

(平成 20 年 2 月 5 日提出)

Keywords: 電気自動車, モータリゼーション, 車体軽量化, 省エネルギー, WtW

1. 序論

近年、地球規模での環境・エネルギー問題はますます深刻なものとなり、特に石油依存性が高い運輸部門でのエネルギー消費の増大による影響が大きい。現在の交通の主流は自動車であるが、その燃料に石油起源であるガソリンとディーゼルを使用していることが運輸部門の高石油依存の要因である。また、自動車のエネルギー消費原単位・CO₂ 排出原単位も他の輸送機関より悪いことも問題である。さらに、今後経済が発展する途上国においてこれまでに先進国が経験したものと同様に急激なモータリゼーションが起ると予想されるため、事態がさらに悪化することは想像に難くない。従って、現状のまま自動車を使用されるのは環境・エネルギー・資源枯渇の観点から考えて望ましくないため、早期に省エネルギー技術確立することが必要である。

2. 代替燃料と自動車の省エネルギー技術

2.1 クリーンエネルギー自動車

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言う。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。それぞれ燃料が異なるので、燃料の採掘から走行までの間のエネルギー消費量を比較する必要がある。これを WtW(Well to Wheel)分析[1]と言い、一次エネルギー源別の消費量は Fig.1、CO₂ 排出量は Fig.2 のようになる。分析において、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ものとする。分析の結果、脱石油と省エネルギーと CO₂ 排出量の全てで優れている動力源形式は電気自動車であることがわかる。燃料電池自動車も総合的に見て効果がある。電気自動車の脱石油効果が大きい理由は一次エネルギー源が多様であるためであり、原子力及び石炭をエネルギー源としていることも大きな特徴である。電気自動車とガソリン車を比較すると石油の消費量は約 3% と劇的に削減され、エネルギー消費量も約 1/3、CO₂ 排出量は約 1/4 に削減される。

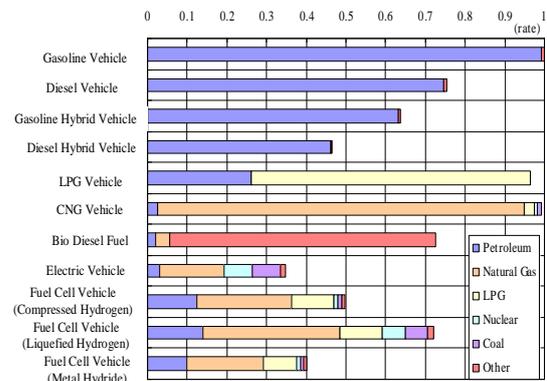


Fig.1 Primary Energy Consumption (Gasoline Vehicle=1)

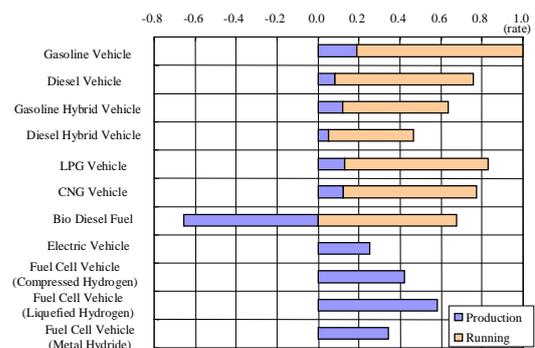


Fig.2 CO₂ Emission (Gasoline Vehicle=1)

2.2 車体軽量化

自動車の省エネルギー対策を行う上で最も直接的なのは自動車自体の燃費向上である。車両の走行抵抗は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構造用材料は様々あるが、その中でも優れた比剛性と比強度を持つ炭素繊維強化プラスチック(Carbon Fiber Reinforced Plastics)が鉄鋼に代わる材料として有力であるとされている。

3. 脱石油のための動力源形式の選択

3.1 燃料の重量

燃料と燃料タンクを合わせた重量を燃料総重量と呼ぶことにする。車両総重量 1 t の乗用車が 1 km 走行するのに必要な燃料総重量を、燃料製造からのエネルギーフローとともに Fig.3 に示す。電気自動車の燃料総重量(電池重量)は他の燃料車と比較して非常に大きいことがわかる。ガソリン車は満タン状態で燃料総重量が約 60kg 程度で 500km 走行可能であるが、電気自動車の場合現状技術では 170km 走行するために 500kg の電池が必要となり、電池が重く航続距離も短い。また、電池の価格も高く Li-ION 電池 500kg で 1 千万円である。従って、電気自動車が普及するためには電池の性能向上と価格低下が必要である。

3.2 車体軽量化技術の役割

現状の電気自動車に車体軽量化を導入するとどのような効果が生まれるのかを検討する。燃料の種類によらず車体を軽量化すると走行時の消費エネルギーが減少するため、必要な燃料重量が少なくなるかあるいは航続距離が向上する。ガソリン車の場合は今以上に航続距離は必要なく、燃料自体それほど重くないので軽量化による省エネルギーの効果のみを得ることになる。電気自動車の場合は課題となっている航続距離の向上、あるいは電池の減量により多くの自動車を電気自動車としての利用が可能となり、Fig.1 及び Fig.2 で示したように非常に大きな脱石油・省エネルギー・CO₂ 排出削減効果を得ることができる。

Fig.4 は電池 500kg を搭載した時の電気自動車(乗用車)の車両重量と航続距離の関係である。現状では軽乗用車は 239km、小型乗用車は 177km、普通乗用車は 129km 走行可能である。実際に CFRP を用いると燃料総重量以外の重量は 35% 軽くできる。電池が 500kg のままの場合航続距離は軽乗用車 303km、小型乗用車 236km、普通乗用車 181km となり、約 3 割航続距離が向上する(Fig.4)。また、航続距離を変化させない場合、電池は 330kg 程度に軽くなり、電池に必要なコストが抑えられる。

電気自動車は充電が容易で、自家用乗用車の一日の平均走行距離が 30~40km あることを考えると、長距離走行しない乗用車なら現状の電池性能でも利用可能である。軽量化を行うと航続距離の

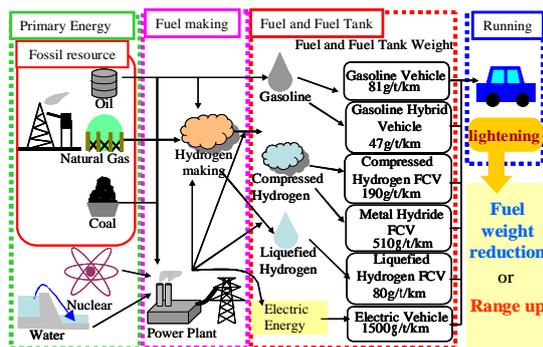


Fig.3 Fuel and fuel tank weight and energy flow

向上あるいは電池の減量のため、電気自動車の利用可能範囲がさらに広がる。

3.3 将来電池性能による電気自動車の可能性

2015 年の電気自動車用電池は現在の電池性能の 1.5 倍と目標が定められている[2]。この目標が達成されたとき電気自動車の航続距離は、軽乗用車 359km、小型乗用車 265km、普通乗用車 194km となり電気自動車の導入可能性が大きくなる(Fig.4)。車体軽量化を行う場合、現状の場合と同様に航続距離が向上する。この程度になれば多くの乗用車に電気自動車が導入可能である。

バスとトラックについても同様に考えると、現状電池 500kg を搭載する場合、一日 100km 程度走行する小型・マイクロバスで導入可能である。また、更なる電池性能の改善目標として 2030 年に現状電池性能の 7 倍が掲げられており、この場合多くの自動車で電気自動車が利用可能となる。しかし、500km 以上走行距離が必要なバスやトラックには導入することが難しいため、燃料電池ハイブリッド車の利用なども考える必要がある。

4 . 結論

本研究では、自動車の脱石油・省エネルギー CO₂ 排出削減のためには、電気自動車の利用が効果的であることを示し、車体軽量化を導入することにより電気自動車の普及の可能性が広がることを述べた。発展途上国でモータリゼーションが起きることを考えると電気自動車の早期導入が望ましい。現状では、軽量化材料として用いられるであろう CFRP と電気自動車用電池はともにコストが高いため、更なる性能向上とコスト低下により早期に実用化されるのが待たれる。

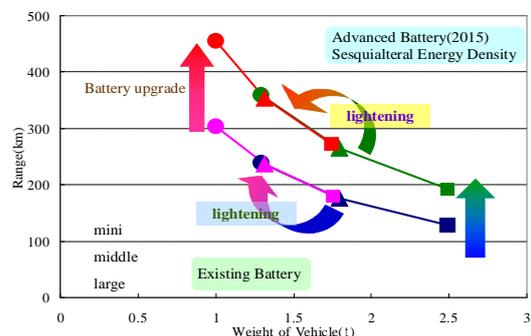


Fig.4 Weight of Electric Passenger Car and Range

参考文献

- [1] JHFC 総合効率検討結果 報告書, JHFC 総合効率検討特別委員会 財団法人 日本自動車研究所, 2006.3
- [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低減, 2006.8