

ソーラーパネルを備えたハイブリッドカーの製作

ポリテクカレッジ神戸港
(港湾職業能力開発短期大学校神戸校)

福地 泰尚

1. はじめに

現在、物流業界や自動車業界は環境問題への配慮が最重要課題となっている。われわれの日常生活において、最も身近な輸送手段と考えられるトラック輸送を例にあげれば、排気ガスに含まれる窒素酸化物（NO_x）や粒子状物質（PM）などの大気汚染物質が以前より問題視され続けており、東京都は2003年10月より環境条例、いわゆるディーゼル車規制を開始したところである。また、自動車輸送は大量の化石燃料を消費することにより、エネルギー資源の枯渇を早めており、さらにはCO₂排出量の増加に伴う地球温暖化も大きな問題とされている。

一方自動車業界は、各社環境と省エネルギー対策を前面に出した新車開発を競っており、ガソリンやディーゼルエンジンから電気自動車への移行もついに市販車レベルの段階へと入ってきた。その1つとして、トヨタ自動車の開発したハイブリッドカーは人気を博しており、ユーザサイドの環境問題への関心の高さをうかがわせる。

このような状況のもと、身近な題材として環境に配慮した乗り物（電気自動車）を学生自らの手で製作できないか、総合製作実習の課題として取り組んでみた。

2. 電気自動車の種類

一口に電気自動車といっても、原理上いくつかの

種類が存在する。現在、これらは大きく分けると以下のような4つのタイプに分類できる。それぞれの特徴を以下に記す。

2.1 電気自動車

電池に蓄えた電気のみで走行する自動車。大量の蓄電池を必要とする。排気ガスはゼロ。自宅やエコ・ステーションと呼ばれる充電スタンドで電池を充電する。現在は、一充電当たり200km以上の走行が可能。また、最高速度120km/h以上の高速走行も可能。各社市販車を販売しているが、価格がエンジンの3～5倍のため量産効果による価格低下が課題。電池性能向上およびモータの小型効率化が普及のカギ。

2.2 ハイブリッド車

複数の動力源を組み合わせ、状況に応じて動力源を同時または個々に作動させて走行する自動車。一般的な動力源の組み合わせとしては、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンと電気モータである。特徴としては、エンジンの負荷軽減による排出ガス低減、燃費向上、低騒音などがあげられる。また、大部分が直接の充電を必要としないため、既存のインフラ設備で燃料補給ができる。動力源の組み合わせ方式により、次の3タイプに分類できる。

① シリーズ方式

電気自動車の課題である一充電走行距離を延長させるために考案された方式で、発電しながら走行する方式。車輪の駆動力は電気モータのみ。エンジン

は発電機を回して発電した電力をバッテリーへ充電。

②パラレル方式

主としてエンジンの燃費向上や、排出ガスの発生を低減するために考案された方式。エンジン走行が主であり、エンジンに負荷のかかる発進や加速時にモータが作動し、駆動力を補助する。

③シリーズ・パラレル方式

状況に応じてシリーズ方式とパラレル方式を使い分ける組み合わせ方式。発電機を単独に持っていることがパラレル方式と違う。

2.3 燃料電池車

燃料電池で発電しながら走行する電気自動車。燃料電池は電解質である高分子膜を使用して水素と酸素をイオン化し、このときに発生する電子を取り出して発電する電池である。ガソリンエンジン車などと同様に燃料を補給して走行できるため既存車の代替として最も注目されている技術である。特徴としては、エネルギー効率が良い、有害排出ガスはゼロか非常に少ない、充電が不要など。しかし、水素やメタノールステーションなどの新しいインフラ整備が必要。2002年度には世界に先駆けトヨタとホンダが市販車を販売し始めたが、技術面での改良や価格の課題など、一般普及の意味での実用化にはまだ時間が必要。

2.4 ソーラーカー

太陽電池で発電しながら走行する電気自動車。太陽電池は、結晶シリコンまたはアモルファスシリコンを使用した半導体に太陽光を当て、光電効果により電気を発生させる。太陽電池で電気を発生させる以外は、原理的に他の電気自動車との違いはない。自動車の屋根やボンネット上の太陽電池だけでは走行エネルギーを賄えないため、電池を加えて天候に左右されないようにしている。毎年ソーラーカーレースが開かれており、学校教育や企業の人材育成などの場で活躍しているが、市販車レベルの実用化は太陽電池を補助用使用する程度にとどまっている。

3. 製作物と製作手順

ポリテクカレッジ神戸港は、港湾流通科と物流技術科の2科からなり、カリキュラム的にはもの作りの要素が他科に比べて非常に少ない。そのため、学生は基本シャーシ等の設計・製作や細かい部品加工技術などの基本的要素を持ち合わせていない。さらに、半年間という総合製作実習では時間的な制約もあった。そこで、3年計画で車を完成させることとし、機械系や電気・電子系の専門分野を深く知らない学生でも、物作りの楽しさを体験できることを最優先とした。以下は、その製作物概要と製作手順である。

3.1 ハイブリッドカーの仕様

ベース車：(株)光岡自動車 K-1

全長×全幅×全高 : 1755mm×1080mm×1455mm

乾燥重量 : 160kg+約70kg=約230kg

エンジン部

エンジン型式 : BB-MC1E
単気筒横置空冷2サイクル
49cc

最大出力 : 6.1ps/6500rpm

最大トルク : 0.70kgm/6000rpm

変速機構 : 自動遠心無段変速式

電気動力部

モータ種類 : 直流直巻電動機

モータ定格出力 : 2.88KW

モータ制御方式 : PWM方式

動作電圧 : 24VDC

バッテリー種類 : 鉛シールバッテリー

バッテリー容量 : 12V/55Ah×2

ソーラー部

型式 : GT230 (昭和シェル石油株)

最大出力 : 22W

最大出力動作電流 : 1.50A

最大出力動作電圧 : 14.4V

適用電圧 : 12V

3.2 製作手順

1年目：ベース車となる小型エンジンキットカー（株光岡自動車K-1）を購入し、これを組み立てる過程において、車の基本的な機構や構造を学生に理解させる。

2年目：エンジン車と電気自動車の構造的な違いを理解したうえで、既存の小型エンジンに電気モーターを組み合わせたハイブリッドエンジンを製作する。

このとき使用するエンジンはキャブレター方式であるため、電子的な制御は考慮せず、単純にエンジン・電気どちらでも動作する車を完成する。

3年目：最終年度として、より環境にやさしく省エネルギーを目指して、ソーラーパネルを備えたハイブリッドカーを完成させる。

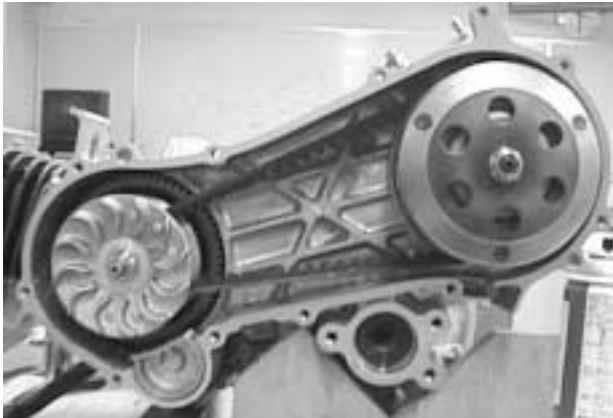


写真1 エンジン部組み立て

3.3 1年目製作過程

エンジン部も含めすべて部品から組み立てられるため、車の基本構造の理解に役だった。

3.4 2年目製作過程

エンジンにモーターを組み込むため、エンジンカバーに合わせたモーターマウントを作成。クラッチドリブンプーリーへ、チェーンを使ってモーターの動力を伝達する。

モーターは2.88KW出力、24VDC、PWM制御方式で

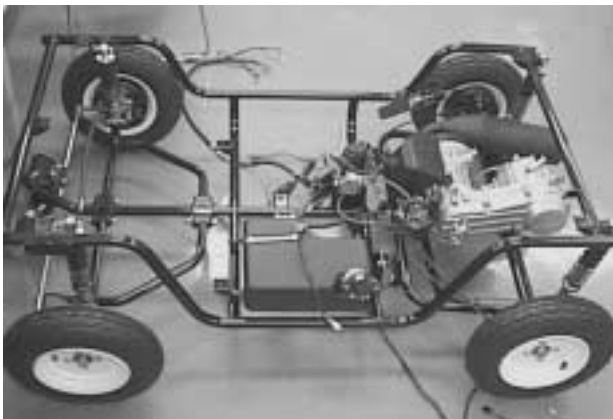


写真2 シャーシ完成図



写真4 モーターマウント



写真3 ボディ完成図



写真5 ハイブリッドエンジン完成

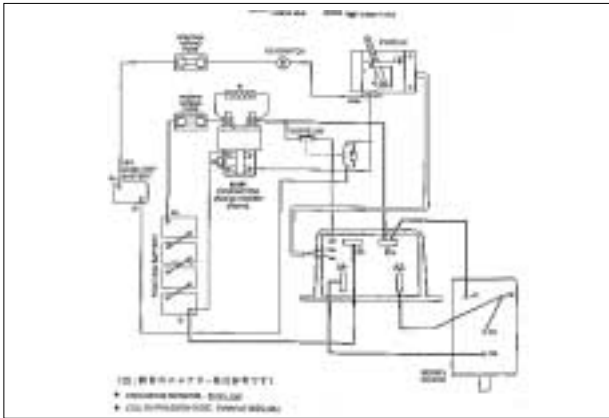


図1 モーターコントローラー回路図



写真8 アイドリングギヤの追加

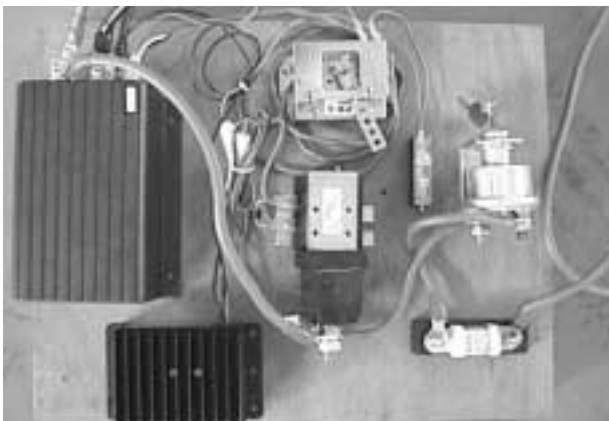


写真6 モーターコントロール部

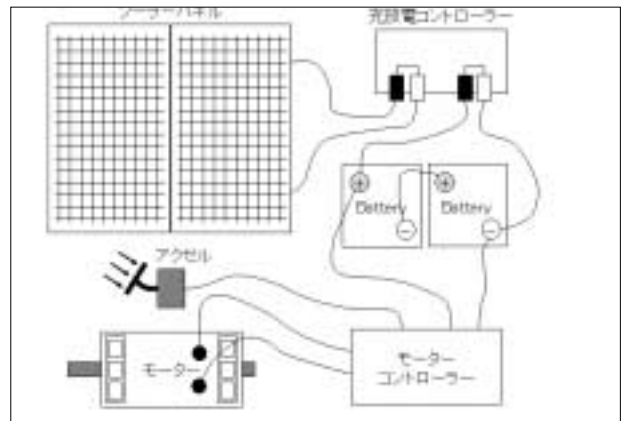


図2 ソーラーパネル構成



写真7 電気系統部品の配置



写真9 ソーラーパネル設置

ある。コントローラー等の制御パーツは、椅子の下のメンテナンススペースに設置した。

3.5 3年目製作過程

2年目製作時にエンジンとモーターの回転方向を考慮せず、組み込んだモーターが単方向回転型であったため、エンジン走行時の支障になった。そこでアイドルギヤを追加し、エンジンとモーターの回転方

向を同方向とした。

ソーラーパネルは12V出力タイプを2枚シリーズに接続して24V出力とした。バッテリーは2台使用し、モーターの最低駆動電圧24Vを確保した。

4. 製作物の評価と課題

走行試験では、エンジン走行，電気モーター走行，



写真10 充放電コントローラー



写真11 最終完成車

両動力での走行とすべて問題なく走行できた。最高速度は、ベース車となるエンジン車のスペックでは50km/hのところ、完成車では約25km/hまで試したがそれ以上は安全上計測していない。電気モータ走行では、理論上16.2km/h（7000rpm）であるが、約15km/hとほぼ設計どおりの性能を得た。

課題としては、第一にシャーシの補強が必要なことである。ベース車となる車のシャーシが乾燥重量160kg、大人1人乗り、最大積載量30kgという設計であるのに対し、バッテリー、モータ、ソーラーパネル等の追加で約70kg増えている。よって、シャーシの剛性やサスペンションの強度を増す必要がある。

次に充電回路の追加設計が必要なことである。現状、ソーラーパネルの最大出力電流は1.5Aであり、バッテリーの普通充電電流が6.5Aであることから、バッテリーをフル充電するためには約40時間を必要とする。現状、ソーラーパネルだけでの充電ではバッテリーを充電できない。ソーラーパネルの面積を

約4倍に増やさなくてはならないが、車体の形状等から不可能である。ソーラーパネルでの充電はあくまで補助的な機能と考え、簡単に家庭用コンセントから充電できる充電回路を追加する必要がある。

最後に、この車を作る目的となっている省エネや環境への配慮であるが、残念ながら燃費の計測はまだ行っていない。ベース車となるエンジン車のスペックでは22km/lとなっているが、総重量そのものが増えており、モータおよび組込み用ギアの負荷などマイナス要因は多い。しかし、電気のみで理論上約15km走行可能であり、検証の価値は十分にあると思われる。

5. おわりに

今回の製作全般を通して、難しい理論や知識は極力避けた。なるべくわかりやすく、なるべく単純に、とにかく完成すること、動くことを念頭に製作した。結果として、電気や機械の基礎知識、また設計・製作・部品加工技術などの基礎的工学要素を持ち合わせない学生でも、興味とやる気さえあれば自分たちの力でハイブリッドカーという新しいジャンルの車を製作できることを実感できたと思う。この喜びと達成感を今後企業人として生きていくうえでの糧にしていきたい。

最後にこの場を借りて、3年間この車を完成させるためにご協力いただいた学校関係者ならびに情報提供いただいた方々に深く感謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) 清水浩：「電気自動車のすべて第2版」, 日刊工業新聞社, 1997.
- 2) 電気学会電気自動車駆動システム調査専門委員会：「電気自動車の最新技術」, 榊オーム社, 1999.