

# バッテリーの効率的運用によるハイブリッドカーの燃費改善

2009SE034 後藤一樹

指導教員：大石泰章

## 1 はじめに

近年、二酸化炭素排出量の増加による地球温暖化、世界的な原油価格の高騰のため、低燃費で二酸化炭素排出量の少ないハイブリッドカーやエコカーが注目されている。ハイブリッドカーとはエンジンとモータなどの異なる二つの動力源を搭載しており、状況に応じて単一または複数の動力源を用いる自動車のことである。多くのハイブリッドカーは、低速でエンジン効率の悪い時にモータを動かし、高速でのエンジン効率の良い時にエンジンを動かすことで、エネルギー効率が良くなるように二つの動力源を使い分けている。また、駆動に使っているモータを外部から回転させることにより運動エネルギーを電気エネルギーに変える回生ブレーキという機構を持っているため、減速時の回生ブレーキによる発電や、車軸駆動エネルギーとエンジン出力エネルギーの余剰エネルギーによる発電などでバッテリーを充電することができる [1]。したがってエネルギーを無駄なく使え、燃費は向上する。また、バッテリーのエネルギーを使うことで、エンジンの稼働率を下げることができるため排出ガスが低減できるというメリットもある。

本研究では、このようなハイブリッドカーの燃費をさらに向上させることを考える。具体的には、自動車技術会および計測自動制御学会が共同で設置した自動車制御とモデル研究専門委員会によるベンチマーク問題「ハイブリッドパワートレインを用いた通勤車両の燃費最適化」 [2] において、バッテリーの制御をすることで燃費をあげることを目指す。

## 2 ベンチマーク問題

本ベンチマーク問題は、シリーズ・パラレルハイブリッドシステムを搭載した中型セダンを対象とし、3週間分の実際の走行に基づく車速パターンの走行条件、およびシミュレーションモデルがあらかじめ与えられている。走行条件は、走行時間、天候、曜日などによって変化する。シミュレーションモデルのブロック線図はとて複雑な構造になっており、これを図1に示す。

例えば、エンジン負荷の低いときにモータではなくエンジンを使うと低効率運動を余儀なくされてしまう。逆にエンジン負荷が高くなる時はモータよりエンジンを使ったほうが効率が良い。このようにエンジンとモータのエネルギー配分をどうするかを考えることでより燃費が上げられることが分かる。その制御がシミュレーションモデルのエネルギーマネジメントの部分でされている

が、よりよいエネルギーマネジメントを研究し新しいエネルギーマネジメントの方法を設計することで通勤車両の燃費を与えられたシミュレーションモデルより向上させることがベンチマーク問題の課題である。

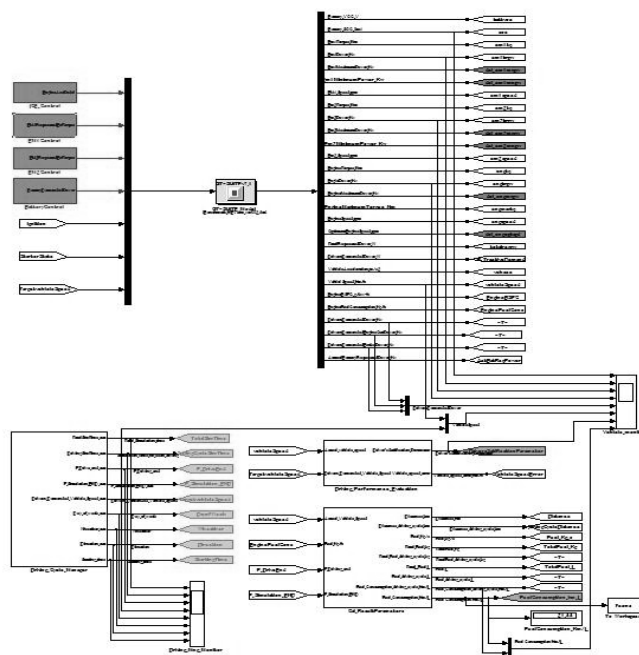


図1 シミュレーションモデルのブロック線図 [2]

## 3 バッテリー制御

本研究では特にエネルギーマネジメントの中のバッテリーの制御に着目し研究する。その理由は以下の通りである。ハイブリッドカーの燃費を良くするためには、エンジンの無駄になってしまうエネルギーを省くことが大事である。そのときに代替りのエネルギーを供給してくれるのがバッテリーのエネルギーである。しかし、バッテリーのエネルギーばかりを使いすぎてバッテリーの容量がなくなってしまうたり、バッテリーのエネルギーをあまり使わないでエンジンのエネルギーばかりを使っているのは効率の良い運転はできないため、バッテリーの使用量を制御することが大事であると分かる。

本研究では、バッテリーを効率良く使うためにバッテリーの充電率と発電量に着目する。低速走行時はバッテリーのエネルギーを使い、高速走行時のエンジンが高負荷のときにエンジンのエネルギーを使うのがエネルギー効率の良い走りにつながる。そのため具体的には、渋滞などで低速走行が続くときバッテリーの目標充電率を下げ、普通に走行しているときは目標充電率を戻すという制御を設計することを考える。さらに、目標充電率を制

御するとき制御の状態に応じて発電量も制御することでより効率よくバッテリーを充電し使用することができると考えられるため、バッテリー要求発電量の制御も考える。目標充電率を下げたバッテリーのエネルギーを多く使いたいときは、その分バッテリー要求発電量を増やす制御則を設計する。逆にバッテリーのエネルギーを使わなくても良いときはバッテリー要求発電量を減らす制御則を設計する。

#### 4 シミュレーション

あらかじめ用意されているエネルギーマネジメントシステムの中のバッテリー制御の部分をもとに目標充電率と要求発電量を走行状態によって変化させる制御を設計する。渋滞など低速走行が続いている状態がわかる変数としてドライバ要求車速が挙げられると考え、ドライバ要求車速を表わしたのが図2である。データを見ると渋滞時にはドライバ要求車速は40km/h以下で、渋滞のないときはおよそ60km/hの状態がほとんどであることが分かる。

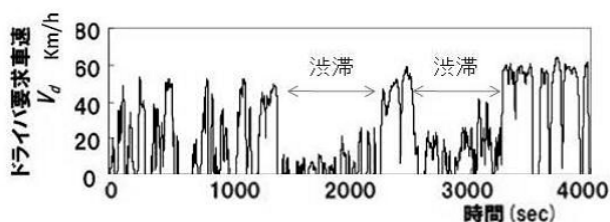


図2 ドライバ要求車速 [3] (3週間中のある1時間)

あらかじめ用意されているエネルギーマネジメントシステムでは、目標充電率は60%に設定されている。ここでは、ドライバ要求車速が40km/h以上のときバッテリー目標充電率を60%にし、40km/hより遅いときは55%に変わる制御を新しく設計した。その切り替えの考えを表わしたのが図3である。



図3 目標充電率

発電量の制御では、用意されているエネルギーマネジメントシステムの要求発電量は目標充電率などにより計算された値で一定である。ドライバ要求車速が40km/h以上のときはバッテリーを使わずにエンジンのエネルギーを駆動に使う方が効率が良いため、バッテリー要求

発電量を60%に減らす。ドライバ要求車速が40km/hより遅いときはバッテリーのエネルギーを使った方が効率が良いためエンジンのエネルギーをバッテリーの充電に少しでも多くまわせるように要求発電量を140%に増えるように制御をした。

#### 5 シミュレーション結果

あらかじめ用意されているシミュレーションモデルと新たに制御を加えたシミュレーションモデルのバッテリー充電率を比較した図が図4である。

新しくバッテリーの目標充電率を速度によって変化させる制御を設計したことで、燃費は22.301km/Lから22.328km/Lに上げることができた。さらにそこからバッテリー発電量の制御も加えることで、燃費は22.328km/Lから22.445km/Lに上がった。バッテリーの目標充電率と要求発電量の制御をすることで0.144km/Lの燃費改善ができた。

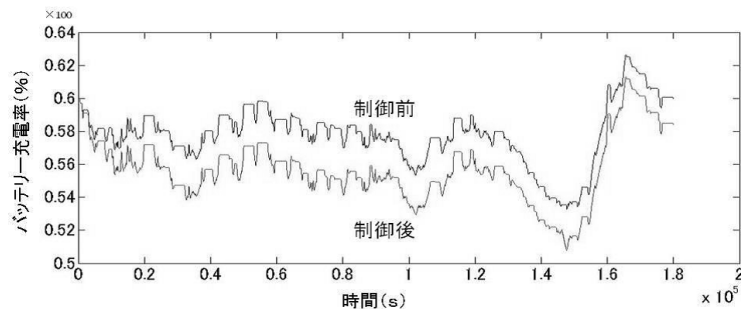


図4 バッテリー充電率

#### 6 考察

バッテリーの目標充電率と要求発電量を制御することでエンジンの出力は全体的に抑えられ、図4からわかるように、バッテリー充電率もより広い範囲で変化している。このことから、バッテリーのエネルギーを使いたいときは、より多くバッテリーのエネルギーを使うことができ、バッテリーのエネルギーをあまり使わなくてもいいときは、バッテリーを使わずに充電することができる。これにより、以前より効率的にエネルギーマネジメントをすることができ、燃費が向上したと考えられる。

#### 参考文献

- [1] 森本雅之：『電気自動車 電気とモーターで動く「クルマ」のしくみ』。森北出版、東京、2009。
- [2] JSAE-SICE 自動車制御とモデル研究専門委員会：ベンチマーク問題「ハイブリッドパワートレインを用いた通勤車両の燃費最適化」。http://cig.ees.kyushu-u.ac.jp/benchmark\_JSAE\_SICE/