

dSPACE

1/2017

# MAGAZINE

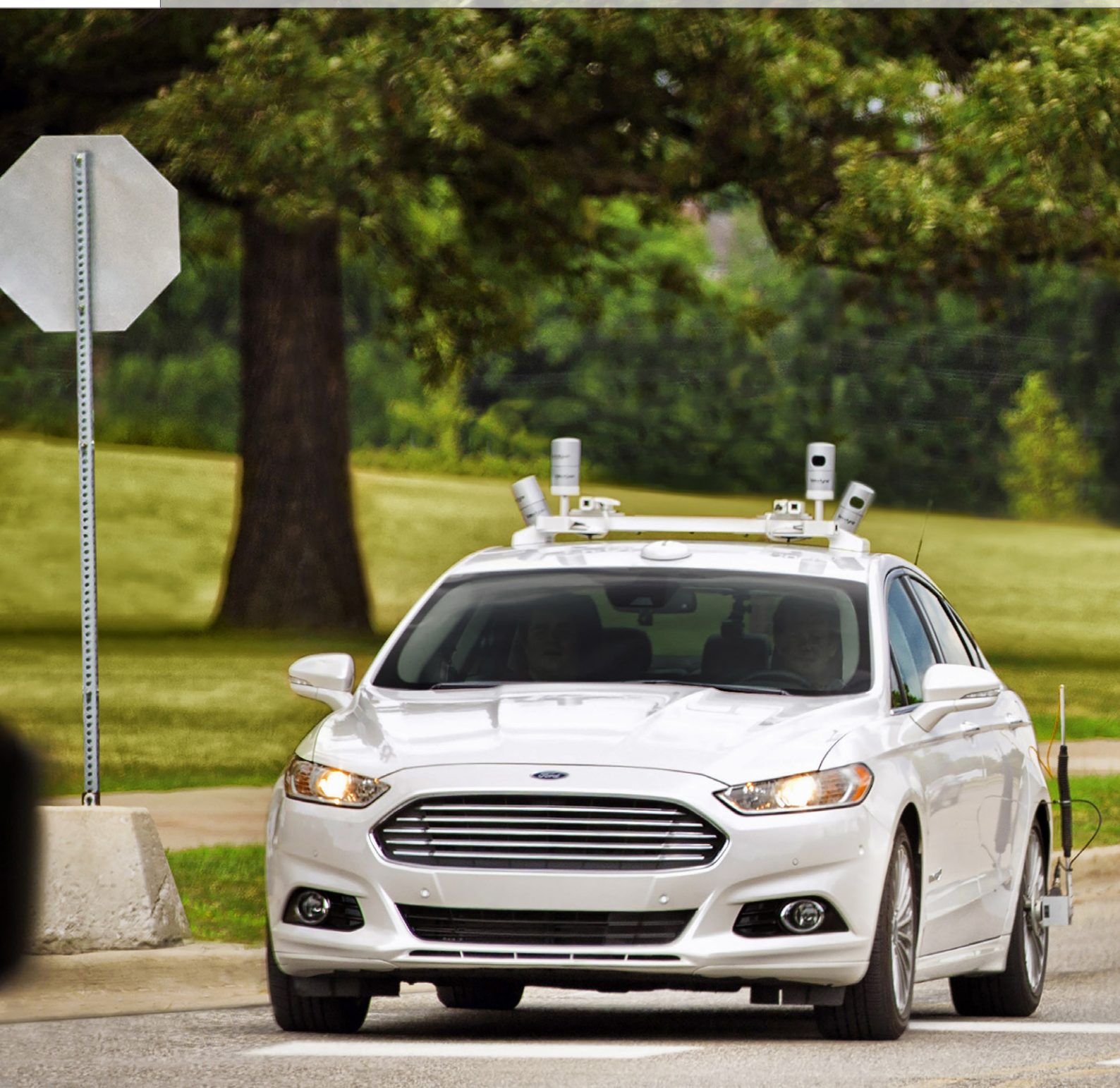
## トヨタ自動車

効率的な開発環境により持続可能な  
走行性能を実現 | page 12

**Jaguar Land Rover社** – 仮想検証による  
量産段階への迅速な移行 | page 6

**ジェイテクト社** – ISO-26262準拠のテストに  
対応した自動欠陥挿入機能 | page 18






「自動運転車両向けのソフトウェアは極めて複雑であり、一定レベルの安全性、品質、および信頼性を達成するには膨大な車両テストが必要です。当社では、dSPACE シミュレータを使用した HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションにより車両テストを補完しており、コストの削減やソフトウェア開発の迅速な自動化を実現しています」

Adit Joshi 氏、研究エンジニア – Automated Driving HIL Simulation 部門、Ford 社





「主に車両後部のトランク内に設置される当社の新たな MicroAutoBox Embedded SPU は、常に自動運転の高度な自動化の最前線を走っています。」

dSPACE では、創造性を促すためのワークショップは必要ありません。なぜなら、お客様の求める要件を当社が満たすたびに、新たな要求がお客様から投げかけられるからです。そのため、新たな研究や開発は絶えず発生し、これらの成功に向けて私たちは常に集中しています。

当社が現在最も重点的に取り組んでいる分野は、運転支援システムと自動運転機能の高度な自動化です。本誌では、初めて MicroAutoBox Embedded SPU (36 ページ) を紹介しています。MicroAutoBox Embedded SPU には、当社の多数のインターフェースや最新のプロセッサアーキテクチャが強力なソフトウェアツールと共に搭載されているため、複数のセンサから受信したデータを統合したうえで処理することができます。ほぼ 20 年にわたり当社の MicroAutoBox の全製品ラインがそうであったように、MicroAutoBox Embedded SPU も当然ながら実車での使用に適した設計になっています。

一方、当社では、お客様が開発した自動運転機能の妥当性確認向けソリューションも提供しています。当社のシミュレーションプラットフォームである VEOS® を使用すると、複数のソフトウェアテストを並列して実行し、自動運転の実現に必要な何百万キロメートルものテスト走行を PC にフロントローディングすることができます。これにより、複雑かつ多様なテ

スト負荷を現実的な時間内に処理することが可能になります。その結果、HIL テストでの作業効率が向上し、多くの反復作業の削減や時間の短縮につながります。Jaguar Land Rover 社の記事ではこれが鮮やかに実証されています。トヨタ自動車でも、このようなプロセスが戦略の一部として取り入れられています。いずれの事例においても、dSPACE のツールチェーンが総合的に活用されていることは注目に値します。当社のツールチェーンを活用すれば、結果的に安全かつ効率性に優れた開発プロセスが実現します。

また、当社では、ますます高まるお客様の要求に応えるためにも、当社の従業員に投資することを重視しています。当社で働くことの魅力の 1 つに、当社のオフィスからごく近い場所にある新たなダイケアセンターがあります。当社の従業員は、このダイケアセンターを利用することで、仕事と家庭生活を容易に両立させることができます。また、このセンターでは、技術や科学に重点を置いた保育を行っているため、子供たちにエンジニアという職業に対する関心を早くから持ってもらうことができます。本誌の 50 ページでは、当社の未来のテクノロジスペシャリストの多くの候補をご覧いただけることでしょう。

社長 Dr. Herbert Hanselmann



JAGUAR LAND ROVER社 | PAGE

6



ジェイテクト社 | PAGE

18



ミシガン州立大学 | PAGE

28

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

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: Karsten Fischer, Julia Girolstein,  
Hartmut Jürgens, Barath Kumar, Norbert  
Meyer, Andre Rolfsmeier

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

表紙写真: © Toyota

© Copyright 2017

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ございます。

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](http://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



SAME社 | PAGE

24

テキサス  
A&M大学 | PAGE

32

3 社長挨拶

## お客様の事例

6 Jaguar Land Rover社

### Virtual Revolution

Jaguar Land Rover社における仮想検証の導入

12 トヨタ自動車

### A Forward Leap for E-Volution

持続可能なモビリティを可能にする電動化技術 - 4代目トヨタプリウスの開発

18 ジェイテクト社

### Inspect the Unexpected

ジェイテクト社製ステアリングシステムにおける欠陥挿入テストの自動化

24 SAME社

### Perfect Grip, Perfect Grapes

革新的なフロントホイールサスペンションを搭載したSAME社製の新型トラクタ

28 ミシガン州立大学

### Fly Like a Bird

モーフィング翼およびテール部の開発

32 Texas A&amp;M大学

### A Bright Future Ahead

太陽エネルギーベースの革新的なハイブリッド電力システム

## dSPACE 製品

36

MicroAutoBox Embedded SPU

### Multisensor All-Rounder

小型かつ堅牢なプロトタイプリングシステムによる360°環境検出アルゴリズムの開発

42

XIL API

### One for All

ASAM XIL APIを使用して、すべてのテスト段階のテストをテストプラットフォームから分離

## ビジネス

46

ユーザカンファレンス

### Let's Talk Innovation

第8回dSPACE User Conferenceが開催され、ユーザやさまざまなステークホルダー、さらには製品エキスパートが有意義な情報交換を行いました

50

DAY CARE CENTER

### Investing in the Future

すでに生活の一部となった社内ダイケアセンター

## ニュース

52

SCALEXIOがEthernetをサポート

MicroAutoBox II向けの新しい安全メカニズム

53

仮想RDEドライブ

54

dSPACEの才能豊かな教授が授与された大きな栄誉

dSPACEが中国での存在感を強化

## dSPACE on Board

55

Maruti Suzuki社:トルクスプリットテクノロジーによる効率性の向上

チュービンゲン大学:高感度の制御を実現

ゼネラルモーターズ社:開発環境の構築







Jaguar Land Rover 社における  
仮想検証の導入

# Virtual Revolution

Jaguar Land Rover 社のモットーは、「生涯にわたり、お客様を夢中にさせる体験」を創造することです。この目標を達成し、最新の機能を追加しながら高品質な製品を継続的にお客様に提供するには、ソフトウェアの妥当性確認をより最適な形で行う必要があります。Jaguar Land Rover 社が出した答えは、仮想検証により開発の早期の段階で同社の目標を達成することでした。





部の先進運転支援機能で提供  
—— されている自動化機能など、複雑なソフトウェア機能やソフトウェア間の相互作用を利用したテクノロジーへの需要が高まると、それに関連して、ソフトウェアの設計手法やテスト手法を新たに導入したり改善したりする必要が生じます。この場合、潜在的なエラーを削減して、コストのかかる後工程での修正作業を発生させないようにするため、全体を通してさらにテストを行ったり、新たな機能を可能な限り早期の段階で効率的にテストする必要も生じます。Jaguar Land Rover 社では、適切な手法でソフトウェアの妥当性確認を行うことで、時間とコストの削減を実現しています。また、同社の手法では、開発、検証および妥当性確認 (V&V) の反復回数が増加するため、お客様への高品質な乗車体験の提供にもつながります。同社は、ソフトウェアの検証および妥当性確認を仮想的に行う手法、つまり仮想化を用いて、より早期の段階でエラーを検出および排除し、車両の開発期間を短縮することに成功しています。特に、AUTOSAR ソフトウェアアーキテクチャでアプリケーションの開発やテストを行ったり、物理的なターゲット ECU を使用せずに機能検証を行ったりする手段としてバーチャル ECU (V-ECU) を活用しています。これにより、同社ではサプライヤが ECU のビルドを完了する前にテストを行うことができます。また、開発者はサプライヤの作業と並行してテストを実施することで、サプライヤにすばやくフィードバックを提供することができます。 >>





### 当初の課題と解決策

当初、パワーシステム (PS) グループが仮想検証プロセスを導入する際には、既存のソフトウェア開発プロセス (図 1) を変更したり、V-ECU の開発およびテストのためにツールチェーンの見直しを行ったりする必要が生じるなど、さまざまな課題に直面しました。これらの課題を克服するために、同社はさまざまな取り組みを行いました。まず、討論会を設け、さまざまな部門がより緊密にやり取りできるようにしました。討論会には、ソフトウェア V&V、AUTOSAR

アーキテクチャ、HIL (Hardware-in-the-Loop) テスト、個別のシステムグループなどの分野の担当者を集めました。このような協力により、既存のソフトウェア開発プロセスに V-ECU 開発を統合するための 2 つの柔軟な手法を考案することができました。1 つはボトムアップ手法です。この手法では、検証済みのレガシーソフトウェアコンポーネント (SWC) を有する部門がそれらをすばやく組み合わせ、統合型 V-ECU を作成します。もう 1 つはトップダウン手法です。この手

法は、AUTOSAR やその他の開発上の理由で V-ECU を再設計する場合や、新機能を V-ECU で開発する場合に使用します。この 2 つの開発手法では同じツールチェーン (図 2) が使用されるため、個別の機能開発プロジェクトのニーズに合わせた最適化が可能です。また、時間が許す場合には、ボトムアップ手法で開発を開始し、トップダウン手法で完了させることもできます。討論会では次に、Functional

プを行うためのツールチェーンの自動化について検討しました。dSPACE は、Python スクリプトを使用してワークフローをカスタマイズすることにより、V-ECU および ControlDesk® プラントモデルを作成できるワンクリックソリューションを提供しました。Jaguar Land Rover 社のソフトウェアエンジニアは、ControlDesk プラントモデルを作成することにより、V-ECU のテストに (実 ECU の HIL テスト向けに前回実装されたのと) まったく同じテストセットアップを再利用できるようになりました。

## 「仮想検証は当社のプロセスに革命を起こしました」

Will Suart 氏、Jaguar Land Rover 社

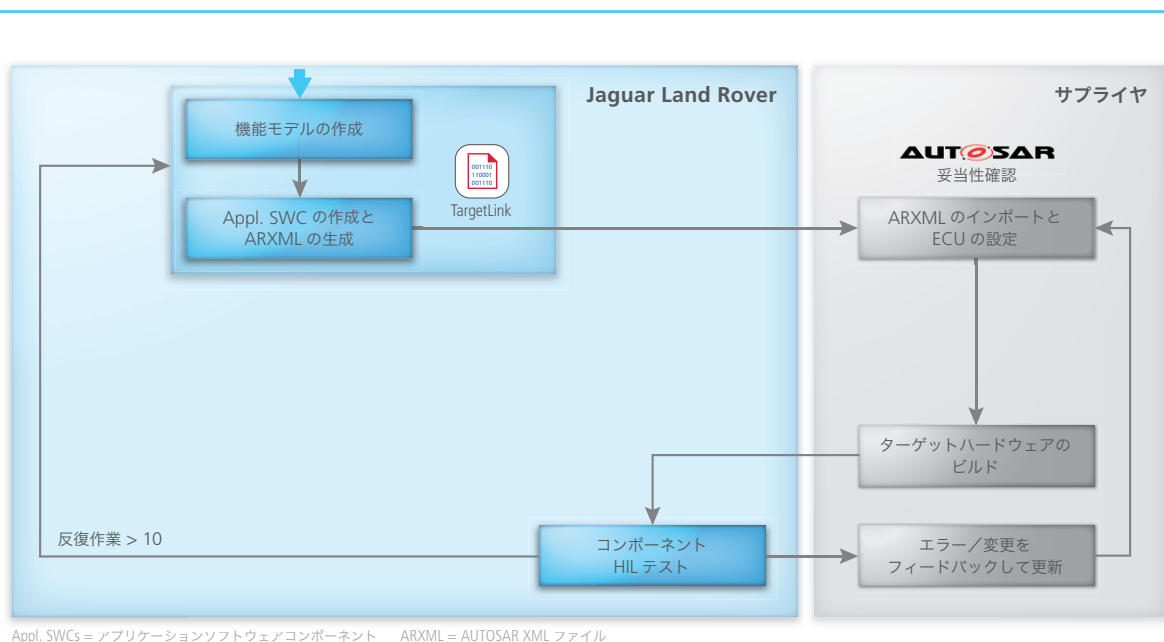
Mock-up Unit (FMU) を使用して既存のプラントおよびシミュラスモデルを VEOS® シミュレーション環境にインポートし、V-ECU テストを改善することを検討しました。もう 1 つの V-ECU 作成ツールとして、レガシーソースコードからバーチャル ECU を生成する dSPACE の Legacy Code Integrator を導入することも検討されました。最後に、同社の HIL テストエンジニアは dSPACE の担当者と協力し、V-ECU の作成とテスト環境でのセットアッ

### dSPACE 製品の使用

PS グループでは、V-ECU の開発およびテストプロセスを効率的に導入するため、次の dSPACE ツールを幅広く使用しました。

1. TargetLink® (Data Dictionary および量産コード生成ツール) は量産コード生成に適した優れた業界標準ツールであり、ソフトウェアコンポーネントの開発に使用されています。

図 1：成熟したアプリケーションが利用できるようになる以前の、複数の反復作業を必要としたコストのかかる元のパワーシステム (PS) の開発プロセス





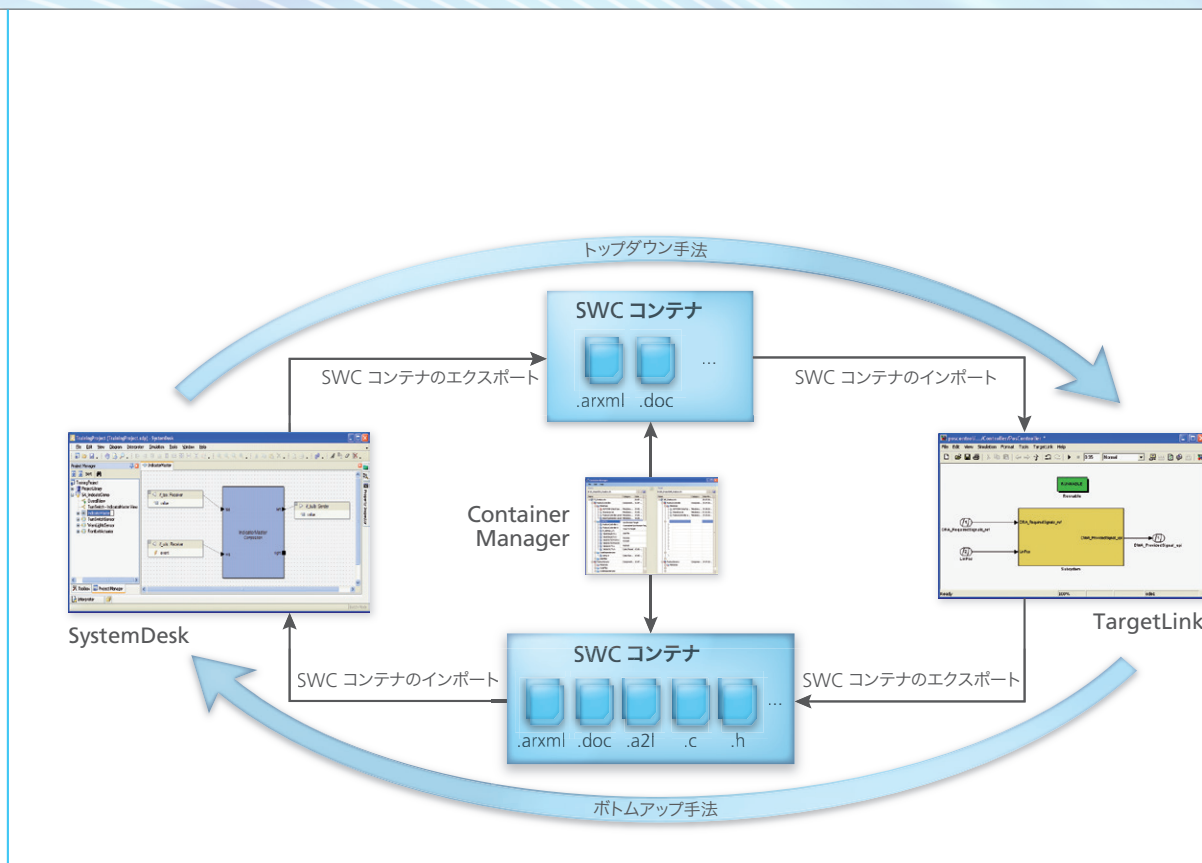


図2：TargetLinkによるソフトウェアコンポーネントのモデリングから開始するボトムアップ手法と、最初にSystemDeskでアーキテクチャを定義するトップダウン手法

2. SystemDesk®はPSグループのツールチェーンに導入され、AUTOSARアーキテクチャのモデリング、AUTOSARルールセットとの適合性の検証、ソフトウェアコンポーネントの統合、およびV-ECUの生成に使用されるなど、優れたシステムアーキテクチャツールであることを証明しました。SystemDeskはPSグループにとって新しいツールでしたが、これまでサプライヤが実施していた業務をソフトウェア開発チームが新たに取り入れるうえで重要なツールでもありました。そのため、PSグループはSystemDeskについてすばやく習熟する必要がありましたが、その際ドキュメントが非常に役立ちました。今では業務に不可欠なツールとなっています。

3. VEOSも、テスト用V-ECUのシミュレーション向けの新たなツールとして導入されました。柔軟性の高いシミュレーションプラットフォームであるVEOSは、仮想テストの際の品質向上において中心的な役割を果たします。VEOSの主な利点は、サードパーティ製モデルとの互換性や、PAUSE、STEPなどの機能による高レベルのシミュレーション制御、および実行ステップ時間の設定を行える点です。

4. ControlDeskは、すでにHILエンジニアがシミュレーション試験用ソフトウェアとして利用しています。V-ECUおよび実ECUのテスト向けに同じツールを使用し、試験を共有できることは、時間とスキルの両方の観点から極めて有益でした。

上記の通り、Jaguar Land Rover社がAUTOSARソフトウェアの開発および仮想/HILテストですでに使用していた製品を活用しつつ、仮想検証ワークフローを実現するうえで、dSPACE製品は極めて重要な役割を果たしました。

#### 仮想検証の利点

仮想検証の目的は、開発サイクルのより早期の段階へテストをフロントローディング(左シフト)すること、および全般的な品質の向上を図ることにあります。Jaguar Land Rover社では、V-ECUを使用することにより、コンポーネントレベルのテストを左シフトすることができました(図3)。これにより、開発中のソフトウェアの品質および信頼性レベルが大幅に向上しただけでなく、同社の製品開発サイクルのより早期の段階へテストをシフトすることができました。AUTOSARコンポーネント開

発の面では、新しい仮想検証ワークフローの導入により、特にモデルからコンポーネントテストプラットフォームまでのラウンドトリップの迅速化が実現しました。PSグループは、V-ECUを用いた開発およびテストプロセスにより、検証および妥当性確認に要する時間を12週間短縮することができました(図4)。仮想検証プロセスのその他の利点にはエラー検出性能の向上があり、これを早期の段階でテストを実施する機能と組み合わせれば、より幅広いHILテストと堅牢なECU統合を実施できるようになります。同社では、早期の段階での仮想テストの回数を増加させ、そこで短縮した時間を利用してコンポーネントおよびシステムレベルでのHILテストを着実にを行うことにより、品質の信頼性を大幅に向上させ、機能ソフトウェアの全体的な開発期間を短縮することができました。また、仮想検証プロセスに付随する新たなワークフローのおかげで、社内的な開発効率だけでなく、PSグループとコンポーネントサプライヤとのやり取りにおける効率も向上しました。

#### まとめと次の段階

Jaguar Land Rover社は仮想検証を活用することにより、開発プロセスに実装す

>>



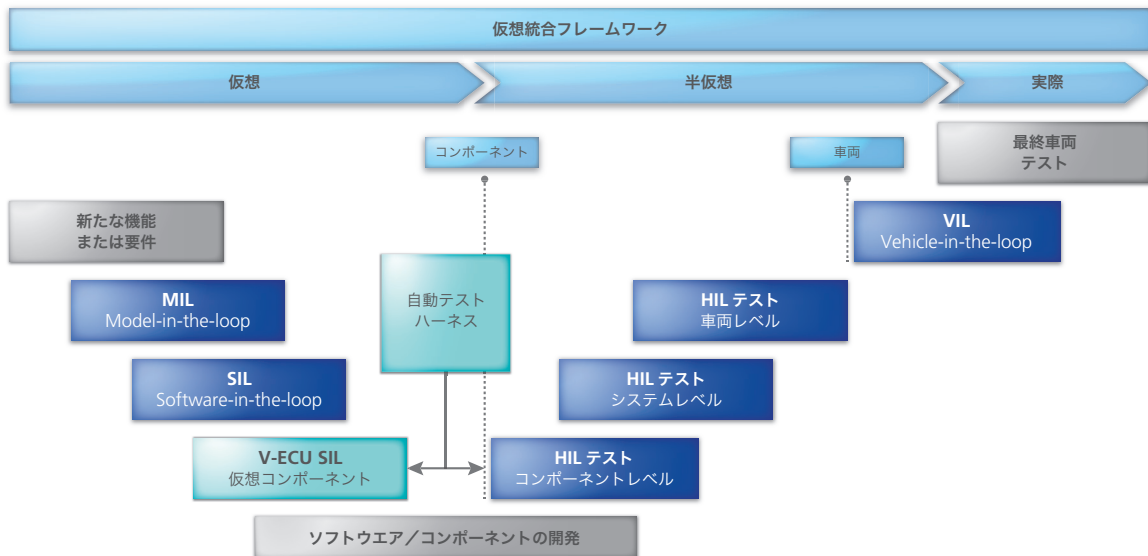


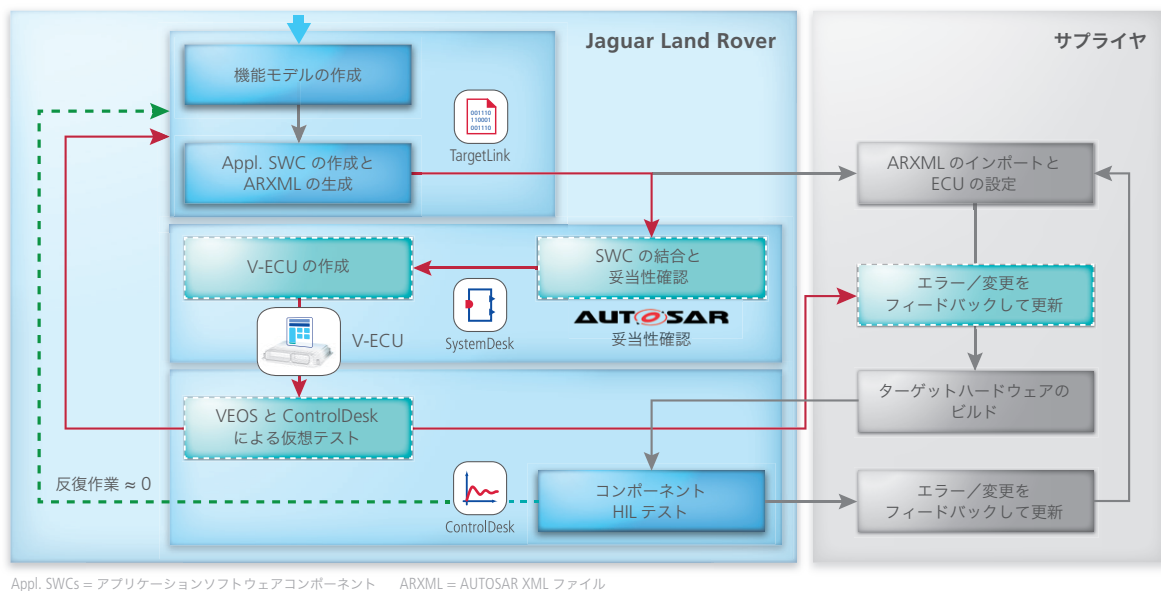
図3：V-ECUを使用した仮想検証により、コンポーネントテストの左シフトが可能になります。

べき変更に関する重要な知見を得ることができました。また、同社およびサプライヤの既存のプロセスに合わせてツールチェーンやワークフローを柔軟に調整することも実証されました。

このように、AUTOSARソフトウェアの開発に仮想検証を導入し、一貫性のある形式化された手法を実現することで同社が得られる利点は明らかです。今後、同社では次の方法で仮想検証機能を拡張していく予定です。

1. SCALEXIO® HILテストリグおよびMicroAutoBox® II上でV-ECUを使用することにより、テスト性能を向上。
2. 複数のV-ECUで構成され、車両を再現するレベルにまで構築されたネット

図4：Jaguar Land Rover社のテスト能力が向上した、変更後の仮想検証ワークフロー（青緑色のボックスと赤い線で記載）。これらの変更により、サプライヤに引き渡す前のアプリケーションの完成度が向上し、製品展開の準備が整うまでにサプライヤが行わなければならない反復作業が減少します。



Appl. SWCs = アプリケーションソフトウェアコンポーネント ARXML = AUTOSAR XML ファイル

## 「dSPACE 製品は、当社の仮想検証ワークフローの実現において、極めて重要な役割を果たしました」

Leonardo Poeti 氏、Jaguar Land Rover 社

ワークにより、システム全体および車両レベルの仮想検証を実施。

3. HIL シミュレーション環境で複数の V-ECU と実 ECU を統合。
4. V&V 環境内でバーチャル ECU から実 ECU へのシームレスな移行を実現。
5. 既存の ECU に新たな機能を追加する場合、既存のシステムアーキテクチャを再利用して V-ECU を生成。■

Will Suart 氏、  
Leonardo Poeti 氏、  
Karthik Ponudurai 氏、  
Renjith George 氏、  
Jaguar Land Rover 社

### Will Suart 氏

技術グループリーダー、モデルベース設計およびソフトウェア V&V グループ、Jaguar Land Rover 社 (英国)



### Leonardo Poeti 氏

仮想検証機能担当エンジニア、システムおよびソフトウェアグループ、Jaguar Land Rover 社 (英国)



### Karthik Ponudurai 氏

ソフトウェア担当エンジニア、パワーシステムグループ、Jaguar Land Rover 社 (英国)



### Renjith George 氏

ソフトウェアアーキテクチャエンジニア、システムおよびソフトウェアグループ、Jaguar Land Rover 社 (英国)



## 仮想検証を行う理由

- 新たな仮想検証ワークフローにより、ラウンドトリップの迅速化が可能となりました。実際に、PS グループは検証と妥当性確認に要する時間を 12 週間短縮することができました。
- Jaguar Land Rover 社は、V-ECU を活用することにより、コンポーネントレベルのテストを製品開発サイクルの非常に早期の段階に左シフトすることができました。これにより、開発中のソフトウェアの品質および信頼性レベルが大幅に向上しました。
- dSPACE は Python スクリプトを使用してワークフローをカスタマイズし、V-ECU 作成向けのワンクリックソリューションを提供しました。
- Jaguar Land Rover 社では、実 ECU の HIL テスト用に以前実装されたテストセットアップと同じテストセットアップを、V-ECU テストに再利用することができました。
- コストのかかる反復作業の数が、10 以上からほぼ 0 にまで削減されました。
- ECU テストの最大 80% が V-ECU で実施されました。





持続可能なモビリティを可能にする電動化技術 –  
4代目トヨタプリウスの開発

# A Forward Leap for E-Volution

トヨタプリウスは、ハイブリッドテクノロジーを搭載した先駆的な自動車として世界的に知られています。トヨタ自動車は、dSPACEの量産コード生成ツールであるTargetLinkとBTC Embedded Systems AGのテストソリューションを用いた新たなモデルベースのツールチェーンの導入により、開発プロセス全体の最適化を行い、この車両の効率のみならず商品力全体を大幅に向上させました。





ど うすれば、長期にわたって人や環境に過度な負担をかけることのない持続可能な自動車を実現することができるでしょうか。これは、持続可能なモビリティの実現を基本的な開発目標に掲げるトヨタにとって、最も重要な問題です。同社は、この問題の答えを新型プリウスで体現しました。新型プリウスでは、JC08 テストサイクルでの燃費が40.8 km/l (95.97 mpg)、すなわち100 kmあたり2.45 リットルにまで向上しているだけでなく、車両の駆動力も最適化されており、より一層ダイナミックな操縦性を実現しています。

#### 4 代目プリウスの飛躍的進化

4 代目プリウスのパワートレインでは、シリアルおよびパラレルハイブリッドテクノロジーを独自に組み合わせる方式が採用されています。この方式では、パワースプリットデバイス (PSD) と呼ばれるプラネタリギアを用いて、内燃エンジンと2つのモーターを連結させています。これにより、完全な電動走行やエネルギー回収が可能になるだけでなく、モーターおよび内燃エンジンを直列または並列で動作させることができるようになります。また、PSD は無段変速機 (CVT) としての役割も担っています。パワートレインは、将来のレクサスやトヨタの車両モデルの基礎となる新たなモジュール型プラットフォームであるToyota New Global Architecture (TNGA) の一部です。トヨタでは、このプラットフォームの導入に際して、関連するすべてのコンポーネントの設計を根本的に見直しました。これにより、各国固有のテストドライブサイクルにおいて燃費の大幅な向上が可能になり、4 代目プリウスの燃費は日本で26%、欧州で20%、米国で14% 改善されました。 >>



### 制御開発の最適化

4代目となるプリウスでは、車両性能を向上させるための制御要求が従来と比べ大幅に増加しました。そのため、制御構造を最適化することが、開発の効率性を高めるうえで極めて重要になります。たとえば4代目プリウスでは、部品の小型化、燃費向上を目指すため、モーターの制御を高応答、高速制御化する必要がありました。トヨタでは、このような新たな制御要求に迅速に対応できるように、また、今後の技術革新・車両の展開にも備えるため、制御構造、開発プロセス、および開発ツールの使い易さや効率の良さも含め、制御開発全体を徹底的に見直しました。

### 制御構造の見直し

トヨタではまず、よりシンプルで一貫した構造の確立を目指し、制御構造全体を根本から練り直しました。これにより、経験の少ないメンバーでも短期間で制御構造を理解し、制御設計が可能になり、デバッ

グにかかる時間が減少します。また、新たな制御構造とコード生成ツールを組み合わせれば、プログラムコード効率を向上させることも可能になります。

### 開発プロセスの見直し

効率的な開発プロセスとは、求められる品質を確保するのに最小限のステップで構成されたプロセスです。トヨタが従来の開発プロセス工程を見直したところ、モデルベース開発 (MBD) を導入し、開発工程の一気通貫、最適なツールの導入自動化、省力化を実現すれば、制御開発全体の工数を削減できることが明らかになりました。また、ツールの導入は、ISO 26262への準拠も容易になり、効率良く品質を保証できるソリューションとなることもわかりました。トヨタでは、サプライヤとも、従来の検査工程以外にも、より開発工程の上流で協業できる形を視野に入れていました。

### モデルベースのツールチェーンを確立

より効率的な開発プロセスを実現するため、トヨタは MATLAB®/Simulink® 環境を用いたモデルベースのツールチェーンを導入しました。その際、導入候補として挙げられたさまざまなツールに対し、同社が設定した効率性向上のための目標を達成できるかどうかを見極めました。

### 開発効率の向上

トヨタは、dSPACEの量産コード生成ツールである TargetLink® を選択しました。TargetLinkでは、信頼性の高いコードを自動的に生成し、モデルからオブジェクトコードまで一貫したコンセプトでシミュレーションも行うことができます。

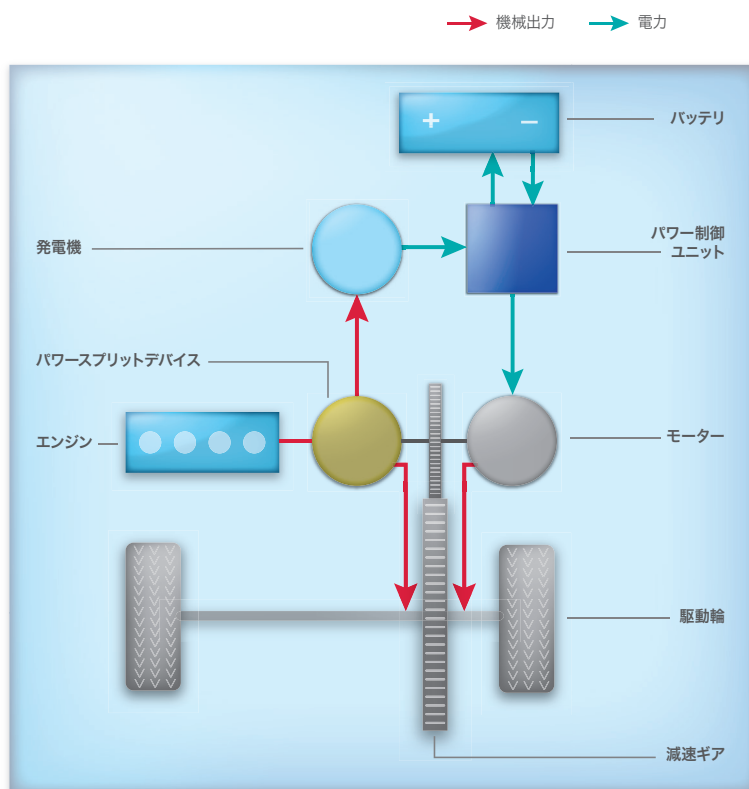
### 実装に耐え得る品質の確保

トヨタは、BTC Embedded Systems AG社のテストツールである BTC EmbeddedValidator® および BTC EmbeddedTester® を使用して品質保証を行っています。これらのテストツールにより、開発の早期の段階から定型化されたプロセスで TargetLink モデルや生成コードを実装レベルでチェックすることが可能です。

### モデリングガイドラインの規定と運用

モデルベースの Simulink/TargetLink 開発環境は、構造化モデリングに最適であり、予め規定したモデリングガイドライン

パワースプリットデバイスにより、内燃エンジンおよびモーターのトルクは車輪や発電機へと分散されます。



をMES Examiner®へ取込み、チェックする工程を自動化することで開発者の作業を軽減することができます。さらには、モデリングの一貫性を維持し、MISRA Cにも準拠した効率性の高い量産コードを生成することも可能です。dSPACEはBTC社と共に、エンジニアリングサービスに加えて、即実践に適用可能な総合的なセミナーやワークショップを提供することで、トヨタにおける新しいワークフローの実現をサポートしました。トヨタでは、TargetLink向けのISO 26262リファレンスワークフローやBTC EmbeddedValidator、EmbeddedTesterを活用しながら、開発作業を行いました。

#### 新たなツールチェーンの使用

トヨタがTargetLinkとBTC製テストツールの組み合わせを評価したところ、従来の検査工程を含む開発プロセス全体の工数を削減できることが判明しました。これにより、新しい機能をすばやく正確に開発するという目標の達成が可能になりました。トヨタの環境開発者はTargetLinkの操作の一連の流れを、比較的容易に自動化できることを高く評価しています。この環境を使用すると、実装可能なコードを簡単に生成できるだけでなく、たとえばクリック1つですべてのモデルブロックに、実装情報設定を適用するといったトヨタの細かいニーズにも対応しています。また、以前はトヨタ側およびサプライヤ側の両方でコードを作成・検査する工程がありましたが、TargetLink、EmbeddedTesterを使用することで、実装コード生成、検査が自動化され、サプライヤとの重複工程が解消、サプライヤ側の工数が削減されました。これによりサプライヤとも機能を共同で開発し易くなりました。

#### 完全な妥当性確認

トヨタの従来のテスト手法でも、コードの品質については十分に確保されていましたが、それなりの工数を要していました。BTC EmbeddedValidatorを使用した形式検証では、仕様とモデルの一致性を自動で完全に検証します。次のような実例を用いて、要件に違反しないことを完全に数学的に証明します。

入力信号の全ての組み合わせで次の状況が例外なく実現できることを確認。

- 万一、バッテリーを使用することができない状況が発生した場合、



トヨタプリウスの内燃エンジン。モーターおよびパワースプリットデバイスと直接接続されています。



すべてのハイブリッド走行機能は、パワー制御ユニットにより制御されています。

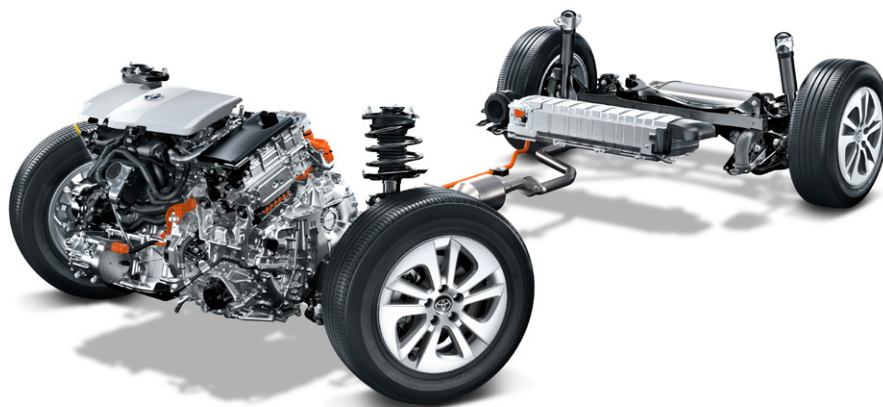
- 車両がバッテリーを使用しない走行モードに例外なく移行

BTC EmbeddedValidatorはこの要件で考えられるすべての値の組み合わせを生成し、反例の有無を確認・証明します。さらに、BTC EmbeddedTesterでは、Simulink/TargetLinkモデルと量産コードの間で、完全に自動化されたバックトゥバックテス

トを行い、MC/DCコードカバレッジのテストケースを自動的に生成します。また、このツールでは値の範囲違反やゼロ除算など、コード上のあらゆる問題を抽出します。これらの解析結果は、作成した全ベクタも含め、自動的に作成されるレポートで確認することができます。バックトゥバックテストにおいて、ターゲットマイクロプロ

>>





4代目トヨタプリウスの電動ドライブトレイン機構

「TargetLink、BTC EmbeddedValidator、BTC EmbeddedTester、および関連するツールチェーンを自動化の仕組みとあわせて活用することにより、検査も含めた開発プロセス全体としての効率が向上する目途が立ちました」

トヨタ自動車株式会社 石川直樹氏

セッサ（ハードウェア）やクロスコンパイラ（オブジェクトコード）もテストに組み込み、最終的な妥当性確認を行います。その際には、TargetLinkとBTC EmbeddedTesterを連携させて実際に使用するマイクロプロセッサを使用したPIL（Processor-in-the-Loop）を実行します。このテスト手順により、ISO 26262に準拠した形で、より効率的に妥当性確認を行うことができます。

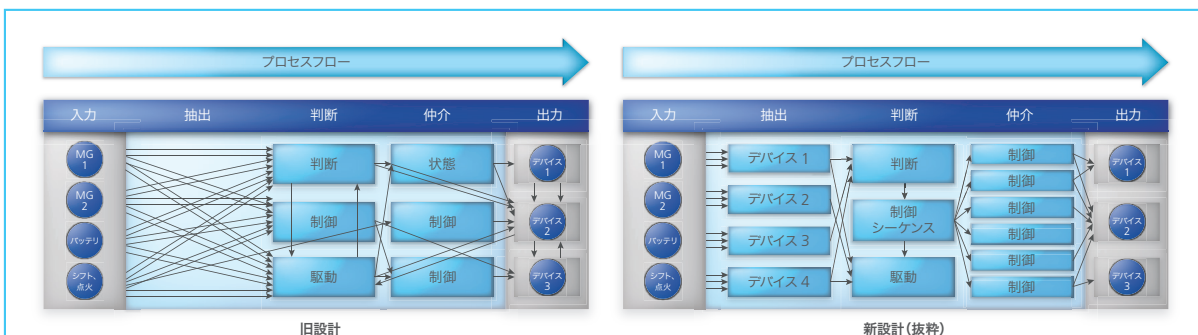
#### 課題と今後の展望

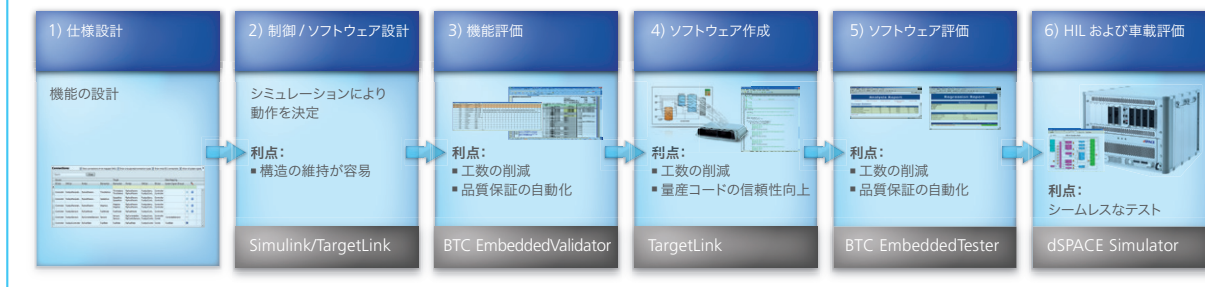
今回車両開発と並行して、開発工程の一気通貫、新しいプロセス、自動化の仕組みも含めた各種ツール・環境を導入してきましたが、当初想定していたよりも工数は増加しました。適切な体制、やりきる意志が必要であることも痛感しました。今後は、開発者にとってのメリットがより明確になるよう、開発プロセスおよびツールチェーン・環境の効率性をさらに向上させる取

組みが必要であると感じています。例えば、開発の上位工程でのコントローラモデルの積極的な活用（dSPACE VEOS®によるバーチャルシミュレーション）や、制御開発環境のさらなる改善（SYNECT®を使用したテストパターン、パラメータ、およびxILS用プラントも含めたコンポーネントの再利用等）、また、環境そのものの使い勝手向上を検討していきます。■

トヨタ自動車株式会社 阿部眞一氏、石川直樹氏

#### 最適化を行う前後の制御構造





モデルベース導入時の開発プロセスにおける各工程と使用されるツールの利点

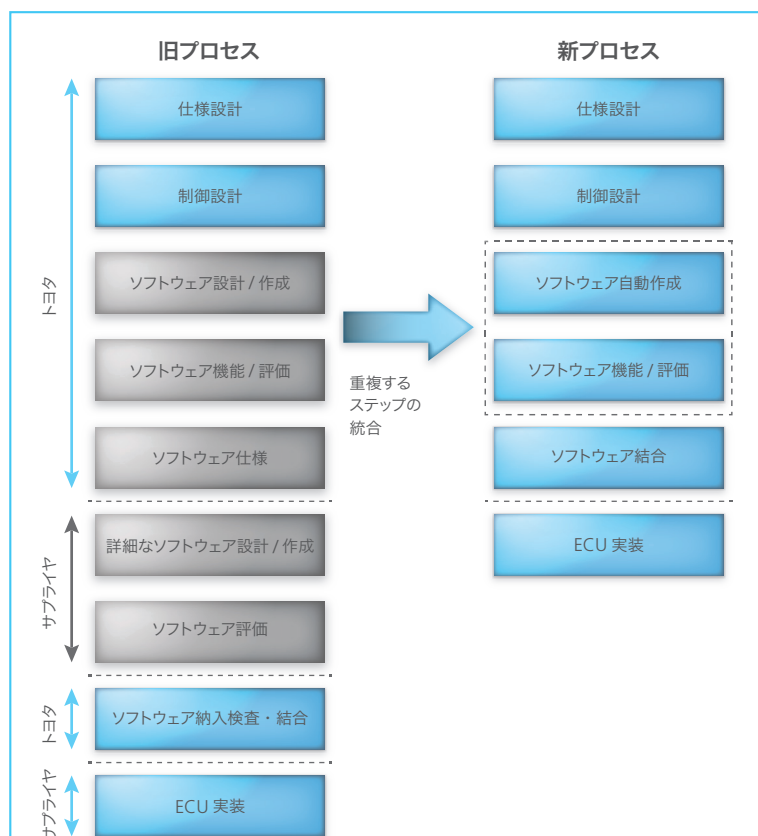
## 「ツールを活用することにより、HV 開発の効率化を進める準備を整えることができました」

トヨタ自動車株式会社 阿部眞一氏

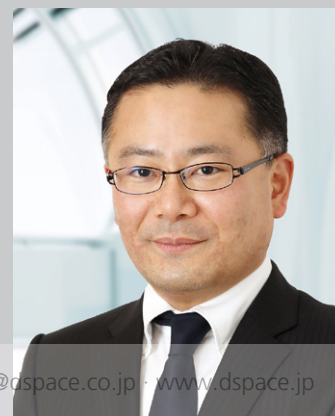
阿部眞一氏

HV システム制御開発部 部長、  
トヨタパワートレーンカンパニー、  
トヨタ自動車株式会社 (愛知県)

最適化された開発プロセスでは、工程が必要最小限になるため、開発効率が向上します。



石川直樹氏

元 HV システム制御開発部  
HV 制御先行開発室 主任  
現ユニット開発基盤デジタル改革部、  
プロセス改革室 MBD 制御2G、  
トヨタパワートレーンカンパニー、  
トヨタ自動車株式会社 (愛知県)





ジェイテクト社製ステアリングシステム  
における欠陥挿入テストの自動化

# Inspect

the unexpected

乗用車のステアリング制御部はセーフティクリティカルなコンポーネントです。そのため、ISO 26262 に沿ってそのフォルトトレラント性を確認する必要があります。ジェイテクト社では、自動欠陥挿入機能を備えた dSPACE HIL シミュレータを使用することにより、テスト車両をテストコースで走らせるはるか以前に、潜在的な不整合の大部分を排除することができます。

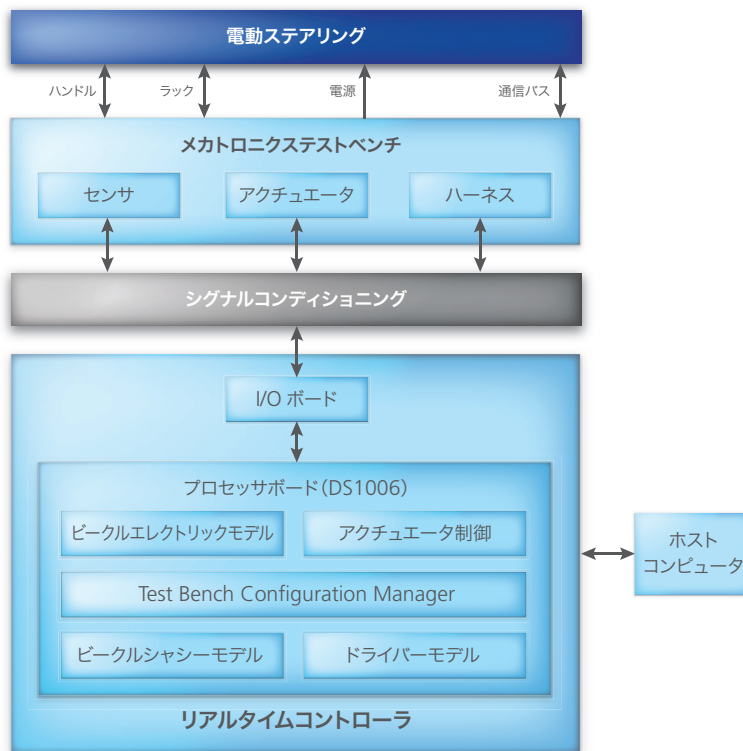




予 想外の事態を予想することは可能でしょうか。電動パワーステアリングシステムは多くの場合、複雑な制御により、ステアリングを操作するドライバーを適切にサポートしています。しかし、これらの制御が機能せず突然予想外の挙動になった場合、車両は急に車線から外れてしまう可能性があります。このような状態を回避し、必要なロバスト性を確保するためには、ステアリングシステムにさまざまな欠陥挿入テストを行い、制御性能を事前に確認する必要があります。一般的に、これらはテストコースでのテストドライブを通じて行いますが、車両および機能バリエーションが急激に増加した場合、多数のテストケースが必要になり、実車によるテストドライブも増えるため、コストが増大します。また、実車によるテストドライブでは安全対策が必要であり、人間のテストドライバーが本来持つ心理的抑制の影響により、ピークルダイナミクスの全範囲をテストすることはできません。 >>

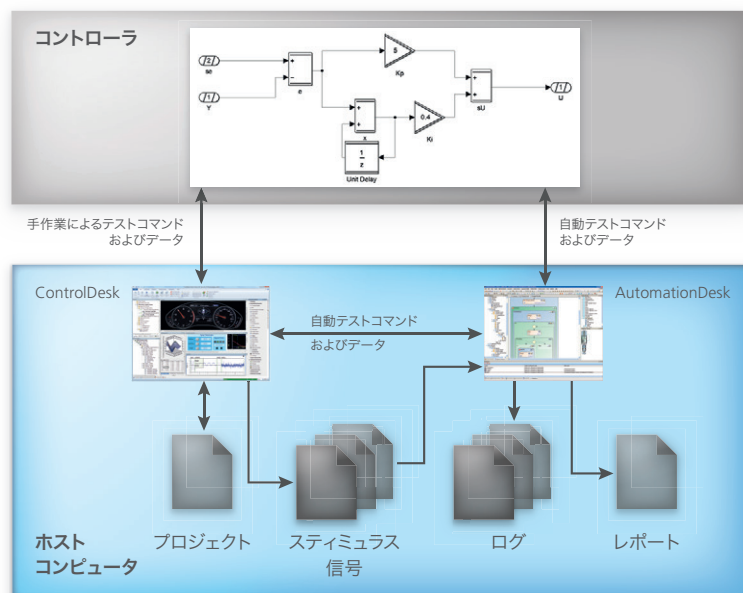






インテリジェントな分業：ジェイテクト社では、DS1006 Processor Board のクアドコアアーキテクチャを活用することにより、テストベンチシミュレーションのさまざまな計算モデルを個々のプロセッサコアへと分散し、作業をリアルタイムで最適に実行しています。

作業の最適な追加：ジェイテクト社では、試験およびビジュアル表示ソフトウェアである ControlDesk® を使用することにより、ステアリングテストベンチを手動で制御できるだけでなく、AutomationDesk をバックグラウンドで動作させた状態で、エンジニアが欠陥挿入などのあらゆる自動化プロセスを設定および制御することもできます。



### 高まる ISO 26262 の存在感

ジェイテクト社にとってのもう 1 つの問題は、乗用車の機能安全に関する国際規格である ISO 26262 への準拠でした。この規格には、システムレベルでの欠陥挿入テストに関する複数の要求が含まれています。とりわけ、この規格では、ソフトウェアの以前テストした部分からの変更が新たな欠陥の原因とならないことを、テストケースを繰り返して行う回帰テストにより保証することが要求されています。回帰的ではない、あるいは部分的にのみ回帰的なテストが許容されるのは例外的な事例のみであり、その場合も認定プロセスの一環として詳細な理由を提示する必要があります。また、ISO 26262 では、Automotive Safety Integrity Level D (ASIL D) に関して、ソフトウェアレベルでのテスト結果とモデルレベルでのテスト結果とを比較するバックトゥバックテストも要求されています。これらの要件に加えて、要件管理、ソフトウェア設計、開発および検証プロセス全体でのさまざまな作業成果のドキュメント化といった他の安全規格要件を満たすには、開発プロジェクトにおいて相当の形式的労力が必要となります。

### テストベンチの導入により安全性と効率性を向上

フランスのイリニーを拠点とする JTEKT Europe では、これら現行のすべての要件を満たし、作業労力の増大に対処しつつ、ISO 26262 に準拠した欠陥挿入テストを行うために、統合自動欠陥挿入機能を備えたリアルタイム対応の dSPACE HIL (Hardware-in-the-Loop) テストベンチを使用することにしました。これにより、開発者は実車による走行テストプログラムの大部分を、実際のコンポーネントも使用して高精度で走行状況を再現することができるシミュレーション環境へとフロントローディングすることができます。これにより、ステアリングシステムをすでに完成度が高い状態で実際のテスト対象車両に統合し、ステアリング制御の承認を受けるためのさらなるテストを重ねることができます。また、HIL テストベンチを使用すると、テストドライバーのリスクも抑制できます。なぜなら、ISO 26262 で境界条件と呼ばれる、人間のドライバーでは生来の心理的抑制のために決して再現できない過酷な条件下でのテストドライブをシミュ

## 「オープンアーキテクチャが特長である dSPACE の HIL シミュレータを活用すると、継続的に機能を拡張できる強力なシステムが実現します」

Loic Bastien 氏、ジェイテクト

レートすることも可能なためです。その結果、テストベンチにおけるテストカバレッジが大幅に向上します。HIL テストベンチのもう一つの利点は、テスト対象車両に時間とコストをかけて変更を行うことなく、ステアリングシステムのさまざまなバリエーションを効率的にテストできることです。

### テストベンチのコンポーネント

JTEKT Europe のテストベンチは、機械的セットアップ、HIL シミュレータ、ステアリングホイールおよびラック用アクチュエータ、ラックの角度、荷重、および変位向けセンサのほか、シグナルコンディショニングインターフェース、およびユーザインターフェースのホストコンピュータで構成されています。HIL シミュレータには車両モデ

ルを実行するための DS1006 Processor Board が搭載されており、ラックやドライバーモデルへの荷重のかかり方を計算して、特定状況における人間の挙動をシミュレートします。純粋な HIL オペレーションに加えて、ハンドルやラックアクチュエータを個別に制御することも可能です。また、角度とトルクまたは荷重と変位をそれぞれ変化させることにより、システムテストを極めて具体的に実行することができます。

### 欠陥挿入とデバッグ

ジェイテクト社にとって、リアルタイム性能と強力なマルチプロセッサアーキテクチャを持つ dSPACE HIL シミュレータは、XCP プロトコルにより欠陥を時間同期的に挿入する場合に最適なツールでした。

dSPACE ツールはテストオートメーションに組み込めるため、任意の時点でいつでもテストを繰り返すことができます。これにより、同社はテスト全体を繰り返す労力を最小限に抑えることができ、ISO 26262 で要求される回帰テストをいつでも容易に実行できるようになったため、時間と手間をかけて、不適合または未完了の回帰テストの理由を検証する必要がなくなりました。さらに、欠陥挿入テストはシミュレーションベースで行われるため、同社は欠陥挿入テストをシステムテスト中に直接実行できるようになりました。また、ISO 26262 で要求されるバックトゥバックテストも容易に実施できるようになり、モデルベースの機能開発で使用したのと同じステイミュラス信号を HIL テストベンチ上で

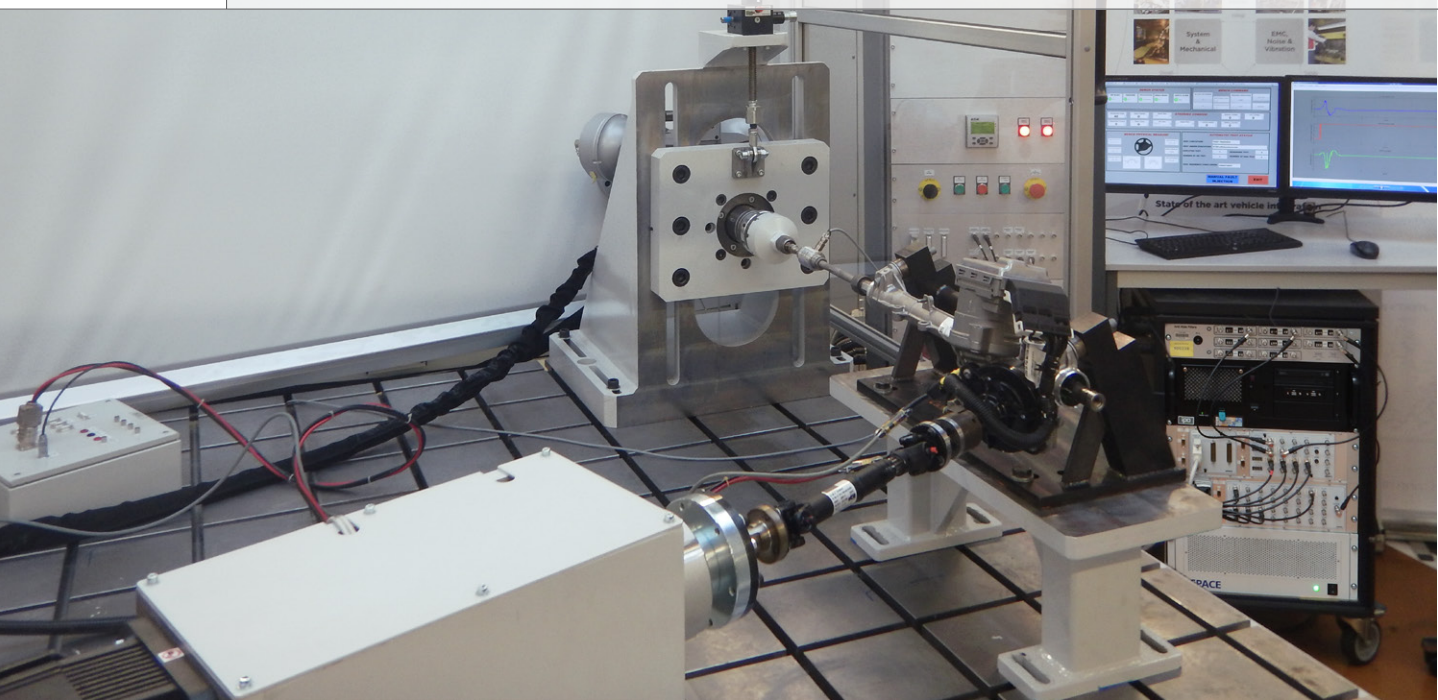
>>

設定が容易な仮想制御センター：ControlDesk を使用すると、開発者およびテストエンジニアは常に自身のタスクに完全に集中することができます。

The screenshot displays the ControlDesk interface with several panels:

- BENCH STATUS:** Shows indicators for HW READY (YES), PRESSURE (YES), INITIALISATION (DONE), BENCH READY (YES), and SAFETY ALARM (No Alarm).
- BENCH COMMAND:** Includes buttons for ACTUATOR POWER (ON/OFF), MECHANICAL INITIALIZATION (START/STOP), and TEST EXECUTION (START TEST/STOP TEST).
- STEERING CONSIGN:** Displays real-time data for Handwheel Angle (10), Rack Position, Driver Type (NORMAL), HIL mode (FULL HIL), Engine State (RUNNING), Vehicle speed (120), Battery Voltage (13), IGK Voltage (13), Handwheel Torque, Rack Force, and Battery Current (100).
- BENCH PHYSICAL MEASURE:** Shows physical measurements like Hand Wheel Angle (10.0), Hand Wheel Torque (0.6), Hand Wheel Speed (0.0), Rack Position (1.9), Rack Force (953), and Rack Speed (0.1), along with a steering wheel graphic and gauges.
- AUTOMATIC TEST STATUS:** Indicates TEST EXECUTION (TEST FINISHED), TEST UNDER EXECUTION (STZForRobustesse.stz), EXECUTED TEST (1), REMAINING TEST (0), NUMBER OF OK TEST (1), and NUMBER OF NOK TEST (0).
- TEST SEQUENCE CONCLUSION:** Shows OK.
- MANUAL FAULT INJECTION:** A prominent blue button at the bottom.
- EXIT:** A red button at the bottom right.





ジェイテクト社の HIL (Hardware-in-the-Loop) ステアリングテストベンチ：実車による走行テストよりも前に、耐障害性テストプログラムの大部分を、実際のコンポーネントを使用した高精度のシミュレーション環境にフロントローディングすることができます。

再利用できるようになりました。テストベンチは XCP プロトコルを使用して、電子制御ユニット (ECU) の内部データも読み込んでおり、このデータはデバッグなどに使用することができます。いずれのテストの場合でも、適正な評価を行うには、XCP プロトコルに基づいて追加されるデータがテストベンチセンサのアナログ計測データと完全に同期していることが極めて重要です。ジェイテクト社では、dSPACE RTI Bypass Blockset を使用することにより、複雑なデータの同期を容易に行うことができました。

#### 自動化による多様なバリエーションの管理

ジェイテクト社では、新しく開発したステアリングシステムを実車でのテストドライブ用に検証する際、さまざまなテストで構成されたテストプランを使用しており、すべてのテストを計画されたすべてのプラットフォームバリエーション上で実施する必要があります。同社は、多数のバリエーションに対応しつつ、新たなソフトウェアバージョンに対する厳しい納期を満たすため、dSPACE AutomationDesk を使用して

います。テストオートメーションソフトウェアである AutomationDesk では、再現可能な方法でテストプログラムを処理し、その結果として生じた計測データを記録します。その後、記録したデータと、既定のテスト基準およびそれぞれの達成基準を含む評価ブロックに基づいて、欠陥挿入テストの結果を計算し、テストエンジニア向けの詳細なレポートとしてまとめます。レポートには ISO 26262 で要求されるテストの合否情報が記載されているだけでなく、個別の計測データと該当するテスト基準とを具体的に比較し、潜在的な偏差を分析した詳細なデータも記載されています。このように、AutomationDesk で ISO 26262 認証の合否を確認することにより、自動車の機能安全に関連するツールの分類や認証にかかる手間が大幅に削減されます。

#### 容易に設定できるユーザーインターフェース

テストベンチエンジニアは、試験およびビジュアル表示ソフトウェアである dSPACE ControlDesk により作成した単一のユーザーインターフェースを通じて、すべてのタ

スクの制御を実行したり、テストベンチに個々のアクチュエータコマンドを送信してその効果を監視および記録したりすることができます。また、テスト結果の最終評価に至るまで、機能の自動化プロセスを設定および制御することもできます。これらの操作では、AutomationDesk は必ずバックグラウンドで動作する一方、ControlDesk は常に進行中の関連操作に対する十分な透過性と制御性をエンジニアに提供します。ControlDesk は設定が容易で、直観的なビジュアル表示も可能なため、開発者およびテストエンジニアは常に自身のタスクに完全に集中することができます。

#### まとめと次の段階

ジェイテクト社は dSPACE の HIL テストベンチとツールチェーンを使用することにより、ラボでの欠陥挿入テストの自動化と ISO 26262 への準拠という主要な目標を達成することができました。その結果、実車による走行テストの回数を大きく減らし、時間とリソースの大幅な削減を実現することができました。さらに、すでに徹底

「効率性の高いテストオートメーションを実現する AutomationDesk の活用により、ISO 26262 に準拠したテスト作業の生産性が大幅に向上しました」

Jean Michel Trebuchon 氏、ジェイテクト社



イリニーにある JTEKT Europe の  
テストセンター：  
HIL テストベンチを活用することにより、  
新しいステアリングシステムを使用したテスト  
ドライブを最適な形で補強することができます。  
シミュレーション時にすでにステアリング制御  
の多数の不整合が排除されているため、  
テストドライバーの安全性が向上します。

的にテストされたステアリングシステムを  
テストドライバーが使用できるため、これ  
まで以上にテストを容易に行えるようになり  
ました。将来的には、シミュレータを使用  
して、さらなる要件ベースの HIL テスト  
をシステムレベルで行うなど、より多くのテ  
ストを行う予定です。また、ジェイテクト社  
は合成スティミュラス信号を使用するの  
ではなく、HIL テストベンチ上で実車による  
テストドライブを行い、そこから記録した  
計測データを使用することも計画中です。  
既存のインフラストラクチャに dSPACE  
ツールチェーンをシームレスに統合す  
れば、これは容易に実現可能です。また、早  
期の段階から 3D ビジュアル表示ソフト  
ウェアである MotionDesk を使用す  
れば、開発者はステアリング制御の欠陥によ  
り車両が予定された走路からどのように  
逸脱するかをビジュアル表示することが  
できるため、テストの効率性がさらに向上  
します。dSPACE ツールチェーンのおかけ  
で、ジェイテクト社は「予想外の事態を予  
想する」心配がなくなり、徹底的に「予想  
外の事態を調査する」ことができるよう  
になりました。 ■

Jean Michel Trebuchon 氏、  
Loic Bastien 氏、  
JTEKT Europe、フランス



**Jean Michel Trebuchon 氏**  
JTEKT Europe (イリニー、フランス) の  
Test & Analysis 部門でテストベンチ開発者  
として勤務。ユーザインターフェースおよび  
テストオートメーションソフトウェアの開発  
担当者。

**Loic Bastien 氏**  
JTEKT Europe (イリニー、フランス) の  
Test & Analysis 部門でテストベンチ開発者  
として勤務。リアルタイムモデリングおよび  
バス通信の担当者。







革新的なフロントホイールサスペンションを搭載した SAME 社製の新型トラクタ

# Perfect Grip, Perfect Grapes

SAME 社では、Frutteto シリーズの新型トラクタに最高の走行安全性と操作性を提供するため、独立アームを備えた電子制御式フロントホイールサスペンションを特徴とする新しい Frutteto S/V ActiveDrive シリーズを開発しました。その際、量産コードの生成には TargetLink が使用されました。





## 「ActiveDrive プロジェクトの多数のモデル変数やパラメータを一元管理する際、TargetLink Data Dictionary は大いに役立ちました」

Andrea Degiorgi 氏、SDF R&D 部門

**良**質のワインほどワイン通を喜ばせるものはありませんが、最も優れたワインは、多くの場合、急勾配の丘、緩い地盤、狭い小道など、栽培が困難な地形で育ちます。このような場所で葡萄の栽培や収穫を行うには、専用のトラクタが必要になります。ただし、このような用途で使用するトラクタは通常重心が高く、使用する道路も狭いため、あらゆる状況において良好なグリップと安全な推進力を確保することが難しいのが課題です。

### アクティブ制御によるグリップと推進力の確保

SAME 社では、これらの課題を克服するため、トラクタ専門市場においては目新しい独立アームを備えたアダプティブハイドロニューマティックフロントサスペンション搭載の Frutteto S/V ActiveDrive を新たに開発しました。この ActiveDrive は、電子制御によって自動的にホイールのスリップを検出し、それに応じてデフロックをオンにすることにより、一定のグリップを保ちます。また、トレーラーの連結によりトラクタに余分な重量が加えられた場合でも、2つの油圧シリンダにより独立したサスペンションの2本のアームを常に最適な位置に保持します。これにより、トラクタの重量配分を継続的に最適化することができます。このような機構とトラクタの重心の低さにより、ステアリング角が最大の53°の場合や丘に対して平行に運転する場合でも、トラクタの安定性が向上し、一定の推進力が確保されます。また、多数のセンサを通じて位置、速度、ステアリング角、サスペンション、ブレーキ状態などを監視することにより、制御ソフトウェアによる安全関連機能も向上します。これらの機能には、たとえばトラクタにブレーキをかけた際のフロントホイールサスペンションの沈み込みを防ぐ「アンチダイブ」機能や、運転速度やステアリングホイール角に

合わせてサスペンションの固さを自動的に調整する「アンチローリング」機能があります。これにより、荒地と一般道のいずれでも安定性とグリップが向上します。ActiveDrive により、Frutteto シリーズのトラクタは、これまで高性能トラクタに限られていたレベルの安全性と運転快適性を表現しています。

### スマートコントローラコンセプト

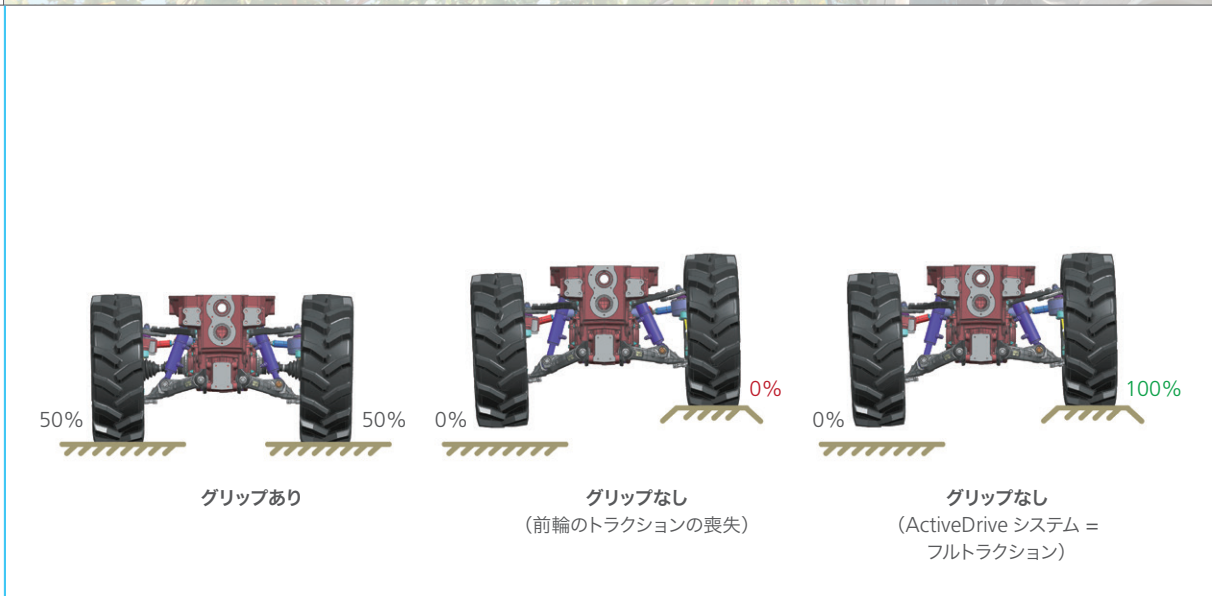
ActiveDrive の制御は、ステアリング角、運転速度、それぞれのフロントホイールの角速度、油圧シリンダの位置、ブレーキおよび全輪の駆動の状態、ドライバーが選択したモードなどの入力変数に基づいて行われます。制御変数はコントローラにより計算されたうえでソレノイドバルブ向けのコマンドへと変換されます。このコマンドにより、アクスルデフのロック効果とアクスルサスペンションの2つの油圧シリンダにおける油流や油圧が調整されます。その結果、シリンダを内外にスライドできるようになるだけでなく、クローズドループ制御によってそれぞれの運転状況に応じて減衰やサスペンションの固さの調整も行われます。

### 変数とパラメータの一元管理

コントローラの開発はモデルベースの MATLAB®/Simulink®/Stateflow® 環境で行われました。また、2005 年以降 SAME 社が一部の開発プロジェクトですでに採用していた量産コード生成ツールである dSPACE TargetLink® も使用されました。開発者は TargetLink Data Dictionary を幅広く活用することで、コントローラモードの約 120 の変数およびパラメータを一元的、効率的、かつ体系的に管理することができました。また、コードの自動生成を活用することで、ActiveDrive の量産コードを通常よりも大幅に早く入手することができました。こ

>>





四輪駆動トラクタのフロントホイールサスペンション：通常、駆動力はフロントホイール間で分散されます。ただし、一方のホイールが地面から離れると、浮き上がったホイールによってすべての駆動力が失われます。Frutteto S/V ActiveDrive の差動制御システムはこれらの状態を検出し、迅速にデフロックをオンにすることで、地面に接触しているホイールにすべての駆動力を伝えます。

れにより、SAME 社ではコードおよびモデル間の整合性が手書きのコードを使用した場合と比べて明らかに向上しました。

#### 総合的なシミュレーションオプション

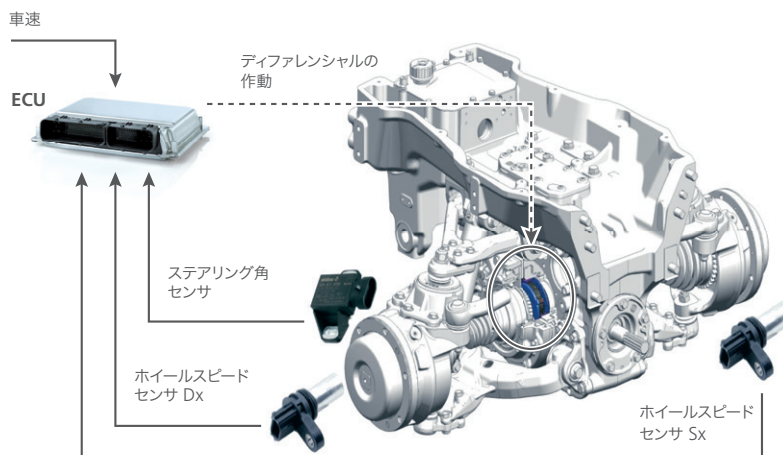
SAME 社では、TargetLink の 3 段階のシミュレーションおよび検証コンセプトを活用することで、開発にかかる時間の短縮と効率性のさらなる向上を実現しました。このコンセプトでは、ワンクリックでさまざまなシミュレーションモード (Model-in-the-Loop、Software-in-the-Loop、および Processor-in-the-Loop) を迅速かつ容易に実行できるため、早期の段階で妥当性確認を確実に行うことができます。

そのため、TargetLink で生成されたソフトウェアは、実機のプロトタイプが入手可能になる以前から高い完成度を備えることができました。また、さまざまなサブシステムやパラメータセットなどのソフトウェアバリエーションの統合の際も、開発者は TargetLink Data Dictionary で定義された変数を単に使用するだけで済んだため、作業は容易でした。さらには、Frutteto S/V ActiveDrive シリーズの制御方式を車両の全体モデルや環境モデルと連携させてテストすることができたため、システム挙動全体を通じて有意義なクローズドループシミュレーションを実行することができました。

#### 開発期間の短縮

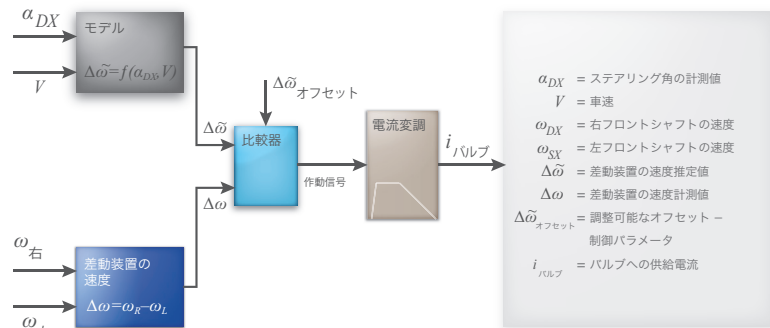
シミュレーション結果の妥当性確認は、テストベンチ、傾斜調整プラットフォーム、および実車によるテストドライブで無事行われました。それにより、Frutteto S/V ActiveDrive の安定性は、妥当性確認のすべての段階において従来の専用トラクタと比べてはるかに向上していることが改めて立証されました。40°を超える角度の急斜面やぬかるんだ地盤でも、このトラクタは何の弱点も露呈しませんでした。SAME 社では、特に TargetLink を使用してコードの自動生成を行ったことにより、通常よりもはるかに早く Frutteto S/V ActiveDrive の完成度を市販レベル

センサの配置：デフロック制御は、フロントホイールのステアリング角とそれぞれの角速度に依存します。

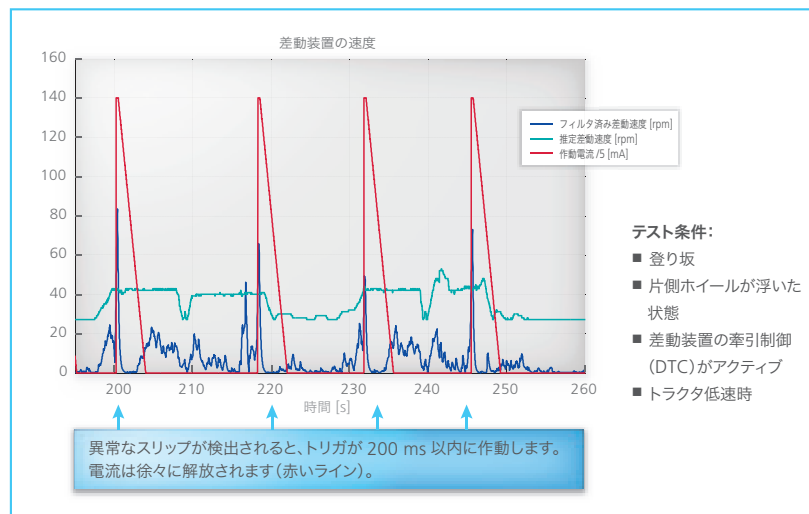


に引き上げることができました。SAME社は、この優れた経験から、今後の社内ソフトウェア設計プロセスをモデルベース環境へと完全にシフトし、量産段階への移行に TargetLink を使用する計画を立てています。さらに、開発の効率性や費用対効果の向上以外にも、農学専門家が選出するトラクターオブザイヤー 2016 の「Best of Specialized」部門を Frutteto S/V ActiveDrive が受賞するという素晴らしい成果もありました。SAME社はまたも優れた極上のワインを作り出したようです。 ■

Simone Tremolada 氏、  
Andrea Degiorgi 氏、  
Giorgio Gavina 氏、  
SDF R&D 部門



制御アーキテクチャの概要：計算された制御変数はソレノイドバルブ（この場合は差動装置）へのコマンドとして出力されます。

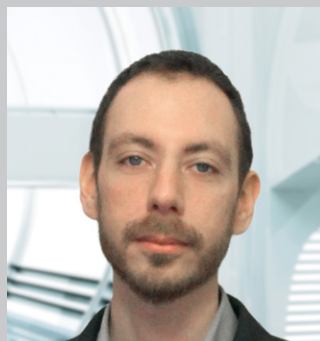


Frutteto S/V ActiveDrive 向けの拡張テストプログラムのダイアグラム：センサが早期の段階でホイールのスリップを検出し、200 ms 以内に差動装置のロックを作動させます。

Simone Tremolada 氏  
ActiveDrive プロジェクトのシステムインテグレーションマネージャ兼テクニカルプロジェクトリーダー、SDF、トレビリオ (イタリア)



Andrea Degiorgi 氏  
ActiveDrive プロジェクトのアプリケーションソフトウェアエンジニア、SDF、トレビリオ (イタリア)



Giorgio Gavina 氏  
ActiveDrive プロジェクトのシニアシステムソフトウェアエンジニア兼パワートレインソフトウェア担当エキスパート、SDF、トレビリオ (イタリア)







モーフィング翼および  
テール部の開発

# Fly Like a Bird

センサネットワークの継続的な改善と材料科学における新たな発見により、航空機を適応制御する技術には新たな可能性が開かれています。ミシガン大学では、データの記録、アクチュエータの制御、実験の調整に関する新たな設計のテストを行っており、そこでは MicroLabBox が重要な役割を果たしています。



航空機に鳥と同じ操作性を提供することは、航空機設計者にとっての夢です  
(図は獲物を狙うハヤブサ)。

シガン大学の Adaptive, Intelligent, Multifunctional Structures (AIMS) Lab では、航空機のモーフィングテクノロジーを開発するうえで、自然から得た発想を取り入れることがよくあります。鳥は、ほぼ硬質の構造を持つ今日の航空機とは異なり、自らの翼や尾を状況に応じて操り、大気や気流の変化に柔軟に対応することができます。大型の航空機と比べて、鳥のように風や天候の影響を受けやすい小型の航空機にとって、このような適応制御の有用性は明らかです。AIMS Lab での研究は、航空機の形状、特に翼やテール部の形を調整することにより周辺の気流に能動的かつ直接的に反応できる航空機の開発に重点を置いています。この研究では大気状況に適応するモデルとして自然を利用する航空機の開発を可能にするため、これらをどのように調整すべきかを調査しています。

#### モーフィング翼 - 鳥の飛行モデル

航空機の適応制御テクノロジーの分野では、航空機の空力制御において中心的な役割を果たす補助翼は、重要な研究対象です。AIMS Lab では、エラストマー製のハチの巣状構造と連結したマクロファイバーコンポジット (MFC) アクチュエータを活用することで、翼の全表面にかけての形状変化の影響を調査しています (図 1)。この手法では、翼の特定領域を調整して気流からの悪影響を最小化することができ、翼の一部が大幅に揚力を失うストール現象が突然発生した場合にも極めて有効に対処できます。AIMS Lab では、ストール中の非線形空力動作をモデリングすることで翼の形状を最適化するのに必要なアクチュエータのそれぞれのたわみを予測し、気流の悪影響を相殺し、乱れのない安定した飛行を取り戻せるようにする研究を行っています。このコンセプトは、ステップイーグル (ソウゲンワシ) が意図的にストールを発生させて急旋回するのを観察した生物学者からヒントを得ました。

#### テール部の適応制御

AIMS Lab の研究者は、モーフィング翼の他に、水平に並んだ可動式テールの空気抵抗についても分析しています (図 2)。その作動メカニズムは、鳥が尾を使ってすばやく動作を微調整して頭と体を安定させたうえで獲物を確認し、その後迅速かつ慎重に的を絞った攻撃を開始する一連の動

>>



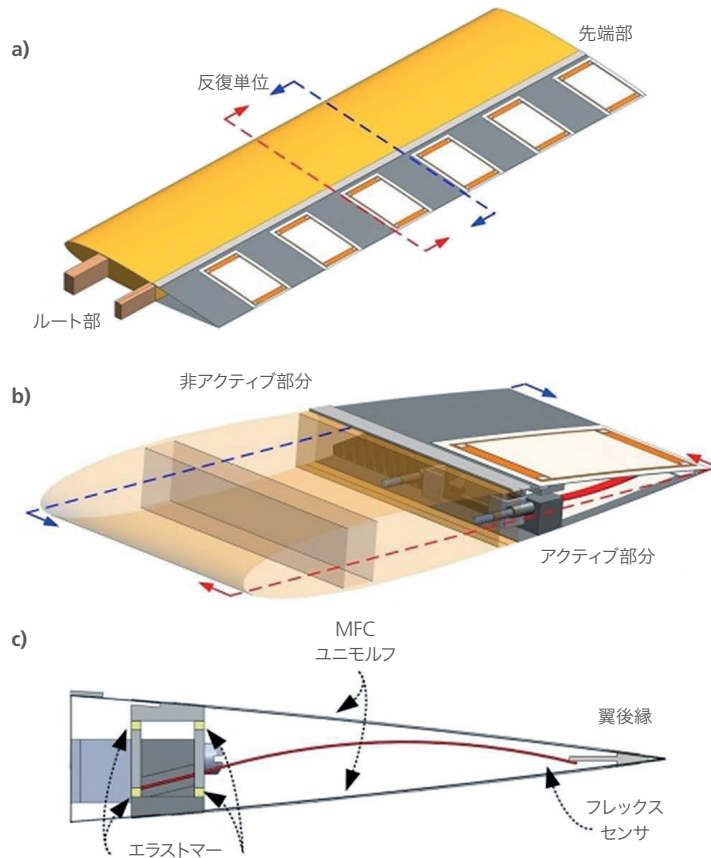


図1：a) モーフィング翼の構造 b) モーフィングユニット部 c) アクティブモーフィングメカニズム。MFC が作動すると形状が変化し、翼後縁の先端にたわみが生じて反った形状になります。

ブテールを搭載した航空機は極めて操作性が高くなり、鳥とほぼ同様に多芸になります。

#### 柔軟に変化する表面形状が重要

適応制御が可能な航空機を実現するうえで大きな課題となるのは、ある形状から別の形状、またはその逆へとシームレスに移行できるよう、表面（翼やテール部など）の形状を変化させる手法を開発することです。この課題の解決策となるのが MFC です。MFC は、高電圧を印加すると形状が変化する薄く柔軟性の高い構造を有しており、表面素材およびアクチュエータの両方として機能します。また、軽量であるため、小型の無人航空機（UAV）における従来のサーボまたは油圧機構に代わる選択肢となります。MFC に適切なハチの巣状構造を組み込めば、アクチュエータ間での連続的な形状変化を保つことができ、旋風や抗力の形成を抑制できます。適応制御が可能な航空機を実現するうえでもう 1 つの課題となるのは、アクチュエータのたわみを飛行条件の変化に応じて理想的に組み合わせることです。ここで登場するのが空気力学シミュレーションです。簡潔に述べると、その瞬間の気流の状態に適応するために必要な翼の形状を、最適化したシミュレーションが算出します。最適化の結果、それぞれのアクチュエータの形状が定まり、それによって基本的に翼幅全体の表面形状が決定されます。ただし、これを実現するためには、内部センサにより翼形状の状態を監視し、空力的負荷に対して適切なたわみを制御し、空気力およびトルクのデータをリアルタイムで記録することが必要です。

#### MicroLabBox を使用した風洞テスト

生物学からヒントを得た適応制御型の航空機の開発では、空気力およびトルクを計測するための広範な風洞テストが必要で

Lawren Gamble 氏  
ミシガン大学航空宇宙エンジニアリング学部  
(米国) 博士課程の学生。



きの観察に基づいています。これは、テール部により方向の安定性と制御を確保するだけの通常の航空機とは違います。アクティブテールを使用するとピッチ運動やヨー運動も可能になるほか、空力ブレーキとしても機能します。そのため、アクティ

「dSPACE MicroLabBox では数十のセンサチャンネルを記録し、高い精度で複数のアクチュエータを制御できるため、風洞テスト時にモーフィング翼の複雑な構造と空力特性を監視することができました」

Lawren Gamble 氏、ミシガン大学

す。このテストでは、膨大なデータを取得し、高い精度でアクチュエータを制御する必要があるため、AIMS Lab はそれが可能な dSPACE MicroLabBox を使用しています。風洞テストの実行中は、小型化した翼や航空機全体の空力的および構造的特性のデータを取得および記録し、データ処理を行ったりデータを比較したりする必要があります。通常、こうした比較は、劣悪な飛行条件に合わせてどの程度翼の構造を調整できるかを見極める目的で行われるため、MicroLabBox には高い精度と適切なタイミングが要求されます。また、MicroLabBox に MATLAB®/Simulink® を組み合わせて使用すると、さまざまな機器を使用して複雑な試験を制御および調整することも可能です。

「感覚で飛ぶ」適応制御型の航空機を目指して

AIMS Lab の研究者は、MicroLabBox を使用することにより、3つの重要な結論を得ることができました。まず、従来の硬質の翼に比べ、モーフィング翼を使用すると空気抵抗を大幅に削減することができます。次に、モーフィング翼を使用すると、ストールに対して極めて適切に対応することができます。これは旋風の形成を抑制できることから明確に実証されています(図4)。最後に、適応制御型のテール部を使用すると、航空機の方向を制御し、方向安定性を向上させることができます。AIMS Lab では、これらの結論に基づき、分散型のセンサネットワークを備え、飛行状況に合わせて形状を調整できるテール部および翼の両方を有する「感覚で飛ぶ」適応制御型の航空機を開発することを目指し、研究を続けています。■

Lawren Gamble 氏、  
ミシガン大学

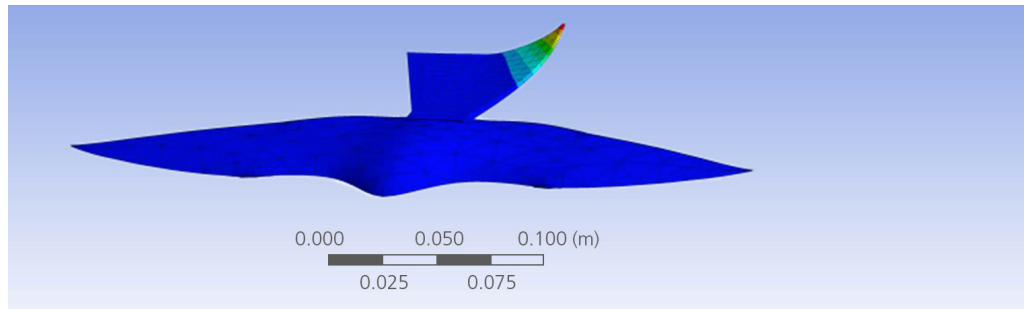


図2：生体力学からヒントを得たアクティブテールを有限要素法で解析した結果、テールの右半分が作動した際にたわみが生じることが実証されています。

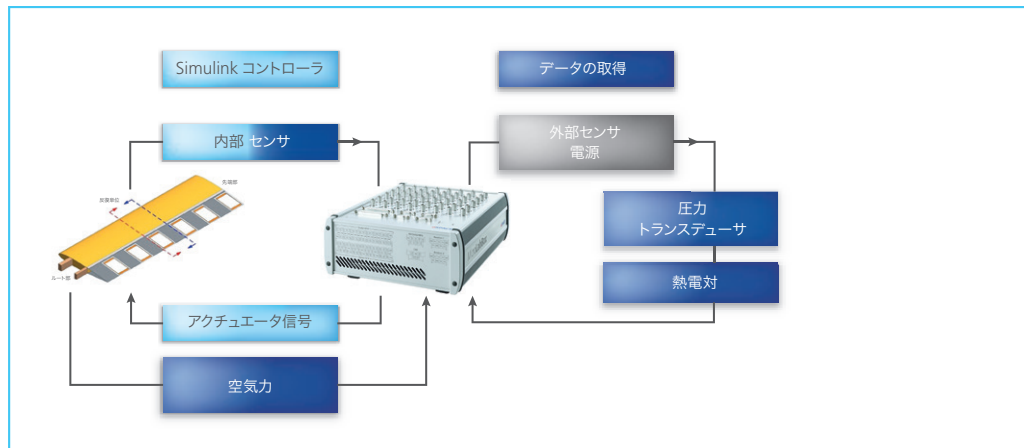


図3：試験セットアップおよび制御システムの模式図。MicroLabBox は風洞テストの実行中にアクチュエータの制御やデータの記録を行うための重要なデバイスです。



図4：気流をビジュアル表示することにより、ストールの状況に合わせて翼の形状を調整した場合の効果を確認できます。左：調整が行われなため、強い旋風が形成されます。右：翼の調整により、旋風の形成がほぼ完全に抑制されます。



**今** 日、先進国で生活するすべての人々の生活は、エネルギーの消費から始まります。エネルギーの供給は、主に中央集中型の配電網を通じて行われます。人々は、電動の目覚まし時計で起床し、照明を点け、テレビやラジオを楽しみながらコーヒーを沸かします。電気は現代人の生活の多くの部分に影響を与えています。そのため、全米技術アカデミー (NAE) が生活の電化を前世紀最大の工学的成果と認めたことはそれほど驚きではありません。電気を使用できない、つまりテレビもラジオも電灯もない生活を想像してみてください。しかし、これは世界中の 12 億人にとっての現実です。世界銀行の報告によれば、依然として電気を利用できないこれだけ多くの人々がいます。また、28 億人の人々が調理や家の暖房を未だに薪や石炭などの固体燃料に依存しています。

#### 着想：地域のエネルギーシステム

テキサス A&M 大学の Robert S. Balog 教授とその学生らは、世界中の開発途上地域に電力を供給するための研究プロジェクトを開始しました。また、再生可能エネルギーに基づいたハイブリッド配電網のコンセプトにも取り組んでおり、類似プロジェクトとの差別化を図っています。このアイデアの核となるのは、さまざまな負荷、再生可能なエネルギー源、および貯蔵テクノロジーを採り入れた Local Area Power and Energy System (LAPES) です。LAPES は主配電網と並行して稼働する二次給電システムとしての役割を期待されています。LAPES は、必要な場合には主配電網に接続できますが、配電網の不安定な途上国などでは自己完結型のシステムとして稼働することも可能です。

#### LAPES を使用する理由

Balog 教授は、「COP21 の気候変動対策に関するパリ協定で設定された国際的目標により、化石燃料に依存した現在の枠組みから環境に優しいエネルギーシステムへと、社会が抜本的に変化する必要があることは明らかです」と述べています。

「LAPES は将来的に地域レベルの電力システムとして機能することを期待されています。また、近未来的なスマートグリッドを完全に整備する場合と比較して、短期間で実現することができます」。途上国であれば、LAPES は比較的緩い規制で建設し、主配電網と接続することができます。また、先進国でも老朽化した電力インフラを刷新する必要がある場合には、LAPES を追加の発電源として使用することができるため、保守作業の際に配電網全体の電力供給を停止する必要がなくなります。

#### LAPES を使用したハイブリッド配電システム

LAPES では交流 (AC) ではなく直流 (DC) の電気を供給するため、主配電網と比べてはるかに構造が単純です。独自のコンポーネントを使用し、自己完結型で極めて小型化されたこの配電網は、「マイクログリッド」と呼ばれています。市場調査およびコンサルティング企業である Navigant Research 社が発表した 2015 年のレポートによると、マイクログリッドは 2024 年までに年間 14 億ドルを生み出すと期待されています。このような前向きな展望の背景には、再生可能エネルギーの電力供給量に占めるマイクログリッドの比率が高まることで経済的最適化が推進されるとの期待があるだけでなく、マイクログリッドにより主配電網の停電時の復元性も向上するためです。これらの DC マイクログリッドが既存の AC 配電網に適切な配置で組み込まれた場合、新たなハイブリッド電源システムが誕生します。ただし、そうしたマイクログリッドの広範囲での利用を実現するには、理論的な実行可能性調査を事前に徹底して行う必要があります。

#### 電気エネルギー変換の研究

テキサス A&M 大学のチームは現在、電気エネルギー変換の基本的な工学技術と科学的基礎について調査しています。調査の対象分野には、次のものが含まれます。

- 太陽光エネルギーの電気エネルギーへの変換 (太陽電池)



## スマートグリッド

エネルギーの生成、エネルギー消費の制御、およびエネルギーの貯蔵を強力に管理できるインテリジェントな配電網です。スマートグリッドの目的は、エネルギー需給バランスの最適化を図ることにあります。

>>





太陽エネルギーベースの革新的な  
ハイブリッド電力システム

# A Bright Future Ahead

この世界では、誰もが1日24時間いつでも電気を利用できるとは限りません。そこで、テキサス A&M 大学の学生は開発途上国に信頼性の高い電源を提供できるようにするためのハイブリッド配電システムのコンセプトを開発しています。この革新的なソリューションへの取り組みでは、dSPACE ツールが活用されています。



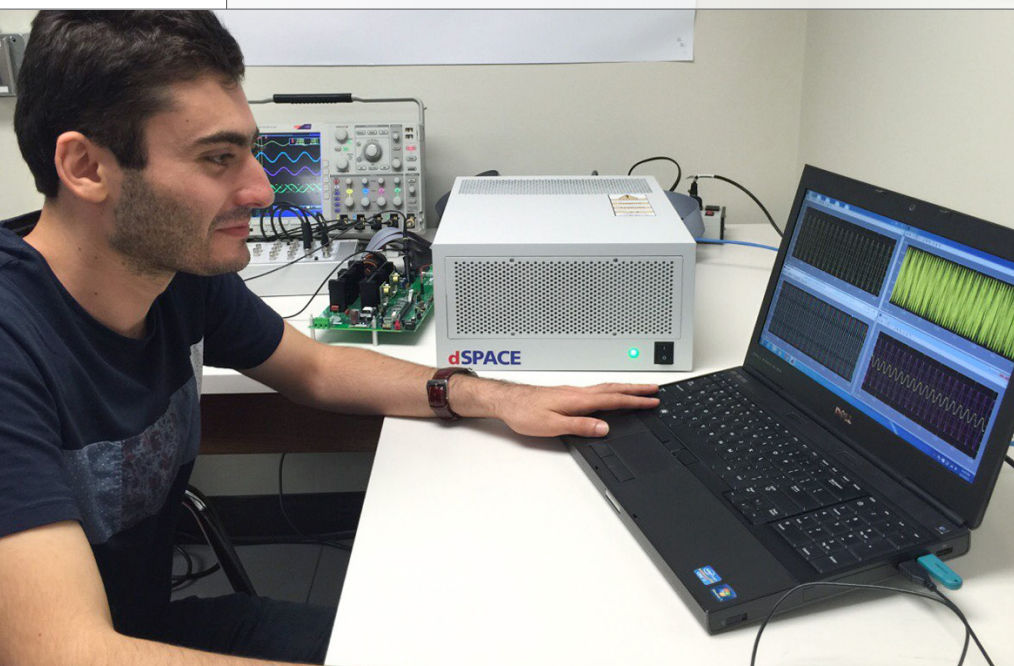


図1：テキサス A&M 大学の学生が、将来のハイブリッド電源システムのシミュレーションを行っています。

- 費用対効果の高いインバータシステムによる代替エネルギー源の利用（燃料電池、太陽電池などを含む）
  - 最低 40 年の耐用年数を有する信頼性の高いパワーエレクトロニクス
  - ローカル／分散制御を重視した分散 DC 電力システム
  - 自動調整式の連結コイルフィルタ
  - バッテリ管理、劣化状態管理
- モデル予測型制御などの非線形制御技術
  - アーク障害検出などの電氣的安全性
- チームでは主に、光を直接電気に変換する太陽電池システムに焦点を置いています。Balog 教授は、「最終的な私たちの目標は、太陽光エネルギーを代替エネルギーではなく、技術的にも経済的にも持続可能なエネルギー資源の主流へと導く

ことです」と述べています。「私たちのチームは、この分野における優れた研究拠点として国際的に認められることを目指しています」。

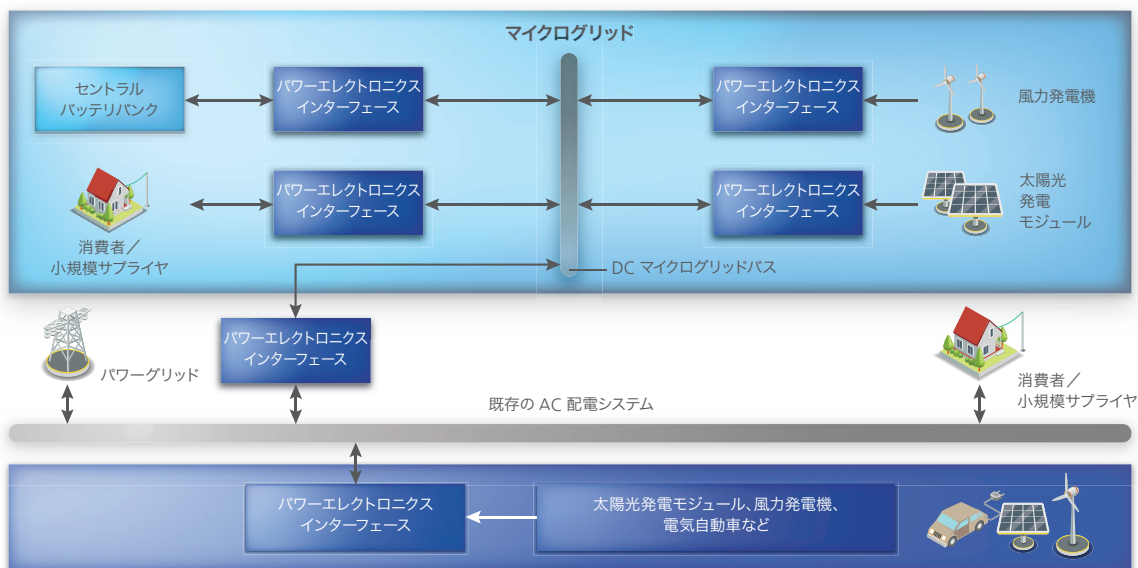
#### モデル予測型制御

LAPES プロジェクトの基礎となるのは、モデル予測型制御 (MPC) です。チームでは、太陽光などのさまざまなエレメントの値に基づいて、システムの将来的な挙動を予測できるモデルを使用しており、その結果に基づいて電力供給システムの開発を継続に行っています。チームでは、太陽電池エネルギーの変換、DC マイクログリッドの制御、および複数ソースによるハイブリッドエネルギーシステムの制御という3つの主要分野に注力しています。学生たちの目標は、再生可能エネルギーをベースとした DC マイクログリッドを既存の AC 配電網 (図2) に組み込んだ革新的なハイブリッド配電システムを開発することです。

#### HIL システムによるリアルタイムシミュレーション

Balog 教授とその学生は、慎重な評価を行ったうえで、dSPACE 製品をベースとし

図2：学生たちの目標は、DC マイクログリッドを主配電網の AC グリッドと並存させ、必要な際には AC グリッドに接続できるようにするためのハイブリッド配電システムを開発することです。





「目的はラボ向けの一般的なツールを確保することではなく、適切なツールを見つけることでした。そして、私たちは dSPACE の開発システムを使用することに決めました」。

Robert S. Balog 教授、再生可能エネルギーおよびアドバンスドパワーエレクトロニクス研究ラボ長、テキサス A&M 大学。現在、テキサス A&M 大学カタール校で学生らを指導。

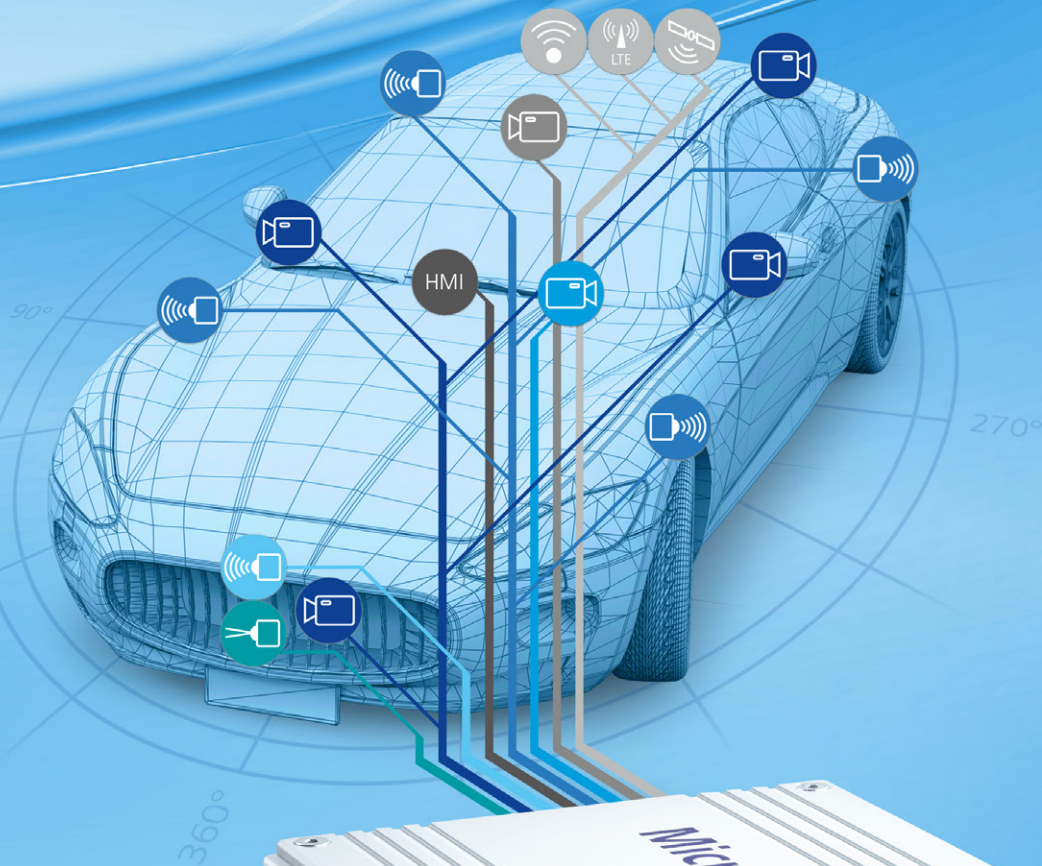
たツールチェーンの導入を決め、必要なテストと試験を実施しました。このツールチェーンの中心となるのは、DS1007 PPC Processor Board を搭載した dSPACE 拡張ボックスの HIL (Hardware-in-the-Loop) システムです。チームは、このボードの高性能な処理能力を活用することにより、電源システムの現実的な環境条件をシミュレートし、さまざまなシナリオをリアルタイムで実行しています。モデル予測型制御に使用するアルゴリズムは、dSPACE 製のソフトウェアである Real-Time Interface (RTI) によりテスト用ハードウェアに実装されます。HIL システムを使用すると、天候などの基礎的な条件の変化に対する電源システムの反応を識別することができます。また、開発したアルゴリズムの妥当性確認も、さまざまなアプリケーションですばやく実行できます。Balog 教授は、「dSPACE システムを使用することで、実際のハードウェアの動的な相互作用を徹底的に調査することができます」と説明しています。「これにより、システムおよびサブシステム間の相互作用の特性をより完全に解き明かし、理解することができます」。そうして、ハイブリッド配電システムは最初の構想段階を抜け、実際の条件下で実装することが可能なシステムへと徐々に発展しています。その結果として、チームは高価なテスト用ハードウェアの設計や作成に要したであろう時間の一部を使用するだけで、計画したハイブリッド配電システムを完全にシミュレートできる環境を構築することができるでしょう。 ■

テキサス A&M 大学のご厚意により寄稿

## まとめ

テキサス A&M 大学の学生たちは、マイクログリッドプロジェクトの研究を通じて、近い将来、信頼性の高い電源システムが途上国に提供されることを望んでいます。さらに、再生可能エネルギー、特に太陽電池が革新的なエネルギー供給コンセプトの一部となるよう研究しています。再生可能エネルギーは、特に将来のハイブリッド電源システムの基盤として最適です。そのため、テキサス A&M 大学は dSPACE と協力し、近い将来、ハイブリッド型の電力供給網がエネルギー供給における現在の問題の解決に決定的な役割を果たすことができるよう、研究を引き続き推進していく予定です。





Multisensor

# All-Rounder

小型かつ堅牢なプロトタイピングシステムによる  
360° 環境検出アルゴリズムの開発

車両を高度に自動化するには、360° 全方位を高い信頼性で検出できる機能が必要です。また、カメラ、レーダー、LIDAR などのセンサーにより生成される大量のデータは取得、プリプロセス処理、および融合する作業を同期的に行わなければなりません。このため、dSPACE では、最新の NVIDIA プロセッサハードウェアに必要なセンサやバスインタフェースを組み合わせた、自動運転分野の機能開発向けの極めて小型で堅牢なプロトタイピングシステムである MicroAutoBox Embedded SPU を開発しました。



今日の自動車業界において最も推進すべき革新的技術とは何か、と業界の専門家に尋ねれば、誰もが自動運転の高度な自動化だと答えるでしょう。ほぼすべての OEM メーカーおよび一次サプライヤに加え、多数のベンチャー企業がすでにこのテーマに集中的に取り組んでおり、ほんの数年前には想像も及ばなかったような進歩を見せています。現在の見通しでは、最初の高度な自動運転機能は間もなく量産車で利用される予定です。そうなれば、ドライバーが高速道路での自動運転や自動駐車といった特定の運転シナリオに対して、絶えずこれらの機能を監視する必要はなくなります。ま

た、完全自動運転システムの分野では「運転手」が不要になるロボットタクシーなどの研究もすでに行われています。

#### 自動運転の実現に向けた競争

この分野では、完成された自動運転機能を量産化した史上初のメーカーになるため、さまざまな OEM メーカーが互いに競争を繰り広げています。ただし、技術革新のサイクルが短くなった影響で、業界はかつてないほどに複雑化したアルゴリズムを高速な反復サイクルで開発しなければならず、また極めて早期の段階から車載テストを行わなければならないという課題に直面しています。それに伴い、機能開発を

容易に行うことができ、大幅に開発期間を短縮できる強力なプロトタイピングシステムへの需要が急速に高まっています。自動運転関連のアルゴリズムは、カメラ、レーダー、ライダー、超音波、および GNSS センサなど、多数の環境センサからのデータを利用して、車両周辺の 360° 全方位を常に高い信頼性で検出および評価できなければなりません。ここでは、カメラや画像データのプリプロセス処理が中心的な役割を果たします。

#### センサデータの処理と融合における課題

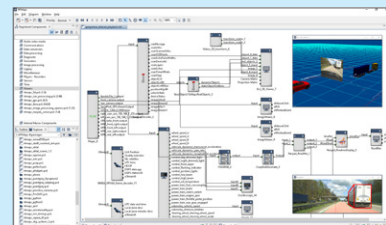
主な課題は、センサやカメラからの膨大なデータのプリプロセス処理と融合です。関

>>

## RTMaps

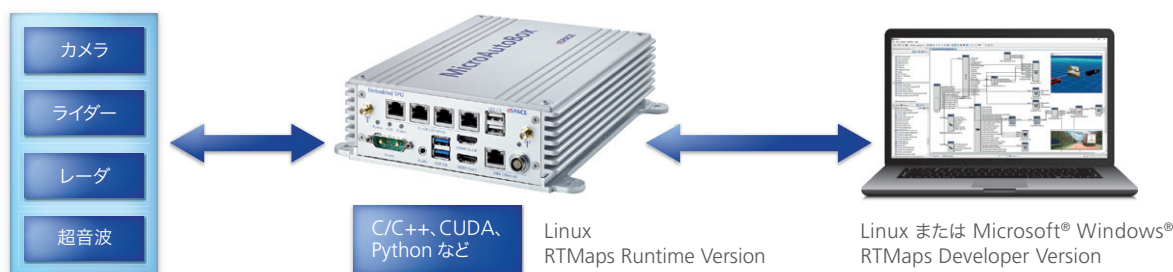
dSPACE が 2016 年以降、ツールチェーンの一部として配布および使用してきた Intempora 社の RTMaps は、コンポーネントベースのソフトウェア開発およびランタイム環境です。RTMaps を使用すると、さまざまなセンサや車載バスからデータを取得し、キャプチャやタイムスタンプ付け、同期化を行ったうえで処理することができます。このツールでは、ブロック線図を活用し、ユーザが用意した C++、Python、または Simulink コードを統合することにより、マルチセンサアプリケー

ションで使用するための複雑なセンサ、画像処理、およびデータ融合アルゴリズムを開発し、さらにはテストやベンチマーク評価を行うことができる強力な環境を構築できます。また、RTMaps に搭載されたカメラ、レーダーセンサ、レーザーキャナ、および車載バスなどのコンポーネント用の拡張ライブラリや、データのビジュアル表示、通信、プリプロセス処理といった多様な機能を活用することで、機能開発を容易に行うことができます。RTMaps は、マルチコア x86 および ARM プラットフォーム



の卓越した性能と高いユーザビリティにより、dSPACE 製品ポートフォリオを完全に補完しています。





Embedded SPU をスタンドアロンシステムとして使用した強かつスケラブルな構成

連するアルゴリズムの演算負荷は極めて高く、通常はマルチコアの CPU や GPU で実行されます。アルゴリズムの実装は一般的に C++、CUDA、または OpenCL などのプログラミング言語およびフレームワークで行われます。そのため、現在はアルゴリズムの開発に内蔵グラフィクスカードを搭載した一般的なデスクトップ PC を使用して短い反復サイクルで行われてい

ます。ただし、高い性能要件や、堅牢性および信頼性の欠如から、そのような PC を実車でのテストドライブに使用するのは難しいと言えます。またハードウェアを自動車のトランク内に設置する必要がある場

合、従来のように膨大な設置および配線作業が必要となります。さらに、多くのデスクトップ PC には、量産車に搭載されたカメラとの間で生データをやりとりするための GMSL などのインターフェースが備えられていません。そこで、dSPACE では、

## MicroAutoBox Embedded SPU は、車両ベースのマルチセンサアプリケーションのプロotypingに適した極めて堅牢かつ小型のソリューションです。

実車での使用に必要なコンパクトさと堅牢性を維持しながら高い演算能力を持ち、センサインターフェースに対する厳しい要件を満たすことが可能な MicroAutoBox Embedded SPU (Sensor Processing

Unit) を開発しました。MicroAutoBox Embedded SPU は、自動運転機能の車載開発に対応した小型で堅牢かつ強力な Linux ベースのプロotypingプラットフォームであり、マルチセンサシステム向けのグラフィカルなモデリング環境である

RTMaps と組み合わせることで、基盤アルゴリズムの開発を容易かつ迅速に行うことができます。

### 高い処理能力と幅広いインターフェース

MicroAutoBox Embedded SPU は、最新の NVIDIA® Parker アーキテクチャをベースとしており、内蔵 NVIDIA Pascal GPU および 256 コアを統合した、6 コア 64 ビット ARM CPU を搭載し、最大 1.5TeraFLOPS での演算処理が可能です。MicroAutoBox Embedded SPU は、単に高い処理能力を備えているだけでなく、すべての一般的な車載バスシステムや、カメラ、レーダー、ライダーなどの環境センサ、さらには GNSS 測位システムや無線通信機能も搭載されています。MicroAutoBox Embedded SPU では、これらのすべてが実車での使用に適した堅牢かつ小型の筐体に収められています。またソフトウェア開発者は個々のセンサインターフェースや出力インターフェースの煩雑なプログラミングをする必要がなくなり、センサデータのプリプロセス処理や融合を行うためのアルゴリズムの実装に完全に集中することができます。これを実現するために MicroAutoBox Embedded SPU は、マルチセンサシステ

>>

## 製品の特長：MicroAutoBox Embedded SPU

製品クラス： ■ マルチセンサアプリケーション向けのプロotypingシステム

重要な機能： ■ NVIDIA® GPU を搭載した強力なマルチコア CPU  
 ■ 車載バスネットワーク、環境センサ、無線通信、および GNSS 受信のためのインターフェース  
 ■ 直感的なグラフィカルソフトウェア環境である RTMaps を使用したブロックベースのアルゴリズム実装  
 ■ オプションのデータロギングユニット

適用分野： ■ 下記の機能開発：  
 ■ 先進運転支援システム  
 ■ 自動運転の高度な自動化  
 ■ ロボット用アプリケーション  
 ■ データロギング

## 幅広い接続オプション

### 背面コネクタ:

#### 1 GNSS アンテナコネクタ x 1 :

全地球衛星ナビゲーションデータ (GPS、GLONASS、Beidou、Galileo) を受信。衛星との接続が中断した場合は、uBlox NEO-M8U GNSS レシーバの慣性センサにより正確な位置を決定します。

#### 2 Gigabit マルチメディアシリアルリンク (GMSL) x 4 :

高解像度カメラを接続して画像処理するための GMSL インターフェース。ご要望に応じて、他のカメラ用インターフェースをサポートするプラグオンモジュールをご使用いただけます。

#### 3 HDMI 1.4b 入力ポート x 2 :

高解像度カメラを接続して画像処理するための HDMI インターフェース。ご要望に応じて、他のカメラ用インターフェースをサポートするプラグオンモジュールをご使用いただけます。



#### 4 LTE/Bluetooth アンテナインターフェース x 2 :

LTE および Bluetooth による無線通信をサポート。

#### 5 バスインターフェース :

最大 4 つの CAN/CAN FD、2 つの LIN (マスター/スレーブ)、2 つの BroadR-Reach インターフェースを接続。

#### 6 シリアルATAインターフェース (SATA III) x 1 :

最大 4 つの SSD を接続することにより、高性能なデータ取得が可能。

#### 7 I/O インターフェース :

デジタル入力 x 4、デジタル出力 x 4、アナログ入力チャンネル x 4 を提供。

#### 8 SIM カードスロット x 1 :

モバイル通信用の SIM カードスロット。

### 前面コネクタ:

#### 1 WLAN アンテナインターフェース x 2 :

無線 LAN の IEEE 802.11 n/ac をサポート。

#### 2 Gigabit Ethernet インターフェース x 4 :

Ethernet スイッチを使用せずに、Gigabit Ethernet 対応デバイスを直接接続。各インターフェースは 1 Gbit/s のデータスループットをサポート。

#### 3 Gigabit Ethernet インターフェース x 2 (内部スイッチ経由) :

Gigabit Ethernet 対応デバイスを直接接続。

#### 4 USB 2.0 インターフェース x 2 :

USB 2.0 対応デバイスを接続。

#### 5 電源 x 1 :

6 ~ 40 V DC



#### 6 ジャックソケット x 1 :

マイクや音声出力装置を接続。

#### 7 USB 3.0 インターフェース x 2 :

カメラなどの USB 3.0 対応デバイスを接続。

#### 8 HDMI 2.0 出力ポート x 2 :

2 つの HDMI 対応ディスプレイを接続。ご要望に応じて、HDMI インターフェースの 1 つを、量産車に使用されるディスプレイおよびドライバー情報システムの制御用モジュールに置き換えられます。



## 主要諸元 MicroAutoBox Embedded SPU

パラメータ	仕様
プロセッサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CPU：デュアルコア NVIDIA® Denver x 2 および ARM® A57 コア x 4 (それぞれ、最大 2 GHz および 2 MB の L2 キャッシュを搭載)</li> <li>■ GPU：256 コア NVIDIA Pascal™ (最大 1300 MHz)</li> </ul>
メモリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RAM：8 GB 128 ビット LPDDR4 RAM</li> <li>■ フラッシュ：32 GB eMMC および 128 GB M2 カード</li> <li>■ 大容量記憶装置 (オプション)</li> </ul>
オペレーティングシステム	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NVIDIA 社製 Linux for Tegra</li> </ul>
ソフトウェアのサポート	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ グラフィカルな開発環境 RTMaps (リアルタイムマルチセンサアプリケーション)</li> <li>■ GPU プログラミング言語：NVIDIA CUDA®</li> <li>■ ディープラーニング：NVIDIA TensorRT™、cuDNN®</li> <li>■ 画像認識：NVIDIA VisionWorks™、OpenCV</li> </ul>
技術的特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 筐体の物理的寸法：約 200 x 225 x 50 mm (7.9 x 8.9 x 2.0 インチ)</li> <li>■ 動作温度範囲 (筐体)：-20 ~ +70°C (-4 ~ +158°F)</li> </ul>
認証	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ MicroAutoBox Embedded SPU は MicroAutoBox II と同様に、電磁適合性のほか、耐振動性および耐衝撃性に関する現行の規格に準拠しています。詳細についてはお問い合わせください。</li> </ul>

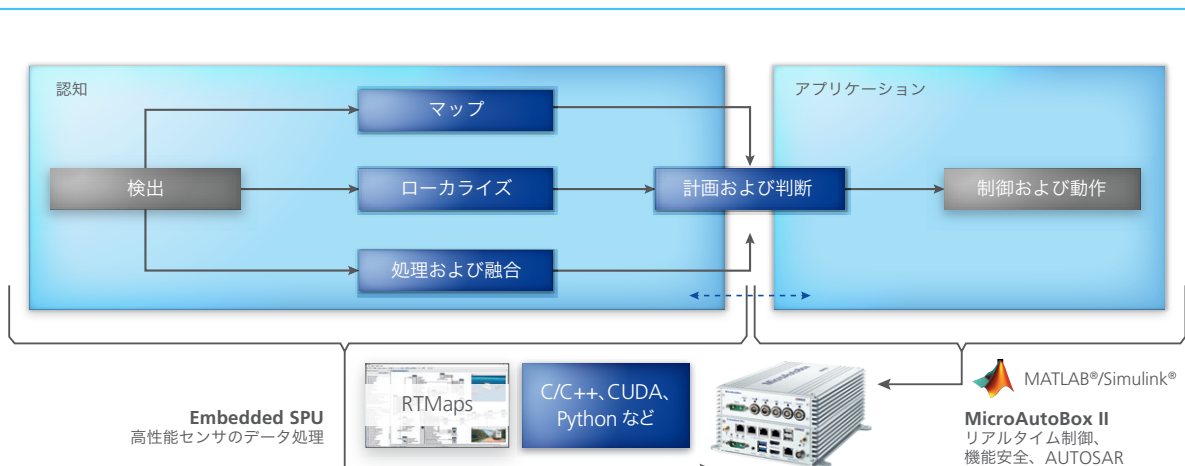
MicroAutoBox Embedded SPU は、2018 年にリリース予定です。

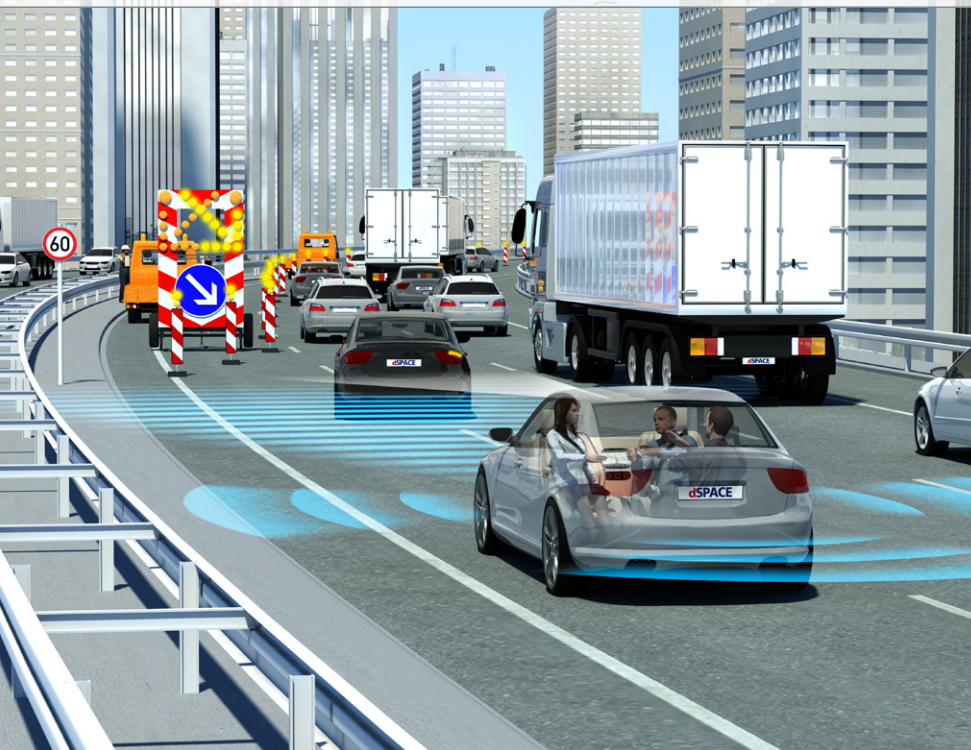
ム向けのグラフィカルモデリングおよびリアルタイム環境である RTMaps (37 ページの情報欄を参照) と緊密に統合されています。直観的に操作できる RTMaps を使用すれば、Embedded SPU のすべてのインターフェースをすぐに使用できるライブラリおよび I/O ブロックとして機能させることができます。この場合、開発者は C++、NVIDIA CUDA®、Python、または Simulink コードを RTMaps に統合して、実際のアルゴリズムを実装するだけで済みます。さらに、ディープラーニング (人工知能) や画像認識の専用ソフトウェアフレームワークも使用できます。

### スタンドアロンソリューションとして、または MicroAutoBox やその他の SPU と組み合わせて使用

MicroAutoBox Embedded SPU は、スタンドアロンとして、あるいは MicroAutoBox II の標準バリエーションの 1 つと組み合わせて単一の筐体で使用することができます。組み合わせて使用する場合、センサから受信した制御に必要なすべてのデータの処理および融合は Embedded SPU が行い、同時にリアルタイムアプリケーション (リアルタイム制御、機能安全メカニズム、AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントの統合) の処理は標準の MicroAutoBox II が行います。また、複数の MicroAutoBox Embedded SPU システムを相互接続することで、処理能力の向上とインターフェース数のさらな

自動運転機能の開発に適した小型で堅牢なプロトタイピングシステム：MicroAutoBox II の拡張としての Embedded SPU





る増加を図ることも可能です。この場合、RTMaps によって、クロックの同期と分散システム上のすべてのアルゴリズムの完全な同期処理が行われます。さらには、8 テラバイトの SSD メモリなどを使用したデータロギング拡張オプションも提供されています。この拡張オプションを使用すると、センサから取得したデータを高い精度で完全に同期したうえで記録および再生することができます。

#### まとめ

MicroAutoBox Embedded SPU は、センサから受信した膨大なデータを同期的に取得、処理、融合、および再生する機能を備えた、極めて堅牢かつ小型のシステムであり、お客様がどのような組み合わせを選択する場合でも非常に有用なツールとなります。また、MicroAutoBox II および MicroAutoBox Embedded SPU で構成されたシステムを使用すれば、自動運転車両の高度な自動化やロボット用アプリケーションなど、どのような開発用途で

あってもマルチセンサアプリケーションの車載プロトタイプングを完全に新しい水準へと引き上げることができます。■

## MicroAutoBox 製品 ポートフォリオの 戦略的拡張

dSPACE MicroAutoBox は 15 年以上にわたり、自動車メーカーにおける車載ラピッドコントロールプロトタイプングの標準ツールであり続けてきました。高速なリアルタイム制御を特徴とする MicroAutoBox は、革新的な内燃エンジン制御やこれに代わる駆動コンセプトから最新の運転支援システムに至るまで、幅広い自動車アプリケーションに対応しています。

MicroAutoBox Embedded SPU はさらなる進化を遂げており、特にカメラ、レーダーおよびライダーセンサベースのマルチセンサアプリケーションもカバーしています。このように、dSPACE では、特にセンサデータのプリプロセス処理や融合に対応した柔軟かつ強力なシステムを搭載した MicroAutoBox 製品ポートフォリオの拡張を図っています。Embedded SPU は、「自動運転」から「排出ガスゼロ」までのありとあらゆるプロトタイプングアプリケーションに対応する業界標準として、MicroAutoBox 製品ラインの地位をさらに強化する存在です。

MicroAutoBox Embedded SPU を RTMaps と組み合わせると、あらゆるタイプのマルチセンサアプリケーションに対応した極めて強力な開発環境を構築できます。







 ASAM

# One for All

ASAM XIL API を使用して、  
すべてのテスト段階のテストを  
テストプラットフォームから分離





ECUテストを効率的に行うには、開発プロセス全体を通じて適用できる再利用可能なテストケースを使用することにより、テスト条件の一貫性を確保することが必要です。XIL API規格はそれを実現するための基盤となります。この規格を使用することで、ユーザーはテストの段階やプラットフォームに関係なく、同じ方法でテストケースをセットアップすることができます。

**H**IL API規格の後継として2013年に発表されたASAM XIL API規格V2.0は、ECUのテストと環境のシミュレーションを行うための現行規格です。名称にあるXとは、さまざまな開発段階や製造業者が利用できるこの規格の汎用性を示した記号です。この規格は、MIL (Model-in-the-Loop)、SIL (Software-in-the-Loop)、PIL (Processor-in-the-Loop)、HIL (Hardware-in-the-Loop)シミュレーションを含む開発およびテストプロセス全体を通じて、ECU開発者やテストシステム開発者をサポートします。

#### 新たな扉を開く規格

市場には多数の企業が存在しますが、同様に、ECUのテストや環境のシミュレーションを行うためのソフトウェアおよびハードウェアソリューションも無数に存在します。つまり、使用されているインターフェースがすべて同じでなければ、コンポーネント同士を問題なく相互接続することはできません。この問題を解決するため、自動車業界を代表する著名な企業が協力し、XIL API規格を開発しました。dSPACEでは、サードパーティ製品に対するオープン性を示すため、この規格を継続的にサポートしています。そのため、dSPACEツールチェーンは、必要に応じてサードパーティ製品を事前の設定もなく極めて迅速かつシームレスに統合することができます。

#### ASAM XIL API

XIL APIは、能動的な規格として設計されています。ASAM XIL APIワークグループでは、新たな顧客要件にも対応できるようにするため、この規格を継続的に改善および最適化しており、さらには規格の品質維持のため、定期的なXILクロステストも実施しています。クロステストを行うことで、エンドユーザおよびツールサプライヤーはユースケースやテスト対象の機能を定義し、実例を通じて最適化のためのフィードバックを直接取り込むことができます。また、XIL APIでは、シミュレーション分野やテスト分野における多様なタスクに対応するため、さまざまな機能を備えた標準インターフェースを提供しており、シミュレーションプラットフォーム向けにそれらを利用することができます。たとえば、XIL API Model Access Port (MAPort)を使用すると、開発プロセスのあらゆる段階において、シミュレータへの読み取り/書き込みアクセスやスティミュレーション、計測データの取得を行えます。また、XIL API Electrical Error Simulation Port (EESPort)を使用すると、欠陥生成ユニット(FIU)で発生させた短絡や割込みなどの電気的なエラー状態を制御することができます。XIL APIでは他にも、計測データを保存するためのASAM Measurement Data Format (MDF)や、計測やスティミュレーションの開始や停止といったトリガ条件を標準形式で記述するための

&gt;&gt;



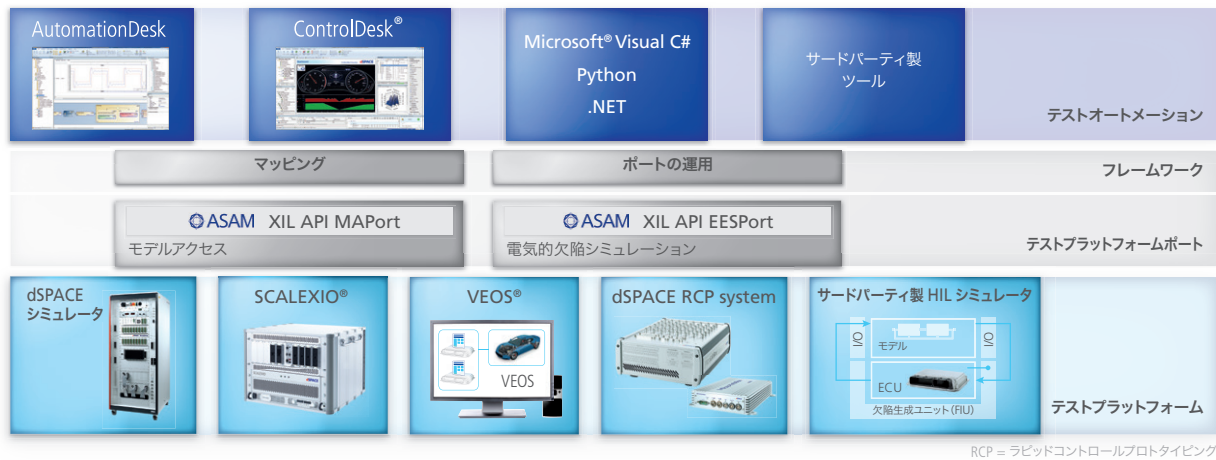


図 1 : dSPACE 製品は XIL API MAPort および XIL API EESPort インターフェースをサポートしているため、サードパーティ製の XIL API 互換製品と容易に接続することができます。

ASAM General Expression Syntax (GES) といった規格も使用することができます。

#### 新機能

シミュレータの分野では現在、ASAM XIL API 規格は主要な規格となっており、多数のユーザがすでに XIL API への切り替えを完了し、新たな機能の利点を享受しています。ASAM XIL API 規格の重要な技術革新の 1 つが、テストオートメーションとシミュレーションプラットフォームの間に追加された抽象レイヤ（フレームワーク）です。フレームワークを使用することにより、ユーザはさまざまなテストシステムにテストケースを移行し、MIL から SIL、PIL、および HIL に至るまで、開発プロセス全体を通じてこれらを再利用することができます。フレームワークで重要な機能はマッピングです。マッピングでは、実際のシミュ

レータ変数にエイリアスを割り当てることにより、それぞれのモデル構造とは無関係にユーザが変数にアクセスできるようにします。この抽象性のおかげで、さまざまなテストを同じ手法でセットアップし、シミュレーションプラットフォームやテスト段階に関係なく再利用できるようになります。モデルの変更は、テストツールをマッピングすることで一元的に管理できます。同じテストツールをプラットフォームやテスト段階を横断して使用することにより、従業員の研修にかかる労力を最小限に抑えられるだけでなく、さまざまなチーム間での知識の移転も大幅に容易になります。

また、XIL API インターフェースは Visual Basic .NET、C#、Python、MATLAB M スクリプトなどのあらゆる .NET 準拠のプログラミング言語をサポートしており、さまざまなツールに容易に組み込むことができます。

#### dSPACE 製品における XIL API

ASAM 設立メンバーの一員であり XIL API ワークグループのメンバーである dSPACE は、最初期から XIL API 規格の実装と最適化に積極的に参加してきました。dSPACE では、規格が改訂されると、常に変更内容を適切なタイミングで製品に取り込んでいます。そのため、dSPACE Release 2016-B では、すべての HIL API インターフェースが新たな XIL API インターフェースに置き換えられています。新たな XIL API インターフェースは古い RTPLib および HIL API の機能にも完全に対応しており、さらに次のような新しい機能も追加されています。Platform API Package では、XIL API MAPort サーバーにより、AutomationDesk などのテストオートメーションツールからすべての dSPACE シミュレーションプラットフォームに統一した形式でアクセスできます。



「XIL API のおかげで、すべての開発段階でテストを再利用し、さまざまなメーカーの製品を連携させることができます。そのため、これまでのような製品を選択する際の不自由さが解消され、テストにおける連続性が保証されます」

Rainer Rasche 博士、ASAM XIL API ワークグループの責任者兼製品開発部門のグループマネージャー、dSPACE GmbH



Failure Simulation Package では、XIL API EESPort サーバーにより、dSPACE 欠陥生成ユニットに統一した形式でアクセスできます。ControlDesk® に搭載された XIL API MAPort プラットフォームを使用すると、サードパーティ製のシミュレーションプラットフォームや計測ツールなどにシームレスに接続することができ、サードパーティ製プラットフォームや dSPACE プラットフォームの計測データを ControlDesk で時間同期的に記録し、プロッタでビジュアル表示したうえで単一の時間範囲で比較することができます。また、ControlDesk に搭載された XIL API EESPort GUI コンポーネントを使用すると、ControlDesk の統一された GUI により電気的なエラー状態を対話形式で設定および適用することができます。さらに、ControlDesk の Signal Editor や AutomationDesk の信号ベースのテスト用エディタでは、XIL API 規格を使用して、標準化された手法で基準信号のステイムレーションおよび参照用の信号波形を記述できます。このような信号記述子のわずかな機能拡張により、AutomationDesk でのテスト全体の定義とやり取りが可能になります。

#### 切り替えが容易に

対応する XIL API への切り替えは、モデルへのアクセスに HIL API を使用したことのある AutomationDesk ユーザであれば自動的に行われます。スクリプトを使用してテストを作成していたユーザが XIL

API に切り替える場合は、dSPACE Support Center のドキュメントを使用するか、または dSPACE Support チームに連絡することにより、移行のための総合的なサポートが提供されます。必要な場合は、dSPACE Engineering チームの担当者がおお客様の移行プロセスをサポートいたします。そのため、どなたでも強力な XIL API 規格を使用できるようになります。 ■

## XIL クロステスト

自動車業界のさまざまなサプライヤが使用するテストシステムの互換性を確認するため、著名な開発ツールメーカーが協力し、定期的に XIL クロステストを実施しています。これらのテストでは、各社のテストツールをサードパーティ製プラットフォームに接続し、テストソフトウェアが他社メーカーのテストハードウェアと問題なく通信できるかどうかを評価しています。2016年7月13日および14日には、パーダーボルンの dSPACE でクロステストが実施されました。

このイベントや一般的なクロステストの詳細については、dSPACE のウェブサイト参照してください。  
[www.dspace.jp/go/xil\\_crosstests](http://www.dspace.jp/go/xil_crosstests)

## サポート

移行サポートに関する詳細およびドキュメントについては、以下を参照してください。  
[www.dspace.jp/support](http://www.dspace.jp/support)





# Let's Talk Innovation

第8回 dSPACE User Conference  
が開催され、ユーザやさまざまな  
ステークホルダー、さらには製品  
エキスパートが有意義な情報交換  
を行いました







IAI GmbH のシリアルドライブ  
を搭載した電動アシスト自転車

# Anwenderkonferenz 2016







クローズドループにおけるレーダーセンサの妥当性確認はどのようにして行えばよいでしょうか。開発の早期の段階で何百万キロメートルものテスト走行をどのようにして実施すればよいでしょうか。第8回 dSPACE User Conference は、このような質問を始めとした現在の開発トレンドに対するさまざまな疑問について、刺激的かつ有意義な意見交換を行う場となりました。このカンファレンスは2016年11月15日および16日に行われ、約250名の参加者がNH München Ost Conference Centerに集い技術情報に関する意見を交わしました。初日には、進行中のプロジェクトや手法、開発プロセスに関するさまざまな興味深い講演がお客様によって行われました。2日目には、ISO 26262、

電気自動車、ADAS、車載ネットワークなどのテーマに関する魅力的なセミナーがdSPACEの専門技術者によって実施されました。また、カンファレンスの参加者にとって有益だったのはプレゼンテーションだけではなく、その後の活発な意見交換も同様に有益なものとなりました。特にセミナーは、多くの関係者が経験を共有する絶好の機会となりました。HILシミュレータを使用してISO 26262に準拠した形でECUの妥当性確認を行う場合に關する活発な意見交換や、自律走行車両の今後の妥当性確認の在り方に関する有意義な質疑応答セッションもありました。同時に開かれた展示会では、多くの参加者が現在のテストツールや開発ツールをじっくりと吟味し、試用する機会を得ました。ここでは、メカトロニクスレーダーテストベ

ンチ、ステアリングテストベンチ、環境センサ向けの多様なインターフェースと多くの処理能力を備えたADASプロトタイプ、何百万キロメートルもの仮想テスト走行に使用できるクラスタシミュレーション用プラットフォームなど、最新の開発環境が展示されました。カンファレンス初日の締めくくりは、「dSPACE Alm」でのディナーイベントでした。ここでは、参加者がカジュアルな雰囲気とバイエルン特有の居心地の良い環境の中で、引き続き意見を交換することができました。dSPACEは、すべての参加者の皆様、ならびに出展企業であるMathWorks社、BTC Embedded Systems社、MES社、DMecS社、IAI社の皆様に厚く御礼申し上げます。当社はすでに第9回 dSPACE User Conferenceの開催を心待ちにしています。 ■



5



6



7



8

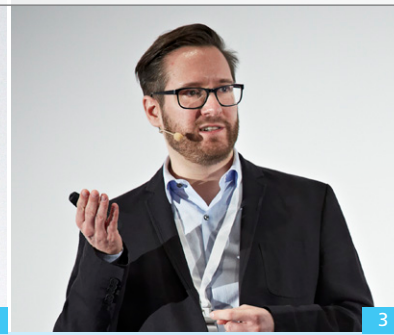




1



2



3



4

## 講演者：

## 1. Stefan Schmerler 博士, Daimler AG

Schmerler 博士は、Mercedes-Benz 社の E/E テストプロセスおよび手法に関するプレゼンテーションを行いました。同社では、バーチャル ECU や実 ECU に dSPACE シミュレータやオフラインシミュレータを組み合わせて使用することにより、妥当性確認のプロセスを大幅に迅速化し、デジタルテストドライブの基礎を築きました。

## 2. Maximilian Miegler 博士, AUDI AG

Miegler 博士は「高度にネットワーク化された車載機能の段階的な開発および修得」について語りました。純粋な仮想テストから HIL テストやセットアップ全体までを含む博士の「バリアフリー」シミュレーションソリューションは、非常に効率性に優れたソリューションです。

## 3. Daniel Frechen 氏, Volkswagen AG

Frechen 氏は、シャシ用 HIL を使用した運転操作ベースの機能開発に関するプレゼンテーションを行いました。ネットワーク化された車載機能とその効果を評価する場合、dSPACE シミュレータで高品質なビークルダイナミクスシミュレーションを行えば、実際のテストドライブや既存のテストベンチ上での評価と比べて、より早期の段階から費用対効果に優れた方式で検証を行えます。

## 4. Sascha Getos 氏, BMW AG

Getos 氏は、dSPACE VEOS® を使用した ECU ソフトウェアの仮想検証の実例についてプレゼンテーションを行いました。同氏はリモートアクセスによりシステムを設定し、ブレイクポイントをセットして特定のしきい値に応じてこれらに到達させる方法を示しました。

## 5. Thomas Herpel 博士, Automotive Safety Technologies GmbH

Herpel 博士は、実データとシミュレーションデータを使用した車両安全向けのテスト機能

について語りました。SCALEXIO® システムでシミュレート済みの運転シナリオや再生データを使用することにより、衝突前のシナリオと衝突中の事象を評価しました。

## 6. Ralf Arens 氏, CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH

Arens 氏は、CLAAS 社のドイツの全拠点から dSPACE SYNECT® ベースの中央テスト管理ソリューションにアクセスできるようにした経緯について語りました。2016 年には、このソリューションを利用して 20,000 件のテストケースの管理を行いました。

## 7. Thomas Hackemüller 氏, Ford-Werke GmbH

Hackemüller 氏は、カメラベースの運転支援システムの妥当性確認に対応したテストシステムを導入しました。これにより、ECU のテストを SCALEXIO シミュレータで行い、欠陥を挿入して車両の挙動をテストできるようになりました。

## 8. Jan Peelaerts 氏, EUTOMATION &amp; SCANSYS Sprl 社

Peelaerts 氏は、同社がわずか 13 週間無段階変速トランスミッション (CVT) 向けの負荷テストベンチを再設計した方法について参加者に語りました。dSPACE ハードウェアおよびソフトウェアを使用したことで、高性能なコントローラの開発が可能になりました。

## 9. Serge Klein 氏, アーヘン工科大学

Klein 氏は、シミュレータ (SCALEXIO) とエンジンテストベンチを組み合わせることにより、内燃エンジンのテスト (Engine-in-the-Loop) を運転操作ベースで行う方法に関するプレゼンテーションを行いました。基準車両とテストベンチの間のベンチマーク計測では、大部分の値が合致することが示されました。

## 10. Oliver Graßmann 氏, Ford-Werke GmbH

Graßmann 氏は、ISO 26262 に準拠した機能の社内開発について語りました。手法とプロセスの実装には、TargetLink®, BTC Embedded Tester、および MES MXAM をベースとしたツールチェーンが使用されました。

## 11. Holger Jakobs 氏, WABCO

GmbH Jakobs 氏は、同社が行っているモデルベースの開発プロセスに関するプレゼンテーションを行いました。WABCO 社では、ISO 26262 および AUTOSAR に準拠するため、量産コード生成ツールである TargetLink® を使用しています。

## 12. Benjamin Freudenberg 氏, ベルリン工科大学

Freudenberg 氏は「マルチレベルインバータの変調、コントローラの論理合成、およびネットワークの同期」と題したプレゼンテーションを行い、パワーエレクトロニクスの一般的な諸問題を参加者に示しました。同氏は MicroLabBox を使用することで、ソリューションを開発することができました。

ドイツで開催された第 8 回 dSPACE User Conference のプレゼンテーション：

[www.dspace.jp/go/dMag\\_20171\\_UC](http://www.dspace.jp/go/dMag_20171_UC)



9



10



11



12





# Investing in the Future

すでに生活の一部となった  
社内デイケアセンター

仕事と家庭生活を両立するためには、質の高い育児が重要です。dSPACE では、社内にデイケアセンターを置くことにより、従業員が安心して働ける環境を作っています。

2015年8月、パーダーボルン初の社内デイケアセンターである dSPACE Dötze が dSPACE の敷地内にオープンしました。このセンターは、連邦家族省 (BMFSFJ) のサポートを受けて建設されており、生後6ヶ月から就学年齢までの最大60名の子供たちを保育するクラスが4つあります。運営は、実績のあるデイケアセンター経営者である Impuls Soziales Management e.V. 社が行っています。

プロジェクトコーディネーターである Angelika Hanselmann 氏は、「親がすばやく職場に復帰できるようにするには、自分の子供たちが信頼できる人に預けられていると実感できる必要があります」と述べています。このデイケアセンターは従業員のニーズに合った条件を提供しています。たとえば、休業日はクリスマスから元旦までの期間と他の1日のみです。同センターは、営業時間が柔軟なこと、職

場にごく近いこと、教師と子供の比率が平均を上回っていること、MINT (数学/情報科学/自然科学/工学テーマ) や2ヶ国語使用 (ドイツ語/英語)、動物介在教育に焦点を置いていることなど、革新的な教育概念を特長としています。■







質の高い設備を備えた広々とした教室と刺激的な屋外の遊び場



子供向けの洗面所で一緒に歯磨き



成長および教育のあらゆる分野で子供たちをサポート

「私の子供たちは初日から  
 デイケアセンターのことが  
 大好きになりました。  
 まさに自分の家にいるよ  
 うな感覚だからです。そ  
 れにより、私も自分の仕  
 事に完全に集中するこ  
 とができます」。

Jörg Vogedes 氏、dSPACE



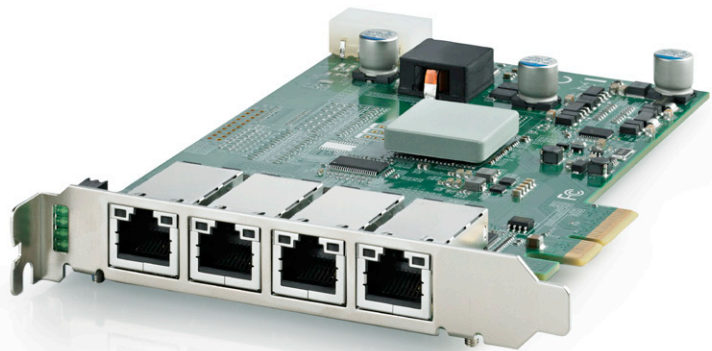


## SCALEXIO が Ethernet をサポート

4つのEthernetポートを追加した新たなDS6331-PE Ethernet Boardを使用すると、dSPACE SCALEXIO®システムを容易に拡張できます。DS6331-PE Ethernet Boardは4つのEthernetポートを搭載しており、各ポートで10BASE-T、100BASE-T、および1000BASE-T転送モードをサポートしています。これらの標準インターフェースでは、直接、あるいは適切なメディアコンバータを介して信号を変換することにより、各ポートを特定の使用事例ごとに個別に使用できるようにします。これにより、自動車用インターフェースである100BASE-T1 (100 Mbit/s BroadR-Reach) や1000BASE-T1 (シールド無しシングルツイストペアケーブル経由で1 Gbit/s) への容易なアクセスが可能になるだけでなく、将来的な用途や新しい規格にも柔軟に対応できるようになります。また、DS6331-PE Ethernet BoardはIEEE

802.1AS (ハードウェアタイムスタンプをサポート)、IEEE 802.1Qav (ハードウェアトラフィックシェーピング対応)、IEEE 1588 (ハードウェアタイムスタンプをサポート) などのさまざまな規格をサポートしているため、自動車分野での使用に最適です。さらに、DS6331-PE Ethernet Boardは

SCALEXIO プロセッサユニットに直接挿入するため、リアルタイム PC への高性能な接続が提供されます。DS6331-PE Ethernet Board の設定は、SCALEXIO の中心的な設定ソフトウェアである ConfigurationDesk を使用することにより、完全にソフトウェア制御できます。■



## MicroAutoBox II 向けの新しい安全メカニズム

高度な自動運転などで使用されるセーフティクリティカルなアプリケーションでは、ECUの制御機能を監視し、正確に実行できるようにするための付加的なメカニズムが必要です。量産段階では一般的な複数の監視機能を提供しているMicroAutoBox® IIを使用すると、機能開発の早期の段階からより高度な監視レベルを達成することができます。RTI Watchdog Blockset 2.0 (Release 2016-B) では、リアルタイムプロセッサでの処理が正確に実行されているかを監視できるようにするため、統合型チャレンジレスポンスメカニズムによりマルチステージウォッチドッグメカニズムの拡張がすでに行われています。RTI Watchdog

Blockset 2.1 (Release 2017-A) では、さまざまなメモリの整合チェック機能 (ヒープ、スタック、およびROMの監視) が追加されています。これらのチェック機能を使用すると、リアルタイムアプリケーションの開始時やランタイム中のメモリの不具合を検出できるようになり、エラーが発生した場合にはシステムを規定の状態

Customer-specific monitoring functions  
Memory integrity checks  
**More safety**  
Task monitoring  
Challenge-response Watchdog  
Supply voltage monitoring ...



に戻すことができます。もう一つの新たな機能である電源電圧監視機能を使用すると、MicroAutoBox IIの電源電圧レベルを監視することができるため、ユーザは電源電圧がクリティカルなレベルに達する前にシステムに介入できます。■



# 仮想 RDE ドライブ

EU (欧州連合) における排気ガスの新しいテスト手順では、排気ガスの評価を実際の運転状況で行うことが必要となります。そのため、シャシーダイナモを用いたラボ環境で行われる従来のテストを RDE (Real Driving Emissions) テストで補完する必要があります。

仮想 RDE ドライブを使用すると、自動車メーカーは開発の早期の段階から、確立されたシミュレーション手法を使用し、RDE テストの条件に基づいて車両の排気ガスの挙動に関する知見を得ることができます。また、dSPACE Automotive Simulation Model (ASM) ツールスイートを使用すれば、複雑な周辺トラフィックを伴う地方の道路や高速道路、市街地などのさまざまな運転シナリオを実行し、RDE テストを仮想的にシミュレートすることができます。さらに、実車によるテストドライブ中に取得したデータを使用すると、シミュレーションを可能な限り現実に近づけることが

できます。このため、ASM ツールスイートでは Google Earth、OpenStreetMap、ADAS RP、OpenDrive などの地図データに加え、GPS、GLONASS、BEIDOU、Galileo などの衛星ナビゲーションデータのインポートをサポートしています。これにより、標高、傾斜、車線も考慮した現実的な運転操作のシミュレーションが可能です。

エンジンテストベンチでの試験の際にピークルダイナミクスや環境シミュレーションを同時に実行すると、実際の内燃エンジンの排気ガスを現実に即して評価することができます。エンジンをエンジンモデルに置き換えてオフラインシミュレーションを行うと、完全にシミュレート済みのコンポーネントに基づいて排気ガスの予測される挙動を評価し、最も初期のデータを入力することができます。

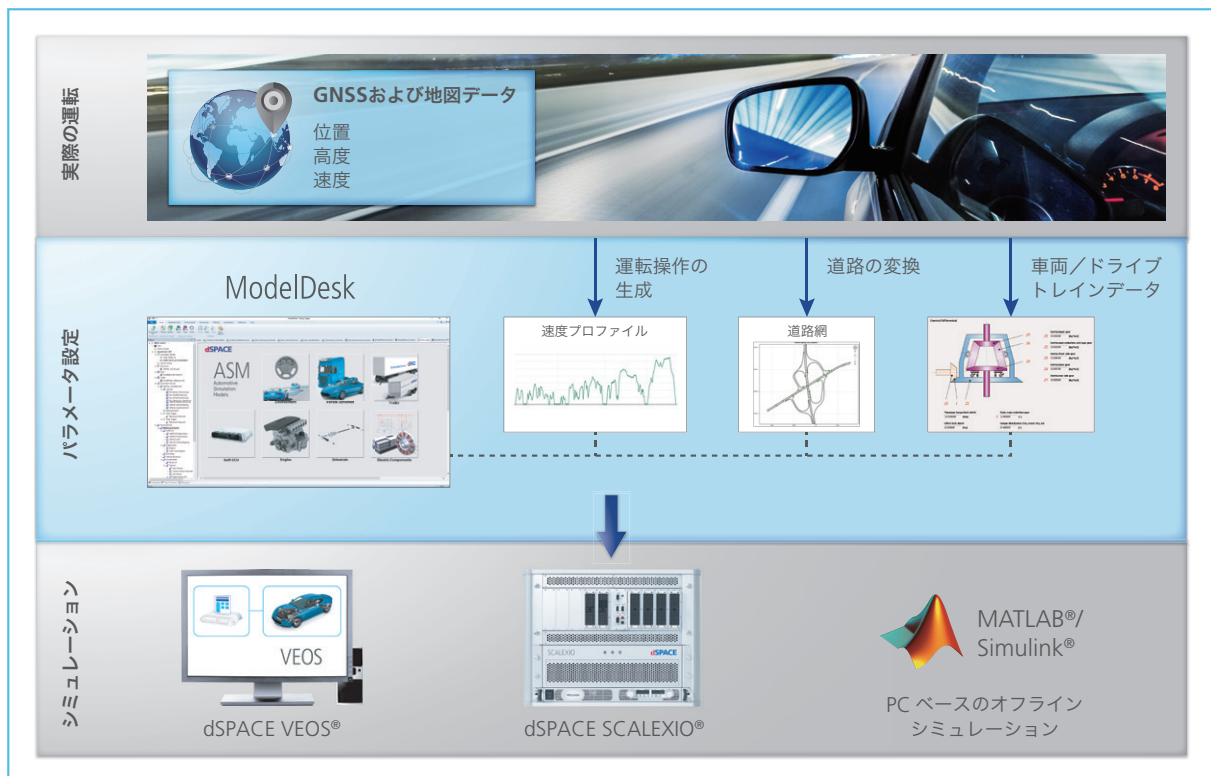
さらに、仮想的な運転操作と排気ガスの値に基づいて、法的規制への順守を確認

することもできます。この際、欧州委員会共同研究センターの EMROAD やグラーツ工科大学の CLEAR といった評価ルーチンを使用すると、ASM ツールスイートのオープン Simulink モデルの信号を評価することが可能です。この方法で定義された RDE テストは、高い精度で再現することができるだけでなく、パラメータを変更すれば、車両、道路、および運転操作が異なるさまざまなバリエーションを分析する場合にも使用できます。 ■

詳細：



[www.dspace.jp/go/dMag\\_20171\\_RDEj](http://www.dspace.jp/go/dMag_20171_RDEj)





## dSPACE の才能豊かな教授が授与された大きな栄誉

パーダーボルン大学の Falko Dressler 教授は、IEEE フェローの称号（2017 年のクラス）を授与されました。同教授は、センサおよび車載ネットワークにおける適応型かつ自己編成型の通信プロトコルの研究への貢献が評価されました。彼の業績は、これらのネットワークに関する多数の基本理論や新しい通信技術を扱った文献としてまとめられています。同教授は自己編成技術の可能性をいち早く見極め、まずセンサやアクチュエータの分野でその実現可能性を調査しました。そこでの彼の技術的発見により、大規模分散システムや大規模無線ネットワークのプロトコル設計に関する新世代の研究の基礎が築かれました。同教授の業績は、多くの分野における諸問題に対応し、ネットワークにおける環境条件の急速な変化にも適用できる画期的なモデルとして結実しました。

2014 年以降、dSPACE は Dressler 氏に教授職を提供しており、同氏と協力して交通シミュレーションなどに関するさまざまな研究プロジェクトに取り組んでいます。 ■



Falko Dressler 教授、パーダーボルン大学

## dSPACE が中国での存在感を強化

dSPACE では、2017 年の年頭にあたり、中華人民共和国でのさらなる存在感の強化を実現するため、北京に新たな支社を設立しました。これにより、高い技能を持つ現地担当者が中国の首都および北部地域の多くのお客様向けにサービスを提供できるようになります。総床面積が約 300 平方メートルに及ぶこの新設の支社には、大規模なラボスペースと最先端の技術トレーニング施設が用意されており、最高水準のお客様サポートが可能です。dSPACE の現地スタッフは、販売前の製品に関する事前のコンサルタントから各種のエンジニアリングサービス、一般的なテクニカルサポートに至るまで、現在のお客様や見込みのお客様のあらゆるビジネス分野に対応したサポートを提供することができます。dSPACE では、このようなスタッフに支えられ、常に成長する顧客基盤におけるニーズに対応

しています。北京および中国北部のお客様には、BAIC、Brilliance、CATARC、CNR、Great Wall、Weichai などの有名企業や研究機関が挙げられます。 ■



# 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。

## トルクスプリットテクノロジーによる効率性の向上

未来のハイブリッド車におけるパラレルハイブリッドドライブコンセプトの最適化に取り組む Maruti Suzuki 社は、トルクスプリットコントローラを開発しました。このコントローラを使用すると、あらゆる運転状況においてエネルギーおよび燃料を最も効率的に消費できるよう、内燃エンジンとモーターのすべての動作点を適切に選択することができます。同社のエンジニアは、MicroAutoBox II を使用してコントローラのテストを実車で行っています。

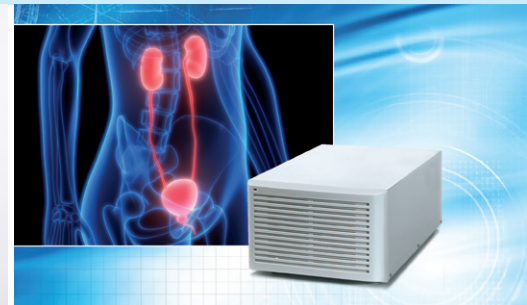


Maruti Suzuki 社の改善されたハイブリッドテクノロジーは SAE Technical Paper 2015-26-0112 で発表されました。  
[www.dspace.jp/go/dMag\\_20171\\_Maruti](http://www.dspace.jp/go/dMag_20171_Maruti)

車載テストには、MicroAutoBox II と ControlDesk が使用されています。

## 高感度の制御を実現

腹圧性尿失禁の診断には、尿道内の圧力測定値が利用されます。チュービンゲン大学の研究者チームは、この圧力測定の効率性を大幅に向上させるため、信号処理を改良した高分解能の 3 次元測定法を開発しました。同チームでは、すべてのセンサの評価とアクチュエータの制御に dSPACE のラピッドコントロールプロトタイピングシステムを使用しました。

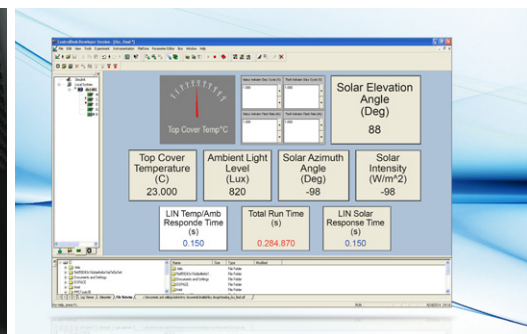


腹圧性尿失禁は重要な医学的および社会的問題です。  
[www.dspace.jp/go/dMag\\_20171\\_Biomed](http://www.dspace.jp/go/dMag_20171_Biomed)

高感度のアクチュエータや高分解能の 3 次元測定法の制御には、dSPACE のラピッドコントロールプロトタイピングシステムが使用されています。

## 開発環境の構築

ミシガン州立大学では、ゼネラルモーターズ社で使用するエアコン用電子制御ユニット (ECU) を開発するため、強力なソフトウェアライブラリを作成しました。MicroAutoBox および ControlDesk における環境センサ、ECU、およびアクチュエータ間のバス通信は、このライブラリを使用して行われました。ライブラリは、さまざまな種類のプロジェクトに再利用できるよう設計されています。



ゼネラルモーターズ社製コルベットスティングレイの空調制御。  
[www.dspace.jp/go/dMag\\_20171\\_UniMic](http://www.dspace.jp/go/dMag_20171_UniMic)

機能開発において、重要なセンサの信号は ControlDesk でビジュアル表示されています。



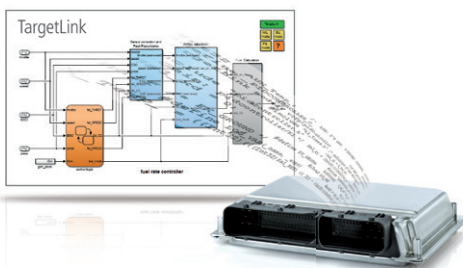
これらの事例の詳細については、下記のサイトで動画や画像、レポート記事を参照してください。

[www.dspace.jp/go/dMag\\_20171\\_REF\\_J](http://www.dspace.jp/go/dMag_20171_REF_J)





## 4代目プリウスの開発を支えた dSPACE ツール



性能向上のため、制御に対する要求が大幅に増加した4代目プリウス。開発効率を高めるには制御構造を最適化することが必須です。トヨタではプロセスから使用ツールまで制御開発全体を徹底的に見直し、モデルベースのツールチェーンを導入しました。量産コード生成ツールにはdSPACEのTargetLink®を選択。信頼性の高いコードを自動で生成。さらに、BTC社製テストツールを組み合わせることで、モデルからオブジェクトコードまでの検査工程を含む、開発プロセス全体を一気通貫化。また、トヨタの環境開発者はTargetLink®を含めたツールチェーンを自動化し、効率向上の取り組みも継続しています。

Embedded Success

**dSPACE**