



2017 年 6 月/7 月

内燃エンジンテクノロジーに関するテックデイ

1. 高い効率と運転する喜び：アウディの革新的な V 型エンジン	2
1.1 グループ内で得られる相乗効果：V 型エンジン戦略	2
1.2 大幅な改良を実施：新しい 3.0 TDI	4
1.3 現時点でもっともパワフルなアウディの生産型ディーゼル：V8 4.0 TDI	6
1.4 万能のパワーソース：新しい 3.0 TFSI	7
1.5 高性能エンジン：新しい 2.9 TFSI	9
1.6 ダイナミックでエモーショナル：新型 Audi SQ5 3.0 TFSI	10
2. Audi g-gas で走る Audi g-tron モデル：タンク内のエネルギー革命	17
2.1 スポーティで低燃費、コスト効率に優れた Audi g-tron モデル	17
2.2 安全性を徹底追及：CNG タンク	18
2.3 実質上カーボンニュートラルな運転を実現：Audi e-gas	19
2.4 将来の可能性：CNG 供給網の拡大と新しい生産方式	20
3. テストサイクルと排ガス規制	21
3.1 新欧州ドライビングサイクル (NEDC)	21
3.2 WLTP	22
3.3 RDE 及び PEMS の測定方式	23
3.4 新しいユーロ 6c 排ガス規制	24
4. 幅広い可能性と高い効率：マイルドハイブリッドテクノロジー	25
4.1 MHEV の作動原理	25
4.2 幅広い応用範囲：48 ボルトの自動車用電源システム	26
4.3 MHEV の未来の可能性を提示：Audi Q8 sport concept	27



1. 高い効率と運転する喜び：アウディの革新的な V 型エンジン

アウディの V 型エンジンには 29 年の歴史があります。最初の V 型エンジンは、1988 年に Audi V8 と共にデビューした 3.6ℓ 8 気筒エンジンでした。2 年後には排気量 2.8ℓ の最初の V6 エンジンが、Audi 100 に搭載されます。1990 年代に入ると V 型エンジン開発がいよいよ本格化し、1997 年には最初の V6 TDI エンジンである 2.5TDI が登場、翌 1998 年には排気量 3.3ℓ の最初の V8 TDI も発表されました。そうしたなかで、ひとつのハイライトとなったのが、2000 年にデビューした排気量 2.7ℓ の V6 バイターボエンジンです。279kW (380hp)、440Nm という高性能を発揮した V6 バイターボを搭載した Audi RS 4 Avant は、ミッドサイズカテゴリーに、まったく新しい基準を打ち立てました。

今日アウディは、V6 及び V8 エンジンを、モジュラーロングチューディナルプラットフォーム (MLB 及び MLB evo) に基づいたすべてのモデル、すなわち Audi A4、A5、A6、A8、Q5 及び Q7 の各シリーズのモデルに設定しています。V6 ユニットは、ガソリンもディーゼルも基本的に排気量 3.0ℓ であり、V8 エンジンの排気量は 4.0ℓ です。パワーレンジは、160kW (218hp) から 445kW (605hp) をカバーしています。新型 Audi RS 5 に搭載される新しい 2.9ℓ V6 エンジン (複合モードにおける燃料消費量は 8.7ℓ/100km、CO2 排出量は 197g/km*) は特殊なケースで、増強されたパワーと、そのぶん大きくなったエンジンストレスを考慮して、排気量が 0.1ℓ 削減されています。

1.1 グループ内で得られる相乗効果：V 型エンジン戦略

アウディとポルシェは、エンジン開発において緊密な協力関係を結んでいます。どちらのブランドも、パワフルで効率的な V6 及び V8 のガソリンエンジンを生産モデルに搭載しています。「アウディもポルシェも、市場の上級プレミアムセグメントで事業を展開していますが、アピールするお客様のタイプは異なっています」と、アウディのパワートレイン開発責任者のニコライ アーディは述べています。「そうした条件の下、2 つのブランドで一定のテクノロジーや開発業務を共有するのは、きわめて理に適った戦略であるといえます」

過給器付きの V 型エンジンについては、非常に数多くのテクノロジカルモジュールが用意されており、そのなかには複数のエンジン間で共有されているものも多くあります。非常に軽量に仕上がったアルミ製クランクケースは、その一例です。シリンダーバンクは 6 気筒、8 気筒ともに 90 度に設定されています。V8 エンジンにとって、90 度の V アングルは古典的な設定ですが、V6 エンジンは 90 度になると、慣性トルクを打ち消すための balancer シャフトが必要となります。

その一方で、90 度の V アングルはお客様に多くの恩恵をもたらします。より一般的な 60 度の場合と比べて、重心を下げられるため、クルマの運動性能が改善されます。また、V6 と V8 を同じレイアウトで設計することで、エンジンに近づけた触媒コンバーターの配置やその他の補器類の搭載場所など、パッケージ面での多くの点を共通化することが可能になっています。



現在は、同様のコンセプトに基づいた、さらに新しい世代の V 型ガソリンエンジンの開発が進められています。ベースとなっているのは、ネッカーズルム（アウディ）で設計され 2012 年にデビューした V8 4.0 TFSI エンジン（EA 824）です。現在アウディは新しい V6 ガソリンエンジン（EA 839）を開発しており、EA 825 という社内コードが付けられた新しい V8 ユニットの開発は、ポルシェが担当しています。その新型 V8 は現時点では、Panamera Turbo にだけ搭載されていますが、アウディも近々フラッグシップセダンの新型 A8 に採用する予定です。

新しい V8 4.0 TFSI も、基本的なコンセプトはアウディが開発した従来型のユニットと大きく変わりありません。2 基のツインスクロールターボチャージャーは V バンクの内側に搭載され、2 つのシリンダーバンクからの排気はエキゾーストマニフォールド及びターボハウジングのなかで別個の通路を辿り、タービンホイールの直前で初めて交わる設計になっています。このレイアウトによりより素早いタービンのレスポンスが得られるような排気の流れが得られ、結果としてダイレクトで力強いトルクの立ち上がりを実現しています。中間的な負荷のもとでは、カムのプロファイルにより、片側バンクの 4 気筒が休止します。これは、アウディバルブリフトシステム（AVS）のテクノロジーによるものです。新しい機能としては、シリンダー内壁に大気プラズマ溶射法を利用したアイアンコーティングを施し、耐摩耗性を大幅に改善しました。もうひとつの革新的な設計はオイル回路です。シリンダーブロックとヘッドを別々の回路にすることで、オイルが短期間で作動温度に達するようにして、燃料消費量の削減に結び付けています。

新しい V6 TFSI エンジン、すなわち 3.0 TFSI 及び高性能ユニットである 2.9 TFSI に共通する新機構は、燃焼室の中央に設置されたインジェクターです。このインジェクターはアウディ主導の下で開発され、ポルシェも採用しています。この機構は新しい 4.0 TFSI にも採用され、その V8 エンジンはずでに Porsche Panamera で商品化されています。アウディの 3.0 TFSI も、すでに複数のモデルに搭載されています。新しい 2.9 TFSI は、Audi RS 5 Coupé（複合モードにおける燃料消費量は 8.7ℓ/100km、CO₂ 排出量は 197g/km*）でデビューを飾ることになりました。

燃焼室の中央に設置されたインジェクターは高い燃費効率を実現する燃焼方式である「B サイクル」の重要な構成要素のひとつで、3.0 TFSI と 2.9 TFSI の両方の新型 V6 ユニットの採用されています。これも、AVS をベースに、アウディが独自開発したテクノロジーのひとつです。「B サイクル」はエンジンの圧縮工程を意図的に短くすることで、基本となる圧縮比を非常に高く設定することを可能にしました。その圧縮工程に対して、通常どおりとなる膨張行程は相対的に長くなっているため、その結果、燃焼効率が向上して、燃費効率も改善しています。

中間的な負荷のもとでは、アウディバルブリフトシステムの働きにより、吸気バルブが早期に閉じて吸気時間が非常に短くされ、実質的な吸気工程が短縮されます。その一方で、高負荷運転時には、同システムによりカムシャフトのプロファイルが変更されて、バルブの開放時間が延長されるとともに、バルブストロークも大きくなります。そのため、圧縮工程（圧縮比）は通常の形に戻って、エンジンは最大のパワーを発揮するようになります。

3/27

* 数値は、タイヤ/ホイールのセット、エンジン/トランスミッションのバリエーションによって異なります。



3.0 TFSI では 1 基、2.9 TFSI では 2 基装着されるターボチャージャーは、いずれも V バンクの内側に配置されています。このレイアウトにより、エンジン外寸をコンパクトにまとめるとともに、フローロス进行を最少化して、エンジンのレスポンスを改善することに成功しました。新しい V 型エンジンのもうひとつの技術的特徴は、サーマルマネジメントの一環としてシリンダーヘッドに一体化されたエキゾーストマニフォールドで、この設計によりマニフォールドにも冷却回路が配されています。これはエンジンの暖気時間短縮に貢献しています。この設計はエンジンが温まった後には、排気温度の上昇を抑える役割も果たします。結果として、とくにスポーティにクルマを走らせたときの燃料消費量が削減されています。また、V8 の 4.0 TFSI エンジンではコモンレールのシステムにより、最大 250 バールの高い燃料噴射圧を実現しています。燃料の霧化が促進されることで、より理想に近い燃焼が得られています。

新しい V6 及び V8 エンジンとはまた、いずれのハイブリッドシステム（高電圧または低電圧）にも適応する設計になっています。近々発表予定の新型 Audi A8 では、すべてのタイプのエンジンに新開発の 48 ボルト電源システムと連携して作動するマイルドハイブリッドのシステムが組み合わされます。

V6 TFSI エンジンの生産は、ハンガリーのジェールにある世界最大のエンジン工場で行われています。一方、V8 TFSI エンジンとは、ポルシェのツッフェンハウゼン工場を組み立てられています。2016 年には 21 万 2,500 基を超える V6 エンジン、1 万 9,500 基を超える V8 ユニットが生産されました。モジュラーコンセプトに基づき、両者の間では、オイルポンプモジュール、クランクシャフトのチェーンドライブ、チェーンボックスのカバー、リヤシーリングフランジなど、数多くの部品が共有化されており、コスト削減とともに生産ラインのスリム化に貢献しています。

アウディはまた、V 型ディーゼルエンジン（3.0 TDI 及び新しい 4.0 TDI）の開発については全責任を負う立場にあります。ポルシェはそれらに小変更を施すなどして、独自の形に進化させています。

1.2 大幅な改良を実施：新しい 3.0 TDI

アウディの新しい 3.0 TDI エンジンには、従来型のユニットに対し、多くの面で大幅な改良が施されています。新型 Audi A5 及び Q5 に搭載される予定のこの V6 ディーゼルは、210kW (286hp) の最高出力と 620Nm の最大トルクを発生します（このエンジンは、現時点では 1999/94/EC 指令に基づく型式認定を得ていないため、まだ市販車に搭載されていません）。そのうち最大トルクは、1,500～3,000rpm の回転域で提供されます。

この新しい V6 エンジンの排気量は 2,967cc です（ボア 83.0×ストローク 91.4mm）。他のすべてのアウディ V 型エンジン同様、シリンダーバンクの挟み角は 90 度に設定されています。高強度バーミキュラ黒鉛鋳鉄製のクランクケースの内側には、バランスシャフトが回転してエンジンの振動を減らし、音質を改善する役割を果たしています。着火圧力は、特性マップの幅広い領域で 200 バールを超えます。

4/27

* 数値は、タイヤ/ホイールのセット、エンジン/トランスミッションのバリエーションによって異なります。



クランクシャフト、シリンダーヘッド、シリンダークランクケースなどは徹底した軽量化が図られており、あわせて燃費効率の向上に貢献しています。また、シリンダー内壁に特殊コーティングを施すことで、ピストンリング、ピストンピンの部分で生じる摩擦抵抗を減らしました。運転状況に応じて可変制御されるオイルポンプも、燃料消費量の削減に役立っています。サーマルマネージメントシステムについては、シリンダーヘッドとクランクケースで別個の冷却回路を用いており、冷間始動の後に、エンジンオイルがごく短期間で作動温度に達するようになっています。シリンダーヘッドには、必要に応じた冷却制御が行えるよう、2 系統のウォータージャケットを配しました。シリンダーヘッドの冷却液の流れには、必要に応じてオイルクーラーも統合される仕組みになっています。

コモンレールシステムは最大 2,000 バールの噴射圧を提供します。8 つの噴射ホールを備えたピエゾインジェクターノズルは、1 回の工程で最大 9 回の噴射を行うことができます。エアフロー及び燃料の霧化を最適化するために、従来型のエンジンに対してインテーク（ひとつはスワールのため、もうひとつはエア充填のため）とエキゾーストの両ポートの設計が変更されています。いずれのポートもエアフローの抵抗が減らされ、エンジンのレスポンスが改善して、より均一にパワーが発生するようになりました。

3.0 TDI のターボチャージャーは、最大 2.3 バールの過給圧を生み出します。可変ジオメトリのタービン（VTG）は、排ガスの流速が遅い状況にも配慮した設計となっています。低圧排ガス再循環（EGR）システムは、微粒子フィルターのさらに下流から排ガスの一部を抽出し、ラジエーターを介してエンジンに送っています。これはとりわけ中～高負荷運転時に、排ガスの流れをフルに活用してターボチャージャーを駆動するための設計です。

エンジンの非常に近くに、2 つのエミッションコントロール機構が配置されています。最初のコンポーネントは大型の NOC 酸化触媒コンバーター（NOx 酸化触媒）で、ここで窒素酸化物を捕捉していっぱいになるまで蓄えつづけます。

触媒内に貯まった窒素酸化物は、一時的にエンジンの混合気をリッチにすることで一掃されます。その場合の余分な燃料消費を最小化するために、NOx 触媒は排気温度が低いときのみ活発に反応するようになっています。運転温度が一定のレベル以上に達したら、排ガス浄化システムの 2 番目のモジュール、SRC をコーティングしたディーゼル粒子フィルターが郊外やハイウェイ走行（例えば、中間的なエンジン回転数）における NOx 浄化の役割を引き受けます。

この改良型の 3.0 TDI エンジンマイルドハイブリッド化にも対応しており、2017 年に新型 Audi A8 において、その量産化が実現する予定です。新型 Audi A8 では、48 ボルトの車載電気システムから、ベルト式のスターター/オルタネーター（BAS）だけでなく、エンジンに装着された電動式コンプレッサー（EPC）にも電力が供給されます。電動式コンプレッサーは、発進時やエンジンが低回転の状態から加速する場合などにターボチャージャーの働きをサポートして、優れたレスポンスとフレキシブルなドライバビリティを実現します。



1.3 現時点でもっともパワフルなアウディの生産型ディーゼル：V8 4.0 TDI

4.0 TDI はアウディが生産するもっともパワフルな V8 ディーゼルエンジンで、最高出力は 320kW (435hp)、最大トルクは 900Nm/1,000~3,250rpm です。(複合モードにおける燃料消費量：9.3~7.2ℓ/100km*、CO₂ 排出量：215~189g/km*)。ボア×ストロークは V6 TDI とまったく同じ 83.0×91.4mm で、総排気量は 3,956cc です。このエンジンを搭載した Audi SQ7 は 0-100km/h を 4.8 秒で加速し、最高速度は電子リミッターが作動する 250km/h に達します。このような高性能にもかかわらず、NEDC における燃料消費量はわずか 7.6~7.2ℓ/100km*に抑えられており、CO₂ 排出量は 198~189g/km*に過ぎません。

4.0 TDI は、シーケンシャルターボチャージャーを採用したバイターボエンジンとして設計されています。2 基のターボチャージャーは、それぞれ両方のシリンダーバンクにフレッシュエアを提供しています。アウディの V 型エンジンの典型として、ターボチャージャーは V バンクの内側に設置されており、短いガス流路によりダイレクトなレスポンスが得られています。ターボチャージャーは可変タービンジオメトリー (VTG) を採用し、最大 2.4 バールの過給圧 (相対圧力) を発生します。また、ターボチャージャーはアウディバルブリフトシステム (AVS) により統合制御されており、電磁式のアクチュエーターがカムシャフトのスリーブを移動させることで、各シリンダーの 2 つ設けられたエキゾーストバルブのひとつを稼働させたり休止させたりしています。

2 経路のマニフォールドシステムのなかで、排ガスは別々の回路を流れ、それぞれのバルブが 2 つあるターボチャージャーのひとつにガスを供給しています。低~中間的なエンジン負荷及びエンジン回転数のときには、AVS により 2 つある排気バルブのうちひとつが閉じられ、排ガスのすべてがいわゆる「アクティブな」ターボチャージャーのほうに送られます。エンジン回転数が 2,200~2,700rpm に達すると AVS により 2 番目のバルブが開けられ、そこからの排ガスが 2 番目のターボチャージャーに送られるようになります。2 つのターボチャージャーが同時に働くことで、4.0 TDI はフルにパワーを発揮するようになります。

AVS のもうひとつの装置は吸気側のカムシャフトに装着されており、どのような作動状況の下でも最適な充填が得られるようになっています。エンジン回転数が低いときは燃焼を安定させ、高速運転においてはシリンダーに最大限のエアが充填されます。コモンレールシステムは、最大 2,500 バールの噴射圧を提供します。パワーを最大限引き出しつつ、中間負荷による作動中でも燃料の霧化を促進して、エミッションレベルを低く抑えています。着火圧も最大 200 バールに達します。

完全な可変制御を可能にしたサーマルマネジメントシステムと、クランクシャフトやカムシャフトの駆動システムに採用した新しい施策により、エンジンの内部摩擦も低く抑えられています。V6 ディーゼルの場合と同様、NO_x 吸蔵触媒コンバーターと SCR コンバーターをディーゼル粒子フィルターと組み合わせて採用することで、効果的かつ効率的な排ガス浄化も実現しています。V8 の心地よいサウンドはエキゾーストシステムに搭載されたサウン

* 数値は、タイヤ/ホイールのセット、エンジン/トランスミッションのバリエーションによって異なります。



ドアアクチュエーターにより、ボリュームを調整することができます。

Audi SQ7（複合モードにおける燃料消費量：7.6～7.2ℓ/100km*、CO2 排出量：199～189g/km*）に搭載された V8 4.0 TDI には電動式コンプレッサー（EPC）が装着されており、それを駆動するための 7kW の電力は車載の 48 ボルト補助電源システムから供給されています。EPC は発進時及びエンジン回転が低いときに、2 つのターボチャージャーの働きをサポートします。EPC はチャージエアクーラーの後方に設置されています。タービンローターの代わりにコンパクトな電気モーターが内蔵されており、250 ミリセカンドという短時間のうちに、コンプレッサーホイールを 70,000 回転まで加速させることができます。非常にスポーティな Audi SQ7 TDI はこの電動式コンプレッサーの働きにより、さらにエンジンのレスポンスを高め、発進からよりダイナミックな加速を実現しています。

1.4 万能のパワースource：新しい 3.0 TFSI

新しい 3.0 TFSI は、ガソリンエンジンの分野でのアウディの輝かしい伝統を継ぐエンジンのひとつです。ターボチャージャーを装着したこの V6 エンジンは、力強いパフォーマンス（高出力、低速からの厚いトルク、ダイレクトなレスポンス、そして心地よいサウンド）を従来よりもさらに優れた燃費と融合することに成功しています。ネッカーズルムで開発されたこのエンジンは、新世代の S モデルでデビューを飾りました。また、新型 Audi A8 を含めたより大型のモデルにも搭載される予定です。このエンジンの開発時には、高圧/低圧の両方のハイブリッド仕様に適合するように設計が進められました。そのため、ベルト式オルタネーター/スターターもしくは電動式コンプレッサーを利用できる設計になっています。

新しい 3.0 TFSI は、スーパーチャージャーを採用した従来の 3.0 TFSI と共通のボア×ストローク（84.5mm×89.0mm）を採用していますが、ボアピッチ（シリンダー中心間の距離）は 3mm 拡大されて 93mm になっています。この V6 ターボエンジンは、2,995cc の排気量から 260kW（354hp）の最高出力を発生します（複合モードにおける燃料消費量：8.5～7.3ℓ/100km*、CO2 排出量：195～166g/km*）。500Nm の最大トルクはわずか 1,370rpm という低回転から発生し、4,500rpm まで維持されます。新型 Audi S4、Audi S5 Coupé、Audi S5 Sportback の各モデルの燃料消費量は NEDC 基準でわずか 7.3ℓ/100km に過ぎません。これを CO2 排出量に換算すると 166g/km となります。

新しい 3.0 TFSI の高効率の決め手となっているのは、いわゆる「ミラーサイクル」を発展させる形でアウディが独自開発した「B サイクル」と呼ばれる新しい燃焼方式です（1.1 の「グループ内の相乗効果」も参照）。「B サイクル」では、エンジンの吸気工程において、ピストンが下死点に達するかなり前に吸気バルブが閉じます。そのように吸気バルブの開放時間を通常より短くすることで、吸気量を相対的に減らし、排気量を小さくしたのと同様な効果を生み出します。

ピストンが下死点に達して再び上昇し始めたとき、一般的なエンジンより圧縮工程は遅く

7/27

* 数値は、タイヤ/ホイールのセット、エンジン/トランスミッションのバリエーションによって異なります。



始まります。それにより、11.2 : 1 という（過給エンジンとしては）高い圧縮比の設定が可能になっています。燃焼は、比較的小さい燃焼室の中で行われることになるのです。この圧縮工程に対し、膨張行程は相対的に長くなります。燃焼ガスの膨張が長い時間にわたって行われることで、（膨張圧力がエンジン動力に変換される）効率が高まります。

アウディは、ミラーサイクルの原理に革新的なテクノロジーの数々を追加しました。ターボチャージャーは、シリンダーに送られる吸入エアに最大 1.5 バールの過給圧を加えます。コモンレールシステムにより、燃料は燃焼室内に 250 バールの圧力で噴射されます。高い噴射圧により、燃料の霧化が促進され、結果として燃焼時の均等な火炎伝播が実現しています。インジェクターは燃焼室の中央に設置されているため、吸気にスワールを発生して、それにより燃焼室の壁も冷却されるよう、吸気バルブと吸気ポートの配置を設定しました。これにより、いわゆるノッキングが防止され、高い圧縮比を実現することが可能になっています。燃焼の質、熱効率、そしてエンジン自体の効率も改善することができました。

3.0 TFSI に 4 本備わったカムシャフトのそれぞれは、クランク軸アングルにして最大 50 度調整することができます。高負荷運転においては、2 ステージのアウディバルブリフトシステム（AVS）により、吸気バルブが閉じる時間が遅延されます。バルブの開放時間はクランク軸アングルにして 130 度から 180 度に延長され、同時に、吸気バルブのリフト量も 6.0mm から 10.0mm まで拡大されます。シリンダーのエア充填量もそれにともなって増大し、3.0 TFSI は持ち前のハイパワーを発揮するようになります。

新しい 3.0 TFSI のターボチャージャーは、ツインスクロール原理に基づいて作動します。2 つのシリンダーバンクの排気通路は、エキゾーストマニフォールド及びターボチャージャーハウジングのなかではそれぞれ分かれており、タービンホイールの直前で初めて交わる設計になっています。このレイアウトにより、2 つのガス流間の好ましくない干渉がなくなり、ダイレクトで力強いトルクの立ち上がりを実現しています。また、ターボチャージャーを 90 度のシリンダーバンクの間に設置して、シリンダーヘッドに対し、排気側を内側、吸気側を外側に配置しています。このレイアウトにより、エンジン外寸をコンパクトにまとめるとともに、フローロスも最小化しました。それにより、きわめて自然で俊敏なアクセルレスポンスを実現しています。

全面的な設計見直しにより、新しい 3.0 V6 TFSI の重量は 172kg にまで軽量化されています。精巧な砂型鋳造で作られたアルミシリコン合金製のシリンダークランクケースには、厚さ 1.5mm のスチール製シリンダーライナーが埋め込まれています。いわゆる「ディープスカート」を採用したこのクランクケースはウォールを下方に長く伸ばしており、それによりエンジン全体の重量を削減しています。アルミ製ピストンに設置された新開発のリングと併せて、このライナーはフリクションの削減に一役買っています。ハンガリーのジェールにある生産工場では、組み付け時にいわゆる「プレートホーニング」という工法を用いて、シリンダーヘッドへのストレスをなくしています。



さらに、3.0 TFSI の高効率に貢献しているのが新しいサーマルマネジメントシステムです。クランクケースとシリンダーヘッドには、それぞれ独立した冷却回路が設置されています。シリンダークランクケースの冷却回路は、エンジンの他の部分の冷却回路と切り離されています。冷間始動時には、ウォーターポンプはエンジン全体の冷却液の流れを止めます。シリンダーヘッドの温度が運転に適切なレベルに達すると、ウォーターポンプは分離されたシリンダークランクケースも含めて、エンジン全体の冷却液が流れ始めるようになります。

シリンダークランクケースについては、内部の冷却液の温度が一定の水準に達して初めて冷却水が循環します。エキゾーストマニフォールドはシリンダーヘッドと一体化され、冷却回路が設置されています。これは、エンジンの暖気時間短縮に貢献しています。エンジンが温まると、排気温度の過度な上昇を抑えて、とりわけスポーティにクルマを走らせた場合の燃料消費量を削減します。3 元触媒コンバーターもエンジンのすぐ近くに設置されており、冷間始動後に温度が即座に作動レベルに達するようになっています。

ガソリンエンジン用の微粒子フィルターも、注目に値する新テクノロジーのひとつです。アウディは、今年の半ばにまず A5 Coupé 2.0 TFSI（複合モードにおける燃料消費量：6.5～5.1ℓ/100km*、CO2 排出量：148～117g/km*）に搭載し、その後順を追って採用モデルを増やしていく方針です。

新しい 3.0 TFSI には、他にも燃費効率改善に寄与するハイテクが複数採用されています。無段階可変式のオイルポンプは、必要に応じた油圧の提供を可能にしています。新しい方式を採用することで、チェーンを駆動するのに必要な動力も削減されました。クランクシャフトはギヤを介してバランスシャフトを駆動する仕組みで、バランスシャフトを V バンクの低い場所に配置することが可能になっています。そこから、4 つのカムシャフトスプロケットにチェーンが渡されています。それらはトリオーバル型（3 角形に近い）をしており、パワーの波を補正してスムーズなエンジン回転を確保しています。ローラーベアリングを採用することで、フリクションの少ない balanサーシャフトの回転も実現しています。

1.5 高性能エンジン：新しい 2.9 TFSI

アウディは新しい 2.9 TFSI により、かつて高性能エンジンの傑作と謳われた 2.7ℓV6 が開いた道をふたたび歩もうとしています。初代 Audi RS 4 Avant（2000～2001 年）に搭載された 2.7ℓV6 は、280kW（380hp）のパワーを発生しました。それに対し、新しい 2.9ℓV6 はパフォーマンス面でこのエンジンを大きく上回っています。最高出力は 331kW（450hp）、最大トルクは 600Nm/1,900～5,000rpm です（複合モードにおける燃料消費量：9.6～8.7ℓ/100km*、CO2 排出量：224～197g/km*）。このエンジンを搭載する新型 Audi RS 5 は高性能スポーツカーに匹敵する俊足ぶりを発揮し、0～100km/h 加速は 3.9 秒、オプションで電子リミッターを解除すると最高速度は 280km/h に達します。その高性能にもかかわらず、NEDC サイクルにおける燃料消費は



8.7ℓ/100km に過ぎず、CO₂ の排出量も 197g/km に抑えられています。

この新しい高性能 6 気筒ユニットは、最新の 3.0 TFSI から直接派生したエンジンです。内部にかかるより大きな応力を考慮して、シリンダーのストロークを 3.0 TFSI より 3mm 短くして 86mm にしています。クランクシャフトを補強するために、メインベアリングの径も 2mm 拡大しました。その一方で、スチール製のシリンダーライナーを用いたアルミ合金製クランクケース、燃焼室の中央にインジェクターを配した新しい TFSI の燃焼方式、エキゾーストマニフォールドをシリンダーヘッドと一体化させた革新的なサーマルマネジメントシステムといった主要なテクノロジー要素は、3.0 TFSI と共有しています。

3.0 TFSI 同様、排気系は V 型シリンダーバンクの内側に配置されていますが、3.0 TFSI のシングル ツインスクロールターボチャージャーに代わり、かつての Audi RS 4 のエンジン同様、2 基のターボチャージャーを用いて吸気を加圧します。それぞれのターボチャージャーが、シリンダーの片バンクを担当し、最大 1.5 バールの過給圧を発生します。V6 バイターボのこのインタークシステムではステンレス製コンポーネントが吸気をスムーズに流す役割を果たしており、その一方で排気システムでは切り替え式のフラップにより、エンジン負荷及びドライバーの好みに応じて、排気サウンドを調整できるようになっています。新型 Audi RS 5（複合モードにおける燃料消費量：8.7ℓ /100km、CO₂ 排出量：197g/km）が発するエンジンサウンドを耳にした人は、かつての Audi RS 4 (B5) を思い起こすに違いありません。

1.6 Dynamic and emotive: the new Audi SQ5 3.0 TFSI

新型 Audi SQ5 には、260kW (354hp) を発生する排気量 2,995cc の V6 TFSI エンジンが搭載されます。このターボチャージャーを装着したオールアルミ製エンジンは、500Nm の最大トルクを 1,370rpm から 4,500rpm の幅広い回転域で発生提供します。SQ5 の 0-100km/h 加速タイムは 5.4 秒で、最高速度は電子システムにより 250km/h に制限されています。NEDC（新欧州ドライビングサイクル）における燃料消費量は、100km 走行あたりわずか 8.3 で、これを CO₂ 排出量に換算すると 189g/km に相当します。

新しい燃焼方式：さらに改善された燃費効率

アウディが独自に開発した新しい燃焼方式により、3.0 TFSI はきわめて高い燃費効率を実現しています。この方式はいわゆる「B サイクル」の原理に、燃焼室の中央に配置した高圧タイプのフューエルインジェクターを組み合わせたものです。

「B サイクル」は、エンジンの圧縮工程を意図的に短くすることで、基本となる圧縮比を非常に高く設定することを可能にしました。その圧縮工程に対して通常どおりとなる膨張



行程は相対的に長くなっているため、その結果、燃焼効率が向上して燃費効率も改善しています。

中間的な負荷のもとでは、アウディ バルブリフトシステムの働きにより、吸気バルブが早期に閉じて吸気時間は非常に短くなります。それにより、実質的な吸気工程が短縮されるのです。その一方で、高負荷運転時には同システムによりカムシャフトのプロファイルが変更されて、バルブの開放時間が延長されるとともに、バルブストロークも大きくなります。そのため、圧縮工程（圧縮比）は通常の形に戻って、エンジンは最大のパワーを発揮するようになります。

ターボチャージャー：分離された排ガスの流れ

過給システムは従来型の 3.0 TFSI の機械式スーパーチャージャーに代えて、ツインスクロールタイプのターボチャージャーを採用しています。2 つのシリンダーバンクからの排気は、排気マニフォールド及びターボチャージャーの中で別々の経路を辿り、タービンホイールの直前で初めて交わる設計にしています。このテクノロジーにより、より素早いタービンのレスポンスが得られる排気流が得られ、結果としてダイレクトで力強いトルクの立ち上がりが実現しています。ターボチャージャーは挟み角 90 度の V バンクの間に置かれています。これによって、エンジン寸法をコンパクトにまとめるとともに、フローロスも最小化することが可能になっています。このような設計により、新しい 3.0 TFSI はきわめて俊敏なアクセルレスポンスを実現しています。

効率化のためのもうひとつの新機軸：革新的なサーマルマネジメント

クランクケースとシリンダーヘッドには、それぞれ独立した冷却回路が設置されています。コールドスタート（冷間始動）の後にはエンジンオイルの温度が最短時間で適切なレベルまで上昇するよう、切り替え式のウォーターポンプにより、エンジンクーラントの流れを制御しています。排気マニフォールドはシリンダーヘッドと一体化され、ここにも冷却回路が配されており、エンジンの暖気時間短縮に貢献しています。この設計はエンジンが温まった後には、排気温度の上昇を抑える役割も果たします。結果として、とくにスポーティにクルマを走らせたときの燃料消費量が削減されています。

ドライビングダイナミクス

新型 Audi SQ5 はパワーを伝達するトランスミッションに、素早くスムーズなシフトクオリティを提供する 8 速ティプトロニックを採用しています。低速側のギヤはレシオを低く短くしたスポーティな設定になっている一方、高速側のギヤには高い長いレシオを採用して、巡行時のエンジン回転数および燃料消費量を抑制しています。アウディドライブセレクトのモードによっては 55km/h～160km/h の速度で走行中、ドライバーがアクセルペ



ダルから足を離すとトランスミッションが自動的にフリーホイーリングモードに切り替わり、燃料消費量を削減します。

Audi SQ5 のスポーティなハンドリング性能には、当然ながら quattro フルタイム 4 輪駆動システムも貢献しています。通常の走行時には quattro システムにより、エンジンパワーは相対的にリアアクスルに多めに振り分けられますが、必要に応じてトラクションが大きい側のアクスルにより多く配分されるようになります。ホイールセレクトティブトルクコントロールがあらゆる種類の路面に対して有効に働きます。コーナーを高速で攻めているような場合にはソフトウェアの機能により、内側のホイールに対して軽くブレーキが掛けられます。それにより、クルマはコーナーの内側にむけて微かに姿勢を変えるようになります。このターンインの動きにより、ニュートラルなステア特性が維持され、安定して、正確で俊敏なハンドリング性能が得られます。

オプションのスポーツディファレンシャルを装着すると、それに内蔵された 2 つのスーパーポジションステージを介して、リア 2 輪の間でアクティブにトルク分配が行われるようになり、さらにハンドリング性能が向上します。タイトなコーナーを加速しながら抜け出るような場合には、外側のホイールにより多くのトルクを振り分けるようにして、クルマの敏捷性を向上させます。スポーツディファレンシャルは、コーナリング中にクルマを文字通り後押しし、アンダーステアの傾向を早い段階で打ち消します。スポーツディファレンシャルの制御はアウディドライブセレクトのシステムに統合されており、新開発の電子シャシープラットフォームであるセントラルコントロールユニットからの指示に基づいて作動します。

前後 4 輪に採用された 5 リンクサスペンションも、新型 Audi SQ5 のスポーティなドライビング特性の基盤となっています。複雑な設計を備えたこのシステムにより、限界走行時の安定性と敏捷性が向上し、快適性も大幅に高まっています。標準装備されるダンパーコントロールシステムは、快適な乗り心地からダイナミックな運動性能まで非常に幅広い領域をカバーしています。このアダプティブ CDC（連続減衰力制御）ダンパーの制御も、エンジン、ステアリング、ティプトロニック、及びオプションのスポーツディファレンシャルとともに、アウディドライブセレクトシステムに統合されています。ドライバーはアウディドライブセレクトに設定された複数のモードから選択することで、エンジンやサスペンションの特性を調整できます。オプションで、S モデル専用チューニングされたアダプティブエアサスペンションも装着できます。このシステムを選択すると、ダンピング特性だけでなく、走行条件に応じてクルマの地上高も調整できるようになります。



S モデル専用のチューニングがなされた新しい電動パワーステアリングも、SQ5 のダイナミックな走行性能に貢献しています。さらに、車速とステアリングアングルによってギヤレシオを変化させる、ダイナミックステアリングもオプション設定されています。

標準装備の 20 インチ鋳造アルミ製ホイールには、255/45 シリーズのタイヤが組み合わされます。21 インチホイールもオプションで装着可能です。さらなる個性を求めるお客様のためには、Audi Sport がエクスクルーシブな 21 インチホイールを 5 タイプ用意しています。フロントブレーキには、350mm 径のディスクと S のロゴが刻印されたブラック（オプションでレッドも設定）仕上げの 6 ピストン固定キャリパーが採用されています。

ドライバーアシスタンスシステム

Q5 シリーズのために用意された数多くのドライバーアシスタンスシステムのなかから、選りすぐりのハイテクシステムが新型 Audi SQ5 に採用されています。

そのうちのひとつ、予測効率アシスタントは走行中に燃料を節約するためのヒントをドライバーに提供するシステムです。トラフィックジュアムアシスト機能を加えたアダプティブクルーズコントロール（ACC）は渋滞中の道路において、ステアリング操作の一部を代行することができます。アウディアクティブレーンアシストは、車線の維持をサポートします。ディスタンスウォーニングアラートは先行車との距離が近づきすぎたときに、ドライバーに注意を喚起します。

そのほか、リヤクロストラフィックアシストリヤ、エグジットウォーニングシステム、衝突回避アシスト、ターンアシストといったシステムも日常的にクルマを走らせるときの安全性向上に貢献します。安全性の面では複数存在するプレセンスシステムも同様で、新型 Audi SQ5 はそのなかからアウディプレセンスシティを標準装備しています。このシステムは前方に歩行者や車両を検出するとドライバーに警告を発し、必要に応じて、システムの限界内で自動緊急ブレーキも発動します。さらに新型 Audi SQ5 には、パークアシスト、カメラを活用した道路標識認知システム、ヒルデセント コントロール（急坂下降時の速度抑制機構）といったシステムも設定されています。

インフォテインメントと Audi connect

Audi SQ5 のために用意された最上級のインフォテインメントシステムが MMI オールインタッチと 8.3 インチディスプレイを備えた MMI ナビゲーションプラスです。このシステムはタッチパネルによる文字の入力や、スマートフォンやタブレットなどでお馴染みのズームなどのタッチ操作を読み取ることもできます。そしてそうしたインプットに対し、触感によるフィードバックを提供します。システムに統合された機能のひとつが Audi connect で、これにより Audi SQ5 の車内から、LTE を介したインターネットとの常時接続が可能

13/27

* 数値は、タイヤ/ホイールのセット、エンジン/トランスミッションのバリエーションによって異なります。



となります。クルマに常時搭載された SIM カード（固定料金の Audi connect SIM）により、ヨーロッパ域内であれば便利なローミングが行われ、様々なオンライン インフォテイメントサービスを利用することができます。また、Audi SQ5 のユーザーは、同じく EU 内でのローミングサービスを含めた、Wi-Fi ホットスポットを自由に利用するためのデータパッケージを契約することもできます。

「セキュリティ&コンビニエンス」の特約を含めた「Audi connect セーフティ&サービス」のパッケージを選択すると、Car2X（クルマ対外部）のサービスも利用できるようになります。事故や故障の際には、エマージェンシーコールオンラインやロードアシスタンスサービスといった形で外部からの支援を求めることができます。

さらに、セキュリティ&コンビニエンス サービスを利用すると、ユーザーはスマートフォンの MMI コネクトアプリを介して、Audi SQ5 の施錠及び開錠を簡単に行うことができます。また、スマートフォンから車両状況をチェックしたり、Car Finder（自車の居場所検索）、次の目的地に関する情報提供、警告メッセージの表示といった追加のサービスを利用したりすることができます。

MMI の操作ロジックには、人工知能を用いたフリーテキストサーチなどの機能が含まれています。自然言語によるボイスコントロール機能により、日常会話による指示も認識することができます。新型 Audi SQ5 において、第 3 の操作システムとして機能するのが革巻きのマルチファンクション ステアリングホイールです。オプションとして、ヘッドアップディスプレイも設定されています。ヘッドアップディスプレイの情報には、ドライバーアシスタンスシステムに関するものも含まれており、その内容は素早く読み取ることができるシンボルや数字で表示されます。

ディスプレイと操作方式の分野でのひとつのハイライトといえるのがオーディィバーチャルコックピットです。12.3 インチの大型モニターの中に、きわめて鮮明なグラフィックを用いてすべての主要な情報が表示されます。Audi SQ5 のドライバーは、マルチファンクション ステアリングホイールに設置された切り替えボタンにより、S モデル専用の、タコメーターを中央に配したスポーツモードの画面表示を選択することができます。

もうひとつのオプションアイテムであるオーディィ フォンボックスは、近接カップリングテクノロジーを使用して、スマートフォンを車載のアンテナにワイヤレスに接続すると同時に、Qi 基準に準拠した非接触充電を行うこともできます。高品質なオーディオサウンドを求める方々のために、3D サウンドを実現したバング&オフルセンのサウンドシステム



を用意しました。アウディ スマートフォントーフェイスにより、Apple CarPlay と Android Auto の機能をクルマで楽しむことができます。

ボディ及びエクステリアデザイン

新型 Audi SQ5 の全長は 4,671mm、全幅は 1,893mm、全高は 1,635mm です。ホイールベースは 2,824mm で、車両重量（ドライバー非乗車時）は 1,870kg です。ボディは、アルミニウムや超高張力スチールなどを高度なノウハウを用いて組み合わせた構造を採用しています。

新型 Audi SQ5 のエクステリアは、静止していても、多くのディテールによりダイナミックな特徴が明らかに示されています。フロントとリヤには大胆でスポーティなバンパーが装着され、S モデル専用の周辺部が盛り上がったエアインレットとハニカムグリル付きのディフューザーにより、力強い印象がさらに強調されています。その他、S モデル専用のデザイン要素としては、アルミ仕上げの 2 重ラテラルバーを備えたラジエターグリルやボディと対照色のマット トワイライトグレーで塗装されたトリム類などが挙げられます。レッドロンバス（赤い菱形）マークが備わった S のロゴが様々な場所に設置されて、さらなるアクセントの役割を果たしています。

すべてのライト機能には、LED テクノロジーを使用しています。ダイナミックターニングナルは、他の道路ユーザーの認知を高める役割を果たすでしょう。ボディサイドでは、アルミ調のエクステリアミラーが輝きを放つ一方で、ボディ同色のドアトリムストリップにより、クルマのスポーティなキャラクターが強調されています。リヤバンパーに備わるディフューザークラスプ（留め金）も、アルミ仕上げとなっています。エクステリアカラーのバンサーブラックは、新型 Audi SQ5 の専用色です。

インテリア

ドアを開けると、黒を基調にしたインテリアがドライバーと乗員を迎え入れます。イルミネーション付きのドアシルには、エクスクルーシブな S のロゴを配置しました。革巻きステアリングホイールとスポーツシートに施されたコントラストカラーの飾りステッチがダイナミックでエレガントな印象を演出しています。標準設定された S スポーツシートはアルカンターラ/レザーのコンビタイプですが、ダイヤモンドのステッチパターンとエアマッサージ機能を備えたファインナッパレザーの仕様にアップグレードすることができます。標準設定のインレイはつや消しアルミニウムですが、オプションで様々なタイプのウッドやエクスクルーシブなカーボン仕上げのインレイも設定されています。ドライバーは、アルミ調のシフトパドルを使ってティプトロニックのギヤを素早くマニュアルシフトするこ



とができます。ペダル類とフットレストの表面は、ステンレススチール仕上げになっています。

新型 Audi SQ5 のベンチタイプのリヤシートは、3 分割可倒式です。オプションで、前後スライド及びシートバック角度調整機能を追加することができます。ラゲージコンパートメントは標準時で 550ℓ の容量を擁し、リヤシートを折りたためば最大 1,550ℓ にまで拡大することができます。

装備

Audi SQ5 はドイツでは、5 ツインスポーク スターデザインの 20 インチ鋳造アルイホイール、LED ヘッドライト、S 専用のダンパーコントロールシステムなどを含めた非常に充実したアイテムを標準装備しています。quattro フルタイム 4 輪駆動システム、8 速ティプトロニック、アルカンターラ/レザーのスポーツシート、3 スポーク革巻きマルチファンクション ステアリングホイールも全車に標準となります。新型 Audi SQ5 3.0 TFSI はドイツでは 2017 年半ばより販売が開始される予定で、ベース価格は 64,100 ユーロです。生産はメキシコの新工場で行われます。



2.Audi e-gas で走る Audi g-tron モデル：タンク内のエネルギー 革命

古典的な TFSI、TDI エンジンと並行して、アウディは代替ドライブシステムの開発にも注力しています。そのひとつとして現在開発に取り組んでいるのが天然ガス、つまり CNG（圧縮天然ガス）を燃料にして走る g-tron モデルです。人工合成の Audi e-gas を燃料にすれば、事実上 CO2 ニュートラルのドライブも可能になります。

2.1 スポーティで低燃費、コスト効率に優れた Audi g-tron モデル

新しい Audi A5 Sportback g-tron（CNG 消費量：4.3～3.8kg/100 km*、複合モードにおける燃料消費量：6.4～5.6ℓ/100 km*、CO2 排出量（CNG）：115～102g/km*、CO2 排出量（ガソリン）：144～126g/km*）には、アウディが開発したきわめて効率的な燃焼方式「B サイクル」を採用した 2.0 TFSI エンジンが搭載されています。ガスを燃料とするため、ピストンとバルブには特別な改良が加えられ、圧縮比も最適化が図られています。

CNG による作動を可能にしたこのターボエンジンは、125kW（170hp）の最高出力を発生し、270Nm の最大トルクは 1,650rpm の低回転から提供されます。最大 200 バールの高圧で燃料タンクに収められている圧縮天然ガス（CNG）は電子制御装置の働きにより、エンジンに送られる前に 5～10 バールまで減圧されます。この圧力制御機能はドライバーの要求するパワーに応じて、動的かつ精密に行なわれます。ガス回路とインジェクターバルブのなかでは、常に適正な圧力に設定され、低速における燃費効率に優れた作動時には低圧に、よりパワーとトルクが要求されるときは高圧に調整されます。

これらの機能により、アウディの CNG エンジンとは比類ない燃費効率を実現しています。NEDC サイクルにおける Audi A5 Sportback g-tron の燃料消費量は、CNG 3.8kg/100km*であり、これは燃料コストに換算すると約 4.00 ユーロ（2017 年 5 月現在）に相当します。CO2 排出量も約 102g/km*に過ぎません。一方、ガソリンを燃料にした場合の燃料消費は 5.6ℓ/100km*、CO2 排出量は 126g/km です。以上は S トロニックを採用したモデルの値で、マニュアルトランスミッションを備えた仕様ではそれぞれの数字が CNG を燃料にした場合は 4.0kg/100km（CO2 排出量：108g/km*）、ガソリンを燃料とした場合は 5.9ℓ/100km（CO2 排出量：135g/km*）となります。0—100km/h 加速、最高速度は 7 速 S トロニックを採用したモデルは 8.4 秒、224km/h。6 速マニュアルトランスミッション仕様のモデルは 8.5 秒、226km/h です。

CNG に対応したこの 2.0 TFSI エンジンとは、Audi A4 Avant g-tron（CNG 消費量：4.4～3.8kg/100 km*、複合モードにおける燃料消費量：6.5～5.5ℓ/100 km*、CO2 排出量（CNG）：117～102g/km*、CO2 排出量（ガソリン）：147～126g/km*）にも搭載されています。S トロニックを搭載した Audi A4 Avant g-tron は 0—100km/h を 8.4 秒で加速し、最高速度は 221km/h に達します。マニュアルトランスミッション仕様の場合、



値はそれぞれ 8.5 秒、223km/h となります。燃料消費量と CO2 排出量もほぼ Audi A5 Sportback g-tron と同一であり、S トロニックを採用したモデルの場合、CNG 消費量 3.8kg/100km (CO2 排出量：102g/km)、マニュアルトランスミッション仕様の場合、CNG 消費量 4.0kg/100km (CO2 排出量：109g/km*) となります。

ガソリンを燃料として走行した場合、それらの数字は S トロニック仕様で 5.5ℓ/100km (CO2 排出量：126g/km*)、マニュアル仕様で 6.0ℓ/100km (CO2 排出量：136g/km*) となります。

天然ガスは、炭化水素燃料のなかではもっとも炭素の含有率が少ないため、ガソリンを燃料とした場合と比べて、CO2 排出量を 25 パーセント減らすことができます。排出される微粒子量も、非常に低いレベルに抑えられます。さらに、サステナブルな方法で製造された Audi e-gas を燃料に使えば、ウェルトゥホイール（原料採掘から使用まで）換算で事実上カーボンニュートラルの走行も可能となります。Audi e-gas の化学成分は高品質な天然ガスと実質上同一で、天然ガスの供給網に混ぜても問題ありません。CO2 排出量で比較すると、同等のガソリンモデルと比較して、80%も削減されることになります（純粋なガスモードでの走行をウェルトゥホイール基準で、従来型ガソリンエンジンを搭載した同じ性能クラスのクルマと比較分析した推定値）。

2 タイプの燃料に対応する g-tron モデルは、（15℃の温度で）19kg のガスを貯蔵できる燃料タンクを備え、それだけで航続距離は NEDC サイクルにおける換算で 500km に達します。ガスの残量が 0.6kg 程度にまで下がってタンク内の圧力が 10 バール以下に下がるとエンジン制御機構により自動的にガソリンでの運転に切り替わります。

このガソリン走行モードで、Audi A4 Avant g-tron 及び Audi A5 Sportback g-tron はさらに 450km 走り続けることができます。燃料（ガス）を補給した場合には、エンジンは最初ガソリンを燃料にして走ります（補給されたガスの品質を分析するため）。しかし、可能な限り早いタイミングでガス走行に切り替えます。燃料の切り替えはコンマ数秒という短時間のうちに行われ、ドライバーがそれに気づくことはありません。

2.2 安全性を徹底追及：CNG タンク

Audi A4 Avant g-tron 及び Audi A5 Sportback g-tron のリヤセクションには、CNG を貯える 4 つのシリンダー状のタンクがコンパクトなモジュールとして搭載されています。必要以上のスペースを占有しないように、その形状とサイズは厳密な検討を重ねて決定されています。4 つのタンクの周りにはストラップで補強した鋼板製のカバーを設けて、旋回中の路面の突起との接触など、外部からのダメージに備えています。25ℓ 容量のガソリンタンクを含めた CNG タンクモジュールは、g-tron モデルの生産時に車体に取り付けられます。スペアホイールを置く空間は廃止されており、ラゲージコンパートメントにあったバッテリーもエンジンルームに移されています。荷室フロアと積載高は同じ高さになっていて、結果としてラゲージコンパートメントの使い勝手が向上しています。ガスとガソリ

* 数値は、タイヤ/ホイールのセット、エンジン/トランスミッションのバリエーションによって異なります。



ンの補給口は、従来どおりタンクフラップを開くと現れます。コクピットには、2 種類の燃料の残量を知らせる 2 つのインジケーターが設置されています。アクティブ操作モードを選択すると、ドライバーインフォメーションシステムにより、燃料消費が表示されるようになります。

15℃のときに 200 バールの圧力でガスを貯える CNG タンクにも、アウディの軽量設計の思想が及んでいます。革新的なレイアウトのおかげで、その重量はスチール製にした場合と比べて、56%も軽くなっています。タンクのもっとも内側の層には気密性の高い合成ポリアミドを用いており、2 番目の層には炭素繊維強化樹脂（CFRP）とガラス繊維強化樹脂（GFRP）を組み合わせで最大級の強度を確保しました。一番外側の層の素材はすべて GFRP ですが、これはダメージを受けた箇所が乳白色に変わるため、目視による損傷の確認がしやすいからです。車体に組み付けられる前に生産現場で、すべてのタンクに 300 バールの圧力が加えるテストが行われます。実際に破損に至る圧力は遥かに高く、法的要求も遥かに超える水準を確保しています。

2.3 実質上カーボンニュートラルな運転を実現：Audi e-gas

Audi e-gas により、実質的なカーボンニュートラルな運転が既に実現可能になっています。この燃料は水と二酸化炭素を元に、グリーン電力もしくは藁くずや廃棄植物といったリサイクル可能な素材を使って生産されています。化石燃料にはまったく依存していないので、燃焼後に排出される CO₂ の量は原料の生成、生産を通じて吸収した量と等しく、また食糧生産と競合することはありません。

アウディでは、2018 年 3 月 31 日までに g-tron モデルを注文したお客様にはこの燃料を 3 年間無償で提供しています。お客様とのこの契約によって、アウディ g-tron モデルがガスを燃料に走った場合の CO₂ 排出量は実質 80%も削減できることになります。お客様が自身の g-tron モデルに、どこの CNG ステーションでどのような価格でガス補給したとしても、消費量に相当する Audi e-gas を公共の送ガス網に補充することにより、グリーン燃料のメリットを確保して、トータルな CO₂ 排出量の削減につなげます。Audi e-gas の補充量はクルマのサービスデータを分析するなどして自動的に算出しています。ドイツの車両試験及び認証機関である TÜV SÜD（テュフズード）により、このプロセスはモニタリングされ承認を受けています。Audi g-tron のお客様には、自身のクルマが Audi e-gas を提供される権利があること、その正式な認証を受けていることを記した書類が渡されます。

アウディは e-gas の供給を、主として南ザクセン地方（エムスラント）ヴェルルテにある自社工場から受けています。2013 年から稼働しているこの工場は年間最大 1,000 トンの e-gas を生産しており、その課程で 2,800 トンの CO₂ を吸収しています。これは、1,500 台の Audi g-tron モデルが年間 15,000km、実質上 CO₂ ニュートラルで走れる量に相当します。



Audi e-gas の生産は主に 2 つの工程を通じて行われています。最初の工程は、再生可能な方法で発電された電力を使って水を酸素と水素に分解します。中期的には、分解された水素はフューエルセルの燃料にもなります。

しかし、現時点では広域をカバーする水素の供給インフラが整っていないため、第 2 の工程が注目されることになります。水素を近隣の廃棄植物を原料にしたバイオガス工場から送られてくる CO2 と反応させて、合成メタン、すなわち Audi e-gas を作り出すのです。

化石燃料の天然ガスと化学成分がほぼ同一の Audi e-gas は NEDC サイクルを元に g-tron モデルが消費したと想定される天然ガスの量に準じて、ヨーロッパのガス網に供給されます。

2.4 将来の可能性：CNG 供給網の拡大と新しい生産方式

ヴェルルテにある Audi e-gas 工場は、電気をガスに転換するコンセプトの有効性を証明しています。この種の工場は余剰な再生可能電力を貯える機能も果たしており、エネルギー転換に価値ある貢献をしています。同時に、再生可能な電力の供給が多いときには、Audi の e-gas 工場は送電ネットワークの安定に寄与しています。ここでアウディのテクノロジーは、エネルギー革命の一躍を担うとともに牽引役にもなっているのです。

今後 g-tron モデルが増えていくことを想定して、アウディは外部の企業とも協力して、e-gas の生産能力を高めていこうとしています。現在パートナーとなっているのは Thuga Group(トゥーガ グループ)と Viessman(フィースマン)GmbH で、そのうち後者は化学的ではなく生物学的なメタン化の手法を採用しています。アウディはまた、厳しい環境規制をクリアした廃棄植物原料のバイオガス工場からもメタンガスを得ています。

フォルクスワーゲン グループは、5 月の上旬に燃料ステーションの運営者、ガス供給網の運営者と合同で CNG 車の普及のために協力し合うことで合意したことを発表しました。目標は、他の自動車メーカーとも協力しながら 2025 年までに、ドイツ国内の CNG 車の数を現在の 10 倍の 100 万台に増やすことです。同時に、ドイツ連邦共和国内の CNG ステーションを現在の 900 箇所から 2025 年までに 2,000 箇所に増やすことも目標に掲げられました。この共同体が中心になって、他のヨーロッパ諸国においても（代替燃料のインフラ展開を求めた）EU の 2014/94 指令に則った CNG ネットワークの拡大を図ろうとしています。

e-gas プロジェクト以外でも、アウディはサステナブルな代替燃料の研究を続けています。Audi e-diesel、Audi e-benzin (e-gasoline)、Audi e-ethanol はいずれも最新世代の合成燃料です。これらの燃料は、クルマが走行中に排出するのと同じ量の CO2 を生産工程において吸収します。つまり、二酸化炭素のリサイクルが実現するようになるのです。再生可能なエネルギーという概念が e-fuel 生産の推進力となっているのです。



3. テストサイクルと排ガス規制

過去 20 年以上にわたり、乗用車の燃料消費とエミッションレベルは新欧州ドライビングサイクル（NEDC）で測定されてきました。2017 年 9 月から、NEDC に変わり、WLTP（Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure：乗用車等の国際調和排出ガス・燃費試験法）が導入されることとなります。WLTP 導入の目的はヨーロッパの最新の交通/運転状況に即した、現実により近いデータを公示ようにすることです。エミッションについては、実走行を通じての測定も要求されるようになりました（RDE = Real Driving Emission：実路走行試験）。同じタイミングで、新しいユーロ 6c 排ガス規制も発効します。

3.1 新欧州ドライビングサイクル（NEDC）

1996 年に標準化された排ガス規制が導入されて以来、標準化されたドライビングサイクル（新欧州ドライビングサイクル：NEDC）が EU 内で車両の排ガスレベルを決定する基準になってきました。NEDC は、EU 委員会と国際連合欧州経済委員会（UNECE）がヨーロッパの自動車ユーザーと政策担当者に共通の基準を提供するために 1990 年代に作成したものです。NEDC は有害排出物に関する法規制に適合したことを証明する根拠として機能しており、同時に乗用車及び小型商用車の燃料消費量と CO₂ 排出量の公称値を決定する機能も果たしています。プラグインハイブリッドモデルと電気自動車の電動モードにおける航続距離も、NEDC に基づいて算出されています。

NEDC はダイナモメーターを使って測定され、テストは 2 つのパートに分かれています。ひとつは、冷間始動後の 13 分にわたる市街地走行をシミュレートしたもので、そこでは加速と制動が繰り返され、一定の停止時間も設定されています。このサイクルにおける平均速度は 18.8km/h で、実際の市街地走行に近いものとされています。その後、次のサイクルとして、400 秒間の郊外走行のシミュレーションが続きます。このとき、クルマの最高速度は 120km/h に達します。測定テスト中のギヤのシフトポイント（マニュアルトランスミッション仕様の場合）と走行抵抗、車両重量（フライホイールのマスカテゴリー）などは厳密に規定されています。

2015 年 9 月 1 日からタイヤの転がり抵抗も規定に含まれるようになりましたが、特別な装備もしくは電力を消費する車載装置の影響は現在でも考慮外になっています。NEDC はドライビングプロファイルだけでなく、測定方法や周囲の環境まで規定しており、例えば、測定時の積載状況や外気温も規定のうちに入っています。このように測定条件を標準化することで、測定結果の客観的比較が可能になっているのです。

NEDC で算出された値は一定の範囲の運転条件とドライビングプロファイルしか反映していないため、実際の走行におけるデータと異なる場合もあります。NEDC ではまた、エアコンを含めて、スイッチオフできる車載装置の影響は考慮されておらず、オプションを含めた個々の車両の仕様の違いも考慮の対象外となっています。

21/27

* 数値は、タイヤ/ホイールのセット、エンジン/トランスミッションのバリエーションによって異なります。



3.2 WLTP

2017 年 9 月 1 日から、燃料消費量のレベルを測定する手順として、従来の NEDC の代わりに WLTP（乗用車等の国際調和排出ガス・燃費試験法）が導入されることになります。WLTP は乗用車と小型商用車のための標準化されたテスト方法として作成されたもので、これまでよりも現実に近い排ガスレベルと燃料消費量を導き出せるとされています。2017 年 5 月末には、EU の構成国に WLTP を公式に導入するよう勧告が出される予定で、早ければ 2018 年から自動車関係の税体系をこの基準に基づいて刷新するよう促されています。2017 年 9 月 1 日から 2019 年 1 月 1 日までの移行期間（国ごとに独自の設定も可能）においては、NEDC の値（もしくは WLTP の測定値を NEDC に換算した値）が自動車ユーザーへの課税の根拠として使用され続けることになります。

WLTP は、NEDC と比べるとかなりダイナミックな走行を想定した測定方式になっています。WLTP で規定されたドライビングプロファイルは加速と制動の頻度も高くなっています（60km/h まで、80km/h まで、100km/h まで、130km/h までの 4 つの段階が設定）。その結果、市街地から高速道路まで様々な走行状況がシミュレートされています。最高速度も 131km/h と従来の NEDC より 11km/h 高くなっています。30 分間という所要時間も従来から約 10 分長くなっており、平均速度も 46.6km/h に上がっています。ダイナモメーター上で走行する 1 サイクルの距離は NEDC の 11km から約 23km へと大幅に延長されており、テストルームの温度は 23℃に設定されています。

WLTP ではまた、外気温調整テストも行っており、平均 14℃の気候下で屋外に 9 時間以上駐車した場合の燃料消費量への影響が測定されます。

WLTP ではさらに、ユーザーが独自に選択したオプション装備の、車両の重量及び空力への影響、電力消費量（休止時の消費量を含む）なども考慮の対象にされます。エアコンやシートヒーターといった快適性に関する電装品については、これまでの NEDC では測定時に作動が止められていました。

他の大きな変更点は、シフトポイント（マニュアルトランスミッション仕様）です。これまでは速度に応じて、機械的にシフトタイミングが定められていましたが、WLTP ではエンジンパワーやトランスミッションのギヤレシオといったパラメーターも考慮して、決定されるようになりました。

新たに型式認定されるエンジン及びモデルについては、2017 年 9 月 1 日以降、完全な新车型車については 2018 年 9 月 1 日以降、WLTP のテストに基づいたエミッションと燃料消費のレベルを公示しなければなりません。従来の NEDC と新しい WLTP の違いをまとめると以下ようになります。



	NEDC	WLTP
走行時間	約 20 分 (1,180 秒)	30 分 (1,800 秒)
走行距離	11.007km	23.25km
最高速度	120km/h	131km/h
平均速度	33.6km/h	46.6km/h
停止している割合	25%/14 回 (220 秒)	13%/9 回 (226 秒)
オプション装備の扱い	含めない	含める
シフトポイント (マニュアルトランスミッション仕様)	速度によって固定	モデルによって変動

3.3 RDE 及び PEMS の測定方式

RDE は Real Driving Emissions (実路走行排気) の略です。2017 年 9 月 1 日からヨーロッパではダイナモメーターを使った新しい WLTP のテストサイクルに加えて、実走行を通じての排ガステストも要求されるようになります。RDE テスト手順には、PEMS (車載式排出ガス測定システム) と呼ばれる持ち運び可能な測定装置が使われます。排気システムにこの装置を取り付けることで、窒素酸化物や一酸化炭素の量を測定します。走行コースはあらかじめ規定されており、そこを走行したときのエンジン、車両、環境などの条件とともに測定値を記録します。そのとき、GPS データと常時比較することで、運転状況と排気特性との正確な対比が図れるようにします。

RDE の測定に使われるルートには、加速したりブレーキを使ったりする状況があえて数多く設定されています。走行時間は道路の状況や運転スタイルによって、90~120 分間を要します。ここで使われる一定の係数 (CF: 適合率) は、路上で実際に排出されたガスの最大量が WLTP により実験設備内で測定された量を超えても良い最大値 (倍率) を表します。RDE 導入直後の第 1 段階、すなわち 2017 年 9 月 1 日から始まる移行期間においては NO_x (窒素酸化物) には 2.1 の CF が、PN (粒子数) については 1.5 の CF が設定されています。しかしながら、2020 年 1 月から始まる第 2 段階においては CF をすべて 1.5 以内に収めないといけません。

RDE の測定では、内燃エンジンの複雑な温度条件は考慮されません。燃料消費量と排ガスレベルは運転モードによって変化します。例えば、冷間始動後や最大負荷の下ではエミッションも燃料消費量も、暖気済みのエンジンで交通の流れに乗って走っているときよりも多くなるでしょう。測定結果はまた、個々のドライバーの運転スタイルにも大きく左右されます。CF (適合率) は限界的な条件下での測定値の揺れを考慮にいたったものですが、それでも 2.1 という CF 値は、容易に達成できるものではありません。新しい規制値に対応するために、ガソリンエンジンは粒子フィルターを装着しなければならないでしょう。アウディは 2017 年の 6 月から、Audi A5 Coupé 2.0 TFSI に粒子フィルターを装着し、その後すべてのモデルシリーズに採用を拡げていく予定です。将来は RDE 規制に適合する



ために、ガソリンエンジンを搭載したアウディはすべて微粒子フィルターを装着して、排ガス/燃費のテストに臨むことになります。

3.4 新しいユーロ 6c 排ガス規制

ヨーロッパ共通の排ガス規制は 1991 年から施行されていますが、乗用車とトラックに関するその規制値はここ数年徐々に厳しいものになっています。ガソリンエンジンとディーゼルエンジンでは、個別の規制値が設定されています。そうしたより厳しい規制の対象となっているのは窒素酸化物（NOx）の量や粒子数などです。

2017 年 9 月 1 日から新しく型式認定されるすべての車両に、2018 年 9 月 1 日からはすべての新型車に、ユーロ 6c の基準が適用されるようになります。テスト方式が NEDC から WLTP に切り替えられ、さらに RDE が導入される以外で従来のユーロ 6b 基準との最大の違いは、ガソリンエンジンの粒子数（PN）に対する規制です。これは従来の 10 分の 1 という厳しい規制値が導入されることになります。ユーロ 6c の導入により、同時に車載診断システム（OBD）の閾値も厳しくなりますが、依然として燃料消費にもっとも影響を与えるのはドライバーの運転スタイルです。



4. 幅広い可能性と高い効率： マイルドハイブリッドテクノロジー

アウディは、ドライブシステムの電動化を大規模に進めてきました。2017 年の中頃に、新しいマイルドハイブリッドのドライブシステムを採用したクルマ（MHEV）を生産開始することになります。新世代ラグジュアリーセダンの新型 Audi A8 は、すべてのエンジンタイプに 48 ボルト電源を活用したマイルドハイブリッドシステムを用意しています。

この新しいテクノロジーはディーゼルともガソリンエンジンとも相性がよく、例えば、V6 ガソリンエンジンの場合、NEDC サイクルで 100km 走行あたり最大 0.7ℓ の燃料消費量を削減しています。さらに、エンジンに採用される他の効率化テクノロジーと違い、MHEV には 160km/h までの速度域で静かなコースティング（無負荷走行）を実施して、快適性も高めるという効果があります。

アウディは 2 つのタイプの MHEV を開発しています。そのうちひとつは 4 気筒エンジンを搭載したモデルで、従来どおりの 12 ボルト電源を使います。それに対して 6 気筒、8 気筒、そして W12 気筒エンジンを搭載したモデルには 48 ボルトシステムを車両の主電源システムとして採用しています。とりわけ、48 ボルト電源のテクノロジーを用いることで、クルマがより効率的になるだけでなく、よりスポーティでより快適になる可能性も開けていきます。

2017 年のジュネーブモーターショーで、アウディは Audi Q8 sport concept を発表して、このテクノロジーの大きな可能性を示しました。このショーモデルでは、48 ボルト電源システムが、進化した MHEV システム及び電動式コンプレッサー（EPC）と組み合わせられることで、かつてないダイナミックなパフォーマンスが実現しています。同時に、エネルギー効率も大幅に改善されており、パーキングを含めた低速走行では完全な電動モードにおける運転も可能になっています。

4.1 MHEV の作動原理

新型 Audi A8 に搭載されるマイルドハイブリッドのドライブシステムには、2 つの中核コンポーネントが採用されています。そのうちのひとつがエンジン前方に搭載された水冷機構を備えたベルト式オルタネーター/スターター（BAS）で、ヘビーデューティな V 型リブのベルトを介して、エンジンのクランクシャフトと連結されています。この BAS は最大 12kW の電力を回生し、60Nm のトルクを発生します。

もうひとつのコンポーネントは 10Ah の充電容量を持ち、48 ボルトの電流を安定供給できるリチウムイオンバッテリーです。新型 Audi A8 では、新開発の 48 ボルトシステムが、車両の主要電源になっていて、12 ボルトのシステムはその主電源に DC/DC コンバーターを介して接続されています。ラゲージコンパートメントに設置された再充電可能なリチウ



ムイオンバッテリーは大きめの鉛バッテリーと同じぐらいのサイズで、温度管理のための空冷機構が備わっています。

48 ボルト電源をベースにした MHEV テクノロジーはクルマの快適性と燃費効率を大幅に改善します。30～160km/h で走行中にドライバーがアクセルペダルから足を離すと最大 45 秒、エンジンの作動が完全に停止して、クルマはコースティング（無負荷走行）の状態を続けます。低速でコースティングしているときは 22km/h でスタート/ストップシステムが作動するようになっています。

ドライバーがふたたびアクセルペダルを踏むと、停車中、走行中に問わず、エンジンが即座にかつスムーズに運転を再開します。そのとき BAS により、内燃エンジンの回転が即座に既定の速度まで上げられ、燃料が噴射され、ガソリンエンジンの場合はイグニッションも作動を再開します。従来型のピニオン式スターターも搭載されていますが、それが作動するのはエンジンオイルの温度が低く粘度も高い冷間始動時のみです。そうした条件下では、BAS のベルトが滑ってしまう可能性があるからです。

多くの場合、減速時にエネルギーを回生した方がコースティングよりも効率が高まります。新型 Audi A8 では、回生/コースティングの判断をドライブマネジメントシステムで行います。このシステムはフロントカメラに加え、予測効率アシスタント、ナビゲーションシステムに保存されているルートデータ、高度にネットワーク化されたセンサーから提供されたデータを元に判断を下します。最終的に、マイルドハイブリッド駆動システムは NEDC サイクルで最大 0.7ℓ/100km の燃料を節約することに成功しています（V6 TFSI の場合）。

アウディは従来型の 12 ボルト電源との組み合わせでも、MHEV テクノロジーを提供します。この場合のエンジンは 2.0 TFSI となります。システムの基本構成は 48 ボルトの場合と同じですが、コースティング機能が働く範囲、エネルギー回生の量、CO₂ 排出量の削減幅などがそれぞれ小さくなります。

4.2 幅広い応用範囲：48 ボルトの自動車用電源システム

48 ボルトの電源システムは、2016 年から MHEV との組み合わせとは別の形で、生産モデルの Audi SQ7 TDI に採用されてきました。このクルマでは、オルタネーターは依然として 12 ボルト電源で稼働しており、48 ボルトのシステムは DC コンバーターを介してメインシステムに接続されたサブ電源という扱いになっています。しかし、V8 ディーゼルエンジンの電動式コンプレッサー（EPC）とエレクトロメカニカル アクティブロールスタビライゼーション（eARS）には 48 ボルトシステムから電力が供給されています。

EPC は、排ガス流が遅いため、4.0 TDI エンジンに 2 基装着されたターボチャージャーが即座に機能を果たせないとき、いつでも最大 7kW のパワーを発揮して、その働きを助けます。アクセルペダルを踏んだ瞬間にパワーが沸き上がる感覚は、とりわけ発進時などドライバーに強烈な印象を与えます。もうひとつの注目すべき革新テクノロジーである

* 数値は、タイヤ/ホイールのセット、エンジン/トランスミッションのバリエーションによって異なります。



eARS は電気モーターを制御することで、2 分割されたスタビライザーを直進時には足回りから切り離し、乗り心地を改善します。その一方で、カーブが続く道をスポーティに走るときは電気モーターによりスタビライザーの 2 つのチューブをつないで、タイトなハンドリング特性を実現します。

アウディは現在、48 ボルト電源と MHEV のテクノロジーをより多くの量産モデルに導入するために全力で取り組んでいます。数年以内には、Audi A8 以外のモデルシリーズにも、新しいマイルドハイブリッドを採用したモデルが登場することになるでしょう。新しい車両のアーキテクチャーにより、エンジンのパワー/トルクをさらに向上させる余地が得られており、革新的なテクノロジーのおかげで燃費効率もさらに改善されつつあります。中期的にアウディはポンプやコンプレッサーといった補器類のすべてを 48 ボルト電源で稼働させたいと考えています。そうすることで要求に従ったより精密な制御や軽量化、設計のコンパクト化などが可能になると考えています。同じことは、ウインドーヒーターやサウンドシステムといった大電力を消費する装備品についてもいえます。ただし、制御装置やライト類といった消費電力の少ない装備については今後も 12 ボルト電源を使用することになるでしょう。

4.3 MHEV の未来の可能性を提示：Audi Q8 sport concept

アウディは MHEV システムの大きな可能性を、2017 年のジュネーブモーターショーで発表した Audi Q8 sport concept を通じて、人々に力強く示しました。クランクシャフトとトランスミッションの間に設置されたスターター/オルタネーターは 20kW の出力と 170Nm のトルクを発生します。減速時にはこのパワフルな MHEV システムにより、多くのエネルギーが回生され、電力としてリチウムイオンバッテリーに蓄えられます。低速時にはバッテリーとスターター/オルタネーターにより発揮される力だけで走行することもできます。搭載する内燃エンジン、3.0 TFSI と合わせて、システムトルクは最大 700Nm に達します。

Audi Q8 sport concept の 48 ボルト電源システムは、スターター/オルタネーターのほかに電動式コンプレッサー（EPC）にも電力を供給しています。EPS はターボラグをなくして、大型でパワフルなツインスクロール ターボチャージャーの働きを助ける役目を果たしています。350kW（476hp）のシステムパワーにより、Audi Q8 sport concept は 0—100km/h を 4.7 秒で加速し、275km/h の最高速度を実現しています。その一方で、MHEV のシステムにより、燃料消費量は 100km 走行あたり約 1ℓ 削減されています。

以上