



**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア

## 無人運転の実現へ

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア  
のソリューションで自動運転車の開発を推進

### エグゼクティブ・サマリー

自動運転車の出現とともに、自動車の個人所有は減少が予測され、最終的にほとんどの都市部ではモビリティ・アズ・ア・サービス (MaaS: Mobility-as-a-Service) が標準になるでしょう。電気パワートレインで駆動し、大規模な情報ネットワークとつながる自動車を消費者が嗜好するようになるにつれて、2030年までには街を走る自動車がこれまでとはまったく違ったものになる可能性が大きくなりました。このような状況のもと、自動車業界は自己改革を迫られています。現行の製品開発プロセスでは持ちこたえられなくなりました。

Matthieu Worm  
自動運転 プログラム・リード

Robin van der Made  
Simcenter Prescan プロダクト・マネージャー

# シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアのソリューションで自動運転車の開発を推進

## 概要

自動運転車の出現は、自動車業界が大きな変革を迫られることを意味しています。その1つが、技術力の証として電気自動車、自動運転車、コネクテッドカーを開発することです。また、成熟した車両開発プロセスとツールチェーンを使って、大きく変わりつつある人員輸送のあり方に対処できる組織への転換も、変革の1つです。

次世代の車を量産するには、新しい製品開発プロセスが必要です。数百万もの人々を車の制御システムで誘導しながら都市交通の中を輸送しようとするなら、安定して追跡可能な、信頼性の高い製品開発環境でシステムを作らなければなりません。車両エンジニアリングのパラダイムシフトはまさに起ころうとしています。

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアのSimcenter™ ソリューションおよびモジュールは、自動運転車開発向けの設計探索や検証と実証を、システム、ソフトウェア、車両レベルで可能にし、自動運転のための成熟した製品開発プロセスを実現します。

## 自動運転車開発の課題

自動車開発プロセスの原点は乗員の安全性です。自動運転車では、事故防止の責任がドライバーから自動車メーカーに移行するため、開発プロセスに大きな影響を及ぼします。自動運転車の誤操作によって負傷事故や死亡事故が発生した場合には、自動車メーカーが開発プロセスの完全性を実証できなければなりません。

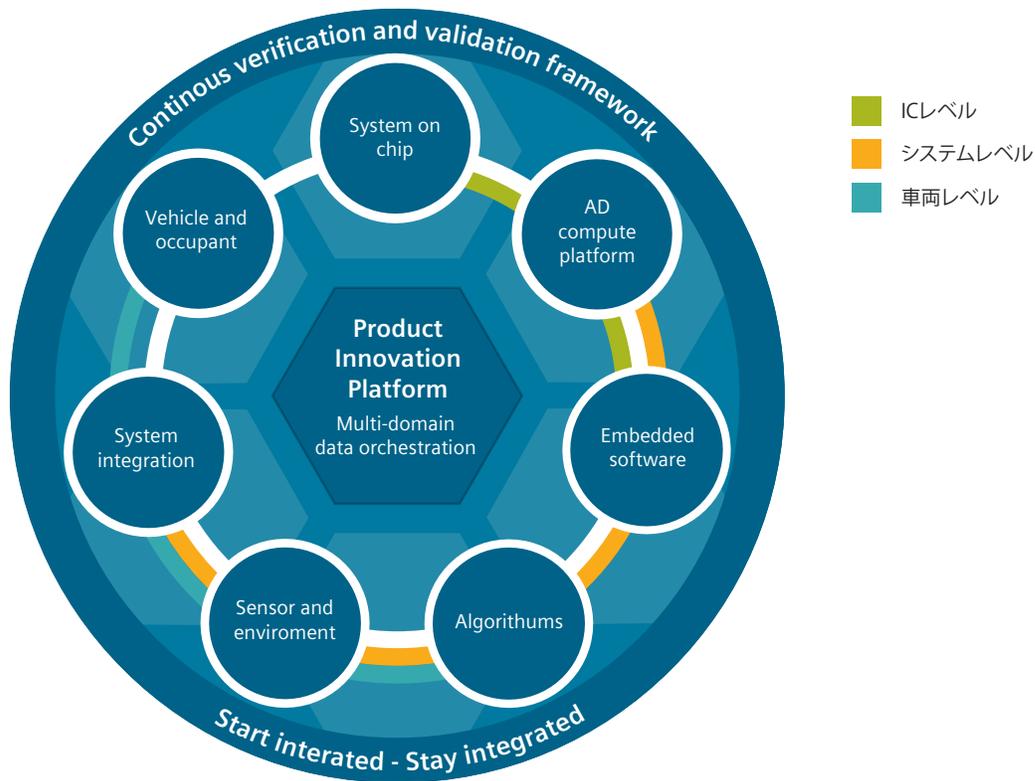
つまり、自動運転システムは、あらゆる天候や路面状況下で起こりうるすべての交通シナリオに対して、安全な方法で対応しなければならないということです。これを可能にする技術は複雑であり、機械、電気、ソフトウェア要素が混在し、統合したシステム・オブ・システムズが必要です。これらの要素

を別々に扱ってはいは設計の最適化はできません。ソフトウェアとハードウェアを同時に開発して、ハードウェアコストとシステム性能の要件を達成する必要があります。

自動運転システムにおいて重要な変数となるのが、センサーの構成です。新しいセンサーは急速に導入されており、より高度なセンサー・フュージョン・アルゴリズムが開発されています。車両に搭載するセンサーの種類や数、位置をさまざまに変えることで、車両の周囲360度の画像を生成するセンサー構成を無数に生み出すことができます。センサーは通常、自動車の重要なコスト要因であり、センサー構成の選択によって市場での差別化につなげられる可能性があります。

しかし、おそらく最大の課題は、車を仕様どおりに動作させることができるかという信頼性の問題でしょう。開発段階だけでなく、有人走行で、しかも長い年月にわたって、高い信頼性を確保できなければなりません。そのためには、多様な状況下で性能テストを実行できる検証および実証プロセスが必要です。このプロセスは、車のさまざまな経時的な変化に対して繰り返し実行できなければならず、設計検討のための性能比較ができなければなりません。

最後に、車両開発プロセス中の設計判断や検証結果は追跡可能でなければなりません。車両開発プロセスを最適化するには、センサー構成を瞬時に最適化できる機能と、高度に自動化された繰り返し可能な検証および実証プロセスによって、ハードウェアとソフトウェアの統合開発をサポートする必要があります。大量生産にスケーラブルに対応するのは、要件、システムアーキテクチャー、シミュレーションアーキテクチャー、モデル、性能検証の結果が徹底して管理された環境のみです。このような環境で、デジタル・データを最大限に再利用して、継続的に製品を改善し、賠償請求に対処し、重複作業を削減できるようになります。



### システム駆動の製品設計探索と検証

前述の課題に対処するためにシーメンスは、Simcenter™ ソフトウェア、Teamcenter® ソフトウェア、メンターソリューションをベースに、製品とそのコンポーネントのデジタル・ツインを用いたシステム駆動の製品開発プロセスを提案しています。自動運転機能に関しては、次の7つの重要な要素で製品のデジタル表現を構成します。

- ・ システム・オン・チップ (SoC)
- ・ 自動運転計算プラットフォーム
- ・ 組み込みソフトウェア
- ・ アルゴリズム
- ・ センサーと環境
- ・ 車両と乗員
- ・ システム統合

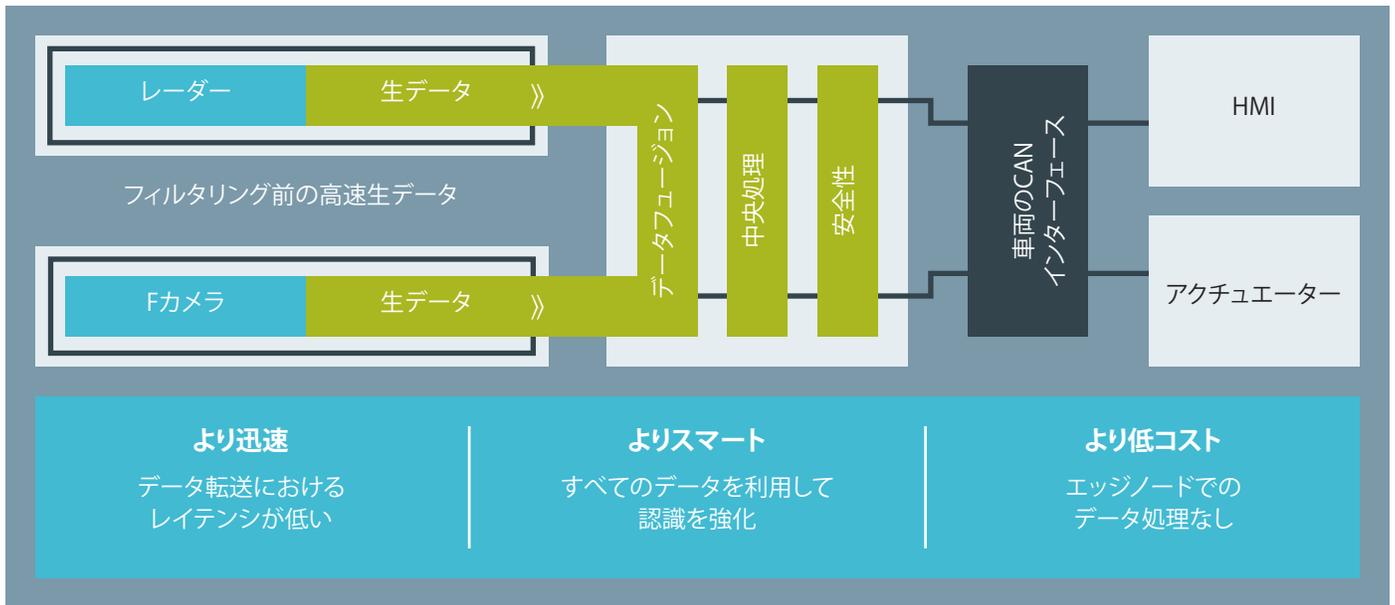
このすべての要素をモデル化できれば、スケーラブルな設計探索と検証・実証プロセスを可能にし、車両開発に新たに求められる基準にも対応した、柔軟なプロセスを実現します。デジタル・エンジニアリング環境を製品ライフサイクル管理 (PLM) のエンタープライズ・フレームワークに組み込む

ことで、設計の一貫性と機能安全性、セキュリティ基準をサポートできるため、自動車業界は、このパラダイムシフトで他の業界を先導することができます。

### システム・オン・チップ (SoC)

自動車の電子制御ユニット (ECU) に既製品をそのまま使える時代は終わろうとしています。高い計算負荷と厳格な低エネルギー消費の要件に、それぞれ異なる環境条件が加わることで、自動運转向けのアプリケーションには個別のチップが開発されるようになるでしょう。そのため、自動車業界はチップメーカーと連携を強化するとともに、さまざまな相互依存関係のある並列的な製品開発プロセスを構築する必要性に迫られています。

長い開発サイクルと半導体ウエハの高いコストが、両者の関係にストレスをかけていますが、メンターは、チップ設計早期のシミュレーションとエミュレーションによって、チップ開発プロセスを加速しています。これにより、現実的な計算処理速度で、設計探索をしながら今後のシステム性能を早期に検証および実証することができます。さらに、メンターのシミュレーションソリューションを使って、チップやシステムの熱および耐久性の性能も最適化できます。



### 自動運転 (AD) 計算プラットフォーム

自動運転用のプラットフォームは、制御システムのハードウェア構成を含みます。システムの境界は、車両に搭載されるセンサーと車両の通信バスのアクチュエーター出力です。電子部品と配線の複雑な集合体であり、計算時間やエネルギー消費、熱性能、電磁両立性 (EMC)、その他多くの要素の最適化が必要です。機能的には、自動運転用プラットフォームは、あらゆる動作主体が存在する環境を、システム出力時に電気信号に変換して車を想定どおりの軌道に沿って走行させます。

現在はアダプティブ・クルーズ・コントロールや車線維持支援、自動駐車システムといった自動運転ソリューションの多くは、センサーとプロセッサを組み合わせた製品として提供されていますが、将来的には、多くの機能を組み合わせた一元化したアーキテクチャーが強く期待されています。例えば、車両の周囲に取り付けられたセンサーを使って、車両の周囲360度の画像を生成すれば、完全自動の運転機能に使用できます。また中央演算処理装置 (CPU) は、センサーの生データを使ってセンサー・フュージョン・アルゴリズムを実行し、車両周囲のオブジェクト (物体) リストを生成します。

メンターは、システムエンジニアや電子機器設計者の自動運転用プラットフォーム設計をサポートするエミュレーション・プラットフォームとしてDRS360を開発しました。DRS360は、レーダー、光検出と測距 (LIDAR: Light Detection and Ranging)、ビジョンなどの各種センサーから取得した、フィルタリングされていない生のデータをリアルタイムに融合

させます。このプラットフォームは、ドライバーの操作なしで車を運転できるレベル5の自動運転車に必要な、低レイテンシ・高精度のセンシングを提供できるよう設計されています。

DRS360は、機械学習のための高度なニューラル・ネットワーク・アルゴリズムを備えたFPGA (フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ) と、Mentor IPを使ったシステム・サポート・パッケージをベースに構築した多くの統合サービスで構成されています。エンジニアは電子基板と付随のソフトウェアを使って、センサーの構成やセンサー・フュージョン・アルゴリズム、電子機器のレイアウトを柔軟に検討できます。基板上で使用されている技術により、製品用車両のシステム・アーキテクチャーに向けたサポートも充実しています。

最適な機能的自動運転用プラットフォームの構成が決まったら、熱性能やネットワークパフォーマンスなどの検証を実行し、チップデザインを実証する必要があります。メンター製品やSimcenter製品には、こうした解析を実行するツールが数多くそろっています。

### 組み込みソフトウェア

ソフトウェアは、あらゆる自動運転システムに欠かせない要素であり、製品開発プロセスにおいて急速に主要な要素になりつつあります。ソフトウェア開発の課題は、複雑化するプラットフォームやデータの同期、要件のトレーサビリティ、バリエーション管理、統合作業など、十分認識されているものばかりです。

エンジニアは通常、それぞれ個別のツールを使用し、設計プロセスをツールに合わせて適応させます。ツールの統合は、実際の必要に応じてその都度、既存のツールを組み合わせで実現します。にもかかわらず、これらのツールチェーンは、統合が十分に緊密でないためツール間がシームレスにつながりません。そのため、モデルの再利用や改良ができず、冗長性や一貫性の問題、自動化の欠如といった問題を招きます。結果として、チーム間の意思疎通が不十分になります。コミュニケーションがスムーズに行われない状況では、開発や統合作業の管理は難しく、複雑なカスタマイズソフトウェア製品を期限内に、また予算内で作成することは困難になります。こうした不備によって、モデルベース手法であれば達成できるはずの生産性と品質を低下させてしまいます。

シーメンスはSimcenter Embedded Software Designerを開発し、1つに統合されたモデル駆動のソフトウェア開発環境を実現しました。これにより、あらゆるエンジニアリング成果物を管理し、効率的なモデルベースのテスト駆動型オンボードソフトウェア開発を可能にしました。Simcenter Embedded Software Designerは、多岐にわたるモデリング、コーディング、テスト、検証機能を統合しており、優れたアーキテクチャーモデルの一貫性と結合性を活かしています。クローズドなツールではない、オープンプラットフォームとして、ユーザーがツールの機能やベースとなる言語を自由に拡張し、カスタマイズできるようになっています。

開発プロセスにさらなる自動化と設計の柔軟性を取り入れたことで、シーメンスは顧客からの要求を製品に反映させる方法を示しています。Simcenter Embedded Software Designerの主な特徴は、モデル駆動のソフトウェアエンジニアリング (MDE) の統合アプローチとオープンプラットフォームです。MDEは、高い抽象度でのモデルのコード生成や検証をはじめ、モデル変換プロセスの多くの作業を自動化します。また、デジタル・ツインをベースにした手法によって、複雑化するソフトウェアに対処し、設計ライフサイクル早期に現実的なソフトウェア性能を予測します。

Simcenter Embedded Software Designerは、Simcenter Amesim™ ソフトウェアと接続することで、プラントモデルを使った仮想検証を駆動し、SiL (Software-in-the-Loop) シミュレーションを実行することができます。また、Polarion ALM™ ソフトウェアと密に接続することで、組織内部とサプライヤーで構成する複雑なエコシステム全体で連携しながら、ISO 26262やAutomotive SPICE (Software Process Improvement and Capability dEtermination)、能力成熟度モデル統合 (CMMI®: Capability Maturity Model

Integration) の基準で規定している機能安全規格への準拠を促進します。Polarion ALMで、Simcenter Embedded Software Designerのモデルおよびコードのレベルにいたる設計要件やテスト要件を双方向に追跡することができます。また、Simcenter Embedded Software Designer内で、Polarion ALMのテストや検証を実行することも可能です。

### アルゴリズム

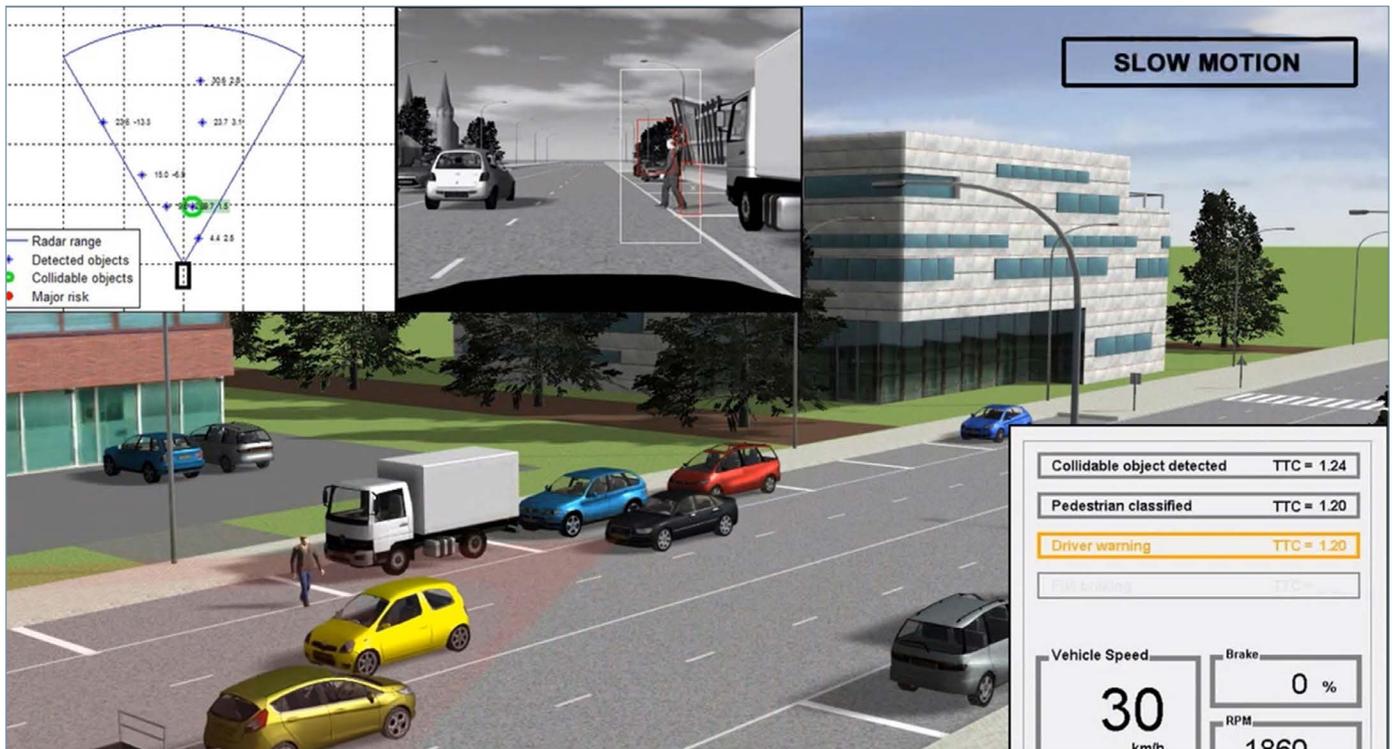
制御装置は、車が判断を下すためのインテリジェンス (知能) を形成します。制御装置には、センサー・フュージョン・システムが生み出した周囲の画像を読み取り、車の現状および予測される状態を考慮しながら運転を自動化するアルゴリズムが含まれます。軌道計画は、特に困難な課題です。コントローラーは、受信した入力データに基づいて、走行可能な空間を見きわめ、最終目的地までのルートを選択する必要があります。シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアのエンジニアリング・サービス・チームは、モデル予測制御、機械学習、ディープラーニングの各分野での経験と専門知識を合わせて、制御アルゴリズムの開発をサポートしています。

### センサーと環境

前述したように、自動運転機能に必要なセンサーは急速に増加しています。車1台あたりのセンサー数だけでなく、自動車業界で利用できるセンサーの種類も増えています。この傾向は、一元化したセンサー・フュージョン・アーキテクチャーへ向かう業界の流れによって加速しています。Tier 1 サプライヤーは、センサーをプロセッサと組み合わせたシステムとして自動車OEMに提供しています。OEMがシステム統合の役割を担うことで、センサーのみを提供するサプライヤーが市場へ参入する障壁はかなり低くなり、OEMもさまざまなセンサー技術を利用できるようになります。

センサーは、自動運転システムのハードウェアの大部分を占めているため、まずはセンサーのコストを削減することが非常に重要です。特にLIDAR技術はまだ高価なため、標準車種やローエンド車種にはまだ導入されていません。将来的には、低コストのソリッドステートLIDARソリューションの量産が期待されます。

自動車業界では、新しいセンサー技術に素早く対応することが不可欠です。センサーの構成を評価し、現システムのセンサーを最新の技術に置き換えた場合の価値を測定できることが非常に重要です。



Simcenterソリューションによって、制御アルゴリズム開発のための基本的なグラウンド・トゥールズ・センサー・モデルから、センサー技術開発のための高周波電磁レーダーモデルや物理ベースのカメラモデルまで、あらゆる忠実度でセンサーをモデル化することができます。センサーの設計や車両へのセンサーの統合をサポートする熱解析ツールも利用できます。

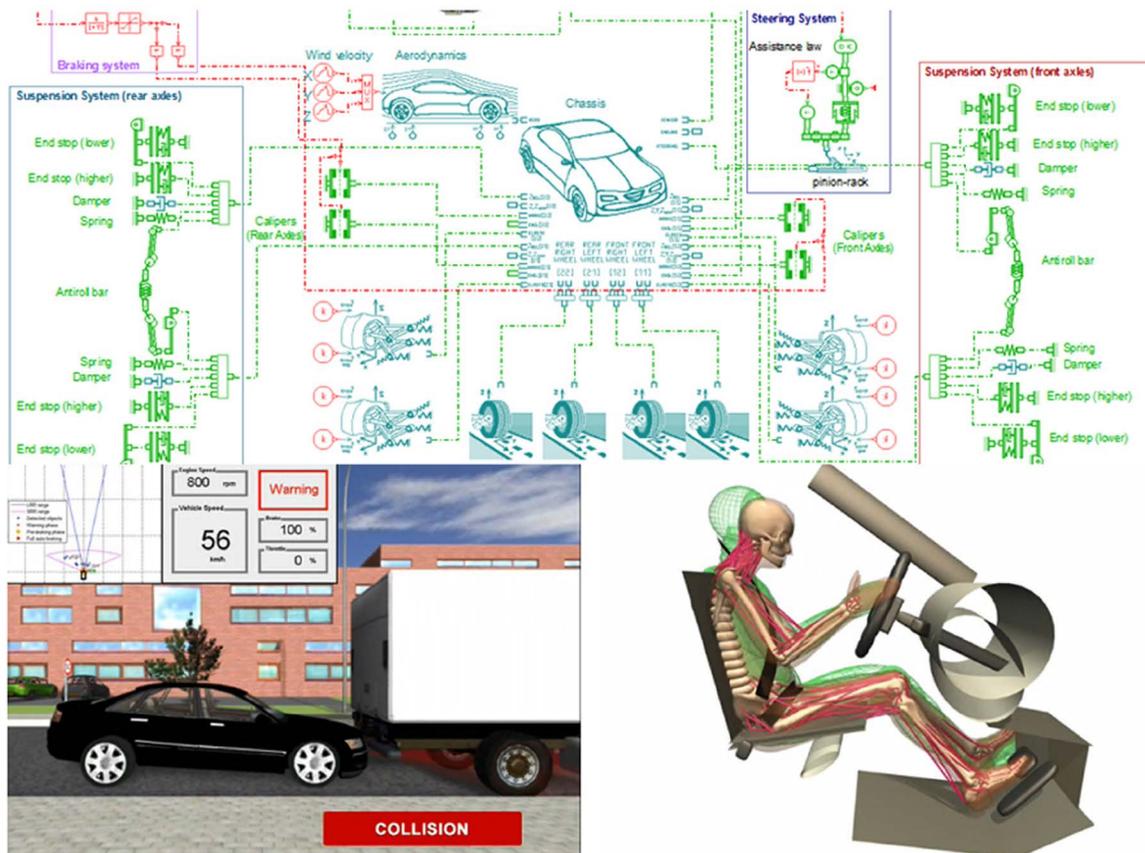
Simcenterは、各センサー領域に対応したさまざまなモデリング機能を備えています。例えば、Simcenter Prescan™ソフトウェアによるレーダーまたはカメラの物理ベースモデリングや、Simcenter 3Dによるレーダーの高周波電磁モデリング、Simcenter Flotherm™ソフトウェアによるLIDARの熱計算流体力学 (CFD) モデリングなどがあります。

仮想センサーは、センサーが物体を識別するための仮想環境を必要とします。Simcenter Prescanは、環境および交通モデリングの基準を設定し、材料の物理特性や気象条件を考慮しながら厳しい状況下でのセンサー性能の正確なシミュレーションを可能にします。雨や霧、晴天時それぞれのカメラ性能をはじめ、電波の干渉、そして橋などの鉄骨構造物がレーダー性能へ及ぼす影響に至るまで、さまざまな状況をシミュレーションします。

### 車両と乗員

いわゆる制御系レベル (センサー入力からアクチュエーター出力まで) をモデル化したら、次に目を向けるべき自動運転車の性能要素は、車両全体の性能とそれに伴う乗員の安全性です。Simcenterは、車両挙動シミュレーションと乗員モデリングのための最高忠実度のソリューションを備えています。

まず車両シミュレーションでは、Simcenterは0D/1Dと3Dのシミュレーションで他製品に差を付けています。Simcenter Amesimは、0D/1D機能モデリングのシミュレーション環境であり、パワートレインおよびシャーシのシステムシミュレーションの基準となります。必要なすべての車両システムの標準モデルをそろえた大規模なライブラリにより、各領域に最適な忠実度で車両全体の構成を構築することができます。例えば都市部のシナリオでは、自動運転車のエネルギー効率を正確に把握するために、電気パワートレインの最高忠実度のモデルが必要になるかもしれませんが、高速道路のシナリオでは高い忠実度のモデルはほとんど価値がありません。また、不測の事態でのブレーキ性能を検証するには、X軸およびY軸を中心とした回転によって別の角度のセンサーが発動するといった問題を考慮に入れられるように、正確なシャーシモデルが不可欠です。



Simcenter 3D Motionは、ドライビング・ダイナミクス・シミュレーションのためのマルチボディシミュレーション機能を備えています。Simcenter 3Dのリアルタイム機能により、ドライビングシミュレータのようなリアルタイム環境で単純化することなく150自由度 (DOF) を超える車両モデルを使用できるようになります。

Simcenter Amesimには、2つのレベルの乗員モデリングがあります。1つは、さまざまな運転スタイルと、それによるエネルギー消費などへの影響を評価するためのドライバーモデルです。個人所有の車からハンドルが完全に撤去されるようになるには、少なくともあと10年がかかると思われるため、自動運転システムを搭載した車に人間のドライバーを乗せてモデル化することが重要です。Simcenterは、高齢ドライバーの運転から平均的な運転、さらには乱暴な運転まで、多様なドライバープロファイルのライブラリを用意しています。

もう1つのレベルの乗員モデリングは、安全関連です。Simcenter Madymo™ソフトウェアとそのアクティブな人体モデルは、すべての骨や筋肉、軟組織を持った人体をシミュレーションして、車が自動回避行動をとった場合の動きを予測します。Simcenter Madymoソフトウェアは、衝突安全性シ

ミュレーションのダミーモデリングに使用できます。新しい人体モデルはソリューションをさらに強化させ、自動制御アルゴリズムの評価に特に大きな価値をもたらします。

### 最終的な製品の決定

自動車業界が直面する一連の課題に対してシーメンス・デジタル・インダストリーズ・ソフトウェアが出した答えが、上記7つの要素を1つに統合した、設計探索と検証・実証のための大きなフレームワークです。

自動運転車を大量に生産するには、現在の車両開発チームに追加のリソースを投入し、ソフトウェアソリューションを追加してツールチェーンを単に拡張するやり方は現実的とは言えません。エネルギー効率、快適性、ドライバビリティ、耐久性などの要件は軽減するどころか、乗員が運転以外のことをするようになる状況ではさらに厳しくなる可能性もあります。また、運転の自動化や大規模ネットワークへの接続といったことも、要件の厳格化を招きます。プロセスとツールチェーンを統合した環境では、車両性能に影響を及ぼす要因のバランスを、相反する領域間で最適化することができます。これが、共有モビリティと自律型モビリティを開発する上での鍵となります。

## シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア

### 本社

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
+1 972 987 3000

### アメリカ

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
+1 314 264 8499

### ヨーロッパ

Stephenson House  
Sir William Siemens Square  
Frimley, Camberley  
Surrey, GU16 8QD  
+44 (0) 1276 413200

### アジア / 太平洋

Unit 901-902, 9/F  
Tower B, Manulife Financial Centre  
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong  
Kowloon, Hong Kong  
+852 2230 3333

## シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアについて

エンジニアリング、製造、そしてエレクトロニクス設計を未来につなげるデジタル・エンタープライズ。それを実現するのがシーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアが進めている変革です。弊社ソリューションによって、あらゆる規模の企業の皆さまがデジタル・ツインを作成、活用し、新たな知見と機会を開拓し、より高いレベルの自動化を実現できるため、イノベーションが推進されます。シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアの製品とサービスについての詳細は、[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)をご覧ください。または、[LinkedIn](#)、[Twitter](#)、[Facebook](#)、[Instagram](#)をフォローして情報をご確認ください。シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア – Where today meets tomorrow.

[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© Siemens 2018. 関連するシーメンスの商標は [こちら](#) に記載されています。その他の商標はそれぞれの所有者に帰属します。  
72097-82201-C7-JA 7/20 LOC