ハイブリッド車

Hybrid Vehicle

執筆者プロフィール

高岡 俊文
Toshifumi TAKAOKA

1986年静岡大学工学部電子工学科卒業

■主として行っている業務・研究

・ハイブリッド車の効率向上, エミッション低減

■所属学会および主な活動

自動車技術会

■勤務先

トヨタ自動車(株) 東富士研究所 ハイブリッドシステム開発部 主査

(〒410-1193 裾野市御宿1200/)

E-mail: toshifumi@takaoka.tec.toyota.co.jp)

1. はじめに

18世紀半ばの産業革命以降, 自動車は人類の発展とともに発達し, 現在に至るまで, その社会的, 経済的貢献は, 多大なものと言える。一方で, エネルギー問題, CO₂による地球温暖化, 都市部での大気汚染, といった課題を抱え, エネルギー効率が高く, CO₂排出の少ない, かつクリーンな自動車の開発が求められている。

こうした中, ハイブリッド車は燃費向上とエミッション低減を両立できるシステムとして注目を集めている。本稿ではトヨタハイブリッドシステム(THS)を中心にその低燃費技術とハイブリッド車の将来展望について紹介する。

2. ハイブリッド車の特徴と分類

現在, 各種のハイブリッドシステムが実用化されているが, 代表的なシステム分類を図1に示す。アイドルストップ機能しか持たないものから, エンジン駆動力とモータ駆動力両者を伝達可能なパラレルハイブリッド, エンジン出力をすべて電気エネルギーに変換してモータ駆動力のみを持つシリーズハイブリッド, 両者の特徴を併せ持つパラレル・シリーズハイブリッドがある。

ハイブリッド車に対する要求はエミッション, 動力性能など多岐にわたるが, 最も要求が高いのが燃費向上である。ハイブリッド車の燃費向上は加減速の多い市街地モードで大きく, 高速定常走行では小さいという特徴を持つ。これはハイブリッド車が主として以下の機能によって燃費を向上させているからである。

- (1) アイドルストップ
- (2) エネルギー回生
- (3) 駆動力アシスト
- (4) モータ走行

このため, 図2に示すようにバッテリーのパワーにより, モータ走行などのハイブリッド車として

の機能で分類する方法がある。回生からモータアシスト機能を持つものをマイルドハイブリッド, 走行中にもエンジン停止およびモータ走行ができるシステムをストロングハイブリッドと仮に分類している。このようにハイブリッド車の機能を追加することによって燃費は向上する^{(1)~(3)}。

3. トヨタハイブリッドシステム(THS)

世界初の量産ハイブリッド車プリウスに搭載されたトヨタハイブリッドシステムは, パラレルシリーズハイブリッドおよびストロングハイブリッドに属する。

形式	アイドルストップ	パラレルハイブリッド	シリーズハイブリッド	パラレル・シリーズハイブリッド
システム構成例	トランスミッション エンジン スタータ	トランスミッション エンジン モータジェネレータ	モータジェネレータ1 エンジン モータジェネレータ2	モータジェネレータ1 エンジン プラネタリーギア モータジェネレータ2

図1 ハイブリッド車の分類

図2 バッテリーパワーとハイブリッド車の機能および燃費向上率

図3 トヨタハイブリッドシステム構成

図4 エンジン出力と正味熱効率の関係

図5 ハイブリッド車の燃料消費削減内訳

図6 究極のエコカーへのアプローチ

図3にTHSの構成を示す。このシステムはエンジン出力とモータ出力をプラネタリーギヤで連結し動力配分を制御するものであり、駆動力はエンジン直達トルクとモータトルクの合力となる。またエンジンを停止してモータのみの走行も可能である。さらに急加速時にはエンジン出力にバッテリー出力がアシストされる。

図4は、通常ガソリンエンジン車とハイブリッド車での、市街地モード走行中のエンジン熱効率を示す。ハイブリッド車は、低出力域をモータ走行させることによるエンジン停止と、エンジン使用域の最適化により、エンジンの平均効率を向上させている。さらにハイブリッドに最適化したエンジンを用いることにより図4のA点の正味熱効率をB点まで高めることが可能である。これに、減速時のエネルギー回生効果が加わり、図5に示すようにTHSでは従来車の2倍の燃費、すなわち約半分のCO₂排出量を実現している。また、CO₂排出量が少ないといわれているディーゼル車に対しても優位性を持っている⁽⁴⁾。

4. ハイブリッド車の将来展望

以上のように、ハイブリッド車は従来の技術では成し得なかったエネルギー回生やEV走行などにより、非常に優れた低燃費、低CO₂のポテンシャルを持っている。また、モータアシストなどの機能を、エミッション低減や動力性能向上にも活用でき、クリーン、Fun-to-Driveとの両立も可能な技術でもある。

一方、視点を変えてハイブリッド技術の展開性について考えてみたい。図6に究極のエコカーに対する弊社のアプローチを示す。現在ハイブリッド車はガソリンエンジンを中心に展開されているが、将来的にはディーゼルエンジン、代替燃料エンジン、フューエルセルにも適用できる技術である。このことから弊社はハイブリッド技術を究極のエコカーに対するコア技術と考えている⁽⁵⁾。

5. おわりに

自動車直面する課題である“Sustainable Mobility”の実現に対し、ハイブリッド技術はそのひとつの解だと考える。さらに、まだ発展の余地は大きく、さまざまな動力源への展開も考えられる。われわれはこのハイブリッド技術をさらに高めて、また、すべてのクルマに展開できる技術として、次の世代へ贈りたい。

文 献

- (1) Yaegashi, ほか, TOYOTA HYBRID SYSTEM: It's Concept and Technologies, FISITA F98TP 095, (1998).
- (2) Kitada, ほか, Development of a Parallel HEV System Incorporating a CVT, EVS15 (1998).
- (3) Matsuno, ほか, Development of a High-Performance Hybrid Propulsion System Incorporating a CVT, SAE, 2000-01-0992 (2000).
- (4) Takaoka, ほか, Study of the Optimization between Engine and Hybrid System, (2003), Aachen Colloquium.
- (5) Takimoto, Toyota's Challenge for Sustainable Mobility, 26th Vienna Motor Symposium, (2005).