

人とロボットの「共存」が拓くスマートファクトリー



三菱電機株式会社 本社 機器営業第三部
FAソリューション第一課

一步先行く未来の工場へ。

e-Factory

1.環境の変化に対応して進化する「ものづくり」

2.三菱電機の自動化への取組み

3.柔軟な生産形態を実現する協働ロボット

4.人とロボットが協働するスマートファクトリー

一步先行く未来の工場へ。



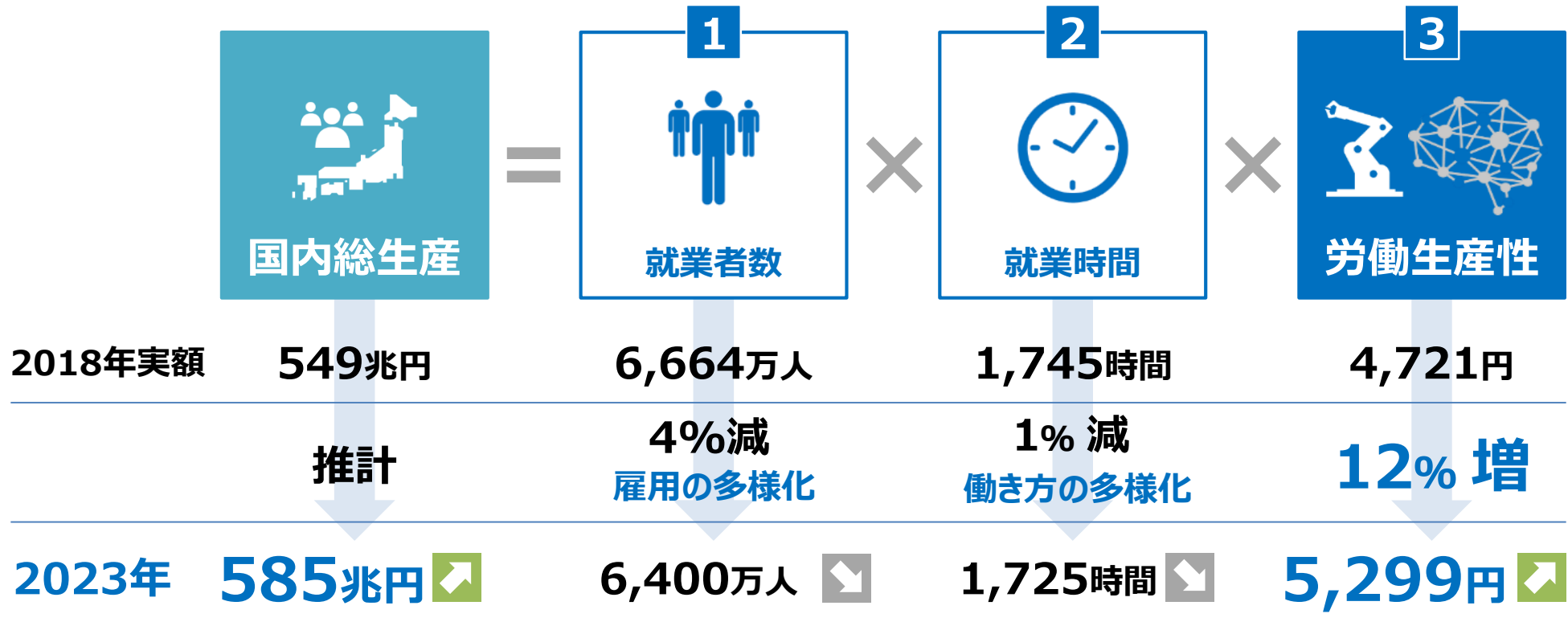
1.環境の変化に対応して進化する「ものづくり」

2.三菱電機の自動化への取組み

3.柔軟な生産形態を実現する協働ロボット

4.人とロボットが協働するスマートファクトリー

国内総生産を決める3つのファクター



多様化する環境の変化に応じつつ、生産性を継続的に
向上するためには、IoT・ロボット・AIの活用が重要

ITの進化、情報インフラの進化

製造業を取り巻くビジネス環境の複雑化

IT関連技術の変化

データ収集技術

センシング



データ通信技術

機器間高速通信



データ処理技術

クラウド・
エッジコンピューティング



データ解析技術

シミュレーション
人工知能 (A I)



顧客ニーズの多様化・高度化

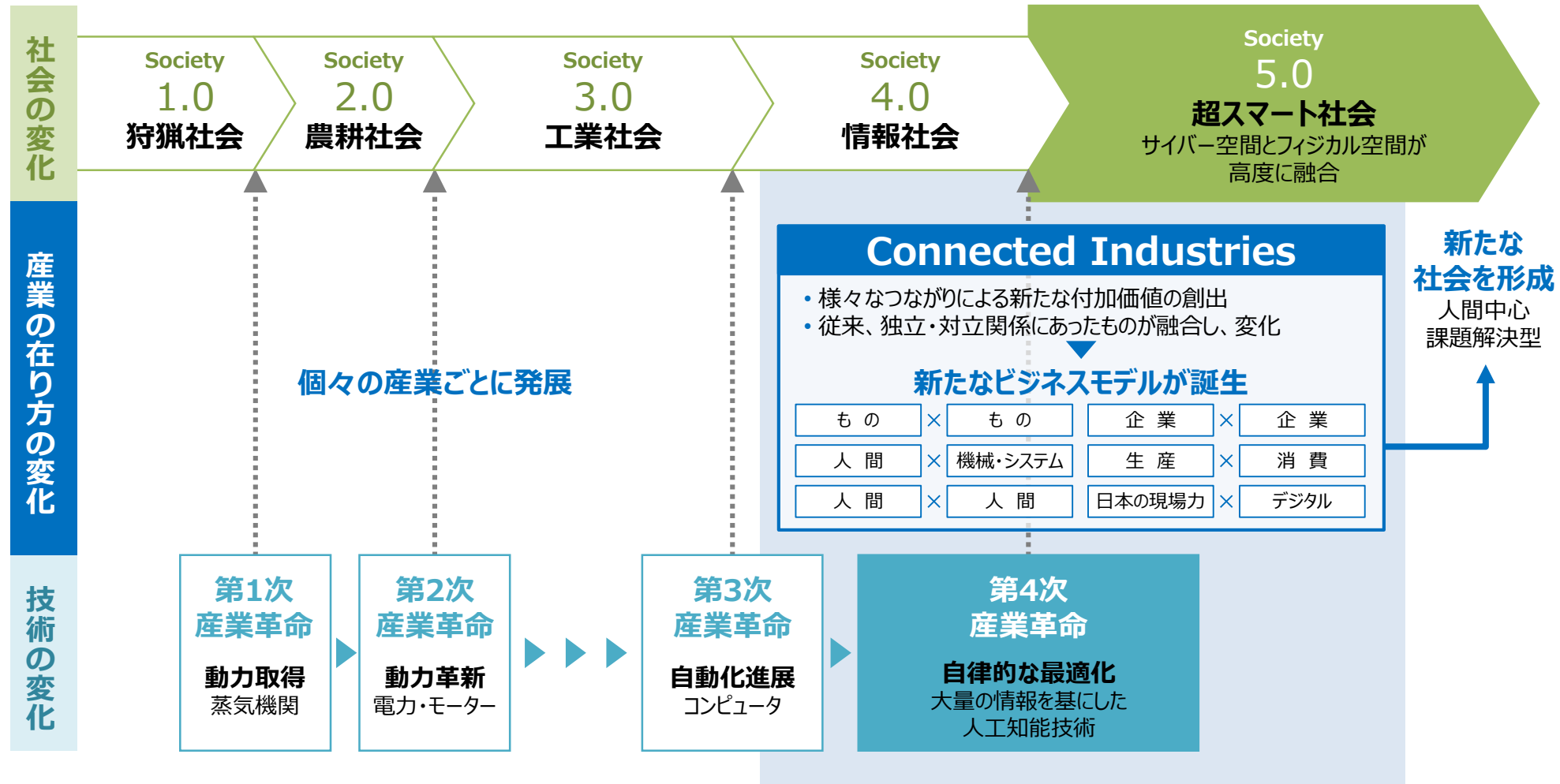
経営コスト・
TCO*削減

変種変量生産

自動化
品質向上

全てのモノに接続し、データを活用するものづくり現場のIoT化が進展

「情報社会」から サイバー空間とフィジカル空間とが 高度に融合した「超スマート社会」へ



参考出典：経済産業省新産業構造部会 資料より流用

“Connected Industries”

～様々なつながりにより新たな付加価値が創出される産業社会～

- モノとモノ
- 人と機械・システムの協働、共創
- 国境を越えた企業と企業
- 生産者と消費者
- 世代を超えた技能や知見
等々

“つながる”、はデジタル、IoT技術により実現される

～わが国ならではの、日本らしい【つながる社会】～

現場を熟知する知見に裏付けられた**臨機応変**な課題解決力、
継続的なカイゼン活動など日本の強みである

【技能】や【知恵】を活かせる、人間本位の産業社会を創り上げる。

そのためのIoT活用、技術利用であることが重要。





ロボットによる大量生産

同じ製品を効率的に多く作る

作業を複数の工程に分けロボットは主に部品供給など単純な作業を正確に繰り返す



ロボットによるセル生産

生産量の変動するいくつかの種類の商品を効率的に作る

センサーと組み合わされた知能化ロボットが集約された複数の作業を行う



ロボットによる変種変量生産

刻々と変化するオーダーに応じた個別生産を量産コストで行う

作業を集約したセル間をAGVがつなぎ自律的に最適な工程順序で生産を行う



いま求められる生産方式

刻々と変化する市場要求に対応する生産システムを容易に、短期間で立ち上げる

AI技術を用い人とロボットが協働し、信頼性と柔軟性を併せ持つ生産システムを短期間で立ち上げる

一步先行く未来の工場へ。

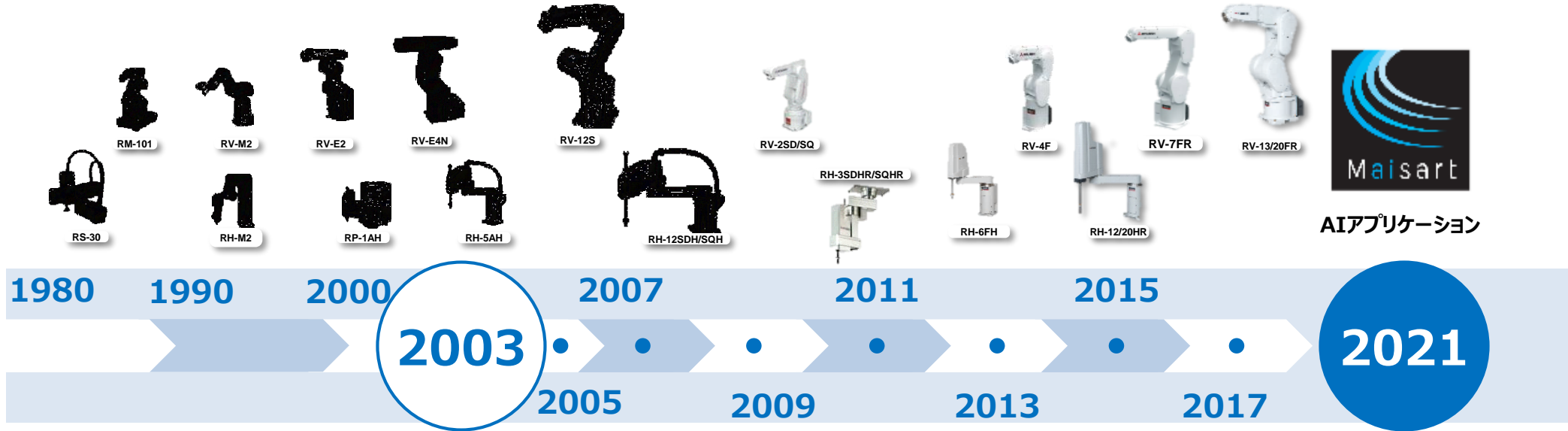
e-Factory

1.環境の変化に対応して進化する「ものづくり」

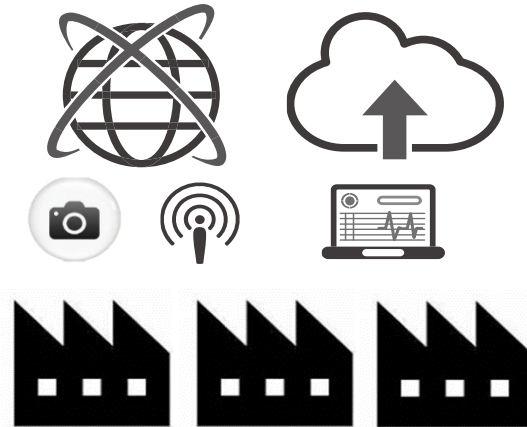
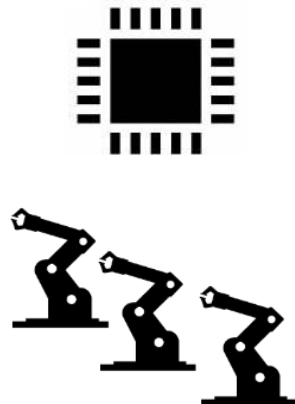
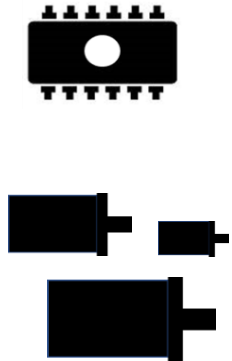
2.三菱電機の自動化への取組み

3.柔軟な生産形態を実現する協働ロボット

4.人とロボットが協働するスマートファクトリー



生産開始



FA-IT統合ソリューション



基本コンセプト

FA技術とIT技術を活用することで
開発・生産・保守の全般にわたるトータルコストを削減し、
お客様の改善活動を継続して支援するとともに、
一歩先のものづくりを指向するソリューション提案

2003年からコンセプトを提唱

「生産性」「品質」「環境性」「安全性」「セキュリティ」の向上を実現し 企業のTCO削減と企業価値の向上を支援

アーキテクチャ

- ITシステムによる分析・解析結果を
生産現場に**フィードバック**

診える化 改善

- FAで収集したデータを一次処理し
(**エッジコンピューティング**)
ITシステムへ**シームレス**に連携

観える化 分析

- 生産現場のデータを
リアルタイムに収集

見える化 可視化



生産現場の「見える化³ (キューブ) : 見える、観える、診える」と
「使える化」により企業価値向上を支援します

進化した知能化が、作業の高精度化、e-F@ctory対応、人とロボットの協調による次世代のものづくりを実現します。

MELFA FRシリーズが提供する3つの柱

Intelligence

[次世代知能化]



基本性能の向上や知能化技術の進化により、導入の容易化と高度な作業の自動化を実現。

Integration

[FA-IT連携]



当社 FA製品と連携し、e-F@ctory対応による工場のスマート化に貢献。

Safety

[安全・人協働用途]



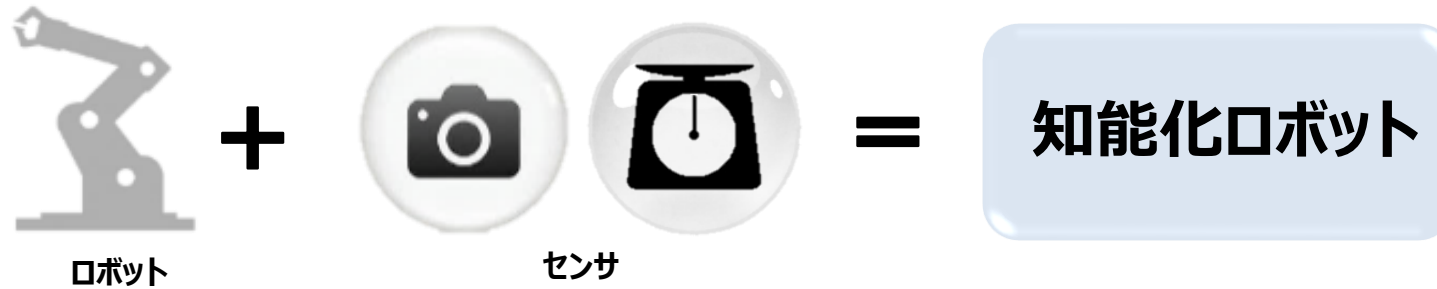
安全機能の強化により、人協働用途に対応し、さらなる生産性を向上します。

三菱電機 産業用ロボット
MELFA FRシリーズ

e-F@ctory



MELFA FR

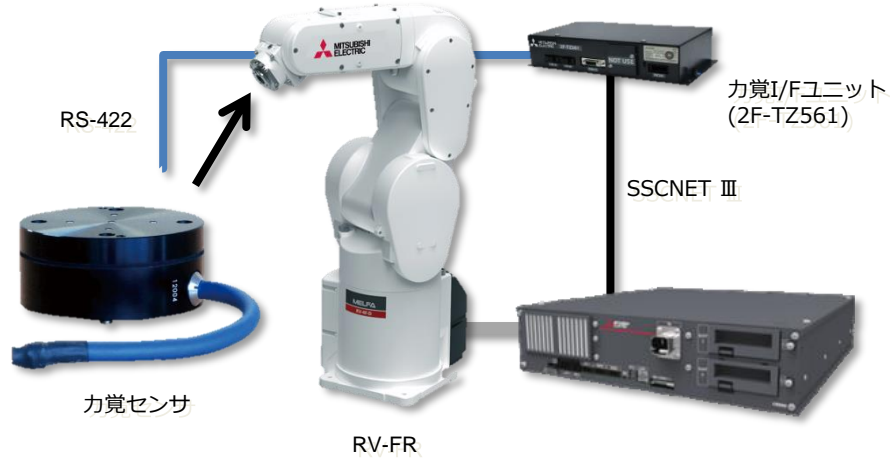


“習熟” “カン” による作業のデジタル化が可能

作業技術の伝承が容易なため、変種変量生産に対応しやすい

作業技術が持ち運びが容易なため、最適地生産に対応しやすい

[構成]



一定力押し付け

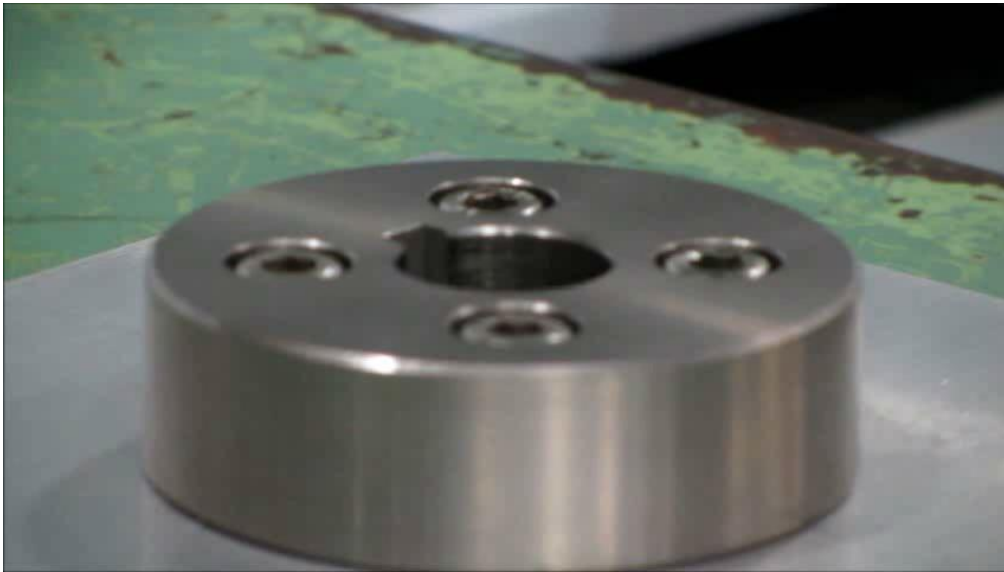


外力に倣う

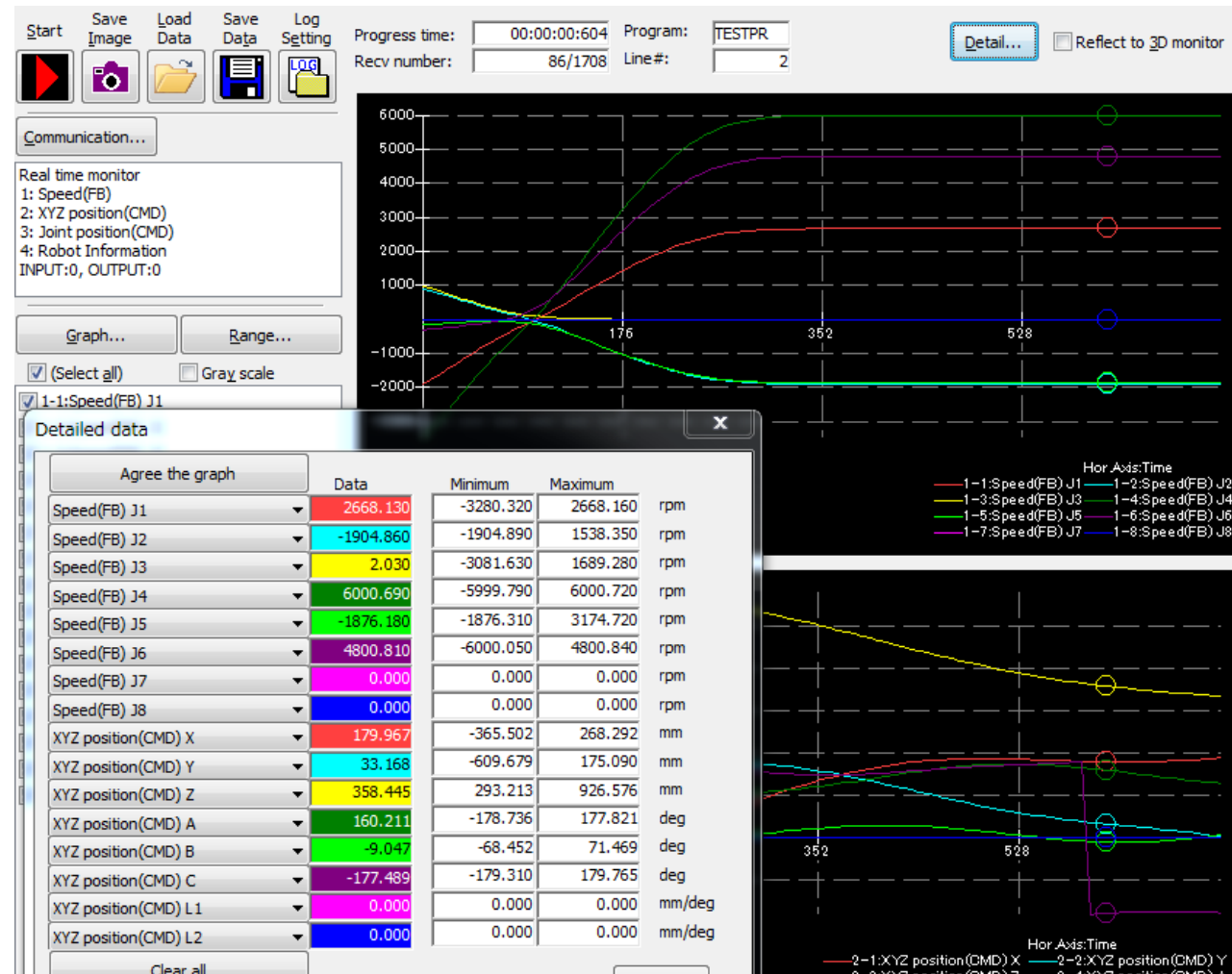


ピンを穴に挿入

面に垂直に一定力押付



力覚センサ 状態確認 RT-ToolBox 3 (エンジニアリングツール) にて ロボットの状態変数をオシロ機能で確認することが可能



動作中の力のかかり具合がリアルタイムに確認でき、力覚制御調整が容易に行えます。

「生産準備」「段取・生産・製造」「運用・保守」の各フェーズで AIを活用して課題を解決



【課題解決の例】

■ 3Dビジョンセンサの自動調整

■ 力覚センサ高精度化

■ 駆動系異常検知



■ 力覚作業の高速化

■ 物流分野ピッキング自動化

MELFA Smart Plus

MELFA FRシリーズの可能性をさらに広げる機能拡張オプション。
お客様に一步進んだ次世代の自動化をご提供！

各種センサーとの連携機能、自律的な立上調整機能、精度向上など、お客様の生産準備、段取り・生産・製造、運用・保守のすべてのフェーズに先進の機能を提供します。



1 予知保全機能

2 予防保全機能

3 力覚センサ 拡張機能

4 MELFA-3D VISION
拡張機能

5 キャリブレーション支援機能

6 付加軸協調制御

7 ロボット機構温度差補正機能

シミュレーションとAIによる3Dビジョンセンサ認識パラメータ自動調整



生産準備
(設計・評価、立上・検査)

段取・生産・製造
(生産管理)

運用・保守
(設備管理)

AI活用によりビジョンセンサの調整時間を大幅に短縮



今までの課題

実システムを立ち上げてから、熟練者が認識結果画像や把持成功率を確認しながら、試行錯誤により「画像処理」や「把持位置認識」に関わるパラメータを調整している。



➡ **熟練者でも短時間で性能を引き出すのは困難**

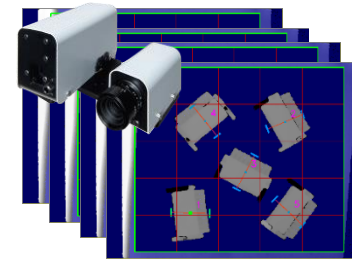
解決策

認識パラメータ設定AI機能により、仮想空間上で最適な3DセンサパラメータをAIが自動調整。初心者でも熟練者並みの調整が短時間でできる。

➡ **誰でも簡単に短時間で調整できる**

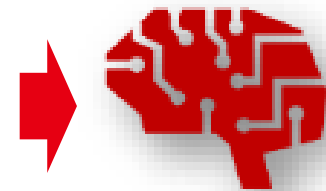
調整時間短縮・・・従来: 8時間→AI機能: 60分

学習データの生成



仮想空間上で大量のバラ積みシーンに対して画像認識を再現

パラメータ最適化



センサパラメータを調整

AIによる作用力推定の高精度化及び組付作業時間の短縮



今までの課題

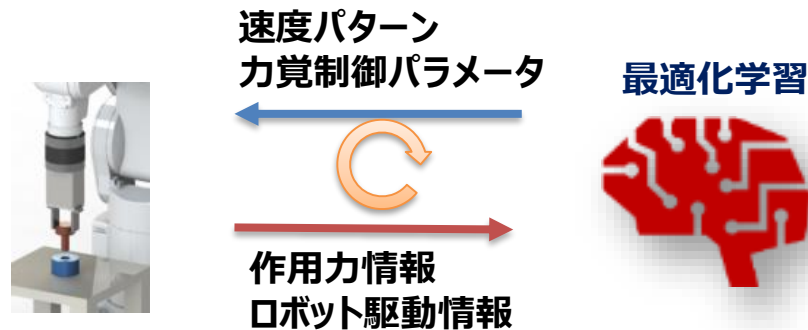
力覚制御を用いた作業は接触を伴うため、ワークやハンドを傷めないように動作させる必要があり、作用する力を確認しながら、速度や力覚制御の応答性（ゲイン設定等）の調整作業を試行錯誤により行っている

短時間で性能を引き出すのは困難

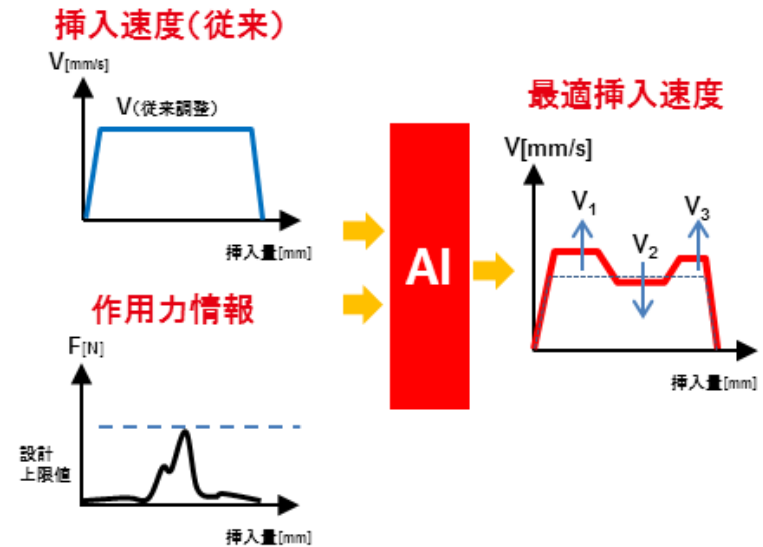
解決策

機械学習により、作用力を抑えつつ、最速のタクトを実現する動作速度パターンと力覚パラメータ（ゲイン）の最適値を自動化

誰でも簡単に短時間で調整できる



- 組み立て中に過大な力が作用することを防止しながら高速化
タクトタイム65%短縮(当社検証参考事例にて)
短時間で学習完了（最短5分）



減速機摩耗・故障が招くライン停止を未然に防止



無駄がない

生産準備
(設計・評価、立上・検査)

段取・生産・製造
(生産管理)

運用・保守
(設備管理)

特長 / Feature

故障初期状態を検出

独自の異常検出技術により、ロボットの挙動に異常の兆候が現れる前に駆動部品の異常を検出 (対象部品：ハーモニクドライブ)

追加センサ・追加機器不要

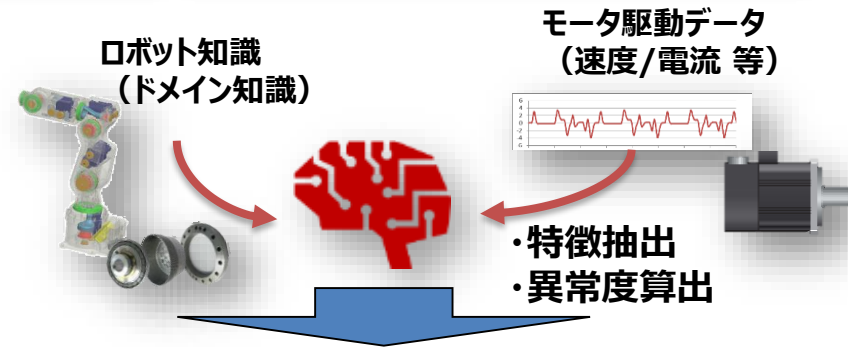
機器の知見を活かして大幅に計算量を削減した異常検知AI処理を、ロボットコントローラに搭載。解析用機器やセンサ類を追加することなく、既存コントローラのみで高感度な異常検知が可能

【課題】

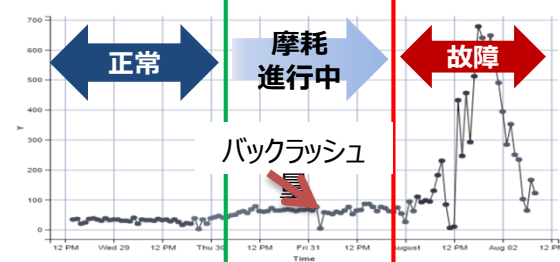
ロボットの異常検出のために、全機種にセンサや解析用システムを構築するのが大変

【解決策】

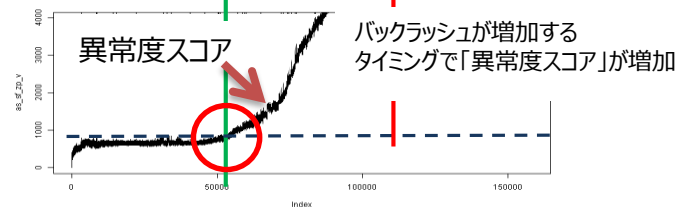
駆動系異常検知機能により、ロボットコントローラだけで、高精度な異常検知が可能です。



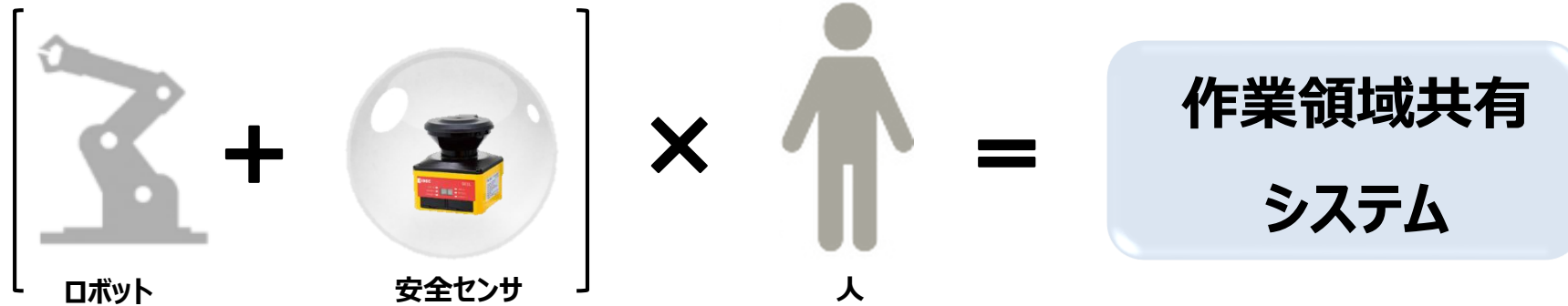
■ 歯面摩耗 (バックラッシュ量推移)



■ 異常度スコア推移



減速機の波面摩耗



位置監視機能や速度監視、XYZ成分ごとの監視など、豊富な安全機能を搭載したことで、人との協働作業が可能に。

低速制御(SLS)SLS、動作範囲制限(SLP)、安全入力(ISO13849-1)
安全トルク遮断(STO)、安全停止機能(SS1)

人と機械のスムーズな連携を行うシステム構成が可能



一步先行く未来の工場へ。

e-Factory

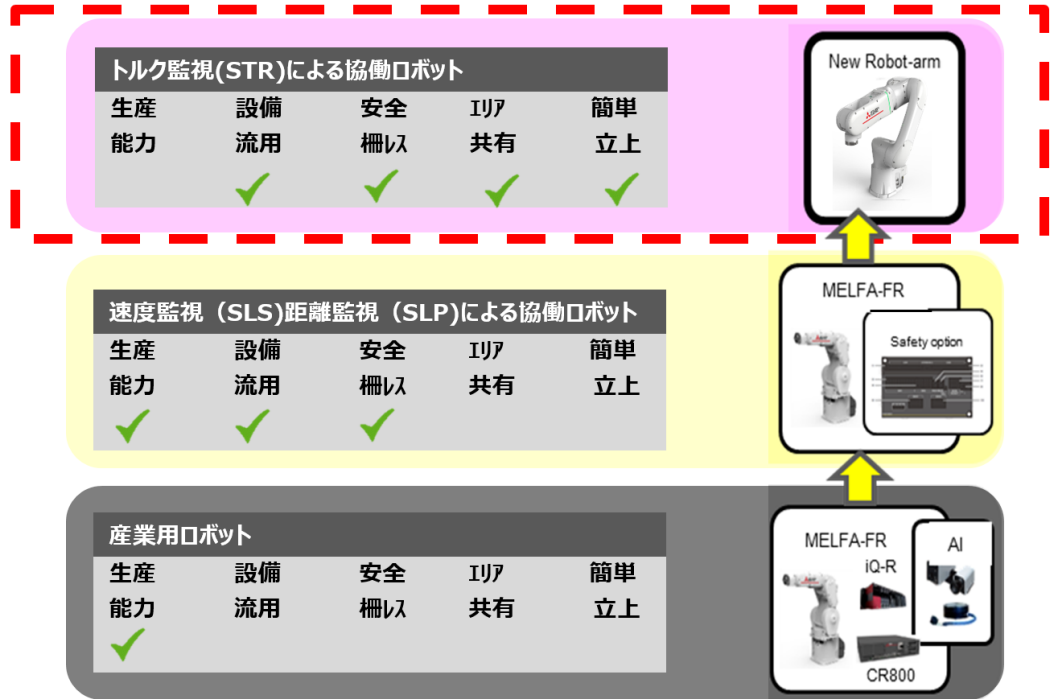
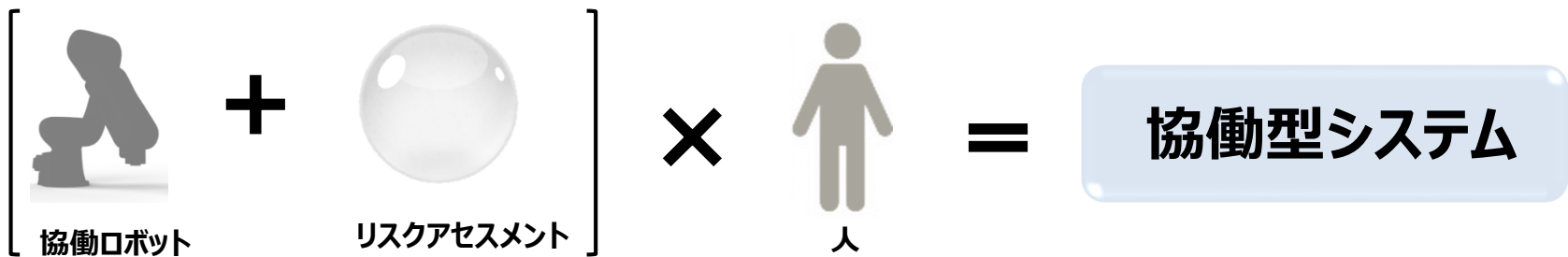
1.環境の変化に対応して進化する「ものづくり」

2.三菱電機の自動化への取組み

3.柔軟な生産形態を実現する協働ロボット

4.人とロボットが協働するスマートファクトリー

人の柔軟性と機械の信頼性を併せ持つシステム構成が可能



協働ロボットとは

速度、距離、トルクを監視することで、安全柵を必要とせず、容易に既存設備の流用が可能なロボット
特に「部分的な自動化が容易であり、導入ハードルが低いことが特徴。

External Image

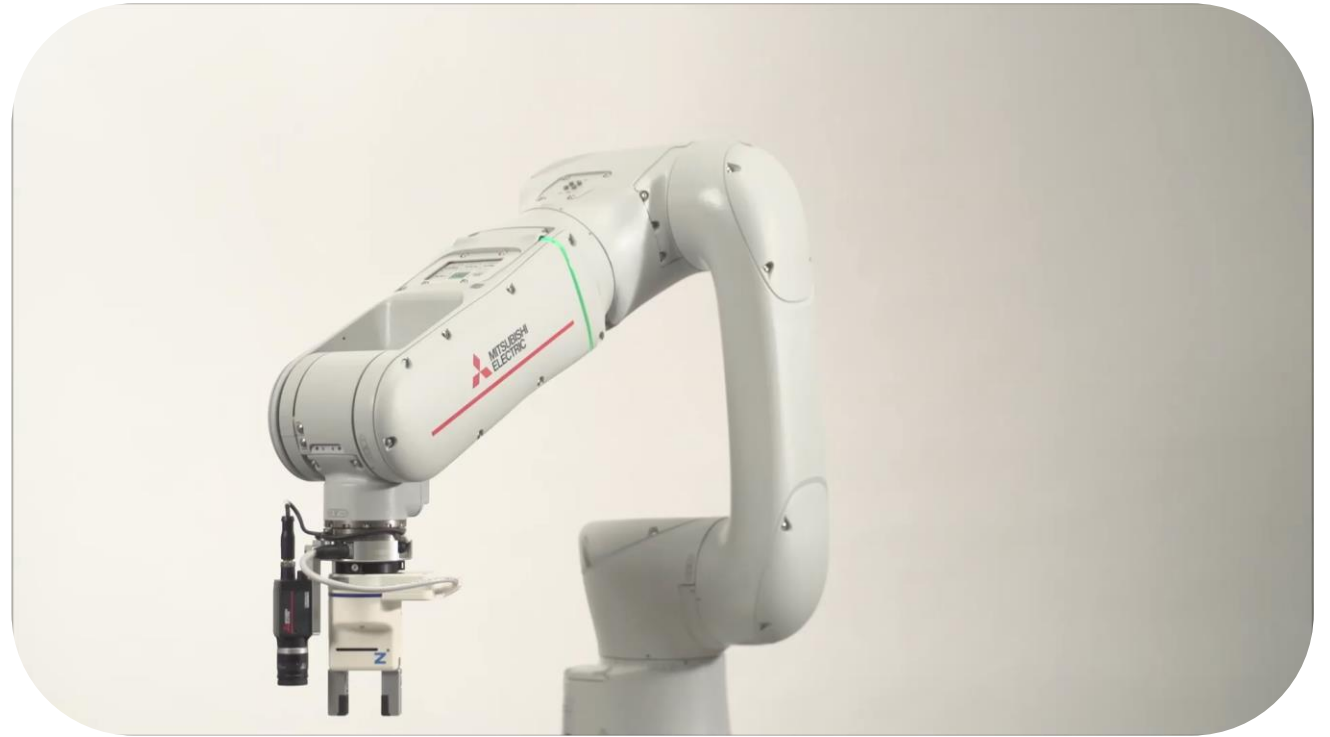
最大リーチ910mmにより
広い動作範囲を実現

丸みを帯びたデザインにより
衝突力を軽減

動作状態を表す
LED表示

挟まれを防止する空間を
確保

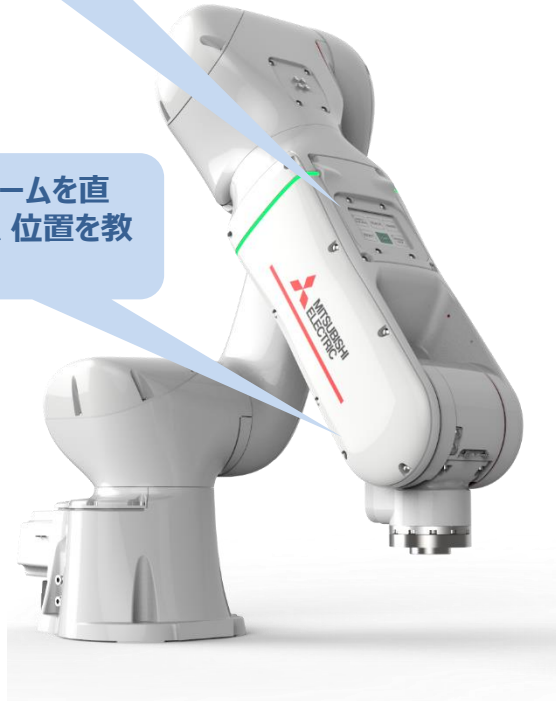
外部配線レス



Direct Teaching

アーム上のキーから
ロボットを操作

ロボットアームを直
接動かし、位置を教
示



Visual Box

ファンクションブロックの
ドラッグドロップによる
直感的なプログラミング

シミュレーション画面で
ロボットの動作を事前
確認



Gripper

プラグ&プレイが可能な
協働作業用ハンドに対応

ビジュアルボックスから選
択をおこなうことでハンド
の設定が完了



一步先行く未来の工場へ。

e-Factory

1.環境の変化に対応して進化する「ものづくり」

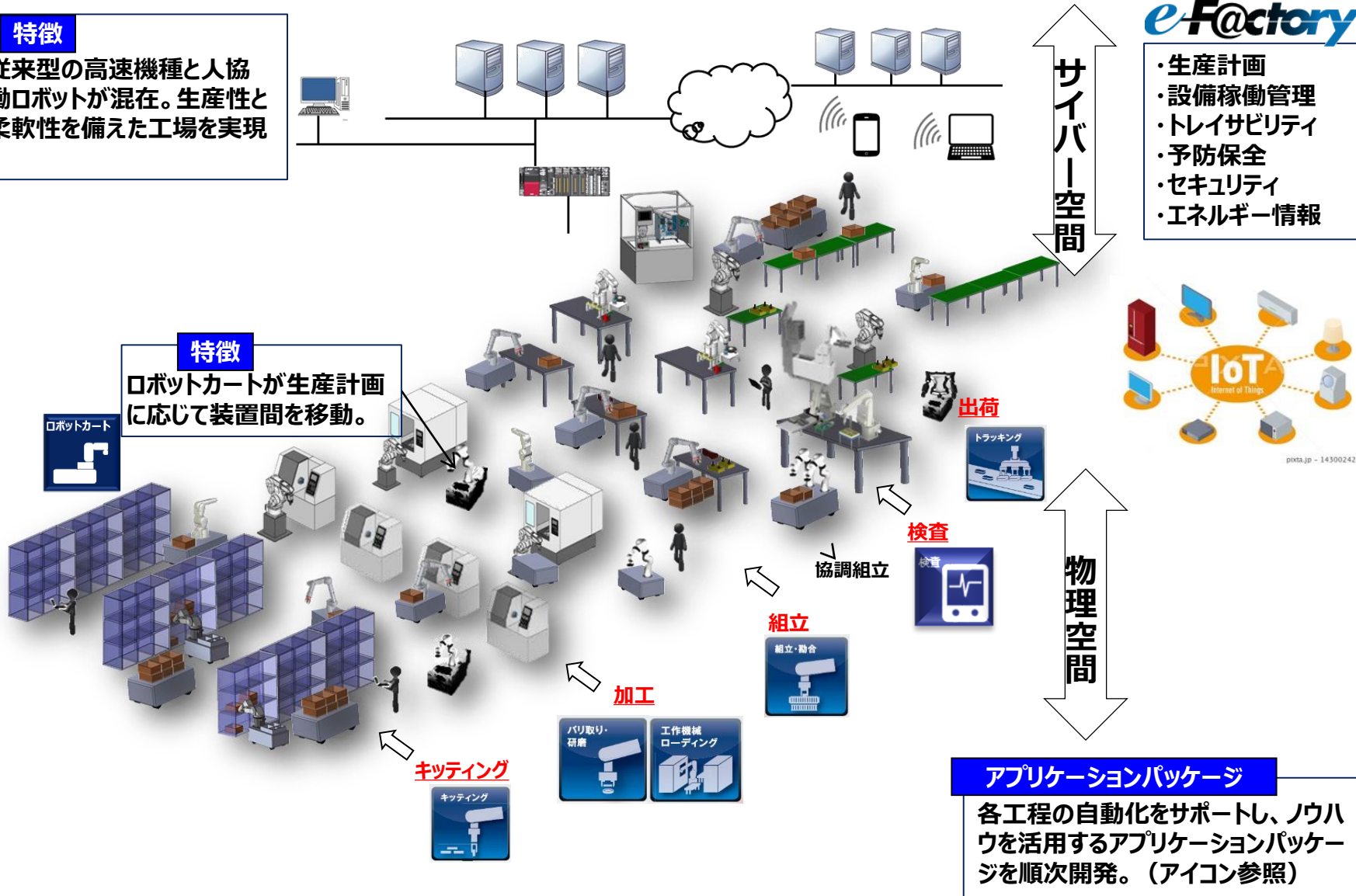
2.三菱電機の自動化への取組み

3.柔軟な生産形態を実現する協働ロボット

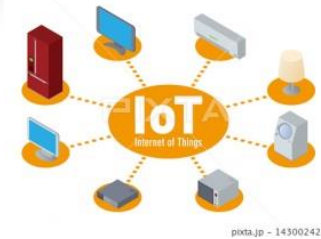
4.人とロボットが協働するスマートファクトリー

特徴
従来型の高速機種と人協働ロボットが混在。生産性と柔軟性を備えた工場を実現

特徴
ロボットカートが生産計画に応じて装置間を移動。



- e-F@ctory**
- ・生産計画
 - ・設備稼働管理
 - ・トレーサビリティ
 - ・予防保全
 - ・セキュリティ
 - ・エネルギー情報

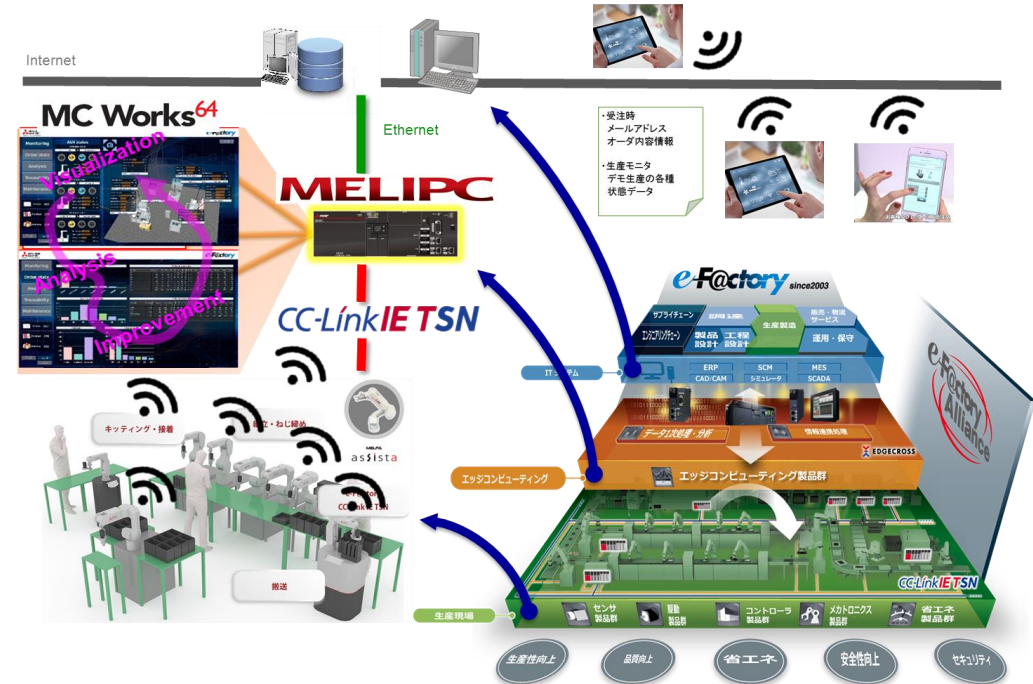


アプリケーションパッケージ
各工程の自動化をサポートし、ノウハウを活用するアプリケーションパッケージを順次開発。(アイコン参照)

MELIPCエッジコンピューティングによりあらゆるデータを「リアルタイムに収集・分析・診断」

オープンなソフトウェアプラットフォーム「Edgecross」及びデータコレクタにより、あらゆるデータを容易に収集しMC-Works64により分析・診断する事でオーダー変更に対応。生産計画の自律的な再構築により止まらない工場を実現

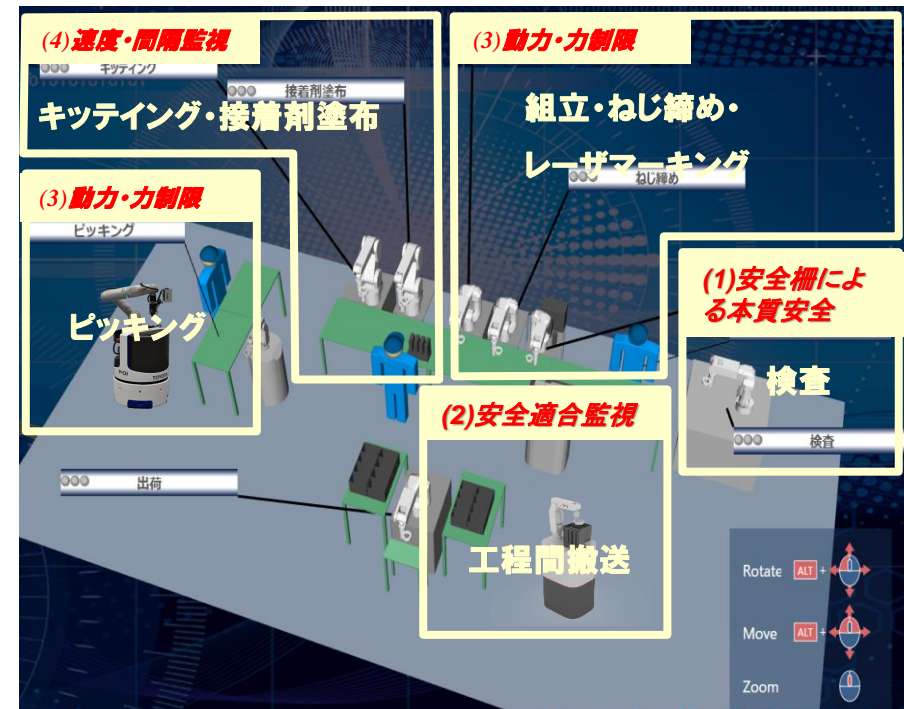
CC-Link IE TSN対応により超高速・高精度通信を実現し、エンジニアリングチェーンからサプライチェーンまでものづくり全体を最適化



作業・工程内容により最適な人とロボットの共存形態を実現

人とロボットの「エリア共有の必要性」及び「生産性(動作速度)」から、下記4種類の共存形態を最適配置。柔らかい素材やマグネットなど繊細な作業は「人」、接着剤塗布やネジ締めなど繰返し精度が必要な作業は「ロボット」が担当し作業分担を最適化

	共存形態	エリア共有	生産性 (動作速度)	安全柵 レス	作業・ 工程
(1)	MELFA FR + 安全柵による本質安全 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	検査
(2)	MELFA FR + 安全適合監視 安全オプション 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	工程間 搬送
(3)	MEL-A asista + 動力・力制限 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	組立 ねじ締め ピッキング 等
(4)	MELFA FR + 速度・間隔監視 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	キッティング 接着剤 塗布



変種変量生産へのフレキシブルな対応を実現

ロボットは全てAGVもしくは台車に設置されており、必要な時に必要な場所へ移動可能。あらゆる場所でMELFA-SmartPlusにより位置ずれを自動補正

高機能型台車
(天板に機材・治具等
設置可能)



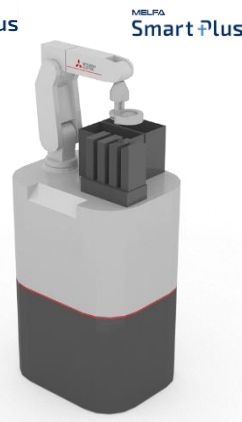
佐島電機株式会社

省スペース型台車
(アンカー固定可能)



NIC Autotec, Inc. エヌアイシ・オートテック

工程間搬送用AGV
(スキャナセンサ
内蔵可能)



田辺工業株式会社
TANABE ENGINEERING CORPORATION

ピッキング用AGV
(自立走行可能)



自律走行AGV Air-P
TOYOTA L&F

人とロボットは音声認識技術(当社)、空間認識技術(リコー社All Line Recognizer)により双方向コミュニケーション。あらゆる工程変更を容易に実現。

音声認識技術
(情報総研)



空間認識技術



まとめ

三菱電機はe-F@ctoryと智能化ロボット, AIにより
世界の製造業をつなぎ、ものづくりの効率化に貢献します



