

dSPACE

2/2017

MAGAZINE

Schlumberger社

過酷な掘削環境の
現実的なシミュレーション | page 6

デンソー – シームレスなツールチェーンによる
効率的な開発 | page 10

ウェイチャイ社 – 将来も見据えたトラック
エンジン向けのテスト環境 | page 16

NAVYA ARMA は、一般的な交通に対応しながら無人走行を実現した世界初の量産車であると言われています。この電動シャトルバスは最大 15 名の乗客を乗せながら自動運転を行うことが可能であり、速度は時速 45 km に達します。既に 50 台が世界中で旅客輸送向けに配備されています。2017 年 9 月現在までに、このバスは 18 万人の乗客を安全に輸送してきました。NAVYA 社は電動自律システムを専門とするフランス企業です。NAVYA 社では、複雑な自動運転機能を開発するため、Intempora 社のマルチセンサ開発環境である RTMaps を活用しています。

www.navya.tech



「RTMaps は性能や使いやすさに優れているため、当社のレベル 5 自動運転システム向けの認知アルゴリズムやデータ融合アルゴリズムのプロトタイプングやテスト、ベンチマーキングにおいて極めて重要なツールとなっています。」

Pascal Lecuyot 氏、認知部門開発担当責任者、NAVYA 社



「無線によるアプローチや仮想的なアプローチ、またはこれらを同時に使用するアプローチなのかに関わらず、dSPACE では、新しい挑戦のための強力なテストソリューションを提供しています」

もし、自動車業界に課されている使命が、定期的なテクノロジーの進歩に対応し、排出ガス規制に適應することだけだとしても、解決すべき課題は山積しているのが現状です。しかし、今や自動運転でさえ、可能な限り早期に実現しなければならなくなっています。社会、政治、および業界自体により、既に開発部門には過度に厳しい要求をすべて同時に満たすことが求められ、開発部門への重圧はさらに増しているように私には思えます。技術者は不足しており、もはや既存の電子アーキテクチャでの対応も難しくなっています。また、すべての開発目標を達成すべきだとしても、その方法を知っている人はほとんどいません。事態は緊迫し始めています。

dSPACE の既存の製品やソリューションへの需要の高まりからも、私たちはそのような状況を見ることができます。同時にスポット的にまったく新しい要求が発生し我々はベストを尽くし適切なソリューションを開発します。

dSPACE では、それらに対応する最適なソリューションの開発に常に最善を尽くしています。レーダーセンサを車両システムに統合し、ラボの HIL (Hardware-in-the-Loop) テストベンチでテストするには、どうしたらよいのでしょうか。必要の場合はセンサを介入させずにテストを行うことはできるのでしょうか。お客様のこのような課題に対し、dSPACE では、

パートナー企業の 1 つと最初の重要な一步を踏み出しました (この事例については、48 ページの記事をご覧ください)。今では、複数の対象車両を「無線」で同時にシミュレートすることが可能になりました。しかし、私たちは今後待ち受けるさらに大きな課題についても認識しています。なぜなら、画像処理の向上を目指す新たなセンサテクノロジーの急速な進歩を目の当たりにしているからです。dSPACE では、運転シナリオで発生するセンサ信号をシミュレートできるよう ASM シミュレーションツールスイートを拡張することにより、このような新たな需要にも既に対応しています。結局のところ、すべて「無線」に対応するわけではなく、特に多数のシミュレーションを実時間より速く並列で行うためには仮想的なアプローチが必要となります。dSPACE では、複雑なテストデータを管理する SYNECT を VEOS と組み合わせることで、それを実現しています。

多くのお客様が、かつてない速さで開発への負荷が増大していると話されています。そのため、dSPACE も未来に投資し、お客様と一緒に成長する必要があります。私たちは、既にその準備ができています。

社長 Dr. Herbert Hanselmann



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
http://www.dSPACE.com/go/socialmedia

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

テクニカルライター: Dr. Stefanie Koerfer,
Michael Lagemann, Ralf Lieberwirth, Lena
Mellwig, Dr. Gerhard Reiß, Sonja Ziegert

協力: Vitali Anselm, Dirk Berneck, Anne
Geburzi, Gregor Hordys, Eva Hülshoff,
Stefan Kern, Dr. Sascha Ridder, Dr. Gregor
Siewers, Sven Walther

編集および翻訳: Robert Bevington, Stefanie
Bock, Anna-Lena Huthmacher, Stefanie
Kraus, dSPACE Japan 株式会社

デザインおよびレイアウト: Jens Rackow,
Sabine Stephan

翻訳: 株式会社シュタール ジャパン

© Copyright 2018

すべての権利は留保されています。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



日本精工 | PAGE

24



高電圧電子負荷 | PAGE

44



- 3 社長挨拶
- お客様の事例**
- 6 Schlumberger社
Intelligent Drilling
制御ユニットの過酷な環境条件のシミュレーション
- 10 デンソー
Virtual Modeling Toolbox
FMIベースの開発環境向けの効率的なツールチェーンの構築
- 16 ウェイチャイ社
Modeling the future
効率性の高いトラックエンジンテクノロジーに対応したユーザ固有のシミュレーションモデル
- 20 Continental社
The Perfect Dosage
クローズドループテストシステムのセットアップによる燃料インジェクタの高精度制御
- 24 日本精工
Highly Efficient Wheel Hub Motor
トランスミッション機構を一体化した小型ホイールハブモーターの開発
- dSPACE 製品**
- 28 高度な自動運転
Mastering Variety
高度な自動運転向けのdSPACEソリューション
- 34 SYNECT/TargetLink
Agile Model-Based Development
中央データ管理による効率的な量産への移行
- 38 SCALEXIO
Universal Real-Time Platform
SCALEXIOがラピッドコントロールプロトタイピングにも対応
- 44 高電圧電子負荷
Electrifying Emulations
モーターおよびバッテリーエミュレーション用の高電圧電子負荷
- 48 レーダーテストベンチ
Real Echoes in the Lab
実際のレーダー反射波を用いたレーダーセンサのテスト
- ビジネス**
- 52 dSPACE寄付講座教授
Cooperating Vehicles
Falko Dressler教授による未来の車車間通信の研究
- 56 STARKSTROMチーム
Track Record
Formula Student Driverlessに向けた自動運転レーシングカーの開発
- ニュース**
- 58 SCALEXIOシステム用の新しいハードウェア
- 59 TargetLink 4.3: 大規模モデルの制御
- 60 dSPACE Magazineアンケートの結果
同期済みのセンサデータをカメラECUに供給
- 61 dSPACEとMdynamiX社の協力により、ビークルダイナミクスシステム向けソリューションの範囲が拡大
- 62 演算負荷の高いアプリケーションのためにさらなる演算性能を有するMicroAutoBox Embedded PC
- dSPACE on Board**
- 63 Twintec社: Euro 6レトロフィットソリューション
MOOG社: 宇宙船用ドッキングシステム
オストフアリア応用科学大学: インテリジェントなハイブリッドカーに関する研究



制御ユニットの過酷な環境条件の
シミュレーション

Intelligent Drilling

地表から何千メートルもの深さにある鉱物油や天然ガス貯留層では、最高温度が 200 °C、最大圧力 1,500 bar という過酷な条件が伴います。このような環境にあっても、使用する電子制御装置には高い堅牢性と信頼性が求められます。そのため、Schlumberger 社では dSPACE の MicroLabBox を使用して開発時に過酷な条件をシミュレートしています。

より深く、より幅広く、そしてより速く。これが、新しい鉱物油田や天然ガス田の開発時に行う掘削作業に求められる要件です。なぜなら、容易に到達できる石油やガスの貯留層の開発は既に行われているため、掘削時の地質条件はより複雑化しており、このため高度な掘削技術に対する需要がますます高まっています。石油およびガス業界における世界有数の探索および生産サービス企業の1つである Schlumberger 社は、革新的な掘削技術を使用して、これまで到達できなかった貯留層にまで開発の手を伸ばしています。同社では、研究開発への投資を集中的に行うことにより、使用する掘削機器の効率性と信頼性を向上させています。

目的地までの迂回路

これまでの数十年間における回転操舵システムや掘削同時監視システムなど、掘削技術の進歩により、従来の垂直掘削手法だけでなく、傾斜掘削

や水平掘削の利用が増加しています。後者の2つはより複雑な技術ではありますが、これらを使用することにより、掘削場所を柔軟に選択することで産出量を増大させることができます。つまり、通常は到達するのが困難な貯留層の開発が可能になります。したがって、複数の坑井やさまざまな貯留層を開発できる生産施設が1つあれば事足りるようになるため、特に海洋掘削(図1)ではコストを大幅に削減することができます。ただし、明らかな岩盤層や土層があり、ドリルで掘り進めることができない場合、急な傾斜に沿って掘削を行うと、誘導式水平ドリル(HDD)に故障の危険が生じます。ドリルが層に侵入する角度が低い場合、掘削孔を掘ることは困難であり、孔曲がりや操舵ずれが起きる可能性があります。これは、方向が変化したら必ずドリルストリングを停止させる必要があるということを意味します。それに対し、「インテリジェント掘削システム」では、複数の調整式バイアスユニットをドリルヘッド(操舵アクチュエータパッド)付

近に設置しており(図2)、高度な制御エレクトロニクスを通じて、要求された掘削方向へ調整することができます。

地中深くからの情報

さらに、これらの掘削システムには、掘削中に周辺の岩や液体に関するさまざまな種類の情報を収集するLWD(Logging While Drilling)モジュールを搭載することができます。以前は、掘削中に測定できるのは圧力や温度などのデータのみでした(MWD: Measurement While Drilling)。Schlumberger 社では、既存の掘削技術の向上を図るため、dSPACE ツールベースのテスト環境を導入しました。これにより、掘削時の環境と同じ熱、圧力、および作動流体の条件下でドリルヘッドの操舵アクチュエータパッドを駆動させることができる制御アルゴリズムをラボで開発し、最適化できるようになりました。Schlumberger 社の電動制御部門の Mustafa K. Guven 博士は、「このテストプラットフォームを使用すると、エンジニア

>>

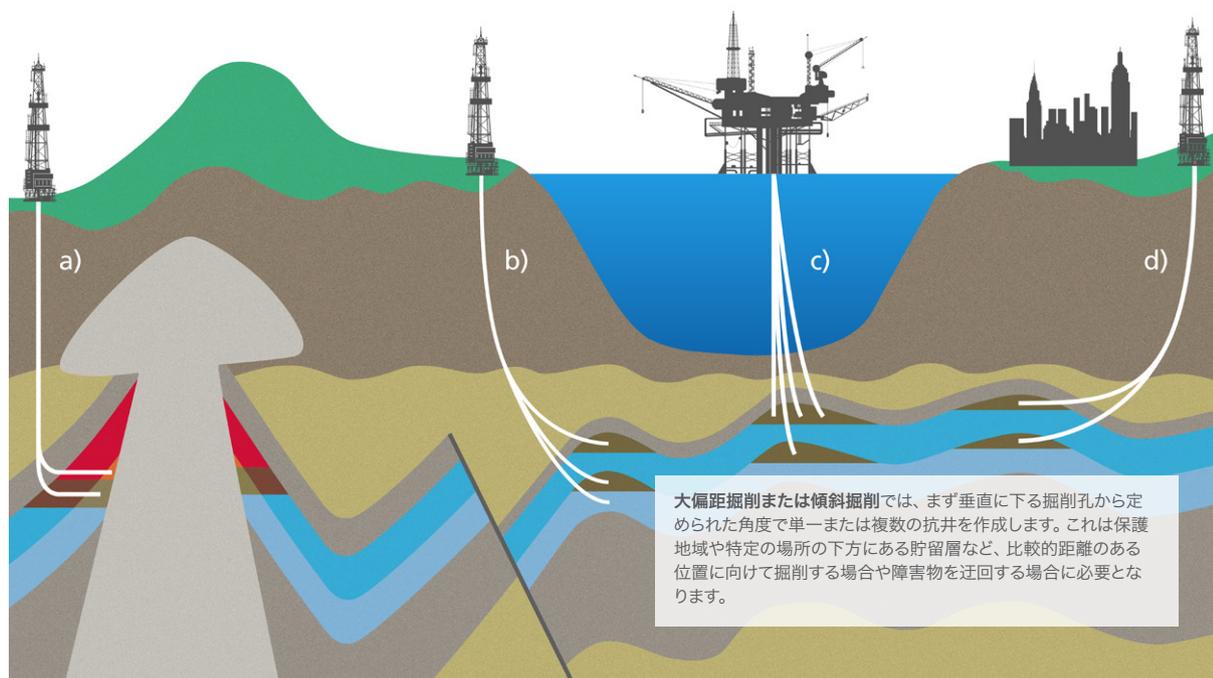


図1：傾斜井の例(赤：天然ガス、茶：鉱物油)：

地質上の障害物を迂回する場合(a)、生産施設の直下でない貯留層から生産する場合(a、b、d)、単一の掘削孔を経由して複数の貯留層から生産する場合(a、b、c、d)、単一の生産施設で複数の坑井を使用する場合(c)



が情報をリアルタイムで取得できるため、連続した掘削路や区域ごとの生産テストに関する重要な判断を下すことができます」と述べています。

環境 - 圧力、熱、および振動

Guyen 博士は、「石油およびガス貯留層に到達するうえでの最大の課題の1つは、貯留層内の過酷な環境条件です」とも述べています。熱、圧力、振動のほか、地質的な応力によっても高価な電子機器の耐久性に影響を及ぼします。インテリジェント掘削システムでは、ドリルヘッド付近に取り付けられた複数のデータ取得モジュールによってドリルの位置や場所のデータがリアルタイムに地表に転送されます。これにより、掘削チームは貯留層に向けて正確に掘削を行うことが可能となります。このためにはデータ取得モジュールや電子制御ユニット (ECU) の信頼性が極

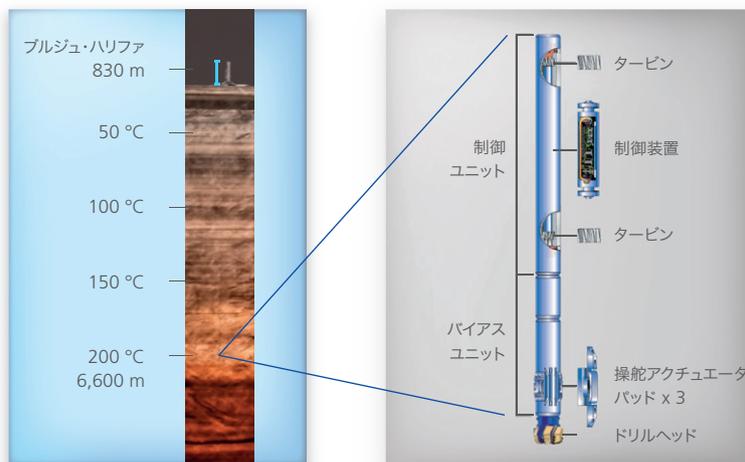
めて重要となります。掘削プロセス中に制御ユニットやセンサが故障した場合、ドリルストリングを掘削孔から引き抜くには多大なコストと時間が掛かります。また、それを行わないとデータが不正確になり、貯留層に確実に到達することができません。つまり、数百万ドルに及ぶ追加コストが発生するか、掘削計画が完全に失敗するか、ということになります。

貯留層環境でのテスト

Schlumberger 社では、故障モード影響分析 (FMEA)、信頼性認定テスト (RQT)、コンピュータシミュレーションなどのエンジニアリング手法を活用することで、途方もないコストと時間のロスが生じるリスクを削減しています。これらの手法では、システム、コンポーネント、およびプロトタイプの保守に求められる要件を予測することができます。Schlumberger 社

では現在、ラボ用のプロトタイプドライブである D3S を開発中です (図 3)。D3S は DEMT Development Drive System (DEMT 開発ドライブシステム) の略称です。DEMT は Down-hole Electric Machine Technology (掘削孔電動テクノロジー) を意味します。このドライブシステムは、個々のコンポーネントや複雑なシステムの開発やテストをサポートするためのものです。D3S は最先端の電子ハードウェアを備えた柔軟性の高いドライブシステムであり、ラビッドコントロールプロトタイプング (RCP) のためのツールとして dSPACE MicroLabBox を搭載しています。Guyen 博士は、「このシステムが提供するプラットフォームを活用すると、コントローラソフトウェアのテストや最適化を行ったり、パラメータをリアルタイムに設定したりすることができます」と説明しています。

図 2: ドリルヘッド付近の制御装置および操舵アクチュエータパッドの位置



傾斜掘削における dSPACE との協力

課題:

到達が難しい過酷な条件を持つ環境では、運転中に保守を行う必要のない堅牢かつ信頼性に優れた装置が必要

ソリューション:

制御ユニット開発用のテストプラットフォームを構築することにより、ラボにおいて掘削プロセス中での貯留層の条件をシミュレート

利点:

コストのかかる分解を行ったり、さまざまなリスクを取ることなく、制御ユニットを開発しテストすることが可能

効率性の高いテストプラットフォームの構築

Schlumberger 社では、効率性の高いテストプラットフォームを構築することにより、複数の目標を同時に達成しています。このプラットフォームでは、鉱物油や天然ガス貯留層の環境下におけるモーターの性能や挙動 (特にトルク、回転速度、効率性などのパラメータ) を決定すると同時に、モータードライブセンサのテストおよび評価を行い、モデルベースの制御ユニットを開発するためのアルゴリズムを生成することができます。これにより、エンジニアは電機駆動部品が利用可能となる前、ツール開発の早期の段階で確実に妥当性確認を行えるようになる、と Guyen 博士は述べています。MicroLabBox は (アクチュエータやセンサなどの) 周辺機器間の通信を制御するメインの I/O インターフェースとしての役割を果たすだけでなく、コントローラソフトウェアを実行する中央演算処理ユニットでもあります。また、入出力の実現 (実装) をモデルベースで行う場合には dSPACE Real-Time Interface (RTI) を使用し、ランタイム中にリアルタイムアプリケーションにアクセスする場合には dSPACE ControlDesk を使用します。



「地下数キロメートルまで掘削を行う場合、失敗すればその度に損失は数百万ドルに及ぶため、すべてのコンポーネントの信頼性が非常に重要です。dSPACE MicroLabBox を使用すると、開発中のコントローラのテストや妥当性確認において、しばしば過酷になる現実的な条件を極めて詳細にエミュレートすることができます。」

Mustafa K. Guven 博士、Schlumberger 社 (米国テキサス州、シュガーランド) の主席エンジニア。
Electrical Machinery and Controls (3MT) プロジェクトの一環として、機械および発電機テスト用の新しいツールの開発と関連制御アルゴリズムの開発を担当。

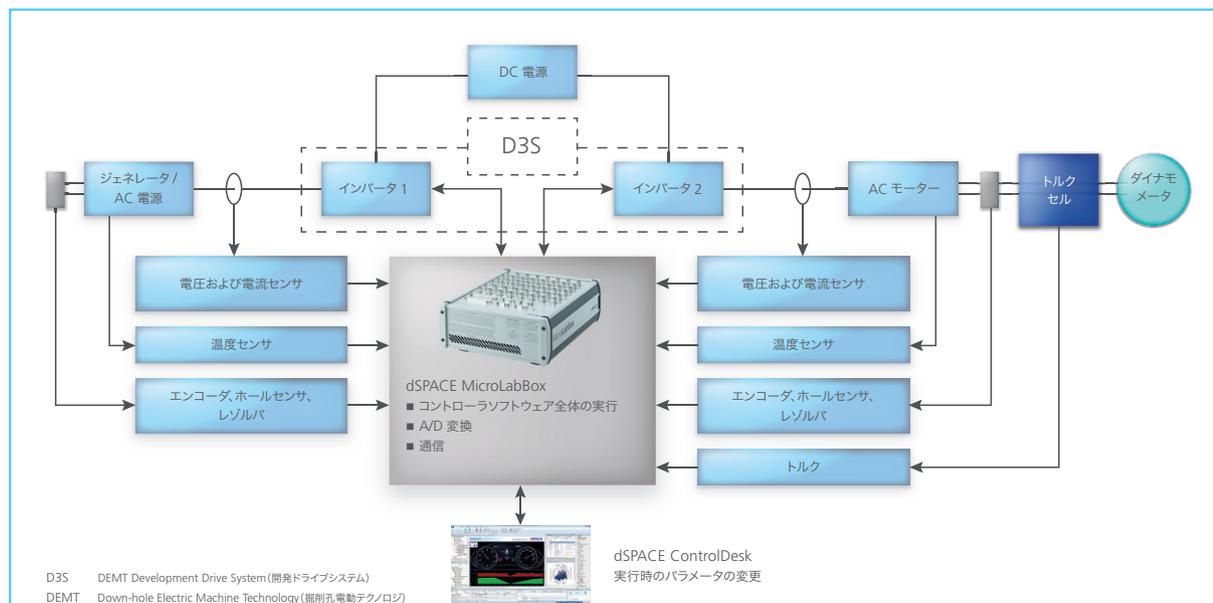
テスト時の障害への対処

D3S ドライブシステムを導入する以前は、Schlumberger 社には新しい電気機械式ドライブシステムをテストするための標準プラットフォームはありませんでした。また、個々のタスクを調整するための明確な最適化プロセスもなく、新しいコンセプトや追加システムの評価と妥当性確認に利用できる制御エレクトロニクスもごく一部しか存在していませんでした。Schlumberger 社

は、MicroLabBox を搭載した D3S を導入したことにより、これらの課題の多くに適切に対応できるようになりました。D3S はまだ開発段階にありますが、このシステムの開発が完了した際には、電気機械式ドライブシステムを使用するあらゆるプロジェクトで活用していく予定です。 ■

Schlumberger 社のご厚意により寄稿

図3：通信システムを中心として MicroLabBox を搭載した D3S のシステム構成。空間的な位置にはデジタル信号（インクリメンタルエンコーダ、ホールセンサ、トルクトランスデューサ、およびレゾルバ）を使用し、温度、電圧、および電流にはアナログ信号を使用します。





Virtual Modeling Toolbox

FMI ベースの開発環境向けの効率的な
ツールチェーンの構築

FMI (Functional Mockup Interface)

FMI (Functional Mockup Interface) は、ツールに依存せずにさまざまなベンダーが提供するプラントモデルのやり取りやジョイントシミュレーションを行うためのオープン規格であり、FMI for Co-Simulation および FMI for Model Exchange というバリエーションが存在します。モデルのやり取りにはいずれの FMI バリエーションも使用できますが、特定の使用事例における利点や欠点は異なります。FMI

for Model Exchange の主な利点は、ある領域のコンポーネントサブモデルなど、強力的に結合されたシステム部分のシミュレーションをより容易かつ数値的に安定した状態で行えることです。これは、外部の中央ソルバーにより、シミュレーション結果を計算するのに必要なあらゆる情報が提供されるためです。このため、FMI for Model Exchange のインターフェースは、ツールチェーン内のツールやパートナー間

で行われるより高度な情報交換や多様な互換性にも対応できる複雑な構造を備えています。これに対し、FMI for Co-Simulation のインターフェースは無駄のない構造となっており、インポートするツールの機能から (ソルバー実装を含む) FMU の機能を体系的に分離することにより、さまざまなタイプやバージョンの FMI サポートツールが含まれたツールチェーンで発生し得る互換性の問題も処理できる



仮想環境を使用すれば、プロトタイプ車両を開発してテストドライブを行うよりもはるかに前の段階から、車両を仮想的に走行させてテストすることができます。自動車部品サプライヤであるデンソーの開発者は、FMI規格を活用することにより、多様なコンポーネントモデルを組み合わせながらこのような仮想テストドライブを実行しています。dSPACEのシミュレーションプラットフォームはその基盤として使用されています。

今

日の車両は複雑なシステムを基盤としているため、その開発や統合をさらに進めていくには、さまざまな専門分野や領域の知識とモデルが必要となります。そのため、車両の開発においては、個別のシステムをすべて含む全体的な仮想システムを構築することがますます重要になっています。このような技術的な課題がある一方で、市場では技術革新サイクルがこれまで以上に急速に進むことが見込まれており、製品の市場投入までの時間はますます短縮化しています。そのため、あらゆるシステムのハードウェアとソフトウェアを完成させてから統合するのではなく、その前の段階に

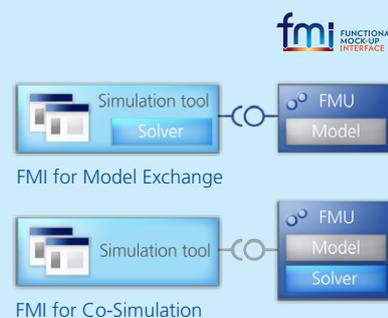
おいて個々のシステムのテストをシステムネットワーク内で早期に実施しておかなければならないという固有の課題が開発者にもたらされています。この課題の対象には、実際の車載コンポーネントだけでなく、システム全体の挙動にも重要な役割を果たす環境条件やドライバー操作も含まれます。

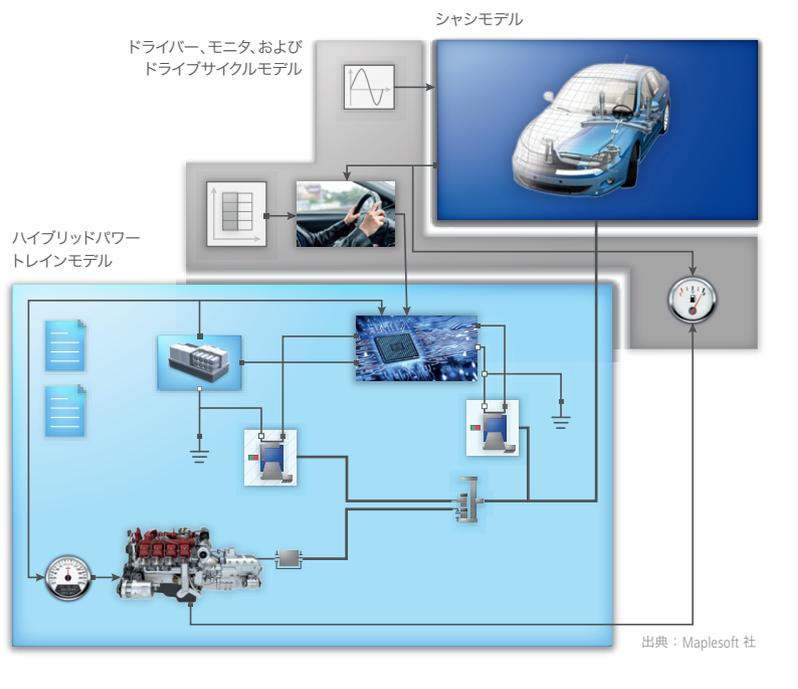
連携の標準化

解決策の1つは、すべてのコンポーネントやシステムのプラントモデルに対してシステム全体のレベルでシミュレーションを行うことです。通常、開発段階で入手できるモデルは形式や複雑さが異なるため、容

>>

ようになっています。つまり、協調シミュレーション型のFMUを使用すると、検証済みのソルバーコードとモデルコードの組み合わせを転送し、さまざまな物理領域やシステムダイナミクスを持つモデルをさらに容易に結合できるようになります。
www.dspace.jp/go/fmi





パワースプリット HEV の商用シミュレーションモデルの構成。色分けされた部分はシステム全体モデルを分割した領域モデルを示します。

易にモデルを組み合わせられるようにするためには、標準化された中間レベルを用意しなければなりません。このため、FMI (Functional Mock-up Interface) 規格が定められました。この規格を使用するこ

とにより、さまざまな領域のモデルを異なるツールでやり取りし、同時にシミュレートすることができます。シミュレーションを行うため、モデルは標準化された FMU (Functional Mock-up Units) として作

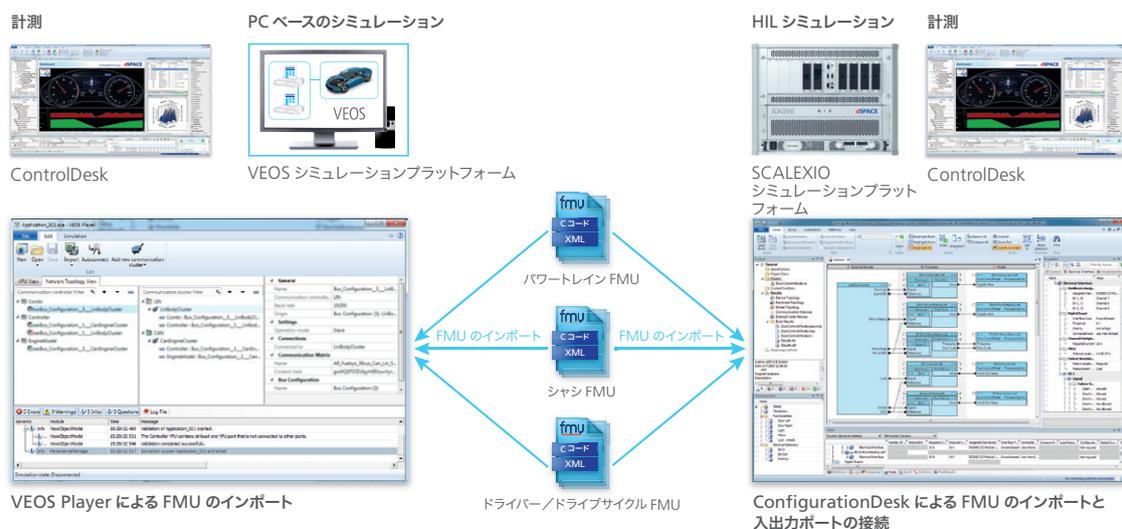
成されます。FMU にはモデルインプリメンテーション、そのメタデータ、FMI インターフェースのインプリメンテーションが含まれます。規格には FMI for Co-Simulation と FMI for Model Exchange という 2 つのバリエーションがあります。両バリエーションともモデルをやり取りできますが、基盤となる技術的アプローチは異なります。

導入済みのツールチェーンによる FMI の評価

デンソーの目的は、開発プロセスにおける FMI ベースのアプローチの利点を分析することでした。同社は、導入済みのツールチェーンを考慮し、次の 2 つのステップを用いることにしました。

- ステップ 1 では、プロジェクト部分を再利用しながら、複数の FMU に分割された車両モデルを VEOS による PC ベースのシミュレーションや SCALEXIO による HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションに使用できるか、そしてこの方法でシステムの全体モデルのシミュレーション結果を再現できるかについて分析しました。FMU のセットアップは FMI for Co-Simulation 規格に従って行われました。
- ステップ 2 では、FMI for Model Exchange 規格に従い、複数のコンポーネント、つまり FMU としてモデリングされた車両の 1 つの領域において強力に

準備された FMU はシミュレーションプラットフォームである VEOS (左) および SCALEXIO (右) で統合されます。



上：システム全体モデルを領域モデルの FMU (FMI for Co-Simulation) に分割し、シミュレーションプラットフォームである VEOS や SCALEXIO 上で実行します。

中央：個別のコンポーネントにおけるモデル部分の一部は、領域モデルで FMU (FMI for Model Exchange) に置き換えられます。これらの領域モデルを FMU (FMI for Co-Simulation) としてエクスポートし、シミュレーションプラットフォームである VEOS や SCALEXIO 上で実行します。

下：dSPACE ControlDesk によって VEOS (赤) や SCALEXIO (青) から取得したシミュレーション結果の定性的な概要および比較。図中：(1) 車速、(2) エンジン回転数、(3) 燃料消費、(4) 充電状態



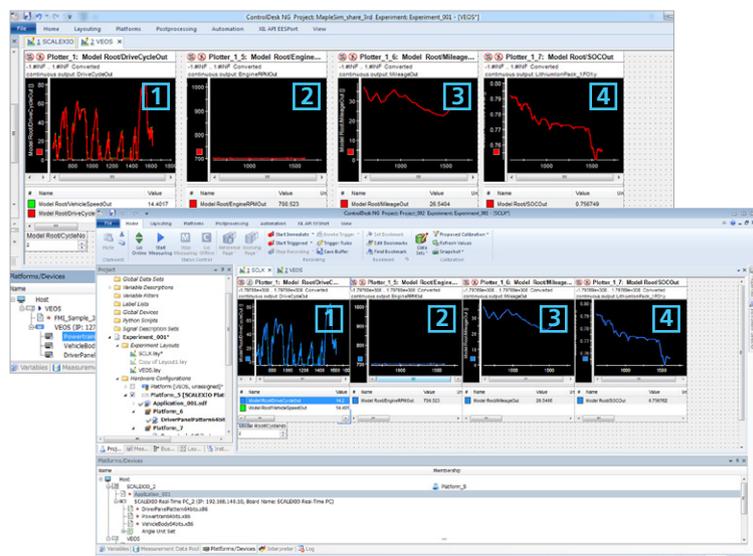
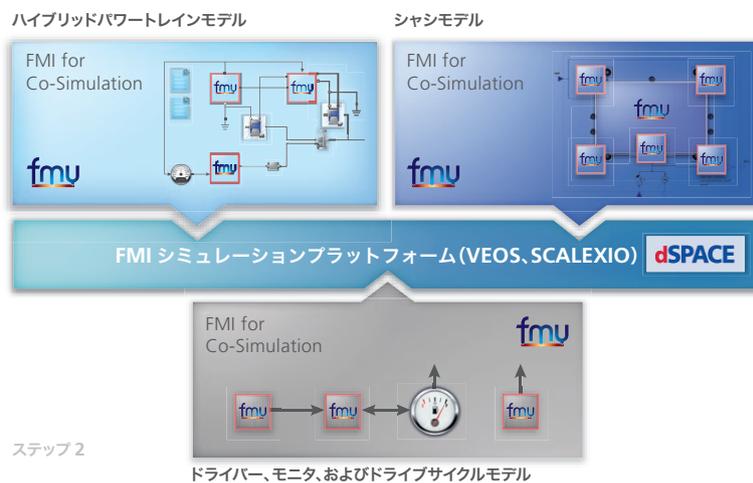
結合されているモデル部分をまず接続し、この結果生じる領域モデルを FMI for Co-Simulation 規格に従って FMU としてエクスポートします。最後にステップ 1 が可能かどうかを確認します。

評価モデル

分析には MapleSim® ライブラリのパワースプリットハイブリッドカー (パワースプリット HEV) の商用モデルを使用しました。このモデルを使用すると、既存の全体車両モデルに FMI ベースのワークフローが適しているかを確認することができます。詳細なモデルの説明には、次の用語が使用されています。

- システム全体モデル：複数の FMU で構成された完全な車両モデル
- 領域モデル：内燃エンジン、モーター、トランスミッションなどで構成されたドライブトレインといった機能単位のモデル
- コンポーネントモデル：トランスミッションなど、ある領域を構成するコンポーネントのモデル

パワースプリット HEV モデルは、エンジン、トランスミッション、スロットルバルブ、単純なコントローラ、モータージェネレータ、バッテリー、インバータ、ホイール、デファレンシャルトランスミッション、およびシャシのコンポーネントモデルで構成されます。



「私たちは、複数の Functional Mock-up Unit (FMU) で構成されたハイブリッド車両のモデルをシミュレーションプラットフォームである dSPACE SCALEXIO に実装し、リアルタイムでシミュレーションを行うことに成功しました。」

白井文祥氏、株式会社デンソー

FMU の準備

最初のステップでは、FMI for Co-Simulation 規格に従って、システム全体モデルを FMU として準備された 3 つの領域モデルに分割しました。さらに、それらをハイブリッドシステム、シャシ、およびドライバー/ドライブサイクルモデルに分割して、クアッドコア搭載の SCALEXIO プロセッサユニットの単一の専用プロセッサコアに割り当てられるようにしました。第 4 コアはホスト PC との通信に使用されます。

FMU の実装と評価

準備した領域 FMU は、まず PC ベースのシミュレーションプラットフォームである VEOS で使用し、次に同じパラメータ設定を使用して SCALEXIO HIL シミュレータで使用しました。この作業の目的は、両プラットフォームで FMU の機能および性能

の正確性を確認することでした。すべてのテストにおいて、PC ベースのシミュレーションと HIL シミュレーションの間には強い相関性が示され、MapleSim ではシステム全体モデルのシミュレーション結果が一致しました。このため、複雑かつ動的なモデルをリアルタイムで実行できることが分かりました。さらに、強力な SCALEXIO プロセッサプラットフォームには、より複雑なモデルや I/O、バスシミュレーションにも対応できる余力が残されていました。

シームレスかつ効率的な開発

dSPACE ツールチェーンを使用すると、各 FMU のシミュレーションをいずれのシミュレーションプラットフォーム上でも継続的に行うことができるだけでなく、パラメータへのアクセスも可能です。さらに、dSPACE ツールチェーンは HIL テストや

仮想検証向けの他のツールと合わせてシームレスに使用することもできます。つまり、開発者はリアルタイム対応の FMU だけでなく、dSPACE ControlDesk や AutomationDesk などのツールや XIL API 規格と関連付けられたテストや試験も再利用することができます。これにより、仮想検証と HIL テストの両方においてモデルを容易かつ直接的に再利用するという FMI のコンセプトを確立し、効率的かつシームレスな開発プロセスを実現することが可能になります。

FMI をより幅広く活用

デンソーでは、パワースプリット HEV モデルでの経験から得た知見をシミュレーションモデルの開発に継続的に取り込んでいく予定です。この取り組みを通じて、複数の関連部門が関与する車両開発プロジェクトにおけるモデルのやり取りが容易にな

「PC ベースのシミュレーションプラットフォームである dSPACE VEOS を使用すると、複雑な FMI ベースのシミュレーションを開発プロセスの早期の段階にフロントローディングすることができます。」

三輪修也氏、株式会社デンソー

SCALEXIO マルチコアプロセッサ向けの FMI モデル

SCALEXIO ベースの HIL プロジェクトには、さまざまなモデリングツールから生成したリアルタイム FMU (Functional Mock-up Units) を直接統合することができます。これらの FMU は、さらに別の FMU やサポートされているその他のモデル形式に統合し、全体モデルに統合することが可能です。また、特定の SCALEXIO プロセッサコアに割り当てることにより、最

高の演算性能を実現することもできます。dSPACE Release 2017-B で発表された SCALEXIO では、単一の SCALEXIO プロセッサコア上での複数の FMU の実行がサポートされています。dSPACE では、FMI 規格のサポートを SCALEXIO で一貫して提供することにより、さまざまなソースからのモデル統合のためのオープンシステムを実現しています。

「シームレスな dSPACE ツールチェーンを活用することで、当社の FMI ベースの開発プロセスをより効率化することができます。」

小池理氏、株式会社デンソー

ります。同社の目的は、開発中の車両の既存のコンポーネントモデルを FMI for Model Exchange 規格に従って FMU として準備し、FMI for Co-Simulation に従って領域 FMU に結合することです。このアプローチにより、FMI 規格の両バリエーションの利点を組み合わせながら、柔軟性に優れ、数値的に安定したリアルタイム対応のシステム全体モデルを構築することができます。 ■

小池理氏、
三輪修也氏、
白井文祥氏、
株式会社デンソー

主な特長

タスク

- FMI ベースの開発手法を評価
- 潜在的に異なるソースからのサブモデルを使用して自動車システム全体をシミュレート

技術的課題

- 導入済みのツールチェーンへの FMI ベースのワークフローの実装
- 効率性の高い開発プロセスの保証

ソリューション

- シミュレーションプラットフォームである VEOS (MIL/SIL ベース) および SCALEXIO (HIL ベース) での FMU の統合
- dSPACE のシームレスかつオープンなツールチェーンにより、プロジェクトデータの効率的な再利用を実現

FMI/FMU : Functional Mock-up Interface/Unit
MIL/SIL/HIL : Model-/software-/hardware-in-the-loop



小池理氏
株式会社デンソー（愛知県）
電子基盤システム開発部
プロセス開発室
担当課長

三輪修也氏
株式会社デンソー（愛知県）
電子基盤システム開発部
プロセス開発室 開発 2 課
担当課長

白井文祥氏
株式会社デンソー（愛知県）
電子基盤システム開発部
プロセス開発室 開発 2 課

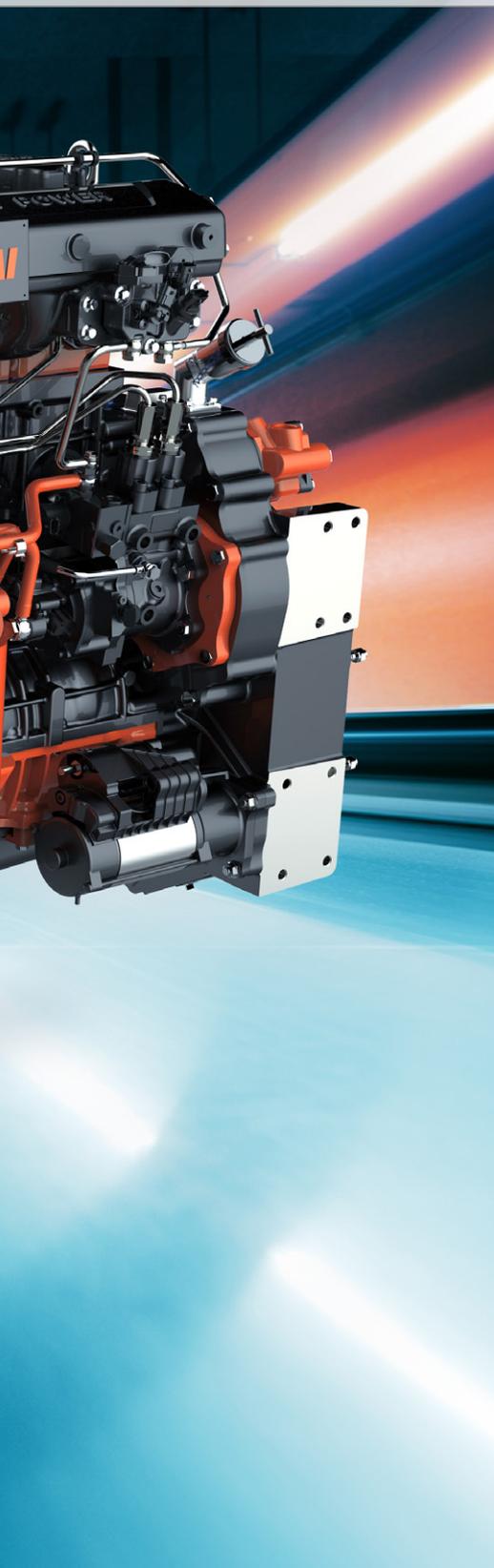




効率性の高いトラックエンジンテクノロジーに対応した
ユーザ固有のシミュレーションモデル

Modeling the Future

内燃エンジンの排気動作に関する新たな要件を満たすためには、そのための開発環境やテスト環境も継続的に構築してゆく必要があります。Weichai 社では、新世代のエンジン開発に対応するため、dSPACE Automotive Simulation Models と dSPACE SYNECT を使用しています。



乗 用車やトラックに対する排ガス規制の厳格化に伴い、ディーゼルエンジン制御の要件はさらに複雑化しており、エンジンの速度やトルク、さらには噴射量、窒素酸化物や微粒子の排出量など、さまざまな排ガス関連要因を把握したうえで制御しなければならなくなっています。中国のエンジンメーカーである Weichai 社では、同社の既存の Euro IV/V エンジンに多数の革新的な手法を取り入れることにより、Euro VI 規格への準拠を実現しています (図 1)。同社では、これらの革新的な手法を HIL (Hardware-in-the-Loop) 環境において高い精度でシミュレートするために、新しい機能に合わせて電子制御ユニット (ECU) の検証用シミュレータを修正する必要がありました。

モデルとパラメータ設定

Weichai 社では、自社製のモデルに加えて、リアルタイム対応の ASM InCylinder モデルを含む dSPACE ASM (Automotive Simulation Models) を使用してエンジンのモデリングを行っています。これらのモデルを使用すると、ディーゼルエンジンの筒内圧や温度をシミュレートできるだけでなく、レール圧を即時に算出できるなど、燃料噴射に特有の事象を計算することができます (図 2)。ASM はオープンなモデルライブラリであるため、dSPACE エンジンアライメントサービスがサポートを提供する場合も、Weichai 社の最新のエンジン世代の技術的要件に合わせて正確に ASM を調整することができました。また、ASM InCylinder モデルはパラメータ化することにより、さまざまなディーゼルエンジン

バリエーションをシミュレートできます (図 3)。エンジンバリエーションには、燃料システム、吸気経路 1 つ、排気経路 1 つをそれぞれ備えた直列エンジン、吸気経路と排気経路を 2 つずつ備えた V 型エンジン、さらに吸気経路 2 つ、排気経路 1 つを備えた V 型エンジンなどがあります。Weichai 社では、dSPACE ASM を活用することにより、モデル構造全体を変更することなく、少数のパラメータを変更するだけで異なるエンジンバリエーションをテストできるようになりました。

柔軟性

Weichai 社では、ディーゼルエンジン ECU の HIL テストだけでなく、代替駆動システム向けの ECU の開発やテストに使用する HIL シミュレータにも修正を施しています。代替駆動システムには、ハイブリッドドライブ、および中国の排ガス規制である China IV および China V に適合する少量生産の圧縮天然ガス (CNG) エンジンが含まれます。CNG エンジンに使用されるシミュレーションモデルは ASM InCylinder Gasoline モデルをベースとしており、その燃料システム、噴射システム、および吸排気経路は Weichai 社製エンジンの実際の特性に合わせて調整されています。そのため、HIL テスト用のモデルのコミショニングとパラメータ設定にほとんど手間がかかりませんでした。ハイブリッドドライブのエンジン ECU をテストするための HIL プラットフォームも同様な手法で開発されました (図 4)。ここでも、ASM ライブラリおよび dSPACE Real-Time Interface (RTI) を活用することにより、効率的に開発作業を進めることができた

>>

「dSPACE SYNECT により、私たちはモデルおよびテストの管理を大幅に簡素化することができました。」

Yupeng Wang 氏、ウェイチャイ技術研究所

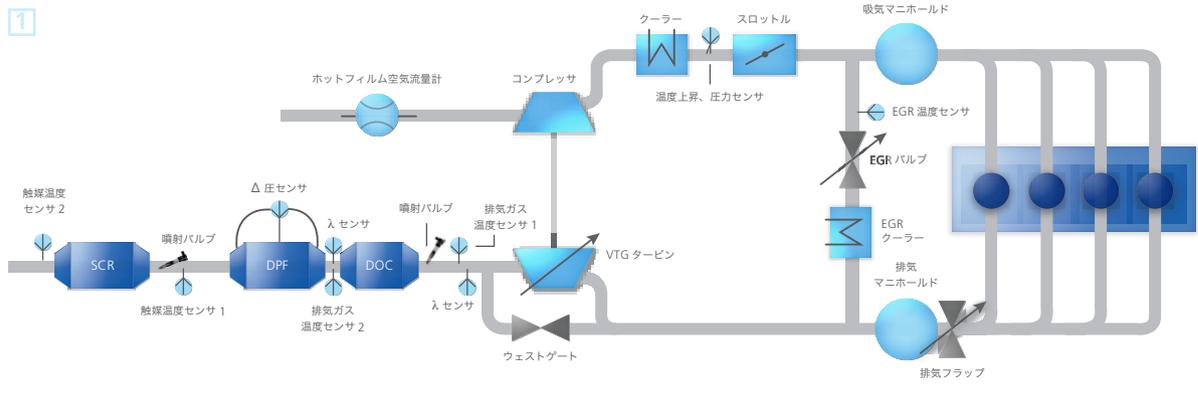


図1：Weichai社のEuro VIディーゼルエンジンの模式図。厳格化する排ガス規制に準拠するためには、多岐にわたるコンポーネントを正確に制御する必要があります。コンポーネントには、スロットルバルブ、排気ガス再循環装置（EGR）バルブ、ターボチャージャの可変タービンジオメトリ（VTG）、ディーゼル用酸化触媒（DOC）、ディーゼルパティキュレートフィルタ（DPF）、および排気ガスの選択接触還元触媒（SCR）が含まれます。

「dSPACE HIL プラットフォームおよび ASM ツールスイートを使用することにより、当社の全車両向けの Euro VI エンジンでの挑戦的な ECU テストを何度も実行することができました。」

Hengfeng Yu 氏、ウェイチャイ技術研究所

ため、新製品の市場投入期間の短縮が可能になりました。

テスト管理

Weichai 社ではこれまで、さまざまなプラントモデルやテストケース、テストプランを使用していたため、HIL テストプラットフォームのデータを管理するのが困難でした。しかし現在は、dSPACE SYNECT でデータを中央管理することにより、日々の開発者の業務を効率化することに成功しています（図5）。同社はディーゼルエン

ジン、CNG エンジン、パラレルおよびパワースプリットハイブリッドドライブ、さらには建設用重機の駆動装置に至るまで、すべての HIL プラントモデルを SYNECT で管理しています。ECU のテストを行う場合、テスト要件やテストプラン、さらにはテストケース次第では、同一の ECU であっても個々の開発フェーズで異なるテストを行う場合があります。そのため、Weichai 社では機能ごとに特化したテストケースを用意し、それぞれのテストプランを作成することで、テストプロセスの効率化を図り

ました。エンジニアたちは専用のテストプロジェクトごとに、SYNECT を使用して基本的なテストプランから各種のテスト結果に関する最終レポートに至るまで、開発対象の ECU ごとに必要なすべてのデータを収集しました。これにより、テストステータス、進捗、および品質を効率的に評価できるようになりました。また、Weichai 社では、HIL テストデータへのアクセス状況を調整するため、チームの責任者と開発に関わるすべてのエンジニアに個別の役割を定義しました。SYNECT では、HIL システ

Yupeng Wang 氏

ウェイチャイ技術研究所（濰坊、中国）
テスト検証部門の責任者



Hengfeng Yu 氏

ウェイチャイ技術研究所（濰坊、中国）
テスト検証部門のエンジニア

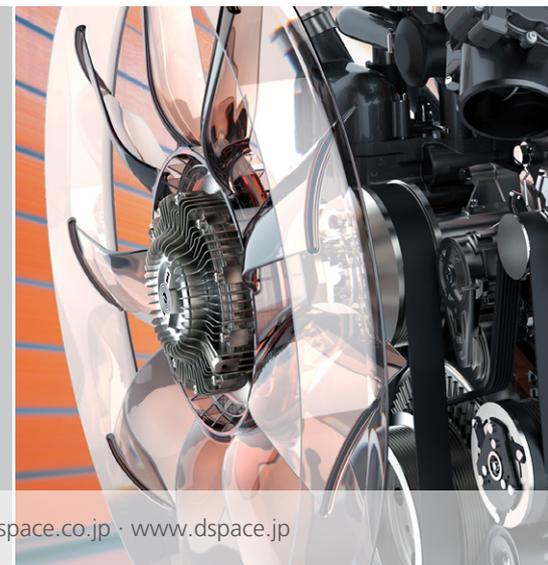
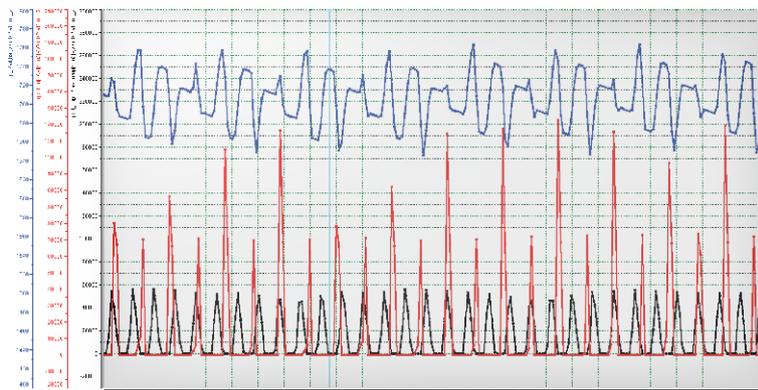


図2：お客様に合わせてdSPACE エンジニアリングサービスが修正したモデルにより、特にレール圧の即時計算などが可能になりました。

図3：ASM InCylinder モデルをパラメータ化することにより、さまざまな内燃エンジン設計を表現することができます。

図4：Weichai 社製ハイブリッドドライブ ECU 向けの HIL テストプラットフォームの構成

図5：Weichai 社の開発者は、dSPACE SYNECT を通じて、大量のテストおよびモデルのデータセットを管理することができます。



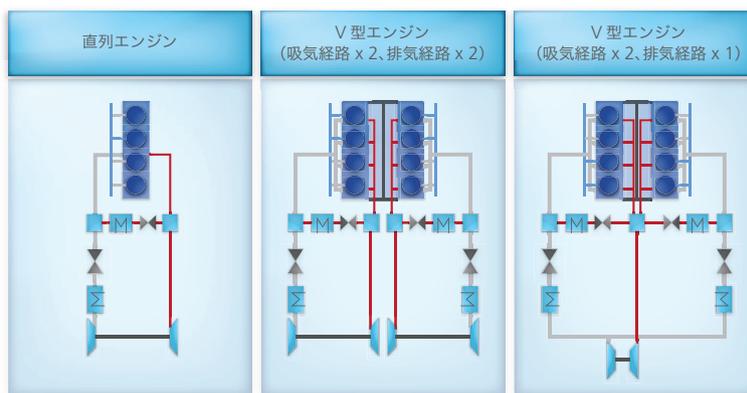
2

ム、テストケース、およびテスト実装への読み書き権限をそれぞれの役割に基づいて処理しています。

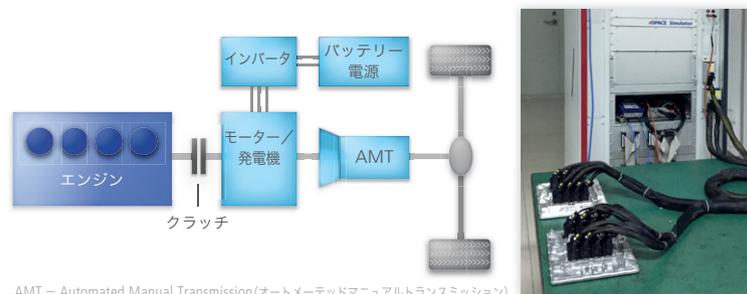
まとめと今後の展望

Weichai 社では、dSPACE HIL プラットフォームを使用することで、Euro VI エンジンの ECU テストに関するすべての要件を満たすことができました。同社は、dSPACE エンジニアリングサービスのサポートも受けながら、ユーザ固有のモデルにさらに個別の要件を実装することができました。同社では、さまざまなモデルバリエーションに合わせて調整可能な dSPACE ASM モデルを使用したことにより、自社製モデルへも容易に統合することができました。さらに、dSPACE SYNECT を使用することで、モデル管理とテスト管理の大幅な簡素化を実現しました。このように、さまざまな dSPACE ツールを活用することで、同社のエンジニアはプラントモデルの開発やパラメータ設定に適した独自のプロセスをわずかな労力で確立することができました。最終的に、Weichai 社は dSPACE HIL プラットフォームを活用することで、柔軟性に優れた開発環境を実現することができました。これにより、従来型の内燃エンジンの新しいモデルを迅速に市場投入できるようになっただけでなく、CNG やハイブリッドドライブなどの代替駆動システムにも最適な開発環境を実装することができました。 ■

Yupeng Wang 氏、
Hengfeng Yu 氏、
テスト検証部門、
ウェイチャイ技術研究所

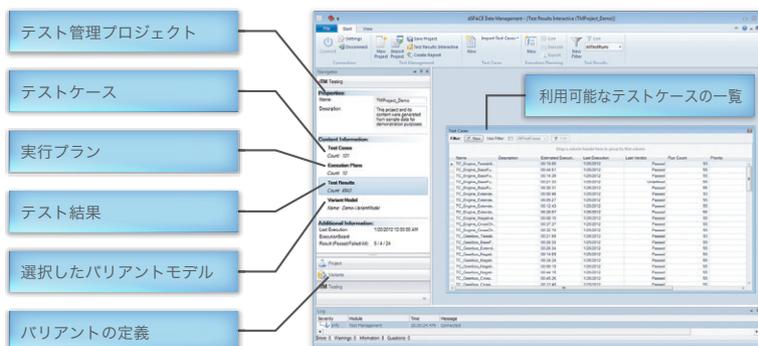


3

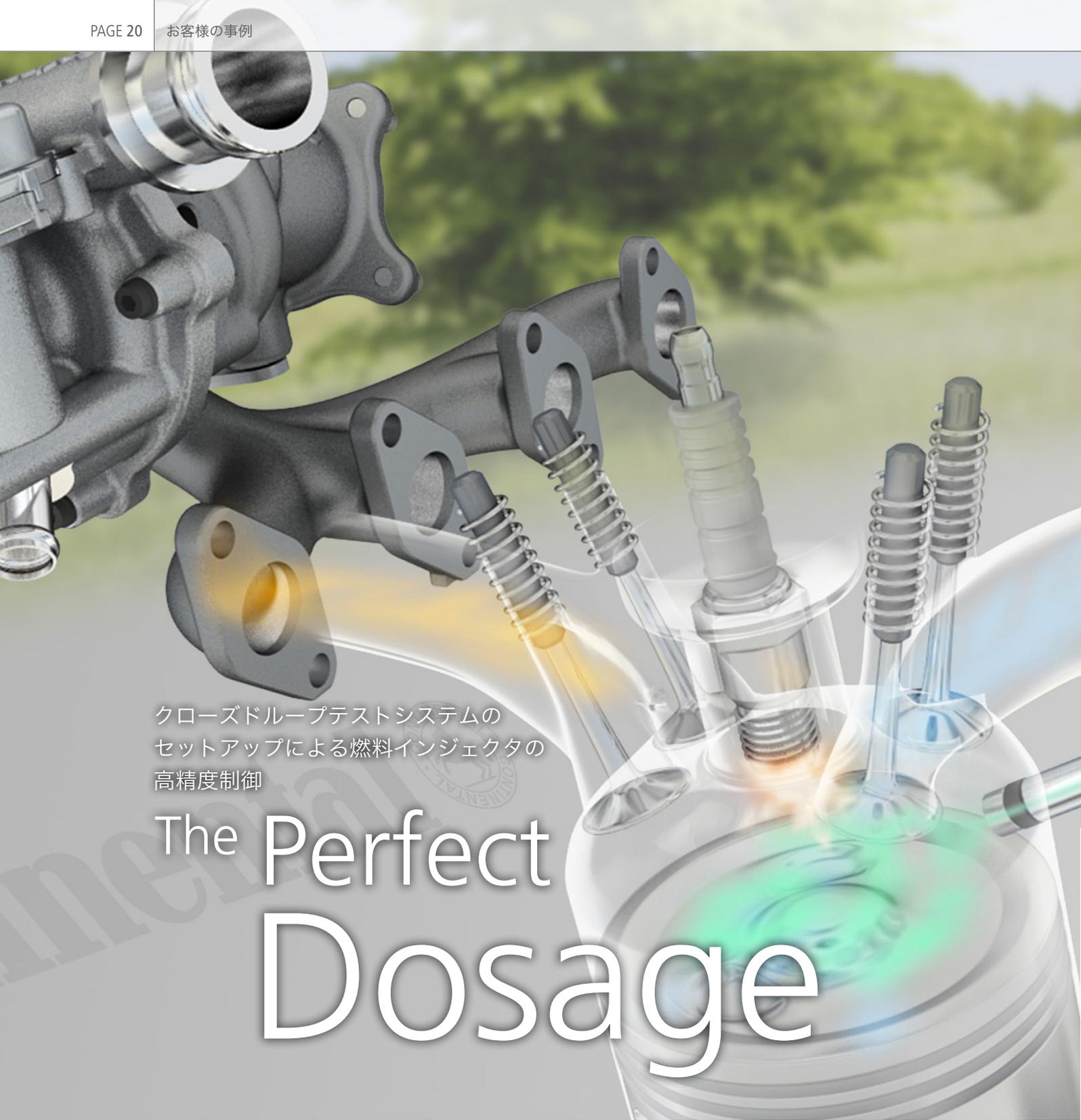


AMT = Automated Manual Transmission (オートメータドマニュアルトランスミッション)

4



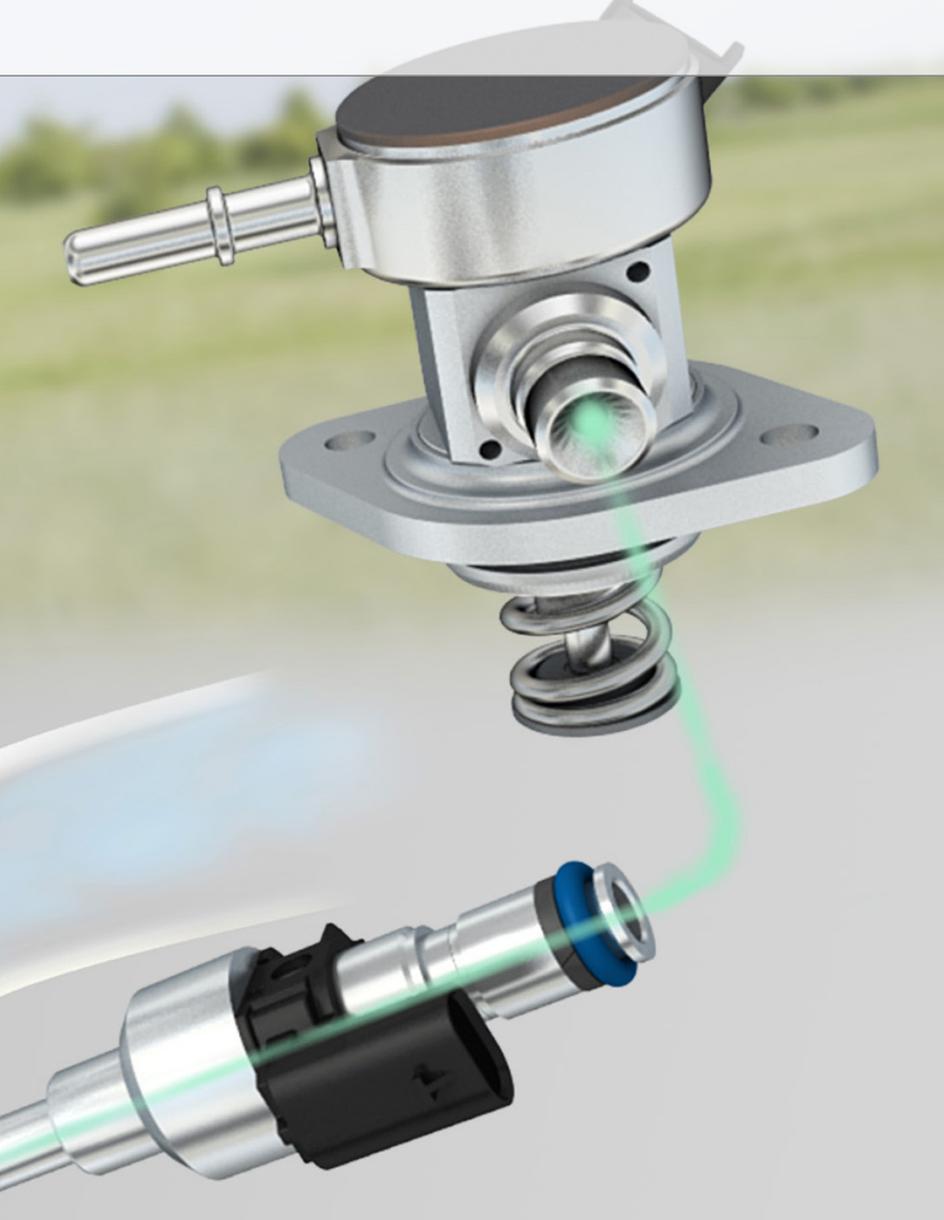
5



クローズドループテストシステムの
セットアップによる燃料インジェクタの
高精度制御

The Perfect Dosage

ガソリンエンジンでは、空気 / 燃料の混合気を完全に調整することが効率的な燃焼の前提条件となります。Continental 社では、エンジンのライフサイクル全体を通じて必要となる正確な量の燃料を常に供給できる新しい制御方式を搭載したインジェクションシステムを開発しています。同社では、ラボでの正確な試験のために dSPACE のテストシステムを使用しています。



排ガス規制の厳格化により、火花点火エンジンの開発には新たな課題が生じています。つまり、これまでにない新たな技術的アプローチにより、従来よりも厳しい排出基準に適合できるエンジンが求められています。特に、理想的な空燃比の混合気を作り出し、効率性の高い燃焼を実現するには、適切な燃油量を精密に噴射することが必要となります。このような場合、必要とされる量の燃油を提供するために、ノズルの開閉間隔を変化させることができる電子制御式インジェクタを使用します。ただし、この噴射プロセスの場合、インジェクタ制御の間隔と現在のレベルの影響を受けるという側面があります。また、燃圧もインジェクタニードルをリフトさせる原因となります。従来の噴射プロセスでは、予制御式噴射が使用されており、インジェクタの開閉間隔の決定は電子エンジン制御ユ

ニット (EECU) が行っています。この方式では、インジェクタの製造上の機械的公差や経年を把握して修正することができます。そのため、実際の開弁時間は経年的に変化してしまい、差異が生じることになります。自動車部品メーカーである Continental 社では、開弁時間および噴射する燃油量を計測し制御するためのプロセスを開発しました。

COSI による高精度の燃料噴射

制御式ソレノイド噴射 (COSI) と呼ばれるセンサレス評価システムは、特にインジェクタの開弁タイミングを検出する場合に使用します。このシステムは位置依存型誘導を採用しており、インジェクタコイルと可動インジェクタニードルによってこれを実現しています。インジェクタニードルがニードルシートに接触すると、特徴的な電流プロファイルがコイル上で計測されま

す。コントローラは望ましい開弁タイミングと計測された開弁タイミングとの差を制御偏差として使用し、次のパワーstrokeの開弁時間を決定します。この制御方式では、最小の公差で必要な燃料噴射量に精緻に対応することができるため、燃料噴射の大幅な向上と燃焼行程の安定化が実現します。これらは共に、適応制御プロセスによってコンポーネントのライフサイクル全体を通じて維持されます。

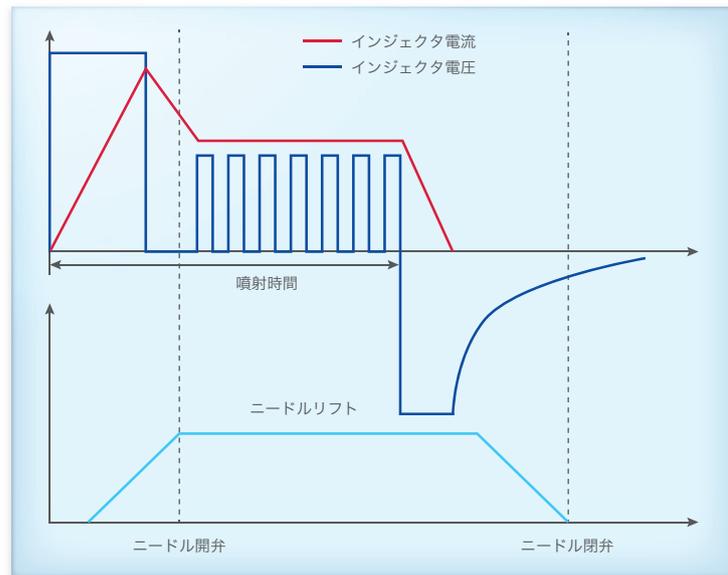
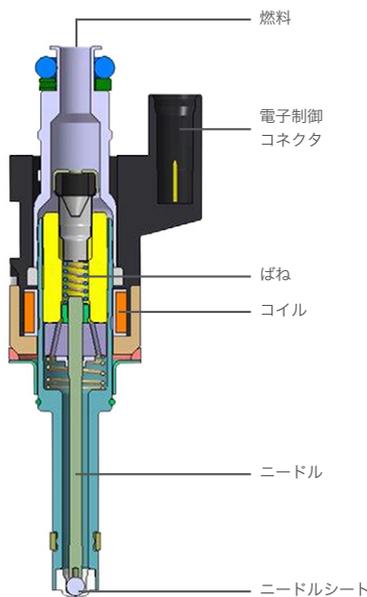
妥当性確認の要件

COSI 機能を搭載した EECU の妥当性確認を行う場合、ソフトウェア機能をテストし、インジェクタの開弁時間を検出することが必要になります。そのため、加圧下のインジェクタの特徴的な電圧および電流曲線をシミュレートしなければなりません。この場合、擬似負荷や実際の部品を使用するだけでは不十分です。なぜなら、これらは一般的に燃料を使用しないドライテストの際に使用するものであり、燃料噴射によって発生する吸気マニホールドやシリンダの圧力変化を発生させることができません。そのため、エンジンの各動作点における動作圧力を考慮しながら、リアルタイムにインジェクタの電気的挙動をシミュレートできるソリューションが必要になります。ただし、この場合に大きな課題となるのは、ほんの数ミリ秒しか続かない極めて短いインジェクタの開弁時間です。このような開弁時間では、使用されている各コンポーネントのわずかな差異も重要になってきます。そのため、容易に扱えて、さらにはシミュレーションにも柔軟に対応できるテストソリューションが必要となります。

仮想インジェクタを使用したテスト

一般に、EECU の妥当性確認には HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータを使用します。そのため、Continental 社では、COSI 機能をテストできるよう HIL シミュレータの拡張を図りました。高度に動的なプロセスは短い時間間隔で発生します。そのため、同社がインジェクタの挙動を高速に計算処理できたのは、FPGA (フィールドプログラマブルゲートアレイ) を使用した場合のみでした。また、同社がテスト領域でセットアップした dSPACE SCALEXIO HIL システムにおいて最適と思われたソリューションは、各インジェクタ向けに FPGA Board (DS2655) お

>>



左：高圧マグネットインジェクタの構成：コイルおよび可動ニードル（磁心）が可変インダクタンスを生み出します。右：理想的なインジェクタ制御、ニードル引き上げ、および噴射時間を示した図。

よび新しく開発された電子負荷モジュール (EV1139) を使用した構成でした。この構成では、電子負荷モジュールは動作電圧の影響を受けないガルバニック絶縁された EECU インターフェースとしてセットアップされており、EECU に接続されるインジェクタの実際の電流および電圧をエミュレートします。このモジュールでは、FPGA モデルで計算されたインダクタンス特性を持つインジェクタ挙動を使用します。dSPACE のオープンでカスタマイズ可能なモデルは、インジェクタの特性に合わせて正確に調整することができます。また、このセットアップは短絡や断線のテストなど、他の電氣的欠陥シミュレーションのテストもサポートしています。さらには、バルブの開閉タイミングを早めたり遅らせたりする操作が可能のため、機能的な欠陥を生成して、システムの挙動から排出ガスの値に至るまでのさまざまな情報を評

価することもできます。関連するモデルコンポーネントをパラメータ調整すれば、コンポーネントごとの差異や経年の影響をシミュレーションですばやくテストすることも可能です。

プロジェクトでの使用

Continental 社は、dSPACE の協力のもと、テストシステムの構築を進めました。まずは、情報収集、特許法に関連する疑問点の明確化、要件に関するドキュメントの作成などを行う必要がありました。両社は共にこれらの手順に沿って作業し、強力なプロトタイプを完成させました。dSPACE の開発者には完全なアクセス権が提供されたため、SCALEXIO シミュレータと ECU を適切にセットアップし、新しい COSI テストソリューションを統合することができました。テストラボにおけるコミッショニング段階では、以下の追加タスクを

実現するため、テストシステムの最適化が行われました。

- 単回および複数回の高精度燃料噴射
- インジェクタの閉弁タイミングの正確な変更
- 2つのシリンダバンクでの並列噴射

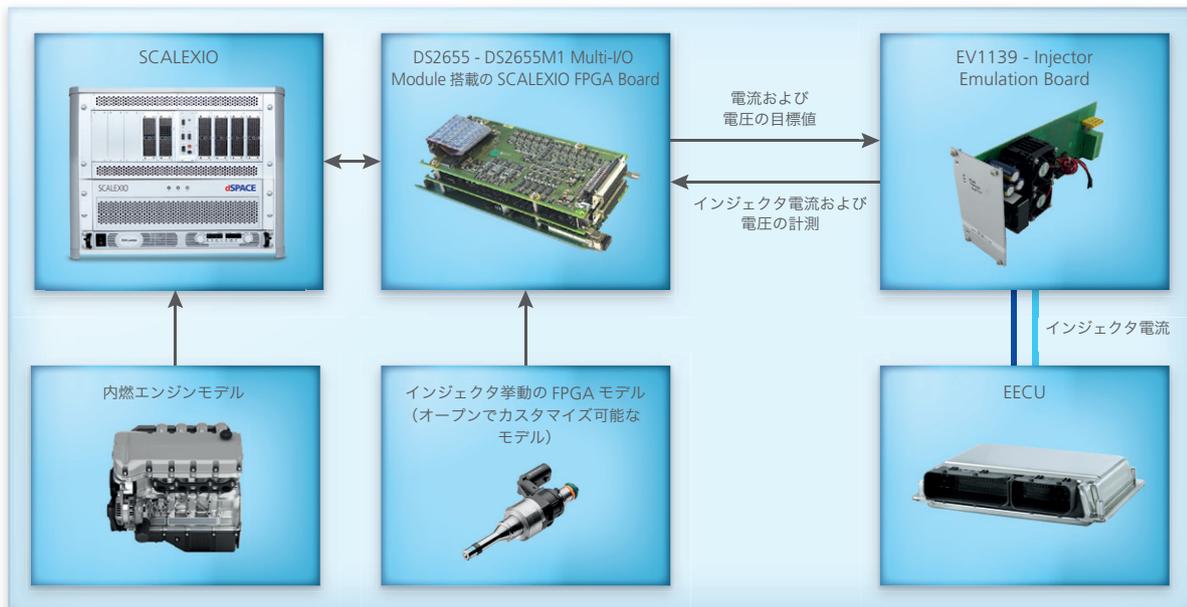
現在、テストシステムの調整は完了しており、EECU の妥当性確認プロセスに実装されています。このシステムは、COSI 機能を搭載した EECU が正確に動作するかをクローズドループで検証したり、EECU ソフトウェアの要件の妥当性を確認したりできる柔軟性と性能を備えているだけでなく、EECU の診断機能のテストも行うことができます。

まとめと展望

制御式燃料インジェクタでは、EECU の妥当性確認を行う際に新たな課題が生じて

「センサレス制御によるソレノイド駆動の妥当性検証を実現するには、ECU テストの厳しい要件への対応が必要となります。SCALEXIO シミュレータとその拡張ソリューションを使用すると、極めて動的なプロセスを高精度で再現することが可能になり、ECU の検証における信頼性が向上します。」

Michael Mench 氏、Continental 社



インジェクタシミュレーション向けの SCALEXIO HIL シミュレータの構成：内燃エンジンのシミュレーションは SCALEXIO プロセッサユニットで行われます。インジェクタのシミュレーションは、EV1139 電子負荷モジュールを制御する FPGA ボードにより行われます。負荷は EECU に対して実際のインジェクタのように挙動し、実際の電圧および電流を生成します。その後、電流および電圧の計測値が FPGA ボードに返されます。

いました。そのため、Continental 社は dSPACE の協力のもと、コントローラのテストおよび妥当性確認のための新たなテストソリューションを設計しました。このテストソリューションでは、インジェクタの挙動をシミュレートし、実際の電流をエミュレートすることができます。これは、高速な FPGA ベースの演算ユニットと電子負荷を使用することで実現しました。これにより、

EECU をクローズドループで動作させたり、ラボで柔軟にテストしたりできるようになりました。現在、Continental 社ではこのテストシステムを使用して、最新世代の EECU の妥当性確認を行っています。このセットアップは極めて柔軟性に優れており、将来的な ECU 機能の開発にも容易に利用することができます。■

Michael Mench 氏、
Alexander Zschake 氏、
Continental 社

図 4：インジェクタ電流の計測値（上）と dSPACE ControlDesk で表示したシミュレーション値（下）との比較：両波形がほぼ一致していることが瞬時に見て取れます。



Michael Mench 氏
Continental 社（レーゲンスブルク、ドイツ）
インジェクションシステムの妥当性確認
担当者



Alexander Zschake 氏
Continental 社（レーゲンスブルク、ドイツ）
インジェクションシステムの妥当性確認
担当者



日 本精工 (NSK) は東京に本社を置く日本の部品メーカーであり、主にベアリングや車載コンポーネントを製造しています。同社は 2016 年の終わりに、極めて実用性の高いトランスミッション機構を搭載した新型ホイールハブモーターを発表しました (図 1)。このモーターは比較的小さなサイズにもかかわらず、高い走行性能を実現しています。NSK が目指すのは製品としてのモーターの量産ではなく、個々の部品の地位を市場で確立することであり、主に減速機一体型ホイールベアリング、ワンウェイクラッチ、小型ローラーベアリング、および耐食ベアリングに注力しています。

安全性および快適性の向上と 環境フットプリントの改善

ホイールハブモーターはホイールに直接取り付けられているため、従来の車両で必要となるドライブトレインコンポーネントが不要になります。これにより、車体重量が減少し、その結果としてエネルギー消費量の低下や環境フットプリントの改善につながります。また、後輪駆動車ではトランスミッショントンネルなどの部品が不要となるため、車内スペースが広がり、乗員の快適性が向上します。さらに、従来のドライブトレインコンポーネントを搭載した内燃エンジンの場合に比べ、はるかに直接的かつ個別に車輪の駆動制御を行えるため、車両の安全性も高まります。

小型モーター実現のための厳しい 性能要件

NSK では、開発プロセスにおいてさまざまな課題に直面しました。なかでも、厳しい性能要件に対応しながら可能な限りモーターを小型化することは、最も困難な作業の 1 つとなりました。モーターは、あらゆる日常的な状況に対処するため、加速時や登坂時にも比較的低い回転速度で高いトルクを生み出せなければなりません。反

対に、高速道路を走行する際は、極めて高い回転速度で低いトルクを生み出す必要があります。このような、モーターのサイズへの影響が避けられない要件に対応するため、NSK の開発チームはホイールハブモーターとその部品の小型化に注力しました。

ソリューション：トランスミッション機構を一体化したホイールハブモーター

NSK では、小型化を実現するためのソリューションとして、トランスミッション機構を一体化したホイールハブモーターを開発しました。この新たな駆動装置は 2 つのモーター、2 つのプラネタリギアトレイン、ワンウェイクラッチで構成されています (図 1)。この構成により、必要十分な高トルクと最高速度を実現することができます。モーターは、内燃エンジンとは異なり、逆方向にも回転させることができます。同社のチームは、これを開発作業の土台として活用しました。高速ギアでは両モーターが同じ方向に回転し、低速ギアでは逆方向に動きます。ホイールハブ駆動装置の両モーターは、2 つのプラネタリギアユニットを介してホイールに結合されています。2 つの方向にモーターを可変的に駆動させることにより、2 つの異なるギア比が生まれます。モーターが逆方向に回転する場合は、ドライブシャフトに高いトルクがかかり、回転速度が制限されず。回転速度を上げる際には、両モーターを同じ方向へ駆動することで、車速が高まります。このような減速機一体型ホイールベアリングにより、発生したトルクが最終的にホイールへと伝わります。この特別なモーター / ギアボックス構成のおかげで、専用のシフトアクチュエータは不要となります。NSK は、これらの駆動装置を (前輪に 1 つずつの) 2 つ搭載した構成では、同等の性能を持つ中心設置型の車両モーターと比べ、重量を 30% 削減できると見

>>

「Tandem-AutoBox は制御と計測を同時に実行することができるため、私たちにとって非常に使いやすい製品でした。また、dSPACE システムと併用することにより、欠陥の分析や修正も簡単な手順ですばやく行うことができ、信頼性にも優れていました。」

松田靖之氏、日本精工株式会社





Highly Efficient Wheel Hub Motor

トランスミッション機構を一体化した
小型ホイールハブモーターの開発

画像提供：© NSK Ltd.

車両に対する環境関連法令が厳しくなる中、自動車エンジニアリングの分野では車両の電気駆動化への流れが加速しています。この流れに対応するため、日本精工では、トランスミッション機構を一体化した新型ホイールハブモーターを開発しており、モーターの評価の際に dSPACE の Tandem-AutoBox を使用しています。

テクニカルデータ

ホイールハブモーター

最大出力 (1 ホイールあたり)	■ 25 kW
最大駆動トルク	■ 850 Nm
最大回転速度	■ 135 km/h
重量	■ 32 kg

テスト車両

軸距	■ 2550 mm
輪距	■ 1484 mm
車体重量	■ 1013 kg
バッテリー電圧 および容量	■ 400 V 10.2 kWh

込んでいます。また、このトランスミッション機構では、両モーターのトルクおよび回転速度を制御することにより、加速時や制動時のギア変更をスムーズに行うことが可能です。

Tandem-AutoBox による乗車テスト

NSK の開発チームはモーターのプロトタイプを評価するため、前輪にホイールハブモーターを搭載したテスト車両を作成しました。同社は、この複雑な評価用装置の開発や、特にテスト車両の作成時には、多数の企業や大学と緊密に連携しました。なかでも、dSPACE は計画段階からこのプロジェクトを継続的にサポートしています。このテスト車両の後部には Tandem-AutoBox が取り付けられており、実際の運転を通じてホイールモーターをテストすることができます。テストで必要となる主要なインターフェースは、Tandem-AutoBox により提供されました。dSPACE システムは、ホイールハブ駆動装置のモーター制御だけでなく、電動パワーステアリングの制御にも使用されています。また、テスト車両の構成はホイールハブモーターのテスト以外の他のケー

スにも活用することができます。NSK は、今後の課題も見据えたくうえで、12 V の車載バッテリーで動作させることのできる Tandem-AutoBox を選択しました。

dSPACE との緊密な連携

NSK はテスト車両の作成に際し、dSPACE エンジニアリングサービスを活用しました。これにより、開発プロセス全体を通じて開発チームへのサポートやさまざまな専門知識の提供を受けることができました。また、両社のチームが協力することにより、迅速かつ容易に機器の設定を変更したり、制御方式を更新したりすることができました。テスト結果の解析を行った際には、dSPACE の試験ソフトウェアである ControlDesk と Tandem-AutoBox が非常に役立つことが証明されました。Tandem-AutoBox を使用すると制御タスクと計測タスクを同時に実行できたため、欠陥の分析と修正をより迅速、容易かつ信頼性に優れた形で行うことができました。

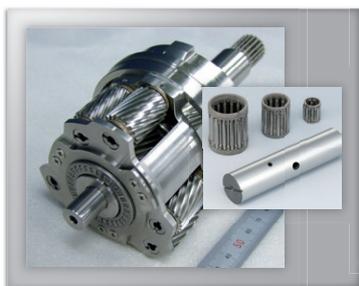
まとめ

テスト車両は電動式であるため、通常は

図 1：トランスミッション機構を一体化したホイールハブモーターの構成。NSK は、モーター用個別部品の市場での地位確立を目指しています。



減速機一体型ホイールベアリング

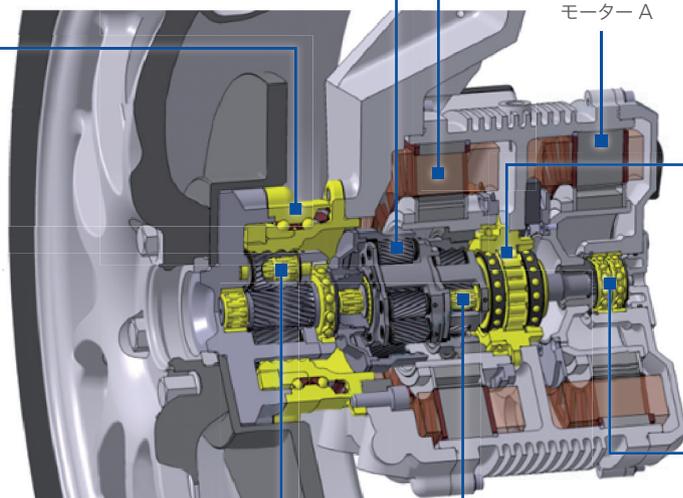


小型ローラー
ベアリング

トランスミッション

モーター B

モーター A



画像提供：© NSK Ltd.

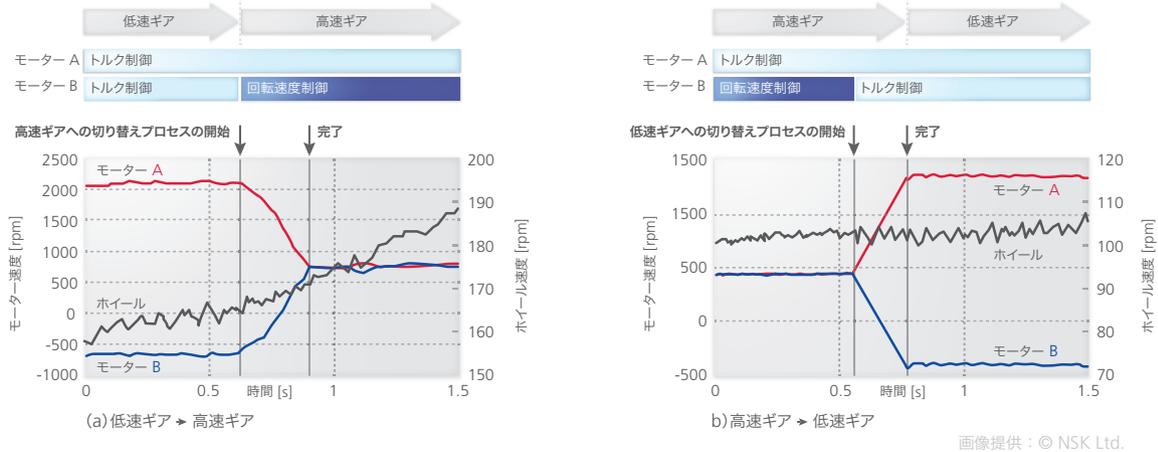


図2：高速または低速ギアへの切り替え時のプロセス：

- a) 2つのモーターは最初にそれぞれ逆方向に動きます。モーターBの方向が変わると、ワンウェイクラッチによりプラネタリキャリアが作動します。これにより、両モーターが同じ方向に回転します（高速、低トルク）。
- b) 2つのモーターは最初に同じ方向に回転します。モーターBの方向が変わると、ワンウェイクラッチによりプラネタリキャリアが停止します。これにより、両モーターがそれぞれ逆方向に回転します（低速、高トルク）。

充電ステーションに接続されているか、テスト（走行）に使用しているか、または制御ソフトウェアのメンテナンスを行っている状態となります。したがって、これら状態の切り替えが、制御ソフトウェア開発に

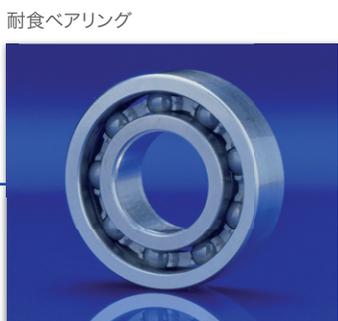
おける重要なポイントとなりましたが、dSPACEのソリューションを用いることによって、エンジニアは、各動作状態に応じて容易に調整可能な読みやすいコードを使用することもできました。これにより、

同社のチームはすべての開発プロセスを通じて作業を効率的に行うことができました。

松田靖之氏、日本精工株式会社



ワンウェイクラッチ



耐食ベアリング

ホイールハブモーターの動作についてはこちらの動画でご確認ください：
www.dspace.jp/go/dMag_20172_NSK



松田靖之氏

日本精工株式会社（藤沢市）
 自動車技術総合開発センター
 自動車システム開発部





Mastering

Variety

高度な自動運転向けの dSPACE ソリューション

高度な自動運転技術の開発は、多くの自動車メーカーにおける開発活動の中心的な課題となっています。dSPACE の仮想検証およびシミュレーションモデルの担当者である Karsten Krügel と Hagen Haupt が、自動運転向けの機能開発に伴う課題について説明します。



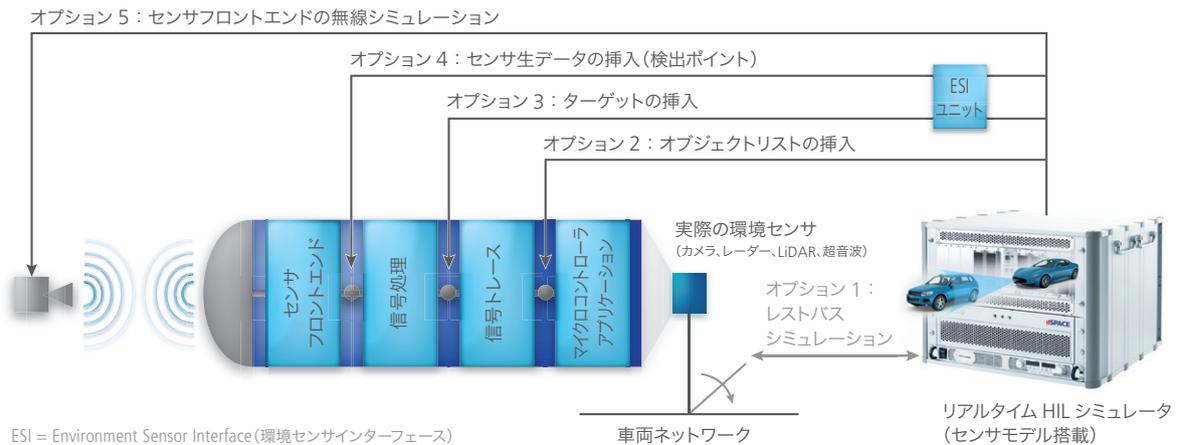
Krügel さん、高度な自動運転や自律運転が現在業界の話題となっていますが、これは dSPACE でも同様ですか。

はい、その通りです。自動運転については、当社の多数のお客様が現在ソリューション開発に取り組んでおり、dSPACE にとっても中心的なテーマです。ここ数年、dSPACE では多くの時間と労力をツールに投資することにより、OEM メーカーやサプライヤーのお客様が自動運転機能の開発や検証を行えるようサポートしてきました。また、各種のオンラインセミナーなども提供しています。私たちは、この分野のソフトウェアおよびハードウェアソリューションをシングルソースで提供できる企業であると自認しています。

Haupt さん、これらの機能の開発および検証における中心的な要素は何でしょうか。

これには、いくつかの重要な側面があると思います。まず、自動運転やセンサフュージョン、認知アルゴリズム向けの機能を開発する場合、Adaptive AUTOSAR や車載 Ethernet など、これまでとはまったく違う新しい手法と規格が必要となっているという点があります。また、妥当性確認

では現実に即したシミュレーションが鍵となるため、可能な限り総合かつ詳細に実世界の複雑な状況をシミュレートできることも重要です。そのため、製造メーカーが最適なツールを開発するうえでは、OpenDRIVE、OpenSCENARIO、Open Simulation Interface (OSI) などの新しいフォーマットが必要となっています。これらのフォーマットはシミュレーションモデルの設定をサポートしているため、シミュレーションで定義されたシナリオを現実的にエミュレートすることができます。当然、機能開発には新たなプロトタイプングソリューションも必要です。こうした中、dSPACE では、MicroAutoBox Embedded SPU による製品群の拡張を図っています。MicroAutoBox Embedded SPU は、高い演算処理能力、車載ネットワーク向けのインターフェース、環境センサ、GNSS 測位システム、そして無線通信を独自に組み合わせた、極めて小型かつ堅牢な設計の車載用ユニットです。この新たなツールについては、dSPACE Magazine 1/2017 の「Multisensor All-Rounder」の記事で詳しく紹介されています。 >>



センサデータを挿入するためのさまざまなオプションを備えたクローズドループテスト環境の基礎：必要な詳細度に応じて、さまざまな方法で HIL シミュレーションにセンサ信号を統合することができます。

シミュレーションを行う際は、何に注意を払う必要がありますか。

Haupt 氏：車両および環境のシミュレーションにおいては、使用事例ごとに固有となる関連効果の適切なエミュレーションが特に困難な課題の 1 つとなります。この場合、センサモデルが重要な要素となります。センサモデルは、物理的な現実と最大限の効率性とのギャップを埋める要素として機能しなければなりません。dSPACE では、さまざまな詳細度を持つセンサモデルを提供することにより、これらの問題の解決をサポートしています。多様なセンサモデルを使用すると、入手した情報に基づいて直ちにオブジェクトリストを作成するテクノロジー非依存型センサから、画像データを直接入力するための物理的なカメラモデルに至るまで、あらゆる対象をカバーすることができます。

サプライヤや OEM メーカーにとって、それにはどのような意味があるのでしょうか。Krügel 氏：高度な自動運転機能の妥当性確認を行うには、開発期間だけでなく

最終リリース時に至るまで、多数のテストをさまざまな詳細度で実行する必要があります。これらのテストの範囲は膨大になります。そのため、管理には確立された既存の手法のほか、dSPACE VEOS などのソフトウェアベースのシミュレーションプラットフォームも必要になります。VEOS では PC クラスタを管理することができ、数百台の計算処理ノード上で多数のシミュレーションを並行して実行し、わずか数日以内に処理を完了することができます。また、開発の早期の段階では ECU プロトタイプを入手できないため、バーチャル ECU (V-ECU) も必要になります。作用連鎖を完全にテストする場合、多数の V-ECU が必要です。そのため、ソフトウェアの統合を手作業で行うことは現実的とは言えず、ソフトウェアの連続的な統合がますます重要になります。V-ECU は、統合された最新バージョンのソフトウェアから完全に自動で生成することができます。ただし、これらすべての変更を適用するには、サプライヤや OEM メーカーのお客様が工程の調整を行ったり、まった

く新しい作業ステップを導入したりすることが必要となります。dSPACE では、そのための総合的なコンサルティングとサポートを提供しています。

つまり、HIL シミュレータはもう必要ないということですか。

Haupt 氏：ISO 26262 に準拠したリリーステストを行うには、依然として HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションは不可欠です。また、シミュレーションの際はカメラセンサやレーダーセンサなどのセンサを HIL システムに統合する必要があります。なぜなら、センサ信号のプリプロセス処理やセンサフュージョン、ECU における環境モデルの作成は作用連鎖に重要な影響を与えるためです。センサの統合は、オブジェクトリストのレストバスシミュレーションや生のデータストリームの挿入から、無線を使用したシステム全体のシミュレーションに至るまで、さまざまな詳細度で実行することができます。dSPACE では、これらすべてのバリエーションに応じてカスタマイズ可能な入出力コ

自動運転機能を開発しテストする手法は、これまでの自動車業界のツールチェーンや確立された作業プロセスの変革を促します。



自動運転に対応する dSPACE の幅広いソリューションについて説明する Hagen Haupt 氏 (左) と Karsten Krügel 氏 (右)。

ソリューションを提供しています。たとえば、画像センサと HIL シミュレータを生データのレベルで接続できる強力なハードウェアである Environment Sensor Interface Unit を開発しています。

以前のモデルと比較して、最新のモデルはどの程度より現実に即したものである必要がありますか。

Haupt 氏：現象的または物理的アプローチに基づいたセンサモデルは、上述のような生のデータを供給する場合にますます重要になりつつあります。一般に、これらは 3D グラフィック環境で処理されます。dSPACE では、MotionDesk にカメラやポイントクラウド向けの新たなセンサを搭載した強力なソリューションを提供しています。現在は、レーダーセンサのシミュレーション用の追加モデルを開発中です。

シミュレーション環境全体をより現実に近づける必要があるということですか。

Haupt 氏：シミュレーションでは、道路網、道路沿いの構造物、道路標識などの環境やコンポーネントのモデリング、および道路利用者の表示とセンサモデルとの間に常に相互作用が発生しています。そのため、センサの物理特性を現実的に表示することにより、それらへの直接的な影響が生じます。また、より現実的に表示する必要があるのはトラフィックオブジェクトだけではなく、その挙動も現実的である必要があります。道路規制を考慮した

インテリジェントな走行体系や、従来の方で行えば現実的なものにするために極めて定義に手間がかかるトラフィックシナリオなどは重要なポイントになります。

環境シミュレーションはどれほど向上していますか。

Haupt 氏：新たなソリューションでは、インテリジェントな走行体系をトラフィックシステムに統合できるほか、Simulation of Urban Mobility (SUMO) やトラフィックフローシミュレーションソフトウェア VISSIM などの実績のあるトラフィックシミュレーションソリューションとの接続も可能といった点が向上しています。さらに、dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) を使用すると、自動運転機能を備えた複数の完成車が同一環境を走行するマルチエージェントシミュレーションが可能になります。また、シナリオの定義を可能な限りシンプルに保てる手法を取り入れることも非常に重要な点です。そのためには、実際の地図情報を使用して道路網を記述したり、トラフィックオブジェクトの移動データをインポートしたりできることが不可欠です。dSPACE では、OpenStreetMap や高精度の HD マップなど、ナビゲーションデータに基づいて道路網を生成できるソリューションを提供しています。当社の確立されたツールである ModelDesk は、移動データ用のインターフェースを備えており、実際の車両テストや記録された計測値、および GIDAS-

Pre Crash Matrix (PCM) などの事故データからシナリオ記述を容易にインポートすることができます。

従来のテストと高度に自動化された運転のテストとの大きな違いは何でしょうか。

Krügel 氏：1 つ確実なのは、これまでよりも多くのテストが必要になるということです。ただし、重要なのはテストの回数だけでなく、適正なテストを行っているかどうかです。純粋に要件に基づいた総合的かつ完全なテストカタログを定義できる人はいません。だから、重要なシナリオや望まない誤検出を検出できるまったく新しいインテリジェントなテスト手法が必要なのです。これについて、dSPACE ではツールによるサポートを提案しています。たとえば、シナリオオブザーバを使用して、ランダムなテストによるシミュレーションを継続的に監視し、テスト担当者が大量のデータから関心のある状況を容易に作成および分析できるようなシミュレーション結果を準備するといったことです。

大量のデータを管理することは重要です。そのための dSPACE 製品には何がありませんか。

Krügel 氏：dSPACE のテストおよびデータ管理ソフトウェアである SYNECT は、関連する MIL、SIL、および HIL テストプラットフォームにおいて自動運転機能を完全に自動的に検証できるようにするためのインフラストラクチャを提供しています。

>>

自動運転に関する オンラインセミナー

dSPACE は高度な自動運転機能の
開発およびテストに関する 6 つの無
料セミナーを提供しています。

詳細については、以下を参照してく
ださい。

www.dspace.jp/go/AD-Webinar

1 つのクラスタにおいて実際の PC と仮想的な PC を
組み合わせて使用することにより、複雑な運転シナ
リオに対応できるまったく新しいレベルの柔軟性が
実現します。

SYNECT では、目的のテストシナリオや、
シミュレーションモデルおよびパラメータ
などの関連データを集中的に管理するこ
とができます。また、多数のテスト走行を
効率的に計画し、自動的に実行すること
ができるため、PC クラスタ上で何百万キロ
メートルものテスト走行を一晩で行うこ
とができます。

Karsten Krügel 博士は dSPACE で仮想
検証担当シニアプロダクトマネージャを務
めています。

Hagen Haupt 博士は dSPACE のアプリ
ケーションエンジニアリング部門でモデリ
ングおよび HIL シミュレーション担当マ
ネージャを務めています。

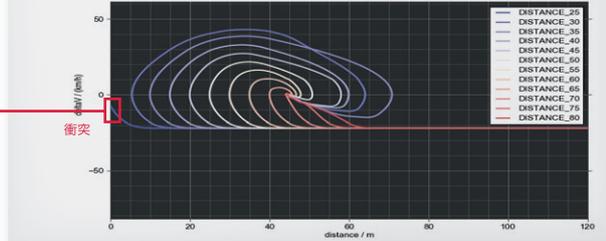
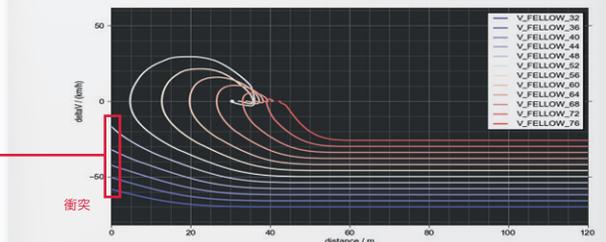
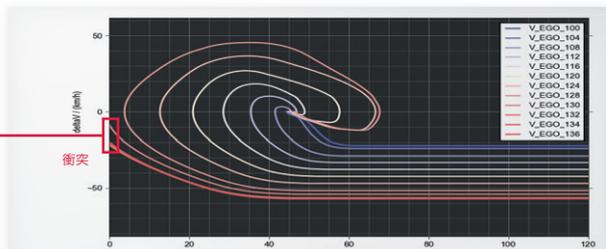
インタビューにご協力いただき、ありがと
うございました。

評価をグラフィカルに表示することにより、自車の前方で周辺車両が安全に車線内に戻れるようにするために必要なパラメータ（運転速度および 2 つの車両間の距離）が表示されます。赤で示された設定の場合、衝突が発生します。

自車 [km/h]	周辺車両 [km/h]	距離 [m]
100	80	75
104	80	75
108	80	75
112	80	75
116	80	75
120	80	75
124	80	75
128	80	75
130	80	75
132	80	75
134	80	75
136	80	75

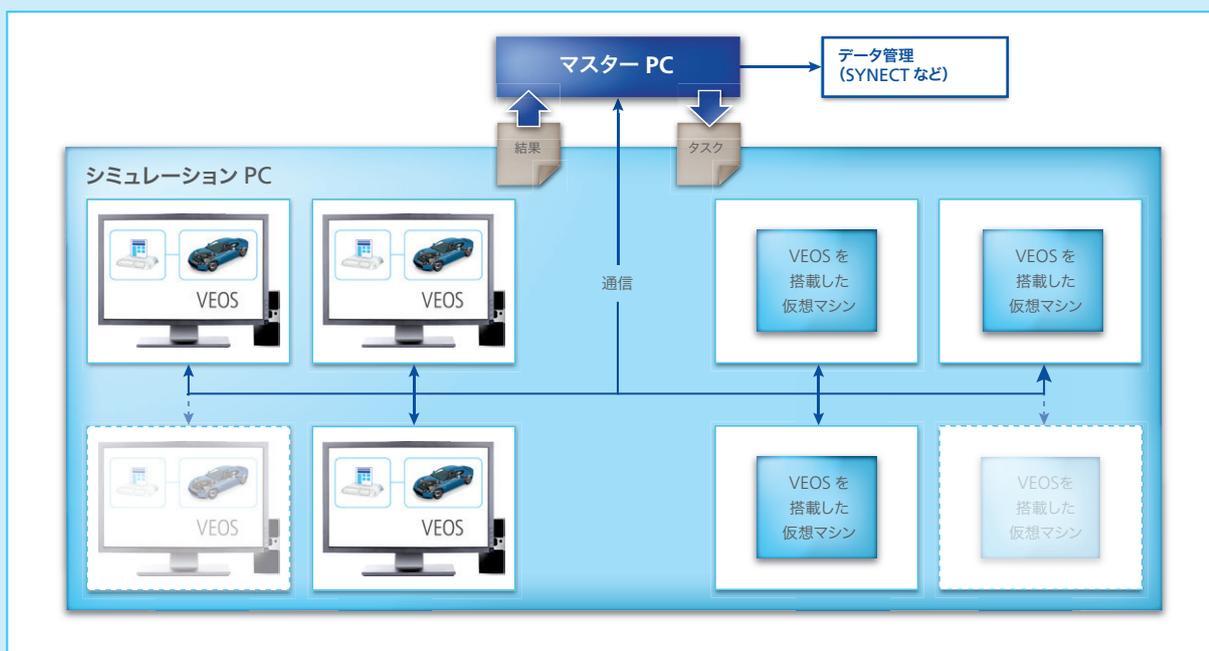
100	32	75
100	36	75
100	40	75
100	44	75
100	48	75
100	52	75
100	56	75
100	60	75
100	64	75
100	68	75
100	72	75
100	76	75

100	80	25
100	80	30
100	80	35
100	80	40
100	80	45
100	80	50
100	80	55
100	80	60
100	80	65
100	80	70
100	80	75
100	80	80





演算処理能力を融合したマルチエージェントシステム



運転支援システムや高度な自動運転機能の妥当性確認を行う際に重要なのは、マルチエージェントシミュレーションにより、複数の高度に自動化された車両とその他のインテリジェントな道路利用者の相互作用を実現することです。これには、道路利用者の挙動が異なる多数のトラフィックシナリオを実行する必要があるため、妥当性確認に必要なテスト数は劇的に増大します。この場合、Windows ベースの VEOS クラスタ上で Software-in-the-Loop (SIL) シミュレーションを行うことにより、テストパフォーマンスを大幅に向上させると同時にスケーラビリティを確保す

ることができます。テスト対象の運転シナリオは中心となるマスター PC に格納します。このマスター PC は、PC または仮想マシンとして統合されたシミュレーション PC ネットワークに個々のテストを分散させます。実装された VEOS シミュレーションプラットフォーム上では、テストがバッチ処理され、計測結果がマスター PC に返されます。dSPACE ツールはモジュール型であり、自動化することができるため、基本的にあらゆる自動 SIL テストをシミュレーション PC 上で実行可能です。テストパフォーマンスはノード数に応じて向上します。クラスタ制御を SYNECT の

テストおよびデータ管理環境に組み込めば、既存のテストプロセスと連続的な統合プロセスを理想的に融合することができます。



中央データ管理による
効率的な量産への移行

Agile Model-Based Development

ソフトウェアのすばやい導入と継続的な改良には、迅速に開発してテストを行える手法が必要です。異なる場所で作業する開発チーム間において高い透過性と整合性を維持しながらデータを交換できるようにすることは、反復プロセスを自動化することと同じくらい重要です。このようなプロセスでは、協調的なツールチェーンによってデータを中央管理することが決定的に有効であることが確認されています。

車

載ソフトウェアの開発においては、プロセスを継続的に効率化し専門化させる必要がしばしば生じます。多くのメーカーでは、異なる場所にいる多数の開発チームが協力して ECU ソフトウェアの開発に取り組んでおり、さまざまなプロセスのフェーズにおいて専用ツールや手順は確立されています。機能コンポーネントを開発およびテストし、それらをモデル全体に統合するサイクルは従来にも増して頻繁に行われていますが、もしその期間を短縮することができれば、修正プロセスをより早く検証したりテストしたりできるようになります。その結果、ソフトウェアのさまざまなバージョンをより迅速かつ継続的に入手できるようになります。

開発プロセスにおける中央データ管理

ソフトウェア開発を分散して行う場合、設計者、機能およびソフトウェア開発者、テスト担当者、およびインテグレータが同一のデータベースで作業することが必須です。この場合には、さまざまな役割、タスク、および使用するツールに対してデータやファイルの一貫性とトレーサビリティを保つことのできる中央管理システムが必要になります。dSPACE が提供している SYNECT は、MATLAB®/Simulink® を使用してソフトウェアをモデルベースで開発する場合にデータバックボーンとして機能するデータ管理ソフトウェアであり、dSPACE TargetLink は量産コード生成ツールです。これらを使用すると、ソフトウェア開発者からプロジェクトリーダーに至るまでのすべての関係者が、開発の成果物や開発フェーズの全体像を把握することができます。データバックボーンをツールチェーンに完全に統合すれば、要件管理やテスト用のツールなど、個々の開発フェーズで既の実績のあるさまざまなツールを継続的に使用しながら、それらを完全に相互接続できるようになります。これにより、次の利点が得られます。

- データの紐付けにより、要件からモデル、インターフェース、パラメータ、テストに至るまでの完全なトレーサビリティを確保し、効果分析を自動的に実行
利用者権限およびバージョン管理を統合し、それに基づいて変更を高い透過性と効率性で管理
- ツール間の効率的な連携により高度な自動化を実現
- 複数のユーザを効率的にサポートすることにより、すべての Simulink/TargetLink ユーザが一貫性のある統一されたデータベースで作業可能

以降のセクションでは、さまざまな開発フェーズにおけるモデルの妥当性確認に TargetLink、BTC EmbeddedPlatform、および SYNECT を使用したツールチェーンを導入する利点について説明します。

一貫したデータ管理により高い効率性を実現

SYNECT を使用すると、モデル、インターフェース、パラメータ仕様、テスト、およびテスト結果の各フェーズを中央から管理し、これらを要件に紐付けることができるため、すべての開発プロジェクトの関係者の作業が効率化します。SYNECT を使用することにより、設計者は、開発者がモデル全体の個々のコンポーネントにどのようなインターフェースやパラメータを使用しているのかを一元的に確認できます。SYNECT では、フレームモデル生成やモデルアップデートを自動的にを行い、必要なデータやインターフェース仕様を TargetLink モデルや TargetLink Data Dictionary に容易に転送することができます。同様に、コンポーネントモデルに対するその後の変更もシンプルかつ容易に転送できるため、すべての開発者が同じデータで作業できるようになります。SYNECT では、複数のコンポーネント開発者やテストチームがモデルの妥当性確認として開発したテストを中央管理する

>>

強力なツールチェーン

- 最高品質の ECU 量産コードの生成が可能な dSPACE TargetLink
- 高度に統合されたテスト環境を構築する BTC EmbeddedPlatform
- さまざまな場所で作業する複数のチーム間をつなぐ中央データ管理ツールである dSPACE SYNECT

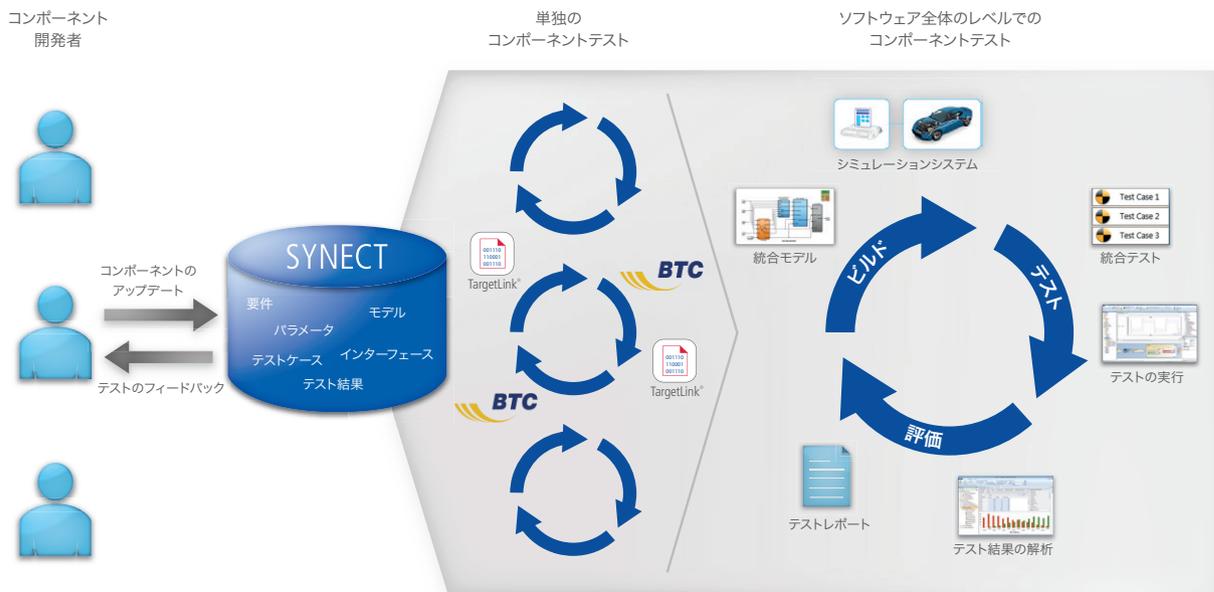


図1：コンポーネントのテストは自動化された形でソフトウェア全体のレベルまたは個別に継続的に実施されます。

だけでなく、要件、モデル、テスト、およびテスト結果を直接紐付けることも可能なため、ソフトウェアの開発状況や品質に関する問い合わせをいつでも行えるようになります。また、要件カバレッジの分析と追跡も可能です。さらに、インターフェースの適合性や品質はSYNECTにより常に確保されているため、コンポーネントをモデル全体に統合する作業は完全に自動化することができます。このように、SYNECTを使用することで、さまざまな開発者チームが開発可能なソフトウェアバージョンを継続的に配布できるようになります。

統合およびテストの自動化と再現性

コンポーネントモデルに必要な品質を確保しながらより短い開発サイクルで作業を行うには、開発者は単体のテストのみを開発、実施、および保存するだけでなく、ソフトウェア全体のフローの中でコンポーネントをテストし評価することも必要になります。SYNECTでは、このような作業を行う開発者を完璧にサポートするため、BTC

EmbeddedPlatform (図1) などの一般的なテストツールをシームレスに統合しています。これらのツールにより、開発者は、モデルに与えられた要件に基づいて単体テストを定義するだけでなく、コードカバレッジやBack to Backテストなどの解析も行えるようになります。そのため、新しいモデルバージョンごとに必要とされるテストが増え続けていった場合にも、それらを新しいコンポーネントのリリース前など

に完全に自動的にテストすることが可能です。SYNECTでは、あらゆる開発バージョンを自動的に統合できるため、テストをソフトウェア全体のレベルで継続的に行うことができます(図1)。また、SYNECTによりデータを中央管理することで、HILシミュレータなどでの妥当性確認向けに開発された既存のテストを直接使用できるようになります。リアルタイムシミュレータがない場合でも、コンポーネント開発者はdSPACE VEOSによりPCベースのオフラインシミュレーションを実行することで、

コンポーネントの相互作用を確認できます。この結果、ソフトウェア開発のさまざまなフェーズの緊密な連携が実現し、それによりソフトウェアのほぼすべての修正プロセスにおいて必要な反復作業を削減できるようになります。また、開発者には、開発した機能についての直接的なフィードバックがテスト結果やテストレポートという形で提供されます。SYNECTを使用することで、ソフトウェアの継続的な開発

作業から得られた結果に迅速かつ柔軟に対応できるようになるだけでなく、テストを再現可能な形ですばやく提供できる高度に自動化された開発プロセスを構築できるようになります。

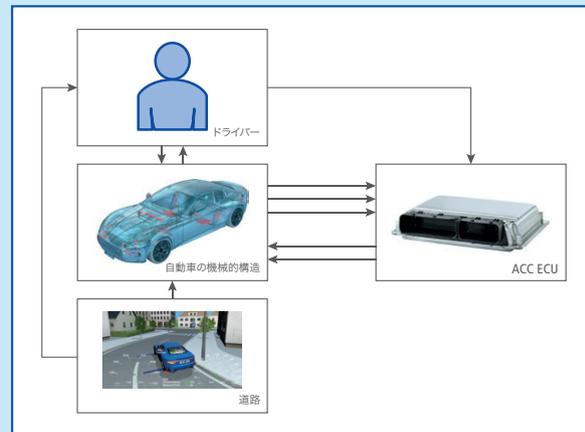
継続的に配布可能なシナリオの実装

統合プロセスを完全に自動化すれば、コンポーネントの開発者にさらなる利点が提供されると同時に、ECU開発の全関係者のタスクを簡素化することができます。SYNECTでは、継続的に配布された更新の中で最後に承認されたコンポーネン

dSPACE ツールチェーンを活用すると、開発作業を透過性や効率性に優れた形で継続的かつ自動的に行うことができます。

グラフィカルにモデルを編集

次回のバージョン 2.4 (dSPACE Release 2017-B) では、モデルの結合関係をグラフィカルに編集するためのオプションが SYNECT に導入されます。個々のソフトウェアコンポーネント、バーチャル ECU、および環境モデルなど、異なる場所で作業するチーム間で作成されたさまざまなモデルは、システムモデル全体に統合することができます。このモデルを使用して、dSPACE VEOS によるオフラインシミュレーション向けのシミュレーションシステムを生成することが可能です。また、今後はリアルタイムアプリケーションも同様の方法で作成できるようになります。SYNECT は、MATLAB/Simulink、TargetLink、Functional Mock-up Units (FMU)、V-ECU などのさまざまなモデル形式をサポートしています。また、モデルを結合する場合は、信号ベースの通信と車載バスシステムを介した通信の両方を考慮に入れることができます。さらに、作成したシミュレーションシステム向けのテストを直接計画し、自動的に実行することも可能です。



トのソフトウェアを、たとえば毎晩ビルドする、といったように定められた時間に定期的にトリガすることができます。その後、利用可能なすべてのテストを使用して、生成されたバーチャル ECU (V-ECU) をオフラインシミュレーションで検証することができます。これにより、HIL シミュレータでのテストや車載テストを行う際に、いつでも仮想検証済みのソフトウェアやテスト結果を提供できるようになります。

まとめ

量産コード生成ツール TargetLink、高度に統合されたテスト環境を構築する BTC EmbeddedPlatform、およびデータ管理ソフトウェア SYNECT によるツールチェーンを活用すると、コンポーネントの開発者が迅速にソフトウェアを開発し、継続的に更新を配布できる優れた環境を構築できるようになります。SYNECT はツールチェーンの不可欠な要素として、反復作業

の完全な自動化を実現し、敏捷性に優れた開発環境をサポートします。モデルベースの開発プロセス全体を通じてデータを中央管理することにより、すべてのツール、ユーザ、および開発成果物をつなぐ緊密なネットワークが実現します。 ■





Universal Real-Time Platform

SCALEXIO がラピッドコントロールプロトタイピングにも対応



さまざまな産業分野におけるメカトロニクスシステムの機能開発者の中では、今まさに SCALEXIO の時代が始まろうとしています。dSPACE でラピッドプロトタイピングシステムのリードプロダクトマネージャを務める Frank Mertens が、このトピックについて詳細に説明します。





Mertens さん、SCALEXIO という名称は HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションとの関連でよく知られていますが、SCALEXIO が今回初めてラピッドコントロールプロトタイピング (RCP) の分野で使用されています。これについてご説明いただけますか。

確かに、ユーザは SCALEXIO の製品ラインを主に HIL テストシステムとして認識しています。SCALEXIO は 2011 年の発表以来、その革新的なテクノロジーによって HIL 分野での信頼を得てきました。その後、長年にわたる多くの改良を経て、非常に高い成熟レベルに達しています。その間に、RCP 分野の機能開発者の多くが、優れた制御性だけでなく妥当性確認やデータ取得における利点も併せ持つこのシステムをクローズドループリアルタイムアプリケーションにも活用したいと考えました。dSPACE では今回、このニーズに応えたということです。

これまで機能開発者が RCP に SCALEXIO を使用できなかった理由は何ですか。

これまでも使用することはできましたし、一部の機能開発者はそうしてきました。ただし、最初の数年間は HIL 分野での成功に注力しました。たとえば、HIL アプリケーション向けの I/O ボードの多くは固有の機能プロパティや特殊なシグナルコンディ

ショニングを持ち、欠陥シミュレーションも統合しています。そのため、ボードには一定のサイズが必要になります。dSPACE では、SCALEXIO のさらなる最適化を行ったり、コンパクトな SCALEXIO LabBox や関連する小型のボードを投入したりするなど、ここ数年で新しいコンポーネントや機能をリリースしてきました。これらは、HIL テストだけでなく、特に RCP アプリケーションにも使用することができます。dSPACE では、SCALEXIO においてこのような広範なカバレッジを達成することができたため、正式に RCP 分野での利用拡大を図ることにしました。

SCALEXIO テクノロジの中で、RCP ユーザが特に期待できるものとは何でしょうか。

SCALEXIO システム全体を見てみましょう。SCALEXIO を構成する各コンポーネントはそれ自体極めて強力であるだけでなく、それらが相互作用することによりシステムパフォーマンスが一層向上します。私はバレーボール選手でしたが、原理は同じです。最高の選手を抱えるだけでは勝てるチームにはなりません。そのため、SCALEXIO のシステムアーキテクチャの設計時には、最新だけでなく、最も強力なテクノロジーを使用し、それらの相互作用を最適化できる手法も取り入れました。たとえば、プロセッサには Intel® Core™ i7

を搭載しています。高い演算能力を持つこのプロセッサのおかげで、高機能かつ複雑なアプリケーションでも極めて高速に処理することができます。しかし、この機能のためにタスク間の切り替え時に迅速かつ高い信頼性で反応できるオペレーティングシステムも同時に必要になります。帯域幅が不足している場合やレイテンシが高い場合、あるいはジッタと呼ばれる大きな一時変動が発生する場合には、入出力を装備したり、最高水準の演算能力を搭載したりするだけでは不十分です。そのため、dSPACE では、この分野での長年にわたる経験を備えたリアルタイムシステムの最先端企業として、現状に甘んじることなく、HIL アプリケーション向けのインテリジェントな I/O ネットワークである IOCNET など、革新的なテクノロジーを開発してきました。並外れたレイテンシ挙動に加え、広範な帯域幅を備えた SCALEXIO を使用すれば、包括的なデータの取得や最新の車載ネットワークとの接続を行う際などに、大規模なデータストリームを極めて高速に処理することができます。これにより、ユーザは現在だけでなく将来の用途にも対応できるようになります。自動車業界においては、SCALEXIO を先進運転支援システムや高度な自動運転機能、さらには電気自動車の開発に使用したり、増え続ける車両の相互接続などに活用したりできます。

SCALEXIO システムは、低レイテンシやジッタの発生時にも高い演算能力と広帯域幅を提供します。



SCALEXIO がサポートしている入出力インターフェースには何がありますか。

SCALEXIO は既に成熟したシステムであるため、多数の I/O ボードをサポートしています。そのため、さまざまな業界におけるアナログおよびデジタル信号、バス、Ethernet の処理が可能です。dSPACE では、数年前に SCALEXIO LabBox と組み合わせて使用できる初のボードを発表しました。今後も、さらなるボードの開発を精力的に続けていく予定です。

入出力に関する個別の要望については、どのように対応していますか。

これに関しては、SCALEXIO は優れた柔軟性を備えています。お客様が当社の標準的なポートフォリオでは対応できない要望をお持ちの場合でも、SCALEXIO にはサードパーティ製の PCIe I/O カードを組み込むことができるため、簡単かつ費用対効果に優れた方法で対応することが可能です。dSPACE は、I/O カードの関連するサポートと認定サービスを提供しています。またこれらは互換性テストに合格しなければなりません。そのため、高度な柔軟性を維持しながら安定性と信頼性に優れたシステムパフォーマンスを保証することができます。ただし、すべてのサプライヤが当社同様の整合性を確保しているわけではないため、お客様が他社製品を使用する際には 1 つや 2 つの「手痛い」教訓を得る可能性はあるでしょう。dSPACE では、お客様に常に高度なリアルタイムパフォーマンスとシステムアベイラビリティを提供したいと考えています。さらに、SCALEXIO では、追加のカスタマイ

ズオプションとして、自由にプログラミング可能な FPGA ボードと I/O プラグオンモジュールも使用することができます。

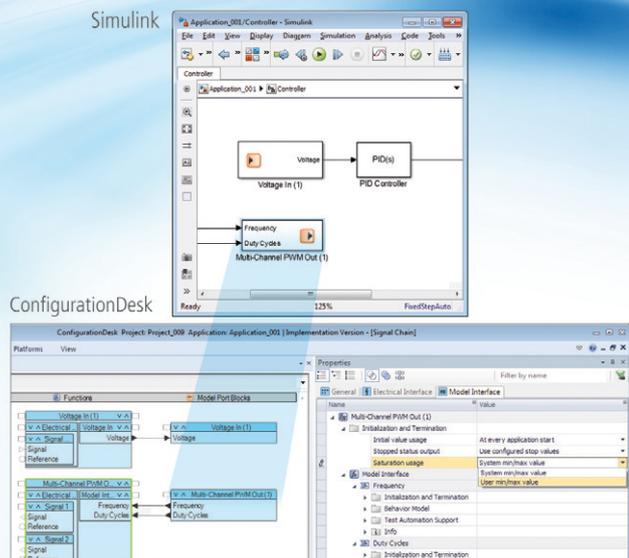
モジュール型の RCP システムで使用する新しいハードウェアにも新しいソフトウェアが必要ではありませんか。

必要な場合も不要な場合もあります。試験ソフトウェア ControlDesk、テストオートメーションソフトウェア AutomationDesk、および Simulink® のアプリケーションモデルなど、大半はハードウェアには依存しません。これはハードウェアに依存するインプリメンテー

ションソフトウェアとは異なります。私たちは、SCALEXIO の発売時に、Real-Time Interface (RTI) ソフトウェアの代わりとなる dSPACE ConfigurationDesk も発表しました。ConfigurationDesk は、入出力インターフェース全体を明確に表示し、これらを中央からすばやく設定できるまったく新しい手法を提供します。また、Simulink などのアプリケーションモデルを入出力ごとの個別の設定やモデリングからほぼ完全に切り離すこともできます。これにより、モデルの再利用やシームレスな移行だけでなく、「ゴールデンモデル」の作成なども可能になります。Functional

>>





SCALEXIO は、ラピッドコントロールプロトタイピングや HIL (Hardware-in-the-Loop) アプリケーションなど、モジュール型のリアルタイムシステムを最適に構成することができる最先端の革新的なテクノロジーを搭載しています。

Mock-up Interface (FMI) により、ソフトウェアの仕様がオープンであることももう 1 つの利点です。

長期的に見て、SCALEXIO は PHS (Peripheral High-Speed) I/O バスをベースとした今日のモジュール型システムに取って代わりますか。

それは確実でしょう。これは主にお客様の需要に後押しされることですが、その一方で、一夜にして起きることはありません。PHS ベースのシステムには 25 年以上の歴史があり、モジュール型リアルタイムシステムの標準となっています。そのため、当社は中期的にはこれらを提供し、さらに長期的に保守し続けていく予定です。ただし、将来的に増大し変化するニーズに

対しては、高度なパフォーマンス、優れた柔軟性、およびオープンな仕様を備えた SCALEXIO でなければ最大限に対応できない場合があります。いつかは PHS ベースシステムの生産終了が訪れます。その時には、完全に SCALEXIO の時代となっていることでしょう。

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。

Frank Mertens
dSPACE GmbH (ドイツ、パーダーボルン)
Rapid Prototyping Systems 部門
RCP ツールチェーン全体の責任者兼リード
プロダクトマネージャ



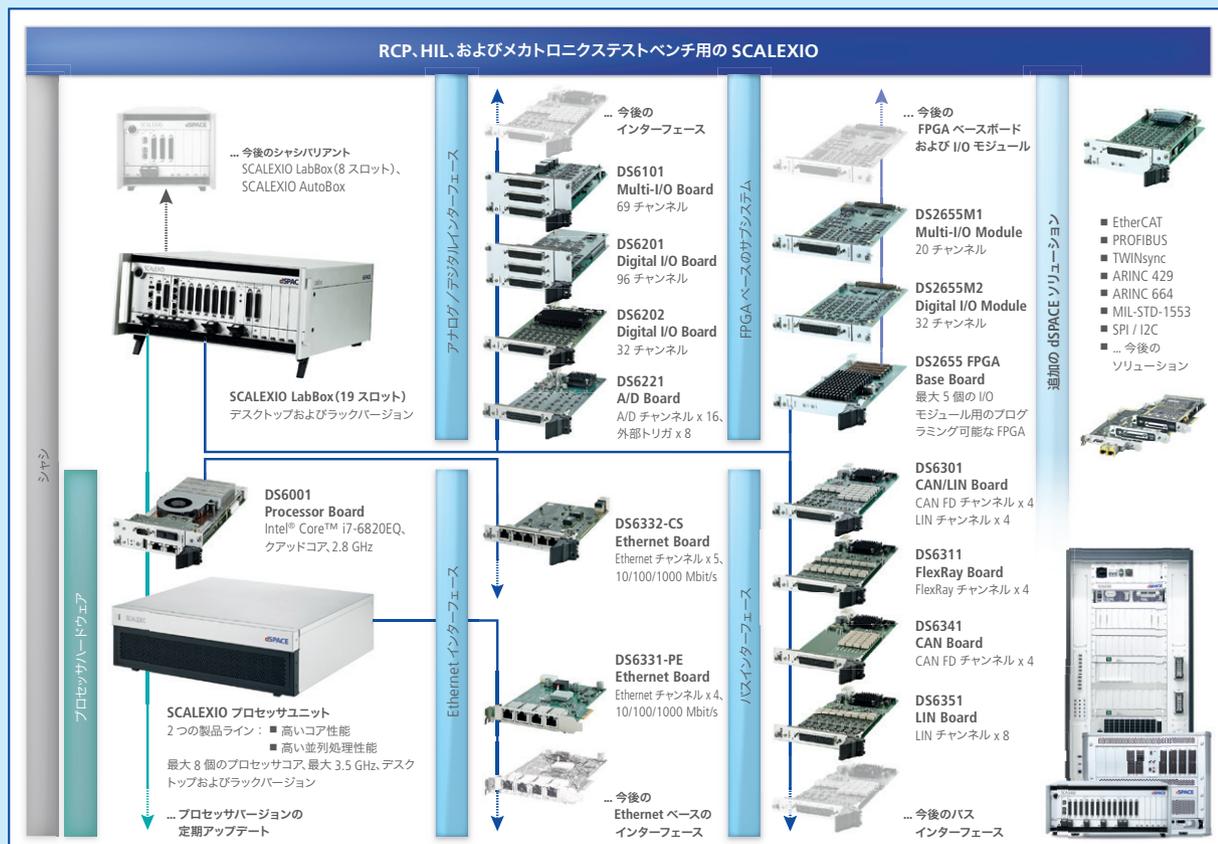
FUTURE
START

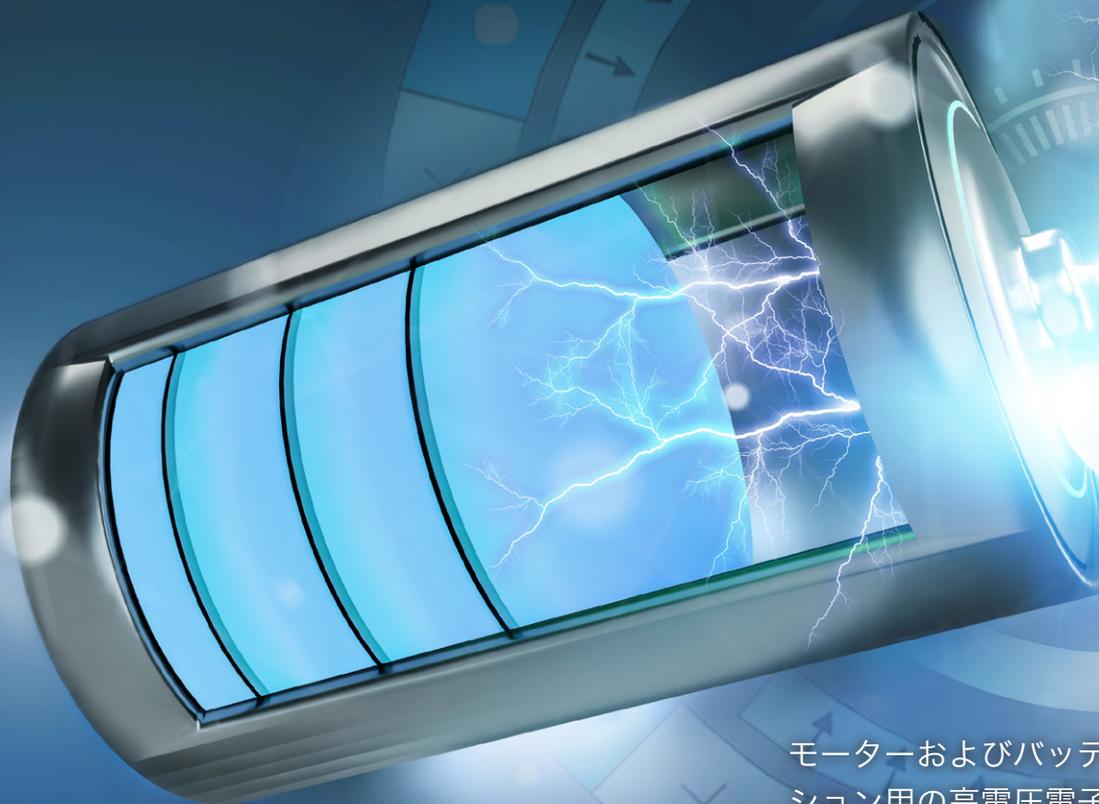
SCALEXIO 製品ラインがラピッドコントロールプロトタイピングにも対応

SCALEXIO 製品ラインは、モジュール型のリアルタイムシステム向けに特別に開発された最新かつ革新的なテクノロジーを搭載しており、極めて拡張性が高く、設定を柔軟に行うことが可能です。SCALEXIO ベースのシステムを使用すると、高度な演算処理を行い、広帯域の I/O を高速で接続することができます。つまり、幅広い用途に最適なシステムと言えます。下図に、特にラボでの RCP (機能の設計、実行、および妥当性確認) に適した SCALEXIO コンポーネントの一部を示します。このポートフォリオは、HIL の使用事例に応じて新しいオプションを追加していく形で示されています。このシステムのベースは、プロセッサボード用のスロットと I/O ボード用のスロットを備えたコンパクトなシャーシを持つ SCALEXIO LabBox です。SCALEXIO LabBox は、19 インチラッ

クや卓上で使用することができるだけでなく、放射ノイズが少なく、ボードの交換が容易であることも利点です。リアルタイムプロセッサは、外付けの SCALEXIO プロセッサユニットまたは新たな DS6001 Processor Board のいずれかによって提供します。また、LabBox に統合することも可能です。DS6001 は、4 つのプロセッサコアと 2.8 GHz の演算能力を備えおり、極めて複雑なモデルの処理に最適です。この演算能力でも不十分な場合は、複数のプロセッサボードやプロセッサユニットを組み合わせることもできます。このシステムは、一部に FPGA を使用した多数の強力な I/O ボードを備えており、これらを使用してセンサ、アクチュエータ、バス、およびネットワークとの接続を行います。I/O ボードは、dSPACE が開発したデータネットワークである IOCNET を介し

てリアルタイムプロセッサに接続されます。IOCNET は、広帯域幅でありながらレイテンシおよびジッタを大幅に低減することができるテクノロジーです。dSPACE では、自由にプログラミング可能で、追加の I/O モジュールによって拡張することもできる SCALEXIO DS2655 FPGA Base Board を提供しています。これにより、サイクルタイムを高速化したり、大規模データのプリプロセス処理を迅速に行ったりすることが可能です。また、システムに dSPACE 認定のサードパーティ製 PCIe カードを組み込むことも可能です。dSPACE では、実車での使用に対応したシャーシ (SCALEXIO AutoBox) や追加の I/O ボードなど、他のコンポーネントも現在開発中であり、間もなく発表される予定です。





モーターおよびバッテリーエミュレーション用の高電圧電子負荷

Electrifying Emulations

dSPACE は、最大 700 V の電圧でモーターやバッテリーをエミュレートできる新しい高電圧電子負荷を開発しています。この電子負荷を必要なシミュレーションモデルと組み合わせれば、すべてのトラクションアプリケーション向けのすぐに使えるシングルソースのテストシステムとなります。



Electric Drive の電子制御ユニット (ECU) に理想的なテストシステムは、コンパクトかつ強力で柔軟性に優れ、容易に修正できるシステムです。dSPACE では、このような目的に適う新たな高電圧電子負荷を開発しました。このシステムは、最大 700 V での高度に動的なモーターおよびバッテリーエミュレーションの中核として機能します。これを補完するためには、オープンかつ柔軟な dSPACE シミュレーションモデルや dSPACE SCALEXIO HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータを使用します。このシステムを使用すると、実際のコンポーネントとしてはテスト対象の ECU さえあれば済むため、テストセットアップの柔軟性向上とコスト削減が可能になります。

HIL テスト向けのモーターエミュレーション

モーター向けの ECU では、Electric Drive を搭載した車両の全駆動力を組み込まれた電子負荷で処理しなければなりません。そのため、HIL テストを行う場合は ECU に実際のモーター電流を流すことが必要です。これまでは通常、動的負荷装置を含むメカニカルテストベンチ上で実際の駆動モーターと共に ECU を動作させていました。ただし、この手法にはいくつかの欠点があります。モーターが回転する際の高い機械エネルギーには複雑な安全対策が必要であるため、さまざまなモーターをテストする場合、テストベンチではコストが高くなり、柔軟性にも欠けてしまいます。また、実現されるダイナミクスは、負荷装置のダイナミクスの制限内となります。さらに、テスト対象デバイス (DUT) は常に安全に動作するわけではないため、欠陥シ

ミュレーションは特定の範囲までしか実施できません。これらの欠点を回避するには、モーターやバッテリーのエミュレーションが必要です。これにより、テスト担当者に新たな可能性がもたらされます。エミュレーションでは、モーターやバッテリーをシミュレートし、高度に動的な負荷を使用して DUT に実際の電流や電圧を印加しますが、機械コンポーネントは一切使用しません。

長年にわたる経験

dSPACE は、実際のエネルギーフローをシングルソースから供給し、それを使用して車両の完全な仮想化を実現する既製システムとして、新たな高電圧電子負荷を開発しました。このシステムの利点は、長年にわたる dSPACE の低電圧モーターエミュレーションで蓄積された経験を活用できることです。高電圧モーターエミュレーションは、これまでの確立されたコンセプトを受け継いでいるだけでなく、さらなる進化を遂げています。ハードウェア全体の開発は dSPACE が行っており、重要なテクノロジーについては特許を申請しています。ユーザにとっては、dSPACE という単一の企業、つまりシングルソースからソリューションの提供を受けられるため、システムのセットアップや動作の調整のための労力を大幅に削減できる利点があります。

動的な高電圧負荷

高電圧電子負荷 (図 1) は、モーターなどの負荷、およびバッテリーや AC 電源などの他のソースをエミュレートする場合に使用します。いずれの用途にも同じハードウェアを使用することで、システム全体の使用手順を習得する手間が不要になり、設定

>>

新たな高電圧負荷では、実際のエネルギーフローをすぐに使えるシングルソースから供給し、それを使用して完全に仮想的に車両をシミュレートすることができます。

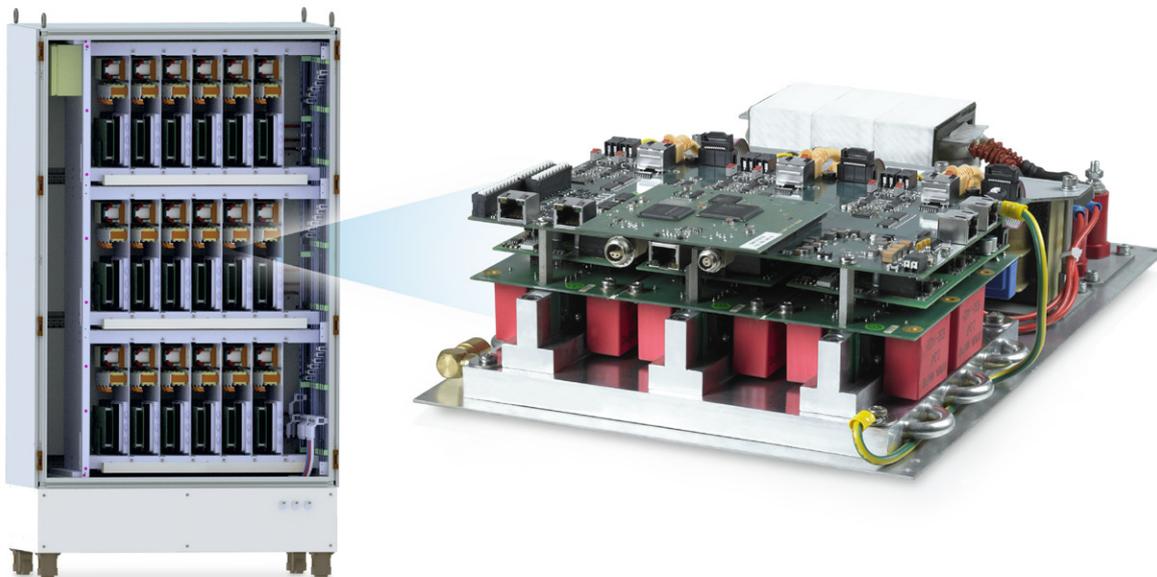


図 1：高電圧電子負荷を使用することにより、最大 700 V の電圧でモーターやバッテリーをエミュレートすることができます。

の変更も容易になります。このハードウェアでは、高度に動的な電流変化率や広帯域幅のインダクタンス値のエミュレーション、さらには最大 700 V の電流範囲を提供することが可能なため、トラクションアプリケーションで求められるすべての要件に対応することができます。すべての負荷を同時に使用すれば、最大数百キロワットの電力を実現可能です。筐体は非常にコンパクトなモジュールとなっており、計測寸法は 45 cm x 30 cm (約 18 in x 12 in) です。

オープンなシミュレーションモデル

モーターやインクリメンタルエンコーダのシミュレーションは、dSPACE XSG Electric Components Library のオープンな FPGA ベースのモデルを使用しています。このモデルにより実際の相電流を誘導すると、極めて精度の高い計算処理を高速で行うことができます。必要な場合には、ユーザ自身で、または dSPACE の

専門チームが特殊な要件に合わせてモデルを調整したり拡張したりすることも可能です。プロセッサ向けのオープンなシミュレーションモデルを備えたさまざまなモデルライブラリを提供する dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) を使用すれば、特殊な用途に合わせてモデルを拡張できます。ライブラリには、各種バッテリータイプ (ASM Electric Components)、完全なドライブトレイン、および車両 (ASM Vehicle Dynamics) などに適した多様なモデルが含まれています。電力レベルでのテスト用シミュレーションモデルは、信号レベルでのシミュレーションに使用するものと同じです。このため、モデルの使用方法を何度も習得する必要がなく、既存の設定の再利用も可能です。

強力なシミュレータ

SCALEXIO シミュレータは HIL システムとして使用することができます。多数の入

出力カードを柔軟に搭載できる SCALEXIO は、幅広い用途に合わせて調整しやすいシステムです。また、強力な SCALEXIO プロセッサユニットと FPGA ベースのモーターエミュレーションが備えられているため、制約を気にせずにシミュレーションやエミュレーションを実行できます。さらには、モーターおよび発電機のいずれのモードでもモーターのあらゆる動作点をエミュレートすることができ、高調波周波数のエミュレーションも可能なため、極めて精度の高いモーターシミュレーションが実現します。SCALEXIO は、電力レベルでの負荷テストや機能テストに理想的な HIL 環境と言えます。

幅広い適用分野

高電圧電子負荷は、Electric Drive システム向けのモーターやバッテリーを高度に動的にエミュレートする場合に最適です。また、産業用インバータ、風力および太陽光発電用インバータ、および DC/DC イン

コンパクトでモジュール型のセットアップおよびオープンなシミュレーションモデルを搭載したエミュレーションシステムは、幅広い用途に合わせて調整しやすい構成となっています。

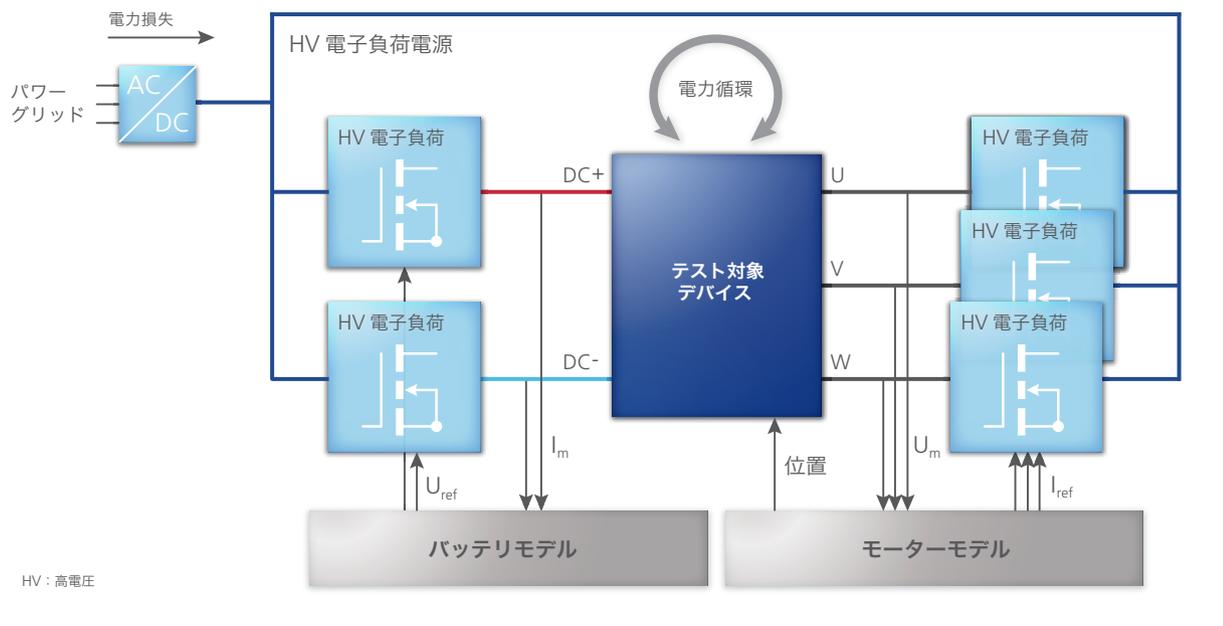


図2：一般的なテストセットアップの概略図

バータのテストやACパワーグリッドのエミュレーションなどにも利用できます。このシステムの設定は柔軟に変更できるため、航空宇宙産業のエンジニアリングプロジェクトに適した50 Hzまたは400 Hzの二相または三相など、すべての一般的な周波数範囲に対応させることができます。次のようなさまざまな開発フェーズやテストプロセスで使用することも可能です。

- パワーエレクトロニクスシステムの新たな制御アルゴリズムのテスト
- 信頼性テストおよび欠陥テスト
- 欠陥生成の制御によるリリーステストおよび認定テスト
- さまざまなモーターパラメータなどを使用した堅牢性テスト
- 車両の高電圧コンポーネントの相互作用に関するシステムテスト

コンポーネントのテストはエミュレーションによって行うため、実際のモーターを危険にさらしたり破壊したりしてしまう可能性もあるクリティカルな動作点においても、作業のすべてをリスクなしで実行できます。また、過酷な条件下でテストを行う場合でも、電流や電圧を継続的に監視することによりDUTを確実に保護することができます。

システム全体

システム全体は、高電圧負荷を備えたエミュレータラック、シミュレーションモデルを処理するためのHILシミュレータ、および冷却装置で構成されています。SCALEXIOシミュレータおよびエミュレータラックの接続は、dSPACEのネットワークテクノロジーであるIOCNETを使用しています。これにより、SCALEXIOリアルタイムプロセッサによる高速かつ低レイテンシの通信が可能になります。また、パワーグリッドにエネルギーが戻されることがないため、このシステムの設置は手頃で標準的な主電源のみがあれば完了します。モーターおよびバッテリーエミュレーション間の内部エネルギーフローにより、システム全体は極めて効率性に優れており、通常は電力定格の20%という比較的低い接続負荷しか掛かりません。トラクションドライブの一般的なテストセットアップは、バッテリー電流のエミュレート用の2つの電子負荷、モーターのエミュレート用の3つの負荷、テスト対象のECU、および損失電力を補うための主電源アダプタとなります（図2）。この構成例では設計がコンパクトなため、150 kWモーターおよびバッテリーをエミュレートするのに必要なエミュレータラックは1つのみです。

既存のツールチェーンへの統合

シミュレーションモデルのほか、モデルのパラメータ設定にはModelDesk、シミュレーションのモニタリングにはControlDesk、ビジュアル表示にはMotionDesk、テストオートメーションにはAutomationDeskなど、その他のdSPACEソフトウェアも通常通りに使用することができます。新たな高電圧電子負荷は、エンジニアリングプロジェクトの一環として2017年に発表される予定です。■

実際のレーダー反射波を用いた
レーダーセンサのテスト

Real Echoes in the Lab



レーダーセンサをクローズドループでテストできるようにすることは、先進運転支援システムの開発における基本的な課題の1つです。そのため、dSPACEではHILシミュレータを拡張することにより、ラボの限られたスペースにおいても仮想的なレーダー反射波ではなく実際の反射波を使用してテストを行えるようにしています。

レーダーセンサは、最新の車両に搭載される先進運転支援システムに必要な環境情報を提供することにより、事故の回避や自動運転をサポートしています。このレーダーセンサの妥当性確認を行う場合、レーダー波の伝播挙動を可能な限り現実的に捉える必要があります。つまり、通常はコストと時間をかけて路上テストを行うことが不可欠です。ただし、実際のレーダー波（無線）を使用するレーダーセンサを用いれば、実際の路上テストを行うことなく、ラボでテストを実行することができます。

路上テストの前にラボでテストを実行

ラボでレーダーセンサをテストするには、幅広い要件を満たす必要があります。

- まず、通常さまざまな距離（2～3メートルから数百メートルまで）や速度を持つ存在である路上の交通参加者のレーダー反射波を、ラボの限られた空間で生成しなければなりません。
- また、レーダーの開口面積（オブジェクトがレーダー波を反射する能力の基準）だけでなく、（車両がカーブ周辺を走行する際などといった）レーダー反射波の発生源における方向の変化もシミュレートする必要があります。
- さらに、テストベンチにおいて意図しないレーダー反射波が発生するとテスト結果に悪影響が生じるため、これらの反射波を除去するか、テストベンチを反

射波から保護することも必要になるため、テストは特別な吸収槽を用いて行うことになります。

ただし、これらすべての要件を満たすことは困難です。そのため、レーダーベースの運転支援アルゴリズムのテストでは、多くの場合レストバスシミュレーションが使用されます。このアプローチでは、検出されたレーダーオブジェクトはCANバスなどのバスに供給されますが、実際のレーダーセンサなしでテストを行っているため、テスト深度は不十分となります。こうした欠点は、実際のレーダーセンサやレーダー反射波を使用することで克服できます。この場合に、ECU固有の内部情報を必要としないmiro*sys Automotive Radar Scenery Generatorを使用して汎用的な作業プロセスを実行すると、レーダーセンサをブラックボックスとして扱う形でテストを行うことができます。

レーダーベースのアルゴリズムに対応したテストベンチ

レーダーベースのアルゴリズムをテストする場合、メカトロニクステストベンチ、dSPACE SCALEXIO HILシミュレータ、およびmiro*sys Automotive Radar Scenery Generator（図2a）で構成されるdSPACE無線（OTA）レーダーテストベンチが役立ちます。メカトロニクステストベンチには、レーダーセンサが配置されている吸収槽（低反射空間）、および共通

>>





図 1：レーダーテストベンチの概要

の垂直軸の周囲を回転しモーターで駆動する複数の積層リングが含まれています。これらのリングにはアンテナが取り付けられます。リングが回転するとアンテナの位置、次にレーダー反射波の発生源の方向が変化します (図 2b)。miro*sys Automotive Radar Scenery Generator はレーダーセンサが送信したレーダー波を受信し、HIL シミュレータで実行されている運転シ

ナリオに基づいて元の信号を修正します。そのため、信号の送信時から受信時までの経過時間は車両間の距離に応じて変化します。その結果、レーダーセンサが受信するのは実際の道路交通と一致したレーダー反射波となります。この方法を活用すると、ラボで容易にオートクルーズコントロール (ACC)、自動緊急ブレーキ (AEB)、車線変更などの一般的なあらゆる使用事例をシ

ミュレートできるようになります。レーダーセンサが組み込まれることの多いフロントスポイラの特長 (形状、光沢塗装) も、すべてのテストで容易に考慮することが可能です。また、このテストベンチは、フロントスポイラやレーダーセンサの部品を組み込むのに十分なスペースを有しています。■

図 2：(a) レーダー計測装置は吸収槽に配置されています。dSPACE シミュレータは運転シナリオの計算処理やアンテナ位置の調整を行い、さらには miro*sys Automotive Radar Scenery Generator を制御して最大 4 つのオブジェクトから関連するレーダー反射波を生成します。(b) それぞれの運転シナリオでの 2 つのアンテナ位置の例



製品の特長：レーダーテストベンチ

主な機能	詳細
レーダーオブジェクト (数/プロパティ)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 次のパラメータを有する4つの独立したレーダーオブジェクト： <ul style="list-style-type: none"> ■ 距離 ■ 速度 ■ レーダーの開口面積 ■ 方位角
更新レート	■ 1 ms
距離範囲/ステップ幅	■ 2.0 ¹⁾ ~ 1,000 m / 5.6 cm (デジタル)
速度範囲/ステップ幅	■ ± 700 km/h / 4 mm/s
方位角範囲/分解能	■ ± 90° / 0.1°
方位角速度	■ 最大 200° / s
サポートされているレーダー周波数	■ 23 ~ 26 GHz, 75 ~ 82 GHz

¹⁾ 開発中です。ご要望に応じて距離を短くできます。

レーダーテストベンチの動作を動画で紹介しています。
www.dspace.jp/go/
dMag_20172_Radar



miro*sys GmbHの常務取締役であるMichael Rožmann氏が、実際のレーダー反射波を使用する際の課題について説明します。



Rožmannさん、レーダー反射波を使用する環境では、なぜそれほど要件が厳しいのですか。

光学カメラから受信する画像などの解像度の高い画像とは異なり、レーダー信号を解析するのはより困難です。また、繊細な高周波テクノロジーでは、信号の品質および一貫性に絶対的な精度が求められます。つまり、ごくわずかな相違でも大きなミスにつながる可能性があります。さらに、短波信号は極めて反射性に優れている

ため、反射が意図せず発生していないか常に管理する必要があります。

これらの課題には、どのように取り組まれたのですか。

miro*sys社には高周波テクノロジーおよび光学の分野における数十年の経験があります。レーダー信号ジェネレータの開発には、当社のそのような経験を十分に活用しました。この装置では、正確かつ一貫したレーダー信号をリアルタイムに生成することができるだけでなく、特殊な材料を装着した特製の吸収槽により、意図しないすべての反射を除去することもできるため、実際に発生したレーダー反射波のみをレーダーセンサーで検出することができます。

実際のレーダー反射波を使用する利点は何ですか。この方法でしかテストできない状況はありますか。

利点は明白です。テスト対象のレーダーセンサーはブラックボックスとして扱うことができるため、センサーに関するメーカー個別の知識をユーザが習得する必要はありません。また、レードームから追跡アルゴリズムに至るまでの作用連鎖全体のテストを単一の手法のみで行うことができるのも利点です。電磁信号に対するフロントスポイラなど、周辺材料の影響も考慮に入れることができます。

競合他社製品との違いは何ですか。

当社のコンパクトな単一デバイスでは、レーダー反射波の特性、すなわちレーダーの開口面積、相対距離、および相対速度をミリ秒単位で設定することができます。さらに、最大4つの完全に独立したレーダーオブジェクト、および3つの従来型レーダー周波数(24、77、および79 GHz)をサポートしています。また、当社の信号ジェネレータはモジュラー型的设计であるため、お客様のご要望に応じて柔軟に設定することが可能です。

今後のバージョンではどのような拡張を行う予定ですか。

主に、対応するレーダー反射波の数の増加とレーダーオブジェクトの最短距離の縮小に取り組む予定です。

インタビューにご協力頂き、ありがとうございました。

Dressler 教授は現在、通信用ロボット自動車を使用して、車両の連携に関する将来の可能性を分析しています。

“We might be surprised to see the capabilities that **cooperating vehicles** will have.”

Falko Dressler 教授による未来の車車間通信の研究



dSPACE が出資する分散型組み込みシステムの研究グループは、パーダーボルン大学のコンピュータサイエンス学科で最も有望なテーマの1つを研究しています。このグループの責任者である Falko Dressler 教授は、dSPACE Magazine のインタビューを通じて刺激的な3年間を振り返り、さらには自動車業界の今後の課題にも言及しています。

Dressler 教授は2014年以降、分散型組み込みシステムチームのまとめ役を務めてきました。この3年間でチームの最も重要なマイルストーンとなったのは何でしたか。私たちは、チームを設立した年である2014年の12月には早くも最初のマイルストーンに到達することができました。世界的に有名な Vehicular Networking Conference (IEEE VNC) の事務局と折衝し、ドイツをはじめアムステルダム、ポストン、京都などの大都市、さらにはその他の小都市での IEEE VNC の開催にこぎつけました。これは私にとって幸先の良いスタートだったというだけでなく、チーム全体が誇れる大きな成果にもなりました。わずか2年後には、世界的な講演者を数多く迎える国際技術会議である International Symposium on Mobile ad-hoc Networking and Computing (ACM MobiHoc) を主催することにもなりました。この会議のおかげで、パーダーボルンが多くの高名な移動無線通信研究者の注目を浴びました。また、言い忘れるわけにはいきませんが、dSPACE と協力関係を築けたことも重要なマイルストーンとなっています。この関係は過去3年間にわたって持続的に強化されてきました。

Internet of Things (IoT:モノのインターネット) の時代において、分散型組み込みシステムと聞くと、私たちの日常生活の多くの部分にすでに関係している幅広い研究分野という印象を受けますが、教授の活動の中心は何でしょうか。

チームの研究は確かに極めて幅広い分野を対象としています。そのため、私たちは2つの主要分野に注力しています。1つ目の分野は、日常的に使用するさまざまな機器が相互接続されるIoTの時代の後押しを非常に強く受けている分野と言えます。この分野において、私たちのチームは組み込みシステム向けのセンサテクノロジーの小型化に取り組んでいます。センサの要件は、非常にコンパクトで幅広い用途に使用でき、さらにはエネルギー消費が低いということです。私たちは現在、バッテリーを含めて重さわずか1.8gの無線センサをコウモリに取り付け、ネットワーク上でコウモリの社会的交流を最大2週間監視し続けることができます。2つ目の分野は、車車間通信です。IoTとは対照的に、この分野では主に無線ネットワークにおける通信レイテンシの超短時間化や高い口バスト性の達成などに焦点を当てています。これらは人命に関わる技術です。 >>



このような車両ネットワーク技術への挑戦については、就任記念講演でも語っておられました。今や多数の自動車メーカーが車車間通信や車両/インフラ間通信の実現を模索していますが、これらの課題をどのように見えていますか。

私たちは現在、特に携帯型の自動運転に注目しています。このような技術には、現代の最新車両に搭載された環境認知機能をはるかに超える機能が含まれます。たとえば、相互連携型の車両群では、相手の車両からの情報支援によって自車に搭載されたセンサの認識範囲外の危険な状況を検出することもできるなど、文字通り障害物を見通すことができます。今日の半自動走行車もすでに優れてはいますが、相互連携型の車両群ができることを見るのはさらに興味深いと思います。ただし、これらの車両では、極めて密集した交通環境においても安全関連のメッセージを確実に転送できなければなりません。そのため、必要な通信チャンネルを確保するための効率的なリソース管理が別の大きな課題となるでしょう。

どのようにすれば、今後これらの課題を克服することができるのでしょうか。また、自動車業界が製品の相互接続を強化するための土壌を用意するにはどうしたら良いのでしょうか。大学では、研究を通じてどのようなサポートを業界へ提供していますか。

私の見解では、適切な転送テクノロジーを選択し標準化することが、車両/インフラ間の無線通信における解決策の1つの鍵となるでしょう。これまでは、そのような取り組みを各OEMメーカーが独自の方法で行っていたという印象を受けます。たとえば、多くの国のメーカーは、カバレッジがまだ不十分な第4世代(4G)の移动通信規格を使用しており、WLAN(IEEE 802.11p)経由のネットワークングを押し進めるものの、普及率が極めて低いという課題があります。業界では、迅速な費用対効果を目指すかゆえに、多くの場合このような研究の期間は2~3年に限定されてしまいます。それに対し、大学ではより長期的な研究を通じてサポートを提供することができます。このようなサポートは、一種の「技術トレンド」ともなり得ます。ただし、私が最も重要であるとわかったことは、企業では大学との協力をウィンウィンの関係で捉えるということです。

基金設立という方法で研究グループに出資している dSPACE とは、どのような協力を行っていますか。また、協力している分野とはどのようなものですか。

私が思うに、私たちと dSPACE との協力はそのようなウィンウィン関係の良い例です。理由の 1 つはもちろん、この基金が無ければ私が教授職に就くことはできなかったということです。dSPACE は明らかに大学での研究の長期的なメリットも認識していたと思います。dSPACE は私たちの活動の成果を単に受け取るのではなく、研究結果を私たちとオープンに共有します。これは業界が出資する大学の研究プロジェクトの中でも異例です。私たちがより興味深い将来的なトピックや問題を提起できるのは、知識や情報の使用に際し、多くの面で私たちが自由であるからです。また、dSPACE と協力しているおかげで、ハードウェアの提供を受けることができるのも私たちの利点です。これにより、学士論文や修士論文の作成時にもメリットがありますし、学生に実践的なセミナーを提供することもできます。一方、dSPACE にとっては、学生たちに若い時期から dSPACE 製品に親しんでもらうことにより、卒業生の多くにキャリアのスタート地点として dSPACE を必然的に選択してもらえるというメリットも生まれます。

HY-NETS プロジェクトにおいても、教授のチームは dSPACE やその他のパートナー企業と緊密に連携することにより、支援システムを通じて複雑なトラフィックフローをシミュレートし、ハイブリッドドライブのさらなる効率化を図ろうとしています。このプロジェクトの進捗はいかがですか。HY-NETS プロジェクトは、私たちと dSPACE やその他のパートナー企業との良好な協力関係を明らかに示す事例です。また、環境保護的な観点からも、車車間通信や車両/インフラ間通信を行う車両の極めて興味深い事例です。プロジェクトにおいてトラフィックフローのシミュレーションを行う場合、私たちはシミュレート済みの車車間通信や車両/インフラ間通信を使用できるだけでなく、これから最適化を行うハイブリッドカーに搭載された交通環境機能に既に対応した dSPACE モデルを利用することができます。そのため、さまざまなパートナー企業がテストベンチで実際のハイブリッドドライブをテストする場合と同じ複雑な連携運転シナリオを



適応型の無線通信は Dressler 教授の主要な研究分野の 1 つです。

作成することができます。現在の段階でも、私たちは効率性と燃費の大幅な向上の可能性のあることを明らかに認識しています。

「私が最も重要であるとわかったことは、企業では大学との協力をウィンウィン関係で捉えるということです。私の見解では、dSPACE はこれをはっきりと理解しています」

Falko Dressler 教授

教授は 2016 年に Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) フェローに指名されました。個人的に、そして研究においてこれにはどのような意味合いがありますか。

個人的には、IEEE フェローという立場は大変な名誉ですが、現時点で自分の研究に直接的な影響を与えることはなさそうです。ただし、これにより、長期的には私たちの分散型組み込みシステムチームに新たな可能性がもたらされ、さまざまなネットワークが開拓される可能性があると考えています。第 1 に、教授としてのイメージが向上し、興味深い新しい研究プロジェクトの獲得にも役立つ可能性があります。第 2 に、このような立場は卒業していく学生にも伝わっていきます。IEEE フェローの下で卒業すれば、IT 求人市場でも有利になる場合があるでしょう。

質問にお答えいただき、ありがとうございました。

Dr.-Ing. habil. Falko Dressler 教授、1971 年生まれ。2014 年 4 月 1 日からパーダーボルン大学のコンピュータサイエンス学部に所属し、分散型組み込みシステムの研究グループの責任者を務める。





Formula Student Driverless に向けた
自動運転レーシングカーの開発

Track Record

仮想ドライバーの持つ優れた特性とは、正確性、再現性、および適応性です。アウクスブルク応用科学大学の Formula Student チームは、最短のラップタイムの達成に全力を注いでいます。このチームでは、MicroAutoBox とマルチセンサ開発環境である RTMaps を使用して、自動運転制御の開発に取り組んでいます。

Formula Student は、常に自動車業界の最先端の開発状況に歩みを合わせています。2017 年以降、Formula Student Driverless では自動運転レーシングカーによる競争が繰り広げられてきました。この大会の狙いは、トラフィックコーンによって示されたコースをレーシングカーが可能な限り高速かつ全自動で走り抜ける技術を競うことです。アウクスブルク応用科学大学の Team Starkstrom も、この大会に参加しているチームの 1 つです。このチームは、2015 年には早くも GPS ベースの仮想ドライバーによる自動テストを導入しました。代表である Julian Stähler 氏は、「私たちのチームは、この方法で電動レーシングカーのトルクベクタリングを最適化することができました。実際のドライバーではこれほど高

い精度の再現性を提供することはできなかったでしょう」と述べています。

マップによる運転

同チームは現在、規制に適合しながら、2 個の LiDAR センサおよび 1 台のカメラを搭載する自動運転レーシングカーを保有しています。これらの機能のおかげで、レーシングカーは自動で周辺状況をキャプチャし、GPS を使用して高速でコースを走り回ることができます。このレーシングカーのセンサは、意図的に最初の周回では車速が低速になるように設定されています。たとえば、LiDAR センサは時速 20 km までの速度で信頼できる計測データしか返しません。この速度では、レーシングカーをまずコースに馴染らし、検出したすべてのトラフィックコーンとその GPS 位

置データをマップに組み込むことができます。この間、カメラは基本的な事項を検出し、LiDAR センサはレーシングカーに正確な距離情報を返します。次の周回では、速度を上げ、マップ上でセンサデータを統合することにより走行に沿ってレーシングカーを制御します。周回を追うごとに、マップ上のデータはますます詳細なものになります。10 周目を完走する際には、レーシングカーはゴールラインで停止する必要があるため、色の異なるトラフィックコーンに基づいてカメラでゴールラインを検出します。

中央演算ユニット

レーシングカーを集中的に制御するため、チームでは MicroAutoBox と MicroAutoBox Embedded PC を組み合わせて使用して

「RTMaps および MicroAutoBox を使用することにより、極めて迅速に新しい機能を開発し、短期間で自動運転レーシングカーに実装することができます」

Julian Stähler 氏、Starkstrom チーム

います。MicroAutoBox では、アクチュエータを制御するためのステアリング角およびブレーキコマンドを計算し、Embedded PC では、すべての画像センサの信号を受信します。これらの処理とマージには、Intempora 社の RTMaps 開発環境が使用されています。

アルゴリズムの開発

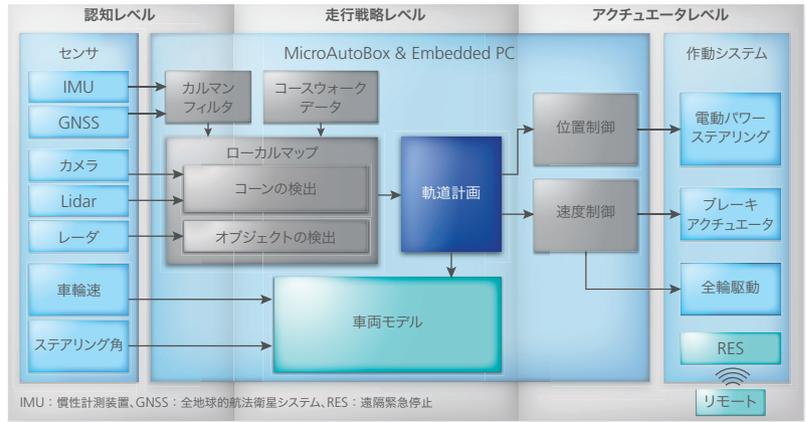
ソフトウェア開発者の Mathias Pechinger 氏は、「チームでは、Python やオープンソースのライブラリを使用して、レーシングカー自らがトラフィックコーンを検出できるようなアルゴリズムを作成しました。その後、Python ブロックを使用してアルゴリズムを RTMaps に統合しました」と説明します。さらに、カメラおよび LiDAR からの信号を RTMaps に組み込み、走行軌道の計算を行いました。機能開発の完了後はシミュレーションを行ったため、RTMaps のランタイム環境を搭載した Embedded PC 上でソフトウェアを直ちに実行することができました。レーシングカーが高速で自動走行を行う際は、GPS 基準信号データ、LiDAR データ、加速および車輪速センサからのデータの融合が行われます。GPS 信号が不通となった場合は、減速を開始し、画像システムによりレーシングカーを制御できるまでの約 7 秒間をカルマンフィルタによって時速 50 km で走行することができます。

高性能を達成

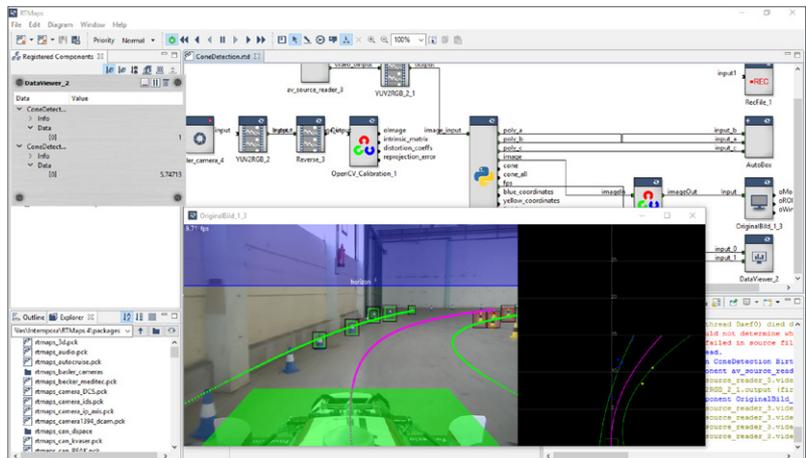
開発者である学生らは、RTMaps の機能とワークフローに非常に満足しています。Mathias Pechinger 氏は、「RTMaps は本当に使いやすいです。特に MicroAutoBox の Simulink® で開発したアルゴリズムとの関連付けが容易であるため、新しい機能を極めて迅速に実装することができます」と述べています。初期の USB ベースのカメラを使用したモデルを Ethernet 接続を使用したモデルに置き換える作業も非常に簡単でした。この際、カメラを始動するのに必要な作業は関連する RTMaps ブロックを選択することだけでした。チームでは、柔軟かつ強力なツールチェーンを使用することにより、レーシングカーの性能を大幅に向上させることができました。今では時速 90 km で安全にコースを走行できるようになっており、これは今後のレースを戦うための大きな基盤となっています。 ■



アウクスブルク応用科学大学が開発した自動運転レーシングカーは、全地球的航法衛星システム (GNSS) を搭載しており、1台のカメラと2個のLiDARセンサを使用して環境情報を取得しています。



車両制御構成の概略図。



取得した環境情報の評価と走行軌道の決定には RTMaps を使用します。

SCALEXIO システム用の新しいハードウェア

dSPACE は、SCALEXIO 用の多数のハードウェアボードを提供しています。これらのボードは、SCALEXIO LabBox や SCALEXIO ラックシステムなどのさまざまなシステムで使用することができ、機能開発と ECU テストのいずれにも最適です。



小型の SCALEXIO LabBox は、最大 18 枚のボードと組み合わせて使用することができます。



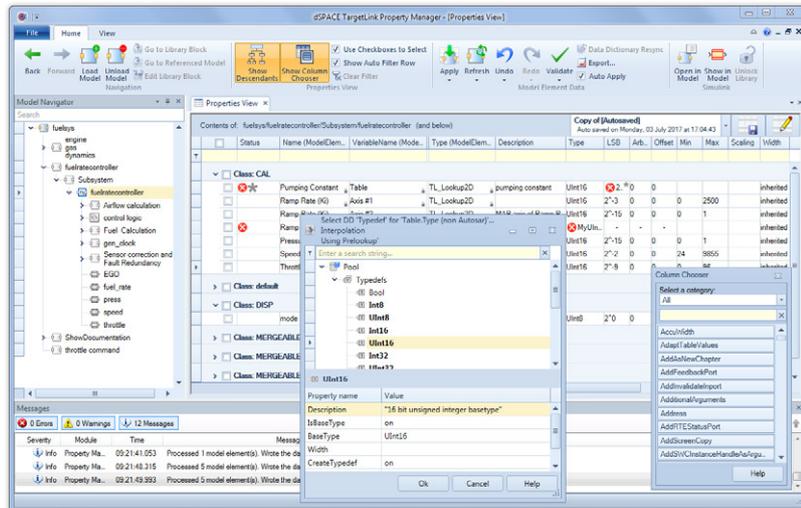
SCALEXIO ラックシステムは最大 12U の高さを持ち、最大 20 枚のボードと組み合わせて使用することができます。

製品	説明	SCALEXIO システム
 DS6001 Processor Board ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intel® Core™ i7-6820EQ(クアッドコア、2.8 GHz)を搭載したプロセッサボード ■ 高速なクロードループアプリケーションに最適 ■ 広帯域幅および SCALEXIO I/O ボードへの高速アクセス ■ 追加のプロセッサハードウェアと接続してプロセッサ性能を容易に拡張可能 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCALEXIO LabBox
 DS6331-PE Ethernet Board ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4 つの Ethernet インターフェースにより SCALEXIO プロセッサユニットを拡張 ■ 10/100/1000 Mbit/s の転送速度をサポート ■ 4 つの統合 Ethernet コントローラ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCALEXIO ラックシステム
 DS6332-CS Ethernet Board ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ■ DS6001 Processor Boards に 5 つの Ethernet インターフェースを追加 ■ 10/100/1000 Mbit/s の転送速度をサポート ■ 統合ネットワークスイッチ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCALEXIO LabBox
 DS6311 FlexRay Board	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4 つの独立 FlexRay コントローラ ■ 各コントローラのチャンネル A とチャンネル B は並列で使用可能 ■ 終端抵抗およびフィードスルーオペレーションのソフトウェア制御 ■ ウェイクアップのサポート 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCALEXIO LabBox ■ SCALEXIO ラックシステム
 DS6341 CAN Board	<ul style="list-style-type: none"> ■ CAN/CAN FD チャンネル x 4 ■ すべてのチャンネルが互いに独立 ■ 40 kBd ~ 8 MBd の CAN FD データ転送速度 ■ 終端抵抗およびフィードスルーオペレーションのソフトウェア制御 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCALEXIO LabBox ■ SCALEXIO ラックシステム
 DS6351 LIN Board	<ul style="list-style-type: none"> ■ LIN チャンネル x 8 ■ すべてのチャンネルが互いに独立 ■ 終端抵抗のソフトウェア制御 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCALEXIO LabBox ■ SCALEXIO ラックシステム
 DS6221 A/D Board	<ul style="list-style-type: none"> ■ 高速 A/D チャンネル x 16 ■ 250 ns (4 Msps) の変換時間および 16 ビット分解能 ■ 多彩なトリガオプション ■ ストリーミングインターフェース 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCALEXIO LabBox ■ SCALEXIO ラックシステム
 DS6202 Digital I/O Board	<ul style="list-style-type: none"> ■ 双方向チャンネル x 32 ■ 5 V および 12 V のセンサ電圧供給 ■ 拡張可能なデジタル I/O 機能 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCALEXIO LabBox ■ SCALEXIO ラックシステム
 SCALEXIO Serial Interface Solution	<ul style="list-style-type: none"> ■ 最大 4 つのチャンネルに対応する Serial Peripheral Interface (SPI) ■ 最大 5 つのチャンネルに対応する I²C (Inter Integrated Circuit) インターフェース 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCALEXIO LabBox ■ SCALEXIO ラックシステム ■ SCALEXIO ラックシステムに接続可能な外部筐体

¹⁾ このボードにはスロットの依存関係があります。詳細については、dSPACE 営業部 (info@dSPACE.de) にお問い合わせください。

TargetLink 4.3 : 大規模モデルの制御

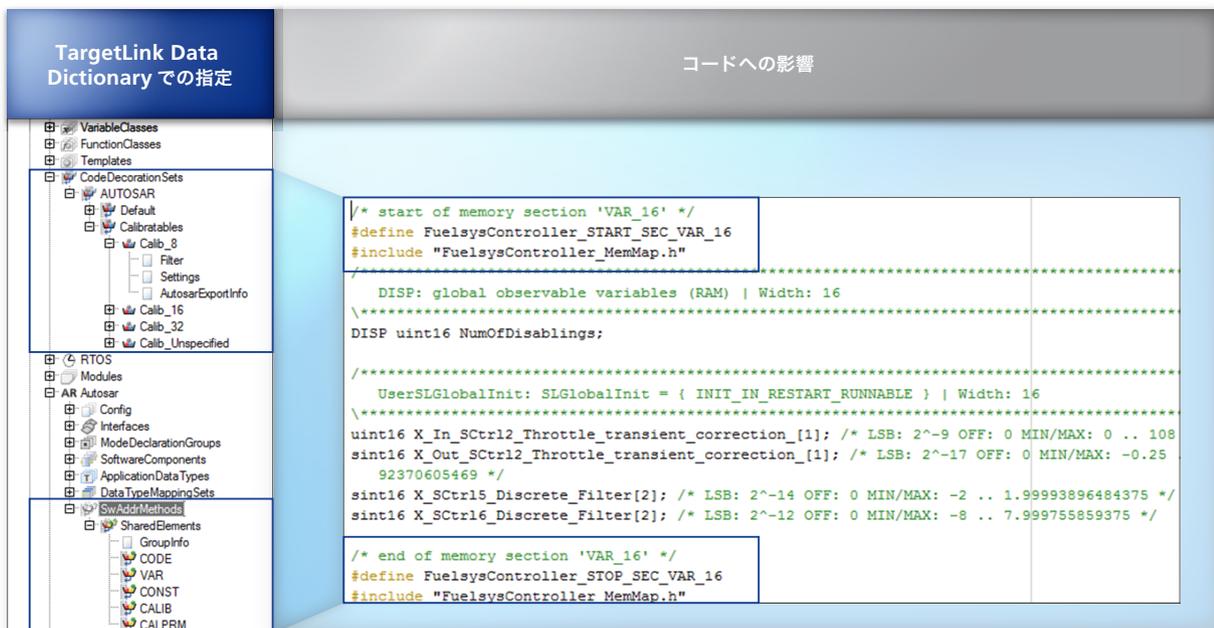
全面的に改訂された TargetLink 4.3 の Property Manager を使用すると、量産コードの開発者はモデルだけでなくブロックやオブジェクトのプロパティの全体像もより容易に把握することができます。詳細なフィルタオプション、妥当性確認の自動化、エラー表示など、新機能も搭載されています。これにより、特に大規模なモデルでの作業が大幅に容易になり、ユーザビリティが向上します。また、ワークフローが最適化され、作成した成果物をより柔軟に体系化できるようになったため、個々のコンポーネントを容易に作成、統合、および再利用できるモジュール型の開発環境を構築することができます。TargetLink 4.3 では、AUTOSAR 4.3 もサポートしており、データやコードを個別のメモリ部分へと分割できる新しい強力なメカニズムを提供しています。TargetLink 4.3 は MISRA C:2012 の Mandatory (必須) および Required (必要) カテゴリのすべての自動コード生成規則に準拠しているため、逸脱の記録に伴う作業を大幅に削



全面改訂された Property Manager を搭載した TargetLink 4.3

減することができます。これは、特にセーフティクリティカルなプロジェクトで役立ちます。TargetLink 4.3 を使用すると、アルゴリズムのモデリングを総合的に拡張でき

るため、機能開発者やソフトウェア開発者の作業がこれまでよりはるかに容易になります。 ■



TargetLink Data Dictionary を使用した新たなコード分割機能により、すべての機能および変数を望ましいメモリセグメント内で確実にインスタンス化することができます。

dSPACE Magazine アンケートの結果

dSPACE Magazine に関する最新の読者アンケートでは、非常に好意的なご意見を多くいただきました。ご参加いただいた皆様には厚く御礼申し上げます。ご意見の中には、賛辞ばかりではなく、一部の分野における改善の余地を指摘する貴重なご意見もございました。当社は今後もこれらの課題に対処していきたいと考えています。また、ご記入いただいた各アンケートでお約束した通り、指定の団体への寄付も行って参ります。参加者の皆様がアンケートの最後で選択された希望の寄付先に従い、世界自然保護基金 (WWF) に 1,100 ユーロ、国境なき技師団 (Engineers without Borders) に 1,400 ユーロ、国際連合児童基金

(UNICEF) に 2,500 ユーロを寄付する予定です。寄付金はさまざまな緊急のプロジェクトの支援に活用されます。ご参加いただいた皆様には重ねて御礼申し上げます。 ■

dSPACE Magazine のオンラインバージョンとアーカイブについては下記をご覧ください。



www.dspace.jp/magazine



出典：© WWF/Steven Morello



出典：© Engineers without Borders



出典：© UNICEF/Syrier/2016/Al-Issa

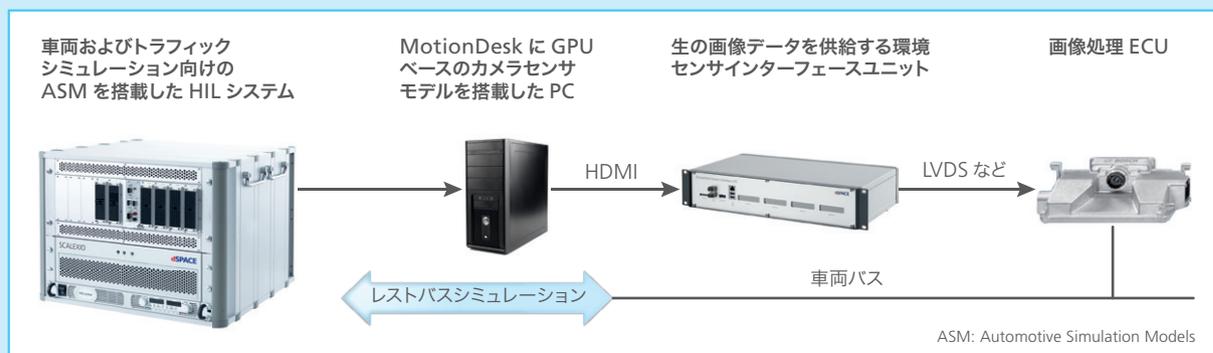
同期済みのセンサデータをカメラ ECU に供給

自動運転システムには、複数の環境センサが使用されています。センサのシミュレーションをセンサフュージョンや機能テスト向けの HIL 構成で行う場合、個々のセンサのステイミュラス信号を正確に同期させることが必要です。dSPACE の新たな環境センサインターフェースユニットでは、生のセンサデータを 1 つまたは複数のカメラ

ECU に時間同期した形で供給することができます。環境センサインターフェースユニットは、カメラベースのシステム¹⁾を over the air でテストする際に発生する次のような一般的な問題を克服するのに理想的なソリューションです。

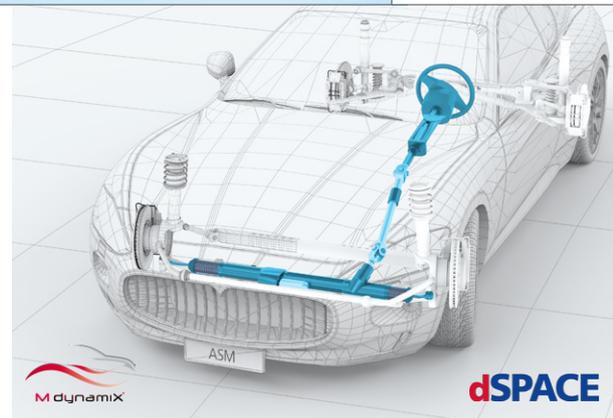
■ モニターのコントラストの制限 (夜間の不十分な光や、太陽のまぶしい光など)

- レンズ (魚眼レンズ効果など) による歪み
- ステレオカメラまたは複数のカメラを使用した複雑な構成
- 光路上の汚れ
- ピクセルエラー



¹⁾ レーダーおよび LiDAR の生データに対する拡張機能は現在開発中です。

dSPACE と MdynamiX 社の協力により、ビークルダイナミクスシステム向けソリューションの範囲が拡大

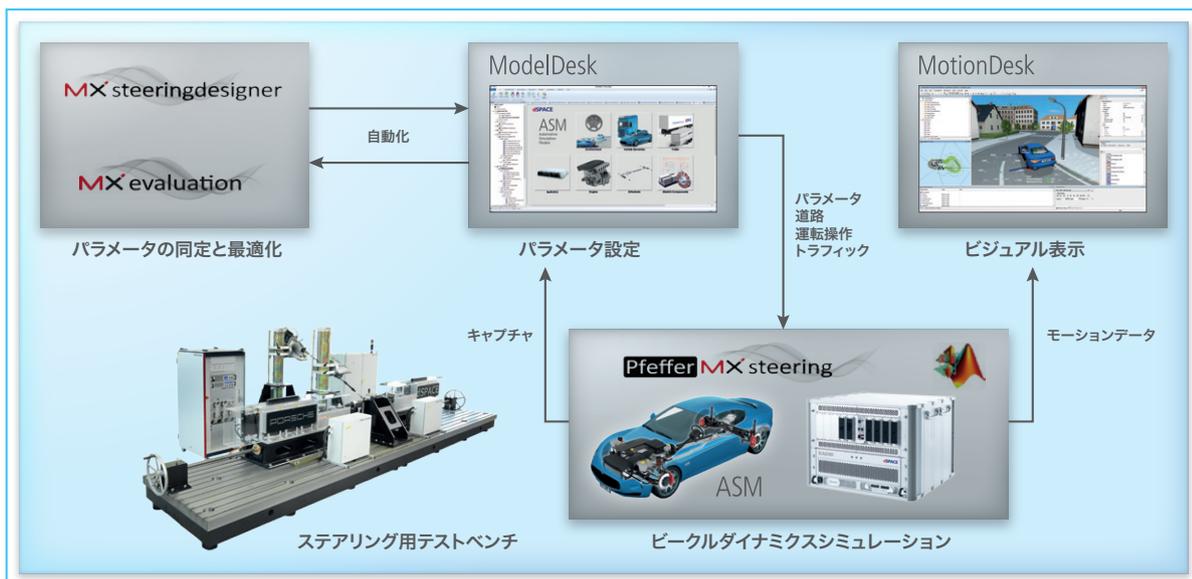


dSPACE では、電動ステアリングシステムの開発およびテストにおいてこれまで建設的な協力関係を築いてきた MdynamiX 社とのさらなる連携を図っています。この度、MdynamiX 社の CEO である Peter E. Pfeffer 教授が開発した有名なステアリングシステムモデルが、dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) ツールスイートに統合されました。これにより、ビークルダイナミクスやステアリング操作の開発において、車両開発者は強力なツールチェーンを利用できるようになります。

dSPACE プラットフォームでは現在、実績あるツールである MXsteeringdesigner や MXevaluation を搭載しているだけでなく、ステアリングシステムの特性評価やステアリングモデルパラメータの同定など、極めて重要な作業ステップにおいても MdynamiX 社の専門技術を取り入れて

います。ステアリングシステムモデルを統合すると、dSPACE のステアリングテストベンチで得た計測値を使用して、MXsteeringdesigner 上で ModelDesk 向けのパラメータを自動的に同定できるようになります。MXevaluation を使用すると、車両の計測値やシミュレーションから目的のパラメータを特定することができ、これらのパラメータを電子制御ユニット (ECU) のアプリケーションやステアリング感覚の最適化に使用できるようになります。dSPACE では、特にビークルダイナミクスおよびステアリング適合の分野における複雑な問題を解決する必要がある開発プロジェクトにおいて、MdynamiX 社の強力なサポートを受けています。また、ASM シミュレーションツールスイートはミュンヘン応用科学大学の MdynamiX テストベンチでも使用されているため、関連するすべてのテストシステムで継続的な

開発と保守を行うことができます。このようなシームレスな統合により、モデルベース設計 (MBD) から SIL (Software-in-the-Loop) シミュレーションや実 ECU を使用した HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションに至るまで、継続的な開発プロセス向けの理想的な新しいツールチェーンが実現します。dSPACE と MdynamiX 社のこのような連携の目的は、ビークルダイナミクスやステアリングシステムの分野においてハードウェアからソフトウェア、そしてアプリケーションに関する知識までを含む完全なパッケージをお客様に提供することです。 ■



dSPACE ModelDesk では、ステアリングシステムのパラメータを同定および最適化したうえでインポートし、その後これらを使用して他のデータと共に ASM モデルをパラメータ化することができます。dSPACE SCALEXIO でそれらのリアルタイムシミュレーションを行うと、dSPACE MotionDesk の 3D アニメーションを通じてビジュアル表示することができます。

演算負荷の高いアプリケーションのために さらなる演算性能を有する MicroAutoBox Embedded PC

dSPACE では、第 3 世代の Intel® Core™ i7 プロセッサを搭載した既存のバリエーションに加え、より高性能な MicroAutoBox Embedded PC バリエーションを提供する予定です。このバリエーションは、第 6 世代のクアドコア Intel® Core™ i7 プロセッサ、16 GB の RAM、および 128 GB のフラッシュメモリを搭載しており、先進運転支援システム (ADAS) や自動運転機能の開発に使用するアプリケーションなど、要求が厳しく演算負荷の高い Windows® および Linux 向け車載プロトタイプングアプリケーションのためにさらなる演算性能を有しています。新しい Embedded PC バリエーションの筐体は、これまで同様に堅牢かつ小型であり、MicroAutoBox と共に使用できます。

さらに、MicroAutoBox を使用せずに Embedded PC をスタンドアロンシステムとして使用することもできるようになりました。たとえば、マルチセンサソフトウェア開発環境である RTMaps の専用プラットフォームとして使用することができます。また、最大 3 枚の mPCIe プラグインカードをオプションで追加することも可能です。mPCIe プラグインカードにより、WLAN、CAN、CAN FD、BroadR-Reach Ethernet などに対応した dSPACE 認定の拡張インターフェースをシステムに搭載することができます。新しい Embedded PC は、外部 SATA インターフェース (SATA 3.0 x 4) も備えており、カメラ、

レーダー、LiDAR などのセンサから大量のデータを記録することが可能です。これらのインターフェースにより、極めて広い帯域幅でデータを取得できます。dSPACE では、この使用事例向けに、Embedded PC

と併用できる最大 4 つの SSD と数テラバイトの記憶容量を備えた MicroAutoBox Embedded Data Storage Unit (DSU) の提供も計画しています。■



MicroAutoBox Embedded PC の新たなバリエーション (前面/背面) は、標準の MicroAutoBox を使用せずにスタンドアロンシステムとして使用することもできます。



新しい Embedded PC バリエーションの筐体は、これまで同様に堅牢かつ小型であり、MicroAutoBox と共に使用できます。

dSPACE on Board

dSPACE の開発ツールを使用することで実現した、革新的かつ興味深い事例をご紹介します。

Euro 6 レトロフィットソリューション

Twintec Technologie GmbH では、dSPACE 社製ツールを使用して、旧型ディーゼル車向けのレトロフィットソリューションとして使用する排気後処理システムを開発しています。このシステムによって窒素排出物を大幅に削減できることは、MicroAutoBox や ControlDesk を使用したテストドライブによって証明されています。



出典：© Das Erste (ドイツの公共テレビチャンネル)

Twintec 社の排気ガス後処理システムは、ディーゼル車のレトロフィットソリューションとして設計されています。



出典：© Das Erste

開発者らは ControlDesk を使用して、テストドライブ中の汚染物質の排出量を監視しています。
www.dSPACE.jp/go/dMag_20172_TwinTec

宇宙船用ドッキングシステム

国際ドッキングアダプタ (IDA) は、国際宇宙ステーション (ISS) と次世代の宇宙船を接続するための新たな宇宙船ドッキングシステムです。MOOG 社では、dSPACE が提供するさまざまなハードウェアおよびソフトウェア製品を使用して実用性テストやドッキングプロセスを制御するためのセーフティクリティカルなアルゴリズムの開発を行っています。



新しいアダプタにより、宇宙船と宇宙ステーションの間で乗組員、貨物、電力、およびデータのやり取りが可能になります。
www.dspace.jp/go/dMag_20172_SpaceX



出典：© Moog Inc.

また、MOOG 社では複雑な評価作業やコントローラの開発にも dSPACE シミュレータを使用しています。
www.dspace.jp/go/dMag_20172_MOOG

インテリジェントなハイブリッドカーに関する研究

ヴォルフエンピュッテルのオストファリア応用科学大学では、エネルギー効率に優れた自動走行ハイブリッドカー向けのインテリジェントなエレクトロニクスシステムを研究しています。ここでは、システムの評価のために、ピークルダイナミクスやトラフィックの広範なシミュレーションが実施されています。テスト用のツールチェーンは、Cruden 社のドライビングシミュレータ、および dSPACE のリアルタイムプラットフォームである SCALEXIO と ASM シミュレーションツール群で構成されています。



出典：© Cruden

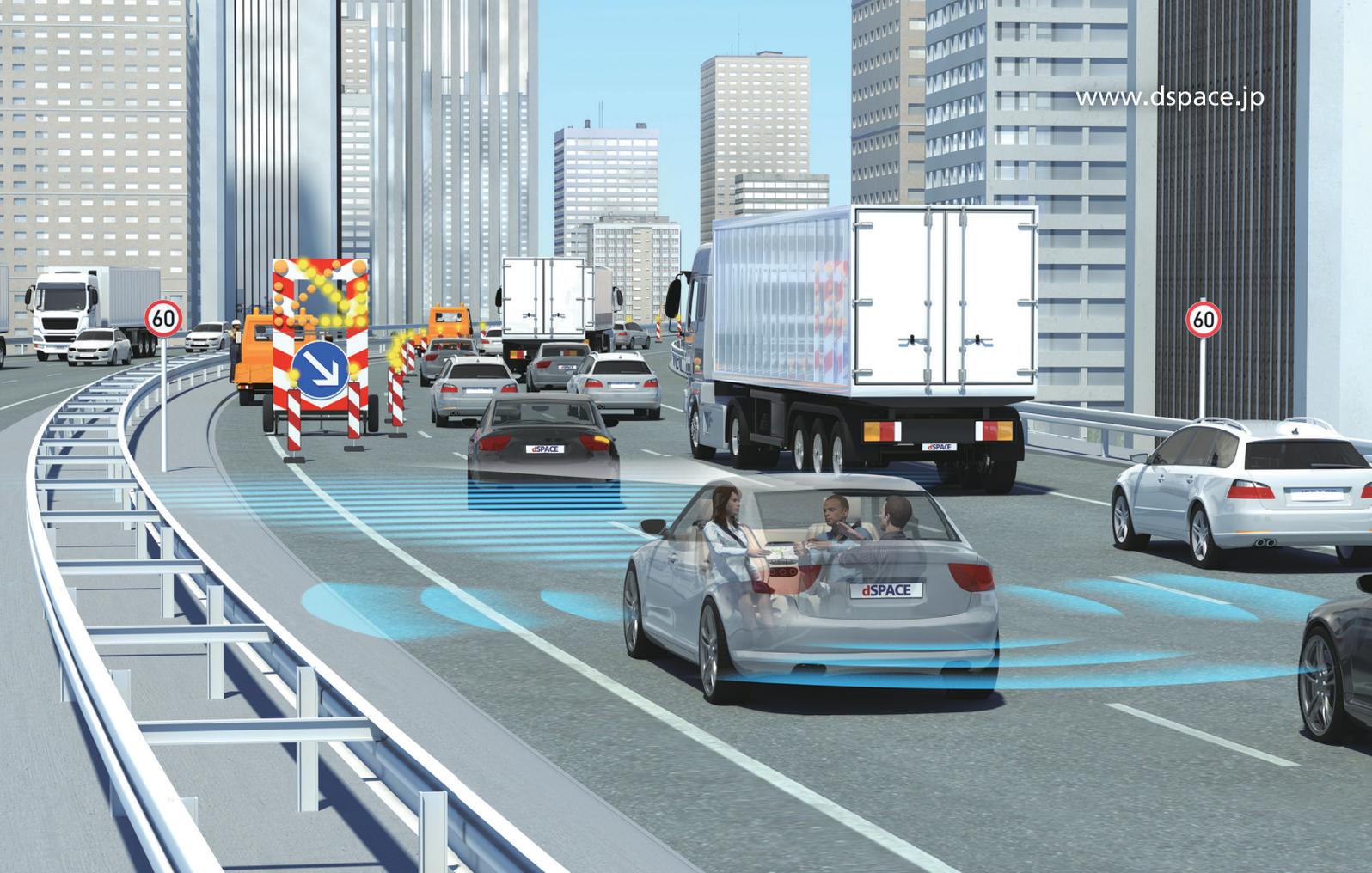
Driver-in-the-Loop シミュレータを使用すると、環境および実車によるテストドライブで発生するピークルダイナミクスの影響を再現することができます。
www.dspace.jp/go/dMag_20172_Cruden



ASM ツール群を通じて、車両の挙動、トラフィック、および環境がリアルタイムに計算されます。
www.dspace.jp/go/dMag_20172_Ostfalia

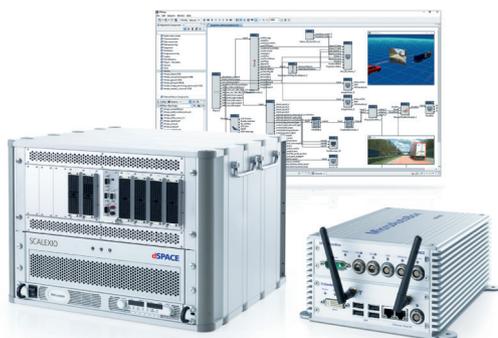


これらの事例の詳細については、下記のサイトで動画や画像、レポート記事を参照してください。
www.dspace.jp/go/dMag_20172_REF_J



自動運転機能

— dSPACE ツールで開発の加速化を



自律運転車両の実現に向けて、大いなる技術革新が起ころうとしています。ただし、開発工数は複雑性が増大するにもかかわらず、継続的に安定した管理が求められています。そのために必要なソリューションは、機能開発、仮想検証、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーション、および車両のデータロギング向けに適切に調整されたdSPACEツールです。ソフトウェア機能や車両のモデリング、環境センサ、およびトラフィックシナリオの開発など、どのような場面でもPCクラス上で仮想テストドライブを実行できます。dSPACEは、すべての開発ステップにおけるツールチェーンをご提供します。

迅速かつ安全に、路上での自動運転機能を実現させるために。

Embedded Success **dSPACE**