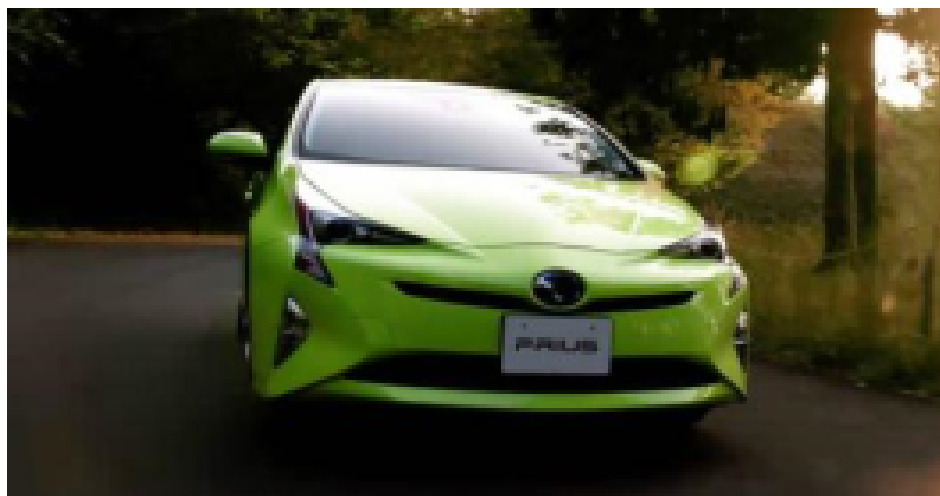




# 電動化時代を迎えた パワートレイン開発の方向性



2017年12月6日

トヨタ自動車株式会社

常務理事 安部 静生



**I. 自動車を取り巻く環境**

**II. トヨタの取組み**

**III. 電動化時代のエンジン**



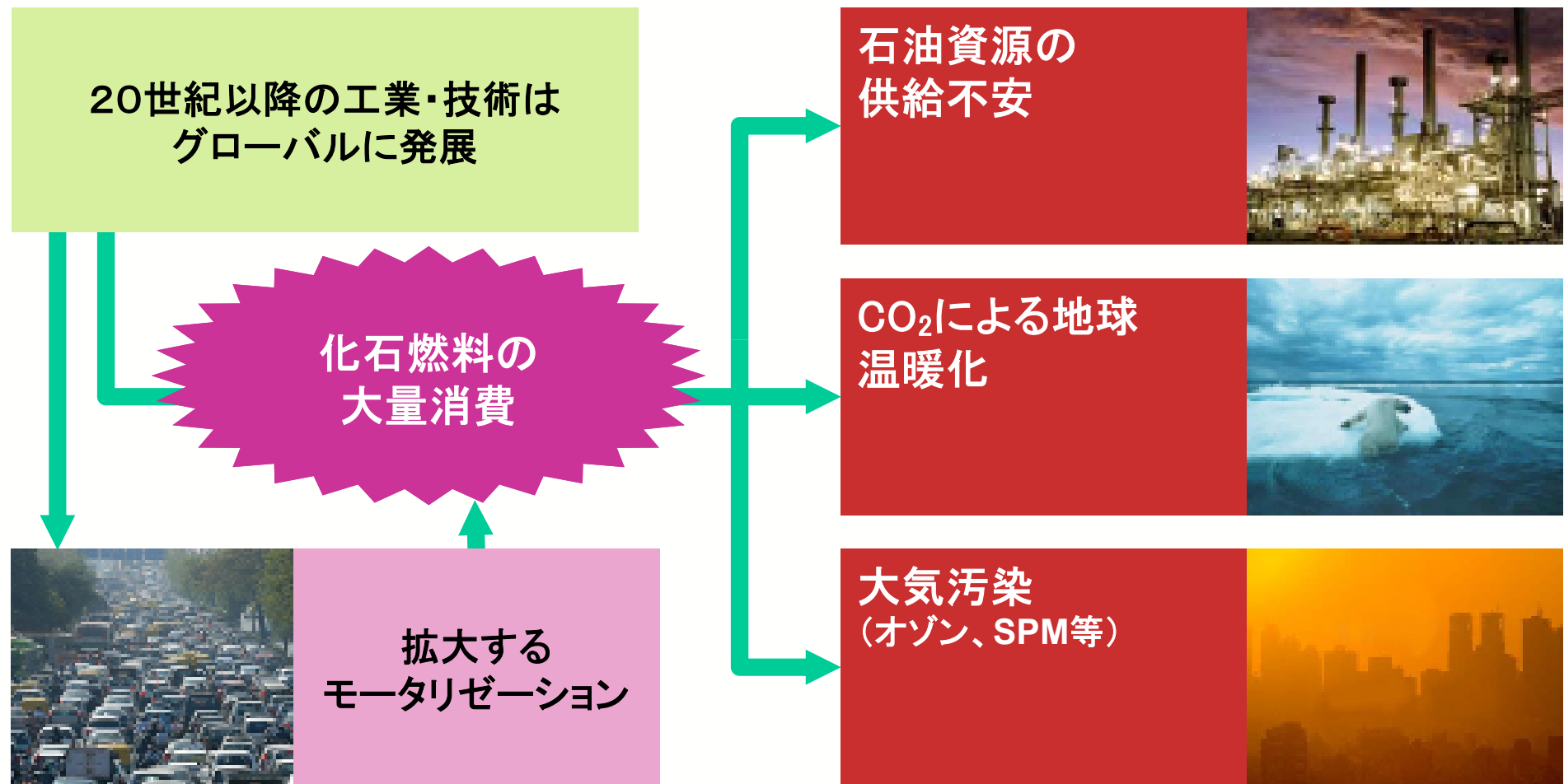
---

# I. 自動車を取り巻く環境

## II. トヨタの取組み

## III. 電動化時代のエンジン

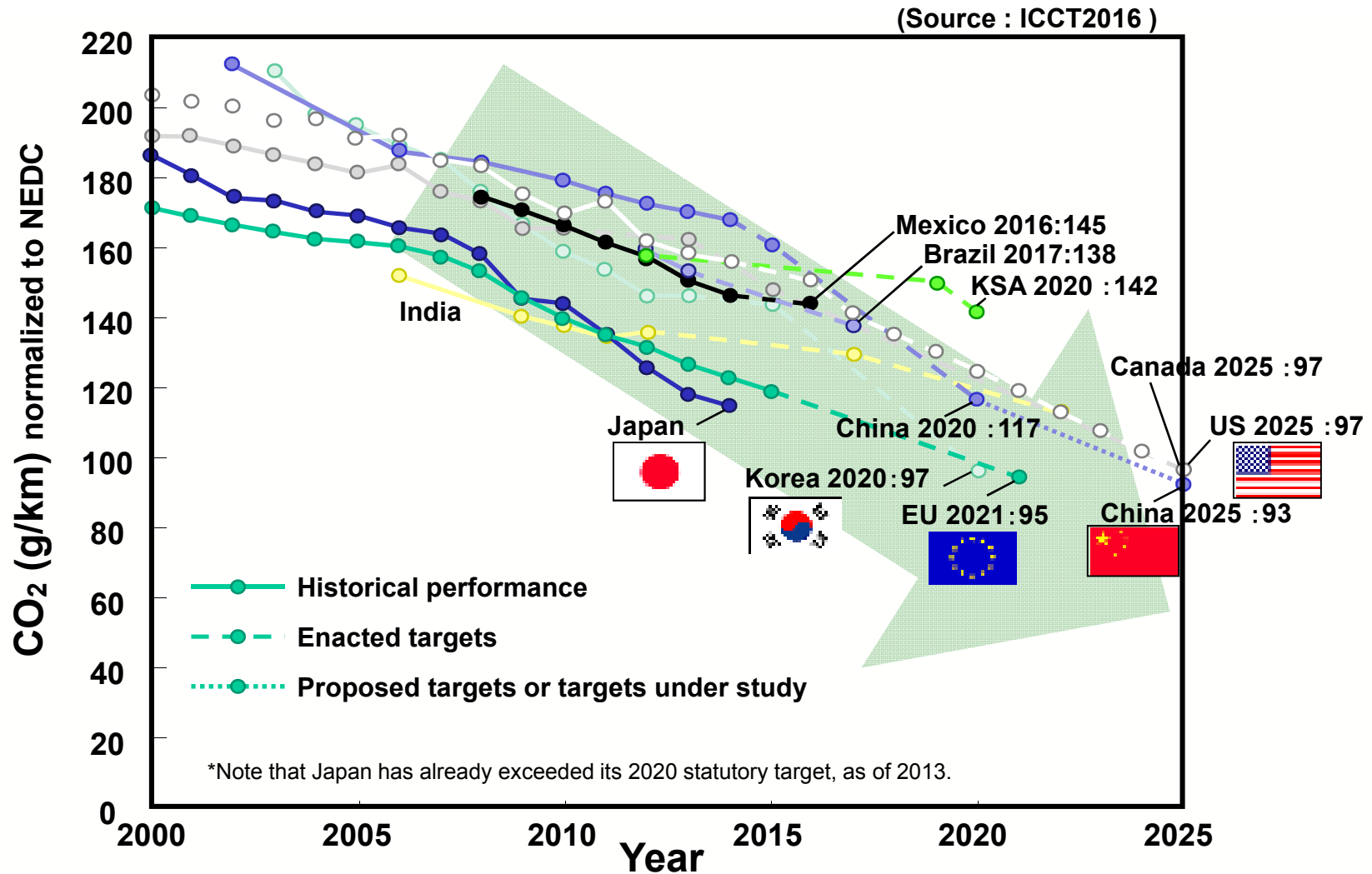
# 自動車を取り巻く環境 ～自動車が抱える問題～



自動車が抱える3つの問題  
1. 石油資源 2. CO<sub>2</sub> 3. 大気汚染



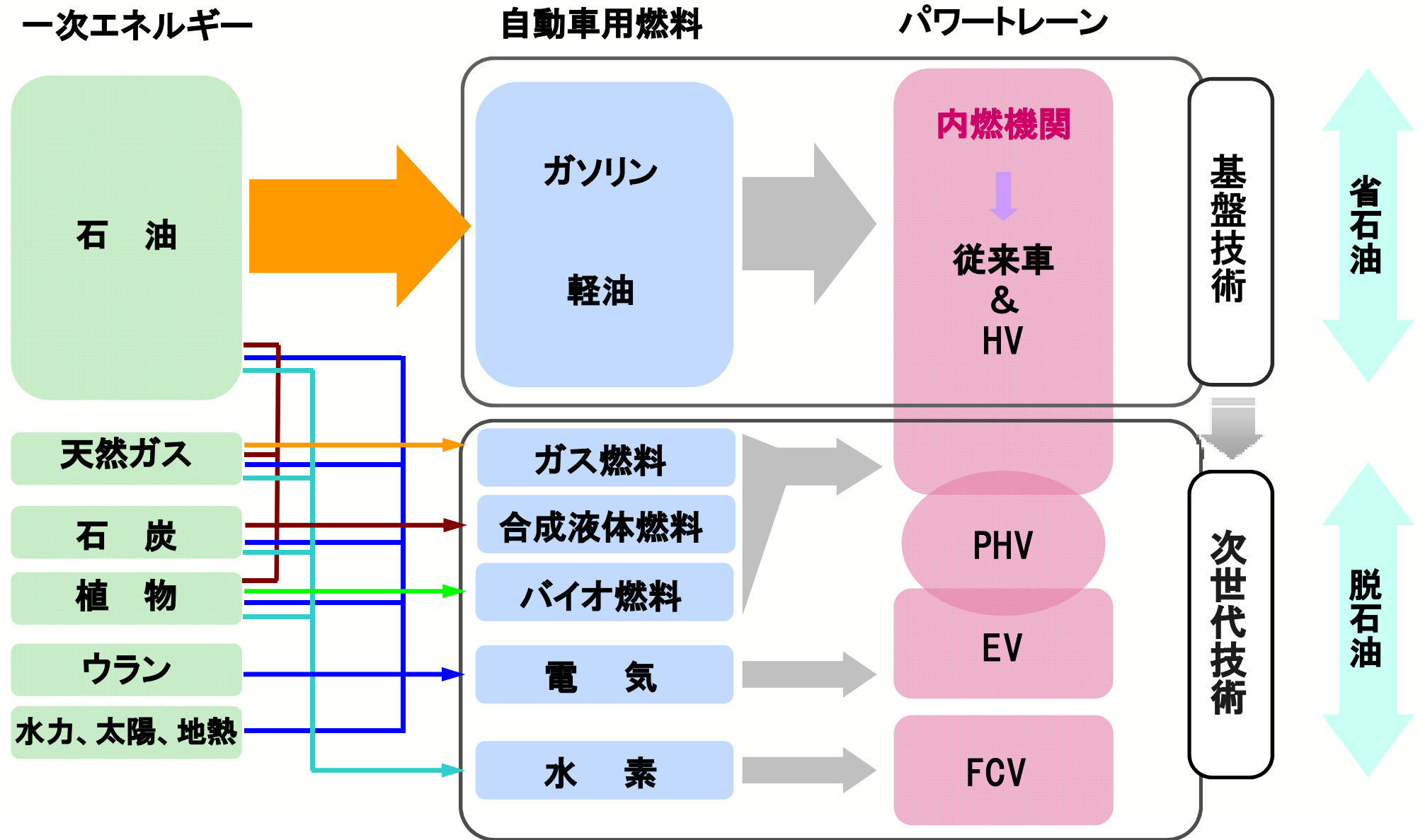
# 自動車を取り巻く環境 ～各国のCO2規制～

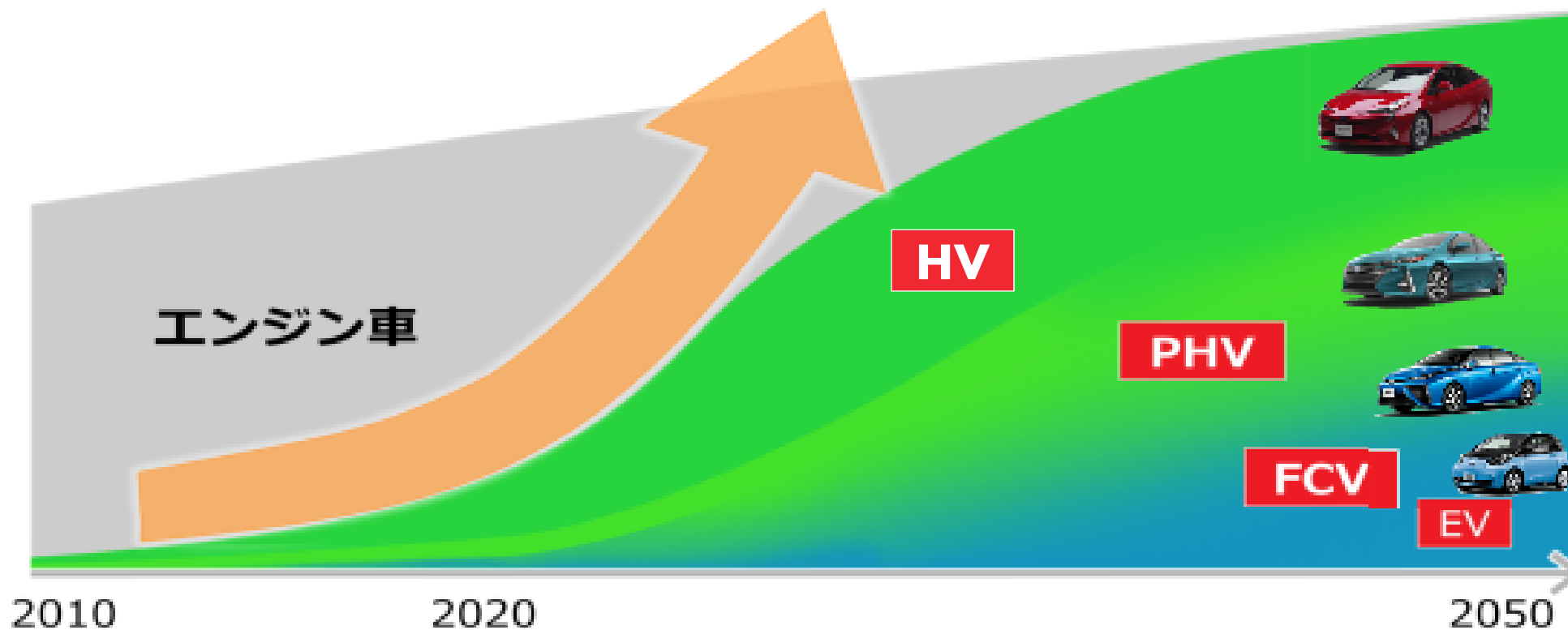


各国で厳しい自動車排出CO2規制が導入



# 自動車用燃料・パワートレーンの多様化

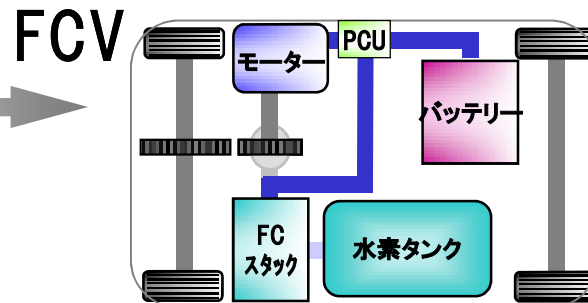
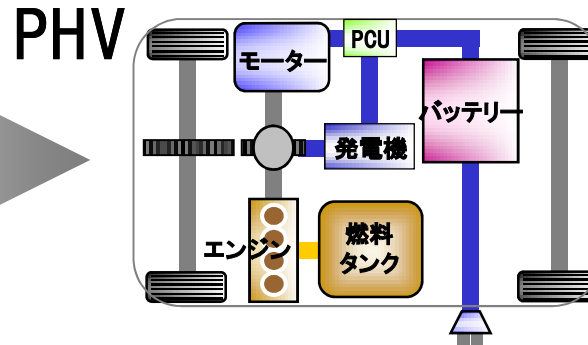
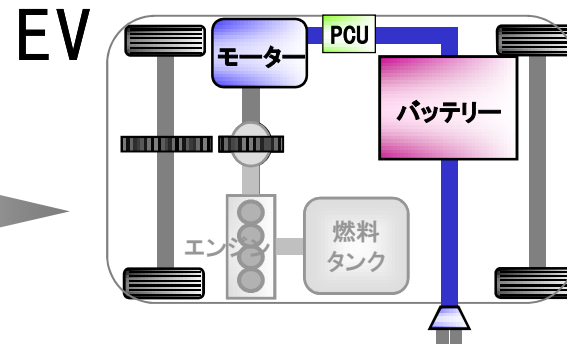
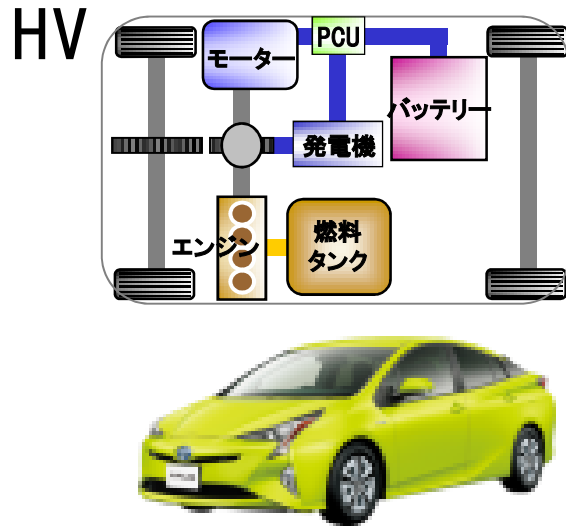




2050年CO2 90%削減(2010年比)に向け、  
殆どの車種はHV/PHVにしていく (ENG存続)



# ハイブリッド技術の展開



ハイブリッド技術は、PHV・EV・FCVの要素技術を含む、コア技術





---

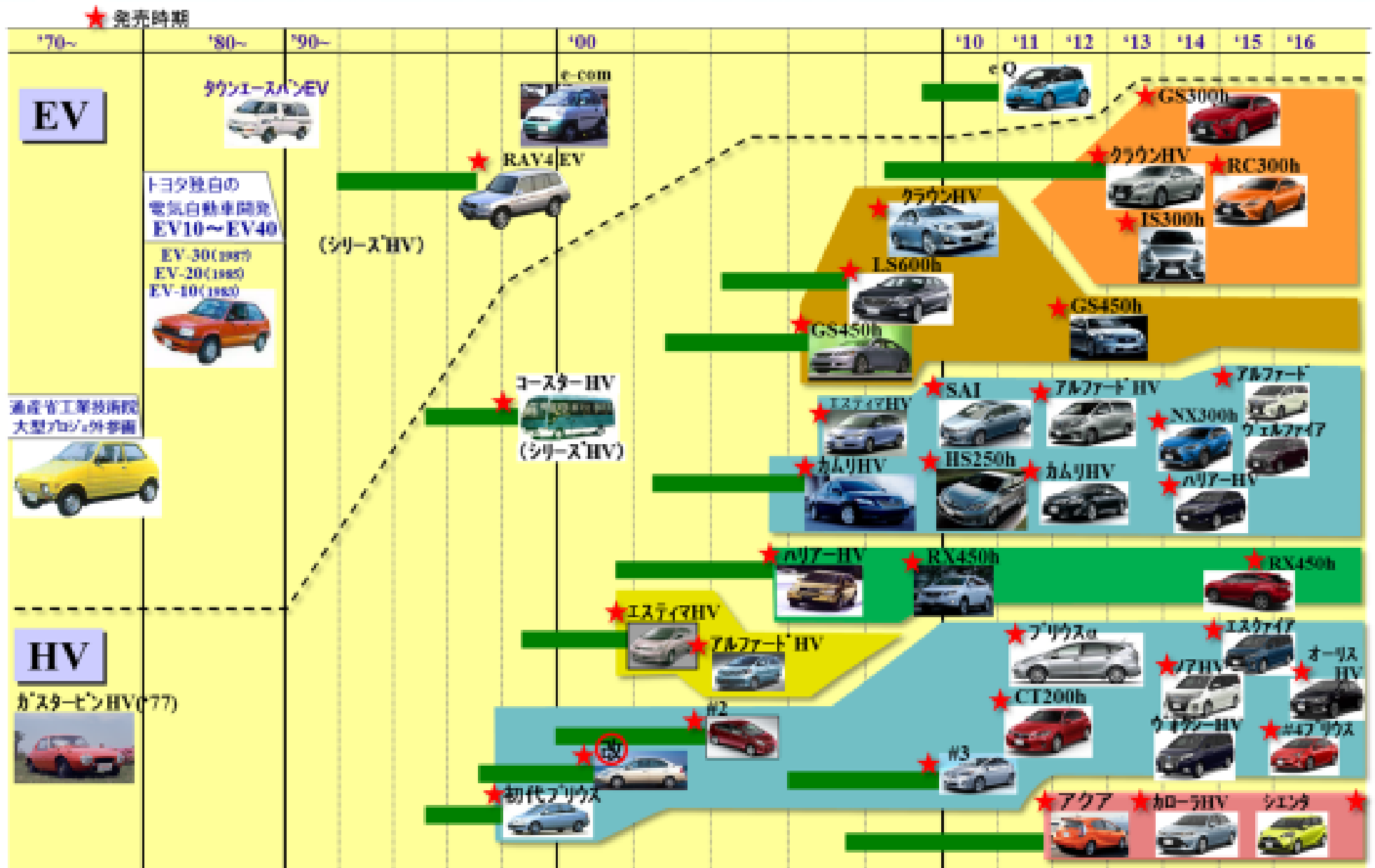
I. 自動車を取り巻く環境

**II. トヨタの取組み**

III. 電動化時代のエンジン

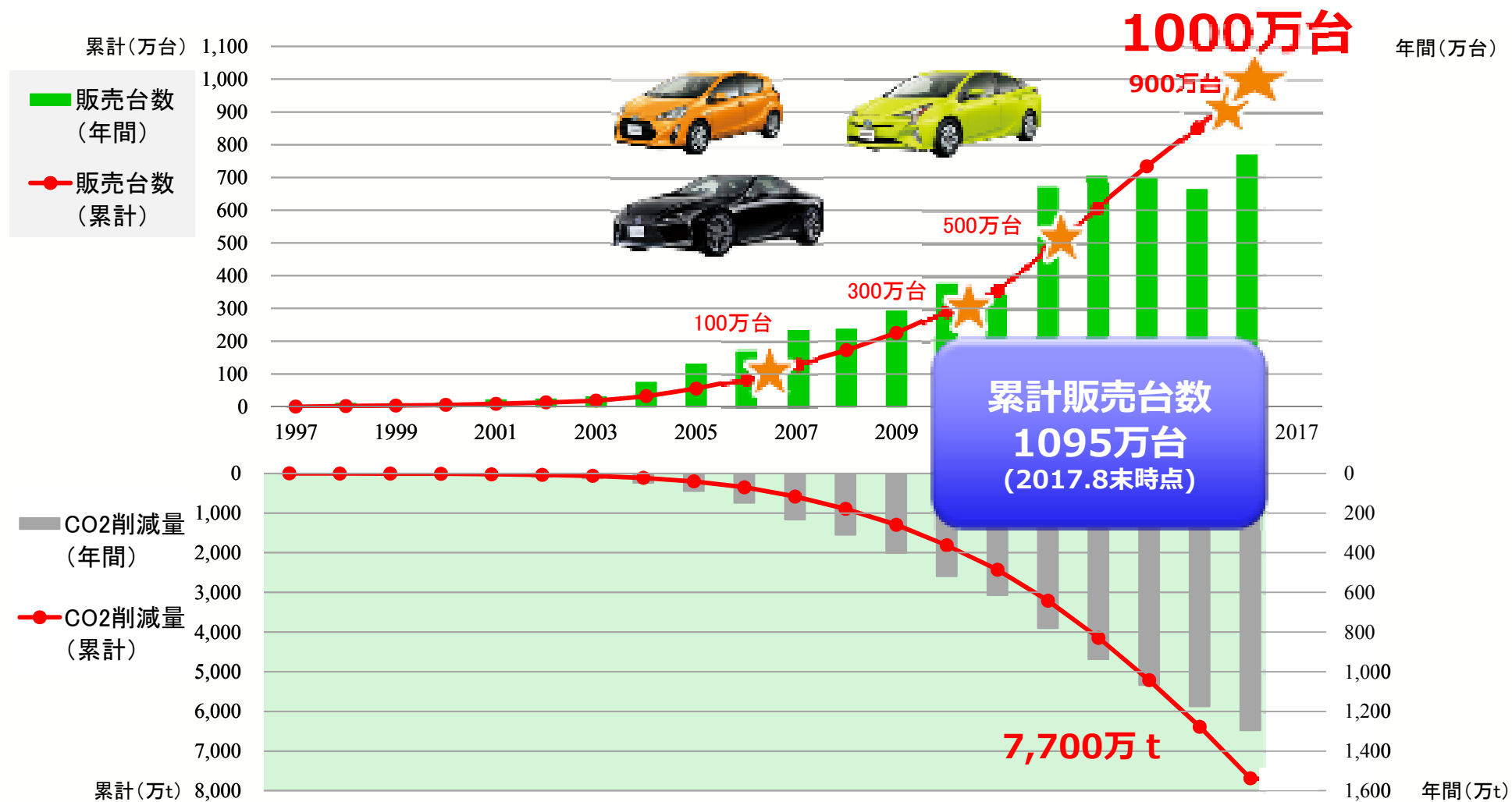


# トヨタの主な環境車開発の歴史 (FCVを除く)





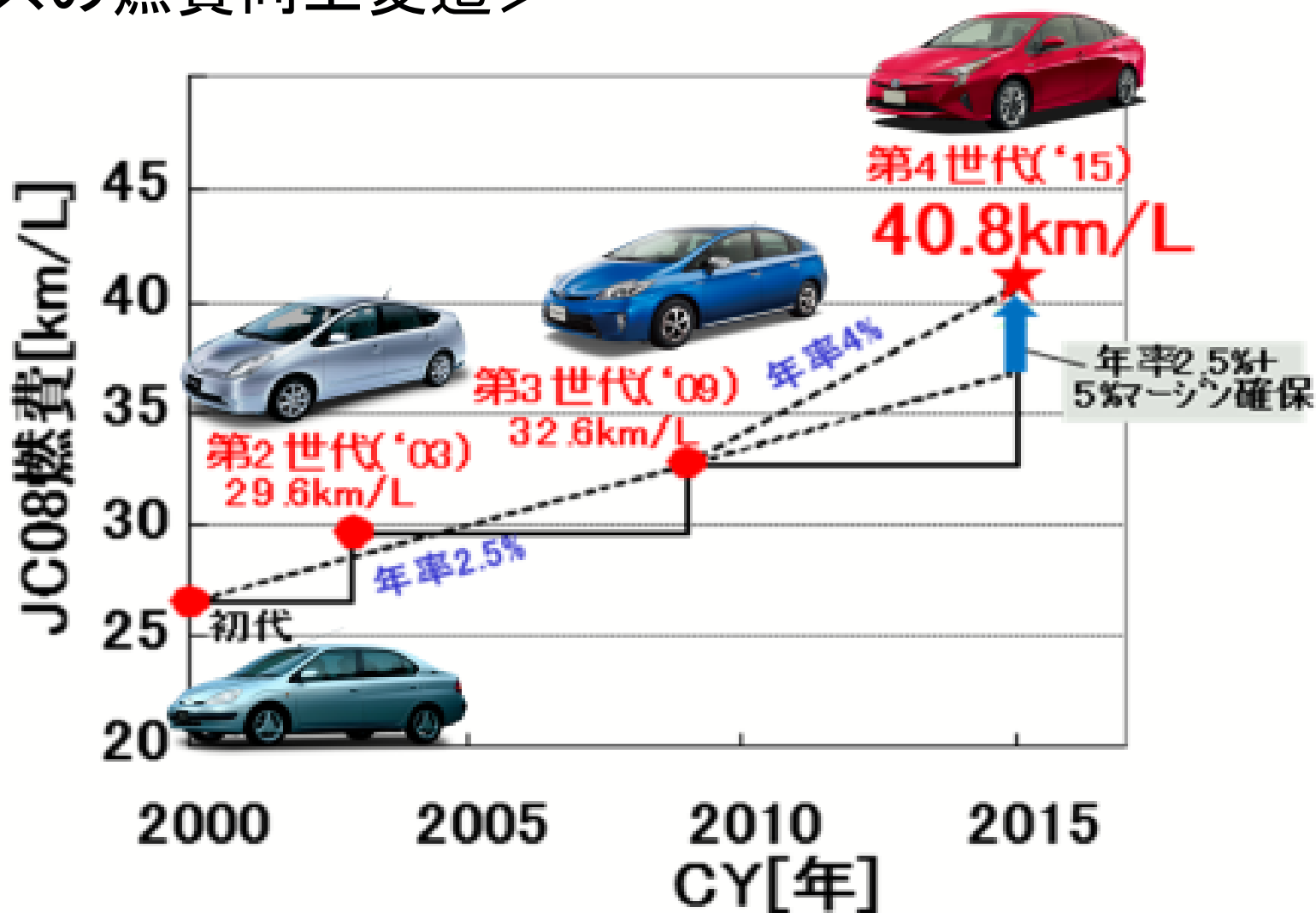
# トヨタ HV販売実績とそのCO2抑制効果



**HV累計販売台数は、2017年1月に1,000万台達成！**  
**同クラスガソリン車比較でCO2抑制効果は、累計で7,700万t**

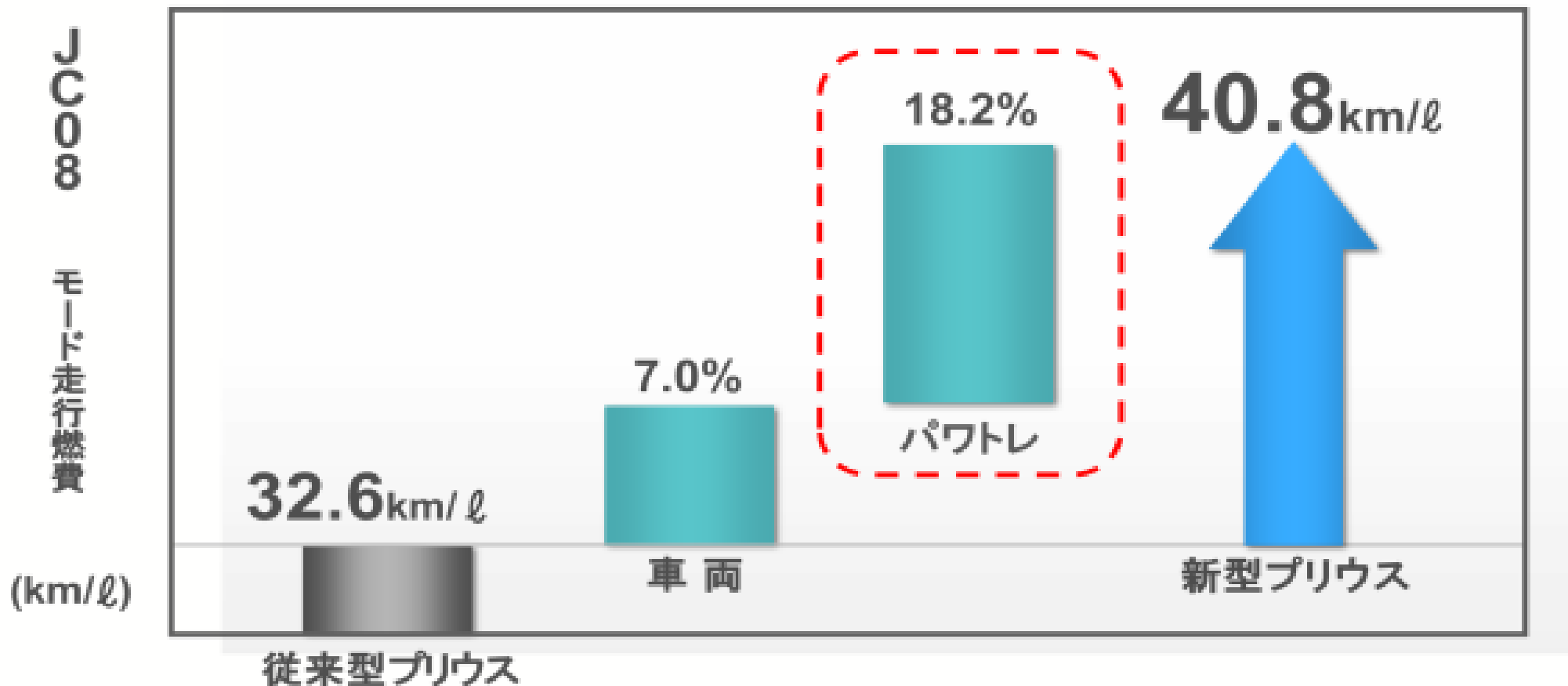


## <プリウスの燃費向上変遷>





## <燃費向上寄与率>





<パワトレの燃費向上の概要>

1. エンジン効率向上  
~TNGA ENG技術前出し~

2. HV電気ユニットの  
大幅な損失低減

3. システムとしての  
1、2の相乗効果

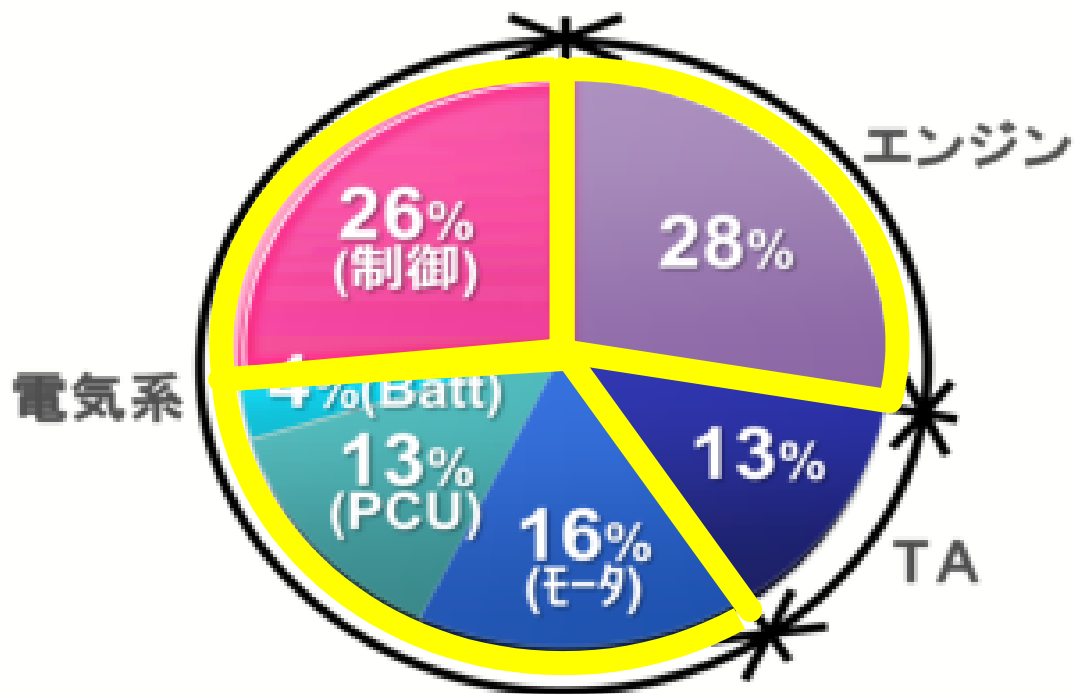
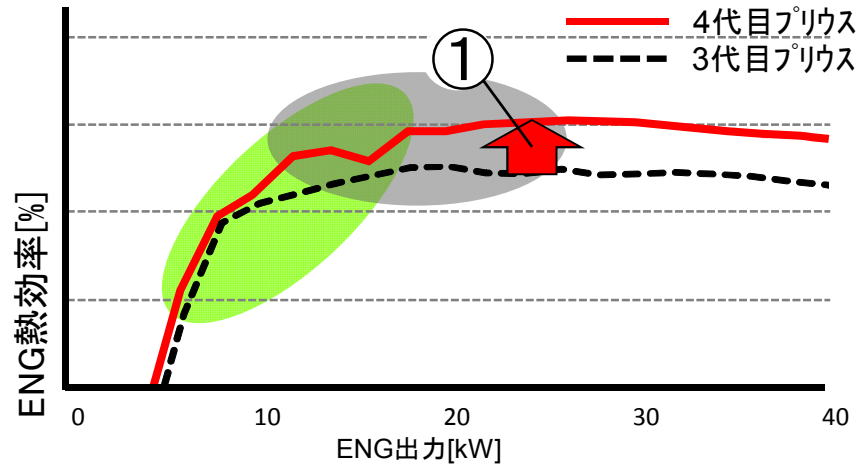


図. パワトレの燃費向上内訳

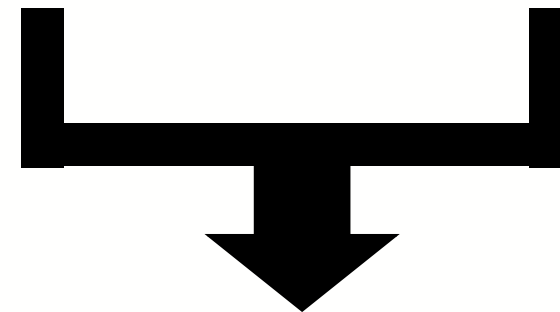


## <システム効率の進化—HV\*ENG相乗効果の最大化>

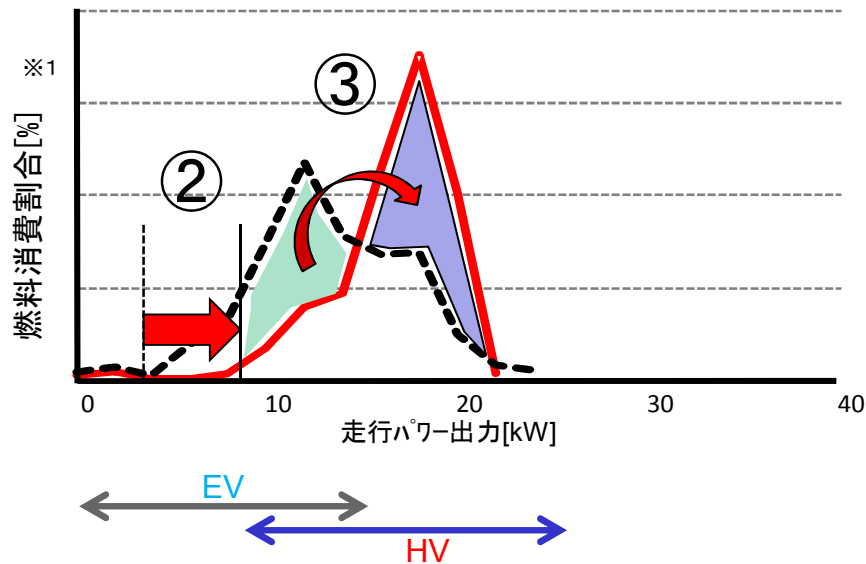


①エンジン  
効率向上

②HV損失低減  
(軽～中負荷域の  
EV領域拡大)



③システム(HV\*ENG)効率の良い高  
負荷側に更に動作点調整  
(HV\*ENG相乗効果の最大化)



※1 JC08モード走行時



## 【エンジン】

- 燃焼改善・ノッキング改善
- 2系統冷却システムの採用
- 低フリクション化



最大熱効率40%を実現





## <エンジンの効率向上>

### ■ 燃焼改善 (高タンブル化)

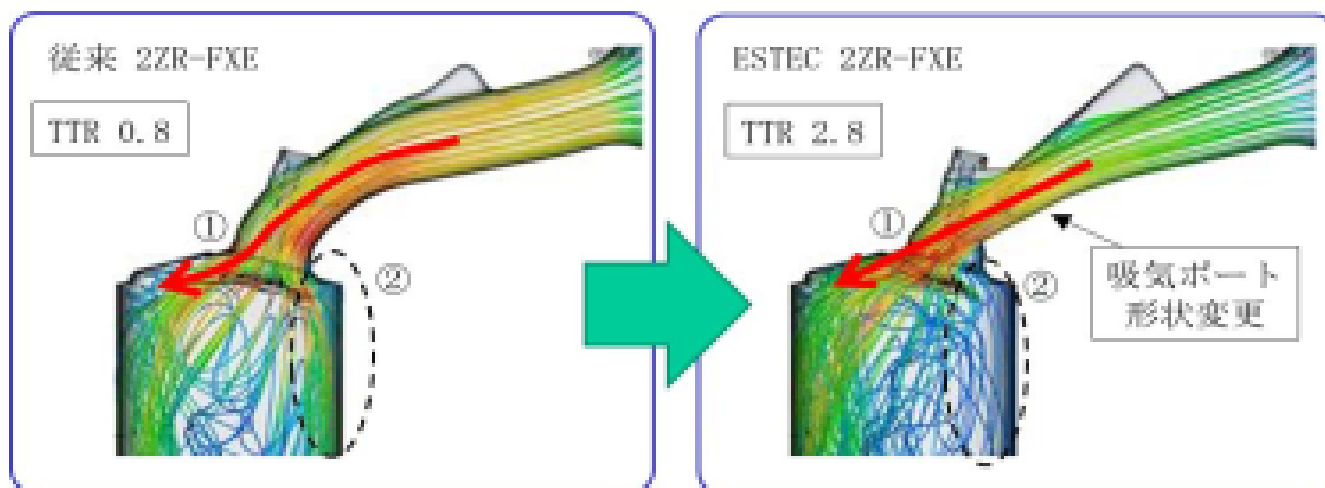
高タンブル化  
(0.8 → 2.8)



高速燃焼



EGR率拡大  
(15 → 25%)



- ① タンブル方向の気流を直線化
  - ② 逆タンブルの気流成分を低減
- タンブル比を0.8 から2.8に向上



## <エンジンの効率向上>

### ■ヒートマネジメント(2系統冷却システム、ウォータージャケットスパーサ)

#### ・2系統冷却システム

エンジン本体

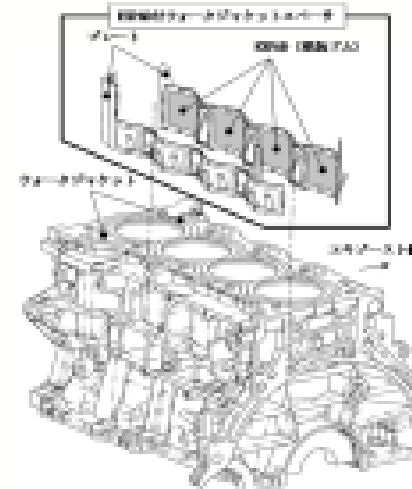
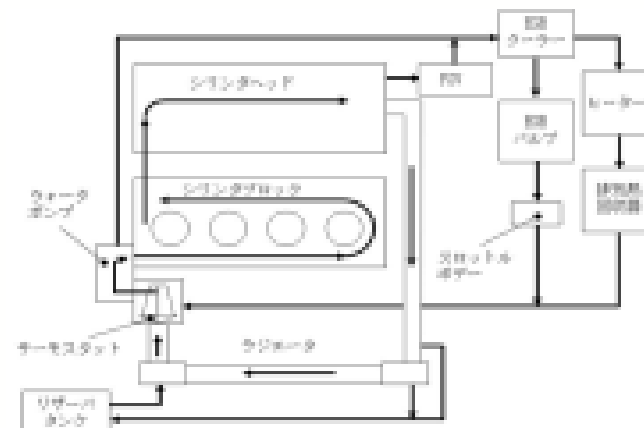
排気熱回収器・  
ヒータ

暖気促進

#### ・ウォータージャケットスパーサ

冷却水流れ  
制御

シリンダボア  
冷却最適化





## <エンジンの効率向上>

### ■フリクション低減(摺動抵抗低減・軽量化)

#### ・摺動抵抗低減

- ・細溝付クランクベアリング
- ・オイルポンプ新歯車形状
- ・0W-16低粘度オイル
- ・コンロッドベアリング幅縮小

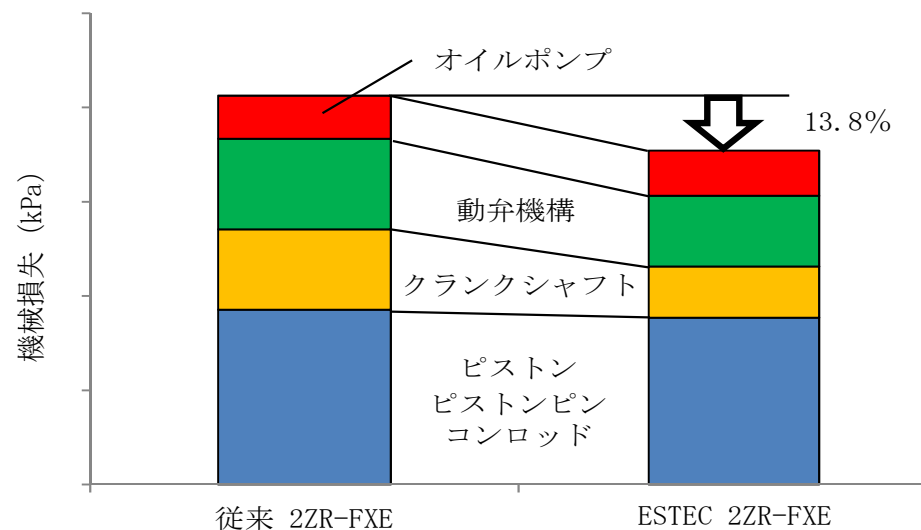
⋮

#### ・軽量化

- ・薄幅ローラアーム
- ・小型リテーナ
- ・ビーハイブ形状バルブSP

⋮

**フリクション  
低減  
-13.8%**





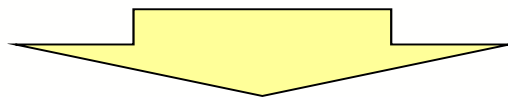
# 新型プリウスPHV





## 1) プラグインハイブリッド車 (PHV) 開発の狙い

実現したいこと : 電気利用モビリティの早期本格普及



高い環境性能の**使いやすい次世代エコカー**を提供

航続距離  
不安なし

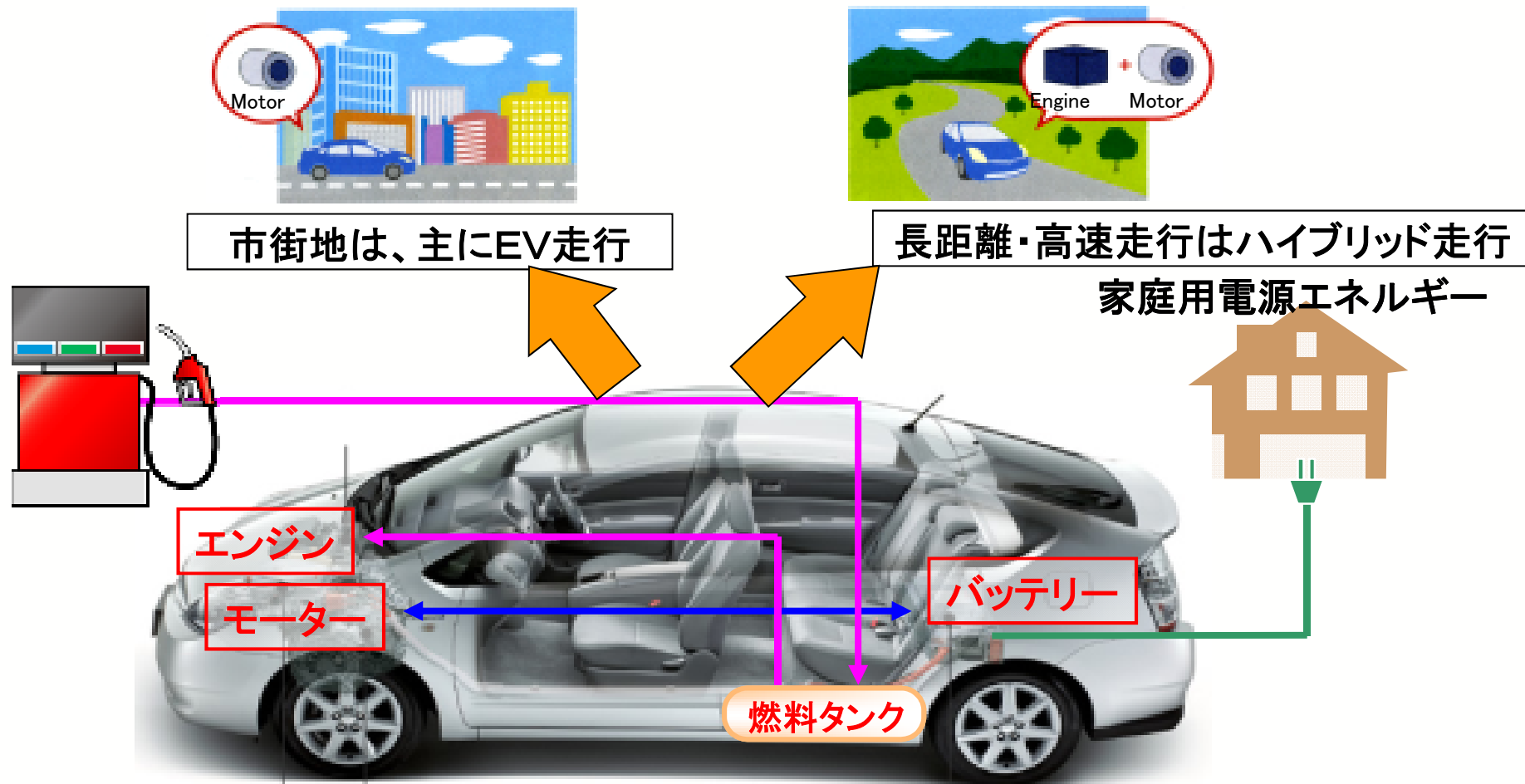
専用充電  
インフラ不要

手に届く  
価格

ハイブリッドシステムを備えることで  
EVの持つ不安を解決したクルマ



## 2)PHVとは



電気エネルギーのより新しい活用法として期待ができる



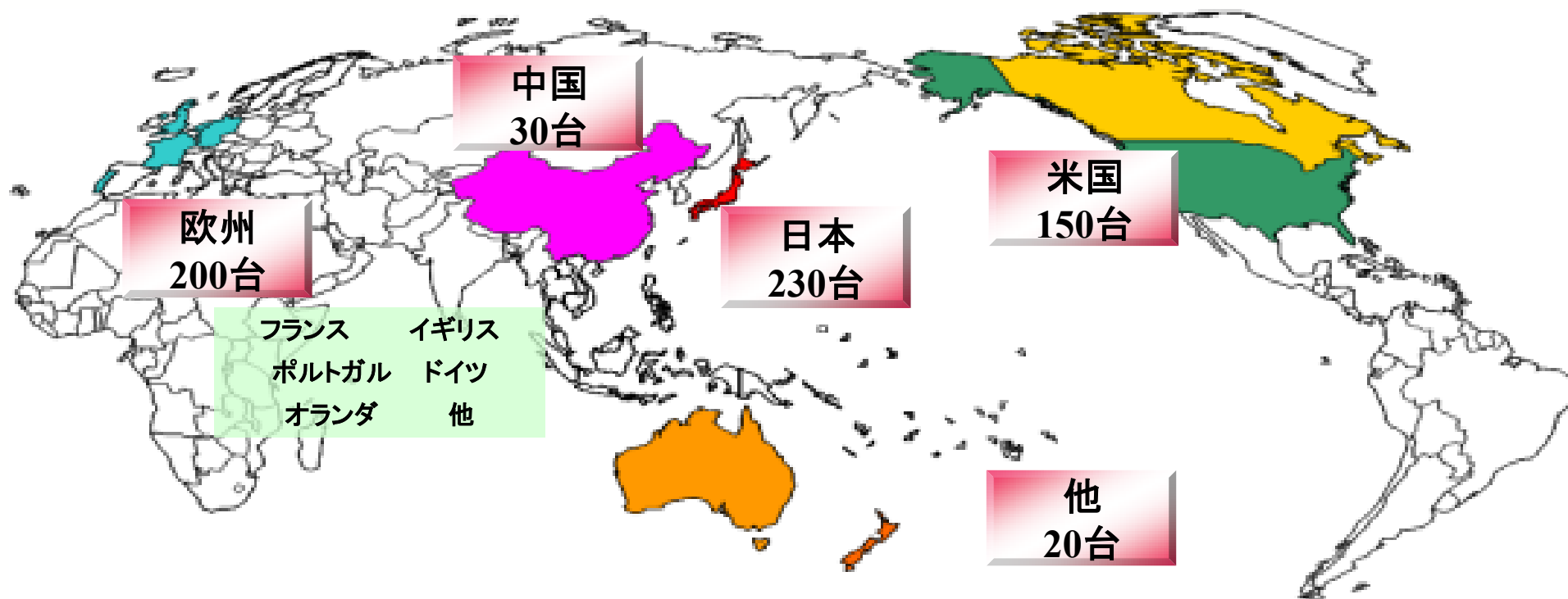
# プリウスPHV普及へのロードマップ



日・米・欧のお客様から、プラグインハイブリッド技術や  
車両性能に関する情報を頂き、更なる商品力の向上を図る



## プリウスPHV(少量生産)導入先



2009年12月より、日米欧を中心に約600台を導入



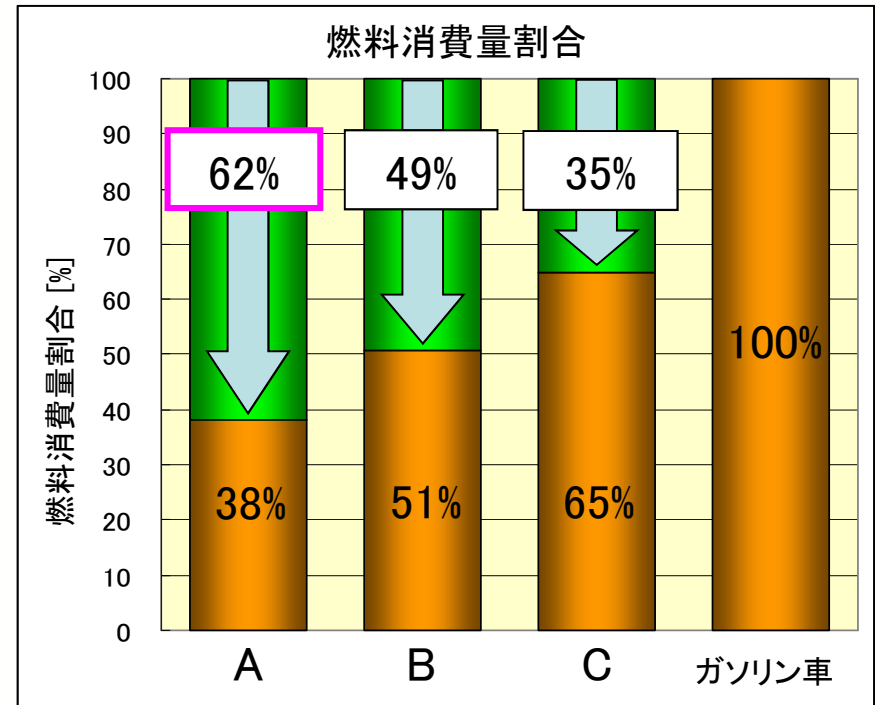
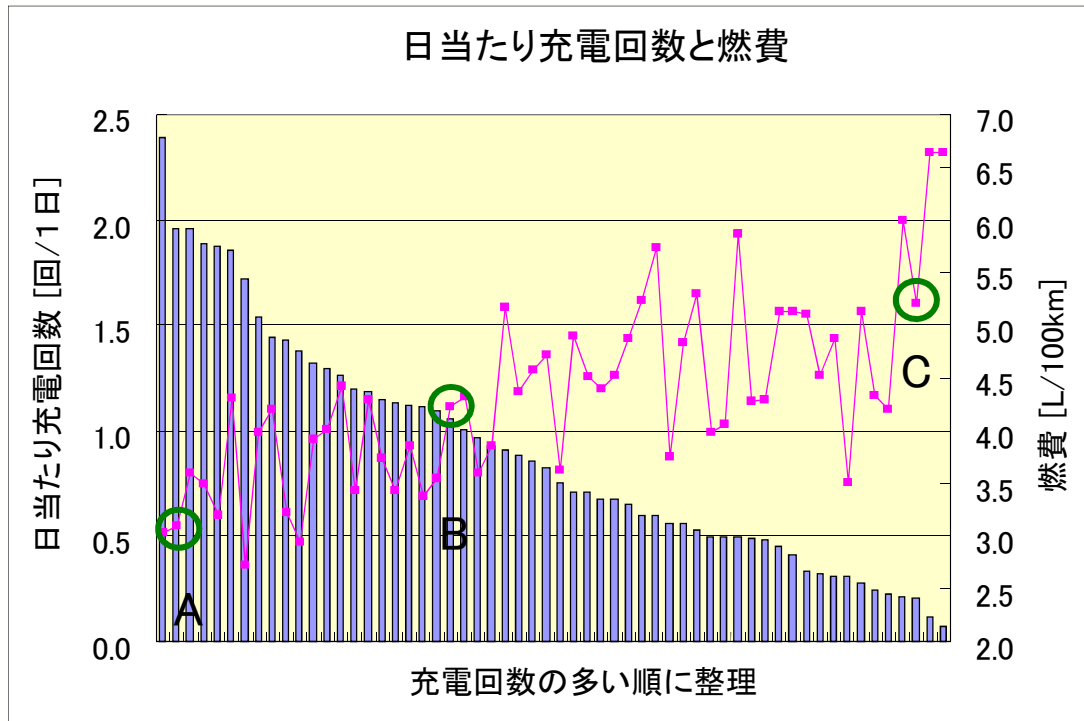


Parameter	France	Japan	USA
車両台数	58 台	145 台	65 台
配車開始日	2010/04/15 ~	2009/12/8 ~	2010/06/1 ~
総走行距離	592,234 km	1,262,363 km	595,510 km
年間平均走行距離	19,300 km	9,500 km	13,400 km
総トリップ回数	55,581 回	167,884 回	53,397 回
総充電回数	10,749 回	37,448 回	10,672 回

- データは半年毎の定期点検時に回収
- 70/159/73台(仏/日/米)全車両のデータ回収済み
- そのうち走行距離の短い車両(500km以下)を除いた  
58/145/65台についてデータ解析



## 1. 充電回数と燃費：フランス実証 ユーザーデータ

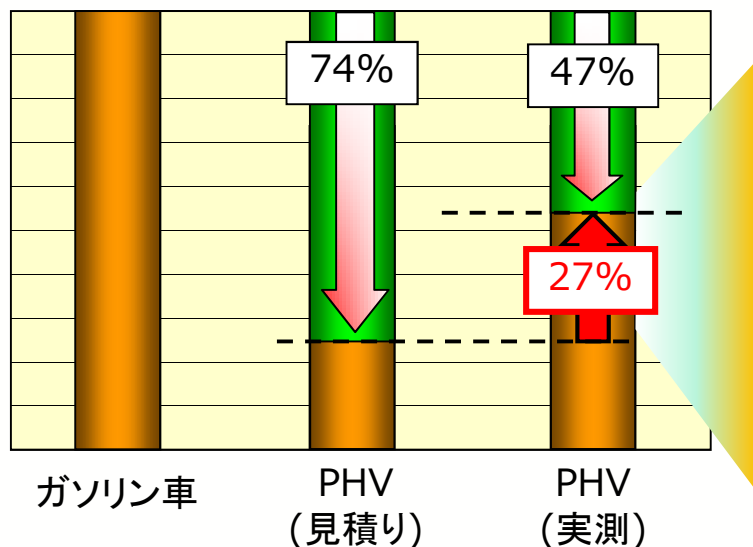


充電回数 A: 1日約2回  
 B: 1日約1回 (ほぼ平均値)  
 C: 5日に1回

- 充電回数が多い車両は燃費が良い傾向を確認
- 1日2回充電をしている方は、年間の燃料削減率は**62%**
- 充電回数が少なくなると、プリウスHVの燃費に近づいていく



## PHVの燃料消費量 削減効果比較 (日本、ガソリン車比)



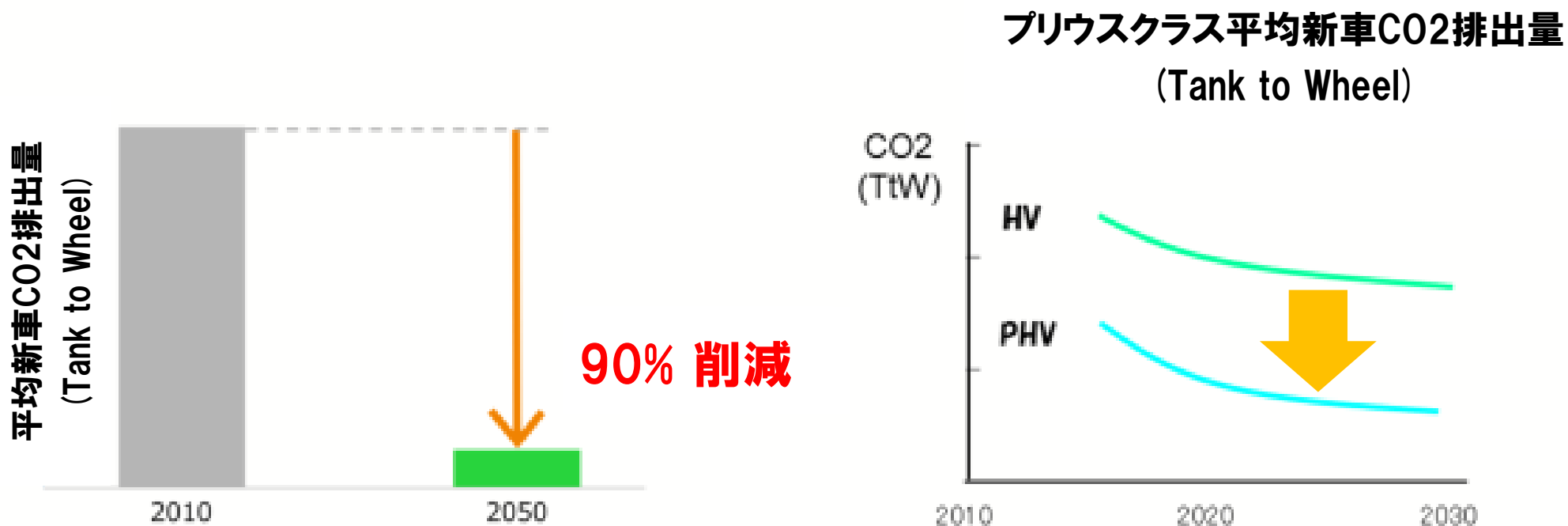
### 見積り値に対する 実測値の低下原因

- 1 満充電を待たず走行
- 2 走行以外に電力消費しEV走行距離が目減り
- 3 EV走行中にエンジン作動

燃料削減メリットの見積り値との乖離を解析し改良に生かす



## 更なる CO2 排出量目標へ！ (2015.10月 環境フォーラム)



CO2 90%削減のためには、  
PHVのCO2排出量はHVに対し半減以下が必要



## EVレンジ 2倍以上！

<従来型比>

EVレンジ 26.4km	<b>+158%</b>	68.2km
電力量 4.4kWh	<b>+100%</b>	8.8kWh
電池質量 82kg	<b>+59%</b>	130.7kg
電池体積 92L	<b>+88%</b>	173L



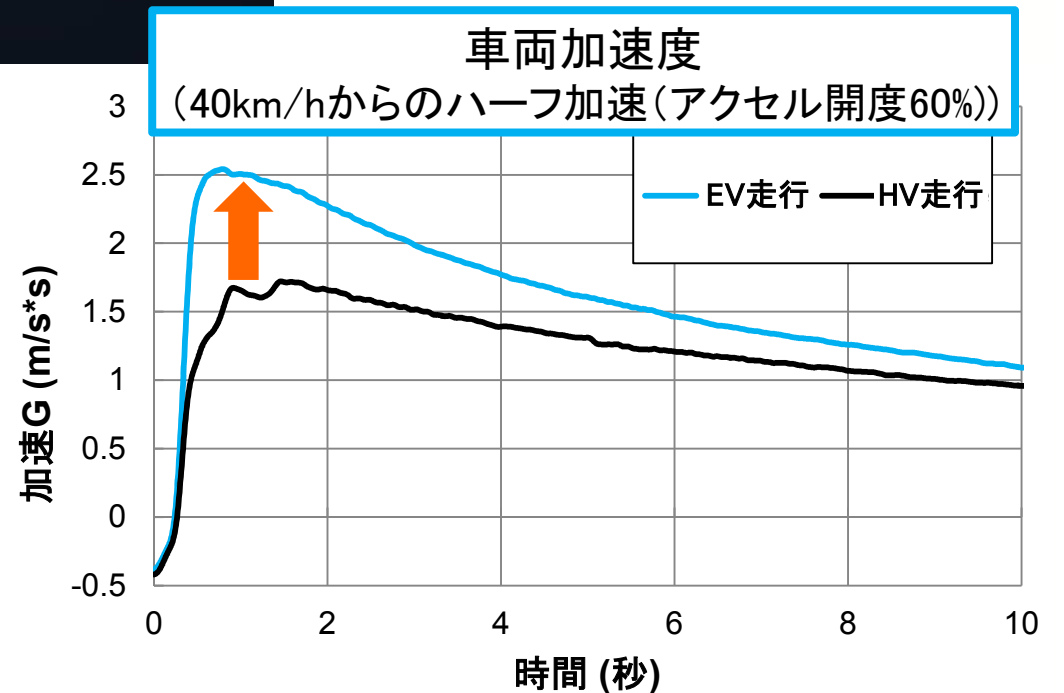


## デュアルモータドライブ

- EVカバー率向上
- EV走行はHV走行より  
加速度と加速フィーリングが向上。

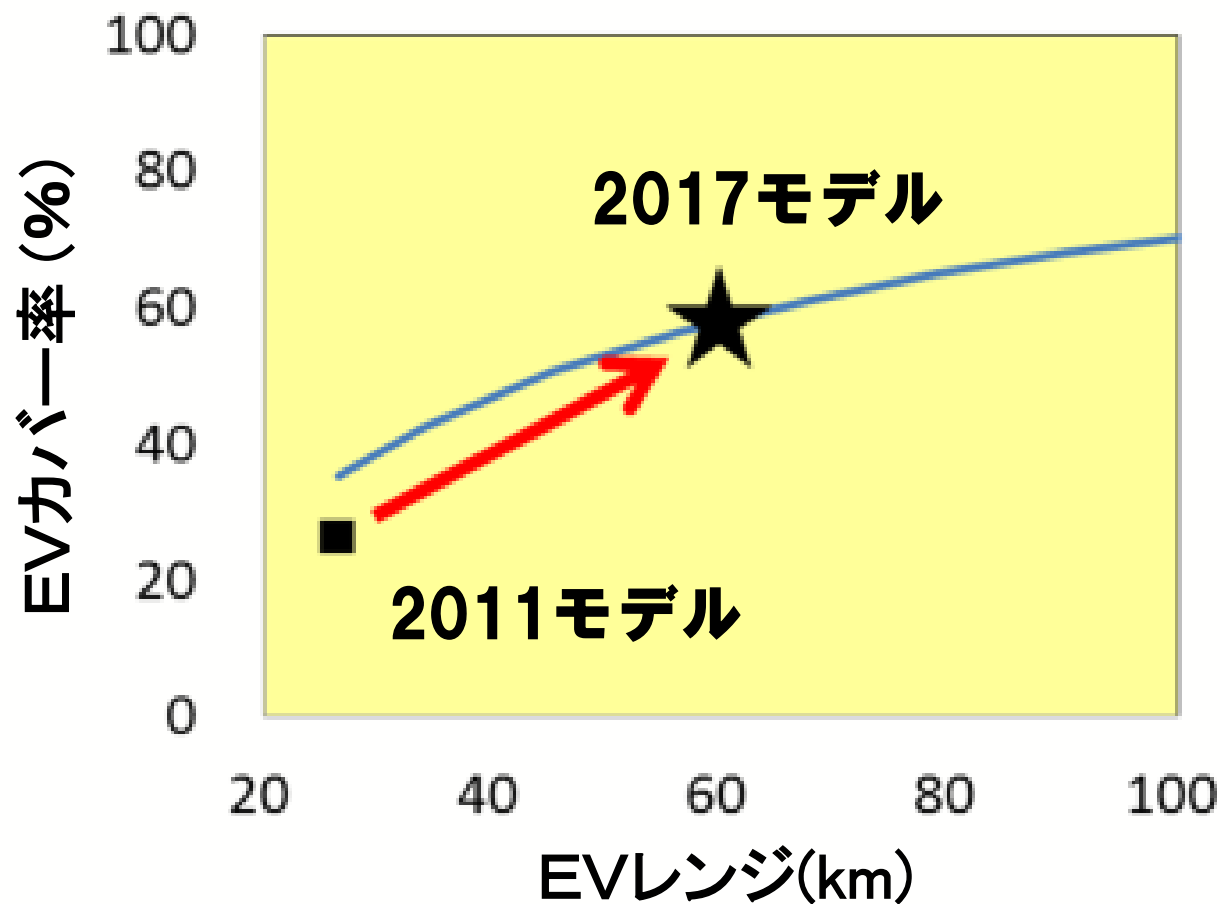


より充電したくなるクルマ！





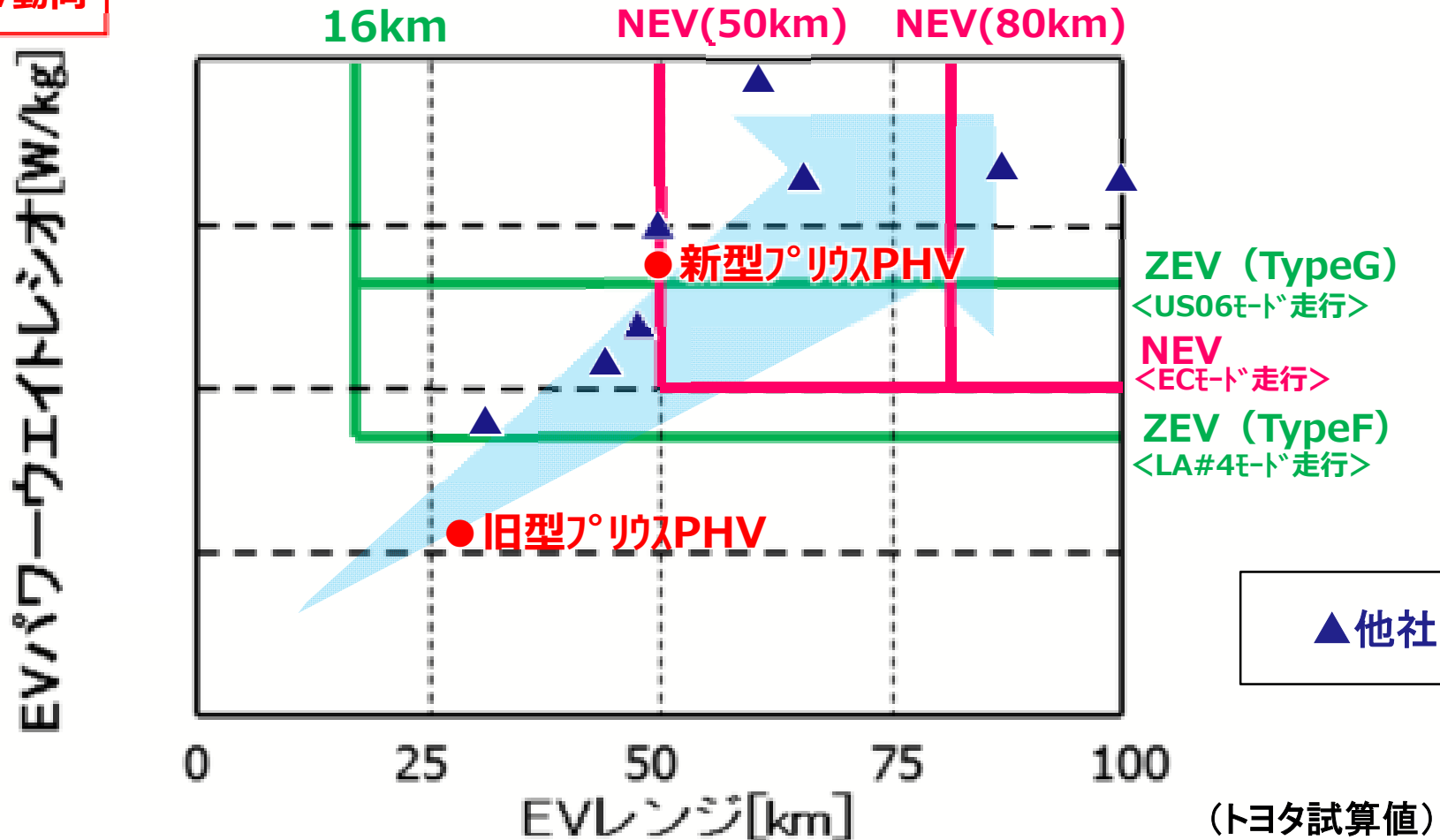
## EVカバー率の向上



EVレンジとEVパワーを増し、EVカバー率を向上

# PHV車両における“EV距離、EVパワー”のトレンド

## PHV動向



競合各社は“EV距離、EVパワー”の基本EV性能をUpし、  
走りの魅力も訴求





## 電動化の課題

- 充電の利便性
- 電池のコストが高い





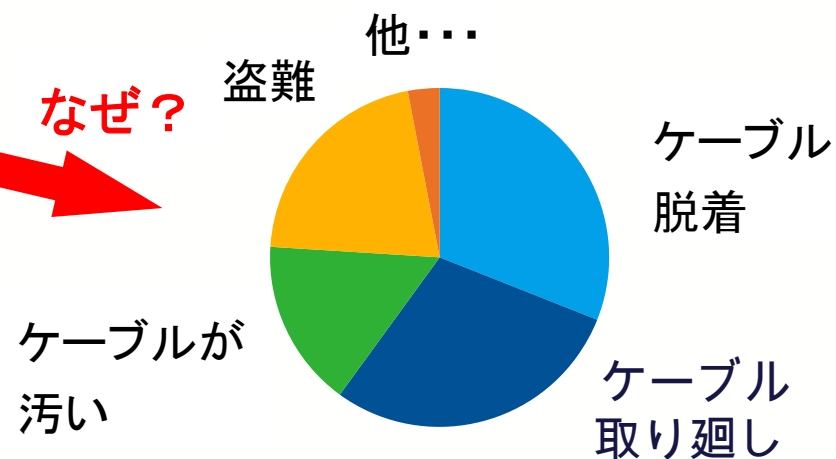
## PHVはガソリン車やHV同様の利便性？

充電頻度が重要だが...

満足

**不満!**

充電ケーブル



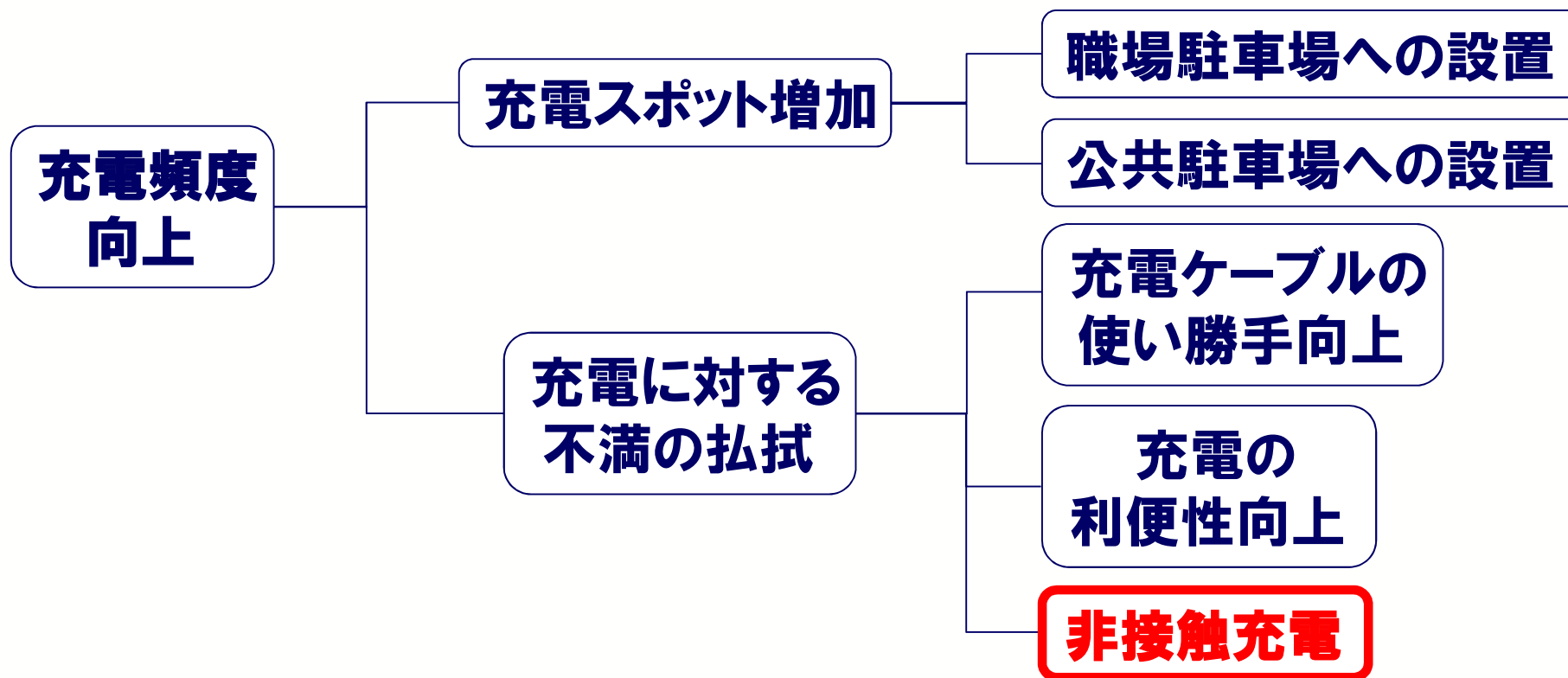
**不満要因の76%が  
充電ケーブルに起因**

多くの人が充電ケーブルを煩わしいと感じている



## EVカバー率向上のために・・・

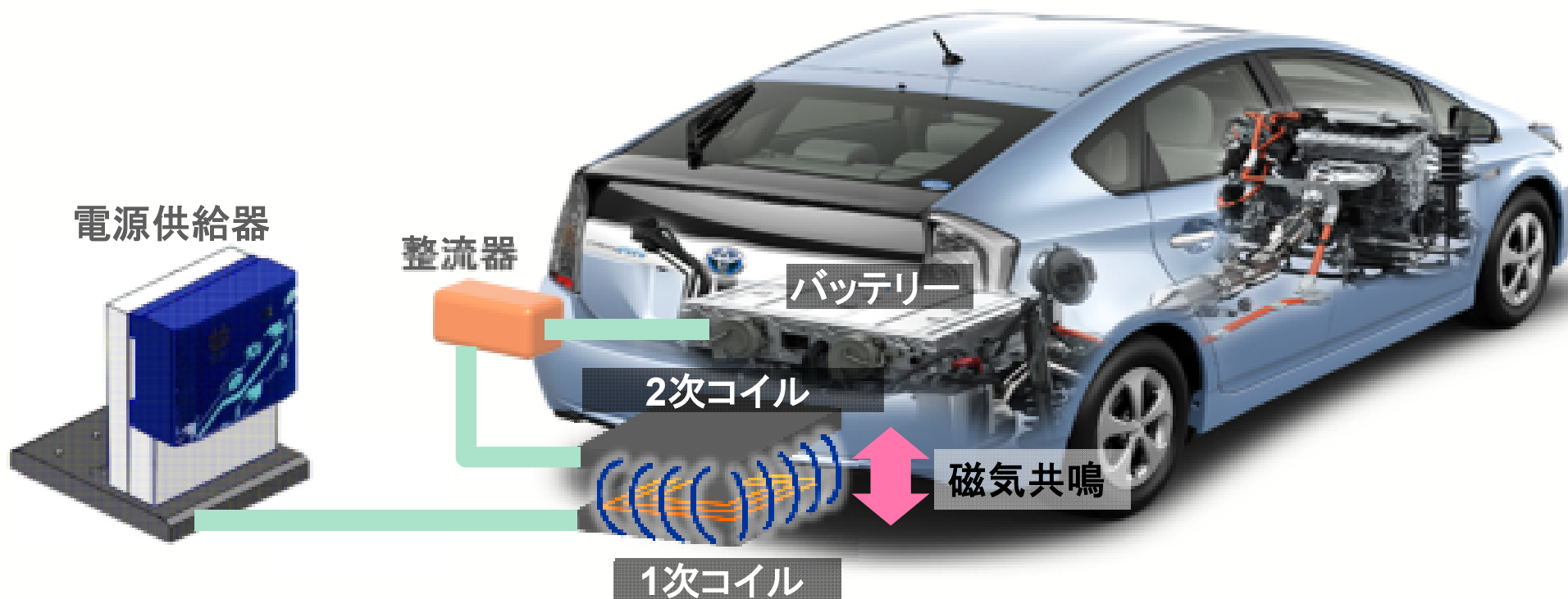
充電頻度向上のためのアクション



**非接触充電は対策の1アイテム**



## 非接触充電のイメージ

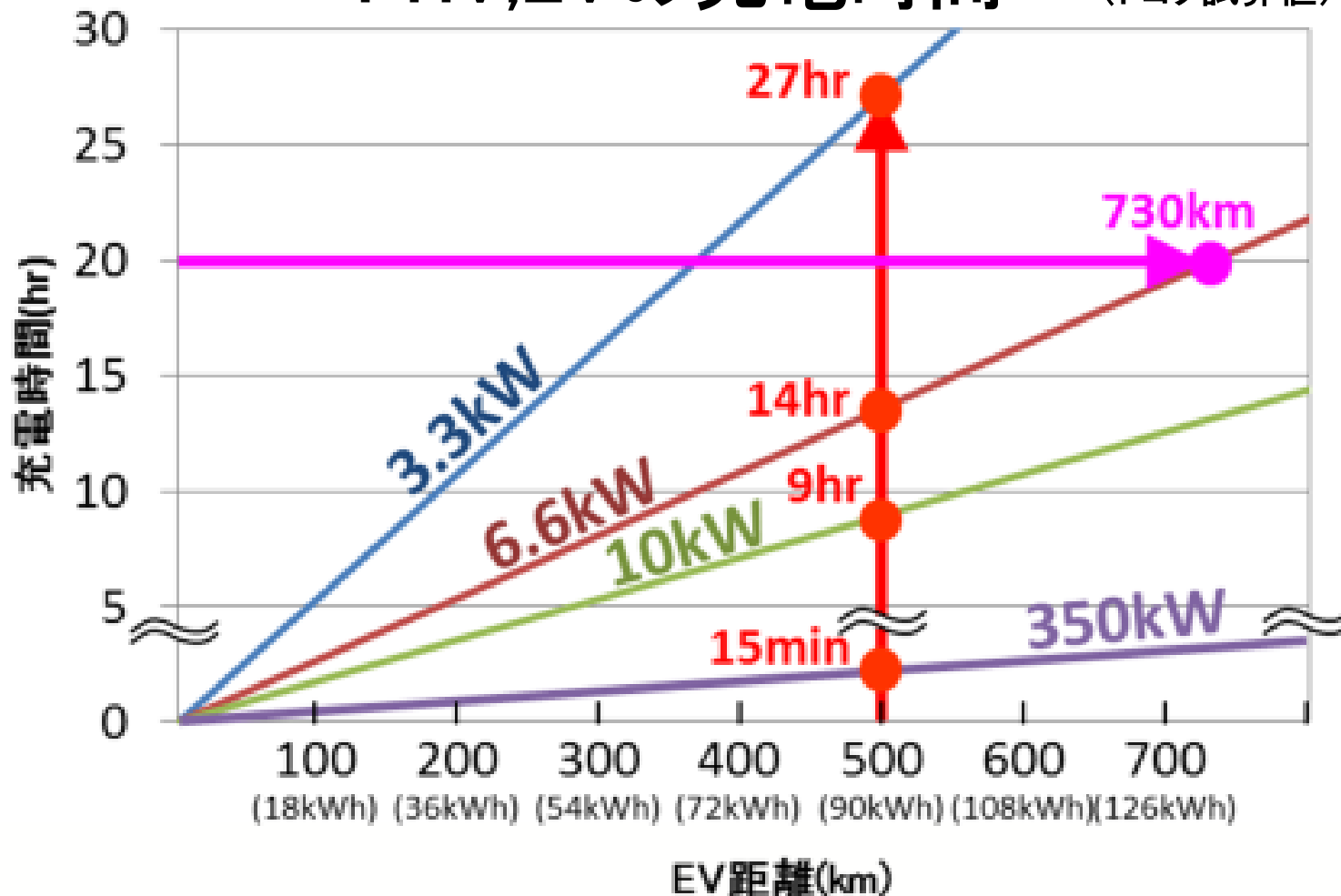


従来型プリウスPHVで**非接触充電の実証実験**を開始



## PHV, EVの充電時間

(トヨタ試算値)

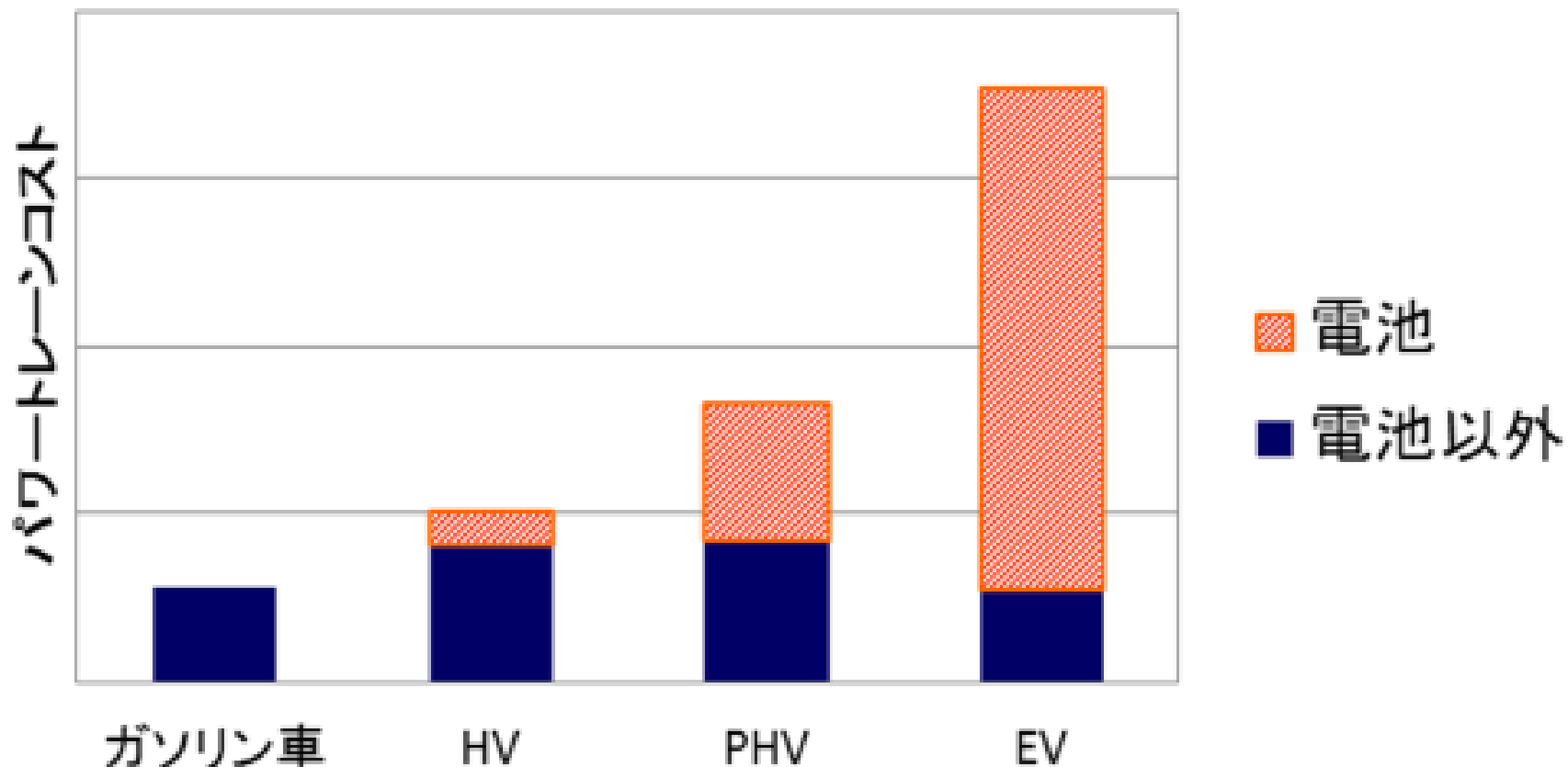


充電時間が長い⇒充電器の高出力化が必要



## パワートレーンコストの現状

(トヨタ試算値)



PHV, EVは電池コストが増加⇒電池コストの低減が必要



---

I. 自動車を取り巻く環境

II. トヨタの取組み

**III. 電動化時代のエンジン**



### 【電動化時代のエンジン】

#### <HV>

- ・ 高負荷域の効率向上
- ・ コストダウン、軽量化、ダウンサイジング

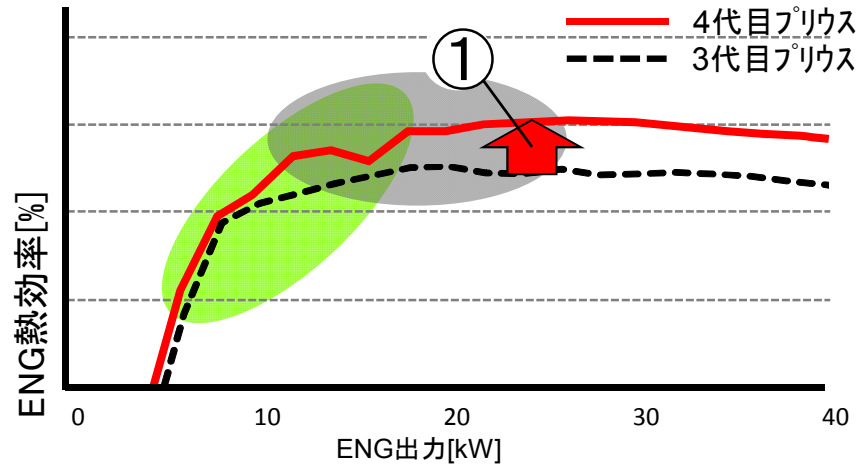
#### <PHV>

- ・ 使用頻度激減  
⇒ 画期的コストダウン、軽量化、ダウンサイジング
- ・ ゼロエミッションへの技術開発



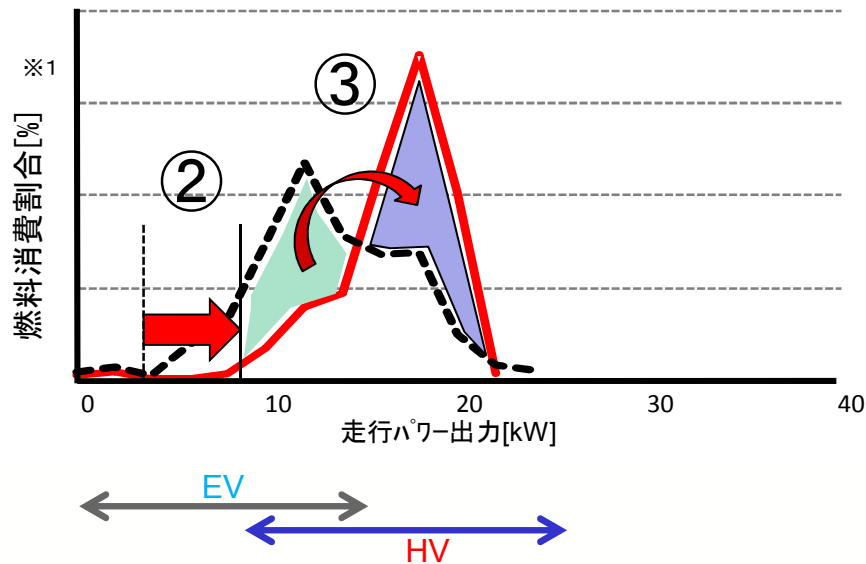
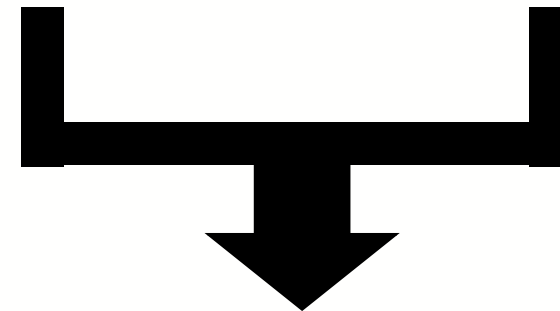


## <システム効率の進化—HV\*ENG相乗効果の最大化>



①エンジン  
高負荷域  
効率向上

②HV損失低減  
(軽～中負荷域の  
EV領域拡大)



③システム(HV\*ENG)効率の良い高  
負荷側に更に動作点調整  
(HV\*ENG相乗効果の最大化)

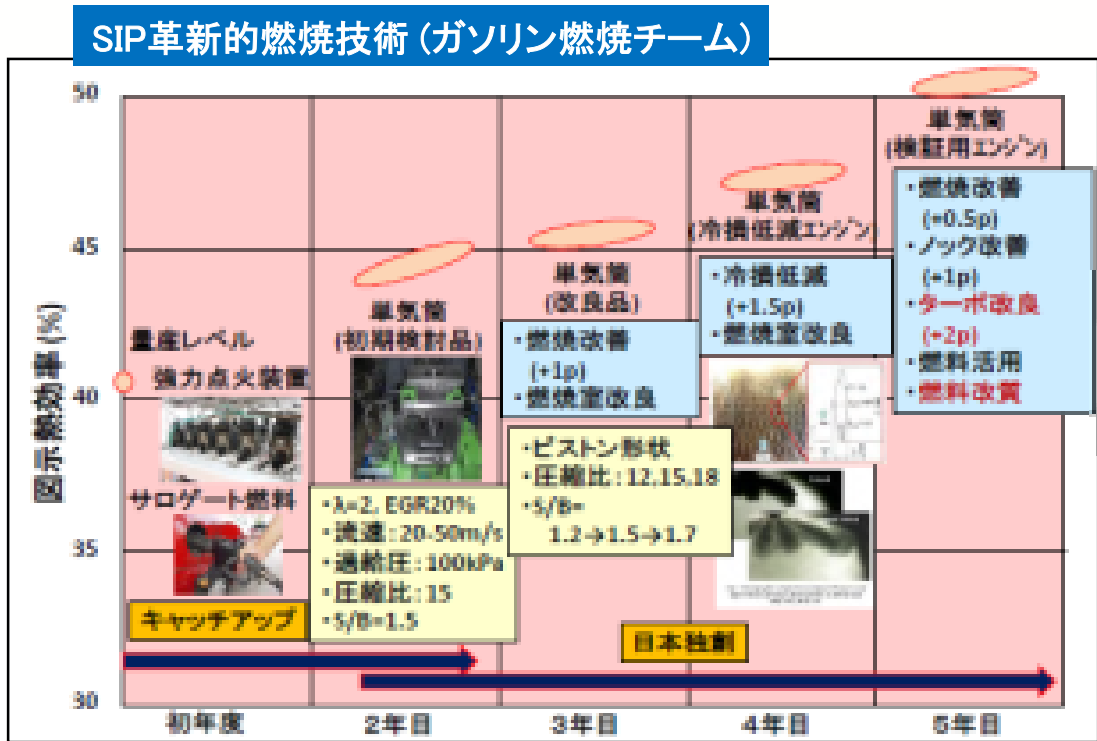
※1 JC08モード走行時



中期

## All Japanでの取組み推進

## サイエンスに落とし込んだ取組み



(Source : JST HP 2016.2)

着火

着火伝播

ノック

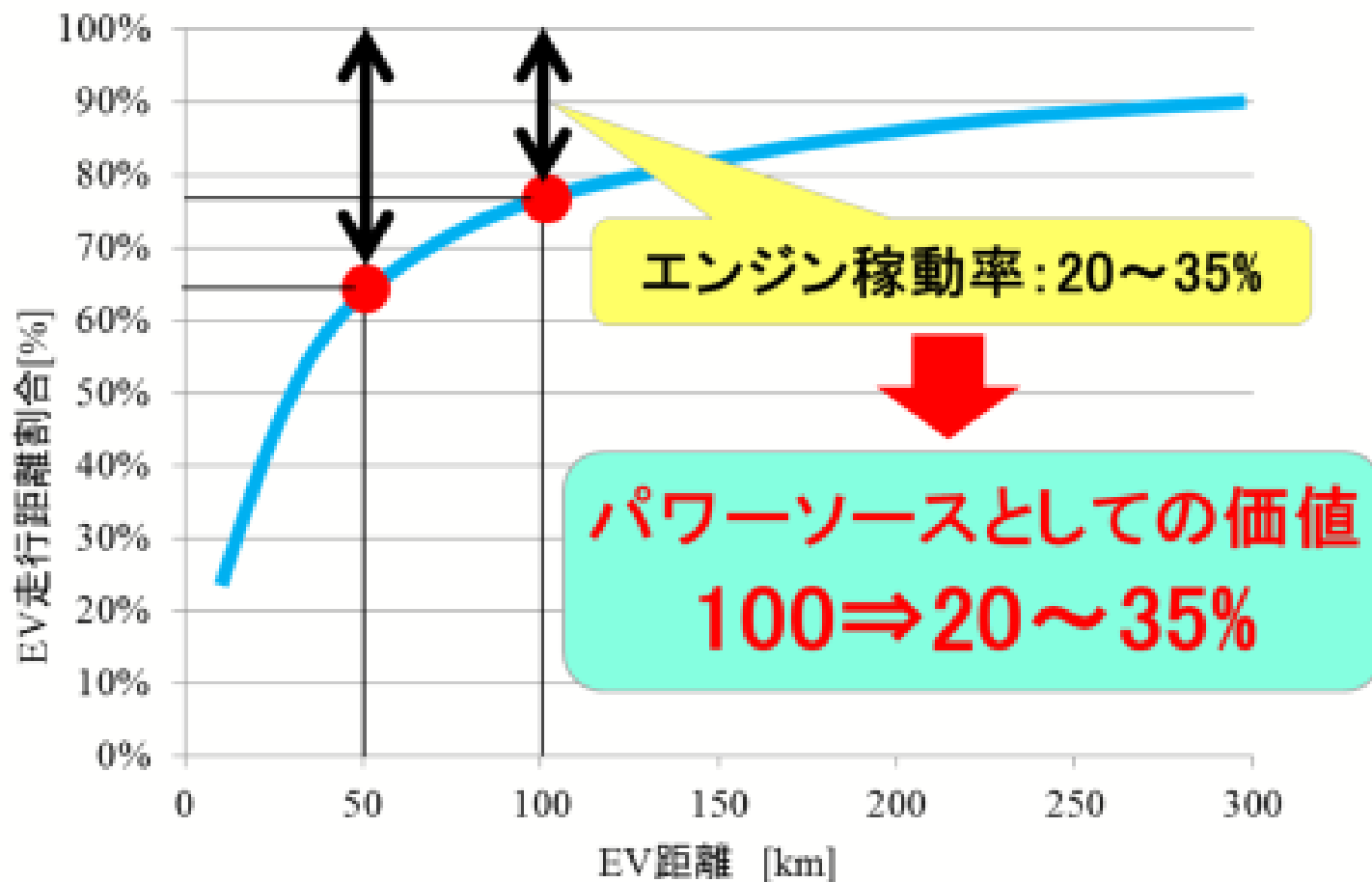
Spark ignition

熱損失

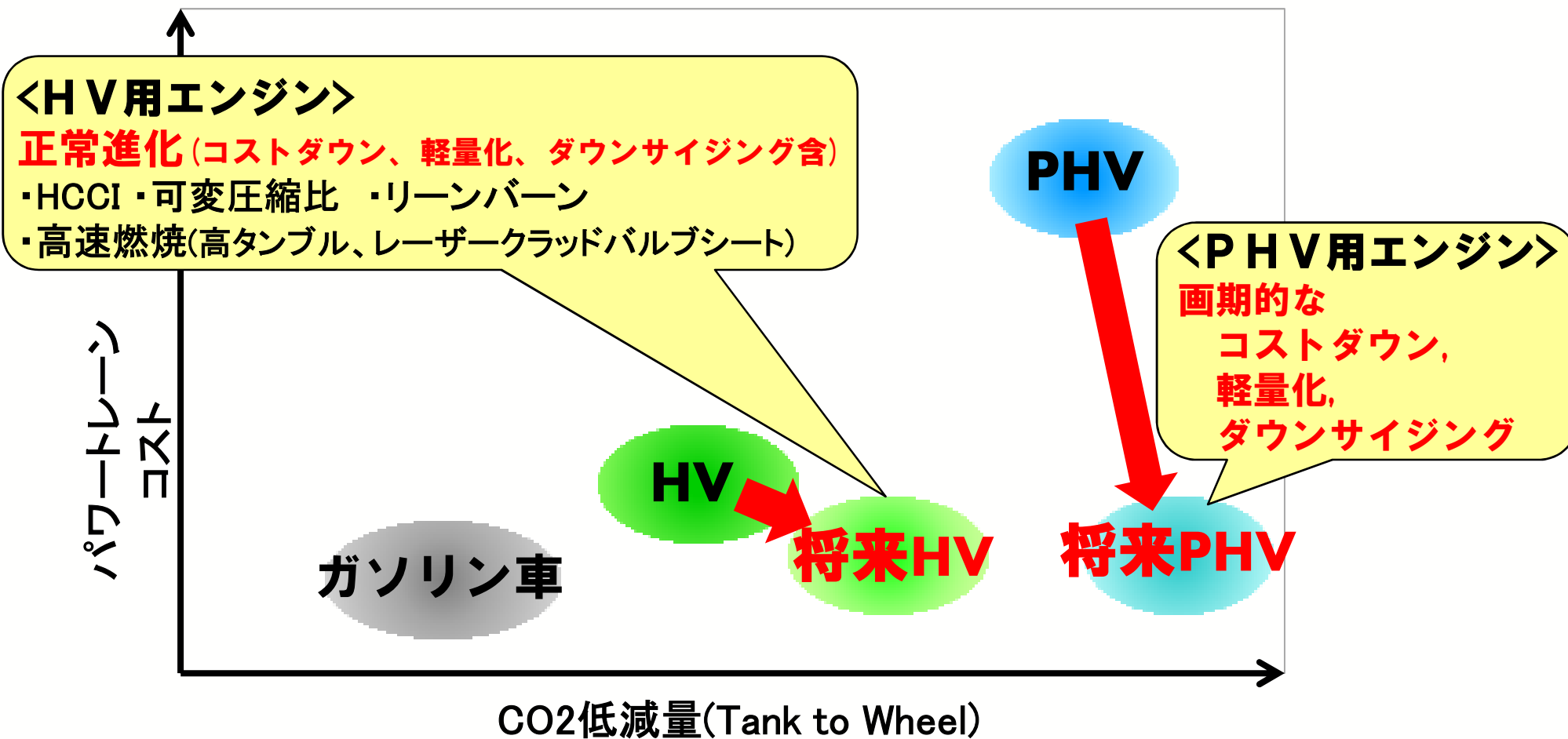
エンジンの熱効率50%に向けて 高度なサイエンスを用いた技術開発を行うことが必要



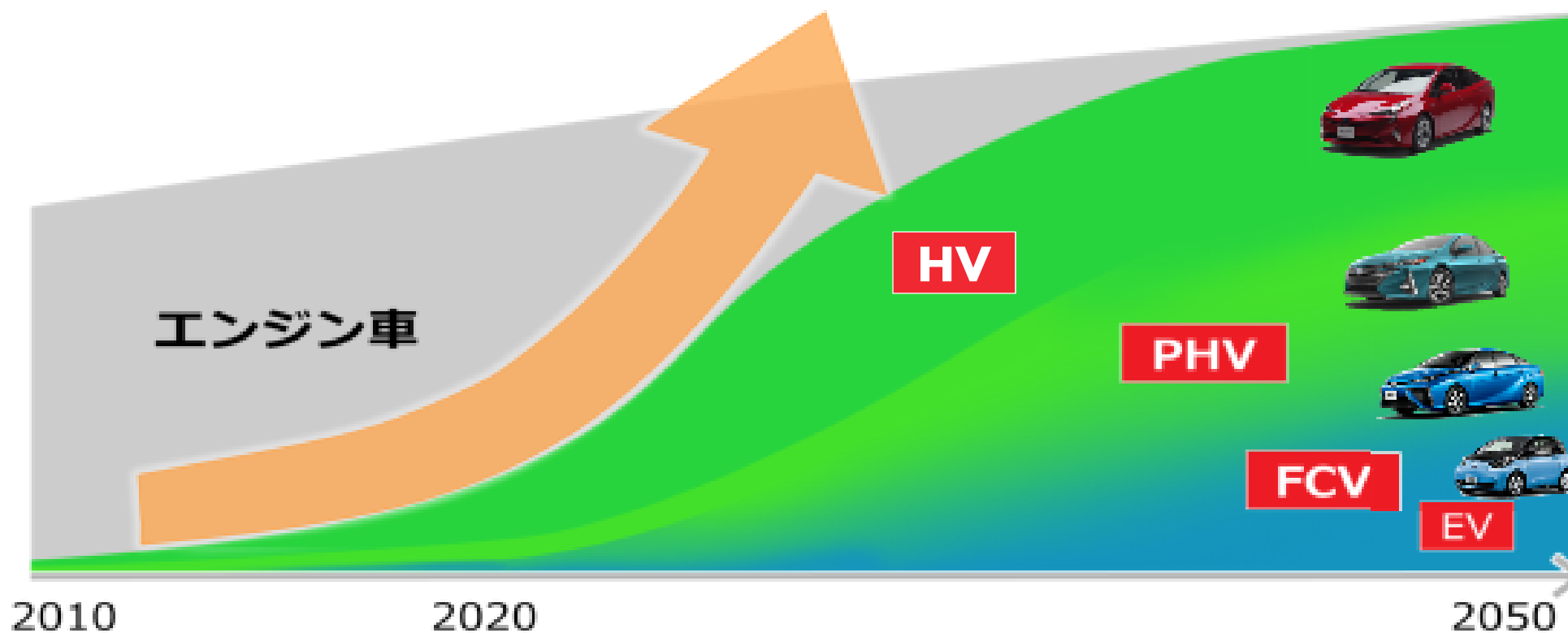
〈国内実証試験データに基づいたシミュレーション値〉



**PHV用エンジンはパワーソースとしての価値が激減**



将来的に、HV用エンジンは**“正常進化エンジン”**、  
 PHV用エンジンは**“画期的コストダウン&軽量化&ダウンサイジング”**



利便性の高い電動車の普及のために  
更なるエンジン技術の進化を目指す！



*TODAY for TOMORROW*