

RealTimes

2019/2020



次世代 E/E アーキテクチャ p.6

大量のデータを素早く検索する p.22

ETAS の 25 年 - 熱い心はそのままに p.44

ESCRYPT セキュリティ特集 p.49

ETAS

DRIVING EMBEDDED EXCELLENCE



読者の皆様へ

自動車開発の世界に身を置く私たちにとって関心の多くは未来に向けられていますが、本号のRealTimesでは敢えて過去の出来事にも焦点を当てます。その理由は、本号を読み進めていただければおわかりいただけるでしょう。

ETASは自動車業界の未来を見据え、車載ソフトウェア開発の新たな世界を切り開いています。カーエレクトロニクスは現在、かつてないほどのスピードで進化を遂げています。コネクティビティと自動運転の大きな潮流の中で、まったく新しいE/Eアーキテクチャや開発プロセスが求められています。マイクロプロセッサを搭載し、AUTOSAR Adaptive規格に準拠した強力な「ビークルコンピュータ」が従来のマイクロコントローラを用いたECUを補完し、時には取って代わろうとさえしています。このダイナミックな変化を皆様とともに形作っていきたいと、私たちは考えています。

このエキサイティングなクルマ未来予想図を現実のものにするために、ツールやソリューションを開発者に提供するのがETASの使命です。本号では、ETASが提供しているRTA-VRTEプラットフォームソフトウェアフレームワークやISOLAR-A_ADAPTIVEアーキテクチャ設計ツールといった革新的なソリューションをご紹介します。

さらに、将来対応型テストシステム、燃料電池システムのシミュレーションモデル、膨大なデータをすばやく検索する方法など、未来の車両開発における興味深い諸側面に光を当てていきます。

しかしETASの興味は未来の話にとどまりません。MDA V8、INCA-FLOWといった定評ある既存製品や、SCODEツールの採用事例なども取り上げます。これらの記事も、非常に興味深い内容となっていますので、ぜひお手にとってみてください。

ETAS設立25周年にあたる2019年は、創業時の精神に立ち返る機会に恵まれ、ETASにとって意義深い1年となりました。私たちはこの25年間の成功を誇りに思うとともに、お客様とパートナーの皆様なくしては、これらの成果はありえなかったことを改めて認識しました。25周年記念ページをご覧になり、一緒に当社の歴史を振り返っていただければ幸いです。

最終章は企業戦略としての自動車セキュリティ、ハイブリッドビークルネットワークの保護、AUTOSARセキュリティなどをテーマとしたESCRYPTの特集です。未来の自動車社会に欠かせない「セーフティネット」についてご紹介していますので、ぜひご一読ください。

自動車開発の歴史と展望の両面を特集した本号を、お客様にお届けできることを誇りに思うとともに、四半世紀にわたる皆様の信頼とご愛顧に心よりお礼を申し上げます。「熱い心はそのままに」のモットーを胸に、次の25年の始まりに乾杯！

Friedhelm Pickhard Bernd Hergert Christopher White

左から：

Christopher White

営業部門 取締役副社長

Friedhelm Pickhard

代表取締役

Bernd Hergert

オペレーション部門 取締役副社長

目次

未来の車両開発

- 06 次世代 E/E アーキテクチャ
新たな機会を提供するビークルコンピュータの
新 E/E アーキテクチャ
- 10 未踏の道を拓く：AUTOSAR Adaptive
コネクテッドビークル用ソフトウェアの新規格
- 12 AUTOSAR Adaptive 導入に備える
ETAS が新規格に向けた包括的なソリューションを
提供
- 15 お客様の目的を実現する協力体制
ETAS Early Access Program を活用した
AUTOSAR Adaptive 開発状況
- 16 ETAS は Safe4Rail-2 の AUTOSAR パートナー
安全な未来志向の鉄道アプリケーションに関する
ヨーロッパのプロジェクト
- 17 クラウド上の仮想 ECU
期待される ETAS ISOLAR-EVE と COSYM の連携
- 18 充電管理の完全制御、そしてその先へ
将来に向けた車両制御装置（VCU）テストシステム
- 20 新たなドメインが求める新たなモデル
LABCAR-MODEL 製品ファミリーに燃料電池モデルが
登場
- 22 EATB – 大量のデータを素早く検索する
開発者と品質管理者のための効率改善ツール
- 24 車両管理ソリューションによるコスト削減
車両開発の迅速化と効率的なフリート管理
- 27 ETAS と National Instruments が合併会社を設立
National Instruments のソフトウェア定義型プラット
フォームと ETAS のグローバルなテスト・評価ソリュー
ションを結ぶパートナーシップ

ETAS サクセスストーリー

- 28 連携する RTA-BSW と ISO 26262
ASIL-D:2018 のアプリケーションに準拠する ETAS
AUTOSAR 基本ソフトウェア
- 30 規格化で得られる柔軟性
AUTOSAR の実装がチームを成功に導く
- 32 10 対 1,000,000,000
Bosch のパワートレインソリューションズ部門が
SCODE を体験
- 34 INCA-FLOW – 連携による成功
ガイド付適合と自動化による効率アップ
- 36 迅速・直感的な計測データ解析
進化した処理能力と明快で革新的なユーザーインター
フェース
- 39 INCA を学ぶ
Werner-Siemens-Schule にて、意欲的なエンジニアの
ための INCA 入門セミナー
- 40 枠にとらわれない発想で
ブラジルでのモデリング作業を ETAS ASCMO で迅速化
- 41 国民大学とのコラボレーションに成功



ETAS の 25 年

- 42 ETAS のあゆみ
- 44 ETAS の 25 年 - 熱い心はそのままに
節目に寄せてのメッセージ

ETAS をもっと知る

- 46 写真で振り返る ETAS の 1 年
- 48 レディ、セット、ゴー！
一新された ETAS ウェブサイト

ESCRYPT セキュリティ特集

- 50 「サイバーセキュリティの搭載は、車両の型式認証の
ための前提条件となりつつあります」
Moritz Minzloff 博士に聞く、戦略的課題としての車載
セキュリティ
- 52 ハイブリッド CAN-Ethernet ネットワークでの侵入検知
2 つの世界に最適なセキュリティ対策の構築
- 54 AUTOSAR セキュリティ
包括的な車両保護の実装が必要な Adaptive プラット
フォーム
- 58 ECU へのデジタルな予防接種
ネットワーク接続を備えた車両の IT セキュリティの
確立は、ECU 製造現場から既に始まっています
- 60 ハードウェアセキュリティモジュールの性能向上
新しいサービス指向の HSM ソフトウェアにより、未来の
電気システムアーキテクチャを保護
- 63 ESCRYPT の新しい本社社屋の建設
- 65 拠点および発行者情報

次世代 E/Eアーキテクチャ

新たな機会を提供するビークルコンピュータの新 E/E アーキテクチャ

カーエレクトロニクスは現在、コネクティビティや自動運転といった大きな流れの中で重要な変化に直面しています。これからは、分散しているいくつものドメインをマイクロプロセッサベースの「ビークルコンピュータ（VC）」で一つに統合する、まったく新しい E/E アーキテクチャが求められることとなります。AUTOSAR Adaptive 規格に基づくソフトウェアと、VC を複数の仮想マシンに分割する機能が原動力となり、車載ソフトウェアの開発は新たな局面へと向かうでしょう。

コネクティビティの大潮流（メガトレンド）に乗って、自動車にも「つながる家電」と同様の通信技術と使い勝手が求められつつあります。最新の車両は周辺設備にも接続されるようになりました。この変化はこれまでにない可能性の世界を拓きます。自動車の機能が大幅に増加するとともに、スマートフォンと同じようなサービスやユーザーエクスペリエンスをも提供できるようになるでしょう。この進歩により、種々のIT（ソフトウェア）技術が十分に試行され、車両に搭載されるようになりました。二つ目の大潮流は運転支援、そして日に日に自動化の度が高まる自動運転。これもまた、交通環境認識をはじめとする機能の劇的な増加を意味しています。

これら二つの先進技術をともに実用化することは既存のECUネットワーク上では困難であり、今よりはるかに高い計算能力および構造化されたアーキテクチャが要求されます。予想される高機能化はソリューションを格段に複雑なものにし、120もの分散ECUが必要になると考えられています。

このスケールを理解するために一つ比較をしてみましょう。今日の車載ソフトウェアはすでに1億行を超えるコードで構成され、これはスペースシャトルの100倍、民間航空機の4倍以上の数となります。Bosch社のエキスパートの予測によると、リアルタイムシステムやインタラクティブなアプリケーションを含めたハードおよびソフトの全機能をカバーするには、未来の車載ソフトウェアの複雑さは今の1万倍の規模になります。自動車はいわば「車輪付きのスマートデバイス」とも呼ぶべき、ソフトウェアが主役のシステムになります。そうしたソフトウェア部品をすべて確実に組み入れ、かつ自動車安全度水準（Automotive Safety Integrity Level：ASIL）における最高レベルDの安全要件とサイバーセキュリティ要件の両方を満たすことが、目の前の課題となるのです。

限界を超える複雑さー新手法の必要性

自動車業界はこのような課題に対し、IT・モバイル通信機器を駆使する取り組みを進めています。優れた計算能力と、より大きい（外部）ストレージ容量を備えたマイクロプロセッサ（ μP ）ベースのビークルコンピュータ（VC）に現行型のマイクロコントローラベースのECUを補完させれば、自動車メーカーは従来のECUの機能を集中型のVCへと移行できます（次頁の図1）。

これにより、分散していたドメインは一つに統合されます。3～4個のドメインを単一のビークルコンピュータへ統合する新アーキテクチャ。その発想と実現を助けるもう一つの技術は、ハイパーバイザを用いたVCの分割です。統合された一連の仮想ECUは、それぞれがカプセル化したドメイン上で独立して稼動することができます。

この柔軟性にクラウド接続を組み合わせれば、走行中でも新たな機能やアップデートを車両へ送信できます。この無線通信（over-the-air：OTA）技術こそが新しいビジネスモデルへの鍵となり、新たな販売機会の創出につながることを期待されています。

走行時のあらゆる車両データへのアクセスは、さらなる魅力の一つです。自動車メーカーは車を購入しようとするお客様により的確なアドバイスをし、実際の運転プロファイルに基づいたテラーメイドの運転設定や保険料率などを提案できるようになるでしょう。また、データをもとに車両コンポーネントの耐用年数を判定し、時期尚早の交換を避けられるかもしれません。ひとことで言えば、とてつもなく大きな可能性が開けるのです。

きわめて複雑でドメイン横断的な自動運転機能の面でも、分散型のECUインフラストラクチャーがいずれはぶつかる限界を、集中型のアプローチと標準化された制御レイヤによって克服できるはずです。環境センサ（レーダー、ビデオ、LiDAR）が取得する大量のデータのマージ、比較、検証を可能にするには、今よりはるかに強力なビークルコンピュータが必要です。

建設的なドメイン統合

長い時間をかけて進化してきたドメインの分離は物理的に冗長なものとなっていますが、VCのE/Eアーキテクチャのもとでは、これが不要になります。意思決定は中央にて行われるため、これまでのように無数のECU間で分散して決定を行って調整する手間はなくなります。したがって、手に余るほどの複雑さは解消され、制御装置と駆動タイプとの依存関係は小さくなります。たとえばハイブリッド駆動と電気駆動における効率的な回生戦略、自動運転車における意思決定など、さまざまな決定要素の機能的特性に幅広く綿密に対応することができる制御プラットフォームが生み出されるでしょう。

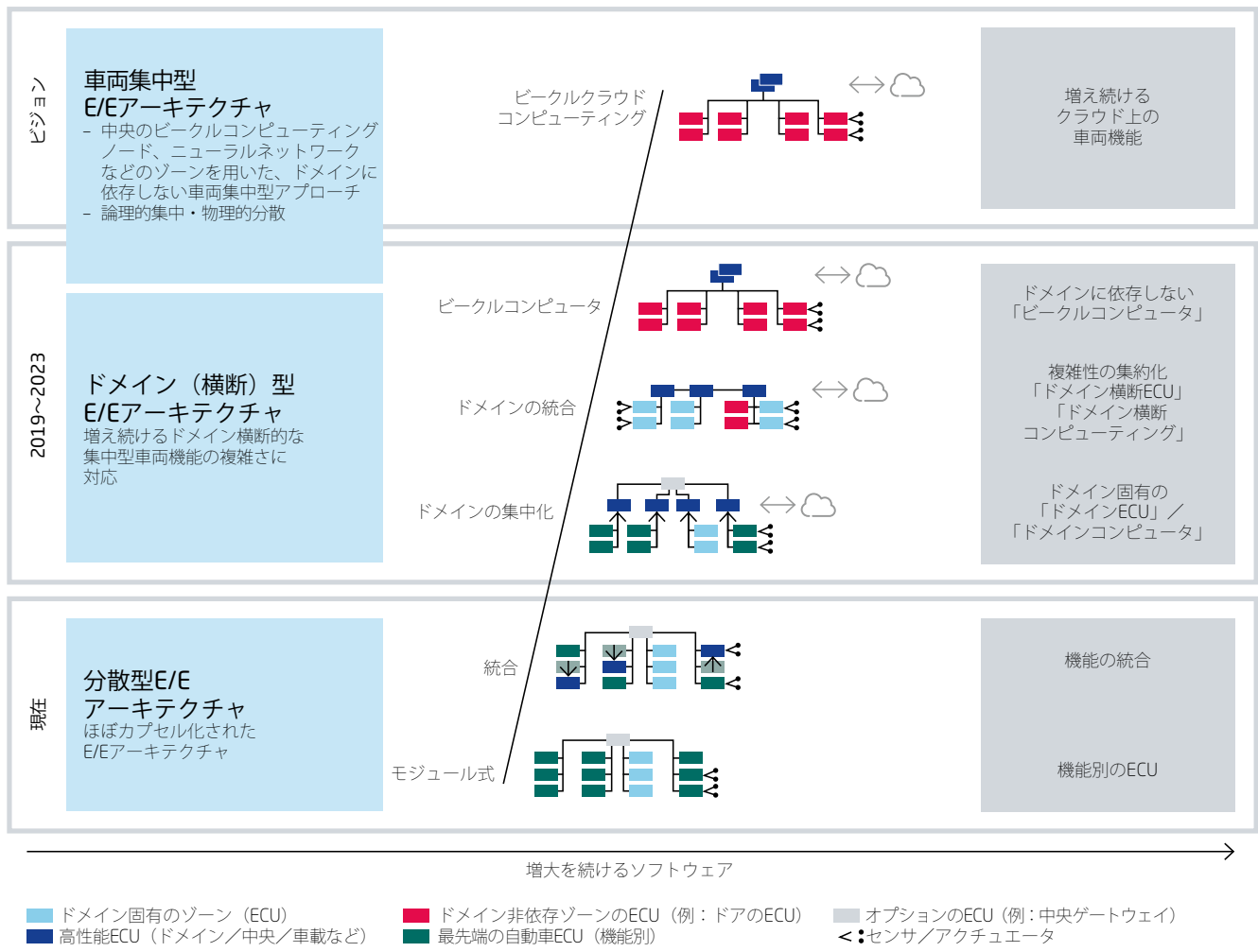


図1：ビークルコンピュータとクラウド接続は自動車 E/E アーキテクチャを根底から変化させる

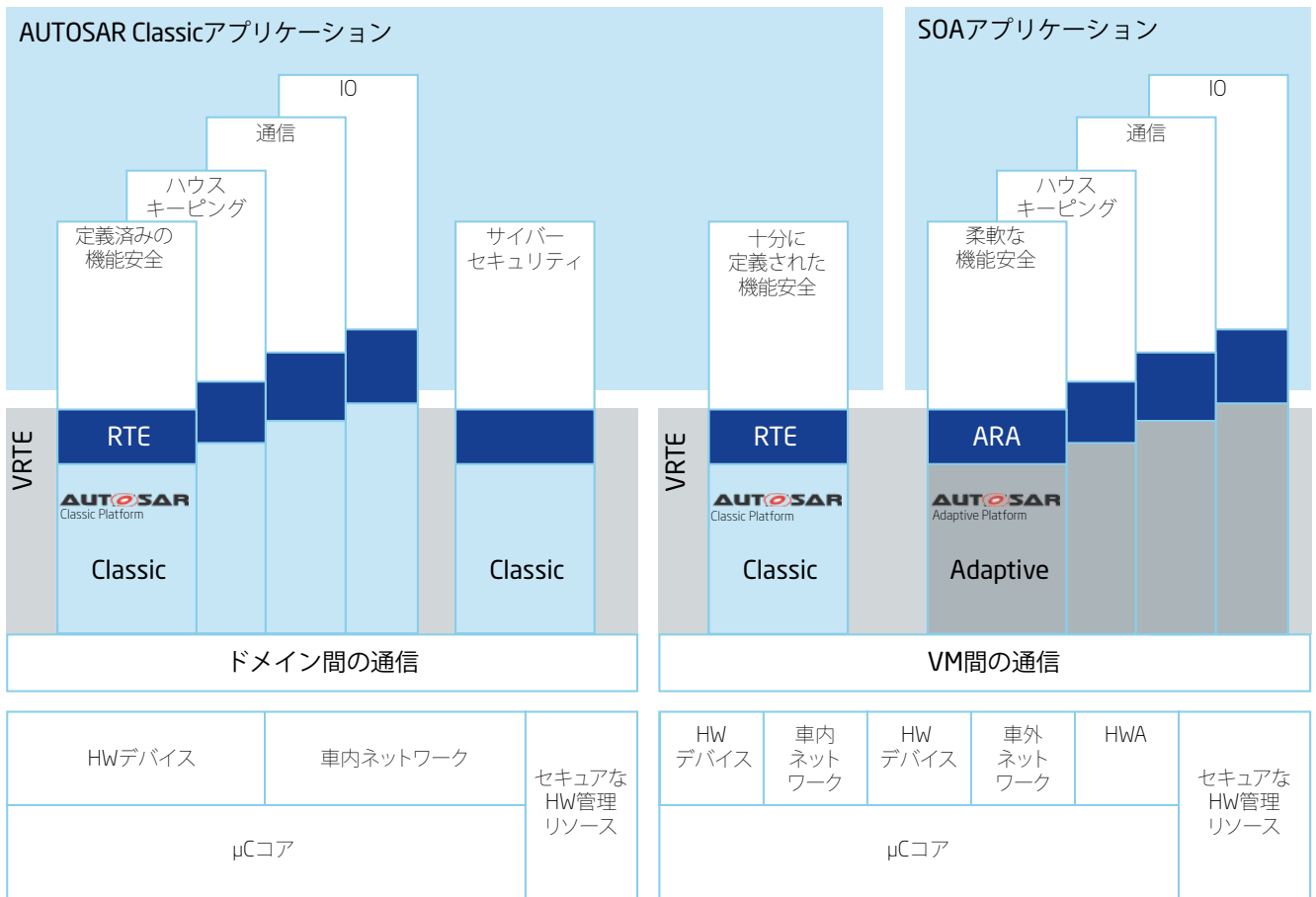
未来の開発作業の範囲と利点を、例を挙げてご説明しましょう。開発者は自動運転を実装するために三次元の運動軌道を計算します。車両が道路上で取りうるさまざまな軌道に照らし、実際の経路が決定されます。これは非常に複雑なプロセスで、安全性に関連したあらゆる情報に加えて、運転の快適さやエネルギー消費などのパラメータまでが処理されます。ドメインの集約化は特にこのプロセスで、まずブレーキやステアリング操作を含む運転機能とシャーシ機能について効果を現わすと考えられます。ここでの目標は、それらの機能を制御レベルで一つのソフトウェアパッケージに統合し、そのパッケージを VC 上で車両モーションコントローラとして実行することです。このソフトウェアベースのコントローラは軌道を受け取り、分析し、最適化して、駆動タイプに依存することなく、結果を運転機能やシャーシ機能に対するコマンドに変換します。

コマンドの送り先が内燃機関、ハイブリッド駆動、電気駆動、燃料電池駆動のいずれであるかは問題ではありません。

ソフトウェア開発とハードウェアの分離

Bosch と ETAS はすでに VC 向けのソリューションをご提供しています (図2)。その中核をなすのは、マイクロプロセッサベース VC 向けの RTA-VRTE (Vehicle Runtime Environment) プラットフォームソフトウェアフレームワークと、AUTOSAR Adaptive 規格に基づくソフトウェアです。このフレームワークは POSIX 準拠オペレーティングシステムを採用していて、VC を相互干渉のない複数の仮想マシンに分割し、かつ異なるデータ構造や信号伝送構造を統合することを可能にします。

分割された仮想マシン (VM) はカプセル化されていて互いに干渉しないので、ドメインの集約化や便利な新機能/セキュリティアップデートの導入に際して、すべてのアプリ



SOA = サービス指向アーキテクチャ HWA = ハードウェア抽象化 VM = 仮想マシン

図2：AUTOSAR Classic / AUTOSAR Adaptive コンポーネントを含むビークルコンピュータソフトウェアの基本構造
この構造が最大限の柔軟性と同時に、強力な安全性とセキュリティを提供

ケーションをアップデートする必要は（システム構築時にも将来の開発時にも）ありません。機能アップグレードもソフトウェアの更新もPCやスマートフォンと同じように常時実行できるだけでなく、ソフトウェア開発はハードウェアから完全に切り離して行うことができます。

したがって、RTA-VRTEはVC、PCを問わずμPベースのすべてのハードウェア上で実行でき、エンドツーエンドのソフトウェア開発の仮想化を可能にします。つまり、ビークルコンピュータのカプセル化されたパーティション（言い換えればバーチャルECU）上ですでに稼動している車載ソフトウェアは、どのPCからもバーチャルECU上で開発できるのです。それを可能にするのは適切なハードウェア抽象化層の存在です。

これこそが、まさしくETASのEarly Access Programの基礎をなす考え方です。Early Access Programを開始すれば、未

来のメソッドやアーキテクチャをいち早く体験していただくことができます。後のページで詳細をお読みになれますが、その前にまず、AUTOSAR Adaptive規格についてご説明します。

執筆者

Dr. Andreas Lock 氏、Bosch Engineering GmbH
電気・電子部門

システムエンジニアリング担当副社長

Dr. Nigel Tracey、RTAソリューション担当副社長兼
ETAS Ltd. (イギリス、ヨーク) ゼネラルマネージャ

Dr. Detlef Zerfowski、ETAS GmbH

ビークルコンピュータ・セキュリティ担当副社長

未踏の道を拓く: AUTOSAR Adaptive

コネクテッドビークル用ソフトウェアの新規格



車載ソフトウェアには現在、根本的な変化が起きつつあります。新しい機能と E/E アーキテクチャの登場により、組み込みソフトウェアのための新たな環境およびインフラが求められています。マイクロプロセッサを搭載し、POSIX オペレーティングシステムと AUTOSAR Adaptive 規格に対応した強力なビークルコンピュータ (VC) が従来のマイクロコントローラを用いた ECU を補完し、時には取って代わろうとさえしています。これによってソフトウェア開発はどのように変化するのでしょうか？ また、AUTOSAR Adaptive の普及が遅れている理由はどこにあるのでしょうか？

AUTOSAR 規格が策定された当初、業界からすぐに受け入れられたわけではありませんでした。OEM やサプライヤがこの規格を実際に開発プロジェクトに適用するまでに、ほぼ 10 年を要したのです。その歴史を考えると、ETAS が Robert Bosch GmbH と協力し、まだとうてい完成したとはいえない未来の AUTOSAR Adaptive 規格を見据えた各種ツールやプラットフォームソフトウェアフレームワーク、そしてサービスを提供していることに、驚かれるかもしれません。なぜ急ぐ必要があるのでしょうか？ まずは規格そのものを見てみましょう。

AUTOSAR Adaptive とは？

過去の ECU 開発は厳しいリアルタイム要件と安全上の必要性を中心に据えていましたが、今は、アップデートやアップグレードのしやすさといった側面が大きな注目を集めています。これには、ソフトウェアコンポーネントの動的再読み込み、画像処理向け標準ライブラリの使用、他の機能に影響を与えない機能学習、そしてセキュリティアップデートなどが挙げられます。

AUTOSAR Adaptive プラットフォーム規格に準拠した ECU では、たとえば無線による (over-the-air) ソフトウェア更新機能を介して、アプリケーションのアップグレードが車両のライフサイクル全体を通じて容易に行え、新たなソフトウェアを後から追加することもできます。また、機能の開発、テスト、更新を分散したワークグループ上でそれぞれ独立して行ったあとに、それらの機能をいつでもシステム全体に統合できます。

これを可能にしているのはソフトウェアアプリケーション内部の「サービス指向通信」です。AUTOSAR Classic プラットフォームとは異なり、Adaptive アプリケーションは実行時に Adaptive プラットフォームへ組み込まれますが、それには「マニフェスト」という形の、実際の機能およびプラットフォームでの処理方法を記述したメタデータを使用します。

Adaptive プラットフォームのオペレーティングシステムは IEEE1003.13 に定義されている PSE51 に従い、POSIX に準拠しています。POSIX (Portable Operating System Interface) とは、アプリケーション機能とオペレーティングシステムとの標準化されたプログラミングインターフェースのことで、柔軟性に富んだ車載ソフトウェア開発を実現します。自動車アプリケーションは Adaptive プラットフォームを介して適宜、複数の ECU に分散されます。オペレーティングシステムとアプリケーションを連携させるのは、AUTOSAR Runtime for Adaptive Applications (ARA) の一部である AUTOSAR OS インターフェースの役目です。

現時点では、AUTOSAR Adaptive プラットフォーム規格は ISO 26262 ASIL B までのアプリケーションをサポートしています。安全性要件がさらに厳しい場合には、AUTOSAR Classic プラットフォームを用いたマイクロコントローラ (μC) が推奨されます。AUTOSAR Classic と AUTOSAR Adaptive は共通の土台で設計された規格なので、システム全体の安全等級を高める目的で両者を組み合わせることも可能なのです。2つの AUTOSAR 規格は AUTOSAR Classic プラットフォームサービスを利用して直接リンクさせることができます。または、AUTOSAR Classic に準拠した ECU の各種信号を、Adaptive に準拠した ECU 上のサービスに自動でマッピングする方法もあります。

今から始めましょう!

AUTOSAR Adaptive は他の分野で実績のある既存のソフト

ウェア技術を採用し、車載用に変更を加えて作られました (図 1)。したがって、将来のコネクテッドカーや自動運転車向けのソフトウェアを開発しようとする研究者は、新たな道を探究し、従来の規格と大きく異なる新規格 (図 2) に精通しなければなりません。このような激動の波は、既存のプレーヤーたちに途方もなく大きな挑戦を突き付けます。メソッドやツールだけではなく、工程や組織の体制をも変化させねばなりません。それは決して楽な道ではなく、市場からの強い圧力を受けることになるでしょう。この変化の波を乗り切るには、できるだけ早く着手する必要があります。これが冒頭の「なぜ急ぐ必要があるのでしょうか?」という問いの回答なのです。

以上のような理由から、ETAS と Bosch は AUTOSAR Adaptive に基づいた、Blackberry QNX、Linux などの POSIX オペレーティングシステムを統合する RTA-VRTE (Vehicle Runtime Environment) と呼ばれる基本ソフトウェアのフレームワークを開発しました。お客様はすぐにでも、このフレームワークを利用して実践的な経験を積み、余裕を持って未来に備えることができます。そのために ETAS は何をご提供できるのかを、次の記事でお読みください。

執筆者

Dr. Núria Mata, ETAS GmbH

エンジニアリング RTA ソリューションコンサルタント

Dr. Stuart Mitchell, ETAS Ltd. (イギリス、ヨーク)

AUTOSAR エキスパート



図 1 : AUTOSAR Classic とインフォテインメント / IT アプリケーションの連係に重要な AUTOSAR Adaptive プラットフォーム



単一アドレス空間 (安全性に関する MPU サポート)
静的に構成された信号ベースの通信 (CAN, FlexRay)
OSEK ベース
ROM から直接コードを実行
静的に定義されたタスク構成
仕様



アプリケーション別の仮想アドレス空間 (MMU 対応)
動的に構成されたサービス指向の通信
POSIX (PSE51) ベース
アプリケーションを永続メモリ (persistent memory) から RAM ヘロード
多重 (動的) スケジューリング方式に対応
拘束力のある規格としての仕様、デモ用モデルとしてのコード

MPU = メモリ保護ユニット MMU = メモリ管理ユニット (仮想アドレス指定用ハードウェア)

図 2 : AUTOSAR Classic プラットフォームと AUTOSAR Adaptive プラットフォームの主な相違点



AUTOSAR Adaptive導入に備える

ETAS が新規格に向けた包括的なソリューションを提供

AUTOSAR Adaptive 規格は、さまざまな機能を中央ビークルコンピュータに統合するための基盤を築き、ECUの開発に大きな変化をもたらします。ETASのRTA-VRTEプラットフォームソフトウェアフレームワークとISOLAR-A_ADAPTIVEアーキテクチャ設計ツールは、開発者が新しいE/Eアーキテクチャを創造するために必要なソリューションを提供します。

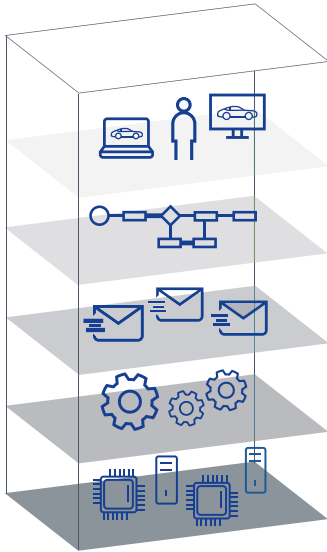
AUTOSAR Adaptive プラットフォーム、そしてマイクロプロセッサ (μP) ベースの強力なビークルコンピュータ (VC) の導入により、ソフトウェアと開発のプロセスは根底からの変化を迫られ、変化はプラットフォームソフトウェアや開発ツールにまで及ぶことになるでしょう。ETASがRobert Bosch GmbHと協力して開発したRTA-VRTEプラットフォームソフトウェアフレームワークは、すでに世界中のお客様に使われています (15ページ参照)。

今すぐ体験したいとお考えのお客様のため、ETASはAUTOSAR Adaptive Early Access Program (EAP) をご用意しました。EAPにはRTA-VRTEソフトウェア、ISOLAR-A_ADAPTIVEソフトウェア開発キット (SDK)、コンサルティング

およびトレーニングが含まれており、豊富な経験を通じて、新アーキテクチャへのスムーズな導入をサポートします。

RTA-VRTE プラットフォームソフトウェアフレームワーク

RTA-VRTE プラットフォームソフトウェアフレームワークには、ビークルコンピュータ向けの重要なミドルウェア要素のすべてが揃っています (図1)。レベル1、レベル2には、関連ハードウェアとPOSIX 準拠オペレーティングシステムで使用するインフラストラクチャソフトウェアが搭載されています。μPベースのビークルコンピュータは従来のECUとは違ってリソースを動的にアプリケーションに割り当てるので、AUTOSAR Adaptive プラットフォームのExecution Managerはレベル2でのCPUの時間とメモリアクセスも制御します。



| アプリケーションサービス | 機能/アプリケーション |
|------------------------------|---|
| レイヤ5 車両に依存するプラットフォームサービス | 車両のECUグリッドを管理するサービス |
| レイヤ4 ECUに依存するプラットフォームサービス | 単一のECUを管理するサービス |
| レイヤ3 通信ミドルウェア (サービス指向) | SWコンポーネント間の制御とデータフローを管理する |
| レイヤ2 OS依存のインフラSW | 実際のOSカーネル (スケジューラ) を補完し、上のレイヤに向けてOS固有のプロパティを抽象化 |
| レイヤ1 HW依存のインフラSW | HWと直接対話し、上のレイヤに向けてHWを抽象化 |
| ハードウェア | マイクロコントローラ (μC)、マイクロプロセッサ (μP)、仮想マシン (VM) |

図 1：主要なソフトウェア機能/要件をサポートする RTA-VRTE レイヤモデル

さらに、アプリケーションはシステム上の他のソフトウェアを認識して通信を行わなくてはなりません。その機能をプロトコルに依存せずに提供するレベル 3 の通信ミドルウェアは、RTA-VRTE の中核的なコンポーネントとしてレベル間のインタラクションを管理/制御するものであり、レベル 4、5 の ECU および車両に依存するプラットフォームサービスを含む、カプセル化されたソフトウェアのスムーズな動作を保証します。

ISOLAR-A_ADAPTIVE を用いたアーキテクチャ設計

ISOLAR-A は AUTOSAR Classic プラットフォームに基づく、全世界で定評のあるソフトウェアアーキテクチャ作成ツールです。Eclipse ベースのツールなので既存の開発環境に容易に組み込むことができ、Eclipse のプラグインを利用して Doors、Subversion、Git などの開発環境と連携させることもできます。

ISOLAR シリーズの新製品である ISOLAR-A_ADAPTIVE は、RTA-VRTE のアプリケーションソフトウェアを開発、統合することができます。ISOLAR-A_ADAPTIVE は AUTOSAR Adaptive アプリケーションの設定からサービスマニフェストの生成、プロキシ/スケルトンの生成、サービスインスタンスの提供、SOME-IP によるサービス検出の設定にいたるまで、あらゆる設定作業でソフトウェア開発者をサポートします。

今から始めましょう!

RTA-VRTE Early Access Program (EAP) では、AUTOSAR Adaptive プラットフォーム向けの完全なソフトウェア開発キット (SDK) が利用できます。SDK には Virtualbox* イメージがブレインストールされ、事前設定済みの RTA-VRTE 搭載仮想ビークルコンピューター一式が含まれています。ユーザーはこのキットで新アーキテクチャについて学び、独自開発したプロトタイプの実行や、ソフトウェアのデバッグを行うことができます。EAP には包括的なトレーニングとコンサルティングも含まれています。

さらに拡張性を高めたい場合、また、Classic と Adaptive の AUTOSAR コンポーネントが混在する ECU-VC アーキテクチャにも対応可能にしたいときには、AUTOSAR Classic ECU 向け仮想化ソリューションである ETAS ISOLAR-EVE (別売) を EAP に組み入れることができます。そうすれば、将来の RTA-VRTE の機能強化にスムーズに対応することができます。AUTOSAR ではまだ定義されていなくても、将来的に AUTOSAR Adaptive アプリケーションの開発、デバッグ、セキュリティに不可欠なサービスが含まれる可能性があります。そうしたサービスの例としては、セキュリティ環境におけるファイアウォール/ゲートウェイ管理ソリューション、計測・適合システムへの接続などが考えられます。

信頼性が高く、機能的に安全で包括的な Adaptive ソフトウェアの開発には、多数のソフトウェアおよび機能が必要とされますが、EAP ならいつでも簡単に導入を開始することができます。

* Virtualbox™は Oracle 製 PC 向けの仮想化ソリューションです。

す。EAP で提供される強固な基盤の上で、未来の車載ソフトウェアの開発プロセスに今すぐ着手しましょう。

100% 仮想化された開発プロセス

ベークルコンピュータは、カプセル化された複数の仮想マシン (VM) に厳格に分割することができます。これもまた、高度に並列化され、完全に仮想化されたソフトウェア開発プロセスを実現する手法の一つです。多層プラットフォームである RTA-VRTE は完全にハードウェアから分離されるため、VC ハードウェアメーカー (NXP、Renesas、Qualcomm、NVIDIA、Intel など) を気にする必要はありません。したがって、開発者は各自の PC を使って AUTOSAR Adaptive に親しみ、RTA-VRTE や ISOLAR-A_ADAPTIVE ツールについての実践的経験を積むことができます。

EAP がご提供する事前設定済みの Quick Emulator (QEMU) 仮想マシン (VM) は、x86 64 ビットおよび ARMv8 の μP アーキテクチャに対応します。RTA-VRTE では、開発者はそれらの VM を PC 上で仮想 ECU として実行できます。すべての VM はイーサネット接続による相互間の通信と、Windows

Network Bridge を用いた外界との通信機能を備えています。

準備は万端

IISOLAR-A_ADAPTIVE、RTA-VRTE、そして EAP が用意できれば、あとは簡単です。ETAS のお客様には今日からでも、ご自身の PC で、完全に仮想化された開発環境を活用していただくことができます。ソフトウェア開発チームは新しい通信構造を試したり、これまでは厳格に分離されていた構造を克服したり、VC ソフトウェアのアジャイル開発プロセスを確立したりするチャンスを手に入れられるのです。さあ、未来へ向かって進みましょう!

執筆者

Dr. Darren Buttle, ETAS GmbH

ドイツ RTA ソリューション部門長

Bernhard Reckels, ETAS GmbH

AUTOSAR Classic および Adaptive ツール (ISOLAR-A_ADAPTIVE を含む) 担当プロダクトマネージャ

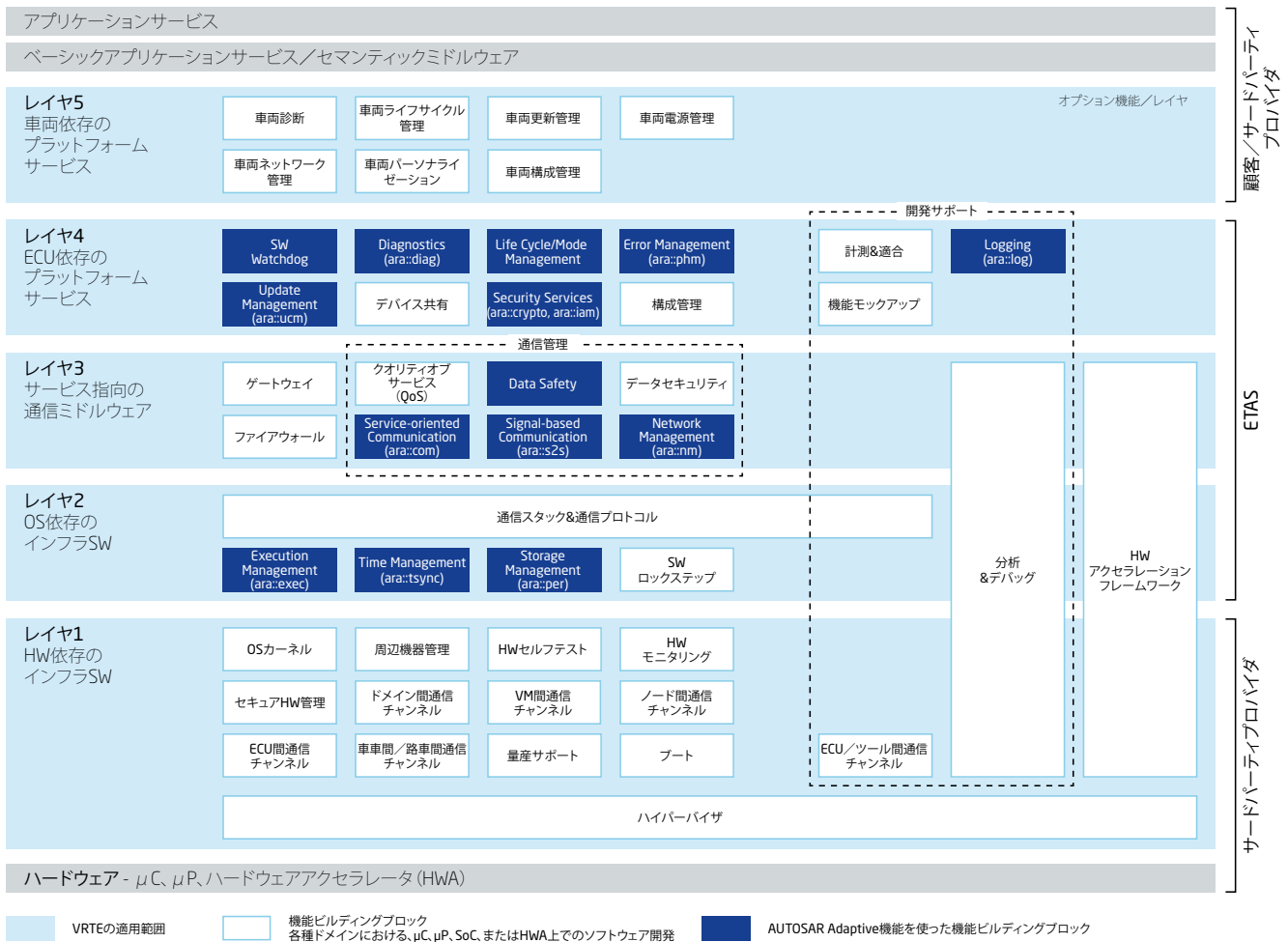
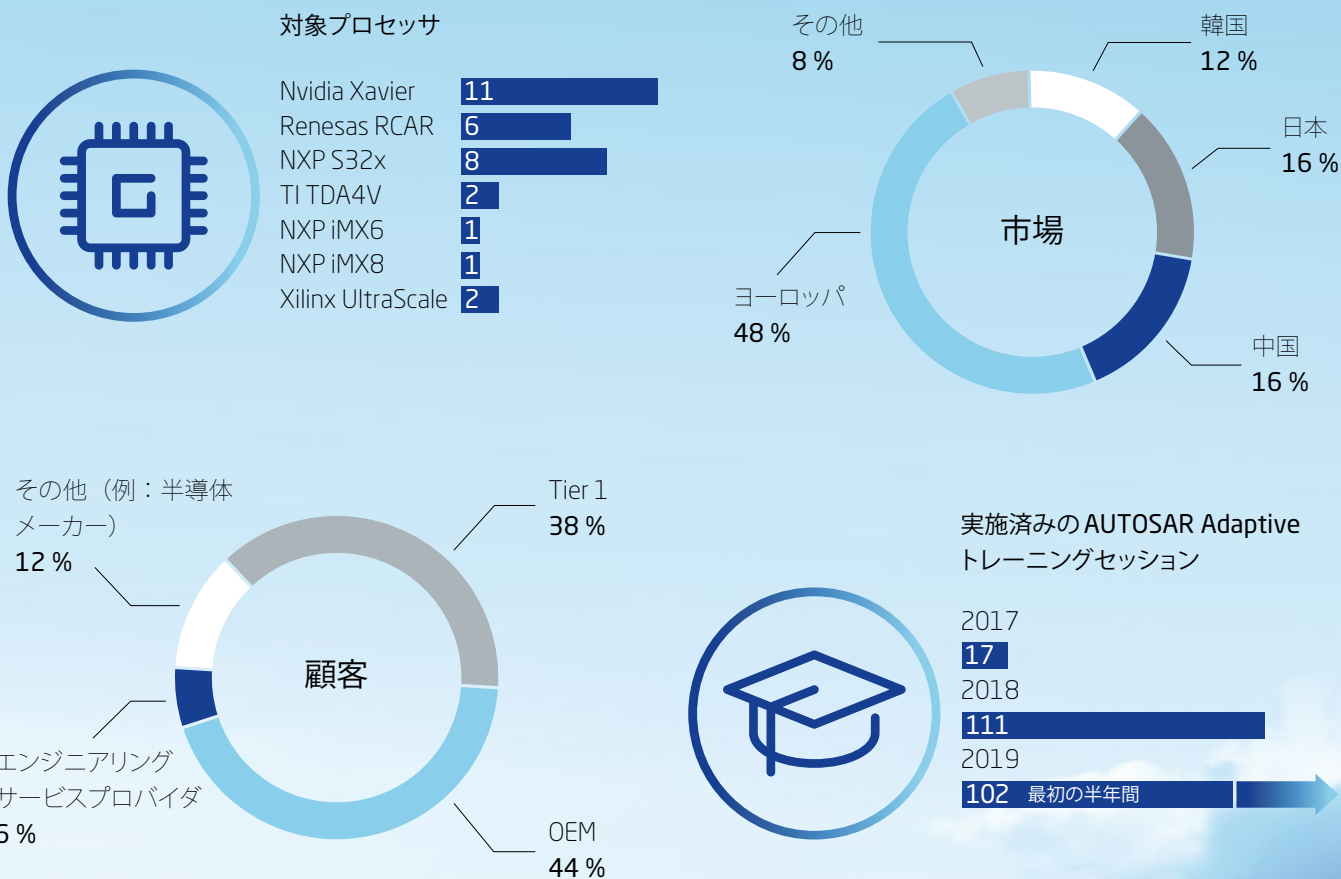


図 2 : RTA-VRTE ソフトウェアフレームワーク - ソフトウェアコンポーネントの詳細概要図

お客様の目的を実現する 協力体制

ETAS Early Access Program を活用した AUTOSAR Adaptive 開発状況

プラットフォームソフトウェアフレームワーク RTA-VRTE の Early Access Program (EAP*) は、AUTOSAR Adaptive Platform に対応したビークルコンピュータ開発ソフトウェアを求める全世界のユーザーに歓迎されています。数字は 2019 年 8 月現在のものです。



2019 年末、VRTE を使用した初めてのビークルコンピュータプロジェクトが量産体制に入りました。

* EAPについての詳細は12ページをご覧ください。

ETAS は Safe4Rail-2 の AUTOSAR パートナー

安全な未来志向の鉄道アプリケーションに関するヨーロッパのプロジェクト

Shift2Rail というヨーロッパの鉄道構想により創設された Safe4RAIL-2 研究プロジェクトは、E/E アーキテクチャと無線交通ネットワーク (V2X) を結び、未来の鉄道車両にふさわしい高い安全性要件を満たす共通プラットフォームの開発を目標としています。

Safe4RAIL-2 は、CONNECTA-2 プロジェクトと互いに補完し合いながら、次世代の E/E アーキテクチャと列車制御モニタリングシステム (TCMS) を統合した、鉄道のデモ用モデル開発に取り組んでいます。さらに、多大な費用と時間を要する実地テストを最低限に抑えるため、シミュレーション環境で TCMS 機能を実行する方法についても検討しています。

Safe4RAIL-2 の狙いはエレクトロニクスの複雑さの解消とコスト削減を実現して、ヨーロッパの鉄道サプライヤを世界の頂点へと導くことです。2021 年までにソフトウェアプロトタイプが完成し、デモ用鉄道モデルに組み込まれる予定です。ETAS は Bosch エンジニアリング部門にサードパーティーとして協力し、ソフトウェアアーキテクチャの専門知識の提供と、安全性についてのコンサルティングを行っています。また、RTA-VRTE Early Access Program の一部である、POSIX オペレーティングシステムで動作する「すぐに使える」AUTOSAR Adaptive 開発環境も提供しています。(12 ページ参照)。

このプロジェクトを主導するのは業界パートナー 8 社と一つの研究機関で構成される欧州共同事業体です (図を参照)。ETAS は、プロジェクトパートナーによる AUTOSAR Adaptive 適合システムの構築を支援しています。このように他のモビリティ領域で得られた専門知識を活用できるのが、本プロジェクトの大きな強みの一つです。Safe4RAIL-2 の全費用は EU の基金で賄われています。

ETAS のプロジェクトリーダー、Dr. Núria Mata は次のように語っています。「Safe4RAIL-2こそは鉄道車両システムにおける相互運用性の未来そのものです。私たちは鉄道アプリケーションの改善に大きな可能性を感じています。現在、分散している鉄道車両システムおよびアプリケーションの相互接続の効率化、インターフェースの標準化、安全性レベルの向上に重点的に取り組んでいます。」

* Safe4RAIL-2 とは「Safe architecture for Robust distributed Application Integration in roLling stock 2」(鉄道車両における堅牢な分散アプリケーション統合のための安全なアーキテクチャ 2) の略です。



Safe4RAIL-2 のパートナー企業は新技術を活用し、安全な将来対応型の鉄道車両・鉄道輸送インフラストラクチャーを創造することを目指しています。詳しくは www.safe4rail.eu をご覧ください。



本プロジェクトは EU の Horizon 2020 研究技術革新プログラムから、助成金協定 No. 826073 のもとで財政支援を受けました。この記事に書かれた情報、見解は執筆者によるものであり、必ずしも Shift2Rail Joint Undertaking (JU) の公式な考え方を反映したものではありません。JU は本文中のデータの正確性を保証せず、JU も JU のために行動するいかなる個人も、ここに記載された情報の利用について責任を問われることはありません。

執筆者

Ricardo Alberti, ETAS GmbH

エンジニアリング RTA ソリューションコンサルタント

Dr. -Ing. Núria Mata, ETAS GmbH

エンジニアリング RTA ソリューションコンサルタント

Christoph Müller 氏, Bosch Engineering GmbH

セーフコンピューティングアーキテクチャエキスパート

Dr. -Ing. Artem Rudskyy 氏, Bosch Engineering GmbH

ソフトウェア & システム開発者

クラウド上の仮想 ECU

期待される ETAS ISOLAR-EVE と COSYM の連携

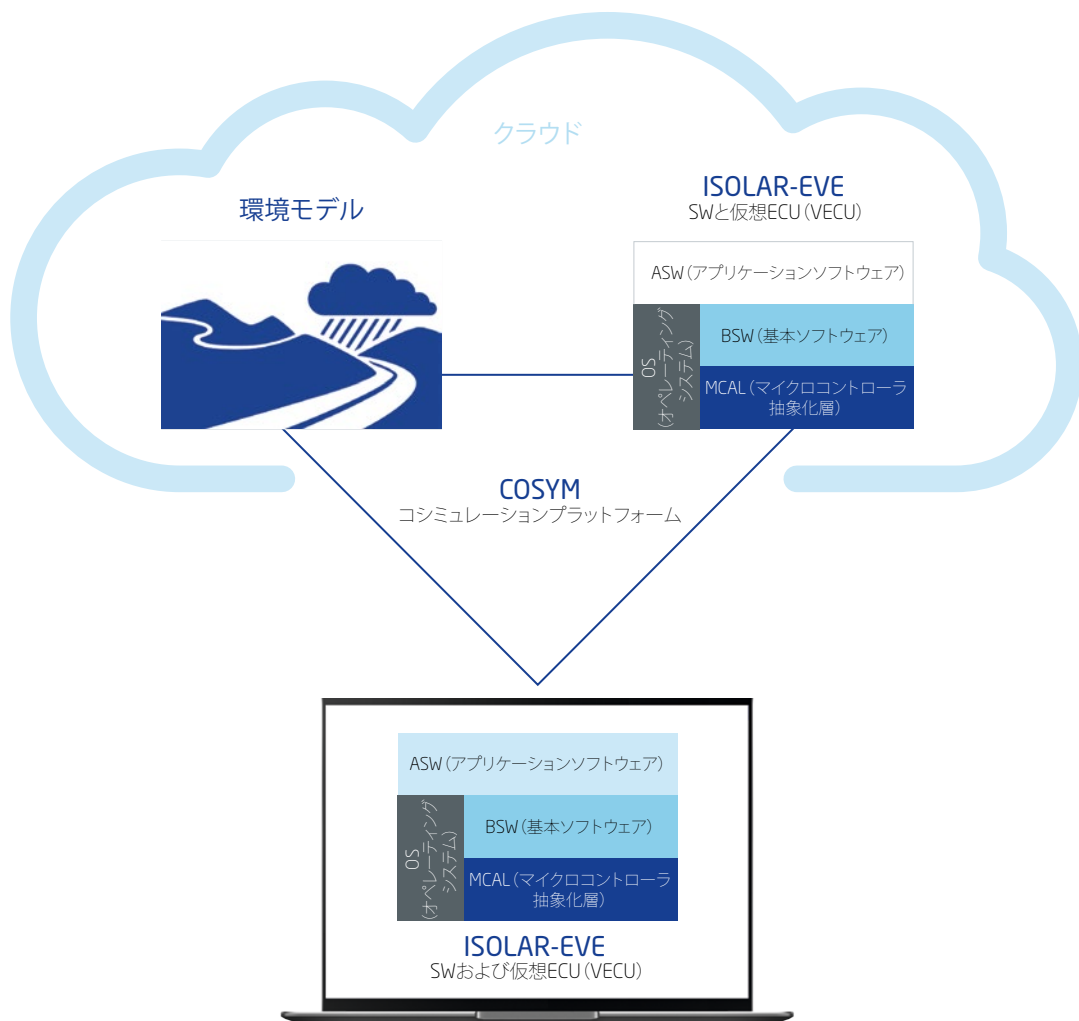
ISOLAR-EVE の登場によって極めて実物に近い ECU シミュレーションが PC 上で行えるようになり、早くも数年がたちました。最新のバージョン 3.3.1 にはクラウド上で仮想 ECU を実行する機能が加わりました。COSYM 統合プラットフォームと、車両通信ネットワークのシミュレーション機能を利用して、複数の仮想 ECU を一つの完全なシステムとして検証できます。このことは仮想テスト走行の際、非常に大きな利点となります。ネットワーク通信を含めた完全なシステムの現実的な検証を、初期段階で、特定のハードウェアに依存せずに行えるようになったのです。AUTOSAR 準拠ソフトウェアと非 AUTOSAR アプリケーションコードを組み合わせて用いる場合でさえ、車載コンポーネントの物理的コシミュレーションと ECU ネットワークのシミュレーションを同時並行的に、効率よくスケーラブルに実行することができます。

ISOLAR-EVE 担当プロダクトマネージャの Dominik Feil は次のように語っています。「新バージョンの ISOLAR-EVE は、COSYM との併用によって ECU ネットワークの分散開発に新しい可能性を切り開きます。このコンビネーションは、コストを大幅に削減しながらより迅速に製品の完成度を高める取り組みに貢献するものです。」

執筆者

Jürgen Crepin、ETAS GmbH

シニアマーケティングコミュニケーションマネージャ



テスト走行キロ数が6～7桁となる領域においては、「仮想化」が課題の克服や効果的なプロジェクト策定の鍵となる



充電管理の完全制御、 そしてその先へ

将来に向けた車両制御装置（VCU）テストシステム

車両制御装置（VCU: vehicle control unit）が果たす役割は、特に電気自動車において非常に重要なものとなっています。VCUの高い処理能力は、充電管理を含むパワートレインの全構成要素の協調処理や、演算負荷の高いドメイン横断的処理といった複雑なタスクを可能にするものです。その反面、このVCUのテストは環境要件が厳しく、一貫して仮想環境で行われるのが理想です。

今日の「ドメイン ECU」は以前の ECU に比べて技術的に極めて複雑になっており、開発時のテストも非常に多岐にわたります。一方で自動車メーカーは、最短期間で新車種を市場投入しなければならないというプレッシャーにさいなまれています。そうした要因があいまって、テストから適合、評価（妥当性確認）までをハードウェアシステムで行うことは、もはや限界にきています。このような状況において将来を期待されているのが「仮想システム」です。

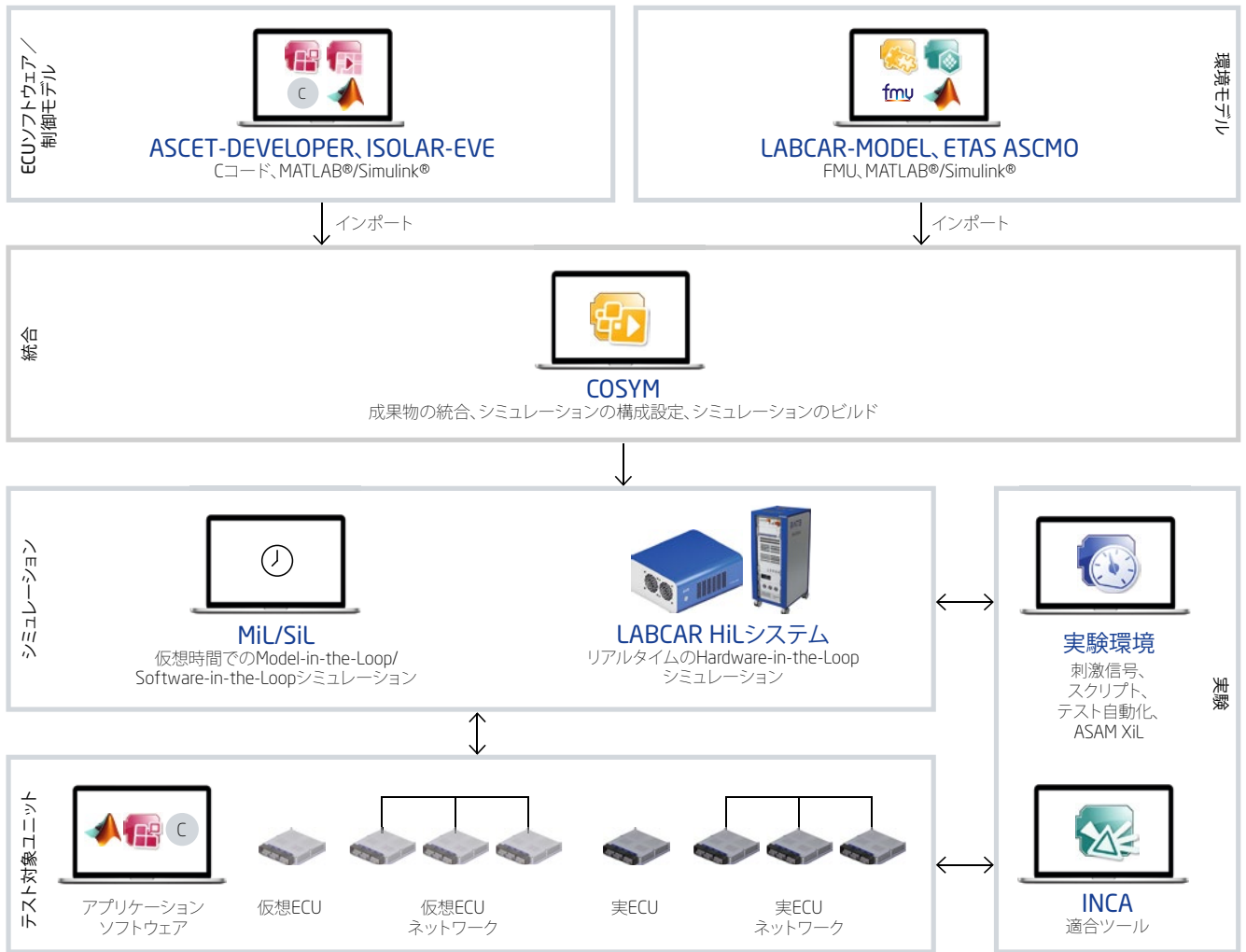
中央制御装置である VCU は、パワートレインの各種コンポーネントの動作を制御し、調整します。クラウドへの接続機能を備えているほか、高度に自動化された車両においては、緊急時に車両を安全に制御する“Fail Operational”機能も提供します。より上位のレベルにおいては、先進運転支援システム（ADAS）への接続など、演算負荷の高いドメイン横断的機能をサポートする優れた実行性能をもつ VCU も登場しています。VCU の最も重要な機能のひとつに、充電インターフェースがあります。バッテリー式電動パワートレインを搭載した車が次々と市場に送り出され、バッテリーを唯一の動力源とする場合もあれば、プラグインハイブリッド車のように補助駆動として使用する場合があります。そうした中で開発者が取り組まなければならない最重要課題のひとつは、電気駆動系が常に安定して稼動するよう、スムーズでシームレスな充電管理プロセ

スを作り上げることです。

VCU の充電インターフェースのテスト手法のひとつとして、ETAS LABCAR Hardware-in-the-Loop (HiL) システムが利用されています。LABCAR HiL にはさまざまな通信インターフェースが搭載され、VCU のインターフェースに素早く効率的に合わせることができます。充電管理においては、承認（認証）、充電処理の実行（充電性能、充電パラメータ、充電効率、充電スケジュール等の技術的パラメータの伝送）、支払い（料金請求データの伝送）などが扱われます。システムには標準の充電規格（CCS、CHAdeMO、GB/T）のモデルが組み込まれているため、今日一般的に入手可能なほとんどの車種の充電処理をシミュレートできます。つまり HiL テストシステムは、実社会の充電インフラとまったく変わらない挙動を実現できるのです。

今後、テストと評価の作業はさらに複雑化し、より高い精密さが要求されるものになると考えられます。そうした作業を継続して効率よく成功させようとするならば、従来の HiL テストから「仮想化ソリューション」への移行が避けられないものとなるでしょう。

ETAS のテストシステムはこのような移行を支援します。SiL



COSYM は HiL から MiL、SiL へのシームレスな移行を助ける効率的なシミュレーションプラットフォームです。

(Software-in-the-Loop) または MiL (Model-in-the-Loop) 環境へのテストのシームレスな移行を可能にし、テストをそのままローカル PC 上やクラウド上で実行できるようになります。このメリットとして、テストの迅速化や、開発プロセスの早期段階でのテスト実施が可能になる、といったさまざまなことがあげられます。クラウドコンピューティングのスケラブルな計算能力を活用すれば、テストシステムの実行性能を実際の要件に合わせて拡張していくこともできます。このように「仮想化」は、VCU 開発の効率を大きく向上させるのです。システムのテストに HiL システムのみを用いることは、効果的とはいえません。

ETAS では、将来の複雑な要件を満たせるようにデザインされたオープンなシミュレーションプラットフォームを提供していきます。COSYM は、組み込みコネクテッドシステムのテストと評価を、HiL 環境やそれに代わる SiL/MiL 環境において行えるようにする効率的なソリューションです。つまり COSYM は、統合された XIL テストの円滑な実施を可能にします。XIL (X-in-the-Loop) の X は「すべての」という意味を持ち、XIL

は HiL、SiL、MiL のすべてを総合的に表すものです。COSYM はクラウド機能もサポートします。

まとめ

ETAS のテストシステムは未来を見越して設計されており、HiL テストの機能に、さらに進んだ仮想化機能が付け加えられています。現在ハードウェアベースの環境で行っているテストから評価、適合までの一連の作業を、純粋にコンピュータベースの仮想環境へとシームレスに移行することができます。その反対に、仮想環境からハードウェア環境への移行も可能です。このように ETAS のテストシステムは、充電インターフェースを備えた車両制御装置 (VCU) のような極めて複雑な ECU の効率的な開発において中心的な役割を果たすことができるのです。

執筆者

Heiko Sutter、ETAS GmbH

テスト・評価分野のシニアプログラムマネージャ

新たなドメインが求める 新たなモデル

LABCAR-MODEL 製品ファミリーに燃料電池モデルが登場

温室効果ガス排出の大幅削減と代替駆動方式の開発は切っても切れない関係にあり、いずれも自動車業界にとっての重要課題となっています。そうした中で排出ゼロのエネルギー源として期待をかけられているもののひとつが「燃料電池」です。ETASは長年の研究を経て、Hardware-in-the-loop (HiL) テストと Software-in-the-Loop (SiL) テストのための燃料電池システムのシミュレーションモデルを開発しました。このモデルを用いれば、燃料電池 ECU とその運用戦略のテストを効率よく実施することができます。

ドイツ政府の Climate Action Plan 2050 は、2030 年の道路交通による温室効果ガスの排出量を 1990 年との比較で 40% ないし 42% 削減するという達成目標を打ち出しました。これは乗用車、軽商業貨物車、重量物運搬車、そして公共交通機関を対象とした目標値です。ハイブリッド車と電気自動車の開発によってパワートレインの電動化が進み、自動車部門においては燃料電池も積極的に使われるようになりました。

燃料電池では水素と酸素が反応して電気、熱、水が発生しますが、温室効果ガスは発生せず、有害な排出物はありません。それでいて、従来の燃料に匹敵するエネルギー密度を得るこ

とができるのです。自動車に要求される性能レベルを燃料電池で実現するため、多数のセルを組み合わせた「スタック」と呼ばれるモジュールが使用されます。この方法で、商用車向けや乗用車向けなど、さまざまな性能等級に対応する燃料電池システムを実現することができます。

ただし、この種のエネルギー源を安全に個々の車両で稼働させるには、新しいコンポーネント制御装置が必要になります。それが燃料電池制御ユニット (fuel cell control unit : FCCU) と呼ばれるものです。FCCU によって燃料は常に効率よく消費され、水素と酸素の供給量を調節することによって発電量が



制御されます。エンジン制御ユニットには裏付けとなる数十年の開発実績がありますが、FCCU の場合は、わずか数年のうちですべての開ループ、閉ループの制御機能と診断機能の開発を終え、量産に漕ぎつけなければなりません。このような「ラピッドな」開発サイクルを実現するには、FCCU とその運用戦略についてのテストと評価を仮想的な燃料電池システム (HiL や SiL など) で実施することが必要になります。

ETAS とシュトゥットガルト大学は、ある博士論文の執筆過程において、ETAS LABCAR-MODEL-FC という燃料電池システムのシミュレーションモデルを開発しました。その際に特に重視されたのは、燃料電池内部の複雑な電気化学的プロセスのパラメータ設定を、簡単な操作で行えるようにすることでした。開発されたモデルは、コールドスタート挙動や水管理を含めた自動車業界固有の要件に対応しています。

高度な数値ソルバを用いることで、シミュレーションモデルによるスタック内の水、温度、電流の分布が検討可能になっています。高い空間分解能によって非線形効果の観察も容易になり、FCCU の複雑な制御機能でさえテストを行うことが可能になりました。

LABCAR-MODEL-FC は LABCAR HiL システムと COSYM SiL 仮想化ソリューションでの使用に合わせて特別に設計されたモデルです。これらのシミュレーション環境に組み入れられるモデルにするために開発者が特に苦心したのは、リアルタイム対応の実装でした。その努力は実を結び、LABCAR-MODEL-FC は、FCCU のテストと評価に適した現実的な燃料電池システムとして完成したのです。

まとめ

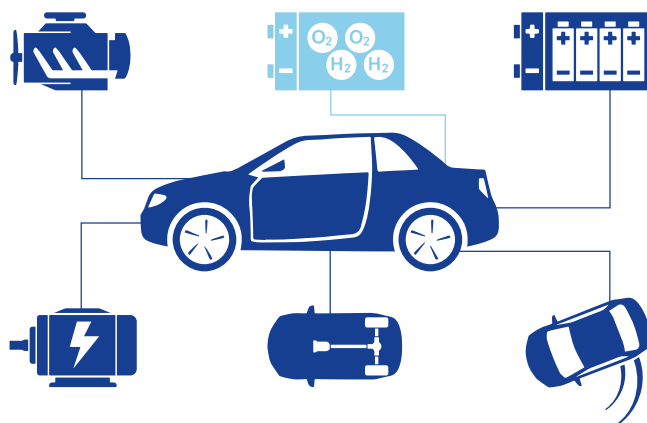
ETAS の LABCAR-MODEL-FC 燃料電池モデルは真に画期的な製品です。現在も将来も、燃料電池駆動系向けの ECU のテストを効率的に、かつ高い信頼性をもって行える、完璧なソリューションを提供します。ここにご紹介したのは、e-モビリティの進歩における ETAS の貢献が目に見える形をとった、ほんの一例に過ぎません。

執筆者

Dr. rer. nat. Martin Rosing, ETAS GmbH
テスト・評価分野のプロダクトマネージャ

科学的に裏付けられた LABCAR-MODEL-FC

燃料電池駆動システム用 ECU のテストと評価を行う際に実物の燃料電池を使用すると、コストと時間を多大に消費するだけでなく、危険な事故を招くおそれがあります。LABCAR-MODEL-FC は ETAS が自動車業界特有のニーズに合わせて開発した、新しいシミュレーションモデルです。このモデルは ETAS とシュトゥットガルト大学の監督下で書かれた論文を土台としたものであり、堅固な科学的根拠と実用的視点が結びついて生まれた、エンジニアによるエンジニアのための製品、といえるものです。



LABCAR-MODEL-FC は LABCAR-MODEL ファミリーの製品です。このファミリーの各モデルは、特定ドメインの ECU のテストに特化されています。

EATB

大量のデータを 素早く検索する



開発者と品質管理者のための効率改善ツール

Enterprise Data Analytics Toolbox (EATB - 企業内データ分析ツールボックス) は膨大な量の計測データセットの中から重要なポイントを瞬時に特定し、統計解析を実行します。また、経営幹部や顧客へのプレゼンテーションにもそのまま利用可能な説得力ある図表を配したレポートを生成することもできます。時間の節約に貢献するこれらの機能は、日々の仕事に追われる開発者にとって大きな強みとなるはずです。

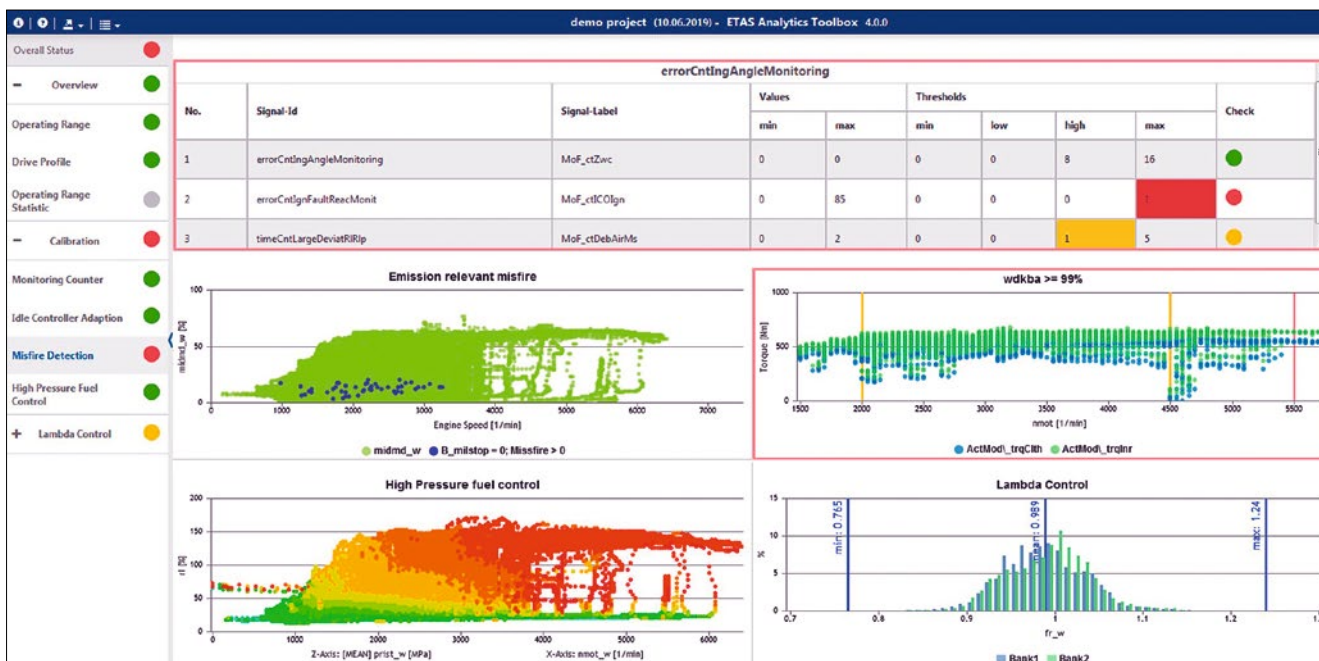
ここにご紹介するのは、最近実施された新しいブレーキシテムの路上テストにおける活用例です。サーバーには数テラバイトもの計測データがアップロードされています。ここからブレーキ設計者は、自ら考案し評価も済ませた「ワークフロー」の実行を開始するのです。まず設計者は、ETAS Enterprise Data Analytics Toolbox (EATB) を開きます。そして、あらかじめ評価基準を設定してあるテンプレートを選択し、解析をスタートします。ほどなく、プログラムはこの膨大な計測データセットの中からパラメータ調整が必要な全ポイントを特定し、図表を駆使したインタラクティブなレポートを自動生成します。

ここでは、物理的信号と演算信号(演算により値が算出された信号)の両方の統計解析が視覚化されます。また、タイムラインに沿って、数値が限界値を上回っていることを示す「閾値イベント」も表示されます。システムの状態は、信号機の三色で明確に示されます。緑は適合結果が良好で、これ以上

の調整は必要ないことを意味しています。黄色は閾値範囲内である程度の変動があることを表し、赤は閾値を超えた逸脱があることを示します。

データの評価はボタン一つで自動実行され、手作業での解析とは比べものにならないほどの短時間で完了します。このような EATB の主要機能は、アプリケーションエンジニアや評価エンジニア、プロジェクトマネージャ、品質保証チームといったさまざまな部門のニーズに応じて開発されました。信頼できる計測データの評価結果をこれらすべての関係者が最短時間で確認することができるので、リードタイムの短縮化やデータ量の増大が避けられない今日の開発環境にとっては大きなアドバンテージとなります。

開発者は、このレポートのほか、ETAS の計測データアナライザ (MDA、36 ページ参照) を利用して、各機能を各信号レベルで詳細に表示・分析することもできます。この組み合わせ



直感的な表示：緑、黄、赤の色分けで計測データの状態を一目で把握できる Enterprise Data Analytics Toolbox (EATB)

せにより、予備解析から焦点を絞った詳細な分析まで、手早く高い精度で行うことができます。生成されるレポートの構成は、柔軟に変更できます。そのうえレポートをインタラクティブに操作できるというメリットもあり、任意のデータセットに簡単にズームインして結果を高解像度で見ることができます。このような機能は、他のツールで出力される PDF 形式のレポートにはありません。

レポートでシステムの状態を容易に確かめられるということは、コミュニケーションの効率化にもつながります。軽量な HTML5 形式で生成されたレポートはウェブサーバーに保存され、すべてのプロジェクト関係者が標準的なインターネットブラウザやモバイル機器でアクセスして利用することができます。レポートはそのままプレゼンテーションに埋め込むことができ、特別な編集や書式設定の手間も必要ありません。

ユーザーの要望に応じてユーザーとともに開発された EATB は、実際の経験から生まれたツールです。計測データの標準フォーマットである Measurement Data Format (MDF) を直接読み込んで処理できるほか、ETAS INCA やその他のツールで作成された各種データとの互換性もあります。

EATB が用いるテンプレートには、ほかにもさまざまな利点があります。理想的な使い方の例として、MATLAB® ユーザーが各顧客に合わせた解析基準のセットをテンプレートとして設定しておくことができます。重要な開発ステップに必要なノウ

ハウを取り込んでテンプレートライブラリに保存しておけば、その知識をすべての開発担当者が活用することができるのです。それらのテンプレートは、細部を修正するだけで新しいタスクに利用できます。ツールボックスにはテンプレート作成マニュアルが付属しており、トレーニングや各種サービスも用意されています。

最後に

ETAS の Enterprise Data Analytics Toolbox (EATB) は、大量の計測データを素早く分析できる強力なツールです。信号機の三色表示で、対策が必要な領域をひとめで把握できます。EATB を導入すれば飛躍的な効率アップが期待できます。作成されたレポートは直接プレゼンテーションに埋め込むことができ、各種の文書化要件に対応させることもできます。将来に備えたクラウドやビッグデータへの対応についての取り組みも、確実に進んでいます。このように EATB は、完全に仮想化され高速化されたテスト環境にシームレスに適応し、その強みを発揮することができます。

執筆者

Andreas Klegraf, ETAS GmbH
 プロダクトマネジメントインテグレーション・ユーザー
 エクスペリエンスユニット、EATB 責任者



車両管理ソリューション によるコスト削減

車両開発の迅速化と効率的なフリート管理

ETASの車両管理ソリューション、Vehicle Management Solution (VMS) はウェブとクラウドをベースとする統合接続ソリューションで、効率的な車両開発のために設計された最新鋭のツールです。このツールには数え切れないほどの利点があります。たとえばいつでもどこからでも開発車両にアクセスして、計測データの検索やソフトウェアバージョンのインストールを行うことができます。診断プロセスの一環として車両の状態を問い合わせることも可能です。そうした機能はシステム開発を迅速化し、フィールドデータ管理やフリート管理のコスト削減につながります。ソフトウェアはクラウド上で動作するので、ユーザーが独自のIT インフラストラクチャーを構築・維持する必要がありません。

スウェーデンの冬の朝。早起したテストドライバーが長距離のテスト走行を開始します。雪に覆われた森の奥深く、開発室から遠く離れた場所から、ドライバーはメッセージをリモート端末で受信しました。その内容は、ステアリングとブレーキのパラメータが修正された ECU の更新データが、クラウドからセルラーデータ接続を介してオンボードユニットへダウン

ロードされ、フラッシュ書き込みの準備ができたというものです。ドライバーは安全を確認して車を止め、更新を開始します。

ECU への更新情報のインストールは、わずか数分で完了しました。まもなく走行を再開すると、車はただちに新しいパラメータに基づく最新の動的計測データとステータス情報を、セル

ラーデータネットワークを通じてクラウドへ送信し始めます。本部にいる開発エンジニアは即座にクラウドのデータにアクセスし、評価プロセスの次のステージを実行します。必要であれば ECU をさらに更新することも可能で、このようにして効果的な閉ループが形成されるのです (図 1)。

以上のようなシナリオはすでに現実のものとなっていて、これに貢献したのが、信頼度の高いセキュアな先見的接続ソリューションである Vehicle Management Solution (VMS) です。VMS は車両とクラウドを結ぶ双方向通信チャンネルを提供することにより、リモートフラッシュ、リモート計測、リモート診断といったプロセスを可能にします。「リモートフラッシュ」とは無線によるファームウェア更新 (firmware over-the-air : FOTA) のことで、1 台ないし複数台の ECU へのフラッシュ書き込みを UDS on CAN 経由で行うものです。「リモート計測」は上述の例のような CAN バス上のデータ記録を、「リモート診断」は車両診断を、それぞれ離れた場所から実行できる機能です。高速データ転送により、レイテンシの低減も実現できます。現在準備中のクラウドベースのデータ解析機能が実装されれば、さらに革新的な機能やサービスがご利用いただけるようになります。

VMS は二つの主要コンポーネントで構成されています。一つは、車両 - クラウド - サービス間のセキュアな高速通信インターフェースを提供する、コアソフトウェアモジュールです。そしてもう一つが、クラウドを介したデータフロー全体の整理、分析、可視化、セットアップを担うデータ管理モジュールです。

車両のオンボードユニットが VMS のハブとなり、計測データやステータス情報を記録するほか、データのトラフィックやフ

ラッシュ書き込みを制御します。VMS の初期の構成には ETAS の新しい強力な ES740 オンボードユニットが含まれ、要求レベルの高い応用シナリオも処理できるような構成になっています。そしてさらに ETAS は、VMS の互換性を段階的に拡張し、性能の異なるさまざまなハードウェアモジュールにも対応していくことを計画しています。その一例が、一層強力になった ETAS ES820 ドライブレコーダーの採用です。

この製品の開発と販売には二つの企業がそれぞれの経験を出し合いました。ETAS の実力は主としてハードウェア関連機能と計測・適合業務の領域にあり、Robert Bosch GmbH はバックエンドとクラウドサービスに関する優れた技術を有しています。この両社のノウハウを結集させるため、2019 年初頭に新協力体制を発足させました。

困難な課題が山積する今日の市場環境にあって、VMS はまさしく申し分のないツールです。車両の複雑化が増すにつれて、開発プロセスの進行中にも頻繁にソフトウェアの新バージョンが要求され、その後の実車テストには多大な時間と労力が費やされるため、全体のコストは大きく膨れあがります。さらに OEM では、開発部署ごとに専用のテスト車両を保有するのが一般的であるため、ここでも莫大な費用がかかります。

そのような環境のなか、複雑化に対応しつつ開発費を抑えようと努力を続けているエンジニアの皆様のお手伝いをするソリューションが、この VMS なのです。変更済みパラメータの迅速なフィードバックを可能にし、ソフトウェアバージョンの妥当性評価にかかる時間を短縮します。この方法により、常に各車両を最新バージョンの車載ソフトウェアで制御することが可能になります。VMS によってシステムのエキスパートは、

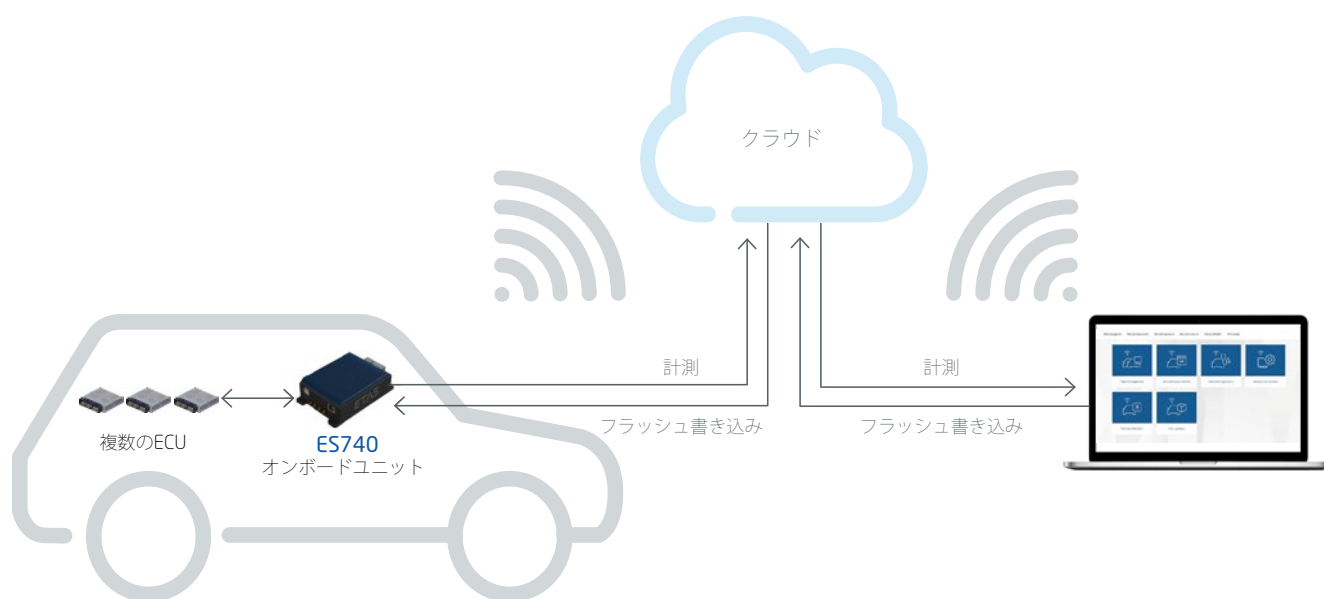


図 1 : 閉ループ ー 車両 - クラウド間の双方向通信チャンネルを提供する VMS

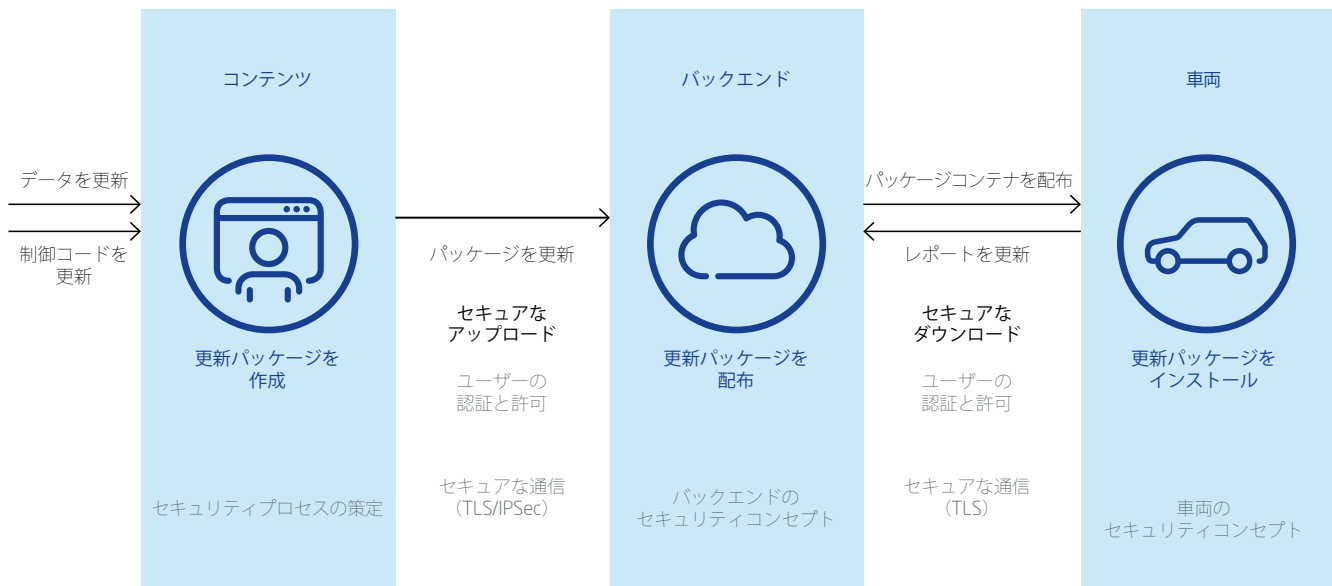


図 2：VMS が提供するセキュアなモジュール式環境

同時に何台もの車両を遠くから監視することができるのです。

車両で行う操作は簡素化され、どのテストドライバーでも操作することができます。さらに、フリートサイズを縮小することも大幅なコスト削減につながります。1 台のテスト車両を複数部署が効率よく使い回すことができ、場合によっては同時に使うことさえ可能です。以上のような要因に加え、車両を開発室へ戻さなくてもフラッシュ書き込みが行えるため、全体としての開発期間が大きく短縮されます。このように、クラウドベースのシステムを利用した開発は、地理的制約のない極めて自由度の高い業務となります。

VMS のフリート管理システムでは、仕様の異なる多数の車両の管理、計画、制御、モニタリングが行えます。各車両の固有情報や車両の状態、現在位置などがはっきりと表示されるので、フリート管理者もエンジニアも、常に最新の全体像をしっかりと把握することができます。ウェブインターフェースは明快な構成になっていて、標準的なインターネットブラウザから利用できます。

VMS 開発チームの最優先事項の一つが「セキュリティ」でした。チェーン全体にわたって徹底したセキュリティが保証されており、いかなる伝送経路やステーションを通過するデータも、誰にも改竄することはできません (図 2)。

モジュール式のセキュリティコンセプトは、ETAS の完全所有子会社で IT セキュリティソリューションのリーディングプロバイダである ESCRYPT との協働により開発されました。

VMS は「サービス型ソフトウェア」(SaaS) として設計されています。モデルにはユーザーによる VMS の運用部分も含まれ、関連プログラムはさまざまなパブリッククラウド上で動作するようになっています。解析と評価についても、クラウド上で実行された結果がユーザーのもとへ送られます。ユーザー独自のアプリケーションを VMS へ接続するためのインターフェースも用意されています。このモデルの利点は明らかです。VMS ソフトウェアは常に最新の状態に保たれ、さらにユーザー自身のサーバーを必要としないため、維持費が発生しません。

まとめ

地理的制約のない Vehicle Management Solution (VMS) は、車両開発のスピードアップと大幅なコスト削減を実現します。定期的な更新により、いつでも最新バージョンをご利用になれます。洗練されたセキュリティコンセプトによってデータは最大限に保護され、データの完全性が保証されます。こうしたすべての理由から、VMS は自動車開発の将来に向けたさらなる一歩であると言ってよいでしょう。

執筆者

Axel Heizmann、ETAS GmbH

シニアマーケティングコミュニケーションマネージャ

Murat Yeter、ETAS GmbH

コネクテッド開発担当ソリューションマネージャ

ETASとNational Instrumentsが 合弁会社を設立

National Instruments のソフトウェア定義型プラットフォームと ETAS の グローバルなテスト・評価ソリューションを結ぶパートナーシップ

ETASとNational Instrumentsはこのたび、Hardware-in-the-Loop (HiL) システムの設計・構築・サービスを共同で行うための協定に署名しました。両社は自動車業界において何十年もの実績を持ち、ECU やセンサなどの車載エレクトロニクス用ソフトウェアのテストと評価のプロセスを最適化することにより現在と将来の顧客の要求を満たすことができる、という共通の強みを持っています。

このたびの協定は、この二つの革新的企業の間には親密なパートナーシップを築き上げるものです。両社は、National Instruments (NI) が提供するソフトウェア定義型プラットフォームと包括的 I/O 機能に ETAS が持つ HiL ソリューションの開発・実装の経験をプラスすることで、新たなテスト機能を実現しようとしています。電動化と先進運転支援システム (ADAS) をめぐり急速な進化を遂げている自動車業界において、ユーザーのニーズにお応えすることがこのパートナーシップの目標です。

合弁会社は ETAS と NI が 50% ずつ所有し、ドイツのシュトゥットガルトを拠点とします。新会社は 2020 年 1 月 1 日から本格的に始動します。当初は 50 名の従業員を雇用し、迅速に規模を拡大していく予定です。

ETAS GmbH 取締役会の会長、Friedhelm Pickhard は次のように語っています。「ECU やセンサなど、車載エレクトロニクス用ソフトウェアのテストと評価のプロセスを改善するという課題に向けての、一つの間目標が、ETAS NI Systems の設立によって達成されました。

NI の機器ポートフォリオ、強力なブランド力、高い製品品質、そして社風は当社のそれらと互いに補い合うものであり、NI は非常に頼もしいパートナーです」。また、NI の代表取締役兼最高執行責任者 (COO) の Eric Starkloff は、こう述べています。「ETAS と NI のチーム能力とドメインについての専門知識、そしてグローバルな企業展開は、自動車業界のより幅広い層の顧客をつかみ、開発における課題の解決をお手伝いする、またとないチャンスを生み出すことでしょう。パートナーシップの始動に向けての準備はとても順調に進んでいて、一同、お客様のニーズにお応えする日を待ち望んでいます」。

この合弁会社が提供するシステムがお届けする効率化されたソリューションは、ユーザーの設計サイクルを加速してテスト時間を短縮し、迅速な市場投入を可能にします。

執筆者

Anja Krahl, ETAS GmbH

ブランド管理・広報・デジタルコミュニケーショングループマネージャ、兼 ETAS スポークスパーソン

ETAS および National Instruments の経営陣と、ETAS NI Systems 業務執行取締役の Leandro Fonseca (後列左から二人目)、ETAS NI Systems 技術部長の Hans-Peter Dürr (後列右から二人目)



連携する RTA-BSW と ISO 26262

ASIL-D:2018 のアプリケーションに準拠する ETAS AUTOSAR 基本ソフトウェア

車載ソフトウェアの機能が増えるに連れ、機能安全の重要性は高まります。E/E アーキテクチャはますます複雑化し、機能安全の基準に合わせたソフトウェアの開発は非常に困難なものとなっています。これを乗り越えるための鍵の一つとなるものは、十分に試行された信頼に足る基本ソフトウェアです。TÜV SÜD は、ISO 26262 ASIL-D のアプリケーションにおいて ETAS AUTOSAR ソフトウェア製品を安全に使用するための適合性テストを実施し、結果は合格と判定されました。

ISO 26262 などの機能安全規格は、E/E システムの異常な挙動によって生じる危険な事態を防ぐ安全策の定義に重点を置いています。そのような安全策の例の一つに、ソフトウェアとハードウェアの要件適合性を検証するために用いられる「パフォーマンスインジケータ」があります。しかしそれらのインジケータは、自動車メーカーや Tier 1 サプライヤが自社システムの安全性を確認するうえで十分なものでしょうか？ 答は明らかに「ノー」であり、それには正当な根拠があります。

複雑性に対処して時間と費用を節約する

まずここで、平均的なプレミアムクラスの車について考えてみましょう。搭載されているソフトウェアは 1 億行ものコードを楽々と実行していますが、これは、2013 年型の F-35 ジェット戦闘機で使われているソフトウェアコードの総数の 4 倍以上にあたります。時代の趨勢は電動化と自動運転へと大きく動き、自動車メーカーは、車両 E/E アーキテクチャに対してかつて経験したことがないような無数の変更を加えることを余儀なくされてきました。しかしいくら変更を加えても、自動車ユーザーの安全要件は減りません。それどころか反対に、電子システムにはますます大きな責任が課せられ、機能安全が重要視されるようになっているのです。

すべての車載システムをカバーする安全要件を満たすには、まず明確な戦略を立て、安全を考慮したコンポーネントを設計しなければなりません。安全規格は自動車メーカーが守るべき義務を定めていますが、それを実現する手段までは示してくれません。そこでそのプロセスを容易にする助けとなるの

が、認証を受けた機器コンポーネントの存在で、それらは広範囲なシステム認証に対する戦略を支える基礎になります。

自動車メーカーが直面している課題はほかにもあります。より短くなるプラットフォーム開発サイクルや、より強まるコストダウンへの圧力です。材料調達からソフトウェア開発、生産に至るまでの各工程は、絶えずチェックの目にさらされています。

安全性関連のソフトウェアの実装からレビュー、監査までには大変なコストを要しますが、どの工程も決して手抜きはできません。そこで、あらかじめ認証済みのコンポーネントを使用することが最良の解決策になるのです。

プロジェクト

ETAS は、安全志向のシステム開発を支援することを目的として、AUTOSAR 基本ソフトウェアである RTA-BSW の監査を TÜV SÜD に委託しました。TÜV SÜD は世界をリードする技術サービスプロバイダの一つであり、機能安全の分野におけるパートナーとして高い評価と信頼を得ています。TÜV SÜD Smart Software Program に基づくテストでは、機能安全要件を含めた RTA-BSW の認証適合性がチェックされました。TÜV SÜD はさらに、RTA-BSW の品質とセキュリティ機能に関して、全般的な安全管理や、ソフトウェア成果物に関する要件、ソフトウェア開発プロセスなどを分析しました。

RTA-BSW とは？

RTA-BSW は、ETAS が提供する量産対応型の AUTOSAR Classic 基本ソフトウェアのコレクションで、RTA-CAR と呼ばれる RTA Classic AUTOSAR 製品ポートフォリオの中核をなすものです。車載用ソフトウェアとして、20 年以上にわたり 20 億台近くの実車の ECU に使用された実績があり、生産後の不具合は全く発生していません。RTA-BSW は AUTOSAR R4.x の諸機能をサポートし、通信、メモリ、診断、安全性などの包括的な AUTOSAR スタック（モジュールの集まり）で構成されています。基本ソフトウェアの各モジュールは、さまざまな車両機能の開発に共通の基礎であるとされる円滑な中央 ECU との通信機能を実現します。



| RTA-SAFE | RTA-SEC | RTA-DIAG | RTA-J1939 | RTA-COM | RTA-MEM | RTA-IOAB |
|----------|----------|----------|-----------|---------|---------|----------|
| WdgM | CSM | Dem | J1939Tp | Com | Nvm | Ecu_IA |
| WdgIf | CAL | Dcm | J1939Dcm | PduR | MemIf | Ecu_ID |
| EZE | CRY | Fim | J1939Rm | IpduM | Fee | Ecu_OD |
| CRC | CycurHSM | | J1939Nm | ComM | Ea | Ecu_PWM |
| | | | | Nm | | Ecu_PM |
| | | | | | | Ecu_PO |
| RTA-BASE | RTA-CAN | RTA-FRAY | RTA-LIN | RTA-ETH | RTA-XCP | RTA-HWD |
| EcuM | CanTp | FrTp | LinTp | EthIf | XCP | EthTrcv |
| BswM | CanSM | FrSM | LinSM | EthSM | XCPW | CanTrcv |
| Det | CanNM | FrNM | LinNM | SoAd | | LinTrcv |
| StbM | CanIf | FrIf | LinIf | UDPNm | | FrTrcv |
| | | | | TcpIp | | ExtEE |
| | | | | Sd | RTA-CD | |
| | | | | | CD | |

| Wdg | ICU | ADC | OCU | RTA-MCAL | | | | CAN | LIN | FRAY | ETH |
|-----|------|-----|-----|----------|-----|--|--|-----|-----|------|-----|
| MCU | PORT | DIO | PMW | SPI | FLS | | | | | | |

■ Hardware-dependent modules, available today for a wide range of microcontroller/compiler combinations with further ports available on request
 □ Hardware-independent modules according to customer-specific requirements

RTA-BSW には、機能安全基準を満たすアプリケーションに必要なすべてが揃っています。

本プロジェクトでは、乗用車やオートバイ、トラック、オフロード車など多様な車両をカバーできるように、いくつもの安全規格を採用しました。適合性の評価では以下の安全規格が適用されました。

- ISO 26262:2018
- IEC 61508:2010
- ISO/DIS 19014:2018
- ISO 25119:2018

総合的評価において RTA-BSW は、機能安全モジュールの要件を含む TÜV SÜD Smart Software Program の要件を満たしていることが確認されました。これは英国、ドイツ、イタリアにおける ETAS の RTA チームにとって画期的な出来事となりました。RTA-BSW は ETAS のお客様に、高度な安全規格を達成するための強固な基盤を提供することができるのです。

まとめ

自動車業界は今日、無数の変化に直面し、その影響は車載ソフトウェア開発プロセスの個々のステップに及んでいます。と

りわけ変化の影響が目立っているのは、安全性に関連した組み込みソフトウェアの領域です。時間とコストの削減を強いられる各企業は、差別化を重要視する一方で、AUTOSAR プラットフォームのような既成コンポーネントへの依存を余儀なくされています。ETAS は認証済みの AUTOSAR 基本ソフトウェア製品を通して、安全規格への最高レベルの適合を実現し、数々の課題を乗り越えるお手伝いをいたします。

執筆者

Luca Baldini, ETAS Ltd. (イギリス、ヨーク)
RTA-BSW プロダクトマネージャ

Daniele Garofalo, ETAS Ltd. (イギリス、ヨーク)
RTA ソリューションプロダクトマネジメント部門
グローバル統括

Jonathan Manktelow, ETAS Ltd. (イギリス、ヨーク)
安全性認証プロジェクトマネージャ

規格化で 得られる柔軟性

AUTOSAR の実装がチームを成功に導く

矛盾するとお感じになるかもしれませんが、実は、規格による標準化は柔軟性を向上させます。なぜかという、信頼性の高い規格化された基本ソフトウェアは、変更や新機能の導入プロセスを迅速化することができるからです。そうした利点を最近経験した企業の一つが、オイルポンプユニット（OPU）を Hyundai-Kia Motor Company（HKMC）へ供給している韓国の Motonic です。同社は、ETAS のソリューションを利用してオイルポンプ制御装置に CAN FD と AUTOSAR を導入し、短期間で目標を達成することができました。どのようにしてそれが実現できたのかを、以下に詳しくご紹介します。

野心的な目標のために

かつての一般的なハイブリッド車は、オートマチックトランスミッションに油圧を供給する2つのタイプのオイルポンプ（内燃機関用の機械式ポンプと電気モーター用の電気式ポンプ）を搭載していました。しかし現在のハイブリッド車は1台の電気式ポンプだけですむようになり、システムが小型化されて燃料効率も良くなりました。そこで採用されたのはブラシレス直流モーター（BLDC）ではなく、永久磁石同期モーター（PMSM）です。

オイルポンプの制御に関わるパラメータは、トルク伝達量、潤滑/冷却/スリップ補償、漏れ補償など、無数にあります。基底トルク伝達量には車両の動作状態（静止/運転中）が関係し、オートマチックトランスミッションのライン圧とオイル温度が入力データとして使用されます。

新システムのさらなる目標は、PMSM のセンサーレス制御アルゴリズムを導入してモーター性能を向上させ、ホール効果位置センサによるエラーのリスクを減らすことでした。

HKMC はそれに加えて、CAN FD の導入も要求しました。



以前の制御システムは特定のマイクロコントローラ（MCU）に大きく依存していたので、新しい MCU の組み込みは大変時間のかかるプロセスでした。Motonic はこの問題を解決するため、AUTOSAR プラットフォームをベースとした ETAS の RTA 基本ソフトウェアを導入し、アプリケーションソフトウェアがマイクロコントローラに依存せずに動作できるようにしたのです。

達成までの課題

特定のモーターの複合デバイスドライバ（CDD）を AUTOSAR ベースで開発することにより、MCU ファームウェア開発の新しい標準プロセスが確立されました。ETAS は韓国、英国、ドイツ、イタリアのエキスパートを集めたグローバルチームを編成し、Motonic による AUTOSAR プラットフォームと新機能の導入の支援にあたりました。

Motonic のチームは ETAS の ASCET を使用して、診断とフェールセーフのソフトウェアと協調制御アルゴリズムのソフトウェアを開発しました。ただし、センサレス制御アルゴリズムについてはハンドコーディングを行いました。特に重要な課題は、AUTOSAR に準拠した制御タイミングをどのように仕様に沿って実装するか、ということでしたが、チームの努力は報われ、新しいモーター用に最適化された実行・同期制御アルゴリズムの作成に成功したのです。フラッシュブートローダ（FBL）と診断仕様についても、HKMC の要望を満たすことができました。

ETAS のエンジニアリングチームは、オイルポンプユニット用のフラッシュブートローダ開発のための AUTOSAR BSW プロトタイプの設定アップを、RTA-BSW 基本ソフトウェア、RTA-OS オペレーティングシステム、RTA-RTE ランタイム環境、そして RTA-FBL フラッシュブートローダを用いて実施しました。現場での技術サポートやトレーニングも行いました。さらに開発者たちは、統合された AUTOSAR アーキテクチャと、基本ソフトウェア構成ツールの ISOLAR-A、構成ツールの ISOLAR-B、適合・診断・評価用ツールの INCA、さらに CAN FD バスインターフェース ES582 も使用しました。

利点

こうして、すでに何百万台もの実車で立証済みの AUTOSAR 基本ソフトウェアの上に、柔軟性と高い信頼性を備えたファームウェアプラットフォームが構築され、Motonic はオイルポンプユニットの生産を開始しました。新しいセンサレス制御アルゴリズムにより不具合のリスクが低減されました。Motonic はこのプロジェクトを通して AUTOSAR プラットフォームについての理解を深め、技術の進歩だけでなく、開発プロセスにおける重要な改善をも成し遂げることができました。Motonic の目標は達成され、将来の成功を支える強固な基盤が得られたのです。

執筆者

Haejin Kim 氏、Motonic（韓国）

シニアリサーチエンジニア

Seungyun Ryu 氏、Infineon Technologies Korea Co., Ltd.

システムアプリケーションエンジニア

Hojeong Yoo、ETAS Korea Co., Ltd.

フィールドアプリケーションエンジニア

10 対 1,000,000,000

Bosch のパワートレインソリューションズ部門が SCODE を体験

内燃機関の空気系を制御するソフトウェアシステムは、他に類をみないほど複雑です。考慮すべき要素が無数にあり、その多くが互いに影響し合います。開発を始める時点においてそうした諸要素の関係を正確に見きわめておかないと、コストはあっという間に膨れ上がってしまいます。SCODE は、このような複雑なシステムを始めから正しく理解し、記述するために開発されたツールです。しかし、SCODE は本当に開発チームの期待に応えられるのでしょうか？

SCODE 開発チームは、複雑化する一方のソフトウェア開発業務を適切にコントロールできるようにする取り組みを続けてきました。そして SCODE の実用化から 5 年がたった今、Robert Bosch GmbH のディーゼルエンジン用エアシステムの機能開発を評価する機会がやってきました。

課題

今日のディーゼルエンジンの特性はエアシステムに大きく依存しています。数千もの適合パラメータを持つ複雑なソフトウェアは、最適化されたパフォーマンス特性と優れた快適性を提供すると同時に、実路走行排気 (RDE: Real Driving Emissions) テストサイクルなどの次第に厳しさを増す目標値の達成をも可能にしています。

Bosch のソフトウェアは、エンジンの制御にとどまらず、出力定格や、トランスミッションの種類、排出基準、さらには個々の市場に合わせた調整までも処理します。適合パラメータの数が 3 桁になることは決して珍しいことではありません。時間とコストの厳格な要件も守らなくてはなりません。従来の手法では、このように複雑なシステムを実現することは難しく、将来発生するかもしれない変更作業に柔軟に対応させることなどは望めないでしょう。

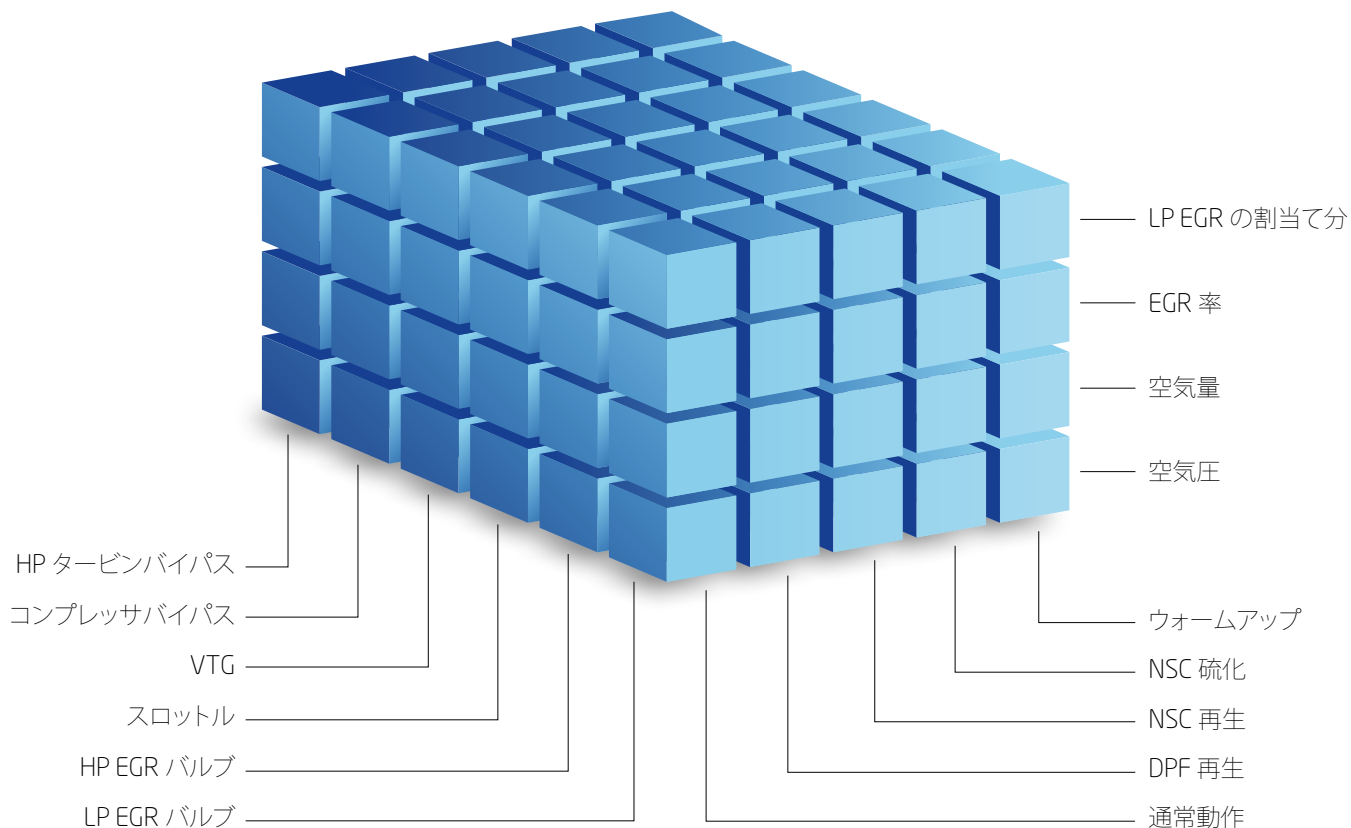
解決策

約 10 年前のこと、Bosch はこの複雑なシステムを効果的に管理するため、それまでの静的なマップに代えて物理モデルを徐々に導入することにしました。ECU に保存された式を用いてシステムの挙動を記述した各モデルが、離散時間で制御モデルを計算します。

新しい SCODE-ANALYZER は、さまざまな制御システム内の複雑な関係性を記述して検証することを可能にします。そしてさらに SCODE-CONGRA で各システムを物理式で記述し、インタラクティブなグラフとして表示して検証した後、プログラムコードを生成することができます。MATLAB® および Simulink® 環境への統合も可能です。これらのツールは、機能の構造と機能間の関係を研究する「機能的形態学」と、挙動に影響を及ぼすシステムにおいて情報の再編成を行う「コグニティブオートメーション」を基礎としています。

SCODE-ANALYZER はシステム記述に優先順位を付与して構造化します。このツールはまず各スイッチが何を要求するのかを問い合わせ、その情報を使用して問題空間全体を記述します。次に、早期の機能開発段階で形態学的分析を行い、結論として、これらの新ツールは実地で大成功を収めており、

これらの新ツールは実地で大きな成功を収めており、その成果は私たちの期待を上回るものになりました。



目標値、エアシステムアクチュエータ、動作モード：複雑さは三次元的に増大する

その成果は私たちの予想をさえ上回るものになっていました。問題空間を modus (「様式」、「方法」を表すラテン語、以下「モード」と記します) と呼ばれる論理的下位空間に分割します。各モードはたとえば通常動作時の排ガス還流率や、微粒子フィルタ再生用の空気量、NOx 触媒コンバータ再生のための両パラメータの同時制御などに相当します。この方法で作成される下位空間の合計数は 10 前後で、理論上考えられる百万を超える数を大きく下回ります。

一つのモードはすべての要件を含んでいます。望ましくない組み合わせや不可能な組み合わせは ANALYZER によって消去され、問題空間内に残った組み合わせだけがそれぞれ個別のモードに割り当てられます。このようにして、全要件をカバーしながら必要不可欠でないものは含まない、完全かつ明快に記述された下位空間が作成されるのです。

具体的な利点

SCODE を使用したプロセスでは物理モデルの複雑性をソフトウェア内部で大幅に解消することができ、適合に要する労力を削減できます。さらにソフトウェアの設計を単純化できるといった利点もあります。これらのツールを用いれば、同程度の機能を開発するための時間を平均 25 ~ 30% 節約でき、適

合の手間に関しても同様です。さらに、明快で緻密な記述が可能なことや既存の要素の再利用が極めて容易になることから、設計の安全性も向上します。副次的な効果としては、制御フロー全体を通じての文書化機能が強化され、各モードが極めてコンパクトな形で表現されます。

上述のように、これらの新ツールは実地で大きな成功を収めており、その成果は私たちの期待を上回るものになりました。Bosch は、ディーゼルエンジンで初めて採用したこのプロセスを、今後はガソリンエンジンや電気/ハイブリッド駆動システムにおいても標準プロセスとして確立させようとしています。

執筆者

Dr.-Ing. Thomas Bleile 氏、Robert Bosch GmbH
システム機能開発部シニアエキスパート



ETAS GmbH へのお問い合わせ：
Dr. Markus Behle (ソフトウェアエンジニアリング
ツール担当シニアプロダクトマネージャ、
SCODE の共同発明者)、Markus.Behle@etas.com

INCA-FLOW — 連携による成功

ガイド付き適合と自動化による効率アップ

INCA-FLOW は、グラフィックデザインエディタでモデリングした適合手順を各種インフラストラクチャー上で実行できる、直感的なツールです。適合作業の効率性を大幅に向上させられるツールとして市場でも定評があり、今では約 100 社の自動車メーカーとサプライヤが採用しています。これは 2009 年に始まった ETAS と IAV のパートナーシップの大きな成果の一つです。

ますます多機能化して複雑になる運転機能。そこで求められているのが、適合エンジニアへのプレッシャーを自動化によって緩和し、さらには立証済みのプロセスとノウハウを企業全体で活用できるようにする開発ツールの存在です。INCA-FLOW はこのようなニーズに応え、適合作業の標準化に取り組む自動車メーカー、サプライヤ、サービスプロバイダを支援するものです。このツールがあれば、世界のどこからでも同じ適合手順を使って再現性の高い結果を得ることができます。

IAV によって開発され、ETAS が 2009 年から専売権を有して販売している INCA-FLOW は、両社のパートナーシップが大きな成功を収めた産物だといえます。「この 10 年間のめざましい成長により、私たちは強固な顧客基盤を築くことができました。この成功の鍵の一つは、業界の進化する要件に合わせて INCA-FLOW に手を加え続けてきたことです」と、ETAS のプロダクトマネージャである Thomas Kruse は語っています。IAV のシニアソリューションエキスパート、Sven Meyer はこれに同意して、さらに付け加えます。「INCA-FLOW によって多くの企業で適合と評価の作業が標準化され、自動化されました。それは開発期間短縮とコストダウンにつながり、適合作業の再現性と品質も向上しました」開発環境にもよりますが、パラメータ設定を手作業で行う場合に比べて 30% から 80% の効率向上が見込めると、Meyer は言っています。

かつては 2,000 点ほどであった ECU のパラメータは、今や 60,000 点近くにまで増えています。これは、手作業での開発プロセスがもはや不可能になってしまったことを意味するものです。INCA-FLOW を利用すれば、プログラミングの高度なスキルがなくても、自動化されたパラメータ適合の手順をたやすく定義することができます。INCA-FLOW のグラフィカルユーザーインターフェースでの作業は、適合エンジニアがスクリプトを書くことから始まります。このスクリプトは、計測、評価、適合などの作業を INCA で直接実行するためのものです。これにより、適合作業に関わるエキスパートたちは余計な手間から解放され、それぞれの専門技能を発揮すること — たとえば、排ガスを最小限に抑えられるよう ECU パラメータを設定する、堅牢なオンボード診断 (OBD) を可能にする、燃費やパフォーマンスや運転挙動を最適化する、といったことに全神経を集中させることができます。このようにして得られたベストプラクティスのサンプルが INCA-FLOW によって自動的に文

書化され、企業全体からアクセスできるようになります。

これらの機能により INCA-FLOW は、適合エンジニアや機能開発者だけでなくソフトウェア開発者やプロジェクト管理者にとっても好ましいツールとなっています。しかも、最新の二つのアドオンを導入すれば、これまで以上に幅広い ECU 適合の用途にも対応することが可能になります。その一つは「エンジン・トランスミッションドライバビリティ」アドオン (EDT および TDT) です。このアドオンは、従来は主観的に決定されていた適合基準値を客観的な計測値に置き換えるものです。それによって適合作業が簡素化され、比較もしやすくなりました。また、エンジンやトランスミッションの運転特性の改善をエンジニアがリアルタイムに行うことも可能になりました。たとえば、加速時のトランスミッションのガタつきを抑えるケースを考えてみましょう。記録された情報が INCA-FLOW のユーザーインターフェースに表示されるので、適合エンジニアはパラメータをインタラクティブに変更しながら、ガタつきが最小になる設定を探すことができます。第二のアドオンは、各種テストベンチへの接続を可能にするもので、こちらもお客様に大変ご好評をいただいています。テストベンチを INCA と INCA-FLOW に接続するインターフェースには、特定メーカーに依存しないもの (CAN や ASAP3) を利用することができます。「価格も手頃で効率の良いソリューション」と Kruse はコメントしています。作成したスクリプトはどのテストベンチでも使うことができ、実験計画法 (DoE) によってテストの回数を減らすことができます。

IAV と ETAS のパートナーシップからはもう一つ、INCA-RDE という製品も生まれています。これは、RDE (実路走行排気) の規格に準拠した走行ができているかをリアルタイムにモニタリングし、排ガスのデータをさまざまな図表で INCA 上に表示するためのソフトウェアです。従来は、まず計測データを記録しておき、これを後からオフラインツールで評価するのが一般的でした。しかし INCA-RDE では、ECU パラメータと車載型排ガス計測システム (Portable Emission Measurement System : PEMS) の両方のデータを合わせて INCA の実験環境で視覚化し、それを確認しながらデータをファイルに記録することができるのです。将来は、排出量のピークの原因をソフトウェアに推定させる、といったさらに高度な機能も加わる予定です。これが実現すれば、排気再循環や燃料噴射などの特



すべての適合インフラストラクチャーにおける INCA-FLOW の展開

性に影響するパラメータの調整を、机上ではなくテスト走行中に行うことが可能になります。

まとめ

IAV と ETAS のパートナーシップは真のサクセスストーリーです。INCA-FLOW はすでに市場で定評を得ており、ここにもうひとつの優れた製品、INCA-RDE が加わりました。いずれの

ツールも効率を飛躍的に向上させ、自動車開発者の業務を大幅に簡易化して、顧客の要求を確実に満たすことができます。

執筆者

Jürgen Crepin、ETAS GmbH

シニアマーケティングコミュニケーションマネージャ

迅速・直感的な 計測データ解析

計測データアナライザ (MDA V8) : 進化した処理能力と明快で革新的な ユーザーインターフェース

サイズの大きな計測ファイルには無数のシグナルが含まれており、データの解析は気が遠くなるような大仕事になります。そこで、ETAS は未来のニーズに合わせた新しいソリューションとして、MDA V8 を開発しました。今では自動車業界の標準ツールとなっている MDA ですが、今回の新バージョンでは機能を絞り込み、驚異的なパフォーマンスとユーザーフレンドリーなインターフェースを実現しています。

そんな MDA V8 の活用例をご紹介します。適合エンジニアのもとに、数時間に及ぶ記録を収めた大容量の計測ファイルが届きます。それはテスト走行のデータで、テスト中に幾つかの異常な挙動が認められたため、詳しく調査する必要があったのです。一般的なツールであれば、莫大な量のデータから特定の箇所を見つけるのは非常に面倒で手間のかかる作業ですが、MDA V8 の演算シグナルとイベントリストを利用すれば、「荒いシフトダウン操作」、「特定の速度範囲」といったさまざまな条件に合う箇所を容易に検索することができます。演算シグナルの条件式を変更すれば、検索結果も自動的に更新されます。こうして目的の領域が明確になれば、当該問題に影響を与えるパラメータを判別するのが容易になります。

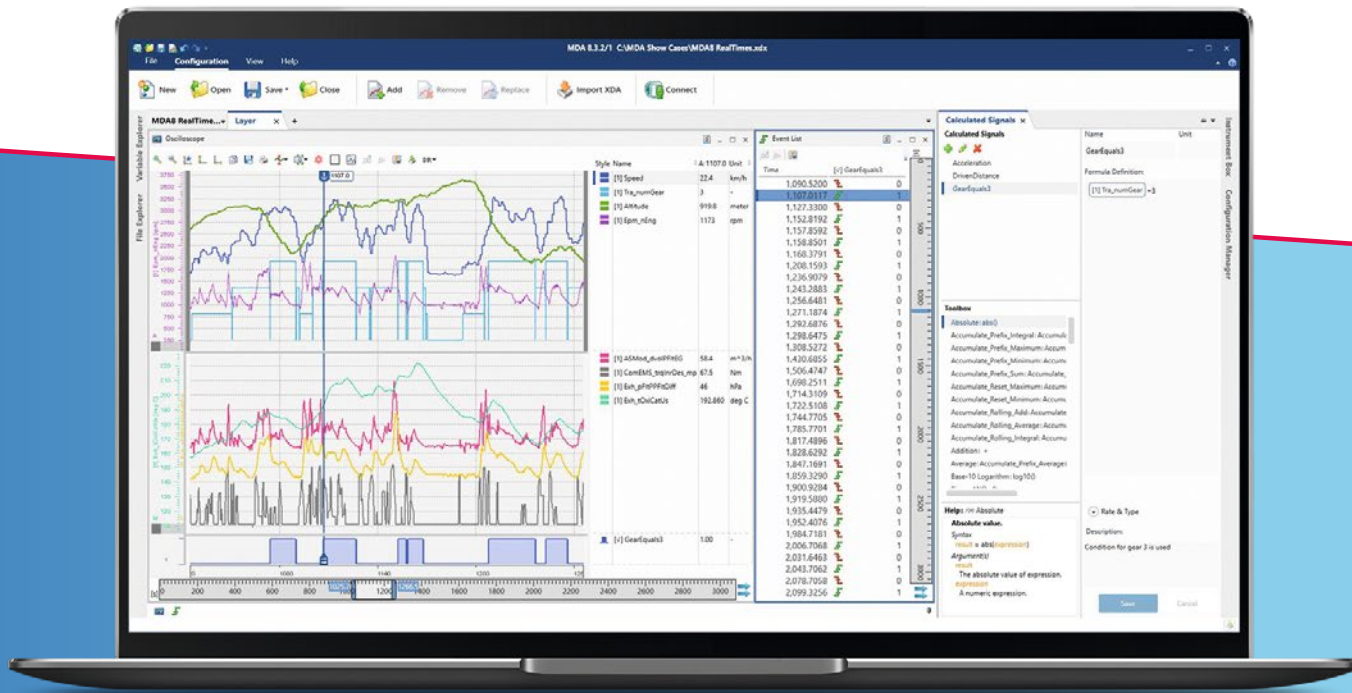
MDA V8 は ETAS の実績ある計測データアナライザ MDA V7 を完全に一新したもので、高効率のアルゴリズムを採用し、将来の諸要件をも考慮した設計となっています。MDA V8 の処理速度は非常に高速で、複数のサンプリングレートで計測された数十万点のシグナル値が含まれる測定ファイルでも、迅速に開いて処理することができます。

MDA V8 は、その前身である MDA V7 の主要な機能を核としていますが、効率性を最大限に高めるため、MDA V7 においてほとんど使われていなかった特殊な機能やアドオンなどを

注意深く省いています。ユーザーフレンドリーな設計と、徹底的に見直したグラフィカルユーザーインターフェースにより、直感的で能率の良い分析作業が行えるようになりました。

シグナル値の変化のタイミングを一覧表示する「イベントリストウィンドウ」という新しい分析ウィンドウが導入され、これと演算シグナルを併用することにより、次ページの図に示される例のように、効率よく特定のポイントを見つけ出すことができます。MDA V8 では演算シグナルの使い勝手も向上しました。演算シグナルは、専用のエディタを使用して算術演算や条件式を簡単に定義でき、複数の演算シグナルを組み合わせて別の演算シグナルを定義することもできます。

また、複数の分析ウィンドウを時刻で同期させるという大変便利な機能もあります。イベントリストウィンドウとオシロスコープウィンドウを同期させれば、イベントリストで特定したポイントをオシロスコープで素早く視覚的に分析することができます。MDA V8 ではオシロスコープウィンドウも進化しました。INCA のオシロスコープと同じように、水平に区切られた複数の「ストリップ」にシグナルを分散させることができます。またオシロスコープの時間軸に沿って「タイムスライダ」が表示され、直感的なスライド操作で全時間範囲を素早くナビゲートできるようになりました。タイムスライダのつまみをマウス



条件式（上図の例では「ギア番号が3かどうか」）を定義した演算シグナル（GearEquals3）をイベントリストに表示し、演算結果（1/0）の変化したタイミングを確認します。演算に使用される実シグナル（Tra_NumGear）はオシロスコープに表示されています。

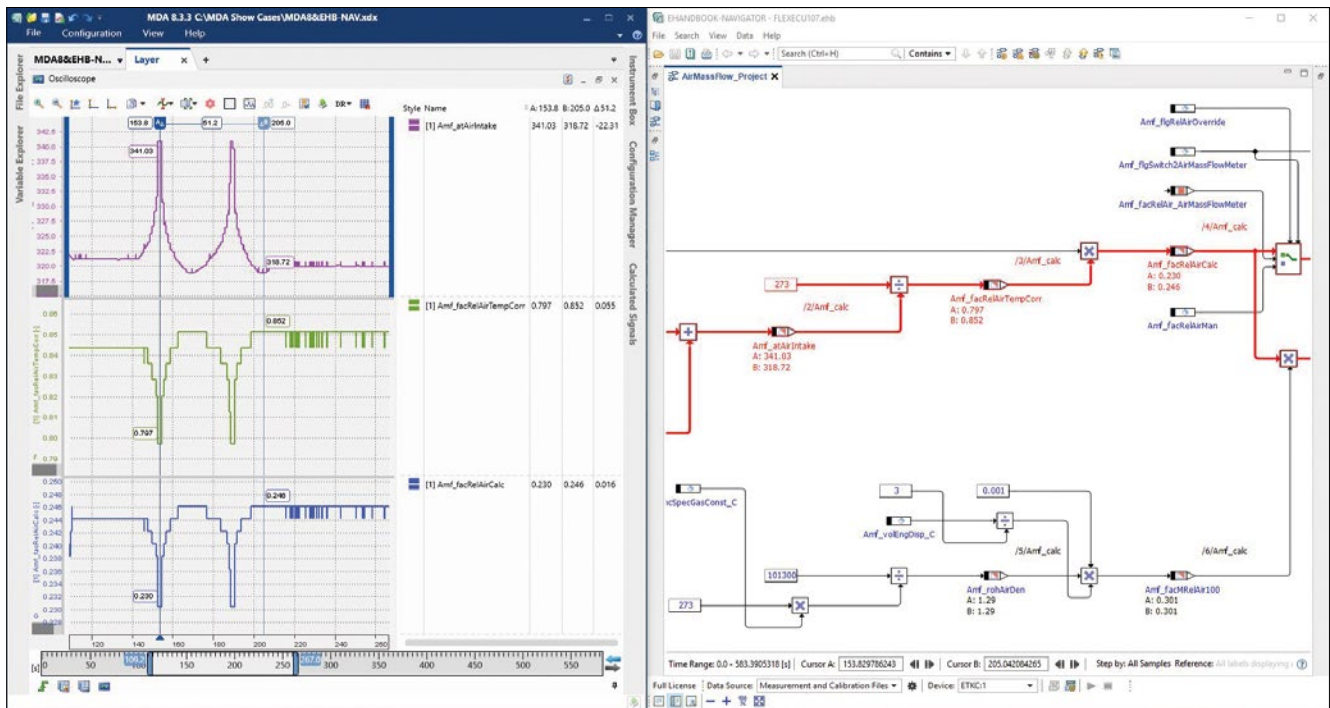
MDA V8 の主な特長：

- 非常に大きな計測ファイルでも高速処理できる強力な処理能力
- 重要な機能に絞り込んだ明快な機能設計
- 直感的な新しいユーザーインターフェース
- 使いやすくなった演算シグナル
- 表示オプションの充実したオシロスコープ
- EHANDBOOK-NAVIGATOR のインタラクティブドキュメントに接続可能
- MDA V7 のコンフィギュレーションをインポート可能
- シグナル、分析ウィンドウ（オシロスコープ、テーブル、イベントリストなど）などの構成や設定値を自動保存し、実作業前の設定作業を省力化
- ユーザー独自のツール環境に統合可能（例：テキストベースの計測データファイル形式をサポート）
- すべてのバージョンの Measurement Data Format（MDF）ファイル形式の読み書きや変換が可能
- ASAM 仕様の MDF V4.1 に準拠したインデックス付き計測データ、圧縮計測データをサポート
- 新しいライセンスは不要 - V7 のライセンスをそのまま使える

でつかんで動かすだけで時間軸の範囲がダイナミックに移動し、縮小・拡大も簡単に行えます。正確な時間間隔を指定できるうえ、非常に細かい範囲を詳細に拡大表示でき、高精度なデータナビゲーションが行えます。また、MDA V8 を ETAS の EHANDBOOK-NAVIGATOR（EHB-NAV）に接続して、より詳細な分析を行うことも可能です。EHB-NAV からは ECU ソフトウェアのドキュメントに直接アクセスできるので、個々の計測値の間の相関を素早く把握することができます。これによ

て原因と結果の関係をより明確に把握することができます。EHB-NAV のインタラクティブなドキュメント上に MDA V8 の現在のカーソル位置のシグナル値を表示することができるので、トラブルシューティングの大きな助けとなります。

MDA V8 は将来のニーズに対応し、高効率のアルゴリズムをベースに設計されています。「テーブルウィンドウ」を使用すると、詳細なシグナル値が正確なタイムスタンプ値とともに表



MDA V8 (左) を EHANDBOOK-NAVIGATOR (右) に接続すると、EHANDBOOK-NAVIGATOR のインターフェース上に MDA V8 のカーソルが示す計測値が表示され、カーソル移動とともに自動更新される

高度に効率化されたアルゴリズムを搭載する MDA V8 は、将来のニーズへの対応も考慮して設計されました。

示されます。異なる周波数でサンプリングされたシグナルを1つのテーブルに表示して比較する場合は、実際に計測された値だけを表示し、値がないポイントを空白のままにするか、それとも空白の代わりに補間値を表示するかを選択することができ、柔軟な分析を行えます。

MDA V8 は、すでに多くの OEM やコンポーネントサプライヤでご活用いただいています。みなさまから非常に好意的な評価をいただいております。その理由の一つに、MDA V8 をお客様の環境に柔軟に適応させられる、という点があります。シンプルな記述ファイルを作成するだけで、ASCII 形式などのユーザー固有のファイル形式の読み書きが可能になります。前バージョンからの移行をサポートする機能も充実しています。MDA V7 のコンフィギュレーションを MDA V8 で再利用できるほか、学習用の短いビデオを www.etas.com/mda (ダウンロードメニュー) でご覧になることもできます。ヘルプメニューの機能も充実し、オンラインヘルプのほか、PDF 形式の各種ユーザードキュメントでも MDA V8 の新機能と強化された機能を学んでいただくことができます。

まとめ

MDA のバージョン 8 において、ETAS は大きな一歩を踏み出しました。MDA V8 は現在と未来の車両開発におけるニーズに応じて作成されました。この先どのような課題が待ち受けていようと、完璧なツールとしてお使いいただけるだけの多彩な利点を備えています。

ETAS は今後も MDA をさらに強化し続けていきます。予定されている改善点としては、さらなる評価機能の実装や、計測データと適合データの同期表示機能の強化などがあります。適合エンジニアのみならず、どうぞご期待ください!

執筆者

Dr. Matthias Gekeler, ETAS GmbH
MDA・INCA 実験環境担当プロダクトマネージャ

INCA を学ぶ

Werner-Siemens-Schule にて、意欲的なエンジニアのための INCA 入門セミナー

「スロットバルブの正確なポジショニングがなぜ重要なのか？それを達成するために適合エンジニアとしてどんなツールを使えばいいのか？」シュトゥットガルト（ドイツ）の専門学校、Werner-Siemens-Schule の学生たちはそのようなさまざまな課題に取り組みました。それは、彼らのニーズに合わせて特別に企画された4日間のINCAセミナーでのことです。学生たちはEsslingen University of Applied Sciencesで専門技術を学ぶための準備として、メカトロニクスの速成コースを受講しているところでした。自動車メカトロニクス分野におけるこのような学習方法は「E-MobilityPlus」と呼ばれ、職業訓練と大学教育の二つの枠組が連携し合って行われます。

月曜日の朝8時、Werner-Siemens-Schule のエレクトロニクス研究室には18人の学生が着席していました。彼らはこれから、4日間のINCAセミナーを受講するのです。このセミナーはWerner-Siemens-Schule と ETAS の長期的パートナーシップから生まれたもので、内容もスケジュールも、この学生たちのニーズに合わせて組まれていました。コースの開発者が特に留意したのは、理論と実践をバランスよく組み合わせることにより、学生に適合作業と適合ツールの初歩を少しずつ順序立てて身に付けさせることでした。一定時間ごとに休憩も挟み、学んだことを振り返る時間もたっぷり設けられました。理

論の講義の後には必ず実技の時間があります。学んだことをただちに应用してみることで知識をしっかりと刻み付け、各ステップをより明確に理解するためです。講師はそれぞれの作業の理論的背景も説明します。実務経験のあるエンジニアを対象とする従来型のセミナーとは違って、学生たちはまだ、適合のさまざまな側面がどのように互いに結びつくのかをよく理解できていないからです。ある作業をしようとするときに、なぜそういう手順を踏むのかという疑問について、自動車業界での使用事例をもとに説明と討論を行います。最後の実技試験では、どの学生も学んだ知識をもとにINCAで計測チェーンを作成し、MDA（計測データアナライザ）で計測評価を行うことができました。適切なツールとその操作のノウハウさえあれば、どちらも簡単なことなのです。

執筆者

Klaus Fronius, ETAS GmbH

マーケット・コンペティティブインテリジェンスグループ
マネージャ兼大学連絡担当マネージャ

ETAS は、明日のエンジニアである若い世代へのサポートを大切にしています。
このようなセミナーは未来への投資です。

Werner-Siemens-Schule の
INCA セミナー





枠にとらわれない発想で

ブラジルでのモデリング作業を ETAS ASCMO で迅速化

サンパウロ大学の学生たちは長年にわたる ETAS のパートナーです。成功を収めているこのパートナーシップが最近、車両ダイナミクスの領域にも広がりました。

レース用のコースでは、タイヤがチームの競走力を決定的に左右することがあります。特に、追い越しのために一瞬でもブレーキングを遅らせたいときや、勝利へと一気に加速したいときなど。重要なコンポーネントの挙動を最もよく知り抜いているチームは、必ず他に一步先んじることができます。それがこの領域で常にたゆまぬ研究が続けられている理由です。サンパウロ大学 (University of São Paulo: USP) のある学生グループは ETAS のサポートのもと、この課題に正面から挑戦することになりました。このグループは Equipe Poli レーシングチームに所属し、チームは USP 工学部の代表として、ブラジルの学生のためのフォーミュラ SAE エンジニアリングデザイン競技会 (ヨーロッパの学生フォーミュラにあたる) に参加しています。フォーミュラ SAE はブラジルで大成功を博しており、65 チーム、1,300 名もの工学系学生を惹き付けています。

この有能な未来のエンジニアたちのチームは何年も前から ETAS とパートナーシップを結び、パワートレインの設計と評価において優位に立とうと、ETAS の INCA と「ブルーボックス」と呼ばれるコンパクトなハードウェアモジュールを使った計測と適合の作業を行ってきました。最近では、このパートナーシップが車両ダイナミクスの領域にまで広がっています。ETAS のエキスパートが協力したタイヤのモデリング作業では ETAS ASCMO が活用され、過去の実績を上回る好成績をもたらしました。ETAS ASCMO は、計測データに基づいたモデルの作成やモデルベース適合を行うためのツールです。最小限の計測データをもとに、最先端の統計的学習手法 (ガウスプロセス) を使用することで、複雑なシステム挙動のモデリングから解析、最適化までを高い精度で行うことができます。エンジン適合の分野をリードするソリューションとして評価の高い ETAS

ASCMO は、そのほかにも、複雑なシステムを記述し、相関関係を確立し、モデルを精緻化するために必要なあらゆる場面に応用できます。さて、まず学生たちを待っていたのは、50 万もの測定ポイントから得られた膨大なデータセットと、気も速くなるような難題でした。この大量のデータのどこかに深く埋もれて、非線形的なタイヤ挙動の情報があるはず。それをどうやって取り出せばよいのだろうか? 幸いなことに、ETAS ASCMO はこの目的のために生まれたようなツールでした。学生たちは関連度に基づいて入力すべきデータを決め、800 のトレーニングポイントを選択して、すべての関連情報を一つの特性超曲面に盛り込んだグローバル多入力回帰モデルを作成しました。サスペンション設計チームとレースエンジニアチームがタイヤの反応について信頼に足る予測を受け取るまでには、たった数秒しか要しませんでした。もし従来の手法を使っていたら、データの生成に何週間もの時間がかかっていたことでしょう。2019 年 8 月、サンパウロで開かれた第 27 回 International Symposium of Automotive Engineering (SIMEA) において、暫定的な結果が論文として発表されました。このイベントでの ETAS のチームの成果は目覚ましく、「設計と自動車技術」部門で「特別賞」を受賞することができました。

しかし挑戦はまだ続きます。来シーズンはさらに野心的なアプリケーションを実装し、これまでを上回る車のポテンシャルをサーキットに解放することを目指しています。

執筆者

André Pelisser

ブラジルの ETAS フィールドアプリケーションエンジニア、元 Equipe Poli Racing チームキャプテン

国民大学とのコラボレーションに成功

ETAS と ETAS ASCMO のサポートを受けた国民（クンミン）大学が、韓国自動車技術者協会（Korean Society of Automotive Engineers）が主催したレースカーデザイン競技会のフォーミュラ部門で優勝しました。

専門分野の実践的教育を目標に掲げる韓国の国民大学は、国内トップクラスの自動車工学部の発展のために力を注いでいます。2014年には自動車IT融合学科を創設し、コンピュータプログラミングや電気／電子技術のほか、動力学、熱力学、静力学などの基礎力学の知識を兼ね備えた未来志向の人材の育成を目指してきました。

ントルクの最適化とBSFC（ブレーキ固有の燃料消費量）の最小化を同時に行うことが重要になります。KORAは計測データをもとにETAS ASCMOでモデルを作成した後、サイクル最適化に進み、噴射時間、噴射タイミング、点火進角のそれぞれの適合マップをECUマップのサイズに合わせて抽出しました。そして、それらのマップを適用し、評価とテストを実施しました。競技会の2週間前には大邱の性能試験場で評価試験が実施



フォーミュラ SAE に意欲を燃やす KORA

ETAS Korea は国内の自動車業界の進歩に貢献すべく、2014年に国民大学との MOU（予備的合意書）に署名しました。それ以来、同校に LABCAR、ETAS ASCMO、AUTOSAR のソリューションポートフォリオを提供するなど緊密なコラボレーションを続けています。2018年には、ETAS ASCMO によるコラボレーションが目に見える成果をもたらしました。ETAS の支援により国民大学の学生たちは、国内外のレース大会で ETAS ASCMO を活用したのです。国民大学の自動車工学クラブであるクンミンレーシング（KORA）チームが参加したのは、KSAE（韓国自動車技術者協会）フォーミュラと、フォーミュラ SAE（Formula Society of Automotive Engineers；略称 FSAE）の大会でした。SAE が主催する FSAE は世界最大の学生エンジニアリング競技会です。FSAE では性能とエネルギー効率の両方が判定材料となるので、エンジンの適合では最大エンジ

され、最適化されたマップを用いたケースでは、走行距離 11 km においてラップタイムを最大 4 秒短縮でき、燃費は 0.1 リットル節減できることが証明されました。こうして ETAS ASCMO で最適化した適合マップを使ったマシンは、2018年8月の KSAE フォーミュラ大会におけるフォーミュラ部門でみごと優勝。2018年5月の FSAE でも、2017年には 11 位だった加速部門で第三位入賞を果たしたのです。

執筆者

Wonseok Chang、ETAS Korea Co., Ltd.

フィールドアプリケーションエンジニアスペシャリスト

Youngeun Kim、ETAS Korea Co., Ltd.

マーケティングコミュニケーションマネージャ

ETAS の



「Boschの若い
荒くれもの
たち」からす
べてが始まる

すべては「Boschの若い荒くれものたち」から始まりました。1994年6月1日、Boschの「ディーゼルエンジンシステム」事業部と「ガソリンエンジンシステム」事業部に所属していた開発準備部門のチームとその同僚たち42名が集まり、新会社である「ETAS Entwicklungs-und Applikationswerkzeuge für elektronische Systeme GmbH & Co. KG」が設立されたのです。

| | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|
| 1994 | | | 1995 | | 1997 | | |
| ドイツ シュトゥットガ ルトに ETAS GmbH & Co. KG を設立 | LABCAR* MAC2* VME システム* | ASCET V1.0.0* ETK* VS100* | フランス ランジスの B2i がディスト リビューション パートナーに | 米国 アナーバー に ETAS Inc. を設立 | 韓国 Jehin Eng. が ディストリ ビューション パートナーに | INCA 計測・適合・ 診断ソフトウェア | |
| | * Bosch から移行 | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|--|-------------------------|--|
| 2009 | | | 2007 | | 2006 | |
| ブラジル、イタリア、 ロシア連邦、スウェーデン 各国に ETAS 営業所を 設立 | | | インド バンガロールに ETAS Automotive India Pvt. Ltd. を設立 | | XETK ECU インターフェース | VCI 車両通信 インターフェース |
| | | | | | ES400 高精度計測 モジュール | ES900 プロトタイピング & インターフェース モジュール |















| | | | | | | |
|------------------------|---|--|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 2010 | | | 2012 | | | |
| ES720 ドライブ レコーダー | EHOOKS スイッチング ポイント (パイパ スフックポイント) 追加ツール | ES5340 PCIe ベース のシミュレー ションボード | ETAS がボーフム の ESCRYPT を 買収 | ETAS ASCMO モデルベース 適合 | ISOLAR-A AUTOSAR オーサリング ツール | ISOLAR-EVE 仮想 ECU プラットフォーム |



| | | | |
|---|---------------------------------|--|---|
| 2019 | | 2018 | |
| 25 年後、ETAS は社員 1,400 名超のグローバル 企業に | 合併会社 ETAS NI Systems を 設立 | RTA-VRTE ビークルコンピュータ 向けのプラットフォーム ソフトウェアフレー ムワーク | ES886 ECU およびバス インターフェース モジュール |
| | | | ES830 ラビッド プロトタイピング モジュール |

あゆみ

設立当初から ETAS とは有能で意欲ある人材を引き寄せる磁石のような場所であり、社員にとってモノづくりの機会に満ちた広大なグラウンドのようなものでした。過去 25 年間、ETAS のひたむきな起業家精神は大きな発展と成長を遂げ、世界の 12 カ国に 23 の拠点を擁し、社員 1,400 名を抱えるグローバル企業となりました。

| | | | | | |
|--|--|---|---|--|---|
| <p>1998 </p> <p>日本 横浜に イータス 株式会社を 設立</p> <p>ブラジル サンパウロの Unit がディストリ ビューション パートナーに</p> | <p>2000 </p> <p>ES1000 ラピッドプロトタイピング モジュール</p> <p>LABCAR- OPERATOR V1.0.0 実験環境</p> | <p>2001  </p> <p>フランス ランジスに ETAS S.A.S. を 設立</p> <p>英国 バーミンガムに ETAS Ltd. を 設立</p> | | | |
| <p>2005 </p> <p>中国 上海に ETAS (Shanghai) Co., Ltd. を 設立</p> <p>ES500 インター フェース モジュー ル</p> | <p>2004  RTPC</p> <p>INTECRIO プロトタイ ピング環境</p> <p>LABCAR-RTPC PC ベースの リアルタイム シミュレーシ ョン ターゲット</p> | <p>2003 </p> <p>ETAS LiveDevices と Vetronix を買収</p> <p>韓国 ソウルに ETAS Korea Co., Ltd. を設立</p> | <p>2002 </p> <p>ES600 計測 モジュール</p> <p>ES690 インターフェース モジュール</p> | | |
| <p>2013 </p> <p>EHANDBOOK ドキュメント ソリューション</p> | <p>2014</p> <p>RTA ソリュー ション ECU ソフトウェ ア開発</p> | <p>2015 </p> <p>ES800 ECU およびバス インターフェース モジュール</p> <p>FETK ECU インター フェース</p> | <p>2016  </p> <p>カナダ ウォータールーに ETAS Embedded Systems Canada Inc. を設立</p> <p>ES5300 PCIe ベースの LABCAR</p> | | |
| <p>2017</p> <p>ドイツ Bosch グループの サイバーセキュリティ 部門を統合</p> <p>TrustPoint Innovation Technologies, Ltd. を 買収</p> | <p></p> | <p>SCODE 複雑な システムの 可視化</p> <p>RTA-LWHVR 初の自動車用 ハイパーバイザ</p> | <p>ISOLAR-B BSW 構成 ツール</p> | <p></p> | <p>COSYM 協調シミュレー ションプラット フォーム</p> <p>ES820 ドライブ レコーダー</p> |



ETASの25年 - 熱い心はそのままに (Still wild at heart)

節目に寄せてのメッセージ

ETASの四半世紀の歴史をこうして振り返ることができますことを、大変誇りに思います。「drive embedded excellence (卓越した組み込み技術の推進)」という当社のミッションを、強い責任感と意欲をもって継続的に推し進め、進化させてこられた社員諸君に、ここに感謝を捧げます。そしてもちろん、顧客とパートナーの皆様の信頼と長きにわたるご協力にも、お礼を述べさせていただきます。皆様のお力なくしては現在の当社はあり得ません。

Friedhelm Pickhard、Bernd Hergert、
Christopher White、ETAS GmbH
取締役会

ETAS 誕生から 25 年間の成功を祝して!

「driving embedded excellence (卓越した組み込み技術の推進)」における成功が次の 25 年も続きますよう、祈っております!

Uwe Hillmann、ETAS GmbH
元取締役会役員



INCA に関する問い合わせに、ETAS はいつでも良質のサービスを提供してくださっています。心よりお礼を申し上げます。今後どうぞよろしく!

Eva Biemans 氏、Continental
データ解析・開発適合部門

ETASなしの人生は想像すらできません。私の血管にはきっとブルーの血が流れているのです!

Alfredo Gomez、ETAS GmbH
シニアプロジェクトマネージャ

生誕 25 周年おめでとうございます! 教師としての私の仕事を絶えずサポートしてくれていることに感謝しています!

Prof. Dr.-Ing. Hanno Ihme-Schramm 氏、
Hamburg University of Applied
Sciences (HAW)
熱力学・内燃機関科教授



創立以来、私たちは常に素晴らしい協調の感覚と開放的な社風を育ててきました。

それこそが ETAS を抜き出た存在にしているのです。

Liane Schumann、
ETAS GmbH

人事部門



次の 25 年における ETAS の成長と収益性が、今年の「ETAS の 25 年」を祝う巨大なケーキと同じくらいに甘く、大きいものでありますように!

Stefan Duss、ETAS GmbH
元取締役会役員

ETAS で働いてきた年月は私にとっての誇りです。もし再び選べと言われたら、私はまた ETAS を選択すると断言できます。

Roland Rothbächer、
ETAS GmbH
テクニカルファンクション
シニアマネージャ

私はテクノロジーへの情熱と、開発されたばかりの ETK システムから世界に通用する製品を生み出したいという意欲に駆られ、1994 年に ETAS へ来ました。新興企業の空気と強いモチベーションをもつ同僚たちに、大変刺激を与えられました。

Burkhard Triess、ETAS GmbH
エンジニアリングテクノロジー統括



私は考えられる最高の業務環境を同僚たちのために用意することで、限りない充実感を得ています。他社にはない ETAS 魂を守るために、自分が貢献していると思うのは嬉しいことです。

Andreas Oehler、ETAS GmbH
ファンリテリマネジメント

親愛なる ETAS の同僚の皆さん。

私にとって ETAS 創立当初の 13 年間の歴史に参加できたことは特権であり、そのことを思うたびに誇りと喜びで一杯になります。あれから同じくらいの年月を重ねた今も、ETAS のサクセスストーリーは続いています。皆さんのアイデア、モチベーション、創造力、そして決意は次の 25 年間も変わらず、お客様の満足と成功の土台となり続けることでしょう。ご一同のご活躍をお祈り致します!

Stefan Duss、ETAS GmbH
元取締役会役員

写真で振り返る ETAS の 1 年

- 1 ETAS と ESCRYP T はニュルンベルクで開催された 2019 年組み込みシステム国際展示会において、自動運転とサイバーセキュリティの開発ソリューションを発表しました。総面積 200 平方メートルのブースに新製品の展示や求人情報、ETAS Open Lab ワークショップ、ETAS Academy のプレゼンテーションなどを展開し、数えきれないほど大勢の来訪者を迎えました。
- 2 ホッケンハイムサーキットでの 2019 年学生フォーミュラドイツ大会にて。コンテナを改造した大きな Blue Box (#ETASblue-box) は、チームにもビジターにも大人気でした。
- 3 Automotive Testing Expo Europe 2019 で仮想化、データ収集、車両管理ソリューションのデモンストレーションを行う ETAS。
- 4 ルートヴィヒスブルクで開かれた Bosch TestFest の ETAS チーム。ブースでは来場者をワークショップに招待しました。
- 5 ESCRYP T が情報セキュリティの先導者としての役割を評価され、Cybersecurity Leader Award (CLA) を受賞。ESCRYP T は、コネクテッドカー向け IT セキュリティのソリューションとサービスの包括的ポートフォリオを確立した功績により、SME (中小企業) 部門で最優秀賞を獲得しました。
- 6 サンパウロにおける今年の SIMEA (International Symposium of Automotive Engineering) のモットーは「ブラジルにおけるモビリティエンジニアリングの新時代」。ETAS Brazil は車両ダイナミクス分野における革新的アプリケーション、ETAS ASCMO を披露し、特別賞を受賞しました。





7



8



9



10



11



12

7 ETAS 創立 25 周年の合言葉は「ETAS の 25 年 - 熱い心はそのままに (Still wild at heart)」。社員とその家族のための創立記念パーティーでもこの motto が掲げられました。

8 ルートヴィヒスブルクで開催された Automotive Electronics Congress で、ETAS は RTA-VRTE (Vehicle Runtime Environment) および AUTOSAR Adaptive を紹介しました。

9 シュトゥットガルトの International Symposium Automotive and Engine Technology は車両・エンジン開発をテーマとする最大のコンベンションの一つであり、800 人を超える参加者を迎えました。ETAS のブースでは、GETK を使用した自動運転のアプリケーションにおけるデータ処理法を紹介しました。

10 米国の ESCRYPT が毎年主催している escar USA の第 6 回イベント。2 日間のプログラムには自動車業界、政府系機関、大学などから 300 人以上が参加しました。

11 Automotive Testing Expo Korea 2019 において、ETAS Korea は仮想テスト/評価のソリューション (COSYM) とラピッドプロトタイピングのための新たなソリューションを始めとする、数々の興味深いトピックの展示を行いました。

12 東京で開催された ETAS Symposium 2019 にて。世界中から招かれたゲスト講演者と 400 人を超える参加者が、車載ソフトウェア開発の未来をテーマに語り合いました。

レディ、セット、ゴー!

一新された ETAS ウェブサイト

ETAS が精魂こめて制作に取り組んできた新デザインのウェブサイトが 2019 年 7 月 16 日、ついに本格始動しました！新サイトは 6 カ国語に対応しており、合わせて何と 17,000 ページを超える充実ぶりです。

制作チームは重層的なアプローチでこのプロジェクトを進めてまいりました。リニューアルされたウェブサイトは、その過程で生まれたありとあらゆる要件を取り入れたものになっています。本プロジェクトの一貫した目標は、旧サイトの見た目をガラリと変え、内容構成を練り直し、コンテンツ管理システム(バックエンド)を最新のものに更新すること。そうしてユーザーの皆様簡単な操作で、素晴らしいネットサーフィン体験をいただけるようにすることでした。この目標を達成するために、チームは設計とテクノロジーの領域にはっきりと主眼を置いた、利用しやすいサイト作りに専心しました。

デザイナーはサイトを根本から作り変えるにあたって、当社が 2018 年から展開している新しいコーポレートデザインをベースとし、その基本姿勢を表現しました。「Less is More」(少ないことは豊かなこと)の原則と「内容優先」の原則に従い、チームは使えるスペースをすべてコンテンツで埋め尽くしたいという誘惑と戦いました。そして代わりに、ホッとするとりの行間と白い背景を多く残して、明快で焦点のぶれないデザイン

を創りあげたのです。

軽い操作感を実現した新ウェブサイトのデザインは、アクセスするすべての皆様にシームレスなエクスペリエンスをご提供いたします。パソコン、タブレット、スマートフォン ー ご使用の端末を問いません。

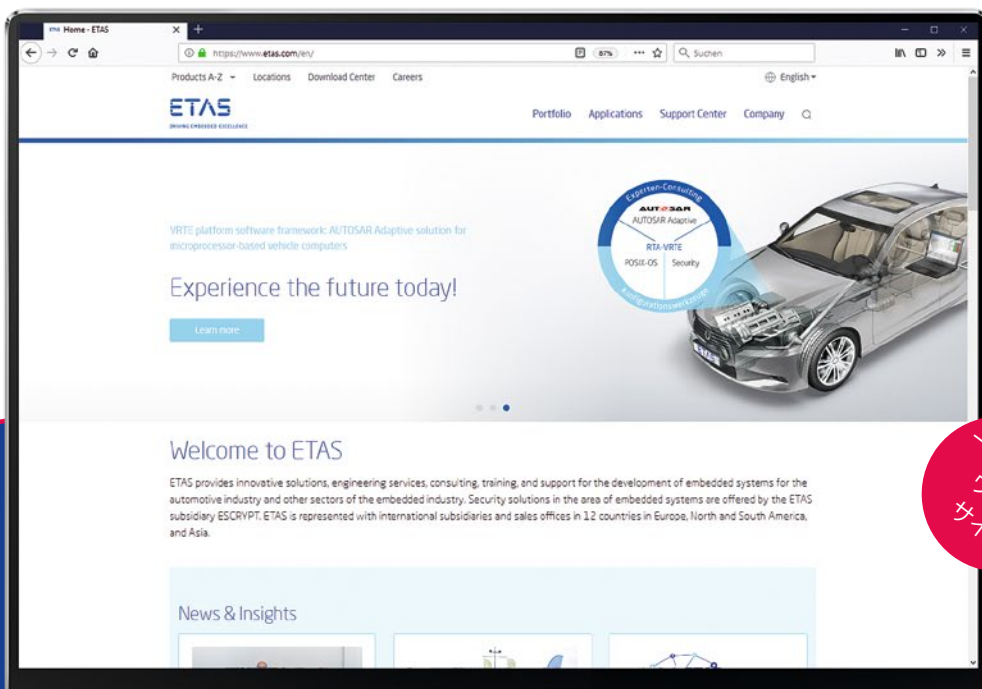
新しい ETAS のウェブサイト (www.etas.com) で発見に満ちたサーフィンをお楽しみください。一同、皆様からのご意見、ご感想をお待ちしています。

お問い合わせ：webmaster.de@etas.com

執筆者

Lisa Scheftschik、ETAS GmbH

デジタルコミュニケーション部オンラインマーケティングマネージャ



一新された
ウェブ
サイト

インタビュー

未来のセキュリティ
規格に備える

侵入検知

補完的ソリューション
としてのIDSと
車載ファイアウォール

ハードウェアセキュリティモジュール

次世代型の
HSM ファームウェア

セキュリティ特集
2020



「サイバーセキュリティの搭載は、車両の型式認証のための前提条件となりつつあります」

Moritz Minzlaff 博士に聞く、戦略的課題としての車載セキュリティ

車両のセキュリティ要件の増加に伴い、新たな規格と法規が必要になってきています。このインタビューでは、自動車業界が対応すべき問題について、ESCRYPT のベルリンオフィスでシニアマネージャを務める Moritz Minzlaff 博士に説明いただきました。

Minzlaff 博士、車載セキュリティ分野で拘束力のある規格と法規を作成する取り組みが現在本格化していますが、ここでは特にどのような開発分野が注目されていますか？

現在、誰もが注目している2つの取り組みがあります。その1つは、プロセスレベルでの基準を設定する ISO/SAE 21434 であり、もう1つは、サイバーセキュリティを車両の型式認証の前提条件にしようとする動きである UNECE WP.29 です。UNECE の規定と ISO の仕様はどちらも、今後3年以内に施行される予定です。つまり、準備のための時間はあまり残されていません。

それでは、近い将来、車両の型式認証に一定の IT セキュリティが求められるようになるということですね。

その通りです。将来的に、OEM メーカーは UNECE 仕様に従って適切なリスク処理を行える体制を整えなければ、EU や日本などの市場で車両型式の認証ができなくなります。ISO/SAE 21434 は、このハードルを越えるための鍵となる動きであり、自動車産業に共通のセキュリティ規格を提供することを目的としています。また、これ以外にも多くの規制や法律が地域レベルで絶えず進展しているということにも留意しなければなりません。

自動車メーカーやサプライヤが直面している特有の課題には、どのようなものがありますか？

大きな課題として挙げられるのは、セキュリティが将来的にはサプライチェーンとライフサイクル全体にわたって総合的にアプローチしなければならないものとして捉えられていることです。もはや、セキュリティ機能を備えた2~3個の中央 ECU を車両に搭載するだけでは不十分なのです。車両メーカーは、プラットフォーム全体を通じてクリティカルな要素を特定し、フェーズアウトまでのすべての段階において安全を保证する必要があります。つまり、ライフサイクル管理が今後、非常に重要な問題になるということであり、どうすれば、ネットワーク接続を備えた車両の生産を開始

した後もリスクベースの保護をしっかりと確立できるかということです。出荷された車はその後何年にもわたって絶えず変化する脅威のランドスケープにさらされるのですから。

OEM メーカーやサプライヤが、車両保護を企業活動における永続的な取り組みとして定着させるために今すべきことは何でしょうか？

それには2つの側面からアプローチする必要がありますが、まずは製品のセキュリティ要件を特定することが必要です。車両やコンポーネントには多様な接続形態があり、搭載される機能や安全関連度、自動運転レベルなどもさまざまですが、それぞれに専用の保護が必要となります。これらを識別して必要なセキュリティレベルを特定し、それを実装するには、開発、生産、品質保証、販売、カスタマーコミュニケーションといったすべての関係者が連携して作業する必要があります。また、責任や役割は、社内だけでなくサプライチェーン全体で明確に定義しなければなりません。

また、「棚卸し」、つまり監査やアセスメントを標準的な手順で実施することも必要でしょう。自社のどの領域が基準を満たし、どの領域がそうでないか。将来的な規制要件のどの側面に既に対応できているか。どのような既存のプロセスをベースにすれば、将来のプロセスを構築できるか。このようにしてギャップ分析を行えば、今後の開発においてセキュリティのどの分野に投資すれば最も効果的かを明らかにすることができます。

ESCRYPT のようなセキュリティ専門企業と提携することは有効でしょうか？

もちろんです。なぜなら、当社の独立した視点と業界全体にわたるグローバルなノウハウを活用すれば、お客様の専門知識を理想的に補完できるからです。ネットワーク接続を備えた車両を継続的に保護するための唯一の方法は、関係者が連携して包括的なアプローチを取ることです。そのため、ESCRYPT では、標準的なコーポレート IT セキュリティと組み込み型セキュリティを統合したソリューションを提供しています。将来のサイバーセキュリティに対応するための唯一の方法は、車両やアプリからクラウドに至るまで、すべての領域を対象にした対策を取ることです。

escrypt

SECURITY. TRUST. SUCCESS.



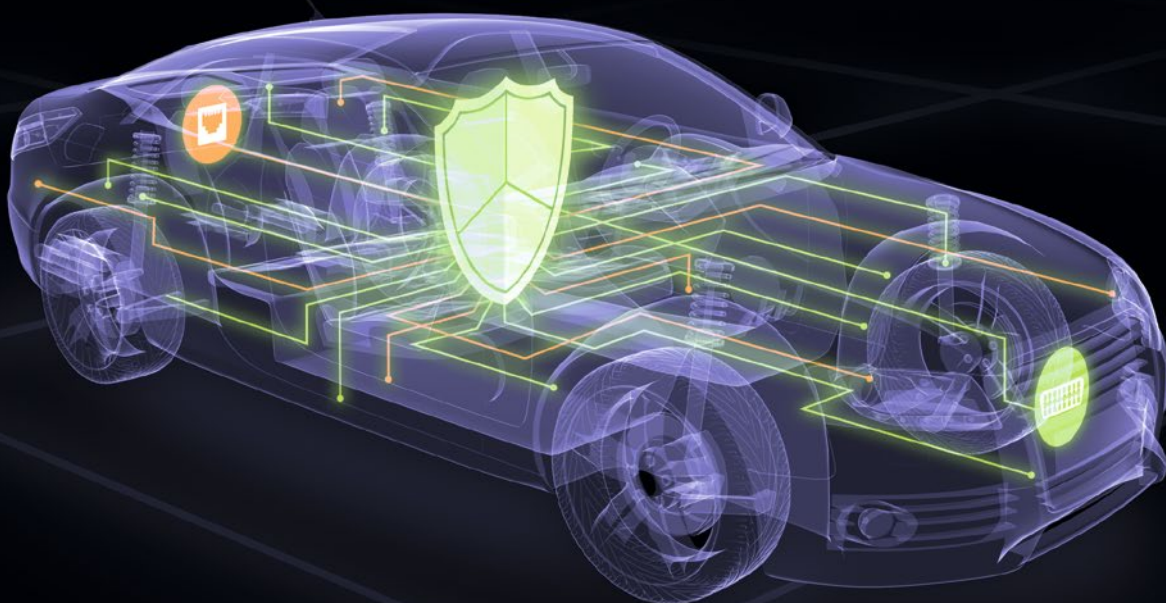
Moritz Minzloff 博士
ESCRIPT シニアマネージャ

当社では、さまざまなメーカーやサプライヤと連携してすべての主要マーケットで広範なプロジェクトを遂行してきた経験を基に、ベンチマークを提供することも可能です。また、お客様が現在実施しているセキュリティ対策をさまざまな側面から検証し、さらなる開発が必要な部分を正しく特定することで、サイバーセキュリティの確立に向けて投資すべき対象を見つけるお手伝いをすることができます。残された時間は短いですが、UNECE仕様に準拠した型式認証を達成できないことのリスクは膨大であり、また達成するにしても期限に間に合わないことや多大なコストがかかるといったことは避けなければなりません。ESCRIPTには深いエンジニアリング経験があります。当社のノウハウをご活用いただければ、お客様は量産段階での車載セキュリティを適切に構築し、今後の課題の解決への道を切り拓くことができます。■

「ネットワーク接続を備えた車両を継続的に保護するための唯一の方法は、関係者が連携して包括的なアプローチを取ることです。」

ハイブリッド CAN-Ethernet ネットワークでの侵入検知

2つの世界に最適なセキュリティ対策の構築



今日の分散化された E/E アーキテクチャでは、ネットワーク接続を備えた自動運転車両で生じる課題に対応できなくなっています。そのため、ビークルコンピュータと車載 Ethernet を使用して、従来の ECU と CAN バスを補完することが必要になっています。そして、このような車両ネットワークは、専用設計の攻撃検知方式とデータトラフィック監視方式を用いて保護する必要があります。

CAN、LIN、および FlexRay データバスによって接続された多くの ECU を含む今日の車両電気システムを補完するには、ビークルコンピュータ (VC) と広帯域の車載 Ethernet であるということは、現在の業界の明確な開発方針となっています。現在の車両電気システムは、高度なリアルタイム要件や周期的な反復機能を実装しなければならない領域では今後も需要がありますが、それ以外の領域では、マイクロプロセッサベースの中央コンピュータを仮想マシンで分割する方式に切り替わるでしょう。その方がネットワーク接続を備えた自動運転車両で生じる課題に対しより適切に対応できるからです。

ところで、CAN-Ethernet ハイブリッドアーキテクチャとそのデータプロセスのセキュリティは、実際にはどのような形で保護するのでしょうか？ 基本的には、通信のシールドリングとパーティショニングという2つの手法が用いられます。サイバー攻撃を早期の段階で検出するためには、通信をシームレスに監視することが必要です。また、攻撃を受けた場合の侵入深度を最小限に抑えるためには、ドメイン固有の仮想サブネット (VLAN) が必要です。ハイブリッド電気システムではいずれに対応できますが、CAN および Ethernet の世界では異なる系統的アプローチが必要になります。

CAN 向けの効率的な攻撃検知

CAN バスを監視するには、侵入検知システム (IDS) をゲートウェイまたは ECU に統合します。このシステムは、OEM メーカーが指定する「正常動作」と CAN データトラフィックを比較することにより、異常を検知します。組み込みセキュリティコンポーネントは、たとえば、周期的メッセージや不正な診断要求の異常を検出し、潜在的攻撃として分類し、ログやレポートを作成します (図 1)。

CAN IDS (CycurIDS) のパフォーマンスは、その構成品質に大きく左右されます。そのため、OEM メーカーが提供する初期ルールが優れていたとしても、最新の攻撃ベクトルの分析に基づいた新しい検出メカニズムで継続的に補完し、可能な限り少ない誤警告で高い検出率を達成できるようにする必要があります。つまり、初期構成に使用するツールボックスの品質を高くし、ルールセットを継続的に開発していくことが重要です。IDS (CycurIDS) などのソフトウェアはすぐに使用できるよう設定されており、ハイブリッド電気システムにおける CAN 攻撃向けの検出システムとしていつでも利用できます。

車載ファイアウォールを Ethernet スイッチ内に実装

これに対して、車載 Ethernet ファイアウォール (CycurGATE) は、ハイブリッド電気システムにおいてセキュアかつスムーズな Ethernet 通信が必要な場合に使用することが推奨されます。この車載 Ethernet ファイアウォールを Ethernet スイッチに直接実装すると、ECU やホストコントローラへの干渉リスクを伴わずにパケットフロー全体を監視できるようになります。このようなファイアウォールでは、協調型の設計によりハードウェアとソフトウェアのバランスを取っており、スイッチ上でのファイアウォールによるハードウェアアクセラレーションが可能のため、大半のデータパケットをワイヤースピード (理論上の最大速度) で処理できます。これは主に、サービス妨害攻撃の防御に有効です。ただし、ネットワーク層のパーティションはすべて維持されているため、パーティションで区切られた領域間においても、ファイアウォールがデータをセキュアに交換することができます。これは、パケットフィルタが送受信データをフィルタリングし、ステートフルパケットインスペクションとディープパケットインスペクションを使用して各データをチェックすることで可能になっています。

これにより、車載 Ethernet ファイアウォール (CycurGATE) によって電気システムを不正アクセスや不正操作から保護しつつ、オンボード通信も制御できるようになります (図 2)。車載 Ethernet ファイアウォールは、Ethernet/IP だけでなく、(SOME/IP などの) 一般的な車載プロトコルにも完全に対応しており、ネットワークへのアクセスと VLAN の監視を MAC レベルで行います。通信は、常時更新可能なホワイトリストとブラックリストによってフィルタリングされます。そのため、新しい攻撃パターンにも迅速かつ効果的

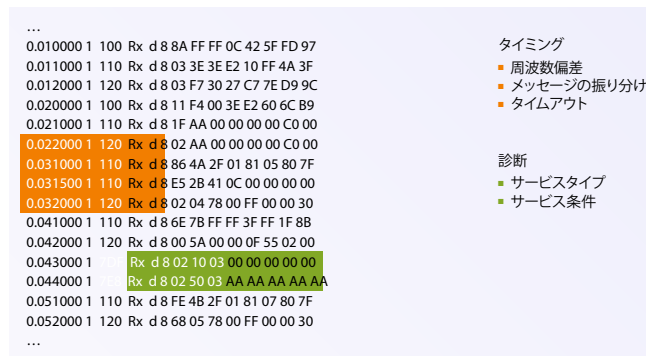


図 1：周期的メッセージの異常と診断要件の不正使用を検出する CAN IDS

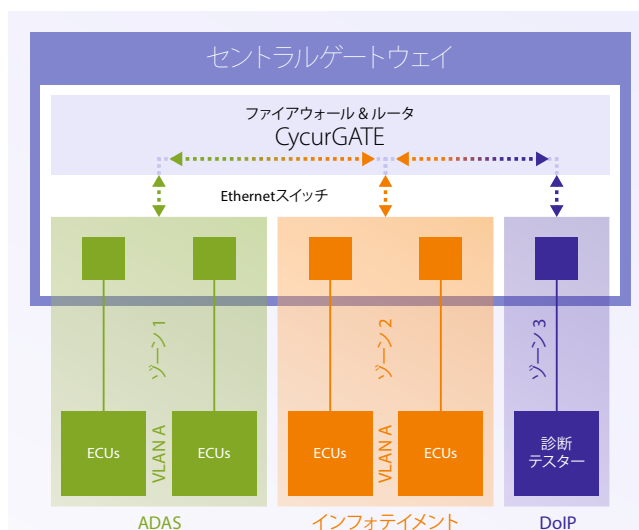


図 2：ゲートキーパーおよびルーター機能を担う車載 Ethernet ファイアウォール

に対応できます。

インテリジェントな負荷分散

車載 Ethernet ファイアウォールを中央 Ethernet スイッチに実装することに加えて、ホストベースのファイアウォールを ECU に直接統合することも可能です。この場合は、リアルタイムでチェックを行ったり、個々のデータパケットのルーティングの有無やルーティング先を決定したりできる十分なパワーを持ったファイアウォールなど、高性能なソリューションが必要となります。ただし、この手法では、ステートフル SOME/IP 通信の周波数などの複雑な攻撃検出パターンをカバーすることはできないため、Ethernet IDS を追加して、メッセージ頻度やシーケンス、ペイロード、データ、サービスに基づいて異常パターンを検出し、これらを攻撃試行として記録およびレポートできるようにする必要があります。また、最適なパフォーマンスを達成するためには、スイッチとマイクロコントローラ間で負荷配分をインテリジェントに行うことが重要です。ファイアウォールと侵入検知の機能は、スイッチやターゲットコントローラに部分的に実装することができます。

CAN IDS、車載 Ethernet ファイアウォール、および Ethernet IDS を組み合わせると、大きな遅延を伴わずにハイブリッド E/E アーキテクチャを確実に保護することが可能です。また、これらを中心的なコンポーネントとして統合セキュリティコンセプトに組み込めば、ネットワーク接続を備えた未来の自動運転車両に伴うリスクを防止し、機能的な安全を確保できるようになります。■

執筆者

Jan Holle 博士、ESCRYPT プロダクトマネージャ、侵入検知システム Siddharth Shukla 修士、ESCRYPT プロダクトマネージャ、車載ファイアウォール



AUTOSAR セキュリティ

包括的な車両保護の実装が必要な Adaptive プラットフォーム

自動運転や接続性に関する機能が向上するにつれ、より柔軟なソフトウェアアーキテクチャと高度な IT セキュリティが必要となってきました。AUTOSAR では、このような要求に対応するため、**Adaptive プラットフォームとクリティカルセキュリティコンポーネント**を提供しています。

AUTOSAR Classic は、ほとんどの車両プラットフォームに対応する標準的なミドルウェアであり、一般的な要求基準を満たしています。ただし将来的には、車両はソフトウェアによって支配されるシステムとなり、ビークルコンピュータが中央アプリケーションとして E/E アーキテクチャを形成することになるというのが一般的な予想です。そのため、当社では、AUTOSAR Classic に置き代わる新たな未来志向のルールセットとして AUTOSAR Adaptive を開発しました。AUTOSAR Adaptive は、車載セキュリティプロセスにおける新たな基準となります。

AUTOSAR のセキュリティモジュール

AUTOSAR には、たとえば、車載通信のセキュリティや機密データの保護を始めとして、さまざまな IT セキュリティアプリケーションがすでに組み込まれています。しかし、AUTOSAR Classic と AUTOSAR Adaptive では現在、アーキテクチャの違いから、部分

的に共通または異なるセキュリティアプリケーションを実装しています（図 1）。

- **暗号スタック**：実装される暗号化手順とキーストアを決定し、統一されたインターフェース経由でさまざまなアプリケーションに必要な鍵マテリアルを提供します。その後、アプリケーションは暗号化の実装に関係なく、提供されたインターフェースのみにアクセスし、異なる ECU にも移植できる状態を維持します。また、AUTOSAR 暗号スタックは複数の暗号化の実装にも同時に対応できます。
- **SecOC、TLS、および IPsec**：AUTOSAR Classic 固有のプロトコルである SecOC は、特に CAN 通信のセキュリティを保護します。SecOC では、メッセージの認証と新鮮度は保証しますが、機密性は保証しないため、OEM メーカーは固有のセキュリティレベルの微調整が可能です。一方、車載 Ethernet においては、TLS および IPsec の重要性はますます高まっています。この両規格は、通信の真正性と機密性をサポートします。また、TLS は外部通信にも適しています。
- **識別とアクセス管理**：AUTOSAR Identity and Access Management モジュールを使用すると、承認されたアプリケーションのみに特定のリソースへのアクセス権を付与できるようになります。

AUTOSAR では、これらのアクセス権は自由に設定でき、いつでも更新することが可能です。

- **セキュア診断**：AUTOSAR では、セキュアなメモリ内で IT セキュリティイベントを記録することができます。また、UDS サービス 0x27 (SecurityAccess) と 0x29 (認証) を使用することで、このデータへの認証済みのアクセスも監視します。たとえば、診断テスト装置がログに記録されているセキュリティインシデントにアクセスすることができるのは、以前にチャレンジレスポンス通信を実行したか、または証明書を使用して自身の認証を行った場合のみです。

セキュリティエンジニアリングプロセス

最も重要なことは、AUTOSAR に含まれるセキュリティモジュールを車両プラットフォームに適用し、セキュリティ要件に合わせて個別に調整することです。つまり、リスク分析、コンフィギュレーション、およびテストという3つの重要なステップに基づいて、AUTOSAR をセキュリティエンジニアリングプロセス全体にわたって統合する必要があるということです。SecOC を例にすると、次のようになります (図 2)。

- **リスク分析**：まず、すべてのメッセージのリスク分析を行い、SecOC で保護すべきメッセージを特定します。異なるセキュリティプロファイルが保存されている場合、メッセージは正しいプロファイルに割り当てられます。
- **コンフィギュレーション**：次に、データ交換に関連するすべての ECU について、リスク評価とセキュリティプロファイルに従って SecOC と暗号スタックが設定されます。ここでは、1 つの ECU で不適切な設定があると、保護されるメッセージが検証されず、破棄される場合があるという点に注意が必要です。
- **テスト**：ECU を量産向けにリリースする前には、セキュリティの観点から、(SecOC モジュール、暗号スタックなどの) セキュリティクリティカルなコンポーネントのコードレビュー、ECU の侵入テスト、SecOC モジュールの機能テストといった複数のテストを実施する必要があります。

統合されたセキュリティアプローチに従う必要がある AUTOSAR Adaptive

ネットワーク接続を備えた自動運転車両の実用に向けて、安全関連の車載機能の数は増え続けています。つまり、車両プラットフォームへの入念なセキュリティ対策と高度なセキュリティレベルの実装が以前にも増して重要になっています。今後、多くの OEM メーカーが高度な接続性をベースにした新たなビジネスモ

セキュリティニーズに基づいた AUTOSAR 設定

例：認証済みの ECU 通信

- ✓ セキュリティ関連メッセージの識別
- ✓ SecOCでのメッセージの設定
- ✓ 暗号スタック内での鍵とアルゴリズムの選択
- ✓ 車両間での設定の調整
- ✓ セキュリティクリティカルなコンポーネントのコードレビュー
- ✓ ECUのポテンシャルのテスト
- ✓ SecOCモジュールの機能テスト

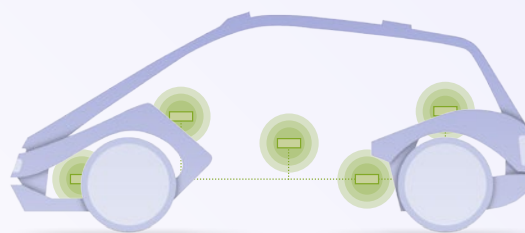


図 2：セキュリティ要件に従った AUTOSAR コンフィギュレーション (例として SecOC を使用)

デルを確立していくことになるでしょうが、そこではセキュリティの保護も必要になります。つまり、セキュリティアプリケーションをこれまで以上に強固に統合できるようにするために、AUTOSAR Adaptive のさらなる開発が必要になるのです。

また、車載セキュリティの統合を目指すということが AUTOSAR Adaptive の基本理念であり、ハードウェアセキュリティモジュールなどの IT セキュリティソリューションの追加や、侵入の検知や防止向けのソリューションの実装などを考慮に入れて開発していく必要があります。■

執筆者

Alexandre Berthold 博士、ESCRYPT コンサルティングおよびエンジニアリングチームリーダー

Michael Peter Schneider 博士、ESCRYPT プロジェクトマネージャ、AUTOSAR セキュリティ

| | 暗号スタック | SecOC | TLS | IPSec | セキュアログ / 診断 | 識別およびアクセス管理 |
|-----------------------------------|--------|-------|-----|-------|-------------|-------------|
| AUTOSAR Classic 4.4 | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ |
| AUTOSAR Adaptive R19-03 | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ |

図 1：AUTOSAR Classic および Adaptive のセキュリティアプリケーション (2019 年 8 月現在)

ソリューションポートフォリオ

セキュリティの設計

コンサルティング、テスト、
およびトレーニング



戦略的セキュリティ コンサルティング

- 戦略的セキュリティ開発、
セキュリティのビジョンと
ロードマップ
- セキュリティの標準化、
ロビーイング、戦略的協業



セキュリティトレーニング

- セキュリティの基本
- セキュリティリスク分析
- セキュアな製品設計
- セキュアなコネクテッド製品
- 車載セキュリティ

セキュリティの活用

製品およびソリューション



**プロダクションキー
サーバー** 量産時に暗号鍵を
安全に書き込む
暗号化サーバー

CycurHSM 車載用の品質を備えた
HSM用セキュリティスタック
CycurIDS 侵入検知
CycurV2X セキュアなV2X通信用SDK
CycurGATE 車載ファイアウォール

セキュリティの管理

オペレーション、モニタリング、
インシデントおよび対応



マネージドPKIサービス
証明書の発行/期限切れ/
失効などのステータス管理を
OEMメーカー内部でコントロール



**セキュリティオペレーションセンター
(SOC)**
管制センターとして機能し、
車両運用の全側面から異常や
イベントを追跡



製品セキュリティ コンサルティング

- セキュリティのリスクと脅威分析、
防御要件
- セキュリティのコンセプトとデザイン
- セキュリティ関連の役割とプロセス
- カスタムコンサルティング



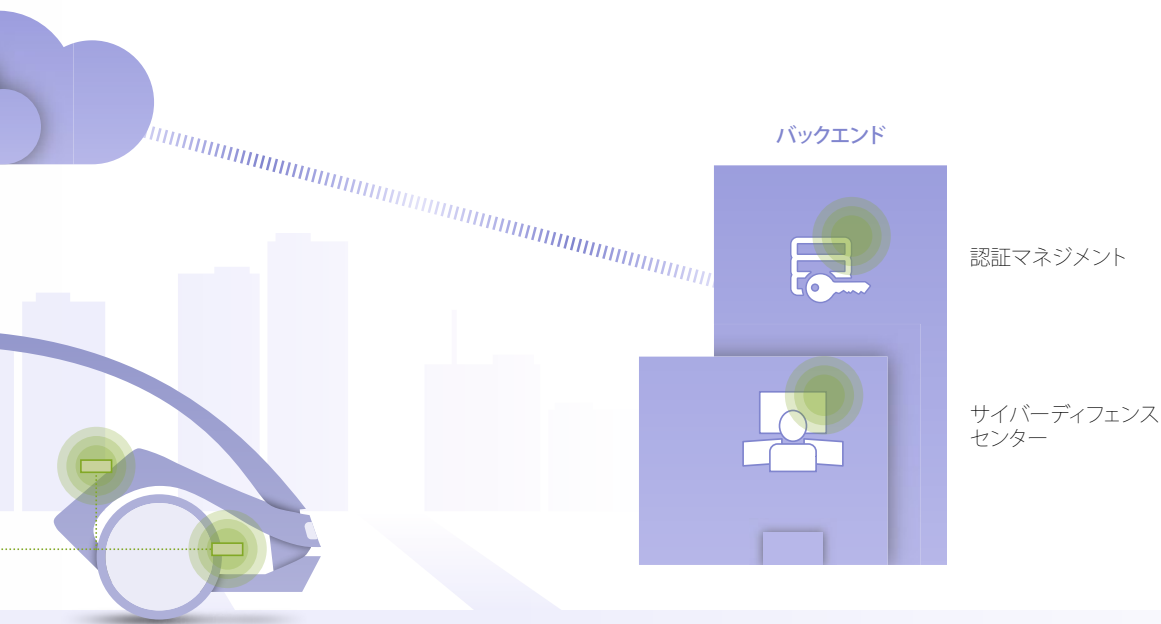
製品セキュリティ エンジニアリング

- セキュリティの仕様
- セキュリティの実装
- セキュリティの統合
- セキュリティ製品
- セキュリティ管理



セキュリティテスト

- 機能セキュリティテスト
- 脆弱性のスキャンとファジング
- 侵入テスト
- コードセキュリティ監査
- セキュリティ認証
- セキュリティテスト管理



CycurACCESS 車両へのアクセスと鍵共有

CycurTLS 組み込みプラットフォーム用
トランスポート層
セキュリティ(TLS)

CycurLIB 組み込みシステム用の
暗号ライブラリ

CycurKEYS 暗号鍵と証明書をセキュア
に管理

CycurV2X-SCMS V2Xセキュリティ証明書管理
システム

CycurGUARD 侵入の監視と解析



脅威の情報収集と犯罪科学調査

既知／新規の脅威に関する
エビデンスベースのナレッジから、
確かな情報に裏付けられた
意志決定と対応



脆弱性管理

欠陥を発見し、OEMメーカーによる
事前の脅威防御戦略の施行を
可能に

ECU へのデジタルな予防接種

ネットワーク接続を備えた車両の IT セキュリティの確立は、ECU 製造現場から既に始まっています



セキュアなデータ交換に必要な暗号鍵マテリアルを安全かつ要件に沿って ECU に導入するにはどのようにすればよいのでしょうか？中央鍵管理バックエンドと分散型プロダクションキーサーバーで構成された統合ソリューションは、その答えとなります。

車両の制御ユニットは、サイバー攻撃に対する防御という点では文字通り重要な役割を果たします（暗号鍵を使用するだけでは、ECU が自らを認証し、電気システム内のデータ交換を外部の世界と同様に承認するだけに過ぎません）。ただし、ここで特に課題となるのは、さまざまな車両プラットフォーム向けの ECU はそれぞれ、OEM メーカー固有の鍵マテリアルと証明書を事前に実装しておく必要があるということです（ECU 製造メーカーが ECU を製造する際に供給されていれば理想的です）。

OEM メーカーの鍵マテリアルのセキュアな配布

この場合、中央バックエンドとしての標準的な鍵管理ソリューション（KMS）と、製造施設に設置された KMS と通信するための分散型プロダクションキーサーバー（PKS）を結合すると、効果的なソリューションが実現します。これは OEM メーカーにとって大きなメリットがあります。なぜなら、OEM メーカー固有の ECU に自社の鍵マテリアルを書き込むプロセスを、ECU サプライヤの既存の生産インフラで完全に行えるようになるからです。

このソリューションではまず、個々の自動車メーカーによって提供される鍵マテリアルを含んだデータパケットが KMS に送信されます。鍵マテリアルは中央に保存され、必要に応じて各製造現場にセキュアにデータ転送され、すぐに使用できる状態でプロダクションキーサーバーに保存されます（図 1）。

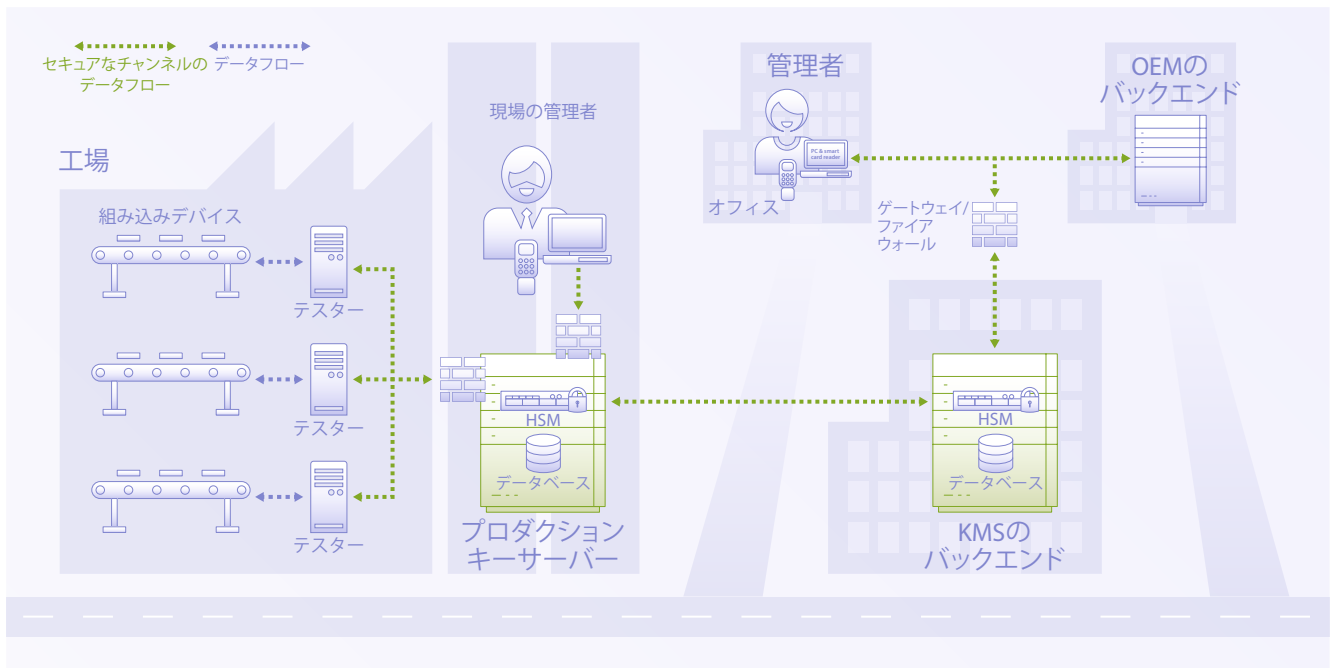


図 1：KMS（鍵管理ソリューション）とプロダクションキーサーバーによる鍵配布および書き込みの統合

生産ライン検査システム（EOL）経由の鍵の書き込み

鍵マテリアルは、接続された生産ライン検査システムによって、ECUの製造時に現場で書き込まれます。これらの鍵マテリアルは次に、プラントのプロダクションキーサーバーから個々の鍵パッケージを読み出し、それを「デジタル予防接種」のように、製造時点で個々のECUに「注入」します。それと同時に、PKSはどの暗号鍵がどのECUに書き込まれたかを記録します。最後に、PKSは要求に応じて、製造現場から中央KMSバックエンド経由でOEMメーカーに検証ファイルを返送します。これにより、自動車メーカーはECUに鍵マテリアルが正しく書き込まれたことを確認することができます。

このソリューションでは、
セキュリティと可用性を共に高く
維持できます。

常時接続をしないセキュアなストレージ

このソリューションの特別なメリットは、セキュリティと可用性を共に高く維持できるという点にあります。プロダクションキーサーバーは、堅牢で強力なハードウェアセキュリティモジュール（HSM）とサーバー自体のセキュリティソフトウェアの両方によって不正アクセスから保護されています。また、PKSは、データの同期化やアップデートを行う場合、および暗号データに十分なバッファを作成

する場合にのみバックエンドと接続します。これは、PKSがインターネットへの常時接続に依存していないことを意味し、潜在的なオンライン攻撃に対して高い耐性があることを示しています。

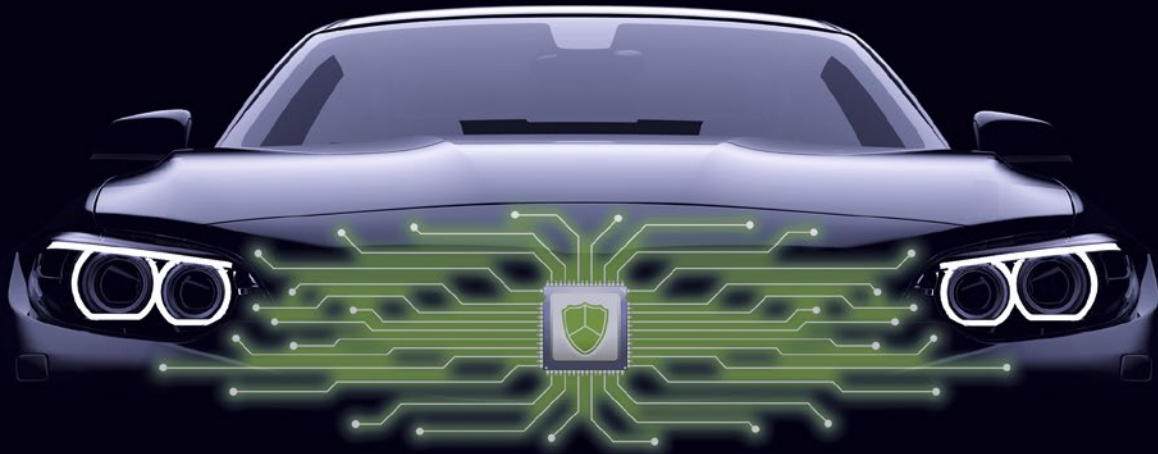
ユーザーは、必要に応じてKMSバックエンドとの接続頻度を自由に決定することができます。ストックがあらかじめ指定された最小数を下回っている場合は、新しい鍵がサーバーから自動的に要求されます。これによって、生産時にECUに書き込むうえで十分な鍵マテリアルが常に使用可能となり、潜在的なコスト要因であるネットワーク接続の中断による生産停止を防止することができます。プロダクションキーサーバーは常時動作します。

世界中のECU製造現場で使用

ほぼすべての車載ITセキュリティ機能の基礎は、ECUデータに暗号鍵をセキュアかつ正確に割り当てることです。KMS-PKS統合ソリューションを使用すれば、セキュアな鍵管理から、セキュアなストレージ、鍵マテリアルのECUへの書き込み、記録および検証に至るまで、複雑な暗号マテリアルの配布メカニズムをOEMメーカーが適切に制御できるようになります。このプロセスが世界中の多くの自動車メーカーのECU製造に使用されているのはそのためなのです。■

執筆者

Christian Wecker、ESCRYPT PKS 製品マネージャ
Michael Lueke、ESCRYPT KMS シニアプログラムマネージャ



ハードウェアセキュリティ モジュールの性能向上

新しいサービス指向の HSM ソフトウェアにより、未来の電気システムアーキテクチャを保護

未来の車両アーキテクチャでは、多くのソフトウェアがドメインコントローラに一元化され、車載 Ethernet が広帯域のオンボード通信を提供するようになると予想されています。これを実現するためには、IT セキュリティへの新たなアプローチが必要です。次世代型のハードウェアセキュリティモジュール（HSM）は、マルチアプリ機能とリアルタイム通信を統合するための中心的なコンポーネントとして機能しつつあります。

また、ビークルコンピュータ（VC）は、車両ドメインとソフトウェア制御機能との融合を図るためのアプローチです。つまり、周辺装置の ECU は入出力デバイスとしての役割をますます担うようになり、実際のアプリケーションの実行は VC 上で行われるようになります。これにより、IP が中央コンピュータへと移行したり、E/E アーキテクチャの複雑性が減少してエンジニアリングの作業負荷が軽減されるなど、OEM メーカーにとってさまざまな利点を提供されます。OEM メーカーは、車両世代ごとに特定の ECU とソフトウェアを購入するのではなく、ビークルコンピュータにソフトウェアアプリケーションの開発工程や相互作用を蓄積することで、時間と費用を節約することができます。しかし、このような集中化が発生すると、オンボード通信の増加

に拍車がかかります。そのため、ドメインコントローラは複数の ECU に処理を分散するのではなく、データを収集して処理し、車両に配信しなければなりません。多くの場合、これらはリアルタイムで処理する必要があります。そのため、データトラフィックは車載 Ethernet 経由で転送されることになります。一方で、サブネットワークでの信号の送受信はいまだに CAN バス経由で行われています。そのため、IT セキュリティはこのようなハイブリッド（混合）アーキテクチャに対応する必要が生じます。

セキュアな製品設計

求められる接続性の増加を見据えた場合、セキュリティの確保とそのアップデートをハイブリッド車載ネットワークの設計時点で確実に組み込んでおく必要があります。特に、ハードウェアとソフトウェアの分離や多くのソフトウェアアプリケーションの再配置によって新たな可能性が示される場合があることも考慮しなければなりません。IT セキュリティ機能は、中央集中型の車載ネットワークで一元的に管理することも可能ですが、同時に周辺装置に搭載された ECU の保護も重要となります。

ハードウェアセキュリティモジュール（HSM）は、オンボード通信（SecOC）を完全にセキュアに実行するうえで不可欠な要素であり、

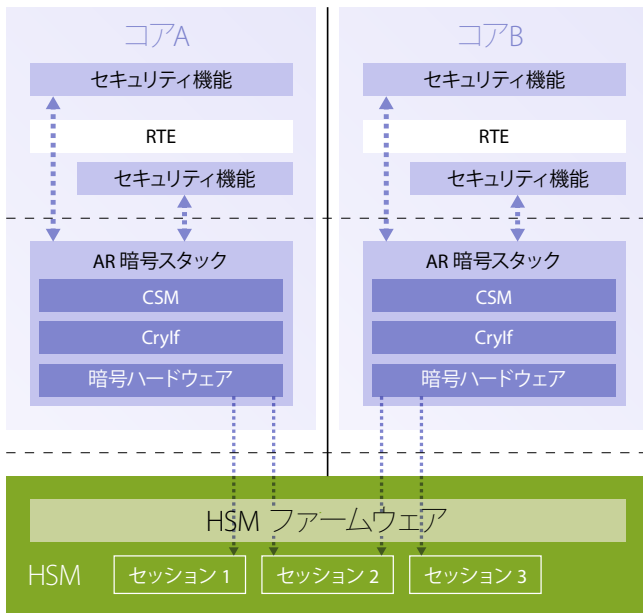


図 1：複数のホストコアからの要求は並行セッションとして HSM ファームウェアによって処理されます。

収束されるすべてのデータの真正性を保証する機能を提供します。また、セキュリティ関連の ECU インターフェースをバイパスすることにより、サイバー攻撃者による中央プロセッサまたは車載ネットワークへの侵入を阻止します。しかし、中央集中型の車載ネットワークの課題はそれだけではありません。多数の仮想マシンに分割されることが多い中央のビークルコンピュータにソフトウェアアプリケーションや複数の ECU の機能を担わせると、セキュリティコンポーネントへの要求も増加します。これに対応するため、次世代型のハードウェアセキュリティモジュールが既に開発されています。

ジョブプリフェランスとリアルタイム OS

HSM の IT セキュリティ機能は、個々のプロセッサのマイクロコントローラ上にある HSM コアに物理的にカプセル化されています。ここでは、HSM ソフトウェアスタックを介して IT セキュリティ機能が起動および動作します。これにより、ビークルコンピュータのホストコントローラが実際のタスクに専念できるようになると共に、HSM コアがセキュアなオンボード通信や実行時の改ざん検知、セキュアブート、フラッシュ、ログ、デバッグなどのセキュリティ要件を処理できるようになります。そのため、HSM は純粋にソフトウェアベースの IT セキュリティよりもはるかに強力なソリューションとなります。

ソフトウェアアプリケーションと ECU 機能をビークルコンピュータ上に統合すると、多数のアプリケーションが HSM のセキュリティ機能に同時にアクセスして競合が発生しやすくなることが予想されます。こうなると、HSM は必要な IT セキュリティ機能を提供しながら、複数のアプリケーションのデータストリームをリアルタイムで管理しなければならなくなります。標準的な HSM でこれを実行するには限界があります。まして、純粋なソフトウェアベースのセキュリティソリューションではなおさらです。しかし、リアルタイム OS を搭載し、インテリジェントかつ柔軟なセッションコンセプトを採用した次世代型のハードウェアセキュリティモジュールであ

れば、このようなタスクにも十分に対応できます。

マルチコア/マルチアプリケーションのサポート

将来のアーキテクチャでは、セッション数を設定できる最新の HSM ソフトウェアスタックを搭載した新しい HSM ファームウェアにより、複数のコアで同時に要求が行われた場合に HSM コアが最大 16 セッションを並列処理できるようになります。このマルチコア/マルチアプリケーションをサポートするうえで鍵となるのは、特別なアーキテクチャを持つ HSM ファームウェアドライバです。このドライバにより、仮想化されたさまざまなアプリケーションごとに個別にドライバを統合できるようになるため、さまざまなソフトウェアパーツの個別での開発が可能になります。また、統合時に「リソカ」ステップを使用すると、ドライバのさまざまなインスタンスがハードウェアの共有 RAM で共通の構造を使用できるようになります。ここでは、各インスタンスが固有の構造（セッション）を作成するため、厳密にカプセル化された並列アプリケーションから出される複数のリクエストをドライバが常に管理できるようになります（図 1）。

このセットアップの中央セキュリティコンポーネントとなるのは、ホスト-HSM ブリッジです。このブリッジからは、ハードウェアセキュリティをホストから分離するための要素として、HSM モジュールに「インフロー制御」が引き継がれます。ブリッジレジスタでは、限られたリソースである HSM を最大限に活用しながらも、ホストコアから送られたリクエストキューが要求されたセキュリティ機能を可能な限り迅速に実行できるようなセットアップが施されています。次世代型の HSM ソフトウェアを活用すれば、HSM のマルチアプリケーション/マルチコア機能の実用化が可能になります。OEM メーカーは、完全にテスト済みの量産可能な形式として、これらを使用できます（図 2）。

Bulk MAC インターフェースにより、リアルタイムパフォーマンスを提供

もう 1 つの課題は、大幅に増加する通信量を保護するための手法です。集中型電気システムにおける CAN バスと車載 Ethernet の混在を解決し、すべての通信プロトコルで車両間のデータ交換をセキュアに保護するためには多くの課題があります。革新的なソリューションである HSM は、このような対策も提供していますが、もちろ

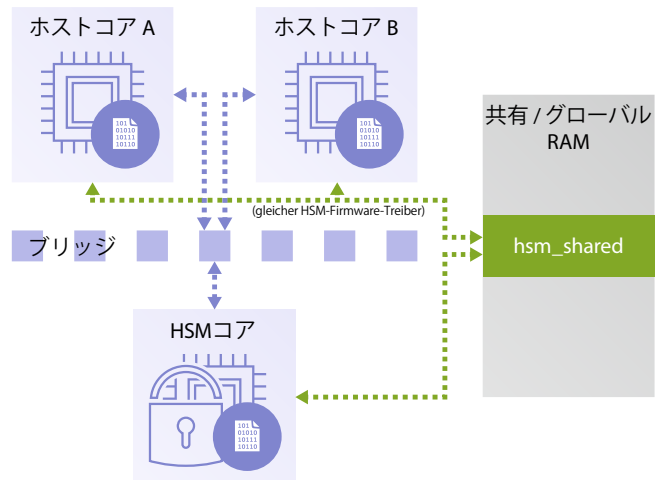


図 2：マルチコア/マルチアプリケーションのサポート - ジョブリクエストはブリッジレジスタと共有 RAM を介して処理されます。

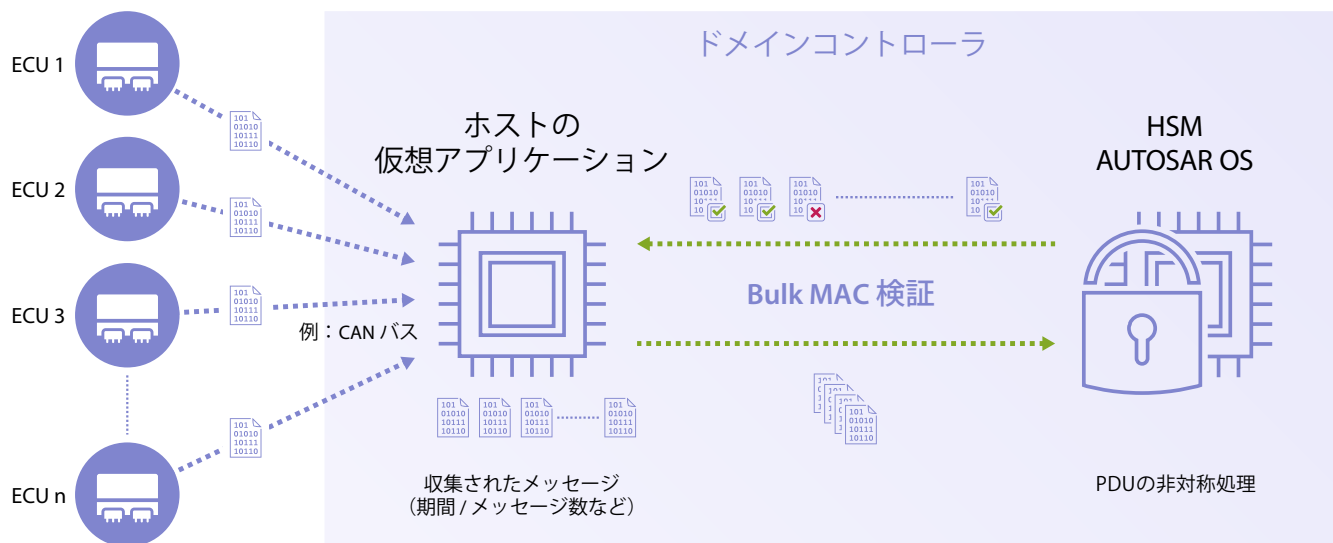


図 3 : bulk MAC インターフェースによるセキュアリアルタイム通信の提供

ん性能上の限界はあります。その限界は HSM のハードウェア暗号エンジンというより、むしろブリッジレジスタに起因します。なぜなら、ブリッジレジスタでは、量や速度を問わず、データ交換を行わないからです。ここでの解決策の 1 つとなるのは、bulk MAC インターフェースという手法です。この手法では、ホストがあらかじめ決められた期間にすべてのメッセージを収集したうえで、これらのメッセージをブリッジレジスタ経由で一括して HSM にポストिंगします。この場合、データ転送はたった一度だけで済みます。HSM ファームウェアは HSM ハードウェアユニットで収集されたすべてのメッセージを一度に処理し、その結果をホストに送信します (図 3)。

これにより、性能の大幅な向上が可能になります。ホストと HSM 間での各データ転送の時間が $10 \mu\text{s}$ であっても、100 個のメッセージを処理すると遅延時間は合計 1ms にもなります。これは、リアルタイムシステムでは無視できない問題です。しかし、bulk MAC インターフェースを使用すると、100 個のメッセージの処理時間を 100 分の 1 にすることができます。そのため、中央コンピュータとドメインコントローラをセットアップし、プロセスに多くの PDU を定義している OEM メーカーが bulk MAC インターフェースを使用すれば、明らかな優位性を得ることができます。膨大な量の多様なメッセージを十分に高速に認証できるこのインターフェースを使用することで、車両ネットワークにおけるセキュアリアルタイム通信が実現します。次世代型の HSM ソフトウェアには、この bulk MAC セットアップがすでに統合されており、量産準備が進められています。

将来にわたって使用できるハードウェアセキュリティファームウェア

車載ネットワークが集中型プラットフォームへと移行するにつれ、ハードウェアとソフトウェアの分離が進んでいますが、ハードウェアセキュリティモジュール (HSM) は、これらのプラットフォームの IT セキュリティを保証するうえでの中心的な役割を果たしています。HSM では、(今後も引き続き CAN バスで処理される) 周辺装置から中央コントローラへのデータストリームにおける不正なアクセスや改ざんを (SecOC で) 防止するだけでなく、最上位

のネットワークレベルでのセキュリティ要件をカバーしたり、高いデータ負荷でリアルタイムに処理する必要があるソフトウェアアプリケーションをセキュアに実行したりすることができます。マルチコア/マルチアプリケーションタスク用に設計された次世代型の HSM は、bulk MAC インターフェースを使用することにより、異種

次世代型のハードウェアセキュリティファームウェアは、OEM メーカー独自の製品バリエーションにマッピングすることができます。

フォーマットが含まれている場合でも高データ負荷のリアルタイム通信を確実に処理することができます。

各 OEM メーカーでは、接続性の増大と自動運転への移行を考慮して、E/E アーキテクチャ向けの自社固有のセキュリティ基準を段階的に見直しています。次世代型のハードウェアセキュリティファームウェアは、OEM メーカー独自の製品バリエーションにマッピングすることも、中央集中型のセキュリティコンセプトに柔軟に統合することも可能です。また、このファームウェアは最新のマイクロコントローラ上で動作し、ホストドライバをソースコードとして提供するため、OEM メーカーや Tier 1 サプライヤは容易に再利用やカスタマイズを行うことができます。この優れた柔軟性と性能により、最新のファームウェアを搭載したハードウェアセキュリティモジュールは、未来の中央集中型ハイブリッド車載ネットワークのセキュリティを保護するための中心的なコンポーネントとなっています。■

執筆者

Tobias Klein、ESCRYPT リードプロダクトオーナー、HSM Frederic Stumpf 博士、ESCRYPT プロダクトマネジメント統括、サイバーセキュリティソリューション



ESCRYPT の新しい 本社社屋の建設

2022 年初めまでに、ボーフムのオペル工場跡地に ESCRYPT 本社の新社屋が完成します。新社屋は、最新の建築およびエネルギー基準に従って設計されており、建設作業はこの夏に始まります。この社屋が完成すれば、最大 500 名の社員が魅力的な職場環境で働けるようになります。

ESCRYPT（ボッシュグループ）のヴァイスプレジデントである Dr. Uwe Müller は、「私たちは、この地域の近くに優れた大学や研究機関があることを意識して、ここを建設地として選びました」と述べています。オペル工場跡地に建設される ESCRYPT の新社屋は、自動車産業の新たなアイデンティティの象徴として、ネットワーク接続され、自動運転化され、電動化されたモビリティの発展を支えていくでしょう。■



Uwe Müller 博士
ESCRYPT（ボッシュグループ）、ヴァイスプレジデント
アプリケーションフィールド
サイバーセキュリティソリューション

「私たちは、この地域の近くに優れた大学や研究機関があることを意識して、ここを建設地として選びました」

最強のヒーロー登場!



正義の味方がいつでもどこでも見守ります

ESCRYPT は車載セキュリティを再定義します。
全包括的なサイバーセキュリティソリューションにより、生産時、走行時、
バックエンドなどを問わず、常に車両フリートを保護します。

www.escrypt.com

escrypt

SECURITY. TRUST. SUCCESS.



イータス株式会社 ESCRYPT事業部

TEL: 045-222-0900 (代表)

E-mail: sales.jp@etas.com

各国の ETAS 拠点

| | |
|--------|-----------------------------------|
| ドイツ | Stuttgart (本社) |
| ブラジル | São Bernardo do Campo |
| カナダ | Waterloo, Ontario |
| フランス | Saint-Ouen |
| インド | Bengaluru, Chennai, Gurgaon, Pune |
| イタリア | Turin |
| 日本 | 名古屋、宇都宮、横浜 |
| 韓国 | 城南市 |
| 中国 | 長春、重慶、広州、北京、上海、武漢 |
| スウェーデン | Gothenburg |
| イギリス | Derby, York |
| USA | Ann Arbor, Michigan |

ニュースレター



ETAS の RealTimes オンラインニュースレターは、印刷版の RealTimes 誌を補完するものです。ETAS にまつわる話題について定期的に最新情報をお届けしています。

- ETAS 製品の使用事例とサクセスストーリー
- 技術記事
- 企業情報
- トレーニングおよびイベント情報
- インタビュー
- FAQs

RealTimes オンラインの登録フォームとバックナンバーには、www.etas.com/RT0 からアクセスできます。

発行者情報

ETAS GmbH Borsigstraße 24 70469 Stuttgart Germany

執行取締役会：Friedhelm Pickhard, Bernd Hergert, Christopher White
監査役会会長：Dr. Walter Schirm
本社事務所：Stuttgart
登録裁判所：Lower District Court (Amtsgericht) of Stuttgart, HRB 19033

編集長：Selina Epple
編集チーム：Corbin Bennett, Nicole Bruns, Jürgen Crepin, Martin Delle, Christian Hartig, Claudia Hartwell, Axel Heizmann, Anja Krahl, Silke Kronimus

本号の執筆者：Rüdiger Abele, Luca Baldini, Dr. Markus Behle, Dr. Alexandre Berthold, Dr. Thomas Bleile, Dr. Darren Buttle, Wonseok Chang, Jürgen Crepin, Martin Delle, Klaus Fronius, Daniele Garofalo, Dr. Matthias Gekeler, Axel Heizmann, Dr. Jan Holle, Haejin Kim, Youngeun Kim, Andreas Klegraf, Tobias Klein, Anja Krahl, Dr. Thomas Kruse, Dr. Andreas Lock, Michael Lueke, Jonathan Manktelow, Dr. Núria Mata, Dr. Stuart Mitchell, André Pelisser, Bernhard Reckels, Dr. Martin Rosing, Seungyun Ryu, Lisa Scheftschik, Dr. Michael Peter Schneider, Siddharth Shukla, Dr. Frederic Stumpf, Heiko Sutter, Dr. Nigel Tracey, Peter Trechow, Simon Veese, Christian Wecker, Murat Yeter, Hojeong Yoo, Dr. Detlef Zerfowski
デザイン・制作：Andreas Vogt

翻訳：Burton, Van Iersel & Whitney GmbH

印刷：Gmähle-Scheel Print-Medien GmbH

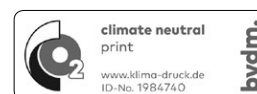
発行部数：ドイツ語、英語、日本語 10,500

図版 Depositphotos, ESCRYPT GmbH, ETAS Brazil, ETAS GmbH, ETAS Inc., ETAS K.K., ETAS Korea Co., Ltd., Felipe Fantelli, Kookmin University, René Müller Photographie, Robert Bosch GmbH, Safe4RAIL-2

一部の記事は以下で出版済みの記事の短縮版：HANSER automotive 9/2019 Special Edition Future Mobility (pp. 32-33), OEM&Lieferant 2/2019 (pp. 22-23)

© Copyright 11/2019 ETAS GmbH, Stuttgart - All rights reserved.
本書で使用されている製品名および名称は、各社の（登録）商標あるいはブランドです。RealTimes は塩素を使用しない漂白紙に印刷されています。印刷インキ・ニスには再生可能資源から製造されたもので鉛油を含まず、環境に悪影響を与えません。

www.etas.com





DRIVING EMBEDDED EXCELLENCE

イータス株式会社
〒220-6217
神奈川県横浜市西区
みなとみらい 2-3-5

電話 045-222-0900
info@etas.com
www.etas.com