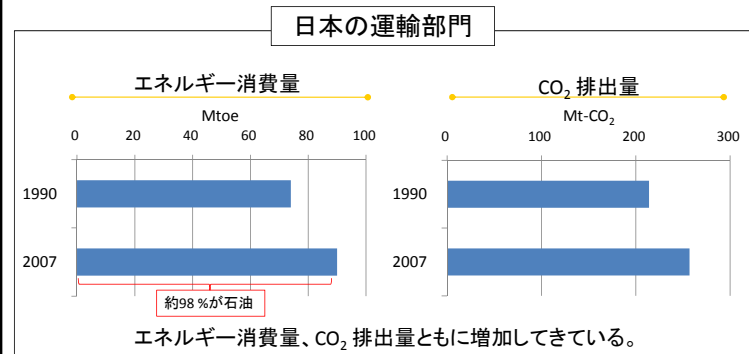


## プラグインハイブリッドカーの環境負荷低減効果と その車体軽量化ポテンシャルの評価

平成22年2月  
東京大学工学部システム創成学科  
環境・エネルギーシステムコース  
田丸雅智  
指導教員 高橋淳 教授

## ■ 研究背景

### ■ 日本の運輸部門の現状

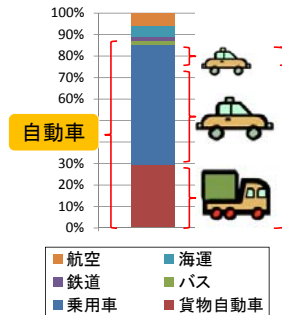


- 今後は非OECD諸国も同様な状況に陥る可能性大。
- 石油枯渇・地球温暖化への対策が不可欠。

source: EDMC 2009 エネルギー・経済統計要覧

### ■ 本研究の着眼点①—PHEV

エネルギー消費量内訳(07)  
(日本の運輸部門)



PHEV

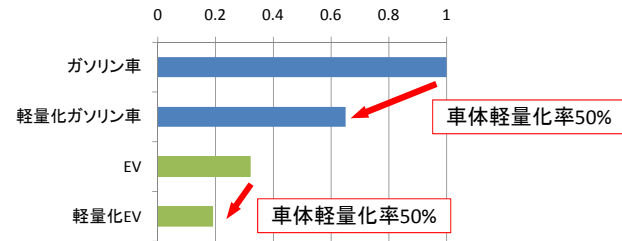
- 比較的低価格
- 継続的距離の走行
- 短い充電時間
- 電気走行メインの低環境負荷

現状では小さい自動車に限定される。  
ほぼすべての自動車に適用可能であり、  
普及可能性も高く環境負荷低減ポテンシャルが高い。

研究の目的①: PHEVの定量的環境負荷低減効果の算出

## ■ 本研究の着眼点②ー車体軽量化

ガソリン車を1とした場合の車体軽量化効果(CO<sub>2</sub>排出量)



研究の目的②: 軽量化PHEVの定量的環境負荷低減効果の算出

source: 菅康博: 東京大学工学部卒業論文, 2006

## ■ PHEVのエネルギー消費量評価

※ 本発表では日本の軽PHEVについてのみ評価を行うが、この考え方は世界中、すべての車種へ適用可能である。

## ■ 主な使用データ

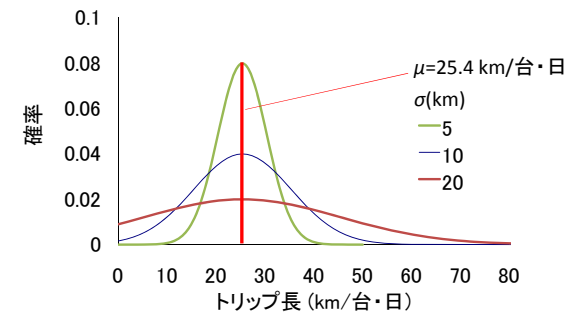
- 車体重量(二次電池を除く) 850 kg
- 日本の軽自動車の価格 100 万円
- 平均トリップ長 25.4 km/台・日 (source: 国土交通省)
- 二次電池の技術開発ロードマップ

年	エネルギー密度 (kWh/kg)	二次電池価格 (万円/kWh)
2008	0.10	20
2015	0.15	3
2020	0.25	2
2030	0.50	1
2050	0.70	0.5

(source: 経済産業省)

## ■ エネルギー消費量の評価方法

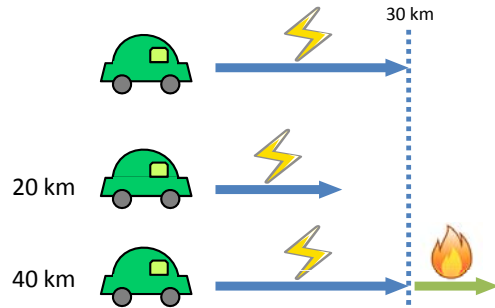
一日のトリップ長分布を正規分布で仮定



■ 本研究では平均トリップ長25.4 km/台・日、標準偏差10 kmを採用。  
(※ これらは国や地域に依存している。)

### ■ PHEVのトリップ長ごとの走行パターン

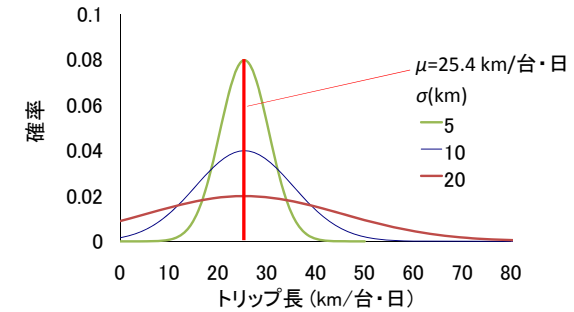
Ex) 一充電航続距離が30 kmの場合



- 本来は日によって走行距離(トリップ長)は異なっている。
- 特にPHEVはトリップ長によってエネルギー消費構造が変わる。
- 平均トリップ長だけではなくトリップ長の分布に関する情報が必要。

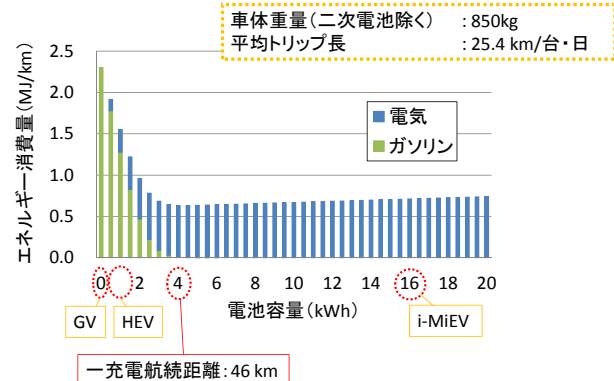
### ■ エネルギー消費量の評価方法

一日のトリップ長分布を正規分布で仮定



- 本研究では平均トリップ長25.4 km/台・日、標準偏差10 kmを採用。(※ これらは国や地域に依存している。)

### ■ PHEV一台のエネルギー消費量(2008年時点)



- 二次電池容量が小さいとガソリン走行がメインとなりエネルギー消費量は増加する。
- 二次電池容量が大きすぎると重量により電費が悪化しエネルギー消費量は増加する。
- 平均トリップ長と標準偏差に依存した最適二次電池容量が存在する。

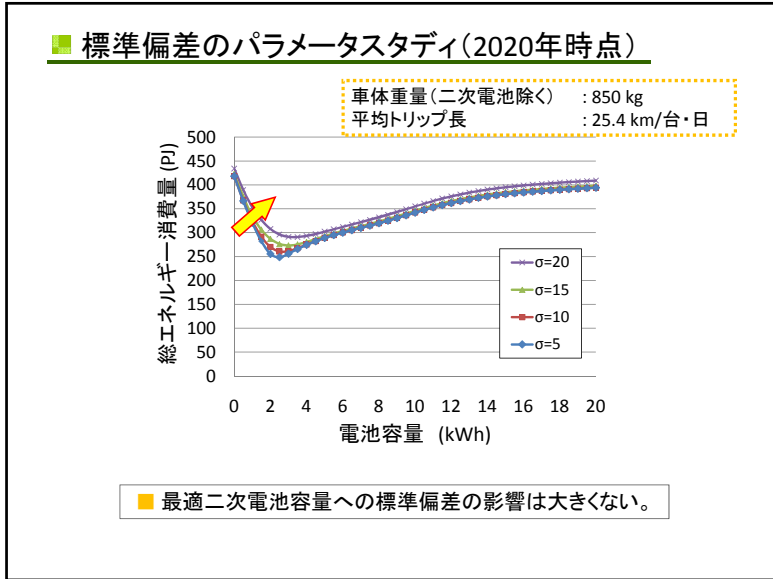
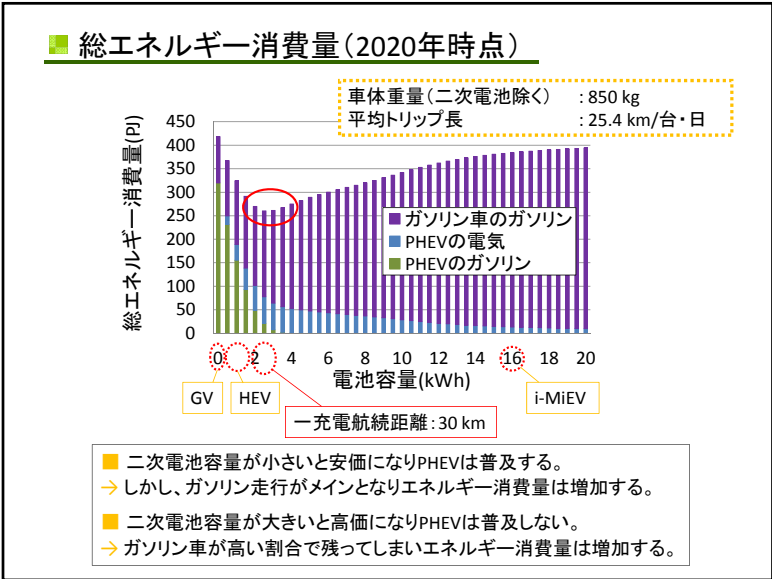
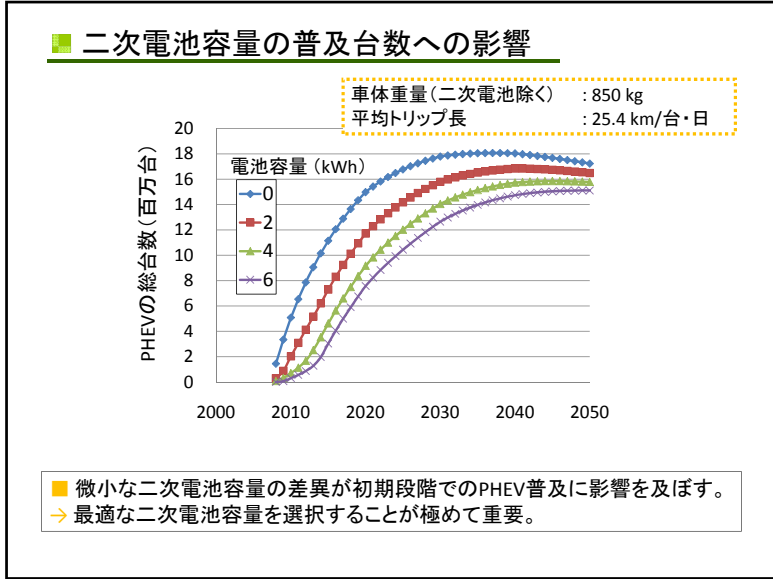
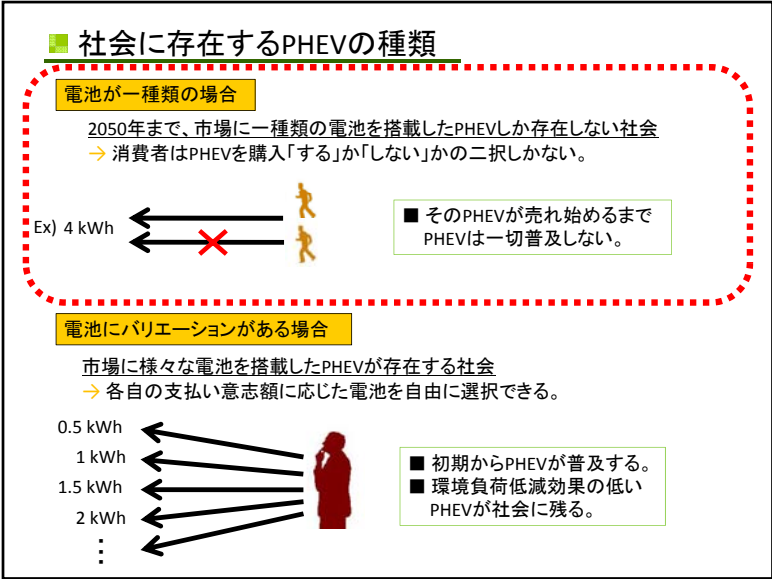
### ■ 支払い意志額の導入

Ex) 軽自動車価格が100万円の場合

総二次電池価格 (万円)	合計車両価格 (万円)	PHEV購入率 (%)
100	200	0
50	150	15
40	140	20
30	130	30
20	120	60
10	110	75
0	100	100

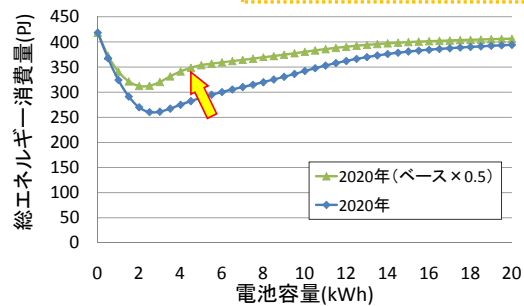
↑ 誰もPHEVを購入しない。  
↓ 全員がPHEVを購入。

Source: 神奈川県オフィシャルサイト



### ■ 支払い意志額のパラメータスタディ(2020年時点)

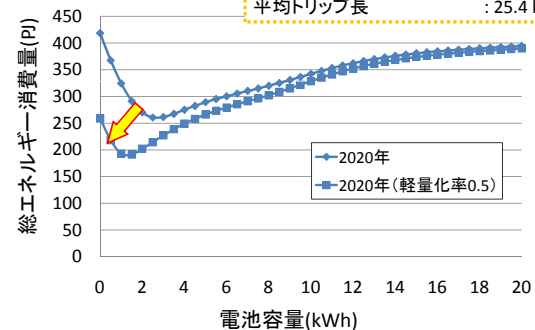
車体重量(二次電池除く) : 850 kg  
平均トリップ長 : 25.4 km/台・日



- 支払い意志額が悪くなるとPHEVの普及が進まない。
- エネルギー消費量は増加する。
- 最適二次電池容量は小さくなる。
- ※ この結果は途上国等の分析に適用可能。

### ■ 車体軽量化後のエネルギー消費量(2020年時点)

車体重量(二次電池除く) : 850 kg  
平均トリップ長 : 25.4 km/台・日

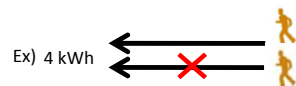


- 軽量化によって電費が向上し、エネルギー消費量は大幅に減少する。
- 電費の向上によって最適二次電池容量は大幅に小さくなる。
- 二次電池やモーターに使用される資源を節約できる。
- ※ 軽量化コストは考慮していない。

### ■ 社会に存在するPHEVの種類

#### 電池が一種類の場合

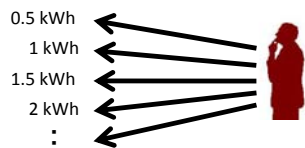
2050年まで、市場に一種類の電池を搭載したPHEVしか存在しない社会  
→ 消費者はPHEVを購入「する」か「しない」かの二択しかない。



- そのPHEVが売れ始めるまで PHEVは一切普及しない。

#### 電池にバリエーションがある場合

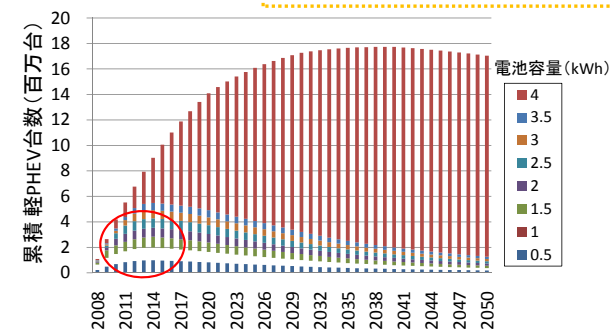
市場に様々な電池を搭載したPHEVが存在する社会  
→ 各自の支払い意志額に応じた電池を自由に選択できる。



- 初期からPHEVが普及する。
- 環境負荷低減効果の低い PHEVが社会に残る。

### ■ PHEVの普及台数(電池バリエーション考慮)

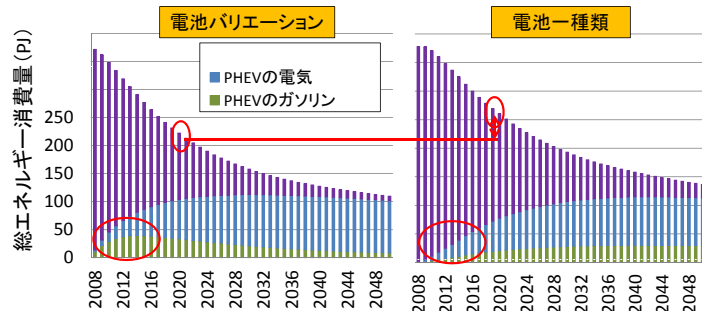
車体重量(二次電池除く) : 850 kg  
平均トリップ長 : 25.4 km/台・日



- 4 kWhのPHEVが売れ始めるまでの初期段階で、安いPHEVが普及する。
- 環境負荷低減が望めるが、安いPHEVが社会に残ってしまうデメリットも。

### ■ エネルギー消費量(電池バリエーション考慮)

車体重量(二次電池除く) : 850 kg  
平均トリップ長 : 25.4 km/台・日



■ 初期数年間のPHEV普及の有無がエネルギー消費削減量に大きく影響。  
→ PHEVにバリエーションをもたせ、各消費者が支払い意志額に応じた好きなPHEVを購入できるようにすることが重要。

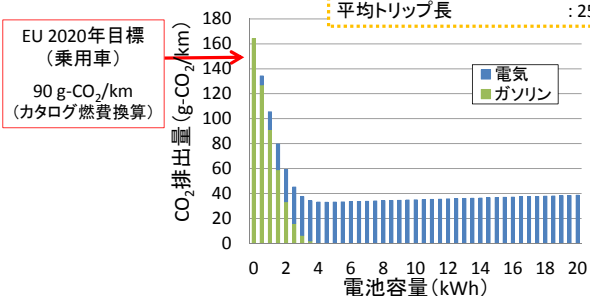
### ■ CO<sub>2</sub> 排出量評価

<CO<sub>2</sub>排出原単位>  
ガソリン : 2.32 kg-CO<sub>2</sub>/L  
電気(日本の電源MIX) : 0.375 kg-CO<sub>2</sub>/kWh

※ 電池一種類の場合

### ■ PHEV一台のCO<sub>2</sub>排出量(2008年時点)

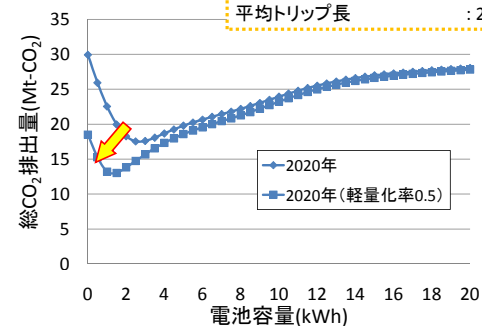
車体重量(二次電池除く) : 850 kg  
平均トリップ長 : 25.4 km/台・日



■ EUの2020年目標(乗用車)からもPHEVによる環境負荷低減効果の大きさがわかる。

### ■ 車体軽量化後のCO<sub>2</sub>排出量(2020年時点)

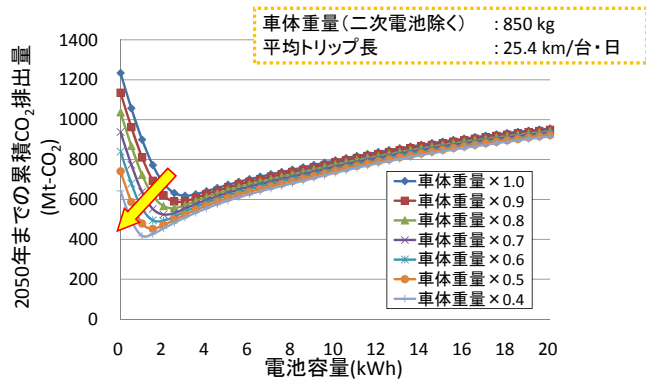
車体重量(二次電池除く) : 850 kg  
平均トリップ長 : 25.4 km/台・日



■ エネルギー消費量の場合同様、最適二次電池容量は小さくなり、CO<sub>2</sub>排出量も大幅に削減できる。

※ 軽量化コストは考慮していない。

## ■ 2050年までの累積CO<sub>2</sub>排出量



- 車体軽量化によって電費がよくなるため最適二次電池容量が小さくなる。  
→ 資源が節約できる。
- ※ 軽量化コストは考慮していない。

## ■ まとめ

- PHEVには、環境負荷低減効果が最も発揮される**最適な二次電池容量**が存在する。最適二次電池容量は、国や地域ごとの平均トリップ長、標準偏差、支払い意志額等に依存する。
- PHEVの車体軽量化は**エネルギー消費量やCO<sub>2</sub>排出量の大幅な削減**につながるだけでなく、二次電池に使用される**資源の大幅な節約**にもつながる。
- エネルギー消費量・CO<sub>2</sub>排出量削減のためには、様々な電池を搭載したPHEVを用意し、消費者がそれぞれの支払い意志額に応じたPHEVを購入できるようにすることが必要である。
- 今後は、より実際に近いトリップ長分布を調査し、それに応じた最適二次電池容量の値を算出していくことが求められる。
- PHEV台数が増加してきた際の電力供給源の確保の仕方や、PHEVへの太陽光発電導入可能性などの具体的検討も必要。



 Thank you.