

超軽量電気自動車による運輸部門の省エネルギー効果

Energy saving effect of lightweight electric vehicle on the transport sector

学籍番号 50747 菅 康博

指導教員 高橋 淳

(平成 19 年 2 月 7 日提出)

keywords: 電気自動車、モータリゼーション、ソーラーカー、車体軽量化、省エネルギー

1. 序論

近年、地球温暖化に代表される環境・エネルギー問題はますます深刻化している。特に、運輸部門でのエネルギー消費の増大が問題視されている。

現在の交通の主流は自動車である。自動車は石油起源の燃料であるガソリンを主に使用するため、運輸部門全体で見ても石油依存度が非常に高くなっている。CO₂ の排出も多く、現状のまま使われ続けることは環境・エネルギーの観点から見て望ましくない。さらに、今後発展途上国においても、かつて先進国が経験したのと同様に急激なモータリゼーションが起こることが予測されるため、早期の自動車省エネルギー技術の確立が必要である。

2. 自動車の省エネルギー技術

2.1 車体軽量化

車両の走行抵抗は、高速の場合を除くとほとんどが転がり抵抗、つまり車両重量に比例する。よって、車両の軽量化を進めることで、車両抵抗を低減し、燃費を向上させることができる。

車体軽量化に利用される材料としては、アルミニウム、マグネシウム、炭素繊維強化プラスチック(Carbon Fiber Reinforced Plastics: CFRP)などがある。それぞれの材料物性をパネル材にて比較した結果、CFRP が比強度・比剛性において優れており、鉄鋼の代替材として有力であることがわかった(Fig.1)。Fig.1 では原点から遠いほど、車両の軽量化ポテンシャルが高い。コスト高が課題であるが、近年材料となる炭素繊維の値段も下がってきており、今後の導入に期待されている。

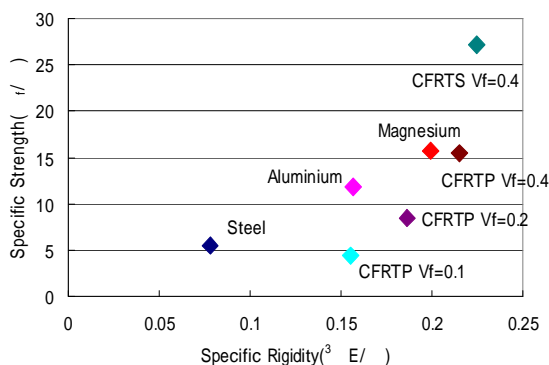


Fig.1 Specific Strength and Specific Rigidity

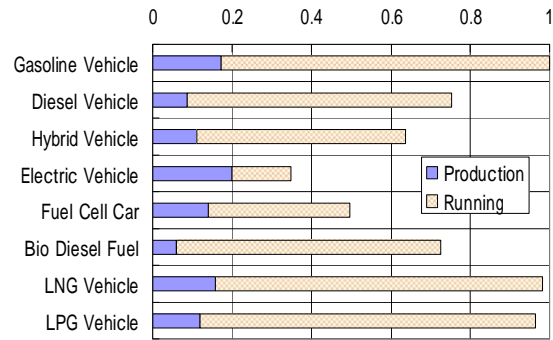


Fig.2 WtW analysis (Gasoline Vehicle =1)

2.2 動力源形式の変更

石油以外の原料から得られるエネルギーで走行する自動車をクリーンエネルギー自動車という。例として、電気自動車、ハイブリッド自動車、天然ガス自動車、燃料電池自動車、バイオ燃料自動車などがある。これらの車での省エネルギー効果を WtW(Well to Wheel)分析によって評価した(Fig.2)。WtW とは燃料の採掘から走行による消費までの流れの中でのエネルギー消費量を評価するものである[1]。ただし、ハイブリッド車と電気自動車と燃料電池自動車には回生ブレーキシステムが導入されている。これより、電気自動車(Electric Vehicle: EV)のエネルギー消費量がもっとも小さく、ガソリン車と比べると約 3 分の 1 であることがわかった。

3. 超軽量電気自動車の提案

車両軽量化と電気自動車の組み合わせによって、より省エネルギー効果の高い自動車を提案する。

3.1 太陽光発電

現在の日本の発電量の約 6 割は火力発電によるものである。Table1 に示すように火力発電は多量の CO₂ を排出する。したがって、電気自動車の充電も火力発電以外によって作られた電気で行う方が省エネルギー効果は高い。そこで、走行しながら発電できる太陽光発電を導入し、その効果を検討した。

3.2 超軽量電気自動車

乗用車、バス(大型、中型、小型、マイクロ)、トラック(大型、中型、小型)にそれぞれ次のようなステップで省エネルギー技術を導入し、年間走

行距離を基準としたエネルギー消費量を計算した。

Table.1 発電方法別環境負荷

項目	消費エネルギー (MJ/MJ)	CO ₂ 排出量 (g-CO ₂ /MJ)
家庭用電源	2.35	122.0
火力発電	3.36	216.8
原子力発電	1.23	8.0
太陽光発電	1.16	17.2
風力発電	1.16	9.5
ガソリン	1.21	16.1

- ・ 現行の車に CFRP を適用し、車体を軽量化する。
- ・ 現行の車のエンジンを電池とモーターに置き換え、電気自動車(EV)とする。
- ・ EV の車体に CFRP を適用し、車体を軽量化する。
- ・ 軽量化前、軽量化後のそれぞれの場合で、EV に太陽電池パネルを搭載する。その際、太陽光発電による電気をまず利用し、足りない分をバッテリーチャージで補うこととする。

それぞれの場合におけるエネルギー消費量をもとに WtW 分析によって、どの技術が優れているか検討した(Fig.3)。

乗用車では軽量化および太陽電池の効果が比較的高くでた。特に、太陽電池を導入すると、軽量化前EVの場合でも消費エネルギーの70%近くを太陽光発電による電気で賄うことができる。車体軽量化を施すと完全ソーラーカーができるという結果となった。

バスにおいては、太陽電池の効果があまり出なかった。特に大型、中型バスでは太陽電池導入によるエネルギー消費量は数%の削減にとどまった。しかし、軽量化、EV と組み合わせることによって大型、中型バスで最大 50%、小型・マイクロバスにおいては最大 65%の省エネルギーに成功した。

トラックに関しては、乗用車やバスに比べて軽量化による省エネルギー効果が少なかった。軽量化、EV、太陽電池の組み合わせで大型、中型トラックでは最大 60%、小型トラックでは最大 65%の省エネルギー効果が認められた。

3.3 経済性評価

EV、軽量化、太陽光発電を導入することによって燃料消費量が減ることがわかった。そこで、イニシャルコストの高さが走行段階における効率化で補うことができるかどうか評価する。Table5-2 に燃料料金比較を示す。これより、CFRP

値段は 1,400(円/kg)以下、Li-ION 電池及び太陽電池パネルの値段は7分の1程度まで下がらないと

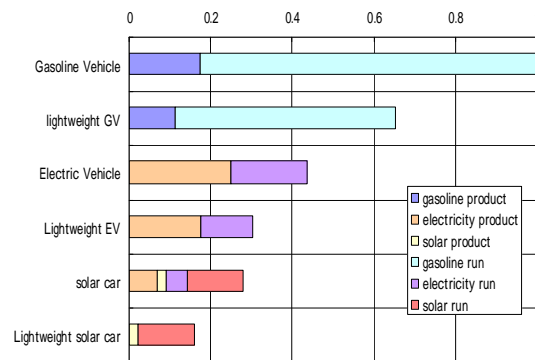


Fig.3 WtW analysis :lightweight electric vehicle

Table.5-2 燃料料金比較

	料金(円/10年)	
	昼間	夜間
ガソリン	1,609,160	
ガソリン軽量化	1,048,000	
EV	618,000	272,000
EV 軽量化	433,000	190,000
EV ソーラー	172,000	75,000
EV ソーラー軽量化	0	0

イニシャルコストの高さを補うことはできない。Li-ION 電池においては、2015 年までに性能を 1.5 倍、コストを 7 分の 1 にするという目標も立てられている[2]。

4 . 結論

本研究では、自動車に EV、CFRP による車体軽量化、太陽光発電を導入するシステムを提案し、その省エネルギー効果を WtW によって定量的に示した。全ての技術が省エネルギーにとって有効であることがわかったが、導入に向けての大きな課題はやはりコストである。いずれの技術も開発段階であり、明確なプランのもと、さらなる性能改善とコスト低下によって早期の導入実現を望むところである。

参考文献

- [1]小林紀：エネルギー資源とライフサイクルアセスメント、自動車技術 Vol.56、2002.7、pp27-29
- [2]石谷久、小久見善八、吉田博一 et. al. 新世代自動車の基礎となる次世代電池技術に関する研究会著：次世代自動車用電池の将来に向けた提言、2006.8