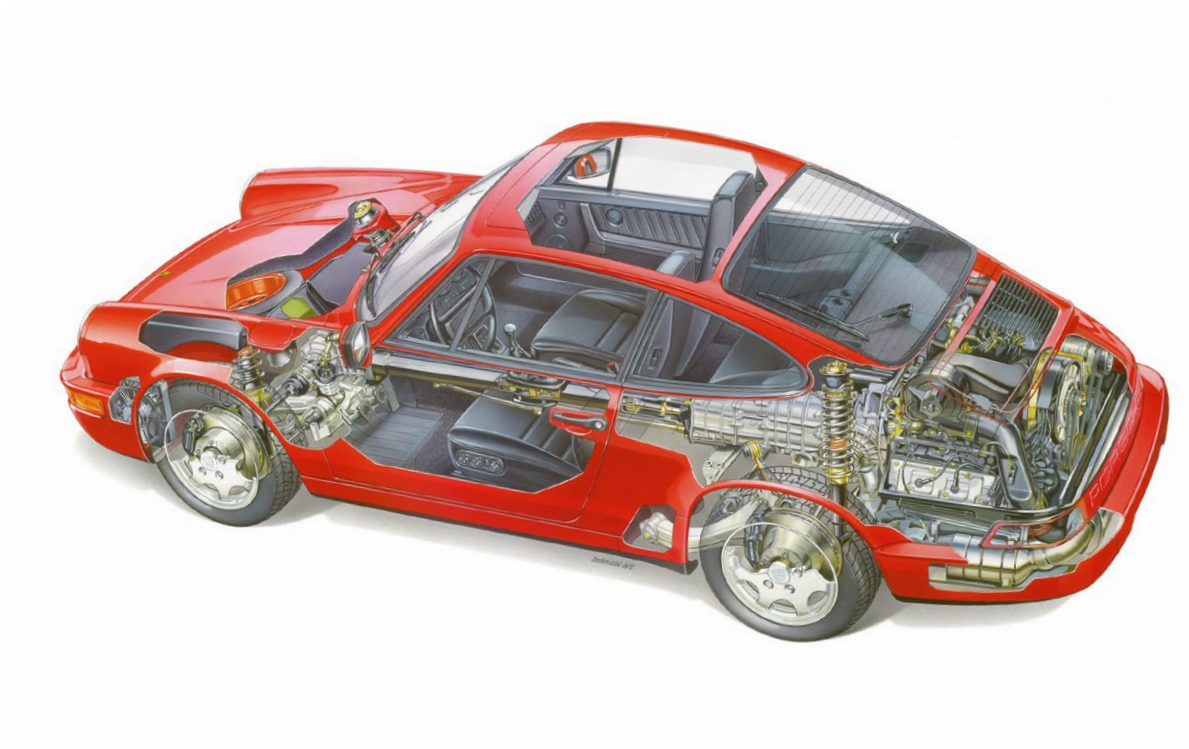




PORSCHE



ポルシェ911における4WDの30年

プレスキット

目次

ハイライト

ポルシェ 4WDの開発における画期的な出来事 3

最新の4WD

ポルシェ トラクション マネジメントシステム 5

ポルシェにおける4WDの歴史

ローナー・ポルシェから911ターボまで 7

ハイライト

ポルシェ 4WDの開発における画期的な出来事

911に採用されている最新のポルシェトラクション マネジメントシステム (PTM) は、スポーティ4WDをまさに具体化したものです。そのインテリジェントな機能がコーナーでの俊敏性、ダイナミック走行時の高度な安定性、そしてトラクションを改善します。PTMは、30年以上にわたるポルシェ市販スポーツカーの4WDの進化の頂点を示します。ポルシェの4WDはモーターレースに起源を発します。1984年のパリ-ダカール・ラリーにおいて、4WDがタイプ953の優勝を後押ししました。1986年には、電子制御式可変4WDを備えた959スーパースポーツカーが1-2フィニッシュを飾りました。

1988年：911市販モデルにおける電子制御式4WDのワールドプレミア

4WDを初めて標準装備した911が1988年にワールドプレミアを祝いました。タイプ964ポルシェ911カレラ4は、プラネタリーギアによるセンターディファレンシャルを使用してトルクを配分しました。さらに、マルチディスクロックが前後のアクスル間(センターディファレンシャルロック)とリアアクスル上(制御式ディファレンシャルロック)に配置されました。

1994年：パッシブハンゴオンシステムを装備した第2世代

ポルシェは、1994年にタイプ993 911において第2世代の4WDを発表しました。このシステムはハンゴオン4WDとして製造されており、直接駆動される後輪と前輪の間の速度が異なるときに、パッシブビスカスカップリングが前輪に推進力を移します。このシステムは移行時に実質的に変更せずに、996世代911カレラおよび911ターボモデルで使用されました。

2002年：カイエンにおけるポルシェトラクション マネジメントシステムのプレミア

ポルシェトラクション マネジメントシステムの時代は、2002年にカイエンとともに始まりました。この時点でPTMは、トルクを前後に38:62の比率で配分するセンタートランスファーケースを備えたフルタイム4WDシステムです。さらに、リダクションギアと電子制御センターディファレンシャルロックが、SUVに期待される完璧なオフロード性能を提供します。初代PTMはドライビングダイナミクスの面でも印象的でした。

2006年：PTMを備えた最初の911

2006年に、ポルシェは、タイプ997 911ターボによってスポーツカー専用強化されたPTM仕様を発表しました。電子制御・電磁式マルチプレートクラッチ(ボールランプ機構付)を備えたこのアクティブな可変システムは、常時駆動される後輪と前輪の間にトルクを、先代のパッシブビスカスカップリングよりさらに迅速かつ正確に配分します。2008年の第2世代997 911カレラ4モデルにもこのシステムが使用されました。初代は、ビスカスカップリング方式の4WDを装備しました。

2009年と2013年：911のテクノロジーを備えたパナメーラとマカン

大半のパナメーラ モデル(2009年以降)と全てのマカン モデル(2013年以降)の4WDも制御式マルチプレートクラッチを備えます。911のクラッチをベースにする制御プログラムによって、パナメーラとマカンも、スポーツカー特有のクラス最高のドライビングダイナミクスを発揮することができます。

2013年：最新PTM - 効率性の向上

最も進化した最新のPTMは2013年の991型 911ターボに初めて採用されました。911カレラ4モデルから2015年の第2世代991まで使用された先代システムとは異なり、新開発のマルチプレートクラッチは、電気機械式ではなく電子制御による電気油圧式です。これは、トラクション、走行安定性、および操縦性に関するさらに迅速で正確なトルクの制御によって性能面のメリットをもたらします。

最新の4WD

俊敏性とトラクションを高めるポルシェ トラクション マネジメントシステム

スポーティ4WDはポルシェのイノベーションです。フェルディナンド・ポルシェが1900年に発明して以来、繰り返し見直しされ、強化されながら30年にわたり市販モデルに装備されてきました。118年の歳月をかけて世界で最もパワフルな駆動システムのひとつであるポルシェトラクション マネジメントシステム (PTM)が開発されました。911カレラ4、911タルガ4および911ターボ、カイエンとマカン、そして大半のパナメーラモデルに最新世代のシステムが装備され、それぞれの要件に合わせてチューニングされています。

アクティブPTMを備えた全てのポルシェの原則は同じです。つまり、さらにスポーティな走行体験のためのドライビングダイナミクスの強化、走行安全性の改善、そしてトラクションの向上です。そのためにポルシェは独自の4WDシステムを開発し、長期にわたって、スピード、コンパクト性、およびインテリジェンスに関してベンチマークを打ち立ててきました。システムは前輪と後輪にアクティブかつ迅速にトルクを配分します。ドライビングステータスを常時モニターすることによって、PTMはさまざまな走行条件に合わせてアクティブにプリセットされます。センサーは、4輪全ての速度、縦Gと横G、および操舵角を連続的にモニターします。

全てのセンサーのデータを評価することによって、前輪へのトルクの配分を迅速かつ効率的に調節することができます。たとえば加速時に後輪にスピンの危険がある場合は、さらに大きなトルクが前輪に伝達されます。コーナリング時には、前輪のタイヤの横方向のグリップにマイナスの影響を与えない程度に前輪にトルクが配分されます。ウェットや雪のコンディションのときにPTMのメリットは最も顕著で、ポルシェPTM仕様車の加速性能が見事に発揮されます。

物理的可能性を最適に応用

PTMは、ドライビングダイナミクスを最適に改善するために物理的状态を駆使します。軸重は走行条件に応じて変わります。軸荷重のダイナミックなシフトによって、タイヤは走行中にアクスルと位置に基づいてトルクを変化させながら伝達します。たとえば、直線の上り坂を走行する場合には、大きな負荷を受ける後輪は大きなトルクを要します。このような場合PTMは前輪に伝達するトルクを減らします。

車両のセルフステアリング特性も、駆動トルクの前後配分によってターゲットを定めて操作されます。たとえばオーバーステア時には、トルクの周回に従ってタイヤは、前後と横の間で分割された最大のトルクのみを伝達します。ドライバーが加速を増して前後のトルクが増大すると、駆動輪の横方向のトルクが減少します。伝達可能な横方向のトルクのポテンシャルが尽きると、タイヤはスリップして（コーナリング時など）、後輪駆動車のリアエンドが外側に押されます。この時点で、4WDがトルクを前輪に追加すると、後輪への前後方向のトルクが低減されてタイヤはさらに大きな横方向のトルクを伝えることができます。その結果、車両は安定します。

チームワーク：最適なトルク配分でPTMをサポートするアシスタンスシステム

ポルシェトラクション マネジメントシステムの主なメリットは、全てのドライビングダイナミクスシステムと効率的に連動することにあります。これらのシステムは互いに補完しあってドライバーにメリットをもたらします。最も重要な連携システムはポルシェ スタビリティ マネジメントシステムです。これはアンチ・スリップ・コントロール(ASR)とオートマチック・ブレーキ・ディファレンシャル(ABD)を使用して4輪全てのトルク配分をさらに個別に制御します。PTMコントロールシステムと直接通信するオプションのポルシェトルクベクトリング プラス(PTV Plus)は、モデルと装備に応じて4WDのドライビングダイナミクスをさらに向上させます。PTV Plusは、後輪への個別のブレーキと電子制御リアディファレンシャルロックによる可変トルク配分に基づいて作動し、ステアリングの挙動と精度を改善します。

ポルシェトラクション マネジメントシステムの技術的な基本機能は、全てのモデルラインを通して同じです。エンジンの出力は、従来の後輪駆動と同様にトランスミッションを介して後輪に直接伝えられます。原則として、全てのポルシェは制御の容易な後輪駆動のハンドリングを備えます。トランスミッション出力上の余剰トルクはマルチプレートクラッチに向けられます。フロントドライブはマルチプレートクラッチを介して可変作動します。このハングオンシステムでは、インテリジェントな制御アルゴリズムとシステムの応答性の2つの特徴によって、関連する専門技術が特に忠実に示されています。

カイエンとマカンのPTMは、SUVの広範なオフロード特性を保証する追加機能によって強化されています。制御コンセプトは「走行ルートが難しい場合は、車の運転は容易でなければならない」という明確な規則にしたがいます。全てのシステムはオフロード使用のために最適化されており、オフロード地形でのトラクションの改善を目指します。ドライバーは、スイッチを押すだけでオフロード機能呼び出すことができます。カイエンについては段階的な設定が可能です。

ポルシェにおける4WDの歴史

ローナー・ポルシェから911ターボまで

4WDを備えた最初の車の1台がポルシェのスポーツカーでした。フェルディナンド・ポルシェは、4つのホイールハブに電気モーターを備えたローナー・ポルシェレーシングカーを設計・製造しました。1947年にはチンタリアレーシングカーとしてよく知られているタイプ360を開発しました。この車は、12気筒スーパーチャージャー付エンジンや軽量設計だけでなく、パートタイム4WDによっても伝説となりました。デザインも、コーナーや低グリップ路面においてトルクを完全かつ安全に推進力に変えるためのアイデアに基づいていました。

ポルシェは1981年にレーシングカー以外のモデルへの4WDの採用を開始し、フランクフルトモーターショーにおいて911ターボカブリオレ4WD仕様車のスタディーモデルを発表しました。1984年にはこのアイデアを見直し、パリ-ダカール・ラリーのためにパートタイム4WDを備えたタイプ953を設計して総合優勝を飾りました。953による経験は959スーパースポーツカーの製造につながりました。1985年発売の959はテクノロジー全体が時代に先駆けていました。このモデルは、マルチプレートクラッチで接続する前輪駆動と、同様にマルチプレートクラッチによって作動するリアディファレンシャルロックを備えており、ポルシェ4WDの基本コンセプトを設定しました。これらのセンターディファレンシャルとディファレンシャルロックは、手動と自動の両方で作動しました。このコンセプトは今日のPTMに受け継がれています。1986年のパリ-ダカール・ラリーにおけるポルシェ959の1-2フィニッシュは伝説となりました。

911カレラ4：30年前にデビューした初代911 4WD仕様車

ポルシェが1988年にタイプ964 911を発表したとき、モデル名に続く数字が新たな時代の到来を告げました。911カレラ4は、先駆的な新設計の4WDを備えたポルシェ初の市販スポーツカーとなりました。ポルシェはこの革新を、「ディファレンシャルスリップ制御」4WDと呼びました。駆動トルクは、最初にマニュアルトランスミッションからプラネタリーギア式縦置きトランスファーケースに伝達されて、ロックコントロールが作動しない場合は、密封されたトランスアクスルシャフトを介して前後31:69に固定配分されます。この調節方法は革新的でした。各ホイールのスリップがABSセンサーによって検出されて油圧式ロックによって回避されました。2つの電子制御マルチディスクロックが、前輪と後輪間のトルクを制御します。その結果、トラクションと走行安定性、ハンドリングとコーナリング、そして負荷変動のレスポンスが常時最適化されました。

1994年：フルタイム4WDに代わるビスカスカップリング-ハングオン方式による新しい4WDシステム

1994年にポルシェは、911カレラ4タイプ993によって4WDの開発を再開しました。現在の911ターボも初めて4WDを備えました。両モデルにおいて、ポルシェはよりシンプルなシステムに切り替えて、当時の市場で最も軽量の4WDシステムを発売しました。このシステムは後輪を直接駆動し、前後の間で速度差が生じたときにパッシブビスカスカップリングが前輪にトルクを伝えるハングオン式4WDとして設計されました。つまり、フロントドライブのためのトランスファーケースと電子制御マルチプレートクラッチがビスカスカップリングに代わりました。その結果、911 4WDは、後輪駆動同様に負荷時に後輪を効果的に制御しながら、さらに安定性が改善されています。リアアクスルには従来のディファレンシャルロックとオートマチック・ブレーキ・ディファレンシャル(ABD)を採用しました。

ビスカスカップリングの役割は、後輪のスリップに応じたトルクのアクスル間への自動配分でした。4WD モデルに標準装備されるABDは、ABSセンサーを使用して各輪のスリップを検出し、コントロールユニットを介してスピンするホイールにブレーキをかけます。トルクは、左右の摩擦係数の違いにより、最初はリアディファレンシャルロックによってパワー伝達の大きいホイールに連続的に移動します。ホイールがスピンし始めると、ABDによって減速され、制動トルクと同じ駆動トルクが反対側のホイールに伝わります。この機能は、ウェットまたは低グリップ条件で車を発進する際に特に便利です。

ポルシェは、タイプ996 911についてもこのコンセプトにこだわりました。ビスカスカップリングはフロントドライブユニットのオイルバスによって、高負荷時にも効率的に冷却されました。996では軽量化のためにトランスアクスルチューブを削除し、クーリングパイプのためのスペースを設けました。エンジンに直接固定されるトランスミッションとフロントドライブユニット間のリジッド接続(センターチューブ経由)の代わりに、むき出しのカルダンシャフトによってフロントアクスルにトルクが供給されました。

2002年：カイエンがポルシェ トラクション マネジメントシステム (PTM) を導入

2002年に、ポルシェは3番目のモデルラインとして、全く新しい4WDテクノロジーを備えたカイエンを発表しました。ベーシックモードのポルシェ トラクション マネジメントシステム(PTM)は前後38:62に駆動力を配分しますが、可変センターディファレンシャルロック同様に電気モーターで作動する電子制御マ

マルチプレートクラッチを使用し、走行条件に応じて可変配分することも可能でした。これによって前後と横方向のダイナミクスが向上しました。さらに、ロッカースイッチによって、集中的なオフロード使用のためにセンターディファレンシャルロックを手動で作動することも可能でした。

PTMは、カイエンのドライビングダイナミクスに決定的な影響を与えました。マップ制御センターディファレンシャルロックとオプションのリアディファレンシャルロックが前後のトラクションの不足に対応するだけでなく、センサーが車速、横G、操舵角、およびアクセル制御を検出し、PTMが前後のロックの最適な配分を計算して必要なトルクを割り当てました。このようにPTMは、高速走行時も、氷や雪の上をゆっくり走行するときも、コーナリング時のすぐれた俊敏性と車線変更時の抜群の安定性を提供する先進的なシステムでした。

ポルシェ911の初代PTM

電子制御PTMは、2006年のタイプ997 911ターボにおいて変更されました。中心エレメントは、必要に応じてトルクを前輪に伝える電磁式マルチプレートクラッチでした。911ターボのクラッチは、実際にほとんど使用されることのない400N・mの最大トルクに合わせて設計されました。300N・mでも前輪は乾燥路面上でグリップを失ってスピンを始めました。

PTMは、100ミリ秒の最大レスポンスタイムによって、エンジンやドライバーよりも迅速に負荷変動に対応しました。実際に、狭い田舎道でのすぐれた俊敏性、抜群のトラクション、そして高速走行時の信じ難い安全性が得られました。このようなダイナミック走行を行うために、ポルシェのデザイナーは5つの基本機能を備えたPTMをプログラムしました。今日でも、ポルシェの4WDはこれらの原則に基づいています。

- 基本的なトルク配分:日常走行において、コントロールシステムは、現在の走行条件に応じて定義された方法でフロントドライブを接続して前後のアクスル間にトルクを連続的に配分します。このとき前輪に必要なトルクはミリ秒単位で決定されます。システムは、車線変更などを検出すると速度に合わせてフロントドライブの接続を強弱させます。こうして特に高速走行時の安定性を大幅に改善することができます。

- ガイド付制御:PTMは、標準パラメーターを使用して早期段階に走行条件のダイナミクスの変化を検出し、前もってスリップを回避することができます。車の発進時などにシステムは加速の速さを判断します。PTMは、この加速要求をエンジンがトルクに変換する前に、マルチプレートクラッチをロックしてホイールのスピンを回避します。たとえば、両方の後輪が氷上ですべりトラクションがなくなったような極端な場合でも、本来ならスピンを起こすようなトルクを前輪に伝えることができます。つまり、車の発進時にも、4輪全てが最大のトルクを使用して最適な加速が得られます。例外は、PDKと組み合わせた「ローンチコントロール」によるレーシングスタートです。このときPTMは、最大のトラクションを保証するために、発進する前にマルチプレートクラッチをロックします。

- スリップコントローラー:911は、大きなトルクによって、特にウェットな路面でも一気に加速して後輪のトラクションの限界に達することができます。マルチプレートクラッチの強力な接続によって、さらなるトルクが前輪に伝えられます。911ターボが初めてこの前後Gの検出・制御機能を備えたのは2006年のことでした。

- オーバーステアの補正:湿った落葉などの突発的な影響によってコーナリング時に車両のリアエンドが外側に押される場合、大きなトルクを前輪に伝えてダイナミックに車両を安定させます。PTMのその他のメリットは、前輪にトルクを配分するときに操舵角が考慮されることにあります。ドライバーがオーバーステアを補正するために反対側にステアリングを回すと、PTMは前輪にトルクをかけて迅速に車両を安定させます。

- アンダーステア補正:その一方で、前輪がコーナー外側に押される場合、PTMは前輪のトルクを低減します。どちらの場合もPTMは正確なセンサーを使用してドライバーが安定性を損なったことに気付く前に応答します。PSMも各ホイールに軽くブレーキをかけてサポートします。その結果が、コーナーにおける迅速でアクティブな車両の安定化による効率的でダイナミックな走行です。

スポーツカー同様の4WDを備えたパナメーラとマカン

911のPTMは、2009年にワールドプレミアを祝ったパナメーラと、2013年にポルシェ5台目のモデルラインとして発売されたポルシェ マカンの4WDのためのマスターモデルとなりました。ポルシェトラクション マネジメントシステムは各新世代とともに進化を続けてきました。2013年のニュー911は、ポジショニングの精度の向上と前輪に伝達されるトルクに焦点が当てられました。それ以来、新開発のマルチプレートクラッチの電気油圧式システムは、走行条件とドライバーの要件に基づいて経済的な走行

スタイルを特定し、前輪へのトルクの伝達を低減します。これによって全体的な出力の消散が削減されます。PTMは、PDKとの組み合わせでポルシェの特徴である「コースティング」もサポートします。車両が駆動力なしでコースティング走行するときはPTMクラッチが開き、4WDシステムが制動トルクを削減して燃費を抑えます。最新のPTMは性能上のメリットももたらします。新しいマルチプレートクラッチによる正確かつ迅速なトルクの制御によって、ドライビングダイナミクス、俊敏性、および走行安定性が改善されます。前輪へのさらに大きなトルクの伝達によって加速も改善され、路面に伝わるエンジン出力も向上しています。