

# dSPACE MAGAZINE

2/2011



KIT –  
革新的な  
車両ライトシステム  
ヤマハ発動機 –  
シミュレーションの勝利  
SKF 社 –  
インテリジェント  
ブレーキシステム





経済危機の年となった2009年の秋、景気後退は底を打ったと思わせる兆候がありました。私は、将来の見通しについて質問されることがよくありました。たとえば、V字型の景気後退、または二番底があるW字型の景気後退、それとも終わりの見えない景気後退に向かうのか。2008年のレベルにまで回復するのはいつなのか。私の見解は、当社の業績が「L字型」のように急激に低下した後、かつての成長傾向に戻るものの、従来よりも低い成長率で推移するというものでした。仮にこのような状況になっていた場合、当社の業績が2008年のレベルに回復するには、少なくとも2013年までかかっていたはずですが、現在では、「L字型」の落ち込みが実際にあったことは明らかですが、その後、現在の回復速度は、予想を遙かに上回っています。2008年の売上レベルは、早ければ2011年中に超える見通しです。2009年に経済的打撃を受けたことで、当社のお客様の多くは、現在もそこからの回復に追われている状態です。2011年度の当社の受注実績は記録的なものでした。

かつての継続的成長傾向が戻ってきているかのように見えます。これは、進歩し続けるエレクトロニクスとソフトウェアへの

対応を迫られているお客様からの需要増加に支えられています。お客様は、増大し続ける複雑さに直面し、新しいシステムの開発を必要としています。そして、誰もが知っているように、混乱を引き起こす複雑さの増大を止めるただ1つの方法は、手法とツール、特にHIL (Hardware-in-the-Loop) テストとモデルベース設計を使用することです。どちらの分野でも、dSPACEは大きな成功を収めています。

しかし、開発プロセスの各段階を極めるだけではもはや十分とは言えず、その品質と生産性を高める必要があります。ただし、それだけでは複雑さに対応することはできません。必要なのは、開発プロセスのすべての段階で一貫したサポートを提供することです。もちろんこれには、ツールによる支援も含まれます。また、無数にある複雑なデータとモデルのすべてを管理できる、効率的で明確に組織化された方法も提供する必要があります。さらに、開発プロセスのすべての段階で、データの使用者および作成者であるすべての個人とチームの間で、これを可能にする必要があります。dSPACEでは、この課題に全力で取り組んでいます。当社では、長年の経験と数多くの開発プロジェクトから得たノウ

ハウを活かして、データを集中管理するためのマルチユーザ対応プラットフォームを提供します。このプラットフォームは、ECUソフトウェアの開発サイクルの全体においてモデル、パラメータ、シグナル、テスト、バリエーションなどの効率的な管理をサポートします。モデルベース開発におけるバリエーション指向のパラメータ管理を行うという最初のプロジェクトは、既に完了しています。テスト管理ソリューションの提供は、2012年中頃に開始される予定です。さらに、その他のソリューションも予定されています。引き続きご注目ください。

2012年さらなる飛躍の年になることをお祈りいたします。

社長 Dr. Herbert Hanselmann



アデレード大学 | PAGE

22



KIT | PAGE

12



MICROAUTOBOX FPGA | PAGE

38

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：Alicia Alvin, Dr. Ulrich Eisemann, Julia Girstein, 増原 久子, Frank Mertens, Thomas Sander, Dr. Hagen Haupt, Holger Ross, Martin Rühl

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 ヤマハ発動機株式会社  
**Simulating for Track Speed**  
ヤマハ発動機のレースマシン開発 – エンジニアの  
MotoGP世界選手権への挑戦

12 カールスルーエ科学技術研究所 (KIT)  
**Spotlight on Hazards**  
革新的な車両ライトシステムの開発と  
プロトタイプの実装

18 SKF社  
**Intelligent Stopping**  
厳しい要求にも対応可能なSKF社の  
農業用重機向け電子制御パーキング  
ブレーキシステム

22 アテレード大学  
**Down Under:  
Diwheel Defies Gravity**  
オーストラリアの学生によるDiwheelの開発

28 ECO-CAR CHALLENGE  
**And the winners are...?**  
EcoCAR: The NeXt Challenge: 3年間の  
競技会の最終ラウンド

## 製品

34 CONFIGURATIONDESK  
**ConfigurationDesk**  
新しいワークフローの柔軟性

38 MICROAUTOBOX FPGA  
**Flexible Logic**  
FPGAとプロセッサの組み合わせにより  
MicroAutoBoxの柔軟性がさらに向上

44 CONTROLDESK NEXT GENERATION  
**A Direct Line**  
ECUへの直接アクセスが可能な  
汎用診断モジュール

48 SYSTEMDESK – TARGETLINK  
**Container Swapping**  
SystemDeskとTargetLinkでの  
コンポーネントコンテナのやり取りによる  
AUTOSARワークフローの迅速化

## ビジネス

52 DSPACE  
**Rollout at dSPACE**  
Formula Studentの若きエンジニアのアイデアを  
レーストラックで実現するためのdSPACEによる  
サポート

54 ニュース



ヤマハ発動機のレースマシン開発 — エンジニアの MotoGP 世界選手権への挑戦

# Simulating for Track Speed



MotoGP 世界選手権での三冠達成は、モーターサイクルスポーツの世界最高峰クラスにおける輝かしい成果です。2008年から3年連続、ライダー、メーカー、チームの3つのタイトルをヤマハが独占しました。World GP レース参戦 50周年を迎えた背景には、レースを支える最新鋭マシンの開発で、先端技術を駆使したエンジニアの活躍があります。

#### MotoGP 世界選手権への挑戦

ヤマハ発動機は、日本の二輪車創世紀にあたる1955年に、最後発メーカーとして市場参入し、その後、1961年に世界GPロードレースに参戦を開始しました。2011年はMotoGP参戦50周年となる記念すべき年になります。

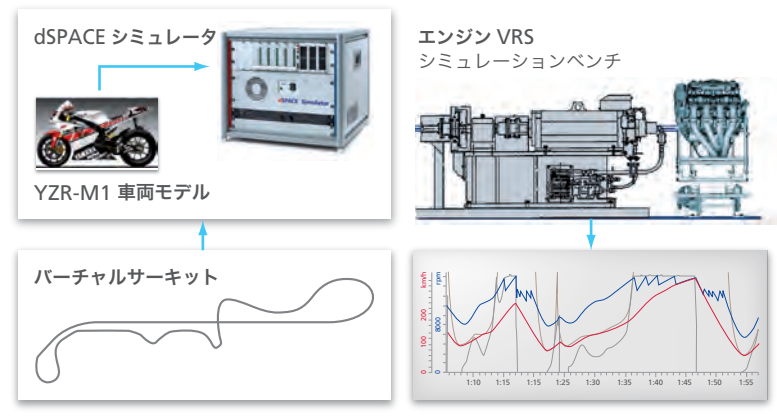
50年の歴史の中では、何度か参戦を中断したこともありましたが、形を変えて挑戦を続け、これまでに何度もタイトルを獲得してきました。古くは、フィル・リード(英)、ジャコモ・アゴスティーニ(伊)、ケニー・ロバーツ(米)、ウェイン・レイニー(米)など、多くのチャンピオンライダーとともに、輝かしい歴史を刻んできたのです。

この歴史の裏には、技術スタッフの弛まぬ努力と、失敗を恐れない挑戦がありました。また、ここ数年は特に、たび重なるレギュレーションの変更に迅速に対応し、競争力を高いレベルで維持するために、常に最先端の技術を取り入れる必要があり、様々な革新的開発手法を導入してきました。

ヤマハ発動機は、「世界の人々に新たな感動と豊かな生活を提供する」という、企業としての目的をかけています。人々の夢を知恵と情熱で実現し、つねに「次の感動」を期待される企業、「感動創造企業」を体現することが、ヤマハ発動機のMotoGP参戦の目的でもあります。



### 車両シミュレーションの実際の使用例



実際のレーストラックから得られたテストベクトルによる、dSPACE シミュレータとダイナモメータを使用したシミュレーション環境の概要

#### MotoGP マシンの開発アプローチ

ヤマハ発動機のモーターサイクル開発の現場では、ライダーの意思やイメージどおりにマシンが反応する人車一体感と、その中から生まれるライダー自身の喜びを表現した「人機官能」と言う言葉によって、生み出すべき価値の共有が図られています。また、その「人機官能」を具現化するために、メカニカル分野における GENESIS と、電子制御分野における G.E.N.I.C.H. という二つの技術思想が体系化されました。MotoGP マシンとしての、YZR-M1 はこの思想を最先端で実現すべく、ライダーの

間の中で、最大限の能力を発揮できるよう、設計、製造されたのが、MotoGP マシンであり、これまでは、長距離を走るための耐久性は必要ありませんでした。しかし、ここ数年は、運営コスト削減のための、使用台数制限が加わり、耐久性・信頼性が今まで以上に求められるようになってきました。環境問題に配慮するため、燃料の総量規制も追加されたため、フリクションロス低減を初めとして、損失の低減も必要となりました。そこで、これらを実現するために、様々な

的には時間の短縮につながったと考えています。

#### 開発環境の概要

ヤマハのレース部門は、限られたリソースを最大限に活用すべく、シミュレーション技術の活用に取り組んでいます。その一部が、シミュレーションベンチでの耐久試験と、制御システム開発での HILS 利用です。これには、シミュレーションベンチでの耐久性試験や、制御システム開発のための HIL (Hardware-in-the-Loop) システムの使用が含まれています。

## 「エンジンとその制御システムの開発に dSPACE シミュレータを使用することにより、開発の精度と効率が大幅に向上しました」

ヤマハ発動機株式会社、矢部 氏

意思や操作イメージを損なうことなく、かつ、最高のパフォーマンスを発揮するための工夫がなされています。

車体、エンジン、制御システムのそれぞれの要素を個々にレベルアップしつつ、ライダーがタイヤの性能を十分に引き出しながら、かつ、連携することにより、速く走れるように、日々、開発を続けています。

#### レギュレーションと耐久性の要求に対応

MotoGP は、約 1 時間で競われる、短距離 (スプリント) のレースです。この短い時

新しい機械的機構や、制御手法にトライしてきました。そんな中で、本当に安全に走行してもらうには、走行する前に、適合はもろんのこと、信頼性と、安全性が十分であることを検証しなければならないのです。

また、開発サイクルを短縮するためには、机上での検討作業をどれだけ実施するのが重要となってきます。十分な検討を経て製作したものは、成功する確率が高くなり、作り直しも減ります。前段階の検討に多少の時間がかかった場合も、最終

#### シミュレーションベンチでの耐久性試験

エンジンの耐久試験は、走行をシミュレートしたパターンで実施します。車両の物理モデルにより、バイクの動きを再現し、動力計の制御システムを動かすために、dSPACE のシミュレータが活躍しています。シミュレーションベンチは、エンジンがハードウェアの HILS とも言えます。この装置を使うようになったおかげで、テストコースやシャシダイナモでの耐久試験を廃し、シミュレーションベンチでのエンジン耐久試験ができるようになりました。





## MotoGP におけるヤマハの業績 連続 3 回の三冠達成

新しい MotoGP が誕生した 2002 年に、ヤマハは新しい 4 ストロークの YZR-M1 を投入しました。この年は、マックス・ピアッジ (伊) が、このマシンで 2 回勝利しましたが、タイトルを手中にすることはできませんでした。また、新 MotoGP となって 3 年目の 2004 年には、バレンティーノ・ロッシ (伊) が、ヤマハのマシンでレースに出場することを選択しました。今日までに、YZR-M1 は、クロスプレーンタイプのクランクシャフトを持つまでに進化を遂げています。ヤマハでのレースの最初の年に、ロッシは、シリーズでの合計 9 回の勝利によりチャンピオンシップを獲

得しました。ロッシは、2005 年、2008 年、2009 年に、ヤマハを駆ってワールドチャンピオンシップの GP タイトルを手中に収めました。新エースとして、ロッシの役割を引き継いだライダーがホルヘ・ロレンソ (スペイン) で、2008 年からヤマハと契約をしました。ロレンソは、2008 年に、初めての MotoGP で勝利を収め、2009 年度は 2 位にランクされました。ロレンソは、2010 年には、連続 12 回も表彰台に上り、シーズンの開幕戦から、危なげなく戦いを進め、初めてのチャンピオンシップタイトルを獲得しました。この 2010 年に、ヤマハは、連続 3 回目の三冠を達成し、ライダー、メーカー、チームのタイトルを手中に収め、



2008 年からの連勝記録を更新しました。2011 年は、ヤマハが World GP レースに初めて参加してからの 50 周年に当たり、MotoGP レースの連覇を続けるヤマハとその強力なチームに対し、世界中の熱い視線が注がれました。

結果的に、開発のサイクルが大幅に短くなり、走行にかかるコストも削減できました。開発の精度があがり、試作品を作る回数も減ったため、トータルでのコスト削減は、相当な規模になります。

### 制御システムの開発

エンジンの制御システムは年々複雑化しており、プログラムやハードウェアの機能を確認するのに、dSPACE の HILS を利用しています。

例えば、センサの故障など、通常ではあり得ない条件での走行試験は、ほぼ不可能なので、そうした状況を再現しながら試験のできる HILS は、MotoGP マシンの開発にとって、不可欠なものとなっています。また、サーキットでは、しばしば適合の不一致などの問題が発生することがあります。こうした問題に対応するのにも、dSPACE の HILS が使われています。対策を実施し、確認を確実なものとするには、問題の発生したときの走行状態を再

現した試験が必要となります。そのためにも、dSPACE を用いたシミュレータの利用は、有効な手段でした。

### 極限的な条件での走行

単にレース用製品だけではなく、ヤマハ製品に関するお客様の要望は、年々厳しくなっています。コストはもちろんのこと、より快適で、乗っていて楽しく、しかも低燃費であってほしいというふうに変化してきました。シミュレーションテクノロ

左：先進レースマシン開発現場でのソフトウェアによる車両機能の制御  
右：ECU 開発の効率化を実現する机上でのテストランシミュレーション



## レースマシン YZR-M1

エンジン：	水冷式、クロスプレーンクランクシャフト、直列 4 気筒、4 ストローク
最高速度：	320 km/h 以上
出力：	200 hp (147 kW) 以上
トランスミッション：	6 速カセットタイプギヤボックス、ギヤ比変更可能
シャーシ：	アルミニウム製ツインチューブデルタボックス、ステアリングジオメトリ/ホイールベース/シート高さ可変 アルミニウム製スイングアーム
サスペンション：	オーリンズ製倒立式フロントフォーク、オーリンズ製リヤショック、いずれもプレロード、高速/低速圧縮、 リバウンドダンピング可変式、リヤサスペンションリンク交換式
ホイール：	MFR 鍛造マグネシウム合金製、前後とも 16.5 インチ
タイヤ：	ブリヂストン製、前後とも 16.5 インチ、スリック、インターメディアイト、ウエット、ハンドカット
ブレーキ：	ブレンボ製、前 320 mm デュアルカーボンディスク、4 ピストンデュアルキャリパ 後 220 mm ステンレススチールディスク、2 ピストンキャリパ
重量：	150 kg (FIM レギュレーション適合)

ジに基づく試験方法は、このように多様な要望を一括して効率良く満たす方法として使用できることが非常に明確になってきています。特に、レーシングマシンは極限的な条件下で使用されるため、限界を超えるパラメータを設定したテストドライブの実行は困難なことがあります。シミュレーションの世界では、安全な試験が可

能です。また、多数の試験を実行できるため、製品の安全レベルを向上させることができます。dSPACE シミュレーション製品の価値は、常に拡大していると言えます。一方、試験および試験設備に関連するコストも上昇しています。試験の内容が複雑になればなるほど、設備を適切に使用するためのエンジニアに対するトレーニン

グコストが増加します。試験設備の機能向上と関連コストのバランスは常に開発現場での課題となっています。

### dSPACE 製品に関するフィードバック

ヤマハでは、エンジンとその制御システムの開発に HIL シミュレータを使用するようになってから、開発の精度と効率が大幅

### 2012 1000cc YZR-M1

© Yamaha Factory Racing



ヤマハのファクトリレーシングライダーのホルヘ・ロレンソとベン・スピースが、サンマリノのミサノサーキットでのテストの後で、2012 1000cc YZR-M1 についてコメントしています。

「チームではブレーキ関連の電子制御の調整を続けていますが、私の場合は、このマシンの走行スタイルに慣れることと、自分の走行スタイルに合わせてマシンを調整することを心がけています」  
ホルヘ・ロレンソ

「エンジニア達が、次回のテストの次のステップに取り掛かるために必要な多くのデータを取ることができました」  
ベン・スピース



## 「dSPACEがこれからもHILの領域での技術的革新をリードしていくと思っています」

ヤマハ発動機株式会社、矢部 氏

に向上しています。従来は、開発結果の確認のためにレースサーキットが必要でしたが、それでも開発結果の確認ができないこともありました。シミュレータを使用するようになってからは、何が起きているかを正確に確認できるようになりました。その結果、ライダーは走行に集中できるようになり、素晴らしいレースの成績を収めています。

開発エンジニア達は、dSPACE製品を一度に長時間使用しますが、不具合や問題はほとんど発生せず、非常に信頼性の高い使いやすい製品です。


開発プロセスに新しいテクノロジーを導入することによって、それまでになかった複雑さやリソースの固定化につながる側面も否定できませんが、HILシステムの利用効果は、これらを補って余りあります。シミュレーションテクノロジーの進歩は、今後も止まることはないでしょうし、試験設備としてHILシステムを使用する価値は、ますます大きくなると思われれます。今後も、

dSPACEがこの領域での技術的革新をリードし続けていくものと思います。

ヤマハ発動機株式会社  
MotoGPグループ  
矢部 昇

ヤマハ発動機株式会社 MotoGP グループ  
主査  
矢部 昇氏

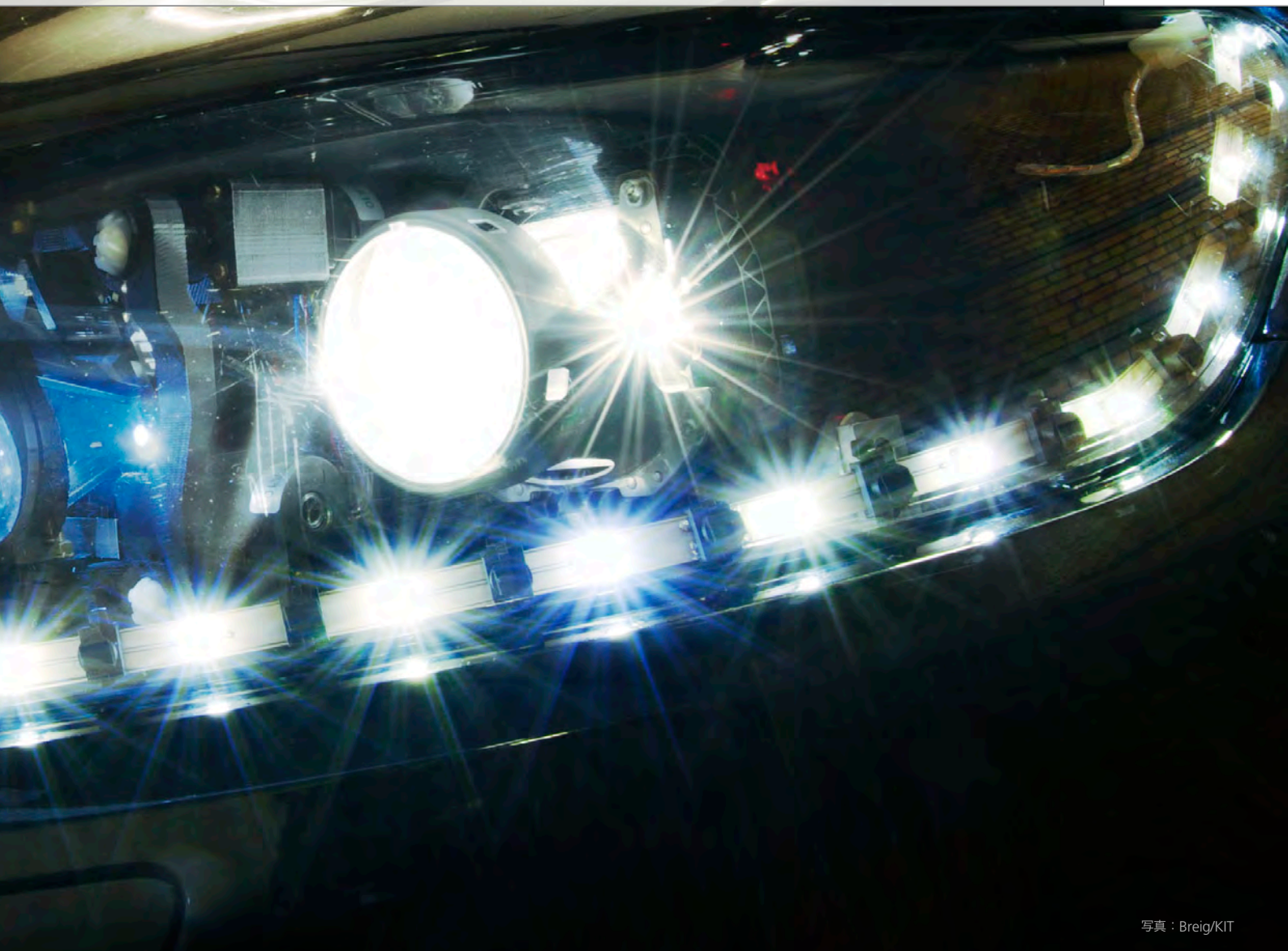




革新的な車両ライトシステムの開発と  
プロトタイプの実装

# Spotlight on Hazards

この革新的な照明機能は、衝突の危険性がある道路上の対象を検出する画像センサと、それらの対象をスポット照明する専用のヘッドライトを使用することにより、夜間運転時のドライバーの安全性と快適性を高めます。フィールドテストの結果、マーキングライトは夜間走行に新たな可能性をもたらすことが分かりました。



写真：Breig/KIT

#### 開発の動機：夜間の高い交通事故率

事故率の高さはドイツ連邦統計局の最新のデータベースの数字からも明らかです。2010年の事故発生件数は過去11年間で最悪でした。ドイツ国内で240万件の交通事故が報告され、これは前年比で4.2%増となります。事故件数は増えたものの、幸いなことに、交通事故による死者数は過去60年間で最低レベルまで減少しました。昨年はドイツ国内の道路で3,648名が死亡しましたが、これは前年比で12%減となります。事故記録を詳細に調査し、事故発生の原因、時間帯、場所についてデータを再構成すると、夜間に交通事故に巻き込まれる確率が極めて高いことが明らかになりました。また、ドライバーにとって高速道路が最も危険な場所であると一般に考えられていますが、実際には、郊外路の方が危険性が高いことも判明しました。ドイツの場合、市街制限区域外の道路では、車両の走行速度が高い

インテリジェントな照明システムによってスポット照明（マーキング）された衝突の可能性のある道路上の対象（歩行者）



写真：Hörter/KIT



複数の画像処理ステップによりスポット照明する対象を検出

ことに加えて道路照明が不十分であることが多く、歩行者、自転車、野生動物と接触する可能性も高いため、悲惨な事故が発生しやすい傾向にあります。

#### 衝突コース上の危険対象

上記の事実は、夜間の事故多発をそのまま見過ごす理由にはなりません。むしろ、最終目標である「事故の発生しない運転」を実現するまで、夜間走行の安全性を高める技術革新に向けて、科学および産業界は地道な努力を怠ってはなりません。そのような革新技術の1つが「マーキングライト」で、「危険検出ライト」とも呼ばれます。この新しい照明システムは、特に「事故のホットスポット」とも呼ばれる夕暮れ、夜間、夜明け時の郊外路において、明確な効果を示します。このシステムは、車両との衝突コース上に存在すると判断された対象を、専用に設計した光源を使用してスポット照明、すなわち「マーキング」することにより、ドライバーがより早期に対象を認識して反応できるよう支援します。ここで採用されたマーキングストラテジは、マーキングフェーズと対象をスポット照明する定常フェーズを周期的に切り換えるこ

とにより、衝突前の認識距離を最大限に延長し、衝突の回避を可能にします。

#### 主要技術要素

この新しいアイデアを実装しようとする場合、「実際に運転できる」テスト車両の開発が極めて高度なメカトロニクスプロジェクトになることは明らかです。機械、電子、コンピュータサイエンス分野のエンジニアの活発な意見交換と相互開発の結果、最終的に複雑なメカトロニクステストセットアップが完成し、これを Audi Q7 に組み込みました。プロトタイピングプラットフォームとして dSPACE MicroAutoBox を選択し、その多様なアナログおよびデジタル入出力、CAN、FlexRay インターフェースと優れた計算処理能力を使用して、特別に設定した RapidPro ユニットとの強力な連携を構築しました。なお、RapidPro はエンジンルーム内の厳しい環境下に置かれました。このような構成により、MicroAutoBox に仕様の異なるコントローラモデルを非常に短時間で簡単に書き込むことが可能となりました。RapidPro ユニットは、入力信号（ほとんどの場合 TTL レベルの信号）をより大電

力の出力信号に変換し、ライトアクチュエータに供給します。

#### セントラルシンクロナイザとしてのリアルタイムデータベース

まず、内蔵センサ（赤外線カメラ、CMOS カメラ、慣性計測プラットフォーム、CAN 接続等）が提供する膨大なデータを管理する必要がありました。この問題を処理するために、リアルタイムデータベースを開発しました。これは、さまざまなタイミングで届く各種センサ信号を共通のタイムベースに同期するだけでなく、テストドライブの結果をラボでいつでも再現できるように信号を記録します。標準化の必要から、このリアルタイムデータベースを Linux で動作する外部の高性能コンピュータ上に構築しました。このコンピュータは CAN ネットワークを介して MicroAutoBox とも通信します。

#### 人工知能と組み合わせた画像処理

画像のプリプロセス処理、対象の検出／分類／追尾と、その後導出される警告ストラテジの因果連鎖において、画像処理は複雑な課題でした。なぜならば、入力



写真：Breig/KIT

「開発の最も初期の段階から dSPACE は親身になって支援してくれました。おかげで dSPACE 製品の最適な組み合わせを迅速に見つけ出すことができ、プロジェクトですぐに使えるようになりました」

Marko H. Hörter 氏、KIT

データ（マーキングすべき対象の外見や姿勢）は非常に多様な形態をとる可能性があるからです。

画像プリプロセス処理は、後続の処理ステップに可能な限り一様なデータ基盤を提供することを目的とします。得られたグレースケール画像（10ビット分解能）は、適応的の二重しきい値フィルタを用いてバイナリ画像（1ビット分解能）に変換されます。これにより、画像は2つの領域（前景と背景）に分割されます。この段階で、さらに評価を行うべき対象の候補が前景内に含まれている必要があります。

検出部は重要な役割を担います。すなわち、事前にパラメータ化された形状プールの中のいずれかの形状と一致する画像セグメント（プロブ）を、プリプロセス処理後の画像から見つけ出します。さらに、単純でリアルタイム処理可能なフィルタ（高さ×幅、画素数、画像内の位置等）を使用して、後続の分類機構へ渡す候補画像セグメントの数を最小限に絞り込みます。しかし、検出された画像セグメント内に対象（歩行者、自転車、鹿等）の候補が存在するかどうかを分類機構で判別可能とするには、事前に学習したデータセットと

対象を数値演算で比較できるように、この画像セグメントの技術的表現を変換する必要があります。元の画像セグメントを階調画像に変換し、これを小さな方形セグメントに分割することにより、機械が十分な信頼性で解釈できるように画像情報を表現することができます。

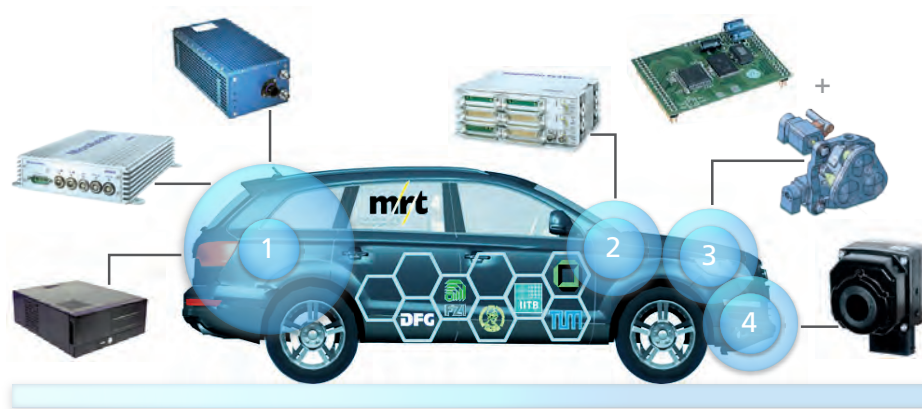
#### 独立した対象追尾を実行するための 性能的余裕

MicroAutoBoxは豊富なハードウェアリソースを備えているため、ページアン最小分散推定量を使用して時々刻々の対象を追尾するなど、CPU負荷の高い演算の実行を無理なく採用することができました。プロセスを最適化することにより、初期には未知である対象の大きさ（人体の大きさ等）を推定して、対象と車両間の距離をより正確に推測するために、複数のフィルタインスタンスをパラレルに実行することも可能でした。さらに、MATLAB®/Simulink®のモデリング機能を駆使して、カメラ（2次元）、車両（3次元）、ライトアクチュエータ（極座標）間の座標系変換を簡単に分かりやすく実装することができ、従って、センサからライトによる対

象マーキングに至る機能チェーン全体を最終的に表現することができました。

#### 共通言語による相互作用

既存の車両ネットワークだけでなく、すべての分散コンポーネントもCANバス経由で互いに通信するため、MicroAutoBoxの利用可能なCANチャンネルをすべて使用しました。各ライトアクチュエータ（それぞれ専用のマイクロコントローラを持ち、それぞれがCAN経由で通信）、現在の走行速度、慣性計測プラットフォームの位置または角速度、さらにはLinuxで動作する高性能コンピュータの周期的に更新されるアイテムリストからの情報も含むすべてのメッセージは、MicroAutoBox通信ノードへ送られます。これらのメッセージは、MicroAutoBoxで確実に処理されて適切な通信相手へ渡されます。MATLAB/Simulinkの通信ブロックが提供する非常に高度な技術的機能と直感的モデリングにより、モジュラー型的设计が保証されるため、プロジェクトにおける技術的条件の変化に対してシステム全体を柔軟に適応させることができました。



Audi Q7 テスト車に搭載された技術的コンポーネント：1) 画像処理、MicroAutoBox、慣性計測プラットフォーム、2) シグナルコンディショニング (RapidPro)、3) ライトアクチュエータ、4) FIR カメラシステム

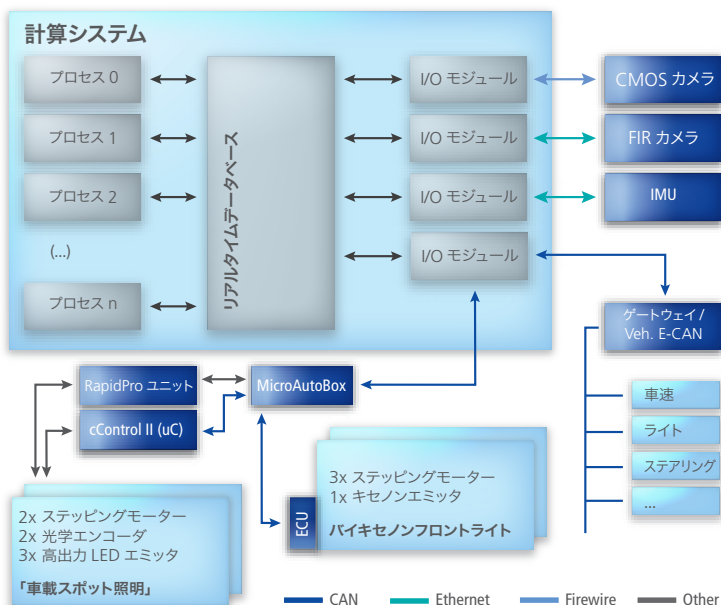
**ラボでのシステム試験**

システム全体の開発を通して、貴重な作業時間を効率的に活用するために、ラボでのシステムテストは非常に重要な役割を果たしました。これらのテストには、どのライトアクチュエータ部品を制御する必要があるかを判別する作業と、オフラインで制御対象に適したコントローラを探し

てパラメータ化する作業が含まれています。加えて、リアルタイムデータベースの記録容量に十分な余裕があるため、テストドライブ全体を、すべての関連する情報と一緒に、ラボで再現することができました。これにより、各種コンポーネントインターフェースの調整が大幅に簡略化されました。

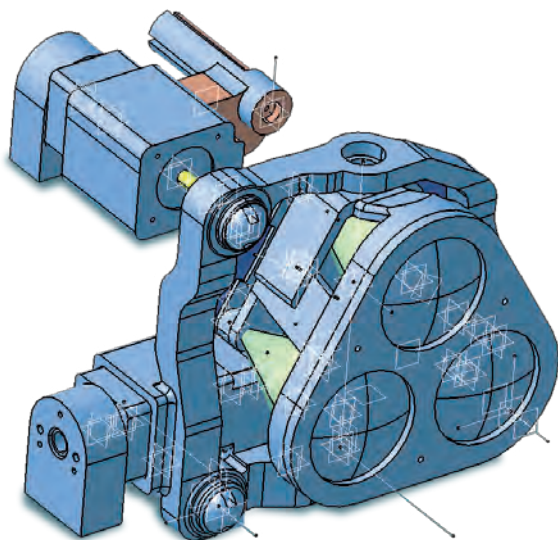
**テストドライバーによるシステム評価**

照明技術分野での研究の常として、新しい照明アプリケーションの有用性と利点は、最終的なフィールドテストを行わなければ評価できません。フィールドテストでは、どのような計測器よりも高感度で鋭敏な人間の感覚に評価が委ねられます。本プロジェクトには 35 名のボランティアが



対象認識、解析、アクチュエータ用システムのプロトタイプセットアップ





フロントライトに組み込むマーキングライト用アクチュエータの機械的セットアップ

参加し、プファルツの森を通る一般の高速道路を閉鎖したうえで、新技术を満載したテスト車の運転を楽しみました。認識距離と最適なマーキングストラテジを判定するために、計測機器を使用しました。第1の変数である認識距離は、テストドライバーが道路内のテスト対象に気付いた時のテスト対象までの距離です。第2の変数はマーキングストラテジに関連し、周期的なマーキングフェーズと、車両前方の対象がスポット照明される定常フェーズの比率を表します。

#### フィールドテストの結果

テストドライバーがステアリングホイールを操作した時にシステムに入力されるすべてのデータの統計解析から、平均的な認識距離は、すべてのテスト対象に対して最大 35 m の向上を示しました。70 km/h の巡航速度において、これは、すべてのテスト対象に対して、ドライバーの反応時間

が平均で 2 秒近く短縮されたことを意味します。

#### マーキングライト

フィールドテストは重大な技術的問題もなく完了し、すべてのサブコンポーネントはサービスを安定して実行しました。ボランティアテストドライバーのほとんどは、この新しい照明システムを高く評価し、将来的に量産されることを強く望みました。カールスルーエ技術研究所 (KIT) が実装したテストベッドは、道路交通の現場で使用されるセンサ動作と照明による対象マーキングを、学術レベルで明確に実証できた初めてのケースと言えます。当初のアイデアはついに体験可能な形となって実現したのです。■

Marko H. Hörter  
カールスルーエ技術研究所 (KIT)  
ドイツ

## まとめ

- 体験可能な完結したシステムを技術的に実現
- 互換性の高いインターフェースにより、容易にシステムを統合
- リアルタイム要件を分散化により達成

#### Marko H. Hörter 氏 (MBE)

同氏は、カールスルーエ技術研究所 (KIT) および Institute of Measurement and Control Technology (MRT, Prof. C. Stiller) の研究アシスタントとして、照明に基づく運転支援システムの分野で体験可能な完結したシステムの開発に携わりました。



「dSPACE MicroAutoBox は大量かつ多様な信号の処理に極めて高い柔軟性と信頼性の高い計算処理能力を提供してくれます」

Marko H. Hörter 氏, KIT



# Intelligent Stopping

厳しい要求にも対応可能な SKF 社の農業用重機向け  
電子制御パーキングブレーキシステム

SKF 社の電子制御パーキングブレーキシステムは、トラクタのパーキングブレーキや非常ブレーキ向けの利便性の高いソリューションです。このパーキングブレーキシステムのインテリジェントな機能は、土地の種類に関係なくあらゆる状況で運転者をサポートします。SKF 社はソフトウェア開発の重要なフェーズで dSPACE のソリューションを選択しました。

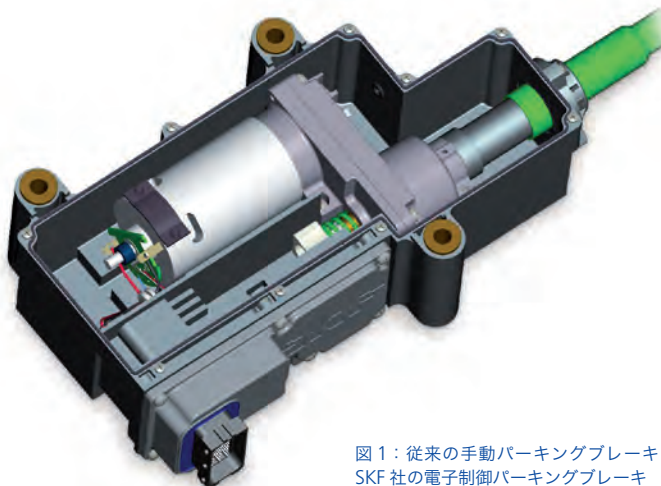


図1：従来の手動パーキングブレーキに代わるSKF社の電子制御パーキングブレーキ

### 農業分野での電子制御パーキングブレーキ

電子制御パーキングブレーキ (EPB) は、防水筐体に収められた制御ユニットを備えたギア付きモーターをベースとしています。アクチュエータとして、EPB はブレーキシステムに接続されたポーデンケーブルの締め付けと解除を行います。このシステムは、従来の手動パーキングブレーキに代わるものとして設計されました (図 1)。

### インテリジェントな機能による優れた利便性

EPB のインテリジェントな機能によって、運転者の操作は大幅に容易になります。

- Automatic Apply 機能では、運転者がキーを抜いて車両を離れるとパーキングブレーキのスイッチがオンになります。
- Hill Holder 機能と Drive Away 機能により、たとえ起伏の多い地形でも、これまでよりも容易な運転操作が可能になります。

- 自動摩耗補正により、定期的なメンテナンスチェックの必要もありません。

この最新テクノロジーは、インテリジェントなトランスミッション (CVT/IVT、フルパワーシフト) を備えたさまざまな車両プラットフォームに適しています。ソフトウェアは適応性が高く、さまざまな車両タイプや動作条件でユニットを使用することができます。インテリジェントなソリューションの利用は、トラクタのような多用途車の生産性、運用コスト、および安全性の向上に直結します。

### ソフトウェア開発およびアーキテクチャ

ソフトウェア開発は、ソフトウェア設計、実装、およびソフトウェアテストに対応した dSPACE ソリューションを使用して、V サイクルの各フェーズに沿って行われます (図 2)。

ソフトウェアは明確なインターフェースを備えた 3 つの主要な抽象化レベルに分割

「dSPACE ツールを使用した電子制御パーキングブレーキの開発プロジェクトが成功したことで、その後のすべてのメカトロニクス開発プロジェクトで同様の方法を用いるようになりました」

Fortunato Pepe 氏 (SKF 社、製品開発マネージャ)

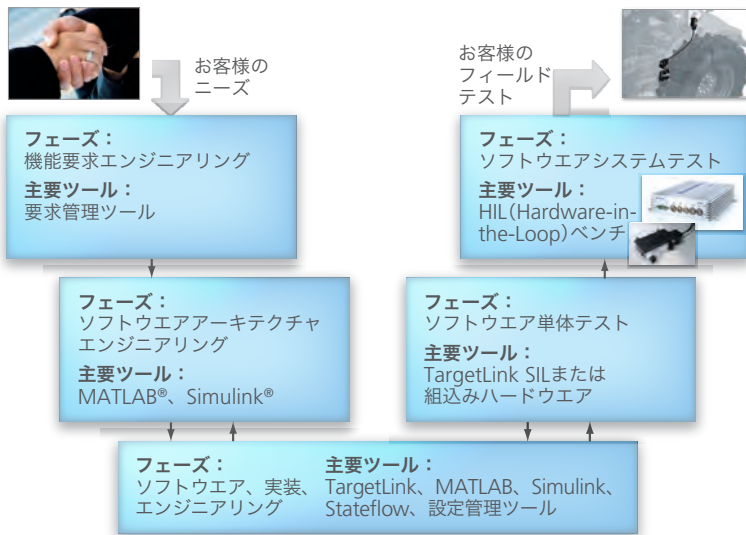
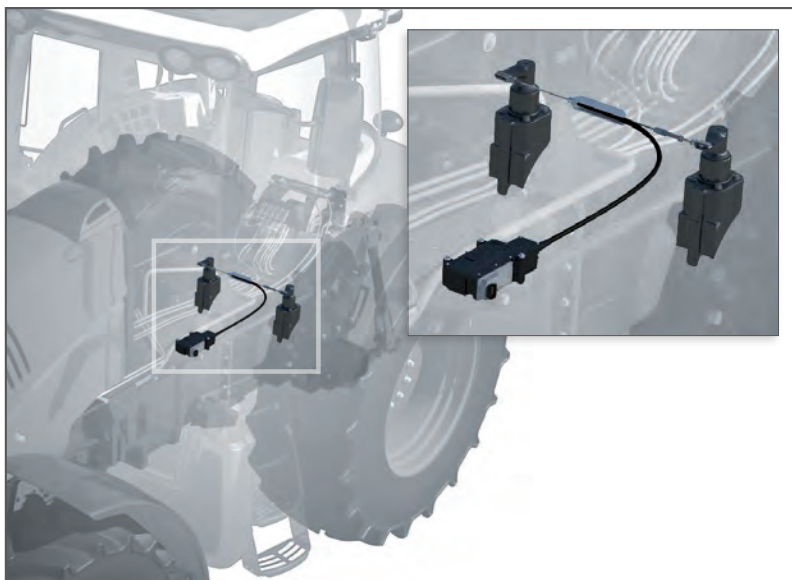


図 2：ソフトウェア開発の主要フェーズと関連ツール

されます。これにより複雑さを軽減し、それぞれのレベルで実装の詳細を扱う必要がなくなります。また、データや各種機能のソフトウェアエラーに対するロバスト性が高まり、さまざまな車両アーキテクチャへの統合コストを抑えることができます。低レベルソフトウェアは、モーター制御、低レベル入出力、および低レベル CAN バス管理など、ブレーキのハードウェア機能

の制御を行い、パーキングブレーキを組み込む車両には依存しません。車両インターフェースソフトウェアは低レベルソフトウェアからデータを収集して、適切なスケーリングとフォーマットで入力信号をアプリケーションソフトウェアに渡します。これは、車両のネットワークアーキテクチャに大きく依存します。アプリケーションソフトウェアはパーキン

トラックに装着された EPB とボーデンケーブル



グブレーキに対する複数の制御機能で構成されます。アプリケーションソフトウェアは適合性が高く、イグニッションキーを抜いたときの Auto Apply 機能のように、お客様が希望するインテリジェントな機能を実装できるという優れた特長を備えています。そのため、このパーキングブレーキはハードウェア（機械装置や電子制御）を変更することなく、異なる種類の車両で使用することができます。

### TargetLink® による開発の効率化

アプリケーションレベルの開発を行う際に、SKF 社は dSPACE TargetLink を活用しました。

- Simulink® と Stateflow® でアプリケーションソフトウェアをモデル化し、TargetLink でブロック線図とチャートから量産コードを直接生成しました。
- SKF 社はモデルベースのソフトウェアと下位のソフトウェアレベルの間の明確なインターフェースを設計することで、パーキングブレーキのソフトウェアアーキテクチャ内にアプリケーションソフトウェアをシームレスに統合しました。
- TargetLink を使用することで、ソフトウェアモジュールの幅広い再利用が可能になりました。
- SKF 社は変数スケーリングオプションを使用することで、固定小数点変数での精度の高い制御と診断の向上に必要な最高レベルの分解能を実現しました。
- TargetLink では ASAP2 データベースが自動的に生成されるため、SKF 社は実際の車両で計測作業と適合作業を行うことができました。
- 生成されたデータフローにより、ソフトウェアのフォルトツリー解析などの詳細なソフトウェア解析を容易に行うことができました。

### テスト方法

システムソフトウェアのテストフェーズで、SKF 社は再現可能なテストシーケンスに対応したプログラム可能なテストベンチを必要としていました。テスト結果（合格／不合格、入力、出力）を記録し、システムの応答時間を計測する必要があったため、非常に長いテストシーケンスを実行する必要がありました。

SKF 社は、車両のブレーキシステムの特性をシミュレートする複数のスプリングで

構成された機械負荷にパーキングブレーキを接続したHIL (Hardware-in-the-Loop) テストベンチ (図3) を設計しました。このテストベンチは主にMicroAutoBoxによって制御されます。MicroAutoBoxは、パーキングブレーキに対する車両のすべてのハードワイヤードインターフェースとCANベースインターフェースをシミュレートします。MicroAutoBoxには、欠陥生成を用いるテストをサポートするためのブレイクアウトボックスが用意されています。また、外部センサを個別に使用して、パーキングブレーキの影響を受ける力や位置を計測することができます。シグナルコンディショニングユニットは、テストシーケンスに合わせて信号を調整してテストベンチの主制御に信号を渡します。

#### モデルベースのテスト

HIL テストベンチの柔軟性を高めてあらゆるお客様のニーズに対応できるように、モジュール型のテストソフトウェアを作成しました。テストシーケンスは、dSPACE RTI ライブラリを使用してSimulinkとStateflowでモデル化されました。モデルベースの設計を用いることで、複合的なテストシーケンスを作成することができます。合格/不合格の基準もテストシーケンスに組み込まれます。

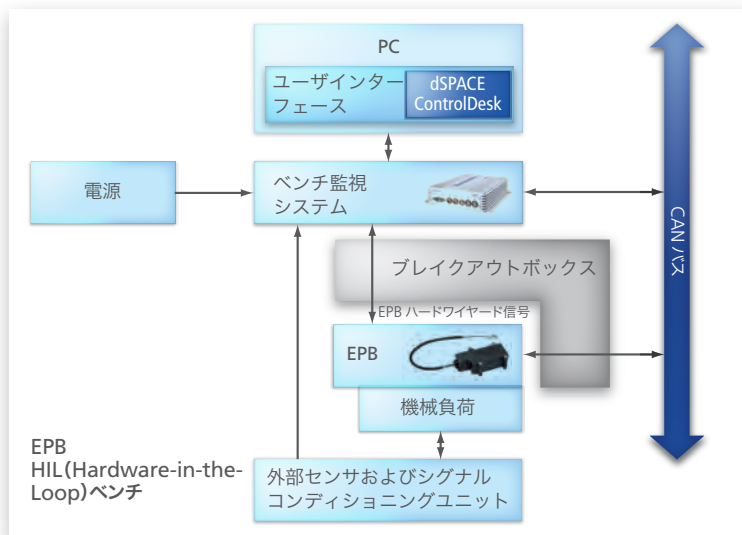


図3：パーキングブレーキ用のHILテストベンチのブロック線図

テストエンジニアはControlDesk®から各テストシーケンスを実行します。ControlDeskには合格/不合格の結果も表示されます。これにより、テスト実施フェーズの生産性が大幅に向上します。また、ControlDeskでは、テストシーケンスの結果の保存とテストデータの設定の管

理も行われるため、テストレポートフェーズの作業も大幅に容易になります。■

Fortunato Pepe  
Giuseppe Nuzzo  
SKF社

#### Fortunato Pepe氏

同氏はイタリア、アイラスカにあるSKF社の製品開発マネージャです。



#### Giuseppe Nuzzo氏

同氏はイタリア、アイラスカにあるSKF社のプロジェクトリーダー兼ソフトウェアエンジニアです。



## まとめ

EPBはさまざまなタイプのトラクタに対応したAuto Apply、Hill Holder、Drive Awayなどのインテリジェントな機能をサポートしています。EPBは装着が容易で柔軟性が高く、運転者の安全性と快適性を高めるのに役立ちます。SKF社はTargetLink、MicroAutoBox、およびControlDeskを活用することで、もっとも厳しい品質基準に基づいたEPBの実装と妥当性確認を行うことができました。





アデレード大学機械工学部の学生と研究者が、通常の運転姿勢だけでなく、頭を下にした上下逆さまの姿勢でも運転できる、いわゆる Diwheel (平行2輪車) を開発しました。その開発および制御プラットフォームとして、dSPACE MicroAutoBox が使用されました。

Down Under:  
Diwheel Defies  
Gravity

オーストラリアの学生による  
Diwheel の開発



図 1 : アデレード大学で開発された EDWARD (Electric Diwheel With Active Rotation Damping : アクティブ回転抑制を備えた電動 Diwheel)

#### 自由に回転できる楽しさ

2009年3月以来、アデレード大学機械工学部の専門課程の学生たちは、EDWARD (Electric Diwheel With Active Rotation Damping) と呼ばれる電動 Diwheel を設計し、実際に車両を組み立ててテストしてきました。Diwheel は、よく知られている1輪車と同様に、1世紀半近くの歴史を持ちます。Diwheel は同軸に配された2つの大きな車輪を持ち、こ

れらの車輪はドライバーが搭乗する内部フレームを完全に取り囲みます(図1)。両車輪の間で支持された内部フレームは、自由に回転することができます。Diwheel の物理学的構造は、セグウェイのような2輪の倒立振り子システムと多くの点で共通しています。実際、これら2つのシステムは動力学的にはほとんど同じですが、Diwheel のフレーム(振り子の腕)が車輪の半径よりも短いために、フレーム

が地面に衝突することなく完全に回転できるという点で、唯一異なります。

#### オーバーヘッドロコモーション

外輪は内部フレームから駆動されます。この際、内部フレームの重心が車軸から偏心しているために生じる反作用トルクにより、前進運動が得られます。運転中の Diwheel には、内部フレームの振動によるスロッシングと、内部フレームの完全な



「EDWARD は文字通りロックな楽しい乗り物ですが、ただそれだけではありません。環境にも優しい乗り物です。完全電動式で回生ブレーキも備えるため、減速時にエネルギーを回収します。MicroAutoBox を使用することで、組込みマイクロコントローラにプログラミングする場合に比べて、大幅に時間を短縮できました。すべての I/O を簡単に接続できるため、異なる制御方式を素早く試すことができました。また、ControlDesk を使用したおかげで、HMI (ヒューマンマシンインターフェース) の開発も楽勝でした」

Jack Parsons、アデレード大学学生

回転による宙返り (ジャープリングとしても知られる) が発生します。このような現象は運転を非常に困難とするため、これまで Diwheel の開発と商業的成功の妨げとなってきました。

#### 内部フレームと外輪

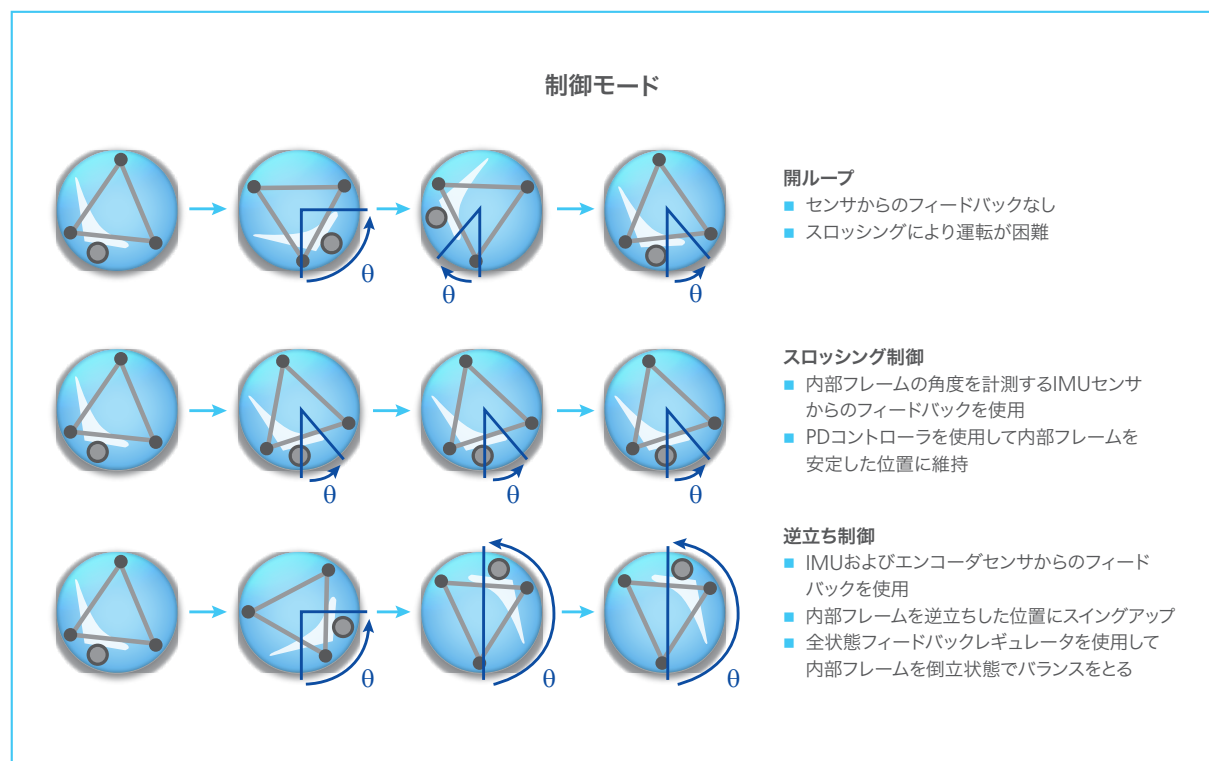
外輪には曲げて溶接したステンレス管を使用し、その外周表面にゴム帯を接着し

ました。内部フレームは外輪の内側で回転し、ドライバーは 5 点式シートベルトで内部フレームに固定されます。各外輪は、それぞれ 3 個のナイロン製遊動輪を備え、これらは各サスペンションアームを介して内部フレームと結合されます。これらのサスペンションアームは、緩衝効果だけでなく、遊動輪と外輪の間の接触力を一定に保つ役割も持ちます。

#### MicroAutoBox で開発した制御プラットフォーム

2 つの 4kW ブラシ付き DC モーターは、それぞれスプロケットとチェーンを介して、各外輪の内側に接触する小径のモーターサイクル用ホイールを駆動します。したがって、両方のモーターに同じ電圧を印加すると車両を前進/後退でき、左右で異なる電圧を印加す

図 2 : 各種制御モードの概要図 (開ループ、スロッシング制御、スイングアップ/逆立ち制御)



「なぜジェットコースターみたいな乗り物を開発したのかとよく質問されます。答えは面白いから。EDWARD の運転が非常に楽しいのはもちろんですが、そこには、まじめな教育的目的も込められています。つまり、工学部の学生が大卒エンジニアとして働く際に使うことになる最新のシステム設計と制御技術の手法を教えることができるからです」

Dr. Ben Cazzolato、アテレード大学准教授

ると車両の方向を左右に振ることができ、ドライバーは、ジョイスティックを介して、ドライブバイワイヤー方式で車両を制御します。機械式のハンドブレーキで駆動輪のブレーキキャリパを操作することにより、電気系に問題が生じた場合の安全性を確保しています。車両の制御には3種類のオンボード計測システムを使用します（ピッチングレートの計測用に半導体ジャイロスコープで構成された慣性計測ユニット (IMU)、ピッチ角の状態推

定用に DC カップリングの半導体加速度計、内部フレームと外輪間の角速度差の計測用に2つのインクリメンタルエンコーダ（各駆動輪に1つずつ）を使用）。dSPACE MicroAutoBox は開発および制御プラットフォームになります。ドライバーの前方に設置したタッチスクリーンは、車両の状態（ピッチ角、前進速度、バッテリー充電状態等）を表示するとともに、ドライバーによる制御モードの変更を可能にします。

### シミュレーションからリアルタイム制御システムへ

プラントの動力学と制御システムを MathWorks 社の Simulink® でシミュレートするために、一般的な Diwheel の完全連成微分方程式を導出しました。シミュレーション内で良好に動作する制御法則を開発した後、物理システムのリアルタイム制御を行うために、MathWorks の Real-Time Workshop® を介して、その制御を dSPACE MicroAutoBox に移植しました。

図3は、EDWARD プラットフォームの機能的動作の信号フローを示しています。このプラットフォームは、ドライブバイワイヤー技術および制御理論を使用して、車両運転中のドライバーを支援します。このような技術により、従来の Diwheel の運転性を阻害していた特有の性質、すなわち運転中の内部フレームの回転（前後へのスロッシング、図2）を回避します。また、スリルを味わいたいドライバーは、この乗り物のユニークな動力学を生かして、内側のフレームを逆さまにした状態（つまりドライバーの頭を下にして逆立ちした状態）で運転することもできます（図4）。

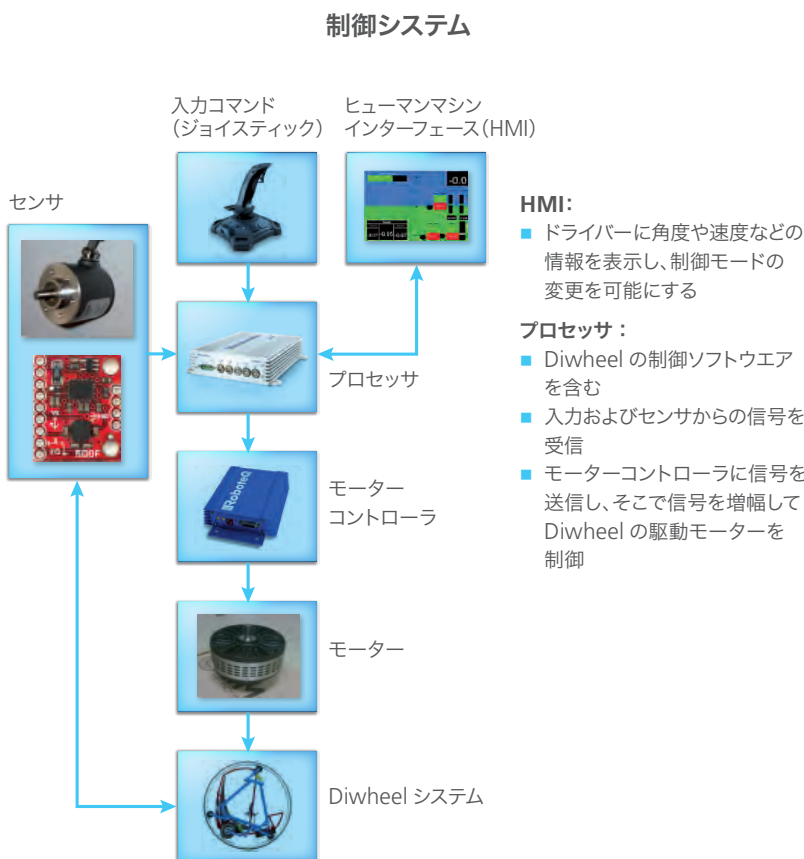


図3：電子制御システムと HMI の概要図

### 将来の展望

レース専用シートとシートベルトで固定されたドライバーは、数 G の強烈な加速度にも耐えられ、どのような姿勢でも運転できます。今回は、Diwheel の完全な数学的モデルをはじめて導出しました。これにより、ボタン 1 つで極端な運転操作や曲芸まがいの操作が可能となります。2011 年度の専門課程の学生たちは、そのような操作をソフトウェアにコーディングする予定です。■

Dr. Ben Cazzolato  
アデレード大学



左のコードをスキャンすると Diwheel の動画をご覧になれます。

### Dr. Ben Cazzolato

同氏は、アデレード大学の准教授として、動力学と制御分野での教育および研究に携わっています。



図 4 : フィードバック制御により上下逆さまの状態での運転中の Jack Parsons (学生)



EcoCar Challenge の最終年は、航続距離延長型、ハイブリッド、プラグイン、燃料電池型電気自動車などのグリーンビークルテクノロジーにおいて若いエンジニアが多大な成果を披露して終了しました。北米の16大学が、燃費の改善と温室効果ガス排出量の低減を目標とし、なおかつ性能、実用性、安全性の分野で消費者に受け入れられる車両を目指して、量産レベルに近い試作車の設計と作成に挑戦しました。





And the  
**winners** are ... ?

EcoCAR:

The NeXt Challenge: 3年間の競技会の最終ラウンド



### 勝利チーム

3年間に及ぶ集中的な作業と高い学習効果の結果、3校のチームが激しい競争を勝ち抜き「EcoCAR: The NeXt Challenge 2011」の勝者となりました。トップはヴァージニア工科大学で、オハイオ州立大学とウォータールー大学の2チームがその後に続きました。上記3校は2011年6月16日に米国ワシントンD.C.で行われた閉会式典で表彰を受けました。

### 未来のエンジニアに最新のツールを提供

大学生たちは業界で実際に使用される開発プロセスを利用して、高度な技術ソリューションを設計しゼネラルモーターズ(GM)車に組み込みました。最初の年は、各チームがそれぞれの車両の目標を設定し、設計ツールとシミュレーションツールを使用して各チームの目標を実現する高度なパワートレインアーキテクチャの開発に取り組みました。2年目に、各チームはコンポーネントを調達してそれぞれが設計した車両のミューラカーを作成しました。そして最後の年には、それぞれの車両のテストと調整を行ってシステムを最適化しました。この開発プロセスでは、高度なパワートレインの設計を実際に機能させるために、ソフトウェアおよびハードウェアのさまざまなツールや製品が利用されました。各チームは高度なアーキテクチャを開発して構築するだけでなく、車両のスムーズで信頼性の高い動作を実現する必要がありました。

### dSPACE による貢献

dSPACE Inc. は EcoCAR Challenge のプラチナスポンサーで、各チームが車両のアーキテクチャと制御方式の開発とテストを行うための各種ツールを提供しています。これには、MicroAutoBox プロトタイプユニットやHIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータだけでなく、最高のトレーニング、テクニカルサポート、および指導助言も含まれています。ここでは、3つのチーム(オハイオ州立大学、ピクトリア大学、ウォータールー大学)が直面した困難な課題の解決に、dSPACE 製品がどのように活用されたかをご紹介します。

「私たちにとって、dSPACE のハードウェアとソフトウェアは EcoCAR Challenge の 3 年間を通して必要不可欠でした。モデリング、シミュレーション、および試作車の開発を進める上で本当に重要な存在でした」

Eric Schacht, オハイオ州立大学

#### 学習効果を高めたオハイオ州立大学

オハイオ州立大学 (OSU) チームにとって、dSPACE のハードウェアとソフトウェアは EcoCAR Challenge の 3 年間を通して車両開発に必要な不可欠な存在でした。

#### ■ 車両性能と燃費の予測 :

OSU チームは dSPACE のさまざまなシミュレーションツールや開発ツールを利用することで、性能を予測することができました。特に、完成した車両を運転して計測した燃費はシミュレーションで予測した燃費とほとんど同じでした。

#### ■ システム統合 :

dSPACE がスポンサーとして提供したハードウェア、ソフトウェア、HIL シミュレーションは、車両の性能と制御方式のテストや妥当性確認に大いに貢献しました。

#### ■ 実際の技術を経験 :

参加した学生たちは、産業界で使用されている最先端の制御開発技術に関する貴重な経験を得ることができました。OSU チームは dSPACE Embedded Success Award を 2 回受賞しました。

学生たちは楽しく興味深いプロジェクトに取り組みながら、実際に産業界で行われていることを体験できる貴重な機会を得ることができました。

#### シミュレーション通りの結果を得た ビクトリア大学

ビクトリア大学 (UVic) チームは、GM の 2 モードトランスミッションで 2.4 リッター LE9 EcoTEC エンジンに前輪に連結し、UQM PowerPhase 145-kW モーターを後輪に連結した、独立四輪駆動推進機構を備えた電気自動車を開発しました。

実際の開発現場に近い環境で、学生たちには簡単な作業手順から HIL テストまでのあらゆる場面で使用する各種ツールが提供されます。



「モデリングのプロセス全体を経験して現実の課題に対処していくことが、工学系の学生にとっては非常に魅力的です。dSPACE やその他の競技会スポンサーによって提供されるサポートやリソースがなければ、このような経験はできません」

Jeff Waldner, UVic のエコカーチームリーダー

電力は A123 Systems 社の 21-kWh リチウムイオンバッテリーパックから提供され、最大 60 km の航続距離に対応します。EcoCAR Challenge で大きな注目を集めたものに、モデルベース設計と HIL シミュレーションがありました。これらの手法は、各チームが仮想車両モデルを使用して欠陥から燃費までのすべてをテストするのに役立ちました。また、堅牢で信頼性の高い安全制御システムを確立するにも有効でした。

#### 0-100 km/h の加速タイムが 7.5 秒

UVic のエコカー制御チームの複数のメンバーは、dSPACE 自動車用シミュレーションモデル (ASM) を利用して半年の間システムの改善に懸命に取り組みました。こうして完成したモデルは、点火やボディロールだけでなく、タイヤと路面の間の摩擦力まで実際の車両を正確に反映したものになっています。この作業はすぐに実を結び、UVic チームは車両に対する更新を行う前にリアルタイムの最適化方法を正

確にテストできるようになりました。新しいモデルでの事前の路上テストでも、UVic のエコカーは 0-100 km/h に約 7.5 秒で到達できることが確認されました。これは、1 年前に予測したとおりの結果でした。

#### dSPACE ツールによる開発期間の短縮

ウォータールー大学代替燃料チーム (UWAF) は、安全性と信頼性を犠牲にすることなく開発プロセスを短縮するには

EcoCAR Challenge ではすべての参加者が勝利者です。どのチームも楽しみながら豊富な経験を積むことができました。







どうすればよいか、というすべての設計者が抱く疑問に向き合いました。UWAFT チームは複雑なパワートレインを選択して、車両の開発プロセスを大きく変える新しい方法やテクノロジーを模索しました。たとえば、車両の標準的なパワートレインを取り外して、水素燃料電池プラグインハイブリッド電動パワートレインに置き換えました。dSPACE は MicroAutoBox コントローラと HIL シミュレータを提供しました。これにより、学生たちは実際のコンポーネントを傷つけることなく、パワートレインのさまざまな欠陥をシミュレートすることができました。また、dSPACE からは欠陥生成とインターフェースソフトウェアも提供されました。dSPACE のサポートにより、UWAFT チームは比較的容易に制御システムの方式を開発して実装することができました。シミュレータ環境で UWAFT チームの車両の制御方式が必要なすべてのテストに合格した後は、dSPACE MicroAutoBox コントローラを実際の車両に設置してすぐにテストを行うことができました。

#### 今後の展望：EcoCAR2

EcoCAR2 を競い合う 16 チームはすべて、dSPACE の HIL システムとシミュレーションモデル (ASM) を使用する予定です。dSPACE はゼネラルモーターズ社および A123 Systems 社と密接に協力して、パワートレインおよびバッテリーコンポーネントに関するコントローラ開発で最初から精度の高いテストと検証を行うことができるように、ASM モデリングスイートをパラメータ化しました。■

## まとめ

北米の大学から選ばれた 16 チームが、それぞれ 3 年間をかけてエコカーの量産レベルに近い独自の試作車造りに取り組みました。

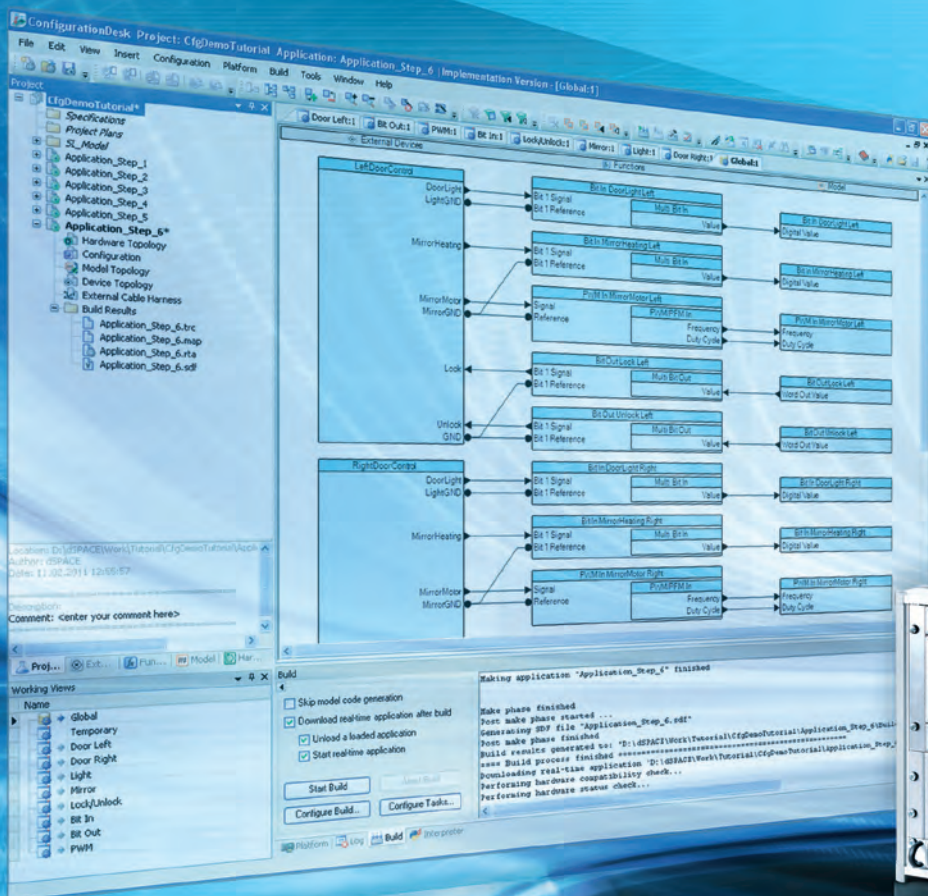
各チームは EcoCAR Challenge の中でモデルベース設計や HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションなどの方法を学び、仮想車両モデルを使用してシステムのテストを行うことができました。これらの方法は、実際の車両に設置して制御システムの堅牢性、安全性、信頼性を確認するのに役立ちました。参加した学生たちがこの経験から得たものは、それぞれのキャリアをスタートする際に十分に役に立ちます。

## 表彰

dSPACE Inc. は次の大学チームをサポートしました。

- ジョージア工科大学
- ミシシッピ州立大学
- ノースカロライナ州立大学
- オハイオ州立大学
- ペンシルベニア州立大学
- テキサス工科大学
- ビクトリア大学
- ウォータールー大学
- ウェストバージニア大学

最後に dSPACE は、dSPACE の機器を用いた制御エンジニアリングを効果的に利用したことに対し、3 つのチームに dSPACE Embedded Success Award 2011 を授与しました。dSPACE Embedded Success Award の最優秀賞を受賞したのはビクトリア大学です。2 位および 3 位入賞はオハイオ州立大学とテキサス工科大学でした。1 位、2 位、3 位のチームに対して、それぞれ 750 ドル、500 ドル、250 ドルが dSPACE から授与されました。



# Configuration Desk

新しいワークフローの柔軟性

ConfigurationDesk は、新しい SCALEXIO シミュレータの設定用ソフトウェアです。ConfigurationDesk と SCALEXIO の組み合わせにより、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションの柔軟性と再現性に新たな基準を打ち立てます。

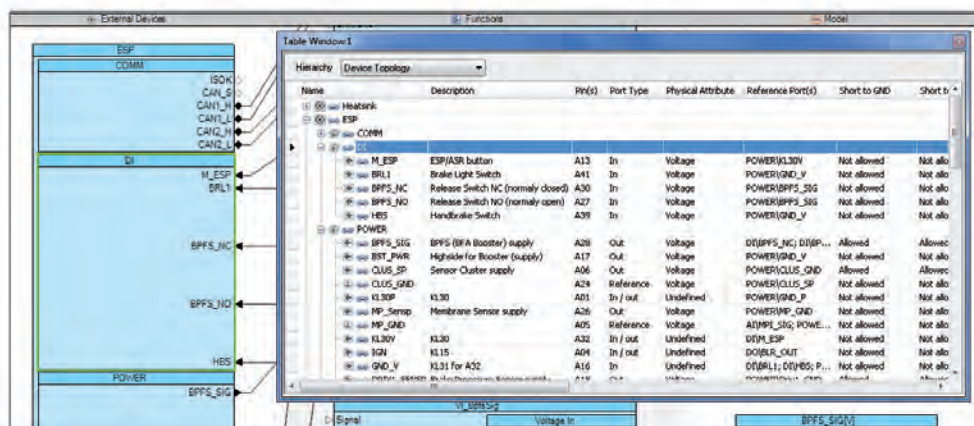


図 1：接続デバイスのインターフェースの記述

### 変化する要求

現在、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションの分野では、ほぼすべての企業にプロジェクトの各要素 (モデル、I/O 設定など) を開発し維持管理を行う専門の部門があります。プロジェクト全体を構築するには、これらのサブプロジェクトを柔軟に組み合わせる必要があります。また、プロジェクトで開発された HIL システムを完全にドキュメント化する必要があります。ドキュメント化では、接続デバイス、つまり、電子制御ユニット (ECU) と実負荷、HIL システムと ECU 間のケーブルハーネス、HIL ハードウェアコンポーネントとこれらの設定、およびテストに使用する環境モデル等が対象になります。

### ConfigurationDesk によるプロジェクト管理

dSPACE は、前記の要求を満たす直感的なグラフィカルユーザインターフェースを持つ ConfigurationDesk® を設計しまし

た。この新しいソフトウェアは、実績のある Real-Time Interface (RTI) の後継として、dSPACE の新しい HIL テクノロジである SCALEXIO® のハードウェア設定、およびリアルタイムアプリケーションの実装を可能にします。SCALEXIO ハードウェアは ConfigurationDesk からすべての機能を設定することができ、ジャンパなどのハードウェアによる設定は必要ありません。また、ConfigurationDesk は、外部デバイス、ケーブルハーネス、dSPACE ハードウェアとその設定、およびすべての I/O インターフェースを含む環境モデルで構成される HIL システム全体のドキュメント化を可能にします。

### 接続デバイスのインターフェースの記述

すべての HIL プロジェクトでは、まずテスト対象 ECU の電氣的インターフェースを定義します。これには、コネクタとピンの数に関する情報だけでなく、論理信号名とその記述、信号の方向 (ECU の入力また

は出力)、物理信号のプロパティ (電圧または電流信号)、特定の電氣的欠陥の設定に関するデータも必要となります。このデータは手作業でツールに入力する (図 1) ことも、Microsoft® Excel® のリストからインポートすることもできます。

### 環境モデルの準備

環境モデルは通常 MATLAB®/Simulink® モデルとして入手できます。I/O をモデルに接続するために、dSPACE は入出力、およびトリガ信号用のいわゆるモデルポートブロックを含む Simulink ライブラリを提供しています (図 2)。このブロックはモデル内のどのレベルにも挿入できます。I/O 接続に関するすべての信号が最上位レベルにある場合は、標準的な Simulink の In ブロックと Out ブロックを代わりに使用することもできます。初期において、信号チェーンはこれらのインターフェースブロックで終了します。つまり、Simulink モデルにはハードウェア固有の情報は含

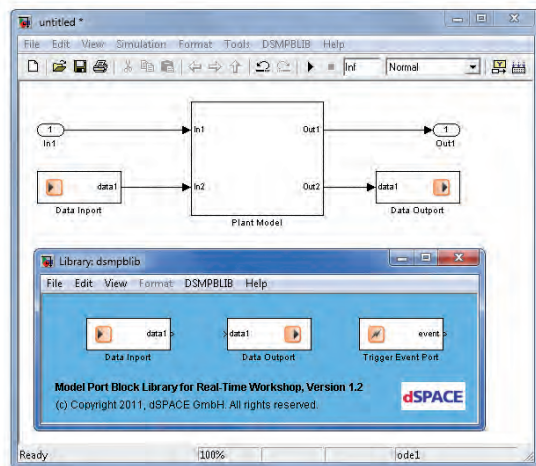


図 2 : Simulink モデルのインターフェース

まれません。このため、異なるHILプロジェクトにおいて同じモデルを非常に簡単に再利用することができます。

### ECU からモデルへ

ConfigurationDesk では、HIL プロジェクト全体を構築するためにすべてのコンポーネントをまとめて取り扱います。わかりやすい3列のビューで、接続デバイスのインターフェース(左列)がHILシステムのI/O機能(中央列)にリンクされ、I/O機能はモデルのインターフェース(右列)にリンクされます。

ConfigurationDesk は、接続デバイスに適したI/O機能を提案することができます。たとえば、ECUピンが電圧信号を供給する場合は、電圧計測用のHIL I/O機能が提案されます。ライブラリからI/O機能を選択することもできます。また、ECU出力がHIL入力ではなくHIL出力に誤って接続されるなどの接続ミスがある場合、ConfigurationDesk はユーザーに警告を発します。

次の作業手順では、I/O機能がモデルインターフェース(右列)に接続されます。この接続方法は2通りあり、ConfigurationDesk がI/O機能に合ったモデルインターフェースの記述を生成

して Simulink モデルにエクスポートするか、あるいは、ユーザ自身がモデルポートブロックを挿入して Simulink 内でモデルを準備します。接続後はモデルが解析され、インターフェースの記述が ConfigurationDesk に転送されます。I/O機能が最初の段階で定義するのは、シミュレータが実行する必要がある機能(PWM信号の生成など)だけであり、SCALEXIOハードウェアが提供する機能は定義されません。ほとんどの場合、異なるハードウェアチャンネルまたはチャンネルタイプで同一の機能を提供できます。このため、必要なハードウェアチャンネルは、「ハードウェアリソースの割り当て」という別の設定手順でI/O機能に割り当てられます。これは、手作業で行うことも、ConfigurationDeskによって自動で行うこともできます。最大消費電力などの信号プロパティを1つのハードウェアチャンネルでは処理できない場合は、ConfigurationDeskがそのチャンネルタイプで必要なチャンネル数を判断し、I/O機能に割り当てます。

### ケーブルハーネスの計算

ConfigurationDesk はHILシステムとECUを接続するためのデータだけではな

く、HILシステムを実負荷など、他の外部デバイスと接続するためのデータも計算することができます。すべての接続ピンが、シミュレータピン間の接続やECUと実負荷間の直接接続とともにExcelスプレッドシートに一覧化されるため、実際のケーブルハーネスを非常に簡単に製作することができます。

### ビルドプロセスの制御

ビルドプロセスのすべてのフェーズは ConfigurationDesk から制御します。モデルのCコードはMATLAB/Simulinkによって生成されます。I/O機能の場合は、ConfigurationDeskが追加のコードパートを生成します。個々のフェーズをオフにすることも可能です。たとえば、I/O機能だけを変更した場合は、モデルコードの生成を無効にして「古い」モデルコードを再利用することで生成時間を短縮することができます。Cコードのすべての部分の生成が終了すると、各コード部分のコンパイルとリンクを行い、リアルタイムアプリケーションが生成されます。生成されたアプリケーションは、SCALEXIOシステムにロードして実行することができます。

### 柔軟な作業手順

前記の一連の作業手順は、考えられる多くのワークフローの1つに過ぎません。さらに、信号チェーンの一部の元素は場合によっては必要ありません。たとえば、接続デバイスに関する情報はHILシミュレーション自体には必要ありません。ビルドプロセスは、I/O機能と動作モデルしか入手できない場合でも実行できます。外部ケーブルハーネスの計算とドキュメント化には、主に左列が必要となります。

### プロジェクトの明快さ

どのHILプロジェクトにおいても大量の信号チェーンが短期間で蓄積されるため、個々の切り口に焦点をあてる機能は非常に役立ちます。このため、ConfigurationDeskはさまざまなビューを作成するオプションをユーザに提供しています。たとえば、数回のマウス操作だけで電圧計測を含む信号チェーン

だけを表示することや、特定のECUコネクタに接続されている信号チェーンのビューを作成することができます。プロジェクトのすべての元素を含むグローバルビューもいつでも表示することができます。

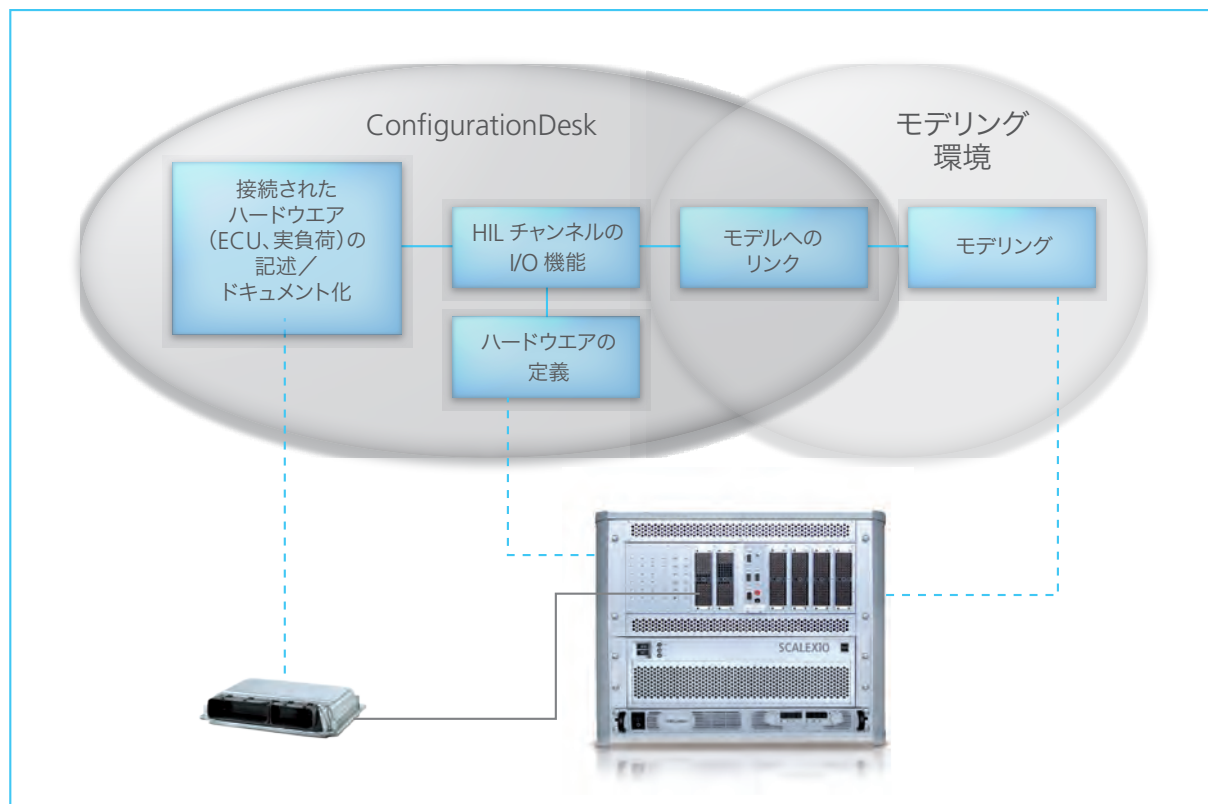
### サブコンポーネントの再利用

プロジェクトのサブコンポーネントは非常に簡単に再利用できます(図3)。たとえば、ECU記述ファイルを新しいプロジェクトにインポートし、調整することも可能です。また、異なるプロジェクトで同じSimulinkモデルを簡単に使用することができます。モデルにはI/Oハードウェアの詳細は含まれていないため、まったく別のI/O機能を同じモデルインターフェースに接続することも可能です。すべてのサブコンポーネントは、バージョン管理ツールで管理できるように別々のXMLファイルに保存されます。■

## 主な利点

- ConfigurationDeskにより開発の分業化が非常に容易になります。たとえば、ハードウェアの設定とは別に、独立してSimulinkモデリングを実行することができます。
- ConfigurationDeskのモジュラー型的设计により、サブコンポーネントの再利用が容易になります。
- 機能とハードウェアを別々に設定できるため、柔軟性のあるSCALEXIOハードウェアを最適な形で使用することができます。
- ConfigurationDeskは、HILプロジェクト全体を包括的にドキュメント化します。

図3：HILシステム上の信号チェーンと ConfigurationDesk で割り当てられたサブコンポーネント



FPGA とプロセッサの組み合わせにより  
MicroAutoBox の柔軟性がさらに向上

# Flexible Logic





dSPACE MicroAutoBox II は強力なプロセッサを備えたラピッドコントロールプロトタイピング (RCP) システムであり、モデルベース設計や新しいコントローラコンセプトのテストに最適なプラットフォームです。プロジェクトに特別な I/O が要求される場合には、プロセッサを補完し、性能と柔軟性を向上させる FPGA を利用できます。

dSPACE MicroAutoBox II に代表される RCP システムは、迅速なモデルベース設計や新しいコントローラコンセプトのテストにおいて確固たる地位を築いています。簡単なボタン操作だけでコントローラモデルをこのリアルタイムハードウェアに実装することができます。また、モデルパラメータを実行時に変更し、信号を簡単に取得することができます。これらのシステムに搭載された強力なプロセッサは、大量の処理を伴う演算負荷の高いコントローラモデルや入出力計算でも非常に短いサイクルタイム内で実行でき、開発者に最大限の自由度を提供します。それでも、アプリケーションによっては入出力の演算負荷が大きすぎて、モデルの計算に使用できる処理能力が制限される場合があります。このような問題は、多くの場合プリ/ポストプロセスデータ処理が大規模である場合、高速性を求められる場合、あるいは並列に処理を行わなければならないような場

合に顕著となります。このような場合には、適切なデバイスに I/O 処理をまかせて、プロセッサの負荷を軽くすることが効果的です。このようなタスクに最適なのが、高速並列処理を可能にするハードウェアアーキテクチャを備えた FPGA です。FPGA のもう 1 つの利点は、新しい I/O 機能の追加と既存の I/O 機能の変更を可能にする適応性の高さと柔軟なプログラマビリティです。以下に、具体的な課題とそれに対するソリューションの詳細を、実際の例を用いて説明します。

#### FPGA による高速で複雑なデータプリプロセス処理

周波数が高く、非常に高速な I/O アクセスと複雑なデータプリプロセス処理またはハイパス/ローパスフィルタリング処理や計測値の高速フーリエ変換などの解析が必要な場合は、これらのタスクを FPGA 上で実行すると効果的です。これ

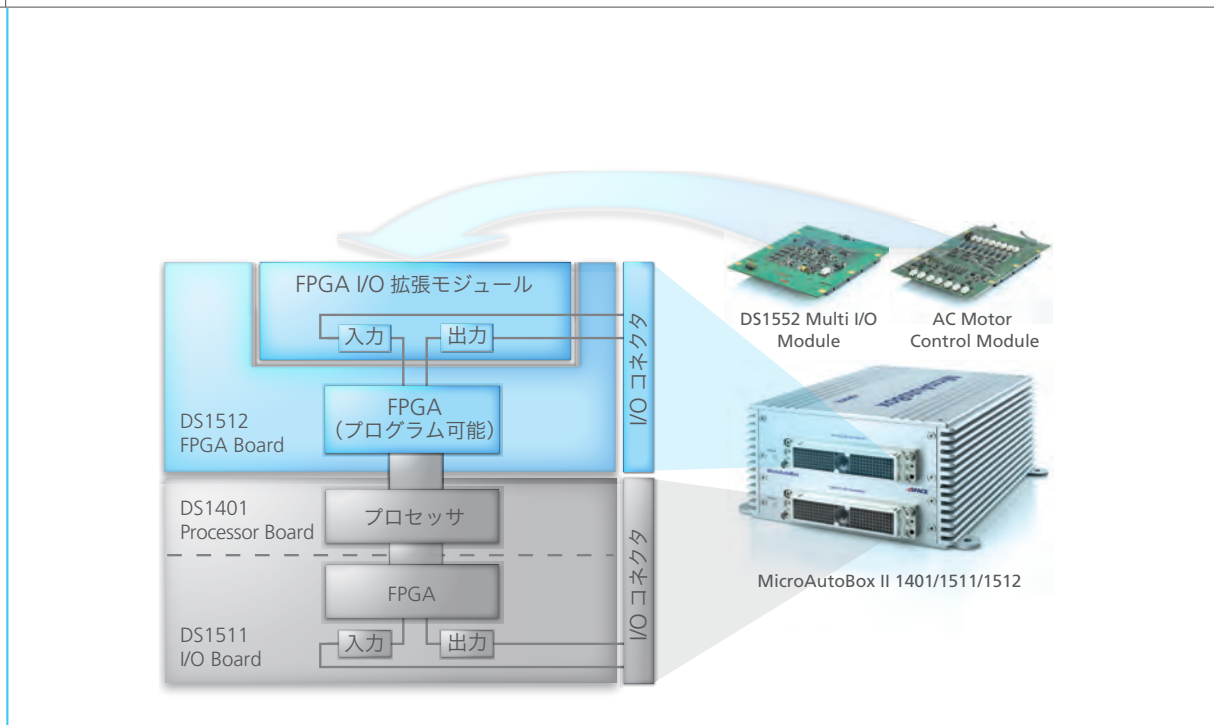


図 1 : ユーザプログラマブル FPGA および I/O モジュール用スロットを備えた MicroAutoBox II バージョン 1401/1511/1512

によりプロセッサにかかる負荷を軽減でき、コントローラの実際の計算処理のために、処理能力を利用できます。FPGA は、複数の I/O チャンネルでシグナルコンディショニングを実行し、並列かつ全く相互に依存しない形で複数の単一機能を実行することができます。これにより計算時間が短縮され、確実度の高いリアルタイム動作が実現できます。I/O チャンネルの数もレイテンシを増加させることなく拡張することが可能です。これらの特性によ

り、FPGA に内部制御ループを実装した高速カスケード接続コントローラを設計することができます。FPGA を使用すれば、10  $\mu$ s のサイクルタイムつまりは 100 KHz 以上のサンプリングレートを容易に達成することができます。

#### I/O 機能の柔軟な変更

RCP システムは多数の異なる I/O 機能をサポートしていますが、それでもアプリケーションによっては特定のインターフェースを

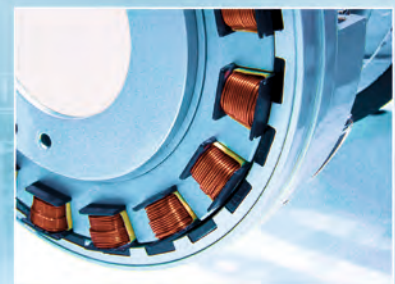
使用できない場合があります。これには、さまざまな理由が考えられます。たとえば、インターフェースが非常に特殊である。仕様が一般公開されていない。RCP システム購入時には必要性が知られていなかったなどの理由が挙げられます。したがって、必要ときにいつでも I/O 機能を追加または変更できる機能は非常に有用です。FPGA によってほとんどあらゆるデジタル回路を実装できるため、必要とされる I/O 要件を実現できる高い柔軟性を持ちます。また、



■ FPGA の採用によりプロセッサとは独立して大量のデータを高速かつ低レイテンシで解析できるため、車両の燃料消費と排出ガスを削減する革新的な燃



焼プロセスの開発が可能となります。また、FPGA は多数の並列制御および計測チャンネルを同期的に処理できるため、電気自動車およびハイブリッド



ライブの実装においてモーターやコンバータを制御するためによく使用されています。



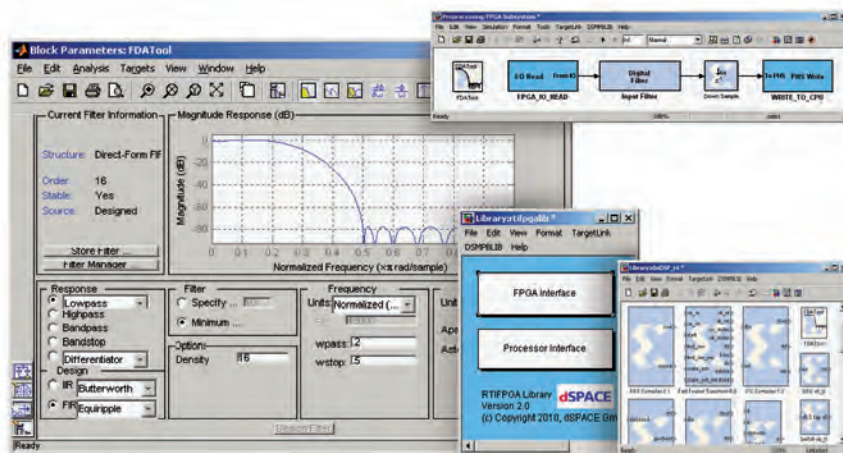


図 2 : Xilinx® System Generator で設計し、dSPACE FPGA Programming Blockset を使用して MicroAutoBox II に実装されたローパスフィルタのモデル – FPGA を使用したモデルベースのシグナルコンディショニングの例

ASIC などのハードワイヤードインターフェイスコンポーネントとは異なり、いつでも変更することができます。たとえば、ユーザは必要に応じて異なるベンダーのセンサを接続するために異なるシリアルプロトコルを自由に実装することができます。

#### モデルベース開発による FPGA プログラミングの単純化

従来、FPGA は VHDL や Verilog などのテキストベースのハードウェア記述言語で

プログラミングされていました。これらの言語は、FPGA のすべてのリソースへのアクセスを提供するため、細部に至るまで機能を最適化することが可能ですが、専門知識がなければ使えないというデメリットがあります。モデルベース開発手法を活用することにより、十分な VHDL のスキルや、FPGA についての深い知識や経験がなくても、迅速に開発をスタートすることができます。Xilinx® System Generator Blockset を使用することにより、

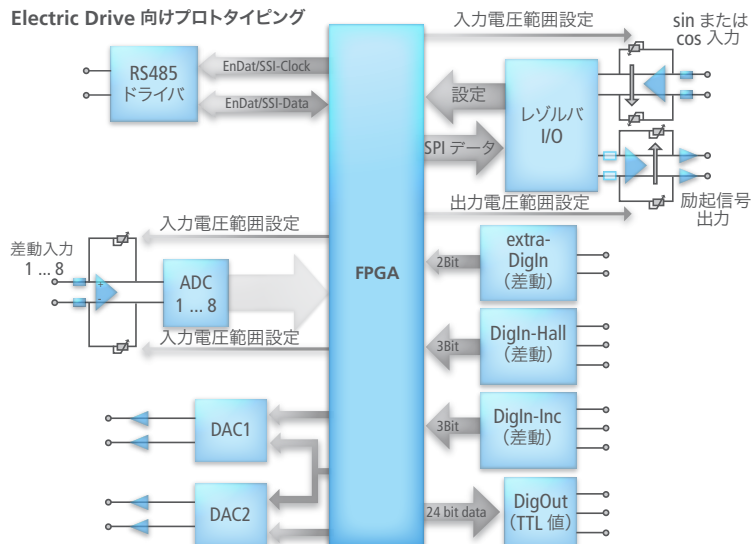
MATLAB®/Simulink® で機能をモデリングし、途中の手作業なしで直接、FPGA 上に実装することができます。このように、慣れ親しんだ開発環境で作業を続けながら、機能設計に完全に集中することができます。このブロックセットは開発者に便利なツール（デジタルフィルタ設計ツールなど）を提供し、既存の VHDL または Verilog ソースコードのモデルへの統合を可能にします（図 2）。



■ FPGA のアーキテクチャは、マルチチャンネルフィルタリングや周波数解析などの高速並列データ処理に最適です。たとえば、機械工学、鉄道技術、自動車、航

空機で使用される高品質のアクティブ制御またはノイズ低減および健全性/使用状況モニタリングシステム (HUMS) 用のシステムで使用されます。

## Electric Drive 向けプロトタイピング

AC モーター制御  
ソリューション

Electric Drive 制御の直接的なプロトタイピングは、MicroAutoBox II 対応の AC Motor Control (ACMC) Solution によりサポートされます。このソリューションでは、パワーステージとローター角取得を制御するための標準的なインターフェースを備えた FPGA ベースの拡張モジュールを使用します。また、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 (ACMC モジュール、RTI ACMC Blockset、Simulink デモモデル) を含む完全なパッケージとして提供されます。

## FPGA を搭載した MicroAutoBox II

以上のすべてのメリットを考えれば、dSPACE が最新世代の MicroAutoBox II で FPGA を体系的に採用する理由は明らかです。dSPACE MicroAutoBox II の DS1401/1511/1512 バージョンは、ユーザプログラマブル FPGA の柔軟性を開発者に提供します (図 1)。このバージョンには、VHDL または Xilinx® System Generator を使用して自由にプログラミングできる Xilinx® Spartan-6

ベースの FPGA ボードが搭載されています。FPGA は、I/O 処理のレイテンシをできるだけ抑えるために、高速並列 I/O バス経路でプロセッサに接続され、I/O コンバータとの直接インターフェースを備えています。柔軟性を実現するため、I/O コンバータ自体は FPGA ボードに搭載できる別の I/O モジュール上にあり、各用途に応じて交換することができます。また dSPACE では、さまざまな用途をできるだけ数多くサポートするために多数の高

速で強力な I/O コンバータと各種シリアルインターフェースを備えた汎用 I/O モジュール「DS1552 Multi-I/O Module」を提供しています。このモジュールは、dSPACE RTI FPGA Programming Blockset を使用して Simulink モデルベース開発環境に統合されます (図 2)。この汎用的な FPGA ボードは、アプリケーション固有の I/O 拡張機能の基盤も提供します。DS1553 AC Motor Control Module (ACMC) は、モーター制御の



■ FPGA は、非常に高速で非常に正確な位置決めタスクや特にスティフネス (stiffness) の高い制御を実現する場合に非常に動的にカスケード接続

されたコントローラを実装するために使用されます。オートメーション技術、メディカルエンジニアリング、ロボット工学などの分野で使用されています。

FPGA は複数の機能を並列して実行できるため、非常に大規模な多軸システムも非常に低いレイテンシで信頼性の高い制御が実現されます。

## dSPACE MicroAutoBox II に対応した I/O 拡張モジュール

	DS1552 Multi-I/O Module	AC モーター 制御ソリュー ション	ユーザ固有の ハードウェア モジュール
CPU の モデルベース開発	✓	✓	🔧
FPGA の モデルベース開発	✓		🔧
FPGA の VHDL ベース開発	✓		🔧

- ✓ = 既成の製品またはソリューションとして販売されています。  
🔧 = dSPACE エンジニアリングサービスによりご要望に応じて開発します。お問い合わせください。

ための専用ソリューションを提供します。また、このモジュールには各種のロータリー角取得用センサ（ホールセンサ、エンコーダ、レゾルバ、EnDat、SSI などのインターフェース）や、パワーステージに対応するための多数の専用インターフェースが含

まれています。このモジュールを利用するために基本的な整流方法（矩形波および正弦波整流）と PWM 同期計測および制御チャンネルを実装するために使用可能な Simulink 用の I/O ブロックセットが準備されています。特殊なコンバータや I/O

機能の追加サポートが必要な場合は、ユーザ固有のソリューションを開発することができます。モジュラー型の設計のため、MicroAutoBox II はこれらの機能を容易に統合することができます。■

## On land, at sea, and in the air – FPGA モジュールの搭載により、 MicroAutoBox II の適用シナリオは無限に広がります。



- FPGA は高精度の信号を同期的に生成および計測できるため、テストベンチや工業オートメーションでも使用できます。遷移帯域が狭い、高次のデジタル

フィルタを FPGA に直接実装できるため、ノイズの多い環境でも容易に使用することができます。

### まとめ

RCPシステムに対する要件は、それぞれのアプリケーションで異なります。MicroAutoBox II は dSPACE の非常に柔軟で汎用的なソリューションであり、FPGA を使用して、アプリケーション固有の機能を追加または拡張することができます。グラフィカルプログラミングは、ユーザが特定の要件に合わせて開発システムを調整するためのシンプルで便利な方法です。FPGA 拡張モジュールを備えた MicroAutoBox II は、非常に幅広い用途に対応した理想的なプロトタイプリングソリューションです。

RTI FPGA Programming Blockset はヨーロッパおよびアジア以外での使用に制限があります。詳細については、dSPACE までお問い合わせください。



# A Direct Line

ECU への直接アクセスが可能な  
汎用診断モジュール



診断インターフェースは、電子制御ユニット (ECU) への中心的なアクセスポイントであり、使用できる唯一のアクセスポイントである場合も少なくありません。シミュレータでテストを実行する場合は、このインターフェースが非常に重要となります。ECU Diagnostics Module と組み合わせることにより、ControlDesk Next Generation を ECU の診断に柔軟に使用することができます。

#### ECU へのアクセス

電子制御ユニット (ECU) の開発時には、診断インターフェースを使用して ECU にアクセスする必要性が頻繁にあります。アクセスが必要となる主要適用分野の 1 つとして、個々の ECU だけではなく ECU ネットワークもテスト対象にした HIL (Hardware-in-the-Loop) テストがあります。HIL テストを通して診断機能自体を実行する必要がある一方、ECU の診断インターフェースは一般的にはフォルトメモリの操作、バリエーションおよび適合/計測値の読み込みや設定、より特殊なものとしては機能の有効化/無効化やデー

タセットのフラッシュなど、その他の多くの作業に使用できます。また、多くの場合、診断インターフェースは ECU にアクセスするために使用できる唯一の方法で、テスト中にこのインターフェースの使用を避けることはできません。診断インターフェースを介して ECU にアクセスするには、記述言語 ODX (Open Diagnostic Data Exchange, ASAM MCD-2 D) や ASAM MCD-3 などの対応する規格を使用する必要があります。ASAM MCD-3 は計測、適合、および診断用途におけるオブジェクト指向 API インターフェースの規格です。

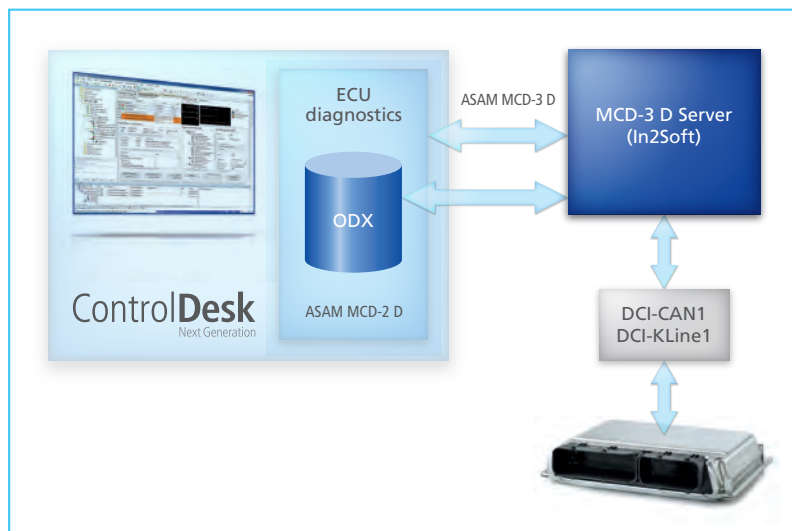


図 1 : ControlDesk Next Generation、ECU Diagnostics Module、および In2Soft MCD-3 D Server の連携

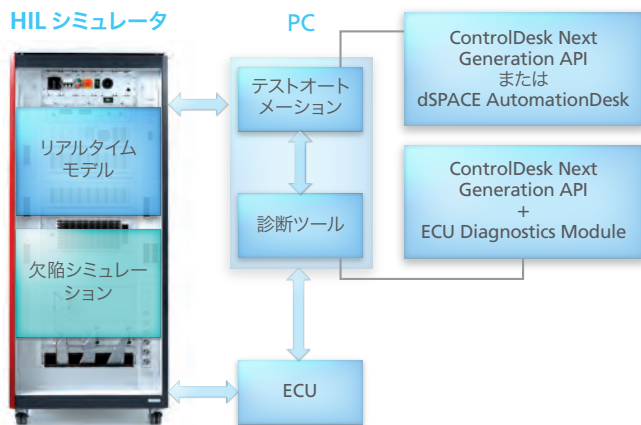


図2：診断機能を統合した HIL シミュレータの構成

### ECU Diagnostics Module により柔軟性を実現

オプションの ECU Diagnostics Module を使用することにより、ControlDesk Next Generation は ECU に直接アクセスするための汎用性の高いツールとなります。このモジュールは ODX 規格をサポートし、In2Soft 社の MCD-3 D Server を統合しています（図 1）。サーバライセンスは ECU Diagnostics Module の購入価格に含まれています。このモジュールは dSPACE (DCI-CAN1 など) およびサードパーティ製の各種 CAN ハードウェアインターフェース、K-Line インターフェース (DCI-KLine1)、および特定の診断プロトコルもサポートしています。ControlDesk Next Generation の ECU Diagnostics Module は、さまざまな機能を備えています。たとえば、ECU フォールトメモリの読み込みと消去、ControlDesk Next Generation 内における診断サービスおよびジョブへの接続、診断エラーの表示、ファイルへの障害の保存、トリガとして障害を使用する機能や、データ記録時のブックマークの設定、フラッシュプログラミングなどがあります。ECU Diagnostics Module は診断プロトコル KWP2000 on K-Line、KWP2000 on CAN、UDS on CAN、TP2.0 on CAN、OBD on CAN、および GMLAN on CAN をサポートしています。

### 診断サービスおよびジョブ

ECU Diagnostics Module の重要なコンポーネントの 1 つに Generic Diag-

nostics Instrument があります。このコンポーネントを使用すると、診断サービスとジョブを容易にパラメータ化し、(1 回または周期的に) 実行することができます。機能クラスがツリー構造で表示されるため、特定のサービスやジョブを簡単に探すことができます。計器で実行された処理を記録することも可能です。特別な機能としては、バスに入って来るデータに対してリクエスト PDU (プロトコルデータユニット) を直接操作し、ODX 定義の制約を意図的に回避することができます。特にこの機

能により、ユーザは特定の状況に適応した ODX ファイルが見つからない場合でも、それぞれの状況に応じたサービスコールを送信することができます。

### フォールトメモリへのアクセスとデータの表示

ECU フォールトメモリを操作する場合は、Fault Memory Instrument を使用します。1 個以上の ECU からフォールトメモリを (1 回または周期的に) 読み込む場合、診断された障害のステータス情報お

よび環境条件を表示する場合、フォールトメモリの一部または全部を消去する場合、フォールトメモリ情報を ASCII ファイルまたは XML ファイル形式で保存する場合には Fault Memory Instrument を使用すると便利です。ECU Diagnostics Module を使用して、他のソースからの信号と合わせて ODX 診断データをプロッタに表示することもできます。これにより、他の値 (CAN バス上のメッセージ信号、HIL シミュレータ内のモデル信号およびパラメータ、ECU 内のメモリアドレスなど) との一時的な関係を簡単に表示、分析することができます。

### 診断インターフェースを介した HIL テスト

HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータでの診断テストは、ECU Diagnostics Module の典型的な適用分野の 1 つです（図 2）。これらのテストでは、テスト対象となる機能が有効になっている動作ポイントおよびイベントをユーザが設定する必要があります。ここでは障害を計画的にテストに含めることが重要な役割を果たします。たとえば、欠陥シミュレーションを介して信号レベルで障害を作成することができます。この場合、欠陥シミュレーション後に診断インターフェースを使用して ECU フォールトメモリを読み込み、予測されている障害コード (DTC、診断トラ

ODX ベースの診断ソリューションを統合した ControlDesk Next Generation は、現在および将来の ECU 開発プロジェクトにおける理想的な MCD ツールとして使用することができます。

ブルコード) と比較します。HIL テストで診断通信の妥当性を確認することも可能です。具体的には、ユーザがそれぞれの ODX ファイルで定義されているすべてのサービスをテストするといったプロトコルテストで使用します。HexService 経由またはサービス上でリクエスト PDU を直接操作するなどして無効なデータを送信し、通信障害を強制的に発生させることもできます。テストプロセスは、dSPACE AutomationDesk (および ControlDesk の MCD3 Automation Module) または

ControlDesk Next Generation の API ツール Automation Interface を使用して自動化することができます (図 2)。

### 計測および適合

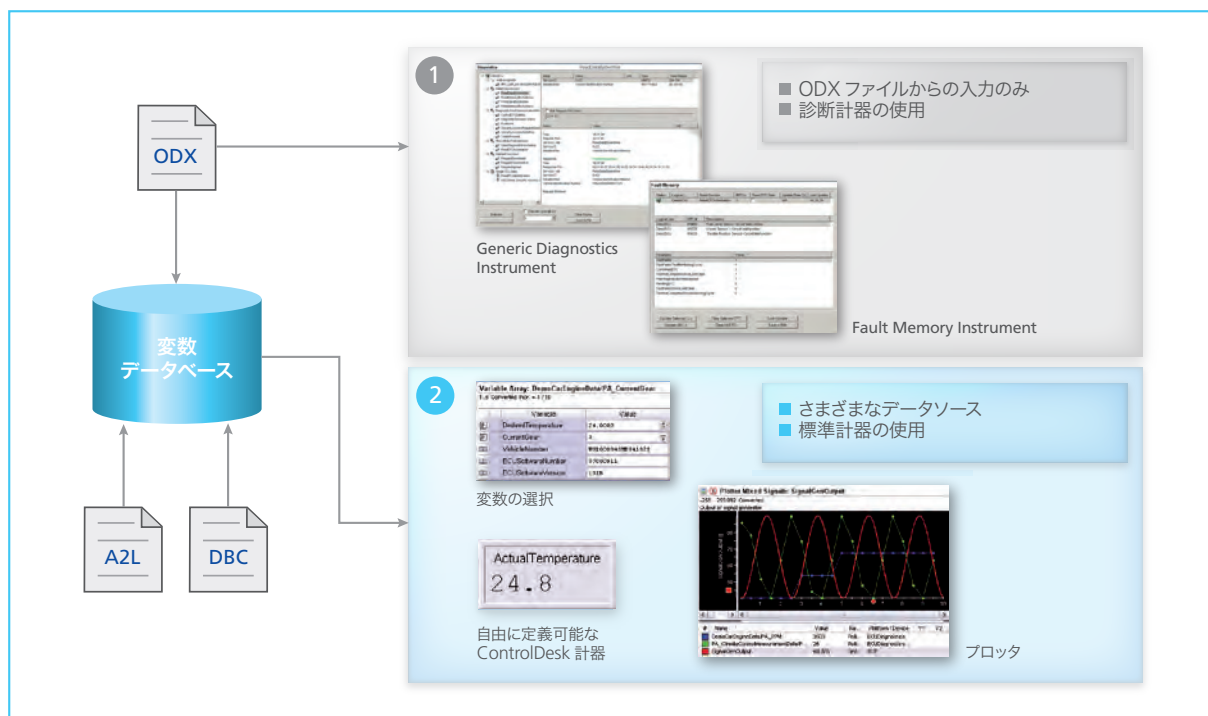
ECU Diagnostics Module を使用して、計測および適合作業も簡単に実行することができます (図 3)。たとえば、診断インターフェースで ECU データを変更し、結果を計測データの形でドキュメント化することなどが可能です。このようなシナリオでは、希望の設定で計測、適合、および診断へのアクセスを自由に組み合わせることができます。ODX データは ECU Diagnostics Module の診断計器で使用でき、ODX 記述ファイルの計測変数とパラメータは ControlDesk Next Generation のすべての標準計器で使用できます。これらの機能をすべて備えた ECU Diagnostics Module は、ECU アクセスについて最大限の柔軟性を活用する必要のある ControlDesk Next Generation ユーザにとって理想的な補助モジュールとなっています。■

## 製品の特長

### ControlDesk Next Generation の ECU Diagnostics Module

- 統合された計測/適合/診断ツール (MCD ツール)
- ECU フォルトメモリの読み込みと消去
- 診断サービスおよびジョブ (計測および計器を含む) の統合
- 診断された障害の表示とファイルへの保存
- 障害をトリガとして使用/データ記録時のブックマーク設定
- ECU フラッシュプログラミングのサポート

図 3 : 考えられる計測および適合ワークフローの例 – 診断データを診断計器 (1) と標準計器 (2) の両方で使用できます。



SystemDesk と TargetLink でのコンポーネントコンテナのやり取りによる  
AUTOSAR ワークフローの迅速化

# Container Swapping





SystemDesk および TargetLink の最新バージョンでは、コンテナを使用してソフトウェアコンポーネント (SWC) をやり取りすることにより、AUTOSAR 準拠のソフトウェア開発を容易に行うことができるようになります。この新しいコンセプトを利用することで、AUTOSAR 開発プロセスの透過性、効率性、および信頼性を確実に高めることができます。

#### AUTOSAR の利用

統一されたソフトウェアアーキテクチャの確立と交換フォーマットの標準化に向けた AUTOSAR 開発パートナーシップの取り組みは、自動車の製造プロジェクトのさまざまな場面で実を結んでいます。通常、AUTOSAR 準拠のアプリケーションソフトウェアの開発では、ソフトウェアアーキテクチャツールとピヘイピアモデリングツールを組み合わせて使用します。これらのツールは、AUTOSAR ラウンドトリップと呼ばれる反復的なプロセスで AUTOSAR の ARXML フォーマットでデータをやり取りします。このデータのやり取りは非常に重要な意味を持っており、実際の経験から AUTOSAR に準拠した作業を効率的に行うには、ツールの連携と効率的なワークフローが不可欠であることがわかっています。実際の作業では、多くの場合、次の 2 つの問題に直面します。

- ソフトウェアコンポーネント (SWC) を開発する際に AUTOSAR ラウンドトリップでデータやファイルを効率的に扱うにはどうすればよいか。

- 相互の連携や AUTOSAR ランタイム環境 (RTE) でコンポーネントを効率的にテストするにはどうすればよいか。

SystemDesk® 3.0 および TargetLink® 3.2 では、これらの問題に対する最適なソリューションとして、SWC コンテナの交換に基づくまったく新しいコンセプトを提供します。

#### SWC コンテナのコンセプト

SWC コンテナを使用すると、ユーザは数回クリックするだけで AUTOSAR ラウンドトリップを実行することができ、SystemDesk と TargetLink との間の完全に透過的で信頼性の高い連携を実現することができます (図 1)。SWC コンテナのやり取りは、以下の仕組みに基づいています。

- コンポーネントの開発で使用するファイル (ARXML ファイル、コードファイル、A2L ファイルなど) はすべて 1 つのコンテナ内に収められ、1 つのコンテナカタログファイルを使用してまとめて管理されます。

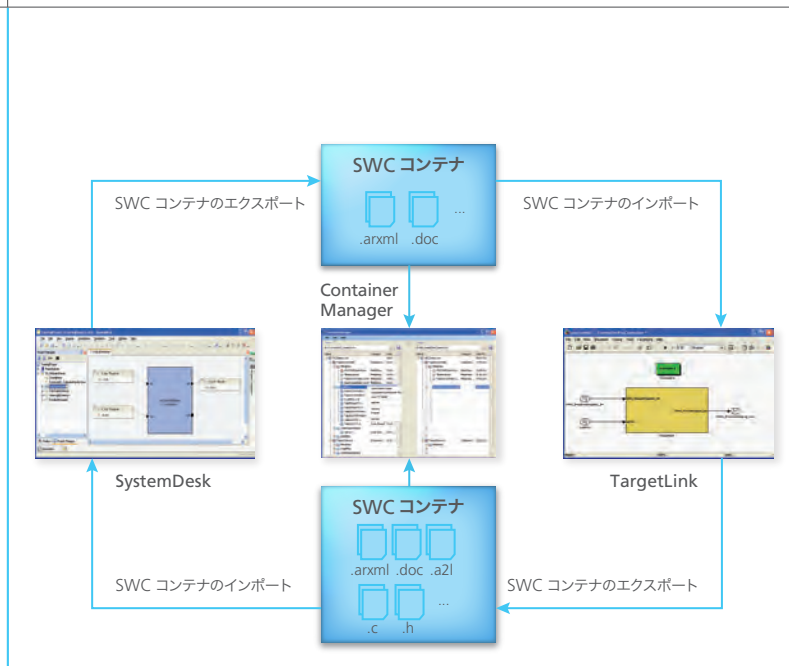


図 1 : SWC コンテナを使用した SystemDesk と TargetLink の間の AUTOSAR ラウンドトリップ

- AUTOSAR 固有のデータはすべて異なる ARXML ファイルに分けられるため、アーキテクチャ設計者またはコンポーネント開発者はそれぞれのファイルを完全に管理することができます。これにより、AUTOSAR ラウンドトリップでのマージ作業を簡素化し、役割を明確に定義することができます。
- コンテナカタログファイルにはファイルのカテゴリや役割のメタ情報が収められます。ユーザーによる設定が可能な XML 形式のワークフロー記述とメタ情報を組み合わせて使用することで、SWC コン

テナのさまざまなステータスを制御された形で安全に同期することができます。

SWC コンテナのコンセプトでは必ず ARXML ファイルを使用するため、完全な AUTOSAR 準拠が実現されます。また、ユーザーは他のすべてのファイルを管理するコンテナカタログファイルを 1 つ扱うだけで済むため、AUTOSAR 規格への中継点としても役立ちます。

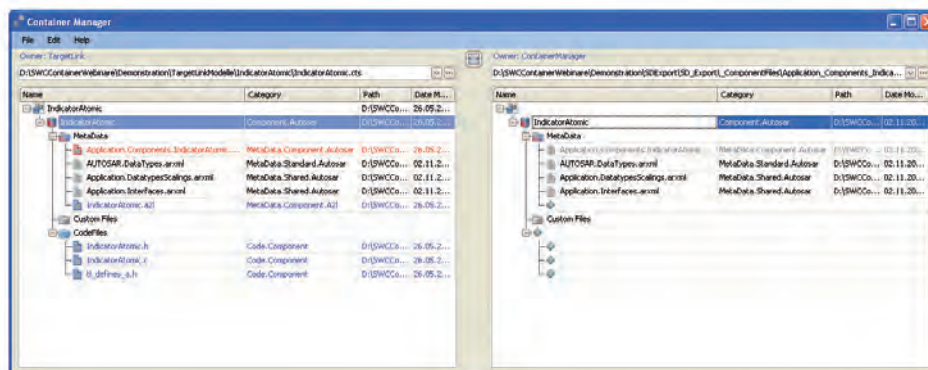
#### コンポーネントコンテナに基づいた AUTOSAR ラウンドトリップ

トップダウン型のワークフローで、ソフトウ

エアアーキテクチャを構成するソフトウェアコンポーネントを開発する場合、最初にソフトウェアアーキテクチャ設計者が SystemDesk でポートやインターフェースなどのコンポーネントの仕様を指定します。アーキテクチャ設計者はコンポーネントの仕様をコンポーネント開発者に提供するため、SystemDesk から SWC コンテナをエクスポートします。コンテナには必要な AUTOSAR データが ARXML ファイルとして格納されます。また、アーキテクチャ設計者は他の仕様書を追加することもできます (図 1)。

コンポーネントの実装を行うため、この SWC コンテナを TargetLink ユーザーがインポートし、コンポーネントのインターフェース仕様を使用して AUTOSAR フレームモデルを生成します。その後、フレームモデルに制御機能の設計を追加します。最後に、TargetLink ユーザーが AUTOSAR 準拠のコードを直接生成し、Simulink 環境でコードを実行して、SIL (Software-in-the-Loop) および PIL (Processor-in-the-Loop) シミュレーションでコンポーネントをテストします。これらの作業が済んだら、更新された SWC コンテナを TargetLink からエクスポートします。更新後のコンテナには追加の実装情報を含む ARXML ファイルの他に、コードファイルや A2L ファイルなどが含まれます。コンテナのメタ情報と格納型のワークフローにより、AUTOSAR ラウン

図 2 : Container Manager でのプロジェクトステータスの比較と同期化



## AUTOSAR 開発プロセスの透過性、効率性、および信頼性の向上

ドトリップの中でインターフェースが誤って変更されることはありません。さらに、専用のコンテナ操作ツールである Container Manager を使用することにより、コンテナ間の同期が可能になり、同期化されたツリー形式でのコンテナの比較を行うことができます (図 2)。このため、ユーザはコンテナのやり取りの中で必然的に生じるプロジェクトステータスの相違の同期やマージを自在に行うことができます。たとえば、ソフトウェアアーキテクチャ設計者は Container Manager を使用して、SystemDesk でコンテナを再度インポートして図 1 に示すラウンドトリップを完了する前に、各自が所有するコンテナのバージョンと TargetLink ユーザから提供されるコンテナのバージョンを比較することができます。

### さまざまなシミュレーションシナリオへのシンプルな統合

SWC コンテナには、AUTOSAR の ARXML ファイルだけでなく、コードファイルや A2L 変数記述ファイルも含まれるた

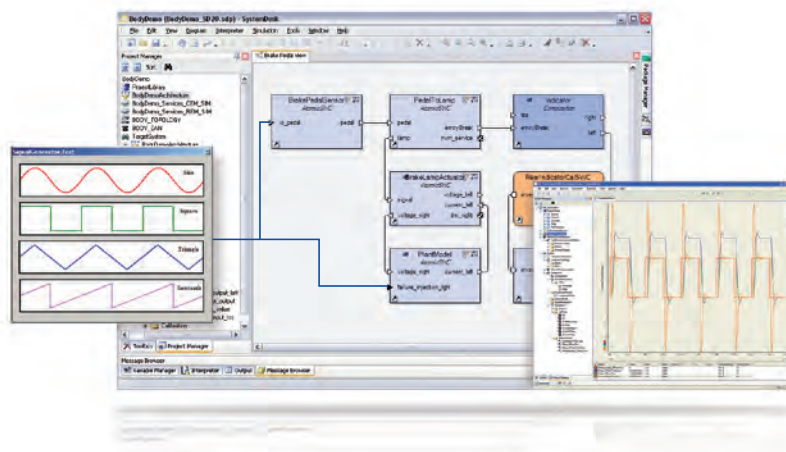
め、TargetLink ユーザはコンテナをやり取りすることで SystemDesk のシミュレーション機能と直接連携することができます (図 3)。TargetLink によって生成される SWC コンテナに格納される実装ファイルは、SystemDesk で実行されるシミュレーションのビルドプロセスで直接使用されます。このビルドプロセスでは、SystemDesk で生成される RTE に対してすべてのコンポーネントのコンパイルとリンクを行います。こうした特徴のすべてが、さまざまなシミュレーションシナリオやテストに対応したシステムにつながります。

- ユーザには TargetLink のコンポーネントをソフトウェアに統合できるかどうか、およびコンポーネントと RTE のコンパイル & リンク処理が可能かどうかに関するフィードバックが直ちに返されます。
- 膨大な数に及ぶコンポーネント間の連携を SystemDesk の簡単なボタン操作で「パーチャルファンクションバス」レベルでシミュレートしてテストすることができます。

- シミュレーションユーザはコンテナ内の A2L ファイルによりコンポーネントの内部変数に直接アクセスし、AUTOSAR 規格におけるギャップを埋めることができます。
- さらに、RTE を詳細に設定することにより、個別タスクのスケジューリングや設定などを含むより詳細なシミュレーションシナリオや、ベーシックソフトウェア内のモジュールへのアクセスのシミュレーションにも対応することができます。

SWC コンテナをやり取りすることで、こうしたシナリオを容易に実現でき、AUTOSAR 開発プロセスでのテスト作業をシンプルにすることができます。■

図 3 : SystemDesk でのソフトウェアコンポーネント間の連携のシミュレーション





Formula Student の若きエンジニアのアイデアをレーストラックで  
実現するための dSPACE によるサポート

# Rollout at dSPACE



#### PX211 の発表

軽量、高速、敏捷性 – これが世界各地から集まる競争相手に打ち勝ってレースに勝利するための UPB レーシングチームの方程式です。ドイツのパダーボルン大学の学生約 60 人で構成されるこのレーシングチームは、Formula Student に参

加する革新的なレーシングカーをスタートラインに立たせるために毎年がんばっています。

車の外観とカーボンファイバーのボディに隠された技術は、発表までトップシークレットです。今年の発表日は 6 月 1 日で、チームの新しいレーシングカー「PX211」

「Formula Student は大学教育の理想をすべての点で満たしています。まず、学生は実際の技術ツールを使用してプロジェクトを実施することを学びます。また、実際の作業を通して独立して計画し行動することを学ぶことができるため、将来企業側から見て非常に魅力的な資質を身につけることができます」

Jürgen Plato 氏、パーダーボルン大学学長



がパーダーボルンの dSPACE 本社で正式に発表され、約 200 人の招待客が若いチームメンバーと交流を図りました。最適化された部品、チームが独自に開発したエンジン制御ユニット、および dSPACE RapidPro を搭載したマシンを駆使して、UPBracing チームが Formula Student でトップに立つことは間違いありません。PX211 が駆け抜ける雄姿はシルバーストーンやホッケンハイムリンクなどの国際的なレーストラックで観戦することができます。

#### 重要な資質の獲得

Formula Student チームは将来実務で必要となる企画、設計、購買、構築、テスト、およびマーケティングを行います。このプロジェクトに参加することで、社会人として重要な基本スキルを学ぶ事ができます。プロジェクトの運営はプロのエンジニアにとって非常に重要となるため、dSPACE は Formula Student チームを定期的にサポートし、高品質の製品パッケージだけではなく技術的な問題に関するアドバイスも提供しています。

#### 将来のエンジニア

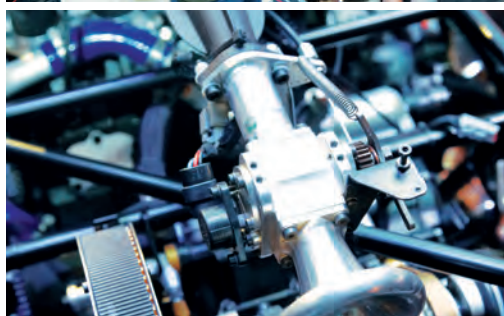
将来のエンジニアを育成する dSPACE の取り組みは大学入学のはるか以前から始まっています。dSPACE の ProMINT イニシアチブは、パーダーボルンの学校や幼稚園の子供たちに実社会のエンジニアリングを味わってもらい、理系の職業（数学、情報科学、自然科学、工学）への情熱を引き出すことを目的としています。このイニシアチブは、2007 年以降、2,700 人を超える生徒に対して行われました。■

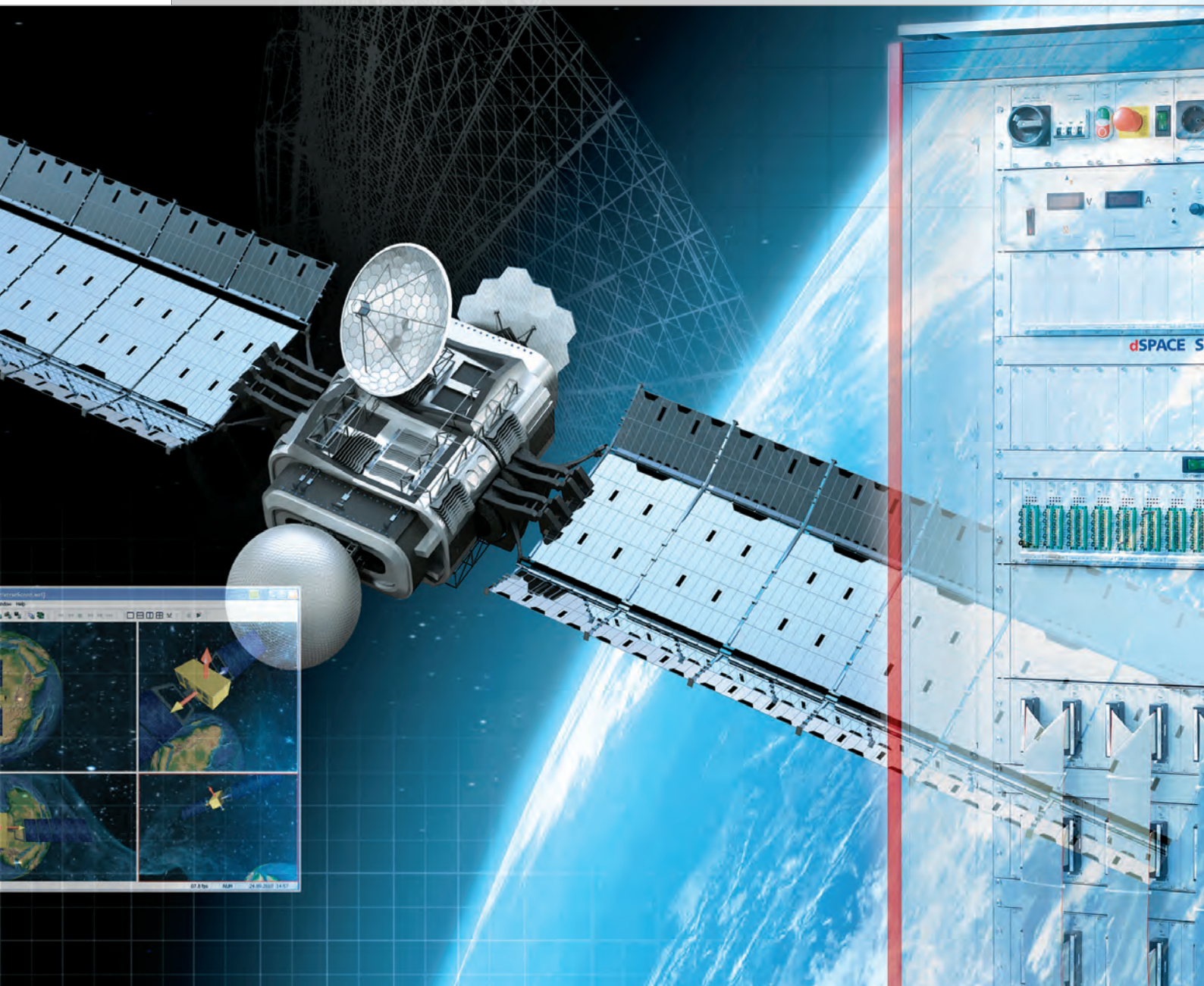


新しい UPBracing レーシングカーを発表する 4 名、Sebastian Mailänder, Thomas Reiner, Heiko Bubenick, および Alexander Diere



借しめない称賛





## dSPACE、人工衛星モデルを ドイツ航空宇宙センターへ提供

dSPACE GmbHとドイツ航空宇宙センター（DLR）は、人工衛星のモデリングに関する協力協定を締結しました。この協定の下で、dSPACE はリアルタイムに対応した人工衛星モデルをプレーメンにあるDLRの宇宙システム研究所に提供します。現在この研究所では AsteroidFinder プロジェクト用のモデルを検証中であり、今後このモデルを利用して姿勢軌道制御システム（AOCS）の開発とテストを行う予

定です。AsteroidFinder は、地球に衝突する高い危険性がある小惑星を発見するために DLR により計画された小型人工衛星ミッションです。

検証プロセスでは、dSPACE の人工衛星モデルが、DLR や欧州宇宙機関（ESA）による他のミッションでも使用できるかどうかの適格性が確認されます。この最新の成果を製品ポートフォリオに加えることにより、dSPACE は、国際的に実績のある HIL

テクノロジーに基づくターンキー HIL シミュレータを、AOCS システムのテスト用として宇宙産業に提供することができます。■

© Continental

## ピエゾインジェクタ向け汎用 プロトタイピングパワーステージ



ピエゾ技術分野での専門的ノウハウをもった VEMAC GmbH の協力により、dSPACE はピエゾインジェクションシステムのモデルベース機能開発向けの車載可能なパワーステージの提供を開始しました。VEMAC 社により開発された PZAmp パワーステージボックスが、dSPACE MicroAutoBox および RapidPro プロトタイピングシステムに接続され、最大 6 個までのピエゾインジェクタの柔軟性の高い

制御を可能にしています。PZAmp は、Bosch、Continental、Delphi およびデンソーなど各メーカーの一般的なピエゾインジェクタシステムをサポートしています。dSPACE RTI ブロックセットを使用することにより、Simulink モデルから直接、PZAmp を簡単に設定することができます。既成のケーブルハーネスにより、dSPACE プロトタイピングシステムに非常に簡単に接続することができます。新しい

パワーステージのその他の特徴として、ユーザは MicroAutoBox II を使用して電流および電圧動作を高分解能で計測でき、またリアルタイムでバルブ開閉のタイミングを制御することができます。これらすべての機能により、燃焼プロセス開発時における新しいインジェクション方式の動作検証により大きな自由度を提供します。■

## AUTOSAR 4.0 への対応



dSPACE の量産コード生成ツール TargetLink は、AUTOSAR バージョン 4.0 および 3.2 をサポートする予定です。コンポーネント設計から実装、コンポーネントテストに至るまで、開発のさまざまな

フェーズをカバーするシームレスな拡張により、実績ある TargetLink の AUTOSAR サポートは AUTOSAR の最新バージョンに対応します。AUTOSAR 3.2 のサポートは、2012 年の初めにリリース予定の

TargetLink Version 3.3 の重要な新機能の一つであり、AUTOSAR 4.0 に対するサポートもほぼ同じ時期にパッチ対応により利用可能になる予定です。■

## 車線維持支援システムのテストに 対応した新しいシミュレーション環境

dSPACE 自動車用シミュレーションモデル (ASM) の最新の拡張機能として、車線維持および車線変更支援機能のテスト向けに設計された ASM Lane-Solution をリリースします。多車線の道路をシミュレーションできるように、標準的な道路モデルを特別に拡張してあります。便利なユーザインターフェースを使用することにより、迅速かつ直感的に道路を定義することがで

きます。この定義には、発進、停止、遷移および路面状態などの特性や、さらに線の種類や太さなどの視覚的特徴も含まれます。ASM Lane-Solution は、オフラインシミュレーションおよび dSPACE シミュレータを使用した ECU テストによる機能開発をサポートします。■



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せん。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)



Photo : MAZDA DEMIO 13-SKYACTIV

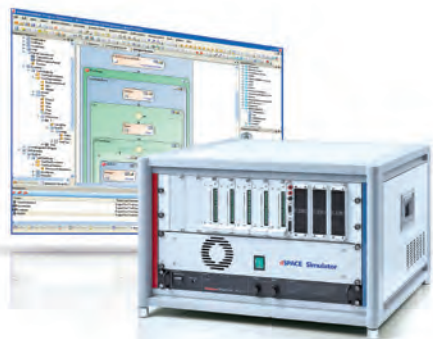
System Architecture

Rapid Control Prototyping

ECU Autocoding

HIL Testing

## 環境技術と走行性能への探求： 制御技術の一新



全てのお客様に走る喜びと優れた環境安全性能を提供するために、飽くなき挑戦で究極の効率を追求し、「SKYACTIV-G」を開発したマツダ。この取り組みにおいて、dSPACEの先進開発ツール群がマツダの技術開発を支え、モデルベース開発手法と先進の制御技術により、ECUソフトウェアの高品質、高性能を実現しました。

お客様の成功で環境性能の新しいカタチ、誕生です。

Embedded Success

**dSPACE**