

特設 6

エコ電気自動車の未来

会員 ○木村英樹(東海大学)

Future of Eco Electric Vehicles

Hideki Kimura*

*Tokai University

1117, Kitakaname, Hiratsuka-shi, Kanagawa, 259-1292, Japan

Fax: +81-463-59-4014, E-mail: kimura@tokai.ac.jp

ABSTRACT

The Eco Electric Vehicles such as solar car, fuel cell vehicle, pure electric vehicle have been fabricated during the past 20 years. These vehicles contributed to the education in engineering and the development of environmental technologies. In this paper, the future of the eco electric vehicles was described.

キーワード: ソーラーカー, 電気自動車, 燃料電池自動車, 電気二重層キャパシタ, リチウムイオンバッテリー, 高効率モータ

Keywords: solar car, electric vehicle, fuel cell vehicle, electric double layer capacitor, lithium ion battery, high efficiency motor

1. エネルギー供給変化への対応

石油資源の枯渇は、中国やインドなど人口が多い国での消費が急激に加速していることから、現在予想されている採掘可能年数よりも短くなる可能性が高い。また、石油や石炭などの化石燃料の消費によって発生する炭酸ガスは、地球温暖化を引き起こすことが懸念されている。こうした状況を打開するには、中期的には原子力利用もあり得るが、最終的には「再生可能エネルギー」である太陽由来のエネルギーにシフトしていく必要がある。注目される風力発電、太陽光発電、バイオマス、太陽熱利用などは、今後もさらなる性能向上とコストダウンに関する研究開発を精力的に進める必要がある。とくに、風力発電と太陽光発電は、エネルギーの質が高い電気エネルギーが取り出される点で、ガスタービンなどを用いた発電などと大きく異なり、同列の比較は適していない。枯渇しない自然エネルギーであり、温暖化を引き起こす炭酸ガスを排出しないだけでなく、安全保障上も重要なエネルギー資源なのである。日本における「チーム・マイナス 6 %」キャンペーンの達成のためにも、普及を加速させる必要がある。

このようなエネルギーのパラダイムシフトにともない、運輸旅客部門でのエネルギーを再考すべきときが来て

いる。すでに鉄道は効率性の観点から電化が進められ、新幹線に代表されるように重要な役割を果たしている。自動車についてもエンジンと電気モータによるハイブリッド化が進められ、トヨタ社のプリウスなどでは燃費性能を約 2 倍に引き上げることに成功している。今後は、エンジンをよりコンパクトなものに変更し、バッテリーやモータを大型化することで、電気の割合が大きいプラグインハイブリッド自動車に進化するものと予想される。

このような時代の流れを受けて、機械系エンジニアが中心であった自動車業界は、ハイブリッド車が生んだ境界領域を埋めるために電気系エンジニアなど多様な人材を取り入れざるを得なくなった。さらに、燃料電池自動車の開発に至っては、化学系エンジニアをも巻き込む様相を呈している。しかしながら、電気、機械、化学など多方面にまたがるセンスを持ったエンジニアは、非常に数が少ないのが現状である。

2. エコ電気自動車大会の有用性

以上のような背景から、主として環境技術に対する啓蒙教育を行うことを目的としたエコ電気自動車の競技会が開催されるようになった。(ここでいうエコ電気自動車とは、太陽電池を搭載したソーラーカー、燃料電池を搭載した燃料電池自動車、バッテリーを搭載した電気自動車などを総称したものである。)現在、日本国内には表 1 に示したようなエコ電気自動車競技会に出場するチームが存在しており、その大半は高校、高専、短大、大学によるものである。

Table 1 Number of estimated eco electric vehicle teams

Eco Electric Vehicle	Number of Teams
Solar Car	150
Fuel Electric Vehicle	50
Electric Vehicle	200

「理科離れ」、「ものづくり軽視」が学校教育の現場で問題視されて久しい。エコ電気自動車の設計・製作は、ロボットなどと並び、実践的な理科(工学)教育の場として非常に有用なものである。とくに、自らが高性能なエコ電気自動車づくりに挑戦しようという内発的な動機付

けによって行動した場合、さらに学習効果は高まるといえる。一方、上述したようにこれらのエコ電気自動車は、多様なスキルを持ったエンジニアのタマゴである学生が集い、創意工夫を加えながら新しい車体の製作に挑み、他者と競いながら目標とする性能や成果を達成する工程を経ることで、プロジェクトマネジメント力、リーダーシップ、コミュニケーション能力を身に付けさせることができると期待される。近年、孤立傾向にある学生の人間力を磨くためにも有効なものであると確信する。

このような教育効果があるにも関わらず、「レース」というイメージが先行し、趣味や遊びと同様なイメージで、行政や企業などから取り扱われるケースが多い。ただでさえ、そのような状況に置かれているにもかかわらず、さらに不真面目なチーム名や車体名、あるいは技術教育をないがしろにするような取組の車体などが存在している。そのため、大会運営サイドのみならず、まじめに取り組んでいる学校などに不利益をもたらしている状況にあると考える。野球やサッカーなどのスポーツと同様にブレインスポーツとして振興策の対象となれるよう、各方面での働きかけに期待する。日本太陽エネルギー学会では、2006年1、2月に「電気自動車・燃料電池車・ソーラーカー製作講習会」を西日本と東日本の2会場で開催し、延べ500名程度の参加者を集めた(Fig.1)。



Fig.1 Workshop on Eco Electric Vehicles by JSES.

また、オーム社より「エコ電気自動車のしくみと製作」が、日本太陽エネルギー学会編として2006年9月に発行された。エコ電気自動車に関心をもつ人々の技術レベル向上に貢献できれば幸いである。

3. ソーラーカー

3.1 競技用ソーラーカーの現状と未来

1987年に、3000kmを走破する本格的なソーラーカーレースとしてWorld Solar Challengeがオーストラリアで開催され、2007年もPanasonic World Solar Challengeとして開催される予定である。日本でも、北海

道、秋田、能登、鈴鹿、神戸など、各地でソーラーカーレースが開催されたが、現時点で定着しているのは鈴鹿と秋田のみである。ソーラーカーの性能向上にともない、当初は全長6m×全幅2mという大きなサイズが、5m×1.8mへと小型化された。多接合太陽電池(トリプルジャンクション太陽電池)の登場により、2kWを越える太陽電池アレイ出力を得るに至り、2005年には100km/h以上の巡航速度で、オランダのNuna 3が大会記録を樹立して優勝した(Fig.2)。一般道を利用しているソーラーカーレースの高速化には限界が見えてきたことから、今後の動向として、3つの方向性が考えられる。



Fig.2 Solar Car "Nuna 3".

- ①従来のまま直線路を主体とした、さらなる高速化を目指す。
- ②速度的に余裕があるサーキットを利用し、コーナリング性能との両立を図る。
- ③実用化を目指し、居住性(2人乗り)や安全性を改善する。

筆者は①の方向性は、競技の安全性には配慮する必要があるものの、他のモータースポーツの競技速度よりは依然として低いため、このまま進むことも容認すべきだと考える。80年代は1馬力(750W)、90年代は2馬力(1500W)というソーラーカーが登場したが2000年代後半には、おそらく3馬力(2250W)に時代に突入するものと思われる。ただし、入門者用にはダウンスペックしながらも魅力的なクラスを設定する必要があると考える。

②の方向性は、鈴鹿、マレーシア、アテネ、台湾などのソーラーカーレースを念頭に置いたものであるが、コースアウトした際の安全性などを考慮すると、今後はサーキットを用いた大会運営も重要になると考える。しかしながら、初期のエンジンカーによるモータースポーツは、市販品への技術的なフィードバックがあったが、近年のモータースポーツは速さを追求するあまり、非環境的なものであったり、技術革新を封じドライバーの技量

で勝敗を決めるような傾向が強い。再生可能なエネルギー源を使うソーラーカーとはいえ、レギュレーションが車体の性質を決めるので、大会運営サイドにも責任ある方向決めが求められることになる。



Fig.3 2006 Dream Cup Solar Car Race Suzuka.

3.2 実用ソーラーカーの形

③の方向性を採った場合、重量増による転がり抵抗と、前方投影面積増による空気抵抗の悪化により、走行抵抗が増加＝省エネルギー性能が低下することを懸念する。これを補おうとすると高性能太陽電池モジュールを手に入れたいという要求が高まるため、ソーラーカー開発のためのコストアップにつながるのではないかと心配する。一方、ソーラーカーの実用化を考えた場合、太陽電池アレイの設置場所として、日影に置かれる可能性もある自動車に設置するのは不適切であり、日照条件が整った場所に設置した固定太陽電池アレイから、電気自動車にエネルギーを移す方式が有効であると考ええる。そういった意味では、競技の方法を根本的に見直す必要もあると思われる。なお、現行の1日8～9時間を走行する競技用ソーラーカーが、1時間程度走行するだけであれば、今よりも数倍以上の電力を使えることになる。したがって、エネルギーを無駄に使える余地はあるが、それをどのような用途に振り向けるかは、意見が分かれるところになるだろう。

4. 電気自動車・燃料電池自動車

4.1 EVエコランカー

50cc のガソリンエンジンを搭載したガソリンエコランカーは、1リットルのガソリン換算での走行距離を競うマイルージマラソンなどの燃費競技に出場している。このエンジンをバッテリーと電気モータに置き換えたEVエコランカーが登場し、1995年にワールド・エコノ・ムーブが始まった。現在、全長3m以下の大きさの車体で、35～45km/h程度の競技速度で行われているが、菅生大会など中には70km/hに達するケースもある。省エネルギー

性能が極めて高く、たとえば秋田で開催された World Econo Move (Fig.4)では、144Whの電気エネルギーで筆者の電気自動車「ファラデーマジック2」(Fig.5)は、85kmを走行できる。電力会社の電気代に換算すると3.3円分に過ぎない。100円で2500kmを走行できる経済性を有していることに相当する。



Fig.4 2006 World Econo Move (Akita).



Fig.5 Electric Vehicle "Faraday's Magic 2".

近年、大会への出場台数が増加し、他車との接触事故等も起きている。視界確保やコースの安全性確保などが克服すべき課題となっている。

4.2 燃料電池自動車

固体高分子型燃料電池スタックを用いた競技用燃料電池自動車も、EVエコランカーと同程度の大きさであれば、100万円以下で製作できることから、注目を集めつつある。当初は、水素ガスに対する安全性が確保できるかどうか心配されたが、現在のところ大きなトラブルもなく競技が行われている。自動車メーカーによる燃料電池車が1億円程度といわれる中で、1/100程度で製作できることから、学校、あるいは個人でも挑戦できるようになったことは驚きに値する。4.1で述べたEVエコランカーは、さらに安い費用で製作できることから、ソーラーカーに比べて競技者の広がりが速いように感じる。ただし、現時点では、燃料電池ユニットの供給メーカー数が極

めて少ない状況にあり、ここからの供給がストップすると競技自体が成立しなくなる可能性もある。燃料電池スタックを自ら構成できるような方策も必要ではないかと考える。

一方、ソーラーカーの小型規格である ISF4000（全長 4m × 全幅 1.5m 以内）をベースに、燃料電池を搭載した車体で競う全日本学生ソーラー & FC カーチャンピオンシップ大会(JISFC)も開催されている。玉川大学は、太陽電池と燃料電池を搭載した自動車を開発し、その後、この車体のコンセプトを採り入れた新しいクラスが JISFC に新設された。

5. エコ電気自動車の技術貢献

エコ電気自動車の教育効果についてはすでに述べたが、技術的な面での貢献も特筆される。これらの競技会では、炭素繊維強化プラスチック製のモノコックボディをはじめ、アルミ合金、マグネシウム合金、CFRP 製のホイール、チタンフレームなどの技術が導入された歴史を持つ。モータ関連では、ギヤドライブ、ダイレクトドライブ、進角制御、遅角制御、可変界磁、鉄系アモルファスコア、平角線、マイコン制御などの技術が意欲的に導入された。また、電気二重層キャパシタ、フライホイール、ニッケル亜鉛、酸化銀亜鉛、リチウムイオン、リチウムイオンポリマーなどの電池も搭載された。さらに太陽電池についても、裏面電極型(SunPower)、HIT(三洋電機)、多接合太陽電池(EmCore, SpectroLabo)のような高性能型からアモルファス太陽電池、ボール状太陽電池に至るまで、ありとあらゆる太陽電池が試されてきた。かつては、スターリングエンジンをソーラーカーに搭載したこともあった。

このようなチャレンジは、失敗に終わるものも多かったが、新しいデバイスの登場に貢献した例も多い。また、実際にテストする場を得ることで、新しい知見を得ることに貢献している。

6. 最後に

競技レベルの向上にともない、一般の人々やメディアなどに理解されない状況が発生しているように感じる。筆者はできる限り努力してきたつもりであるが、依然として孤立無援に近い状況である。今後は、一般の人々にどれだけわかりやすく説明できるか？という点も踏まえ、参加者のひとりひとりが様々な方法で、様々な方面にアピールし、エコ電気自動車競技の普及に貢献してもらえよう大いに期待する。そして、21 世紀のエネルギー・環境問題に挑むエンジニアが、多く輩出されることを切実に願う。

また、チームや個人の努力によって、ますます電気系自動車の性能が向上し、エネルギーマネジメントなどの周辺技術が発展することを期待する。そして、このようなすばらしい競技の場が充実するよう各方面からの、ご支援、ご協力をお願いしたい。

参考文献

- (1) 木村英樹, 池上敦哉, 鶴沢潔, 澁谷秀樹, 初井基之, 鹿野文久, 小原宏之, エコ電気自動車のしくみと製作—日本太陽エネルギー学会編—, オーム社, (2006).
- (2) 木村英樹, EV エコランカーの最新動向, 太陽エネルギー, Vol. 32, No. 5 (2006) (掲載予定).
- (3) 木村英樹, 2005 年競技用ソーラーカーの最新動向, 太陽エネルギー, Vol. 31, No. 5 (2005) 57-60.
- (4) 澁谷秀樹, 木村英樹, 電池とキャパシタの活用方法, 太陽エネルギー, Vol. 31, No. 6 (2005) 45-52.
- (5) 木村英樹, ギリシャのソーラーカーレース"Phaethon 2004"報告, 太陽エネルギー, Vol. 30, No. 4 (2004) 2-7.
- (6) 本山孝, 木村英樹, 池上敦哉, 鈴木信重, 鶴沢潔, 木村英樹, ビークル自作者たちの夢, 強化プラスチック, Vol. 25, No. 1 (2005) 2-13.