

**AUTOSAR – 車搭載用高度エレクトロニクスを提供する技術**

AUTOSAR (AUTomotive Open System Architecture) の構想は、車載電子制御機器 (ECU) のためのオープン・ソフトウェア・アーキテクチャの開発および (事実上の規格という意味で) 標準化を目的とし、このアーキテクチャは自動車メーカー、サプライヤー、ツールメーカーのパートナーシップにより開発されてきています。

AUTOSAR パートナーシップは品質面での妥協なく、新たな技術を可能にするとともに、開発効率の向上をめざし、車搭載用電気/電子 (E/E) アーキテクチャの開発において増大している複雑性の管理に焦点を向けています。

AUTOSAR は、ソフトウェア・アーキテクチャ・コンポーネントを記述し、またそのインターフェースを定義する仕様を開発します。

**1 はじめに**

今日では、1台の車に多ければ70個もの ECU (Electronic Control Unit : 電子制御機器) が搭載されていることもあり、それら ECU は車両の主要機能の制御を担っています。近年の安全性、環境保護、快適性/便利さへのますますのニーズが、車両に搭載される電子システム数の急速な増加をもたらしてきています。数多くのインフォテインメントやドライバー補助システムが存在し、それらの作動がリアルタイムに相互動作する多種多様なセンサー、アクチュエーターおよびコントロールユニットに依拠するのに加え、より強化されてきている排出ガスおよび安全性のための法的基準もこの傾向を導いてきています。

車両内での異なる信号間の相互動作や依存性がますます複雑になってきている中で、開発ペースや、増加する機能とコントロールユニットの統合は自動車メーカーに問題をもたらしています。

増大する車両電気/電子システムの複雑性は、開発者に形式記述からシステム試験まで開発プロセス全体にわたり絶え間なく増加する課題を与えており、同時に新たな機能もハードウェアとソフトウェアの生産と維持にかかるコストおよび複雑性を増大させてきています。

さらに現在のところ、自動車メーカーと一次部品メーカーは各々で維持、統合化しなければならない独自の基本ソフトウェア規格に依拠しており、ここから派生するメンテナンスおよび統合化のための取組みは向上の可能性を秘めています。：これら現地規格の整合と車載ソフトウェア開発のための共通ベースの備えは自動車業界にとってのゴールに違いありません。不変の機能性および複雑性を有する車の開発においても、共有の十分に管理された

コミュニティー・ソリューションの提供によりソフトウェア開発と統合化の労力は軽減されます。

この見地から、主要自動車メーカーとサプライヤーが 2003 年に AUTOSAR を結成しました。目的は車載 ECU 用ソフトウェアの共通規格の開発と最新車載ソフトウェア開発における将来の課題に備えるということです。AUTOSAR の“コアパートナー”は BMW グループ、Bosch、Continental、Daimler Chrysler、Ford、Opel、PSA Peugeot Citroen、Siemens VDO Automotive、トヨタ自動車株式会社および Volkswagen で、さらに現在 100 社以上の他の企業が“プレミアム”または“関連メンバー”として開発パートナーシップに加盟しています。

AUTOSAR の取り組みは下記の理念に基づいています：

- AUTOSAR は強化された安全性、性能および環境対策を提供する新たな E/E システム開発のための技術を可能にします
- AUTOSAR は“規格での連携、構築での競争”というモットーに従い、共通規格の開発に取り組むグローバルなパートナーシップです
- AUTOSAR は車載 E/E 開発での増大する複雑性を管理し、また AUTOSAR 規格の目的は、品質面での妥協なく、新たな技術を可能にするとともにコスト効率を向上させるということです
- AUTOSAR は車のライフサイクルを通しソフトウェアとハードウェアの交換およびアップデートを容易にします

## 2 AUTOSAR – 理念

AUTOSAR 仕様は、ソフトウェア・コンポーネントの個々の利用を容易にする事実上の規格です。そして、こういったコンポーネントは異なる自動車メーカーの車両、異なるサプライヤーの電子部品で、また複数の（電子）製品世代に及び使用が可能です。

AUTOSAR のアプローチは、階層ソフトウェア・アーキテクチャの定義と仕様化に基礎を置いています。ランタイム環境（RTE）と基本ソフトウェア（BSW）は、開発者にアプリケーション・ソフトウェア（アプリケーション層）の開発のため明確に定義され、標準化されたインフラストラクチャを提供し、これは実際に使用される電子ハードウェアに左右されないアプリケーション開発を可能にします。

自社開発のソフトウェアから標準化されたソフトウェア・アーキテクチャへの切り換えが、最新車載エレクトロニクス開発に従事しているすべての方々にとってコストと生産能力での利益を提供します。

重要な目標として下記を含めます：

- 機能の容易な統合と移載
- 柔軟なメンテナンス
- 拡大縮小できる機能性

- 高基準システム信頼性
- ソフトウェアのハードウェア非依存性

#### 自動車メーカー

- 現在のソフトウェア開発におけるメンテナンスおよび統合化労力を軽減します
- 定義、開発されたソフトウェアの競争力のある差別化の実現に焦点を当てることができます
- プラットフォームをまたぎ互換性のある機能の提供ができます
- 種々様々なバージョン、装備品の特徴ニーズに応えることができます
- 適合化プロセスは標準化されています
- 自動車メーカーのイノベーションは開発プロセスの後半で取り組みが可能です

#### サプライヤー

- 開発活動の分割が可能です
- 自動車メーカーにより異なるバージョンの拡散を制限できます
- 機能別開発の効率を高めることができます
- 新たなビジネスモデルを確立できます
- 独自でソフトウェア関連機能の拡張への準備ができます

#### ツールメーカー

- 標準化された開発インターフェースから利益を得ます
- 他のサプライヤーからのツールを独自の統合ツールシステムに取り入れる、または独自ツールを既存のシステムに統合することがより容易にできます
- さらに、設計からコード生成までの全プロセスがサポートされます

#### 新規市場参入

- 明確に表現された規格が新たな企業の市場参入への障壁を取り除きます
- 新ビジネスモデルの開発が可能です

共通規格は、基本ソフトウェア、1つの **ECU** の全ソフトウェア・コンポーネント用通信インターフェース—ランタイム環境、および実際のアプリケーションのインターフェースをカバーし、また、コントローラおよび外部ハードウェアとともに、必要な階層とインターフェースを定義します。

この構想のその他の重要な目的は、標準化された開発方法の定義と、メンテナンスおよびリリース管理です。

### 3 技術コンセプト

AUTOSAR 仕様の開発におけるパートナーの目的は、全てを新規に再び作り上げるのではなく、可能な限り実証されたソフトウェア開発工程を活用するということです。この AUTOSAR の構想は、最小の共通因子による手法でなく、すべてのパートナーが将来の開発プロジェクトをより効率的に取り組めるようにする“最大の共通因子”を目指します。

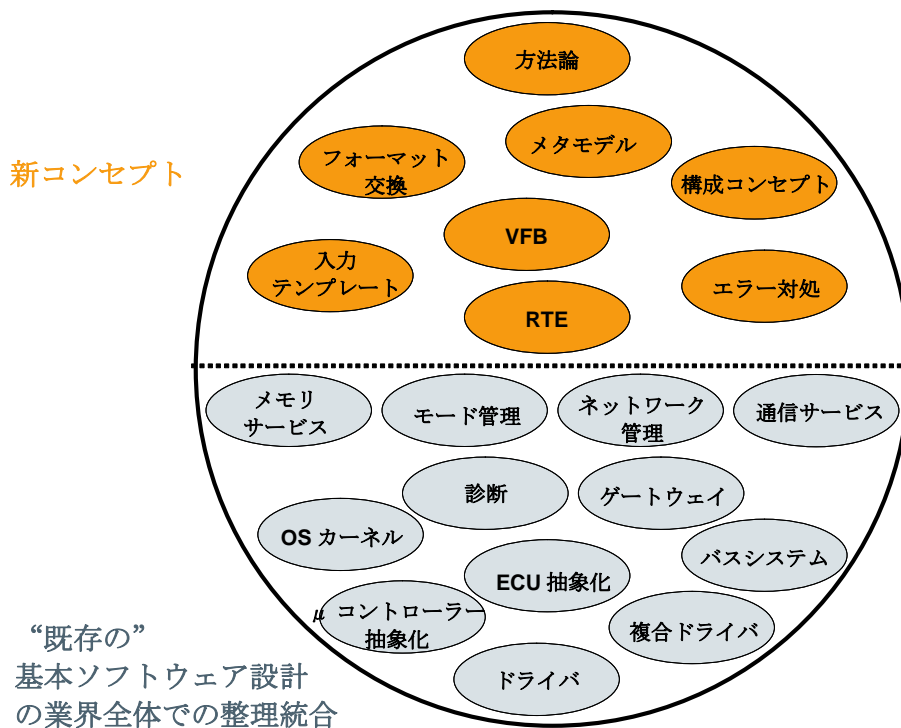


図1：コンセプトと設計

図1の下部は、ほとんど変更なく AUTOSAR で採用されてきている実証されたソフトウェア設計コンポーネントです。上部は AUTOSAR 用に新たに作成されなければならなかったコンセプトを示します。

中枢コンセプトは仮想機能バス（VFB）であり、これはアプリケーションをインフラストラクチャから分離します。専用のポートを介し通信、すなわちアプリケーション・ソフトウェアの通信インターフェースはこれらポートに割り当てられなければなりません。VFBは個々の ECU との通信、また他の ECU 間の通信両方を処理します。アプリケーションの点では、下位技術の詳細または依存性の情報は必要なく、これはハードウェアに依存しない開発とアプリケーション・ソフトウェアの利用を可能にします。

ランタイム環境はいかなる ECU にも仮想機能バスを実現し、また、拡大縮小可能で特定の ECU のアプリケーション用に静的に生成されるため、リソースの節約を導くことができます。

AUTOSAR モジュール性は、自動車メーカーとサプライヤー間での容易な機能の分割と流通を可能にします。また、同じ自動車メーカー内での異なるプラットフォームにわたって、または同じ車両内のコントロールユニット間での機能の移動を可能にします。標準化、構造化されたアプローチにより、モジュール式アプリケーション・ソフトウェア設計、信頼性があり再利用可能な標準ソフトウェアの作成、および車のライフサイクル全体を通じた車載ソフトウェアのアップデートが容易になります。

これまでに次の領域の車載エレクトロニクスの開発が AUTOSAR により取り組まれてきています：パワートレイン、シャシー、ボディー、快適性機能用のエレクトロニクス。AUTOSAR が診断コンセプトも含むという事実は、現在すべての関連データへのアクセスを供給している診断インターフェースを用いた現場での車両サービスを促進します。

#### 4 AUTOSAR アーキテクチャ



図 2： ソフトウェア・アーキテクチャ階層

AUTOSAR アーキテクチャは、アプリケーション・ソフトウェア、RTE、標準（基本）ソフトウェア、およびこれらが載せられているハードウェア層の明確な仕切りを維持しています。

アプリケーション・ソフトウェアはソフトウェア・コンポーネントへと分割され、コントロールユニットの残りの部分と車両とのインターフェースが明確に定義されている環境で作動します。アーキテクチャ基本コンセプトはハードウェアが階層で抽象化されているということです。

ソフトウェア層の最下層はマイクロコントローラ抽象化層（赤で表示）で、ここでマイクロコントローラのすべての機能と周辺機器が抽象化されている

ため、これより上位の階層はマイクロコントローラからは独立しています。このマイクロコントローラ抽象化階層はマイクロコントローラドライバ、メモリドライバ、通信ドライバおよび I/O ドライバから成り立っており、また、この階層では、欠如している特徴が適切なソフトウェアによりエミュレートされます。

次の層は **ECU 抽象化層**（緑で表示）で、この階層の目的は **ECU** のすべての基本コンポーネントを抽象化することであり、ここには外部周辺機器のドライバも含まれます。I

三番目の層はサービス層（青で表示）で、この階層は大部分がハードウェアから独立しており、その機能はネットワークサービス、メモリサービス、バス通信サービス、オペレーティングシステムサービスのように様々な種類のバックグラウンド・サービスを提供するためのものです。

さらに上の層はランタイム環境（**RTE**、オレンジの部分）で、この階層は基本ソフトウェアからアプリケーション・ソフトウェアを抽象化し、その間のデータおよび情報通信を処理します。**RTE** より上位のすべてのソフトウェアはハードウェアに依存しないコンポーネントから成り立っており、定義されたこれらの変換インターフェースは、その後どういったハードウェアが用いられるかという具体的な情報なくアプリケーション・ソフトウェアの開発を可能にします。また、既存のソフトウェア・コンポーネントも自由に変換できます。そして、ソフトウェア・アーキテクチャのさらなる特徴は、複合ドライバーです。これらは特別なタイミング制約を受ける複合センサーとアクチュエーターを制御し、また、これらコンポーネントをマイクロコントローラへ直接つなげます。このようなドライバは、例えば噴射タイミングまたはバルブタイミングシステムに求められています。

## 5 方法論

**AUTOSAR** は、アーキテクチャとインターフェースの定義に加え、完全な **AUTOSAR** システムのために、明確な記述コンセプトを包含したメタモデルベースの開発法の記述にも取り組んでいます。この記述はシステムのすべてのコンポーネントの **XML** テンプレートを収めており、また、メタモデルはテンプレート処理の動作も定義するため、開発法の基礎を形成します。この開発法では、まず始めにソフトウェア・コンポーネント記述、**ECU** リソース記述、システム制約記述をし、これらからシステム構成ジェネレーターが全システム構成記述を作成、それを **ECU** 構成記述へと変換します。さまざまなジェネレーターが **RTE** および基本ソフトウェアコード（オペレーティングシステムを含む）を供給します。この確立された方法は、欠如しているハードウェア特徴、アプリケーション・コンポーネントの相反するインターフェースおよび必要なすべての構成変更を、開発者が早い段階で特定することを可能にします。

ツールメーカーは、すでに製品作成プロセスのすべての段階で広範囲にわたるサポートを提供しています。ここでも **AUTOSAR** の概念的な枠組みは開発者へ利益をもたらします。：開発プロセスでのすべての適用において特定のツールが使えます；同時に、このシステムはユーザーにモデル設計からコード生成やテストまで、統合化された開発システムを提供します。また、規定されたインターフェースのおかげで異なるツールメーカーからのツールの統合化もより容易です。

この開発法はアプリケーション・コンポーネントの開発にも利点を与えます。ハードウェアからの独立性と標準化された通信インターフェースはテストシナリオのシミュレーションと作成を容易にします。この方法で、ソフトウェア・コンポーネントをより頻繁に、同時により少ないコストでテストすることが可能になります - 特に開発の早い段階においてです。ソフトウェア・コンポーネントのメーカーは、依頼企業の仕様を問わず **AUTOSAR** 開発法を現在すでに採用することができるため、新たなソフトウェア開発のためのリソースを開放することができます。

## 6 メンテナンスとリリース管理

開発者が初期定義と確認段階の間、また後の実際の操作において、将来の開発、新たなバス規格または彼らのイノベーションを常に **AUTOSAR** 仕様に取り入れることを可能にするためには、この規格の継続的なメンテナンスはきわめて重要です。変更監督委員会はリリース管理を担当し、仕様の変更が必要なときには、変更管理チームがその要請をチェックし、仕様の変更または補足に必要なすべての処置を講じます。

## 7 AUTOSAR パートナリシップ

いかなる企業も **AUTOSAR** パートナリシップのメンバーになることができます。メンバーシップは商業的目的のために仕様を用いることが前提条件です。**AUTOSAR** には、プロジェクトを運営し、組織および管理に対し責任を持ち統制をとる 10 社の“コアパートナー”が存在し、その他の企業には“プレミアムメンバー”、“関連メンバー”“参加企業”という位置付けを提供します。

コア内の運営委員会は新たなメンバーの容認、報道／出版対応、契約関連を担当し、また、技術事項以外のすべての事柄も担います。

運営委員会の一段上には、パートナリシップの方針および目標を定義する役員委員会があります。

プロジェクトリーダーチームは技術事柄を担当し、彼らにレポートを提供する技術作業班の調整をします。そして、すべてのチームは定期的に会合を行います。

**AUTOSAR** 仕様の作業はいくつかの作業パッケージ (WP) に分割されており、

これは必要に応じさらにサブパッケージに分割されます。コアパートナー以外で、プレミアムメンバーおよび開発メンバーは作業パッケージの仕事に積極的に貢献します。

WP1 はソフトウェア・アーキテクチャと方法構想を、WP2 はシステム作成、システム記述の書式およびその内容、WP4 は ECU 構成と基本ソフトウェアを担当します。WP5 はテストと統合化プロセス、そして WP10 は選択されたアプリケーション機能のためのインターフェース定義、最後に WP20 は適合性試験、バージョン管理とメンテナンス・プロセスを担います。

## 8 仕様状況

AUTOSAR により開発された理論上コンセプトの具体的な仕様への実現は詳細計画に基づいており、図 3 は 2006 年末までのスケジュールを示しています。仕様が完成するたびに確認が行われ、必要であれば追加、訂正と続きます。

AUTOSAR 仕様のリリース 1.0 は、主に RTE レベルより下位の基本ソフトウェアのパーツに関連しています。後に次のような“コンセプトの立証”が行われました。：14 社が 33 の異なる基本ソフトウェア・モジュールで 55 の実装を行いました。1 社の独立企業が、2つの異なるハードウェア・プラットフォーム(16/32 ビット)に 55 すべての実装を統合しました。特別に任命された作業グループが統合化の監督を担当し、この結果が仕様に組み込まれることによりさらなる改良をもたらしました。

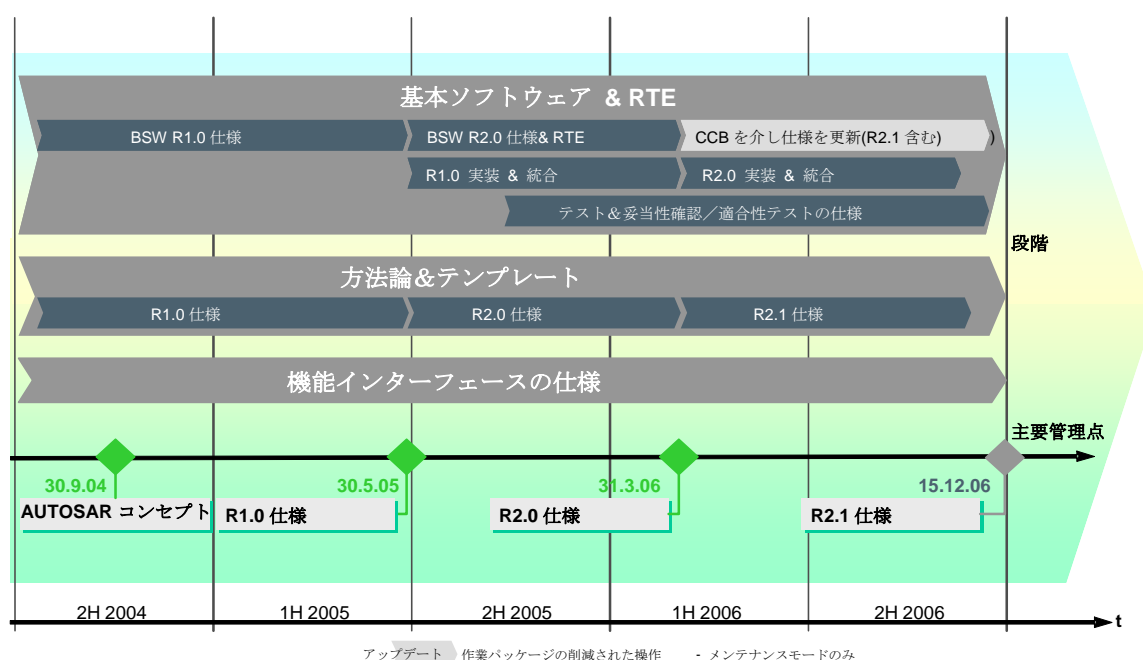


図 1: トップレベルのスケジュール

次に AUTOSAR パートナリシップは BSW コンポーネント、RTE 実装と AUTOSAR 構成コンセプトの実現に注目を置き、今年 5 月にリリース 2.0 が承認されました。46 作業パッケージの中から 40 の作業パッケージが完成

され、この仕様のなかで既に定義されています。リリース 2.0 は情報目的で公的に無償ダウンロードが可能です。リリース 2.0 のモジュールも構築され、現在 2 つの異なるハードウェア・プラットフォームで統合されており (validator 2)、これらのテスト結果は、欠如したすべてのアーキテクチャ要素とともに、今年末までに完成されるリリース 2.1 に取り込まれます。そして最初の AUTOSAR 製品は、2008 年からの量産車に組み込まれる見通しです。

## 9 次のステップ

自動車業界は事実上の規格を 1 夜にして実現することはできません。むしろ自動車メーカーが少しずつ AUTOSAR 規格対応型の最適なモジュールを開発していくこととなります。開発パートナーの既存のソフトウェア・モジュールは、プロジェクトごとに AUTOSAR 仕様に適応され、規格対応コンポーネントへと変換されます。そして最終的に、公認の適合性試験機関による試験が各モジュールおよび各システム・コンポーネントの AUTOSAR 仕様への準拠を確立します。この仕様は外部購入のモジュールにも適用され、保証されたインターフェースと定義されたパラメーター変換を得ることができます。つまりすべての AUTOSAR パートナーは、ハードウェアおよびソフトウェア・コンポーネントが他のコンポーネントに依存せず開発、試験、実装されるということで安心できます。

## 10 第二段階

2006 年末に AUTOSAR プロジェクトは第一段階を終えます。AUTOSAR がこれまでに自動車業界で果たした役割の評価により、次の 3 年、2007 年から 2009 年のプロジェクトの第二段階の継続が導かれました。

第二段階の活動は次のことを含みます。

- a) 第一段階の成果の活用とメンテナンス
- b) 規格の更なる開発

作業グループ

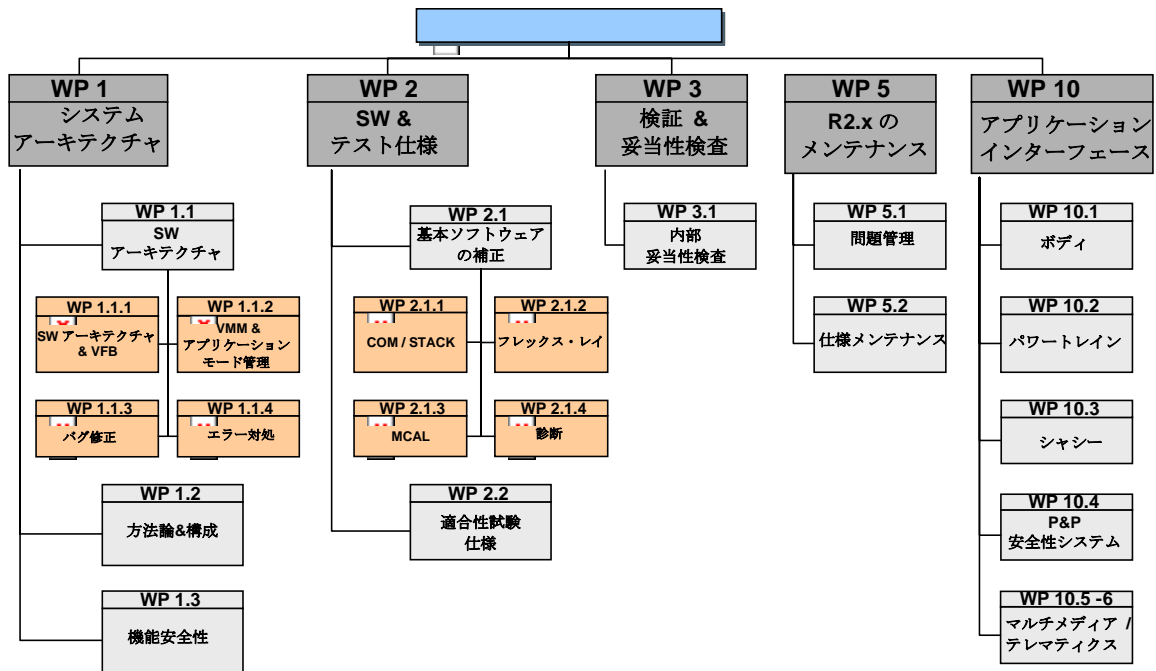


図 2: 第二段階作業パッケージ構成

図 4 は AUTOSAR 第二段階の作業パッケージ構成を示しています。活用とメンテナンスに関しては、既に確立された将来的リリースのためのリリース・プロセスと、規格のさらなる改善のための変更管理システムが存在します。さらに定義された適合性試験プロセスが確立されなければなりません。これは AUTOSAR の製品実用にとって非常に重要であり、BSW モジュール(例えば AUTOSAR OS、通信マネージャー、RTE)、またアプリケーション・ソフトウェア・コンポーネントと RTE 間の互換性に影響します。

これらの活動に加え、規格のいっそうの開発と補正も進められます。これには第一段階末の妥当性検査からの経験を取り入れ、通常 AUTOSAR すべての利害関係者からのフィードバックも考慮します。また追加安全性特徴も第二段階の焦点となります。

最後になりましたが残る重要なこととして、多数のアプリケーション・ソフトウェア機能 (例えば、集中ドアロック、パワートレイン制御、車間距離制御など)の AUTOSAR インターフェースは第二段階で標準化されます。この前提として、AUTOSAR パートナシップはこのような機能性を適切な方法で仕切ります。多くのものではこれはすでに実現されてきていますが、同時に第二段階での AUTOSAR 作業パッケージの課題ともなります。とりわけ歩行者と搭乗者の安全性システムを扱う作業パッケージについては第二段階に至ってまったく新規のものです。インターフェースの標準化とは、さらなる開発というだけでなく、活用を促進するということでもあります。なぜならこれは自動車メーカーとサプライヤー間のアプリケーション・ソフトウェアの交換を容易にするからです。

## 11 おわりに

AUTOSAR は強化された安全性、性能および環境適合性を提供する新たな車機能の開発を可能にし、AUTOSAR の規格はますます複雑になる E/E システム分野で効率的で上質な開発作業を促進します。

方法論およびアーキテクチャのために統合された仕様により、標準化された基本ソフトウェアを用い、ハードウェアからアプリケーション・ソフトウェアを分離します。AUTOSAR 規格は定義されたインターフェースに基づくことにより、開発および実証されたソフトウェア・コンポーネントの再利用を促進し、その結果“規格での協力、構築での競争”というモットーに沿ってリソースを真のイノベーションに充てることを実現します。

AUTOSAR (AUTomotive Open System ARchitecture)は自動車メーカー、サプライヤーまたエレクトロニクス、半導体およびソフトウェアを専門とする企業のグローバルなパートナーシップです。2003 年からオープンな標準化された車載ソフトウェア・アーキテクチャの開発と確立に取り組んでいます。

AUTOSAR はソフトウェアとハードウェアの交換およびアップデートを容易にし、品質面での妥協なく増大している電気／電子機器の複雑性を管理し、コスト向上させるための技術を可能にします。AUTOSAR のコアパートナーは BMW Group、Bosch、Continental、DaimlerChrysler、Ford、Opel、PSA Peugeot Citroën、Siemens VDO、トヨタ自動車株式会社、Volkswagen で、さらにおよそ 50 社のプレミアムメンバーがパートナーシップの成功に重要な役割を果たしてきています。AUTOSAR の開発メンバーシップに参加するすべての企業は AUTOSAR 仕様を無償で利用することができます。

お問い合わせ：

[www.autosar.org](http://www.autosar.org)

[media@autosar.org](mailto:media@autosar.org)