

# dSPACE MAGAZINE

2/2012

Audi 社 – スタータバッテリー  
の見直し

STIHL 社 – 電子制御式  
インジェクションを備えた  
2ストロークエンジン

CIRA – 無人宇宙船の  
試験飛行







dSPACE のツールがさまざまな分野で使用されているのは嬉しいことです。dSPACE は、1 つのセクターや技術だけにこだわらない社風を持ち続けていますが、それは今回の dSPACE Magazine の紹介記事にもはっきりと示されています。dSPACE の多様性は、メカトロニクスという、それ自体が幅広い領域を対象とする分野に dSPACE の原点があることを示しています。

多くの方は dSPACE が自動車業界に主力を注いでいると考えており、事実、自動車セクターは今も昔も当社の成長の主な推進力です。dSPACE が、こうしたお客様の要求に応え、開発を行うことに日々没頭しているのは確かです。このため、新しいアイデアややるべきことは常にたくさんあります。新製品のアイデアを見つけるために、当社からコンサルタントに対して創造性セミナーの開催を依頼することは一切ありません。当社は、コンサルタントに頼らず、すべてのアイデアを自力で創造するために活動しています。電子機器とソフトウェアは減ることなく増え続けているため、これにより近い将来の見通しが変わることはありません。乗用車内の電子制御ユニット (ECU) を減らしさえすれば、物事が簡単になるわけではありません。未来のクルマは現在のものとは違うからです。

私は、10 年前から折を見て自動車業界の先進的なビジョンを有する経営者の方々に、車載電子機器は近いうちに十分なレベルに達すると思うかどうかを聞いてきました。10 年前に初めて聞いた答えは、「30 年先でも十分とは言えない」というものでした。この答えを聞いたのはその時が最後ではありません。私たちが望んでいるのは、事故を起こさない快適で効率的なクルマだと思います。これを達成するには、電子機器やソフトウェアが必要で、これらを開発およびテストするツールも拡張しなければいけません。やるべきことはまだまだたくさんあります。それだけではありません。開発中のもや開発可能なものが増えるにつれ、すべてが複雑化し、開発プロセスの支援により大きな注意を払う必要が生じます。dSPACE では、まさにこの問題に集中的に取り組んでおり、最近、データ管理プラットフォームの SYNECT を発表したところです。

この製品は dSPACE がさらに成長可能で、その使命を示すほんの一例にすぎません。また、すでに 1000 人以上が dSPACE で働いていますが、パーダーボルンの本社第 1 ビルの屋上に 3 階を増築中で、社員を増員するスペースを作っています。快適で事故のないクルマというアイデアに戻ると、自律走行車両のビジョンが現実になんげ近づきつつあるのも興味深く感じます。

このコンセプトを初めて目にしたのは、まだ大学で研究していた頃でした。dSPACE 設立のための着想の元となったのは、専用の DSP チップ用のコード生成機能を備えたラピッドコントロールプロトタイピングシステムでしたが、このシステムの最初の本格的な屋外試験は、30 年前に行われた Daimler-Benz のバスに搭載される車線維持制御を実現することでした。テストドライバーがハンドルを握る必要はすでにありませんでしたが、片方の手を緊急ボタンの近くに置き、ステアリングホイールをすぐ操作できる態勢を取っていなければなりませんでした。運転支援システムの信頼性はこの頃から少しずつ向上しています。

社長 Dr. Herbert Hanselmann

Embedded Success

**dSPACE**



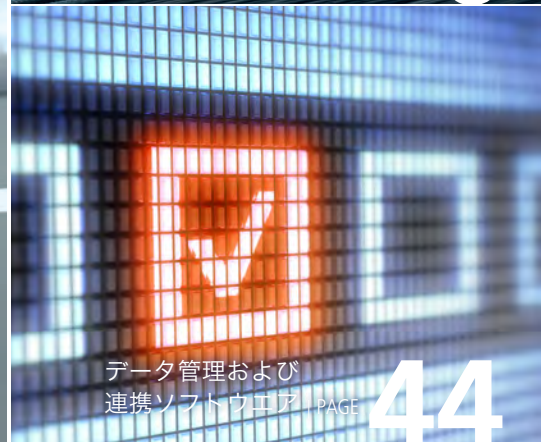
AUDI 社 | PAGE

12



STIHL 社 | PAGE

6

データ管理および  
連携ソフトウェア | PAGE

44

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

dSPACE Magazine 2/2012 · © dSPACE GmbH, Paderborn, Germany · info@dspace.co.jp · www.dspace.jp

協力：Rainer Franke, Hagen Haupt, Jürgen Klahold, Susanne Köhl, Holger Krumm, 増原久子, Andre Roflsmeier, Martin Rühl

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

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

翻訳：株式会社 シュタール ジャパン

© Copyright 2012

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

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

# 目次



- 3 社長挨拶  
Dr. Herbert Hanselmann

## お客様の事例

- 6 STIHL社  
The Cutting Edge  
2ストロークエンジン用の完全電子制御式  
インジェクション
- 12 AUDI社  
Ions at the Start  
12Vリチウムイオンスタータバッテリーの  
デモンストラータ構築
- 20 CIRA  
Diving Back to Earth  
無人宇宙船のオンボードコンピュータのテスト
- 26 ARAI  
Systematic Vehicle Safety  
インド自動車産業向け統合安全システムの開発
- 32 テキサス大学  
Surviving Tough Terrain  
オフロードアプリケーション向けアクティブ  
サスペンション制御の設計
- 36 いすゞ自動車  
Less Is More  
超低排出ガス実現のためのディーゼルエンジン  
制御の最適化

## 製品

- 40 SCALEXIO  
SCALEXIO Is Evolving  
大規模テストシステムの構築
- 44 データ管理および連携ソフトウェア  
SYNECT  
開発データの管理
- 48 MOTIONDESK  
Seeing is Knowing  
運転支援システム向けに最適化された  
3Dアニメーションソフトウェア
- 52 ASM/MODELDESK  
Virtual Road Construction  
ビークルダイナミクスおよび運転支援シナリオの  
シミュレーションに最適のツール
- ビジネス
- 56 スマートハウスプロジェクト  
Smart Home  
風力と太陽光による自律的エネルギーシステム
- 62 ニュース





# The Cutting Edge

STIHL Injection を採用した新型 TS500i エンジンカッターは、業界初のバッテリーレスの完全電子制御式インジェクションシステムを搭載した 2 ストロークエンジン型手持ち動力工具です。STIHL 社は、過酷な条件でも始動が容易でエンジンを最適に制御できる柔軟な制御ユニットを開発するために、TargetLink と dSPACE リアルタイムハードウェアを使用しました。



2 ストロークエンジン用の  
完全電子制御式インジェクション





図1：点火タイミング制御にエンジン回転数だけでなく業界で初めて負荷情報も採り入れた STIHL Injection

**過酷な条件への対応**

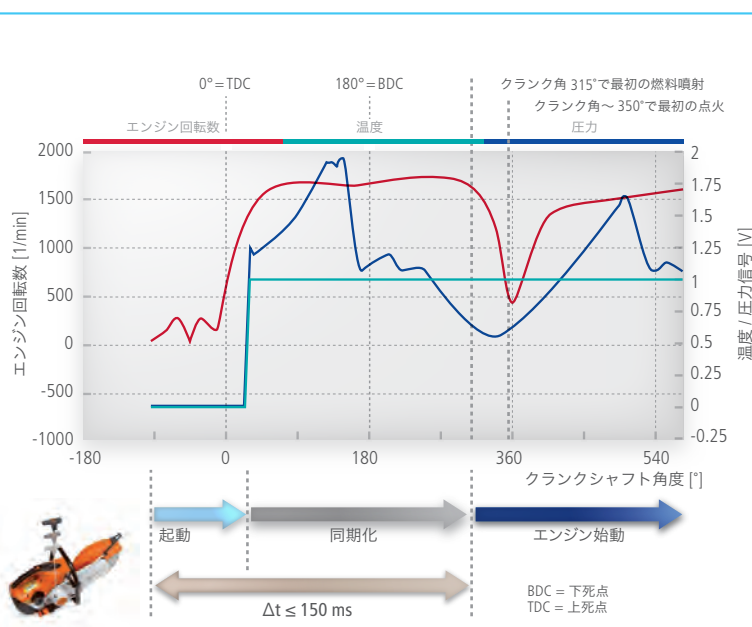
土木建築現場や森林などで使用される手持ちエンジン工具には厳しい要件が課せられます。堅牢性と安全性が最優先要件であるのは当然ですが、過酷な条件下での使いやすさや作業効率を改善するために快適性も重要です。ユーザによるチョー

クや調整などの操作を一切不要にする完全電子式のエンジン制御を内蔵するには、次の要件を満たす必要があります。

- 現場で実際に使われる可能性がある幅広い範囲の燃料品質および組成（バイオ燃料／エタノール含有量など）に対応する必要があります。

- スペースが極めて限られた工具本体にシステムコンポーネントを内蔵する必要があり、点火装置とマイクロコントローラが接近するため干渉にも配慮する必要があります。
- ユーザが手で調整することなく、すべての運転モードで2ストロークエンジンの性能と燃費を最適に制御する必要があります。
- 適用されるエミッション規制への準拠が不可欠である。
- 工具を使用せずに長期間放置した後も始動できるバッテリーレスシステムであること。また、自動診断機能の搭載も不可欠である。
- 保守にかかる手間は最小限であること。
- さらに、工具の姿勢は使用中に頻繁に変化し、強い振動にさらされるが、エンジンはそのような状況でも円滑に稼働すること。

図2：150 ms 以内に完了するバッテリーレス始動プロセス



STIHL 社は、これらの要件をすべて満たす2ストロークエンジン型手持ち動力工具用の完全電子制御式インジェクションシステムを開発するために、dSPACE ツールを使用しました。この新しい制御システムは新型 TS500i エンジンカッターに初めて搭載されました。また、他の STIHL 製品にも適用できるように、STIHL Injection の ECU とソフトウェアの設計には汎用性を持たせました。このため本システムは、



## 「TargetLink のおかげで試行をすばやく繰り返すことができ、直接ターゲットプロセッサ上でモデルの変更を試すことができました」

Heiko Däschner 氏、ANDREAS STIHL AG & Co. KG

非常に高回転数で使用されるエンジンチェーンソーを想定して 16,000 rpm まで対応できるよう設計されています。

### システムの構成と機能

STIHL Injection システムのコンポーネントには、ジェネレータ、温度および圧力センサ、ECU、インジェクションポンプ、インジェクションバルブを含みます。ユーザが始動用ロープを引いてクラックシャフトが回転し始めると、ジェネレータは即座に安定した電力を供給すると同時に、クラックシャフト角度信号（したがってエンジン回転数情報）も ECU に供給します。ECU は 16 ビットマイクロコントローラ（64 KB フラッシュ ROM、8 KB RAM、32 MHz クロックレート）を実装し、工具の負荷条件に基づいて必要燃料量、噴射期間、点火タイミングを計算します。

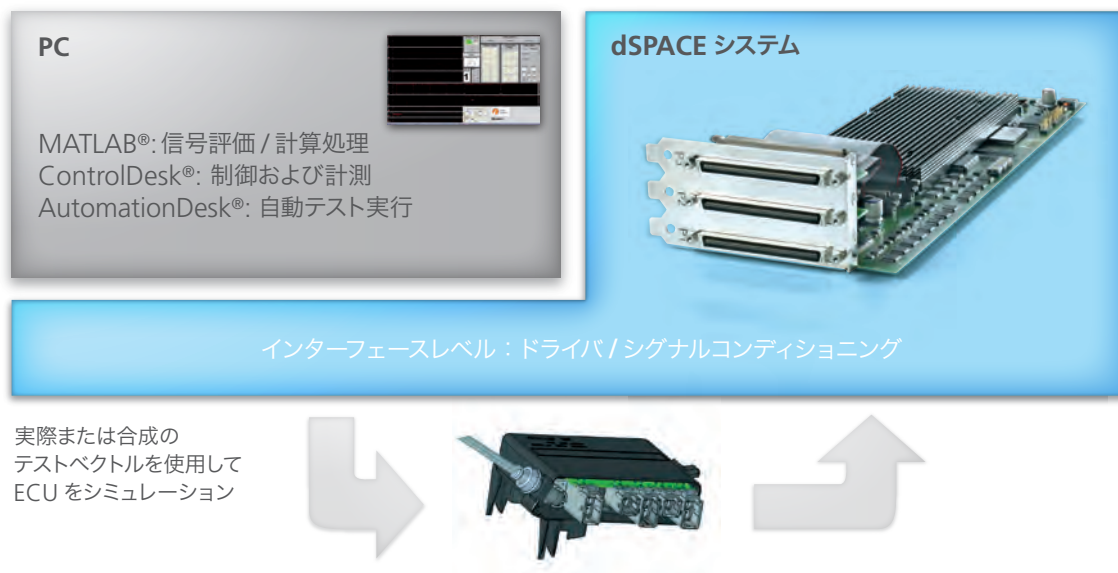
ECU は防塵用の水の供給も制御します。インジェクションポンプは燃料圧を一定（100 mbar）に保ち、インジェクションバルブは最適量の燃料をエンジン行程に同期してクラックケース内に直接噴射します。ECU はクラックシャフト 1 回転毎にエンジン制御計算を完了する必要があります。この制御は、エミッションを最小限に抑えながら安定した高トルクを発生することを目標とします。特に、ユーザが始動用ロープを引いた時に起動するバッテリーレス始動プロセスが困難な課題となります。始動プロセスでは ECU の起動、システムコンポーネントの同期、燃料噴射の実行を含む処理を 150 ms 以内に完了する必要があります。

### モデルベース開発

STIHL Injection のソフトウェア開発にお

いては、柔軟かつ迅速な変更と試行の繰り返しを可能にするために、エンジンプロジェクト全体を通して量産コードの自動生成を組み合わせたモデルベース開発アプローチを適用しました。メカトロコンポーネントは、アルゴリズムおよび ECU の開発と並行して開発しました。ECU とオペレーティングシステムはサプライヤから供給されました。STIHL 社では、リアルタイムコンセプトに基づいて全体的なエンジン制御モデルを開発し、これを ECU コードに変換してハードウェアおよびソフトウェア上でシステムテストを実施し、さらに、並行して開発を進めた最終デバイス上で制御の適合と検証を行いました。ソフトウェアは ECU サプライヤと緊密に協議しながら ECU に実装しました。TargetLink を使用して制御モデルから ECU コード生成し、一連の SIL、MIL、PIL テストを実施

図 3： 的を絞ったデバッグのためのエラーシミュレーション





しました。この際、各種のモデル仕様を比較するために dSPACE Model Compare を使用しました。これにより、ターゲットプロセッサ上ですばやく新しいアイデアやプログラム変更を試す事もできました。STIHL Injection の最終的なモデルは約 1500 の TargetLink ブロックを含みます。開発中に制御上の欠陥が見つかった場合、STIHL 社では dSPACE リアルタイムシステム (DS1103 と ControlDesk) と AutomationDesk による広範なテストオートメーションの組み合わせでエラー発生状況を再現することにより、的を絞ったデバッグを行えました。このシステムは自動的に関連するパラメータを比較し、診断機能をチェックします。テストでのシミュレーションには、実機であらかじめ記録した静的テストベクトルを使用しました。本システムはバッテリーを備えないため、テストではハードウェアとソフトウェア間の正確な同期に特に注力しました。

#### 目標の達成

モデルベース開発に ECU コード自動生成とエラーシミュレーションによる的を絞ったデバッグを組み合わせることにより、すばやく試行を繰り返して即座にターゲットプロセッサに反映できました。このため、STIHL Injection プロジェクトは革新的でありな

がら、高いソフトウェア品質と迅速な開発の遂行を両立できました。今後の制御開発でも、新しい制御ロジックを高い完成度ですばやく実装するために、同様の開発プロセスと dSPACE ツールを基本とする予定です。STIHL 社が 2006 年に市場投入した M-Tronic 制御技術にも、このプロセスを適用してさらなる開発を進める計画です。2012 年の初めに TS500i を市場投入することにより、STIHL 社は世界で初めて量産手持ち動力工具製品に 2 ストロークインジェクションエンジンを導入することに成功しました。取り扱いを容易にすると同時に性能も改善する本技術は、新たな技術的標準を打ち立てました。■

Dipl.-Ing. (FH) Heiko Däschner  
Dr.-Ing. Georg Maier  
Dipl.-Ing. Robert Böker  
ANDREAS STIHL AG & Co. KG

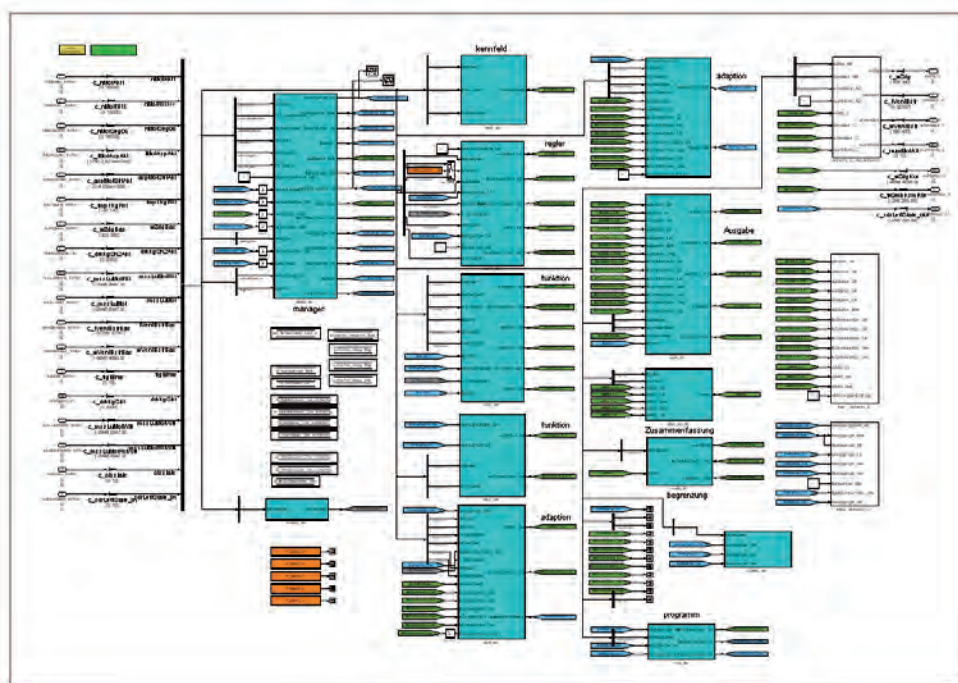


図 4 : TargetLink による制御モデルからの ECU コード生成

**Dipl.-Ing. (FH) Heiko Däschner 氏**  
同氏は、STIHL 社（ドイツ、ワイプリングゲン）の内蔵電子システム開発グループのリーダーです。

**Dr.-Ing. Georg Maier 氏**  
同氏は、STIHL 社（ドイツ、ワイプリングゲン）のエンジンマネージメントおよびメカトロニクス部門のリーダーです。

**Dipl.-Ing. Robert Böker 氏**  
同氏は、STIHL 社（ドイツ、ワイプリングゲン）のサービスおよび診断ツールの責任者です。

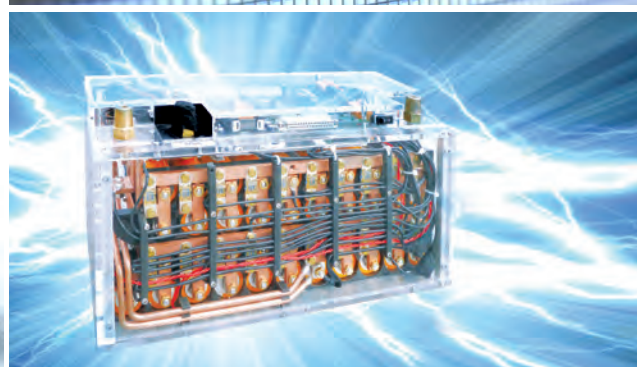
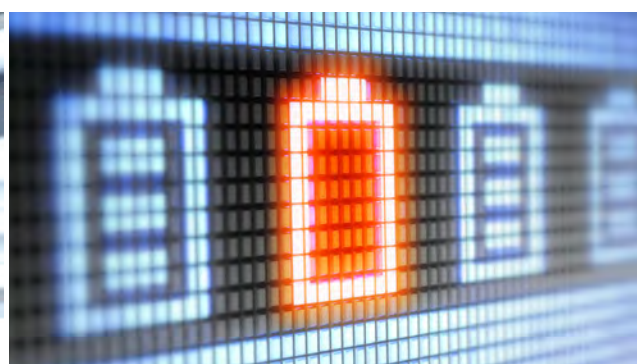


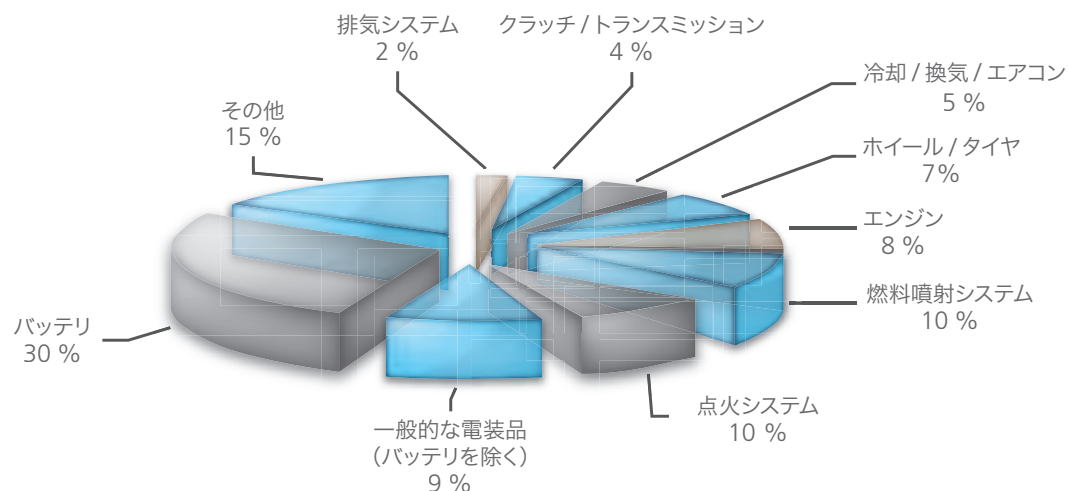
# ions at the Start

12V リチウムイオンスタータバッテリーのデモンストレータ構築



一般的な車両で使用されている 12V のスタータ用鉛蓄電池は性能的な限界に達しつつあります。最新のスタート/ストップシステム、電装品の増加、機械駆動式コンポーネントの電動化といった動向により、エネルギー貯蔵装置への要求が高まっています。しかし同時に軽量化への要求も満たす必要があり、厳しい制約が課せられます。このような状況の中、リチウムイオンスタータバッテリーの開発は非常に有望なアプローチであると言えます。





2011年に記録された車両故障の約30%が12Vスタータバッテリーに起因(ADACの2011年アセンブリ分析による)

#### スタータバッテリーに対する要求

今日の自動車開発においては、総合的なエネルギー効率の継続的な改善と車両CO<sub>2</sub>排出量の低減が重要な課題となっています。徹底的な構造の軽量化が求められる反面、安全性および快適性機能の充実、従来の機械駆動式コンポーネントの電動化、自動スタート/ストップなどの新機能の導入といった動向により、電気エネルギーへの要求は増加し続けています。これらはすべてバッテリーの負荷を増加させます。さらに、スタート/ストップにおける安定した充放電サイクルや耐久性が要求される一方で、バッテリーそのものにも軽量化が求められます。バッテリーについては、車両故障の原因という観点からも注目されます。ドイツ自動車連盟(ADAC)による2009年度の車両故障要因解析の結果は、全車両故障の約27%がバッテリーによって発生したことを示しています。2011年度の結果によると、バッテリーは記録された全車両故障の約30%に関与しています。つまり、従来のバッテリーは性能的限界に達していると言えます。

#### 代替バッテリーソリューション

車両故障率を下げる1つの方法として、2系統のバッテリー電気系を使用し、電気二重層キャパシタまたは他のバッテリー技術を追加することが考えられます。リチウ

ムイオン(Li-ion)バッテリーは、12V車両スタータバッテリーとして特に魅力的な特性を備えています。

これは、現在利用可能な再充電可能エネルギー貯蔵システムの中では最も高いエネルギー密度を有する技術の1つです。リチウムイオンバッテリーは鉛蓄電池に比べて数倍の充放電サイクル寿命を有し、サイクル安定性の面で要求基準を満たすのみならず、軽量化の面でも要件を満たします。例として、容量92Ahの鉛蓄電池の重量は約26kgあり、20%の放電深度において約400回の充放電サイクルで寿命に達します。同等容量のLi-ionバッテリーの重量は16kgしかなく、同じ20%の放電深度において約15,000回の充放電サイクルが可能です。同等容量で約10kgの軽量化が可能です。これは車両CO<sub>2</sub>排出量に換算すると約0.85gの改善をもたらします。

#### 課題：充電と温度

Li-ionバッテリーは、過放電と過充電に対して非常に敏感であることと、動作温度レンジが制限されることを欠点とします。加えて、温度と運転挙動によって充電要件が変化するという問題も抱えます。たとえば、冬期の短時間の運転ではエネルギー貯蔵システムへの電力要求が最も高くなる反面、充電能力は制限されます。このよ

## 鉛蓄電池の代替技術としてのリチウムイオンバッテリー

鉛蓄電池	Li-Ion
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 寿命：～4年</li> <li>■ 放電深度 20% での充放電サイクル： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 鉛蓄電池：～400回</li> <li>■ AGM(ガラスマット吸収式バッテリー)：～1000回</li> </ul> </li> <li>■ エネルギー密度：～40 Wh/kg</li> <li>■ 価格：低</li> <li>■ 複雑性：低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 寿命：～15年</li> <li>■ 放電深度 20% での充放電サイクル：15,000回</li> <li>■ エネルギー密度：50-100 Wh/kg</li> <li>■ 価格：現在、鉛蓄電池の5倍</li> <li>■ 複雑性：高(バッテリーマネジメントシステムが必要)</li> </ul>

車両のスタータバッテリーとして使用する場合の鉛蓄電池と Li-ion バッテリーシステムの比較

うな欠点は、運用ストラテジや動作点などを最適化することにより緩和できます。これには電子制御式バッテリーマネジメントシステム (BMS) が非常に効果的です。BMS は、充電状態と温度に応じて充放電電流を制御するなど、さまざまな監視および制御タスクも実行します。さらに、BMS はすべてのセルの充電状態を均一化するためにセルバランシングも実行します。バッテリーは直列に接続された複数のセルにより構成されるため、個々のセルグループで過充電や過放電が生じぬよう、セルバランシングを行ってセルの充電状態を常に均一なレベルに維持する必要があります。

#### スタータバッテリーとトラクションバッテリーの違い

12V スタータバッテリーに対する要件は、電気自動車またはハイブリッド車の高電圧トラクションバッテリーに対する要件とは異なります。スタータバッテリーはエネルギー回収をサポートする必要はありますが、内燃エンジンの始動プロセス中を除けば、高電流を長く供給し続ける必要はありません。また、車両電気システムは比較的低い電流しか要求しません。通常の動作において、スタータバッテリーが完全に放電してしまうことはありません。通常、スタータバッテリーの充電状態は約 95% を保ちます。

#### Li-ion スタータバッテリーシステムの先行開発

Li-ion 型バッテリーシステムの各種コンポーネントを効率的に開発するために、Audi 社は複数のサブプロジェクトを同時に遂行しました。これらのサブプロジェクトには、バッテリー制御電子回路を含むバッテリーデモンストレータ、バッテリーの熱的および電氣的シミュレーションモデル、充電電流の制御アルゴリズム (BMS に統合)、車載ラビッドコントロールプロトタイプピング (RCP) 用のツールチェーンが含まれます。この先行開発は、実際の量産開発を立ち上げる前に量産に適用可能なアプローチと手法を調査および検証することを目的としました。可能な限り多くのアイデアを試して評価できるように試験システムを設計しました。これは、電子制御コンポーネントを含むバッテリーデモンストレータを構築し、すべてのアルゴリズムを RCP システム上で実行することにより実現しました。

#### バッテリーと BMS アルゴリズムのコンセプト

まず、標準的な車両のバッテリーをバッテリーデモンストレータに交換するために、その形状は鉛蓄電池スタータバッテリーの設置スペースに収まるよう設計する必要があります。将来の量産適用においては、形状をより自由に設計して搭載できると考えら

## 用語解説

**電気化学インピーダンス分光法** – 物質の特性を外乱の影響なく分析する方法。複数の異なる周波数の励起信号とシステム応答を評価することにより、システムのインピーダンススペクトルを得る。

**有限要素法 (FEM)** – 偏微分方程式を解く数値的方法。たとえば、物理的プロセスの数学的記述として用いられる。

**Serial Peripheral Interface (SPI)** – 同期シリアルデータ転送用のバスシステム。デジタル回路間をマスター/スレーブ方式で接続できる。

**Inter-Integrated Circuit (I<sup>2</sup>C)** – 主として同一デバイス内の異なる回路コンポーネント間の通信に用いられるシリアルデータバス。たとえば、コントローラと周辺制御回路間の通信に用いられる。



れます。デモンストレータは、電圧出力端子に加えて BMS アルゴリズムを実装した RCP システムへのインターフェースも備えます。RCP システムはバッテリーに近接して設置し、バスシステムを介して接続します。量産品では、バッテリー本体にソリューションを内蔵することが考えられます。バッテリーケースは、Li-ion セルに加えて、各セルグループの電圧と電流および一部セルの温度を計測するための電子回路を収納します。この電子回路はセルバランシングも可能にし、充電電流を制御するためのアクチュエータとしても機能します。バッテリーデモンストレータの内部構造には、熱的および電気的な配慮が必要です。これには、セルと電子回路の空間的レイアウトのみならず、セルグループと電流レール間の電気的接続も含まれます。すべてのセル接続の構造と接続形態を最適化するために、さまざまな試験体を使ったシミュレーションを用いました。

#### Li-ion スタータバッテリーのモデル

Li-ion バッテリーと BMS アルゴリズムの挙動をシミュレーションに基づいて検討するために、バッテリーモデルを開発しました。

このモデルは、バッテリーの電気的および熱的特性に関する重要な知見を得るための予備的調査を用途とします。バッテリーの特性をリアルタイムに再現するために、端子電圧モデルと電熱有限要素法 (FEM) モデルを結合する必要がありました。すべてのモデルをパラメータ化することは特に困難でした。バッテリーの包括的な特性化を行うために、バッテリーセルのステップ応答を評価し、電気化学インピーダンス分光法を実施しました。得られた結果をハイブリッドモデルにマージし、高いクオリティとダイナミクスを持つ総合モデルを作成しました。パラメータ化が完了したモデルは、経時劣化と充電サイクル由来の劣化を含むバッテリー劣化状態などの様相を再現可能です。

#### BMS ソフトウェアの開発

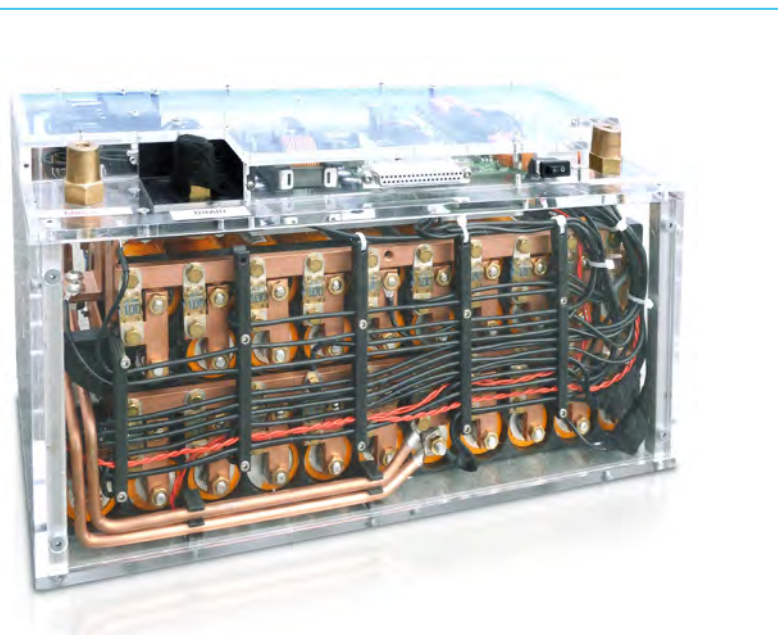
BMS ソフトウェアの基本コンポーネントは、充電電流の制御、セルバランシングの実行、バッテリーの充電状態 (SOC) と劣化状態 (SOH) の計測を行う各種アルゴリズムです。これらのアルゴリズムはバッテリーの過電圧、過熱、過電流を重複して監視します。試験システムの SOC アルゴリ

ズムは、計測誤差と異常動作を排除するために、カルマンフィルタを使用して設計しました。ソフトウェアはバッテリーの SOC だけでなく SOH も分析します。システムに実装した自己診断機能は、明確に個々のセルを区別して充電可能容量と劣化状態に関するデータを提供します。

セルの充電状態を均一化する方法として、受動的セルバランシング法を採用しました。この手法では、最も充電状態の低いセルグループと同じ充電レベルになるまで個々のセルグループを選択的に放電することにより、すべてのセルを均一な充電レベルにします。初期の先行開発とその後の費用対効果分析により、セルからセルへ充電量を移動する能動的セルバランシング法では、想定した車両寿命が尽きるまでに投資に見合う経済的メリットは得られないであろうということが判明しました。このため、スタータバッテリーには能動的的手法を採用しないことを決断しました。

#### BMS のプロトタイプ構築

BMS と車両のエネルギー管理 (EM) システムが相互に作用する状態で動作ストラテジを検討および調整し、また



透明アクリルケースに収納した Li-ion バッテリーデモンストレータ。セル、電流レール、接点、電子回路を見ることができ。将来の量産向けシステムでは、軽量化のために電流レールを銅製からアルミ製に変更することが考えられる。



「MicroAutoBox によるプロトタイピングシステムは完全に期待に添えてくれました。変更したコントローラソフトウェアを読み込むだけで、即座に車両で評価できます」

Dipl.-Ing. (TU) David Vergossen 氏、Audi Electronics Venture GmbH

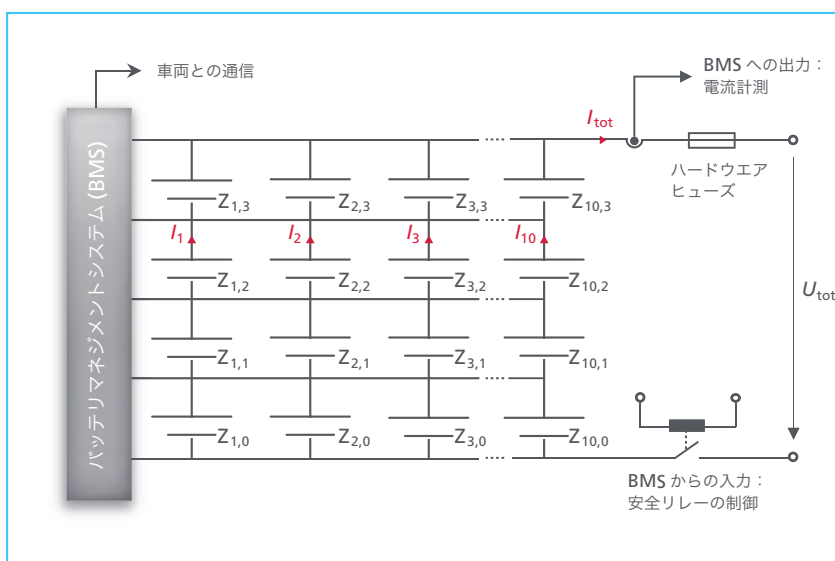
全天候テストを実施するために、開発の早期段階でテストドライブによる BMS のテストが必要でした。このため、BMS ECUとしてラピッドコントロールプロトタイピングシステム dSPACE MicroAutoBox を使用しました。制御アルゴリズムはモデルベース開発で作成し、これを開発 PC から MicroAutoBox に直接書き込んで実行できます。MicroAutoBox は EM システムに接続します。バッテリーの内蔵電子回路はセルレベルで評価を行います。この電子回路は、セルバランシング用のアクチュエータシステム、充電電流制限用の出力半導体、SOH を判定するための DC-DC コンバータを実装します。通信は Serial Peripheral Interface (SPI)/Inter-Integrated Circuit (I<sup>2</sup>C) を介して行います。MicroAutoBox は dSPACE Programmable Generic Interface (PGI1) を介して接続します。

このようなセットアップにより、Li-ion スタータバッテリーは車載状態でも試験施設でも動作できます。量産スタータバッテリーを Li-ion バッテリーデモンストラータに交換し、MicroAutoBox を車両の LIN バスとバッテリーに接続することにより、簡単に車両に搭載できます。車両バスに接続せず、試験設備で動作させることも可能です。

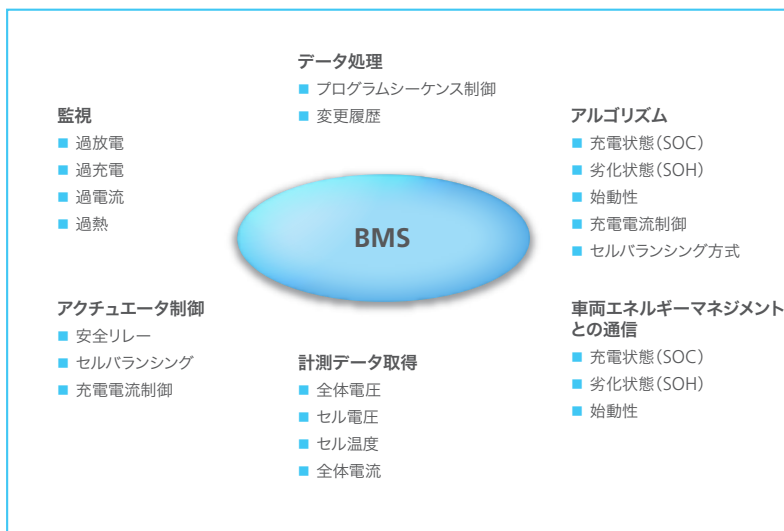
#### BMS およびバッテリーの特殊な機能

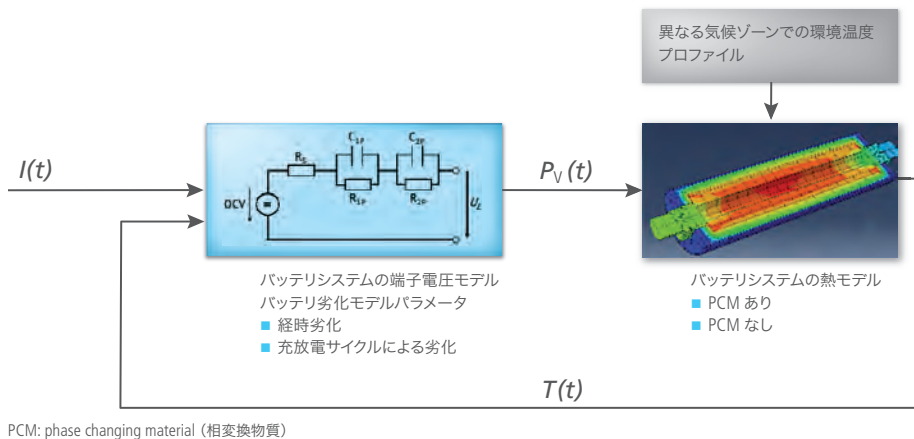
Li-ion スタータバッテリーを理想的な状態で動作させて早期の劣化を防ぐために、パワートランジスタによる線形電流制御を実行して充電電流を制限します。テスト用のセットアップでは、低温時の充電性能を改善するために、パワートランジスタの発熱を利用してバッテリーを加熱します。このためトランジスタは、良好な加熱特性が得られるよう、バッテリー内の各所に設置されて

12V Li-ion マルチセルバッテリーシステムの基本構造



12V Li-ion スタータバッテリー用 BMS が実行するさまざまなタスク





端子電圧モデルを電熱 FEM モデルに結合してバッテリーシステムの平均寿命を予測

「これまで専門的であったバッテリー技術が Li-ion スタータバッテリーによって実用レベルに転化できました。dSPACE MicroAutoBox のおかげで既に路上運転が可能となっています」

Dipl.-Ing. (TU) David Vergossen 氏、Audi Electronics Venture GmbH

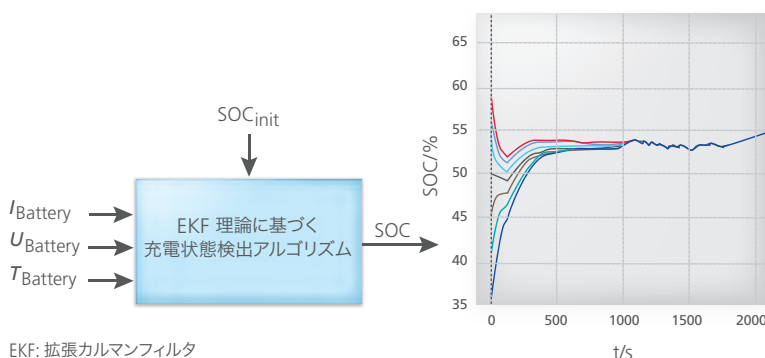
います。バッテリーの温度は、内蔵電子回路を介して 4 箇所で常時計測します。これらの技術は高コストであるため、先行開発以外では現実的ではありません。

**実用試験における BMS**

MicroAutoBox を使用したバッテリーデモ

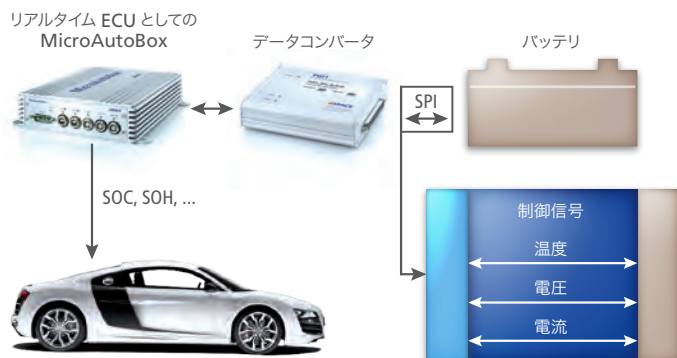
ンストレータは、現在テストドライブと全天候シャシーダイナモでテスト中です。バッテリーはコントローラ付き（加熱機構付き）でもコントローラなしでも動作可能です。これらのテスト結果に基づき、制御アルゴリズムのさらなる最適化を進める予定です。

これらの結果は、BMS を備えた Li-ion スタータバッテリーが鉛蓄電池の代替技術として有望であることを示唆しています。軽量でサイクル安定性が大幅に優れる Li-ion バッテリーはスタート/ストップ運転の要件に適合しますが、現時点ではコストが大幅に増加します。RCP システムを通



EKF: 拡張カルマンフィルタ

充電状態検出アルゴリズムの開発。信号は各種の不適切な初期状態からの SOC 適合の挙動を示しています。



シミュレーション結果を MicroAutoBox を使用したテストドライブで検証。シミュレーション後即座にリアルタイム車両試験を実施することにより、ソフトウェア開発サイクルが短縮されます。

して得られた経験は、将来量産開発に着手する際に役立てることが出来ます。■

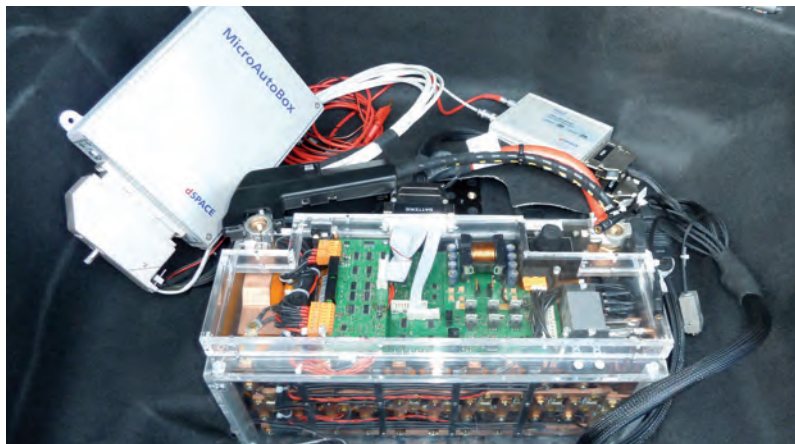
David Vergossen Dipl.-Ing. (TU)  
Audi Electronics Venture GmbH, AEV

## 謝辞

本稿は、ドイツの教育科学・研究技術省 (BMBF) と EU (ENIAC JU プロジェクト) の出資による E<sup>3</sup>Car プロジェクト (エネルギー効率の高い電気自動車のためのナノエレクトロニクス - AEV サブプロジェクト

ト: リチウムイオンバッテリーの状態検出を行う革新的なアルゴリズムの研究、文献番号 13N10395 (BMBF) および 120001 (ENIAC)) に基づきます。本稿の内容には著者が単独で責任を負います。

車両の通常のスタターバッテリーを Li-ion バッテリーに交換 - 写真は車両のスペアホイール用スペースに設置した状態を示しています。



## まとめ

AEV における BMBF/ENIAC 研究プロジェクトの一貫として、リチウムイオンバッテリーのスタターバッテリーへの適用について調査しました。本プロジェクトは、鉛蓄電池に代わる軽量でサイクル安定性に優れたバッテリーの研究を目的としました。開発を通してバッテリーデモンストレータと BMS アルゴリズムを構築しました。信頼性の高い機能を確認するために、下記の基礎的研究を実施しました。

- 使用セルのモデル化
- バッテリー全体のモデル化
- バッテリー制御電子回路の開発
- バッテリー動作ストラテジの検討
- SOH、始動性、静止電流、充放電サイクルに関する能力の設計
- SOH 適合機能を備えた SOC 計測
- 熱的シミュレーション
- 電流レールとコンタクタ技術の設計

プロトタイプの実装には dSPACE MicroAutoBox を使用しました。MicroAutoBox をラボテストとテストドライブで ECU として使用することにより、機能開発を迅速に進めることができました。新型バッテリーと BMS ソフトウェアの初期試験からは、説得力のある結果が得られました。

Dipl.-Ing. (TU) David Vergossen 氏  
同氏は、Audi Electronics Venture GmbH (ドイツ、インゴルシュタット) における Li-ion スタターバッテリーのプロジェクトリーダーです。



気球を用いて高度 25 km まで上昇した無人宇宙船 (USV) は、一連の飛行操作と大量の計測データの収集を行いながら、2 分半近く滑空します。

無人宇宙船のオンボードコンピュータのテスト

# Diving Back to Earth



Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (イタリア航空宇宙研究センター：CIRA) では、無人宇宙船 (USV) を使用して、将来の宇宙輸送機の開発に不可欠となる技術を研究しています。テスト飛行に使用されたオンボードコンピュータは、飛行前に dSPACE ツールを使用した包括的なテストを受けました。

#### 使い捨てロケットに代わるもの

スペースシャトルの時代が 2011 年半ばの最終飛行で幕を閉じる前から、世界中のさまざまな研究施設で代替手段の開発プログラムが進められていました。何といても、再利用可能な宇宙輸送機というアイデアは、非常に魅力的なものです。なぜなら、使い捨てロケットと比べて、コストが節減され、宇宙ごみを出さなくて済むという大きな可能性を秘めているからです。たとえば、燃え尽きたロケットの

「段」が有害な廃棄物として地球の周りを回ることがなくなります。CIRA は、熱力学、弾性、熱シールド技術、ナビゲーション技術、飛行力学など、将来の再利用可能な宇宙輸送機の開発に関するあらゆる重要な側面を研究するための「空飛ぶ研究所」として USV を使用しています。この USV は既に 2 回のテスト飛行を行っており、外殻にかかる圧力、風力や温度条件などの要素に関する有益なデータを提供しました。



図 1：全長約 9 m の USV は、オンボードコンピュータのみで誘導され、無動力状態で滑空しながら地球に帰還します。



### 垂直降下、サイズ XXL

2回目のテスト飛行は、2010年4月11日に実施されました。このとき、USVは最初に気球を利用して高度25 kmまで上昇しました。気球から切り離された後、2分間の滑空を実行して、その間計測プログラムを実施しながら、最終的にパラシュートでサルジニア島沿岸沖の海中に降下しました(図3)。2分間のほとんどはマッハ1前後の速度で滑空を続けましたが、約マッハ1.2を記録した区間もありました。飛行中、USVは、オンボードコンピュータでUSVを安全に誘導するために必要となるすべてのデータ(飛行高度、速度、加速度など)を絶え間なく収集し続けました。オンボードコンピュータ自体は、飛行前からdSPACEシステムを使用して集中的なテストプログラムを受けていました。

### 自律滑空用の飛行誘導システム

滑空する機体を着水するまでの間制御するために、USVでは各種のセンサを使用して、その位置、高度、速度、加速度などに関するデータを収集します。

イムで処理し、その結果を使用して操縦翼面の調整に必要な指令値を算出して、USVの自律滑空飛行が確実に計画どおりに進むようにします。「私たちはdSPACEシステムを使用してすべてのセンサの値を含む飛行をシミュレートしています」と、CIRAの誘導、ナビゲーションおよび制御(GNC)研究所の担当者であるGiovanni Cuciniello氏は説明しています。「つまり、USVが離陸する前でもオンボードコンピュータをテストできるということです」USVには、飛行中に外殻にかかる圧力分布を計測する300個を超える圧電センサなど、あらゆる種類のセンサが取り付けられています。エンジニアはこのデータを使用して、USVの形状などを最適化することができます。

### 飛行制御システムのテスト

飛行制御システムのテストに使用するdSPACEシステム(図4)は、DS1005プロセッサボード(入力されたセンサ値をもとに飛行シーケンスを算出)と、オンボードコンピュータに接続するための各種のI/Oボードで構成されています。試

「私たちは、dSPACEシステムを利用することで、実際に飛行する前に、オンボードコンピュータの機能を包括的にテストすることができました」

Giovanni Cuciniello氏、CIRA

- 磁力計(地球の磁場に基づいてUSVの高度を決定します)
  - 加 速 度 セ ン サ (MEMS (micro-electric mechanical systems) 加速度計)
  - 光ファイバージャイロスコープ (USVの軌道に基づいて高度を決定します)
  - GPSセンサ(位置と速度を計測するグローバルポジショニングシステム)
  - 大気データシステム(例:背圧センサを使用してマッハ数を決定します)
- オンボードコンピュータは、これらのすべてのシステムからの計測データをリアルタ

験ソフトウェアdSPACE ControlDeskは、試験全体を監視・制御するために使用されます。ControlDeskによって通常実行されるタスクは、シミュレートされた環境を監視および記録することですが、場合によっては、気球上昇速度を上げたり自由飛行中の突風強度を変えるなど、その環境を変更することもできます。またControlDeskを使用すると、シミュレートされた気球と機体のサブシステムに欠陥を生成して、システムの応答を分析することもできます。従来の研究開発手法と比較すると、dSPACEリアルタイム制

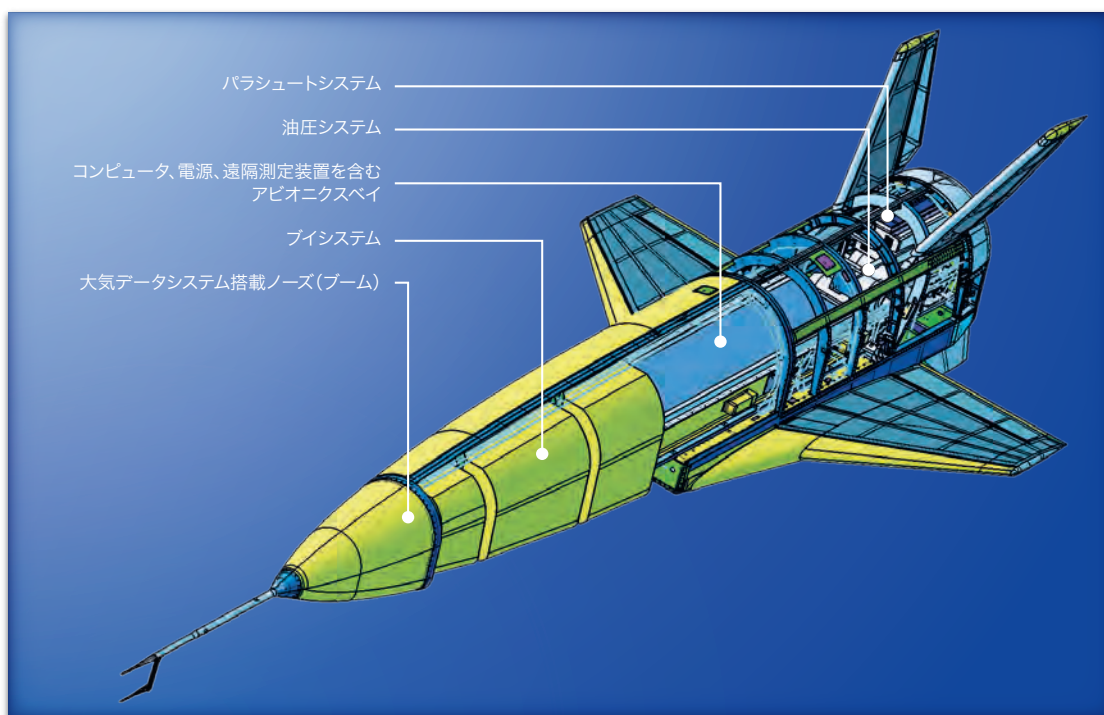


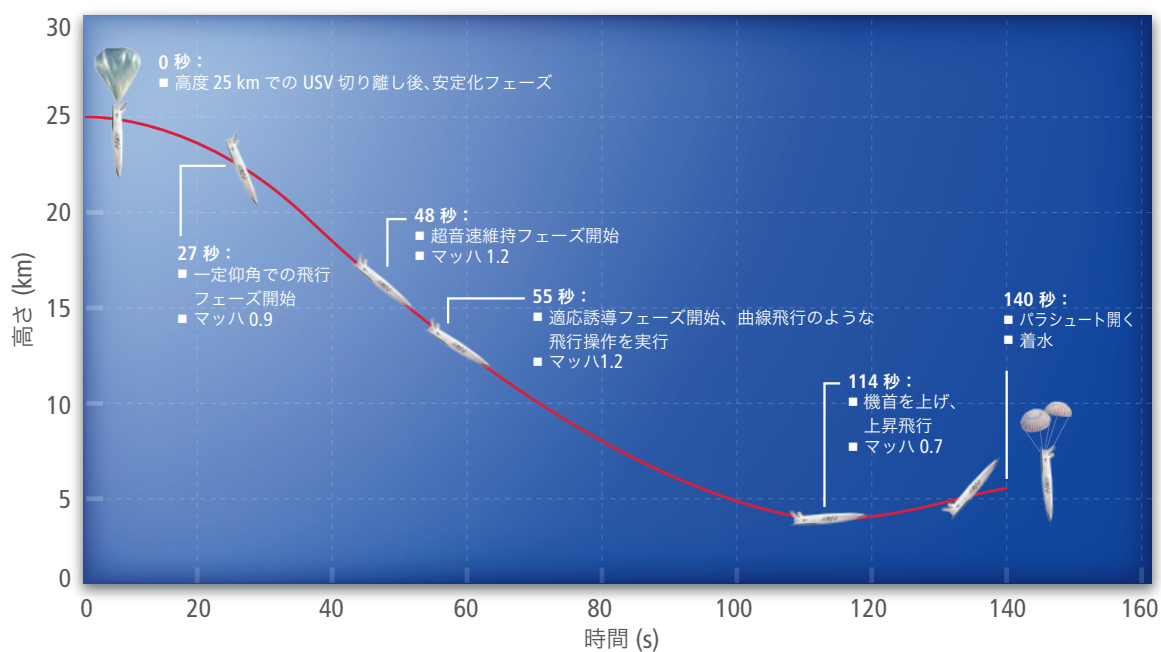
図 2 : USV の構造。USV の外殻には、数百の圧力センサなどの装置が取り付けられています。

御プラットフォームを使用した場合、飛行制御システムの開発が迅速かつ完全に行えるようになります。この利点として、システム開発サイクルにおける時間とコストの削減およびシステムの信頼性の向上が挙げられます。

テストは、(1) SIL (Software-in-the-Loop)、(2) 地上の機体での移動テスト、(3) HIL (Hardware-in-the-Loop) という 3 つの段階で実施されます。

1. SIL (Software-in-the-Loop) : これは、飛行制御ソフトウェアの基本機能をチェックするための事前テストです。dSPACE システムは、USV の飛行力学特性とそのすべてのセンサをシミュレートし

図 3 : 2 分間の滑空飛行中、外殻センサに取り付けられたセンサがあらゆる種類の飛行操作中に大量の計測データを収集します。



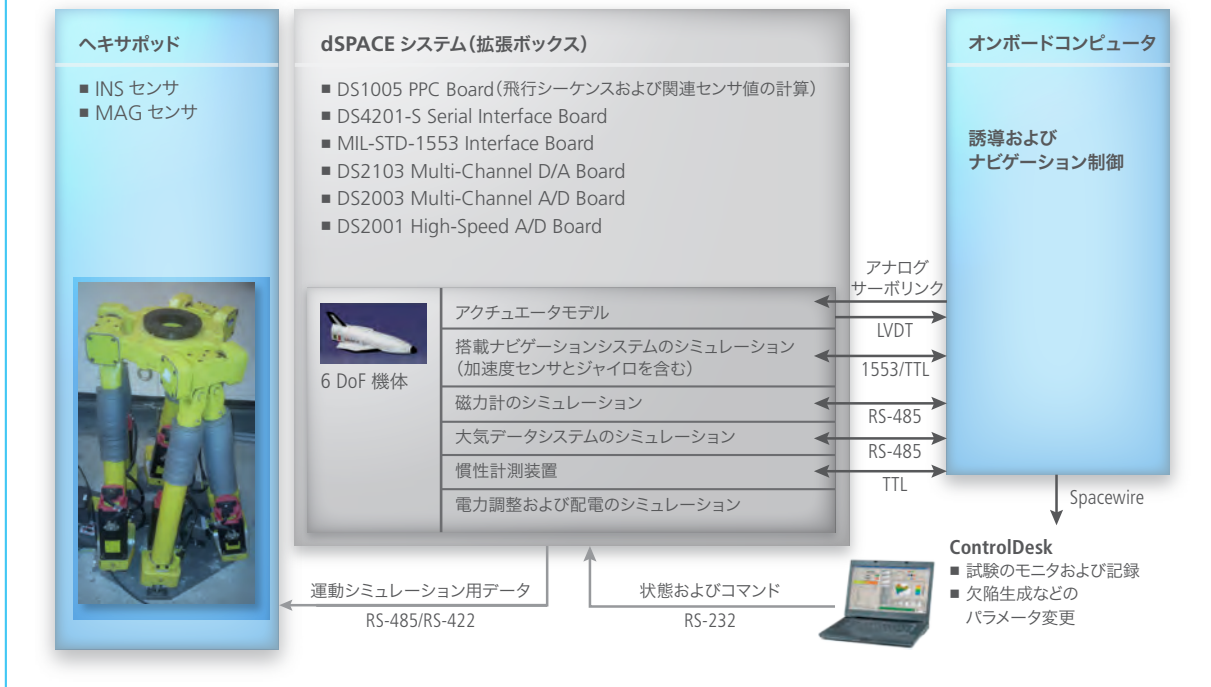


図4：dSPACE システムは飛行力学とセンサ/アクチュエータのモデルをリアルタイムで演算します。このデータを使用してオンボードコンピュータをテストします。これと並行して、実際のセンサを取り付けたヘキサポッドによって現行の飛行動作が実行されます。

ます。モデルはすべて、MATLAB®/Simulink® であらかじめ開発されたものです。実際のセンサは、この段階ではまだ統合されていません。

**2. 移動テスト：**実際のセンサを機体に取り付けて、飛行中に（単独および相互作用環境で）適切に機能するかどうかをテストしました（たとえば、絶えず変化する GPS データや加速度の値が正常に処理されているかどうかなど）。

**3. HIL (Hardware-in-the-Loop)：**最後にこの手順で（図4）、その後のミッションで使用するものとまったく同じオンボードコンピュータをテストします。手順（1）の SIL (Software-in-the-Loop) テストと同様にこの手順でも、dSPACE システムは、飛行力学とすべてのセンサの値をシミュレートします。その後このデータは、オンボードコンピュータに渡されます。その応答によって、実際のセンサを取り付けられたヘキサポッドが制御されます。

#### 今後の目標：熱シールドのテスト

USV1 を用いて実施された 2 回の飛行を受けての、次なる無人システム USV3 の目標は、軌道から着陸するまでの再突入ミッションを実行することです。このミッションを実行するために、クールの欧州宇宙基地から地球低軌道（高度 200 ~ 300 km）に向けて USV3 が欧州 VEGA ロケットによって打ち上げられます。軌道を数周した後、USV3 は軌道を離脱し、極超音速で再突入を開始し、

「dSPACE リアルタイムシステムによって、開発時間の短縮、コストの削減、そしてシステム全体の信頼性の向上を図ることができます」

Giovanni Cuciniello 氏、CIRA







著作権：ESA – S. Corvaja, 2012

図5：2012年2月13日に新しい欧州VEGAロケットの初飛行となる打ち上げが行われました。CIRAのUSVを軌道に打ち上げることが、このロケットの将来の飛行ミッションの1つとなる予定です。

自律飛行で大気中を通り抜け、極超音速から超音速、遷音速、そして亜音速領域へと減速して、従来の滑走路に着陸します。「USVに搭載されたすべてのシステムが、外殻の温度が約2000℃になっても計画どおりに機能するかどうかを調べることは非常に好奇心がそそられます」と、CIRAのGiovanni Cuciniello氏は述べています。CIRAのUSVプログラムの長期的な目標は、航空機のように地上から離陸し、軌道高度に到達してから、世界中のすべての飛行場に着陸できる宇宙輸送機を開発することです。■



下記サイトでUSV1の完全落下飛行テストの離陸の準備からパラシュートによる着陸までの様子をご覧ください。  
[www.youtube.com/watch?v=BhoXgWKjVL0](http://www.youtube.com/watch?v=BhoXgWKjVL0)

Giovanni Cuciniello 氏

同氏は、CIRA（イタリア、カプア）の誘導、ナビゲーションおよび制御（GNC）研究所の所長です。



インド自動車産業向け統合安全システムの開発

# Systematic Vehicle Safety

インドでは高い動力性能をもつ車両の台数が増加傾向にあり、それに伴って車両の安全性に対する要求が一層高まりつつあります。インド自動車調査協会 (ARAI : Automotive Research Association of India) では、インドの自動車業界と商工省に代わり、高性能な安全システムのコンセプトと共に、同システムのモデルベース開発用のサンプルプロセスを構築しています。



### インド自動車市場向け安全システム

インドは、12億人を超える世界で最大の人口を擁する国の1つであり、モビリティの急速な拡大に直面しています。多くの地域では、高出力エンジンを搭載したピックアップ/SUVや大型オフロード車両が最良の移送手段となっています。ARAIでは、このクラスの車両に対する最適な安全システムを開発するために、技術コンセプトの構築とその実証に着手しました。このプロジェクトの目的は、SUVのブレーキモジュレータと統合センサクラスタの既存の装備を使用する、統合安全システム (ISS: Integrated Safety System) を開発することにあります。コンセプトの実証では、以下の機能の設計・開発が必要になりました。

- 横滑り防止装置 (ESC) (アンチロックブレーキシステム (ABS)、トラクションコントロールシステム (TCS) およびヨー安定性制御 (YSC) を含む)

- ロール安定性制御 (RSC)
- アクティブシートベルト巻取システム (ASBRS)

### 遠大なプロジェクト目標

ARAIの車載電子システム部門 (AED) では、統合安全システムのためのキックオフプロジェクトを実施し、その結果をインド自動車業界に公開しています。アクティブ安全システムの開発は完全にモデルベースとなっており、次のようなプロジェクト目標に焦点を定めていました。

- 独自開発の統合安全システムをインド市場の事情に合わせて設計・開発する
- 組み込み自動車制御システムのモデルベース設計に関する専門知識を構築する
- 自動車業界が将来の要件に合わせて独自のソリューションを開発するのに役立つ





統合安全システム (ISS) は、複数の安全機能で構成されており、各種の車両センサからの信号を評価して、ブレーキやシートベルト巻取用モーターを制御します。

### 新しい手法とツール

本プロジェクト以前は、ARAI では、コントローラソフトウェアを従来の手作業によって実装 (ハンドコーディング) していました。しかし、新しい安全システムが複数の企業にとって重要となってきたため、モデルベース開発を体系的に適用する決断が下されました。このため、MATLAB®/Simulink® を使用したモデルベース開発のために新しい統合ツールチェーンを導入することが必要になりました。

プロジェクトを開始する前に、ARAI では、ラピッドコントロールプロトタイプリング (RCP)、HIL (Hardware-in-the-Loop)

などについて、市販のさまざまな製品を徹底的に評価しました。開発者は、各システムが新しい開発プロジェクトの特定の作業に適しているかどうかを調査し、そのシステムのプロセスに対する適合性を検討しました。

ラピッドコントロールプロトタイプリング (RCP) システムについては、ARAI は、dSPACE の MicroAutoBox と RapidPro を組み合わせて使用することに決定しました。HIL (Hardware-in-the-Loop) テストステーションでは、dSPACE シミュレータを使用しています。これらのシステムと、dSPACE のソフトウェアツールである AutomationDesk® および

ControlDesk® Next Generation を併用することで、コントローラ開発と電子制御ユニット (ECU) のテストをシームレスにサポートするツールチェーンが形成されます。

### コントローラプロトタイプリング

モデル化が完了したら、実際の制御システム上で制御アルゴリズムのテストと最適化を行う必要があります。この典型的な RCP 作業は、最初に試験施設内で行われ、次に車載の MicroAutoBox 上で行われます。MicroAutoBox は、コントローラモデルを実行するプロトタイプリング ECU の役割を果たします。RapidPro システムは、制御システムの必要に合わせて信号を調整 (コンディショニング) します。コントローラモデルのほとんどの部品は MIL (Model-in-the-Loop) シミュレーションで既にテストされていたため、簡単に MicroAutoBox に転送し、すぐに実行することができました。ControlDesk Next Generation は、モデルの読み込みと実行および信号の監視を行うための中心的なユーザインターフェースとなりました。

### HIL テストリグ上でのさらなる開発と最適化

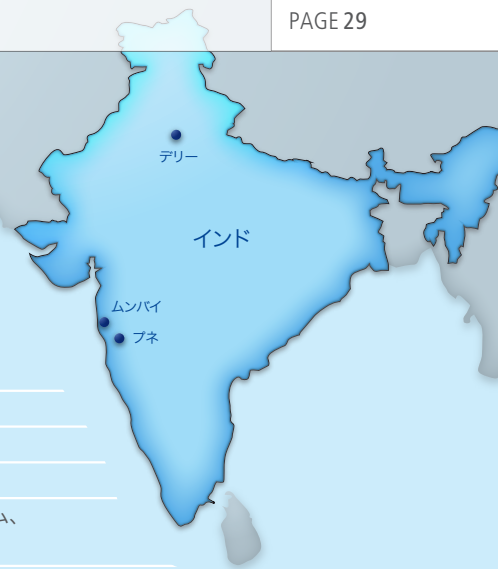
本プロジェクトは、シャシー制御分野における最初のプロジェクトとなったため、開発の一部はラボの試験環境内で実行されました。実際のブレーキハードウェアとシミュレータで構成されるテストリグがこのためにセットアップされました。ISS モデルは、修正と最適化を簡単に行うことができる MicroAutoBox 上で実行されました。この手順により、MIL シミュレーションでは簡単に実行できない機能を実現することができます。たとえば、重要な部品の正確な時間挙動を確認することができます。またこのテストシステムを使用して、車両の基本構成部品やアクチュエータおよびセンサとの通信テストを行い、エラーを検出したり基本的な適合作業にも取り組みました。テストシーケンスは自動化することができ、完全に再現可能なので、コントローラやバス通信の調査および評価を効率的かつ体系的に行うことができます。

### テストリグの構成

テストリグは、シミュレータと実部品で構成されます。シミュレータは、クアッドコア

ISS プロジェクトの実行および開発されたコントローラのテストに使用される車両





## プロフィール：インド自動車調査協会 (ARAI : Automotive Research Association of India)

設立：	1966年
所在地：	インド、プネ（ムンバイの150km南東）
従業員数：	530人以上
施設：	11の試験施設で以下の項目にフォーカス：排ガス、安全認証、車載電子システム、パッシブセーフティ、車両評価、NVH、構造力学、材料、適合、大学院アカデミー
認定：	ISO 9001、14001、OHSAS 18001 & NABL

インド自動車調査協会（ARAI）は、自動車業界の産業調査協会であり、インド商工省と連携しています。本協会の目的は、自動車産業の製造分野における研究開発であり、製品設計と開発、自動車付属品の評価、規格化、技術情報サービス、最新技術の使用に関する講座、および特殊なテストの実施などを行なっています。ARAIは、安全、低公害、低燃費の車両を実現するために重要な役割を果たしてきました。この協会は、R&Dテスト、認証、承認、および自動車規制の立案に関する技術的な専門知識を提供しています。

### 「dSPACE システムが使いやすく非常に便利であるため、制御アルゴリズムの開発に完全に集中することができました」

Arun B. Komawar 氏、ARAI

DS1006 Processor BoardとDS2202およびDS2211 HIL I/O Boardsを組み合わせたdSPACE Mid-Sizeシミュレータから構成されており、車両モデルを実行して、そのピークダイナミクス挙動をテストします。実部品には、車両の実際のブレーキアセンブリ（タンデムマスターシリンダー（TMC）、ブレーキブースター、油圧モジュレータ、真空ポンプ、制御ペダル、ステアリングホイール、およびギアセレクター）を使用します。またこのリグには、ポンプモーターおよびモジュレータを駆動するための動力部も収納されています。リグ全体が、車両のブレーキシステムを再現したものとなっており、現実に即したシャシー制御開発を行うためのヒューマンマシンインターフェース（HMI）を提供します。このHMIには、基本的に、実際のペダル、ControlDesk試験ソフトウ

エア、およびシミュレートされる車両のリアルタイムビジュアル表示機能が組み込まれています。ターゲット車両にはマニュアルトランスミッションが装備されているので、ポジションスイッチによって、選択したギアがシミュレートされます。ステアリングは、ダミーのステアリングホイールとして組み込まれ、ポテンショメータを介してステアリング角度を与えます。アクセルペダルも電子的に捉えられています。

#### ControlDesk Next Generationによる信号取得

ControlDesk Next Generationは、信号の取得、表示およびテストを実行するための中心的なソフトウェアです。UIには、（モデルおよびテストリグの）ブレーキ圧力、個々のホイール速度、車両速度、アクセルペダル位置、ブレーキ位置、ステア

リング角度などのパラメータが表示されます。テストは、テストリグに対して手動のコマンドを介して実行したり、自動化されたテストスクリプトを用いることもできます。自動化テストと手動テストを迅速に切り替えて、特定の運転操作をシミュレートすることも可能です。ControlDeskは、プロジェクトの始めから終わりまで使用されました。ControlDesk Next Generationの基本的な適合機能のおかげで、開発者は、さまざまなプロジェクトフェーズで大規模な適合作業を実行することができました。

MicroAutoBoxとRapidProで構成されるRCPシステムが実車に設置されています。  
試験施設で使用することもできます。





テストリグは、シミュレータ、各種の実部品、およびRCPシステムで構成されています。最初にこのテストリグを使用して、ISSアルゴリズムの開発と最適化を行ないます。

### 安全目標の達成

プログラムの実行中には、Tata Consultancy Services (ブネ)、および Tata Motors European Technical Centre (英国) が、開発およびコンサルティングパートナーとなりました。プロジェクトは予定どおり完了し、さまざま

どが含まれます。

開発されたアルゴリズムはターゲットハードウェアに実装され、MILおよびHILの両方のシミュレーションで適合と妥当性確認が行われました。ABSアルゴリズムは、車載のMicroAutoBoxとRapidProの組み合わせで実行されました。このプ

車や商用車にも同様に適応させることができるため、本プロジェクトの結果は量産プロジェクトでも使用されています。dSPACE製品は、信頼性が極めて高いことが実証されており、また扱いが簡単でした。これは、コントローラソフトウェアの迅速な開発にとって決定的な要因となりました。

## 「dSPACE ControlDesk Next Generation を使用することによって、開発の初期段階にもかかわらず、大規模な適合作業を実行することができました」

Ujjwala Karle 氏、ARAI

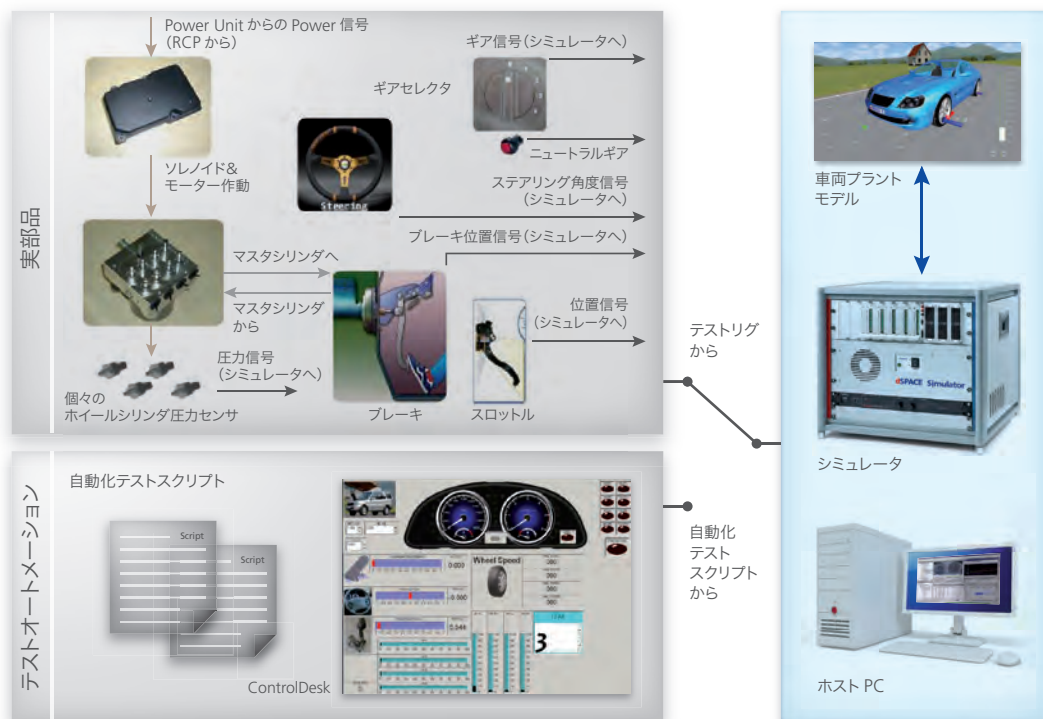
まなISS機能に対する制御アルゴリズムが開発されました。これらのISS機能には、アンチロックブレーキシステム(ABS)、トラクションコントロールシステム(TCS)、ヨー安定性制御(YSC)、ロール安定性制御(RSC)およびアクティブシートベルト巻取システム(ASBRS)な

プロジェクトを通して、ARAIは、ECUに対する組込み制御システム設計および機能の検証/妥当性確認にシミュレーション技術を使用する際の専門知識と経験を築き上げることができました。SUVを対象とした安定性制御についてはコンセプトの実証が行われており、これは小型乗用

### ARAIによる高度な研究の維持

ARAIは、モデルベース開発手法の促進に積極的に取り組んでおり、数年の間にこの手法への完全移行が進むと予想しています。ARAIでは現在、自動車産業のお客様に、ECUのHIL妥当性確認によって示されるさまざまな可能性を提供しようとしています。

ARAIは、ガソリン直接噴射やディーゼルコモンレール等の方策など、パワートレイン制御分野におけるさらなる研究の本格的な検討を開始しており、またシャシー制御アルゴリズムのハイブリッド電気自動車への適用を考えています。



テストリグは、手動および自動化されたテスト作業用に設計されています。ペダル、ステアリングホイールおよびギアセクタは、実際の HMI ハードウェア部品です。

ARAI では引き続き開発された手法を使用して、製造会社への導入を積極的に促進して行きます。■

Arun B. Komawar,  
Ujjwala Karle  
ARAI

#### Arun B. Komawar 氏

同氏は、ARAI (インド、ブネ) のプログラマ部長および上級副社長を務めています。



#### Ujjwala Karle 氏

同氏は、ARAI (インド、ブネ) のプログラマコーディネータおよびアシスタントディレクタを務めています。





# Surviving Tough Terrain

オフロードアプリケーション向け  
アクティブサスペンション制御の設計



商用車や軍用車では、先進的なアクティブサスペンションによって機動性の向上が図られており、特に起伏が多い地形においては、生存性、有効な乗員作業性、安全性および信頼性が問題となります。アクティブサスペンションを利用すると、オフロード車の速度と快適性を高めることができます。またプロトタイプを使用することにより、装輪車両および装軌車両のアクティブシステムの有効性を実証することができます。

**アクティブサスペンションの開発プロセス**  
テキサス大学電気機械技術センター (Center for Electromechanics : CEM) では、20 年以上にわたってアクティブサスペンション技術の研究開発を行っており、ハードウェアのプロトタイプを迅速かつ経済的に開発するためにモデルベース設計および妥当性確認手法を確立してきました。

研究者は、実績のあるモデリングおよびシミュレーションの手法を、試験施設での低レベルのテスト (図 1) および現場での高レベルのハードウェア検証と組み合わせ利用しています。モデルベース設計手法では、開発全体にわたって統一して利用できる、領域固有の複数の専用ツールを使用することが要求されます。機械部品モデル設計とコントローラ設計は、相互に密接に結びついた 2 つの異なる領域へのアプローチとなります。

車両のプラットフォーム、アクチュエータおよび機械部品は、3-D Multibody Simulation と LMS virtual.lab (旧称 : Dynamic Analysis and Design System (DADS) パッケージ、LMS Interna-

tional 社製) を用いて開発しています。コントローラモデルは、Mathworks 社の MATLAB®/Simulink® で開発しています。コントローラのシミュレーションは、制御アルゴリズムをオフラインで開発および検証するために、DADS Kinematic シミュレーションと同時に計算が行われま (図 2)。

#### リアルタイムシミュレーション、 車載テストおよび開発

開発初期の PC ベースのオフラインシミュレーションで満足のいく性能が得られたら、車両デモへと進む前に、アクチュエータとセンサインターフェースが搭載された EMS コントローラ (EMS = electromechanical suspension system : 電気機械式サスペンションシステム) を、dSPACE リアルタイムシステムに接続します。MathWorks Real-Time Workshop と dSPACE Real-time Interface (RTI) を連携して生成されるコードは、プロセッサボードと I/O ボードから成るモジュラー方式の dSPACE システムを直接対象にしています。このプロセスにより、シミュレ-

ションからプロトタイプのデモ、さらに量産ハードウェアへのスムーズな移行が促進されます。

#### 開発プロセスにおける dSPACE プラットフォームの役割

リアルタイムアプリケーションに対するコントローラモデルの開発は、I/O モデルの開発と共に進められ、センサとアクチュエータのインターフェースや、外部信号からの割り込みだけでなく、CAN などの通信バスも組み込まれます。簡単なボタン操作によるコード生成および展開プロセスにより、反復的な開発作業が一層簡単かつ迅速に進められるようになります。このプロセスは、dSPACE の ControlDesk ツールに備わっている強力なユーザーインターフェースとデータキャプチャ機能によってさらに促進されます。ControlDesk は、コードとパラメータのダウンロード、地形ステミュラス関数ジェネレータ制御、および手動および自動化されたサスペンションコントローラパラメータの調整作業にも利用されます。複数の UI レイアウトを使用して、前述した作業領域のそ

「これらのプログラムの成功のほとんどは、多くの dSPACE ソフトウェアおよびハードウェアコンポーネント間のシームレスな連携によるものと確信します」

Damon Weeks 氏、電気機械技術センター、テキサス大学 (オースティン)

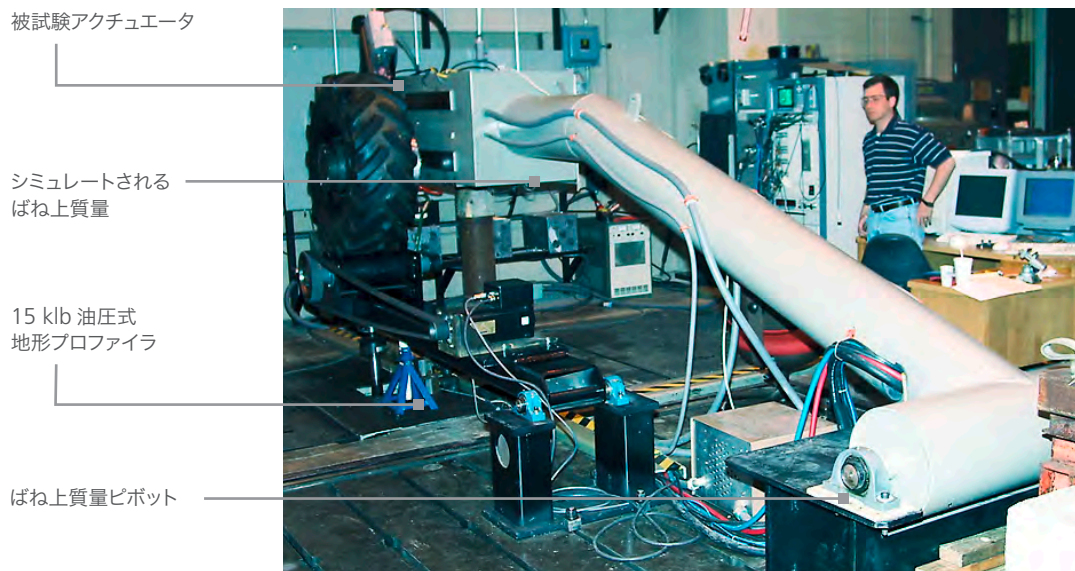


図1：移動（車両）用途と固定用途の両方に対するアクチュエータの動的性能を検証するために使用されるCEM研究所の動的テストリグ。このテストリグは実物大でのテストに適しており、動的テストおよび静的テストのどちらも可能です。ばね上質量の垂直方向の自由度は、回転軸の周りを回る長いピボットアームによって近似されます。水撃ポンプによって、最大20インチの垂直方向の動きをシミュレートすることができます。

それぞれに固有のパラメータ制御を迅速にグラフィカルに表示することができます（図3）。

#### フライトレコーダによる計測

アダプティブ EMS コントローラの開発には、ControlDesk のフライトレコーダ機能が使用されました。CEM では、ニュー

ラルネットワークシステムの識別機能を組み込んで、モデルパラメータのアップデートを行いました。dSPACE のエンジニアは、その学習したモデルパラメータを不揮発に保存する方法を CEM と共同開発し、これらのパラメータをシャットダウン時にフライトレコーダに書き込んで起動時に読み出せるようにしました。

#### 車両デモ

CEM は、有人の軍用装輪車両および装軌車両（HMMWV High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle（高機動多目的装輪車）、LMTV Light Medium Tactical Vehicle（軽中量戦術車両）および FCS- 装軌有人地上車両）を含む複数の車両プラットフォームで EMS 技術のデモに成功しました。さらに EMS 技術は、先進技術輸送バスおよびオフロード緊急車両にも展開されました（図4）。平均吸収動力と呼ばれる測定基準（車両の乗員と機器が受けるキログラム当たりの機械的出力）によって、オフロード性能が計測されました。

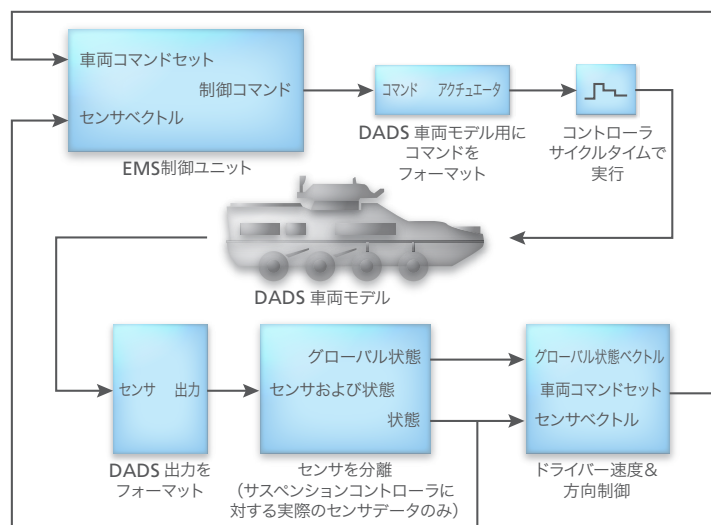


図2：CEMのシミュレーション環境では、Simulink 制御システムとマルチボディ DADS 車両モデルが1つの協調シミュレーションでリンクされます。この図では生成された Simulink モデルの最上位レベルが示されています。

図 3 : アクティブサスペンションの開発に使用される一般的な ControlDesk のレイアウト

「EMS の評価中にテストチームでよく耳にした感想は、提案内容をほんの数分でソフトウェアに組み込んで変更できることに驚いたというものでした」

Damon Weeks 氏、電気機械技術センター、テキサス大学 (オースティン)

#### 速度と快適性の向上、コストの低減

オフロード地形を乗り越える際の、一般に認識されている乗車限界吸収動力は、平均で 6 ワットです。これまでにテストされた軍用車両とオフロード用民間車両のデモにおいて、最も厳しい (高速時に車両バンパー、スキッドプレート、または駆動スプロケットと衝突する程の厳しい振幅を持つ) 地形をのぞき、EMS サスペンションは、その 6 ワットの乗車限界速度をほぼ 2 倍にします。

国立自動車テストセンター (NATC) で実施された HMMWV の人的要因テストでは、米国海兵隊員がオフロードコースを通じてさまざまな任務を遂行しました。EMS によって、地図の方位確認、座標上の無線通信、標的設定などの一般的な任務を完了する能力が明らかに改善されました。当初は、EMS によって乗車品質が向上す

ると予想されていましたが、斜面降下テストでオフロードの燃費も 30% 改善され、改良したアンダーステア特性とアクティブ車高制御によって安全性とハンドリング性能も強化され、さらに、車両使用期間の運用コストが 50% 低減されることが実証されました。■

Damon Weeks,  
テキサス大学 (オースティン)

#### まとめ

テキサス大学の電気機械技術センター (CEM) では過去 20 年にわたって、EMS のデモを十数回行い、その内の半分以上が軍用車両に関するプロトタイプでのデモでした。CEM ではモデルベースの設計手法が使用されました。この手法によって、専用ツールの LMS DADS、MATLAB/Simulink および dSPACE Real-Time Interface と dSPACE ラピッドプロトタイプングシステムが結合され、EMS 制御システムの開発、EMS アクチュエータと動力システムのハードウェアの設計、さらにシステム性能の予測が行われました。さまざまな独立したテスト施設で実施されたテストは、EMS によってクロスカントリーの乗車限界速度が 2 倍になり、オフロードの燃費が 30% 改善され、乗員作業性と車両操作性が向上する可能性があることを示しています。

図 4 : EMS サスペンションのデモが実施される領域



#### Damon Weeks 氏

同氏は、テキサス大学 (オースティン、米国) の電気機械技術センターで、電気機械設計を担当する研究エンジニアです。





超低排出ガス実現のためのディーゼルエンジン制御の最適化

# Less Is More

いすゞ自動車は、有害排気ガスと燃料消費量を同時に削減するエンジンデバイスとして、電子油圧駆動可変動弁システムを開発しています。開発においては、日本国内の排気エミッション規制値を下まわることの1つの目標としています。プロトタイプコントローラは、極めて多数のバルブとアクチュエータに対処できる高い計算能力を有する必要があります。



**エミッション規制よりもさらに厳しい目標**  
 いすゞ自動車は AIST (独立行政法人産業技術総合研究所) とともに、2004～2008 年度にかけて NEDO (独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構) が実施した「革新的次世代低公害車総合技術開発」プロジェクトに参画しました。このプロジェクトでは、日本国内のポスト新長期エミッション規制よりもさらに厳しい NO<sub>x</sub> (窒素酸化物) : 0.2 g/kWh と PM (固体粒子状物質) : 0.01 g/kWh を開発目標値とし、同時に燃費を現行基準から 10% 改善するという、非常に厳しい目標が設定されました (図 1)。

#### エンジンコンセプト： 油圧駆動カムレスバルブシステム

このような厳しい目標を達成するために、いすゞ自動車はエミッションと燃料消費量を同時に低減する将来ディーゼル機関コンセプトを開発しました。このコンセプトは、削減目標の達成に向けて最重要課題

となるエミッション (特に NO<sub>x</sub>) と燃費のトレードオフを改善するためのキーテクノロジーの一つとして、油圧駆動可変動弁 (カムレス) システムを採用しています。

#### システム仕様要件

本カムレスシステムでは、高压の作動油を供給することによりバルブを開き、作動油を排出することによりバルブを閉じます。このシステムでは、作動油の供給および排出のタイミングと供給量を制御することにより、吸排気弁を任意のタイミングとリフト量で開閉できます (図 2)。ただし、このようなシステムでは、作動油を供給および排出するために各バルブに 2 個のアクチュエータが必要となります。開発システムは大型の直列 6 気筒ディーゼルエンジンを対象とするため、計 24 個の吸排気弁を駆動するために 48 個のアクチュエータが必要となります。さらに燃料噴射系と空気系の制御を含めると、少なくとも 56 個のアクチュエータを駆動す

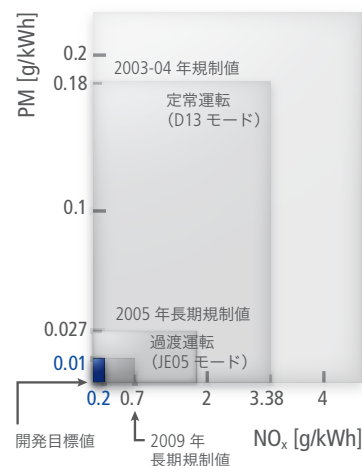
るドライバ能力が必要となり、また、コントローラとドライバには以下のような能力も要求されます。

- クランクアングルに同期して高速かつ精密にパルス出力が可能であること
- ドライブ電流のピーク/ホールド時間と電流値を制御可能であること

#### システム設計概要

計 56 個のアクチュエータを高い信頼性で制御するとともに柔軟なシステム変更を可能にするために、モジュラー方式の dSPACE ハードウェアおよび RapidPro に基づくラピッドコントロールプロトタイプリング (RCP) システムを採用しました。この制御システムは、コントローラとして 1 つのプロセッサボードを使用し、吸排気弁制御および空気系/燃料噴射系の制御に対して、Control Unit の TPU チャンネル数の制約から 3 つの RapidPro ユニットを使用しました (図 3)。

図 1 : 日本国内のエミッション規制



「今後、さらに高精度かつ多岐にわたる制御ロジックシステムを構築するに当たり、システムへの負荷は増加することが予想されますが、dSPACE 製品の拡張性・柔軟性の高さから、これらの課題に対しても問題無いと考えています」

株式会社いすゞ中央研究所、宇田川 氏

図 2：従来システム (左) と油圧駆動カムレスシステム (右) の吸排気バルブ機構概略図

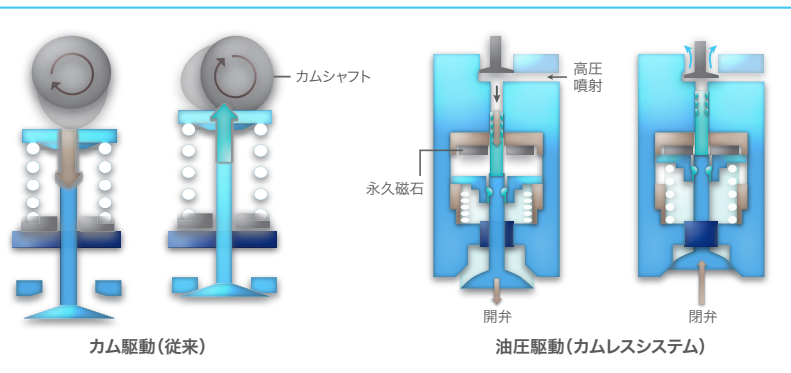
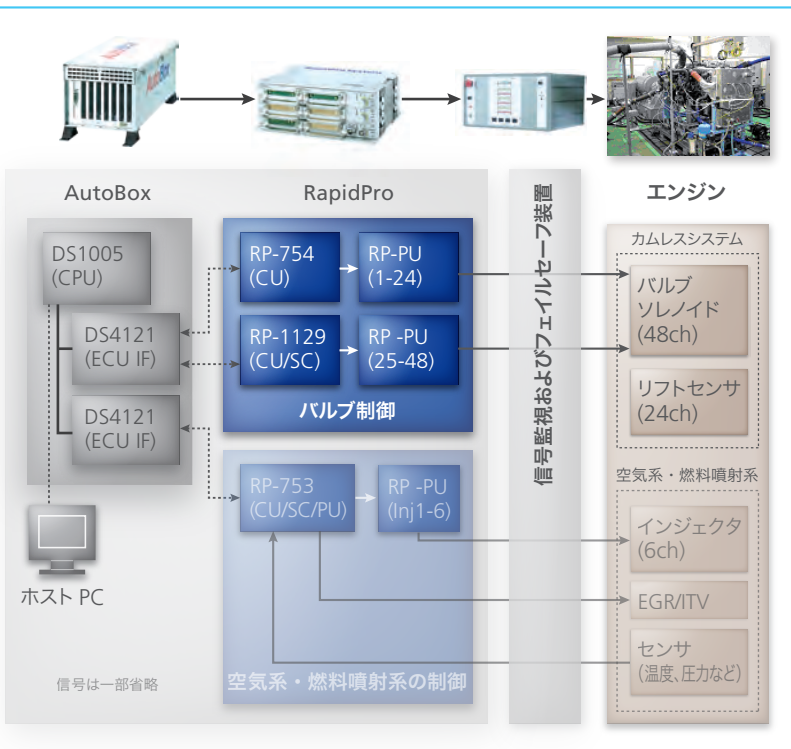


図 3：制御システム概略図



#### フェイルセーフ機構の必要性と対策

カムレスシステムの吸排気弁はピストンの位置に制約されずに動作可能であるため、制御異常や不適切な目標指示によっては吸排気弁とピストンが衝突し、エンジンに深刻なダメージを与える可能性があります。そのためフェイルセーフの観点から、エンジン保護のために制御ソフトウェアの品質を高め、制御異常の発生に備えた保護装置を設けることが絶対不可欠となります。

この結果、開発ツールには下記の基本要件が課せられます。

#### ■ 高精度の信号処理

高いサンプリングレートと I/O 性能をサポートする RCP システムの使用

#### ■ 制御異常時のエンジン保護

ソフトウェアによる異常監視機能とハードウェア的な保護装置の採用。具体的には、フェイルセーフ装置を Control Unit と Power Unit の間に挿入し、異常時に吸排気弁を強制的に閉じることによりエンジンを保護します。

#### ■ 制御ソフトウェアの信頼性の確保

実機エンジンを運転する前に、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションを使用してカムレスエンジンをシミュレートし、ソフトウェア評価試験を実施します。さらに実機での動作検証を行うために、実機搭載時の制御システムと実際のカムレスシステムを用いて吸排気弁を駆動させ、リグ評価試験も実施します。

#### 課題に対する dSPACE 製品の役割、期待した内容

これまで説明したように、カムレスシステムのコントローラには高い性能と信頼性が求められます。その一方、このシステムは開発段階にあるため、頻繁なモデル変更やエンジン本体と補機類の仕様変更が発生し、それに応じてアクチュエータやセンサを追加してコントローラとドライバのハードウェア構成を変更する必要が生じます。このようなモデルおよびコントローラハードウェアの構成変更にも柔軟に対応するには、社内製のコントローラとドライバよりも、dSPACE 製品の柔軟性に期待をしました。

### 開発後の dSPACE 製品に対する評価

ハードウェア (DS1005、RapidPro) は信頼性が高く、演算性能の向上、I/O 仕様変更時に柔軟に対応することができます。また、ControlDesk などの開発ツールは、変数の可視化などを視覚的・感覚的に操作でき、初めて触る担当者でも違和感なく使い始められます。これらの開発ツールは、信頼性、操作性、柔軟性の点で高い次元でバランスしていると感じました。今回のカムレスエンジンの制御という、非常に多数のアクチュエータを高速・高精度に制御するという難しい課題に対して、dSPACE 製品は十分に答えてくれました。

### まとめと展望

多気筒エンジンによる定常運転試験により、同等の NO<sub>x</sub> 排出条件における燃費の改善効果が確認されました。さらに、過渡運転試験からは、安定したバルブ制御を実現するために次世代制御システムに向けた提案が得られました。次世代エンジンマネジメントには、これらのアイデアを採り入れつつあります。制御システムはマルチプロセッサ構成とし、モデルベース制御用に DS1005 および DS1006 プロセッサボードを採用しています。2 つのプロセッサは互いに Gigalink で接続され、拡張されたコントローラソフトウェアの開発に要求されるさらに強力な処理能力を提供します。■

株式会社いすゞ中央研究所  
北島 亮  
宇田川 菊太郎

「dSPACE RapidPro を使用することにより、ほとんどの信号の入出力に対応ができ、外付けのインターフェイス回路を設計、製作する時間と手間を省くことができました」

株式会社いすゞ中央研究所、北島 氏

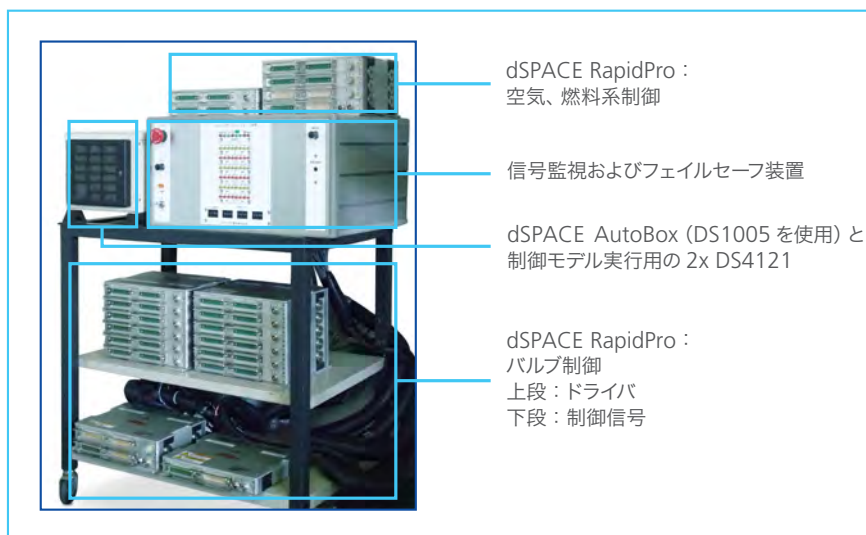
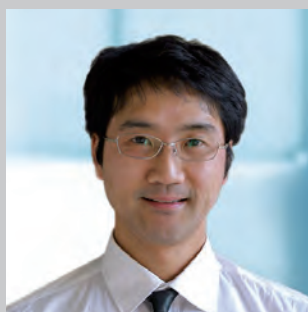


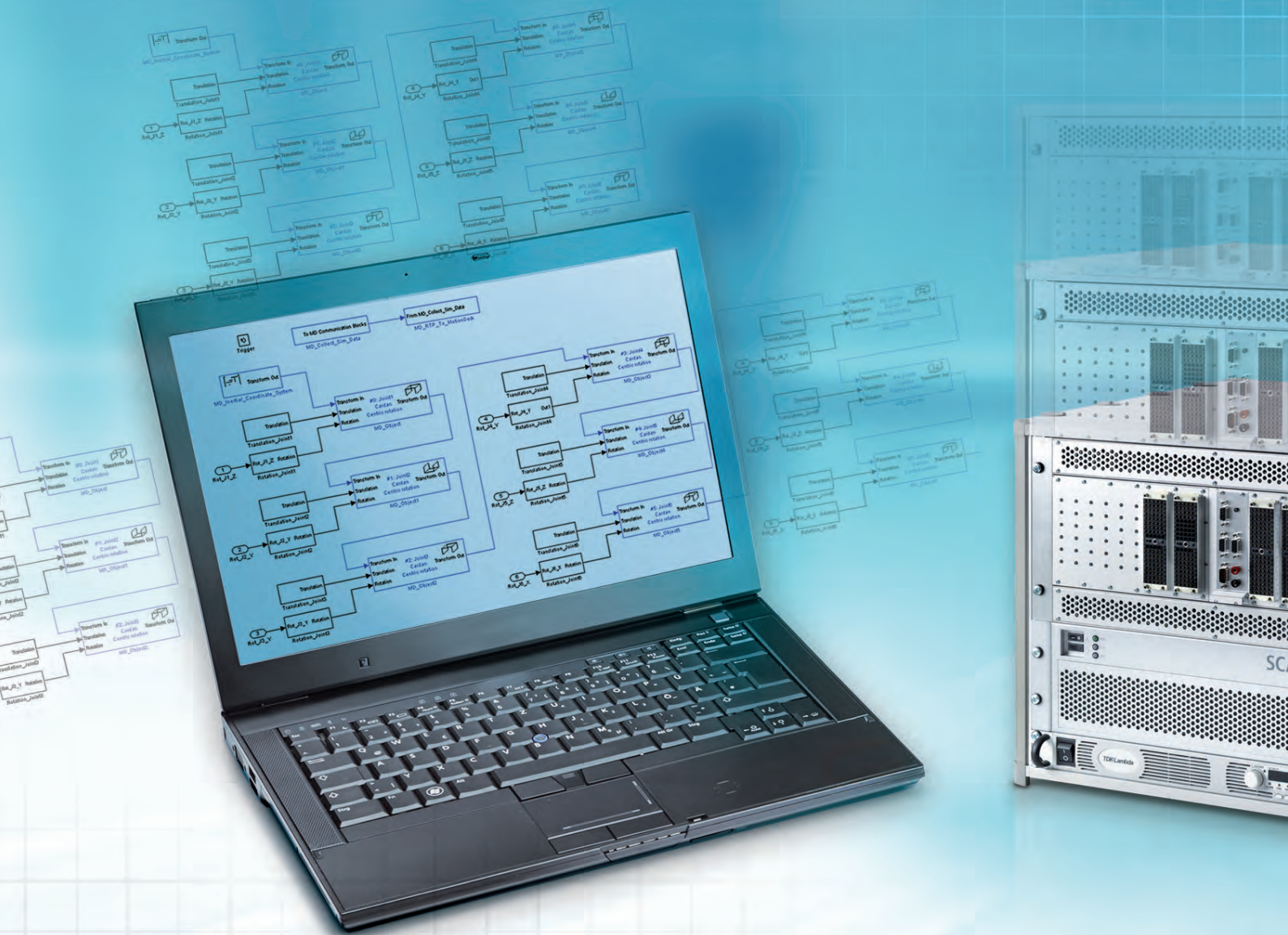
図 4：試験設備に設置された dSPACE ハードウェア。撮影のため、ハーネスを一部はずしています。

宇田川 菊太郎 氏  
株式会社いすゞ中央研究所  
エンジン研究第三部  
主任研究員



北島 亮 氏  
株式会社いすゞ中央研究所  
エンジン研究第一部  
主任研究員





大規模テストシステムの構築

# SCALEX





dSPACE の新しい HIL (Hardware-in-the-Loop) システム「SCALEXIO」は、2011 年のリリース以来拡張され続けています。最新バージョンは、ユーザが特に欠陥シミュレーションなどを含む大規模テストシステムを構築するために役立ち、複雑な環境モデルの使用を可能にします。

#### 大規模システム向けのマルチコア構成

車載エレクトロニクスが増加するにつれ、ECUの機能範囲も拡大します。その結果、より複雑な ECU には多数の I/O や無数のソフトウェアコンポーネントが含まれており、強力なテストシステムが必要となります。また同時に、環境モデルも通常（たとえば車両全体を表現する場合など）、非常に大規模なものとなります。ECU は、大規模な HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションで環境モデルを使用してテストされます。

複雑なモデルを常にリアルタイムでシミュレートするために、SCALEXIO® プロセッサユニットには 4 個のコアをもつ Intel® Core™ i7 が搭載されています。システムプロセスの計算処理は 1 つのコアで行うため、他の 3 つのコアをすべてモデルおよ

び I/O の計算に当てることができます。結果として、SCALEXIO はシングルコアでは対応できない非常に大規模で非常に複雑なモデルのリアルタイムシミュレーションを実行できます。

#### モデル分散処理の 2 つの方法

環境モデルは、複数のコアで並列して計算するために柔軟に分散処理する必要があります。これと同様に重要なものに、効率的なワークフロー、モデル開発者向けに明確に定義されたタスク、および短いコンパイル時間があります。適切に設計されたモデル部品間の通信およびモデルインターフェースと I/O ボード間の体系的な接続を確保するためには、最適なモデル管理が必要となります。

# IO

# Is Evolving

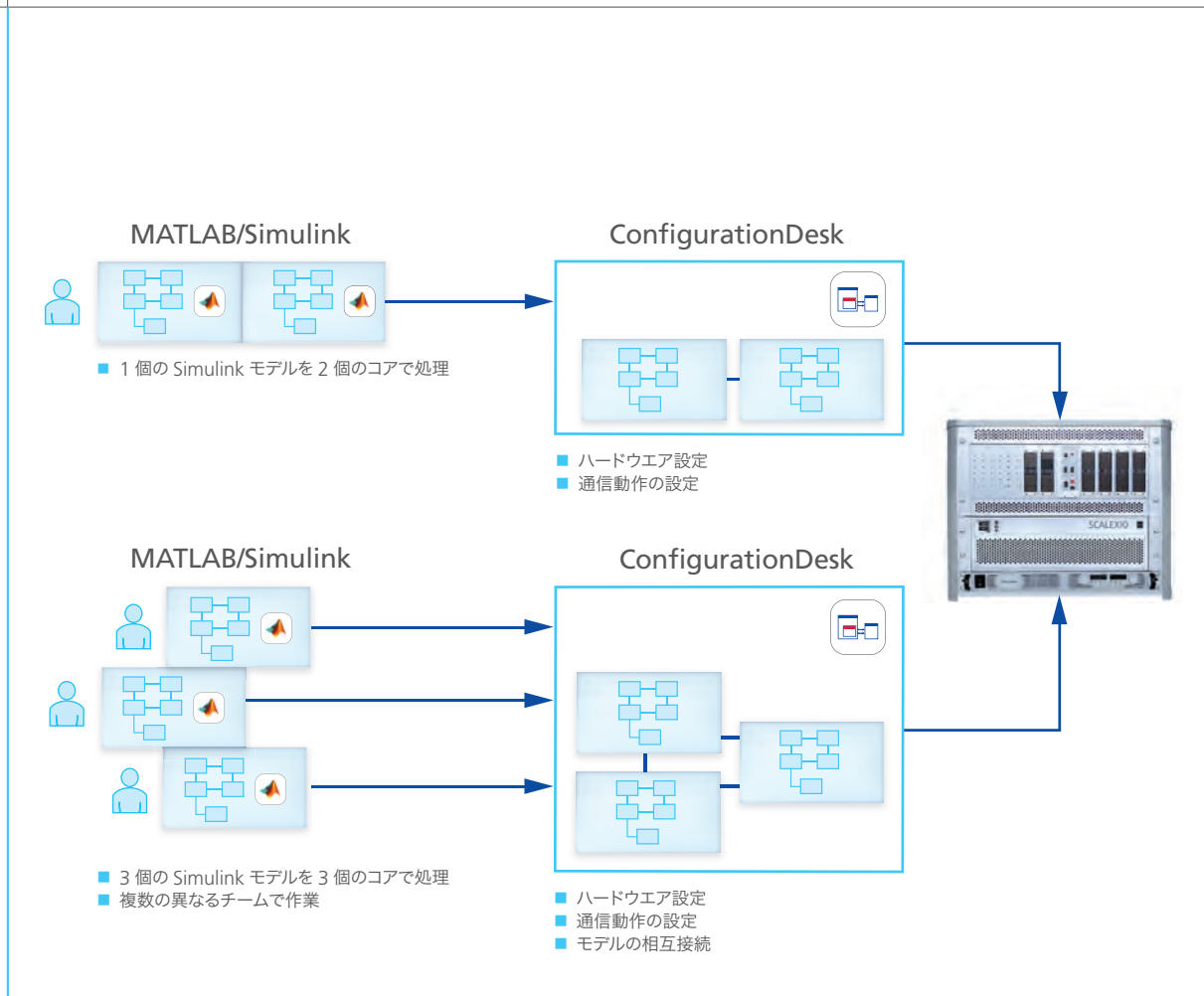


図 1：モデル分散処理の 2 つのワークフロー

モデルを構築し、複数のプロセッサコアに配分する方法は 2 つあります (図 1)。

1. 1 つのシステム全体としてモデルを開発し、複数のコアに配分するために分割する方法。この方法を実行するには、システム全体が「分割可能」なモデル部品を複数含んでいる必要があります。これらの各モデル部品にはサブシステムをいくつでも実装できます。また、サブシステムには参照モデルを含めることができます。dSPACE では、モデル部品をプロセッサコアに直接割り当てるための特別な MATLAB®/Simulink® ブロックを開発したため、プロセッサ間通信 (IPC) ブロックは不要になりました。これによりモデルの取り扱いが簡単になり、割り当てが変更された場合は、関係するモデル部品だけを再コンパイルすれば済みます。変更はモデル全体に適用されるため、Simulink でのオフラインシミュレーションが可能となります。モデルのサイズによっては、ロード時間やコンパイル時間が長くなる場合もあります。

2. Simulink モデルを 1 つの大きなシステム全体としてではなく、個々のモデル部品として開発する方法。各モデル部品には相互に密接に連携するプロセスが含まれており、順番に計算する必要があります。したがって、1 つの同じプロセッサコアに配置しなければいけません。各モデルは 1 つのコアだけに割り当てられます。変更は個々のサブモデル内だけで行うため、ロード時間やコンパイル時間は短くなります。モデル部品の利点は、複数の開発チームが並行して作業できる点にあります。

#### ConfigurationDesk を使用したグラフィカルな設定

モデルをシステム全体として作成する場合、モデルの通信と I/O ボードの通信は、dSPACE ConfigurationDesk® を使用して設定します。モデル部品を作成する場合も同じことが言えますが、モデル接続も作成する必要がある点が異なります。モデルコンポーネントと対応する通信ファイルは Simulink からインポートされ、

ConfigurationDesk でグラフィカルに表示されます。この手順は、どちらのモデル分散処理方法でも同じです。この通信ファイルにより、簡単に情報を転送し、その後の変更を実装できます。

ConfigurationDesk では、設定セットを作成し、これを使用してコンパイラ固有のビルドバージョンをモデル部品ごとに生成することもできます。これにより、異なるメモリサイズなどのさまざまな条件に対し、生成されるコードの効率を最大化することができます。

#### 欠陥シミュレーションにおける信号品質の改善

I/O チャンネル数の多い大規模な SCALEXIO システムでも、欠陥シミュレーション向けに最適化されたソリューションが必要となります (図 2)。欠陥生成ユニット (FIU) は、ECU の I/O ピンで電気的欠陥を生成するために使用します。すべての ECU 信号の欠陥に対して FIU を使用するために、中央の FIU コンポーネントへのすべての信号の経路をいわゆるフェイ

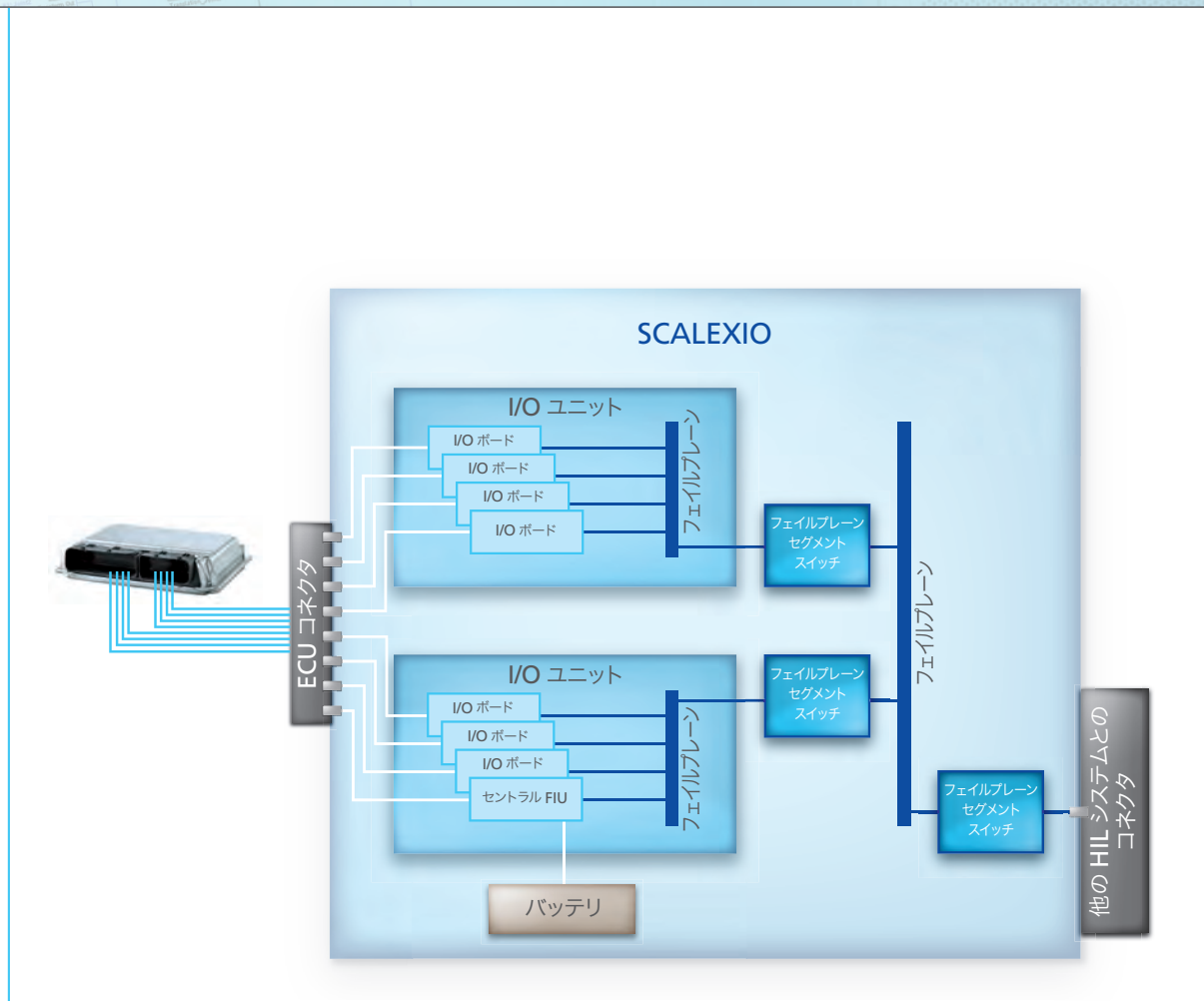


図 2 : 大規模システムの FIU の構成

ルブレイン経由で設定できます。個々のラックのフェイルブレインを相互に接続し、I/O チャンネルの追加のたびに拡張できるので、大規模なシミュレータ内の複数のラックを経路が通っていても問題ありません。フェイルブレインは別々に切り替えられるセグメントに分割されます。これにより配線を最小限に抑えることができます（ケーブルが長いと信号劣化の原因となるため）、高い信号品質を保証できます。欠陥を生成する必要がある場合は、フェイルブレインセグメントの切り替えにより、信号の経路指定に実際に必要なセグメントだけが有効になります。セグメント分割は、各 I/O ユニットの設定後に各ラックごとに個々に行われます。したがってシステムの拡張は問題にならず、拡張により品質が劣化することはありません。フェイルブレインセグメントは、SCALEXIO 経由で直接切り替えられるため、ユーザが操作する必要はありません。

#### 電源の自由な選択

SCALEXIO システムでは、シミュレーショ

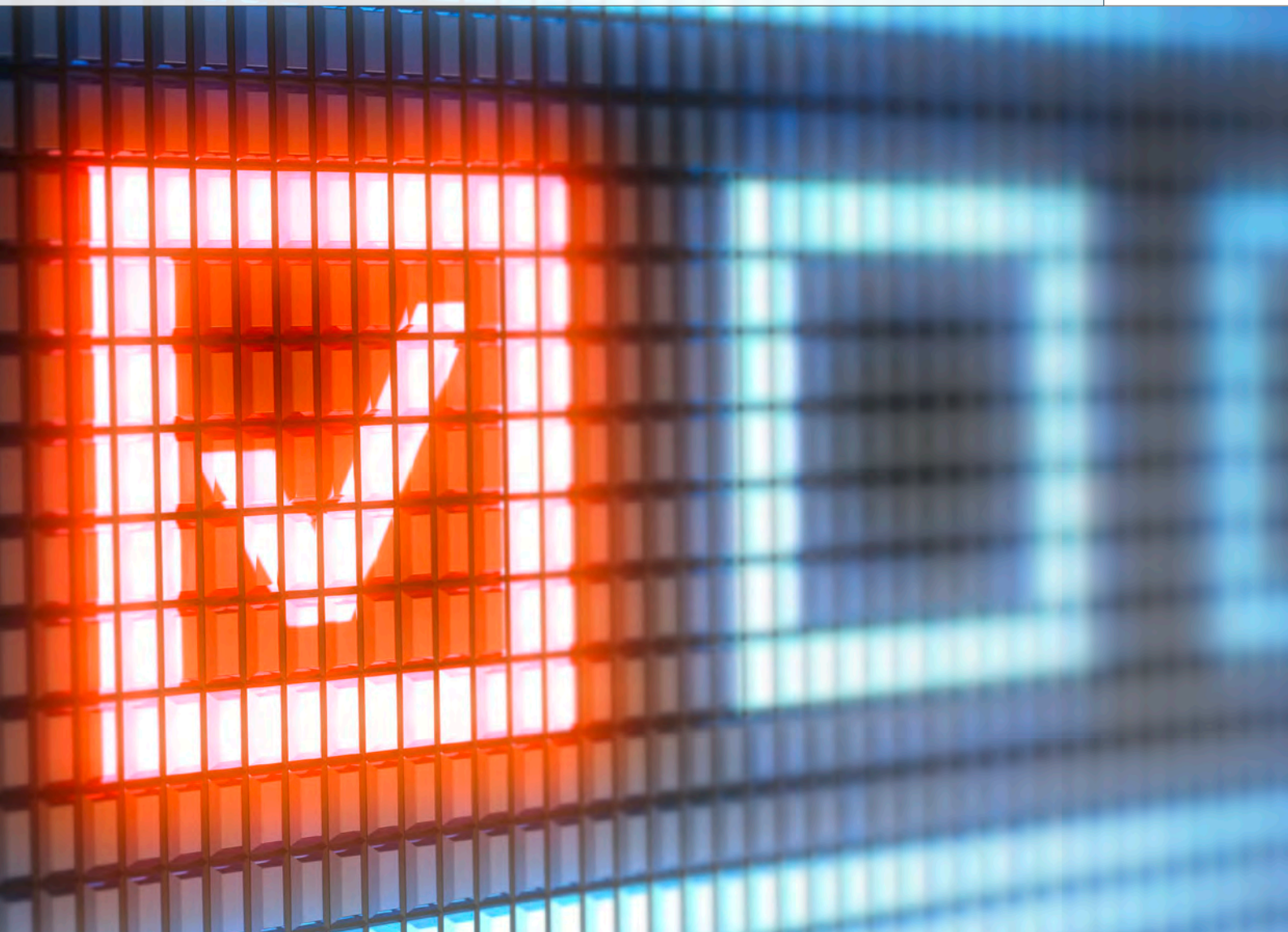
ンモデルから直接バッテリーシミュレーションにアクセスすることができます。電源ユニットは、電流値と電圧値を提供する DS2907 Battery Simulation Controller によって制御されます。SCALEXIO システムの各 DS2907 につき最大 2 つの異なる電源ユニットを使用できます。

このため、ECU の動作が正しいかどうかをテストするために複数の異なる電圧を使用する電気システムを実装することができます。■

開発データの管理

# SYNECT

要求フェーズから ECU テストまでのモデルベース開発におけるデータ管理ソフトウェア環境である dSPACE の新製品「SYNECT」、そのモジュール第一弾がリリースされました。この新しいアプローチは、グローバルチームが関与する場合でも、開発プロセス全体を通してエンジニアをサポートします。dSPACE のプロダクトマネージャ Michael Beine がこの製品戦略について説明します。



dSPACE でデータ管理ソリューションを提供することを決定した理由は何だったのですか。

当社のお客様の開発部門では、膨大な量のデータやモデル、テスト、テスト結果が発生します。これらの中には、多数のバリエーションやバージョン、大量の相互依存関係も含まれます。このデータを管理するという課題が大きくなっています。dSPACE は、蓄積したデータを中央で管理し相互にリンクするための新しいソリューションを提供します。当社のお客様の立場から見ると、一貫したデータバージョン、完全なトレーサビリティ、他のユーザによる、または新しい車両や ECU バリエーションのための他のプロジェクトでの信頼できる効率的なデータ再利用が可能になります。

SYNECT にはどのような機能がありますか。また、長所は何ですか。

特に重視したのは、モデルベース開発プロセスと ECU テストのサポートです。これらは、過去数年間でしっかり確立された手法となりました。しかしながら現時点までは、お客様は結果として生成されるモデルやデータをすべて管理するための専用ソリューションを持っていませんでした。SYNECT の特筆すべき長所を 2 つ挙げると、エンジニアリングツールとの緊密な統合と関連規格のサポートがあります。管理が必要なデータのほとんどは、MATLAB®/ Simulink® などのエンジニアリングツール、ControlDesk、AutomationDesk、TargetLink などの dSPACE ツール、および他のベンダーのツールで生成および使用

されます。これらのツールに直接接続でき、標準化されたファイルフォーマットでデータをインポートおよびエクスポートできることは、お客様にとって、さまざまな開発フェーズでシンプルで効率的なデータのやり取りと再利用が実現されることを意味します。

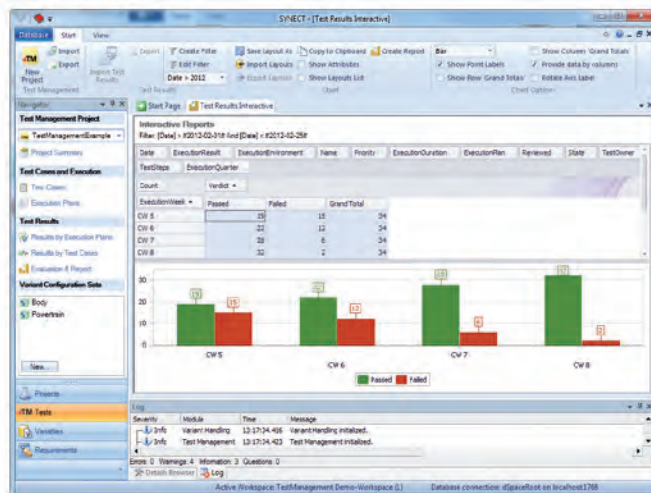
**増え続けるバリエーションへの対応が特に課題となっています。SYNECT はこの課題にどのように対応しますか。**

統合されたバリエーション管理が主要機能となります。SYNECT では、ユーザは取り扱う必要があるすべてのバリエーションとバリエーション設定を明示的に定義および管理できます。このようにして開発プロセスの最初から最後まで、異なるバージョンのすべて

## SYNECT

### データ管理および 連携ソフトウェア

- モデルベース開発および ECU テストに対応したデータ管理
- 統合されたバリエーション管理
- エンジニアリングツールへの直接接続
- 小規模なローカルチームからグローバルに分散したチームまで拡張可能



SYNECT の特筆すべき長所を 2 つ挙げると、エンジニアリングツールとの緊密な統合と関連規格のサポートがあります。

のデータを管理するだけでなく、異なるバリエーションに関連付けた管理も可能となるのです。

SYNECT において要求管理はどのような役割を果たしますか。

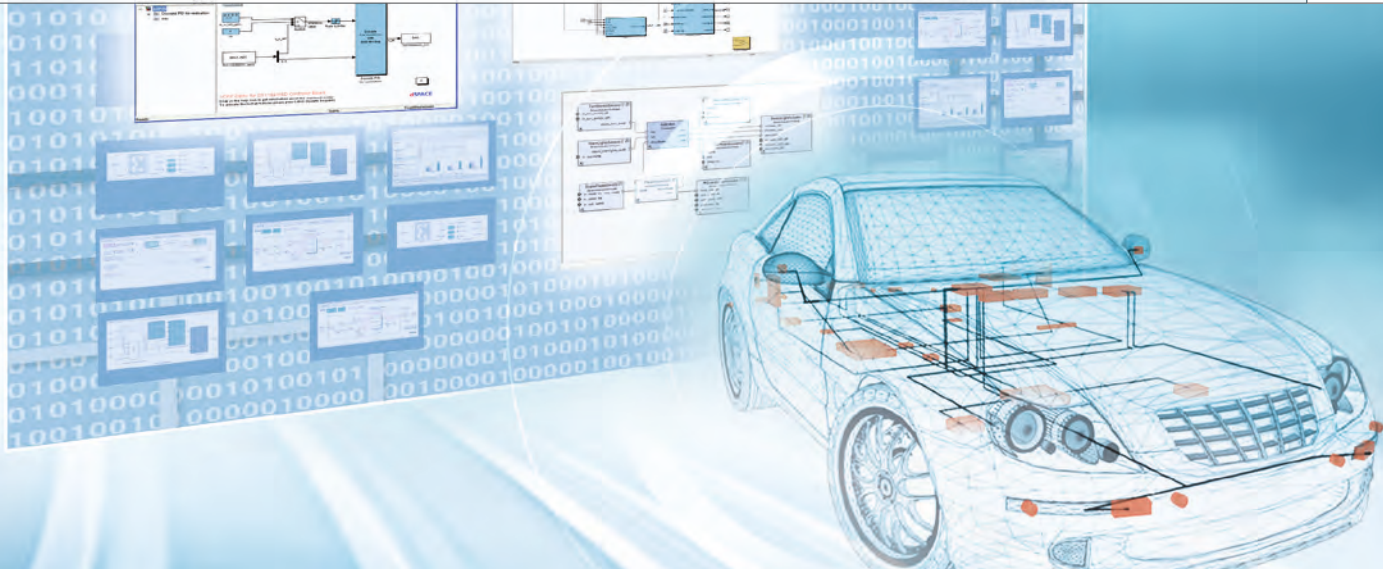
要求はモデルベース開発プロセスの必須要素であり、要求を統合するために、長年幅広く使用されている既存の要求管理ツールへの接続を提供しています。たとえば、ReqIF を使用してデータを交換するこ

とができます。ReqIF は、OMG (Object Management Group) によって標準化された要求交換フォーマットです。このフォーマットによって、SYNECT はデータ損失なしで要求のミラー化を行うことが可能になるため、要求を任意のオブジェクト、つまり、モデル、テスト、パラメータなどとリンクさせることができます。中期的には、SYNECT 自体でも要求を管理できるようになるでしょう。これを実現するための技術はすでに存在しています。

現在、お客様はデータをどのように管理しているのでしょうか。また、dSPACE のソリューションと従来のソリューションの違いは何ですか。

現在、構成管理は、一般的にファイル全体にバージョンを設定し、ファイルをチェックインおよびチェックアウトすることにより管理されています。しかし、モデルベース開発プロセスからのすべてのデータを管理するには、ファイルを使用するだけでは不十分です。お客様は、オブジェクト





ユーザは、異なるバージョンのすべてのデータを管理するだけでなく、異なるバリエーションに関連付けた管理が可能となります。

レベルでの関係および依存関係を表現および追跡できる単一データオブジェクト（多くの場合セマンティクスを含む）の「インテリジェントな」管理を期待しています。たとえば、お客様は信号オブジェクトによって機能やモデルインターフェースを記述する場合があります。dSPACE は、無数の ECU プロジェクトで培った長年の経験を新しいソリューションに役立てます。また、当社は、実績あるファイルフォーマットや ASAM、AUTOSAR、FIBEX などの関連規格に関する知識も豊富です。

**SYNECT は異なるニーズに適合させることができますか。**

まず初めに、開発チームがテスト管理やモデル管理などの個々のタスク用ソリューションや、信号およびパラメータの中央管理システムを必要とすることはよくあります。このため、dSPACE ではお客様のニーズに合わせて少しずつ拡張して総合的な中央データ管理システムとなるモジュラー方式のソフトウェアを設計しました。dSPACE のソリューションは、小さなチームにも国際的なワークフローを持つ大きな組織単位にも利用できます。

**SYNECT の最初の製品バージョンはいつから利用できますか。**

SYNECT の初回バージョンであるテスト管理モジュールは、既に 10 月にリリースされています。自動車メーカーとサプライヤによるパイロットプロジェクトは 2012

年春から実施されています。テストケースの管理、テストスイートの作成、要求のリンク、およびテスト結果の分析に加え、テストオートメーションツールへの接続を重視しています。AutomationDesk には既に接続でき、HIL システムでテストスイートを直接実行できます。BTC EmbeddedTester への接続や、TargetLink コンテキストでの MIL、SIL、および PIL テスト用ツールへの接続は開発中で、2013 年初めにリリースされる予定です。バリエーション管理ソフトウェアの初期バージョンもあります。このバージョンでは、バリエーションの依存関係をテストケースおよびテストスイート管理の一部として取り扱うことができます。

**今後数カ月で他にはどのようなモジュールがリリースされますか。**

TargetLink に接続できる信号およびパラメータ中央管理モジュールを 2013 年初めにリリース予定です。バリエーションベースのパラメータ管理の第 1 回目のプロジェクトは既に成功を収めています。モデル管理用ソリューションにも取り組んでおり、2013 年半ばに初回バージョンのリリースを予定しています。

**インタビューにご協力頂き、ありがとうございました。**



Michael Beine : SYNECT および TargetLink 製品担当主任  
プロダクトマネージャ (dSPACE GmbH)



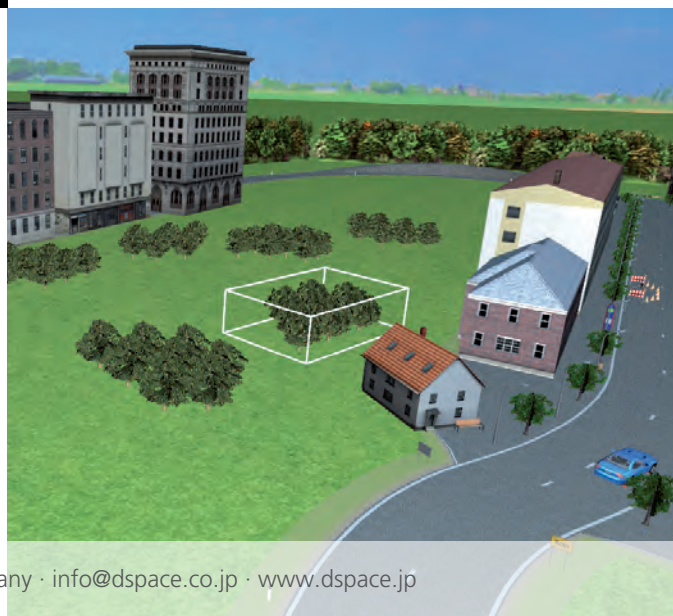
# Seeing is Knowing

ビークルダイナミクスや運転支援システムなどの用途に使用するコントローラの開発では、シミュレーションが非常に重要な役割を果たします。シミュレーションシステムの動作を理解する最善の方法は、リアルな 3D シーンをアニメーションで表示することです。dSPACE MotionDesk には、10 年以上にわたってシミュレーション対象のオブジェクトの運動学的挙動を 3D アニメーションで視覚化してきた実績があります。今回、将来的な課題に対応するために設計が変更された最新のバージョンがリリースされました。





MotionDesk : 運転支援システム向けに最適化された  
3D アニメーションソフトウェア





高度な複雑さと信頼性の高い高速フレームレートにより、驚くほどリアルなシミュレーションが実現されます。

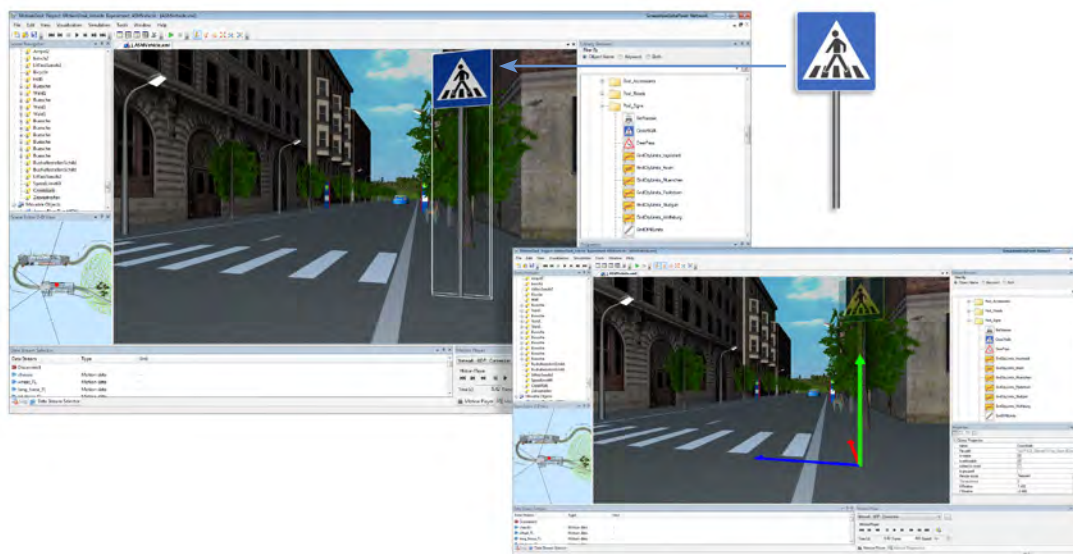
MotionDesk によりシミュレート対象のシステムとその周囲が生き生きとビジュアル表示されるため、シミュレーション結果が容易に理解できます。MotionDesk は dSPACE シミュレータ、dSPACE VEOS® または MATLAB®/Simulink® からデータ

を読み取り、ムービングオブジェクト（車両、ホイール、ステアリングホイールなど）のアニメーションをリアルタイムに表示します。グラフィカルなビジュアル表示により、ユーザはシミュレート対象のオブジェクトの実際の動作を明確に把握できます。

たとえば、複数のシミュレーションを1つのアニメーションに統合することが可能です。この手法は、異なるベークルダイナミクスを設定を互いに比較するリファレンス比較に最適です。

たとえば、まったく新しいオブジェクトを格納した 3D ライブラリなど、必要なすべての機能を1つのツールに統合。





上図の道路標識のような 3D オブジェクトをドラッグアンドドロップで簡単にシーンに追加できます。サイズ、位置、回転などの属性はすべて変更可能です。

### リアルさの追求

MotionDesk は、あらゆる種類のピークルダイナミクスの開発、そして車線変更、μスプリット、コーナリングなどの運転操作を視覚化するために最適なツールです。バージョン 3.0 以降の MotionDesk では、複雑な動作を理解するには視覚化が不可欠となる先進運転支援システム (ADAS) のあらゆる側面のサポートが強化されています。カメラベースの ADAS をテストする場合には、オブジェクトを認識するために十分なリアルさがシミュレーションに求められます。また、高速フレームレートも非常に重要です。MotionDesk のまったく新しいレンダリングエンジンは、今までより格段に詳細でリアルなビジュアル表示を保証し、複雑なシーンでも 60 フレーム/秒という安定した速度でレンダリングできます。

### 優れた利便性、スピード、実用性

新しいバージョンは取り扱いも簡単になりました。1 つのツールで主にドラッグア

ンドドロップを使用して 3D シーン作成などのすべての重要な操作を実行できるようになりました。MotionDesk の新しい 3-D Scene Editor を使用すると、外部のシーンエディタを使用する場合と比較してはるかに迅速かつ効率的に 3D シーンを作成できます。新しい総合的な 3D オブジェクトライブラリにより、オブジェクトを選択して配置するだけで、シーンを非常にすばやく構築できます。3-D Library Browser は、キーワード検索などの機能が提供され、必要なオブジェクトの検索に役立ちます。

### 旧バージョンからのシームレスな移行

MotionDesk の旧バージョンのプロジェクトは簡単に移行できます。既存のすべてのプロジェクトが即座に実行され、ユーザは旧バージョンの 3D 表示と新しい表示のどちらかを選択できます。また、COLLADA または VRML2 規格に準拠したカスタムオブジェクトを統合し、オブ

ジェクトをグループ化してシーンを簡単に構築し取り扱うこともできます。

MotionDesk は、雨や雪などの変化する天候条件も表示できます。今後予定されている dSPACE Release では、非常にリアルな影のビジュアル表示などの機能も追加される予定です。

MotionDesk は、技術的な設計変更や拡張により、未来のモビリティを実現する高度なメカトロニクスシステム、特に先進運転支援システムの開発およびテストに対応しています。■

晴天、雨、霧などの異なる天候条件で同じシーンを再現。



ビークルダイナミクスおよび運転支援シナリオの  
シミュレーションに最適のツール

# Virtual Road Construction

車は多車線の道路をたくさんの周辺車両に囲まれて走行します。ドライバーがどのような状況が発生してもリラックスして安全に対応できるように、運転支援システムは周囲の状況を評価し、必要に応じて介入を行います。これらのシステムを効率的に開発しテストするには、あらゆる種類の状況をリアルにシミュレーションする必要があります。dSPACE は、このような用途のために自動車用シミュレーションモデルをさらに最適化しました。



### 多車線トラフィックシナリオのシミュレーション

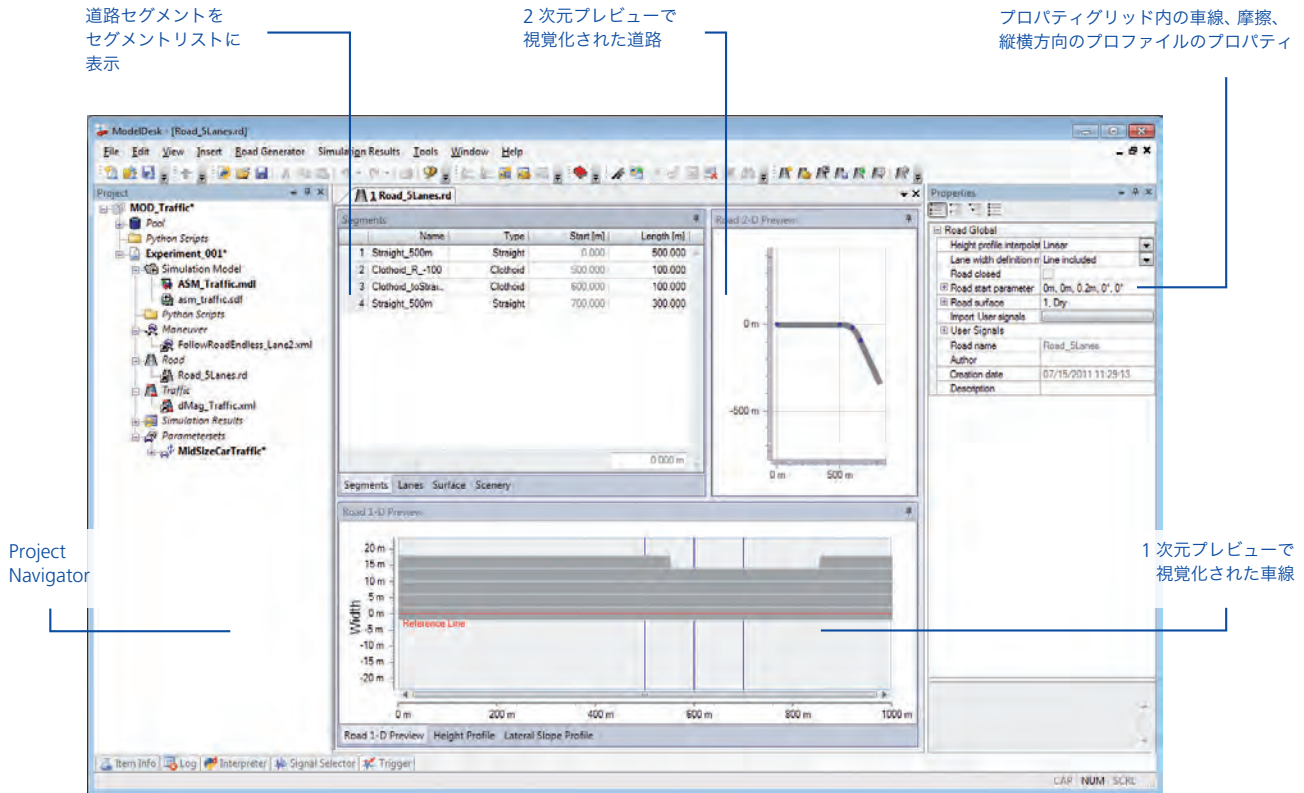
先進運転支援システム (ADAS) は、レーダーおよびビデオセンサなどのデバイスから取得した道路と周囲の交通データを評価します。ADAS は、アダプティブクルーズコントロール (ACC)、駐車支援、車線逸脱警告システムに必要なデータを提供します。自動車用シミュレーションモデル (ASM) は、これらのシステムを開発およびテストするためのさまざまなシミュレーションオプションを提供します。仮想環境では、テスト車両が実際のシナリオと同様

に他の車両と多車線の道路を走行します。仮想センサが場面を検出し、運転支援システム内のアルゴリズムにデータを提供します。シミュレーションはリアルタイムに実行され、3D アニメーションで視覚化することができます。このアニメーションは、道路標識などのアニメーション内の仮想オブジェクトを認識する実際のカメラを使用して制御ループに統合することができます。

### 道路や車線の構築ツール

dSPACE Release 7.3 では、シミュレーション環境の機能と取り扱いが拡張され

最適化されました。新機能の多くは、シミュレーション、パラメータ設定、およびパラメータセットの管理を行うグラフィカルな ASM 中央管理ツールである ModelDesk に関するものです。統合されている Road Generator では、従来のすべての道路構築オプションに加えて多車線の道路を定義できるようになりました。この新機能は、ビークルダイナミクスや運転支援アプリケーション向けなどに多車線または一車線の道路を作成する際に、複雑な定義を簡単に取り扱い柔軟性を向上させることを目的に設計されています。



ModelDesk の新機能である Road Generator は、仮想道路構築ツールです。

## ■ 道路および路面プロパティを簡単に定義して分かりやすく表示

### ■ 基本道路

基本道路は、仮想シミュレーション道路の基本となります。Road Generator では、直線部分、カーブ、スプラインなどのセグメントを組み合わせることで基本道路を作成することができます。基本道路は、他の路面条件を定義するための基準線となります。

### ■ 道路プロファイル

道路の高さと横方向の傾きも柔軟に指定できます。道路の選択した部分に（緑石、道路の穴など）特別な高さプロファイルを適用することもできるようになりました。道路の横方向プロファイルも、くぼんだ急カーブなどの部分を作成するために細かく定義できます。

### ■ 路面摩擦

選択した部分に対して路面摩擦を指定できます。路面摩擦を指定した部分は、幅と長さを自由に定義して道路に配置することができます。

### ■ 車線

Road Generator では、道路ごとに最大 5 車線について詳細な設定が可能です。道路のどの部分でも車線を追加および削除することができます。道路の幅を増減させるために移行ゾーンを定義することもできます。

### ■ 路面表示

各車線には路面表示があり、路面表示ごとに線の種類（実線、点線など）を設定できます。線の種類を設定後、線は 1 次元プレビューでアニメーション中に表示されます。

### ■ プレビュー、シミュレーション、およびアニメーション

詳細ビューでは、個々の車線、路面表示、路面、プロファイルに加え道路全体といったすべてのパラメータプロパティを一目で確認できます。概要ビューでは、道路と路面条件の全体像が表示されます。簡単な取り扱いを可能にする同期ズームやスクロール機能もあります。次の手順は、車両や「道なりに進む」などの運転操作を加えて道路をリアルタイムにシミュレートすることです。複雑な運転操作や最大 15 台の周辺車両を含む完全なトラフィックシナリオをシミュレートできます。シミュレーション中は、3D アニメーションソフトウェア MotionDesk によってシナリオがリアルに視覚化されます。



Road Generator は 3D アニメーションソフトウェアの MotionDesk と連携し、シミュレートする運転シナリオをリアルに視覚化します。

### まとめ

新バージョンの ASM/ModelDesk により、仮想道路の構築がさらに柔軟に取り扱いやすくなりました。ASM/ModelDesk は、統合されている Maneuver Editor および Traffic Editor を使用して、複雑なトラフィックシナリオをシミュレートし、テスト運転支援システムの高速で正確なテストを実現します。 $\mu$  スプリット路面におけるブレーキ運転操作の調査などのピークルダイナミクス研究も、新しい拡張機能および取り扱いの恩恵を受けることができます。これらの機能をすべて備えた ASM/ModelDesk シミュレーション環境は、最新の運転支援システムおよび安全システムを開発プロセスの初期段階から最後まで開発およびテストするために最適です。■

## 製品プロファイル ASM/ModelDesk

ピークルダイナミクスおよび  
道路交通のシミュレーション  
環境 (dSPACE Release 7.3)

- 多車線の道路をサポートする  
新しい Road Generator
- 路面条件の柔軟な定義
- トラフィックシナリオの  
直感的な定義
- 環境センサのシミュレーション



風力と太陽光による自律的エネルギーシステム

# Smart Home

将来的な化石燃料の不足や環境対応の観点から風力や太陽光を利用したエネルギー生成が実践的な段階に入ってきました。現在では、世界の各地で再生可能エネルギーをより効率的に生成し、研究、開発するため、数多くの実証実験プロジェクトが実施されています。日本では2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震で発生した原発事故をきっかけに、再生可能エネルギーへの期待がさらに高まりました。dSPACE Japan 株式会社は、現在、エネルギー制御に関わる実証実験を行うための3つのコンソーシアムに積極的に参加しています。



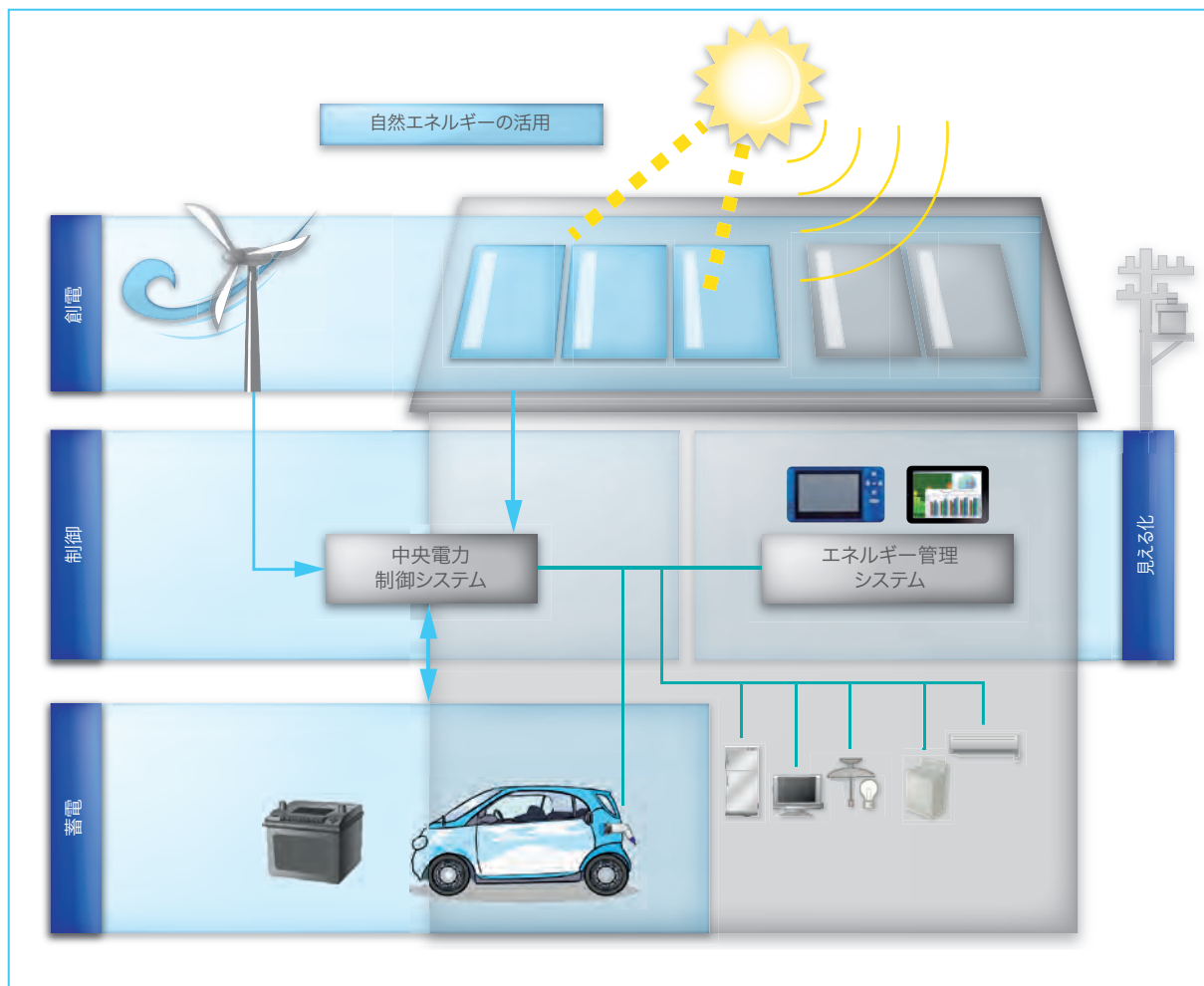
全世界で、エネルギー消費量は増え続けています。これには、世界的な経済成長、電化の進展、世界人口の増加など、いくつかの理由があります。電力の安定供給の保証は昔から当然のことですが、当社が目指しているのは、エネルギーの生成、蓄電、配給に関連したエネルギー制御全体サイクルの抜本的な改革です。その1つの方法は、需要家側で電気と熱を生成して消費する、自立型ソリューションの採用です。このソリューションは、停電や他の原因で系統電力が使用できない場合でも安定供給を担保する再生可能エネルギーから生成された電力供給を実現すること、また、石炭火力発電所のような従来の方法によっては回避できないCO<sub>2</sub>の排出を削減することを目的としています。

#### 「スマート」の意味

消費者の自宅での電気と熱の生成は、「ローカルエネルギー」の一部になります。その理由は、集中化された大規模発電所から送電線経由で電気を供給するのではなく、電気と熱の生成を、エネルギーが必要とされている場所で行うからです。「スマート」という言葉は、ローカルエネルギーの概念、たとえば「スマートハウス」と「スマートグリッド」を説明するために頻りに使用されます。スマートハウスとスマートグリッドでは、エネルギー生成、エネルギー消費管理、エネルギー貯蔵が統合され、個別のコンポーネントが通信ネットワークを介して中央制御ユニットに接続されています(図1)。このシステムでは、エネルギー全体を監

視し、エネルギー供給と利用を調整することによって変化に対応します。目標は、適切なエネルギー供給を常に確保し、必要な貯蔵装置の数を最小限に抑えることです。その理由は、依然として充電式バッテリーが高コスト要因となっているからです。一般的なスマートハウスに設置されている再生可能エネルギー関連の設備としては、太陽光発電、太陽熱集熱器、風力発電などがあります。エネルギー貯蔵装置としては、従来からある固定型の充電式バッテリーや温水ボイラーが使用されています。電気自動車は、主に充電を目的としてシステムに接続されますが、必要な場合には一時的な追加エネルギー源として使用することもできるようになりました。これは、需要と供給のバランスを保つた

図1：理想的なスマートハウスの概略図



## dSPACE がサポートしているプロジェクト

### 福岡スマートハウスコンソーシアム

福岡スマートハウスコンソーシアムは、さまざまな企業と研究機関による合同プロジェクトです。2010年6月から、公共企業体と電力会社の利益にも合致する持続可能なエネルギーシステムの可能性を研究しています。代表は中村良道、副代表は dSPACE Japan 株式会社の代表取締役社長である有馬仁志が務めており、dSPACE の技術的ノウハウ、ハードウェア、ソフトウェアを活かしてプロジェクトの遂行をサポートしています。スマートハウスのコンセプトは、技術パートナーのスマートエナジー研究所（中村良道ファウンダー）と共同で設計されました。

### 横浜スマートコミュニティ

横浜スマートコミュニティは、dSPACE Japan 株式会社 が積極的に関与しているもう1つのプロジェクトです。代表は、

有馬仁志が務めています。このプロジェクトは2011年に発足し、スマートハウスの設計は2012年の前半に始まっています。このプロジェクトでも、目的は、再生エネルギーの生成によってCO<sub>2</sub>発生防止と資源の節約を実現する方法を研究することです。

福岡スマートハウスコンソーシアムと同様に、dSPACE は、技術的ノウハウ、ソフトウェア、ハードウェアを活かしてプロジェクトをサポートしています。また、dSPACE は、参加企業と団体に対して発表の機会を提供しています。東京での dSPACE User Conference では、ミニスマートハウスおよび他の成果が紹介されました。

### 長期的な実証実験の目標

- 再生可能エネルギー社会の実現
- コンソーシアム（活動の場）とプラットフォーム（開発環境）

- 地域の力を活かすコンパクトなスマートコミュニティ
- 食とエネルギーとケアに関する統合ビジョンづくり
- 地域で元気に生きるための個人と組織のあり方
- 電力システムの新しい未来像を発信
- 分散エネルギーシステムの社会インフラ化

実証実験に参加している多くのメンバーは、エネルギー関連に関する技術の発展に非常に積極的で、自主的に研究を進めています。2012年7月には、長崎スマートソサエティが設立され、地域密着型の実証実験の機会がさらに増えました。今後も最先端の科学技術を投じて持続可能な社会システムの構築に貢献していきます。

図2：実証実験が行われている福岡市アイランドシティのレンガハウス



めの1つの方法です(図2)。

スマートハウスは独立していますが、公共送電網から切り離されているわけではありません。急にエネルギーが不足した場合、スマートハウスは公共送電網から受電することができ、一方、大量の余剰電力がある場合は、公共送電網に電力を供給できるようになります。最適なエネルギー管理を行うには、多数の要素と相互作用を検出してそれらのすべてに対処する必要があります。そのため、中央制御装置の制御アルゴリズムの開発は困難な作業です。

### テクノロジーの現状

ここ数年にわたって、スマートハウスやスマートシティを取り巻く技術開発が続けられてきました。現在の充電式バッテリーは、従来と比べて大幅な大容量化と充電特性の向上が進み、価格も手頃になっています。また、電気自動車の数も増加しています。電気自動車に対しては、スマートハウスが実用的で実現可能な充電設備を提供

する必要があり、一方、電気自動車自体は貯蔵装置としても使用できます。さまざまな家電製品間のネットワーク通信機能も向上したため、1つの中央制御装置ですべての家電製品を制御することが可能になりました。これらのイノベーションのすべてを1つにまとめることで、スマートハウスの建築が可能になり、経済的にも実現可能な範囲となります。

### 制御アルゴリズムの進化

スマートハウスでの効率的なエネルギー管理には、次のような数多くのタスクを実行する必要があります。

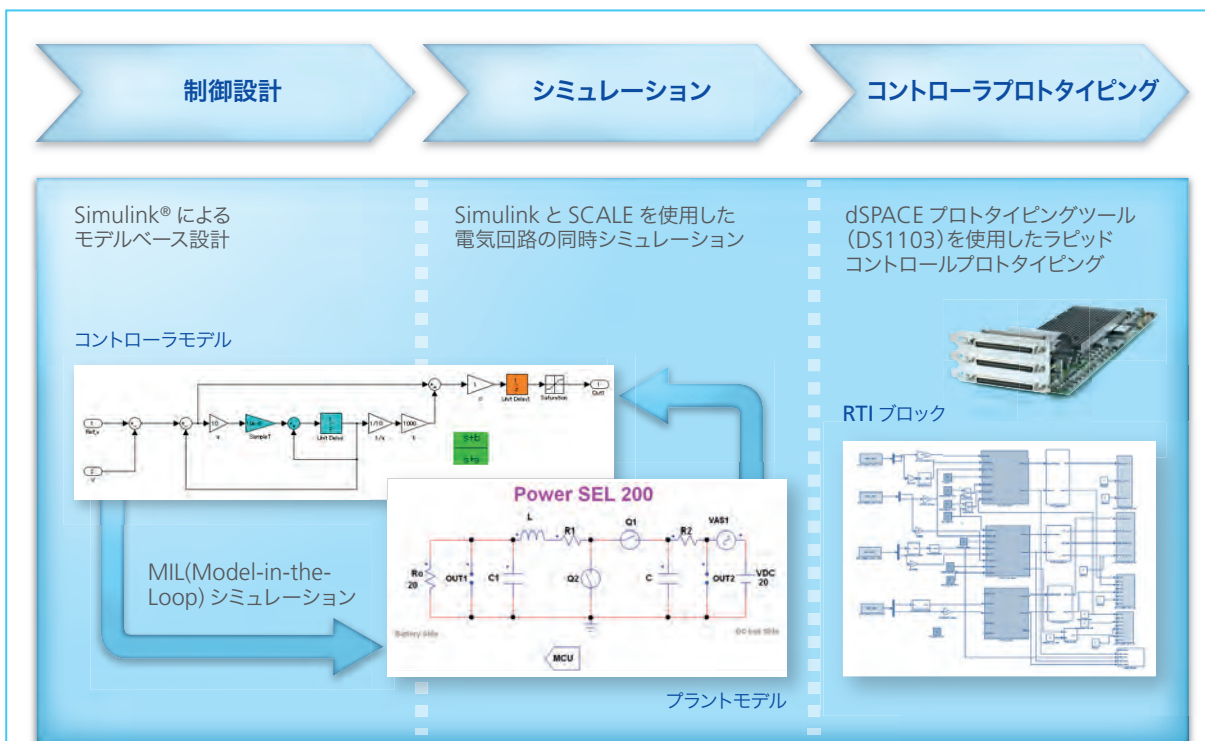
- 発電の監視
- 電力貯蔵の管理
- 消費量と供給量のバランス調整
- 利用可能なエネルギー量に基づいたエネルギー消費量の制御

福岡スマートハウスコンソーシアムの実証

実験プロジェクトは、エネルギー管理用の制御アルゴリズムを Simulink で開発することから始まりました。モデルベースの手法により、従来の手法と比較して開発期間が大幅に短縮されました。現実的なテストには、実際の制御アルゴリズムだけでなく、外部からの影響を再現する環境モデルも必要です。制御アルゴリズムのテストに使用した環境モデルは、崇城大学エネルギーエレクトロニクス研究の中原教授によって開発された SCALE シミュレーションソフトウェアで作成しました。コントローラモデルは、MIL (Model-in-the-Loop) シミュレーションによって繰り返しシミュレーションされ、最適化されました(図3)。

最適化後、完成した制御アルゴリズムを、dSPACE のラピッドコントロールプロトタイプングハードウェアの DS1103 にダウンロードしました。この DS1103 は、ミニスマートハウスの中央制御装置として機能します。

図3：福岡スマートハウス実証実験プロジェクトにおけるモデルベース開発のプロセス



このエネルギー管理の実験目的は、現地で生成されるエネルギーをできる限り使用することです。

#### ミニスマートハウス

ミニスマートハウスは、実際のスマートハウスを縮小した物理モデル(図4)で、制御アルゴリズムのより詳細なテストを行うための試験対象物として使用されています。インテリジェントなエネルギー管理機能を開発するには、エネルギー効率に関するさまざまな管理戦略の効果を把握するために、まず最初にエネルギーサイクルの動きについてのデータを取得する必要があります。

エネルギーの必要量は実際のスマートハウスの5分の1ですが、ミニハウスには完全な中央制御装置が設置されています。天気予報を使用して、太陽光発電と風力発電の設備によって生成される電力を計算してシミュレートしました。貯蔵装置としては、実際のバッテリーとシミュレートされた電気自動車を使用します。

エネルギー消費量の想定値は、平均的世帯の標準的な消費曲線に基づいています。

このエネルギー管理の実験目的は、現地で生成されるエネルギーをできる限り使用して、スマートハウスに電力を供給する公共送電網への負担を回避することです。自家消費と貯蔵装置は、強風時に多数の世帯が同時に電力を送電網に供給した場合に発生する極端な電力の変動を防止します。それにもかかわらず、他の場所でのエネルギー不足を解消するために、公共送電網へ電力を供給することが可能である必要があります。

エネルギーの流れと制御のオプションは、dSPACEのControlDeskにビジュアル表示されます。これによって、さまざまな挙動の効果およびエネルギー効率に対する影響を徹底的にテストして、ミニスマートハウスシステム全体への影響をシミュレートすることが可能となりました。そのため、いつでも必要なときに制御アルゴリズムを素早く調整して、新しい研究成果を簡単に取り入れることができました。

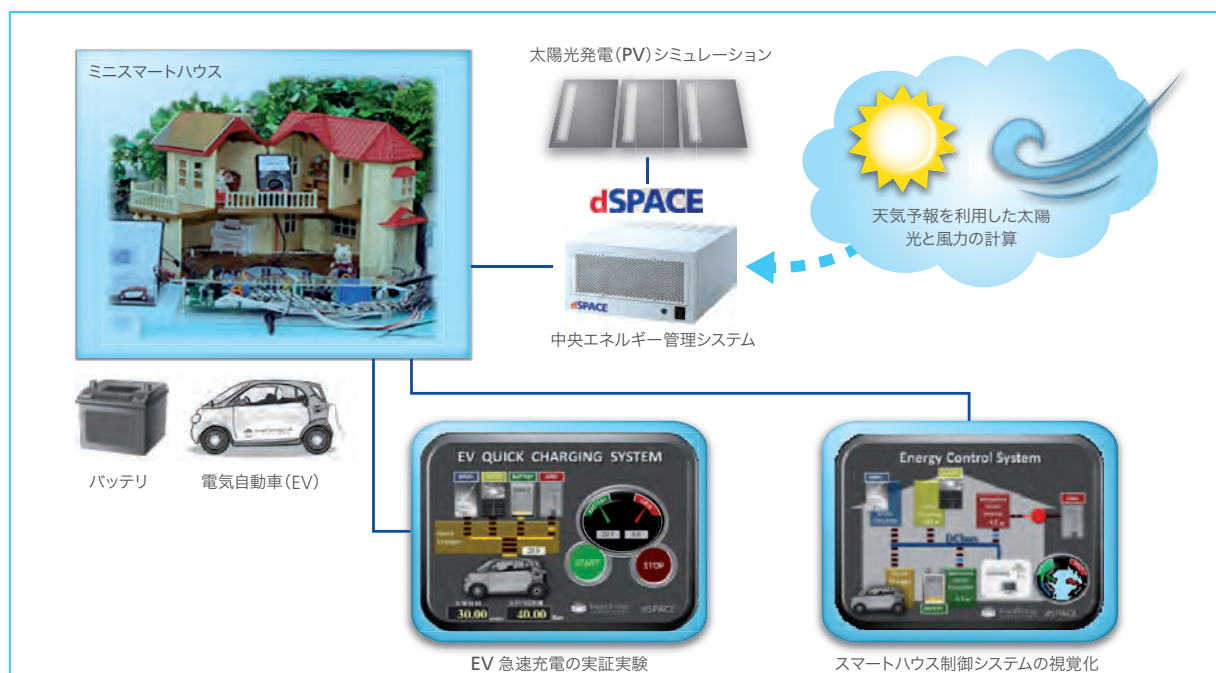
#### 実物大のスマートハウス

ミニスマートハウスの制御からの研究成果を、その後、実際のスマートハウスでご覧頂けるようになりました。このスマートハウスは福岡市(図2)に建築され、2012年4月にスマートハウスやエネルギー制御に関わる最新技術の常設展示を開始いたしました。この福岡レングハウスでの展示では、参加している各企業、教育機関、団体が個別に研究したり、共同開発した試験的な製品や要素技術をご覧いただけます。

#### スマートハウスの技術構想

エネルギーは太陽光発電と風力発電の設備で生成され、余剰なエネルギーは固定式のリチウムイオンバッテリーを充電して貯蔵されます。同じように、温水ボイラーと電気自動車のバッテリーも貯蔵装置として使用されます。また、スマートハウスは、公共送電網にも接続されています(図5)。さらに、中央制御装置はシステムの中核で

図4：ミニスマートハウスの概略図



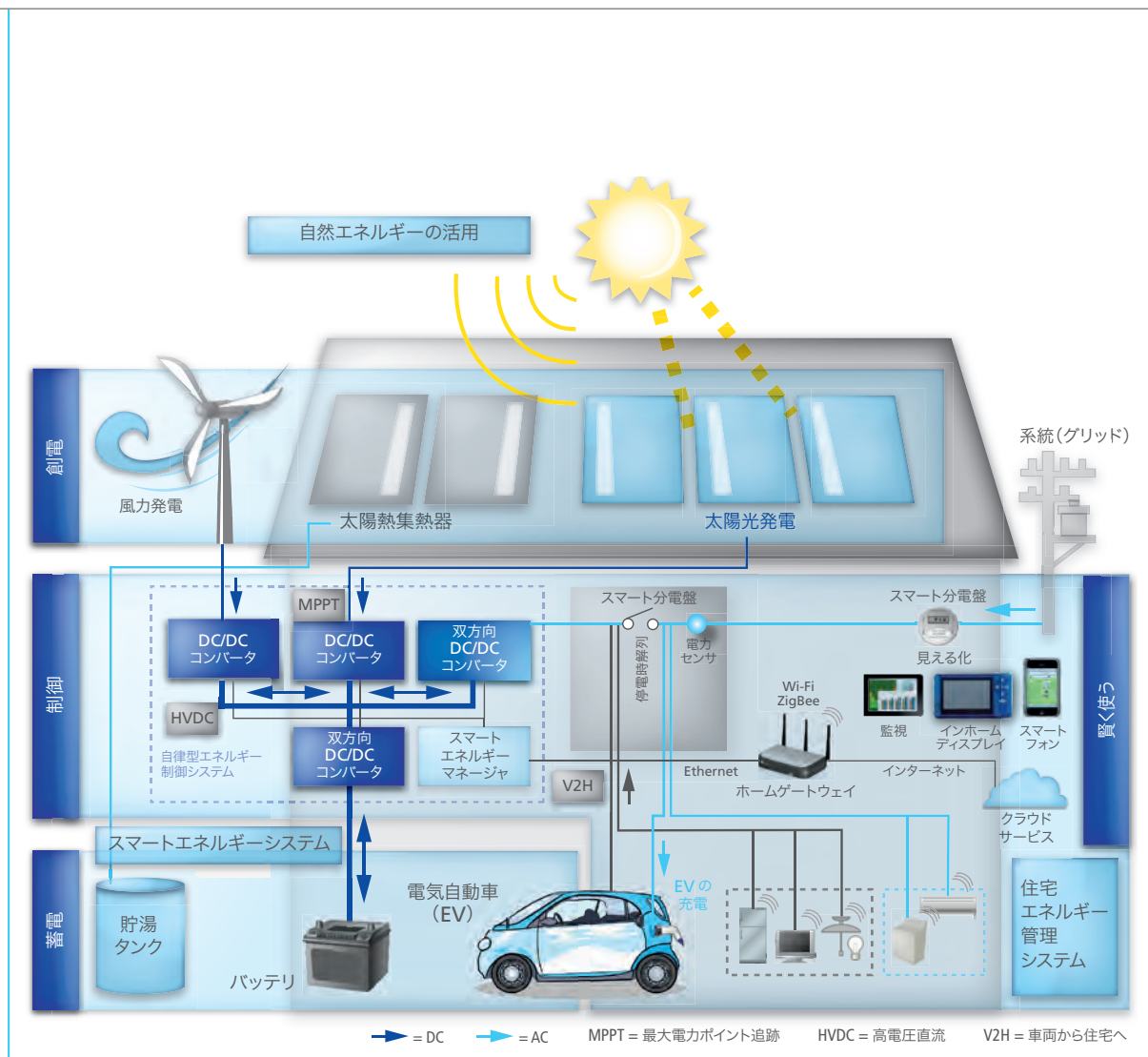


図5：ミニスマートハウスのコンセプトを適用した実物大のスマートハウス

あり、評価を行うために必要なすべてのデータを収集します。大型のバッテリーは非常に高価であるため、効率的なエネルギー管理と消費管理が不可欠です。天気予報は、再生エネルギーの生成によって作り出されることが期待されるエネルギー量の概算値だけを提供するので、システムは高い柔軟性を持っている必要があります。また、利用可能なエネルギーが制限される状況についても考慮する必要があります。その理由は、太陽光エネルギーが存在するのは日中だけであり、十分な風力エネルギーが得られるのは秋から冬の期間だけだからです。合理性を重視したエネルギー管理では、電気自動車の充電や食洗機の運転など、急を要さない作業を、エネルギーの生成量が多い時間帯にシフトさせています。

#### WLAN 経由のアクセス

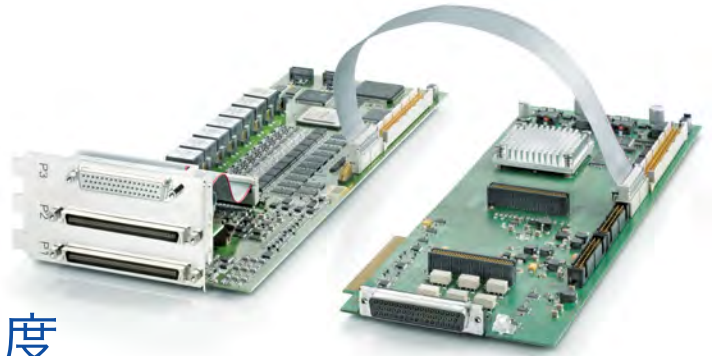
スマートハウスの中央制御装置にはス

マートフォンまたはタブレット端末からWLAN 経由でアクセスすることが可能なため、居住者は、現在の状態と消費量の値を確認して、変更を行うかまたは停電に関する情報を取得できます。

#### まとめ

スマートハウスのエネルギー管理に関する実験と経験から、スマートハウスの将来は非常に明るいと云えます。モデルベース開発は、効率的なスマートエネルギーコンセプトの開発に非常に有効であることが証明できました。

dSPACEは、さまざまな実証実験プロジェクトを通じてエネルギー制御技術の研究を積極的に続けていく予定です。■



## エンジン角度の高精度 計算処理による HIL シミュレーションへの対応

dSPACE DS5203 FPGA Board は、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーション中に信号のプリプロセス処理を行い、プロセッサボードでの計算負荷を軽減します。また、dSPACE Release 7.3 では、ユーザプログラミングが可能な FPGA に加え、APU バスへの接続機能も提供します。回転角度処理ユニット

(APU) は、HIL シミュレーションに入出力値を提供するための基礎として、エンジン角度を高精度で計算します。DS5203 はマスターまたはスレーブとして使用可能です。このボードを APU マスターとして使用する場合は、シミュレーションモデルの角度値が計算されてボード上の FPGA で使用され、必要に応じて

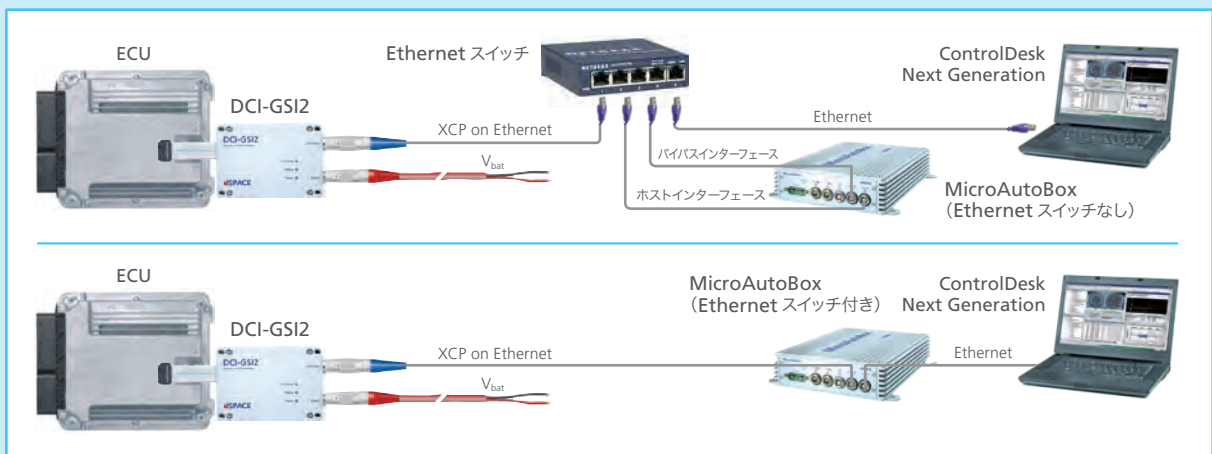
APU バスを介して他の I/O ボードに転送されます。APU スレーブとして使用される場合は、DS2211 HIL I/O Board などの別の dSPACE I/O ボードからエンジン角度値を受信します。受信した角度データは、DS5203 で実行されるシミュレーションモデルでも使用することができます。■

## MicroAutoBox に Ethernet スイッチを追加

プロトタイピングアプリケーションの設定を非常に簡略化する GBit Ethernet スイッチが dSPACE MicroAutoBox に統合されました。以下のシナリオ例では、並列通信が必要

な場合の新旧の違いが示されています。並行して行われる通信の一方は ControlDesk® Next Generation と汎用インターフェース DCI-GS12 間の計測および適合作業で、他方は

MicroAutoBox と DCI-GS12 間のバイパス通信です。MicroAutoBox の以前のバージョンでこの設定を行うには別の Ethernet スイッチと複数の追加ケーブルが必要でした。■



上図：以前の MicroAutoBox II を使用して、バイパス通信と並行して ControlDesk Next Generation で ECU 計測データの取り込みやパラメータ調整を行う場合の一般的な設定

下図：Ethernet スイッチが統合された新しい MicroAutoBox II を同じシナリオで使用した場合

## 最新の EMH ソリューション： 安全性、分解能、 ユーザビリティの向上



dSPACE の EMH (Electric Motor HIL) ソリューションは、モーターの HIL シミュレーションに必要なすべての I/O チャンネルを提供します。近日リリース予定の新バージョンでは、電気的安全性の向上、チャンネル機能の拡張、ユーザインターフェースの強化といった重要な技術革新を多数提供いたします。EMH ソリューションには、DS5202 FPGA Base Board、専用のモーター I/O モジュール、MATLAB®/Simulink® 環境でモデルの設定に使用する Real-Time Interface (RTI) ブロックセットを含んでいます。

新バージョンではすべてのチャンネルに対して  $\pm 50$  V の電氣的保護を備えており、電氣的欠陥シミュレーション中の電圧による損傷を防止します。PWM 計測用デジタル入出力チャンネルの分解能は、計測レンジ 0 V ~ 20 V で 12.5 ns (80 MHz) に引き上げられています。また、スイッチング閾値は 1 V ~ 8.5 V の間で無段階に設定できます。設定とリソース管理に使用する RTI ブロックセットも改良されています。RTI ブロックセットを使用すると、部分的なアップデート後にシミュレーションモデル全体を PC 上でチェックし、各シミュ

レーションブロックの使用頻度や設定が正しいかどうかなども確認できます。このため、モデルをハードウェアにダウンロードし、テストのためにビルドプロセスを実行する作業が不要になります。EMH ソリューションの新バージョンは、旧バージョンとピン互換があります。新しい RTI ブロックセットも下位互換性があるので、既存の EMH ソリューションと新しい EMH ソリューションのどちらを設定するためにも使用することができます。■

## 最大 60 V の高電圧に対応： 電子負荷モジュール

モーター向け HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーション用 dSPACE ラインナップに電子負荷モジュールの新製品が追加されました。この新しいモジュールはモーター/ジェネレータ間の電流をエミュレートできるため、これらの電流を使用する ECU テストに機械的なテストベンチを使用する必要がなくなります。このモジュールは最大 60V の電圧に対応可能なため、42 および 48V の高電圧車載シ

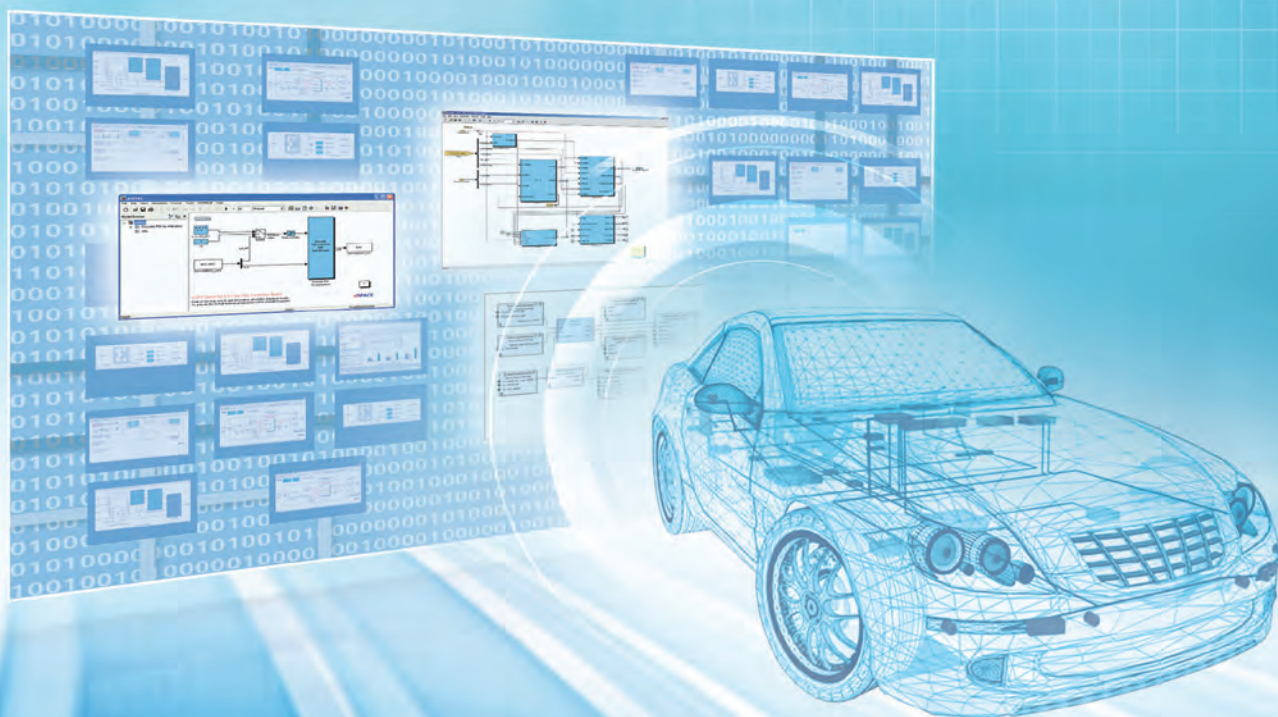
ステムや高度な電気装置での使用にも最適です。実際の 3 相電流をエミュレートし、エネルギー回生もサポートするため、システム全体のエネルギー効率を高めることができます。代表的なテストアプリケーションとしては、電動パワーステアリング、スタータ/ジェネレータシステム、およびマイルドハイブリッドドライブなどがあります。■



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



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



System Architecture

Rapid Control Prototyping

ECU Autocoding

HIL Testing

## 開発データ統合管理という、新領域へ。 「dSPACE SYNECT」登場。



開発者にとって、データは貴重な財産。だからこそ、モデルやテストの内容／結果などすべてのデータを把握し、思いのままに管理・活用したいという開発者も多いことでしょう。そんなニーズに応える新たなソリューション、統合データ監理ツール「SYNECT」登場。モデルベース開発に必要なデータの一貫性を保証でき、要件からECUテストまで、全プロセスを通じてトレーサビリティと再利用を容易に実現します。

dSPACE SYNECT、それは効率的な統合データ管理ソリューションです。

Embedded Success