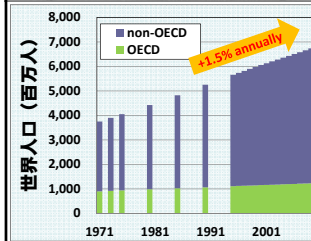


2015年度 領域プロジェクト

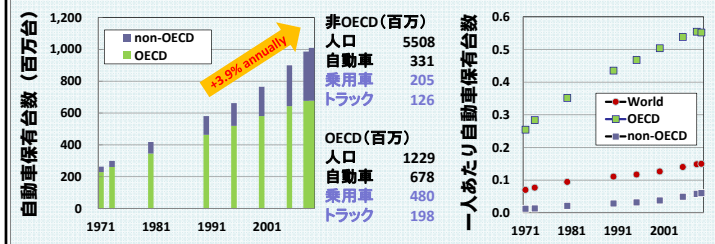
電気自動車による 持続可能な交通社会システムの創成

教員： 高橋 淳 教授
TA： 山下慎一郎 D2 他

増え続ける世界人口と自動車保有台数

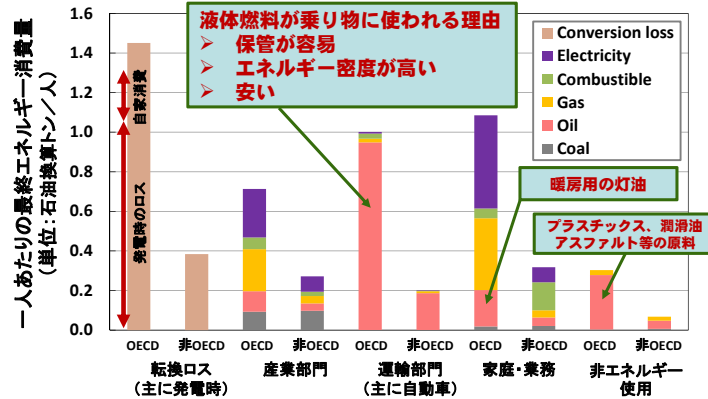


- 毎年何百万台もの車が増え続けている
- 今後自動車はどうなるのか？
- 今後自動車をどうすべきか？

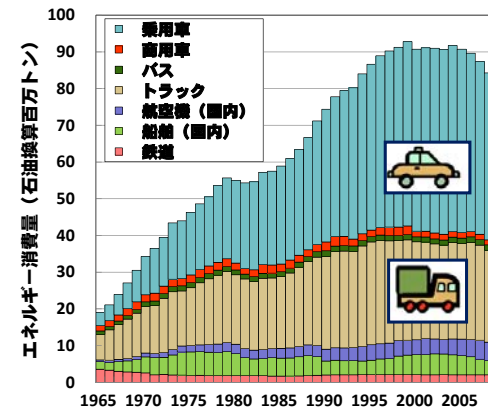


運輸部門のエネルギー消費はほとんどが石油

2008年	人口	一次エネルギー供給量	最終エネルギー消費量
OECD	1190 百万人	4.56 石油換算トン/人	3.11 石油換算トン/人
非OECD	5498 百万人	1.24 石油換算トン/人	0.86 石油換算トン/人

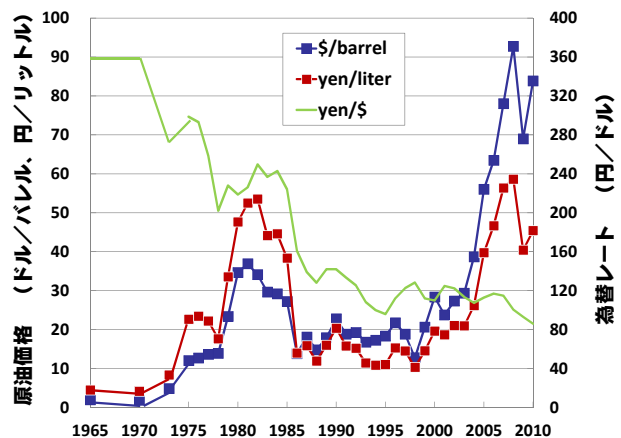


運輸部門のエネルギー消費はほとんどが自動車

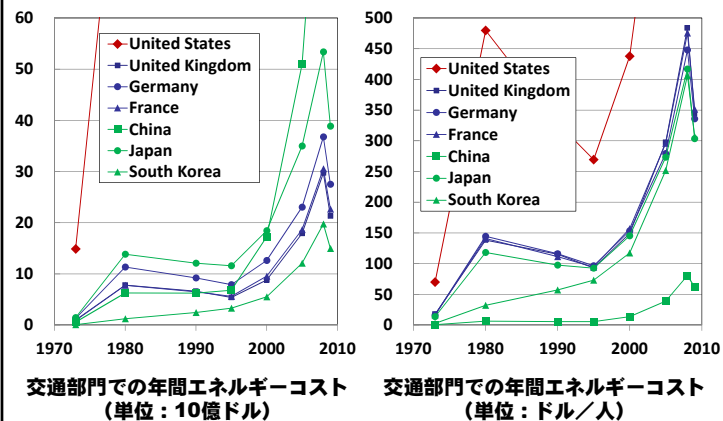


(EDMCエネルギー・経済統計要覧2011等のデータより著者作成)

原油輸入CIF価格の推移 → 欧米で燃費向上の意識高い

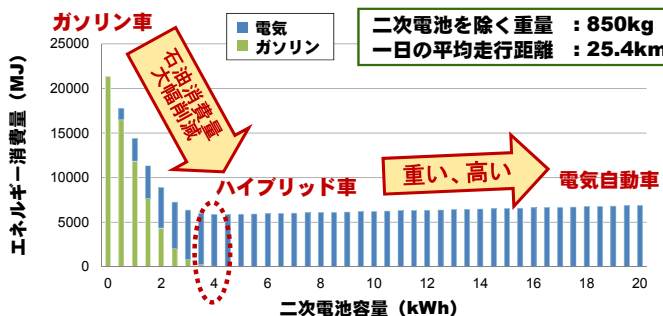


運輸部門のエネルギーコストが各国の財政を圧迫



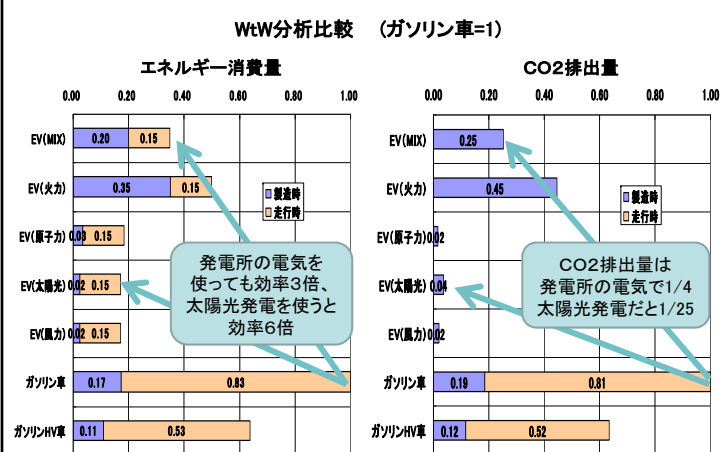
自動車の石油消費量を減らすことは、世界共通の喫緊の課題

EVは石油消費量を大幅削減するが・・・



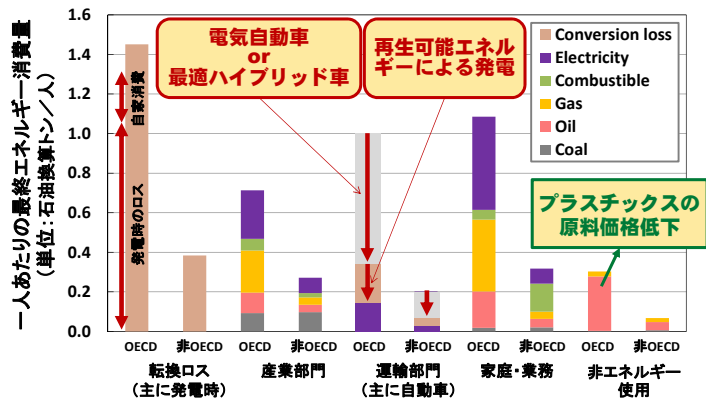
- ハイブリッド車には車体重量と平均走行距離で決まる最適二次電池容量があり、完全EVでなくてもほとんど石油を使わなくなる。
- この電気を再生可能エネルギーから得るとさらなる省エネとなる (4kWhは6m²の太陽光パネルで発電可能)
- 車体軽量化は最適二次電池容量を減らしコストダウンに寄与

再生可能エネルギーの効果



電気自動車の普及は世界を救う

2008年	人口	一次エネルギー供給量	最終エネルギー消費量
OECD	1190 百万人	4.56 石油換算トン/人	3.11 石油換算トン/人
非OECD	5498 百万人	1.24 石油換算トン/人	0.86 石油換算トン/人



具体的個別テーマ例

■ 検討対象 (例)

- 電気自動車はどのような車種・サービスに適しているか？
- 太陽光発電は家と車のどちらの屋根でやるべきか？
- 超軽量素材 (CFRP) により電気自動車はどう変わるか？
- 電気バスで高齢者事故軽減と環境負荷低減を！

■ 検討内容 (共通)

- この技術によるポテンシャル (=効果の最大値) は？
- この技術の難易度、普及の障壁となるものは？
- この技術の有無で2050年の環境負荷はどう変わる？

具体的個別テーマ例

■ 検討対象 (例)

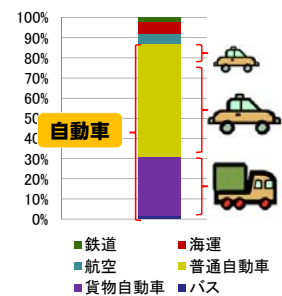
- 電気自動車はどのような車種・サービスに適しているか？
- 太陽光発電は家と車のどちらの屋根でやるべきか？
- 超軽量素材 (CFRP) により電気自動車はどう変わるか？
- 電気バスで高齢者事故軽減と環境負荷低減を！

■ 検討内容 (共通)

- この技術によるポテンシャル (=効果の最大値) は？
- この技術の難易度、普及の障壁となるものは？
- この技術の有無で2050年の環境負荷はどう変わる？

なぜPHEVか？

エネルギー消費量内訳 (日本の運輸部門)



現状ではEVは小さい自動車に限定される。

PHEVはほぼすべての自動車に適用可能。

↓
即効的対策技術はPHEVではないか

具体的個別テーマ例

■ 検討対象 (例)

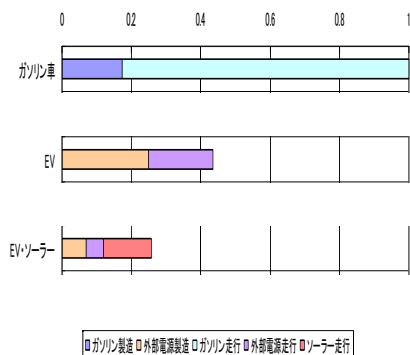
- 電気自動車はどのような車種・サービスに適しているか？
- 太陽光発電は家と車のどちらの屋根でやるべきか？
- 超軽量素材 (CFRP) により電気自動車はどう変わるか？
- 電気バスで高齢者事故軽減と環境負荷低減を！

■ 検討内容 (共通)

- この技術によるポテンシャル (=効果の最大値) は？
- この技術の難易度、普及の障壁となるものは？
- この技術の有無で2050年の環境負荷はどう変わる？

電気自動車の魅力

- 再生可能エネルギーからも電気を調達できる
- 電源を太陽光から直接調達すると・・・



Personal data
 生年月日: 1997年9月
 身長: 3m 29cm
 体幅: 1m 39cm
 肩高: 1m 96cm
 重量: 1440kg

□ガソリン製造 □外部電源製造 □ガソリン走行 □外部電源走行 □ソーラー走行

乗用車エネルギー消費量(10,000km走行時)の比較

具体的個別テーマ例

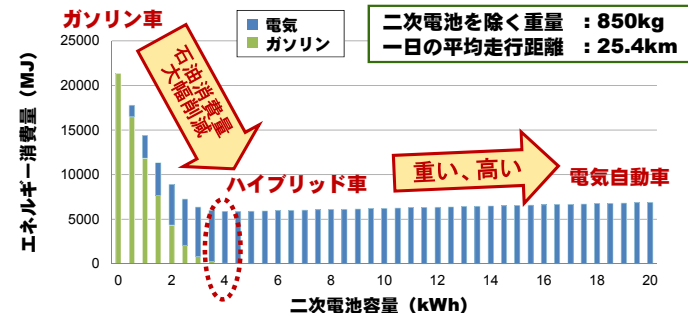
■ 検討対象 (例)

- 電気自動車はどのような車種・サービスに適しているか？
- 太陽光発電は家と車のどちらの屋根でやるべきか？
- 超軽量素材 (CFRP) により電気自動車はどう変わるか？
- 電気バスで高齢者事故軽減と環境負荷低減を！

■ 検討内容 (共通)

- この技術によるポテンシャル (=効果の最大値) は？
- この技術の難易度、普及の障壁となるものは？
- この技術の有無で2050年の環境負荷はどう変わる？

EVは石油消費量を大幅削減するが・・・



二次電池を除く重量 : 850kg
 一日の平均走行距離 : 25.4km

ガソリン車
 石油消費量
 大幅削減

重い、高い
 電気自動車

- ハイブリッド車には車体重量と平均走行距離で決まる最速二次電池容量があり、完全EVでなくてもほとんど石油を使わなくなる。
- この電気を再生可能エネルギーから得るとさらなる省エネとなる (4kWhは6m²の太陽光パネルで発電可能)
- 車体軽量化は最速二次電池容量を減らしコストダウンに寄与

地球温暖化対策に貢献する炭素繊維

環境負荷低減

軽量化

航空機: B787 (CFRP機体重量の50%)、MRJ (日の丸ジェットもCFRP)

自動車: 欧州軽自動車はCFRP、1/XはCFRP

代替燃料システム: バス・トラック (CFRP製CNGタンク)、CNGで低CO₂排出量を実現、軽量高強度により軽量タンクを実現

クリーンエネルギー製造

効率化

風車: 軽量高剛性により直径100mを実現、風車の大型化、CFRP (繊維)、ウラン濃縮回転筒の高速化

特殊機能: CFRPで内圧700気圧を実現、軽量電極材として利用、高圧水素タンク、CFRP、燃料電池、CFRP

(CNG: Compressed Natural Gas、圧縮天然ガス) (CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastics、炭素繊維強化プラスチック)

炭素繊維は使用時の環境負荷低減およびクリーンエネルギー製造に貢献

量産車（低コスト車）はどこまで軽くできる？

現状(平均重量1380kg、年産20万台^{*1})
^{*1}800台/日=50台/時間=型占有時間1分

省エネ対策
温暖化対策
EV化
年産5000万台
=20万台×250

コンセプトカー(重量1/3、年産?台)
By 熱硬化性CFRPによる一体成形

熱硬化性CFRP
超軽量 ◎
部品数削減 ×
成形速度 ×
コスト ×
リサイクル ×
信頼性 ?

プロジェクトの目標(30%軽量化、年産20万台)
By 熱可塑性CFRPによる部材置換成形

熱可塑性CFRP	可能性	
> 超軽量性	◎	
> 成形速度	○	← 新規開発 要素
> トータルコスト	○	← 新規開発 要素
> リサイクル	○	← 新規開発 要素
> 信頼性	○	← 新規開発 要素

シート or テープ状中間基材による部材置換

- > 高速プレス成形と好相性 → 普及
- > 自動車以外への展開 → 技術の波及
- > 技術優位性の確保 → 競争力

- > 省エネ・温暖化対策としての**即効性高** / EU廃棄物指令(埋立禁止)にも対応可能
- > EV等**エコカーの低コスト化**・普及に寄与 / レアメタル使用量削減、充電時間短縮等。
- > 60%軽量化車(異方性活用、一体成形、年産20万台)の基盤

自動車の走行抵抗

走行抵抗 = ころがり抵抗 + 空気抵抗 + 加速抵抗 + 勾配抵抗

$$\Sigma F_w = (m_g) \cdot g \cdot f_R + \rho_L \cdot A \cdot c_w \cdot v^2 / 2 + b \cdot (m_g + \Sigma m_{rot}) + (m_g) \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$\Sigma F_w = F_R + F_L + F_B + F_{St}$$

~ 35% ~ 25% ~ 75% = F(m) ~ 40%

- 走行抵抗の約75%が車両重量に比例する(図中m_gは車両総重量、m_{rot}は回転部分相当重量)ので、40%軽量化により30%の燃費向上が期待できる。
- さらに、車両総重量に占めるバッテリーの重量の大きい電気自動車では、軽量化率に比例してバッテリーを軽くできるので軽量化率以上の燃費向上となる。

具体的個別テーマ例

- 検討対象(例)
 - 電気自動車はどのような車種・サービスに適しているか？
 - 太陽光発電は家と車のどちらの屋根でやるべきか？
 - 超軽量素材(CFRP)により電気自動車はどう変わるか？
 - 電気バスで高齢者事故軽減と環境負荷低減を！
- 検討内容(共通)
 - この技術によるポテンシャル(=効果の最大値)は？
 - この技術の難易度、普及の障壁となるものは？
 - この技術の有無で2050年の環境負荷はどう変わる？

通勤バスによる高齢者の事故減少&環境負荷低減



- 平均乗車人数：1~1.5人/台
- 年間走行距離：10000km
- 輸送量：1.5万人・km/台
- エネルギー消費量：1000L/台

- 乗車定員：20人/台
- 乗車率：50%=平均乗車数：10人/台
- 年間走行距離：30000km
- 輸送量：30万人・km/台
- エネルギー消費量：100000L/台

上記の例では通勤バス1台で乗用車20台分の輸送量
(通勤バスのサイズは需要に応じて調整可能)

- ◆ 事故は乗用車20台分減
- ◆ 環境負荷は10台分減 → 通勤バスをEV化できないか



ご静聴ありがとうございました。



INNOVATION