増補二訂版発行に当たって

このところ、内燃機関(ガソリン、ディーゼル)を搭載した自動車をハイブリッド車(HV)、プラグインハイブリッド車(PHV)、電気自動車(EV)、燃料電池車(FCV)等に代替する動きが中国、欧米先進国、日本などで活発化している。

しかし、その本格的な普及拡大には乗り越えねばならない多くの難課題が山積みしており、尚相当の時間を要するものと思われる。また、その背景には国の政策や欧州メーカーの排ガス不正に伴う思惑が絡んでおり、不透明な点も多い。代替の動きは乗用車が先行すると予測されているが、物流、人流を担う商用車においては、その実用化のキーとなる経済性、信頼性・耐久性、利便性、サービスネット(含むインフラ)等の高い壁を乗り越えることが必須の条件であり、特に大型トラック・バスの過酷な使用条件、長い航続距離、長い耐用年数(15~20年)、積載量の確保等を如何にクリアーするかが乗用車とは違った難しい点である。

一方、代替の主な狙いである地球温暖化 $(CO_2$ 削減) についても用途、走行条件等を加味し、Well to Wheel (燃料の採掘、精製から走行まで) で考えると、どのシステムが CO_2 削減に有効であるかが明確ではない問題がある中で、現在、 CO_2 の大幅な削減も期待されるディーゼル+電気モーター式のHVが実用性において優れていると言える。

現在のところ、商用車には都市内を走行する小型トラック、大型路線バスにディーゼルエンジンベースのHV(一部EV)が使用されているが、主力はディーゼル車で占められている。

その様な状況下で、ディーゼルエンジンの長所である低燃費を一層向上させて、なおかつ、欠点である NOx、PM の排出を低減する研究・開発が活発に推進されており、多くの新技術が生まれている。

この度の改訂では、これらの最新技術を盛り込むと共に、将来に向けたディーゼルエンジン発展の可能性についても触れる。主な盛り込み内容は次の通りである。

(i) 2段過給技術について

吸排気システムの設計と2ターボの最適マッチングによる平均有効圧力の向上、ダ

ウンサイジング、燃費向上。

(ii)新型排気触媒システムについて

触媒開発の考え方とレイアウト、最適制御設計による一層の排ガスクリーン化。

(iii)ハイブリッドシステムの技術進歩について

上記(i)(i)のディーゼルベースのハイブリッドシステムの技術進歩による低燃 費化と用途の拡大

(iv) その他

欧米で推進されている官民共同による「大型トラックの燃費50%向上」の研究プロジェクトの紹介。その他、燃焼改善、フリクション低減など。

以上のことから、今後も、ディーゼルエンジンのさらなる技術進歩が予測され、燃料、インフラ、製造・サービス設備等を変更することなく、 CO_2 の大幅削減の可能性が期待される。また一層の燃費向上を狙ったディーゼルベースのHVが各社によって開発されてきており、徐々にではあるが幅広い用途に普及拡大していくものと思われる。

最後に本書がディーゼルエンジンに携わる技術者の参考書となり、ますます ディーゼルエンジンの有効性が高まり、その結果、地球環境の改善に少しでも貢献 できれば幸いである。

また、改訂版の執筆は別紙に記載した諸氏の協力を得て実施したが、特に杉原啓之氏(エンジン性能・燃費改善と過給技術)、佐藤信也氏(排出ガスの後処理技術)、清水邦敏氏(商用車用HVシステム)の多大な尽力があった。さらに、出版にあたりグランプリ出版の山田国光社長には大変お世話になり厚くお礼を申し上げる。

2020年6月

鈴木 孝幸

まえがき

かつて、自動車用ディーゼルエンジンは燃料消費が少なく、経済的であるにもかかわらず、排出ガス中に含まれるNOx(窒素酸化物)、PM(粒子状物質)が、ガソリンエンジンなど他のエンジンに比較して多いという理由から大気汚染の元凶と言われた。

特に、黒煙を吐出しながら街中を走行するディーゼル車は一般市民にとって、 ディーゼルエンジンの悪い(汚い)イメージを決定付ける風景であった。

しかし、近年は度重なる排出ガス規制の強化に対応して、燃焼改善技術や排出ガスの後処理技術などが飛躍的に進歩し、もはや、黒い煙を吐出しながら走行するディーゼル車は無くなり(一部の整備不良車を除けば)ディーゼルエンジンの汚いイメージは払拭されたといえる。

むしろ、最近の原油価格の高騰や地球温暖化の対策として、燃費の良いディーゼルエンジンへの期待が高まっている。

この様な状況下で、ディーゼルエンジンに関する書物を見ると、どちらかと言うと研究者や技術者向の専門書が多く、その内容は一般の人には難解なものが多い。

本書では、読者として「若手技術者・研究者」「理工系大学・専門学校生」「車両整備士」「自治体・企業の環境問題担当者」「中高校の理科系教師」「ディーゼルエンジンに興味を持つ一般市民の方々」に幅広く読んで頂くことを意識して編集し、分かりやすい平易な文章で執筆した。

また、近年のディーゼルエンジンを取り巻く環境はめまぐるしく変化を遂げており、今回の出版にあたっては、2006年に『自動車用ディーゼルエンジンの理論と実際』として刊行されたものに、最新の技術を積極的に盛り込み、さらに今後の技術の方向性、展開予測などについても可能な限り記述した。特に留意した点は下記の通りである。

- (i)近年主軸となっているTI(ターボインタークーラ付過給)エンジンを基本とした内容とする。
- (ii) CO₂及び運行経費削減で注目されているディーゼルエンジンの燃費向上技術を詳しく記述する。

- (iii) 最新の排ガス後処理技術を紹介すると共に、詳しく解説する。
- (iv) 最新のHV(ハイブリッド) システムを盛込み解説する。

以下に各章の概要を記述する。

第1章 ディーゼルエンジンとは

ディーゼルエンジンの特徴を概説し、その発展の歴史を支えた主要技術を分かり やすく解説した。また今後の展望についても若干触れた。

第2章 ディーゼルエンジンの基礎

ディーゼルエンジンの基本であるサイクル、燃焼、過給などについて説明し、 ディーゼルエンジンとは何かを正しく理解できる様に解説した。

第3章 エンジン性能

近年、過給エンジンが主軸となっているので、各種の過給技術について絵図を用いて詳しく解説した。また、排出ガス低減技術については、排出ガス規制の強化に伴って新技術が次々と開発されているが、従来の書物には記載されていないものが多いので、最近の技術を幅広く記述した。例えば、燃料噴射システム、燃焼室、EGRシステム、排出ガスの後処理技術などである。さらに、この所の燃料価格の高騰、 CO_2 削減のための燃費基準の導入などにより、燃費改善のニーズが高まっており、燃費改善のポイントとなる基礎的技術について詳細に記述した。ディーゼルエンジンの振動、騒音については、近年その解析技術が進歩し、各種の低減技術が開発されているので実例を用いて解説した。

第4章 ディーゼルエンジンの構造と機能

近年、小型、軽量、低燃費、低排出ガスなどを狙いとしてディーゼルエンジンの型式は、TIエンジンが主軸となっているが、従来の書物はNA(自然給気式)エンジンを基本として記述されている例が多い。本書ではTIエンジンを十分に意識して構造系、動弁系、運動系、吸気系、排気系、冷却系、潤滑系、燃料噴射系を記述した。特にTIエンジン化により燃焼圧力が上昇し、各部の強度や温度が問題となるが、配慮すべき事項について解説した。また、排出ガス規制の強化に対応するた

めに開発された新しいユニット即ち、コモンレール式噴射装置、EGRシステム部品、 過給機、ベンチレータ、吸気スロットル装置など、他の書物には見られない部分ま で詳しく記した。エンジン補機や電装品についても概説した。

第5章 ディーゼルエンジンの燃料、潤滑油、冷却水

燃料、潤滑油、冷却水は排出ガスのクリーン化やTIエンジンによる出力アップに対応するため、その機能が改善され各々の特性が変化してきている。ディーゼルエンジンの基礎を学ばれる方々には、ぜひ知っておいて欲しい項目として、その歴史的経緯や特性の変化などを記述した。なお、バイオディーゼル燃料については、未だ開発途上にあり、その技術は流動的であるので、本書では扱わず他の書物(雑誌など)に委ねることとした。

第6章 低排出ガス・クリーンエンジン

近年、ハイブリッドエンジン車がCO₂対策として注目を集めているので、その歴史、各種システムの特徴、今後の展望などについて詳細に記した。また、石油代替燃料エンジンの開発も世界的に活発化しているので、広くその状況を紹介した。

最後に、本書がディーゼルエンジンを学ぶ方々の一助となり、またディーゼルエンジンがますます普及し、地球温暖化防止や省エネルギーに少しでも貢献できれば幸いである。

また、本書の執筆に努力された諸氏を別紙に記載したが、第3章の3.3節 振動・ 騒音については、三浦康夫氏の原稿を谷合元春氏が再稿したことを付記する。さら に、出版にあたりお世話になった日野自動車の谷合元春氏とグランプリ出版の山田 国光氏に厚く感謝するとともにお礼を申し上げる。

2012年8月

鈴木 孝幸

目次

第1章	ディ	ーゼ	ルエンジンについて	17
	1.1	はじ	かに 17	
	1.2	ディー	-ゼルエンジンの歴史 17	
	1.3	ディー	-ゼルエンジンとは 22	
第2章	ディ	ーゼ	ルエンジンの基礎	24
	2.1	サイク	プル、効率、燃焼 24	
		2.1.1	ディーゼルエンジンのサイクル 24	
			(1) ディーゼルエンジンのサイクル 24	
			(2) 定容サイクル、定圧サイクル、複合サイクル 25	
		2.1.2	熱効率と損失 25	
			(1) 熱勘定 25	
			(2) 熱効率 26	
			(3) 損失 28	
			(4) 出力と平均有効圧力 28	
			(5) 燃料消費率 29	
			(6) 空気過剰率、容積効率 29	
		2.1.3	ディーゼルエンジンの燃焼 29	
			(1) ディーゼルエンジンの燃焼過程と熱発生率 29	
			(2) ディーゼルエンジンの燃焼方式 30	
			(3) 燃焼に影響を与える要因 31	
		2.1.4	始動性と白煙 32	
		2.1.5	低圧縮比 33	
	2.2	出力·	性能と過給 33	
		2.2.1	出力・トルクの定義と計算式 33	
		2.2.2	エンジン性能と車両走行性能 34	
		2.2.3	エンジン出力・トルクの変遷 37	

第3章	ディ	ーゼ)	ルエンジンの性能
	3.1	排出:	ガスの生成と低減技術 55
		3.1.1	排出ガス成分と計測法 55
			(1) 排出ガス 3 成分 (NOx、CO、HC) ····· 56
			(2) 黒煙、パティキュレート (PM) 57
			(3) CO ₂ 、微小粒子、未規制物質 57
		3.1.2	排出ガス規制の経緯と動向 59
			(1) 排出ガス規制値 59
			(2) 排出ガス試験法 60
			(3) 自動車 NOx・PM 法と自治体における自主基準の動向 64
		3.1.3	エンジン本体の排出ガス低減技術 65
			(1) 排出ガス低減技術の推移 65
			(2) 噴射系の改良 66
			(3) 燃焼室・空気流動・過給 69
			(4) EGR·可変動弁機構 71
			(5) 予混合圧縮着火燃焼 82
		3.1.4	排出ガスの後処理技術 83
			(1) PM 低減後処理技術 83
			(2) NOx 低減後処理技術 90
		3.1.5	排気触媒開発の経緯 (変化) と
			今後の更なる排ガス改善の可能性について 99
	3.2	燃費	の改善 (CO2 削減) 技術 106
		3.2.1	燃費改善の必要性 106
		3.2.2	エンジンの熱勘定と各種損失 108
		3.2.3	低燃費エンジンの基本技術 110
			(1) TI エンジン化とダウンサイジング (2.2.3 項参照) 110
			(2) ダウンスピーディング 114
			(3) 冷却損失低減 115

55

2.2.4 過給 …… 40

(1) 過給の概要 ····· 40(2) 排気ターボ過給 ···· 44

			(4) 排気損失低減 (排気エネルギーの回生) 117
			(5) その他の燃費改善技術 119
			(6) 米国におけるディーゼルエンジンの
			更なる燃費向上の可能性研究 122
		3.2.4	燃費基準 123
			(1) 燃費基準の概要 123
			(2) 燃費の評価法 124
			(3) 海外の燃費規制 (CO ₂ 規制) の動向 128
		3.2.5	省燃費運転、アイドリングストップ 128
			(1) 省燃費運転 128
			(2) アイドリングストップ 129
	3.3	振動	· 騒音 131
		3.3.1	エンジン振動基礎と対策 131
			(1) 振動の基礎 131
			(2) エンジンマウント設計の狙い 132
		3.3.2	エンジン騒音基礎と対策 133
			(1) 騒音の基礎 133
			(2) エンジン騒音の低減方策概要 136
			(3) 加振源の対策 137
			(4) 振動伝達経路の改良 140
			(5) 発音部の対策 142
			(6) 異音 144
			(7) 自動車騒音規制 145
			(8) 騒音規制の対応策の変遷 146
章	ディ	ーゼ)	レエンジンの構造と機能149
			かに 149
			系 150
	1.2		シリンダブロック 150
		1,4,1	(1) 概要 150
			(2) シリンダブロック各部の機能 150
			(3) シリンダブロックの構造 152
			(4) シリンダブロックの基本形状 155

第 4

- (5) シリンダブロックの材料 …… 155 (6) シリンダブロックの課題 …… 156 422 シリンダヘッド …… 160 (1) 概要 …… 160 (2) シリンダヘッド各部の機能 …… 160 (3) シリンダヘッドの材料 …… 163 (4) シリンダヘッドの高さ …… 163 4.2.3 シリンダヘッドガスケット …… 163 (1) 概要 …… 163 (2) シリンダヘッドガスケットの機能 …… 164 (3) シリンダヘッドガスケットに必要な特性 …… 164 (4) シリンダヘッドガスケットに対する設計的な配慮 …… 165 4.2.4 シリンダライナ …… 167 (1) 概要 …… 167 (2) シリンダライナの材料 …… 168 (3) シリンダライナの表面処理 …… 168 (4) シリンダライナの表面加工...... 168 4.3 運動系 …… 171 431 ピストン、ピストンリング …… 171 4.3.2 コンロッド …… 175 4.3.3 クランクシャフト …… 176 4.3.4 トーショナルダンパ …… 179 4.3.5 軸受 …… 181 436 フライホイール …… 182 437 タイミングギヤトレーン …… 182 4.4 動弁系 …… 184 4.4.1 バルブ …… 187 4.4.2 バルブスプリング …… 188 4.4.3 ロッカアーム …… 190 4.4.4 カムシャフト …… 191
- 4.5 吸気系 …… 193
 - 4.5.1 吸気系 …… 193

	4.5.2 エアインアークタクト 194	
	4.5.3 エアクリーナ 194	
	4.5.4 インタークーラ 197	
	4.5.5 吸気マニホールド 198	
	4.5.6 エアフローセンサ 198	
	4.5.7 吸気スロットル 199	
	4.5.8 クローズドベンチレータ 200	
4.6	排気系 201	
	4.6.1 エキゾーストマニホールド 201	
	4.6.2 ターボチャージャ 202	
	4.6.3 EGR バルブ 204	
	4.6.4 EGR クーラ 206	
	4.6.5 エキゾーストブレーキ、エンジンリターダ 207	
	(1) エキゾーストブレーキ 207	
	(2) エンジンリターダ 208	
4.7	冷却系 211	
	4.7.1 冷却系の役割とシステム 211	
	(1) エンジン冷却水温の最適化 211	
	(2) 冷却系回路 211	
	4.7.2 ウォータポンプ 213	
	(1) 冷却水量 213	
	(2) ウォータポンプ構造および各構成部品	
	(メカニカルシール、ベアリング、ベーン) 213	
	4.7.3 クーリングファンおよびファンドライブ 214	
	(1) 適正水温管理のための風量コントロール 214	
	(2) ファン形状の進化 214	
	(3) ファンドライブの作動特性と求められる要件 215	
	(4) ファンドライブ構造の進化 216	
	4.7.4 サーモスタット 218	
	(1) 基本構造と作動特性 218	
	(2) 入口制御と出口制御 218	
4.8	潤滑系 220	

4.8.1 潤滑系の役割 …… 221 4.8.2 潤滑系回路 …… 222 4.8.3 オイルポンプ …… 223 4.8.4 オイルクーラ …… 226 4.8.5 オイルフィルタ …… 227 49 燃料噴射装置 …… 230 4.9.1 燃料噴射システムの高度化要求 …… 230 (1) 高圧噴射 …… 230 (2) マルチ噴射 (噴射率制御) …… 231 4.9.2 噴射システムの種類 …… 232 (1) 列形ポンプシステム …… 232 (2) コモンレールシステム …… 234 4.9.3 ユニットインジェクタとユニットポンプ …… 241 その他の噴射系システム …… 241 4.9.4 燃料フィルタ …… 243 4.10 補機類 …… 246 4.10.1 エアコンプレッサ …… 246 (1) エアチャージ系の構成 …… 247 (2) エアコンプレッサの構造 …… 248 (3) エアコンプレッサに要求される性能 …… 250 4.10.2 バキュームポンプ …… 251 バキュームポンプの構告 …… 251 4.11 電気系 …… 252 4111 スタータ …… 252 (1) 主な構成部品と機能 …… 252 (2) スタータの種類 …… 254 (3) エンジン始動回路 …… 256 (4) スタータの作動(補助トルク方式の場合) …… 256 (5) スタータモータの特性 …… 257 (6) スタータモータの定格出力と始動性能 …… 257 4.11.2 始動補助装置 …… 258 始動補助装置の種類 …… 258

4.11.3 オルタネータ …… 259

			(1) 鉛バッテリの概要と構成部品、種類 262
			(2) リチウムイオンバッテリの概要と動向 264
第5章	ディ	ーゼ)	ルエンジンの燃料、潤滑油、冷却水 265
	5.1	燃料	(軽油) 265
		5.1.1	軽油の種類 265
		5.1.2	軽油の性状と規格およびエンジン等に及ぼす影響 265
			(1) 硫黄分 266
			(2) 軽油の潤滑性 266
			(3) セタン指数 (またはセタン価) 266
			(4) アロマ分 266
			(5) 軽油中のゴミ 267
		5.1.3	ディーゼル燃料の多様化動向 268
	5.2	潤滑	油 (エンジンオイル) 269
		5.2.1	エンジンオイルの種類と成分 269
		5.2.2	エンジンオイルの性状およびエンジンなどに及ぼす影響 269
			(1) 硫酸灰分 (Sulfated Ash / S. Ash) 270
			(2) 全塩基価 (Total Base Number / TBN) 271
			(3) 動粘度 271
			(4) 粘度グレード 271
			(5) 油中元素 272
	5.3	冷却	水 272
		5.3.1	冷却水の種類と成分 272
		5.3.2	冷却水のエンジンに及ぼす影響 273
			(1) 防錆、防食性能 273
			(2) 不凍性能と LLC 濃度 274

(1) 主な構成部品と機能 …… 259(2) オルタネータの種類 …… 261

4.11.4 バッテリ …… 262

第6章	低抗	非出ガス・クリーンエンジン270
	6.1	商用車用ハイブリッドシステム 276
		6.1.1 ハイブリッド自動車の目的 276
		6.1.2 ハイブリッド化による熱効率向上と排出ガス低減の手法 276
		(1) エンジンの仕事量低減 277
		(2) エンジンの効率向上 277
		6.1.3 ハイブリッドの方式と仕組み 278
		(1) パラレル方式 278
		(2) シリーズ方式 278
		(3) シリーズ・パラレル方式 280
		(4) プラグインハイブリッド 280
		6.1.4 商用ハイブリッド自動車の現状 281
		(1) 大型ハイブリッドトラック 281
		(2) 連節ハイブリッドバス 282
		6.1.5 ハイブリッドシステムの主要ユニット 283
		(1) モータ/発電機 283
		(2) インバータ 284
		(3) バッテリ 285
		6.1.6 ハイブリッド自動車の特長と将来性 286
		(1) ハイブリッド自動車の特長 286
		(2) ハイブリッド自動車の将来性 287
	6.2	石油代替燃料エンジン 288
		6.2.1 天然ガスエンジン 288
		6.2.2 DME エンジン 293
		6.2.3 水素エンジン 294
		6.2.4 その他の石油代替燃料エンジン 297

さくいん …… 298

執筆者紹介 …… 306

增補二訂版執筆者紹介 …… 308

第1章 ディーゼルエンジンについて

1.1 はじめに

ディーゼルエンジンの発明の母、ルドルフ・ディーゼル(R. C. K. Diesel)がディー ゼルエンジンを発明したのが1897年であるから、すでに100年以上の歳月が経過 している。ディーゼルエンジンは、それ以前に発明・実用化されていたオットー機 関(火花点火エンジン)に対して、電気系統が不要なことや、燃料消費効率が優秀な ことから、主に一般の乗用車以外の、乗用車よりは過酷な使用を前提に発達してきた。 長い歴史を持つディーゼルエンジンであるが、近年、特に日本の乗用車ではほと んど使われなくなってしまった。もともと日本でのディーゼルエンジンのイメージ としては、黒い煙を排出することからダーティーなイメージが強く、またエンジン 音も独特の音質であり決して静かではなかったことなど、一般的なイメージは良く なかった。また、排出ガス対策に対しても、ガソリンエンジンなど三元触媒により 画期的にNOxを低減できたのに対して、ディーゼルエンジンではその特性から排 気ガス中に酸素が存在するため、三元触媒を使うことができないなど技術的な対応 が困難だったことが、日本でディーゼル乗用車が普及してこなかった原因である。 一方、ディーゼルエンジンはガソリンエンジンに比べて燃料経済性が非常に優れて いることから、地球温暖化のCQ創減対応として主に欧州を中心としてその普及が 進んでいる。近年に入り、ディーゼルエンジンの弱点であった排出黒煙を限りなく 除去する技術や、エンジン騒音の低減、そして一番困難とされてきたNOx対策の 技術開発も急激に進歩してきており、新たなディーゼルエンジンの発展につながっ ている。

1.2 ディーゼルエンジンの歴史

ディーゼルエンジン(圧縮着火エンジン)は、前述のように、1897年にドイツのルドルフ・ディーゼルによって実用化された。蒸気機関や大気圧機関から大きく飛

第2章 ディーゼルエンジンの基礎

2.1 サイクル、効率、燃焼

2.1.1 ディーゼルエンジンのサイクル

(1) ディーゼルエンジンのサイクル

ディーゼルエンジンは、空気のみを吸入・圧縮し、その高温で高圧となった雰囲気中に燃料を噴射し、自己着火・燃焼させることで出力を得ている。ディーゼルエンジンのシリンダ内圧力の時間変化を図2.1.1に示す。この吸入→圧縮→膨張(燃焼)→排気の一連の行程をサイクルと呼ぶ。一般に、サイクルを表現するためにはPV線図が用いられる。PV線図とは横軸にシリンダ内容積Vを、縦軸に \log スケールでシリンダ内圧力Pをとって表すもので、その例を図2.1.2に示す。PV線図の多くは縦軸と横軸を \log スケールで表し、その形状により吸入圧力や燃焼状態などを把握できることから、サイクルの特徴を理解するのに重要である。

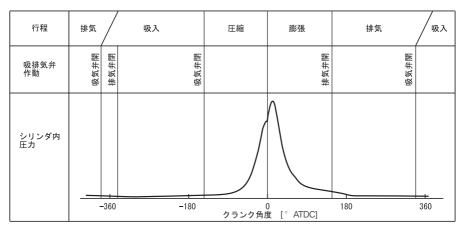


図 2.1.1 ディーゼルエンジンのシリンダ内圧力過程

いたものであり、この定義を使用すると機関のシリンダ容積、回転数、サイクル数の 差にかかわらず、1サイクルあたりの発生仕事を同一基準で考えることができるた め、異なる排気量のエンジンの性能差を表現する上で非常に有用である。

$$p_e = \frac{120P}{VN} = \frac{1.256T}{V} \times 10^{-2} \text{ [MPa]}$$
 (2.1.5)

なお、Vは総行程容積[L]、Nはエンジン回転数[rpm]である。

(5) 燃料消費率

測定された燃料消費量を G_f [g/sec]あるいは Q_f [cm³/sec]とし、燃料比重を γ_f [g/cm³]とすると、燃料消費率 b_e は次式で与えられ、エンジンの効率を表現する特性値として熱効率の代わりによく用いられる。

$$b_e = \frac{3600G_f}{P} = \frac{3600Q_f\gamma_f}{P} \text{ [g/kWh]}$$
 (2.1.6)

(6) 空気過剰率、容積効率

単位時間に吸入される空気重量を Ga [kg/sec]、吸気入口での温度・圧力における空気体積を Qa [m³/sec] とし、吸入空気比重を γa [kg/m³]、理論空燃比を14.3 とすると、空気過剰率 λ および容積効率 n_v は次式で表される。

$$\lambda = \frac{G_a}{14.3G_f} = \frac{Q_a\gamma_a}{14.3G_f} \tag{2.1.7}$$

$$\eta_v = \frac{1.2Q_a}{VN} \times 10^7 \, [\%] \tag{2.1.8}$$

なお、過給エンジンの場合、吸気された空気がターボチャージャで加圧されるため η_v は低速および軽負荷を除いて100%を超えることが一般的である。

2.1.3 ディーゼルエンジンの燃焼

(1) ディーゼルエンジンの燃焼過程と熱発生率

ディーゼルエンジンは、前述のように、空気のみを吸入・圧縮し、その高温で高圧となった雰囲気中に燃料を噴射し、自己着火・燃焼させることで出力を得ている。この燃焼過程(シリンダ内圧力、熱発生率、針弁リフト)と燃焼観察例を図2.1.5に示す。燃料が噴射されてから予混合燃焼が開始するまでの期間を着火遅れと呼び、燃焼状態、燃料性状などを論じる上で重要な役割を果たす。ディーゼルエンジンの燃焼は、大きく3つに分類され、それぞれを予混合燃焼、拡散燃焼、後燃えと呼ぶ。

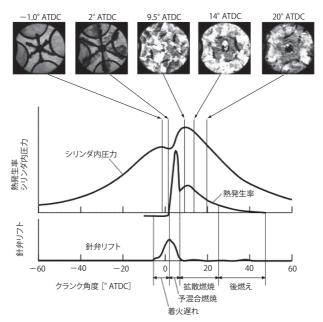


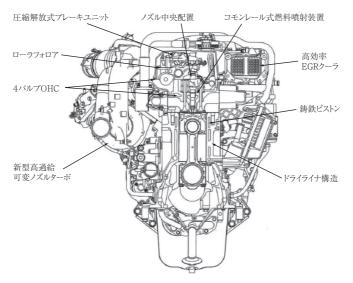
図2.1.5 ディーゼルエンジンの燃焼過程

ディーゼルエンジンでは、燃焼の経過とともに発生する熱により出力を得るが、このときの単位時間あたりの発生熱量を熱発生率という。熱発生率は、その時間経過パターンから大略の燃料噴射開始時期、エンジン負荷および燃焼の良否が判断でき、ディーゼルエンジンの燃焼から性能を論じる上で不可欠なものである。

(2) ディーゼルエンジンの燃焼方式

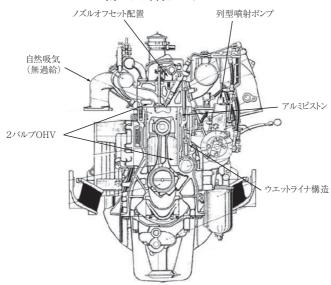
ディーゼルエンジンは、空気と燃料を別々にシリンダ内へ投入するため、その混合が燃焼の成否を分けることになる。良好な混合を得るために多数の燃焼方式、燃焼室が考案されている。燃焼方式は大きく分類すると、直接噴射式と副室式に分類される。その中で、副室式は予燃焼室式、渦流室式(図1.2.1参照)、空気室式などに分類される。

歴史的には、副室式の方が先に実用化が進み、乗用車を中心にコメット(Comet)型と呼ばれる渦流室式の燃焼室が主流を占め、近年まで使用された。また、副室式は予燃焼室式、空気室式を含め多くの考案がなされたが、最終的には熱負荷および燃費に有利な直接噴射式に移行している。



排気量13L ターボインタークーラ付エンジン 380PS/1800rpm、220kgf·m/1100rpm

(a) 2010年代のエンジン



排気量13L 自然吸気エンジン 270PS/2300rpm、95kgf·m/1400rpm

(b) 1970年代のエンジン

図 2.2.5 大型トラック用エンジン(直接噴射式)の盛り込み技術の比較

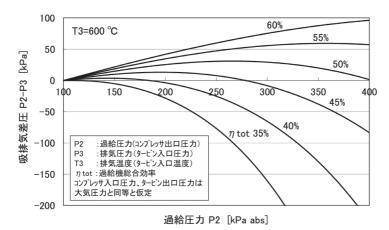
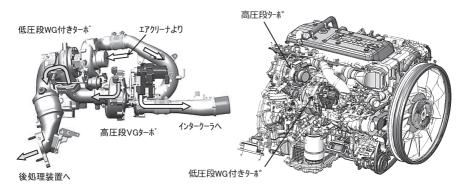


図2.2.24 過給圧力、過給機総合効率と吸排気差圧の関係の試算例



ターボシステム図

エンジン全体図

図2.2.25 二段過給エンジン外観図の例7)

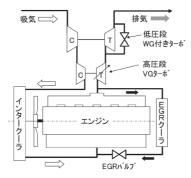


図 2.2.26 二段過給エンジンのシステム図の例

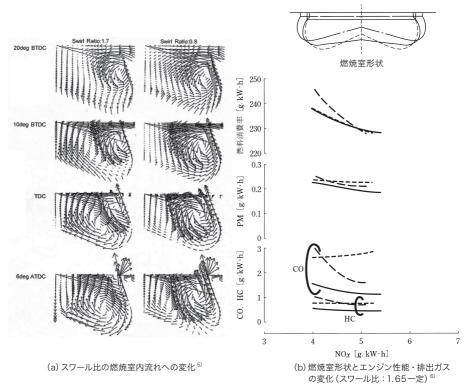


図3.1.10 スワール比、燃焼室形状と燃焼室内流れ、排出ガスの変化の検討例

浅皿型にくらべて燃焼室が深く中央に突起があるのが特徴である。リエントラント型は口径が絞られており、ピストン頂面で強いスキッシュが発生し燃焼室内に強い 渦流が発生するため、燃焼が活発になり黒煙低減に有効である。

リエントラント型燃焼室において、スワール比を変えた場合の燃焼室内の空気流動の変化のシミュレーション計算による検討例を図3.1.10(a)に、燃焼室の口径、深さを変更した場合の排出ガスの変化を実験的に調べた例を図3.1.10(b)に示す。図3.1.10(a)より、スワール比を変えることによりスキッシュにより発生する渦の中心がクランク角度ごとに変化することがわかる。また、図3.1.10(b)より、燃焼室の形状により燃費や排出ガスが大きく変化することがわかる。燃焼室の形状は、スワール比、ノズル仕様(噴口径、噴口の向きなど)、噴射圧力などに応じて最適に選定することが重要である。

図3.1.11は、大型トラック用ターボインタークーラ付きエンジンの中速回転・全

事例 I¹²⁾: ディーゼルエンジンの低騒音構造としてトンネル構造シリンダブロッ クにより振動・騒音低減が可能なことを試験的に確認した。トンネル構造シリンダ ブロックの断面を図3.3.11に示す。全負荷時の騒音測定結果、トンネル構造のシリ ンダブロックは従来の構造に比べて、左方向1mの騒音は最大2.5dB(A)低減した。 事例 Ⅱ ¹³: CAE による構造最適化は図3.3.12に示すハイブリッドモデル (FE モ デル+実験モーダルモデル)を用いて実施した。実動時のパワープラント振動を解 析することより高剛性化、低フリクション化、軽量化に対し最適化を実現した。

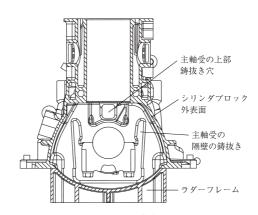


図3.3.11 トンネル構造シリンダブロックの断面

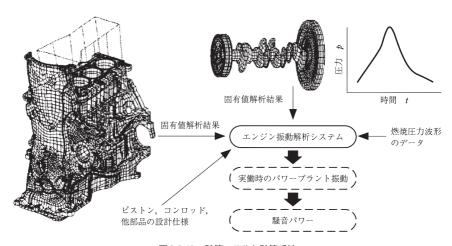


図3.3.12 計算モデルと計算手法

ディーゼルエンジンの 第4章 構造と機能

4.1 はじめに

本章では、ディーゼルエンジンを構成する主要部品について、構造系、動弁系、 運動系、吸気系、排気系、冷却系、潤滑系、燃料噴射系、その他補機に分けて、それぞれの構造と機能について記する。図4.1.1にディーゼルエンジンの主要構成部 品の名称を示す。

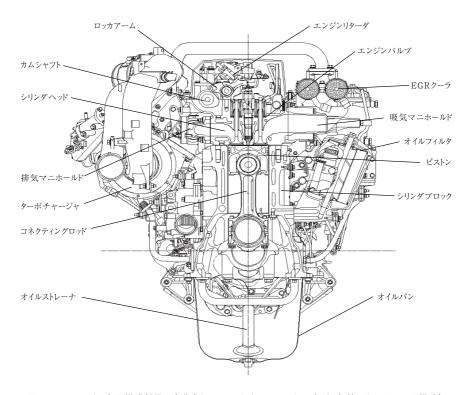


図4.1.1 エンジン主要構成部品の名称(オーバヘッドカムシャフト、直列6気筒、ドライライナ構造)

4.5 吸気系

4.5.1 吸気系

吸気系構成部品の配置は、エンジンの出力や燃費の向上を図るうえで非常に重要である。ターボインタークーラ付きエンジン搭載車の吸気系基本レイアウトを、図4.5.1に示す。外気は、エアインテークダクトに設置された吸気口から吸い込まれ、ダクト内で雨水などを分離、除去した後、エアクリーナに導かれる。外気中に含まれるダストはエアクリーナ内で濾過され、清浄な空気となってエンジンに供給される。ターボインタークーラ付きエンジンでは、ターボチャージャにより過給されて高温高圧となった空気はインタークーラで冷却した後、吸気マニホールドを通り燃焼室に給気される。近年では、排出ガス低減のため、EGRシステムや空気量を測定、調整するエアフローセンサや吸気スロットルなども装着される。また、大気汚染の防止のため、燃焼室から流出するブローバイガス(未燃焼ガス)を大気放出せずに、吸気負圧を利用し再燃焼させるクローズドベンチレータなども装着される。

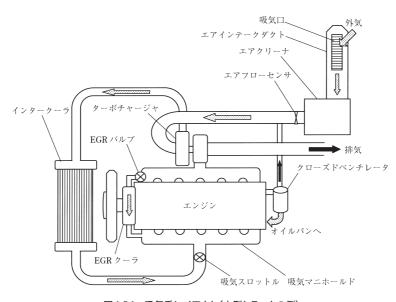


図4.5.1 吸気系レイアウト(大型トラックの例)

第6章 **佐排出ガス・**

6.1 商用車用ハイブリッドシステム

一般に自動車用ハイブリッドシステムは、異なる特長を持つ動力源を複数組み合わせて構成したシステムである。組み合わせる動力源は種々考えられるが、近年では内燃機関(以下エンジンという)と電気モータ(以下モータという)を組み合せた電気式ハイブリッド自動車(HEV、Hybrid Electric Vehicle。またはHV、Hybrid Vehicle)が主流である。

ここでは近年主流となっている電気式ハイブリッド自動車の内、ディーゼルエンジンが多く用いられる商用車用のハイブリッドシステムについて記述する。

6.1.1 ハイブリッド自動車の目的

エンジンは有史以来、熱効率の向上を目指して技術開発が行われてきたが、大気汚染が大きな社会的問題となった1970年代以降、排出ガス低減の技術開発も盛んに行われてきた。その結果、近年ではエンジン単体の熱効率や排出ガスを大幅に改善する技術を見いだし難くなっていた。この様な状況下において、熱効率と排出ガスを同時に改善でき、かつ双方に著しい効果が期待できるハイブリッドシステムの技術開発が活発に進められている。

6.1.2 ハイブリッド化による熱効率向上と排出ガス低減の手法

ハイブリッド化による熱効率即ち燃費の向上と、排出ガス低減のためにはエンジンの仕事量低減と効率向上の二つの手法がある。ここで、効率向上はエンジン本体の熱効率を上げることではなく、熱効率の高い箇所でエンジンをできるだけ長時間作動させて、実質的な燃費向上を図ることである。この2つの手法について以下に記す。



図6.1.2 大型ハイブリッドトラックの外観

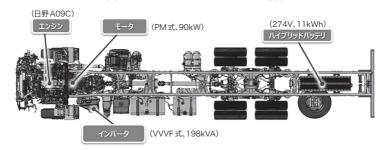


図6.1.3 大型ハイブリッドトラックのシステムレイアウト



図 6.1.4 連節ハイブリッドバスの外観

う技術である。さらにこのハイブリッドシステムは、前述の「ブレーキ協調回生」や、リチウムイオンバッテリー(以下LIBという)の中でも特に充電受け入れ性に優れるチタン酸LIB(274V、11kWh)が採用され、一層の回生エネルギー量の増加(約15%)を図っている。

図6.1.2、図6.1.3にそれぞれ同車両の外観図と車両レイアウト図を示す $^{7)}$ 。

(2) 連節ハイブリッドバス

国内では一部地域で欧州製の連節バスが走行していたが、2019年に日野といすぶ

さくいん

IB文字
1自由度系の振動モデル 131 Intelligent Power Module 284 6自由度振動系 132 IOF 56,57 10·15モード 60 IPM 284 11モード 60 JASO 規格 270 ASC 100 JE05 61,126 CHAdeMO協議会 280 JE08 61 CHV 283 JIS D 1612 195 CNG 290 JIS K 2204 265 CO 55-57 JIS K 2234 277 CO2 57,106 LIB 282,285 Cool Hybrid 283 LLC 272 COP3 106 M燃焼方式 19,31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NA エンジン 109 DME 293,294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DPF 58,85-90,271 Dual Fuel 燃焼 122 DNG 55 T) Dual Fuel 燃焼 122 DNG WG 90 ECE 13モード 60 NOx センサ 94 ECU 204,216,234,239 EGR 66,71,204 GER 7-7 76,206 OBD 規制 62 EGR バルブ 204 OHC 185
6自由度振動系
10・15モード 60 IPM 284 11モード 60 JASO規格 270 ASC 100 JE05 61、126 CHAdeMO協議会 280 JE08 61 cHV 283 JIS D 1612 195 CNG 290 JIS K 2204 265 CO 555-57 JIS K 2234 272 CO2 57、106 LIB 282、285 Cool Hybrid 283 LLC 272 CO93 106 M燃焼方式 19、31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NAエンジン 109 DME 293、294 Ni-MH 283 DOC 85 DOHC 185 NO 55 DOHC 185 NO 56 DOHC 185 NO 56 ECE 13 モード 60 NO 56 ECE 13 モード 60 ECE 13
11モード 60 JASO規格 270 ASC 100 JE05 61,126 CHAdeMO協議会 280 JE08 61 cHV 283 JIS D 1612 195 CNG 290 JIS K 2204 265 CO 55-57 JIS K 2234 272 CO2 57,106 LIB 282,285 Cool Hybrid 283 LLC 272 COP3 106 M燃焼方式 19,31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NA エンジン 109 DME 293,294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO2 55 DPF 58,85-90,271 NOx 吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx 地域 90 ECE13モード 60 NOx センサ 94 ECU 204,216,234,239 NVH性能 132 EGR 66,71,204 03 56 EGR クーラ 76,206 OBD規制 62
ASC 100 JE05 61,126 CHAdeMO協議会 280 JE08 61 cHV 283 JIS D 1612 195 CNG 290 JIS K 2204 265 CO 55-57 JIS K 2234 272 CO2 57,106 LIB 282,285 Cool Hybrid 283 LLC 272 COP3 106 M燃焼方式 19,31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NAエンジン 109 DME 293,294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO 55 DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx触媒 90 D13モード 60 NOx触媒 90 ECE13モード 60 NOx触媒 90 ECE13モード 60 NOx 性ンサ 94 ECU 204,216,234,239 NVH性能 132 EGR 66,71,204 O3 56 EGR クーラ 76,206 OBD 規制 62 EGR バルブ 204 OHC 185
CHAdeMO協議会 280 JE08 61 cHV 283 JIS D 1612 195 CNG 290 JIS K 2204 265 CO 55–57 JIS K 2234 272 CO2 57,106 LIB 282,285 Cool Hybrid 283 LLC 272 COP3 106 M燃焼方式 19,31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NA エンジン 109 DME 293,294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO2 55 DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel燃焼 122 NOx 吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx センサ 94 ECU 204,216,234,239 NVH性能 132 EGR 66,71,204 O3 56 EGR クーラ 76,206 OBD 規制 62 EGR バルプ 204 OHC 185
CHV 283 JIS D 1612 195 CNG 290 JIS K 2204 265 CO 55-57 JIS K 2234 272 CO2 57,106 LIB 282,285 Cool Hybrid 283 LLC 272 COP3 106 M燃焼方式 19,31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NAエンジン 109 DME 293,294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO 55 DOHC 185 NO 55 DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx世媒 90 ECE13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204,216,234,239 NVH性能 132 EGR 66,71,204 O3 56 EGRクーラ 76,206 OBD規制 62 EGRバルブ 204 OHC 185
CNG 290 JIS K 2204 265 CO 55-57 JIS K 2234 272 CO2 57,106 LIB 282,285 Cool Hybrid 283 LLC 272 COP3 106 M燃焼方式 19,31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NAエンジン 109 DME 293,294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO 55 DOHC 185 NO 55 DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx地媒 90 ECE13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204,216,234,239 NVH性能 132 EGR 66,71,204 O3 56 EGRクーラ 76,206 OBD規制 62 EGRバルブ 204 OHC 185
CO 55-57 JIS K 2234 272 CO2 57,106 LIB 282,285 Cool Hybrid 283 LLC 272 COP3 106 M燃焼方式 19,31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NAエンジン 109 DME 293,294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO 55 DOHC 185 NO 55 DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204,216,234,239 NVH性能 132 EGR 66,71,204 O3 56 EGRクーラ 76,206 OBD規制 62 EGRバルブ 204 OHC 185
Cool Hybrid 283 LLC 272 COP3 106 M燃焼方式 19,31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NA エンジン 109 DME 293、294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO2 55 DPF 58、85-90、271 NOx 20、55-71、90 Dual Fuel燃焼 122 NOx 吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx 独媒 90 ECE13モード 60 NOx センサ 94 ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD 規制 62 EGR バルブ 204 OHC 185
Cool Hybrid 283 LLC 272 COP3 106 M燃焼方式 19,31 CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NA エンジン 109 DME 293、294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO2 55 DPF 58、85-90、271 NOx 20、55-71、90 Dual Fuel燃焼 122 NOx 吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx 独媒 90 ECE13モード 60 NOx センサ 94 ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD 規制 62 EGR バルブ 204 OHC 185
CV鋳鉄 156 M-PMF 84 DHC 196 NA エンジン 109 DME 293、294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO2 55 DPF 58.85-90、271 NOx 20、55-71、90 Dual Fuel燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx 独媒 90 ECE13モード 60 NOx センサ 94 ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD 規制 62 EGR バルブ 204 OHC 185
DHC 196 NAエンジン 109 DME 293,294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO2 55 DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel 燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx 触媒 90 ECE13モード 60 NOx センサ 94 ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD 規制 62 EGRバルブ 204 OHC 185
DME 293,294 Ni-MH 283 DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO2 55 DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel 燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx触媒 90 ECE13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD 規制 62 EGRバルブ 204 OHC 185
DOC 85 NO 55 DOHC 185 NO2 55 DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx触媒 90 ECE13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD 規制 62 EGRバルプ 204 OHC 185
DOHC 185 NO2 55 DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx触媒 90 ECE13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204,216,234,239 NVH性能 132 EGR 66,71,204 O3 56 EGR クーラ 76,206 OBD 規制 62 EGRバルブ 204 OHC 185
DPF 58,85-90,271 NOx 20,55-71,90 Dual Fuel燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx触媒 90 ECE13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204,216,234,239 NVH性能 132 EGR 66,71,204 O3 56 EGR クーラ 76,206 OBD 規制 62 EGRバルブ 204 OHC 185
Dual Fuel燃焼 122 NOx吸蔵還元触媒 90 D13モード 60 NOx触媒 90 ECE13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD 規制 62 EGRバルブ 204 OHC 185
D13モード 60 NOx触媒 90 ECE13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD 規制 62 EGRバルブ 204 OHC 185
ECE13モード 60 NOxセンサ 94 ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD 規制 62 EGR バルブ 204 OHC 185
ECU 204、216、234、239 NVH性能 132 EGR 66、71、204 O3 56 EGR クーラ 76、206 OBD規制 62 EGR バルブ 204 OHC 185
EGR66、71、204O356EGR クーラ76、206OBD 規制62EGR バルブ204OHC185
EGR クーラ76、206OBD 規制62EGR バルブ204OHC185
EGRバルブ ······ 204 OHC ····· 185
ELC
700 - 12 000 000 000 000 000 000 000 000 000
ESC = - CO PCV
ETC == FR
Euro I ~ W
EV · · · · · · · · · 286,287 p-n接合部 · · · · · · · · 284
FCV
FTPモード 60 Pme 110 Giant Transistor 284 PRTR 58
GTL · · · · · · · · · 268 PV線図 · · · · · · · · 24
GTR
HC
HC選択還元触媒 · · · · · · 95 SiC · · · · · · · · · 86、284
HEV
HFRR
HV101,276 SV185
Hybrid Electric Vehicle ・・・・・・・・276 TIエンジン ・・・・・・109-110

執筆者紹介

(50音順。所属と役職は2012年7月現在)

- 稲垣 茂克(いながき しげかつ) エンジン設計部噴射系・後処理設計室 ・・・・・・・・ 第4.9節 1982年日野自動車入社。噴射系設計・開発、大型 V8エンジン開発業務に携わる。現在、エンジン設計部にて噴射系、後処理設計・開発に従事。

- 下川 清広(しもかわ きよひろ) 技術研究所エンジン技術研究室 · · · · · · · 第2.1節 1984年日野自動車入社。以来、排出ガスの低減・燃費向上を目的とした噴射系・燃焼系・過給機・ EGR系の研究開発に携わり、現職。
- 末本 洋通(すえもと ひろみち)

エンジン設計部機能部品設計室 補機設計グループ・・・・・第4.8節、第4.9節(燃料フィルタ)、第4.10節 1989年日野自動車入社。大型P系エンジンの設計・開発業務を経て、エンジン設計部にて潤滑系・冷却系・独立補機系設計・開発に従事。

- 杉原 啓之(すぎはら ひろゆき) BRパワートレーン企画室・・・・・・・第2.2節、第3.1.1~3.1.3節 1990年日野自動車入社。エンジン性能・排出ガスの研究業務、大型エンジンの設計業務を経て、エンジンの先行開発業務に携わる。現在、BRパワートレーン企画室にて車両用エンジンの企画に従事。

- 高橋 則行 (たかはし のりゆき) エンジン設計部吸排冷設計室 · · · · · · · 第4.5節 1983年日野自動車入社。国内・輸出向け車両の冷却・吸気・排気装置及び、排気後処理装置の設計・開発に携わり、現職。
- **辻田 誠**(つじた まこと) 技術研究所 · · · · · · · · · · · · · · · · · · 第3.2節 1978年日野自動車入社。エンジンの研究・先行開発から開発設計業務に携わり、いくつかの新エンジン開発に従事した。これらの新エンジン開発に対し機会学会、自動車技術会等から技術開発賞を 受賞。現在は技術研究所長。
- 土橋 敬市(つちはし けいいち) パワートレーン実験部 第3エンジン性能実験室 ・・・・・・ 第5章 1968年日野自動車入社。ディーゼルエンジン開発の設計、実験に携わる。現在、燃料、潤滑油、クーラントの研究開発に従事。
- **通阪 久貴**(とおりさか ひさき) BRパワートレーン企画室 · · · · · · · 第3.14節 1985年日野自動車入社。大型エンジンの設計業務、エンジンの先行開発業務を経て、排出ガス浄化システムの開発に携わる。現在、BRパワートレーン企画室にて、エンジン、ドラーブトレーン及びハイブリッドの企画に従事。
- 引野 清治(ひきの きよはる) エンジン設計部応用エンジン設計室 … 第6.2節 1973年日野自動車入社。エンジンの騒音実験、代替燃料エンジンの研究開発業務に携わる。現在、エンジン設計部において代替燃料エンジンの技術企画業務に従事。
- **細川 清**(ほそかわ きよし) サービス技術部 · · · · · · · · · · · · · 第4.11節 1974年日野自動車入社。トラック、バス用電子・電装部品の設計・開発に携わる。現在、サービス 技術部に所属。
- 三浦 康夫 (みうら やすお)

パワートレーン実験部エンジン信頼性実験室 小型エンジン信頼性実験グループ・・・・・・ 第33節 1969年日野自動車入社。30余年にわたりディーゼルエンジンの騒音に関する研究・開発に携わる。 2011年4月 日野自動車退職。工学博士。(第3.3節加筆・修正 谷合元春)

武藤 啓(むとう はじめ) エンジン設計部応用エンジン設計室 ・・・・・・・・・ 第4.6節 1981年日野自動車入社。以来、国内・輸出を含めた車両用・汎用の大型・中型エンジンの設計・開発に携わり、現職。

目時 聰(めとき さとし)

エンジン設計部先行開発室 第1先行エンジン開発グループ・・・・・・・ 第4.3~4.4節 1994年日野自動車入社。中小型エンジンの信頼性実験業務、運動系・動弁系部品の設計開発、及び、CAE業務を経て、エンジンの先行開発業務に携わり、現職。

增補二訂版執筆者紹介

(50音順。所属と役職は2020年2月現在)

稲垣 茂克(いながき しげかつ)エンジン設計部統括グループ 執行職

1982年日野自動車入社。主に燃料噴射系、制御設計、後処理設計業務を経て、現職に至る。

伊原 美樹(いはら よしき)専務役員

1980年日野自動車入社。構造系、振動系、運動系、動介系部品の設計及び中型J系、大型E系、A系エンジンの設計、開発に携わり、2010年エンジン設計部長、2018年専務役員に就任、現在に至る。

佐藤 信也 (さとう しんや) 技術研究所排気システム技術グループ セクションリーダー 1989年日野自動車入社。排出ガスの低減を目的とした後処理システムを構成する触媒の研究開発に 従事。2016年より現職。

清水 邦敏 (しみず くにとし) 電動車両ユニット開発部 部長

1986年日野自動車入社。 キャブ電装品の設計担当を経て、1990年よりハイブリッドトラック・バスの開発、企画に携わり、2017年HV開発部長。現在に至る。

杉原 啓之(すぎはら ひろゆき) エンジン設計部 主査

1990年日野自動車㈱入社。エンジン性能・排出ガスの研究業務、大型エンジンの設計業務、エンジンの先行開発を経てエンジンの企画業務に携わる。現在、エンジン設計部にてエンジンの企画業務に従事。

高橋 則行(たかはし のりゆき)株式会社日野ヒューテック社長

1983年日野自動車入社。国内、輸出向け車両の冷却、吸気、排気装置及び排気後処理装置の設計・開発に従事。現在、株式会社日野ヒューテックに出向中。

中島 大(なかじま ひろし) 技術研究所 執行職

1992年日野自動車入社。燃焼の基礎研究に携わり、現在、燃焼系・噴射系・過給機によるエンジン 性能向上・排出ガス低減の研究開発に従事。

編者紹介

鈴木 孝幸 (すずき・たかゆき)

1939年埼玉県生まれ。

工学博士。

元、日野自動車取締役副社長。

長年にわたり、ディーゼルエンジンの排出ガスのクリーン化、燃費向上、信頼性・耐久性向上技術の研究・開発に従事。また、1991年に世界初のディーゼル・電気ハイブリッドバスの実用化に成功。これらの技術開発に対して、日本機械学会や自動車技術会などから数多くの賞を受賞。2017年日本自動車殿堂入り。

増補二訂版	ディーゼルエンジンの徹底研究
編者	鈴木孝幸
発行者	山田国光
発行所	株式会社 グランプリ出版 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-32 電話 03-3295-0005 FAX 03-3291-4418
印刷・製本 組 版	モリモト印刷株式会社 ヴィンテージ・パブリケーションズ/言水制作室