

IAF講演2
CLiC(制御層情報連携意見交換会)

「生産システムにおけるKPI運用を推進するCLiC活動」

2025年2月10日 14:00-14:20

IAFフォーラム@北九州国際会議場32会議室

制御層情報連携意見交換会(CLIC)

目次



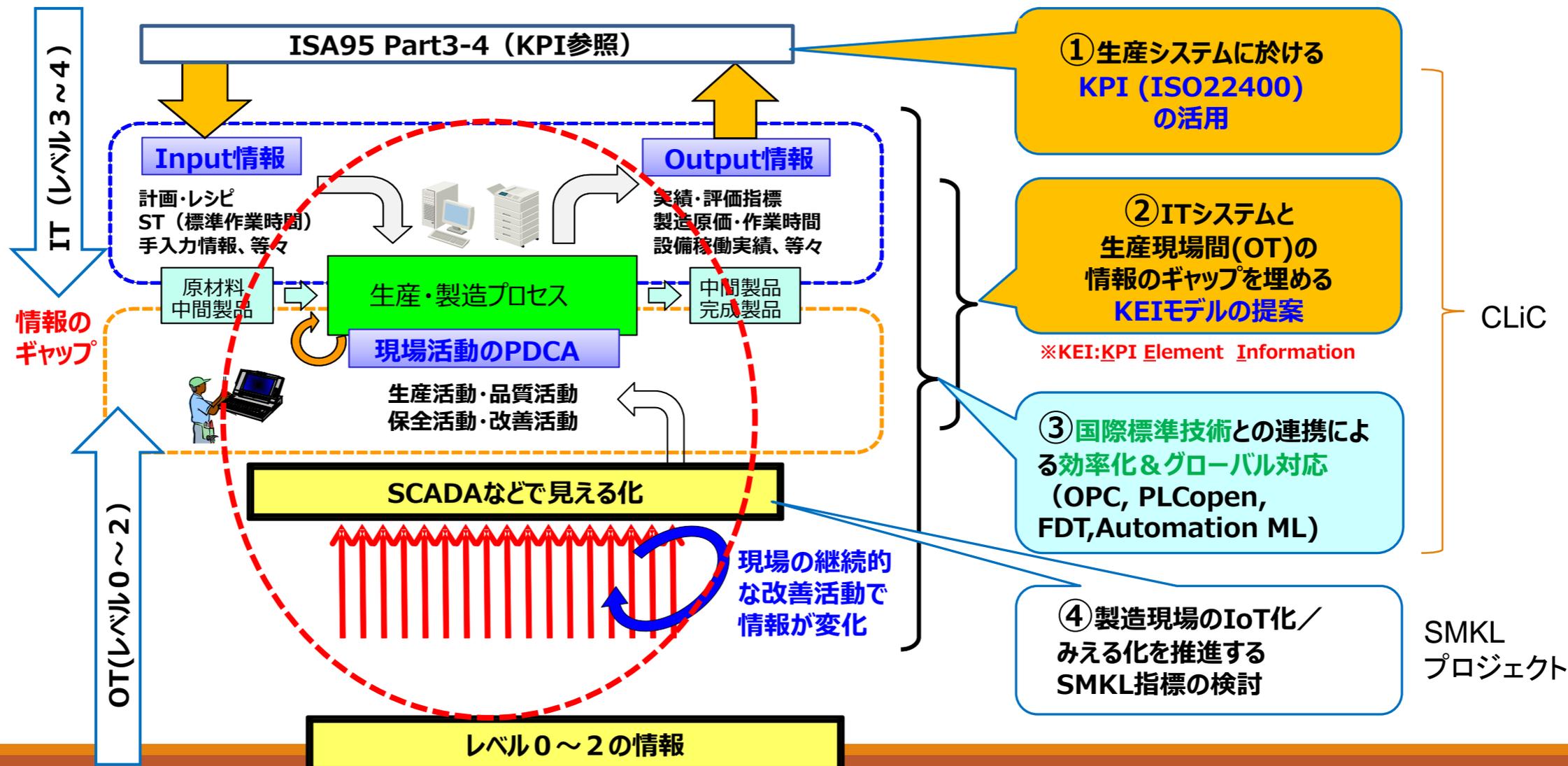
1. 制御層情報連携意見交換会(CLiC)とは
2. KPI分科会
3. シーズ分科会

1. 制御層情報連携意見交換会(CLiC)とは CLiC活動概要

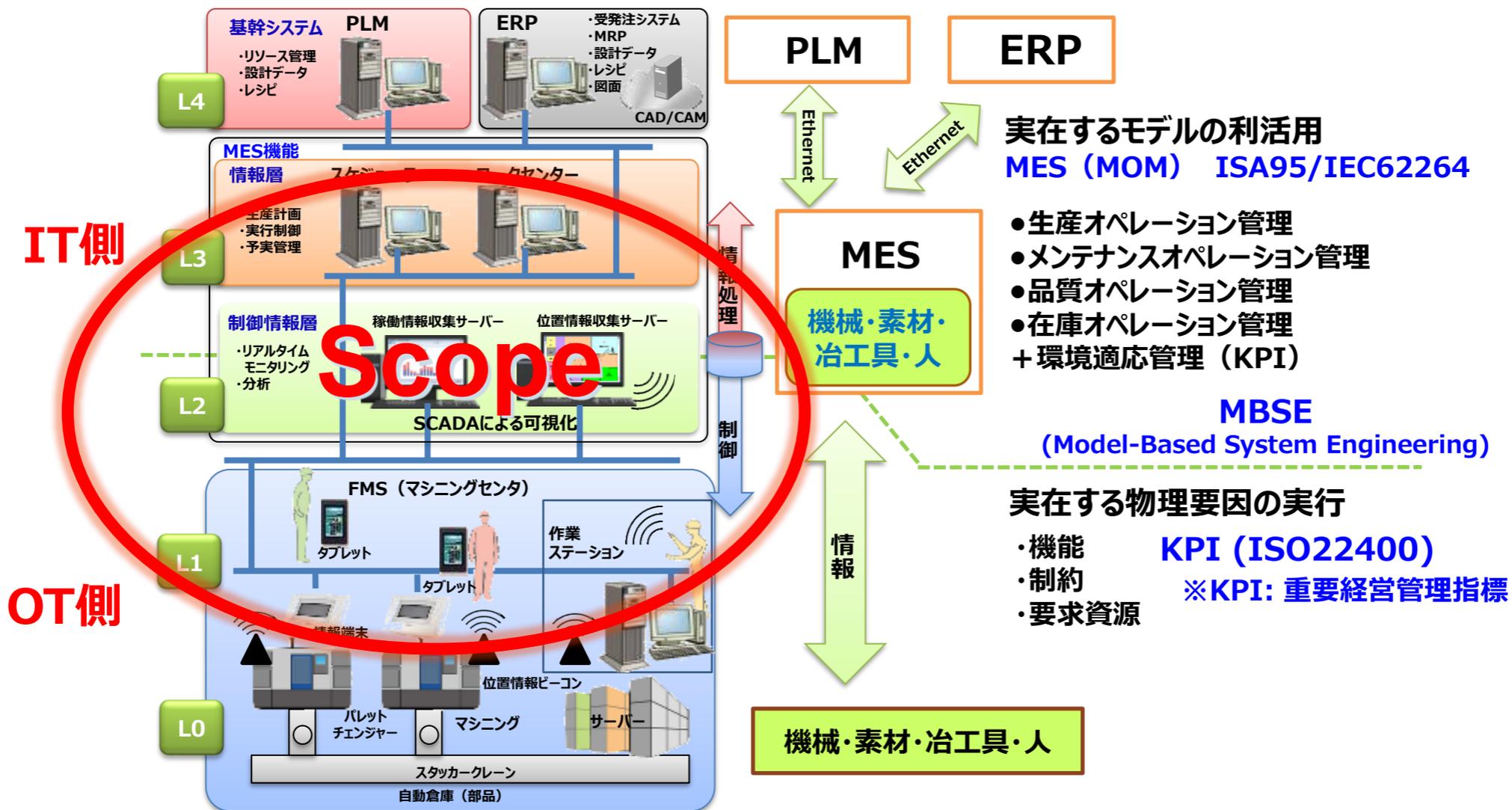
目的：より効率的で正確な事業経営を実現

KPI分科会：KPI運用に関する課題抽出と対策検討①②

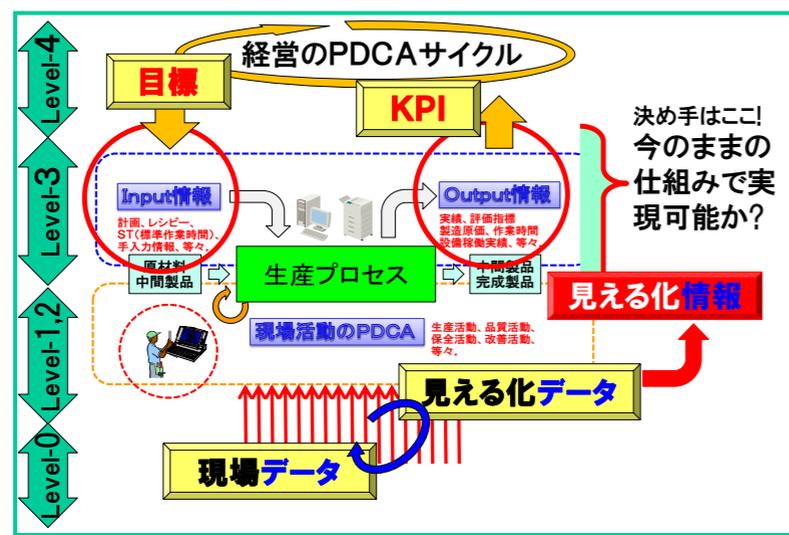
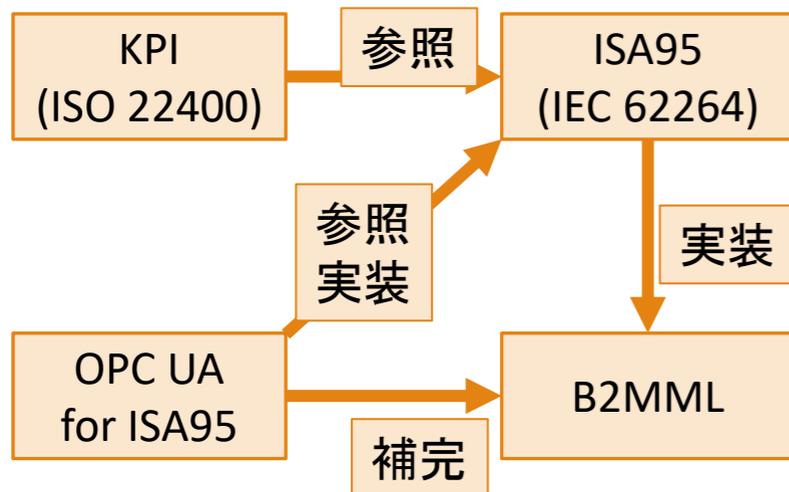
シーズ分科会：国際標準活用とユースケース創出③



2. KPI分科会 CLiCの検討範囲



2. KPI分科会 KPI(ISO 22400)の背景(目的の可視化)



- MES (Manufacturing Execution System) 領域での KPI (Key Performance Indicators) である品質性、安全性、設備稼働率などを数値化して管理するにあたり、工場・事業所・企業ごとといった異なるメジャーでは、経営戦略管理上比較ができない。
 - 適切な経営判断ができず、設備／装置・ロボットから出すデータ基準が装置メーカーごとに違っている場合は改善効果の評価ができない
- KPI別に装置のデータ採りの基準を国際標準化したものが ISO 22400
- ISO 22400は、ISA95 (IEC 62264) で定義されている Level3 (MOM) の領域に関するKPIを取り扱っている

2. KPI分科会

ISO 22400で定義されているKPI指標(概要)

KPIの国際標準であるISO 22400には、38種類の指標が定義されている

No.	分類	KPI定義数	ISO 22400-2 表番号	ISO 22400-2 Amd.1 表番号
1	Efficiency indicators (効率指標)	9	2 - 10	-
2	Quality indicators (品質指標)	9	11 - 19	-
3	Capacity indicators (能力指標)	4	20 - 23	-
4	Energy Management (エネルギー管理)	5	24	36 - 39
5	Inventory management indicators (在庫管理指標)	6	25 - 30	-
6	Maintenance indicators (メンテナンス指標)	5	31 - 35	-

IIFES2019でOEE
実証システムを展示

IIFES2022/2024でCFP
実証システムを展示

2. KPI分科会

ISO 22400で定義されているKPI指標（詳細）



Efficiency indicators

- /Worker Efficiency(労働生産性)
- /Allocation Ratio(負荷度)
- /Throughput Rate(生産量)
- /Allocation Efficiency(負荷効率)
- /Utilization Efficiency(利用効率)
- /Overall Equipment Effectiveness Index(設備総合効率)**
- /Net Equipment Effectiveness Index(正味設備効率)
- /Availability(設備有効性)
- /Effectiveness(工程効率)

IIFES2019でOEE
実証システムを展示

Quality indicators

- /Quality Ratio(品質率、良品率)
- /Set up Ration(段取率)
- /Technical Efficiency(設備保全利用率)
- /Production Process Ratio(工程利用率)
- /Actual to Planned Scrap Ratio(計画実績廃棄率)
- /First Pass Yield(直行率)
- /Scrap Ratio(廃棄率)
- /Rework Ratio(手直率)
- /Fall-off Rate(減衰率)

Capacity indicators

- /Machine Capability Index(機械能力指数)
- /Critical Machine Capability Index(クリティカル機械能力指数)
- /Process Capability Index(工程能力指数)
- /Critical Process Capability Index(クリティカル工程能力指数)

Maintenance indicators

- /Mean Operation Time between Failures(平均故障間動作時間)
- /Mean Time to Failures(平均故障時間)
- /Mean Time to Repair(平均復旧時間)
- /Corrective Maintenance Ratio(良品保全率)
- /Equipment Load Ratio(設備負荷率)

Inventory indicators

- /Inventory Turns (在庫回転率)
- /Finished Goods ratio (良品率)
- /Integrated Goods Ratio (総合良品率)
- /Production Loss Ratio(総合廃棄率)
- /Storage and Transportation Loss Ratio(在庫輸送廃棄率)
- /Other Loss Ratio(その他の廃棄率)

IIFES2022/2024でCFP
実証システムを展示

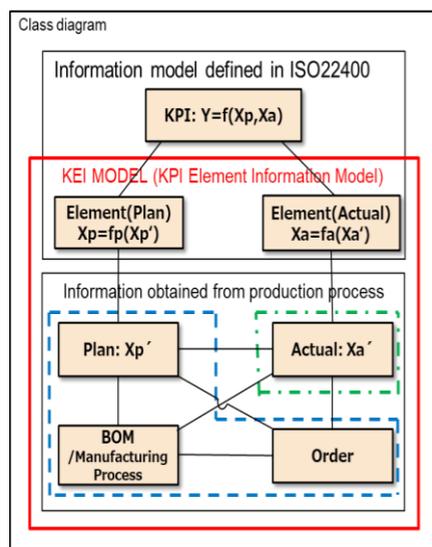
Energy Management

- /Comprehensive Energy Consumption (総合エネルギー消費量)**
- /Direct Energy Consumption Effectiveness (直接エネルギー消費効率)**
- /Direct Net Energy Consumption Effectiveness(直接正味エネルギー消費効率)**
- /Direct Energy Efficiency(直接エネルギー効率)**
- /Direct Net Energy Efficiency (直接正味エネルギー効率)**

青字のKPIは、ISO22400-2_2014_Amd_1_2017で新たに定義された

2. KPI分科会 KEIモデルの提案と実証システム構築

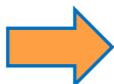
- ◆ KPI運用に関する課題抽出と対策検討 → KPIシステム構築に関する国際標準技術の活用を検討（効率化、グローバル化、シーズ分科会の成果活用）
- ◆ 予実管理を主眼に置くKPI活用に向けた独自モデルの検討 → KEIモデルを提案
- ◆ KEIモデルの有効性を実証するシステムの構築 → OEE、カーボンフットプリント



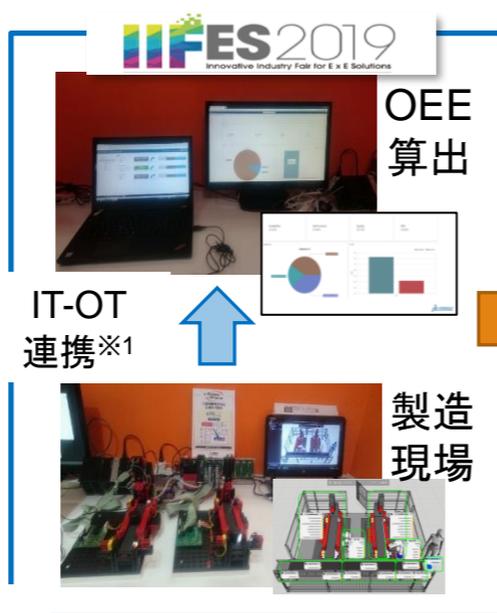
--- ISA95 Levels 3-4 Data (IT side)
 - - - ISA95 Levels 1-2 Data (OT side)

IAF-CLiCの提唱するKEIモデル

実証



※1:IT-OT連携
 OPC-UAを標準I/FとしたISA-95のレベル2-3-4の連携



IIFES2019 Innovative Industry Fair for E x E Solutions

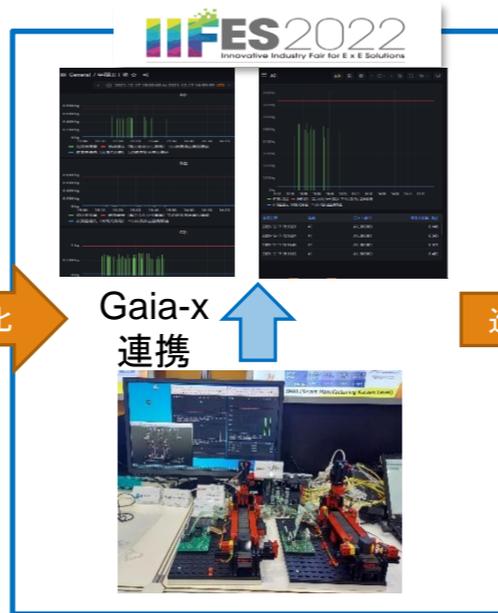
OEE算出

IT-OT連携※1

製造現場

IIFES2019展示
 (OEE計測システム)

進化

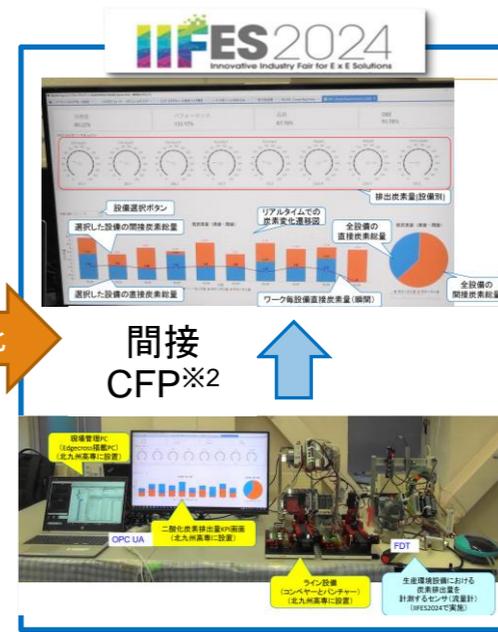


IIFES2022 Innovative Industry Fair for E x E Solutions

Gaia-x連携

IIFES2022展示
 (CFP計測システム(製品毎CFPのGaia-x連携))

進化



IIFES2024 Innovative Industry Fair for E x E Solutions

間接CFP※2

IIFES2024展示
 (CFP計測システム(直接/間接CFP※2))

※2:間接CFP:
 実証システムでは生産環境や待機電力等、製品単位への配賦が必要になる炭素排出量を取り上げた

2. KPI分科会

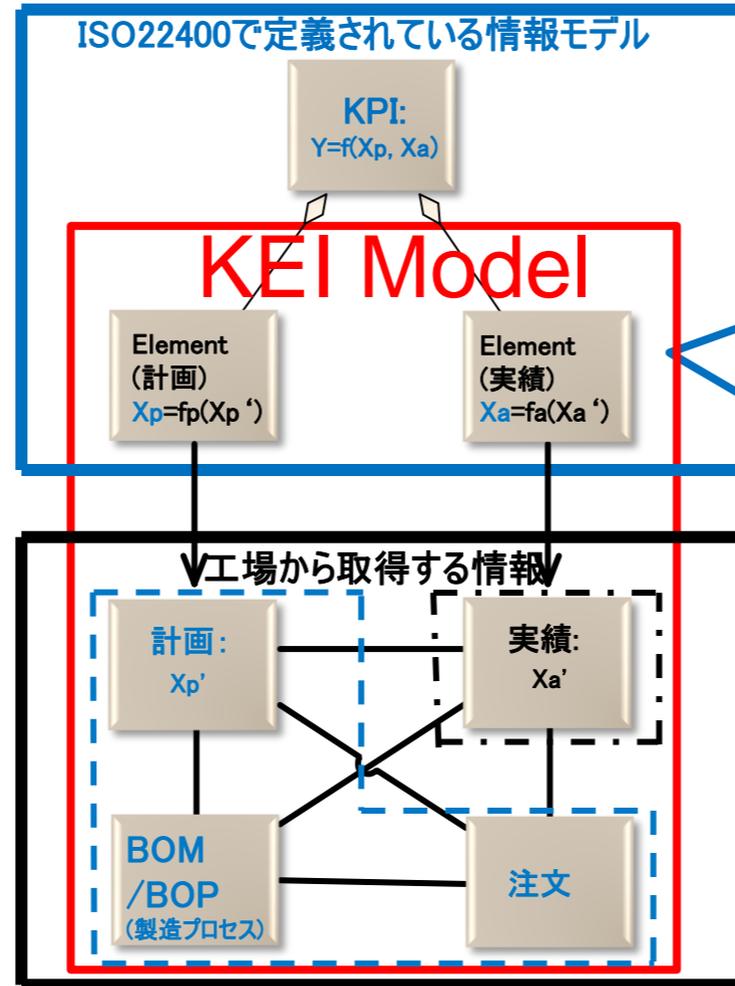
KEI Model (KPI Element Information Model)

◆ 予実管理を主眼に置くKPIの活用を推進したい

◆ 製造現場側(OT)が作る情報モデルを、IT側へ提供

□ IT-OT間の情報ギャップ解消を目的とする独自OTモデルを考案

IT



産業用KPIはISO 22400に定義されている例)

IIFES2019でOEE実証システムを展示

OEEは、設備の使用効率の度合いを示す指標で、以下の式で表される。

$$OEE = \text{Availability} * \text{Performance Rate} * \text{Finished goods ratio} \quad (3)$$

ここで、Availabilityは「時間稼働率」、Performance rateは「性能稼働率」、Finished good ratioは「良品率」を表すKPIである。

$$\text{Availability} = \text{OPT} / \text{LT} \quad (4)$$

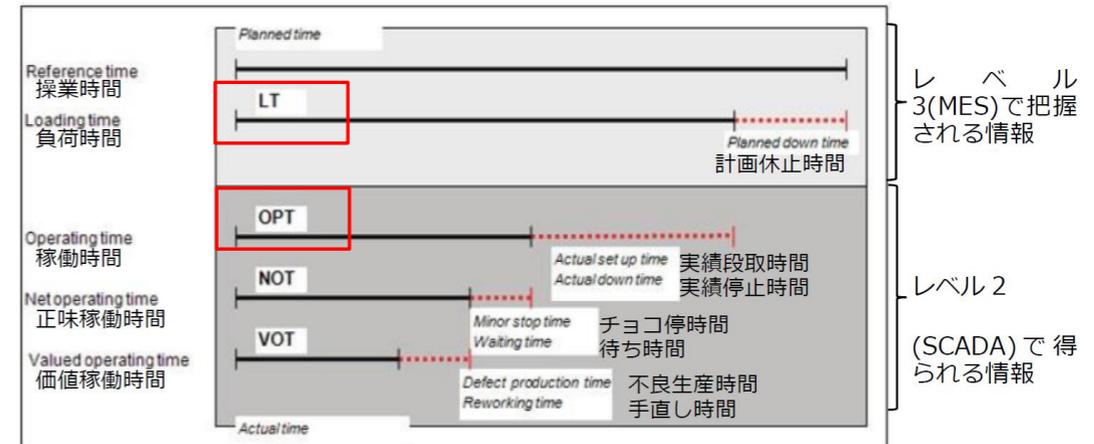


図4 Time Model for Work Units (出展: ISO 22400-2:2014[E] Annex B)

- - - - - ISA95 Levels 3-4のデータ(IT側、ERP/MES)
- ISA95 Levels 1-2のデータ(OT側、現場レベル)

2. KPI分科会

KPI（二酸化炭素排出量）で想定されるユースケース

- ◆ カーボンフットプリント関連のユースケースを検討
→ サプライチェーン関連DXを対象とする

IIFES2022/2024でCFP
実証システムを展示

- ◆ 下表記載の代表例から、顧客対応に関連するユースケースに着目
→ 見積り、実績報告を対象とするシステムを検討

脱炭素関連のユースケース検討内容

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	顧客への見積り回答	製品毎の炭素排出量予測値	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ことを想定
7		顧客への実績情報提供	製品毎の炭素排出量実績値	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)

2. KPI分科会

KPI (エネルギー消費量と二酸化炭素排出量)

① ISO22400の総合エネルギー消費量 (Comprehensive energy consumption、ISO 22400-2 表番号No24)

$$E = \sum Mi * Ri + Q$$

$$e = E/PQ = (\sum Mi * Ri + Q) / PQ$$

- ✓ E: 総合エネルギー消費量
- ✓ e: ユニットの単位エネルギー消費量
- ✓ PQ: 生産量
- ✓ Mi: 測定可能な実エネルギー消費量
- ✓ Ri: エネルギー変換係数
- ✓ Q: 環境とのエネルギー量交換

①' 上記に模して、総合二酸化炭素消費量 (Comprehensive carbon dioxide consumption) に関するKPIを算出する。

$$C = \sum Mi \times RCi + QC$$

$$c = C/PQ = (\sum Mi \times RCi + QC) / PQ$$

- ✓ C: 総合二酸化炭素消費量
- ✓ c: ユニット単位の二酸化炭素消費量
- ✓ PQ: 生産量 (produced quantity)
- ✓ Mi: 測定可能な実二酸化炭素消費量
- ✓ RCi: 二酸化炭素変換係数
- ✓ QC: 環境との二酸化炭素交換量

IIFES2022/2024で
CFP実証システムを展示

2. KPI分科会

IIFES2019展示(OEE計測システム)

IIFES2022展示CFP計測システム(製品毎CFP)

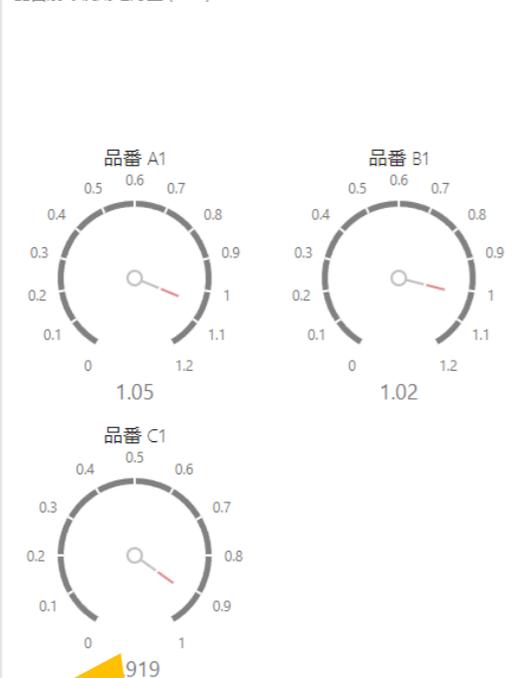
DELMIA Apriso KPIダッシュボード



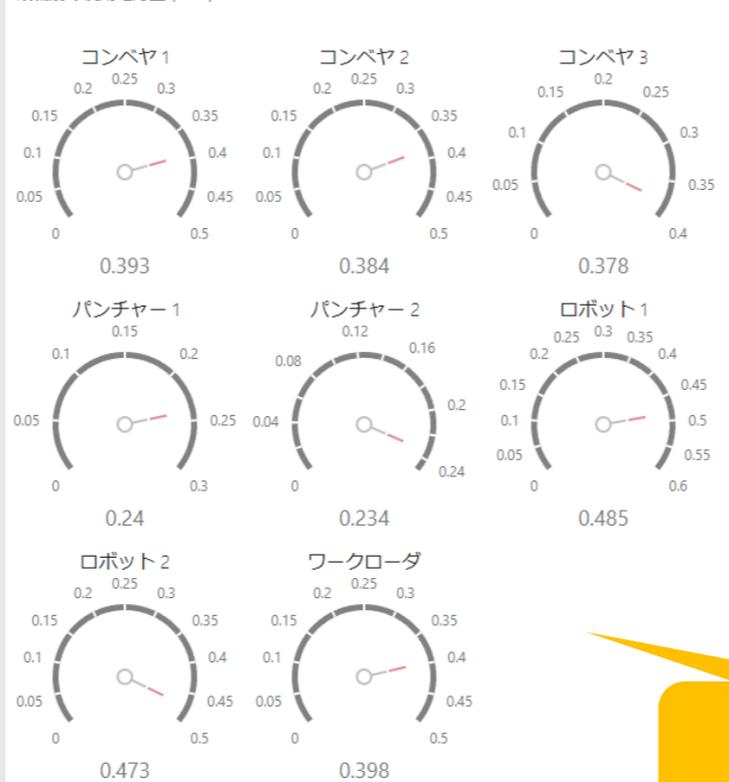
OEE
関連



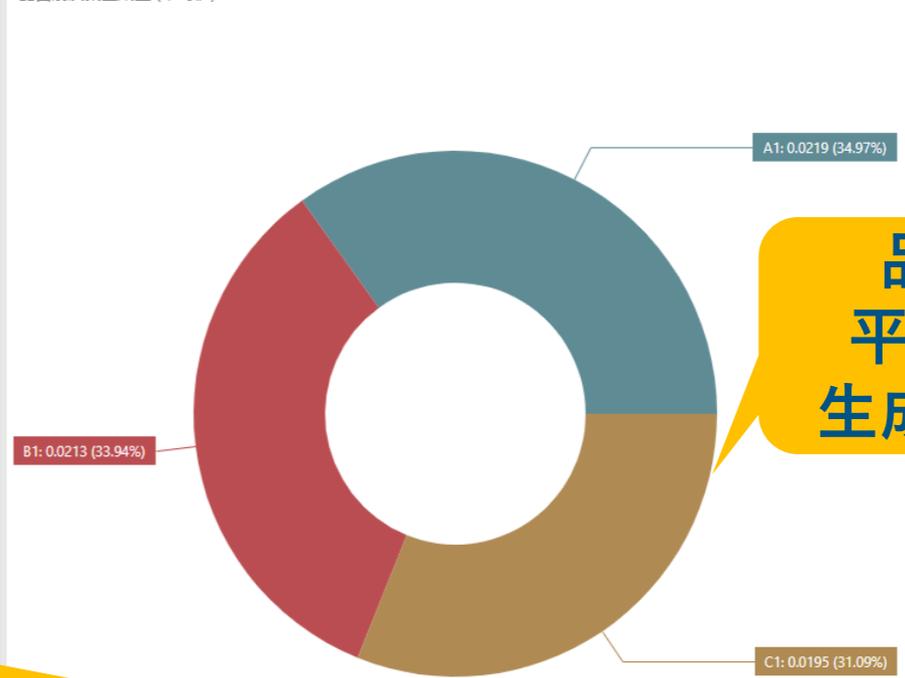
品目別の使用電力量 (kWh)



設備別の使用電力量 (kWh)



品目別炭素生成量 (平均値)



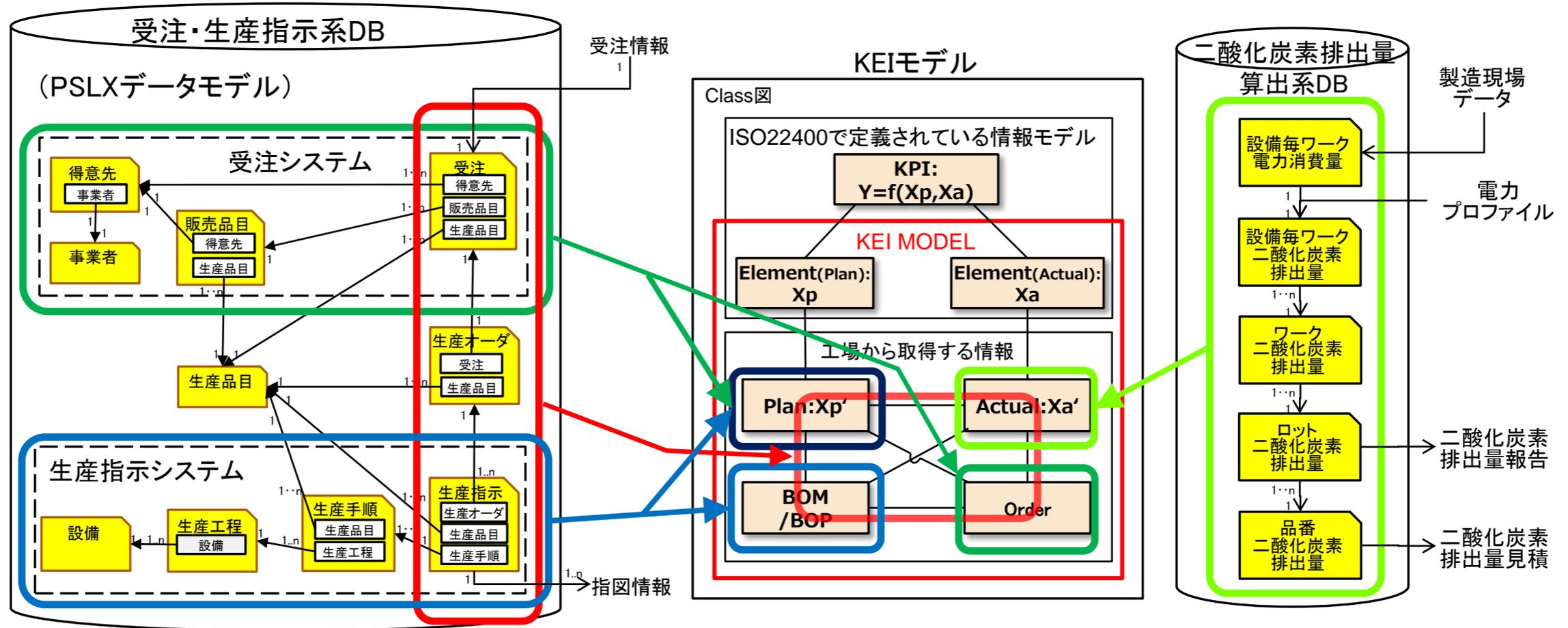
品目別
平均炭素
生成量比率

設備別
使用電力量

品目別
使用電力量

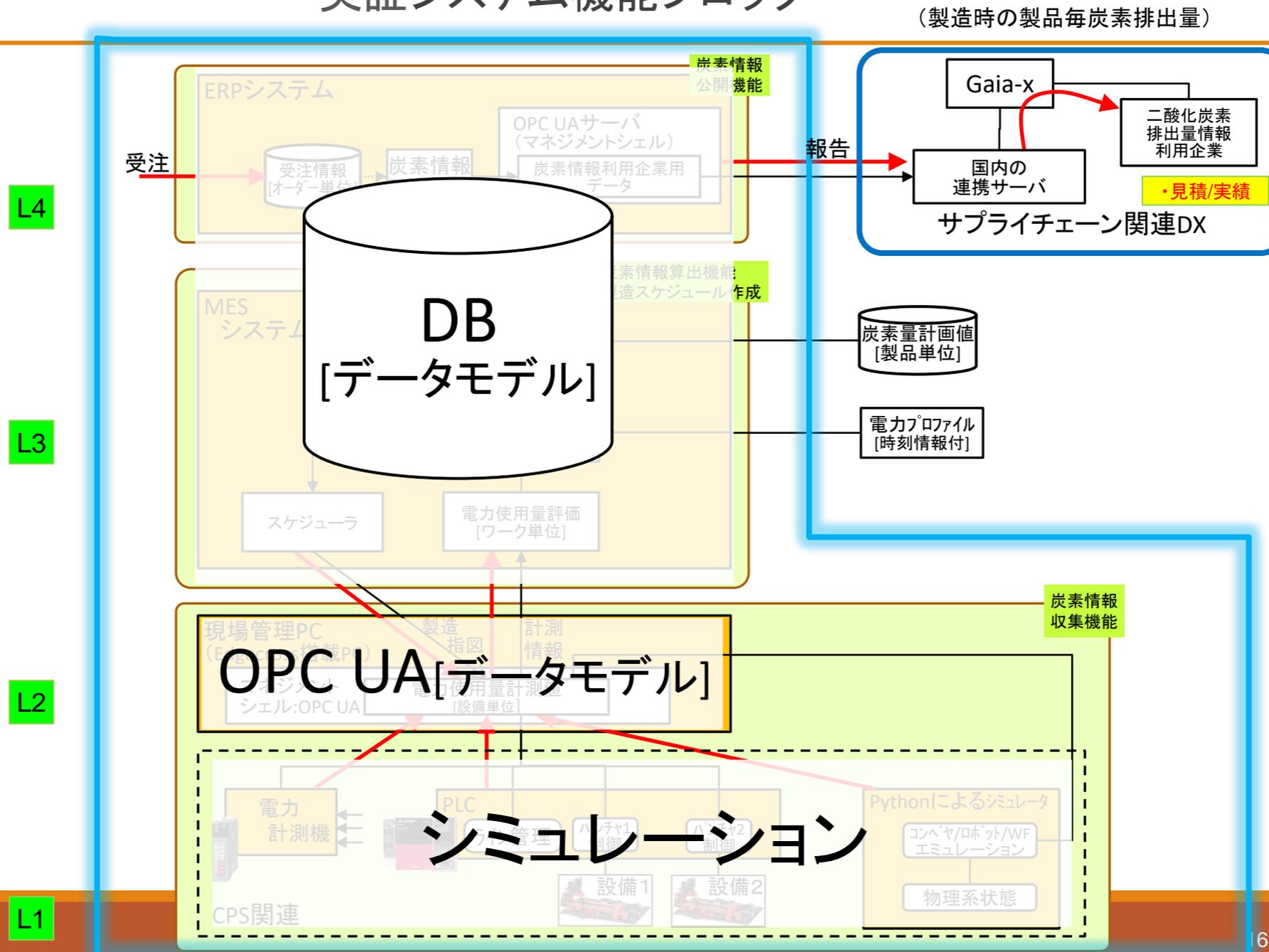
2. KPI分科会

IIFES2022展示CFP計測システム(製品毎CFP) 二酸化炭素排出量KPIに関するKEIモデルの構造



2. KPI分科会

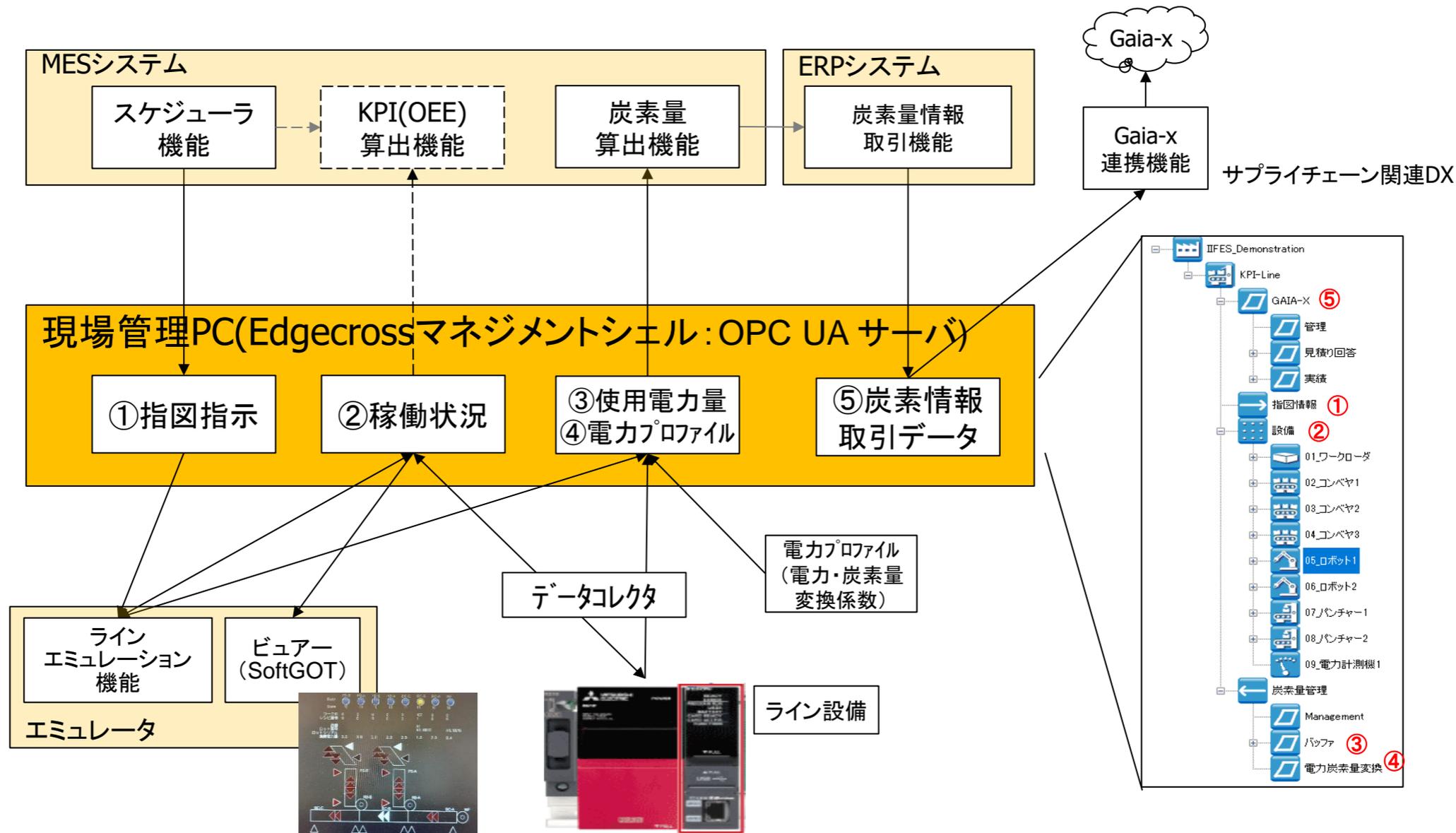
IIFES2022展示CFP計測システム(製品毎CFP) 実証システム機能ブロック



2. KPI分科会

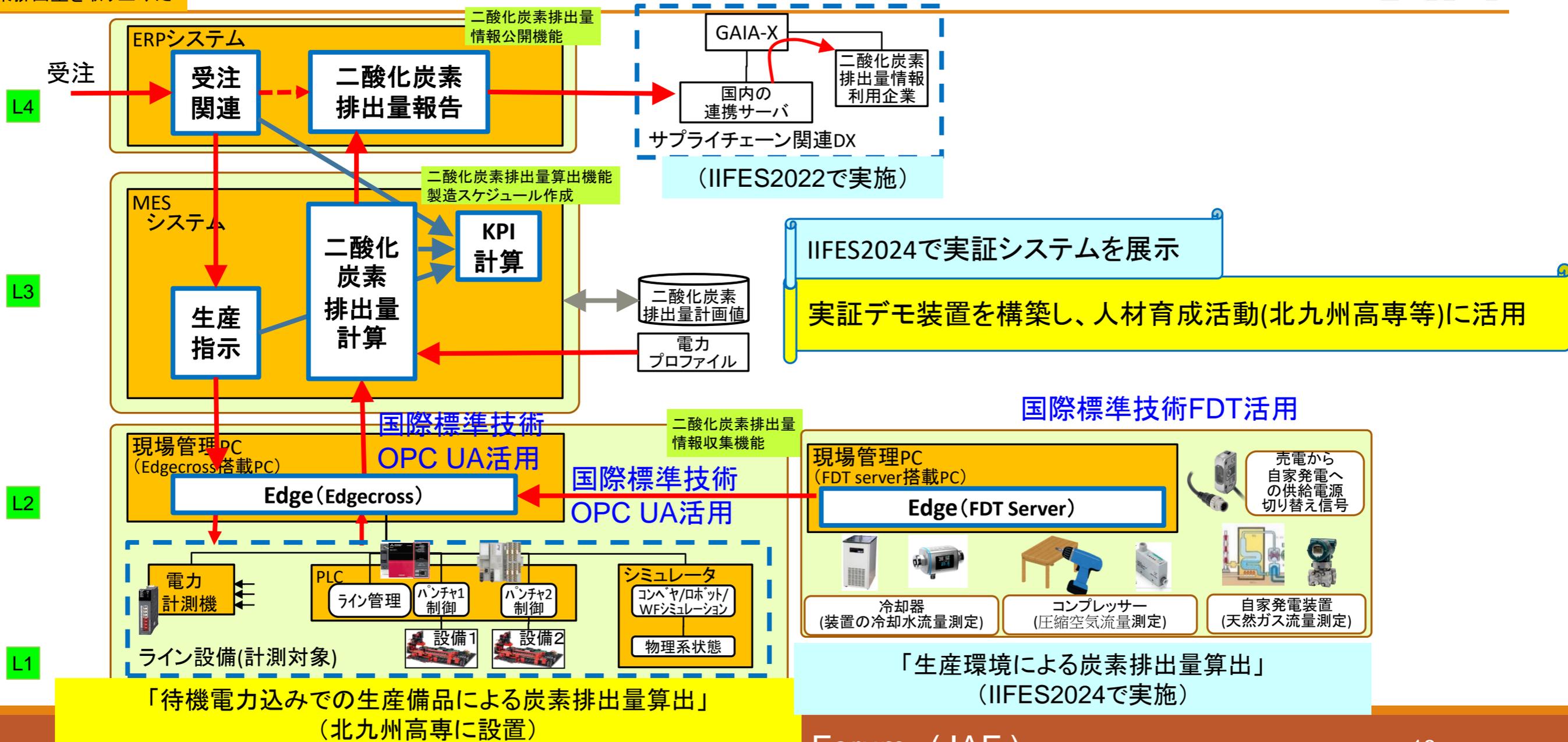
IIFES2022展示CFP計測システム(製品毎CFP)

OPC UA(マネジメントシェル)の役割 ~ データのハブ ~



※1:間接CFP:
 実証システムでは
 生産環境や
 待機電力等、製品単位へ
 の配賦が必要になる
 炭素排出量を取り上げた

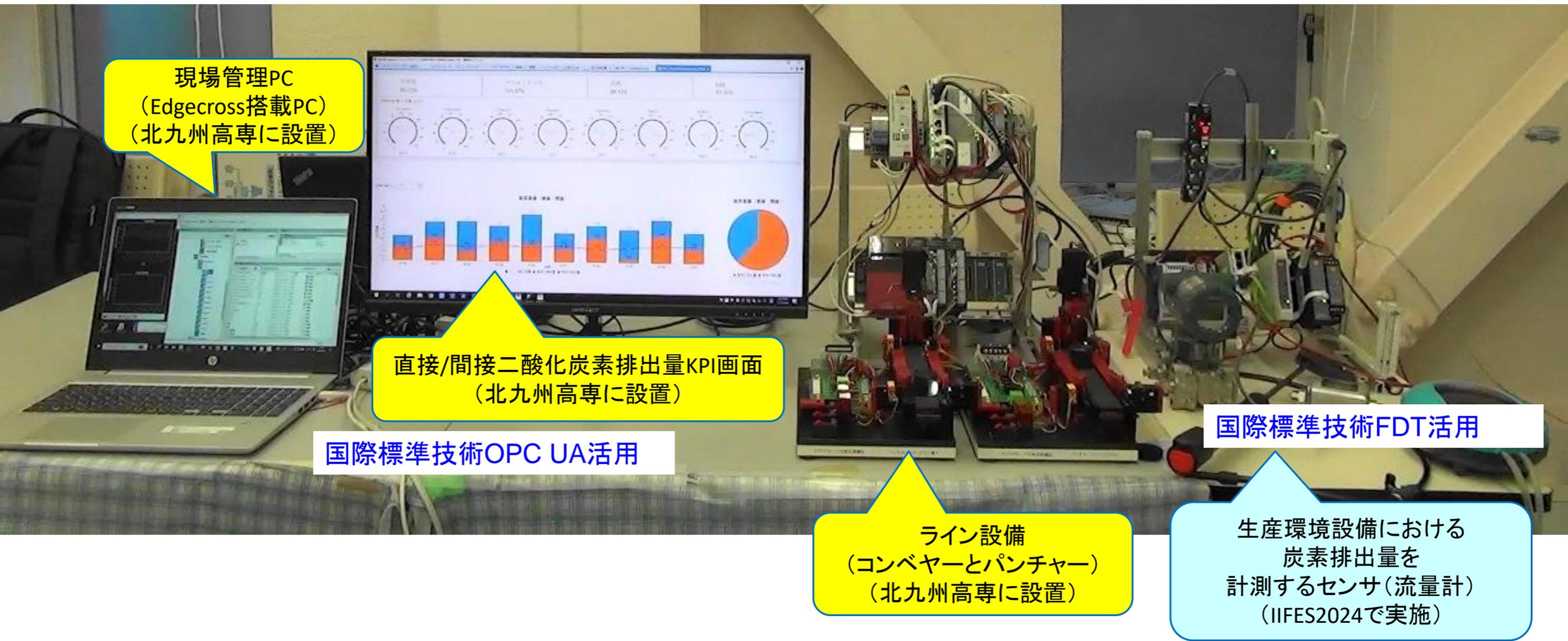
2. KPI分科会 IIFES2024展示CF計測システム(直接/間接CFP※1) 実証システム機能ブロック



※1:間接CFP:
実証システムでは
生産環境や
待機電力等、製品単位へ
の配賦が必要になる
炭素排出量を取り上げた

2. KPI分科会

IIFES2024展示CF計測システム(直接/間接CFP※1) 二酸化炭素排出量KPI実証デモ



現場管理PC
(Edgecross搭載PC)
(北九州高専に設置)

直接/間接二酸化炭素排出量KPI画面
(北九州高専に設置)

国際標準技術OPC UA活用

ライン設備
(コンベヤーとパンチャー)
(北九州高専に設置)

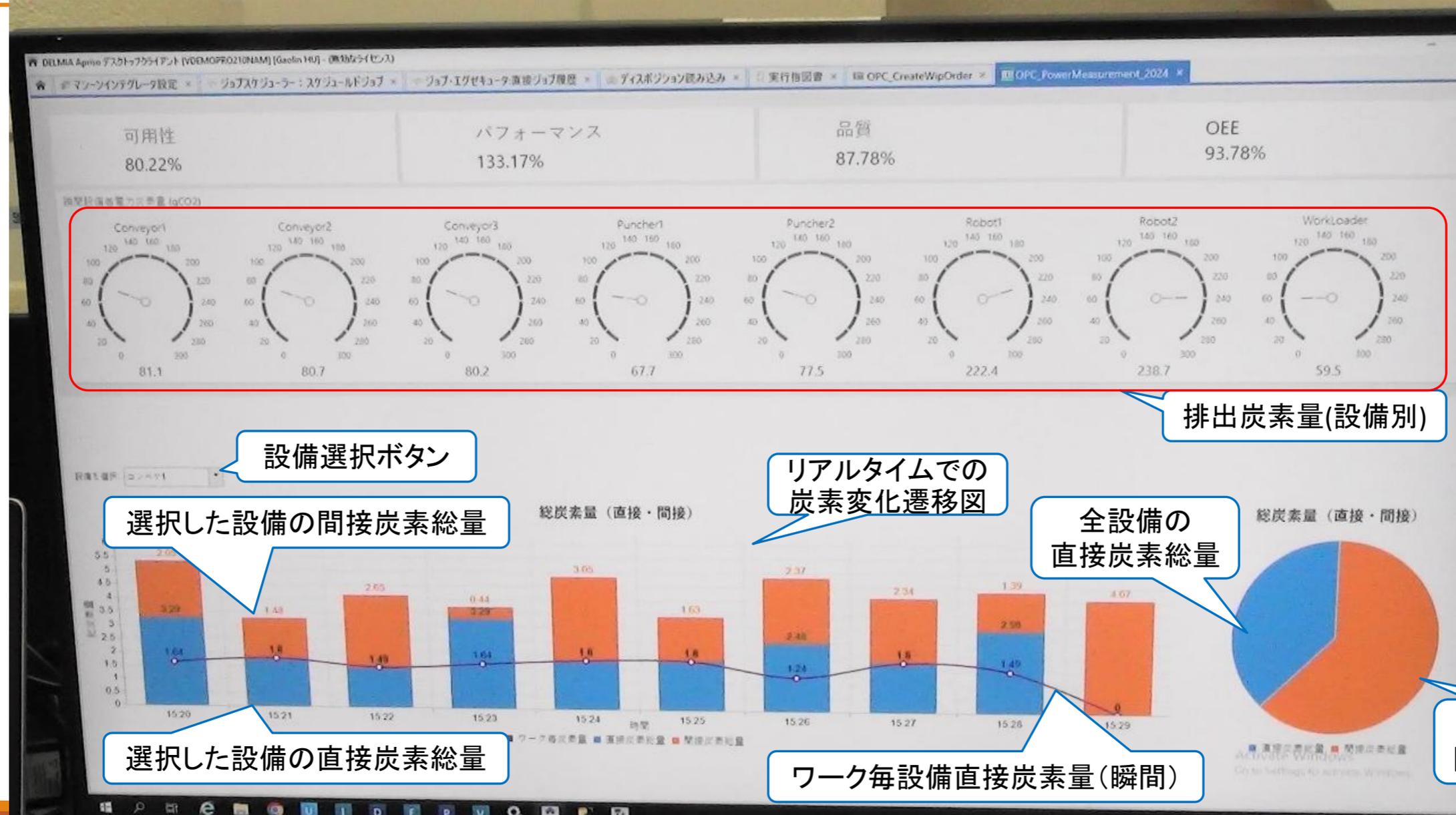
国際標準技術FDT活用

生産環境設備における
炭素排出量を
計測するセンサ(流量計)
(IIFES2024で実施)

※1:間接CFP:
 実証システムでは
 生産環境や
 待機電力等、製品単位へ
 の配賦が必要になる
 炭素排出量を取り上げた

2. KPI分科会

IIFES2024展示CF計測システム(直接/間接CFP※1) 二酸化炭素排出量KPI実証デモ



※1:間接CFP:
 実証システムでは
 生産環境や
 待機電力等、製品単位へ
 の配賦が必要になる
 炭素排出量を取り上げた

2. KPI分科会

IIFES2024展示CF計測システム(直接/間接CFP※1) 製品原価とCFP(カーボンフットプリント)構成対比



CFP把握も、製品原価把握と同様直接/間接の認識が可能です。

		製品原価		CFP	
			社内把握可能		社内把握可能
直接	製品個体に分類可能な要素	材料費	○	原材料の到着まで至るCO2	×
		労務費	○	指図加工に伴う設備稼働消費電力のCO2	○
間接	製品個体に分類不可能な要素	工場内物流費	○	指図加工に伴う駆動力消費のCO2	○
		保全費	○	製造関連物移動に伴う設備稼働消費電力のCO2	○
				製造関連物移動に伴う駆動力消費のCO2	○
				保全にかかる消費電力のCO2	○

今回のデモではこの2つのCFPを指図・時間・設備毎で把握

※1:間接CFP:
 実証システムでは
 生産環境や
 待機電力等、製品単位へ
 の配賦が必要になる
 炭素排出量を取り上げた

2. KPI分科会

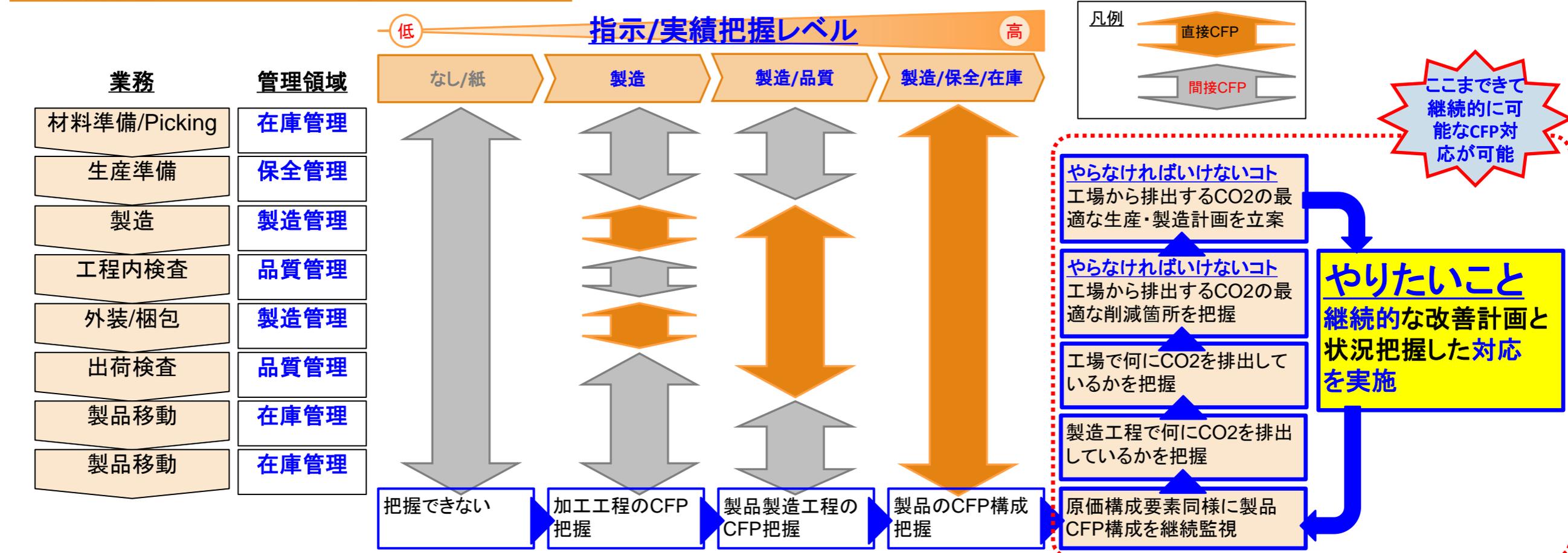
IIFES2024展示CF計測システム(直接/間接CFP※1)

工場業務からみた直接/間接CFP



CFP(カーボンフットプリント)把握も、製品原価把握と同様「指示/実績」の突合管理・把握が必須。
 その管理ができている業務は「直接CFP」とできる。

工場業務把握レベルとCFP把握レベルの関係



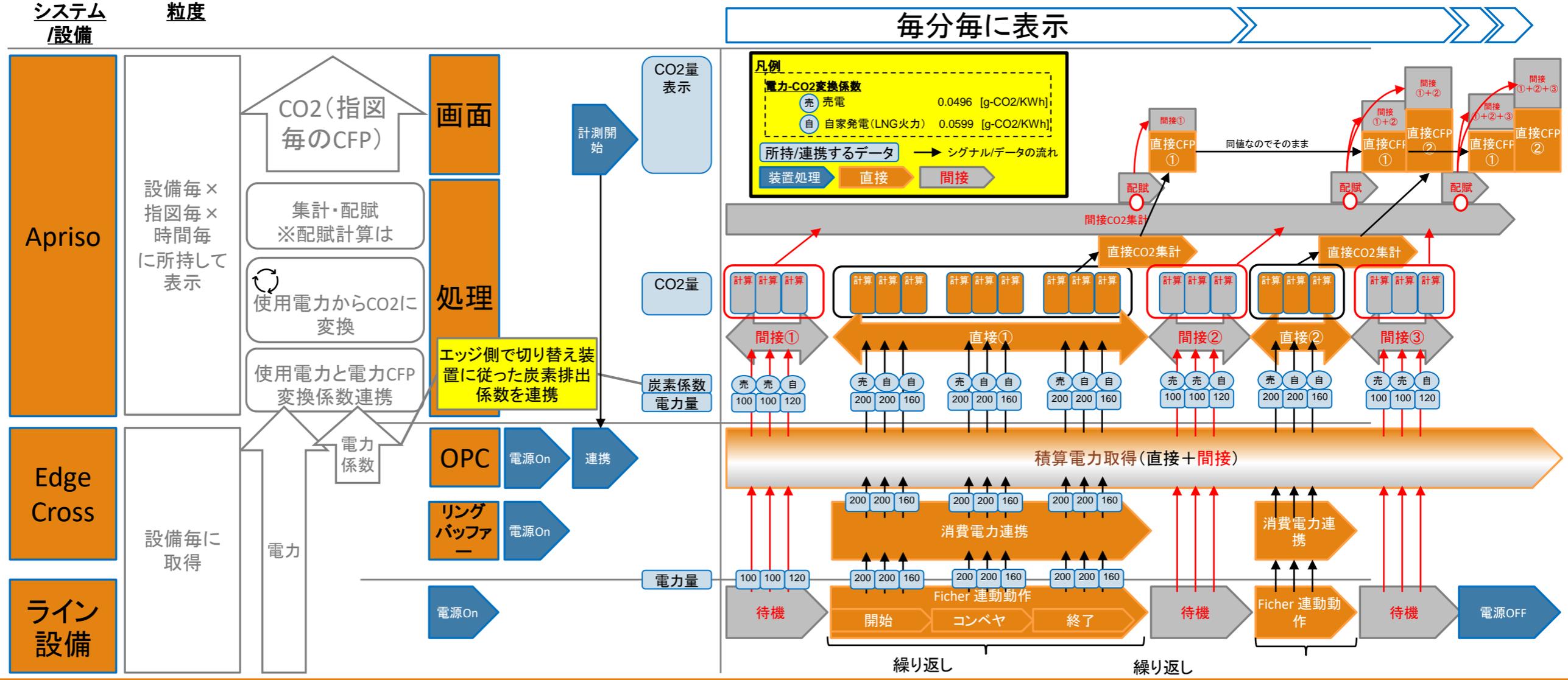
※1:間接CFP:
 実証システムでは
 生産環境や
 待機電力等、製品単位へ
 の配賦が必要になる
 炭素排出量を取り上げた

2. KPI分科会

IIFES2024展示CF計測システム(直接/間接CFP※1) MES/現場管理PC/ライン設備間 CFP算出フロー詳細

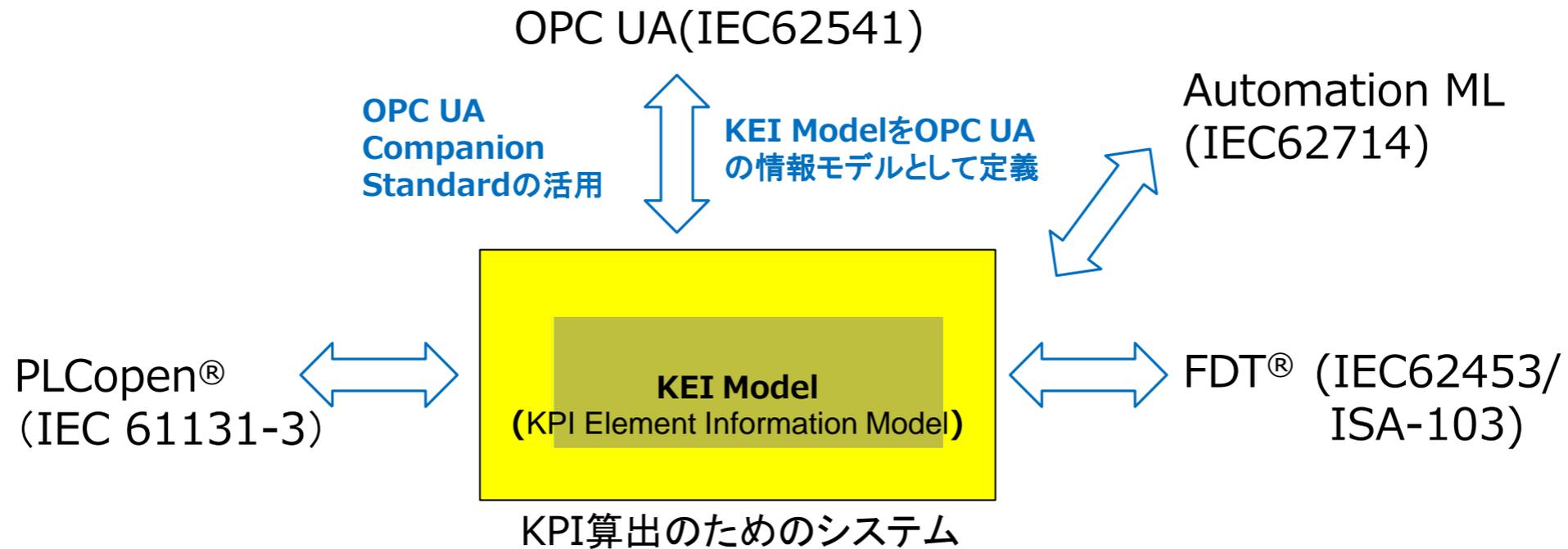


使用電力と電力供給元を認識して「電力-CO2変換係数」を設備より連携し、Aprisoで計算/集計/画面表示



3. シーズ分科会 ～国際標準規格の活用～

- ◆ 実装と伝達手段は国際標準化技術を用いて効率的に実現することが望ましい



国際標準規格	IEC 文書番号	説明
OPC UA	IEC 62541	産業システム間の相互運用を実現する通信技術の国際標準
FDT	IEC 62453	産業システムのデバイスやネットワークのインテグレーションの用途で活用されているオープンなソフトウェアインターフェース技術
PLCopen	IEC 61131-3	PLC アプリケーションの開発効率化を目的としたPLC プログラミングの国際標準
AutomationML	IEC 62714	プラントエンジニアリング情報の記述のために設計されたXML スキーマベースのベンダ非依存な中立的データフォーマット

ありがとうございました

Industrial Automation
Forum(IAF)
制御層情報連携意見交換会
(CLiC)