



2020 年 11 月

アウディ ジャパン株式会社

プレスサイト <http://www.audi-press.jp/>

お客様問い合わせ 0120 - 598 - 106

アウディコミュニケーションセンター

quattro 40 年の歴史

要約版	2
40 周年を迎えた quattro テクノロジーのハイライト	
4 つのリング、4 つの駆動輪：quattro40 年の歴史	
 仕様とスペック	6
概要	
 quattro の 40 年 - “Vorsprung durch Technik”の 40 年	8
quattro の軌跡	8
メカニカル quattro システム	8
quattro 2.0：電動 4 輪駆動と電動トルクベクタリング	11
常に一歩先を目指す：技術的マイルストーン	12
モータースポーツにおける quattro	13
次世代へと受け継がれる quattro の魅力	15
 実地テスト：北極圏における quattro のテスト	17
4 人の開発者へのインタビュー	



要約版

4 つのリング、4 つの駆動輪：quattro40 年の歴史

- テクノロジーとサクセスストーリー：1980 年以降、約 1,100 万台の quattro 4 輪駆動を生産
- 各テクノロジーコンセプトに合わせてカスタム設計される quattro ソリューション
- Audi e-tron S および Audi e-tron S Sportback に搭載される電動トルクベクタリングを備えた新しい quattro テクノロジー

“quattro”は“アウディ”の代名詞であり、“アウディ”もまた、しばしば“quattro”の代名詞になってきました。40 周年を迎えた quattro 4 輪駆動システムは、アウディブランドを支える基盤となっています。Ur-quattro（初代クワトロ）が 1980 年のジュネーブモーターショーでデビューして以来、アウディは quattro ドライブシステムを搭載した約 1,100 万台の車両を生産し、そのテクノロジーを進化させてきました。その最新バージョンは、電動トルクベクタリングを備えた電動 quattro です。

quattro の 40 年：その軌跡とモデルラインナップ

quattro は、40 年間にわたって大きな実績を積み上げてきました。2020 年 9 月末までに、アウディは 1,094 万 7,790 台の 4 輪駆動車を生産してきました。2020 年だけでも、生産台数は 49 万 9,379 台に上ります。現在では、アウディの約 44%が quattro ドライブを搭載しています。quattro は、まさにアウディブランドを支える基盤となっています。このシステムは、コンパクトモデルの Audi A1 を除く、すべてのモデルシリーズに設定されています。すべての上級モデルや特にパワフルな車両バージョン、およびすべての S および RS モデルは、4 つのホイールを介してエンジンパワーを路面へと伝達します。

quattro 2.0：電動 4 輪駆動と電動トルクベクタリング

2019 年に発売された Audi e-tron と Audi e-tron Sportback により、アウディは持続可能な e モビリティの時代に入っただけでなく、電動 4 輪駆動の時代にも突入しました。これらの SUV モデルのフロントアクスルとリアアクスルは、電気モーターによって駆動されます。サスペンションとドライブコントロールユニットは密接に連携し、駆動トルクの理想的な値を連続的に計算して、完全に可変かつ瞬時に各ホイールに配分します。

優れた効率を実現するため、この電動 SUV は、ほとんどの走行条件でリヤの電気モーターのみを使用します。ドライバーがそれ以上のパワーを求めた場合、フロントのモーターも瞬時に作動します。フロント電気モーターの作動は、滑りやすい路面や高速コーナリング中にスリップが発生する前、あるいは車両がアンダーステアまたはオーバーステアの状態になる前にも予測的に行われます。その結果、非常に正確なハンドリングが可能になり、サスペンションコントロールシステムを介して、安定性重視からスポーティなキャラクターに至るまで、非常に幅広い設定が可能になっています。

2020 年初頭、アウディは、Audi e-tron S および Audi e-tron S Sportback に電動トルクベクタリングを搭載して、電動 4 輪駆動をさらなる高みへと引き上げました。このシステムは、個別のモーター



を使用して、左右のホイール間で瞬時に駆動トルクを配分します。さらに、強力なトルクにも瞬時に対応し、スポーツカーのようにコーナーを駆け抜けることができます。アウディは、3 基の電気モーターを搭載した車両を量産する、プレミアムセグメント初のメーカーとなります。

オールスターラインナップ：メカニカル quattro ドライブのバリエーション

アウディの quattro テクノロジーは高い汎用性を特徴とし、それぞれの車両コンセプトに合わせて正確に調整されています。すべてのモデルに共通していることは、システムがホイールセレクトティブトルクコントロールと連携して作動する点です。これは、コーナー内側のホイールを穏やかに制動することにより、グリップの限界におけるハンドリングを改善するエレクトロニック スタビリゼーションコントロール (ESC) の機能です。

このシステムは、縦置きフロントエンジン搭載車に装着可能で、トランスミッションに応じて 2 種類のバリエーションが用意されています。トルクコンバーター式のティプトロニック オートマチックトランスミッションと協調して作動する quattro フルタイム 4 輪駆動システムは、純粋に機械的に作動するセルフロックング センターディファレンシャルをベースにしています。通常の走行時には、スポーティなドライビングスタイルを実現するために、トルクの 40% をフロントアクスルに、60% をリヤアクスルに配分します。必要に応じて、最大 70% をフロントアクスルに、または最大 85% をリヤに配分することが可能です。

その一方で、効率が最適化された quattro with ultra technology (S トロニックまたはマニュアルトランスミッションを備えたアウディモデルに搭載) は、デュアルクラッチ機構を採用しています。システムが前輪駆動に切り替わる時には、フロントクラッチ、すなわち、トランスミッションの出力側に設置されたマルチプレートクラッチが、プロペラシャフトを切り離す役割を果たします。同時に、リヤディファレンシャルに設けられたデカップリングクラッチが開きます。これにより、ドライブトレイン リヤセクションの引きずり損失の主な原因が排除されます。複数のセンサーを用い、そこから得られた車両のドライビングダイナミクスや道路条件、さらにドライバーの操作などのデータを常時分析することにより、この 4 輪駆動システムは、常に一步先の状況を予測した、インテリジェントな制御を行います。したがって、quattro 4 輪駆動システムは、必要なときには、いつでも作動の準備が整っています。フルタイム 4 輪駆動システムと比較しても、トラクションやハンドリング特性の違いに気づくことはほとんどありません。

アウディは、横置きエンジンを搭載したコンパクトなモデルは、独自の quattro ドライブトレインを採用しています。その中心的なメカニズムは、重量配分を改善するためにリヤアクスルに配置された油圧式マルチプレートクラッチです。このシステムは非常にダイナミックに制御され、クルマがコーナーに差し掛かると、瞬時に前輪から後輪にトルクを伝達することができます。エンジンをミッドマウントしたハイパフォーマンス スポーツカーの Audi R8 にも、マルチプレートクラッチが採用されています。この場合、マルチプレートクラッチはフロントアクスルに取り付けられています。Audi R8 では、必要に応じてトルクを後輪から前輪へと伝達します。

quattro の 40 年：マイルストーン

Audi quattro は、1980 年のジュネーブ モーターショーで初めて発表されました。これにより、軽量、コンパクト、高効率で、タイトコーナーブレーキング現象が発生しない、完全に新しい 4 輪駆動コン



セプトが乗用車セグメントに導入されました。この特徴により、quattro コンセプトは、発売当初から高性能でスポーティなクルマであり、かつ大量生産に適していました。

147kW (200PS) を発生した初代 quattro は、いくつかの技術的な変更を受けながら、1991 年まで標準モデルとして製品ラインナップに名を連ねました。1984 年、アウディは 225kW (306PS) を発生し、ショートホイールベースを備えたエクスクルーシブな Sport quattro を追加しました。1986 年には、Audi 80 quattro が発表され、それまで手動でしかロックできなかったセンターディファレンシャルが、初めてセルフロックキングセンターディファレンシャルに置き換えられました。このディファレンシャルは、純粹にメカニカルな方法で作動し、フロントアクスルとリヤアクスルに 50:50 の比率で駆動トルクを配分しました。負荷がかかると、必要に応じて最大 75% までトルク配分が増加して、トラクションが向上しました。

アウディは、その後も quattro テクノロジーの改良を続けます。1995 年には、フルタイム 4 輪駆動システムを備えた最初のディーゼルモデル、Audi A6 2.5 TDI が発売されました。1999 年には、電子制御油圧式マルチプレートクラッチを採用した quattro テクノロジーが、横置きエンジンを搭載したコンパクトセグメントに導入され、Audi A3 および Audi TT モデルシリーズに採用されました。2005 年には、フロントアクスルとリヤアクスル間に、非対称となる 40:60 のトルクを配分するセンターディファレンシャルが登場し、次の大きなステップを踏み出しました。2007 年に最初の Audi R8 が発表されたとき、ビスカスカップリングがフロントアクスルに搭載され、その 1 年後にはリヤアクスルのスポーツディファレンシャルが装着されました。2016 年には、効率を最適化した quattro with ultra technology がラインナップに追加され、2019 年には、Audi e-tron とともに電動 4 輪駆動が発表されました。

quattro の 40 年：モータースポーツにおける覇権

アウディは、1981 年に世界ラリー選手権 (WRC) に初参戦し、わずか 1 年後には、圧倒的な強さでラリー界を席巻しました。アウディチームは、1982 年にマニファクチャラーズタイトルを獲得し、翌年の 1983 年にはフィンランド人ドライバーのハンヌ ミッコラがドライバーズタイトルに輝きました。1984 年には、両方のタイトルを獲得し、スウェーデンのスティグ ブロンクビストがワールドチャンピオンになりました。その年、アウディはショートホイールベースを備えた Sport quattro を投入し、1985 年には、350kW (476PS) を発生する Sport quattro S1 が続きました。1987 年、ヴァルター ロールは、特別な改造が施された S1 を駆って、米国のパイクスピークヒルクライムで優勝を果たしました。この優勝は、長年にわたって大きな成功を収めてきたラリー参戦の集大成となりました。

その後、アウディはツーリングカーレースへと戦いの場を移します。1988 年、アウディは Audi 200 で米国の Trans-Am シリーズに初参戦し、ドライバーズタイトルとマニファクチャラーズタイトルの両方を獲得し、その翌年には、IMSA GTO シリーズで大きな成功を収めました。1990~1991 年、アウディはドイツツーリングカー選手権 (DTM) に強力な V8 quattro で参戦し、2 年連続でドライバーズタイトルを獲得しました。1996 年には、A4 quattro Supertouring で 7 つの国内選手権に参戦し、すべてのシリーズでタイトルを獲得しました。2 年後、ヨーロッパの競技団体は、ツーリングカーレースにおける 4 輪駆動の使用をほぼ全面的に禁止しました。



2012 年、アウディは、ハイブリッドドライブを搭載したアウディの 4 輪駆動レースカー、Audi R18 e-tron quattro でサーキットに復帰します。このレースカーは、V6-TDI エンジンで後輪を駆動し、フライホイールアキュムレーターが、フロントアクスルに搭載された 2 基の電気モーターに回生エネルギーを供給しました。加速時には、一時的に quattro ドライブシステムを使用することができました。このマシンは、ル・マン 24 時間レースで 3 回の総合優勝を果たし、世界耐久選手権（WEC）で 2 回のドライバーおよびマニュファクチャラーズタイトルを獲得して、圧倒的な戦歴を残しています。

quattro の 40 年 - “Vorsprung durch Technik”の 40 年

quattro はテクノロジーにおけるアイコンです。“quattro”という名称は、高い安全性とスポーツ性、高度な専門技術、モータースポーツにおける圧倒的なパフォーマンスを示し、アウディのスローガンである“Vorsprung durch Technik（技術による先進）”を体現しています。一連の伝説的なテレビ CM や広告キャンペーンに加え、モータースポーツにおける quattro モデルの活躍や好調なセールスによって、quattro は確固たる地位を築き上げました。1986 年、プロのラリードライバーであるハラルド デムートが、フィンランドのカイポラ スキージャンプ台の急斜面を、Audi 100 CS quattro で登って見せました。2005 年、アウディは Audi S6 を使用して、同じスキージャンプ台で、この快挙を再現してみせました。サーキットとラリークロスのチャンピオンであるマティアス エクストローム（スウェーデン）は、2019 年に同様の偉業を成し遂げました。彼は、オーストリアのスキー場、キッツビューエルの難コース“シュトライフ”の 85%の急斜面を、3 基の電気モーターを搭載した Audi e-tron quattro で見事に登ってみせました。

仕様とスペック

Audi quattro の 40 年

quattro の軌跡

- 1980 年以降、quattro ドライブシステムを搭載した約 1,100 万台の車両を生産。
- 2020 年 9 月 30 日までの実績：世界中で 49 万 9,379 台の Audi quattro を生産。
- quattro テクノロジーは、すべての S モデルおよび RS モデルに標準装備。現在、ドイツ市場では 32 のモデルを設定。

メカニカル quattro テクノロジー

幅広いテクノロジー：

- quattro フルタイム 4 輪駆動、フロント縦置きエンジン用 quattro with ultra technology、数多くのトップモデル用のスポーツディファレンシャル。
- 横置きエンジン搭載車および Audi R8 スポーツカー用のマルチプレートクラッチ付き quattro。

電動 4 輪駆動と電動トルクベクタリング

- Audi e-tron および Audi e-tron Sportback に搭載される電動 4 輪駆動は、個別に制御される 2 基の電気モーターによって作動。
- Audi e-tron S および Audi e-tron S Sportback には、電動トルクベクタリング機能を備えた 3 基の電気モーター（フロントに 1 基、リヤに 2 基）を搭載。

技術的マイルストーン

1980～1999 年

- 1980 年に初代 quattro、1984 年に Sport quattro を発表、手動式のセンターディファレンシャルロックを装備
- 1986 年：最初のセルフロックングセンターディファレンシャル
- 1999 年：電子制御油圧マルチプレートクラッチを備えた Audi TT および Audi A3

2000～2020 年

- 2005 年：非対称のダイナミックパワーディストリビューション（40:60）を備えた最初のセルフロックングセンターディファレンシャルが登場
- 2007 年：ビスカスマルチプレートクラッチを備えた Audi R8
- 2008 年：リヤアクスルのスポーツディファレンシャル
- 2016 年：quattro with ultra technology
- 2019/2020 年：電動 4 輪駆動を備えた Audi e-tron、電動トルクベクタリングを備えた Audi e-tron S。

モータースポーツにおける quattro

1980 年代



- 1982 年から 1984 年に世界ラリー選手権（WRC）で 4 つのタイトルを獲得。1985～1987 年までにパイクスピークヒルクライムでの 3 回の優勝。その後、米国の Trans-Am および IMSA GTO シリーズで大きな成功を収める。

1990 年代

- 1990～1991 年のドイツツーリングカー選手権（DTM）でドライバーズチャンピオンシップ。
1996 年の 1 シーズンで、スーパーツーリングカテゴリーの 7 つのタイトルを獲得。

2010 年代

- Audi R18 e-tron quattro がル・マン 24 時間レースで 3 回の総合優勝を果たし、世界耐久選手権（WEC）で 4 つのタイトルを獲得。

quattro の 40 年 - “Vorsprung durch Technik” の 40 年

quattro の 40 年：大きな成功を収めたアウディのテクノロジー

quattro ドライブシステムが誕生 40 年の節目の年を迎えます。この 40 年は、アウディのテクノロジーとサクセスストーリーの歴史でもあります。Ur-quattro（初代クワトロ）が 1980 年にジュネーブモーターショーで初めてデビューして以来、この 4 輪駆動コンセプトは、アウディブランドの礎石となってきました。これまでにアウディは、quattro ドライブを搭載した約 1,100 万台の車両を生産してきました。サクセスストーリーの最新の扉は、電動システムによって開かれました。Audi e-tron には電動 4 輪駆動システムが搭載され、Audi e-tron S モデルには、必要に応じて左右リヤホイールの駆動トルクを可変制御する電動トルクベクタリングを搭載しています。

quattro の軌跡

“quattro”は“アウディ”の代名詞であり、“アウディ”もまた、しばしば“quattro”の代名詞になってきました。初代 quattro が最初に登場してから 40 年が経過した今年、アウディブランドは、いくつかの印象的な数字を達成しました。2020 年 9 月末までに、アウディは 1,094 万 7,790 台の 4 輪駆動車を生産してきました。2020 年だけでも、生産台数は 49 万 9,379 台に上ります。アウディのお客様の約 44%が、quattro ドライブを備えたモデルを選択しています。

40 年の節目の年を迎えた quattro ドライブシステムは、アウディブランドの最大の礎石の一つとなっています。このシステムは、コンパクトモデルの Audi A1 を除く、すべてのモデルシリーズに設定されています。Audi A8、Audi Q7、Audi Q8、Audi e-tron、Audi e-tron Sportback、Audi R8、すべての S および RS モデルを含むすべての上級モデルには、quattro システムが搭載され、4 つのホイールを介してパワーを路面へと伝達します。アウディは現在、ドイツ市場で 32 の quattro モデルを展開しています。

メカニカル quattro システム

アウディのモデルラインナップは、非常に多彩な車両コンセプトを提供しています。それと同様に、quattro テクノロジーも多岐にわたっています。すべてのバージョンで共通することは、このシステムがホイールセレクトティブトルクコントロールと協調して作動する点です。これは、エレクトロニックスタビリティゼーションコントロール（ESC）のソフトウェア機能です。ホイールセレクトティブトルクコントロールは、高速コーナリングにおいて、コーナー内側の荷重がかかっていないホイールを穏やかに制動することによりスリップを防止します。推進力の違いにより、クルマはわずかにコーナーの方向に向きを変えます。これにより、ハンドリングがさらにニュートラルかつダイナミックになり、挙動が安定します。

2 種類のシステム：縦置きエンジン用 quattro ドライブ

フロントに縦置きされたエンジンとティプトロニックオートマチックトランスミッションを組み合わせ



せたアウディモデルは、セルフロックセンターディファレンシャルを備えた伝統的な **quattro** ドライブシステムを搭載しています。このシステムは、純粋に機械的な方法を採用しているため、遅延なく作動します。このシステムは、プラネタリーギアを中心に構成されています。これは、中央にサンギアを備えたインターナルギア（内歯車）と、円筒形のプラネタリーギアが回転ハウジングに結合され、それらの間で回転することによって作動します。

通常の走行条件では、駆動トルクの **60%**が、より大きな直径のインターナルギアとそれに接続されたアウトプットシャフトを介してリアアクスルへと伝達されます。残りの **40%**は、小さなサンギアを介してフロントアクスルに送られます。この非対称で動的なトルク配分により、スポーティでリヤホイール重視のハンドリングが実現しています。どちらかのアクスルのホイールがトラクションを失うと、歯車の形状とディファレンシャルのヘリカルギアにより軸方向の力が発生します。これらの力がフリクションディスクに作用し、駆動トルクの大部分を、より大きなトラクションがかかっているホイールに配分するロック効果を生み出します。この場合、駆動力の最大 **70%**をフロントホイールに、最大 **85%**をリヤホイールに配分することができます。

非常に効率的な **quattro with ultra technology** を備えた **quattro** システムは、フロント縦置きエンジンとマニュアルトランスミッションまたは **S** トロニックデュアルクラッチトランスミッションを組み合わせたモデル用に設計されています。**quattro with ultra technology** は、通常走行時には前輪駆動モデルのあらゆる利点を提供します。しかし、少しでも必要が生じると、**4WD** システムが即座に有効となります。

quattro パワートレインのコントロールシステムは、車載の様々なシステムとネットワークで結ばれており、ステアリングアングル、前後方向の加速度、エンジントルクといったデータをミリ秒単位で取得して分析しています。その結果、**4** 輪駆動の必要性を事前に予測して、切り替えることが可能になりました。高速でコーナリングする場合、コントロールユニットはカーブの内側のホイールがトラクションの限界に達する約 **0.5** 秒前にそれを検知し、駆動トルクを後輪にすばやく配分します。このシステムは、フルタイム **4** 輪駆動システムと比較しても、トラクションやハンドリング特性に差はありません。

ドライブトレインに **2** つのクラッチを備えたコンセプトにより、**quattro with ultra technology** は、競合車に比べて **100 km** 走行あたり平均約 **0.3** リットルの燃料を節約できるという、効率上の大きなメリットも提供します。システムが前輪駆動に切り替わる時には、フロントクラッチ、すなわち、トランスミッションの出力側に設置されたマルチプレートクラッチが、プロペラシャフトを切り離す役割を果たします。同時に、リヤディファレンシャルに設けられたデカップリングクラッチが開いて、リアアクスルで抗力損失の最大の発生源となる、オイルバスのなかで回る大型のクラウンホイールといった回転部品も切り離されます。

リアアクスルのメカニカルトルクベクタリング：スポーツディファレンシャル

スポーツディファレンシャルは、ティプトロニックを搭載した、特にパワフルでスポーティなアウディモデルに搭載可能です。あらゆる走行条件で、駆動トルクを左右のリアアクスルに理想的に配分することにより、ハンドリング、トラクション、安定性がさらに向上します。コーナリングまたは加速

中、メカニカルトルクベクタリングは、アンダーステアを発生させることなく、文字通りクルマをカーブに押し込みます。

従来のディファレンシャル機能に加えて、スポーツディファレンシャルは、トランスミッションステージと、オイルポンプによって駆動される油圧式マルチプレートクラッチを備えています。高速コーナリング中、クラッチはカーブの外側のホイールと連結します。これにより、動的なホイール荷重配分によりグリップが向上します。クラッチは、関連するホイールのトランスミッションステージの、より速く回転している方に可変的にトルクを配分します。必要な追加のトルクは、ディファレンシャルを介して反対側のホイールから取得されます。つまり、ほとんどすべてのトルクがコーナー外側のホイールに送られることになります。この方法で、最大 1,200Nm の駆動トルクを片側のホイールに伝達できます。

油圧式マルチプレートクラッチ：横置きエンジン搭載車および Audi R8 の quattro ドライブシステム

エンジンを横置きにしたコンパクトモデルは、主要なコンポーネントとして電子制御油圧式マルチプレートクラッチを備えた quattro ドライブトレインを使用しています。マルチプレートクラッチは、重量配分を最適化するために、リヤディファレンシャルの前、プロペラシャフトの後端に取り付けられています。その内部には金属製のフリクションリングのパッケージが交互に取り付けられています。これらのプレートの半分は、プロペラシャフトとともに回転するクラッチドラムと常に勘合しています。残りの半分は、短いシャフトを介してリヤアクスルディファレンシャルに接続されています。

4 輪駆動コントロールユニットは、数多くのデータに基づいて、フロントアクスルとリヤアクスル間の最適なトルク配分を常に計算します。走行条件が変化すると、クラッチ内の電動アキシアルピストンポンプはわずか数ミリ秒で油圧を最大 40bar 上昇させます。油圧の上昇によりフリクションプレートが押され、フロントアクスルからリヤアクセルへと駆動トルクが連続可変的に伝達されます。圧力が強いほど、より多くのトルクがリヤアクスルに向けられます。クラッチが完全に閉じている場合、最大 100% のトルクが送られます。

横置きエンジンを搭載した特にスポーティなモデルのクラッチマネージメントシステムは、より明確にリヤアクスル重視のトルク配分を行うように設計されています。ドライバーがスポーティな運転スタイルでハンドルを操作した場合にも、クラッチはトルクの一部を後輪に伝達することができます。この効果は、ハンドリングの向上に大きく貢献します。負荷の変化に合わせてトルクが可変配分されることにより、より正確にコーナリングすることが可能になり、ドライビングダイナミクスがさらに高まっています。

新型 Audi S3 とアップデートが施された Audi Q2 は、最新世代のマルチプレートクラッチを使用しており、その制御はモジュラーダイナミックハンドリングコントロールに統合されています。この新しいシステムは、横方向のダイナミクスに関連するすべてのコンポーネントからデータを収集し、それらの間の迅速かつ正確な相互作用を管理します。通常の走行条件では、効率を高めるためにクラッチを完全に切り離すことができます。この新しいマルチプレートクラッチは、先代モデルよりも約 1kg 軽量で、ベアリングやオイル供給といった細部の改良により、効率が向上しています。



R8 ハイパフォーマンス スポーツカーの第2世代のバージョン（2015年以降）において、アウディは電気油圧式マルチプレートクラッチを特別な駆動レイアウトに配置しました。V10 ミッドマウントエンジンの後方には、コンパクトな7速Sトロニックと後輪を駆動するロッキングディファレンシャルが搭載されています。そのアウトプットシャフトの1つは、フロントアクスルドライブにつながるプロペラシャフトに接続されています。そこには、あらゆる走行状況に必要なトルクを前輪に配分する水冷式マルチプレートクラッチが一体化されています。固定されたトルク配分値はなく、極端なケースでは最大100%のトルクをフロントまたはリヤに配分することができます。

quattro 2.0：電動4輪駆動と電動トルクベクタリング

アウディは、Audi e-tron および Audi e-tron Sportback を発表し、持続可能なモビリティおよび quattro ドライブシステムの未来に向けて前進します。フロントおよびリヤアクスルに搭載された2基の電気モーターは、最高のトラクションとスポーティなハンドリングを実現する電動4輪駆動を実現します。Audi e-tron S は、従来のスポーツディファレンシャルの利点を統合して再解釈した電動4輪駆動システムを採用しています。

Audi e-tron および Audi e-tron Sportback：電動4輪駆動

電動4輪駆動は、1軸駆動による高い効率と、4輪駆動による優れたハンドリングとトラクションを組み合わせ、駆動トルクを前後アクスルに連続可変かつ理想的に配分します。一般的な走行条件では、Audi e-tron および Audi e-tron Sportback は、リヤの電気モーターのみを使用します。

ドライバーが、供給可能なパワーよりも多くの駆動力を要求した場合、必要に応じてフロントの電気モーターが作動します。これは、滑りやすい路面や高速コーティング中にスリップが発生する前、あるいは車両がアンダーステアまたはオーバーステアの状態になる前に予測的に行われます。走行状況を検知するシステムから電気モーターによる駆動トルクが発生するまでの時間は、約0.03秒です。ホイールセレクトィブトルクコントロールと組み合わせることで、この電動4輪駆動システムは、天候にかかわらず、優れたトラクション、卓越した安定性、そして走る楽しさを提供します。ドライバーは、サスペンションコントロールシステムを介して、安定性重視の設定からスポーティな設定まで、ハンドリングの特性を調整することができます。

アウディは、Audi e-tron S および Audi e-tron S Sportback とともに、最新世代の電動4輪駆動を発表しました。この非常にダイナミックな電動SUVには、3基の電気モーターが搭載され、リヤホイールでは、従来のスポーツディファレンシャルと同じ機能が実現しています。2基のリヤ電気モーターは、トランスミッションを介して、それぞれ1つのリヤホイールを直接駆動します。アクスルと同様、機械的なリンクは存在しません。左右後輪間のトルク配分システムである電動トルクベクタリングは数ミリ秒で実行され、非常に高いトルクに対応することができます。

高速コーナリングにおいて、電気モーターは、コーナー外側のリヤホイールにより多くのトルクを伝達する一方で、コーナー内側のホイールには穏やかにブレーキをかけます。

その駆動トルクの差は最大 220Nm で、ギア比を考慮に入れると、ホイール側での差は約 2,100Nm にもなります。これらの値は、メカニカルシステムと比較しても高くなっています。さらに、待ち時間、つまりタイムオフセットは 4 分の 1 になります。

電動 4 輪駆動と電動スポーツディファレンシャルのすべてのコントロールユニットは密接に連動して作動し、より速いコーナリングスピード、より正確なハンドリングをドライバーに提供します。エレクトロニックスタビリゼーションコントロール（ESC）、ドライブコントロールユニット（DCU）、エレクトロニックシャシープラットフォーム（ECP）、パワーエレクトロニクスコントロールユニットは、それぞれが果たすべき役割を持っています。

常に一步先を目指す：技術的マイルストーン

quattro テクノロジーは、その起源を 1976～1977 年の冬に遡ることができます。この冬、スウェーデンの深い雪の中でアウディのエンジニアチームが一連のテストドライブを実施していました。高い地上高を備えた全天候型の軍用車両“**Iltis**”（イルティス）のパフォーマンスは、この車両よりはるかにパワフルな前輪駆動のプロトタイプを上回っていました。このテストにおいて、アウディのエンジニアは、高性能な乗用車にも 4 輪駆動システムを搭載できるのではないかと気づきました。しかしそれは、軽量、コンパクト、効率的で、重たいトランスファーケースや二次プロペラシャフトを排した、完全に新しいタイプでなければなりませんでした。

そのすべてを可能にしたのが、中空シャフトを使用するというアイデアでした。ドリルで加工された 263mm のセカンダリーシャフトは、2 つの方向にトルクを伝達することができました。シャフトの後端は、手動ロック式のベベルギアディファレンシャルとして機能するセンターディファレンシャルハウジングを駆動しました。通常の状態では、プロペラシャフトに沿って駆動トルクの 50% をリヤアクスルに送ります。リヤアクスルには、二次ロックディファレンシャルが装備されていました。トルクの残りの半分は、セカンダリーシャフト内で回転するアウトプットシャフトを経由して、フロントアクスルのディファレンシャルに伝達されました。この発明によって、quattro ドライブシステムが誕生しました。それ以来、センターデフは絶えず進化してきました。

1980 年以降：縦置きエンジン搭載車の quattro テクノロジー

この新技術は、1980 年のジュネーブモーターショーに初登場し、147kW（200PS）を発生する 5 気筒ターボエンジンを搭載した Audi quattro に搭載されました。当初は少量生産のみを計画していた初代 quattro は、1991 年までアウディのモデルラインナップに名を連ね、途中で数多くの改良が行われました。1984 年には、ショートホイールベースを備えた Audi Sport quattro が追加されます。225kW（306PS）を発生するこのモデルは、当時として非常に特別なハイパフォーマンススポーツカーでした。

1986 年には、新型 Audi 80 を発表し、ウォームギヤトランスミッションとして設計されたトルセン（トルク感応型）ディファレンシャルを備えた第 2 世代の quattro テクノロジーを発表しました。新しいディファレンシャルは、大幅な技術的進歩を実現し、さらに広範囲にわたる開発を経て、現在も使用されている技術的基盤を提供しました。どちらかのアクスルがトラクションを失うと、ディファ



レンシャルのヘリカルギアに摩擦が発生し、トルクの最大 75%を、もう一方のアクスルに配分することができます。この高いロック率によって、あらゆる走行条件において、明確に定義されたトルク配分が実現しています。

縦置きフロントエンジンを搭載したモデルの次の大きなステップは、2005 年に発表された Audi RS 4 で実現しました。新しいプラネタリーギアは、通常の走行条件で、フロントとリヤに 40:60 の比率で駆動力を配分します。この第 3 世代のセンターディファレンシャルは、その後さらなる改良を経て、現在に至っています。最新世代では、必要に応じて、駆動トルクの 85%をリヤアクスルに、最大 70%をフロントアクスルに配分することができます。

1999 年以降：すべてのテクニカルプラットフォームに新技術を採用

アウディは、40 年にわたって quattro モデルラインナップを拡大し続けてきました。1980 年代初頭には、quattro ドライブシステムを幅広く提供するという決定が下されました。これらのニューモデルは、プレミアムセグメントへの道を開くのに重要な役割を果たしました。quattro システムを搭載した最初の TDI モデルは、1995 年に登場しました。4 年後、このテクノロジーはコンパクトクラスへと移植されました。Audi A3 と Audi TT は、電子制御油圧式マルチプレートクラッチを備えていました。

Audi R8 ハイパフォーマンスポーツカーの第一世代は、2007 年に発売されました。その quattro ドライブシステムには非常に特別な設計が施され、リヤトランスミッションは、プロペラシャフトを介してフロントアクスルのビスカスカップリングに駆動力を提供するためのパワーテイクオフを備えていました。このシステムは、状況によっては、駆動トルクの 15~30%をフロントホイールに配分することができます。R8 (2015 年) の第 2 世代バージョンでは、ビスカスクラッチがコントロールドマルチプレートクラッチに置き換えられました。

2008 年には、スポーツディファレンシャルを備えたパワフルな A モデルと Q モデルも登場します。Audi S4 もデビューを飾りました。2016 年には、非常に高い効率を特徴とする quattro with ultra technology が、Audi A4 に搭載されました。メカニカル quattro の世界における革新的テクノロジーとして登場した quattro with ultra technology は、ダイナミックなハンドリングと効率という相反する要件を解決しました。電動 4 輪駆動と電動トルクベクタリングにより、アウディは 2019 年に、Audi e-tron ファミリーの技術史における、まったく新しい扉を開きました。

モータースポーツにおける quattro

アウディは、1978 年にワークスチームとしてラリーに参戦し、当初は前輪駆動車を走らせていました。初代 quattro がジュネーブで初めて発表されてからわずか 1 年後、アウディは、世界ラリー選手権 (WRC) で大成功を収めます。フィンランド人のハンヌ ミッコラは、1981 年に開催され、雪に覆われたモンテカルロラリーの最初の 6 つのスペシャルステージで、トップタイムを記録しました。その後、彼は小さなアクシデントで優勝を逃してしまいましたが、その時点で 2 番手のクルマに 6 分もの大差をつけていました。ミッコラは、スウェーデンで開催された次のラウンドで初優勝します。



1982～1987 年：グラベルにおける圧倒的な性能

翌年、quattro は WRC を席捲しました。アウディは新記録となる 7 度の勝利を収め、マニュファクチャラーズタイトルを獲得しました。その 1 年後、ミッコラはドライバーズタイトルに輝いています。1984 年のシーズンも好調なスタートを切りました。新たにチームに加わった世界チャンピオンのヴァルター ロールは、チームメイトのスティグ ブロンクビス（スウェーデン）とミッコラに先んじてモンテカルロラリーで優勝しました。シーズンの最後に、アウディはマニュファクチャラーズタイトルを、ブロンクビスがドライバーズタイトルを獲得しました。

規制の少ないグループ B クラスのレギュレーションを最大限に活用するため、アウディは 1984 年のシーズンを戦うために Sport quattro を開発しました。このモデルは、ショートホイールベースによる、俊敏なハンドリングを特徴としていました。1985 年には、350kW (476PS) を発生する Sport quattro S1 を発表し、その印象的なリアスポイラーにより、伝説的なステータスを即座に築き上げました。1,090kg の S1 は、ミドルレシオで 0～100km/h をわずか 3.1 秒で加速しました。シーズン最終戦のイギリス RAC ラリーでは、ヴァルター ロールは空気圧で作動するデュアルクラッチトランスミッションを使用しました。これは、今日の S トロニックの前身です。

1986 年、グループ B の廃止が決定し、アウディは世界ラリー選手権から撤退します。しかし、その後、もう一つの栄光が待ち受けていました。1987 年 7 月、ヴァルター ロールは、巨大な複数のウィングを装着して大幅に改良された Sport quattro S1 を駆って、米国コロラド州のパイクスピークヒルクライムに参戦し、見事に優勝を果たしました。その 2 年前からは、ミシェル ムートン（フランス）とボビー アンサー（米国）が、米国コロラド州で開催されているこの有名なレースで既に勝利を収めていました。その当時、19.99km のコースは、ほとんど舗装されていませんでした。ヴァルター ロールが出したタイムは、新記録となる 10 分 47 秒 850 で、最高速度は 196km/h に達しました。「パイクスピークでの優勝は、Sport quattro S1 がラリーカーの頂点に君臨するモデルであることを証明するものです」とロールはコメントしています。

1988～1992 年：ツーリングカーレースでの成功

アウディは、1988 年に Audi 200 で米国の Trans-Am シリーズに参戦し、最初の年にマニュファクチャラーズタイトルとドライバーズタイトルの両方を獲得しました。ドライバーは、米国人のハーレイ ヘイウッドが起用されました。ヘイウッドとハンス＝ヨアヒム スタックは、1989 年に IMSA GTO シリーズの 15 のレースのうち 7 勝を記録しました。Audi 90 quattro の 5 気筒ターボは、約 530kW (720PS) という最高出力を発生しました。

アウディは、1990 年にドイツツーリングカー選手（DTM）に戦いの場を移します。スタックは、その最初の年に大きくてパワフルな V8 quattro でドライバーズタイトルを獲得し、1991 年にはフランク ピエラがそれに続けました。1992 年にアウディが DTM シリーズから撤退した年には、36 レース中 18 レースで優勝しました。1996 年、2 リッター4 気筒エンジンを搭載した Audi A4 quattro Supertouring は、3 大陸の 7 つの国内選手権に出場し、すべてでタイトルを手中に収めました。しかし、その後、ヨーロッパ競技団体のレギュレーションにより、ツーリングカー選手権で 4 輪駆動システムを使用することがほとんどできなくなりました。その時点までの quattro の記録は次のとおりです。世界ラリー選手権で 4 回のタイトル、パイクスピークで 3 回の勝利、Trans-Am でタイトル獲

得、2 回の DTM タイトル、国内ツーリングカー選手権およびワールドツーリングカーカップにおける 11 回のチャンピオン。

2012～2014 年：ル・マン 24 時間レースで 3 回の総合優勝

2012 年、ハイブリッドドライブシステムを搭載した 4 輪駆動レースカー、Audi R18 e-tron とともに、アウディは再びサーキットに戻ってきます。このレースカーは、V6 TDI が後輪を駆動し、フライホイールアキュムレーターが回生エネルギーをフロントアクスルの 2 基の電気モーターに供給しました。加速中に最大のトラクションを必要とする状況になった場合、このレースカーは重要な数秒間、一時的に quattro ドライブシステムを使用することができました。ル・マン 24 時間レースで 3 連覇を達成し、世界耐久選手権（WEC）で 2 回のドライバーおよびマニュファクチャラーズタイトルを獲得したアウディは、quattro コンセプトの可能性を、非常に説得力のある形で示しました。

次世代へと受け継がれる quattro の魅力

quattro はテクノロジーにおけるアイコンです。この名称は、高い安全性とスポーツ性、高度な専門技術、競争上の優位性を表しています。quattro モデルは、好調なセールスを記録し、モータースポーツでも成功を収めて、確固たる地位を築き上げました。さらに、伝説的なテレビ CM シリーズが、その名声をさらに高めました。

忘れてはならないのが、フィンランドのカイボラ スキージャンプ台で撮影され、1986 年に放映された CM です。これは、プロのラリードライバーのハラルド デムートが、ジャンプ台の 37.5°の急斜面を Audi 100 CS quattro で登っていく印象的な CM です。2005 年、アウディは、Audi S6 を使用して、同じスキージャンプ台でこの偉業を再現しました。このジャンプ台は、このイベントのために特別に改修されました。サーキットおよびラリークロスのチャンピオン、マティアス エクストローム（スウェーデン）も、2019 年に同様の偉業を達成しました。彼は、オーストリアのスキー場、キッツビューエルの難コース“シュトライフ”の 85%の急斜面を、3 基の電気モーターを搭載した Audi e-tron quattro で見事に登ってみせました。

アウディは、40 年以上にわたり、魅力的なコンセプトカーを次々と発表して、quattro の存在感を高めてきました。1991 年のフランクフルトモーターショー（IAA）で発表された quattro Spyder は、アウディブランドとしては戦後初のサブレッドスポーツカーで、アルミニウム製ボディを採用した最初のクルマでもありました。数週間後、アウディは東京モーターショーで Avus quattro（アブスクワトロ）を発表しました。このコンセプトカーは、374kW（509PS）を発生する W12 エンジン をリヤアクスルの前に縦置きに搭載して、マニュアルトランスミッションと quattro システムをフロントアクスルの中心に搭載していました。

1995 年秋に発表された Audi TT quattro Coupé および Roadster コンセプトは、その後、量産への道を開きました。さらに、2003 年には 3 台のコンセプトカーが発表され、モデルラインナップを拡大しました。1 月のデトロイトモーターショーで、アウディは Audi Q7 の前身である Pikes Peak quattro（パイクスピーク クワトロ）を発表しました。これに続いて、ジュネーブモーターショーでは Nuvolari quattro（ヌヴォラーリ クワトロ）2 ドアクーペが公開され、Audi A5 への道を開きまし



た。その後、9月にはフランクフルトモーターショーで Audi Le Mans quattro が発表され、大きな注目を集めました。そのデザインは、後に Audi R8 へと受け継がれます。

2009 年のフランクフルトモーターショーのハイライトの 1 台となった Audi R8 e-tron concept は、電気自動車のハイパフォーマンス 4WD スポーツカーです。2010 年、初代 quattro を再解釈した Audi quattro concept がパリモーターショーに登場しました。2015 年以降、Audi e-tron quattro concept (2015 年：フランクフルト)、Audi e-tron Sportback concept (2017 年：上海)、Audi e-tron GT concept (2018 年：ロサンゼルス)、Audi Q4 e-tron concept (2019 年：ジュネーブ) といった数多くのコンセプトカーが登場し、電動 4 輪駆動を標準装備した Audi e-tron モデルの未来の姿を示しました。



実地テスト

北極圏からニュルブルクリンクへ：quattro 開発者へのインタビュー

アウディは長年にわたり、極端な走行条件の下で quattro システムのテストを実施してきました。このテストでは、多大な努力、熟練した手順、細心の注意が払われてきました。私たちは、さまざまな開発分野の専門家を集め、テストプロセスに関して彼らに話を聞きました。ディーター ワイデマン（駆動システム担当）とウィリアム ウィジッツ（サスペンション担当）は、純粋にメカニカルなセンターディファレンシャルを雪上および氷上でテストする方法について説明しています。Audi Sport GmbH のローランド ワシュカウはスポーツディファレンシャルの専門家です。その一方で、ステファン レーナー（サスペンション担当）は、まったく異なる責任を担っています。彼は、電動 quattro システム用のソフトウェアをテストしています。さらに、同僚のマーク バウア（サスペンション担当）は、電動トルクベクタリングを専門としています。

ウィジッツさん、ワイデマンさん、あなたたちは、冬季における雪上および氷上のテストを含め、ヨーロッパ全域でテストを実施していますね。なぜそれが非常に重要なのですか？

ワイデマン：私たちは、雪上および氷上におけるチューニング作業を行っています。これにより、さまざまな quattro バリエーション間の微妙な違いを明確に区別できるようになります。私たちにとって、摩擦係数の低い道路でのテストは、もっとも重要な課題です。これには、ドライビングダイナミクスの限界における走行が含まれますが、私たちの主な目的の 1 つは、日常的な走行、つまり通常の運転時に、人々が意図せずに滑りやすい路面を走行しているときに、ドライバーが車両をコントロールできるようにすることです。これが、安全で快適なハンドリングを実現するために、特に雪上で quattro ドライブを開発およびテストしている理由です。

これらのテストでは何が行われていますか？

ウィジッツ：テストサイトの名称は「Kalt1」といいます。この場所は、北極圏の近くにあります。通常、私たちはセンターディファレンシャルのチューニングを実施するために、1 人または 2 人のメカニックを引き連れて、4〜6 台でスウェーデンに行きます。季節としては、土地が深い雪に覆われ、気象条件がもっとも安定している 2 月に実施することが多いです。この専用テストサイトには、さまざまなコースが設置され、その中には外側に向かってバンクしたコーナーや、複雑なコースなどがあります。湖上と陸上には、さまざまなコーナリング特性やコーナリング速度をテストできるように特別に設計された、複数のハンドリングコースがあります。このサイトには、トラクションをチューニングするための曲がりくねった道もあります。

ワイデマン：テストに最適な条件は、5℃未満の気温です。これにより、条件がほぼ一定になり、さまざまな構成を確実に比較できるようになります。テストでは、状況の変化を適切に判断するために、常に基準となる車両が必要です。あらゆる条件の中で最高のコンディションは-25℃の気温です。この状態では、雪が非常に硬く、良好なグリップを示します。しかし、1 日中同じ条件でテストできるわけではありません。2 回目のテストを実施するときは、1 回目とは異なり、雪面が平らになり、氷が磨かれ、徐々に状態が悪化します。しかし、私たちはこのような状況に精通しており、それを考慮

に入れる方法を知っています。

この仕事は、危険なのですか？

ウィジッツ：湖上で起こりうる最悪の事態は、クルマが湖の端から飛び出して、雪の中からクルマを掘り出さなければならない場合です。陸上の専用テストサイトにおけるハンドリングのテストに関しては、コースを熟知しているので問題ありません。私たちはここで、複雑なチューニングを素早く分析することができます。

同時に、私たちは物理学の限界を真摯に受け止めています。これらの限界の中で、作業に必要な、なるべく速い速度（一部のセクションでは 30km/h、他のセクションでは 160km/h）で走行します。

ワイデマン：センターディファレンシャルをチューニングするときは、ESC を含むできるだけ多くのサスペンションコントロールシステムを無効にして、quattro ドライブを個別に評価できるようにしています。私たちの目標は、コントロールシステムがなくても基本的な走行特性のバランスが取れ、クルマがドライバーの望む通りの挙動を示すことです。ちなみに、直接の競合社からアウディに移籍し、技術開発部門で重要なポジションに就いた同僚が、初めてスウェーデンのテストに同行した際に、この制御ストラテジーに大きな感銘を受けていました。quattro ドライブを搭載した Audi A6 でテスト走行を実施した後、彼はコントロールシステムがいかにスムーズかつ調和的に機能しているかについて熱心に語っていました。しかし、それらはすべて無効になっていたのです。

あなたたちはよくウィンターテストに参加されているようですが、いつ頃からテストに参加しているのですか？

ウィジッツ：最初にウィンターテストを実施したのは 1998 年でした。当時、トルセンディファレンシャルに関する要件は、現在よりもはるかに低かったのです。優先事項は、頑丈で、タイトコーナーやステアリング操舵時に、できるだけスムーズに走行できるようにすることでした。その後、ディーターが参加するようになりました。彼は、その時点で既にクルマが示す挙動に非常に興味を持っていました。それ以来、サスペンションと駆動システムの開発チームは、切磋琢磨してお互いを高め合ってきました。

ワイデマン：私たちの部門は、quattro ドライブの責任を引き受け、開発プロセスを再構築しました。サスペンションチームの仲間と一緒に、私たちは徐々に共通の考え方を進化させてきました。私たちは、フロントアクスルとリヤアクスルで大きく異なるトルク配分やロック値を設定して、最初はテストベンチでそれらの機能を検討します。次に、もっとも有望なディファレンシャルをスウェーデンに持ち込みます。もっとも集中的な開発を行っていたのは、2000 年代後半で、まったく異なるテクノロジーを使用したセルフロックセンターディファレンシャルの基本的なコンセプトをテストしていました。30 以上の異なるコンポーネントを準備して、出発することは珍しくありませんでした。

その時、ウィンターテストにはどれくらいの時間がかかりましたか？

ウィジッツ：10 年前のテストでは、週末の休日は返上して、約 2 週間かかりました。そして、毎日同じパターンを繰り返しました。まず走行して、メカニックに変更を加えてもらい、再び走行します。



それによって、私たちは、今日でも使用しているコンセプトを開発することに成功しました。テストドライブでは、そのテクノロジーを使用する予定のさまざまなモデルを事前に定義しています。たとえば、**Audi S4** や **Audi SQ7** などです。最終的に、これらのディファレンシャルは、大きく異なるクラスの車両に搭載されるため、これは重要です。

ワイデマン：次に、各モデルで、2 台の同じ車両を持ち込みます。どちらのクルマにも、セルフロックセンターディファレンシャルが装備されています。より優れたパフォーマンスを示したクルマが、最初の基準車になります。プロトタイプディファレンシャルの 1 つをもう 1 台のクルマに装着して、走行特性が改善されるかどうかを確認します。もし改善された場合は、そのクルマが新しい基準車になり、次のバリエーションが、最初のクルマに装着されます。このようにして、すべてのバリエーションをテストするまで、走行特性を繰り返して最適化します。

あなたたちは、自分が下した評価に常に納得していますか？

ウィジッツ：ディーターと私は、負荷変化時のクルマの挙動や、アンダーステアが多すぎるとか少なすぎるとか、クルマのパフォーマンスについて詳細に議論しています。最終的に、私たちは常に同意します。まるで老夫婦のように（笑）。

理想的なセルフロックセンターディファレンシャルの特性とは？

ウィジッツ：すべてのオーナーが、雪と氷の上でアウディをすばやく安全に運転できる必要があります。私たちは、可能な限りすべての状況でクルマが同じように反応し、自然な挙動を示し、ニュートラルにコーナーを曲がることを非常に重視しています。そして、例えば、急加速時にリヤが振られるような場合であっても、過激な動きがなく、常に安定したハンドリングを実現することが重要です。もちろん、非常に優れたトラクションも必要です。

ワイデマン：言うまでもなく、アウディは 1980 年以来、メカニカル quattro システムを大幅に進化させてきました。今日では、フロントアクスルに 40%、リヤアクスルに 60% のトルクを配分することが基本的な設定となっています。これは適切なロック値と組み合わせることによって、強力なグリップと優れたハンドリングを両立することができる数値です。しかし、その主な長所は、摩擦係数の低い表面で発揮する優れたトラクション性能です。

ワシュカウ：乾いた路面でダイナミックな走行を求めているオーナーの方々には、リヤアクスルにスポーツディファレンシャルを装備した quattro sport を提供しています。必要に応じて左右の後輪間で駆動トルクを積極的に配分することにより、俊敏性が高まっています。特に RS モデルのチューニングにおいては、サーキットや摩擦係数の高い路面でのパフォーマンスも重視しています。従来のセンターディファレンシャルとは異なり、スポーツディファレンシャルは電子コントロールシステムです。このシステムは、2 つのクラッチとスーパーインポーズド（多重）トランスミッションから構成されていますが、ソフトウェアは車両ごとに特別に調整され、ファインチューンが施されています。

もう 1 つの電子コントロールシステムは、quattro with ultra technology です。その開発に影響を与えたのは何ですか？



ワイデマン：約 10 年前の調査によると、quattro を選択されなかったオーナーの多くは、実際よりも燃費がはるかに悪いと信じており、4 輪駆動のメリットを実際に体験したことがありませんでした。quattro は、氷や雪に覆われた道だけでなく、乾いたアスファルトでコーナリングしたり、発進したりするときにも、その利点を実感することができます。言い換えれば、お客様が quattro ドライブのメリットを享受できる状況はたくさんありますが、quattro ドライブと前輪駆動の違いがよく分からない状況もたくさんあるということです。そのため、前輪駆動の高い効率とフルタイム 4 輪駆動のすべての利点を組み合わせ、状況に応じて切り替えることが可能なリヤアクスルを備えた、まったく新しいシステムを開発することにしました。

ウィジツ：私たちの目的は、フルタイム quattro との違いにお客様が気付かないようにすることでした。そのため、私たちは、ステアリングフィールなど、領域の違いを表す 15 の計算モデルを作成しました。言い換えれば、負荷が増加するにつれて、前輪駆動車のステアリングが quattro よりも軽く感じるポイント、またはそれが発生する境界線を正確に特定することが可能になったのです。リヤアクスルには、これらのすべての状況で一時的にトルクが配分されます。これは常に予測的に作動するため、4 輪駆動が必要になった時点で、システムは既に有効になっています。

quattro with ultra technology のテストとチューニングには、困難が伴いましたか？

ワイデマン：システムが完全に故障したとしても、クルマは通常の前輪駆動によって走行を続けることができるため、テストの法的安全要件が低いという利点はありました。これは、開発の非常に早い段階で路上テストを開始できることを意味し、システムの完成度を高める点でも非常に良いニュースでした。よく実施する方法は、インゴルシュタットの周辺の公道（120km）を何度も走行することです。これにより、ソフトウェアバージョンの進捗状況を継続的に確認することができます。これは非常に便利で、重要なことです。つまり、お客様が実際に運転するように、南イタリアから北極圏まで、さまざまな運転状況すべてに対応し、走行特性がフルタイム quattro と同じになるように作動ストラテジーを調整することができました。

作動ストラテジーとソフトウェアに関しては、バウアさんとレーナーさんにお聞きしたいと思います。

レーナー：私たちの部門は、メカトロニクスおよび電動 quattro システムを担当しています。変化する走行条件や要求に応じたクラッチの作動などの、ソフトウェア機能を開発しています。私たちは、すべての電子コントロールシステムに関与しています。メカニカルな世界で言えば、これは、縦置きエンジンを搭載した R8 quattro ドライブ、quattro ultra、そして MQB プラットフォームをベースにした quattro 搭載車を意味しています。これらのシステムは、効率的なコントロールも非常に重要なため、油圧式マルチプレートクラッチを採用しています。通常のスムーズな運転状況では、駆動力は主に駆動輪に直接配分されます。駆動トルクは、必要に応じて 4 輪すべてにスムーズに配分されます。

バウア：そして、電動 4 輪駆動を搭載した e-tron モデルもあります。Audi e-tron には、（メカニカルなものや油圧式も含めて）物理的な 4 輪駆動コンポーネントは一切搭載されていません。各アクスルには 1 つまたは 2 つのモーターが搭載され、これらを組み合わせて電動 quattro が構成されています。



テストプロセスは、どのように実施していますか？開発に当たっては、数多くの“デジタルスクリュ
ャレバー”を使用しているのでしょうか...

レーナー：はい、ソフトウェアには何千もの潜在的なパラメーターがありますが、それらをどれだけ細かく調整し、組み合わせるのかによって走行特性が異なってきます。それらを適切な数に徐々に減らしていき、最終的には約 **100~200** のプロパティパラメーターに絞り込みます。これらを使用して、派生モデルごとに、トラクションとハンドリングを個別に調整します。テストは、従来の手法に従って実施されます。チームの **1** 人がラップトップを持って助手席に座り、さまざまなソフトウェアバージョンをシステムに繰り返しインストールします。理想的な設定が見つかるまで、同じコーナーを何度も走行します。

公道やテストトラックでさらにテストを行いますか？

レーナー：プロジェクトを開始した時点では、公道を走ることができないさまざまな理由があるため、テストサイトを使う必要があります。ここでは、実際の走行条件を再現して、限界走行時の挙動を確認することができます。テストでは、**1** 時間走行した後に、測定したデータを、デスクで **5** 時間分析するといったことが時々起こります。そして、量産に向けた開発の第 **2** 段階では、お客様のさまざまな状況をシミュレートするために多くの時間を費やします。これには、スウェーデンの冬の道路、道路にひび割れが入っているアルペンロード、有名なニュルブルクリンクのノルトシュライフェ（北コース）などが含まれます。ノルトシュライフェには、過酷な路面やバンクしたコーナーなど、テストに必要な要件がすべて詰まっています。コンクリートは摩擦係数が非常に低く、コーナーは非常にタイトなため、駐車場でのテストも行います。

4 輪駆動システムが複雑になるほど、その開発とテストはより広範囲になると思います。その考え方は正しいですか、バウアさん？

バウア：はい、複雑さが増すと、関数とパラメーターも増えることになります。**e-tron** では、フロントアクスルとリヤアクスル間のクラッチがソフトウェアによって完全にエミュレートされ、数万行のコードと無数のパラメーターが生成されます。大きな課題は、特に **3** つの電気モーターを備えた **S** モデルで、関連するシステムを調整することです。このケースでは、ドライブコントロールユニット、パワーエレクトロニクスのコントロールユニット、ブレーキコントロールシステムを開発した同僚と緊密に協力しました。他のシステムへのさまざまな影響を常に考慮しながら、数多くの機能を開発する必要があります。私たちは、全員がまったく同じ目的を持って作業に取り組んでいます。それは、あらゆる状況で、クルマが予測可能で再現可能な挙動を示すようにすることです。

テストはどのように実施していますか？

バウア：テストサイトでは、駆動システムおよびサスペンション開発のさまざまな部門から構成された **20~30** 人のチームが緊密に協力して作業していることがよくあります。テストでは、私たちは皆同じ目的を持っており、比喩的に表現すれば、私たちは皆同じクルマの中にいることになります。

ワイデマン：**quattro** に関して非常に興味深いことは、その多様性です。私は、縦置きフロントエン



ジンを搭載したモデルの前後アクスル間でトルクを配分する、すべてのコンポーネントを担当しています。これは全体像のほんの一部です。しかし、**quattro** ドライブは技術的な観点から開発されており、常に優れた安全性、強力なトラクション、ダイナミックなハンドリングの代名詞となっています。これらが私たちの大きな強みです。アウディは、何世代にもわたって進化を続けてきた **quattro** モデルで、これらの分野における経験を積んできました。私たちの目的は、お客様に最大限のメリットを提供し、利用可能なすべての可能性を活用するために協力して、お客様を魅了することができるアウディを開発することです。