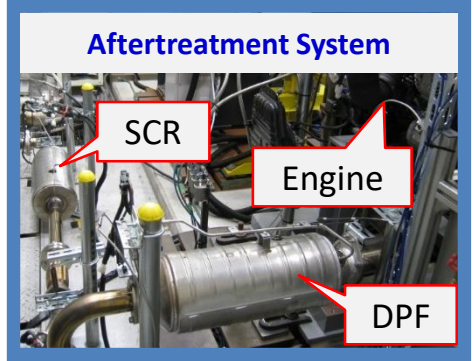
実走行試験(実車)



熱源/熱交換器	エンジンベンチ	実車
エンジン	無風	走行風
インタークーラー	強制冷却 (主に, 水冷)	走行風
ラジエーター	強制冷却 (主に, 水冷)	走行風
後処理装置	無風	走行風



+

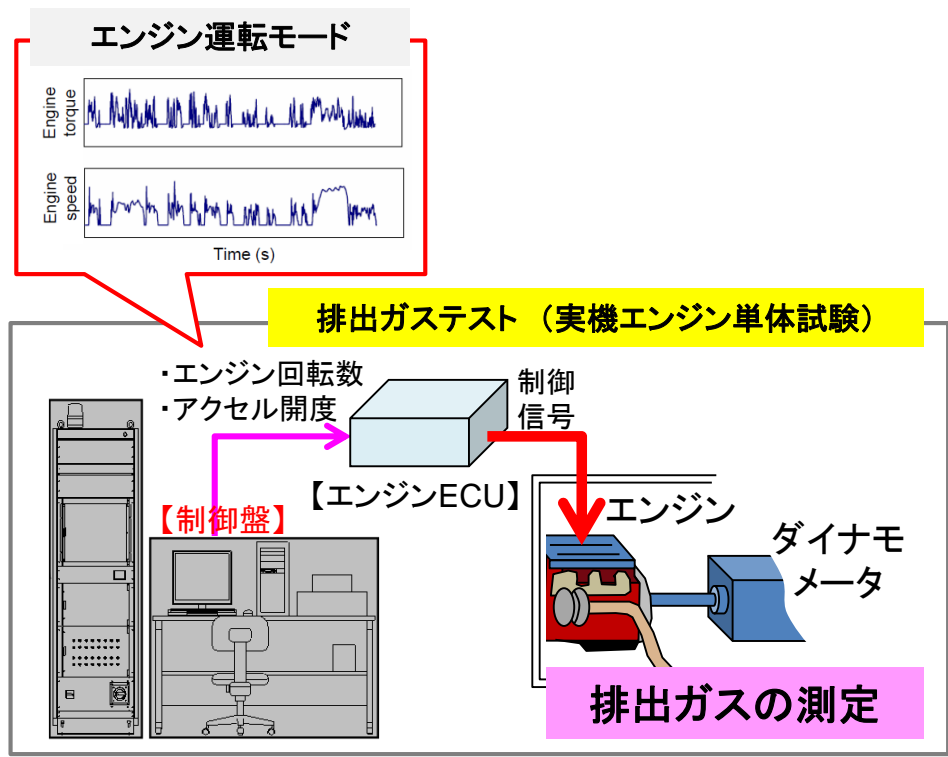


実車走行時と  
エンジンベンチでは、  
特性が大きく異なる

エンジンベンチにおいて、実車走行の走行風を再現する必要がある

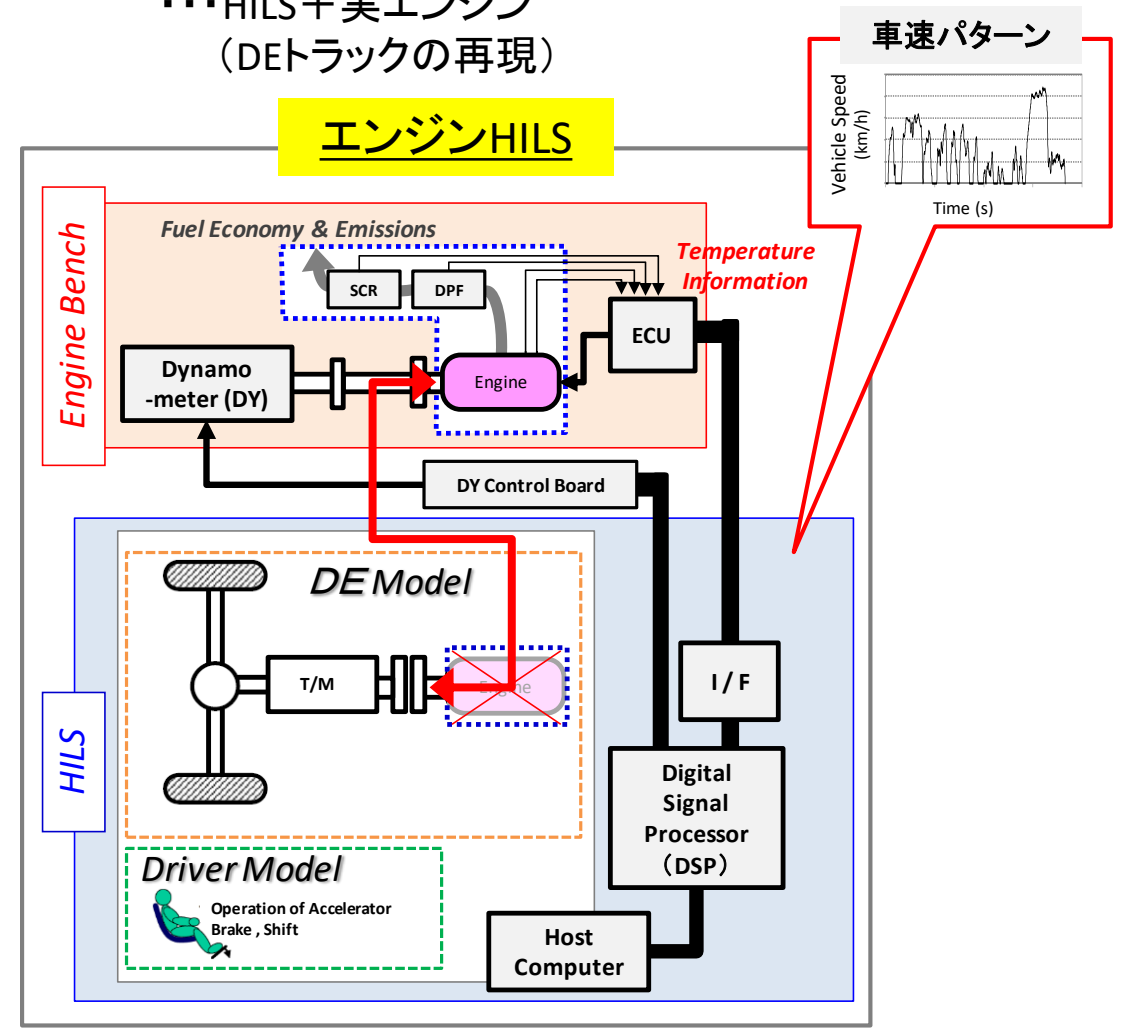
# 【背景】 従来法 vs. エンジンHILS法

## 【従来法】 ... HILS ⇒ 実エンジン



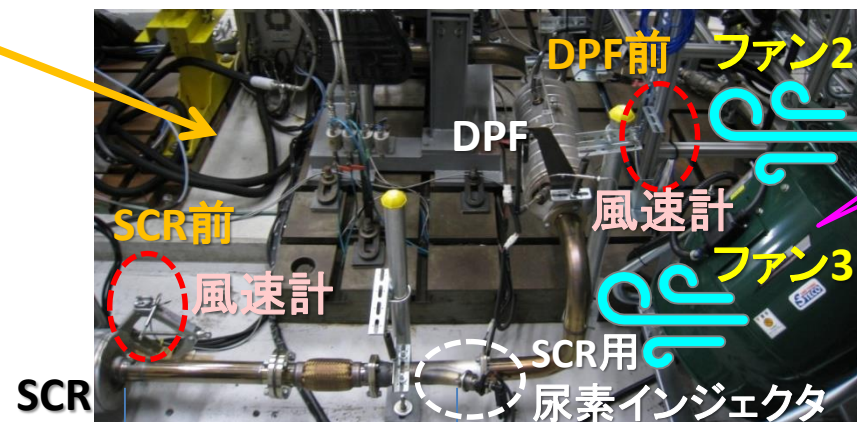
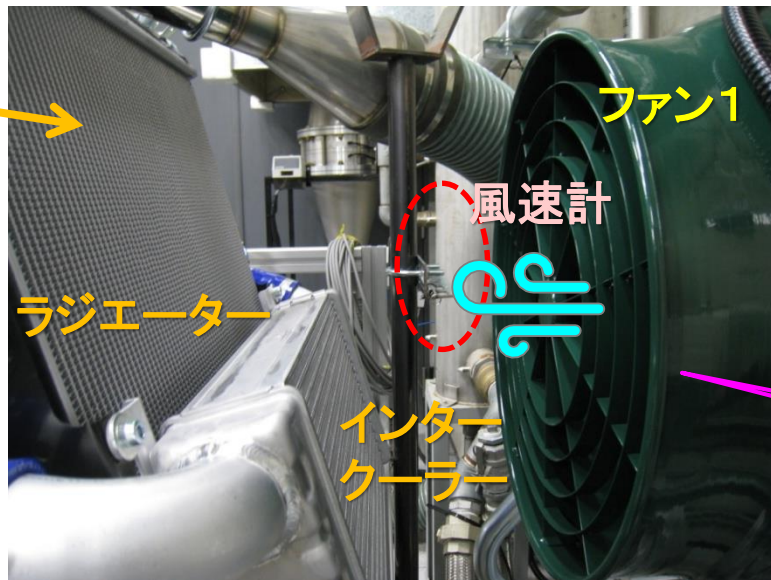
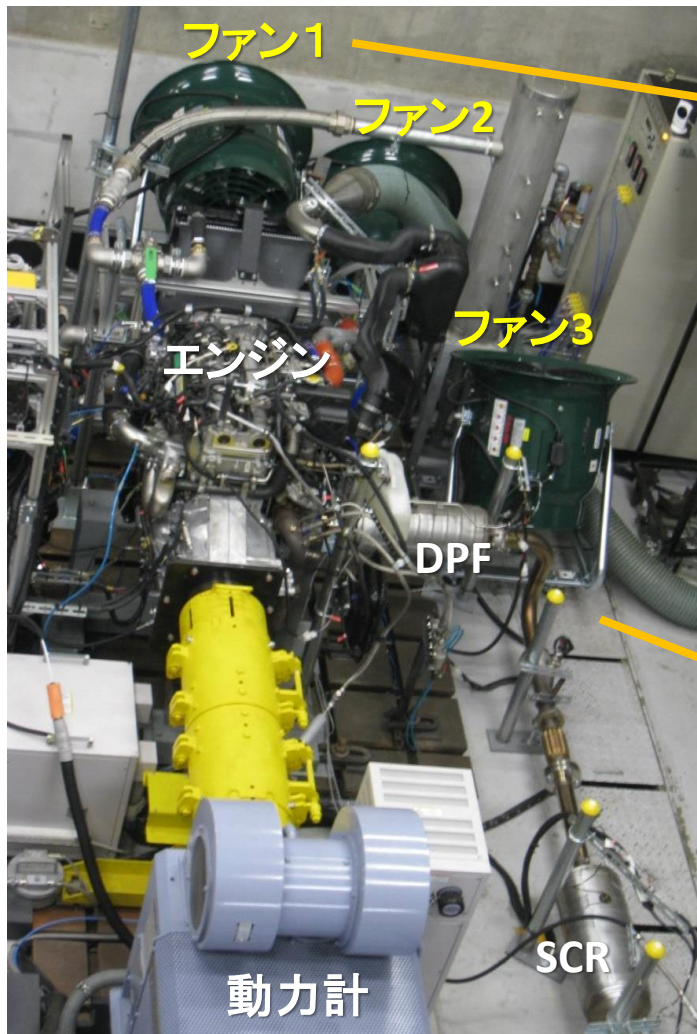
エンジン運転モードには、車速の概念がない  
⇒ エンジン運転中に、  
車速に応じた走行風が当てられない

## 【エンジンHILS】 ... HILS + 実エンジン (DEトラックの再現)

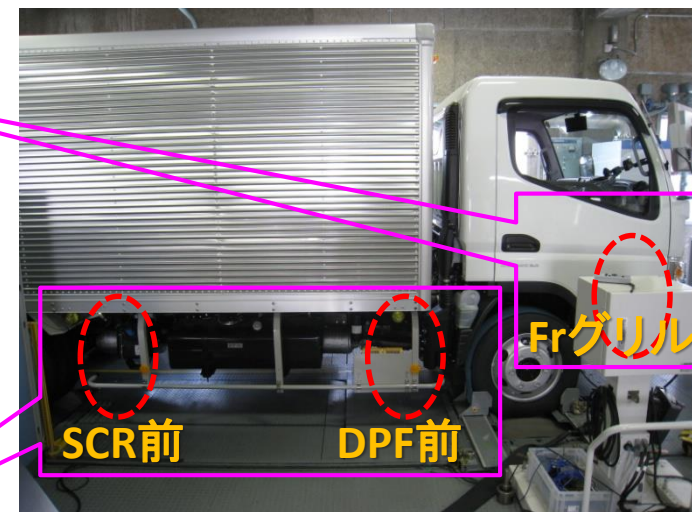


車速パターンを用いて、リアルタイムにHILSとエンジンを運転させる  
⇒ エンジン運転中に、車速に応じた走行風が当てられる (実車走行状態により近く)

実車のラジエーター&インタークーラー導入，車速比例ファン&風速計設置



【供試車両】  
ディーゼル車



エンジンベンチ内に、  
車速比例ファンを設置  
→実車相当の位置にセット

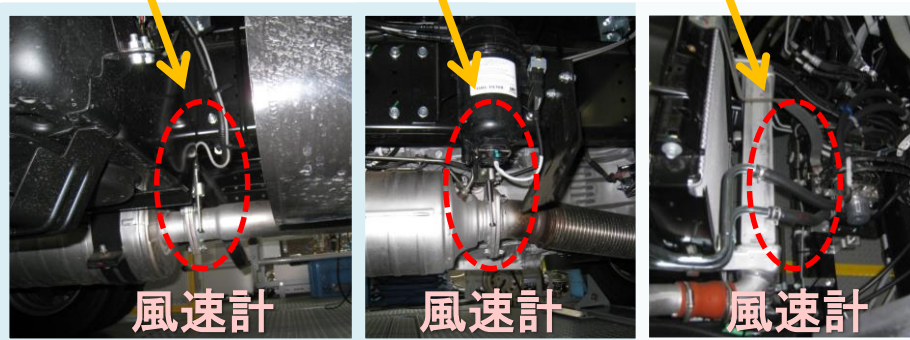
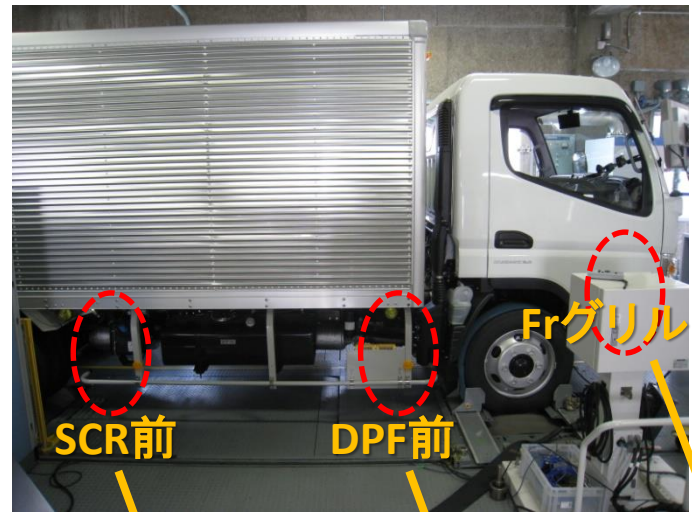
- ・ファン1：エンジン前
- ・ファン2：DPF前
- ・ファン3：SCR前

実車と同等の長さにセット



# 【重量車：RDE試験法】 車速風の再現（データ取得&調整）

実車への風速計の設置

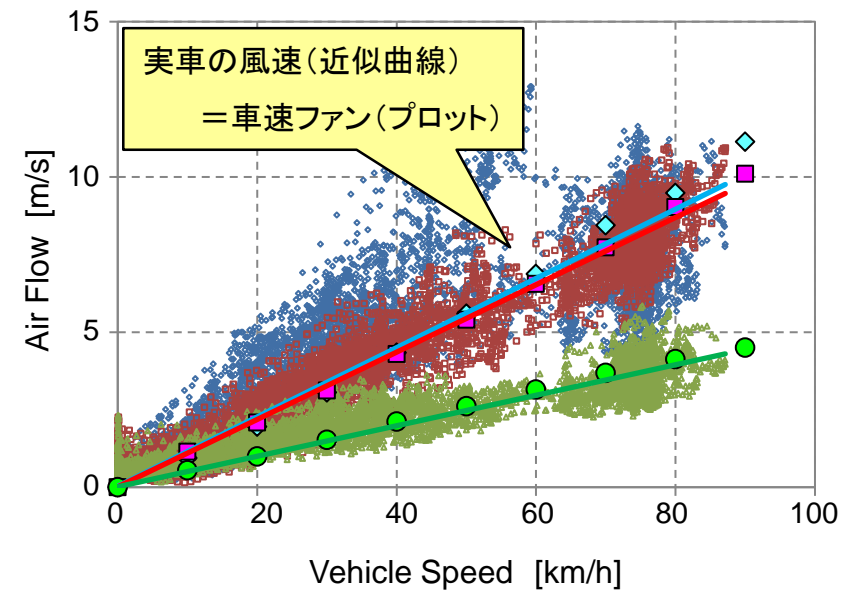


供試車両（ポスト新長期規制車）

Vehicle Weight	3,480 [kg]
Maximum Payload	2,950 [kg]
Height × Width	2510 × 2220 [mm]
Emission Devices	EGR, DPF, DOC, SCR

車速比例ファンの設定

【実車・実路走行】  
事務庁舎（東京都調布）→ 自動車試験場（埼玉県熊谷）



**エンジンベンチ内で実車相当の走行風を再現**  
→ 車速比例ファンの設置位置、向きを調整

# 【重量車：RDE試験法】 車速風が排ガスへ及ぼす影響

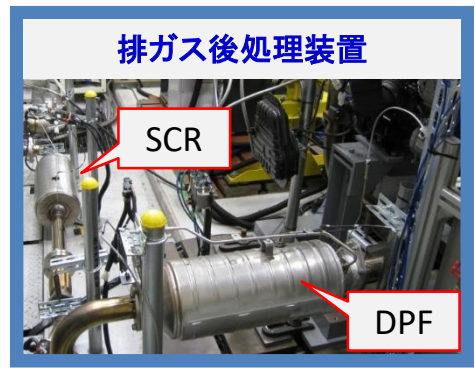
## 評価結果

熱源/熱交換器	エンジンベンチ	実車
エンジン	無風	走行風
インタークーラー	強制冷却 (主に, 水冷)	走行風
ラジエーター	強制冷却 (主に, 水冷)	走行風
後処理装置	無風	走行風

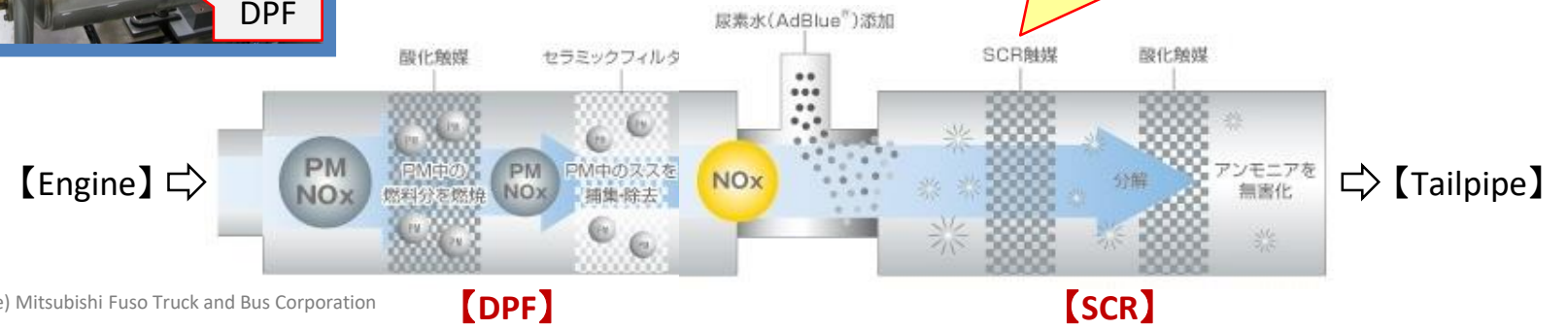
【評価】  
 ・Engine-HILS  
 ・JE05 mode

影響差は小さい  
 (空冷式≒水冷式)

実車走行時と  
 エンジンベンチでは、  
 特性が大きく異なる



SCR触媒による浄化を機能させるには  
 → 約180℃必要



Reference) Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation

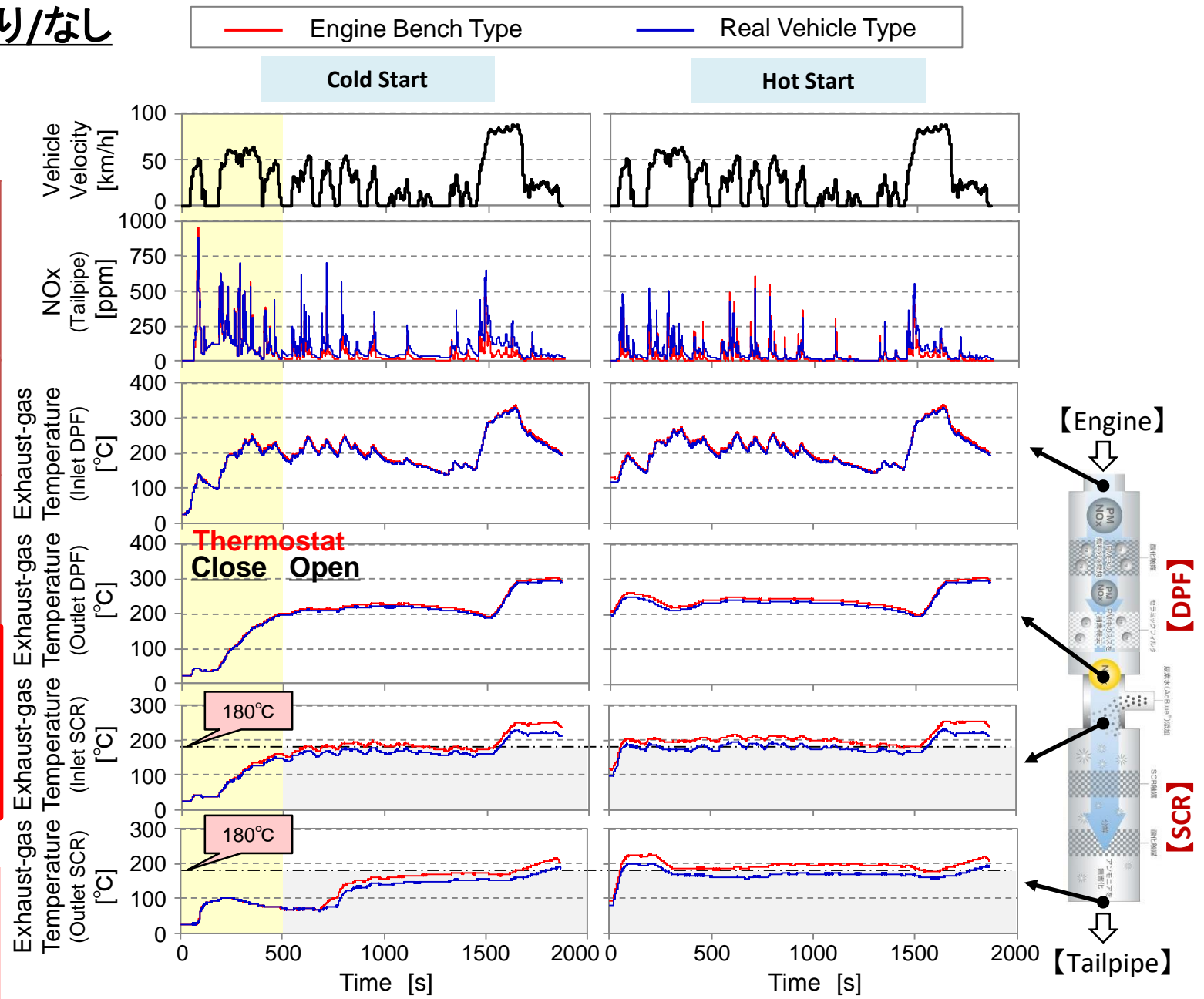
# 【重量車：RDE試験法】 車速風が排ガスへ及ぼす影響

## 車速比例ファン：使用あり/なし

- Engine-HILS
- JE05 mode

熱源/熱交換器	エンジンベンチ (ファンなし)	実車走行相当 (ファンあり)
インタークーラ	空冷式 (ファン使用)	空冷式 (ファン使用)
ラジエータ	水冷式 (熱交換器使用)	空冷式 (ファン使用)
排ガス後処理装置	室温環境下 (無風)	空冷式 (ファン使用)

SCR触媒による浄化を機能させるには  
→ 約180℃必要

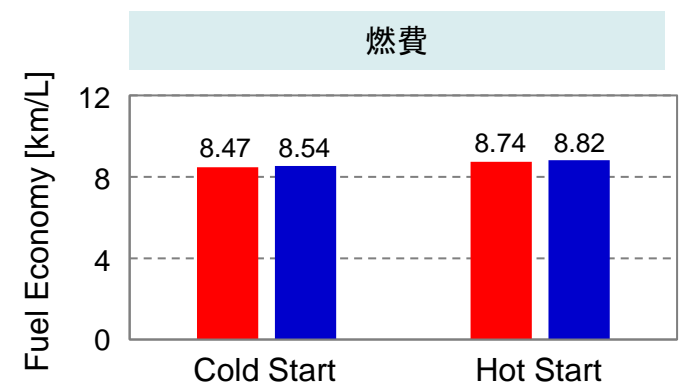
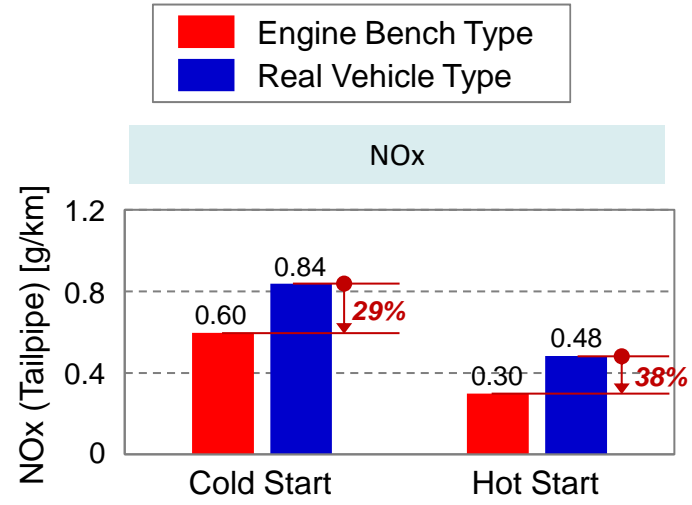


# 【重量車：RDE試験法】 車速風が排ガスへ及ぼす影響

## 車速比例ファン:使用あり/なし

- Engine-HILS
- JE05 mode

熱源/熱交換器	エンジンベンチ (ファンなし)	実車走行相当 (ファンあり)
インタークーラ	空冷式 (ファン使用)	空冷式 (ファン使用)
ラジエータ	水冷式 (熱交換器使用)	空冷式 (ファン使用)
排ガス後処理装置	室温環境下 (無風)	空冷式 (ファン使用)



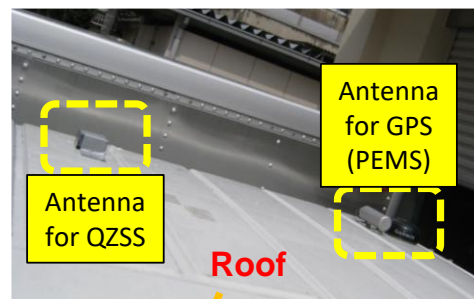
従来法の課題にも成り得る

【排ガス後処理装置】排ガス温度 & NOx (Tailpipe)  
ファン使用あり ≠ ファン使用なし

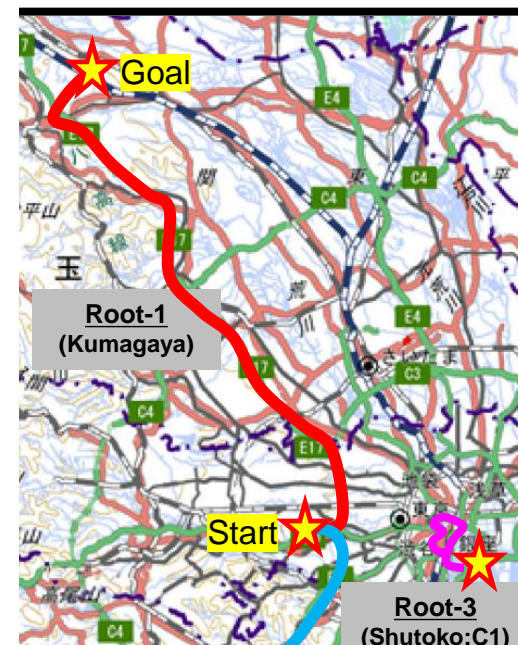
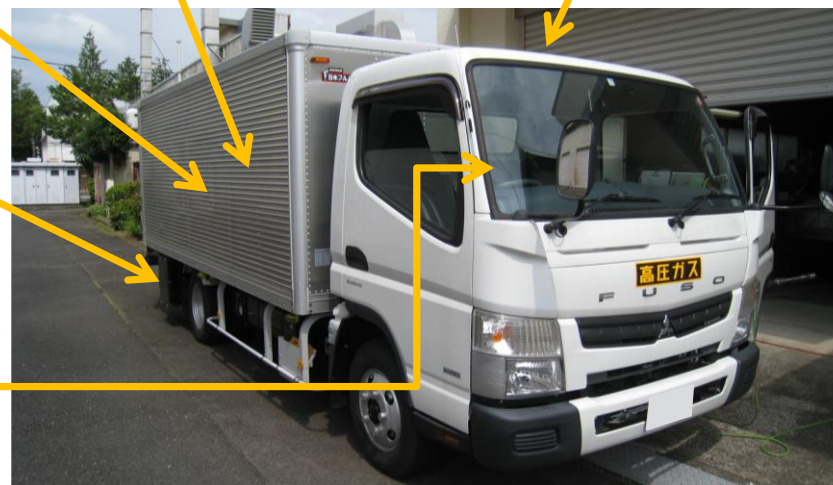
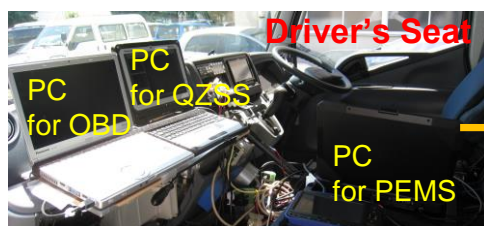
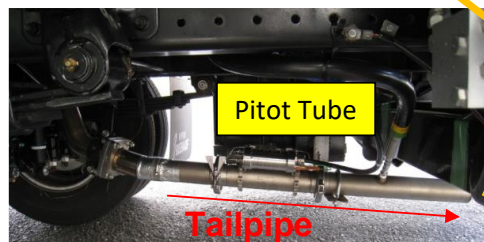


# 【重量車：RDE試験法】 実験条件（排ガス&衛星測位データ取得）

- ・供試車両：3Lディーゼルターボ車両（ポスト新長期排ガス規制）
- ・計測装置：車載型排出ガス分析装置（PEMS:AVL製），GPS（PEMS搭載），みちびき



乗用車RDE試験  
対応機



## ・走行ルート

【Root-1】交通研→自動車試験場（埼玉）

Coldスタート、走行距離=79km、平均車速=46km/h

【Root-2】交通研→箱根湯本（神奈川）

Coldスタート、走行距離=81km、平均車速=46km/h

【Root-3】お台場+首都高：C1周遊（東京）

Hotスタート、走行距離=39km、平均車速=52km/h



# 【重量車：RDE試験法】 エンジンHILS：ルート2

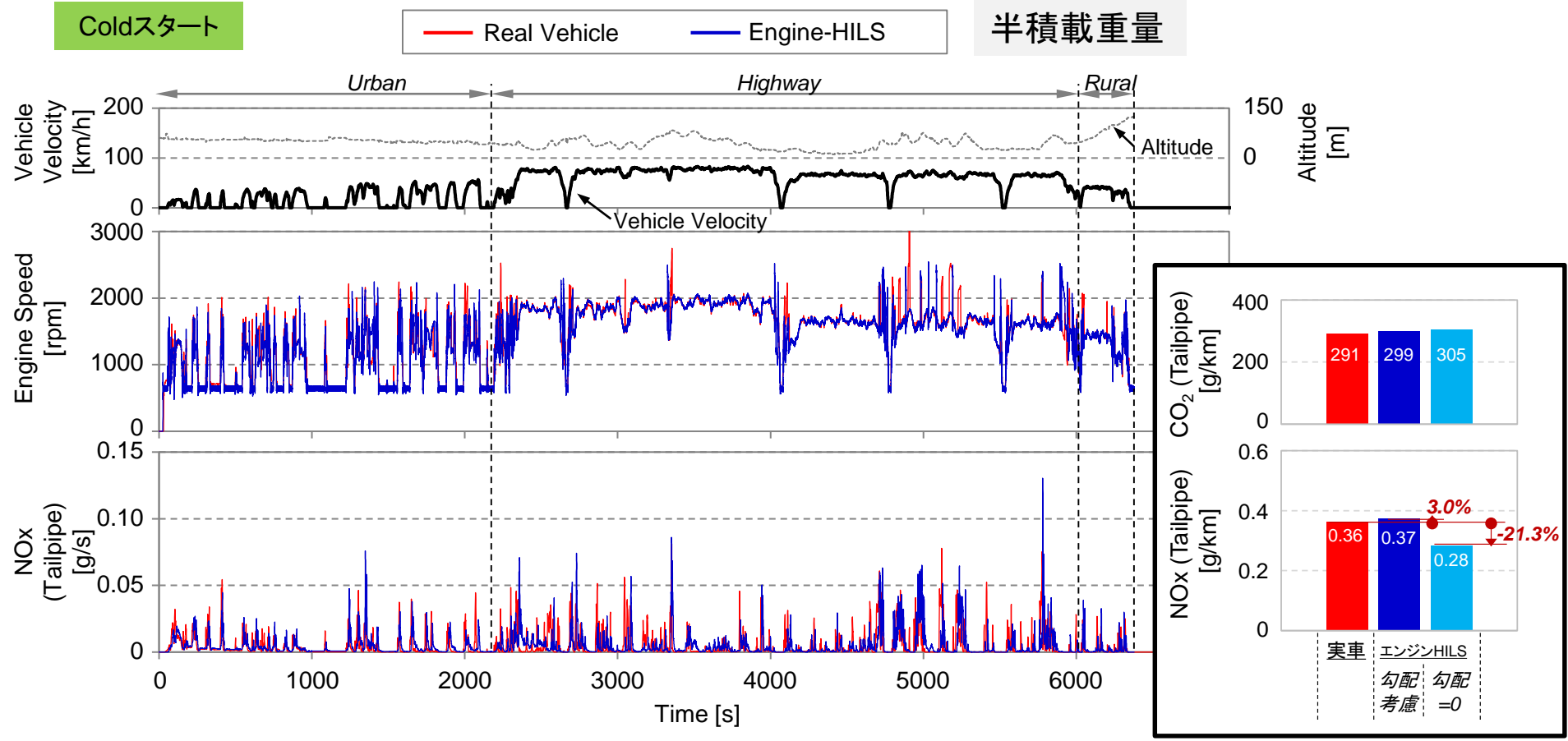
(実車 vs. エンジンHILS) ... 事務庁舎(東京都調布) → 箱根湯本(神奈川県)

<外気温>  
27°C

Coldスタート

- ・カーブなし、勾配考慮(みちびき使用)
- ・冷却ファンあり(エンジン、インタークーラー、ラジエーター、後処理装置)

勾配変化の大きい  
ルート2を紹介



エンジンHILS(勾配考慮) + 車速ファンにて、  
実路走行時の排出ガス特性の再現を可能とした

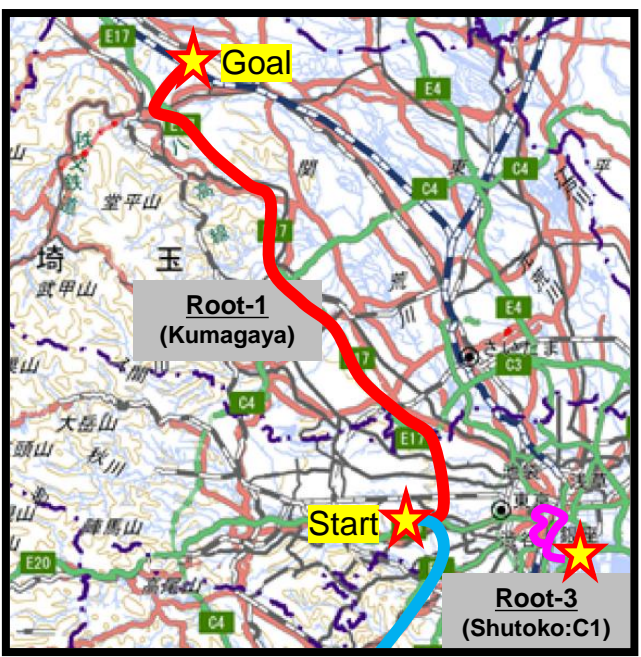
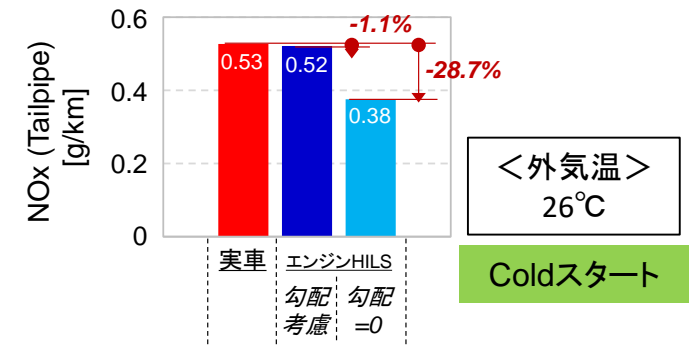
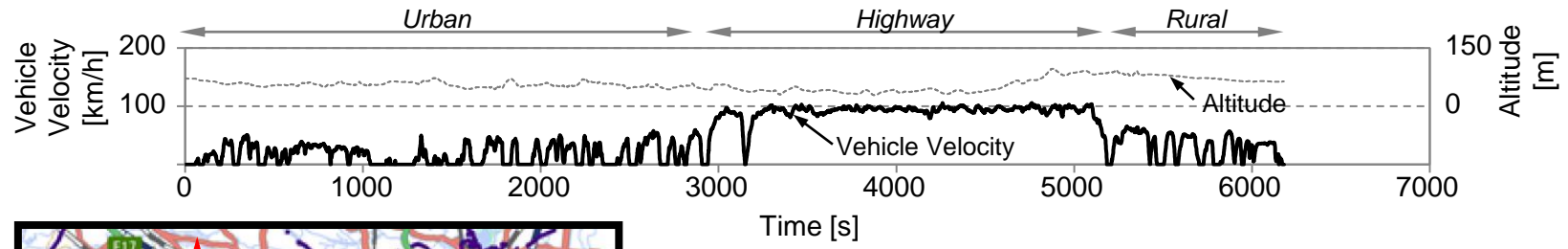


# 【重量車：RDE試験法】 エンジンHILS：ルート1&3

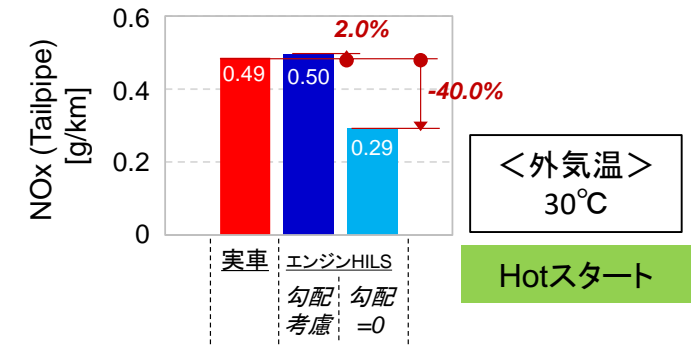
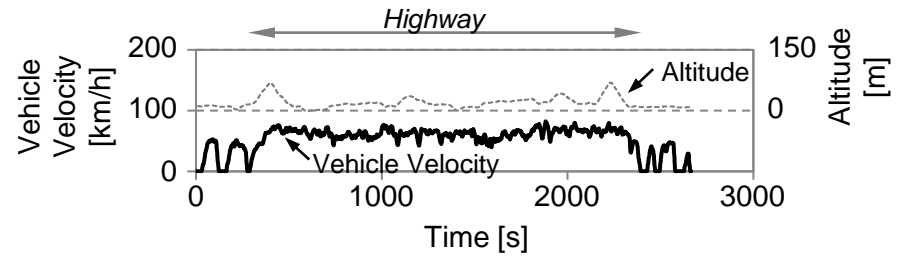
(実車 vs. エンジンHILS)

- ・カーブなし、勾配考慮(みちびき使用)
- ・冷却ファンあり(エンジン、インタークーラー、ラジエーター、後処理装置)

【ルート1】 … 事務庁舎(東京都調布) → 自動車試験場(埼玉県熊谷)



【ルート3】 … お台場 → 首都高:C1(2周) → お台場




エンジンHILS(勾配考慮) + 車速ファンにて、実路走行時の排出ガス特性の再現を可能とした

# 目次

---

1. 背景、現在運用中の試験法の紹介
2. 将来の重量車 台上試験法の構築
3. 将来の重量車 RDE試験法の検討
4. まとめ

車両	基本となる試験法(型式認証時等)	
	<台上試験>	<実路走行試験>
乗用車 (ハイブリッド車, 電気自動車, 燃料電池車含む)	・シャシダイナモ法 (実車+シャシダイナモ)	・RDE試験法 <2022年~予定> (実車+実路走行)
重量車 (エンジン車)	・シミュレーション法 (計算機+エンジンダイナモ)	 <p>エンジンHILS</p>
ハイブリッド重量車	・システムベンチ法 (実パワートレイン+ダイナモ) ・HILS法 →エンジンHILS法 (計算機+エンジンダイナモ)	
プラグイン ハイブリッド重量車	バッテリー+エンジンHILS法	
電気重量車	バッテリーHILS法	

エンジンHILS手法によるRDE代替評価の検討を行った

↓ ↓ ↓

➤ 実車実路走行時の走行性能を台上で再現可能とした

…再現においては、以下の考慮が必要である

- ・エンジンや排ガス後処理装置に、  
**実車走行時相当の風を当てること**

(エンジンベンチへの車速比例ファンの導入)

- ・車速パターンに、**正確な勾配を考慮すること**

ご清聴ありがとうございました