

2

久留米工業大学
インテリジェント・モビリティ研究所 研究報告

2018

目次

学長挨拶	P1
所長挨拶	P3
研究論文	
山口 卓也・具 範謀 大型ディーゼルエンジンにおける機械損失解析（第1報）	P7
東 大輔・田中 基大・服部 雄紀・金子 寛典・リチャード リー AI搭載対話型自動運転パートナーモビリティを用いた新たな福祉サービスデザイン	P15
田中 基大・松尾 重明 介護施設における介護負担を軽減する歩行補助装置の開発	P21
松中完二 フェラーリとランボルギーニ — 「スーパーカー」の定義と存在意義 part2 —	P27
インテリジェント・モビリティ研究所 活動報告	P65
外部委員	
共同研究	
研究業績	
編集後記	

発刊のことば



学長 今泉勝己

近年の科学技術の発展は目覚ましく、これまで以上に、社会は急速な変革を迎えることになるでしょう。1つ目は医療技術の進歩などで、今、長寿化が進んでいる我が国の平均寿命はさらに延びること。その結果、高齢になっても自分のスタイルで働いているのが普通という時代の到来が見えてきます。2つ目は人工知能(AI)やロボット技術の発展が様々な新しい技術・サービスを出現させること。そして3つ目がインテリジェント・モビリティによる新たな移動サービスの出現です。かつて夢物語であった自動運転が、いよいよ現実のものとなろうとしています。本学がインテリジェント・モビリティ研究所を設立したのは平成27年11月。来るべき高齢社会と自動運転の時代を見据え、車いすの自動運転システムの開発に注力してきました。その取り組みが評価され、このたび文部科学省の平成30年度 私立大学 研究ブランディング事業に「Society5.0に基づき、先進モビリティ技術で多様な方々が能力を発揮できるいきいき地域づくり」というテーマで採択されました。本学はインテリジェント・モビリティ研究所を中心に全学科の叡智を結集し、先進モビリティ技術で多様な方々の生活を豊かにするサービスの社会実装を推進します。

一方、大学の使命は、知識と技術の教授だけではなく、人格の陶冶にもありま

す。本学で学ぶ中で人間力を培っていただきたい。今や囲碁や将棋の世界においてAIが勝つ時代になりました。しかし、それは膨大な情報の収集力によるものであって、対して人間の考える力は無限です。他者の痛みを思いやる心、優しさ、礼節こそが人間の人間たるゆえんではないでしょうか。仲間と切磋琢磨する中で、想定外を克服する人間力も身につけていただきたい。世界に誇れる日本のものづくりの基本は高品質です。それを支えるのは人間力です。本学の建学の精神でもある「人間味豊かな産業人の育成」の達成を切望するものです。

発刊のことば



所長 東 大輔

単なる移動手段ではなく、知性（インテリジェンス）のあるパートナーのようなノリモノ（モビリティ）を研究し、モビリティ社会に新たな価値を提案する。これがインテリジェント・モビリティ研究所の名前に込めた想いです。ユーザーの気分に応じて対話で行き先を相談し、自動運転で連れて行ってくれるモビリティ。そんなモビリティで社会課題を解決し、内閣府が推進する全ての人々がいきいきと暮らせる社会「Society 5.0」の実現に貢献したいと考えています。

Society 5.0 で特に期待されているのが介護福祉分野であり、本研究所では、高齢や障がいなどで移動に困難を抱える方々の生活を支援するスマート・モビリティ（対話型自動運転車いす）の研究開発プロジェクトに注力しています。自動車工学教育機関を母体とする本学は、自動車開発を経験した研究者を多く配しており、外部連携力やスピード感、商品化に向けた技術力などが強みです。本プロジェクトではその強みを活かし、地域の自治体や介護福祉団体、協力企業と深く連携して、研究所開所からわずか2年足らずの平成29年8月には「人工知能を搭載した対話型自動運転車いす」の基本システムを全国に先駆けて開発しました。すでに社会実装に向けた実証試験を進めており、関係団体、省庁、自治体から大きな期待をいただいています。

超高齢社会に入っている我が国では、高齢者の孤立や引きこもりが大きな社

会課題となっています。スマート・モビリティで移動の不安が解消されれば、ご高齢の方々が高いスキルや知見を活かして社会参画する機会を増やすことができ、新たなサービスやビジネスを創出することも可能です。多様な方々が能力を活かして社会参画し、支えられる側から支える側になり、心からいきいきと笑顔で暮らす。そんな社会の実現に貢献したいと我々は考えています。

もう一つ、本研究所が注力しているのは自動車の魅力を若者に伝えることです。若者の自動車への興味が弱まりつつあることは、技術立国である我が国の経済にとって大変深刻な課題です。自動車は数万点のパーツからなり、さらに販売はグローバル展開のため、その開発から生産にかかる産業（雇用）規模は他に類を見ないほど莫大だからです。我々は先進的な研究を通して自動車の魅力を分かりやすく若者に伝えたいと考えており、自動車の大きな魅力の一つであるエンジンの研究に注力しており、自動車メーカーと同様の環境で試験できる素晴らしいエンジンベンチも稼働し始めました。また、自動車高速操縦安定性に関する研究にも取り組んでいます。さらに、科学研究費の助成を受け、美しさと空力性能を融合したカーデザインを提案する自動車デザイン開発エキスパートシステムの研究も進めています。

今後は、航空機やバイクなど自動車以外のモビリティの研究も強化したいと考えています。現在は科学研究費の助成を受けながら、未来を感じる斬新なデザインと空力性能を融合した次世代航空機のデザイン研究を進めています。また、バイクの高速操縦安定性に関する研究でも大きな進展がありました。

インテリジェント・モビリティ研究所の研究成果が人々の生活を豊かにする一助になれば幸いです。また、その研究活動から学生諸君が工学の意義や魅力に気づき、社会を支えるエンジニアに育ってくれることを願っています。

研究論文

〔論文〕

大型ディーゼルエンジンにおける機械損失解析 (第1報)

山口 卓也*¹ 具 範謀*²

Analysis of Mechanical Loss in the Heavy Duty Diesel Engine (First Report)

Takuya YAMAGUCHI*¹ Koo Beommo*²

Abstract

Diesel engines have been strongly required the further improvement of thermal efficiency. Increase of compression ratio and excess air ration is the one of approach for improvement of thermal efficiency. However, improvement of thermal efficiency may not be obtained because of increase of friction loss, if above approach is applied. In this study, the effect of compression ratio and excess air ratio on friction loss was investigated by the experiment and 1-dimensional simulation.

Key Words : heat engine, compression ignition engine, measurement/diagnosis/evaluation

1. はじめに

ディーゼルエンジンは熱効率が高くCO₂の排出が少ない内燃機関である。その一方で、ディーゼルエンジンは地球温暖化の抑制およびエネルギーセキュリティーの観点からさらなる正味熱効率の改善が強く求められている。ディーゼルエンジンの正味熱効率の改善を熱力学の基本に立ち戻り検討した場合、オットーサイクルの理論熱効率の式に代表されるように、理論熱効率は圧縮比および比熱比の関数として示され、圧縮比の増加や高過給化による比熱比の増大が正味熱効率の向上へのアプローチのひとつであると考えられる。しかし、このような正味熱効率の改善へのアプローチは、図示仕事の増大に寄与することが期待される一方で高圧縮比化や高過給化に伴いシリンダ内最高圧力が高まることにより機械損失の増大を招き、その結果として十分な正味熱効率の改善を得ることができないことも予測される。そこで本報では大型単気筒ディーゼルエンジンにおいて、圧縮比と空気過剰率を変化させた実験を行い、これらが正味熱効率の改善と機械損失に及ぼす影響について調べた。また、圧縮比と空気過剰率の変化が、エンジン内部の運動部品における摩擦損失への影響について1次元エンジン潤滑モデルを用いて解析を行ったので、その結果について報告する。

2. 研究用単気筒エンジン

2.1. 研究用単気筒エンジン

実験に使用した高過給単気筒ディーゼルエンジンの主要諸元および外観を表1 および図1 に示す。本実験エンジンは、大型商用車用エンジンにおける高過給を前提に考えているためシリンダ内最高圧力 $P_{max}=30\text{MPa}$ に耐え得る単気筒エンジンの仕様である。

Table 1 Engine specifications

Item	Specifications
Engine type	DI single cyl. 4 valve
Displacement cm ³	2004
Bore x Stroke mm	135x140
Max. engine speed rpm	2000
Injection system	Common rail system (Max. Pinj=300MPa)
Nozzle mm	Minisac 0.181x9-150°
Piston material	Steel (Monotherm)
Combustion chamber	Shallow dish
Compression ratio	18, 22, 26, 30
Swirl ratio	1.4
Aspiration	Externally supercharging
EGR system	High pressure loop

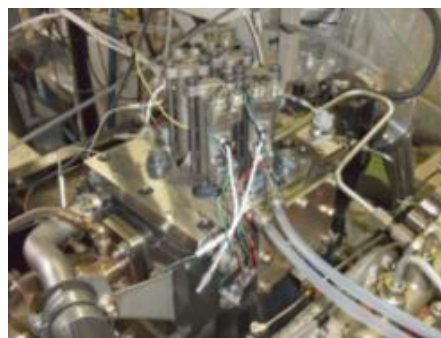


Fig.1 Appearance of single cylinder diesel engine

*¹交通機械工学科 *²自動車システム工学専攻

* 原稿受付 2019年8月31日

2.2. 動力・燃費・排出ガス計測装置

本実験のエンジンの動力性能は、明電舎製の動力計で計測した。燃料流量は容積式燃料流量計（小野測器製：FP-2000/20）を用いて計測した。

2.3. 供試燃料と潤滑油

供試燃料は低硫黄分の軽油（JIS2号，S分5ppm）を使用した。低位発熱量は $H_u=42970\text{kJ/kg}$ である。また、潤滑油は低サルファエンジンオイル（SAE10W30）を使用した。

3. 実験条件

本研究における高過給単気筒ディーゼルエンジンの実験は大型商用車の常用運転域を考慮して機関速度 $N_e=1200\text{rpm}$ ，燃料噴射量 $Q=120\text{mm}^3/\text{st}$ の条件で行った。圧縮比は $\epsilon=18$ から $\epsilon=22, 26, 30$ に変化させ実験を行った。空気過剰率は過給圧を調整することで、各圧縮比の条件において $\lambda=2, 3, 4$ に変化させて実験を行った。図2は本実験における過給圧 P_b と空気過剰率 λ の関係を示したものである。また、本実験における燃焼開始時期は燃料噴射時期を調整し、上死点となるようにしている。

Table 2 Experimental conditions

Ne rpm	Q mm ³ /st	ϵ	λ	Pinj MPa	SOC deg	IVC deg	IVO deg	EVC deg	EVO deg
1200	120	18	2 - 4	200	TDC	540	369	360	180
		22							
		26							
		30							

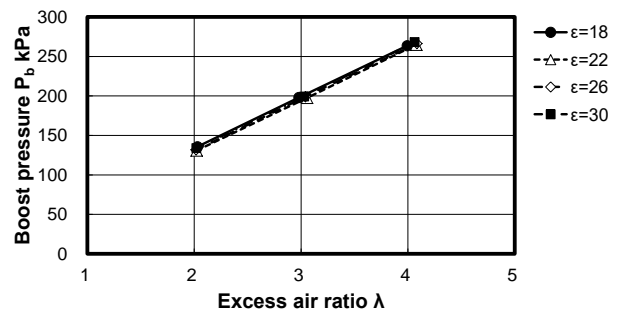


Fig.2 Relationship between boost pressure and excess air ratio

4. 実験結果

図3, 4, 5, 6は圧縮比と空気過剰率に対する図示平均有効圧力(IMEP_net), シリンダ内最高圧力(P_max), 摩擦平均有効圧力(FMEP), および正味熱効率(BTE)の変化を示したマップである。IMEP_netは図3に示すように、圧縮比および空気過剰率の増加に従って大きくなる傾向であり、圧縮比 $\epsilon=26$ ，空気過剰率 $\lambda=4$ に近い領域において最も大きくなる。このことから、圧縮比と空気過剰率の増大はIMEP_netの向上に対し有効なアプローチであることが示される。その一方で図4のP_maxのマップが示すように、P_maxは圧縮比と空気過剰率の増加に従い上昇し、 $\epsilon=30, \lambda=4$ の条件において $P_{max}=29.3\text{MPa}$ に達する。このため、図5に示すように、FMEPが圧縮比と空気過剰率の増大に伴うP_max上昇の影響により、圧縮比と空気過剰率の大きい領域において増加している。これらの実験結果は、IMEP_netとFMEPが大きい領域が共通していることを示している。これらの結果として、図6のBTEマップに示すように、BTEはIMEP_netが最も大きくなる $\epsilon=26, \lambda=4$ 近傍の領域で向上を得ることができず、 $\epsilon=22, \lambda=3$ 付近の領域においてBTEは最も高くなる。以上の実験結果は、高圧縮比化と空気過剰率の増大は高いIMEP_netを得ると同時にP_maxの上昇によるFMEPの増大も伴い、IMEP_netが最も高くなるような圧縮比と空気過剰率の領域においてBTEの改善ができていないため、この領域におけるFMEPの低減が必要であることを示唆している。

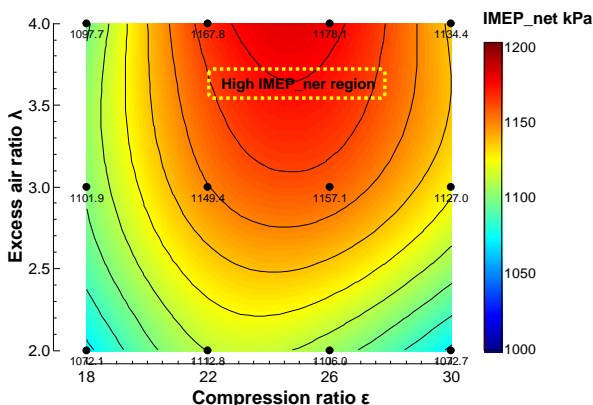


Fig. 3 The effect of compression ratio and excess air ratio on IMEP_net (Ne=1200rpm, Q=120mm³/st)

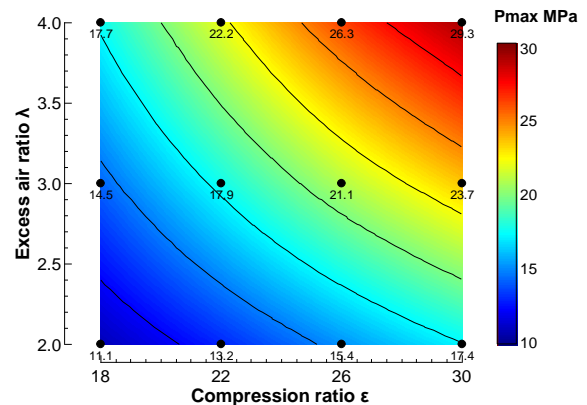


Fig. 4 The effect of compression ratio and excess air ratio on P_max (Ne=1200rpm, Q=120mm³/st)

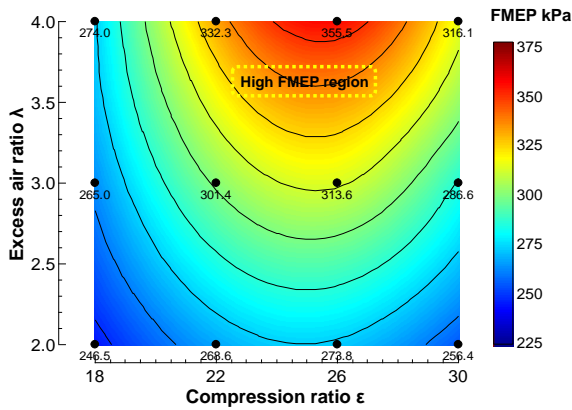


Fig. 5 The effect of compression ratio and excess air ratio on FMEP (Ne=1200rpm, Q=120mm³/st)

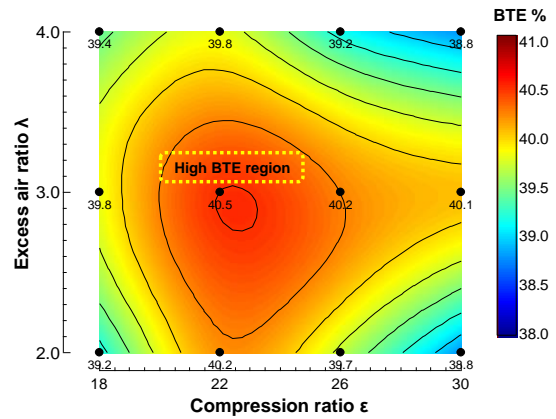


Fig. 6 The effect of compression ratio and excess air ratio on BTE (Ne=1200rpm, Q=120mm³/st)

5. 1次元エンジン潤滑モデルによる摩擦損失解析

前章において実験結果が示したように、圧縮比と空気過剰率の増加に伴う P_{max} の上昇は FMEP の増大を招き、正味熱効率の向上への妨げとなっている。そこで、本章では、圧縮比と空気過剰率の増加による P_{max} の上昇のエンジン内部における運動部品の摩擦損失への影響を 1次元エンジン潤滑モデルにより解析を行ったので、その結果について述べる。

5.1. 1次元エンジン潤滑モデル

圧縮比および空気過剰率の変化した際にエンジン内部の主要運動部品における摩擦損失動力がどのように変化しているかを把握するために、GT-SUITEにて作成した 1次元エンジン潤滑モデルを用いて解析を行った。図7は作成した 1次元エンジン潤滑モデルと摩擦損失動力を求めたエンジン内部の各運動部品を示す。1次元エンジン潤滑モデルは、エンジン各部の寸法および質量などのエンジン各部品の主要諸元をモデルに反映することで構築されている。本解析モデルにおいて、ピストンリング、ピストンスカート部、ピストンピンベアリング、クランクピンベアリング、クランク軸のメインジャーナル部ベアリングおよびバランスシャフトベアリングにおける摩擦損失動力が算出される。また、本解析モデルではコモンレールシステムにおける燃料ポンプの駆動損失やエンジンオイルポンプの駆動損失などは解析対象から除外している。1次元エンジン潤滑モデルを用いた解析モデルには、入力データとしてシリンダ内における圧力変化の履歴が必要となるが、この入力データは、上述の圧縮比と空気過剰率を変化させた実験により得られたシリンダ内圧力の計測結果を用いている。

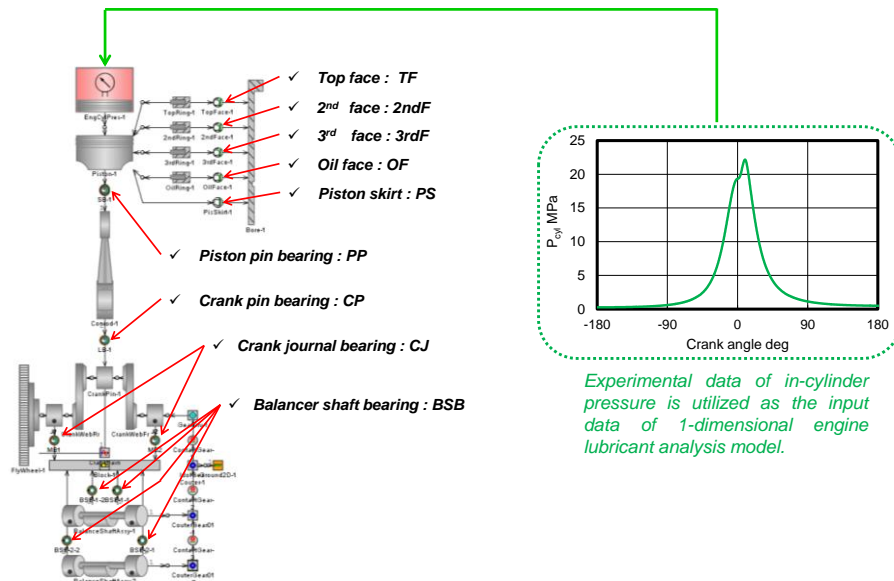


Fig.7 1-dimensional engine lubricant analysis model

5.2. 圧縮比と空気過剰率の変化に対するエンジン各部の摩擦損失動力について

図 8, 9, 10 は空気過剰率を $\lambda=2, 3, 4$ のそれぞれの条件において圧縮比 $\epsilon=18\sim 30$ に変化させた際のエンジン各部の摩擦損失動力および各運動部品において発生した摩擦損失動力の割合を示す。これらの図が示すように、エンジン各部の摩擦損失動力は圧縮比および空気過剰率の増大に従い増加していき、主要な摩擦損失動力の発生がクランク軸のメインジャーナルベアリングとクランクピンのベアリングであることを示している。また、圧縮比と空気過剰率の増大がピストンピンベアリング、ピストンリング、バランスシャフトベアリングなどに及ぼす影響は大きくないことを示唆している。過給圧が低い $\lambda=2$ の条件に着目すると、クランクピン部のベアリングにおける摩擦損失動力の割合は、図 8 に示すように圧縮比の増大に従って増加している。その一方で、クランク軸のメインジャーナル部におけるベアリングでの摩擦損失動力の割合は、圧縮比の増加に従って減少することが示されており、空気過剰率の低い条件における圧縮比の増大の影響は、クランクピン部のベアリングの摩擦損失動力に対して大きいと考えられる。 $\lambda=3$ および $\lambda=4$ の条件に注目した場合、図 9 および図 10 に示すように空気過剰率が高くなるに従い、クランクピン部のベアリングにおける摩擦損失動力の割合は増加する。その一方で圧縮比の増大に対するクランクピン部のベアリングにおける摩擦損失動力の割合の増加は小さい。このことから解析結果は、クランク軸のメインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力の割合に着目すると、 $\lambda=2$ および $\lambda=3$ の条件の場合、図 8 および図 9 に示すように、クランク軸のメインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力の割合は、圧縮比の増大に従って減少する。これは、 $\lambda=2$ および $\lambda=3$ の条件において、圧縮比の増大に対する、クランク軸のメインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力の

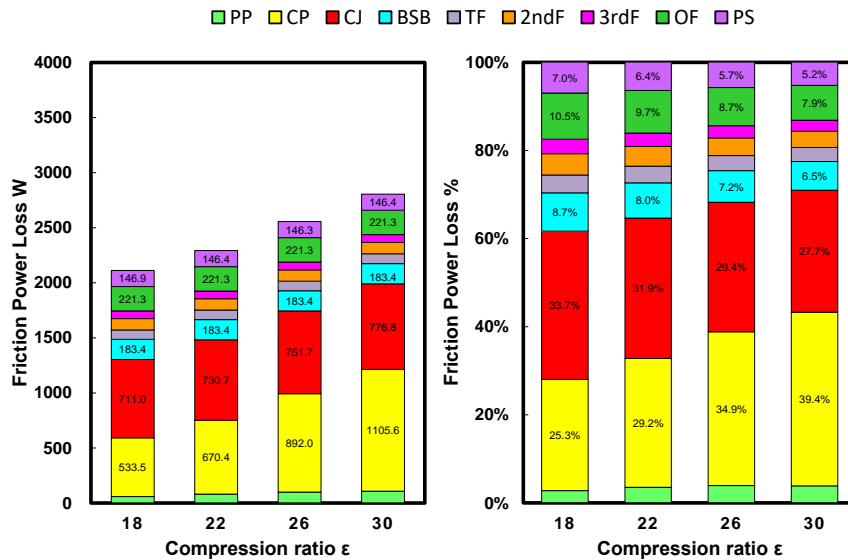


Fig.8 The effect of compression ratio on friction power loss ($\lambda=2$)

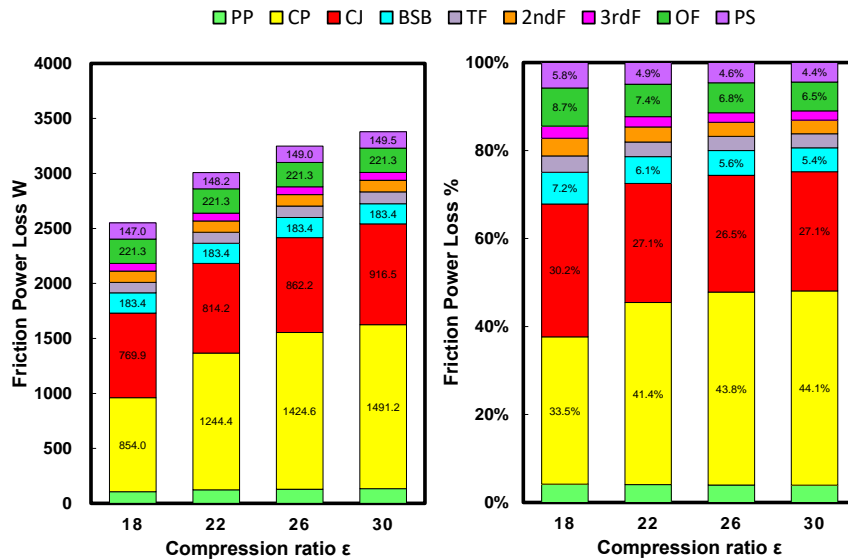


Fig.9 The effect of compression ratio on friction power loss ($\lambda=3$)

増加よりもクランクピン部のベアリングにおける摩擦損失動力の増加が大きいのである。一方、 $\lambda=4$ の条件の場合、圧縮比の増大に従って、クランク軸のメインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力の割合が増大している。この解析結果は、空気過剰率の高い条件の場合、圧縮比の増大に対する、クランク軸のメインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力の増加の方がクランクピン部のベアリングにおける摩擦損失動力の増加よりも大きいことを示しており、空気過剰率が低い条件と空気過剰率が高い条件では、傾向になることを示唆している。

以上の解析結果は、圧縮比と空気過剰率の変化がクランクピン部のベアリングおよびクランク軸のメインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力に及ぼす影響は、その条件により傾向が異なってくることを示唆している。

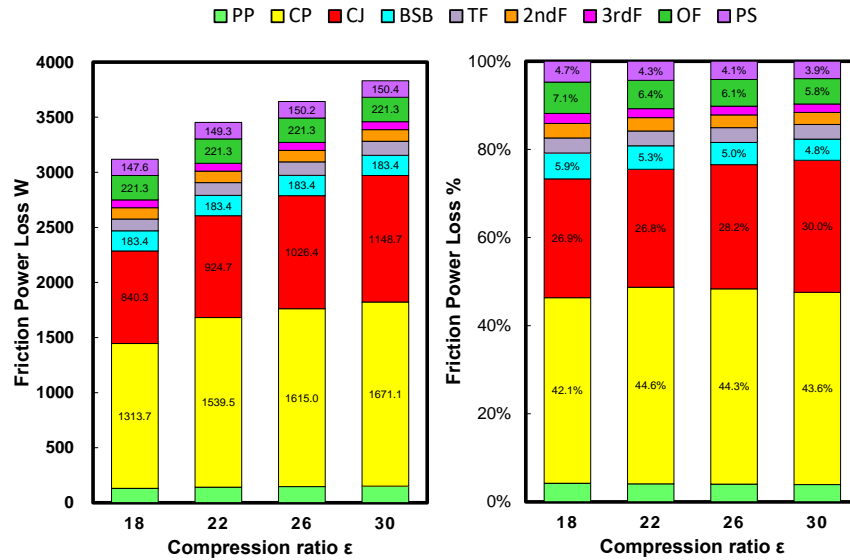


Fig.10 The effect of compression ratio on friction power loss ($\lambda=4$)

5.3. 空気過剰率の変化に対するエンジン各部の摩擦損失について

前節における解析結果は、圧縮比と空気過剰率の変化がクランクピン部およびクランク軸のメインジャーナル部のベアリングの摩擦損失動力に与える影響はその条件によって異なることを示していた。このため、本節では圧縮比と空気過剰率がクランクピン部とクランク軸のメインジャーナル部のベアリングの摩擦損失動力に及ぼす影響を詳細に調べた結果について述べる。詳細解析は、図11に示すように、クランクピン部およびクランク軸のメインジャーナル部のベアリングにおいて、圧縮比と空気過剰率の変化が吸入、圧縮、燃焼・膨張、排気の各行程中の摩擦損失の発生にどのように影響しているかを調べた。

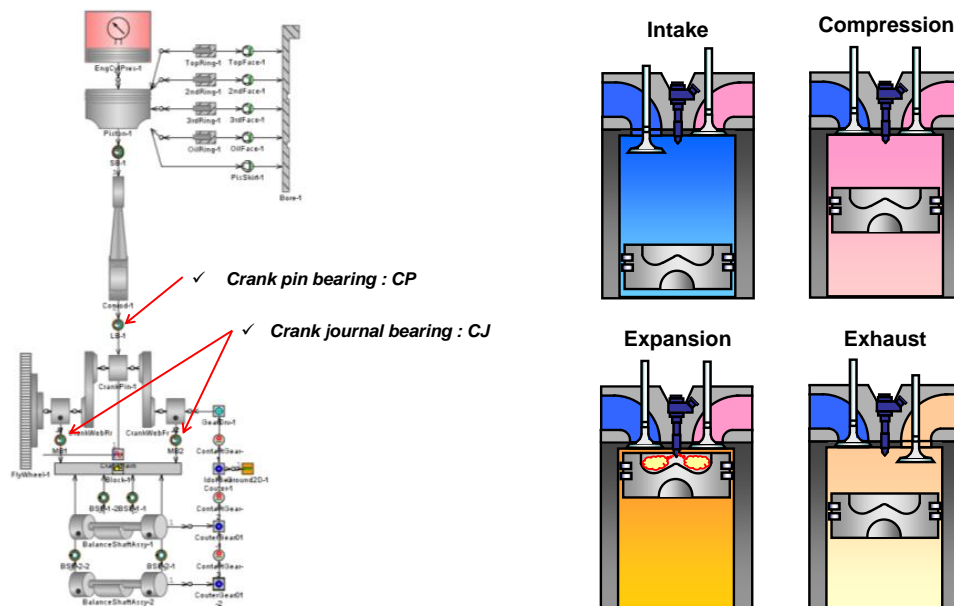


Fig.11 The detail friction power loss analysis at crank pin bearing and crank journal bearing in each process

5.3.1 クランクピン部ベアリングの詳細解析結果について

図12, 13, 14は空気過剰率を $\lambda=2, 3, 4$ のそれぞれの条件において圧縮比 $\epsilon=18\sim 30$ に変化させた際のクランクピンのベアリング部の摩擦損失動力および各行程において発生する摩擦損失動力に対する割合を示す。図12に $\lambda=2$ の条件における解析結果は、摩擦損失動力が圧縮比の増大に従って増加することを示している。また、この条件における摩擦損失動力のほとんどが膨張行程において発生することを示しており、圧縮比の増大に伴い膨張行程における摩擦損失動力の割合が高まり、 $\epsilon=26$ の条件では膨張行程で発生する摩擦損失動力の割合は55.8%に達している。図13と図14は $\lambda=3$ および $\lambda=4$ の条件における解析結果を示している。 $\lambda=3$ と $\lambda=4$ のどちらの条件においても、 $\lambda=2$ の条件と同様に圧縮比の増大に従って摩擦損失動力が増加する傾向にあるが、 $\epsilon=22$ 以上になると圧縮比の増大に対する摩擦損失動力の増加が鈍化する傾向にある。これは空気過剰率が高い条件において、圧縮比が増大しても膨張行程において発生する摩擦損失動力が大きく変化しないためであると考えられる。その一方で、 $\lambda=3$ および $\lambda=4$ の条件は過給圧が高まることから、 $\lambda=2$ の条件における場合と異なり、圧縮比の増大に従って圧縮行程における摩擦損失動力が顕著に大きくなることを解析結果は示している。 $\lambda=3$ の条件においては $\epsilon=30$ で、圧縮行程で発生する摩擦損失動力の割合の方が膨張行程で発生する摩擦損失動力の割合よりも大きくなり、 $\lambda=4$ の条件においては $\epsilon=22$ 以上になると、圧縮行程で発生する摩擦損失動力の割合の方が膨張行程で発生する摩擦損失動力の割合よりも大きくなる。前節の解析結果において、空気過剰率が低い条件($\lambda=2$)における圧縮比の増大はクランクピン部のベアリングにおける摩擦損失動力に影響することを示していたが、本節における解析結果から、空気過剰率の低い条件におけるクランクピン部のベアリングの摩擦損失動力の増加は、圧縮比の増大に伴う膨張行程での摩擦損失の増加に起因することが示唆された。また、空気過剰率を高めた際のクランクピン部のベアリングにおける摩擦損失動力の増加は、主に圧縮行程における摩擦損失動力の増加による影響であると考えられる。

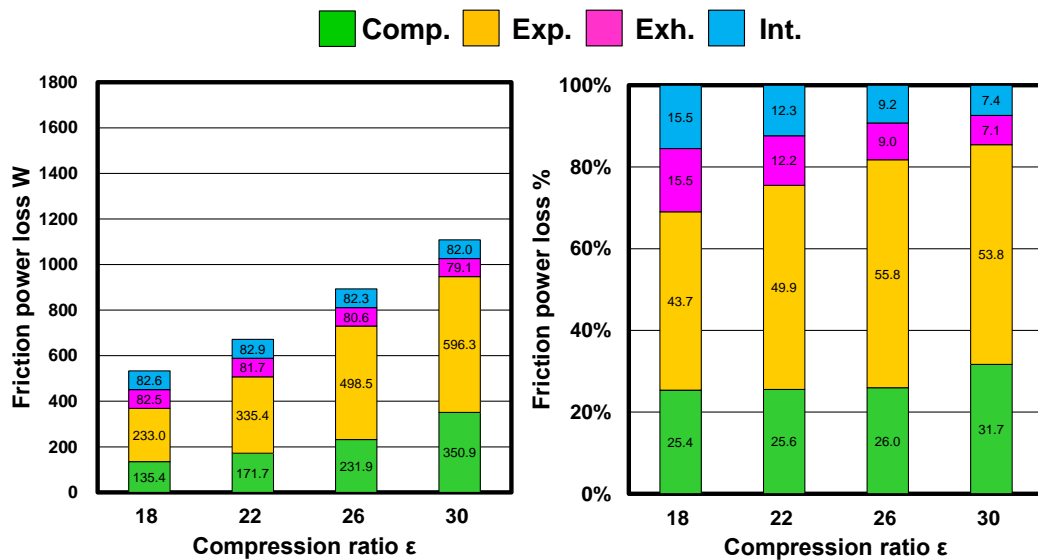


Fig.12 The effect of compression ratio on friction power loss at crank pin bearing ($\lambda=2$)

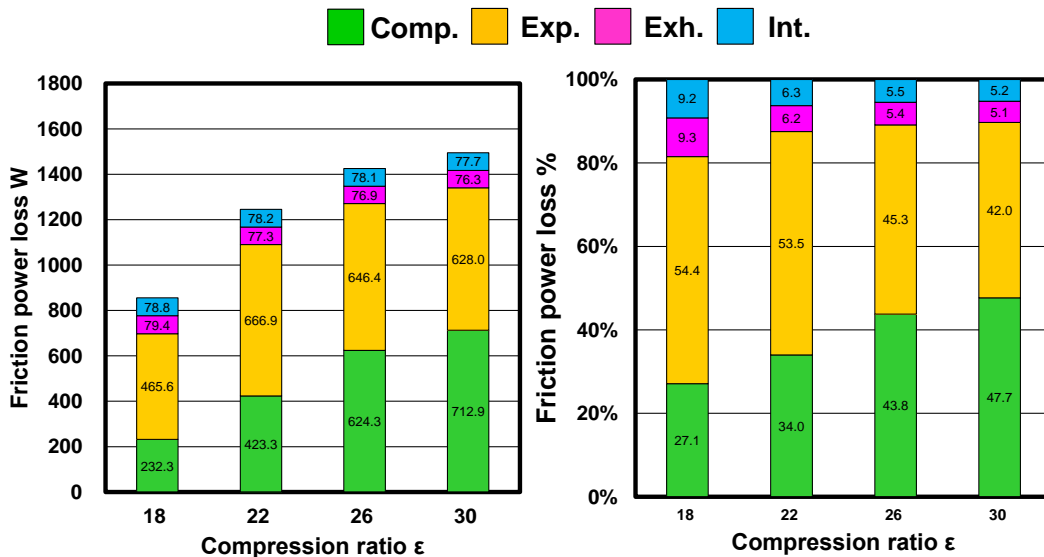


Fig.13 The effect of compression ratio on friction power loss at crank pin bearing ($\lambda=3$)

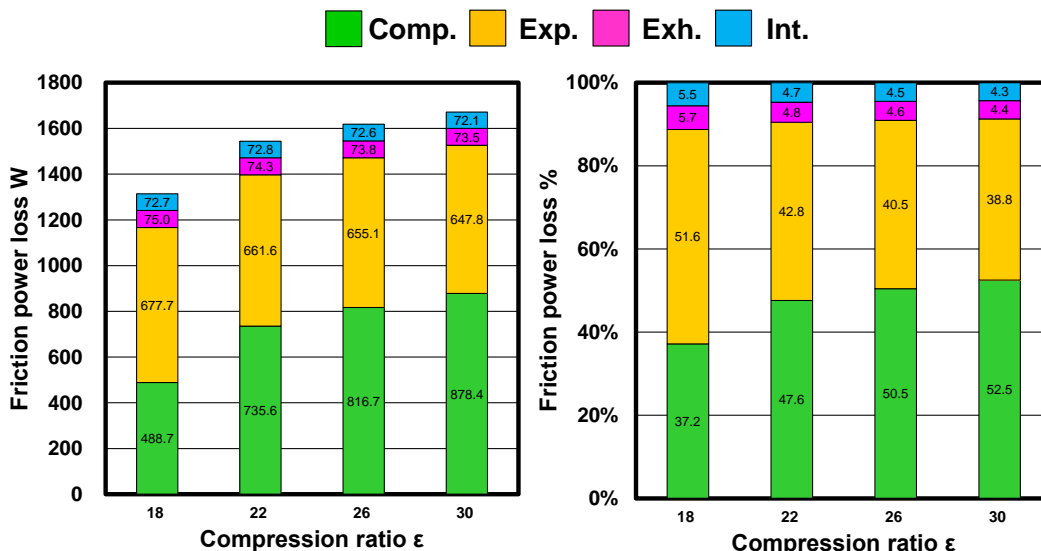


Fig.14 The effect of compression ratio on friction power loss at crank pin bearing ($\lambda=4$)

5.3.2 クランク軸メインジャーナル部ベアリングの詳細解析結果について

図15, 16, 17は空気過剰率を $\lambda=2, 3, 4$ のそれぞれの条件において圧縮比 $\epsilon=18\sim 30$ に変化させた際のクランク軸メインジャーナル部のベアリングの摩擦損失動力および各行程において発生する摩擦損失動力に対する割合を示す. 図15, 図16および図17に示すように, $\lambda=2$ と $\lambda=3$ の条件において圧縮比が増大しても摩擦損失動力が大きく変化しないのに対し, $\lambda=4$ の条件では圧縮比の増大に従って摩擦損失動力が増加している. このため, クランク軸メインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力は, 高い空気過剰率の条件において高圧縮比の組み合わせることで大きくなることが示唆される. 各空気過剰率の条件における摩擦損失動力の割合に着目すると, クランク軸メインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力は, 吸排気行程において約30~40%程度が発生しており, これらの行程における摩擦動力損失の割合は圧縮比と空気過剰率の増大に従って減少することが解析結果より示されている. また, 圧縮行程と膨張行程における摩擦損失割合に着目すると, すべての条件において膨張行程で発生する摩擦損失動力の割合が圧縮行程で発生する摩擦損失動力の割合よりも大きくなっており, クランク軸メインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力の約35~40%が膨張行程で発生していることを示している.

8. まとめ

大型ディーゼルエンジンにおいて圧縮比と空気過剰率が摩擦平均有効圧力(FMEP)およびエンジン内部における摩擦損失に及ぼす影響を実験と1次元潤滑モデルにより調べ以下の結論を得た.

- (1) 圧縮比と空気過剰率の増大は高い図示非金有効圧力を得ると同時にFMEPの増加も伴うため十分な正味熱効率の向上を得ることができない. このため, 高圧縮比および高空気過剰率の条件においてFMEPの低減が必要である.
- (2) 大型ディーゼルエンジンにおける摩擦損失動力は主にクランクピンおよびクランク軸のメインジャーナル部におけるベアリングで発生している.
- (3) クランクピン部のベアリングにおける摩擦損失動力は過給圧が低く空気過剰率の低い条件では圧縮比が影響し, 空気過剰率が高い条件では圧縮比の摩擦損失割合に及ぼす影響が鈍化する傾向である.
- (4) 空気過剰率の低い条件におけるクランクピン部のベアリングの摩擦損失動力の増加は, 圧縮比の増大に伴う膨張行程での摩擦損失の増加に起因し, 空気過剰率の高い条件におけるクランクピン部のベアリングにおける摩擦損失動力の増加は, 主に圧縮行程における摩擦損失動力の増加による影響であると考えられる.
- (5) クランク軸メインジャーナル部のベアリングにおける摩擦損失動力の約35~40%が膨張行程で発生しており, 高圧縮比かつ高空気過剰率の条件になるほど, 膨張行程で発生する摩擦損失の割合が増大する.

謝辞

本研究を遂行するにあたり, 久留米工業大学交通機械工学科の石原 怜 君, 李 玉竜 君, 古川 博貴 君の協力を得たことを記して謝意を表す.

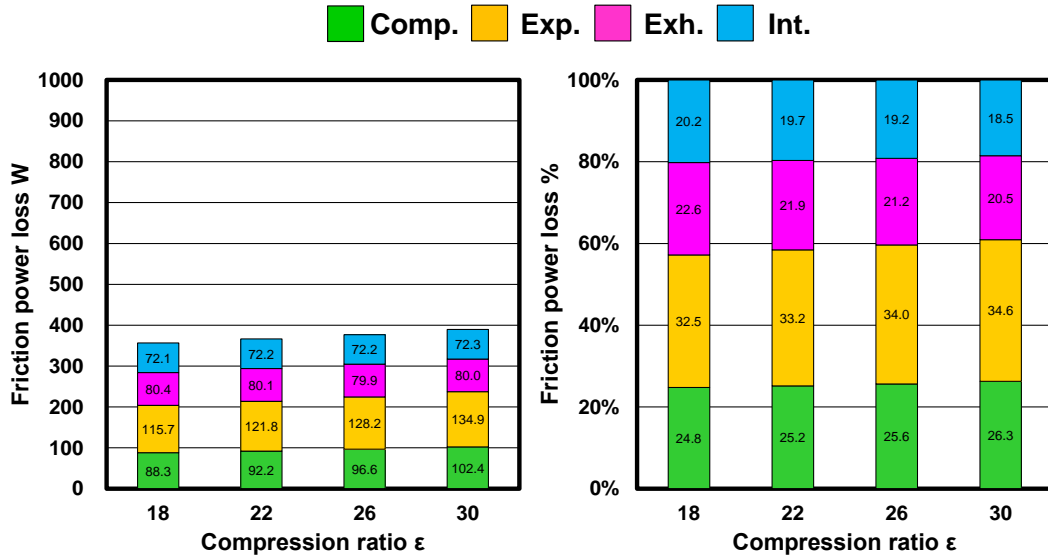


Fig.15 The effect of compression ratio on friction power loss at crank journal bearing ($\lambda=2$)

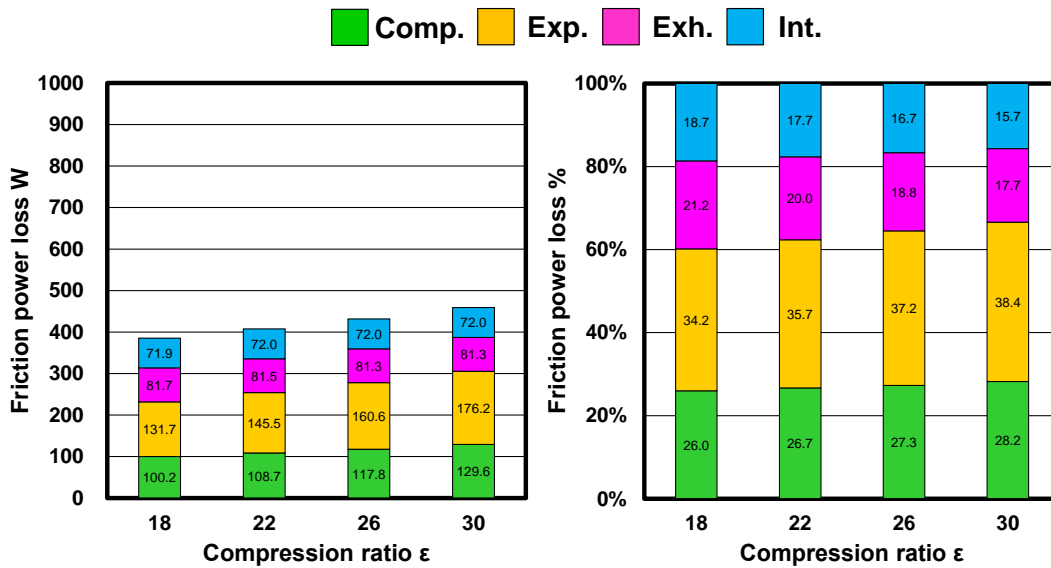


Fig.16 The effect of compression ratio on friction power loss at crank journal bearing ($\lambda=3$)

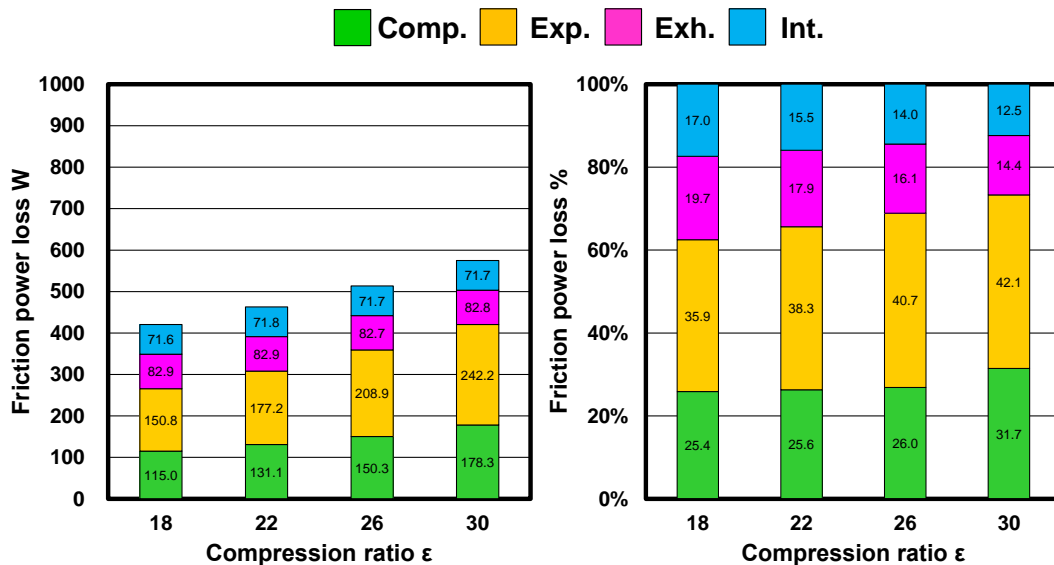


Fig.17 The effect of compression ratio on friction power loss at crank journal bearing ($\lambda=4$)

AI 搭載対話型自動運転パートナーモビリティを用いた 新たな福祉サービスデザイン

Development of the New Welfare Service with the Partner Mobility with AI Interactive Automated Drive Systems

東 大輔*1、田中基大*1、服部雄紀*1、金子寛典*1、リチャード リー*2
Daisuke Azuma, Motohiro Tanaka, Hironori Kaneko, Noriyuki Hattori, Lee Richard

1. 交通機械工学科、2. 共通教育科

Key Words: Artificial Intelligence, Automated Drive, Wheelchair, Welfare Service, Personal Mobility

Abstract: Elderly or disabled people who have difficulty moving about tend to stay indoors. However, this is not healthy. So, Auto-drive personal vehicles (Partner Mobility) were developed for these immobilized people. Using this vehicle, they can easily go outdoors. These vehicles are called “Partner Mobility” because they can be controlled by voice Commands, and contain a system that enables the vehicle to discuss appropriate destinations with the users based on the health conditions of the users. This report introduces the Partner Mobility vehicle, and suggests a new welfare service model for people who have difficulty moving about.

1. 背景

内閣府が推進する「Society 5.0」は、人工知能や自動運転といった先端技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れて新たな価値を創造し、全ての人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送れる人間中心社会を実現するものである⁽¹⁾。その応用範囲は多岐に渡るが、特に期待されているのが超高齢社会を支える新たな福祉サービスである。我が国は世界でも稀な速度で高齢化が進んでおり、その社会保障費の増大と少子化による経済活力の低下が喫緊の課題となっている。厚生労働省 平成 27 年度 介護保険事業状況報告によると、2000 年時点での要介護（要支援）認定者数は 256 万人だったのに対し、団塊世代が 65 歳になった 2015 年には認定者数が 620 万人と 2.4 倍に増加してお⁽²⁾、介護保険事業費も増大している。また、団塊世代が 75 歳以上の後期高齢者に達する 2025 年には高齢者割合が 30%に達して社会保障費の確保が難しいと予測されており、政府は「地域包括ケアシステム構想」を提唱し、高齢や障がい介護が必要な人も可能な限り自立した生活を送れる地域（福祉サービス）づくりを推進している⁽³⁾。

「地域包括ケアシステム構想」を見据え、厚生労働省は全ての自治体に独自の介護予防・日常生活支援総合事業を行うこと求めている。筑後地方の医療拠点である久留米は医療や介護に対して意識が高い地域であり、介護福祉に対する取り組みに理解が深い地域でもあるため、「健康づくりと介護予防の推進」や「高齢者の積極的な社会参加・参画」、「高齢者の在宅生活を支える仕組みづくり」に関連した多くの施策が実施されている⁽⁴⁾。また、高齢者が住み

慣れた地域で暮らすことを総合的に支援する「地域包括支援センター」も市内 10 箇所に設置されている⁽⁵⁾。

さらに、中心市街地活性化事業として、商店街で高齢者や障がい者などが気軽に外出できるように、「くるめヨカモン屋」内のまちなかインフォメーションで車いすや電動スクーター、ベビーカーなどを貸し出す「タウンモビリティ事業」も推進している⁽⁶⁾。利用者は外出で気持ちがリフレッシュできることを楽しみにしており、その健康維持、増進への効果は大きい。前述の「地域包括ケアシステム構想」を具現化する上で重要な役割を果たすと期待されており、その取り組みは全国各地に波及し始めている。

課題はボランティアの確保や事業の継続性という点である。電動車いすなどを貸し出すサービスも行っているが、高齢者や障がい者はそもそも電動車いすの操作も難しい場合が多い。そこで、本学が開発を進めている対話などの簡便な手法で利用者の指示どおりに自動運転するパートナーモビリティがあれば、高齢者の社会活動を促すことができ、健康寿命を延ばすことが可能かもしれないと大きく期待されている。また、自動運転であれば、利用者は景色を楽しむことや、新たな発見を楽しむ心の余裕ができる。周囲へ意識が行くことは安全上も重要なことである。

また、地域包括ケアシステム構想の高齢者自立支援は行政の介護費削減の意味もあるが、本来の目的は高齢者が自らの意思で自由にいきいきと生活を楽しみ、健康寿命を延ばすことにある。75 歳以上の後期高齢者になると要介護認定者の割合が急激に増えるが、家族や介護者への遠慮から自宅のベッドから動けず、さらに病状が悪化するケースは

多い。介護者へ遠慮することなく自分の意思で自由に移動することができれば、要介護者を含む高齢者の社会参画を促すことができ、いきいきとした真の自立生活を実現することができる。介護福祉の世界では「移動支援」が最も重要なキーワードなのである。

2. 目的

自動車工学教育機関を母体とし、メーカーで実際に自動車開発を経験した教員を多く配する本学は、2015年11月にインテリジェント・モビリティ研究所を設立し、開学から強みとする「自動車工学」に、「人工知能」「自動運転」「IoT」を融合した「先進モビリティ技術」で、高齢者や障がい者の移動を支援するスマートモビリティシステムの研究開発に注力してきた。本モビリティは人工知能を搭載し、対話で行き先を相談できるパートナーのような自動運転モビリティであることから、我々は「パートナーモビリティ」と命名して社会実装を進めている（図1）。



図1 パートナーモビリティ リーフレット

自動車をはじめとするあらゆる産業では「モノ」づくりから「コト」づくりにシフトしつつあるが、デザインの領域でも「モノ」のデザインだけでなく、「コト」のデザイン、すなわち「サービスデザイン」が注目されつつある。

本学の「パートナーモビリティ」においても、システム（「モノ」）づくりだけでなく、それをういたサービス（「コト」）の開発へ展開する必要がある。そこで本研究では、人間中心デザイン（HCD: Human Centered Design）の基本プロセスに沿って、全ての人がその能力を発揮して笑顔でいきいきと暮らせる社会を実現するための、新たな福祉サービスデザインの先行研究を行う。

3. パートナーモビリティ開発体制

パートナーモビリティの開発はインテリジェント・モビリティ研究所を開所した2015年11月から強固な産学官連携の下で進めており、本学はプロジェクトの全体統括と企画、サービスデザイン、自動運転システム開発、人工知能システム開発、画像処理システム開発、そしてインターフェースやイベントブースなどの各種デザイン開発とブランド戦略を担っている。対話システムと最適ルート検索シス

テムの開発はコンピュータ・サイエンス研究所（北九州）が開発をサポートしてくれている。車両はWHILL社（神奈川）の電動車いすを用いており、我々の自動運転システムとのマッチングなどで協力してくれている。さらに、LiDARを用いた自己位置推定システムの組み込みで日立産機システム（東京）が、事業化コンサルとして三菱総合研究所が協力してくれている。社会実装に向けた実証試験や事業化推進では、厚生労働省関連団体や福岡県、久留米市などが支援・協力してくれており、このたび、文部科学省からも平成30年度私立大学研究ブランディング事業（テーマ：先進モビリティ技術で多様な人々が能力を発揮できる、Society 5.0に基づく「いきいき地域づくり」）として支援を受けることになった。

また、サービスデザインの最も重要な点として、サービスの対象となる事業者や団体、ユーザーとの深い連携があるが、本プロジェクトは久留米市介護福祉事業者サービス協会、楠病院（久留米）、素王福祉会（久留米）、明野中央病院（大分）、太陽の家（大分）、福祉住環境アソシエーション（大阪豊中）、福祉住環境ネットワークこうち（高知）といった介護福祉団体と深く連携しており、介護福祉現場での課題や要望を正確に入手しつつ、2017年8月より各地での実証試験を進めている。

4. ターゲットユーザー設定（第1フェーズ）

サービスデザインプロセスの第1ステップはターゲットユーザーの正確かつ効果的な設定である。本プロジェクトでは、上述の介護福祉関連団体と協議の上、第1フェーズとして下記ユーザーを想定した。

- 導入先 : (1) 介護福祉施設
(2) 公共施設（役所、空港、美術館など）
- 利用者 : 社会活動への意欲は高いものの、高齢や障がいなどで歩行に困難もしくは不安があり、外出するのを躊躇している方

5. パートナーモビリティの主な特徴

現時点でパートナーモビリティが有する主な特徴(機能)を以下にまとめる。これは、新たな福祉サービスデザインを議論する上で前提となるものである。

- (1) 屋内と屋外の両方に対応する自動運転システム
- (2) 利用者の嗜好（介護履歴）に合わせて行き先を提案する対話システム
- (3) 障害物との衝突を回避する人工知能システム
- (4) スマート端末からアクセス可能なWEBアプリ
- (5) 様々なシーンに対応可能なプラットフォーム（美術館、観光地、病院、空港、自宅、職場など）

我々のパートナーモビリティの最大の魅力の一つに、対

話で行き先を相談できるという特徴がある。この対話システム開発はカーナビで培った自然言語処理技術を有するコンピュータ・サイエンス研究所が協力してくれている。利用者が「こんにちは」と話しかけるとシステムが「こんにちは、今日の調子はどう？」という形で応答し、その日の気分や体調、ユーザーの嗜好に合わせて行き先を相談できるシステムである。我々はこの対話システムにルート検索システムを組み合わせたオペレーティングシステムを「インテリジェント・モビリティシステム (IMS)」と呼び、クラウド上に置いてある。利用者はネットワーク環境であれば、どこからでもアクセス可能な WEB アプリとしている。なお、車両走行中もパートナーのように対話を行うが、緊急時の「ちょっと待って」や「ストップ」といった言葉はモビリティ本体側で認識し、車両を停止できるシステムにしてある。

また、我々の IMS の重要な特徴 (魅力) として上述のプラットフォームという概念を導入した。美術館や病院などの事業主がエリアマップや対話の内容を自身でカスタマイズできる機能であり、特別なイベントへの対応など、軽微な修正を容易に行えるシステムである。これにより、図 2 のように IMS のインターフェースのメニューを変えるだけで様々な施設に容易に導入することができる。なお、インターフェースデザインはモノトーンを貴重とするシックなものとした。高齢者や障がい者もスタイリッシュに外出を楽しんでもらいたいという我々の思いを込めている。



(a) 商店街の例



(b) 美術館の例

図 2 WEB アプリのインターフェース

6. 新たな福祉サービスの提案

上述の特徴を有するパートナーモビリティを用いることで、先に設定したターゲットユーザーに対し、下記のような新たな福祉サービスを提案する。ユーザーは社会参画の機会と QOL の増加が期待でき、介護施設や公共施設では介護に関わるスタッフの負荷軽減が期待できる。

- (1) 家族や介護者に遠慮せず、自らの意志で自由に外出、社会参画できる福祉サービス
(一般公道の移動は介護タクシー利用を想定)
- (2) 介護従事者の負荷を下げる先進介護支援サービス
- (3) オールドニュータウンの高齢者生活支援
- (4) 高齢者の知的スキルを活用した新事業創出
- (5) 観光地の新たな観光ガイドサービス など。

7. パートナーモビリティの性能上の課題

7. 1 対話システムの課題

我々のパートナーモビリティの大きな魅力の一つに、対話で行き先を相談できるという特徴がある。しかし、従来のシステムには下記のような課題があった。

- (1) 発話の誤判断
 - ・高齢者や障がい者の発話認識精度が低い
 - ・登録していない言語への対応ができない
- (2) 対話システムの操作性
 - ・発話のタイミングが取りづらい
(インターフェース中央の表示時のみ音声認識)



図 3 発話タイミングを知らせる表示

実証試験の現場では、特に高齢者が発話のタイミングに苦労する場面が多く見られた。また、不明瞭な言葉を用いられると言語認識できない場面も多かった。

7. 2 自動運転システムの課題

車いすにはスペース上の厳しい制限があり、大型のサーバーを必要とする 3D-LiDAR の搭載は見送っていたため、

従来のシステムではカメラやビーコンを用いて自動運転を実現していた。しかし、特に屋外の自動運転では、カメラやセンサーの調整に多大な工数が発生するという課題があった。主な課題を下記にまとめる。

- (1) 衛星測位
 - ・ RTK なしでは建屋の近くで2~3[m]程度の自己位置推定誤差が生じ、安定した自動運転ができない
- (2) カメラ画像による走行領域判断
 - ・ 天候や日照角度によってカメラに映る画像が全く異なるため、走行前の調整に多大な工数が発生する
 - ・ 夜間の走行が不可能
 - ・ 屋内であっても壁や床の室内意匠によっては画像診断が困難な場合が多い



図4 カメラによる取得画像の例（屋外）

- (3) ビーコンによる自己位置推定
 - ・ 一般的なビーコンでは鉄製の筒を持ちいるなどの工夫をしても指向性を持たせることが困難で、正確な自己位置測定はできない。
 - ・ 正確な自己位置推定を実現するためには大量の指向性ビーコンが必要で、初期投資およびメンテナンスコストが多額になる

8. パートナービリティの性能改善

8.1 対話システムの改良

今年度はコンピュータ・サイエンス研究所のシステムにNTT 東日本のロボコネク用ロボット「Sota」を導入した。これにより、ロボットの目の色が青く光っているときが音声認識中であると明示的にわかるようになり、課題となっている発話タイミングの操作性が向上した。また、天気など一般的な会話の対応も可能になり、UX（ユーザーエクスペリエンス）が向上した。ただ、システム構成上、ロバストな通信環境を構築することに苦労するケースがあり、人混みでの音声認識などに課題は残った。また、実証試験の現場では、可愛いロボットと対話することに違和感を持つ高齢者もいた。体験していただいた高齢者には上述の

モノトーンでスタイリッシュなインターフェースを好む方が多く、新たな福祉サービスをデザインする上でもスタイリッシュなユーザーエクスペリエンスを演出する必要があると再確認した。



図5 導入した対話ロボット「Sota」

8.2 自動運転システムの改良

上述のように、従来の自動運転システムでは 3D-LiDAR を導入せずに、カメラやビーコンなどで実証試験を進めていたが、安定した自動運転を実現するために、今年度は日立産機システムの協力で、車いすでも搭載できるコンパクトな 2D-LiDAR を用いる同社の ICHIDAS を我々のシステムへ組み込み、特に屋内の自己位置推定精度が飛躍的に向上した。自動運転システムに関する今年度の改良点を下記にまとめる。

- (1) 自動運転システムのプログラミング言語を「Python」に統一した。可読性が高まり、機能拡張と修正が容易になった。
- (2) 日立産機システムの 2D-LiDAR+ICHIDAS による自己位置推定技術を組み込んだ。屋内の自己位置推定精度が数 cm レベルまで向上した。また、暗闇でも自動運転可能になった。
- (3) リアルセンス（赤外線ステレオカメラ）を組み込んだ。これにより、日照条件に関わらず、壁や障害物との距離計測が可能になり、安全性が高まった。



図6 2D-LiDAR（上）とリアルセンス（下）

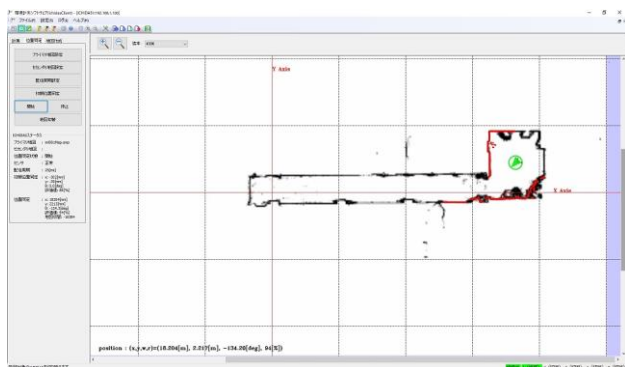


図7 IHIDASによるIMLのデジタルマップ

今年度は上記を統合したシステムの動作と、高い自己位置推定精度を確認した。これにより、開口部の狭いドアのすり抜けや、介護施設の個人居室などの狭小空間でもロボスタな自動運転を実現できることを確認し、社会実装に向けて大きく前進することができた。



図8 今年度のパートナーモビリティ外観

なお、屋外の自動運転については準天頂衛星「みちびき」を活用できるようシステムを改良し、さらに 2D-LiDAR、リアルセンス、カメラによる画像診断を組み合わせることで自動運転を実現しているが、場所や条件によっては数十[cm]レベルの自己位置推定誤差が生ずることがあり、今後も改良が必要である。

8. 3 人工知能システムの改良

我々のシステムには、走行ルート上に人や木などの物体があり、衝突する可能性があるかと判断すると停止するシステムを盛り込んでいる。人などの判断に用いた第3世代の人工知能は機械学習の手法を用いて特徴量をネットワーク自身が学習する人工知能で、画像の認識性能の高さから我々は畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を多層化したVGG16[2]と言われるネットワークを採用している。今年度はネットワーク構成やフィルターを改良し、人工知能の

認識精度を向上させた。今後も認識精度を高めるとともに、識別できる物体の種類も増やしていく。

9. これまでの実証試験

新たな福祉サービスのデザインを進める上で、実証試験による課題抽出と改良は欠かせない。我々はこれまでに多数の実証試験を学外で実施し、自動運転や対話システムの課題や通信環境の課題に多く直面し、極めて貴重な経験を積むことができた。以下にこれまでに実施した実証試験のうち、主なものをまとめる。なお、これらイベントの様子はTV、新聞、ヤフーニュース、国内外の各種WEBサイトなどで大きく紹介され、我々の想いに賛同してくれる協力企業も増えた。

- ・平成 29 年 08 月：久留米市役所で記者発表と初走行
- ・平成 29 年 12 月：福岡モーターショー2017
(福岡県から出展要請)
- ・平成 30 年 02 月：久留米商店街(公道試験は全国初)
(BS-TBS で全国放送)
- ・平成 30 年 03 月：福祉住環境サミット(大阪大学)
- ・平成 30 年 05 月：アジア・パシフィック国際
ITS フォーラム
(福岡県から出展要請)
- ・平成 31 年 01 月：久留米市役所内実証試験
- ・平成 31 年 01 月：第1回 ヨコスカ スマート
モビリティ チャレンジ
(横須賀 YRP から出展要請)

9. まとめと今後の展望

本学には自動車メーカーで開発を経験した教員が多い。自動車開発の経験は「外部連携力」「スピード感」「商品化に向けた技術力」で強みを発揮するが、特に「外部連携力」はメーカー経験者の明確な強みであり、地域の自治体、介護福祉団体、協力企業との深い連携を可能にした。各団体の思いを「連携」から「融合」まで高めることで研究が加速的に進み、研究所開所からわずか2年足らずの平成28年8月には人工知能を搭載した対話型自動運転車いす「パートナーモビリティ」を全国に先駆けて開発した。

すでに社会実装に向けた実証試験を地域と共に進めており、社会実装されれば、移動に不安を抱えている全ての人に外出や社会参画を促すことを期待でき、多様な人々が孤立せず、その能力を発揮して社会を支える一員になり、笑顔でいきいきと暮らせる社会を実現できる。

また、先進モビリティを用いた新たな福祉サービスは海外での展開も大いに期待できる。少子高齢化は我が国特有

の問題ではなく、世界中の先進各国が同じ課題を抱えており、アメリカやオーストラリア、イギリスでも高齢者の自立支援は大きな課題となっている。欧米では日常生活の買い物に広大なエリアを有する大型ショッピングモールを利用するのが一般的であり、高齢者の移動支援に先進モビリティを活用したいという需要は大きい。今後はアメリカやオーストラリアだけでなく、福祉先進国と呼ばれるデンマーク、ノルウェー、スウェーデンなど北欧各国の最新動向も調査しつつ、パートナーモビリティの要素技術と周辺技術を社会実装レベルまで高め、それを核とした新たな福祉サービスの社会実装を着実に進める予定である。

なお、この取り組みは文部科学省から高い評価をいただき、平成30年度私立大学研究ブランディング事業に「先進モビリティ技術で多様な人々が能力を発揮できる、Society 5.0に基づく「いきいき地域づくり」というテーマで採択された(図10)。困難な課題ではあるが、本学は使命感を持って誠実にこの課題に取り組む。

参 考 文 献

- 1) 内閣府 Society 5.0 紹介資料
- 1) 厚生労働省 平成27年度 介護保険事業状況報告。
- 3) 厚生労働省 地域包括ケアシステム ホームページ
http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/
- 4) 久留米市における高齢者福祉施策及び介護保険事業体系一覧表
<https://www.city.kurume.fukuoka.jp/1050kurashi/2080koureikaigo/3090keikaku/4010keikaku/files/H29-2shiryou2.pdf>
- 5) 久留米市 地域包括支援センター ホームページ
<https://www.city.kurume.fukuoka.jp/1050kurashi/2080koureikaigo/3080houkatsushien/houkatsu.html>
- 6) シニア情報プラザ久留米 タウンモビリティ ホームページ
<http://www.kurume-mutsumon.info/town/index.html>
- 7) 東、田中、服部、金子、リー、人工知能を搭載した対話型自動運転パートナーモビリティの基本システム開発、久留米工業大学 IML 研究報告書 vol.1 2018.3



図10 久留米工業大学 私立大学研究ブランディング事業概要

介護施設における介護負担を軽減する歩行補助装置の開発

Development of a walking assistance device for person at care house

田中 基大^{*1} ・ 松尾 重明^{*2}
Motohiro Tanaka^{*1} and Shigeaki Matsuo^{*2}

^{*1}交通機械工学科 ・ ^{*2}機械システム工学科

Abstract: Ensuring safe walking of the elderly is an important subject in rehabilitation to enhance the possibility of social participation of the elderly. Supporting tasks of elderly with a stumbling risk requires skill-full and continuous care. However, many care houses are suffered from chronic shortages of caregivers. Considering this background, we developed a new walking assistance device to alleviate care task at care house. In this report, the overview of a new walking assistance device is described.

Keywords: Walking assistance device, Rehabilitation, Welfare device

1. はじめに

超高齢社会と言われる日本において、内閣府の調査によると平成25年10月時点で総人口は12,700万人、65歳以上の高齢者の人数が約3,200万人で総人口に占める割合は25.1%になっている¹⁾。この割合は過去最高の割合を示しており、総人口が減少する中で高齢率が上昇し続けていることを示している。

また、身体障がい者の人数も内閣府の調査から平成23年度に386.4万人を記録し、前回の調査時の平成18年度の数と比べると約30万人増えていることになる²⁾。この障がい者の人数の内訳は65歳以上が265.5万人を示しており、これからも高齢化が進むと予想される日本において、年々障がい者の人数も増加していくと予想される。

障がいによる要介護者の急激な増加は、高齢者の生活環境の悪化、すなわちQOLの低下、さらに介護者の人員不足が心配されており、今後もこの状況は一層厳しさを増すと考えられ、早急な対応が望まれている。65歳以上の高齢者が要介護状態になる原因の一つとして、転倒による骨折が挙げられる。高齢者が転倒で骨折すると廃用症候群を発症し、運動機能の低下を起し、運動量の減少が身体機能の低下を促進するという悪循環を起すことが多い³⁾ため、転倒による骨折の防止と身体能力の維持が必要不可欠である。

高齢者の安全な歩行を確保するために、種々の歩行補助装置が活用されている。歩行補助装置は歩行が困難な者の歩行機能を補う機能を有しており、適切な身体状況にあった装置を採用することで安全に歩行を行うことが可能である³⁾。

介護施設において、歩行に不安があり転倒リスクの高い高齢者が歩行補助装置や介護者による歩行支援を受け移動を行っている。しかしながら、認知機能に問題のある高齢者においては、既存の歩行補助装置を使用しても介護者による見守りが必要とされる場合が多く、より高い安全性を有する歩行補助装置が必要とされている⁴⁾。

本報告では、歩行補助装置の一つである歩行補助車にIoT技術を搭載し、安全な歩行ができる歩行補助装置を提案する。この歩行補助装置の概要について報告を行う。

2. 歩行補助装置について

2.1 提案する歩行補助装置の機能

介護施設で安全な歩行をサポートするため、以下の機能を有する歩行補助装置の提案を行う。

- (1) 歩行補助装置は、既存の歩行補助車の形状を有し、移動時や回転運動をスムーズに行える。
- (2) 歩行障害物を検出すると衝突を防ぐように移動方向の制御を行う。
- (3) 歩行補助装置の位置と状態を介護施設で把握できるようにする。
- (4) 歩行補助装置の使用者が移動しようとする方向へ移動補助を行う際に、操作を見守り、異常な方向への移動防止等の必要な対応を行う。

(5) 歩行補助装置の急速な速度変化を検知すると即座に、ブレーキを働かせ転倒の発生を防ぐ。

上記の機能を有する歩行補助装置の試作を行った。

2.2 歩行補助装置の外観について

試作した歩行補助装置を図1に示す。これは歩行補助車の形状をしており、使用者は、操作スティックで歩行補助装置を操作し、歩行補助（歩行アシスト）を受けることができる。4つのタイヤのうち前方2つは駆動用のモータ(CBA-30CKF)とエンコーダをタイヤに取り付け、後ろ2つのタイヤはオムニホイールを採用した従動輪である。図に3示すようにオムニホイールは、ホイール部に車輪軸方向に回転可能なローラが複数個あるため、車輪軸方向に移動が可能である。

通常の歩行補助車であると2つのタイヤが固定され、もう2つのタイヤが自在に向きの変わる自在キャスターが採用されている場合が多い。自在キャスターを採用した歩行補助車では、移動方向の変更開始時に自在キャスターの首振りが生じて、移動方向の変更動作に抵抗が発生し、使用者の筋力次第では動かしにくい場合がある。自在キャスターの部分をおムニホイールにすることで、移動方向の変更開始時の抵抗が軽減され使用者の負担を減らすことが可能である。

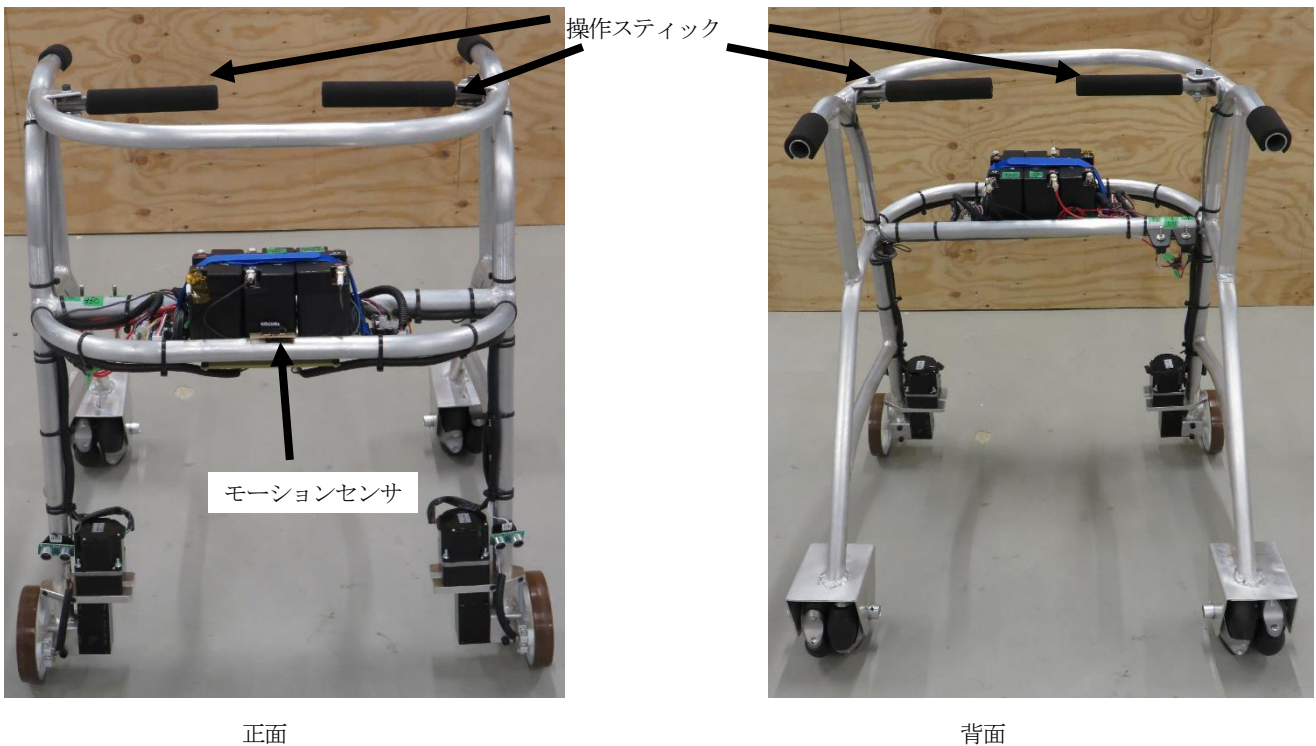


図1 歩行補助装置の外観

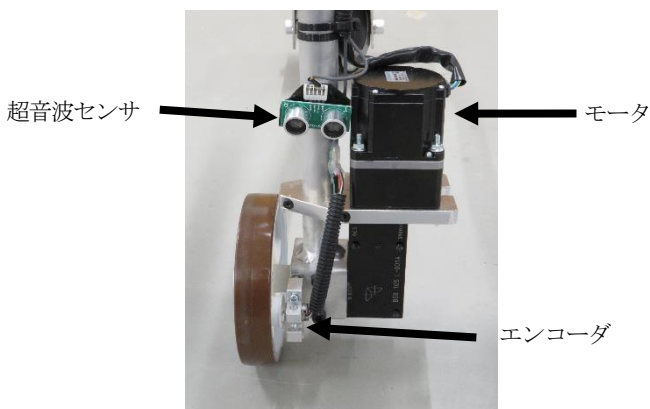


図2 駆動部拡大

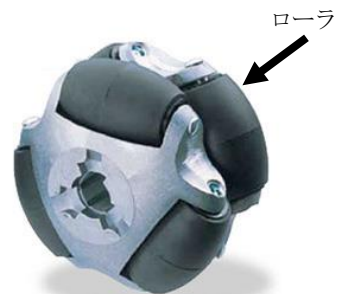


図3 オムニホイール

2.3 歩行補助装置のコントロールシステムについて

歩行補助装置のコントロールシステムを図4に示す。コントローラは Arduino Due を利用し、使用者が把持する操作スティックに内蔵されたセンサからの信号を読み取り、前方への移動、左右回転、後進、停止等を判断し、左右のモータドライバにモータ指令信号を送信し、歩行補助装置の動作を制御するものになっている。

前方の障害物検知を行うために、前方(左側と右側)に1つずつ超音波センサを取り付けており、必要に応じてモータによるブレーキ動作を行う。

駆動タイヤには、エンコーダが取り付けられ、決められた速度以上の動きを発生すると、モータにブレーキ指令が送られる。

歩行補助装置の向きや傾きを検知するために、モーションセンサ BNO055 が搭載されている。BNO055 には3軸のジャイロ、3軸の加速度、3軸の地磁気方位を計測できるセンサが内蔵され、これらのセンサの値から歩行補助装置のオイラー角(ピッチ、ロール、ヨー)を取得することが可能である。

また、これらのセンサの情報やモータ制御状況をパソコンで確認できるように歩行制御装置はパソコンと USB で通信をできるようにしている。

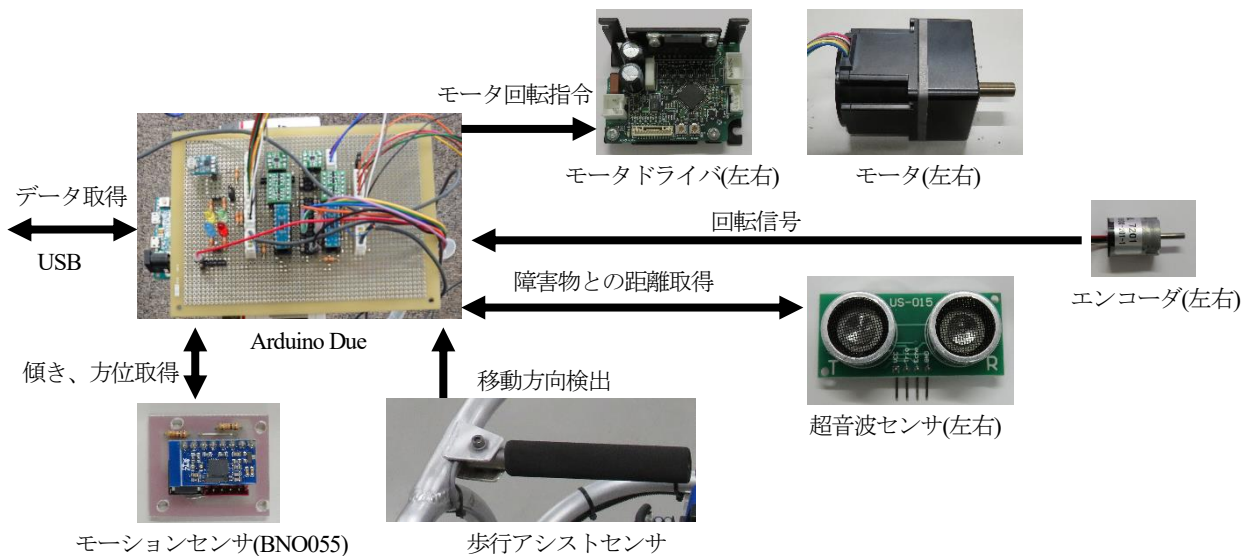


図4 歩行補助装置のコントロールシステム

2.4 操作スティックについて

歩行補助装置を操作する操作スティックを図5に示す、歩行補助装置の左右に取り付けられており、レバー部の表と裏に圧力センサ(FSR400)を2つ設置した(図6)。この圧力センサは高分子厚膜フィルムを使っており、加えられた力が増加するに伴って、電気抵抗値が減少する性質を持っている。

左右の操作スティックを手で握り、歩行補助装置を前進させようとした場合は、左右のレバーの表側の圧力センサが押される形になり、左右の表側の圧力センサの抵抗値が下がる。これを検知することで、左右のモータを前進させ、前に歩くことが可能となる。また、左回転をしたい場合は左側のレバーを後ろに、右側のレバーを前にすることにより、左側の裏側の圧力センサと右側の表側の圧力センサに力が加えることから、左のモータを後退、右のモータを前進させることにより実現することが可能である。図8には左回転を行う際の4つの圧力センサの力の変化を示す。

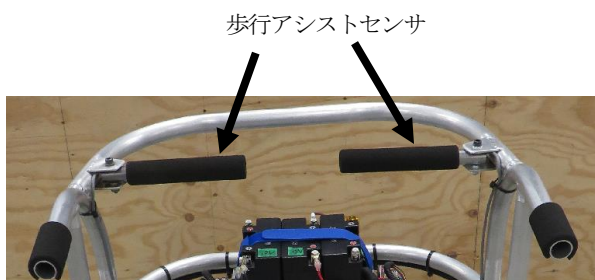


図5 操作スティック



図6 圧力センサの設置位置



図7 圧力センサ FSR400

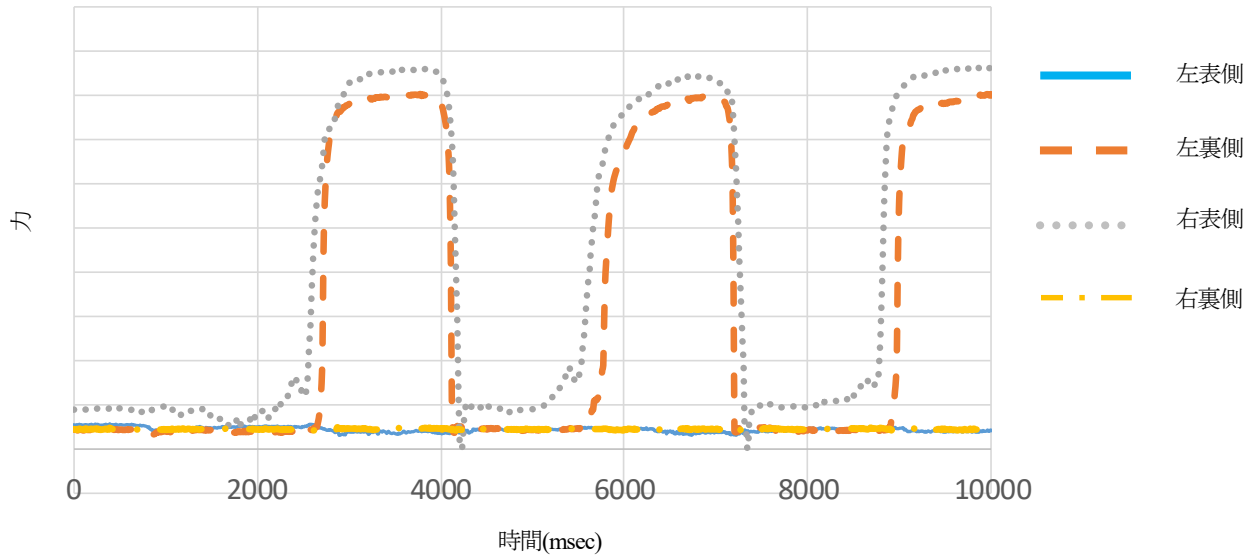


図8 左回転時の各圧力センサの力の分布

3. 歩行補助装置の試験

3.1 歩行補助装置の動作確認テスト

試作した歩行補助装置の動作確認のために、以下のテストを行った。

- (1) 操作スティックを使用したモータによる歩行アシストテスト
- (2) 超音波センサによる障害物検知による衝突回避テスト
- (3) 歩行速度が急に早くなった際のブレーキテスト
- (4) 歩行補助装置自体の転倒を検知するテスト

まず、歩行アシストテストについては介護施設を想定し、段差のない空間で操作スティックを使った健常者による移動テストを行った。操作スティックに加わる把持力で前進、後退、左回転、右回転の条件を判別し移動を行った。なお、移動速度については操作スティックからの信号を元に2段階(遅い・早い)に設定し、操作スティックを強く把持すると早い速度での移動を行うとした。また、移動開始から5秒間の移動速度については遅いままになるように設定した。歩行アシストテストの様子を図9に示す。操作スティックによる歩行アシストの結果は使用者の感覚であるが歩行アシストがあったとのことであった。移動開始直後の速度が遅いとの見があったが、高齢者等が使用する際には急に速度が上がると転倒のリスクが高くなるため今後に対応することとした。

次に左右の前輪に取り付けてある超音波センサで障害物検知した際の衝突回避機能のテストを行った。障害物として箱を地面に設置し、箱に近づくと超音波センサが反応し、50cm以内に近づくと歩行速度を遅くし、20cmでブレーキをかけるようにした。その様子を図10に示す。図に示すように歩行補助装置が障害物に近づくと停止することが確認できた。停止後、後退を行ってから障害物を避けるように移動することで、障害物を回避することができる。ただし、超音波センサの前方に障害物がなく、中央部に障害物があったときは障害物を検知することができず、回避機能が作動しなかった。この対策として、死角がないように超音波センサを増やすことや、RealSense等のステレオカメラで画面上に映る障害物との距離を計測することで障害物の検知を行う等の障害物検知システムの再検討が必要である。

さらに、歩行速度が急に早くなった際のブレーキ機能のテストを行った。これはタイヤに接続しているエンコーダで回転速度を計測し、急な速度変化があった際にモータによるブレーキをかけるものである。使用者に歩行補助装置を力いっぱい押してもらい急激な速度変化を加えたところ、ブレーキの確認ができた。使用者からは物理的なブレーキがあると安心感があるとの意見をいただいた。

最後に歩行補助装置の転倒を検知する機能の確認であるが、ピッチとロール角に20度以上の角度を検知したら、警告をするようにした。歩行補助装置を傾けると20度以上の角度を検知したら、警告が出るのを確認した。ただし、試作した歩行補助装置は通常で使用している状態であれば転倒をすることはなく、モーションセンサを使用者に持ってもらい、転倒検知を行うため、携帯可能なモーションセンサモジュールの検討が必要であった。



図9 歩行アシスト機能のテスト



図10 障害物検知のテスト

3.2 歩行補助装置の位置推定の検討

歩行補助装置の現在地を推定するためにビーコン(電波発信機)を使ったシステムの検討を行った。ビーコンは Bluetooth Low Energy (BLE)である RedBear Lab の BLE Nano(図 11)を 2 個(発信機と受信機)採用した。発信機の送信電力を 4dBm としたときの受信機との距離を 250mm~3000mm としたときの受信電力を計測したデータを図 12 に示す。図に示すように 250mm~500mm の範囲は受信電力が大きく減少し、それ以降では緩やかに減少しているのがわかる。この事から受信電力の値を用いて歩行補助装置の位置を推定することが可能だと考えたが、場所や人体による湿度の影響や、壁や障害物等による電波の反射による問題等を考えると、多くのビーコンが必要であることが分かった。この事から少ないビーコンで位置を推定することが難しいため、今現在どこの部屋にいるか程度の情報のみをビーコンで取得することにするか、自動運転等で使用されている LiDAR を利用して現在の位置を取得することにするか等の検討の必要性がある。



図 11 RedBearLab BLE Nano

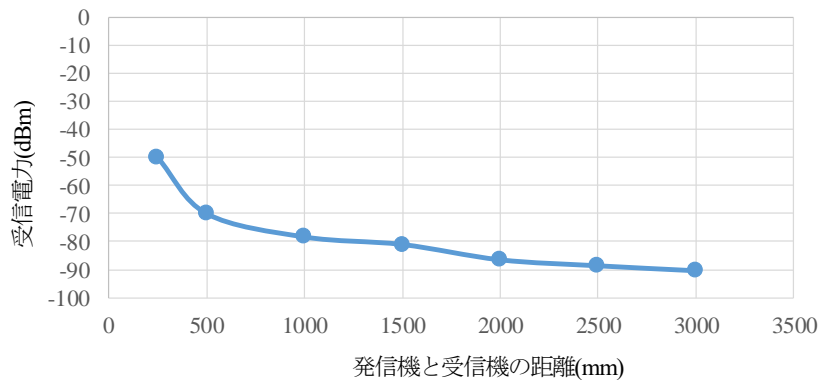


図 12 4dBm 出力時の距離計測結果

4. おわりに

本報告では介護施設で使用される歩行補助具に IoT 技術を搭載し、安全な歩行ができる装置の提案を行い、具体的に装置を試作し評価を行った。その結果、以下の結論を得た。

- (1) 操作スティックを用いた歩行アシスト機能を、既存の歩行補助車と同様な形状でコンパクトに実現できた。
- (2) 急激な速度変動抑止機能や障害物衝突回避機能を実現できた。

ただし、今後の課題として

- (1) 歩行アシスト機能の、より定量的な機能の評価を行う。
- (2) 障害物回避機能については、より広範な障害物を対象としたものにするために、超音波センサの数を増やす、あるいは広域を対象としたセンサを採用するなどが求められた。
- (3) ビーコン以外にも自己位置を検出する安価なセンサ等の採用の検討が望まれる。

今後は以上の課題を解決しつつ、実際の介護施設での利用を考え、介護関係者からの意見を取り入れ、より使いやすく安全性の高い歩行補助装置の開発を図っていく。

本報告は平成 29 年度学長裁量経費共想的ものづくり支援事業による助成を受けたものです。

参 考 文 献

- 1) 内閣府 平成 26 年度高齢社会白書 http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2014/gaiyou/s1_1.html
- 2) 内閣府 平成 26 年度障害者白書 https://www8.cao.go.jp/shougai/whitepaper/h26hakusho/zenbun/h1_03_00_02.html
- 3) 北島栄二,高齢者のための歩行補助具の現状とリスクマネジメント,保健学研究(2013),25(1),pp.11-17
- 4) 大高洋平,高齢者の転倒予防の現状と課題,日本転倒予防学会誌 Vol.1(2015), pp.11-20

フェラーリとランボルギーニ

—「スーパーカー」の定義と存在意義—

Part2

Ferrari and Lamborghini

— The Definition of “Supercar” and its Raison d’être—

Part 2

松中完二*1

MATSUNAKA Kanji*1

Abstract: In 1946, Ferrari developed the Tipo 125, which was powered by a V-shaped twelve cylinder engine. About 20 years later, at the Torino Motor Show in 1965, Lamborghini showed the bare chassis of the car named TP400, which eventually became the Lamborghini Miura. That was the dawn of “Supercar”. From that time on, Ferrari and Lamborghini, Italian rivals and the two top sports car manufacturers in the world have competed to out-design the other by creating vehicles with enormous amounts of power and unbelievable top-speeds. Over time these vehicles gained the titles, “Supercar”, “Wonder car” and “Exotic car”. The horizontal boxer type twelve cylinder engine is a synonym of Ferrari while the V-shaped twelve cylinder engine is that of Lamborghini. As a result, the twelve cylinder engine became a synonym for “Supercar.” Despite being easy to recognize on the street, the definition of their name is more elusive. Nevertheless, these cars continue to have a great impact nowadays.

In this paper, I focus on the structure through the mechanism of these vehicles as well as their technologies in terms of engine-developments and its mounting methods. Through these analysis, I try to clarify the definition of “Supercar” and its nature as a vehicle.

Keywords: Ferrari, Lamborghini, Supercar, mid ship, Horizontal boxer type twelve cylinder engine, V-shaped twelve cylinder engine

1. はじめに

Part 1 において「スーパーカー」の黎明期である第 1 期から隆盛期である第 2 期までの時代を通して、その起源と歴史から「スーパーカー」の定義と性質について第 1 章～第 4 章を通じて考察した。

今回はその続編として、エンジン設計、エンジンの搭載方法、フレーム構造といったメカニズムを中心に、「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめる内的要因について考察する。

5. 「スーパーカー」のエンジン

普通乗用車のエンジンも「スーパーカー」のエンジンも、その基本的な駆動構造に大きな違いはない。「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめるのは、そのハイパワーの出力と搭載方法であり、「スーパーカー」メーカーは熾烈な開発競争の中で鎬を削っている。普通乗用車のエンジンと「スーパーカー」のエンジンの一番の違いであるハイパワーの出力だが、「スーパーカー」のエンジンは 12 気筒の大排気量とミッドシップというキーワードに尽きる。「スーパーカー」の起源が、エンジンを車体の後方に搭載するミッドシップ方式にあることは Part1 で論じたとおりである。「スーパーカー」の基本構造と設計は、2 シーターで大容量パワーを産み出す 12 気筒のエンジンをリヤに搭載するミッドシップ方式に集約される。そしてこれこそが、普通乗用車のエンジン構造と「スーパーカー」のそれとを区別する一番の違いであると言っても過言ではない。12 気筒エンジンを製造する自動車メーカーは他にもメルセデス、BMW、ジャガーなどが存在するが、そこではあくまでレース用の特異な性質が色濃く、一般に向けた主力製品としての性格は薄い。大排気量を誇る 12 気筒エンジンをお家芸とし、それをミッドシップに搭載した一般向けの主力製品としての車を造り続けている自動車メーカー、それこそがフェラーリとランボルギーニなのである。

5・1. 「フェラーリ」のモデルとエンジン

フェラーリの車は 12 気筒と 8 気筒の 2 つのモデルを主力ラインナップとする。フェラーリの 8 気筒モデルのシリーズは 1975 年に登場した 308 に始まる。以降、328、348、F355、360、F430、458 と約 5 年おきに改良を続け、現行の F488 に至る。12 気筒モデ

ルは3世代ごとに、8気筒モデルは2世代ごとにセットとなって進化し、ボアアップとストロークアップを繰り返しながら排気量を拡大して性能の向上が図られるのが定石である。そしてエンジンの搭載方法も、308、328までは横置き、348から現行のF488は縦置きである。この点については後で詳述する。先に8気筒モデルが2世代ごとにセットとなると述べたが、具体的にモデル名で説明すると、308と328、348とF355、360とF430、458とF488がセットになっており、これらの世代ごとのモデルは外観上のマイナーチェンジこそ施されるものの、まるで間違い探しのクイズの様に素人目には違いが判別しにくい。そして後者の完成形になると、モデル名にフェラーリ社の頭文字を取ってFがつくのが一般的である。

そのV8エンジンの歴史を紐解けば、1901年にフランス人設計士のレオン・ルヴァヴァスール(Leon Levavasseur, 1863-1922)によって初めて造られ、最初は飛行機や船などに搭載されていた。初めて自動車に搭載されたのは、1910年頃にフランスの自動車会社であったド・ディオ・ブートン社によってである。その後V8エンジンはアメリカへと渡り、1914年にキャデラック社がアメリカで最初にV8エンジンを採用する。世界初のV8エンジンは単に直列4気筒を2つ合体させて作られたものだったが、クランクシャフトは直列4気筒と同じシングルプレーン方式となる。シングルプレーンのエンジンは強大なパワーに比例して振動が酷いという欠点を持っていた。翌1915年、キャデラックは同じアメリカの自動車会社であるピアレスと組み、振動問題の解決を図る。そしてその結果、ダブルプレーン方式を開発する。1923年にクロスプレーンの90度V8が世に送り出され、乗用車の世界ではクロスプレーン型の90度V8エンジンが高級車の代名詞になっていくのである。そしてフェラーリ初のV8エンジンは、まだフェラーリの名前が冠されていないディーノ308GT4(1973-1980)にその出発点を見る。F106A型と呼ばれる水冷90度V型8気筒エンジンは、DOHC18バルブ、排気量2927cc、最高出力240ps、最大トルク29.0kgm、最高速度250km/hを發揮した。ボア×ストロークはφ81mm×71mmで同時代の365GT4/BBと同じであるが、これは365GT4/BBと共有を図ったためである。というのも、このエンジンを造ったのが60年代のフェラーリ社で市販車エンジン開発部門の責任者であったジュリアーノ・ディ・アンジェリス(Giuliano de Angelis, 生没年不詳)である。アンジェリスがフェラーリ社で最初に手掛けたエンジンは、1968年のパリ・サロンで発表された365GTB4(俗称デイトナ)に搭載された水冷60度V型12気筒エンジンで、その後、73年に発表された後継車の365GT4/BBに搭載されるミッドシップV12縦置き水平対抗ボクサーエンジンの開発に取りかかる。それと並行して、アンジェリス博士は308のエンジン開発に取り組むこととなる。また、当時の石油ショックにより自動車業界全体が底なし沼のような不況にあえぎ苦境に立たされていた中、フェラーリ社といえども例外ではなかった。当時のフェラーリ社にはエンジンを新規設計するような時間的余裕も資金的余裕もなかったため、採算の取れる安価なフェラーリを商品として広く売る必要に迫られていた。悲しいかな、それがフェラーリV8モデル誕生の真実である。こうした現実を踏まえ、アンジェリス博士は先に造った水冷60度V型12気筒エンジンとV12水平対抗ボクサーエンジンの設計を308のエンジンに流用したのである。同時にこうした誕生の背景から、V8モデルのフェラーリは生粋のフェラーリ愛好家たちから“貧乏人のためのフェラーリ”や“入門用フェラーリ”などといった有り難くない世評を冠したのであるが、意に反して308に始まるV8フェラーリはフェラーリ社最大の販売数を誇った。1975年にパリ・サロンで発表され、76年5月から市販が開始された308は89年に発表された328になって生産が終了するまで、14年もの長きにわたって22,000台が生産された。これは一般の自動車メーカーにすれば小さい数字であるが、オーダーメイド、ハンドメイドを謳う少数生産のフェラーリ社にとっては空前絶後の大量生産であり、驚異的な数字である。マイケル・ドレーニー(Michael Dregni, 1990:51)によれば、1947年にフェラーリが最初の市販車を販売した時から328が生産された89年末までの全てのフェラーリ社の生産台数は53,766台である。フェラーリ市販車の総生産台数中で、実にその41%を308/328が占めているのである。308/328がここまで広く売れた理由は、石油ショックに始まる世界的不況の中、天下に冠たるフェラーリのロゴマークとブランドネームをひっさげ、経済的にも現実的に手の届く“安価な”中型ミッドシップ「スーパーカー」として市場の中でライバル不在のまま存在感を放っていたからである。多くの「スーパーカー」にとって逆風だった時代の風が、308には有利に働いたのである。現在ではV8モデルがフェラーリの主力商品となっている現実を見ると、歴史の皮肉を感じずにはいられない。1975年の308から2004年まで製造された360に至るまで、搭載されたV8エンジンの骨格となるシリンダーブロックは同じ基本設計である。また、この間に発表された特別モデルである288GTOとF40のV8スペチアーレ・モデルのエンジンも、308のエンジンをベースにしてそれを低圧縮化してターボ化し、500psもの大パワーを支えた。新しいモデルになるたびに、308のエンジン構造にボアアップとストロークアップを繰り返しながら排気量を拡大していくというのが、フェラーリのV8モデルのエンジンの特徴である。これは、2004年にF430が登場するまで続いた。F430のエンジンは30年ぶりに刷新された新設計のエンジンであった。同時に、F430と同系統のエンジンはアルファロメオ8Cとマセラティ4200GT以降ほぼ全てのモデルに搭載されている。こうしたエンジンの供用は同時期のランボルギーニ・ガヤルドにも同じことが言えるが、その点については後で詳述する。F106A型と呼ばれる水冷90度V8エンジンは、燃焼室からクランク軸受け、動弁系といったあらゆる基本設計が365GT4/BBのF102A型と呼ばれる4.4リットル180度V12エンジンから流用して製造されたユニットである。フェラーリはこの基本設計はそのままに、ボアアップとストロークアップを繰り返しながら最終的には3.6リッターにまで拡大して1999年に発表された360モデナまで使い続けるのである。F106A型ユニットは2004年に発表されたF430で新設計の4.3リッターエンジンになるまで、実に30年間もの間延命措置を施されながら生き延びたのである。

一方、12気筒モデルは3世代ごとにセットとなって進化し、具体的にモデル名で説明すると、365GT4/BB、512BB、512BBi、テスタロッサ、512TR、F512Mがセットになっており、これらの世代ごとのモデルは外観上のマイナーチェンジこそ施されるものの、こちらも8気筒モデル同様、素人目には違いが判別しにくい。そしてエンジンの搭載方法も横置きと縦置きの二つの方法が存在し、それをコックピット前方に搭載するFR方式と、コックピットの後方に搭載するMR(ミッドシップ)方式の二つがある。この点についても後で詳述する。そのフェラーリのお家芸ともいえるV12エンジンであるが、それはF1マシンの開発に端を発する。戦後のV12エンジンの製造を牽引したのは、他ならぬフェラーリである。フェラーリがティエポ125と呼ばれるF1用のユニットとして初めて12気筒エンジンを開発したのは、戦後間もない1946年のことであった。最初に跳ね馬のエンブレムを付けて世に送り出されたフェラーリ125を筆頭に、250TR、250GTO、250LMがモーターレースの世界で3年連続して優勝を飾った1950年代後半から60年代前半にかけては、フェラーリの黄金時代と言ってもいいであろう。フェラーリ250GTOの生みの親が、後にランボルギーニで最初のV12エンジンを手がけることになるジオット・ビザリーニ(Giotto Bizzarrini, 1926-)その人である。そして250GTシリーズを受け継ぐのが1964年に発表されたフェラーリ275GTBである。これは60年代を代表すると同時に、12気筒ベルリネッタとしての

位置付けを不動にしたモデルである。275GTBはレースモデルをベースに造り上げられたロードモデルとは明らかに一線を画し、当初より大パワーエンジンを積んだ豪華なグランツーリスモとしての位置付けであり、それがゆえにPart1で述べたように、「スーパーカー」の始祖と考えられるモデルである。そこに搭載されたエンジンは、250GT系のコロombo・エンジンの系統を受け継ぐティエポ213で、水冷60度V型12気筒SOHC24バルブ、排気量3286cc、最高出力280ps、最大トルク30.0kgm、最高速度250km/hを発揮した。それは後に、フェラーリの伝統とお家芸となる水平対向12気筒エンジンの起源となる。水平対向エンジンとは、向かい合ったバンクのピストンが中心線から左右対称に逆方向に動作することでバランスを取るよう設計されたものである。そのピストンが交互に水平に行き来する様子をボクサーがパンチを打ち合う様に見立てて、比喩的に“ボクサー”と呼ぶ。それが365GTB/4に発展、受け継がれる。フェラーリのV12ロードカーで初のミッドシップ方式を採用するベルリネッタ(“クーペ”を意味するイタリア語)が365GT4/BBである。BBとはベルリネッタ・ボクサーの意で、この頭文字を取ったものである。このエンジンは、当時同社のF1マシンで使用されていた水平対向12気筒エンジンを受け継ぐ180度12気筒エンジンで、最高出力380hp、最大トルク42.0kgm、最高速度302km/hを誇った。365GT4/BBは当時のランボルギーニ社のフラッグシップ・モデルであったカウンタックLP400と並んで、300km/hの最高速競争に始まる性能面でも、またスタイル面でも「スーパーカー」人気を二分する二大ライバルとなり、フェラーリ社を代表する「スーパーカー」となった。この時に始まったフェラーリとランボルギーニの二大ライバルという構図は、当時と同様現在にもそのまま引き継がれる。そして1994年に発表されたF512Mに搭載されたエンジンが、365GT4/BBから20年以上続いたBBシステムの最終エンジンとなる。同時にそれは12気筒エンジンを縦置きでミッドシップに搭載された、フェラーリ最後の「スーパーカー」であった。これ以降、フェラーリはフラッグシップ・モデルに搭載されたフェラーリ社創設時からの伝統とお家芸である12気筒エンジンのミッドシップ搭載を全廃し、F512Mの後継車である1996年に発表された550マラネロから、12気筒エンジンをフロントに搭載するFR方式のみとなっていく。しかし550マラネロは12気筒エンジンをフロントに搭載し、そのスポーツカーとセダンの中間のようなどっちつかずの中途半端なスタイリングとFR12気筒というエンジンの搭載方法から、当時のユーザーは550マラネロを「スーパーカー」として扱うべきかどうか大いに迷ったものである。結果、550マラネロは「スーパーカー」としての立ち位置は脆弱で、極めて不人気なモデルという有難くない評価を得ることが多く、のちの599や612へとつながる「スーパーセダン」とも言うべき不思議なスタンスにあった。のちの599や612を生み出す立脚点となったところに、550マラネロの存在価値があったと言えよう。その一方で、12気筒エンジンをフロントに搭載するFR方式を採用する2+2の座席を持つセダントypesのフェラーリも存在し、1985年に発表された412以降生産が途絶えていたが、その後1994年に発表された456GTで再び復活する。そして456を受け継ぐ形で、その後612、599へと発展する。しかしこれらはそのセダンのスタイリングと相まって12気筒エンジンをフロントに搭載することもあり、決して「スーパーカー」として扱われることはない。実際、365GT42+2、400i、412と続き、その後しばらくFR方式のモデルの空白期間を経て、1994年に登場した456で復活し、612スカリエッティ、599と続くV12モデルは、前述したようにその搭載方法がミッドシップではなくフロントへと移行したFR方式であり、またその外観も大柄で日常的な「普通」の要素が多いため「スーパーカー」ではなくセダンとして扱われ、実際「スーパーカー」とは大きく線引きされる。ミウラ、カウンタックと並んで70年代に「スーパーカー」の双璧をなした365GT4/BB直系モデルのF512Mの後継車でありながら、550マラネロは「スーパーカー」ではなくセダンの側面を強く持ったGTカーと言うのが、正直なところである。

1990年代半ば、F512MとF355を最後に、フェラーリの「スーパーカー」造りは幕を下ろしたと言っても過言ではない。それは、フィオラバンティ・デザインの終焉であり、モンテゼーモロ体制の始まりであった。1994年に発表されたF512Mを最後に、フェラーリが12気筒エンジンのMR方式縦置きの搭載法をやめ、その主力はF355以降V8モデルへと移行した現在、かたくなにMR方式で自然吸気の12気筒縦置きというレイアウトを貫き通している自動車メーカーはもはやランボルギーニだけであり、その点にもランボルギーニをして「スーパーカー」の代名詞とする扱いが世の中に浸透している理由がある。ランボルギーニのラインナップには8気筒モデルは存在しない。ランボルギーニのラインナップは、1999年にアウディ参加になってから10気筒モデルのガヤルドも誕生したが、依然として12気筒モデルが主流である。

5・2.「ランボルギーニ」のモデルとエンジン

そのランボルギーニに目を移せば、1964年に登場した350GTはランボルギーニ初の市販モデルであると同時に、水冷60度V型12気筒DOHC24バルブのエンジンをフロントに搭載する、フロントエンジン、リアドライブの2ドアクーペタイプであった。しかしそのエンジン設計はその後に続くV12の最初のモデルとなる。このエンジンは元フェラーリ社のエンジニアであったジオット・ビッツァリーニの手によるもので、その後に続くランボルギーニ生産車における原点となるエンジンである。そのパワーユニットは水冷60度V型12気筒DOHC24バルブで、総排気量3464cc、最高出力は270ps、最大トルク33.0kgmを誇り、最高速度250km/hに達した。このV12FR方式のクーペの系譜は1968年に自社デザインで製造されたイスレロへと引き継がれ、その後、エスパーダ、ハラマへと続いた。翌65年には、トリノ・モーターショーにおいて「スーパーカー」の先駆けとなる、TP400と名づけられたのちのミウラのベアシャシーが展示され大反響を呼ぶ。当時はレーシングカーくらいしか類を見なかった12気筒エンジンをミッドシップに搭載する革新的なレイアウトを市販車で採用し、従来の水冷60度V型12気筒DOHC24バルブであったものの、総排気量3929cc、最高出力350ps、最大トルクは37.5kgmにまで拡大され、最高速度280km/hを発揮した。ミウラにより、ランボルギーニは高性能スポーツカーメーカーとしての地位を確固たるものとすることに成功した。

ミウラで見た、12気筒エンジンを横置きでミッドシップに搭載するという斬新な方法で一躍注目を浴びたランボルギーニは、71年にジュネーヴ・ショーでミウラの後継となるカウンタックのプロトタイプ、LP500を発表する。しかしカウンタックは量産を目指していないワンオフのコンセプトカーだったため、熱害対策などが未処理で販売の計画はなかった。しかし販売を望む顧客の要望が日増しに強くなっていき、熱害対策に3年を要したのち、74年のジュネーヴ・ショーでカウンタックの市販モデルであるLP400が発表される。このあたりはベアシャシーのみの展示で顧客の強い要望から市販化されたミウラの販売経緯とも似通っており、今となっては当時のランボルギーニらしさを物語る逸話である。と同時に、最初から営業利益を上げるために車造りの世界に足を踏み入れたフェルッチオの長けた販売戦略であったと見ることもできる。LP400に搭載されたエンジンはミウラから引き継ぐ水冷60度V型12気筒DOHC24バルブで、総排気量3929cc、最高出力375ps、最大トルク36.8kgm、最高速度300km/hを誇った。その後ランボ

年代	1960年代					1970年代					1980年代					1990年代					2000年代					2010年代																																																																
	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8																																																							
517																																																																																										
	FR											ミウラ										カウチタツク										デイトラコ										ムルシエラゴ										デヴェンタドール										デヴェンタドールS																												
												イオタ																																																																														
	MR (含ミッドシップ7車)																					シルエット										ジヤルバ																				ガヤルド										ウラカン																												
	GT											350GT																																																																														
												400GT										イヌレ ロ										ハラマ																																																										
	クロスカントリー-4WD																																																																																									
	SUV																																																																																									
オーナー											フェルッチオ・ランボルギーニ										ロセツチハ										イタリア政府管理下										ミムラン										クライスラー										メダテック										ヴァウー										アウディ									
																					LM002																																																																					
報会社																																																																																										

Fig.23 ランボルギーニのロードカー・モデルの変遷

ルギーニは3度もの倒産の憂き目にあい、資金難にあえぎイタリア政府の管轄化下に置かれた後はオーナー会社が転々と変わり、流転の歴史をたどる。カウンタックの後継モデルも長年検討されていたが資金難でまもなく、ようやく実現したのは当時アイアコッカ(Lee Iacocca, 1924-)が率いていたクライスラー傘下となって、1990年にモナコで開催されたランボルギーニ・デイにおいてであった。カウンタックの後継モデルであるディアブロが1990年に発表された時、搭載されたエンジンはカウンタックのエンジンを引き継ぐランボルギーニ伝統の水冷60度V型12気筒DOHC24バルブで、総排気量5700cc、最高出力492ps、最大トルク59.1kgm、最高速度325km/hにまで拡大された。そして1988年より親会社となったクライスラーからの資金援助により、350GTからカウンタックまで続くV12エンジンがようやく基本設計から見直され、ディアブロから新規設計となる。こうした流転の背景事情から、350GTからカウンタックまで続くV12エンジンの基本設計は350GT時代と変わらず、最終的にはスペーサーを入れてストロークを稼ぐという乱暴なやり方でランボルギーニのV12エンジンはパワーアップを図ってきた。新設計のエンジンはカウンタックの後継モデルのディアブロまで待たなければならなかった。93年にクライスラーがランボルギーニを手放してから、ランボルギーニは一時インドネシアのメガテック社の傘下にあったが、99年にアウディの参加となりV12を搭載するムルシェラゴとV10を搭載するガヤルドの2モデルを発表し、その後は比較的順調な経営で現在に至っている。

V12エンジンを専門とするランボルギーニであるが、かつてはV8を製造したこともあった。1963年に発表された処女作の350GTV以降、水冷60度V型12気筒エンジンのみを展開してきたランボルギーニであるが、1970年に発表されたウラッコはランボルギーニ初のV型8気筒SOHCを採用したモデルであった。ランボルギーニ初のコックドバルト駆動で、総排気量2463cc、最高出力220hp、最大トルク22.9kgm、最高速度240km/hを発揮した。クランク軸上にギヤボックスを配置し、間にディファレンシャルを挟んだジオコーサ方式を採用し、後部座席の+2座を確保するためにエンジンは横置きとなる。余談ながら、V8のフェラーリ車が“入門用フェラーリ”と揶揄されるのと同様に、V8ないしはV10の小型エンジンを搭載するランボルギーニ車は“ベビーランボ”と称される。ウラッコで始まったV8モデルの製造はその後シルエットとジャルパに引き継がれていく。最終的にジャルパは排気量3485cc、V型8気筒DOHC、最高出力250hp、最大トルク32.0kgm、最高速度248km/hを誇るまでにパワーアップが図られたが、その間に会社の倒産や資金難などのあおりを受けたこともあり、88年まで細々と生産が続けられたものの総生産台数わずか420台で生産を終えてしまう。それ以降、ランボルギーニではV8エンジンの製造は途絶えてしまう。

そしてアウディ傘下となり、13年の時を経て復活した“ベビーランボ”がV10エンジンを搭載するガヤルドである。ここでエンジンをV8ではなくV10にしたのは、ランボルギーニ社自身による独自の発想による。すなわち地元イタリアですでにV8を製造し、ランボルギーニの遙か先を行く競合相手の先哲メーカー、すなわちフェラーリと同じことをしていても挑戦者で異端児のランボルギーニに勝ち目は無い。ランボルギーニはその生い立ちからして、打倒フェラーリを標榜し、全てにおいてフェラーリを凌駕する世界の「スーパーカー」を造ることを社とする特異なメーカーである。そのためフェラーリの後を追従する形になるV8ではなく、V10という独自の道を開拓したのである。2003年に登場したガヤルドのV10はまったくの新設計であり、アウディとの関連で同社の色を濃く落とすユニットであった。それはV10ユニットに与えられたボア×ストロークのカタログデータの数値からも一目瞭然である。ガヤルド用5.0リッターV10エンジンのボア×ストロークは $\phi 82,5\text{mm} \times 92,8\text{mm}$ と、まるで自家用車ばりのロングストロークとなっている。この数値がいかに大きいものであるかは、先述した1973年に誕生したフェラーリのディーノ308GT4のボア×ストロークサイズ $\phi 81\text{mm} \times 71\text{mm}$ と比べれば、一目瞭然であろう。ストローク比で実に21,8mmもの長さを増しているが、この数値自体がイタリア製の高性能ハイパワー自然吸気エンジンを謳う「スーパーカー」にはあり得ないものである。ショートストロークだと低回転域でのトルクを太くすることは出来るものの、回転馬力は望めない。少量生産のオーダーメイドの「スーパーカー」であれば、エンジンはそれに特化した専用設計の大排気量、高回転のショートストロークにするのが鉄則であり、それはこれまでの「スーパーカー」の鉄則でもあった。しかしランボルギーニは2003年にアウディ傘下で発表されたガヤルドにおいて、「スーパーカー」の鉄則をいとも簡単に捨て去り、ありえないほどのロングストロークにした。これは何を意味するのか。理由は簡単である。すなわち親会社のアウディ車に搭載するエンジンとの共有を図るためである。アウディはガヤルドが発表された3年後にガヤルドのエンジンと基本設計を共有するV10を搭載するS6を発表する予定があり、ガヤルドのエンジンは最初からS6との共有のために開発された新設計だったというのが偽らざる本音であり、メーカー側からすれば不都合な真実である。このあたりはアルファロメオと共有を図るフェラーリF430のエンジンなども事情が似通う。実際、アウディS6に乗ると、車のフィーリングやテイストがガヤルドのそれとそっくりなのは、決して室内のスイッチ類がガヤルドと共有であるという理由だけではない。汎用性が高くなり、車としての安定性が増した一方、「スーパーカー」としての希少性や特異性が希薄になったのは、この時代の「スーパーカー」の特徴でもある。

それまでのカウンタック、ディアブロで貫かれたランボルギーニの精神をいとも簡単に反故にしたガヤルドの設計は、アウディ側の目論見ゆえである。カウンタック、ディアブロで貫かれたランボルギーニの精神とは、ミッドシップで縦置きエンジン→クラッチ→ディファレンシャル→縦置きギヤボックスと並び、出力されたパワーはトランスミッション先端部に設けられたリダクションギアにより180度方向転換され、トランスミッションケース下部に設けられたプロペラシャフト貫通スペースの内部を通して後方へと向かう、いわゆる“行って帰って方式”のパワーの伝達方式である。このランボルギーニ的エンジニアリングの妙については、後で詳述する。しかしこのやり方は、沢村慎太郎(2015:649)²⁰も指摘するように、前オーバーハングにエンジンを搭載するアウディの車造りでは、フロントとミッドシップ4WDにしかならない。ランボルギーニの技術を自社の車に取り込むことを最初から狙っていたアウディは、こうしてランボルギーニの技術と共に、その精神までも取り込んだ。

しかし沢村(2017:31)²¹が暴くように、ランボルギーニはアウディに対する唯一の存在証明として、V10のバンク角を90度にするこにこだわった。V型10気筒で全シリンダーを等間隔着火にするためにはバンク角は72度となるが、90度のバンク角だと不等間隔着火となる。最高出力の500psを是が非でも実現させ、その数値を死守したいランボルギーニにとって、バンク角は90度以外ありえなかった。そこでランボルギーニの採った手はクランクに一工夫加えることであった。通常設計のV型エンジンであれば、対抗するバンクの二つの気筒が同じ一つのクランクピンを共有する形になる。そうすると、V10であればクランクから出るコンロッドピンは5本になる。しかしこれでは不等間隔着火が避けられない。それを嫌ったランボルギーニは、ピンを共有させずに90度-72度で18度ひねって、対抗バンクの気筒それぞれが独自で働くオフセットピン設計を採用した。しかしそれも2008年に発表されたアウディR8ではピンを共有する通常のクランク設計に変更し、不等間隔着火を生む元の構造に戻した。ガヤルドの後期型もあれほど忌

み嫌った不平等隔着火に目をつむり、結果的にアウディ R8 のエンジン機構に倣うことになる。現行のウラカンに至っても V10 の排気量や基本設計と構造は、アウディ R8 や後期型ガヤルドと同じままである。このことが、ガヤルド以降のランボルギーニの V10 エンジンがアウディと同じフィーリングしか生まない原因であり、ガヤルドはもはやランボルギーニではなくアウディの車と揶揄される理由がここにある。アウディの厳しい縛りの中で生まれたランボルギーニの V10 エンジンは、もはや「スーパーカー」メーカーとしてのランボルギーニの V10 エンジンではなくアウディの V10 エンジンとしての立ち位置しか得られなくなっている点に、昨今のランボルギーニと「スーパーカー」事情が見え隠れする。

次からはフェラーリとランボルギーニの代名詞となっている、両社のお家芸である V12 エンジンについて見ていく。

5・3.「フェラーリ」の水平対向 12 気筒ボクサーエンジン

フェラーリが第 2 次世界大戦後、自身の名を冠した車を世に送り出す際に強く「V12」を意識したのは、「世界一」の称号を手に入れるための必要最低条件であった。フェラーリをフェラーリたらしめる条件こそ、自動車レース界における世界最速、最強のエンジンを誇る常勝軍団であり、その歴史は「V12」に始まり、「V12」を造り続けてきたフェラーリという孤高にして至高のブランド力に表れている。フェラーリの「V12」に対する執着は、フェラーリ車の歴史にも如実に表われている。フェラーリ社の車造りの歴史は、「V12」エンジンを搭載した 1946 年製のティーポ 125 をしてその始祖とされる。跳ね馬のエンブレムをまとったフェラーリ社最初のモデルは、そのティーポ 125 を搭載して翌年の 1947 年に発表された 2 座席のスパイダーである 125S である。しかし実際にはティーポ 125 以前の 1940 年には 8 気筒エンジンを搭載した 815 を製造しているが、そこにフェラーリの名は冠されていない。同じことは 1966 年に製造された 6 気筒エンジン搭載のディーノにも当てはまる。フェラーリ社では長年 V12 の車を主力ラインナップとして揃え、またオーナーの間でも V12 以下の V8 モデルは「入門用フェラーリ」や「貧乏人のフェラーリ」といった見下した扱いを受けてきたことも否めない。このことは、フェラーリ社の社是として創始者のエンツォ・フェラーリによって語られた、あまりにも有名な「12 気筒以外のモデルをフェラーリとは呼ばない」といった言葉からも、容易に見て取れる。エンツォ・フェラーリはカーレースでの勝利を至上としたが、そのために V12 エンジンの開発には人並みはずれたこだわりを持ち、また人並み以上に心血を注いだ男であった。ゆえに、エンジン開発に対する彼の情熱もまた並外れたものがあつた。それは、「エンジンには魂があるのだ」、「エンジンは息子と同じだ。ある時は真面目に勉強するかと思えば、ある時は放埒な一面を見せる」、「わが野望の至上の栄光」などとエンジンを称するエンツォの言葉からも容易に読み取れる⁴⁾。こうしたレース至上主義のエンツォにとって、フェラーリをフェラーリたらしめる真髄は V12 エンジンであり、V8 エンジンは小型でパワーも V12 エンジンに劣り価格も比較的安価なため、世間的には「入門用フェラーリ」や「貧乏人のためのフェラーリ」などと有り難くないタイトルをつけられ、「V12」と明らかに差別化が図られたことは Part1 でも述べたとおりである。60 余年の時を経た現在に至るまで、フェラーリと「V12 エンジン」の関係が途切れたことはない。そのフェラーリが現在有する最高の V12 エンジンが、同社のスペチアーレ・モデルである F50 とその系譜であるエンツォ・フェラーリ、ラ・フェラーリに搭載されたティーポ F130 型ユニットである。しかしフェラーリ社にはフラッグシップ・モデル以外にも先述した「スペチアーレ」(スペシャルの意のイタリア語)と呼ばれる 288GTO はじめ、フェラーリ社の 40 周年を記念する F40 なども V8 エンジンを縦に積載しており、V12 エンジンを後方に積んだミッドシップは 1994 年に発表された F512M を最後に V12 をフロントに積載する MR 方式に戻したことや、308 以降の V8 モデルがもはやパワーでも性能でも V12 を上回るだけでなくフェラーリ社の中心的な主力製品となったこともあって、現在ではフェラーリ車に対する V12 崇拜ともいえるべき絶対性はほとんどないといってよい。288GTO と F40 は V8 エンジンを、F50 とエンツォ・フェラーリは V12 エンジンを搭載する。

フェラーリの 12 気筒エンジンは、その種類において 5 種類に大別できる。第 1 はレーシングカーエンジン設計者であったジョアッキーノ・コロombo(Gioacchino Colombo, 1903-1987)により製造されたエンジンで、フェラーリの初期から用いられ、製造者の名前を取って「コロombo エンジン」と称される。このエンジンの基本設計は、クランク中心部分でオイルサンプとハーフスカーットのブロックをボルト結合し、鋳鉄製のスリーブを砂型鑄造後のブロックに圧入して造られ、その後のフェラーリのレーシングカーエンジンの伝統となる。総排気量 1500cc、直列 8 気筒エンジンに過給機を搭載し、最高出力 400ps を誇り、戦後のレース界で連戦連勝を飾り、破竹の勢いでフェラーリの名を天下に轟かしたのである。一方イギリスからは、BRM(British Racing Motors)社が開発した V 型 16 気筒を積んだモンスターマシン、V16 が参戦し、フェラーリはこれに 12 気筒 4500cc の NA エンジンで対抗し、ここからフェラーリの V12 エンジン神話が始まるのである。第 2 は、365GT4/BB の登場した 1973 年から 1995 年に登場した F512M までの、ミッドシップスポーツカーに搭載されたボクサーエンジンで、これこそがフェラーリを「スーパーカー」たらしめる代名詞的エンジンである。片側 6 個、左右で 12 個のピストンが 180 度水平に作動することから、「水平対向ボクサーエンジン」と称される。しかし、フェラーリのフラッグシップ・モデルである 365GT4/BB やその後継であるテストロッサ、512TR などの 12 気筒エンジンは、決してそのような水平対向の動きをするわけではない。それらはフェラーリの 8 気筒エンジンと同じく向かい合ったバンクが同じジャーナルを共有するレイアウトとなっており、向かい合ったバンクのピストンは左右対象ではなく同一方向に動く。水平対向であれば、バンクを挟んで向かい合うピストンはそれぞれ 180 度逆方向を向いたクランクピンに連結され、作動時には同じようにストローク運動をする。ゆえにボクサーがパンチを打ち合う様に見立ててボクサーエンジンと呼ばれることは先述したとおりである。一方、フェラーリの 180 度 V12 エンジンは、一つのクランクピンに対向する気筒のピストンが連結され、その構造から片方のピストンが伸びるともう片方のピストンが引っ張り込まれて沈み込む動作になる。フェラーリの水平対向 12 気筒エンジンは V 型 12 気筒のバンク角を 180 度を開いた構造を取っているため、正確には V 型 180 度 12 気筒エンジンと呼ぶのが正しいと思われる。しかしこのエンジンは 180 度を開いた構造ゆえの構造的欠陥を内包し、乗用車とミッドシップの両立という矛盾の中で苦肉の策の結果急場しのぎで造られたもので、それが 365GT4/BB 以降続くフェラーリの 12 気筒フラッグシップ・モデルに影を落とすことになる。この点については後述する。第 3 は、1971 年に発表された 365GTC/4 に始まる 2+2 モデルに FR で搭載された V 型 12 気筒エンジンで、1985 年の 412 の生産終了から 12 気筒 FR 搭載がしばらく途絶えたものの、1994 年に発表された 456 で復活し、その後 612 スカリエティまで用いられた FR 搭載用 V12 エンジンである。第 4 は、1995 年に登場したスペチアーレ・モデルである F50 に搭載された V12 エンジンで、これは他の 3 つのどれにも当てはまらない、通例を打ち破った F50 だけの特別なエンジンである。F130 系と呼ばれるミッドに縦置きされた V 型 65 度 12 気筒のエンジンは、90 年の F1 マシン、641 に搭載された 037 型に由来し、それを積む F50

はフェラーリ F1 直系のロードカーであった。それは、1970 年代初頭における V 型 180 度 12 気筒の水平対向ボクサーエンジンを搭載した 312B と 365GT4/BB の関係以来、実に四半世紀ぶりのことであった。これ以降、フェラーリ社は F1 で得られたハイスペックな技術やイメージの投影を、市販車のフラッグシップ・モデルではなくスペチアーレ・モデルに投入し、重ねていく方向に舵を切ることになる。第 5 は 2003 年に登場したスペチアーレ・モデルであるエンツォ・フェラーリから現行の V12 モデルのミッドシップに搭載される、F140 系と呼ばれるエンツォ・フェラーリ系 V 型 12 気筒エンジンである。これはのちの 599 にも引き継がれていく。

そして、「スーパーカー」に欠かせないエンジン、それがミッドシップに搭載された V12 であり、それを実践した当時の「スーパーカー」の二大ライバルであったランボルギーニ・ミウラとカウンタックに対抗すべく開発されたのが、先述したアンジェリス博士による 365GTB/4 に搭載された水冷 60 度 V 型 12 気筒エンジンと 365GT4/BB に搭載されるミッドシップ V12 縦置き水平対向ボクサーエンジンである。F102A 型と呼ばれる 4.4 リットル 180 度 12 気筒のフェラーリ 365GT4/BB に積まれた水平対向 12 気筒ボクサーエンジンである。フェラーリを代表するエンジンとして世間に認識され、フェラーリ社が造る「スーパーカー」の代名詞ともなっていくのである。ミウラのミッドシップ横置き V12 に対抗すべくフェラーリが生み出した回答こそが、365GT4/BB とそれに積まれた水平対向 12 気筒ボクサーエンジンであった。DOHC4390cc で最大トルク 380ps、最高速度 302km/h を誇るそのエンジンは、コックピット・バルクヘッドを前進させることなく 2500mm のホイールベース内にパワートレインを収めるために、5 段トランスミッションのリアアクスルの真上に V 型に開いた 12 気筒を置くことで全長を短縮させるという極めてユニークな、それでいて強引とも思われるパワートレインの 2 階建て構造となった。V12 を 180 度にするだけで、サイズ的にはエンジンを上下に薄くすることが可能になる。そこでエンジン下側にギヤボックスを置き、コックピット後方からボディー後端までをエンジン搭載に充てたのである。そのため 365GT4/BB に積まれた 12 気筒水平対向ボクサーエンジンはミッドシップを謳いながら、エンジン後方の片側 2 気筒、左右併せて 4 気筒分は後輪よりも後ろにオーバーハングしたりエンジンとなったギリギリのレイアウトとなっている。この難点だらけの苦肉の策が採られたのは、ミッドシップ・レイアウトとロードカーの両立という矛盾するロジックを成立させるためであったが、これがその後 20 年にわたって続くフェラーリ 12 気筒ミッドシップシリーズに暗い影を落とす根源となるのである。水平対向 12 気筒ボクサーエンジンにまつわるこのあたりの構造的欠陥については福野礼一郎(1998:62-65)⁹⁾が詳細に暴露しており、その後の自動車雑誌の記事もそれに追従する形で今や万人が知るところとなったのでそちらに譲るが、フェラーリの 12 気筒フラッグシップ・モデルの本当の姿は、表面的な美辞麗句を並べる世評とは裏腹に、強引な機械設計と 360 モデナで払拭されるまで続いた、欠点を補完するための後処理といったネガティブなものではない。

エンツォは F1 レースにおけるレースカーでは基本レイアウトの 1mm にまで固執して速さと性能にこだわったが、一般向けのロードカーでは 1963 年のある日を境にその努力を放棄した。それが、すなわちフェラーリが造るスポーツ・レーシングカーがミッドシップに移行した日であり、フェラーリが初めてロードカー専用設計の FR の V12、275GTB を発表した日、すなわち「スーパーカー」の起源と考えられるその車の誕生した瞬間である。フェラーリの名を冠し、V12 エンジンというだけでフェラーリ車を購入する顧客に対してエンツォは、口に出してバカだとさげ罵っていたことは有名な事実であり、また F1 デザイナーであったハーベイ・ポスルスウエイト(Harvey Postlethwaite, 1944-1999)の告白として、ブロック・イエイツ(Brock Yates)がその著書(1979:461)¹⁰⁾で明らかにしている。曰く、「オールドマン(=エンツォ・フェラーリを指す)はロードカー商売にはまったく関心がありませんでした。実際、ロードカーを買う人々をばかにしていました。口に出してばかだと言ってました。」と。Part1 で先述したように、フェラーリ社が F1 のレースで勝利することだけを目的として設立された会社であり、フェラーリ社はただレースに勝つことだけを社是とし、フェラーリ社にとって、公道仕様のスポーツカーの製造とその販売は、F1 でのレース資金を得るための手段以外のなにものでもなかった。「我々はまずエンジンを造った。そしてそれを載せるためにボディーを造った」—— フェラーリ社の創始者にして総帥、エンツォ・フェラーリがよく知られる生前の言葉である。この言葉に創始者エンツォ・フェラーリの思想と哲学の全てが詰まっている。ゆえにフェラーリ車の魅力は、まず第一に F1 のレーシングマシンゆずりのエンジン、第 2 にエンジン音、第 3 にスタイリングにあるとされ、フェラーリ社がレース屋またはエンジン屋と揶揄される理由もここにある。1963 年の 275GTB を皮切りに、続々と生産、市販される V12 エンジンを搭載した長大なロードカーを実際エンツォは忌み嫌っており、そういう車を買って求める客に対して口に出してバカだと暴言を吐き、嫌悪していることは前述したとおりである。エンツォの本心は最初から最後まで、レースにおける勝利を勝ち取る自らの理想を追い求めた車の製造のみであった。そしてそれは福野(1998:273)⁷⁾が指摘するように、フェラーリ車のモデルに付けられた名前に隠されている。すなわち、ロードカーには決して“スポーツ”を名乗らせず、すべて“GT”という名前を与えられた事であり、そこには一台の例外もないのである。F1 マシンの性能を限りなく市販車につき込んで造り上げた GTこそが、「スーパーカー」の「スーパーカー」たる所以であり、それを造ったのがエンツォ・フェラーリその人なのである。その点で、自社の F1 ブランドと歴史を強く市販車モデルにイメージ付けることができるのはフェラーリのみであり、またその技術を F1 テクノロジーの産物と声高に謳えるのもフェラーリのみであり、F1 との関連付けで高性能ロードカーを象徴するのは昔も今も変わらないフェラーリの強みと有効な宣伝文句である。このことは、後述する 1999 年に発表された 360 でも実証されることになる。

365GT4/BB のカタログデータは、最高出力 380PS、最高速度は 302km/h と記された。これはライバルであったカウンタックより 2km/h 速く、同時に当時の世界最速の数字でもある。しかしこれがカウンタック登場の半年後に出された数字であり、両社の関係性から見てもこの 2km/h の差はランボルギーニに対するフェラーリの対抗心と同時に、最後の意地であったことは容易に想像がつく。福野(1998:71)⁸⁾は、こうしたフェラーリの市販車に対して次のようにその正体を暴く。曰く、「フェラーリ・ストラダレは人々を徹底的に裏切ってきた。その設計で、そのデータで。だがフェラーリはカタログで眺めて溜息をつけるような姿とデータを我々のために 30 年間提供して夢を与え、そして本当にそれをオーナーのためにこの世のものとは思えないほど素晴らしい操作フィードバックと音と加速の、それらが一体となって作り出す技術的感触を用意してよするにすべての人々の期待に応えたのである。それがエンツォ・フェラーリがまったく関心なかったクルマたち、フェラーリ・ストラダレの真実の姿だったのだらう。」と。フェラーリの車輻重量や最高出力に関するデータ粉飾は当時からよく知られてはいたが、この辺については沢村慎太郎(2015:338-342)⁹⁾で詳細されているのでそちらに譲るが、こうした性質を物語る有名なエピソードとして、「スーパーカー」オーナーたちの間で今も昔も語り継がれる史実に次のようなものがある。曰く、あるオーナーが「メーターで 280km/h しか出ない」とフェラーリにクレームをつけたところ、「それだけ出れば 100%だ」と冷たく回答された、というものである。これを裏付けるデータも沢村(2009:42)¹⁰⁾が提示してい

る。フェラーリ社が 365GT4/BB を市販車として認証を得るため、イタリア当局に提出した書類の実効最高速度(Velocita massimo dichiarata)の欄に書かれた数字、それは 276km/h であった。

“Il mito, il sogno, la storia.(何よりもまず、夢がなければならぬ)” —— エンツォ・フェラーリが生前遺した有名なこの言葉こそ、皮肉にもフェラーリ・ストラダレの真実の姿を言い表したものであったのかもしれない。フェラーリは F355 に代表される V8 モデルでは当時の世界最高のレベルを維持していたが、12 気筒モデルでは 90 年代前半まで 365GT4/BB からのエンジンの改良だけで根本的な設計変更は施されず、急場をしのいでいたのである。

5・4. 「ランボルギーニ」の V 型 60 度 12 気筒エンジン

フェラーリ社に対抗する形で興ったランボルギーニ社は、当初から 12 気筒モデルしか開発のモデルに持たなかった。フェルッチオの野心は、フェラーリを凌駕する世界一の「スーパーカー」を造ること、ただその一つであった。そしてその目的と車に適うエンジンは、最初から V12 をおいて他にはなかった。そのため、ランボルギーニ社にとって 12 気筒エンジンの搭載は絶対に譲れない最低ラインで、排気量もフェラーリを上回る 3.5 リッター、動弁系はフェラーリの SOHC より高度な DOHC を、出力もフェラーリを凌駕する 350ps 超えといったパワフルなエンジンの設計が当初からの目標であった。フェルッチオのこうした要求に対し、ビッツァリーニがその要望通りのエンジンの実現にかかった期間はわずか 4 ヶ月であった。事実、このエンジン開発はライバルであったフェラーリに驚異を与え、それに対抗すべく 1966 年に製作されたフェラーリ 275GTB/4 のエンジン開発において早速 DOHC エンジンとその後の BB シリーズの新たなエンジンを作らせた史実が何よりも雄弁にこのことを物語っている。60 年代中盤までの市販用フェラーリ車の V12 エンジンは全て SOHC であったが、市販車で初めて DOHC を採用したのは 67 年に発表された 275GTB/4 においてである。

ランボルギーニの伝統とお家芸である V 型 60 度 12 気筒エンジンは、60 度角に片バンク 6 気筒ずつ備わり、それを 2 基揃えることで 12 気筒とする。12 気筒エンジンの起源は、それまでフェラーリ社で指揮を執り、フェラーリ 250GTO の生みの親でありながらエンツォ・フェラーリの独裁に反旗を翻し、そのかどでエンツォの逆鱗に触れフェラーリ社を解雇されたジオット・ビッツァリーニ(Giotto Bizzarrini, 1926-)が 1963 年に設計した、L406 型と呼ばれる V 型 60 度 12 気筒のプロトタイプエンジンに遡る。1963 年のトリノ・ショーでお披露目されたランボルギーニ社の記念すべき第 1 号車である 350GTV のプロトタイプに積まれたそのエンジンは、総排気量 3463cc の V 型 12 気筒、最高出力 360ps、最高速度 280km/h を誇った。60 度の V バンク角総アルミ製 12 気筒エンジンは、クランク中心部分でオイルサンプとハーフスカーートのブロックをボルト結合し、鋳鉄製のスリーブを砂型鑄造後のブロックに圧入して造られ、フェラーリのレーシングカーエンジンの伝統となるコロンボ・エンジンの基本設計をそのままに受け継いでいる。ボア×ストロークは $\phi 77.0\text{mm} \times 62.0\text{mm}$ と、フェラーリのロードカー・モデルと同じ数値を採り、コロンボ・エンジンを積む 250GT 系から発展した「スーパーカー」の始祖、275GT とそのまま同じである。この、オールアルミによって徹底的に軽量化を図られたプロトタイプエンジンは、スチール素材からの削り出し加工によって成型されたクランクシャフトを 7 個のメインベアリングで支え、H 字型断面のコネクティングロッドにアルミニウム鍛造製の軽量ピストンが組み合わされたもので、吸排気側それぞれ 1 本ずつのバルブによる狭み角は 70 度のショートストロークに設計され、燃焼室は半球型にくりぬかれる。そして燃料供給を行うウェーバー製のツイーンチョーク・ダブルダウンドラフトのキャブレターは、左右角バンクのカムシャフト間に 3 基ずつ搭載される。そして角バンク 2 本のカムシャフトを有する DOHC システムの投入である。これが、V 型 60 度 12 気筒エンジンの開発において当時最先端を行くフェラーリへの強い対抗意識であったことは、当時も今も疑いの余地はない。

350GTV のプロトタイプに積まれたこのエンジンは後にミウラにミッドシップ横置きで搭載され、ボア×ストローク $\phi 82.0\text{mm} \times 62.0\text{mm}$ 、総排気量 3929cc の水冷 V 型 60 度 12 気筒 DOHC24 バルブ、最高出力 370ps、最大トルク 37.5kgm、最高速度 290km/h にまでパワーアップされた。その後カウンタックではボア×ストローク $\phi 82.0\text{mm} \times 62.0\text{mm}$ 、総排気量 3929cc の水冷 V 型 60 度 12 気筒 DOHC24 バルブ、最高出力 375ps、最大トルク 36.8kgm、最高速度 300km/h にまでパワーアップされた。ただここでミウラと決定的に異なるのはその搭載方法で、ミウラで横置きに搭載された V12 エンジンは、カウンタックで縦置きに搭載された。その理由と機構については後で詳述する。カウンタックの後継車であるディアブロではボア×ストローク $\phi 87.0\text{mm} \times 80.0\text{mm}$ 、総排気量 5707cc の水冷 V 型 60 度 12 気筒 DOHC24 バルブ、最高出力 492ps、最大トルク 59.1kgm、最高速度 325km/h にまでパワーアップされた。カウンタックで新たに採られた 5 段 MT ギヤボックスのミッションをエンジン前方のコクピット中央に配置し、そこからオイルパンを貫通して後方に突き出したドライブシャフトを後輪が駆動するランボルギーニ独特の MR レイアウトはディアブロにも継承された。そしてこのパワーユニットの配置方はカウンタック以降ランボルギーニの代名詞となり、現行のアヴェンタドールまで不変のままである。ディアブロの後継車であるムルシエラゴではアウディ体制となったものの、その基本設計はカウンタック以来のランボルギーニの特色を受け継ぐ。ボア×ストローク $\phi 87.0\text{mm} \times 86.0\text{mm}$ 、総排気量 6192cc の水冷 V 型 60 度 12 気筒 DOHC24 バルブ、最高出力 580ps、最大トルク 66.3kgm、最高速度 330km/h にまでパワーアップされた。そして現行のアヴェンタドールではカウンタック以来の基本設計が一新され、ボア×ストローク $\phi 95.0\text{mm} \times 76.5\text{mm}$ 、総排気量 6498cc の水冷 V 型 60 度 12 気筒 DOHC24 バルブ、最高出力 700ps、最大トルク 70.4kgm、最高速度 360km/h にまでパワーアップされ、改良を重ねながらミウラ、カウンタック、ディアブロ、ムルシエラゴ、アヴェンタドールと、ランボルギーニの歴代 V12 フラッグシップ・モデルに搭載されてきた。V12 を FR に搭載して旋回機動性を研ぐスポーツカー志向のフェラーリに対して、あくまでランボルギーニ 12 気筒ミッドシップは超高性能 GT、すなわち「スーパーカー」を造り続けている。それもまたミウラ以降続くランボルギーニの伝統である。その点で、基本設計が一新されたとはいえ、アヴェンタドールはカウンタックの正常進化であり、カウンタック以降続くランボルギーニの道の線上にある。

1970 年代を前に、フェラーリとランボルギーニは次の段階へと移行し始めていた。それが V12 を縦置きでミッドシップに搭載するロードカーの製造である。その結果生まれたのが、同じ V12 を縦置きでミッドシップに搭載するという命題に対して、60 度 V12 のバンク角を 180 度を開いてフラット V12 にしてエンジンを薄くし、その下にトランスミッションを潜らせることで 2 階建て構造にしたのがフェラーリ 365GT4/BB であり、かたや 60 度 V12 はそのままに前後の方向を逆転させ、トランスミッションを前方コクピット中央部まで突き出すことでパワートレインのスペースを稼いだカウンタックであった。結果はランボルギーニの勝利であつ

たことはその後の歴史が証明している。フェラーリの 180 度フラット V12 は構造的欠陥に伴う様々な欠点が露呈しテスタロッサまでで製造が放棄されたが、ランボルギーニの前後逆転方式はパワーアップを重ねて現行のアヴェンタドールまで引き継がれ、しかもカウンタック当初から見越されていた 4WD 化という副産物までも実現させ、さらに最高速度 406km/h を誇るモンスター「スーパーカー」であるブガッティ・ヴェイロンも、チゼータ V16T もカウンタック以降のこのランボルギーニ方式のレイアウトを採るランボルギーニ系統に属し、その後の新世代「スーパーカー」を牽引している事実からも見て取れる。アウディ、ランボルギーニ、ブガッティ陣営は現在、4WD 化された超高性能 GT という方向に舵を取り、ミッドシップの生き残る道を築き始めている。ランボルギーニの 4WD 化はカウンタックに始まった特異なエンジン搭載法とその奇特なパッケージングとも無関係ではない。この点については後述する。

ここで注目すべきは、アウディ体制下で造られたムルシエラゴのボア×ストローク $\phi 87.0\text{mm} \times 86.0\text{mm}$ という数値である。ショートストロークを常とする「スーパーカー」には、ありえないほどのロングストローク設計となっている。同じくアウディ体制下で同時代に造られたガヤルドのボア×ストロークも、先述したように $\phi 82.5\text{mm} \times 92.8\text{mm}$ と自家用車ばりのロングストロークとなっている。この数値がいかに大きいものであるかは、これまで提示してきたそれまでのランボルギーニのフラッグシップ・モデルの数値と比べれば一目瞭然である。その理由は、先述したようにアウディ側の目論見であるアウディ車へのエンジンの共有を図ったためである。また、1970 年に発表されたウラッコにかつてはランボルギーニ初の V8 を搭載したこともあったが、その後シルエットとジャルパに引き継がれて 88 年で生産を終えてしまう。それ以降、ランボルギーニでは V8 の製造は途絶えてしまう。そしてアウディ傘下になって 13 年の時を経て復活した「ベビーランボ」が、V10 エンジンを搭載するガヤルドである。ここで V8 ではなく V10 にしたのは、ランボルギーニ社自身による独自の発想による。すなわちすでに V8 を製造し、その分野で成功を収めていたフェラーリと差別化を図るためであることは先述したとおりである。ランボルギーニの立脚点は打倒フェラーリである。そのためフェラーリの後を追従する V8 ではなく、V10 という独自の道を開拓したのである。ガヤルドにおける V10 という独自路線からも分かるように、V 型 12 気筒エンジンはスーパースポーツや超高級車に欠かすことの出来ないエンジンの代名詞である。開発者たちは、より高い出力を得るためにエンジンの大排気量化、多気筒化の努力を重ねてきた。V 型 12 気筒エンジンは、エンジン開発における技術と知識の集大成であり、かつその完成形の一つである。「スーパーカー」の世界には 12 気筒崇拝とも言えるような、多気筒であればよしとするような気筒数によるヒエラルキーが確実に存在し、その頂点に君臨するのが V 型 12 気筒エンジンであり、それは一種の憧れの対象ですらある。V 型 12 気筒エンジンは「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめる重要な要素の一つである。マセラティは MC12 を除いて、長大で重厚な V 型 12 気筒エンジンをロードカーには決して搭載しなかった。フェラーリに劣らない長い伝統とブランド力を持つマセラティの車が「スーパーカー」なみの高性能さにもかかわらず決して「スーパーカー」として見られず、どこまでも高級セダンとして扱われるのは、ここに理由がある。

両社のフラッグシップ・モデルに搭載された代表的 V12 エンジンの歴史を見ても、両者のライバル関係が浮き彫りとなる。フェラーリが V12 エンジンを創立当初よりそのブランドイメージとして確立し、そのフェラーリをライバルとしたランボルギーニも V12 エンジンにこだわったという経緯からも、先述したように V12 エンジンは「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめる重要な要素の一つであることが分かる。フェラーリの元エンジニアであったビザリニがランボルギーニに移ってミウラの V 型 60 度 12 気筒エンジンを開発し、その対抗馬としてアンジェリス博士が 365GT4/BB のミッドシップ V12 縦置き水平対抗ボクサーエンジンの開発に取りかかる。元フェラーリの敏腕エンジニアが打倒フェラーリを目指して新進気鋭のランボルギーニ社でフェラーリを全てにおいて上回る高性能、大排気量のエンジンを製作する。このことから「スーパーカー」のエンジン開発において、フェラーリとランボルギーニは密接に絡み合いながら互いの技術を昇華させていく構図が読み取れる。Part1 において、「スーパーカー」の礎を築いたのがレース上がりのフェラーリならば、それを祖として発展させたのがランボルギーニであるとしめくくったが、「スーパーカー」の歴史がフェラーリに始まり、フェラーリに対する復讐により発展したことは歴史の皮肉であると同時に、とりもなおさず、王者としてのフェラーリの存在とそれに挑戦状を叩きつけ続けるランボルギーニの性質を如実に物語っている。

「もし貴方がいっばしの男になりたいのならフェラーリを買うがいい。だが、もし貴方がすでにいっばしの男であるならば、買うのはランボルギーニだ」と言い放ったのはアメリカの伝説的エンターテイナー、フランク・シナトラ(Francis Albert "Frank" Sinatra, 1915-1998)であったが、この言葉にフェラーリとランボルギーニという二大「スーパーカー」ブランドの性格が如実に表されているまいか。

5・5. 横置きと縦置き

5・5・1. 横置き

フェラーリは伝統的に、6 気筒と 8 気筒モデルはエンジン横置き、12 気筒のフラッグシップはエンジン縦置きというレイアウトを採ってきた。ここでは 8 気筒と 12 気筒モデルに絞って考察するが、フェラーリ 308 から 328 まではエンジンを横置きで搭載し、エンジンの下にミッションを配置するレイアウトを採っている。60 年代のフェラーリ社で市販車エンジン開発部門の責任者であったジュリアーノ・ディ・アンジェリスによって造られ、1975 年の 308 に搭載された F106A 型と呼ばれる 90 度 V8 エンジンの基本設計は、アンジェリス自身が 365GT4/BB のエンジン開発も同時に担当していたこともあり、F102A 型と呼ばれる 365GT4/BB のエンジンから流用して造られたユニットであることは先述したとおりである。

しかし沢村慎太郎(2015:410)¹¹⁾や平澤雅信(2017:47)¹²⁾も指摘するように、308 のシリンダーブロックには前から 2 番目の脇の左右に、エンジンマウント締結用のものと思われる三角形のステーが鋳込まれている。事実、このことはかつて私自身が所有したフェラーリ 308 でも確認済みである。平澤雅信(2017:47)¹³⁾はこのステーについて、288GTO が登場するまでの 10 年間このステーが使われることがなかった事実に対して、308 の開発時にエンジンの搭載を縦にするか横にするか決定に時間がかかったのか、あるいは縦置きの新型車をすでに想定していたのかその理由が気になるといふかしがるが、この疑問についての解答は意外にも簡単に、沢村(2015:410)¹⁴⁾で明かされている。つまりこのステーの存在は、308 ではエンジンを縦置きにも搭載できるように設計されていたことを物語っている。この点に関して沢村(2015:410)¹⁵⁾は、設計者のアンジェリス博士の証言として、「設計時には、この V8 は縦置きされるか横置きされるか、まだ決定していなかったから、どちらでも対応できるように縦置き用ボスを設けておいた」という事実を明

かしている。では、なぜ 308 のエンジンは横置きで搭載されたのか。308 のエンジンが横置きにされた理由、それは 308 が生まれた当時の時代背景と資金難という現実ゆえである。当時の石油ショックや北米の排ガス規制など、「スーパーカー」を取り巻く環境は現在以上に厳しかった。V12 エンジンにこだわるフェラーリにあって、308 が生まれた背景理由も一般への販売拡大を狙ってのことである点は先に述べたとおりである。当時のフェラーリ社に新規エンジンを開発する資金的余裕は全くなかったのである。それは 308 のエンジンを見れば分かる。308、そして 1985 年のフランクフルト・ショーで発表された 308 の後継車である 328 のエンジンとその搭載法はディーノ 206/246gt 以来の、エンジンを横置きに搭載し、その斜め下にギヤボックスも横置きにして搭載する中二階建てパワートレインの配置をそのまま引き継ぐ、というよりもそのまま放置されたといった方が正しいかもしれない。沢村(2015:537)¹⁶⁾は当時のフェラーリ社のエンジニアであったニコラ・マテラッツィ(Nicora Materazzi, 生没年不詳)の証言として、「308 に大掛かりな設計変更を施すことは当時のフェラーリには不可能だった。人手も資金もまったく足りなかったのだ」という言葉を明かしている。さらには、マテラッツィが 308 のエンジンを縦置きに変更する際にかかる費用の試算までしており、フェラーリ社が縦置きも視野に入れていたことも明かしている。その金額たるや 1200 億リラであった。しかし当時のフェラーリ社には、そのような莫大な資金もマンパワーもなかったのである。V8 ミッドシップ市販車モデルの大幅な設計変更をする人的余裕も資金的余裕もない状況の中、結果としてディーノ 246gt のパワートレインをただ受け継ぐ形でエンジンが横置きに積まれた。これが事実である。その結果が 308 であり、そんな車体構造もシャシー設計もことごとく前モデルからの流用で済ませてしまった 308 をして、沢村(2015:407)¹⁷⁾は“エンジンがデカく重くなって重量配分が悪化した 246gt”と酷評する。しかしこうした現実にも関わらず、308/328 がフェラーリ史上最大の販売数を誇り、その売り上げでフェラーリ社の窮地を救ったのもまた事実なのである。

一方、同じ横置きでありながら V12 エンジンを横置きにしてミッドシップに搭載することで話題になったのがランボルギーニ・ミウラである。ミッドシップでありながら、ロングノーズでショートデッキの奇跡的なスタイルは、12 気筒エンジンをキャビンのすぐ背後に横置きすることで実現した。これにより、長大な V12 エンジンを搭載することで不恰好に鼻先やヒップラインが長くなる他の大排気量 GT カーとは一線を画す、独特のスタイリッシュなデザインが生まれた。ミウラの存在感は、まぎれもなく V12 エンジンのミッドシップ搭載という点にある。ミウラのエンジン開発に携わったのは、先述したフェラーリの元エンジニアであったビッツァリーニである。ビッツァリーニがランボルギーニでの V12 エンジン開発にあたって設計の叩き台にしたのは、自身がフェラーリにいた頃に専門としたフェラーリが誇る珠玉の V12 エンジンであり、コロombo・エンジンを積む 250GT 系から発展型のスーパーカーの始祖、275GT とそのまま同じである。しかしそこには唯一の違いがあった。それがボアストロークの数値である。フェラーリ 250GT に積まれた V12 エンジンのボア×ストロークは $\phi 77.0\text{mm} \times 71.0\text{mm}$ であったが、ランボルギーニ・ミウラに積まれた V12 エンジンのボア×ストロークは $\phi 82.0\text{mm} \times 62.0\text{mm}$ に拡大され、ミウラに積まれた V12 エンジンの方が圧倒的なショート・ストロークとなっているのである。これにより、ミウラはフェラーリを上回る高出力を得ることに成功した。と同時に、この短いストロークの恩恵でコンロッドの丈も短くなり、その分エンジンブロックも薄くでき、その結果エンジンの重心も低くなる。それが、競技用、市販用の双方のミッドシップカーにおいて縦置きが常道であった 60 年代当時、ミウラで横置きで搭載された理由、それは V12 エンジンの搭載と広い室内を確保するためのパッケージング効率のためである。4 リッター V12 エンジンの全長は 80cm にも及ぶ。それを縦置きで搭載し、クラッチ、ディフェレンシャル、トランスミッションといった駆動系の機構を設置すると、車はリムジンのような縦長のパッケージングになることを免れない。また、それによりコックピットも制約を受ける。そして 60 年代は全般的に車が現代より小ぶりであり、ホイールベースも 2.4m ほどが平均相場値であったため、そうした状況の中で長くて巨大な V12 エンジンと広い室内を共存させるための解決策を、横置きに求めたのである。



Fig.24 フェラーリ 308 の V8 横置きエンジン



Fig.25 ランボルギーニ・ミウラの V12 横置きエンジン

ただしエンジンの横置きというレイアウトの発想自体は、決してランボルギーニ独自のものではない。フェラーリからランボルギーニに移ってきたエンジニアのビッツァリーニの紹介による、ジャンパオロ・ダラーラ(Gian Paolo Dallara, 1936-)によるものである。ダラーラはフェラーリからマセラティに移りレーシングカー開発にあたっていた経緯を持つ。1959 年に登場した BMC(ブリティッシュ・モーター・カンパニー)のミニは、小型 FF 車であったが、革命を起こした車両として知られる。その革命こそが、直列 4 気筒エンジンをフロントに横置きで搭載し、その直下にトランスミッションを潜り込ませるレイアウトにある。ミニのこうしたエンジン搭載法は、当時の設計主務であったアレックス・インゴニス(Sir Alexander Arnold Constantine Issigonis, 1906-1988)が生み出したものである。このレイアウトにより、エンジンをはじめとするパワートレインを小さく収めることができ、それによりエンジンルームを極端に切り詰めて極端にコンパクトなノーズにでき、驚異的なパッケージング効率の実現に成功した。この発想をそのままミッドシッ

ブに移行させれば、同様にパッケージ効果に優れたミッドシップ車ができるのは誰の目にも明らかであった。ディーノ 206/246gt はじめ、イギリスのユニパワーGT、そしてランボルギーニ・ミウラもまたこれに倣ったのである。実際、沢村(2015:69、116)¹⁸ダラーラの証言として、「ミウラの横置き V12 コンセプトの種はミニだった」という言葉を明かしている。ダラーラがマセラティに在籍していた 1961 年に部門長のジュリオ・アルフィエリ(Giulio Alfieri、生没年不明)が F1 用のパワートレインの試作として V12 を企画していた。それはエンジンを横置きで搭載し、その横腹にトランスミッションを横置きで並べ、さらにその横にディフェレンシャルを置くというものであった。それを傍らで見ていたのがダラーラである。その後、アルフィエリはランボルギーニに移籍してランボルギーニ・ジャルパを製造することになるのは歴史のいたずらというよりも、当時のランボルギーニという会社がライバル会社の有用なエンジニアたちをターゲットにいかにか精力的にヘッドハンティングし、リクルート活動を展開していたかを雄弁に物語っている。余談ながら、2 年後の 63 年に日本のホンダが初めて F1 に参戦した時のエンジン搭載法で採ったレイアウトがこの時の BMC ミニと同じであったことは、本稿の Part1 でも触れたとおりである。ホンダの最初の F1 マシンであった RA271 は V12 エンジンを横置きで搭載していたが、その理由はホンダのお家芸である 2 輪車メーカーとしての経験から、バイクのエンジンレイアウトを基にした横置きの方が設計しやすかったからであるとされる。マセラティからランボルギーニに移ったダラーラが、かつてマセラティで試作した V12 エンジンをミッドシップで横置きに搭載した GT カーを、ランボルギーニに移った後で再び試みたのがミウラである。ダラーラ自身は、V12 エンジンの横置きはマセラティを参考にしていて、ホンダが横置きでやっていたのなど当時知りもしなかったし興味もなかったと、自らの設計したミッドシップの横置き V12 エンジンがホンダの RA271 にその原典があることを強く否定しているが、今となってはエンジニアが開発の果てにたどり着いた偶然の一致だったかどうかは不明である。そして、ミウラの誕生に少なからず影響を与えた車ももう一台存在する。アメリカのフォード GT40 である。このことはよく知られた史実であるが、ミウラが影響を受けたのはそのパワートレインの配置よりも、スタイリングとボディー構造である。この点については後述する。

V12 エンジンを横置きで搭載すると、重量バランスがリヤヘビーになり、マニホールドの取り回しを適正化することが困難となり、トランスミッションなどの機構が複雑化し、フロントに設置したラジエターの熱気で室内が高温になるといった副次的に様々な問題に直面する。そこでミウラではミニとは違って、トランスミッションも横向きでエンジンの真下ではなくエンジンブロックの横脇にエンジンに沿う形で設置されている。これによりエンジンの重心を可能な限り低くすることを目論んだのである。そしてトランスミッションはエンジンの中央部までで、その端にディフェレンシャルを設置するという特異な構造を採る。そのため、エンジンブロックとトランスミッションとディフェレンシャルケースが別体ではなく一体構造となり、これが後に様々な問題を引き起こす原因となり、瑕疵を残すことになるのである。その一つがミウラのパワートレインが内包しているミニと同じ問題である。ミニはエンジンブロックとパワートレインが二階建て構造を採る関係上、エンジンオイルがその真下にあるトランスミッションやディフェレンシャルをも潤滑する仕組みになっている。これは、エンジンブロックとトランスミッションとディフェレンシャルが一体構造になっているミウラでも同様である。そのためエンジンオイルと駆動系のオイルが共通して潤滑することになり、開発陣だけでなくオーナーもそれによって生じる様々なトラブルに頭を悩ませることとなる。ミウラの悪名高き癌であるアイドリング時のトランスミッションのガラガラ音だけでなく、ミウラ的设计上の最大の欠点は、V12 エンジンを後車軸のすぐ前に添わせて横置きしたことと比重がリヤヘビーになるだけでなく、重量が左右に長く分散されることによる左右の重量バランスの悪化があげられる。さらにこの搭載方法により、前側バンクの排気管の取り回しに制約が生じることで起こる廃棄効率の不具合と熱処理の問題である。またその構造上、オーバーフローしたガソリンがエアクリナーの中に溜まりやすく、バックファイヤーの火が燃え移って火災を発生させる危険性が高い。ミウラが燃えやすく、実際問題として車両火災の発生件数が多いのも、この辺の構造的な問題に一因があると考えられる。こうした問題を受けて、1971 年に発表されたミウラ P400SV ではオイルパンとトランスミッションケースの隔壁の穴をふさぐ設計変更が施され、エンジンとトランスアクセルのオイルも別循環に設計されたが、それが問題の根本的な解決につながっているかは疑問が残るところである。福野(1998:60)¹⁹が言うように、ランボルギーニはミウラの横置き V12 ミッドシップによって GT カーとしての要件と物理的資質との両立に挑んだが、その両面とも失敗したのである。そのランボルギーニは、ミウラの横置きで露呈した瑕疵の汚名返上を図るべく、ミウラの後継車となるカウンタックでマルチェロ・ガンディーによる奇想天外なレイアウトを採る新規設計のエンジンを縦置きし、両社のフラッグシップ・モデルのエンジン開発熱をさらに高めながら日本における「スーパーカー」ブームの立役者となり、ブームを牽引していくこととなる。

かたやフェラーリであるが、こちらもディーノ 246gt 以来の中二階建てパワートレインをそのまま引き継いだ 308 で、V8 エンジンを横置きで搭載することで高重心かつリヤヘビーという瑕疵を抱え、潤滑油のオーバーヒートに悩まされる点はミウラと似たり寄ったりであるが、それに加えてバンクの前方がコックピットに隣接しているためマニホールドの取り回しのレイアウトが容易ではなく、マニホールドへのターボの設置も困難になるという副次的問題にも悩まされていた。これを解決したのがマテラツィである。彼は 308 で採られた横置き搭載を、308 をベースに造られたスペチアーレ・モデルの 288GTO において縦置きに変えたのである。そこでは 2500mm のホイールベースにパワートレインをコックピット奥に前進する形で縦置きに搭載された。そして 288GTO で採られた縦置き搭載法はその後継車であるスペチアーレ・モデルの F40 にも引き継がれ、さらには V8 市販モデルの 348 から縦置きとなり、ミッションもエンジン後方に置かれることになった。そして 348/F355 にいたって、エンジンを縦置きで横置きギヤボックスという新たな手法に打って出る。そしてその後は後継の F355、360 モデナ、F430、488、458 イタリア、そして現行の 488 に至る V8 モデルの全てにおいて、エンジンは縦置きとなっている。またフラッグシップ・モデルである V12 エンジンを搭載したモデルは、365GT4/BB から最後の V12 ミッドシップである F512M まで、二階建て構造による問題を残しながら、常に縦置きで搭載している。福野(1998:60)²⁰が暴くように、フェラーリはミッドシップカーとは真に物理的に正しく造られていなければならぬ恩恵を 100% 享受できないこと、そしてそれをもたらすパワーとレインとシャシーのレイアウトはフェラーリストラダーレ(すなわち GT カー)の要求には決して適合しないことの 2 点をレース経験上、すでに熟知していた。それがパワートレインを縦置きで前進した位置に設置すること、ホイールベースの長さでパワートレインの設置位置、慣性モーメントや重心高を可能な限り低くすること、対地キャンパ―変化への抑制など、の基本設計上の制約が守られない限り、ミッドシップカーはその本来の性能を發揮することができないのである。フェラーリがこうした基本設計上の瑕疵に始めて本格的に改良の手を入れたのが、先述した 288GTO においてである。288GTO 以降の基本設計の改良は、ランボルギーニに対してというよりもフェラーリの自身の車造りへのこだわりと、フラッグシップ・モデル

として持ち上げられてきた同社の V12 モデルの抱える基本設計の欠点の見直し、それ以上に市場におけるユーザーの声に対処せざるを得なくなったため、というのがその本当のところである。

5・5・2. 縦置き

先述したように、フェラーリの V8 モデルである 308 から 328 まではエンジンを横置きで搭載するレイアウトを採っていた。しかし 288GTO で大幅な改良が施された結果、308 系の持つ問題点をすべて解決した。そしてその救世主もまた、マテラッツィであった。348 シリーズ以降、トランスミッションは横置きのまま、エンジン後方に設置された。そして 348/F355 で、縦置きエンジンに横置きギヤボックスという妙案をひねり出した。その理由はいたって単純である。それは、平澤雅信(2017:58-59)²¹⁾も指摘するとおり、ボディーサイズの帳尻合わせのためである。すなわち 348 からエンジンが縦置きになり、ミッションはフロントのボディーがモノコック構造となり、フロントにトランクスペースを確保することが可能になったため、それまでフロントに配置されていたラジエターはドア後方のリヤフェンダー内部に移された。それまでのモデルでは、本来ならそこは燃料タンクが置かれる場所であり、シート後方の隔壁とエンジンの間に燃料タンク用のスペースを作り、そこに燃料タンクが設置される。その分エンジンが後方に押し出されるため、車輛全体のバランスの辻褄を合わせるためにトランスミッションは横置きにしてその分の距離を縮めるため、という理由である。348/F355、そしてモンディアル t の車造りに共通するコンセプトは、トランスミッションの全長を可能な限り極力短くするという設計方針である。トランスミッションの全長はその上部に位置するディフェレンシャルの直径とほぼ同じである。この実現のために、メインとカウンターの二本のシャフトは、ミッションケース内部の一番下に横向きで配置された。その代償としてギヤの点数も多くなり、それらのシャフトを回転させる動力経路も複雑化し、トランスミッションの構造は他に類を見ないほど複雑怪奇なものになってしまった。348 の後継車である F355 も、基本設計は 348 と同じである。このことを当事フェラーリは、サーキットで培った F1 の最新テクノロジーを市販車にも惜しみなく注ぎ込んだと謳っていたが、自社の F1 ブランドを強く市販車モデルに重ね合わせ、またその技術を F1 テクノロジーの産物と声高に謳えるのも、フェラーリの強みと同時にフェラーリらしさでもある。ちなみに 348 にはそれまでのフェラーリにない新たなサブネームが付与されることになった。それが 348 というモデル名の数字の後に来る tb というイニシャルである。フェラーリやランボルギーニの「スーパーカー」のモデル名にはその車両を表す何らかのメッセージや法則が込められているが、この点は後述する。いずれにしても、348tb は tb というサブネームからして、その車の根幹にある精神とアピールポイントを主張するものであった。348tb はそれまでのフェラーリにおけるミッドシップ市販車として、革命的なモデルであり、348 でフェラーリの新しい流れが始まった。そこから現代に続く、新たな「スーパーカー」の時代が始まるのである。新たな「スーパーカー」の時代、それは沢村(2015:557)²²⁾の言葉を借りれば、「口だけの 300km/h でなく、本当にそれを出せて、そして鮮やかに曲がって止まれるミッドシップ。カッコだけでも金持ちの玩具でもない、真剣に踏んできちんと速いスーパーカー。そうでなければ生き残れない、実力勝負の現代」ということになる。その中であって第 2 世代のフェラーリは、正しく早く美しいフェラーリへと変貌を遂げ、ランボルギーニをはじめとした他のスーパースポーツカーメーカーがそれに追従する形で、現在まで続く「スーパーカー」の潮流の原型を形作っていったのである。

こうした流れを整理すると、フェラーリのミッドシップ V8 モデルは 3 つの世代に分けられる。第 1 世代は、V8 モデルにはまだフェラーリの名が冠されずディーノを名乗っていた 206gt から 246gt、そしてフェラーリの名を冠するようになる 308-328 までの、エンジン横置きの搭載法を採るモデルである。この 22 年の間、エンジニアリング面での進展は何もなかったと言っても過言ではない。変わったのは概観のデザインとエンジンの排気量だけで、その搭載方も骨格となるシャーシも何も変化はなかった。その結果、初めてフェラーリの名が冠された記念モデルである 308 をもってしても、“エンジンがデカく重くなって重量配分が悪化した 246gt” という沢村(2015:407)²³⁾の酷評は先に紹介したとおりである。第 2 世代は、V8 エンジンを縦置きに搭載し、パワートレインの配置からボディー構造まで全てが刷新されて、328 の後継車として 1989 年に登場した 348 から F355 までの時代である。ここで、パワートレインの配置方法もボディー構造もすべてが一新されるのである。この 348 の基本設計はそのままに、少しずつ手を入れて改良を加えながら、最終的に F355 に至るまでの 10 年間は第 2 の時代である。そして第 3 世代が、F355 の後継車として 1999 年に登場した 360 モデナから 488 という現行の V8 モデルまでの、現在までの約 20 年間である。ここに来て、初めてフェラーリがミッドシップ・レイアウトの市販車に対して真摯な姿勢を見せたと言ってもいいだろう。ミッドシップ本来の形と言える 360 モデナの基本設計とレイアウトは、その後の F430、458、そして現在の 488 にも受け継がれている。360 モデナに搭載される F131 と呼ばれるエンジンは、F355 の 3.5L V8 エンジンを改良したもので、2mm ストロークアップした 1 気筒 5 バルブの 3.6L V8 エンジンであるが、F355 比では 20PS の出力アップ、1.3kg のトルクアップを達成し、総排気量 3586cc、V 型 8 気筒 DOHC エンジンを縦置きでミッドシップに搭載し、最大トルク 38.0kg、最高出力 400ps を誇る。かつての V12 フラッグシップ・モデルの 365GT4/BB 系の最高出力 380ps、最高速度 302km/h という数字を、当時はこぞって高性能、大パワーと賞賛した。しかし現在では V8 モデルの 360 モデナでさえ、最高出力 400ps、最高速度 340km/h と、当事の V12 モデルをはるかに上回るパワーを達成しているのである。しかも壊れにくく維持費が安いとなれば、あえて神経質な V12 モデルを選ぶ理由は見つけにくい。さらに V12 ミッドシップが F512M で終わりを迎え、それ以降の V12 モデルはスペチアーレ・モデルを除いて全て FR となった現在のフェラーリで、真のミッドシップと呼べるのは V8 モデル以外にない状況では、ますます選択の余地はなくなる。

そしてフェラーリの新たな時代の寵児となった 360 モデナのメカニズムとパッケージングも、第 1 世代、第 2 世代とはその基本設計からして根本的に異なるコンセプトを基に作られている。第 1、第 2 世代のフェラーリは、まずは大きく重い V8 エンジンの低重心化を図った。第 1 世代の横置きレイアウトでは、パワートレインは前後に短くなる半面、重心が高くなる。第 1 世代の V8 フェラーリの操縦性の悪さはこの重心の高さに起因している。具体的には、308/328 のエンジンのクランク中心点は地上高約 40cm の高い位置にある。これを改善すべく、第 2 世代での 348/F355 では V8 エンジンを横置きで搭載し、ギヤボックスを横置きで設置するという新たな案が生み出され、クランクをディフェレンシャルの出力軸より低く抑えることが可能になり、その中心点を 13cm 引き下げることに成功した。しかしエンジンの搭載法で問題になるのは、前後と上下方向の 4 方向の問題である。348/F355 でクランク中心点を下げることで上下方向の問題は解決したが、エンジンを縦置きで搭載することで、今度は前後方向の問題が生じることとなる。第 2 世代のパワートレインの設置の並び方は、前から順に縦置き V8 エンジン→真下に横置きのギヤボックス→その上にディフェレ

ンシャル→クラッチという並びで配置される。パワートレインの全長を短くすることができた代わりに、リヤタイヤからエンジン前
端までの距離も短くなる。しかもその距離は第1世代の横置きパワートレインと変わらず、相変わらずリヤヘビーな構造は何一つ解
決されないままであった。360 モデナの基本設計の一番の課題は、こうした問題の是正にあった。そしてその第一段階として、パワ
ートレインの並びを変更し、前から順に縦置き V8 エンジン→クラッチ→ディフェンシャル→ギヤボックスという従来のオーソド
ックスな配置の順番に戻したのである。これによってクラッチハウスの縦寸法分、エンジンが前方に押し出される。それに伴ってフ
ロントタイヤの位置もさらに前方に移動することになる。この物理の真理は、のちにカウンタックの機構とパッケージングの相関で
も詳述する。その結果、360 モデナのホイールベースは2600mmにも到達する。第2世代のフェラーリと比べて15cm、第1世代の
フェラーリと比べると、ゆうに26cmもサイズアップしたのである。どうしたことかという、前後両方の車輪がエンジンから外、
つまり前後に広伸したのである。これにより、ボディーサイズを変えることでミッドシップの理想に近づけたのである。このことは、
Fig.35 を見れば容易に理解され得る。Fig.26 の 348 のエンジン位置と見比べてみても、Fig.27 の 360 モデナのエンジンは、リヤエン
ドに触媒が陣取っており、そのボディーの拡張分だけエンジンが前方に押しやられてより中央寄りに位置していることが分かる。
エンジンそのものの出力は、とくに V12 モデルを抜いているのであるから、あえて気筒数を増やしてパワーの増大を図る必要はな
い。そうなれば、あとはいかにしてエンジンをミッドシップ、すなわち車両の中心に置くかという方法だけである。「スーパーカー」
の誕生から 40 年以上にわたって続くこの問題とロジックに対してフェラーリが出した答えが 360 モデナであり、360 モデナは、エン
ジン設計から搭載法、パッケージングとその全てのレイアウトにおいて、フェラーリが見つけた解答であり、一つの到達点であ
った。



Fig.26 フェラーリ 348 の V8 縦置きエンジン



Fig.27 フェラーリ 360 の V8 縦置きエンジン

一方、フラッグシップ・モデルである V12 エンジンを搭載したモデルは、365GT4/BB から最後の V12 ミッドシップである F512M
まで、エンジンは縦置きで搭載されてきた。エンジンを横置きで搭載すると、構造上エンジン本体とディフェンシャルの距離が離
せず、これまで述べてきたように重量配分がリヤヘビーになってしまう。エンジンを縦置きで搭載することにより、重量配分はより
理想的になり、サスペンション設計の自由度も大きく向上させることが期待でき、タイヤのアームスパンなども長く取ることが可能
になる。エンジンを縦置きにすることで、左右両バンクにエキゾーストマニホールドの取り回しを対称に配置することが可能となり、
エンジンの回転モーメントも車輛の前後動に対して影響を及ぼすことがなくなるため、エンジンマウントへの負担も軽減されるとい
う利点も生まれる。この点だけを見ればフェラーリの V12 縦置きミッドシップは成功したかに見える。しかしフェラーリを代表する
V12 の「水平対向ボクサーエンジン」は、その構造的欠陥により多くの問題を抱え込んでいたことは、先の「フェラーリ」の水平対
向 12 気筒ボクサーエンジン」の節で見たとおりである。そして、かつてフラッグシップ・モデルとして栄華を極めた V12 ミッドシ
ップ市販モデルは、およそ 20 年前に F512M で消滅した。これがフェラーリのミッドシップ V12 水平対向ボクサーエンジンの末路
と現実である。

かたやライバルのランボルギーニでも、V8 と V12 の違いこそあれ、こうしたパワートレインの設置で悩まされ続けた点は同じで
ある。ランボルギーニはミウラで V12 エンジン横置きし、カウンタックとそれ以降のモデルでは縦置きにした。ミウラではエンジ
ンブロックの脇に沿ってトランスミッションとディフェンシャルも横置きで搭載された。しかしながら、エンジン横置きでの搭載
法には、副次的な問題も山積することを証明する形となった。ミウラで露呈した V12 エンジンミッドシップ横置きの問題を解消す
るために、カウンタックでは奇想天外なエンジンレイアウトが採用される。それがエンジンとミッションを逆にするパワートレイン
の構築である。そのため、カウンタック以後の全てのランボルギーニ車は、エンジンを前後逆にして配置した。しかもただ逆にした
だけではない。トランスミッションをエンジンの前に置き、そこから折り返してドライブシャフトを後方に伸ばしてディフェンシ
ャルに接続する配置となる工夫をしている。これはどうしたことかと言うと、60 度のバンク角を持つ V 型 12 気筒エンジンを前後逆
方向に搭載し、5 速トランスミッションをコックピット内に進入させることで直列方向に、パワートレインをシャシー内に取り込む
スペースを確保しているのである。この一見不可能とも思えるレイアウトを成立させているのは、ミッションケース底部に設けられ
た出っ張り部分に前半のプロペラシャフトをはめ込み、それがオイルパン内部を貫通してトランスミッションと一体型で設計された
ディフェンシャルケースと後半のプロペラシャフトによる。すなわち Fig.28 では左を前にして、そこからシフトノブが上に突き
出ており、これがキャビン内のセンターコンソール中央からドライバーのシフトチェンジにあわせてドライバーの右手や前方に位
置する形で配置される。Fig.28 のエンジン写真では、左端のシフトノブから右に移行する形で順にギヤボックス、トランスミッ
ョン、クラッチ、エンジン、ディフェンシャルという順番で配置される構造で、一般の車とは逆になる。Fig.28 の写真で見ると、ち

ようどトランスミッションとエンジンの継ぎ目あたりにクラッチが挟み込まれている。そのためクラッチ板1枚交換するだけでもエンジンを降ろしてエンジンとトランスミッションを割る作業が必須となり、その作業工程と工賃たるや天文学的な数字になってしまう。しかしこれもミッドシップの理想の追求のための代償である。エンジンの出力はミッドシップで縦置きエンジンからクラッチ→ディフェレンシャル→縦置きギヤボックスと並び、出力されたパワーはトランスミッション先端部に設けられたリダクションギアにより180度方向転換され、こうしてミッション先端で折り返された出力は、オイルパンの間にドライブシャフトを通すことでトランスミッションケース下部に設けられた2本のプロペラシャフト貫通スペースの内部を通して後方へと向かう、いわゆる“行って帰って方式”のパワーの伝達方式を採る。よってプロペラシャフトはエンジンの内部を通っている。ドライブシャフトをエンジンの下に通すため、ミッション下部に貫通するプロペラシャフトの分だけエンジンの搭載位置は高くなるものの、それでも当時ライバルだったフェラーリ 365GT4/BB よりも140mm低くすることに成功している。

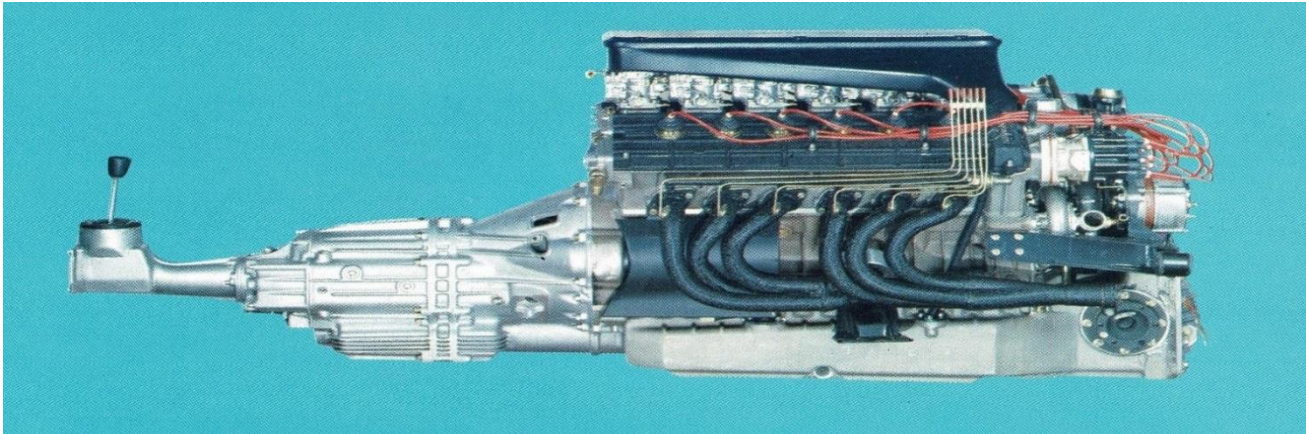


Fig.28 ランボルギーニ・カウンタックのエンジン

4リッター前後のハイパワーエンジンを積んだ「スーパーカー」で使われているV12のような長大なエンジンを縦置きし、トランスミッション、ディフェレンシャルと一列に順に並べてしまうと、乗用車としてはリムジンのように後部が異様に長くなってしまふ。しかしこの得意な機構により、カウンタックでは2450mmという驚異的に短いホイールベースを実現することに成功したのである。カウンタックの2450mmのホイールベースに、長大なV12を後方縦置きに搭載して収めることは、物理的に不可能である。しかしそれを可能にしたのが、カウンタック設計主任であった、パオロ・スタンツァーニ(Paolo Stanzani,1936-)による逆転の発想であった。余談ながらトヨタMR2は直列4気筒の小さいエンジンを横置きで搭載しているにもかかわらず、そのホイールベースは2400mmである。この数値を見ただけでも、V12エンジンを縦置きに搭載するカウンタックのホイールベースが奇跡的に短いことが分かる。ガンディーニが天才と称される理由は、ここにある。カウンタックのレイアウトの独創性は、全てそのエンジンの機構に起因するのである。

ミウラの独創点はV12エンジンとトランスミッションをシャシーに対して横方向に搭載することで、ミッドシップカーの弱点である省スペースを実現したことにある。そのためにトランスミッションとディフェレンシャルを一体型で成形し、エンジン後方に配置するレイアウトを採った。カウンタックではそれを縦置きに搭載し、縦方向の省スペース化に成功した。V12エンジンとトランスミッションを直列に搭載しながらも、全長を4140mmに収め込み、この寸法の中で2450mmという驚異的に短いホイールベースを確保することに成功した。ミウラで「スーパーカー」というジャンルを生み出し、カウンタックでその地位を不動のものにしたランボルギーニは、ミウラの欠点を改良することでV12エンジンを縦に積み、その長大なエンジンを後方縦置きにすることで必然的に長くなるリヤテール部とホイールベースを奇跡的に短くし、それを可能にするために常人には到底考え付かないようなレイアウトと、そのための特殊なボディーデザインを独自に生み出した。それゆえカウンタックは「キング・オブ・スーパーカー」と称され、「スーパーカー」の代名詞とされるのである。こうした「スーパーカー」の機構とパッケージングの相関については、次の節で考察する。



Fig.29 ランボルギーニ・ミウラ P400 の V12 横置きエンジン

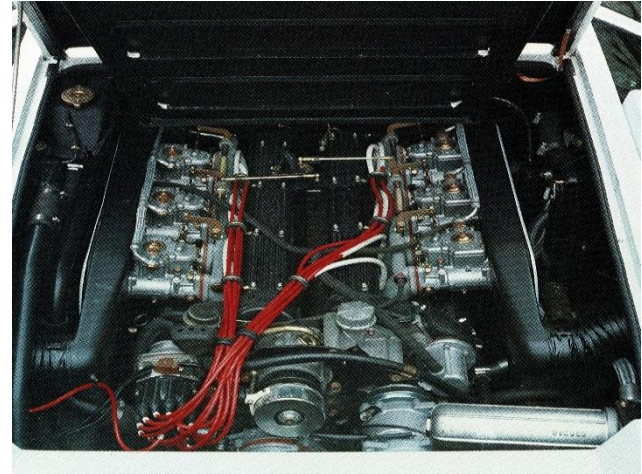


Fig.30 ランボルギーニ・カウンタック LP400 の V12 縦置きエンジン

先に、「スーパーカー」のモデル名にはメッセージや法則性があると述べたが、ここでそのモデル名の由来と法則について説明し、本節を締めくくりたいと思う。とういうのも、エンジンの機構やその搭載法にモデル名は深く関与し、まさに名は体を表しているからである。ただ、この点は「スーパーカー」だけでなく、普通車のモデル名とそこに表された数字にも当てはまることではある。ただし昨今のメルセデスではモデル名の数字が排気量と一致しておらず、もはやモデル名からその車の性能を推し量ることは不可能な状態となっている。だが「スーパーカー」では排気量だけでなく、そのネーミングにも「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめるための、何かしらのストーリー付けが必要となってくる。それがフェラーリでは排気量と F1 の歴史であり、ランボルギーニでは創業者のフェルッチオが牡牛座の生まれであったことにちなんで、闘牛である。こうしたストーリー付けは両社のエンブレムにも端的に表れているが、それについて論じるのは別の機会に譲りたい。

フェラーリのモデル名に付けられる数字は、伝統的に 1 気筒の排気量を表している。これは、初期のフェラーリの法則であった。それは、初期のフェラーリは全て V12 エンジンを搭載していたという伝統と、先に紹介した“われわれはまずエンジンを造った”というエンツォ・フェラーリの言葉にもあるように、フェラーリは何にも増してエンジンの開発に心血を注いだメーカーであり、フェラーリのモデル名はその伝統とプライドの現れあったことを意味している。当時のフェラーリの慣例では、1 気筒あたりの排気量をモデル名の数字に用いていた。すなわち 365GT4/BB の 365 という数字は、1 気筒あたり 365cc という意味である。1 気筒の排気量×12 気筒で 4.4 リットルのエンジン出力を意味している。この表記法は 250 や 275 など昔のフェラーリによく見られたが、同じ BB 系でも 365GT4/BB の後継車の 512 になると、最初の 5 は総排気量の 5.0 リッターを、後の 12 は気筒数を表しており、512 は 5 リッターで 12 気筒という意味を表し、それまでの表記法とは全く異なっている。この表記法はディーノ 206 や 246 をはじめ、308、348 に用いられている。すなわち、308 であれば 3 リッターエンジン 8 気筒という意味で、前の 2 桁が総排気量、後ろ 1 桁の数字が気筒数を表している。また、348 であれば総排気量 3400cc で 8 気筒という意味である。ちなみに 348 にはそれまでのフェラーリにない新たなサブネームが付与されることになった。それが 348 というモデル名の数字の後に来る tb というイニシャルである。348tb の t は transversale で「横置き」を意味するイタリア語であり、b は berlinetta で「クーペ」を意味するイタリア語の頭文字を取ったものである。ここでの t、すなわち横置きは決してエンジンのことではない。348 からエンジンは縦置きで搭載されたのであるから、ここでの縦置きがエンジンを指すものではないということは、容易に理解され得よう。では何が横置きなのか。300ps、3.4 リッター V 型 8 気筒 DOHC3.2 バルブエンジンに組み合わされる、横置き 5 速トランスミッションを指しているのである。348tb は tb という表記法からしてそれまでのフェラーリの慣例を打ち破り、その車の根幹にある精神とアピールポイントを主張するものであった。サブネームの GT4 の GT はグランツーリスモ、4 は 4 カムシャフト、つまり DOHC を意味し、BB は「ベルリネッタ・ボクサー」、すなわち「水平対向エンジン搭載のクーペ」を意味する。F512M や 575M の M は修正の意味を表す Modificate の頭文字である。また、フェラーリの市販車のモデル名には、フェラーリの伝統に則って過去に優れた成績をおさめた自社の F1 の名前から取るという方式もある。348tb の t は 70 年代後半に無敵を誇った F1 マシンの 312T の T から採ったものであるとアピールされた。testarossa はイタリア語で testa「頭」、rossa「赤い」で「赤い頭」の意となり、フェラーリを象徴する色である赤とエンジンのヘッドカバーの赤い色と、58 年からの F1 レースで活躍した伝説の F1 マシーンである 250 テスタロッサから採られている。このあたりも、自社の F1 ブランドと歴史を市販車モデルにイメージ付けることが可能なフェラーリの強みと有効な宣伝文句である。testarossa の後継車の 512TR の TR は、testa と rossa の頭文字を取って縮めただけで、意味に違いはない。

ただし、こうした命名法の例外も複数存在する。400 スーパーアメリカや 410、500 スーパーファーストがそうである。また F355 は最初の 35 で 3500cc の総排気量を表し、最後の 5 は 5 バルブという意味でさらにこれまでの命名法の慣例から外れている。そして 360、F430 になると、単に 3600cc、4300cc の総排気量を表すだけになる。ただし 360 からはモデナ、マラネロといったフェラーリに縁の深いイタリアの地域名が付与されるようになる。さらにそれはカリフォルニア、アメリカ、イタリアなど、後半になると一国の国名に変化していくが、これも 1960 年前後に存在していた 400 スーパーアメリカ、410 スーパーアメリカの名前から取った複製版であり、テストロッサと同様である。さらに、288GTO 以降フェラーリ社の 10 周年おきに造られるスペチアーレと呼ばれる記念モデルはフェラーリの F を取り、その創業年数に合わせて F40、F50 と命名されるが、F50 以降のスペチアーレはエンツォ・フェラーリ、ラ・フェラーリと定まっていなかった。さらに例外中の例外は、FXX である。エンツォ・フェラーリの開発コードであった FX に無限大の可能性とスピードを表す X を不足して命名され、正直定まっていなかったというのが実際のところである。

一方ランボルギーニは、その創生時こそ 350GT のように排気量とグランツーリスモという車の性質をモデル名に付けていたが、カウンタックの例外を除けば、それ以外は伝説の闘牛士や闘牛の名前から採るのが慣例である。唯一の例外であるカウンタックも、本来はミウラに続く猛牛の名前が付けられるはずであった。そのカウンタックは、イタリアのピエモンテ地方の驚きを表す方言の感嘆詞で、原語に近い発音は“クンタッチ”あるいは“クーンタッシュ”となる。その意味は「びっくりしたなあ」や「すげえな」といったもので、英語であればさながら“*Oh, my god!*”に近いものであろうか。この名前であるが、プロトタイプ在完成後にそのスタイルを見た工員が発した言葉から付けられた、というのが一般的な見解である。また原語の“クンタッチ”あるいは“クーンタッシュ”という発音で日本語に定着せず、“カウンタック”になった経緯として、ランボルギーニの社風からフェラーリに対する *counterattack*(反撃) という言葉のもじりで“カウンタック”と命名されたという説が一時流布したが、これは間違いである。そもそも日本で“カウンタック”と発音させるに至った経緯自体がマスコミの手違いによるものであり、それが訂正されずに使い続けられて増幅した結果、現在に至っているというのが実情である。この辺の名前の経緯については、明嵐正彦(2009:75)²⁴⁾が詳細に暴露してくれているので、そちらを参照されたい。またカウンタック LP400 の 400 という数字は 4000cc というエンジンの排気量を 1/10 で表している。400 の前の LP とは、*Longitude Posterior* というイタリア語の頭文字を取ったもので、*Longitude* 「縦置き」、*Posterior* 「後方」、すなわちイタリア語で「後方縦置き」を意味している。つまり、LP400 は 4 リッターエンジンが後方に縦置きで搭載されているということを示しているのである。ミウラ P400 の P も同じく *Posteriore* の頭文字を取ったもので、400 は 4 リッターの排気量を 1/10 で表しており、カウンタックと同じである。またミウラの改良版に付けられる SV は、イタリア語の“*Spinto Veloce*”の頭文字を取って付けられたものであり、すなわち英語でいうところの“*Super Fast*(もの凄く速い)”を意味している。フェラーリに比べ、ランボルギーニのモデル名はいたってシンプルな命名法が採られている。

5・6. 「スーパーカー」のパッケージング

「スーパーカー」のスタイルの特徴は、地を這うような極端に低い車高と平べったく大きく横に広がったボディー、特異かつ流麗なボディーデザインに集約される。本稿の Part1 で述べたように、これらはダウンフォースを有効に取り込むことを目的に、あえてそのような形に“進化”したと言っても過言ではない。「スーパーカー」やレース車輛などの高速走行を目指す車のボディー開発にあたっては、走行中に発生する空気の流れを味方につけ、いかに効率よく空気抵抗を減らし、それを推進力へと変えるかという点に腐心する。しかし、パワートレインの配置によって必然的にそのような形にしかできなかった、という場合も存在する。限られたホイールスペースの中に V12 エンジンをいかに搭載するか、そこには必然的に物理の壁がはだかる。エンジンの搭載方法には基本的に 4 つしかない。すなわち前に横置きするか縦置きするか、または後方に横置きするか縦置きするか、の 4 つである。そして「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめる基本要素が、後方、すなわちミッドシップに縦置きに搭載するのがその重要なファクターであり、そのためにメーカーが血の滲むような努力を重ねてきたことはこれまで述べてきたとおりである。こうしたパワートレインのパッケージングの結果としての「スーパーカー」のスタイルについては、「スーパーカー」を特徴付ける外的要因として考えた方が自然であるためその論考は次の機会に譲るが、ここではその布石として「スーパーカー」特徴づけるパッケージングについて俯瞰的に見ていく。

イタリアには車のデザインだけを専門に手がける、カロツェリアと呼ばれるデザイン会社が存在する。そのカロツェリアの二大巨頭が、伝統的にフェラーリ車のデザインを受け持つピニンファリーナと、かたや伝統的にランボルギーニ車のデザインを受け持つベルトーネである。ピニンファリーナは曲線美を基調とするボディーデザインの美的要素の方を売りにしてきた会社であり、ベルトーネはパッケージングの構築も含め、車のエンジニアリングまでを活かすデザインを強みにすることで知られる。こうした「スーパーカー」のデザインといった外的要因については、別の機会に詳しく論じる。

5・6・1. 「フェラーリ」のパッケージング

フェラーリは、308 から F355 まで続いたそれまでのフェラーリの車造りの方向性が、1999 年に発表された 360 で一変する。それが、エンジンそのものの搭載方法よりもボディー自体を大きくして、その分エンジンを中央寄りにすることでミッドシップの理想に近づけるというものである。ボディー形状もそれまでのフロントが狭まった台形から 360 からは長方形になり、フロントの幅が広がった。また全体的にも丸みがかかって、ボディーサイズも 12 気筒モデル並みに拡大化された。こうしたボディーサイズの拡大により、ラジエータースペースとラゲッジスペースの両方を確保することに成功し、ホイールベースも伸びたためエンジンルームも拡大され、縦置きエンジンと横置きトランスミッションの組み合わせの搭載も可能になった。そしてこのミッドシップの理想の姿でもありまた本来の姿でもある 360 のレイアウトがその後継車である F430、458 イタリア、488 にも引き継がれていく。機構、ボディーデザイン、その全てにおいて 360 はそれまでのフェラーリとは明らかに一線を画した、フェラーリの新時代を作る革命的なモデルだったのである。前節で述べた、3 つの時代に分けられるフェラーリのライト級ミッドシップモデルの、新世紀とともに始まった第 3 の時代の幕を切って落としたのが 360 モデナである。360 から F430、458、488 と続く現在のフェラーリ V8 モデルは、エンジン、シャシー、ボディーの造形の全てにおいて 360 からの流れを基にしている。それは以下の 4 つのモデルを見比べても、容易にそのボディーデザインの形状の相違と近似が判別されえよう。



Fig.31 フェラーリ 308(1975-85)



Fig.32 フェラーリ F355(1994-99)

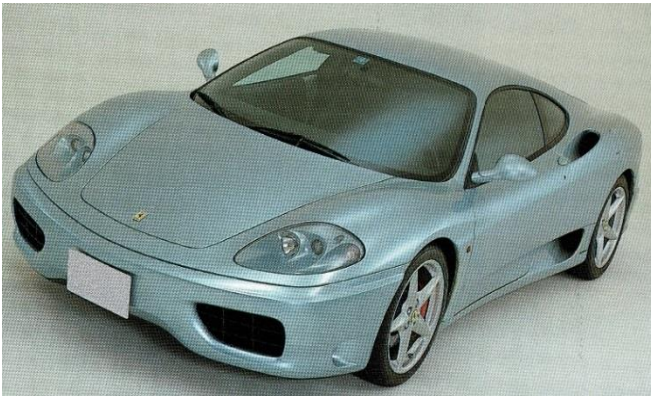


Fig.33 フェラーリ 360 モデナ(1999-05)



Fig.34 フェラーリ F488(2015-)

フェラーリ 308 から F355 まではフェラーリの伝統的なスタイルを踏襲するボディデザインだが、F355 から 360 へのボディデザインの変更は明らかにそれまでのクラシカルなフェラーリのスタイルとは異なる。ただしそこにもディーノに代表される 60 年代のフェラーリの曲線美を基調としたピニンファリーナによる魔法のラインが隠されているのであるが、「スーパーカー」の外的要因であるデザインについては、次の機会に論じる。そしてフェラーリの新たな時代の寵児となった 360 モデナのメカニズムとパッケージングも、第 1 世代、第 2 世代とは根本的にその基本設計から異なるコンセプトを基に作られている。第 1、第 2 世代のフェラーリは、まずは大きく重い V8 エンジンの低重心化を図ったため、ボディを大きくしてエンジンをより中央に持つことでミッドシップのロジックに適合させようとしたことは、エンジン縦置きで述べた。その結果が 360 のパッケージングを生んだのである。

360 のパッケージング、それは前述したようにクラッチハウスの縦寸法分、エンジンが前方に押し出され、それに伴って Fig.35 に見られるように、フロントタイヤの位置もさらに前方に移動することである。そしてこのパッケージングの構造は、カウンタックと近似する。違うのはパワートレインの並びとラジエターの配置場所、そしてホイールベースの長さである。逆転の発想でパワートレインを中央に押し込むことで、ボディサイズとホイールベースを短いままにミッドシップの理想に近づけたのがカウンタックならば、パワートレインは従来のままで、ボディサイズとホイールベースを前後に伸ばすことでミッドシップの理想に近づけたのが 360 モデナであり、その手法は正反対ながら、到達した結果と構造の性質は相似するものとなっている。これは、ミッドシップの物理の法則が同じであることを物語っている。ただ唯一の違いは V12 と V8 のエンジンの大きさだけである。しかしながら、V8 エンジンで当時の V12 エンジンを遥かに上回る性能とパワーを手に入れた今、フェラーリがあえて長大な V12 エンジンにこだわる理由はないのであろう。それが、フェラーリが V12 ミッドシップを廃止した現在につながっている。

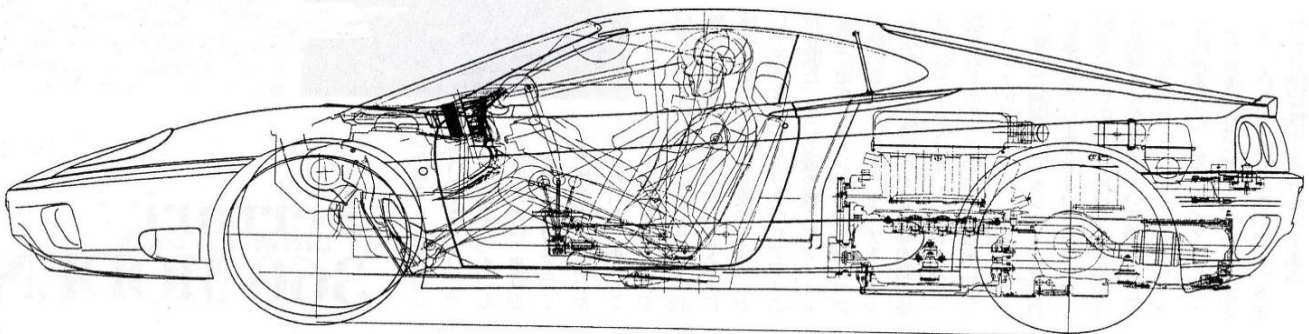


Fig.35 フェラーリ 360 モデナの透視図

そのフェラーリのV12モデルであるが、Fig.37のカウンタックと比較すると、同じV12エンジンを縦置きでミッドシップに搭載しながら、365GT4/BBのそれはFig.36で見るとリアエンドまでオーバーハングし、カウンタックのような純然たるミッドシップにはなっていないことが見て取れる。これがのちに前後の重量配分やその他諸々の点で、365GT4/BBの血統を受け継ぐV12エンジンミッドシップのフェラーリのフラッグシップ・モデルの末代まで禍根を残すことになるのであるが、この点については先述したとおりである。

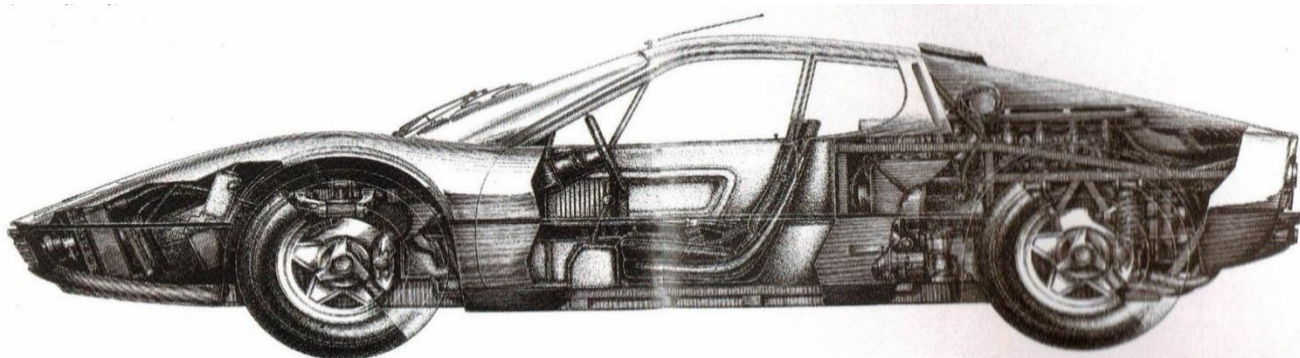


Fig.36 フェラーリ 365GT4/BB の透視図

5・6・2. 「ランボルギーニ」のパッケージング

一方、ミウラとカウンタックのエンジニアリングを担当したのは先述したスタンツァーニであり、そのボディーデザインを生み出したのは、当時ベルトーネに在籍していたマルチェロ・ガンディーニ(Marcello Gandini, 1938-)である。V12エンジン縦置きミッドシップのために、その効率化を図ってスタンツァーニがその奇抜なエンジニアリングを設計すれば、それに効率の良いパッケージングを施したのがガンディーニであり、エンジニアリングとパッケージングの二つの叡智の結集がカウンタックというわけである。そのカウンタックのパッケージングであるが、このような形になった理由は、“それはミウラの設計のネガを反省したところから生まれたのだ”というスタンツァーニの言葉に凝縮される²⁵⁾。しかしスタンツァーニの天才ぶりは、こうした奇想天外なパワートレインの配置だけにとどまらない。Fig.37を見れば、V12エンジンをミッドシップに縦置きで搭載することにより、エンジンがコンパートメントまで食い込んで寸分の隙間もなくレイアウトされていることが分かる。その結果、乗員が限りなくフロントホイール寄りに前進する形で前方に押しやられたシートポジションになっている。それにより、フロントノーズのクラッシュブル・ゾーンまで隙間なくぎっしりと機器や補機類が詰め込まれた点も注目に値する。車体のアウトラインは内部の構成要素いっばいに張り付いて一切の隙も無駄もない。こうしたエンジニアリングとパッケージングの完成形が、カウンタックという自動車とは思えない浮世離れたスタイリングを生んでいる。沢村(2015:305)²⁶⁾は、カウンタックのこうしたスタイリングに対して、“この優雅と緊張の組み合わせこそがカウンタックの真の姿だ。エンジニアリング要素とスタイリングが、内包する精神の上でこれほどまでに緊密に寄り添った例は自動車史上でも他に類を見ない。”と述べるが、言い得て妙である。

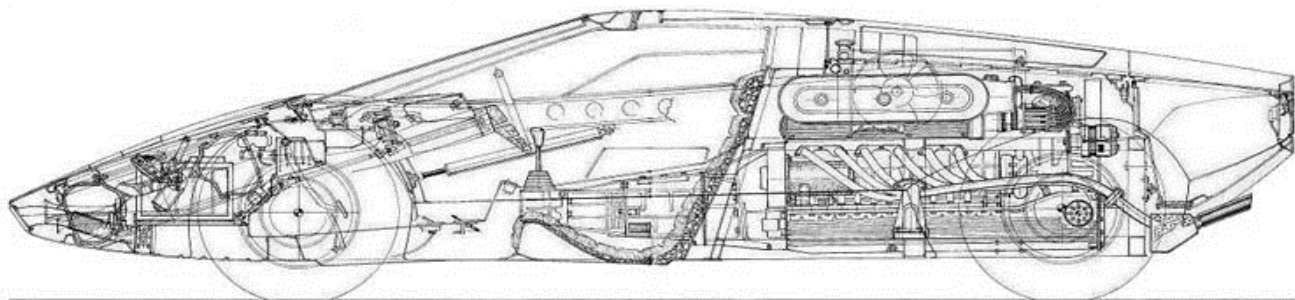


Fig.37 ランボルギーニ・カウンタック LP400 の透視図

先に説明したとおり、カウンタックではトランスミッションとディフェレンシャルを分離させて、ミッションをコックピットのセンターコンソール内に収め、シートの上に配置する形を取り、前から順にトランスミッション→クラッチ→リアの隔壁→縦置きエンジン→ディフェレンシャルというレイアウトを採った。通常の車のパワートレインの配置であれば、前から順にリアの隔壁→縦置きエンジン→クラッチ→ディフェレンシャル→トランスミッションというレイアウトになるが、カウンタックの逆転した配置であれば、クラッチハウジングの寸法分だけリアの隔壁から後車軸までを短くすることが可能になる。そしてその分をコックピットの拡大に充てることができる。そして365GT4/BBで見られたように、通常であればリアにオーバーハングしてはみ出すトランスミッションが車体中央に移動することにより車体の前後の重量配分のバランスに優れ、エンジンルームの空間的な余裕からエンジン前方に補器類を設置する自由度も高くなるという利点を生む。スタンツァーニは、ミウラで横置きにしたV12エンジンをカウンタックで縦置きに搭載し、それによって狭くなったキャビンの容積を確保するために、ドライバーのつま先が前輪の中央部と同じくらいにまでコックピットを前進させた。このことは、同時代のライバルであった365GT4/BBのパワートレインの配置と見比べると、今や一層明らかである。またカウンタックの鋭角に薄く尖った鼻先の内部には、バッテリーとスペアタイヤの補器類が収まる。本来ならフロントノーズの中に設置される冷却用水ラジエータータンクも、このように薄いフロントノーズには収まらない。そこでスタンツァーニはラジ

エタータンクをリヤクォーターの左右に分けて移動させた。そこは燃料タンクの真上で、天井からCピラーを通過してリヤまでなだらかに下がるウエストラインは、Fig.38のフレーム図に見られるように鋼管フレームで固められ、そこに別体の鋼管部材が溶接されて天井部分を支える構造を取る。そしてこの配置が後に述べる車両重量の理想的な重量配分のバランスを生むのに一役買うことになるのである。ラジエータータンクをリヤクォーターの左右に分けて配置するメリットは、それだけにとどまらない。ラジエーターを車体前方フロントノーズ内に配意した場合、ラジエーターからの排熱効果と通気効率を上げるためにフロントノーズ上面にエアアウトレットの通風孔が設けられる。そうするとラジエーターから排出される熱気がノーズ上面からサイドウィンドー方向に回り込んできて、走行中に窓を開けると熱い空気が車の室内に入ってくる。これはミッドシップでなくとも、FRの車でも大抵同じである。実際私が所有していたニュービートルも、ラジエーターからの排熱だけでなくエンジンルームの熱気が横へ抜け、雨の日などはサイドウィンドーのガラスとサイドミラーが真っ白に曇ってしまい、外も後方も見えなくなるという現象に悩まされた経験がある。カウンタックで採られたラジエーターをリヤクォーター部に分割して配置するレイアウトは、実際にそうした難点を払拭する狙いもあったのである。ノーズから一気にフロントガラスを駆け上り、ルーフからリヤまで流れるラインは一切の無駄も破綻もなく、自然でかつ流麗にカウンタックのボディー全体を構成する。

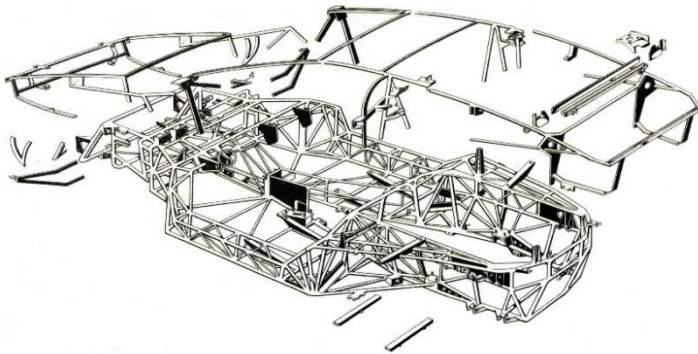


Fig.38 カウンタックのフレーム構造



Fig.39 カウンタック LP400のフロントノーズ内部

そしてフロントノーズのクラッシュブル・ゾーンにまで隙間なくぎっしりパーツが詰め込まれたカウンタックの鼻先を鋭く尖らせたスタイリングであるが、問題はなぜこのようなスタイリングになったかということである。沢村(2017:19)²⁷⁾が指摘するように、速さのイメージとして想起するのは飛行機である。戦後に登場したジェット戦闘機はエンジンを操縦席の背後、すなわちミッドシップに搭載し、鼻先は音速で飛行する際の空気抵抗と衝撃を緩和させるために空気を切り裂くべく鋭く尖っている。ガンディーニが新時代の高性能ミッドシップを謳うカウンタックに重ね合わせたのは、速さの象徴であるジェット機だった。その結果、60年代には優しい丸みを帯びたデザインが主流で、しかもその多くはフェラーリのポンツーンスタイル・デザインから生まれたものである。カウンタックで鼻先をノーズコーンのように尖らせるデザインに変えたのは、それまで主流だった空力ボディーデザインからの刷新を図ったのである。ランボルギーニが自車のカタログに飛行機や戦闘機と競争している写真を用いるのには、人類が抱く速さと高度な技術への憧憬を自車のイメージと重ね合わせる宣伝効果が隠されているのかもしれない。



Fig.40 ランボルギーニ・カウンタック LP400のカタログ



Fig.41 ランボルギーニ・レヴェントンのカタログ

結果、カウンタックのパッケージングとデザインはV12縦置きミッドシップのエンジニアリングの必然として生まれ、相対して相乗効果を生みながら究極のレイアウトとして結実した。しかしミッドシップの理想を極限まで追求した結果、その代償として整備性を犠牲にした。パワートレインの着脱とその整備にあたって、整備士が「まるで知恵の輪を解くようだ」と口を揃えて嘆くが、先述したようにクラッチ版の交換一つにしてもその構造ゆえにエンジンを降ろさなければならず、膨大な時間と費用を要することになる。しかしそれすら「スーパーカー」の宿命であり、V12エンジンの縦置きミッドシップ搭載を实践するべく、整備のしやすさや工賃の安さよりも優先するべき事項なのである。この前方寄りのコックピットは、重量配分とミッドシップ12気筒縦置き理想のパッケージング効率を突き詰めた結果である。その結果何が起きたか。1973年に発表されたカウンタック以降現在まで続くランボルギーニのV12フラッグシップ・モデルの代名詞ともなった、真上に垂直に開閉する“シザーズドア”が生まれたのである。

ランボルギーニが、その代名詞ともなる“シザーズドア”を最初に生産モデルに投入したのは、カウンタックにおいてである。以来このドアの開き方は、その後のディアブロ、ムルシエラゴ、アヴェンタドールと引き継がれていくことになる。その一方で、ジャルパ、シルエット、ウラッコ、ガヤルド、そして最新のウラカンなどの“ベビーランボ”と称されるスモールモデルには、普通の左右横開きのドアしか採用していない。これは、“シザーズドア”こそがランボルギーニのV12フラッグシップ・モデルを象徴するアイコンであるという認識ゆえである。またこの独創的かつ斬新なドアの開き方によって、ランボルギーニという会社の挑戦的でアグレッシブな精神をも象徴している。ちなみに、ガヤルドの開発時にそのドアに“シザーズドア”を採用しないことが決定したことに関しては、ランボルギーニ社内から誰一人として異論を唱える人間は一切いなかったそうである。様々な政治的力やしがらみの制約の中で本当のことが言いにくく、新型モデルに対して表向きの美辞麗句しか言えない裸の王様が闊歩する自動車業界にあって、ガヤルドというモデルに対する真の評価とランボルギーニ社の本音が、ここに表れている。



Fig.42 シザーズドア(1973年カウンタック LP400)



Fig.43 シザーズドア(2003年ムルシエラゴ)

シザーズドアそのものはランボルギーニの独創でも何でもなく、1968年のトリノ・ショーで展示されたアルファロメオ・ティエポ33をベース車両とするコンセプトカーである、カラボで用いられた前ヒンジを支点にして上下に水国に開閉するスイングアップドアのアイデアを拝借したのである。当時、このドアを考えたスタンツァーニとガンディーニに対して、そのあまりに浮世離れたギミックにランボルギーニの開発陣たちは誰もその実現を本気にさえしなかったという。しかしガンディーニは航空機用のダンパーがカウンタックのドアにも流用できることを調べ上げており、それを取り付けて実際にスムーズに上下に開閉するモデルを得意げにデモンストレーションして見せ、開発陣の理解を得て実現にこじつけたのである。これは長大なV12エンジンを後方縦置きに搭載するミッドシップの追及による産物以外のなにもでもない。“シザーズドア”、または“スイングアップドア”、“ポップアップドア”とも称されるこの開閉方法は、コックピット後方、ミッドにエンジンを搭載することでコックピットが前方に押しやられることに起因する。カウンタックのパッケージは極めてタイトである。



Fig.44 ガルウィングドアの代名詞であるベンツ 300SL



Fig.45 ガルウィングドアのデロリアン

長大なV12をミッドシップに搭載するという理想を追求した結果、乗員はかなり前方に押しやられた座席につま先を前輪の間に押し込むようにした姿勢で着座することを余儀なくされる。ドアを普通の車のように横に開閉させようとすればフロントのホイールアーチ部にドアヒンジのスペースを確保する必要があり、ミウラのようにドアヒンジがボディ内部にめり込む形を余儀なくされる。それでもカウンタックの場合、ドアを横に開閉するには、後方縦置きエンジンがコックピットを前に押しやっている関係で前輪のタイヤハウスのホイールアーチがドアヒンジのスペースに干渉するため、ベンツ 300SLか映画「バック・トゥ・ザ・フューチャー」で知られるデロリアンの様なガルウィングドアにするか、またはカウンタックのようなシザーズドアにするか手立てがないのである。ドアを上を持ち上げればこの問題は解決するが、1955年に発表されたメルセデス・ベンツ 300SLのようなカモメの翼の上下運動に似せたガル・ウイングにすると、ドアの開閉に伴う空間が左右に必要なことになる。そこでドアの前縁を支点にして垂直にドアを跳ね上げるスイングアップはこれらの問題全てを一気に解決できる。カウンタックで採られたスイングアップ方式のドアはその奇抜さ

のみに目が行きがちであるが、実はこれこそがV12をミッドシップに縦置きに搭載する理想を追求した結果の、スタイリングの妙なのである。“エンジンをはじめとするパワートレインと、二人の人間が座る最低限度の空間を残して線を引くと、限りなくカウンタックのボディーラインそのものになる”と表現されるように、カウンタックは、ミッドシップ搭載のメリットを最大限に生かしたレイアウトとなっているのである。

5・6・3. 「スーパーカー」とミッドシップ・レイアウト

カウンタックの開発者であるスタンツァーニがV12エンジンをミッドシップで縦置きに搭載し、ミッションをエンジンの前方に配置する特異なレイアウトを採用した目的は、ショートホイールベース化による運動性能の向上とともに、ミウラの欠点でもあったリヤヘビーになりがちなミッドシップ搭載の短所の改善、すなわち車両の前後の重量配分の改善ということにあった。ミウラの車両の前後の重量配分は45:55であり、これはV12エンジンをミッドシップに横置きで搭載して、駆動系と一緒に後輪のすぐ傍らに配置したため、リヤが編重気味になったためである。一方、カウンタックLP400における前後の重量配分は48:52で、ミッドシップの理想の重量バランスを実現することに成功している。それに加えてリヤエンドにトランクスペースを確保することにも成功したのである。この手の「スーパーカー」はその室内の狭さやラゲッジスペースの少なさから“エンジンを運ぶための車”と揶揄されるが、カウンタックにはリヤエンドにゴルフバッグを積めるくらいのトランクが存在するのである。



Fig.46 フェラーリ 308のトランクルーム



Fig.47 カウンタック LP400のトランクルーム

カウンタックで外出すると物見遊山ですぐに人が集まるが、その“ギャラリー”たちが一様に驚くのは、決まって上に跳ね上がるシザーズドア、ボディーから飛び出るポップアップのヘッドライト、車高の低さ、スピードメーターに刻印された最高速度の数字、車両価格、そしてリヤトランクの容量の大きさ、である。個人的経験談で恐縮であるが、私がかつてカウンタック・アニバーサリーを所有していた時に、カウンタックでホームセンターの乗り付け、そこで購入した中型の送風機をリヤトランクに入れて持ち帰った経験がある。その際に、まるで規格で決まっていたかのように、送風機がトランク内に綺麗にすっぽりと収まったので、私自身驚いたことがある。一方、V12エンジンよりはるかに小さいV8エンジンを横置きで搭載したフェラーリ 308にもリヤエンドにトランクルームが存在するが、こちらも私自身が所有していた308で同じことを試したところ、308には全く入らなかった。このリヤトランクのスペースこそが、フェラーリとランボルギーニのミッドシップの本質を物語る証左である。しかしカウンタックも最終型のアニバーサリーでは、空力対策用の付加物や補機類の追加といった様々な変更、追加により、絶対的な車両重量の増加だけでなくその前後の重量配分は40:60となってしまう。フェラーリはエンジンを横置きで搭載する308/328でこそトランクスペースが確保されるが、それでもカウンタックのそれと比べるとはるかに小さい。



Fig.48 フェラーリ 365GT4/BBのリアエンド

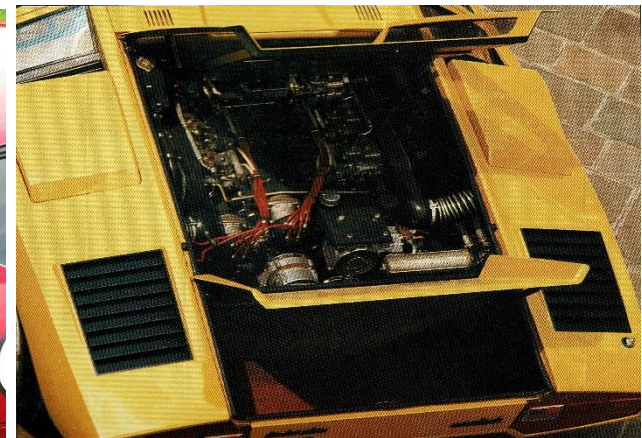


Fig.49 カウンタックのリアエンド

また、当時のライバルであったフェラーリ 365GT4/BBの前後の重量配分は40:60で、しかもFig.48に見られるようにリヤ寄り後方2気筒分は後輪よりオーバーハングして後ろにはみ出している上に、カウンタックより50mmホイールベースが長く、リヤエンドまで隙間なくパワートレインが詰まっている。このレイアウトは後のF512Mまで変わることはなかった。カウンタックでは同じ

V12エンジンを縦置きに搭載しているにもかかわらず、Fig.49でも分かるようにそのリヤエンドにトランクルームが存在することからも、エンジンがより中央にあることが見て取れる。しかも365GT4/BBはエンジンが2階建てゆえの高重心と、リヤヘビーな前後重量配分による不利なハンドリング、排気効率の悪さによるパワーロスという瑕疵も抱えている。こうした構造ゆえに、365GT4/BBではリヤトランクのスペースの確保は微塵もできなかったことを考えれば、カウンタックのV12エンジンのミッドシップ縦置きに伴うこのパッケージングと車両前後の重量配分は、ミッドシップの理想を限りなく実現した理想のレイアウトになっていることが分かる。フェラーリにいたっては、2009年に発表された458イタリアで42:58と、カウンタックに遅れること40年近くになって、ようやくカウンタックと同等の重量配分を達成している。

さらに、カウンタックの前後逆置きの“行って帰って方式”のパワートレインには、思わぬ利点があった。それが4WD化である。このレイアウトであれば、トランスミッションに変換機を設置することで、前輪へ動力を伝達することが可能になる。それは、4WD化も容易に実現可能である。1985年に発表されたグループBカーのランチアのデルタS4は、カウンタックと同様の手法で4WD化を実現したのである。この方式によるデメリットは、先述したように、オイルパンの中にトランスミッションとディフェレンシャルをつなぐドライブシャフトを通すため、そのドライブシャフト分だけエンジン高が上がってしまうことがあげられる。この問題に対してデルタS4は、ドライブシャフトをエンジンの横に通すことで解決している。またディフェレンシャルケースがオイルパンと一体铸造のため、万一それが破損した場合には天文学的な数字の修理費用になってしまうが、先に述べたようにそれも「スーパーカー」の宿命であり、V12エンジンの縦置きミッドシップ搭載を実践するために、整備のしやすさや工賃の安さよりも優先すべき事項なのである。

こうしたデメリットはあるものの、4WD化を考える際にはいまだにこのレイアウトを凌ぐ搭載方法は存在しない。カウンタックの後継車のディアブロは、当時の時代的背景からも優先すべきは4WD化であり、そもそも4WD化を前提として造られたモデルである。しかし4WD化の発想は、すでにカウンタックの時代から見据えられていたのである。それもあってのパワートレイン逆置きだったのである。このことは、沢村(2015:574)²⁹⁾でもスタンツァーニの証言として、“カウンタックのあのパワートレイン配置は将来の4WDを見据えたものだった。あのレイアウトなら、前へドライブシャフトを伸ばせば簡単に4WD化できる。次のモデルチェンジの際には4WDにすることを考えていたのだ”という言葉で紹介されているが、いずれにしてもカウンタックを設計した60年代後半に、すでに4WD化を予見していたスタンツァーニの先見性には驚かされるばかりである。ファーガソン社によるビスカスカップリングという簡略化されたシステムが開発されて以来、フルタイム4WDは当時の社会的トレンドとなり、4WDの機構を備えた車両が最先端かつ時代の主流であり、猫も杓子も4WDを声高に謳い、まるで4WDでなければ自動車にあらずといった、やや加熱しすぎの雰囲気があったのは事実である。そのような中で、ディアブロVTは4WD機能を備えた「スーパーカー」として登場し、それを技術上の大きな売りとしていた。

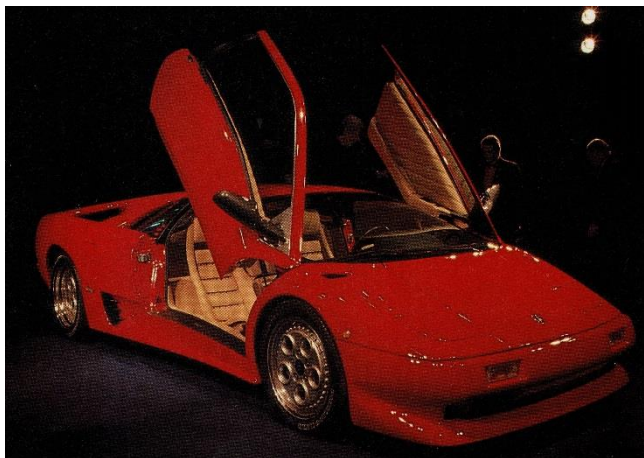


Fig.50 ランボルギーニ・ディアブロ



Fig.51 ブガッティ EB110

カウンタックの時に4WD化が実現しなかったのは、青息吐息で倒産の憂き目にあえいでいたランボルギーニ社の懐事情ゆえであるが、その時点ではまだワンウェイ・クラッチを2組組み込んだ重くて複雑なシステムゆえ、4WDというシステム自体が机上の空論で絵に描いた餅でしかなかったためである。それが、ディアブロの時代にはビスカスカップリング方式の開発により、4WD化が容易になったというだけのことである。そしてこのパワートレインの配置と4WD化は、ディアブロ特有の方式で、ビスカス直列方式ながら前後のタイヤの外径を変え、その外径差を利用するフルタイム4WDであり、これはその後ボルシェ993でも採用された。またブガッティEB110にも同様のシステムが踏襲されたことも、このレイアウトがいかに有効であったかを雄弁に物語っている。ブガッティEB110は、カウンタックと同じくスタンツァーニのエンジニアリングである。彼がカウンタックで果たせなかった理想が、ブガッティEB110を誕生させた。カウンタックの後継車はランボルギーニというメーカーのくくりで見るとディアブロである。しかし設計者のスタンツァーニ、デザイナーのガンディーニ不在の中、クライスラーからの要請で、ただただ生産性のみを考慮して設計されたメカニズムとデザインのディアブロには、もはやカウンタックの影も遺伝子も微塵もなかったと言ってよい。メカニズムのくくりで見ると、むしろブガッティEB110の方がカウンタックの正常進化版であり、カウンタックの遺伝子と血統を受け継いだ「スーパーカー」と言える。1999年にランボルギーニの親会社となったアウディが、自社のモデルへのランボルギーニ社の持つ技術の導入を企み、また自社モデルとのエンジニアリング機構やパーツの共有を図ったことは先に述べたとおりである。アウディは4WD化にあたって、センターデフと並列でトルセン式LSD方式の4WDに固執するが、アウディ傘下で誕生したムルシエラゴもギャルドも、ディアブロVT以来のビスカス直列式のフルタイム4WDを採用している。



Fig.52 カウンタックのcockピット



Fig.53 カウンタックのドア開口部

繰り返しになるが、「スーパーカー」の基本命題は、長大なV12エンジンをミッドシップに縦置きで搭載することである。そこから「スーパーカー」のレイアウトが導き出される。この命題に対して、フェラーリは365GT4/BBで60度V12のバンク角を180度にかけてフラットV12にしてエンジンを薄くし、その下にトランスミッションを潜らせることで2階建て構造にした。もう一方のランボルギーニはカウンタックで60度V12の前後方向を逆転させ、トパワートレインのスペースを稼いだ。しかしながらV12エンジンをミッドシップに縦置きで有効に搭載し、車輛の前後の重量配分を理想的な50:50に近づけ、そこに乗員のスペースを確保するようにボディーをデザインすると、先述したように、それは限りなくカウンタックに近い形になる。いずれにしてもカウンタックで採られたシザーズドアにより、Fig.52とFig.53に見るように斜め前後方に大きく切り開かれたドア形状により、従来の横に開閉するドアよりも乗降性は向上し、その開閉部も意外と解放感に溢れている。ただし乗降の際に、ハンドル左側にあるウイinkerレバーを蹴り折らないように注意が必要とはなるが。また副次的に狭い駐車スペースでもドアの開閉が可能となる利点も生まれる。それよりも大きいのは、当初の目論見ではないにせよ、このドアによって結果的にカウンタックの、ひいてはランボルギーニの存在感と魅力を強く人々に認識させ、印象付けることに少なからず成功した点であろう。

5・7. 「スーパーカー」の骨格

これまでエンジンをはじめとするパワートレインの構造とその搭載方について見てきた。人間にたとえれば、パワートレインは心臓をはじめとする内臓器官である。それらと肉体を支える骨格は、フレーム、またはシャシーである。人間も車も、素材と形状が異なるだけで、構造体としての造りの基本設計は同じである。そして車のパワートレインとボディーを支えるフレームやシャシーにも、「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめる独自の工夫と技術が詰め込まれている。クルマのフレーム構造は「セパレートフレーム」、「アンセパレートフレーム」、「ユニコンストラクションフレーム」の三つに大別される。「セパレートフレーム」からは「はしご型(ラダーフレーム)」、「バックボーン型」、「プラットフォーム型」、「ペリメーター型」の四つが派生し、「アンセパレートフレーム」からは「マルチチューブスペース」、「スーパーレジェラ」の二つが派生し、「ユニコンストラクションフレーム」からは「モノコック」が派生する。フェラーリのフレームは伝統的にラダーフレームで生まれ、ランボルギーニのフレームは伝統的にマルチチューブスペースで組み立てられることが多い。しかし、ランボルギーニはフェラーリに対するあくなき挑戦を続ける反骨の志士である。「スーパーカー」の骨格たるフレームにも、独自の工夫とランボルギーニらしさが隠されているのである。

5・7・1. 「フェラーリ」の骨格

車のフレーム構造の原点は、まだ自動車が生産される前の馬車の時代にまでさかのぼる。そこで用いられていた構造が、その梯子のような形から「ラダーフレーム(ladder frame)」と呼ばれるフレーム構造である。これは、鋼管を梯子状に組んだフレーム構造を床部に敷いて主構造材とし、そこにエンジンなどのパワートレイン、駆動系のサスペンションなどを搭載させ、その上にボディー構造の上屋を構築する方式である。初期のフェラーリのフレーム構造は、床部の鋼管の組み方こそ異なるものの、剛性の面から見ればラダーフレーム形式を踏襲するものであった。先述したように、フェラーリのミッドシップV8モデルは3つの時代に分けられる。第1世代のボディー構造は、フェラーリ創業以来の伝統である楕円形の断面をしたフェラーリ独特の極太のクロムモリブデン(略してクロモリ)鋼管で出来ている。クロモリ鋼は、鉄に炭素とマンガン、シリコン、ニッケル、クロム、そしてモリブデンを混入して精製された構造用鋼材である。これをラダーフレーム形式で組み上げられたものが、フェラーリの骨格である。その鋼管フレームを手がけるのは、ヴェッカーリ社である。セパレートシャシーは楕円断面の太い鋼管からなり、サスペンション、ステアリング、ボディーパネル、バンパーなどの部分、は短形断面ならびに正方形断面のサブフレームが受ける。前後方向縦に3本のクロモリの楕円断面鋼管を並べ、それを横の部材でつないでフロアを形成する。両端の鋼管の太さは94mm×55mm、中央の鋼管は115mm×52mmもの太さである。横の部材となる鋼管は94mm×55mmの太さで、そこから同じく94mm×55mmの鋼管を上方向に伸ばして中央の楕円鋼管と接合され、上屋を形成する。リヤ隔壁部の横から伸びた94mm×55mmの鋼管からは、80mm×46mmの鋼管が2本並行してリヤ方向に向かって縦方向に走り、これがパワートレインを支えるエンジンルームの底部を構成する。フレームに溶接止めで貼り付けてあるだけのボディーパネルは応力を担わず、この変形ラダーフレームで応力を受け止めるという構造であった。そのクロモリのフレームの前後には角断面鋼材が溶接されてサブフレームを構成し、前後サスペンション、ステアリングコラム、燃料タンクを支

える構造になる。その構造自体は驚くことではない。驚くべきは、そのシートもコラムも、主構造体の強靱で太いクロモリにじかにボルト止めされている点である。そのため、第1世代のフェラーリは強靱なクロモリの主構造体と車が一体化しており、頑強で少々 の応力ではたわまないのである。Fig.55でも分かるように、コックピットを取り囲むように溶接されているだけではあるものの、車の主要構図部材としてはもの凄く頑丈にできている。福野(1998:269)²⁹⁾が言うように、だからフェラーリは“カミソリのように走り、フェラーリの乗り心地はハガネのように頑強でハガネのようにしなやか”なのである。かつて私自身も308を5年間所有し、それで1万キロ近くをドライブした経験からも、福野のこの言葉が決して誇張ではなく、真実であることが分かる。



Fig.54 フェラーリ 308のクロモリフレーム



Fig.55 フェラーリの床部に伸びる極太の楕円断面鋼管とラダーフレーム

しかし、そういう頑丈な造りはあくまでコックピット部分だけであり、そこから上に伸びる上屋部分のフレーム部材は30mm×60mm程度の太さしかない。そこから前後のボディに降りてフロントガラス両脇のAピラーと、リアガラス両脇のCピラーが構成されるが、この部材にいたってはコックピットやエンジン・コンパートメントとは打って変わって、わずか25mmの細い円鋼管で担っていた。これらの上屋部分の鋼管は、天井のボディパネルやダッシュボードなどのインパネ類の部材を取り付け、支えるだけの役目しか持たないもので、車体構造の剛性と強度の確保といった役割は最初からなかったのである。車にかかる応力は、もっぱらコックピットとエンジン・コンパートメントを支える極太のクロモリで構成されたラダーフレームの主体構造であって、上屋やボディ外板は応力を受けない構造となっていた。ライバルのランボルギーニがミウラで鋼板溶接構造の応力担体で構成され、その後を追う形でマセラティ・ボラやデ・トマソ・パンテラは、すでに70年代にはミウラの鋼板溶接構造をさらに進化させて鋼板モノコック構造に移行していた。こうした時代の中で、フェラーリはその創世記から使い続けてきた時代遅れの鋼管フレーム構造を、この年代のモデルにも使い続けていたのである。



Fig.56 フェラーリ・テスタロッサ(1984-92)



Fig.57 フェラーリ・テスタロッサのエンジン一体分離式リアフレーム

第2世代ではこうした様式が刷新され、それまでの伝統的なチューブラースペースフレーム構造はここで完全に見直され、当時すでに主流になりつつあった鉄板を溶接して組み上げたモノコック構造が採られるようになる。第1世代ではパネルの継ぎ目のエッジを工員がハンダを盛って溶接し、それを磨き落として組み上げるという昔ながらの手作業での工程だったが、第2世代ではフィアットの資本と技術が導入されたことも手伝って、ロボットによる自動スポット溶接機構が導入され、応力をボディの外皮で受けるモノコックフレームが採用されるなど、その車造りにおいても大幅な進化を見せ、第1世代と第2世代の間には隔世の感がある。プレス鋼板をロボットによる機械溶接したモノコックに、フェラーリの伝統である鋼管チューブラー構造のサブフレームをリヤに接合した構造となる。しかし現実には348の初期に酷評された、フロント半分のみモノコック、リヤ半分は鋼管フレームというセミモノコック構造は接合部の強度不足がひどく、改良を重ねてF355で改善されたものの、構造的欠陥は払拭できていなかった。たとえばテスタロッサの時代には強靱なクロモリをフレーム素材に用いる点はフェラーリの伝統に沿っているが、整備性を重視した結果、エンジンとリヤの足回りをサブフレームごと一体で降ろせるよう、Fig.57に見るように分離式のフレーム構造となっていた。しかしこれでは走行中に地面の凹凸や揺れなどのフレームの応力負担が大きく、ボディ全体がフレームごとたわみ、ねじれるというマイナス点

を生む。こうしたリヤヘビーのレイアウトと、ボルト留めされた脆弱な離脱式フレームという構造ゆえに、テスタロッサを走行中に後ろから眺めるとそのボディがよじれ、ねじれ、そしてたわみながら揺れ、多くのテスタロッサオーナーが証言するように、高速道路の路面上の継ぎ目のバンプが多くなる恐怖とストレスとなって、ドライバーにのしかかってくるのである。そのため後継車の512TRからは、より高い剛性を得るために一体式のフレームに変更されている。BB時代には一体式だったフレームが分離式になった理由は、テスタロッサの特異な車体リヤ部分の造形ゆえである。テスタロッサは79年に第1号の試作車が造られたが、その時はBBやF355のようなフェラーリ伝統のリヤガラスが直立してエンジンフード前方奥に掘り込まれるトンネルバックスタイルではなく、F40や360モデナのように天井部分からリヤまで透明なリヤガラスが斜めになだらかに落ちるスローバックのデザインであった。この形状ではパワートレインを上から脱着することが不可能になる。そのためサブフレームを別体で主構造とボルト止めし下から脱着する設計になり、その構造がテスタロッサのリヤの形状が最終的にトンネルバックにデザイン変更された後も、この設計だけはそのまま残されたのである。

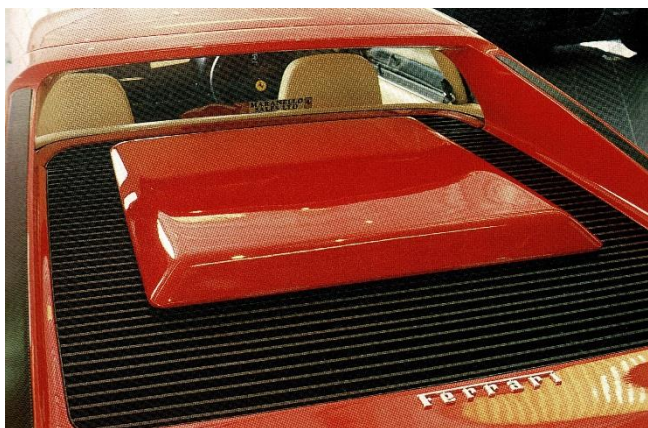


Fig.58 フェラーリ伝統のトンネルバックスタイル(テスタロッサ)



Fig.59 フェラーリ F40 のスローバックスタイル

そして、第3世代であるフェラーリ360モデナは、F355からプラットフォームを一新した。その特徴の一つが、軽量かつ頑強なアルミフレームを採用したシャシー構造である。フェラーリはその全身モデルであるF355、さらにその前のモデルである348の時代に、ボディ外皮の一部を構造材として私用する工法であるセミモノコック構造を採っていた。360モデナはそれまでのセミモノコック構造から、もう一度フェラーリ伝統のスペースフレームに回帰したのである。アウディA8ですでにアルミフレーム製造の経験を積んでいたアメリカのアルコア社との共同開発という形で、アルコア社製の高品質なアルミ素材を採用し、押出成形によるアルミ鋳造材の関節で接合したラーメン構造で車体を構成し、非常に強靱なボディ剛性を獲得することに成功したのである。スペースフレームの造り方は鋳造のジョイントを用いたり、TIG溶接やボルト留めなど実に様々であるが、基本的な考え方はアウディA8とほぼ同じである。それを360モデナに投入し、初めてオールアルミ製フルモノコック構造を実現した。この新たな応力担体構造により、360モデナは、特に348/F355でのコックピットからリヤにかけての剛性不足を大幅に向上させた強靱な車体剛性を手に入れただけでなく、車両重量の軽量化にも成功した。360モデナはアルミのスペース・フレームにアルミのセンター・モノコック、アルミのボディ外板と、フェラーリのロード・ゴーイング・カーとして初めてのオールアルミ製ボディ&シャシーで構成されている。さらにサスペンションパーツなどもすべてアルミ化し、F355より1回り大きくなったものの、フルモノコック化による重量増を抑えることにも成功した。公称車両重量は1390kgと、F355に比べて、およそ100kgもの軽量化を達成している。しかも結果的に、このアルミ・ボディはF355よりねじり剛性で44%、曲げの剛性で42%ほど強度がアップしている。またスチール並みの強度を確保する厚みを持たせても、アルミであればその重量をスチールの約70%程度で抑えることができる。360モデナにアルミ・ボディが採用された理由は、F355よりも大型化されたボディを軽量化し、剛性の向上を狙ったためである。その狙いは確実に成功を収めた。また、車両の軽量化と同時に目指された360モデナのもう一つの狙いが、ダウンフォースの有効な取り込みにあった。ボディの最前部で高速で空気を吸入し、その気流を意図的に収束、発散させることで、ベンチュリー効果の向上を図ったのである。ちなみにそのCd値は360モデナで0.33、同スパイダーモデルでも0.36という驚異的な数値を達成している。同じくダウンフォース量は360モデナで180kg、同スパイダーモデルでも170kgという高数値を実現しているが、この直接の理由はアンダーカウルとリヤに突起したディフューザーによるベンチュリー効果にあると見られるが、こうしたスタイリングと空力の関係については、次の機会に論じてみたい。360モデナのこの基本設計とレイアウトは、その後のF430、458、そして現在の488にも受け継がれている。それは、360モデナの基本設計とスタイリングが間違いではなかったことを物語っている。



Fig.60 フェラーリ 360 モデナのアルミシャーシ

こうした点から、360 モデナはフェラーリの歴史の中で見ても、その後の流れを大きく決める分岐点となったモデルである。フェラーリでは当たり前であった納車前の整備におけるサスペンションのアライメント調整も、360 モデナでは正しいアライメントが最初からきちんと出ており、整備の必要がなかった。これもフェラーリとしては初めてのことであった。かつてのフェラーリは、エンジンの性能だけで自社の車を売ってきた尊大なメーカーであった。それは先に紹介したエンツォの“われわれはまずエンジンを造った。それからそれを乗せるためにボディを造った”という言葉からも分かる通り、フェラーリの車造りはF1 レースで勝つことを第一の命題とし、そのためにエンジンこそがすべてに優先し、シャーシやボディなどは後からついてくるもの、といった程度の認識でしかなかった。しかし360 モデナは、その造りだけでなくそれまでのレース至上主義から脱却し、信頼の置ける一流ブランドへと変貌を遂げようと、確実に変わりつつあるフェラーリの会社としての姿勢を如実に物語っていた。

その結果、360 モデナは飛ぶように売れた。それは、360 モデナがこれまでのフェラーリの抱えるすべての瑕疵を刷新し、それに伴い耐性が向上して壊れにくくなったため維持がしやすくなったという理由だけでなく、当時の時代背景も販売台数を後押しした。2000 年代前半、ミハエル・シューマッハをドライバーとして擁するスクーデリア・フェラーリは、F1 レースにおいて連戦連勝の山を築いていた。フェラーリ 360 モデナが発売された2000 年代前半は、フェラーリ F1 の黄金期と重なり、F1 での勝利がフェラーリ 360 モデナの販売数を引き上げた一因である。先述したように、自社のF1 ブランドと歴史を強く市販車モデルにイメージ付けることができるのはフェラーリのみであり、またその技術をF1 テクノロジーの産物と声高に謳えるのもフェラーリのみであり、F1 との関連付けで高性能ロードカーを象徴するのは昔も今も変わらないフェラーリの強みと有効な宣伝文句である。F1 の成績が車両の販売台数に直結するところもフェラーリのフェラーリたる所以である。しかも、それまでのコンベンショナルなフェラーリから一新された空力特性と冷却効果の向上のみを目指して刷新されたボディデザインも、賛否両論の両方で呼び水となった。しかもアルミフレームを採用したのは、シャーシだけでなくボディも同様であった。アルコア製の高品質なアルミ素材を、押出成形によって車体を構成する。アルミを市販車に採用するのは非常に高度な技術が必要となるが、フェラーリはこれを製品化したのである。非常に強靱なねじれ剛性を獲得することに成功した結果、すべてにおいて扱いやすく、また手のかからないモデルとして生まれ変わった360 モデナは、“壊れないフェラーリ”という評価とともにF1 での快挙も手伝って、当時のフェラーリ社で過去最高の販売台数を記録したモデルとなったのである。

5・7・2. 「ランボルギーニ」の骨格

一方ランボルギーニは、350GT ではボディ制作をカロツェリア・トゥリング社が手掛け、チューブラースペースフレームを採り、同社の特徴である軽量技法のスーパーレジャーエー工法によるアルミボディをまとっていた。このフレームと工法は後継車の400GT でも踏襲されたが、ボディはスチールに変更される。チューブラースペースフレームで組み込まれた鋼材でシャーシが構成され、伝統的にマルケージ社製のフレームが用いられてきた。ランボルギーニは350GT やイスレロでは鋼管フレーム構造を採用していたが、ミウラやエスパーダ以降のモデルでは鋼板溶接構造に転換した。1965 年の第47 回トリノ・モーターショーで展示された、TP400 と呼ばれるミウラの原型となるベアシャーシ構造から見ても分かるように、ミウラは単体重量95kg のマルケージ社製のフレームが、Fe37 スチールパネルによって溶接成型されている。車体応力構造を形成している鋼板は、最初の試作車ではセンターセクシ

ョンで0.8mm、そしてより負担の大ききさらに高い強度が必要とされるリヤボトムなどのエンジン・コンパートメントは1mmないしは1.5mmの太さのパネルが用いられた。そしてミウラの生産型で、センターセクションのスチール鋼材は0.9mmの太さに拡大される。しかしそれでも剛性が足りないことが判明し、生産途中の126台目から1.0mmに、さらには最終型のSVの終り頃には1.2mmに拡大された。また車両重量の軽量化のために、シャシー全体に無数の軽減孔が空けられたことは、本稿のPart 1で見たとおりである。当時の技術で軽量化を追求した結果である。ガンディーニのデザインによるボディーは、1.5mm厚のアルミニウムパネルをメイン素材に成型されたものである。屋上部分やBピラーなどは、剛性確保のためにスチール素材が用いられる。

ミウラの技術の源泉として、フォードGT40からの影響が強いことは万人が知る否定できない史実である。沢村(2015:119)³⁰はミウラはダラーラの独創ではなく、フォードGT40とミニとマセラティの幻のF1がアイデアの源であると暴露しているが、ミウラがフォードGT40に模したはそのボディーデザインだけにとどまらず、車体の応力構造も受け継いでいた。このことはFig.61とFig.62の2枚の画像を見比べれば、容易に判断が付く。外皮となるボディーそのもので応力を受け止める構造は、20年代に航空業界で生まれたものである。それが戦後になって、自動車メーカーの世界にもその技術が導入され始め、50年代には採用例が徐々に増え始める。しかしこの製造には時間とコストがかかるため、レース車輛の構造には生産性と採算という両面において不向きであり、60年代に入ってもなお、自動車レースの世界では鋼管フレーム構造が主流であった。



Fig.61 フォードGT40



Fig.62 ランボルギーニ・ミウラ P400

そのような時代にあって、フォードGT40はボディーそのもので応力を負担する新技術で一躍レース界のスターダムにのし上がっていった。しかしGT40のフレーム構造は一般的な鉄板モノコック構造ではなく、前後の隔壁から伸びる大断面の角柱がフロント・コンパートメントとエンジンなどのパワートレインを積みリヤ・コンパートメントを構成する、独特な形を採る。ミウラはこの遺伝子を受け継いで生まれたのである。ミウラの車体構造も、GT40と極めて近い構造を採っている。そしてミウラがGT40に似通っていることは、ミウラの主任設計者であったダラーラの言葉からも明らかである。曰く、“ミウラを造ったときのアイデアの元はフォードGT40なんだ。あの当事、レースで一番つよいスポーツレーシングカーだったからね。”とミウラはミニからパワートレイン配置の遺伝子を受け継ぎ、GT40からシャシーレイアウトとボディーの応力、さらには車体のデザインの遺伝子を受け継いで生まれたモデルなのである。しかしミウラの瑕疵についてはこれまでに述べてきたとおりである。ミウラの登場で奮起して365GT4/BBを打ち出してきたフェラーリに対して、ランボルギーニは更なる迎撃主で迎え撃つ。それがカウンタックである。

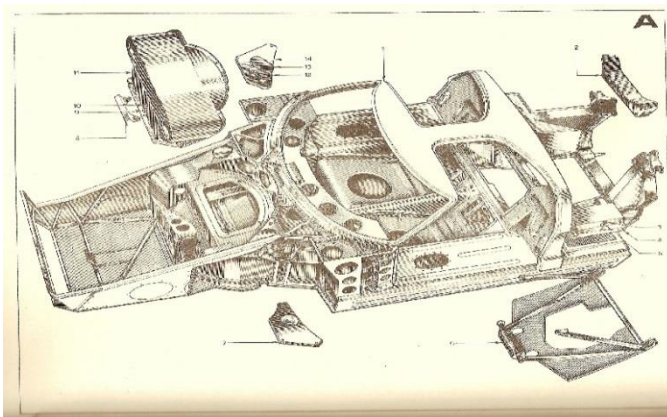


Fig.63 フォードGT40のシャシー構造

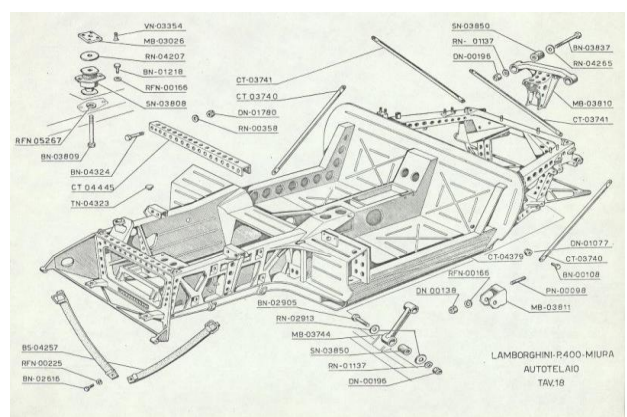


Fig.64 ランボルギーニ・ミウラのシャシー構造

カウンタックはミウラとは何もかもが違っていった。そしてカウンタックを語る上で忘れることができないのが、縦置きV12エンジンの逆配置と並んで、その特筆すべきシャシー構造である。カウンタックのメカニズム面での最大の特徴と独創性は、そのフレーム構造にこそある。コンセプトカーとして出展されたカウンタックのプロトタイプであるLP500ではミウラから受け継がれた角形断面チューブによる鋼板溶接モノコックフレームを採用しており、ボディーは鋼板で構成され、それ自身が応力担体としての機能を持つ、ボディー応力構造モノコックものであった。しかし3年後に市販モデルとなったLP400でそれは一新され、更なる軽量化と高い剛性を確保するために、丸型断面チューブを複雑に組み合わせた、“バードゲージ”(鳥かご)と呼ばれるスペースフレームに変貌を遂げていた。そのフレームワークは、同じく“バードゲージ”と呼ばれたマセラティの競技用車両であった、ティーポ61を彷彿とさせる精緻なものであった。肉厚1.0mm、直径15mm、25mm、30mmの3種類の丸型断面鋼管を、応力のかかり具合に応じて縦横に組み合わせて製造されたマルチチューブラースペースフレームで、市販車に用いられたものの中では最も複雑かつ高度な構造と強烈なイン

バクトを持つ。さらにこのスペースフレームには、丸型と角型のチューブが使用部位の応力の大きさによって使い分けられてロールケージが接合され、これがカウンタック LP400 の上屋の基本骨格を形成している。シャシーは鋼管フレームで、プロトタイプの LP500 のモノコックによる応力構造体より 30kg ほど軽量化され、単体重量 90kg と軽量ではあるが、緻密な設計で十分な剛性も得られている。カウンタック LP400 の鋼管フレームは、40mm 径の円断面鋼管をトラス構造で組み上げたものである。トラス構造とは、構造骨組の一種であり、三角形を単位として組み上げる方式である。三角形にすることにより、荷重に対して各部材には軸方向への圧縮応力か引張応力しか発生しないため、ねじりや曲げモーメントを受けにくくなるという特性を有している。その結果、全体での強度も剛性も高くなる。この三角形をいくつも組み合わせて立体構造を形成する方式がトラス構造である。



Fig.65 ランボルギーニ・カウンタックのマルチチューブラーフレーム

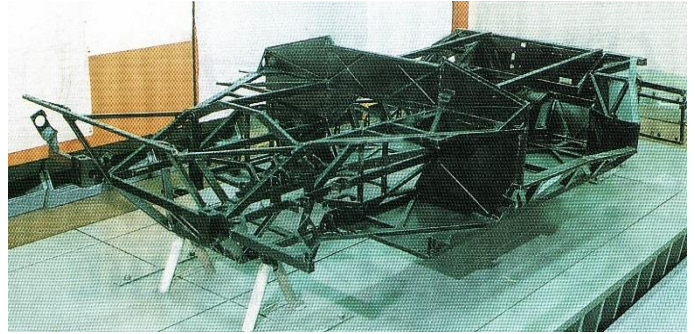


Fig.66 ランボルギーニ・ディアブロの角型鋼管スペースフレーム

そのカウンタックのシャシーであるが、シャシーを形成する鋼管スペースフレームは細部にわたって徹底したトラス構造が採られる。コックピットの床部分とリヤのバルクヘッドは一体型 FRP で成型され、軽量化のためにシート固定のフレームの他にもトラスが入れている。しかしバードケージという名前が表すように、一本一本のチューブは細い。細いチューブを編み物をするかのように緻密に組み上げ、全体を包み込むことでシャシーとしての構造を取り、剛性を確保する方法である。沢村(2015:296)³¹⁾が指摘するように、“小骨で組んで造った「仮想上の面」によって鉄の板の代わりをさせ、モノコックのパネルのあった場所すべてにその「仮想上の面」を配して応力担体とした”のである。こうした構造は、長大かつ重い V12 エンジン載せるエンジン・コンパートメントの造りだけでなく、歪み対策のためにサイドシルの全体にまで及ぶ徹底ぶりであり、その入念な造りはまさに芸術的でさえある。そのエンジン・コンパートメント部の造りであるが、Fig.67 と Fig.68 に見るように、エンジンマウントから前後に伸びたフレームには、トラス構造を採るスパンの長い梁がチューブに沿う形で走っている。またエンジンマウントのブラケット部を見ても、その徹底したトラス構造は同様である。ロアアーム、前後 2 本のダンパー、アッパーアームの取り付け部は全てすべてブラケットで取り付け部位の確保を怠らない。また Fig.69 に見るように、三角点の頂点部分には MIG 溶接で各部が結合された、応力を受ける各々のトラス構造体が形成されている。エンジンなどの熱による歪みを考慮した結果である。そして Fig.70 に見るように、巨大な V12 エンジンの前後方向への動きを抑制するための対策として、トラス構造によるエンジンのケージが設けられる。



Fig.67 カウンタックのエンジンルーム



Fig.68 カウンタックのエンジンルームとトラス構造

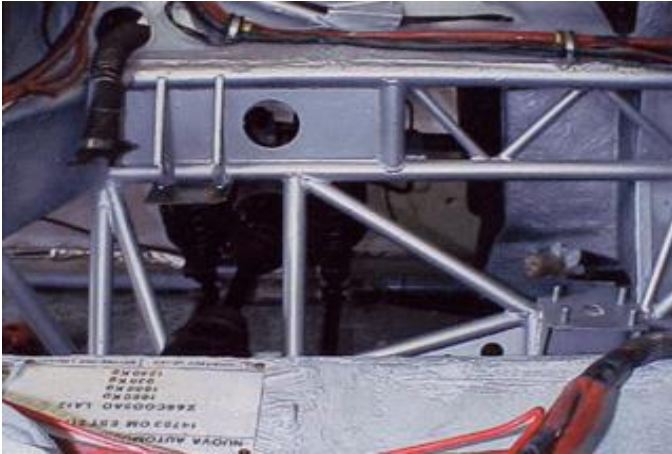


Fig. 69 カウンタックの三角点とトラス構造

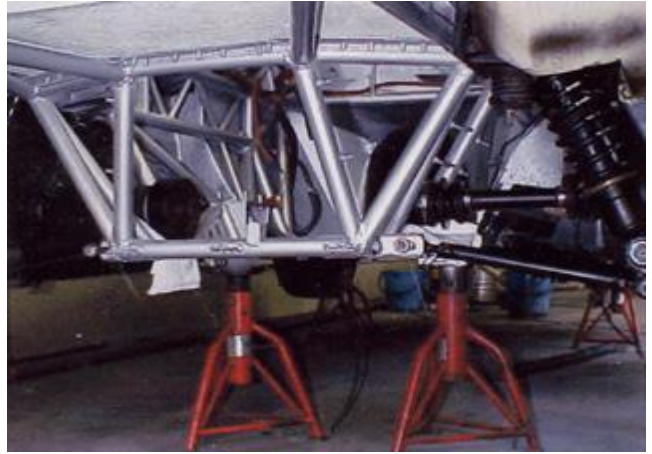


Fig.70 トラス構造によるエンジン・ゲージ

こうした構造とスタイリングゆえに、カウンタックのリヤのねじり剛性はきわめて高い。Fig.38のカウンタックのフレーム構造で見たように、リヤセクションの両方のエアダクトからCピラーにつながり、そこからリヤへと続くウエストラインはそれだけで応力担体をなし、構造材として補強の役目をしっかりと果たしている。フェラーリに代表されるこの時代の「スーパーカー」は、Fig.58に見たようにトンネルバックのスタイルを採るのが定石で、テールエンドまで尾を引くCピラーの後半部分は開閉式エンジンフードの一部となっている。そのため中は空洞化しており、応力担体としての構造材としてのCピラーはリヤクォーターのウインドウの終わり付近に落ちて、車体のリヤセクションを抑え込む応力機能はほとんど持ち合わせていない。それゆえ、Cピラーとエンジンフードがセパレート式で一体になっていない、308からF355までのV8モデルによく見られるフェラーリの典型的なトンネルバックスタイルを採る車両は、リヤフェンダーとCピラーの付け根部分の塗装に決まってクラックが入るのである。



Fig.71 フェラーリ F355のトンネルバックとCピラー

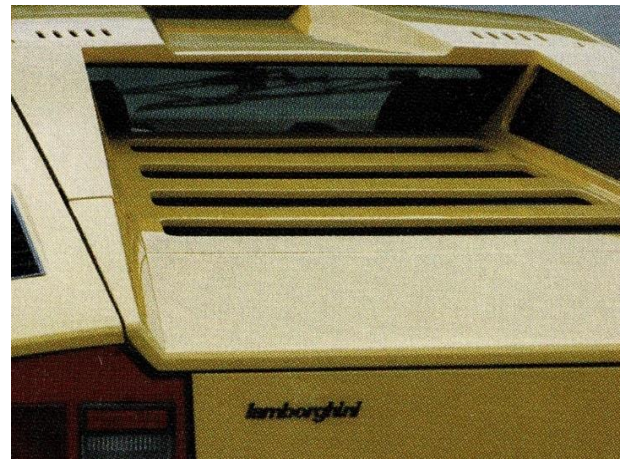


Fig.72 カウンタック LP400のトンネルバックとCピラー

そのためテストロッサではFig.73に見られるように、Cピラーがリヤエンド手前20cm 辺りの所で終わっているのに対して、その後継車の512TRではCピラーがリヤエンド末端部分まで延長され、エンジンフード全体で車体を押さえ込みながら応力担体構造を形成するようなスタイリング上の変更が試みられたのである。ちなみにFig.73では、奥のグレーの車両がテストロッサ、手前の赤が512TRである。その結果、512TRではテストロッサのシャープさが失われ、猫背で丸みを帯びたハッチバックのような寸胴なスタイルになってしまった。しかし、カウンタックのCピラーからリヤへと一直線に続くウエストライン、そして谷のように沈み込んだエンジンフードと、それを囲むリヤの両脇の山はエンジンフードを挟み込み、フェラーリと同じようなトンネルバックスタイルでありながら、重くて長大なV12エンジンをしっかりと支え包み込み、応力担体機能を十分に果たしているのである。

余談ながら、先に世代ごとのモデルは外観上のマイナーチェンジこそ施されるものの、まるで間違い探しのクイズの様に素人目には違いが判別しにくいと述べたが、その具体例の一つがFig.73に見る、テストロッサと512TRのCピラーの形状と位置の違いである。それ以外でもエンジンフードの形状やデザインなど、概観上の違いだけでもその細かな違いを挙げれば何十という数字に上るが、この手の車にさして興味も関心もない人間にはどちらも同じモデルに見え、見分けがつきにくいのが実際のところである。それはランボルギーニの各モデルも同様であり、「スーパーカー」に限らず国産の普通車であっても、車のマイナーチェンジおよびビッグマイナーチェンジとは、えてしてこういうものである。それが、そのモデルの持つイメージに対する敬意とオマージュであり、特に「スーパーカー」はその強烈なアビランスでそのモデルの個性と存在感を發揮する要素が強いため、一度確定したスタイリングを思いそれと変えることはできないのである。しかしその車のオーナーや一部の熱狂的なファンにしてみれば、この2台は全くの別物に映るのである。そしてそれは目に見えない内部の構造において顕著である。同じモデルの似たようなスタイリングであっても、前期型と後期型では全くの別物になっているのが、「スーパーカー」の常である。「スーパーカー」とそのスタイリングについては、次の機会に詳しく論じることにする。

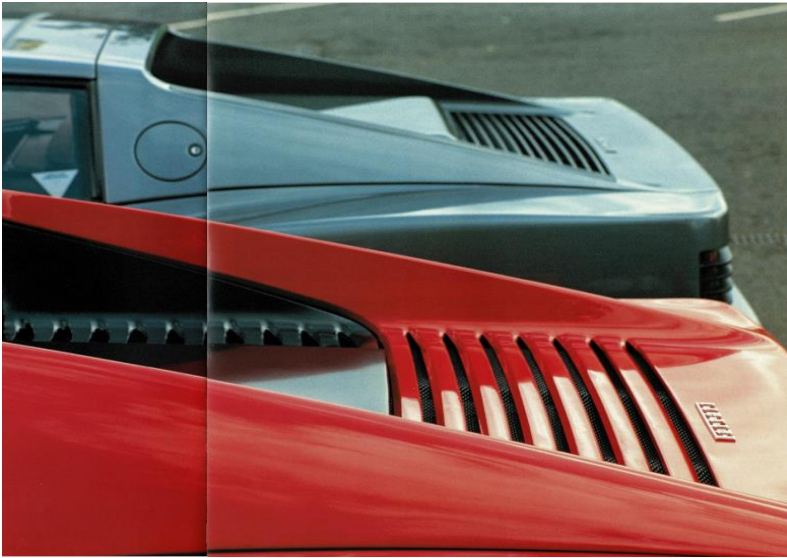


Fig.73 テスタロッサと 512TR の C ピラーとリアエンド

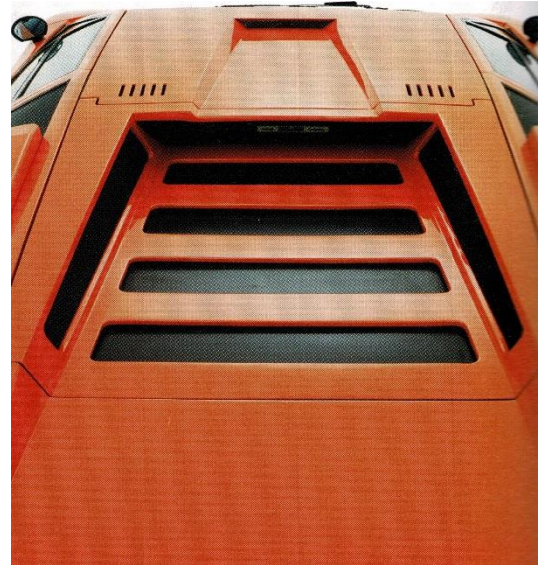


Fig.74 カウンタックの C ピラーとリアエンド

カウンタックのスタイリングは、その車離れしたギミックや形状から誤解されがちな、ハッタリや衆目を集めるためのものではなく、V12を縦置きミッドシップ搭載するための効率的なエンジニアリングとパッケージングの理想を極限まで追求し、その双方が限界領域で合致した極みであると言えよう。現代のコンピューター解析で分析すると、無駄なトラスがあったり配置が的確でない部分もあることは事実であるが、それ以上にこのシャシー構造はそれ自身が独立した芸術品とも言える手の込んだ造りであり、Fig.65に見るようにカウンタック LP400 のカタログフォトとして単独で用いられたり、Fig.76に見られるようにムゼオ・ランボルギーニの1階正面玄関のフロアにオブジェとして飾られていることから、単なるシャシーとしてだけではなく芸術的構造体としての価値が見て取れる。こうしたカウンタックの構造をして、福野(1998:258)³²⁾は「10万 km を走破したカウンタックに乗っても、ボディ/シャシは頑丈なものだ。たとえドアがフラフラで床がへなへなでダッシュボードがグラグラ揺れても、ボディとシャシだけはメルセデスみたいにシャンとしている。カウンタックはエンジンがぶっ壊れていてもカネを払って買う価値のあるスーパーカーだ。レースはやらない。山道こそ本分である。完全主義的設計で、素晴らしい構造を持つ。そしてこのスタイル。カウンタックこそ、スーパーカーのなかのスーパーカーである」と賞賛するが、その賛辞に多少の誇張はあれど、「スーパーカー」としてのカウンタックの本質を捉える本筋においては、あながち間違っていないだろう。実は、カウンタックの一番の魅力はシャシー剛性の高さなのである。この点について、福野(2013:41)³³⁾は、「カウンタックの最大の魅力はシャシ剛性だ。これは掛け値なしに素晴らしい。すべてのジャンルのクルマの中で剛性感でカウンタックを超えるクルマは、CFRPモノコックのマクラーレン F1 が登場するまで、この世に存在しなかったといってもよい。それくらいズバ抜けている。レーシングカー並の製造コストを投じたあの驚くべきチューブラーフレーム、その成果である。かつて生産車の中であれほど複雑で凝った作りのチューブ構造フレームを採用した例は、今日に至るまでない」と賛辞を惜しまない。

しかしながら、プロトタイプ of LP500 に採用されていたミウラと同じ角形断面チューブによる鋼板溶接モノコックフレームから、生産型の LP400 で採用された丸型断面チューブによるスペースフレームに変更されたのは、最初から軽量化や剛性アップを狙ったわけではなかった。単なる社内の製造過程による事情である。カウンタックのシャシーの基本設計はモノコックで製造されることを前



Fig.75 ムゼオ・ランボルギーニの外観



Fig.76 ムゼオの入り口に飾ってあるカウンタックのベア・シャシー

提に決定していたが、オーバークオリティのため途中で設計変更になったため、あえなくトラス構造のスペースフレームに変更されたというのが実情である。クラッシュテストはモノコック構造を採るプロトタイプ of LP500 で行われ、量産版とは全く異なる構造の LP400 のホモロゲーションを受けたことはよく知られるところである。この辺の事情については沢村(2015:292-296)³⁴⁾が、カウンタック

ク的设计主任だったスタンツァーニの言葉として“係員は気が付かなかったんだよ”と笑って答えたことを明かしているが、事実は小説よりも奇なり、である。これがイタリアの風土なのか、当時の時代の風潮なのか、はてはランボルギーニという会社の気質なのか断定は出来かねるが、現代ではあり得ない光景であることだけは間違いない。

そしてそのカウンタック LP400 のボディーであるが、ルーフ部分にスチール材を用いられる他は、アルミパネルで成型されている。このことは、LP400 が鋼管スペースフレームとロールケージの採用により、走行中の応力負担が軽減されたことを意味している。そしてアルミ製ボディーパネルは、これらのスペースフレームとロールケージに強固に接合される。走行時の応力負担を全く担わない部分には、FRP 素材が採用される。カウンタックの市販モデルとなった LP400 は、鋼管製のスペースフレームとロールケージ、アルミニウム製のボディーパネル、FRP の補助パーツによって形成されている。当時ここまで凝った造りのスーパースポーツカーは、カウンタックをおいて他には存在しなかった。ダラーラ、スタンツァーニをはじめとするカウンタック製造に携わったエンジニアたちの熱い息吹とこだわりが、ここにも凝縮されているのである。カウンタックのフレームの製造は、モデナに本社を置くマルケージ社が担当した。同社は 350GT 以来、ミウラを除くすべてのランボルギーニ車のフレーム製造に携わってきた会社である。この会社のオーナーのランベルト・マルケージ(Lambert Marchesi, 生没年不詳)は、フェラーリ車の殆どすべてのフレーム製造を担当してきたヴァッカーリ社オーナーのウィリアム・ヴァッカーリ(William Vaccari, 生没年不詳)の元で修業を積み、1962 年にランボルギーニ社が設立されると同時に独立して、マルケージ社を設立した。ランボルギーニ車のエンジンを造ったのがフェラーリ上りのビッツァリーニならば、その開発陣のダラーラもフェラーリ上がり、そしてそのシャシーを担ったのもフェラーリから技術を学んだマルケージと、フェラーリ上りの人間ばかりである。フェラーリとランボルギーニのライバル関係は、その生い立ちからして運命的に導かれたものであった。そしてこの二大ライバルが、「スーパーカー」の二大巨頭として「スーパーカー」ブームを作り、それを牽引していくのは時代の必然であったのかもしれない。



Fig.77 プロトタイプのカウンタック LP500

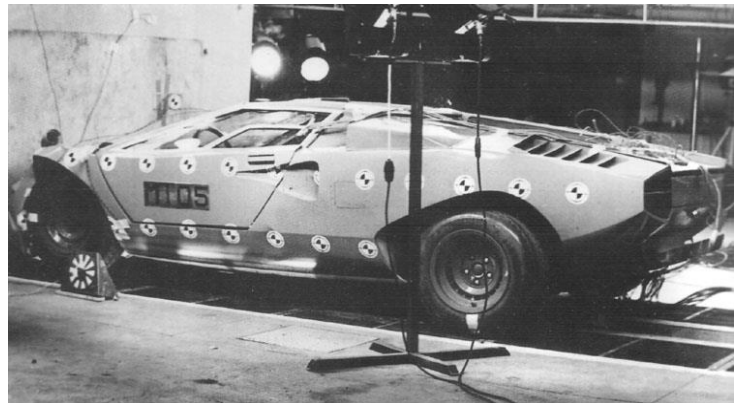


Fig.78 カウンタック LP500 のクラッシュテスト

カウンタックの開発陣のスタッフで唯一フェラーリの色に染まっていなかったのが、設計主任のスタンツァーニである。ビッツァリーニとダラーラがフェラーリらしく、カーレースにおける“勝負”に勝つためのエンジニアリングを施したのに対して、スタンツァーニはレースに関係なく、生粋の“ミッドシップ・エンジニアリング”としてカウンタックを設計した。だからこそ、カウンタックはあのようなパワートレインとパッケージング、そしてスタイルになったのである。このことは、スタンツァーニが造ったカウンタックとウラッコの 2 台に、共通して表れている。だがしかし、カウンタックはその見た目から、そのギミックから、必要以上に誤解を受け、キワモノ扱いされ、色眼鏡で見られ、メディアにも酷評されることが少なくなかったが、決して奇をてらってあのようなスタイルになったのではないことは、これまでエンジニアリングとパッケージングを通じて見てきたとおりである。カウンタックは、決して見た目の奇抜さだけが売りの車ではなく、実はワインディングロードやコーナリングを攻めるための車であった。それはその 2450mm という短いホイールベースにも表れている。これは、他のどのミッドシップスポーツカーよりも短い数値である。それは、当時のミウラの 2510mm、365GT4/BB の 2500mm という数値と較べても分かる。さらにテスタロッサの 2550mm、F50 の 2580mm、360 モデナの 2600mm、そしてディアブロ、ムルシェラゴにいたっては 2650mm となり、カウンタックより 200mm も長い。つまり、ホイールベースが短ければ車は軽く、機動性も高くなる。V12 を縦置きでカウンタックの短いホイールベースの内側に入れることで、重量物が車体旋回中心軸に近づき、車体旋回軸回りの慣性モーメントが小さくなって機動性が高くなることが望める。この点について福野(1998:250)³⁵⁾が、“カウンタックは山道のクルマである。これは本当だ。ワインディングロードにいくとカウンタックの良さがすべて見つかる。”と述べるが、真実である。私自身、カウンタックを所有していた頃は週末になると決まって群馬や長野の山道を攻めていたが、車高と重心の低さとボディーサイズの小ささは、思いのほか苦も無く狭い道に入って行けるのに驚いた記憶がある。そしてあの短く絞れたフロントである。あの形状により、ハンドリングの切れ味が鋭く、カツンと鼻先が曲がってシャープなコーナリングが可能になる。ただ問題は、鼻先が入ってもリヤにかけて外に膨らんだデザインと、リヤタイヤの出っ張ったフェンダーがひっかかるので注意が必要となるのであるが。

ディアブロ、ムルシェラゴのホイールベースの長さの最大の理由が、カウンタックで達成できなかった 300km/h の実現に向けた直進安定性の確保と、4WD 化のためにドライブシャフトを通すためのスペース確保のため、前輪を前に押し出す必要があったためである。ディアブロのエンジニアリングの多くはカウンタックからそのまま踏襲し、ディアブロのシャシーもカウンタックと同様の鋼管スペースフレームである。ディアブロのフレームを製作したのは、伝統的にフェラーリのフレーム制作を担当してきたウィリアム・ヴァッカーリ社である。しかしながら、ディアブロのシャシー構造や応力構造は大きく変わっている。Fig.66 に見るように、カウンタックのフレーム構造に比べて大幅に単純化、簡素化された。その一例として、カウンタックのサイドシルのアップ側には平行に 2 本のフレームを通して三角形の閉断面を形成する構造になっていたが、ディアブロでは上下 2 本のフレームをトラスで補強してい

るにすぎない。生産性の面から、鋼管が円断面から角断面に変更になっている点も大きい。Fig.66で見ると、ディアプロのフレームには背びれの内側にもしっかりとフレームが入っており、コックピット背後のルーフ部分からエンジン・コンパートメントの左右両側にもトラス構造が用いられている。ディアプロはクライスラー傘下で発表されたモデルだけあり、衝突安全性に関してはかなり重視されており、その工夫は並々ならぬものがある。センターセクションの周囲のみクロモリ鋼管で構成され、前後のフレームには軟鉄が用いられることで衝撃吸収構造を採っている。さらにフロントセクションの一部には衝撃をより効果的に吸収できるように、意図的にスリットが入れられている。この効果がいかほどのものであるかは実際にクラッシュした時でないとは分からないが、テストロツサのように整備性のためにボディ剛性に目をつむり、リヤをボルト留めのサブフレーム化するような愚挙こそ犯していないものの、カウンタックのバードケージのような入念な造りと芸術性は微塵も見られない。

カウンタックのあれほどまでに凝ったシャシー構造は、モノコック構造からスペースフレームに設計変更されるという事情のためにやむなく採られた策であった。一方、ディアプロのシャシーは当初から鋼管フレームで形成されることが決まっていたため、このような簡素化は当たり前ではあった。その結果、ディアプロはフェラーリと同じく、リヤの剛性不足という瑕疵を抱え込むことになる。この鋼管スペースフレームはディアプロの後継車のムルシェラゴにもそのまま引き継がれるが、ムルシェラゴではCFPRなどの複合素材をフレームの随所に接合することで剛性を高める工夫をしている。ディアプロのデザインはベルトーネから独立したガンディーニが手がけたが、親会社のクライスラーからの生産性のための様々な注文や制約の中で、ガンディーニ本来の意匠ではない修正が多く施される形となった。こうした生産性を優先するための簡略化は、カウンタック以降ランボルギーニの代名詞となったシザーズドアの構造においても、また然りである。カウンタックではフレーム自体にドアヒンジの取り付け部分が溶接されており、ドアの取り付けも頑強そのものであるが、ディアプロはドアヒンジがボディパネルにボルト留めされているだけで、強度も遥かに劣るものとなっている。しかし「スーパーカー」の命と精神はそういうエンジニアリングの効率化と生産性ではないことは、これまで述べてきたとおりである。エンジニアリングの効率化と生産性のみを追求した瞬間から、それはただの大量生産の市販車、普通車になるのである。このことはボルシェ、メルセデスのケースを上げて、本稿のPart1で述べたとおりである。アウディ傘下に入って初のランボルギーニのフラッグシップ・モデルで、ディアプロの後継車であるムルシェラゴはディアプロ譲りの鋼管スペースフレームを用いていたが、ギャルドのそれはフェラーリ 360 モデナと同じく、アウディの車体推進で手を結ぶアルコア社からの供給となる。



Fig.79 ランボルギーニ・ムルシェラゴ



Fig.80 ランボルギーニ・ギャルド

ムルシェラゴとギャルドのデザインは、アウディから移籍したルーク・ドンカーヴォルケ(Luc Donckerwolke, 1965-)が手がけた。しかしながら、そこにはもはやランボルギーニを象徴するウェッジ・シェイプの鋭さと流麗な曲線美はなく、お決まりのフロントが斜めに落ちる前傾スタイルのボディにリヤのルーバーやテールランプなど、要所要所を過去のランボルギーニの遺作に似せた形状を寄せ集めただけのものに成り果てていた。その弟分である「ベビーランボ」のギャルドにいたっては、目も当てられない状況である。単調な直線と四角形しかない稚拙なリヤエンドに始まり、意味もなく上部に開いた古臭い形状のエアアウトレットしかり、フロントフェンダーのプレスラインの断線、後方から前方に伸びてまた後ろに反り返るサイドミラーのステーなど、ギャルドのスタイリングの破綻にいたっては目を覆いたくなるような惨状である。ギャルドのボディデザインは、どう見ても同時期に先に発表された 360 モデナの真似で、360 モデナを直線的にただけの分厚い不恰好なものでしかなかった。しかも、ギャルドはフェラーリ 360 をターゲットにしたライバルモデルであるが、ギャルドにはアウディの強みである鋁アルミボディが採用され、それは 360 のシャシー製造を担ったアルコア社からの供給だった。期せずしてギャルドと 360 モデナは、同じ技術の車体で戦うことになる。同時に、そのライバルとしてボルシェ 911 ターボも射程に抑えることになる。それは、超高速 GT カーとしてスタンツァーニがカウンタック、ウラッコで果たせなかった夢であり、それを叶えた点ではギャルドの存在にも意味があったと言えよう。しかしいざいれにしても、ギャルドから漂ってくるのはアウディの香りであり、「スーパーカー」ではなく「スポーツカー」の雰囲気である。それなら人は、フェラーリを買うだろう。それで、私も 360 モデナのスパイダーを買った。個人的な話になるが、私がこれまで個人的に購入したフェラーリは、308 と 360 の 2 台である。512TR も訳あって短期間だけ所有したことがあるが、購入までには至らなかったもので、512TR については省く。一方ランボルギーニで所有したのはカウンタックだけである。その理由は、これまで述べてきた中にすでに解答があるが、一言で言えば、この 3 台こそがそれぞれのメーカーを永きにわたって支え、またそれぞれのメーカーの進むべき道を決定づけた、革命的かつ革新的モデルだったからである。

“ドライビング・プレジャー”という言葉があるが、車の運転はただ車を操る作業だけでなく、車を意のままに操って走ること、それ自体を楽しむ要素も持ち合わせている。そして「スーパーカー」ほど、“ドライビング・プレジャー”という言葉を具現化しているものはないのではなかろうか。その生い立ち、歴史、哲学、姿形、技術、ギミック、音、匂い、そのすべてにおいて、運転という単調な作業に興奮と緊張を与えてくれるものは、「スーパーカー」において他にはない。フェラーリとランボルギーニの加速性能と走りを表現するのに、“フェラーリはカミソリのような切れ味、ランボルギーニは斧のような切れ味”と表現されることがよくあるが、

実際にこの両車を乗り比べてみれば、この表現があながち間違いではないことに気付かされる。フェラーリはビュンという風切り音が聞こえるような錯覚に陥るくらい、宇宙船の瞬間移動の様に実に軽やかに一瞬で加速する。一方のランボルギーニはフェラーリのような軽やかさこそないが、それこそ背中から猛牛に全速力で突き立てられるような、有無を言わせない底なしの力強さで加速する。そこにわれわれは人智の及ぶ最高レベルの技術を感じ、同時に自分より遥かに強大なパワーを自分の意思と四肢で操っていることへの満足感と到達感をえることで「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめる興奮を味わい、「スーパーカー」が成り立っている。

5・8. 「スーパーカー」の魂

「スーパーカー」メーカーとしては、今回取り上げたフェラーリとランボルギーニ以外にも、ブガッティやマクラーレン、さらに自動車レースの歴史を紐解けば、ジャガー、ポルシェ、メルセデスなども「スーパーカー」メーカーになりえるであろう。さらに、パガーニやBエン지니어リングなどの新興メーカーまでも含めると、有名無名がそれこそ星の数ほど存在し枚挙に暇がない。しかし「スーパーカー」そのものを最初に造り、世間に認知させ、確立させ、それを今日まで強く牽引してきたメーカーは、フェラーリとランボルギーニを置いて他にはない。この二つは今や、「スーパーカー」「メーカー」から「スーパーカー」「ブランド」へと昇華した。この二大「ブランド」には創始者のカリスマ性や伝説だけでなく、会社の性質や車造りの思想にも、「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめる味付けが随所にちりばめられている。

今回、「スーパーカー」の命である大排気量エンジンと構造、ならびにその搭載法といった内的要因について考察してきた。しかし「スーパーカー」が「スーパーカー」たりえる要因は、工業製品としての単なる高性能な車としての扱っただけではない。もっと大きな要因が、車を文明として捉えるか、文化として捉えるかの線引きにあるのではないだろうか。車というジャンルが、なまじ機械としての工業製品としての性質を持つがゆえに、我々はそれを無意識のうちに文明として捉えていないだろうか。文明は世界共通、共有を図られる利器である。それゆえ文明は有形で滅び、常に便利で新しいものに刷新される運命から逃れられない。よってそこでの無駄は排除される。一方文化はその国、その民族、その歴史に特有のもので、唯一無二である。それゆえ文化は無形で遺産として後世に残され、維持され、世代を超えて受け継がれていく。よってそこには無駄という観念は生まれにくく、補足的に様々な付加価値や希少価値が加味されて、時間の流れと共にその価値を高めていく。車を文明の利器として捉えれば、日常生活での利便性を向上させる機械でしかなく、そこに求められるのは経済性、利便性、耐久性といった現実の生活面での機能性だけである。よって用済みとなった日常の車は、その殆どが廃車処分の末路をたどる。しかし車を文化として捉えれば、そこに求められるのは作り手の情熱、メーカーの歴史、車にまつわるストーリー、芸術性といった、一見われわれの现实生活とはかけ離れた、場合によっては無駄の塊とも思えるエンジニアリングとデザインの可能性を追求した究極性だけである。日常性を捨てた突出した過剰の孤高の存在こそが、「スーパーカー」が「スーパーカー」たりえる大きな要因と言えよう。よって「スーパーカー」は廃車になることは稀で、どんなに古く、錆だらけで不動になっても、歴史の重さと風合いを重ね、レストアされ、再生する。むしろワインなどと同じで、古ければ古いほどヴィンテージとしての価値が付加され、2017年に岐阜のとある農家の納屋で発見されたフェラーリ 365GTB/4のように、サザビーズ・オークションで日本円にして40億円という天文学的な価格で落札され、その価値を増幅させることも珍しくない。

「形式は常に機能に従う (Form ever follows function.)」——— アメリカを代表する建築家であったルイス・ヘンリー・サリバン (Louis Henry Sullivan, 1856–1924) の有名な言葉である。この言葉の意味は、「機能を極限まで追求していけば、造形的な美は自然に成り立つ」というエンジニアリングの妙を言いたいものであるが、この言葉は建築設計のみならず、自動車のデザインにも当てはまる。今回「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめる要因として、エンジン機構やその搭載方法といったメカニズムの内的要因から考察を試みた。本稿の Part1 でも述べたが、「スーパーカー」の歴史、それは最高速度 300km/h というスピードの競争の歴史でもある。そしてその最高速を生み出す際に最も重要なのが、ダウンフォースである。「スーパーカー」の強烈なスタイリングという形式は、すべて最高速とダウンフォースの獲得という機能のためにある。「スーパーカー」のスタイリングは、機能に従った究極の形式に他ならない。そしてそれに更なる味付けをするのが、強大なエンジンを誇示するかのごとく嘶くエグゾーストノートである。そこにわれわれは、「スーパーカー」のみが持ちえる強いオーラと存在感を見出すのである。「スーパーカー」を「スーパーカー」たらしめるデザインとエグゾーストノートなどの外的要因については、また次の機会に論じてみたい。

*本稿の執筆に当たり、Fig.22 と Fig.23 の表の作成ならびに Fig.24～Fig.80 の写真と画像の取り込み作業は、久留米工業大学インテリジェント・モビリティ研究所の金子寛典先生に多大なるご助力をいただいた。ここに記して深謝申し上げる。なお、当然ながら、本稿における不備の一切は筆者に帰するものである。

注釈

- 1) Michael Dregni. 1990. *Inside Ferrari Motorbooks*. International Publishers & Wholesales. (盛岡成憲訳. 1992. 『インサイド・フェラーリ』ソニーマガジズ.)
- 2) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』文春文庫.
- 3) 沢村慎太郎. 2017. 「束縛の中の自由」鈴木賢志発行/木原寛明編集. 2017. 『名車アーカイブ ランボルギーニのすべて Vol.2』p.31. 三栄書房.
- 4) Michael Dregni. 1990. *Inside Ferrari Motorbooks*. International Publishers & Wholesales. (盛岡成憲訳. 1992. 『インサイド・フェラーリ』ソニーマガジズ.)
- 5) 福野礼一郎. 1998. 『幻のスーパーカー』双葉社.
- 6) Brock Yates. 1991. ENZO FERRARI: the man, the cars, the races, the machine. Doubleday. (桜井淑敏訳. 2004. 『エンツォ・フェラーリ 跳ね馬の肖像』集英社文庫.)
- 7) 福野礼一郎. 1998. 『幻のスーパーカー』双葉社.
- 8) *ibid.*
- 9) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』文春文庫.
- 10) 笹本健次. 2009. *Libreria Scuderia11 FERRARI Berlinetta Boxer*. p. ネコ・パブリッシング.

- 11) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』 文春文庫.
- 12) 平澤雅信. 2017. 『フェラーリ メカニカル・バイブル』 講談社.
- 13) *ibid.*
- 14) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』 文春文庫.
- 15) *ibid.*
- 16) 鈴木賢志編. 2017. 『ランボルギーニ カウンタックのすべて』 三栄書房.
- 17) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』 文春文庫.
- 18) *ibid.*
- 19) 福野礼一郎. 1998. 『幻のスーパーカー』 双葉社.
- 20) *ibid.*
- 21) 平澤雅信. 2017. 『フェラーリ メカニカル・バイブル』 講談社.
- 22) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』 文春文庫.
- 23) *ibid.*
- 24) 明嵐正彦. 2009. 「カウンタックエキスパートとそのフィロソフィ」 若狭衆発行/松山雅美編集. 2009. 『COUNTACH CHRONICLE』 pp.74-77. KK マガジンボックス.
- 25) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』 p.305. 文春文庫.
- 26) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』 文春文庫.
- 27) *ibid.*
- 28) *ibid.*
- 29) 福野礼一郎. 1998. 『幻のスーパーカー』 双葉社.
- 30) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』 文春文庫.
- 31) *ibid.*
- 32) 福野礼一郎. 1998. 『幻のスーパーカー』 双葉社.
- 33) 福野礼一郎. 2013. 「Jの化身 革命を起こした King of Supercar」 若狭衆発行/松山雅美編集. 2013. 『特選外車情報 FROAD J=カウンタック』 2013年3月号, pp.36-43. KK マガジンボックス.
- 34) 沢村慎太郎. 2015. 『スーパーカー誕生』 文春文庫.
- 35) 福野礼一郎. 1998. 『幻のスーパーカー』 双葉社.

出典

- Fig.22 https://ja.wikipedia.org/wiki/Template:Ferrari_vehicles を基に、大幅に加筆修正を施した。
- Fig.23 https://en.wikipedia.org/wiki/Template:Lamborghini_road_car_timeline_1990_to_date を基に、大幅に加筆修正を施した。
- Fig.24 松中個人所有のフェラーリ 308 の所蔵写真より。
- Fig.25 中西一雄発行/平井大介編集. 2014. 『ザ・スーパーカーシリーズ Miura & Jota スーパーカーの原点、ランボルギーニ・ミウラ&イオタのすべて』 p.16. ネコ・パブリッシング.
- Fig.26 内山勇. 1993. 『MODERN FERRARI 内山勇 写真集』 p.54. 二玄社.
- Fig.27 笹本健次発行/上野和秀編集. 2003. 『Libreria SCUDERIA 01 FERRARI 360 MODENA 360 モデナをより楽しみ尽くすための一冊』 p.19. ネコ・パブリッシング.
- Fig.28 ランボルギーニ・カウンタック クワトロバルボレのカタログより。
- Fig.29 中西一雄発行/平井大介編集. 2014. 『ザ・スーパーカーシリーズ Miura & Jota スーパーカーの原点、ランボルギーニ・ミウラ&イオタのすべて』 p.16. ネコ・パブリッシング.
- Fig.30 Stefano Pasini. 1985. *Lamborghini Countach LP500-LP400-LP400S-LP500S-QUATTROVALVOLE-ANNIVERSARIO.* p30. Automobilia.
- Fig.31 松中個人所有のフェラーリ 308 の所蔵写真より。
- Fig.32 中西一雄発行/平井大介編集. 2015. 『フェラーリ大図鑑!』 p.18. ネコ・パブリッシング.
- Fig.33 若狭駿介発行/若狭衆編集. 2000. 『特選外車情報 FROAD フェラーリ 360 モデナを再検証する』 2000年10月号, p.19. KK マガジンボックス.
- Fig.34 鈴木賢志発行/木原寛明編集. 2016. 『名車アーカイブ フェラーリのすべて Vol.2』 p.15. 三栄書房.
- Fig.35 若狭駿介発行/若狭衆編集. 2000. 『特選外車情報 FROAD フェラーリ 360 モデナを再検証する』 2000年10月号, p.35. KK マガジンボックス.
- Fig.36 猪本義弘. 1979. 『自動車構造画への招待』 p.29. 二玄社.
- Fig.37 Stefano Pasini. 1985. *Lamborghini Countach LP500-LP400-LP400S-LP500S-QUATTROVALVOLE-ANNIVERSARIO.* pp.8-9. Automobilia.
- Fig.38 Stefano Pasini. 1985. *Lamborghini Countach LP500-LP400-LP400S-LP500S-QUATTROVALVOLE-ANNIVERSARIO.* p.17. Automobilia.
- Fig.39 中西一雄発行/澤村信編集. 2012. 『SUPERCAR COMPLETE FILE Vol.01 Lamborghini Countach』 p.22. ネコ・パブリッシング.
- Fig.40 ランボルギーニ・カウンタック LP400 のカタログより。
- Fig.41 ランボルギーニ・レヴェントンのカタログより。
- Fig.42 鈴木賢志. 2014. 『名車アーカイブ イタリアンスーパーカーのすべて』 p.56. 三栄書房.
- Fig.43 Anthony Prichard. 2005. *LAMBORGHINI SUPERCARS FROM SANT'AGATA.* p.147. Haynes Publishing Inc.

- Fig.44 原田信雄. 1991. *HARADA COLLECTION 100 Years of an Automobile history*. p.20. KAWAGUCHIKO MOTOR MUSEUM.
- Fig.45 <http://www.delorean.co.jp/dero/>
- Fig.46 松中個人所有のフェラーリ 308 の所蔵写真より。
- Fig.47 若狭衆発行／松山雅美編集. 2009. 『COUNTACH CHRONICLE』 p.15. KK マガジンボックス.
- Fig.48 笹本健次. 1995. 『SUPERCAR & CLASSICS 25 永遠のスーパースター、ベルリネッタボクサー』 p.12. ネコ・パブリッシング.
- Fig.49 Graham Robson. 1986. *LAMBORGHINI COUNTACH*. p.27. Publicashions International, Ltd.
- Fig.50 若狭衆発行／若狭衆編集. 2013. 『特選外車情報 FROAD ディアブロ最終章』 2001年6月号、p.60. KK マガジンボックス.
- Fig.51 松中個人の所蔵写真より。
- Fig.52 松中個人所有のランボルギーニ・カウンタック・アニバーサリーの所蔵写真より。
- Fig.53 松中個人所有のランボルギーニ・カウンタック・アニバーサリーの所蔵写真より。
- Fig.54 出典：<http://cdn.snsimg.carview.co.jp>
- Fig.55 内山勇. 1993. 『MODERN FERRARI 内山勇 写真集』 p.78. 二玄社.
- Fig.56 フェラーリ・テスタロッサのカタログより。
- Fig.57 Mark Hughes. 1988. *SUPERCARS FERRARI TESTAROSSA*. p.45. Salamander Books. Ltd.
- Fig.58 David Sparrow and Iain Ayre. 1994. *FERRARI 512TR*. p.26. Reed International Books.
- Fig.59 David Sparrow with John Tipler. 1994. *FERRARI F40*. p.47. Reed International Books.
- Fig.60 笹本健次. 2001. 『new car MAGAZINE 002 360 モデナに憧れる前に』 2001年8月号、p.36. ネコ・パブリッシング.
- Fig.61 鈴木侑己発行／三島ソトム編集. 1999. 『GENROQ Ferrari 360 Modena』 1999年2月号、p.117. 三栄書房.
- Fig.62 松中個人の所蔵写真より。
- Fig.63 出典：<https://www.gt40s.com/images/howto/LynnMiner/Reference/ChassisTub.jpg>
- Fig.64 Peter Coltrin and Jean-Francois Marchet. 1982. *LAMBORGHINI Miura*. pp.44-45. Ospray Publishing Ltd.
- Fig.65 ランボルギーニ・カウンタック LP400 のカタログより。
- Fig.66 若狭衆発行／若狭衆編集. 2013. 『特選外車情報 FROAD ディアブロ最終章』 2001年6月号、p.41. KK マガジンボックス.
- Fig.67 松中個人所有のランボルギーニ・カウンタック・アニバーサリーの所蔵写真より。
- Fig.68 松中個人所有のランボルギーニ・カウンタック・アニバーサリーの所蔵写真より。
- Fig.69 松中個人所有のランボルギーニ・カウンタック・アニバーサリーの所蔵写真より。
- Fig.70 松中個人所有のランボルギーニ・カウンタック・アニバーサリーの所蔵写真より。
- Fig.71 若狭衆発行／松山雅美編集. 2010. 『特選外車情報 FROAD 特集フェラーリ F355』 2010年4月号、p.56. KK マガジンボックス.
- Fig.72 若狭衆発行／松山雅美編集. 2013. 『特選外車情報 FROAD J=カウンタック』 2013年3月号、p.55. KK マガジンボックス.
- Fig.73 David Sparrow and Iain Ayre. 1994. *FERRARI 512TR*. pp.16-17. Reed International Books.
- Fig.74 若狭衆発行／松山雅美編集. 2013. 『特選外車情報 FROAD J=カウンタック』 2013年3月号、p.39. KK マガジンボックス.
- Fig.75 ムゼオ・ランボルギーニのパンフレットより。
- Fig.76 ムゼオ・ランボルギーニのパンフレットより。
- Fig.77 Pete Lyons and the Auto Editors of Consumer Guide. 1988. *THE COMPLETE BOOK OF Lamborghini*. pp.192-193. Publicashions International, Ltd.
- Fig.78 Paul Clark. 1986. *LAMBORGHINI COUNTACH Super Profile*. p.54. Haynes Publishing Group.
- Fig.79 松中個人の所蔵写真より。
- Fig.80 松中個人の所蔵写真より。

インテリジェント・モビリティ研究所 活動報告

1. 研究

年月	内容
2017.04	ヤマハ発動機から共同研究の依頼を受けました
2017.08	対話可能な自動運転の電動車椅子「パートナーモビリティ」のプレスリリースをしました。
2017.09	サイエンスフェアにて、パートナーモビリティの紹介をいたしました。
2017.09	佐賀空港で開催されました「空の日フェスタ」にて、自動運転電動車椅子の展示と航空宇宙コースについて紹介いたしました。
2017.10	福祉用具展にパートナーモビリティを出展いたしました。
2017.11	西日本国際福祉機器展へパートナーモビリティを出展いたしました。
2017.12	パートナーモビリティを福岡モーターショーへ出展し、試乗体験を行いました。
2018.02	久留米の六ツ門商店街と久留米シティプラザにて、パートナーモビリティの実証実験を行いました。

2. 講演

年月	内容
2018.03	第5回福祉住環境サミットにパートナーモビリティの講演と試乗体験を行いました。

3. 企画

年月	内容
2017.06	片山右京氏に未来のモビリティについて講演会を開催しました。
2017.07	落水洋介氏の講演会を開催いたしました。
2017.10	「HONDA NSXの開発」の技術講演会を開催しました。
2018.01	本学にて流体部門委員会とカーデザイン講座を行いました。

4. 広報

年月	内容
2017.08	対話可能な自動運転車椅子「パートナーモビリティ」の取り組みが日本経済新聞や西日本新聞など新聞社へ掲載されました。
2017.08	対話可能な自動運転車椅子「パートナーモビリティ」の取り組みがFBSとKBCのテレビ局で放送されました。
2017.08	対話可能な自動運転車椅子の取り組み西日本新聞や読売新聞、毎日新聞、朝日新聞など新聞に掲載されました。

5. 学生F

年月	内容
2017.06	学生フォーミュラ九州支部の走行会へ参加しました。
2017.09	全日本 学生フォーミュラ大会へ出場をいたしました。
2017.11	佐賀県上峰町の地域イベント「かみちゃりグランプリ」に展示を行いました。
2017.12	学生フォーミュラ九州支部の走行会へ参加いたしました。

外部委員

東 大輔	自動車技術会 流体技術部門委員
山口 卓也	自動車技術会 燃料潤滑油部門委

共同研究

共同研究案件	3件
--------	----

・秘匿のため詳細につきましては掲載できません。

学術論文

氏名	大学院・学部名	題目	発表誌名(巻号)	年月
山口 卓也		高過給多気筒ディーゼルエンジンにおける排熱回生のポテンシャル	自動車技術 vol.71,No.10	2017.4
野崎 博路 山口 亮 吉野 貴彦	工学院大学工学部 三菱自動車	外界情報フィードバックとシャシー制御の連動によるコーナリング限界での運転支援システムの考察	JAHFA(JAPAN AUTOMOTIVE HALL OF FAME), No.17	2017.11
吉野 貴彦 野崎 博路	工学院大学工学部	電気自動車時代に対応した操縦性・安定性向上手法	JAHFA(JAPAN AUTOMOTIVE HALL OF FAME), No.17	2017.11
森 和典 梶山項羽市		空気力によるヨーモーメント発生機構を適用した自動車の高速時における操縦性安定性	久留米工業大学 IML 研究報告,No. 1	2018.03
森 和典		タイヤ摩擦力限界線図の付加による自動車の走行性能曲線図の改善	久留米工業大学 IML 研究報告,No. 1	2018.03
井川 秀信 田中 基大		駐車場事故防止ポールの設計開発	久留米工業大学 IML 研究報告,No. 1	2018.03
東 大輔 田中 基大 服部 雄紀 金子 寛典 リチャード リー	本学工学部	人工知能を搭載した対話型自動運転パートナーモビリティの基本システム開発	久留米工業大学 IML 研究報告,No. 1	2018.03
山口 卓也 梶山項羽市 池田 秀 松村 光晃 渡邊 直幸 瀧上 貴之	有言会社 瀧上溶接	ディーゼルエンジンベンチシステムの製作(第1報)	久留米工業大学 IML 研究報告,No. 1	2018.03
森 和典		空力ラダーと四輪操舵の協調制御を適用した自動	久留米工業大学研究報告 No.40	2018.03

		車の操縦性安定性に関する研究		
森 和典 梶山項羽市		車体に作用する偏在荷重 または外力による4輪タイ ヤの上下荷重変化の簡 易計算法	久留米工業大学研究報告 No.40	

学会講演

氏 名	大学院・学部名	題 目	学会等の名称	年 月
井出 靖雄 東 大輔 山口 卓也	本学元教授	巡航車燃費に及ぼす転がり寄 与率の空力学的考察(第1報)	自動車技術会春季学術講 演会	2017.5
東 大輔 山下 涼太 赤司 宜之	本学大学院 本学大学院	飛行安定性に優れる地面効果 翼機の空力デザイン	第64回日本デザイン学 会春季研究発表大会	2017.7
山下 涼太 赤司 宜之 東 大輔	本学大学院 本学大学院	学生フォーミュラの空力デザ イントレンド	第64回日本デザイン学 会春季研究発表大会	2017.7
東 大輔 山下 涼太 赤司 宜之	本学大学院 本学大学院	地面効果翼機の揚抗比を高め るエアロデバイスのデザイン 研究	芸術工学会2017年度 秋季大会	2017.11
山下 涼太 赤司 宜之 東 大輔	本学大学院 本学大学院	学生フォーミュラの空力デザ インとウィングの効果	芸術工学会2017年度 秋季大会	2017.11
東 大輔		対話可能な自動運転パートナ ーモビリティによる福祉サー ビスのイノベーション	福岡県自動運転ビジネス セミナー	2017.12
山口 卓也		高過給ディーゼルエンジンに おける排熱回生に関する検討	内燃機関の熱効率55% 達成に向けた技術の道筋 を議論する研究会(日本 機械学会)	2017.12
東 大輔 田中 基大 服部 雄紀 金子 寛典 リチャード リー	本学工学部	対話可能な自動運転パートナ ーモビリティによる福祉サー ビスの未来	第5回福祉住環境サミッ ト全国大会(大阪大学)	2018.3
山口 卓也		高過給ディーゼルエンジンに	日本機械学会	2018.3

		おける正味熱効率改善のアプローチが排熱回生のポテンシャルに及ぼす影響	九州支部 第71期 総会・講演会	
--	--	------------------------------------	---------------------	--

著書

氏名	大学院・学部名	題目	発表誌名(巻号)	年月
渡邊 直幸 片山 硬		車載センシング技術の開発とADAS、自動運転システムへの応用(第5章第11節)	(株)技術情報協会	2017.5
野崎 博路 山口 亮 吉野 貴彦	工学院大学工学部 三菱自動車	コーナリング限界での横滑り制御システム	機械の研究、Vol.69, No.12	2017.12

久留米工業大学
インテリジェント・モビリティ研究所 研究報告 第2号

BULLETIN OF KURUME INSTITUTE OF TECHNOLOGY
INTELLIGENT MOBILITY LAB No.2

ISSN 2434-7442

ISSN 2434-7442

2019年3月31日発行

Published 31 March 2019

発行 久留米工業大学 インテリジェント・モビリティ研究所
〒830-0052 久留米市上津町 2228-66
TEL (0942)-22-2345
URL <https://www.kurume-it.ac.jp>

Editor Editorial Committee for Kurume Institute of Technology Bulletin
2228-66 Kamitsu-machi, Kurume-shi,
Fukuoka-ken, Japan. 830-0052
TEL (0942)22-2345
URL <https://www.kurume-it.ac.jp>

印刷所 (株)昭和堂
〒812-0051 福岡市東区箱崎ふ頭5丁目1-5
TEL 092-260-9494

Printing Showa-do Ltd.
1-5-5-chome Hakozakifuto, Higashi-ku,
Fukuoka-shi, Fukuoka-ken, Japan. 812-0051



久留米工業大学

KURUME INSTITUTE OF TECHNOLOGY