

自動車用パワーエレクトロニクス の 現状

自動車用パワーエレクトロニクスの現状調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	3	5. 自動車および鉄道におけるパワーエレクトロニクス技術の類似性	30
1.1 はじめに	3	5.1 鉄道車両用パワーエレクトロニクス技術の特徴	30
1.2 自動車でのパワーエレクトロニクスの適用分野	3	5.2 鉄道におけるパワーエレクトロニクス技術の変遷	31
1.3 ハイブリッド車の増加の動向	3	5.3 鉄道運行に要するエネルギーの特徴	33
1.4 自動車用パワーエレクトロニクスの特徴	3	5.4 自動車からみた鉄道パワーエレクトロニクス技術	36
1.5 おわりに	4	6. 自動車用パワーエレクトロニクスの冷却	39
2. 自動車用パワーエレクトロニクスとは	7	6.1 はじめに	39
2.1 自動車用パワーエレクトロニクスの始まり	7	6.2 自動車用パワエレにおける冷却の重要性	39
2.2 自動車用パワーエレクトロニクスの発達	7	6.3 市販車のインバータの冷却方式	39
2.3 100gあたりの価格からみるパワーエレクトロニクス	8	6.4 パワーデバイス冷却方式の研究動向	42
3. HEV のパワエレ技術	11	6.5 冷却技術の展望	43
3.1 はじめに	11	7. ハイブリッド車用パワー半導体の動向	44
3.2 HEV の動向	11	7.1 はじめに	44
3.3 HEV の事例	12	7.2 高信頼性技術	44
3.4 HEV 用インバータの技術動向	14	7.3 パワー半導体の冷却技術	46
3.5 HEV 用 DC-DC コンバータの高効率化	15	7.4 新デバイスの動向	48
3.6 周辺機器の技術動向	18	8. 自動車用蓄電池技術の動向	51
4. EV のパワエレ技術	21	8.1 はじめに	51
4.1 はじめに	21	8.2 HEV・EV・PHEV の現状と今後の動向	51
4.2 市販化に向けた EV のパワエレ技術	21	8.3 自動車用二次電池の現状と今後の動向	53
4.3 EV の普及と充電のためのインフラの整備に向けたビジネスモデル	23	8.4 むすび	58
4.4 EV の普及に向けて注目される要素技術	26	9. おわりに	60
4.5 まとめと今後の課題	29		

自動車用パワーエレクトロニクスの現状調査専門委員会 委員

委員長 森本 雅之(東海大学)
幹事 佐々木 虎彦(トヨタ自動車)
望月 資康(東芝)
幹事補佐 外山 浩司(三菱重工業)
委員 青木 亨(カルソニックカンセイ)
磯野 太施(東芝)
今柳田 明夫(東洋電機製造)
浦壁 隆浩(三菱電機)
大出 宏(富士重工業)
大橋 俊介(関西大学)
金子 悟(日立製作所)
木村 英樹(東海大学)
木下 繁則(パワーシステム)
黒澤 良一(東芝三菱電機産業システム)
鷗頭 政和(富士電機
デバイステクノロジー)
小坂 卓(名古屋工業大学)

委員 近藤 圭一郎(千葉大学)
高中 公男(芝浦工業大学)
瀧 浩志(デンソー)
弦田 幸憲(横浜国立大学)
道木 慎二(名古屋大学)
星 伸一(東京理科大学)
西山 茂紀(村田製作所)
宮武 昌史(上智大学)
保田 富夫(アイシン精機)
吉本 貫太郎(日産自動車)

途中

退任 岩田 明彦(三菱電機)
委員 河村 篤男(横浜国立大学)
鈴木 和也(日本精工)
山本 恵一(本田技研)

1. はじめに

1.1 はじめに

電気学会では2003年度より自動車用パワーエレクトロニクスに関する調査専門委員会を設置し、調査活動を行ってきた。これは自動車においてパワーエレクトロニクス機器の適用が拡大していることに鑑み開始されたものである。調査専門委員会では、自動車におけるパワーエレクトロニクス技術の適用状況を調査検討することから初めている。すなわち、電気学会が従来から取り扱っている産業用、家電用などを中心としたパワーエレクトロニクス技術と自動車用パワーエレクトロニクス技術を比較することにより技術の共通性及び相違点を明確にし、自動車技術の拡大発展に向けて役立たせることを目的としている。

「自動車用パワーエレクトロニクス調査専門委員会」(2003-2005: 黒澤良一委員長)により最初の調査研究活動が行われ、自動車におけるパワーエレクトロニクス技術の適用状況が報告された⁽¹⁾。「自動車用パワーエレクトロニクスの現状調査専門委員会」(2007-2009: 森本雅之委員長)が引き続き設置された。本技術報告書はその委員会活動の結果として、自動車用パワーエレクトロニクスとは何かについてまとめたものである。

なお、自動車技術委員会では本委員会のほかに

- ・自動車電源システム関係の調査専門委員会
 - ・自動車用エネルギーストレージ関係の調査専門委員会
- を設置している。いずれもパワーエレクトロニクスと関係が深い分野である。いずれも自動車における電気工学という観点で広く調査研究することに注力している。

1.2 自動車でのパワーエレクトロニクスの適用分野

自動車におけるパワーエレクトロニクスの適用分野は大きく二つに分けられる。第1はハイブリッド自動車(HEV)、電気自動車(BEV)、燃料電池自動車(FCHV)のパワートレインの分野である。電気駆動するパワートレインとはモータ・インバータとその制御でありパワーエレクトロニクスそのものである。さらに燃料電池自動車では電圧調整のためのDC-DCコンバータも重要コンポーネントである。また、電動カーエアコンもパワーエレクトロニクスを利用した機器である。駆動系のモータドライブシステム技術を中心としたこれらの機器には高効率、耐環境性、小形、低コストが要求される⁽²⁾。

第2はエンジン車(ICV)における電動化及び電装負荷の増加に伴うパワーエレクトロニクスである。電動化とはEPS(Electric Power Steering)をはじめとした油圧駆動していたものを電気駆動に置きかえることである。電動化により性能および燃費の向上を目的としている。電装負荷の増加とは、ルーフの開閉のように、従来なかった機能を追加

する際に電動のものを追加することや、ECU(Electronic Control Unit)、ナビゲーションシステムなどの情報処理機器の増加による電装品の増加である。このように増加する電装負荷に対応するためにもパワーエレクトロニクスが拡大している。これらは、耐環境性は当然要求されるが、そのほかの要求もある。操舵(steer-by-wire)、ブレーキ(brake-by-wire)などでは応答性の高いパワーエレクトロニクスシステムが必要である。さらに、これらの機器はコスト、信頼性、小型化のために、パワーエレクトロニクスの集積化(機電一体化という場合もある)が進められようとしている。

1.3 ハイブリッド車の増加の動向

図1.1にわが国のハイブリッド自動車の推定保有台数の推移を示す⁽³⁾。2007年には約43万台に達している。なお、2輪を含む電気自動車は約9千台でほぼ一定で推移している。また米国の2007年のハイブリッド乗用車の売り上げ台数は324千台と報告されている⁽⁴⁾。うちプリウスは18万台である。

HEVは今まさに普及期に入ろうとしている。技術の進歩が普及を生み、普及による数量の増加が更なる技術の進歩を促す、という連鎖のステージに入っている。パワーエレクトロニクス技術への期待、要求がますます高くなっていくものと考えられる。

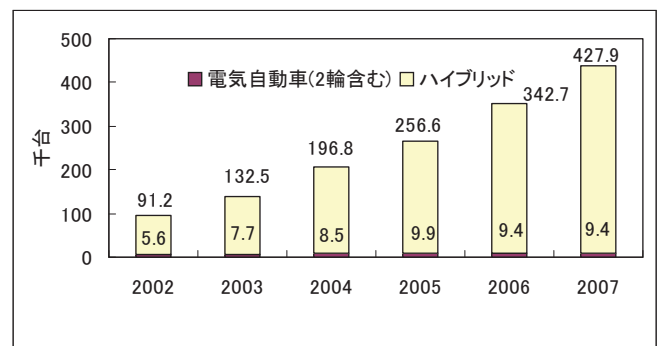


図 1.1 電気自動車、ハイブリッド車の推定保有台数

1.4 自動車用パワーエレクトロニクスの特徴

自動車におけるパワーエレクトロニクス技術にはどのような特徴があるのか、と言う問題に答えるのが本調査専門委員会の設立の目的である。これまで2年間にわたって鋭意調査を進めてきたが、いまだ現状を把握するにとどまり、明快に答えることができない。そこで、ひとつの試みとして、自動車用パワーエレクトロニクスの特徴を家電用パワーエレクトロニクスと比較することにより考えてみることにする。

自動車用パワーエレクトロニクスと家電用パワーエレクトロニクスの比較表を表1.1に示す。ここで家電は主に「白物家電」を想定している。家電としては扱うエネルギーが比