

「IAFフォーラム2021 Day2」

構築中の設備総合稼働率(OEE)および CEC(炭素排出量換算)の実証システム

2021年11月17日
Edgecross IIoT エバンジェリスト
茅野 眞一郎 (三菱電機(株))

- ◆ 1982年～2008年 応用機器研究所、先端技術総合研究所
FA用コントローラ関連を中心に開発に従事
 - FA用コントローラ(ロボット、CNC、表示器、IPC)、エンジニアリング環境
 - 省エネ用機器
 - 国際標準化、各種コンソーシアム活動
- ◆ 2008年～2015年、2021年～ 名古屋製作所
 - FAコントローラ用通信ミドルウェア
 - 国際標準化、各種コンソーシアム活動
- ◆ 2015年～2020年 本社、2021年 名古屋製作所
 - スマートマニュファクチャリング関連産官学連携事業
 - 国際標準化、各種コンソーシアム活動
- ◆ コンソーシアム活動
 - コンソーシアム： IAF、IONL、Edgecrossコンソーシアム、FAOP、IVI、RRI、他
 - 国際標準： IEC/TC65、特に65E国内委員会、ISO/TC184/SC5関連国内委員会

- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

- ◆ IIFES2019にて、KPI(OEE)評価システムを展示
 - 現場設備を実機とシミュレーションで実現し、稼働情報を収集
 - MESに於いてOEEを評価
 - KEIモデル、SMKL等のKPI関連提案
- ◆ 2019年以降の環境変化
 - SDGsの機運が国際的に高まってきている
日本企業も、この流れに取り残されると国際競争力を失う恐れがある
 - 特に、脱炭素社会の実現は具体的な目標も課せられ、対応が急務
日本政府も、2030年CO2削減目標の設定や2050年二酸化炭素排出ゼロを宣言
- ◆ 脱炭素を目指した様々な検討が急務
 - IAFとしても脱炭素をターゲットとしてKPIを検討
→ 炭素KPIの検討用システムの構築
 - 国際的な情報取引(DX)に向けたノウハウ構築
→ GAIA-X、IDS-connectorとの連携
 - KEIモデル、SMKLでの扱いの明確化、提案

脱炭素KPIの実証システム構築の意義

- ◆ 炭素情報生成に必要な現場データの明確化、収集ノウハウの確立
 - 収集するデータやタイミング
 - エコシステムを目指したインタフェース構築ノウハウ
- ◆ 炭素情報生成の方法の明確化
 - ユースケースの想定と必要な現場データの明確化
 - 補器などの直接は生産に関連しないものの炭素消費と分配への考察
- ◆ 脱炭素にかかわるDXの検討
 - ユースケースの想定と国際的な連携に関するノウハウ確立
- ◆ 脱炭素KPIの明確化
 - KEIモデルの適用事例の検討
- ◆ 脱炭素を目指したシステム構築の推進
 - SMKの適用事例の検討

想定されるユースケース

- ◆ 脱炭素におけるユースケースを場面毎に検討
(特に今回の実証システムに関連する、DX/サプライチェーンに関して)
- ◆ 下表に記載した代表例から、顧客対応に関連するユースケースに着目
→ 先ずは、見積り、実績報告、を対象としてシステムを検討

表 脱炭素関連のユースケース例

No	大分類	関連場面	利用内容	備考
1	材料・部品調達	材料や部品選定	調達部品に含まれる炭素量とコスト、納期などの要因評価	対象: 調達材料、部品 その他: 顧客から脱炭素を要求される可能性高い
2		調達企業の選定	エネルギー管理の内容、保証されている企業を調達先に選定	対象: 製品、工場全体、管理方法・規則
3	製造	プロセス改善	エネルギー消費の少ない生産方法	対象: 設備、加工方法
4		エネルギー管理	エネルギー計測	エネルギーの見える化が脱炭素につながる
5			ピークカットなどの計画	電力コストを軽減することが脱炭素につながる
6	顧客対応	顧客要求に関する見積もり返答	製品毎の使用予想炭素量	対象: 納品を希望する製品、カタログ その他: 納期やコストだけではなく、使用炭素量も顧客の要求条件に含まれると予想
7		顧客への実績情報提供	製品毎の使用炭素量実績値	対象: 納品した製品、オーダー その他: 顧客もその先の顧客に報告が必要
8	規制機関	検査	使用炭素量実績値、総量	対象: 製品、工場全体(裏付け情報も必要)

- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

IIFES2022の実証システム概要

◆ IIFES2022の実証システムは、下記の機能から構成される。

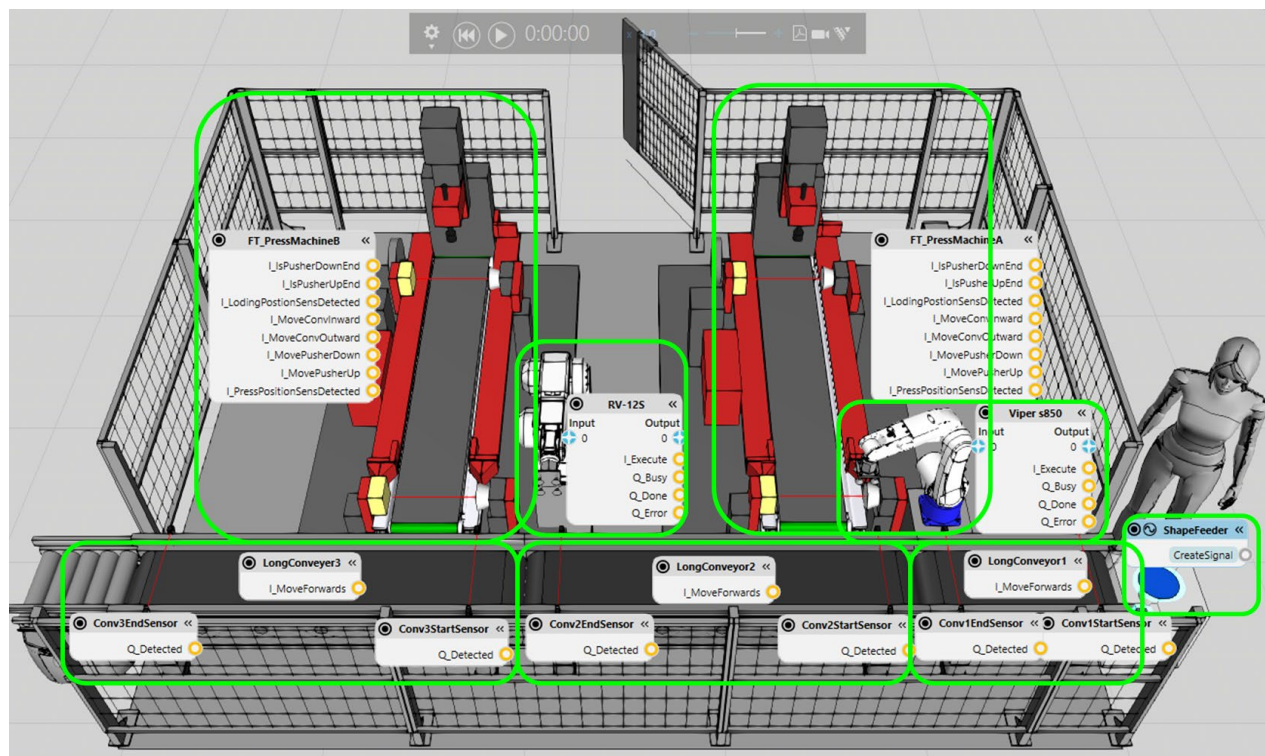
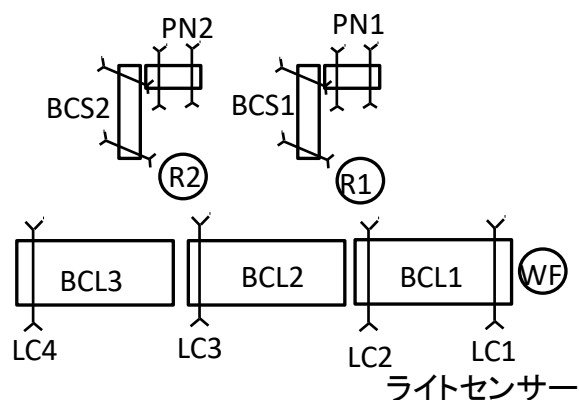
	レベル	役割	実証システム
1	製造現場 レベル	工程/作業区、複数の 資源を活用して 製造	・実機の制御(ライン管理、装置制御) ・IIFES2019システムの活用、エネルギー情報収集機能の追加
2	エッジ レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 確認	・現場設備を実機とシミュレーションで実現(CPS) ・エッジプラットフォームを利用し様々な現場設備の情報を収集 ・情報収集に必要なリアルタイム処理をエッジ上で実現 ・OPC UAを活用し、現場情報のデータモデル化
3	MES レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 最適化	・使用エネルギーや炭素量の同定、根拠情報を含めた記録 ・KEIモデルの検証 ・スケジューリング
4	ERP レベル	複数の資源に関係 する物理量を 価値 に変換・解析	・炭素情報取引のための情報管理 ・炭素情報取引のための通信処理
5	連携 レベル	製造関連情報の DXによる価値創出	・GAIA-Xを介して炭素情報活用企業と連携

実証システム構成

- ・ 現場の機器構成は、2019年のOEE実証システムと同じくCPSで実現
- ・ Carbon Foot Printに対応する機能を追加

全体設備構成

装置	台数
ワークフィーダ (WF)	1
コンベヤ (BCLn)	3
ロボット (Rn)	2
パンチャー設備(PNn+BCSn)	2

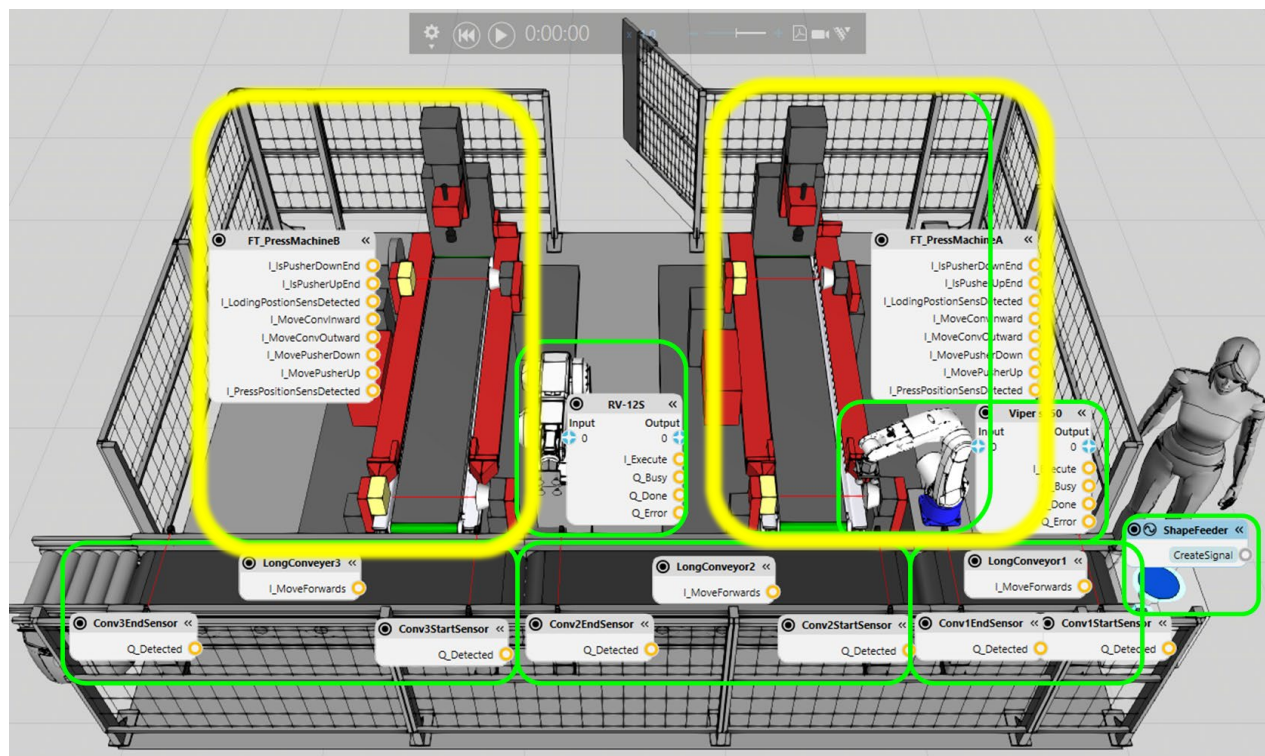
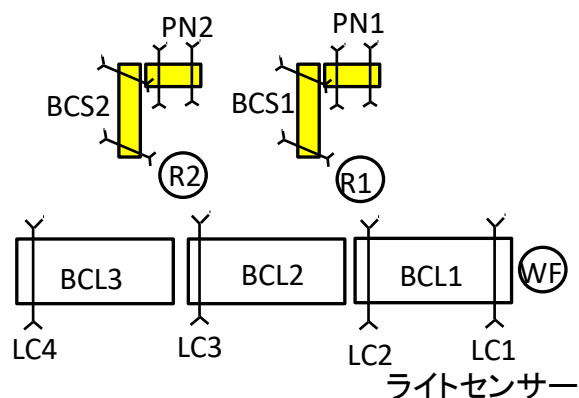


実証システム構成

- ・ 現場の機器構成は、2019年のOEE実証システムと同じくCPSで実現
- ・ Carbon Foot Printに対応する機能を追加

全体設備構成

装置	台数
ワークフィーダ (WF)	1
コンベヤ (BCLn)	3
ロボット (Rn)	2
パンチャー設備(PNn+BCSn)	2



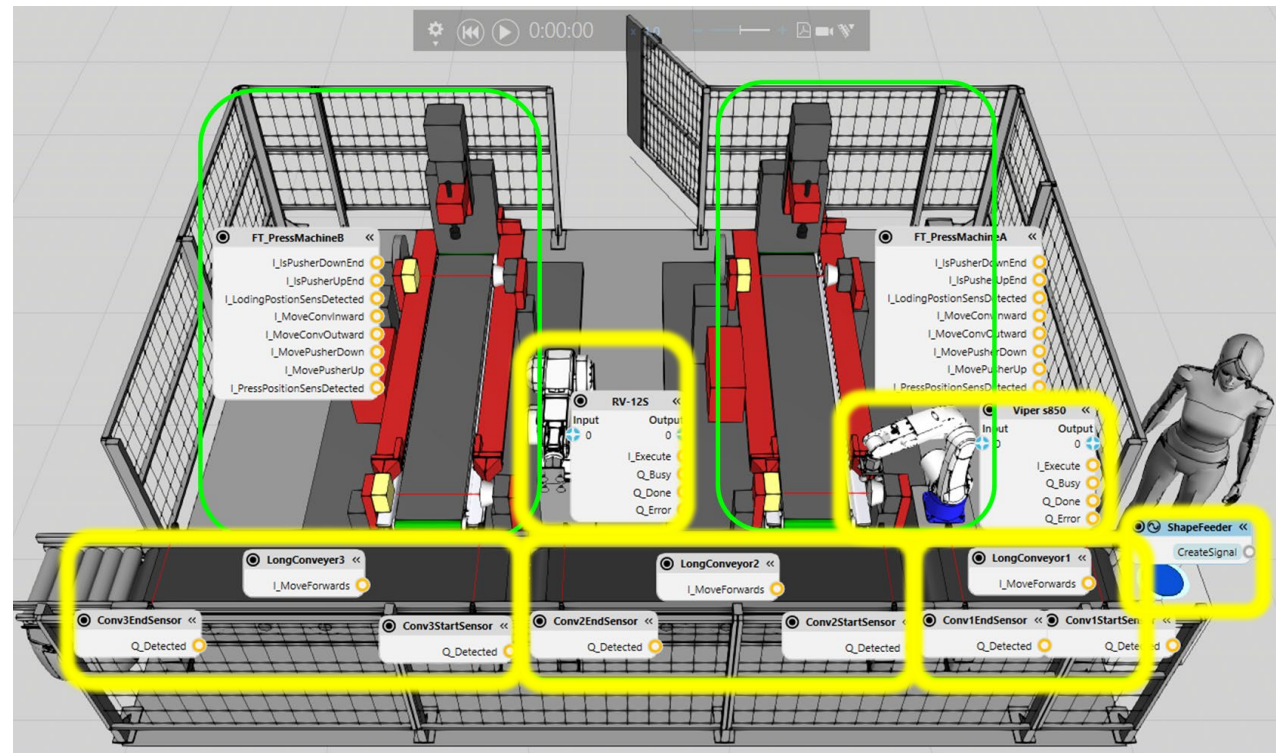
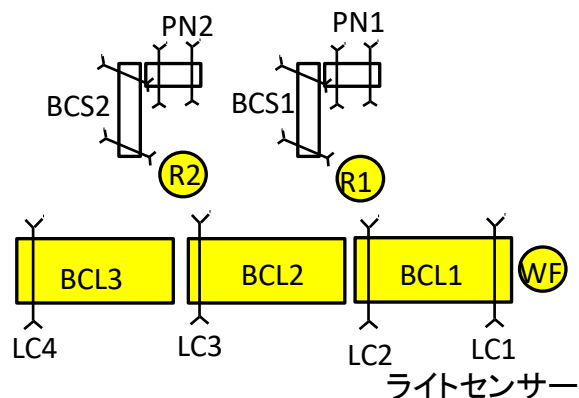
[実機]

実証システム構成

- ・ 現場の機器構成は、2019年のOEE実証システムと同じくCPSで実現
- ・ Carbon Foot Printに対応する機能を追加

全体設備構成

装置	台数
ワークフィーダ (WF)	1
コンベヤ (BCLn)	3
ロボット (Rn)	2
パンチャー設備(PNn+BCSn)	2

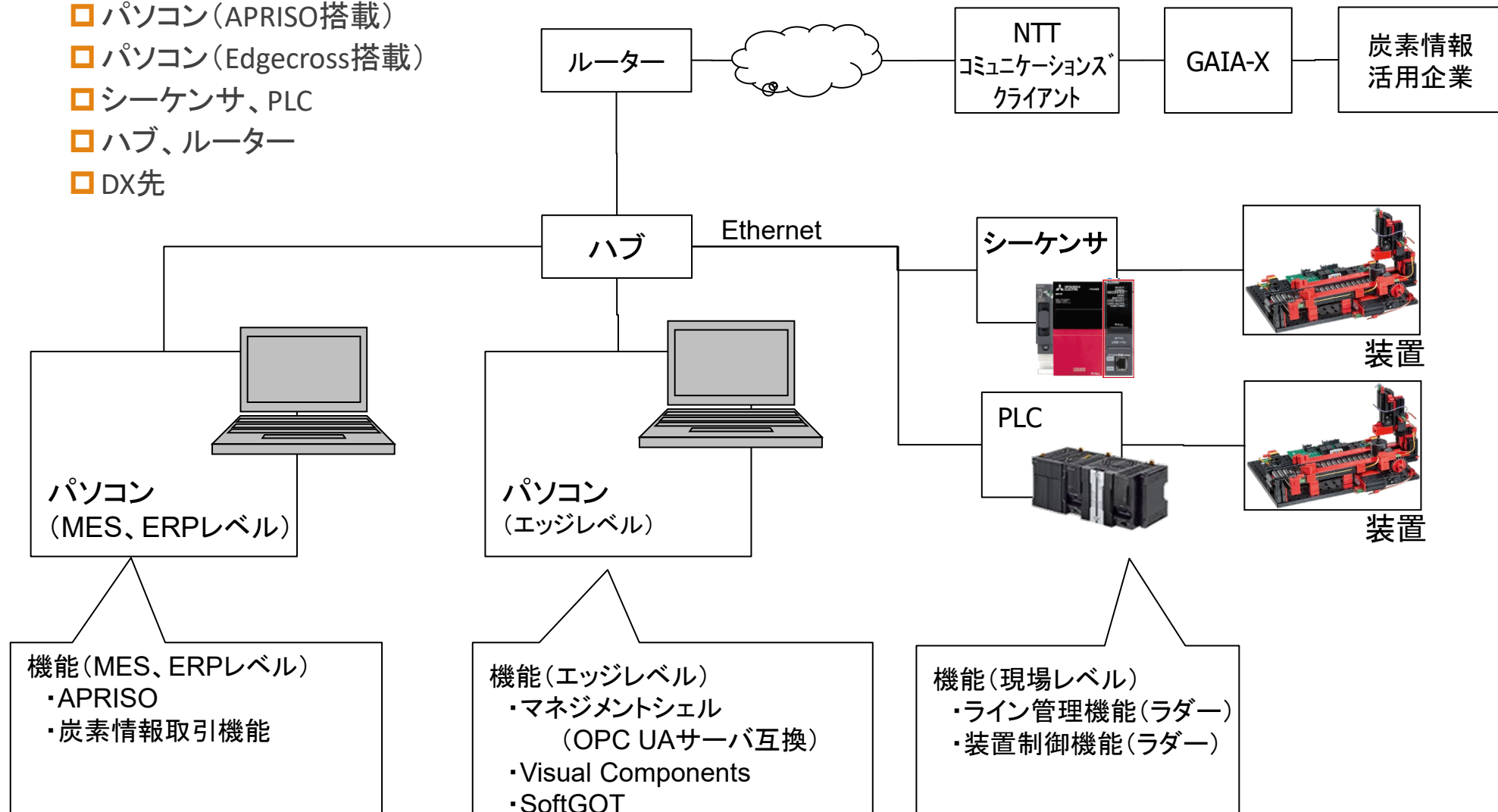


[シミュレーション]

実証システム構成概要

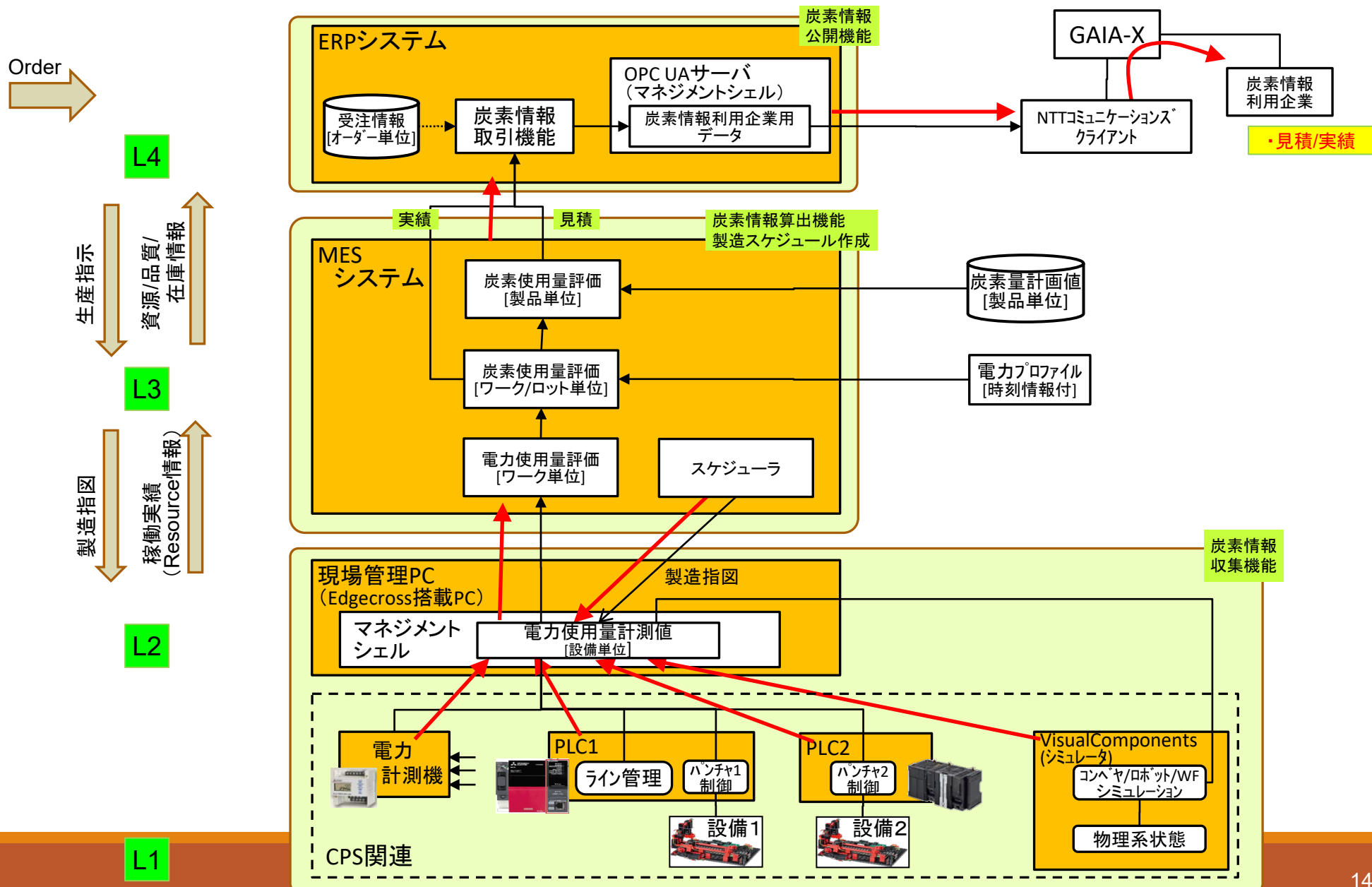
◆構成

- パソコン (APRISO搭載)
- パソコン (Edgecross搭載)
- シーケンサ、PLC
- ハブ、ルーター
- DX先



IIFES2022実証システム機能ブロック

(製造時の使用炭素量関連のみ記載)



IIFES2022実証システム開発協力団体

(製造時の使用炭素量関連のみ記載)

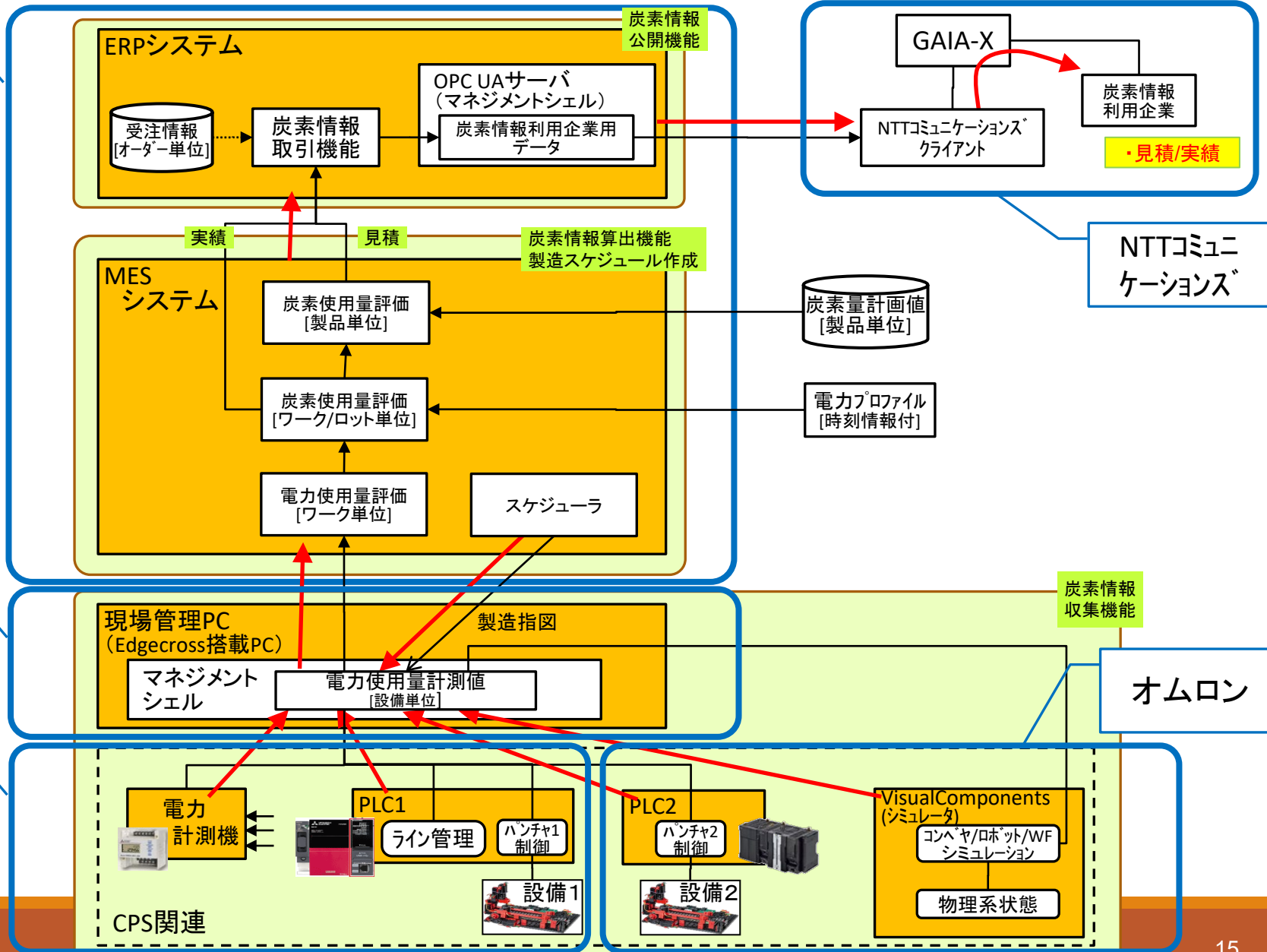
ダッソー
システムズ

IAF

全体

Edgecross
コンソーシアム

三菱電機



- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

IIFES2022の実証システム概要

◆ IIFES2022の実証システムは、下記の機能から構成される。

	レベル	役割	実証システム
1	製造現場 レベル	工程/作業区、複数の 資源を活用して製造	・実機の制御(ライン管理、装置制御) ・IIFES2019システムの活用、エネルギー情報収集機能の追加
2	エッジ レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る確認	・現場設備を実機とシミュレーションで実現(CPS) ・エッジプラットフォームを利用し様々な現場設備の情報を収集 ・情報収集に必要なリアルタイム処理をエッジ上で実現 ・OPC UAを活用し、現場情報のデータモデル化
3	MES レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る最適化	・使用エネルギーや炭素量の同定、根拠情報を含めた記録 ・KEIモデルの検証 ・スケジューリング
4	ERP レベル	複数の資源に関係 する物理量を価値 に変換・解析	・炭素情報取引のための情報管理 ・炭素情報取引のための通信処理
5	連携 レベル	製造関連情報の DXによる価値創出	・GAIA-Xを介して炭素情報活用企業と連携

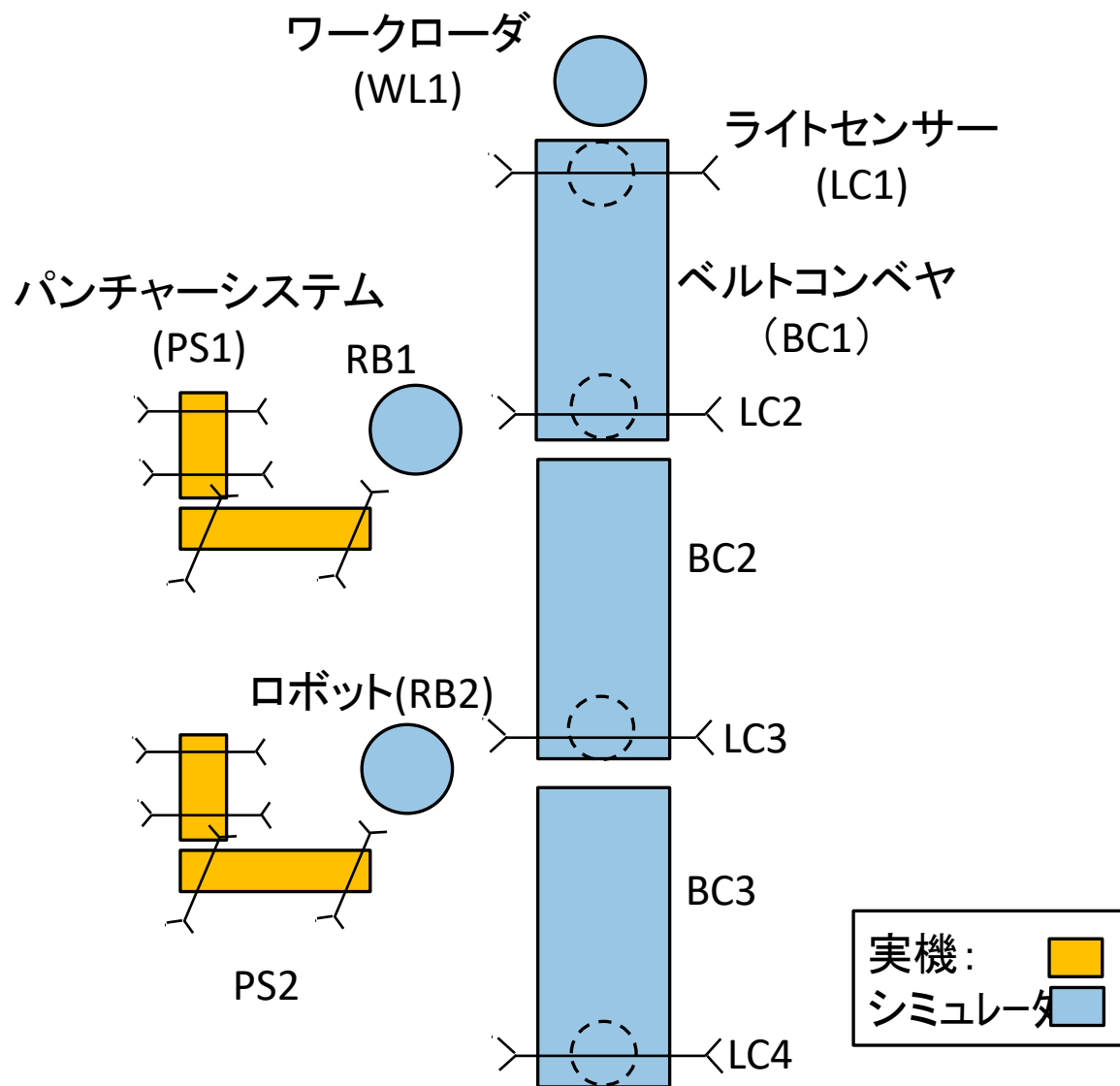
装置稼働率などを評価できる構成

装置（論理構成）

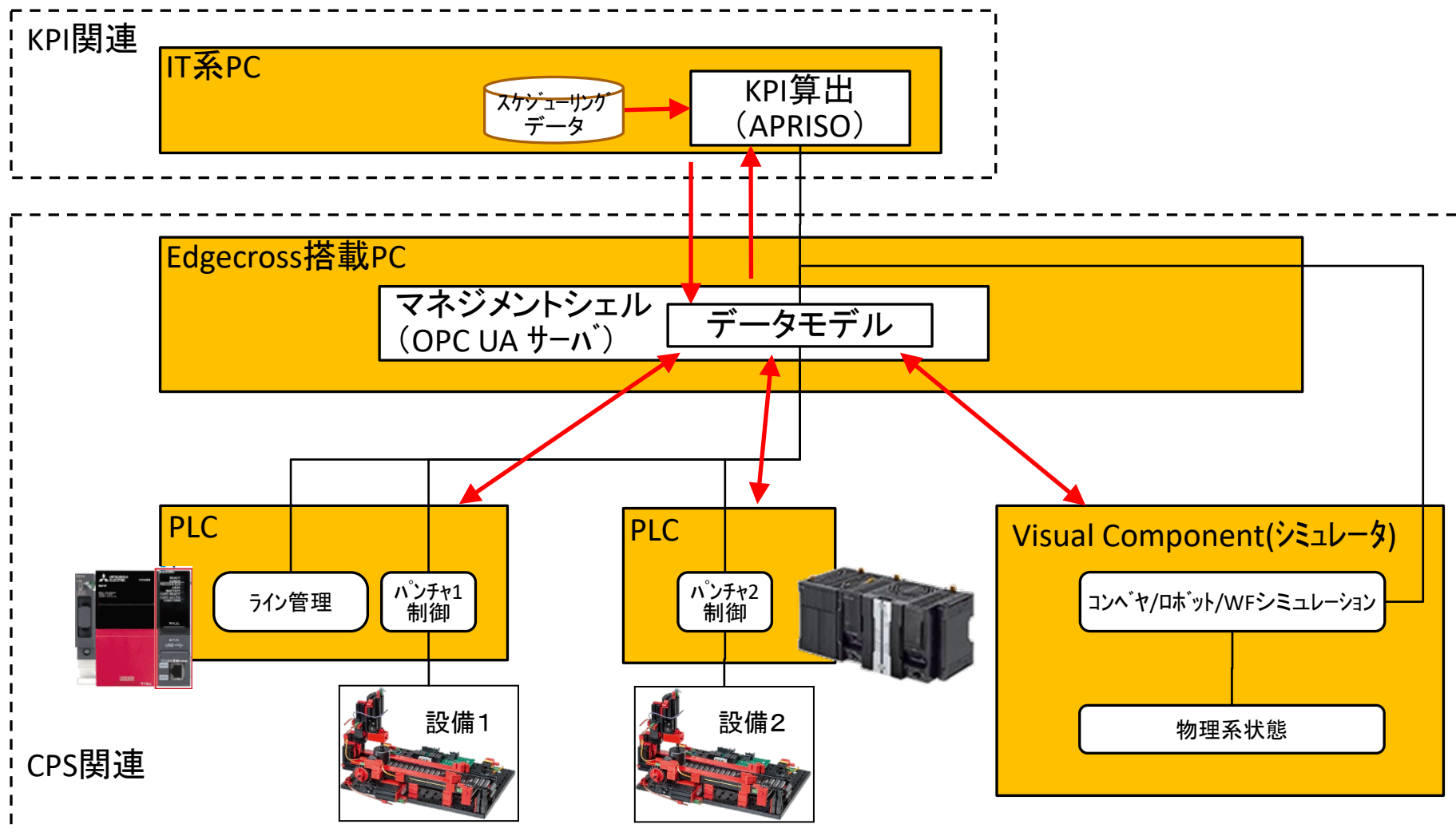
装置	台数
ワークローダ	1
ベルトコンベヤ	3
ロボット	2
パンチャーシステム	2
センサー	12

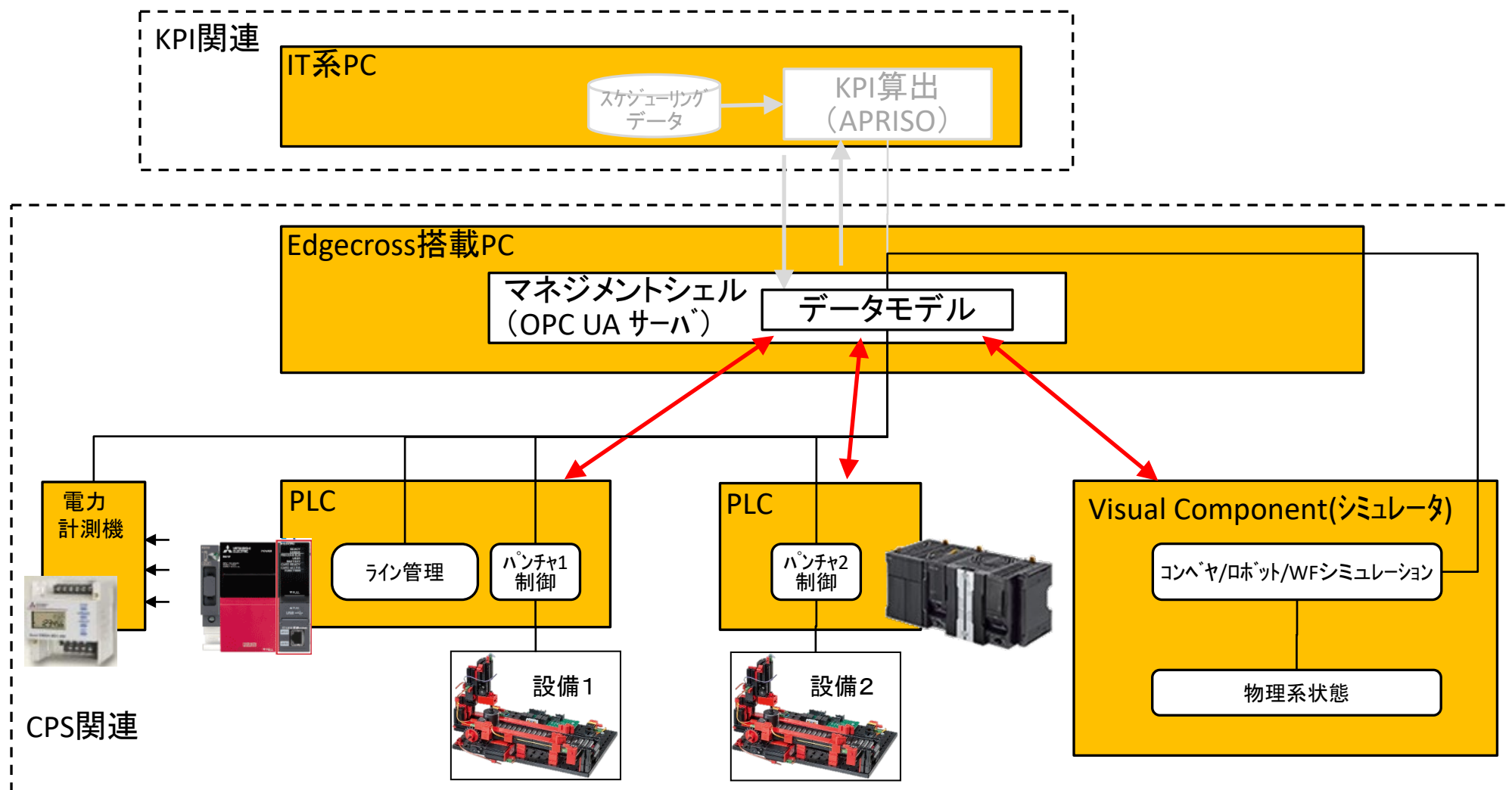
レシピとパンチ処理

レシピ	パンチ
A	PS1
B	PS2
C	PS1 & PS2





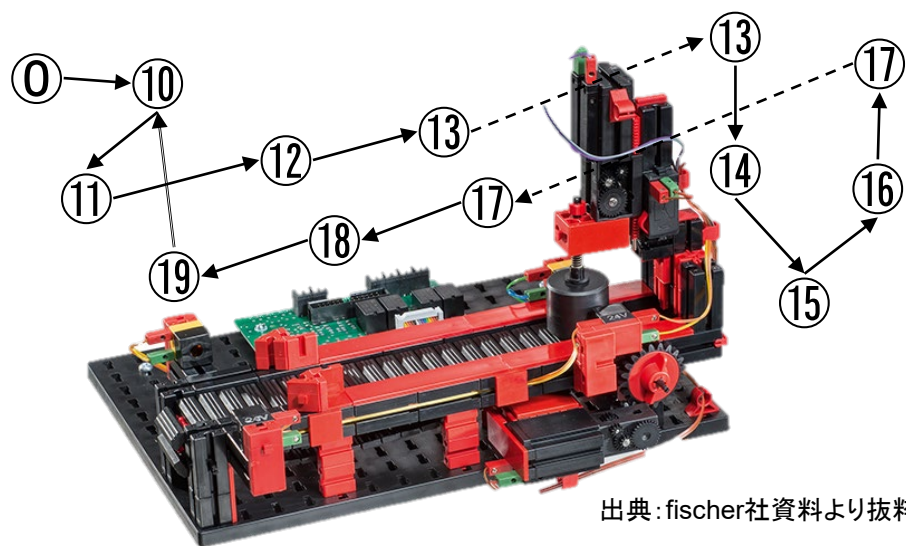




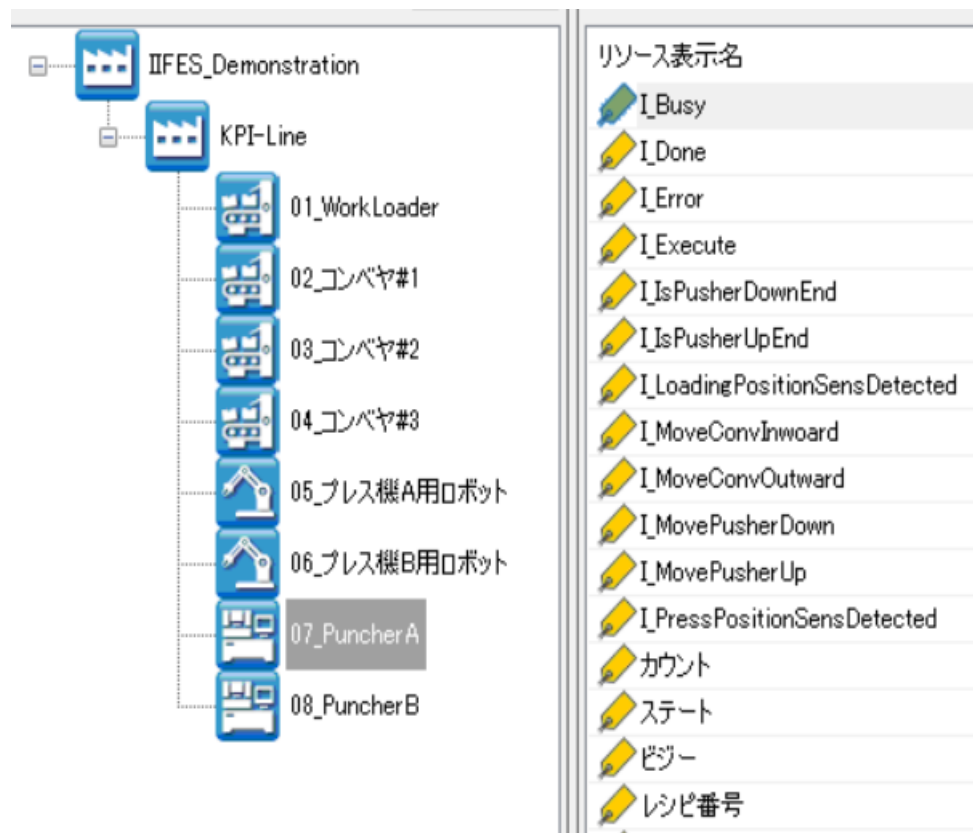
◆設備の制御は、状態により細かく管理

□ 制御状態 (ST)

0: 初期化前、
 10: 待機、11: BC受入確認、12: BC前進、13: BC加工位置、
 14: PN下降、15: PN最下点、16: PN上昇、17: PN最上点、
 18: BC後退、19: BC完了位置、1: 異常
 (19→10(STMode≠6)または11(STMode=6)へ)



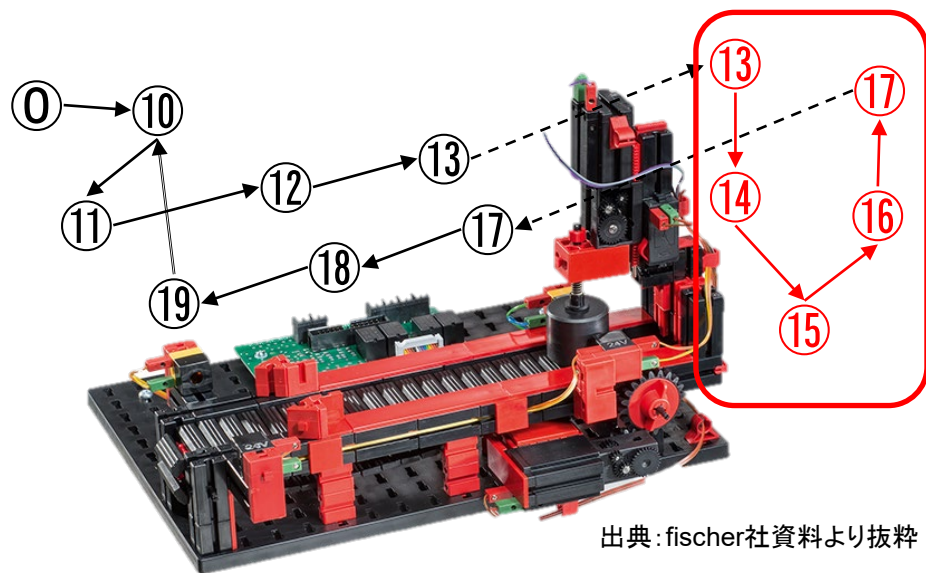
◆パンチャーシステムのデータモデル



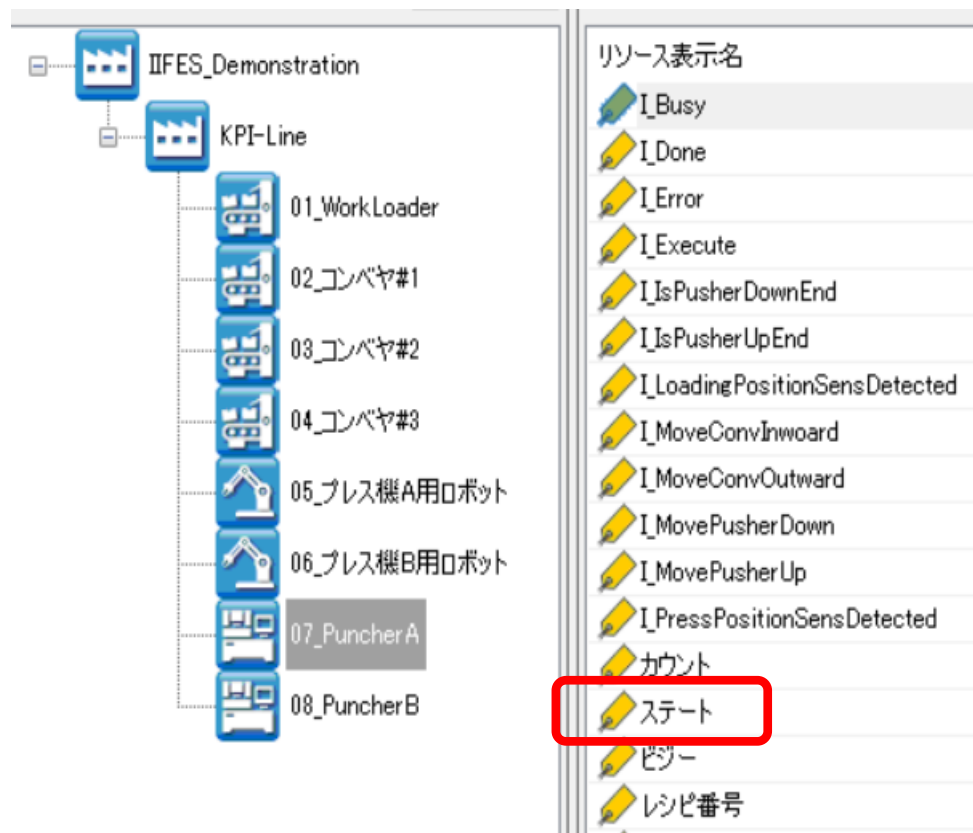
◆設備の制御は、状態により細かく管理

□ 制御状態 (ST)

0: 初期化前、
 10: 待機、11: BC受入確認、12: BC前進、13: BC加工位置、
 14: PN下降、15: PN最下点、16: PN上昇、17: PN最上点、
 18: BC後退、19: BC完了位置、1: 異常
 (19→10(STMode≠6)または11(STMode=6)へ)



◆パンチャーシステムのデータモデル





IAF 製造現場：IIFES2019におけるOEE算出用処理

◆ 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)
$$OEE = \text{稼働率} \times \text{性能} \times \text{品質}$$
- 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
$$\text{稼働率} = \frac{\text{実働時間}}{\text{スケジュール上の時間}}$$
 - 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
$$\text{性能} = \frac{\text{実効率}}{\text{標準効率}}$$
 - Quality: 生産開始した全製品数の中の良品数の割合
$$\text{品質} = \frac{\text{良品数}}{\text{開始生産数}}$$

- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

IIFES2022の実証システム概要

◆ IIFES2022の実証システムは、下記の機能から構成される。

	レベル	役割	実証システム
1	製造現場 レベル	工程/作業区、複数の 資源を活用して 製造	・実機の制御(ライン管理、装置制御) ・IIFES2019システムの活用、エネルギー情報収集機能の追加
2	エッジ レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 確認	・現場設備を実機とシミュレーションで実現(CPS) ・エッジプラットフォームを利用し様々な現場設備の情報を収集 ・情報収集に必要なリアルタイム処理をエッジ上で実現 ・OPC UAを活用し、現場情報のデータモデル化
3	MES レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 最適化	・使用エネルギーや炭素量の同定、根拠情報を含めた記録 ・KEIモデルの検証 ・スケジューリング
4	ERP レベル	複数の資源に関係 する物理量を 価値 に変換・解析	・炭素情報取引のための情報管理 ・炭素情報取引のための通信処理
5	連携 レベル	製造関連情報の DXによる価値創出	・GAIA-Xを介して炭素情報活用企業と連携

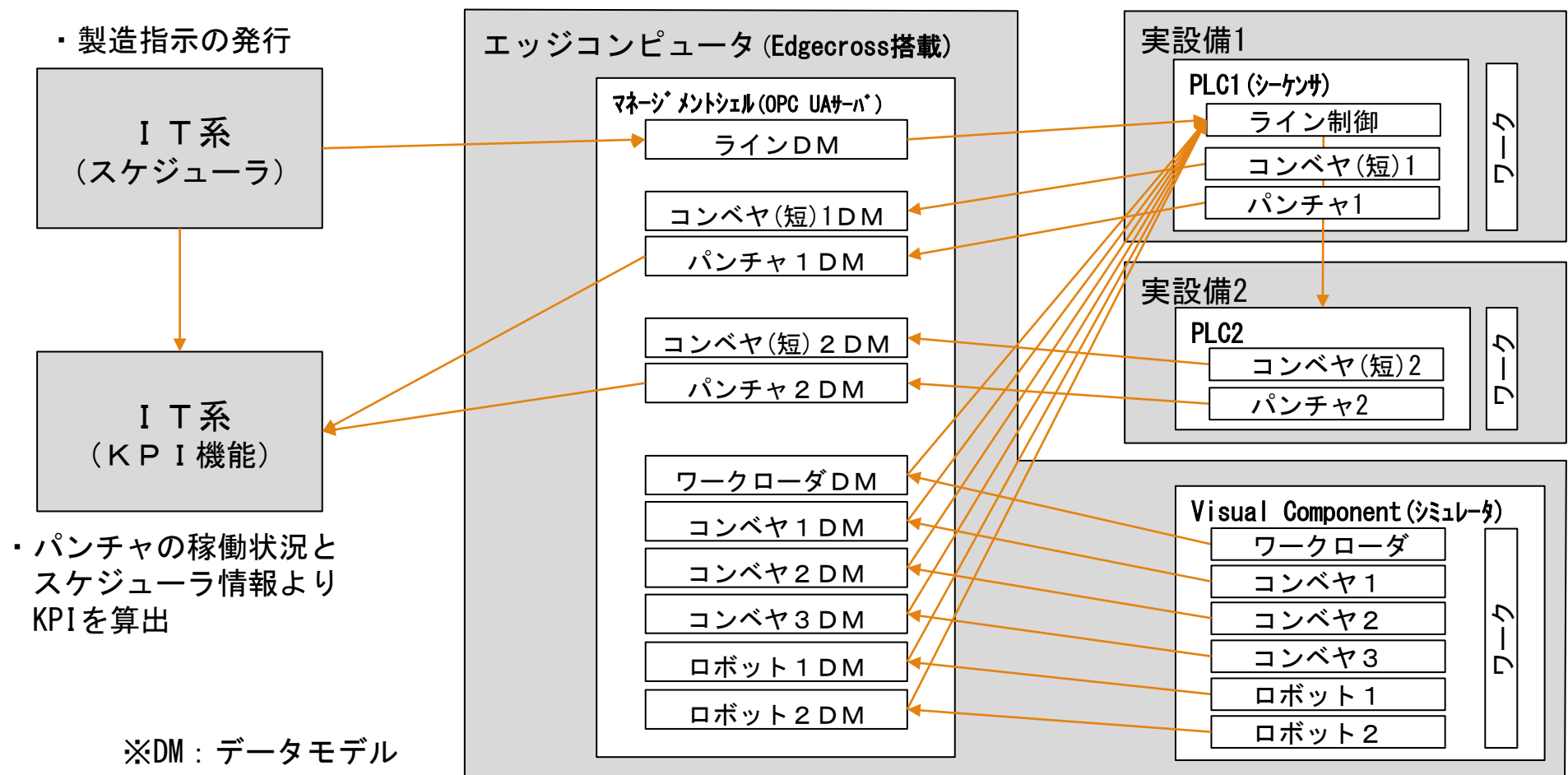
エッジレベル：各設備のデータモデル

	ObjectName	SignalName	Type	In/Out	Description
ワーク台	ShapeFeeder	I_CreateSignal	BOOL	Input	立ち上がりで新規ワークを生成する
コンベア	LongConveyer	I_MoveForwards	BOOL	Input	Trueの間コンベアを正転搬送する
	ConvStartSensor	Q_Detected	BOOL	Output	コンベア入口側のセンサがワーク検出している間True
	ConvEndSensor	Q_Detected	BOOL	Output	コンベア出口側のセンサがワーク検出している間True
パンチャーシステム用ロボット	ViperS850	I_Execute	BOOL	Input	ロボット動作の実行コマンド (信号振る舞いは左記SFC参照)
		Q_Busy	BOOL	Output	
		Q_Done	BOOL	Output	
		Q_Error	BOOL	Output	
		I_OperationNum	INT	Input	ロボット動作種別番号 1: 上流側コンベアからピックアップ 2: (ワーク保持した状態から)プレス機コンベアへプレイス 3: プレス機コンベアからピックアップ 4: (ワーク保持した状態から)下流側コンベアへプレイス
FischerTechnik パンチャーシステム (※実機モニタ用データ)	FT_PressMachine	I_Execute	BOOL	Input	一連のプレス動作の実行コマンドのモニタ (全体制御部から、プレス機制御部への実行コマンドを想定) (信号振る舞いは左記SFC参照)
		I_Busy	BOOL	Input	
		I_Done	BOOL	Input	
		I_Error	BOOL	Input	
		I_LoadingPositionSensDetected	BOOL	Input	実機信号モニタ。コンベア上手前端位置のセンサがワーク検出している間True
		I_PressPositionSensDetected	BOOL	Input	実機信号モニタ。コンベア上プレス実行位置のセンサがワーク検出している間True
		I_MoveConvInward	BOOL	Input	実機信号モニタ。Trueの間、コンベアを搬入方向へ運転する
		I_MoveConvOutward	BOOL	Input	実機信号モニタ。Trueの間、コンベアを搬出方向へ運転する
		I_MovePusherUp	BOOL	Input	実機信号モニタ。Trueの間、プッシャーを下げる
		I_MovePusherDown	BOOL	Input	実機信号モニタ。Trueの間、プッシャーを上げる
		I_IsPusherDownEnd	BOOL	Input	実機信号モニタ。プッシャーが下端にある間True
		I_IsPusherUpEnd	BOOL	Input	実機信号モニタ。プッシャーが上端にある間True

注：電力関連項目を追加予定

エッジレベル：実機とシミュレータの連携

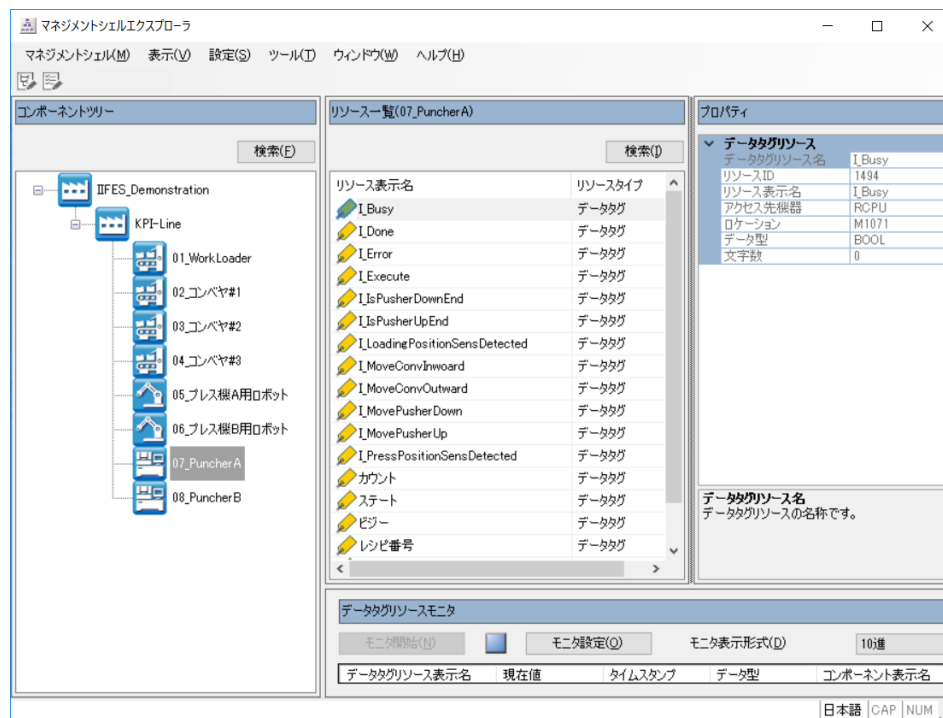
- ・ライン制御はマネジメントシェル(OPC UAサーバ)経由で実施
(OPC UAサーバに関するライブラリが完備されていることから、Pythonで記述)
- ・ワークデータはワークと共に装置間を流れる



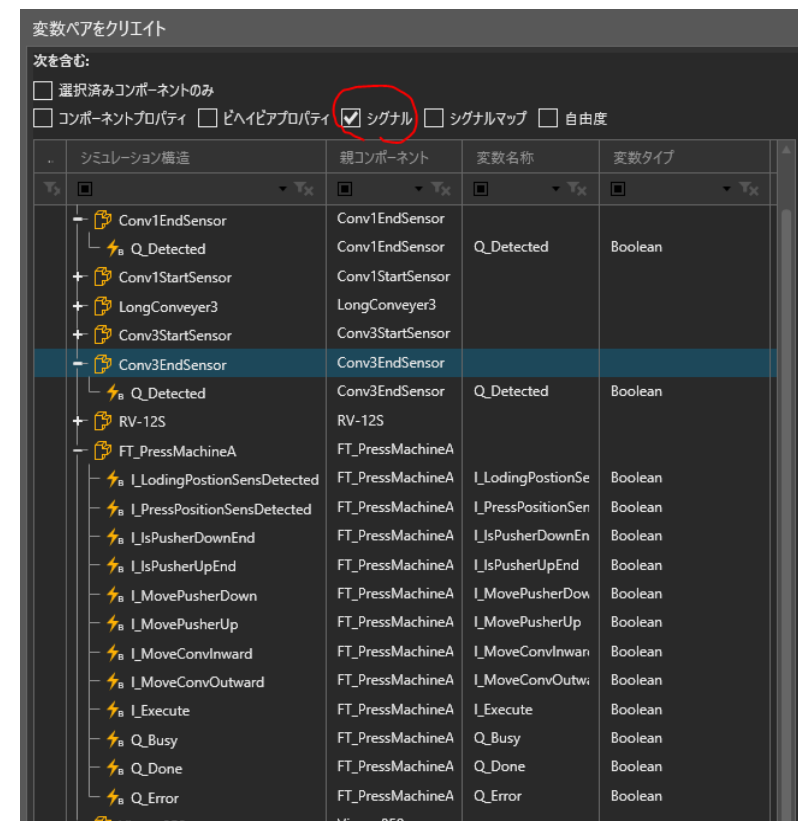
- マネージメントシェルのOPC UA接続機能で実機状態をシミュレータとマッピング

(a) Edgecrossのモデル

- 実機のI/Oやステート状態



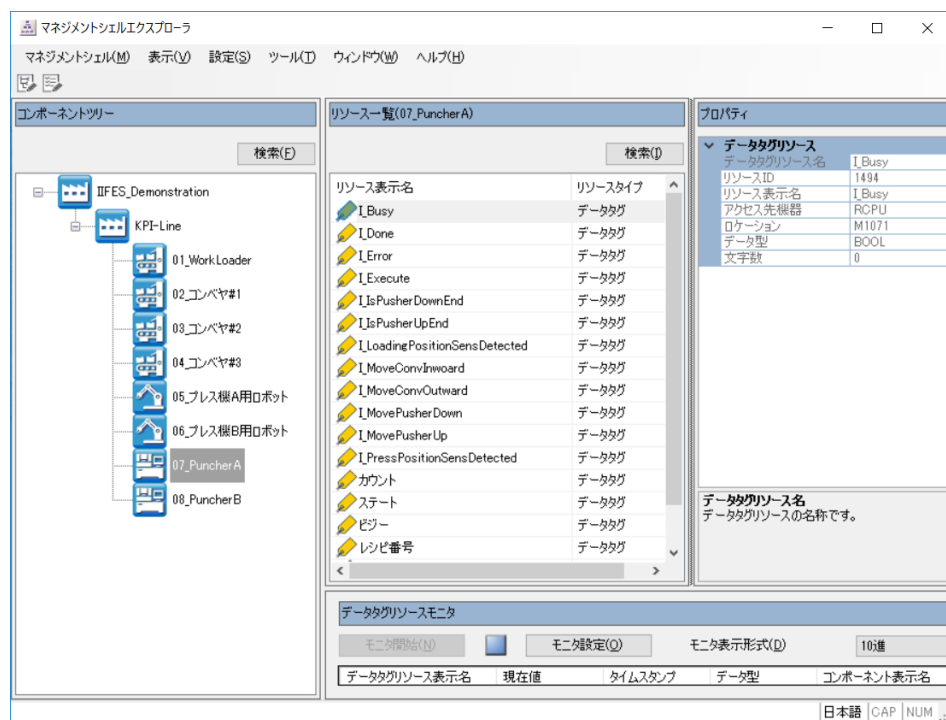
(b) Visual Componentの変数ペアリング画面



- 実機の場合とシミュレーションの場合で、連携用データモデルの形態が異なる

(a) 実機制御 & シミュレータとの連携用データモデル

- 実機のI/Oやステート状態を連携



マネジメントシェルエクスプローラ

コンポーネントツリー

リソース一覧(07_Puncher A)

リソース表示名	リソースタイプ
I_Busy	データタグ
I_Done	データタグ
I_Error	データタグ
I_Execute	データタグ
I_IsPusherDownEnd	データタグ
I_IsPusherUpEnd	データタグ
I>LoadingPositionSensDetected	データタグ
I>MoveConvInward	データタグ
I>MoveConvOutward	データタグ
I>MovePusherDown	データタグ
I>MovePusherUp	データタグ
I>PressPositionSensDetected	データタグ
カウンタ	データタグ
ステート	データタグ
ピッチ	データタグ
レシビ番号	データタグ

データタグリソース

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

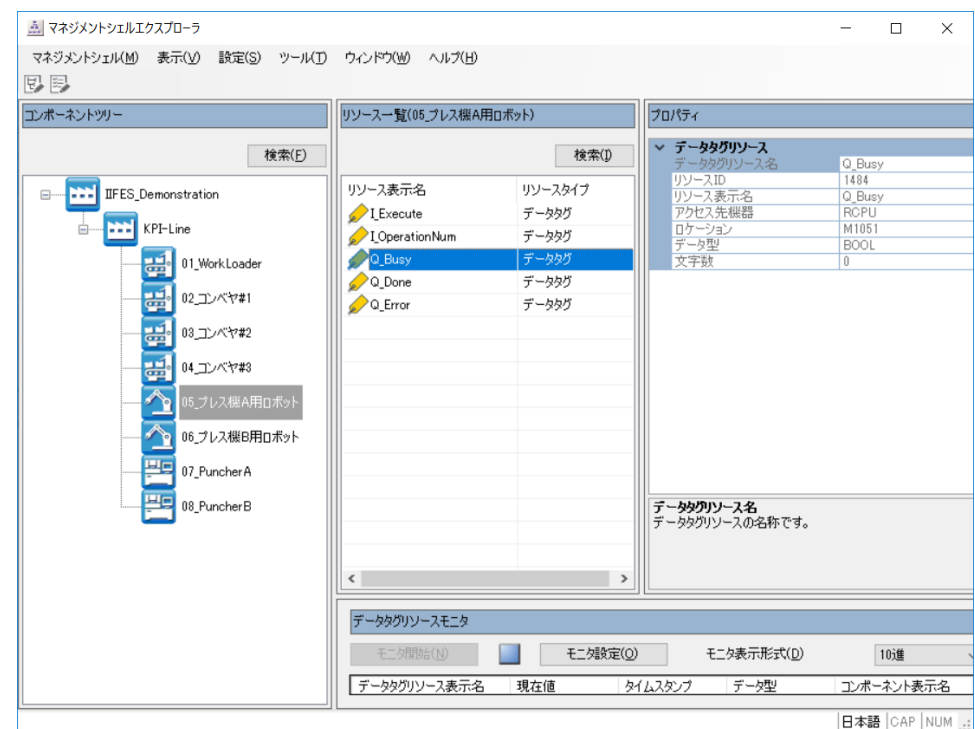
データタグリソース名
データタグリソースの名称です。

データタグリソースモニタ

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
--------------	-----	---------	------	------------

(b) シミュレータとの連携用データモデル

- シミュレータへの指示のみで連携



マネジメントシェルエクスプローラ

コンポーネントツリー

リソース一覧(05_プレス機A用ロボット)

リソース表示名	リソースタイプ
I_Execute	データタグ
I>OperationNum	データタグ
Q_Busy	データタグ
Q_Done	データタグ
Q_Error	データタグ

データタグリソース

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

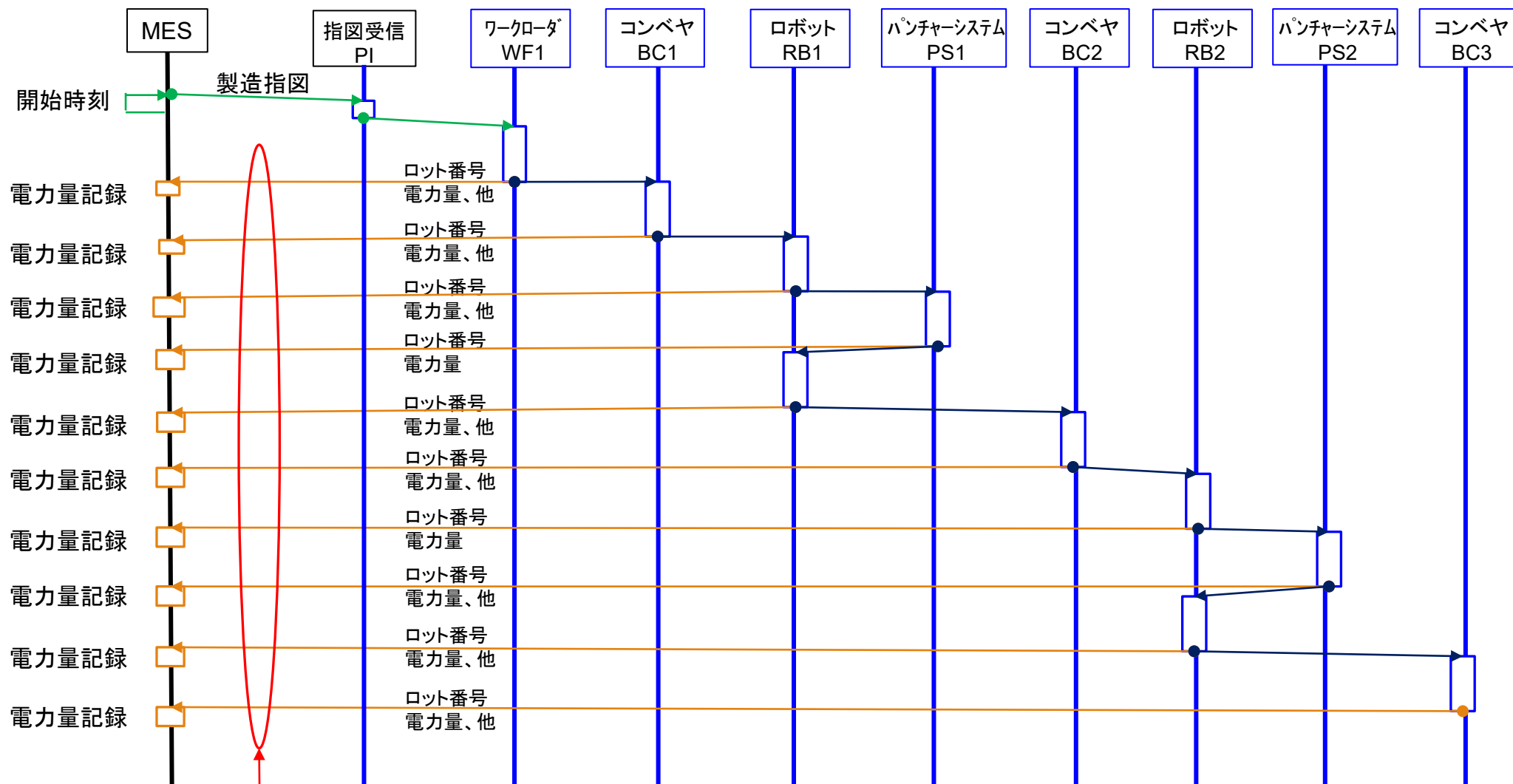
データタグリソース名
データタグリソースの名称です。

データタグリソースモニタ

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
--------------	-----	---------	------	------------



IAF エッジレベル: リアルタイム処理(使用電力量)



リングバッファを利用

□: 装置ビジー

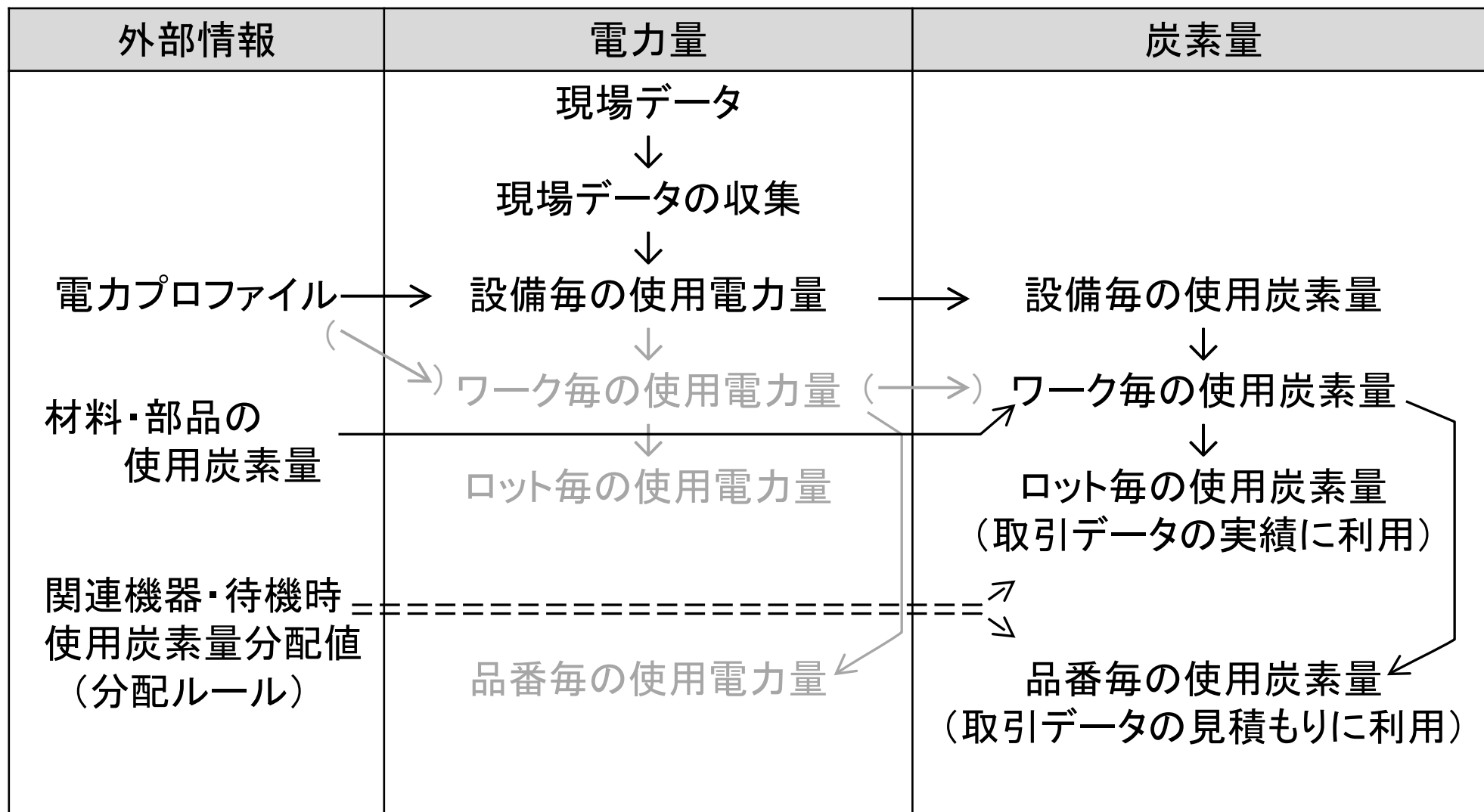
- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

IIFES2022の実証システム概要

◆ IIFES2022の実証システムは、下記の機能から構成される。

	レベル	役割	実証システム
1	製造現場 レベル	工程/作業区、複数の 資源を活用して 製造	・実機の制御(ライン管理、装置制御) ・IIFES2019システムの活用、エネルギー情報収集機能の追加
2	エッジ レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 確認	・現場設備を実機とシミュレーションで実現(CPS) ・エッジプラットフォームを利用し様々な現場設備の情報を収集 ・情報収集に必要なリアルタイム処理をエッジ上で実現 ・OPC UAを活用し、現場情報のデータモデル化
3	MES レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 最適化	・使用エネルギーや炭素量の同定、根拠情報を含めた記録 ・KEIモデルの検証 ・スケジューリング
4	ERP レベル	複数の資源に関係 する物理量を 価値 に変換・解析	・炭素情報取引のための情報管理 ・炭素情報取引のための通信処理
5	連携 レベル	製造関連情報の DXによる価値創出	・GAIA-Xを介して炭素情報活用企業と連携

MESレベル：炭素使用量算出データ処理(案)



MESレベル: 炭素量計算内容（案）

- ◆ データ処理フローの各フェイズにおけるデータ内容案を下表に示す
- ◆ 収集または算出された炭素量関連データはデータベースにて管理する
（IIFES版ではAPRISO用DB、簡易版の実装ではPostgresを利用）

表 炭素量の情報内容

No	DB	対象、フォーカスする単位	内容	備考
1	マネージメントシェル	設備単位	設備の現在データ	時間に制約あり（正確な時間で要収集）
2	現場情報	時刻、ワーク、設備単位	タイムスタンプ付き履歴情報	リアルタイム性確保の為に、リングバッファで構成。
3	使用電力量	時刻、ワーク単位	ワーク単位のタイムスタンプ付き履歴情報	現場情報からワーク単位の情報を切り出し
4	使用炭素量実績	ワーク単位	製造時点での消費炭素量をワーク毎に算出	時刻単位の利用エネルギーのプロファイルが必要（LNG火力/太陽光等）
5	炭素量評価値	製品単位	製品毎の平均使用炭素量、オーダー毎の実績値、等	平均値や周辺設備の使用炭素量の分配情報、なども必要
6	炭素情報利用企業用情報	製品、オーダー単位 （ユースケース毎に異なる）	見積り、実績値情報、等 （ユースケース毎に異なる）	企業の脱炭素に向けた姿勢をアピールすることにも利用されるようになると予想

MESレベル：指図情報内容（案）

品番	ロット番号	ロットリシアル	Last	着手予定時刻
A1	A1L1	1	False	2021/10/03 09:10:00
A1	A1L1	2	False	2021/10/03 09:11:00
A1	A1L1	3	True	2021/10/03 09:11:30
B1	B1L1	1	False	2021/10/03 09:12:00
B1	B1L1	2	False	2021/10/03 09:12:00
B1	B1L1	3	True	2021/10/03 09:13:30
C1	C1L1	1	False	2021/10/03 09:13:30
C1	C1L1	2	True	2021/10/03 09:14:00

 Carbon計算を行う製品のロット名 (String)
 ロットのシリアル (数字 UInt16)
 ロットの最後 (Boolean)
 製造が可能になる時刻

条件：ロットは混在しない(一連のロットシリアルが完了後に次のロット)

- ◆ 製造時は工場設備を稼働させるためにエネルギーを消費する
 - ◆ 工場で利用されるエネルギー源
 - 電力、空圧、蒸気圧、等あるが、電力をベースに検討（本来、熱量で評価すべき）
 - ◆ エネルギー源毎の炭素使用量
 - 製造時に利用した電気の提供元によって、炭素使用量が異なる
 - ◆ 想定される電力提供元
 - 電力会社からの買電：火力、水力、原子力等、発電の方法は様々
電力会社毎に構成は異なる
 - 自家発電：重油などを燃料とする火力発電が主流
 - 再生可能エネルギー：太陽光や風力などから発電された電力
季節や時刻、天候等の外部要因で変動が大きい
- 炭素量の算出では、製造に使用したエネルギー源も明確にする必要あり
- 製造に使用したエネルギー情報（ここでは電力プロフィール）の明確化、記録

電力プロファイルの根拠例

◆ 電力プロファイルの根拠として、下記表に示すような公開情報を利用

- 電力会社から買電： 623 g-CO₂/kWh （表1-電力会社平均の調整後排出係数より）
- 太陽光発電： 38 g-CO₂/kWh （表2-太陽光のCO₂排出量より）
- 自家発電（重油等）： 738 g-CO₂/kWh （表2-石油火力のCO₂排出量より）

← 自家発電を利用すると、電力会社からの買電より炭素使用量が増える可能性

表1 一般電力事業者の二酸化炭素排出係数資料

No	一般電気事業者名	調整後排出係数 (g-CO ₂ /kWh)	シェア
1	沖縄電力	816	0.88%
2	関西電力	523	6.77%
3	九州電力	598	3.09%
4	四国電力	688	3.49%
5	中国電力	709	3.26%
6	中部電力	494	9.50%
7	東京電力	496	8.96%
8	東北電力	573	30.05%
9	北海道電力	688	15.72%
10	北陸電力	640	14.51%
11	電力会社平均	623	96.22%

表2 発電方法によるCO₂排出量と発電コスト

No	発電方法	CO ₂ 排出量 (g-CO ₂ /kWh)	コスト (円/kWh)
1	原子力	20	10.1～
2	太陽光（住宅用）	38	29.4
3	風力（陸上）	25	21.6
4	水力	11	11
5	石油火力	738	30.6～43.4
6	石炭火力	943	12.3
7	LNG火力	599	13

出典：電力計画.com（ドットコム）

- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPLレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

IIFES2022の実証システム概要

◆ IIFES2022の実証システムは、下記の機能から構成される。

	レベル	役割	実証システム
1	製造現場 レベル	工程/作業区、複数の 資源を活用して 製造	・実機の制御(ライン管理、装置制御) ・IIFES2019システムの活用、エネルギー情報収集機能の追加
2	エッジ レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 確認	・現場設備を実機とシミュレーションで実現(CPS) ・エッジプラットフォームを利用し様々な現場設備の情報を収集 ・情報収集に必要なリアルタイム処理をエッジ上で実現 ・OPC UAを活用し、現場情報のデータモデル化
3	MES レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 最適化	・使用エネルギーや炭素量の同定、根拠情報を含めた記録 ・KEIモデルの検証 ・スケジューリング
4	ERP レベル	複数の資源に関係 する物理量を価値 に変換・解析	・炭素情報取引のための情報管理 ・炭素情報取引のための通信処理
5	連携 レベル	製造関連情報の DXによる価値創出	・GAIA-Xを介して炭素情報活用企業と連携

◆ 2つのユースケースを想定し、必要な情報をDX

□ 顧客要求に関する見積もり返答

- 内容： 部品毎の使用予想炭素量の見積もり(3種類)
- 条件： 価格、納期、使用炭素量
- その他： 顧客の要求条件により、最適な生産プロセスの選択がありうる。
また、算出プロセスの開示もありうる)

□ 顧客への実績情報提供

- 内容： 使用炭素量実績値
- その他： 共通使用エネルギーの分配方法

◆ システム開発の都合上、簡易な方法で実施

□ 先ずは、日本から欧州へのデータ転送のみ実施

□ 今後、要求と応答によるデータ授受機能に拡張



ERPLレベル: GAIA-X連携用データ構造(案)

No	種類	項目	優先	BrowseName	DisplayName	型	書込可	備考	
0	管理(management)			ready	準備完了	Boolean	Server	True: 情報有効	
1	見積もり	A1	価格優先	Price	価格	UInt32	Server	単位は円。ドルの場合はセント。	
2				DeliveryDate	納期	String	Server	"YYYY/MM/DD_HH:MM:SS"(など)	
3				CarbonFp	炭素量	Float	Server	g単位と想定	
4-6			炭素量優先（3データ）						上記価格優先と同じ内容を、炭素量優先、納期優先としたときの各値
7-9			納期優先（3データ）						
10-18		B1（9データ）						上記のA1の領域と同内容を、B1、C1とした時の値。3領域を、各パーツ用に利用（3社からのオーダー対応）。	
19-27		C1（9データ）							
28	実績	A1（最新）		PartsID	品番	String	Server	"A1","B1","C1"	
29				WorkID	ロット番号	String	Server	"A1L1"など。15文字以内のUnicode。	
30				CarbonFp	使用炭素量	Float	Server	単位はgを想定	
31				ProductionDate	生産期日	String	Server	"YYYY/MM/DD_HH:MM:SS"（など）	
32-35		B1（最新）（4データ）						上記のA1の領域と同内容を、B1、C1とした時の値。 併せて3領域をリングバッファ的に使用	
36-39		C1（最新）（4データ）							

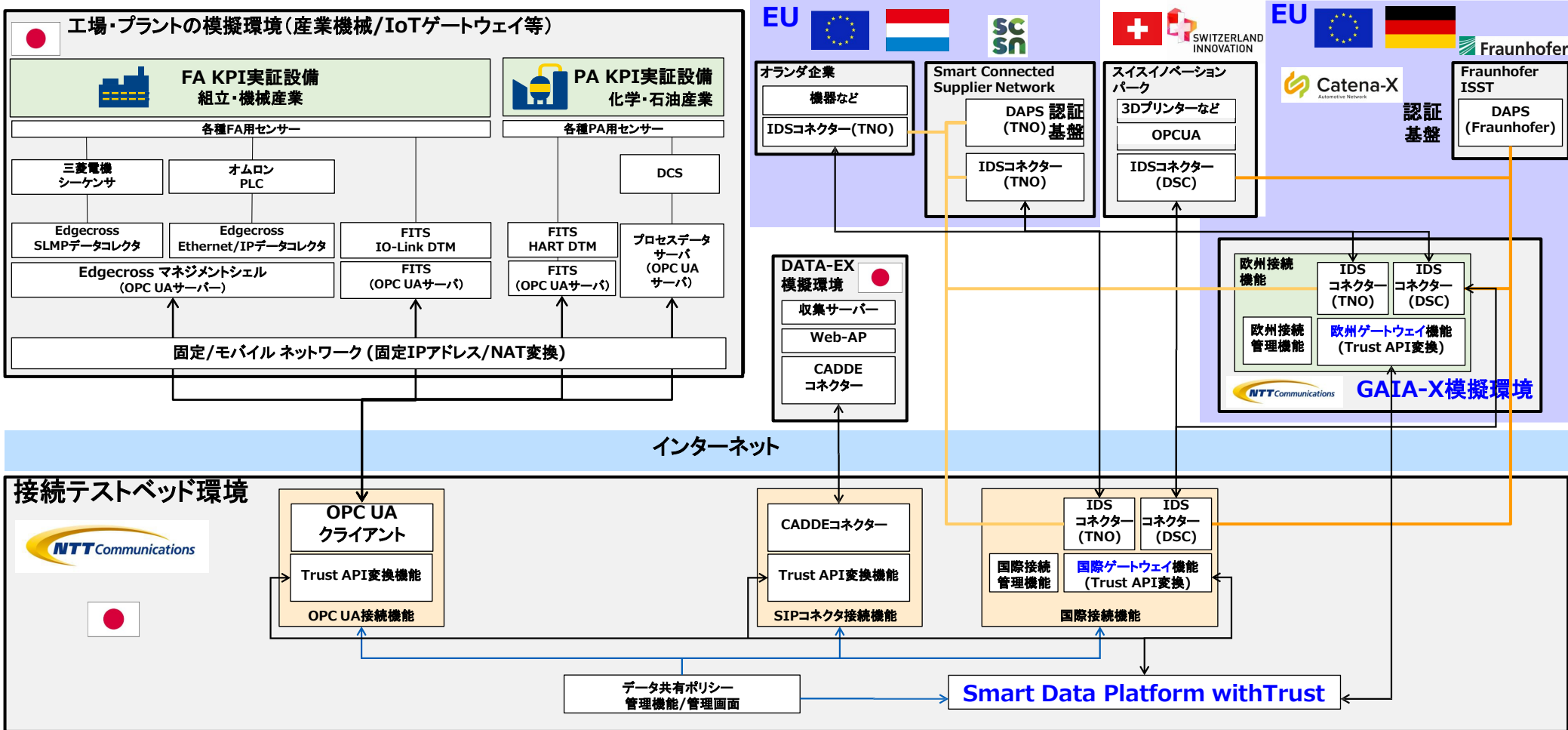
- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

連携レベル: IIFES2022の実証システム概要

◆ IIFES2022の実証システムは、下記の機能から構成される。

	レベル	役割	実証システム
1	製造現場 レベル	工程/作業区、複数の 資源を活用して 製造	・実機の制御(ライン管理、装置制御) ・IIFES2019システムの活用、エネルギー情報収集機能の追加
2	エッジ レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 確認	・現場設備を実機とシミュレーションで実現(CPS) ・エッジプラットフォームを利用し様々な現場設備の情報を収集 ・情報収集に必要なリアルタイム処理をエッジ上で実現 ・OPC UAを活用し、現場情報のデータモデル化
3	MES レベル	工程/作業区、複 数の資源に関係す る 最適化	・使用エネルギーや炭素量の同定、根拠情報を含めた記録 ・KEIモデルの検証 ・スケジューリング
4	ERP レベル	複数の資源に関係 する物理量を 価値 に変換・解析	・炭素情報取引のための情報管理 ・炭素情報取引のための通信処理
5	連携 レベル	製造関連情報の DXによる 価値創出	・GAIA-Xを介して炭素情報活用企業と連携

連携：欧州GAIA-X接続トライアルの システム構成イメージ



◆ 5つのインタフェース

Edgecrossのマネジメントシェル(OPC UAサーバ)上に構築

□ 指図指示

- MESから現場への、製造指示。品番(レシピ)、ロット情報、を含む

□ 設備の使用電力量

- 現場からMESへ、各設備がワークの加工や運搬に利用した電力量を渡すための情報。
- リアルタイム性に対応するために、リングバッファを構成。

□ 設備稼働状況

- 現場からMESへ、OEE算出のために渡される情報。

□ 電力プロファイル

- 電力供給源の情報で、MESが電力量と使用炭素量の変換係数を決定するため使用

□ 炭素情報取引データ(GAIA-X連携用):

- ERPからGAIA-Xに送る情報。炭素使用量の見積もり値、実績値のデータを持つ。

注1: MES-ERP間の炭素情報受渡はDBアクセスを想定

注2: 「受注情報」はERPの内部処理として扱っている

- ◆ IAFにおけるKPI関連の活動
- ◆ 対象システム
- ◆ 実証システム
 - 製造現場
 - エッジレベル
 - MESレベル
 - ERPレベル
 - 連携レベル
- ◆ 今後の課題

◆ KEIモデル、SMKLとの対応

IAFの提案しているKEIモデル、SMKLとの対応検討を進め、IIFESにてご紹介

◆ 実証システムの常設対応

IIFES終了後は早稲田大学に常設予定であり、そのための追加開発を予定。

□ 現場レベルの機能の完全シミュレーション化

□ 簡易版使用炭素量評価機能、指図機能

現場レベルの機器のメンテナンス負荷軽減や常設の際の借用品への対応の為、簡易版等の追加機能の開発を実施。

◆ 脱炭素関連KPI検討の深化

今後の日本の製造業に重要な脱炭素へのさらなる対応を検討

□ 周辺機器等の使用炭素量の分配方法

本実証システムでは、直接製造している機器の使用炭素量の算出を行っているが、周辺機器や待機時に消費する炭素は補正值としての扱いに過ぎない。これらの使用炭素量の製品への分配方法等のルールは重要。

□ 幅広い脱炭素のユースケースへの対応

本実証システムでは、DX関連の脱炭素のユースケースの一部を対象とした。それ以外の脱炭素のユースケースへの対応の検討

◆ IAFにおけるKPI関連の活動

◆ 対象システム

◆ 実証システム

- 製造現場
- エッジレベル
- MESレベル
- ERPレベル
- 連携レベル

◆ 今後の課題

- IIFES2022にて展示
(2022/1/26～28)
- 早稲田大学にて常設

ご清聴ありがとうございました