HITACHI

HITACHI Group R&D White Paper

社会インフラの自律進化を支える知能基盤モデル IWIM

©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

Prologue:

社会インフラは、人手不足、設備の老朽化、脱炭素化、自然災害など、複雑化する変化への対応を求められています。さらに、製造、物流、モビリティ、エネルギー、デジタルインフラの相互依存が強まり、個々のシステムの高度化だけでは、社会全体の課題への対応が難しくなっています。

これからの社会インフラには、人が都度介在しなくても、現実世界の変化を先読みし、機能、構成、運用方法を継続的に更新する「自律進化」が求められます。その鍵となるのが、AIの知能を現実世界に結び付け、社会インフラの新たな可能性を拓くフィジカルAIです。

フィジカルAIを社会インフラへ適用するには、ハルシネーションなど、AIの出力と現実との不整合に対応し、安全性と信頼性を高めることが欠かせません。また、相互依存する社会インフラには、それぞれ異なる目的や制約があります。複数のシステムを協調させ、社会全体としてより大きな価値を生み出す必要があります。

日立はこれらの課題に向き合い、社会インフラの自律進化を支える知能基盤モデルとして、IWIM (Integrated World Infrastructure Model) の研究開発を進めています。本ホワイトペーパでは、IWIMの構想と三つのコア技術、各領域における研究開発の現在地と展望を紹介します。

Contents

01. 社会インフラに求められる自律進化とフィジカルAI

02. 自律進化する社会インフラの拡大ステップと価値

03. 社会インフラの自律進化に向けた壁と解決アプローチ

04. 社会インフラの自律進化を支えるIWIM

05. IWIMを実現する三つのコア技術

06. IWIM活用ユースケース

07. IWIM活用基盤「IWIM Suites」による知の還流

* 社会インフラ：
人々の生活や経済活動を支える基盤となるシステムやサービス。
本書では、モビリティ、電力、産業、金融などの分野を指します。

発行元　株式会社　日立製作所　研究開発グループ
発行日　2026年11月17日

Copyright・免責事項
本誌内で記載している社名、製品名などには、各社の商号、商標または登録商標が含まれています。また、本誌には、生成AIを使用して作成したコンテンツが一部含まれています。

©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

01.
社会インフラに求められる自律進化とフィジカルAI



社会インフラには、変わり続ける環境と社会の要求に応えるだけでなく、複数のシステムの協調によって新たな価値を生み出すことが求められます。人が都度介在しなくても、機能、構成、運用方法を更新する「自律進化」の鍵となるのがフィジカルAIです。

社会インフラを取り巻く環境は、人手不足、設備の老朽化、脱炭素化、災害、需要変動などで絶えず変化しています。これに伴い、安定性や効率性に加え、環境負荷の低減、安全性、レジリエンス、多様な利用者ニーズへの対応など、より高度で多様な価値が求められています。さらに、社会や状況に応じて、重視される価値も変わり続けます。

一方、製造、物流、モビリティ、エネルギー、デジタルインフラのつながりが深まり、これらの価値を一つのシステムだけで実現することは困難です。複数の社会インフラが互いの状態や制約を理解して協調することで、個別の高度化だけでは得られない新たな価値の創出が求められています。

変化する状況と価値を捉え、領域をまたぐ膨大な選択肢から対応策を見いだし続けるには、人の経験や判断だけでは限界があります。これからの社会インフラには、人が都度介在しなくても、変化を先読みし、機能、構成、運用方法を継続的に更新する「自律進化」が必要です。

その鍵となるのが、AIによる認知・予測・判断を現実世界に生かし、社会インフラの新たな可能性を拓くフィジカルAIです。

環境変化に応じて、能力・構成・運用を更新する「進化」が必要

■ 環境変化の加速

- 通商政策の変更
- 需要・サプライチェーン変動
- 戦争・紛争による航路遮断
- AI計算需要拡大

■ 求められる価値の変化

- 超多品種変量生産
- One Day Delivery
- 災害時の供給継続
- 少人数での高信頼運用
- エネルギー制約下での生産・計算拡大

複数領域の相互依存が高まり、異なるインフラの協調が必要



生産・出荷　EV充電　マルチモーダル　再生可能エネルギー　データ処理

フィジカルインターネット　ワット・ビット連携

人手だけで影響を把握し、適切な構成と協調方法を設計、更新・運用し続けることには限界

社会要求の多様性
×
変化の速さ
×
相互依存の複雑さ



フィジカルAIによる自律進化

©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

02.
自律進化する社会インフラの拡大ステップと価値



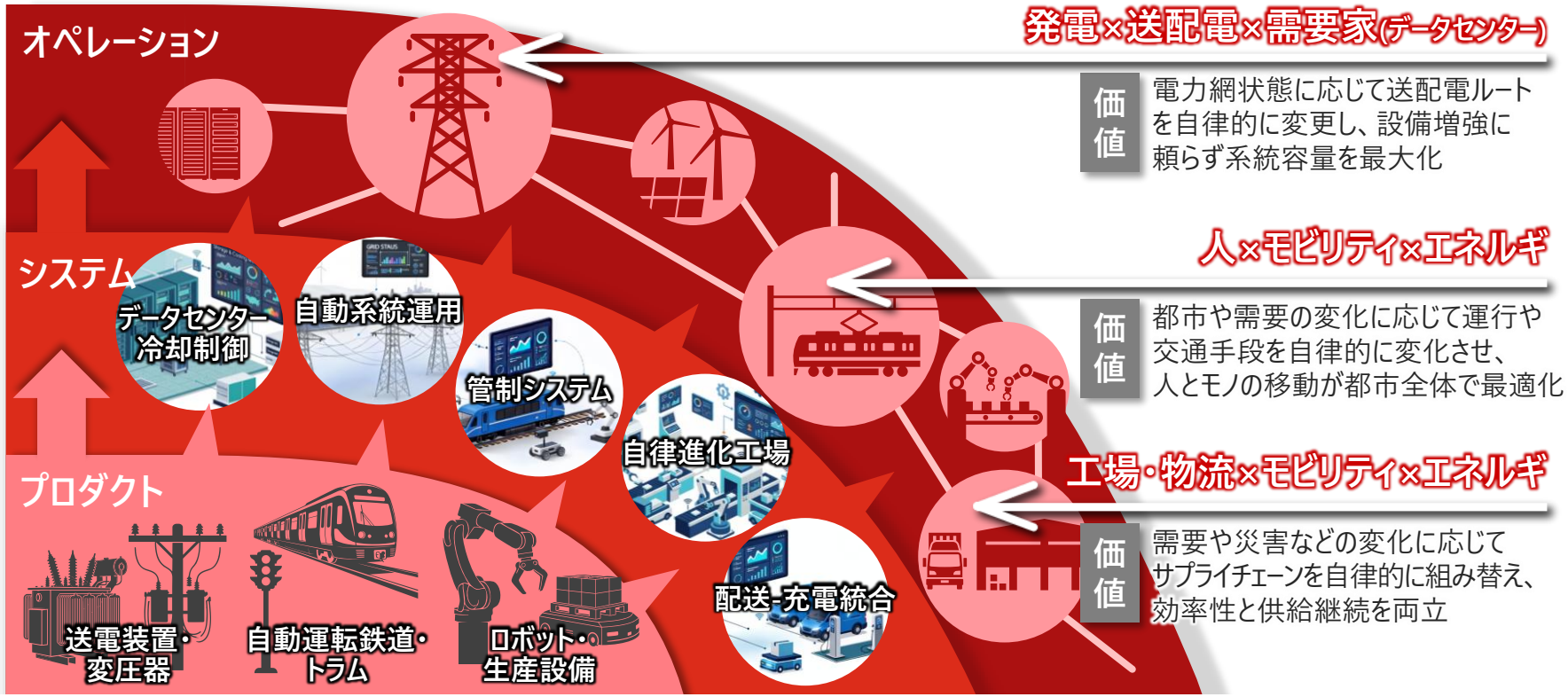
社会インフラの自律進化は、個々のプロダクトからシステム、さらに領域を越えたオペレーションへと対象を広げることで、現場への適応、システム全体の高度化、単独では実現できない新たな価値の創出へと発展します。

社会インフラの自律進化は、物理世界に直接作用するプロダクトが、環境や対象物の変化を捉え、機能や動作を更新することから始まります。例えばロボットが接触状態を捉え、対象物の位置・形状の誤差や、接触に伴う変形に柔軟に対応することで、人の技能に依存してきた作業を自動化します。

次に、複数プロダクトをシステムとして連携させます。例えば製造現場では、生産設備、ロボット、工場内物流、生産計画が状態を共有し、需要や設備の変化に応じて役割や運用方法を更新します。これを物流、モビリティ、エネルギーなどへ広げ、システム全体の生産性、柔軟性、安定性を高めます。

さらに、異なる社会インフラが連携するオペレーションへ対象を広げます。配送と充電、鉄道運行とエネルギー利用、電力系統とデータセンタが、互いの状態や制約を踏まえて協調することで、単独では実現できない新たな価値の創出をめざします。

このように、自律進化の対象をプロダクト、システム、オペレーションへ広げ、現場への適応、システム全体の高度化、領域を越えた価値創出へと可能性を段階的に拡大します。



©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

03.
社会インフラの自律進化に向けた壁と解決アプローチ



社会インフラの自律進化には、その鍵となるフィジカルAIの判断を現実世界と整合させるとともに、誤推論や誤解釈に対する安全性・信頼性を確保し、相互依存する複数の社会インフラを協調させるという、三つの壁を越える必要があります。

社会インフラの自律進化には、現実世界を認知・予測し、制御につなげるフィジカルAIが欠かせません。一方、社会実装には三つの壁があります。

一つ目は、フィジカルAIの判断と現実との不整合です。ハルシネーションなどの誤推論により、物理法則や設備能力、安全条件、運用ルールに反する判断が導かれる可能性があります。そのため、物理現象や現場知識を取り込み、AIの判断を現実世界と整合させる必要があります。

二つ目は、フィジカルAIの判断と人や社会の意図との不整合です。ミスアライメントによる誤解釈により、人や社会の目的に沿わない判断や行動が導かれる可能性があります。そのため、ハルシネーションやミスアライメントが生じても、安全性・信頼性を維持できる仕組みが必要です。

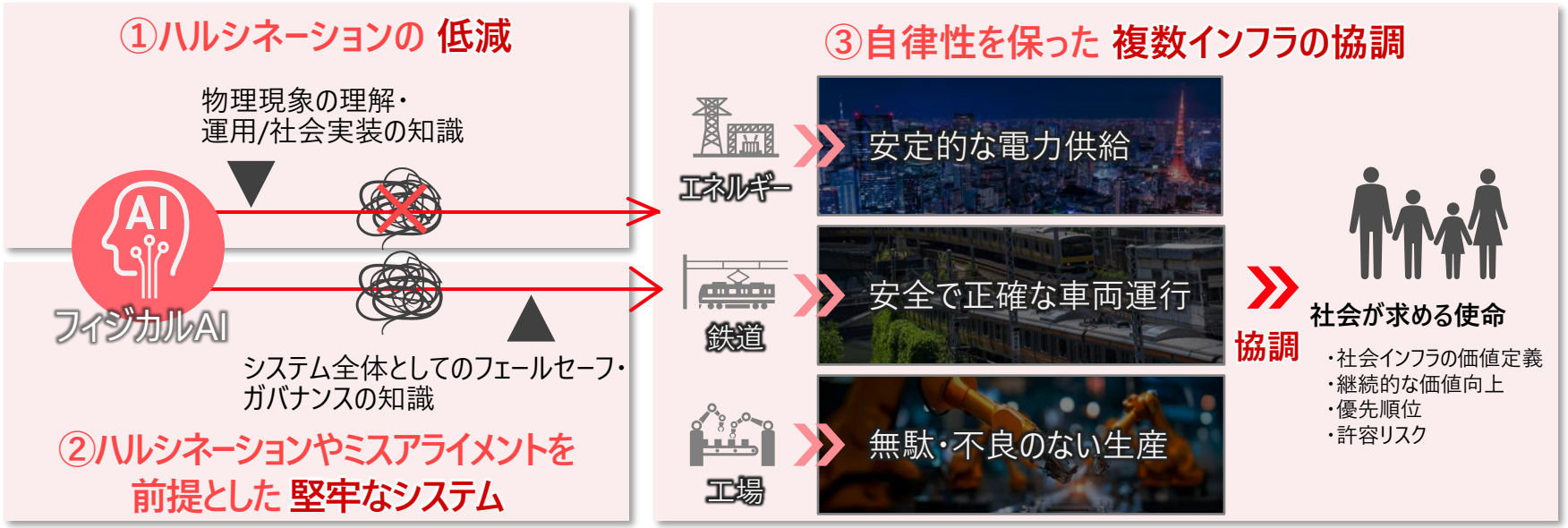
三つ目は、社会インフラ間のトレードオフです。それぞれの社会インフラは異なる目的や制約を持っています。社会全体の価値向上には、個別最適だけでなく、領域を横断した協調が求められます。

これらの壁を越えるには、現実世界との整合、安全性と信頼性、そして領域を越えた協調を一体として扱う新たな知能基盤モデルが必要です。

壁１：ハルシネーション(誤推論)
推論の誤りや不確実性による、物理法則やインフラ運用知識との不整合

壁２：ミスアライメント(誤解釈)
人や社会の意図や目的、状況の誤解釈による逸脱行動

壁３：インフラ間のトレードオフ
全体価値のために、個々のインフラの目的に合わない妥協が求められる



©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

04.
社会インフラの自律進化を支えるIWIM



IWIMは、現実世界の物理法則と社会インフラの運用知識を理解し、AIの出力と現実世界との整合性を高めるとともに、複数システムの協調を支える知能基盤モデルです。

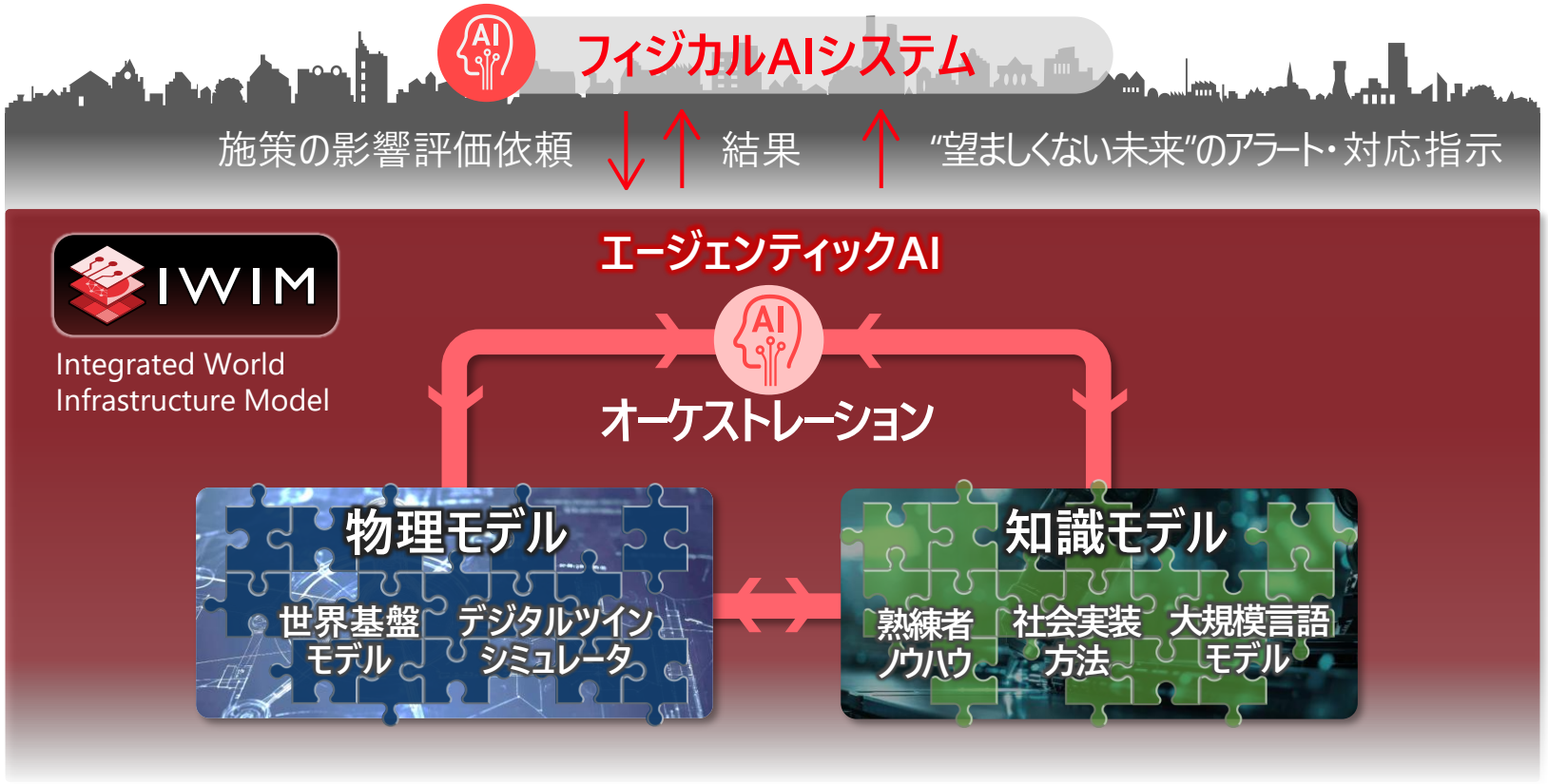
IWIMは、社会インフラを、現実世界を認知・予測して動作する「フィジカルAIシステム」へと進化させる知能基盤モデルです。現実世界の物理法則と社会インフラの運用知識を理解し、AIの出力と現実世界との整合性を高めるとともに、異なる目的や制約を持つ複数システムの協調を実現します。

IWIMの「物理モデル」は、物理法則モデル、デジタルツインモデル、世界基盤モデルを組み合わせ、設備やシステムの状態と将来を予測します。

「知識モデル」は、熟練者ノウハウ、運用ルール、安全条件、社会実装に関する知識などを、AIが活用できる形で扱います。

「エージェンティックAI」は、目的や状況に応じて、二つのモデルを構成・実行し、対応候補の生成と事前検証、望ましくない未来に対する先手対応の提示や、異なるシステムの協調を実現します。

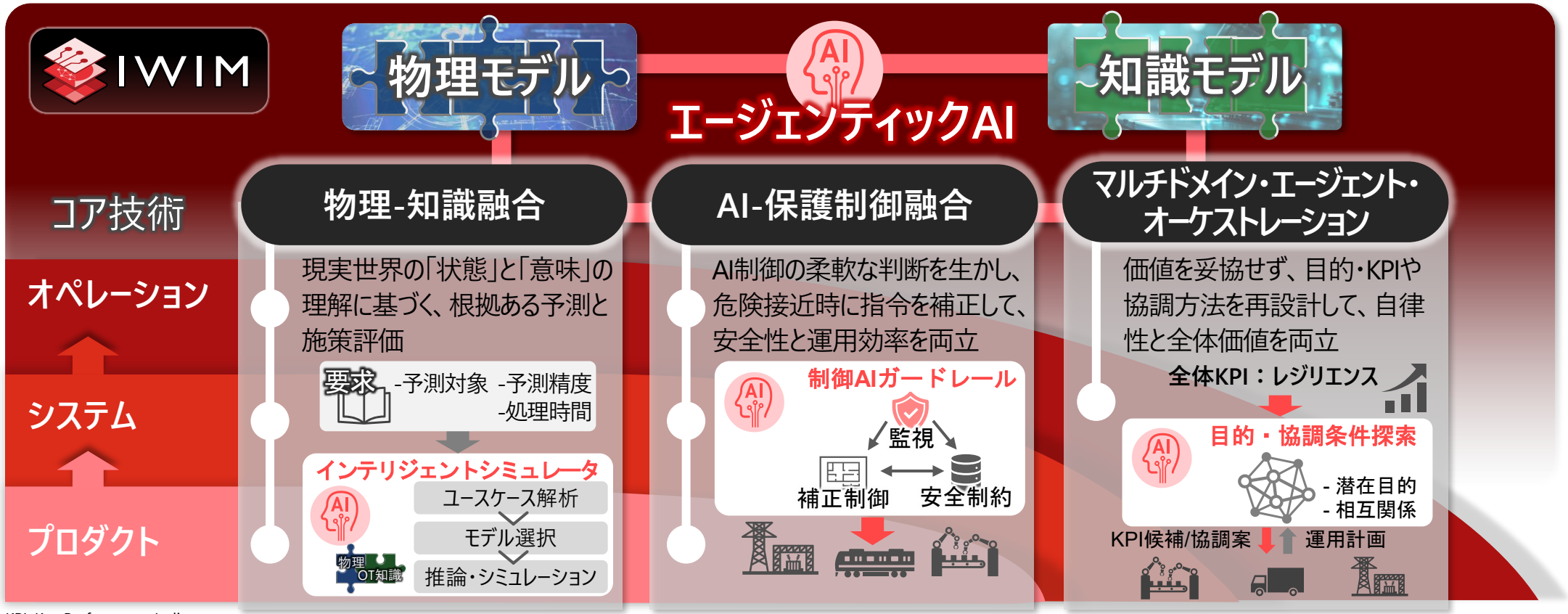
これらを通じて、人の知識と責任ある判断を生かしながら、環境や社会の変化に応じて、社会インフラの機能、構成、運用方法を継続的に更新します。



©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

05.
IWIMを実現する三つのコア技術

IWIMの実現に向け、(1)物理モデルによる将来予測と運用知識を融合してAIの判断と現実との整合性を高める「物理-知識融合」、(2)AI制御の適応性と保護制御の確実性を組み合わせる「AI-保護制御融合」、(3)異なる目的や制約を持つ複数の社会インフラの協調を支える「マルチドメイン・エージェント・オーケストレーション」の研究開発を進めています。



KPI: Key Performance Indicator

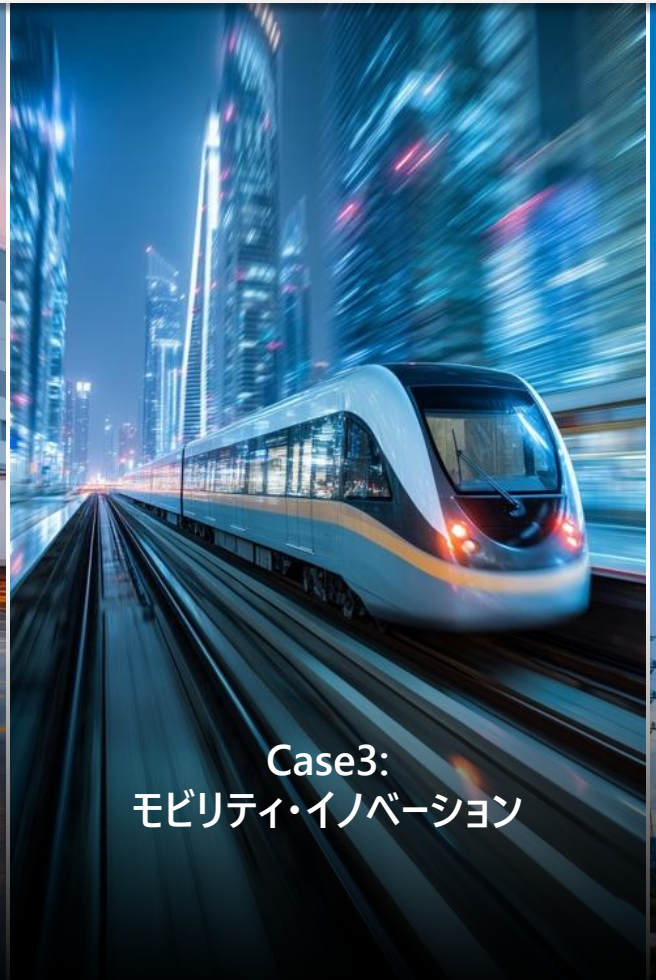
©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

06.
IWIM活用ユースケース

IWIMによる社会インフラの自律進化の実現に向けて、具体的な研究開発が進んでいます。
工場や建築現場でのフロントライン作業、物流、モビリティ、エネルギー分野の事例を通じて、
現在の研究成果と、その先に広がる可能性を紹介します。





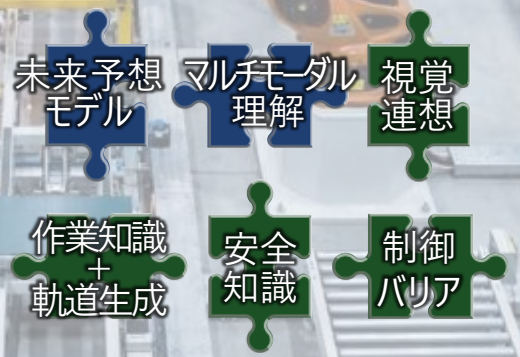




©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved



主に活用するモデル



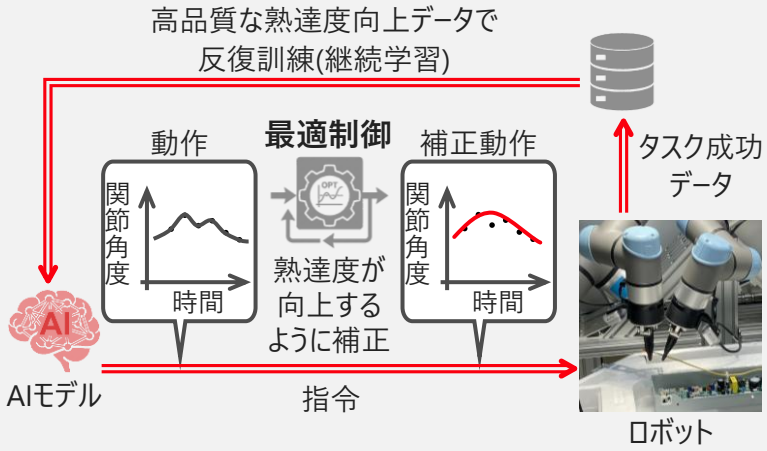
Case 1：フロントラインワーク・イノベーション

動作の適応制御から、ロボット作業システムの設計へ

研究開発の現在地　プロダクト

コンタクトリッチ作業の自動化

視覚や力覚を活用し、対象物や接触状態の変化に動作を適応させ、配線や組立作業などの繊細な作業を自動化します。



その先に向けた取組み　システム

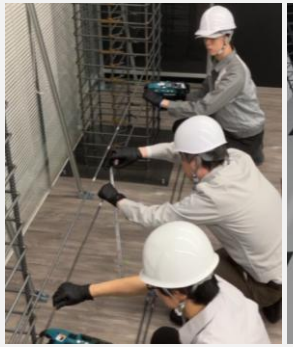
Robotics-Native Systems

「人が作業する」前提を外し、AIによって、作業対象・手順・環境・ロボットを一体で再設計。人の常識を超える作業システムを実現します。

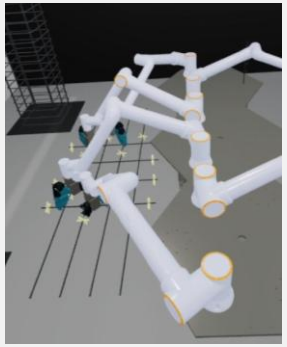
工法発案AI
（作業工程とロボットシステムの同時再設計）



工法発案の例：壁の鉄筋組立作業



従来の人前提工法
（一本ずつ柱へ組み付け）



AIが発案したロボット前提工法
（床で組み立て、
一度に柱へ組み付け）

©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved



主に活用するモデル

車両モデル
バッテリー特性モデル
自動運転管制モデル
輸送OTモデル
倉庫OTモデル
エネマネOTモデル

■ 物理モデル ■ 知識モデル

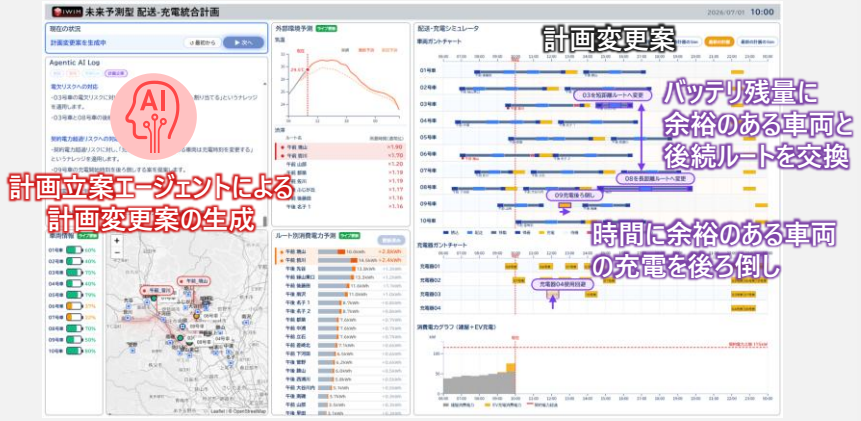
Case 2 :
ロジスティクス・イノベーション

EV物流の効率化から、24時間365日「流れる」物流網へ

研究開発の現在地 システム

配送-充電の統合計画

配送需要と車両・充電設備の条件を踏まえ、配送と充電を一体で計画し、輸送能力の確保とEVシフトの経済性を両立します。

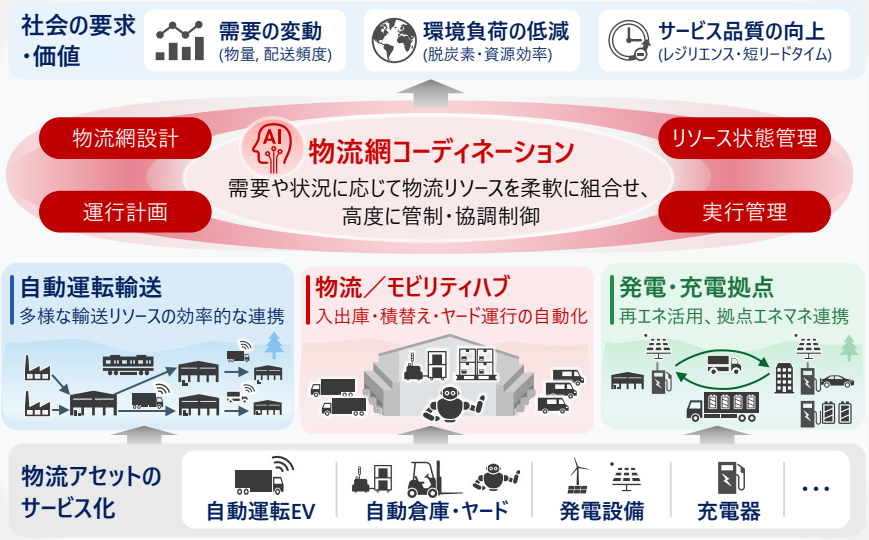


第55回 日本産業技術大賞 内閣総理大臣賞 受賞 ['26/4]

その先に向けた取組み オペレーション

フィジカルインターネット

需要や状況に応じて物流リソースを柔軟に組み合わせ、高度な管制・協調制御により、モノが滞留なく流れ、グリーンな物流網を実現します。



＊ 本資料では「フィジカルインターネット」を、多様な物流リソースを企業やシステムの境界を越えて接続し、協調運用する次世代物流網として捉えています。

OT: Operational Technology

©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved



主に活用するモデル

車両挙動モデル
電力系統モデル
信号モデル
運用知識
運転士モデル
乗客モデル

■ 物理モデル ■ 知識モデル

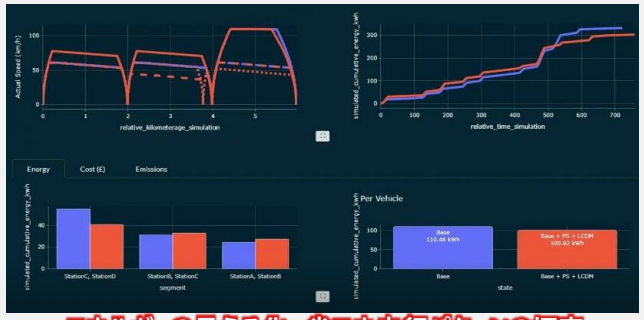
Case 3 :
モビリティ・イノベーション

省エネ運転支援から、エネルギーとの統合制御へ

研究開発の現在地 システム

省エネ運転サポート

車両、路線、ダイヤの情報をもとに鉄道運行とエネルギー消費をシミュレーションし、定時性と省エネルギーを両立する運転を支援します。



エネルギーの見える化、省エネ走行パターンの探索

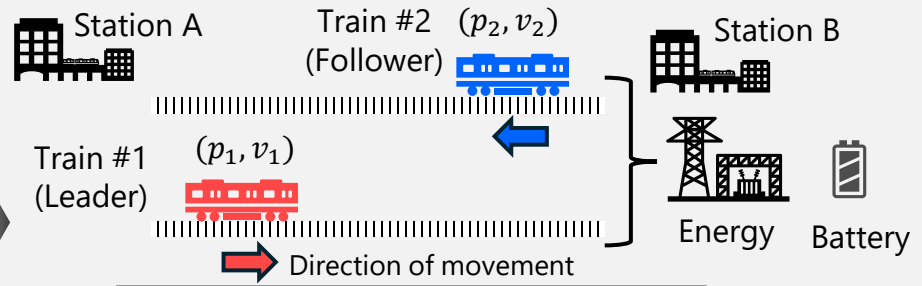


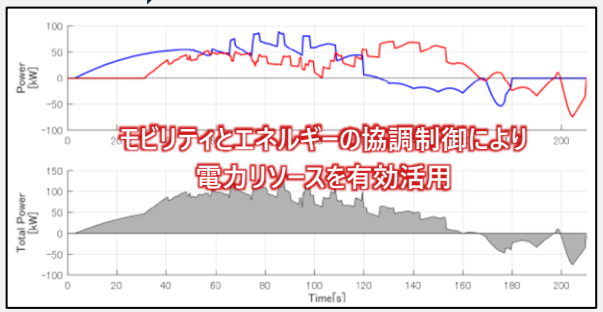
省エネ運転支援システム

その先に向けた取組み オペレーション

モビリティ-エネルギー統合制御

モビリティの運行とエネルギー需給を高精度シミュレーションで予測し、モビリティとエネルギーインフラを協調させる統合制御を実現します。





©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

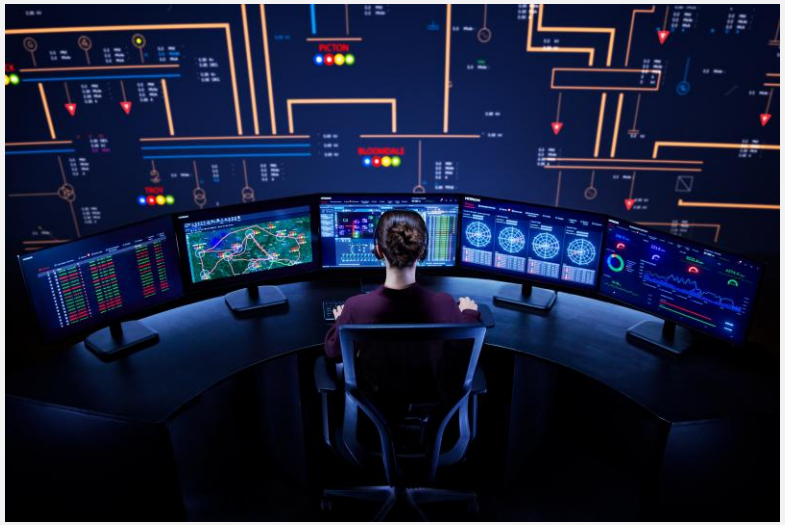
Case 4 :
グリッド・イノベーション

系統運用の判断支援から、系統・需要家間の協調へ

研究開発の現在地　システム

グリッド制御サポートAI

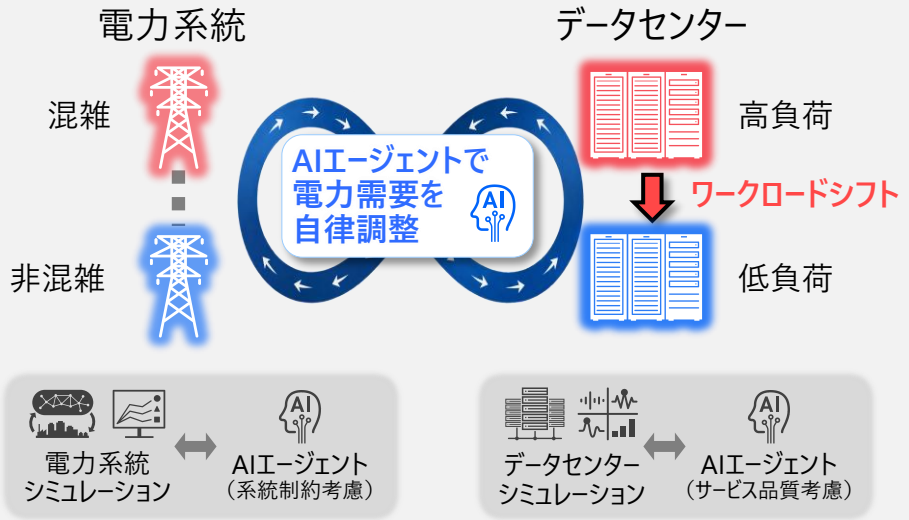
膨大なデータから、系統状態の複雑な相関や、連鎖する事象、異常の兆候を抽出し、系統オペレータに対策案を示して判断を支援します。



その先に向けた取組み　オペレーション

系統-需要家協調のワット・ビット連携

電力需給とデータセンタの処理需要を予測し、サービス品質を維持しながら、系統制約と計算負荷を協調させる統合制御を実現します。



主に活用するモデル



AC: Alternating Current, DC: Data Center

©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

07.
IWIM活用基盤「IWIM Suites」による知の還流

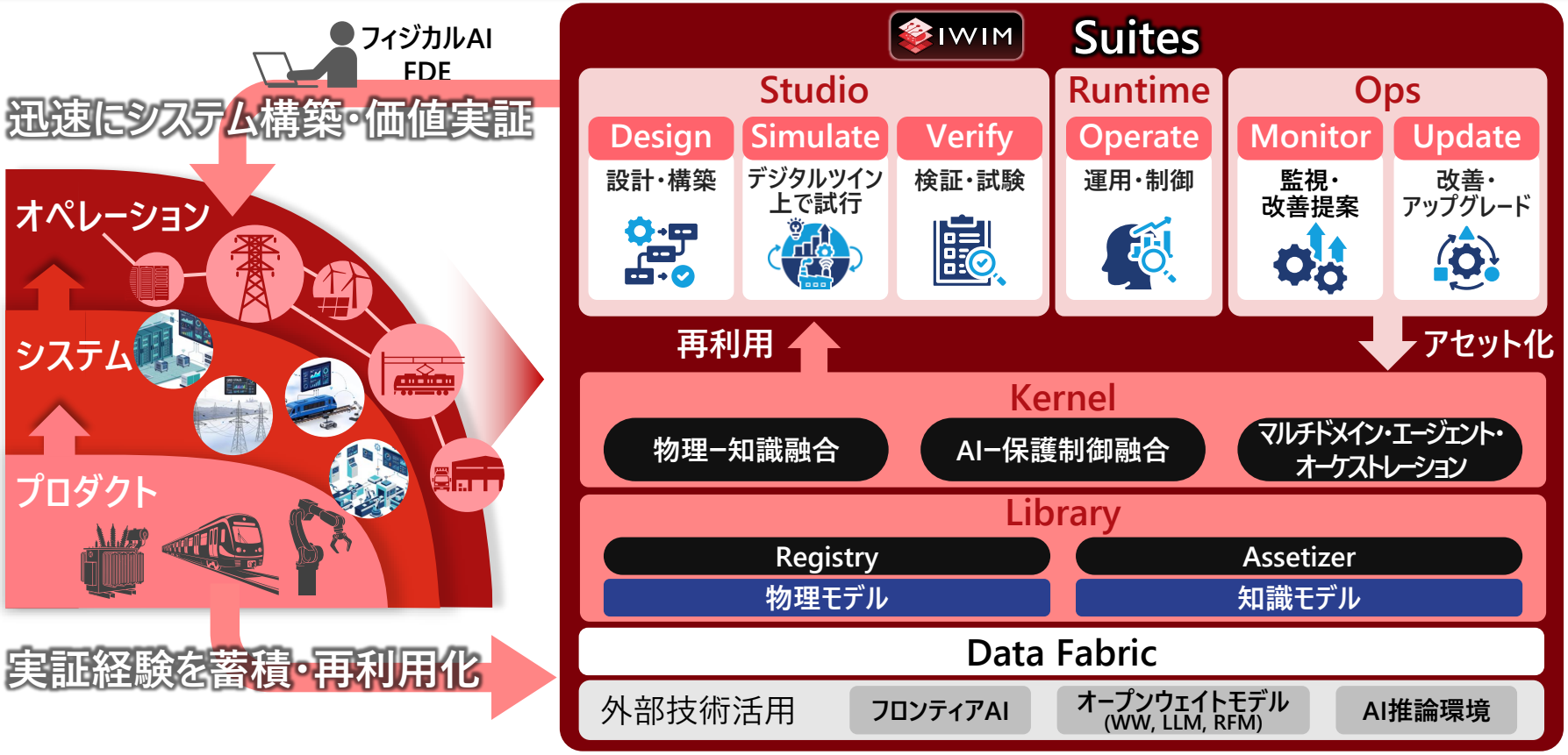


現場で得た知をアセットとして蓄積・還流し、企業や領域を越えて共有・活用する。日立は、そのための活用基盤としてIWIM Suitesの構築を進め、互いの成果から新たな価値が生まれるエコシステムの発展と、社会インフラの自律進化を支えます。

社会インフラを自律進化させるには、個々のシステムを構築・運用するだけでなく、現場で得た経験や知識を蓄積し、次の設計や運用に生かす循環が必要です。

Physical AI FDE (Forward Deployed Engineer) は顧客や現場と協働し、プロダクト、システム、オペレーションの課題を捉え、フィジカルAIによるシステム構築と価値実証を迅速に進めます。この活動を支え、現場で得た知を継続的に蓄積・再利用するための活用基盤が「IWIM Suites」です。設計、シミュレーション、検証、運用、改善を一つの循環としてつなぎ、そこで得た物理モデル、知識モデル、検証結果、運用経験を再利用可能なアセットへ変換します。

さらに、自社やパートナーが持つアセットをエコシステムで共有・活用し、適用から得た知を再び還流させます。それぞれが互いの成果を活用し、得られた知をさらに発展させることで、新たなシステムと価値を生み出し続けるエコシステムをめざします。



LLM: Large Language Model, Ops: Operations, RFM: Robot Foundation Model, WW: World Model

©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved

Epilogue:

人が都度介在せず、社会や環境の変化を先読みして新たな価値を生み続ける、社会インフラの自律進化。その実現には、現実世界を理解し、安全性と信頼性を備え、領域を越えた社会インフラ間の協調を支える知能基盤モデルが必要です。

IWIMは、物理の知識と運用の知識を統合し、社会インフラの自律進化を実現する知能基盤モデルです。AIの判断と現実との整合性を高め、安全性と信頼性を保ちながら環境変化へ柔軟に対応し、目的や制約が異なる社会インフラの協調を支援します。製造・作業、物流、モビリティ、エネルギーで進む研究開発は、この構想を具体化する取組みです。

構想を現場で具体化し、得られた知識を次の設計や運用へつなげることも重要です。Physical AI FDE は顧客や現場と協働して価値実証を進めます。その実現のため、得られた知識をアセットとして還流させるIWIM Suitesの構築を進めています。企業や領域を越えたアセットの共有と活用を通じて、新たなシステムと価値が生まれ続けるエコシステムの発展につなげます。

社会インフラを、変化に対応するものから、変化を先読みし、人とともに進化するものへ。複数の社会インフラをつなぎ、ヒト・モノ・情報・エネルギー・価値の「めぐり」を良くする社会の実現に向けて、日立は先駆的な研究開発を通じて、新たな可能性を切り拓いていきます。

---

* めぐり（MEGURI）：
血液が全身を巡り、生命の力を高めるように、社会を構成するさまざまな流れがつながり、互いを動かし、新たな力と価値を生み続けることを、本書では「めぐり」と名付けました。

関連サイト

IWIM 紹介サイト
https://www.hitachi.co.jp/rd/about/iwim/

HMAX 紹介サイト
https://www.hitachi.com/ja-jp/products/digital/hmax/

©Hitachi, Ltd. 2026. All rights reserved