

本書復刊に関して

本書『ロータリーエンジンの20年』は、1982年（昭和57年）に弊社で編集・刊行したものである。

内容的には、実用化は不可能ともいわれていた自動車用のロータリーエンジンを開発したマツダの技術者達の開発の軌跡で、ほとんど前例のないロータリーエンジンの開発が困難をきわめたこと、またその困難を克服してゆく経過なども担当当事者によって語られた技術開発への挑戦の記録でもある。

世界各国の多くの自動車メーカーもかつてロータリーエンジンの開発に挑んだが、完成に至らずその後撤退し、マツダが唯一のロータリーエンジンの量産メーカーになった。この世界唯一ともいえる、ロータリーエンジンの開発史は、すでに半世紀前のことであるが、日本独自の技術として国内外で高く評価されている。このたびこの貴重な技術史を後世にも語り継ぎたいという思いで、本書を復刊することを企画した。

復刊にあたり、監修者の大関博氏に、内容のご確認をお願いし、ロータリーエンジンの開発において手腕を奮った達富康夫氏には、当時の回想も含めた巻頭言「山本健一さんを偲んで」を新たにお寄せいただいた。

なお、本書をお読みいただく際には、本文は文章や図版、写真などの資料も含め、すべて1982年時点で編集されていることをご理解いただきたい。

山本健一さんを偲んで

達富康夫

夢のエンジンとまで言われたロータリーエンジン（以下RE）であるが、東洋工業（現在のマツダ）の松田恒次社長が西ドイツに飛び、NSUバンケル社との仮契約を結んだのが1960年10月のことである。そして翌1961年からの助走期間を経て、1963年4月にRE研究部が発足し本格的な開発が始まった。1960年代当時、自動車業界は再編成が必要との通産省方針を受けて企業存亡の危機を感じ、オーナーとして企業存続価値を高めるためRE開発に賭けた松田恒次社長の決断に対し、RE開発責任者を命じられた山本健一さんは、社長の思いを理解しつつも、欠陥を指摘されていたRE開発について、恐らく複雑な気持ちであったと推察する。

松田恒次社長の決断、その意図を痛いほど理解した山本さんの覚悟をベースに、文字通り死に物狂いでRE開発の挑戦が始まった。RE研究部発足時のメンバーは丁度47名であった。そのメンバーを前にしての山本さんの研究部発足時の挨拶「今後我々は色々な困難にめげず、寝ても覚めてもREの開発に取り組む覚悟を持ってもらいたい。メンバー47名はあの赤穂浪士47士の……」との話しは広く知られているところであるが、今振り返ってもその後の困難に対する山本さんの悲壮な気持ちと覚悟を感じる次第である。

その気持ちと覚悟が、山本さんのRE開発におけるカリスマ的リーダーシップ



ロータリーエンジン研究部長時代の山本健一さん。

目 次

第1章 ロータリーエンジンの概要と基礎知識 9

- 1. はじめに.....10
 - (10) ワリンダートとスクーグのロータリー式内燃機関.....16
- 2. ロータリーエンジンの歴史.....11
 - (1) ラメリーのロータリーピストン式揚水ポンプ.....12
 - (2) パッペンハイムの歯車式ポンプ.....13
 - (3) ワットのロータリー蒸気機関.....13
 - (4) マードックのロータリー蒸気機関.....14
 - (5) ガロウェイの原動機.....14
 - (6) ジョーンズの石炭ガス圧縮機.....15
 - (7) オルダムとフランコットのロータリー式圧縮機.....15
 - (8) ベーレンスのロータリー蒸気機関.....15
 - (9) クーレイとウンプレービイのロータリー蒸気機関.....16
- 3. バンケルエンジンの登場.....19
 - (1) バンケル博士の生い立ちと着眼.....19
 - (2) NSU 社の協力で完成.....21
 - (3) バンケルエンジンの基本構造と作動原理.....21
 - (4) ライセンサーとライセンシー.....25
 - (5) ロータリーエンジンの種類.....25

第2章 ロータリーエンジンの原理・構造と特徴29

- 1. ロータリーエンジンの幾何学的構成.....30
 - (1) ペリトロコイド曲線.....30
 - (2) ペリトロコイドの内包絡線.....33
- 2. ロータリーエンジンの作動.....36
 - (1) 容積変化と作動行程.....36
 - (2) 行程容積と圧縮比.....37
- 3. ロータリーエンジンの主要構成部品.....39
 - (1) ローター.....39
 - (2) ハウジング.....41
 - (3) 位相歯車.....45
 - (4) 出力軸.....46
- 4. ロータリーエンジンの主要機構.....48

(1) 吸排気機構(ベリフェラルポートとサイドポート方式).....48	5. ロータリーエンジンの特徴.....62
(2) 気密機構.....50	(1) 出力のわりに小型・軽量.....62
(3) 冷却機構.....53	(2) 振動・騒音が小さい.....62
(4) 潤滑機構.....58	(3) トルク特性がフラット.....64
第3章 ロータリーエンジン開発の経緯.....67	(4) 使用回転範囲が広い.....64
1. チャターマークの解消.....68	(3) サイドポート吸入方式の開発.....80
(1) チャターマークの発生.....68	(4) 2スパークプラグの誕生.....81
(2) チャターマークとの苦闘.....69	(5) 4バレルキャブレターの開発.....82
(3) カーボンシールの開発.....71	5. 排出ガス対策と燃費改善.....83
2. オイル消費の改善.....72	(1) 実用化と同時に始まった排出ガスとの戦い.....83
(1) カチカチ山のタヌキ退治.....72	(2) サーマルリアクターの誕生と米国上陸.....84
(2) トーヨータイプオイルシールの開発.....73	(3) マスキー法案への対応とその発展.....85
(3) 金太郎アメの原理.....75	(4) オイルショックによる燃費問題表面化.....87
(4) ガス軟窒化処理技術の応用.....76	(5) 技術で叩かれたものは技術で返す.....87
3. 歯車機構の開発.....77	(6) 希薄燃焼型ロータリーエンジンの完成.....89
(1) 歯車の研究.....77	(7) 6PI機構の導入.....91
(2) 歯車の対策に向けて.....79	
4. じゃじゃ馬ならし.....79	
(1) じゃじゃ馬ロータリーエンジン.....79	
(2) 2ローターロータリーエンジンへの転換.....80	
第4章 ロータリーエンジンの主要技術.....93	
1. オイルシールの技術.....94	(1) ローターハウジングの表面処理技術.....96
2. ハウジングの表面処理技術.....96	(2) サイドハウジングの表面処理技術.....98

3. 位相歯車回りの技術.....101	(1) ローターからの信号取出し方法.....116
(1) 歯車荷重.....101	(2) イオン電極による燃焼計測.....120
(2) 歯車荷重の低減技術.....103	(3) 高速度カメラによる燃焼撮影.....122
4. ガスシール技術.....105	6. 排出ガス対策技術.....123
(1) アベックスシール技術.....106	(1) サーマルリアクター.....123
(2) サイドシール技術.....111	(2) ヒートエクスチェンジャー.....128
(3) コーナシール技術.....112	(3) キャタリストコンバーター.....129
(4) シーリンググラブ機構.....114	(4) シャッターバルブ.....132
5. 計測技術.....116	
第5章 ロータリーエンジン搭載車の実例と特徴.....133	
1. ロータリーエンジン搭載車の実例.....134	(7) カベラ(東洋工業・日本).....141
(1) NSUスパイダー(NSU・西ドイツ).....134	(8) ルーチェ(東洋工業・日本).....142
(2) コスモスポーツ(東洋工業・日本).....135	(9) サバンナRX7(東洋工業・日本).....143
(3) Ro80(アウディNSU・西ドイツ).....136	(10) ニューコスモ(東洋工業・日本).....144
(4) ファミリアロータリークーペ(東洋工業・日本).....138	(11) その他.....145
(5) C111(メルセデスベンツ・西ドイツ).....139	2. ロータリーエンジン車の特徴.....146
(6) ルーチェロータリークーペ(東洋工業・日本).....140	(1) ボンネットが低く空力特性のすぐれたボディスタイル.....146
第6章 ロータリーエンジン車のドライビング&メンテナンス.....149	(2) トップレベルの走行性と操安性, 安全性.....147
1. ロータリーフィーリング.....150	(2) ロータリーエンジンの騒音.....151
(1) ロータリーエンジンの振動.....150	(3) なめらかな運転性.....153

(4) パワフル(中高速の加速性能) ……	155	み方) ……	156
2. ドライビングとメンテナンス ……	156	(2) ロータリー車のメンテナンス ……	157
(1) ロータリー車のドライビング(楽し			
第7章 ロータリーエンジンのチューニング ……	163		
1. 吸排気系のチューニング ……	164	(3) スパークプラグ ……	178
(1) サイドポート方式 ……	164	(4) 点火時期と出力特性 ……	179
(2) ブリッジポート ……	164	(5) ドライサンブシステム ……	180
(3) セミインナーコンビポート ……	166	(6) フライホイール ……	181
(4) ペリフェラルポート ……	167	4. さらにパワーアップするために ……	182
(5) ポートタイミングの選定 ……	167	(1) レーシングロータリーターボ ……	182
(6) キャブレター ……	168	(2) 排気量アップ ……	182
(7) キャブレターの燃料切れ対策 ……	170	5. モータースポーツ活動 ……	183
(8) インレットマニホールド ……	170	(1) コスモスポーツ, マラソンにデビュー	183
(9) フューエル・インジェクション ……	171		
(10) 排気系のチューニング ……	172	(2) ファミリアロータリークーペ ……	185
(11) レーシングサイレンサー ……	173	(3) ルマン初挑戦 ……	186
2. 燃焼室及びアベックスシール他 ……	174	(4) ロータリークーペからカペラへ ……	187
(1) 燃焼室形状 ……	174	(5) サバンナRX3,100 勝!! ……	188
(2) アベックスシール ……	174	(6) 13B, 富士GCに登場 ……	189
(3) シール合わせ ……	175	(7) RX7 デイトナを制す ……	192
3. 点火装置他 ……	177	(8) 世界の三大耐久レースに活躍する	
(1) ディストリビューター ……	177	RX7 ……	193
(2) イグナイター ……	178	(9) '82年デイトナ2階級制覇 ……	195

第8章 ロータリーエンジンの今後 ……	199		
1. 自動車用ロータリーエンジンの展望 ……	200	(6) 多ローターロータリーエンジン ……	210
(1) 希薄燃焼型ロータリーエンジン6PI	200	2. 自動車用以外への応用例 ……	212
……………	200	(1) 自動二輪車 ……	212
(2) 電子燃料噴射式ロータリーエンジン	203	(2) スノーモバイル ……	213
……………	203	(3) 高速艇および船外機 ……	213
(3) 層状給気式ロータリーエンジン ……	204	(4) 軽飛行機, ヘリコプター ……	214
(4) 過給式ロータリーエンジン ……	207	(5) はん用, 工業用エンジン他 ……	215
(5) ディーゼルロータリーエンジン ……	209		
参考文献の紹介 ……	219		

1. チャターマークの解消

(1) チャターマークの発生

昭和34年暮，“NSUバンケル，ロータリーエンジン開発に成功”のニュースは全世界に伝わり，この夢のエンジンは，関係者の驚きと関心を引き起こした。

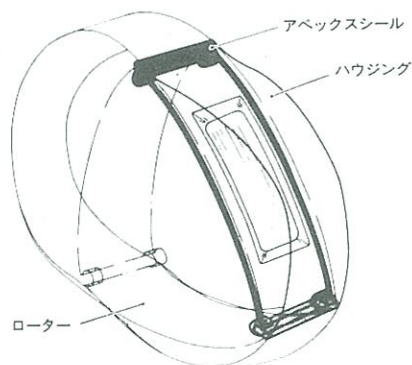
世界の自動車メーカーは，米国のカーチスライト社がまず，NSU社と技術提携し，日本の東洋工業も，昭和36年にNSUと提携を結んだ。

開発状況の修得と，現状での問題点を明らかにするため，技術者による研修団がNSU社に派遣された。当時NSU社では，250ccと400ccのエンジンテストが実験室と実車で進められていた。

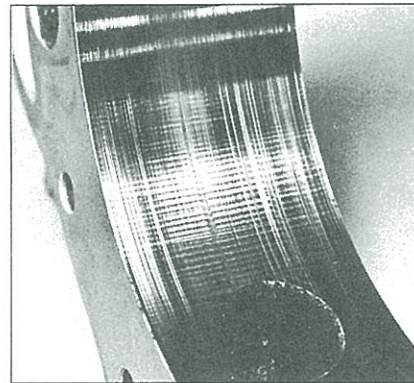
開発は順調にしているものと期待を持ってきた研修団がそこで見たものは，“チャターマーク”と呼ばれるローターハウジングの波状摩耗であった。ある日突然，それまで快調に回っていたエンジンが回らなくなってしまうのである。

ここでチャターマークについてももう少し詳しく述べてみたい。

ロータリーエンジンは，膨張，排気の作動が，ハウジング内の決まった部分で



〔図1〕 アベックスシールのしゅう動



〔図2〕 チャターマーク

(4) オイルショックによる燃費問題表面化

ロータリーエンジンが世界の先頭を切ってその低公害化を実現した直後に、またしても第3の難関にぶつかった。ロータリーの低公害車が発表された、ほんの数ヵ月後の昭和48年暮に、突如として、あのオイルショックが起こったのである。

この時期に発売された低公害車は、排出ガスを浄化することを最優先として、浄化性能と耐久性に重点をおいていた。このため混合気を多少濃くしたり、点火時期を遅らせていたので、その分だけどうしても燃費は悪くなる傾向にあった。そのタイミングを狙ったかのように起こったオイルショックにより、省エネルギーがいつせいに叫ばれるようになり、ロータリーエンジンの前に、燃費改善という新たな技術的課題が登場した。

このため技術陣は、ロータリーエンジンの燃費改善という第3の難関に向って休む間もなく取り組みを開始した。

(5) 技術で叩かれたものは技術で返す

ロータリーエンジンの燃費に対する風当たりが強くなっていた昭和49年1月の記者会見の席上、当時の松田社長が「ロータリー車の40%燃費改善を来秋までに実現したい」と表明すると、「そんな改善はできるはずがない」といった見方も一方ではあり、大きな反響を呼んだ。

もちろん、燃費改善の道はけわしく、排出ガス浄化の方向と相反する関係を持っていることと、エンジンの信頼性や商品性を同時に改善する必要もあったので、それは一層きびしいものであった。それでもロータリーエンジンを何とかして復活させようとする技術陣にとって「燃費40%改善」は文字どおりの至上命令であり、「技術で叩かれたものは技術で返す」を合言葉に一丸となって取り組んだ。エンジン本体の改良、キャブレターや点火時期などのセッティング関係、排出ガスを浄化する装置の改善などの特別プロジェクトチームも発足し、それぞれのグループが小集団活動で毎日夜遅くまで討議を重ねていった。

その中から出てきた燃費改善のアイデアは机上検討と、確認テストにより振り

ンジン搭載性、サービス性の向上等を図りながら空力特性のすぐれたボディスタイルとしている。

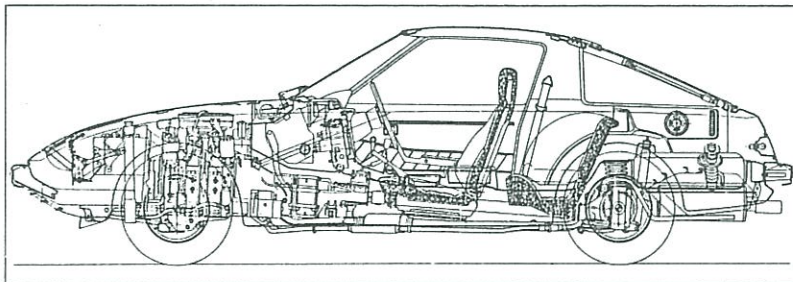
(2) トップレベルの走行性と操安性、安全性

使用回転域が広くトルク特性がフラットであるため、市街地のノロノロ走行から高速道路での高速連続走行までカバーでき、かつ加速性能にすぐれている。これは最高速 180~195km/h, 0 → 400m 15.7~16.9 秒(5人乗り), トップギアで 20~30km/h からでも加速が可能なねばり特性に表われている。

この高性能を生かすために、スポーティカーはもちろんのこと、ファミリーカーでさえ、その性能に見合うだけの装備が確保されており、操縦安定性、安全性など、常にその時代のトップレベルのものであった。それらの装備にはディスクブレーキ(4輪ディスクを含む)、衝撃吸収チルトハンドル、3点式シートベルト、安全合わせガラス、扁平ラジアルタイヤ、リアロック防止のプロポーションングバルブ等がある。トレッドの拡大などの足回りの改良も含め、市販車のリーダー的存在であるといえる。

この高性能ぶりはオートマチックトランスミッション車についても同じであった。使用回転域が広く、回転の立上がりが早いため、発進時のもたつきがなく、スムーズな加速感とレスポンスの早さはオートマチック車の評価を一変させるものであった。

〔図17〕 サバンナRX7透視図



ロータリーエンジンの20年

開発初期の経緯とその技術的成果

2018年6月26日 初版発行

監修 大関 博
著者 大関 博、柴中 顕、磯村定夫、田窪博一、
本田泰夫、船本準一、山本修弘
発行者 小林謙一

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(代) FAX 03-3291-4418
振替 00160-2-14691

印刷・製本 モリモト印刷株式会社