



**SIEMENS**

*Ingenuity for life*



シーメンスPLMソフトウェア

# 自動運転車の開発に向けた、ハードウェアとソフトウェアの複雑なプロセスの統合

## エグゼクティブ・サマリー

自動運転車の開発を目指す競争が、自動車業界に変革をもたらしています。テクノロジー分析会社のIHS Markitは、2040年には世界の自動運転車の年間販売台数が3,300万台に達し、2025年の60万台前後から大幅に増加すると予想しています。<sup>1</sup>

## シーメンスPLMソフトウェア

自動車業界ソリューション担当グローバル・ディレクター  
Piyush Karkare

# 目次

はじめに.....	3
混乱から商機へ.....	4
デジタル・エンタープライズの構築.....	5
自動運転システムの開発に必要な完璧なエコシステム ....	7
製品開発とソフトウェア開発の連携.....	9
統一化したALM .....	10
ALMとPLMによる、製品およびソフトウェア・ライフサイクル管理.....	11
まとめ.....	12
参考文献 .....	12

## はじめに

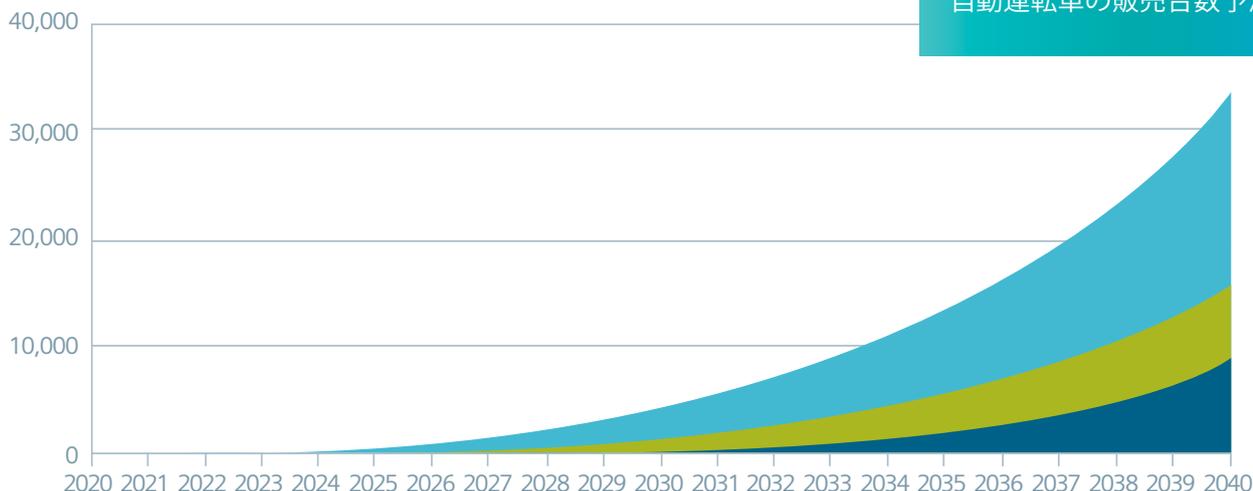
自動運転車は、人と自動車の関係を根底から覆すほどの大きな影響力を持っています。ウォールストリートジャーナルが2017年に報じた記事によると、ライド・シェアリング（乗用車の相乗り）と自動運転車は、自動車の所有モデル全体に大きな影響を与えています。<sup>2</sup> ニューヨーク・タイムズ紙は、自動運転車の登場によって、自動車に対する乗客の期待が変化し、自動車は、人間と情報を接続するスマート・モビリティ空間である「走るリビングルーム」に変化するであろうと報じています。<sup>3</sup> 2017年にIEEE Computerが発表した記事では、2040年までにすべての車両は完全自動運転車になり、人間が公道で運転することが違法になる可能性さえあると予想しています。<sup>4</sup>

自動運転車という発想や意図は新しいものではなく、ゼネラルモーターズ社は、1956年のMotoramaフェスティバルで上映した映画の中で<sup>5</sup> 1976年という遠い未来には自動運転車が世に出るであろうと予測していました。そして近年、複数のテクノロジーが進歩したことによって、自動運転車は急速に現実のものとなり始めています。このテクノロジーには、人工知能、電化、センサー、ビッグデータ、接続機能、クラウド・コンピューティングなどが挙げられます。このようなテクノロジーにはすべて、ソフトウェアという共通の要素が含まれます。このようなテクノロジー

を斬新で画期的なものにしているのはソフトウェアであり、各テクノロジーが自動運転車に取り込まれることにより、ますます複雑化が進みます。それを低減するには、システムを統合するシステム（システム・オブ・システムズ）による厳密な管理が必要です。膨大な数のプログラムを使用するようになると、高度な体系化を行わなくてはならず、企業は、厳格に統制されたデジタル・エンタープライズに生まれ変わる必要があります。

課題が増え続ける中、企業は、センサー、電子機器、そしてソフトウェアに代表される急成長のテクノロジー分野で新しい能力を開発する必要があります。マッキンゼー・アンド・カンパニー社は、2017年のレポートの中で、ハードウェアのイノベーションによって必要な計算能力は実現されるが、ソフトウェアは引き続き大きなボトルネックになると予測しています。<sup>6</sup> 2016年に、トヨタの代表取締役社長、豊田章男氏は、自動運転車が顧客の手元に届くようになるまでには、88億マイル（142億km）のテスト走行が必要になると述べています。<sup>7</sup> コンサルティング会社のローランド・ベルガーは、自動システムの開発全体における設計の検証が、一番大きいとはいかなくとも、多大なコストを要する部分になると予想しています。<sup>8</sup>

2020年～2040年の地域別  
自動運転車の販売台数予測



■ 北米・中南米 ■ ヨーロッパ、中東、アフリカ ■ アジア・太平洋

出典: IHS Markit

## 混乱から商機へ

自動車業界の経営陣は、自動運転車の開発が抱える課題を認識しており、これを商機に転換しようと考えています。消費者が製品の差別化を求める中、自動車メーカーは差別化によって競争優位を獲得し、売上を伸ばそうとしています。自動車メーカーは、安全性、信頼性、品質、およびパフォーマンスを向上させ、アフターマーケットや納品形態までも意識した、独自の機能を開発すると予想されます。このような企業の多くにとって、急激に変化する環境で市場や消費者の需要に応えることは非常に難しくなります。顧客から自動運転車に対する信用と信頼を安定的に獲得することは、容易ではありません。特に、イノベーションの大きな源となるソフトウェアといったサプライヤーからの部品を統合する際に、互換性と規格が重要な役割を果たします。サイバーセキュリティを含め、安全な接続機能は必須です。多くの機能が外部システムに依存するため、製造企業が車両の保護を保証することは困難になっています。まだ立案さえされていない規制に対して車両の適合性を証明することは難しく、製品の信頼性を製造企業が100%保証しなければならなくなった現状では、さらに困難でしょう。多くの企業にとって、これは未知の領域です。同時に、非常に大きな可能性を秘めており、市場に早く参入した企業ほど優位に立っています。このため、企業はできるだけ迅速に行動を起こす必要があるのです。

「混乱の時代を生き残り、デジタル時代で成功するために、企業はデジタル・エンタープライズに進化し、ビジネスのあらゆる要素を見直す必要がある。」

2016年 世界経済フォーラム

自動車のアフターマーケットは大きな転換期を迎えており、自動車メーカーは製品、サービス、そして収益化における根本的な変化に対応しなくてはなりません。規制が変更されると、自動車メーカーは、問題の検出や修正への対応、そしてリコールを素早く実施しなくてはなりません。新機能や機能変更の大部分は、革新的なソフトウェアによって実現されるので、開発プロセス全体に渡る緊密なコラボレーション、再利用、そしてトレーサビリティが重要となります。

自動運転車の製品開発プロセスが持つ複雑性も相まって、より多くの製品を、より多くの人員を使って、より短時間で製造するためには、これまで以上に高い水準の優れた業務プロセスや効率化が求められます。自動運転車の開発に携わるOEMやサプライヤーの多くは、従来のITをその車両開発に取り込めるように、イノベーション・モデルを転換しています。また、一部のOEMやサプライヤーは、自動運転車をスマート・モビリティ・サービスや Vehicle-to-Everything (V2X) 接続機能と統合するため、イノベーション全体の中心にITを位置付けています。サプライチェーン全体に渡ってより多くの部分を管理できた企業が、新たな商機を手にすることができるのです。自動運転車に搭載されるソフトウェア・コンテンツの爆発的な増加は、OEM、サプライヤー、アフターマーケット業者の誰にとっても同じように、大きな課題を投げかけているのです。

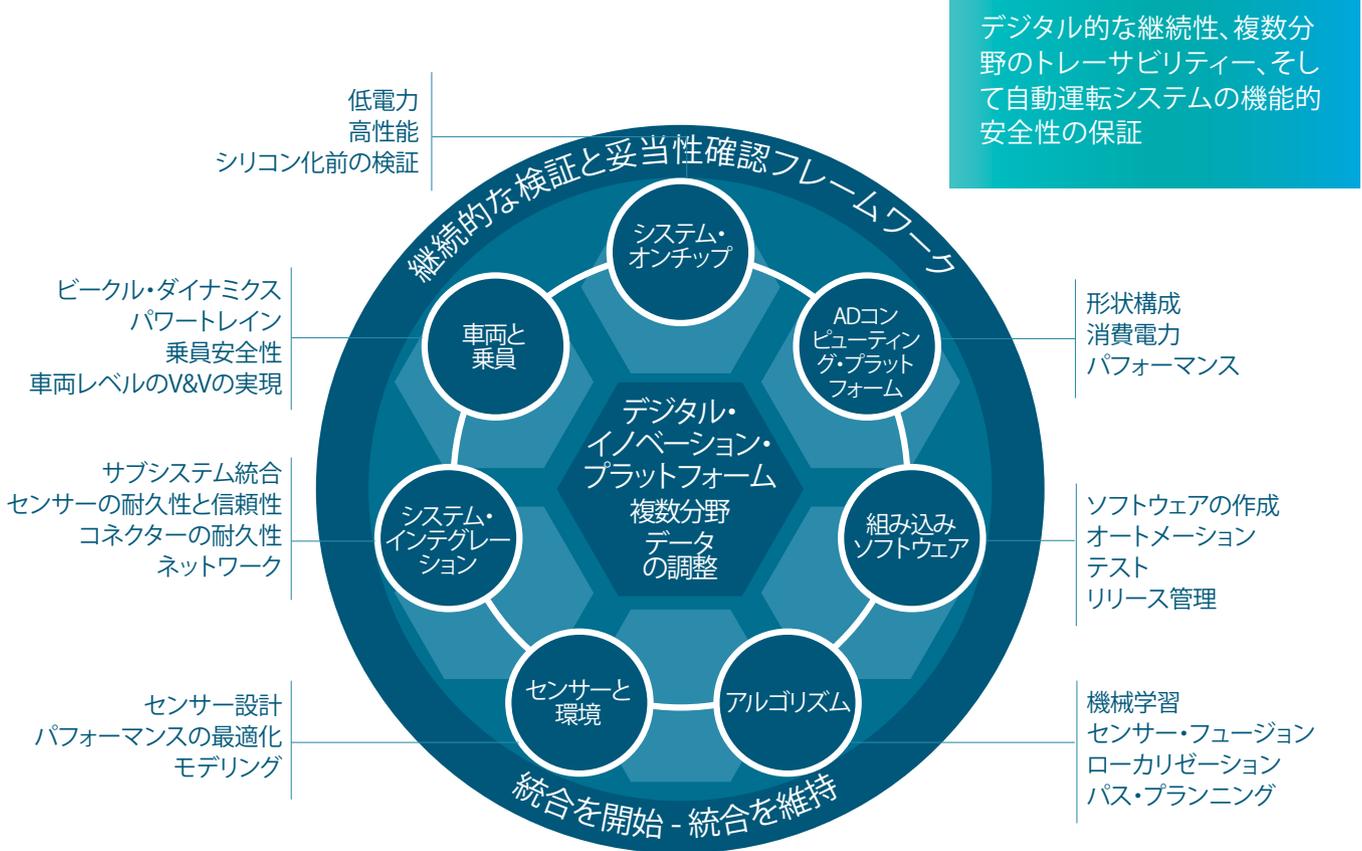
# デジタル・エンタープライズの構築

企業がデジタル・エンタープライズへ進化する際、デジタル・トランスフォーメーションへの戦略的なコミットメントが必要となります。このコミットメントは、サプライヤーを含む自動車メーカーのバリューチェーン全体に及びます。このトランスフォーメーションを実現するために必要なことは、一連の産業用ソフトウェアとオートメーションの統合です。それを行うことにより、製品、プロセス、システムのデジタル・レプリカであるデジタル・ツインを生成し、構想から実現、利用に至る製品ライフサイクル全体を通して活用できるようになります。

製品のデジタル・ツインは、新製品が定義、設計された時点で最初に生成され、機械、マルチフィジックス、電子機器およびソフトウェア管理を含む、製品のシミュレーションと検証を可能にします。生産のデジタル・ツインによって、プログラマブル・ロジック・コントローラー (PLC) コー

ドの生成やバーチャル・コミッショニングによる生産の計画、シミュレーションおよび最適化が可能になります。パフォーマンスのデジタル・ツインには、製品やその製造施設からの実際のデータが継続的に供給されることで新しい発見につながり、そして、意思決定を導く完全なクローズド・ループが完成することで、製品や生産の完全な最適化が実現できます。

デジタルイゼーションによって、サイロ化したオートメーションやシーケンシャル・プロセスから、アジャイルな並列プロセスに移行することができるため、大幅な生産性の向上が実現できます。シーメンスの調査では、グローバルなデジタルイゼーションによってもたらされる生産性の向上は、2025年までに年間総収益の6.3%~9.8%を生み出すと推定しています。



シーメンスのデジタル・イノベーション・プラットフォームは、以下のような、自動運転車開発のための包括的ソリューションを提供します。

- シリコン化前の検証による、低電力、高パフォーマンスのシステム・オンチップ開発
- センサー・フュージョンや低消費電力を実現するフォーム・ファクター構成による、自動運転計算プラットフォーム・エミュレーション
- 組み込みソフトウェア開発、オートメーション、テストおよびリリース管理
- 機械学習、センサー・フュージョン、およびパス・プランニングのための制御アルゴリズム
- 自動運転およびパフォーマンス最適化のためのセンサー開発
- センサーの耐久性と信頼性を考慮した複雑な電子サブシステムの統合
- 分散型ソフトウェアおよびネットワーク通信向けの車両 E/E (電子 / 電気) アーキテクチャーの最適化
- 安全上重要な回帰および希少テストを確実に網羅するため、大量の現世界のシナリオとデジタル・ツインを同期させた仮想環境において、車両レベルと乗員レベルの自動運転システムの検証 / 妥当性確認



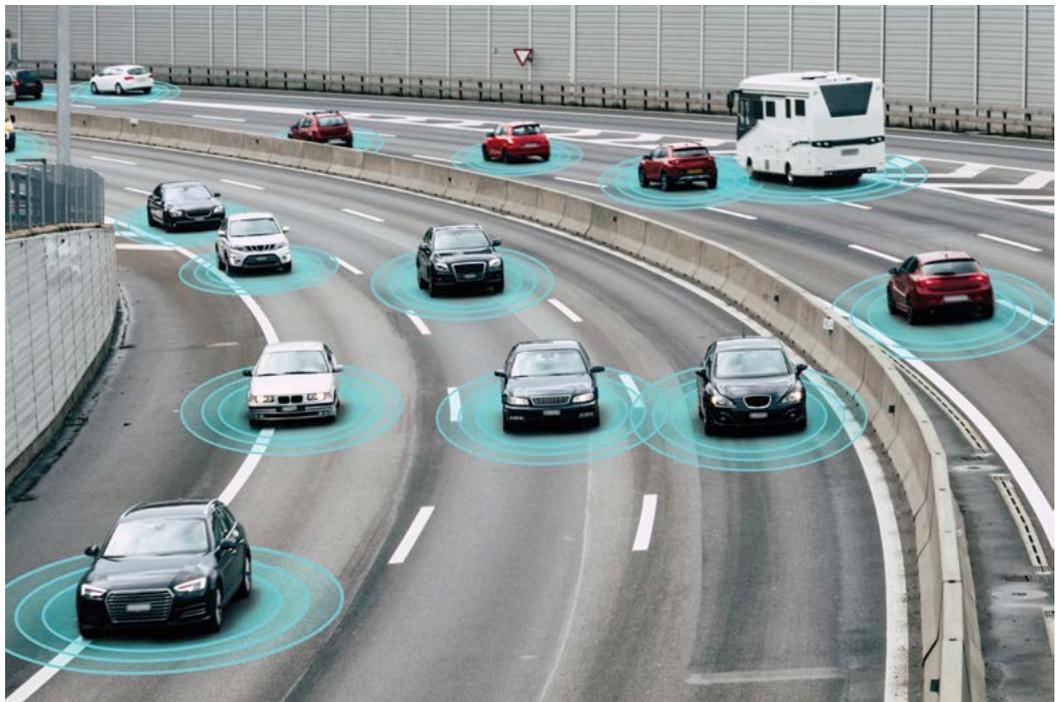
# 自動運転システムの開発に必要な 完璧なエコシステム

シーメンスのソリューションは、自動運転車開発に必要な、複数の分野をカバーした統合システムズ・エンジニアリング用のエコシステムといえます。自動運転車の開発に伴う重大な課題は、ハードウェア（機械、電子 / 電気を含む）とソフトウェアの開発プロセスを、本質的に統合できるエンジニアリング環境を用意することです。

シーメンスのデジタル・イノベーション・プラットフォームは、必要に応じて統合したり独立して使用できる一連のツールや、それらのツールを連携できる環境を提供します。このようなプラットフォームは、自動運転車のニーズに対応できるオープン性を持つだけでなく、ハードウェアとソフトウェア両方のエンジニアリングに共通する車両構造の共同構築や作業を可能にするエンジニアリング上の制約としての役割も持ちます。

このようなプラットフォームは、物理的なプラットフォームの構築へと繋がり、さらには、電子 / 電気 (E / E) プラットフォームおよびソフトウェア・コンポーネント・アーキテクチャーと統合されると、自動運転車に必要なロバストで安全性 / 信頼性 / セキュリティーの高い仮想ドライバー・システム構築に向けた検討とトレードオフ調査も可能になります。

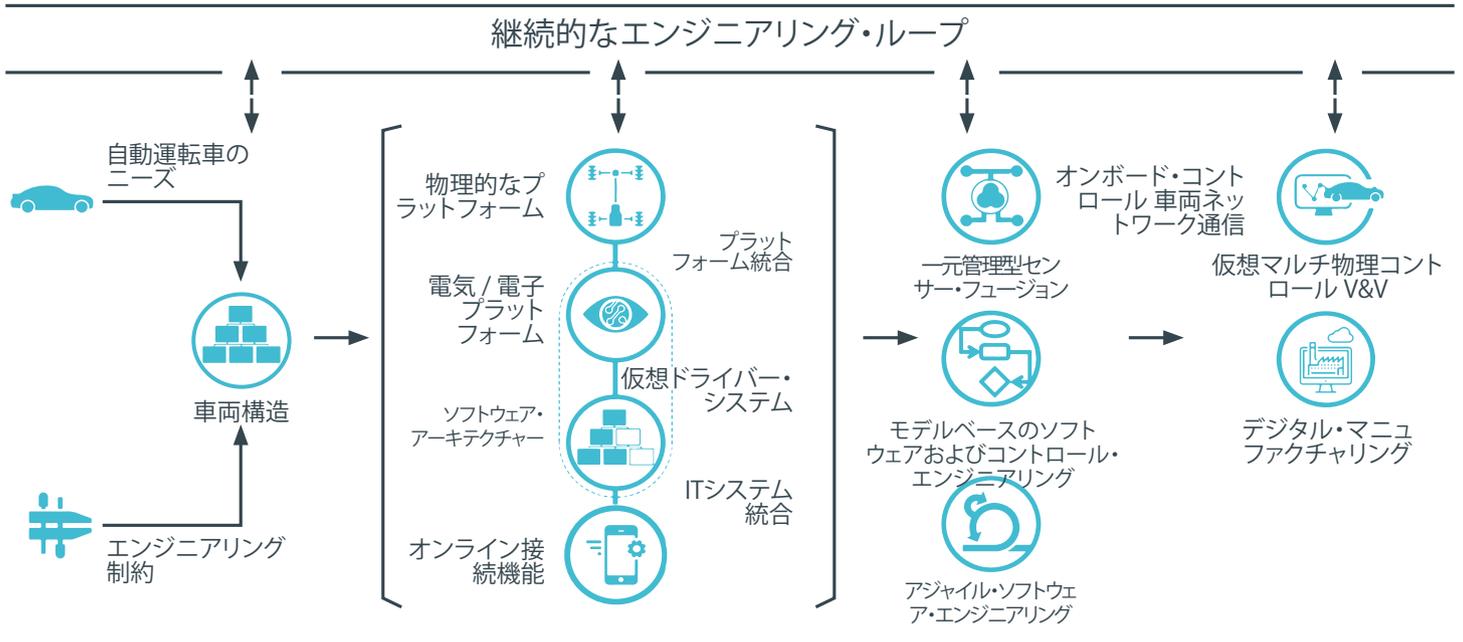
ITシステム・チームは、マルチモーダル・モビリティ、フリート管理 / 診断、自動パッケージ納品などの顧客ビジネス・モデル用のウェブ・サービスや、車両システムに統合するその他の機能を開発し、一方車両チームは、適切なエンジニアリング・ビューを持った車両構造を使用することにより、ソフトウェア・アプリケーション開発と車両システムを統合し、協力して作業ができるようになります。



この統合により、ハードウェア部門とソフトウェア部門は、インテリジェントなオンボード・システムや効果的かつセキュリティの高いネットワーク通信を利用しながら、自動運転の主要な部分を共同で開発でき、モデルベースのエンジニアリング・アプローチを採用することによってセンサー・フュージョンを一元管理して、高度なデジタル・スレッドを構築できるだけでなく、強固なサプライヤーとのコミュニケーションやアジャイル・ソフトウェア開発を行えるようになります。このフローは継続的なエンジニアリング・ループを具体化し、さまざまな段階でシステムの仮想検証や妥当性確認を組み込むため、ハードウェアおよびソフトウェア開発の抽象化が可能になります。この継続的なエンジニアリング・ループは、開発プロセスの早い段

階で問題や欠陥を特定したり、欠陥のない車両の組み立てや製造を可能にするために必要です。

統合されたデジタル・イノベーション・プラットフォームは、さまざまな分野で作業するエンジニアに、効果が実証されたソリューションを提供し、必要に応じて共同作業を可能にしたり、必要な箇所のトレーサビリティを可能にします。ソフトウェア・エンジニアリング・ツールを使用して作業するわけではない電気技師も、このデジタル・イノベーション・プラットフォーム上では、自分の専門分野で楽に作業ができる一方、このプラットフォームは、すべての作業や分野に渡る設計全体の統合と調整を可能にします。



# 製品開発と ソフトウェア開発の連携

製品開発ツールの従来のエコシステムでは、自動運転車の開発のニーズに対応できません。多くの企業では、以下に挙げたような分野のツールが、現在、サイロ化した状態になっています。

- 機械系コンピューター支援設計、エンジニアリングおよび製造 (MCAD/CAM/CAE)
- 電子および電気設計(EDA)
- アプリケーション・ライフサイクル管理 (ALM) (特定のタスク用ソフトウェア開発ツールがある、なしにかかわらず)
- 製品ライフサイクル管理 (PLM)

これらのツールが相互に連携・統合されていないと、複数の分野が分離・独立したままになり、開発プロセスの速度、柔軟性、品質、効率に悪影響を及ぼします。ツールごとに独立した状態では、変更や車両統合の遅れ、最終的には保証の問題をも引き起こしかねないため、膨大なコストがかかる可能性もあります。

ADASから自動運転車の開発という次なる大きなステップにおいては、ソフトウェアがイノベーションの重要な要素となる一方、大きなボトルネックにもなりえます。センサー・フュージョン、複雑な制御、そしてアルゴリズムのために最適化された電気ハードウェア構造全体に渡って、必要となるソフトウェア開発を統合しなくてはなりません。ソフトウェアが提供する機能が増加すると、システムやモデルベースのエンジニアリング方法がますます重要になり、製造企業は、機械設計、電子機器、ソフトウェア開発間の連携が希薄な状態から、システム中心で、より緊密に共同作業ができるアプローチへと移行する必要があります。それが実現できない企業は、競争力が低下してしまいます。

# 統一化したALM

要件、品質保証、統合開発環境、構成およびリリース管理といった多種多様なソフトウェア開発用ツールがバラバラな状態であるのに対して、統一化されたALMは、要件、品質およびテスト、変更、タスクおよびソフトウェア・ビルドを管理する統合された単一のプラットフォームとして、あらゆる範囲のプロセスに対応します。Polarion ALMといった統合システムには、トレーサビリティ、アジャイル・テンプレート、そしてメソドロジーといった機能を持ち、全体のソフトウェア開発サイクルの中を簡単かつ柔軟に移動してアクセスしたり、バージョン管理機能、プロジェクトの概要、監査、メトリクスに対する可視性を維持しながら、急速に変化する流動的な開発を管理するツールが搭載されています。

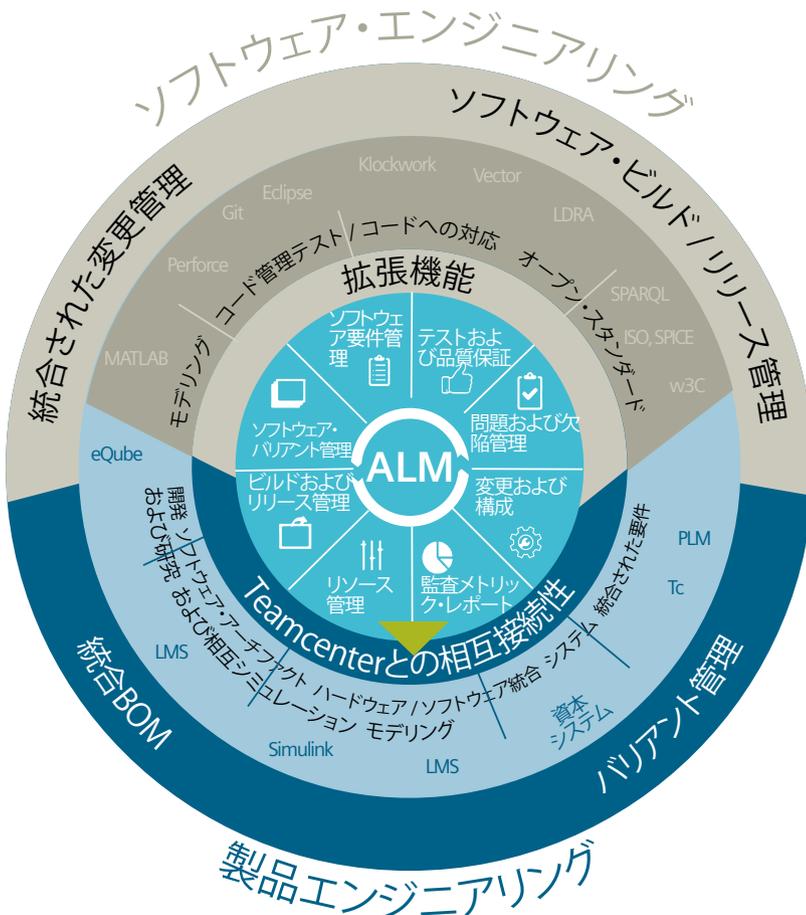


統一化されたALMは、ソフトウェア開発のワークフローとプロセスのすべてを統合します。

# ALMおよびPLMによる、製品およびソフトウェア・ライフサイクル管理

PLMによる製品ライフサイクルの管理とALMによるソフトウェア・アプリケーション・ライフサイクルの管理には、共通点がいくつかあります。PLMシステムとALMシステムはいずれも統合プロセスや一連の原則に基づいて構築されていますが、大きな相違点もあります。典型的なPLMシステムは、特に反復開発サイクル、要件変更、アイテムのトレーサビリティや関係、その他の独特な事項など、ソフトウェア開発プロセスの複雑性やファイル管理にはあまり適していません。反対に、ALMツールは、製品開発

の他の分野を管理する作業には適していません。それを解決するには、PLMソリューションとALMソリューションを統合・相互接続することです。自動運転車の開発者は、統合されたプロセスでALMとPLMの両方を使用して、すべての領域と設計プロセスにおいてハードウェアとソフトウェアの要件を共有・連携し、分野を超えた関係を確立することによって、より緊密にコラボレーションを行うことができます。このようなアプローチは、シーメンスのPLMであるTeamcenterとPolarion ALMでサポートされています。



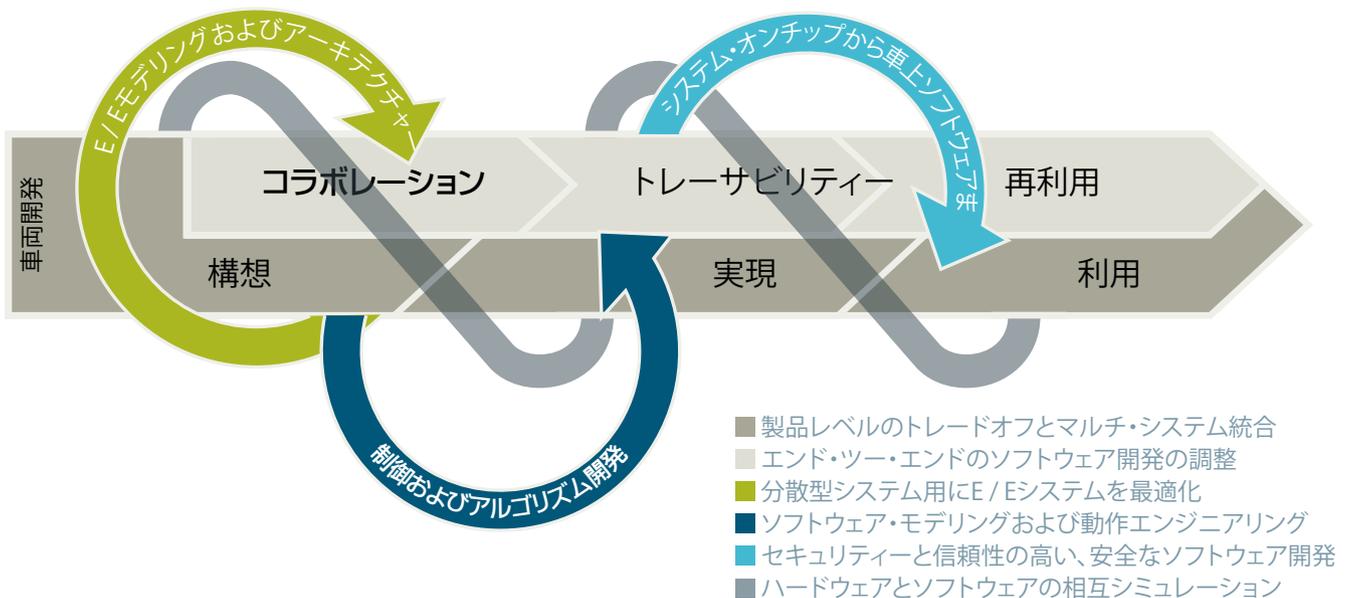
自動運転車は、ソフトウェア、電気/電子、および機械エンジニアリング分野を連携するため、ALMテクノロジーとPLMテクノロジーを組み合わせ統合して開発されることになるでしょう。

# まとめ

ソフトウェアは、自動運転車を可能にするためのテクノロジーの中で、大変重要な部分です。未来の自動車の機能やイノベーションの主要な要素として、ソフトウェアはかつてないレベルで複雑化し、その対応のために、企業はエンタープライズ全体でデジタルイノベーションを実現する必要に迫られています。

自動運転車を開発する上で、ソフトウェア・システムへの注目やコンテンツが増加しているため、電気・電子システムのエンジニアリングを、ソフトウェア分野と統合するアプローチが必要とされています。このような統合されたソ

リューションにより、車両エンジニアリングは、高度に分散されたソフトウェア・コントロールの特性に合わせてEEシステムを最適化でき、ソフトウェア分野においては、モデルベースのソフトウェア・エンジニアリングを活用して、システムの動作やタイミングといった部分に対応することができます。このようなソリューションは、各ECUの車上ソフトウェア・バイナリーにまで至るシリコン化前の検証により、システム・オンチップ設計に対応し、クローズド・ループの継続的な検証と妥当性確認によって、EEハードウェアとソフトウェアが継続的かつ確実に相互シミュレーションされている必要があります。



## 参考文献

1. "Autonomous Vehicle Sales to Surpass 33 Million Annually in 2040, Enabling New Autonomous Mobility in More Than 26 Percent of New Car Sales" IHS Markit, 2018年1月2日: <https://technology.ihs.com/599099/autonomous-vehicle-sales-to-surpass-33-million-annually-in-2040-enabling-new-autonomous-mobility-in-more-than-26-percent-of-new-car-sales-ihs-markit-says>
2. "The End of Car Ownership" Wall Street Journal, 2017年6月20日: <https://www.wsj.com/articles/the-end-of-car-ownership-1498011001>
3. "Envisioning the Car of the Future as a Living Room on Wheels" New York Times, 2017年6月15日: <https://www.nytimes.com/2017/06/15/automobiles/wheels/driverless-cars-interior.html>
4. "Computer, Drive My Car!" Computer, 2017 vol.50, Issue No.1 – January: <https://www.computer.org/csdl/mags/co/2017/01/mco2017010008.html>
5. "Explore GM's Insane Vision Of Autonomous Driving From The 1950s": <https://jalopnik.com/explore-gms-insane-vision-of-autonomous-driving-from-th-1704535387>
6. "Self-driving car technology: When will the robots hit the road?" McKinsey&Company, 2017年5月: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insightsself-driving-car-technology-when-will-the-robots-hit-the-road>
7. "Toyota says its autonomous cars need 8.8 billion miles of testing before they're a thing" David Gluckman, AutoBlog, 2017年9月29日: [www.autoblog.com/2016/09/29/toyota-autonomous-cars-need-8-8-billion-miles-testing/](http://www.autoblog.com/2016/09/29/toyota-autonomous-cars-need-8-8-billion-miles-testing/)
8. "Autonomous Driving" Roland Berger, 2014年: [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_tab\\_autonomous\\_driving.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tab_autonomous_driving.pdf)

## シーメンスPLM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

### 日本

〒151-8583 東京都渋谷区代々木2-2-1  
小田急サザンタワー  
Tel: 03-5354-6700  
Fax: 03-5354-6780

## シーメンスPLMソフトウェアについて

シーメンスPLMソフトウェアは、シーメンスデジタルファクトリー事業部のビジネスユニットであり、産業のデジタル変革を促進するソフトウェア・ソリューションで世界をリードするプロバイダーとして、製造企業がイノベーションを実現できる新たな機会を創出しています。米国テキサス州プラノを本拠地とし、世界中に140,000社を上回るお客様を抱えるシーメンスPLMソフトウェアは、アイデアを具現化する仕組み、製品を実用化する仕組み、運用中の製品と資産を使用して把握する仕組みの変革に向け、あらゆる規模の企業と連携しています。シーメンスPLMソフトウェアの製品やサービスの詳細については、[www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)をご覧ください。

## [www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

©2019 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens, Siemens のロゴおよび SIMATIC IT は、Siemens AG の登録商標です。Camstar, D-Cubed, Femap, Fibersim, Geolus, GO PLM, I-deas, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Syncrofit, Teamcenter, および Tecnomatix は、Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. またはその子会社の米国およびその他の国における商標または登録商標です。Simcenter は、Siemens Industry Software NV またはその関係団体の商標または登録商標です。その他の商標、登録商標またはサービスマークはそれぞれ各所有者に帰属します。

76489-A3-JA 4/19 o2e