

FAにおけるデータモデルの活用事例 – OPC UAサーバとしてのEdgexcross



一般社団法人Edgexcrossコンソーシアム
IIoTエバンジェリスト
茅野 真一郎

本日のご説明内容

1. Edgecrossとは
2. マネジメントシエルご紹介
3. ライン管理への活用事例
4. KPIとCPS活用事例
5. まとめ

1. Edgecrossとは



EDGECROSS

CONSORTIUM

企業・産業の枠を超え、エッジコンピューティング領域を軸とした新たな付加価値創出を目指す

グローバルでの IoT化や、日本政府が提唱している「Society 5.0」と
Society 5.0 につながる「Connected industries」の活動に寄与

【主な活動】

FAとITを協調させる日本発のエッジコンピューティング領域の
ソフトウェアプラットフォーム「Edgecross」の仕様策定・普及推進

- ① Edgecross の普及（プロモーションと販売）
- ② Edgecross の仕様策定
- ③ Edgecross 対応製品の認証
- ④ マーケットプレイスの運営等による会員各社の販売支援
- ⑤ 部会活動等の企業間の協力と協働の場の提供
- ⑥ 学術機関（大学・研究所）、関係団体との連携

【幹事会社】



参加企業・団体

300社以上

ソフトウェアメーカー、工作機械メーカー、産業PCメーカー、機器メーカー、システムインテグレータ、エンドユーザ、商社など幅広くご登録

Edgecrossコンソーシアム組織

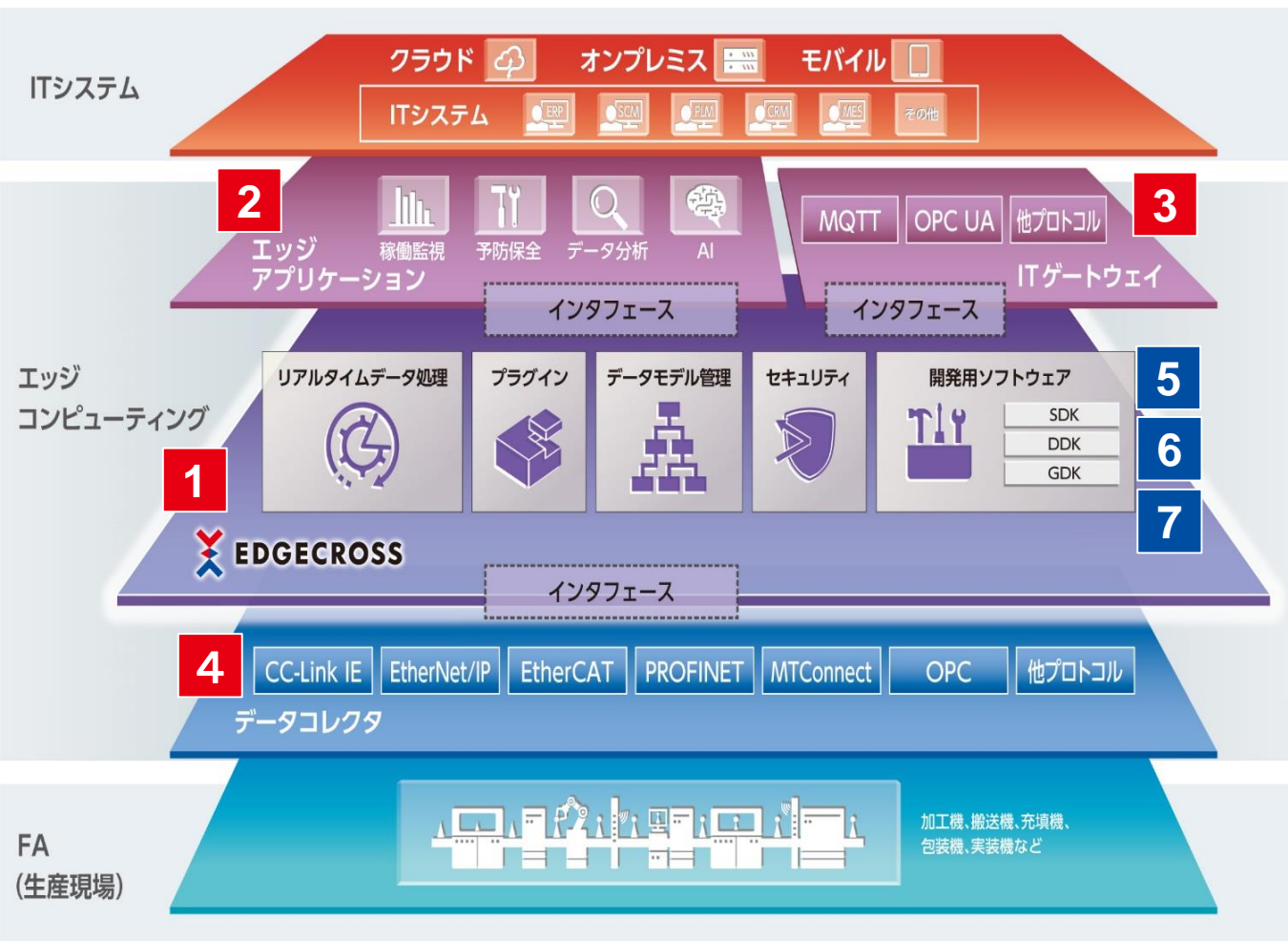


Edgecrossはオープンなプラットフォーム

No.	オープン性	概要
1	システム構成	要求性能やコストにより、 一般のパソコンから産業用PCまで自由に選べ 、目的に応じた最適なシステムを構築可能。
2	対象FAシステム	データコレクタにより、FA現場に存在する 様々なベンダーの機器・装置を対象としてアクセス可能 。また、過去から使用している既存の設備にも対応可能。
3	仕様策定	仕様を 各社の集まるWGで協議して策定 するため、オープン性/透明性を確保。外部団体との連携も実施。
4	システム開発	Edgecross開発用キットにより、 自由にアプリケーション、データコレクタを開発可能 。認証もあり、安心して使用可能。
5	会員参加	コンソーシアムホームページより 様々な企業が入会可能 。会員区分で費用なども平準化。
6	製品利用	ID登録さえ行えばHP上の マーケットプレイスから、どなたでもソフトウェアの購入が可能 。会員製品は、既存の会員商流でも購入可能。

Edgecross の構成要素

Edgecross基本ソフトウェアと対応製品を組み合わせることでシステムを構築



Edgecrossを使う

1 基本ソフトウェア

ECCが開発・販売

エッジコンピューティングの基本機能を提供するプラットフォームソフトウェア

2 エッジアプリケーション

会員が開発・販売

生産現場のデータ活用のための様々な処理を実行するソフトウェア

3 ITゲートウェイ

会員が開発・販売

生産現場のデータをITシステムに連携するソフトウェアコンポーネント

4 データコレクタ

会員が開発・販売

各種ネットワークを介し、生産現場のデータを収集するソフトウェアコンポーネント

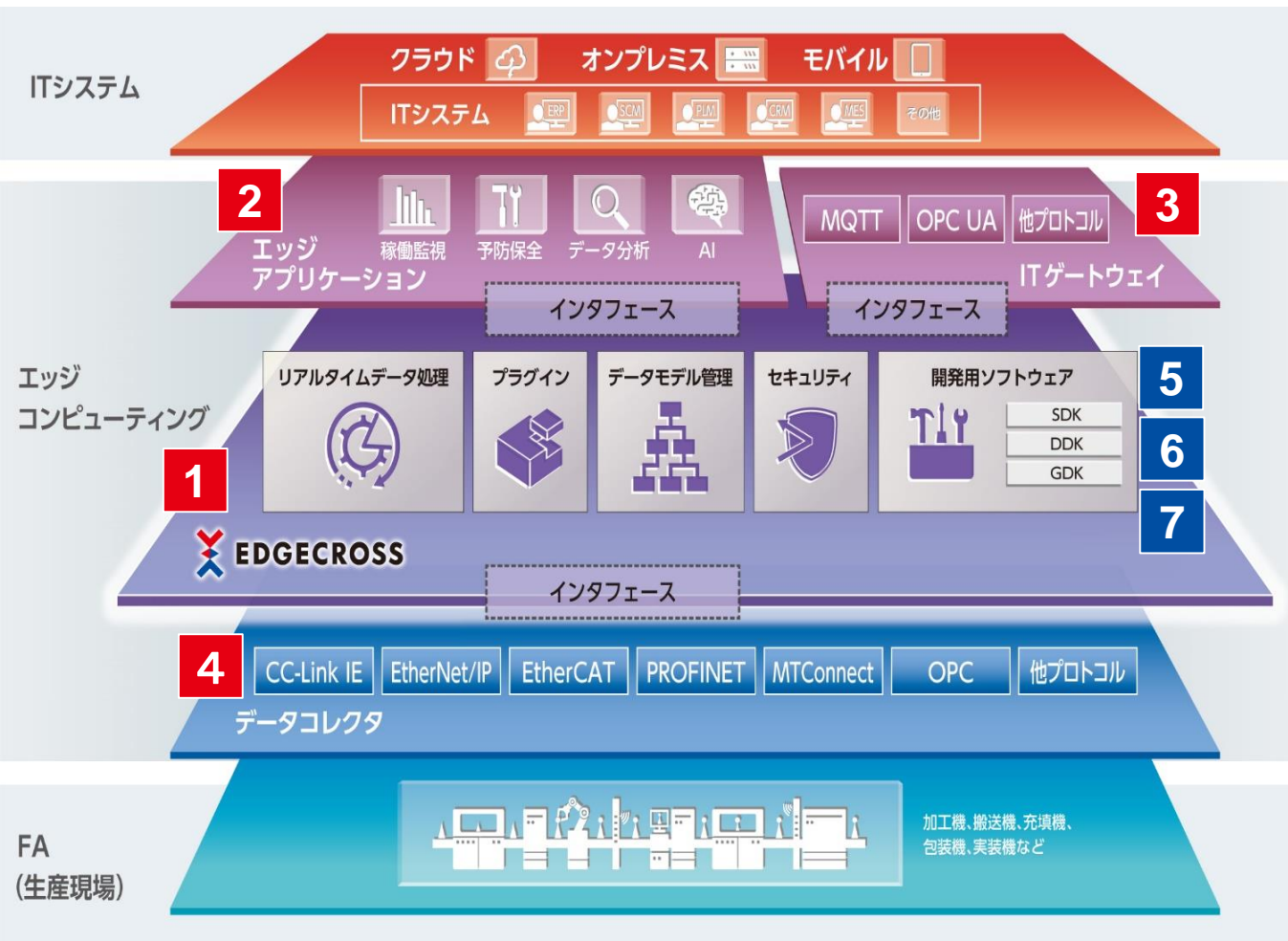
Edgexross の構成要素

対応製品を開発するための開発キットを提供

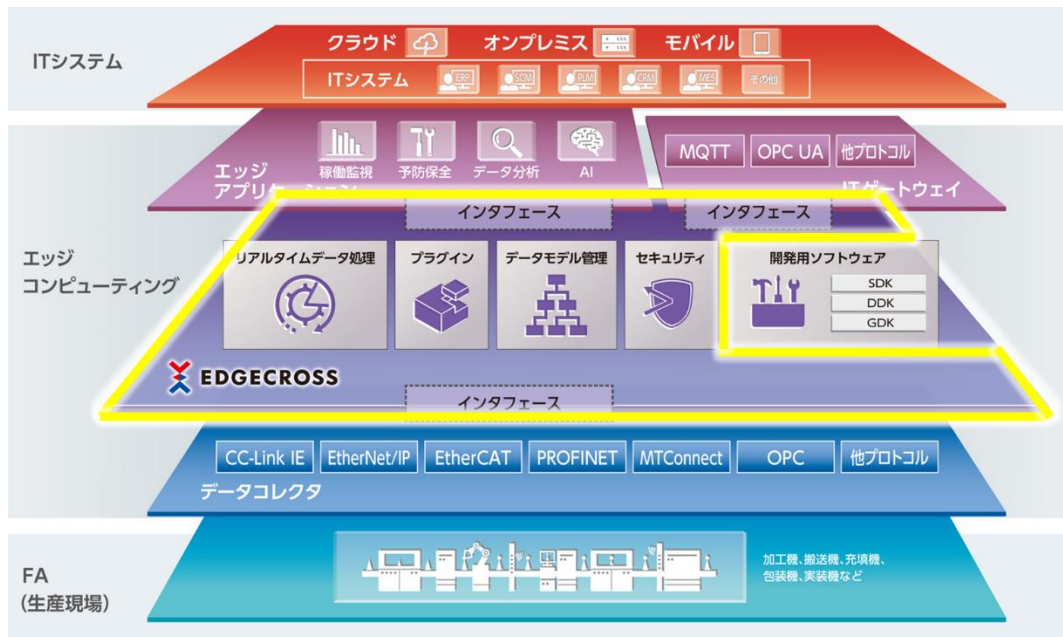
ECCが開発・販売
会員 (レギュラー以上) のみ購入可

Edgexross対応製品を開発

- 5 **SDK** (Software Development Kit)
エッジアプリケーションを開発するための開発キット
- 6 **DDK** (Data collector Development Kit)
各種データコレクタを開発するための開発キット
- 7 **GDK** (Gateway Development Kit)
ITゲートウェイを開発するための開発キット



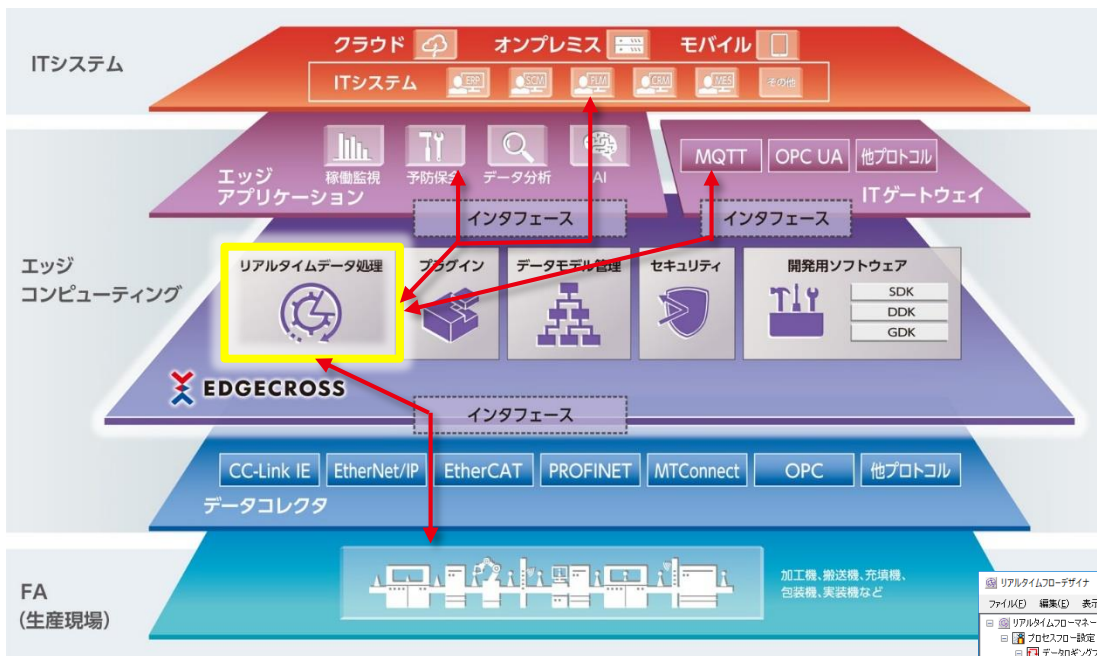
FAとITを協調させるオープンな日本発のエッジコンピューティング領域のソフトウェアプラットフォーム



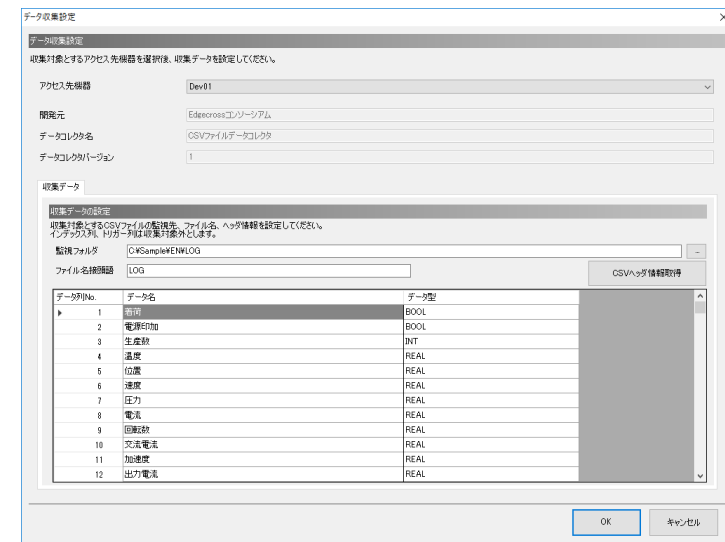
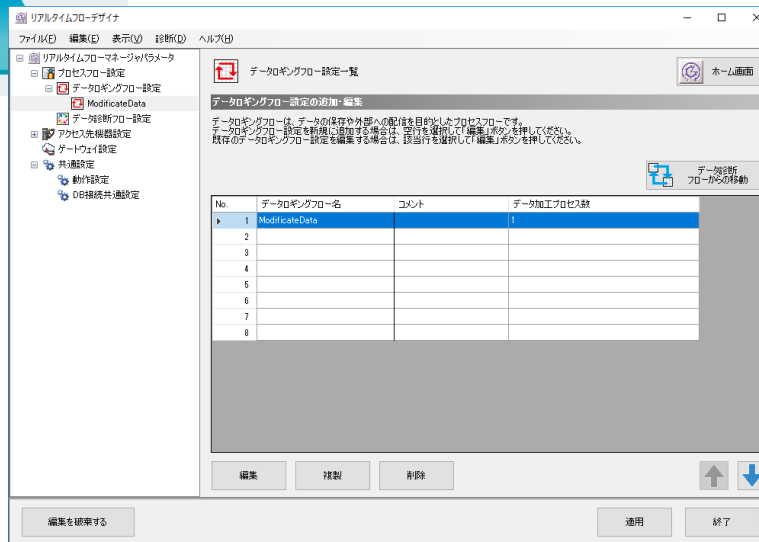
- Edgecrossのプラットフォーム本体
- FA側、IT側にそれぞれI/Fを持つ
- リアルタイムデータ処理、データモデル管理の2つの機能を備える
- エッジアプリケーション／ITシステム、データコレクタを組み合わせ使用
- Windows PCで動作（専用H/W不要）

Edgecross基本ソフトウェア～リアルタイムデータ処理

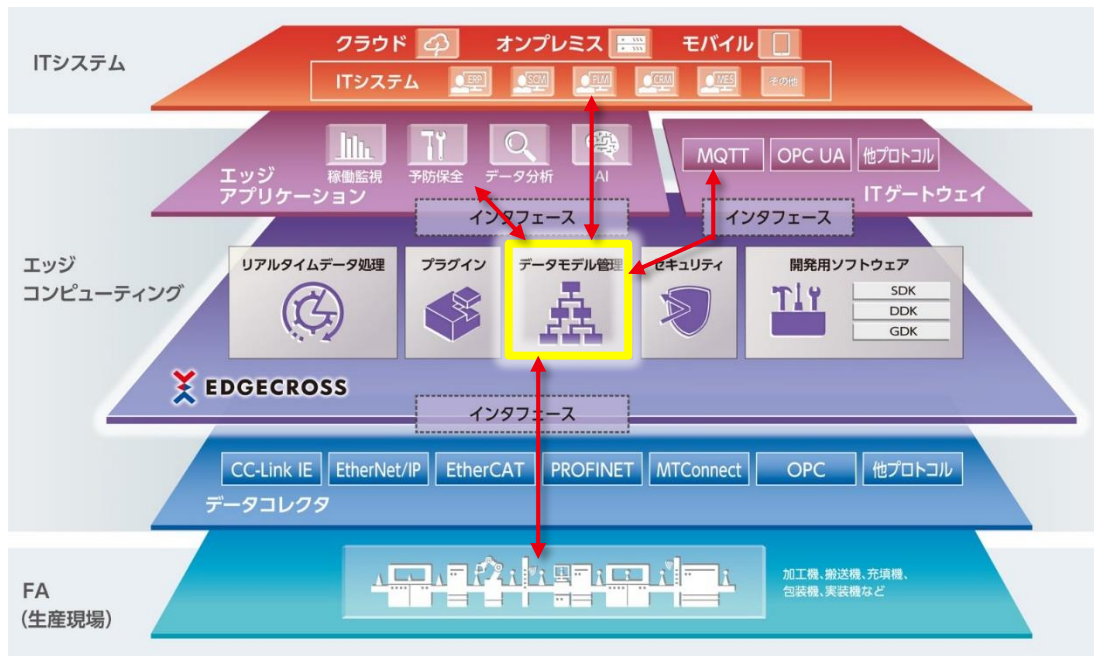
生産現場から連続発生するリアルタイムデータを
エッジアプリケーション・ITシステムに最適な形式、タイミングで配信



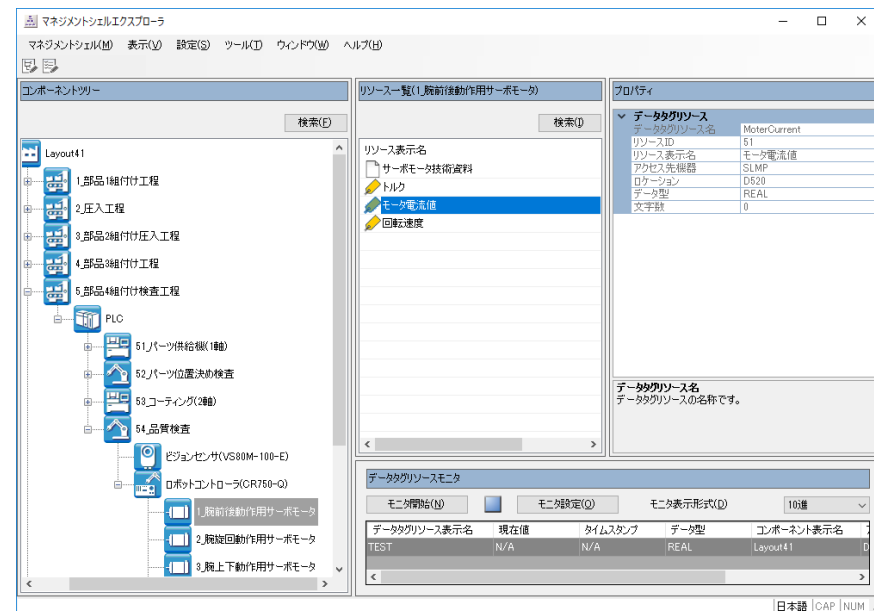
- 生産現場のデータを定周期(1ms～)で収集し、時系列データ化
- IT側で扱いやすい形にデータを加工可能 (切り出し、スケーリングなど)
- 時系列データをIT側で扱いやすいI/Fでデータを連携 (CSV、DB、MQTT、C言語API)
- IT側の分析結果を受け取り、その結果を元に生産現場へフィードバックが可能



生産現場の機器・装置・ラインを抽象化し、階層的に管理

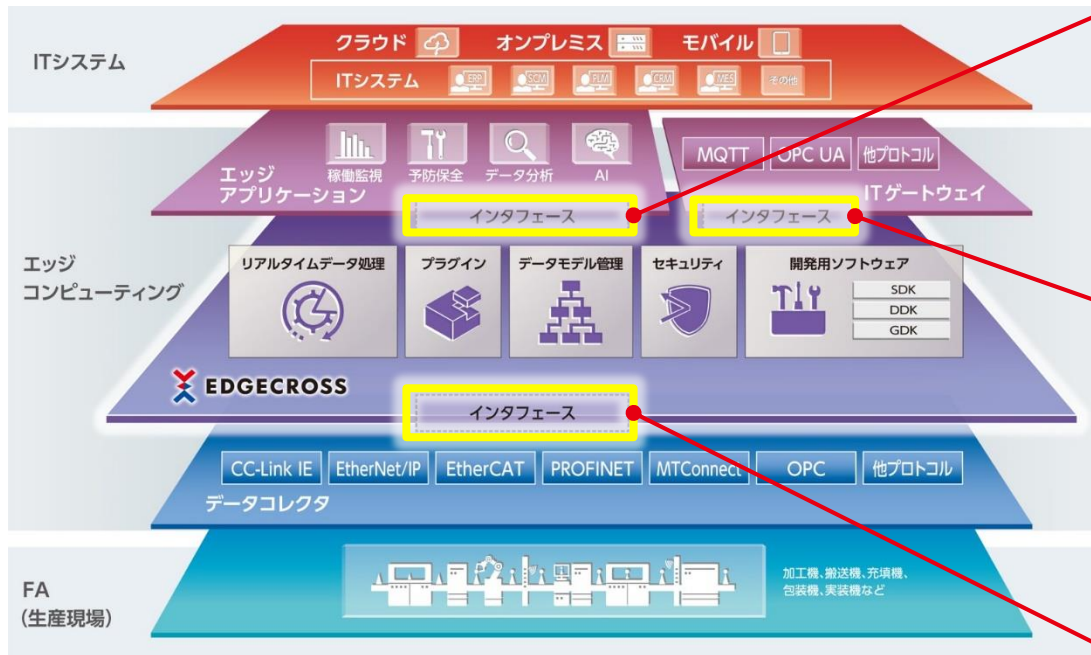


- 生産現場のデータを抽象化
例) D100 : 100 → 電流 : 100
※"D100"を"電流"に抽象化
- 抽象化したデータを階層化して管理
- 抽象化したデータをIT側で扱いやすいI/Fでデータを読み込み、書き込み可能 (OPC UA、C言語API)



インタフェース (I/F)

インタフェースを使用して自由にデータのやりとりができる



■ エッジアプリケーションI/F

I/F名	使用する機能	テクノロジー
データアクセスI/F	データモデル管理	OPC UA
モデルアクセスI/F		
リアルタイムデータ配信I/F	リアルタイムデータ処理	MQTT
リアルタイムデータ診断I/F		MQTT、CSV
ヒストリカルデータアクセスI/F		CSV、DB

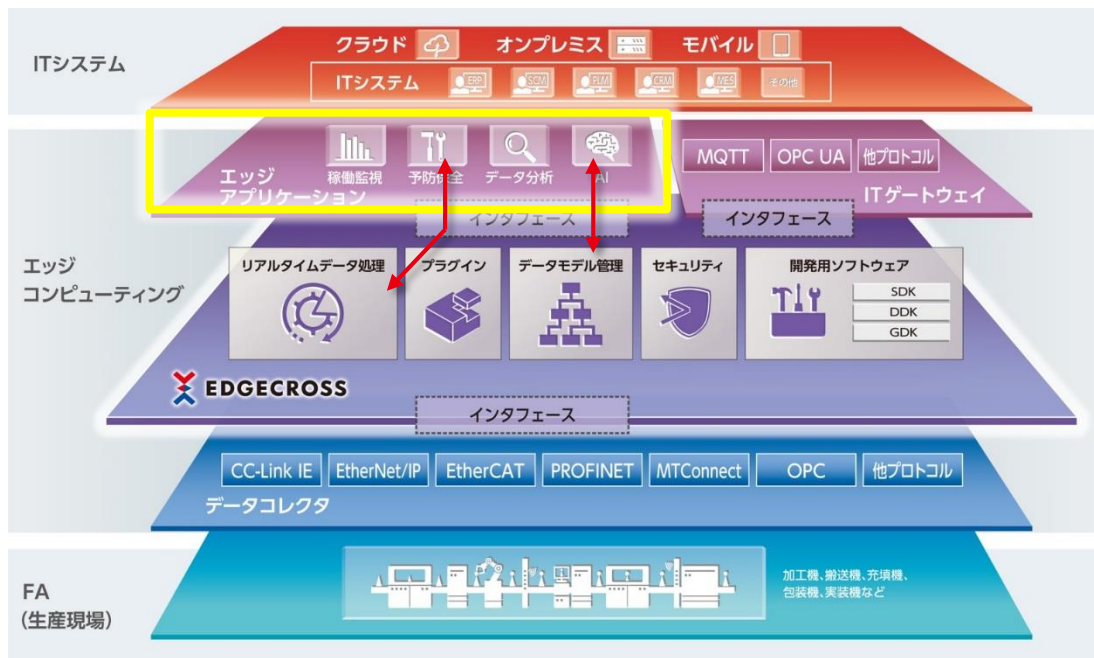
■ ITゲートウェイI/F

I/F名	使用する機能	テクノロジー
データアクセスI/F-G	データモデル管理	C言語API (UIはC#)
モデルアクセスI/F-G		
リアルタイムデータ配信I/F-G	リアルタイムデータ処理	
ヒストリカルファイルアクセスI/F		

■ データコレクタI/F

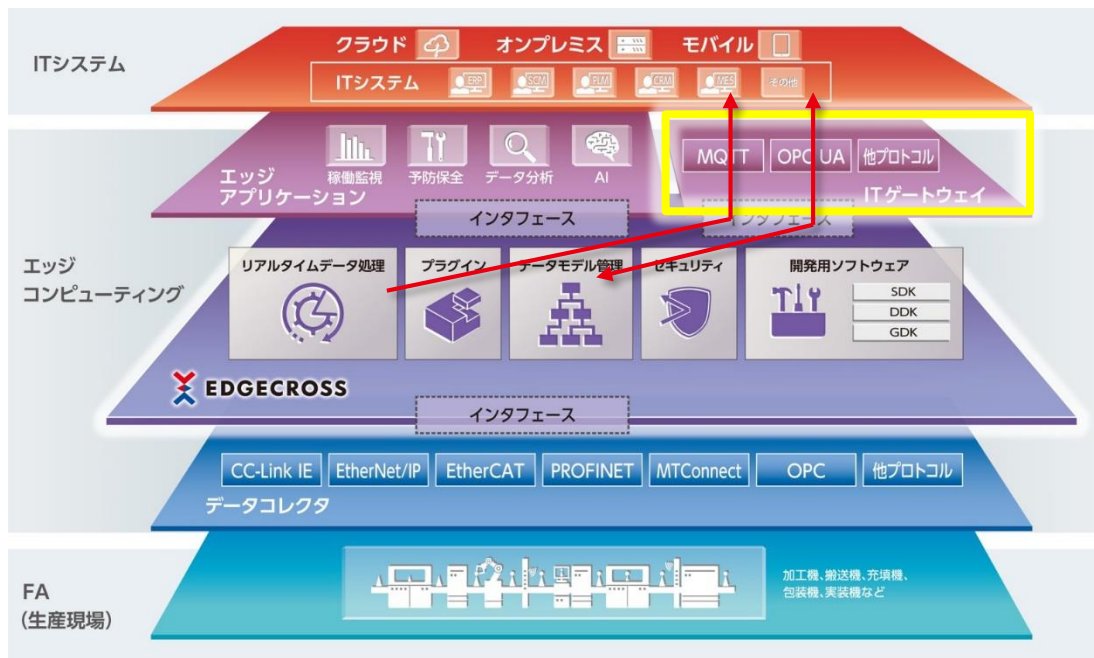
I/F名	使用する機能	テクノロジー
データコレクタI/F	データモデル管理 リアルタイムデータ処理	C言語API (UIはC#)

様々なエッジアプリケーションを選択可能



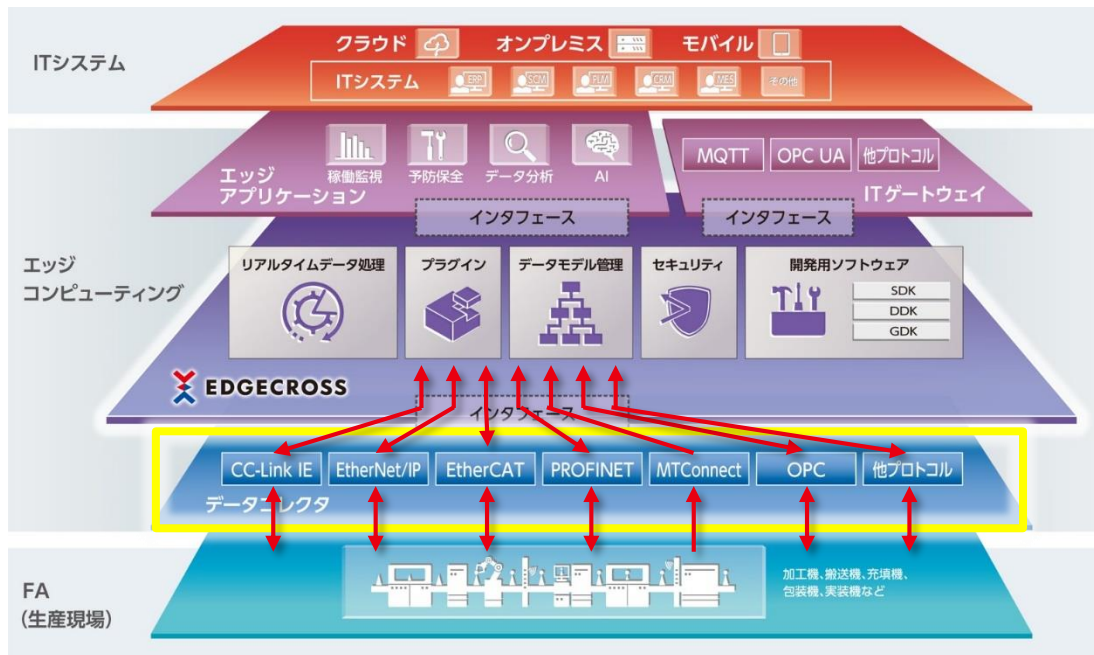
- I/Fを通じて基本ソフトウェアから生産現場のデータを受け取り、データの監視、分析などが可能
- I/Fを通じて基本ソフトウェア経由で生産現場にデータの書き込み、分析結果のフィードバックが可能
- 開発キットで簡単に開発可能
- ECC会員が開発、販売しているエッジアプリケーションを購入して使用可能
- 販売前にECCで認定試験(I/F適合試験)を実施

クラウドやオンプレミスサーバ上のITシステムとの連携が容易



- I/Fを通じて基本ソフトウェアから生産現場のデータを受け取り、任意のテクノロジー（プロトコル）でデータをITシステムに連携可能
- 開発キットで簡単に開発可能
- ECC会員が開発、販売しているITゲートウェイを購入して使用可能
- 販売前にECCで認定試験(I/F適合試験)を実施

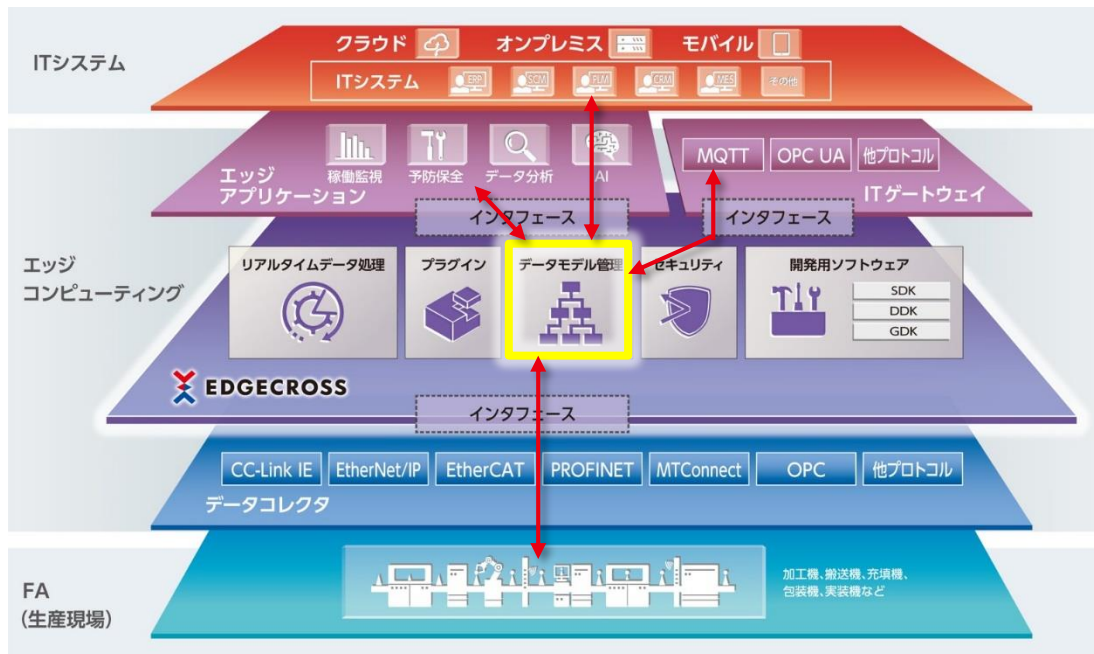
生産現場のあらゆるデータを収集



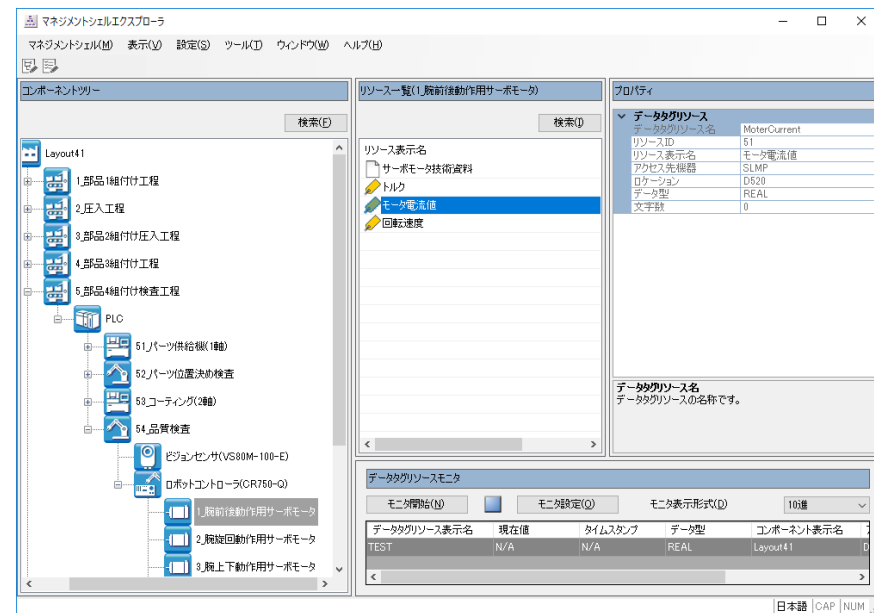
- 生産現場のデータを各ネットワーク規格に沿ってデータを収集
- 収集したデータをI/Fを通じて共通のフォーマットで基本ソフトウェアにデータを渡す
- I/Fを通じて基本ソフトウェアからデータを受け取り、生産現場にフィードバック可能
- 開発キットで簡単に開発可能
- ECC会員が開発、販売しているデータコレクタを購入して使用可能
- 販売前にECCで認定試験(I/F適合試験)を実施

2. マネジメントシエルご紹介

生産現場の機器・装置・ラインを抽象化し、階層的に管理



- 生産現場のデータを抽象化
例) D100 : 100 → 電流 : 100
※"D100"を"電流"に抽象化
- 抽象化したデータを階層化して管理
- 抽象化したデータをIT側で扱いやすいI/Fでデータを読み込み、書き込み可能 (OPC UA、C言語API)



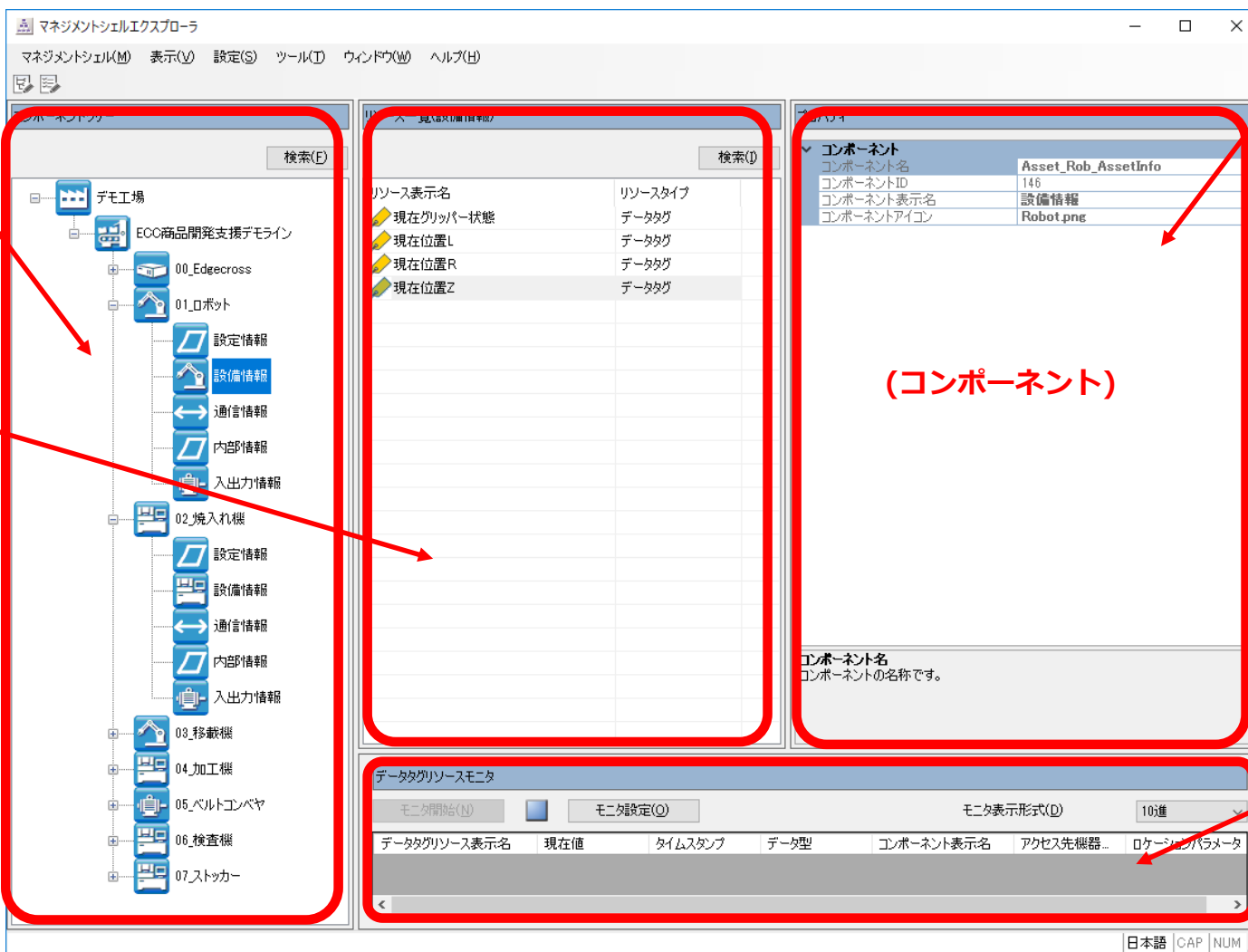
マネジメントシェルの有する機能

- マネジメントシェルは、OPC UAのAPIを具備する

機能	内容
アクセス先機器設定機能	マネジメントシェルエクスプローラを使用して、使用するデータコレクタの選択、アクセス先機器の設定を行う機能。
コンポーネントツリー編集機能	マネジメントシェルエクスプローラを使用して、コンポーネントの編集またはコンポーネントの階層構造の変更を行う機能。
リソース一覧編集機能	マネジメントシェルエクスプローラを使用して、コンポーネントが管理するリソース(データタグリソースまたはファイルリソース)を編集する機能。
OPC UA接続機能	マネジメントシェルがOPC UAサーバとして動作し、OPC UAクライアントであるエッジアプリケーションに対してモデルアクセスI/F、データアクセスI/Fを提供する機能。
ゲートウェイ連携機能	ゲートウェイからのデータモデルの参照、データ読出し、およびデータ書込みの要求に応答し、実行する機能。

マネジメントシェルエクスペローラ

- マネジメントシェルの機能は、マネジメントシェルエクスペローラで設定。



The screenshot shows the Management Shell Explorer application with several key areas highlighted by red boxes and arrows:

- Component Structure (階層表示):** A tree view on the left showing a hierarchy of components like 'デモ工場', '00_Edgecross', '01_ロボット', etc.
- Resource List (リソース一覧):** A table in the center-left showing resources such as '現在グリッパ-状態', '現在位置L', etc.
- Component Properties (コンポーネントのプロパティ):** A table in the center-right showing properties for a selected component, such as 'Asset_Rob_AssetInfo', '146', etc.
- Data Tag Resource Properties (データタグリソースのプロパティ):** A detailed view on the right showing properties for a specific data tag resource, such as 'I_Execute', '1493', etc.
- Data Tag Resource Monitoring (データタグリソースの値をモニタリング):** A monitoring table at the bottom showing columns for 'データタグリソース表示名', '現在値', 'タイムスタンプ', etc.

コンポーネントの構成を表示 (階層表示)

リソース一覧を表示

コンポーネントまたはリソースのプロパティを表示

(コンポーネント)

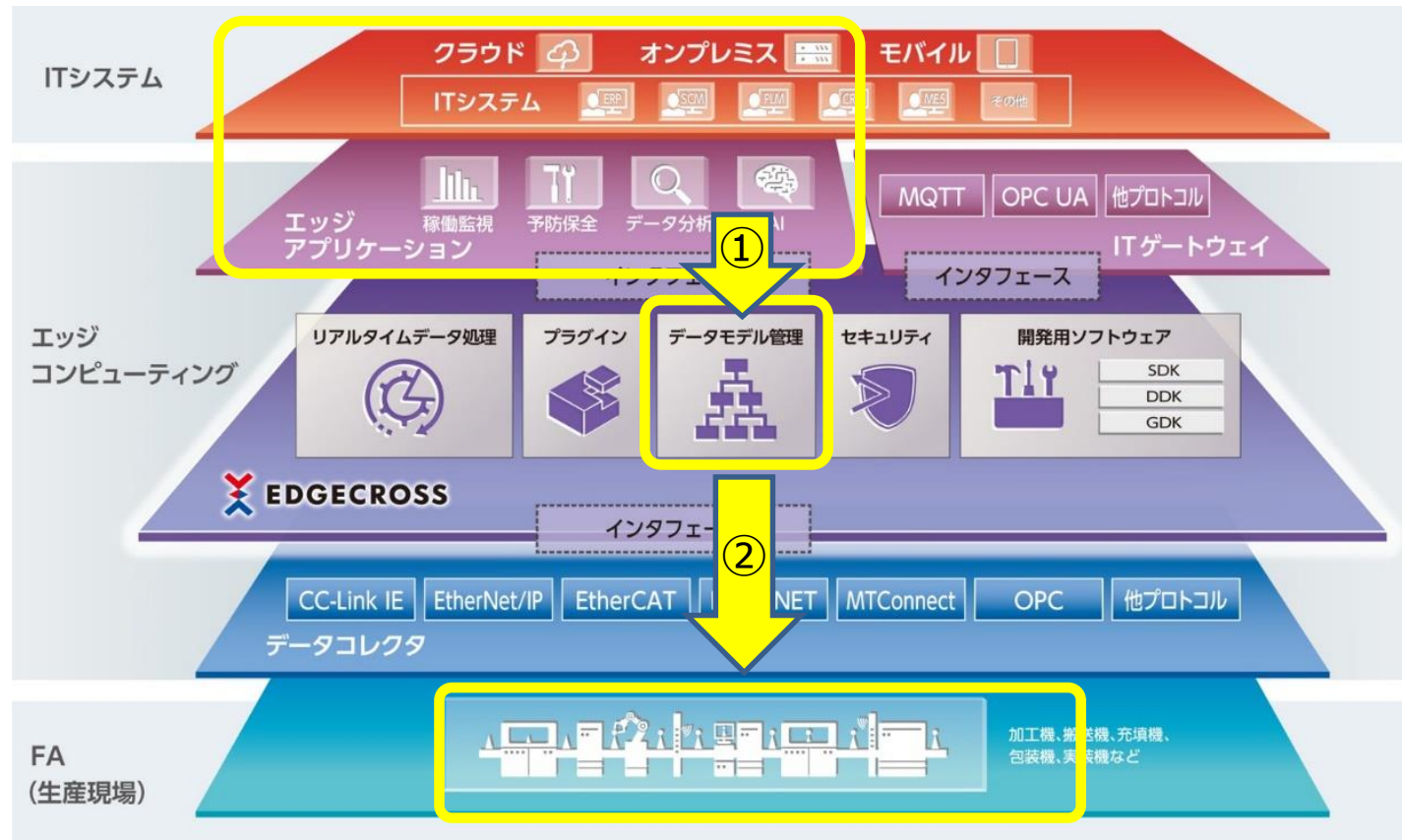
(データタグリソース)

データタグリソースの値をモニタリング

マネジメントシェルとOPC UAの関係

2つの関係

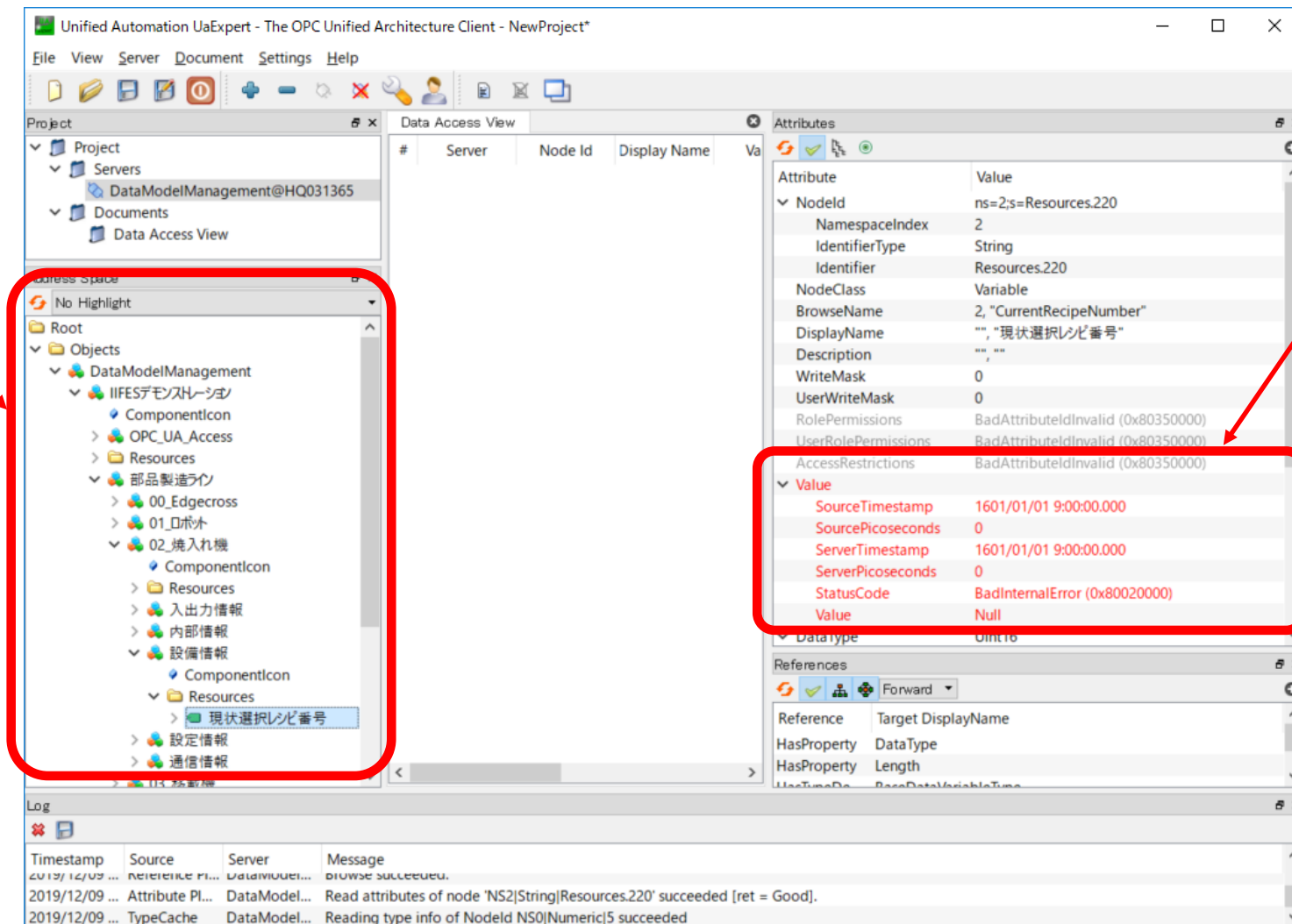
- ① OPC UAサーバとして、アプリケーションからアクセスされる
(サブスクリプションも利用可能)
- ② OPC UAクライアントとして、設備附属のOPC UAサーバをアクセスする
(データコレクタを使用)



OPC UAクライアントからのアクセスされる例

- UaExpertからのアクセス例

コンポーネントの構成が見える



The screenshot shows the UaExpert interface with the following components:

- Project Tree (Left):** Shows a hierarchy of nodes including 'DataModelManagement@HQ031365' and 'Data Access View'.
- Address Space (Middle-Left):** A tree view showing the component structure. A red box highlights the path: Root > Objects > DataModelManagement > IIFESデモンストラシヨ > OPC_UA_Access > Resources > 部品製造ライン > 02_焼入れ機 > Resources > 現状選択レシピ番号.
- Data Access View (Middle-Right):** A table with columns: #, Server, Node Id, Display Name, Value.
- Attributes (Right):** A table showing attribute details for the selected node. A red box highlights the 'Value' section, which contains:

Attribute	Value
NodeId	ns=2;s=Resources.220
NamespaceIndex	2
IdentifierType	String
Identifier	Resources.220
NodeClass	Variable
BrowseName	2, "CurrentRecipeNumber"
DisplayName	""; "現状選択レシピ番号"
Description	""; ""
WriteMask	0
UserWriteMask	0
RolePermissions	BadAttributeIdInvalid (0x80350000)
UserRolePermissions	BadAttributeIdInvalid (0x80350000)
AccessRestrictions	BadAttributeIdInvalid (0x80350000)
Value	Null
SourceTimestamp	1601/01/01 9:00:00.000
SourcePicoseconds	0
ServerTimestamp	1601/01/01 9:00:00.000
ServerPicoseconds	0
StatusCode	BadInternalError (0x80020000)
DataType	UInt16
- Log (Bottom):** Shows system messages such as 'Read attributes of node 'NS2|String|Resources.220' succeeded [ret = Good].'

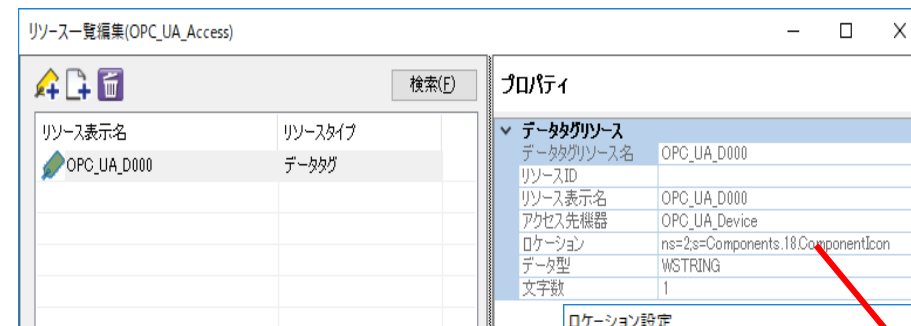
値が見える

OPC UAサーバへアクセスする例

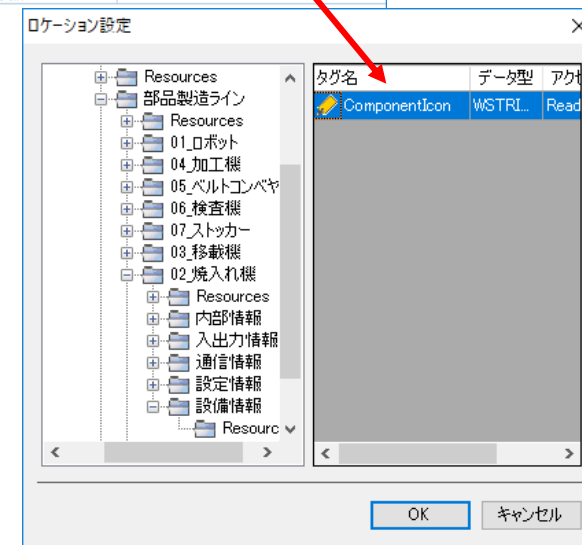
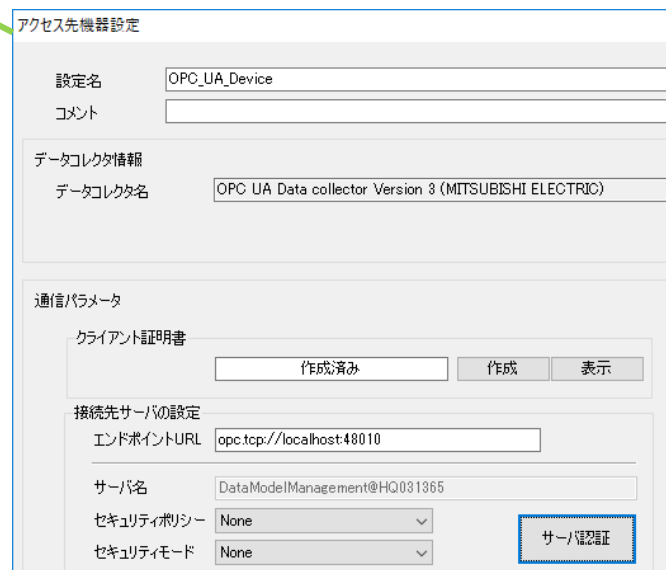
- ・ OPC UAデータコレクタ（三菱電機様製）の設定例



②データタグリソースの登録



①OPC UAサーバの接続



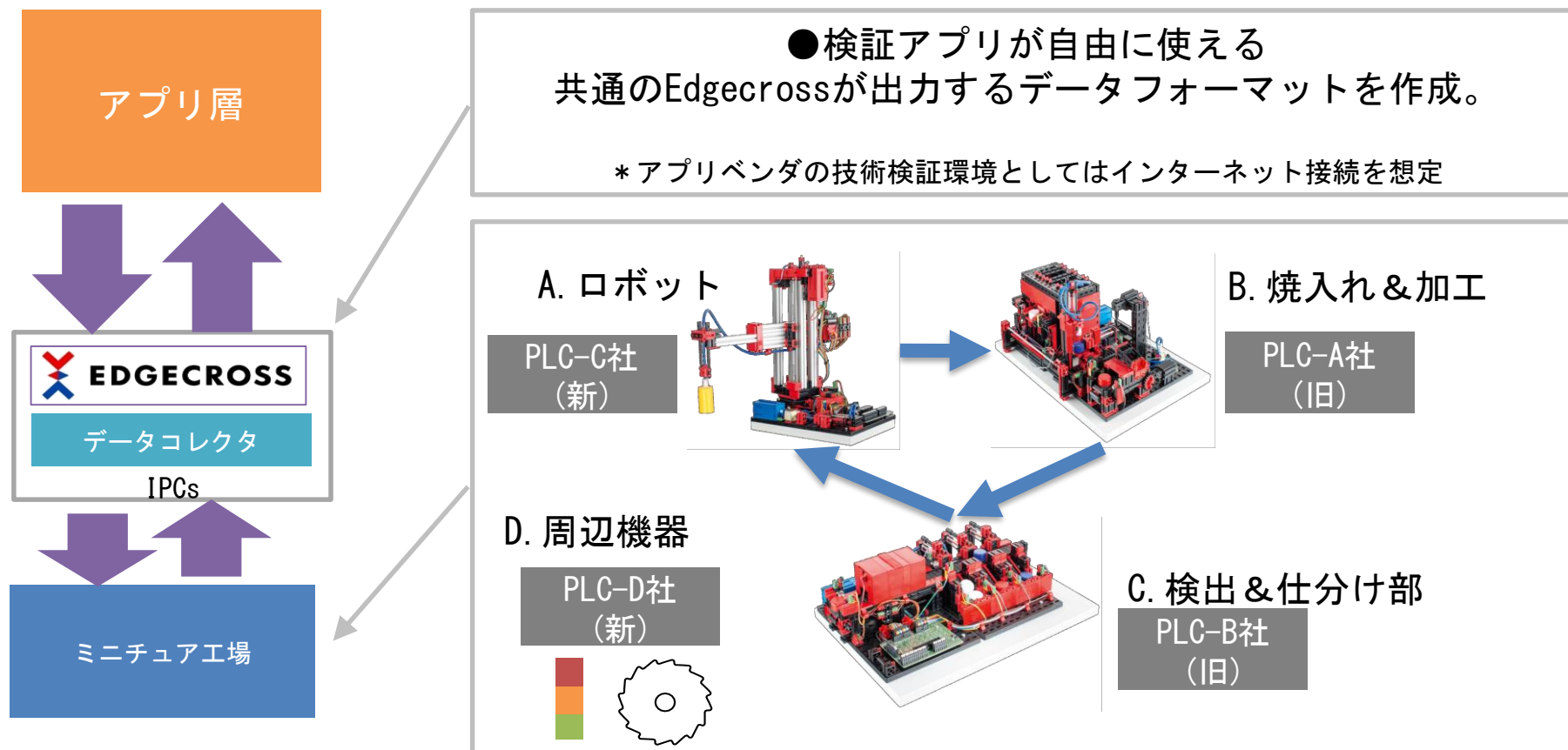
3. ライン管理への活用事例

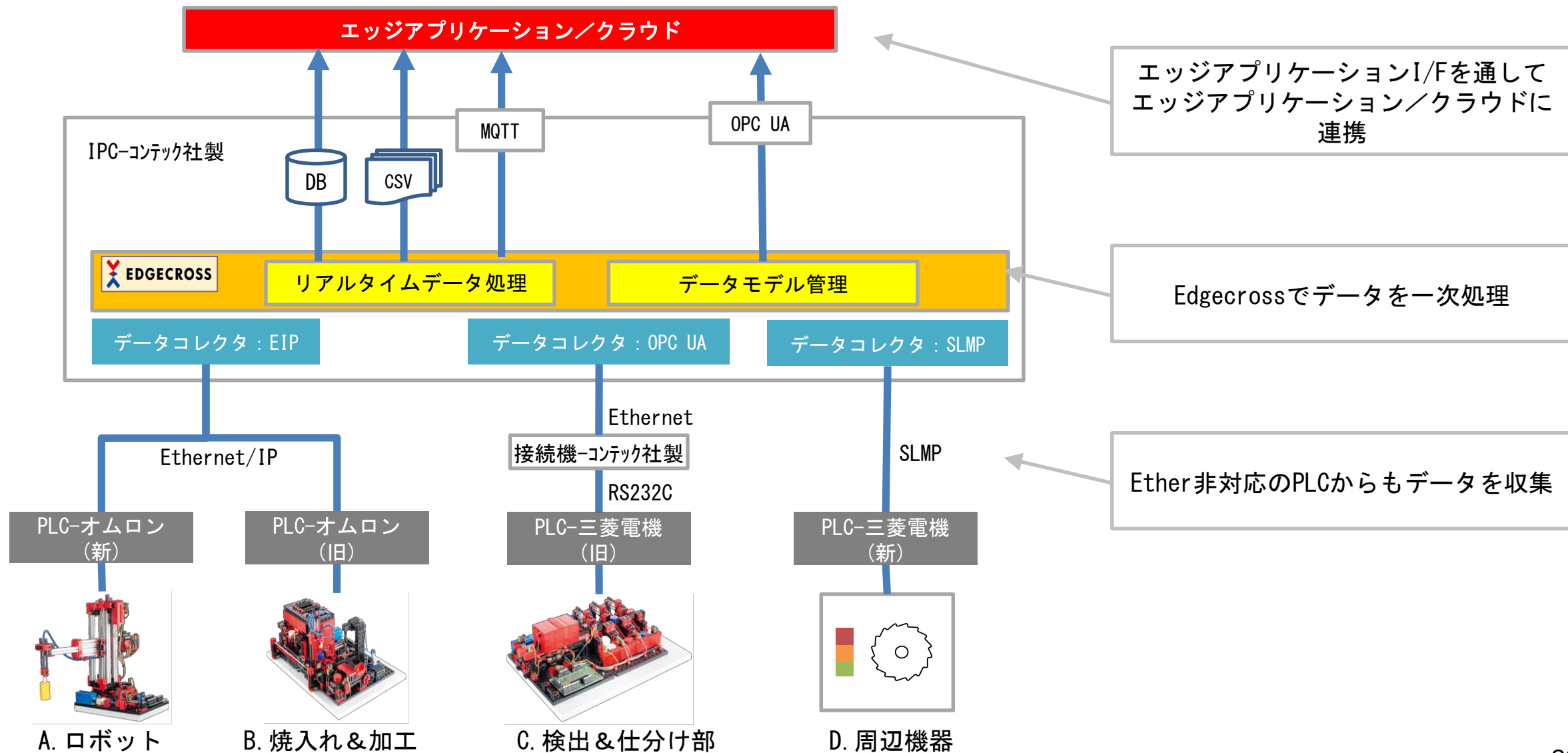
活用事例概要 (IIFES・Edgecrossブース展示)

- 開発の背景

Edgecrossのメンバーのシステム開発用の事例とする。

- IIFESにてメンバーのデモンストレーションの対象とする
- IIFES後は常時利用できるシステム環境とする

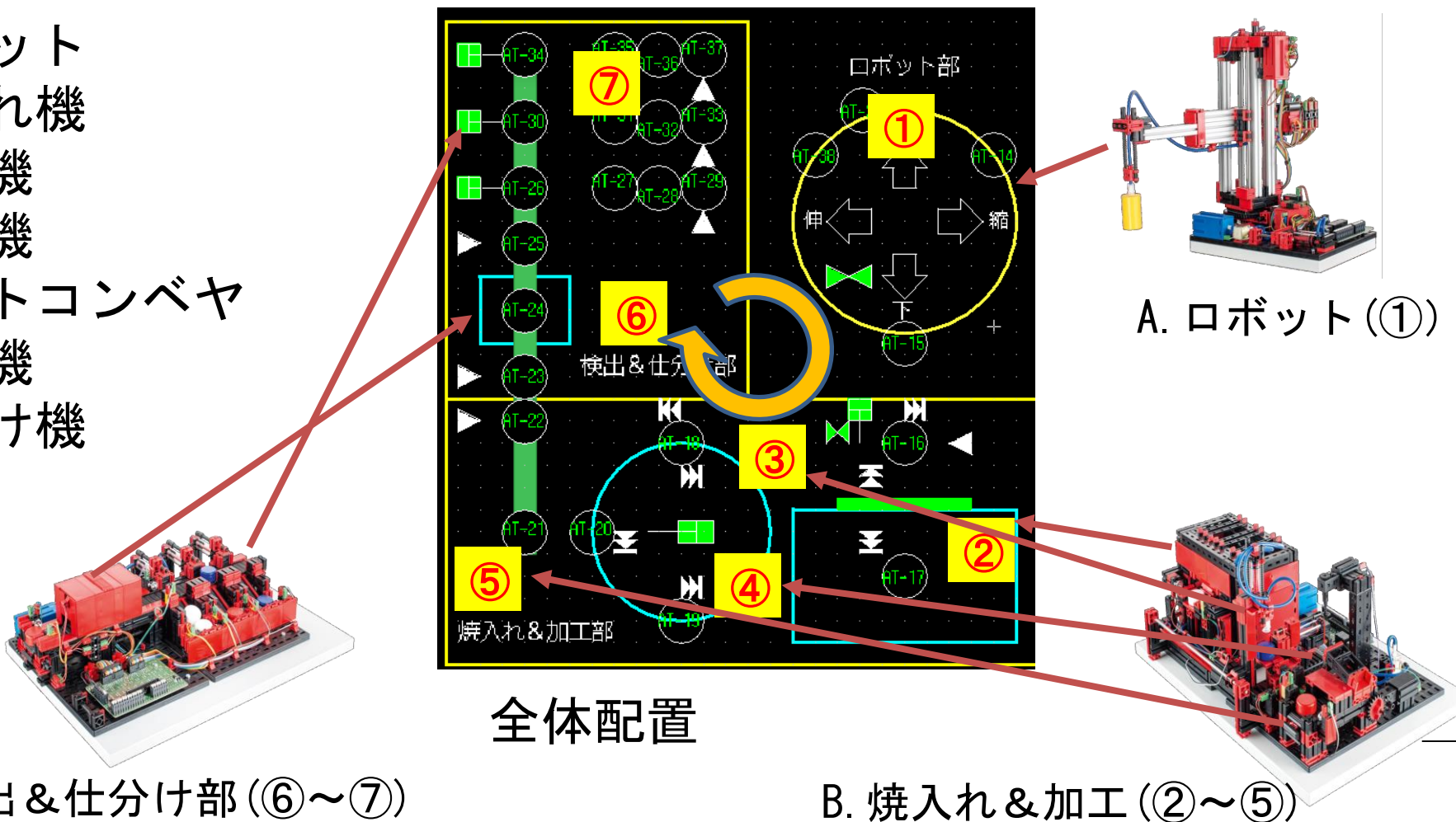




ミニチュア工場の構成

【模擬ライン構成設備】

- ① ロボット
- ② 焼入れ機
- ③ 移載機
- ④ 加工機
- ⑤ ベルトコンベヤ
- ⑥ 検査機
- ⑦ 仕分け機

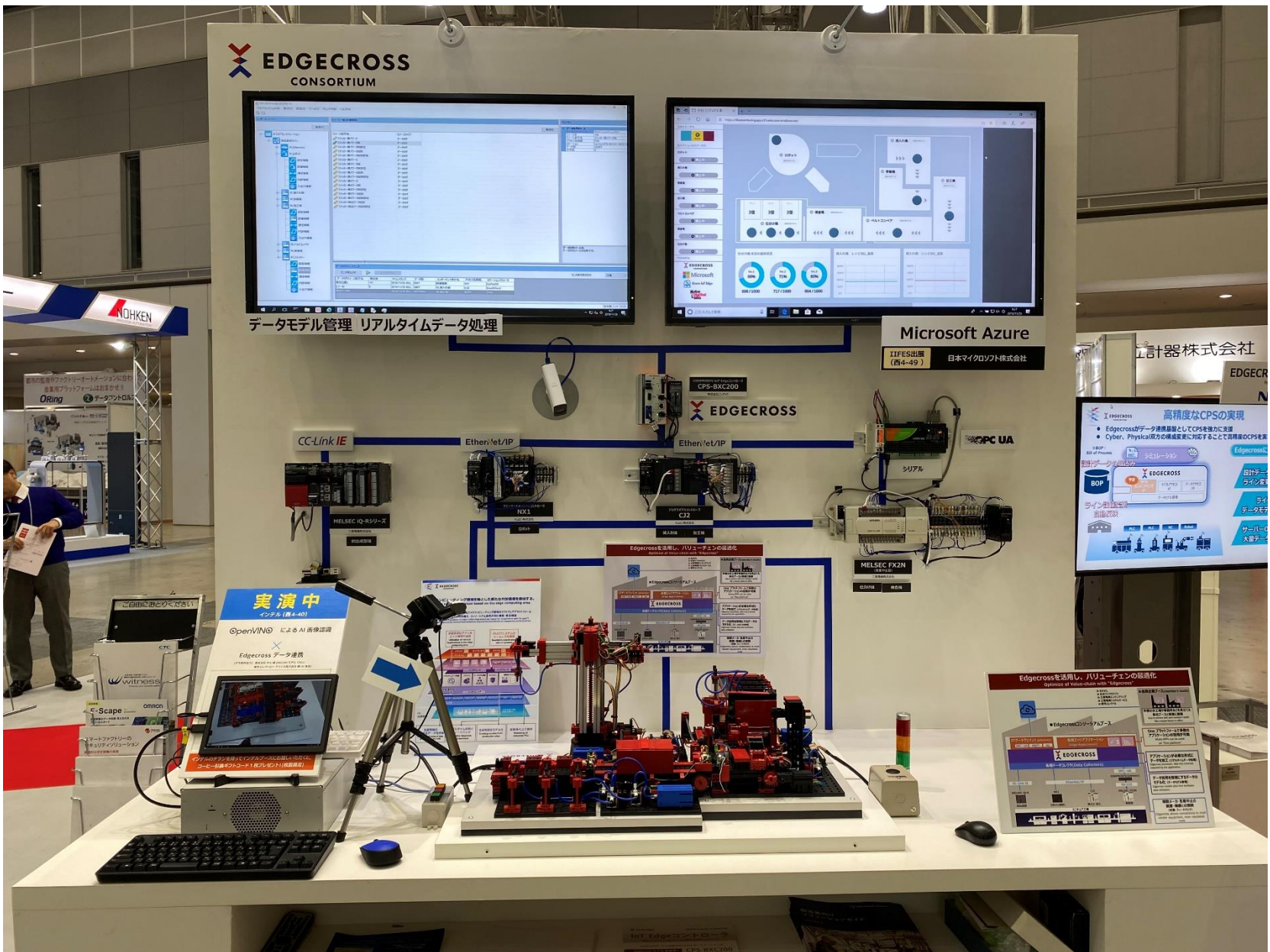


C. 検出 & 仕分け部 (⑥~⑦)

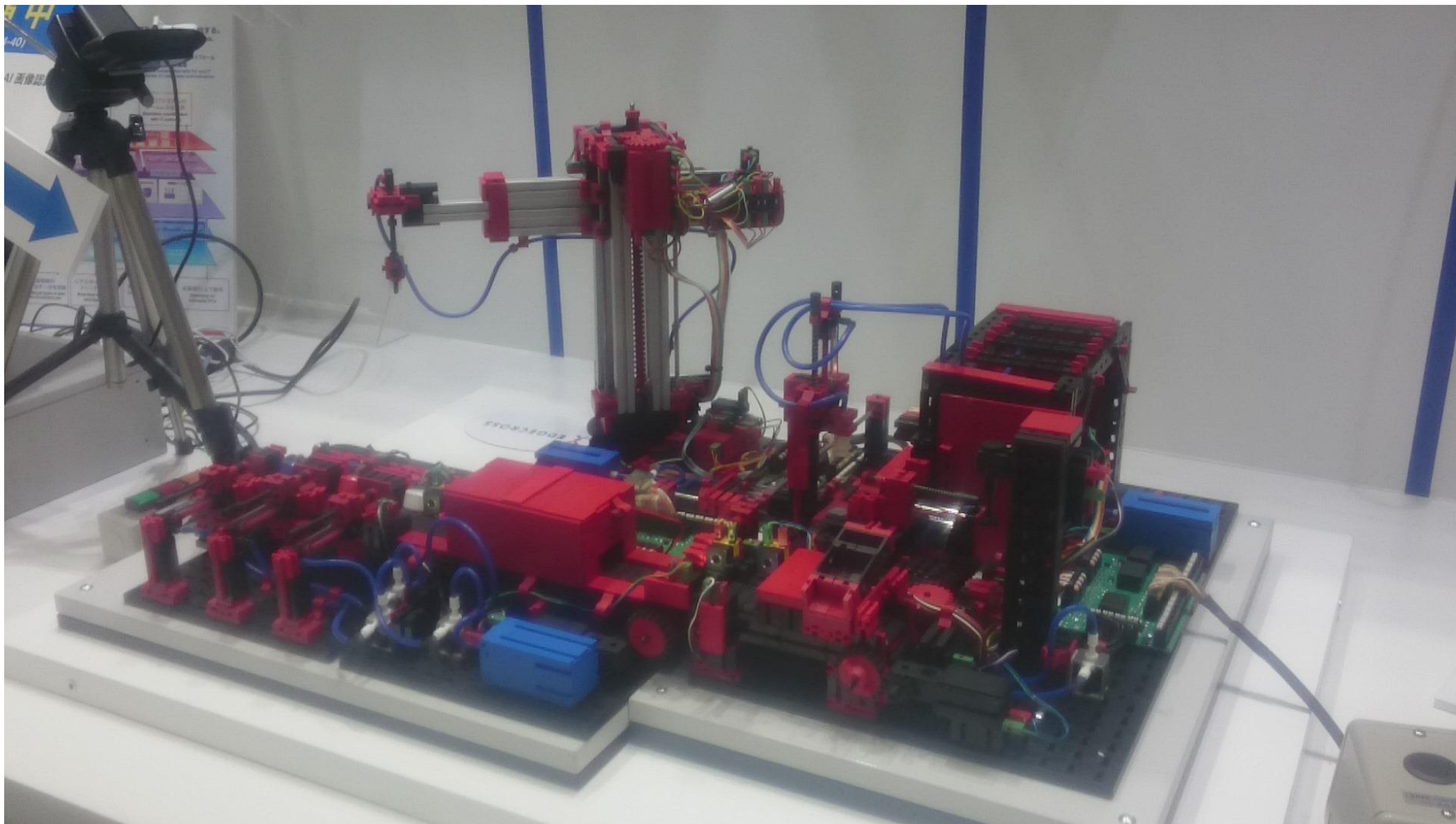
B. 焼入れ & 加工 (②~⑤)

疑似故障
発生ボタン

システム全景 (IIFES展示)



ミニチュア工場 (IIFES 展示)



OPC UAにおけるモデル（全体）

マネジメントシェルエクスプローラ

マネジメントシェル(M) 表示(V) 設定(S) ツール(T) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

コンポーネントツリー

検索(E)

- デモ工場
 - ECC商品開発支援デモライン
 - 00_Edgecross
 - 01_ロボット**
 - 02_焼入れ機
 - 03_移載機
 - 04_加工機
 - 05_ベルトコンベヤ
 - 06_検査機
 - 07_ストッカー

リソース一覧(01_ロボット)

検索(O)

リソース表示名	リソースタイプ
エラーID	データタグ
エラー時刻	データタグ
ステート	データタグ
トータル稼働時間	データタグ
トータル故障回数	データタグ
ピジュー	データタグ
モード	データタグ
現在ワークID	データタグ
現在ワーク結果	データタグ
現在ワーク状態	データタグ
設備ID	データタグ
設備名	データタグ
本日分稼働時間	データタグ
本日分故障回数	データタグ

プロパティ

▼ コンポーネント

コンポーネント名	Asset_Rob
コンポーネントID	11
コンポーネント表示名	01_ロボット
コンポーネントアイコン	Robot.png

コンポーネント名
コンポーネントの名称です。

データタグリソースモニタ

モニタ開始(N) モニタ設定(O) モニタ表示形式(D) 10進

データタグリソース表示名	現在値	タイムスタンプ	データ型	コンポーネント表示名	アクセス先機器...	ロケーションパラメータ
< >						

日本語 | CAP | NUM ...

OPC UAにおけるモデル（階層）

◆ 第1階層

- ・ デモ工場

◆ 第2階層

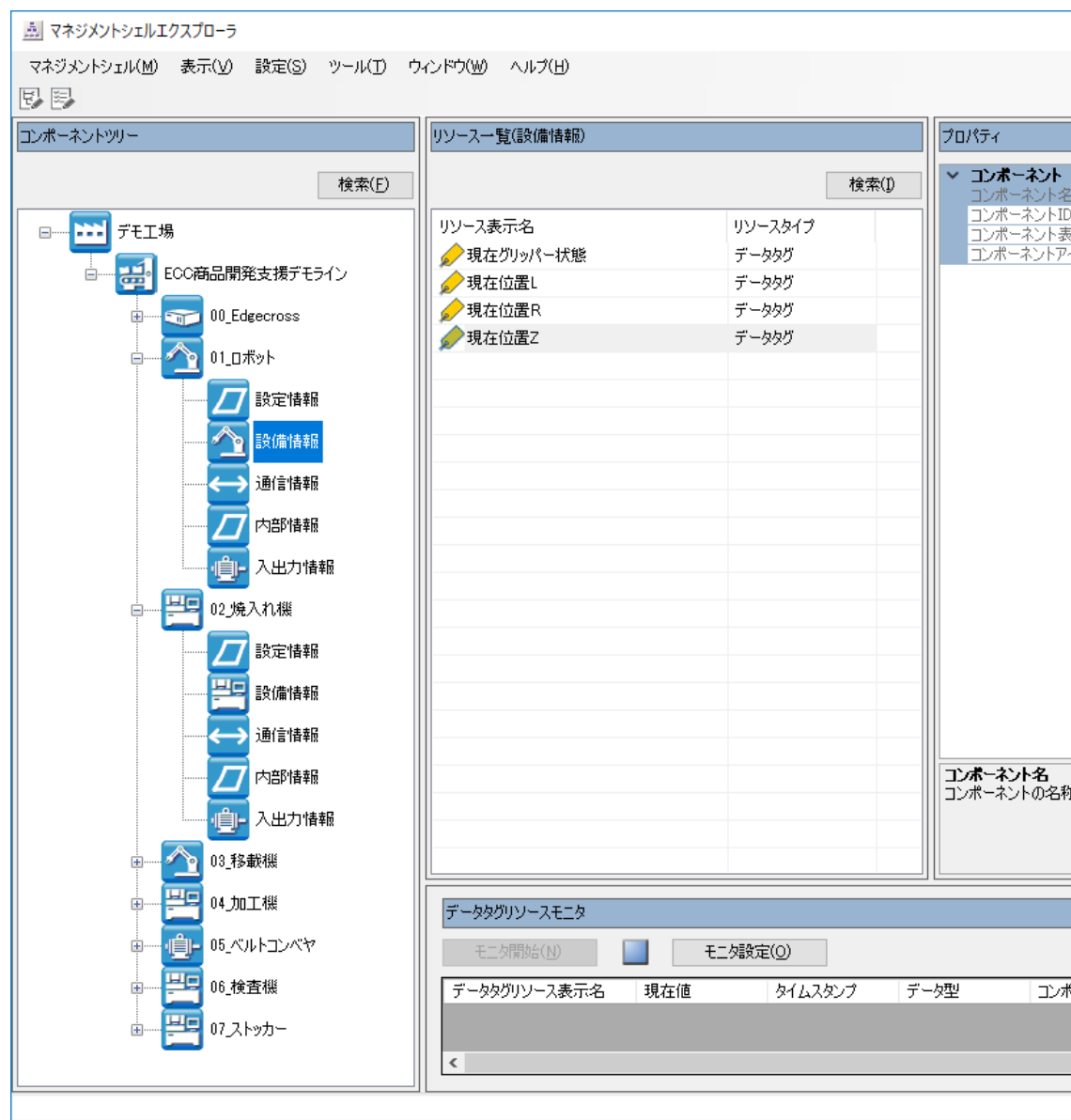
- ・ ECC商品開発支援デモライン

◆ 第3階層

- ・ 00_Edgecross
- ・ 01_ロボット
- ・ 02_焼入れ機
- ・ 03_移載機
- ・ 04_加工機
- ・ 05_ベルトコンベヤ
- ・ 06_検査機
- ・ 07_ストッカー

◆ 第4階層

- ・ 設定情報
- ・ 設備情報
- ・ 通信情報
- ・ 内部情報
- ・ 入出力情報



Management Shell Explorer

マネジメントシェル(M) 表示(V) 設定(S) ツール(T) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

コンポーネントツリー

検索(F)

- デモ工場
 - ECC商品開発支援デモライン
 - 00_Edgecross
 - 01_ロボット
 - 設定情報
 - 設備情報
 - 通信情報
 - 内部情報
 - 入出力情報
 - 02_焼入れ機
 - 設定情報
 - 設備情報
 - 通信情報
 - 内部情報
 - 入出力情報
 - 03_移載機
 - 04_加工機
 - 05_ベルトコンベヤ
 - 06_検査機
 - 07_ストッカー

リソース一覧(設備情報)

検索(F)

リソース表示名	リソースタイプ
現在グリッパー状態	データタグ
現在位置L	データタグ
現在位置R	データタグ
現在位置Z	データタグ

プロパティ

▼ コンポーネント

- コンポーネント名
- コンポーネントID
- コンポーネント表
- コンポーネントア

コンポーネント名
コンポーネントの名称

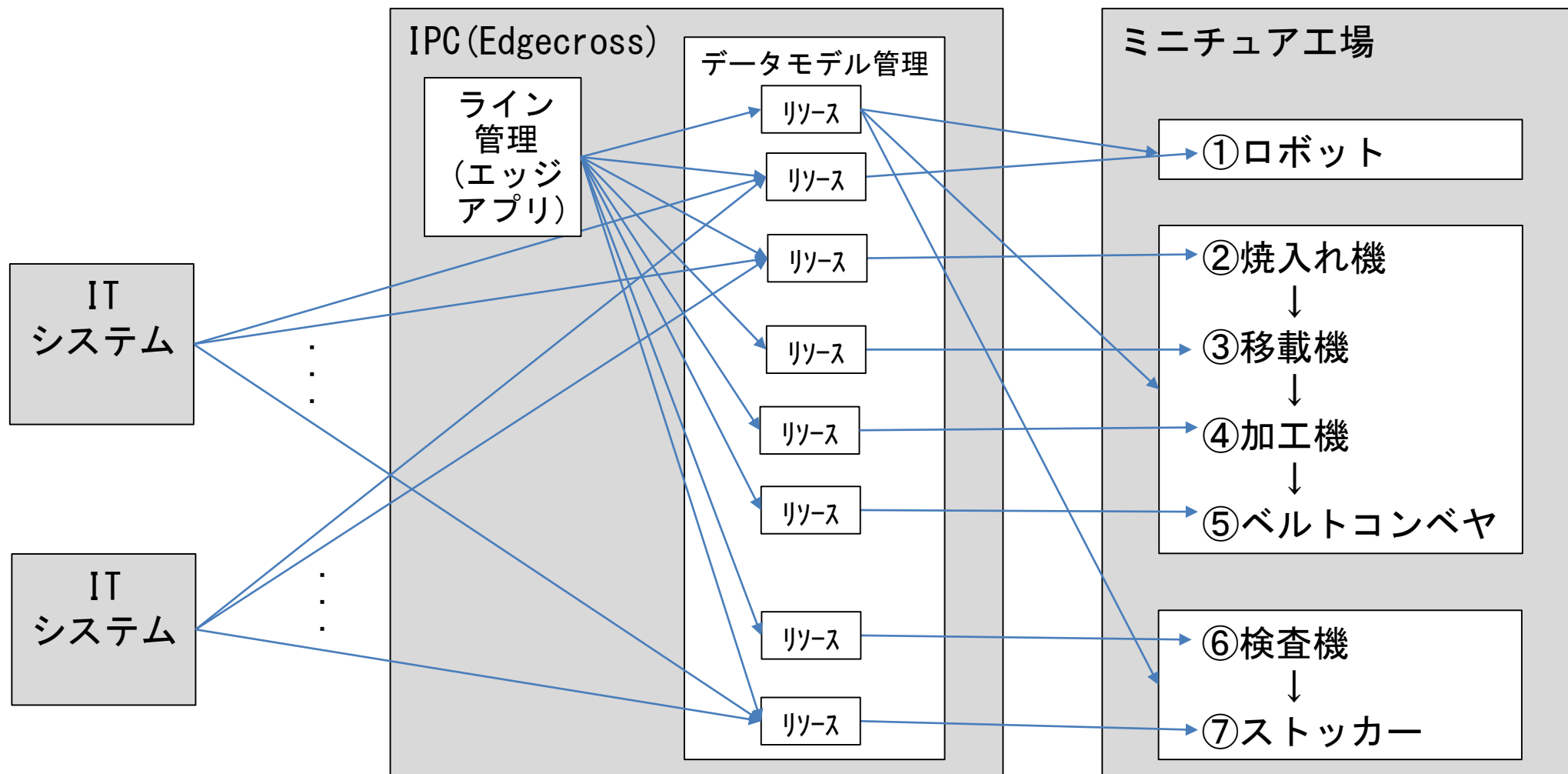
データタグリソースモニタ

モニタ開始(N) モニタ設定(O)

データタグリソース表示名	現在値	タイムスタンプ	データ型	コンポ
←				

Edgecrossと設備、ITシステムとの連携

- ・ ライン制御はマネージメントシェル (OPC UAサーバ) 経由で実施
(OPC UAサーバに関するライブラリが完備されていることから、Pythonで記述)
- ・ ワークデータはワークと共に装置間を流れる



4. KPIおよびCPS (Cyber Physical System)への活用事例 (Industrial Automation Forum: IAFによる事例)

Industrial Automation Forum (IAF) とは

• 活動目的

- 時代の変化に適合した製造業のユーザビジョンの実現を目指す。また、オートメーションに係わるユーザニーズの発掘、定義を行う。
- ユーザビジョンを実現するために、情報化・高度化技術の調査・研究・開発・標準化・普及を支援する。
- 情報化・高度化技術分野における個々の活動(団体)との連携・統合、情報の共有を目指し、内外の関係機関(団体)との協働を行う。

• 主な活動分野

- **制御層情報連携意見交換会 (CLiC) :**
工場の実行層以下のレイヤーにおける標準化に、モデルベースで挑戦する活動
- **ia-cloudプロジェクト:**
Web・クラウドを中心に、アドホックに工場の情報化に関するデファクト標準を積み上げる活動

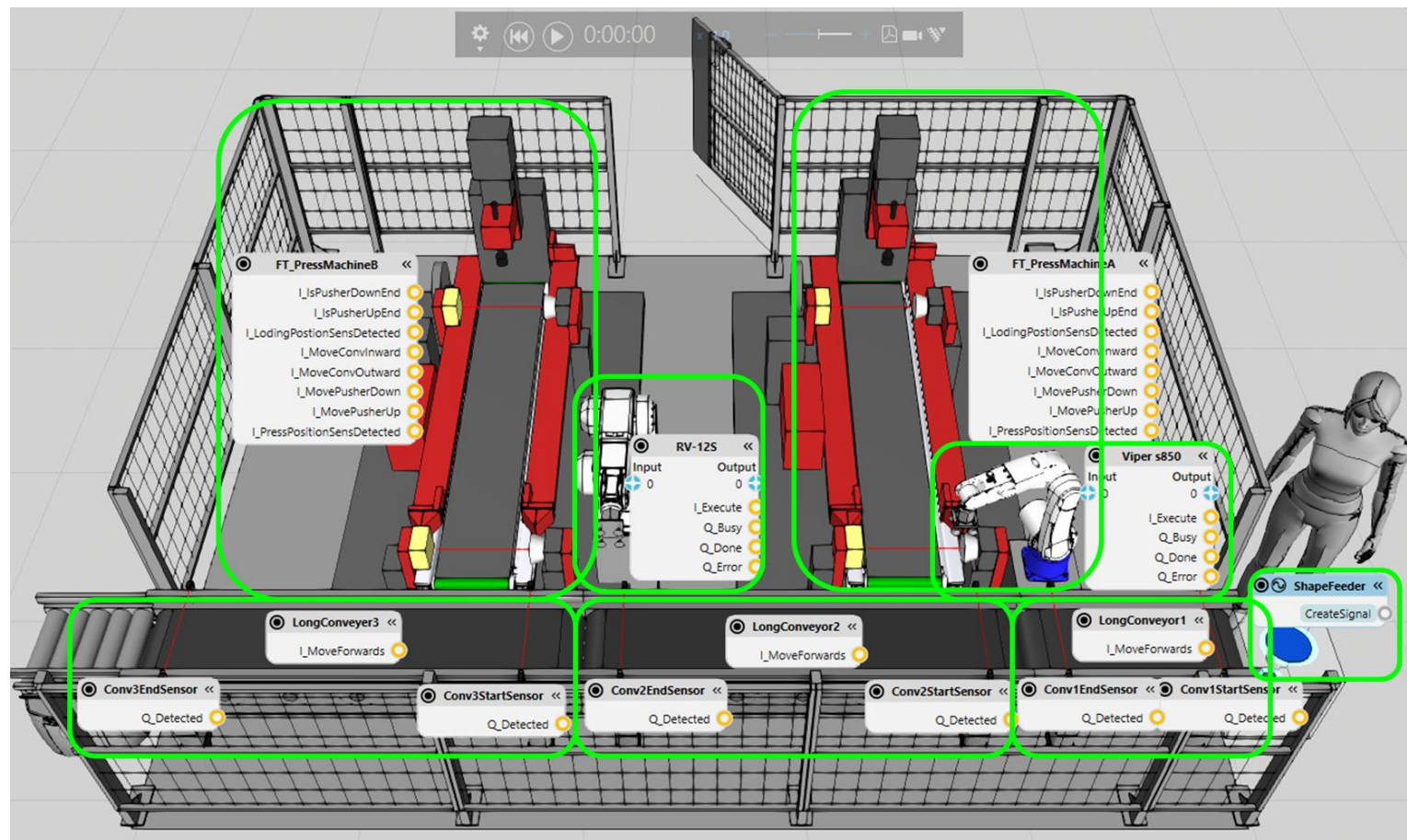
• 本システム構築の目的

- KPIに関するアセットオーナー運用、システム構築支援に関して検討
- SLKMの提案（製造現場のIoT化/みえる化を推進する指標であり、現場のIoT改善活動をサポートする）
- 仮想ファブによる実証実験の検討

実証実験システム構成

全体設備構成

装置	台数
ワークフィーダ	1
コンベヤ	3
ロボット	2
パンチャー設備	2



- KPI(ISO 22400)とは
 - 業績評価を表すために用いられる指標
 - ISO 22400では、34種類の指標が定められている。
その中には、上下関係を持っているものもある。
- デモシステムにおけるKPI
デモシステムでは、OEEを算出する例を提示。
 - OEE(Overall equipment effectiveness index: 総合設備効率)
OEE = 可動率 × 性能 × 品質
 - 下位KPI
 - Availability(設備有効性): スケジュールされた稼働時間に対する実際の稼働時間の割合
可動率 = 実働時間 / スケジュール上の時間
 - Performance: 生産設備の設計上の製造速度に対する実際の製造速度の比率
性能 = 実効率 / 標準効率
 - Quality: 生産開始した全製品数の中の良品数の割合
品質 = 良品数 / 開始生産数

- 実機とシミュレーションの混成システム

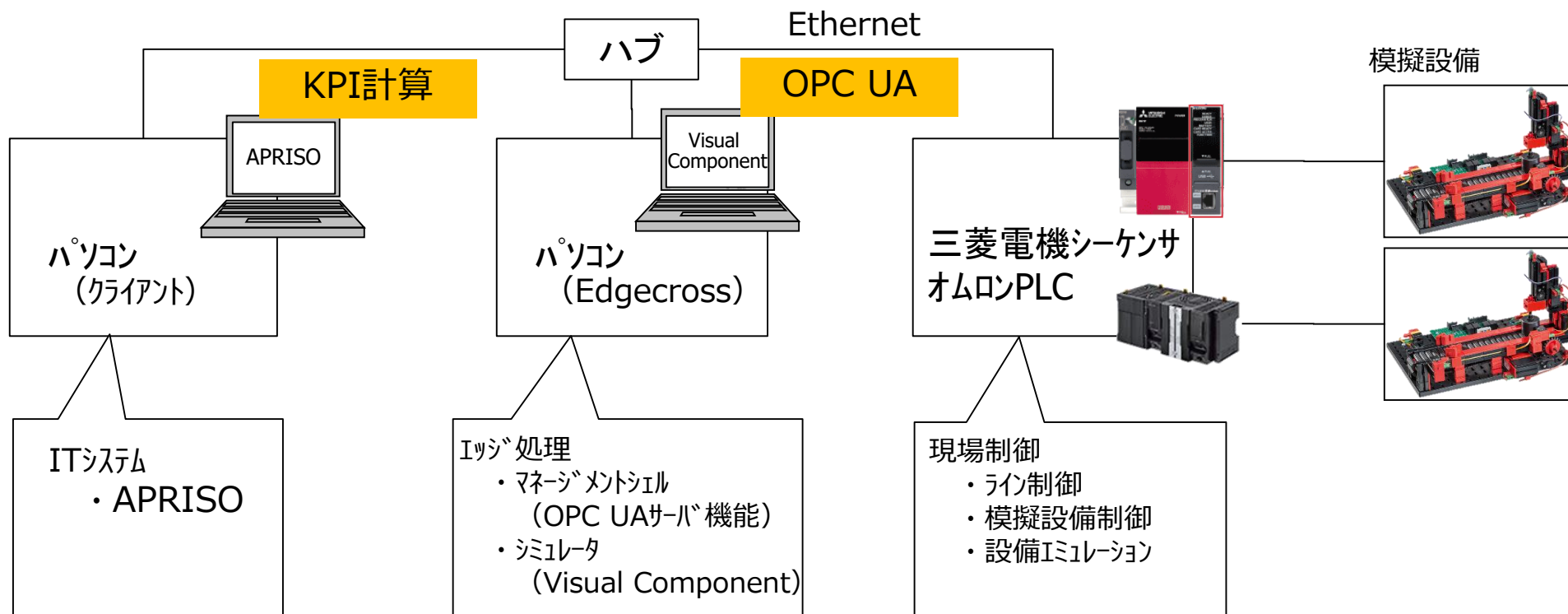
- 実機: パンチャーシステム(x2)を、異なるベンダー製のコントローラで制御
- シミュレーション: Visual Componentsで実施。
対象は、ワーク台、コンベヤ(x3)、ロボット(x2)。

- 連携:

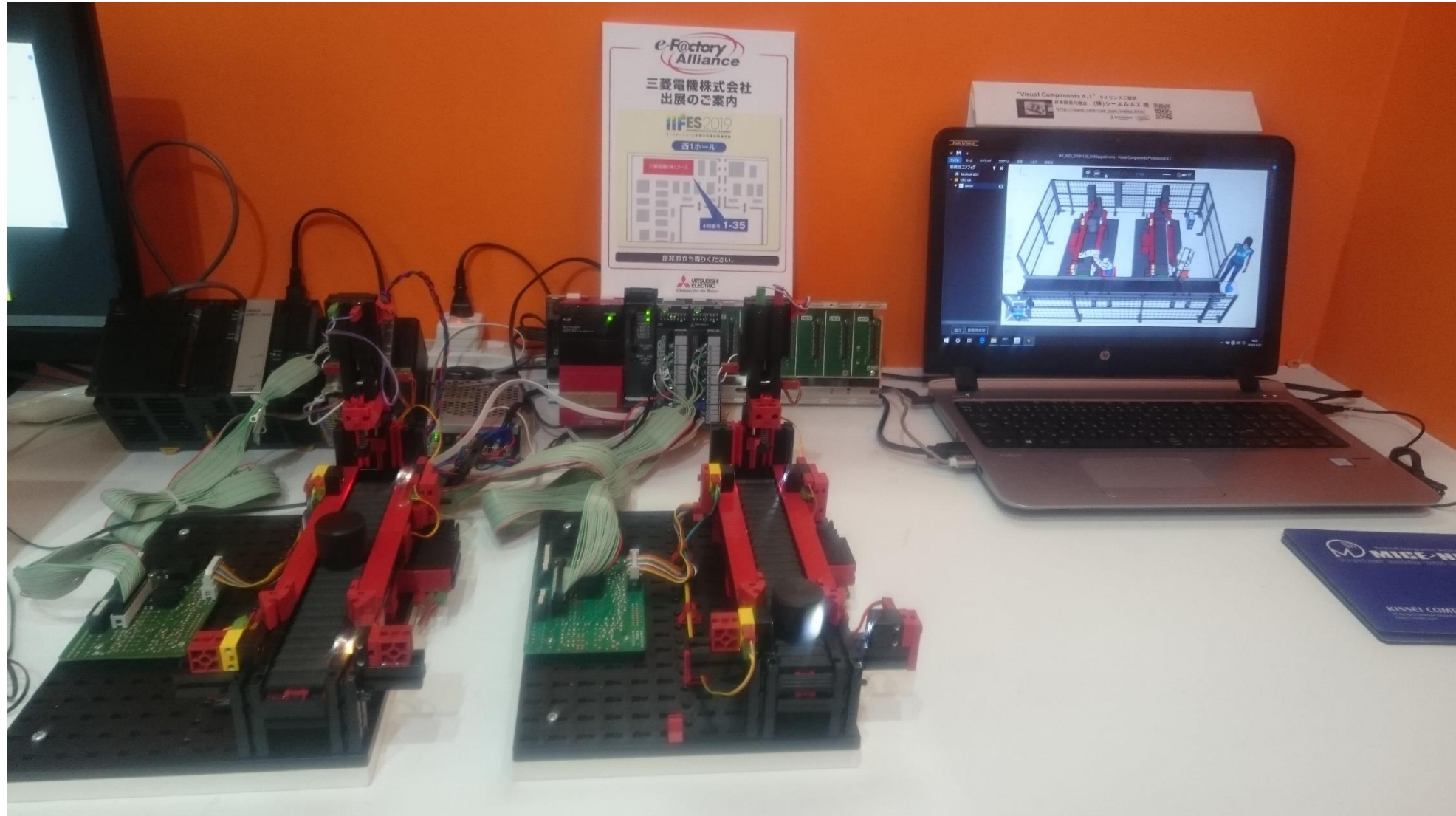
- スケジューラ: 製造スケジュールを生成し、マネージメントシェル経由で実機に指示。
- 実機コントローラ: 1台がライン制御を実施し、マネージメントシェル経由でシミュレータに指示。
また、2台でパンチャーシステムの制御を実施。
- シミュレータ: 実機以外の物理挙動および設備挙動をシミュレーションし、
センサ信号としてマネージメントシェル経由で実機コントローラに通知。

IAFデモシステム (IIFES)

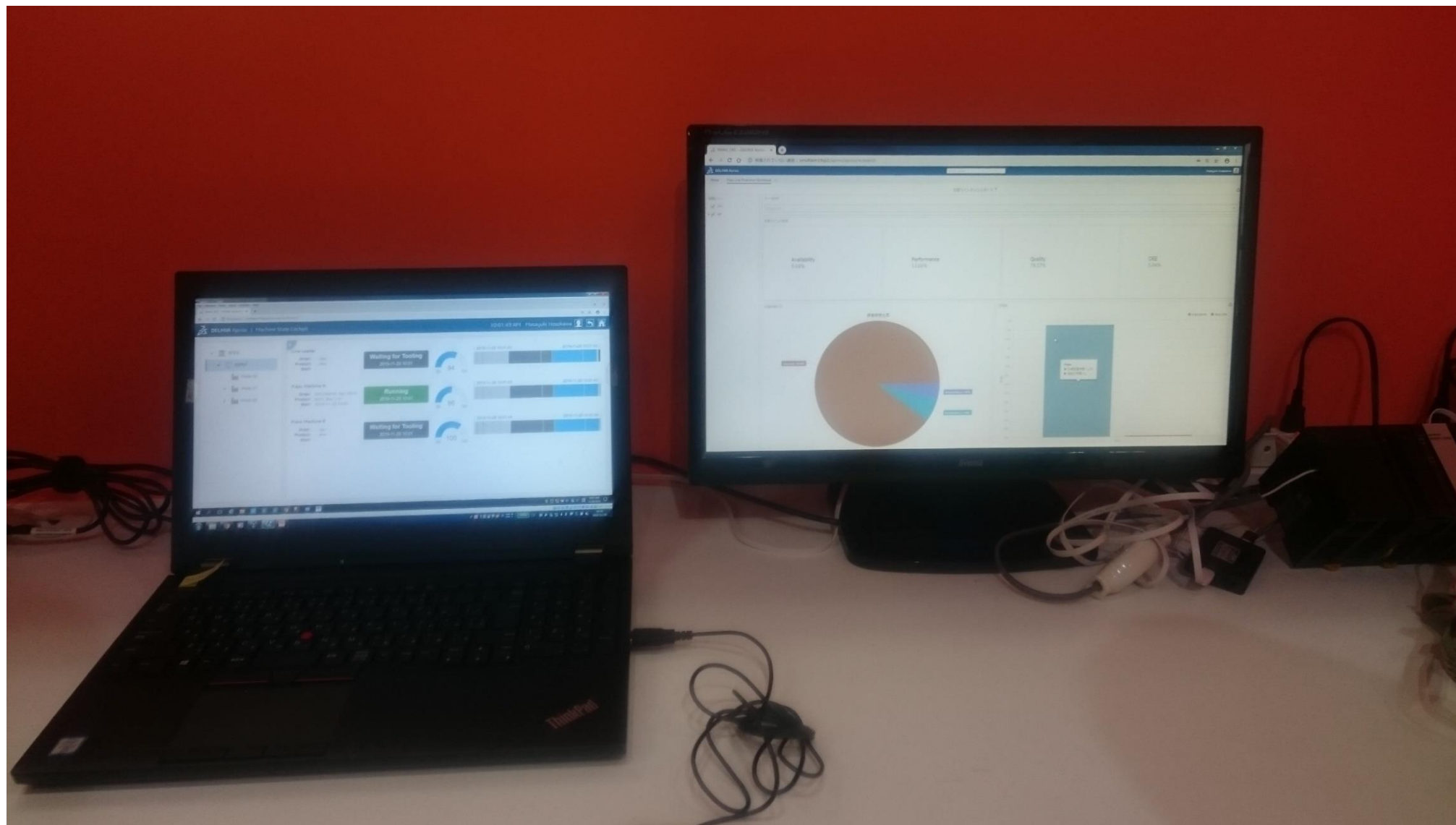
- Industrial Automation Forum (IAF) で勧めているモデルベースエンジニアリングとKPIを訴求
- システム構成
 - OPC UAサーバ (Edgecross): KPI算出に必要な情報を現場から収集
 - ITシステム: スケジューラ、KPI対応ソフトウェアと連携
 - 制御系: 実機とエミュレータの混成システムを構築



実機およびシミュレータ (IIFES展示)



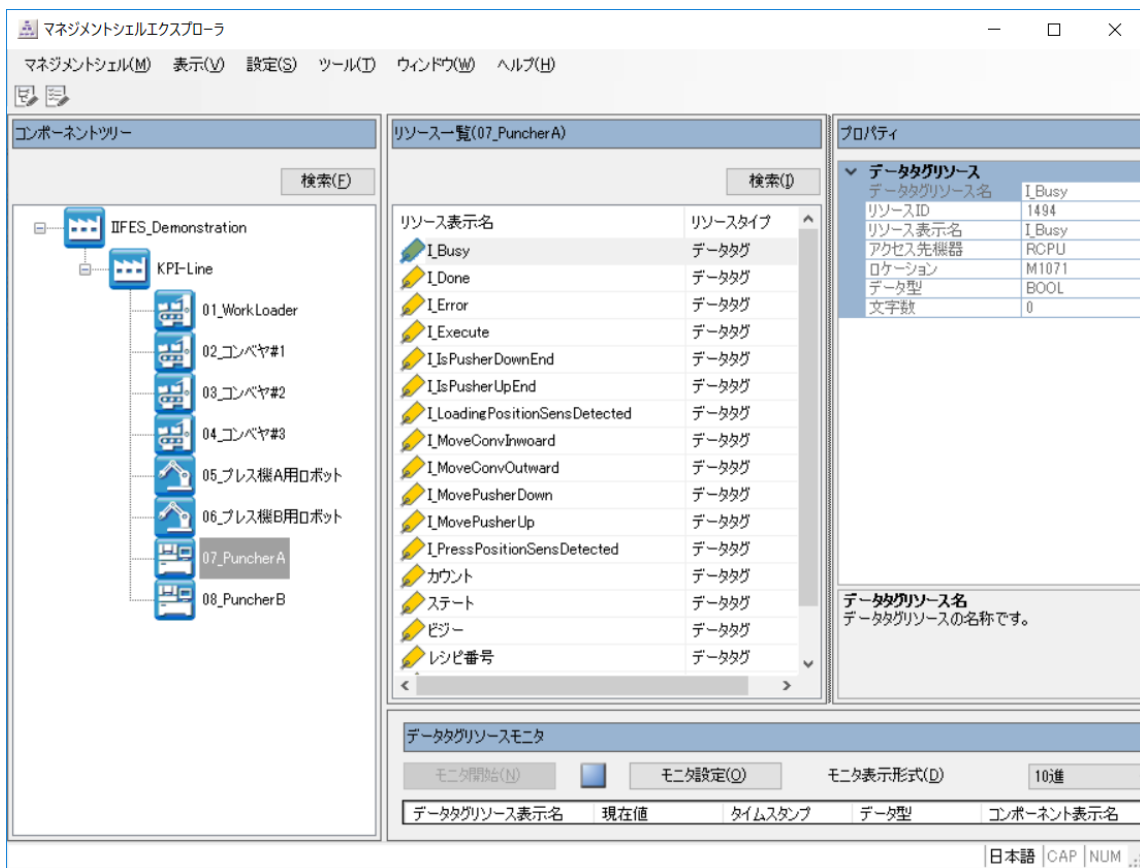
KPI表示 (IIFES展示)



実機およびシミュレーションでのモデルの差異

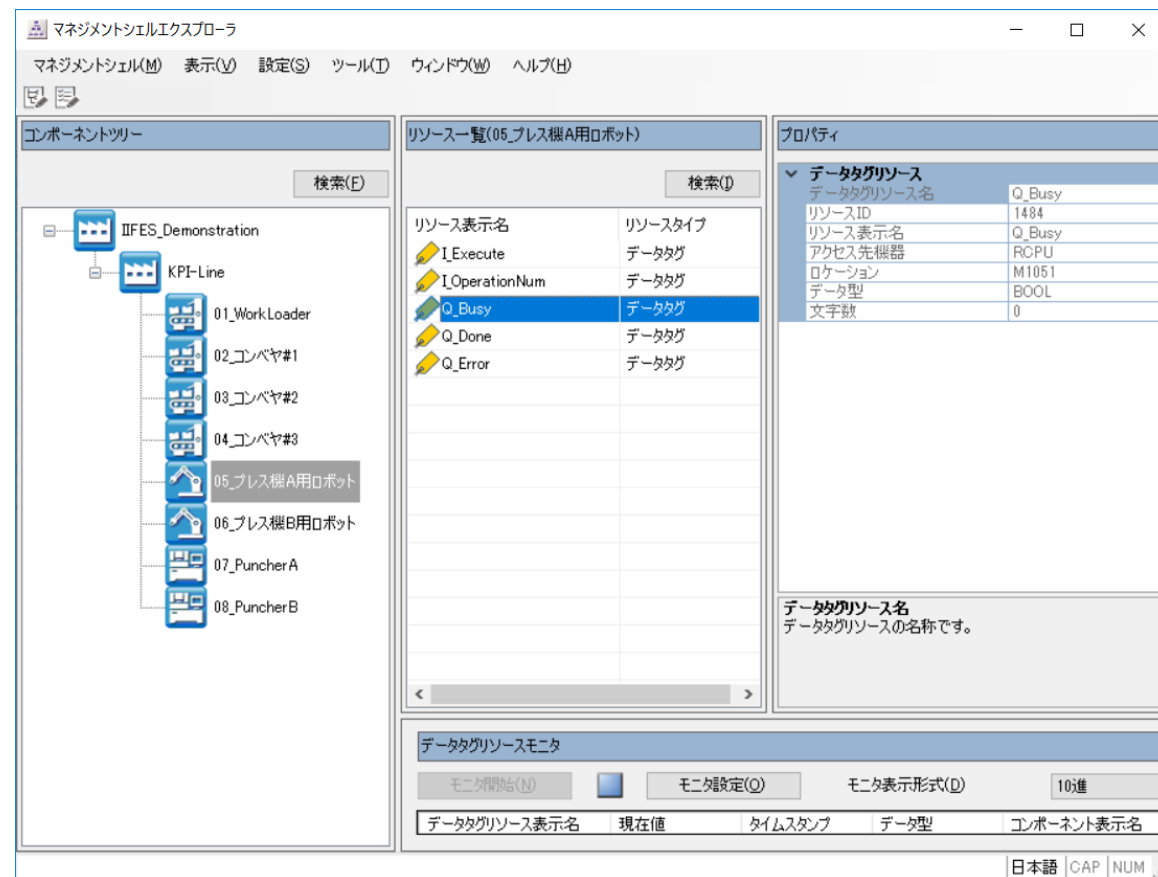
- 実機の場合とシミュレーションの場合で、連携の形態が異なる

(a) 実機制御 & シミュレータとの連携用モデル
実機のI/Oやステータスを連携



データタグリソース名	リソースID	リソース表示名	アクセス先機器	ロケーション	データ型	文字数
I_Busy	1494	I_Busy	RCPU	M1071	BOOL	0

(b) シミュレータとの連携用モデル
シミュレータへの指示のみ



データタグリソース名	リソースID	リソース表示名	アクセス先機器	ロケーション	データ型	文字数
Q_Busy	1484	Q_Busy	RCPU	M1051	BOOL	0

5. まとめ

1. Edgecrossとは
2. マネジメントシェルご紹介
3. ライン管理への活用事例
4. KPIとCPS活用事例

ご清聴ありがとうございました

