人間本位の産業を目指して

“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

4thIRアカデミー　第20回

AI・産業AI*時代のシステムを考える

―　そもそも何を設計する必要があるのか？　―
システムズエンジニアリングとAI活用

20261029　産業IoTアドバイザー　水上

*産業AI：RRI/WG1としては、IoTによる製造ビジネス変革の一環としてAI時代の製造業を考えたい。
既に日本ではPhysical AI（JST/CRDSの定義がある）が存在するので、これと区別する意味を込めてのネーミング。
類似の用語として、Industrial AIという表現が独であるが、あえてここでは、産業AIとしている。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

本セミナーの背景となる問題意識

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

産業革命（技術による社会変革）とは何か。

RRI／WG1では、これまで製造業の第4次産業革命・DX・Society5.0対応の検討を議論してきた。その本質的問い。

AIによる社会変革とは何か。

最近注目されるAI・AXから産業革命を問う

この対応として製造業は何を考えていかねばならないのか。

これまでの議論「デジタル化・DX」と何が変わるのか。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

狙い

以下を考える「きっかけ」を作りたい

- **産業AIとは何か。どう捉えれば良いのか。**
- **AI・AX時代、製造業の企業は何をすべきか。**

本日の問い：AI時代に、私たちは何を設計しなければならないのか。
本日の視点：AIによる認知・探索能力の拡張と、設計対象そのものの変化。
本日の到達点：AIを使って問題を発見・構造化し、システム設計につなげる考え方を理解する。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

セミナーに先立って

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

気付いて欲しい事	説明しないこと
• 認知とその拡張・外部化	• AIとその周辺技術や技術的課題
• 自分で気付けないことを、AIを使って気付けるようにする。（気付き≒or≠知識）	• 個別ツールの操作方法やプロンプトのテクニック

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

問い

AIがいろいろな点で日々騒がれています。

**AIは、これまでの技術（情報技術　IT）と
何か違うのでしょうか？**

「AI（生成AI)は所詮、単語の統計処理でしかない」？

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

本日のテーマ

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

今回は、システムズエンジニアリング（広義）での
AIの使い方として、私的活用方法のご紹介する。

前提
1. 人は自分で認知バイアスを持っている。
2. 未知な将来の設計などにおいて、**問題設定の前提から考え、疑う**必要がある。（**人は前提を意識しにくい。**）

尚、資料でAIを活用した部分には、AIマークを付けました。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

目　次

人間本位の産業を目指して

“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

1. イントロダクション

2. AI・産業AI時代、何が変わるのか

3. システムズエンジニアリングでのAI活用

4. 事例　今、世界で何が起こっているのか

5. 産業AIとは

6. 纏め

7. 今後の課題

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

項目	役割	聞き手に伝えること
1. イントロダクション	問題提起	なぜAI時代にSEを考える必要があるのか
2. AI・産業AI時代、何が変わるのか	変化の理解	AIは何を変え、なぜ変化を捉えにくいのか
3. システムズエンジニアリングでのAI活用	方法の提示	AIを使って探索・構造化・仮説形成・検証をどう進めるか
4. AI分析の事例	方法の活用例	AIを使うと、問題の見方や構造理解がどう変わるのか
5. 産業AIとは	概念の統合	個別のAI活用を超えて、産業システムの変化をどう捉えるか
6. まとめ	結論	AI時代にSEの対象と方法をどう捉え直すべきか

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

イントロダクション
日本人的（東洋人的）「認知・思考」がわからない

製造業で培われた知識は、たぶんに日本人的「認知・思考」が影響している。

代表的な例が、改善活動（3現を4Mで捉えてQCDを考えて改善）・すり合わせ・仕事や技は、背中を見て盗め（「道」的精神）など

その多くが、まだまだ言語化されいない。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

問い

皆さんは、自分の思考を意識できますか。

皆さんは、自分は欧米とは異なり、日本的思考を何となくしていると思いますか。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

思考とは　潜在意識と脳特性

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

基本認識

人の意識は「顕在意識（理性・決断）」と「潜在意識（無意識・価値観・感情）」に分けられ、顕在意識は全体のわずか5%程度であり、残りの95は潜在意識が占めている
ハーバード大学のジェラルド・ザルトマン博士「**人間の行動や思考は95%が無意識**」と述べている。



脳の基本特性が組み合わさって「無意識が大部分を担う」状態になっている。

① 最も大きな理由：エネルギー効率（省エネ設計）

脳は体重の約2%しかないのに、全エネルギーの約20%を消費します。
このため脳は、できるだけ考えない・できるだけ自動化する・同じ処理を繰り返さない　という方向に進化してきている。

👉 一度学習した処理は「意識」から「無意識」へ移す。超高性能な省エネシステム。

例：　運転 → 最初は意識的、慣れると自動
　　言語理解 → ほぼ無意識
　　表情の読み取り → 一瞬で判断

② 処理速度の違い（意識は遅すぎる）

意識的な思考は非常に遅いです。ここで関係するのがダニエル・カーネマンの理論：
システム1（無意識）→ 超高速・並列処理
システム2（意識）→ 低速・直列処理
もし全部を意識で処理すると、会話が成立しない・危険回避が遅れる・判断が間に合わない

👉 脳はまず無意識で処理し、必要な時だけ意識に上げる

③ 情報量の圧倒的な差

脳に入ってくる情報量は膨大。視覚・聴覚・触覚・内臓感覚など毎秒数百万ビット規模とも言われる。しかし意識で扱えるのはごく一部。

👉 脳は、ほとんどを無意識で処理、重要そうなものだけ意識に送る
👉 「フィルター（選別装置）」としての無意識

④ 予測システムとしての脳（ここが本質）

現代の脳科学で特に重要なのが予測処理。
脳は受動的に世界を見ているのではなく、「こうなるはず」という予測を作る、実際の入力との差だけを処理する

例：　見慣れた道 → ほぼ意識不要
　　違和感 → 急に意識が向く

👉 無意識＝予測と自動処理の本体
　意識＝エラー処理・例外対応

⑤ 習慣化（最適化の蓄積）

行動や思考は繰り返されると、神経回路が強化され、自動化される
👉 どんどん無意識側に移行。いわば「脳のキャッシュ・ショートカット」

注：95%などの数字は科学的定量的根拠はありません。
マーケティングや心理学での比喩・目安と理解ください。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

日本の認知の特性

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

神道
大和言葉
・仏教
・道教
・儒教
万葉集
平安文学
和歌・連歌
・禅文化
寺社教育
茶道
華道
香道
能・狂言・歌舞伎
伝統工芸
講・結
家訓・商訓
囲碁・将棋
俳句・浮世絵
和算
江戸出版文化
武芸書
伊勢参り
もったいない
花見・紅葉狩り
坂本龍馬
明治維新
西郷隆盛
渋沢栄一
日清日露
戦後復興
歴史小説
トヨタ生産方式・すり合わせ
小集団活動・QCサークル
漫画・アニメ
J-Pop
ボカロ
コスプレ
ニンテンドー
災害時の行動
プリクラ
ガチャ
カワイイ文化
パチスロ
Vtuber
謎部屋
押し文化
日本の技術史
元祖ロボカップ
商工における京都文化

日常の関係の中で自らをも調整し、共に常に世界・意味を生成し続ける認知

日本的認知は一貫して次の特性を持ち続けてきた。

- **関係性中心（個より場）**
- **生成変化中心（固定的本質より移ろい）**
- **身体知・実践知重視（言語化以前の理解）**
- **共感・共鳴による調整（対立より調和）**
- **多元共存（矛盾の包含）**
- **部分最適より全体調和**
- **正解の発見より、共に納得する過程**

VS

欧米
- 主体―客体分離
- 普遍法則
- 論理的一貫性
- 個人の意思決定

を重視
主体が世界を制御する認知

時代	認知OSの中心	キーワード
古代（～8世紀）	自然との共鳴	むすぶ・かんながら
中世（9～16世紀）	多元共存	あわれ・無常
近世（17～19世紀前半）	共同体運営	型・結・もったいない
近代（19世紀後半～1945）	西洋との統合	和魂洋才
戦後（1945～1990年代）	現場協創	改善・全員参加
現代（1990年代～現在）	参加型共創	推し・共感・共創

注：日本と欧米の対比はデフォルメした表現であり、絶対的なものではありません。個人差もあります。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

1つの仮説

仮に
欧米は「認知を外化・構造化する仕組み」が強い。
日本は「全体を文脈の中で認知し、適応する仕組み」が強い。
とすると、これらは補完関係にある。

実は、AIは、
日本の暗黙的・文脈的・俯瞰的認知と、
形式知・構造化された認知の**間をつなぐ**
「認知インターフェース」になるのでは。

注：日本と欧米の対比はデフォルメした表現であり、絶対的なものではありません。個人差もあります。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

AI・産業AI時代、何が変わるのか

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

問い

皆さんは、AIは道具だと思っていますか。

皆さんは、AIは優秀な人間の知能と同じだと思っていますか。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

一般的なAI活用

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

AI活用事項	具体の活用事項
1. 情報を「探す・集める」	検索・情報収集、文献・論文検索、市場・競合調査、ニュースの収集、大量文書からの情報抽出、データの分類・タグ付け、必要情報の要約
2. 情報を「理解する」	文章の要約、翻訳文書の意味理解、画像・映像の認識、音声認識、感情・意図の推定、複数資料の比較、複雑な内容の平易化
3. 「考える・分析する」	原因分析、問題分析、仮説生成、アイデア発想、ブレーンストーミング、論点整理、SWOT等の分析、シミュレーション、予測、リスク分析、意思決定支援
4. 「つくる」	文章作成、メール作成、報告書作成、プレゼン資料作成、画像生成、動画生成、音楽・音声生成、プログラム生成、データ・表の作成、設計案・企画案の作成
5. 「変換する・整理する」	長文→要約、会話→議事録、音声→テキスト、テキスト→表、表→グラフ、非構造データ→構造化データ、専門用語→一般語、アイデア→体系、複数意見→論点整理
6. 「対話する」	チャットボット、FAQ、カスタマーサポート、教師・家庭教師、コーチ、アドバイザー、壁打ち相手、専門家への相談、会議中のリアルタイム支援
7. 「実行する」	メールを作って送る、会議を設定する、情報を検索して整理する、データを集計する、プログラムを実行する、ソフトウェアを操作する、ワークフローを自動化する、他のAI・システムを呼び出す、エージェントとして複数ステップを遂行する
8. 「監視・検知する」	異常検知、品質検査、設備故障予測、不正検知、サイバー攻撃検知、安全監視、生産状況監視、市場変化の検知、センサー・映像データの監視
9. 「人の能力を拡張する」	記憶を補助する、知識を補完する、調査能力を拡張する、分析能力を拡張する、発想を拡張する、専門家の判断を補助する、初心者を専門家に近づける、個人に「もう一人の知的パートナー」を持たせる

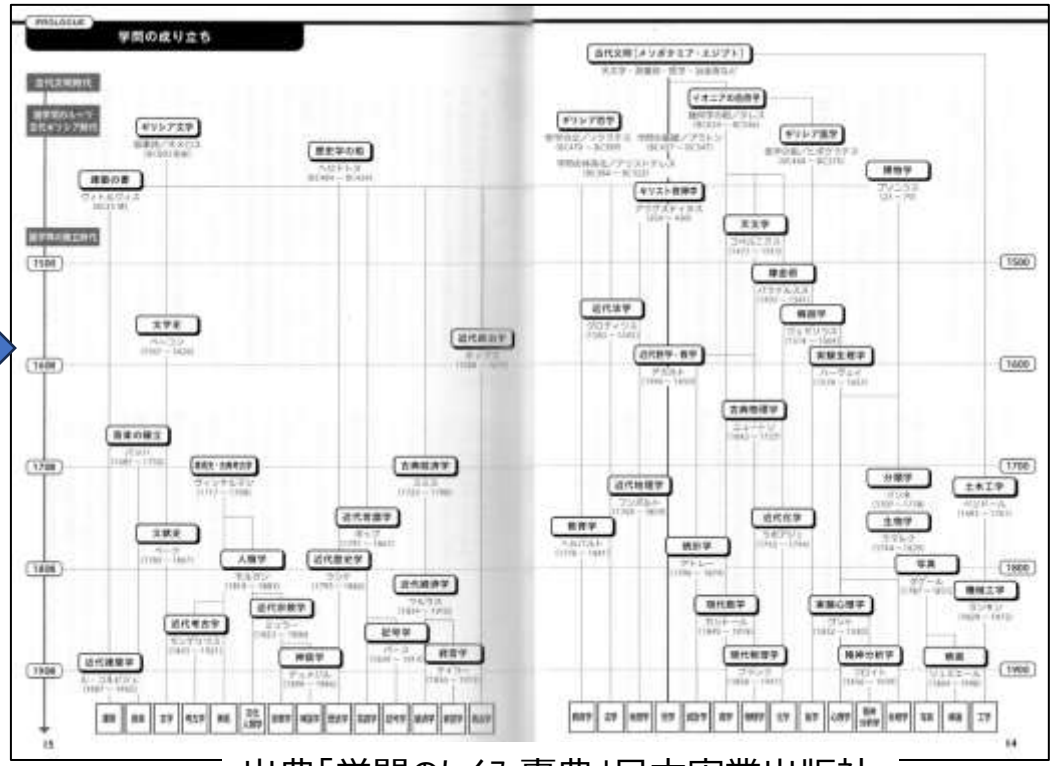
AI活用は「情報処理の自動化」→「知的作業の支援」→「認知の拡張」→「AIとの協働」→「AIによる行動」へ移っている

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

AIの特性　能力編

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

人間	AI
身体を持つ	基本的に身体を持たない
経験を時間をかけて蓄積	大量の情報を一度に扱える
記憶容量・想起に限界	非常に大量の情報を保持・検索できる
一人の人間として認知	**多数の知識・視点を横断できる**
文脈・関係性・身体知に強い	パターン・関連・組合せの探索に強い
同時に扱える情報量に限界	大規模な情報を並列的に処理できる
世界の中で行為する	情報空間を高速に探索できる
個人差が大きい	同じモデルを複製できる
疲労する	基本的に疲労しない
生きる目的を持つ	自律的な目的を本来的には持たない



出典「学問のしくみ事典」日本実業出版社

私の注目点

全学術分野の修士程度の知識を持っていると注目したが、**「分野横断的な概念」**をも持っている。

（統計処理の成せる技）

人ならばせいぜいトリプルディグリー程度。

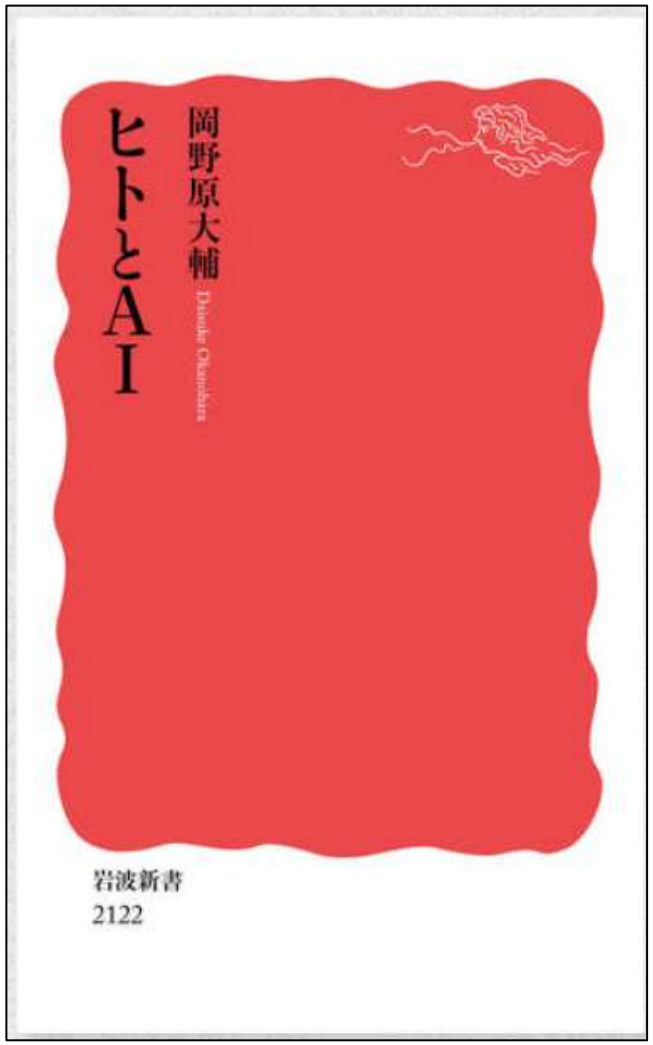
2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

「ヒトとAI」などでの指摘事項

能力 → 権限 → 責任　は自動的にはつながらない。

さらに、　AIの判断速度 ＞　人間の監督速度　なら、
「人間が最終承認する」
という制度自体が現実には機能しなくなる可能性がある。

能力 × 権限 × 責任 × 速度
を同時に見なければ発見できない問題。
これはまさにシステム設計上の問題。



2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

参考 「ヒトとAI」での指摘事項

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

ヒトとAI　岡野原大輔著



① AIには「当事者性・有限性・不可逆性」がない

- AI自身が選択結果を自分の生として引き受けないこと、時間をまたいだ同一性や不可逆な選択の引受けがないことが指摘されています。
- これは単純な「AIには感情がない」という話とは違います。
- **責任・主体・選択・時間**の問題です。

② 人間とAIでは「学習」が違う

- 人間の学習は、経験・内省によって自己の内部状態が持続的に変化することと捉えています。
- さらに、感情・身体感覚・時間的経験が概念形成に関係するとされています。
- AIの学習を単に「大量データから学ぶ」と説明するだけでは、人間の学習との違いを捉えられません。

③ AIは人間とは違う仕方で抽象化する

- AIは無数の状況を横断して共通構造を抽出する、一方で、人間は具体的状況・感情・個人的文脈と不可分だとされています。
- また、人間は意味・因果を中心に世界を圧縮するのに対して、AIは表面的特徴に過剰適合する場合がある、とされています。
- ここには実は、**「AIは何を知っているか」ではなく、「AIは世界をどう構造化しているか」**という大きな論点があります。

AIとの共生で、本当に難しい課題

① 人間とAIの役割分担
「AIができること／人間ができること」ではなく、**認知・判断・行為のどこを誰が担うのか。**

② 構造化の分担
AIに問題を解かせる前に、**誰がどのような世界モデル・構造モデルを作るのか。**

③ 問題探索・問題設定
AIに答えを求めるのではなく、**何を問題とするかをAIと人間で探索する仕組み。**

④ 概念・意味の共有
人間社会の暗黙知を、どこまで概念体系・オントロジーとして外化するか。

⑤ 背景知識の維持
AIがショートカットする一方で、人間側の専門知・基礎知識・教養をどう維持するか。メモでも教育を「問いを作り、結果を監査し、手綱を握るための足場」としています。

⑥ AIの異質性を維持する
AIを人間と同じ価値観・評価軸に完全に合わせるのではなく、**人間とは異なる探索・構造化能力を残す。**
これは「アライメント」の議論を一段変える可能性があります。

⑦ 人間の認知をAIに合わせすぎない
AIに理解できるように全てを形式化すると、人間社会が本来持っていた曖昧さ、文脈、身体知、文化まで失う可能性があります。
したがって、
AIに合わせて人間を形式化するのか、人間とAIの間に翻訳層を設けるのか
が重要です。

⑧ 責任・権限・停止の設計
これはメモが非常に詳しく論じているところです。目的、制約、権限、監査、介入、停止などを業務構造として設計する必要があります。

⑨ 人間同士の共通認識をどう維持するか
AIによる個別最適化が進むほど、「共通体験」「共通言語」「共通認識」をどう維持するかが重要になる。メモでも教育についてこの問題が指摘されています。

⑩ AIを含む社会システムそのものの設計
最終的には、一つのAIの性能ではなく、
人間＋AI＋AIエージェント＋企業＋制度＋市場＋文化
というSoSとして考える必要があります。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

AIの特性　認知編

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

観点	人間	AIの特徴
1. 情報の扱い	経験・身体・文脈の中で情報を得る	大量の情報を横断して扱う
2. 構造化	経験や目的に応じて世界を構造化する	情報間のパターン・関係から多様な構造候補を生成する
3. 抽象化	経験・概念・意味から抽象化する	異なる領域から共通構造・類似関係を抽出する
4. 関係発見	既知の関係や文脈を中心に理解する	人間が別々に見ていた概念間の関係候補を大量に探索する
5. 視点変更	自分の経験・立場に依存する	異なる主体・時間・空間・抽象度などへ視点を容易に移す
6. 境界の扱い	組織・専門・制度などの境界の中で考えやすい	境界を越えて情報・概念を接続できる
7. 問題探索	「何が問題か」を経験・価値・違和感から見出す	与えられた情報から問題候補・矛盾・ギャップを大量に発見する
8. 問題設定	何を問題として扱うべきかを目的・価値から決める	複数の問題設定・問いの候補を生成・比較できる
9. 仮説生成	経験や直感を基に仮説を作る	大量の組合せ・類推・関係から仮説候補を生成する
10. 比較	比較対象を人間が選びやすい	異分野・異制度・異モデルを広く比較できる
11. シミュレーション	想像・経験・モデルを使って未来を考える	多数の条件・シナリオ・仮説を高速に展開できる
12. メタ認知	自分の認知を内側から振り返る	人間・組織・社会の認知を外部から相対化する補助線になれる
13. 概念体系化	世界観・経験・専門知から概念体系を形成する	概念間の関係を整理し、体系候補やオントロジー候補を生成できる
14. 意味づけ	「なぜそれが重要か」を価値・目的と結びつける	意味の候補は生成できるが、それ自体が社会的目的は持たない
15. 身体・現実との接続	身体を通して現実を経験する	原則として情報を介して世界を扱う
16. 行為と責任	判断して行為し、その結果に責任を負う	行為を支援・自動化できるが、意味・責任の主体とは異なる
17. 学習	生きた経験・失敗・社会関係を通じて学ぶ	データ・フィードバック・利用履歴などからモデルを更新する
18. 認知の共有	言語・制度・文化・組織を通じて共有する	異なる人・組織・領域の知識を媒介・翻訳できる
19. 認知の生成	新しい概念・価値・文化を社会の中で生み出す	既存知識の組合せ・変換から新しい候補を大量生成する
20. 認知そのものの変化	世界観・価値観・制度まで変える	人間が持つ認知構造を相対化し、別の構造を提示できる

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

前振り　システムズエンジニアリングでのAI活用

前頁を要約すると

SEでの用途	AIに期待する働き	人間側に残る役割
問題探索	違和感・矛盾・見落としの候補を出す	何を問題とすべきかを判断する
構造化	要素・関係・階層の候補を整理する	何を含め、どこで区切るかを判断する
仮説生成	異なる視点や因果関係の候補を提示する	根拠と妥当性を検証する
比較・評価	複数のモデルやシナリオを比較する	価値・制約・リスクを評価する
設計・改善	要求・構成・評価案を生成する	実現性・責任・採用可否を判断する

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

何が変わるのか（学術議論からの仮説）

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

AIが人間の認知・判断・行為に入り込むことで、人間とAI、個人と組織、判断と実行、権限と責任、技術と制度　などの境界が再編される

関連の学術議論の動向
1. 「主体」と「責任」の研究が注視されている
2. 海外では「責任を誰か一人に帰属させる」こと自体を疑っている
3. 「人間が最終責任を持てばよい」だけではない
4. 「AIを人間に合わせる」だけでもない
5. Human-AI Collaborationも「固定的な役割分担」から動的過程へ
6. 日本でも「役割設計」という研究がされている

AIを組み込むときに設計するもの
AIの能力
何を認識・予測・判断・実行できるか
業務と人間の役割
誰が判断し、誰が介入し、いつ停止できるか
組織・権限・責任・制度
誰が権限を持ち、結果を評価し、責任を引き受けるか
これらは一方向の連鎖ではなく、相互に制約し合う設計対象である。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

仮説 従来のシステム設計から「能力中心の設計」へ ― AI時代のパラダイムシフトと新たに行うべきこと

AI

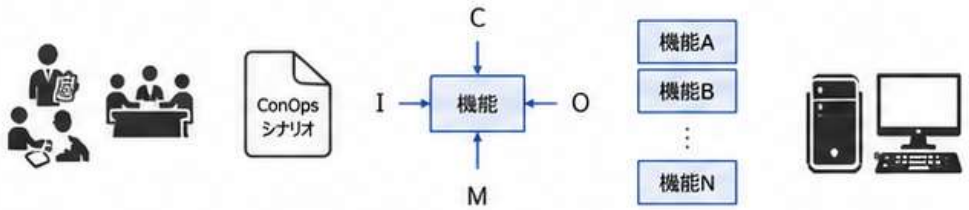
システム設計は、業務運用の整理（ConOps）から情報の流れ（IDEF0等）を分析し、機能へ展開するアプローチが主流であった。AIの活用により、
「システムが何をするか」だけでなく、「どのような能力を発揮し、学習・改善して価値を生み続けるか」に注目する設計へとパラダイムがシフトする。

従来のシステム設計（Function中心）

業務運用を起点に、情報の活用を整理し、機能・システムへ展開

1. 運用の把握 → 2. ConOps整理 → 3. 業務・情報の分析 → 4. 機能への展開 → 5. システム化

1. 運用の把握	2. ConOps整理	3. 業務・情報の分析	4. 機能への展開	5. システム化
対象業務の現状運用を調査・理解	運用コンセプト（目的・役割・シナリオ）を整理	IDEF0等を用いて業務プロセスと情報の流れを可視化	情報処理・制御・データ管理など機能を定義	機能を実装しシステムとして構築・検証



従来の特徴

- 要求（何をすべきか）を明確化し、機能で実現
- 設計時点で仕様・構成を確定
- 想定シナリオ内での動作を検証
- 運用後の改善は別プロジェクト

問いと評価

問い：要求された境能を、正しく実現できたか？
評価：仕様通りに動作するか（検証・テスト）

パラダイムシフト

シフトの本質
「機能を正しく実装するシステムの設計」から「能力を発揮し、評価し、学習・改善し続ける仕組みの設計」へ

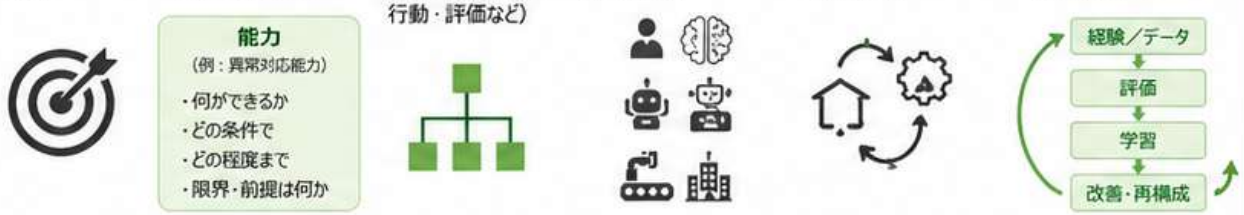
AI時代の能力中心の設計（Capability中心）

価値・目的の実現に必要な「能力」を設計し、人・AI・設備が協調して発揮・進化

0. 目的・価値の定義 → 1. 必要能力の定義 → 2. 能力の構造化 → 3. 能力の配分 → 4. 仕組み化と運用 → 5. 学習・改善の循環

0. 目的・価値の定義	1. 必要能力の定義	2. 能力の構造化	3. 能力の配分	4. 仕組み化と運用	5. 学習・改善の循環
何を達成したいか（Outcome）を明確化	目的達成に必要な能力（Capability）を定義・境界設定	能力を構成する要素に分解（認識・理解・判断・行動・評価など）	人・AI・エージェント・設備・組織に適切に配分	協調して能力を発揮する仕組みを構築し運用	経験から学習し能力を進化・再構成（継続的改善）

能力
（例：異常対応能力）
- 何ができるか
- どの条件で
- どの程度まで
- 限界・前提は何か



新たに行うべきこと（パラダイムシフトで追加される設計活動）

1. 能力の定義と境界設定	2. 能力の構造化（分解・モデル化）	3. 能力の配分と役割設計	4. 能力の評価設計	5. データ／経験の設計	6. 学習の仕組み化
能力プロファイル、適用範囲、前提条件、限界、失敗時の扱い、人間へのエスカレーション基準を定義	能力を構成する要素（認識・推論・計画・行動・評価等）をモデル化	人・AI・設備・組織の得意／不得意を踏まえ、最適に配分（権限・責任の設計を含む）	想定内だけでなく、未知・例外・変化を含むシナリオで能力を評価する仕組みを設計	学習に必要なデータ、失敗・修正・判断の記録方法を設計	AIモデル学習、スキル学習、人・組織の学習を仕組みとして組み込む

7. ガバナンス設計	8. モニタリング設計	9. 再構成の設計	10. エコシステム設計
学習結果の検証・承認、リリース判断、変更管理のプロセスを設計	能力の発揮状況、性能劣化、環境変化、リスク兆候を継続的に監視する仕組みを設計	能力の再配分、機能追加・変更、構成の再設計を継続的に行う	データ提供者、パートナー、顧客、ルール形成主体との連携を設計

変わらない基本（従来から継続して重要）

目的・価値の明確化	運用の理解	モデリングと可視化	要求の明確化	アーキテクチャ設計	検証・妥当性確認	安全・セキュリティ・品質
なぜ作るのかを明確にする	現場・業務の深い理解が出発点	IDEF0等による構造化は有効	何を達成すべきかの具体化	構成・インタフェースの設計	正しく動き、価値を生むか確認	信頼できるシステムの構築

AI時代のシステム設計は、**「業務・情報・機能の設計」**に加え、**「能力を定義し、協調させ、発揮・評価し、学習・改善し続ける設計」**へ進化する。
これにより、変化・不確実性の高い環境でも、価値を継続的に生み出すレジリエントで適応的なシステムの実現が可能となる。

システムズエンジニアリングでのAI活用

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

問い

システムズエンジニアリング　とは何ですか。

習ったことはありますか。

使っていますか。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

背景

何故ここでシステムズエンジニアリングなのか

1.「AI」という不確実な要素のシステム統合
2. 開発の高速化に伴う「上流工程・全体最適」へのシフト
3. トレーサビリティ（追跡可能性）と説明責任の担保
など、システム全体としての品質やセキュリティ、説明責任を保証するためには、全体を俯瞰して要求やリスクを定義するシステムズエンジニアリングの視点が不可欠

AI・産業AI時代のシステムを考える。
そもそも何を設計する必要があるのか？

AIを組み込むときに設計するもの（前述）
AIの能力　何を認識・予測・判断・実行できるか
業務と人間の役割　誰が判断し、誰が介入し、いつ停止できるか
組織・権限・責任・制度　誰が権限を持ち、結果を評価し、責任を引き受けるか

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

システムズエンジニアリングとは

INCOSEの定義

Systems Engineering is a transdisciplinary and integrative approach to enable the successful realization, use, and retirement of engineered systems, using systems principles and concepts, and scientific, technological, and management methods.

システムズエンジニアリングとは、システムの手法・概念、および科学的・技術的・経営管理的な方法を用いて、工学システム（engineered systems）の実現、利用、そして廃棄を成功させるための、**超学際的**（transdisciplinary）かつ**統合的なアプローチ**である。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

AIが得意とすること

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

1.「広く見る」
業界 × 技術 × 制度 × 市場 × 学術 × 過去事例を横断して情報を扱える。
つまり、**システム境界の外側まで探索する能力**に使いやすい。

2.「関係をつなぐ」
AとBが関係している可能性があるという関係を大量に探索できることにあります。
これはSoSやエコシステムのように、**相互関係が重要なシステム**で特に意味を持ちます。

3.「視点を変える」
異なる立場、認知座標から再構成することができます。これは単なる検索とは違います。

4.「仮説を大量に生成する」
「この問題の原因は何か？」、「別の見方はないか？」、「もし前提を変えたらどうなるか？」
という問いに対して、非常に大量の仮説を出せます。
ただし、**AIは仮説を生成することは得意でも、その仮説が現実世界で正しいかは保証しません。**

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

システムズエンジニアリングでのAI活用

1. 違和感・課題を探る。

2. グルーピング。

3. 構造化。

4. 考察。

事例　失われた30年の分析

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

問い

失われた30年、皆さんはどういう認識ですか？

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

事例　失われた30年の分析

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

Q：一般に「失われた30年」はどんな認識がされているのか。できるだけ広範囲（例：経済学のみならず、国内に留まらず、悲観的に留まらず）整理ください。

A：

視点	「失われた」とされるもの
マクロ経済	成長率、GDP、物価上昇、需要
所得	賃金、可処分所得、生活水準の伸び
企業	投資、企業新陳代謝、起業、リスクテイク
産業	国際競争力、産業構造転換
技術	イノベーション、新産業、デジタル化
労働	正規雇用、賃金上昇、人的資本投資
人口	出生数、労働力人口、地域人口
社会	将来期待、若者の機会、社会的流動性
政治	改革、政策決定、制度変更
国際関係	世界経済における相対的地位
企業経営	「守り」の経営、内部留保、投資抑制
地域	地方経済、地域産業、都市への集中
文化・心理	将来への期待、挑戦志向
比較論	米国・中国・韓国等との差の拡大

》先進国がこれから経験する社会変化を先取りした30年

- BISの分析では、1991～2000年の一人当たり実質GDP成長は累積6%程度でしたが、2000～2013年には約10%となっています。
- さらに**生産年齢人口当たり**で見ると、2000～2013年の日本の実質GDP成長は累積20%を超え、米国の約11%を上回っています。
- IMFは、1990年代から生産年齢人口が減少し、急速な高齢化が成長の制約になったと整理。
- 企業経営から見ると、バブル崩壊後、過剰な債務・設備・雇用 を処理することが優先され、**投資する経営 → 財務を守る経営**への転換が起こった。IMFも、企業の国内投資が弱く、利益が現金として蓄積される傾向を指摘。
- RIETIの研究では、1990年代以降、大企業ではR&Dや国際化によってTFPが改善した一方、**小企業のTFPは停滞した**と分析
- 日本が既存産業では強かったが、新しい産業への転換で遅れた。技術を新しい市場・企業・産業に変換する能力が弱かった。
- 人的資本では、デフレ・低成長の結果、賃金が上がらない、転職しにくい 、教育投資が弱い、リスキリングが進まない、若者への投資が弱い　という循環。
- IMFは、非正規労働者の増加と労働市場の二重性が、賃金・生産性の伸びを抑える要因になった。　等

》日本はかなり成長した領域もある一方、世界の構造変化によって、従来の経済・産業・社会システムとの間に大きなズレが蓄積した。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

問い　失われた30年の分析3

前頁は、専門家による、専門分野での理解

日本をシステムとして捉えるとどうなるか？

①答えは変わらない。

②気付かなかった点が浮かび上がる。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

1. 違和感・課題を探る。

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

Q：日本の1990年以前と以降の30年を比較して、異なる点を違和感も含めてランダムにできるだけ広範囲に70個列挙ください。

A：

1. **人口が「増えるもの」から「減るもの」になった**
   1990年頃には総人口はまだ増加局面だったが、その後、人口減少が構造化した。
2. **「若者が多い社会」から「高齢者が多い社会」へ変わった**
   1990年の65歳以上人口は約15百万人だったのに対し、2020年には約36百万人。
3. **子どもが「社会の多数派」から「希少資源」になった**
   0～19歳人口は1990年の約3,400万人から2020年には約2,400万人へ減少。
4. **少子化が一時的現象ではなくなった**
   合計特殊出生率は1990年の1.54から2005年には1.26まで低下した。
5. **「人手が余る社会」から「人手が足りない社会」へ変わった**
   1990年代後半以降、労働力人口は縮小傾向を経験した後、女性・高齢者の参加増加によって回復した。
6. **女性が「補助的労働力」から「主要な労働力」へ移った**
   2024年には女性の労働力人口比率が1990年の40.6%から45.4%へ上昇している。
7. **高齢者が「引退する人」から「働く人」へ変わった**
   高齢労働力人口の増加は1990年以降かなり明確な変化になった。
8. **「終身雇用」が社会の常識から「一つの選択肢」へ近づいた**
9. **非正規雇用が例外ではなくなった**
   2020年には非正規雇用比率が女性54.4%、男性22.2%。
10. **会社に入れば生活が年々豊かになる、という期待が弱くなった**
11. **「賃金は上がる」が当然ではなくなった**
    IMFは1990年代以降、生産性が伸びても実質賃金がほぼ伸びないという日本の特徴を指摘している。
12. **物価が上がることより、物価が上がらないことが問題になった**
    1980年代とは金融政策・企業行動・消費者心理の前提が大きく変わった。
13. **「インフレをどう抑えるか」から「どうインフレを起こすか」へ政策課題が反転した**
14. **金利が「普通にあるもの」から「ゼロに近いもの」になった**
15. **企業が「借金して拡大する」より「借金を減らす」ことを重視する時期が長く続いた**
16. **土地が「持っていれば値上がりする資産」ではなくなった**
    バブル崩壊は、土地・株式に対する日本人の資産観を大きく変えた。
17. **「土地本位制」的な感覚が社会から薄れた ・・・・・・**

《こんな変化も》
家族 → 個人
地域 → ネットワーク
職場 → 複数のコミュニティ
テレビ → 個人メディア
所有 → 利用
同じもの → 好きなもの
同じ場所 → どこからでも
近所の人 → 趣味・関心の近い人

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

2. グルーピング

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

Q：構造化は考えないでグルーピングしてください。
A：

① 人口・家族・人生
② 働き方・会社・職業生活
③ 経済・所得・物価・金融
④ 企業・産業・技術
⑦ 消費・所有・買い物
⑧ 地域・コミュニティ
⑨ 余暇・文化・趣味
⑩ 社会意識・価値観・心理
⑪ 社会の維持・公共サービス
⑫ 日本を見る目そのもの

「経済」以外の変化がかなり多い

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

3. 構造化1

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

Q：変化の層と相互関係で、構造化してください。

A：構造化した結果から、人口・経済・技術・制度・企業・生活・文化が同時に変化し、それぞれが相互に影響しながら、日本社会の「普通」を変えていった。

a. 「前提そのもの」が変わった。個別制度よりも先に存在する**社会環境の変化**　人口など

b. 次に「社会を動かす仕組み」が変わった。「経済構造」だけが変わったのではなく、「社会を組織する仕組み」が変わった。

c. その結果として「人々の行動」が変わった。「旧来の集団単位」から「別の集団単位」「個人単位」へ。

d. さらに深いところで「社会の意味づけ」が変わった。「何を普通と考えるか」が変わった。

e. そして最上位に「日本社会自身の認識」があった。

1990年以前には比較的、次世代はさらに豊かになるという未来像を置きやすかった。
ところが、その前提が複数同時に崩れ、その結果、**「では、日本社会は何を目指すのか」**という問題が生じた。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

3. 構造化2

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

Q：「どの変化同士が同時に起きたのか」「どこに変化の連鎖があり、どこに断絶があるのか」

A：

① 同時変化
- 人口・家族の変化
- 経済・企業の変化
- 国際環境の変化
- 情報・デジタルの変化
- 生活・文化の個人化・多様化

② 断絶
- 人口構造の変化速度と、社会システムの適応速度の差
- デジタル化 ≠ 生産性向上
- 技術力と産業競争力　**技術を社会・市場・ビジネスへ変換する過程**に問題があった
- 生活の個人化と社会制度
- グローバル化と日本国内の仕組み
- 高齢化と「高齢者」の意味
- 経済停滞と生活停滞

③ 逆行
- 「集団化」と「個人化」も同時進行
- 「所有」と「利用」も同時変化

④ 連鎖の強弱

人口	→ 社会制度	△
技術	→ 生活	◎
技術	→ 生産性	△
技術	→ 産業競争力	△
国際化	→ 企業	◎
国際化	→ 国内社会	△
生活変化	→ 制度	△
経済停滞	→ **生活停滞**	△

経済成長につながる変化と、経済成長とは別に進んだ変化が同時に存在し、その間にいくつもの「変換の断絶」があった30年

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

課題

「構造化」

何の為にどう（View）構造化するかは、都度試行錯誤。
現状、経験知しかない。

問題意識を見つけるには多分野での気付きが要る。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

3. 構造化　ザックマン・フレームワーク

ザックマンは、6つの問い **What / How / Where / Who / When / Why** と、抽象度の異なる複数の視点を交差させて全体像を捉えるフレームワーク。

したがって、今回では、**何が変わったのか／どう動くようになったのか／誰が担うのか／どこで起きるのか／いつ変化したのか／なぜ変わったのか**で再配置すると良い。

結論
社会の実態はかなり変化した。しかし、その変化を経済・制度・企業・地域の新しい仕組みに変換する部分に断絶があった。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

3. 構造化 UAF

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

UAFで見ると、**日本社会を一つの巨大なEnterprise／System of Systems（SoS）として捉え、その「目的・能力・主体・活動・資源・情報・制約・時間変化」の関係を追う**形になります。
UAFは、組織・システム・SoSの複雑な関係を複数の視点から表現するためのフレームワークで、企業だけでなく商用・産業領域にも使えるものです。現在の正式版はUAF 1.3です。今回のテーマには、特に Strategic / Operational / Services / Resources / Projects / Personnel / Security / Actual の関係を見る使い方が有効です。

結果
Capability → Operation → Performanceの接続が十分でなかった領域がある。ここが「断絶」。結果としてGDP等のEconomic Performanceが伸びにくかった。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

3. 構造化　認知のメタ構造

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

下記5層から成る認知のメタ構造では、日本は世界をどう認知し、その認知に基づいて何を作り、何を変え、何を変えなかったのかを整理する。

- **L0：現実・結果・現象**
- **L1：行動を生む仕組み・構造**
- **L2：L1の意味・目的・価値**
- **L3：L2を支える前提**
- **L4：L3以下の世界観**

結論
世界・社会の現実が大きく変化した一方で、
その変化を意味づけ、仕組みに変換し、
さらに新しい世界観へ更新する過程が
十分につながらなかった30年

L4　世界観
｜
｜　「日本は先進国・成長する国」という世界像　→　グローバル化・人口減少・デジタル化で相対化
｜
L3　存在・前提
｜
｜　人は会社で働く
｜　家族を形成する
｜　人口は増える　　→　これらの前提が現実と乖離
｜　国内市場は成長する
｜　企業は成長する
｜
L2　意味・目的・価値
｜
｜　成長・所得・雇用・安定　→　生活の質・多様性・持続性等が加わる
｜
L1　仕組み・構造
｜
｜　雇用・企業・金融・産業・地域・制度　→　人口・技術・国際競争・デジタルへの再設計が必要
｜
L0　現実・結果
｜
｜　人口減少、高齢化、単身化
｜　デジタル化、情報爆発
｜　グローバル化
｜　経済停滞
｜　生活様式の変化
｜　技術変化

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

認知のメタ構造の形成

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

形成された要素	主に関係する項目	意味	元々の検討テーマ
階層構造の必要性	① 政策の問題	個別の現象と、その背後の仕組みを分ける	産業政策の構造分析
認知の前提を問う視点	② 概念体系と現実	概念や分類自体を検討対象にする	欧米対日本の推進方法の差異分析
上下の不整合を捉える視点	③ 産業革命の分析	現実と上位の概念・前提とのズレを見る	日本の理解が進まない理由の分析
認知と設計の区別	④ 産業革命の設計	対象を設計する前に、対象の認識・定義を検討する	未知の将来の設計方法の検討
OS・メタOS・存在論などの構造	⑤ OSとメタ構造	認知対象を階層的に整理する	メタ概念・メタ構造の検討
認知全体を扱う目的	⑥ 認知そのもの	各要素を統合する中心課題を定める	認知の検討

これらを組み合わせることで、単に物事を階層化するだけでなく、次の問いを一体的に扱えるように枠組み化。（偶然に形成された）

- 対象の認識： 現実に何が起きているのか。
- 構造の認識： 何がその現象を生み出しているのか。
- 意味の認識： 何を目的・価値・評価基準としているのか。
- 前提の認識： 何を存在すると考え、どのような世界観を前提としているのか。
- 認知の検証： 自分が使っている概念や前提は、現実に適合しているのか。
- 認知の更新： 現実とのズレを発見したとき、どの階層をどう見直す必要があるのか。

①～⑤がモデルを必要とする問題や構造を明らかにし、⑥がそれらを「認知そのものを分析する」という一つの課題に統合した。

認知のメタ構造（仮称：全世界認知モデル）

メタ概念	探索すること
L0 対象層	行為の結果
L1 OS層	行為を制御する仕組み・構造
L2 メタOS層	L1の目的・意味・価値
L3 存在論層	L2の前提
L4 メタ存在論	上記4層を含む世界観

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

蛇足　以上の分析で気付いた不足点

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

気付き1：需要と成長の関係性が議論から見えなかった。

Q：これまでの議論で、消費者需要、産業需要がどうなったか、例えば、経済が豊かになって、物や設備が行き渡って需要が減ったなどが関連している気がしますが、成長するには需要が重要で、国内が伸びないなら海外となると思うのですが。

A：従来の需要拡大モデルが成熟する一方で、新しい需要を市場・投資・産業・生産性へ転換する循環を十分に作れなかった。
UAFでいうCapability → Operation → Performance、全世界認知モデルでいうL0の変化をL1・L2へどう翻訳したかという問題に、非常にきれいにつながる。

気付き2：人材・人材育成、理工系離れが議論から見えなかった。

Q：人材と人材育成はどうですか？　理数離れ、理工離れが問題になっていた気もします。

A：「新しい需要に対応する人材を社会全体として形成する能力」が足りていない。AI・ICT・研究・工学などの需要が増える一方で、高度資格・博士人材の供給構成が十分変化していない（OECDも指摘）

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

失われた30年　纏め

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

Q：これまでの議論を振返って、失われた30年を社会システムとして議論してきた。このように多くの要素・構造が絡む問題を扱うときの留意点を整理ください。要素・構造は単にL0やL1の関係性だけでなく、L3・L4のような認知、ザックマンやUAFのようなフレームワークなども含みます。批判的に反論する姿勢でお願いします。

A：
1. 「要素を増やすこと」と「理解すること」は違う。
2. L0とL1だけで因果関係を作らない
3. L3・L4を「原因」として簡単に扱わない
4. 「認知」を一枚岩にしない
5. ザックマンやUAFを「答えを出すフレーム」と考えない
6. フレームワークを重ねすぎることにも注意
7. 「構造」と「関係」と「因果」を区別する
8. 「断絶」は特に重要だが、断絶＝失敗とは限らない
9. 問いそのものを疑う
10. 「原因」と「適応」を区別する
11. 「国内」と「海外」を別システムにしすぎない
12. 「指標」と「現実」を混同しない
13. 「境界」を疑うこと

- **全部をつなげて一つの巨大な因果モデルを作らないこと**
- **様々な構造化・フレームを別々のレンズとして使う**
- **異なるレンズで見たときに、どこが一致し、どこが食い違い、連鎖のどこに循環・断絶・逆方向の変化が生じているのかを確認する**
- **何処はAIに、何処は人が考えるのかをしっかりAIも使って自分で考える**
- **AI活用の失敗を多く経験する**

20260916_失われた30年の認識整理

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

AI活用のシステムズエンジニアリングプロセス

探索：対象とする問題、現象、違和感を列挙する。
構造化：要素、境界、関係、時間、主体、目的などを整理する。
仮説生成：原因、相互作用、変化の可能性を複数考える。
検証：根拠、反証、データ、専門家の知見、現場の実態と照合する。
意思決定：目的、価値、制約、リスクに照らして人間が判断する。
設計：要求、機能、役割、インターフェース、運用、責任などに落とし込む。
評価・再設計：実世界での結果を確認し、モデルや設計を更新する。

重要なのは、AIを各工程に追加するだけではないこと。
AIを使うことで、従来は人間が十分に探索できなかった問題や構造を検討できるようになり、その結果、SEの進め方自体が変わる可能性がある。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

事例
今、世界で何が起こっているのか

AIを使って社会システムを分析すると、問題の捉え方がどう変わるのか

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

問い

現在、様々な変化が起きています。
VUCA時代との言われます。

例えば、この10年で何が変わりましたか？

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

事例

2015年以降の世界の大変化と、企業・経済への脅威

～効率追求のグローバル化から、安全保障・価値観・技術・資源・情報が絡み合う複雑な時代へ～

2015	2016	2017-18	2019	2020	2021	2022	2023	2024-25
欧州難民危機・IS拡大	Brexit・トランプ政権誕生	米中貿易摩擦	香港問題・米中デカップリング	COVID-19パンデミック	半導体不足・物流混乱	ロシアによるウクライナ侵攻	生成AIの拡大・中東情勢悪化	関税・経済安全保障・産業政策強化
安全保障と移民問題が政治の中心へ	自由貿易より国家利益優先へ	経済と政治が分離できなくなる	価値観対立が表面化	世界同時停止	効率よりレジリエンスへ	安全保障が経済を支配	AI競争と情報戦	国家間競争が激化 企業が外交・政策対応を担う時代へ

この10年で起きた5つの構造変化

① グローバル化からブロック化へ

効率（Efficiency）から安全保障（Security）へ価値基準が変化

US / EU / 中国

各国・地域で経済圏が分断
サプライチェーンの再構築が必須

② 経済と安全保障の融合

技術 → 経済 → 国家安全保障 → 外交

半導体・AI・データ・通信・資源・エネルギーがすべて国家戦略に
企業も「利益追求だけ」では済まない

③ デジタルからAIへ

2015年頃 DX・IoT・クラウド

2023年以降 生成AI・Agent・Industrial AI・Physical AI

AIは「人を支援するIT」から「知識そのものを生産するインフラ」へ
競争の源泉：設備→ソフト→データ→AI

④ サプライチェーンからエコシステムへ

従来のサプライチェーン：メーカー → 部品 → 物流 → 販売

現在のエコシステム：企業、政府・自治体、変革団体、データ銀行、AI企業、スタートアップ、大学・大学、データスペース

競争単位が「企業」から「エコシステム」へ
協調と共創が競争力の源泉に

⑤「効率」から「レジリエンス」へ

2010年代まで
- Just in Time
- 在庫ゼロ
- 最安調達
- 効率最優先

現在
- 在庫・余力確保
- 複数調達
- 地域分散・国内回帰
- 止まっても耐えられる設計へ

止まること自体が巨大損失
レジリエンス（強靭性）重視へ

世界が複雑化した本質的な理由

「相互依存」と「国家競争」が同時に強まった

AI → 半導体 → レアアース → エネルギー → 海運・物流 → 金融 → 外交・安全保障

一つが止まると、連鎖的に世界が止まる時代へ（複雑系・相互依存系）
COVID・ウクライナ戦争・紅海問題・台湾リスクなどで実証

企業経営が直面する視点の拡大（見なければならない対象が何倍にも増加）

これまで（主に市場の視点）：市場、顧客、競合、技術

現在（多次元の視点が必須）：市場、顧客、競合、AI・データ、安全保障 地政学、国際標準 規制、エネルギー 資源、ESG・環境、サイバーセキュリティ、サプライチェーンリスク、産業政策 補助金・税制、人材・組織 働き方、社会・価値観（信頼）、技術動向

企業・経済への主な脅威（リスクが多層化・深刻化）

- 地政学リスクの高まり：戦争・制裁・関税・対立の長期化
- 技術覇権争いによる市場アクセス制限・規制強化
- サイバー攻撃・情報戦の脅威：データ・知的財産のリスク増大
- サプライチェーンの寸断リスク：自然災害・物流停止・資源制約
- エネルギー・資源価格の不安定化：インフレ・コスト増大
- 人材獲得競争の激化：人材不足・スキルミスマッチ

求められる企業・国家の対応（新しい経営・政策の方向）

- 将来を複数シナリオで捉える（フォーサイト）
- AI・データ・デジタル基盤への投資と活用
- 安全保障・経済・技術を統合した戦略
- レジリエントなサプライチェーン・事業構造
- エコシステム・国際連携での価値共創
- 社会価値・信頼の獲得（ESG・対話・透明性）

この10年の本質

「市場だけを見ればよい時代」から「市場・国家・社会・技術・安全保障・エコシステムを同時に設計する時代」へ移行

変化を前提に、認知・戦略・組織・技術を進化させ続けることが、企業と国家の生存条件

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

補足　日米の製造業の労働生産性の比較1

2024年の製造業について、
日本：**80,411ドル／就業者1人**
米国：**231,549ドル／就業者1人**
日本の順位：OECD主要35カ国中 **20位**
米国：**3位**

単純計算では、
日本 ≒ 米国の34.7%

つまり、**米国の製造業の労働生産性は、日本の約2.9倍**。
(公益財団法人日本生産性本部)

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

問い

日本の製造業の労働生産性が低いはずがない

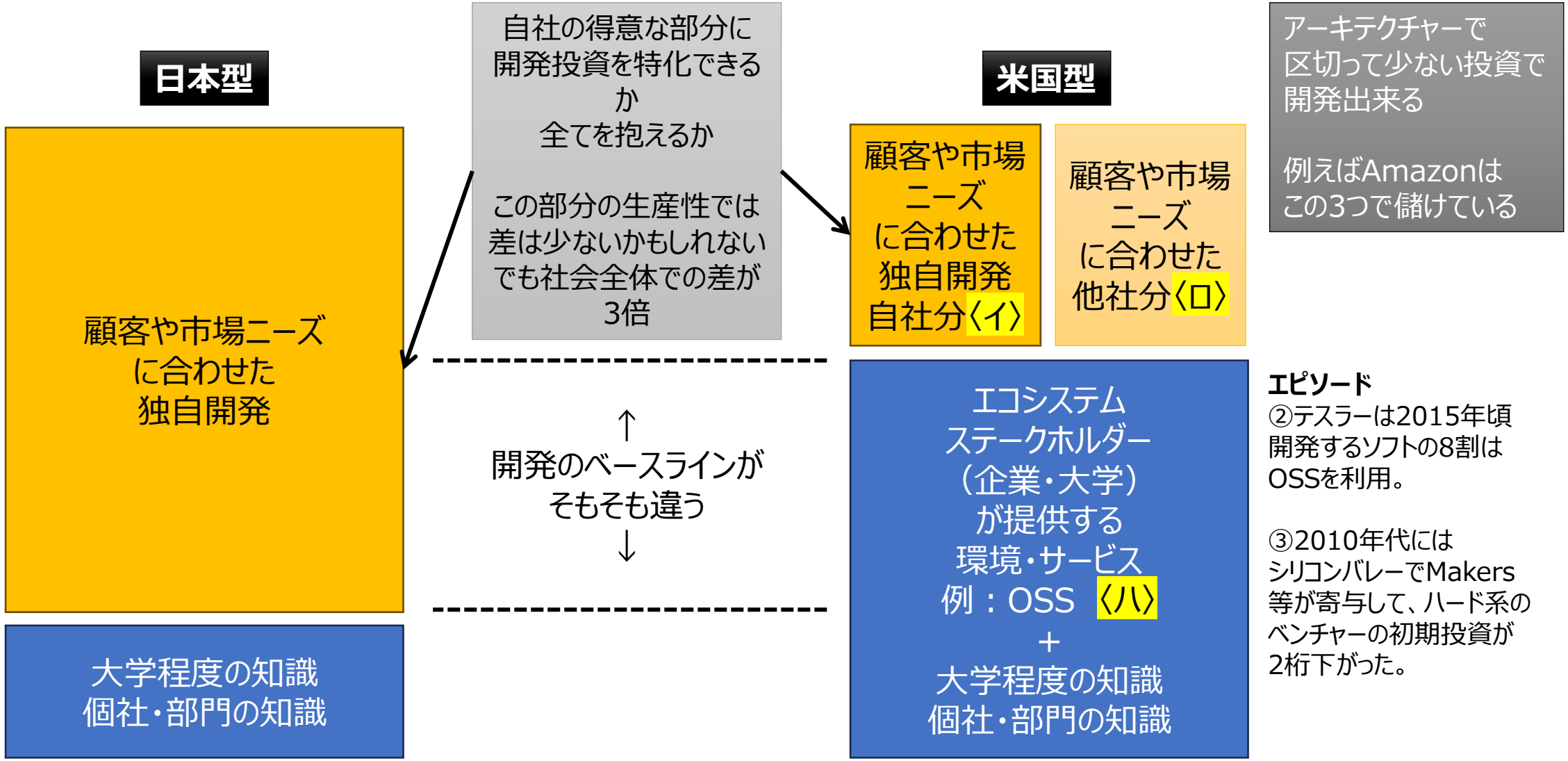
では、OECDは間違っているのか？

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

補足　日米の製造業の労働生産性の比較2

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

同じ開発でもコストが全く異なる→短期で市場投入など含め生産性の差が生まれる。
AIでこれが指数関数的に加速する。



エピソード
①80年代は
CADなど環境
から全て自社開
発していた。

エピソード
②テスラーは2015年頃
開発するソフトの8割は
OSSを利用。

③2010年代には
シリコンバレーでMakers
等が寄与して、ハード系の
ベンチャーの初期投資が
2桁下がった。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

事例

産業革命下での構造変化

“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

第4次産業革命・DX・Society5.0技術による社会変革の構造化

論点：構造化を難しくしている構造は何か。（下記の構造化が必要では）

仮説（人の認知問題）

1. **技術が登場した時点では、その技術が社会に何をもたらすのか、まだ明確になっていない。**
2. **社会の変化は、技術とその活用そのものではなく、技術が人間の活動や組織、制度、価値観と結びついた結果。**技術が変える社会の仕組みは、実際に使われ、他の仕組みと結びつくなかで初めて明らかになる。
3. **技術が社会構造を変える過程と、その変化を人間が認識する過程との間にギャップがある**
4. **一般の人には社会の変化がイメージできない。**
    1. **現在の社会を前提に、未来を考えてしまう。**では、そうではなくて未来を考えられるのか。
    2. **技術の効果と社会構造の変化が離れている。**後者は、複数の技術、企業、制度、人々の行動が相互作用した結果。目の前の導入効果だけを評価していると、その先の変化を捉えにくくなる。
    3. **変化の主体が自分の組織や業界だけではない。**個人や個社の立場からは、他の領域とのつながりを見通すことが難しい。
    4. **未来の変化には、まだ共通の言葉がない。**まだ概念化されていないものは、議論の対象にもなりにくい。
    5. **変化の利益と負担が異なる人に分配される。**別の人には仕事の変化や新しい負担として現れる。
5. **役立つかという問いに対する解の時間軸違いがある。**

→ **仮説　A**　従来のシステム設計では対応が足りないのでは

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

事例

認知のメタ構造の形成

形成された要素	主に関係する項目	意味	元々の検討テーマ
階層構造の必要性	① 政策の問題	個別の現象と、その背後の仕組みを分ける	産業政策の構造分析
認知の前提を問う視点	② 概念体系と現実	概念や分類自体を検討対象にする	欧米対日本の推進方法の差異分析
上下の不整合を捉える視点	③ 産業革命の分析	現実と上位の概念・前提とのズレを見る	日本の理解が進まない理由の分析
認知と設計の区別	④ 産業革命の設計	対象を設計する前に、対象の認識・定義を検討する	未知の将来の設計方法の検討
OS・メタOS・存在論などの構造	⑤ OSとメタ構造	認知対象を階層的に整理する	メタ概念・メタ構造の検討
認知全体を扱う目的	⑥ 認知そのもの	各要素を統合する中心課題を定める	認知の検討

これらを組み合わせることで、単に物事を階層化するだけでなく、次の問いを一体的に扱えるように枠組み化。（偶然に形成された）

- 対象の認識： 現実に何が起きているのか。
- 構造の認識： 何がその現象を生み出しているのか。
- 意味の認識： 何を目的・価値・評価基準としているのか。
- 前提の認識： 何を存在すると考え、どのような世界観を前提としているのか。
- 認知の検証： 自分が使っている概念や前提は、現実に適合しているのか。
- 認知の更新： 現実とのズレを発見したとき、どの階層をどう見直す必要があるのか。

①～⑤がモデルを必要とする問題や構造を明らかにし、⑥がそれらを「認知そのものを分析する」という一つの課題に統合した。

認知のメタ構造（仮称：全世界認知モデル）

メタ概念	探索すること
L0 対象層	行為の結果
L1 OS層	行為を制御する仕組み・構造
L2 メタOS層	L1の目的・意味・価値
L3 存在論層	L2の前提
L4 メタ存在論	上記4層を含む世界観

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

事例

フィジカルAIから発展させて

人間本位の産業を目指して
"Connected Industries"
New vision for the future of Japanese industries

現施策のイメージ
日本の製造業の強みは現場の暗黙知にある。その暗黙知をフィジカルAIにすれば、国際競争力になる。

分析

- 暗黙知や複雑な技術知識が模倣困難性を高め、企業の競争優位に貢献するという理論と実証研究がある。ただし、効果は知識の種類や活用方法によって異なる。まだ十分に証明されていない。
- 「日本の暗黙知をフィジカルAI化すれば、日本の国際競争力が高まる」という政策全体の因果関係については、日本と他国を比較し、暗黙知のAI化による成果を生産性、品質、収益、市場シェアなどで検証した研究が必要。
- 政策の論理は、「日本の製造業が持つ現場の知識をAIに学習させ、ロボットや設備を通じて実行できれば、技能の継承や作業の高度化につながる可能性がある。」しかし、競争力に結び付けるには、さらに次の条件が必要。

1. **知識の獲得**： 熟練者が何を見て、何を判断し、なぜその行動を取るのかを把握する。
2. **AIへの実装**： データ化できる部分だけでなく、状況や因果関係を含む知識を学習・制御に取り込む。
3. **システムへの統合**： AI単体ではなく、設備、工程、品質管理、作業者、組織の業務を含むシステムとして設計する。
4. **知識の再利用**： 個々の工場の技能を、別の製品・工程・企業でも利用できる範囲と条件を明らかにする。
5. **経済価値への転換**： 生産性や品質が改善しても、それが投資回収、利益、国際市場での差別化につながるかを検証する。

- 特に重要なのは、① 暗黙知をAIに移すことと、② 暗黙知を生み出してきた製造システム全体をAI時代に適応させることは、別の問題であるという点。したがって、この政策を学術的に評価する際には、「暗黙知をAI化できるか」という技術研究だけでなく、「その知識を生み出す組織・工程・企業間関係をどう設計するか」、さらに「どのような条件で競争優位と経済価値が生まれるか」というシステム・経営・経済の研究を組み合わせる必要がある。
- 現時点で妥当な結論は、政策の技術的な出発点には学術的根拠がある一方、日本の競争力強化までを一続きの因果関係として裏付ける学術的根拠は、十分ではない。

構造の抽象化

1. 対象知識は何か。明文化できるのか。デジタル化できるのか。体系化できるのか。AIが使えるようにできるのか。
2. AIが使えるとして、それを活用出来るのか。活用する為に何が必要か。（環境のデータ・情報・知識と体系、システム化、投資対効果、市場性、ビジネスモデル、システム開発力とシステム運用力、扱える人材と知識、これらの運営・ガバナンス力） （例示 Catena-X・Tractus-X・Cofinity-X）
3. これを関連システムとどう組み合わせられるのか。（人・主体・判断・実行・責任・学習など）
4. スケールするのか。応用範囲はどこまでか。応用するには他に何が必要か。（例示 ERPはBPR/BPMを必要とし、その技術と実践力及びその人材と知識が必要になった。）
5. 経済規模は大きいのか。情報経済モデルなどでのモジュール化での関連市場の拡大という相乗効果があるのか。（例示 Wintelと関連アプリや周辺機器、知識と人材教育）
6. それが、様々な循環構造を持ち、更なる経済効果を生み続けるのか
7. これらを達成する仕組み化ができるのか。（プラットフォーム、アーキテクチャ、多様なモジュール、利用者・開発者の参加、データと知識の蓄積・更新など）

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

AI時代の製造業を考えて、
産業AIとは

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

問い

Physical AI と 産業AI とは何が違う。

何故、わざわざ、産業AIと問うのか

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

Physical AI

JST／CRDS の定義

センサーやアクチュエーターなどの物理的な機構を通じて環境と相互作用し、得られた入力と動作の結果に基づいて知能を獲得・発達させる、身体性を備えた人工知能

産業界で使うAIはこれだけではない。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

産業AIの捉え方　1

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

製造業視点でAIを捉え、製造業がつくり出す人工物を介して、人・組織・産業までを変える
AIを、ここでは「産業AI」と呼ぶ。
「AIを導入すること」と、「AIによって変化した世界に適したシステムを構築・運用すること」は別。
RRIは、 AIによって変化した世界に適したシステムという点に着目したい。

Physical AI*
他、AI全般
- LLM/生成AI
- Agentic AI
- 機械学習
- ニューロンネットワーク
- エキスパートシステム
- Knowledge Graph
- Genetic Algorithm
- 確率・統計モデル

など

人工物を変える

人工物の運用を変える

人工物の製造（広義）を変える

人を変える

人類史上初体験

認知能力、知識、技能、判断、役割、人とAIの協調関係

組織を変える

業務、権限、責任、組織構造、意思決定、事業モデル

産業を変える

分業、企業間連携、バリューチェーン、市場構造、価値創出の仕組み

産業AIとは、AIによる人の認知の拡張と新たな可能性の生成を基盤として、①人工物そのもの、②人工物の運用、③人工物の設計・製造・改良など、その実現と進化に関わる活動を変えるものである。
これらの変化は、人とAIの協調、データ・知識、デジタルツインやサイバーフィジカルシステムなどを介して相互に結びつき、a 人、b 組織、c 産業のあり方を変える。さらに、その変化は労働、資本、価値の創出・配分、文化、制度、世界観と相互作用し、産業システム自体の再構成と進化につながる。（尚、RRIでは、製造業を「全産業に人工物を提供する基盤産業」と位置づけている。）

*Physical AIとは、ここでは、JST/CRDSの報告書に定義や欧米で言われるEmbodied AIに準ずる。
フィジカルAIシステムの研究開発　～身体性を備えたAIとロボティクスの融合～｜報告書等｜研究開発戦略センター（CRDS）

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

産業AIの捉え方　2

産業AIとは何か

製造業の視点から、AIが人工物の実現・運用・進化に関わる活動を変え、さらに人・組織・産業のあり方を変えていくことを捉える概念である。

変化の対象

人工物そのもの
人工物の運用
人工物の設計・製造・改良など、その実現と進化に関わる活動

変化の広がり

人とAIの協調、データ・知識、デジタルツイン、サイバーフィジカルシステムなどを介して、人・組織・産業の関係が変化する。さらに、その変化は労働、資本、価値の創出・配分、文化、制度などと相互作用し、産業システムの再構成につながり得る。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

纏め

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

纏め

項目	役割	聞き手に伝えること
1. イントロダクション	問題提起	なぜAI時代にSEを考える必要があるのか
2. AI・産業AI時代、何が変わるのか	変化の理解	AIは何を変え、なぜ変化を捉えにくいのか
3. システムズエンジニアリングでのAI活用	方法の提示	AIを使って探索・構造化・仮説形成・検証をどう進めるか
4. AI分析の事例	方法の活用例	AIを使うと、問題の見方や構造理解がどう変わるのか
5. 産業AIとは	概念の統合	個別のAI活用を超えて、産業システムの変化をどう捉えるか
6. まとめ	結論	AI時代にSEの対象と方法をどう捉え直すべきか

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

何が変わるのか（学術議論からの仮説）

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

AIが人間の認知・判断・行為に入り込むことで、人間とAI、個人と組織、判断と実行、権限と責任、技術と制度　などの境界が再編される

関連の学術議論の動向
1. 「主体」と「責任」の研究が注視されている
2. 海外では「責任を誰か一人に帰属させる」こと自体を疑っている
3. 「人間が最終責任を持てばよい」だけではない
4. 「AIを人間に合わせる」だけでもない
5. Human-AI Collaborationも「固定的な役割分担」から動的過程へ
6. 日本でも「役割設計」という研究がされている

AIを組み込むときに設計するもの

AIの能力
何を認識・予測・判断・実行できるか

業務と人間の役割
誰が判断し、誰が介入し、いつ停止できるか

組織・権限・責任・制度
誰が権限を持ち、結果を評価し、責任を引き受けるか

これらは一方向の連鎖ではなく、相互に制約し合う設計対象である。

こうした検討にうまくAIを活用する

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

今後の課題

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

AI時代で考えなければならない事

AIは、
複数の世界を横断して認知・判断・行為・学習を増幅する新しい能力層
です。

そして、この整理からすると、今後の探索で最も重要な問いは、

「製造業にAIをどこまで導入するか」ではなく、

「AIによって製造業のどの境界が可変になり**、**
その結果として、
人・設備・製品・企業・顧客・知識・制度の関係がどう再構成されるのか」

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

例題

産業社会システムレベルでの問題の捉え方として、下記のような例題が考えられる。これらは、AIを活用して議論ができる。企業においては、こうした大きな潮流がどう変化しているのかを絶えず捉えつつ、生き残り、リーディング側に向かうチャンスを戦略的に掴む必要がある。

1.「ガラケイ」から「スマホ」に変わって、何が変わったのか。

2. 第1次産業革命では、何が起きて、何が変わったのか。

3. 1と2に共通する変化・現象とは何か。

4. 第4次産業革命で、3での変化・現象はどういうものになるのか。

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

付録　この資料での留意点

人間本位の産業を目指して
“Connected Industries”
New vision for the future of Japanese industries

①「日本的認知 vs 欧米的認知」を仮説として扱う

→ 二項対立・文化的本質化を避ける。

②「95%無意識」「修士程度」「トリプルディグリー」などの強い数字・比喩の扱いを注意。

→ AI・脳科学の専門家からの反論を受けやすい。

③ AIの「発見」と「候補生成」を区別する

→ AIは現実を直接発見するのではなく、関係・問題・構造・仮説の候補を大量に生成する。

④ Zachman/UAF/全世界認知モデルを「答えを出す方法」ではなく「異なる認知レンズ」と明確化する

→ これは今回の資料の独自性になり得ます。

⑤「AI×SE」の実際のプロセスをもう一段具体化する

→ 特に「探索→構造化→仮説→検証→意思決定→設計→実世界フィードバック」におけるAIと人の役割分担。

本当のテーマ
AIによってSEそのものの認知・探索・構造化の方法が変わるのではないか

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.

2026 Copyright Robot Revolution & Industrial IoT Initiative, All Rights Reserved.