Smart Systems Engineering - SmartSE

Executive Summary

プロジェクト フェーズ VI

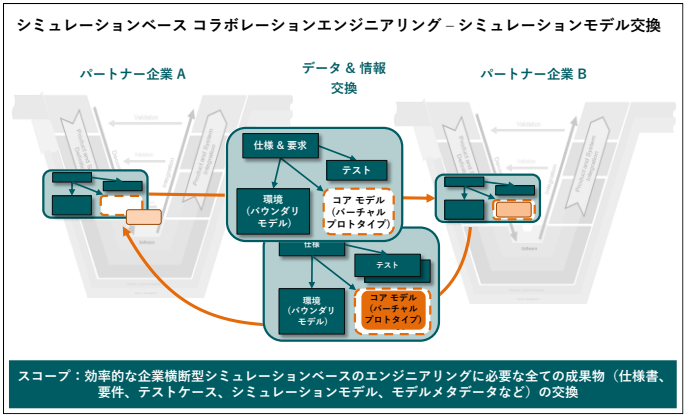
Smart Systems Engineering - SmartSE

自動車や航空宇宙機器等、複雑なメカトロニクスシステムは開発加速とコスト削減のために、システムズエンジニアリングによるアプローチと数値シミュレーションを活用した仮想検証が適用されるケースが増加しています。開発サプライチェーンに関わるパートナー企業は多岐に渡るため、シミュレーションモデルや関連(メタ)データを異なるパートナー企業間で交換し、様々な製品アプリケーションで活用できるようにするために、シミュレーションプロセスとデータ形式の標準化が必要となっています。

SmartSE プロジェクトグループ

prostep ivip Associationのプロジェクトの一つである Smart Systems Engineering - SmartSE - プロジェクトグループは、シミュレーションをベースにしたシステムズエンジニアリングにおける企業間連携のための実開発に適用できるコンセプト開発を目指しています。そのためにシミュレーションモデル及びシミュレーションベースの開発と検証に焦点を当て、パートナー企業間での分散型協働システム開発のためのアプローチとソリューションを開発しています。

また、SmartSEは特に航空宇宙産業と自動車産業をはじめとする製造業界におけるOEMとサプライヤーの要求の整理と統合を行っています。そのために、ワークフローやベストプラクティス、ならびに標準とインターフェースを定義しています。



さらに、ITベンダーに対し、異なるITソリューション間の相互運用性を向上させるための意見交換の場を提供しています。

SmartSEの特筆すべき特徴は、その強い実践志向性にあります。活動成果はシステム工学とモデルベース開発が共有する課題に対処するための実開発に適用できるコンセプトです。プロセス設計に関する推奨事項の策定、複雑なメカトロニクスシステムの企業間連携開発のための技術標準の推進、システムズエンジニアリング対象の透明性向上を行っています。

SmartSEプロジェクトグループは、ユーザー企業とITベンダーを含む約25社の企業および研究機関で構成されています。

中核シナリオ „シミュレーションモデル交換“

SmartSEの活動は、OEMとサプライヤー等のパートナー企業間の効率的な連携に必要な、シミュレーション及びモデルベース開発対象の交換に焦点を当てており、活動成果には、仕様書、要件定義書、テストケース、シミュレーションモデルとそのパラメータ、ならびに効率的な企業横断的なシミュレーションベース開発に必要な関連メタデータに関する内容が含まれています。

SmartSEの活動成果は、パートナー企業間の分散開発シナリオにおける以下のような典型的な質問や問題に対して、ソリューションや推奨事項を提供しています。

- *特定のMBSEアプリケーション向けのシステム又はコンポーネントの開発に関わるパートナー企業間で、何を交換する必要があるか？*

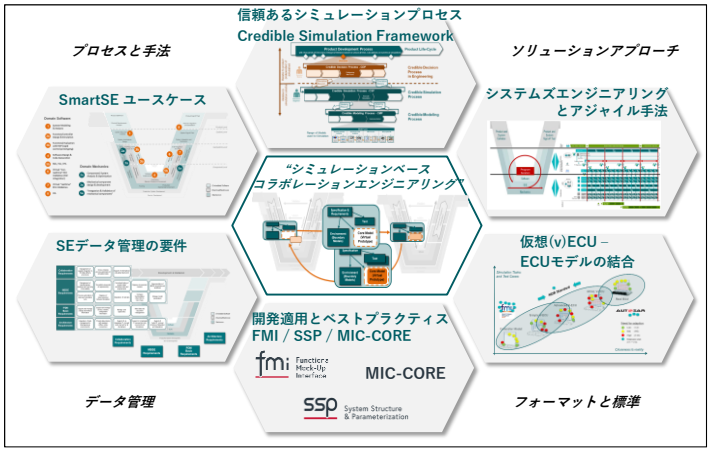
- *パートナー企業間でシミュレーションタスクを実行するプロセスを最適化するにはどうすればよいか？*
- *この種のユースケースに必要なシミュレーションモデルと付随するメタデータを交換するためのアプローチにはどのようなものがあるか？*

SmartSEのアプローチと成果の抜粋

中核シナリオ「シミュレーションモデル交換」に加え、SmartSEは過去15年間にわたり、パートナー企業間シミュレーション及びモデルベース開発の様々な側面と課題に取り組み、これらのソリューションを開発してきました。

- *OEMとそのサプライヤー間の共同開発プロセスにおけるシミュレーションモデルの創出、交換、及び利用に関する詳細な**ユースケースの収集***
- *企業間/領域横断的な開発および仮想検証の分野における多様且つ具体的な**シミュレーションタスクの収集***
- ***仮想電子制御ユニットモデル（V-ECU）**間の相互結合および環境／プラント／車両モデルとの結合に　関するシミュレーションタスクの詳細な分析、ならびにFMIやAUTOSARなどの標準による最適なサポートのための要件導出*

- *汎用プロセスフレームワーク「Glue Particle アプローチ」ならびにMIC Core標準等の「SSPトレーサビリティフォーマット」を通じた、パートナー企業間での共同製品開発プロセス内における**シミュレーションタスクのトレーサビリティと再現性の実現***
- *製品開発プロセスにおける意思決定支援及びシミュレーションベースの開発ゲート通過判断を実現するためのシミュレーション活用における構造化されたアプローチである「**Credible(信頼ある) Process Framework for Simulation」の詳細な説明***
- ***システムズエンジニアリングとアジャイル手法**が互いに補完し合い、両アプローチの利点を活用できるコンセプト*

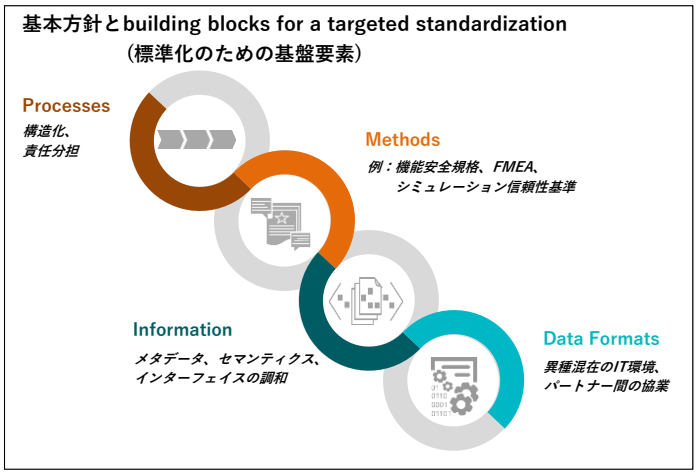


Smart Systems Engineering - SmartSE

ミッションとBuilding Blocks for Targeted Standardization (標準化のための基盤要素)

SmartSEでは、Processes、Methods、Information、Data Formats、以上4つの構成要素をbuilding blocks for targeted standardization (標準化のための基盤要素)と定義し、相互作用を含めて包括的に考慮しています。標準化のための基盤要素は、SmartSEの多くの標準化活動の中心的なアプローチおよび基本方針を表しています。

SmartSEはプロジェクト理念に沿い、標準化は決して「目的そのもの」であってはならず、高い受容性を達成するために産業ユースケースを支援すべきであると考えています。標準化を行うために、関連情報やデータを導出する主な源泉は、産業ユースケースに関連するプロセスと手法の詳細な分析と考えています。



この標準化のための基盤要素によるアプローチは、特に標準を通じたシミュレーションタスクのトレーサビリティと再現性の確保に対して有効です。

SmartSE成果からの期待できる効果と事業価値

SmartSEは、複雑化する製品システムの開発及びそれらの検証プロセスにおいて、効率性、品質、協調性、革新性を促進することで、大きな利益をもたらすことを目的としています。明確な基準、シミュレーションに基づく手法、分散型開発プロセスの最適化により、企業は複雑な製品システムを、より短期間で、より低コストに、より信頼性高く開発できることが期待できます。

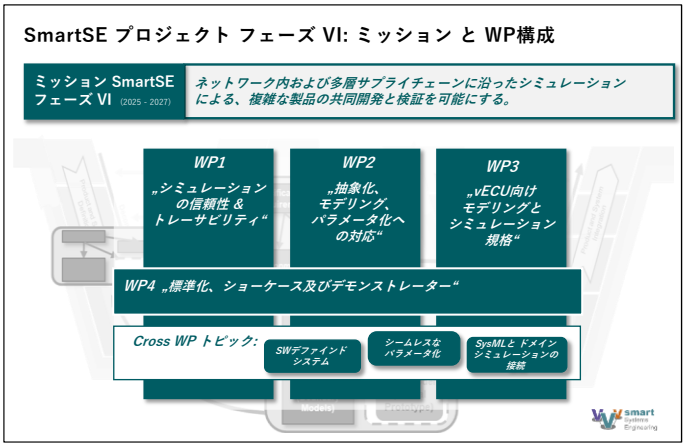
SmartSEのソリューションとアプローチは、特に自動車、航空宇宙、医療技術などの業界において、現代の製品開発が直面する課題に対処することで、明確な競争優位性を提供します。

- *ハードウェアテストの削減、開発期間の短縮、協働型シミュレーションベース開発におけるプロセスと標準の調和による**製品開発効率の向上***
- ***数値シミュレーションの品質・精度向上**、ならびにトレーサビリティと再現性の強化による透明性・理解性の高い製品開発*
- *明確なインターフェースと標準の採用による分散開発ネットワーク内での**協業最適化***
- *複雑なシステムの開発検証における**リスク最小化***

SmartSE プロジェクトフェーズ VI (2025 – 2027)

これまでに得られた結果は、SmartSEの実践的なアプローチがその成功に大きく寄与していることを示しています。SmartSEリコメンデーション、ホワイトペーパー、ベストプラクティス等の成果出版物は常に最先端であり、現代の　トピックを網羅しています。この道筋を継続し、現代のトピックをさらに推進し、それらに関する議論の場を　提供することは当然の帰結です。

特に、近年のプロジェクトフェーズで優れた成果を既に収めている「シミュレーションの信頼性(Credibility)とトレーサビリティ」や「仮想電子制御ユニット（V-ECU）の利用と交換」といったトピックは、さらなる研究の可能性を秘めています。



また、複雑なシステムや製品の検証に対する要求が高まる中、今後はモデル交換は二社間のだけでなく、サプライチェーン全体を考慮する必要があります。関連する各パートナー企業は、それぞれ異なる抽象化レベルのシミュレーションモデルを扱うことになり、検証にも各抽象化レベルに合った異なる手法を用いることになります。これにより、コラボレーションネットワークにおけるトレーサビリティとシミュレーション品質の確保が困難になってきます。自動運転等の自律システムに今後の開発焦点が当てられる中、考慮すべき新たな側面が生まれています。

対応には従来のメカトロニクス要素とソフトウェアの良好な共生によってのみ実現可能です。両分野の発展を考察すると、開発サイクル、ひいては開発手法が根本的に異なることが明らかになります。これは、従来型のVモデルでさえ、絶えず進化する製品の観点から捉え直さねばならないことを意味しており、課題と捉えています。

プロジェクトフェーズVIの焦点 (2025–2027)

ネットワーク及び多層サプライチェーンに沿ったシミュレーションによる、複雑な製品の共同開発と検証を可能することです。

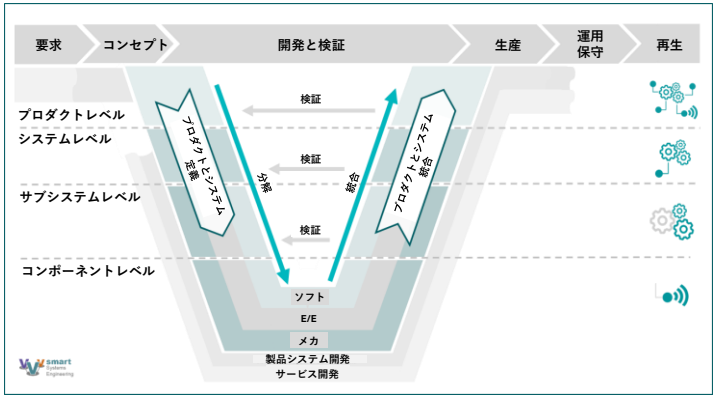
2025年に開始されたプロジェクトフェーズVIでは、SmartSEは深い協議と解決策の開発のためのプラットフォームを提供します。

SmartSEプロジェクトフェーズVIにおける詳細取組み

- *シミュレーションの信頼性とトレーサビリティに焦点を当てた、ネットワークおよび多段階サプライチェーンにおけるシミュレーション活用の* ***ベストプラクティス*** *の開発*
- *サプライヤーが異なるレベルでシミュレーションを使用する場合、* ***異なるレベルのモデリングと抽象化*** *に対処するためのアプローチの開発 (これには、異なるモデリングとコラボレーション手法の開発が必要)*
- ***仮想電子制御ユニット（V-ECU）の使用及び交換*** *における課題の分析ならびに標準拡張のための特定要件の定義*

Smart Systems Engineering - SmartSE

- *FMI、SSP、SSPトレーサビリティ、SysMLなどのSmartSE関連標準に関する**中央連絡窓口の設置***
- *SmartSE関連標準を用いたユースケースの協調シミュレーション・モデルベース開発のための**実証システムとショーケース(デモ)の構築***
- *シミュレーション・モデルベース開発における**AIの潜在的可能性の特定***



最後に

SmartSEは、モデルおよびシミュレーションベースのシステムズエンジニアリングにおける調和と標準化を推進しています。実践的な焦点を持ち、自動車及び航空産業からの新たな動向を継続的に統合しています。15年にわたり、SmartSEは業界横断的に活用されるホワイトペーパーやベストプラクティス等を発行してきました。重要なマイルストーンは、シミュレーションモデルの主要な交換フォーマットとしてFMI標準を確立したことです。SmartSEはFMIユーザー向けの推奨事項を継続的に更新しています。

また、本プロジェクトはコアモデルやバウンダリモデル等の用語を提唱し、シミュレーションにおける知的財産保護戦略も構築しています。もう一つの焦点は、特に自律システム向けの仮想検証です。SmartSEは*Credible Process Framework for Simulation*を開発し、SSP規格と仮想ECU（vECU）の研究を進めています。また、従来のシステムズエンジニアリング手法とアジャイル開発手法の統合を分析し、シームレスな協業実現も推進しています。

SmartSEプロジェクトの主要な成功要因は、多様なレベルでの作業優先順位を設定した幅広い焦点、競争領域となる前の将来テーマへの注力、企業パートナー・ITプロバイダー・システムズエンジニアリング専門家からなるコンソーシアムの構成と継続性、各活動WP(Work Package)の実務を行うサービスプロバイダーに対するメンター支援制度にあります。

„ SmartSEは、パートナー企業との連携を含む意思決定プロセスにおける数値シミュレーション活用の包括的なビジョンを提供しています。
また、成果はデモンストレータの支援の下、実開発への導入可能な具体的なデモまとめ、プロジェクトメンバに対して公開しています。 “

参考文献:

SmartSE 代表的な成果出版物

SmartSE Recommendation V4

SE Data Management for Simulation Model Exchange

pubished 05/2025

White Paper

Guard Rails for „Simulation Credibility Standards and Recommendation“

pubished 3/2024

White Paper

System Engineering and Agile Methods

pubished 3/2024

White Paper

System Structure and Parameterization

pubished 1/2022

White Paper

Virtual Electronic Control Units – vECUs

pubished 3/2020

White Paper

Simulation-based Decision Making and Release

pubished 6/2021

prostep IVIP

お問い合わせ

SmartSEプロジェクトに関するお問い合わせ、
参加ご希望がございましたら、
お気軽に下記までご連絡くださいませ。

お問い合わせは 下記までお願いいたします

Nora Tazir, prostep ivip
技術プログラムマネージャー
nora.tazir@prostep.org

プロジェクトマネージャー:

Hans-Martin Heinkel, Robert Bosch GmbH

Philipp Thorwarth, Projekt-Koordinator prostep ivip

SmartSEプロジェクトに関する詳細情報は、こちらでご覧いただけます：

smart Systems Engineering