

dSPACE

1/2015

# MAGAZINE



## SCANIA社

完全なシミュレーションによる商用車の開発

page 12

DENSO AUTOMOTIVE – 迅速なソフトウェア開発 | page 6

KATECH – 48Vハイブリッドドライブ用テストシステム | page 20




#### お客様の声

dSPACE の出資者の一人であり、MAN Truck & Bus AG の電気/電子システム (EE) エンジニアリング担当上級副社長である Hans Welfers 氏は、MAN 社で使用する dSPACE 製品の数が近年増加している理由を次のように説明しています。

「当社の技術的要求にも常に迅速に対応し、ビジネス面でも高い柔軟性を持った顧客志向の企業であることが、dSPACE を高く評価する理由です」



以下の URL から、先進運転支援システム (ADAS) 分野における MAN 社の最新の開発プロジェクトに関する動画をご覧ください。  
[www.dspace.com/go/dMag\\_20151\\_MAN\\_E](http://www.dspace.com/go/dMag_20151_MAN_E)



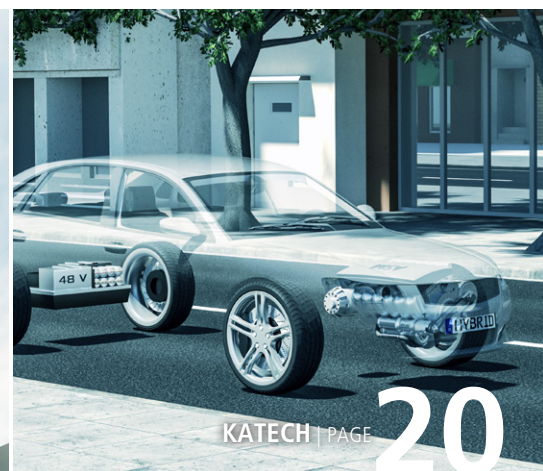
「コード生成ツールを使用すれば、  
作業効率の向上とプロセスの  
簡素化を実現できます。」

大学の研究者であった 1981 年に、私たちはすでに制御エンジニアリング向けのコード生成ツールを完成していました。開発の主な目的は、作業効率の向上と使いやすさでした。そして、1999 年に、dSPACE は最初の量産コード生成ツールである TargetLink を発売しました。当時から、ECU にモデルベースの開発環境をシームレスに実装するためのツールが絶対に必要であることは分かっていたのですが、この種のツールにそれほど大きなビジネスの可能性があるとはいっていませんでした。今日、TargetLink は市場で高い評価を得ており、益々多くの新しいお客様に使用していただいています。しかも、この市場は発展の一途をたどっています。2014 年も、TargetLink は明確な成長を遂げました。お客様の多くは、自社の全部署において TargetLink プラットフォームを使用しています。dSPACE では、品質、効率性、AUTOSAR などの規格のサポート、とりわけ量産への適応性がお客様にとっていかに重要であるかを理解しています。私たちは、製品にお客様の新しい要求を取り入れるために全力を尽くしています。

この取り組みの重要な成果の 1 つとして、TargetLink の新しいバージョン 4.0 では行列処理がサポートされており、生産性の大幅な向上を実現しています。もしご興味をお持ちいただけましたら、40 ページの記事を是非お読みください。

社長 Dr. Herbert Hanselmann

Embedded Success **dSPACE**



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

編集: Thorsten Bödeker, Michael Lagemann,  
Ralf Lieberwirth, Sonja Lillwitz, Thomas  
Pöhlmann, Julia Reinbach, Dr. Gerhard Reiß

協力: Michael Beine, Markus Gros, Dr. Ulrich  
Eisemann, Doreen Krob, Andre Rolfsmeier,  
Thomas Sander, Frank Mertens, Marius  
Müller, Christian Wördehoff

編集および翻訳: Robert Bevington, Stefanie  
Bock, Anna-Lena Huthmacher, Dr. Michelle  
Kloppenburger, 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 © Scania AB, スウェーデン

© 2015 dSPACE GmbH

著作権所有。書面による許可なしに、本出版物の全部または一部を複製することを禁じます。複製する場合は、出典を明記する必要があります。dSPACE では常に製品の品質向上に努めており、本出版物に記載された内容については予告なく変更になる可能性があります。

dSPACE は、米国やその他の国における dSPACE GmbH の登録商標です。その他の登録商標については、[www.dspace.jp/goto.cfm/terms](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



3 社長挨拶

## お客様の事例

6 DENSO AUTOMOTIVE

### Process Agility

TargetLinkとEmbeddedTesterによる自動開発  
およびテストプロセス

12 SCANIA社

### A Moving Variety

商用車用ECUバリエーションの効率的なテスト

20 KATECH

### Virtual Mild Hybrids

ハイブリッドドライブレインECUのパワーレベル  
での妥当性確認

26 クイーンズランド大学

### Virtual Blood Vessels

人工心臓に対する柔軟なテスト環境

30 TULA社

### Dynamic Firing Order

動的な気筒休止によるエンジンの効率性向上

## dSPACE 製品

34 MICROLABBOX

### MicroLabBox

小型の設計で幅広いラボの用途に対応

40 TARGETLINK 4.0

### Code Generation 4.0

コード生成ツールでのマトリックスコードの  
サポート

44 DS1007

### Faster Closed-Loop

非常に短いI/Oアクセス時間と計算処理能力の  
向上を同時に実現

## ビジネス

48 Mitsubishi MiEV Evolution III

### Triumph on Pikes Peak

電気改造車クラスで1位、2位を独占し、総合でも  
2位に入賞

## ニュース

52 SCALEXIO用の新しいリアルタイムPC

RCPおよびHILシナリオでのCAN FDのサポート

53 ModelDeskでの便利なパラメータ設定


より柔軟なバッテリー管理を実現

54 AFDX向けのSCALEXIOソリューション

Renesasマイクロコントローラでのオンターゲット  
プロトタイピング

55 新しいSYNECTバージョン1.5

dSPACE Inc.の社長交代



TargetLink と EmbeddedTester による自動開発  
およびテストプロセス

# Process Agility

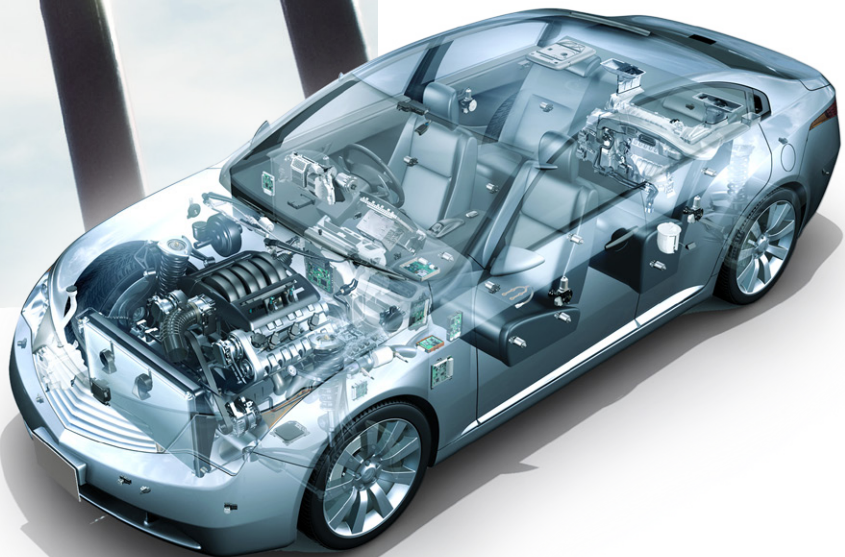
金曜日の午後にお客様から突然の連絡があり、コントローラの変更を要求されました。  
最高の品質を維持しながら、スケジュール通りに新しい機能を実装できますか。

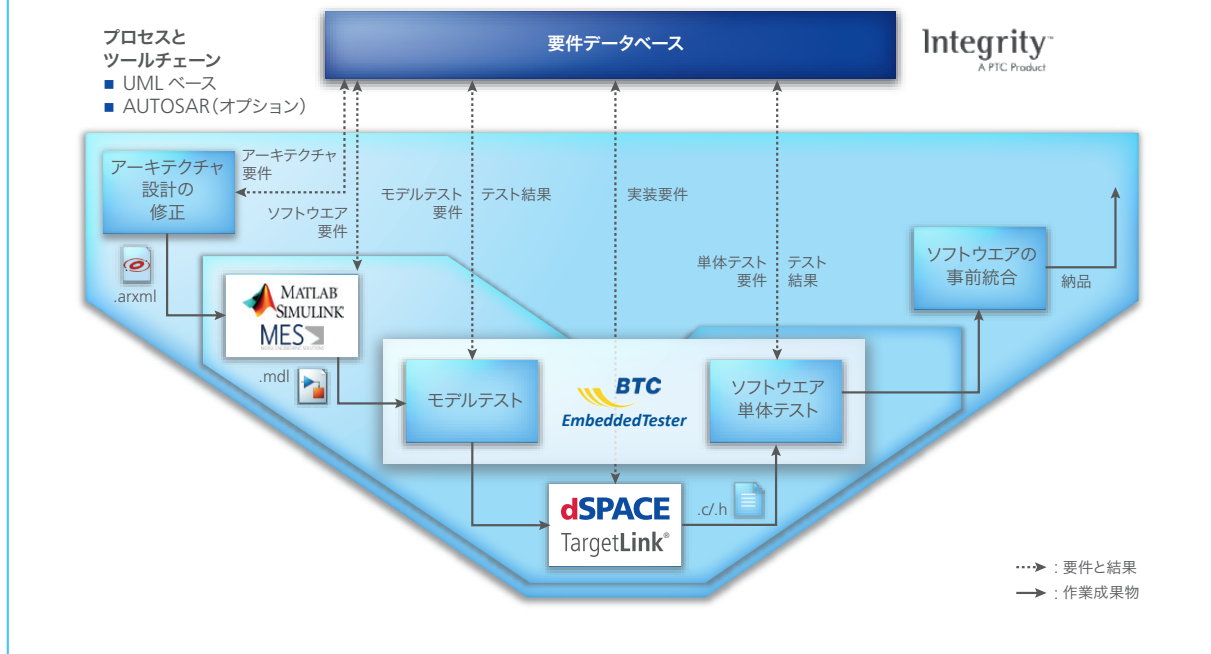


DENSO AUTOMOTIVE Deutschland GmbH の開発センターである Aachen Engineering Center (AEC) では、個別の製品開発支援や市場に特化した製品ラインナップを通じて、ヨーロッパのお客様をサポートするという明確な目標を掲げています。AEC では、ヨーロッパ市場の高い技術水準と潜在的な技術革新の能力を活かして、エンジン制御やパワートレイン、電気・電子機器、ハイブリッド技術、情報、および安全関連分野での開発促進を支援しています。

&gt;&gt;

自動車の機能は、主に車両の ECU によって決まります。





すべてのプロセスフェーズでツールと要件をリンクするシームレスなツールチェーン

#### 開発プロセスの定義

多くのお客様のプロジェクトで、モデルベースのソフトウェア開発が求められています。そのためは、強力なツールチェーンによる成熟した開発プロセスが必要であり、すべてのプロジェクトを効率的に進めるための基本になります。このような開発プロセスでは、以下の定義が求められます。

#### ■ 品質：

高品質なソフトウェアの開発。これは、最上位の目標の1つです。手作業によるエラーを避けるには、できるだけ早期に体系化されたテストを実行し、高い自動化レベルを実現することが重要です。

#### ■ 迅速性：

今日の開発プロジェクトは、多くの場合、時間とコストに対する強い重圧にさらされます。また、プロジェクトの中で行われる変更の回数も増加しています。しかも、これらの変更はできるだけ迅速に実装およびテストする必要があります。このような条件下で競争力を維持するには、効率的な開発プロセスが不可欠です。DENSOでは、迅速な反復開発プロセスを採用しており、それを開発ツールに採り入れることで、新しい要件を可能な限り迅速に量産コードに実装してテストできるようにしています。

#### ■ コンプライアンス：

今日の自動車ソフトウェア開発プロセスは、ISO 26262 や Automotive SPICE などのプロセス規格と AUTOSAR や MISRA などのソフトウェア規格に準拠している必要があります。そのため、これらの規格を念頭に置いて開発された開発ツールや検証ツールを使用することが重要です。

#### TargetLink によるモデルベース開発とコード生成

TargetLink® は、DENSO 全社で非常に高い評価を得ていたため、自然な流れで

「高い自動化レベルと TargetLink や BTC EmbeddedTester などのツールの効率的な統合により、開発者は非生産的な作業プロセスから解放され、本来の革新的な開発作業に集中できるようになりました。」

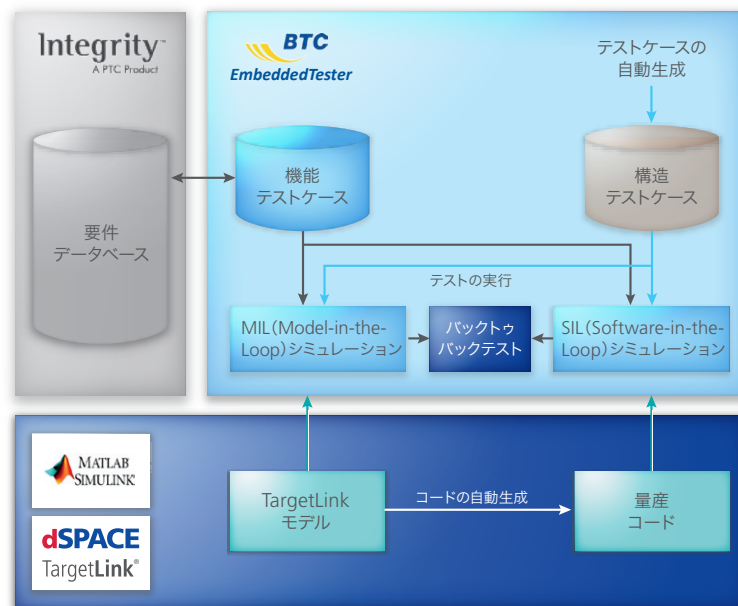
Samuel Gravez 氏、DENSO



開発プロセス向けのコード生成ツールとして選択されました。TargetLink が既に OEM 各社の多くの自動車プロジェクトで採用され、高評価を得ていたことも後押しとなりました。TargetLink の主な特長の 1 つは、強力な AUTOSAR サポートです。TargetLink では、動的なアーキテクチャ設計は UML でモデリングし、静的な設計は AUTOSAR 規格に従って記述します。TargetLink フレームモデルの初期生成には、インポートされた ARXML (AUTOSAR XML) ファイルが使用されます。そのため、ユーザは AUTOSAR 規格の詳細を考慮することなく、本来の開発業務に集中できます。新たに ARXML ファイルがインポートされたことによりインターフェース定義が変更された場合でも、アップデート機能を使用すれば、モデルの調整を容易に行うことができます。個々の AUTOSAR エLEMENT の管理は、TargetLink Data Dictionary (DD) で行えます。また、diff&merge 機能を備えた複数のワークスペースおよび Data Dictionary エLEMENT の各種機能 (構造化、命名、コピー) を使用すれば、TargetLink をツールチェーンに容易に統合できます。

#### モデリングガイドラインによる認定設定

TargetLink では、制御モデルの作成にカスタムブロックライブラリを使用します。このライブラリには、TargetLink で使用できる認定および推奨設定や、より複雑な機能を含むさまざまなブロックが用意されています。MES Model Examiner は、MathWorks Automotive Advisory Board (MAAB) ガイドラインや TargetLink モデリングガイドラインなどの確立されたモデリングガイドラインにモデルが準拠しているか確認する場合に使用します。MES M-XRAY は、TargetLink モデルの複雑性を計測する場合に使用します。これにより、ユーザは十分なモデル分割が行われているかや、機能がどの次元に実装されているかといった情報を把握することができます。これらのチェックに合格すると、TargetLink でモデリングした機能から自動的に C コードが生成されます。その後、量産コードとユーザ記述のコード部分に対してソフトウェアの単体テストが行われます。



ソフトウェアコンポーネントのテスト向けのモデル、C コード、およびテストケース

#### BTC EmbeddedTester によるモデルとコードの検証

DENSO では、Simulink/TargetLink で開発した制御ロジックの単体テストに際して、要件ベースのテストとバックトゥバックテストを組み合わせることで、ISO 26262 への準拠を確認することにしました。まず、テキストベースの要件に基づいてモデルを実行可能な仕様としてテストし

ます。次に、モデルが完全かつ正確に C コードに変換されたかどうかを確認するためのバックトゥバックテストを自動的に行います。テストツールを選択する上で最も重要な基準は、TargetLink との統合性、高い自動化レベル、およびバックトゥバックテスト時に自動生成されるテストケースの品質です。

>>

#### Samuel Gravez 氏

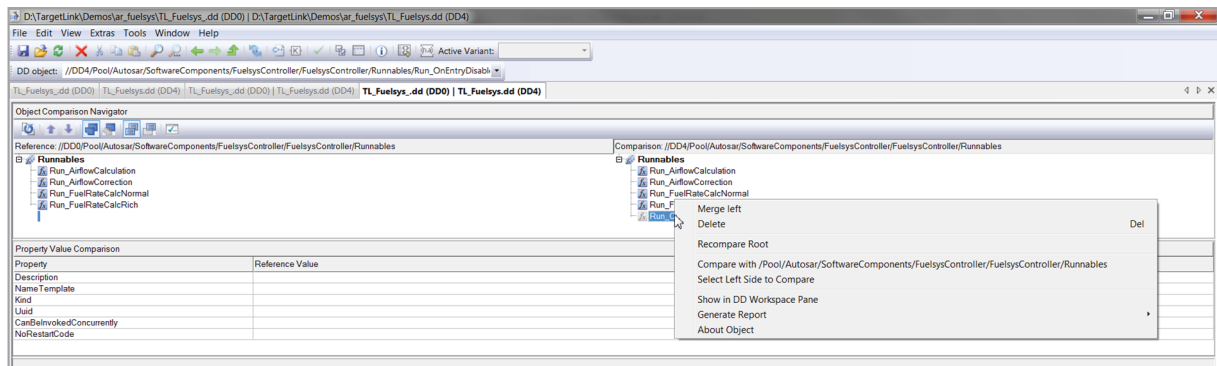
DENSO、パワートレイン ECU 向けのソフトウェア事前開発担当マネージャ (ドイツ、ヴェークベルク)



#### Martin Prisching 氏

DENSO、モデルベースのソフトウェア開発担当上級エンジニア (ドイツ、ヴェークベルク)





Data Dictionary ワークスペースの AUTOSAR エLEMENTの新旧比較

### 要件ベースのテスト

要件ベースのテストは、モデルがテキストベースの要件を完全かつ正確に満たしているかどうかを確認する場合に行います。高い効率性と迅速性を実現するには、ツール間の密接な統合が必要です。DENSOでは、要件管理用に PTC Integrity、モデリングとコード生成用に TargetLink、テストと検証用に BTC EmbeddedTester を使用しています。

まず、BTC EmbeddedTester を使用してモデルとコードの関連情報をすべて自動的に抽出し、プロジェクトを作成します。プロジェクトには、インターフェー

ス変数、適合パラメータ、およびデータのタイプと値の範囲を含めます。次に、開発者が PTC Integrity から要件をインポートし、要件とテスト実装間のトレーサビリティを確保します。開発者は、BTC の組込みテストベクトルエディタを使用して、要件ごとに 1 つまたは複

数のテストケースを作成します。これらのテストケースには、システム入力と予想出力動作の両方が記述されています。すべてのテストケースが自動的に実行され

ると、BTC EmbeddedTester により、テストレポートと要件カバレッジレポートが生成されます。その後、テスト結果が PTC Integrity に書き戻され、ユーザは要件管理ビューですべてのモデルの現在の品質を直接すぐに把握することができます。要件が変更されると、BTC

EmbeddedTester 上で、リンクされているテスト実装が自動的に強調表示されるため、確認や調整を必要に応じて行えます。不合格

だったテストのモデルまたはコードについては、デバッグ環境を自動的に生成して、実装の誤りを分析することもできます。

「TargetLink は、ISO 26262 および AUTOSAR 規格に準拠した開発環境に非常に適しており、強力な解析ツールを提供しています。」

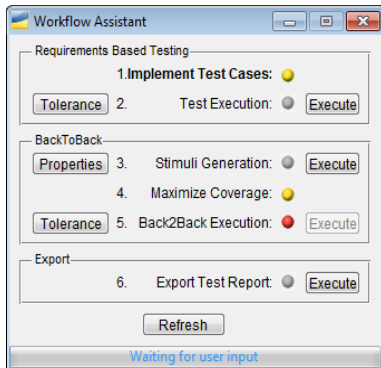
Martin Prisching 氏、DENSO

### 要件カバレッジを表示するレポート

| Requirement ID | Tests    | Covered    | Passed     |
|----------------|----------|------------|------------|
| 1 REQ_PW_1_1   | 0        |            | n.a.       |
| 2 REQ_PW_1_2   | 1        | ✓          | 100%       |
| 3 REQ_PW_2_1   | 0        |            | n.a.       |
| 4 REQ_PW_2_2   | 0        |            | n.a.       |
| 5 REQ_PW_3     | 1        | ✓          | 100%       |
| 6 REQ_PW_4_1   | 0        |            | n.a.       |
| 7 REQ_PW_4_2   | 0        |            | n.a.       |
| 8 REQ_PW_4_3   | 1        | ✓          | 0%         |
| <b>Summary</b> | <b>3</b> | <b>37%</b> | <b>66%</b> |

### バックトゥバックテスト

続いてバックトゥバックテストが行われます。これにより、コード生成時にモデルが正確かつ完全に変換されたかどうかを検証できます。モデルで浮動小数点データ型を使用している場合、特に量産コードで固定小数点表現を拡張すると、モデルとコード間に違いが発生する可能性があります。このような場合、通常の機能テストでは対応できませんが、BTC EmbeddedTester ではテストケースをさらに自動生成することにより、条件/選択カバレッジ (MC/DC) の変更といった ISO 26262 で規定されているカバレッジ目標に対応します。これにより、モデルとコードの完全なカバレッジを確保できます。また、ダウンキャスト、0 での除算、範囲違反などの堅牢性に関する基準も確認されます。カバレッジ目標の一部



検証プロセスをガイドするワークフローアシスタントのダイアログ

を達成できない場合は、その数学的証拠が自動的に示されます。このように、BTC EmbeddedTester は、モデルチェックテクノロジーを使用した分析手法および高品質なテストケースの生成の点で優れています。その後の手順では、すべてのテストケースがモデルおよびコードレベルで実行され、シミュレーション結果が自動的に比較されます。特定のテストでモデルとコードの動作が異なり、顧客が定義した許容範囲外である場合は、問題を解決するためのデバッグ環境が抽出されます。このような問題は、スケーリングの調整などにより解決することができます。

### プロセスの統合と自動化

DENSO では、テストプロセスの直感的な操作性と効率性をさらに高めるため、BTC と合わせてワークフローアシスタントを実装しています。ワークフローアシスタントは、BTC EmbeddedTester のオープンプラグインコンセプトに基づき、検証プロセスの各ステップをウィザード形式でガイドし、プロセスのステップを1つずつ表示します。完了したステップと未完了のステップの判別は、信号システムに似た形式で表示されます。未完了ステップについては、アシスタントから直接テストケースを生成、実行することもできます。また、生成されたテスト結果と要件カバレレッジのレポートへのリンクも提供されます。

### まとめと展望

このツールチェーンにより、DENSO は、モデルベース開発向けの効率的なプロセスを迅速に定義し、実用化することができました。要件が変更された場合でも、高い

自動化レベルとシームレスなツール統合により、変更を実行中のプロジェクトに統合することができます。このツールチェーンの優れた利点は、自動車業界の要求を満たしながら、ISO 26262 や AUTOSAR などの規格に完全に適合していることです。DENSO では現在、開発の前段階でテストフェーズを実行することができます。また、AEC において、この開発プロセスを量産開発環境に導入する予定です。これにより解放された開発者の労力は、より高い価値を創出する活動や革新的な技術の創造に再投資されます。結果として、DENSO では、開発プロセスがさらに複雑化し高速化した場合の対応力も得ることができました。また、継続的なツール統合を早期に行うことにより、顧客からの頻繁なフィードバックにも迅速に対応できるため、顧客満足度も向上しています。 ■

Samuel Gravez 氏、  
Martin Prisching 氏、  
DENSO AUTOMOTIVE Deutschland

## DENSO のプロセス

### 課題：

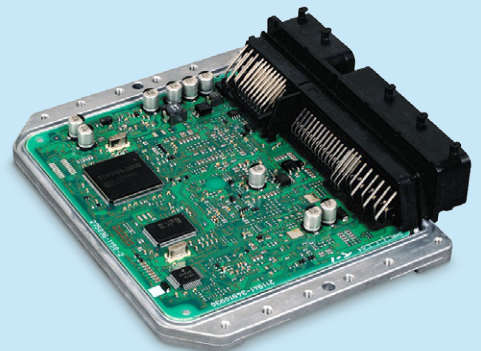
時間とコストに対する重圧、開発中に何度も変更される要件、AUTOSAR、ISO 26262、MISRA、SPICE などの規格への準拠といったさまざまな開発上の制限にも対応しながら、高品質なソフトウェアを開発する。

### 解決方法：

DENSO では、シームレスなツールチェーンにより開発プロセスの大部分を自動化しました。テストケースの生成からテストレポートまでのすべてが自動化されています。これにより、非常に早期の段階でさまざまな変更を量産コードへ反映することが可能です。TargetLink などのツールは、主要な規格に対する認証を取得しています。

### 利点：

迅速な対応が可能になり、顧客満足度が向上します。



DENSO の迅速なプロセスにより、自動車の ECU 開発が加速します。



市場に提供される商用車は多種多様です。SCANIA 社でも、無数の車両タイプやモジュール型の車両構成を取り扱っています。また、一般的な電子制御ユニット (ECU) システムにも多数のバリエーションがあります。SCANIA 社の新しいテストラボでは、このような ECU システムの信頼性のある検証方法を導入しています。



**輸**送車両および商用車にとって「信頼性」は非常に重要な要素です。その信頼の上に、多くの人々の日常生活が成り立っているからです。しかし、そのような車両が最大限に稼働しながらも高い信頼性を保っているという事実は、決して偶然の結果ではありません。それはメーカーの長年にわたる経験と、各車両の日々の運転操作で求められる要件に完全に適合する性能を実現させようとする努力に基づいています。各車両の要件は、乗客を輸送する車両、貨物を運搬する車両、安全な動作が必須の特殊車両までさまざまであり、舗装されたアスファルト道路やぬかるんだ建設現場など、その用途によっても要件はまったく異なります。

#### さまざまな用途に適合する車両

SCANIA 社の目標は、それぞれの用途に完全に適合した車両を提供することです。輸送、建設現場の交通（ばら積み貨物車両）、自治体車両（ごみ収集車、道路清掃車、除雪車）、旅客輸送（バス）、および特殊車両（消防車）など、各分野で求められる車両の要件はまったく異なります。また、それぞれの分野もさらに細分化されており、個別の特殊な要求に合致する特性を備えた車両が必要となります。たとえば、輸送トラックは特定の貨物タイプ（大型貨物、冷凍貨物、液体、ばら積み貨物

など）に応じた最適な構成を持ち、細部にも配慮した形で提供する必要があります。

#### 高性能な車両テクノロジー

SCANIA 社の車両の各仕様書には、「安全な走行性能、円滑な車両操作、および低燃費」という目標が明記されています。これらの目標を技術的に達成するには、電子コンポーネントやソフトウェアによる技術革新が不可欠です。SCANIA 社の最新の車両には、さまざまな ECU が連携する複雑な電気/電子 (E/E) システムが搭載されており、ブレーキの強化、車両安定化プログラム (ESP)、監視カメラ、および先進運転支援システム (ADAS) などを実現しています。これにより、交通における安全性向上や、経済的で環境にも配慮した性能の提供、および最大の快適性を実現しています。

#### 効率的なモジュール型システム

車両の用途の多様化に対処しなければならない車両開発者にとって、解決すべき課題はますます増えています。要件によっては、キャブ、エンジン、トランスミッション、およびシャシーなどの主要コンポーネントをうまく組み合わせて、特殊かつ完全に独自の車両構成を開発しなければなりません。これらの開発タスクを経済的な方法で管理し、実装するためには、高度に洗練されたモジュール型システムの使用が不可欠です。

#### ECU のバリエーションシステム

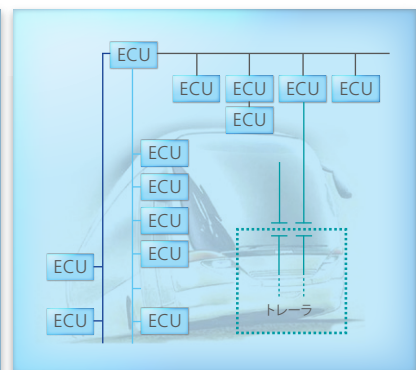
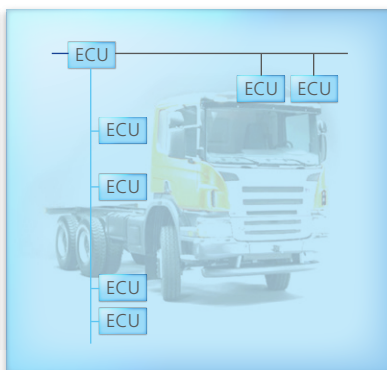
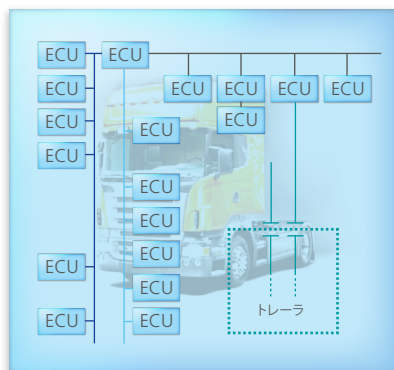
SCANIA 社では、機械コンポーネントは用途の特性に合わせて設計するのに対し、E/E システム、特に ECU については、汎用的な設計を使用しています。トラックからバス、除雪車まで、すべての車両には同一の E/E システムが搭載されていますが、ECU に関してはモジュール型アプローチを採用しています。このアプローチでは、車両固有の機能や ECU の機能特性を、車両設定ファイル (SOPS : SCANIA Onboard Product Specification) で定義されたパラメータを使用して実装します。このファイルは、いわば車両の DNA のようなものであり、設定や機能が最も詳細なレベルまで記述されています。ただし、このバリエーション方式を使用して ECU バリエーションを作成した場合、実装したすべての組み合わせについて妥当性確認を行う必要が生じます。

#### 高度なテスト要件

現在の車両フリートの E/E システムに対して確実かつ効率的に妥当性確認を行うことは、SCANIA 社の最も重要な業務の 1 つです。これを実現するには、開発者が個々のコンポーネントの機能を開発する時点から使用することができ、同時に E/E システム全体を (必要に応じて自動で) テストできるようなテストシステムが必要となります。このテストシステムは、テスト対象となるシステムに最終的に適用される基準と同じ基準を満たしている必要があります。モジュール型設計、バリエーション管理の容易性、および高い信頼性が求められます。SCANIA 社では、既に従来のテストシステムである I-Lab2 (Integration Laboratory) のシミュレータに関するノウ

車両フリートの E/E システムは 93 個の ECU で構成されており、dSPACE 製のシミュレータシステムを使用して妥当性確認を行っています。

車両や機能によって、基本的な ECU の他にオプションの ECU が追加されます。



さまざまな ECU バリエーションのケーブルハーネスを自動的にシミュレータに接続

ハウのあった dSPACE の協力を得て、現在の E/E システムに対応したテストコンセプトの開発に乗り出しました。新しいテストシステム (I-Lab3) は、以下の範囲および要件を満たす必要がありました。

- 93 個の ECU (実際の ECU およびレストバスシミュレーションを含む)
- 30 個の CAN/LIN バス
- 17 種類のエンジン (コモンレール、ユニットインジェクタ、CNG、Euro 3, 4, 5, 6)
- 10 種類のトランスミッション (マニュアル、オートマチック、セミオートマチック)
- 最大 5 つの車軸/ホイール構成
- ECU 切り替えの自動化
- CAN アーキテクチャ再設定の自動化

#### システムテストにおけるテストコンセプト

複雑な ECU ネットワークの妥当性確認には、組込みテストを使用します。これにより、複雑なシステム内の相互に依存するさまざまなコンポーネント (ECU) の相互作用を検証します。ECU テストには、定評のある HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションを使用します。これにより、制御対象システム (エンジン、トランスミッション、サスペンション、快適支援システム、および運転支援システム) を仮想的に表現し、各 ECU と連携動作させます。さらに、制御対象システムは、相互に接続されてバーチャルピークルを形成します。このようにして得られるテストシステムは、ネットワークシミュレータ (統合 HIL) と呼ばれます。SCANIA 社では、高速光ファイバケーブル (Gigalink) で相互接続した 14 台の dSPACE Full-Size シミュレータで構成されたネットワークシミュレータを使用して、すべての ECU をこの HIL 手法で検証することにしました。この際、ECU ハードウェアを自動的に切り替えるのは非常に難しいため、リニアロボットを使用して、さまざまな ECU のケーブルハーネスをシミュレータに接続することにしました。

>>



## シミュレータの技術詳細

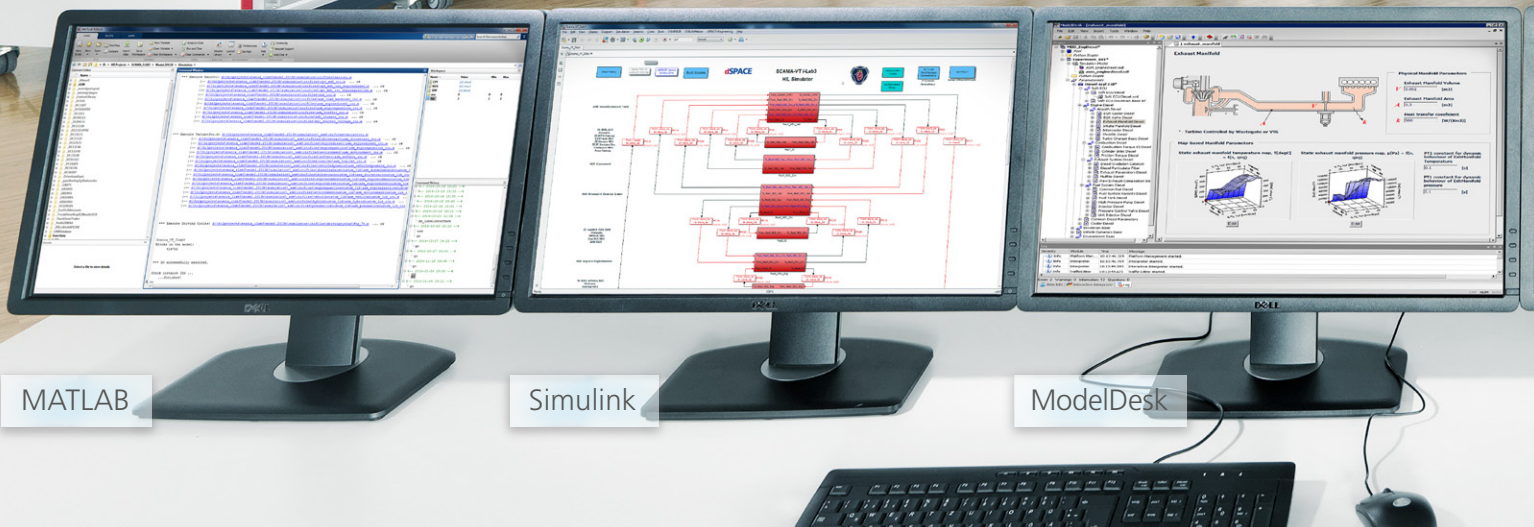
- ワイドサイズ 41 HU キャビネット x 14
- DS1006 Processor Boards (クワッドコア) x 9
- 約 3,400 チャンネルを備えた I/O ボード x 60
  - デジタル I/O チャンネル x 1,500
  - ADC チャンネル x 600
  - DAC チャンネル x 370
  - 抵抗シミュレーションチャンネル x 150
  - PWM 入力 x 300
  - PWM 出力 x 130
- 以下の専用チャンネル :
  - インジェクタ計測
  - クランクシャフトおよびカムシャフトセンサ
  - ノックセンサ
  - ラムダセンサ
  - 誘導型位置センサ
- CAN チャンネル x 88
- 特別設計の CAN ゲートウェイモジュール (別個の CAN を介して制御) x 66
- 欠陥生成ユニット (FIU) x 150、各 10 チャンネル

Body Electronics

ADAS

## シミュレーションモデル

SCANIA 社のキャビネット天候モデル  
 エアスプリングモデル  
 ASM Traffic  
 ASM Pneumatics  
 ASM Vehicle Dynamics



ラボに設置されたバーチャルビークルシミュレータ、手前はオペレータシステム。

## 完全なテストラボの実現

このような大規模なテストシステムでは、まずは総合的な実現可能性やコストパフォーマンスのチェックを行う必要がありました。チェックを経て、技術的および経済的観点からコンセプトの実現が承認されると、このネットワークシミュレータを実現するためのさまざまな作業が同時に開始されました。dSPACE がシミュレータを構築している間に、SCANIA 社ではオペレータ制御室を含む空調完備のラボルームの整備を進めました。制御室では、開発者が 6 台のワークステーションを使用してテストの実装や評価を行います。これまでで最大規模の dSPACE シミュレータを格納した

ラボが実現すれば、ラボに入室してオペレータボックスからテストを制御するというたった 1 つの手順だけで、実負荷を含む ECU の構築に必要な作業が完了することになります。

## シミュレータ固有の技術的特徴

設計コンセプトでは、非常に多様なバリエーションを管理できるようにするため、ECU ファミリの個々の ECU バリエーションを容易に切り替えることができるようにしました。また、すべての擬似負荷や実負荷をコンパクトに実装した ECU の構築も可能にしました。ECU ファミリの複数のバリエーションを含んだシミュレータキャビネットでは

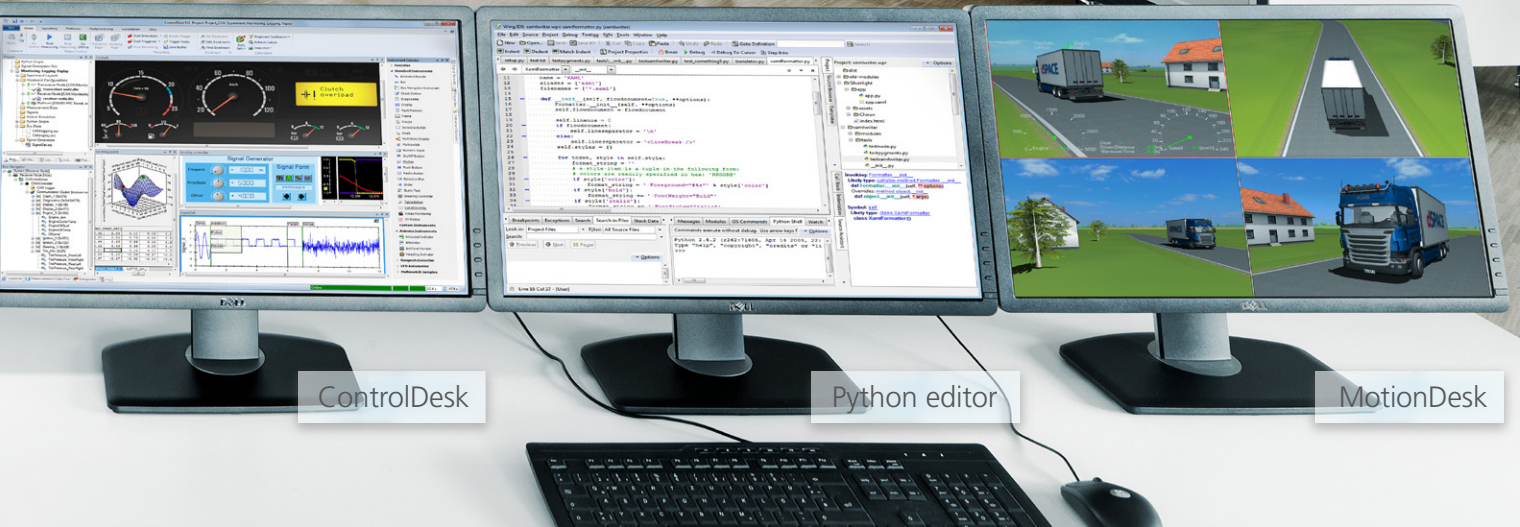


Vehicle Dynamics

Drivetrain



シミュレーションモデル  
 SCANIA 社の NO<sub>x</sub> モデル  
 ASM Truck  
 ASM Trailer  
 ASM Diesel Engine  
 ASM Gasoline Engine



ControlDesk

Python editor

MotionDesk

は、エンジン、トランスミッション、またはブレーキマネージメントシステムなどの用途に応じて、接続を完全に自動で切り替えることができます。各 ECU には、通常の I/O チャンネルに加え、電流計や欠陥生成ユニット (FIU) も組み込まれています。

柔軟な CAN 設定

シミュレータの CAN トポロジは、多数のバリエーションに対応するように特別に設計されました。バスの終端は各車両構成により異なるため、グローバルバスは 2 本のループを形成し、(操作ゲートウェイを含む) すべてのシミュレータを経由しています。各 ECU

は、特別開発のモジュールを使用して個別にループに統合することができ、ループへの割り込みはいつでも可能です。これにより、設定ごとに、終端になる ECU をトポロジの右端または左端に切り替えることができます。

シミュレーションモデルとパラメータ設定

シミュレータ全体で使用するためのシミュレーションモデル (プラントモデルおよび I/O モデルで構成) も開発されました。シミュレーションモデルの計算は 9 枚のプロセッサボードの 15 以上のコアに分散して行われ、プラントモデルと I/O モデルは常に別々

>>



エンジン、ビークルダイナミクス、および交通環境を含むトラックおよびトレーラのシミュレーションを行う場合、dSPACE の ASM シミュレーションツールスイートを使用しています。

のコアを使用して計算されます。I/O モデルにはすべての ECU 信号のスーパーセットが含まれ、各チャンネルは個別に有効化や設定を行えます。プラントモデルとして、ASM Gasoline/Diesel Engine、ASM Truck、ASM Trailer、ASM Pneumatics および ASM Traffic を含む dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) も使用されています。SCANIA 社では、モデルを空気供給システムの固有の要件に従って変更し、オートマチックまたはマニュアルトランスミッション用に拡張しました。モデルの各部分の有効化およびパラメータ設定には ModelDesk を使用し、個々の車両構

成に応じて Variant-Based Workflow Management (VBWM) も使用しました。これにより、以下の車両特性を表現することができます。

- エンジンタイプ：ディーゼルまたはガソリン
- エンジンの排気量および気筒数：5/6/8 気筒、排気量 9、13、または 16 リッター
- トランスミッションタイプ：マニュアル、オートメテッド、またはオートマチックトランスミッション（メインギアボックスおよび場合によってレンジグループおよびスプリットギアで構成）
- 車軸数および駆動軸：4x2 ~ 8x4/4、複数の操舵軸

- サスペンション：スチールスプリング（リーフ）またはエアスプリング（2ペローズ式、4ペローズ式、昇降式車軸）
- プレーキタイプ：ABS または EBS
- ビークルダイナミクス
- 環境センサ
- その他のコンポーネント：ターボチャージャー、リターダ、パワーテークオフ、ディーゼル排気後処理

#### テストオートメーションおよびバリエーション処理

SCANIA 社では、エンジン、ビークルダイナミクス、運転支援システム、および専用機能の開発におけるすべてのテストで使用できる総合的なテストライブラリを保有しています。テスト設定およびテストプロセスを管理するテストオートメーション (TA) フレームワークには、Python ベースのテストも統合されています。バリエーション処理をこのフレームワークに完全に統合することにより、シミュレータ設定と ECU が確実に適合するようになります。ここでは、ピン割り当てなどの ECU の詳細を含む SOPS ファイルから TA フレームワークが供給され、テスト対象 ECU の SOPS データに基づき、モデルおよびシミュレータが自動的に設定およびパラメータ化されます。

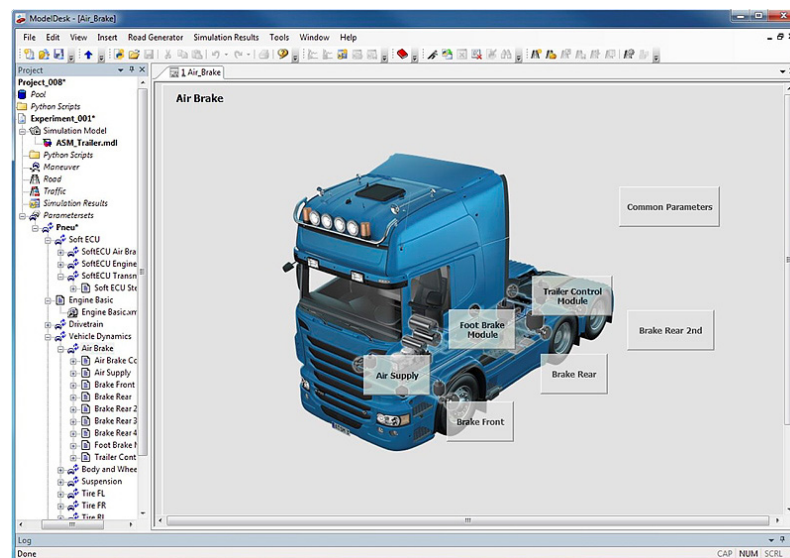
#### テスト作業

シミュレータは主に以下のタスクについて、すべての ECU の統合テストを実行します。

#### CAN 通信テスト：

- すべての ECU を CAN ネットワークに接続したときに、正確な CAN メッセージが正確な間隔で送信されていることを確認

Automotive Simulation Models (ASM) とパラメータ設定ソフトウェア ModelDesk を使用することで、バリエーション管理を効率的に行えます。





写真クレジット：© SCANIA

#### 堅牢性のテスト：

- 低電圧またはグラウンドの接続不良などの例外的な状態の影響を判定
- CAN ストレステストおよび異常なバス負荷の影響を判定

#### 診断テスト：

- ECU のセンサ故障または電気接続の欠陥を検出

#### ユーザ機能テスト：

- アダプティブクルーズコントロール
- 自動緊急ブレーキ
- 温度調節
- インストルメントクラスタ警告

シミュレータを使用すれば、危険な状況での挙動テストなど、困難を伴う車載機能のテストを実行する場合でも常に効果的に信頼性の高い結果を得られます。各種のテストを通じて、I-Lab3 は効果的なサポートを提供しました。

#### 高い経験値

SCANIA 社にとって、品質は常に最優先事項です。そのため、新しいテストシステムについては、周到な準備と計画が行われました。さらに、非常に多数のテストケースとバリエーションについて、1 年近くをかけて広範囲にわたるテストを実施しました。これまでのところ、シミュレータは想定外の停止などを一度も起こさず、信頼性の高さを証明しました。日常的なテストでは、手動のテストおよび完全に自動化されたテスト（通常、夜間や週末などに実行）のいずれにおいてもこのシステムが有効であることが確認されました。シミュレータの活用により、早期に車両全体をテストし、早い段階でソフトウェアの完成度を高めることができます。シミュレータは、多数の異なるバリエーションによって発生するテスト回数の増大に確実に対処するための土台となります。SCANIA 社では、高品質なテストシステムを維持するために、計画的な保守作業を行っています。さまざまな部署の開発者がシミュレータを使用して ECU の統合と検証を行う一方で、すべての保守作業は 8 名で構成されたチームが担当するという特別なプロセスにより、テストオー

トレーション、手動テスト、テストの作成およびデバッグ、およびテストシステム開発のバランスを保っています。

#### まとめと今後の展望

SCANIA 社では、I-Lab3 を使用することにより、新しい機能の車両全体への統合が可能な信頼性に優れたテストシステムを実現しました。これにより、これまで必要な深度が得られなかったテストも実行できるようになりました。このテストシステムは柔軟かつモジュール型のコンセプトにより、将来にわたって継続的に使用することができます。SCANIA 社は、新しい ECU やより高度なテスト作業に対応するため、引き続きテストラボの開発を行います。dSPACE では、既に次のシステムに関する依頼を受けています。 ■

Scania AB のご好意により寄稿、スウェーデン

## まとめ

スウェーデンのトラックメーカーである SCANIA 社は、膨大な数の ECU バリエーションが存在する汎用的な E/E システムの妥当性確認における信頼性の向上という課題に取り組んでいます。SCANIA 社では、93 個の ECU をテストするために、dSPACE 製のシミュレーションモデルを使用して車両全体のシミュレーションを実行しています。シミュレータでは、さまざまな ECU ファミリの個々のバリエーションを自動的に切り替えることができます。これにより、機能統合を行う開発者は、新しい機能のテストをバーチャルピークル全体で行うことが可能になりました。SCANIA 社では、このシミュレータにより、高い品質基準を容易に達成することができます。

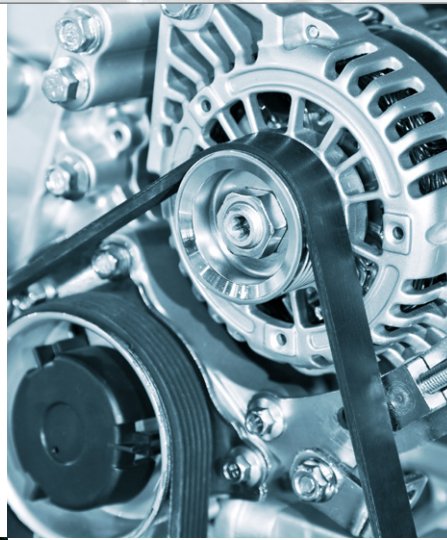


効果的かつコスト効率に優れた新たなハイブリッドドライブの実現には、新しい48Vの車両電気システムが必要です。それに伴い、車両に搭載されるパワーエレクトロニクス機器の新たな妥当性確認の方法も必要となります。韓国自動車研究院 (KATECH) では、自動車産業向けのテストングサービスを提供するために、dSPACEの柔軟なテストシステムセットを使用しています。

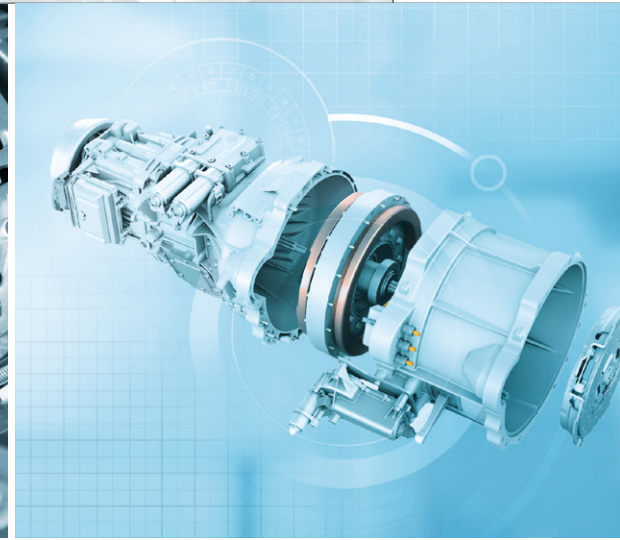
ハイブリッドドライブトレイン ECU の  
パワーレベルでの妥当性確認

# Virtual Mild Hybrids





ベルト駆動のスタータジェネレータを搭載したマイルドハイブリッドの例。



モーターをトランスミッション入力シャフトに統合したハイブリッド方式の例。

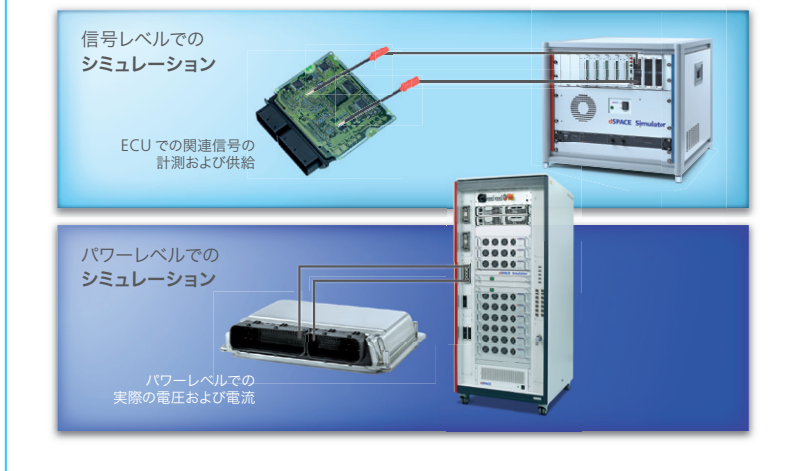


**車**両に搭載される電気部品数は増加の一途をたどり、それにつれて電力消費量も増加しています。そのため、12 V 電源では、電力要件が高いコンポーネントへの電力供給が難しいケースが増えています。48 V システムを導入すると、この問題点を克服できるだけでなく、より低い電流で同等以上のパフォーマンスレベルを実現できるようになります。各自動車メーカーは、電装システムや、バッテリー、コンバータ、ジェネレータといったコンポーネントを再設計することで、48 V システムの実装を目指しています。一部の大手 OEM メーカーでは、48 V バッテリーユニット、電気自動車およびハイブリッド車用充電ポート、部分的なネットワーク運用のための CAN バスインターフェースを含む一般的なアーキテクチャエレメントの多くを車載電源ネットワークに組込もうとしています。コスト効率の高いハイブリッドドライブトレインの開発は、このような試みによって進められています。

#### 高いコスト効率を実現する 48V マイルドハイブリッドテクノロジー

従来のハイブリッド車では、モーターは内燃エンジンに直接接続されています。ここに 48 V システムを実装するには、車両全体の設計や複雑な電気コンポーネントの抜本的な変更が必要となるため、開発時間とコストは膨大になります。その結果、エンドユーザ価格の上昇を招きます。マイルドハイブリッドシステムは、車体に対するコンセプト変更を最小限に抑えながら、燃費向上を実現させるシステムですが、内燃エンジンの補助的機能であり、電力単独で車両を駆動できるわけではありません。しかし、マイルドハイブリッドシステムのコンセプトは、より高度な統合レベルでも十分通用する柔軟性を備えています。たとえば、ベルトドライブで内燃エンジンに連結されたモーターは、スタータやオルタネータの代わりとして使用されていますが、モーターをクランクシャフトまたはトランスミッション入力シャフトに取り付け

>>



パワーステージを含む制御デバイスのテスト：信号レベルでのシミュレーションは、開封された ECU で信号をピックアップするか、パワーステージ (上) 前面の入力により実行するのに対し、パワーレベルでのシミュレーションでは、制御システムの実際の電流および電圧を ECU のパワー出力ステージ (下) でエミュレートします。

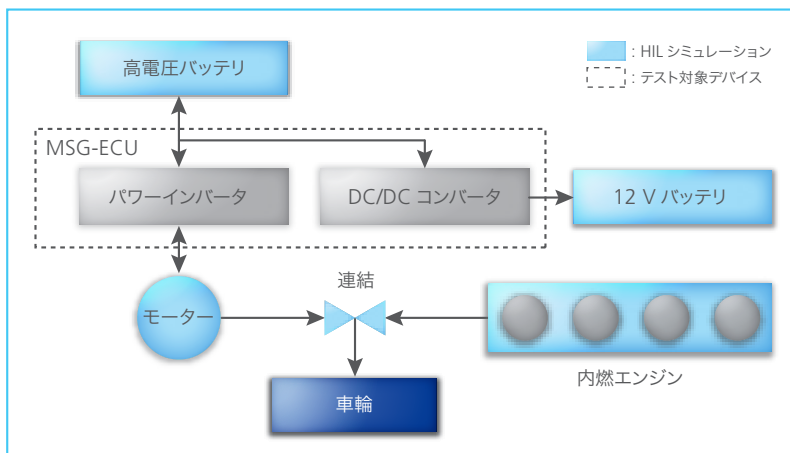
ることもできます。ただし、モーターへの電源供給には別個のバッテリーが必要となります。

#### 統合型のモータースタートジェネレータ

各自動車メーカーでは、要件に適合した 48 V システムの実装を目指し、内燃エンジンに連結できるモーターとして、統合型モータースタートジェネレータ (MSG) の開発に取り組んでいます。この革新的な駆動コンポーネントは、4 つの機能 (エネルギー回生ブレーキ、始動時のトルクサポート、快適なスタートストップ制御、およびエネルギー効率の高い惰行) を 1 つ

のシステムで実現します。ジェネレータは約 10 kW の発電容量を持つように設計されており、電気エネルギーは、従来のスタータバッテリー程度の小型のリチウムイオンバッテリーに蓄えられます。48 V 電源を搭載していない車両や、従来型の 12 V コンポーネントを搭載した車両では、DC/DC (双方向) コンバータを使用して 12 V バッテリーおよびコンポーネントを作動させます。統合型モータースタートジェネレータでは、すべての機能および AC 電圧発生用のインバータが 1 つのコントローラに統合されています。また、DC/DC コンバータを別個のハウジングに配置することも

テスト対象デバイスとしてのマイルドハイブリッド駆動制御装置 (MSG-ECU) とシミュレーション対象コンポーネント (高電圧バッテリー、12 V バッテリー、モーター)。



きます。これにより、電子制御システムとモーターの電流および電圧を変換するためのパワーステージを結合することができます。

#### ECU テストの要件

韓国自動車研究院 (KATECH) は、安全関連の MSG コントローラ機能を適切かつ効率的に検証するためのテストングサービスを提供する研究機関です。KATECH の目的は、シンプルで使いやすく、さまざまなメーカー製の統合レベルが異なる制御デバイスに直接接続できるテストシステムを提供することです。テスト対象デバイスは通常、シミュレーション時にアクセスできるようにするために制御部を電源部から分離 (つまり、開ける) する必要がありますが、多くの場合、高度なシステム統合により相互に密接にリンクされているこれらのデバイスでそのような作業を行うにはリスクが伴います。そのため、デバイスのシミュレーションはパワーレベルで行う必要が生じます。この場合、シミュレータを使用してモーターをパワーレベルでエミュレートし、実際のモーターの電流および電圧を正確に再現する必要がありますが、これは特に難しい作業です。また、250 A レンジの連続的な大電流や、最大 550 A のピーク電流にも対応する必要があり、高ダイナミックレンジを使用した電気デバイスのリアルなシミュレーションも必要です。

#### シミュレータのコンセプト

KATECH では、すべての重要なコンポーネントをシングルソースで提供できる、優れた統合性を備えたテストシステムを開発する必要がありました。そこで、シミュレータの設計および実装を dSPACE に依頼しました。シミュレータの設計コンセプトでは、2 つのコンピューティングプラットフォームを使用して、制御システムのダイナミクスを反映できるようにしました。まず、車両電装システムや車両機械システム、およびレストバスのシミュレーションに適したプロセッサベースのプラットフォーム (クワッドコア DS1006

Processor Board) を使用し、次に、高度に動的なモーターシミュレーションの処理用に最適化された FPGA (フィールドプログラマブルゲートアレイ) ベースのプラットフォーム (DS5203 FPGA Board) を使用します。また、モーターの電流を FPGA 信号から生成する場合は、電子負荷と呼ばれる特定のパワー出力ステージを使用します。シミュレーション対象のすべてのコンポーネントは、dSPACE モデルライブラリ、Automotive Simulation Models(ASM)、および XSG Electric Components Library に含まれるプラントモデルを使用して計算します。

#### シミュレータの構造およびパフォーマンス

シミュレータのコンポーネントは 19 インチキャビネットに格納されており、エミュレートされる高電圧バッテリーの端末電圧は、並列に接続された 2 系統の調整電源によって供給されます。モーターエミュレーション用のパワー出力ステージは 6 個の DS5381 電子負荷モジュールで構成されており、AC モーターの 3 相電流をエミュレートします。それぞれの相には 6 個のモジュールが並列に接続されており、250 A<sub>rms</sub> のモーター相電流を連続的に供給し、550 A<sub>peak</sub> のピーク電流を 10 秒間供給します。3 個の追加負荷モジュールは、12 V<sub>DC</sub> ソース/シンク ± 170 A<sub>DC</sub> を供給します。この構成により、テスト対象の DC/DC コンバータに負荷を提供し、接続対象の 12 V ネットワーク (電力消費デバイスおよびバッテリーで構成) をエミュレートします。

#### シミュレータ独自の機能

シミュレータは大電流を処理できるだけでなく、優れたエネルギー効率も提供しま



dSPACE シミュレータと接続された ECU で構成されるテストシステム。

す。これにより、高いシミュレーション品質を維持しながら、さまざまなタイプのエンジンのエミュレートが可能です。

#### ■ 回生によるエネルギー効率性：

テスト対象 ECU と電子負荷間の電力回路に 48 V DC リンクを使用した場合、主電源から引き出される電力に関して、シミュレートされた有効電力が電子負荷の電力消費に比べて大幅に高い場合があります。これは、電源ユニットが対応するのはテスト対象 ECU と電子

負荷の電力消失のみであり、シミュレータに接続された負荷がテスト対象 ECU のパフォーマンスを大幅に下回るためです。そのため、主電源へのエネルギーのフィードバックは必要ありません。

#### ■ シミュレーション品質：

電気機械の高度にダイナミックな作用をシミュレーションで詳細に表現するためには、数マイクロ秒のサイクルタイムが必要となります。そのため、シミュレーションには高速な並列処理と低

>>

「dSPACE の超高速 FPGA コンピューティングプラットフォームと電気コンポーネント用 XSG モデルは、当研究院が行う高度なモーターシミュレーションに必要な要件を満たしています」

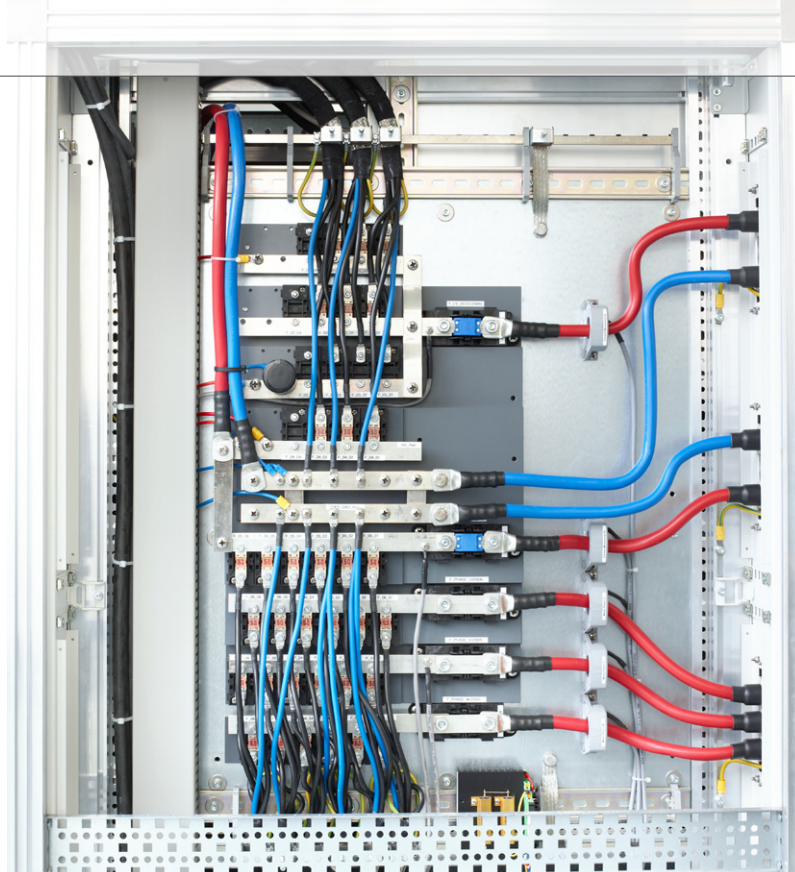
Raecheong Kang 氏、KATECH

## 韓国自動車研究院

韓国自動車研究院 (KATECH) は、産業通商資源部 (MOTIE) の直属部門として、産業技術革新促進法に基づいて 1990 年に設立されました。同研究院は地域の自動車部品産業、特に中小企業を中心に支援を行っています。企業の研究および信頼性テストを支援し、技術施設および人的資源を提供することで、業界の継続的な成長を促進しています。

## 謝辞

本プロジェクトは、韓国産業通商資源部 (MOTIE) の助成金による基盤技術産業インフラストラクチャプログラム (M0000022) に全面的に基づいて実施されました。



シミュレータ内部の配線。組み込みのケーブル交差部には大電流が流れています。

い I/O レイテンシ特性を持つ FPGA が使用されています。FPGA 専用に設計された XSG Electric Components Library のシミュレーションモデルを使用すると、専用テクノロジーにより高度なシミュレーションパフォーマンスを実現できます。XSG モデルライブラリには、エンジンモデル、エンコーダ、フィルタなどのすぐに使用可能なコンポーネントが搭載されています。FPGA のシミュレーション信号は、負荷モジュールを使用してパワーレベルで実装されます。実装は最大切替周波数が 3.2 MHz のカスケード接続スイッチング MOSFET パワーステージによって実行されるため、モーター電流の高度に動的なシミュレーションが保証されます。

### ■ 柔軟性 :

電子負荷による電流の直接注入を使用した高度にダイナミックなエンジンシミュレーションを dSPACE FPGA プラットフォームで行うことにより、さまざま

なモーターインダクタンスのエミュレーションが可能になります。また、受動部品を追加する必要がないため、シミュレート可能な最大相電流を増加させる場合も、負荷モジュールを並列に接続するだけで済みます。これらを活用することで、設計やパラメータが異なるモーターでも同一のシステム上でテストできるようになります。

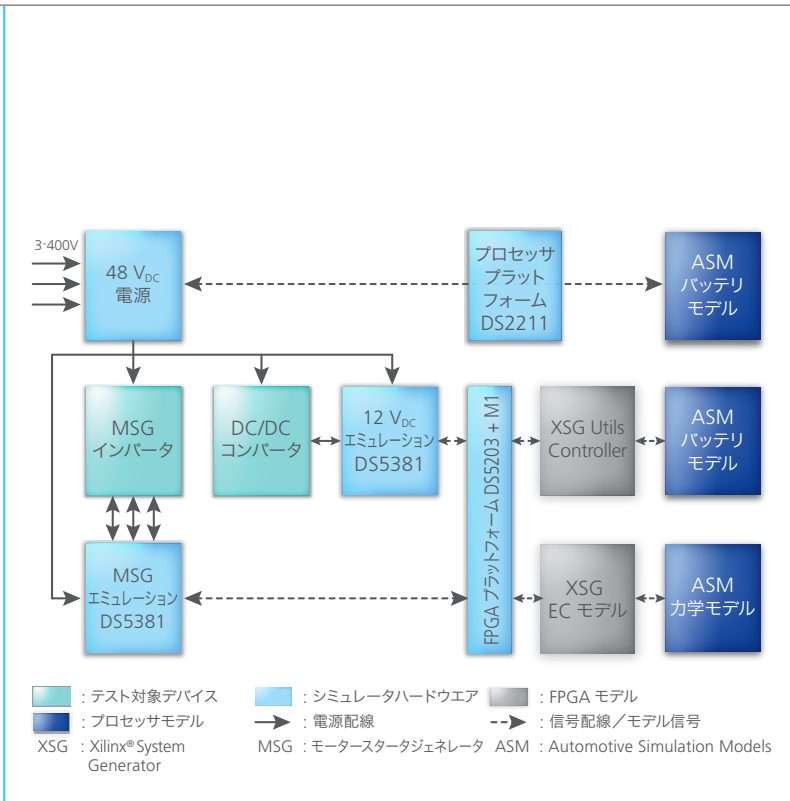
### テストシステムの評価

dSPACE では、dSPACE シミュレータや各種の電子負荷モジュールを組み合わせることにより、メーカーや統合深度が異なる MSG 制御ユニットの妥当性確認を容易かつ確実に行えるテストシステムを KATECH に提供しています。このシステムでは、ECU を改変せずにパワーレベルで動作させることができるだけでなく、(12 V 車両電装システムの使用など) システム的な組み合わせも考慮されているため、テスト担当者は十分な深度でテストを行うこ

「電子負荷モジュールを搭載した dSPACE シミュレータは、マイルドハイブリッド ECU の妥当性確認には不可欠です」

Kiyun Jeong 氏, KATECH





シミュレーション環境におけるテスト対象デバイス (DUT) とシミュレーション対象コンポーネントのセットアップ。

とができます。シミュレーションの品質やシステムの信頼性は、実際の運用実績で証明されています。パワーレベルでのシミュレーションでは、シミュレータの機械的変更の手間が不要なため、機械式テストベンチなどのその他のアプローチに比べて大きな利点があります。システムには可動部品や回転部品が存在しないため、高額な構造的防護対策を行うことなく、ラボ内で容易に操作することができます。シ

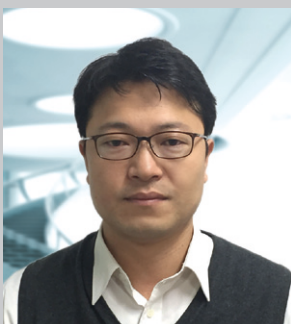
ミュレータの魅力の1つは、ボタンを押したりモデルを変更するだけで、新しいテスト対象デバイスのプロパティを簡単に調整できる点にあります。■

Kiyun Jeong 氏、Raecheong Kang 氏、  
韓国自動車研究院 (KATECH)

## まとめ

スタータおよびジェネレータ技術を搭載した効率的でコストパフォーマンスに優れたハイブリッドドライブの開発には、新しい48V電源システムが不可欠です。KATECHでは、韓国の自動車産業やメーカーに対し、パワーレベルでエンジン ECU の妥当性確認を行えるラボやノウハウを提供しています。KATECHでは、dSPACE が提供する高度にダイナミックな負荷モデルとシミュレータを使用して、モーターシミュレーションを行っています。このテストシステムは、250/550 A の範囲で動作可能な高度にダイナミックな HIL コンポーネントを使用しており、最新のマイルドハイブリッド ECU 機能の妥当性をパワーレベルで確認することができるため、ECU やインバータ、DC/DC コンバータを確実にテストできます。

Kiyun Jeong 氏  
韓国自動車研究院 (KATECH)、インテリジェント制御システム研究センター 所長 (韓国、忠清南道)



Raecheong Kang 氏  
韓国自動車研究院 (KATECH)、インテリジェント制御システム研究センター、モデリングおよび HIL シミュレータ運用 担当上級研究員 (韓国、忠清南道)



心臓移植を待つ患者の多くは通常、人工心臓のポンプを体内に埋め込むことで、実際の心臓移植手術まで命をつなぐ必要があります。クイーンズランド大学の研究者達は、このような人工心臓向けの制御アルゴリズムの開発のため、人間の血管システムをPC上でモデル化し、それを人工心臓と接続しました。

**現** 市販されている脈動型（つまりリズムカルにポンプ運動をする）人工心臓には、いくつかの重大な欠点があります。最大1年と消耗期間が短く、エネルギー消費量も多いだけでなく、サイズも比較的大きいため、移植できるのは男性の約75%であり、女性ではさらに減少し、子供への移植は不可能です。一方、回転ポンプは、サイズも小型で耐久性とエネルギー効率に優れており、継続的に血流を供給できるため、脈動ポンプと比べて多くの利点があります。このため、研究者は回転血液ポンプ技術を使用して新しい人工心臓を開発しています。（たとえば、運動や睡眠などで変化する）血流

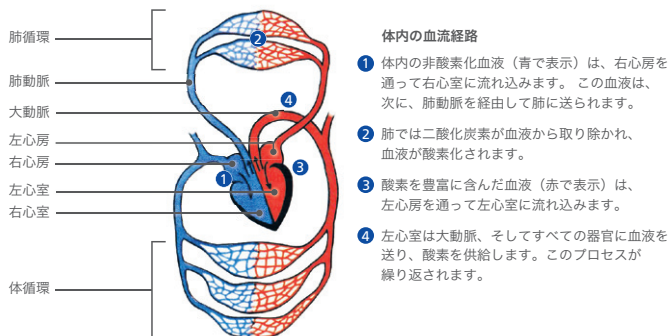
ニーズに合わせてポンプ能力を自動的に調整する機能を人工心臓に搭載するためには、あらゆる状況における人間の血管系をシミュレートできる強力なテスト環境が必要です。

#### PC上で仮想的に血管を再現

これまで、人間の血管系とその特性をラボでリアルにシミュレートするには、管、パイプ、弁、および圧トランスデューサを使用する必要がありました。しかし、この構成では、流体コンポーネントと機械コンポーネントの組み合わせのため、非常に複雑になり柔軟性にも欠けました。クイーンズランド大学の研究者は、このような状況

>>

図1：健康な心臓血管系の血液循環を示す概略図。体内の各領域への血液供給は、脈拍、ポンプ能力、血管収縮などに適応して変化し続ける各部のニーズに合わせて調整されます。





# Virtual Blood Vessels

人工心臓に対する柔軟なテスト環境

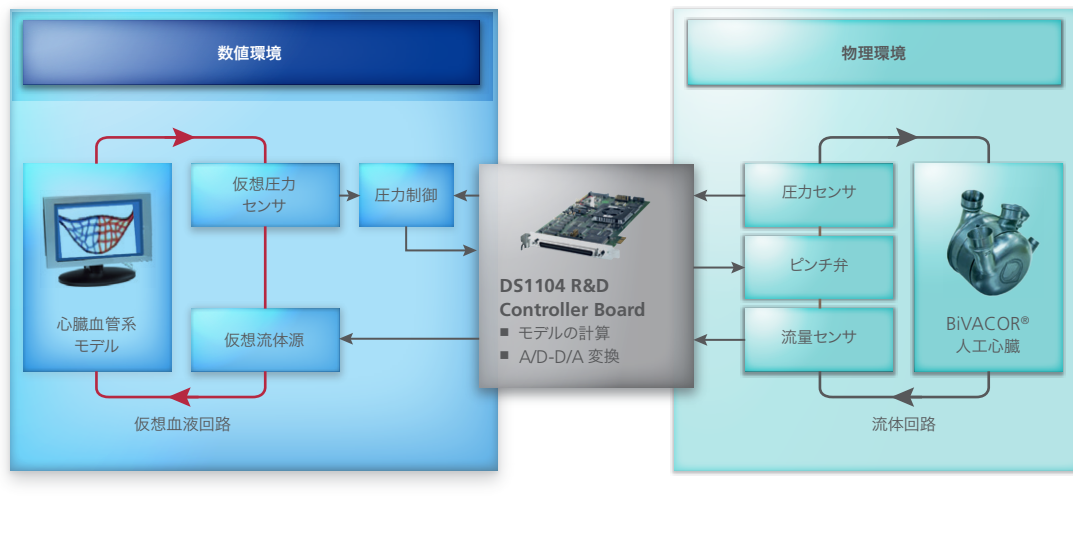


図2: テストベンチ構成の概略図。PC上でモデリングした血管系が、各種センサおよびアクチュエータにより人工心臓に接続されます。このため、血液系の特性の変更も容易です。

を受け、別の方法に着手しました(図2)。これは、標準的なPCをDS1104 R&D Controller Boardで拡張してすべての実験を制御できるようにし、血管系全体を数値モデルとしてモデリングするというものでした。人工心臓を単純なチューブシステムと接続して流体サイクルを構築し、人間の血液とまったく同じ流体特性を示すグリセリンと水の混合物をシ

テムに供給することで、血液の流れをシミュレートします。

#### 人工心臓に対する柔軟なテスト環境

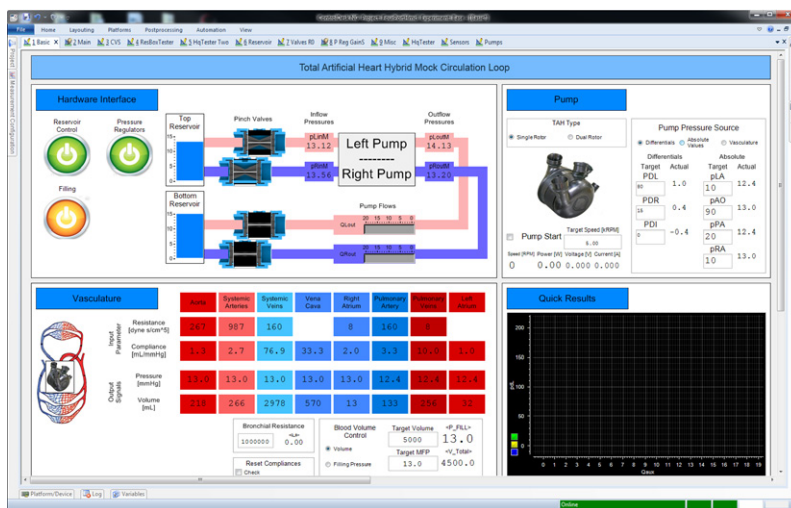
圧力センサ、流量センサ、および管にある複数のピンチ弁が、PC上の血管モデルと機械的な人工心臓間のインターフェースとして機能します。ピンチ弁は、人間の血管系における実際の血流と模擬血液の流れ

が等しくなるよう制御します。血管の弾性などの血管系の特性はPC上で簡単に変更できるため、静止状態や動作状態などさまざまなシナリオを容易にシミュレートできます。これにより、人工心臓の制御アルゴリズムの総合的なテストが可能になります。

#### dSPACE 機器を使用した人工心臓のテスト

(圧力および流量)センサとアクチュエータ(ピンチ弁)は、PCに取り付けたdSPACE DS1104 Boardに接続します。中央ユーザインターフェースの開発には、dSPACEの試験ソフトウェアControlDesk Next Generationが使用されました(図3)。このソフトウェアは、データを記録し、血管の抵抗や弾性などのパラメータを変更し、さまざまなシステム状態をグラフィカルに表示する役目を果たします。人工心臓の心臓血管モデルと制御アルゴリズムはMATLAB®/Simulink®で開発され、1msのステップ幅で実行されました。

図3: dSPACE試験ソフトウェアControlDesk Next Generationは中央ユーザインターフェースとして機能し、データの記録、パラメータの変更、および各種システム状態のグラフィカルな表示を行います。



#### 日常的なシナリオのシミュレーション

前述の構成がどれほど入念に考えられているかは、日常の生活を科学的に捉えたと実感できます。人が立ち上がると、筋肉が活性化することで全身抵抗が下がります。寝そべっている状態から立ち上がると、体液が胸部から下肢に移動します(体積の

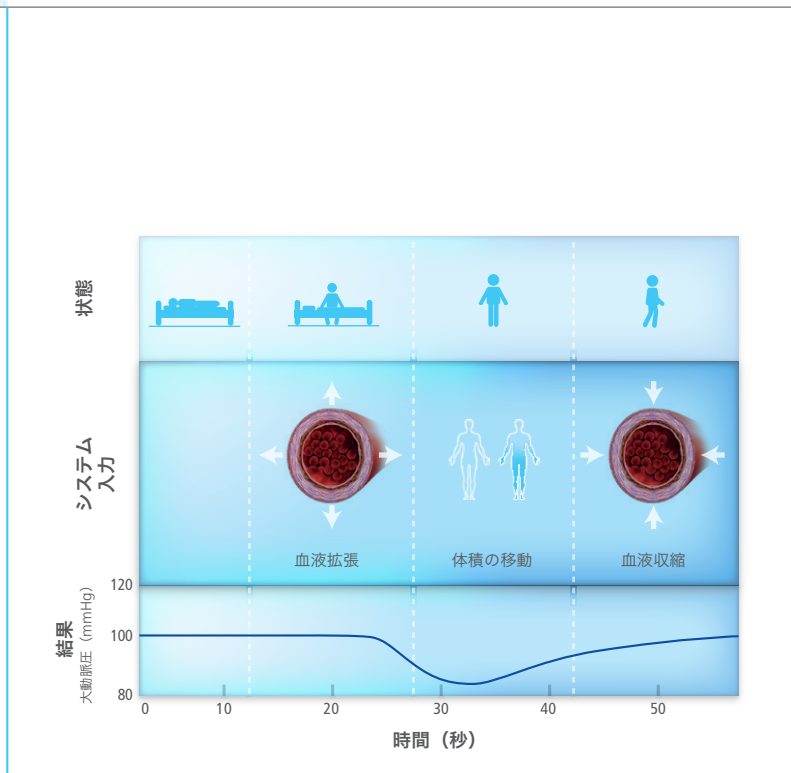


図4：人が立ち上がった場合のシミュレーションにおける人工心臓血管系の大動脈圧の曲線は、人体の場合とまったく同じ反応を示しています。

下部移行)。これに反応して、血管が収縮し始め、抵抗が戻って以前より高い値で落ち着きます。最後に、脚の筋肉が持つポンプ効果により体液が再分散されます（体積の上部移行）。これが、立ち上がった後もめまいや失神が起こらない仕組みです。シミュレーションモデルでは、一連の動作をプログラミングすることで、このプロセスを再現しました（図4）。弾性の変化による体液の移動や、血管の拡張、収縮は異なる抵抗値として置き換えられました。このシミュレーションで得られた血圧の一時的な特性は、人体での実際の作用と一致しました。■

クイーンズランド大学、  
Frank Nestler 氏

「dSPACE システムを使用することで、BiVACOR 人工心臓のための柔軟で効率的な開発環境を構築できました。」

クイーンズランド大学、Frank Nestler 氏

## まとめ

人工心臓向けのテスト環境の構築に dSPACE ツールを使用することで、残る機械的なコンポーネントは人工心臓だけという状況になりました。この開発環境では、人間の血管系全体を PC 上でモデリングしているため、特性の変更は迅速かつ効率的に行えます。また、要件の異なる人工心臓の場合でも、再現可能な（自動）テストを作成することができます。これにより、制御アルゴリズムの開発がはるかに容易になります。



Frank Nestler 氏  
クイーンズランド大学博士候補  
(オーストラリア、ブリスベン) 兼  
Texas Heart Institute 研究エンジニア  
(米国、テキサス州ヒューストン)





# Dynamic Firing Order

気筒ごとに点火タイミングしたり、気筒休止したりすることで、ドライバーが要求するトルクを発生させるエンジンを想像してください。シリコンバレーに本社を持つ Tula Technology のエンジニアは、このビジョンを実現化しました。さらに、OEM 各社と協力して、このエンジンの量産化を試みています。



**動的**な気筒休止方式 (DSF : Dynamic Skip Fire) は、Tula 社の新しいテクノロジーを示す名称です。DSF を使用すると各シリンダの点火の有無とタイミングを動的に決定できるため、極めて効率的なエンジン動作を実現できます。このエンジン制御技術では、要求されたトルクを発生させるために必要なシリンダの数と順序を決定したうえで、点火動作を行います (図 1)。

#### 快適性と効率性を向上する動的な点火方式

シリンダの気筒休止を実現するうえで最大の懸案となるのは、量産用パワートレインにおける NVH (騒音、振動、乗り心地) です。Tula 社では、ユーザがいつでも快適な運転ができるよう、不快な共鳴を防止するインテリジェントなアルゴリズムを開発しました。DSF では、点火順序のタイミング制御を連続的に行うことにより共鳴周波数を避け、騒音抑制と振動低減を実現しています (図 2)。

#### コスト効率の良いソリューション

DSF は、市場で入手可能な低コスト、低燃費のテクノロジーの中でも最も燃料効率が高く、最大 20% の燃費向上を実現します。また、直噴方式、ターボチャージャー、アイドリングストップ、およびマイルドまたはフルハイブリッドなどの他の燃費向上技術との親和性が高いことも利点の 1 つです。Tula 社は、一部の OEM メーカーと提携して、DSF テクノロジーの量産化に取り組んでいます。

>>

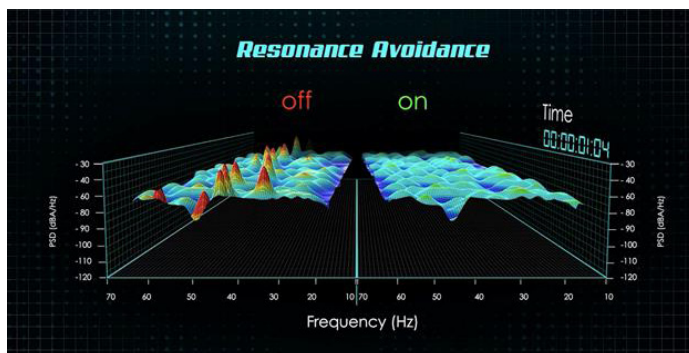
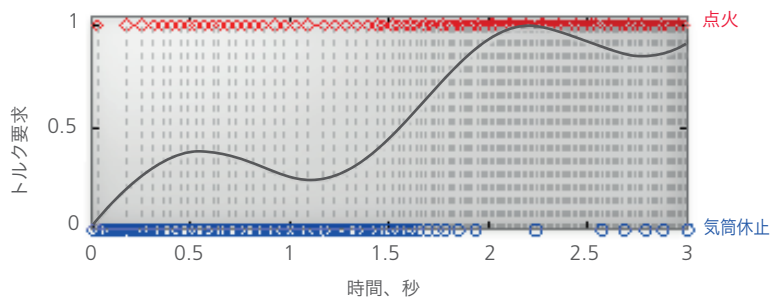


図1(上)：動的な気筒休止により各シリンダの点火タイミングを決定します。  
図2(下)：インテリジェントなアルゴリズムにより共鳴周波数を避けることで、快適な運転操作を実現します。

#### 実用化に向けた開発作業

Tula社の大きな強みは、可変的な気筒休止およびNVH抑制を実現するアルゴリズムにあります。しかし、このアルゴリズムの実用化の可能性を検証するためには、アルゴリズムをデモ車両に実装してテストを行う必要がありました。デモ車両でのテストは、GMCユーコン・デナリV8エンジンを制御するプロトタイピングシステムを使用して実施されます。ただし、アルゴリズムを実機エンジンで使用する前に、まずは機能的な妥当性確認を行う必要があります。そのため、このような用途に最適なテスト環境であるHIL(Hardware-in-the-Loop)シミュレーションシステムを採用しました。Tula社では、品質保証(QA)テストの完了までを含む全体的な開発期間の短縮が必要であり、開発作業にもHILシステムを利用する必要がありました。

また、ソフトウェア開発者およびテスト・QA担当エンジニアが、複数の場所からHILテストベンチにアクセスできる必要がありました。

#### ツールチェーンの結合

Tula社では、各ユーザのプラットフォーム上でDSFテクノロジーのプロトタイプを実行できるようにするため、dSPACEのラピッドプロトタイピングツールであるMicroAutoBox IIを採用しました。また、制御ソフトウェアの機能の妥当性確認のため、最新のASAM HIL API(ASAM = Association for the Standardisation of Automation and Measuring Systems)を搭載したHILテストベンチを開発しました。このHILテストベンチは、サードパーティ製エンジンをシミュレートするハードウェアおよびソフトウェア

からアナログおよびデジタルI/O信号を受信し、クランクおよびカムシャフト信号をdSPACE MicroAutoBox IIに送信します。このとき、MicroAutoBox IIではDSFソフトウェアが実行されます。さらに、テスト管理ツールであるdSPACE AutomationDeskを使用して、DSFソフトウェア上でテストが実行されます。この際、AutomationDeskは、共通のインターフェースを通じてすべてのコンポーネントと通信します。

#### ツール結合の課題

プロセスは、ソースコードの読み出し、自動化テストスクリプトの作成、テストベンチ用ソースコードのコンパイル、ターゲットHILテストベンチへの実行可能ファイルのロード、自動化テストスクリプトの実行、サマリレポートの生成、レビューおよび監査のための結果のアーカイブなど、多岐にわたっていましたが、それらを結合し、信頼性の高い方法で確実に再現できるようにする必要がありました。

#### 目標を自動化により実現

Tula社では、プロセスの各ステップを実装するのに最適なソフトウェアソリューションを作成しました。まず、AutomationDeskをテストオートメーション用フレームワークとして使用して、エンジンシミュレーションをdSPACE MicroAutoBox IIに実装しました。この実装には、ASAM HIL API規格の最新バージョンを使用しました。HIL APIではテストスクリプトをPythonベースで記述できるため、スクリプトをAutomationDesk用のテストケースとして実行することができます。また、すべてのテストケースはAutomationDeskのプロジェクトとして適用でき、閉ループおよび開ループのいずれのHILテストベンチ上でも実行することができます。このプロセスは通常、既存の燃料テストプロファイル(FTP：米環境保護庁連邦テスト手順)の車両サイクルを実装する場合に行うものです。AutomationDeskプロジェクトでは、データを収集および記録してテストケース用に保存することも可能です。また、このデータをあらかじめ定義された合格/不合格基準と比較することで、実行済みのテストに対する総合的なレポートを生成することもできます。

「当社では、ASAM HIL API 搭載の dSPACE AutomationDesk を使用することで、テストの完全自動化を実現しています」

James McKeever 氏、Tula Technology 社



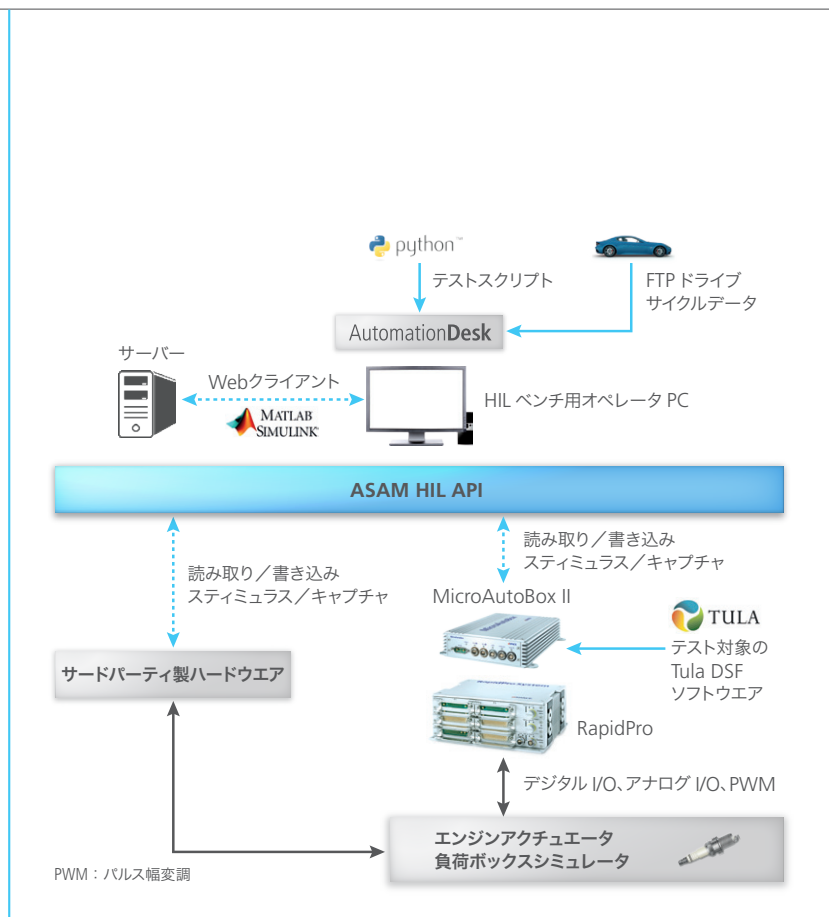


図3: Web ベースツールである WebCarLab により、複雑な HIL テストベンチへのリモートアクセスが可能になります。

### WebCarLab – 最適なソリューション

Tula 社では、テストを中央のソースコードの保存場所から確実に実行したり、HIL テストベンチに複数の場所からリモートでアクセスできるようにするため、Web ベースのテストオートメーションツールである WebCarLab (図3) を開発しました。Web インターフェースは、ソフトウェア設定管理 (SCM) システムを介して通信す

るアプリケーションにより提供されます。WebCarLab は直感的なユーザインターフェースを備えており、ユーザは HIL テストベンチ上で対話形式またはバッチモード (バッチ処理) を使用してテストを実行することができます。ユーザがモードを選択すると、WebCarLab は SCM システムから受信したコードを確認し、選択されたテストケースを実行します。WebCarLab で

は、通常のテストレポートを生成するだけでなく、将来の監査に備えて、テスト結果につながるすべての中間生成物を含むテストレポートを作成して保管することもできます。■

動的な気筒休止の模様を動画でご覧いただけます。



#### Paul Liu 氏

組込みソフトウェアエンジニア兼マネージャ、Tula Technology, Inc. (米国、サンノゼ)



#### James McKeever 氏

組込みソフトウェアシニアテストエンジニア、Tula Technology, Inc. (米国、サンノゼ)



#### Abhijit Bansal 氏

組込みソフトウェア制御およびテストエンジニア、Tula Technology, Inc. (米国、サンノゼ)





# MicroLabBox

小型の設計で幅広いラボの用途に対応

dSPACE の全く新しい製品である MicroLabBox は、強力かつ高い汎用性を低コストの小型システムで実現した、ラボ用のコンパクトな開発システムです。MicroLabBox は、100 を超えるチャンネルを搭載しており、多様な I/O タイプに対応します。また、リアルタイムプロセッサと FPGA の組み合わせにより、研究開発に必要な汎用性を確保しており、制御、テスト、およびデータ取得といったさまざまなアプリケーションを迅速、容易かつ効率的に実装することができます。

リアルタイムシステムに求められる技術的な要件は、研究、開発、教育など、それぞれの分野で異なります。また、処理性能や I/O インターフェースに対する要求も、特定のアプリケーションによって実にさまざまです。しかし、多くの場合、予算と使用可能なスペースは限られています。特に小規模なプロジェクトでは、ラボで必要になる可能性のあるすべての機能を備えた高額で大規模なシステムを構成できるとは限りません。とはいえ、特定のプロジェクトごとにシステムを追加購入して使用することもお勧めできません。なぜなら、このようなハードウェアと関連ソフトウェアの「混在した状態」を放置すると、結果的にシステム構成が高額になり、メンテナンスにも手間が掛かるだけでなく、互換性、アップデート、およびトレーニングに関する問題も発生するためです。開発者が最も望むのは、既に物で溢れているデスクでも場所を取らず、幅広いアプリケーションに対応可能な汎用性を持ち、できる限り低価格なシステムです。これを実現したのが、dSPACE の新しい製品である MicroLabBox です。

#### MicroLabBox – 比類のないシステムクラス

MicroLabBox は、ドライブエンジニアリ

ング、ロボット工学、メディカルエンジニアリング、自動化および自動車エンジニアリングなど、dSPACE が産学界の各分野における数多くのお客様と共に培ってきた長年の経験から誕生した製品であり、新しいシステムクラスとしての進化を遂げられました。MicroLabBox は、次の主なアイデアを実現しています。まず、通常のノート型 PC を置く場所があれば設置できるようなコンパクトな筐体に高度な処理能力と高速の I/O を装備するシステム。次に、さまざまな機能とソフトウェアを提供しながら、限られた予算で購入可能な柔軟なプロ仕様のシステム。さらに、オールインワンソリューションとして既に定評

果、大容量のキャッシュメモリとパラレル I/O データバスを兼ね備えた PowerPC プロセッサが最適であることが分かりました。そのため、MicroLabBox には、2GHz デュアルコアプロセッサである最新の Freescale QorIQ P5020 PowerPC が搭載されており、アプリケーションによっては、15  $\mu$ s 未満の制御ループ時間を実現することができます。MicroLabBox には Kintex<sup>®</sup>-7 FPGA も搭載されており、アクティブなノイズ・振動抑制や、モーターコントローラのベースとなる電流コントローラなど、非常に高速な制御ループが必要な用途にも対応しています。Kintex<sup>®</sup>-7 FPGA を使用すると、モデル

### MicroLabBox：小型の設計で実現した幅広い性能範囲

のある dSPACE MicroAutoBox II の機能やモジュール型ハードウェアの機能も多数搭載したシステムです。

#### 閉ループ性能

閉制御ループを高速で実行するための鍵となるのは、プロセッサの計算処理能力と I/O インターフェースへのアクセス時間です。さまざまなプロセッサをテストした結

の一部を FPGA に移行してプロセッサ負荷を軽減し、Simulink ブロックセット (Xilinx<sup>®</sup> System Generator for DSP) を使用して FPGA のプログラミングを行うことができます。これらの予備能力は、将来的なプロジェクトの実現も確かなものにします。

>>



詳細は、MicroLabBox の動画をご覧ください。  
[www.dspace.com/go/dMag\\_20151\\_MLB\\_E](http://www.dspace.com/go/dMag_20151_MLB_E)

約31cm (12.2インチ)

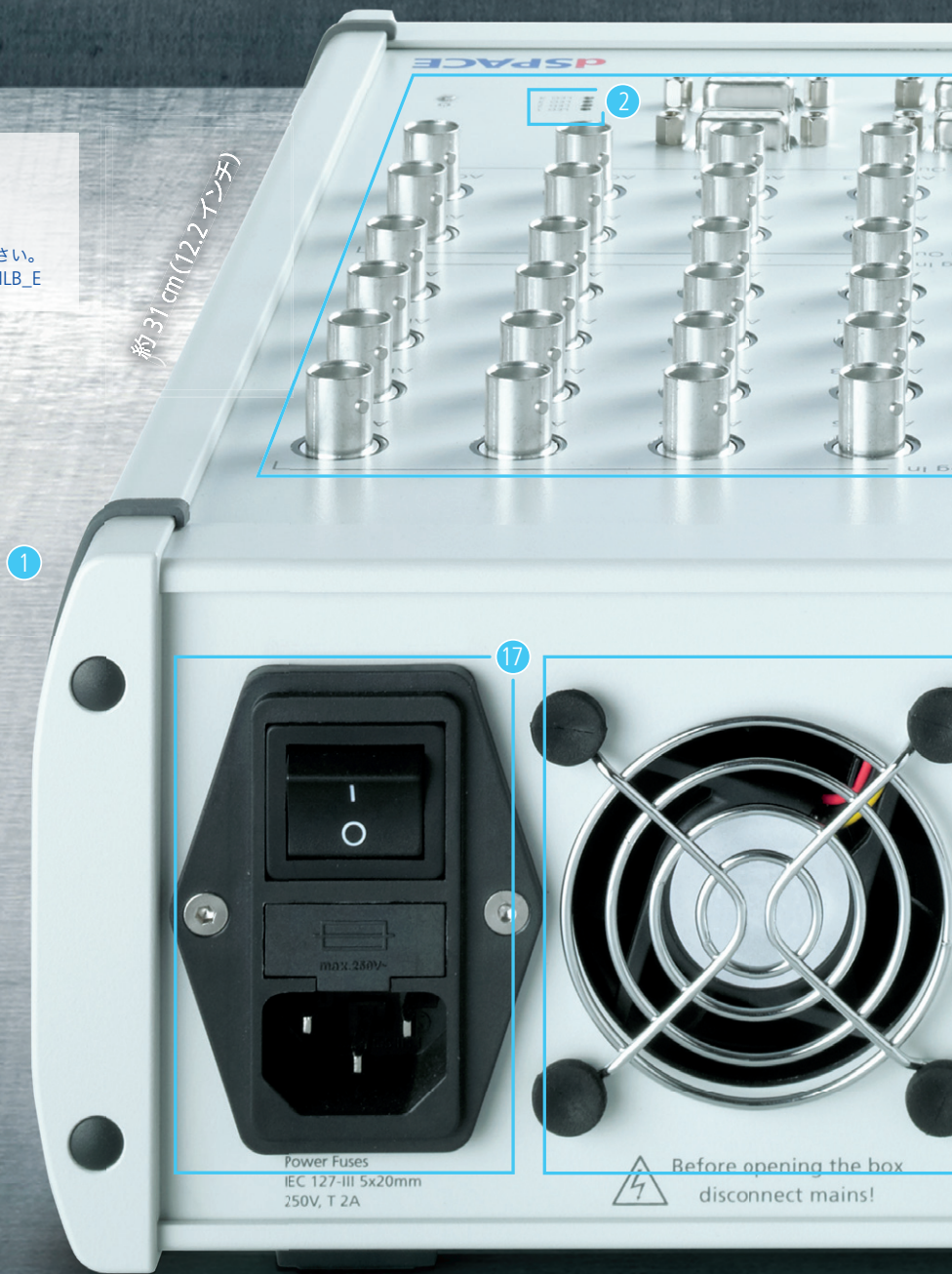
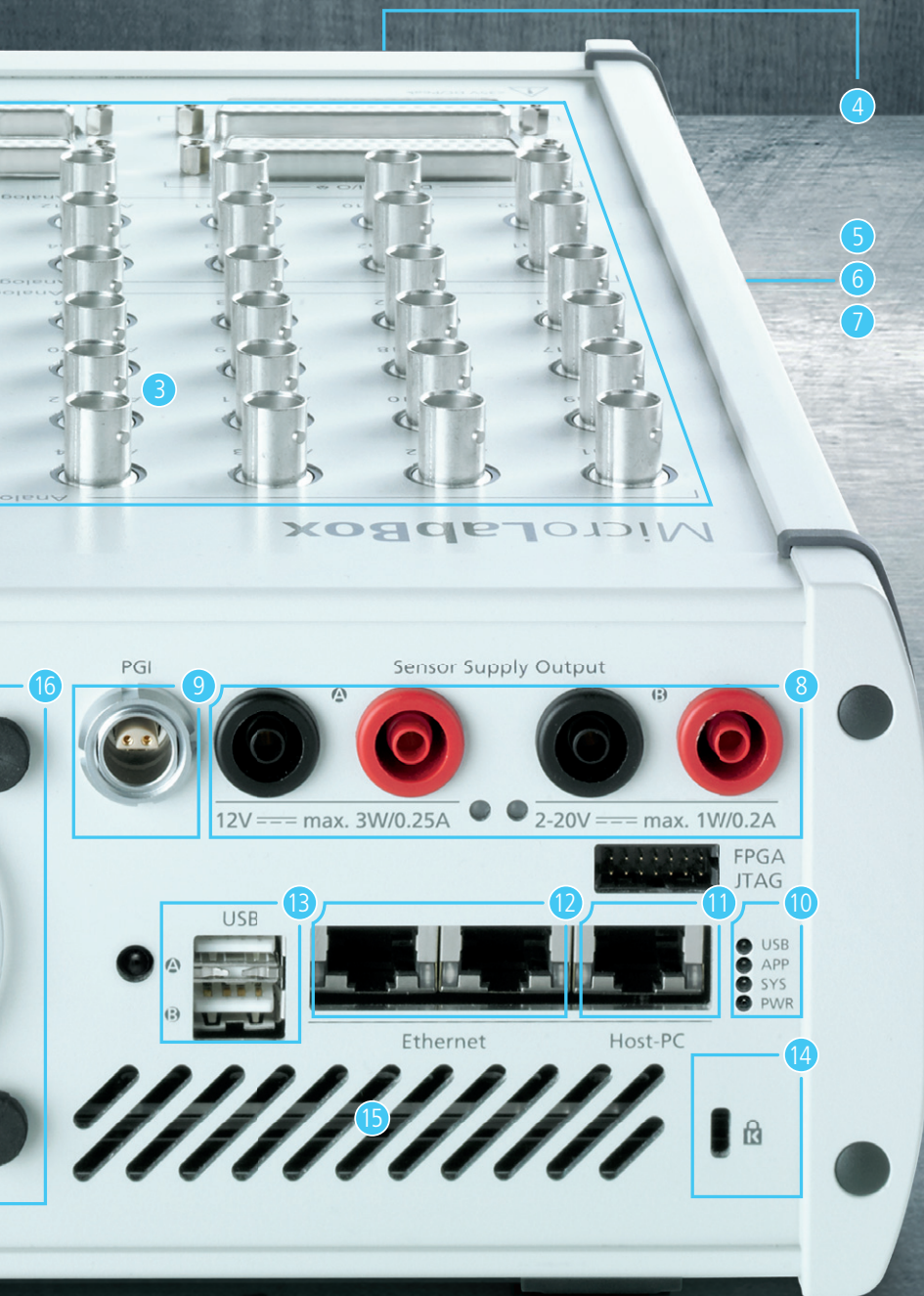


図 1 : MicroLabBox の幅はこの図とまったく同じ約 25 cm (9.8 in) です。この写真の製品は、MicroLabBox トップパネルバージョンです。

#### 強力な利点

MicroLabBox は、1 つのボックスに複数の高性能な機能を統合しています。

- ① 必要なスペースがノート型 PC よりも小さい
- ② プログラミング可能なステータス LED
- ③ 容易にアクセスできる多数の I/O :  
配線が容易な Sub-D および BNC コネクタ付きパネル
- ④ 本体に直接記載されたピン配置情報 (裏側)
- ⑤ 高負荷モデル用のデュアルコア 2 GHz PowerPC
- ⑥ 高速な I/O やモデルパーツのオフロードが可能な Kintex®-7 FPGA
- ⑦ 自律的なシステムブートを実現するフラッシュメモリ
- ⑧ センサ電源



約 25 cm (9.8 インチ)

約 11.5 cm (4.5 インチ)

- ⑨ PGI1 コネクタ用の PGI インターフェース (今後サポート予定)
- ⑩ システムステータス LED
- ⑪ Gigabit Ethernet ホストインターフェース
- ⑫ Ethernet デバイスへの接続用の Gigabit Ethernet I/O インターフェース
- ⑬ 大容量記憶装置によるデータロギングが可能な USB コネクタ
- ⑭ 盗難防止用の Kensington® ロック
- ⑮ プログラミング可能なブザー
- ⑯ 最高 50° C (122° F) の外気温で使用できる低ノイズのアクティブ冷却ファン
- ⑰ 90 ~ 240 V AC、50 ~ 60 Hz の動作電圧により、各国固有の電源ケーブルを使用して世界中で使用可能

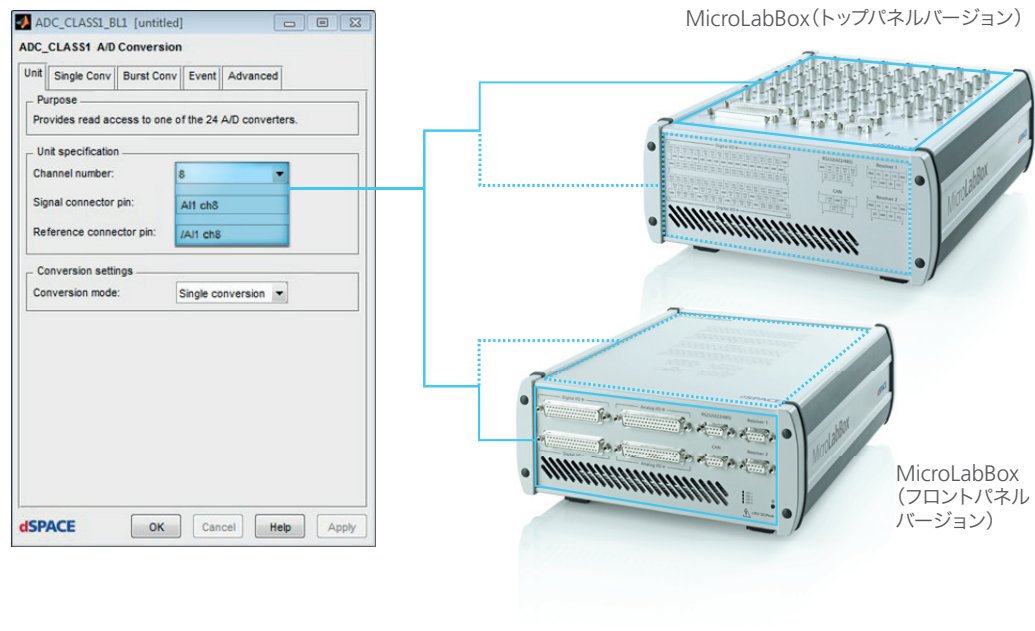


図 2: ソフトウェア (Real-Time Interface : RTI) でのチャンネル割り当てによる直感的な接続、ハードウェア本体に表示されたピン配列情報、および容易にアクセス可能な内蔵コネクタパネル。MicroLabBox では、コネクタの位置と種類がそれぞれ異なる 2 つのバージョンが提供されています。

### >> 高速 I/O の同時処理

MicroLabBox は、100 種類を超える各種 I/O インターフェースを搭載しており、多様なアプリケーションに対応します。また、FPGA テクノロジーの採用により、正確かつ高速な I/O の並列処理を実現しており、アナログ信号の同期計測と高精度 PWM 信号の生成を可能にしています。さらに、フィルタリングや信号解析などの大規模な I/O プリプロセス処理タスクを FPGA にオフロードすることで、リアルタイムプロセッサに過度な負荷が掛からないようにできます (I/O インターフェースの詳細については、「MicroLabBox : 製品の特長」(39 ページ) を参照してください)。MicroLabBox は、エンコーダやホールセンサ入力などの特殊なインターフェースを搭載することにより、非同期 3 相モーターやブラシレス DC モーターなどの Electric Drive を容易に制御できるよう特別に設計されています。

今後は SSI、EnDat、およびレゾルバセンサ入力の搭載も予定されています。MicroLabBox には、センサ電源も内蔵されており、ラボ電源などの追加デバイスの数が最小限になるよう配慮しています。センサ電源は、12 V 固定の電源に加え、2 ~ 20 V の可変電圧も供給します。

### 拡張性

MicroLabBox は、標準 I/O に加え、拡張インターフェースも搭載しています。CAN または Ethernet を使用すれば、システムを他のデバイスと結合することができます。将来的には、dSPACE PGI1 (Programmable Generic Interface) との接続もサポートされる予定です。PGI1 を使用すると、リチウムイオンバッテリーの管理や、TWINSync プロトコルによる LTI インバータの接続といった既存のソリューションを活用できるだけでなく、ユーザ固有の拡張にも対応できるようになります。

### 配線が容易

MicroLabBox では、配線の容易性を最大限に考慮しているため、ラボ内のすべてのコネクタは、BNC コネクタやバナナプラグなどのようにそのまま使用できるか、または Sub-D コネクタのようにわずかな作業で使用することができます。ですので、高度な配線が必要な高密度コネクタや入手が難しいコネクタ形式は装備しませんでした。MicroLabBox では、初めての試みとして、Simulink の RTI I/O ブロックへコネクタのピン配置を記載しています。これにより、参考資料がなくても容易にシグナルチェーンを辿ることができます。MicroLabBox には、2 つの I/O パネルバージョンが提供されています (図 2)。

### スタンドアロンでの使用

多くの場合、MicroLabBox はホスト PC と共に使用されます。ただし、自律システム全体の一部として設置する場合など、ホ

MicroLabBox は、高い処理性能と総合的な高速 I/O を実現する汎用システムとしてご利用いただけます。

スト PC なしで MicroLabBox を使用できることが条件である場合があります。これに備え、MicroLabBox にはフラッシュブートオプションが搭載されています。このオプションにより、フラッシュメモリにプリロードされたアプリケーションを使用して電源投入後に数秒でシステムを起動することができます。また、USB フラッシュメモリを接続すれば、これらのアプリケーションから長時間リアルタイムデータを取得することもできます。接続した USB フラッシュメモリは、後で読み出して解析することも可能です。さらに、プログラム可能なマルチステート LED により、モデルから発せられる警告や動作状態を MicroLabBox 上で直接確認できます。また、内蔵のブザーにより、警告を音声として認識することもできます。

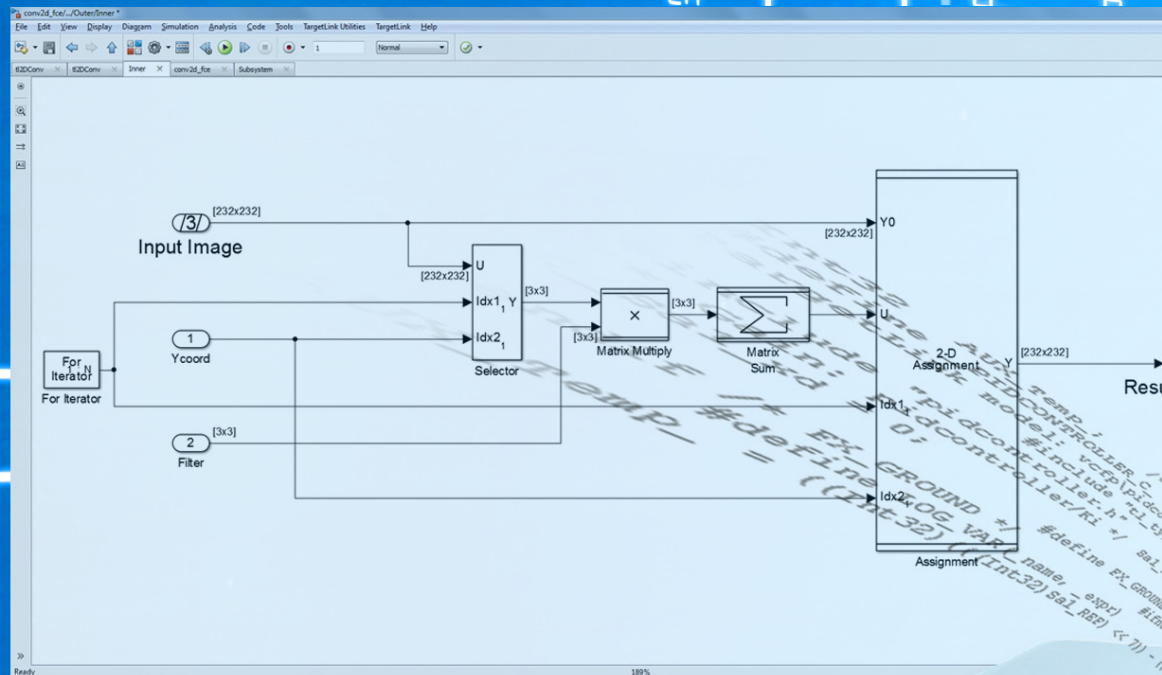
#### 総合的なソフトウェア

MicroLabBox は、dSPACE の総合的なソフトウェアパッケージによってサポートされています。このパッケージには、モデルベースの I/O 統合が可能な Real-Time Interface (RTI) for Simulink® や、ソフトウェア実行中にグラフィカルツールでリアルタイムアプリケーションにアクセスできる ControlDesk® Next Generation など、業界で実績のある製品が含まれています。dSPACE では、これらのツールに加え、各種のソフトウェアモジュールを用意することにより、MicroLabBox をさまざまな事例で使用できるようにしています。また、C や VHDL でのプログラミングを好むユーザ向けに、プログラミング用の API も用意しています。

MicroLabBox は、ドライブテクノロジー、ロボット工学、メディカルエンジニアリング、自動車エンジニアリング、およびエネルギーエンジニアリングなど、多くのメカトロニクス用途で使用できます。つまり、MicroLabBox は、さらなる技術革新を促進する、革新的な製品です。 ■

## MicroLabBox : 製品の特長

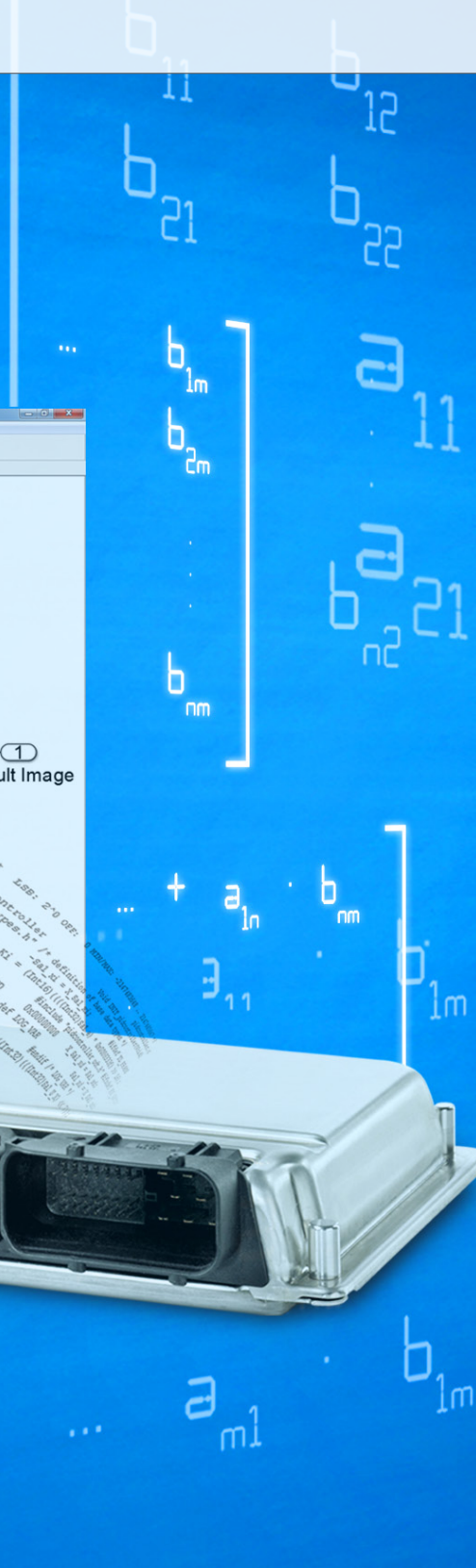
|                           |   |
|---------------------------|---|
| サイズ                       | MicroLabBox (トップパネルバージョン)<br>約 310 x 250 x 115 mm (12.2 x 9.8 x 4.5 in)<br>MicroLabBox (フロントパネルバージョン)<br>約 310 x 250 x 110 mm (12.2 x 9.8 x 4.3 in)   |
| プロセッサ                     | ProcessorPowerPC DualCore 2 GHz   |
| FPGA                      | Kintex®-7-FPGA  |
| I/O インターフェース              | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ デジタル I/O : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 48 x 双方向チャンネル 2.5/3.3/5 V (シングルエンド)</li> <li>■ 12 x 双方向差動チャンネル (RS422/485)</li> <li>■ 機能 : ビット入出力、PWM 入出力、SPI マスター</li> </ul> </li> <li>■ アナログ入力 : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 8 x 10 Msps、14 ビットチャンネル、差動、± 10 V</li> <li>■ 24 x 1 Msps、16 ビットチャンネル、差動、± 10 V</li> <li>■ 各種トリガオプション</li> </ul> </li> <li>■ アナログ出力 : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 16 x 1 Msps、16 ビットチャンネル、± 10 V</li> </ul> </li> <li>■ モーター制御用 I/O 機能 (最大 2 台のモーターを制御可能) : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 6 x エンコーダインターフェース</li> <li>■ 2 x ホールセンサインターフェース (インターフェースにつき 3 x ホールセンサ)</li> <li>■ マルチチャンネル PWM</li> <li>■ ブロックコミュテーション PWM</li> <li>■ 2 x SSI (将来サポート予定)</li> <li>■ 2 x EnDat (将来サポート予定)</li> <li>■ 2 x レゾルバ (将来サポート予定)</li> </ul> </li> <li>■ 2 x UART (RS232/422/485) を汎用的に使用可能</li> <li>■ 2 x CAN インターフェース</li> <li>■ Ethernet-I/O インターフェース</li> <li>■ センサ電源 : 1 x 12 V セット、1 x 2 ~ 20 V 可変</li> <li>■ 大容量記憶装置を使用したデータロギング用の USB コネクタ</li> <li>■ プログラミング可能なブザー</li> <li>■ プログラミング可能なステータス LED</li> </ul> |
| ホストインターフェース               | ■ Gigabit Ethernet ホストインターフェース  |
| 温度範囲                      | ■ 0 ~ 50 °C (外気温)   |
| 主要電圧                      | ■ 90 ~ 240 V AC、50 ~ 60 Hz  |
| MicroLabBox の各バージョン (図 2) | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ トップパネルバージョン</li> <li>■ フロントパネルバージョン</li> </ul>   |
| 盗難防止                      | ■ Kensington® ロック   |



# Code Generation 4.0

dSPACE の量産コード生成ツールである TargetLink の最新バージョンには、多数の便利な新機能が搭載されています。これには、総合的な行列サポート、最新の AUTOSAR バージョンとの互換性、C コード構造体の操作性の向上、Data Dictionary の利便性の向上などが含まれています。



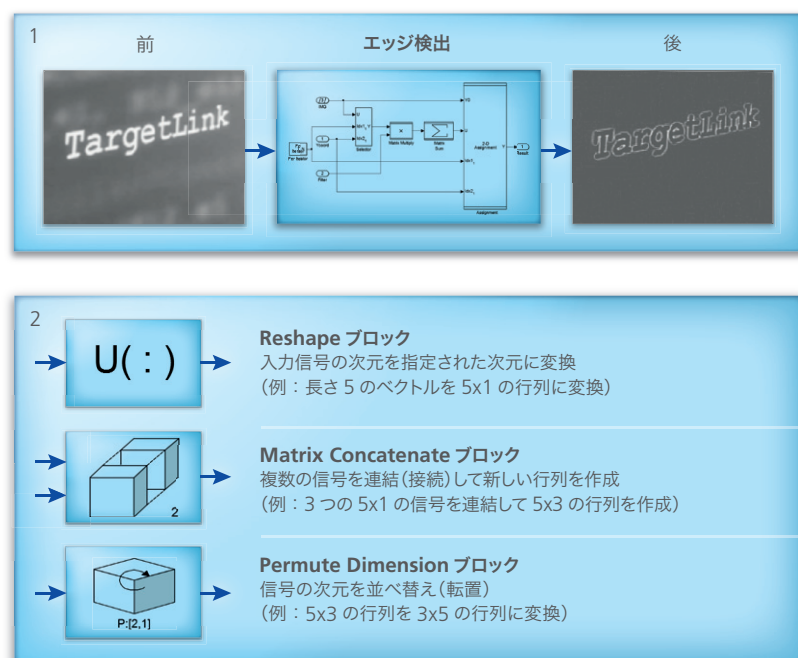


TargetLink® 4.0でマトリクスコードがサポートされるようになりました。これにより、信号を行列として表現できるようになり、線形代数を用いて演算を行うことの多い先進運転支援システム (ADAS) や状態空間制御、およびセンサデータ融合といった多くの新しいアプリケーションにも TargetLink で対応することが可能になります。また、TargetLink の利点として定評のある RAM、ROM、スタック、実行時間などを最小化するためのさまざまな最適化機能を含むモデルベースの開発環境の利点をこれらのアルゴリズムにも適用できるようにになります (図 1)。行列処理は、TargetLink モデルで 2 次元の信号を指定するだけで行うことができ、ベクトルやスカラー信号と同じ方法で処理することができます。AUTOSAR モードを使用している場合でも、この処理は何の制限もなく適用できます。行列信号の処理には、TargetLink ブロックライブラリの各種エレメントが使用されます。Reshape、Permute Dimension、および Matrix Concatenate ブロック (図 2) もサポートされています。これらのブロックを既存の Selector および Assignment ブロックと組み合わせることにより、行列信号の

&gt;&gt;

図 1 (上) : TargetLink の行列サポートによるエッジ検出の例

図 2 (下) : TargetLink 4.0 以降でサポートされる行列処理向けの Simulink ブロックの概要



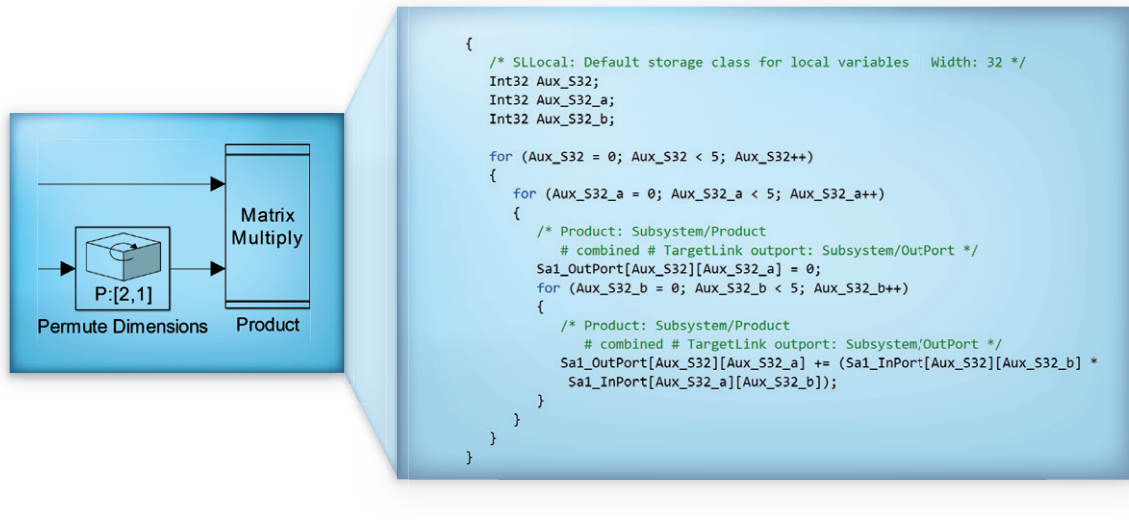


図 3：TargetLink を使用すると、効率的で読みやすい行列コードを生成し、レガシーコードに容易に統合できます。インデックスの調整により、中間変数の使用や不要な演算を省くことができます。この例では、転置と乗算の組み合わせでインデックスが調整されています。

## dSPACE TargetLink 4.0 – 高品質なマトリックスコードのサポートにより、将来の技術革新に対応

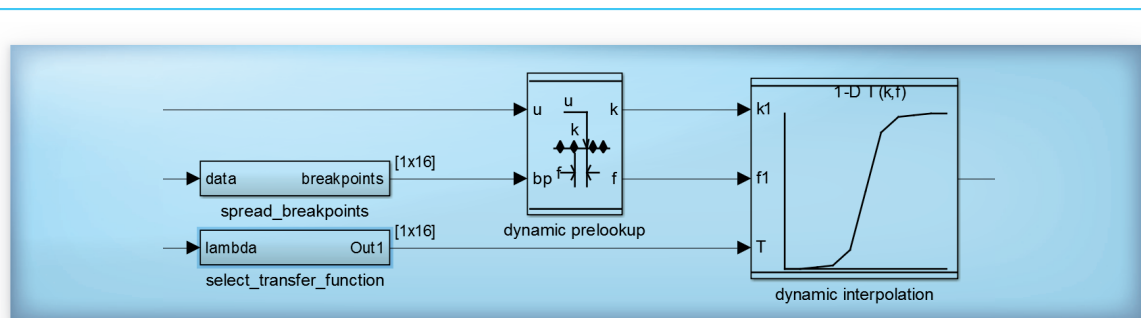
作成、操作、および分割に関する多数の機能を利用可能です。TargetLink ユーザは、逆行列の計算や行列式、その他の行列計算といった複雑なアルゴリズムが必要な演算についても、行列への互換性を持つ Custom Code ブロックを使用することで対応できます。そのため、複雑なアルゴリズムをすばやく最適化および実装し、容易にターゲットプロセッサなどで利用できるようになります。TargetLink では、行列に効率的に読み込める C コードを

生成します。C コードでは、行列は 2 次元の配列として作成されるため、レガシーコードとの統合も非常に容易です。また、TargetLink では、行ベクトルと列ベクトルの C 配列への変換を自動的にを行います。TargetLink 側から見た場合、新たにサポートされる Simulink ブロックは仮想ブロックとなります。つまり、これらのブロックの動作はコードジェネレータにより把握および最適化されるため、演算処理や中間変数が不要になります (図 3)。

### ダイナミックルックアップテーブル

TargetLink 4.0 で導入されたダイナミックルックアップテーブル (1-D および 2-D) を使用すると、アダプティブコントローラを容易に開発できるようになります。行列がサポートされたため、Direct Look-Up Table (n-D) および Interpolation (n-D) の 2 つのブロックで PreLook-Up (図 4) を使用して、1-D および 2-D テーブルの動的入力変数を処理できるようになりました。ユーザがブロックの入力としてルッ

図 4：dynamic prelookup および dynamic interpolation の 2 つのブロックにより、動的なデータポイントと値がサポートされるため、アダプティブコントローラなどの新しいアプリケーションのサポートが可能になります。



|                          |   |
|--------------------------|---|
| 行列のサポート                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>行列信号処理用の総合的な新機能(行列生成、分割、および行列演算など)。ADAS アプリケーション、状態空間制御、センサ融合などの多数の新しい分野に適用可能。</li> </ul>  |
| ダイナミックルックアップテーブル         | <ul style="list-style-type: none"> <li>実行時に、テーブルエントリ(1-D および 2-D テーブル)を変更する機能。これにより、多数の適応型制御アルゴリズムを実装することが可能。</li> </ul>  |
| Data Dictionary の操作性の向上  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Data Dictionary Manager のユーザ定義ビュー(あまり使用されないプロパティを自動的に非表示にするなど)</li> <li>埋め込み式のインスタントヘルプ(選択したオブジェクトやプロパティの説明を自動的に表示)</li> </ul>   |
| C コードでの構造体の容易な指定         | <ul style="list-style-type: none"> <li>TargetLink Data Dictionary で構造体タイプを定義し、このタイプを Simulink バス全体に割り当てる機能。バス信号の個別の割り当てが不要。</li> </ul>  |
| サブシステムの自動インターフェース生成      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Data Dictionary を使用したモデルおよび機能インターフェースの定義とサブシステムフレームの自動生成により、分散作業が容易化。</li> </ul>   |
| 新たにサポートされたシステム/ソフトウェア/規格 | <ul style="list-style-type: none"> <li>MATLAB R2014b および R2014a(32 ビットおよび 64 ビットバージョン)</li> <li>AUTOSAR Release 4.1.3、4.1.2、および 3.2.3。AUTOSAR Release 4.2.1 のサポート(別途提供)</li> <li>DO-178C(航空産業におけるソフトウェア開発の安全規格。DO-178C ワークフローに関するドキュメントについては、電子メールでお問い合わせください。宛先: TargetLink.Info@dSPACE.de)</li> </ul> |

TargetLink 4.0 – 主な新機能

クアックテーブルを使用するよう指定すると、ブロックでは値を入力する追加のポートが提供されます。この一連のメカニズムにより、非常に多くの制御アルゴリズムを TargetLink で効率的に処理できます。

Data Dictionary の利便性の向上

Data Dictionary Manager においては、利便性がさらに向上しています。たとえば、ユーザによる設定が可能なビューを使用して、あまり使用しないプロパティを自動的に非表示にし、ユーザにとって最も重要な設定だけを表示することができます。これにより、モデル上での作業が容易になり、不要なミスも防止できます。その他の機能拡張として、埋め込み式のヘルプ機能(図5)があります。この機能を使用すると、選択されたオブジェクトおよびプロパティの説明がすぐに表示されるため、ユーザはわざわざヘルプ項目を検索する必要はありません。

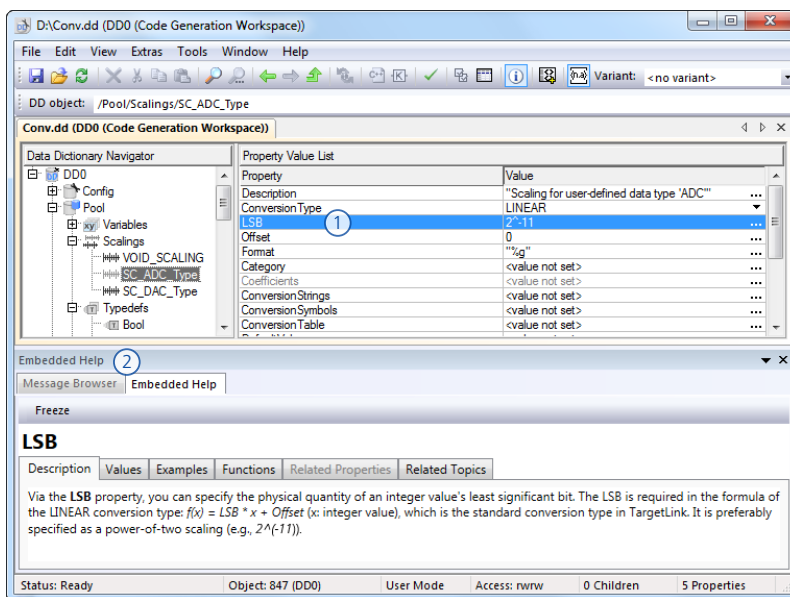
扱いやすい C コード構造体の指定

TargetLink 4.0 では、Simulink バス用の C コード構造体の指定を容易に行うことができます。以前のバージョンでは、多くの場合、ユーザは構造体エレメントに各バス信号を個別に割り当てる必要がありました。新しいバージョンでは、ユーザは Data Dictionary で定義された構造体タイプまたは構造体変数を指定するだけで済みます。いったん指定すれば、これらの

タイプおよび変数をモデル全体を通じて一貫して使用できるようになります。また、TargetLink では、バスと変数が一致することを自動的に確認し、マッピングを行うため、時間短縮やエラー防止が可能になります。これらの新しい機能は、ポート、Merge ブロック、および Unit Delay ブロックなど、バス対応のブロックすべてに適用

することができます。これにより、上級ユーザはさらなる機能の最適化を実現することができ、より効率的にコード生成を行います。

図5: TargetLink 4.0 の Data Dictionary Manager では、選択したオブジェクトやプロパティ(下図の例では LSB (1))に関する参照情報を含んだ埋め込み式のインスタントヘルプ(2)を表示することができます。このためユーザはわざわざヘルプ項目を検索する必要はありません。



# Faster Closed- Loop

新しい DS1007 ボードにより、  
非常に短い I/O アクセス時間と  
計算処理能力の向上を同時に実現

制御方式を検証する場合、常にラピッドコントロールプロトタイピング (RCP) の反応性や I/O レイテンシに対する厳しい要件が伴います。同時に、より高速な計算処理への要求もますます高まっています。新しい DS1007 PPC Processor Board を使用すると、この相反する問題の両方を解消できます。

**ラ**ピッドコントロールプロトタイピングを使用すると、現実的な条件で制御方式をテストおよび検証することができるため、制御エンジニアリングのさまざまな分野で活用されています。今日、プロセッサの計算処理能力はますます向上しているため、計算負荷の高いアプリケーションでも迅速に処理できるようになりました。しかし、リアルタイムシステムで重要なのはモデルの計算処理速度だけではありません。I/O インターフェースへのアクセス時間も重要な要素です (図 1)。大量の I/O オペレーションがある場合や、外部イベントに対するシステムの応答時間への厳しい要求がある場合は、I/O へのアクセス時間の遅さがボトルネックになってしまう可能性があります。

#### 低い I/O レイテンシ

dSPACE では、特に I/O アクセス時間に対する要求が厳しい高負荷アプリケーション向けに、新しい DS1007 PPC Processor Board を開発しました。このボードは、32 ビットパラレルデータイン

ターフェースを搭載した QorIQ P5020 PowerPC プロセッサ実装アーキテクチャ、および短いアクセス時間に最適化された PHS (Peripheral High-Speed) バスという 2 つのコンポーネントを組み合わせることで、低レイテンシを実現しています。近年、デジタルコントローラモデルの複雑性は著しく増加しており、その結果、計算処理能力に対する要求はより厳しくなっています。DS1007 は、2 つのプロセッサコアを搭載し、2 GHz のプロセッサ速度とキャッシュメモリの増設を実現することにより、コア当たりの計算処理能力が旧世代の DS1005 の 3 倍になっています。また、コア当たり 512 KB の L2 キャッシュメモリと、2 MB の結合 L3 キャッシュにより、大規模モデルの計算にも対応する十分な性能を確保しています (図 2)。

#### 高速データ取得

ラピッドコントロールプロトタイピングアプリケーションで最も重要なのは、多くの場合、コントローラの計算処理および被制御システムのセンサデータの取得です。セ

&gt;&gt;

閉ループ性能では、計算処理能力と同様に I/O アクセス時間が重要です。

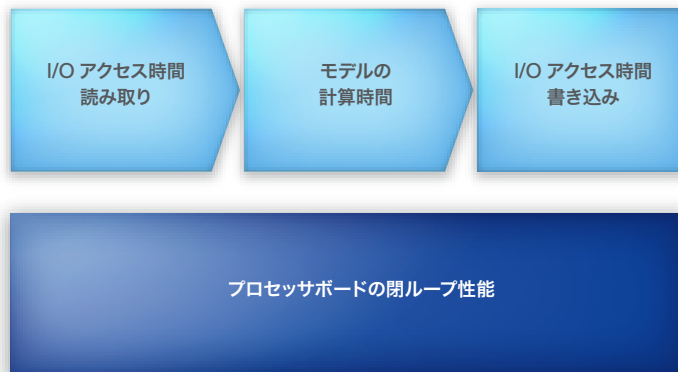


図1：実際の閉ループ性能は、プロセッサの計算処理能力と、データベースのI/Oアクセス時間を可能な限り短く抑えるプロセッサの能力によって左右されます。

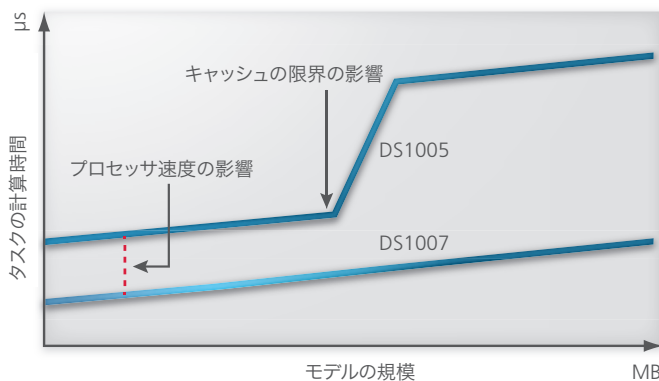
ンサデータは、コントローラの制御変数として必要となります。また、閉ループ制御を行うシステムの妥当性確認の際に信号値を供給します。取得したセンサデータを保存するには、ホストPCに保存するか、またはUSB大容量記憶装置に書き込む必要があります。DS1007は、USBインターフェース以外に、データスループットが20 MB/sを超えるEthernetホストインターフェースも搭載しています。このEthernetホストインターフェースを使用することで、DS1007をネットワークに統合することができます。つまり、テストベン

チでの使用時など、ホストPCとリアルタイムシステムの空間的な分離が必要な場合にも対応できます。

#### リアルタイム Ethernet-I/O インターフェース

DS1007には、Simulink® (図3) 対応の関連 RTI ブロックセットを介してリアルタイムアプリケーションに直接統合できる Gigabit Ethernet インターフェースがさらに2つ搭載されています。ユーザは、これらのインターフェース経由で、リアルタイムモデルをその他のラボ設備やPCベース

図2：高速モデル計算では、プロセッサ速度に加え、キャッシュメモリの空き容量も重要です。



のADASアプリケーション (eHorizon、センサの融合、画像処理など) といった追加のシステムおよびコンポーネントに接続することができます。また、DS1007をdSPACE DCI-GSI2 (汎用シリアルインターフェース) と直接結合することで、電子制御ユニット (ECU) をバイパスすることもできます。この際、追加のI/Oボードは不要です。

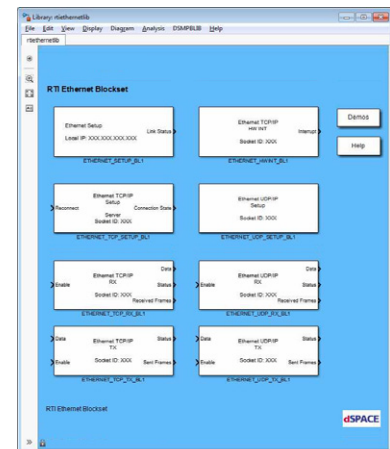
#### 実車での使用に最適

DS1007は、堅牢かつ小型の単スロットサイズを実現しつつ、組み込みホストインターフェース、フラッシュベースのアプリケーションメモリ、および大容量記憶装置接続用のUSBインターフェースを備えており、自律走行する実車での使用に最適です。また、DS1007ではアプリケーションをフラッシュメモリに格納しているため、システムの起動後すぐに使用できます。

#### DS1007、DS1006、およびDS1005の比較

DS1005の後継機種であるDS1007は、dSPACEプロトタイプでの使用に最適化されています。DS1007では、計算処理能力とデータ取得機能を大幅に向上させつつ、実車での使用への適合性、低いI/Oレイテンシ、および迅速な起動も引き続き実現しています。また、ホストインターフェースとEthernet-I/Oインターフェースの向上により、モデルの複雑性を中程度

図3：Ethernetデバイスをリアルタイムアプリケーションに統合するためのReal-Time Interfaceブロックセット。



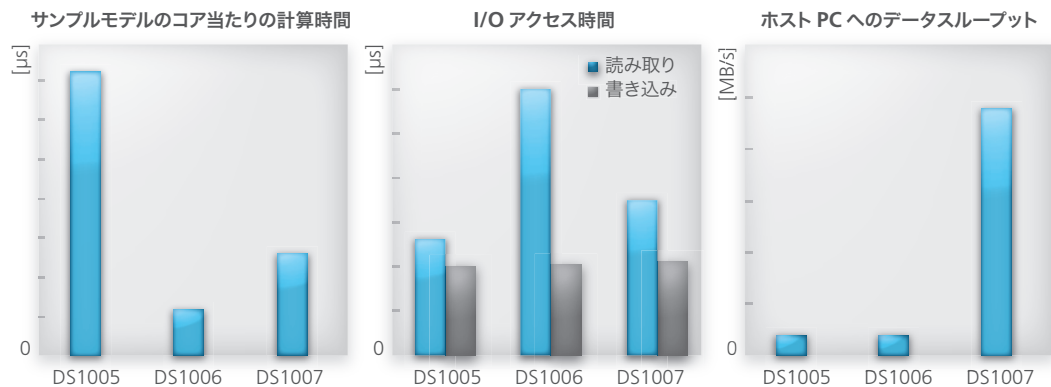


図4：DS1005、DS1006、およびDS1007の機能の定性的比較。使用事例ごとに最適なプロセッサボードが存在します。

に抑えながら HIL (Hardware-in-the-Loop) アプリケーション用途での付加価値も提供しています。これに対し、強力な 2.8 GHz クワッドコアプロセッサを搭載した DS1006 は、HIL アプリケーションで求められる複雑なプラントモデルの計算時などに、その潜在能力を完全に発揮します。ただし、この 2 種類のボードの適用分野に厳密な区別はありません。重要なのは、1 枚の「万能型」のボードだけでは実現不可能な、さまざまな使用事例に対応するプロセッサボードが存在するという事です。図 4 は、各プロセッサボードの

関連プロパティを示しています。DS1005 の計算処理能力に限界を感じているお客様には、DS1007 を使用したシステムのアップデートをお勧めします。DS1005 と DS1007 の交換という単純な作業だけで、他のすべての dSPACE I/O ボードを引き続き使用することができます。DS1005 とは異なり、DS1007 では追加のホストインターフェースボードが不要で、関連コンパイラは無料で提供されるため、新規ユーザにとってはコスト的にも特に魅力的です。十分な計算処理能力の確保のために DS1005 PPC Board が複数必要だった

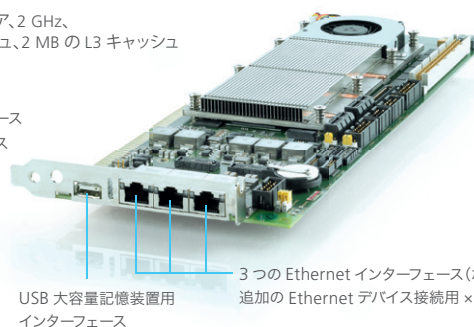
環境でも、多くの場合、1 枚の DS1007 に置き換えることができるようになりました。DS1007 は 2014 年半ばに発売されており、今後のリリースでは、複数のボードを結合したマルチプロセッサシステムの構成や、XCP on Ethernet、NVRAM、ModelDesk、および Real-Time Testing のサポートなど、さらに機能を追加していく予定です。■

図5：プロセッサボードには、ホストインターフェース、Ethernet 拡張インターフェース、および大容量インターフェースが組み込まれています。

### 製品の特長：DS1007 PPC Processor Board

#### 技術的特性：

- Freescale QorIQ P5020、デュアルコア、2 GHz、1 コアあたり 512 KB の L2 キャッシュ、2 MB の L3 キャッシュ
- 1 GB の DRAM
- 128 MB のフラッシュメモリ
- Gigabit Ethernet ホストインターフェース
- Gigabit Ethernet I/O インターフェース
- 大容量記憶装置用の USB インターフェース
- 迅速な起動時間
- 実事での使用への適合性
- 低 I/O レイテンシ



USB 大容量記憶装置用インターフェース

3 つの Ethernet インターフェース(ホスト接続用 ×1、追加の Ethernet デバイス接続用 ×2)

#### 主な適用分野：

- ラビッドコントロールプロトタイピング、妥当性確認
- データ取得
- テストベンチ、ラボ、車
- 内燃エンジンとモーターの制御
- アクティブ騒音低減システム
- 運転支援システム
- ピークルダイナミクス
- ECU バイパス処理



三菱自動車の電気競技車両 MiEV Evolution III :  
電気改造車クラスで 1 位、2 位を独占し、総合でも 2 位に入賞

# Triumph on Pikes Peak





三菱自動車は、2014年、世界で最も有名な山岳レースであるパイクスピーク・インターナショナル・ヒルクライムにおいて、競技車両『MiEV Evolution III (ミーブ・エボリューション・スリー)』2台で電気自動車改造クラスに出場し、優勝と準優勝を独占するという輝かしい成績を収めました。三菱自動車工業株式会社 (MMC) の相川哲郎取締役社長兼 COO は dSPACE Japan を訪問し、三菱のレーシングチームに対する支援に対して謝意を表明しました。

2台の競技車両 MiEV Evolution III は、参加したクラスにおいてライバルに圧倒的な差をつけ、電気自動車改造クラスで優勝と準優勝を独占するという素晴らしい勝利を収めました。さらに、参加した約70台の大半がガソリン車という中で、MiEV Evolution III の1台が総合でも2位に入賞するという快挙を成し遂げました。この結果は、先進の Electric Drive の極めて高い効率性と競争力を端的に証明しています。MiEV Evolution III の高い能力の秘密は、大容量バッテリーと、合計で450 kW (612 hp) を出力する4基のモーターを備えた電動4WDシステムにあります。

#### 継続的な開発努力

発展の第3期に入った MiEV Evolution シリーズの成功は、三菱自動車の継続的な開発努力の賜物であり、Electric Drive 分野における同社の卓越した専門技術を示しています。この成功は終着点でもなければ、単なる派手な宣伝材料でもありません。競技車両から得られたデータは、三菱自動車による一連の電動車両開発に活用されており、車両運動統合制御システム S-AWC (Super All Wheel Control) のコントローラ最適化にも応用されています。

>>

レース後の会合の様子：dSPACE の松井茂、渡辺美咲、城所仁、有馬仁元社長および MMC の相川哲郎社長、増岡浩氏、百瀬信夫副本部長（左から右）



「dSPACE のシステムは当社の自動車開発に大変役立っています。dSPACE のシステムのおかげで、先進車両アウトランダー PHEV の制御システム構築という偉業を短期間で達成することができました。パイクスピーク・インターナショナル・ヒルクライム 2014 では、電動車両技術や車両運動統合制御システム S-AWC (Super All Wheel Control) などの性能を最大限に発揮した MiEV Evolution III により、念願のクラス優勝を達成できたわけですが、この中で重要な役割を果たした dSPACE のシステムには本当に感謝しています。」

三菱自動車工業株式会社相川哲郎取締役社長兼 COO

#### 洗練された制御機能

三菱自動車は、中央制御ユニットとして dSPACE のプロトタイピングシステムである MicroAutoBox II を使用して、4 基のモーターとブレーキシステムを調整および制御しました。MicroAutoBox II は、さまざまなセンサや ECU からのデータを分析することにより、モーターの動作状態や走行用バッテリーの状態を予測します。三菱自動車のエンジニアは、dSPACE の専門家によるエンジニアリングサポートと OJT 研修も活用しながら、多大な労力を要する制御タスクの開発に取り組みました。

#### 成功報告会

レース終了後、三菱自動車は、dSPACE と会合を開き、この素晴らしい結果を達成できた要因や経緯について話し合いました。三菱自動車工業株式会社の相川哲郎取締役社長兼 COO、百瀬信夫電動車両事業本部副本部長、MMC パイクスピーク EV チャレンジチームの監督兼ドライバーである広報部の増岡浩上級エキスパートが東京の dSPACE Japan を訪問し、dSPACE の支援に対して心からの感謝と敬意を伝えました。三菱自動車と dSPACE の関係は、エンジニアリングレベ

ルでの緊密な協力により、さらに強固なものとなりました。dSPACE では、これまで培った車両性能の実績が世界初の 4WD・SUV プラグインハイブリッド車アウトランダー PHEV をはじめとする三菱自動車の乗用車の電動車両技術と四輪制御技術に応用されていることについて、その一助となれたことを光栄に感じています。MMC チームの皆様、誠におめでとうございます。dSPACE も次のレースを心待ちにしています。■



相川取締役社長兼 COO および増岡浩氏から記念写真を贈呈される有馬仁志 (dSPACE K.K. 元社長)



dSPACE の Herbert Hanselmann CEO からの感謝状を読む相川取締役社長兼 COO と有馬元社長



MiEV Evolution III : 4基のモーターで合計 450 kW (612 hp) を出力



レースに対する見識を述べる広報部所属の監督兼ドライバー、増岡上級エキスパート



三菱自動車と dSPACE の緊密な協力による輝かしい成果について語り合う様子



## SCALEXIO 用の新しいリアルタイム PC

dSPACE Release 2014-B では、dSPACE の HIL (Hardware-in-the-Loop) システムである SCALEXIO® 用のプロセッサユニットとして、新しいリアルタイム PC がサポートされています。最新のプロセッサ

テクノロジーを搭載した標準的な産業用 PC である、このリアルタイム PC を使用すると、複雑なシミュレーションモデルの計算時間を大幅に短縮することができます。また、この PC を使用して既存の SCALEXIO

システムとマルチプロセッサユニットを容易に連結できるため、計算処理能力の拡張が可能になります。 ■

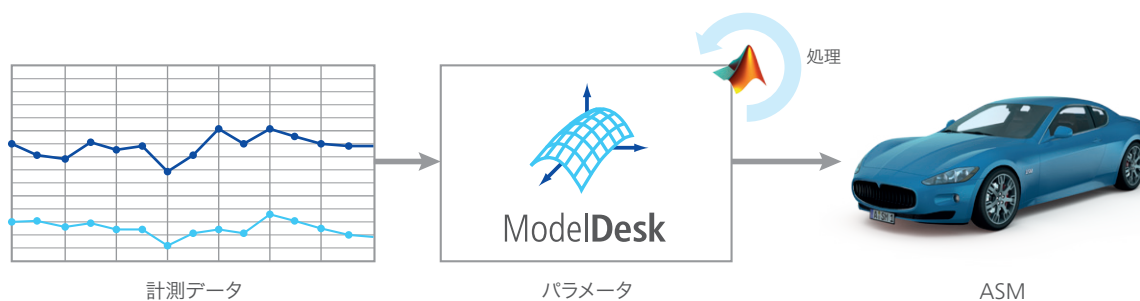
CAN<sup>FD</sup>

## RCP および HIL シナリオでの CAN FD のサポート



dSPACE Release 2014-B では、dSPACE のラピッドコントロールプロトタイピング (RCP) システムおよび HIL (Hardware-in-the-Loop) システムに新しいバスプロトコルである CAN FD (Flexible Data Rate) が搭載されています。CAN FD は従来の CAN プロトコルと比較して非常に高速なデータレートを実現しており、ペイロードデータ長も拡張されています。新しい DS4342 CAN FD Interface Module を使用すれば、MicroAutoBox®、AutoBox、および DS100x ベースの HIL シミュレータに CAN FD インターフェースを搭載することができます。DS4342 には独立した CAN チャンネルが 2 つあり、チャンネルはそれぞれ CAN FD または CAN 用として使用することができます。また、ウエイクアップやスリープなどのネットワーク管理機能も提供

されています。CAN FD ではモジュール型のシステム設計が採用されているため、RCP および HIL システム上で CAN FD モジュールと DS4340 FlexRay モジュールを組み合わせ使用することができます。さらに、バスシミュレーションの設定には、RTI CAN MultiMessage Blockset が使用されているため、開発者は、特別なプログラミングの知識がなくても、単純な CAN シミュレーションから高度に複雑なシミュレーションまで容易に作成することができます。 ■



## ModelDesk での便利なパラメータ設定

Automotive Simulation Models (ASM) 対応の GUI である ModelDesk の Release 2014-B では、新しいパラメータ設定ワークフロー (ModelDesk でのデータ処理) を利用可能です。これにより、シミュレーションモデル用に最適化されたパラメータに計測、機能、および設定などの初期データをインクルードして処理できるようになります。この処理ルーチンは、評価の高い MATLAB® プログラミン

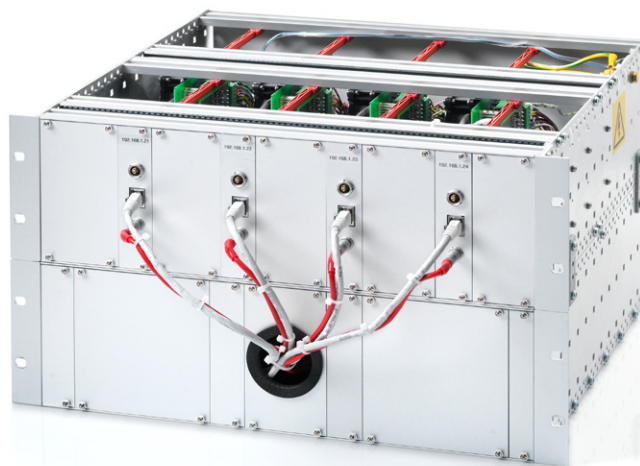
グ環境で記述することができ、エラー処理手順も洗練されているため、テストベンチ計測値に基づいてエンジンをパラメータ設定する場合やインピーダンス分光法に基づいてバッテリーをパラメータ設定する場合などの作業が非常に容易になります。また、キネマティクスや適合するテストベンチデータを考慮しながらピークルダイナミクスのパラメータ設定を行う場合にも使用できます。また、ASM エンジンモデ

ル用のデモプロジェクトでは、あらかじめ定義されたパラメータ設定ルーチンを使用できるため、すべてのモデルパラメータについて計算を半自動的に行うことができます。■

## より柔軟なバッテリー管理を実現

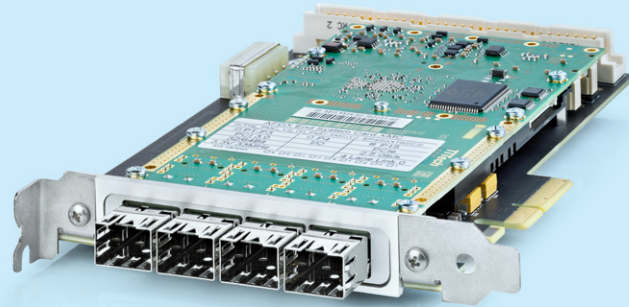
dSPACE バッテリマネージメントシステムでは、バランス用抵抗の実装に新しい EV1104-A Resistor Board を使用しています。EV1104-A では、短時間で多数の異なる抵抗値をテストすることができます。交換も容易なため、ユーザは必要に応じて標準抵抗器を追加することができます。EV1104-A は、パッシブ冷却を採用することで、EV1104 に比べて小型の筐体を実現しているため、モバイルアプリケーション向けとして使用することもできます。dSPACE バッテリマネージメントシステムにはトリガ出力も追加されているため、外部機器と同期して計測を行うことも可能です。バッテリマネージメントシステムは、最大 24 個のセルを使用可能な既製の標準システムとして発売されています。このシステムは、汎用型のリアルタイム

充電状態アルゴリズムを搭載した Simulink ブロックセットを使用して簡単に設定できます。■



## AFDX 向けの SCALEXIO ソリューション

新しい SCALEXIO AFDX Solution を使用すると、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションを行う場合に、dSPACE リアルタイムシステムと AFDX ネットワークを接続することができます。これにより、航空機システム間の通信が可能になります。SCALEXIO AFDX Solution は、航空宇宙産業分野で実績のある AIT 社の XMC モジュールをベースとしています。XMC モジュールはキャリアボードに搭載できるため、SCALEXIO プロセッサユニットへの統合も容易です。リアルタイムなソリューションを実現するため、特別な QNX ドライバーも開発されています。SCALEXIO AFDX Solution は、



dSPACE ConfigurationDesk で設定することができます。設定プロセスには、実

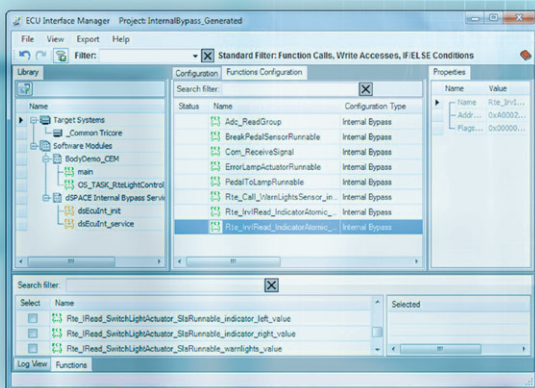
績のある AIT Flight Simulyzer が使用されています。■

## Renesas マイクロコントローラでのオンターゲットプロトタイピング

**ECU Interface Manager** や RTI Bypass Blockset で構成される dSPACE のオンターゲットプロトタイピング用ツールチェーンの Release 2014-B では、Renesas RH850x および V850x ファミ

リベースの ECU や評価ボードのサポートも提供されているため、量産 ECU 上で直接オンターゲットプロトタイピングを実行することができます。これにより、コストパフォーマンスの向上が可能になります。

ユーザは、16 進コードを使用して ECU Interface Manager を操作するだけで、ECU ソフトウェアを迅速、柔軟かつ個別に作成することができます。ソースコードやオリジナルのビルド環境は必要ありません。さらに、ECU Interface Manager では、外部バイパス処理プロジェクトを Renesas マイクロコントローラ RH850x および V850x ベースで作成することもできます。これにより、モデルを変更することなく、外部バイパス処理プラットフォームおよびオンターゲットプロトタイピングプラットフォーム間の切り替えを行うことが可能になり、フリートテストなどの処理もより手軽に行えるようになります。■



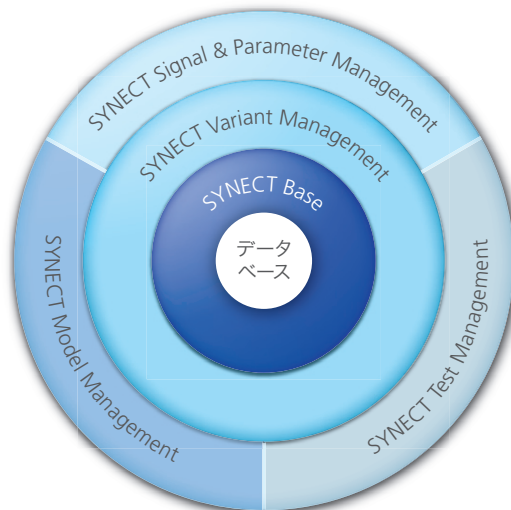
## 新しい SYNECT バージョン 1.5

2014 年末にリリースされた新しい SYNECT バージョン 1.5 では、すべてのモジュールにわたって新しい機能が提供されています。SYNECT Test Management では、HIL テストベンチまたはテスト用 PC 上でテストケースのパラメータ設定や予定されたテストの実行を自動的に開始できる各種の設定オプションを搭載しています。また、信号およびパラメータ管理機能が向上しており、パラメータ設定をパラメータセットとして管理できるようになっています。SYNECT Model Management では、ライブラリ

内でモデルを再利用し整理する新しい手法が追加されたため、さまざまなモデルバリエーションの処理も非常に容易です。API や拡張性もすべてのモジュールで向上しており、SYNECT オブジェクトへの外部アクセス用 URL の追加やバージョン管理システ

ムとの接続性の向上なども実現されています。

詳細は、[www.dspace.com/go/synect15\\_en](http://www.dspace.com/go/synect15_en) をご覧ください。■



## dSPACE Inc. の 社長交代

dSPACE の北米支社で新社長が就任しました。Dr. Peter Waeltermann は、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーション分野の部門マネージャや、dSPACE GmbH (ドイツ、パダーボルン) でのプロジェクトエンジニアリングを担当した後、前社長として 13 年間経営を行ってきた Kevin Kott の退任を受けて、2014 年 11 月に社長に就任しました。dSPACE の CEO である Dr. Herbert Hanselmann は次のように述べています。「Peter Waeltermann はこの職責に最適な人物です。彼は、技術だけでなく経営についても豊かな経験と知識があり、幅広い分野への興味も持っています。さらに、彼は 10 年以上にもわたって当社の北米のお客様と密

接し協力し、お客様のプロジェクトを成功に導くお手伝いをしてきました。また、4 人の家族とともにミシガン州に住む彼は、地域社会の一員としても、積極的に地域貢献を行っています」Dr. Waeltermann は次のように述べています。「ドイツ以外では最大の dSPACE 事業地域の 1 つである北米で経営を担うことになり、大変光栄に思います。Kevin Kott が社長として 13 年間にわたって築き上げた堅固な基盤を継承できる素晴らしい機会を与えていただきました。前社長は、その優れた経営手腕で、dSPACE を従業員数が 30 名から 75 名を超えるまでに成長させただけでなく、非常に経験豊かな有能なチームを育成してくれました」Dr. Waeltermann は北米支社



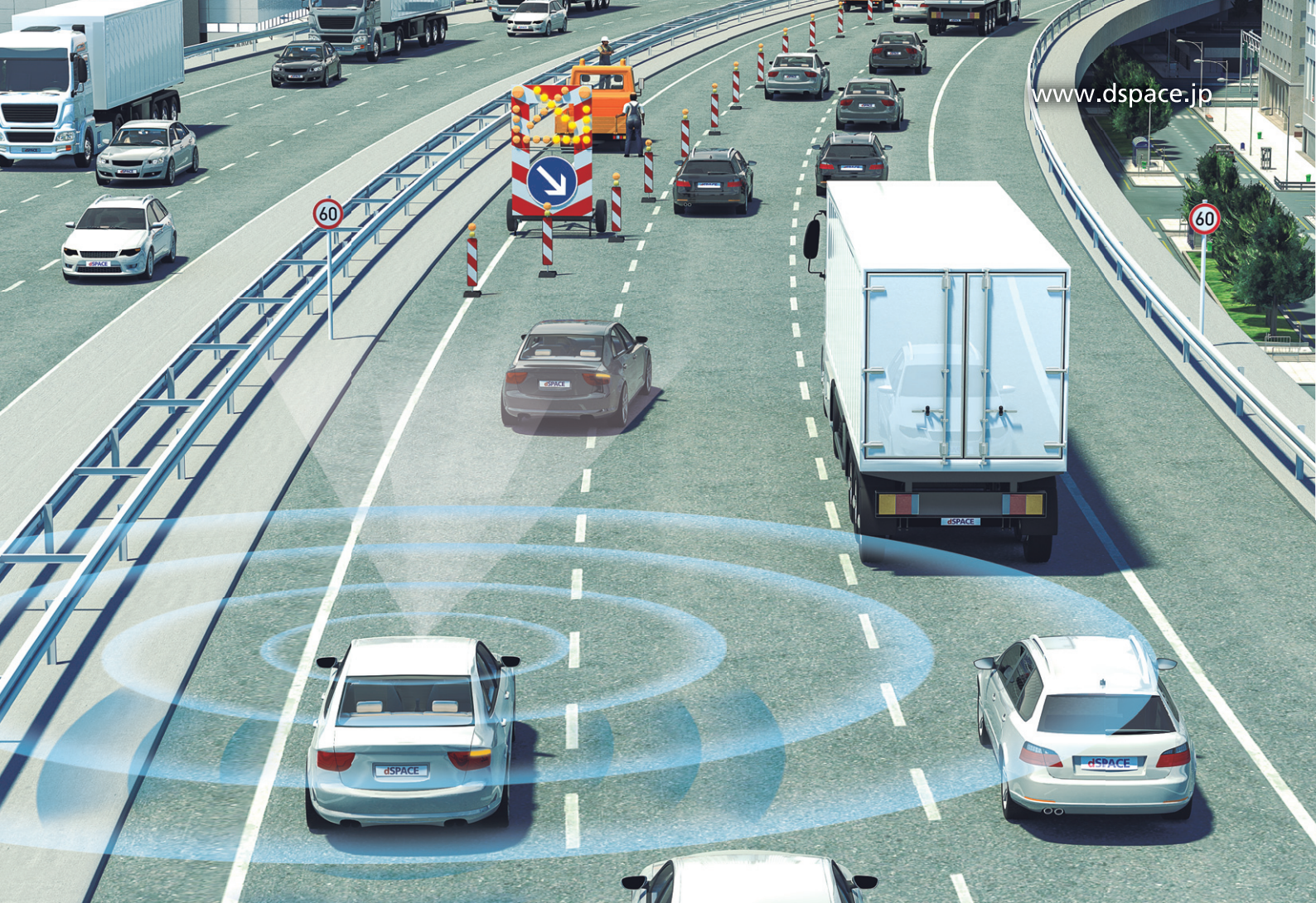
の取締役社長として、顧客志向の経営を目指し、技術力と製品知識の拡大に注力することで、将来の成長に向けた基礎を築いていきます。■



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



dSPACE Magazine に関するご意見はオンラインでも返信できます。詳細は、[www.dspace.jp/goto.cfm/magazine](http://www.dspace.jp/goto.cfm/magazine) をご覧ください。dSPACE 製品のリリース情報は、下記をご覧ください。[http://www.dspace.jp/goto.cfm/ja\\_productsrelease](http://www.dspace.jp/goto.cfm/ja_productsrelease)



## 革新的な運転支援システム — 自動運転実現への道のり

自律運転車両を目指して、大いなる技術革新が起ころうとしています。

ただし、このような複雑性が確実に増大する場合においても、開発工数の管理が必要です。これは、環境センサやV2X通信を統合する場合でも、車両やトラフィックシナリオをモデリングする場合でも、そして仮想テストドライブを実行する場合でも、機能開発や仮想検証の段階からHIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションに至るまで、すべての開発段階に完全に適合し、相互作用を保証できるようにコーディネートされたツールチェーンにより実現します。

自動運転機能を量産へ、安全に！



お客様でdSPACE Japanは  
設立10周年を迎えました

Embedded Success

**dSPACE**