

# dSPACE MAGAZINE

1/2011

Autoliv 社 –  
インテリジェント  
シートベルト

Santerno 社 –  
太陽エネルギーの利用

Northrop Grumman 社 –  
海上でのコントローラ  
テスト







革新性をアピールしたいと考える大企業の多くは、研究開発への投資を利益に対する比率で示すことがあります。この数字は非常に成功している企業で5%、テクノロジーリーダーを自負する企業でも最大10%というところまでです。dSPACEが正確に何パーセントを研究開発に費やしているか公開することは控えますが、この数倍であることは確かです。dSPACEは本質的には研究開発機関で、そこに製造部門とサービス部門が統合されていると言う人もいられるでしょう。確かに、当社では、製品開発と最新化およびサービスポートフォリオに携わる専門職の従業員が多く働いています。

こうして、dSPACEは、非常に多くのコンポーネントで高い技術レベルに達しているにもかかわらず、開発を常に一步先に前進させることが可能となっています。そのことは、本誌の製品記事にも示されています。成功を収めた定評のある製品であっても、決して現状に甘んじるべきではありません。お客様の要求は、常に変化していま

す。ときには、実績のある製品やソリューションであっても、抜本的な再考が必要となります。このような背景もあり、本誌dSPACE Magazineの32ページで紹介する新しいHILシミュレータプラットフォーム「SCALEXIO」を開発しました。

SCALEXIOのコンセプトは、何年も前から構想がありました。既存のHILテクノロジーは市場において引き続き大きな成功を収めていますが、当社ではその限界を認識していました。HILテクノロジーのアーキテクチャ要素の多くが、非常に長期間にわたって変更されていないにもかかわらず、これまでと同じように競争力を維持し続けていることも事実です。結局、寿命の短いテクノロジーは、この分野のお客様から必要とされないのです。

SCALEXIOのあるべき姿については、検討に検討が重ねられました。dSPACEは数多くのHILプロジェクトでの経験に基づいてSCALEXIOを設計し、まったく新しい最先端のHILテクノロジーを開発しました。

このSCALEXIOの実現には、長年にわたって多額の投資が必要でした。SCALEXIOは小規模なデスクトップシミュレータから車両全体のシミュレータまで対応可能な、新たなレベルのスケラビリティを実現し、I/Oの柔軟性も大幅に向上しています。製品名「SCALEXIO」にはこの両方の特徴が反映されています。SCALEXIOは当社がこれまでに得た技術と知識のすべてが集約された完全に新開発の製品です。このため、将来にわたって長期的に使用することができます。この新システムは、発表から間もないため、実績のあるHILシステムのように、まだすべてのアプリケーションに対応しているわけではありません。このため、dSPACEではSCALEXIOと従来のHILシステムを組み合わせるオプションを提供しており、これにより、お客様が強く求めている投資保護を保証しています。SCALEXIOに対する大きな反響は、dSPACEが正しい方向に進んでいることを証明しています。

社長兼 CEO Dr. Herbert Hanselmann





SCALEXIO | PAGE

32



SANTERNO 社 | PAGE

6



NORTHROP GRUMMAN 社 | PAGE

18

dSPACE MAGAZINE は、下記により定期的に発行されています。

dSPACE GmbH · Rathenaustraße 26  
33102 Paderborn · Germany  
Tel.: +49 5251 1638-0  
Fax: +49 5251 16198-0  
dspace-magazine@dspace.com  
www.dspace.com

編集長: André Klein  
広告条例管理責任者: Bernd Schäfers-Maiwald

テクニカルライター: Ralf Lieberwirth, Sonja Lillwitz, Julia Reinbach, Dr. Gerhard Reiß, Nina Riedel

協力: Dr. Ulrich Eisemann, Dr. Andreas Himmeler, Dr. Heiko Kalte, Susanne Köhl, Holger Krisp, Andre Rolfsmeier, Holger Ross

編集および翻訳: Robert Bevington, Stefanie Bock, Dr. Michelle Kloppenburg, Christine Smith, dSPACE Japan 株式会社

デザイン: Krall & Partner, Düsseldorf, ドイツ  
レイアウト: Sabine Stephan

翻訳・印刷協力: 株式会社 シュタール ジャパン、株式会社 ビッグビート

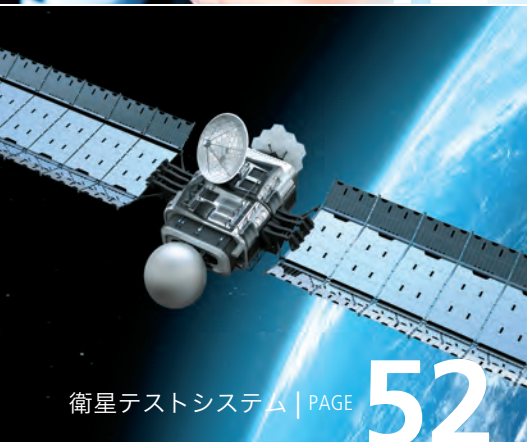
© Copyright 2011

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。dSPACE では常に製品の品質向上に努めており、本出版物に記載された内容については予告なく変更になる可能性があります。

dSPACE は、米国やその他の国における dSPACE GmbH の登録商標です。その他の登録商標については、www.dspace.jp/goto.cfm/terms を参照してください。その他のブランド名または製品名は、その企業または組織の商標または登録商標です。



# 目次



- 3 社長挨拶  
Dr. Herbert Hanselmann

## お客様の事例

- 6 SANTERNO社  
Upvalue Energy  
パワーインバータ:効率的なTargetLinkコードによる効率的なエネルギー変換

- 12 AUTOLIV社  
Gentle Belts  
AUTOSARに準拠したシートベルト作動システム

- 18 NORTHROP GRUMMAN社  
Turbine on Board  
ガスタービン艦の推進モデルのシミュレーション

- 22 DLR(ドイツ航空宇宙センター)  
Blade Runner  
自律型インテリジェント航空機の開発とテスト

- 28 LEMFÖRDER ELECTRONIC社  
Tested and Found Good  
dSPACEテストオートメーションによるトランスミッションレバー電子部品の自動テスト

## 製品

- 32 新しいHILテクノロジー  
SCALEXIO  
新しいシミュレータテクノロジーによる柔軟性の高い作業プロセス

- 38 MICROAUTOBOX II EMBEDDED PC  
Twice the Punch  
2つのシステムの長所を組み合わせたMicroAutoBox IIの新しいオプション

- 42 CONTROLDESK NEXT GENERATION  
SIGNAL EDITOR  
Signals under Control

新しい強力なSignal Editor

- 46 RapidPro標準設定製品  
The Right System for Each  
Application

RapidPro:初期設定された製品が開発の開始時間の短縮を可能に

- 48 クワッドコアDS1006  
Connect 4  
クワッドコアDS1006プロセッサボードを使用した複数のモーターのシミュレーション

## ビジネス

- 52 衛星テストシステム  
Going into Orbit  
dSPACEシミュレータによる衛星テストシステム

- 54 ニュース



パワーインバータ：  
効率的な TargetLink コードによる  
効率的なエネルギー変換

# Upva





# Value Energy

毎日、太陽から供給されるエネルギーの量は、現在世界中で消費されるエネルギーの 15,000 倍です。この自然のエネルギー源を利用するには、太陽エネルギーを電気エネルギーに変換する必要があります。そこで大きな力を発揮するのが、Santerno 社のインバータです。

ソーラーフィールドは高度な制御システムによって効率化されています。





### インバータとその応用分野

産業用デバイス、ソーラーフィールド、風力タービン、ハイブリッドドライブを制御するためには、Electric Driveを制御し、高電圧および大電流を処理する必要があります。直流(DC)を交流(AC)に変換することが、この作業の重要な部分になります。これは、インバータと呼ばれる装置によって行われます。現在のインバータは、制御システムとパワー駆動エレクトロニクスの組み合わせによって実現されています。Santerno社の製品が使用されてい

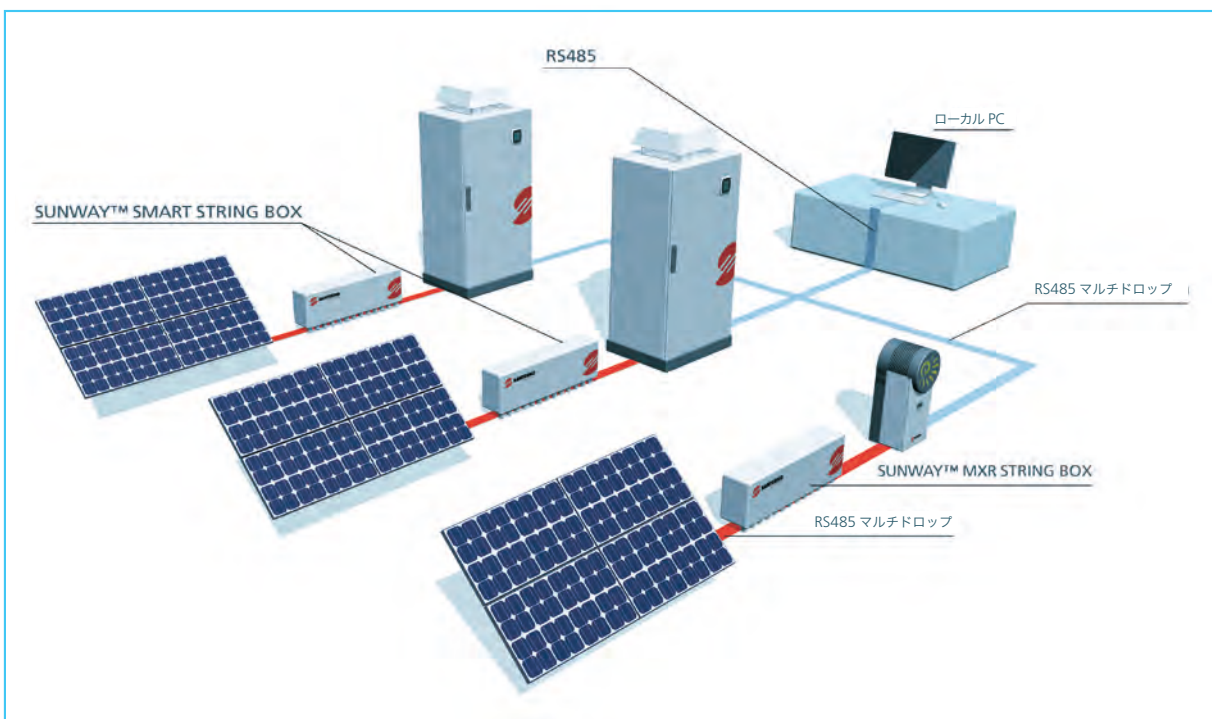
る応用分野(以下を参照)においては、用途に応じて、さまざまな厳しいリアルタイム要件や複雑なタスクを処理できる制御システムが必要になります。

#### ■ ソーラーフィールド

太陽電池(PV)フィールドは、最適な動作ポイントと効率的なエネルギー変換の観点から制御を行う必要があります。これは、最大出力追従制御アルゴリズム(MPPT)によって行われます。このアルゴリズムによって、1日を通して

さまざまな天候条件で変化する、PVフィールド上の最適動作ポイントを見つけ出すことができます。効率的なエネルギー変換を達成するためにインバータDCリンク電圧を調節する必要があります。また、グリッドに供給される電流も調節する必要があります。さらに、国によって異なる認証規格を満たすために、複数の診断および安全制御機能をモデル化し、十分なレベルの効率性、全高調波歪み率(THD)および安全性を確保する必要があります。

インバータと制御ステーションに接続されたソーラーフィールドの構成







## 「TargetLink を使用することにより、パワーインバータの量産を計画通りに開始し、高品質の規格を満たすことができます」

Fabio Gianstefani 氏、Santerno 社

### ■ 風力タービン

風力エネルギーを利用する際には、風車の最適な方向、速度および安全性の各条件について制御を行うことが必要になります。DC リンクの調整およびグリッドに注入された電流の調整の原理は、一般的にソーラーアプリケーションに対するものと同じです。

### ■ 産業オートメーション

最新のドライブおよび動作制御システムは、巨大なダイナミクス、高精度、そして正確な同期化が要求され、これらをすべて制御する必要があります。典型的な例として、ベクトル制御アルゴリズム (FOC)、ベクトルトルク制御アルゴリズム (VTC)、および電圧対周波数 (V/f) アルゴリズムを使用する 3 相 AC モーター制御が挙げられます。

### インバータ用制御システムソフトウェアの構造

「インバータシステム」用のソフトウェアは、機能的にアプリケーション層とプラットフォームソフトウェアに分けることができます。プラットフォームソフトウェアは、ハードウェア抽象化層 (HAL)、ドライバ、およびサービスで構成されます。通信、診断、適管理などのサービスおよび厳しいリアルタイム制約は、すべての製品でほぼ同じであるため、そのプラットフォームソフトウェアもすべて

の制御システムで同じになっています。個々の製品の仕様を考慮に入れる場合は、リアルタイムの設定、HAL のマッピングおよびサービスの設定に関して各制御システムを個別に設定するだけで済みます。こうしたクロスプラットフォーム特性を活かすことで、モジュラー方式の強化および新製品の市場投入時間の短縮化が図ることができます。アプリケーション層は、PV プラント、風力タービン、車両システムなどの物理プラントを制御し、製品ごとに個別に開発されます。アプリケーション層はさらに、インバータ層やアプリケーション制御層などの複数のサブシステムに分けることができ、dSPACE TargetLink® を使用して開発されます。

### 制御システムソフトウェアの開発プロセス

アプリケーション層は、モデルベース開発に適しています。Santerno 社のツールチェーンは、モデルベース設計については MATLAB®/Simulink®/Stateflow® に基づいて構築され、設計、量産コードの自動生成およびモジュールテストについては TargetLink に基づいて構築されています。このツールチェーンは、次の 2 つの異なる方法で使用されています。

■ 既存の制御システムの改良は、多くの場合 TargetLink を用いて行われます。TargetLink を使用して追加の機能に対するコードが生成され、後で制御システム

のレガシーコードと統合されます。これらの実装は、浮動小数点演算で行われます。

■ 新しい制御システムの開発は、モデルベース手法と量産コードの自動生成機能のみを使用して実行されます。つまり、アプリケーション層はすべて TargetLink を使用して自動的に生成されます。制御ソフトウェアのサイズは、通常はコード行数で 15,000 ~ 20,000 行程度です。最近のプロジェクトは、固定小数点演算で開発されています。

### 制御システム開発の課題

全体的に見ると、制御システム開発において克服すべき大きな課題は 2 つありました。1 つ目の課題は最適化でした。制御システムソフトウェアは、たとえば 11 kHz でブリッジ PWM キャリアと同期化されたタスク上で実行されるため、その周期は 100 マイクロ秒を下回っています。これらの実行時間要件は、TargetLink コードの効率性を活かして、モデリングガイドラインを使用して 72 Mhz で実行される CPU 使用量を最適化することで対処することができました。

2 つ目の課題はスケールアップ技法でした。量産コードでは、最大電流/電圧が大きく変動する可能性のある、さまざまなパワーエレクトロニクスのサイズを制御しな



## 概要

自然のエネルギー源を利用するには、効率的な電気機器が必要になります。インバータを使用して直流 (DC) を交流 (AC) に変換することが、この作業の重要な部分となります。Santerno 社のインバータには、最大限の効率を確保する制御システムが備わっています。Santerno 社が構築した、モデルベース設計と自動コード生成機能を使用する開発プロセスは、太陽や風力エネルギーの応用分野および産業オートメーションの分野におけるすべての制御システムに適用可能です。数多くの量産プロジェクトから得られた経験を通して、市場投入時間や品質に関する高い目標を同社が達成する上で、dSPACE TargetLink コード生成ツールを使用することによる利点が大きいことが分かりました。これを受けて、このアプローチをすべての新製品開発に拡張することが、同社の開発部門の目標になっています。



SUNWAY™ TG 600V および SUNWAY M は、TargetLink によって生成された制御ソフトウェアが組み込まれたインバータ製品ラインアップの例です。



なければならないため、ワーストケーススケールアップアプローチでは十分に対処できませんでした。そのため、すべての電流/電圧の大きさを、センサ/アクチュエータの最大値で除算する方法を利用して、[-1…1] の範囲に標準化する必要がありました。

### 得られた経験

モデルベース設計と量産コードの自動生成機能は、制御ソフトウェアを開発する上で、信頼性の高い優れた手法であることが分かっています。特に、TargetLink を使用した開発アプローチにおけるテスト、トレーサビリティおよびドキュメント機能は、効率的な開発プロセスを確保する上で必須の利点となることが分かっています。なぜならこれらが、高い生産性と高品質を実現する決め手となるからです。

### ■ バックトゥバックテストの迅速化

自動的に生成されたコードをホスト PC 上で SIL (Software-in-the-Loop) テストモードで実行すると、反復の回数を少なくして迅速化を図ることができます。さらに、実際のターゲットへのコードの組み込みに際しても、最初から高品質なコードを得ることができます。また、SIL (Software-in-the-Loop) シミュレーションは、固定小数点の実装に対して浮動小数点のモデルを適切に

スケールアップする場合にも非常に役に立ちます。今後の目標は、製品を実際に統合する前に、テストカバレッジをさらに拡大することです。

### ■ 適切なトレーサビリティ

基本的に仕様の一部である理解しやすいモデルと、コードレビュー時に重要な優れたコード可読性は、開発におけるチームワークの向上にもつながります。モデルと C コード間の完全なトレーサビリティは、コードの保守性を高める上で特に役に立つことが分かっています。

### ■ ドキュメントの自動化

もう 1 つの時間節約の手段として、HTML または PDF 形式で自動生成されるドキュメントがあります。モデルは実行可能な仕様としての役割を果たします。また、モデルとコードに対して自動生成されたドキュメントは、ドキュメント化プロセスの一部として仕様書および設計ドキュメントに抽出して統合することができます。

### まとめと展望

Santerno 社では、既に多くの量産プロジェクトが成功裏に完了しています。それらのすべてにおいて、市場投入時間、性





スペインのフエンテアラモにあるソーラーフィールドは、Santerno 社製のインバータを使用して、最大 26 MW のエネルギーを供給しています。

能、高品質に関する同社の目標が達成されました。これを受けて、モデルベースのアプローチをすべての新製品開発に拡張することが、開発部門の目標となっています。言い換えると、この目標はソフトウェアの自動生成をさらに促進して、Santerno 社の製品に対する効率性と品質の厳しい要件を満たすということです。選択したツールに基づいて開発プロセス

を改善することは、一貫して継続する課題の 1 つです。TargetLink を選択する理由の 1 つとして、米国における ANS/UL1998 規格への準拠など、将来一部の国で、ソーラーインバータに対するコードの認証（プラットフォームとアプリケーション層の両方）が義務付けられる可能性が高いということが挙げられます。TargetLink によるモデルベースのアプ

ローチを使用することにより、これらの要件を満たすことが可能になります。■

Riccardo Morici  
Luca Balboni  
Fabio Gianstefani, Santerno

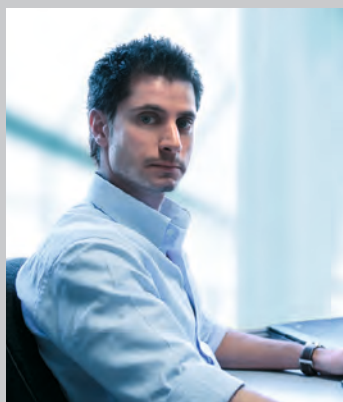
#### Riccardo Morici 氏

同氏は、イタリアのイーモラにある Santerno 社で、3つの製品ファミリーを担当するシステムモデリングおよび制御設計部門のマネージャです。



#### Luca Balboni 氏

同氏は、イタリアのイーモラにある Santerno 社で、組み込みアプリケーションソフトウェアおよびテストベクトル同定を担当するモデルベース制御システム部門のチームリーダーです。



#### Fabio Gianstefani 氏

同氏は、イタリアのイーモラにある Santerno 社で、組み込みソフトウェアの仕様および統合を担当するソフトウェアアーキテクチャ部門のリーダーです。





# Gentle Belts

AUTOSAR に準拠した  
シートベルト作動システム  
(Autoliv 社)



車両の衝突時には、シートベルトの着用者に過度の負荷をかけることなく迅速にシートベルトを作動させる必要があります。その解決策として、衝突の最初の一瞬にベルトを締め付けるプリテンション機構を使用する方法が挙げられます。Autoliv 社のアクティブシートベルトは、動作が穏やかなプリ・プリテンションを使用してベルトの衝撃を最適に抑えることで、さらなる前進を遂げました。この制御システムでは、AUTOSAR 準拠のソフトウェアが使用されています。



#### シートベルトによるプリクラッシュシステム

自動車部品サプライヤの Autoliv 社は、バリ近郊のセルジーを拠点にして、自動車メーカー 2 社向けに量産用の電動シートベルト/プリ・プリテンションシステムを開発しています。このメカトロニクスシステムは、シートベルト/リトラクタ、ECU およびモーターで構成されています (図 1)。

急ブレーキあるいは車両のオーバーステアやアンダーステアなど、衝突の可能性のある緊急事態が事前に検出されると、直ちにシートベルトのたるみを電気モーターで巻き取り、衝突前にベルト着用者の動きが拘束されます。これにより、実際に衝突が起きても、自動車の乗員はそれぞれ各自のシートの適切な位置に固定されているので、火薬式のシートベルトとエアバッグから成るパッシブセーフティシステム全体によって、最適な保護を実現することができます。衝突を回避した場合は、シートベルトは張力を緩めてもとの状態に戻ります。この装置は、衝突発生時の傷害を軽減するだけでなく、ドライバーが安全運転の限界に近づいたときも警告としてシートベルトを締め付け、アクティブ式の衝突防止装置としての役割も果たします。

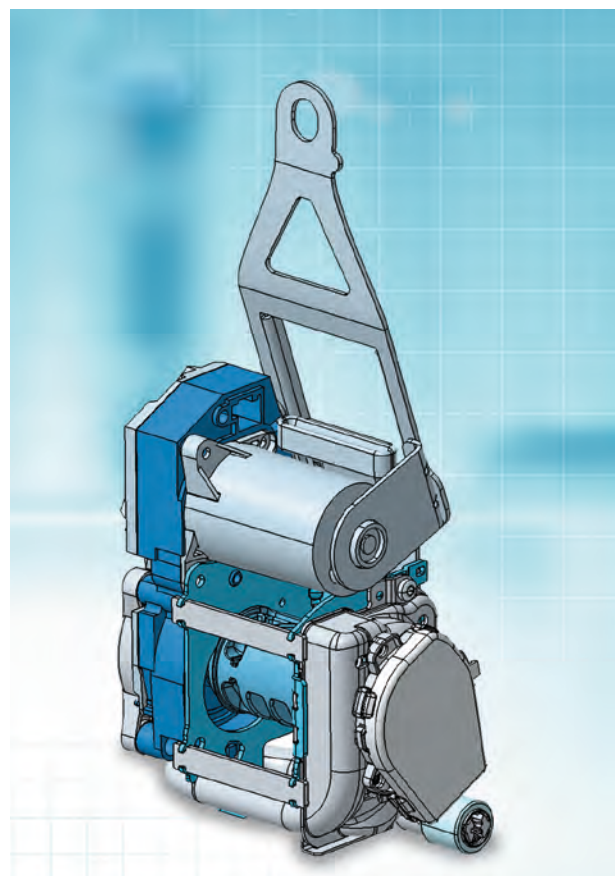
さらに、プリ・プリテンションの使い勝手のよい機能のおかげでシートベルトの着脱が簡単にでき、また、さまざまな運転状況に合わせて動的にベルトの張力を調整することもできます。

ECU は、車両の CAN バスを介して他の ECU から受信した環境に関するデータやピークルダイナミクスに関するデータを処理し、ベルトの張力を調整するモーターに制御出力を送信します。ECU のハードウェアプラットフォームは、32 ビットのマイクロコントローラです。

#### 自動車メーカー固有のプロセス

開発中の ECU の要件は、機能的なものとシステム固有のものに分類できます。アプリケーションに対する機能的要件 (この場合は、ベルト張力制御ロジック) は、Autoliv 社によって実装されます。この要件は、テキスト形式の仕様書、モデル、初期ソフトウェアコンポーネントデスクリプションの ECU エクストラクト (ECU 関連部分) など、さまざまな形式で記述されず (囲み欄「AUTOSAR のワークフロー」

図 1 : Autoliv 社のシートベルト/プリ・プリテンションは、事故が発生する前にベルト着用者をより適切な位置に保持します。





## AUTOSAR の ワークフロー

AUTOSAR (Automotive Open System Architecture の略称) は、自動車メーカー、ECU サプライヤ、およびツールプロバイダが、車載ソフトウェアの機能と品質に関する増大する要件を満たすと同時に開発時間の短縮を図るために策定した規格です。標準的な AUTOSAR のワークフローは、自動車メーカーがシステムパラメータを定義することから始まります。システムパラメータは、ネットワークポロジや ECU 通信 (メッセージ、シグナル)、およびネットワーク内のさまざまな ECU に対するアプリケーションソフトウェアの配分で構成されます。作成されたシステムデスクリプションは、AUTOSAR システムデスクリプションファイルとして、または特定の ECU に関連するデータのみを含む「システムデスクリプションからの ECU エクストラクト」として、ECU メーカーが利用することができます。自動車メーカーは、ソフトウェアアーキテクチャを前もってさまざまな粒度で指定できます。その後、サプライヤはそれに対して単体のソフトウェアコンポーネントを開発します。その結果、既存のソフトウェアコンポーネントを再利用したり、新しい機能を開発することによって、必要な動作を組み込んだインプリメンテーションが個々のソフトウェアコンポーネントに対して生成されます。新規開発の場合は、モデルベースのプロセスを使用できます。ソフトウェアコンポーネントのデスクリプションは、MATLAB®/Simulink® モデルを開発するための枠組みを提供します。この枠組みに基づいて、AUTOSAR 準拠の量産コードが生成されます。サプライヤは、請け負った AUTOSAR システムデスクリプションに従って AUTOSAR ベーシックソフトウェアモジュールを設定し、またこれらのモジュールに対するコードを生成します。このコードとアプリケーションに対するコードが組み合わせられて、ECU ソフトウェア全体が構成されます (図 2)。

を参照)。車両に設置された他の ECU とのスムーズな連携を図るために、自動車メーカーは、車載バスシステム (この場合は、CAN) を介した ECU 通信など、システム固有の要件を提供します。またこの要件は、Autoliv 社の製品の供給先である自動車メーカーに応じて、AUTOSAR システムデスクリプションから得られた ECU エクストラクトで提供されたり、通信マトリクスの形を取ったりする場合があります (この場合は、CAN 通信を記述する DBC ファイル)。

### SystemDesk と TargetLink を使用した ECU アプリケーションのモデリング

アプリケーションソフトウェアのモデルベース開発と AUTOSAR ベーシックソフトウェアの正しい設定、およびターゲットプラットフォーム上ですべてのソフトウェアの統合は、AUTOSAR 開発プロセスにおける最も重要なステップです。プリ・プリテンションの制御システムを開発するには、dSPACE のアーキテクチャソフトウェア SystemDesk® とコード生成ツール TargetLink®、および Elektrobit (EB) 社の設定エディタ EB tresos® Studio の各ツールを組み合わせ、これらの作業を行います。

ECU の AUTOSAR ソフトウェアを開発するために、Autoliv 社では図 3 に示す設計フローを導入しました。ソフトウェア設計者は SystemDesk で作業を行い、詳細なソフトウェアアーキテクチャを作成す

るための出発点として、ECU エクストラクトから各種の要件をインポートします。また、AUTOSAR サービスのデスクリプションは、追加のビルディングブロックとしても読み込まれます。Autoliv 社では、このソフトウェアアーキテクチャに対して利用可能なあらゆる設計オプションを活用することで、異なるプロジェクト間での再利用性を高めています。このようにして、個々のソフトウェアコンポーネントのデスクリプションは、AUTOSAR 形式で機能開発者に渡されます。

機能開発者は、AUTOSAR デスクリプションを TargetLink にインポートし、あらかじめ定義された入出力を持つフレームモデルを生成することができます。その後、既存のサブモデルを再利用したり、ゼロからモデリングすることで、このフレームモデルの中身を埋めて行きます。テストと検証には、十分に確立された手法である MIL (Model-in-the-loop) および SIL (Software-in-the-Loop) シミュレーション (SIL) が使用されます。その後、AUTOSAR に準拠した量産コードが TargetLink によって自動的に生成されます。機能開発プロセス全体は、Autoliv 社の複数の異なる拠点間で配分されます。

### EB tresos Studio を使用した AUTOSAR ベーシックソフトウェアの設定

Autoliv 社のソフトウェアインテグレータは、アプリケーションソフトウェア開発と

図 2 : AUTOSAR ソフトウェアアーキテクチャの階層構造





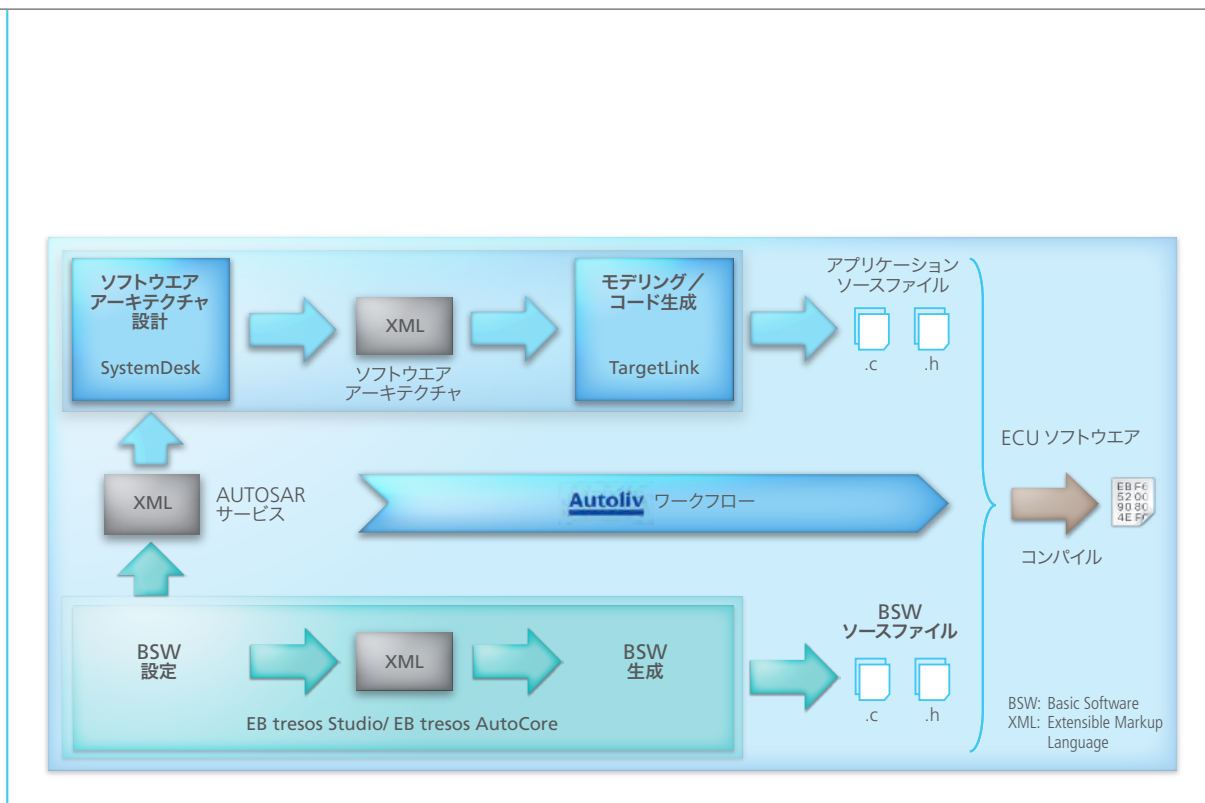


図 3 : Autoliv 社で使用されている AUTOSAR 設計フロー

並行して作業を開始します。開発者は、EB tresos Studio を使用して、ECU のベーシックソフトウェアの設定および生成を行います。このベーシックソフトウェアは自動車メーカーごとにさまざまな使い方を指定されますが、その際の基準として、EB tresos AutoCore が使用されています。これには、AUTOSAR ランタイム環境 (RTE) やハードウェア固有のマイクロコントローラ抽象化レイヤ (MCAL) などの AUTOSAR モジュールが含まれます。さまざまな自動車メーカー

固有のモジュールを EB tresos AutoCore のモジュールに追加して統合することにより、自動車メーカー固有のベーシックソフトウェア全体が作成されます。ここで AUTOSAR の重要な利点の 1 つが発揮されます。つまり Autoliv 社では、さまざま

なベーシックソフトウェアのインプリメンテーションが組み込まれた ECU に、シートベルト/プリ・プリテンションアプリケーションを統合することができます。ソフトウェアコンポーネントは、AUTOSAR 規格 (この場合は、AUTOSAR リリース 3.0 と

「SystemDesk を使用することにより、各プロジェクト間におけるソフトウェアの再利用性が大幅に向上しました」

Claude Redon 氏, Autoliv 社





## 団結の力

AUTOSAR コンソーシアムの標準化活動の背景にある基本理念は「規格は共同で策定し、実装で競い合う」ということです。2006 年以降構築された協力体制もまた、dSPACE と EB 社の推進力になっています。両社とも AUTOSAR コンソーシアム設立当初からのプレミアムメンバーです。この 2 社共同の取り組みの焦点は、各種のソフトウェアツールおよびそれらを AUTOSAR の設計方法論に従って確実に連携させることに当てられています。dSPACE は、同社の定評あるソフトウェアアーキテクチャおよびシミュレーションツール (SystemDesk) と量産実績のあるコード生成ツール (TargetLink) で貢献しています。一方、Elektrobit 社は、同社の製品である EB tresos AutoCore と EB tresos Studio を使用して量産用の AUTOSAR ベーシックソフトウェアを提供しています。これらが互いに連携し合って、AUTOSAR の設計手法をカバーする十分に調整された完全なツールチェーンを形成しています。その範囲は、ソフトウェアアーキテクチャのデスクリプションからモデルベースのアプリケーション開発、そしてターゲットプラットフォーム上における電子制御ユニット (ECU) のベーシックソフトウェアの設定と生成にまで及び、図 1 に示すように AUTOSAR 標準ソフトウェアアーキテクチャのすべての階層をカバーしています。この ECU 開発における非常に実践的なソリューションが、自動車メーカーおよびその主要サプライヤに対して一様に利益をもたらしています。



## 「初期段階のソフトウェア検証は、TargetLink を使用してバックトゥバックテストを実行することによって実現されました」

Claude Redon 氏、Autoliv 社

3.1 の両方) と共に各種のインターフェース仕様にも準拠させる必要があります。これにより、AUTOSAR ランタイムインターフェース (RTE) を介して問題なく接続できるようになります。

### アーキテクチャから量産コードへ

AUTOSAR ベーシックソフトウェアの設定は、SystemDesk からエクスポートされたソフトウェアアーキテクチャ、および ECU エクストラクトまたは DBC ファイルを EB tresos Studio に読み込むことにより行われます。このプロセスにより、RTE および通信モジュールが事前設定されます。RTE コンフィギュレーションを完了させるには、まず個々のソフトウェアコンポーネントのポートのデータエレメントをバス通信のシグナルにマッピングし (データとシグナルのマッピング)、ランナブルをオペレーティングシステムのタスクに割り当て (ランナブルとタスクのマッピング)、サービスポートをソフトウェアコンポーネント上の適切なポートに接続します (サービスポートのマッピング)。

次にインテグレータは、EB tresos Studio でスクリプト自動化機能を一部使用しながら、ベーシックソフトウェアの各モジュールのパラメータを設定します。その後、EB tresos Studio でコードが生成され、AUTOSAR ベーシックソフトウェア用のソースコード全体が作成されます。これが、TargetLink によって生成されたアプリケーションコンポーネントのソースコードと共にビルド環境に渡されます。最終的な成果物は実行可能なバイナリコードであり、このバイナリコードが ECU プログラムとして使用されます。図 4 には、結果として得られるソフトウェアレイヤが図示されており、どの段階でどのツールを使用するかが示されています。

### 協力によるメリット

この要求の厳しい自動車産業規格に対する dSPACE および EB 社による初期段階からの継続的な取り組みは、両社が提供

するツールに反映されています。これらのツールを完全に統合することにより、両社の中核となるそれぞれの専門領域 (アプリケーションソフトウェアのモデルベース開発および ECU 用のソフトウェアランタイムプラットフォームの作成) を効果的に結び付けることができます。AUTOSAR 規格を適用するのに必要な仕様の各部分を、これらのツールにマッピングすることで、開発者の作業が簡単になります。再利用可能なソフトウェアを確実に開発するための AUTOSAR の利点が、そのソフトウェアを効率的に開発するために使用されるモデルベースの手法に結び付けられています。これらのツールはソフトウェアの仕様と生成をサポートしています。また、生成ツールと自動化手順を提供しており、シームレスな整合性の確保と検証に役立っています。標準化された AUTOSAR デスクリプションを体系的に使用することで、複数のツールをスムーズに連携させることができます。

規格に各種仕様間のギャップがまだ存在する場合は、不整合を解消するためにツールメーカー同士の話し合いが行われます。技術的な問題が発生しそうな場合は、前もって防止するために、実用的なソリューションを探し出してテストを行います。

Autoliv 社では、AUTOSAR に基づいた導入プロジェクトのプロセスコンサルティングを実施することにより、dSPACE および EB tresos 製品の補強を図りました。dSPACE と EB 社では、ツールを効果的に使用できるようにするために、エキスパートによるオンサイトサポートを提供しています。

### プロジェクトの経験

Autoliv 社は、これらのプロジェクトにおいて AUTOSAR 規格に全面的に対応しています。AUTOSAR 導入時の初期投資は、ソフトウェア開発における大幅な改善によって既に償却されています。開発時の大きなメリットとして、明確なソフトウェアのモジュール化とアプリケーションソフトウ



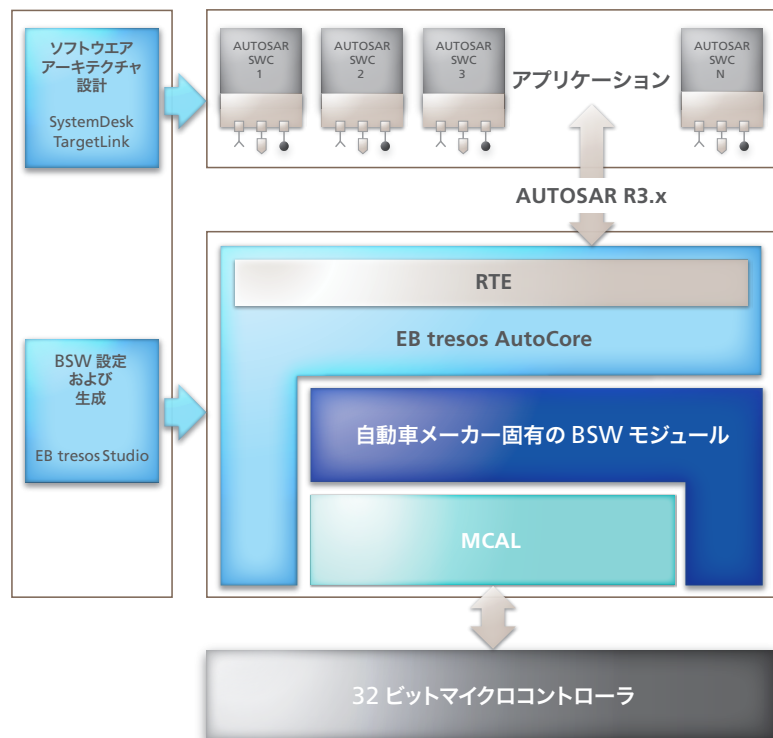


図 4：最終的な ECU ソフトウェアの構造

エアの再利用性の向上の 2 つが挙げられます。標準化された AUTOSAR の交換フォーマットを体系的に使用することで、プロセスの個々の段階すべてに対して最適なサポートが実現されます。AUTOSAR の手法は、モデルベースの機能開発と量産コードの自動生成を組み合わせる場合

に最高のパフォーマンスを発揮します。これらのプロジェクトで集積された経験と達成された成果は、dSPACE と EB 社のツールが、こうしたまさにツール支援型の開発における完全な成功例であることを示しています。新しいバージョンの AUTOSAR 規格および進行中のプロジェクトの要件

に基づき、更なる開発を続けることによって、製品が常に最新に保たれ、実績のあるツールの連携が保証されます。■

Peter Kirsch, Elektrobit  
Claude Redon, Autoliv  
Joachim Stroop, dSPACE



左から：

Claude Redon 氏

同氏は、フランスのセルジーにある Autoliv 社でプリ・プリテンション製品シリーズを担当しているソフトウェア設計者です。

Joachim Stroop

ドイツのバーダーボルンにある dSPACE GmbH で SystemDesk ツールを担当している主幹プロダクトマネージャです。

Peter Kirsch 氏

同氏は、ドイツのエルランゲンにある Elektrobit Automotive GmbH で EB tresos Studio ツールを担当しているプロダクトマネージャです。

## まとめ

最適な安全を実現するために、シートベルト/プリ・プリテンションは、事故が発生する前にベルト着用者をより適切な位置に保持します。また、ドライバーが安全運転の限界に近づいたときに警告を発することで、アクティブ式の衝突防止装置としての役割も果たします。Autoliv 社の最新式のプリ・プリテンションの制御システムは、AUTOSAR 規格に準拠して開発されました。アプリケーション層を開発する際の設計フローは、dSPACE のアーキテクチャソフトウェア SystemDesk とコード生成ツール TargetLink に基づいて構築されます。ベーシックソフトウェアの設定は、Elektrobit 社の EB tresos Studio を使用して行われます。Autoliv 社が開発時の経験から得られたメリットとして、容易なソフトウェアのモジュール化とアプリケーションソフトウェアの再利用性の向上の 2 つが挙げられます。





図 1:従来の航空母艦と異なり、マキン・アイランドのような全通甲板型強襲揚陸艦にはカタパルト（航空機射出機）が搭載されていません。この揚陸艦は、ヘリコプター、垂直離着陸機や上陸用舟艇の発着基地の役割を果たします。

マキン・アイランドは、推進力としてガスタービンエンジンとモーターを併用した、米軍初の全通甲板型強襲揚陸艦です。この新しい推進システムにより、これまでこの艦級で使用されていた蒸気タービンエンジンを使用した推進システムと比較して、性能を損なうことなく燃費とメンテナンス費用が大幅に削減されます。艦艇建造メーカーの Northrop Grumman 社は、dSPACE システムを同艦に搭載してガスタービン推進システムの制御ソフトウェアのテストを行いました。

#### ガスタービンによる燃料節減

General Electric 社が 1990 年代後半に 35,000 馬力の高出力が得られる LM2500+ ガスタービンエンジンを発表したとき、米国海軍が新しい艦船にこの推進プラントを採用することは必然的な流れでした。なぜなら、ガスタービンには、以前から使用されていた蒸気タービンに勝る明確な利点があったからです。すなわち、ガスタービンの性能は均質で、

小型軽量でメンテナンスが簡単なだけでなく、起動が早く、操作人員も少なく済みます。このように、2009 年に就役した最新式の全通甲板型強襲揚陸艦であるマキン・アイランド（この名称は太平洋のマキン環礁に由来します）は、2 基の LM2500+ ガスタービンによって推進力を得ています。速度が 12 ノット（約 22 km/h）を下回ると、推進力が 2 基の 5,000 馬力のモーターに切り替わります。



マキン・アイランドは 2009 年に就役し、ガスタービンによって推進力を得る米軍初の全通甲板型強襲揚陸艦です。



ガスタービン艦の推進モデルのシミュレーション

# Turbine on Board





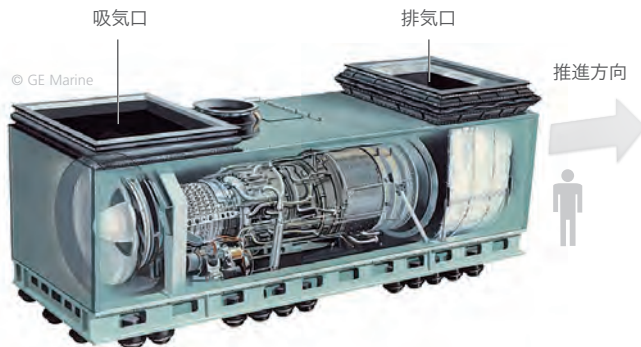


図2：マキン・アイランドには、General Electric 社製 LM2500+ 型ガスタービンが2基（合計70,000軸馬力）搭載されています。Woodward Governor 社の MicroNet™ ECU をテストするために、dSPACE システムが使用されました。

これにより、ガスタービンの稼動時間の最大25%、毎年約150万Lの燃料が削減されます。マキン・アイランドは、LM2500+ タービンを採用した米軍初の艦艇であるため、関連する制御ソフトウェアを全面的に修正して、テストを行う必要がありました。この作業では、電子制御ユニット (ECU) とガスタービン間のすべての信号トラフィックを含めた艦のシミュレーションが要求されました。このため、

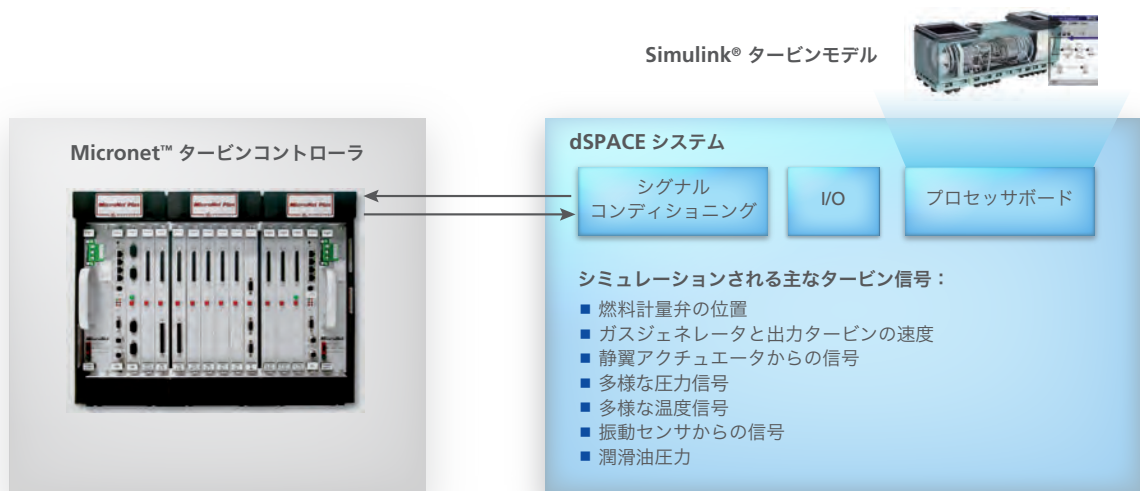
強力かつ極めて柔軟なシミュレーションベースのリアルタイムテストシステムが必要になりました。

#### 信号トラフィックのシミュレーション

Northrop Grumman 社のエンジニア達は、タービンを実際に稼働させることなく、ECU のタービン危急停止および警報機能をテストするという相矛盾する課題に取り組みました。これが、米国海軍との

契約条件の一つだったからです。この ECU は他の艦級の ECU とまったく異なっているため、エンジンの保護機能を作動させる前に、通常のエンジン起動シーケンスを実際に監視する必要がありました。これを行う唯一の方法は、タービンの信号をシミュレーションして、タービンが実際に回転していると ECU に「思い込ませる」ことでした。タービン起動のシミュレーションは、このテストシステムにとって大きな課題となりました。なぜなら、起動シーケンスの間、ECU は、さまざまな時点で特定の値と変化率を持つ多数の信号（温度、圧力、速度など）がタービンから送信されると予想しているからです。これらのリターン信号が、予想される基準値に適合しない場合、ECU は直ちに起動シーケンスを中止します。「残念ながら、手作業による設定では ECU に稼動状態であると思い込ませることはできません」と Northrop Grumman 社のエンジニア James Turso 氏は説明しています。「そのため、私たちは ECU のタービンの危急停止と警報機能のテストを開始する前に、複雑な起動シーケンスをシミュレーションする必要がありました」

図3：MicroNet™ ECU をテストするために、dSPACE システムはタービンと ECU 間のすべての信号トラフィックをシミュレーションします。このタービンモデルは、MATLAB®/Simulink® で開発されました。



### テストシステムの選択

ガスタービンのシミュレーションに対して、Northrop Grumman 社のエンジニア達は、下記の一連のすべての要件を満たす HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータを仕様として挙げました。

- 5 ms 以下のモデルスループットタイムを持つリアルタイム機能 (タービンモデルは MATLAB®/Simulink® で開発)
- シグナルコンディショニング機能 (Woodward Governor 社の MicroNet™ ECU と信号を交換)
- 全シーケンスをソフトウェアで制御可能
- テスト用ハードウェアから艦艇の電気システムへの接続が簡単で柔軟性が高いこと。たとえば、ECU、ガスタービンや配線の改造が不要なこと。
- 業界で実績のあるフェイルセーフシステムを採用

上記の要件を確実に満たすために、Northrop Grumman 社は、dSPACE ツールチェーンのモジュール型ハードウェアおよびソフトウェアコンポーネントを採用することを決定しました。

### dSPACE システムによるガスタービンのシミュレーション

ECU に対してガスタービンが本当に稼働しているように見せるために、dSPACE システムによって、広範囲の多様なガスタービンエンジンの信号 (圧力、温度、加速度、ガスジェネレータと出力タービンの速度、潤滑油圧力などの信号) をシミュレーションする必要がありました (図 3)。「しかし最大の課題は、LVDT の原理に基づいて作動する、燃料計量弁の位置フィードバック信号をシミュレーションすることでした」と James Turso 氏は述べています。LVDT (Linear Variable Differential Transformer: 差動変圧器) は、振幅が変動する高周波交流電圧信号を生成する誘導センサです。マキン・アイランドのガスタービンでは、信号の形状は燃料弁の流路開口面積に依存します。これは、起動シーケンス中、絶えず変化します (図 4)。「dSPACE HIL システムを使用すると、この複雑な信号のシミュレーションを完璧に

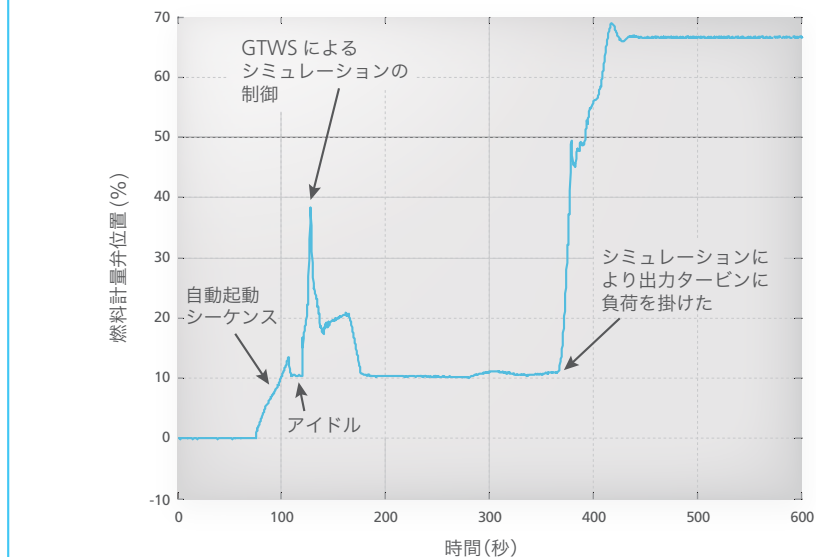


図 4：推進システムの起動シーケンス中における燃料計量弁の挙動 (実際には、dSPACE システムからの位置フィードバック信号を ECU で処理)。これに対する LVDT のシミュレーションが、テストにおける最大の課題となりました。

「このプロジェクトは厳しい時間的制約があったにもかかわらず、dSPACE システムのおかげで、米国海軍のガスタービン ECU に対する厳しいテスト仕様を満たすことができました」

James A. Turso 氏, Northrop Grumman 社

行うことができます」と James Turso 氏は述べています。

### すべてのテストが成功

Northrop Grumman 社のエンジニア達は、dSPACE HIL システムによるガスタービンシミュレーションを用いて、米国海軍から要求されたさまざまな ECU の安全および危急停止機能のテストを完了することができ、満足のいくテスト結果を得ることができました。dSPACE HIL システムは、これらのすべての作業でその高い柔軟性を証明しました。今後新しいエンジンの起動テストでも、再び使用されることになると考えられています。また船型はより複雑化してきており、このような HIL システムはコンポーネント変更時の制御系テストにおいても非常に有効であると考えられます。制御盤やスイッチ類を手作業で調整す

るだけでテストを実行できた時代は、まもなく終わりを告げようとしています。■

James A. Turso Ph.D., P.E

同氏は、米国 Northrop Grumman 社のフェローエンジニアです。

出典：『Proceedings of ASME Turbo Expo 2010: Power for Land, Sea and Air GT2010』  
June 14-18, 2010, Glasgow, UK  
GT2010 - 223050





# Blade Runner

自律型インテリジェント航空機の開発とテスト





映画『ブレードランナー』の原作となったフィリップ・K・ディックのSF小説『アンドロイドは電気羊の夢を見るか?』の中心的なテーマは、自律的なハイテクマシンは夢を見ることができるかということでした。もし夢を見ることができるとしたら、ドイツ航空宇宙センターの研究用無人航空機である ARTIS やプロメテウスは何の夢を見るのでしょうか。試験飛行環境の夢や、これから実現するであろうミッションの夢、そしてもっとわくわくする未だ実現不可能なミッションの夢を見るに違いありません。



飛行システム研究所の最新型研究用航空機、プロメテウス





DLRの研究用UAV(ここで紹介するARTISなど)には、多くのオンボードシステムが搭載されています。これらは、飛行の安定化、飛行軌道の事前設定、自動離着陸などに使用されます。

### 実現不可能なミッション

ドイツ航空宇宙センター(DLR)の飛行システム研究所で調査中のミッションは、人間の搭乗には不適な、危険や汚染、単調さなどの要素に満ちています。無人航空機の開発費用を正当化できるのは、このようなミッションしかありません。それ以外のミッションについては、これまで常に有人で行われてきたのであり、そうした状況は今後も変わることはありません。しかし、誰かが - あるいは何か - 障害の多い状況に入り込んだり、被災現場を調査したり、高リスクの過酷な条件下で飛行したり、あるいは退屈な中継や飛行検査を行わなければならないような場合には、無人航空機(UAV)がその本領を発揮することになります。理論的に、そしてある程度までは実際に、最新式のUAVは事前に指定した航路に沿って飛行することが可能であり、中には自動的な離着陸が可能なものもあります。ただし、ドイツの一般的な空域での運用が可能であったり許可されているUAVはただの一機もありません。現時点では、その周辺環境を「見て」適切に対応する能力が欠けているからです。

### 人工的な感覚器官

これが研究を始める第一歩となります。UAVがその環境を認識するには、周辺の状況を2次元あるいはさらに高品質の3次元の画像として感知するイメージセンサなどの追加の装置が必要になります。カメラ、レーダー、およびレーザーキャナをすべて使用できます。この場合、取得されたセンサデータを処理して、その結果を飛行制御に使用できるようにするには、リアルタイム処理が必須となります。また、意思決定システムあるいはミッションマネージャを開発する必要があります。これによって、環境データおよびUAV固有のデータを受け取り、このデータを使用して選択肢の評価や意思決定を行い、必要に応じて緊急時における経路変更やミッション中止の判断を下します。さらにこの飛行制御システムは、特に、精度および航空機の飛行性能を最大限に活かす能力という観点から、厳しい要件を満たすことも必要になります。

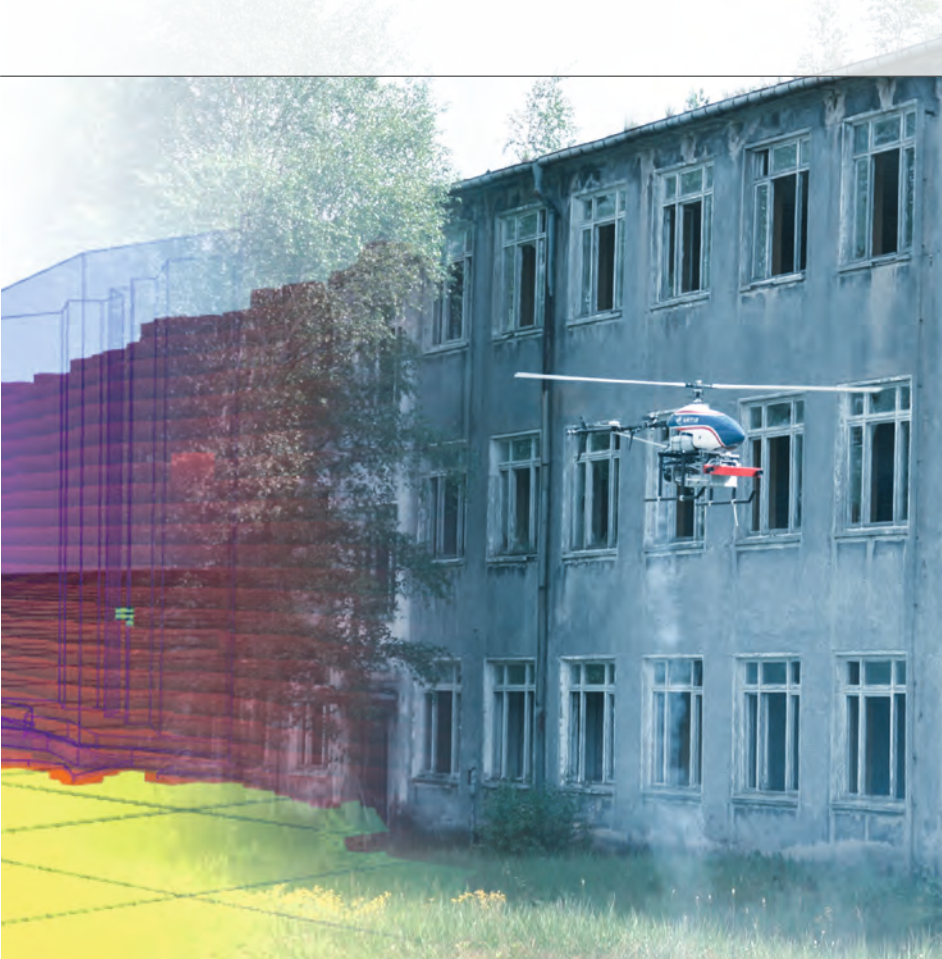
### 飛行研究プラットフォーム

しかし、こうした困難な課題に取り組む前に、まず適切な研究のプラットフォームと

基本施設を整備しなければなりません。適切な試験プラットフォームを市販のものから探そうとしても、このような非常に特殊な研究のニーズを満たすような既製のシステムは全くないことにすぐ気がつくことになります。特殊で強力なモジュール型のセンサやプロセッサ、オープンなインターフェース、さらにプログラミングのしやすさなどの機能を必要に応じて組み合わせ、大きな積載量や高いユーザビリティに対するニーズに応えるためには、独自に開発するしかありません。独自開発であれば、認証の面や顧客の期待にも対応でき、基本システム、測定装置、機内搭載の電子機器、および飛行制御プロセッサを最適な形で調整することも可能になります。

### 技術的な要素

開発された研究プラットフォームは、飛行制御コンピュータ、各種のデータ通信機器、高精度のGPS受信システム、3軸周加速度および回転速度センサ、および地上高測定用ソナー装置で構成されます。3軸磁力計も含まれています。UAVを安定化して、事前に指定した軌道を飛行し、



未知の地域における完全自律飛行時の実世界のリアルタイムでのモデル化とマッピング

## ARTIS、自律型 UAV

ドイツのブラウンシュヴァイクにある DLR の飛行システム研究所で、研究者達は、小型の無人ヘリコプターを使用して、ARTIS (Autonomous Rotorcraft Testbed for Intelligent Systems: インテリジェントシステム向け自律型回転翼航空機テストベッド) と呼ばれる試験用航空機を開発しています。このプロジェクトの目的は、自律型のインテリジェントな制御ロジックに対応できる新しいタイプのシステムとアルゴリズムを調査し、実験を通してそれらを評価することにあります。オンボードコンピュータやデータリンクに加え、ARTIS には、衛星ナビゲーション (GPS)、慣性計測プラットフォーム、磁力計など、さまざまなセンサが備わっています。イメージセンサ (ビデオカメラなど) は特に重要です。最新式の飛行制御および飛行誘導のコンセプトに加えて、マシンの意志決定、衝突回避、および複数の飛行システム間の連携を実現する制御ロジックが、研究の主な焦点になります。また、リアルタイムのイメージ処理システムは、視覚的にサポートされたナビゲーションや実世界のモデル化に関する実験にも使用されます。

自動的に離着陸させるには、これらのモジュールがすべて必要になります。個々の機体には、すべて同じセンサと制御プロセスが取り付けられています。3 種類の ARTIS ヘリコプター (midiARTIS、meARTIS、および maxiARTIS) にはそれぞれ、通常のものとは異なる駆動コンセプト (2 サイクル機関、電気駆動、またはタービン) が導入されています。ローターの直径は 2 ~ 3m であり、最大離陸重量は 25 kg です。これとは対照的に、プロメテウスは、ツインテールユニットを備えた推進式プロペラ飛行機です。これらの航空機は全体として、限定された空間内で非常に精密なナビゲーションが要求される作業や、長距離の高速飛行が必要とされる作業を担います。

### 飛行動作の数学的記述

実際の飛行システムを構築する一方で、システムの機械的な飛行動作の数学的記述も行う必要があります。これは、自動的に航空機を安定化して航路に沿って進める飛行制御システムを構築するための基盤となります。物理的な関係と (風洞試験などから) 取得されたデータを結合し

て、航空機のシミュレーションモデルを作成します。このモデルのパラメータを正確に決定するために、実際の飛行システムとモデルに同じ制御入力を適用して、両方の応答を記録し、それらの応答間の差異をモデルパラメータの調整によって最小化します。モデルの動作と実装の動作に十分な整合性が見られない場合には、モデルを拡張したり、反復プロセスで改良することができます。これらの結果、制御システムに関する正確で数学的かつ分析的に扱いやすい記述が得られます。

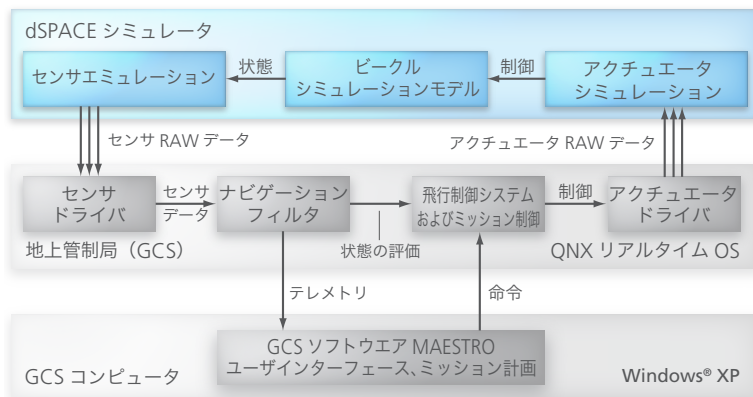
### 飛行制御システムモデルの開発

このモデルは MATLAB®/Simulink® で実装され、直ちにデスクトップシミュレーションで制御システムを開発するために使用されました。しかし飛行制御システムがそのタスクを実行するためには、機体の姿勢と位置に関する正確な情報が要求されます。このため、シミュレーションにナビゲーションアルゴリズムを組み込む必要があります。ナビゲーションでは各種のセンサが使用されるため、プロトコルおよびノイズと時間的動作に関するシミュレーションでもこれらのセンサが再現されました。

このセンサシミュレーションでは、必要となるデータを飛行力学のシミュレーションから取得します。シミュレーションには、風や突風のモデルに加えて、離着陸時の接地モデルも含まれています。UAV の地上管制局とのインターフェースは、簡単かつ実際に近い操作が行えるように設定されました。外部世界とのもう 1 つのインターフェースを使用することにより、シミュレーションされたシステムの環境内における位置や姿勢をビジュアル表示することもできます。これらの要素をすべて利用することにより、ミッション全体の計画、飛行、



## HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーション環境



dSPACE システムはすべてのセンサデータをシミュレーションします。そのため、UAV に関して試験施設内でシミュレーションされた飛行は、実際の飛行と同様の状況を再現します。

監視が試験施設内で実行できるようになります。制御システムの開発、パラメータのチューニング、プロトコルのテスト、通信テスト、およびテスト飛行の準備をすべて、この基本施設内で行うことができます。

## リアルタイムシミュレーション

飛行制御コンピュータの制御ロジックと

て dSPACE システムに移植されました。dSPACE システムでは、センサ、環境、飛行力学、およびアクチュエータのダイナミクスのリアルタイムシミュレーションを実行できます。風、センサノイズ、センサ全体の故障などの追加の条件は、dSPACE ControlDesk® 試験用ソフトウェアで簡単に設定することができます。

や、システムダイナミクスおよび環境を使用してコマンドに対する応答を計算してから、対応するセンサデータのシミュレーションを行います。夢を見る飛行機のイメージに話を戻すと、UAV は試験施設内で何事もないように駐機している間もずっと、ミッションの夢を見ながらそれに応じて反応しているのです。

「あまり人目につかないため、過小評価されがちなことなのですが、無人航空機開発の成功の要因として、セーフティパイロットシステムと、dSPACE システムによるハードウェア関連のシミュレーションの 2 つが挙げられます。この 2 つを導入することにより、試験飛行に伴う潜在的なリスクを大幅に減少することができました」

Dr.-Ing. Gordon Strickert, ドイツ航空宇宙センター (DLR)

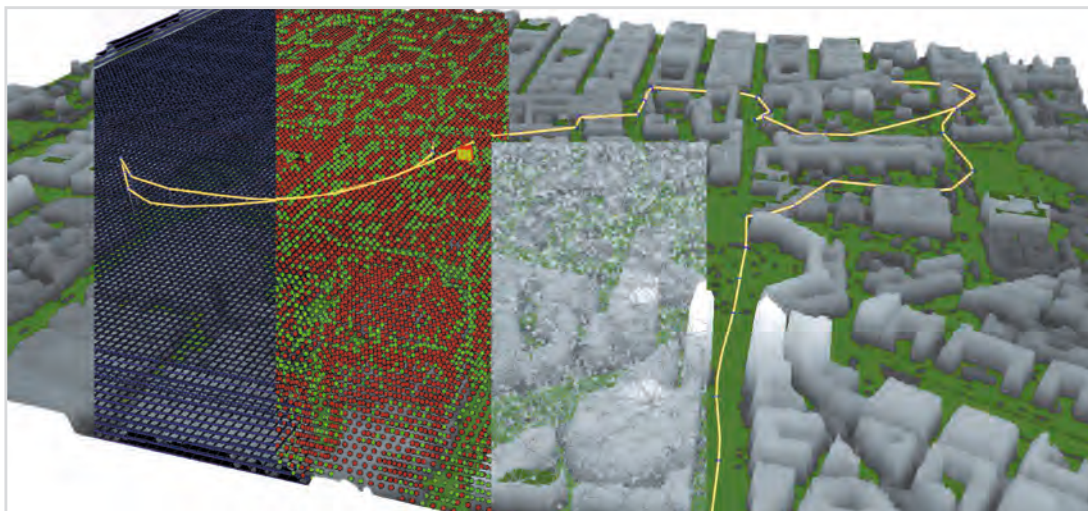
動作を調査する場合、特に、そのリアルタイムの処理性能およびハードウェアインターフェースとの正しい接続という観点からすると、このアプローチを使用することはできません。これに対して dSPACE システムが提供したソリューションは、主として Simulink で開発されたものと同じ制御ロジックブロックを使用して、シミュレーションを分割するというものでした。ナビゲーションおよび飛行制御システムはシミュレーションから得られましたが、実行には実際の飛行制御コンピュータが使用されました。その他の制御ロジックはすべ

## 試験施設内での飛行

実際の作業は、飛行制御コンピュータからすべてのセンサを外して、互換性のあるコネクタプラグを介して dSPACE システムでシミュレーションされたセンサデータに置き換えるだけで済みます。飛行制御コンピュータは、実際のドライバと設定を使用してシリアルデータを処理し、ナビゲーションソリューションを計算してコマンドを生成します。このコマンドは実際のアクチュエータにより直接実行され、dSPACE システムにも返されます。dSPACE システムではそのコマンド自体

## システムテスト

この種の HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションは非常に有効であることが分かっており、開発時には集中的に使用されています。サブシステムのテスト、最終的なシステムテスト、アルゴリズムの調整、インターフェースのテストなどは、常にこの環境で実行されます。このシミュレーションは、強力なビジュアル表示環境も備えており、パラメータスタディや、品質管理、そして最も重要な機能であるリアルタイムプレゼンテーションに使用されます。



### 仮想的な飛行演習

UAV は、このシミュレーション環境でさまざまな飛行演習を行ってきました。ヘリコプターの慎重なホバリング飛行から始めて、次に航路に沿った飛行、自動的な離着陸、そしていわゆる3次元スプライン経路に沿ったアグレッシブな高速飛行に至るまで、ひと通りの演習を終えています。現在はここで、自動的な実世界のモデル化と処理の手法および3次元マップの作成の手法に関するテストが行われています。これらのシミュレーションのためには、新しい環境センサをHILシミュレータに統合することも必要になることを意味しています。

### 実際のミッション

試験用 UAV は、定期的に行われる実際の飛行ミッションのテストに耐えなければなりません。このテストでは、dSPACE システムに接続されたケーブルが外され、通常のセンサが接続されます。ソフトウェアの変更や再設定は必要ありません。シミュレータ上で数え切れないほど時間を費やしたおかげで、システム動作は十分な精度に達していることが確認済みであり、試験飛行で予想外のことが起こることはめったにありません。開発チームは、シミュレーションでは再現できない、実際の複雑な効果や問題に専念することができます。

### 自律型ヘリコプター

このプロジェクトの結果として開発された ARTIS は、未知の地域を移動しながら、

その周辺環境の地図を完全に自立的に作成し、その環境内を衝突無しで運行できる、世界でも数少ない自動ヘリコプターの1つとなっています。試験飛行は、かつてマシンの夢であったものを、実体のある測定可能なものに変えているのです。■

Dr.-Ing. Gordon Strickert,  
DLR Braunschweig

複雑な低空飛行シナリオにおける自動経路プランニング

## まとめ

- 自律型無人航空機の開発
- 複雑な空間環境モデルのリアルタイムのシミュレーション
- dSPACE シミュレータ上での制御システムの最適化

Dr.-Ing. Gordon Strickert

Dr. Strickert は、ドイツのブラウンシュヴァイクにある DLR の飛行システム研究所で無人航空機の開発を担当する研究員です。



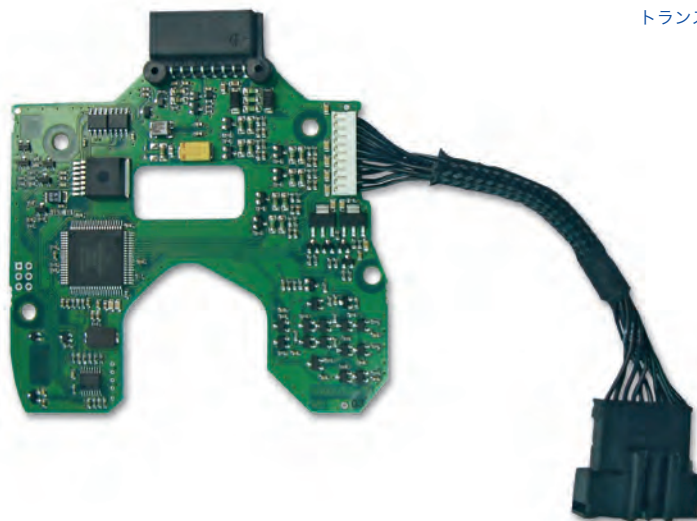


dSPACE テストオートメーションによるトランスミッション  
レバー電子部品の自動テスト

# Tested and found good



トランスミッションレバー電子部品の例



より高度な自動化、品質の向上、効率性の向上、より再利用性の高いテストが、Lemförder Electronic GmbH の目標でした。同社は、dSPACE HIL シミュレータと dSPACE AutomationDesk を使用することにより、これらすべての目標を実現しました。

Lemförder Electronic GmbH は、電子部品とメカトロニクス部品を開発、生産、販売しており、これには自動車産業向けのトランスミッションレバー電子部品も含まれています。同社は、ますます厳しさを増す車載電子部品に対する要求に常に対応する必要があり、たとえば、電子モジュールは小型化が進む一方で、その機能は増え続けています。かつては純粋な機械部品であったオートマチックおよびマニュアルトランスミッション向けのトランスミッションレバーシステムは、今日ではマイクロコントローラベースの ECU と連動するメカトロニクスシステムへと進化しています。また、機能安全に対する要件への適合は、特に、ギアシフト入力を車両バス経由で送信するシフトパイワイヤー機能との組合せにおいて重要な役割を果たします。

Lemförder Electronic 社は、この機能安全を実現するために、すべてのエレクトロニクスハードウェアおよびソフトウェアに対して、モジュールテスト、統合テスト、システムテスト、機能テスト、リリーステストなど、さまざまなテストを出荷前に実施しています。これらのテストのすべてにおいて、強力なテスト環境が必要となります。

#### テストボックスを使用した従来のテスト方法

数年前まで、Lemförder Electronic 社では、トランスミッションレバーの電子部品のテストにはテストボックスだけを使用していました。テストボックスは、トランスミッションの替わりとして機能しますが、それぞれのトランスミッションに対応するボックスを個別に作成していました。これらのボックスは、特定のテスト要件に合わせて最適化する必要があったため、計画と開発には長い時間がかかりました。テストは、各テストボックスに対してテスト信号を入力することで実行されていました。つまり、仕様の異なるギアごとに、手動またはアクチュエータを使ったテストが必要でした。仕様違いの数と機能統合レベルが増大するにつれて、テストに必要な作業も増加していきました。その結果、テストの正確な再現はもはや不可能な状態となっていました。

#### 目標：自動テスト

テスト環境の作成およびテストの実行における効率を大幅に向上させ、さらに簡単にテストを再利用できるようにするために、Lemförder Electronics 社は、新しいテ

ストコンセプトの導入を決定しました。HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションとテストオートメーションを使用したテストを構成することで、テストの回数が増えて品質も向上しました。それと同時に、従来から使用してきたテストボックスも、新しい HIL ハードウェアによって補完されるようになりました。

#### 新しいテスト環境

Lemförder Electronic 社は、dSPACE の HIL シミュレータおよびテストオートメーションソフトウェアを使用することで、これらの目標を達成しました。dSPACE の AutomationDesk® と Real-Time Testing および ControlDesk® の組合せを基盤とするテストオートメーションは、IBM Rational® の DOORS® 要求管理ツールによって補完されます。テストは、DOORS® で規定され管理されます。テストケースの作成と実行は、AutomationDesk によって自動的に管理されます。また、シミュレーションの実行中に、最新のパラメータ設定を ControlDesk からモニタリングできます。





## Lemförder Electronic GmbH

Lemförder Electronic 社は、自動車産業向けの電子部品とシステム、およびサービスに対応するソリューションを提供しています。同社はすべての製品を自社で開発、生産、および保守しています。その範囲はプロセスチェーン全体をカバーしており、個別の実行可能性調査から開発、プロトタイプ作成、戦略的な資材購入、柔軟な生産、信頼性の高い物流にまで対応しています。

「AutomationDesk はテストの作成を単純化し、短期間でテスト深度を大幅に向上します」

Knut Schwarz 氏、Lemförder Electronic GmbH

### システムの稼働

新システムの立ち上げ段階では、dSPACE のエンジニアが現地に常駐していました。dSPACE のエンジニアは、導入時にテスト担当者をサポートし、テストシステムの迅速な稼働を支援し、さらにツール習得期間の短縮にも貢献しました。それ以来、このシステムは製品開発プロセスにとって不可欠な要素となりました。仕様の異なるさまざまなトランスミッションレバー電子部品の設定を HIL シミュレータ上でセットアップし、自動化されたテストを AutomationDesk で開発しました。仮想計器のレイアウトを ControlDesk で作成し、必要な場合は手作業でテスト設定を調整しました。あらかじめ定義されたテストステップを含む精密なライブラリ構造を導入したことで、さまざまな OEM および Lemförder Electronic 社の他の製品グループを対象とするプロジェクトであっても、容易にテストを再利用することができます。

### 結果

プロジェクトを重ねるにつれて、テストケースがライブラリとして蓄積され、数百ものテストケースからなる大規模なテストライブラリに成長しました。これらのテストケースは、異なる仕様の ECU に対して柔軟に使用でき、また、テスト深度も大幅に向上します。HIL テストと関連するテストレポートの作成が自動化されているので、現在ではテストを夜間または週末に実行できるようになっています。お客様は、必要に応じて自動的に生成されるテストレポートを利用できます。さまざまな開発フェーズでシステムを使用することにより、早い段階でエラーを検出し、エラーが適切に除去されたことを回帰テストによって検証することができます。

変更の要求を受け取った場合でも、Lemförder Electronic 社は、従来よりも短期間で変更を実装することができます。これは、HIL シミュレータとテストシーケンスを調整するだけで済むようになったためです。新しいテクノロジーは、テスト全体の

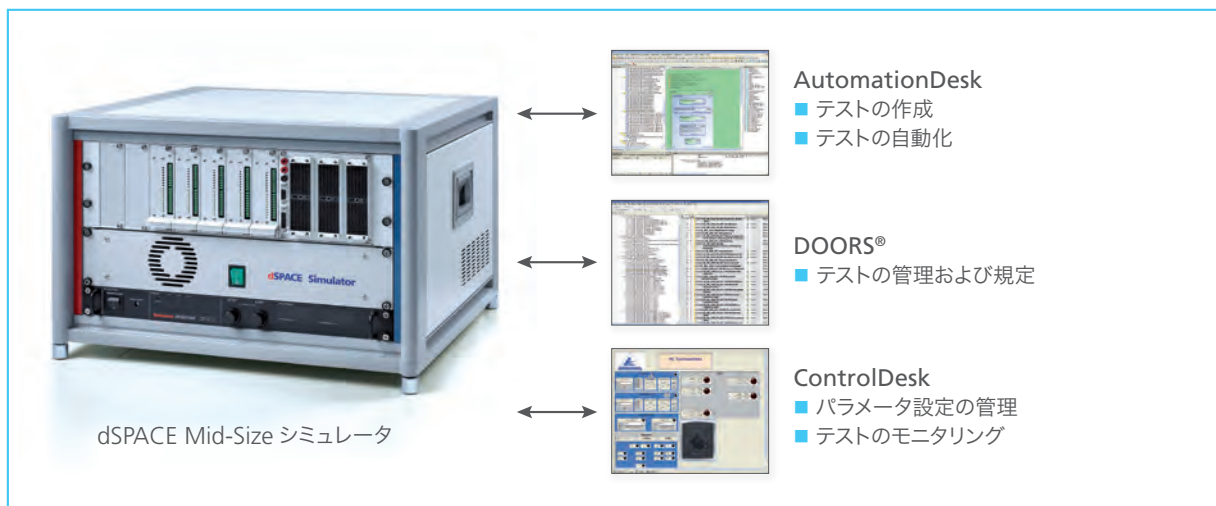


図 1 : HIL システムのセットアップ - dSPACE シミュレータと AutomationDesk、ControlDesk、DOORS® の連携

	ソフトウェア出荷テスト/ 基本システムテスト	完全な機能テスト	単一モジュールの機能 検証	耐久テスト
適用事例	トランスミッションレバー 電子部品のすべての機能 グループのテスト	トランスミッションレバー 電子部品のすべての機 能グループのテスト（陽 性テスト、ロバスト性テ スト、ブラックボックステ スト）	さまざまなパラメータ設 定を使用した個別側面の リアルタイムテスト	トランスミッションレバー 電子部品の連続動作の テスト
テストの量	約 50 ～ 70 件のテスト ケース	1,000 件以上のテスト ケース	n.a.	n.a.
所要時間	30 ～ 45 分	0.5 ～ 0.75 日	n.a.	約 500 時間
ユーザ	テストエンジニア、ソフト ウェア開発者（バージョ ン管理担当）	テストエンジニア、ソフト ウェア検証チーム	ハードウェアおよびソフト ウェアの開発エンジニア	ソフトウェア検証チーム

図 2 : dSPACE シミュレータが使用される 4 つの主要な領域。システムは、担当領域の異なるさまざまなユーザによって使用されます。

効率を向上させ、一貫した高品質を保証します。シミュレータは、特にロバスト性テストにおいて大きな効果を発揮します。テスト対象の電子部品に値を入力し、不正な入力があった場合または非常に厳しい環境条件でも正しく機能するかどうかを評価することができます。機能動作は、常に不正な値を拒否して適切なエラールーチンを呼び出す十分なロバスト性を持って

いる必要があります。

#### 今後の展望

HIL から優れた結果が得られたことを考慮して、Lemförder Electronic 社ではテストプロセスを拡張しています。現在、HIL テストはテスト深度を向上させるためだけに使用されるのではなく、各プロジェクトの初期段階においても実施されています。

操作が簡単になったことにより、開発ソフトウェア検証チームのより多くのメンバーがシステムにアクセスできるようになっています。■

Knut Schwarz,  
Michael Eimann,  
Lemförder Electronic GmbH

#### Knut Schwarz 氏

同氏は、ドイツのエスベルカンプにある Lemförder Electronic GmbH のソフトウェアチームリーダーです。



#### Michael Eimann 氏

同氏は、ドイツのエスベルカンプにある Lemförder Electronic GmbH のソフトウェア開発エンジニアです。



## まとめ

Lemförder Electronic 社の目標は、電子部品のテスト効率を向上させ、変更要求により迅速に対応することでした。同社は、dSPACE が提供する HIL シミュレータとテストオートメーションで構成されたテストシステムを選択しました。開発プロセスの初期段階における HIL システムの使用と、テスト深度を短期間で向上させることにより、同社のテストプロセスが改善されました。



### HIL シミュレーションの現状

多くの企業では、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションは電子機器の開発にとって不可欠なプロセスとなっています。テストを実行するための HIL 部門が新設される場合も少なくありませんが、エンジニアリング部門自体で HIL システムを担当することもあります。どちらの場合も、HIL 専任のチームがあるのが一般的です。このチームの役割は、主としてシミュレータの電気面 (HIL ハードウェア、実負荷およびダミー負荷の接続、ケーブルハーネス) を設計して I/O およびプラントをモデリングすることであり、当然、テストの作成と実行もこのチームが担当します。この結果、専門化、つまり、HIL チームのメンバー間での作業の分担が行われます。こうした作業には、強力なツールによる適切なサポートが必要となります。

### 柔軟性がカギ

車載エレクトロニクス全体のネットワークテスト用の HIL システムは、ECU の仕様の各部分がまだ変更される可能性のある段階で仕様が作成され構築される場合があります。このため、シミュレータには柔軟性と迅速に調整できることが強く求められます。柔軟性は、仕様の異なる ECU を単独またはネットワーク内でテストする必要がある場合も重要となります。また、既に量産化された車両プラットフォームで新しいコンポーネントをテストする場合も同じことが言えます。

新しいシミュレータテクノロジーによる  
柔軟性の高い作業プロセス

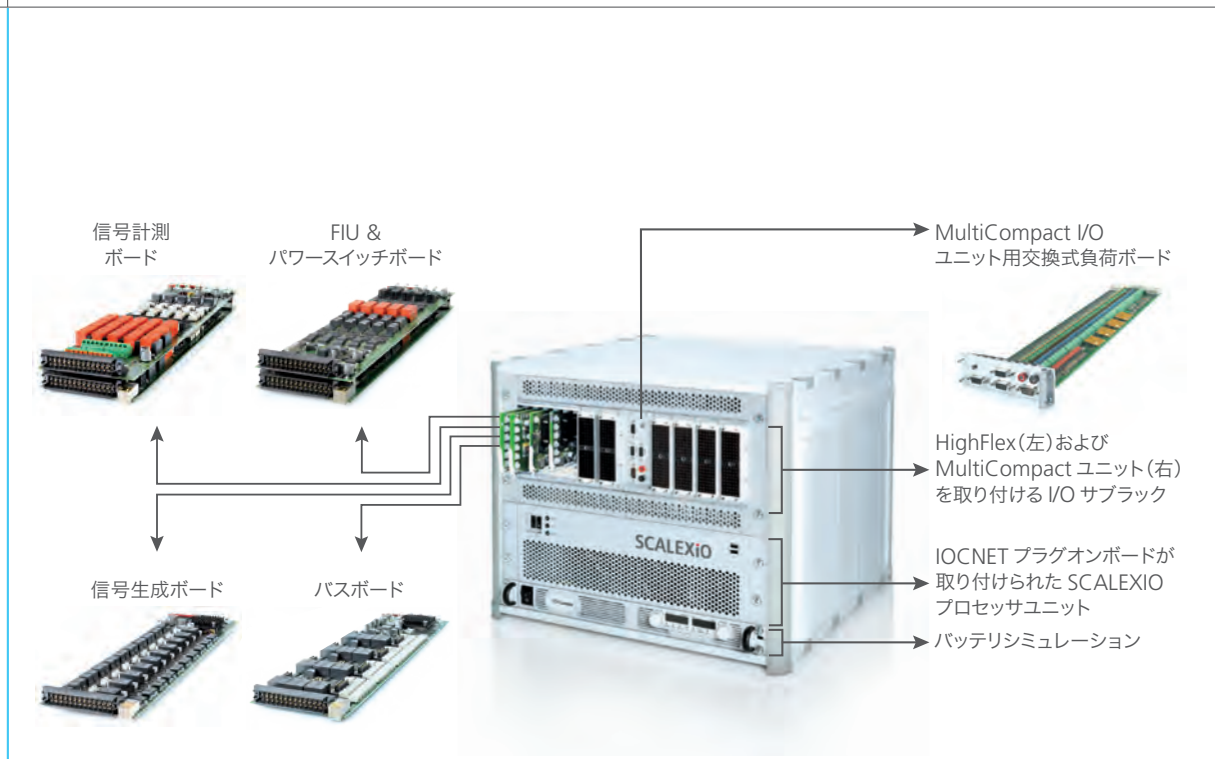




# SCALEXIO

電子機器をテストするための HIL (Hardware-in-the-Loop) テクノロジは、業界で確立された手法となりました。ユーザのワークフローはさまざまな点で変化しており、可能な限り高い生産性を開発プロセスで達成するためには、新しい製品コンセプトが必要となります。この問題に対する回答が SCALEXIO です。





各種 I/O ボードを使用した SCALEXIO システムの構成

### 最大のスケラビリティ

実際のテストで理想的なソリューションは、ECU ネットワークと個々のコンポーネントを同じ HIL システムを使用してテストすることです。これは、独立したサブシミュレータ上の 1 つの ECU のエラー発見に集中するか、またはコンポーネントテストに合格後、開発の後期に個々のシミュレータを相互接続してネットワークシミュレータを構成することなどによって行われます。こうしたすべての状況で、システムのモジュール性、スケラビリティ、および拡張性が強く求められます。

### 高い生産性

最初のセットアップと以後の調整および変更にかかる時間とコストは、できるだけ低く抑える必要があります。簡単なボタン操作で新しい設定を作成できるのが理想です。これに関連して、システムのテストと文書化も重要になります。特にセーフティクリティカルなシステムの開発に関する ISO 26262 規格の導入によって、テストシステムの正確な文書化が求められるようになればなおさらです。

### 新しい HIL テクノロジ - SCALEXIO®

明らかになったこれらの要件を HIL テストシステムで体系的に実装するには、ハードウェアおよびソフトウェアの既存概念の方向性を大きく変更する必要があります。このため、新しい HIL テクノロジである

SCALEXIO はまったく新しいハードウェアおよびソフトウェアアーキテクチャに基づいています。SCALEXIO の大きな特徴は、チャンネルの高い柔軟性、きめ細かな拡張性、すべての機能をソフトウェア側から設定可能な点です。

### クワッドコアプロセッサを搭載したリアルタイムプロセッサ

SCALEXIO の中心となるのはリアルタイムプロセッサです。このプロセッサは、

### 内部通信

リアルタイムプロセッサと I/O ボード間の内部通信のために、dSPACE は新しい通信プロトコル「IOCNET (I/O Carrier Network)」を開発しました。IOCNET は Ethernet をベースとしており、100 個を超える I/O デバイスを SCALEXIO システムに接続できます。これらのデバイスはすべて何メートルも離して配置することができます。したがって、広範囲に分散されたシステムを実装し、モジュール性と柔軟性

## SCALEXIO : HIL プロジェクトにおける柔軟性の向上

Gigabit Ethernet 経由でホスト PC と接続します。この接続により、シミュレータ全体の設定や、リアルタイムアプリケーションのロード、そして HIL シミュレーション自体のモニターとコントロールが行われます。SCALEXIO プロセッサコアは、産業用 PC をベースとして、Intel® Core™ i7 クワッドコアプロセッサ、リアルタイムオペレーティングシステム (RTOS)、I/O および追加のリアルタイムプロセッサと通信するために dSPACE によって開発された PCIe プラグオンカードを搭載しています。標準的な PC テクノロジを採用しているため、革新的なパフォーマンスおよびテクノロジーが世の中に出た後すぐに存分に活用することができます。

に対する要件に対応することができます。このプロトコルは、dSPACE で使用されているリアルタイム機能を保証するために、リアルタイム通信および非常に正確な時間と角度の同期に対応するように設計されています。IOCNET は、従来のテクノロジーと比較して約 10 倍の転送速度を達成しています。

### 2 種類の I/O ボードタイプ

HIL 信号は、信号生成 (センサ信号のシミュレーションなど)、信号計測 (アクチュエータ信号の計測など)、バスシステム、および電源供給の 4 種類に大まかに分類されます。SCALEXIO テクノロジは、これらの 4 種類の信号向けに HighFlex I/O



SCALEXIO システムは極めてスケーラブルな構成が可能です。

ボードと MultiCompact I/O ユニットというソフトウェアで設定可能な 2 つの異なる I/O ボードタイプを準備しております。両タイプに共通するのは、信号をプリプロセス処理し、リアルタイムプロセッサの負荷を解消するローカル PowerPC プロセッサと、IOCNET インターフェース、車載アプリケーションの標準的なシグナルコンディショニング、コンバータ、および電氣的欠陥シミュレーション用パーツを備えていることです。この 2 種類の I/O ボードタイプは必要に応じてどのようにでも組み合わせることができ、小規模なコンポーネントテストでも大規模なネットワークテストシステムでも使用することができます。シグナルコンディショニングと欠陥シミュレーションを統合することで、内部配線を減らし、技術的なセットアップを簡素化できるので、再利用が非常に容易になります。

#### HighFlex I/O ボード

HighFlex I/O ボードの大きな特徴は柔軟性と高いパフォーマンスです。信号生成および計測用の各ボードは、個別に絶縁された 10 個のチャンネルを提供します。各チャンネルの物理インターフェースタイプは、デジタルまたはアナログインターフェースとして、あるいは抵抗シミュレーションとしてなど、ソフトウェアで設定することができます。バスボードは、CAN、LIN、FlexRay、または UART としてソフトウェアで設定でき、必要なトランシーバと

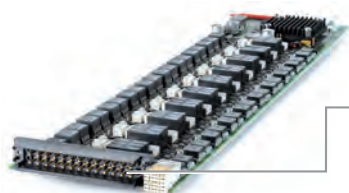
## SCALEXIO : 再利用が容易なため将来のテスト作業にも対応

終端抵抗を提供する絶縁されたバスチャンネル 4 本を備えています。HighFlex I/O ボードでシミュレータを設計する場合に、考慮する必要があるのはチャンネル数だけであり、チャンネルのタイプは考慮する必要がありません。実際に使用する物理インターフェースはソフトウェアで設定し、必要に応じて何回でも変更できます。こうした特徴のすべてが非常に高レベルの柔軟性および再利用性につながります。また、すべての HighFlex I/O ボードで同じコネクタコンセプトが採用されており、どのスロットにも取り付けられることができるため、SCALEXIO システムの構築と調整が大幅に容易になります。

#### MultiCompact I/O ユニット

現在提供されている MultiCompact I/O ユニットは、パワートレインおよびピークルダイナミクス用途に合わせて設計されています。MultiCompact I/O ユニットは合計で 150 を超えるチャンネルを備え、単一ユニットとして電氣的に絶縁されています。これらのチャンネルは、コンパクトさ、高いチャンネル密度、チャンネル単価の低価格化を実現するために、主に多機能品ではなく専用品を使用しています。

HighFlex I/O 信号生成ボードのチャンネルは、アナログおよびデジタル信号用、および抵抗シミュレーション用に物理的に設定可能です。



アナログ



デジタル

101100111

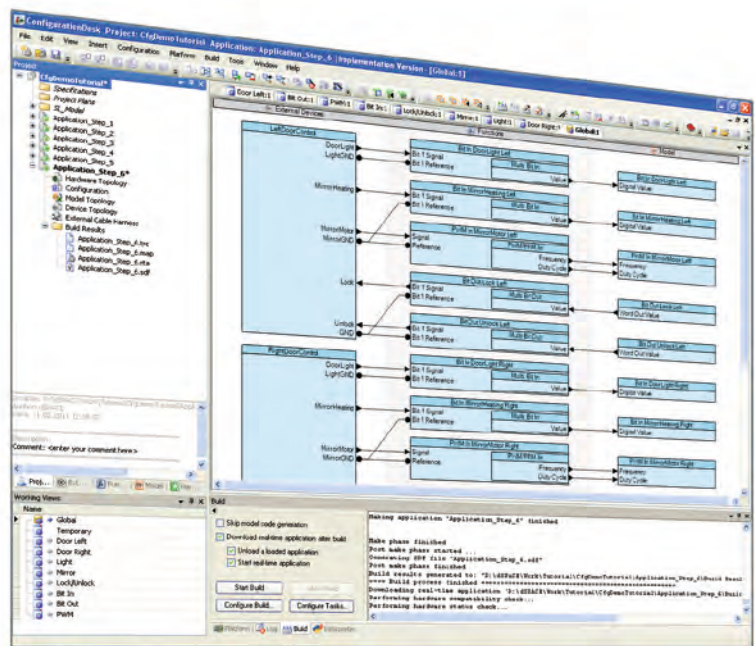
抵抗シミュレーション





## まとめと展望

SCALEXIO は、進化するお客様の開発環境に柔軟に対応するために、HIL テクノロジーの新しいスタンダードとして誕生いたしました。SCALEXIO は、最先端のハードウェアおよびソフトウェアアーキテクチャを採用し、今後の HIL プロジェクトにおける変化や新たな課題に対するソリューションを提供していきます。SCALEXIO テクノロジーは、既にお客様の評価プロジェクトや具体的なパイロットプロジェクトを通じてあらゆる角度から徹底的にテストされ、確認を行っています。SCALEXIO システムの最初のバージョンは、パワートレインおよびピークルダイナミクス分野のプロジェクトに最適です。今後のバージョンでは、一般的に多くのデジタル I/O が必要な車体アプリケーションなどの他のアプリケーション分野のニーズに合わせた MultiCompact I/O ユニットの追加していく予定です。



ConfigurationDesk は、迅速な I/O 設定のための便利なユーザーインターフェースを提供します。

## ■ SCALEXIO : コストの削減と開発時間の短縮

### ハードウェアのセットアップ

できるだけ多くの市販コンポーネントと単純な 10 チャンネル標準配線を使用することで、シミュレータの設定、セットアップ、テスト、および文書化に必要な作業を大幅に削減することができます。リアルタイムプロセッサ、HighFlex I/O コンポーネントキャリア、MultiCompact I/O ユニットのすべてのシステムコンポーネントは、標準的な 19 インチキャビネットに設置されています。ソフトウェアによる設定、多機能性、プレインストールされたシグナルコンディショニング、I/O ボード上での欠陥シミュレーションの組み合わせにより、外部ケーブルハーネスを交換するだけでシミュレータの調整が済んでしまう場合が多くあります。SCALEXIO のコンポーネント設計により、効率性も大幅に向上します。

### ソフトウェアによる簡単な設定

新しい ConfigurationDesk<sup>®</sup> ツールから、SCALEXIO ハードウェアの多様な設定オプションに簡単にアクセスできます。I/O 機能は、特定のハードウェアチャンネルではなく、抽象的な論理レベルで設定します。たとえば、ある機能を別の I/O ボードに再度割り当てたり、信号の電流/電圧範囲を増やす必要がある場合は、1 つの I/O 機能を複数の物理チャンネルで使用することもできます。この抽象的な設定レベルにより、HIL ハードウェアのセットアップ中に仮想プロジェクトを計画し、プロジェクトの非常に早い段階から設定作業を開始することもできます。ConfigurationDesk からは (インクリメンタル) ビルドプロセスを実行することもでき、HIL シミュレータに直接ロードできる実行可能なリアルタイムアプリケーションを実現することができます。

### I/O とプラントモデルの共有

プラントモデルから I/O 設定を分離することで、再利用可能なモジュール方式の設定を実現し、新しいワークフローおよび異なるタスクの並列処理をサポートします。これにより、I/O に変更を加える場合に必要なのは新しい I/O コードだけで、プラントモデルのコードを修正する必要がないため、作業時間を短縮することができます。

### 便利な設定プロセス

設定プロセスは、外部接続されているデバイス (ECU、実負荷など) の記述、各信号の I/O 機能の選択、プラントモデルへの I/O 機能のリンクという 3 つの作業に大まかに分類されます。設定は、わかりやすく整理された 3 列の表示画面で任意の順番で実行することができます。

### その他のソフトウェア

SCALEXIO では、ConfigurationDeskに加えて、これまでの dSPACE ソフトウェアも使用します。

- ControlDesk® Next Generation - 計測、表示
- AutomationDesk® - テストの生成と自動化
- Real-Time Testing - リアルタイムテストスクリプトとシミュレーションモデルのクロック同期実行
- MotionDesk - ビジュアル表示

- ModelDesk - グラフィカルなモデルのパラメータ設定
- Automotive Simulation Models (ASM) - リアルタイムシミュレーションモデル
- CAN/LIN MultiMessage Blockset および FlexRay Configuration Package - レストバスシミュレーション

これらのソフトウェアは、HIL テストのために最適な環境を提供します。■

## インタビュー

Susanne Köhl,  
HIL (Hardware-in-the-Loop)  
シミュレータ主幹プロダクト  
マネージャ



新しい HIL シミュレーションを開発した背景を教えてください。

HIL プロジェクトでのお客様の要件の変化に最適なソリューションを提供するには、新しいテクノロジーが必要でした。

SCALEXIO のどの点が特に新しいのですか。

プロセッサボード、I/O と通信するための内部バス、HIL アプリケーション専用に設計された I/O ボードから、ハードウェアのセットアップ、ソフトウェアサポートによるハードウェア設定まで、SCALEXIO のすべてがまったく新しいテクノロジーでできています。

ユーザにとっての利点は何ですか。

SCALEXIO は、プラントモデリング担当者やハードウェア担当者のそれぞれ異なる役割など、お客様の個々のワークフローに的を絞ったサポートを提供します。また、SCALEXIO はプロジェクトに高度な柔軟性を提供します。つまり、SCALEXIO システムは計画や変更を容易に短時間で行うことができます。仕様の異なる ECU やタイプの異なる ECU を 1 つのシステムでテストでき、後日、システム拡張機能を実装するのも簡単です。

大規模なネットワークテストにも小規模なコンポーネントテストにも同じコンポーネントを使用することにより、異なるテストタスク間のシームレスな移行を保証できます。

また、最後に、システムの組み立てと変更

が単純化されることと、ソフトウェアベースの設定によりシステムが自動的に文書化されるため、時間とコストを節約することができます。

既存の HIL システムは今後も使用できますか。

はい、もちろんです。プロセッサ同士を結合して既存の HIL システムに SCALEXIO を接続することもできます。ControlDesk Next Generation を使用すると、1 つのレイアウト内から 2 つのシステムを操作することも可能です。ホスト PC により計測の同期化を実行します。

SCALEXIO は PHS バスベースのシステムに代わって使用されるようになるのでしょうか。

はい、長期的にはそうなります。dSPACE は、PHS バスベースのシステムに代わって使用できるように、SCALEXIO の拡張を継続していく予定です。ただし、両方のシステムがかなりの長い期間両立し、すべてのお客様はまったく自由にシステムを選択できるように考えています。

インタビューにご協力いただき、ありがとうございました。





2つのシステムの長所を  
組み合わせた MicroAutoBox II の  
新しいオプション

# Twice the Punch

dSPACE の MicroAutoBox II プロトタイプリングシステムの新しいオプションとして、リアルタイムプロセッサユニットと Windows/Linux ベースの Embedded PC を統合した MicroAutoBox II Embedded PC を提供いたします。この2つのシステムを統合することにより、車載エレクトロニクス開発における最新トレンドに最適な、単一の強力なシステムを形成し、また、自動車以外の用途にも適しています。



### 先進運転支援システムの需要

自動車業界では、交通安全の向上と CO<sub>2</sub> 排出量削減に対する要求が技術革新の大きな原動力となっています。その最たる例として、新世代の車の先進運転支援システムの開発プロジェクトが増加しています。先進運転支援システムでは車両環境および交通状況の信頼性の高い認識が鍵を握ります。これに関連して不可欠となるのは、ビデオカメラによるデータの取り込みと映像処理および車両前方の認識範

図 1: すべてのものを一つのシステムに統合 - Embedded PC と Ethernet スイッチが統合された新しい MicroAutoBox II



#### リアルタイムプロセッサユニット

- リアルタイムオペレーティングシステム
- リアルタイム制御
- 時間要件の厳しいアプリケーションに最適

#### PC ベースのプラットフォーム

- 画像処理
- テレマティクス
- デジタルロードマップ
- タッチスクリーンなどのユーザインターフェース
- ...

Windows®  
Linux

- シングルベンダによる単一システムとして統合
- 総合的な I/O





図2：オールラウンドプレーヤー – 非常にシンプルな配線、自律動作に対応した多数のスイッチオプションを備えた dSPACE MicroAutoBox II Embedded PC

困を拡大することです。これを実現するためのアプローチとして、デジタルロードマップの予測評価に基づくものや、WLAN またはモバイル通信経由の車両と環境間の通信を使用するものがあります。

#### Embedded PC でのテレマティクス、画像処理、およびデジタルマップデータへの対応

ECU 機能プロトタイピングでは、予測ロードマップの評価、テレマティクスソフトウェアの計算処理、カメラデータに基づく物体認識などのタスクは、一般的に Embedded PC で実行されます。アダプティブクルーズコントロール (ACC)、緊急ブレーキアシスタンスなどの実際の制御機能は、バスシステム経由で車内の ECU ネットワークに接続されるリアルタイムプロセッサユニット上で実行されます。

#### 一体型の開発プラットフォーム

Embedded PC と統合された MicroAutoBox II は、このようなシステムの開発に適しています。MicroAutoBox II Embedded PC では、一つのシステムにリアルタイムプロセッサユニットと Windows/Linux ベースの Embedded PC が統合されています。これにより、リア

ルタイムオペレーティングシステムを搭載し、ワーストケース応答時間が非常に短い IBM PowerPC と、Intel® Atom™ プロセッサ (1.6 GHz) の 2 つが、多数のインターフェースとともにユーザに提供されます。Embedded PC には、2 GB RAM と 2.5" SATA ハードディスク (HDD) またはソリッドステートドライブ (SSD) も装備

### 先進運転支援システムの開発に対応した統合ソリューション

されています。また、内蔵の Gigabit Ethernet スイッチにより、Host PC は同じ Ethernet ケーブルを介してリアルタイムプロトタイピングユニットと Embedded PC にアクセスできます。Ethernet インターフェースのスイッチと実装が選ばれたのは、特に、高いデータスループットで低い通信レイテンシを確保するためです。また、組み込みコントローラで Ethernet インターフェースを容易にモデル化するための Simulink® ブロックセットが提供されています。

#### 実車での使用に必要なすべてを備えたコンパクトなシステム

新たに拡張された MicroAutoBox II は、実車での使用に最適なシステムです。小型で、堅牢な設計により配線が非常に簡単で、リアルタイムプロトタイピングユニットと Embedded PC は同期してオン/オフすることが可能です。

たとえば、車のイグニッションスイッチを介してパッシブ冷却されるシステム全体をリモート制御することなどが可能です。あるいは、それぞれのユニットの電源を個別に起動およびシャットダウンすることもできます。Embedded PC の入力電圧レンジ (7 ~ 32 VDC)、5 mA 未満のスリープモード電流消費、過電圧保護はすべて、実車への恒久的な設置に対応した設計となっています。

MicroAutoBox II の用途の可能性は自動車分野だけにとどまりません。工業オート

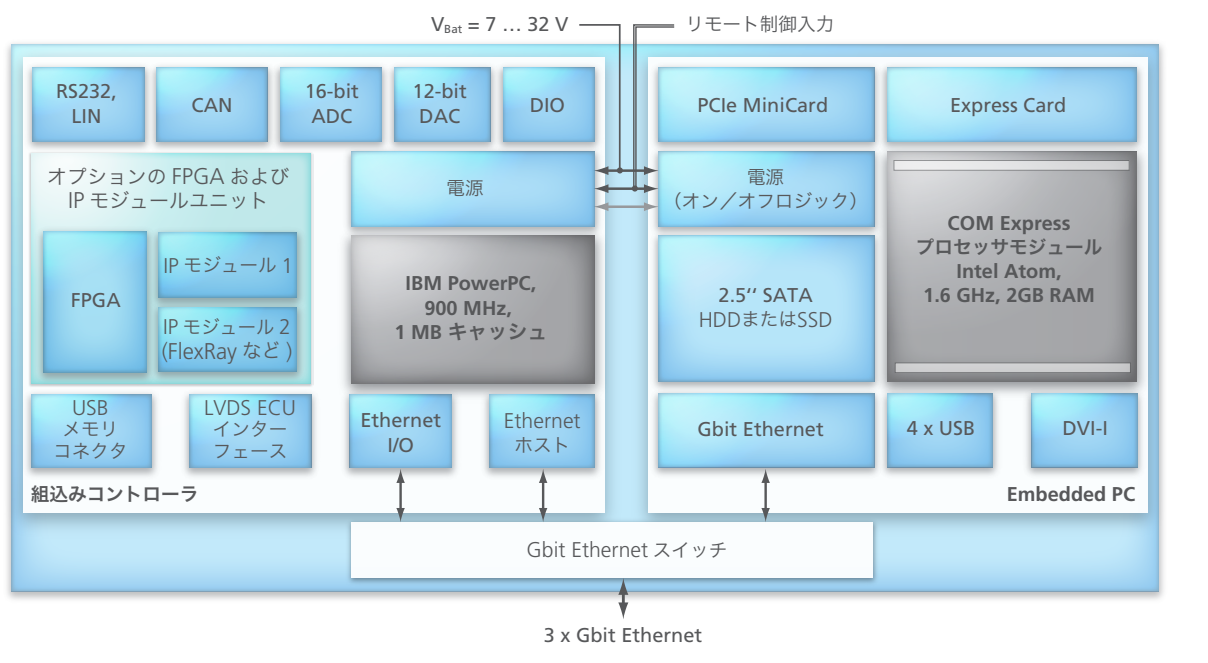


図 3 : 組み込みコントローラと Embedded PC を備えた MicroAutoBox II のブロック線図

メーション、ロボット工学、メディカルエンジニアリング、航空技術などの分野にも最適で、ほとんどどのような用途にも対応することができます。

#### 各種インターフェースおよび柔軟な拡張オプション

新しい MicroAutoBox II Embedded PC ではモジュラー型コンセプトが採用されているため、Intel Atom プロセッサの代わりに他の組み込み PC プロセッサを使用することができます。Embedded PC のフロントパネルには、3 x Gigabit Ethernet コネクタ、4 x USB 2.0 インターフェース、およびビデオデータ送信用の DVI-I 出力 1 本を備えています。このため、たとえば、システム全体にタッチスクリーンを接続することなどが可能となります。これらのインターフェースを使用すると、オートバイのように車両テストにノートブック PC を持ち込むのが適さないまたは不可能な用途も可能になります。

MicroAutoBox II Embedded PC には、WLAN、モバイル通信、FireWire を統合するために内蔵 PCIe MiniCard スロットと Express Card スロットも備わっています。■

## 製品の特長

リアルタイムアプリケーションと PC アプリケーションに対応したコンパクトなラピッドプロトotypingシステム

- モデルベース機能開発向け組み込みコントローラ
- Windows/Linux ベースのアプリケーション向け Embedded PC
- 個々のユニットをオン/オフするためのリモート制御オプション
- コンパクトで堅牢な総合システム
- 冷却ファンなしで動作







# Signals under Control

新しい強力な Signal Editor



dSPACE の試験用ソフトウェア ControlDesk Next Generation の Signal Editor モジュールは、ECU 開発者のための新しい創造的なツールです。この強力なアドオンモジュールには、信号を合成、処理、再生するための豊富な機能が備わっています。



#### わかりやすさとスピードの必要性

ECU ソフトウェアを開発して妥当性を確認するためには、非常に多数の入出力信号を処理する必要があり、後の解析で使用するためにすべてを計測しておく必要があります。テストを行うには、テストドライブなどで記録した信号を正しいタイミングで再現する必要もあります。さらに、あらかじめ設定されている正弦波動作などの合成信号の動作をモデルパラメータに正確に組み入れる必要もあります。このような信号生成は、RCP ベースの開発の場合と同じように HIL シミュレーションでも重要となります。効率的なワークフローを実現するためには、すべての関連信号を追跡でき、それらの信号をすばやく生成または変更できることが絶対不可欠です。ControlDesk® Next Generation の Signal Editor モジュールは、今日の開発者にとって必要な、幅広いシナリオ向けの便利で創造的な信号ツールで、ASAM AE HIL API 1.0 などの規格にも準拠しています。



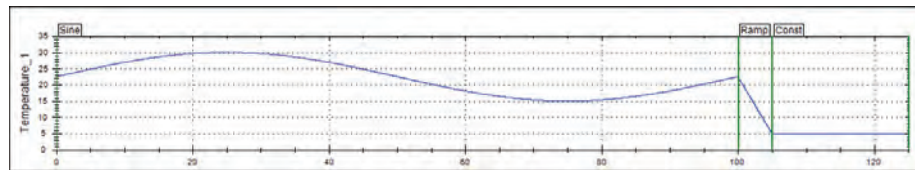


図 1 : Signal Editor での温度挙動の表現 – ここでは、15°C ~ 30°C のゆるやかな正弦曲線の後、温度が突然 5°C に下がっています。

### 汎用性の高い信号ツールボックス

20 ms の時間、バッテリー電圧を 4 V 未満に下げ、それを再現しなければならない状況はないでしょうか。あるいは、仮想テストトラックでテストドライブを行うときに、異なる ECU パラメータ設定でエラーイベントを何度も再現しなければならない状況はないでしょうか。Signal Editor は、このような状況にぴったりのツールボックスで、信号を設定、表示、編集するための機能（信号の加算と乗算、ループ処理など）をすべて備えています。また、AutomationDesk® のようなテストオートメーションツールともスムーズに組み合わせることができます。さらに、簡単なマウス操作で信号セグメントをまとめて信号動作を作成することができます（図 1 では外気温度が 15°C ~ 30°C の間をゆるやかに変化する正弦曲線の後、突然 5°C に下がります）。信号動作を特定の条件にリンクすることができるため、たとえば、地下のガレージに車を入れる場合などの突然の温度降下をトリガすることができます。

### 信号合成：信号の形成

テストシナリオの作成では、人工的な信号動作を作成する機能が不可欠です。基準として使用できる実際の信号が必ずしも入手できない場合もあり、計測した信号は適宜編集が必要となる場合が多々あります。このような状況では、Signal Editor の合成機能が非常に役立ちます。この機能は、正弦曲線、ランプ、ノイズなど、定義のベースとして使用できる基本信号タイプを多数備えています（図 2）。信号の期間を定義し、信号の遷移を設計し、信号動作の組み合わせをすばやく計算することが可能です（加算、乗算など。図 3

を参照）。合成信号を実際の計測値やインポートデータと組み合わせることもできます（たとえば、計測信号にノイズを組み入れるなど）。信号同士の動的な依存関係を定義することができます。たとえば、計測した変数に比例して外乱の振幅を生成することなどが可能です。これらの信号動作は、シミュレーションモデルに統合されるのではなく、AutomationDesk で長年大きな成功を収めている基本技術である Real-Time Testing を使用して実行時に動的に追加されるので、テストシナリオに容易に組み入れることができます。したがって、シミュレーションモデルは個々のテストケースから独立しています。テストに必要な信号動作の一例としては、エンジン始動時の供給電圧が挙げられます。エンジン始動時、供給電圧信号は短時間の電圧降下を示す必要があります。HIL シミュレータは ECU にこの電圧降下を送信し、これを受信した ECU がこれを補正します。

### ControlDesk による再生

テストトラックでのテストドライブ時に取得された信号などの計測データを再生する場合は、わかりやすい表示と簡単な操作が必要です。これを解決するのが Signal Editor です。プラットフォームまたはデバイスで ControlDesk Next Generation を介して記録された計測値は、簡単なドラッグアンドドロップ操作でモデルパラメータに割り当てることができ、後で再生することが可能です。MDF、MAT、または CSV 形式の記録された信号は、Measurement Data Pool を経由してすばやくインポートできます。記録された計測データを使用する適用例の 1 つ

として、レーシングカーの ECU 最適化が挙げられます。個々のレーストラックの条件に合わせてパラメータを調整する必要があるため、F1 エンジニアは毎週行われるソフトウェアリリースと数多くの直前変更に対応する必要があります。Signal Editor を使用すれば、計測したデータ（運転速度プロファイル、ギアチェンジシーケンス、各ホイールの回転数、ラムダ値など）をモデル変数に簡単に割り当て、テストベンチで行う HIL テストにデータを再利用できます。

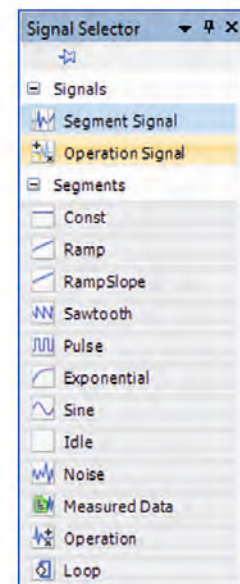


図 2 : Signal Selector を使用すると信号タイプを簡単に選択できます。

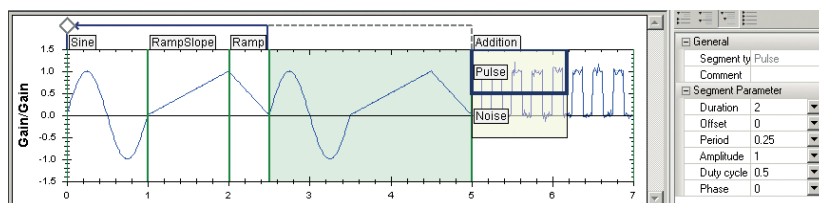


図 3：複数のセグメントの信号をまとめて、(パルスやノイズを追加するなどして) 組み合わせることができます。

### 自動化による高速化

ControlDesk Next Generation の Signal Editor モジュールは、特にリアルタイムテスト用途で AutomationDesk テストオートメーションツールと緊密に連携させることができます。Signal Editor モジュールでスティミュラス信号を作成し、ASAM AE HIL API 1.0 に準拠した STI ファイルとして保存し、AutomationDesk にインポートし、他のソースからの信号と合わせてテストシーケンスに統合することが可能です。

AutomationDesk とのツール連携により、各信号を異なるテストランで使用することや、自動的に変化させることも可能となります。たとえば、ECU でフォールトメモリの入力が行われるまで新しいテストランごとに周波数や振幅を段階的に増加することができます。計測信号は、あらかじめ定義された限界値 (Signal Editor で基準信号として記述) が守られているかどうかについても評価され、評価ライブラリとともに AutomationDesk でただちに使用できるようになります。ControlDesk

Next Generation のオプションモジュールである Signal Editor は、信号動作をグラフィカルに定義し、DS1005、DS1006、MicroAutoBox II、SCALEXIO などの dSPACE ハードウェア上で正しいタイミングで再生するための理想的なツールです。■

図 4：記録した信号は、F1 マシンの ECU を最適化するなどの目的で、テストベンチで行う HIL テストに使用できます。



## 製品の特長

### Signal Editor モジュール

ControlDesk Next Generation

- スティミュラス信号をグラフィカルに定義するための強力なエディタ
- MDF などの計測データの簡単な再生
- モデル依存の信号変更などの動的なスティミュラスオプション
- 複数のシグナルジェネレータの独立実行
- ASAM AE HIL API 1.0 準拠
- AutomationDesk との信号交換





RapidPro: 初期設定された製品が開発の開始時間の短縮を可能に

# The Right System for Each Application

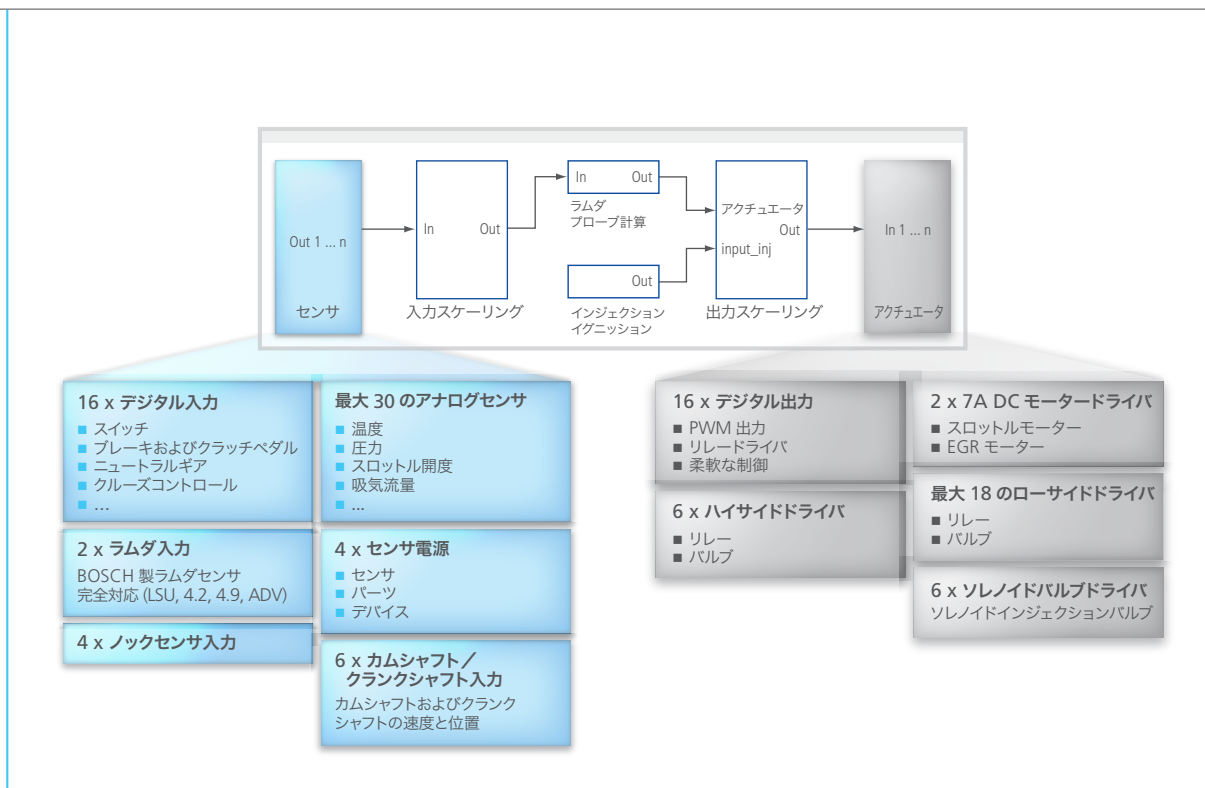
## 効率の向上と利便性：

電動化されたドライブトレイン用の ECU 開発に、設定済みの RapidPro システムを使用できるようになりました。dSPACE は、その他の適用分野にも最適なサポートを提供しています。

## 小型で車載可能

小型でモジュール方式の dSPACE RapidPro ハードウェアは、車載センサおよびアクチュエータを dSPACE プロトタイプピングシステムに接続するためのシグナルコンディショニングおよびパワーステージを提供します。

RapidPro システムは実車での使用に最適であるだけでなく、テストベンチやラボでの使用にも最適なシステムです。RapidPro モジュールは設定が容易で、さまざまな組み合わせが可能であるため、プロジェクトの要件変更に対応する高い



最大 6 気筒までのエンジンに対応したエンジン制御設定を使用すれば、新しい燃焼プロセスの開発が大幅に容易になります。開発者は、dSPACE Simulink® I/O モデルを使用することにより、センサおよびアクチュエータをすばやく簡単に接続できます。

## 初期設定済みで、しかも高い柔軟性：この新しい設定はさまざまなアプリケーションに対応しており、モジュール方式で拡張することができます。

柔軟性が提供されます。したがって、dSPACE のお客様はプロトタイプングシステムのコストのかかる自社開発を行う必要はありません。

### 標準的な初期設定

柔軟に設定できる RapidPro ハードウェアに新しいラインアップが追加され、特定の開発作業に合わせた初期設定済みの RapidPro 製品の提供を開始しました。この初期設定済みの新 RapidPro は、トランスミッション制御などの一般的な開発タスクをサポートするだけでなく、ドライブトレインの電動化などの最新の開発動向や、エンジンの燃費と排出ガスのさらなる最適化などもサポートしています。

これらの初期設定は、センサおよびアクチュエータをユーザーアプリケーションで統合するために役立つように、特定用途に合わせて開発された総合ソリューションです。初期設定の利点として、開発者はシステムをセットアップおよび設定する必要がなく、本来の作業であるコントローラ開発に完全に集中できます。

この初期設定では、以下のような最新の自動車開発分野をカバーしています。

#### ■ エンジン制御設定：

たとえば、新しい燃焼プロセスの開発をサポートする、最大 6 気筒までのエンジンに対応したエンジン制御設定

#### ■ 車体エレクトロニクス設定：

多数のデジタル入出力を処理する一般的な車体エレクトロニクスシステム向けの設定

#### ■ シャシー制御設定：

加速、ホイールスピード、車体の傾き（ローリング）などの一般的なセンサに対応した接続オプションを備えたピークルダイナミクス向けの設定

#### ■ トランスミッション制御設定：

バルブまたは DC モーター制御のための柔軟なパワーステージを備えた新しいトランスミッション機能向けの設定

#### ■ モーター制御設定：

各種モーターのプロトタイプング段階における柔軟なパワーステージとして使用可能

ユーザーの要件が事前設定と異なる場合でも、RapidPro システムは要件に合わせて柔軟に調整および拡張することができます。

### 設定済みの I/O モデル

dSPACE は、RapidPro 初期設定済み製品専用に設計された Simulink® I/O モデルも提供しています。この I/O モデルを使用すると、接続するセンサおよびアクチュエータ向けにあらかじめ設定されている入出力信号が提供されます。■





# Connect

# 4

クワッドコア DS1006 プロセッサボードを使用した複数の  
モーターのシミュレーション

アプリケーションによってシミュレータに非常に高い処理能力が要求される場合は、並列処理がしばしば解決策となります。ハイブリッドドライブはその典型例です。非常に短いモデルサンプリングレートが電気モーターのシミュレーションにとって極めて重要となります。なぜなら、それによってエンジン制御の精度と安定性も決定されるからです。クワッドコアプロセッサはこのようなシミュレーションで最も効果を発揮します。



#### アプリケーションと利点

Electric Drive のシミュレーションでは、複数の複雑なシミュレーションモデルをリアルタイムに同時計算しなければならない場合がしばしばあります。たとえば、ハイブリッドドライブ、商用車や機関車のディーゼル/電気駆動装置、工業用機械の多軸ドライブの経路制御などの場合が考えられます。さらに、油圧アクチュエータをモーターに置き換える航空分野のアプリケーションもあります。

このような計算負荷の高いシミュレーションを1枚のプロセッサボードで実行すると、複数のボードを使用する場合と比べて、以下のような決定的な利点を数多く得ることができます。

- モデル間通信のより広い帯域幅とより短いレイテンシ
- 追加のサブモデルにも対応できる柔軟な予備の処理能力により、必要に応じてシミュレータを容易に拡張可能
- 魅力的な価格/性能比

#### クワッドパワー

AMD Opteron™ Quad-Core Processor (2.8 GHz) 搭載の dSPACE DS1006 Processor Board は、このような高度な処理能力向けに設計されています。このプロセッサボードは、dSPACE のモーター向け I/O ソリューションとともに、電気自動車およびハイブリッド車の ECU をテストする HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータのセットアップをサポートします。4つのコアの1つ1つがシミュレーションモデルを計算できるため、1つの内燃エンジンモデルと3つの電気モーターモデルを同時にシミュレートしたり、1つの内燃エンジンモデル、2つの電気モーターモデルと1つのレストバスシミュレーションモデルまたはトランスミッションモデルなどを同時にシミュレートすることができます。



### シミュレーション用の信号

駆動モーターの ECU をテストするには、通常、パワーエレクトロニクス信号レベルを評価すれば十分です。このためには、パワーエレクトロニクスを取り外し、ECU の信号処理部分のみをシミュレータに接続します。

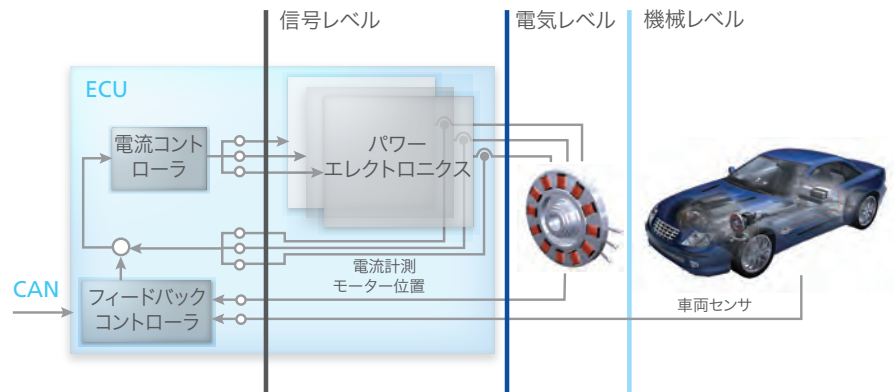


図 1：モーターシミュレーション用のインターフェース

### プロセッサコア間の通信

プロセッサ内の通信の効率性もクリティカルな要素であり、広帯域幅と低レイテンシであることが重要となります。クワッドコア DS1006 Processor Board の各コアは、

セッサ構成のグラフィカルな表現はまったく同じになります。この汎用性により、処理能力と I/O 性能を簡単に拡張することができます。新しいクワッドコア DS1006 では、DS1006 ボード用の既存の RTI モ

通信のシミュレーションなどの追加モデルのために空けられています。スタータやポンプなどの補機類をシミュレートする目的で 3 つ目のモーターモデルと I/O アクセスを実行することもできます。

## 各プロセッサコアへのモデルの割り当てが容易なグラフィカル設定

仮想 Gigalink 接続を経由して通信を行います。クワッドコア DS1006 Processor Board は、スループットがシングルコア DS1006 Processor Board 間の光 Gigalink 接続の 100 倍以上もあり、レイテンシはわずか 10 分の 1 しかありません。これらの数値は、クワッドコア DS1006 上のクワッドコアプロセッサの複数のコア間で大量のデータを転送する場合の数値です。データ量が少ない場合は、上記の数値はさらに向上します。

### RTI-MP を使用したグラフィカルな設定

仮想 Gigalink 接続の設定には、Real-Time Interface for Multiprocessor System (RTI-MP) ソフトウェアを使用します。Simulink® では、光 Gigalink に使用するブロックと仮想 Gigalink に使用するブロックは同一のものとして扱われます。したがって、マルチコア構成とマルチプロ

デルを容易に再利用することができます。拡張によって得られるもう 1 つの利点としては、以前のシングルコア DS1006 から倍増した光 Gigalink 接続のデータスループットが挙げられます。

### モデルの分散と I/O 設定

クワッドコア DS1006 では、モーターのさまざまなテスト要件を満たすために、シミュレーションモデルと I/O モデルを各プロセッサコアに柔軟に分散できます。ハイブリッドドライブをテストする場合に一般的なシミュレーションモデルの分散と I/O の分散を図 2 に示します。1 つ目のコアは、内燃エンジンのモデルを計算します。これがこのマルチプロセッサ (MP) モデルの主要タスクです。2 つ目と 3 つ目のコアは、モーターのモデル (同期モーターおよびインバータ) と I/O アクセスをそれぞれ実行します。4 つ目のコアは、レストバス

### ハイブリッドドライブの I/O インターフェース

図 2 の例では、dSPACE EMH (Electric Motor HIL) ソリューションを各モーターに使用しています。EMH ソリューションは dSPACE DS5202 FPGA Base Board をベースとし、最大 2 台のモーターをシミュレートするために必要なすべての I/O チャンネルを提供します。また、PWM 信号の出力および計測や位置センサ信号のエミュレーションなども行います。EMH ソリューションの I/O アクセスは、プロセッサの 2 つ目と 3 つ目のコアで適切なモデルによって実行されます。DS2211 HIL I/O Board は、プロセッサの 1 つ目のコアで計算される内燃エンジンの I/O 要件に対応しています。特に厳しい I/O 要件に対応するための PWM ソリューションと PSS ソリューションも別途提供されています。これらの I/O ボードは、ハイブリッドドライブトレインを含むソリッドモデルに対応した車両プラットフォーム全体を開発するために、クワッドコア DS1006 とともに既に使用されています。

### 短いサンプリング時間

ハイブリッドの例で使用されているモデルの分散を使用する場合も、シミュレートす

るすべてのモーターの制御ループを 25 kHz のサンプリングレート (PWM 制御周波数) で正確に計算できます。この計算を行っても、追加の I/O 要件とモデル要件に対応するための予備の処理能力はまだ十分あります。

### 正確な信号計測とエミュレーション

電子制御ユニット (ECU) によって生成される 3 相 PWM では、パワーステージのすべての重要な制御信号に関するタイミング (PWM 信号および High 側と Low 側の信号の持続時間と停止時間) を非常に正確に計測することができます。この計測は、PWM 信号にパルスセンターアラインして分解能 25 ns で実行されます。モーターのリアルタイムモデルの割込みも制御信号にセンターアラインして生成されます。各種のアナログセンサ (レゾルバ、エンコーダ) およびデジタルセンサ (インクリメンタルエンコーダ) の速度信号と位置信号は、それぞれ時間分解能 100 ns と 25 ns で正確にシミュレートされます。

### まとめ

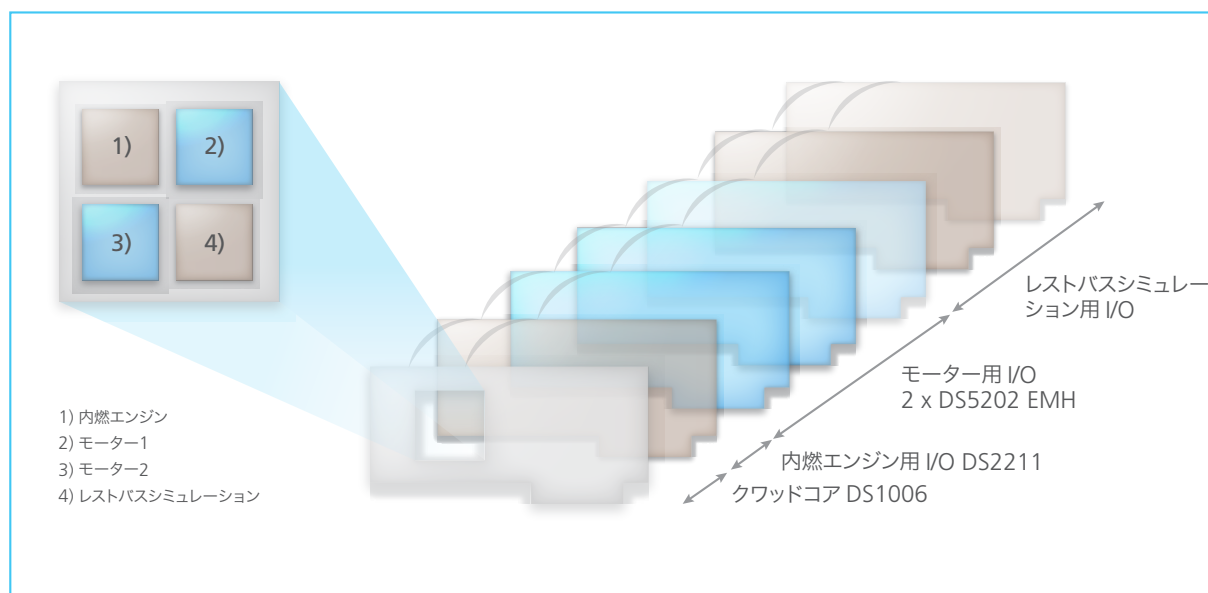
AMD Opteron™ Quad-Core Processor (2.8 GHz) を搭載したクワッドコア DS1006 Processor Board を使用すると、最大 3 台のモーターをシミュレートして電子制御ユニット (ECU) をテストすることができます。この構成は、ハイブリッドドライブの ECU テストで特に役立ちます。クワッドコア DS1006 では、内燃エンジンとトランスミッションのモデルを含むドライブトレイン全体をシミュレートできます。シミュレーションを実行するために必要な信号は、それぞれの目的に合わせて設計された I/O インターフェースを経由して提供されます。■



### まとめ

- 1 枚のボードでのハイブリッドドライブの正確なリアルタイムシミュレーション
- 内燃エンジンモデルとトランスミッションモデルを含む、最大 3 台までのモーターを同時シミュレーション
- モーター信号用の高性能 I/O インターフェース

図 2: クワッドコア DS1006 の 4 つのプロセッサコアはそれぞれ 1 つのモデルを計算できます。2 つのモーターモデルとトランスミッションを含む内燃エンジンモデルをシミュレートしても、残り 1 つのコアをレストバスシミュレーションや予備コアとして使用することができます。





# Going into Orbit

dSPACE シミュレータによる衛星テストシステム

宇宙産業は、電子制御システムの開発に極めて高い基準を求めています。事業推進部長の Dr. Dirk Spenneberg が、これらの要求に dSPACE 衛星テクノロジーソリューションはどのように対応していくのかを説明します。



Spenneberg さん、dSPACE が宇宙技術の分野で目指している目標とはなんですか。

dSPACE システムは、非常に多くの航空宇宙用途で使用されています。私たちはこれを誇りに思い、これらの用途に対応する製品範囲を拡大することを計画しています。最も注目しているのは、姿勢／軌道制御やエネルギー管理のような衛星サブシステムの受入テストをサポートすることで、これらの分野における戦略的な成長を目標としています。

これらの適用分野に注目している理由は何でしょうか。

姿勢／軌道制御システム (AOCS) は最新の衛星に搭載されている最も複雑なコンポーネントの 1 つです。現実的なシミュレーションのために、太陽風のように非常に影響が小さいものであっても、衛星に影響を与えるすべての要因を極めて正確にモデル化する必要があります。さらに、多数のセンサ (恒星追跡器、磁気探知器など) およびアクチュエータ (リアクションホイール、磁気コイルなど) をシミュレーションに組み込む必要があります。

dSPACE は、必要なノウハウを持っていますか。

dSPACE の持つ成熟したツールチェーンがサポートするシミュレーションでは、このように複雑なシステムに対しても信頼性の高いテストを実施できます。dSPACE の HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータは、自動車産業では事実上の業界標準となっており、その能力は、日々の厳しい課題に対応する中で証明されています。HIL シミュレータの運用実績は、世界最高のレベルであることは間違いありません。これが強固な基盤となって、宇宙技術関連のお客様向けのソリューションを構築することが可能となっています。また、

業務の中で専門知識を積み重ねるために、ドイツ航空宇宙センター (DLR) のような研究機関とも積極的な協力を行っています。

お客様の理解を得るために、どのような働きかけをしているのでしょうか。

新しい分野に参入する場合は常に、最初の一步が最も難しいものです。当社のシステムは、信頼できる出発点であり、それについて疑う余地はありません。たとえば、米国では既に NASA などのお客様を獲得しています。ただ、宇宙技術には特殊な要件があり、当社がその一部にまだ対応できていないことも確かです。しかし、多数の新しい要件を含む非常に複雑なプロジェクトをお客様と密接に連携して成功させることで、優れた実績を上げています。そして、当社には、通常の製品範囲にはない完全に新しいソリューションを短期間で開発できる、非常に高い技能を有するエンジニアリング部門があります。たとえば、ホンダのビジネスジェット機に搭載されているすべての航空電子システムに対応するシミュレータの開発実績があります。

既に開発に入っている製品には、どのようなものがありますか。

具体的には、当社の HIL システム上で衛



「当社は HIL システムを提供する最大手ベンダーの 1 つとして、将来の技術にも対応できる開発ツールを宇宙技術関連のお客様に提供できます」

Dr. Dirk Spenneberg, dSPACE GmbH

星のシミュレーションをリアルタイムで行うための新しいシミュレーションモデルを開発しています。これには、AOCS 関連のセンサシステムおよび衛星に影響を及ぼす環境がすべて含まれています。これらのモデルは ECSS (欧州宇宙標準協会) 規格への適合に向け、外部の専門家による妥当性の確認も行われています。同時に、当社では、衛星用のコンポーネントと dSPACE システムの間で最適な接続を提供するためにインターフェースボードの範囲を拡大しています。最新の例としては、MIL-STD-1553 インターフェースボードがあり、SpaceWire バス向けのインターフェースソリューションがまもなく登場する予定となっています。HIL テストに関しては、dSPACE 標準の高品質なターンキーシステムを提供することができます。

衛星メーカーは、独自のモデルとシミュレータを持っていないのでしょうか。シミュレーションモデルは、数多くの企業で中核的な専門技術の一部となっています。しかし、衛星メーカーが独立系パートナー企業からモデルの提供を必要とすることもよくあります。dSPACE シミュレータは、宇宙産業で広く使用されている特殊なソリューションに替わる製品として价格的な面で優位性を持っています。これは、当

社が毎年数百台の HIL シミュレータを納入していることで証明されています。さらに、製品ポートフォリオを絶え間なくアップデートすることで、提供するテクノロジーが最新のものであることを保証しています。したがって、宇宙技術関連のお客様は、当社のように幅広い業界に対応したベンダーでなければ提供できない総合的な高品質ツールから利益を得ることができません。当社は HIL システムを提供する最大手ベンダーの 1 つとして、宇宙技術関連のお客様に将来の技術にも対応できる開発ツールを提供できます。

今後の方針はどのようになっていますか。当社は、お客様、ならびに DLR (ドイツ航空宇宙センター) および ESA (欧州宇宙機関) からの専門家と密接に連携して助言を受けながら、製品範囲の拡大を続けています。こうした連携により多くの人々が関与することを望んでおり、問い合わせをいただいたあらゆる団体を招待して、新しいアイデアと意見の交換を行っています。お客様が満足されるまで、私たちが満足することはありません。

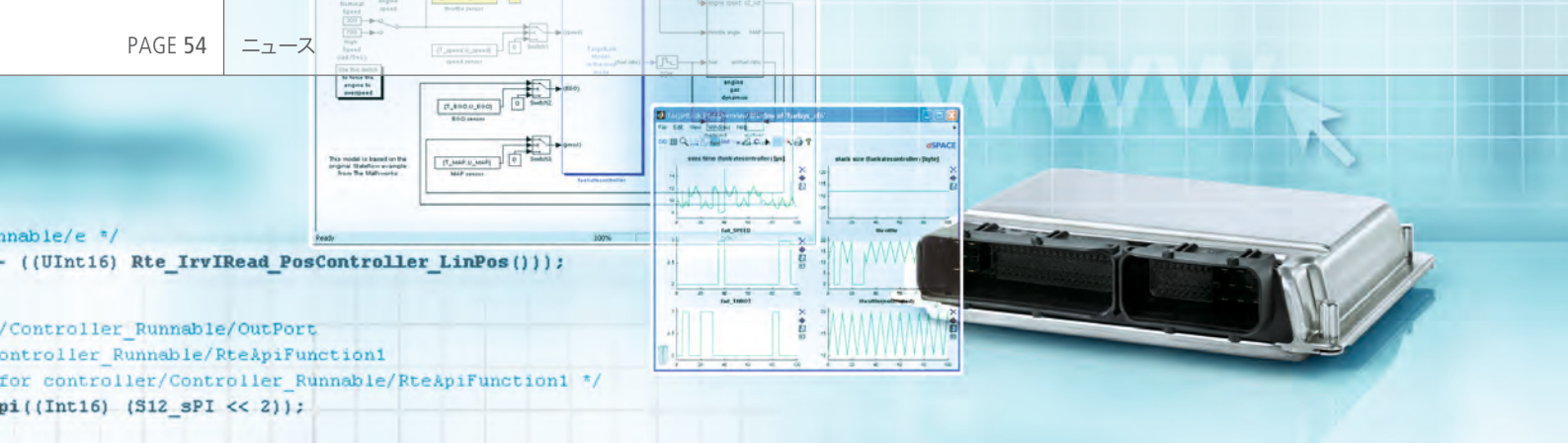
インタビューにご協力いただき、ありがとうございました。



## プロフィール

Dr. Dirk Spenneberg は、dSPACE GmbH で、2010 年に衛星テストシステム事業推進部の管理職に就任しました。dSPACE に入社するまでは、ドイツのブレーメンにある DFKI GmbH (ドイツの人工知能研究所) で宇宙ロボット事業分野を担当していました。





## TargetLink 製品サポートセンター

TargetLink 製品サポートセンターは、ユーザが TargetLink のすべての情報およびユーティリティに容易にアクセスできる新しい Web ページです。TargetLink 製品サポートセンターで提供される情報の一例を次に紹介します。

- オンデマンド TargetLink オンラインセミナー
- TargetLink AUTOSAR ユーティリティや Data Dictionary ユーティリティなどのアドオンツール
- TargetLink ユーザ向けのアプリケーションノートおよびモデリングガイドライン
- TargetLink のリリースおよび互換性に関する情報
- TargetLink の既知の問題のレポート

TargetLink 製品サポートセンターには、TargetLink 3.2 のユーザインターフェースから直接アクセスでき、あるいは URL: [www.dspace.jp/goto.cfm/TargetLink\\_ProductSupportCenter](http://www.dspace.jp/goto.cfm/TargetLink_ProductSupportCenter) からアクセスできます。■

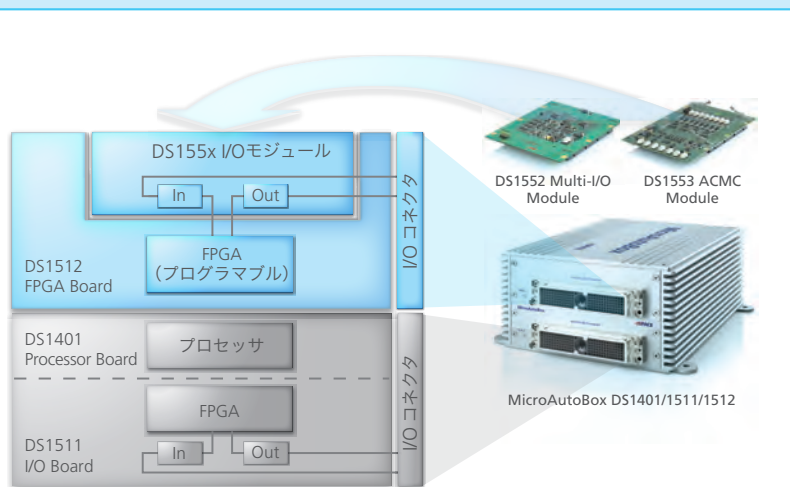
## MicroAutoBox II : 新しい FPGA テクノロジ

dSPACE Release 7.1 は、新しい MicroAutoBox II FPGA テクノロジの包括的なサポートを提供します。DS1512 FPGA Board に搭載されている Spartan-6 FPGA を VHDL または MATLAB®/Simulink® でのモデリングによってプログラミングできるようになりま

した。これにより、ユーザは計算負荷の高い信号処理アルゴリズムから FPGA に移行してリソースを節約することができます。また、センサとアクチュエータを FPGA に接続するための強力なアナログ/デジタル入出力インターフェースを備えた DS1552 Multi-I/O Module も新しい製品です。こ

のモジュールは、MicroAutoBox II に完全に統合するために DS1552 ピギーバックモジュールとして DS1512 FPGA I/O Board にプラグオンされます。

もう一つの特徴として、MicroAutoBox II は特定のアプリケーション分野向けの専用 I/O インターフェースを使用して拡張することができます。さらに、MicroAutoBox II に対応した AC モーター制御 (ACMC) ソリューションも新たに提供されるようになりました。これは、ユーザが迅速かつ容易に Electric Drive のプロトタイピング作業を開始するためのハードウェアおよびソフトウェアコンポーネント (DS1553 I/O Module、RTI ACMC Blockset、Simulink デモモデル) を含む完全なパッケージです。また、dSPACE は、これら以外にもユーザ固有のピギーバックモジュールを作成するためのエンジニアリングサービスも提供しています。■



ヨーロッパおよびアジア以外の地域ではご使用にならない場合があります。詳細については、お問い合わせください。



## エンジニアの特別授業

パーダーボルンの生徒たちは、物理の特別授業を楽しんでいます。教えるのは先生ではなく、dSPACE のエンジニア。この授業では、シミュレータがどこでどのように使用されているのかを学び、プロトタイプ車両をテストし、まるでコンピュータゲームのような仮想道路上でのテストドライブも体験します。教壇に立った dSPACE のエンジニアは、クラスの生徒たちとともにモデルを作成し、制御システムの設計について話し合います。生徒たちは、縦方向

および横方向の力とは何か、制動スリップとは何か、ABS 部品は車両のどこに取り付けられているのかを学びます。生徒たちは、たった 2 時間の授業で、数式、図面、およびシミュレーションの基礎を理解すれば、数学や物理を実用化するのは簡単だということになります。

「エンジニアの特別授業」は、dSPACE が ProMINT® イニシアチブの下で行っている定期プロジェクトのほんの一例です。ProMINT (Promotion of Mathematics,

Informatics, Natural Sciences, and Technology) は、「数学、情報科学、自然科学、工学の促進」を表しています。dSPACE は、継続的に学生にインターンシップを提供し、助成金を授与し、数学、情報科学、自然科学、工学テーマを研究する学生プロジェクトグループを支援しています。この活動を通じてドイツ国内のエンジニア不足を積極的に解消し、科学の世界への情熱を若い人たちにも持ってもらいたいと考えています。「エンジニアの特別授業」プログラムだけでも今までにパーダーボルンの合計 600 人超の生徒が参加しています。dSPACE Japan 株式会社でも多数の ProMINT 活動を行なっています。現在は学生プロジェクトへのツールの貸出やトレーニングの提供、また大学院向けには、寄附講座を通じて協力しています。■



## dSPACE フランス支社の新社長、Benoît Vidalie

プロとしての実績を持つ Benoît Vidalie に全面的な信頼を寄せています。彼がこのチャレンジに喜んで取り組むことは間違いありません。また dSPACE で彼と一緒に仕事ができるのが楽しみです」と述べています。この新しいフランス支社トップは、「チーム一丸となってフランスでのメカトロニクス開発システムの市場リーダーとしての dSPACE の地位を高め、今後ともお客様の要求を満足させていきたいと思えます」と述べています。

Benoît Vidalie は、10 年間フランス支社の指揮を取って優れた業績を残し、今回新たな事業に取り組むために当社を去ることになった Salah Aksas 前社長の後任となります。■

dSPACE フランス支社である dSPACE Sarl の新社長に Benoît Vidalie が就任しました。2010 年 12 月にこの新ポストに就いた Vidalie は、dSPACE および dSPACE 販売代理店でのこれまでの経験により、この新しいチャレンジに挑む準備は万全です。ドイツ、パーダーボルンの dSPACE 本社流通担当取締役の Mirco Breitwischer は、「dSPACE でのノウハウと



dSPACE Japan 編集部宛 e-Mail (events@dSPACE.jp) に dSPACE Magazine に関するご意見をお寄せください。その他の情報をお問い合わせいただく場合にも本メールアドレスをご利用いただけます。ご意見をお待ちしています。



dSPACE Magazine に関するご意見はオンラインでも返信できます。詳細は、[www.dSPACE.jp/goto.cfm/magazine](http://www.dSPACE.jp/goto.cfm/magazine) をご覧ください。

dSPACE 製品のリリース情報は、下記をご覧ください。  
[http://www.dSPACE.jp/goto.cfm/ja\\_productsrelease](http://www.dSPACE.jp/goto.cfm/ja_productsrelease)





System Architecture

Rapid Control Prototyping

ECU Autocoding

HIL Testing

## 記憶に新しい王者の走り、再び。



2輪ロードレースの最高峰、MotoGP世界選手権シリーズで偉業を達成し続けているヤマハ発動機。最先端にして高品質、そして独創的なモノづくりで勝利を追求し続けてきたヤマハは、その勝利によって輝かしい記録を打ち立てるとともに、多くのファンに感動や勇気をもたらしてきました。2011年は、ヤマハ・ファクトリー・レーシングとして体制も新たに、次の勝利を目指して走り始めました。信頼できるエンジニアと最高品質のレースマシン、そして最先端技術が集約されたdSPACEのマシン開発環境は、これからも王者の走りを支え続けます。

dSPACEはヤマハファクトリーレーシングのプレミアムサプライヤーです。

Embedded Success

**dSPACE**