

統合されたシステム・エンジニアリングを 通してイノベーションを可能に

www.siemens.com/plm

ホワイト・ペーパー



- ▶ 統合されたライフサイクル・プロセスと専門分野を越えた同期化を通して、システム視点をつくりだし、取り込んで提供します。

PLM Software

Answers for industry.

SIEMENS

目次

エグゼクティブ・サマリー	1
システム・エンジニアリング 環境をつくる	3
要件を、企業データ管理 によって結び付ける	5
システム設計のための 統合されたテストと検証	7
まとめ	8

システム・エンジニアリングは高収益を生み出すために 不可欠なものです

革新的な新製品が収益成長に貢献する一方で、利益幅が増えるのは物事を進めるのに不可欠な製品関連のシステムとプロセスにおいて会社がイノベーションを促進しようとするときです。

製品がますます複雑化するにつれて、会社は多種多様な要素間の相互作用を開発して習得しなければなりません。今日の飛行機、自動車、家庭電化製品、携帯電話に、最新の機能で顧客を楽しませることを目指して組み込まれた機械システム、ソフトウェア・システム、電子装置を考えてみてください。

最終製品の一部になる内蔵部品やサブシステムの数が増えるほど、製造企業は収益を得るためにそれらの設計、開発、テストおよび製造に伴うすべての活動の統合に精通しなければなりません。こうした法則は、相互に関係する要素のあらゆる「システム」に適用されます。これらの要素が物的生産物の構成部品であるか、ミッションクリティカルなプロセスやエコシステムに展開された資産であるかは問いません。

しかし、多くの会社は製品やプロセスを、別個の要素と開発段階のコンテキスト内で考えがちです。会社が一般的に実装するソフトウェア・アプリケーションはこの考えを強めています。市場ニーズに対応しておらず収益成長を果たしていない会社は、これらの各法則の実行とコア・ビジネスへの統合という面で、専門技術を迅速に実証しなければなりません。

システム・エンジニアリング・アプローチを利用している会社ほど、この目標をうまく達成でき、コストを上昇させ、収益を圧迫する数々の問題にうまく取り組むことができます。AberdeenGroupによる調査によれば、複雑な新製品を市場に送り出すことでクラス最高の会社は、システム・エンジニアリング・アプローチをサポートしている特色を共有する傾向があるとのことでした。

- 上級管理者がイノベーション・チャンスを発見し、技術設計をおこない、製品に発展させ、そして市場に送り出す全過程を監督する直接の責任を負っている
- イノベーション戦略を、中央で管理または調整している
- イノベーションのパフォーマンスを企業レベルで頻繁に測定している
- 製品開発は、製品ライフサイクル管理関連技術によって実現している

[Product innovation agenda benchmark report, September 2005]

最高レベルでは、システム・エンジニアリングは、あらゆる物的生産物やエコシステムの特徴や機能、相互関係や成果要件を確立するために開発プロセスの開始段階で適用される法則です。すべての要件が当初の戦略的意図に対応して、すべての川下の意思決定者に統合された要件管理を通じて伝えられるようになります。システム・エンジニアリングをサポートしている製品ライフサイクル管理(PLM)ソリューションによって、会社は様々なシナリオや代替策をモデル化でき、時間やコスト、品質にあたる代償の影響を評価できるようになります。

開発プロセスが展開し、実行を通じて経験が得られると、システム・エンジニアリングは、習得した教訓とベスト・プラクティスを継続した改善プロセスの中に組み入れます。論理的、物質的、機能的な情報を共通リポジトリの中に取り入れます。このリポジトリは、組織内や専門分野内、そして製品ライフサイクル全体におけるすべての関係者がアクセスできます。

強固なデジタルPLM環境は、会社がすべての機能、インターフェイス、論理的設計、要件および設計データ(機械、電気、電子、およびソフトウェア・データを含む)を、製品の個々のサブシステムおよび部品として、そして全体に統合された状態で管理できるようにすることで、このアプローチを促進します。

本書では、製品ライフサイクルのあらゆる段階における意思決定へのシステム・エンジニアリング・アプローチを製造企業が確立したい場合に取り組むべき基本的領域について説明しています。

システム・エンジニアリング環境をつくる

複数の専門分野や構成要素の要件や制約のバランスをとり、望ましい成果を達成するために、あらゆる製品、プロセス、そしてそれらの関連要素の開発をモデル化および評価するシステム・エンジニアリング・アプローチを確立します。

要件を、企業データ管理によって結び付ける

開発目標を達成するために必要な特徴、機能および相互作用を定義する専門分野を越えた要件を同期化および管理します。要件と変更をバリュー・チェーン全体に、そしてライフサイクルの開始から進行中の保守まで全体を通して、継続して伝えます。

システム設計のためにテストと検証を統合する

開発プロセスの初期に、製品のすべての側面をまとめて、システム全体として事前テストおよび事前検証します。

複雑さが増すごとに、パフォーマンス目標と収益目標が遭遇することのないリスクも増加します。環境が複雑になるほど、その環境の定義、記述、モデル化、そして構成に関連するリスクも、条件が流動的なときは大きくなります。新しい防御戦略におけるシステム間の相互依存が強いほど、各システムの相互作用についてより多くの協調、モデリング、分析が必要になります。

同様に、製品がより複雑であるほど、その製品を計画、開発、製造、マーケティング、販売、そして競争の激しいグローバルな市場で維持していくに伴うリスクも大きくなります。近年における機械部品、電気部品、電子部品、そしてソフトウェア・コンポーネントを結び付けるメカトロニクス・システムの導入(自動車のアンチロック・ブレーキング・システム、SLRカメラ、航空宇宙産業の「フライ・バイ・ワイヤ」システムおよびサブシステムなど)は問題を積み重ねるだけでした。

AberdeenGroupの調査によると、市場に投入するまでの時間枠がどんどん短くなってきているため、製造企業は複雑な製品を最終段階で統合するのを待たなくなっていることがわかりました。つまり、統合されたデータ管理、構成管理、そして専門分野を越えた同期化に大きな信頼を置いているのです。その結果、会社は新製品開発の運営方法を変えて、より高度なシステム・レベルのアプローチを取らなければなりません。

同じ調査によると、クラス最高の製造企業の5分の4は統合問題を設計で解決しています。すべての企業は、統合問題を検証とテストで解決しています。これらの会社は、取扱い製品の84%以上で、収益目標、コスト目標、開始日目標、そして品質目標を満たしています。[Mechatronics system design benchmark report, August 2006]

確立されたビジネス・メトリックとエンジニアリング・メトリックという観点で会社がシステムまたはシステム中のシステムを全体として理解できるようにすることで、システム・エンジニアリングはこれらの会社がすべてのシステム・レベルおよびサブシステム・レベルの要素を積極的に管理および組織化できるようにし、そして製品ライフサイクルのあらゆる段階で十分に情報が与えられた意思決定を推進できるようにします。

システム・エンジニアリングの基盤を確立するために、会社は次の領域に重点を置く必要があります。

ライフサイクル・プロセスのシステム・コンテキスト

会社はシステム・エンジニアリング・アプローチを開発プロセスの初期段階に適用してライフサイクルの最後まで維持し、製品やエコシステムの実現と維持に伴う専門分野のそれぞれに組み入れなければなりません。これを促進するため、会社はシステム・エンジニアリングの概念をシステム・アーキテクチャの最上位の定義から設計と生産の微粒子レベルまで適用する必要があります。

たとえば製品開発チームは、製品の特徴、機能、物理的内容、相互作用の見解を含む複数の製品見解とバリュー・チェーン全体の論理的階層を取り込むことにより、システムレベルの製品体系でコラボレーションを行えなければなりません。早い時期に、システム・エンジニアは既存製品の知識の再利用の可能性を見積もらなければなりません。システム・エンジニアは、製品のビジネス目的を満足させるために満たすべきプログラム制約に加えて、発生しそうな専門分野とプラットフォームを越えた犠牲の問題にも取り組まなければなりません。

システム・エンジニアリングの重要な特性

Institute for Systems Researchは、システム・エンジニアリングの特徴を規定するための8つの基準を設けました。

- 専門分野を越えた問題点を説明できる
- 高度なメトリックを活用できる
- 階層型構造を表現できる
- グローバルかつローカルな最適化を促進できる
- 異種影響の役割を反映できる
- 動的な性質に対応できる
- プロセスおよび製品ライフサイクル方法を適用できる
- 非技術的なコンポーネント/メトリックの影響を検討できる

様々な技術やアプリケーションがこれらのシステム・エンジニアリング緊急課題のすべてに対応していますが、最先端のソリューションだけがこれらの機能を単一の製品ライフサイクル管理環境と統合するのです。

[システム・エンジニアリング概論
The Institute for Systems Research,
2005 www.isr.umd.edu]

高度に自動化される生産プロセスの設計では、望まれる成果を達成するために必要なすべてのシステム間の相互関係(特定の機能やハンドオフを含む)を理解することが求められます。生産プロセスのすべての構成要素をそのインターフェイスとともにモデル化することにより、会社は制約を特定して適切な製品、プロセスおよびワークフロー要件を定義できるのです。

システム・エンジニアリング・アプローチは設計プロセスの初期段階における製品またはエコシステムの包括的な理解を可能にすることで、会社が収益性を高めてコスト面の変化を将来的に縮小できるようにするのです。ライフサイクルに関わるすべての部門はシステム全体を完全理解しているとき、その知識を利用して、詳細な設計、製造、調達、販売、そしてサービス決定を促すトレードオフをよりよく最適化できるのです。このためには、システム・エンジニアリングを実行と結び付けて、ライフサイクル・プロセスに関わる誰もがシステム・レベルの視点から意思決定を、初期の戦略的意図と矛盾することなく行えるようにすることが必要です。

Pratt & Whitney は、支援機材と必要労働力を半分に削減

世界中の航空機エンジンの大手サプライヤーの中でもPratt & Whitney社は、システム・エンジニアリング・アプローチを設計プロセスに採用しています。PLMシステムを業界で初めて導入したことにより、Pratt & Whitney社は戦闘機のエンジンとその関連支援システムを同時に開発できるようになりました。組立要員や駐機場の整備員は、エンジンの設計に最初から参加しました。その結果、組立、保守、修理が容易になったのです。エンジンの主要部品は同種のエンジンより40%少なくなり、各部品の耐久性も向上しています。このエンジンでは必要な対応機材や人員も半分に減り、定期保守のために工場に送る回数も75パーセント減少します。

▶ 要件を、企業データ管理によって結び付ける

今日のグローバル企業は、世界中のサプライヤーや戦略的パートナーと連携しています。このため開発プロセスは複雑になり、川下の遅延やコストを避けるために効果的なコミュニケーションが必要になります。意思決定、要件および変革がこれらの分散したチーム間で効果的に伝えられるようにするために、効果的なシステム・エンジニアリング・アプローチが必要になります。

企業データ管理フレームワーク内で要件管理を統合することにより、会社は、概念化からテストや分析までプロセス全体を通して、要件を一貫して伝えることができるのです。この要件駆動型環境は、コンプライアンスと規制問題を検証するために自動文書調査をサポートしている必要があります。さらに、すべての関係者にライフサイクル中の変更の影響について注意を促す包括的な変更管理機能を、フィールド・パフォーマンス・データを提供するフィードバック・ループと一緒に配置する必要があります。

システム・エンジニアリング・ソリューションがPLMバックボーンに構築されると、会社はすべてのコンポーネント、システム、サブシステムを、全体として管理するだけでなく、個々の要素として集中管理できるようになるのです。このような環境によって、許可されたチーム・メンバーは想定を同じにしたところから開始できるようになるのです。ユーザーが、誰か別のユーザーがすでにアクセスしている要件にアクセスしたり変更できないようにするため、セキュリティ対策とアクセス権の施行が促進されます。これらのソリューションにより、閉じたループ・プロセス内の川下プロセスも設計の段階でデジタルに検証可能になります。すべてのコンポーネントおよびプロセスを改訂管理、エンジニアリング・ワークフロー、変更管理および構成管理に含めることにより、会社は新製品の成功を劇的に向上させることができます。

最適化されたシステム・エンジニアリング環境内では、製品チームは製品の市場、法規制および設計要件のすべてを取り込んで定義し、これらを微粒子設計要素と、製品ライフサイクルのあらゆる段階で追跡および更新可能なパフォーマンス・ターゲットに関連付けます。これには、あらゆる関連設計と改良型、製品仕様、モデル（3Dシミュレーションを含む）およびテスト結果の管理が含まれるべきです。これを適所に配置しておくことで、製品要件は、専門分野を超えたチームが設計決定を実施するときに採用するプロセスに直接影響を与えることができます。

システム・エンジニアは、廃品リサイクル規制や有害廃棄物の処理と回収といった規制基準も製品ライフサイクルへ組み込むことにより、コンプライアンスのための設計を実施された現実に変えることができます。同様に、Six Sigma目標を製品ライフサイクルの初期段階へ結び付けることができます。これは特に会社が4-Sigma段階で「壁にぶつかり」、品質を全体に向上する現実の後押しを必要とするときに役に立ちます。

システム・エンジニアリングは最終的には、要件をシステム構造とサブシステム構造、そして製品構造にリンクする構造をつくります。この製品とテクノロジのマッピングは、高レベルの製品戦略を詳細な開発および製造遂行と直接結びつけるため、正しく行われれば成功への鍵となります。

システム・エンジニアリングは重要意思決定を製品開発の前段階へ移行する

全米で約15,000人の従業員を擁する高性能兵器・宇宙システムの大手プロバイダは、地理的に分散した異種事業の集成から統一されたデジタルPLMプラットフォームで運営される効率性の高い企業へと変わるイニシアチブを打ち立てました。製品ライフサイクルの前段階でなされた意思決定は製品コストの90%を占めることがわかっていたので、同社はシステム・エンジニアリング技法を実施してすべての重要政策決定を製品開発プロセスの前段階へ移行しました。これにより、組織全体をスリムな仮想企業へと変える共通プロセスとベスト・プラクティスが確立されました。要件の明確化、取り込み、トレーサビリティと管理により会社全体が改善され、同社は大幅なコスト節約を実現可能になりました。

川下プロセスとのリンクは、効果的なシステム・エンジニアリングにとって不可欠です。製品チームが要件とその技術設計との間につながりをつくると固有レベルの可視性がつくれ、この可視性によってチーム・メンバーは、設計変更によってどの要件が影響を受けるかや要件変更によってどの設計要素に影響が及ぶかがわかるようになります。この連鎖によって、要件や設計の変更が発生すると標準ワークフロー・プロセスが自動的に起動する(例えば意思決定者に変更の影響を知らせるなど)ようになるため製品開発組織の変更管理能力が拡大され、その結果、包括的な改訂管理が企業ベースで促進されます。

企業PLMソリューションは、要件を伝達し、統一されたチームとしてコラボレーションを行うための機能を提供します。高度なWebベースのデータ連結ツールとエクゼクティブ・ダッシュボードは、顧客ニーズ、市場調査結果、法規制による制限、エンジニアリング基準、会社固有のポリシーや品質仕様など多種多様な製品要件を集めてビジュアル表現します。これらの製品要件が共通のデータ・リポジトリに保管されると、会社はすべての関係者が、どこにいるかを問わず、最も新しく正確な製品とプロセス情報にアクセスできるようにします。

要件管理プロセスは正しく実装されると、原点にまでさかのぼって追跡可能な製品期待の文書化されたセットを特定し、定量化し、そして分析します。この水準の要件トレーサビリティは、専門分野を越えた製品チームが自分たちの意思決定を製品の戦略的意図と合わせられるようにしたりすべての顧客要件や法規制要件との準拠を確実にする中で重大な役割を果たします。

システム・エンジニアリングを開発のすべての段階に適用

NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL)は、太陽系のロボット探査の米国研究センターです。

NASA JPLは製品開発へシステムの階層のようにアプローチしており、システム・エンジニアリングをシステム開発のすべての段階で適用しています。JPLはシステム・エンジニアリングの役割を、ユーザー要件を満たしている十分に開発された認定システムを運用側へ送り出す役割と考えています。これには、要件の定義、代替設計の開発、パフォーマンスのゆとりの割当て、「スーパーシステム」開発のサポート(インターフェイス問題の解)、サブシステム・エンジニアリングの監視およびシステム認定の調整といった活動が含まれます。

今日において、複雑な製品、プロセスまたはエコシステムのテストや検証をサポートするツールを十分に備えている会社はほとんどありません。ほとんどのビジネス・サポート・システムが提供するものは、基本的なマイルストーン・リストとわずかの機能です。テスト・ツールや検証ツールが全体的なワークフローと結び付いているケースはごくわずかです。詳細な設計&製造システムや生産システムに結び付いているケースはそれ以上にまれです。

可動部分がない物的構成部品のすべての側面をテストおよび事前検証するのは困難です。システム・エンジニアリングの視点から見ると、課題は、製品を構成しているすべてのもの-機械的部品、システム、サブシステム、コンポーネント、電子機器または内蔵ソフトウェア-またはエコシステム内のすべての資産が正常に機能していることを確認するだけではありません。より重要なこととして、システム・エンジニアリングでは、最終製品の一部となるものは何でも、全体システムとしてまとめてテストおよび検証されることが求められます。各コンポーネントや部品(サブシステムやソフトウェア・コンポーネント間のインターフェイスも含む)のテストや検証は他のすべてのコンポーネントと連携して行わなければならない、さらに開発プロセスのできるだけ早いうちに行う必要があります。

PLMによって、会社はシステム設計の検証、代替コンセプトの調査、トレードオフの識別、パフォーマンス・データのアクセスをライフサイクルのすべての段階で、デジタル・シミュレーション、検査ツールおよび検証ツールを使用できるようになります。これらのツールは、バリュー・チェーン全体におけるすべての関連専門分野と組織にわたるテストおよび検証情報を備えているため、領域のエキスパートはそれらの要素が製品、プロセスまたはエコシステム全体のコンテキスト内でどのように機能するかを理解できます。すべての製品要素を仮想的にテストおよび検証することにより、会社は開発コストを減らし、生産ミスを最小限にし、品質を上げることができるのです。

仮想モードのシミュレーションによって、重要な情報を適時に利用して設計や製造決定に影響を与えることができるようになります。これによりリスクが小さくなり、圧縮したスケジュールやタイムリミット寸前の変更指示の結果発生する川下コストをなくすことができます。強固なデジタル環境によって、会社は変更に伴うすべての潜在的な影響を評価できるようになります。すべてのシステムがこの環境を通じて統合されたとき、関係者は、下した意思決定による予期しない結果についてビジュアルに警告を受けることができます。たとえば車両の必要停止距離を変更することにより、仮想環境はブレーキ・システムの熱的特性に与える波及効果を示すだけでなく、油圧油定格の違反の可能性、センサーの故障モードの可能性、またはブレーキ・ペダルから運転者への人間工学的フィードバックの変化も示します。

最後に、システム・エンジニアリング環境では、サプライヤー、顧客および戦略的パートナーを含むグローバル企業全体でのコラボレーションを促進する必要があります。製造企業にとって、これはOEM、その工場、製造エンジニアリング企業および製造請負会社が、製造開発と改善の連続したサイクルをつくるプロセス中心のコラボレーティブな環境で双方向的に仕事をしなければならないことを意味します。

製品やプロセスのイノベーションを通して収益成長を達成しようとしている会社は、開発への従来のアプローチをより包括的なシステムレベルのアプローチに置き換えなければならないことを認識しています。革新的な製品はどの業界でも、顧客需要にこたえて急速に複雑さを増しています。プロセスやエコシステムは、ますます複雑で流動的になっています。その結果、新製品開発は、油圧系統からソフトウェア・システム、電気系統、制御システム、ネットワーク・システム、環境制御システム(HVAC)までこれまで以上に多くの分野を網羅しています。

革新的な新製品が収益成長に貢献するようにするため、会社は統合問題を製品開発プロセスのごく早い段階で、これまで以上に効率的に特定して解決しなければなりません。同時に、自分たちのプロセスを変容するときでも現在のビジネス手法をサポートし続けて、専門知識を新しい専門分野で実証する必要があります。

成功している会社はシステム・エンジニアリング概念を開発プロセスの早い段階に導入しており、コストを押し上げているため急速に高まっている統合問題に取り組んでいます。これらの会社では、設計同期化、データ管理、そして多様な設計プロセスが、製品開発を「従来どおり」頼りにできない根本的な理由であると認識しています。AberdeenGroupの調査によると、トップ企業の5分の4はこれらの専門分野の統合を設計の早い段階で解決しています。[Mechatronics system design benchmark report、August 2006]

多くの会社は、プラットフォーム・レベルのシステム・エンジニアリング方針に精通しています。今日のビジネス環境では、会社がこれらの方針をより広範に実践し、製品、プロセスまたはエコシステムのライフサイクル全体を管理する包括的なシステム・エンジニアリング・アプローチを確立することが求められています。

これには、専門分野を超えた情報とプロセスを組み入れて管理できる企業全体のPLM環境が必要になります。PLMにより、会社はあらゆる専門分野の関係者を、ユーザーにシステム全体の可視性を提供する緊密な開発プロセスに関与させることができるようになります。その結果、会社は要件を製品開発プロセス全体に伝えることができ、複数の専門分野を同期化できます。特定の製品構成に関わる潜在的問題を早期に探し出すことができるため、チームはよりうまく問題を隔離してリスクを管理できます。変更の影響をサブシステム、コンポーネントおよび機能全体で評価できるため、川下コストを抑えることができます。

統合されたシステム・エンジニアリング・アプローチにより、会社はこのホワイトペーパーで特定されている重要問題を見つけ出し、それに基づいて行動できるようにします。具体的には、

- システム・レベルのエンジニアリング環境でコンピュータ支援のエンジニアリング・ツールを使用して製品全体を設計することで、製品、プロセス、システムまたはエコシステムは「何を」行い、どのように機能するのか
- 企業全体のデータ管理環境をつくることで「誰」に情報が提供されるのか
- 正しい要件と制約の一式を伝えることで、製品、プロセスまたはエコシステムは「どのようにして」開発されて提供されるのか
- 目的が達成されたのは「いつ」で、テストや検証を通してそれを証明するためにどんな方法が使用されるのか

これらの能力を提供することで、システム・エンジニアリングは会社のイノベーション容量を直接押し上げることができます。システム全体、またはシステムのシステムを統合された仮想画面で表示できる機能を装備した会社は、新しい要素を顧客と検討でき、他社に負けずに需要をかき立てることができます。最終的に、システム・エンジニアリング・アプローチによって会社は、イノベーションのプロセスを変えながら製品化までの時間、コスト、そして品質の目標を達成可能になります。

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、シーメンス産業オートメーション事業部のビジネスユニットで、PLM（製品ライフサイクル管理）ソフトウェアおよび関連サービスにおいて世界をリードするPLMプロバイダです。これまで世界各地の6万3,000社のお客様にサービスを提供し、約670万ライセンスにおよぶソフトウェア販売実績を上げています。米国テキサス州プラノを本拠地として、数多くの企業と協働して、豊富なアイデアを価値ある製品に変えるオープンなソリューションを提供しています。シーメンスPLMソフトウェアの製品やサービスに関する詳細は、www.siemens.com/plmにてご覧いただけます。

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
972 987 3000
Fax 972 987 3398

アメリカ

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
800 498 5351
Fax 972 987 3398

ヨーロッパ

3 Knoll Road
Camberley
Surrey GU15 3SY
United Kingdom
44 (0) 1276 702000
Fax 44 (0) 1276 702130

アジア／太平洋

Suites 6804-8, 68/F
Central Plaza
18 Harbour Road
WanChai
Hong Kong
852 2230 3333
Fax 852 2230 3210

日本

シーメンスPLM
ソフトウェア
〒151-8583
東京都渋谷区代々木
2-2-1
小田急サザンタワー
03 5354 6700
Fax 03 5354 6780

www.siemens.com/plm

© 2011 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. All rights reserved. SiemensおよびSiemensのロゴは、Siemens AGの登録商標です。Teamcenter、NX、Solid Edge、Tecnomatix、Parasolid、Femap、I-deas、およびVelocity Series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。その他のロゴ、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。

W14-JA 9005 03/11 C