

JASAレポート:

ソフトウェア駆動型社会への 変革と日本の競争戦略

～ 組込みソフトウェア業界の提言～
人月からの脱却とSDxによる新価値創造へ

日本の製造業は、経済産業省が提唱する「PIVOT」戦略を踏まえ、国内市場からグローバル市場への展開を加速させます。この変革期において、日本の製造業および組込みソフトウェア開発ベンダーが直面している3つの根本的な課題とその解決策を提言します。

一般社団法人組込みシステム技術協会（JASA）
JASA改革プロジェクト





本レポートの目的と読み方について

本レポートは、JASAが作成する従来の技術レポートとは性質と目的を大きく異にしています。特定の技術要素を深く掘り下げた詳細な技術文書ではなく、急速に変化する技術環境と市場動向を踏まえ、組込みソフトウェア業界が今後進むべき方向性とビジネスモデルの変革について提言するものです。

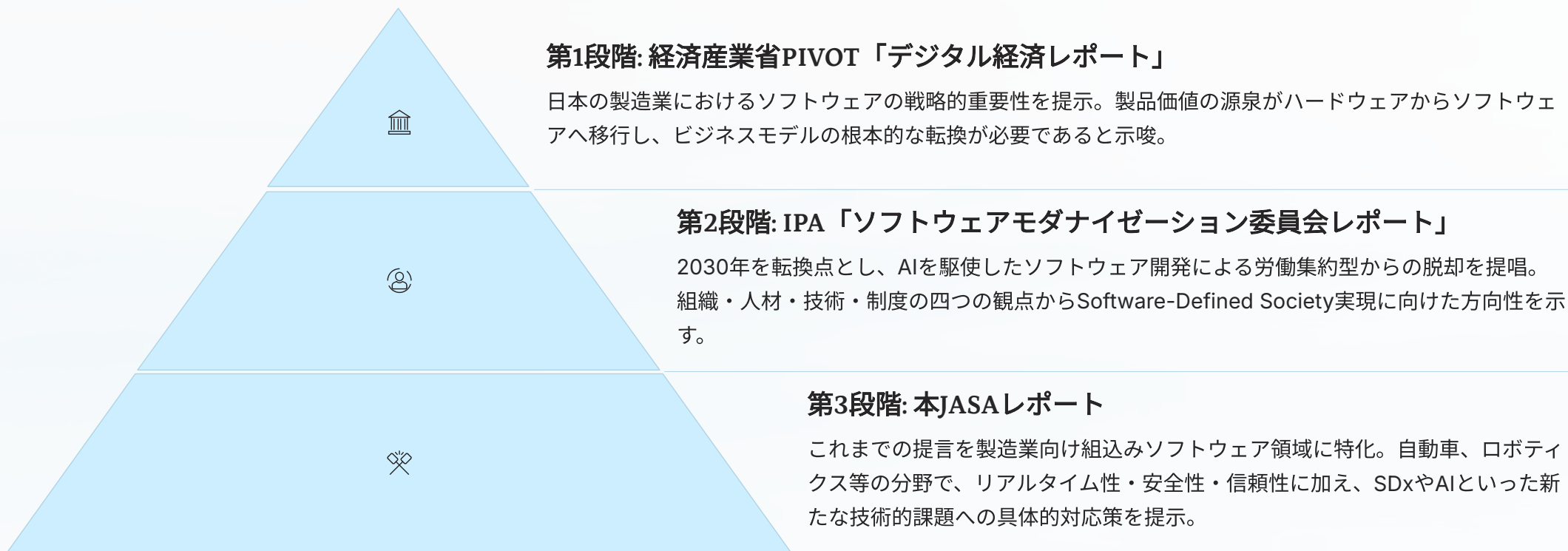
SDx（ソフトウェア駆動型社会）への移行と生成AIの台頭という歴史的転換点において、私たちは前例のない変化に直面しています。このような状況では、完璧な分析と確実な答えを待っているだけでは、変化の速度に取り残されてしまいます。本レポートは「完璧な地図を待つより、不完全でも羅針盤を持って一步を踏み出す」という考えに基づき、現時点での最良の理解と仮説を提示し、業界全体での議論と実践を促進することを目的としています。

SDxのソフトウェア開発と同様に、時間をかけて厳密で完全なものを作り上げるよりも、現段階での気づきや見通しを仮説として提示し、業界全体での議論と実践を促すことを優先しています。いわば、アジャイル的なレポートとして位置づけられます。

このアプローチにより、本レポートは継続的に更新される生きた文書として、会員企業からのフィードバックや実践から得られた知見を取り込みながら進化していく予定です。

本レポートの位置づけ

日本の製造業がソフトウェア駆動型社会へ変革するためには、政策から実践まで体系的なアプローチが不可欠です。本レポートは、この変革の流れを継承する三つの重要な提言の一つです。



目次



序章：ソフトウェア駆動型社会への変革



第1章：SDx時代の組込みソフトウェア開発



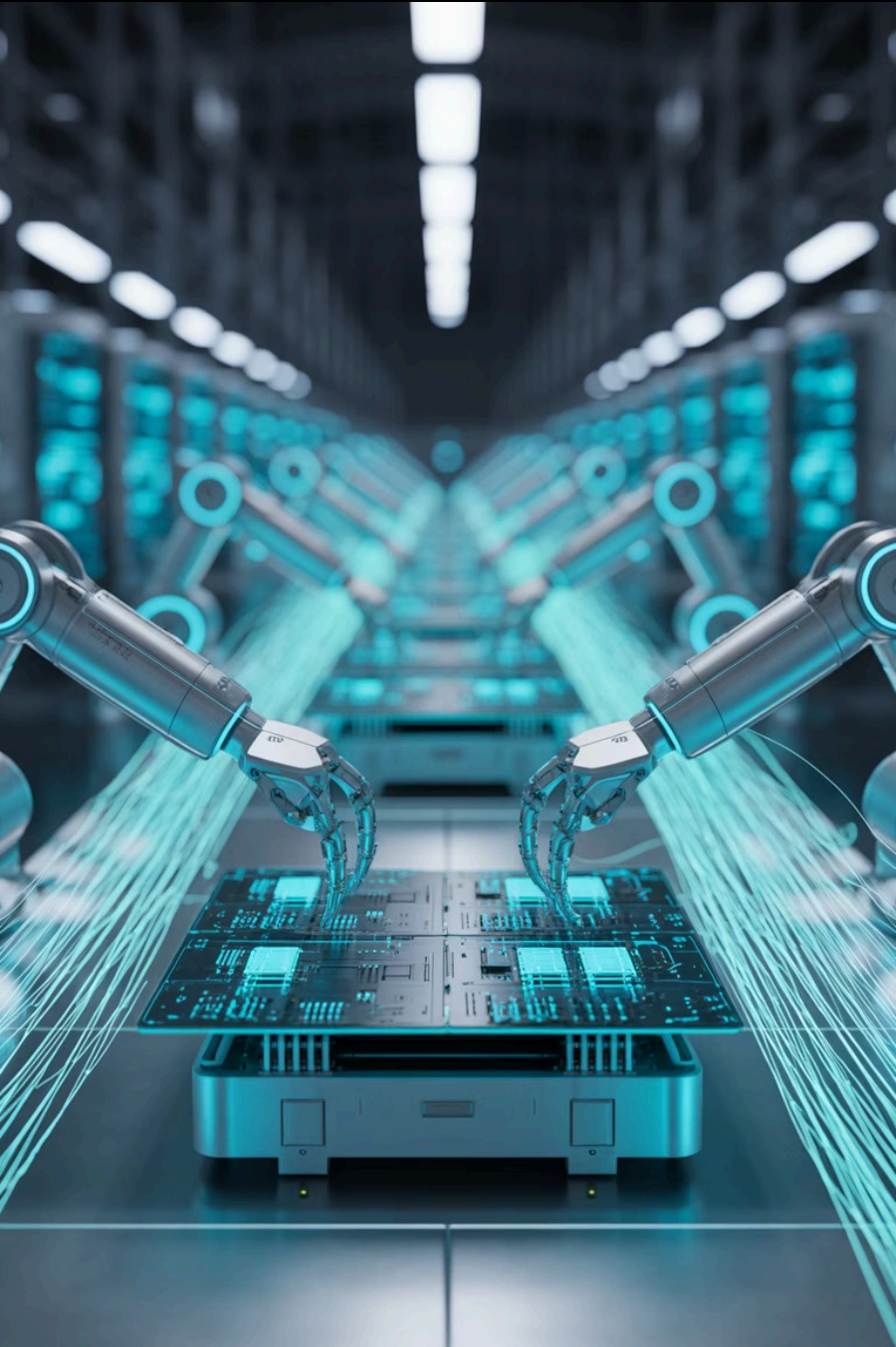
第2章：組込みAI開発の新たな潮流



第3章：ベンダーの新たな道筋と変革



第4章：JASAの提供価値とアクションプラン



序章: ソフトウェア駆動型社会への 変革

日本の製造業は「ソフトウェアで勝つ」ことが求められており、SDx（Software-Defined Everything）戦略による顧客起点の価値創出への転換が不可欠です。SDxと生成AIという二重の革新軸により、組込みソフトウェア開発は根本的な変革期を迎えています。本レポートでは、この変革に対応するための3つの根本的課題について詳述します。

「ソフトウェアで勝つ」 製造業のSDx戦略＝顧客起点価値創出への変革

日本の製造業はハードウェア中心からソフトウェアによる価値創出へと転換し、SDx（Software-Defined Everything）戦略を通じて顧客起点の継続的なサービス提供を目指す変革を目指さなければなりません。

PIVOTの提言（ソフトウェアで勝たなければならない）

経済産業省のPIVOT戦略は、日本の製造業が「ソフトウェアで勝つ」ことの重要性を明確に提言しています。従来のハードウェア中心の競争から脱却し、ソフトウェアによる差別化を実現します。

そのためには製造業ではSDxを推進

ソフトウェアで勝つために、製造業においてSoftware-Defined Everything（SDx）を推進します。製品をソフトウェアで定義し、継続的にアップデートできる仕組みを構築します。

SDxとは顧客起点の価値創出をソフトウェアで実現（従来のビジネスモデルからの変革）

SDxは単なる技術革新ではなく、顧客起点の価値創出をソフトウェアで実現する仕組みです。売り切り型から継続的サービス提供型への根本的なビジネスモデル変革を行います。

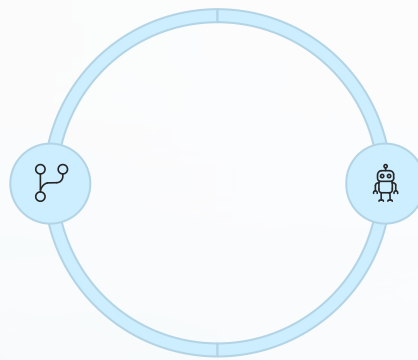
SDx × AI — 二重の革新軸

SDx時代の開発と生成AI

「継続的な価値提供」を前提とするSDxには高速開発が不可欠です。生成AIがコード・テスト自動生成で開発を効率化し、SDx推進の強力な推進力となります。

製品機能を変革するAI技術

AIはディープラーニングで複雑な製品機能を実現し、AI搭載製品は継続的な学習と更新を要するため必然的にSDx化されます。AIが製品価値を創出し、SDxがその価値を提供します。



日本の課題と変革の方向性

日本のソフトウェア開発は「人月ビジネス」依存がSDxの高速開発と乖離しています。SDxと生成AIの融合は、労働集約型から知識集約型への転換を促し、製造業全体の生産性構造を根本から変革し、競争優位を確立します。

本レポートで扱う3つの根本的な課題

この変革期において、日本の製造業および組込みソフトウェア開発ベンダーは、3つの根本的な課題に直面しています。



SDx時代の開発変革

数週間から数日単位での迅速なソフトウェアアップデートを実現。従来の開発手法からの脱却が求められます。(第1章で詳述)



生成AIと開発の未来

生成AIの普及が組込み開発を根本から変革。この変化への適応が重要です。(第2章で詳述)



ビジネスモデルの転換

労働集約型から価値提供型へ。ビジネスモデルの根本的な変革が必要です。(第3章で詳述)

これらの課題解決のためにJASAが提供できる価値を第4章で記述します。



第1章: SDx時代の組込みソフトウェア 開発

Dx時代において、組込みソフトウェア開発は従来の延長線上では不十分です。変化に強い「モダンなアーキテクチャ」に基づく「ソフトウェアプラットフォーム」の構築を推進します。

クローズドからオープンへ

組込みソフトウェア開発は、一度出荷したら変化が難しい「クローズドシステム」から、OTAなどで機能が更新される「オープンシステム」へと変革しています。これにより、市場ニーズに迅速に対応し、継続的に価値を提供できます。

1

従来のクローズドシステム

出荷後ほとんど変化せず、変化対応が困難な固定的なシステムです。

特徴と課題:

- 固定機能: 更新・追加が困難
- 高コスト: ハードウェア依存でメンテナンスに手間
- 対応遅れ: 市場変化に追従できない

例: 従来の家電、産業機器、旧世代車載システム

2

SDxのオープンシステム

OTAを通じて機能が継続的に更新・追加されるシステムです。

特徴と利点:

- 継続的価値: 新機能・改善を迅速提供
- 柔軟・拡張性: API活用で統合容易
- 競争力向上: 迅速な改善サイクル

例: コネクテッドカー、スマートホーム、IoTプラットフォーム

モジュラーアーキテクチャとモダン開発基盤

SDxプラットフォームの実現には、サービス志向型のアーキテクチャ（SOA）に基づき、オープンなAPIを提供し、そのプラットフォームとセットになって構成されるツールチェーンによる開発環境の標準化、そしてその二つによってもたらされるCI/CDを含むDevOpsプロセスがモダンな組込みシステム開発基盤となります。



サービス指向アーキテクチャとコンポーネント化

システムを独立性の高いサービスコンポーネントに分割し、それをアプリケーションインタフェースとすることでSDxで重要となるハードウェア・ソフトウェア分離と、オープンなAPIを実現します。特に、ミッションクリティカルな組込みシステムで重要となるリアルタイム性を担保できるソフトウェアフレームワークを導入することが重要となります。



開発環境の標準化

開発環境と本番環境の差異を最小化することで、再現性のある開発プロセスを実現します。クラウド環境ではコンテナ技術が効果的ですが、組込みシステムではビルドシステムの標準化やハードウェア抽象化レイヤーの活用により、同様の目的を達成できます。



CI/CDを軸とするDevOpsプロセス

ソフトウェアの変更を自動的にビルド、テスト、デプロイすることで、リリースサイクルを大幅に短縮します。組込みシステムでは、自動化されたユニットテスト、静的解析、HILテスト、安全認証への適合性検証をCI/CDに組み込むことで、品質を維持しながら開発スピードを向上させます。

生成AIによる開発プロセスの効率化

生成AIは、要件定義からコーディング、テスト生成に至るまで、開発プロセスの各段階を自動化・支援することで、効率を大幅に向上させます。



要件定義の自動化

自然言語で記述された要求を解析し、必要な機能の一覧やシステムアーキテクチャの初期案を生成します。



コーディング支援

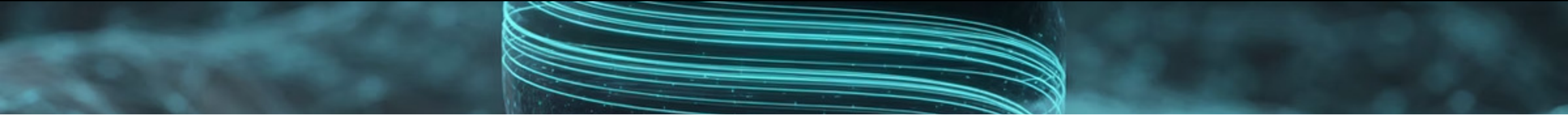
関数の仕様を説明するだけで実装コードを生成し、AIが生成した初期案をベースに改善を進めます。



テストケース生成

関数の仕様から網羅的なテストケースを自動生成し、さらにそのテストコードも自動生成を実現します。





オープンシステム・ディペンダビリティ

未知の課題に直面するオープンシステムでは、従来の品質保証を超え、継続的な信頼性と適応性を重視するディペンダビリティへの転換が不可欠です。

従来の品質保証の限界

SDxのようなオープンシステムでは、全てのシナリオを網羅するテストは困難です。従来の品質保証は固定要件と既知の故障排除が中心で、未知の状況への対応は不十分です。そこで、継続的な信頼性、安全性、可用性、保守性、セキュリティを総合的に捉える「ディペンダビリティ」の概念を重視します。

ディペンダビリティとは

ディペンダビリティとは『依存できる性質』『頼りにできること』を意味し、その本質は動的で継続的なものです。システムが常に変化し、未知の状況に直面する中でも、『このシステムに依存できる』という状態を維持します。従来の品質や信頼性が『正しく作られているか』という製品の属性を表すのに対し、ディペンダビリティは『継続的に頼りにできるか』というサービスの性質を表します。

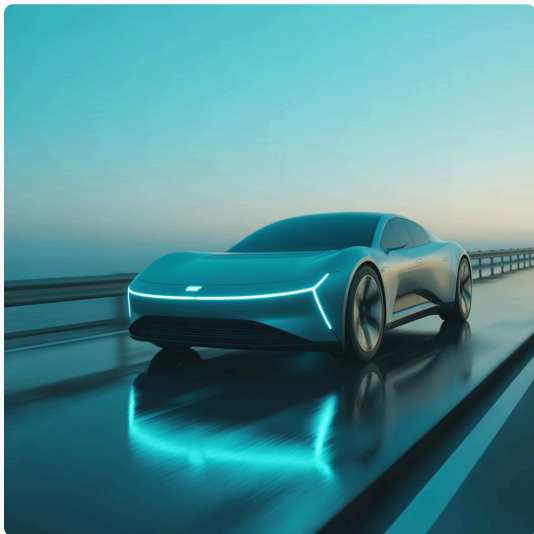
ディペンダビリティの実現

オープンシステムにおけるディペンダビリティ実現のため、アプローチを「完全な予測と制御」から「継続的な監視と適応」へ転換します。まず、予測可能な範囲とその境界条件を明確に定義し、その範囲内での動作を保証します。境界を超えた予期せぬ事態には、自己診断・自己修復機能や継続的な脅威検出・対応などの適応メカニズムを組み込みます。従来の開発手法では対応が困難なため、DEOSプロセスや国際規格IEC 62853といったアプローチの活用が不可欠です。

日本独自の強み

日本は、各業界で厳格な国際標準に準拠した技術とシステムにより、グローバル市場で独自の競争力を発揮しています。

自動車業界



ISO 26262に準拠したソフトウェア開発プラットフォームが構築されており、自動車業界向けのSDxプラットフォームとして強い競争力を持っています。

医療機器業界



IEC 62304に準拠したソフトウェアライフサイクルプロセスを組み込んだプラットフォームで差別化を図っています。

産業機械業界



ISO 10218に対応したプラットフォームで、産業用ロボットの安全規格に準拠したシステムを提供しています。

継続的な価値創造のサイクル

IoTからAI、生成AI、CPS、OTAまで、先端技術が連携し、製品に継続的な進化と価値をもたらす革新的なサイクルを実現します。

SDxプラットフォームによる データ収集

SDxプラットフォームがAPIの利用を介してシステムの利用状況や必要な物理データの収集を行います。

インテリジェント・アクチュエーション (Edge AI & Actuators)

物理空間でエッジAIがアクチュエータ（機械）に指令を出します。

OTAによる更新配信

検証済みのソフトウェアアップデートはOTAを通じて製品に遠隔でデプロイされ、継続的な機能向上と価値提供を実現します。



AIによるデータ解析

収集されたデータは機械学習モデルによって解析され、製品のパフォーマンス改善や新機能開発の根拠となるインサイトが生成されます。

生成AIによる開発支援

解析結果に基づき、生成AIはソフトウェアのコードを迅速かつ効率的に生成・修正を行います。

CPSによるシミュレーション

生成されたソフトウェアはCPS環境(デジタルツイン)でシミュレーションされ、その有効性や安全性が検証・調整されます。



第2章: 組み込みAI開発の新たな潮流

生成AIの急速な進化を背景に、これまで実現不可能とされてきたヒューマノイドロボットや完全自動運転のような複雑なシステムを現実のものとするには、一層の技術開発と取り組みを行います。組み込みソフトウェアの市場が爆発的に拡大する中で、その価値を最大限に引き出し、さらに成長させていきます。

AIの活用度合いによる開発アプローチの進化

AIの活用度合いによって、組込みソフトウェア開発は、従来の厳格なアプローチから、よりデータ駆動型のアプローチへと進化しています。この進化は、3つの主要なパラダイムに分けることができます。



従来型開発(ルールベース)

厳格な検証プロセスと確立された認証体系に支えられた、決定論的アプローチによる安全性と信頼性の確保を特徴とします。システムの振る舞いは、人間があらかじめ定めたルールに基づいて予測可能です。



AI支援型開発

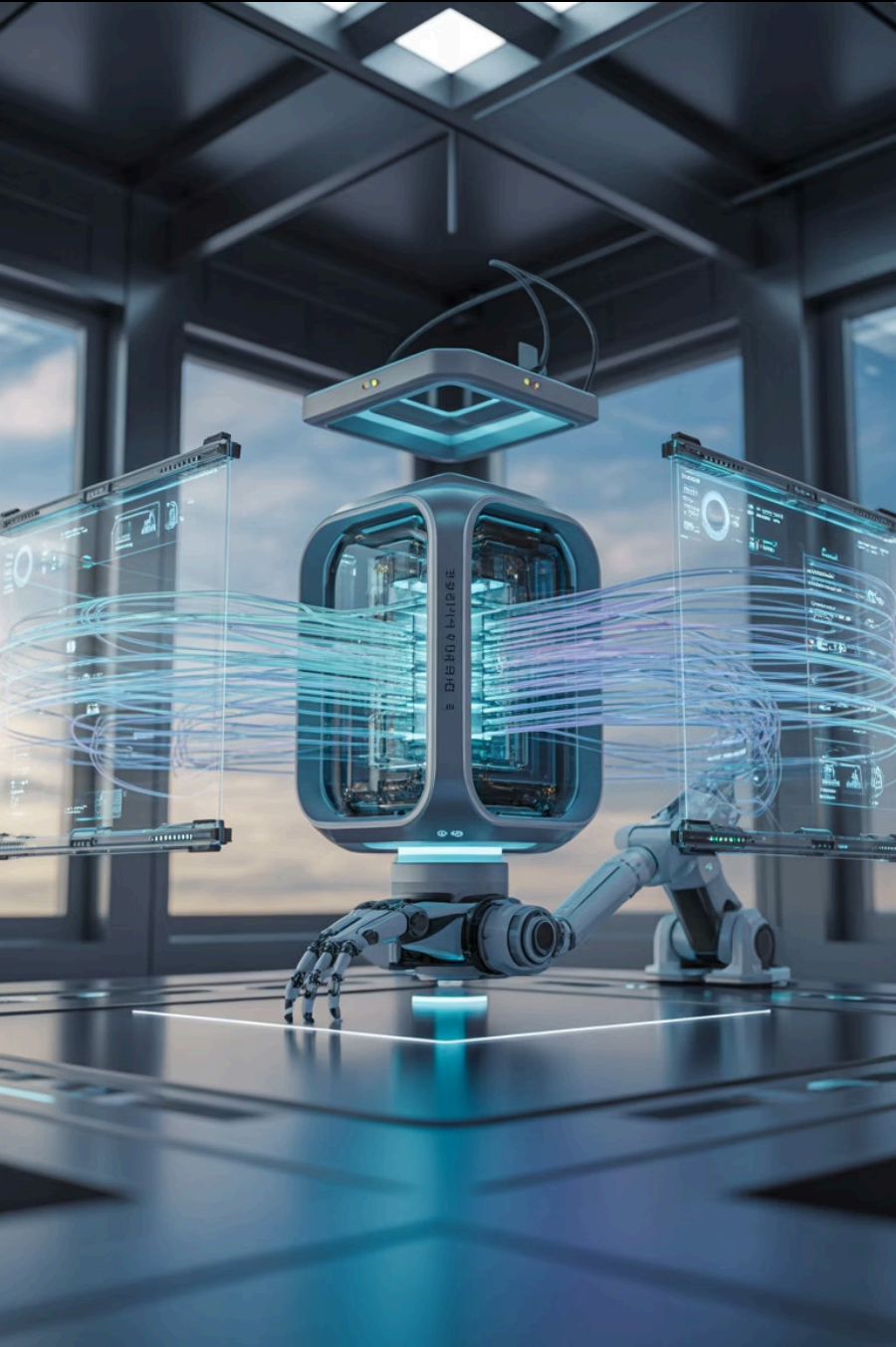
人間とAIが協力して開発を進めます。生成AIを活用して、従来のルールベース開発における反復的なタスクを効率化します。



統合AI活用型開発(エンド・ツー・エンド)

テキスト、画像、音声、センサーデータなど、多種多様な入力を統合的に処理する、帰納的なデータ駆動アプローチです。大量のデータから自律的に学習し、複雑な状況における高度な判断を可能にし、ヒューマノイドロボットや完全自動運転などを実現します。

これら3つの開発パラダイムは独立したものではなく、互いに補完し合う関係にあります。最適なシステムを構築するには、それぞれのパラダイムを状況に応じて適切に組み合わせることが重要です。



制御革命：ルールベースからエンド・ツー・エンドへ

組込みソフトウェア開発における制御アプローチは、人間の定義したルールに基づく従来の方式から、AIが大量データから直接学習するエンド・ツー・エンドへと進化しています。

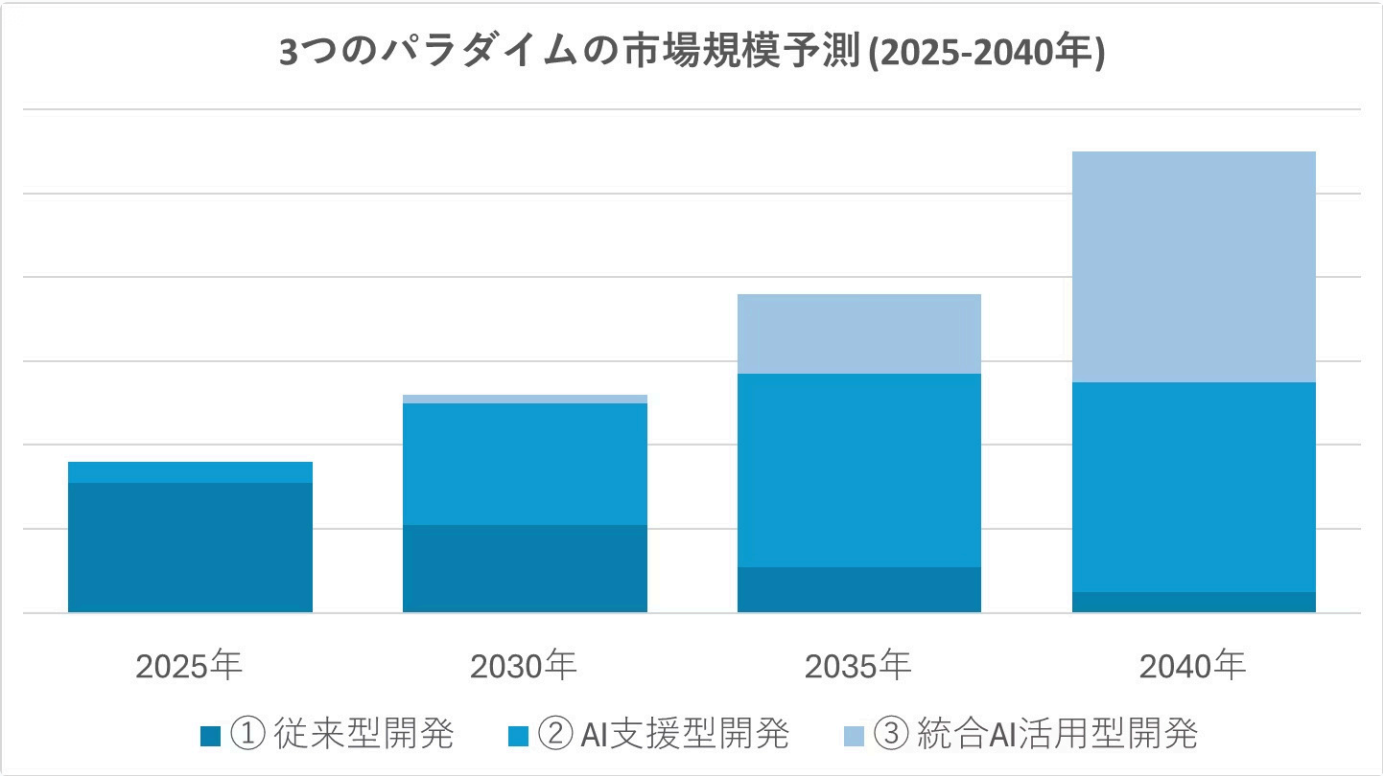
ルールベース

エンジニアは状況を分析し、「もしAならばBをする」というルールを定義します。状況が限定されている場合には有効ですが、状況の組み合わせが爆発的に増える場合、このアプローチは困難になります。

エンド・ツー・エンド

センサーの生データを入力として、制御出力を直接出力するニューラルネットワークを学習させます。人間が明示的にルールを定義することなく、大量のデータから学習を行います。

組込みソフトウェア開発市場の変遷予測（グローバル）



このグラフは、2025年から2040年までの組込みソフトウェア開発市場における主要なアプローチの予測される変遷を示しています。従来型開発は2025年をピークに緩やかに減少傾向にあり、AI支援型開発は2025年から急成長し、2030年代後半でその勢いがピークに達すると予測されます。一方、統合AI活用型開発は2030年頃から市場に登場し、2040年に向けて急速な成長を遂げ、主要な開発手法となることが見込まれます。具体的な市場規模の数値は非公開ですが、トレンドとしてこれらの変化が予測されます。

ラストワンマイル戦略:日本の勝機

「ラストワンマイル」とは、開発されたAI基盤技術を、人命や社会インフラを支えるリアルな現場に実装・統合する最終プロセスを指します。クラウドで訓練されたAIモデルを、製造ロボットや医療機器、自律移動システムといった、安全性とリアルタイム性が厳しく求められるエッジデバイス上で最適化・動作させることです。

データセンターのような理想的な環境とは異なり、現場では通信遅延、電力制約、温度変化など多様な課題があり、AIの知能とハードウェアの身体を、組み込み技術固有の厳格な要求の下で統合する極めて困難な作業です。

この困難な領域に挑む理由は三つあります。



市場の爆発的拡大

製造、物流、医療、建設、農業など実世界産業でのAI活用が本格化すれば、フィジカルAI市場は情報処理AI市場を上回る成長ポテンシャルを秘めています。



社会的課題の解決

深刻な労働力不足（熟練工、ドライバー、看護師など）に直面する日本において、AIとロボティクス統合による課題解決は社会に計り知れない価値を提供します。



日本の競争優位性

品質、安全性、信頼性を追求する日本の製造業は、ミッションクリティカルな環境でのシステム統合、現場との擦り合わせ、長期保守サポートにおいて強みを発揮。

日本の3つの構造的強み

日本が「ラストワンマイル」で競争力を持つ理由として、AIの民主化が進むにつれ、基盤モデルの性能差は縮まり、競争軸は「社会実装の品質」に移ります。このとき日本には、三つの構造的強みがあります。

1 現場最適化力と安全設計文化（ただし新パラダイムへの適応が必要）

製造業で培われた現場理解とカイゼン文化はAI適用に有利。ただし、これらはルールベース開発の強みであり、エンドツーエンドAI開発には新たな品質保証・安全確保手法の確立と、新しいパラダイムに適応した安全設計文化の構築が必要。

2 センサー・制御・組み込み技術の深層的知見

ハードとソフトの協調設計で培われた、AI推論をリアルタイム制御に繋ぐ技術力。ミリ秒単位の制御システムとセンサーデータ処理の統合経験は、AIエッジ実装の優位性。

3 品質保証と社会信頼（新たな検証手法の確立が不可欠）

ミッションクリティカル分野の実績と信頼性は強み。しかし、これはルールベースの強みであり、エンドツーエンドAIには新たな検証・認証手法が不可欠。日本はグローバルAI基盤を「安全に社会実装する翻訳層」として価値を発揮でき、その定義を新パラダイムに適応させる必要がある。



AIエコシステムの主要プレイヤー

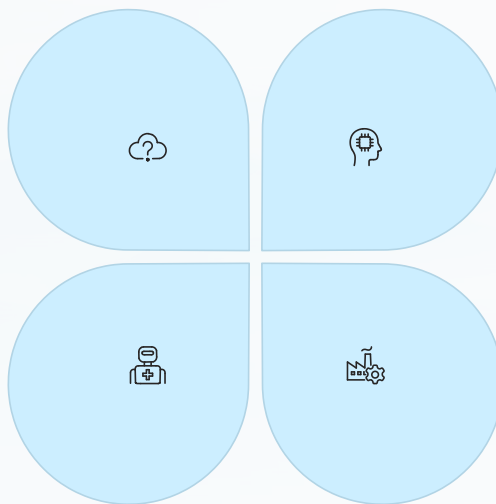
この困難だが巨大な機会を実現するため、AI駆動型産業のエコシステムが形成されています。このエコシステムには、それぞれ異なる役割と責任範囲を持つ、主に四種類のプレイヤーが存在します。

【プレイヤー1】技術基盤プロバイダー

- **役割**：AI開発・実行のための汎用ツール・ハードウェア提供（GPU、クラウド、API）
- **戦略**：水平分業で全産業に展開
- **責任**：技術性能の保証のみ（最終製品の責任は負わない）
- **例**：NVIDIA、Google、OpenAI、Microsoft

【プレイヤー4】垂直統合例外

- **役割**：全レイヤーを自社で垂直統合
- **戦略**：ハードウェアとソフトウェアの完璧な統合
- **責任**：全工程の責任を自社で負う
- **例**：Tesla（Dojo、FSDチップ、自動運転AI、車両OS、OTA、充電網まで統合）



【プレイヤー2】ドメインAIプラットフォーマー

- **役割**：特定タスク領域に特化したAI（脳）の開発・供給
- **戦略**：膨大なデータ収集と学習サイクルの構築
- **責任**：AIモデルの性能保証（最終製品統合は他社）
- **例**：Wayve Technologies、Physical Intelligence

【プレイヤー3】AIプロダクトメーカー

- **役割**：AIと製品を統合し、顧客に届ける最終製品の完成
- **戦略**：ドメイン特化の深い理解と現場知識の活用
- **責任**：最終製品の社会的・法的責任を全て負う
- **例**：大手自動車メーカー、産業機器や医療機器のグローバルリーダー、ヒューマノイドロボットのスタートアップ、サービスロボットメーカー、特定の中小医療機器メーカー、専門的な産業機械メーカー

JASA会員（ベンダー）の戦略的ポジション： プレイヤー3を支える「成功請負人」

JASA会員（ベンダー）は、このエコシステムで以下のような支援を行います



技術統合支援

プレイヤー1・2の最先端技術をプレイヤー3の製品へ円滑に統合します。



安全なシステム連携

AIと既存の制御システムを安全かつ堅牢に連携させます。



アプリケーション開発

プラットフォーム上で最適なAIアプリケーションを開発・実装します。



暗黙知のデータ化とAI最適化

現場のノウハウをデータ化し、AIの性能を最大限に引き出します。



厳格な品質保証

徹底した検証プロセスにより、製品の品質と信頼性を確保します。

JASA会員は、大手企業にはプラットフォーム設計やサプライヤー統合を支援し、スタートアップや中小企業には効率的なAI組み込みと品質向上を実践的にサポートします。

生成AI民主化と組み込み業界の未来

GPU依存からの脱却により、資本力に依存しない競争が可能になりつつあります。DeepSeekのR1モデルやSLM(Small Language Model)の台頭により、組み込み業界に新たな事業機会がもたらされています。

短期(現在～2年)

クラウドAPI依存が継続。クラウドとエッジのハイブリッド構造を最適化し、AIの恩恵を製品に取り込むことが重要です。

1

長期(5～10年後)

統合AI民主化が実現。ドメイン特化統合AIの小型化により、真の「エッジファースト」時代が到来します。

3

2

中期(2～5年後)

SLMによるエッジAI実用化が本格化。特定用途に最適化された小型モデルの開発が競争優位の源泉となります。

フィジカルAIの時代が幕を開けた今、私たちは単なる技術者ではなく、物理世界とデジタル世界を融合させる新時代の創造者として、人類の未来を切り拓いていく使命を担っているのです。



第3章: ベンダーの新たな道筋と変革

日本のメーカーがSDxへの移行をすべて内製で完遂することは極めて困難であり、組込みソフトウェア開発ベンダーとの協業は不可欠です。しかし、従来の人月による労働力提供や、与えられた仕様を単に開発するだけの労働集約型のビジネスモデルでは、SDx時代に求められる要件を満たせず、事業継続が困難になるため、変革を実現します。



人月モデルが破綻する 2つの理由

1


継続的な価値開発との非互換性

人月モデルは、あらかじめ定義された固定的なスコープと、それに必要な労働時間を前提とすることが、SDx時代に求められる継続的な価値開発と真っ向から対立します。完成した時点で役割を終える「売り切り」の発想ではなく、常に進化し続ける「サービス」を提供するというSDxの思想に即したビジネスモデルへと変革します。

2

爆発的な生産性向上とのインセンティブの対立

生成AIの普及により、ソフトウェア開発の生産性は飛躍的に向上させることが期待されます。しかし、人月モデルは労働時間に直接報酬を紐づけるため、このような効率化を推進するインセンティブが働きません。生産性を高めて作業を短時間で終えたとしても、ベンダー側の売上が減少することがないように、新たな報酬体系を構築します。



ベンダーの2つの道

ベンダーは、共通SDxプラットフォームの共同構築と、そのプラットフォームを活用するための高度なナレッジ提供という2つのアプローチを通じて、製造業の変革を支援することができます。

共通SDxプラットフォームの構築者

日本の製造業の基盤を支える道。JASAの各会員企業は、それぞれの専門領域で培ってきた技術や知見を統合し、「安全性」「信頼性」といった日本独自の強みを体現する日本製SDxプラットフォームを共同で開発します。

高度なナレッジ提供者

個別企業の課題解決に深くコミットする道。共通プラットフォームを活用するメーカーに対し、その潜在能力を最大限に引き出すための専門知識やノウハウを「ナレッジ提供型サービス」として提供します。

共通SDxプラットフォームの必要性

日本の製造業がグローバル競争に打ち勝つためには、共通SDxプラットフォームの構築が不可欠です。これにより、開発コストとリスクを分散し、深刻な人材不足を解消しながら、業界全体の標準化と相互運用性を確保し、海外の巨大プラットフォームに対抗できる強固な基盤を築くことができます。

開発コストとリスクの分散

SDxプラットフォームの開発には、莫大な投資を行います。サービス指向アーキテクチャ(SOA)、オープンAPI、統合ツールチェーン、CI/CDパイプライン、生成AI活用基盤、CPS環境、OTA機能など、多岐にわたる技術要素を統合します。

人材確保の困難さの解決

組込みソフトウェアの知識だけでなく、クラウド技術、DevOps、サイバーセキュリティ、AI/ML、データ分析など、幅広い専門性を持つ人材の確保を実現します。複数の企業が協力することで、多様な専門性を結集します。

標準化と相互運用性の確保

各社が独自のプラットフォームを開発すると、業界全体で互換性のない複数のプラットフォームが乱立することを防ぎます。共通プラットフォームにより、サプライチェーン全体での効率を向上させます。

グローバル競争への対抗

海外では、AWSやAzure、Googleなどのクラウドプラットフォーム、あるいはTeslaやAppleのような企業が、巨額の投資によって高度なプラットフォームを構築しています。日本企業が協力し、規模の経済を実現することで、これに対抗します。

プラットフォームの構成要素

共通SDxプラットフォームは、参照アーキテクチャ、ツールチェーン、ミドルウェア、そして生成AI活用基盤の4つの主要な要素で構成され、効率的な開発とグローバル競争力の向上を支援します。



共通リファレンスアーキテクチャ

プラットフォーム全体の設計思想と構造を定義します。ISO 26262、IEC 62304、産業機械の安全規格といった、各業界の規制要件を満たすように設計します。



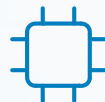
共通ツールチェーン

開発者の生産性を飛躍的に向上させる統合開発環境を構築します。IDE、CI/CDパイプライン、テストフレームワーク、モニタリングツールなどを含めます。



汎用ミドルウェアコンポーネント

多くのアプリケーションで共通に必要な機能を、再利用可能な形で提供します。通信ミドルウェア、セキュリティミドルウェア、OTA更新ミドルウェアなどを含めます。



生成AI活用基盤

開発プロセス全体にわたって生成AIを活用するための環境を整備します。コード生成支援、テストケース生成、ドキュメント生成、コードレビュー支援などを提供します。

業界別プラットフォームバリエーション

共通SDxプラットフォームは、自動車、医療機器、産業機械/ロボットの各業界に特化してカスタマイズされており、それぞれの業界固有の規制要件と技術仕様に対応したバリエーションを提供します。



自動車業界向け

ISO 26262(機能安全)、ISO/SAE 21434(サイバーセキュリティ)、AUTOSARへの準拠を実現します。また、車載ネットワーク(CAN、Ethernet、FlexRay)のサポート、リアルタイム性の保証、V2X通信機能を含めます。



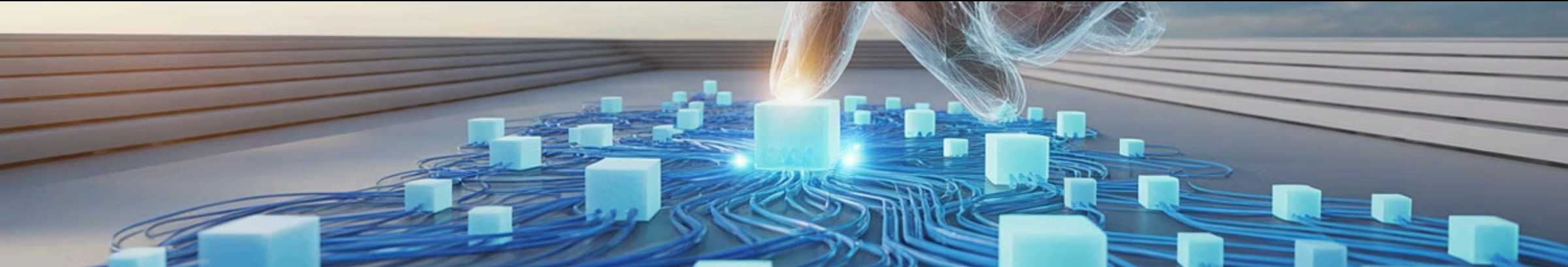
医療機器業界向け

IEC 62304(医療機器ソフトウェアライフサイクルプロセス)、IEC 60601への準拠を実現します。FDA、PMDAといった規制当局への申請を支援する文書生成機能、およびトレーサビリティ管理を含めます。



産業機械・ロボット業界向け

ISO 10218(産業用ロボットの安全)、IEC 61508への準拠を実現します。PLCとの連携、産業用ネットワーク(EtherCAT、PROFINET、CC-Link)のサポート、予知保全機能、デジタルツイン連携を提供します。



『人』から『知』へ:ナレッジ提供型サービス

個別の課題解決に強みを持つSIベンダーは、共通プラットフォームを活用するメーカーに対し、その潜在能力を最大限に引き出すための専門知識やノウハウを「ナレッジ提供型サービス」として提供し、ビジネスモデルを転換していきます。

3つのステップによる段階的な変革

SIベンダーが「ナレッジ提供型サービス」へとビジネスモデルを転換するための、効率化から専門性向上、そしてサービス化へと続く3段階のプロセスを説明します。



ステップ1（AI駆動）：生成AI活用による効率化と信頼獲得

従来の人月モデルを維持しながら、生成AIを積極的に活用して開発効率を向上させます。AIによる自動化とコード生成により「短期納品」や「品質向上」という明確なメリットを顧客に提供し、信頼関係を構築します。



ステップ2（IP駆動）：知的財産としてのナレッジ蓄積と専門性向上

AIドリブンで効率化した時間を活用し、ドメイン特化型のプロンプトライブラリや技術的解決パターンを知的財産として体系化します。この専門性により人月単価の引き上げと差別化を実現します。



ステップ3（ストック駆動）：ナレッジのサービス化による継続収益モデル

蓄積したナレッジをプラットフォーム化し、サブスクリプション型のサービスとして提供します。人月に依存しない継続的な収益モデルへと転換し、ビジネスの大幅なスケール化を実現します。

ステップ1（AI駆動）：生成AI活用スキルの実践的習得

この段階では、従来の人月モデルを維持しつつ、生成AI活用スキルを実践的に習得します。効率化による短期的な収益増ではなく、実際のプロジェクトでの試行錯誤を通じて将来の競争力強化に投資。AI活用で品質向上や納期短縮を図り、顧客満足度の向上を目指します。



委託ビジネスにおける実践

委託プロジェクトでは、コード生成、テストコード生成、ドキュメント生成などで生成AIを積極的に活用し、ノウハウを蓄積します。AIによる時間短縮分を顧客価値向上と、生成AI活用ナレッジの自社IP（知的財産）化に充て、ステップ2への基盤を築きます。



派遣ビジネスにおける実践

派遣エンジニアも派遣先で生成AIを活用し、個人の生産性を向上させます。習得したスキルやノウハウは、派遣元企業の組織的な知見として体系的に蓄積する仕組みを構築し、ナレッジベースとして整理します。

この段階の成功は、収益や利益率ではなく、スキルの習得度合いと知見の蓄積量で評価されます。開発効率の40%以上向上、効果的なプロンプトやワークフローの標準化、顧客満足度の維持・向上をステップ2への移行条件とします。



ステップ2（IP駆動）:生成AIによる付加価値の価格転換とIPの活用

ステップ1で生成AI活用のスキルを確立したベンダーは、この段階でその価値を適切に価格に反映させることができます。ベンダーが提供するのは単なる労働時間ではなく、生成AIを効果的に活用した高度な開発力と、体系化されたIPであるという認識を顧客と共有します。

従来の労務提供モデル

- 人月単位での労働時間の提供
- エンジニアの作業時間そのものが価値
- 属人的なスキルに依存
- 時間をかけるほど売上が増加

新しい価値提供モデル

- 生成AI活用による高度な開発力の提供
- 体系化されたIPとナレッジの活用
- 組織として蓄積された知見の提供
- 短時間で高品質な成果物を実現

IPとしての生成AI活用ナレッジ

ステップ2における重要な概念転換は、生成AI活用のナレッジを単なる社内スキルではなく、顧客に提供できるIPとして位置づけることです。このIPは、ステップ1で蓄積され体系化された要素から構成されます。



ドメイン特化型プロンプトライブラリ

特定の業界や技術領域において、繰り返し有効性が確認されたプロンプトのパターンを、再利用可能な形で整理したものです。どのような状況でどのプロンプトを使用すべきかという判断基準とともに体系化されています。



技術的解決パターンのデータベース

特定のドメイン要件に対して、どのようなアーキテクチャや実装手法が効果的であったかという知見を、構造化されたデータベースとして整理したものです。要件と解決策の対応関係が明確に記録されています。



品質保証のためのチェックリストとガイドライン

生成AIが生成したコードやドキュメントを効率的かつ確実にレビューするための手順や観点を整理したものです。どのような点に注意してレビューすべきか、どのような誤りが発生しやすいかという知見が蓄積されています。



プロジェクト特性に応じた生成AI活用戦略

プロジェクトの規模、複雑さ、リスクレベル、納期などの特性に応じて、生成AIをどの工程でどの程度活用すべきかという戦略的な判断基準です。費用対効果を最大化するための選択的な活用方法が明文化されています。

ステップ3（ストック駆動）：ナレッジのサービス化による ストックビジネスへの転換

ステップ1や2のアプローチでは、人月を効率化するだけなので、委託元にとっても委託先にとっても、所詮数倍にしかスケールしないのが課題です。この最終段階では、これまでに蓄積したナレッジをサービスとして提供し、ビジネスを大幅にスケールさせます。ただし、このステップは段階的に進めることが重要です。

N

社内向けナレッジベース構築から 開始

ステップ2で形式知化したナレッジを、社内のエンジニアが効率的に活用できるシステムとして整備します。これにより、社内の生産性向上と品質の標準化を実現します。



既存顧客向けクローズドサービス

特定の顧客に対して、その顧客の案件で蓄積したナレッジを、カスタマイズされた形で提供します。例えば、特定顧客向け医療機器開発ナレッジベースといった形で、その顧客に特化した情報を生成AIを活用して提供します。



オープンなサービスプラットフォームへの展開

十分な実績と改善を重ねた後、最終的にオープンなサービスプラットフォームに展開します。組込みソフトウェア開発という領域の特性を考えると、特定の業界や技術領域に特化したサービスの方が現実的です。

知の循環経済

段階的移行ではなく継続的循環

この3ステップ戦略は、単なる段階的な移行ではありません。むしろ、フロー（新規案件）、IP（知財化）、ストック（サービス化）の3つの活動が継続的に循環するモデルです。新しい案件で得た知見をAIでIP化し、成熟したIPをストックビジネスへ転換しつつも、常に新たなフロー案件から次のIPの種が生まれる。この循環こそが、戦略の核心です。

①新規フロー案件による知見獲得

新しい課題解決を通じて、最先端の知見やノウハウを蓄積します。

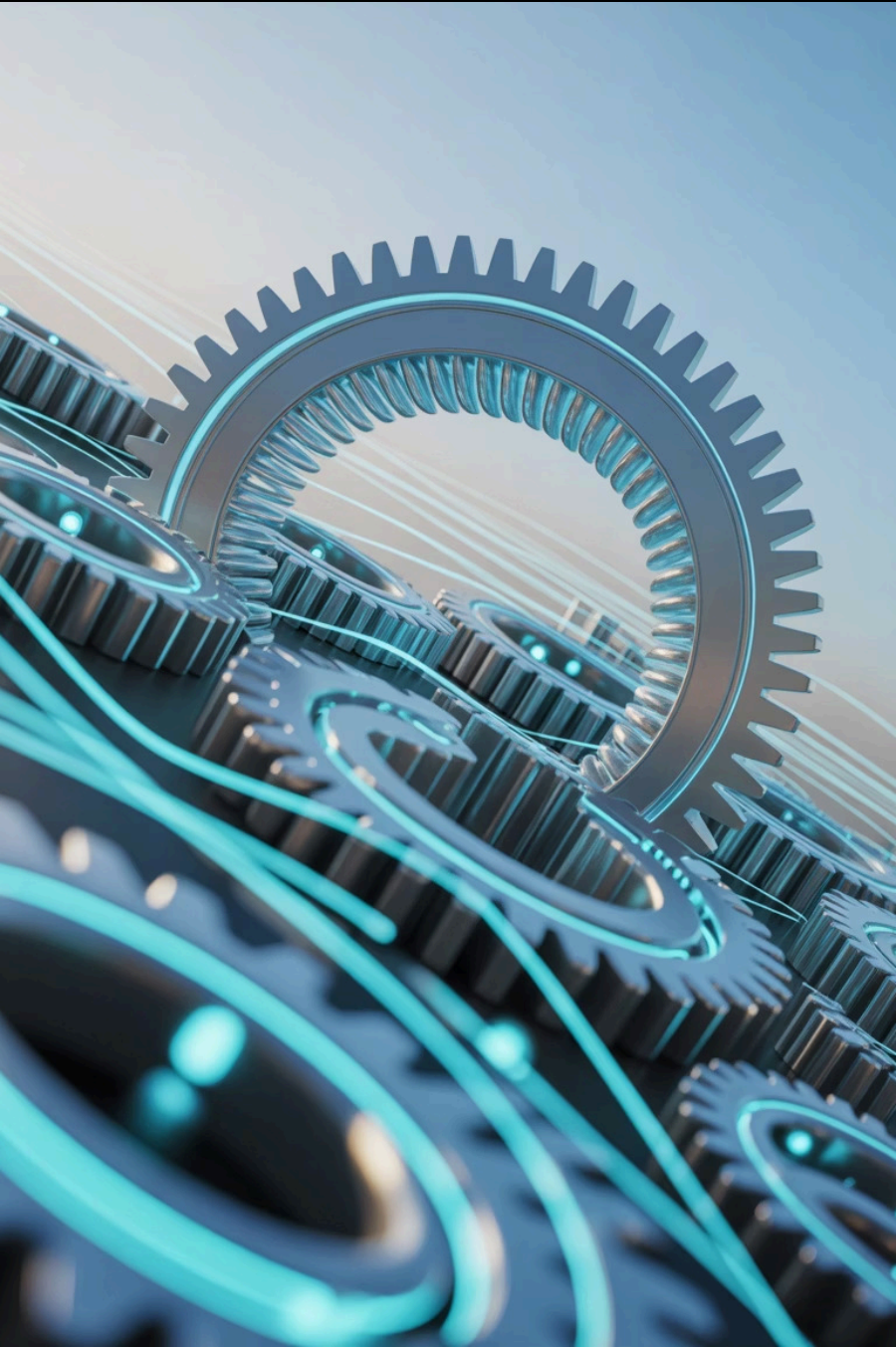


②AIを活用した知見のIP化

獲得した知見をAIによって形式知として整備し、再利用可能なIPへと昇華させます。

③成熟IPのサービス化（ストック化）

成熟したIPの一部をサービスとして提供し、安定的なストックビジネスへと転換します。



第4章: JASAの提供価値と アクションプラン

これらの課題を解決するために、JASA(一般社団法人組込みシステム技術協会)は、日本の産業界がSDx時代に対応するための多様な価値を提供します。

JASAの役割：変革の触媒として

本レポートで提示した課題は、個別企業が単独で解決できる性質のものではありません。SDxへの対応、生成AIの戦略的活用、人月ビジネスからの脱却、共通プラットフォームの構築といった課題は、いずれも業界全体で取り組むべき構造的な問題です。

このような状況において、業界団体であるJASA（一般社団法人組込みシステム技術協会）の果たすべき役割は、これまでに以上に重要性を増しています。JASAは単なる情報提供者や交流の場の提供者にとどまらず、業界全体の変革を促進する触媒として、会員企業の実践的な取り組みを支える存在へと進化する必要があります。



羅針盤機能

変革の方向性を明確に示し、業界の進むべき道筋を提示します。



プラットフォーム機能

SDxや生成AIなどの実践的な取り組みを推進する場を提供します。



ハブ機能

会員企業間の協業を促進し、新たな価値創造を支援します。

この役割を果たすため、JASAは5つの核心的価値を提供するとともに、具体的な活動を推進する新たな委員会組織を立ち上げます。

JASAが提供する5つの核心的価値

JASAは、日本のSDx時代への移行を包括的にサポートするため、以下の5つの核心的価値を提供します。

1

課題の明確化と戦略的提言

経産省PIVOTやSDx分析で課題を明確化し、業界の戦略的指針を提示。

2

技術的解決策の提示

モダンな技術ソリューション（オープンシステム、生成AI）を提示し、参照アーキテクチャやベストプラクティスを策定。

3

ビジネスモデル変革の支援

「人月ビジネス」から「ナレッジ提供型サービス」への変革を、知見と具体的な事例でサポート。

4

人材育成とコミュニティ形成

SDx時代のクロスファンクショナル・エンジニア育成と、メーカー・ベンダー間のオープンな知見交換コミュニティを形成。

5

共通プラットフォーム開発の促進

日本の製造業向け共通SDxプラットフォーム開発を推進。開発コスト・リスクを分散し、強固な基盤を構築。

アクションプラン：新委員会の設置

前節で述べた5つの提供価値を具体的な成果として実現するため、JASAは新たに4つの専門委員会を発足させます。これらの委員会は、本レポートが掲げる「人月からの脱却」と「SDxによる新価値創造」、そしてJASA会員企業の持続的成長を実現するための実行組織として機能します。

委員会設計の重要な原則：

オープンで包摂的な参加体制

JASA会員企業のみならず、メーカー、ベンダー、大学、国の機関など、業界の垣根を超えた広い視野を持つメンバーで組織

委員会間の連携と相乗効果の創出

4つの委員会は独立して活動するのではなく、密接に連携し、技術、ビジネスモデル、人材育成という異なる側面からの取り組みを統合的に進める

段階的かつ反復的なアプローチ

小規模な実証実験から始め、得られた知見をもとに改善を重ねながら、徐々に規模を拡大



AI支援型開発委員会

AI技術を開発プロセスに統合し、効率と品質の向上を図るための研究・実証を行います。



SDxプラットフォーム委員会

日本の製造業全体が利用できる共通SDxプラットフォームの企画、開発、標準化を推進します。



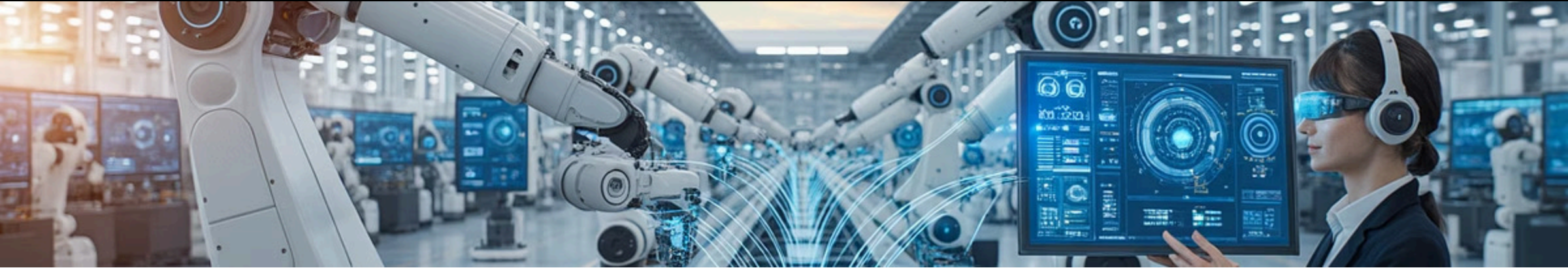
ナレッジサービス委員会

「人月ビジネス」から脱却し、高付加価値な「ナレッジ提供型サービス」への転換を支援する知見を蓄積・共有します。



企画型人材育成委員会

SDx時代に求められるクロスファンクショナル・エンジニアの育成プログラムを開発し、多様な人材の交流を促進します。



持続可能な共存共栄モデルへ

本レポートは、SDxと生成AIの波を乗りこなし、持続的な成長を実現するための重要な羅針盤となります。SDxは、単なる技術導入ではなく、組織文化、ビジネスモデル、そして人材の根本的な変革を伴います。

JASAが中心となり共通プラットフォームを開発・提供し、ベンダー各社はその上でそれぞれの強みを活かしたナレッジサービスを生成AIを活用して提供します。この持続可能な共存共栄モデルにより、日本の製造業全体のSDxへの移行を強力に後押しします。

JASAは、これらの変革を推進する中核的な存在として、引き続き産業界を支援していきます。

おわりに

現代はSDxと生成AIの急速な進化により、組込みソフトウェア開発は従来の枠を超え、オープンで迅速な変革期を迎えています。この技術的潮流は、ソフトウェアエンジニアの働き方や業界構造に大きな影響を与え、日本のデジタル経済の立ち遅れと相まって、今まさに業界全体で取り組むべき喫緊の課題となっています。

この広範な変革は一企業だけでは対応しきれないため、JASAは業界全体の未来を見据え「JASA改革プロジェクト」を立ち上げました。本レポートは、個社の利害を超え、AI時代の組込みソフトウェア業界が進むべき方向性を示す羅針盤となることを目指して作成されたものです。

本レポートで提言された内容は現時点でのベストな仮説であり、技術や市場の変化に合わせて継続的に検証し、実践していくことが不可欠です。「完璧な地図を待つより、不完全でも羅針盤を持って一步を踏み出す」という姿勢で、日本の組込み技術が持つ強みをAIと組み合わせ、世界に類を見ない新たな価値を創造するべく、今こそ共に行動を起こす時です。

2025年11月

一般社団法人組込みシステム技術協会（JASA）副会長
JASA改革プロジェクトリーダー
渡辺 博之

執筆

渡辺 博之

一般社団法人組込みシステム技術協会（JASA）副会長
JASA改革プロジェクトリーダー
株式会社エクスマーション 代表取締役社長

横浜国立大学卒業後、メーカー勤務を経て、1996年より組込み分野におけるオブジェクト指向技術の導入支援に従事。コンサルタントとしてFA装置や自動車、デジタル家電など多くの分野において現場支援や人材育成を手掛ける。2008年9月に（株）エクスマーションを設立し現在に至る。並行して、JASAにおけるETロボコンやUMTPにおける組込みモデリング部会をはじめとする様々なモデリング推進活動を通じた、組込みソフトウェア業界全体の技術底上げにも従事。現在、（独）情報処理推進機構（IPA）ソフトウェアモダナイゼーション委員、ETロボコン共同企画委員長。

JASA改革プロジェクトメンバー

権藤 正樹

一般社団法人組込みシステム技術協会（JASA）理事
JASA改革プロジェクトサブリーダー
イーソル株式会社 代表取締役社長CEO兼CTO

1996年にeSOL入社。以来自社OS及びツール関連の開発、それらを用いた車載、産業機器、家電機器などの各種カスタムプラットフォーム開発に取組む。近年はシングルコアからメニーコアまで対応したOSであるeMCOS、ドメイン知見と機械学習を組合せたドライバモデル eBRAD、AUTOSAR Adaptive Platform仕様策定アーキテクト、マルチコア向けアーキテクチャ記述仕様IEEE Std. 2804 SHIMのWG Chair、社内の開発プロセス含む技術インフラ、プロダクトマネージメントを推進、2022年に専務ソフトウェア事業部長、2025年より現職。他には組込みマルチコアコンソーシアム副会長、IEC TC91/WG13メンバ、早稲田大学アドバンスドマルチコアプロセス研究所招聘研究員、COOLChips TPC等。

鴨林 英雄

一般社団法人組込みシステム技術協会（JASA）理事
株式会社DTSインサイト 代表取締役常務

横河電機システム会社入社後、集中治療室監視システム、超音波診断装置の開発等に従事。1990年代の半導体成長期からは、横河ディジタルコンピュータにて開発支援ツールと受託開発で「ものづくり日本」を根底から支え、顧客の総合開発パートナーとしての地位を確立する。現在、SDxと生成AIの潮流を捉え「人月ビジネスからの脱却」を牽引。JASA ET事業本部長として製造業の競争力を高めつつ、経営者として自動車（SDV）や医療分野で、機能安全規格に準拠した「開発プロセス」自体をソリューションとして提供。

山田 敏行

一般社団法人組込みシステム技術協会（JASA）専務理事

大手鉄鋼メーカーの研究所で電子機器開発に従事後、1991年に横河ディジタルコンピュータ株式会社（現・株式会社DTSインサイト）に入社。インサーキットエミュレータをはじめとするマイコン開発環境のビジネスを担当。2014年に株式会社日新システムズに入社。スマートシティを構成する生活支援・交通・建設など、幅広い産業分野への事業展開を推進。JASAでは2009年から「ET & IoT Technology / EdgeTech+展示会」の実行委員長、カンファレンス委員長などを歴任。2025年より現職。