

## 目 次

### **第 I 編 ZEV 規制**

第 1 章 ZEV と環境規制	3
1.1 北米と米カリフォルニア州	4
1.1.1 USABC/米国先進輸送技術用バッテリー開発プロジェクト	4
1.1.2 米国エネルギー省における電動車両用電池の研究開発	5
1.1.3 USABC の電池ユニットの特性値	6
1.1.4 2015 年の米カリフォルニア州における販売台数	8
1.1.5 カリフォルニア州 2016 ZEV ACTION PLAN	9
1.1.6 カリフォルニア州の ZEV 政策	9
1.1.7 米国カリフォルニア州の ZEV 規制の § 1962.1	11
1.1.8 米国カリフォルニア州 ARB の環境対応車の分類	12
1.1.9 米国カリフォルニア州 ARB の環境対応車の分類	13
1.2 EU と英独仏	14
1.2.1 EUCAR のセル開発ロードマップ	14
1.2.2 EUCAR Traction Battery Safety Test Description	16
1.2.3 EU 域 (2014-2030) の CO2 排出規制 (2. 重量)、乗用車 (新車)	17
1.2.4 EU 域 (2014-2030) の CO2 排出規制、新車 (乗用車)	18
1.2.5 欧州の考え方	19
1.3 中国・韓国	20
1.3.1 中国のステップ 2017-2030	20
1.3.2 韓国の動向	21
1.4 日本	23
1.4.1 日本の EV と二次電池ロードマップ	24
1.4.2 国内自動車生産台数と HV 比率	25
1.4.3 国内乗用車販売台数 2016 とエコカー内訳	26
1.4.4 日本の国内新車販売 2014-2016 年の ZEV 比率	27
1.4.5 ガソリン乗用車の燃費基準と CO2 排出 日本	28
1.4.6 国土交通省のデータによる CO2 排出 (現状、排気量別)	29
1.4.7 環境省の自動車排出ガス規制値	30
1.4.8 国土交通省の乗用車の燃費と CO2 排出 (現状)	31
1.4.9 日本の CAFE 規制	32
1.4.10 クリーンエネルギー車の導入補助金	33

1.4.11	日本のエコカー政策	33
1.5	ZEV と規制関係の総括	35
1.5.1	ZEV と規制関係の総括	35
1.5.2	2015 年の世界の乗用車生産	36
1.5.3	2015 年の世界の EV+PHV 販売台数	37
1.5.4	世界の EV と PHV の販売台数	39
1.5.5	ZEV (EV+PHV) 比率 (%) 実績と目標	40
1.5.6	各国の自動車の“燃費”基準と CO2 排出 (乗用車)	42
1.5.7	各国の自動車の“燃費”基準 (乗用車)	44
<b>第 2 章 ZEV 関係政策と補助金</b>		47
2.1	“クレジット”のメカニズム	48
2.1.1	Credit Percentage Requirement	48
2.1.2	米カリフォルニア州 Credit%基準の計算方法	50
2.1.3	California Zero Emission Vehicle Credit Balances]	51
2.1.4	ZEV 自動車メーカーの区分	52
2.1.5	米カリフォルニア州の ZEV Credit の売買	53
2.2	CO2 負荷税 (グリーン税制)	55
2.2.1	CO2]排出と税負担	55
2.2.2	CO2 排出と税負担	56
2.3	クリーンエネルギー車普及政策	58
2.3.1	クリーンエネルギー車の導入補助金	58
2.3.2	日本のエコカー政策	59
<b>第 3 章 都市環境と地球環境、どちらが大事か重要か</b>		61
3.1	シミュレーション 1 パラメーターと方法	62
3.1.1	ZEV (ゼロエミッション車) の評価	62
3.1.2	ZEV (ゼロエミッション車) の評価 (私案・思案・試案)	63
3.2	シミュレーション 2	64
3.2.1	自動車の CO2 発生、都市環境と地球環境 (1)	64
3.2.2	自動車の CO2 発生、都市環境と地球環境 (2)	65
3.2.3	自動車の CO2 発生、都市環境と地球環境 (3)	66
3.2.4	自動車の CO2 発生、都市環境と地球環境 (1) 日本	67
3.2.5	自動車の CO2 発生、地球環境 (数値データ)	68
3.2.6	HV から EV へ、その効果とコスト試算 (2 都市環境)	69
2.2.7	HV から EV へ、その効果とコスト試算	70

3.2.8	HV から EV へ、その効果とコスト試算 (2 地球環境)	71
3.2.9	HV から EV へ、その効果とコスト試算	72
3.3	試算の基礎資料	73
3.3.1	自動車のエネルギーソース	73
3.3.2	FCV、EV、PHV、HV とガソリン車	74
<b>第4章 試算のプロセスと石油事情、電力事情</b>		77
4.1	石油インフラと道路交通	78
4.1.1	各国のガソリン税制と自動車	78
4.1.2	ガソリンと軽油の CO2 排出量	79
4.1.3	石油連盟資料、石油諸税の公平性	80
4.1.4	ガソリン税、軽油取引税	81
4.1.5	日本の石油製品の構成、製品は連産品	81
4.2	電力と化石燃料	83
4.2.1	自動車の CO2 発生、地球環境 (数値データ)	83
4.2.2	送電ロス	84
4.2.3	発電における CO2 発生	84
4.2.4	CO2 排出原単位 (発電端) の各国比較データ	85
4.2.5	発電部門の低炭素化	86
4.2.6	自動車部門における電源低炭素化	87
<b>第5章 用語解説と単位換算表</b>		88
5.1	CAFE、NEDC ほか	89
5.1.1	排ガス規制、CAFE などの集約方法	89
5.2	排気ガスと成分	92
5.2.1	自動車から排出される有害物質と規制	92
5.2.2	温室効果ガスの種類と特徴	93
5.3	燃料と CO2 発生	94
5.3.1	ガソリンの組成と CO2 発生量グラフ	94
5.3.2	ガソリンの組成と CO2 発生量データ計算値	95
5.3.3	CO2 発生量、ディーゼルとガソリン車実績値	96
5.3.4	CO2 発生量、ディーゼルとガソリン車実績値	97
5.4	燃費と表示	98
5.4.1	“燃費“値と CO2 発生量、理論値換算	98
5.4.2	燃費と CO2 排出関係の表示と単位換算	99

<b>第6章 EV、PHVの電力消費 WH/km</b>		101
6.1	EVの電力消費と効率	102
6.1.1	EVの電力消費率、交流蓄電と直流放電	102
6.2	PHVのEVモード走行と電力消費	104
6.2.1	PHVの電力消費率、交流蓄電と直流放電	104
6.2.2	EVとPHVの電力消費率、交流蓄電と直流放電	105
6.2.3	EVの効率 交流充電>直流充電走行	106
<b>第7章 ZEVのまとめ</b>		107
7.1	まとめ、目標と現状	108
7.1.1	HV、PHV and EVおよびFCV	108
7.1.2	ZEVの電池総コスト試算	110
7.2	参考資料	112
7.2.1	ZEV関係資料	112
7.2.2	引用文献	114
<b>第Ⅱ編 EV電池テクノロジー</b>		117
<b>第1章 EVのリチウムイオン電池（セル）の多様化と集約化</b>		119
1.1	リチウムイオン電池（セル）の特徴	120
1.1.1	リチウムイオン電池の特徴	120
1.1.2	リチウムイオン・セルの構成と動作	121
1.1.3	リチウムイオン電池（セル）の特徴（1）	122
1.1.4	リチウムイオン電池（セル）の特徴（2）	124
1.2	円筒、角型、平版（ラミネート）型ほか	126
1.2.1	セルの電極構造と熱伝導（放熱）	126
1.2.2	セルの形態、平板（積層）、円筒と角槽	127
1.2.3	大型リチウムイオン電池（セル）	128
1.2.4	函体収納型リチウムイオン電池の形状	129
1.2.5	トヨタ PRIUS/HV/2016 0.745kWh	130
1.2.6	函体収納セルの接続例。	130
1.2.7	EV/TESLAの70セルモジュール	131
1.2.8	TESLA Model-Sのセル	131
1.2.9	TESLA社製パワーウォール（円筒セル）	132
1.2.10	円筒型と平板型（ラミネート）セルの体積比較	133
1.2.11	（仏）SAFT社製の54φ、44Ah大型円筒セル	134

1. 2. 12	円筒型セルの体積と重量 (1)	135
1. 2. 13	円筒型セルの体積と重量 (2)	136
1. 3	セル、パック (モジュール) とシステム	137
1. 3. 1	セル (単電池) からモジュール、システム (組電池) へ	137
1. 3. 2	セル (単電池) からシステム (組電池) の事例	138
1. 3. 3	日産自動車 EV、リーフの電池構成	139
1. 3. 4	EV 日産リーフ 280Km 走行モデル (2015-2016)	140
1. 3. 5	AES 社製ラミネートセル&モジュール	141
1. 3. 6	トヨタ PRIUS $\alpha$ 2016 のリチウムイオン電池 (セル)	142
1. 3. 7	トヨタ PRIUS の電池システム (1)	143
1. 3. 8	トヨタ PRIUS の電池システム (2)	143
1. 3. 9	円筒型セルの接続例	145
1. 3. 10	MERCEDES BENZ 両端子円筒セルと液冷却方式	145
<b>第 2 章 EV セルの性能と課題、容量、出力とサイクル寿命</b>		147
2. 1	充放電容量 (エネルギーとパワー)	148
2. 1. 1	20Ah セルの充電と放電 (充放電レート 0. 2C~3C)	148
2. 1. 2	タイプ別のセルの特性と向上 (モデル)	149
2. 1. 3	セルの内部抵抗と放電挙動のモデル	150
2. 1. 4	IEC62660-1 規格	151
2. 1. 5	EV リチウムイオン電池の主要諸元 (1)	152
2. 1. 6	EV リチウムイオン電池の主要諸元 (2)	152
2. 1. 7	正極剤の放電容量とセルの電流密度	154
2. 1. 8	パワー設計の 20Ah セル事例 (ENAX (株) 2015)	155
2. 2	サイクル寿命と SOC 制御	157
2. 2. 1	放電容量維持率チャート (サイクル特性の実験データ例)	157
2. 2. 2	LMO 正極系セルのサイクル特性と温度	158
2. 2. 3	SOC 制限による放電容量の維持率	160
2. 2. 4	HV、PHV と EV 電池ユニットの SOC 変化	161
2. 2. 5	SOC と充放電の電圧モデル (1)	163
2. 2. 6	SOC と充放電の電圧モデル (2)	163
2. 2. 7	SOC と充放電の挙動モデル (3)	164
2. 2. 8	SOC と充放電の挙動モデル (4)	165
2. 2. 9	車載システムの寿命評価ステップ	166
2. 2. 10	EV 電池の実運用結果と推定	167
2. 2. 11	自動車走行の容量維持率	167

2.3	回生充電その他	169
2.3.1	HVにおける回生とキャパシタの効果	169
2.3.2	エネルギー（回生）パワー	170
2.3.3	回生充電モデルと内部抵抗	171
2.3.4	PHV、EVの電力消費率、交流蓄電、直流放電と回生効率	172
2.3.5	PHV、EVの電力消費率と回生効率	173
2.3.6	EVの二次電池、エネルギーロスと回生充電	173
<b>第3章 EVセル&amp;モジュールの安全性、試験規格と事故対応</b>		175
3.1	電池事故の経過と対応	176
3.1.1	リチウムイオン電池関係の事故件数と対策の経緯	176
3.1.2	セルの釘刺試験（発火例）	177
3.1.3	滞留・蓄積したガスの引火・爆発の可能性	179
3.1.4	EVの発火（BYD e6 TAXI）	180
3.1.5	EVの発火事故	180
3.2	安全性規格の概要（国内、海外、グローバル）	181
3.2.1	安全性規格の周辺	182
3.2.2	安全性規格の概要（1）	183
3.2.3	リチウムイオンの安全性に関する小型、中型と大型の諸問題	184
3.2.4	安全性試験の対象、セル、モジュールとユニット	185
3.2.5	大型リチウムイオン電池の試験規格	187
3.2.6	安全性試験の温度と時間（加熱サイクル）	189
3.2.7	リチウムイオン電池（セル）と温度	190
3.3	EV電池システムの安全性試験規格	191
3.3.1	「自動車用リチウムイオン電池の安全性確保	181
3.3.2	EV用電池安全性試験、正常と破壊	193
3.3.3	路上走行車用途のリチウムイオン電池	194
3.3.4	ISO12405-1~-3 電動車両の電池試験項目	195
3.3.5	ISO 12405-3 の電動車両の電池試験項目	196
3.3.6	UNECE R100 安全性試験項目の概要	197
3.3.7	UL2580 の概要	198
3.3.8	中国・自動車用動力バッテリー業界“規範”	199
3.3.9	中国 GB/T 31467.3-2015	120
3.3.10	セル、モジュール（パック）と電池システム	201
3.3.11	電動自動車の高電圧安全性に関する規定	202
3.4	安全性試験の考え方と危害の回避	203

3.4.1	安全性試験の想定領域の概念図	203
3.4.2	試験の過酷度と安全対策の可能性	204
3.4.3	安全性試験の過酷度とアクションプラン	205
3.4.4	リチウムイオンの安全性試験と時間の経過	207
3.4.5	ハザードレベルの進行概念図	208
<b>第4章 EV、PHVの搭載電池システム、事例とバリエーション</b>		211
4.1	電池容量 kWh と走行距離 km	212
4.1.1	電池の切れた EV とドローン	212
4.1.2	EV の走行距離と電池の容量試算	213
4.1.3	電動系自動車の蓄／発電容量と走行距離	214
4.1.4	交流電力消費率、電池電力消費率)	215
4.1.5	トヨタ PRIUS の電池システム (1)	216
4.1.6	トヨタ PRIUS の電池システム (2)	217
4.1.7	PHV の主要諸元 (1)	218
4.1.8	PHV の主要諸元 (2)	220
4.1.9	PHV の EV 走行データ (1)	221
4.1.10	PRIUS PHV 2017 の EV 走行 60k	222
4.1.11	PRIUS PHV 2017 の EV 走行 60km	222
4.1.12	PRIUS PHV 2017 EV 走行 60km	223
4.1.13	Audi A3 e-tron PHV	223
4.1.14	VW e-UP 18.7kWh, 374V	224
4.1.15	500km 走行 EV のアナウンス 2016	225
4.2	EV 電池システムのレイアウト	227
4.2.1	日産 LEAF / EV	227
4.2.2	日産 / EV	227
4.2.3	PCU と冷却システム 日産 LEAF EV	228
4.2.4	三菱 iMiEV EV	228
4.2.5	テスラ Model-S	228
4.2.6	シボレーボルト EV	229
4.2.7	BYD e6	229
4.2.8	BYD e6 75kWh システム	229
4.2.9	BYD e6	230
4.2.10	BYD EV300	230
4.2.11	BYD EV300	230
4.2.12	BMW i8 PHV	231

4.2.13	BMW PHV Model iS	231
4.2.14	ダイムラーの電池は位置と冷却方法	231
4.2.15	トヨタ PRIUS $\alpha$	232
4.2.16	トヨタ PRIUS $\alpha$ HV 5kWh	232
4.2.17	トヨタ 新型 PRIUS 2015	232
4.2.18	トヨタ PRIUS PHV 新モデル	233
4.2.19	トヨタ PRIUS PHV 2016	233
4.2.20	トヨタ 新型 PRIUS PHV	233
4.2.21	トヨタ 新型 PRIUS HV 4WD	234
4.2.22	トヨタ FCV MIRAI	234
4.2.23	Audi PHV A3 e-tron	234
4.3	EV 電池システムの冷却	235
4.3.1	18650 円筒セルの充放電と発熱	235
4.3.2	リチウムイオン電池 (セル) の吸・発熱モデル	236
4.3.3	電動自動車の充放電パターンと発熱・吸熱	237
4.3.4	EV などの電池ユニットの冷却の目的	238
4.3.5	セルの形状と冷却方式 (HV、PHV と EV)	239
4.3.6	自動車用電池ユニットの冷却方式	240
4.3.7	HV、PHV と EV における電池システムと冷却 (1)	241
4.3.8	HV、PHV と EV における電池システムと冷却 (2)	241
4.3.9	AES 社製ラミネートセルとモジュール	242
4.3.10	大型ラミネートセルの放熱設計 (1)	243
4.3.11	大型ラミネートセルの放熱設計 (2)	243
4.3.12	トヨタ PRIUS/PHV/2017、HV/2016	244
4.3.13	冷却システム/トヨタ PRIUS/PHV	244
4.3.14	新型 PRIUS/HV 4WD 2016	245
4.3.15	ダイムラーの電池配置と冷却方法 (1)	245
4.3.16	MERCEDES BENZ 両端子円筒セルの液冷却方式 (2)	246
4.3.17	TESLA Model-S	246
4.3.18	TESLA Model-S	247
4.3.19	特許公開 US20130196184	247
4.3.20	特許公開 US20130196184	248
4.3.21	VW/PHV GTE	249
4.3.22	Audi A3 e-tron	249
4.3.23	Audi e-tron 液体循環冷却	250
4.3.24	シボレー ボルト EV 201 未発売	250

<b>第5章 EV、PHVとHVの環境性能、理想と現状</b>	251
5.1 数値パラメーターのモードと工学	252
5.1.1 燃費とCO <sub>2</sub> 排出関係の表示と単位換算	252
5.1.2 “燃費”値とCO <sub>2</sub> 発生量、理論値換算	253
5.1.3 ガソリンの組成とCO <sub>2</sub> 発生量データ計算値	254
5.2 EVとPHV	256
5.2.1 EVの環境性能、HV（PHV）およびFCVとの比較	256
5.2.2 プラグイン・ハイブリッド車の主要諸元	257
5.2.3 PHVの環境性能（1. データ）	258
5.2.4 PHVの環境性能（1. グラフ）	259
5.2.5 PHVの走行データ（1 データ）	260
5.2.6 PHVの走行データ（1 グラフ）	261
5.3 HVとバリエーション	262
5.3.1 日産自動車NOTE e-POWER	262
5.3.2 小型HVの燃費とCO <sub>2</sub> 排出（1 データ）	263
5.3.3 小型HVの燃費とCO <sub>2</sub> 排出（2 グラフ）	265
<b>第6章 EVの走行とエネルギーコスト、燃費と電費</b>	267
6.1 EV、PHV	268
6.1.1 EVなど電動自動車の要素と構成	269
6.1.2 EVの走行関係諸元2015	270
6.1.3 EVの電力消費率、交流蓄電と直流放電	272
6.1.4 Audi A3 e-tron	273
6.1.5 電費、燃費のモデル試算課程	274
6.1.6 自動車の特性比較（モデル試算）	274
6.1.7 ガソリン価格と電力価格、モデル試算	275
6.1.8 電費、燃費のモデル試算	277
6.2 HVとGAS（比較）	278
6.2.1 エネルギー密度の比較（液体燃料、水素、二次電池）	278
6.2.2 エネルギー密度の比較（2 グラフ表示）	279
6.2.3 燃料の炭素、二酸化炭素排出量	281
6.2.4 燃料の炭素、二酸化炭素排出量	281
6.2.5 ガソリン車>EV>FCV	282
6.2.6 電動系自動車の蓄／発電容量と走行距離	283
6.3 FCV燃料電池車	284
6.3.1 H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 燃料電池の基本特性燃料電池	284

6.3.2	トヨタ・FCV／MIRAI 高性能の“動く発電所”航続距離 650km	285
6.3.3	FCVを含む電動系自動車の蓄電／発電容量と走行距離（電力消費率）	287
6.3.4	FCVを含む電動自動車の特性比較、モデル試算	288
6.3.5	蓄電と発電デバイスと応用展開	289
6.3.6	カーボンニュートラル・エネルギーの全体像	290
6.4	まとめ	291
6.4.1	経済社会の中でのエネルギー問題、自動車の選択は	291
6.4.2	FCV、EV、PHV、HV とガソリン車	292
6.4.3	HV、PHV and EV および FCV	293

## 第7章 電池材料1（正・負極剤の特性と特徴）

		295
7.1	正極材	296
7.1.1	リチウムイオンの安全性、材料・設計・運用	296
7.1.2	材料と製造工程の不良と安全性リスク	297
7.1.3	正極剤の特性（1）	298
7.1.4	正極剤の理論容量と実用容量	300
7.1.5	正極材の容量とセルの比容量モデル	301
7.1.6	EV リチウムイオン電池の主要諸元	302
7.2	負極材	304
7.2.1	負極材料の理論容量とセルの端子電圧	304
7.2.2	三菱自動車の軽自動車 MiEV_M に搭載されている LTO 負極	305
7.2.3	正極剤の容量とセルの試算（mAh ベース）	306
7.2.4	正極剤の容量とセルの試算（mAh ベース）	307
7.2.5	100Wh セル（正極＋負極）体積	308
7.3	高容量系実用極材	309
7.3.1	リチウムイオン電池のエネルギー密度向上ステップ	309
7.3.2	LNMO 5V 系正極の放電特性	310
7.3.3	5V 級正極材の放電カーブ	311
7.3.4	正極材のコスト試算	312
7.3.5	ポリアニオン系正極剤の特性と比較	313
7.3.6	使えない正極剤	313

## 第8章 電池材料2（セパレータ、バインダーほか）

		315
8.1	セパレータの機能と耐熱性	316
8.1.1	セパレータの諸元	316
8.1.2	各種セパレータの特徴	317

8.1.3	セパレータの目付量	318
8.1.4	無機材料を複合したセパレータ	319
8.1.5	ラミネート型セルの電極面積（マンガン系正極）	321
8.1.6	セパレータ面積の試算	322
8.1.7	安全性試験の温度と時間	323
8.1.8	セパレータの機能と温度モデル	324
8.2	バインダーとポリマーゲル電解液	326
8.2.1	バインダーによる活物質の接着・結着状態を模式図	326
8.2.2	各種バインダーポリマーの構造と配合例	327
8.2.3	ポリマーの $T_g$ と $T_m$	328
8.2.4	バインダーポリマーの耐熱性アップ	329
8.2.5	負極材の膨張率とバインダー	330
8.2.6	PVDFゲル電解液系のイオン伝導度を温度	331
8.2.7	内部短絡回避、ポリマーゲルの利用	332
8.2.8	ポリマーの酸素指数（難燃性）	333
8.2.9	究極のバインダーの機能は	334
8.3	集電箔とラミネート外装材	335
8.3.1	標準的なエネルギー設計の 1Ah セルの体積と重量	335
8.3.2	集電箔の機能と求められる特性	336
8.3.3	集電箔と正負極剤の問題点	337
8.3.4	ラミネート型セルの Ah 容量とセルの重量 kg	338
<b>第9章 電池材料3（電解液、電解質、リチウム素原料）</b>		339
9.1	電解液の種類、耐電圧と可燃性	340
9.1.1	電解液（質）系によるリチウムイオンの分類	340
9.1.2	電解液系への添加剤	341
9.1.3	リチウムイオン・セルの正常動作領域（端子電圧）	342
9.1.4	有機電解液の電気分解領域	343
9.1.5	リチウムイオン電池（セル）と温度と挙動	344
9.1.6	第四類引火性液体（消防法）の指定数量	345
9.1.7	大型の 20Ah セルの消防法該当電解液量	345
9.1.8	電解液（組成）の火災時の措置	346
9.2	電解液（質）の種類とケミカルハザード	347
9.2.1	リチウムイオン電池の化学物質と法規制	347
9.2.2	電解液の安全性データ	348
9.2.3	化学物質の諸規制（海外）と電池	349

9.2.4	廃電池とバーゼル法の規定	350
<b>第10章 EVセルのコストとコストダウン、現状とブレイクスルー</b>		351
10.1	コスト構成の概略とボトルネック	352
10.1.1	100万セル/年 製造設備	352
10.1.2	設備（新設）金額の試算（1）	353
10.1.3	設備（新設）金額の試算（2）	354
10.1.4	製造コストの合計	355
10.1.5	セルの製造コスト	356
10.1.6	セルの工場原価	357
10.1.7	原材料のコストダウンとセルの製造コスト	358
10.1.8	Ahセルの価格モデル	359
10.1.9	リチウムイオン電池 材料>製造>運用	360
10.1.10	コストダウン、電極板製造の集約化	360
10.2	kWhコストの低減とEVの普及	362
10.2.1	EVの電力消費率、交流蓄電と直流放電	362
10.2.2	セルの単価とEVのセルコスト試算（1データ）	363
10.2.3	セルの単価とEVのセルコスト試算（2グラフ）	364
10.2.4	セルの単価とEVのセルコスト試算（2グラフ 対数表示）	365
10.2.5	EV用リチウムイオン電池（セル）コスト	367
10.2.6	EV電池（セル）コスト**、シミュレーション（4円単位）	367
10.2.7	自動車のコスト構成と電池コスト比率（3データ）	368
10.2.8	EVのコスト構成と電池コスト比率	369
10.2.9	自動車のコスト構成と電池コスト比率（1）	370
10.2.10	自動車のコスト構成と電池コスト比率（2）	371
10.2.11	EV用リチウムイオン電池（セル）コスト、シミュレーション（1）	372
10.2.12	EV用リチウムイオン電池（セル）コスト、シミュレーション（2）	372
10.3	電池の市場スケール（MWh/年）	374
10.3.1	電動自動車の電池（1）	374
10.3.2	電動自動車の電池（2）	376
11.3.3	リチウムイオン電池の変遷（概念図 小、超小型セル）	377
10.3.4	リチウムイオン電池の変遷（概念図 システム化）	378
<b>第11章 ポストリチウムイオン電池、研究シーズと実用ニーズ</b>		381
	電池討論会発表件数	382
11.1	二次電池	384

11.1.1	ポストリチウムイオン電池、セルの実用化へ	384
11.1.2	正極活物質の理論容量と電位	385
11.1.3	正極剤の理論容量と実用容量	385
11.1.4	正極材のコスト試算、5V系と硫黄系	387
11.1.5	正極材のコスト試算、5V系と硫黄系	387
11.2	一次電池	389
11.2.1	発電（一次電池）と蓄電（二次電池）	389
11.2.2	メタル／空気系セルの理論容量	390
11.2.3	リチウム空気電池（セル）	391
11.2.4	水系（金属／空気）電池（セル）の電極反応	391
11.2.5	リチウム空気（非水電解液）電池の電極構造と反応	392
11.3	全個体電池	393
11.3.1	全個体電解質の電池（セル）情報1	393
11.3.2	全個体電解質の電池（セル）情報2	394
11.4	バイポーラーセル	395
11.4.1	双極子（バイポーラー）型リチウムイオン電池（セル）	395
11.5	ポストリチウムイオン電池のまとめ	396
11.5.1	蓄電デバイスの東西・南北	396
	文献・資料一覧	399

