

<シンポジウムレポート>

第3回「もったいない学会」シンポジウム

広瀬一豊

「もったいない学会」の第3回シンポジウムが東大、弥生講堂で2007/10/16に開催されました。今回の第3回シンポジウムは、石油ピークに対応するための自動車燃料に関する技術的なシンポジウムで、「もったいない」という文字からうける印象とは大分かけ離れた感じでした。

石井会長の開会挨拶では、「今、最大の問題は地球温暖化ではなくて石油ピークである。特に日本にとって最大の問題である石油ピークの重大なインパクトは運輸関係、特に自動車の燃料問題である。いろいろと代替燃料が検討されているけれど、石油を全面的に置き換えるものはない。その解決のためのアプローチを探るといった意味で今日の3つのお話に期待している」といったことが述べられていました。

「最大の問題は地球温暖化ではなく石油ピークである」、この言葉の意味するところは、石油ピークに対処するために「集中から分散、脱浪費の社会」に移行すれば温暖化問題は自然に解消される、と私は解釈したのですがどうでしょうか。以下、講演の概略について紹介します。

[1] 電池・キャパシタの未来戦略 富士重工業(株)スバル技術研究所 渋谷 秀樹

石油危機の影響を最も強く受けるのは車であり、化石燃料から非化石燃料への転換が求められている。ご承知のように燃料電池車が喧伝されているが、当社は電気自動車を目指した。電力は石油火力以外に種々の方法、例えば石炭火力、原子力、ソーラー、風力等によって供給が可能であるのでそれを利用した車を開発することを究極の目標としたが、車社会におけるCO2排出削減と自動車における蓄電技術の必要性の関連をppNo. 1に示した。CO2削減に向かって低燃費化、バイオ燃料などそれぞれの流れがあるがEV(電気自動車)が一番有効と判断され、そのために蓄電技術の開発を目指した。

当社は東京電力との共同開発によって既にリチウムイオン電池EV R1eを開発しているが、このランニングコスト(夜間)は軽ガソリン車の1/10、ハイブリッド車の1/6である。

EV普及の四大障害原因として挙げられているのは、

- 1) 乗りたいときに電池切れ→充電時間を短く→○(5分～15分)
- 2) 加速感よく、どこまでも→走行性能→○(ハイパワー)
- 3) 電池交換なんていや→電池寿命→○(10年)
- 4) 軽なのにそんなに高いの→車両価格→×(電池寿命)

となっているが、1)から3)の問題についてはクリアーの目途がついてきつつあり、残るのは価格の問題、すなわち、安価に電池を提供することがポイントとして残されている。次

世代の電池・キャパシタ研究開発においては、高エネルギー密度、高パワー密度、長寿命、安全性、環境性、コストの特性についての開発と改善が求められているが、当社での電池・キャパシタ開発の状況を以下にリストアップした。なお、キャパシタという言葉になじみのない方もおられるかと思い簡単に説明すると、これは物理的な吸着・離脱で充放電を行うため特に劣化するところがなく、原理的に寿命は半永久的である、秒単位の急速充放電が可能である、[環境負荷が少ないなどの特徴がある。

1) 新しいキャパシタの材料と技術

1-1 リチウムイオンキャパシタ

1-2 リチウムプレドーピング

2) 新しい電池材料の開発

2-1 負極：粒子&ナノファイバー複合材料

2-2 正極：大容量→ナノバナジウム

2-3 正極：高速充電→有機硫黄系材料

3) 電池構成の提案

現在、これらについての研究開発を進めており、それなりの成果を得ている。例えば、負極にリチウムイオンのドーブを可能にした新開発電極を用いた大容量のキャパシタによってエネルギー密度が約4倍に向上した、あるいはセルタイプの液体電極電池の開発によって高容量密度化の可能性を見出せたなどである。これらの開発を行うに当っては、電気化学分野にとどまらず広い学術分野からの発想が大切で、これによって今後の開発を進め、石油枯渇の時代に備えた車開発を進めたいと願っている。

[2] 本物は何か？輸送関係のエネルギー収支比 電力中央研究所 天野 治

1. エネルギー収支比 (EPR) とは

EPRとは何か、ご存知の方も多いたと思いますが、これについて簡単に説明します。

EPR(energy profit ratio)、エネルギー収支分析法とは、得られたエネルギーを、それを取り出すために必要だったエネルギーで除したもので、 $EPR=1$ ということは取り出したエネルギーと取り出すためのエネルギーとが等しいということで、収支ゼロということになって益はない。従って、この値が大きければ大きいほど質のいいエネルギーということになり、この数値を比較することによって各種エネルギーを定量評価することができるし、それぞれの優位性や技術的に解決すべき課題を客観的に明らかにすることが可能になる。取り出すためのエネルギーとしては、そのためにかかるすべての項目を可能な限り算定する、すなわち燃料の採掘、輸送、発電所の建設、運転、補修、廃炉、廃棄物処理・処分までを含んで算定することになる。EPRが高いことは石油の代替として有力な候補となることになる。電源別のエネルギー収支比、EPRをppNo. 2に示しましたが、ご覧になって原子力が一番高いのに驚かれる方も多いと思います。「原子炉の廃炉のコスト、放射性廃棄物の処理のコストをどうみているのですか」という質問もありました。講師の回答では、廃炉

では、高い放射性の部分を地中に埋設処分をする、使用済み燃料では、核分裂した燃料中の約5%を分離してガラスに閉じこめ、厚い鉄容器、厚い粘土のドーナツにくるみ多重に包む。基本的に地中に埋設することは、地球の壁を有効に利用するため、地上で分厚い建物が不要であるため、関わる資源は少ないので、廃炉では1.5%、使用済み燃料処分では1% EPRの値が落ちる程度であると根拠となる文献を元に説明された。

2. 道路を利用する輸送手段のEPR計算結果

インフラが整備されている道路を輸送手段として用いた場合のEPRでの評価は以下の通りであった。

(1) 鉄道、路面電車のエネルギー収支比が8.4と一番高い。

(2) 電気自動車は、電池の製造エネルギーの分だけ、入力エネルギーが増えるため、エネルギー収支比が落ちるが、6.5である。

(3) ガソリン自動車は、定格での熱効率は30~35%であるが、低速から高速の負荷率の繰り返しで使用するため、効率が都市部で10%、郊外での使用で25%である。10%の時は、エネルギー収支比は2.34、25%の時は、5.84となる。

(4) 水素自動車において、水素製造は原子力発電で水素を製造するのが一番効率がよい。自動車用燃料として考えた場合、水素は気体のため、貯蔵、運び、供給に水素エネルギーの2/3を費やし、また自動車本体での水素貯蔵装置の素材、製造にエネルギーを費やす。水素貯蔵装置に関わるエネルギーは未定である。仮定として、このエネルギーが電気自動車の電池の10倍の場合は、エネルギー収支比は0.70、3倍の場合は1.56となる。

(5) バイオマス燃料として、米国のコーンエタノール、ブラジルのシュガーケインエタノール、米国のセルロースの熱でのエネルギー収支比を調査した。日本への輸送を含めて、熱ではエネルギー収支比は1を超えるものの、ガソリンと同じように効率10%、25%を加味して考える必要がある。この効率を考えると、バイオエタノールはブラジルのケインエタノールをのぞいて、エネルギー収支比は1を下回る。

2. 道路を利用する輸送手段のEPR計算結果

インフラが整備されている道路を輸送手段として用いた場合のEPRでの評価は以下の通りであった。

(1) 鉄道、路面電車のエネルギー収支比が8.4と一番高い。

(2) 電気自動車は、電池の製造エネルギーの分だけ、入力エネルギーが増えるため、エネルギー収支比が落ちるが、6.5である。

(3) ガソリン自動車は、定格での熱効率は30~35%であるが、低速から高速の負荷率の繰り返しで使用するため、効率が都市部で10%、郊外での使用で25%である。10%の時は、エネルギー収支比は2.34、25%の時は、5.84となる。

(4) 水素自動車において、水素製造は原子力発電で水素を製造するのが一番効率がよい。自動車用燃料として考えた場合、水素は気体のため、貯蔵、運び、供給に水素エネルギー

ギーの 2/3 を費やし、また自動車本体での水素貯蔵装置の素材、製造にエネルギーを費やす。水素貯蔵装置に関わるエネルギーは未定である。仮定として、このエネルギーが電気自動車の電池の 10 倍の場合は、エネルギー収支比は 0.70, 3 倍の場合は 1.56 となる。

(5) バイオマス燃料として、米国のコーンエタノール、ブラジルのシュガーケインエタノール、米国のセルロースの熱でのエネルギー収支比を調査した。日本への輸送を含めて、熱ではエネルギー収支比は 1 を超えるものの、ガソリンと同じように効率 10%、25% を加味して考える必要がある。この効率を考えると、バイオエタノールはブラジルのケインエタノールをのぞいて、エネルギー収支比は 1 を下回る。

これを図1に示した。

[3] 日本における自動車用燃料シナリオ

自動車技術会 中田 雅彦

自動車技術会JSAEは40,000人を超える会員を持つ国内最大の学会で、その中の次世代燃料潤滑油委員会において次世代の燃料に焦点を当てて検討を行っている。

1. エネルギー/環境/燃料に関する自動車技術会の考え方

石油資源は有限であり、各油田の老朽化、政治的理由による石油生産国の生産量の抑制や輸出量の削減等によって供給が制限され、いつかは供給は途絶える。資源の枯渇より前に石油生産のピークが発生するが、石油ピークは自動車用液体燃料の不足問題である。それに対応するべく、自動車関連業界と学会がなすべきことは、

- ・ オイルピーク問題への対策あるいは緩和策の探求
- ・ 将来燃料/エンジン技術に対する戦略の再構築

であり、燃料効率の一層の向上と代替燃料(非石油)の検討を行って、中長期の燃料シナリオの作成をする必要である。

2. 自動車燃料—現在と将来—

石油系燃料と内燃機関の最適化に関しては100年余にわたる最適化の歴史があり、季節による性状の調整、地域による性状の差に対する適合等の努力によって最適組み合わせが維持されて来ている。それらを踏まえて将来燃料の方向についての検討を行ってきた結果のまとめをppNo. 3に示した。短期的には石油の節約、中期的には石油と非石油系燃料の併用、長期的には非石油系燃料への移行ということになる。

日本における非石油系代替燃料の候補を検討した結果をppNo. 3に示したが、当面の候補として天然ガス、石炭、バイオを取り上げてその可能性の検討を行なった。水素は長期的候補であるであろうが、今回は取り上げなかった。

(a) ガソリンへの混合

- ・ バイオエタノール

⇒もし導入するならば、短期的にはデンプンや糖質系の輸入エタノール

⇒長期的には国産セルロース系とすべきである。原材料の収集、生産コスト等が課題になり、このための国内生産システムの構築が必要となる

⇒新しい植物種の探索、育成まで視野に入れる必要があるか?

- ・合成液体燃料GTL：ガソリンには不向きであるし、コスト面からも可能性は低い。
- ・直接CTL(石炭→直接液化)：石炭資源が国内に無いため、国産の可能性がない
- ・BTL(Biomass to Liquid)：ガソリンには不向きであり、コスト面からも可能性は低い

(b)軽油への混合

- ・植物FAME(バイオディーゼル)：国内に原料がなく、国産は可能性が低い。非食物系の植物の育成、海外生産までも考える必要があるか?
- ・廃食用油FAME：国内の原材料が少なく、酸化安定性にも問題がある。
- ・GTL：技術的課題は少なく、日本で採算がとれれば導入の可能性はある。石油価格次第であるが、CO2低減効果の確認が必要である
- ・間接CTL(石炭→ガス化→液化)：CO2固定化技術が必要になる。石炭資源が国内に無いため、国産の可能性がない
- ・BTL：セルロース系に可能性はある。国内原材料の収集、利用形態と生産コストが課題である

(c)検討結果のまとめ

- ・以上の検討により、国内で将来使われる可能性のあるものとして、

バイオエタノール(ガソリン混合)

植物油FAME(軽油混合)

BTL(軽油混合)

GTL(軽油混合)

が挙げられる。

- ・GTLは技術課題や導入上の問題はないので、自動車業界としては今後主にバイオ系燃料の検討を継続する
- ・将来の食料問題を考慮すれば、国産セルロース系バイオ燃料の検討に重点を置くべきであると考えられる

以上が検討結果のまとめであるが、国産セルロース系バイオ燃料の検討に際しての課題と推進理由を次に示した。

○解決すべき課題

- ・山林からの木材の搬出コストが高い
- ・木質エネルギー利用に関わる組織が多岐にわたり、本件の推進に困難性がある(中央と地方、官庁の縦割り組織など)
- ・現行の液化技術ではエネルギー効率が低く、製造コストが高い
- ・地産地消に適した製造技術が未開発である

○推進すべき理由

- ・CO2低減効果は大きい
- ・地域振興、林業の再興の効果がある

- ・国土の保全上、山林の管理として間伐材の利用が必須であり、治山治水、水資源の活用、水質維持の効果が期待できる

3. 将来燃料シナリオ

石油供給不安定対策として日本が実施すべき項目としては30～50年後を目標とした長期的対策と中短期的対策とがある。長期的対策としては非石油社会の構築、水素(?)社会の構築などが考えられるが、ここでは中短期的対策について述べる。

対策と自動車業界としての行動をppNo. 4に示したが、既に着手済みのものもあり、石油/エネルギー業界に期待するものもある。

これらの検討結果に基づく自動車技術会の「2030年の目標を達成するためのメッセージ」を次に示して終わりとする。

- (1)セルロース系バイオ燃料は代替燃料として有望である。しかし、実用化には多くの課題がある。
- (2)自動車技術とバイオ燃料だけでは石油依存度低減目標を達成することは出来ない。
- (3)石油依存度低減のためには、プラグインハイブリッドの大量投入が必須である。このためには、バッテリー技術の開発の一層の推進が必要である。

- <ppNo. 1> 自動車における蓄電技術の必要性
- <ppNo. 2> 電源別のエネルギー収支比 (EPR)
- <ppNo. 3> 自動車用将来燃料の方向—検討結果のまとめ
- <ppNo. 4> 中短期的対策案の例

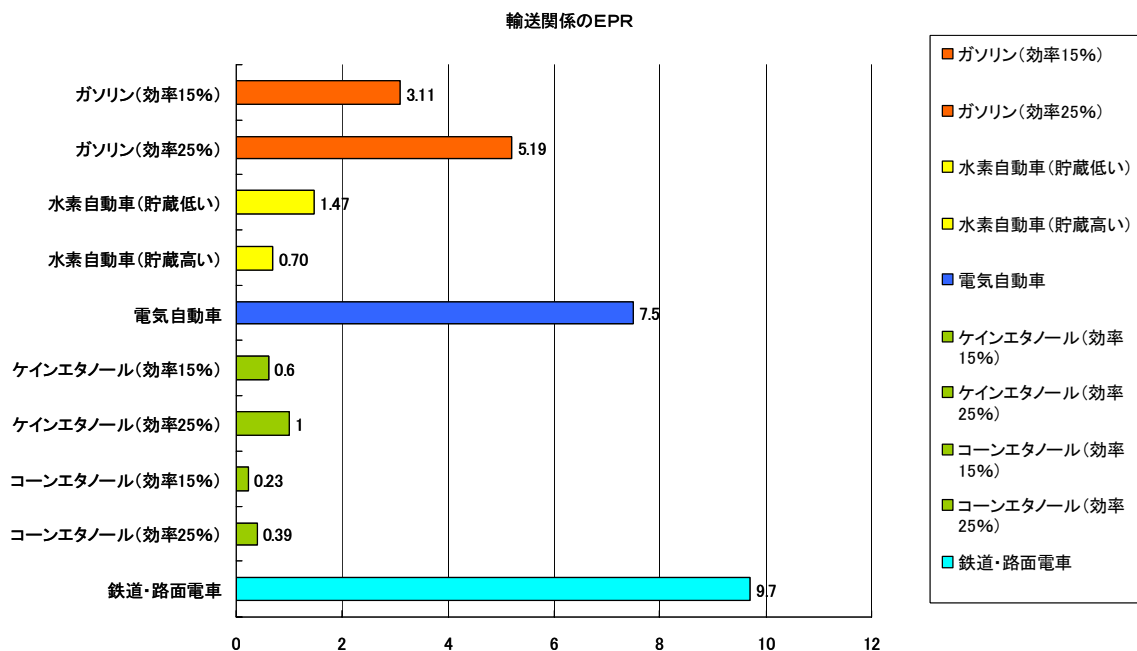


図1 道路輸送関係のエネルギー収支比