

ミッションクリティカルIoTを実現する  
共生進化アーキテクチャ

ミッションクリティカルIoTを実現する  
共生進化アーキテクチャ  
Webサイト



# Contents

- 1 社会インフラを取り巻く状況
- 2 ダイナミックケイパビリティのユースケース
- 3 ミッションクリティカルIoTを実現する  
共生進化アーキテクチャ
- 4 協創による新たな価値創出



# 不確実性の時代の企業経営とは

## これまでの企業経営

効率化・最適運用

オーディナリー  
ケイパビリティ

## 今後の企業経営

不測の事態への適切な対応

ダイナミック  
ケイパビリティ

これまでの企業経営では、経営資源の効率的な利用や最適運用のためのオーディナリーケイパビリティが求められてきました。しかし、脱炭素社会への急激なシフト、自然災害・パンデミック、グローバルサプライチェーンの分断、デジタル化の急速な進展などが要因で、世界全体で不確実性が急速に高まっています。今後の企業経営では、不測の事態が起きても適切に対応していくために、ダイナミックケイパビリティを獲得する必要があります。

注 ダイナミックケイパビリティは、次の能力に分類されます。

- 感知（センシング）：脅威や危機を感知する能力
- 捕捉（シージング）：機会を捉え、既存の資産・知識・技術を再構成して競争力を獲得する能力
- 変容（トランスフォーミング）：競争力を持続的なものにするために、組織全体を刷新し、変容する能力

出典：経済産業省 製造基盤白書（ものづくり白書）2020年版

# 不確実性の時代における社会・産業インフラシステム



各分野の社会・産業インフラシステムでは、世界レベルで生じるさまざまな不確実性への対応が求められています。

- 電力分野：脱炭素化に向けた電源構成の急激な変化
- 鉄道分野：COVID-19による需要の大幅な変動
- 産業分野：サプライチェーンの分断による納品リスクの増大
- ライフ分野：デジタル化の急速な進展によるセキュリティリスクの増大



# 不確実性の時代における社会・産業インフラシステム

これまでの  
社会・産業インフラシステム

安定稼働  
効率化  
利便性向上

従来の情報制御システム

今後の  
社会・産業インフラシステム

不測の事態への  
適切な対応

ダイナミックケイパビリティを持つ  
情報制御システム

これまでの社会・産業インフラでは、一般利用者への安定的なサービスの提供や利便性の向上を旨としてきました。また、これらのインフラを支える情報制御システムは、安定稼働を第一に構築してきました。

今後は、不確実性の時代で生じる不測の事態にも適切な対応をするため、インフラを支える情報制御システムはダイナミックケイパビリティを持つ必要があります。

# ダイナミックケイパビリティを持つ 情報制御システムのユースケース

ダイナミックケイパビリティを持つ情報制御システムのユースケースをご紹介します。

例えば、鉄道分野では脱炭素社会の実現に向けて、発電制御や列車の運行制御、駅ビルなどのファシリティ制御を連携させ、電力使用の効率化や、再生可能エネルギーの積極的な活用が期待されています。

また、産業分野では、需要変動に即応する現場の生産管理や物流管理が求められています。

これらの実現は、ひいては環境、レジリエンス、安全・安心といった社会価値の向上につながると日立は考えます。

## 環境

1 脱炭素社会に向けたエネルギー管理

## レジリエンス

2 現場を止めない業務進化

## レジリエンス

3 変化に即応するシステム連携

## レジリエンス

4 安全性と可用性を両立するロボット運用

## 安全・安心

5 社会インフラシステムの統合と高度化



# 1. 脱炭素社会に向けたエネルギー管理

## 部門間でのリアルタイムなリソース融通によるエネルギー利用の最適制御

社会インフラでは、環境負荷の低い自然エネルギーの利用最大化と、効率的利用への期待が高まっています。鉄道の運行制御では、減速する列車の発生に合わせて他の列車の加速を指示することで、電力を有効利用できます。

しかし、これまでは、ダイヤが空いている時間帯にこの調整を行うことは難しく、線路脇に設置した蓄電設備を利用して電力の一時的な過不足を調節していました。また、運行制御システムと電力制御システムは列車の定時運行を担当し、駅ビルなどの設備制御システムは旅客の利便性の確保を担当するというように、各システムはそれぞれ独立して動いていました。

ミッションクリティカルIoTを実現する共生進化アーキテクチャ（以降、「共生進化アーキテクチャ」と表記）は、既存のシステムを生かしながら、定時運行と旅客の快適な利用に加えて自然エネルギーの利用最大化など、市場と経営のニーズに応えるレジリエントな社会インフラ運営を実現できます。

IoT: Internet of Things

# 1. 脱炭素社会に向けたエネルギー管理

部門間でのリアルタイムなリソース融通によるエネルギー利用の最適制御

## 運用中に新たなシステムと連携しリアルタイムにデータを共有

共生進化アーキテクチャでは、運用中でも複数のシステムを新たに連携させ、それぞれの持つデータを共有することが容易になります。

例えば、列車の運行制御システムと駅ビルの設備制御システムが連携して、エネルギーの過不足に関するデータをリアルタイムに共有できます。こうすることで、エネルギーを節約できそうな設備や列車から、不足しそうな設備や列車に融通するなど、より広い範囲でエネルギーを有効活用できるようになります。エネルギーを融通するときには、システム内の業務の定められた時間内での応答を保証し、エネルギーの余剰分と不足分のマッチングがタイミングよく行われます。さらに、システム内で共有するデータの鮮度が管理されているので、常にリアルタイムのデータが使われます。これによって、ミッションクリティカルな現場業務を安定的に処理できます。

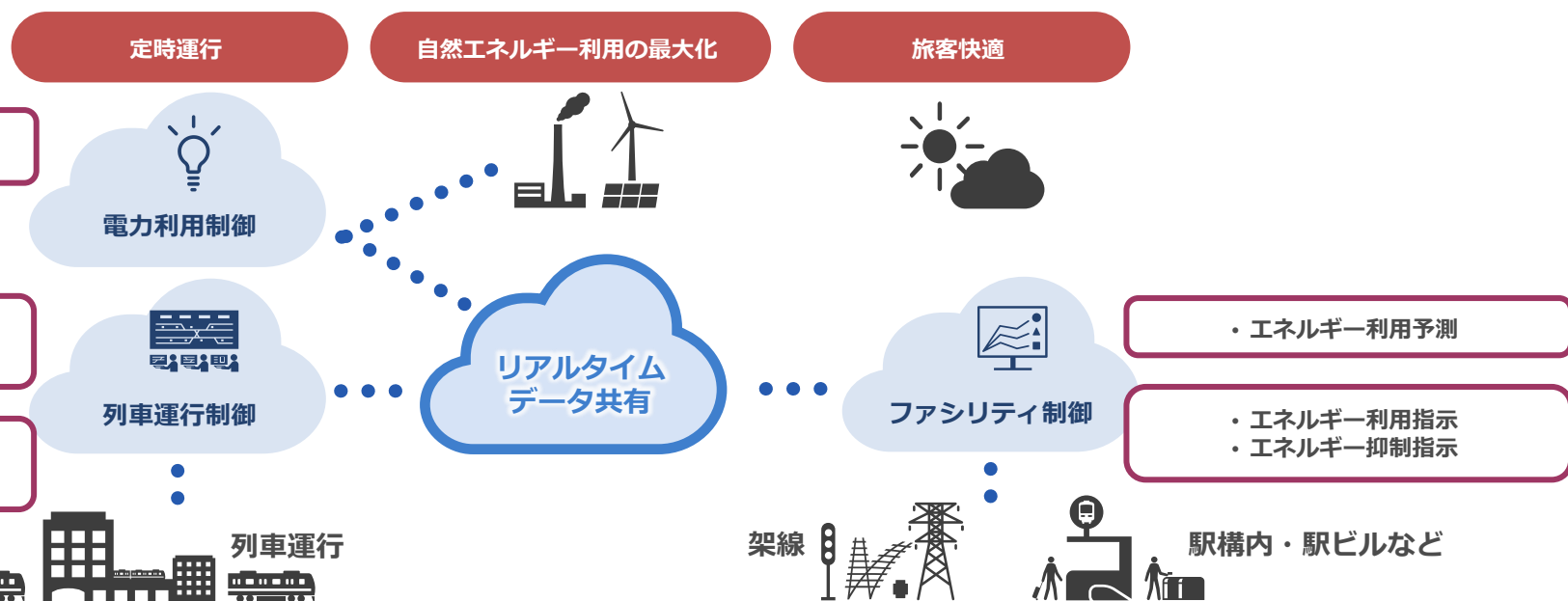
## 自然エネルギー利用の最大化

自然エネルギーの利用に対応可能なシステムに進化を行う場合でも、共生進化アーキテクチャでは、現場のデータをリアルタイムに共有し、DXシステムで現場の実態に即した予測シミュレーションや知能処理が行えます。

雲の動きなどから太陽光や水力発電などのエネルギー供給量を予測するとともに、変動するリアルタイムなエネルギー需要状況を基に、最適なエネルギー利活用を計画できます。

これによって、現場の状況に即した、自然エネルギー由来の電力の最適活用が可能になります。

DX: Digital Transformation



動画をご覧になりたい方はこちら  
[https://youtu.be/Ne4ggHCg\\_qw](https://youtu.be/Ne4ggHCg_qw)



## 2. 現場を止めない業務進化

### 多主体システムのリアルタイム連携制御

最近の社会インフラでは、サービスの利便性を向上させるため、複数のシステムを連携させるケースが増えています。そして、トラブルが発生したときでも臨機応変に対処でき、サービスを止めずに運用を継続できる能力が求められています。

例えば、鉄道の一般的な相互乗り入れ路線では、路線ごとに運行制御システムが導入され、線区ごとに計画されたダイヤで運行しています。これまでは、1つの路線でダイヤが乱れても、相手先の路線ではこれに合わせたダイヤ変更をすることができませんでした。このため、相互乗り入れを見合わせ、各線区内での折り返し運転に切り換えることで、正常ダイヤへの回復を図る必要がありました。さらに、本来は検査のために車庫に入る車両が、予定していた車庫に入れなくなるなど、車両や乗務員の配置にも影響が波及していました。

共生進化アーキテクチャでは、それぞれの線区の運行管理システムで、各路線のダイヤをリアルタイムに共有できるようになります。このため、ダイヤ乱れが生じて、乗り入れ先で変更されたダイヤを取り込んで、相互乗り入れダイヤを組み直すなどができるようになります。運行の継続性と効率を両立しながら、新しい顧客サービスを実現する、リアルタイムのシステム連携ができるようになります。

## 2. 現場を止めない業務進化

多主体システムのリアルタイム連携制御

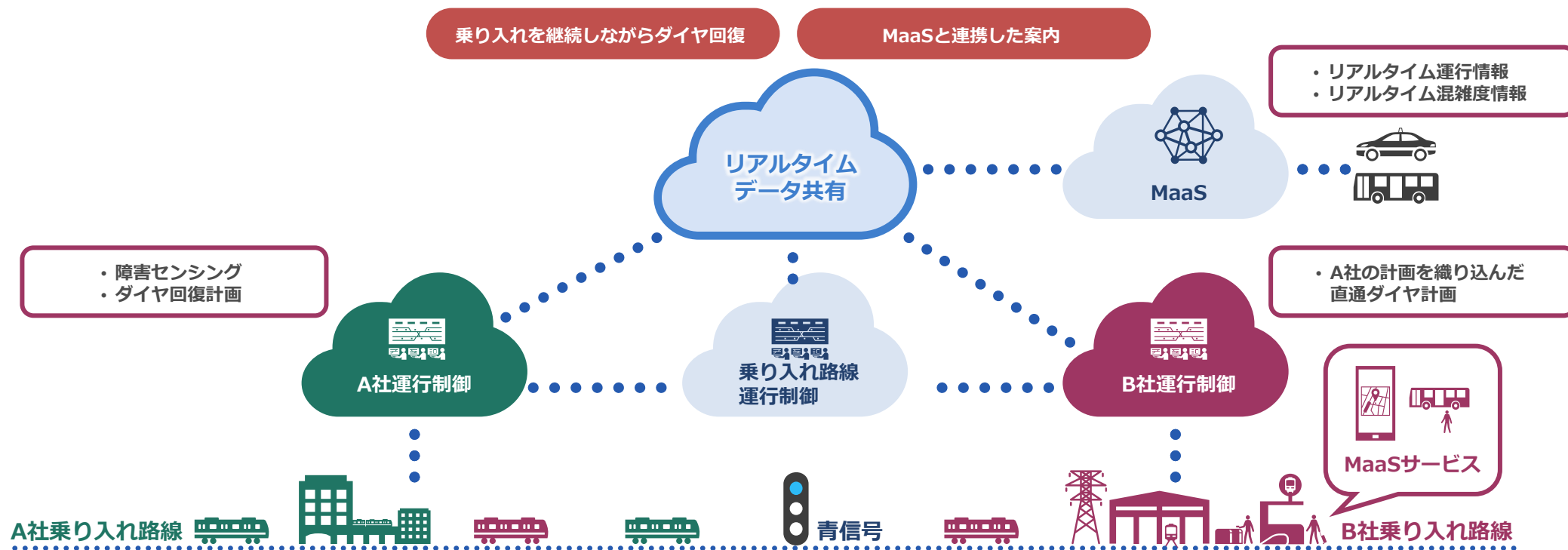
### 相互乗り入れを継続しながらのダイヤ回復

ダイヤが乱れた場合にも、相互乗り入れの見合わせや、折り返し運転をせずに、運行を継続しながらダイヤを回復できるようになり、車両や乗務員の配置への影響を最小化できます。

### 利用客の利便性を向上

運行情報やダイヤ回復計画、混雑状況などの現場の情報をリアルタイムにMaaSシステムへ共有することによって、運行状況や混雑状況の予測に基づいた運行案内やチケットの提供が可能になり、鉄道利用客の利便性も向上できます。

MaaS : Mobility as a Service



動画をご覧になりたい方はこちら  
<https://youtu.be/Z-ggEhr9Yu4>



### 3. 変化に即応するシステム連携

#### 異なるシステムを連携したリアルタイム生産制御

近年の生産システムには、作業進捗を高精度に把握したり、製品品質を予測したりするための、より高度なデータの可視化が求められています。

一般的な生産管理システムでは、工程単位に作業進捗を管理しています。例えば、作業指示書に基づいて必要な材料・工具・作業図などの準備後、作業に着手したときを開始時刻として記録しています。そして、作業終了と製品の状態を検知したときを終了時刻として記録しています。このような、工程の着完時刻だけを管理する生産管理方法では、工程内で起きたイレギュラー事象の把握には限界がありました。例えば、工程途中で製品を落として衝撃を与えてしまった場合、破損の有無や代替品の必要数などをすぐに把握できないため、納期遅延や不良品流出などのリスクも内包していました。

近年では AI や画像解析技術の進展によって、作業手順の誤りや不良品の発生などの事象を検出できるようになりました。また、センサーで設備の振動や音を監視し、生産設備の不調を検知できるようになってきています。

共生進化アーキテクチャでは、運用中に他のシステムとの連携を追加し、システム間でデータを共有できます。リアルタイムの値や蓄積された過去の値だけでなく、信号名・時刻・データの長さなどの意味ありデータにも対応しているため、音や動画を含むデータも共有できます。

このしくみを活用し、不良検知システムが持つ作業現場の監視カメラ映像や、設備の音・振動データなどを生産管理システムにリアルタイムに共有することで、従来は生産管理システムだけでは分からなかった、工程内の作業進捗や作業状況を可視化できます。また、リアルタイムに不良作業と不良品の発生を検知するだけでなく、作業品質の予測とコントロールが可能になるので、現場作業員の配置変更や増員を効率的に行える生産管理システムへと進化させることができます。

AI: Artificial Intelligence

### 3. 変化に即応するシステム連携

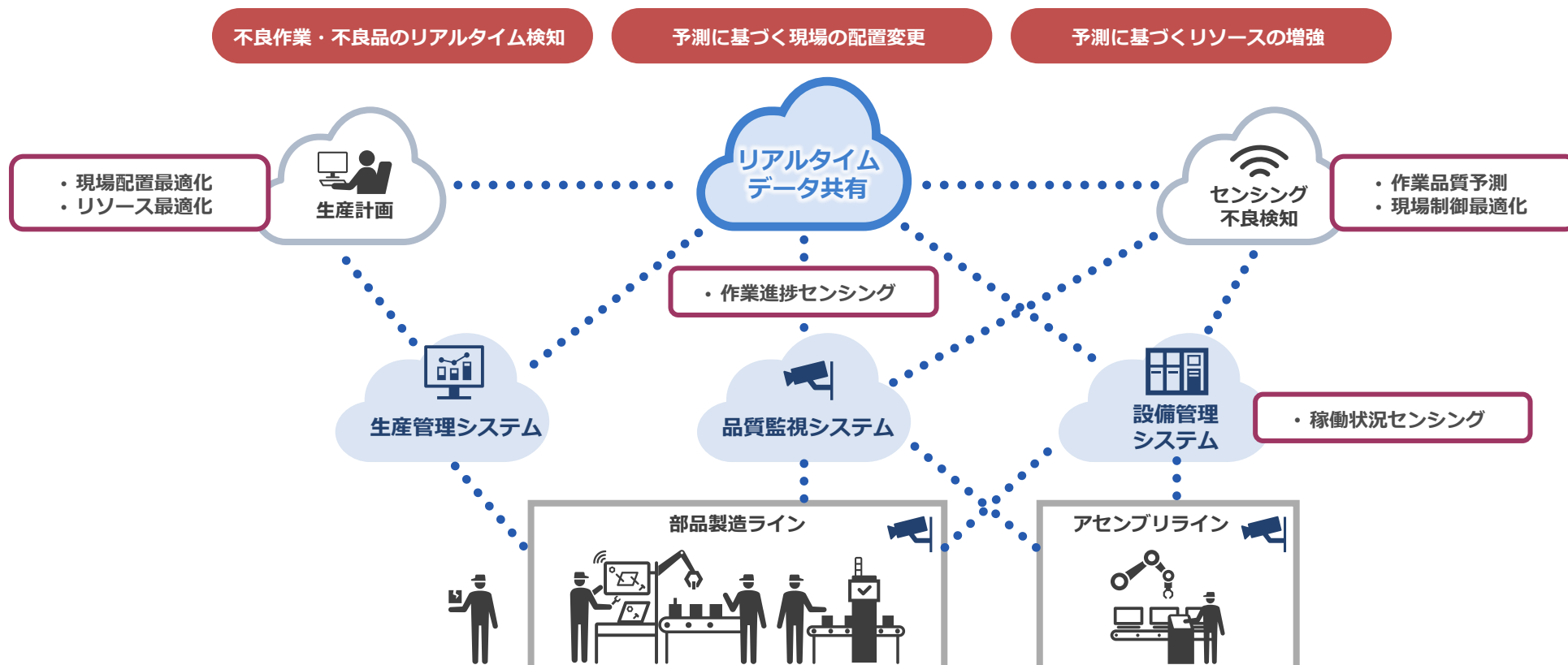
異なるシステムを連携したリアルタイム生産制御

#### リアルタイムでの生産進捗の見える化と現場の最適化を実現

工程内で製品が滞留していないか、作業時間が計画時間を超過していないか、イレギュラーな作業が行われていないかをリアルタイムに把握できるようになります。

#### 正常作業時との画像比較に基づいた作業品質の予測を実現

正常作業時の画像と現在の監視カメラ画像の比較に基づいて、作業ミスを検出できるように、現場の改善に貢献します。



動画をご覧になりたい方はこちら  
<https://youtu.be/OyIVKAYhrTc>



## 4. 安全性と可用性を両立するロボット運用

### システムへの自律作業体の進入・離脱

近年、工場では自動化やフレキシブル生産のため、工場と倉庫との連携や現場同士の連携がさらに重要になっています。その中で、現場間で搬送ロボットが移動し、安全に人と協働できる現場が求められています。

搬送ロボットが現場間をスムーズに移動するためには、設備配置、作業員の動き、その他の搬送ロボットの動きなどを現場管理システムで収集しながら、搬送ロボットなどを管制する必要があります。

また、搬送ロボットの通路に人が立ち入らないようにして安全を確保する必要があります。

このため、これまでの工場や倉庫で使われている搬送ロボットは、作業や移動できる範囲に制約がありました。

共生進化アーキテクチャでは、運用中でも新たに他のシステムとの連携を開始して、システム間でデータを共有できます。

このしくみを活用して、複数の現場管理システムと搬送ロボットとでデータを共有することで、搬送ロボットの作業や移動の制限を解消できます。

これにより、制限の少ないロボットの高効率な運用と、一層安全な協働作業を実現できます。

## 4. 安全性と可用性を両立するロボット運用

システムへの自律作業体の進入・離脱

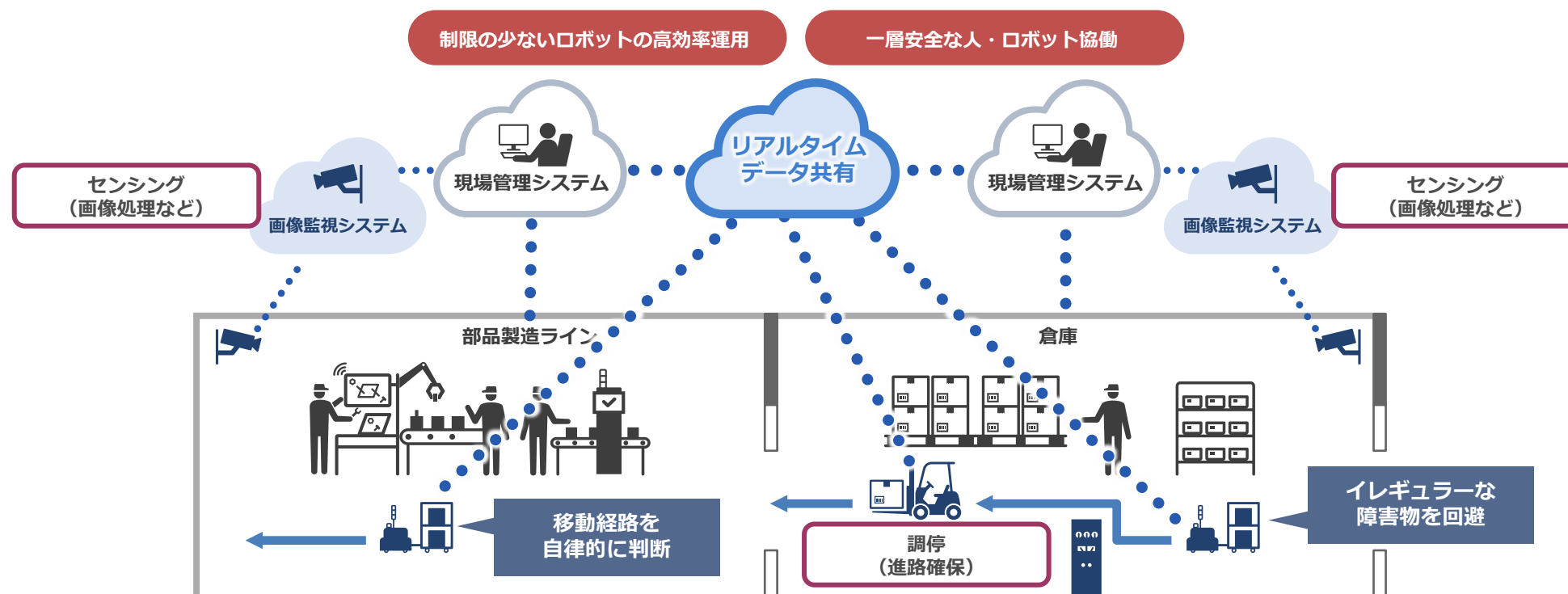
### 搬送ロボットの移動範囲の拡大

搬送ロボットは、移動方向・速度など自身の軌道情報を現場管理システムと共有します。また、現場管理システムは、建屋内のレイアウトと、他の搬送ロボットの軌道情報を搬送ロボットと共有します。搬送ロボットと現場管理システムが互いにデータを共有できるので、搬送ロボットの行動範囲を広げることができます。

また、搬送ロボットに内蔵された衝突防止センサーのデータを活用して、システムで衝突を回避する搬送経路を計算できるので、一層安全な運行計画を立てることができます。

### 画像監視によるロボット位置情報の管理

共生進化アーキテクチャでは、リアルタイムの計測値や蓄積された過去の値だけでなく、信号名・時刻・データの長さなどのタグ付きデータや、音声や映像を含むデータも共有できます。そのため、作業者の安全監視のために設置された監視カメラの画像も容易に活用できます。監視カメラの映像は画像監視システムで解析され、エリア内の別の搬送ロボットや作業者の位置・移動方向・速度が搬送ロボットに共有されます。搬送ロボットは、進路上に別のロボットや作業者がいるかを判断できるので、安全に共同作業環境を実現できます。



動画をご覧になりたい方はこちら  
[https://youtu.be/J-ZI7\\_MO9SQ](https://youtu.be/J-ZI7_MO9SQ)

## 5. 社会インフラシステムの統合と高度化

### 止めずに行う社会インフラシステムの統合・拡張

近年、運用コストを最適化するためのインフラの有効活用と、少子高齢化にともなう熟練者の減少によって、社会インフラを広域統合するニーズが高まっています。

例えば、複数の自治体で水処理システムなどのインフラシステムを統合する場合、複数の施設の運転・監視を行うためのインフラシステムを新たに構築することが、これまでは一般的でした。しかし、広域化が進むと、システムが統合された現場では点検作業時の移動時間が大きな負担になります。

また、熟練者が減少している現在では、全ての点検作業に熟練者を同行させることが難しくなりつつあります。

共生進化アーキテクチャでは、運用中でも新たに他のシステムとの連携を開始し、システム間で常に鮮度の管理された最新のデータを共有できます。これによって、それぞれの施設を止めることなく、監視操作システムの集中運転と監視ができます。

共生進化アーキテクチャによって社会インフラを止めることなく、現場業務でのシステム連携を容易にし、機能を拡張、コスト最適化を実現します。

また、現場に追加されたロボットや監視用センサーなどを、他の制御システムのセンシングデータとして活用し、複数の現場と連携した効率の良いインフラ運用に進化できます。



# 5. 社会インフラシステムの統合と高度化

止めずに行う社会インフラシステムの統合・拡張

## リモートでの運転監視や点検支援の実現

データ共有によって、現場からも集中監視操作室からも、運転監視が可能になります。新たに監視対象の施設や設備が増えた場合でも、稼働中の他のシステムをシステム改修のために止める必要はありません。

さらに、共生進化アーキテクチャでは、リアルタイムの計測値や蓄積された過去の値だけでなく、音声や映像を含む多様なデータを共有できます。監視ロボットから得られる現場や危険箇所などのデータも共有できるので、遠隔での運転監視や点検支援ができるようになります。

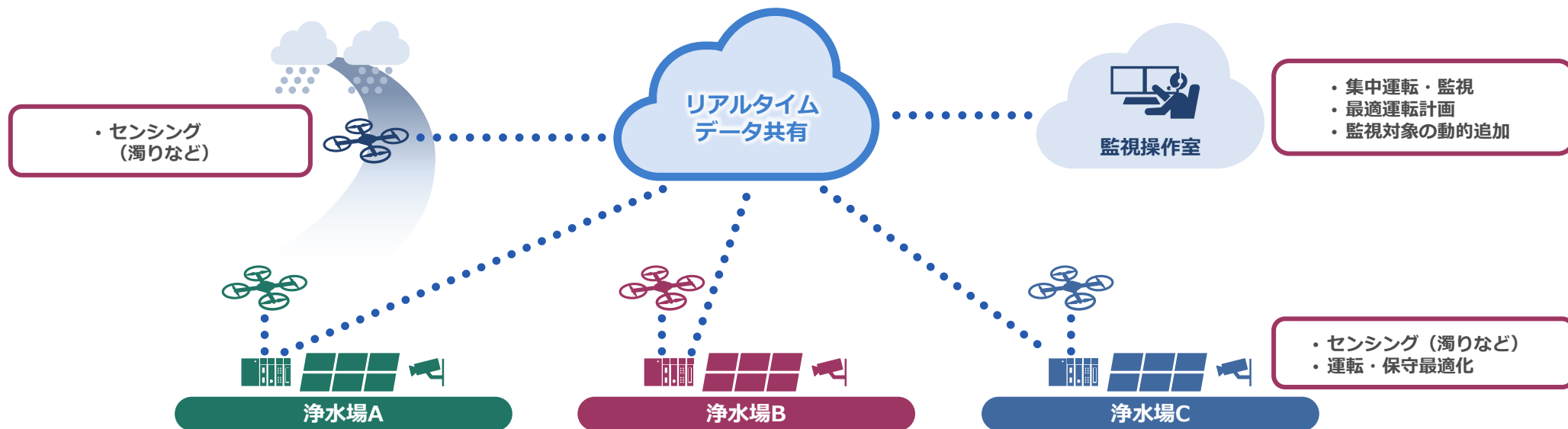
## 高度なインフラ運用の実現

監視ロボットやカメラなどの監視センサーを処理場の制御システムに追加した場合に、連携する別の制御システムでもセンシングデータを共有できます。例えば、川の上流にある処理場の画像から濁りの情報を得て、下流にある処理場の処理力を強化しておくなど、より高度なインフラ運用に進化させることができます。

システムを止めることなく統合・拡張

リモートによる遠隔監視、点検支援

ロボット、センサー活用による運用の高度化



動画をご覧になりたい方はこちら  
[https://youtu.be/0SpuZx3c\\_UQ](https://youtu.be/0SpuZx3c_UQ)

# 不確実性の時代における情報制御システム ミッションクリティカルIoT



## 現場データの利活用に向けた課題

これまでの情報制御システムは、現場データや基幹ITシステムからのデータを利活用し、業務効率の向上や業務の最適化をしてきました。しかし、このような基幹ITシステムからのデータを安全に現場機器の制御や操作に直接反映することは、特にリアルタイム性やデータの信憑性の点から困難でした。

これからの不確実性の時代に社会インフラを最適に稼働させるためには、ビッグデータやAIを活用したデータ解析でさまざまな変化を感知・捕捉し、柔軟に適應するミッションクリティカルIoTが求められています。

## 社会インフラでのミッションクリティカルIoTを実現

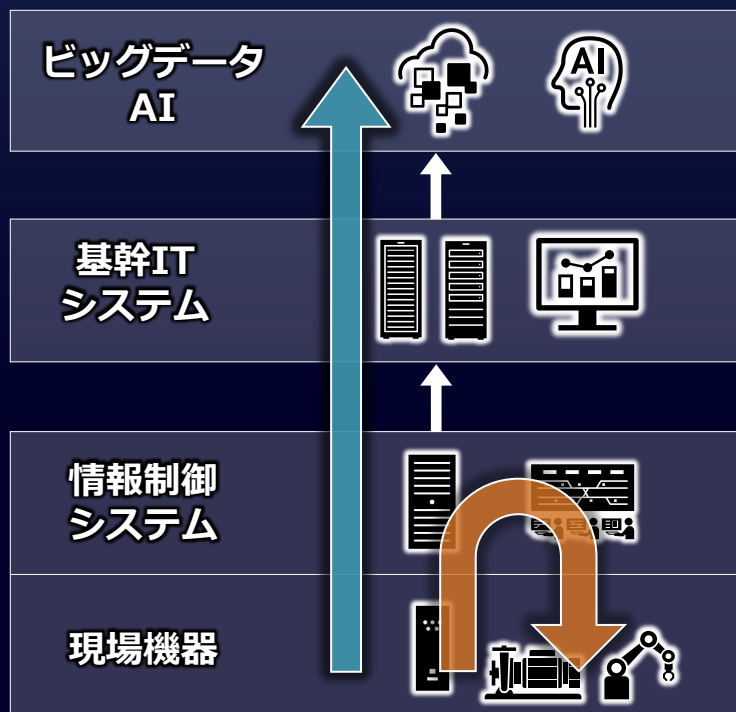
日立は、さまざまな変化を感知・捕捉して、柔軟に適應する情報制御システムでミッションクリティカルIoTを実現していきます。

ミッションクリティカルIoTでは、次の流れで現場データが利活用されます。

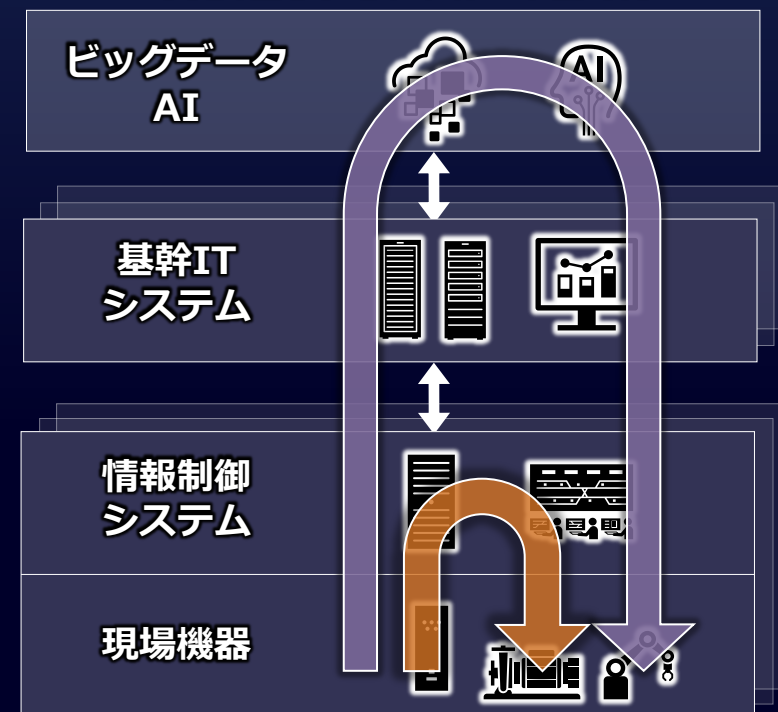
- 現場機器や基幹ITシステムから得られるさまざまなデータをシステム間で共有
- 収集したビッグデータをAIなどで分析
- 得られた最適解をリアルタイムで現場機器の制御にフィードバック

このように、ミッションクリティカルIoTでの情報制御システムには、現場の情報を基幹ITシステムやAIに適切に共有し、得られた最適解を柔軟かつ安全に現場機器の制御にフィードバックできることが求められます。

現場から基幹ITシステムまでのデータを利活用し、  
業務の効率向上・最適化を実現



さまざまな変化を感知・捕捉し、  
自ら適應するシステムを実現





# ミッションクリティカルIoTを実現する 共生進化アーキテクチャ

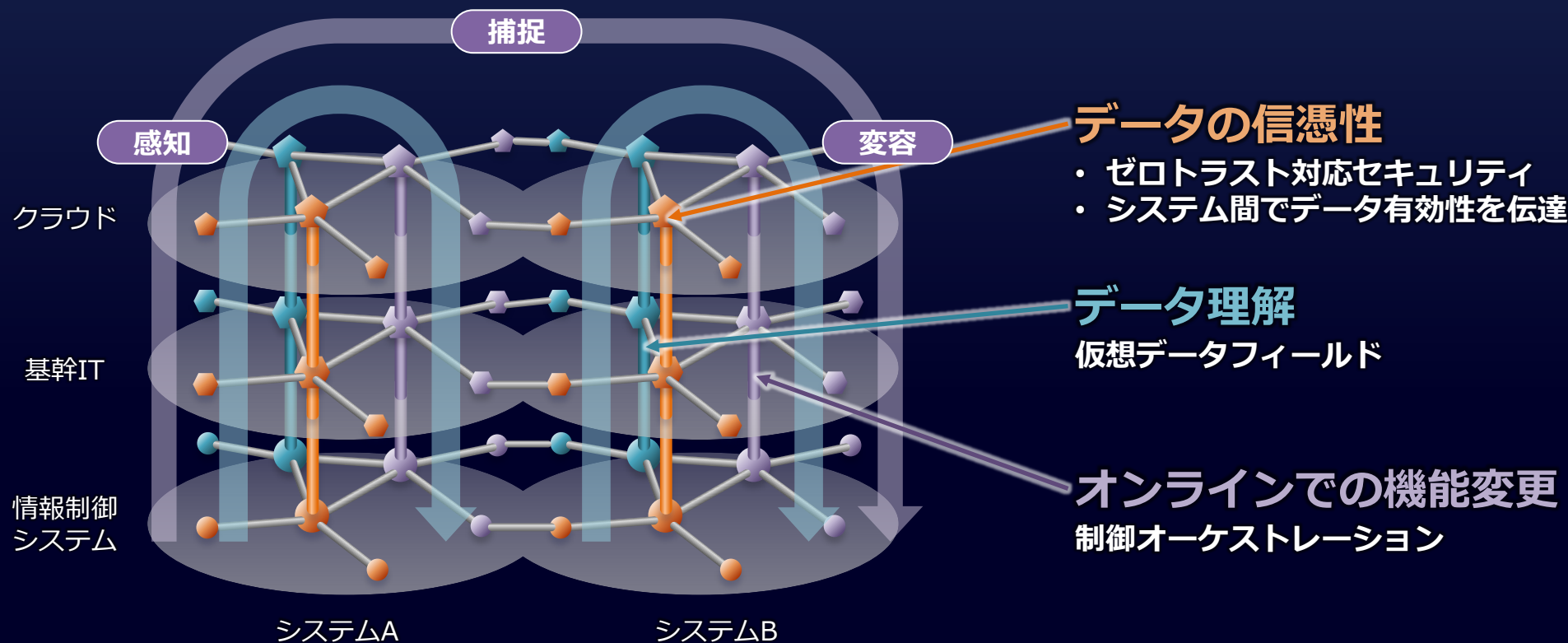


社会インフラを支えるプラットフォームは、情報制御、基幹IT、クラウドのレイヤー構造になっています。プラットフォームはレイヤーごとに要件が異なるため、これまではアーキテクチャごとの定義に基づいて開発されてきました。

社会インフラのミッションクリティカルIoTは、さまざまなシステムからのデータを共有し、ビッグデータやAIを活用したデータ解析で変化を感知・捕捉・変容などを行うことで実現されます。このためには、各レイヤーのプラットフォームを「縦」につなぎ、異なるシステム同士を「横」につなぐことによって、柔軟かつ安全にデータを共有できることがきわめて重要になります。このシステム連携とデータ共有の実現のためには、次の3点が特に重要になると考えています。なお、カッコ内は、課題解決に必要な技術分野を示します。

- データの信憑性 (信頼)
- データ理解 (オープン&シームレス)
- オンラインでの機能変更 (進化)

## レイヤー化されたプラットフォームを縦・横につなぐ



# 日立の特長技術



## 1. 信頼性

ミッションクリティカルIoTに必要なシステムの堅ろう性、現場機器を制御できる高信頼とリアルタイム性、ならびにエッジの情報制御システムからクラウド環境までをカバーするDXセキュリティを提供します。

- i. 多重系・冗長系技術
- ii. 高信頼とリアルタイム
- iii. DXセキュリティ

## 2. オープン&シームレス

さまざまな現場のデータをクラウド側で理解して活用するため、データ理解を容易にするデータ抽象化インターフェース、データ生成処理の正当性や新鮮性などのデータ有効性をリアルタイムに伝達することで現場機器へ安全な制御フィードバックを実現するオンライン追記型のコンテキスト、さらに異なるシステム間でデータ共有できるフラットかつ透過型のデータ連携基盤を提供します。

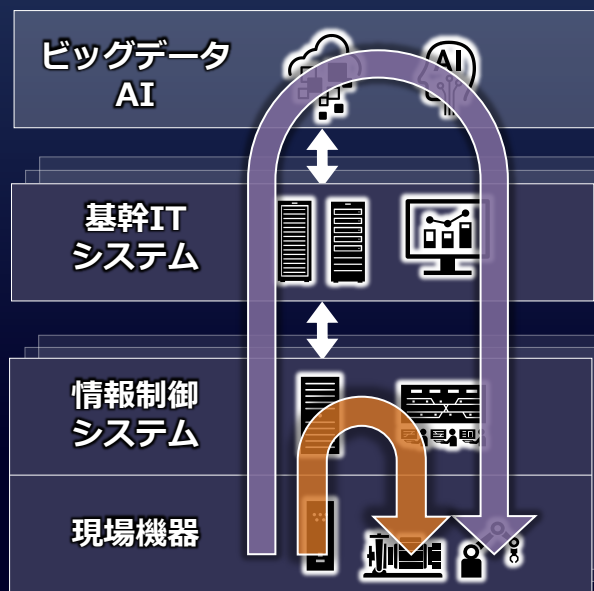
- i. データ抽象化インターフェース
- ii. オンライン追記型コンテキスト
- iii. フラット・透過的なデータ連携

## 3. 進化

自らが変化に適応して進化していくシステムを作るためには、ビッグデータ解析やAIの結果に応じて、制御システム自体がオンラインで機能を変更できることが求められます。これを可能にするため、システム構成要素の柔軟性を提供します。

- i. オークストレーション
- ii. データフィールド

不確実な時代に対し、自ら適応するシステムを実現



1 信頼	システム構成要素の堅ろう性	i 多重系・冗長系技術
	データの信憑性、リアルタイム性	ii 高信頼とリアルタイム iii DXセキュリティ
2 オープン & シームレス	クラウドと現場間でのデータ理解	i データ抽象化インターフェース
	クラウドデータの現場活用	ii オンライン追記型コンテキスト
	異なるシステム間のデータ流通	iii フラット・透過的なデータ連携
3 進化	ビッグデータ解析・AIを取り込み オンラインで機能変更	i オークストレーション
	システム構成要素の柔軟性	ii データフィールド



# 1- i . 多重系・冗長系技術

- 異なる通信網を組み合わせることで多重化・冗長化でき、障害発生時でも重要データの通信を確実に確保
- 通信網を多重化・冗長化してデータを送信することで、不安定時も通信品質を保証

## 現場機器の自律化と工場内通信の無線化

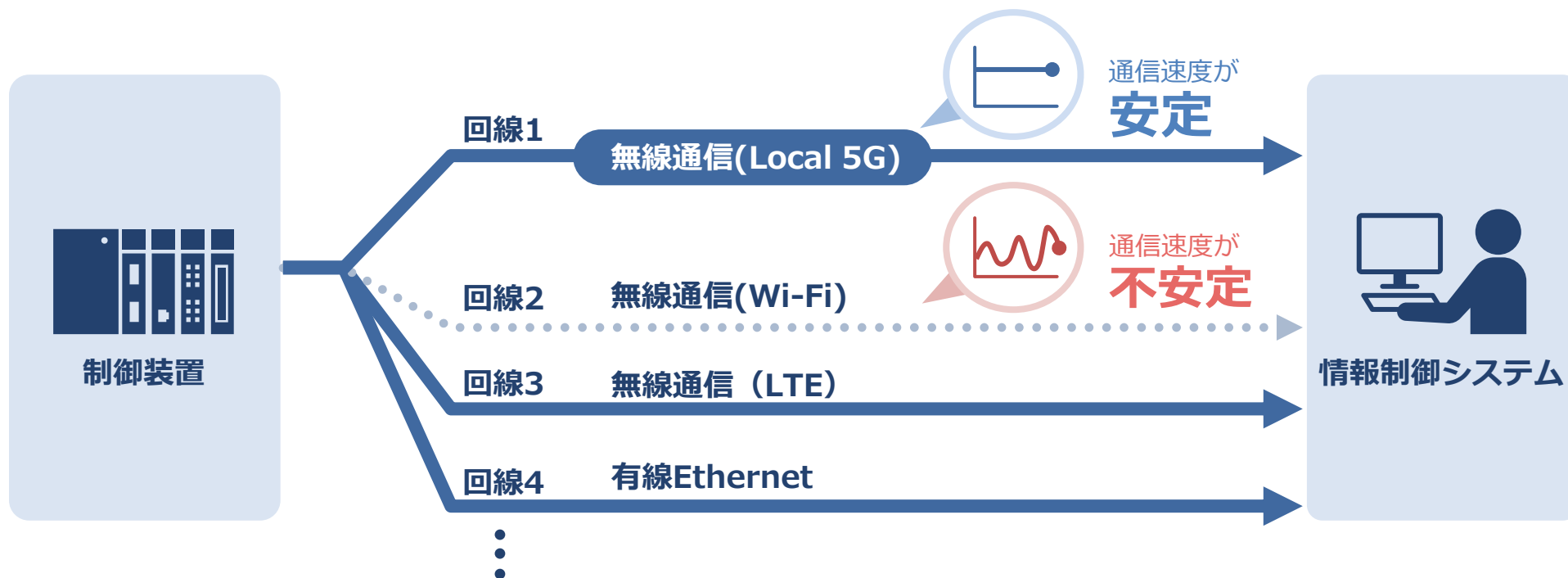
これまでのシステムでは、処理を実行する制御機器は固定されていることが一般的だったため、通信回線は通信品質が安定した有線の利用が主体で、固定的でした。  
 これからは、生産ラインの組み替えに合わせて制御機器の配置を柔軟に変えることや、制御機器が自律体となり自ら移動しながら現場のデータを送信することなどを想定し、システムでも無線通信の利用が増えると考えられます。

## データの確実な伝達が必要

無線の通信品質は通信環境に大きく左右されますが、ミッションクリティカルIoTシステムでは、リアルタイムで制御機器に動作指示する必要があります。  
 このため、重要データを確実に伝達できる、安定した無線通信回線が求められます。

## 日立が提供する機能

複数の無線通信回線で通信網を多重化・冗長化。物陰で電波が遮られるなど通信が不安定な場所に制御機器が位置している場合や、通信路に障害が発生した場合でも、複数の通信路から届いたデータから正常なデータを利用することによって、安定した通信品質を実現できます。



# 1- ii .高信頼とリアルタイム

- 移動する自律体、仮想化されたノードの配置、および通信経路を監視し、適切な通信経路を設定
- End to Endで通信データを監視し、データ連携が規定の時間内に実行されない通信経路を検出・通知



## 常に化する機器の位置と通信経路

これまでのシステムでは、処理を実行する制御機器の配置は固定されていることが一般的でした。また、機器同士を結ぶ通信回線も有線が主体で固定的でした。機器間の通信経路はあらかじめ決まっているため、データ通信が途絶した場合には、その範囲を把握できれば、断線などの異常箇所を比較的容易に特定できました。しかし、ミッションクリティカルIoTを実現する情報制御システムでは、ノードが固定されていない次のようなケースが増え、通信経路が常に変化します。

- 業務ソフトウェアの仮想化とクラウド利用が進み、処理ごとに実行ノードが変わる
- ロボットやドローンのようにノード自体が移動する

また、通信経路自体もインターネットやメッシュ構成の無線などが導入され、経路自体が流動的です。

## 設備機器に求められる高信頼なリアルタイム処理

設備機器の制御やインフラへの指令出力などでは、高信頼性が求められます。高信頼なリアルタイム処理では次のことが期待されます。

- 決められた時刻に処理が実行開始または完了すること
- 処理が規定時間内に完了すること

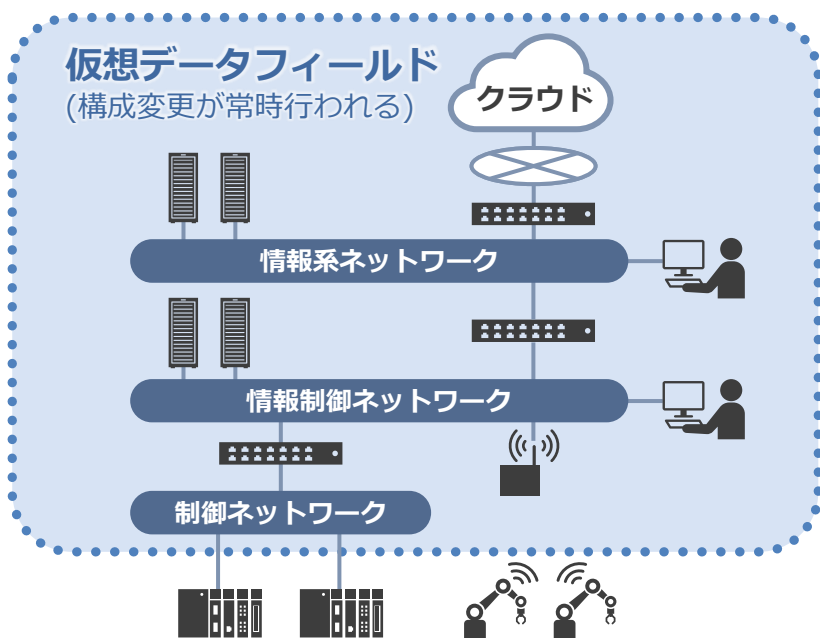
複数の処理が連携し、リアルタイムに処理するためには、規定時間内に処理間の通信が完了して、データが届く必要があります。加えて、次のような異常を検知した際には、外部に悪影響を与えないように、規定時間内に安全な状態に移行する必要があります。

- 演算の異常
- データの異常
- 規定時間や実行タイミングの逸脱

このため、処理間の通信でも、データ通信の途絶やデータの到達遅延を規定時間内に検知し、安全な状態への移行を保証する必要があります。

## 日立が提供する機能

機器間での通信経路の変化や、通信路ごとの通信品質をEnd to Endで監視します。これによって、データの途絶や遅延を規定時間内に検知・通知でき、安全状態への移行を保証できます。また、異常箇所や保守が必要な箇所の特定し、迅速な復旧や通信路の拡張などを支援します。



### リアルタイム監視

- ノード間通信経路変化
- 通信路ごとの通信品質

### リアルタイム処理

(規定の時間内に検知し、対処動作を完了)

#### ネットワークポロジ構成を監視・可視化

- ノード間に適切な通信経路を設定
- 作業箇所を特定した保守が可能

#### ノードのデータ交信を監視

- 更新停止時には受信側に安全にデータを提供



# 1- iii . DXセキュリティ

- リアルタイムな認証と暗号・復号化によって、業務間のデータ通信をゼロトラスト化
- トラストチェーンがデータや通信経路の信頼性を保証し、ミッションクリティカルCPSを実現



## 高速かつ最小の遅延での伝送が求められる

一般的なITシステムでは、通信データを暗号化し、End to Endでの認証を実施することで、ゼロトラストを実現しています。

一方、ミッションクリティカルIoTでは、現場設備やインフラへの動作指示や操作指示を実施するため、一般的な認証処理で生じる遅延さえ許容されません。このため、認証処理などのセキュリティ処理はノード（設備やロボットなど）の近くで行う必要がありました。

## 継続稼働を重視した対応が求められる

現場には、クラウドや基幹ITシステムとの連携処理を想定せずに構築された制御システムが多くあります。情報制御システムには安定的な可用性が強く求められるため、停止リスクをとまなう信頼性情報の追加や変更を頻繁には実施できません。よって、情報制御システムに、それぞれの現場機器の認証情報を埋め込むことは現実的ではありません。

## 日立が提供する機能

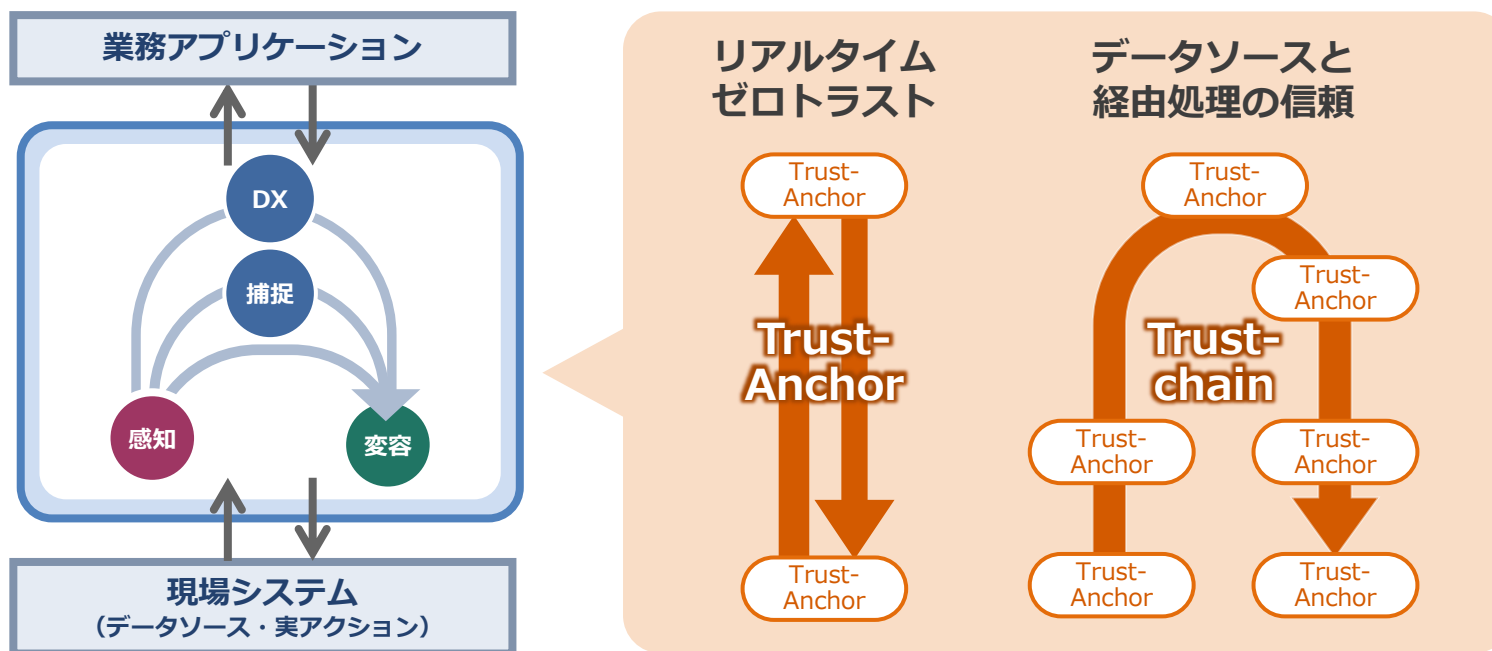
現場機器や制御システムが上位システムの認証情報を保持してトラストチェーンを構築するための機能を提供します。これによって、次を実現します。

- 個々のノードでの認証の高速化
- 制御システムの停止リスクの最少化

また、この機能によって、無線経由（OTA）で配信されるソフトウェアアップデートのように、高度なリアルタイム性が求められる一過性データの健全性を確認するためのトラストチェーンも実現します。

これによって、リアルタイムで高信頼なミッションクリティカルIoTを実現します。

CPS: Cyber-Physical System, OTA: Over the Air



## 2- i . データ抽象化インターフェース

- 現場データにコンテキスト（意味データ）を付加
- 受信側がデータの有効性を確認できる情報を付加したデータ共有が可能

### データの意味や形式を正しく引き継げるしくみが必要

アプリケーション間でデータを利活用していくためには、システムの開発時期やレイヤー間の違いを越えて、データを容易に利活用できるしくみが理想的です。

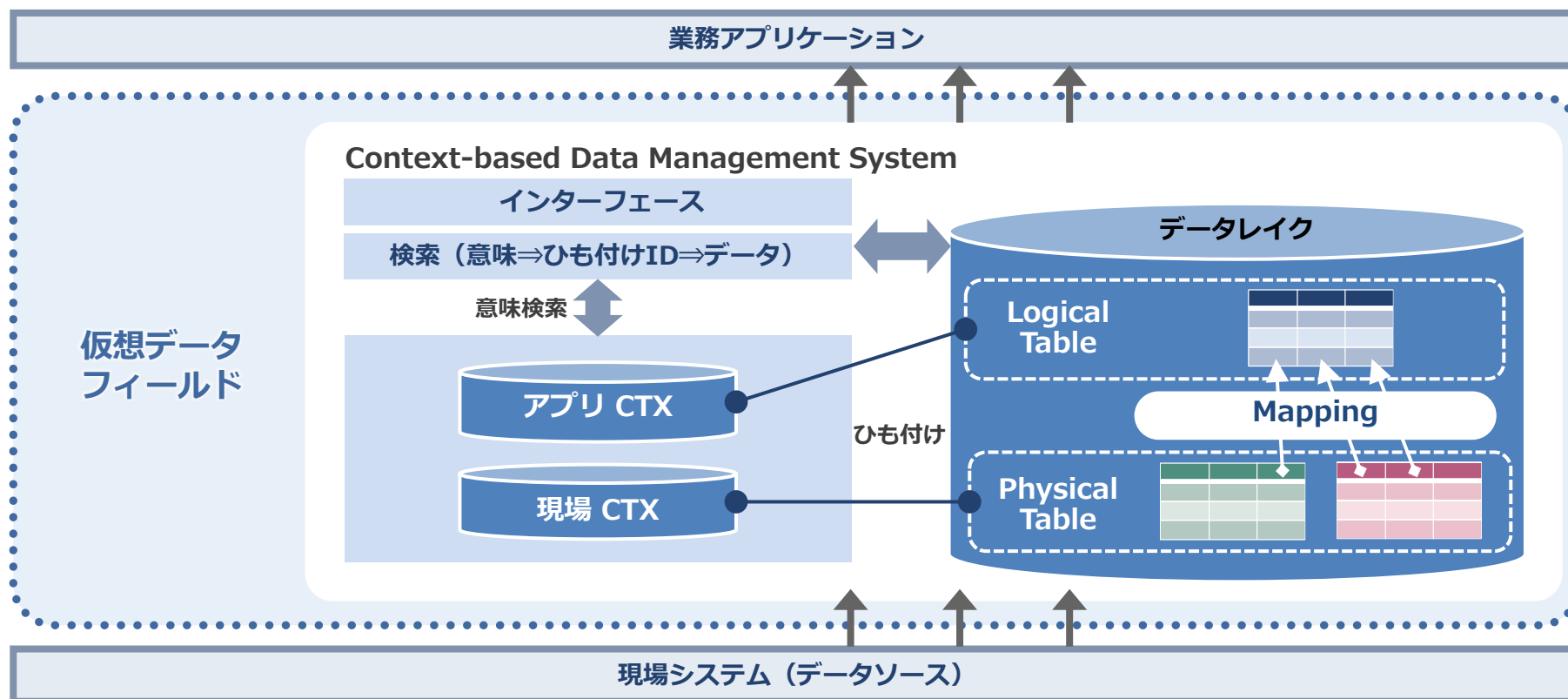
例えば、アプリケーション開発者にとって、制御装置などの現場システムで収集された生データの詳細な形式や意味を読み解くことは非常に難しいものです。特に現場システムの構築から数年後に他システムでデータ利用する場合などは、現場システムを構築したエンジニアがプロジェクトにすでにいないことも多く、理解に時間がかかるだけでなく、誤解やデータの食い違いが生じるおそれがあります。

### 日立が提供する機能

データ抽象化インターフェースによって、コンテキストが付加されたデータの利活用が可能となります。これによって、異なるレイヤーや時期に開発されたアプリケーション間で、データの意味の引き継ぎが容易になります。さらに、コンテキストが記録されたデータカタログにより、データリストだけでなく、コンテキストだけを提供することもでき、データの探索・理解が容易になり利活用が進みます。

また、鮮度や有効期限、出力処理名、バージョンなどの情報をオンラインでコンテキストとして送信データに付加し、受信側にデータの有効性を伝達することによって安全で高信頼な利用を実現できます。

CTX: Context



## 2- ii . オンライン追記型コンテキスト

- 経由するノードや実行処理の情報をオンラインでデータに追記して、後処理ノードに伝達
- 処理内容や処理時間が伝達されることで、高信頼で安全なデータ利活用が可能

### データの信憑性や、処理の実効性の担保が必要

ミッションクリティカルIoTでは、現場設備やインフラへの動作指示や操作指示にクラウドなどのIT領域で処理されたデータを利用します。しかし、現場データの観測から入力までにはタイムラグがあるため、データ処理に時間がかかると現場状況が変化していたり、今の現場状況に整合していない学習モデルでAI処理されたりするリスクがあります。

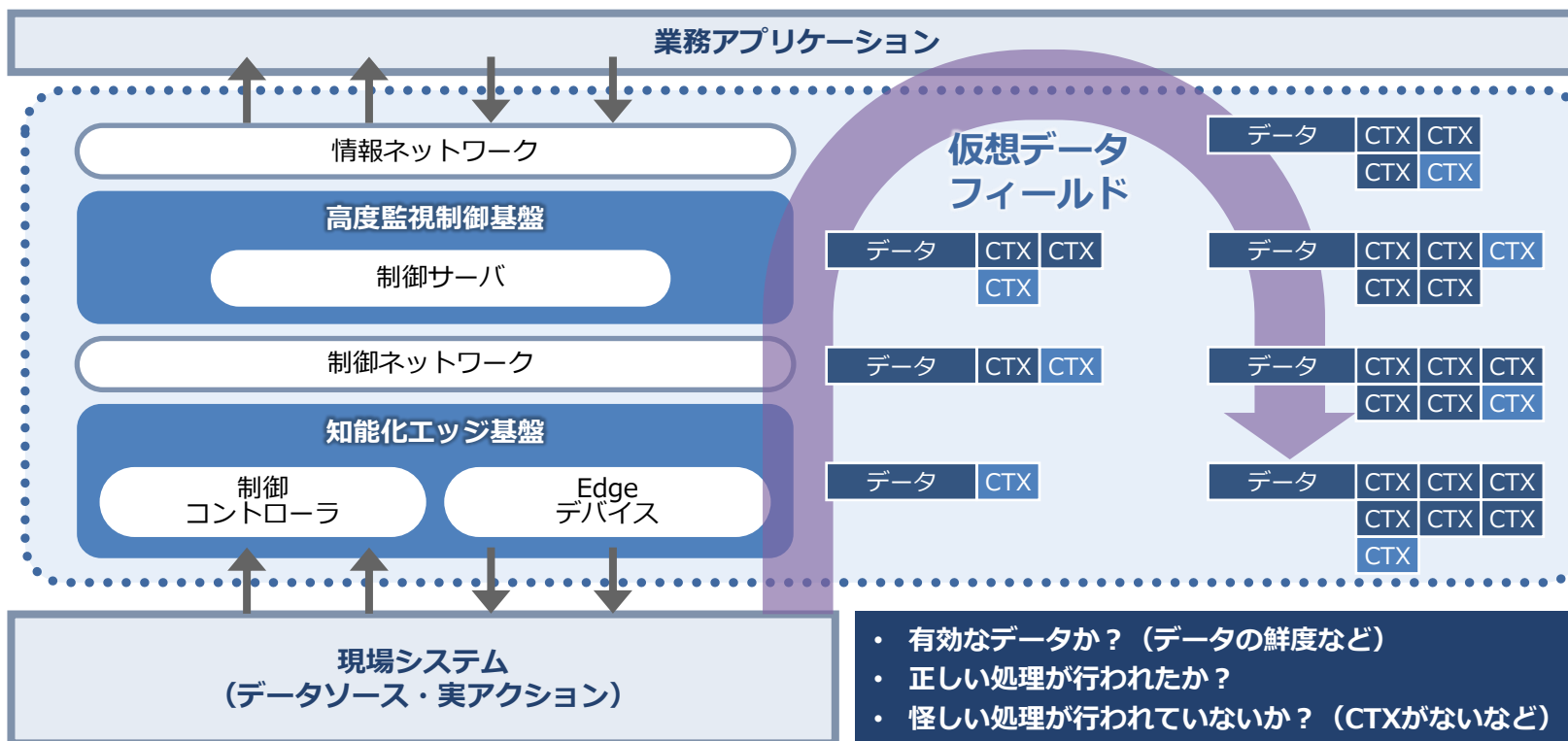
このため、安全に現場機器の制御にフィードバックするためには、データの信憑性や処理の実効性が担保されていることが重要です。

- 生データから、クラウドへの入力データが生成されるまでの処理や履歴
- クラウドでの処理や、処理に利用されたAIモデル
- クラウドでの処理後、現場設備やインフラに到達するまでに行われた処理や履歴

### 日立が提供する機能

データの信憑性と処理の実効性を後処理ノードに伝えるために、現場データに対して、経由する各ノードでデータのコンテキストとしてオンラインで追記する機能を提供します。これによって、前処理を行ったノードの健全性、処理時間、処理内容、AIモデルの情報などが後処理を行うノードに伝達できるようになります。例えば、経由したアプリケーションのIDやバージョン情報がデータに追記されることで、想定した処理だけを経由してデータが到達したかを検証できます。

また、処理時間が追記されることで、後処理ノードではデータの鮮度を確認でき、リアルタイム性を担保した処理を実行できます。





## 2- iii. フラット・透過的なデータ連携

- 仮想データフィールドで、ノードの配置を意識することなくデータを共有
- 仮想ユニキャスト通信で、データを必要とするノードにリアルタイムに配信

### データフィールドを利用したノード間での最新データの共有

自律分散アーキテクチャでは、データフィールドという概念を採用しています。データフィールド内の各ノードからは、それぞれの最新データが通信セグメント上にマルチキャストで公開され、他のノードは最新データを自由に参照できるようになっています。これによって既存システムでは、オンライン稼働中でも安全かつ容易にシステム拡張ができます。

### 複数のネットワークやシステムを経由するIoTシステムではマルチキャストが困難

近年、ミッションクリティカルIoTあるいは一般的なIoTシステムでは、複数のネットワークやシステムを経由する処理が増えています。また、これにともない通信経路の特定が難しくなっています。

- ・ 処理の実行ノードと通信経路を特定できないクラウド上での処理がある
- ・ 複数の通信路にわたって移動するノードがシステムに存在する
- ・ 無線やインターネットなどオープンな通信路が利用される

### 日立が提供する機能

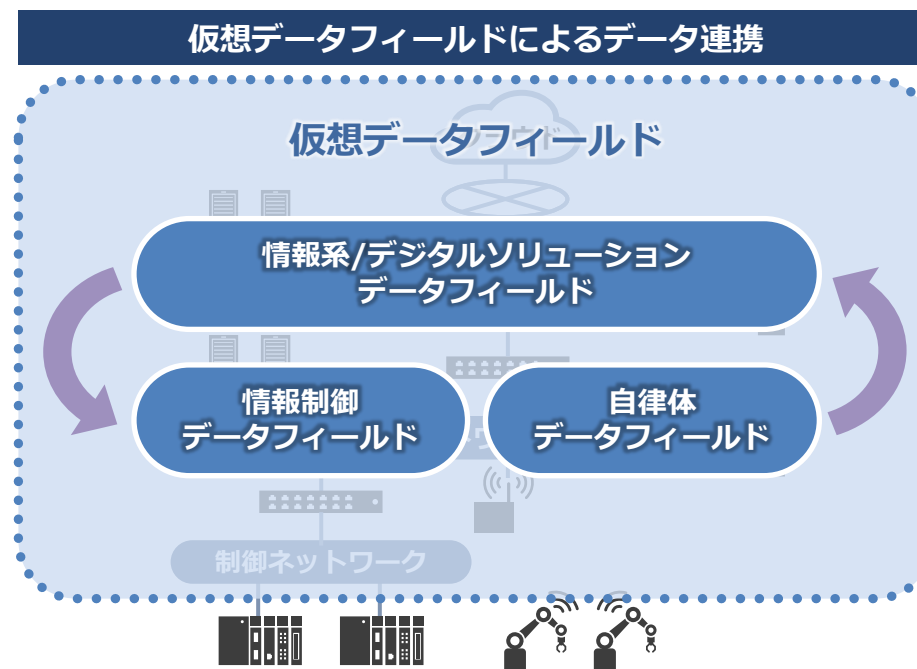
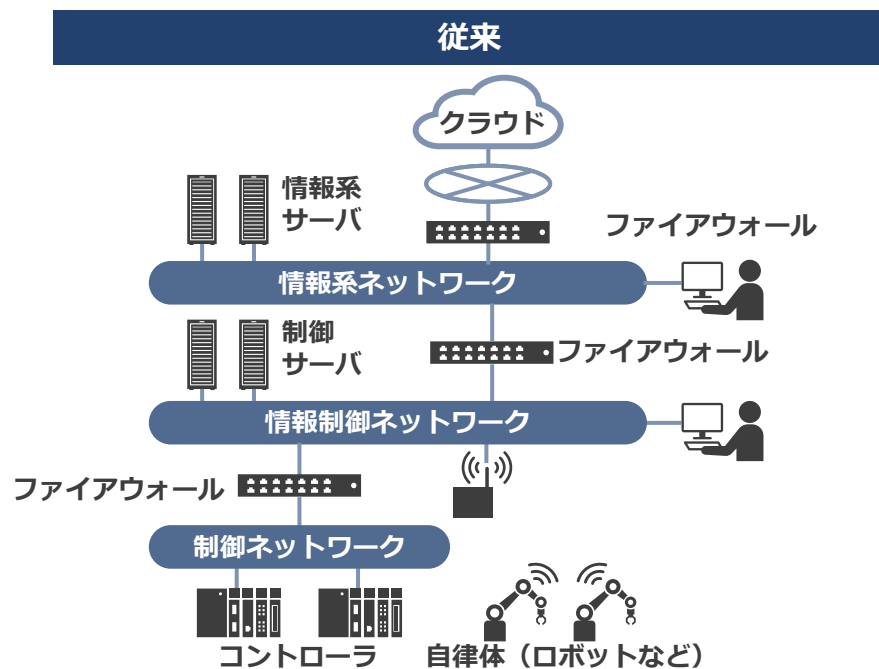
ノード間の通信経路を仮想化した仮想データフィールドを提供します。仮想データフィールドには、通信経路上のノードの情報が登録されています。

仮想データフィールドに加入したノードは、自身のデータをデータカタログとして公開します。データを必要とするノードは、データカタログを参照し、必要なデータを要求します。仮想データフィールド上では、データを必要とするノードごとにデータをリアルタイムに配信する仮想ユニキャスト通信が使われます。

これによって、クラウド上のアプリケーションや、自律体のノードを管制するシステムでも、リアルタイムに高信頼なデータ共有ができるようになります。また、アプリケーション開発者も、アプリケーションの実行場所を意識せずに、機能の追加・変更を行えます。

参考：自律分散システム

[https://www.hitachi.co.jp/products/it/control\\_sys/platform/autonomy\\_dispersion/index.html](https://www.hitachi.co.jp/products/it/control_sys/platform/autonomy_dispersion/index.html)



# 3- i . オークストレーション

- コンテキストデータを共有し、業務アプリケーション間での処理とインターフェースをオンライン稼働中に調停
- 業務アプリケーションの追加や更新のタイミングと、各業務アプリケーションでの処理やインターフェースを自動的に整合

## ミッションクリティカルIoTシステムにおける安心安全なオンライン業務更新

情報系システムでは、ソフトウェアのデリバリーなどのオークストレーションによって、アジャイルな機能更新やソフトウェア設定の自動管理が一般的になっています。一方で、ミッションクリティカルIoTは、現場の情報制御システムと、基幹系ITやAIなどの情報系システムが連携することによって実現します。稼働中の既存の制御機能と更新された機能との間で不整合があると、設備の停止や損傷、インフラの機能不全が起こるおそれがあるため、一般的なオークストレーションでは安全な機能更新を保証できません。

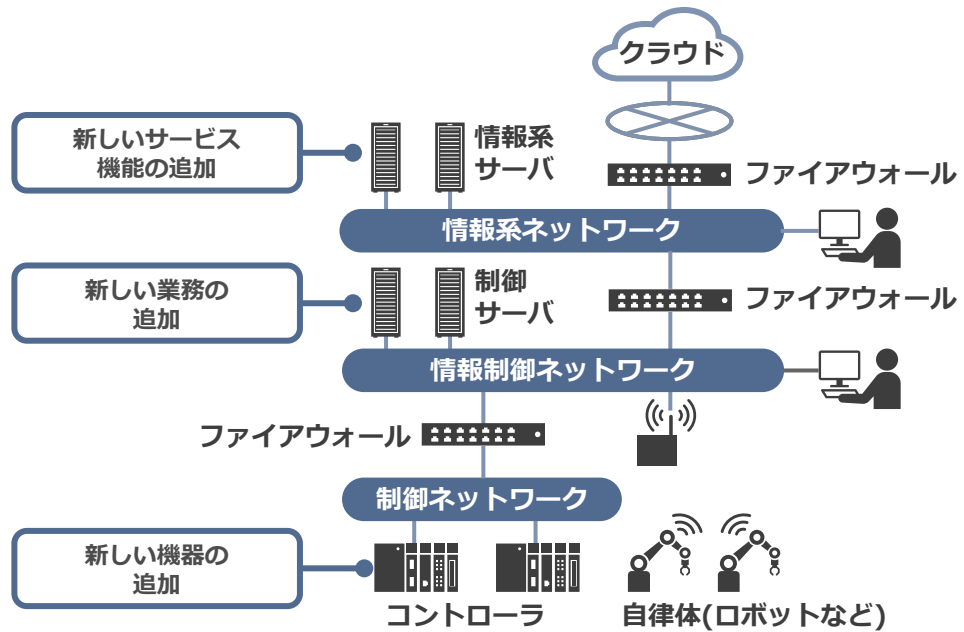
既存ソフトウェアが稼働を継続するためには、新規のソフトウェアとのインターフェースの接続性やデータの整合性を確保することが必要です。例えば、機能の追加や、制御に使うソフトウェアやAIモデルの更新は、これらの出力結果を用いる制御処理が行われていないタイミングに実施するなどの対応が必要です。

## 日立が提供する機能

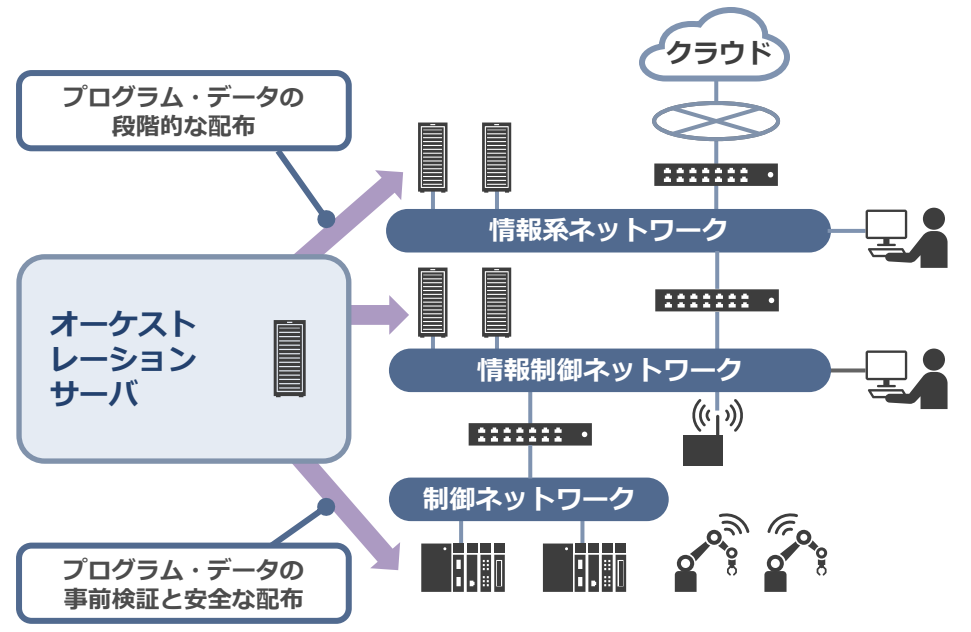
既存システムの安定稼働を維持しながら、システム拡張や機能追加・変更ができるオークストレーション機能を提供します。オークストレーション機能では、制御・情報制御・情報系ネットワーク上のノード間での矛盾を防ぐために、次に示すようなしくみを使いながら、データやプログラムの更新を自動的にを行います。

- 追加・変更の実行順序を制御する（例：データを生成する制御ノードから順に実施）
- データインターフェースが変更されたことを各ノードに通知する
- 新旧のデータインターフェースを併存させながら、データを受け取るノードで追加・変更を実行するノードを更新する際には、オンラインテストやパラレルランを行って品質を確認し、ブルーグリーンデプロイメント（ソフトウェアの世代管理方式）などを用いることで、業務を止めることなく安全にシステム機能を進化させることができるようになります。

### 従来



### オークストレーションによる安全なシステムの更新



## 3- ii . データフィールド

- トランザクションコードを付加したメッセージを放出するだけで、データフィールド内でのデータ共有を実現
- 各サブシステムが自律的に稼働することで、故障時やサブシステム追加時にもシステム全体の機能を損なわずに稼働を継続

### 日立が提供する機能

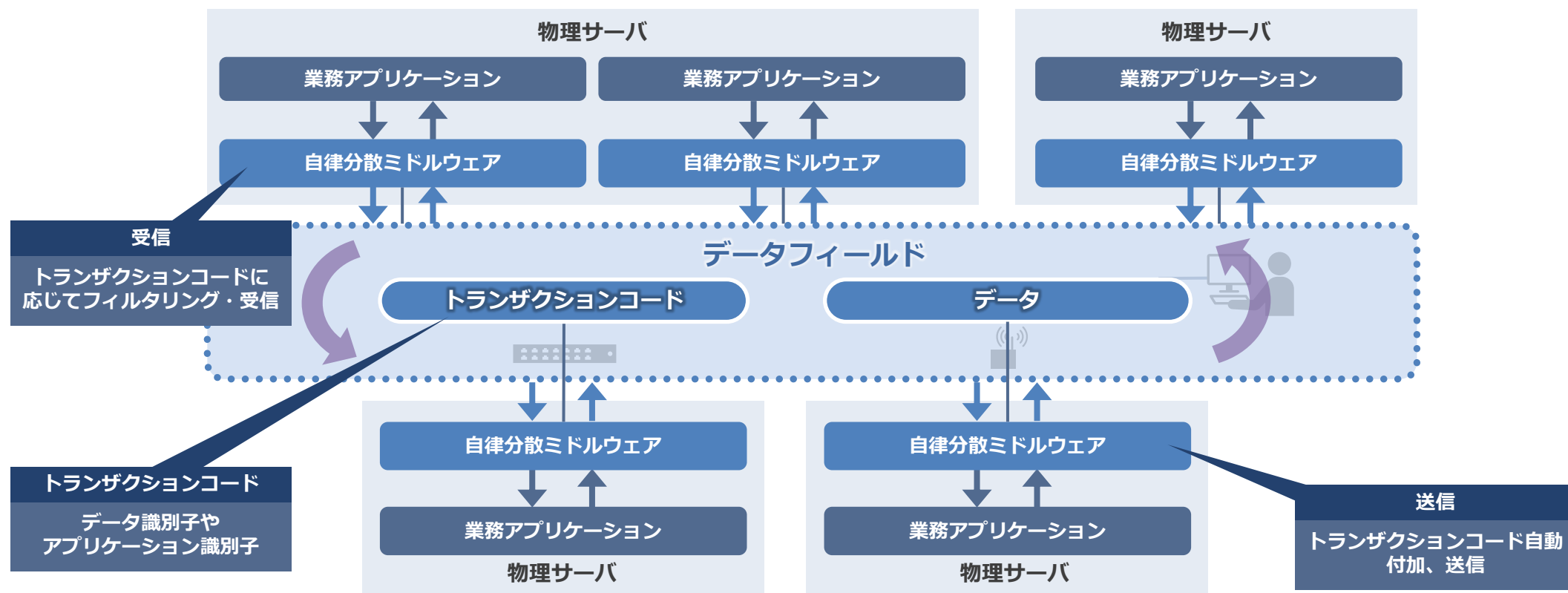
データフィールドに接続された業務アプリケーションは、自律分散フレームワークにのっとり、トランザクションコードを付加したデータをデータフィールドに公開して、他のアプリケーションとデータを共有します。アプリケーション同士での直接の送受信なくデータが共有されるため、システムの拡張性、信頼性、保守性が向上します。データを受信するアプリケーションは、トランザクションコードに応じて、データフィールド内のデータの中から必要なデータをフィルタリング・受信します。

送信側と受信側のアプリケーションがデータフィールドを介して疎結合されているので、一部のシステムが停止した場合にも、システム全体は影響を受けず、システムの拡張性・信頼性・保守性が向上します。また、システム全体を停止することなく、アプリケーションを追加・削除できるようになります。

なお、トランザクションコードの種類には、送信元のアプリケーションの識別子やデータの識別子などがあります。

参考：自律分散システム

[https://www.hitachi.co.jp/products/it/control\\_sys/platform/autonomy\\_dispersion/index.html](https://www.hitachi.co.jp/products/it/control_sys/platform/autonomy_dispersion/index.html)



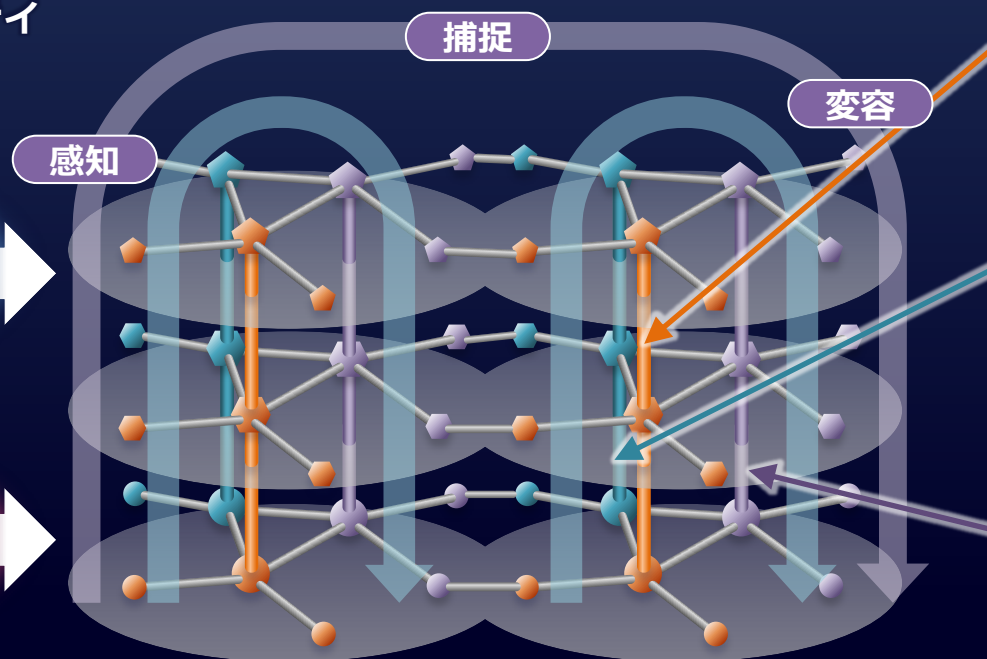


# ミッションクリティカルIoT実現のために：エコシステム活用

Lumada  
エコシステム&コミュニティ

Lumada Alliance  
Program

国際標準化  
オープンコミュニティ



**データの信憑性**

エッジとクラウド間の通信の  
ゼロトラスト対応セキュリティ

**データ理解**

現場とクラウドの  
データ連係を実現する  
仮想データフィールド

**オンラインでの機能変更**

クラウドとエッジ間の  
制御オーケストレーション

ミッションクリティカルIoTの実現に向けて、日立グループでは技術開発を進めつつ、Lumadaエコシステムやオープンコミュニティの活用も進めていきます。また、セキュリティ、データ標準化、および実行環境の面では、国際標準団体やオープンソースコミュニティとの連携も引き続き進めます。

# 進化したDXをOTの現場に反映させニューノーマルに向けた新たな価値を協創

## ミッションクリティカルIoT

サイバー空間

クラウド

データ

LUMADA

OT for Real

“Real”  
フィジカル空間

協創とデジタル

OT

×

IT

×

プロダクト

日立は、不確実が増す社会において、共生進化アーキテクチャでミッションクリティカルIoTを実現し、さまざまな社会インフラに進化したDXをOTの現場に反映させることで、お客さまや多様なパートナーとともに、新たな価値を協創していきます。

OT: Operational Technology



ミッションクリティカルIoTを実現する

# 共生進化アーキテクチャ

- Ethernet とイーサネットは、富士ゼロックス株式会社の登録商標です。
- その他記載の会社名、製品名は、それぞれの会社の商標または登録商標です。

---

ミッションクリティカルIoTを実現する共生進化アーキテクチャ

[https://www.hitachi.co.jp/products/it/control\\_sys/architecture/index.html](https://www.hitachi.co.jp/products/it/control_sys/architecture/index.html)



---

🌀 株式会社 日立製作所 制御プラットフォーム統括本部

2022/2