

# RealTimes

2019

+  
ESCRYPT  
セキュリティ特集

未来に向けて 05

テスト走行データをすべて記録 32

ETAS の変革 46

**ETAS**

DRIVING EMBEDDED EXCELLENCE



# 未来の姿がここに

昨年までの RealTimes を手に取ったことがある読者の皆様は、RealTimes のデザインが刷新されたことにお気づきでしょう。ETAS は、躍動感あふれる企業の姿勢をよりわかりやすく伝えるため、2018 年に新しいコーポレートデザインを採用しました。新しい表紙デザインやレイアウトは気に入っていただけただけでしょうか。ページをめくってみてください。そこにはさらに多くの発見が待っています。セキュリティに関する特集記事は 14 ページから成り、最新の研究成果およびサイバーセキュリティに関する重要な課題と解決策を取り上げています。Thomas Wollinger 博士のレポートでは、コネクテッドビークルに関するセキュリティの概念を包括的に取り上げるとともに、サイバー攻撃を防ぐ徹底したセキュリティソリューションがスマートファクトリーに求められる背景について解説しています。

デザインは刷新されましたが、RealTimes はこれまで通り、革新的なソリューションと業界の最新ニュースをお届けしていきます。本号では、顧客事例として非常に興味深いプロジェクトを紹介するほか、広範囲にわたる多様な市場の中で、ETAS 製品がどのように使用されているかについて取り上げていきます。「写真で振り返る ETAS の 1 年」では、2018 年の出来事を振り返ります。お客様や当社にとって、2018 年が興味深く、実り多い年であったことを実感していただけるでしょう。ETAS サポートについての満足度調査で、好評価をいただいたこともご報告いたします。皆様の貴重なフィードバックに心より感謝申し上げますとともに、心強い結果を原動力として、未来に向けさらなる改善を目指してまいります。

その未来は今から始まります。そこで中心的な役割を果たすのは技術の進歩です。未来のビジネスモデルを創り出し、日ごと厳しくなる環境要件を満たすには、新たなソリューションが必要です。スーパーヨットやガス採掘装置がエンジンテストベッドでどのようにテストされるのかをご覧ください。未来のシミュレーションの可能性について、また、今後もさまざまなプロジェクトで支援し続けるために ETAS が進めている変革についても詳しくご覧いただけます。

ここだけの話ですが、これからの一年もわくわくするようなことが待っています。2019 年 6 月で ETAS は 25 周年を迎えます。ETAS は、そのたゆみない発展に加え、さらなる大きな一手を打っていきます。お客様やビジネスパートナーの皆様がいなければ、今の私たちはありません。最新情報は随時お伝えしていきます。

こうした点を踏まえて、本号をお読みいただければ幸いです。ぜひ最後まで、できれば一気に読み進めていただければと思います。本号の内容について、皆様の感想をお寄せください。ご意見・ご提案をお待ちしております。

ではお楽しみください。

Friedhelm Pickhard      Bernd Hergert      Christopher White

左から右：

**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

## ADAS と e- モビリティの開発ソリューション

- 05 未来に向けて  
XiL テストを自動運転に応用
- 08 仮想化手法で明日を描く  
次世代モビリティのためのシミュレーション  
フレームワーク
- 12 すべてのデータを確実に視覚化  
カメラデータと超音波信号の融合
- 14 AUTOSAR で実現する機能安全  
北京新能源汽车股份有限公司 (BJEV) の目標達成を  
ETAS が支援

## テストと妥当性確認

- 16 ハイレベルな検証機能  
ETAS ES830 で広がるラピッドコントロール  
プロトタイピング用ツールチェーンの可能性
- 19 ツールだけじゃない、ETAS の実力!  
ツールとエンジニアリングサービスで ETAS が Renault  
と協業
- 22 大型エンジン開発のための仮想テスト環境  
MTU Friedrichshafen の仮想テストベンチ

## 計測、適合、診断

- 26 INCA を使ってサウンドチェック  
BMW グループがオーディオシステムの適合を  
ETAS INCA で実施
- 29 経験値を計測する  
理想の操縦性を達成するための計測・評価システム
- 32 テスト走行データをすべて記録  
インテリジェントで体系的なデータ収集

## 製品ニュース

- 36 新製品 - ES830 ラピッドプロトタイピングモジュール
- 36 RTA-FBL フラッシュブートローダ
- 37 戦略的な協力体制

## 学生支援

- 38 “仮想化を教えることが大きな一歩!”  
HAW Hamburg で修士課程の学生がモデルベースの  
エンジン適合を習得
- 40 学生フォーミュラと ETAS  
技術開発と人材発掘のプラットフォーム

## ETAS をめぐる出来事

- 42 ETAS のカスタマーサポートに好評価  
顧客満足度が継続的に向上
- 44 写真で振り返る ETAS の 1 年
- 46 ETAS の変革  
Friedhelm Pickhard インタビュー

## ESCRYPT セキュリティ特集

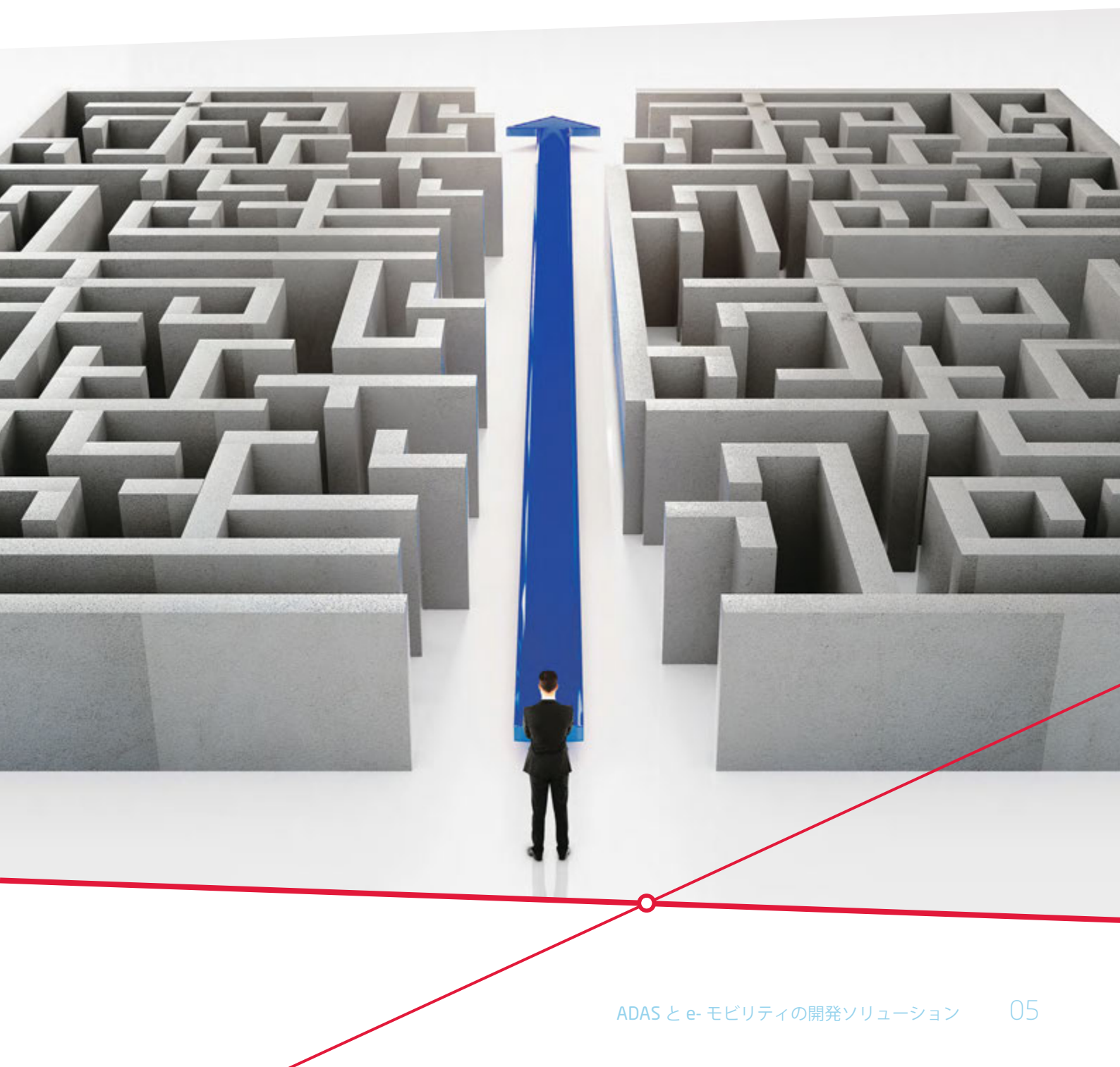
- 50 “調和のとれた相互連携”  
Thomas Wollinger 博士がコネクテッドカーの  
包括的なセキュリティを語る
- 52 車両をハッキングして身代金要求  
WannaDrive ? 包括的な IT セキュリティが  
ランサムウェア撃退を支援
- 54 スマートファクトリーを守る  
End-to-End でサイバー攻撃を防御 -  
コネクテッドファクトリーの必須条件
- 56 ハイブリッド V2X 通信のためのセキュリティ  
コネクテッドドライビングの汎用データ通信を  
標準ソリューションで実現
- 58 内側から守る自動車セキュリティ  
ハードウェアセキュリティモジュール (HSM) が  
ECU メインプロセッサを内側から守る
- 61 ESCRYPT が “Innovator 2018” を受賞
- 62 ESCRYPT の広告
- 63 拠点と奥付



# 未来に向けて

## XiL テストを自動運転に応用

先進運転支援システム（ADAS:Advanced Driver Assistance Systems）から高度自動運転にいたる多くの電子システムは、ある程度までは車両を操ることができるように設計されます。しかしそれを信頼できるものにするには、電子システムを徹底的にテストする必要があります。目標は、絶えず変化する環境に対して車両のソフトウェア／ハードウェアシステムが完全に対応できるかを検証することですが、この検証を限られた予算で短い工期内に実現する唯一の方法、それは「仮想テスト手法」、「データの再利用」、「人工知能」を組み合わせることです。



猛吹雪の中を運転しているようすを思い浮かべてください。道路標識や歩行者が見づらくなるほどの酷い状況で、車線もほとんど見えません。そのような状況に高度自動化車両は本当に対処できるのでしょうか。また、道路に飛び出してきたサッカーボールや、交通整理をしている警察官には、どう対応すべきでしょうか。理論上、自動運転車両は、ほぼ無限ともいえるほどさまざまな状況に対処できなければなりません。そのためには、複数の ECU やマイクロプロセッサ (μP)、グラフィックプロセッサ (GPU) などが 3~4 ダースものセンサデータを絶えずリアルタイムに分析し、それに対応した適切な動作命令を発行して車両のアクチュエータに伝えます。モデルによりハードウェアとソフトウェアのアーキテクチャが異なっても、適切な命令が必ず実行されなければなりません。そしてさらに、車載ソフトウェアが無線によって (OTA: Over-The-Air) 頻繁に更新されるようなことになれば、さらに高度な処理が求められます。こうした極めて複雑なシステムの妥当性を確認して検証することは、この業界がかつて遭遇したことのない、とてつもなく大きな取り組みとなるものです。

### 「仮想化」が複雑なシステムを扱いやすくする

前出の検証作業に必要な時間と費用は、あっという間にかさんで手に負えない状況になってしまいます。それを解決するため、安全性をないがしろにすることなく複雑な事象を容易に扱うことができる効率的な方法が模索されており、その多くが「仮想化」に行き着きます。こうした手法からは、車両のソフトウェア/ハードウェアシステムの開発工程全体にわたって一貫性のあるワークフローとデータストリームを得られるのが理想ですが、そこでキーとなるのは、ある段階から次の段階へのデータの「自由な流れ」です。これによってさまざまな種類のデータを仮想テストにインポートすることや、実施済みの検証と妥当性確認の結果に基づいてその後の作業を進めることが可能になります。

それを実現するには、開発ツールとソフトウェアをつなぐ標準化インターフェースと、複数ベンダーの開発ツールに対応できるオープンなシステムアーキテクチャが必要ですが、この両方の要素を完全に統合したのが ETAS の XIL (X-in-the-Loop) ソリューションです。ETAS の XIL 手法には、初期段階でのシステム機能とアーキテクチャの基本設計に用いられる Mil (Model-in-the-Loop) 手法と、それに続くソフトウェア機能の妥当性確認と検証に用いられる Sil (Software-in-the-Loop) 手法も含まれ、ECU、μP、GPU などのハードウェアが利用可能になる前の段階における検証から、未来の Car-to-X 通信のシミュレーションまで、さまざまな包括的なテストを支援します。これらのテストは PC 上で行うことができ、必要に応じていくつでも仮想 ECU を実装することができます。複数のテストを並行して、実時間よりも速く、何度でも実行できるため、大幅な工期の短縮につながります。安全性能に関するシナリオも、完全に安全な環境で必要なだけ繰り返すことができます。このようにして検証と妥当性確認が済んだ機能は、後続の HiL (Hardware-in-the-Loop) や ViL (Vehicle-in-the-Loop) 手法により実際のハードウェアを使用したテストを実施することによって、さらに信頼性を上げることができます。

### 既存のツールチェーンをスマートに活用

高度に自動化された車両の妥当性を確認する XIL ツールチェーンは、新しいデータフォーマットに対応し、データ量が急峻に増加するシミュレーションにも対応可能でなければなりません。その応用範囲は、車載システムに限らず、環境センサからの 3D データの処理や交通シミュレーション、運転者行動、さらには自律走行制御に含まれる処理まで幅広いものでなければなりません。ECU の接続には、アーキテクチャに応じて既存の車載バスと将来のギガビットイーサネットのどちらでも自由に選択できるようにする必要があります。シミュレートされるセンサや ECU に対して、立体ビデオカメラやレーダー/ライダーセンサからの信号を刺激入力できる機能も重要です。

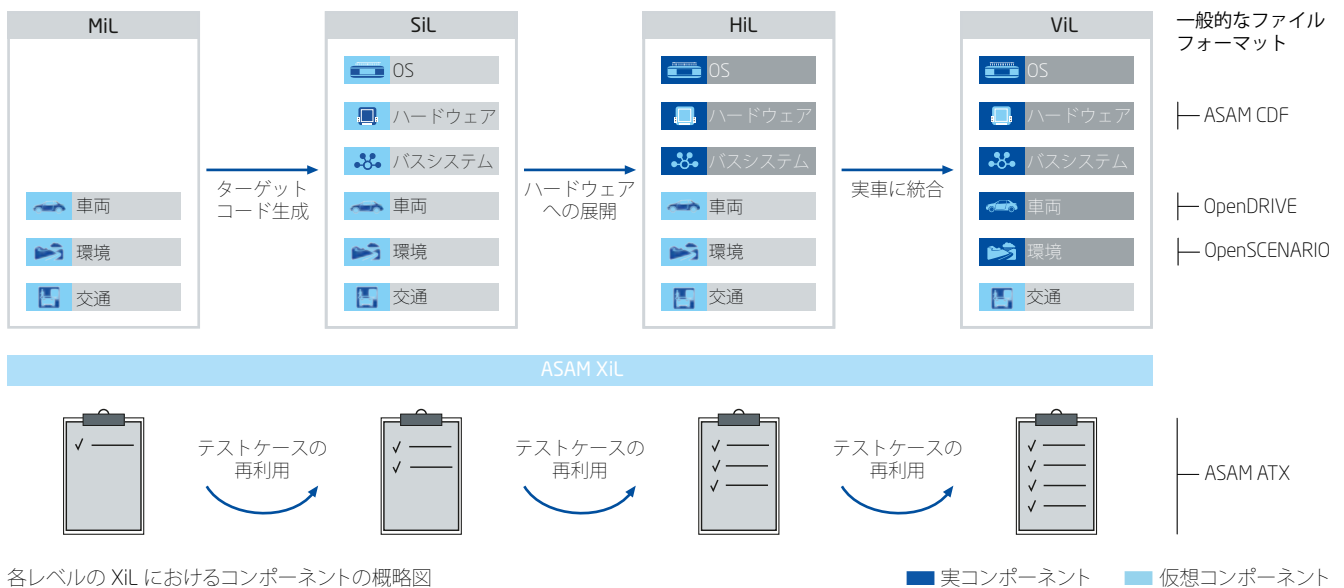
さらなる課題は、センサや各種コントローラによって収集される膨大なデータの扱いです。ADAS 環境、なかでも高度自動化車両の開発においては毎秒数ギガビットのデータ転送が要求されますが、実際には ECU から毎秒 500 M バイトでデータを取集できるツールを見つけることさえ容易なことではありません。そこで ETAS はこのギャップを埋めるため、ハイパフォーマンスな GETK-Px シリーズの ECU インターフェースを開発しました。10 ギガビットイーサネットのスイッチ経由でこのインターフェースに接続できる強力なデータロガーと数テラバイトの容量を持つリムーバブルメディアとの組み合わせは、将来を見据えたワークフローを実現する理想的な選択肢となるでしょう。

### 標準化が不可欠

新しいソリューションが開発者に歓迎されるための必須条件は、既存の標準ワークフローにシームレスに統合できることです。これを踏まえて ETAS は、インターフェースやデータフォーマットに関する標準規格への準拠を徹底し、さまざまな標準化団体に積極的に参加しています。また、高度自動運転のための定評あるソリューションである ADTF (Automotive Data- and Time-Triggered Framework) などにも対応しています。究極の目標は、実車で計測されたすべての生データを XIL テストにインポートして再生できるようにすることにあります。仮想データと実データを適切に組み合わせることで、実車で用いられる ADAS ECU のさまざまな「知覚層」の妥当性を確認することができ、これが検証と妥当性確認の将来戦略における要となります。シミュレーションとリアリティを比較することは、そのプロセスで用いられるシミュレーションデータの妥当性確認に役立ち、それによって仮想テストに秘められた可能性が最大限に引き出され、後続の開発段階におけるテスト結果の再利用が可能になるのです。

### そして人工知能へ

計測値を継続的かつ同期的に記録すること、そしてそのデータをビッグデータアルゴリズムによってインテリジェントに分析すること。その組み合わせによって、これまで使用されていなかったデータに価値を与えることができます。これらのデータを、物体の識別や空間距離の計算、意思決定などを行うニューラルネットワークに学習させるトレーニングデータとして活用することが可能になるのです。ここでは必要な



各レベルのXILにおけるコンポーネントの概略図

データに迷わずアクセスできることが重要であるため、ETAS は EADM (Enterprise Automotive Data Management) をはじめとするソリューションの開発に積極的に取り組んでいます。

将来の開発体制を見据え、厳しい期限と予算を満たせるようにしていくには、適切な中間生成物をすべて再利用できるテスト体系が必要です。プロジェクト内での「再利用」は、適合作業に至るまでの各開発工程で必要なテストの量を確実に削減します。さらに大きな視点で言えば、再利用によってより多くの中間生成物と計測データが得られるので、仮想的な妥当性確認の効率がすべてのプロジェクトで飛躍的に高まることとなります。シミュレーションとテストのプロセスにおいてこの一貫性を確保することが、ETAS COSYM 統合プラットフォームの将来に向けての重要な目標のひとつとなっています。究極的には、パラメータの組み合わせが無数である環境におけるリスクを最小化する唯一の方法が「仮想化」であるといえます。仮想 ECU でタイムラプステストを実施し、多様なパラメータをひとつおき調査することで、システムの弱点やバグを早い段階で洗い出し、大きなコストを伴う走行テストの必要性を最小限に抑えることができます。このアプローチにより、ETAS LABCAR のソリューションを使用した HiL テストを含め、開発のすべての段階に利益がもたらされます。また、ETAS EHOOKS は、ECU メーカーによって ECU ソフトウェアにあらかじめ組み込まれたさまざまなバイパスフックを必要に応じて自由に利用できるツールですが、ここでも圧倒的な柔軟性が製品の核となっています。ECU ソフトウェアに関する詳細な情報がなくても、組み込まれたフックを有効にしてバイパス実験の構成を自由に設定することができ、不安定な外部信号を無効にしたりすることも可能です。

### XIL テストの全行程における一貫性

ADAS 環境での効率的な仮想化には、XIL チェーン全体を対象として適切に設計された包括的なソリューションが求められます。開発工程の全段階にわたってテストケースを再現するには「標準化」が欠かせません。テストに使用するデータファ

イルとモデルや、テスト対象ユニット (UuT : Unit under Test) へのアクセス機能は最低限必要であり、すでに確立されている標準規格 (ASAM CDF、ASAM XIL、ASAM ATX など) や新しいアプローチ (OpenSCENARIO など) への対応も必要です。この方針によって、単純化されたモデルのトラブルシューティングから実ハードウェアコンポーネントを使用したテストまで、自動運転車両向けソフトウェアのシームレスな検証と妥当性確認の下地が整い、後のステップにおけるテスト文書、データセットとパラメータ、センサ用刺激データ、評価モジュール、といったものの再利用が円滑化されるのです。

### 最後に

高度自動運転の効率的な妥当性確認には、包括的な仮想化が重要な役割を果たします。非常に複雑で広範囲におよぶテストプロセスには、入念に設計された包括的なソリューションが求められますが、ここで必要となるのは、確立されたテスト手法と高性能なデータ収集ツール、さらには中間生成物と計測データを再利用する選択肢であり、その目的は走行テストとシミュレーションとの間のギャップを小さくしていくことにあります。ETAS の提案する一連の XIL テストソリューションは、このような未来の開発環境への対応を目指して設計されたものです。確立された体系と XIL 開発、ビッグデータ、AIなどをうまく組み合わせることで、ETAS は、たとえ猛吹雪の中であっても心から信頼できる乗り物としての自動運転車両を実現するお手伝いをいたします。

### 執筆者

Dr. Jürgen Häring, ETAS GmbH

テスト・評価事業部、製品管理部門長

Joachim Löchner, ETAS GmbH

ADAS フィールドアプリケーションエンジニア

Thomas Schöpfner, ETAS GmbH

計測・適応・診断事業部、ADAS ソリューションマネージャー







# 仮想化手法で明日を描く

## 次世代モビリティのためのシミュレーションフレームワーク

そう遠くない将来、道路を往来する車は、人々を安全かつ効率的に目的地へと送り届ける自動運転車となっていることでしょう。今日のエンジニアたちは、この光景を現実のものとするべく多忙な日々を送っています。これを実現するのに必要とされる重要な要素のひとつが、仮想環境でのシミュレーションです。予期される多くの複雑な問題の解は、初期プロトタイプテストと妥当性確認によってしか導きだすことができません。BoschはDaimler向けにグローバルシミュレーションフレームワークを開発し、その開発工程ではETASのISOLAR-EVEが重要な役割を果たしました。

「私たちが未来を予測することはできません。しかし私たちのシミュレーションフレームワークを使用すれば、完全自動運転という未来の実現に向けて取り組むことはできます」—ここでいう「私たち」とは、世界各国のDaimlerで働く100名を超える開発エンジニアとBoschのプラットフォーム開発チーム、そしてETASの開発チームを指しています。私たちは今、包括的なシミュレーションフレームワークを使用して、自動運転に必要なシステムを制御するECUソフトウェアを開発しています。まずは、そのアプローチからお話しましょう。

プロジェクトの複雑さだけでなく、グローバル開発チームに課された過酷なスケジュールを踏まえれば、ハードウェアの開発が終わるのを待たずにECUソフトウェア開発に取り組まざるを得ません。そのためにさまざまな機能や概念を仮想シミュレーションフレームワークに統合する取り組みを続けていますが、そこで利用されるのは、比較的「静的」であるといえるHiL (Hardware-in-the-Loop) ソリューションではなく、システムパラメータが常に変動するSiL (Software-in-the-Loop) のアプローチです。

しかし SiL アプローチであっても、将来の量産 ECU の設計について考えることが必要です。その基盤となるのが、AUTOSAR Standard を利用した Bosch DASy (Driver Assistance System) ドメインコントローラプラットフォームです。現在、マイクロコントローラには AUTOSAR Classic プラットフォームが利用されていますが、将来はより高度な AUTOSAR Adaptive プラットフォームに移行していくことになるでしょう。

### 課題

システムの機能的信頼性を実証するには数え切れないほどの運転操作が必要となりますが、そうした操作の多くは再現がきわめて困難であり、実際の走行テストで実施すれば危険を伴うことさえあります。そのため、高度自動運転の開発では仮想走行テストが重要な役割を果たし、ソフトウェアの機能安全を確保できるテストカバレッジを効率よく達成するにはこれが唯一の手段であるといえます。実車テストは限られた運転操作についてのみ実施され、一般的にその目的は、繰り返し実行する妥当性確認に必要なテストデータを取得したり、シミュレーション結果を検証したりすることに限られます。

### 私たちの取り組み

このシミュレーションフレームワークは、車両の周囲の状況を仮想化し、ADAS ECU (Electronic Control Unit) やセンサ (超音波、レーダー、カメラなど) をシミュレートします。つまり、システムによって下される判断とそれに対応するアクチュエータの反応が計算されます。プラントモデルとともにアプリケーションソフトウェアをシミュレートでき、その逆も可能です。これらのシミュレーションの実行制御は、ETAS がエンジニアリングサービスとして開発したユーザーインターフェースを介して操作することができます。

ユーザーインターフェース上での可視化により、デスクトップ環境で妥当性確認を行うことが可能になります。その際にはすべてのソフトウェアコンポーネントと環境モデルの最新バージョンが自動的に使用されるので、デバッグ、コードカバレッジ分析、ログファイル生成などが迅速かつ容易に行えます。

## 未来の車両システム用の複雑なソフトウェアを開発する世界中のエンジニアに向けて、私たちのシミュレーションフレームワークは大規模なデータセットへの迅速かつ安全なアクセスを提供し、機能の妥当性確認を可能にします。

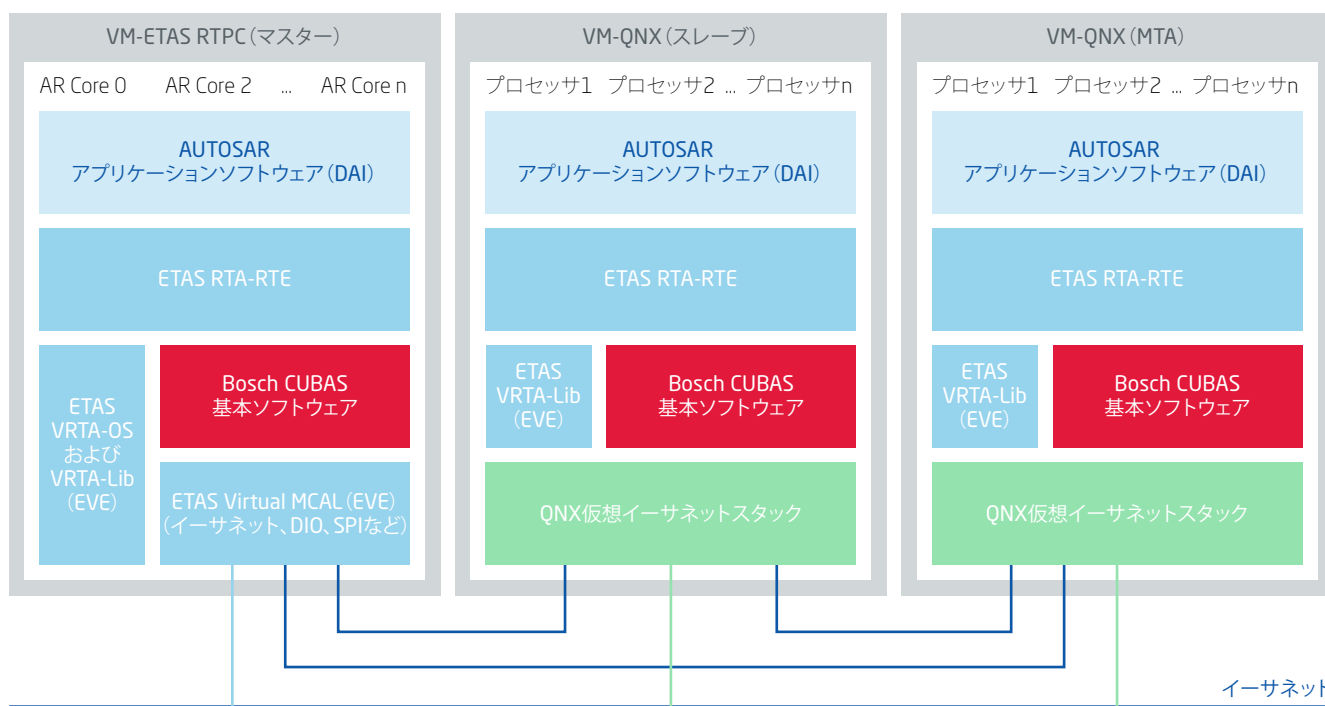
シミュレーションフレームワークの開発によって、私たちは新たな境地にたどり着きました。それは組み込み ECU の世界と IT の世界との遭遇です。前者で重要になるのはリアルタイム動作や ISO 26262 に準拠した機能安全、後者に関しては、データ転送速度、接続性、サイバーセキュリティなどが重要な要素となります。

また、可能な限り汎用的であり、個々のワークステーションからサーバークラスやクラウドで実施される大規模な並列テストまで、幅広く使用できるフレームワークを作成することもこのプロジェクトの目的です。新しいソフトウェア機能単体のテストだけでなく、センサやドメイン ECU の複雑なネットワークのシミュレーションにも適していなければならないため、このフレームワークは柔軟性が高くスケラブルなアーキテクチャに基づいて設計されました。厳しい技術仕様を満たすことに加え、シミュレーションフレームワークには、動作不良のリスクを回避するための非常に高い堅牢性も求められます。全世界で 100 名を超えるエンジニアが開発に従事しているため、ごくわずかなダウンタイムも許されません。

### 技術的方策

私たちはきわめて複雑なシステムを管理することを目指していますが、その実現を目指す中で、ある重要な要素があります。それは、個々の機能を独立したユニットとして扱うことができるモジュール式プロセスの採用です。取るべき道筋がいつも最初からわかっていたわけではありませんが、初期のプロトタイプから学び、必要に応じて早い段階で取捨選択を行う体制が整っていたおかげで、私たちは正しい方向に進むことができました。現時点においてシステムはすでに高い成熟度に到達し、最適化のフェーズに入っています。

現在 Bosch ではシミュレーション環境の開発が進行しており、その基盤のひとつとして、ETAS ISOLAR-EVE を使った仮想 ECU の構築が行われています。また Linux ベースの ETAS RTPC も、仮想 ECU のための効率的な実行プラットフォームを提供しています。ここできわめて重要なのは実 ECU を深く理解することであり、それがなければ現実的なシミュレーションは不可能です。



マイクロコントローラやマイクロプロセッサに使用されるシミュレーション環境のアーキテクチャ

ISOLAR-EVE には、マイクロコントローラの仮想化のためのオペレーティングシステム (VRTA-OS for Windows と VRTA-OS for Linux) や、マイクロコントローラ抽象化層 (MCAL)、ビルドプロセス、といった仮想 ECU を形成するための重要な要素が整っていて、AUTOSAR ランタイム環境 (RTA-RTE) にもシームレスに統合できます。VRTA-OS も、VMware や QNX と組み合わせてマイクロプロセッサの仮想化に利用されます。

### その利点

ハードウェアが利用できるか否かを問わず、開発者ひとりひとりが机上で強力なシミュレーションプラットフォームを利用することができる、というのが大きな利点です。重要な走行条件を机上で観察し、詳しく分析して思いのままに再現することができるので、反復回数を削減でき、代わりにテスト範囲を広げることができます。ソフトウェアが品質基準に到達するまでに要する時間が短縮されるため、後続の HIL テストや車載テストを簡略化することができます。

また仮想 ECU を用いたテストでは、ハードウェアベースのプラットフォームでは得られない機能 (人工的なインターフェースや危機的状況の再現、ファーストモーションとスローモーションなど) が利用できます。これらを駆使することにより、さまざまなエラーを検出したりシステム全体の状態を把握したりすることが容易になります。

### まとめ

マイクロコントローラとマイクロプロセッサを備えた未来の車両システムに使用されるソフトウェアは非常に複雑な

ものとなりますが、その開発に向けた私たちのシミュレーションフレームワークは、大規模なデータセットへの迅速かつ安全なアクセスや、機能の妥当性確認を行うための手段を提供します。また、このような規模のプロジェクトでは、仕様策定、実装、ツール認証、といったさまざまな分野のエンジニアが緊密な連携をとることが重要になりますが、私たちは多様性に富んだチーム構成でそれを実現することができました。それでもすべての目標に到達したわけでは決してありません。システムの複雑さについての理解が深まるほどプロジェクトの範囲も拡大していきます。そしてその先には人工知能へと向かう道も見え、それがさらなる追求の原動力となっているのです。私たちチームは、安全な自動運転の開発に貢献できることに誇りを持っています。

### 執筆者

**Christoph Baumann 氏**, Daimler AG (ドイツ、シュトゥットガルト)  
プロジェクトマネージャー

**Johannes Dinner 氏**, Robert Bosch GmbH (ドイツ、アプシュタット)  
カスタマープロジェクトマネージャー

**Dr. Roland Samlaus**, Robert Bosch GmbH (ドイツ、シュトゥットガルト)  
シミュレーションフレームワーク、プラットフォーム開発、サブプロジェクトマネージャー

**Ricardo Alberti de Souza**, ETAS GmbH  
ECU 仮想化、AUTOSAR Adaptive、ソフトウェアアーキテクチャコンサルタント

# すべてのデータを確実に視覚化

## カメラデータと超音波信号の融合

Bosch は現在、次世代の近距離カメラシステムの量産に向けて準備を進めています。このシステムは、超音波センサと4つ以上の近距離カメラを組み合わせて車両の周囲を監視します。マルチコアマイクロプロセッサを搭載した単一の ECU でインテリジェントなデータ処理を実行して静止物体と移動物体の両方を検出し、安全で信頼できる自動駐車のための強力な基盤となっていますが、ここでは、ETAS のパートナーである Lynx Software Technologies によって開発されたハイパーバイザが、バックグラウンドでイネーブラとしての役割を果たしています。

子供たちが運転ごっこをして遊んでいます。三輪車をこぎながら、歩くペースでガレージに向かってゆっくり進む母親の車をエスコートしています。停止は2回。そのたび、子供たちは何をすべきかわかっています。まず、だれかが地面に放置したキックスクーターを片付けます。次に、犬のベニーが吠えているので、そのリードを引っ張って遠ざけます。そうして、車の自動駐車がスムーズにいくようにするのです。

Bosch は、第2世代の近距離カメラシステムの生産を2019年に開始する予定ですが、システムの機能の一つに「Home Zone Park Assist」と呼ばれるドライバーレス駐車システムがあります。子供や動物が近づいても一切問題が生じないよう、2メガピクセルの解像度を備えた4つのカメラで車両の周囲全体を監視します。同時に、超音波センサが車両から約5メートルまでの周辺領域を計測し、何らかの物体を検出すると、車両までの距離を計測し、ビデオストリームで識別された物体が単なる影や光学的な幻影でないかを見極めます。このようにカメラデータとセンサデータを融

合させて静止物体と移動物体の両方を検出することができ、運転支援とドライバーレスの双方の技術に対して信頼性の高い支援機能を提供することができます。

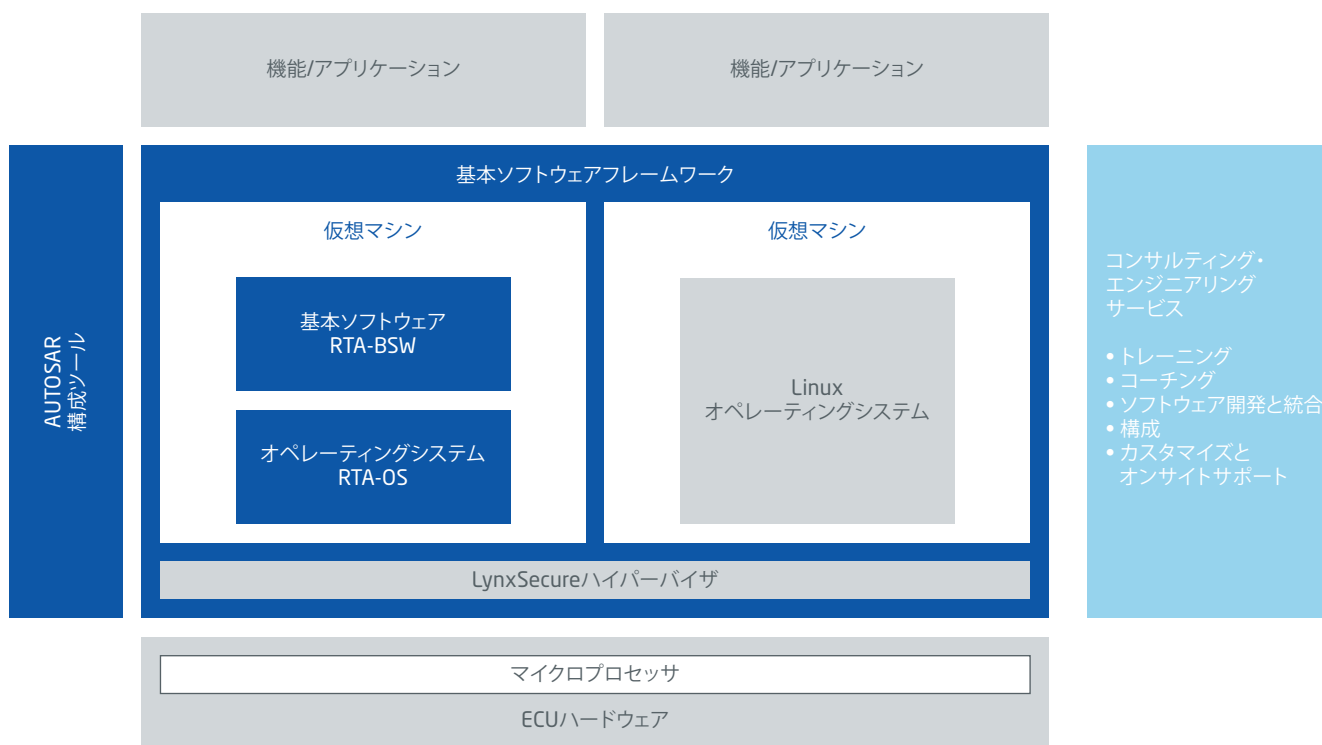
### ビデオデータと超音波信号を組み合わせて評価

このシステムは、カメラ映像を高解像度の車両の鳥瞰画像に統合し、計器パネルに表示します。つまり、運転手の駐車操作を完全に視覚で捉えることができ、衝突の危険がある場合は警告を受けることができます。このように Bosch は、駐車支援システムと先進の表示技術の両方において新たな基準を打ち立てています。

言うまでもなく、この種のシステムは常に完璧に機能することが求められます。大量生産の予算の範囲内で安全とセキュリティに関する高い基準を満たすために選ばれたのは、まったく新しいシステムアーキテクチャでした。これは、ビデオデータと超音波センサデータの処理を、マルチコアマイクロプロセッサを搭載した ECU の各コアに分散して行うものです。このプロセッサは2種類のオペレーティングシステムを実行し、支援機能のための AUTOSAR OS (ETAS RTA-OS) と表示機能のための Linux が、4つのコアのいずれかで別々に実行されます。巨大なビデオファイルを適切な







プロセッサの各コアを複数の仮想マシンに分割してソフトウェアの複雑さに対処する

■ ETAS AUTOSAR 製品 (サービス)  
■ サードパーティ

時間内に転送するためのインターフェースとしては、LVDS (Low Voltage Differential Signaling) が選ばれています。

### より複雑なデータ処理の信頼度をハイパーバイザで向上

マルチコア ECU において複数のコアでデータを処理することは、費用対効果が大きくハードウェアコストの削減につながりますが、その反面、処理の複雑さも増します。そのため、適切なシステム構成を検討し、実行中のプロセスがハードウェアリソースを互いに奪い合う状況を回避しなければなりません。何百もの機能を 4 つのコアに適切に振り分け、安全に関わる状況を支援システムがリアルタイムで確実に処理できるようにすることが重要です。

そこで重要な役割を果たすのが、ハイパーバイザを使用して ECU を複数の仮想マシン (VM) に分割する、という新しいアーキテクチャです。これにより、2 つのオペレーティングシステムのプロセスが互いに干渉しあうことなく、独立して実行できる環境が形成されます。このハイパーバイザ技術は、ETAS の米国パートナー Lynx Software Technologies によって開発されました。

この新しいアーキテクチャが自動車業界に広がったのは、ETAS の貢献によるところが大きかったといえるでしょう。AUTOSAR 4.x には ECU 上のさまざまなソフトウェアモジュールを互いに独立して開発するための基本的な機構が規定されており、ASIL (Automotive Safety Integrity Level) の異なる複数のソフトウェアモジュール同士を互いに分離するための基本要素が提供されています。

1 つの ECU において費用対効果の大きい実装手段を採用しながら複雑なシステムに要求される安全レベルを確保するための唯一の手段として、「パーティション化」も行われます。つまりハイパーバイザは、コスト面だけでなく安全面でも自動駐車のための強固な基盤となるのです。そして、駐車場で子供が遊んでいるような状況にも対処できるシステムも実現可能となるでしょう。

### 執筆者

**Dr. Alexander von Reyher**, Robert Bosch GmbH (ドイツ、レーオンベルク)

第 2 世代近距離カメラシステム、プラットフォームプロジェクトマネージャー

**Dr. Nigel Tracey**, RTA ソリューション事業部ディレクター、兼 ETAS Ltd. (イギリス、ヨーク) ゼネラルマネージャー

# AUTOSAR で実現する機能安全

北京新能源汽车股份有限公司（BJEV）の目標達成を ETAS が支援

完全な ECU ソフトウェアスタックを開発するための標準規格として自動車市場で拡大し続けている AUTOSAR は、急成長している電気自動車（EV）分野を含め、組み込みアプリケーションの開発を支援する完成度の高いオールラウンドな規格となってきました。効率性の高さや製品化までの期間短縮、フル機能のカバレッジ、といった利点が、さまざまな領域において立証されてきています。BJEV は、ECU への AUTOSAR 導入に向けて ETAS のソリューションを選びました。



## BJEVとは

北京新能源汽车股份有限公司 (BJEV: Beijing New Energy Automobile Co., Ltd.) は、中国最大の電気自動車メーカーである北京汽車集团有限公司の子会社です。2017年には100,000台を超える電気自動車を製造し、近い将来には230,000台を超えるものと見られています。新エネルギー車のOEMであるBJEVは、国家主導の産業政策である「Made in China 2025」をはじめとする中国政府の戦略計画において、重要な役割を果たしています。

## 課題

自動車業界はここ数年、さまざまな要因によって引き起こされた大きな変化をいくつも経験しました。そのうちの重要な局面のひとつに、乗用車向けISO 26262や農業機械向けISO 25119といった機能安全規格の導入があります。これらの規格は、ソフトウェア開発のプロセスや手法に大きな影響をもたらしました。

BJEVが取り組んだ作業は、MCU (Motor Control Unit)、VCU (Vehicle Control Unit)、BMS (Battery Management System)などのECUを開発し、ISO 26262規格に従いながらASIL-Cに準拠することでしたが、AUTOSARを含むいくつもの複雑な要素を同時に取り入れたり各種安全対策を導入したりするうえで、いくつかの難しい問題が浮上しました。

安全性についての最大の課題は、「Freedom of interference (干渉がないこと)」のコンセプトを支える効率的なメカニズムの導入です。このコンセプトが実現できれば、安全性に関わるソフトウェアとそれ以外のソフトウェアを同じコンテキスト (「単一ECU」など) において実行することが可能となります。Freedom of interferenceを実現するための一般的な戦略としては、以下のようなものがあります。

- メモリ保護: 安全性に関わるシステムをそれ以外のシステムから隔離する
- データ破損の防止: データの内容が有効であり、適切な順序で受信されたものであるか否かを検出するためのエンドツーエンドのシグネチャなど
- 逐次的なプログラム実行: プログラムフロー監視機能により予期しない実行シーケンスを検出

これらを達成するには、さまざまな領域での明確なアクションと細部まで行き届いた詳細なプロジェクト管理手法が求められました。BJEVがその主要なイノベーション活動に専念できるよう、ETASはコンサルティングとエンジニアリングサービスという形で支援を行いました。

## プロジェクトの工程

このプロジェクトは3つの工程から成ります。最初の工程は、VCUの開発を中心に、BJEVにおけるAUTOSARの運用能力を高めることでした。この工程でETASは、顧客であるBJEVをさまざまな形で支援しました。具体的には、トレーニング、RTA-BSW (RTA Basic Software) リリースパッケージを利用したエンジニアリング、Microcontroller Abstraction Layer (MCAL/CDD) の統合、BSW (Basic Software) 構成の微調整、オンサイトデバッグ、SWC (Software Component) 統合のコンサルティング、といったものが挙げられます。最終製品の品質と効率を高めるAUTOSARをベースにしたECUの未来像をはっきりとBJEVが描くうえで、これらの工程はきわめて重要な役割を果たしました。

第2の工程でBJEVは、AUTOSARアーキテクチャをBMSとMCUに移行しました。具体的には、TI TMS570およびIFX TC234マイクロコントローラへのRTA-OS (オペレーティングシステム) の移植などが行われました。

第3の工程では、全ECUソフトウェアスタックを対象に、機能安全認定を取得するための取り組みを共同で行いました。ここではTÜV、BJEV、ETASの3社が連携してASIL-C準拠を達成しており、ETASは、ISO 26262の要件 (機能安全の適格性、安全マニュアル、セーフティケース、評価レポート、安全審査など) を満たす全包括的なソリューションをBJEVに提供しました。

## 最後に

自動車の標準化や規制が進んで市場の制約が厳しくなり、複雑化、規格主導といった要素が強まる中で、OEMは増え続ける課題に直面しながら革新的で優れた自動車の開発に取り組んでいます。成功の鍵は、コストを妥当な水準に維持する能力と、複雑さが増していく中で製品化までの期間を短縮できる能力であり、ETASはそのための適切な製品とノウハウを提供しました。BJEVは、ETASの市販のAUTOSARコンポーネントとISO 26262 ASIL-C完全準拠のための最先端の手法を導入することによって、開発の作業量を最小限に抑えながら目標の達成を可能にしたのです。

BJEVで戦略開発部門の副部長を務めるYu Jun氏は、「ETAS AUTOSARソリューションの採用は我々にとって大きな一歩。イノベーション活動に専念するための確固たる基盤を与えてくれた。ETASチームが提供してくれた協力体制とサポートのおかげで、このプロジェクトで成功を収めることができた」と話しています。

## 執筆者

Tang Yi, ETAS (中国、上海)

RTA Solutions ハブマネージャー

Daniele Garofalo, ETAS Ltd. (イギリス、ヨーク)

RTA Solutions 製品管理部門、グローバルヘッド

# ハイレベルな検証機能

## ETAS ES830 で広がる

### ラピッドコントロールプロトタイピング用ツールチェーンの可能性

ラピッドコントロールプロトタイピング (RCP) は、機能開発エンジニアを手助けする有効な開発手法です。新機能のテストと比較を簡単に行う手段を提供し、きわめて複雑なシステムを迅速かつ安全に開発することが可能になります。RCP を実装する新しいハードウェアとして ETAS は、複数の ECU を対象に計算負荷の大きいバイパスアプリケーションを同時実行できるハイパフォーマンスな高性能リアルタイムターゲット「ES830 ラピッドプロトタイピングモジュール」を開発しました。このモジュールは ETAS ツールチェーンにシームレスに統合でき、多くの新たな可能性を提供します。

ECU のソフトウェア機能の開発には、柔軟性と汎用性の高いツールが必要です。近年これが特に顕著になっている分野としては、マルチコントローラアプリケーションを用いて連携を強める E/E アーキテクチャ、複雑なハイブリッド走行、全自動運転用の洗練された制御処理などがあります。処理の複雑さに比例して予算や期間が増大するなどということは到底考えられないので、より優れたツールが不可欠となるのです。

そのひとつの解決策がラピッドコントロールプロトタイピングです。RCP によって特定の機能をテストし、実車やテストベンチでその挙動を比較することができます。しかし、新しいソフトウェアアーキテクチャや複数の ECU を含んだ機能になると、現在の RCP ハードウェア製品ではすぐにその限界に達してしまいます。しかしこういった複雑さこそが、実世界でのテストと妥当性確認が一層重要となる要因なのです。

#### 新たな応用分野

ETAS プロトタイピングソリューションは、こうした新しい要件を確実に満たす手法を取り入れ、バイパス実験が行える領域を飛躍的に拡大させています。そもそも「バイパス実験」

とは、実際に何を行うものなのでしょうか。基本的には、ECU 上の既存の機能 (制御ソフトウェア) に対して、所定のツールを用いてその一部を置き換えたり新しい機能を追加したりして、挙動をテストし、妥当性確認を行うことです。ECU 上のソフトウェアを直接書き換えることなく実車やラボにおいてこれらのことをリアルタイムに行えるので、ECU メーカーを巻き込んで手間と時間のかかるソフトウェア書き換えを行う必要がありません。ハイパフォーマンスな新製品、ES830 ラピッドプロトタイピングモジュールでは、2 台 (近い将来には最大 4 台) の ECU を同時に使ったバイパス実験を行うことができるので、開発時の自由度がより向上します。ES830 を利用すれば、開発工程の初期段階において複雑な機能のテストと妥当性確認を行えるだけでなく、シミュレーションモデルとして使用した仮想ハードウェアをそのまま実コンポーネントに置き換えることもできます。さらに、問題が生じたときのシステム挙動のテストや評価を行う目的で、誤った信号や計測値を外部刺激としてシステムに与えることもできます。





### 堅牢性、信頼性、汎用性

ETAS プロトタイピングソリューションの中心となるのが、ES830 ラピッドプロトタイピングモジュールです。これによって、優れた ES800 製品ファミリで構成される ES800 システムがさらにハイパフォーマンスなプロトタイピングシステムに拡張されます。コネクタを使用して最大 5 つの ES8xx モジュールを直接上下に接合することができ、ギガビットイーサネットと PCI Express を採用したコネクタが高速でセキュアなモジュール通信と電力供給を実現します。このシンプルで堅牢な「スタック構成」により、ケーブルの接続ミスや緩みによるテストの中断といった問題が回避できます。接合された「モジュールスタック」は振動や衝撃に強く、 $-40^{\circ}\text{C}$  ~  $+70^{\circ}\text{C}$  の温度で使用できるよう設計されています。実車両環境へシームレスに統合できるよう、ES800 ファミリには各種標準バスへのインターフェースが

備わっていて、ES830 ラピッドプロトタイピングモジュールは、2 つのギガビットイーサネットポート、1 つの I/O コネクタ（リアルタイム動作におけるステータス情報の収集に使用）、2 つの USB 2.0 ポート、2 つの USB 3.0 ポートを装備しています。さらに、他の ES800 インターフェースモジュールを経由して多チャンネルの CAN（Controller Area Network）、CAN FD、FlexRay、LIN、FETK/XETK、ギガビットイーサネットインターフェースを利用することもできます。このようなモジュール構成から生まれる柔軟性により、開発プロセスの初期段階での機能プロトタイピングから実車やテストベンチでの妥当性確認に至るまで幅広く対応できるので、研究開発から先行開発、量産開発まで、すべての工程における業務に大きく貢献します。

## ツールチェーンへの組み込み

ES800 ファミリの大きな特長は、柔軟性に優れたバスインターフェースに加え、ETAS ツールチェーンにシームレスに統合できることです（図を参照）。ETAS INTECRIO のプラットフォームは、ETAS ASCET や MATLAB®/Simulink®, さらに C コードで作成された機能モデルを統合することができ、現実的な条件下で新しい制御機能や診断機能の妥当性確認とテストを行うことが可能です。このプラットフォームに統合された ES830 は、バイパスアプリケーションをリアルタイムに計算し、FETK/XETK や XCP インターフェース経由で接続された ECU との間で信頼性の高いデータ交換を行います。そのほか ETAS では、ECU 供給元による ECU ソフトウェアへのバイパスフック挿入と、バイパス実験を行うユーザー側での柔軟なフック構成設定を支援する ETAS EHOOKS ツールを提供しています。また、ETAS INCA とそのアドオンを使用してバイパスアプリケーションの計測・適合を行うこともできます。

## 最後に

ハイパフォーマンスでありながら堅牢で、柔軟性に優れた ETAS RCP ツールチェーンは、未来の車両アーキテクチャの革新的な ECU 機能を検証して妥当性を確認する開発現場で求められる要素をすべて備えています。近い将来には最大 4 つのバイパスアプリケーションを並列実行できるようになるので、柔軟性がさらに向上し、ハイブリッド車や全自動運転車をも対象とした複雑な車両電子システムの開発手段の可能性が広がります。

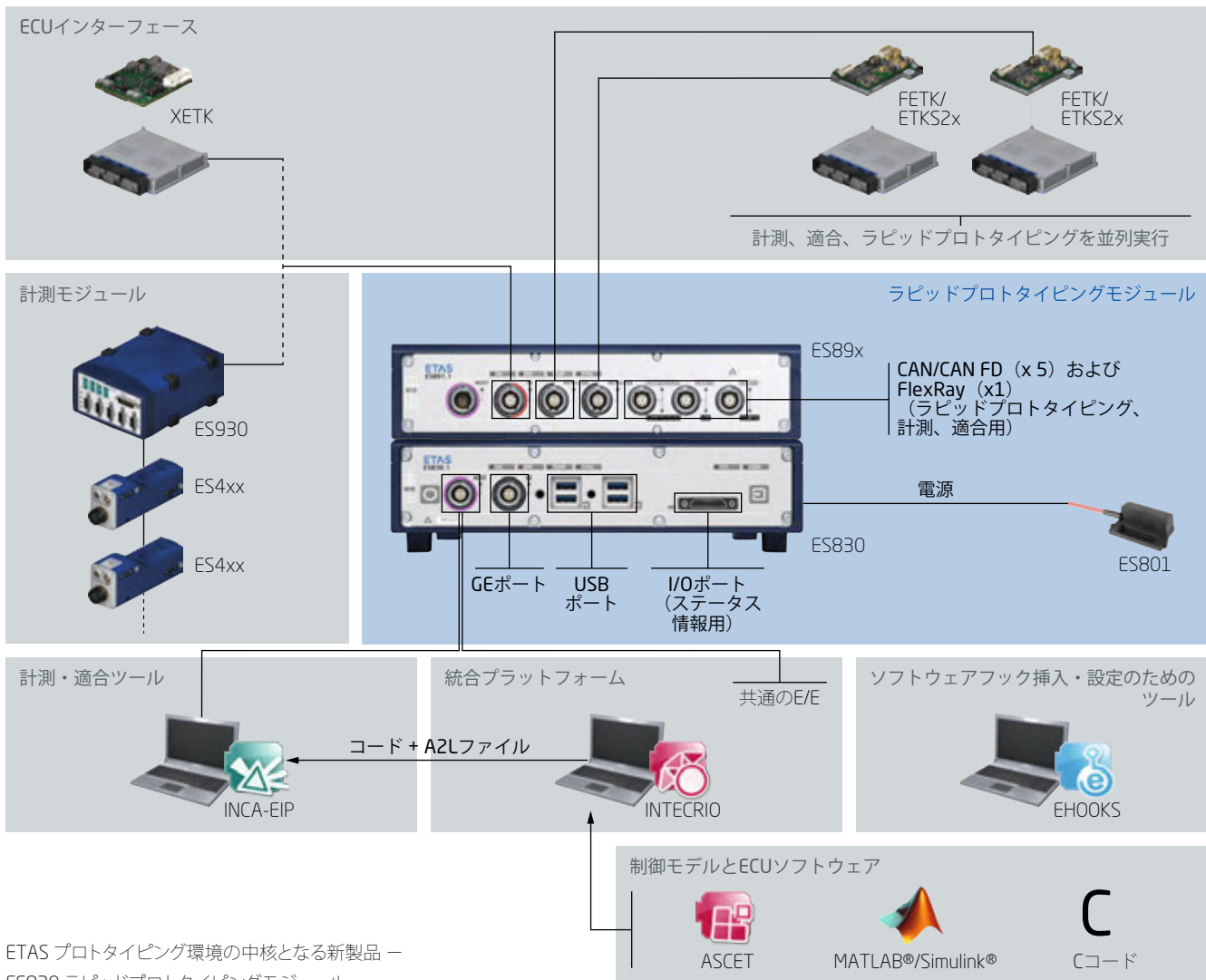
## 執筆者

Irene Pulido-Ames、ETAS GmbH

ES830 製品マネージャー

Axel Zimmer、ETAS GmbH

機能プロトタイピングソリューションマネージャー



ETAS プロトタイピング環境の中核となる新製品 - ES830 ラピッドプロトタイピングモジュール





Renault Technologie Roumanie (RTR) - テストセンター (ルーマニア、ティトゥ)

# ツールだけじゃない、 ETAS の実力!

## ツールとエンジニアリングサービスで ETAS が Renault と協業

近年この世界ではグローバル化が進行して競争環境が急激に変化するなか、コスト削減への圧力がますます高まっています。このような環境で企業が成功するには、エンジニアリングの効率化が欠かせない重要な要素となっており、確かな基盤のうえで系統立てられたエンジニアリング体制が不可欠となっています。ETAS のフランス支社は、お客様のツール環境と緊密に連携し、高い信頼性と統合性を実現するエンジニアリングソリューション「Byte to Intelligence」を開発・保守しています。このモジュール型ソフトウェアスイートは、組み込みシステムのリアルタイム評価市場において、重要な各種ツールの橋渡しとなる利便性に優れた堅牢なインターフェースの役割を果たします。Renault との協業において ETAS は、現場で必要なツールだけでなく、迅速かつプロフェッショナルな最高水準の品質と保守サービスを提供しています。

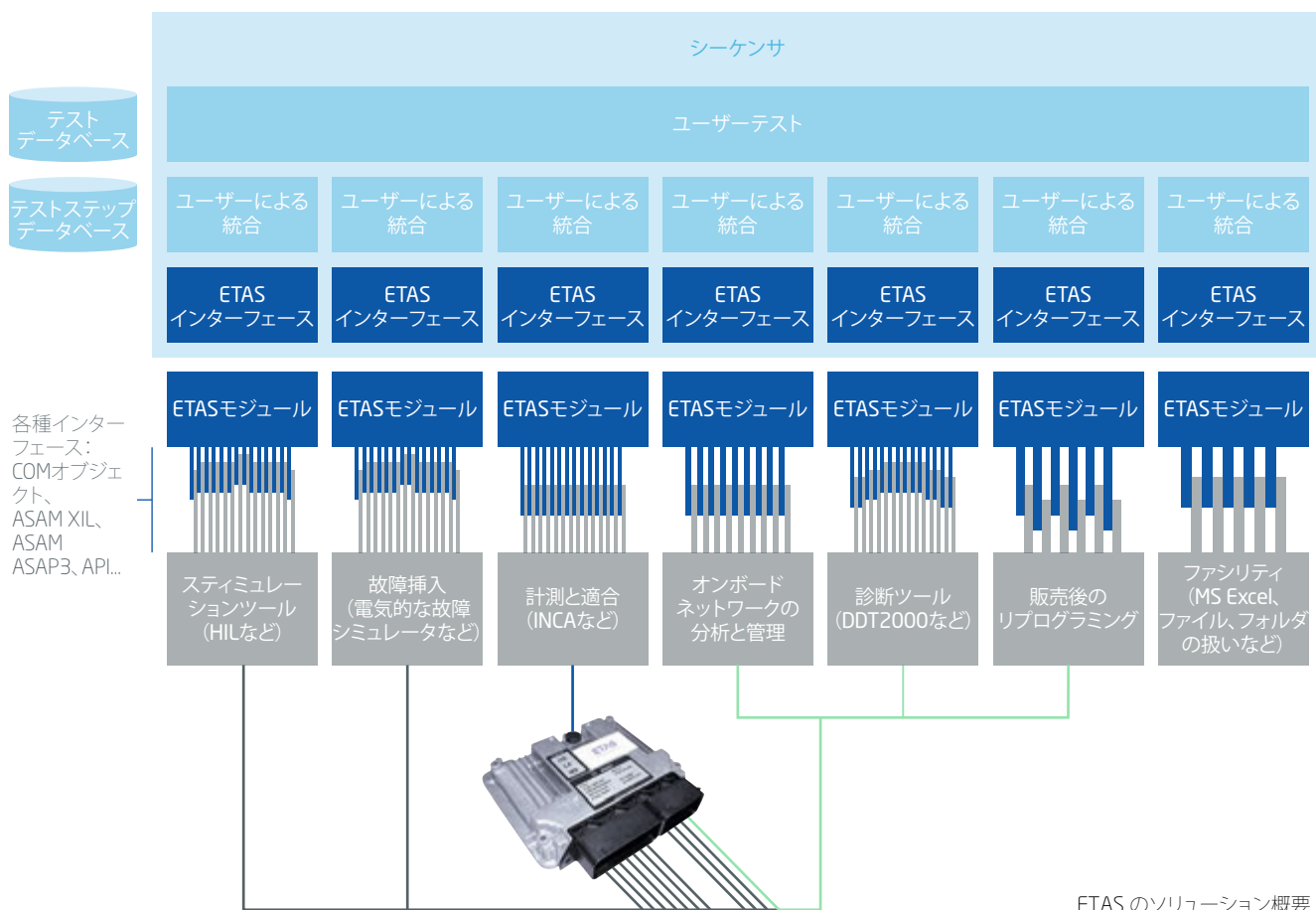
## Renault の課題

Renault は、ECU ソフトウェアの妥当性確認を最先端の HiL (Hardware-in-the-Loop) システムで行っています。この HiL ベンチは完全な ECU インターフェイス機能を備えており、多岐にわたる柔軟性をエンジニアにもたらしめます。また Renault は、ECU ソフトウェア開発プロジェクトにおけるその妥当性確認の処理能力も高めており、たとえば日中の作業時間が足りない場合は、それを補う無人の自動テストを夜間に行っています。

夜間に自動で行う妥当性確認には、技術的な複雑さだけでなく、さまざまな厳しい条件が要求されます。無人テストにおいては、通常であれば担当エンジニアが手動で行うアクションをすべて自動的に実行する必要があり、これには制御操作だけでなく、状態監視や計測、結果の記録も含まれます。

## エンジニアリングが意味を持つとき

ツール環境が複雑すぎると、ユーザーの本来の能力が十分に発揮できなくなる恐れがあります。作業の自動化がそのよい例で、自動化のためのさまざまな仕組みを実装したり多言語対応や多数のツール体系の統合を行ったりする作業には、大変な手間がかかります。そのような場面で役立つのが、ETAS のエンジニアリングサービスです。ツールに関する広範なノウハウと豊富な経験を有する ETAS は、ツール自体にとどまらず、顧客の要件を重視したユーザーフレンドリーなソリューションを提供して顧客を成功へと導く方法を知っています。フランスの ETAS エンジニアリングサービスチームは、顧客との緊密な関係とプロフェッショナルな手法を土台として、購入、サポートから開発まですべてをカバーする技術サービスをお届けします。オープンな考え方やアジャイル手法、そして並外れた適応力を持つこのチームは、常に成功を目指し、さまざま要件を満たしたソリューションを開発することによって本物の顧客満足を生み出しています。





自動化には理論上の利点はありますが、その反面、立ち上げや後片付けの遅れや、多様な装置が必要になる、といった問題を招く恐れがあります。総合すれば、これらの問題が自動化システムの故障率を高くしてしまうことも少なくありません。しかし Renault が採用している先進的なツールチェーンは、ソフトウェアの各要素がさまざまな処理を確実に実行し、優れた成果を達成しています。ただしこの土台となる安定性を常に維持するには、日進月歩の自動車市場から得られる最新のテクノロジーを採用してソフトウェアを更新し続けることや、すべてのコンポーネントの調和した相互作用を維持することが必要です。

#### ETAS が提供する付加価値

Renault は、社内の HiL チームと ETAS の開発チームとの間に強固なパートナーシップを築き、この分野における ETAS の信頼性とノウハウを活かすことによって目標を達成しました。このパートナーシップを通して、ETAS ソフトウェア (INCA など) や Renault ソフトウェア (DDT2000 など)、さらに他のサードパーティソフトウェアツールの自動制御に使用されるソフトウェアモジュールの開発など、自動化の分野にさまざまな利点をもたらされました。これらの制御モジュールは、HiL プロセスで新たに生じる妥当性確認機能の要件に合わせて定期的に更新されます。

ETAS は、メンテナンスとサポートの領域でその価値を証明し、ソフトウェアの新しい機能や大規模な移行 (オペレーティングシステムの変更、32 ビットから 64 ビットへのアップグレードなど) に対処する柔軟で順応性のあるアプローチを提示してきました。

このような ETAS と Renault の HiL チームの協業により、夜間に妥当性確認テストを行うための柔軟かつ効率的な自動化が実現され、これは ETAS のエンジニアリングが提供する専門知識と Renault の妥当性確認のノウハウと経験とを融合した成功事例となっています。これにより Renault は、テストシステムの台数を維持したまま妥当性確認の処理能力を向上させることができました。2016 年から 2017 年にかけて、Renault における自動 HiL テストの実施件数は 2 倍になり、この増加はこれから何年も続きそうです。

---

#### 執筆者

**Emilia Buhaev 氏**、Renault Technologie Romania GROUPE RENAULT (ルーマニア、ティトゥ)

自動テスト手法、開発、メンテナンス プロジェクトリーダー

**Stefan-Valentin Popescu 氏**、Renault Technologie Romania GROUPE RENAULT (ルーマニア、ティトゥ)

グローバル化 Hardware-in-the-Loop 施設、代表

**Benoît Compagnon**、ETAS S.A.S. (フランス、サン＝トゥアン)

フィールドアプリケーションエンジニア、兼プロジェクトリーダー

---

/// 協業の結果には大変満足しています。  
さまざまな技術的課題に対処する柔軟性には  
ただただ驚くばかりでした。これからも  
正しい方向へ進んでいけると確信しています。  
Stefan-Valentin Popescu 氏 (Renault)

// 当社のテストベンチの能力を超えるものについては、シミュレーションに頼らなければなりません。スーパーヨットやガス採掘ポンプをテスト場に持ち込むことは無理ですから。

工学博士 Sven Christian Fritz 氏 (MTU)





# 大型エンジン開発のための 仮想テスト環境

## MTU Friedrichshafen の仮想テストベンチ

ドイツに拠点を置く MTU Friedrichshafen GmbH の開発者たちは、ラグジュアリーヨットや採掘トラック、鉄道車両などの動力源に使用される最大 10,000 kW の大型エンジンの設計で直面していた問題を解決しました。これらのエンジンは世界各国の排ガス規制に準拠しなければなりません。実際のテストベンチを入手することは難しく、規格外の状況を開発の現場で作り出すのには限界があります。ではどうすればいいのでしょうか。その答えは「仮想化」です。

米国のスポーツ分野において「MVP」とは、Most Valuable Player（最優秀選手）を表しますが、同様の意味を含めて、MTU Friedrichshafen における仮想テストベンチも「MVP」と呼ばれています。実際にはドイツ語の「MTU Virtueller Prüfstand（MTU 仮想テストベンチ）」の略なのですが、まさにこれは、大型用途を想定した先進のディーゼルエンジンの開発や妥当性確認において重要な役割を果たす高効率のツールにふさわしい名前といえます。完全に仮想化された自動テスト環境があれば、開発エンジニアは効率的で部門横断的な共同作業に専念することができます。利点はそれだけではありません。実テストベンチにおいて MTU の発電設備の出力限界により生ずる制約も、シミュレーションによって克服することができるのです。

MTU で Methodology Specialist を務める Sven Fritz 博士は、4000 シリーズの発電設備において直面した難問について説明しています。最大重量 15t、出力範囲 2,040 ~ 4,300 kW の発電設備は、ラグジュアリーヨット、巨大な採掘トラック、鉄道車両、石油やガスの掘削用ポンプの駆動、といった用途に使用されます。このように強力なエンジンは 1 時間あたり最大 1 トンもの燃料を燃焼し、そのテストには最大 25 トンの調整空気をテストベンチに送ることのできるシステムが必要でした。ただし、特定の温度と湿度に空気を調整する際に使用される人工気象室は、そのような大量の空気には利用できません。問題は他にもあります。世界各国にはさまざまな規制が存在するので、エンジンには数十種類の排ガス規制が適用されることとなります。しかしこれらの排ガス規制には、準拠すべき環境条件と基準値が厳密に規定されているのです。

### 鍵となる仮想化

「当社のテストベンチの能力を超えるものについては、シミュレーションに頼るしかありません」と Fritz 博士は言います。シミュレーションによる仮想テストは実テストベンチが及ばない範囲をカバーし、厳しい課題にも対処することができます。たとえば米国市場（EPA Tier 4）では最近、出力範囲が 560 kW を超えるエンジンについて、1 キロワット時（kWh）あたりの窒素酸化物（NOx）を 6.4 g から 3.5 g

に、粒子放射を 0.2 g から 0.1 g に減らすよう求めています。さらに次の段階として、この 10 年間の半ばまでに NOx と粒子放射をそれぞれ 3.5 g/kWh と 0.04 g/kWh に減らすことが義務付けられました。当然、一酸化炭素と炭化水素の排出も削減しなければなりません。その対策を行う際に実際のドライブトレインを利用できないとしたら、それは至難の業です。「スーパーヨットやガス採掘ポンプをテスト場に持ち込むことなど、不可能なことです」と、MTU の専門家は同社が直面した大きな課題の 1 つを指摘します。

エンジンとその制御システムが排気基準を確実に満たすようにするには、従来の枠を超える自由度を取り入れる必要があります。それは、指数関数的に増加するレベルの膨大なパラメータ化作業が必須となるものであり、同時に、かつてないほどの開発期間の短縮と予算の縮小にも対処しなければなりません。そのためには、熱力学や電子工学開発、各種試験などを含むさまざまな分野をカバーする各チーム間にきわめて効率的な協力体制が求められます。つまり運用戦略を入念に計画し、シミュレーションの段階でパラメータ化データを極限まで最適化して、実環境における Hardware-in-the-Loop テストの実施回数を最小限に抑えるという考え方です。テストが主な原価要素になっていることを考えれば、これは特に重要です。MTU のエンジンは、シリーズや出力に応じて 1 時間あたり 200 kg から 2,000 kg の燃料を燃焼します。しかもテストベンチの台数には限りがあるうえ、すべてのテストベンチがすべてのエンジンに対応できるわけではありません。このような状況を考えると、1 つの明白な結論に達します。「テストベンチの使用は、シミュレーションで得たパラメータ値を微調整する目的に限定すべき」と Fritz 博士は言います。

### あらゆる分野のノウハウを結集

MVP の開発者たちは、エンジンや ECU の開発、テスト、適合を行う各担当者に最小限の準備期間でテストプログラムを実行できるような仮想テスト環境を提供しなければならぬ、という課題に直面しました。また、そのソリューションは直感的で扱いやすいものでなければなりません。「まず私たちは、自分たちの持つノウハウとツールを結集し、そ

れに基づいて集約した知識を仮想テスト環境に取り入れる作業に着手しました」と Fritz 博士は話しています。エンジンや ECU ハードウェア/ソフトウェアの開発者、さらには適合エンジニアが、新しい計測装置やソフトウェアルーチンについて学ばなくても、実績あるツールをそのまま使用できるようにしたいと考えたのです。充電や燃料噴射に関する多種多様な方針を考慮したエンジンのパラメータ化の作業自体が非常に複雑なのですから。排ガス再循環や排ガス処理まで考慮した場合の複雑さは言うにおよびません。

いくつかのサブコンポーネントは、すでに MATLAB®/Simulink® で用意されており、簡単にプラットフォームに移行することもできたので、Simulink® が仮想テスト環境の要になることは最初から明らかでした。このプラットフォームは、中心となるエンジンと ECU モデルの基盤となるもので、負荷モデル、冷却系モデル、排ガス処理モデルなども統合できます。ETAS INCA と AVL Puma Open とのインターフェースも用意されていました。

試験法を開発する担当者と違って、チーム内で適合を担当するエンジニアは INCA の操作に慣れていたので、標準化されたインターフェースを活用するという ETAS の戦略の真価が発揮され、これこそが、すべてのエンジニアが最新のツールチェーン（各チームや分野が使用する複数のツール）とともに使い慣れた既存のツールを使い続けることができるようにする唯一の方法であることがわかりました。「使用するツールを常に調整し続けなくても済むように、要件に応じて簡単に調整できるソリューションが必要」と、Fritz 博士は説明します。

仮想テスト環境において、試験法の開発者が INCA-SIP V7.2 を介して INCA を MATLAB®/Simulink® 環境に接続しました。INCA V7.2 以降では、INCA-EIP（INCA Experimental Target Integration Package）で INCA を MATLAB®/Simulink® に接続することができます。これにより、INCA の機能を利用して Simulink® の ECU 機能モデルを直接計測・適合することができるので、適合エンジニアは複雑な MATLAB® 環境を習得する必要がありません。いつものツールをそのまま使用して、速度要件や負荷要件の実験を行ったり、ECU や環境のパラメータを調整したりすることができるのです。「これは私たちにとって重要なことです。適合を担当するエンジニアたちが、直感的で使いやすい INCA のユーザーインターフェースを使用して複雑なシミュレーション環境を操作することができるのですから」と Fritz 博士は言います。MTU と ETAS のきわめて建設的な協業により、必要なシステム調整は、おおむねスムーズかつシームレスに実施されました。「プロジェクトの複雑さにかかわらず、両パートナーは比較的容易に順応することができました。特に、互いの効果的な連携を通じて解決策を模索できたことが大きい」と、Fritz 博士は両者の努力を称えながら話しています。

## 自動テストベンチの明るい未来

前述の構成に加え、MTU Friedrichshafen は、完全に仮想化されたテストベンチとしてソリューションを拡張し、徹底した自動化システムを作り上げました。多様な負荷要件の下で計測技術と仮想走行プログラムをシミュレートする仮想テストベンチは、実際のテストベンチとまったく同じように機能します。仮想環境で実施されたテストは、いつでも実際のテストベンチで再現・検証することができ、その利点は、コストの削減や人工気象室の使用に関する問題の解決策という範囲をはるかに超えています。「シミュレーション環境で実験を行えば、実際のテストベンチでは時間とコストの制約により実施できないような大胆な手法や運用戦略を自由に試すことができます。私たちはすでにいくつかの素晴らしいアイデアを持っており、この分野でのノウハウを大きく拡大してきました」と Fritz 博士は言います。実際のテストベンチとは異なり、仮想テストベンチのシミュレータの使用に費やされる時間がボトルネックになることはありません。適切なデータをすべて与えれば、必要な処理をコンピュータが自分で行います。ランニングコストは電気代をわずかに上回る程度ですが、実際のテストベンチでは 1 時間あたり数千ドルにもなります。また仮想化は CO<sub>2</sub> や排気ガスの排出量削減にもつながります。

Fritz 博士によれば、大きな利点があるもう 1 つあります。シミュレーションの段階における全体のうち 3 分の 2 のケースでは、実際の値の近似値が明らかになれば十分だと言います。「精度は必ずしも重要ではありません。大切なのはむしろテストの質です。小数点第 2 位の値でさえ無意味であることも少なくありません」と話しています。しかも「ECU とエンジンモデルが同じタイムサイクルで稼働する限り、リアルタイム性は二の次になってもかまわない」というのです。現状、大型エンジンの物理モデルは CPU にきわめて大きな負担をかけ、シミュレーションをリアルタイムで実行するには無理があります。この点についてはさらなる調査が続けられていますが、Fritz 博士は、別の可能性も考えています。それは、ETAS のラピッドプロトタイプングツール、INTECRIO を使用すれば、機能のプロトタイプングをすべてシミュレーションで行えるのではないかと、ということです。また博士は、MTU の実 ECU とそのソフトウェアのテスト、妥当性確認、検証などを行う手段として、仮想テスト環境を Hardware-in-the-Loop 試験の一部として使用することも視野に入れています。このようにさまざまな可能性が広がるなかで唯一はっきりしていることは、「仮想化」こそが、未来の効率的な大型エンジンに取り組むうえでの真に効果的な協力体制への道を切り開く鍵であるということです。

---

## インタビュー協力

Dr. -Ing. Sven Christian Fritz、MTU GmbH Friedrichshafen（ドイツ）

実験計画法、試験法開発、テストベンチ自動化、仮想テストベンチスペシャリスト

---









# INCA を使ってサウンドチェック

BMW グループがオーディオシステムの適合を ETAS INCA で実施

「車室内音響」は複雑なシステムです。最高の音響空間をすべての乗員が楽しめるよう、自動車メーカーはモデルごとにオーディオシステムの適合を行っています。これまでこの作業は、種々雑多なツールやプログラムを頼りに行われてきましたが、このたび BMW Group は、ETAS INCA と XCP 通信プロトコルを組み合わせた新しいアプローチを標準ワークフローの核として採用しました。

流れる音源がバッハであれピンクフロイドであれ、オーディオブックであれ、今日の高級車のオーディオシステムの音質はコンサートホールにも匹敵するほどです。理想的な音を作り出すのに最も重要なのはデジタルアンプですが、この機能は、クーペ、SUV、ステーションワゴンといった車種ごとに、車内仕様やスピーカーの数、位置、性能などに合わせて適合する必要があります。もちろん、オーディオシステムの使用時において常に最優先されるのは安全性です。音量を上げていても、ウインカーのクリック音や支援システムからの警告音は、運転手や同乗者を驚かせることなくそのまま聞こえなければなりません。これを可能にしているのが ECU です。状況の緊急性にに応じて、ECU がオーディオシステムの音量を自動的に制御しているのです。

## パワートレインに匹敵する複雑さ

インフォテインメント ECU を適合するには、数万点ものパラメータから必要なものを選択して適合しなければなりません。しかし、オーディオ用 ECU はパワートレイン用 ECU と肩を並べるほど複雑であるにもかかわらず、標準化され

たプロセスやツールはこれまで存在していませんでした。独自のデータフォーマットや通信プロトコルを用いた統一性のないツールチェーンなどが用いられ、形式化されていないデータが、管理作業や計測・適合データへの迅速なアクセスを非常に難しくしていました。こうしたさまざまな障壁によって、サウンドシステムの適合は必要以上に複雑で時間がかかり、おびただしい数のツールの専門知識を要する作業になっていたのです。

この課題に取り組んだ BMW Group は、ETAS と共同して新しい手法を開発しました。このプロジェクトの目標は、オーディオシステムや ECU メーカーごとに異なる雑多な計測・適合ツールに代わる、無駄のない標準化されたソリューションを確立することでしたが、両者は画期的な方法でこれを達成しました。パワートレインを対象とした ETAS の INCA ソリューションをインフォテインメントシステムに応用したのです。この手法には、OEM や主要サプライヤの間で広く用いられているソフトウェアソリューションを使用できるという利点もあります。



© Bowers & Wilkins

### 無計画な拡張を標準化で抑制

管理が不十分だった開発環境を統制するため、プロジェクトに関わる両パートナーは、INCA をベースにしてオーディオ関連のワークフローを刷新しました。オーディオシステムのデータフローはパワートレインよりも規模が大きく、多くの場合、Linux オペレーティングシステムやイーサネットが統合されたマルチコアプロセッサが要求されるため、このアプローチには強力なアーキテクチャが必要となります。その答えは、ASAM (Association of Automation and Measuring Systems) が策定した標準化通信プロトコル、Universal Measurement and Calibration Protocol (XCP) にありました。XCP ではコマンド層とトランスポート層が分離されているため、パワートレインの CAN バスや FlexRay バ

スだけでなく、USB やイーサネットのデータバスも使用することができます。実際の XCP 接続にはイーサネットが使用され、そのためのドライバソフトウェアが Linux オペレーティングシステムに組み込まれました。

### 複数のツールを INCA に置き換える

ツールの標準化に向けた ETAS のたゆみない努力によって、オーディオシステムに INCA を活用するための道が切り拓かれました。まずは、標準仕様に従って INCA に組み込まれた XCP 機能を利用して円滑なデータトラフィックが確保されました。しかしこれとは別にやっかいな問題が生じました。それは、オーディオ計測データを INCA で収集して視覚的に処理することでした。ドライブトレインの計測を前提とした

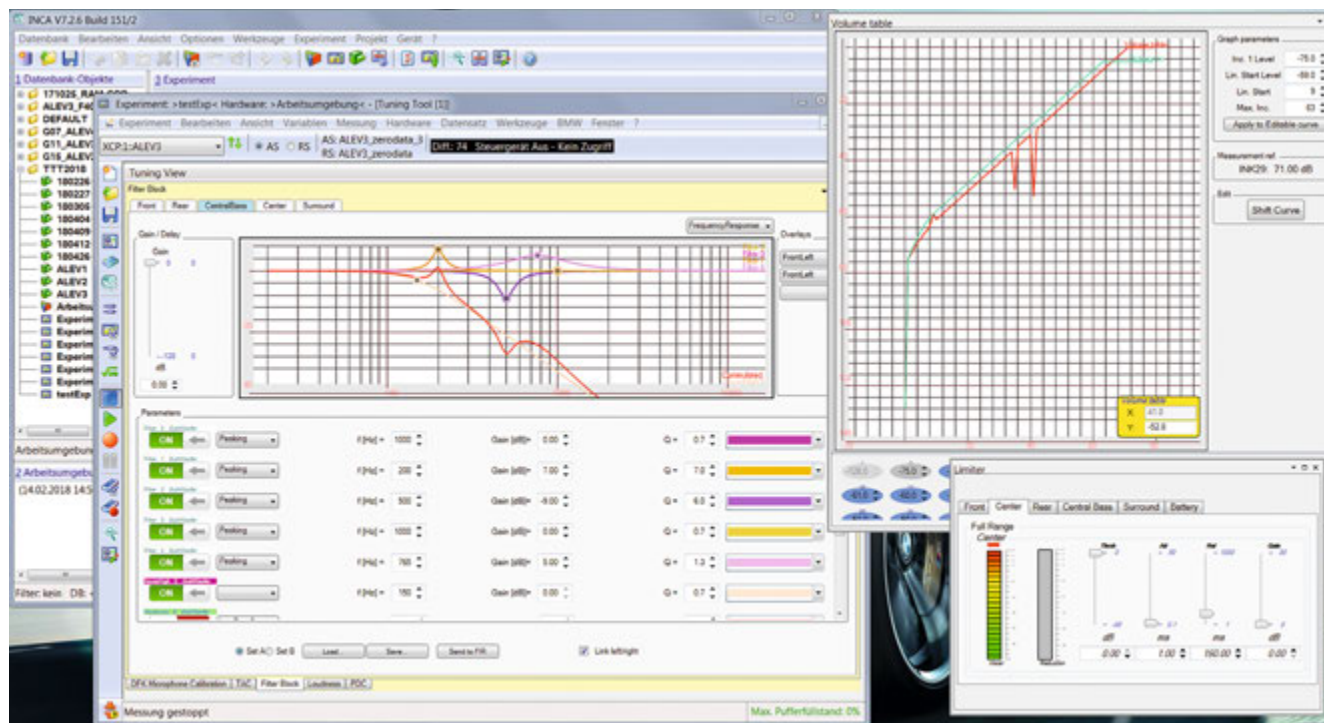


図 1：音響フィルタ曲線を調整するための専用プラグイン

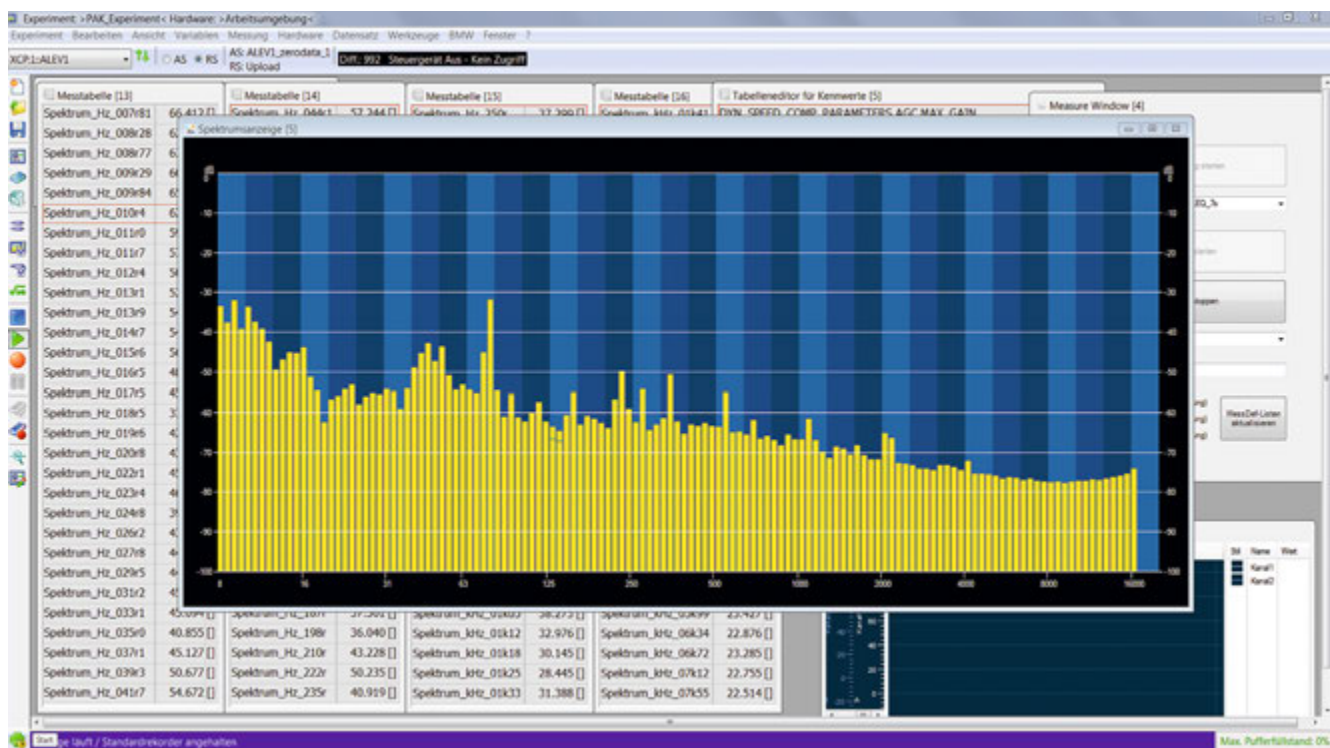


図2：音響スペクトルの表示（計測データはサードパーティの音響計測システムから取得したもの）

ETAS ES シリーズの計測機器や INCA のオシロスコープは、この処理には適していなかったのです。ここでは音響システムに特化した計測と可視化のソリューションが必要でした。たとえば、周波数を設定したりフィルタを操作したりするためのソリューションです(図1参照)。そこで両パートナーは、ETAS の INCA 用計装キットを利用し、専用の計測・適合プラグインの開発に着手しました。その後、XCP 準拠のドライバソフトウェアを開発してサードパーティの計測機器を統合しました。このようにして、信頼性の高い従来のサードパーティの音響計測技術を使用しながら、INCA にその計測データを表示して調整できるようになったのです(図2を参照)。

こうした条件が整ったことで、INCA の標準的なワークフローを導入することが可能になりました。何度も繰り返される計測・適合操作をスクリプト化する作業は INCA-FLOW によってスピードアップしました。また、BMW はすでに仮想化も試みています。音響信号をバイパスし、新しいサウンドアルゴリズムを PC 上ですばやくテストできるようにしたこともそのひとつです。サウンドシステムの開発効率が新たな水準に到達した背景には、まさしくそのような仮想化があったのです。今後ますます複雑化するシステムに取り組むうえで、仮想化は重要な手段となっています。

## まとめと展望

INCA と XCP を使用した標準化ツールチェーンが登場する以前、BMW のサウンドエンジニアたちの PC のデスクトップは、各種ツールメーカーのアイコンで埋め尽くされていたもので

す。インフォテインメント ECU を適合するには、独自開発された数々のスタンドアロンソリューションを扱う知識が必要だったのです。しかしその状況は、INCA を中核とするまったく新しい標準化されたワークフローによって一変しました。自動車業界で広く使用されているプラットフォームが、ほんのわずかな調整作業ですべての新型車のサウンドを最良のものにできる適合手法を実現したのです。その効果により、インフォテインメント部門の開発プロセスは見違えるほどに簡素化され、迅速化しました。このツールチェーンに秘められた可能性を最大限に引き出すため、今もさらなる新機能を追加しています。しかしそれでも、今後の電気自動車やハイブリッド車のサウンド設計において音響のスペシャリストたちがまったく新しい課題に直面するのは時間の問題です。その時にはさらに新しいサウンドシナリオの創造が必要になりますが、そこでも INCA を使ったサウンドチェックが違いをもたらすことになるのは間違いありません。

## 執筆者

**Robert Siwy 氏**、BMW Group (ドイツ、ミュンヘン)  
デジタルオーディオアンプおよびサウンドプロダクション、プロジェクトマネージャー

**Info** ETAS GmbH へのお問い合わせ : **Peter Elsenhans**  
(ETAS GmbH, セールスディレクター)、  
peter.elsenhans@etas.com



# 経験値を計測する

## 理想の操縦性を達成するための計測・評価システム

自動車を購入するときは誰でも、自分が選んだブランドに相応しい丁寧なチューニングが施されたドライビング体験を期待します。しかしこのチューニングを担当する適合エンジニアにとっての悩みは、開発工程の終盤になるまでテスト車両を入手できないこと、また入手できたとしてもその数が限られることです。そのため、さまざまな車種やモデルの運転挙動を調整する適合エンジニアは、厳しい時間的制約下で作業を強いられることが少なくありません。そういった環境においてもこの適合作業は、エンジニアが知識と直感を頼りに行っているのが現状です。そこでETASとIAVは、多種多量の車両を効率よく適合できるようにするため、INCA-FLOWをベースとした計測・評価システムを共同開発しました。

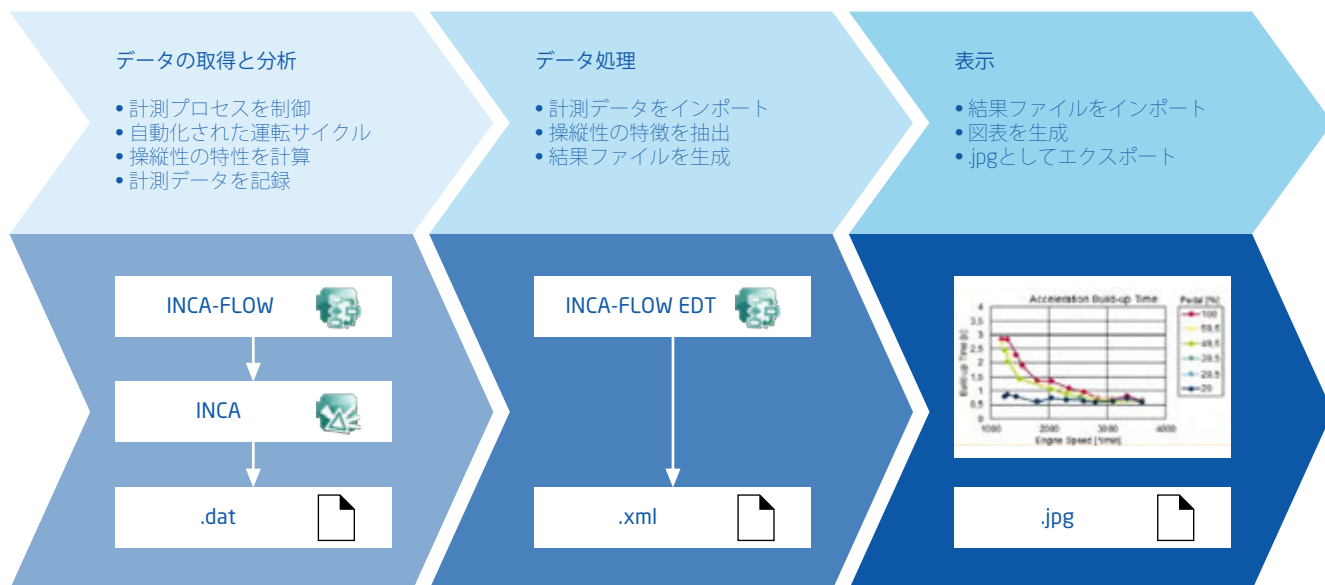


その実現は困難を極めました。自動車メーカーの要求はしだいに厳しくなり、適合作業を簡素化し、同時に車両特性を効率よく定義できるようなシステムが求められるようになってきたのです。さらに、それまでエンジニアが主観的に決めていた適合基準を客観的に表現したいと考えるようになりました。そうした要求が切実さを増した背景はどのようなものだったのでしょうか。

加速する車両システムの複雑化に伴い課題も増加してきています。自動車メーカーが製造する車量の多様化は容赦なく進み、車種ごとの差違はかつてないほど微妙なものになってきています。車両モデルやパワーレイン構成の種類は多岐にわたり、異なる種類の操作モードやトランスミッションを備えたハイブリッドの概念もあります。トランスミッションの種類としては、マニュアルトランスミッションや

セダンであればスムーズで安定した加速が、スポーツカーであればよりダイレクトなレスポンスが好まれるでしょう。立ち上がりとギアチェンジの特性も顕著に変わってきます。どのモデルにも独自の特性があり、同じブランドであってもモデルによって大きく異なる場合があります。

適合エンジニアは、要求される水準の操縦性を実現すると同時に、各タイプの車両をモデルごとに指定された技術データに合わせてチューニングしなければなりません。車両ごとの特性は主に前進時の運転挙動に起因するもので、これはパワートレインに大きく依存します。エンジニアは従来、さまざまなツールを使ってドライビング体験をチューニングしてきましたが、そこでは彼らの主観的認知も大きな役割を果たしてきました。



EDT ツールチェーン-運転操作のパフォーマンスから、計測データの取得と分析、結果の表示まで

トルクコンバーター式オートマチックトランスミッション、セミオートマチックトランスミッション、デュアルクラッチトランスミッション、連続可変トランスミッションなどが挙げられます。また自動車業界は、実走行実験 (RDE: Real Driving Emissions) の導入によるかつてないほど厳しい排出基準に直面する一方で、厳しいWLTPサイクル(Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure: 乗用車等の国際調和排出ガス・燃費試験法)でのCO<sub>2</sub>の排出量削減に努めています。もちろん、これらの要件を満たすために操縦性を犠牲にすることも許されません。

さらなる課題もあります。多くの消費者は、自分の選んだ車から自分のニーズを満たすドライビング体験が得られることを当然のことと捉え、その先の理想として、その体験を好みに合わせて微調整できればと考えるでしょう。高級

### 適合の簡略化

ETASはIAVと連携し、自動車業界のニーズを満たす実用的な計測・評価システムを開発しました。それがINCA-FLOWドライバビリティツールボックスです。エンジン用(EDT)とトランスミッション用(TDT)とがあり、これによって煩雑な適合エンジニアの作業が大幅に軽減されます。これらのソフトウェアツールは使いやすく、既存のETAS適合ツールチェーンに完全に統合されています。車両に組み込まれたETAS計測ハードウェアにはES500シリーズなどのETASインターフェースモジュールを経由してアクセスしますが、このセットアップに要する時間はわずか数分です。ツールボックスが既存のバスシステム(CAN、FlexRay、XCPなど)から車両信号を読み取るので、専用のセンサなどは必要ありません。外部の加速度計を使用することも可能で、これはシートレールに簡単に取り付けすることができます。



計測システムの構成

このプロセスそのものは単純です。実車に対してさまざまな運転操作を行うと、計測・評価システムがパワートレイン関連の計測信号をリアルタイムに記録します。一般に、負荷の変化やペダル調節、ギアシフトシーケンス、発進などを評価するために最適な信号は、加速信号と速度信号です。システムはその計測データを評価しながら、操縦性パラメータの値を基準値とともに数値やグラフィックで表示します。このシステムはオフライン評価にも使用でき、オフィスにいながら作業を行うことも可能です。

#### 高速化を実現する適合ツールチェーン

前進動作に関連する操縦性パラメータは、適合走行テストの実施中であっても変更することができます。INCA-FLOWのEDTツールボックスとTDTツールボックスは、それ自身が客観的な規則に基づき「振動」などの条件を決定し、INCAの実験ウィンドウに表示します。これにより適合エンジニアは、必要な方向にすばやく効率的に走行特性を変えることができるのです。

プロジェクト開始時においてすでに適合目標が決められていて、拘束力を持つ合格基準が「目標値」として存在している状況において、この計測・評価システムは一層その強みを発揮します。適合エンジニアは走行テスト時にこれらの現在値を計測しながら、その値が目標値に到達するよう、着実に適合値を絞り込んでいくことができるのです。

以上のように、INCA-FLOWのEDT (Engine Drivability Toolbox) およびTDT (Transmission Drivability Toolbox) は、車両のチューニングを効率的に行うためのきわめて強力なツールです。主な利点のひとつが、従来は主観的に決められていた適合基準を、客観的な計測値に置き換えることができる点であり、これによって適合作業が簡素化・迅速化され、比較が容易になります。このシステムは、さまざまな車種やモデルを対象に、短い期間と限られたテスト車両を用いて所定の走行特性を実現するための優れた手法であるといえます。

#### 執筆者

**Uwe Heyder 氏**、IAV GmbH (ドイツ、ベルリン)  
エンジンドライバビリティエキスパート

**Dr. Felix Matthies**、IAV GmbH (ドイツ、ブラウンシュヴァイク)

トランスミッションドライバビリティエキスパート

**Rajesh Reddy**、ETAS GmbH  
INCA-FLOW 製品マネージャー

# テスト走行データをすべて記録

## インテリジェントで体系的なデータ収集

電子システムは、現代の車の神経系ともいうべきものです。近年の電子システムはよりコネクテッドな環境で動作し、安全性に関連した機能を制御するようになってきていますが、このことはシステムの開発と適合、妥当性確認を一層難しいものにしていきます。将来の開発に対応できる持続可能な解決策を検討する必要がありますが、有望なアプローチとして考えられるのは、車両システムから体系的にデータを収集することです。このデータをインテリジェントに使用すれば、一部の走行テストは不要になり、離れた場所にいるエンジニア同士の共同作業が省力化される可能性があります。

デモンストレーション車両が寄せ集めの機材でセットアップされることはよくあることです。山積みになった計測用ハードウェアがトランクを埋め尽くし、計測機器は、複雑に絡み合った大量のケーブルで助手席のノート PC につながっています。このような状態もある程度までは許容されますが、北極圏の気温で冬期テストを実施するとなれば、たちまち綻びが見え始めます。そこまで極限の条件下でなくても、ケーブルの緩みなどによって走行テスト中にデータ記録が中断される可能性は非常に高くなります。新モデルの開発サイクルの期間はかつてないほど短くなり、高価なハードウェアプロトタイプに費やせる時間も限られるなか、こうした類の失敗は決して許されません。

ECU の数が増え、電子制御される車両機能の重要度が高まっていることを踏まえると、適切に設計された計測装置はきわめて重要です。あらゆる気温範囲で計測の信頼性を確保できるとともに振動や衝撃に強く、標準的なバスやネットワークのインターフェースをすべて備えていることも必要です。また、適合の標準プロセスにシームレスに統合する

ためには、既存の計測ツールや診断ツールとの互換性も必要です。

### 車載用に設計された信頼性の高いハードウェア

近年 ETAS は、ラボやテストベンチ、テスト車両での試験を想定した信頼性の高いハードウェアソリューションとして、ES800 製品ファミリのモジュールを積極的に開発してきました。これらのモジュールは自動車専用設計され、北極圏から熱帯までをカバーできる幅広い気温条件 (-40°C ~ +70°C) に対応します。統一された堅牢な筐体と、ケーブルを必要としないプラグイン接続機構を備え、モジュール同士を PCI Express バスシステムを採用したコネクタで直接接合して 1 つのシステムに統合することができます。この接合方式によって信頼性の高い共有電源と内部イーサネットデータ接続が確保され、配線作業が最小限で済むだけでなく、同期やウェイクアップ、シャットダウンに関連する問題も解決されます。前面パネルに接続する各種ケーブルは、堅牢な LEMO コネクタによって固定されます。





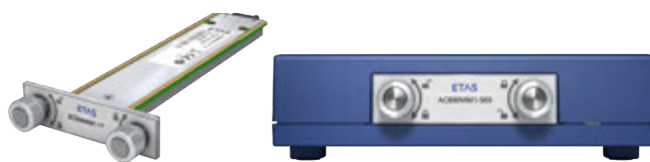
ETAS ES820 は、この ES800 ファミリに新たに加わったドライブレコーダで、車載ノート PC や INCA PC の代わりに、ECU、バス、ネットワーク、センサ、計測機器から送られるあらゆるデータと信号を 22 時間以上にわたって記録することができます。記録開始のタイミングも自由に指定でき、エンジン始動に連動させたり、計測期間や条件を柔軟にプログラムしたりすることができます。ES800 ファミリの他のモジュールと同じく ETAS INCA に対応しているため、INCA の実験環境で記録条件を設定し、確認テストや調整を行った後に、その設定をエクスポートしたものをインポートして実行することができます。つまり、使い慣れた INCA の便利な機能を利用してドライブレコーダの記録内容を柔軟に設定・検証できるのです。

#### シームレスなプロセスを完全サポート

相互接続された複数の車両システム間の複雑な連携について妥当性確認を行うことは容易ではなく、要求されるテストや計測作業の量はその複雑さに応じて激増します。そのシステムの多くは車両の型式承認や乗員の安全性に関わるため、包括的な情報管理が欠かせませんが、この ES820 ドライブレコーダがあれば、容易にこれらの要件に対応することができます。最大容量 1 テラバイトの交換可能なストレージシステム (別売メモリモジュール) を使用できるため、1 回の走行テストの全工程で計測された信号をすべて収集し、それを社内ネットワークへ簡単にコピーすることができます。PC 接続用の専用のドッキングステーションを使用して毎秒 200 メガバイトの速度で計測データをコピーできるので、30 分もかからずに 1 テラバイトのメモリモジュール全体のコピーが完了し、関連する各部門のエキスパート

が直ちにデータにアクセスすることができます。複数のメモリモジュールを交換しながら使用すれば、異なる実験もスムーズに実行できるので、より迅速かつ徹底した妥当性確認が可能になり、走行テストから分析までの時間差をなくすことにもつながります。

すべての通信チャンネルのデータを包括的に記録できるように、ES800 システムには、CAN、CAN FD、FlexRay バス、車載イーサネットといった標準の各種車載バスに加え、ETK、FETK、XETK の各インターフェース用のコネクタが備わっています。USB 対応の各種インターフェースモジュールやストレージモジュールを ES820 の USB ポートに接続してシステムを拡張することもできます。また、強力な Intel i5 プロセッサと 4 ギガバイトのワーキングメモリにより高速なデータ処理が実現されています。計測と妥当性確認プロセスの規模や複雑さは、今後より一層増大していくことが予想されますが、このドライブレコーダは既存のツールチェーンにシームレスに統合することができ、RDE (Real Driving Emissions) 計測などの新たな法的要件を中心に、将来のニーズを満たしてくれることでしょう。



メモリモジュールとドッキングステーション

ES820 ドライブレコーダは、複数の車両機能に関するデータを同時に記録することによってこの用途に対応します。INCA の実験環境で設定される複数の「レコーダ」には、一連の計測信号と開始/停止トリガなどを柔軟に割り当てることができ、これらのレコーダをドライブレコーダ上で同時に稼働させれば、それぞれのデータが毎秒最大 13 メガバイトの速度で個別の計測データファイルに格納されます。これは、車両状態のスナップショットを包括的に収集して記録するという、ほぼ完全に自動化されたプロセスといえます。これを支援するのが、4 点ずつ用意されたデジタル入力/出力です。入力信号はトリガやマーカーとして、出力信号はシステムのステータスやイベントメッセージの表示に使用することができます。

## モジュールを直接上下に 接合することによって、 信頼性の高い共有電源と 内部イーサネットデータ接続を確保

### 計測データをインテリジェントに再利用

ES800 製品ファミリによって同期的に収集されるさまざまなデータは、正確で徹底した妥当性確認に役立ちます。ここにディープリングやビッグデータの手法を組み合わせれば、計測データをインテリジェントに再利用することもできます。

走行データを完全に記録しておけば、プロジェクトが完了するごとに、次第に包括的なデータベースが形成されていきます。そこからは、開発と適合に関するかつてないほど深い洞察が得られるため、妥当性確認に要する時間は短縮され、信頼性も増します。データを体系的に再利用しながら計測作業を実行することにより、作業時のオーバーヘッドが少なくなるだけでなく、高価なテスト車両を必要とする期間も短縮できます。



ES820 と ES891 で構成された  
ES800 システム



INCA-TOUCH インターフェース

### INCA-TOUCH がユーザーフレンドリーな操作と先進の接続性を約束

ES820 ドライブレコーダの先進的な機能は、この分野で標準的に使用されてきたノート PC とディスプレイを過去のものにします。これは歓迎すべきニュースといえるでしょう。一般的に、走行テスト中にノート PC や同様のデバイス进行操作すると、安全上の深刻なリスクを招く恐れがあります。路上であってもユーザーが確実にプロセスを追跡し、計測システムを安全に操作できるようにするための最善の方法は、ETAS の INCA-TOUCH を ES820 と併用することです。INCA-TOUCH を使用すれば、タッチスクリーンや音声コマンドで INCA を操作することができ、ドライブレコーダで計測された値をディスプレイに表示することもできます。このソリューションは 2018 年末から販売されています。

ユーザーフレンドリーな操作性に加え、もう 1 つの重要な

要素は接続性です。その他の多くのデバイスと同様、計測システムと診断システムもインターネットに接続されるケースが増え、現代の車両は、グローバルなデータの流れに深く組み込まれていると言ってよいでしょう。この新しいドライブレコーダが備えた接続性により、エンジニアは机上で調整作業を行うことができ、所定の FTP/SFTP/FTPS データサーバーに転送しておいたデータに無線でアクセスすることも可能になります。このリモート機能は 2018 年にリリースされ、今後も徐々に拡大していく予定です。近い将来必ずやってくるデータの大洪水に備えて、ES820 で万全の対策を整えましょう。

### 執筆者

Thomas Schlotter, ETAS GmbH  
ドライブレコーダ ES820 担当製品マネージャー



# 新製品 — ES830 ラピッドプロトタイピング モジュール

ES800 ファミリの最新製品 ES830 ラピッドプロトタイピングモジュールは、ECU と車両電子システムの開発と妥当性確認のための強力な実験プラットフォームです。実験室内の実験であっても実車実験であっても、マルチ ECU / マルチコントローラのアプリケーションをシミュレーションモデルと組み合わせて実行することができます。最も際立った特長は、ECU 機能のラピッドプロトタイピングと、ECU に対する計測・適合を並行して実行できることです。ES830 は Intel® Core™ i5 プロセッサを搭載し、低レイテンシと低ジッタを実現しています。ES800 ファミリの特長

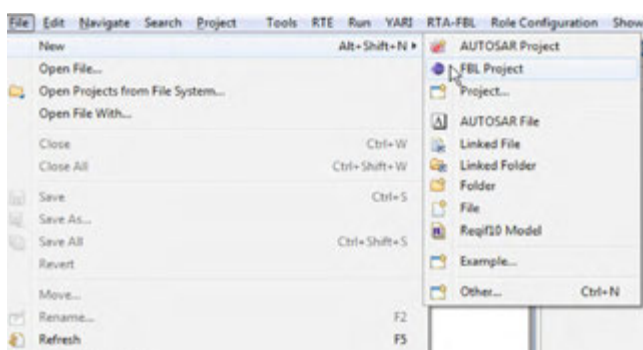
であるスタックブル構成により、システム拡張もシンプルかつセキュアに行うことができます。ES830 はさまざまなインターフェースを搭載し、今日の車両だけでなく、複雑度を高める将来の車両の要件にもしっかりと備えることができます。

**Info** ETAS プロトタイピングソリューションの詳細については、16 ページをご覧ください。



## RTA-FBL フラッシュブートローダ

ISOLAR-B に統合された RTA-FBL フラッシュブートローダは、ETAS の AUTOSAR ポートフォリオをさらに拡張し、組立ラインからリペアショップまで、あらゆる場所で ECU を再プログラムすることができます。RTA-FBL から生成されたインスタンスは、起動シーケンスを実行し、テスターと対話してリプログラミングプロトコルを導入した後、ECU に対してアプリケーションソフトウェアと適合データのフラッシュ書き込みを行います。AUTOSAR R4.x に準拠した RTA-FBL の柔軟なアーキテクチャは各種ターゲットをサポートし、OEM ごとに異なるさまざまな要件に対応できます。RTA-FBL には ETAS のエンジニアが持つノウハウが実装されているので、OEM の仕様に沿ってブートローダソフトウェアを設定しながら、速やかに独自のソリューションを構築することができます。



ISOLAR-B から起動できる RTA-FBL

# 戦略的な協力体制

技術革新の時代には研究機関と産業界の連携が不可欠です。大邱慶北科学技術院（DGIST : Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology）と ETAS Korea は、「戦略的協業」こそが両社の進むべき道であると認識しています。

DGIST は研究機関として 2004 年に設立され、新技術分野における人材の育成に取り組んでいます。ETAS Korea との提携の目的は、AUTOSAR を中心にノウハウを共有することです。ETAS は、AUTOSAR の分野で包括的開発サイクルをカバーするソリューションを提供していますが、今後、研究開発プロジェクトに関するツールや技術的コンサルティ

ングを DGIST に提供することで、自動車 IT 分野に関わる未来のスペシャリストの育成に大きく貢献していくことになります。ETAS Korea のゼネラルマネージャー Jinhyung Kim は、こう話しています。「この協力関係は、DGIST と ETAS Korea の成長のみならず、韓国の自動車 IT の競争力強化に向けたさらなる一歩となるでしょう」。



## DGIST

は、理工学分野で急成長している有力大学です。教育と研究の新たな融合を通じて優秀な人材を育成し、国家的発展に寄与することを目的としています。



# “仮想化を教えることが大きな一歩!”

## HAW Hamburg で修士課程の学生がモデルベースのエンジン適合を習得

ハンブルク応用科学大学（HAW : Hamburg University of Applied Sciences）は、モデルベースのエンジン適合を一から学べる自動車工学の修士課程プログラムを提供しています。1期16週間のプログラムを2期にわたって履修する学生たちには、理論的知識を実践する機会が与えられます。熱力学と内燃機関について教鞭をとる Hanno Ihme-Schramm 教授は、学生たちの意欲を引き出し、仮想化技術の習得へと導く重要な役割を担っています。彼らの熱意と意気込みは自動車業界にとって貴重な財産であり、さらなる活躍が期待されています。

Ihme-Schramm 教授にお伺いします。将来のエンジン適合エンジニアや機能開発者の育成という学術的な側面に熱心に取り組んでおられる理由は何でしょうか？

車の開発において機能開発者やエンジン適合エンジニアが果たす役割はますます重要になってきていますが、そのための徹底した学術的教育は明らかに不足しています。気候変動の緩和目標と排ガス規制の厳格化という課題に全世界が直面する中で、自動車業界は、エンジン計測技術と仮想試験法に基づく確立された手法に長け、また個々のケースで最適な試験法を判断できる人材を必要としています。そのため、新たな世代のエンジニアたちに、仮想エンジン開発によってもたらされる可能性をよく知ってもらうことが重要になってきているのです。若い人たちは、新しい手法の考え方を積極的に学ぼうとする傾向があります。仮想試験法の可能性を活用することにおいて、こだわりもありません。卒業した学生たちが、こうしたさまざまな手法に必要とされるノウハウを提供できれば、未来に向けたソリューションを業界で築き上げることにつながるでしょう。そして言うまでもなく、仮想化によってもたらされる可能性はパワートレインシステムにとどまらないでしょう。

モデルベースの適合という複雑なプロセスにおけるエンジンの相関関係や相互作用を学生に理解してもらう必要があるかと思いますが、授業はどのように企画したのでしょうか？

学士課程でエンジンに関連するきわめて実践的な4つの講義を実施し、その上で修士課程の学生を対象に、新たに2つの講義を用意しました。「エンジンマネジメントとエンジン適合」および「実験とシミュレーションの設計」です。

新しい講義の評判はいかがですか？

統計学や方法論は必ずしも、すぐにその面白さがわかるものではありません。しかし私は、それらのテーマを体系的に実際の例に結び付け、エンジンマネジメントの基本的知識をしっかりと身に付けてもらえるよう努力しています。学生たちは、モデルベースのエンジン適合の複雑なプロセスフローを、実験の設計・計測からモデリング・評価まで段階的に学びます。多次元パラメータ空間を目にするのは、ほとんどの学生にとって初めての経験ですから、実験を自ら設計する方法をそこで学ぶこととなります。モデルの精度、適合、マップのパラメータ化に対する感覚が、モデルの検証プロセスを通じて徐々に養われていきます。学生たちは、全体像を把握したうえで、エンジン適合実験室で行う包括的なトレーニング演習の中でさらに掘り下げて研究することができます。

/// ETAS がこれらのコンピュータに INCA をインストールすることを快諾してくれたおかげで、学生たちは、独習プログラムを使用して好きなときに練習することができます。

ハンブルク応用科学大学、工学博士 Hanno Ihme-Schramm 教授



### 実験室にはどのような設備がありますか？

仮想試験法のアプリケーションに特化したPCワークステーションが12台あります。このワークステーションを使うと抽象的な言葉で考える力が養われるため、32週（16週×2期）の実践的セッションでは、ほとんどの学生が自発的に作業に取り組むことができます。ここでは、ETAS ASCMOを含むさまざまなプロバイダーの実験計画法（DoE）ソフトウェアを使うことができます。また、ETASがこれらのコンピュータにINCAをインストールすることを快諾してくれたおかげで、学生たちは、独習プログラムを使用して好きなときに練習することができます。DoEをベースにしたHAW独自のエンジンシミュレータも、好きなときに使えます。シミュレータなら、高価なテストベンチシステムが学生たちによって壊されることを心配する必要がありません。学生たちは自由に、エンジンについての知識をひとつひとつ試しながら、複雑なプロセスを導入する訓練をシミュレータで行うことができます。実際にはシミュレータが学生を育てていると言えます。学生たちが修士課程を終える頃には、関連する試験法を完璧に把握し、モデルベースのエンジン適合について深く理解しています。最初はどんなに懐疑的であっても、半数の学生は、最終論文で仮想試験法を導入することに関心を示します。

### そうした熱意に対する業界の反応はどうでしょうか？

有り難いことに、モデルベースのエンジン適合というテーマは、ハンブルクでエンジン開発を専門にしている多くのエンジニアの間で支持されています。しかし私はこれまでの経験から、新しい手法に対して企業が往々にして懐疑的であることにも気付かされました。モデルベースエンジン適合の理論と実践に18年以上携わってきましたが、手法中心のアプローチはさまざまな利点があるにもかかわらず、受け入れられるのには驚くほど時間がかかっています。その大半は人々の考え方に帰着します。定着したプロセスを変えようとすれば、ある程度の不安と拒絶は避けられません。しかし、それだけではありません。機能開発者とエンジン適合エンジニアの相互のコミュニケーションや対話のあり方にも問題があります。両者は、考え方が異なる2つの別々の領域で仕事をしています。私たちが両方の分野を1つのモジュールで指導しているのはそのためです。この対話の問題を学生たちに認識してもらいたいのです。私たちがすべきことは、他にもあります。例えば、エンジンを学ぶ学生に、人的要因や日常業務における変更プロセスについて指導することです。私は既に、経営心理学の適切な

アプローチを授業に取り入れることによって、その取り組みを始めています。近い将来起こるであろう電動パワートレイン技術と自動運転へのシフトに対処するために、自動車業界には、新たな手法と訓練を積んだスペシャリストだけでなく、変化のプロセスの価値を技術面でも感情面でも深く受け入れ、それを結実させる能力を備えた人材が必要です。仮想化を教えることが大きな一歩となるのです。



---

## インタビュー協力

Prof. Dr.-Ing. Hanno Ihme-Schramm、ハンブルク応用科学大学（HAW）（ドイツ、ハンブルク）、自動車・航空工学学部にて熱力学および内燃機関について教鞭をとる。

---

# 学生フォーミュラと ETAS

## 技術開発と人材発掘のプラットフォーム

学生フォーミュラは、ハイパフォーマンスモータースポーツ、エレクトロモビリティ、自動運転の各分野において、新技術の性能を試す国際的イベントに成長しました。この学生の力量を試す競技の中でも特に注目されているのが、年に一回ドイツで開催される学生フォーミュラドイツ大会です。世界中の大学から総勢 118 チームが参加します。

過去 6 年間、ETAS は、学生フォーミュラドイツ大会の主要パートナー兼スポンサーを務めてきました。今年は、世界各地から参加した 30 以上のチームをサポートしました。ETAS の製品ポートフォリオからハードウェアやソフトウェア、さらに社内の専門家による技術的なスキルやアドバイスまで、あらゆる方面でサポートを提供しています。ETAS がスポンサーになっているチームは、ETAS のソリューションを通じて、レースを有利に戦うことができました。ETAS の製品は、駆動システムの開発で広く使用されており、その使いやすさと用途の広さ、業界からの広範な支持によって高い評価を得ています。ETAS にとって、このイベントは、ETAS 製品を学生の方々に知ってもらう絶好の機会であり、また、きわめて有能で意欲の高い若い人材に出会う場でもあります。

学生フォーミュラドイツ大会は、内燃機関 (Combustion)、電気自動車 (Electric)、ドライバーレス (Driverless) の 3 つのカテゴリに分かれています。内燃機関カテゴリでは従

来の動力源を使ったレーシングカーで競技が行われるのに対し、電気自動車カテゴリでは電気自動車を使って競技が行われます。ドライバーレスカテゴリでは、自律走行車が人間の介入なしにコースを認識して走行することを求められます。ドライバーレスカテゴリは、昨年から導入されました。3 つのカテゴリすべてに共通するテーマは、競技に出場する車の走行性能だけでなく、経済面と技術面における秀逸さも評価されるということです。最終的な結果には、これらの部門におけるパフォーマンスが大きく影響します。第 13 回学生フォーミュラドイツ大会は、2018 年 8 月 8 日から 8 月 12 日までホッケンハイムリンクで開催されました。イベントの主要スポンサーとして ETAS が構えた専用ブースでは、おいしいコーヒーや冷たい飲み物が振る舞われ、技術的質問や人的ネットワーク形成、リクルート担当者との出会いが繰り広げられる熱気溢れる場所となりました。今年、ホッケンハイムでは、新しい「ETAS Blue Box」がデビューしました。2018 年の組み込みワールドトレード





フェアで初めてベールを脱いだ Blue Box は、輸送コンテナを移動式の ETAS 展示ブースに改造したものです。作り付けのカウンタと ETAS LABCAR 冷蔵庫を装備したこのブースは、ホッケンハイムリンクで開催されたこのアウトドアイベントで大いに活躍しました。

競技初日の月曜日、各チームはそれぞれのピットに移動し、目前に迫る厳しい戦いに備えて、チームやその車両の準備をしました。しかし実際のトラックで走行性能を披露するためには、あらかじめ、「車両検査」段階をパスしなければなりません。車の安全性とレースへの出場資格をチェックすることを意図した一連のテストです。

静的部門は水曜日と木曜日に開催され、各チームは、事業計画、コストレポート、エンジニアリングデザインに関するプレゼンを行いました。これらの部門は、自動車業界のさまざまな企業の専門家から成る審査員によって評価されます。

金曜日には、スキッドパッドテストとアクセラレーションテストでスピードを競います。スキッドパッドテストは、8の字コースで実施されます。車両が発生させることのできる横加速度を計測するのがねらいです。アクセラレーションテストでは、75メートルの距離でできるだけ速く加速することがレースカーに求められます。土曜日には、オートクロス部門で各チームがしのぎを削りました。日曜日のエ

ンデュランスラウンドにおける出走順も、このオートクロスで決定されます。エンデュランスラウンドは、レースカーの耐久性をテストするもので、全長 22 キロメートルの周回コースで開催されます。また、中間地点でドライバーの変更が義務付けられます。

どのチームも全力を尽くす素晴らしい競技となり、全員がハラハラしながら授賞式を迎えました。最終的に、内燃機関カテゴリで勝利を飾ったのはシュトゥットガルト大学のレーシングチームです。わずか数ポイントの僅差でグラーツ工科大学チームを破りました。3位にはコーブルク専門大学が入りました。チューリッヒ工科大学の AMZ Racing チームは、電気自動車カテゴリとドライバーレス車両カテゴリの2部門で勝利を挙げました。ETAS は、これらすべての優勝チームを長年サポートし、当社のハードウェアソリューションとソフトウェアソリューションを組み込んだレースカーの開発を支援してきました。学生フォーミュラで優勝した各チームの健闘を称えます。

---

## 執筆者

Klaus Fronius, ETAS GmbH, 大学渉外マネージャ

---





# ETAS のカスタマーサポートに好評価

## 顧客満足度が継続的に向上

ETAS のカスタマーサポートは、お客様の期待に常に応える高水準のサポートを提供するという目標に意欲的に取り組んでいます。最新の顧客調査で過去最高の結果が得られたことは、ETAS のカスタマーサポートがこの目標を満たし続けていることを裏付けています。

### 初めてのグローバル顧客調査

年1回の顧客満足度調査は、長年にわたり ETAS のサポート活動の鍵を握る要素となってきました。2017 年も例外ではありません。2017 年末、ETAS のお客様に再び匿名の調査に協力していただきました。ただし 2017 年の調査は、前年とは異なり、世界中のお客様に送付され、ドイツ語、英語、フランス語、中国語、日本語の 5 つの言語で実施されました。次回の調査は、韓国語も対象になる予定です。

調査にご協力いただいた約 600 名のお客様には、ETAS のカスタマーサポートを利用した体験についてフィードバックをいただきました。サポートの利用しやすさ、解決の早さ、わかりやすさ、回答の質など、主要な尺度がポイント制で評価される一方、コメント欄には、お客様の全般的な満足度、ETAS のカスタマーサポートの強みと弱み、推奨される改善点について詳しく記入していただきました。3 つ目のカテゴリでは、他のサポートプロバイダーと比較して ETAS のカスタマーサポートをどう評価するかをお客様に尋ねました。

調査から得られたフィードバックを通じて、ETAS のカスタマーサポートチームは、当社が提供するサポートサービスをお客様がどのように感じているかを深く認識することができました。顧客満足度の結果は 6 年連続で高い水準を保っています。それどころか、回答の質（図 1）など特定のカテゴリでは前年度を凌ぐ結果となっています。この継続的改善は ETAS のカスタマーサポートチームのメンバーが自負する成果であり、サービスを提供するうえでの励みになっています。

### 個人的なつながりを重視

ETAS のカスタマーサポートチームは集中学習会の中で、顧客が困っている事柄や、ETAS のサービスについて特に評価している点、ETAS にさらに提供してほしいサービスを分析するための資料として調査結果を使用しています。その後、サポートの質を継続的に改善することを目指し、具体的な対策を立て、実行に移します。

最近の傾向としては、セルフサービスのプラットフォームや定型的な問合せフォームが一般的ですが、ほとんどのケー

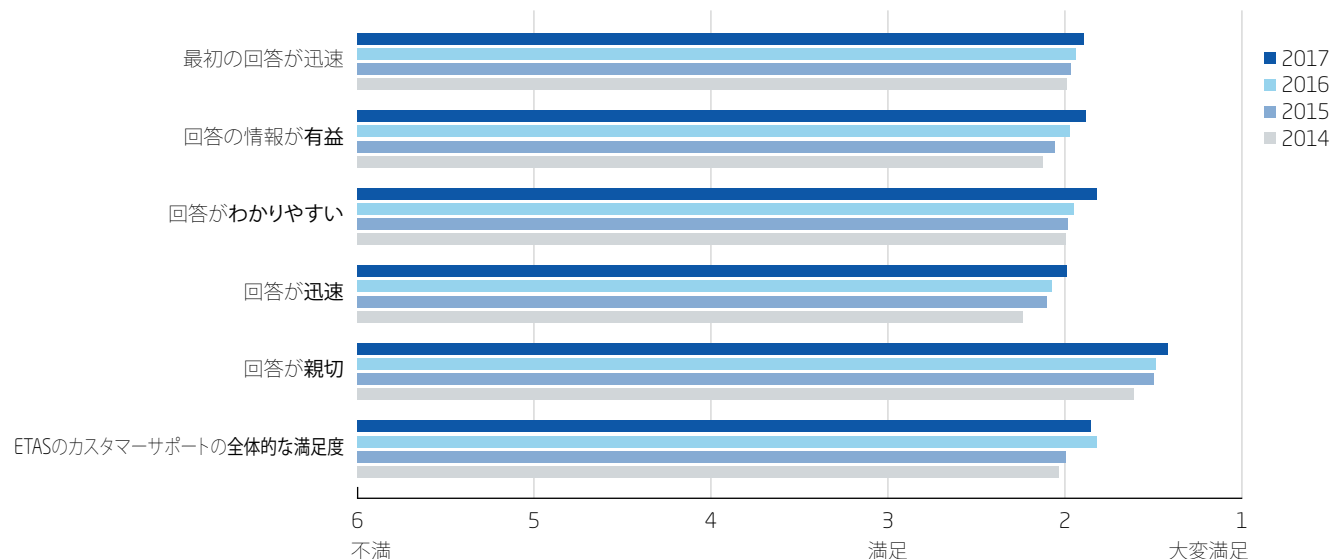


図 1：回答の質（2014～2017 年、平均値）

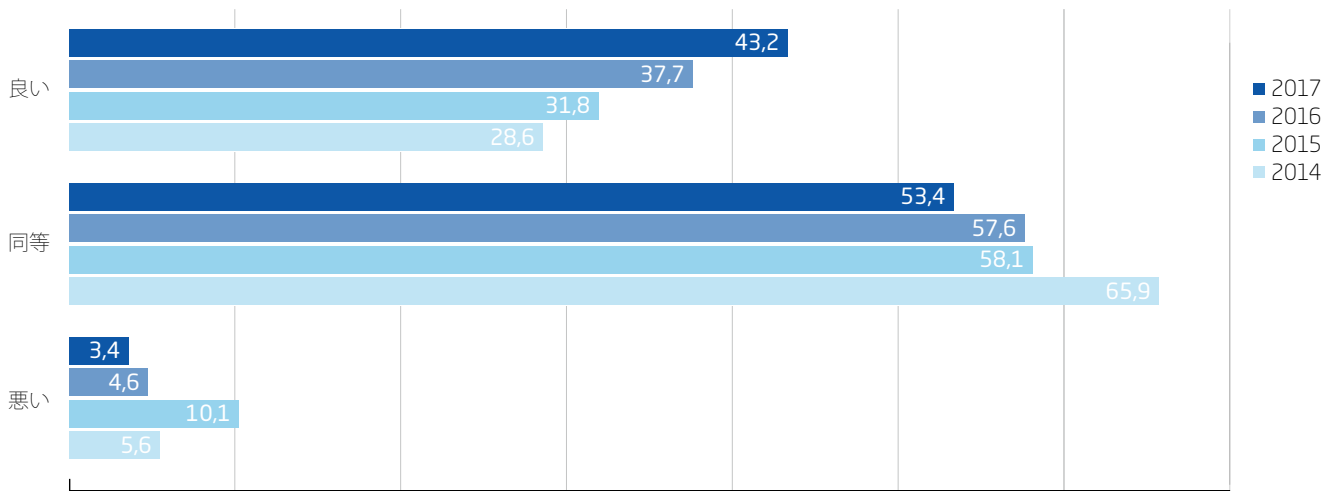


図2：他のサービスプロバイダーと比較したサポートの利用しやすさ（2014～2017年）

## // すばらしい対応、親切で有能、 そして、いつでも連絡がつく サポートサービス

スでお客様は、ETASのカスタマーサポートチームメンバーからの1対1の支援に好意を示してくれました。この結果により、お客様の問題を解決するサポートチームのメンバーひとりひとりに責任意識が生まれています。また、特定のお客様に直接接することで、より効率よく質問に取り組むことができ、プロセスのステップ数を減らすことにもつながっています。個人的なつながりによって、各ユーザーの状況をチームがより深く把握できるようになり、最終的に、お客様との絆が一層強くなっています。

### 言葉に勝る数字の説得力

図2は、ETASのカスタマーサポートチームのもう1つの功績を取り上げたものです。回答者は、ETASのカスタマーサポートセンターの利用しやすさが、市場の他のサービスプロバイダーよりもかなり高いと評価しています。ここ何年かの利用しやすさの継続的改善はとても喜ばしい結果です。その成果は、お客様からの「すばらしい対応、親切で有能、そして、いつでも連絡がつくサポートサービス」というコメントに凝縮されています。

### 批判に耳を傾けること

今年の予想以上の調査結果はもちろん喜ばしいことですが、ETASのカスタマーサポートは、お客様から寄せられる建設的な批判にも対応します。こうしたフィードバックからは、改善に向けての貴重な知見が得られます。

サポートチームは日々丸となって、次回の調査でも引き続き肯定的な意見をいただけるように取り組んでいます。「理想的なサポート、とても満足」といったコメントがいつもチームの意欲の源になっています。

### 執筆者

Robert Seidler、ETAS GmbH

グローバルカスタマーサポートエキスパート

# 写真で振り返る ETAS の 1 年

- 1 ドイツのベルリンで開催された国際見本市 **ConCarExpo** での ETAS と ESCRYP T のブース。ADAS とサイバーセキュリティが主なテーマとなりました。
- 2 ドイツのニュルンベルクで開催された **embedded world** にて。新しいブースコンセプトと工夫を凝らした 2 つの展示で注目を集める ETAS と ESCRYP T。「ETAS の自由授業」では、セキュリティソリューション、オープンソースソフトウェア、クラウド開発について興味深いトークが展開されました。
- 3 2018 年 4 月、ETAS の全従業員が初めて同じ社屋に配置されました。この新しい施設は、従業員から親しみを込めて「ETAS ホーム」と呼ばれています。
- 4 ドイツのシュトゥットガルトで開催された **Automotive Testing Expo 2018** の ETAS ブース。ADAS、ES800 モジュール、クラウド開発がテーマとなりました。
- 5 ESCRYP T が主催する **escar USA 2018** が 6 月に開催されました。自動車業界におけるサイバーセキュリティへの最新の取り組みについてのディスカッションに、300 人を超える参加者が集まりました。
- 6 ETAS Brazil は、サンパウロで開催された **International Symposium of Automotive Engineering (SIMEA)** に参加しました。ターボチャージャー付きエンジンの計測・適合タスクが主なテーマとなりました。
- 7 横浜で開催された **JSAE**（日本自動車技術会）主催の「人と車のテクノロジー」に ETAS Japan が出展しました。ADAS、仮想化、電動化、サイバーセキュリティをテーマに掲げ、多くの方にお越しいただきました。
- 8 ETAS France は、フランスのギユイヤンクールにある Renault Technocentre で開催された **Bosch TechDay** で当社のイノベーション技術を発表しました。SCODE-CONGRA、サイバーセキュリティ、ES800 製品ファミリー、EADM（ETAS Enterprise Automotive Data Management）環境が主なテーマとなりました。
- 9 ETAS UK は、イギリスのミルブルックで開催された **Cenex Low Carbon Vehicle Event** に参加しました。SEMS（Simplified Emissions Measurement）を備えた ETAS Demo Car が注目を集めました。
- 10 ETAS France は、フランスのルーアンで開催された第 30 回 **SIA Powertrain Conference** に参加しました。SEMS（Simplified Emissions Measurement）を備えた ETAS Demo Car が再び注目を集めました。







# ETAS の変革

## Friedhelm Pickhard インタビュー

ETAS は、2019 年に創立 25 周年を迎えます。あなたはこの 8 年間、会社を率いてきましたが、その間に会社はどのように進化しましたか？そして、その過程で最大の変化は何ですか？

最初にお伝えしたいのは、ETAS は積極的にポートフォリオを拡大してきたということです。例えば、ESCRYPT GmbH と TrustPoint Innovations Technologies, Ltd. を買収したことで、ESCRYPT ブランドを通じてサイバーセキュリティ分野におけるプレゼンスを大幅に拡大することができました。この買収による成長のみならず、私たちは有機的成長も遂げています。例えば新しいソリューションを通じて、V モデルのすべての段階について製品を拡充してきました。ETAS ASCMO や ES800 ファミリー製品のほか、ベーシックソフトウェア、エンジニアリングサービス、コンサルティングサービス向けの Real Time Applications ソリューションがその例です。

ポートフォリオの拡大と共に、私たちのノウハウや手法も着実に進歩してきました。例えばアジャイルソフトウェア開発への SCRUM の使用に既に数年を費やしていますが、現在では、そのプロセスモデルを SAFe (Scaled Agile Framework) 手法に基づいて拡張し、ポートフォリオ管理や開発プロセス全体にまで広がっています。人工知能をテーマとした作業部会も立ち上げました。私たちは、これらすべての領域で、第三者によって決定づけられた市場開発やトレンドにただ従うのではなく、自らが常に時代を先取りし、先にある変化を描けるようにしてきました。

3 つ目の大きな変化は、国際的存在感の高まりです。私たちは、お客様に近い場所に新しい拠点を開設することで、各地域におけるサポートのさらなる向上を図り、お客様と ETAS とが連携するための最高の環境を築こうとしています。同時にそれは、ETAS が現在導入しているコラボレーションモデルをお客様がどう見ているかを絶えず真摯に評価することを意味します。私たちは肯定的な意見に目を向けるだけでなく、お客様から寄せられる建設的な批判から学ぶ姿勢も決して忘れません。それを機会や原動力とし、絶えず進化しながら、未来に向けて改善していくことができます。

それによって実際にどのような効果が得られていますか？

その多くは、意識の変化から来ています。「ETAS とのやり取り全体についてお客様はどう感じているのだろうか」とか、「お客様から寄せられるフィードバックの真意は何なのか」を自問するようになりました。もちろん、お客様が製品を使ってくださっていることは重要な事実ですが、大切なことはそれだけではありません。「お客様は ETAS が提供する情報についてどう感じているか」、「お客様が必要としている製品やサービスを迅速に届けることができたか」、「納品はどうだったか」、「アフターセールスサービスに関してお客様の期待に沿うことができてきているか」といったことを、私たちは自らに問いかける必要があります。私たちは、ETAS のソリューションでお客様によい刺激を与え、ETAS とのひとつひとつの接点を、お客様に喜んでいただけるものになりたいと考えています。私たちは、その使命を会社の隅々まで行き渡らせるべく、すべての従業員を交えた国際的なワークショップを開催するなど、さまざまな方策を講じています。これらのワークショップで、お客様とのさまざまな接点を大きく取り上げ、改善できる領域を特定しました。今は、その領域の改善に向けて具体的に取り組んでいるところです。

製品の設計と開発の方法に何か変化はありましたか？

何よりも、最初から「聞いて理解する」ようになりました。お客様が便利だと思える製品やソリューションを開発する唯一の方法は、真摯に耳を傾けることです。お客様の問題や用途、要件、課題を十分に認識して理解し、それをあらゆる角度から吟味すること、といってもいいでしょう。新規開発はどのようなものであれ、ユーザーの調査から始まります。それは、製品やソリューションを社内のばらばらの意見に基づいて設計・開発する意見ベースのデザインから脱却し、お客様が本当に必要としているものを反映したニーズベースのデザインへの明確な方向転換を意味します。





インタビュー協力：  
Silke Kronimus および Friedhelm Pickhard



このアプローチは、よく「デザイン思考」と呼ばれます。製品の設計・開発プロセス全体を変革し、お客様との連携の中で何度も繰り返すことに重点を置くものです。「聞いて理解する」という最初のステップから学んだ内容を、設計・開発プロセスに反映していく手法です。アイデアやコンセプトを具体化するステップともいえます。その後、お客様にフィードバックを求め、それが肯定的な意見である場合に限り、開発プロセスに進みます。お客様の期待を満たせなかった場合は、反復作業を最初からやり直します。次のステップに進むことへの正式な承認がお客様から得られるまで、それを繰り返します。

このことから、設計フェーズにお客様がどれだけ積極的に関わっているかがおわかりいただけると思います。お客様と直接、定期的に対話し続けることは、真の付加価値を提供するための礎なのです。

### その意識の変化に対する顧客の反応はどうでしょうか？

この新しいアプローチに関して、お客様からは、いくつかのきわめて肯定的なフィードバックが得られています。また、このコラボレーションモデルをお客様自身も求めるようになってきました。これは私たちが正しい方向に向かっていることを裏付けるもので、素晴らしいニュースです。加えて、この領域全体をさらに深く掘り下げることへのモチベーションになっています。

### その新しいアプローチを示す具体的な例はありますか？

ETAS EHANDBOOK（インタラクティブ ECU ソフトウェアドキュメントのための製品）は、デザイン思考とニーズベースのデザインに基づいて開発されました。コンセプトやソリューションを考え出すために、私たちが特に活用しているのは、お客様からのフィードバックです。ここで重要となるのは、リリースを重ねるたびに、単純に機能を実装するのではなく、お客様にとっての具体的な利点を実装することです。製品またはソリューション全体を使用したお客様が、目に見える具体的な付加価値を実感できることが最も重要です。有名専門誌の「Product of the Year」カテゴリでの受賞歴と同様、お客様に満足していただいている事実は、このアプローチが正しいことを私たちに強く確信させるものです。

もう1つの例は、ある特定の大手グローバル企業と ETAS との間にあるあらゆる接点に対して、私たちが実施した戦略的分析です。私たちはお客様と緊密に連携して、カスタマーエクスペリエンスをつぶさに分析し、さまざまなポイントにおける主な改善領域を細部にわたって洗い出しました。その後もお客様との密接な連携を通じて、目標となる指標を定め、実行に移しました。

ETAS を取り巻く絶えず進化する環境に遅れずついていくために他に何が必要だと思いませんか？

鍵となるのは企業文化です。企業文化は社内の共同作業の基本的枠組みとなるものであり、私たち自身をどう外部に発信し、また人々が私たちをどう認識するかの基礎でもあります。私たちは企業文化の継続的改善を目指す取り組みの中で、社内で意識的にブランドプロミスを行動の拠り所にしていきます。例えばすべてのマネージャと定期的に顔を合わせたり、経営幹部と部門との間でオープンな議論を行ったり、社内のコミュニケーションを強化したり、プロセス全体に対するさまざまなレベルの従業員の関与を強めたりする機会を設けています。従業員の声に耳を傾け、社内で何が起きているかを知ること等しく重要だからです。

ドイツの ETAS の従業員が、シュトゥットガルトに置かれた本社新社屋の設計と建設に大きく関わったのは、そのような理由によるものです。このビルに付けられた「ETAS ホーム」という名前が、従業員が抱く親近感の強さを物語っています。単なるオフィスをはるかに超えた存在なのです。

同時に私たちは、従業員にその能力とスキルを育むために必要な空間を提供することを心がけています。そして、私たちのチームのメンバー全員がいつでも変化に適応し、最良の解決策を見付け出すために協力し合う必要があります。ETAS に対する情熱を従業員の中に育むことによるのみ、ETAS のソリューションやその実装のあり方に、お客様にとっての具体的な価値を創造することができます。その結果として、現在の、そして将来のお客様の中にも、同じような情熱が醸成されるのです。

---

## インタビュー協力

**Silke Kronimus**、ETAS GmbH  
マーケティング & コミュニケーション部 部長

**Friedhelm Pickhard**、ETAS GmbH  
取締役会 会長

---

インタビュー

最も安全な  
スマートモビリティへ  
Thomas Wollinger 博士  
が語る

フォーカス

包括的な  
IT セキュリティが  
ランサムウェア撃退を  
支援

スマートファクトリー

End-to-End で  
サイバー攻撃を防御 -  
コネクテッドファクトリーの  
必須条件

# ESCRYPT セキュリティ特集



# “調和のとれた相互連携”

## Thomas Wollinger博士がコネクテッドカーの包括的なセキュリティを語る

大変革期を迎えた自動車業界。時代の岐路に立つ自動車産業を成功に導くファクターとして、自動車セキュリティが注目を浴びています。ESCRYPT GmbHのマネージングディレクター Thomas Wollinger 博士が、人々の認識と行動がどう変わっていくか、そして変革にはなぜ指揮者が必要なのかを説明します。

**Wollinger 博士に伺います。自動車業界では、セキュリティの問題に対する意識が高まり始めていますか？**

**Thomas Wollinger 博士：**

はい、セキュリティへの意識が形になっていくのを実感しています。今後が楽しみです。この業界は、構造的な変化に直面しています。自動車販売への依存度を下げ、データ重視のサービスに重きを置いた、まったく新しいビジネスモデルもその一つです。デジタル化とコネクティビティの実現が加速するにつれ、私たちは静的制御装置を搭載した従来の車両プラットフォームの終焉と、ネット接続された分散 ECU を搭載したイーサネットベースのプラットフォームの到来を目の当たりにしています。個別の組み込みセキュリティ機能では、もはや太刀打ちできません。車の枠を超えた考え方と行動、そして包括的なアプローチが求められているのです。

**具体的にはどうのことですか？**

**Thomas Wollinger 博士：**

私たちが将来について語る時、ネット接続された自動運転が話題に上ります。自動運転の実現にはデータのリアルタイム通信が不可欠ですが、このことは攻撃の標的が増大すること、そしてまったく新しい脅威が形成されることを意味します。ネットワーク内に車両が移動するコンピュータとして存在するとき、IT セキュリティは「人の安全」という重要な課題に直面することになります。

システムとしての自動車を完全に守る必要があるとともに、車車間の通信や、車両と沿道に設置された装置との通信、交通インフラ自体を守らなければなりません。さらに、自動車ライフサイクルの最初から最後までを、見届けなければなりません。公道を走る車を、未だ経験したこともないサイバー攻撃手法から 15 年以上にわたって守る必要がある

のです。それを達成することは取りも直さず、適切なプロセスと組織が最初から整備されていなければならないことを意味します。ESCRYPT が考える包括的な自動車セキュリティは、システムとインフラストラクチャ全体に対して効果的な防御を実施します。それをライフサイクル全体に適用し、それに応じた組織的支援を行うのです。

**理論は理解しました。では、それをどのようにして実行に移しているのでしょうか？**

**Thomas Wollinger 博士：**

その最たる例が侵入検知・防御ソリューションです。車載セキュリティソフトウェアがセントラル ECU とゲートウェイを監視します。電気システムの通信に異常が検出されると、異常が記録されて、バックエンドのセキュリティオペレーションセンターに転送されます。集約されたデータはそこで各種ツールによって分析され、万が一サイバー攻撃であった場合は、規定されたインシデントレスポンス措置に沿って、フリート全体に対してセキュリティアップデートが実施されます。1 台の車両が標的にされるとすぐに新たな攻撃パターンが検出されるため、フリート全体を守るための措置を直ちに講じることができるのが、その大きな利点です。IT セキュリティ機構がライフサイクル全体にわたって持続的に効果を発揮し、組織によって守られるという、ある種の免疫機能を構築します。

**つまり、自動車メーカーのフリートに対する IT セキュリティは、セキュリティ対策そのものよりも、それらをどう連携させて管理するかの方がはるかに重要になってきているのですね。**

**Thomas Wollinger 博士：**

おっしゃるとおりです。OEM にとって、車両フリートを守ることが今後、複雑かつきわめて重要な不変の課題になるでしょう。そのためには予測のコンセプトや具体的なセ



Thomas Wollinger 博士 -  
ESCRYPT GmbH  
マネージングディレクター




セキュリティ体制、適切なリソースが必要となります。そしてセントラルセキュリティ管理機能が不可欠です。セントラルセキュリティ管理機能が、あらゆるセキュリティ対策に調和のとれた相互連携を確保し、OEMのすべての関係者と外部のサービスプロバイダー、サプライヤー、ワークショップ参加者にガイダンスを提供するのです。これはまさに指揮者がオーケストラを統率して演奏を作り上げる様子を思わせます。

自動車メーカーは既に主要事業のプロセスや要件を指揮しています。それと同様に将来は、自動車のセキュリティも指揮することが必要になるでしょう。効果的なITセキュリティがなければ、スマートモビリティを実現することはできないのです。

「ネットワーク内に車両が移動するコンピュータとして存在するとき、ITセキュリティは「人の安全」という重要な課題に直面することになります」

# 車両をハッキングして身代金要求

WannaDrive ? 包括的な IT セキュリティがランサムウェア撃退を支援



2017年5月に起きた WannaCry サイバー攻撃を受けて自動車業界は、暗号化型ランサムウェアによってもたらされる本当の脅威をかつてないほど痛切に感じるようになりました。スマートモビリティと機能のデジタル化が、サイバー犯罪者につけ入る隙を与えていますが、それは車も例外ではありません。

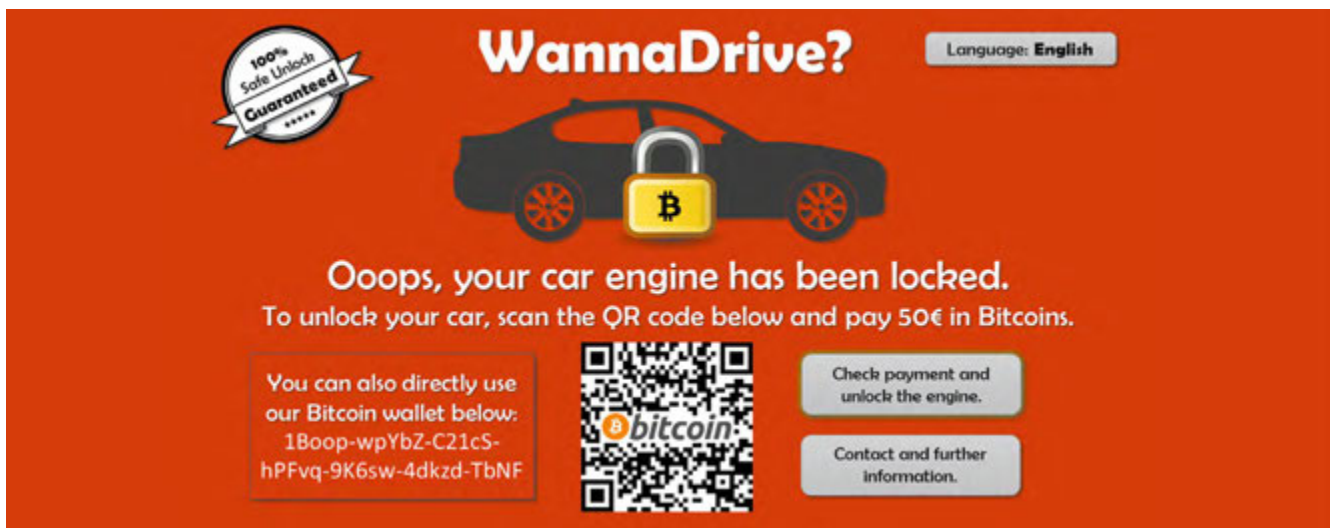
オンライン恐喝の標的になりやすいのは商用車や車両フリートです。被害に遭う可能性が高いのは、厳しい配送スケジュールで生鮮食料品を輸送するトラックやバス会社、レンタカー会社の保有車両、カーシェアリングのプール、高価な建設機械、特殊用途の車両などが挙げられますが、これらはごく一例に過ぎません。ランサムウェアを使用するサイバー攻撃者が、こうした車両をデジタルの脅迫手段として利用することに成功した場合、身代金を受け取れる可能性はきわめて高くなります。

**ランサムウェアによる攻撃には、準備の手間がほとんどかかりません。**

今のところランサムウェアが車に危害をもたらした事例はありませんが、自動車以外の分野で実際に起こっている事例を見れば、起き得る攻撃のシナリオは簡単に想像が付きまします。サイバー犯罪者は通常、ボットマスターやビットコイン支払いシステムが含まれる既製のランサムウェアキットや Ransomware-as-a-Service (サービスとしてのランサムウェア) ソリューションを利用します。ランサムウェアキットの標的は、これまでのところ従来のデスクトップ PC や

サーバーがほとんどです。しかしインターネットに接続されたネットワークにおいて、そうした攻撃にさらされやすい車の台数が増えたり、恐喝に対するフリートオペレーターの防御力が低下したりすれば、Automotive Linux や AUTOSAR を対象とした変異型のランサムウェアが必ず現れるでしょう。ランサムウェアの潜在的アクセスポイントは既に数多く存在します。オンラインコンテンツを取得するインフォテインメントシステムや、車載通信の受信機能（電子メール、テキストメッセージ、インスタントメッセージサービス、デジタルオーディオなど）、車内のポートに接続されたスマートフォン/ナビゲーションシステム、FOTA (Firmware updates Over The Air)、車両メーカーのリモート診断、クラウドサービスがその例として挙げられます。

ESCRYPT のセキュリティエンジニアは、テストモデルを使用して、ランサムウェア攻撃をシミュレートすることに成功しました。車載インフォテインメントシステムとして彼らが選んだのは、Linux OS を実行する Raspberry Pi コンピュータとタッチスクリーンです。コンピュータとタッチ



ランサムウェアがシステムの乗っ取りに成功した場合、デジタルの人質ともいうべき自動車をサイバー犯罪者の手から解放するのはきわめて難しいのです。

スクリーンは、通常の車両と同様、ゲートウェイ ECU と独自開発のバスネットワークを使用して、OEM のファームウェアを搭載した純正のスピードメーター制御装置に接続されました。その後エンジニアたちは、USB ポートを利用して、Raspberry Pi (ホスト ECU) を Python ベースのランサムウェアに「感染」させました。ねらい通り、スピードメーターはランサムウェアクライアントによってロックされ、常に最高速度が表示される状態に設定されました。同時に、匿名のビットコイン口座を振込先とする身代金要求がインフォテインメントシステムのタッチスクリーンに表示されたのです (図を参照)。ESCRYPT の専門家たちは、車両に対するランサムウェア攻撃が簡単に実行できること、また、IT セキュリティを絶えずアップグレードして、自動車のコネクティビティがますます増大する現状に対処しなければ、本当の脅威がもたらされると結論付けています。

### ホリスティックなセキュリティ手法で攻撃を根本から防ぐ

攻撃に対して非常に多くの脆弱性があるにもかかわらず、今日公道を走る車には往々にして、重要なデータや機能のバックアップが備わっていません。また、定期的にセキュリティアップデートを受け取ることもありません。そのうえ大半は、ごく基本的な (ゲートウェイ) ファイアウォールしか備えておらず、適切な防御機構を持った自動侵入検知・防御システム (IDPS) を備えていることはまれです。通常こうした車をアップグレードすることは難しく、コストがかかります。ランサムウェアをはじめとする各種形態のサイバー攻撃から車の IT システムを保護する最も効果的な方法は、自動車メーカーが車両プラットフォームの開発段階で、根本から、包括的かつ効果的な情報セキュリティを取り入れることです。包括的なセキュリティ手法は、車両システム全体に隅々まで行き渡っていなければなりません。車がスクラップされるまで、その IT インフラストラクチャと車両のライフサイクル全体をカバーしていることが必要となります。また、規定されているセキュリティプロセスやセキュリティガバナンスなど、組織的な側面もすべ

て網羅している必要があります。

以上のような理由から、車両を包括的に保護するためには相互連携された一連のセキュリティ対策が求められます。車両自体は、組み込みのセキュリティコンポーネントを使用して、既知のシグネチャを持ったマルウェアやハッカーの攻撃から防御することができます。さらに、ランサムウェアによる攻撃など、車載ネットワーク通信における重大な異常は、侵入検知・防御システム (IDPS) で検出してシャットダウンすることができます。この検出は車両内部で実現することができますが、もう一つの方法として、ネット接続されたバックエンドのサイバーセキュリティオペレーションセンター (SOC) で車両フリート全体にセキュリティアップデートを配布すれば、新たに検出されたハッキングパターンに対抗することもできます。しかし、ランサムウェアによる攻撃を許してしまった場合はどうすればよいのでしょうか? そのような場合、被害者には、迅速かつ効果的な対応が求められます。例えば、あらかじめインシデントレスポンス手順で対応策を規定しておくことができます。その中には、緊急時の最後の手段として身代金要求に応じることを選択肢の一つとして考えられます。

ひとつ確かなことは、ランサムウェアが車にもたらしうる脅威に対応するためには、End-to-End の効果的なセキュリティが欠かせないということです。そしてこの対応はコストのかかる負担として捉えるのではなく、むしろ成功の鍵になるファクターと捉える必要があります。フリートオペレーターや自動車メーカーは、こうしたセキュリティを通じて、オンライン恐喝を撃退し、製品のリコールや損害請求を回避するために必要な対策を講じることができるのです。

#### 執筆者

Dr.-Ing. Marko Wolf, ESCRYPT  
カスタマイズエンジニアリング/コンサルティング/  
テストング統括



# スマートファクトリーを守る

## End-to-End でサイバー攻撃を防御 - コネクテッドファクトリーの必須条件



このところ人々はこぞってインダストリー 4.0 を標榜し、プロセスの完全なネット接続、自動化、自動制御に取組んでいます。その反面、産業用イーサネットとインターネットプロトコル (IP) を介して製造設備にアクセスできるようになると、それらの設備は新たなリスクに対してガードが甘くなり、攻撃の標的となりますが、そういった話題はあまり取り上げられません。サイバー攻撃者による侵入や恐喝から身を守るためには、ホリスティック (包括的) な IT セキュリティソリューションが必要です。

ダウンタイムの影響は甚大です。製造工程が 24 時間フル稼働している設備を想像してください。突然、いくつかの機械のタッチスクリーンにエラーが表示されます。何が起きたのかと担当者が調べたところ、重要なプロセスのデータに対するアクセスがブロックされていることに気がきます。ほどなくして脅迫メールが届くのです。

これは作り話ではありません。2016 年以降、ドイツは、6 つの大規模サイバー攻撃に見舞われました。連邦情報技術安全局 (BSI) によれば、被害を被った企業は、数週間にわたって操業を停止する事態に追い込まれ、報告された損失額は数百万ユーロに達しています。BSI は、プラント制御システムや産業用コンピュータに対する攻撃が増加傾向にあると報じています。インターネットに接続された工程の数が増加し、サイバー犯罪の新たな標的になっているのがその原因です。BSI の局長を務める Arne Schönbohm 氏も、「IT セキュリティインシデントが急増中です。発生頻度は高くなり、巧妙さも新たなレベルに達しています」と懸念を隠せません。インダストリー 4.0 の黎明期において、これは紛れもなく不穏な兆候です。\*

### パフォーマンスは高いが新たなリスクをもたらす産業用イーサネット

インダストリー 4.0 は、製造工程の効率、透明性、柔軟性の向上に寄与するものの、それに伴いリスクの件数も増大します。過去に使われていたフィールドバスは、コネクテッド環境では産業用イーサネットに置き換わり、生産システムにはインターネットプロトコル (IP) でアクセスできるようになりました。このような方法でシステムを外部に開放

すれば、制御ソフトウェアや機密データに対する不正アクセスのリスクが上昇します。最近多発している攻撃は、その多くが成功しており、きわめて高度な IT インフラストラクチャを持つはずのグローバル企業でさえも、そのリスクを過小評価していることを物語っています。

中小企業も同様、サイバーセキュリティに必要な投資は十分とは言えません。多くの企業は、ハッカーが自分たちの製造設備に興味を持つはずがないと思いついています。生産 IT システムをノンストップで稼働させ、その結果、アップデートが疎かになっていることが少なくありません。まさにそのことで、中小企業は、手動での攻撃と自動化された攻撃の両方に対して防御が甘くなっているのです。スマートファクトリーに接続されていないマシンでさえも、攻撃のリスクにさらされています。メンテナンス中に、例えば USB インターフェースへの不正アクセスを介して攻撃を受けることも考えられます。さらに脅迫者たちがサプライチェーンの一部を成す製造工程を標的にすることで、広範囲なサプライチェーンが脅威にさらされる可能性もあります。これらの脅威を知っても、まだサイバー犯罪への対策を講じようとする企業もあるでしょう。そういった企業に対しては、産業 IT セキュリティ対策の導入を義務付ける新たな法令 (ドイツの IT セキュリティ法など) が策定されています。

### 専門家がなすべきこと

インターネットに接続された製造設備をサイバー犯罪の脅威から確実に保護する唯一の方法は、包括的なセキュリティソリューションを整備することです。そのためには、生産環境に混在する異機種 IT システムについての深い知識が要求されま

す。詳細な現状分析を通じて、リスクを体系的に特定して評価し、セキュリティ目標を規定するためです。

セキュリティコンセプトの策定段階で、マシンが24時間体制で稼動する設備のメンテナンスとアップデートを考慮に入れる必要があります。また、個々のシステムには複数のオペレーターがアクセスするため、パスワードによる保護があまり役に立たないという現状も加味しなければなりません。社内のIT部門は、オフィスITの扱いには比較的慣れているでしょうが、生産システムを対象としたホリスティックなセキュリティソリューションを単独で構築することはまれです。そこで重要となるのが専門家の存在です。

組織構造やプロセス、人々の考え方にITセキュリティをしっかり根付かせるためには、すべてのレベルでセキュリティを考慮に入れ、適切なガバナンスを構築する必要があります。PDCAサイクル(Plan, Do, Check, Act: 計画、実行、評価、改善)を用いてソリューションの効果を検証することも、情報セキュリティマネジメントシステム(ISMS)を整備するのと等しく重要となります。ホリスティックな保護の柱となるのは、リスクを防止することと、重大なインシデントを特定すること、そして、そのようなインシデントから防御するために速やかに対策に着手することです。End-to-Endのセキュリティソリューションは、未来の脅威についての結論も引き出せなければなりません。そうして初めて企業は、ネット接続された製造設備を構成するすべてのITコンポーネントとシステムの完全性、可用性、信頼性を確保し、関連するデータの機密を守ることができるのです。

### 具体的なセキュリティ対策

異機種が混在するITシステムの性質上、既存の生産ラインを保護するのは容易ではありません。そのような理由から、個々のマシンやセキュリティゾーンの防御手段を上流のシ

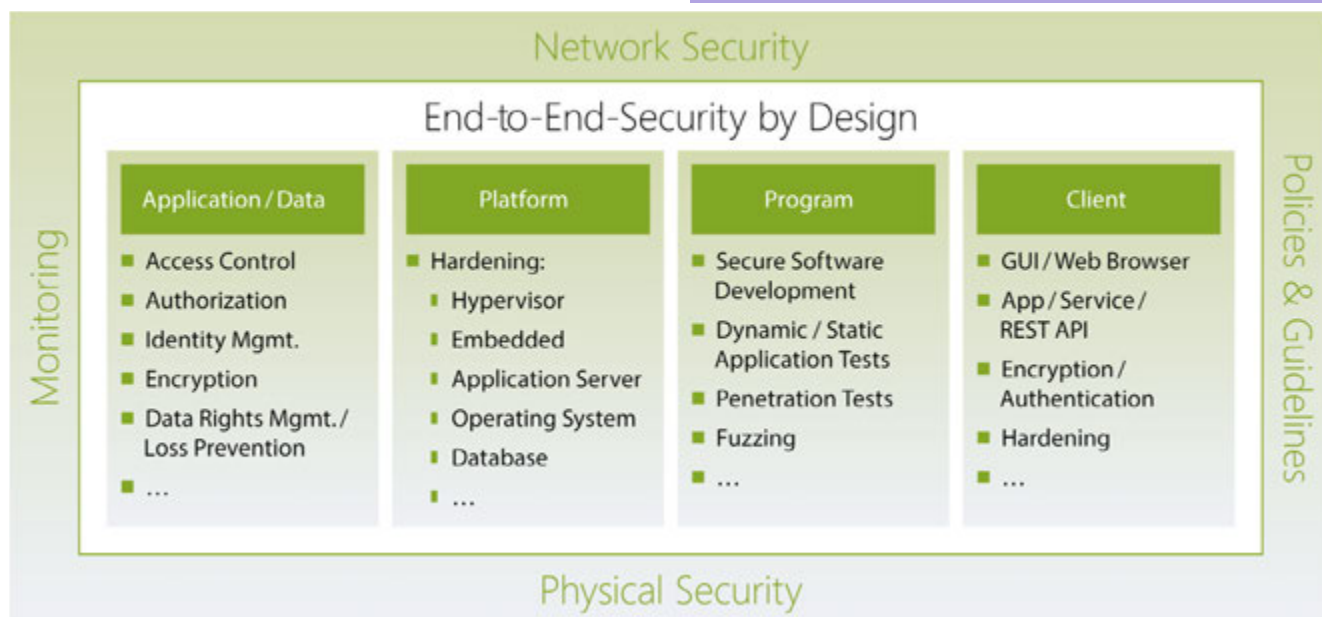
ステムに移すことが推奨されます。それによってまず、製造工程の通信が外部から隔離され、不審なネットワークトラフィックがフィルタで除去されます。また、そうすれば、生産活動を停止させることなく、ウイルス対策ソフトウェアや防御機能、アプリケーション認識情報、ユーザーIDを更新することができます。ゾーンモデルは、ファイアウォールで個々の生産ゾーン間の通信を監視する防御手段にもなります。発信元と宛先の情報に基づき、不正なネットワークトラフィックをファイアウォールで遮断できるのです。こうしたゾーンを設定するためには、ITの専門家が製造工程の専門家と緊密に連携する必要があります。そして、セキュアな環境がこのような形で分割されていても、アップデートや変更、レポートの法令遵守といった作業が管理しやすいものとなるよう徹底することが大切です。

### ベストプラクティス：設計段階から考慮された End-to-End のセキュリティ

一方、新しいスマートファクトリーでは事情が異なります。生産ラインで使用されるソフトウェアやハードウェアの制御システムに対して直接、産業サイバーセキュリティを計画段階で統合できるからです。最初からコンポーネントとシステムの保護、セキュリティ体制、継続的ITセキュリティ管理の調和を図り、プラントと機械のライフサイクル全体をカバーするように設計することができます。このように End-to-End のセキュリティを設計段階から考慮することは、製造設備そのものが、インターネットに接続されたITシステムと化すことを意味し、セキュリティは、インダストリー 4.0 の非常に重要な要素として位置付けられることとなります。

#### 執筆者

Norman Wenk, ESCRYPT  
エンタープライズITセキュリティコンサルティング、  
グループマネージャ



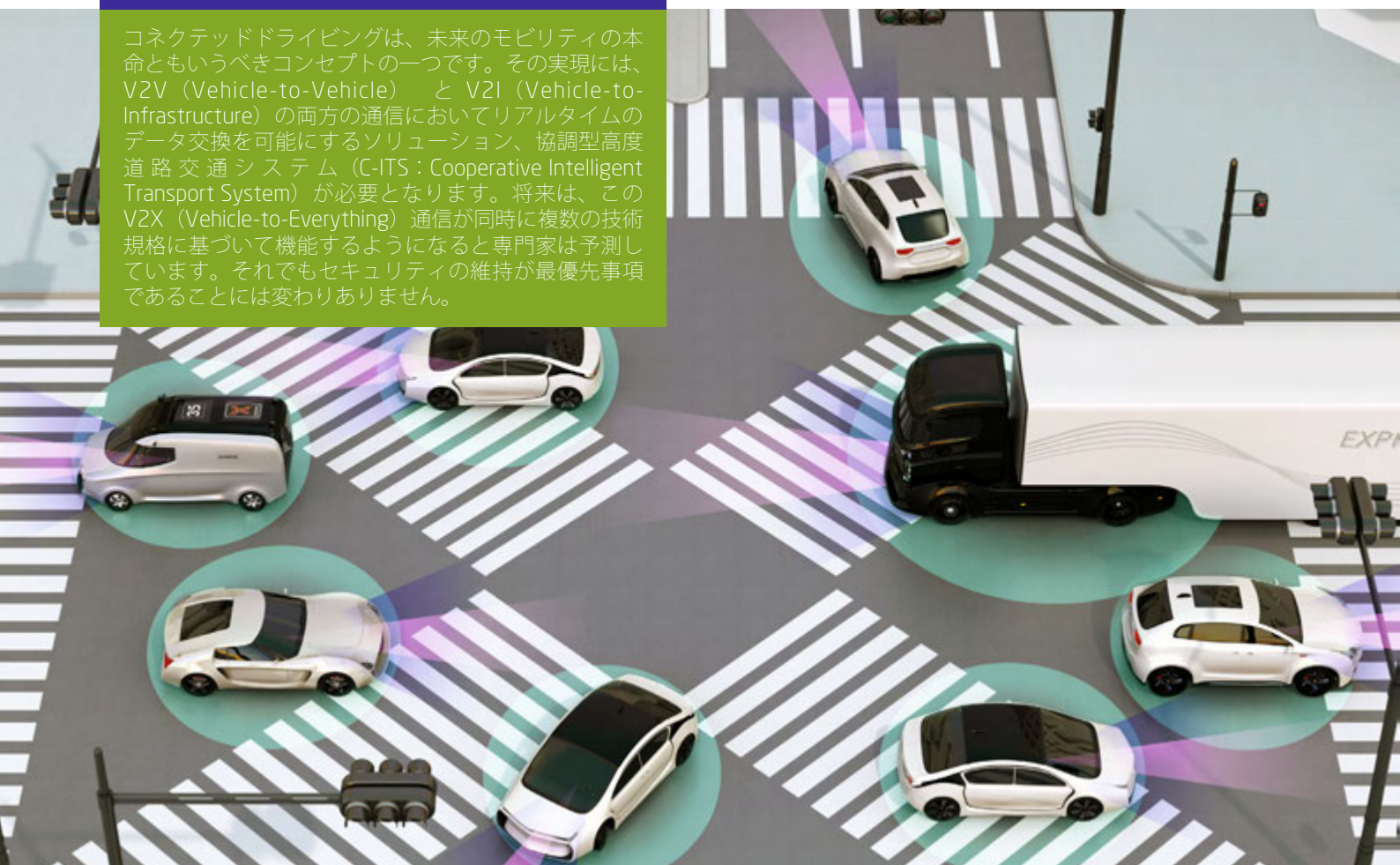
ベストプラクティス：設計段階から考慮された End-to-End のセキュリティ

\*) 出典：BSI-Magazin 2018/1

# ハイブリッド V2X 通信のためのセキュリティ

コネクテッドドライビングの汎用データ通信を標準ソリューションで実現

コネクテッドドライビングは、未来のモビリティの本命ともいべきコンセプトの一つです。その実現には、V2V (Vehicle-to-Vehicle) と V2I (Vehicle-to-Infrastructure) の両方の通信においてリアルタイムのデータ交換を可能にするソリューション、協調型高度道路交通システム (C-ITS : Cooperative Intelligent Transport System) が必要となります。将来は、このV2X (Vehicle-to-Everything) 通信が同時に複数の技術規格に基づいて機能するようになると専門家は予測しています。それでもセキュリティの維持が最優先事項であることには変わりありません。



これまで V2X の直接通信には主に、ITS-G5 という、専用狭域通信 (DSRC : Dedicated Short-Range Communication) 規格が使用されてきました。つまり、沿道に設置された装置と車両とが基本的に直接無線 LAN 通信でデータを交換します。しかしこの状況は変わろうとしています。V2X データ通信に加え、高速無線通信のための LTE-V 規格 (現在は 4G、間もなく 5G) を併用する取り組みが既に進んでいます。LTE-V 規格に準拠した無線チップがデバイスに搭載されていれば、デバイス同士が直接データを送受信する「アドホック

クデータ交換 (C-V2X Autonomous)」という形で、車以外の道路利用者 (歩行者、自転車など) を通信プロセスに含めることができるようになるのです。この混合通信のコンセプトは、今後も数多く標準化され、追加されていくでしょう。例えば、MEC (Mobile Edge Computing) を使い、近距離セルラーネットワーク経由でメッセージ (渋滞警告など) を配信したり、携帯電話の基地局を介した従来の無線通信を使ってバックエンドサービスやクラウドと通信を行ったりすることが挙げられます (図 1 参照)。



## 一貫性のあるインテリジェントな構造のプロトコルスタック

特定のユースケースとエンティティに応じて、異なるチャンネルや規格への対応を意図したさまざまな V2X 通信が登場すると考えられます。そうなれば当然、そのようなハイブリッド V2X 通信のセキュリティを最も効率のよい方法で確保するにはどうすればよいか、という問題が浮上します。異なる伝送チャンネルにそれぞれ独自のセキュリティソリューションを適用するのは、どう見ても正しいやり方ではないでしょう。そこで求められるのは、ユースケースの違いにかかわらず V2X 通信の全領域で効果的に作用するセキュリティの概念なのです。

そうなれば当然、そのようなハイブリッド V2X 通信のセキュリティを最も効率のよい方法で確保するにはどうすればよいか、という問題が浮上します。

解決の鍵は、あらゆる V2X デバイスとエンティティ間の V2X 通信で用いられるプロトコルスタックに、一貫性のあるインテリジェントな構造を持たせることにあります（図 2 参照）。V2X メッセージは、アプリケーションレベルまたはデバイスレベルで生成されて、トランスポート/トランスミッションレベルに中継されます。そこで各 V2X メッセージに、セキュリティコンポーネントインターフェースを介してセキュリティヘッダが追加されます。ヘッダには、メッセージの署名や関連する証明書が含まれています。また必要であれば、第 2 のステップでメッセージを対称的に暗号化することもできます。V2X メッセージを受信者が復号できるように、ヘッダには対称キーに関連した情報が追加されます。V2X ネットワーク経由で通信を行うエンティティの

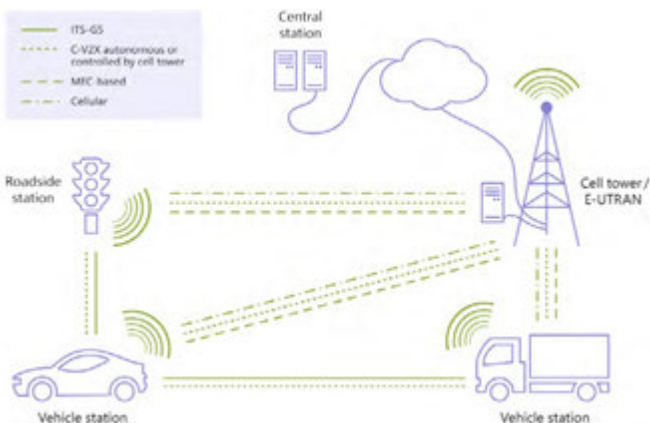


図 1: ハイブリッド V2X 通信のアーキテクチャ

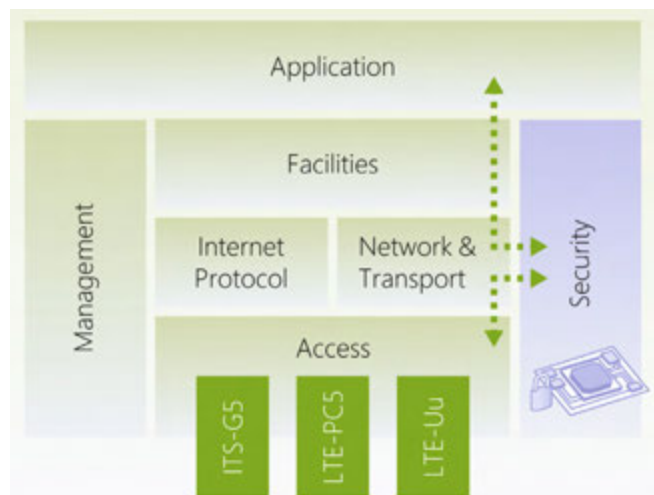


図 2: ハイブリッド通信での一貫した V2X セキュリティを実現するソフトウェアスタック

データを確実に保護するために、各 V2X メッセージには、暗号化の前に署名が追加されます。ハイブリッド通信ネットワーク内であっても、この方法なら、V2X データ交換に求められるセキュリティ要件（データの完全性、送信者の信憑性、送信者の認証、再生検出、機密性、プライバシー保護、信頼性、信頼の失効）はすべて満たされます。

## CONCORDA プロジェクトでの路上試験

車両のハイブリッド通信は、コネクテッドドライビングのための実用的で役に立つ技術です。より多くのシステムや道路利用者、サービスを V2X データ交換に統合するための道を開くことになります。同時に IT セキュリティは、これまでも、そしてこれからも、V2X にとって必要かつ最も重要な条件であり続けるでしょう。インテリジェントな概念を確立すれば、結果として、V2X のさまざまな通信チャンネルと規格の垣根を越え、均質で一貫した効率的な IT セキュリティがもたらされます。

オランダ、ベルギー、ドイツ、フランス、スペインでは現在、CONCORDA（Connected Corridor for Driving Automation）プロジェクトとして、テストルートで実験が進められています。CONCORDA は欧州連合から一部資金提供を受けており、ESCRYPT、Deutsche Telekom、Nokia、Bosch、Volkswagen を含む複数の企業が協同で行っています。2020 年の半ばまでには、ITS-G5、LTE 接続、そして一貫性のある IT セキュリティアーキテクチャを備えたハイブリッド V2X 通信システムが、その役割を実際にどのように果たすかが、CONCORDA によって示されるでしょう。

### 執筆者

Dr. Norbert Bißmeyer、ESCRYPT、プロジェクトマネージャ  
Jan-Felix van Dam、ESCRYPT、セキュリティエンジニア

# 内側から守る 自動車セキュリティ

---

ハードウェアセキュリティモジュール（HSM）が ECU メインプロセッサを  
内側から守る

---

ECU（Electronic Control Unit）は車内通信と機能制御をつかさどる重要な部品であり、不正アクセスから確実に保護する必要があります。ハードウェアセキュリティモジュール（HSM）は、ECU のメインプロセッサにセキュリティ機能を埋め込むことによってこの課題に対応します。HSM とセキュリティのソフトウェアスタックの組み合わせは、車の効果的なセキュリティシステムを支える重要な柱となります。



車両のチューニング作業においてパワートレインの ECU にアクセスしてシステムのパラメータを変更するとき、あなたの頭の中には、騒音や排ガス規制とは別のことが真っ先に思い浮かぶでしょう。何にも増して気がかりなのは、電子的に制御された車両システムに自分がアクセスできるという事実です。

悪意のあるハッカーがパワートレインやシャーシの ECU に問題を引き起こしたらなどは、恐ろしくて考えたくもないでしょう。車両の電気系統にあるすべての ECU が標的になる可能性があります。ましてやコネクテッドビークルともなればなおさらです。ソフトウェアが不正に操作されたり、きわめて重要なキーマテリアルにアクセスされたりするのを防ぐために、最新の車両には、外部と遮断する堅牢な IT セキュリティ機構が必要です。それこそが、ECU の心臓部にセキュリティ機能を埋め込むハードウェアセキュリティモジュール (HSM) の意義なのです。

### 自動車専用の HSM

HSM は、セキュリティ機能を物理的にカプセル化した一種のハードウェアです。その集積チップは IT セキュリティ用途に特化して設計されており、通常、独自のプロセッサコア、各種メモリ (RAM、ROM、フラッシュなど)、ハードウェア暗号アクセラレータを備えています。加えて HSM は、車両用途における特定の基準を満たす必要があり、また、コストを低く抑えるために、きわめて効率的な集積化が不可欠となります。その主な要件として、ECU アプリケーションと HSM との間の安全なインターフェースや、動作不良を分析するためのデバッグ/テスト用インターフェースがあります。HSM は、できるだけ短い待ち時間で暗号情報を処理できること、また、自動車環境の標準的な温度に対して十分な耐性を持ち合わせていることが求められます。

車載仕様のアーキテクチャを備えたハードウェアセキュリティモジュールが、Infineon、ST Microelectronics、Renesas、NXP など、すでにいくつかの大手チップメーカーから提供されています。基本的に HSM は、自動車のユースケースで求められるすべての IT セキュリティ機能を、その独自のプロセッサコアを使用して実行します。そうした機能には、128 ビット AES ハードウェアアクセラレータ、キーマテリアルを生成するための完全乱数生成器 (TRNG : True Random Number Generator)、暗号化キーを格納するハードウェアで保護されたストレージ、フラッシュ/デバッグ機能、システムメモリと分離された HSM 独自の RAM などがあります (図 1 を参照)。

### 目的に合わせて作られたセキュリティソフトウェアとリアルタイム通信

自動車 HSM は、セキュアなソフトウェアスタックがあって初めてその真価を発揮します。HSM が車の IT セキュリティの細胞核だとすれば、HSM セキュリティソフトウェアはその遺伝コードです。ESCRYPT では、これを CyscurHSM セキュリティファームウェアの形で提供しており、ファームウェアは、さまざまなメーカーの自動車 HSM 向けに作られています。既存のハードウェアセキュリティ周辺装置は、CyscurHSM によって適切な HSM およびホストコントローラアプリケーションに関連付けられます。また、対称暗号化メカニズムと非対称暗号化メカニズム、HSM ベースの追加的なセキュリティ機能など、包括的な暗号ライブラリも、このファームウェアによって HSM に導入されます。さらに、CyscurHSM には、標準的な車載 ECU に HSM を統合するために必要な AUTOSAR 準拠のインターフェースと AUTOSAR 非準拠のインターフェースが含まれています。

ソフトウェアアーキテクチャの核となる要素は、リアルタイム

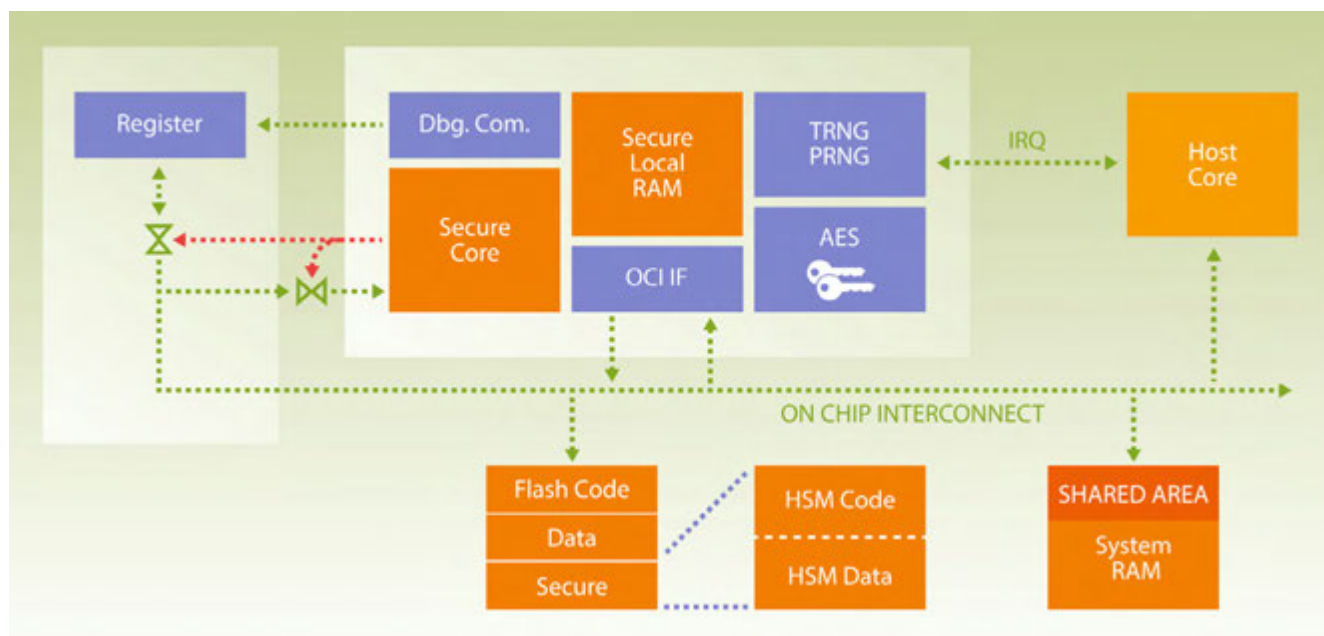


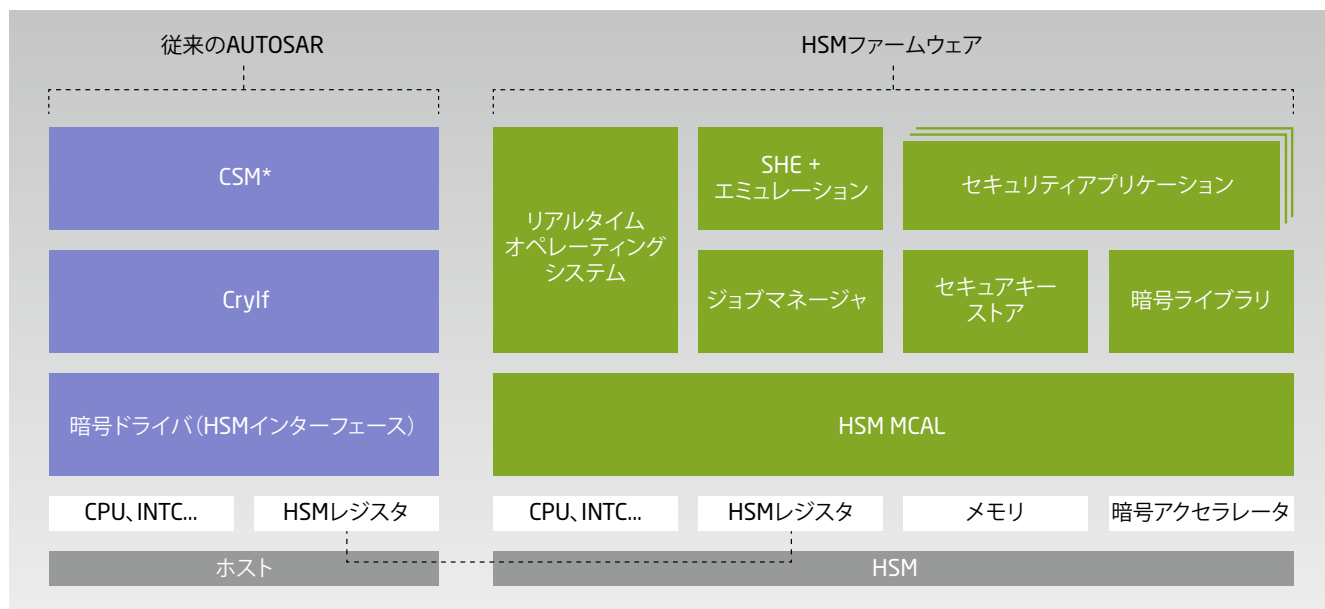
図 1: ハードウェアセキュリティモジュール (HSM) のハードウェアアーキテクチャ



オペレーティングシステムです。この ISO 26262 認定システムは、車載 ECU に特化して作られており、リアルタイム HSM 機能（車内のセキュアなリアルタイム通信など）をサポートします。このオペレーティングシステムは、ごくわずかな実行時オーバーヘッドで動作し、また MISRA-C に準拠しています。CycurHSM には、優先度ベースのタスクスケジューリングを実装するセッションマネージャが組み込まれていて、例えば、車載バス上の新しいメッセージを検証することは、タイムクリティカルではない操作よりも優先されます。また、HSM 内のキーマテリアルへのアクセスとその生成、保管、削除とを管理するキーストアマネージャを実装し、さまざまな長さの対称鍵と非対称鍵をサポートします。暗号ライブラリ (CycurLIB) は、HSM の暗号アクセラレータを使用して暗号プリミティブ (ECC、RSA) を提供します。HSM で必要に応じて SHE エミュレーションを実行することもできます。暗号ライブラリにアクセスしながら、自動車固有の高度な要件 (SHE+) を満たすことが可能です。加えて、専用 HSM ドライバが、HSM とホストプロセッサとの間の通信をセキュリティで保護します。HSM とのインターフェースにある AUTOSAR 準拠の

- 高性能な暗号化が要求されるユーザー固有の用途向けにハードウェア/ソフトウェア協調設計の強力なプラットフォームを提供
- HSM とのインターフェースが標準化されているため、シンプルなカスタマーインテグレーションが可能
- 完全にプログラム可能。モジュール構造により特定のニーズを満たす構成が可能
- マルチコア対応

この機能セットによって、HSM ソフトウェアスタックは広範なセキュリティユースケースに対応できるようになります。標準化されたインターフェースを使用すれば、さまざまな IT セキュリティ機能を実装できます。IT セキュリティ機能は HSM 自体に実装できるほか、ホストプロセッサと協調して動作するように実装することもでき、どちらの場合も、その基盤として強力な暗号化技術を利用することができます。これらの機能はセキュアブートで起動します。つまり、ECU が起動するたびに、フラッシュメモリに格納されているコードがチェックされます。また、実行時改ざん検知とセキュアフラッ



■ ホスト環境 ■ ECRYPTセキュリティ製品 (\*新機能、4.2/4.3とは互換性はありません) ■ HSMの機能 (SHE+)

図2: ハードウェアセキュリティモジュール (HSM) のソフトウェアアーキテクチャ

暗号サービスマネージャ (CSM : Crypto Service Manager) の働きにより、AUTOSAR アプリケーションはいつでも HSM にアクセスすることができます (図2を参照)。

### 多機能で実装が容易

ハードウェアセキュリティモジュールの機能は、純粋にソフトウェアをベースとしたソリューションよりもはるかに強力です。HSM のセキュリティ機能は物理的にカプセル化されているため、ECU ホストコントローラは、その本来のタスクに専念することができます。HSM セキュリティソフトウェアと相まって、このアプローチは、さまざまな利点を備えたターンキーソリューションを実現します。

シユ、ソフトウェアダウンロードプロバイダーの認証機能を備えているほか、セキュアログ機能を備えているため、セキュリティを脅かすイベントは確実に記録されます。そのすべての場合において基本となるのは、要求元のインスタンスと HSM との相互認証です。これは、セキュアデバッグにも当てはまります。セキュアデバッグは、デバッグポートへの不正アクセスから ECU を保護しつつ、ソフトウェアのデバッグ目的で承認されているアクセスを許可するものです。この場合も、通信と認証は HSM によって制御されます。

### 新世代の HSM ファームウェア

HSM のハードウェアとソフトウェアの開発が急速に進み、

自動車専用のハードウェアセキュリティモジュールを標準搭載した ECU のマイクロコントローラも増えてきています。ESCRYPT は、そうした進歩に後れを取ることなく、着実にその HSM ソフトウェアスタックである CyscurHSM の改良を進めています。最新世代の CyscurHSM は、従来よりもさらに使いやすくなり、また、特色あるオプションを通じて、独自仕様の IT セキュリティ機能を ECU に実装できるようになっています。新しい HSM ファームウェアは、アプレットマネージャを使用したり、さまざまな管理システムを使用して個々のセキュリティ機能をアクティブ化したりすることによって容易に設定することができます。また、ASPICE に準拠したこのソフトウェアには、柔軟なキーストアアーキテクチャが備わっています。

今後、加速的に導入が進むコネクテッドビークルと自動運転技術を保護するためには、End-to-End の保護が何よりも重要です。インターネットに接続された環境では、侵入検知システム、車載ファイアウォール、安全な無線ソフトウェアアップデート、セキュア V2X などの技術を開発者が実装することによって重要な要素をすべてセキュリティで保護しなければなりません。End-to-End の保護とは、デジタル車両の機能を構成する最も基本的なコンポーネントのレベル、つまり個々の ECU のマイクロプロセッサ内に IT セキュリティ機能を埋め込むことを意味します。それこそが、ハードウェアセキュリティモジュールの意義なのです。ハードウェアセキュリティモジュールは、今日の自動車におけるセキュリティ開発において中核をなすものと考えられ、全般にその将来は明るい見通しです（図 3 を参照）。

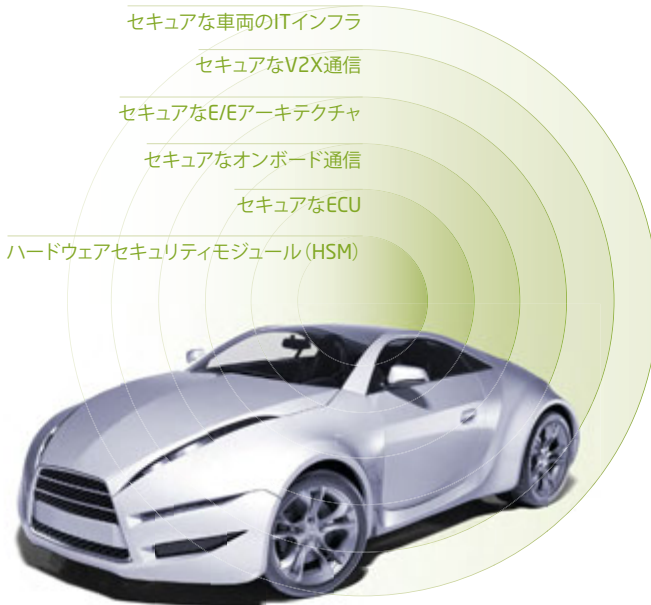


図 3：ハードウェアセキュリティモジュール（HSM）は自動車セキュリティの中核

執筆者

Dr. Frederic Stumpf、ESCRYPT  
プロダクトマネジメント統括

# ESCRYPT が “Innovator 2018” を受賞

ドイツの有名なビジネス出版社 brand eins が最近発表した、最も革新的なドイツ企業の年間ランキングにおいて、ESCRYPT が優秀企業の一社に選ばれました。ESCRYPT は Technology and Telecommunication カテゴリで最も多くの専門家の支持を集め、「Innovator of the year 2018」賞を獲得しました。

25,000 人を超える専門家が、特定の選考基準に従い、3,400 社以上の企業の中からイノベーションリーダーを選びました。ESCRYPT は「製品とサービス」、「プロセスイノベーション」、「企業文化」という、あらかじめ規定された 3 部門で平均を上回る支持を集めました。統括部長である Uwe Müller 氏は、「このような賞をただけて光栄です。これほど励みになることはありません。今後もイノベーションを弊社の原動力として邁進していきたいと思っています。」と話しています。

brand eins Thema  
2018  
INNOVATOR  
DES JAHRES

# セキュリティニーズに 果敢に取り組む



## セキュリティが勝利に導く

ESCRYPTは近年、自動車のセキュリティに新たな基準を打ち立てています。ESCRYPTの包括的なソリューションが車のデータを常に見守り、改ざんや盗難から保護します。

[www.escript.com](http://www.escript.com)

**escript**  
SECURITY. TRUST. SUCCESS.



# ETAS locations worldwide

Germany	Stuttgart (Headquarters)	Japan	Nagoya, Utsunomiya, Yokohama
Brazil	São Bernardo do Campo	Korea	Seongnam-Si
Canada	Waterloo, Ontario	P.R. China	Changchun, Chongqing, Guangzhou, Beijing, Shanghai, Wuhan
France	Saint-Ouen	Sweden	Gothenburg
India	Bengaluru, Chennai, Gurgaon, Pune	United Kingdom	Derby, York
Italy	Turin	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ます。

- ETAS 製品の活用事例とサクセスストーリー
- 技術記事
- 会社情報
- トレーニングおよびイベント情報
- インタビュー
- FAQ

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/RTo](http://www.etas.com/RTo) からアクセスできます。



## Imprint

ETAS GmbH, Borsigstraße 24, 70469 Stuttgart, Germany

**Executive Board of Management** Friedhelm Pickhard, Bernd Hergert, Christopher White

**Chairman of the Supervisory Board** Dr. Walter Schirm

**Registered office** Stuttgart

**Court of registry** Lower District Court (Amtsgericht) of Stuttgart, HRB 19033

**Managing Editor** Tatiana Bohlmann

**Editorial Team** Nicole Bruns, Jürgen Crepin, Martin Delle, Selina Epple, Claudia Hartwell, Anja Krahl, Silke Kronimus, Jan-Ole Martens

**Authors contributing to this issue** Rüdiger Abele, Christoph Baumann, Dr. Norbert Bißmeyer, Emilia Buhaev, Benoît Compagnon, Jürgen Crepin, Ricardo Alberti de Souza, Johannes Dinner, Klaus Fronius, Daniele Garofalo, Marius Gessler, Sebastian Gierulski, Dr. Jürgen Häring, Uwe Heyder, Prof. Dr.-Ing. Hanno Ihme-Schramm, Silke Kronimus, Joachim Löchner, Dr. Felix Matthies, Stefan-Valentin Popescu, Irene Pulido-Ames, Rajesh Reddy, Dr. Roland Samlaus, Thomas Schlotter, Thomas Schöpfner, Kerstin Schubert, Norbert Seidler, Robert Siwy, Guiseppa Sollazzo, Dr. Frederic Stumpf, Dr. Nigel Tracey, Peter Trechow, Jan-Felix van Dam, Dr. Alexander von Reyher, Norman Wenk, Dr.-Ing. Marko Wolf, Dr. Thomas Wollinger, Tang Yi, Axel Zimmer

**Design and production management** Andreas Vogt Grafik

**Translations** Burton, Van Iersel & Whitney GmbH

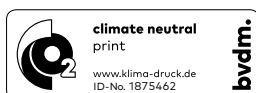
**Printing** Gmähle-Scheel Print-Medien GmbH

**Circulation** German, English, Japanese: 11,800

**Figures** Beijing New Energy Automobile (BJEV), Bowers & Wilkins, Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology (DGIST), depositphotos, ESCRYP T GmbH, ETAS GmbH, eXtract Group, FSG Zhao, Heesen Yachts B.V., Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW), iStockphoto, MTU Friedrichshafen GmbH, Renault Technologie Roumanie, René Müller Photographie, Robert Bosch GmbH, shutterstock

**The following articles have already been published as a long version in** HANSER automotive 5-6 (pp. 32-33), ATZelextronik 02/2018 (pp. 52-53), HANSER automotive 5-6/2018, special issue Connected Cars (pp. 56-57), HANSER automotive 7-8/2018 (pp. 58-61), elektronik industrie 05/2018 (pp. 54-55)

© Copyright 12/2018 ETAS GmbH, Stuttgart – All rights reserved. The names and designations used in this publication are trademarks or brands belonging to their respective owners. RealTimes is printed on chlorine-free, bleached paper. Printing inks and varnishes are environmentally safe, made from renewable resources, and contain no mineral oils. [www.etas.com](http://www.etas.com)



イータス株式会社  
〒220-6217  
横浜市西区みなとみらい2-3-5  
クイーンズタワー C17F

TEL : 045-222-0900  
FAX : 045-222-0956  
E-mail : [sales.jp@etas.com](mailto:sales.jp@etas.com)  
[www.etas.com](http://www.etas.com)



DRIVING EMBEDDED EXCELLENCE