

本書は、1980年に『エンジンの心』として日野自動車より出版されたものをベースとして、1988年にプレジデント社から刊行されて以来、動力に対する「技術屋」の挑戦を著者独自の視点で紹介しながら未来を展望する、類のない書籍として情報更新しながら、多くの支持を得て版を重ねてきました。エンジンニアに限らずこの分野に興味のある方にも読み継がれ、1996年には北京理工大学出版、1997年にはアメリカSAE(Society of Automotive Engineers)から依頼を受けて『The Romance of Engines』として英語版に翻訳出版され、さらに世界に読者を広げています。

2002年にはさらなる改訂を実施し、あらたに発見された事実などを追加して小社より刊行いたしました。刊行後10年以上が経過し、この間の動力を取り巻く環境は急速に変化を遂げています。内燃機関のさらなる進化もさることながら、それに替わる動力源に関する情報もより具体的になっています。

このような状況を踏まえて、一時品切れとなっていた本書の全面改定を企画しました。今回の作業は、ページデータをすべて新規作成し、これまでの内容の再確認と情報の更新に留まらず、後半は書き下ろしを加え、最新の情報も収録することにしました。

全面改訂の作業は約1年半に及び、著者の鈴木孝先生にとっては、2010年に日本自動車殿堂において殿堂入りされるなど、多忙の中での作業でしたが、こうして刊行することができました。

本書をご覧になられた方々が、先人の知恵と努力の様子に触れ、それを知ることの楽しさと、併せ持つ重要性をご理解いただければ幸いです。

三樹書房 編集部

新版によせて

見渡せば、自動車も飛行機も船もさらに多くの産業機械も毎日変わりなく働いている。しかし、社会は大きく変動し、それらに対するニーズは刻々と変わり、その心臓であるエンジンは、周辺技術の進歩発展も受け、二十一世紀に入り急速に変貌しつつある。一方、自動車の創成期に、その覇を競い、とうに置き去りにされたかに見えた電気自動車がCO₂対策の旗手然としてにわかに街に流れ出している。その中で依然として首座に君臨している内燃機関も、排気の浄化技術の進展と共にCO₂(燃費)対策が焦眉の急となり、ダウンサイジングが台頭し、ヨーロッパでは燃費の良いディーゼル車が乗用車の半ばを占め、また急速に増加しつつある電気モーターとの協業つまりハイブリッド用あるいは電気自動車の航続距離延長の手助け、いわゆるレンジエクステンダーとしての役割も含め、エンジンも大きく変化している。

十七世紀の末に生まれたエンジンは滔々と歴史を刻み、今日に至るまで限りない人智を食み、淘汰を重ね、技術屋はその道程の先にもものつくりのロマンと憧憬に満ちた桃源を見据え、走り、そして壘を重ねてきた。しかし今日、その技術は限りなく細分化し、一方社会の人心、ものに対する欲求もまた限りなく多様化し、技術屋の道程もまた霞み、方向もトレンドも計り難いと言われる。しかし、あらためて先人の道を辿ってみれば、その原点にひたすらに、より良い人類の幸福を目指した意思が浮かび上がり、細分化多様化を俯瞰した道程が望めるに違いない。

本書にピックアップされた物語りに、人類の幸福を目指した原点と、変わることの無いロマンと憧憬に満ちた道程を探り、それぞれの方々が今辿っている道に関わらずとも、人生への新たな挑戦の闘志を燃やし、行動につなげて頂ければ筆者の望外の喜びである。

取り上げた歴史は不変であるが、新版では近年のエンジンの進化に伴う比較値などの修正と、新たな知見を補足し、特に近年の世界の変動に伴う最近の技術と、これからのエンジンについては旧版を全面的に書き改めた。さらに時としてイノベーションの足かせとなる日本の文化の負の面に対しても愚見を披露した。

新版上梓に際し、大勢の方々から多大のご援助を賜ったが、早稲田大学大聖泰弘教授、東北大学小濱泰昭教授、東京都市大学伊東明美准教授、東京プラント(株)田中清風社長、コモテック(株)小森正憲社長、光洋精工(株)現ジェイテクト)坪井珍彦元社長、三菱重工(株)大飼賢一顧問の方々にはそれぞれの技術分野について懇切な御教示ご協力を賜った。心からのお礼を申し上げる。また資料の整理、図表の作製、修正をご多忙中引き受けて頂いた日野自動車(株)の諸兄に厚くお礼申し上げます。その他ご尊名を一々記し得なかった多くの方々および、本新版を企画し、その完成に多大な御尽力を賜った三樹書房小林謙一社長、山田国光氏、木南ゆかり氏他の方々^{々々}に厚くお礼申し上げます。

二〇一二年春

鈴木 孝

『エンジンの心』序文より

一九六九年の冬、初めて私は欧州に渡った。見るもの聞くものすべてが斬新で、驚異であった。当時、直接噴射式というディーゼルエンジンは、日本ではまだ胎動期であり、彼我の技術の懸隔をまざまざと見せつけられたからである。

この新しい驚きの中で、一日、私は暇を割いてドイツ博物館を訪ね、一九一〇年のベンツの航空エンジンに接し、肝をつぶした。それに取り付けられていたエンジンのオイルポンプが、一九六六年の夏、私がまさかひと夏の、不眠不休で苦勞の末にたどりついた結論を、事もなげに示していたからである。すなわち、当時富士のレース場に持って行った日野のレーシングカー・ヒノプロトは、練習のたびに起きる原因不明の出力低下に悩まされ続けていたのであるが、この原因がオイルポンプにあったのである。この時に私がようやくたどりついた結論が、すでにこの一九一〇年のエンジンにおいて、ものになっていたのである。僥倖にもヒノプロトはこの時優勝したが、これらの真相は別に述べよう。

さらに、その足で訪れたマーレピストン会社の博物館で、私は再び驚いた。それはオイル消費低減のために私が考えた発明(それは私は不遜にもどんなエンジンにも適用できる、数字でいえば一般解のつもりでいたが、何ともこれも半世紀も前に一つの特解、すなわち一つの例として事もなげに展示されていたのを発見したからである。

私の博物館趣味はこうして始まった。そしていまままで一つの技術の流れの中で夢中にあえいでいた我々は、流れの上の橋から見ることが必要であると、いまさらながら、だんだんわかってきたのである。

橋の上に立てば、流れの上流も見ることができ、技術の趨勢も、また予測できるようになる。そして過去の歴史一つ一つの貴重な事例は、我々がいままさに成し遂げようとしている技術の前進に対して、無言の示唆を与えているのである。いま私は感動をもって私なりに探し得たこの示唆を、特に日々苦心^{きん}惨^{たん}、新しい技術に挑戦し苦闘している人達に、また志をもってこれから挑戦しようとしている人達に、拙文をもって紹介しようと試みるものである。

人はいま、動力文化はあまりにも巨大化したために失われるといい、あるいはあまりにもオートメ化したために、現代科学技術は危機と説く。それらが、例えば原子力のように、あるいはロケットのように、庶民の心の遠くにあるからであろうか。しかし私は、内燃機関の道程をたどってみて、それが人間の生活を向上させるための、庭先で回したいための素朴^{そぼく}な願いから出発し、現在もなおその心が技術を心がける人々の中に脈々と受け継がれているのを見るがゆえに、そこに限りない人間性を見いださざるを得ないのである。内燃機関は、生まれて一〇〇年以上が過ぎた。そして、いまなお、それを動力とする自動車と共に、技術の先端に立っている。その理由は、それがますます人間と、人間の生活と密接に結びついてきているからにほかならない。

エネルギーの枯渇が云々され、省資源が叫ばれ、さらに公害対策が一層追究されねばならぬとき、エンジンの、そして自動車の技術課題は無限である。そしてヒューマニズムに立脚して現代技術を駆使できる自動車技術者は幸せであり、その努力による無限にひろがる未来を夢みるものである。 (一九八〇年八月)

目次

新版によせて	3
『エンジンの心』序文より	5
1 エンジンなぜ生まれたか	14
2 胎動期の傑作、ニューコメンの蒸気機関(エンジン)	20
3 模型から生まれたワットの蒸気エンジン	24
4 内燃機関はいかにして生まれたか	30
付録A 4 圧縮比と熱効率	33
5 オットーの心	35
6 オットーエンジン完成の真相	38
7 ピストンとシリンダーの問題	42
付録A 7 エンジンの寿命を左右する病気	51

8	エンジンの寿命とシリンダー	54
9	もう一人の天才、サジ・カルノー	63
	付録 A 9 エンジンにおけるエクセルギーとアネルギー	69
10	カルノーの夢、断熱エンジン(I)	72
	付録 A 10 理論サイクルにおける熱損失と排気エネルギーの回収	84
11	カルノーの夢、断熱エンジン(II)	87
	付録 A 11-1 複合エンジン(コンパウンド・エンジン)の元祖	94
	付録 A 11-2 断熱エンジンの燃焼	94
	付録 A 11-3 断熱エンジンの研究の成果	99
12	排気エネルギー利用の先駆もオットー	101
	付録 A 12 オットーの二段膨張エンジン	108
13	冷却の問題(I)	109
14	オイルクーラーの話	116
15	H M M S (Hino Micro Mixing System) の話	121
	付録 A 15-1 直接噴射式と副室式ディーゼルエンジンの NO_x	124
	付録 A 15-2 シリンダーの中の空気の乱れと H M M S	127
	付録 A 15-3 H M M S の仮設	131
16	冷却の問題(II)	138
	付録 A 15-4 H M M S における乱れ発生のメカニズム	136
	付録 A 16 コンテッサの冷却系	149
17	エンジンコンパートメントに託された運命	152
18	第三帝国を滅亡させたエンジンコンパートメント	158
19	国を救ったエンジンコンパートメント	169
20	双子の美人、四つ子、そしてその運命	172
21	ポルシェのものまね	178
22	ダイムラーをコピーしたロールスロイス	182
23	ノッキングの話	193
24	省エネと戦車デザイナー	204
25	国を救ったデッドコピー	209
26	T 34戦車の謎	215
	付録 A 26 T 34戦車用 B 2 (または V 2) ディーゼルエンジン	222
27	星形エンジンのロマン(I)	224
	付録 A 27-1 アイデア一杯、グノームエンジンのからくり	230
	付録 A 27-2 ガス電の航空エンジン―神風・天風とその発展	231

- 28 星形エンジンのロマン(II) 237
 付録A 28 ABCエンジンのトラブル 249
- 29 墜ちた星々の群像 253
 主張を残した猿六村 261
 付録A 30 1 エンジンの内部モーターメント 268
 付録A 30 2 カントン・ウネ・システム 273
 付録A 30 3 ベンツ・フォーミュラエンジンとサルムソンエンジンの類似性 276
- 31 星は再びまたたくか? 281
 付録A 31 ゴッヒエ航空ディーゼル 291
- 32 パッカードの栄光と悲劇(I) 296
 33 パッカードの栄光と悲劇(II) 313
 付録A 33 1 パッカード・ディーゼルの燃焼について 323
 付録A 33 2 パッカード・ディーゼルのシリンダーの止め方 325
- 34 パッカードの栄光と悲劇(III) 328
 付録A 34 シリンダーライナーのキャピテーション・ピッチング 335
- 35 ボイジャーと航研機 340
 付録A 35 航研機のリーンバーン(稀薄燃焼) 347
- 36 ダイムラー・ベンツDB601エンジンの謎(I) 353
 付録A 36 ディナ・パナールのエンジン 360
- 37 ダイムラー・ベンツDB601エンジンの謎(II) 362
 付録A 37 日野EA100エンジン 368
- 38 ダイムラー・ベンツDB601エンジンの謎(III) 369
 付録A 38 1 アルファ・ロメオP2エンジン 379
 付録A 38 2 DB601エンジン 381
 付録A 38 3 DB601エンジンのクランク軸ベアリングのトラブル解析補足 385
- 39 これからのエンジンは?(I) 395
 付録A 39 1 ディーゼルエンジンの燃焼および後処理の進化 415
 付録A 39 2 触媒エンジン 421
- 40 これからのエンジンは?(II) 423
 付録A 40 1 ハイブリッド商用車とバラレル方式 444
 付録A 40 2 予混合火花点火水素エンジン 445
- 41 これからのエンジンは?(III) 447
 付録A 41 1 トラックの騒音 470
 付録A 41 2 トヨタ・日野協同開発のガスタービン 473

目 次

42	未来に向けて	477	
	付録 A 41 3	ガスタービンとディーゼルエンジンの燃費	474
	付録 A 41 4	液体水素エンジン	475

文献
494



写真1-1 ベルサイユ宮殿(1667~1688) メインビルディング中央から南ウイング



写真1-2 ベルサイユ宮殿 ラトラの泉水から1マイルに及ぶ賓客用運河を望む(庭園には贅をこらした泉水だけでも10以上もある)

1 エンジンなぜ生まれたか

発明のニーズ、それは人間の幸福への追求。
発明のニーズ、それはベルサイユの水

水役人ホイヘンスのアイデア

記録によると、ベルタ・ベント夫人(Berta Benz)が二人の子供を乗せて敢行してしまっただのが初のグランドツーリング(長距離走行)であるが、史上二番目のそれはアルマン・プジョー(Armand Peugeot)によってパリとブレスト間で行われたとある。このドーバー海峡に面したフランスの港町ブレストから急行でパリに向かうと、パリ市内のモンパルナス駅にあと二〇分というところで、左側に広がる森陰に有名なベルサイユ宮殿が望める。

周知のように、この宮殿はルイ十四世によって一六六七年から八八年まで二一年間の歳月をかけて建てられたもので、長さ四二五メートルのメインビルディングをはじめとするいくつかの建物からなり、一万人の賓客を接待でき、アペリチフ(食前に飲談しながら飲む酒)を舟の上で楽しませるために門から玄関まで掘られた運河の長さは一マイル(約一・六キロメートル)に及ぶ(ちなみに、東京駅の赤レンガの駅舎の長さは三二〇メートルである)(写真1-1、1-2)。

ルイ十四世の水役人(Wasserkünste)であったクリスチャン・ホイヘンス(Christian Huygens)は、この広大

ただ者ではなく、いわゆるホイヘンスの原理や、土星の環の発見者、さらに歯車付振り時計の発明者として知られるオランダの物理学者で、このエンジンを案出した年、外国人としては初めてのパリ・アカデミー会員となっている(図1-2)。なお、ホイヘンスが腐心した揚水装置は、その後一二年たった一六八五年に、直径一二メートルの水車を十四台用いて完成し、一日三〇〇立方メートルの水の消費をようやくまかしたといわれる(日野自動車の日野工場の水の消費量は一日平均二三〇〇立方メートル、ベルサイユの水がいかに豪華に使われたか想像できよう)。

ところで内燃機関のアイデアという点だけならば、イタリアの天才レオナルド・ダ・ビンチ(Leonardo da Vinci)が、一五〇九年に類似の火薬エンジンのスケッチを書いてはいる。しかし、これはダ・ビンチの多くのアイデアがそうであるように試作まで移行された形跡はなく、ホイ

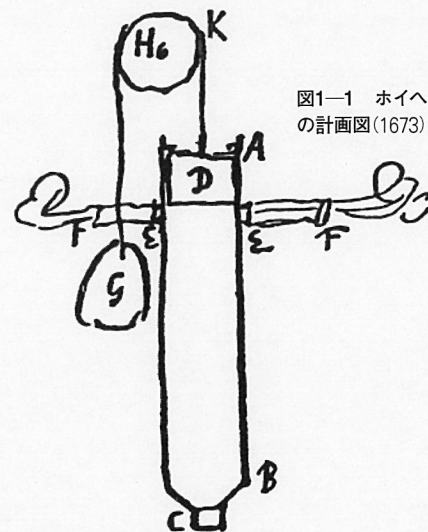
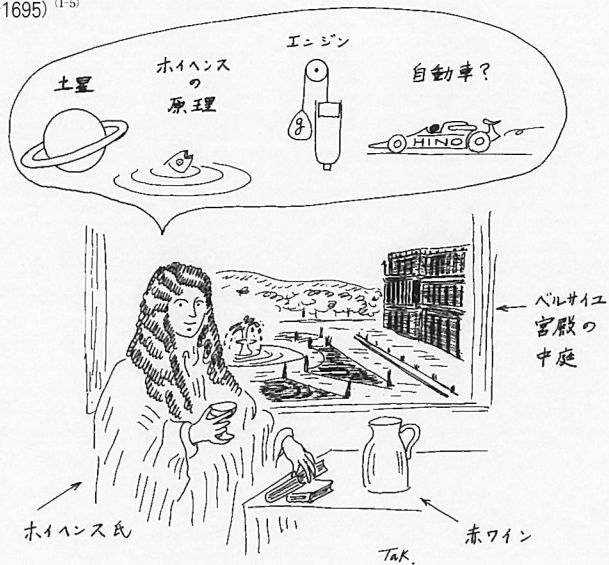


図1-1 ホイヘンスによる内燃機関の計画図(1673)

図1-2 優雅なる水役人とその発想(1629~1695)⁽¹⁻⁵⁾



な庭園の全部の植木に水をやり、噴水から水を出す責任を負わされていた。水はセーヌ河から汲み上げたことであるが、膨大な労力を要したのである(1)ことは想像に難くない。彼はより容易に給水ができないものと、日ごと夜ごと思いつめたあげく、(1)図1-1に示すような内燃機関の原形を案出するに至った。一六七三年のことである。

図のA-Bはシリンダー、Cがその中に置かれた火薬で、これに点火するとピストンDが図の位置まで上昇し、爆発したガスはシリンダーの上部に設けられた革製の逆止弁の役目を持った排気口E-Fから排出される。するとシリンダーの中は急激に真空に近い状態となり、ピストンDは今度は大気圧によって静かに下降し、その時に荷重G(例えば水)を持ち上げる。

このアイデアは、彼の兄のもとに送られた手紙に添付され後世に残ったといわれているが、具体的に幾つかのアイデアが試作され、運転も試みられた(13)。さすがこれだけのアイデアを創成させた水役人ホイヘンスは

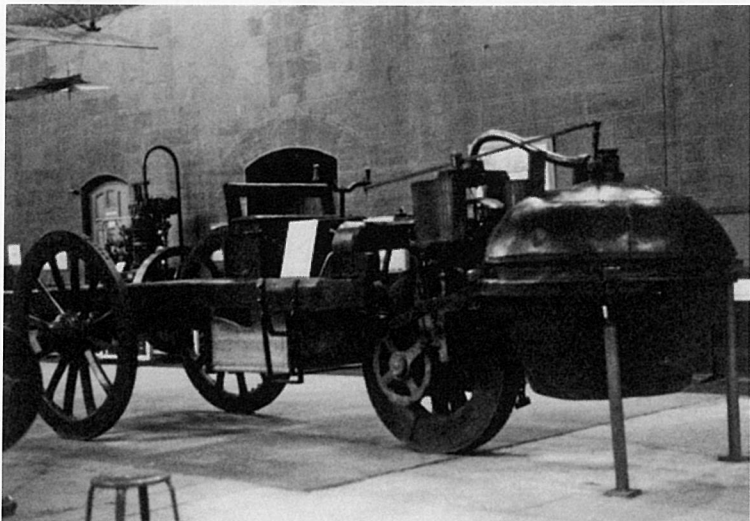


写真1-3 キュニョーの蒸気自動車(1770) パリ工芸博物館



写真1-4 クレマン・アデルの蒸気飛行機(1890) パリ工芸博物館

ヘンスもまた、これを知る由もなく、彼のエンジンは彼独自のアイデアである⁽¹³⁾。

蒸気機関(エンジン)へ発展

さて、ホイヘンスのアイデアは、同じパリに住む医学生であり、かつ工芸者であったドニ・バパン(Denis Papin)によって研究され、結局、火薬エンジンではなく蒸気エンジンへの移行が試みられた。この考えはその後多くの人達によってさらに改善が図られた結果、一七二二年ニューコメン(Newcomen)蒸気エンジンとして遂に実用化に至り、後にジェームズ・ワット(James Watt)の蒸気エンジンとして発展するのである。

交通機関としての自動車に、初めてこの蒸気エンジンを利用したのがニコラ・ジョゼフ・キュニョー(Nicolas-Joseph Cugnot)で一七六三〜一七七一年、また飛行機に利用しようとした試みの中で有名なのがクレマン・アニエス・アデル(Clement Agnes Ader)のそれで一八九〇年、いずれもパリ工芸博物館(Musee des Arts et Metiers)に現在も実物が展示されている(写真1-3、1-4)。これらは、しかしながらいずれも実用にはならず、オットーによるエンジンの発明を待たねばならぬのである。

いずれにしてもエンジンは、他の動力の発明発展と同じく、膨大な労力を機械力によって代替させたいというニーズから生まれてきたものであり、その発想は植木や噴水の水の運搬を任された一人の人間の問題意識により芽を吹き、その発展は技量をもった多くの人達によって着実に進行してきたのである。新しい技術は、問題意識と創意が技能を通じて具現される原則を、まさにエンジンの歴史の第一ページに見ることができる。