



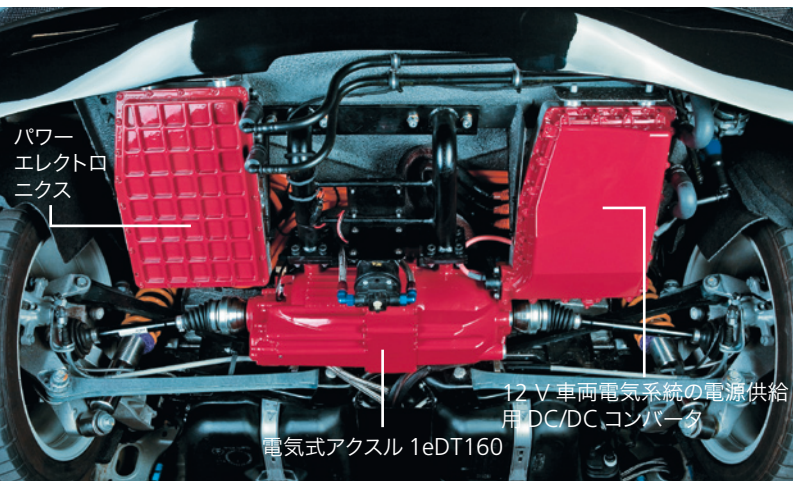
Five in One

1 台の車両に 5 種類のハイブリッド
システムを搭載



左側：電気モーターを制御する BOSCH 製パワーエレクトロニクス、電気式アクスル 1eDT160、およびハイブリッド化された 6HDT250 デュアルクラッチトランスミッションを搭載したデモカーを下側から見た図。右側の FC は、統合化されている DC/DC コンバータを通じて車両の 12 V 電気系統に電源を供給します。アクスルには、BOSCH 製のモーター、GETRAG 製電磁クラッチ機構付きシングルギアトランスミッションおよび機械式オイルポンプが使用されています。

右側：6HDT250 PowerShift® トランスミッションが収納されているエンジンコンパートメント



ハイブリッドドライブおよび電気自動車は、現在の自動車業界での最新の話題ですが、電気自動車が初めて路上を走行したのは 20 世紀の初頭であることを、ほとんどの人は知りません。実際に、特に北米では、電動式スタータが発明されるまで、電気自動車もガソリンエンジン車と同じくらい広く使用されていました。原油の埋蔵量が少なくなり価格が上昇するにつれて、環境問題への関心が高まっていることと合わせて、駆動のための代替形式に対する関心が大きくなっています。

BOSCH 社とのジョイントハイブリッドプロジェクトで、GETRAG 社は、複数のハイブリッドシステム（トルク分割およびアクスル分割）を実装し、それを「駆動できる」、ミニクラブマンをベースにしたデモカーを製造しました。これにより、異なるアプローチを直接比較することができます。

BOSCH 社は、パートナーとして、電気モーター、パワーエレクトロニクス、モーター用電子制御ユニット（ECU）を供給しました。GETRAG 社は、6 速 PowerShift® デュアルクラッチトランスミッション（DCT）を提供し、その非ハイブリッドバージョンは 2010 年春に量産化されることになっています。クラッチおよびギアの操作は完全な電動式で、ハイブリッド化のベースとして使用するには理想的です。

デモカーの設計

このデモカーでは、トランスミッションに連結された電気モーターと、リアアクスルの電気モーターの両方が、走行状態に基づいて、電磁クラッチによって接続および切断されます。これにより、モーターの高速回転時に必要な弱め界磁など、電気モーターの不都合な動作点が回避され、補助ハイブリッド機能を使用しないときの引きずりトルクも削減されます。1 台の車両に 2 種類のハイブリッドアプローチを組み合わせる理由は、その異なる走行性能をボタン 1 つで比較することができるからです。

このデモカーは、次のようにドライブトレインの構成を変えることができます。

- 完全に従来のドライブトレイン
- スタート/ストップ機能付きの完全に従来のドライブトレイン
- GETRAG PowerShift® トランスミッションと電気式リアアクスルを組み合わせたハイブリッドドライブトレイン
- GETRAG トルク分割ハイブリッドトランスミッションを使用したハイブリッドドライブトレイン
- GETRAG トルク分割ハイブリッドトランスミッションと電気式リアアクスルを組み合わせたハイブリッドドライブトレイン

相互作用と依存関係

多数の相互作用と依存関係が伴うハイブリッドドライブの設計作業は、モデルベース開発手法を使用して行うことができます。たとえば、バッテリーと電気モーターの

アプリケーションパネル：6個のCANコネクタによるアプリケーションへの最適なアクセス、dSPACEシステムへの接続、主接触器の制御は電子式

相互作用は直接的で、最適なパフォーマンスのために相互に調節を行う必要があります。電気モーターのサイズは、快適性と走行性能を保持または向上させながら、内燃エンジンのダウンサイジングをどの程度まで行うかを決定します。また、個別のコンポーネントとその現在の状態は、それらをどのように使用するかを決定します。

BOSCH社によって開発された高水準の走行戦略は、コンポーネントの動作状況に関するデータを取得して、それぞれのコンポーネントをいつ使用するかを決定します。コンポーネントの最適設計と走行中の最良のコンポーネントの使用は、ハイブリッドドライブによる燃費削減効果を決定します。異なる走行戦略を比較して調べるために、BOSCH製のエンジンECUを改造してハイブリッドマネージャが実装され、トランスミッションソフトウェアがdSPACEシステムに実装されています。ドライブトレインのハイブリッド化には、トルク調停やシーケンス切り替えの修正など、トランスミッションソフトウェアの大幅なチューニングが必要です。



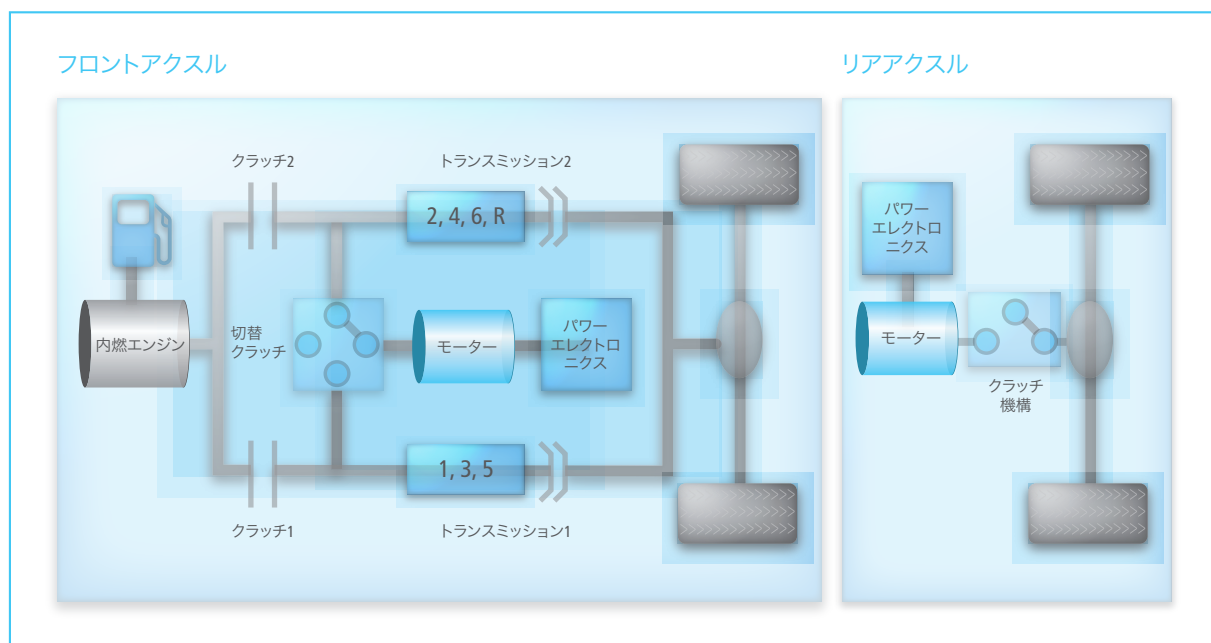
トランスミッション制御設計

GETRAG社は、dSPACEシステムを使用することにより、トランスミッションおよび追加された電気モーターを制御する拡張機能の実装のために要求される柔軟性と計算能力を実現しています。追加されたすべての機能に適合させ、同時に、dSPACE CalDeskにハードウェアを追加

せずにすべての計測変数を統合化することができるように、量産バージョンのトランスミッションECUは、特別製の拡張バージョンに換装されました。ハードウェアシステムは、トランスミッションに搭載された高度に統合化されたパワーステージ、デュアルクラッチおよびギア操作用ブラシレスDCモーター4個、

「dSPACEシステムは、ハイブリッドシステム向けの制御システムの開発に必要な柔軟性を備えています」

Tibor Niedermayer 氏、GETRAG 社



GETRAG – BOSCH ハイブリッドプロジェクトのデモカーには量産モーターが搭載され、フロントアクスルにはデュアルクラッチとモーター付き6HDT250タイプのトランスミッションが装備されています。この改造によって、モーターで内燃エンジンをサポートするハイブリッド方式で走行することができます。内燃エンジンとモーターはDCTによって連結されているため、その時の車速に最適なギアで、すなわち可能な最大の効率で、両方のタイプのドライブを使用することができます。リアアクスルにも別の電気式ドライブがマウントされ、リアホイールを使用して、この車両をハイブリッドとしても、完全な電気自動車としても走行させることができます。

左：工学修士 Tibor Niedermayer 氏は、GETRAG 社で電気ハードウェアの開発エンジニアを務め、この車両の電気機能部を担当しました。

中央：工学修士 (FH) Ingo Matusche 氏は、GETRAG 社でのアクスル分割ハイブリッドのソフトウェア開発を担当している開発エンジニアです。

右：工学修士 (BA) Thomas Hoffmeister 氏は、GETRAG 社でのトルク分割ハイブリッドのソフトウェア開発を担当している開発エンジニアです。



電磁クラッチ機構、ポンプ、冷却ファン、車両内の追加電装品に分割されています。トランク内には、キャブチャした信号を dSPACE システムで処理するために調整するための FPGA (Field Programmable Gate Array) を使用した信号調整ボードと、緊急遮断コンセプトが実装されています。

それぞれの電気式アクチュエータの電流と、ポンプおよび冷却ファンの電流のキャブチャが同時に行われています。温度のキャブチャには、ハイブリッドセクションの冷却剤とオイルの温度だけではなく、トランスミッション制御システムの各パワーステージの温度も含まれています。合計 16 の電流、16 の温度、14 の位置センサのキャブチャが行われています。これにより、高分解能の走行状況の同期表示を、どの時点でも取得することができます。現在のトルク配分を決定することができるように、ホイールスピードなど、合計 9 個の速度センサに対して高分解能のキャブチャが実行されています。4 つの CAN インターフェースがドライブトレインコンポーネント、ハイブリッドマスター、高電圧バッテリーとの通信をサポートしています。合計 150 本の配線が出力および信号ボードに接続され、170 本の配線が dSPACE システムに接続されています。

車両での運用

この「1 つのシステムですべてを」の考えを一步進めて、ドライバーが現在の走行状況を表示および切り替えることができるように、操作パネルが開発されました。この操作パネルは dSPACE システムによって制御されています。

すべての付加機能、車両のインテリアを変更せずに、トランク内の追加コントロールおよびテクノロジーとは別に統合することが重要な開発目標の 1 つでした。これは、この車両の日常の使用への適合性と、GETRAG – BOSCH ハイブリッドパートナーのノウハウを実証しています。

省エネの大きな可能性

シミュレーションで、新ヨーロッパ走行サイクル (NEDC) による燃費が、ハイブリッド化されていない 6DCT250 PowerShift® トランスミッションと比較して、約 6 % (マイクロハイブリッド)、18 % (アクスル分割ハイブリッド)、24 % (トルク分割ハイブリッド) 削減されることが、すでに示されていました。これらの値は、快適性および運動性能重視の走行ストラテジによるものです。燃費重視ストラテジを使用すれば、トルク分割およびアクスル分割によって達成される燃費の向上はさらに大きな値になります。

ハイブリッド化によって、従来のドライブトレインに電気動力が付加されるため、走行性能が向上します。従来のオートマチックトランスミッションでの 0-100 km/h 加速時間は 7.8 秒ですが、GETRAG PowerShift® トランスミッションでは 7.5 秒、ハイブリッド化した PowerShift® トランスミッションでは 7.1 秒、PowerShift® トランスミッションと電気式アクスルの組み合わせでは 6.7 秒に短縮されます。■

Tibor Niedermayer, Ingo Matusche, Thomas Hoffmeister
Systems Engineering
Electrotechnics
GETRAG Getriebe- und Zahnradfabrik
Hermann Hagenmeyer GmbH & Cie KG
ドイツ

まとめ

- トルク分割およびアクスル分割ハイブリッド方式を統合したデモカー
- トランスミッション ECU としての dSPACE システム
- 異なるハイブリッド方式のテストおよび比較
- 最大 24 % の燃費の改善と 100 km/h への加速時間の最大 1 秒の短縮
- 現在の状況：ハイブリッドドライブトレイン機能がカスタマーバリューとして広まりつつある