



PORSCHE

911 50

50 Years of the Porsche 911 – Tradition: Future

プレス・インフォメーション

数々の革新

## 数々の革新

過去 50 年間、ポルシェ 911 はパフォーマンスと効率性の面で、このクラスの基準を確立してきました。しかもそのレベルは世代を重ねるごとに進化しています。これは、ツッフェンハウゼンやヴァイザッハのポルシェ エンジニアが 911 を改良し続けてきた結果であり、ポルシェ ブランドの革新性を実証することにもつながりました。911 シリーズは、スポーツ性の点でつねに他をリードしてきましたが、開発担当者がこだわったのはドライビングパフォーマンスだけではありません。絶えず際立った存在であり続けている 911 は、インテリジェントなアイディアと技術によって、優れた性能、日常の利便性、安全性、耐久性を融合させた 1 台なのです。

### 1963 年: 3 分割構造型セーフティステアリングシステム

1963 年に発売された際、ポルシェ 911 にはラック & ピニオン式のステアリングシステムが備わっていました。このシステムは、精緻で非常にダイレクトな操作性を示したため、過去のテストレポートでつねに高い評価を獲得していたと同時に、911 の安全性を支えるひとつの要素でもありました。3 つのリンケージを有しステアリングボックスが車両の中心に取り付けられていたことから、正面衝突時にステアリングホイールがドライバーを直撃することはありませんでした。ステアリングロッドの独特な角度設定や、インパクトチューブおよびリリースエレメントの採用により、衝突時にはステアリングホイールがドライバーを避けるようになっていたのです。ポルシェはセーフティステアリングシステムの改良を続け、その後のモデルでは、衝撃を吸収するためにメッシュチューブも採用しています。1991 年には、ポルシェは自動車メーカーとして世界で初めて、運転席用と助手席用のエアバッグを全車標準装備としました。

### 1965 年: タルガのロールオーバー・バー

「世界で最も安全なカブリオレ」。これは、1965 年 9 月に開催された IAA 国際モーターショーで、ポルシェが 911 タルガを初めて発表した際のヘッドラインです。このニューモデルの革新的な特徴は、ロールオーバー・バー由来のタルガバーを備えている点でした。ロールオーバー・バーはモータースポーツでその真価が証明されている装備であり、乗員の安全を最大限に保護します。また 911 タルガは、取り外し可能なフォールディングルーフと、折り畳み可能なプラスチック製リアウィンドウを備えていることから、オープントップ走行やクローズトップ走行をする際に 4 通りのスタイルを選択できるという優れた柔軟性も備えていました。

1965 年 8 月に特許を取得したこのフードコンセプトは、これ以外にもプラスの効果をもたらしています。ファブリック製のフードを備えたコンバーチブルは、概して高速走行時にフードが膨らんで見目が悪くなるという課題を抱えています。このフードコンセプトはこうした課題を見事に解消させただけでなく、当時のコンバーチブルモデルが共有していたボディの歪みに関する問題も同時に解決したのです。しかしながら、911 タルガを開発する際に最も重視されたのは高水準のパッシブセーフティであり、多くの顧客がそれを高く評価しています。1970 年代の前半には、911 シリーズの約 40% をタルガが占めるほどになっていました。

### 1966 年: ベンチレーテッドディスクブレーキ

ブレーキの効果的な冷却は、ハイパフォーマンスカーにとって重要な要件になります。ブレーキを効果的に冷却しなければ、高速走行からの確実なブレーキングを繰り返し行うことはできないからです。そのためポルシェでは、1966 年から 911 S にベンチレーテッドディスクを採用しました。このブレーキディスクは二重壁構造になっており、空気を循環させることで摩擦熱を放出させます。またドリルホールが設けられていることから、ディスクに付着した水分による水蒸気圧力もすぐに逃します。冷却性を向上させるための工夫はこれだけにとどまりません。その後の 911 モデルにはラムエアダクトが備わり、フロントスポイラーの開口部から取り入れられた空気がブレーキディスクへと導かれる仕組みになっています。ポルシェは、他どの自動車メーカーよりも、数多くのノウハウを量産車のブレーキシステムに応用しています。これは、ポルシェが他の自動車メーカーに比べてモータースポーツでの経験を豊富に有していて、レーシングカーのブレーキシステムを継続的に開発してきたためです。こうした努力の結果、極めて安定に優れたブレーキシステムが完成しました。このブレーキシステムによって、精緻なドライビングが可能になっただけでなく、ポルシェの量産車両は、つねにクラス最短の制動距離を誇るようになったのです。これは公道を走る際の安全性に大きく貢献しています。

### 1972 年: フロントスポイラーとリアスポイラー

ポルシェのエンジニア達は、911 のパッケージングを大幅に改良する取り組みを絶え間なく続けてきました。その中のひとつがエアロダイナミクスに関する改良です。1971 年にはモータースポーツの分野で得た知識を活かして初めてのフロントスポイラーを開発。これを 911 S とその後にリリースされた 911 E に採用しました。このスポイラーは、空気をボディサイドに導くことでフロントセクションに作用する揚力を減少させます。このスポイラーを装着したことで方向安定性が改善され、運転操作が容易になりました。

1 年後には 911 T にもフロントスポイラーが取り付けられています。一方、911 カレラ RS 2.7 はリアスポイラーを採用。「ダックテール」と称された特徴的なスポイラーは、熱狂的なファンを生み出す要因のひとつにもなりました。その後に登場したリアスポイラーには、ポルシェの歴史において極めて重要なものが存在します。それが 911 ターボに備わったリアスポイラーです。大型でフラットなこのリアスポイラーは、優れた機能性を備えていることはもちろん、車両の魅力を引き立たせるとともに、911 ターボの圧倒的なパワーとスピードを予感させるものでもありました。技術的な部分について簡単に説明すると、フロントとリアに備わったスポイラーは、どちらも車両のエアロダイナミクス性能を強化するためのものであり、方向安定性、制動特性、ステアリング特性、コーナリング特性、さらには高速走行中の横風に対するレスポンスも向上させる効果があります。特にフロントスポイラーは、空気をボディサイドに誘くことで車体に作用する揚力を一定レベル以下に抑制するほか、アンダーフロアパネル非装着車の床下で空気の乱流が発生するのを防ぎます。一方リアスポイラーは、適切な位置にスポイラーリップを設けることでボディの周囲を流れる空気を後方へ放出し、空気の乱流発生を最小限に抑える役割を担っています。リアスポイラーは飛行機の翼を裏返しにしたような断面形状にデザインされており、後輪に作用するネガティブリフトを増加させ、ダウンフォースを生み出します。こうしたエアフローの安定化とネガティブリフトの制御は、最高速度を高めるだけでなく、燃料消費量を低く抑えることにも貢献します。

### 1973 年: ターボチャージャー

エンジンが誕生した時から、エンジニア達は混合気の燃焼を最適化するための「理想的な吸気」を研究しています。彼らの狙いはできるだけ多くの空気をシリンダ内に送り込むことですが、その理由は、空気を圧縮して混合気を生成すれば、その燃焼によって大きなパワーが得られるからです。こうした研究がなされる中、ポルシェは将来を見据えた 911 ターボを 1973 年に発表。この車に搭載された 3 リッターのターボエンジンには、それまでモータースポーツ部門で何度もテストされてきた吸気圧制御機能がエグゾースト側に備わっていました。1974 年の量産開始に向けて準備が進められたこの 911 ターボにより、ポルシェはターボチャージャーを走行条件に対応できるようにした初めての自動車メーカーとなったのです。吸気圧を制御するため、ポルシェでは従来のようなインテーク側での制御システムではなく、エグゾースト側で制御するシステムを開発しました。このシステムは、必要以上の排気ガスがタービンに送り込まれないように、余分な排気ガスをバイパス経路で逃がす仕組みになっているため、部分負荷運転や過回転の際に過給圧が高くなり過ぎるのを防ぐことができます。加速時に再び過給圧が必要になると、バイパスバルブが閉じて全ての排気ガスがタービンに送り込まれるため、タービンはその性能を最大限に発揮します。

### 1975 年: 亜鉛メッキを施したボディ

1975 年、ポルシェは腐食という問題に対して優れた対応策を見つけ出しました。911 シリーズのボディ両面に量産車として初めて亜鉛メッキを施したのです。これによって 6 年間の防錆保証が可能になると、1981 年のモデルではその保証期間を 7 年に延長。その後は保証期間を 10 年にまで延ばしました。メッキ処理が施されたホワイトボディは、車両の耐用年数を延ばすといった効果をもたらしているだけではありません。ボディ剛性や衝突安全性の維持にも貢献するため、安全性の面でもプラスの効果を発揮するのです。911 が極めて耐久性の高い車であると評価されている理由のひとつは、ボディに亜鉛メッキ処理を施したためであるといえます。実際、これまでに生産された 911 は、その 3 分の 2 が現在でも公道を走っています。ボディを量産するにあたっては、広範なテストが実施されました。ボディの材料にステンレススチールを用いるといった試みもそのひとつであり、銀色のボディを持つ 3 台のプロトタイプが製作されました。現在そのうちの 1 台は、ミュンヘンのドイツ博物館に展示されています。しかし、エンジニア達はステンレススチールを使用せず、ホワイトボディに亜鉛メッキを施す方法を採用しました。これは後者の方が生産に手間がかからないと判断したためです。ヴァイザッハのテストコースで伝統的に行なわれてきたテストの中には、ソルトウォーターの中でプロトタイプを走らせ、腐食への耐性を確認するというものがあります。

### 1977 年: インタークーラー

911 シリーズが成功を収めてきた理由のひとつに、車両の改良を定期的かつ計画的に行ってきたことが挙げられます。911 シリーズは、毎年、数多くのディテールが改良されているため、フェリー・ポルシェが思い描いていた完璧なスポーツカーのイメージにますます近づきつつあります。これは 911 ターボの場合も同じです。911 ターボは 1977 年にモデルチェンジが実施され、排気量が 3.3 リッターに増大されるとともに、リアスポイラーの下にインタークーラーが備わりました。ポルシェはこのとき世界で初めて、モータースポーツに由来するインタークーラーを量産車に採用しました。インタークーラーは吸気温度を 100 °C 以下に低下させることにより、全てのエンジン回転域で高い出力と大きなトルクを生み出せるようになります。気体は温時が低いほど高濃度になるため、吸気効率が高まるのです。この結果、300 PS/5,500 rpm の最高出力を安定的に発生できるようになったほか、最大トルクも 412Nm になりました。さらに、このインタークーラーは、エンジンの熱負荷も低減させ、排気ガス温度の低下、エミッション排出量の減少、そして燃費の削減を実現します。また、混合気の温度が異常に高くなって自己発火するようなこともなくなるため、ノッキング抑制の面でもプラスの効果を発揮します。

### 1983 年: デジタルエンジンエレクトロニクス

デジタルエンジンエレクトロニクス (DEE) は、1983 年に登場した 3.2 リッターの自然吸気エンジンに初めて採用されました。デジタルエンジンエレクトロニクスを採用する最大のメリットは、燃費性能の向上、クリーンな燃焼、そして最大出力の増大を実現できる点にあります。システムは、エンジンのあらゆる運転状態がプログラムされているコントロールユニットと連動しており、燃料噴射量と点火時期を、エンジン回転数、アクセル開度、温度に応じて適切に調節します。エンジンがオーバーレブした際に燃料噴射を止める燃料カットオフ機能と、補機類の作動時にアイドリング回転数を調節する電子制御機能も、デジタルエンジンエレクトロニクスの採用によって追加された実用性の高い機能です。このほかノッキング制御システムも、エンジンの“正常な”運転状態を維持することに貢献します。このデジタルエンジンエレクトロニクスは、さまざまなインジェクションシステムの制御に用いられています。

### 1988 年: 4WD システム

ポルシェは、スポーツカーの 4WD システムについて広範な経験を有しています。テクノロジーデモンストレーターの異名を持ったタイプ 959 にも、この 4WD システムが搭載されていました。このタイプ 959 は生産台数の少ない特別なシリーズモデルですが、1988 年に登場したポルシェ初の量産型 4WD スポーツカー、911 カレラ 4 に影響を与えています。優れたドライビングダイナミクスを実現するため、959 には無段階の調節機能を有する電子制御式可変センターディファレンシャルが備わっていて、各輪の負荷の違いやホイールのグリップ状況に応じて、前後のアクスルに対するトルク配分を調節できるようになっていました。またカレラ 4 に関しても、エンジニア達はプラネタリーギアを介して行われる基本的な前後トルク配分を 31 : 69 に設定し、優れたドライビングダイナミクスを実現させています。このカレラ 4 には、トルク配分を事実上無段階に調節できるよう、油圧式のセンターディファレンシャルとアクスルディファレンシャルも備わっていました。それらの機能を制御していたのは、ABS コントロールユニットに統合されていた電子制御システムです。1994 年に発表された次世代のカレラ 4 は、新たに進化したポルシェの 4WD システムを搭載。この 4WD システムは、カレラ 4 用に最適化された、非常に軽量のビスカスカップリング式多板クラッチでトルク制御を行っていた点が大きな特徴です。

### 1989 年: ティプトロニック

1989 年以降、ポルシェは、快適性とスポーツ性を完璧に融合させた革新的なトランスミッションであるティプトロニックを 964 シリーズの 911 に採用。その走行性能は、5 速または 6 速のマニュアルトランスミッションを備えた同一モデルをわずかに下回るレベルでした。ティプトロニックは、インテリジェントなシフトプログラムを備えたオートマチックトランスミッションですが、マニュアル操作による任意のシフトチェンジを可能にしている点も特徴です。従来のセクターレバーゲートと並んで、マニュアルシフト用のゲートが設けられており、そのゲート内でセクターレバーを前後させるだけでシフトチェンジを瞬時に完了させることができます。エンジン回転数がレブリミットを越えていなければ、セクターレバーを前方に動かすとシフトアップし、後方に動かすとシフトダウンします。シフトアップをし忘れても、エンジン回転数がレブリミットに達した時点で自動的にシフトアップが行なわれる仕組みになっていました。この電子システムは、ドライビングスタイルと走行条件に関係なく最適なシフトチェンジができるよう、5 つのシフトプログラムを備えていたほか、シフトチェンジの際には点火時期を遅らせてエンジン回転数を一時的に落とし、スムーズな変速を実現させていました。

### 1993 年: LSA アルミニウムシャーシ

993 シリーズに導入された新しいシャーシは、「LSA (Light=軽量、Stable=安定、Agile=俊敏)」というコンセプトに基づいて設計されたもので、リアエンジンモデルの 911 が課題としていた不安定な挙動を解消させる手段となりました。LSA のコンセプトは、マルチリンクサスペンションをベースにしたリアアクスルに多大な影響を与えており、モータースポーツでのテストを通じて優れたドライビングダイナミクスを実現させています。このアクスルは、加速時やコーナリングの際に、サスペンションの沈み込みが極めて小さくなるように設計されている点が特徴で、総体的に安定した走行特性をもたらします。さらに、アルミニウム製のダンパーを備えた軽量なスプリングストラットが俊敏性を向上させている点も見逃せません。車両総重量とバネ下重量を軽くするため、体系的な軽量化対策も施されました。こうした取り組みの結果、高速走行時でも車線変更を迅速かつ安全に行うことのできるシャーシが完成し、走行時の騒音や振動も減少させることができました。

### 1995 年: ツインターボチャージャー

ポルシェは 1995 年に 993 シリーズの 911 ターボを発表しています。この車には 2 基の小型ターボチャージャーを備えた 3.6 リッターエンジンが搭載されていましたが、そのエンジン性能曲線は、大排気量自然吸気エンジンのもと同じようなカーブを描いていました。2,000 rpm の低回転から大きな推進力を発生し始め、3,500 rpm からは乗員の体をシートに押し付けるほどの驚異的な加速力を披露したのがこのエンジンです。ヴァイザッハのエンジニア達は、最高出力を 300 kW (408 PS)、最大トルクを 540Nm まで引き上げるだけでなく、加速時のターボラグをかつて無いレベルにまで減らすことも目標に掲げました。彼らは 1 基の大型ターボチャージャーを使用する代わりに、2 基の小型ターボチャージャーを用いることでこの目標をクリアしています。小型のターボチャージャーはブレードがコンパクトで、慣性モーメントが小さいことが最大の成功要因です。バイパスフラップを組み込んだ 2 基のタービンは、0.8 bar のブースト圧を生成。充填効率の最適化、高い効率性を誇る 2 基のインタークーラー、そしてエンジンの運転効率を最適化するノッキング制御システムが効果的に作用したことで、エンジンの出力と回転特性は著しく改善されました。

### 1995 年: OBD II 対応エミッションコントロールシステム

OBD (オンボードダイアグノシス) II に準拠する新しいエミッションモニタリングシステムをポルシェ車として初めて採用している点も、この 6 気筒エンジンモデルの技術的特徴のひとつです。このモニタリングシステムを採用したことにより、エグゾーストシステムや燃料供給システムの不具合および故障を素早く検知できるようになりました。また、広範なエミッション対策は 911 ターボにも大きなプラスの効果をもたらしていて、このターボエンジンのエミッション排出量が世界中の量産モデルの中で最も少ないという事実には専門家は驚きを隠すことができませんでした。過給システムを備えたこの 993 シリーズは、エアマスコントロール機能を搭載した自動車史上初のツインターボモデルでもあります。OBD システムは、触媒コンバーターと  $O_2$  センサーを含めた排気システム全体や、活性炭素フィルタを備えたタンクベンチレーションシステム、そのほか二次空気供給システムや燃料供給システムの作動状況を継続的にモニターします。また、ミスファイヤもこの OBD システムによって記録されます。993 シリーズの発売当時、米国では OBD II 規制に適合させることがすでに義務化されていましたが、他の市場もいち早くこれに従っています。OBD システムの開発には、長時間におよぶ作業と、非常に複雑なエンジン・マネジメントシステムが必要とされました。



### 2001 年: セラミックブレーキディスク

2000 年にポルシェが 996 シリーズの 911 ターボを発表した際、同車には、オプションとしてセラミックコンポジットブレーキディスクが用意されていました。これは 911 GT2 に標準装備されたブレーキディスクです。ポルシェ・セラミックコンポジット・ブレーキ (PCCB) と呼ばれるこの新しいブレーキシステムは、ポルシェが技術面で大きく進歩したことを示すもので、応答性、耐フェード性、重量、メンテナンス頻度の面で新たなスタンダードを確立しました。ポルシェは、セラミックコンポジットブレーキディスクを効果的に冷却できるよう、ディスクの内部に冷却用の通気孔を設けた世界初の自動車メーカーです。このセラミックコンポジットブレーキディスクは、メタル製のブレーキディスクと同じく表面にドリルホールが設けられているものの、その重量はメタル製ブレーキディスクの半分以下です。また、車両重量を 20kg も削減できたため、燃費性能も向上させています。さらに、バネ下重量が軽くなったため、ショックアブソーバーの応答性がいちだんと改善されました。セラミックブレーキディスクのメリットはこれだけにとどまりません。摩擦係数が常に安定しているうえに、急ブレーキの際もブレーキペダルを強く踏み込む必要がないほか、最大の制動力を瞬時に発生させるアシストシステムを必要としません。セラミックコンポジットブレーキディスクは、ブレーキペダルを強く踏み込まなくても、最大の制動力を素早く発生させることができるのです。また、新開発のブレーキパッドは従来のブレーキパッドに比べて水分吸収率が低いため、ウェットコンディションの下で優れたレスポンスを発揮します。このセラミックブレーキディスクは、スポーツ走行時の大きな負荷にも余裕で対応できるブレーキディスクです。

### 2008 年:ポルシェ・ドッペルクップリング (PDK)

ポルシェ・ドッペルクップリング (PDK) を世界で初めて搭載した量産スポーツモデルは、2008 年に登場した 997 シリーズの 911 です。PDK は、前進 7 段と後退 1 段のギアを備えたトランスミッションで、当初はカレラとカレラ S で選択が可能でした。PDK の最も重要な長所は、マニュアルトランスミッションやトルクコンバーター式のオートマチックトランスミッションに比べてシフトチェンジにかかる時間が短い点です。PDK の場合、ドライバーがシフトチェンジを行うと、次に移行するギアがその後のシフトチェンジに備えてあらかじめ準備されます。しかも、その過程で走りに悪影響が出ることはありません。当時一般的であったマニュアルトランスミッションよりもギアの段数が 2 段多かったにもかかわらず、この PDK は重量面でのアドバンテージも獲得していました。事実、PDK は、ティプトロニック S に比べて約 10 kg も軽かったのです。1980 年代、ポルシェは世界で初めて、このトランスミッション技術を 956/962 といったレーシングカーに採用しています。

その結果、ポルシェは高性能スポーツカー向けのデュアルクラッチ式トランスミッションに関して、非常に多くの経験を積むことができたのです。ポルシェ・ドッペルクップルンクは、マニュアルトランスミッション特有のドライビングダイナミクスと機械効率、そしてオートマチックトランスミッションならではのシフト特性と快適な乗り心地を十分に堪能できるシステムであることから、スポーツ性と快適性の面で 911 シリーズのドライバーを満足させます。1 速から 6 速まではスポーツ性を重視した設定で、7 速は燃費性能を重視したロングレシオです。

### 2011 年:アルミニウムとスチールを組み合わせたインテリジェント構造

2011 年に発表された 991 シリーズの 911 において、ポルシェはスポーツカーの軽量化構造をいちだんと完成度の高いものにしました。この結果、燃費の低減と車両ダイナミクスの改善、そして安全性と快適性のさらなる向上という数多くの目標を同時に達成することができたのです。エンジニアは最適な生産方法を採用するとともに、適材適所という考え方にこだわりました。最新世代の車両は、先代モデルよりも約 40kg 軽量化されていますが、こうした軽量化はポルシェにとって初めてのことです。本来なら、ホイールベースの延長、安全要件の厳格化、そしてパッケージ全体の改良により、反対に増加することが予想されていた車両重量は約 80 kg も軽量化を実現しました。これは、アルミニウムとスチールを組み合わせた構造のホワイトボディを新たに完成させたことが主な要因です。局所的な補強部品を除き、ボディのフロントセクションや、フロアとリアの大部品にアルミニウムが用いられています。さらに、フロントおよびリアのリッド、フェンダー、ドアにもアルミニウムが使用されています。クーペの場合は全体の 44 %、カブリオレの場合は全体の 43 %がアルミニウム製です。一方、スチール部品の大部分には、高張力素材と超高張力素材を採用。熱間鍛造とプレス硬化処理がなされたスチールは、非常に優れた乗員保護性能を発揮できる点が特徴です。アルミニウムとスチールを組み合わせたインテリジェント構造は、ツッフェンハウゼン工場の生産工程に変革をもたらしています。スチール製ボディの時代、生産の大部分は抵抗スポット溶接で行なわれていましたが、昨今のように複数の素材を組み合わせるようになると、異なる接合法が必要になります。ホワイトボディは最大 400 個の部品で構成されていますが、スチールとアルミニウムを組み合わせる多くの主要部分は溶接によって接合させることができません。この問題に対しては、種類の異なる金属が接触しても腐食が生じないように構造用接着剤を多用したり、クリンチング、パンチリベット接合、摩擦ドリル加工などの機械的接合法を利用するのも有効な方策です。こうした複数の接合法の中から理想的な手法が状況に応じて選択されます。

### 2011 年: 7 速マニュアルトランスミッション

世界初の 7 速マニュアルトランスミッションも、991 シリーズの 911 に採用されました。この 7 速マニュアルトランスミッションによって、911 シリーズは切れ味の良いシフト特性を新たに獲得しています。新しいマニュアルトランスミッションは、7 速 PDK を基に設計されたもので、快適性とスポーツ性に優れたシフトチェンジが可能です。ニューモデルの 911 シリーズは、6 速でトップスピードに到達。7 速は燃料消費量を抑えるロングレシオで、低いエンジン回転数での高速クルージングが可能です。7 速マニュアルトランスミッションは優れた効率性の実現と重量の最適化によって、車両の燃費性能を向上させることに貢献していますが、オートスタート/ストップ機能を標準装備している点も見逃せません。7 速 PDK がモジュールタイプのシステムとして設計されたため、7 速マニュアルトランスミッションには数多くの同一部品を使用することができました。しかし、克服しなければならない課題がひとつありました。それは、PDK のコンセプトを採用すると、シフトパターンが通常の「H 字型」になるようにギアをレイアウトできないということです。そこで、マニュアルトランスミッション用のシフトアクチュエータを特別に開発しました。このシフトアクチュエータを使用すれば、PDK のギアセットを使って、シフトパターンを従来の「H 字型」にすることが可能になるのです。また、特許取得済みのシステムが、誤ったシフトチェンジを防ぎます。例えば、7 速へのシフトは 5 速か 6 速からでないといけないようになっています。