

# dSPACE

---

# NEWS

FACTS · PROJECTS · EVENTS

## お客様の事例

MAGNA STEYR 社 –  
SUV 用ハイブリッドドライブの開発

SCANIA 社 –  
バーチャルトラック

NASA、MPC –  
翼のある望遠鏡

## 製品情報

dSPACE シミュレータ –  
Camera-in-the-Loop



Audi 社 – AUTOSAR への取り組み

- 3 社長挨拶**  
社長 Dr. Herbert Hanselmann
- 4 お客様の事例**  
**4** MAGNA STEYR 社 – ハイブリッドドライブの開発  
**9** MPC、NASA – マッハ 0.8、40,000 フィートの挑戦  
**12** SCANIA 社 – ASM によるトラック全体の電子部品のテスト  
**16** ZF Lenksysteme 社 – オールラウンド計測ツール CalDesk  
**18** INSA Lyon – 安全な出産への取り組み  
**20** Audi 社 – AUTOSAR への体系的な移行  
**24** Volkswagen 社、パーダーボルン大学 – 柔軟な構成  
**26** AFRL – バーチャル航空機によるタービンエンジンのチューニング  
**28** ブラウンシュワイク工科大学 – ドライバー指向の車両計測  
**30** ナンシー大学、GREEN – 誘導モーターのワイヤレスベクトル制御

- 32 製品情報**  
**32** エレクトロニックアイ (dSPACE シミュレータ)  
**34** CalDesk 2.0 : さらに柔軟に  
**36** パラメータコントロールセンタ (ModelDesk)  
**37** TargetLink Reloaded  
**38** ニュース  
**39** お知らせ

**dSPACE NEWS**

dSPACE NEWSは下記により定期的に発行されています。

dSPACE GmbH · Technologiepark 25  
33100 Paderborn · Germany  
Tel.: +49 52 51 16 38-0 · Fax: +49 52 51 6 65 29  
dspace-news@dspace.de · info@dspace.de  
support@dspace.de · www.dspace.com

プロジェクトマネージャおよび執筆者: André Klein  
技術文書執筆者: Alicia Alvin, Bettina Henking-Stuwe,  
Ralf Lieberwirth, Sonja Lillwitz, Julia Reinbach,  
Dr. Gerhard Reiß  
編集者および翻訳者: Robert Bevington, Stefanie Bock,  
Dr. Michelle Kloppenburg, Christine Smith,  
dSPACE Japan 株式会社  
レイアウト: Beate Eckert, Tanja Raeisi, Sabine Stephan

© Copyright 2008

著作権所有。書面による許可なしに、本出版物の全部または一部を複製することを禁じます。複製する場合は、出典を明記する必要があります。出版物と内容は、予告なしで変更されることがあります。商標または製品名はそれぞれの会社または組織の商標または登録商標です。



**9** 成層圏天文台 SOFIA は、NASA と DLR のジョイントプロジェクトです。MPC Products 社は、このセーフティクリティカルなドアの開閉機構を開発するために dSPACE ツールを使用しています。



**12** トラックとバスのメーカー Scania 社 (スウェーデン) は、dSPACE シミュレータと自動車用シミュレーションモデル (ASM) を使ってトラックの ECU ネットワークで自動化テストを実行しています。



dSPACEは自動車産業に力を注いでいますが、当社のツールが役に立つのは、4つの車輪で走る自動車だけではありません。そのことは、本号の記事からおわかりになるでしょう。当社は元々、メカトロニクスから出発しました。自動車は、メカトロニクスの多くの適用分野の1つですが、現在、当社のビジネスの80%以上が自動車業界向けです。それは、この市場が大きな受容力を持っているため、自動車業界は、製品がどんどん複雑になるにもかかわらず、高いレベルの品質と効率性を維持し、同時に革新的な製品を送り出さなければならない大きなプレッシャーを受けているからとも言えます。

ツールのサプライヤとして、当社もそのプレッシャーを感じています。私たちが革新をもたらさなければならず、また、それを望んでいるのです。当社のツールが非常に複雑なのは、そのためです。お客様からの非常に多くの要求を満たす必要があるのです。このような重圧に耐え続けるための唯一の方法は、人材の雇用に集中的に資金を投じることです。

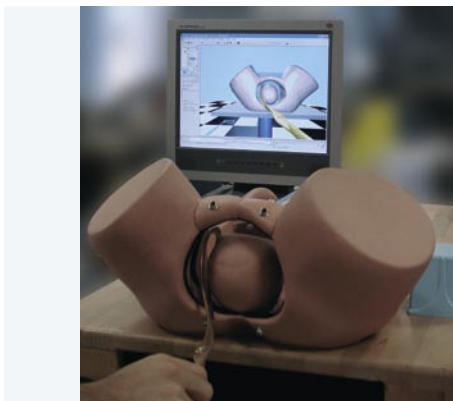
最近3年間に当社は、ドイツ国内だけで250名を超える新しい従業員を採用しました。全員がエンジニアリング、情報工学、またはその他の技術的な職業資格を持ち、そのほとんどが製品開発に従事しています。2007年には社内で約140件の求人案件があり、そのうち100件については従業員を採用できました。よく耳にする最近のエンジニア

不足を考えれば、これはかなりの成功と言えます。結局、当社が求めている人材は、お客様が求めている人材と同じなのです。新しい法規制の導入以来、非常に活発に行われているドライブレイン開発により、お客様も大いに人手を必要としているのです。

エンジニア不足の問題に悩んでいる国はドイツだけではありませんが、その問題を最も深刻に感じるのはドイツです。今後、ドイツでは新卒者の人口は減少すると予想されるため、当社も手をこまねているわけにはいきません。最近、当社ではProMINT（数学、情報科学、自然科学、工学）というプログラムを立ち上げました。その目的は、いくつかの異なるレベルで若者たちの科学技術への興味を刺激し、それぞれの技術分野へ彼らを導くためです。今後を見ずえて、10年後には新しい世代のエンジニアを迎えることができるように長期的な視野に立つ必要があります。当社は、この20年間と同様に、着実に自然な成長を続けることを目指しています。

そう、今年には創立20周年です。2008年はそれを大いに祝いましょう！

社長 Dr. Herbert Hanselmann



**18** アンペール研究所の出産シミュレータ BirthSIMは、産科医と研修医の技術習得を助けます。ControlDeskとMotionDeskで、シミュレートする出産時の複雑な状況を制御および可視化できます。



**32** カメラを搭載したHIL（Hardware-in-the-Loop）システムが車載エレクトロニクスの包括的なテストをサポートします。このシステムはディスプレイ計器のビジュアルチェックを実施します。

# ハイブリッドドライブの開発

▲ MAGNA STEYR 社は SUV にハイブリッドドライブを搭載

▲ ハイブリッドデモ車両に dSPACE プロトタイパーを使用

▲ MicroAutoBox と RapidPro がハイブリッドコンポーネントを制御

ハイブリッド車両のドライブトレインにコンポーネントを統合するためには、すべてのシステムをハイブリッドドライブ制御によって全体的に最適化できるように、電子システムと機械システムを広範囲に変更する必要があります。MAGNA STEYR 社とそのパートナー企業は、dSPACE プロトタイパー (MicroAutoBox と RapidPro) を使用して、新しいハイブリッドコンポーネントを量産車に統合し、制御システムを実装しました。ハイブリッドデモ車両 HySUV (メルセデス M クラス) では、dSPACE プロトタイパーをドライブトレイン制御の中心として採用することにより、ハイブリッドドライブを実現しています。MAGNA STEYR 社とそのパートナー企業はこのデモ車両をプラットフォームとして使用し、走行特性、燃費、排気ガスのさらなる最適化を目指しています。

## 将来のドライブシステム

内燃エンジンと電気駆動を 1 台の車の中で結合する場合、2 種類の駆動タイプの動作点を最適化させることにより、内燃エンジンのみを搭載する車と比べて、燃費、ダイナミクス、排気ガスを大幅に改善することができます。MAGNA STEYR 社は、MAGNA POWERTRAIN 社および Siemens VDO 社と共同で、モジュラー方式のハイブリッドドライブシステムを開発しました。この中で、「将来の車両ドライブ」のための専門家ネットワークである K-net KFZ の研究成果を利用しました。燃費、ダイナミクス、排気ガスを最適化できる可能性を調査するため、MAGNA 社が開発したハイブリッドコンポーネントが、自動車メーカーのサポートを得ながらプロトタイプドライブトレインに統合されました。制御システム、およびドライブトレイン

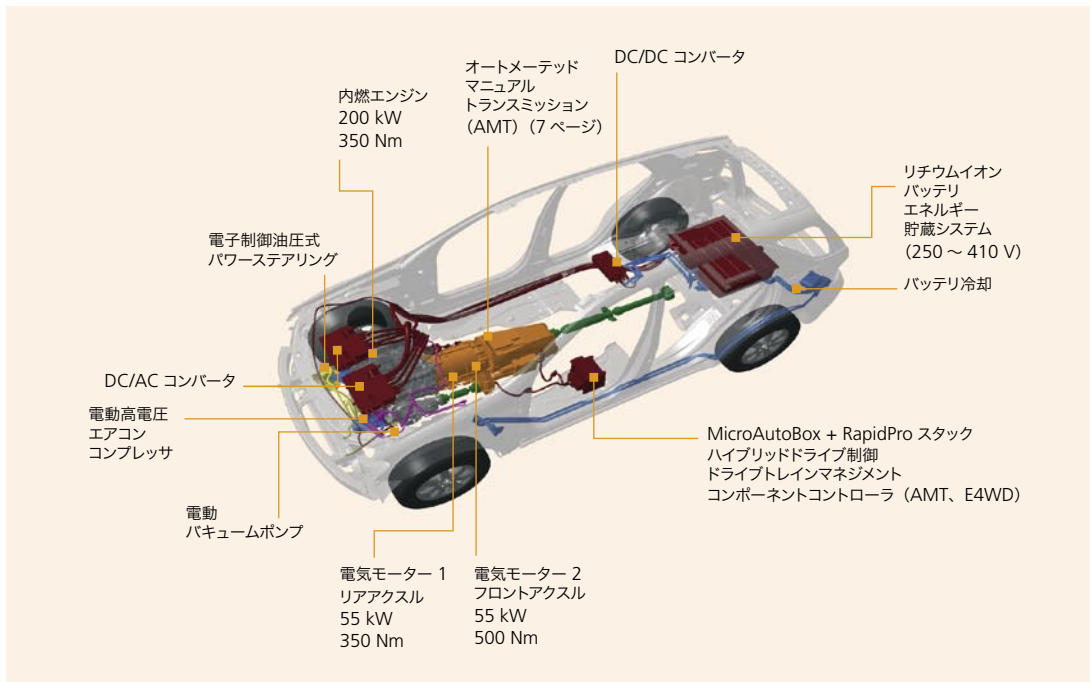
内部で相互接続される新しいコンポーネントは、主幹ハイブリッドドライブ制御に基づき、dSPACE プロトタイパー (MicroAutoBox と RapidPro) を使用して実装されます。MAGNA STEYR 社は、この作業をハイブリッドデモ車両 HySUV (メルセデス M クラス) の車内で実施しました。

## ハイブリッドコンポーネント

HySUV デモ車両では、ML350 (メルセデス M クラス) のオートマチックトランスミッション (AT) とトランスファケースを、オートメーテッドマニュアルトランスミッション (AMT) とハイブリッドモジュール (E4WD モジュール) に置き換えました。電気式四輪駆動を備えるフルハイブリッドドライブトレインは、このようにして実装されました。リアアクスルは内燃エンジンと電気モーターの両方によって駆動され、フロントアクスルは純粋に電気モーターのみで駆動されます。このモジュール型ドライブトレインコンセプトの核となるものが、MAGNA 社の E4WD モジュールです。このモジュールは、出力 55 kW の 2 基の電気モーターと、トルク伝達を制御する 4 基の油圧式多板クラッチで構成されています。電力は、MAGNA STEYR 社が開発した 70 kW/360 V リチウムイオンバッテリーシステムに蓄積されます。電気モーターのみで駆動する場合に備え、内燃エンジンの補機類を電動式のコンポーネントに置き換えています。



▲ デモ車両 HySUV (メルセデス ML350 改造) によるハイブリッドドライブの体験：  
ドライバーと乗員は、ディスプレイに表示される 3 つの駆動ユニットのトルク伝達状況を見ることができます。



◀ デモ車両に搭載されたハイブリッドドライブトレインのすべてのコンポーネントは、dSPACE プロトタイプ（MicroAutoBox と RapidPro ハードウェア）によって制御されます。

### プロトタイプハードウェアの選択

目標は、ハイブリッドドライブトレインのすべてのコンポーネントを、たったひとつのプロトタイプで制御することでした。この目標を達成するために、処理能力とハードウェアインターフェースに厳しい要求が課されました。そのため選択された MicroAutoBox は、それ以来、MAGNA STEYR 社の標準ツールとなり、幅広い種類のドライブトレインアプリケーションのプロトタイプを効率的に実装するために使用されています。限られた開発期間と、わずかな数量しか必要とされない状況では、社内または外注でハードウェアを開発することは合理的ではありません。そこで、MAGNA STEYR 社は、MicroAutoBox に加えて RapidPro システムを使用しています。RapidPro は設定と拡張を自由に行えるドライバードウェアソリューションで、MAGNA STEYR 社の要件を完全に満たします。ソフトウェアおよびハードウェアによって信号の入出力を変更できるという柔軟性は、特にプロトタイプ開発の初期段階において、センサシステムとアクチュエータシステムがまだ完全に定義されていない場合に効果を発揮します。制御ロジックソフトウェアに統合可能な診断コンポーネントを組み合わせ、十分な実績と信頼性を備えた RapidPro ハードウェアのおかげで、制御ロジック開発の重要な側面に集中することができます。MAGNA STEYR 社は HySUV デモ車両のために、3 台の RapidPro Power Unit と 1 台の RapidPro Control Unit (MPC565) で構成されるスタックを使用しています。

「MicroAutoBox が MAGNA STEYR 社の標準ツールとなったことにより、幅広い種類のドライブトレインアプリケーションのプロトタイプを効率的に実装できます」

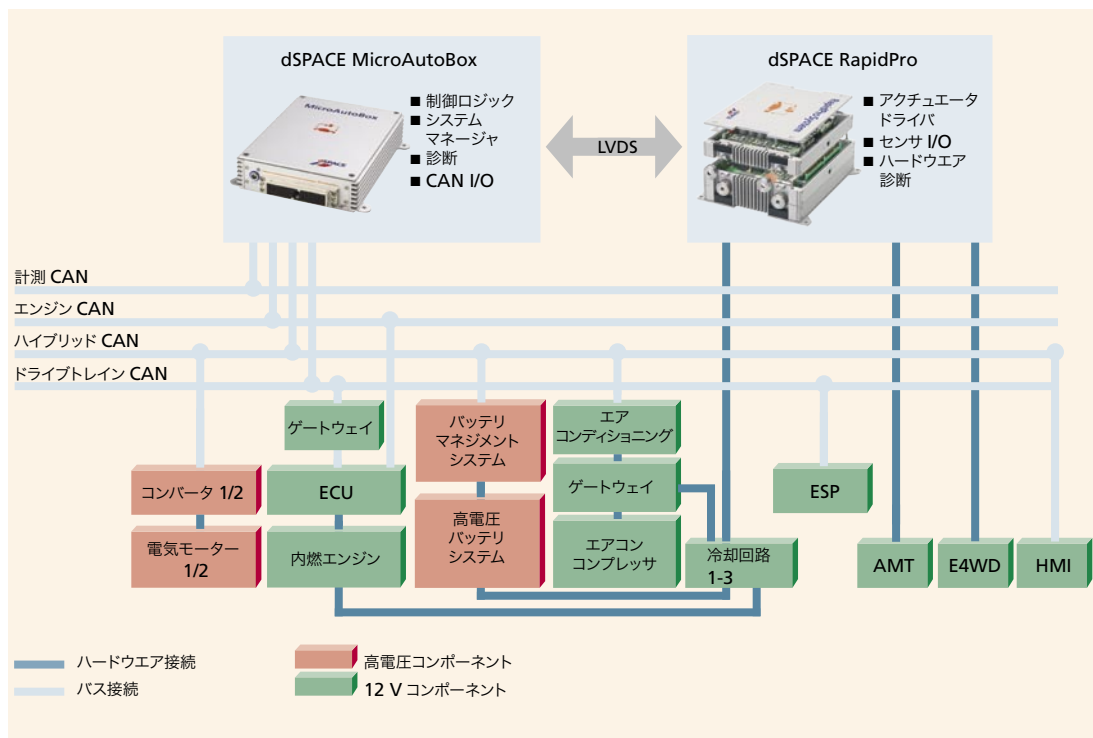
工学修士 Theodor Schöberl, MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & Co KG

### RapidPro システムのデータ

- PWM 信号により制御される 13 個のバルブと PWM 同期電流計測
- 4 台の PWM 制御ポンプ
- 圧力、排気量、エンジン回転数の計測に使用する 12 個のデジタル入力
- 温度と圧力の計測に使用する 8 個のアナログ入力

### 統合された開発プロセス

開発の当初から、制御ロジックとソフトウェアの開発プロセスでは、量産開発、特に量産コード生成へのシームレスな移行を重視しています。MAGNA STEYR 社では、量産コードの生成に TargetLink を使用しています。このための要件が設計段階の構成管理の時点から考慮され、モデリングガイドラインとモデルライブラリに反映されています。いくつかの階層レベルにまたがってモジュール化を行えるように



▲ システムアーキテクチャ：車両内部にネットワーク化された dSPACE プロトタイプ

Simulink®/Stateflow® 開発環境が拡張され、複数のエンジニアリングチームに作業プラットフォームを提供するとともに、シミュレーション、ラピッドプロトタイピング、量産コード、テストベンチ操作のバージョン管理もサポートしています。

### 制御ロジックの開発

ドライブレインコンポーネントのモジュラー型の設計は、ソフトウェア設計に反映されています。この方式は、多数のハイブリッドドライブレイン構成に拡張することが可能で、量産プロジェクトにおけるユーザ固有の機能に対しても対応します。制御ソフトウェアは、ドライブレイン内部のトルク伝達経路全体を制御するロジックとインターフェースから構成され、ドライバー入力の取得からドライブコンポーネントのための動作点の選択、最適なトラクションを得られるような駆動トルク配分、さらにはカップリングとオートメテッドマニュアルトランスミッション (AMT) と補機類のためのコンポーネント制御までを網羅します。これらに加えて、ドライブレイン内部のコンポーネントの動作状態を制御し、制御ロジックソフトウェアと RapidPro スタックからの診断情報を取得、評価するための中央制御ロジックが備わります。

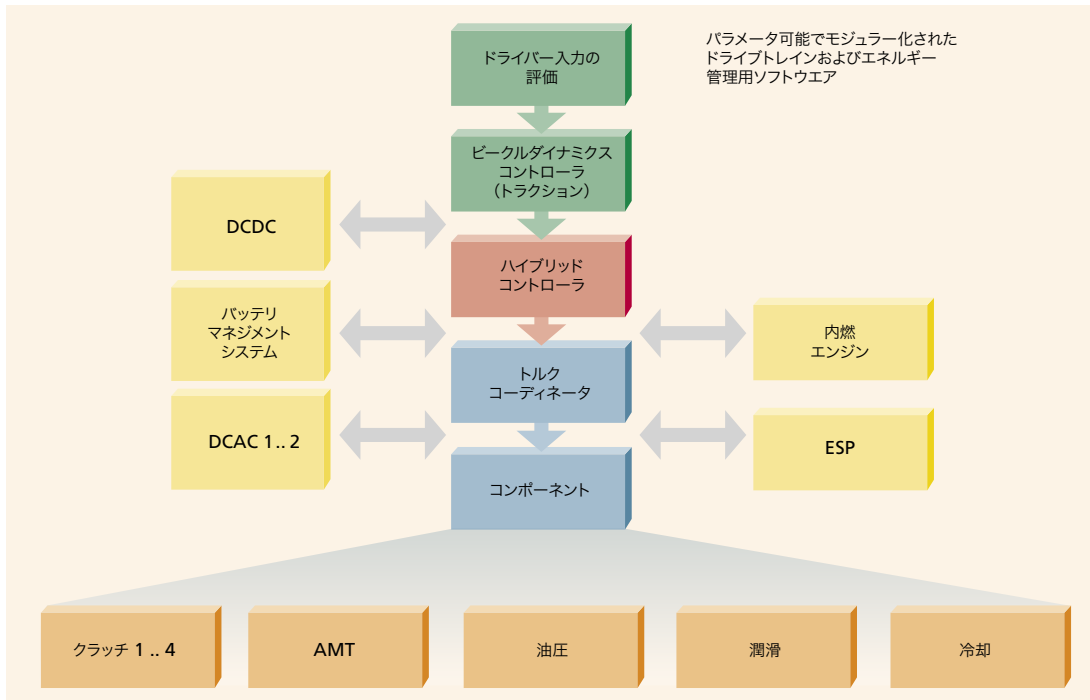
### ソフトウェアコンポーネント

- **ドライバー入力の取得：**  
アクセルペダル、ブレーキペダル、ギアレバーを介して、ドライバーが要求するトルクを決定します。

- **ピークルダイナミクス制御システム：**  
ドライバーによるトルク要求を、3つの駆動ユニットの利用可能状況に基づき、トラクションを最適化するように各アクスルへ配分します。
- **ハイブリッド制御システム：**  
効率性、ダイナミクス要求、バッテリーの充電状態、快適性、熱的な動作条件を考慮して、トルク配分と必要なギアを決定します。
- **トルクコーディネータ：**  
ドライブレイン内部の設定および制御の過渡プロセスを管理します。
- **コンポーネント制御：**  
オートメテッドマニュアルトランスミッション (AMT) と E4WD モジュールのコンポーネントを制御します。

### コンポーネントのテスト

コンポーネント制御やトランスミッション制御などのハードウェアに関する制御ロジックは、プロジェクトの早い段階にプロトタイパーのハードウェアを使用して、コンポーネント上でテストと最適化が行われます。走行制御の中心となるハイブリッド制御システムは、実際に機能する車両を用意するまでテストを行うことができません。それにもかかわらず、プロジェクトの初期段階で機能を検証することが求められており、そのためにはシミュレーション環境を用意する必要があります。そこで、プロジェクト初期段階のコンセプト評



▲ 数多くのソフトウェアコンポーネントにより、アクセルペダル、ブレーキペダル、ギアレバーを介して伝えられるドライバーの要求に対して、ハイブリッドドライブが最適に反応します。

価に使用されたドライブトレインとハイブリッドコンポーネントのモデルを調整することによって、この環境を生み出しました。パラメータ化が可能なドライバーモデルのおかげで、さまざまな走行プロファイルを実装して、発進操作時、スロットルのオン/オフ時、ギア変更時における走行動作を評価し、さらに極限状態でのシステム動作を検証することができます。こうして作成されたモデルは、MicroAutoBox 上でハイブリッド制御システムと組み合わせて実行できるため、コード生成とランタイムプロパティの効果を早い段階で検討することができます。

#### 現在のモデルデータ

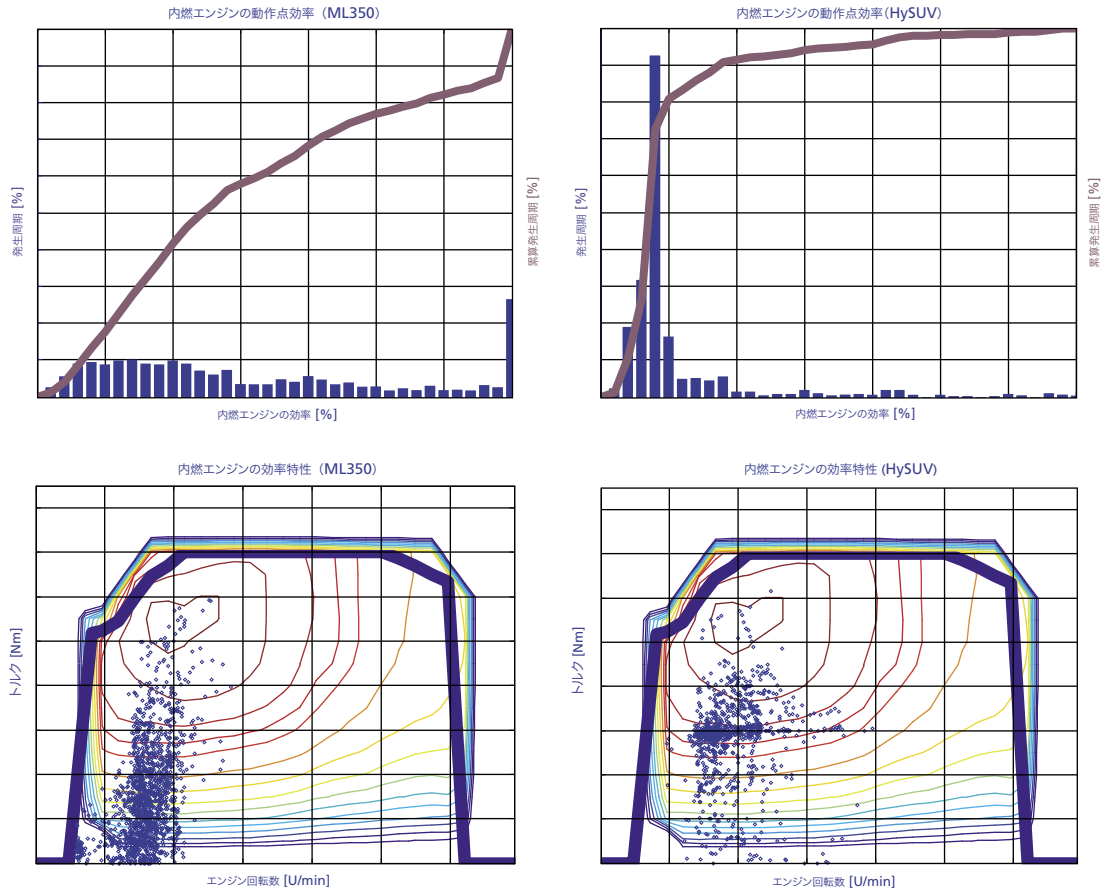
- 44,000 ブロック
- 257,000 ラインの C コードを生成 (Real-Time Workshop®)
- コード生成時間：1 時間 40 分 (Core 2 Duo 2.67 GHz ; 4 GB RAM)
- 4.5 MB MicroAutoBox アプリケーション
- 4 つのタスクを MicroAutoBox 上で CPU 負荷 95% で実行

#### 最適化のステップ

ハイブリッド制御システムの中では、多数の異なるドライブトレイン構成のために必要となる複雑な計算をすべて並列で処理しなくてはならず、そのために非常に高い処理能力が求められます。リソースを体系的に配分するためのマルチタスクシステムは以前から導入されていましたが、統合段階で大規模なモデルを扱うときには、MicroAutoBox の性能を限界まで使用しました。それでも、リソース消費を検討してコードの見直しを行うことにより、モデル内部における CPU 実行時間の浪費を見つけました。コードジェネレータ (Real-Time Workshop®) 内部の最適化調整に加えて、コードの効率性を向上させるためにはモデル化をさらに推し進めることが必要でした。

#### 車内での制御システムのコミッショニング

システムは徐々に車両に実装されていきました。最初のパラメータ設定の段階で、内燃エンジンの動作点配分に関する制御方式について、すでに好ましい効果が現れました。効率性の低い動作点は、完全な電気制御、または内燃エンジンの負荷点移動に置き換えられています。現在のコミッショニング作業では、drive-off 制御とブーストに焦点を絞っています。調整されたシミュレーションモデルと実際の計測値に基づいてハイブリッド制御システムをシミュレートすることにより、車両開発をサポートしています。



▲ お客様の視点に立って比較運転を実施したところ、内燃エンジンの動作点配分に関する制御方式は好ましい効果を示しています。効率性の低い動作点は、完全な電気制御、または内燃エンジンの負荷点移動に置き換えられます。その結果、動作点が内燃エンジンの最適な動作範囲へと明確に移動しています。

### 次のステップ

制御ロジックソフトウェアの実装とテストに成功し、現在は、さらなる最適化を目指してテストドライブを行っている段階です。実績のあるモジュラー方式の dSPACE プロトタイプは、必要な信頼性と柔軟性を備えています。今後の課題として次のことが計画されています。

- ドライブトレイン内部のダイナミックプロセスの調査と最適化
- ダイナミックプロセスを研究するためにドライブトレインモデルを拡張し、シミュレーション内部でトラクション制御システムをさらに開発
- 動力性能、燃費、排気ガスに関する制御方式の最適化
- 最適なブレーキエネルギー回生のために、制御方式へのブレーキシステムの統合をさらに促進

- リチウムイオンバッテリーを量産レベルにまで開発。バッテリー管理システムの制御ロジックソフトウェアを開発するために TargetLink を使用

工学修士 Theodor Schöberl  
工学修士 Franz-Gunnar Grein  
部門：  
Drivetrain Control Systems  
(ドライブトレイン制御システム)  
MAGNA STEYR  
Fahrzeugtechnik AG & Co KG Graz  
オーストリア



# マッハ 0.8、 40,000 フィートの挑戦

米国イリノイ州スコキーに本拠を置く MPC Products Corporation 社は、NASA が採用するアクチュエータ制御システムを開発しました。この制御システムは、大型の赤外線望遠鏡を収容する改造されたボーイング 747 の後部胴体にある大きなキャビティを覆う、キャビティドアシステム用の駆動システムを制御することを目的としています。この望遠鏡は、航空機内に搭載されるものとしては今までで最も大きく、複雑な分子、新たに形成されつつある太陽系、あるいはブラックホールなどの天体から発せられる赤外線の研究に役立ちます。MPC では、この非常にユニークなプロジェクトのために、dSPACE のツールをいくつか使用して、制御ソフトウェアを設計しています。

MPC Products Corporation 社は、4 年を超える NASA プロジェクトの最終テストフェーズを完了しつつあります。このプロジェクトは、今までで最大の望遠鏡を航空機に搭載するために、キャビティドア駆動システム (CDDS) を機械的に操作するアクチュエータ制御システムを開発することを目的としています。この反射式望遠鏡により、科学者達は、恒星、彗星、小惑星、形成されつつある太陽系、ブラックホールなどの遠くの天体を研究できるようになります。この望遠鏡は、成層圏天文台 (改造されたボーイング 747SP) の内部に常置されています。NASA ではこの天文台を SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy) と呼んでいます。

## 成層圏観測の必要性

SOFIA の望遠鏡は、2.5m の口径を持ち、最大の大きさと高さを持つ地上望遠鏡であっても不可能な観測を可能にします。この望遠鏡は、DLR (ドイツ航空宇宙センター) から NASA に提供されたものであり、多種多様な天体から発せられた赤外線やエネルギーを検出するように設計されて



▲ 若い恒星 L1157 を可視光で見た場合 (左) と赤外線イメージで見た場合 (右)。可視光では、暗黒に見える。  
クレジット : NASA, JPL Cal Tech, L. Looney (イリノイ大学)

います。大半の形態の赤外線/エネルギーは、地球の大気圏内の水蒸気によって遮断されてしまうため、地上の望遠鏡から観測することはほとんど不可能です。しかし、地上約 40,000 フィートの高さを飛ぶ SOFIA 望遠鏡は、地上の望遠鏡と比較して 100 ~ 1,000 倍の赤外線を検出する能力を持つこととなります。

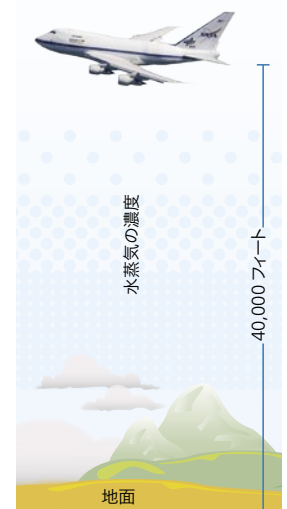
## 空へのドア

この卓越した観測能力を実現するために必要となる重要な工学的側面の 1 つは、CDDS の設計です。MPC のプログラマネージャ Chris Wall 氏によると、課題となるのは、40,000 フィートの高度をマッハ 0.8 (約 500mph) の速度で飛ぶ航空機上で、大きな望遠鏡のキャビティドアを開閉することができるアクチュエータ制御システムを設計することでした。速度と高度に加えて、MPC では、氷の生成、慣性負荷、重力など、その他の負荷となる要素を考慮する必要がありました。

「これは間違いなく、これまで私たちが行った中で最も総合力を問われるソフトウェアプロジェクトになりました。次の 6 ヶ月以内に、私たちは、航空機上でドアシステムを開閉できるハードウェアを (NASA に) 納める予定です」と Wall 氏は述べています。

MPC Systems の主任エンジニア Matt Polley 氏は、望遠鏡の運用には、電磁モーターを駆動して望遠鏡の位置を調節するコンピュータ化された制御システムが用いられると説明しています。望遠鏡が、観測対象に対する機体の保持位置に応じて移動するのに合わせて、ドアは望遠鏡の後ろを追って接近することが要求されます。「私たちがドア用に設

- ▲ NASA プロジェクト : Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy (SOFIA)
- ▲ 飛行中にキャビティドアを開閉する上での課題
- ▲ dSPACE のツールを使用して開発されたセーフティクリティカルな制御方式



▲ 40,000 フィート (約 12 km) の高さでは、水蒸気の濃度がほぼ 1/1000 まで減少します。

計した制御システムは、電子制御ユニットからの命令を受け  
る2つの冗長駆動されたアクチュエータから成ります。位置  
と速度の正確な制御が、ドア設計の重要な部分です。ドア  
の動きが正確でなかったり、速過ぎたり、設定された制  
限を超えたりすると、機体が損傷し、大事故を引き起  
こす恐れがあります」と Polley 氏は述べています。

### アルゴリズム設計

アクチュエータ制御システムを開発するために、MPC の  
チームは、dSPACE のツールを利用してシステムの動  
作環境をシミュレートするテスト装置を設計しました。

**「これは間違いなく、これまで私たちが行った中で  
最も総合力を問われるプロジェクトになりました」**

**Chris Wall, MPC Products Corporation**

モジュール型のシステムの構築には、リアルタイムで高速な  
サンプリングレートを実現する dSPACE DS1005 プロセッ  
サボード、dSPACE リゾルバカード、dSPACE エンコーダ  
カード、そして多様な I/O の種類を必要とするアプリケー  
ション用に設計された dSPACE DS2201 アナログ/デジ  
タル Multi-I/O ボードが使用されました。Polley 氏が言う  
ように、制御設計を微調整し、実際の運行時に CDDS に  
発生する空力的負荷と重力負荷をシミュレートするための  
制御方法を生み出すために、dSPACE のさまざまなツール  
が使用されました。設計プロセスの一部として、400 を超え  
るシステムレベルの要件を考慮に入れる必要がありました。  
「このプロジェクトで最も重要な要素の1つは、航空機の運  
行中にアクチュエータに発生する横揺れ負荷と重力負荷を  
シミュレートすることでした」と Polley 氏は述べています。  
「この動作は線形関数として定義できないため、閉ループ

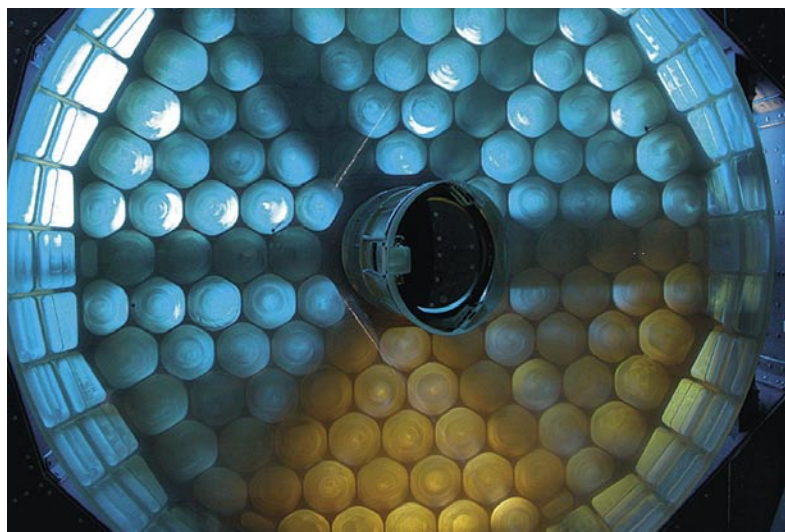


制御を実行する、専用のコンピュータシステムを  
作る必要がありました。このシステムは、負荷とい  
う点で非常に大きく、トルク出力が比較的低い私  
たちの標準的な動力計よりも複雑です」 Polley 氏はさら  
に続けて、「ソフトウェア開発の特徴を私たちの手で捉えるこ  
とが最も大きな課題でした。私たちは、開発プロセスを促進  
するために、dSPACE のさまざまなツールを使用しました。

**「制御設計を微調整し、40,000 フィートの高度での  
実際の運行時に、NASA の SOFIA プログラムのキャ  
ピティドア駆動システムに発生する空力的負荷と重  
力負荷をシミュレートするための制御方法を生み出  
すために、dSPACE のさまざまなツールが使用され  
ました」**

**Matt Polley, MPC Products Corporation**

これらのツールは、適応性が非常に高く、MPC でも複数の  
プロジェクトで使用されています」と述べています。



◀ 天体からの光を 2.5m の  
SOFIA の主鏡を通して観測。  
左写真は鏡に不透明な  
アルミニウムコーティングが  
施される前に撮影したもの。  
写真：Stratospheric  
Observatory for Infrared  
Astronomy (SOFIA)  
Education and Public  
Outreach (E/PO)  
Universities Space  
Research Association  
(USRA)



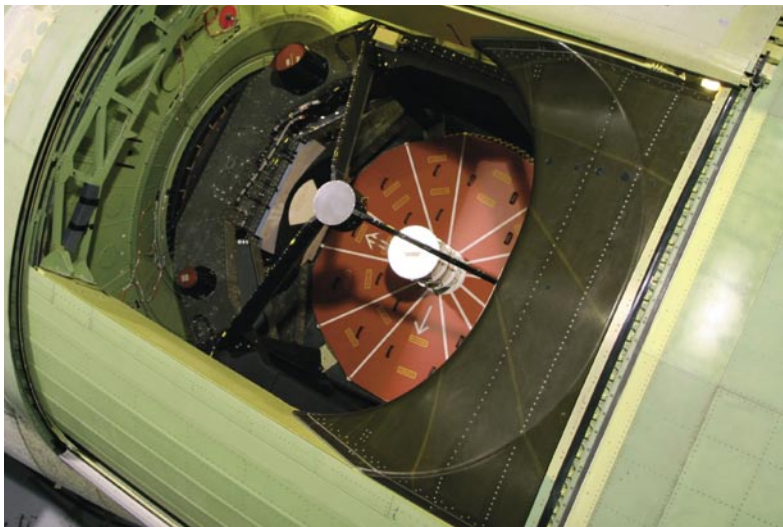
▲ テスト飛行中のボーイング 747SP。SOFIA 赤外線望遠鏡は機体後部に設置されます。

### テストフェーズ

MPC は、最初の開発ユニット製作の最終段階を完了しつつあります。MPC では、運行中および空中で望遠鏡と CDDS に発生する可能性のある、考えられる限りのあらゆる状況をシミュレートすることにより、アクチュエータ制御設計が正常に機能することを実証する“テストのみ”のフェーズを開始する準備を行っています。NASA は、2008 年の 8 月に装置を入手し、独自に CDDS のテストを開始する予定です。「私たちは、素晴らしいチームを擁しています。私たちは、

NASA と直接連携して、彼らの期待に応えられるようソフトウェアの効率化を図ってきました。共同作業もたくさん行っています」と Wall 氏は述べています。MPC は、NASA の現場に行き、SOFIA 航空機に搭載されるキャビティアシストシステムとアクチュエータ制御システムの統合という面から NASA をサポートする予定です。また MPC は、ドア開放飛行テストの実施準備をすることで NASA を支援します。このテストでは、星座の赤外線画像が初めて撮影されることになっています。

<SOFIA 公式サイト>  
[www.sofia.usra.edu](http://www.sofia.usra.edu)  
<MPC Products Corporation>  
[www.mpcproducts.com](http://www.mpcproducts.com)



◀ NASA の Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy の心臓部となる望遠鏡は SOFIA 747 の機体後部に収容されています。ドアがまぶたのように開閉します。  
写真提供：NASA、USRA (Universities Space Research Association)、および L-3 Communications Integrated Systems

# ASM によるトラック全体の電子部品のテスト

Scania 社では dSPACE シミュレータを使用して、ネットワーク化された 33 個の ECU をテスト

dSPACE の ASM (Automotive Simulation Models) によるバリエーション処理

バーチャルに再現したバスとトラックを使用した自動化テスト

大型トラックとバスを製造するスウェーデンの Scania 社は、ネットワーク化された電子制御ユニット (ECU) の自動化テストを行うために統合実験室を構築しました。その基盤となるのが、dSPACE の HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータとリアルタイム ASM (Automotive Simulation Models) です。この実験室は、33 個の ECU と 11 の CAN ネットワークを備え、Scania 社のバスとトラックをバーチャルに再現します。またアーキテクチャは、従来よりも多数の車両構成をテストすることができるため、回帰テストを行う環境としては理想的です。

さまざまな電子制御ユニット (ECU) が複数の通信バスをまたがって複数の制御ロジックを実行しているとき、どのようにすれば ECU 間の通信を検証できるのでしょうか? 当然ながら、徹底的なテストを行うしかない、と答えざるをえません。トラックには、ダンプカー、多数の (駆動) アクスル、さまざまなギアタイプといった特徴のために、乗用車よりはるかに多くのバリエーションが存在します。そのためテストにおいては、効率的なバリエーション処理が重要な要件となります。大型トラックとバスのメーカーである Scania

「テスト手順の作成時間が、手作業で同じテストを行う場合と比べて長くかかることもありますが、ほとんど準備を必要とせずに同じテストを何度でも即座に実行できるために、回帰テストにおけるテスト時間が短縮されます。この再現性が利点となっています」

Mikael Adenmark, Scania



すべてのトラックバリエーションを徹底的にテストする必要があります。



◀ Scania 社で使用される  
ネットワーク化された HIL  
(Hardware-in-the-Loop)  
シミュレータ

社にとって、このような複雑な車両の検証には莫大な量のテストを必要とするため、手作業でテストを行うことは事実上不可能になり、テストの自動化が求められていました。

### リアルタイム統合実験室

ネットワーク化された ECU のテストをより効率的かつ体系的な手法で実施するために、Scania 社は、ECU をバーチャルトラックに統合することのできる、最先端のリアルタイム統合実験室を開発しました。これまで手作業で行われていた ECU テストのプロセスは、現在では、Python ベースの

**「多数のシミュレータを通して dSPACE の ASM (Automotive Simulation Models) を使用することにより、バーチャルトラックのパラメータ設定をすばやく確実に行うことができます」**

Mikael Adenmark, Scania

テストフレームワークを使って実行されています。このシステムは、ブレーキマネージメント、全輪駆動、衝突安全、エンジンマネージメント、エアコンといった主要なシステム機能を受け持つネットワーク化された 33 個の ECU と、さまざまなエンジンや車両構成に適合するように ECU 間の通信を行う 11 の CAN ネットワークで構成されています。すべてのバリエーションについて共通のテストループを生成することにより、Scania 社がこの新しい自動化環境で検証可能なテストバリエーションの量は、大幅に増加しました。テスト手順の作成時間が、手作業で同じテストを行う場合と比べて長くなることもありますが、ほとんど準備することなく同じテストを何度でも即座に実行できるように、回帰テストにおけるテスト時間が短縮されます。テストバリエーションが記録され、いつでも再利用が可能なため、再現性に優れています。Scania 社の統合実験室がもたらすもうひとつの大きな効果は、外部のサプライヤから次々に

リリースされるソフトウェアの最新バージョンを簡単にアップロードできるという点です。システム全体にわたって最新バージョンが瞬時にアップロードされるため、質と量の両面において、統合実験室は優れたテスト用リソースを提供します。

### ネットワークシミュレータ

Scania 社の統合実験室の中心部は、dSPACE Full-Size HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータラック 5 基と、テストデバイスを搭載するための関連した ECU ラックで構成されています。ラックには、さまざまな入出力デバイスが装備されています。複数のプロセッサボードが Gigalink ケーブルを介して接続されているため、統合実験室は包括的なマルチプロセッサシステムとなっています。すべての ECU と通信の概要は、50MB の Simulink® モデルで表現されます。すべてのテストは、dSPACE の 3D オンラインアニメーションソフトウェアである MotionDesk によって視覚化され、走行しているトラックの動作を本物そっくり再現します。この環境のおかげで、Scania 社はこれまでよりもはるかに多様な車両バリエーションをテストループに取り込めるようになり、分散した機能を持つネットワーク化された ECU が特定の条件からどのような影響を受けるのかを一層良く理解できるようになりました。

### シミュレーションモデル

5 基のシミュレータラックのうち 2 基は、パワートレインおよび必須のトラック用 ECU (ギアボックス、エンジン制御ユニット、インストルメントクラスタ、視界システム、コーディネータシステムなど) の組込みテストのために使用されます。Scania 社はテスト用のシミュレーションモデルとして、dSPACE の ASM (Automotive Simulation Models) の中からディーゼルエンジンシミュレーションパッケージと排気ガス後処理モデルを使用しています。エンジンモデルは、

5気筒9リッター、6気筒12リッター、8気筒16リッターなど、さまざまなエンジンを取り扱うことができます。ギアボックスは、マニュアルトランスミッション、最高16段変速まで可能なオートメーテッドマニュアルトランスミッション (AMT)、多様なオートマチックトランスミッション (AT) システムに対応しています。これらのモデルを使用すると、パラメータをトラックの仕様に合わせることや、テストしたトラックの種類をリアルタイムにシミュレートすることが簡単に行えます。

**「dSPACE シミュレータ上で自動化テストを行うと、すべてのバリエーションについて共通のテストループを生成することにより、検証できるバリエーションが大幅に増加します」**

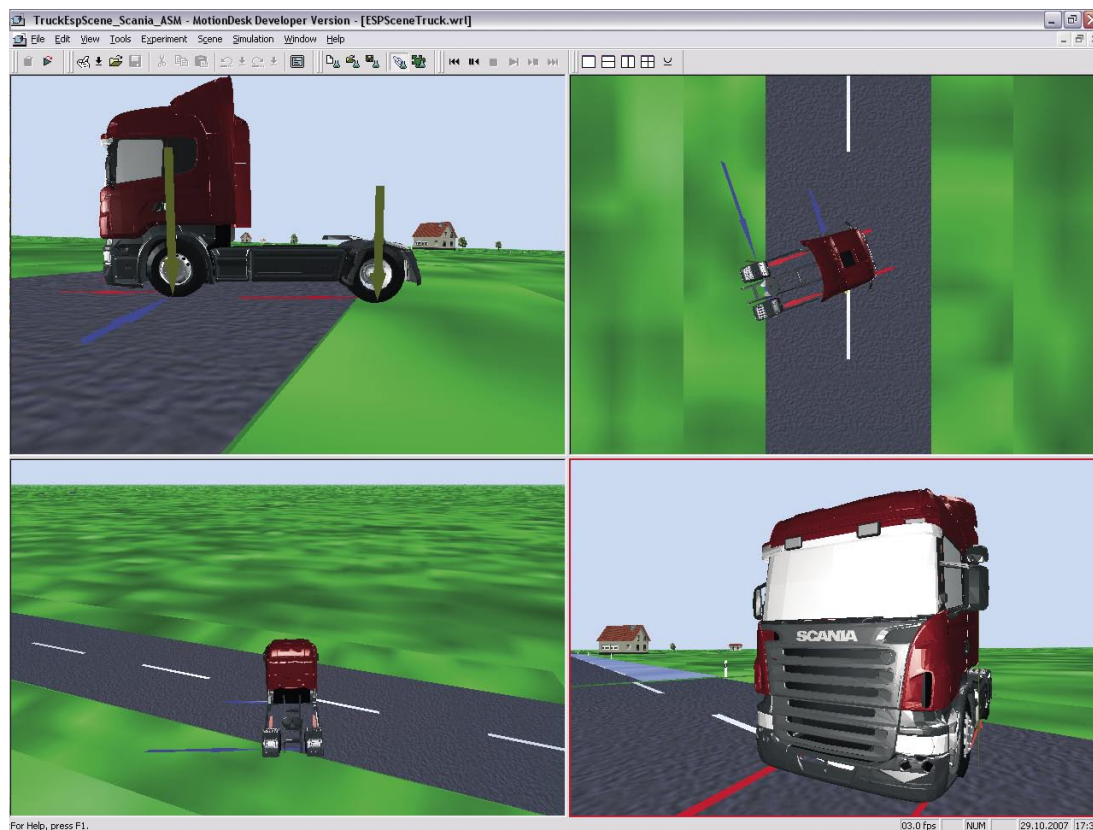
Mikael Adenmark, Scania

別の2基のシミュレータトラックは、ビークルダイナミクス ECU (ブレーキマネジメント、エアプロセッシング、サスペンションマネジメント、全輪駆動、ドアロックと防盜アラーム、バスシャシー、ボディワークシステムなど) のテストのために使用されます。すべてのネットワーク化されたトラック用 ECU のテストには、ASM ディーゼルエンジン

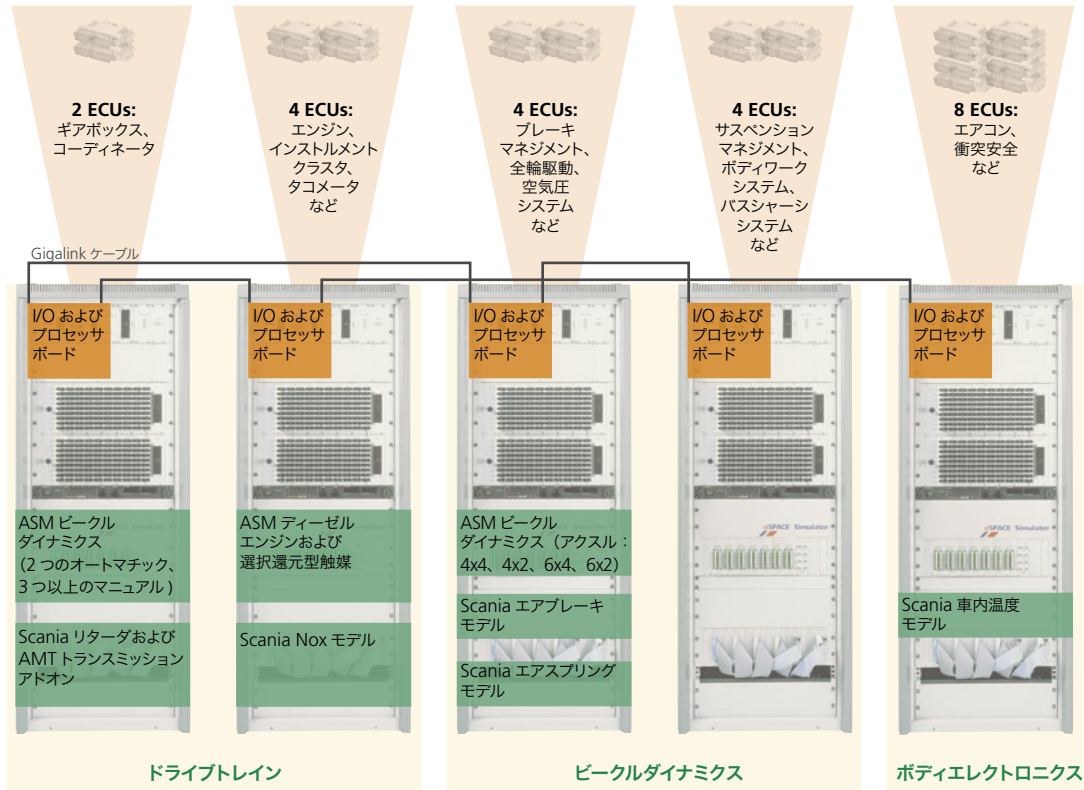
シミュレーションパッケージと ASM トラック用ビークルダイナミクスシミュレーションパッケージを使用しました。車両モデルは、2本または3本のアクスルを備えるトラックやバスをシミュレートできます。アクスルのうち1本か2本は、駆動軸とすることができます。残る1基のシミュレータトラックは、ボディ ECU (ヒータ、インフォテインメント、エアコン、衝突安全、オーディオ、時計およびタイマーシステムなど) のために使用されます。Scania 社が開発したシミュレーションモデルは、容易にテストシステムに統合されました。さらに Scania 社は、ASM をパワートレインシミュレータとしても利用することにより、異なるシステム間でモデルパーツとパラメータ設定を効率よく交換できると見込んでいます。

### CAN バスシステム

多数の ECU 間でスムーズな通信を実現することには、常に困難を伴います。Scania 社の車両では、250 Kbps の通信速度を持つ3つの J1939 CAN バスを介して主要な通信を行っています。ECU は、ドライブトレイン用、快適システム用、ECU 間通信用など、11の CAN ネットワークを介して接続されています。それぞれの ECU は、二重バスの1つに接続するか、あるいは完全に切り離すことができます。



▲ テストドライブを示す MotionDesk のスクリーンショット



▲ ECU ネットワーク全体の模式図

現在、Scania 社は統合実験室を使用して以下のことを行っています。

- すべての ECU を CAN ネットワークに接続したときに、正確な CAN メッセージが正確な間隔で送信されていることを確認するための CAN 通信テスト
- 信頼性を測定するためのユーザ機能テスト
- 特別な環境が ECU に及ぼす影響を見極める耐久性テスト (例: システム電圧が低下したとき、あるいは、1 個または複数の ECU でアースが不良になったときに、ECU 間の通信がどのように影響を受けるか)
- ECU センサの欠陥や、電気接続の欠陥を検出するための診断テスト

### 統合実験室の利用効果

統合実験室の中では、dSPACE シミュレータテクノロジーが乗用車よりもはるかに複雑な大型車のネットワークを制御しています。スクリプトベースのテスト方法は再現性を向上させ、さらなるテストを実施する場合に役立ちます。そして自社のシミュレーションモデルを統合したことで、大幅な柔軟性が生まれています。バリエーションを入れ替えながら、分散した機能にまたがって複数の ECU 上で回帰テストを

実行できるため、Scania 社における ECU の開発とテストのプロセスが著しく簡素化されました。

Mikael Adenmark  
Scania CV AB, Södertälje  
スウェーデン

### 用語解説

#### 回帰テスト -

新しい変更が、すでにテストされたコンポーネントに影響を及ぼさないことを確認するために、ひとつのテストパートまたはすべてのテストシーケンスを反復するテスト

#### J1939 CAN バス -

車両コンポーネント間の通信と診断のために使用される車両バス規格

#### 統合実験室 -

ECU のネットワークと通信をテストするために現実の ECU とバーチャルトラックモデルを結合したシステム

注: この記事で述べた統合実験室のハードウェアとテストオートメーションフレームワークの内容は、米国イリノイ州シカゴのロスモントで開催された 2006 Commercial Vehicle Engineering Congress and Exhibition において、Adenmark 氏と Deter 氏により発表されました。『Testing Networked ECUs in an HIL-based Integration Lab』の論文は、SAE International を通じて入手可能です (参照番号 2006-01-3495)。

# オールラウンド計測ツール CalDesk

ステアリングシステム  
開発に使用される  
CalDesk

異なるソースからの  
相関計測データの取得

単一サプライヤ製  
ツールチェーン

ステアリングシステムの開発を可能なかぎり円滑に進められるよう、ドイツの ZF Lenksysteme GmbH は、さまざまな dSPACE ツールで構成された環境を構築しました。CalDesk 計測および適合ソフトウェアは、その中で複数のタスクを実行します。さまざまなハードウェア装置へのアクセスを提供し、異なる計測データを相関性のある形式で表示します。dSPACE NEWS は、ZF Lenksysteme 社のソフトウェア開発チームのメンバーである Andreas Stöffler 氏に CalDesk の利点について話を聞きました。

## Stöffler さん、あなたの部署の担当業務は何ですか？

私たちの業務は、電動パワーステアリングシステムのテストで、その一部は動作状態でテストを行います。これは対象の部品、つまり、ECU とサーボモーターを路上走行時と同じ状態にして実施します。ステアリングに影響するトルクと力をシミュレートして、ECU とサーボモーターの反応を調べます。

## 作業環境にはどんなツールがありますか？

まず、dSPACE HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータがあります。このツールで、テスト対象のステアリングシステムにシミュレーションデータを送信し、その後、ステアリングシステムからさまざまな計測値を受信します。テストの実行と管理には、dSPACE のテストオートメーションソフトウェア AutomationDesk と Telelogic 社の要件管理ツール

DOORS® を使います。この 2 つのツールは、dSPACE の Connect&Sync Module 経由で統合されており、テストとその結果を追跡するのに役立ちます。最後に、CalDesk でシミュレータハードウェアと ECU に同時にアクセスでき、すべてのプロセスを時分割方式で表示することもできます。

「dSPACE の計測および適合ソフトウェア CalDesk を使うと、さまざまなソースからのデータの計測と表示を同時に、かつ簡単に行うことができます」

Andreas Stöffler, ZF Lenksysteme GmbH

## おもに使用するのは、CalDesk のどの機能ですか？

CalDesk にはさまざまなアドオンモジュールがあるため、多様なシナリオに対して適切な CalDesk 環境となるよう調整できます。私たちは CalDesk の Automation Module、Prototyping Module、Diagnostic Module を使っています。

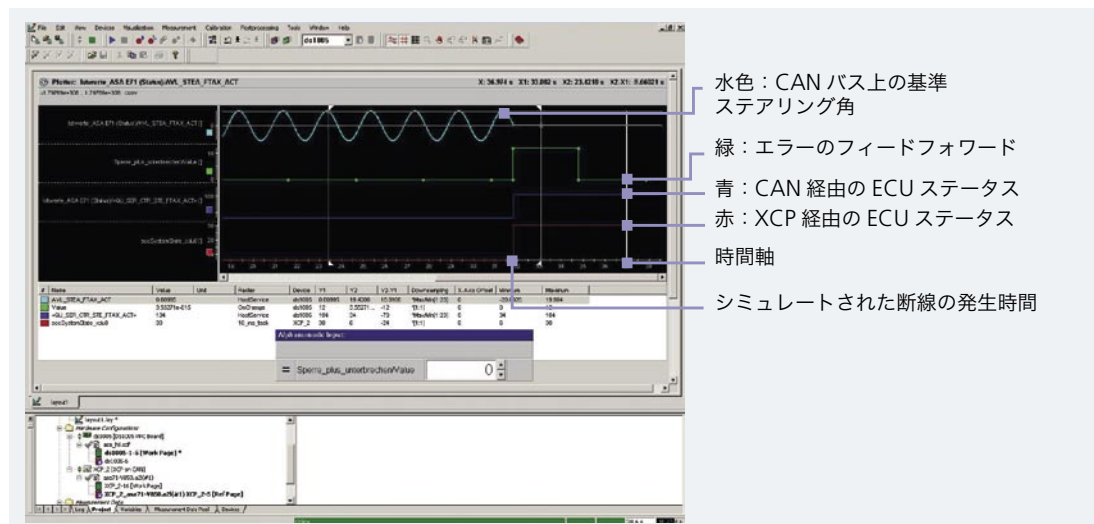
## それらの CalDesk モジュールを何に使うのですか？

Automation Module を使うと、AutomationDesk 経由で計測、適合、および診断タスクを自動化し、遠隔制御することができます。Prototyping Module を使うと、DS1005 Processor Board にアクセスできるため、HIL システムでリアルタイムのシミュレーションプラットフォームとして使っています。ですから、CalDesk を使っていれば、ECU と HIL シミュレータから同時にデータを取得して、1 つの時間軸で出力できるのです。それから ECU の障害メモリへのアクセスと ECU の装置 ID の読み出しなどの操作に Diagnostic Module を使っています。



▲ ZF Lenksysteme 社ソフトウェア開発チームのメンバー、Andreas Stöffler 氏：  
「私たちは CalDesk を使って、以前は複数のツールを必要としていた多くのタスクを処理できるようになりました」





◀ CalDesk による、ステアリングシステムでシミュレートされた断線のプロット表示：断線した瞬間に ECU が「エラー」となります。ECU 内部の変数が XCP 経由で計測され、その間に CAN 信号とエラーのフィードフォワードが、DS1005 ボード経由で平行して記録されます。

### CalDesk の典型的な使用方法の例を挙げていただけますか？

では、例として、ステアリング機能の安全性テストについてお話ししましょう。モーター部分で短絡が発生した場合は、モーターがロックすることがあります。その場合、ECU は数ミリ秒以内にそれに反応して、モーターから電源を切断する必要があります。私たちは、AutomationDesk で電気的欠陥を発生させます。同時に、CalDesk を使って、シミュレーションモデルでの欠陥の発生と ECU の反応を計測します。計測データは、AutomationDesk で自動的に分析され、反応時間が評価されます。CalDesk Diagnostics Module で ECU のトラブルコードを読み込み、それを予想値と比較します。

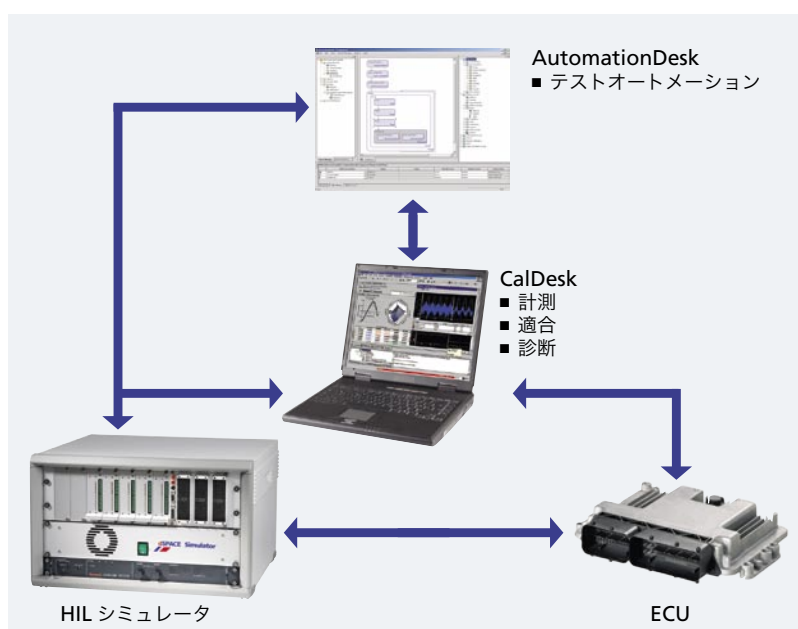
この手順により、考えられるすべての電気的欠陥の組み合わせがテストされることになります。信号のプロット表示を含む個別のレポートがテストケースごとに作成され、エラーが発生した場合は、該当する制御ロジックの開発者に渡されます。

### CalDesk がもっとも役立つのは、どんな場合ですか？

私たちがとくに便利だと思う機能は、HIL シミュレータ内や共有時間軸上の ECU 内のプロセスを表示して、複数のパラメータを同時に調整する機能です。また、CalDesk は、診断、適合タスク、CCP および XCP による計測、CAN 監視など、以前は複数のツールを必要としていたすべてのタスクを実行できます。さらに、OEM メーカーは私たちの自動化システムに必ずしもそのメーカー専用の診断ツールを接続することを要求しないため、私たちは他のプロジェクトの既存のテストを再利用することもできます。

### dSPACE ツールチェーンの利点は何ですか？

dSPACE ツールは最適に調整されているため、異なるサプライヤ製のツールとの組み合わせで起こるインターフェースの問題は発生しません。また、テスト環境全体のサポートが 1 つの窓口で提供されます。全体としては、このために作業手順がかなり削減され、他のタスクにかけられる時間が大幅に増加しました。



### 今後の計画についてお聞かせ下さい。

今後に関する要求の 1 つは、XCP on FlexRay のサポートです。それから、テスト実行中の自動 ECU フラッシュアッププログラミングも欲しいですね。

▲ 使用されるツールと連携して、CalDesk が中心的役割を果たし、さまざまな計測値を計測して出力します。

Stöffler さん、お話を聞かせていただき、ありがとうございました。

# 安全な出産への取り組み

- フランスにおける  
ロボット工学を使用した  
医療研究プロジェクト
- 産科医と研修医をトレー  
ニングするための革新的  
な出産シミュレータ
- 診断と治療操作の練習

産科医と研修医は、ほとんどの技術を分娩室の現場で学びます。出産中に問題が発生した場合は、鉗子と吸引娩出器を使って問題を解決しますが、ひとつ間違えば母子が傷付くリスクが高まります。このリスクを低下させるには、多くの経験を積んで熟練するしかありませんでした。ただし、近い将来、産婦人科医は BirthSIM という新しい出産シミュレータで操作を試しながら、分娩室以外の場所でスキルを磨くことができるようになります。dSPACE の試験用ソフトウェアである ControlDesk と MotionDesk を使用すると、シミュレートする出産時の複雑な状況を制御および可視化できます。

フランスのリヨンにある Institut National des Sciences Appliquées (INSA) のアンペール研究所とリヨン市民病院が、特許取得済みの出産シミュレータ BirthSIM を共同開発中です。このシミュレータは、出産時に問題が発生した場合に器具を操作する方法を産科医と研修医に教えます。

## BirthSIM の構造

BirthSIM には、6 自由度を持つ電磁センサが備わっています。3 次元のビジュアル表示は、胎児の位置や姿勢、器具の動きなどの骨盤内部の画像を示します。DS1005 PPC ボードを中核とする制御システムは、センサによって取得されたデータを処理します。より正確に言うと、このシステムは鉗子の位置データを取得し、MATLAB®/Simulink® によって鉗子モデルの位置を計算し、この情報を MotionDesk に渡します。MotionDesk はモニター画面に鉗子の軌道を表示し、その動きを再生します。

BirthSIM は、以下のコンポーネントで構成されています。

- 静的な機械システム：母親の骨盤、骨盤底筋、胎児の頭部、および実際の鉗子を使った解剖モデル。
- 動的な機械位置決めシステム：子宮内の胎児の位置や姿勢を変更するために使用します。

- 2 台のモニター：最初のモニターは講師用です。このモニターは ControlDesk と連動し、シミュレートする出産時の状況を可視化およびパラメータ化します。2 番目のモニターは MotionDesk と連動し、骨盤内部の器具の動きをトレーニング中の産科医にリアルタイムに伝えます。ビジュアル表示は、複数の視点から表示されます。

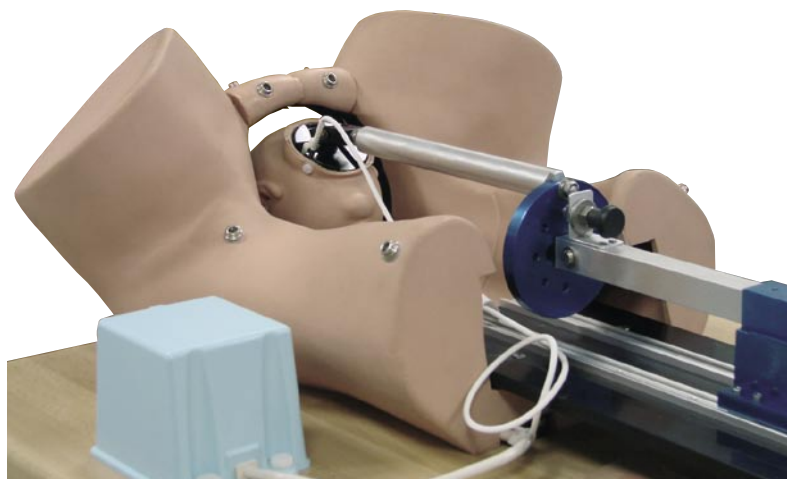
## トレーニングに不可欠な BirthSIM

これまで、産科医と研修医をメカトロニクススペースでトレーニングするための、総合的な学習プログラムを提供する産科学向け解剖シミュレータは存在しませんでした。この不足を補うために、アンペール研究所チームは、既存の産科学シミュレータに取って代わるものとして BirthSIM シミュレータを着想し、開発しました。BirthSIM は新しいタイプのシミュレータで、母子の健康をおびやかすことなく、経験の浅い分娩室スタッフのトレーニングとして、器具の扱い方を練習する手段を産科医と研修医に提供します。

Foundation Rhône-Alpes-Futur は、研究所と病院の協力的な取り組みと出産シミュレータ開発への貢献を認め、Dr. Dupuis に対し本年度の最優秀賞を授与しました。



<http://ampere-lab.fr>



▲ アンペール研究所で開発されたメカトロニクスシステムは、回転と移動によって、骨盤内で胎児の頭部の位置を合わせます。

### BirthSIM の現在の開発状況

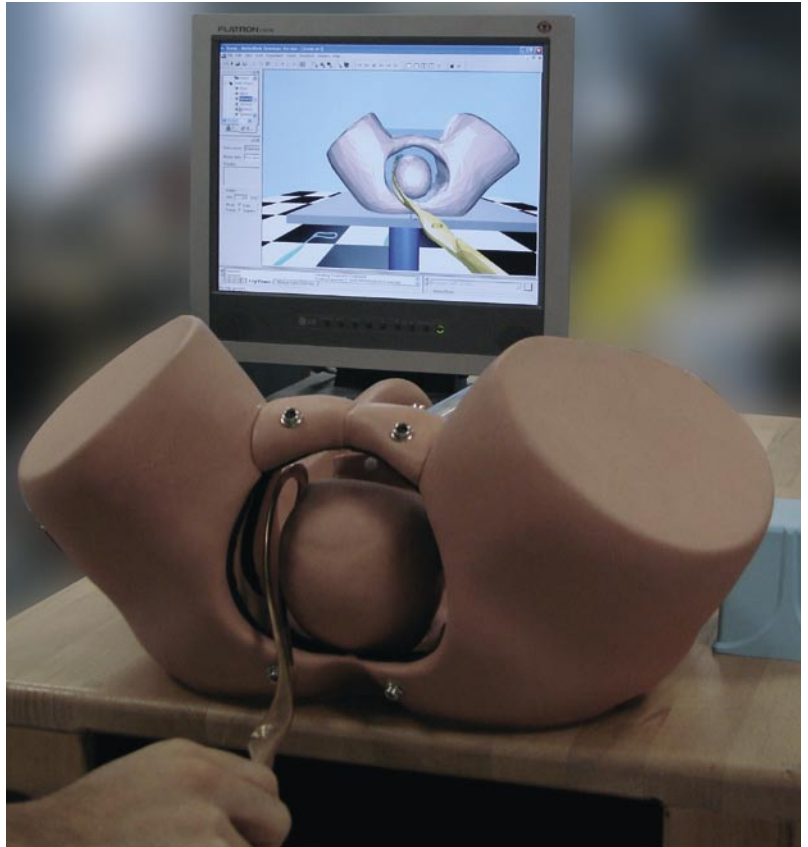
現在、BirthSIM を使って、以下の操作のトレーニングをしています。

- 経膈の内診による診断
- MATLAB/Simulink を使用して開発されたインターフェースによる、鉗子を使った操作の分析と再現性
- 医療チームが選択した基準による、鉗子の操作の評価と分析
- MotionDesk のビジュアル表示によって支援される、母子を傷付けない適切な位置に鉗子を挿入するための学習

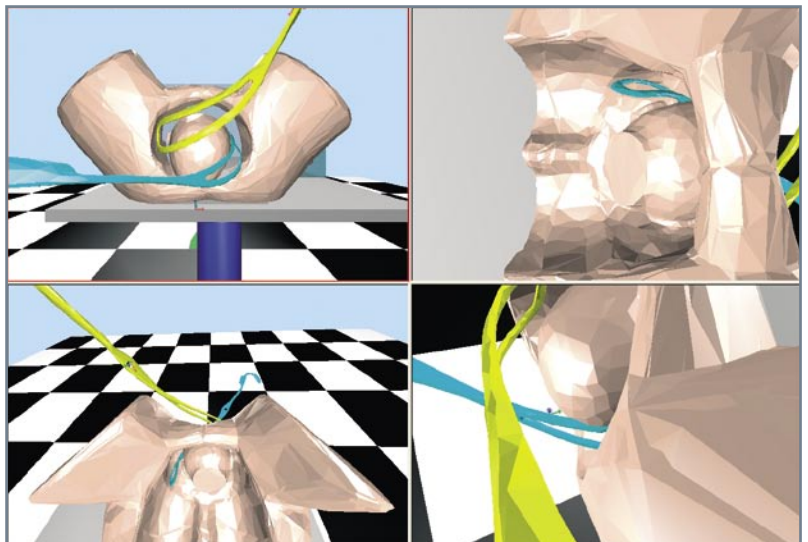
### 将来の BirthSIM

このシミュレータのプロトタイプは、リヨン市民病院の Centre Hospitalier Universitaire de Lyon Sud で 2007 年 6 月から使用されています。産婦人科専門医の Dr. Olivier Dupuis は、このシミュレータを産婦人科医カリキュラムの一部に取り入れています。その間も、アンペール研究所ではシミュレータの開発作業が続けられています。目標は、産道内での胎児の頭部の位置を移動と回転によって合わせることです。同時に、電空システムが分娩時の排出力（子宮収縮と母親の意識的な腹圧）を再現します。これによって産科医は母親の自然な排出力に鉗子の牽引力を同調させることを学習できます。BirthSIM でトレーニングを受けた産科医は、トレーニングを受けていない者に比べて、鉗子分娩時に胎児の頭部にかかる力のはるかに小さく、より安全でリスクの低い出産に多大な効果があることが初期結果からも明らかになっています。

Tanneguy Redarce 教授、Minh Tu Pham 准教授、  
Xavier Brun 准教授、Dr. Richard Moreau  
アンペール研究所 – UMR, CNRS 5005  
INSA de Lyon  
Dr. Olivier Dupuis、リヨン市民病院 –  
Centre Hospitalier Lyon Sud France  
フランス



▲ 産科医と研修医は BirthSIM で鉗子の操作を練習できます。



▲ モニター画面の表示：MotionDesk は、複数の視点から鉗子の挿入を視覚化します。3次元のビジュアル表示は操作を分析し、典型的なミスを記録するために役立ちます。

# AUTOSAR への体系的な移行

- Audi 社はショックアブソーバ制御のために AUTOSAR 準拠のソフトウェアを開発
- 効率的なツールチェーンを設定
- AUTOSAR 準拠のソフトウェアのモデル化と生成に TargetLink を使用

テクノロジーや機能、そしてとりわけバリエーションの種類は増加の一途をたどっています。AUTOSAR 規格は、このようにますます高まる複雑性に対処するための新たなソリューションを提供します。さらに、この規格のおかげで、ソフトウェアコンポーネントを容易に再利用できるようになります。Audi 社は、AUTOSAR コンセプトに準拠するショックアブソーバ制御を実装しました。このプロジェクトは、ツールチェーンのセットアップに関して重要な洞察を与えてくれました。セットアップにおいては、AUTOSAR 準拠の ECU ソフトウェアをモデル化して生成するために、dSPACE の量産コード生成ツールである TargetLink を使用しました。

## 複雑性という課題

ECU 開発の複雑性に対処するには、いくつかの方法があります。その中でも有望なのが、適切なソフトウェアアーキテクチャと標準化されたハードウェアプラットフォームに基づくアプローチです。ここでの AUTOSAR 規格の役割は、ソフトウェアアーキテクチャを設計するうえで、メーカーに依存しない出発点となることです。AUTOSAR ソフトウェアコンポーネント (SWC) は容易に再利用できるため、OEM メーカーが設計に専念することによって、ソフトウェアの品質が向上します。

## 容易な再利用

すべての機能ロジックは AUTOSAR 準拠のソフトウェアコンポーネントに格納されているため、センサーデータ用のプロセスアルゴリズムといったアイテムを、別のプロジェクトにおいてプロセッサ固有のさまざまな要件を参照しながら、コードを調整せずに再利用することが可能です。すなわち、自動車メーカーはコストだけではなく、新しいプロジェクトを立ち上げるための時間も節約できるのです。

## 体系的な抽象化

システムアーキテクチャを体系的に抽象化することは、プロジェクトの後期になるまで、アプリケーションソフトウェアを ECU 上へどのように実装するかを明確に決定しなくてもよいことを意味します。すなわち、論理的なソフトウェアアーキテクチャを、ハードウェアアーキテクチャとは無関係にきわめて早い段階で設計できるのです。個々の機能を ECU から ECU へ任意に移動できるため、開発者は機能の分散や統合を必要に応じて自由に行えます。たとえば、集中的な内部テストあるいは調査段階が終わってから、分散や統合を実施することもできます。

## ショックアブソーバ制御のケーススタディ

AUTOSAR コンセプトの使用に関する経験を積むために、開発プロジェクトの一環としてそのコンセプトをプロトタイプフォームに実装しました。目標は、既存のショックアブソーバ制御システム全体を



TargetLink によって AUTOSAR 準拠のソフトウェアコンポーネントに変換し、量産試作車上でプロトタイプ開発プラットフォームとしてテストすることでした。制御システムは、4 個のボディ加速度センサ、4 個の距離

センサ、4個の連続制御ショックアブソーバで構成されています。中央 ECU は、センサからの信号を評価してショックアブソーバ制御を計算します。このとき、ステアリング角、ヨーレート、ブレーキ信号、横方向加速度、車速、エンジントルクなど、さらに多数のピークルダイナミクス変数を考慮に入れます。ECU は、これらの変数を車両の CAN バスから受け取ります。ECU は、FlexRay バスを介してアクティブショックアブソーバと通信します。

### プロトタイプ開発環境

現在使用されているツールチェーンは、AUTOSAR Release 2.0 に基づいています。ファイルフォーマットが標準化さ

- TargetLink : AUTOSAR SWC のためのモデルベース開発と量産コードの自動生成
- Elektrobit の EB tresos<sup>®</sup> : AUTOSAR 準拠のベリックソフトウェア (OS など) のコンフィグレーションと RTE 生成
- FlexRay スタック用のコンフィグレーションツール
- 量産試作 ECU プロトタイプ

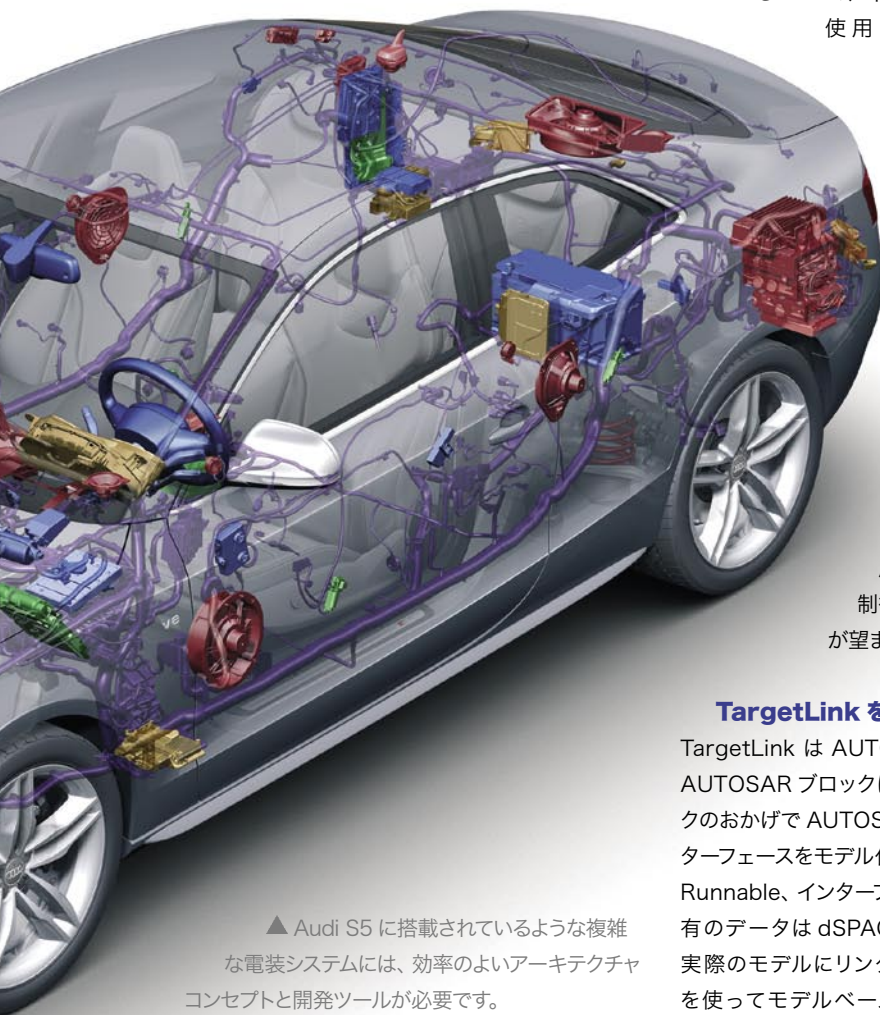
### SWC のモデルベース開発

制御ロジック開発者の視点から見ると、AUTOSAR ツールチェーンの中でもっとも重要なツールはモデリングツールです。開発者はこのツールを使用することで、十分にテストされたプロセスを使用してアイデアを簡単に実装し、モデル化することができます。

バージョン 2.2 では、dSPACE の量産コード生成ツールである TargetLink が、AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントおよび標準的なモデルベース開発をサポートし、対応するターゲットコードを自動的に生成します。通信とハードウェア接続が抽象化されているため、制御ロジック開発者は実際のアプリケーション開発に完全に専念することができます。開発当初から量産化を考慮に入れるためには、設計技術者が制御ロジック開発者をサポートすることが望まれます。

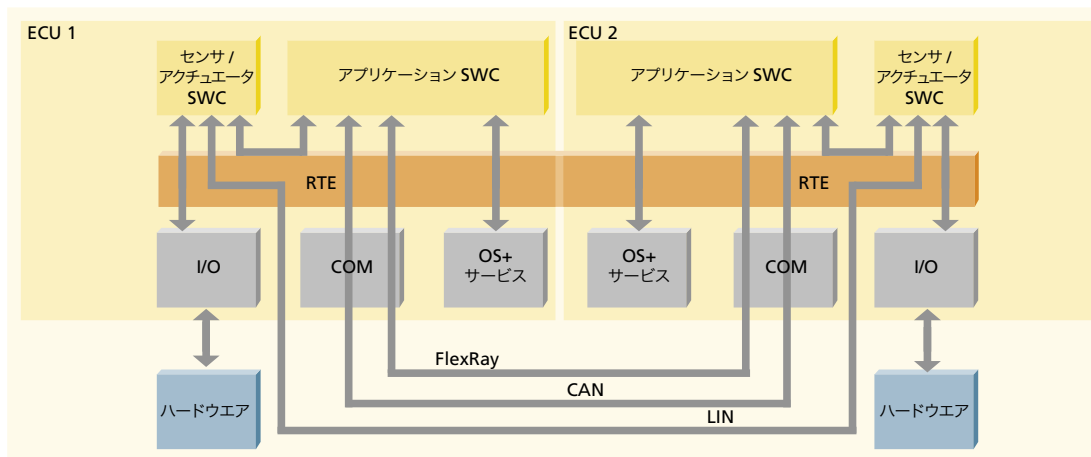
### TargetLink を使ったワークフロー

TargetLink は AUTOSAR 準拠のモデリングを AUTOSAR ブロックによってサポートします。このブロックのおかげで AUTOSAR Runnable を定義し、通信インターフェースをモデル化することが容易になります。SWC、Runnable、インターフェースなどのための AUTOSAR 特有のデータは dSPACE Data Dictionary に格納され、実際のモデルにリンクされます。すなわち、TargetLink を使ってモデルベース設計のために作成したワークフロー全体を、AUTOSAR ソフトウェアの開発にも適用できるのです。設計が終了した AUTOSAR 機能モデルは、TargetLink を使ってモデル (MIL) およびソフトウェア (SIL) レベルでシミュレートし、テストすることができます。



▲ Audi S5 に搭載されているような複雑な電装システムには、効率のよいアーキテクチャコンセプトと開発ツールが必要です。

れているため、専用ツールを作成することができます。これらのツールのおかげで、ECU 内部の時間動作といったシステム全体のさまざまな側面を容易に分析できます。使用したツールは以下のとおりです。



▲ 基本的な AUTOSAR 構造。いくつかの SWC が 2 個の ECU に分配されています。SWC は RTE のおかげで、使用されている特定の入出力ハードウェアとバスに関係なく通信を行えます。

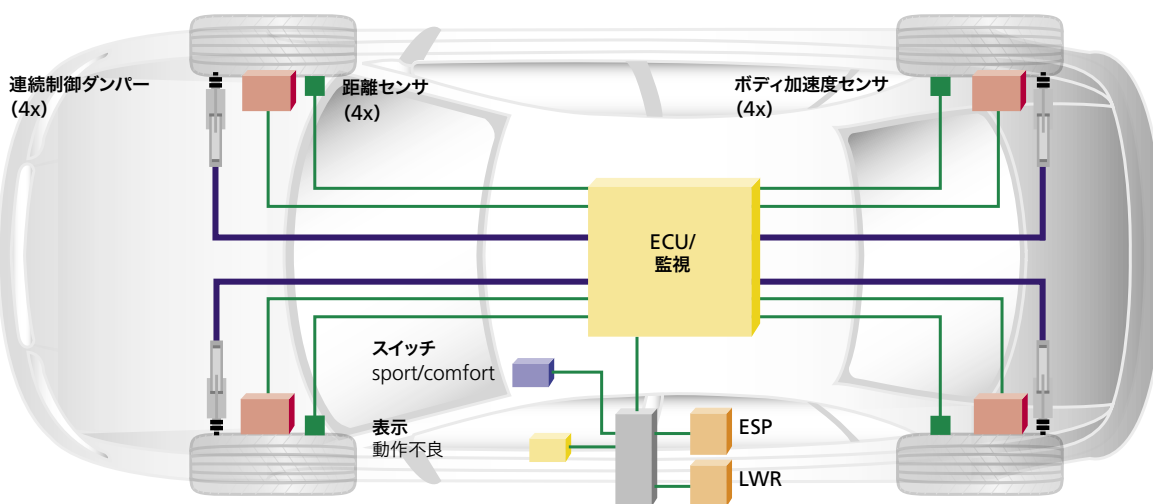
TargetLink は、AUTOSAR 準拠のコードを生成することに加えて、AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントの記述ファイルを自動的に生成します。

ショックアブソーバ制御は、複数の Runnable で構成されるいくつかの AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントに分割されます。この特定のケースでは、Runnable 間の通信が集中的に使用されました。ところが現時点では、AUTOSAR 規格はこの通信に関してスカラ変数しかサポートしていません。そこで、Audi 社専用に TargetLink を拡張したことにより、制御ロジック開発者がベクトル信号を使用して作業できるようになりました。ベクトル変数は、TargetLink によってスカラ変数の

コードパターンに変換されます。このおかげでモデル化のプロセスが簡素化され、しかも AUTOSAR への準拠も確実に行われます。

### AUTOSAR ソフトウェアの実装

SWC を ECU に実装するときに、AUTOSAR のオペレーティングシステムを設定し、ランタイム環境 (RTE) を EB tresos によって生成しました。RTE を生成するために、TargetLink によって生成したソフトウェアコンポーネントの記述を EB tresos にインポートし、その記述に含まれる情報に基づいて RTE を生成しました。最後のステップでは、ベーシックソフトウェアである FlexRay ドライ



▲ ショックアブソーバ制御システムは、ボディ加速度センサ、距離センサ、アクティブダンパ、および AUTOSAR ソフトウェアが実装されている中央 ECU で構成されます。

- CAN バス
- ステアリング角
  - ヨーレート
  - プレーキ信号
  - 横方向の加速度
  - 車速
  - エンジントルク

バーを設定しました。プロトタイプハードウェアの設定には、優れた性能と代表的な自動車周辺機器への幅広い接続性を持つという理由から、Infineon の TriCore マイクロコントローラファミリが使用されました。これらのいわゆる「エンジニアリングデバイス」マイクロコントローラの派生機器は、必要なテストと計測作業のために強力なデータインターフェースを提供してくれます。

制御ロジックが問題なく量産試作 ECU に実装されたかどうかは、テストドライブおよびシミュレータ上でのテストによって検証されました。いずれのテストにおいても、TargetLink によって生成された AUTOSAR 準拠のコードが、サイズとランタイム動作に関する量産要件を満たしていることが明確に示されました。

### ツールチェーンのノウハウ

今回得られた経験は AUTOSAR ツールチェーンの設定に生かされており、制御ロジック開発者はこれを使用して、新車の機能を量産直前に効率よく開発することができます。

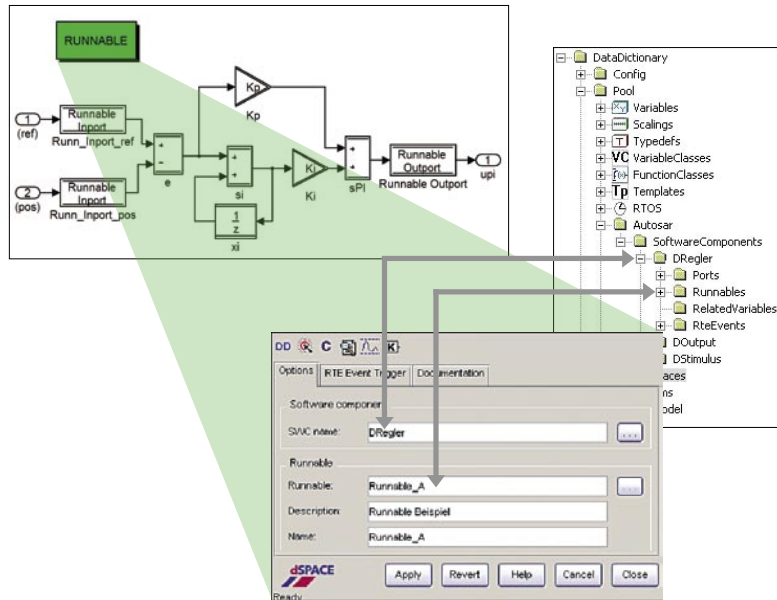
**「dSPACE ツールによる AUTOSAR 規格へのサポートと、dSPACE との緊密な協力のおかげで、わたしたちは AUTOSAR の導入に成功しました」**

**Dr. Karsten Schmidt, AUDI AG**

モデルベース開発とコードの自動生成のためのツールである TargetLink は、個別に明確に定義されたソフトウェアコンポーネントの設計に使用されます。システム全体を設計するときには、当然ながら、ソフトウェアシステムの体系的な設計を支援するためのアーキテクチャツールである SystemDesk を選択します。さらに今後は、単体の ECU、およびシステム全体における時間的關係をモデル化して分析することが重要になります。

### AUTOSAR 思想の魅力

ここまで述べた利点が示すように、AUTOSAR 思想は、制御ロジック開発の効率性を高めるために多数のオプションを提供します。量産試作フレームワークを開発プロセスの早い段階から使用できるため、自動車メーカーとサプライヤが連携するうえで予想される問題を最小限にとどめます。



▲ TargetLink を使用することにより、AUTOSAR の仕様を dSPACE Data Dictionary に格納して、モデルへ直接リンクすることができます。

異なるツール同士の相互作用は、AUTOSAR 思想の実装を成功させるための重要な要素です。dSPACE はそのための優れた基礎を、TargetLink および SystemDesk という形で、定義されたファイルフォーマットとオープンなインターフェースとともに提供します。

Dr. Karsten Schmidt  
Frank Gesele  
AUDI AG  
ドイツ



Dr. Karsten Schmidt は、Audi 社のシャシー部門の中で AUTOSAR ツールチェーンの今後の開発を任されています。



Frank Gesele 氏は、Audi 社のシャシーエレクトロニクス部門におけるパーチャルダイナミクスとプロプライエタリソフトウェア開発のチームリーダーです。

# 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。

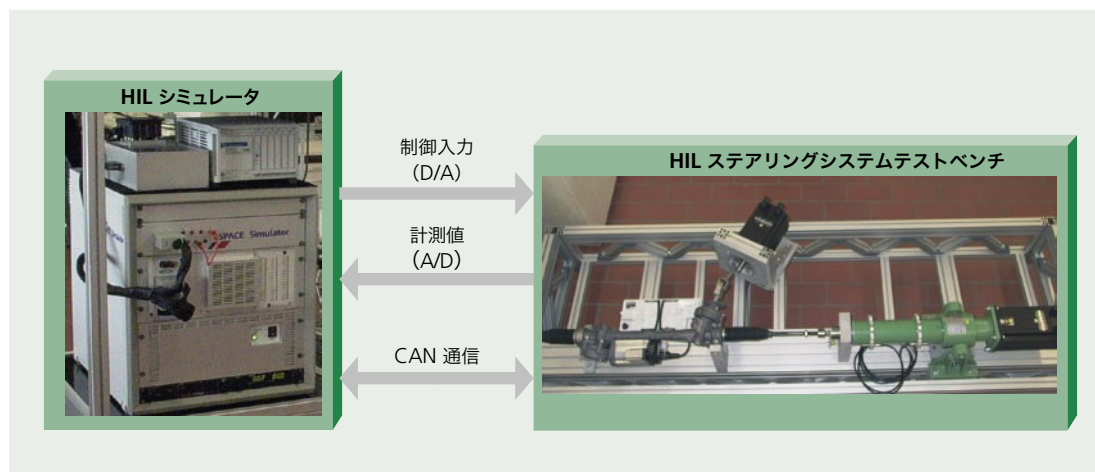
## 1 つの HIL システム - 異なる構成オプション

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

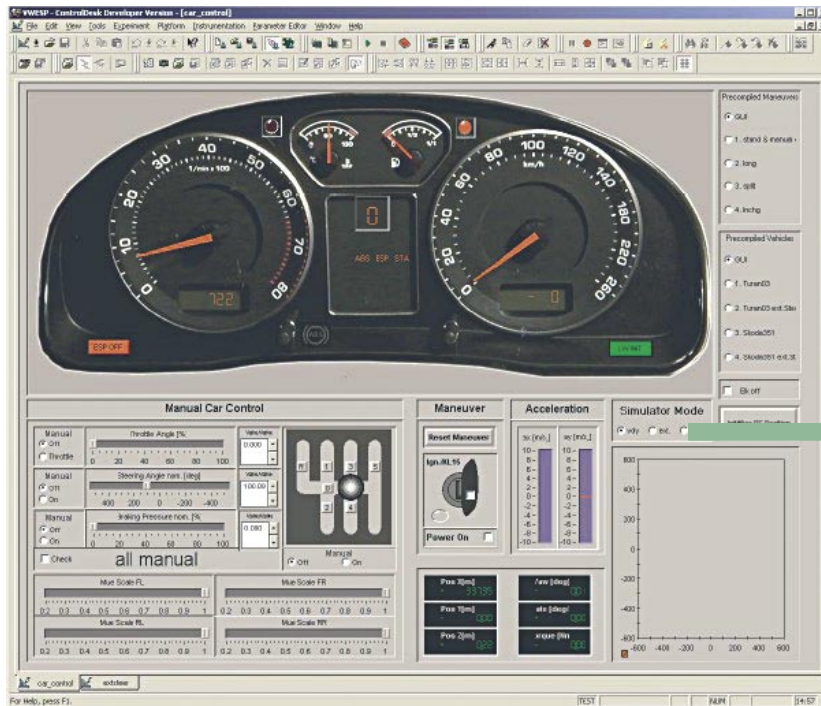
この2台のサブシステムは別々に実行することも、組み合わせると1つのHIL システム全体を構成することもできます。ESP およびEPS 用のECU を含むHIL システム全体は、ECU ネットワーク全体の開発とテストをサポートします。2台のHIL シミュレータと個々のECU は、DS830 マルチリンクパネル経由で結合され、HIL システム全体を構築しています。結合されたHIL システムは、主に



▲ 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、安全な動作を保証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 だけではなく、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

# バーチャル航空機による タービンエンジンのチューニング

- 複雑な航空機モデルのリアルタイムシミュレーション
- タービンエミュレータを使ったHILシミュレーション
- タービンコントローラモデルの最適化

米空軍研究所 (Air Force Research Laboratory, AFRL) は、dSPACE シミュレータの HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションを利用して、次世代航空機の推進システムを開発および最適化しています。実物のタービンのハードウェアコンポーネントと同時に行われるタービンと航空機モデルのリアルタイムシミュレーションにより、タービンエンジンの制御に新しい可能性が開かれました。最適化されたアルゴリズムにより航空機は、より高い高度をより速い速度で飛ぶことができ、燃料消費量および燃料再循環時の放熱を削減できます。

航空機に必要とされる電力は、電気サブシステムの増加とともに増大し続けています。これらのサブシステムは電力および推進システムの動作に直接影響するため、システム分析では無視できなくなっています。航空機全体の性能は、電力および推進システムの相互作用の組み合わせとして検討する必要があります。電力および推進サブシステムにかかる負荷が増大すると、推進力、速度、高度が不安定になり、航空機全体に影響します。その結果、エンジンの動作パラメータが多様化します。新しい機能を統合するよう設計された複雑なモデルには、多大な計算時間がかかります。

## HIL で可能となった統合システム分析

航空機 / 推進システムのリアルタイム統合に HIL (Hardware-in-the-Loop) 分析を使用することにより、非常に大きな可能性が開かれました。この手法により計算処理実行時間が大幅に短縮され、HIL 環境で

機体 / タービンエンジンモデルを使用できることが判明しました。また、実際のハードウェアコンポーネントを使用して、エンジン負荷と航空機性能の相互作用をより完全に分析できるようになりました。

このような機能のシステムレベルでの結果を判定するために、米空軍研究所 (AFRL) は、高度なモデリングと HIL シミュレーション手法による統合システム分析を盛んに行っています。

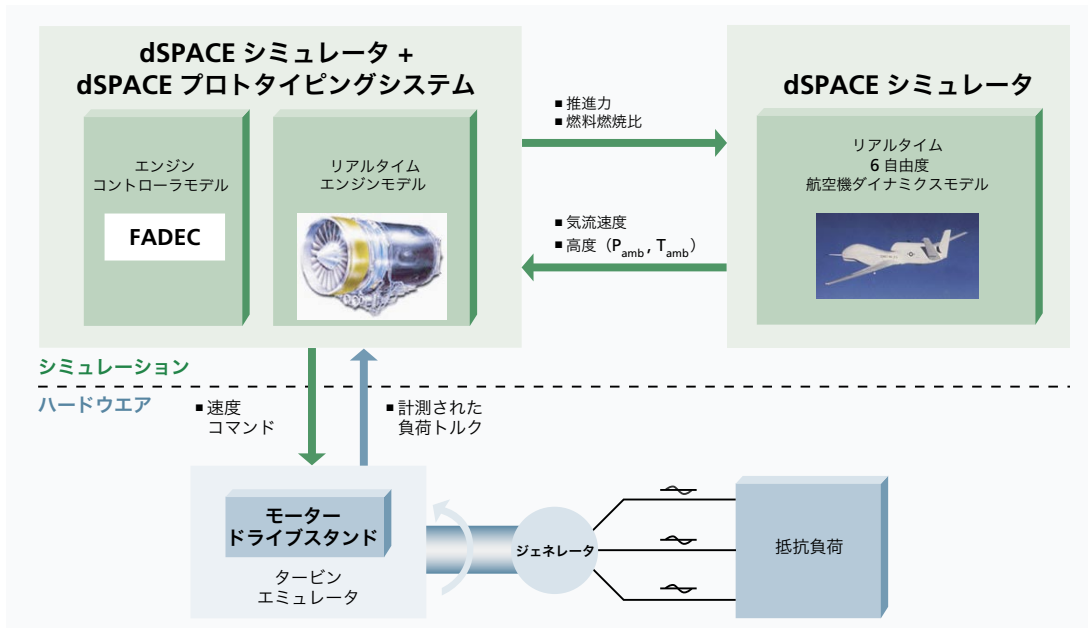
「この種類の航空機の推進力、電力、および熱の各サブシステムは、相互依存性および有害な相互作用の可能性を調査するために、テストおよび分析する必要があります」と、AFRL の上級電気エンジニアで物理学者の Peter Lamm 氏は述べています。「タービンのプロトタイプハードウェアコンポーネントでの高度なリアルタイムシミュレーションにより、費用のかかるハードウェアプロトタイピングの前に、相互依存性を予測して、有害な相互作用に対処することができます」

## バーチャル航空機

AFRL はリアルタイム HIL シミュレーションテスト設備としてバーチャル航空機のタービンエンジンおよび電力システムを作成し、推進力、電力、および熱システムにおけるサブシステムの相互作用を調査しています。大気圧、気温、気流速度などのパラメータも考慮して、リアルタイム航空機シミュレーションを行います。



▲ 次世代航空機には、  
dSPACE シミュレータを使って開発、最適化  
されたタービンエンジン制御が利用される予定です。



▲ 2 基の dSPACE シミュレータと 1 つのプロトタイプで、コントローラモデルおよび航空機システムモデルがリアルタイムに実行されます。

テストする機体には、次の 4 つの主要なコンポーネントが含まれます。

- dSPACE プロトタイプと dSPACE シミュレータ (HIL) で構成された、タービンエンジンダイナミクスと航空機のシミュレータ
- MATLAB®/Simulink® 環境で開発された、汎用タービンエンジンモデル、航空機モデル、および FADEC (Full Authority Digital Engine Control、エンジン制御電子装置)
- モータードライブスタンド、速度制御、およびトルクフィードバックで構成された航空機エンジンプールエミュレータ
- 航空機テストジェネレータおよび負荷バンクを含む電力システム

**リアルタイムでのコントローラモデルと制御対象システムの組み合わせ**

dSPACE シミュレーション環境は、内蔵のリアルタイムモデルとして動作する汎用タービンエンジンモデル、航空機モデル、および FADEC モデルという 3 つのシステムで構成されます。FADEC は dSPACE プロトタイプで実行されます。タービンモデルと航空機モデル (3 次元空間での回転と移動を含む、完全な 6 自由度の航空機ダイナミクスモデル) は、2 基の dSPACE HIL シミュレータで動作します。

**バリエーションシミュレーションテスト**

航空機、推進力、および電力の各システムモデルが、このシステムで調査されました。HIL ハードウェアコンポーネントとして低圧 (LP) ジェネレータを使い、さまざまな実験が行われました。電力負荷が適用され、解除されたときには、顕著な非線形の過渡的変動が発生しました。

**「dSPACE シミュレータがもたらした結果により、航空宇宙エレクトロニクスにおける HIL 試験の能力が確認され、重要な推進力構成の研究が最小のコストで可能になります」**

Peter Lamm 氏、米空軍研究所

これらのシミュレーションは、一定の高度と速度を保持して行われたシミュレーションとは異なる結果となりました。このような結果の差によりエンジンの回転数が急上昇する可能性があるため、過渡的事象をモデル化して航空機ダイナミクスで分析することは非常に重要となります。Lamm 氏は次のように述べています。「これらの結果により、航空宇宙エレクトロニクスにおける HIL 試験の能力が確認され、重要な推進力構成の研究が最小のコストで可能になります」

**HIL 調査による優れた性能結果**

Lamm 氏は、HIL 調査の能力はタービンエンジン制御の新しい可能性を開き、航空機がより高い高度をより速い速度で飛び、燃料消費量と燃料再循環時の放熱を削減できるよう、タービンエンジンの性能をチューニングする手段とすることを確信したと述べています。

出典：  
『Transient Analysis of an Aircraft/Propulsion System with Hardware-in-the-Loop Power Extraction』、  
Kyle L. Miller, J. Mitch Wolff, Eric A. Walters  
共著 43rd AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, 2007, OH, アメリカ

# ドライバー指向の車両計測

ドライバーの挙動の記録

負荷スペクトルをシミュレートするための統計データ処理

耐久性テスト対応の計測システム  
MicroAutoBox

▼ MicroAutoBox は、さまざまなサンプリングレートで計測チャンネルを記録します。

車両および車両部品のライフサイクルテストは、後期でのハードウェアテストの実施の代わりに、早期でのシミュレーションフェーズにますます移行しています。部品強度の設計には信頼性の高い情報が必要であり、これには、ドライバーの挙動に関する正確な知識が含まれます。この情報を得るために、ドイツのブラウンシュウィク工科大学にある自動車技術研究所 (Institute of Automotive Engineering, IAE) では、dSPACE の MicroAutoBox を使用して、ドライバーの動作と運転環境のパラメータを取得しています。この計測データから得られた統計データにより、ドライバーにかかるストレスを開発の初期段階でシミュレートできるようになります。

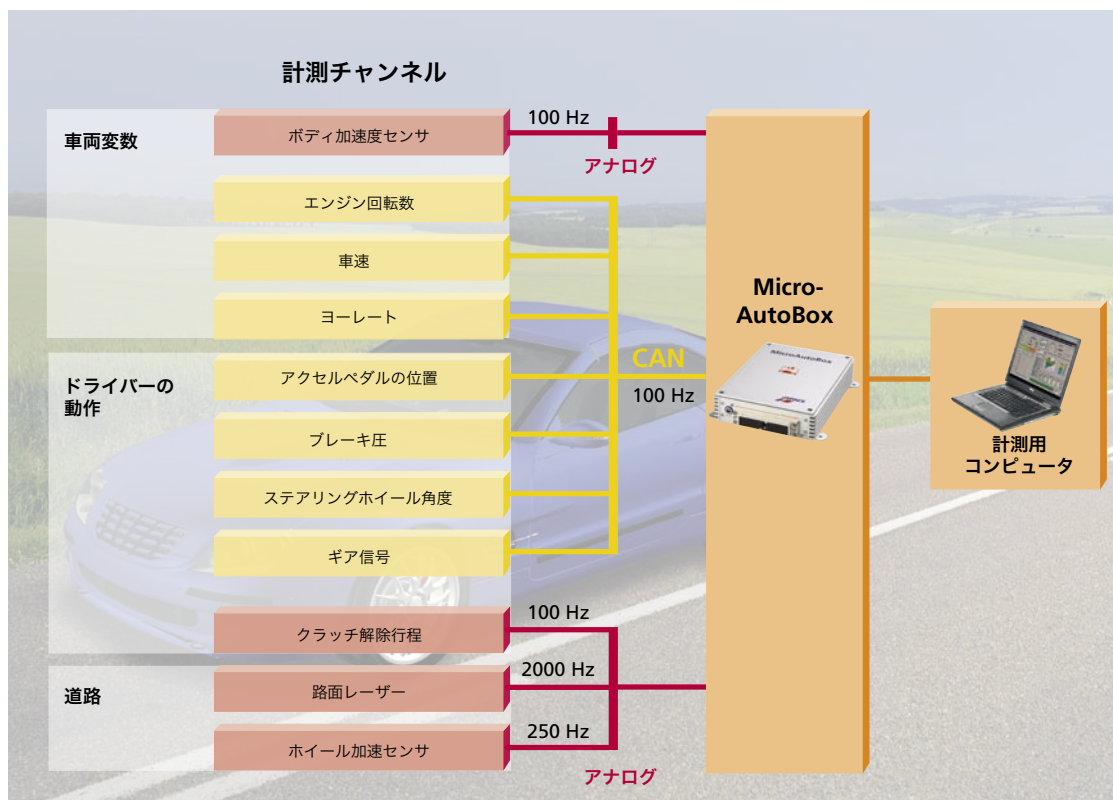
部品に最大のダメージを与え、その結果耐久性を著しく損なうような負荷は、代表負荷スペクトルと呼ばれ、車両の多くの最適化目的における重要な要素となります。たとえば、要件の最適化と効率的な車両テストは、使用する負荷スペクトルと非常に密接に結び付いています。この点を考慮に入れ、IAE で私たちは、シミュレーション環境を使用して代表負荷スペクトルを特定できるようにする方法を開発しました。この方法の利点は、シャシー、ドライブトレイン、ボディなどの運転負荷が、体系的に取得されることです。シミュレーションでは、豊富な車両計測データベース

を利用することで、車両に影響する、ドライバーに関するすべての条件を考慮することが可能となり、これらの条件を、ドライバー、道路、および車両に体系的に細分化できます (これは DRV 手法と呼ばれています)。

特徴的な運転挙動の取得

dSPACE MicroAutoBox は、さまざまなドライバーの体格に対する、アクセルペダルの位置、ステアリングホイールの角度、ギア、ブレーキ圧力などの CAN 変数と共に、クラッチ解除行程などのアナログ測定された変数を取得します。

それと同時に、車両の状態および運転環境に関するデータを記録することで、ドライバーの動作と、特定の車両および環境特性との相互関係を調べることができます。また、MicroAutoBox は、3つの空間的方向における車両加速度、速度、およびエンジン速度だけでなく、レーザー計測を用いて、車両が走行する道路表面の凹凸の高さも取得します。2本の走行跡を測定すれば道路表面に関するデータが得られるので、シャシー、ボディ、および排気システムにかかるストレスを評価できます。個々の測定チャンネルは、それぞれ異なるサンプリングレートで記録できるので、収集されたデータの量を管理することができます。私たちは、



dSPACE のリアルタイムインターフェース (RTI) を使用して、ドライバーの動作を 100 Hz、ホイールキャリアの加速度を 250 Hz、道路表面の凸凹を 2000 Hz で記録するために、Simulink モデルのサブシステムを作成しました。データは、試験用ソフトウェア ControlDesk を用いて記録されました。

### シミュレーションに使用するドライバーの統計データ

取得された計測値は、ドライバー、車両、および道路をシミュレートする上でのベースとなります (DRV シミュレーション)。時間履歴での個々の運転操作が識別され、重要なパラメータが統計データに収集されます。IAE が開発したシミュレーション環境は、これらの統計データをもとに運転操作を再構築したものであり、これらを使用してバーチャルビークルを制御します。再構築する際の主要な基準は、方位速度プロファイル (OSP) です。これらのドライバーの統計データは、アクセル操作またはブレーキ操作の終りの車両速度を、現行速度の関数として記述したものです。

**「自然なドライバーの挙動は、テスト要員が車内の計測システムに気付かない場合にのみ実現できます。dSPACE MicroAutoBox 1401 はサイズがコンパクトであるため、性能や汎用性を損うことなく、見えない場所に設置するのに理想的です」**

Hermann Kollmer、ブラウンシュワイク工科大学

この統計データには、ドライバーが望む速度に関するデータが含まれ、交通量、交通経路、速度制限、およびその他の道路特性もマッピングされます。これにより、アクセルペダルの位置、ギア速度、およびブレーキ圧力に関する統計データと併用して、任意の希望する長さのシミュレーション実行で、バーチャルビークルのドライバーの使用状況をシミュレートすることができます。運転負荷スペクトルを決定するために、車両モデルには、個々のアセンブリや部品 (トランスミッション、車体、シャシー、排気システムなど) の詳細なマッピングが組み込まれているので、車両運転中に発生する力を計算することができます。シミュレーションの結果は、さまざまなドライバーの体格に対する運転負荷スペクトルです。これに重み付け処理を行うと、代表負荷スペクトルが得られます。

### 信頼性の高い情報

私たちのプロジェクトパートナーは、シミュレーションから得られた結果に大変満足しています。ドライバーによる車両のストレスに関する信頼性のある情報を、車両メーカーや自動車サプライヤーに対して開発の初期段階で提供でき



▲ 計測装置全体が SUV のトランクに収まります。

るからです。これは、プロジェクトのコストやスケジューリングに非常に良い影響を与えます。

今後のプロジェクトでは、ドライバー指向の車両計測を、道路条件の悪い国々にも拡張する予定です。そして、私たちは、この場合もやはり、信頼性の高い、耐久性テスト対応の計測システムである MicroAutoBox を利用する予定です。

Hermann Kollmer  
Andreas Janßen (研究アシスタント)  
教授 Ferit Küçükay (ディレクター)  
自動車技術研究所  
ブラウンシュワイク工科大学  
ドイツ

## 用語解説

### 代表負荷スペクトル -

ドライバーの車両使用において許容される最低限の部品寿命をもたらすもの。そのため、評価基準となる。

### OSP -

速度プロファイルを記述して、再構築するための統計データ。

### DRV 手法 -

ドライバー、道路 (運転環境)、および車両を識別するための体系的なアプローチ。

# 誘導モーターのワイヤレスベクトル制御

Bluetooth モジュールによる DS1104 コントローラボードの拡張

dSPACE ハードウェアへの C コードの実装

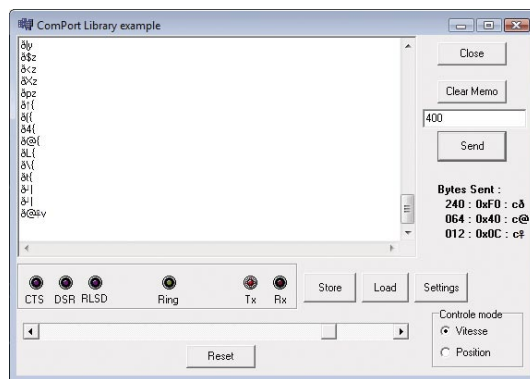
携帯端末用制御ソフトウェアの開発

フランスのナンシー大学 'Groupe de Recherche en Electrotechnique et Electronique de Nancy (GREEN)' では、電動モーターの分野において研究を行っています。dSPACE DS1104 R&D Controller Board と Bluetooth モジュールをベースにした実験装置を使用して、誘導モーターのワイヤレス制御が実現されています。このプロジェクトは、C プログラミング言語を用いて作成された制御アルゴリズムを dSPACE ハードウェアに実装する方法の一例となっています。完全なコードはオンラインで入手可能です。

制御アルゴリズムをデジタル信号プロセッサ (DSP) システムに実装することは、電気技術者や制御技術者にとって、やりがいのある仕事です。彼らの日常の業務は、制御手法の適用および制御システムのモデル化の範囲内にありますが、多くの場合、デジタル信号プロセッサ (DSP) 用にコンパイルされるコード行にモデルを変換する作業には不慣れです。dSPACE が簡易な実装プロセスの実現に非常に貢

## レジスタプログラミング

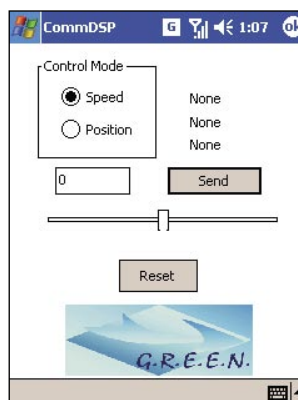
特殊な要求に対しては、dSPACE はリアルタイムライブラリ (RTLlib) を用意しています。これは RTI のサブレイヤである C ランタイムライブラリです。このライブラリを使用すると、ユーザは制御コードを C 言語で直接記述し、RTLlib の関数を呼び出して、DSP ボードハードウェアにアクセスすることができます。このようにして、ユーザは、浮動小数点演算能力の高い PowerPC 上で実行される自分のプログラムの実行を完全に制御することができます。また、dSPACE では、スレーブ DSP (固定小数点 TMS 320F240) にファクトリフラッシュされるファームウェアを変更するライブラリ機能



▲ 携帯端末によって制御された二重星型誘導モーターを使用した 5.5 kW 実験ベンチ

献していることを私たちは GREEN の事例から知りました。dSPACE は、dSPACE のプロセッサボードのハードウェアに対してリアルタイムインターフェース (RTI) でリンクされた専用の Simulink<sup>®</sup> ブロックを提供しています。このため、モデルのコンパイルとコードの生成は、ユーザに対して目で見える分かりやすい形で行われます。

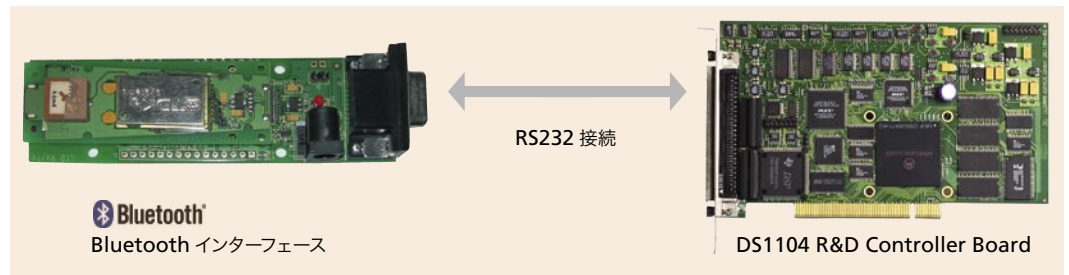
これは、ほとんどのユーザを満足させますが、最先端の高度な要求を持つエンドユーザには不十分な場合があります。



▲ CommDSP : リモート制御ソフトウェアの Windows PC バージョン

◀ Pocket PC バージョン

が追加されたことにより、完全に柔軟でカスタマイズされたコードを作成できるようになりました。私たちは、そこで一部の開発を実施し、“ユーザ関数”機能により、二重星型の誘導モーターに対する6つの完全に独立したパルス幅変調 (PWM) のコントローラの生成方法を提供することを選択しました。



**ワイヤレスの実現**

私たちは、また、DS1104 の Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) シリアルポートを使用して、DSP ボード上で実行されているプログラムのリモート制御を可能にするソフトウェアも開発しました。実際には、プログラムは UART から受信されるコマンドをモーター速度と位置の基準の変更として解釈します。UART への Bluetooth<sup>®</sup> インターフェースを追加するだけで、ワイヤレス制御を実現できます。

**リモート制御ソフトウェア**

ワイヤレスリモート制御の場合は、リモートデバイス用のソフトウェアの一部を記述する必要があります。私たちのケースでは、これは CommDSP と呼ばれるプログラムです。私たちは、Windows<sup>®</sup> PC 用アプリケーション、PDA (PocketPC) アプリケーション、および Java 対応携帯

**「オープンなインターフェースにより、私たちは Bluetooth デバイスを使用して dSPACE ハードウェアを簡単に拡張し、ワイヤレス制御を実現することができました」**

Lotfi Baghli, Nancy Université

電話用の Midlet アプリケーションを開発しました。PC と PDA CommDSP プログラムは、C 言語で記述されています。携帯電話において、最も一般的な言語は、Java ME (Mobile Edition) と呼ばれるリソースが制限されたシステム用の、SUN 特別エディションを含む Java です。開発されたコードは、最近の携帯電話の標準となってる MIDP 2 プロファイルを使用しています。私たちのケースでは、Eclipse 3.0 統合開発環境 (IDE)、Eclipse ME プラグインおよび Sony Ericsson ソフトウェア開発キット (SDK) を使用して、Midlet の jar ファイルを生成しました。これらのツールは、フリーであるにもかかわらず非常に強力です。PDA または携帯電話で実行される CommDSP は、DSP UART に有線接続されたデバイスへの Bluetooth 接続を確立します。PDA または携帯電話から制御ボードに情報を送信することができます。これにより、私たちのテストベンチの 5.5 kW 誘導モーターは、携帯電話のキーを使って制御できます。

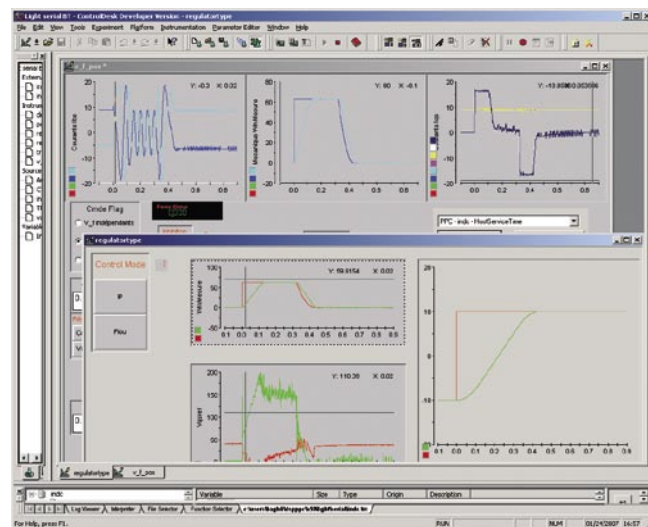
**完全なワイヤレス制御**

Bluetooth は、高いキャリア周波数および通信プロトコルとレイヤーを備えているため、非常に強力な電磁的外乱を受ける環境でのデータ交換に適しています。Bluetooth デバイスの認証と組み合わせは、評価が高いセキュリティ機能です。私たちのコードには、IP/Fuzzy コントローラによる誘導モーターの完全ベクトル制御 (IRFO) が実装されています。これにより、高速動作に必要な、電流、速度、位置の制御および弱め磁束が可能になります。このコードは、dSPACE ハードウェアの PowerPC 上で実行され、リモートデバイスのコマンドと共に、従来の dSPACE ControlDesk プラットフォームから送信されるコマンドも受信します。このプロジェクト用に開発されたコードは、次の Web サイトで入手できます。

<http://www.baghli.com/dspace.php>

Lotfi Baghli, Abderrezak Rezzoug  
Groupe de Recherche en Electrotechnique et  
Electronique de Nancy  
GREEN - CNRS UMR 7037  
Nancy Université, Vandœuvre-lès-Nancy, フランス

▲ Bluetooth モジュールは、RS232 シリアルバス経由で dSPACE DS1104 コントローラボードの UART に接続されます。



▲ ControlDesk によるプログラム変数の表示 (5.5 kW 誘導モーターの 20 ラジアン位置へのステップ応答)

# エレクトロニックアイ

カメラを統合した  
HIL (Hardware-in-  
the-Loop) シミュレー  
ション

自動化されたビジュ  
アルな計器チェック

テスト負荷の軽減

dSPACE が運用開始した新しいテストシステムは、インストルメントクラスタの自動ビジュアルチェックを実施します。このシステムは dSPACE Mid-Size シミュレータ、カメラ、Cadillac STS 2006 インストルメントクラスタで構成されます。HIL (Hardware-in-the-Loop) システムとカメラの組み合わせにより、車載エレクトロニクスの包括的なテストを実施し、エラーのおそれのある人間によるチェックを代替することができます。このことから、インストルメントクラスタのリアルタイムテストに最適なシステムになっています。

dSPACE の HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータは、Audi AG などダッシュボード計器のテストに 10 年の使用実績があります。車載制御ロジックの数が増えるとともに、ドライバー情報システムのサイズも増加します。したがって、

## テスト負荷の増加

ディスプレイ計器は開制御ループです。車両データをディスプレイに出力しますが、テスト対象の制御ロジックについて報告するための電子的フィードバックがありません。そのためこれまでは、計器の針、メッセージ、および信号ランプの制御ロジックテストは、man-in-the-loop テストと呼ばれる目視に頼らざるを得ませんでした。目視テストは、再現性、観察された変化の時間と位置に関する分解能、および同時に観察可能な計器の数において大きな不利があります。また、人間の目はすぐに疲れ、錯覚も少なくありません。この課題に対するソリューションは、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションの一部として自動化されたビジュアルテストを導入することです。

## エレクトロニクスの目を搭載した HIL

テストプロジェクトでは、dSPACE のエンジニアは dSPACE HIL シミュレータに 2006 年型 キャデラック STS のインストルメントクラスタを「観察」するための高解像度カメラを接続しました。変化を記録、表示、そして必要に応じて再生できるよう



▲ カメラ (右) がインストルメントクラスタを「観察」し、信号を HIL シミュレータに渡します。

統合テストは計器テストの一部としてますます欠かせなくなっています。ドライバーに包括的な情報を提供するため、現在の車両は高度に洗練されたディスプレイ計器、インフォテインメントシステム、ナビゲーションシステムを搭載しています。走行速度、エンジン回転数、燃料レベル、冷媒温度などの重要な車両データだけでなく、メンテナンス時期、タイヤ空気圧、ランプの故障、走行キロ数、車内温度、外気温なども表示されます。



▲ ControlDesk には本物のようなインストルメントクラスタのイメージが表示されます。



ディスプレイは dSPACE の試験ソフトウェア ControlDesk で作り直されました。現実的なテストシナリオを作成するため、エンジン、トランスミッション、運転動作、ドライバー、環境などに対応するさまざまな dSPACE の自動車用シミュレーションモデル (ASM) を使用しました。テストのシミュレーションモデルは Simulink® で作成しました。dSPACE ハードウェアと Simulink の間の接続は dSPACE RTI (Real-Time Interface) によって行われます。HIL シミュレータはセンサおよび ECU からの入力をエミュレートし、ディスプレイに表示します。

**テストの実行**

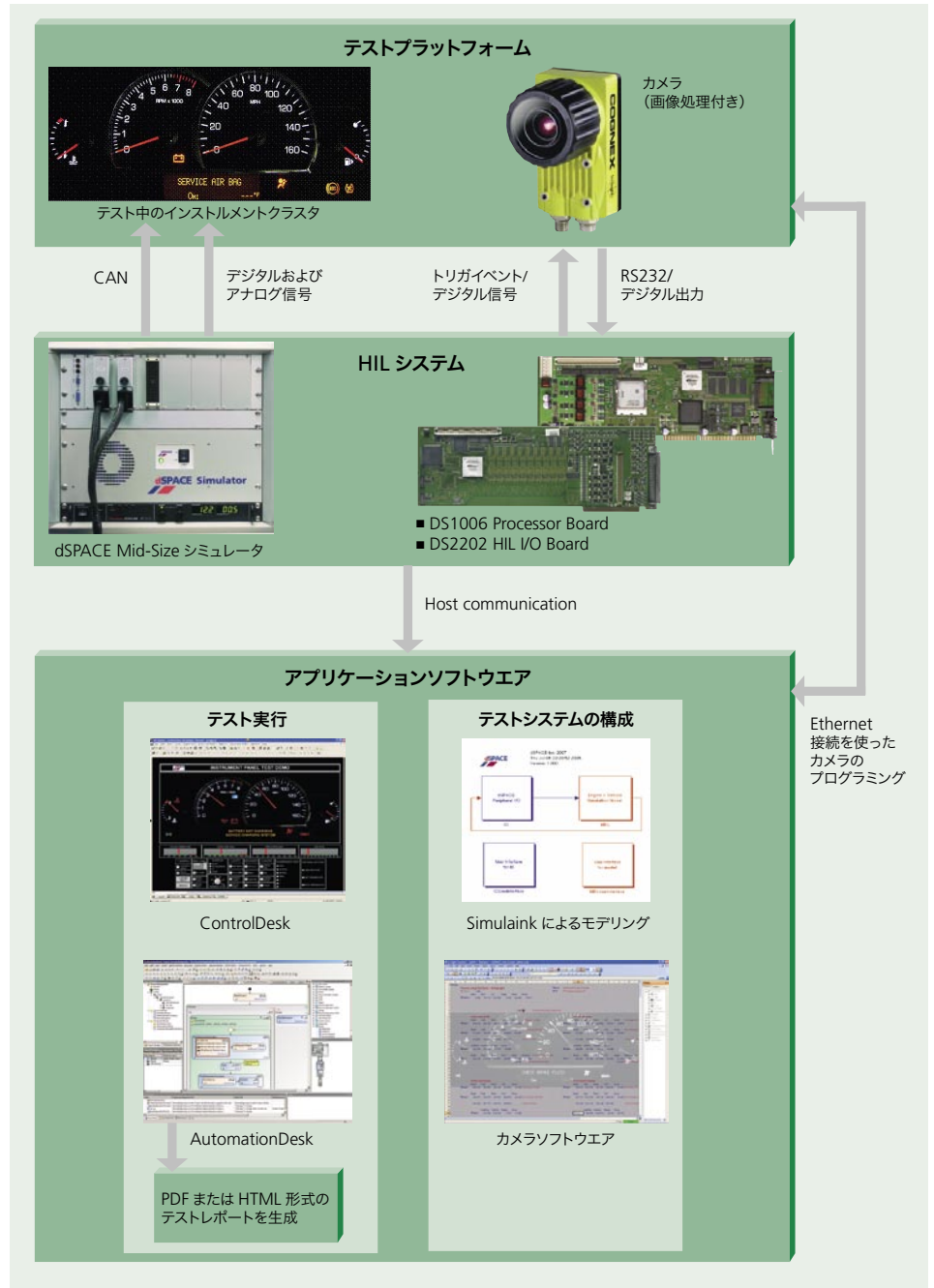
テストの作成と実行には、dSPACE のテストオートメーションソフトウェア AutomationDesk を使用しました。AutomationDesk はテストケースの作成を単純化し、テスト実行の自動化を可能にします。HIL シミュレータがテストシナリオに従ってセンサ信号をシミュレートする間、カメラの画像キャプチャおよび画像処理ソフトウェアは針の位置やその他の表示要素をアルゴリズムによって評価します。針の動作や信号ランプの点灯などの変化が発生するたび、カメラソフトウェアは計測値を角度値に変換し、RS232C インターフェース経由で HIL シミュレータに送信します。シミュレータソフトウェアは、このデータを車両速度やエンジン回転数といったスカラー変数に変換します。変化は非常に高速に発生することがあるため、観察およびテストプロセスはリアルタイムに行われる必要があります。これは、微妙な針の動きや信号ランプの点滅としてしか現れないうえにいつでも起こりうる信号のグリッチを登録するために特に重要です。ControlDesk の仮想計器ディスプレイは、計測値と参照値の両方を表示します。どちらの値も、AutomationDesk がテスト評価実行のためにアクセスするリストに格納されます。テストが完了すると、ソフトウェアにより PDF または HTML 形式のテストレポートが生成されます。

**速度と分解能**

初期テストランは、画像キャプチャと画像処理を統合した HIL シミュレーションが、リアルタイムな計器パネルテストに非常に高い適性を有することを示しています。しかし、速度

と分解能に対して同時に求められる要件についての制限事項もあります。針の位置キャプチャや角度判定が高い分解能を必要とするのに対し、信号ランプの観察では高いフレームレートが要求されます。ユーザは観察する対象に応じて、この 2 つの要件に対する独自のトレードオフを見つける必要があります。

インストールクラスタ監視は、温度制御ディスプレイや自動駐車システムなどその他の情報システムにも適用できます。



▲ 自動計器チェックのためのテスト設定の模式図

# CalDesk 2.0: さらに柔軟に

- 操作の簡素化と高速化
- 新しいインターフェース – LINバスとXCP on Ethernet
- 様々な新機能

dSPACEの汎用的な計測、適合、診断ツールの新バージョンCalDesk 2.0は、外観が新しくなります。新しくなったユーザーインターフェースは、作業を簡単かつ高速にする数々の便利な機能を備えています。このツールは多くの新機能と機能強化があり、さまざまなECUプロジェクトでより柔軟に使用できます。たとえば、LINバスおよびXCP on Ethernetを新しくサポートしています。

## さらに使いやすく

CalDeskバージョン2.0は、最新のWindowsテクノロジーに基づいてユーザーインターフェースを見直しました。

また、新たに計器ライブラリが追加されたため、計器をドラッグ&ドロップで割り当てるだけで複雑なレイアウトを簡単に作成することができます。変数リストの変数も、マウスまたはキーボードを使って同じくらい簡単に割り当てることができます。

さらにユーザ自身で計器を構成する場合は、使うたびに再設定しなくて済むようにライブラリにそれらを登録することができます。

CalDesk 2.0では、特殊な編集モードに切り替えなくてもレイアウトを編集できます。また、作業をさらに簡単にするため、メニュー構造が見直され、ショートカットキーがメニューとツールヒントに表示されるようになっています。

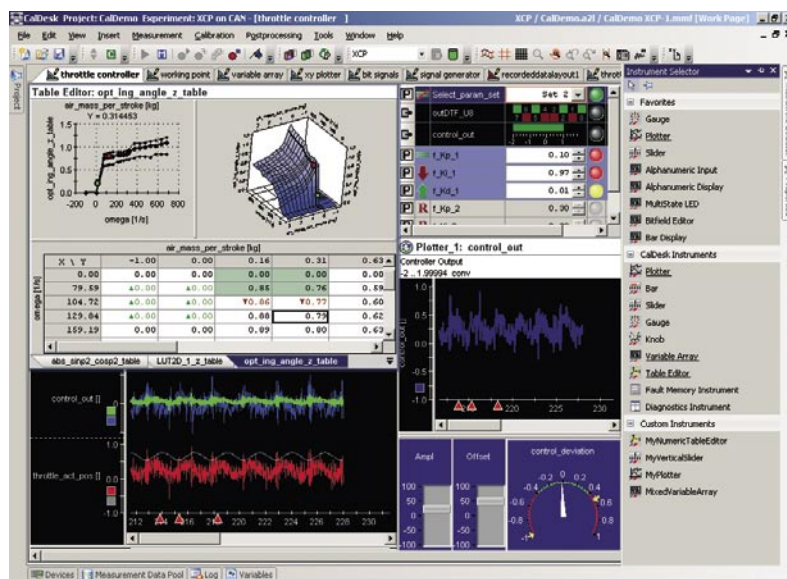
画面の端にある新しいコントロールバーで、計器ライブラリや変数リストなどのツールウィンドウの表示/非表示をすばやく切り換え、表示エリア全体を使って計器レイアウトを見やすく表示することができます。

## Variable Array: 新しいオールラウンド計測ツール

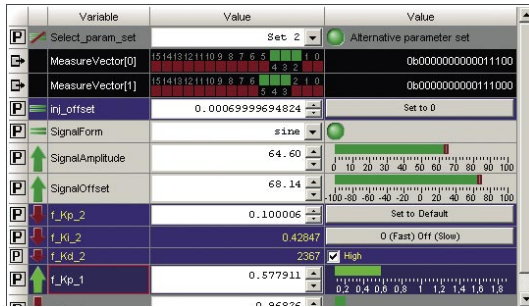
計器セット自体も拡張されています。新しいVariable Array計器はさまざまなオプションを備え、ほとんどオールラウンドに活躍します。入力フィールド、ビットフィールド、スライドコントロール、ステータスLED、および新しいPushボタン、On/Offボタン、Checkボタンを1つの計器内で自由に組み合わせて使用することができます。さらに、統合された値範囲チェックといったオプションを使えば、Variable Arrayですべての関連情報を一目で見ることができるようになります。

## さらに多目的に

CalDeskは、汎用的な計測および適合ツールとして、現在のECUソフトウェアの各開発プロセスにおける様々なシナリオに使用されるようになっています。バージョン2.0ではこのために、多彩な新オプションを用意しています。



▲ CalDesk 2.0の新しいユーザーインターフェースは効率性の向上を目的として設計され、計器ライブラリなどの新機能を備えています。



▲ 新しい Variable Array によって計測変数の新しいオプションが利用できます。

### ■ LIN バス信号の記録

LIN (Local Interconnect Network) バスは多くの自動車メーカーで標準になっています。CalDesk 2.0 では、LDF ファイルに記述される LIN バスの物理信号の計測と記録をサポートします。

### ■ XCP on Ethernet のサポート

XCP on Ethernet インターフェースの重要性が増している理由は、計測帯域幅の大きさだけではありません。CalDesk 2.0 では、XCP on Ethernet 用に、TCP/IP と UDP/IP の両プロトコルをサポートします。

### ■ 専用のデータセグメントを使用せずに ECU を適合

CalDesk 2.0 では、適合パラメータ用に独立したメモリ領域を持たない ECU の適合が可能です。これを行うため、CalDesk の計器に接続された適合変数のみをアップロードおよびダウンロードすることが可能です。また、CalDesk 内から、ECU 記述ファイル内の計測信号として定義された変数を変更することもできるようになりました。

### ■ ODX ファイルの識別子を使用した計測

CalDesk 2.0 を使用すると、ODX ファイルからの診断データ（識別子）を計測および適合計器にも使用できます。その後、適合インターフェースの代わりに診断インターフェースを経由して、ECU 上で単純な計測および適合タスクを実行できます。

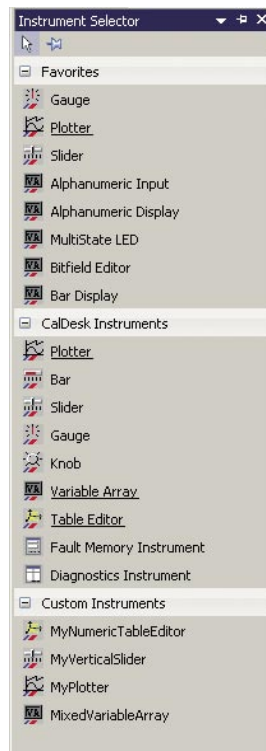
### その他の新機能

テストドライブでは通常、数百 MB のサイズの計測ファイルが生成されます。ただし多くの場合、評価の目的に関係するのは、特定の時間間隔、あるいは単に選択した信号のみです。この状況において、CalDesk 2.0 では、プロッタ計器に表示された正確な時間間隔と信号を保存するオプションを、データ削減あり、なしの両方で新しい計測ファイルに保存するオプションを提供しています。したがって、この計測ファイルには本当に必要な情報しか含まれず、扱いやすいサイズになっています。

他にも、CalDesk 2.0 にはあらゆる分野にわたる機能強化と新機能があります。

- パラメータ変更のアンドゥ / リドゥと変更履歴の表示
- 自動化されたインターフェース経由でのデータ記録
- ソフトウェアバージョン変更のスピードアップ
- データセットマネージャの強化
- 16 進エディタ
- ECU 診断での GMLAN のサポート

多くの新機能により、CalDesk の操作がさらに簡単に、さらに効率的になります。CalDesk2.0 は、ECU ソフトウェアの各開発プロセスにおける様々なアプリケーションシナリオを包括的に支援するツールとして進化を続けていきます。XCP on FlexRay についても、今年中にお客様にご利用いただけるように開発を進めています。



◀ 新しい計器ライブラリ。ユーザがあらかじめ設定したカスタム計器も表示されています。

# パラメータコントロール センタ

カスタムモデルの  
グラフィカルなパラメータ  
設定

集中パラメータ管理

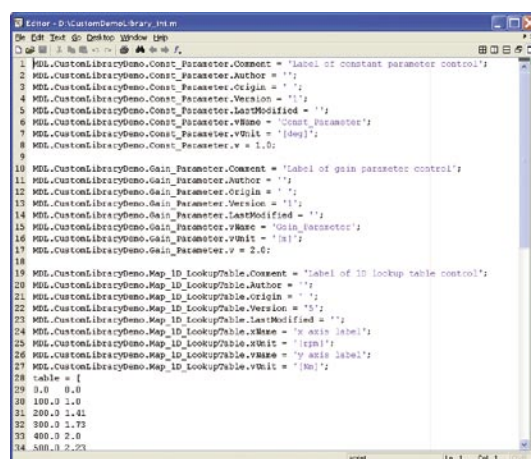
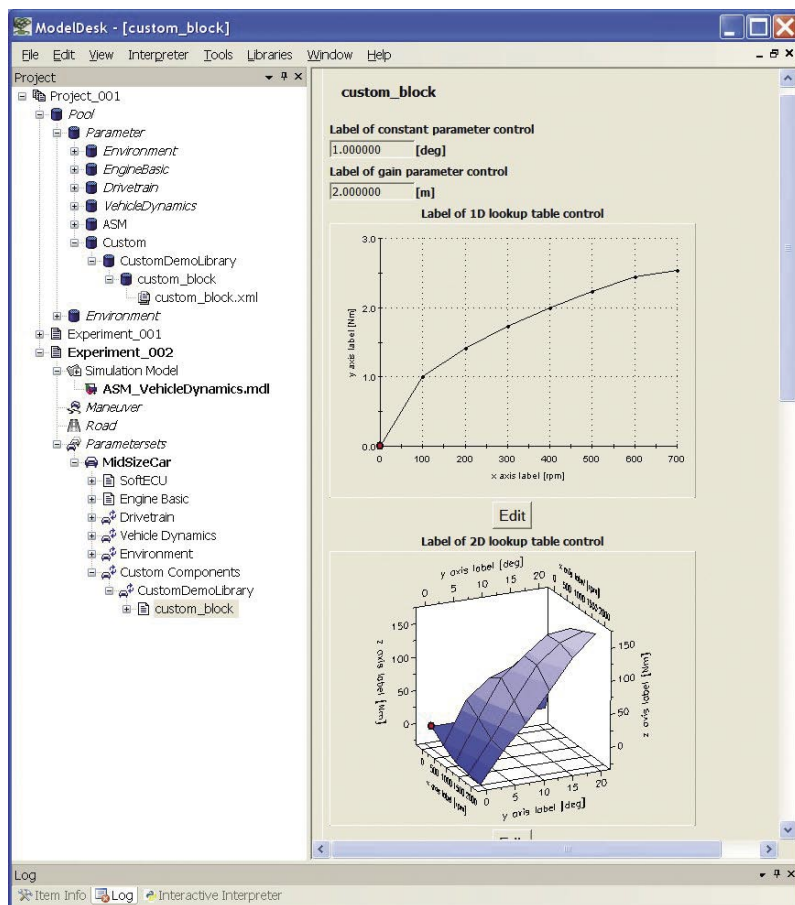
効率的なパラメータ管理

ASM (Automotive Simulation Models) の特長は、オープンな設計思想です。ユーザはモデルを Simulink ブロックレベルまで詳細化して検討し、さらにそのモデルに対して修正や独自モデルの追加も行うことができます。このオープンで柔軟なアプローチは、パラメータ設定ソフトウェア ModelDesk のバージョン 2.0 によってさらに便利で効率的になりました。ModelDesk では、ユーザが修正または追加したモデルを検出し、それに対してグラフィカルなパラメータ設定を提供するようになりました。

## カスタムライブラリのユーザインターフェース

ModelDesk でカスタムモデルを処理するために、モデル化には若干の簡易な ASM 設計ルールに準拠する必要があります。そのルールとは、ModelDesk で変数をパラメータ化する必要がある場合に、その変数をマスクされた Simulink サブシステムに格納し、マスクパラメータ経由でパラメータ設定が必要があるというものです。マスクされたサブシステムは、Simulink ライブラリに保存されます。パラメータには直感的な名前を、ユーザインターフェースで表示する単位とともに割

▼ ModelDesk によって  
作成されたカスタム  
パラメータページ



▲ 名前、単位、初期値を持つマスクされた変数として  
パラメータを宣言。

り当てることができます。ModelDesk では、スカラー、ベクトル、およびテーブルベースのパラメータをサポートします。新しく作成された Simulink ライブラリは、ModelDesk に登録することができます。ModelDesk に読み込まれたモデルに、登録されたライブラリのコンポーネントが含まれる場合、ライブラリからパラメータが画面に表示されます。各サブシステムのパラメータに対して、独立したパラメータページが作成されます。

## 集中パラメータ管理

カスタムモデルを含む Experiment ファイルが読み込まれると、ModelDesk はそれらを標準 ASM パラメータと同様に表示します。ユーザは Model Navigator でモデルコンポーネントを選択し、自動的に生成されたパラメータページ上でグラフィカルにパラメータ設定することができます。ModelDesk にユーザ固有のモデルのサポートが追加されたことで、ModelDesk ですべての試験データとすべてのパラメータセットを管理できるようになりました。

# TargetLink Reloaded

Release 6.1 に同梱される量産コード生成ツール TargetLink の新バージョンでは、コードの効率性と AUTOSAR サポートを重視しています。生成されるコードはこれまで以上に効率的で、特にベクトル信号に関連する部分が強化されています。また、この新しいバージョンでは AUTOSAR 規格 2.1 と最新の The MathWorks Release 2007b をサポートしています。

## コード効率性の向上

TargetLink 2.3 では、量産アプリケーションのコードの効率性を最大限に高めることを特に意識しています。これまで高い効率性を実現していましたが、以下の最適化によりさらに強化されました。

- オプションで、ベクトル信号を処理するブロック用のコードを単一の命令文ではなくループとして生成することにより、ROM の消費量を大幅に削減することができます。TargetLink は同一の特性を持つベクトル部を識別し、指定したしきい値を超えた場合にループを作成します。
- アトミックサブシステムの境界で不必要な中間変数が生成されるのを防ぐため、コード最適化で適切な分析機能がサポートされるようになりました。
- タイムステップごとに個々のブロックを計算する必要性を分析するための手順が改良されました。これにより、条件によって実行される分岐に移動できるブロックが増え、実行時間が短縮されます。

## AUTOSAR 規格 2.1 のサポート

AUTOSAR の重要性向上に伴い、TargetLink 2.3 に以下の新機能が搭載されました。

- AUTOSAR バージョン 2.0 SP3 に加えて、AUTOSAR 2.1 をサポート (特に適合と計測に対応)
- AUTOSAR Runnable の実行中に ECU モードを切り替えるモード切り替えイベント
- 不要なスタック変数を除去して最適化することにより、送信側と受信側の暗黙的通信のコード効率性が向上

## MATLAB® の 4 バージョンを選択可能

TargetLink の有用な機能のひとつに、単一バージョンによる複数の MATLAB バージョンのサポートがあります。これによって以下が可能になり、ユーザに大きな利用効果をもたらします。

- MATLAB の複数バージョン (たとえば、異なるプロジェクト) で、TargetLink の同一バージョンを使用できます。
- 新しい TargetLink バージョンをインストールせずに MATLAB をアップグレードできます。
- 新しい MATLAB バージョンをインストールせずに、TargetLink をアップグレードできます。
- TargetLink 2.3 では、最新の 4 つのリリース、R2006a+, R2006b, R2007a+, R2007b をサポートしています。

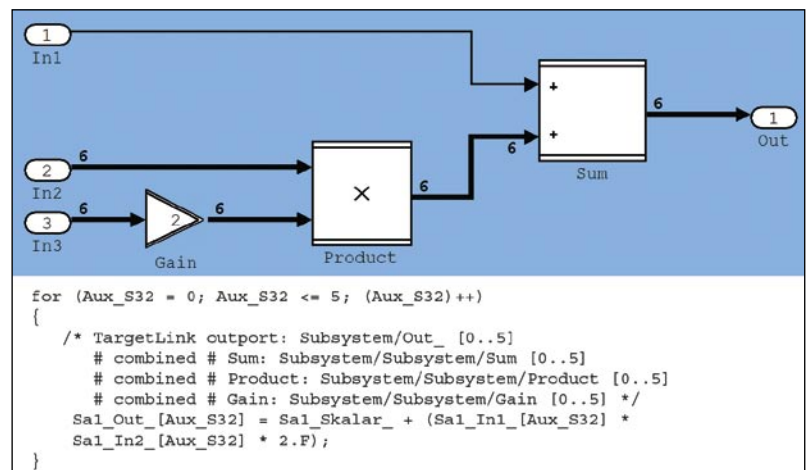
その他の機能強化には、マップ構造なしでテーブルコードを生成するオプションや、dSPACE データディクショナリオブジェクトが名前変更または移動された場合の参照の自動修正などがあります。また新バージョンでは、Infineon 社の XC2000 プロセッサのターゲットシミュレーションと TASKING コンパイラの組み合わせがサポートされます。

➤ 効率的なベクトル信号コード

➤ 最新 AUTOSAR のサポート

➤ MATLAB バージョンの柔軟な選択肢

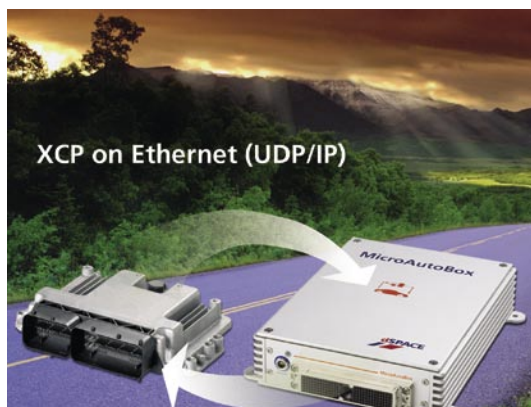
**AUTOSAR**



▲ TargetLink 2.3 では、ベクトル信号を含むブロックに対して生成するコードをループにすることができます。

## バイパス処理： XCP on Ethernet (UDP/IP)

dSPACE は、ECU 開発用のバイパスインターフェースのラインアップに XCP on Ethernet (UDP/IP) を追加します。dSPACE プロトタイピングハードウェアと実際の ECU 間を結ぶ、この新しい高速通信インターフェースは、拡張された Real-Time Interface (RTI) Bypass



Blockset と、LVDS-to-Ethernet コンバータを搭載した専用接続ケーブルによって実現しました。最近では XCP on Ethernet インターフェースを装備した ECU が増えており、この dSPACE バイパスソリューションは、このような ECU に変更を加えることなく使用することが可能です。また新しい LVDS-to-Ethernet 接続ケーブルにより、既存の LVDS インターフェースを備えたプロトタイピングハードウェアで Ethernet インターフェースを利用することができます。Ethernet は dSPACE XCP Service でもサポートしています。(リリース日：[www.dspace.com/goto?release](http://www.dspace.com/goto?release))

## RTI：モデルリファレンス機能

dSPACE Real-Time Interface (RTI) は近く、シングルプロセッサモデルでのモデルリファレンス (The MathWorks 社の機能) をサポートする予定です。モデルを個別のファイルに保存している場合、これらのモデルをモデルリファレンス機能により他のモデルに統合したり、分割してコード生成することができます。dSPACE ハードウェア上に MATLAB<sup>®</sup>/Simulink<sup>®</sup>/Stateflow<sup>®</sup> モデルを自動実装するための Real-Time (RTI) は、モデルリファレンス機能のサポートにより、さらにモジュール化されたフレキシブルな開発プロセスを実現しました。(リリース日：[www.dspace.com/goto?release](http://www.dspace.com/goto?release) サポート範囲の詳細については、dSPACE にお問い合わせください)

## ブラウンシュヴァイク工科大学での サマーキャンプ

ドイツの Technische Universität Braunschweig で去年の 9 月に実施されたサマーキャンプでの学生たちへの課題は、乗用車向けの快適システムの開発という作業でした。電気工学、情報工学、機械工学の各分野の 16 名の学生たちが、プロジェクトを支援するさまざまな企業からの代表者たちとともに参加しました。dSPACE 社員の Petra Nawratil は製品とその傾向について報告し、製品エンジニアとして自分が開発した製品を学生たちに紹介しました。dSPACE は、若い学生たちの興味を刺激し、それぞれの学生たちに将来のキャリアの可能性を示して助言や支援を行うことを目的に、このようなプロジェクトに熱心に取り組んでいます。

## 2007 年インドでのユーザ会

2007 年 9 月 21 日に 150 名を超える参加者が、インドのバンガロールで開催された dSPACE ユーザ会に会場しました。参加者は会場の Hotel Le Meridien で、dSPACE のお客様による詳しい内容の講演に出席しました。General Motors 社および Visteon 社は、インドで進行中の自社の自動車開発プロジェクトについて解説しました。その他の講演では、航空宇宙産業およびメカトロニクス分野で dSPACE ツールがどのように使用されているかが説明されました。

dSPACE は、参加者と講演者の皆様の関心と熱意に対して、心より感謝いたします。また、素晴らしいイベントを開催して下さったインドの販売代理店、Cranes Software International 社には、お礼を申し上げます。



## イベント



dSPACE は世界各地で開催されているトレードショーやコンファレンスに出展しています。当社と当社のソリューションの詳細をご確認ください。お客様のご来場をお待ちしております。

イベントの日程については、[www.dspace.com](http://www.dspace.com) をご覧ください。

## お問合せ先



皆様からの貴重なご意見をお待ちしております。

## dSPACE Japan 株式会社

(本社)

〒140-0001

東京都品川区北品川 4-7-35

御殿山トラストタワー 10 階

Tel.: 03-5798-5460

Fax: 03-5798-5464

Home Page : [www.dspace.jp](http://www.dspace.jp)

一般的なお問い合わせ : [Info@dspace.jp](mailto:Info@dspace.jp)

営業的なお問い合わせ : [Sales@dspace.jp](mailto:Sales@dspace.jp)

技術的なお問い合わせ : [Support@dspace.jp](mailto:Support@dspace.jp)

(中部支店)

〒460-0003

名古屋市中区錦 1-6-5

名古屋錦シティビル 7 階

Tel.: 052-220-5155

Fax: 052-220-5156

## 採用情報



dSPACE で一緒に働きませんか？ 経験を積んだプロフェッショナルとして新しい挑戦の場を求めていますか？ 当社のチームにぜひご参加ください（ドイツ：パーダーボルン、ミュンヘン、シュトゥットガルト。フランス：パリ。イギリス：ハーフードシャー。アメリカ：ミシガン州ウィクソム。日本：東京、愛知）。

当社では、業務拡大のため、経験の有無を問わず、技術力のあるスタッフを世界各国にあるオフィスで募集しています。

- ソフトウェア開発
- ハードウェア開発
- アプリケーション
- テクニカルセールス
- 製品管理

現在の日本での採用情報については [www.dspace.jp/www/ja/jap/home/company/jobs.cfm](http://www.dspace.jp/www/ja/jap/home/company/jobs.cfm) をご覧ください。

## トレーニング



dSPACE 製品の機能を実際にご評価いただくために、トレーニングを開催しております。お気軽にお問い合わせください。

- ControlDesk & RTI
- TargetLink
- AutomationDesk
- ASM ビークルダイナミクス
- ASM エンジン
- CalDesk

## レポート



『Trends and Perspectives in Automated ECU Testing』

Dr. Klaus Lamberg, dSPACE GmbH

『Parameterizing User-Defined Models Graphically』

Holger Krumm, dSPACE GmbH

『Building Bridges – Standardized Data Interchange in the ECU Development Process』

Joachim Stroop, dSPACE GmbH

資料のダウンロード

[www.dspace.com/goto?info\\_downloads](http://www.dspace.com/goto?info_downloads)

### オーストラリア

CEANET Pty Ltd.  
Level 8, 6-8 Underwood Street  
Sydney NSW 2000  
Australia  
Tel.: + 61 2 9232 3699  
Fax: + 61 2 9232 3332  
info@ceanet.com.au  
www.ceanet.com.au

### インド

Cranes Software Intern. Ltd.  
#29, 7th Cross, 14th Main  
Vasanthnagar  
Bangalore 560 052, India  
Tel.: +91 80 4151 6400  
Fax: +91 80 4151 6500  
dspace@cranesoftware.com  
www.cranessoftware.com

### ポーランド

Technika Obliczeniowa  
ul. Obozna 11  
30-011 Kraków  
Tel.: +48 12 630 49 60  
Fax: +48 12 632 17 80  
info@tobl.com.pl  
www.tobl.krakow.pl

### 中国、香港

Hirain Technologies  
8F Tower B  
Beijing Venture Plaza No.11  
Anxiang Beili Chaoyang District  
Beijing China, 100101  
Tel.: +86 10 648 40 606  
Fax: +86 10 648 48 259  
xmcao@hirain.com  
www.hirain.com

### 韓国

MDS Technology Co., Ltd.  
15F Kolon Digital Tower Vilant 222-7  
Guro-3-dong, Guro-gu  
Seoul 152-848, South Korea  
Tel.: +82 2 2106 6000  
Fax: +82 2 2106 6004  
dspace@mdstec.com  
www.mdstec.com

### スウェーデン

Fengco Real Time Control AB  
Svärdvägen 25A  
SE-182 33 Danderyd  
Tel.: +46 8 6 28 03 15  
Fax: +46 8 96 73 95  
sales@fengco.se  
www.fengco.se

### チェコおよびスロバキア共和国

HUMUSOFT s.r.o.  
Pobrezni 20  
186 00 Praha 8  
Tel.: +420 2 84 01 17 30  
Fax: +420 2 84 01 17 40  
info@humusoft.cz  
www.humusoft.cz

### オランダ

TSS Consultancy  
Rietkraag 37  
3121 TC Schiedam  
Tel.: +31 10 2 47 00 31  
Fax: +31 10 2 47 00 32  
info@tsscon.nl  
www.tsscon.nl

### 台湾

Scientific Formosa Incorporation  
11th Fl. 354 Fu-Hsing N. Road  
Taipei, Taiwan, R.O.C.  
Tel.: +886 2 2505 05 25  
Fax: +886 2 2503 16 80  
info@sciformosa.com.tw  
www.sciformosa.com.tw

### 日本

dSPACE Japan 株式会社

(本社)  
〒140-0001  
東京都品川区北品川 4-7-35  
御殿山トラストタワー 10 階  
Tel.: 03-5798-5460  
Fax: 03-5798-5464  
info@dSPACE.jp

(中部支店)  
〒460-0003  
名古屋市中区錦 1-6-5  
名古屋錦シティビル 7 階  
Tel.: 052-220-5155  
Fax: 052-220-5156

### ドイツ本社

dSPACE GmbH  
Technologiepark 25  
33100 Paderborn  
Tel.: +49 52 51 16 38-0  
Fax: +49 52 51 6 65 29  
info@dSPACE.de

### 米国およびカナダ

dSPACE Inc.  
50131 Pontiac Trail  
Wixom · MI 48393-2020  
Tel.: +1 248 295 4700  
Fax: +1 248 295 2950  
info@dSPACEinc.com

### フランス

dSPACE Sarl  
Parc Burospace · Bâtiment 20  
Route de la Plaine de Gisy  
91573 Bièvres Cedex  
Tel.: +33 1 6935 5060  
Fax: +33 1 6935 5061  
info@dSPACE.fr

### イギリス

dSPACE Ltd.  
Unit B7 · Beech House  
Melbourn Science Park  
Melbourn  
Hertfordshire · SG8 6HB  
Tel.: +44 1763 269 020  
Fax: +44 1763 269 021  
info@dSPACE.ltd.uk

