

**講演 1**

**次世代電動重量車の燃費・排出ガス試験に  
対応した新たな評価手法の検討**

環境研究部 主任研究員

**奥井 伸宜**



# 次世代電動重量車の燃費・排出ガス試験に 対応した新たな評価手法の検討

環境研究部 主任研究員 奥井 伸宜

## 内容

1. 概要
2. 各種車両の認証試験法
3. 次世代電動重量車に対する評価手法
4. まとめ

# 電動重量車の開発・実用化状況

《出典:各重量車メーカーHP》

## 市販中の電動重量車

日野 ブルーリボンシティハイブリッド(大型HEV)



いすゞ ERGA(大型HEV)



日野 レンジャー(中型HEV)



三菱ふそう キャンター(小型HEV)



日野 セレガ(大型HEV)



日野 デュトロ(小型HEV)



いすゞ ELF(小型HEV)



《出典:次世代自動車戦略研究会, 次世代自動車戦略2010》

3

# 電動重量車の試験法整備状況

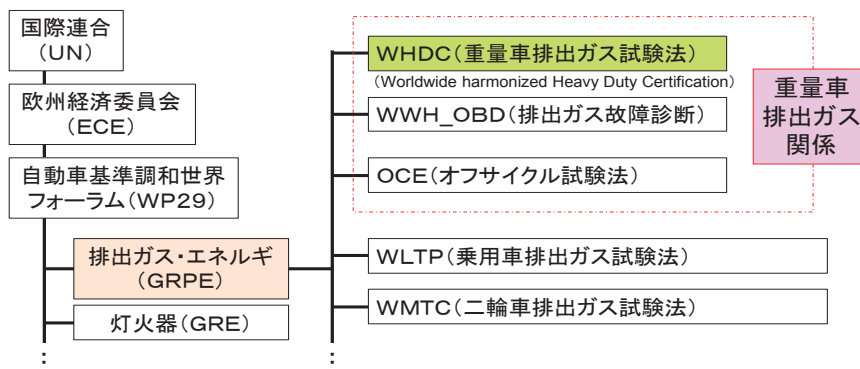
## ◆国内制定状況

(~2015年)	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	TRIAS_5-9-2009	TRIAS_99-011-01
重量車	TRIAS_99-007~9-01 TRIAS_31-J041(1~3)-01	なし	なし

(TRIAS : Test Requirements and Instructions for Automobile Standards)

## ◆国際基準調和状況(ディーゼルおよびハイブリッド重量車)

- ・排出ガス試験法 : WHDCの適用 (2016年~)  
⇒ JE05(日本の排出ガス試験サイクル)から変更
- ・燃費試験法 : JE05+都市間走行モードの適用 ⇒従来通り



4

# 実用化が期待される次世代電動重量車の開発

次世代大型車の新技術を活用した車両開発等に関する事業の実施（国土交通省委託事業）

- ① 次世代電動重量車の開発 ⇒ 実用性の向上
- ② ①に対する認証試験法の整備 ⇒ 普及の促進



5

## 次世代電動重量車に対する認証試験法の整備に向けて

プラグインハイブリッド重量車：将来市場への投入が期待される  
→ 燃費・排出ガス試験法が未整備

### プラグインハイブリッド重量車試験法の整備

#### 1. 試験条件

→ WHDC導入後(2016年～)の排出ガス、燃費試験法を検討する必要がある。

#### 2. 試験手法(装置)

→ プラグインハイブリッド重量車の評価に、従来HILS法が適用可能か？  
適用困難な際は、新たな試験手法を検討する必要がある。

(HILS : Hardware In the Loop Simulation)

本発表

「2. 試験手法(装置)」について紹介

# 内容

## 1. 概要

## 2. 各種車両の認証試験法

- ・乗用車の試験法
- ・重量車の試験法
- ・ハイブリッド重量車の試験法

## 3. 次世代電動重量車に対する評価手法

## 4. まとめ

# 各種車両の認証試験法

	基本となる試験法(型式認証時等)
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+シャシダイナモメータ)
重量車 (エンジン車)	・シミュレーション法 (計算機+エンジンダイナモメータ)
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+ダイナモメータ)  ・HILS法 (計算機+エンジンダイナモメータ)
プラグインハイブリッド 重量車	・なし …… HILS法をベースに整備中

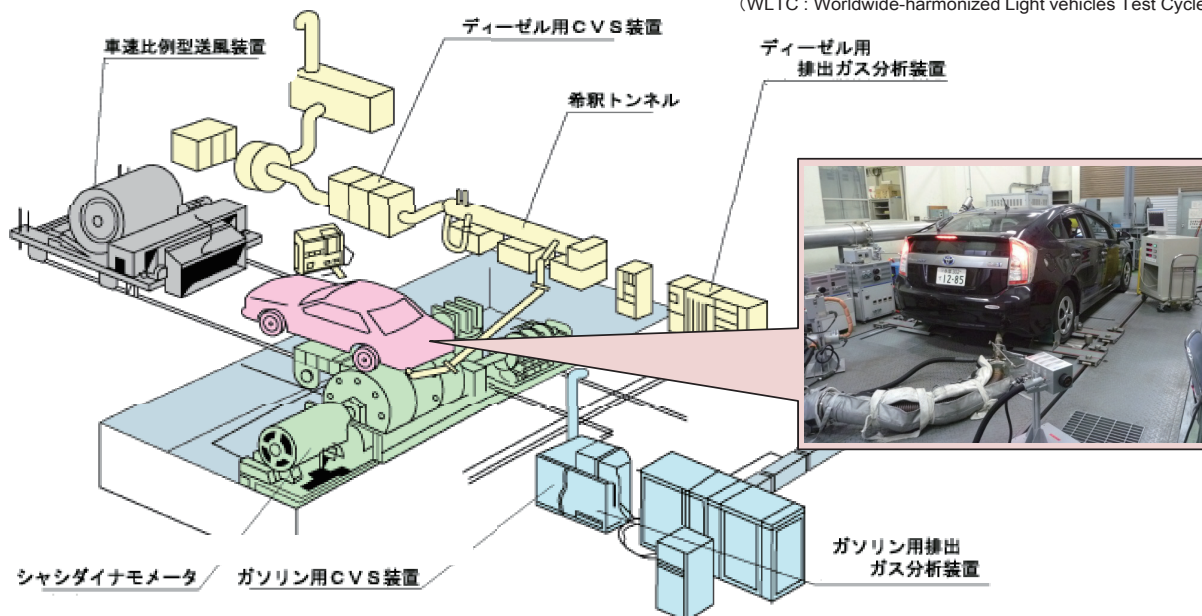
(HILS …… Hardware In the Loop Simulation)

## 乗用車の試験法（ハイブリッド車を含む）

### シャシダイナモ試験

ローラを仮想路面とし、ローラ上に自動車の駆動輪を載せ、  
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

(WLTC : Worldwide-harmonized Light vehicles Test Cycle)



9

## 重量車(エンジン車)の試験法

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

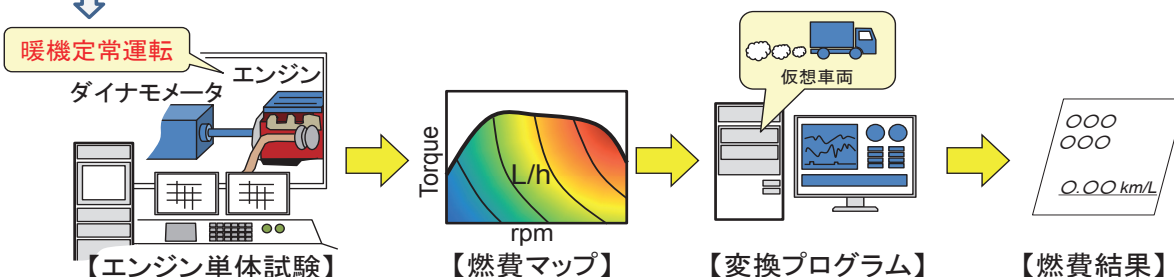
### シミュレーション法

#### 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



10

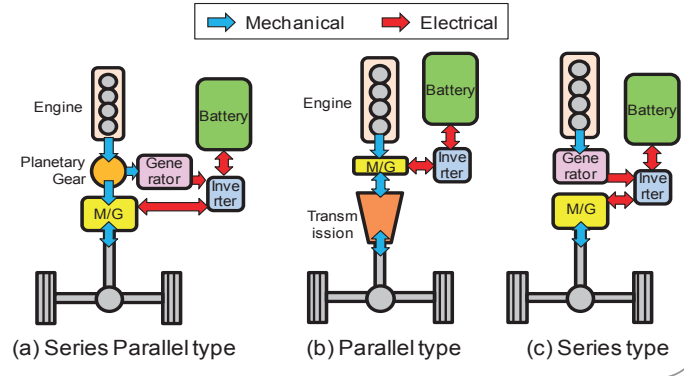
# ハイブリッド重量車の試験法

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

## 要素機器

- ・内燃機関
  - … エンジン
- ・電動機
  - … モータ/ジェネレーター、インホイールモータ
- ・蓄電装置
  - … バッテリ、キャパシタ

## パワートレイン



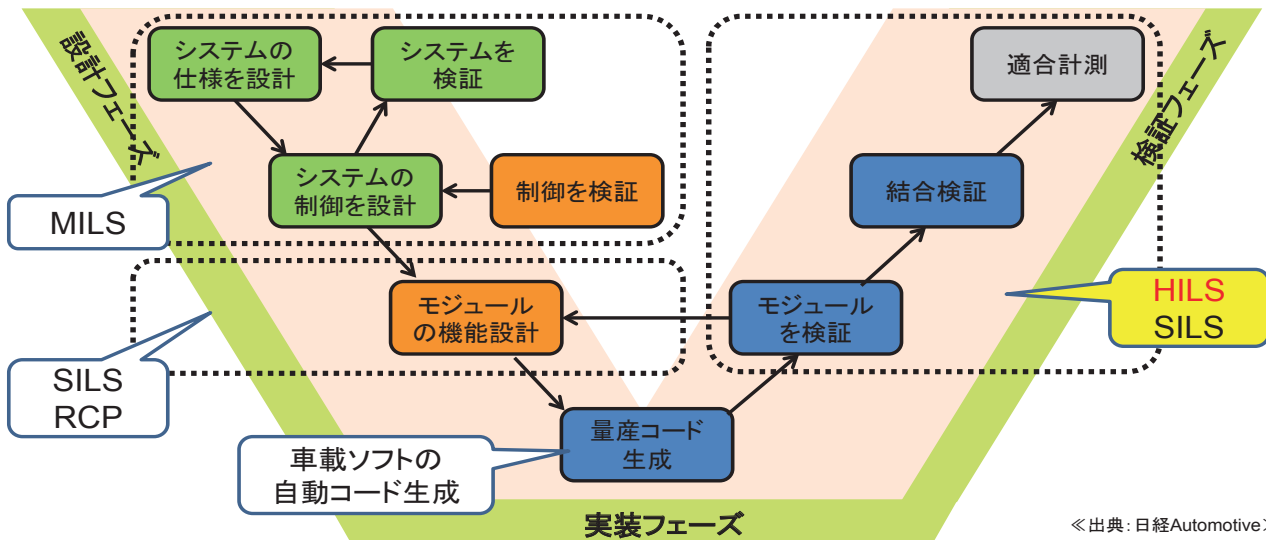
シミュレーション法をベースとして

HILS法

(HILS : Hardware In the Loop Simulation)

# ハイブリッド重量車の試験法 : HILS法

車両システム開発の検証フェーズで用いられる「HILS」を活用



MILS : Model In the Loop Simulation  
SILS : Software In the Loop Simulation

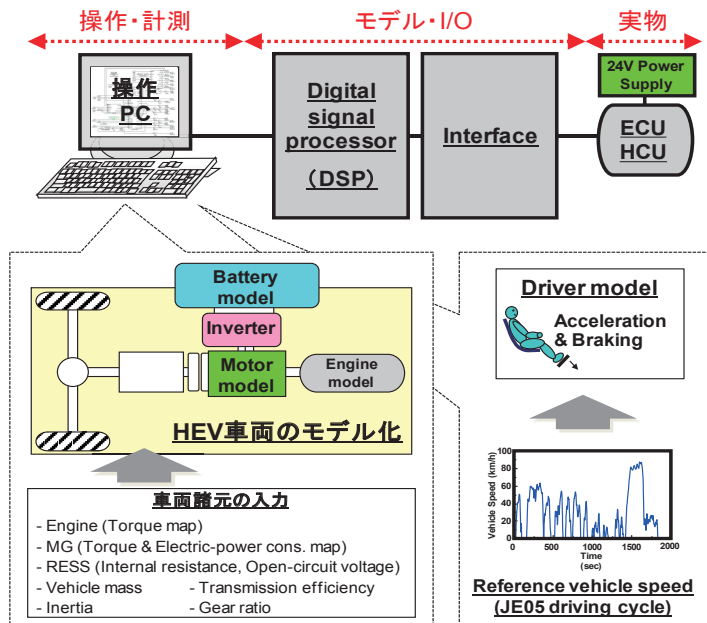
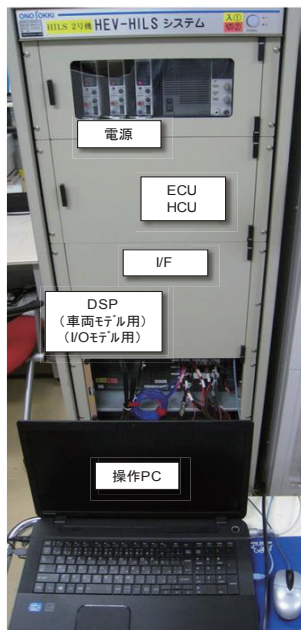
RCP : Rapid Control Prototyping  
HILS : Hardware In the Loop Simulation



# ハイブリッド重量車の試験法 : HILS法

HILSプログラムと実ECU、実HCUが接続された計算機から構成

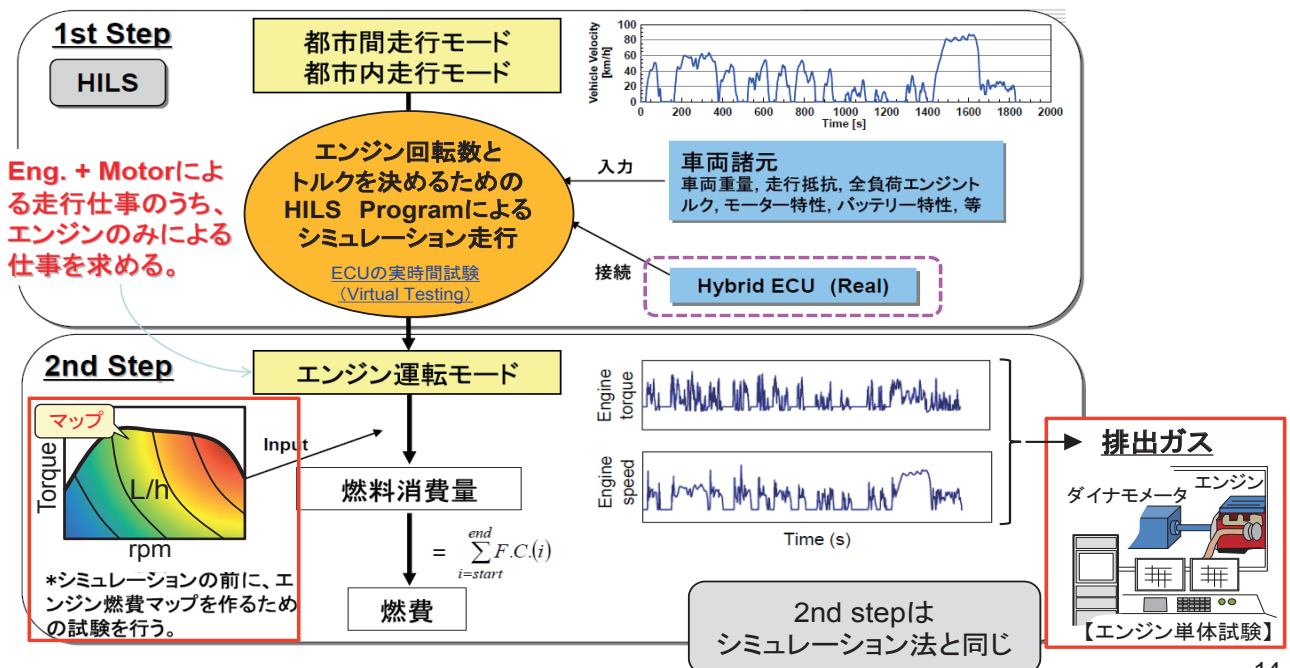
(ECU : Engine Control Unit, HCU : Hybrid Control Unit)



# ハイブリッド重量車の試験法 : HILS法

燃費試験 : 計算機 (HILSプログラム + 燃費マップ (エンジンホット))

排出ガス試験 : エンジン単体のダイナモ試験 (運転点は事前に決定)



# 内容

## 1. 概要

## 2. 各種車両の認証試験法

## 3. 次世代電動重量車に対する評価手法

・HILS法の課題整理

課題1：プラグインハイブリッド重量車の評価

課題2：新技術搭載電動重量車の評価

・HILS法の課題対応と評価事例

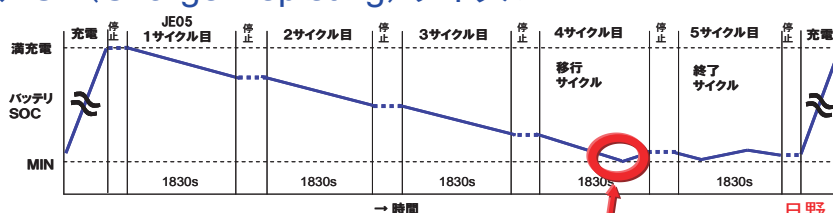
## 4. まとめ

## 課題1：プラグインハイブリッド重量車の評価

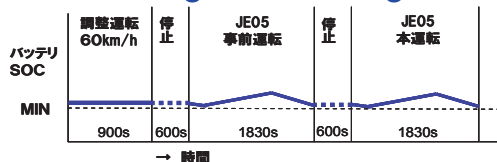
### 試験サイクル

#### ◆ CD (Charge Depleting) サイクル

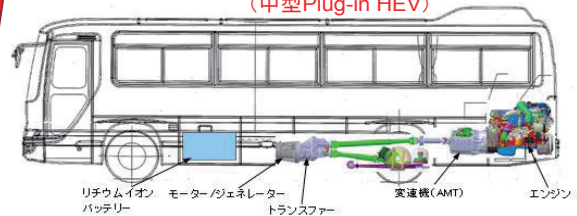
例：JE05モード



#### ◆ CS (Charge Sustaining) サイクル



日野 メルファ プラグインハイブリッドバス  
(中型Plug-in HEV)



### CDサイクル内の移行サイクル

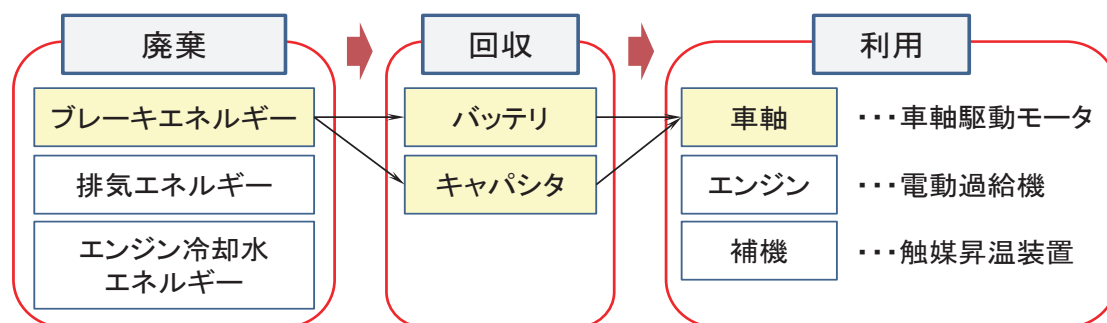
…エンジンが冷機状態から始動 (コールドスタート)

従来HILS法は、プラグインハイブリッド重量車の評価が困難

⇒コールドスタートのエンジン状態を計算機で再現できない

## 課題2：新技術搭載電動重量車の評価

現在市販のハイブリッド重量車のハイブリッド技術は、  
ブレーキエネルギーを蓄電装置に回収し、車軸をアシストする



電動技術は、今後 多様化していく

…エネルギーマネジメントによる環境性能改善が期待される

従来HILS法は、新技術搭載電動重量車の評価が困難

⇒リアルタイムの温度や電力情報を

ハイブリッド制御に適用できない

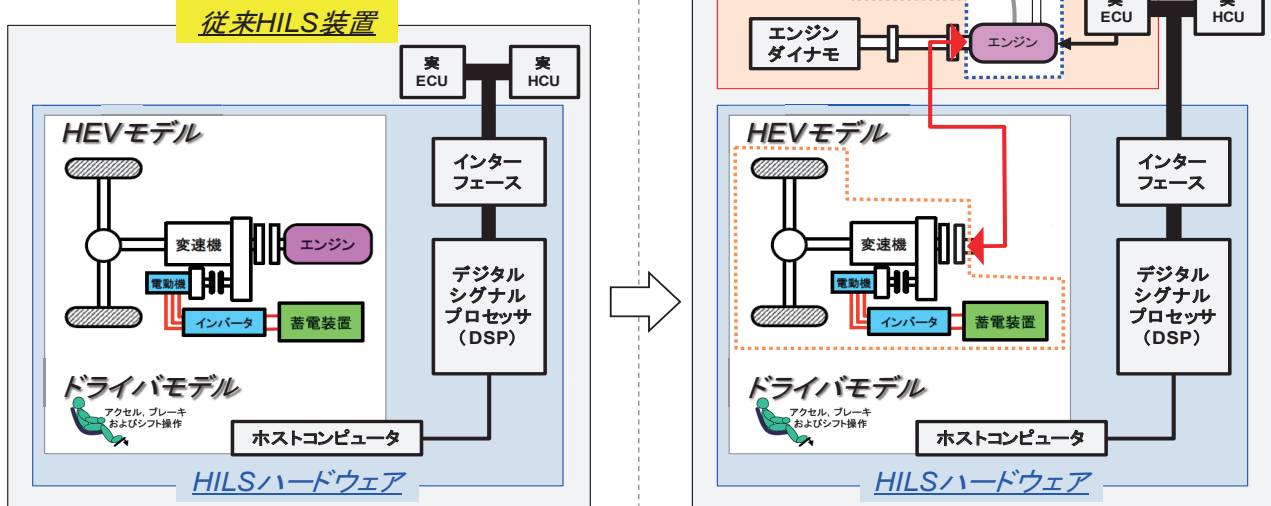
## 内容

1. 概要
2. 各種車両の認証試験法
3. 次世代電動重量車に対する評価手法
  - ・HILS法の課題整理
  - ・HILS法の課題対応と評価事例
  - 対応：拡張HILSの構築 & 精度検証
4. まとめ

# 対応：拡張HILSの構築

## 《従来HILSの課題》

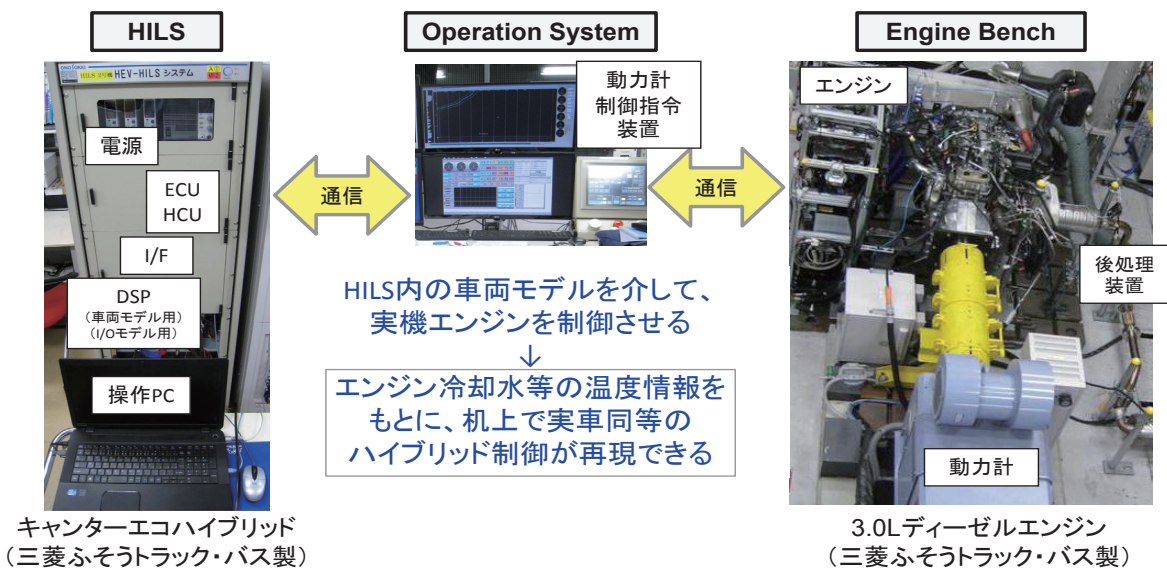
- ・コールドスタートのエンジン状態の再現
- ・温度情報を考慮したハイブリッド制御の対応



従来HILSのエンジン部を、モデルから実機に置き換えて評価

# 対応：拡張HILSの構築

## 従来HILSと既存エンジンベンチを使用



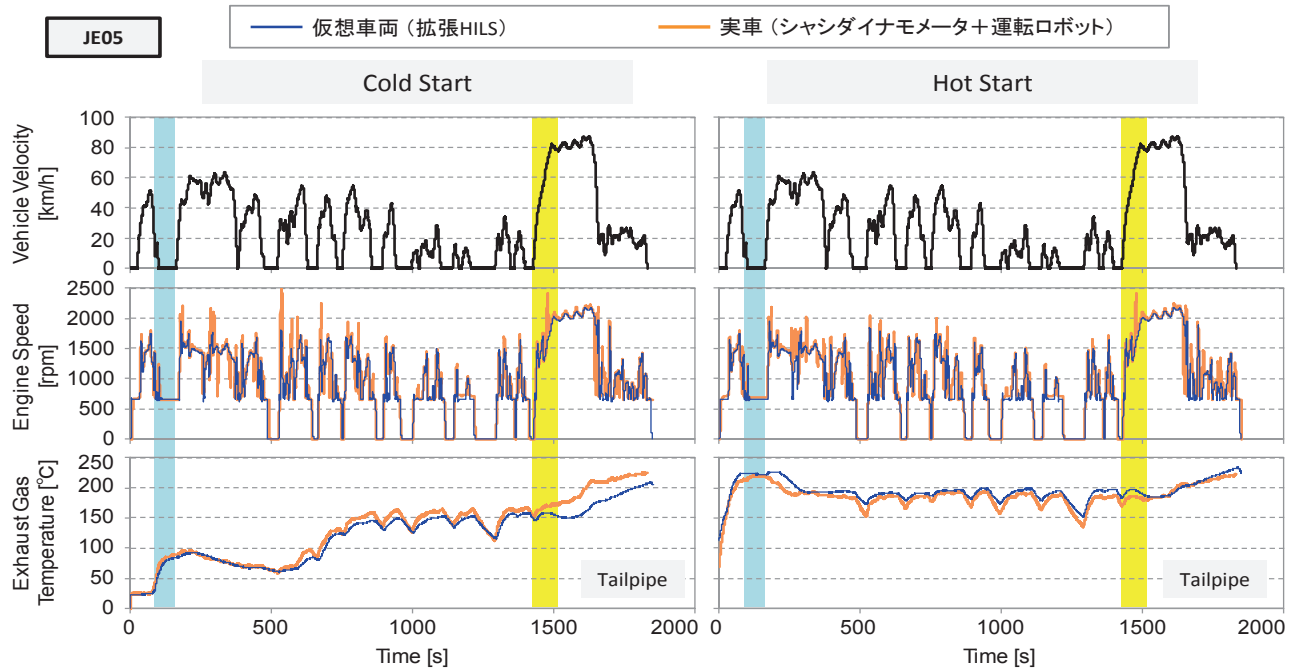
キャンターエコハイブリッド  
(三菱ふそうトラック・バス製)

3.0Lディーゼルエンジン  
(三菱ふそうトラック・バス製)

# 対応：拡張HILSの精度検証

## 拡張HILS vs. 実車HEV(キャンターエコハイブリッド)

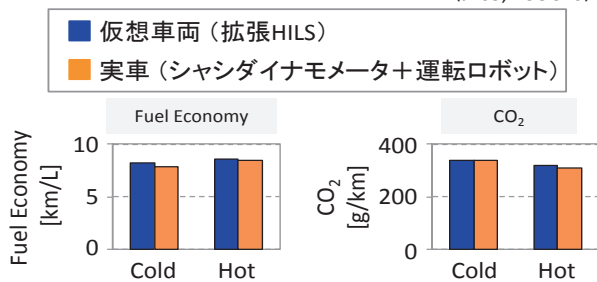
(車両重量: 4,705kg)



# 対応：拡張HILSの精度検証

## 燃費, 排出ガス

(JE05, ΔSOC=0)



## Chassis Dynamometer



キャンターエコハイブリッド  
(三菱ふそうトラック・バス製)

## 決定係数 (R<sup>2</sup>)

Hot Condition

(JE05)	Tolerance (HILS)	Cold Start	Hot Start
Accelerator Pedal	—	0.88	0.86
Brake Pedal	—	0.90	0.93
Vehicle Velocity	0.97 ≤	0.94	0.94
Engine Speed	0.97 ≤	0.91	0.87
Engine Torque	0.88 ≤	0.82	0.79

【拡張HILS】  
R<sup>2</sup> at Cold & Hot Start  
↓  
Good

仮想車両 (拡張HILS) ≒ 実車 (シャシダイナモメータ)

# 内容

## 1. 概要

## 2. 各種車両の認証試験法

## 3. 次世代電動重量車に対する評価手法

・HILS法の課題整理

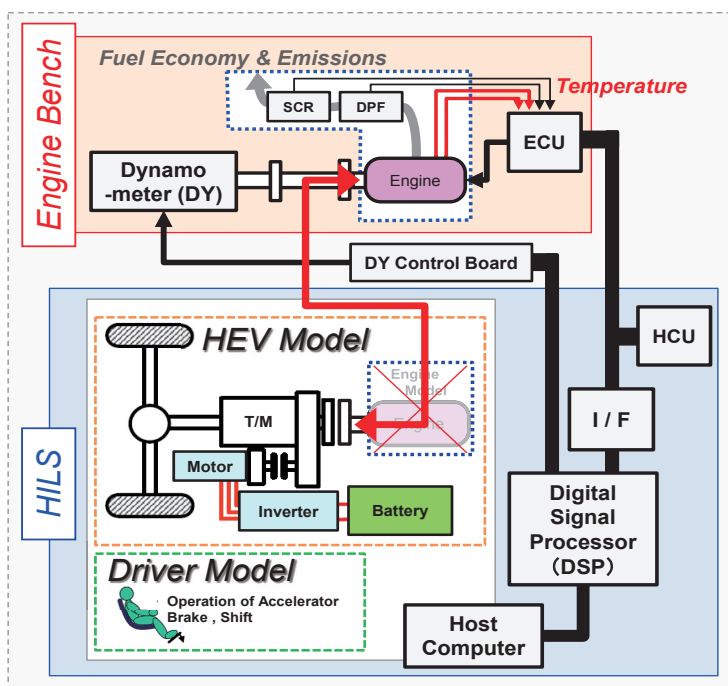
・HILS法の課題対応と評価事例

事例1：プラグインハイブリッド重量車の評価

事例2：触媒昇温装置搭載ハイブリッド重量車の評価

## 4. まとめ

## 事例1：プラグインハイブリッド重量車の評価



移行サイクル  
(コールドスタート)で  
エンジンが始動すると、

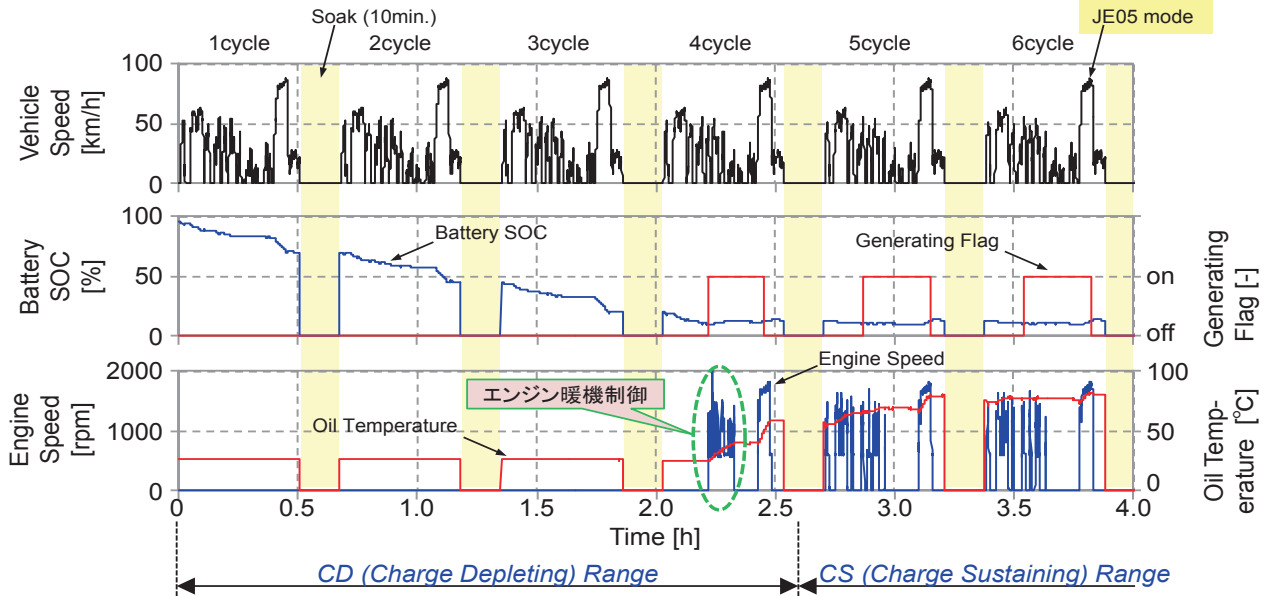
✓ 排出ガス低減装置 (EGR)  
やハイブリッド制御が、油・  
水温等によって変化する

✓ エンジン始動後に、  
エンジン暖機運転を行う

# 事例1：プラグインハイブリッド重量車の評価

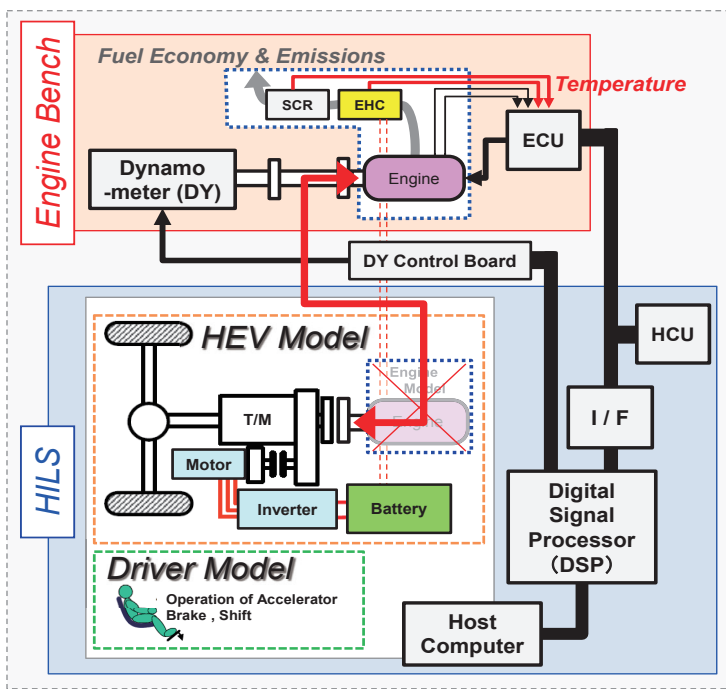
プラグインハイブリッド  
重量車(5,870kg)  
(パラレル方式)

走行開始 SOC	エンジン始動 SOC	発電開始 SOC	エンジン運転 SOC	エンジン 暖機制御
95%	10%	10%	13~10%	あり



コールドスタートのエンジン状態の評価が可能に

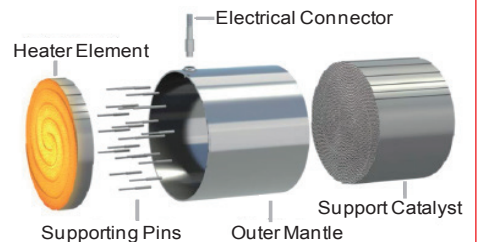
# 事例2：触媒昇温装置搭載ハイブリッド重量車の評価



触媒昇温装置搭載で、

- ✓ 各種温度や電力情報に基づくハイブリッド制御が、リアルタイムに変化する

EHC: 触媒昇温装置 (Electrical Heating Catalyst)  
...触媒を早期に機能させるため、バッテリー等の電源を使い暖める



《出典：Continental Emitec GmbH》

## 事例2：触媒昇温装置搭載ハイブリッド重量車の評価

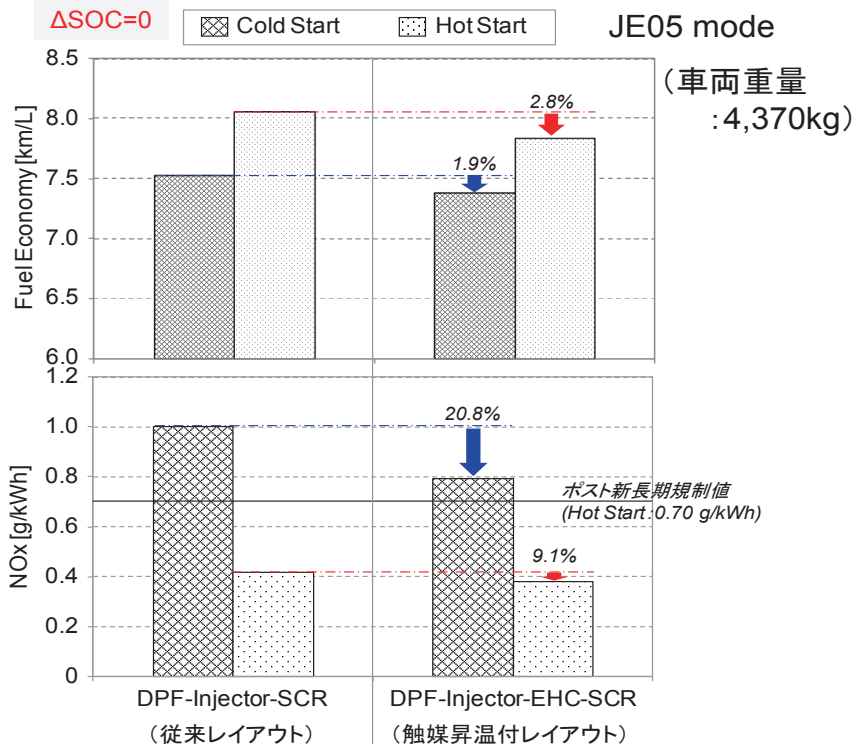
### 燃費・排出ガス評価

(ハイブリッド重量車)

拡張HILSで運用



- ✓エンジンや排出ガス後処理装置の温度情報を、ハイブリッド制御に適用可能
- ✓ヒータの消費電力を燃費に反映可能



温度情報を考慮したハイブリッド制御の評価が可能に

27

## 内容

1. 概要
2. 各種車両の認証試験法
3. 次世代電動重量車に対する評価手法
4. まとめ



## まとめ

- 従来HILS法では評価が困難な、プラグインを含むハイブリッド重量車の燃費や排出ガスを高精度に評価できる新たなHILS装置(拡張HILS)を構築した

### 拡張HILSの特徴 (他)

- ✓ 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を稼働
  - ・実機エンジンの使用により、事前評価(燃費マップ取得等)が不要
- ✓ 新たな大型設備投資が不要
  - ・従来HILS法と同じ設備(HILS装置、エンジンベンチ)を使用

## 今後

- 電気重量車、燃料電池重量車の高精度評価法の整備に向けて、拡張HILS手法が活用できるか検討する

従来HILSの電池部や燃料電池スタック部を、  
モデルから実機に置き換えて評価

