

# 柔軟な構成

➤ Volkswagen AG とパーダーボルン大学の共同プロジェクト

➤ HIL (Hardware-in-the-Loop) システム

➤ ESP および EPS システムのテスト

Volkswagen AGとドイツのパーダーボルン大学の制御工学およびメカトロニクス学の教授陣との共同プロジェクトにより、統合的なHIL (Hardware-in-the-Loop) システムが開発されました。このHIL システムは、2つのHIL サブシステムで構成されています。HIL サブシステムは、それぞれ完結しており、個別に使用することも、ネットワーク化されたシャシー制御システム機能の妥当性を確認するために、システム全体として使用することもできます。モデルベースの手法を使用して設計されているHIL システムは、柔軟な設定が可能で、自動車業界での使用に最適です。

## 車両開発における HIL

カーエレクトロニクスがより複雑化しているのは、大量のECU だけが理由ではありません。ECU 間のネットワーク化も原因の一つです。

したがって、自動車業界はこの急速に進む複雑化を制御するために、新しい開発プロセスとテスト手法の確立に集中的に取り組んでいます。

HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションは、実績のあるECU ソフトウェアテスト手法として、このすべてで大きな役割を果たしています。パーダーボルン大学の制御工学とメカトロニクス学の教授陣は、Volkswagen AG と協力して、個々のまたはネットワーク化されたECU の制御機能をテストし、また、広い範囲で、リアルタイム条件下でのビークルダイナミクスを検証するためのHIL システムを開発しました。

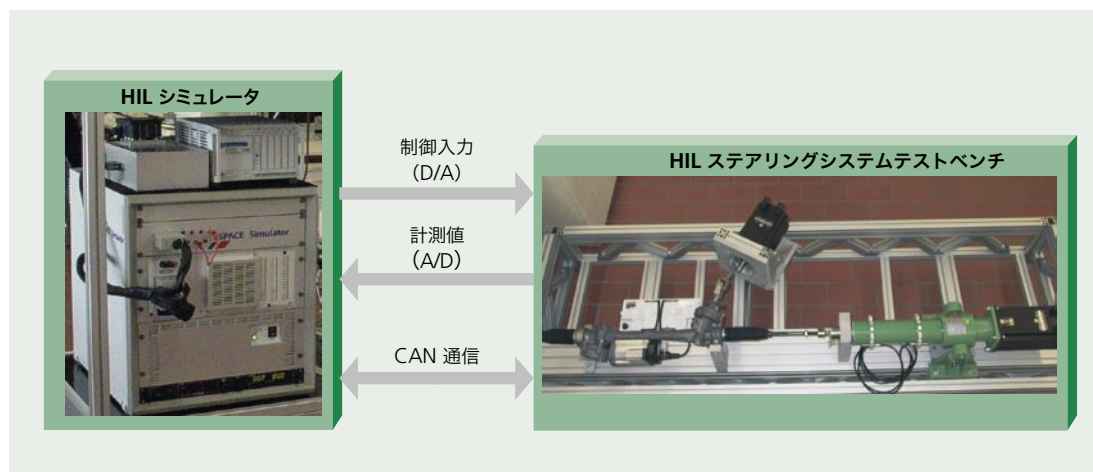
## 1 つの HIL システム - 異なる構成オプション

このHIL システムは階層構造を持ち、ESP (Electronic Stability Program) とEPS (Electric Power Steering - VW 車の電気機械パワーステアリング) の2つのシャシー制御システムの妥当性を確認するように設計されています。このHIL システムは、以下の2台のサブシステムで構成されています。

- ESP ECU を含む HIL シミュレータ
- 実際のステアリングモジュールとEPS ECU を含む HIL コンポーネントテストベンチ

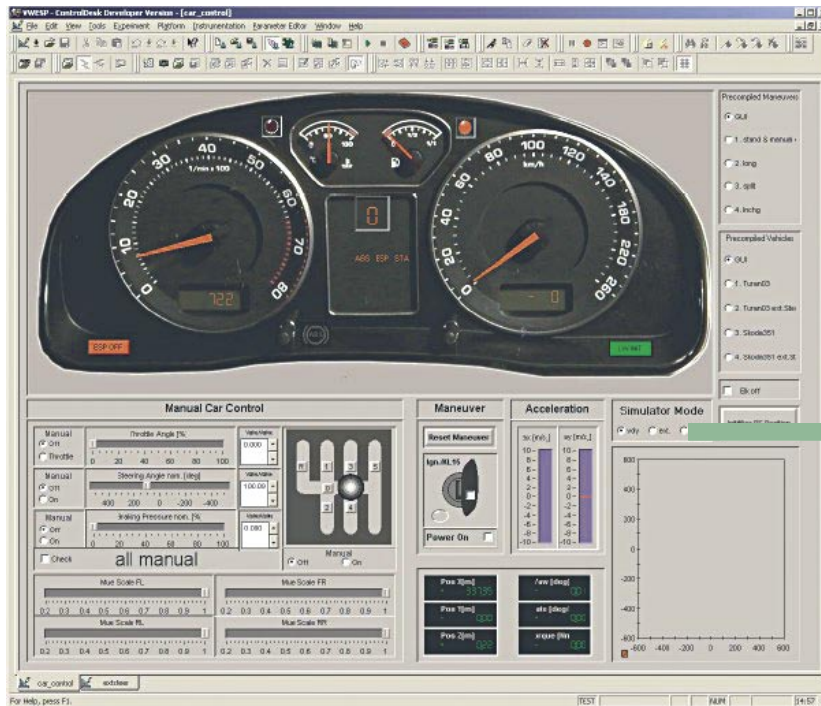
## ECU ネットワーク内の HIL シミュレータ

この2台のサブシステムは別々に実行することも、組み合わせると1つのHIL システム全体を構成することもできます。ESP およびEPS 用のECU を含むHIL システム全体は、ECU ネットワーク全体の開発とテストをサポートします。2台のHIL シミュレータと個々のECU は、DS830 マルチリンクパネル経由で結合され、HIL システム全体を構築しています。結合されたHIL システムは、主に



▲ ステアリングシステムテストベンチを含む統合 HIL システム (実際のステアリングモジュール、EPS ECU、アクチュエータ、センサ、および機械ステアリングシステム)

複数の ECU 間の相互作用を調査するために使用されます。一例としては、車両内の複数のエネルギー消費部品がすべて同時に動作している場合に電圧降下が発生したときに、安全な動作を保證することを目的とした、車両の電気系統のテストが挙げられます。ECU、パワーエレクトロニクス、および電気モーターのその他の電気装置への影響が分析されます。この HIL システムでは、異なる ECU 間の CAN 信号の妥当性も検証できます。



- 設定モード
- ESP シミュレータ
  - EPS ステアリングシステムテストベンチ
  - ESP+EPS

### HIL シミュレータとテストベンチの結合

ECU は、テストのために互いにネットワーク接続されるだけでなく、実際の

システムコンポーネントとも接続されることが多くなっています。すなわち、新しい制御機能をテストして妥当性を確認するときにハードウェアの形で存在する可能性があるのは、ECU だけではありません。基本的な車両コンポーネントも含まれる場合があります。多くの場合、これらのコンポーネントはサプライヤから直接提供されるため、しばしば非常に複雑です。たとえば、機械ステアリングシステム、アクチュエータ、コントローラ、およびセンサを含むメカトロニクスステアリングモジュール全体などが考えられます。多くのサプライヤはノウハウを公開していないため、このようなコンポーネントのモデルを作成するのは実際には不可能です。したがって、このようなコンポーネントは、HIL シミュレータソフトウェアでコンポーネントモデルとして検討することができません。これに対するソリューションは、実際のコンポーネントモジュールを HIL テストベンチに含め、定義されたインターフェースを経由して、そのモジュールを他のサブシステムや ECU と通信させることです。

### リアルタイムハードウェアの簡単な取り扱い

HIL システムを動作状態にし、これと通信を行うために、Real-Time Interface (RTI) 経由で、dSPACE のリアルタイムハードウェア (DS1006 Processor Board) に、Simulink®/Stateflow® モデルを短時間で自動的に実装できます。このスクリーンショットは、ControlDesk 試験用ソフトウェアを使用して作成したユーザインターフェース

▲ テストベンチの設定オプション：このユーザインターフェースは、試験ソフトウェア ControlDesk を使用して作成されています。開発者は、測定信号と動作状態を監視し、テストを実行できます。

の一部を示しています。3 つの設定オプションを簡単に切り換えられるモード設定機能が提供されています。さらに、重要なシステムおよびコントローラパラメータをプログラミングして、動作状態と同期させることで、システムおよびコントローラパラメータにオンラインで簡単にアクセスできるようになります。シミュレーションには、適切な運転操作 (μ スプリット、車線変更など) を入力するために、対話形式で操作できます。

### まとめ

この記事では、単独またはネットワーク化された ECU の制御機能の妥当性を確認し、広い範囲まで、リアルタイム条件下でビークルダイナミクスを検証する統合的な HIL システムの開発について説明しました。自動車業界がネットワーク化と数多くの ECU によって急速に進む複雑化に対処する唯一の方法は、新しい開発プロセスとテスト手法を使用することです。

出典：『Ein integriertes Hardware-in-the-Loop-System zur Funktionsabsicherung von vernetzten Fahrwerkregelsystemen』(ネットワーク化されたシャシー制御システムの機能の妥当性を確認する統合 HIL システム)、工学博士 X. Liu-Henke、Volkswagen AG 工学修士 Vitalij Nachtigal、パーダーボルン大学 (VDI Reports No. 1931、2006)、ドイツ