

自動車技術ハンドブック「設計(EV・ハイブリッド)編」目次

第1章 自動車を取り巻く諸情勢

総論	1	1.4.1	電動車の歴史
1.1 地球環境問題	4	1.4.2	電動車の分類
1.1.1 地球環境問題とは		1.4.3	電動車の技術
1.1.2 地球温暖化		1.4.4	電動車の特徴
1.1.3 おわりに		1.4.5	電動車の将来
1.2 エネルギー問題	12	1.5	カーエレからパワエレへ
1.2.1 近年の自動車を取り巻く周辺状況		1.5.1	カーエレクトロニクス増大の歴史
1.2.2 自動車での「省石油」「脱石油」について		1.5.2	カーエレクトロニクス増大のインパクト
1.2.3 輸送用エネルギーについての見直し		1.5.3	自動車用モータの歴史
1.2.4 まとめ		1.5.4	統合システム化
1.3 クルマの歴史	16	1.5.5	電子・電動化・統合制御の課題
1.3.1 概説		1.6	自動車用のレアメタルとリサイクル
1.3.2 黎明期の自動車		1.6.1	はじめに
1.3.3 ガソリン自動車の台頭		1.6.2	レアメタルの現状
1.3.4 20世紀初頭のハイブリッド車		1.6.3	レアメタルが抱える問題点
1.3.5 戦前戦後の電気自動車		1.6.4	レアメタルの需給バランスと価格変動
1.3.6 1960年代から1970年代の電気自動車開発		1.6.5	レアメタルの需給と資源・環境問題
1.3.7 ZEV規制、省エネルギー政策への対応		1.6.6	レアメタルの枯渇性
1.3.8 ハイブリッド車の研究開発		1.6.7	自動車用レアメタルの使用原単位
1.3.9 水素燃料電池車		1.6.8	レアメタルのリサイクル
1.3.10 プラグインハイブリッド車		1.6.9	レアメタルの使用量低減及び代替技術の開発
1.3.11 世界各地域の電気自動車戦略		1.6.10	おわりに
1.4 クルマの電動化	24		

第2章 電池・キャパシタ

総論	57	2.3.7	今後の課題
2.1 鉛電池(36 V, 12 V)	61	2.4	電気二重層キャパシタ
2.1.1 自動車用鉛電池の概要		2.4.1	概説
2.1.2 鉛電池の原理		2.4.2	電気二重層キャパシタの歴史
2.1.3 自動車用鉛電池の構造、製造方法と種類		2.4.3	電気二重層キャパシタの基本動作原理
2.1.4 自動車用鉛電池の基本特性		2.4.4	電気二重層キャパシタの構成材料
2.1.5 自動車用鉛電池の劣化モードと抑制策		2.4.5	電気二重層キャパシタの基本性能
2.1.6 自動車用途としての現状		2.4.6	電気二重層キャパシタの安全性
2.1.7 自動車用鉛電池の安全性について		2.4.7	今後の展望
2.1.8 課題と今後の展開		2.5	燃料電池
2.2 ニッケル・水素電池	70	2.5.1	燃料電池の歴史
2.2.1 ニッケル・水素電池の概要		2.5.2	燃料電池の種類
2.2.2 ニッケル・水素電池の原理		2.5.3	基本動作原理
2.2.3 EV用ニッケル・水素電池		2.5.4	燃料電池の特性
2.2.4 HEV用ニッケル・水素電池		2.5.5	自動車用途としての現状
2.3 リチウム電池	76	2.5.6	課題と今後の展開
2.3.1 リチウム電池の歴史		2.6	次世代電池
2.3.2 基本動作原理と構成		2.6.1	次世代電池のロードマップ
2.3.3 リチウムイオン電池の構成材料		2.6.2	次世代型リチウムイオン電池
2.3.4 リチウムイオン電池の基本特性		2.6.3	ポストリチウムイオン電池としての革新的電池の可能性
2.3.5 自動車用電池			
2.3.6 安全性			

第3章 モーター

総論	109	3.2.1	直流モータ
3.1 モータの基礎	111	3.2.2	誘導モータ
3.1.1 モータのための電磁気学		3.2.3	永久磁石同期モータ
3.1.2 磁化		3.2.4	リラクタンسモータ
3.1.3 トルクとパワー		3.3	モータ設計
3.1.4 モータの運転点		3.3.1	モータ設計(HEV THS)
3.1.5 回転磁界とモータの巻線		3.3.2	モータ設計(HEV パラレル)
3.2 各種モータ	118	3.3.3	モータ設計(EV)

3.4 自動車搭載モータ例	135	3.4.4 富士重工(プラグインステラ)
3.4.1 トヨタ(プリウス・レクサス)		3.4.5 日産(リーフ)
3.4.2 ホンダ(インサイト)		3.4.6 日野(バス)
3.4.3 三菱(i-MiEV)		3.4.7 東洋電機(インホイールモータ)

第4章 パワーエレクトロニクス

総 論	145	4.3.5 SiC, GaN の可能性と今後	
4.1 パワーエレクトロニクスとは	145	4.4 コントロール	157
4.1.1 パワーエレクトロニクスの定義		4.4.1 モータコントロール	
4.1.2 電力変換の種類		4.4.2 回転センサ	
4.1.3 パワーエレクトロニクスの進化		4.5 パワーエレクトロニクス設計	166
4.1.4 交流モータドライブ実用化		4.5.1 インバータ	
4.1.5 その他のパワーエレクトロニクス		4.5.2 DC-DC コンバータ	
4.2 電力変換器	147	4.5.3 車載充電器と AC 100 V 用インバータ	
4.2.1 チョップパ		4.6 自動車搭載パワーエレクトロニクス	177
4.2.2 インバータ		4.6.1 トヨタ(プリウス)	
4.2.3 DC-DC コンバータ		4.6.2 ホンダ(インサイト)	
4.3 パワーデバイス	153	4.6.3 三菱(i-MiEV)	
4.3.1 IGBT の特長と開発動向		4.6.4 富士重工(プラグインステラ)	
4.3.2 パッケージ・実装技術の開発動向		4.6.5 日産(リーフ)	
4.3.3 車載パワーデバイスに必要な信頼性		4.6.6 日野(トラック)	
4.3.4 放熱性能の改善と高温化			

第5章 システムインテグレーション

総 論	187	5.4 アイドリングストップシステム	214
5.1 トヨタハイブリッドシステム(THS)	190	5.4.1 アイドリングストップシステムの位置付け	
5.1.1 初代プリウス(THS) (1997 ~ 2003)		5.4.2 アイドリングストップシステム開発の背景	
5.1.2 2代目プリウス(THS II) (2003 ~ 2009)		5.4.3 アイドリングストップシステムの歴史と特徴	
5.1.3 RX400h(THS II) (2005 ~ 2009)		5.4.4 アイドリングストップの技術課題と対応	
5.1.4 GS450h(THS II) (2006 ~)		5.4.5 アイドリングストップの普及拡大	
5.1.5 3代目プリウス(THS II) (2009 ~)		5.5 バッテリーシステム	224
5.1.6 振動の抑制制御		5.5.1 システム構成	
5.1.7 その他のシリーズパラレルハイブリッドシステム		5.5.2 組電池	
5.2 IMA システム	200	5.5.3 電池監視システム	
5.2.1 システムの目的とねらい		5.5.4 電池冷却システム	
5.2.2 システムの構成		5.5.5 駆動用バッテリーパック	
5.2.3 IMA システム動作概要		5.6 電源システム	228
5.2.4 システムの発展性		5.6.1 自動車用電源システムの特長	
5.3 e-4WD	209	5.6.2 自動車電源の推移と動向	
5.3.1 開発の背景		5.6.3 自動車用電力マネジメント	
5.3.2 システムの構成		5.6.4 高電圧電源系設計の留意点	
5.3.3 後輪駆動モータの駆動トルク制御		5.7 冷却システム	241
5.3.4 4WD 性能の設計コンセプト		5.7.1 THS 電池冷却システム	
5.3.5 4WD 制御		5.7.2 THS インバータの冷却システム	
5.3.6 低燃費化設計コンセプト		5.8 空調システム	245
5.3.7 主要コンポーネント		5.8.1 概 説	
5.3.8 本システムのもたらす効用		5.8.2 熱負荷低減技術	
5.3.9 今後の発展性		5.8.3 熱源創出技術	
		5.8.4 電動コンプレッサ, インバータ	

第6章 性能(設計法, 評価法, 試験法)

総 論	251	6.2.4 PHEV 試験法	
6.1 電気駆動システムの設計	252	6.2.5 EV などの評価に対するその他の課題	
6.1.1 電動車両の特長と高電圧システムの構成		6.3 排出ガス・燃料消費率・電力量消費率及び動力性能試験方法	262
6.1.2 駆動用モータの入出力特性		6.3.1 EV 試験方法	
6.1.3 補機系高電圧機器		6.3.2 HEV 試験方法	
6.1.4 駆動用電池		6.3.3 重量 HEV の排出ガス・燃費試験方法	
6.2 EV, HEV の評価	256	6.4 Well to Wheel 分析による CO ₂ 換算法	266
6.2.1 はじめに		6.4.1 WtW 分析と自動車 LCA	
6.2.2 EV 試験法		6.4.2 WtT 分析	
6.2.3 HEV 試験法			

6.4.3	TtW 分析	6.5.4	EMCを考慮した車載モータ・インバータシステムの設計事例
6.4.4	WtW 分析	6.5.5	まとめ
6.4.5	まとめ	6.6	LCA(ライフサイクルアセスメント) …… 278
6.5	車載パワーエレクトロニクス機器の EMC …… 272	6.6.1	LCA とは
6.5.1	はじめに	6.6.2	自動車の LCA 評価手法
6.5.2	EMC 規格と試験法	6.6.3	HEV, EV などの評価
6.5.3	モータ・インバータシステムの EMC 理論		

第7章 車両運動制御

総論	285	7.2.6	車両制御の実験結果
7.1	モーションコントロール(メカニズム) …… 287	7.2.7	まとめ
7.1.1	左右駆動力配分	7.3	バイワイヤシステム …… 296
7.1.2	ピッチング	7.3.1	バイワイヤによるメリット
7.1.3	トラクション	7.3.2	システムの種類
7.1.4	乗り心地等	7.3.3	システム信頼性に関して
7.2	モーションコントロール(制御) …… 290	7.3.4	バイワイヤ車両について
7.2.1	はじめに	7.3.5	バイワイヤの今後
7.2.2	オブザーバを用いた並進方向のアンチスリップ制御	7.4	群走行制御 …… 302
7.2.3	ヨーモーメントオブザーバを用いた走行安定化制御	7.4.1	概説
7.2.4	コーナリングステイフネス推定値を用いた走行安定化制御	7.4.2	自動運転による群走行のメリット
7.2.5	車両制御のシミュレーション結果	7.4.3	群走行を実現する上での技術課題
		7.4.4	隊列走行
		7.4.5	魚群走行

第8章 充電設備(インフラ)

総論	309	8.5.8	おわりに
8.1	電気自動車の充電(急速充電) …… 312	8.6	非接触給電(マイクロ波) …… 336
8.1.1	急速充電方式の概要	8.6.1	開発背景, 目的
8.1.2	安全性の確保	8.6.2	無線充電システム原理
8.1.3	充電方式の標準化動向	8.6.3	本システムの設備概要
8.2	プラグインハイブリッド車の充電(普通充電) 315	8.6.4	本システムの特長・利点
8.2.1	プラグインハイブリッド車とは	8.6.5	現在の開発状況
8.2.2	トヨタプラグインハイブリッドシステム概要	8.6.6	課題と今後の展望
8.2.3	プラグインハイブリッド車の充電システム	8.7	電池交換システム …… 341
8.2.4	普通充電システムの留意点	8.7.1	概説
8.2.5	パブリック充電	8.7.2	適用事例
8.3	充電コネクタ, 通信 …… 318	8.7.3	利点と技術課題
8.3.1	充電システム概論	8.8	家とクルマ …… 342
8.3.2	車両カプラ	8.8.1	はじめに
8.3.3	通信	8.8.2	住宅メーカーの環境への取組み
8.4	非接触給電(電磁誘導) …… 322	8.8.3	蓄電池付き HEMS
8.4.1	はじめに	8.8.4	おわりに
8.4.2	電磁誘導方式非接触給電技術の基本原理	8.9	スマートグリッド・マイクログリッド …… 344
8.4.3	EVにおける非接触電力伝送技術の開発動向	8.9.1	はじめに
8.4.4	走行中給電	8.9.2	スマートグリッド
8.4.5	電磁誘導方式の課題	8.9.3	スマートグリッドの技術的内容
8.5	非接触給電(電磁共鳴) …… 329	8.9.4	配電システムの電圧制御の概要
8.5.1	はじめに	8.9.5	マイクログリッド
8.5.2	磁界共鳴の特徴	8.9.6	マイクログリッドにおける監視制御技術
8.5.3	磁界共鳴の基本特性	8.9.7	電気自動車と電力系統との連系
8.5.4	近傍界の電磁界の様子	8.9.8	電気自動車連系時の基幹システムに対するインパクト
8.5.5	磁界共鳴の等価回路	8.9.9	おわりに
8.5.6	kHz ~ MHz ~ GHz への拡張		
8.5.7	中継コイルの可能性		

第9章 車両紹介(小型車, バス, パーソナルモビリティ)

総論	353	9.1.3	特長
9.1	三菱 i-MiEV …… 353	9.1.4	主要コンポーネント
9.1.1	概説	9.1.5	表示系
9.1.2	ねらい	9.1.6	操作系

9.1.7 安全性		9.8 トヨタ FCHV-adv	378
9.2 スバルプラグインステラ	355	9.8.1 トヨタ FCHV-adv 概要	
9.2.1 開発のねらい		9.8.2 車両システム	
9.2.2 車両概要		9.8.3 主な性能改善	
9.2.3 パワーユニット		9.8.4 普及に向けて	
9.2.4 バッテリーパック		9.8.5 まとめ	
9.2.5 バッテリーマネジメントシステム		9.9 ホンダ FCX クラリティ	381
9.2.6 充電システム		9.9.1 概要	
9.2.7 車両適用技術		9.9.2 開発のねらい	
9.2.8 空調システム		9.9.3 車両デザインと装備	
9.2.9 コンビメータ		9.9.4 パワートレイン搭載技術	
9.2.10 動力・ドラビリ性能		9.10 エリーカ	385
9.2.11 振騒性能		9.10.1 高性能電気自動車 Elica 開発のねらい	
9.3 日産リーフ	360	9.10.2 要素技術	
9.3.1 はじめに		9.10.3 集積台車	
9.3.2 日産リーフの EV システム		9.10.4 車体設計	
9.3.3 日産リーフの車両性能		9.10.5 性能試験	
9.3.4 まとめ		9.10.6 まとめ	
9.4 トヨタプラグインプリウス	365	9.11 パーソナルモビリティ	387
9.4.1 PHEV のねらい		9.11.1 概説	
9.4.2 PHEV の有効性		9.11.2 技術の概要	
9.4.3 PHEV の方式の比較		9.11.3 実用化に向けた取組み	
9.4.4 プラグインプリウス車両概要		9.11.4 パーソナルモビリティ「i-unit」「i-REAL」	
9.5 ホンダインサイト	368	9.12 セグウェイ	392
9.5.1 初代インサイト		9.12.1 概要	
9.5.2 2代目インサイト		9.12.2 技術的仕組み	
9.6 トヨタ3代目プリウス	374	9.12.3 セグウェイの環境性能	
9.6.1 3代目プリウスの開発		9.13 上海キャパシタトロリーバス	394
9.6.2 圧倒的なハイブリッド性能		9.13.1 はじめに	
9.6.3 機能をカタチにした「先進スタイル」		9.13.2 上海市のトロリーバス	
9.6.4 時代の先を行く「先進装備」		9.13.3 架線レス・トロリーバスの登場	
9.7 日野ハイブリッドバス	376	9.13.4 スーパーキャパシタ	
9.7.1 はじめに		9.13.5 停留所は充電スタンド	
9.7.2 開発の経緯		9.13.6 システムの特徴	
9.7.3 ハイブリッドシステム		9.13.7 営業運行の経過	
9.7.4 第四世代ハイブリッドバス(最新モデル)		9.13.8 おわりに	
9.7.5 まとめと今後の課題			

第10章 法規・規格

総論	399	10.5 電磁両立性(EMC)、低周波磁界の基準、規格 動向	418
10.1 電動車両の安全基準と規格動向	403	10.5.1 概説	
10.1.1 概要		10.5.2 国際協調基準 ECE R10-03 における EV, HEV	
10.1.2 ECE R100		10.5.3 充電システムに対する一般 EMC 指令の適 用	
10.1.3 ECE R12, ECE R94, ECE R95 (R12, R94, R95)の改訂案		10.5.4 ICNIRP ガイドラインと低周波電磁界規制 の動向	
10.1.4 Federal Motor Vehicle Safety Standard- No. 305 (FMVSS305)		10.6 電動車両の静音性に関する問題と対策	422
10.1.5 その他の基準、規格の動向		10.6.1 概説	
10.2 電動車両の燃料消費率、電費の試験法と関連 規格	406	10.6.2 経緯	
10.2.1 概説		10.6.3 対策について	
10.2.2 燃料消費率及び電気量消費率試験法		10.6.4 ガイドライン	
10.3 電池の輸送規則	410	10.6.5 車両接近通報装置の実際	
10.3.1 概説		10.6.6 海外動向	
10.3.2 危険物輸送規則の体系		10.6.7 今後の課題	
10.3.3 危険物の分類と概要		10.7 水素燃料電池車の基準・規格	426
10.3.4 リチウムイオン電池の輸送規則		10.7.1 概説	
10.3.5 その他の電池に対する輸送規制		10.7.2 充填コネクタ	
10.3.6 自動車の輸送規則		10.7.3 水素充填プロトコル	
10.4 充電システムに関する法規・規格	414	10.7.4 水素燃料規格	
10.4.1 規格			
10.4.2 法規			

索引	431
----	-----

国際単位系(SI)	437
-----------	-----