

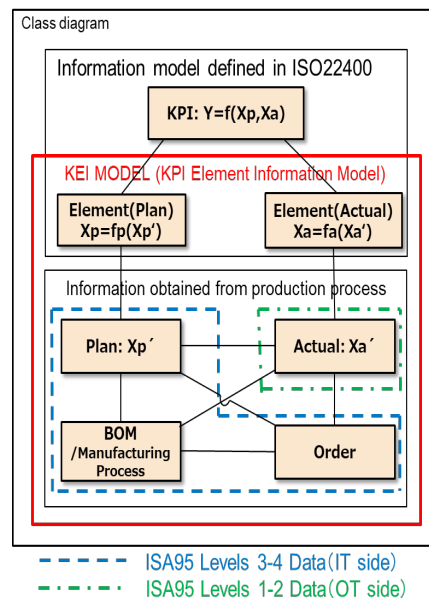
脱炭素へのKEIモデルの適用

2023年2月3日

IAF 制御層情報連携意見交換会(CLiC)
茅野 眞一郎（三菱電機(株)）

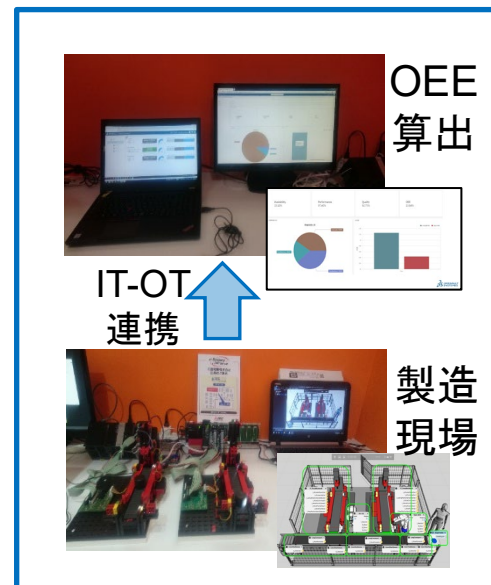
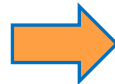
IAF-CLiCの提唱するKEIモデルと実証システム

- ◆ KPI運用に関する課題抽出と対策検討、及びKPIシステム構築 に関する国際標準技術の活用検討
- ◆ 予実管理を主眼に置くKPIモデルの提案(KEIモデル)
- ◆ KEIモデルの有効性の実証(OEE、カーボンフットプリント)

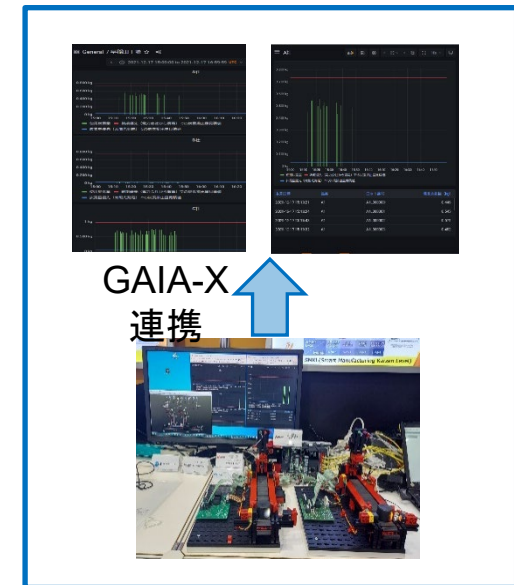


IAF-CLiCの提唱するKEIモデル

実証



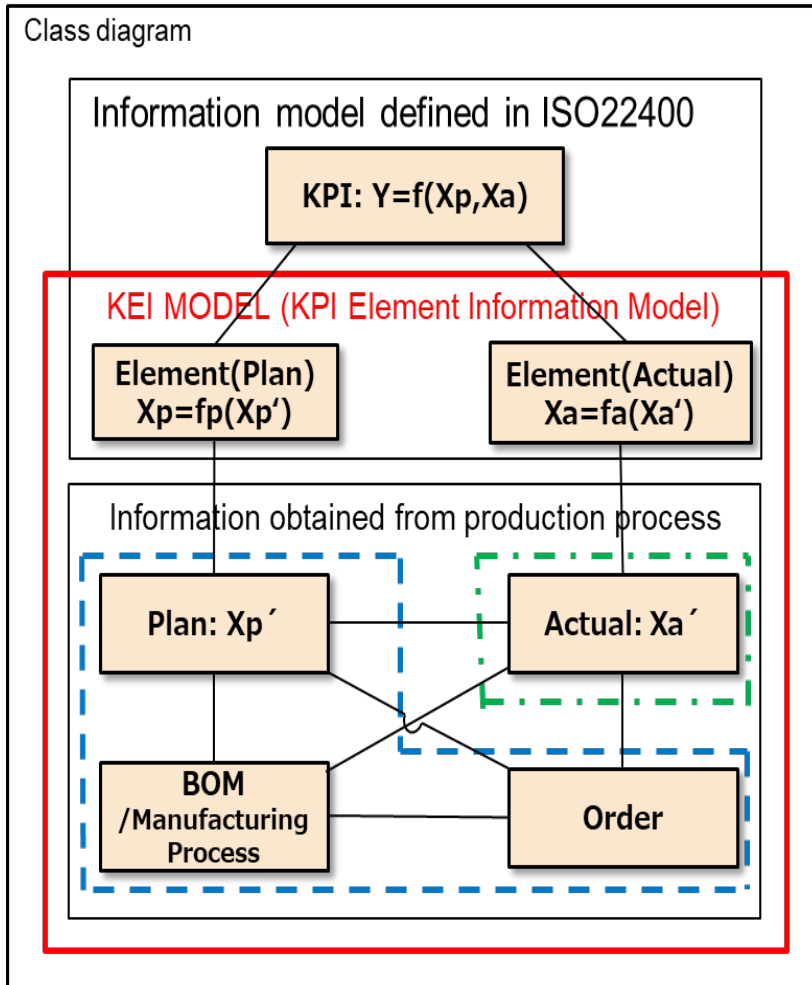
IIFES2019展示
(OEE計測システム)



IIFES2022展示
(CF計測システムとGAIA-X連携)

KPIのためのKEIモデル

Class diagram



--- ISA95 Levels 3-4 Data(IT side)

-.-.- ISA95 Levels 1-2 Data(OT side)

KEIモデル：計画値と実績値の比較結果を評価(KPI)

- KPI: $KPI=f(X_p, X_a)$
- X_p : Element(plan) $X_p=fp(X_p')$
- X_a : Element(actual) $X_a=fa(X_a')$
- X_p' : Control Domain data(Plan)
- X_a' : Control Domain data(actual)
- Order: 受注関連情報
- BOM/BOP: 生産設備



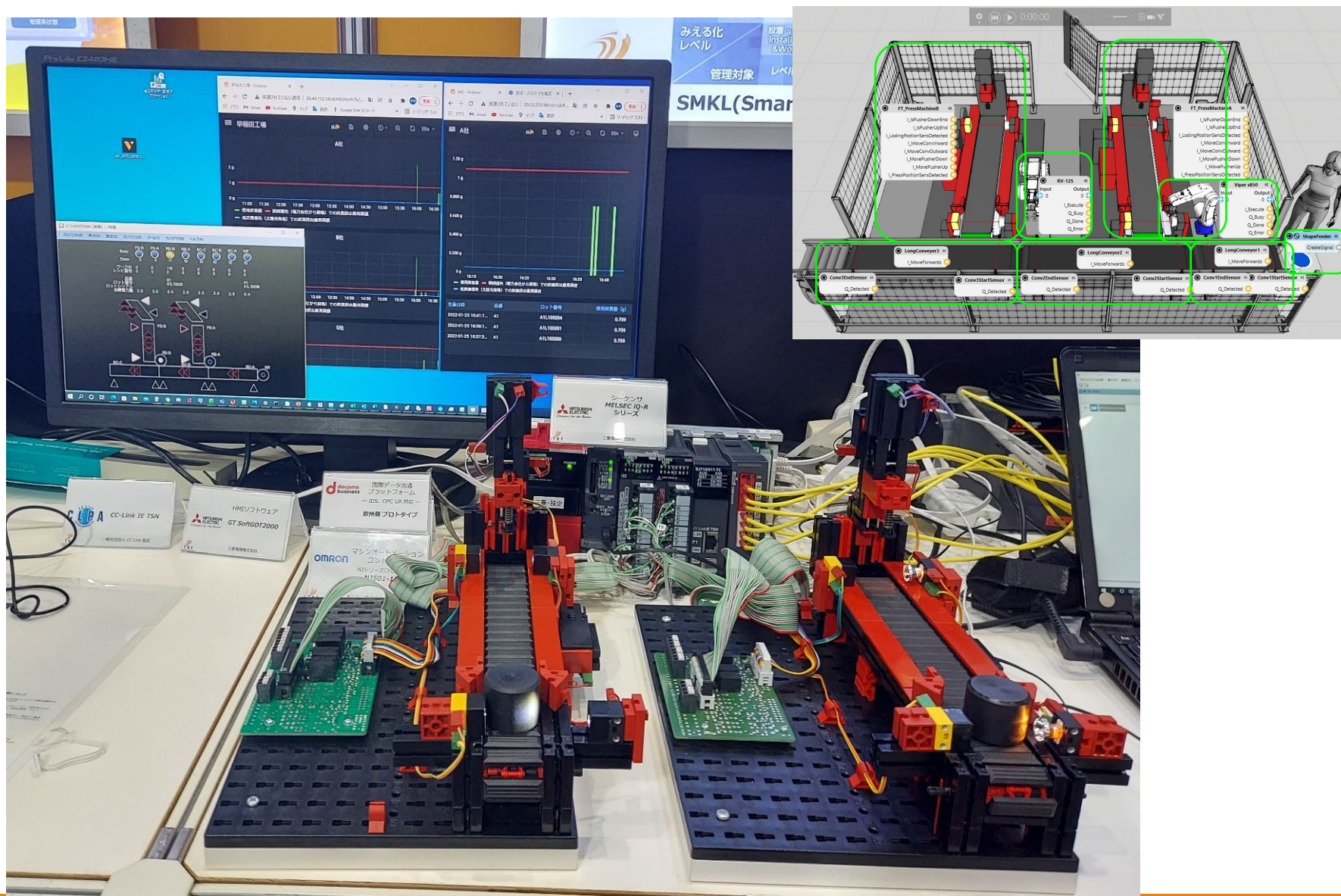
IAF カーボンフットプリントの想定されるユースケース

- ◆ 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	製品毎の予想二酸化炭素排出量	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、二酸化炭素排出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	製品毎の二酸化炭素排出量実績値	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	二酸化炭素排出量実績値、総量	対象: 製品、工場全体(裏付け情報も必要)

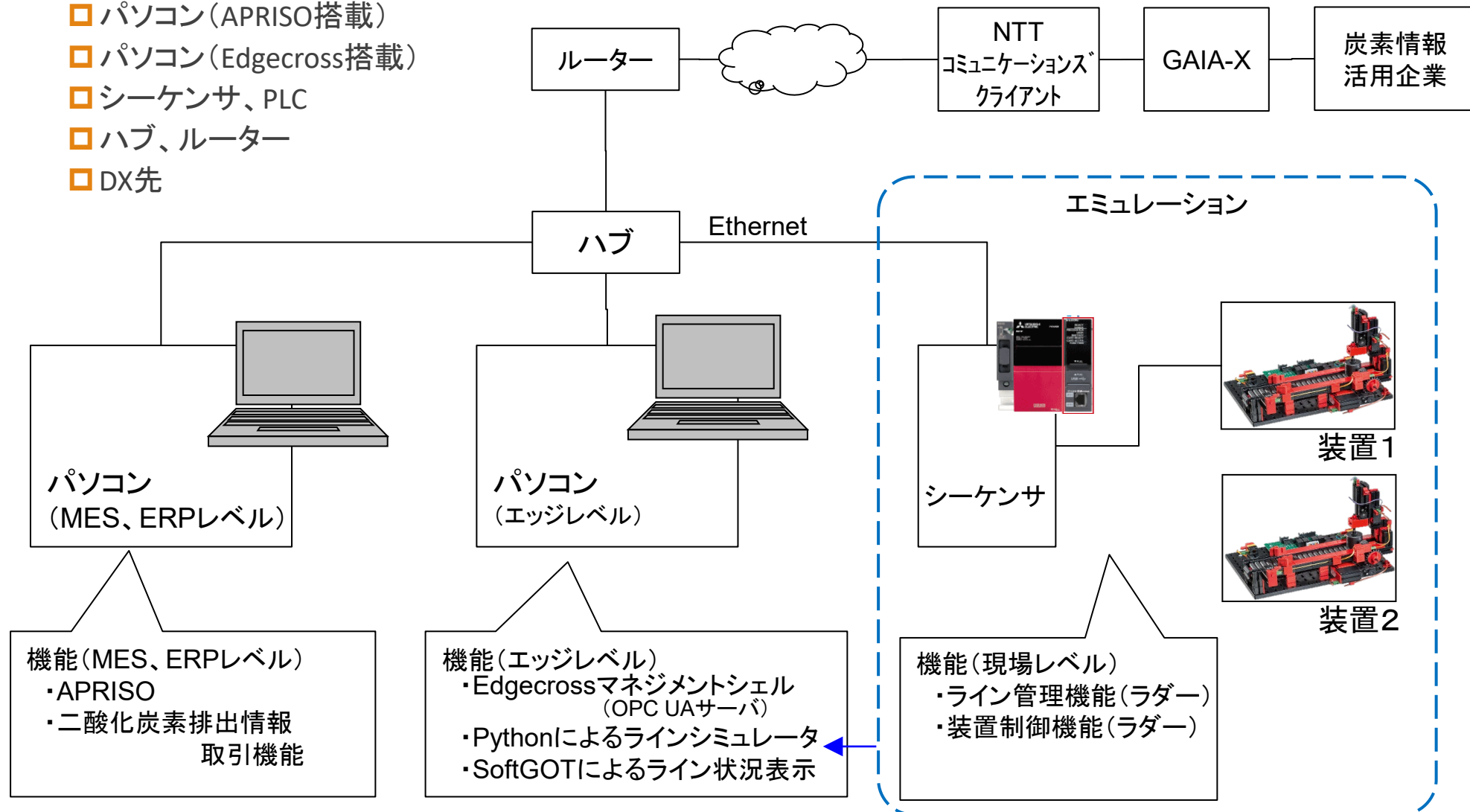
IIFES2022における実証システム



実証システム構成概要

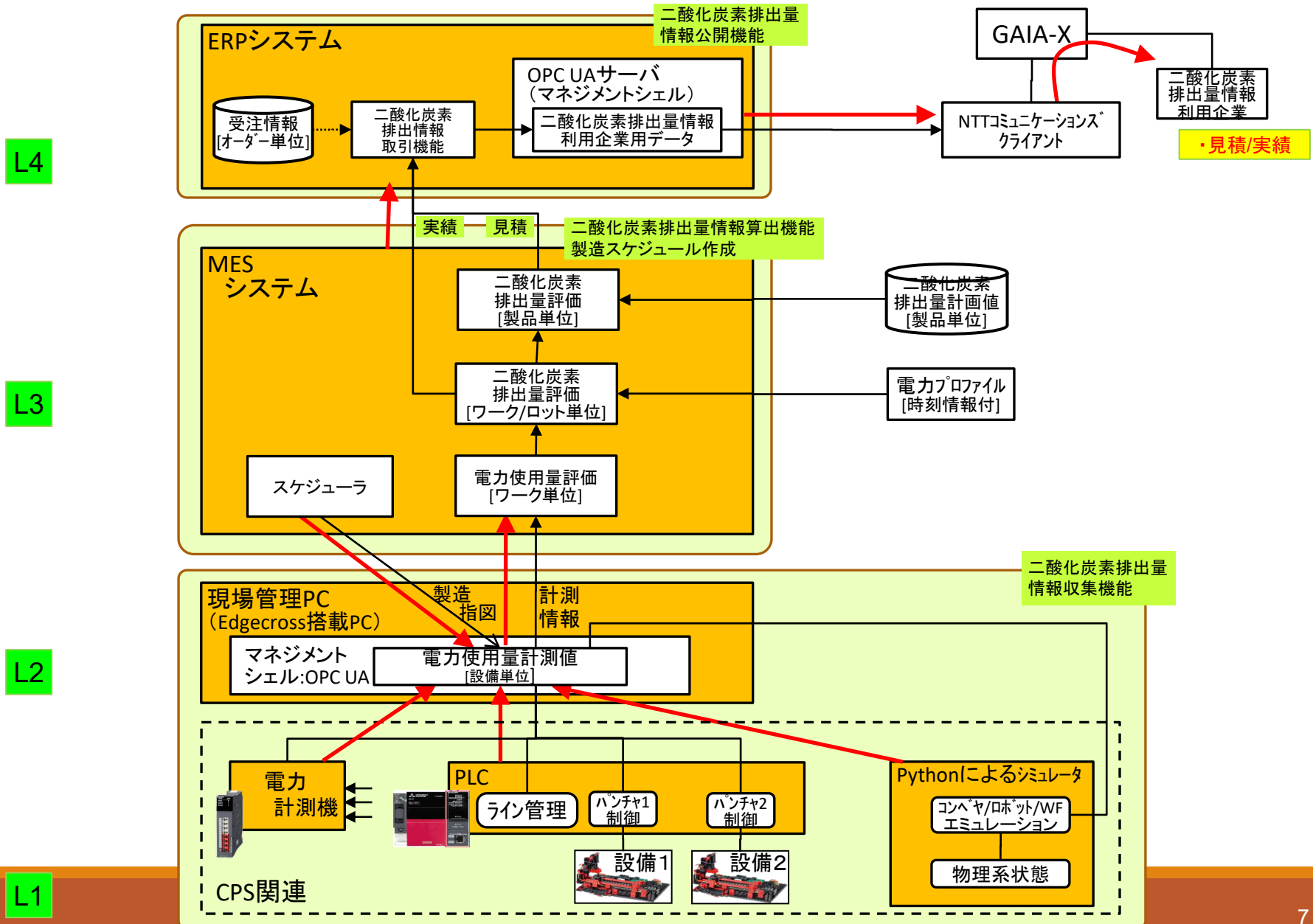
◆構成

- 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



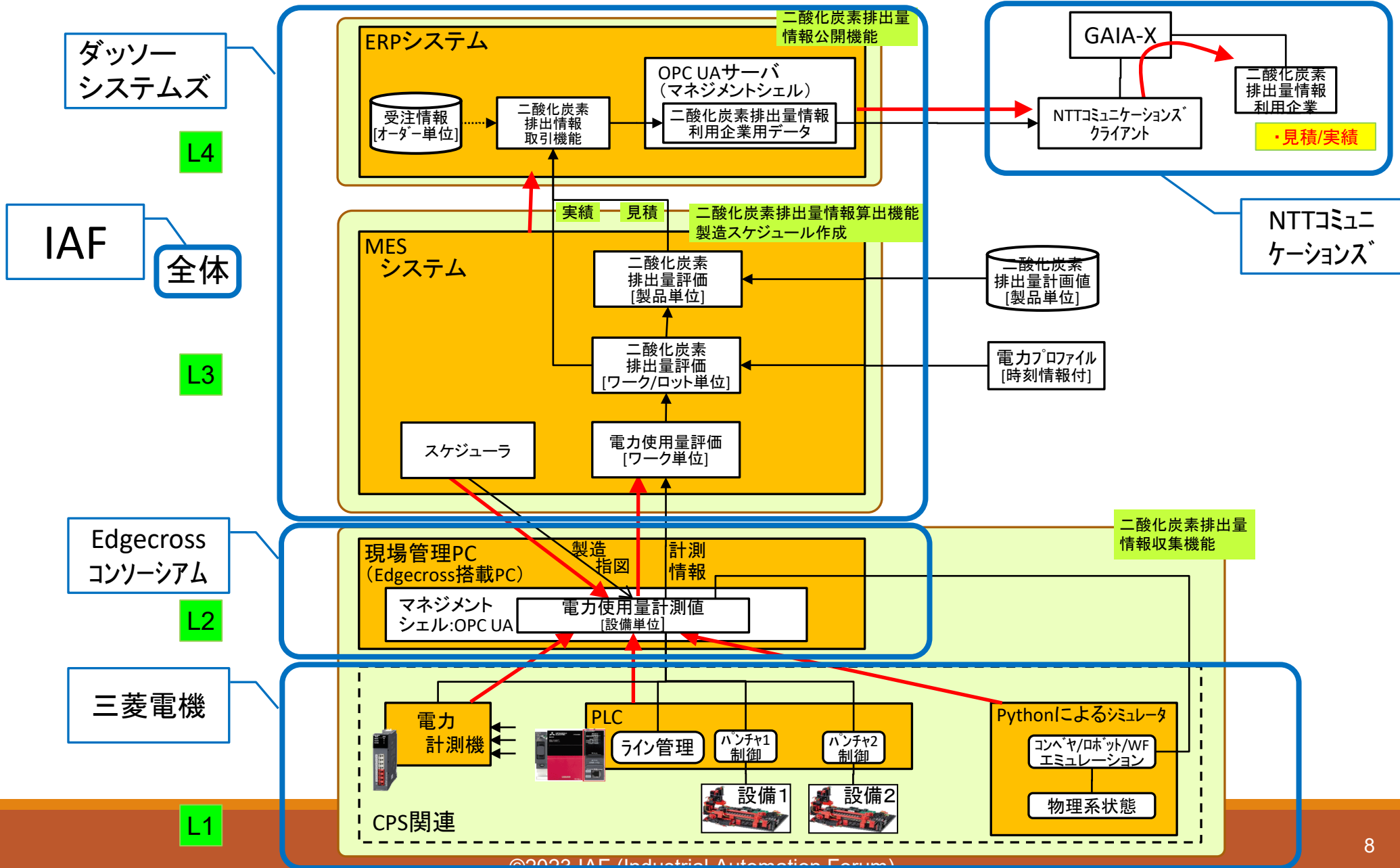
IIFES2022実証システム機能ブロック

(製造時の二酸化炭素排出量関連のみ記載)



IIFES2022実証システム機能ブロック

(製造時の二酸化炭素排出量関連のみ記載)



GAIA-X連携画面



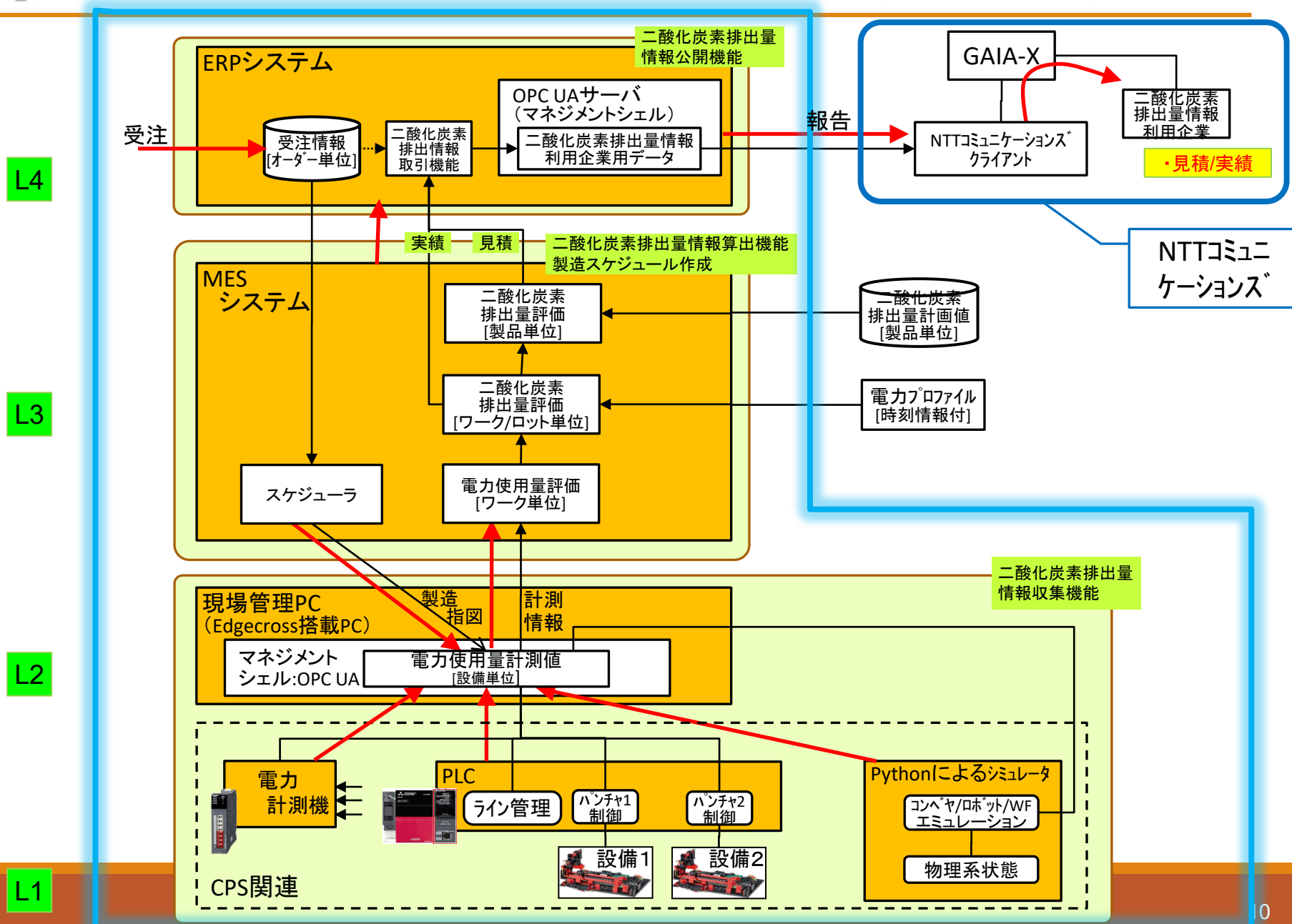
製造会社画面(日本側)
(欧州のA,B,Cの3社に製品を出荷)



A社側画面(欧州企業)
(GAIA-Xの先のA社)

新CFP計測システム機能ブロック

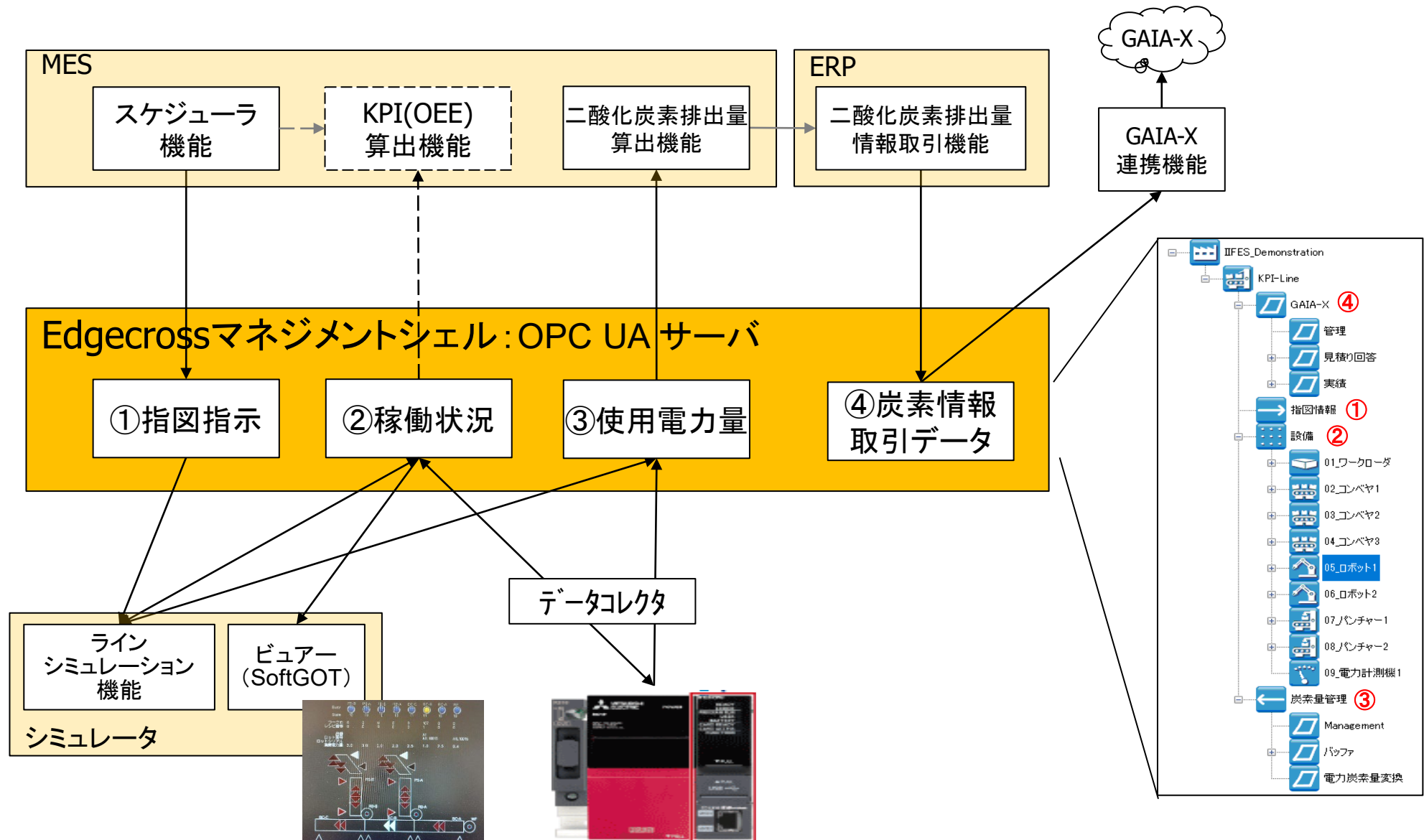
(製造時の二酸化炭素排出量関連のみ記載)



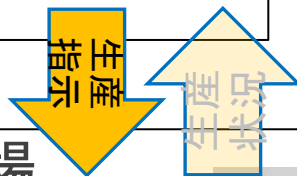
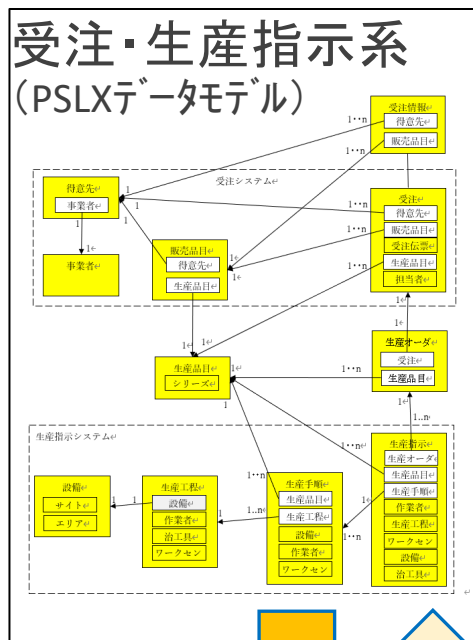
L1



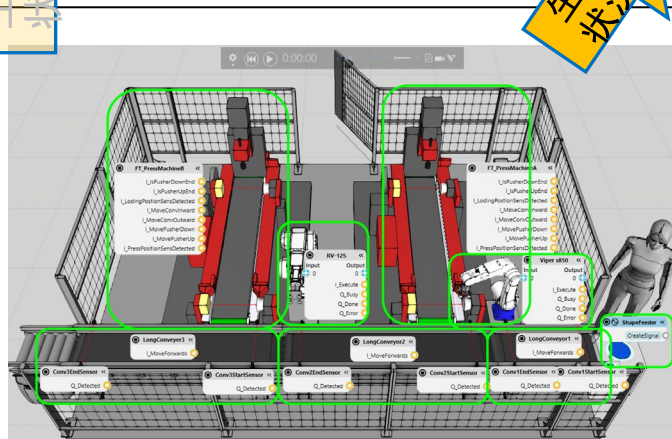
OPC UA(マネジメントシェル)の役割 ～ データのハブ ～



カーボンフットプリント算出の概要



現場
(データ収集対象)



受注・生産指示関連データモデル

◆ 特徴

- PSLXデータモデルを採用(公開データモデル)
- DB(PostgreSQL)にて実装

◆ 受注関連データテーブル(PSLX準拠)

□ 動的情報

- 受注情報(非PSLX)
- 受注

□ 固定値

- 販売品目
- 得意先
- 事業者

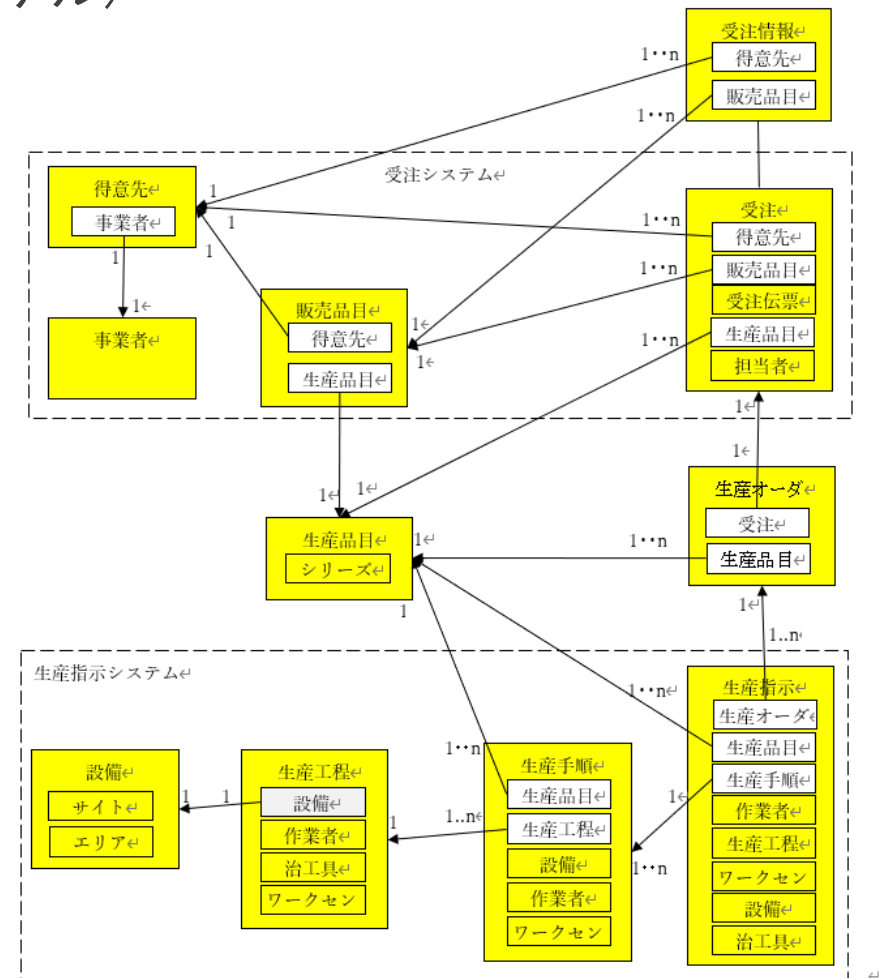
◆ 生産指示関連データテーブル

□ 動的情報

- 生産オーダ
- 生産指示

□ 固定値

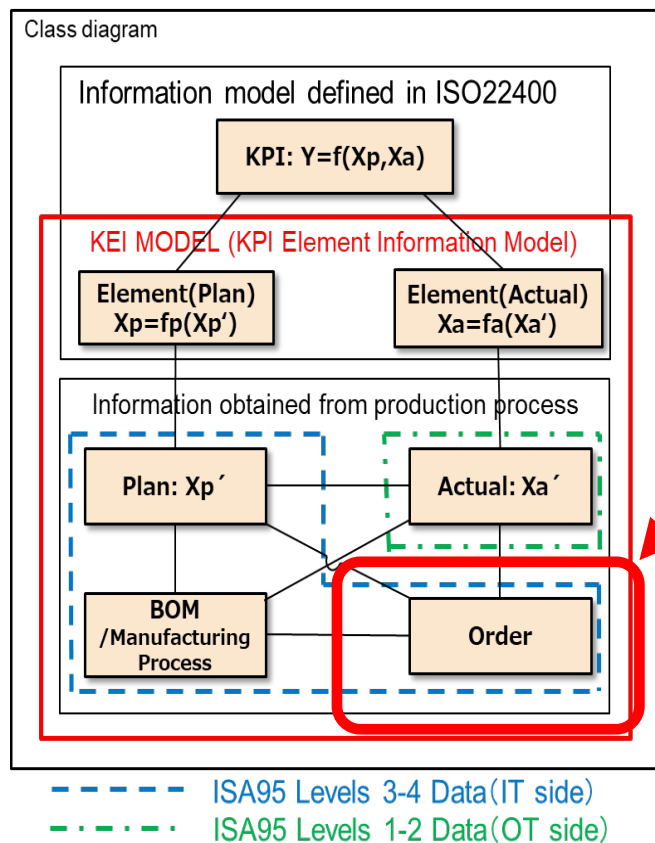
- 生産品目
- 生産手順
- 生産工程
- 設備



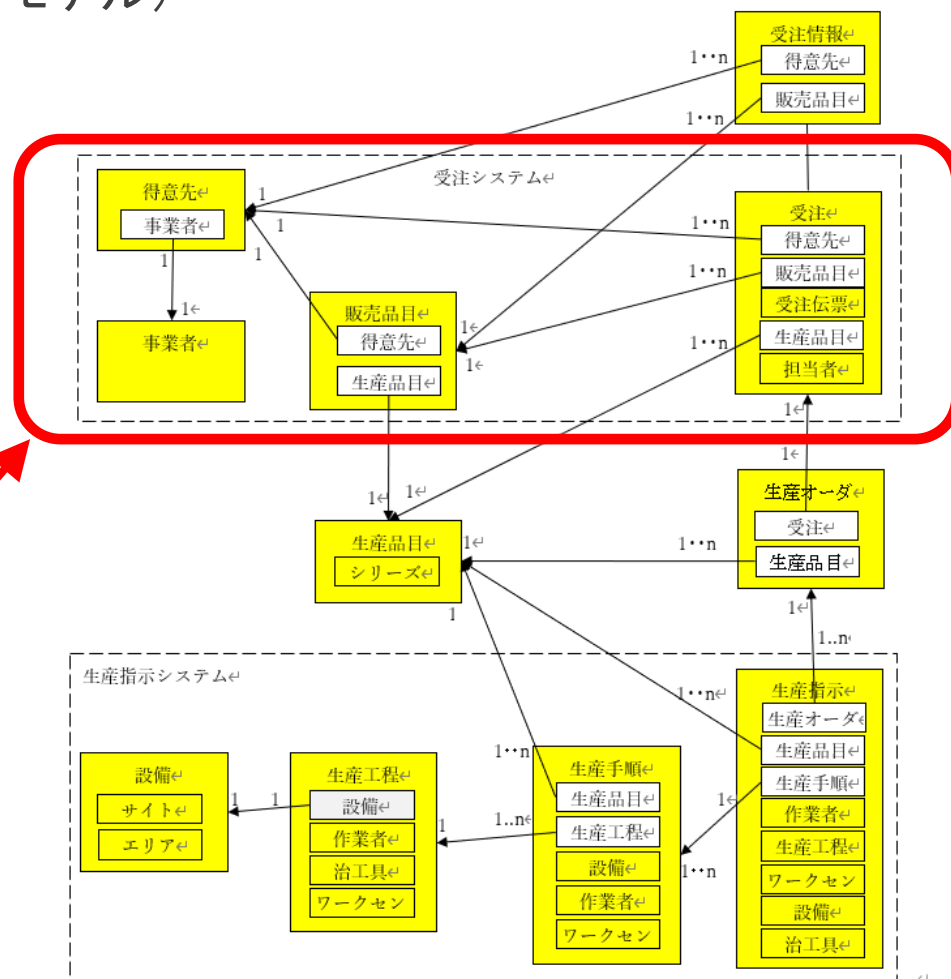
受注・生産指示関連データモデル

◆ 特徴

- PSLXデータモデルを採用(公開データモデル)
- DB(PostgreSQL)にて実装



展開)



受注関連・生産指示データ： 受注関連

受注

no	受注id [text]	得意先id [text]	販売品目id [text]	ステータス [text]	数量 [double]	受注日 [timestamp with time zone]	納入希望日 [timestamp with time zone]	出荷予定日 [timestamp with time zone]	出荷日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	1	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	3	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	2	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	2	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None

受注関連・生産指示データ： 受注関連

受注

no	受注id [text]	得意先id [text]	販売品目id [text]	ステータス [text]	数量 [double]	受注日 [timestamp with time zone]	納入希望日 [timestamp with time zone]	出荷予定日 [timestamp with time zone]	出荷日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	1	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	3	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	2	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	2	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None

受注関連・生産指示データ： 受注関連

受注	no	受注id [text]	得意先id [text]	販売品目id [text]	ステータス [text]	数量 [double]	受注日 [timestamp with time zone]	納入希望日 [timestamp with time zone]	出荷予定日 [timestamp with time zone]	出荷日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
	1	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	1	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
	2	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	3	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
	3	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	2	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
	4	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	2	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
	5	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
	6	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None

得意先

no	得意先id [text]	無効 [boolean]	事業者id [text]	備考 [text]
1	CU0001	False	CO0001	None
2	CU0002	False	CO0002	None
3	CU0003	False	CO0003	None

事業者

no	事業者id [text]	事業者名 [text]	無効 [boolean]	省略名 [text]	備考 [text]
1	CO0001	Alpha corporation	False	A社	None
2	CO0002	Bravo incorporated	False	B社	None
3	CO0003	Charlie Limited	False	C社	None

受注関連・生産指示データ： 受注関連

受注	no	受注id [text]	得意先id [text]	販売品目id [text]	ステータス [text]	数量 [double]	受注日 [timestamp with time zone]	納入希望日 [timestamp with time zone]	出荷予定日 [timestamp with time zone]	出荷日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
	1	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	1	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
	2	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	3	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
	3	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	2	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
	4	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	2	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
	5	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
	6	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None

得意先

no	得意先id [text]	無効 [boolean]	事業者id [text]	備考 [text]
1	CU0001	False	CO0001	None
2	CU0002	False	CO0002	None
3	CU0003	False	CO0003	None

販売品目

no	販売品目id [text]	販売品目名 [text]	無効 [boolean]	生産品目 [text]	備考 [text]
1	IN0001	AlphaPart01	False	PN0001	None
2	IN0002	BravoPart02	False	PN0002	None
3	IN0003	CharliePart03	False	PN0003	None

事業者

no	事業者id [text]	事業者名 [text]	無効 [boolean]	省略名 [text]	備考 [text]
1	CO0001	Alpha corporation	False	A社	None
2	CO0002	Bravo incorporated	False	B社	None
3	CO0003	Charlie Limited	False	C社	None

生産品目

no	生産品目id [text]	生産品目名 [text]	無効 [boolean]	重量* [double]	備考 [text]
1	PN0001	A0001	False	400	None
2	PN0002	B0001	False	500	None
3	PN0003	C0001	False	600	None

受注・生産指示関連データモデル

◆ 特徴

- PSLXデータモデルを採用(公開データモデル)
- DB(PostgreSQL)にて実装

◆ 受注関連データテーブル(PSLX準拠)

□ 動的情報

- 受注情報(非PSLX)
- 受注

□ 固定値

- 販売品目
- 得意先
- 事業者

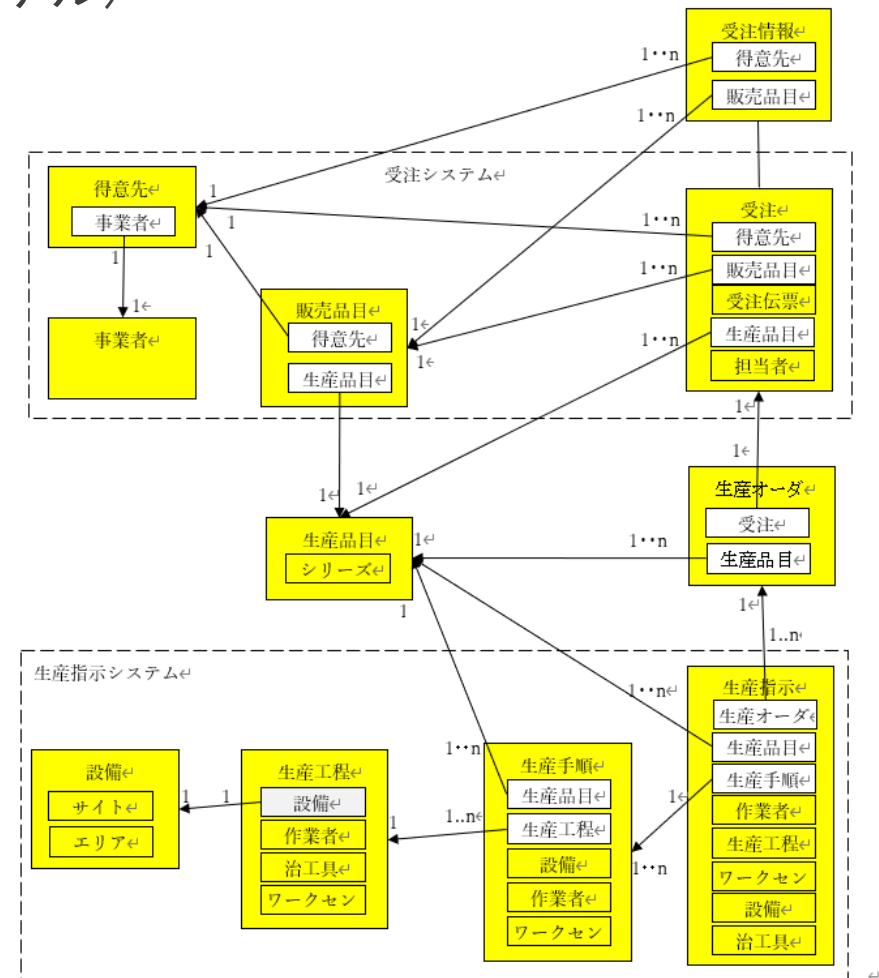
◆ 生産指示関連データテーブル

□ 動的情報

- 生産オーダ
- 生産指示

□ 固定値

- 生産品目
- 生産手順
- 生産工程
- 設備



受注・生産指示関連データモデル

◆ 特徴

- PSLXデータモデルを採用(公開データモデル)
- DB(PostgreSQL)にて実装

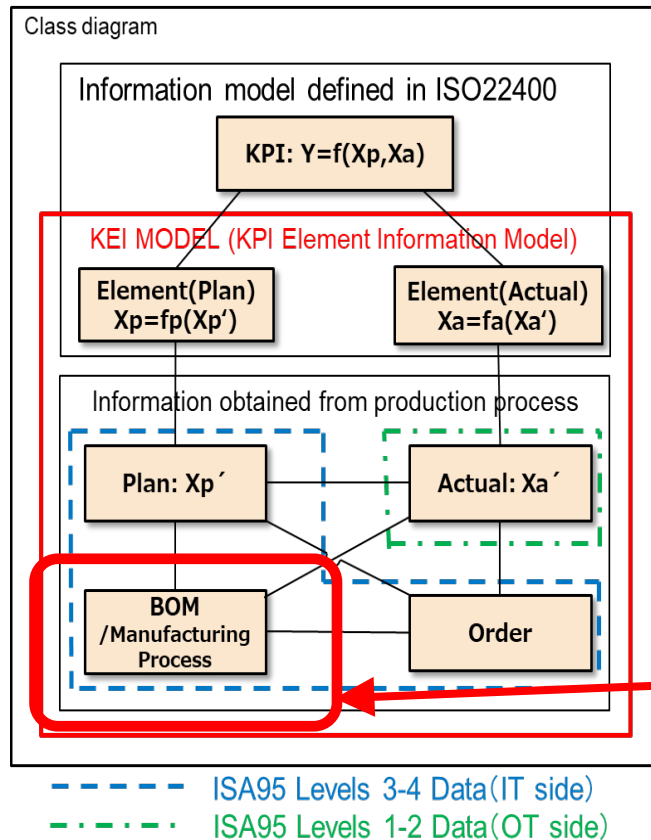


図1)

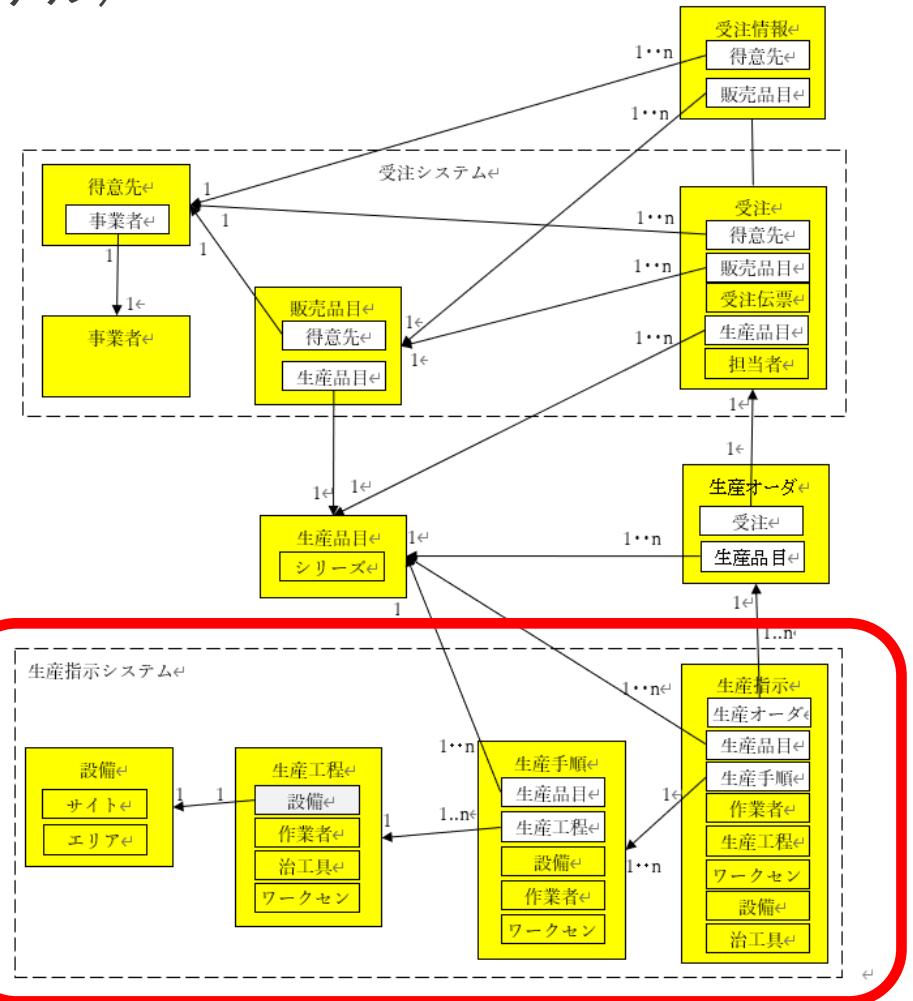


図1)

受注関連・生産指示データ： 生産手順関連

生産手順

no	生産手順id [text]	生産手順名 [text]	無効 [Boolean]	生産工程id [text]	生産品目id [text]	追番 [integer]	備考 [text]
1	PS0001	品目A0001生産手順01	False	PR0001	PN0001	1	WF
2	PS0002	品目A0001生産手順02	False	PR0002	PN0001	2	BC1
3	PS0003	品目A0001生産手順03	False	PR0005	PN0001	3	RB1
4	PS0004	品目A0001生産手順04	False	PR0007	PN0001	4	PS1
5	PS0005	品目A0001生産手順05	False	PR0005	PN0001	5	RB1
6	PS0006	品目A0001生産手順06	False	PR0003	PN0001	6	BC2
7	PS0007	品目A0001生産手順M1	True	PR0006	PN0001	7	無効
8	PS0008	品目A0001生産手順M2	True	PR0008	PN0001	8	無効
9	PS0009	品目A0001生産手順M3	True	PR0006	PN0001	9	無効
10	PS0010	品目A0001生産手順07	False	PR0004	PN0001	10	BC3
11	PS0011	品目B0001生産手順01	False	PR0001	PN0002	1	WF
12	PS0012	品目B0001生産手順02	False	PR0002	PN0002	2	BC1
13	PS0013	品目B0001生産手順M1	True	PR0005	PN0002	3	無効
14	PS0014	品目B0001生産手順M2	True	PR0007	PN0002	4	無効
15	PS0015	品目B0001生産手順M3	True	PR0005	PN0002	5	無効
16	PS0016	品目B0001生産手順03	False	PR0003	PN0002	6	BC2
17	PS0017	品目B0001生産手順04	False	PR0006	PN0002	7	RB2
18	PS0018	品目B0001生産手順05	False	PR0008	PN0002	8	PS2
19	PS0019	品目B0001生産手順06	False	PR0006	PN0002	9	RB2
20	PS0020	品目B0001生産手順07	False	PR0004	PN0002	10	BC3
21	PS0021	品目C0001生産手順01	False	PR0001	PN0003	1	WF
22	PS0022	品目C0001生産手順02	False	PR0002	PN0003	2	BC1
23	PS0023	品目C0001生産手順03	False	PR0005	PN0003	3	RB1
24	PS0024	品目C0001生産手順04	False	PR0007	PN0003	4	PS1
25	PS0025	品目C0001生産手順05	False	PR0005	PN0003	5	RB1
26	PS0026	品目C0001生産手順06	False	PR0003	PN0003	6	BC2
27	PS0027	品目C0001生産手順07	False	PR0006	PN0003	7	RB2
28	PS0028	品目C0001生産手順08	False	PR0008	PN0003	8	PS2
29	PS0029	品目C0001生産手順09	False	PR0006	PN0003	9	RB2
30	PS0030	品目C0001生産手順10	False	PR0004	PN0003	10	BC3

受注関連・生産指示データ： 生産手順関連

生産手順

no	生産手順id [text]	生産手順名 [text]	無効 [Boolean]	生産工程id [text]	生産品目id [text]	追番 [integer]	備考 [text]
1	PS0001	品目A0001生産手順01	False	PR0001	PN0001	1	WF
2	PS0002	品目A0001生産手順02	False	PR0002	PN0001	2	BC1
3	PS0003	品目A0001生産手順03	False	PR0005	PN0001	3	RB1
4	PS0004	品目A0001生産手順04	False	PR0007	PN0001	4	PS1
5	PS0005	品目A0001生産手順05	False	PR0005	PN0001	5	RB1
6	PS0006	品目A0001生産手順06	False	PR0003	PN0001	6	BC2
7	PS0007	品目A0001生産手順M1	True	PR0006	PN0001	7	無効
8	PS0008	品目A0001生産手順M2	True	PR0008	PN0001	8	無効
9	PS0009	品目A0001生産手順M3	True	PR0006	PN0001	9	無効
10	PS0010	品目A0001生産手順07	False	PR0004	PN0001	10	BC3
11	PS0011	品目B0001生産手順01	False	PR0001	PN0002	1	WF
12	PS0012	品目B0001生産手順02	False	PR0002	PN0002	2	BC1
13	PS0013	品目B0001生産手順M1	True	PR0005	PN0002	3	無効
14	PS0014	品目B0001生産手順M2	True	PR0007	PN0002	4	無効
15	PS0015	品目B0001生産手順M3	True	PR0005	PN0002	5	無効
16	PS0016	品目B0001生産手順03	False	PR0003	PN0002	6	BC2
17	PS0017	品目B0001生産手順04	False	PR0006	PN0002	7	RB2
18	PS0018	品目B0001生産手順05	False	PR0008	PN0002	8	PS2
19	PS0019	品目B0001生産手順06	False	PR0006	PN0002	9	RB2
20	PS0020	品目B0001生産手順07	False	PR0004	PN0002	10	BC3
21	PS0021	品目C0001生産手順01	False	PR0001	PN0003	1	WF
22	PS0022	品目C0001生産手順02	False	PR0002	PN0003	2	BC1
23	PS0023	品目C0001生産手順03	False	PR0005	PN0003	3	RB1
24	PS0024	品目C0001生産手順04	False	PR0007	PN0003	4	PS1
25	PS0025	品目C0001生産手順05	False	PR0005	PN0003	5	RB1
26	PS0026	品目C0001生産手順06	False	PR0003	PN0003	6	BC2
27	PS0027	品目C0001生産手順07	False	PR0006	PN0003	7	RB2
28	PS0028	品目C0001生産手順08	False	PR0008	PN0003	8	PS2
29	PS0029	品目C0001生産手順09	False	PR0006	PN0003	9	RB2
30	PS0030	品目C0001生産手順10	False	PR0004	PN0003	10	BC3

← A社向け製品製造手順
(パンチャーシステム1のみ使用)

← B社向け製品製造手順
(パンチャーシステム1のみ使用)

← C社向け製品製造手順
(パンチャーシステム1と2を使用)

受注関連・生産指示データ： 生産手順関連

生産手順

no	生産手順id [text]	生産手順名 [text]	無効 [Boolean]	生産工程id [text]	生産品目id [text]	追番 [integer]	備考 [text]
1	PS0001	品目A0001生産手順01	False	PR0001	PN0001	1	WF
2	PS0002	品目A0001生産手順02	False	PR0002	PN0001	2	BC1
3	PS0003	品目A0001生産手順03	False	PR0005	PN0001	3	RB1
4	PS0004	品目A0001生産手順04	False	PR0007	PN0001	4	PS1
5	PS0005	品目A0001生産手順05	False	PR0005	PN0001	5	RB1
6	PS0006	品目A0001生産手順06	False	PR0003	PN0001	6	BC2
7	PS0007	品目A0001生産手順M1	True	PR0006	PN0001	7	無効
8	PS0008	品目A0001生産手順M2	True	PR0008	PN0001	8	無効
9	PS0009	品目A0001生産手順M3	True	PR0006	PN0001	9	無効
10	PS0010	品目A0001生産手順07	False	PR0004	PN0001	10	BC3
11	PS0011	品目B0001生産手順01	False	PR0001	PN0002	1	WF
12	PS0012	品目B0001生産手順02	False	PR0002	PN0002	2	BC1
13	PS0013	品目B0001生産手順M1	True	PR0005	PN0002	3	無効
14	PS0014	品目B0001生産手順M2	True	PR0007	PN0002	4	無効
15	PS0015	品目B0001生産手順M3	True	PR0005	PN0002	5	無効
16	PS0016	品目B0001生産手順03	False	PR0003	PN0002	6	BC2
17	PS0017	品目B0001生産手順04	False	PR0006	PN0002	7	RB2
18	PS0018	品目B0001生産手順05	False	PR0008	PN0002	8	PS2
19	PS0019	品目B0001生産手順06	False	PR0006	PN0002	9	RB2
20	PS0020	品目B0001生産手順07	False	PR0004	PN0002	10	BC3
21	PS0021	品目C0001生産手順01	False	PR0001	PN0003	1	WF
22	PS0022	品目C0001生産手順02	False	PR0002	PN0003	2	BC1
23	PS0023	品目C0001生産手順03	False	PR0005	PN0003	3	RB1
24	PS0024	品目C0001生産手順04	False	PR0007	PN0003	4	PS1
25	PS0025	品目C0001生産手順05	False	PR0005	PN0003	5	RB1
26	PS0026	品目C0001生産手順06	False	PR0003	PN0003	6	BC2
27	PS0027	品目C0001生産手順07	False	PR0006	PN0003	7	RB2
28	PS0028	品目C0001生産手順08	False	PR0008	PN0003	8	PS2
29	PS0029	品目C0001生産手順09	False	PR0006	PN0003	9	RB2
30	PS0030	品目C0001生産手順10	False	PR0004	PN0003	10	BC3

← A社向け製品製造手順
(パンチャーシステム1のみ使用)

← B社向け製品製造手順
(パンチャーシステム1のみ使用)

← C社向け製品製造手順
(パンチャーシステム1と2を使用)

生産工程

no	生産工程id [text]	生産工程名 [text]	省略名 [text]	無効 [Boolean]	設備id [text]	加工時間 [integer]	段取時間 [integer]	消費電力量 [integer]	備考 [text]
1	PR0001	ワークフィーダー工程	PR WF	False	EQ0001	0	2	4	None
2	PR0002	コンベヤ工程1	PR BC1	False	EQ0002	0	5	25	None
3	PR0003	コンベヤ工程2	PR BC2	False	EQ0003	0	5	25	None
4	PR0004	コンベヤ工程3	PR BC3	False	EQ0004	0	5	25	None
5	PR0005	ロボット工程1	PR RB1	False	EQ0005	0	5	20	None
6	PR0006	ロボット工程2	PR RB2	False	EQ0006	0	5	20	None
7	PR0007	パンチャーシステム工程1	PR PS1	False	EQ0007	3	12	30	None
8	PR0007	パンチャーシステム工程2	PR PS2	False	EQ0008	3	12	30	None

設備

no	設備id [text]	設備名 [text]	省略名 [text]	無効 [boolean]	ステータス [text]	備考 [text]
1	EQ0001	ワークフィーダー	WF	False	None	None
2	EQ0002	コンベヤ1	BC1	False	None	None
3	EQ0003	コンベヤ2	BC2	False	None	None
4	EQ0004	コンベヤ3	BC3	False	None	None
5	EQ0005	ロボット1	RB1	False	None	None
6	EQ0006	ロボット2	RB2	False	None	None
7	EQ0007	パンチャーシステム1	PS1	False	None	None
8	EQ0008	パンチャーシステム2	PS2	False	None	None

受注・生産指示関連データモデル

◆ 特徴

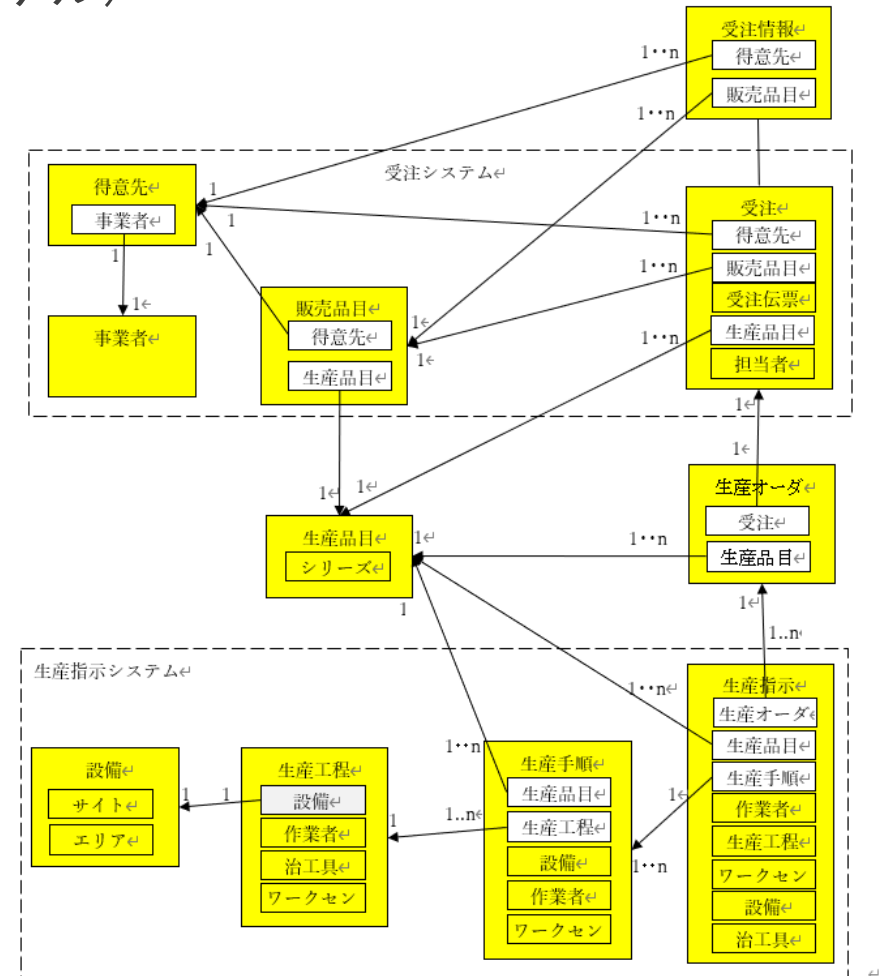
- PSLXデータモデルを採用(公開データモデル)
- DB(PostgreSQL)にて実装

◆ 受注関連データテーブル(PSLX準拠)

- 動的情報
 - ・ 受注情報(非PSLX)
 - ・ 受注
- 固定値
 - ・ 販売品目
 - ・ 得意先
 - ・ 事業者

◆ 生産指示関連データテーブル

- 動的情報
 - ・ 生産オーダ
 - ・ 生産指示
- 固定値
 - ・ 生産品目
 - ・ 生産手順
 - ・ 生産工程
 - ・ 設備



- PSLXデータモデルを採用(公開データモデル)
- DB(PostgreSQL)にて実装

受注から生産指示までの流れ

受注

no	受注id [text]	得意先id [text]	販売品目id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	受注日 [timestamp with time zone]	納入希望日 [timestamp with time zone]	出荷予定日 [timestamp with time zone]	出荷日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	1	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	3	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	2	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	2	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None



生産 オーダー

no	生産オーダーid [text]	生産品目id [text]	受注id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	実績値 [integer]	開始日時 [timestamp with time zone]	終了日時 [timestamp with time zone]	着手日時 [timestamp with time zone]	完了日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	PO0001	PN0001	OR0001	処理済	1	0	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	PO0002	PN0002	OR0002	処理済	3	0	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	PO0003	PN0003	OR0003	処理済	2	0	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	PO0004	PN0001	OR0001	処理済	2	0	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	PO0005	PN0002	OR0002	処理済	1	0	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	PO0006	PN0003	OR0003	処理済	1	0	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None



生産 指示

no	生産指示id [text]	生産オーダーid [text]	生産手順id [text]	生産品目id [text]	生産工程id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	実績値 [integer]	予定日時 [timestamp with time zone]	実施日時 [timestamp with time zone]	着手日時 [timestamp with time zone]	完了日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	PI0001	PO0001	PS0000	PN0001	PR0001	完了	1	0	2022/05/10 10:00:00	2023/02/03 12:10:14	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	PI0002	PO0002	PS0000	PN0002	PR0001	完了	3	0	2022/05/10 10:00:00	2023/02/03 12:11:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	PI0003	PO0003	PS0000	PN0003	PR0001	完了	2	0	2022/05/10 10:00:00	2023/02/03 12:12:23	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	PI0004	PO0004	PS0000	PN0001	PR0001	完了	2	0	2022/05/20 10:00:00	2023/02/03 12:14:04	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	PI0005	PO0005	PS0000	PN0002	PR0001	完了	1	0	2022/05/20 10:00:00	2023/02/03 12:15:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	PI0006	PO0006	PS0000	PN0003	PR0001	完了	1	0	2022/05/20 10:00:00	2023/02/03 12:15:38	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None

受注から生産指示までの流れ

受注

no	受注id [text]	得意先id [text]	販売品目id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	受注日 [timestamp with time zone]	納入希望日 [timestamp with time zone]	出荷予定日 [timestamp with time zone]	出荷日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	1	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	3	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	2	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	2	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None



生産 オーダー

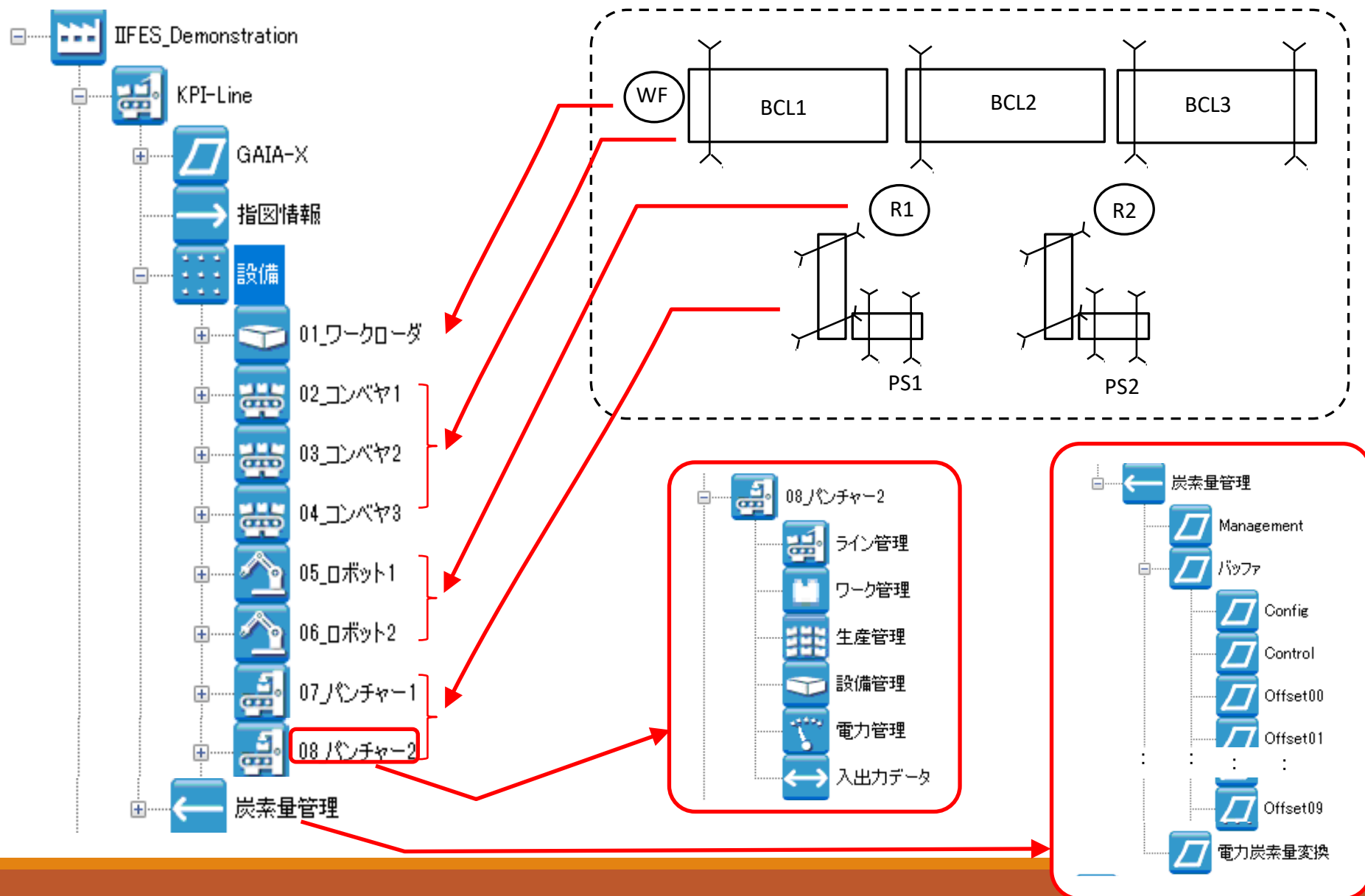
no	生産オーダーid [text]	生産品目id [text]	受注id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	実績値 [integer]	開始日時 [timestamp with time zone]	終了日時 [timestamp with time zone]	着手日時 [timestamp with time zone]	完了日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	PO0001	PN0001	OR0001	処理済	1	0	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	PO0002	PN0002	OR0002	処理済	3	0	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	PO0003	PN0003	OR0003	処理済	2	0	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	PO0004	PN0001	OR0001	処理済	2	0	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	PO0005	PN0002	OR0002	処理済	1	0	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	PO0006	PN0003	OR0003	処理済	1	0	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None



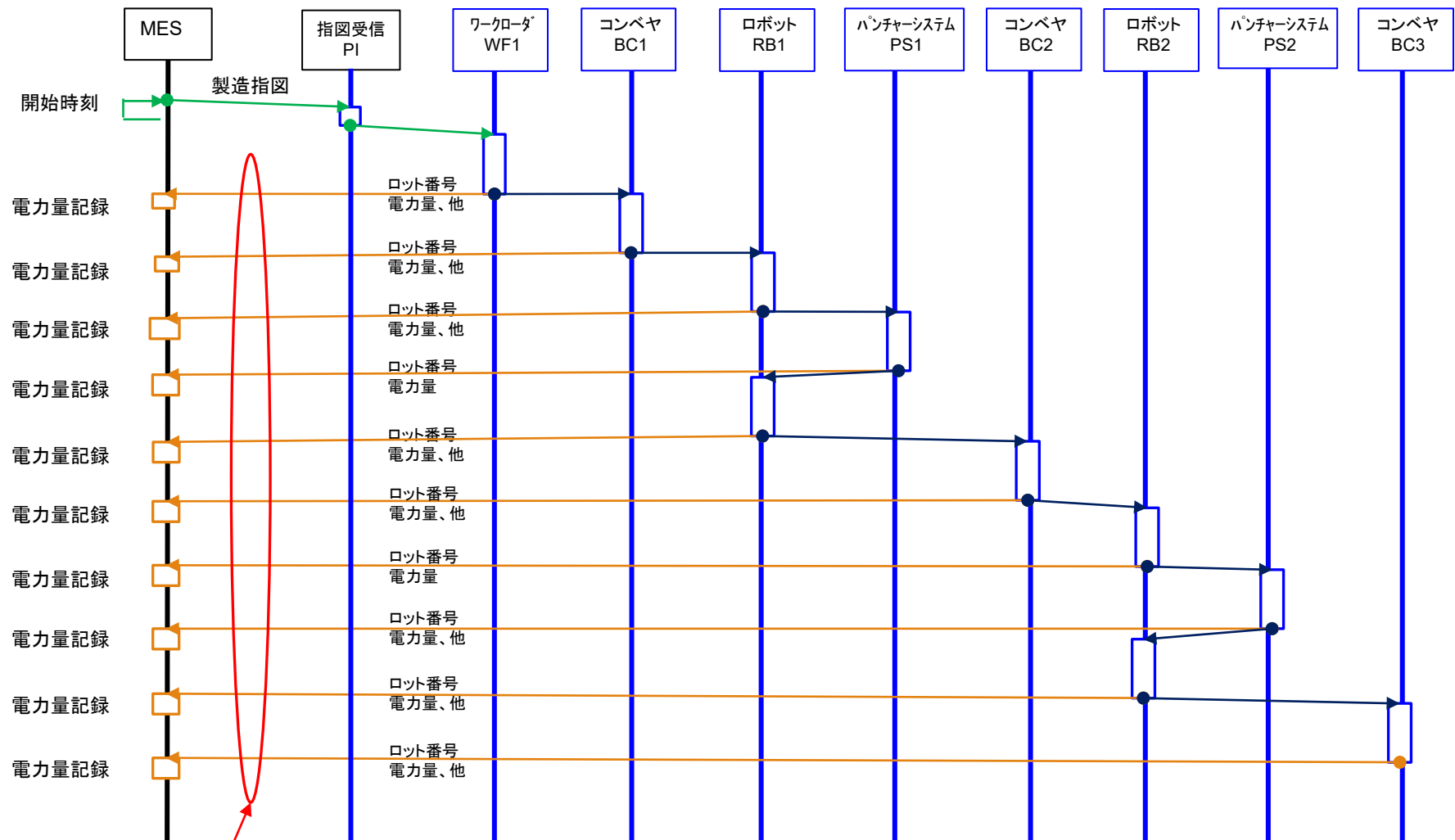
生産 指示

no	生産指示id [text]	生産オーダーid [text]	生産手順id [text]	生産品目id [text]	生産工程id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	実績値 [integer]	予定日時 [timestamp with time zone]	実施日時 [timestamp with time zone]	着手日時 [timestamp with time zone]	完了日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	PI0001	PO0001	PS0000	PN0001	PR0001	完了	1	0	2022/05/10 10:00:00	2023/02/03 12:10:14	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	PI0002	PO0002	PS0000	PN0002	PR0001	完了	3	0	2022/05/10 10:00:00	2023/02/03 12:11:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	PI0003	PO0003	PS0000	PN0003	PR0001	完了	2	0	2022/05/10 10:00:00	2023/02/03 12:12:23	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	PI0004	PO0004	PS0000	PN0001	PR0001	完了	2	0	2022/05/20 10:00:00	2023/02/03 12:14:04	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	PI0005	PO0005	PS0000	PN0002	PR0001	完了	1	0	2022/05/20 10:00:00	2023/02/03 12:15:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	PI0006	PO0006	PS0000	PN0003	PR0001	完了	1	0	2022/05/20 10:00:00	2023/02/03 12:15:38	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None

エッジレベルデータモデル(マネジメントシェル)



エッジレベルでのリアルタイム処理 (使用電力量の収集)



リングバッファを利用

□: 装置ビジー

炭素量関連データモデル(DB:全体構成)

◆ 特徴

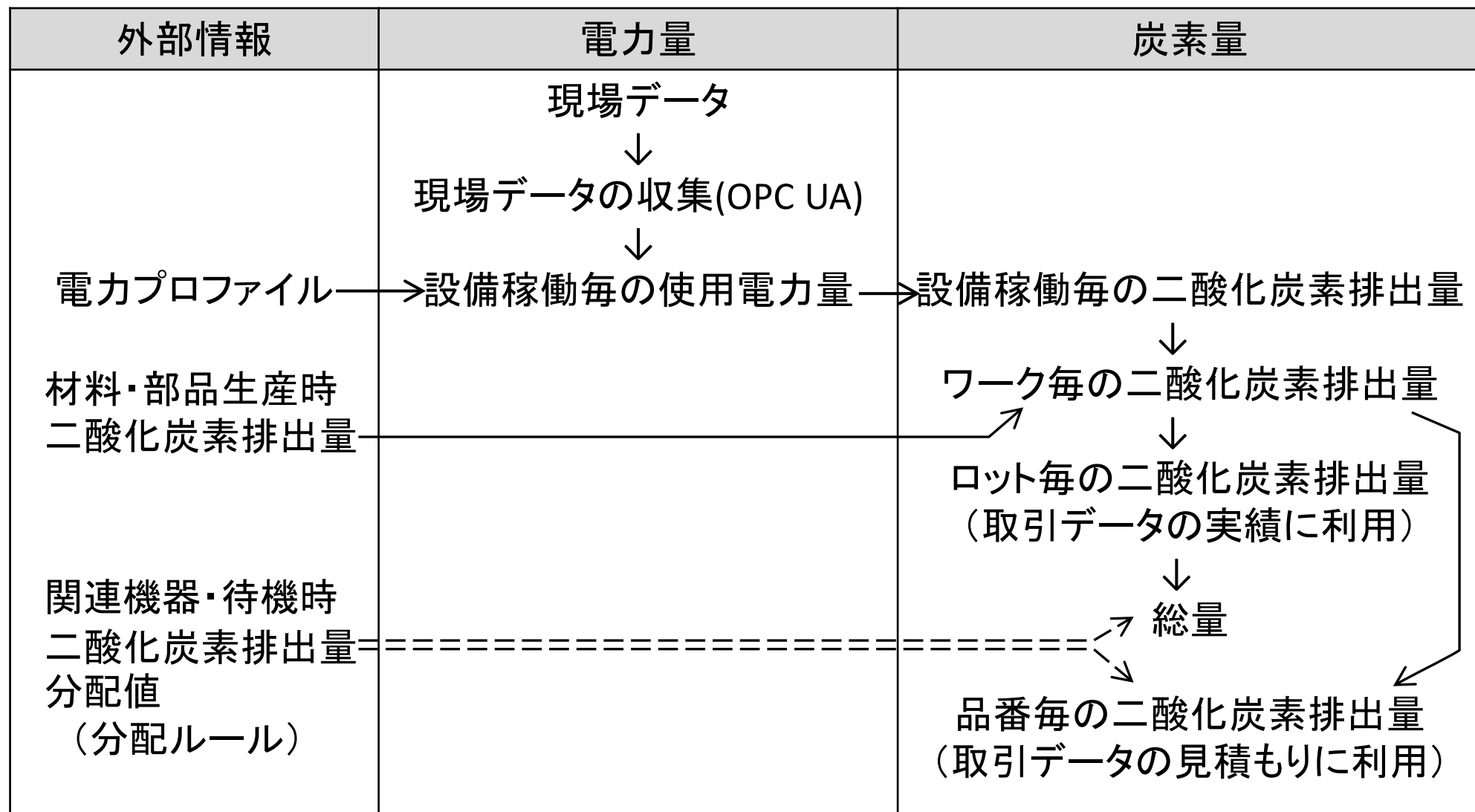
- 独自データモデルを採用
- 電力値から二酸化炭素排出量を算出

◆ データテーブル

- 動的情報
 - ・ 設備毎ワーク消費電力量
 - ・ 設備毎ワーク二酸化炭素排出量
 - ・ ワーク二酸化炭素排出量
 - ・ ロット二酸化炭素排出量
 - ・ 品番二酸化炭素排出量
- 半固定値
 - ・ 電力プロファイル

No	テーブル名	項目										備考	
		項目名	開始時刻	終了時刻	品番	ロット 番号	ロット シリアル	ロット シリアルラスト	設備	電力量	電力量 係数		ステータス
		データ型	timestamp with time zone	timestamp with time zone	text	text	integer	boolean	text	integer	float		text
1	設備毎 ワーク消費電力量	○(注)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	開始・終了時刻は同じ(注)。 二酸化炭素排出量はreal	
2	設備毎ワーク 二酸化炭素排出量	○(注)	○	○	○	○	○	○	二酸化炭素排出量		○		
3	ワーク 二酸化炭素排出量	○(注)	○	○	○	○	○	二酸化炭素排出量			○		
4	ロット 二酸化炭素排出量	○	○	○	○	ロット個数	二酸化炭素排出量・最大・最小				○	二酸化炭素排出量関連はreal	
5	品番 二酸化炭素排出量	○	○	○	製品個数		二酸化炭素排出量・最大・最小				—		

二酸化炭素排出量算出処理



炭素量関連データモデル(DB:全体構成)

◆ 特徴

- 独自データモデルを採用
- 電力値から二酸化炭素排出量を算出

◆ データテーブル

- 動的情報
 - ・ 設備毎ワーク消費電力量
 - ・ 設備毎ワーク二酸化炭素排出量
 - ・ ワーク二酸化炭素排出量
 - ・ ロット二酸化炭素排出量
 - ・ 品番二酸化炭素排出量
- 半固定値
 - ・ 電力プロファイル

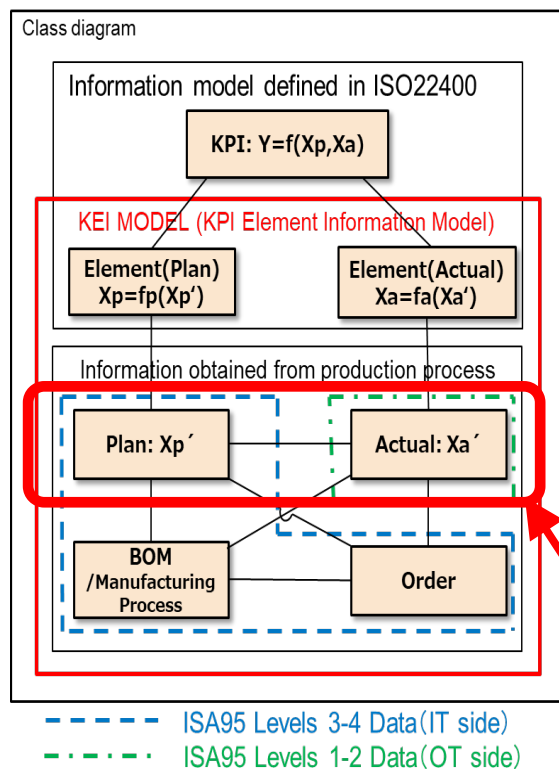
No	テーブル名	項目										備考
	項目名	開始時刻	終了時刻	品番	ロット 番号	ロット シリアル	ロット シリアルラスト	設備	電力量	電力量 係数	ステータス	
	データ型	timestamp with time zone	timestamp with time zone	text	text	integer	boolean	text	integer	float	text	
1	設備毎 ワーク消費電力量	○(注)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	開始・終了時刻は同じ(注)。 二酸化炭素排出量はreal
2	設備毎ワーク 二酸化炭素排出量	○(注)	○	○	○	○	○	○	二酸化炭素排出量		○	
3	ワーク 二酸化炭素排出量	○(注)	○	○	○	○	○	二酸化炭素排出量			○	
4	ロット 二酸化炭素排出量	○	○	○	○	ロット個数	二酸化炭素排出量・最大・最小				○	二酸化炭素排出量関連はreal
5	品番 二酸化炭素排出量	○	○	○	製品個数		二酸化炭素排出量・最大・最小				—	

炭素量関連データモデル(DB:全体構成)

◆ 特徴

- 独自
- 電力を算

No	テーブル名
1	設備毎 ワーク消費電
2	設備毎ワーク 二酸化炭素排
3	ワーク 二酸化炭素排
4	ロット 二酸化炭素排
5	品番 二酸化炭素排出量



データテーブル

□ 動的情報

- 設備毎ワーク消費電力量
- 設備毎ワーク二酸化炭素排出量
- ワーク二酸化炭素排出量
- ロット二酸化炭素排出量
- 品番二酸化炭素排出量

□ 半固定値

- 電力プロファイル

項目						備考
ロット リアル	ロット シリアルラ スト	設備	電力量	電力量 係数	ステータス	
integer	boolean	text	integer	float	text	
○	○	○	○	○	○	開始・終了時刻は同じ(注)。 二酸化炭素排出量はreal
○	○	○	二酸化炭素排出量		○	
○	○	二酸化炭素排出量			○	
ロット個数	二酸化炭素排出量・最大・最小				○	
個数	二酸化炭素排出量・最大・最小				-	



電力量関連データ例

設備毎
ワーク消費電力量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotserial [integer]	lotseriallast [boolean]	equipmentid [text]	electricenergy [integer]	eeratio [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:18	PN0001	PO0001	1	True	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
2	2023/02/03 12:10:26	2023/02/03 12:10:26	PN0001	PO0001	1	True	Conveyor1	25	0.0496	完了	
3	2023/02/03 12:10:31	2023/02/03 12:10:31	PN0001	PO0001	1	True	Robot1	20	0.0496	完了	
4	2023/02/03 12:10:37	2023/02/03 12:10:37	PN0001	PO0001	1	True	Puncher1	26	0.0496	完了	
5	2023/02/03 12:10:42	2023/02/03 12:10:42	PN0001	PO0001	1	True	Robot1	20	0.0496	完了	
6	2023/02/03 12:10:48	2023/02/03 12:10:48	PN0001	PO0001	1	True	Conveyor2	25	0.0496	完了	
7	2023/02/03 12:10:56	2023/02/03 12:10:56	PN0001	PO0001	1	True	Conveyor3	25	0.0496	完了	
8	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:10:58	PN0002	PO0002	1	False	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
9	2023/02/03 12:11:05	2023/02/03 12:11:05	PN0002	PO0002	1	False	Conveyor1	25	0.0496	完了	
10	2023/02/03 12:11:13	2023/02/03 12:11:13	PN0002	PO0002	1	False	Conveyor2	25	0.0496	完了	
11	2023/02/03 12:11:18	2023/02/03 12:11:18	PN0002	PO0002	1	False	Robot2	20	0.0496	完了	
12	2023/02/03 12:11:26	2023/02/03 12:11:26	PN0002	PO0002	1	False	Puncher2	30	0.0496	完了	
13	2023/02/03 12:11:31	2023/02/03 12:11:31	PN0002	PO0002	1	False	Robot2	20	0.0496	完了	
14	2023/02/03 12:11:37	2023/02/03 12:11:37	PN0002	PO0002	1	False	Conveyor3	25	0.0496	完了	
15	2023/02/03 12:11:39	2023/02/03 12:11:39	PN0002	PO0002	2	False	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
16	2023/02/03 12:11:47	2023/02/03 12:11:47	PN0002	PO0002	2	False	Conveyor1	25	0.0496	完了	
17	2023/02/03 12:11:54	2023/02/03 12:11:54	PN0002	PO0002	2	False	Conveyor2	25	0.0496	完了	
18	2023/02/03 12:11:59	2023/02/03 12:11:59	PN0002	PO0002	2	False	Robot2	20	0.0496	完了	
19	2023/02/03 12:12:08	2023/02/03 12:12:08	PN0002	PO0002	2	False	Puncher2	30	0.0496	完了	
20	2023/02/03 12:12:12	2023/02/03 12:12:12	PN0002	PO0002	2	False	Robot2	20	0.0496	完了	
21	2023/02/03 12:12:19	2023/02/03 12:12:19	PN0002	PO0002	2	False	Conveyor3	25	0.0496	完了	
22	2023/02/03 12:12:21	2023/02/03 12:12:21	PN0002	PO0002	3	True	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
23	2023/02/03 12:12:28	2023/02/03 12:12:28	PN0002	PO0002	3	True	Conveyor1	25	0.0496	完了	
24	2023/02/03 12:12:36	2023/02/03 12:12:36	PN0002	PO0002	3	True	Conveyor2	25	0.0496	完了	
25	2023/02/03 12:12:41	2023/02/03 12:12:41	PN0002	PO0002	3	True	Robot2	20	0.0496	完了	
26	2023/02/03 12:12:49	2023/02/03 12:12:49	PN0002	PO0002	3	True	Puncher2	30	0.0496	完了	
27	2023/02/03 12:12:54	2023/02/03 12:12:54	PN0002	PO0002	3	True	Robot2	20	0.0496	完了	
28	2023/02/03 12:13:00	2023/02/03 12:13:00	PN0002	PO0002	3	True	Conveyor3	25	0.0496	完了	
29	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:13:03	PN0003	PO0003	1	False	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
30	2023/02/03 12:13:10	2023/02/03 12:13:10	PN0003	PO0003	1	False	Conveyor1	25	0.0496	完了	
31	2023/02/03 12:13:15	2023/02/03 12:13:15	PN0003	PO0003	1	False	Robot1	20	0.0496	完了	
32	2023/02/03 12:13:22	2023/02/03 12:13:22	PN0003	PO0003	1	False	Puncher1	26	0.0496	完了	
33	2023/02/03 12:13:27	2023/02/03 12:13:27	PN0003	PO0003	1	False	Robot1	20	0.0496	完了	
34	2023/02/03 12:13:33	2023/02/03 12:13:33	PN0003	PO0003	1	False	Conveyor2	25	0.0496	完了	
35	2023/02/03 12:13:38	2023/02/03 12:13:38	PN0003	PO0003	1	False	Robot2	20	0.0496	完了	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	





電力量関連データ例

設備毎
ワーク消費電力量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotserial [integer]	lotseriallast [boolean]	equipmentid [text]	electricenergy [integer]	eeratio [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:18	PN0001	PO0001	1	True	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
2	2023/02/03 12:10:26	2023/02/03 12:10:26	PN0001	PO0001	1	True	Conveyor1	25	0.0496	完了	
3	2023/02/03 12:10:31	2023/02/03 12:10:31	PN0001	PO0001	1	True	Robot1	20	0.0496	完了	
4	2023/02/03 12:10:37	2023/02/03 12:10:37	PN0001	PO0001	1	True	Puncher1	26	0.0496	完了	
5	2023/02/03 12:10:42	2023/02/03 12:10:42	PN0001	PO0001	1	True	Robot1	20	0.0496	完了	
6	2023/02/03 12:10:48	2023/02/03 12:10:48	PN0001	PO0001	1	True	Conveyor2	25	0.0496	完了	
7	2023/02/03 12:10:56	2023/02/03 12:10:56	PN0001	PO0001	1	True	Conveyor3	25	0.0496	完了	
8	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:10:58	PN0002	PO0002	1	False	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
9	2023/02/03 12:11:05	2023/02/03 12:11:05	PN0002	PO0002	1	False	Conveyor1	25	0.0496	完了	
10	2023/02/03 12:11:13	2023/02/03 12:11:13	PN0002	PO0002	1	False	Conveyor2	25	0.0496	完了	
11	2023/02/03 12:11:18	2023/02/03 12:11:18	PN0002	PO0002	1	False	Robot2	20	0.0496	完了	
12	2023/02/03 12:11:26	2023/02/03 12:11:26	PN0002	PO0002	1	False	Puncher2	30	0.0496	完了	
13	2023/02/03 12:11:31	2023/02/03 12:11:31	PN0002	PO0002	1	False	Robot2	20	0.0496	完了	
14	2023/02/03 12:11:37	2023/02/03 12:11:37	PN0002	PO0002	1	False	Conveyor3	25	0.0496	完了	
15	2023/02/03 12:11:39	2023/02/03 12:11:39	PN0002	PO0002	2	False	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
16	2023/02/03 12:11:47	2023/02/03 12:11:47	PN0002	PO0002	2	False	Conveyor1	25	0.0496	完了	
17	2023/02/03 12:11:54	2023/02/03 12:11:54	PN0002	PO0002	2	False	Conveyor2	25	0.0496	完了	
18	2023/02/03 12:11:59	2023/02/03 12:11:59	PN0002	PO0002	2	False	Robot2	20	0.0496	完了	
19	2023/02/03 12:12:08	2023/02/03 12:12:08	PN0002	PO0002	2	False	Puncher2	30	0.0496	完了	
20	2023/02/03 12:12:12	2023/02/03 12:12:12	PN0002	PO0002	2	False	Robot2	20	0.0496	完了	
21	2023/02/03 12:12:19	2023/02/03 12:12:19	PN0002	PO0002	2	False	Conveyor3	25	0.0496	完了	
22	2023/02/03 12:12:21	2023/02/03 12:12:21	PN0002	PO0002	3	True	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
23	2023/02/03 12:12:28	2023/02/03 12:12:28	PN0002	PO0002	3	True	Conveyor1	25	0.0496	完了	
24	2023/02/03 12:12:36	2023/02/03 12:12:36	PN0002	PO0002	3	True	Conveyor2	25	0.0496	完了	
25	2023/02/03 12:12:41	2023/02/03 12:12:41	PN0002	PO0002	3	True	Robot2	20	0.0496	完了	
26	2023/02/03 12:12:49	2023/02/03 12:12:49	PN0002	PO0002	3	True	Puncher2	30	0.0496	完了	
27	2023/02/03 12:12:54	2023/02/03 12:12:54	PN0002	PO0002	3	True	Robot2	20	0.0496	完了	
28	2023/02/03 12:13:00	2023/02/03 12:13:00	PN0002	PO0002	3	True	Conveyor3	25	0.0496	完了	
29	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:13:03	PN0003	PO0003	1	False	ShapeFeeder	4	0.0496	完了	
30	2023/02/03 12:13:10	2023/02/03 12:13:10	PN0003	PO0003	1	False	Conveyor1	25	0.0496	完了	
31	2023/02/03 12:13:15	2023/02/03 12:13:15	PN0003	PO0003	1	False	Robot1	20	0.0496	完了	
32	2023/02/03 12:13:22	2023/02/03 12:13:22	PN0003	PO0003	1	False	Puncher1	26	0.0496	完了	
33	2023/02/03 12:13:27	2023/02/03 12:13:27	PN0003	PO0003	1	False	Robot1	20	0.0496	完了	
34	2023/02/03 12:13:33	2023/02/03 12:13:33	PN0003	PO0003	1	False	Conveyor2	25	0.0496	完了	
35	2023/02/03 12:13:38	2023/02/03 12:13:38	PN0003	PO0003	1	False	Robot2	20	0.0496	完了	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:



炭素量関連データ例

設備毎ワーク
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotserial [integer]	lotseriallast [boolean]	equipmentid [text]	carbonfootprint [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:18	PN0001	PO0001	1	True	ShapeFeeder	0.2	完了	
2	2023/02/03 12:10:26	2023/02/03 12:10:26	PN0001	PO0001	1	True	Conveyor1	1.2	完了	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	



ワーク
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotserial [integer]	lotseriallast [boolean]	carbonfootprint [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:56	PN0001	PO0001	1	True	7.1	完了	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:11:37	PN0002	PO0002	1	False	7.3	完了	
3	2023/02/03 12:11:39	2023/02/03 12:12:19	PN0002	PO0002	2	False	7.3	完了	
4	2023/02/03 12:12:21	2023/02/03 12:13:00	PN0002	PO0002	3	True	7.3	完了	
5	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:13:57	PN0003	PO0003	1	False	10.6	完了	
6	2023/02/03 12:13:59	2023/02/03 12:14:54	PN0003	PO0003	2	True	10.6	完了	
7	2023/02/03 12:14:57	2023/02/03 12:15:34	PN0001	PO0004	1	False	7.3	完了	
8	2023/02/03 12:15:36	2023/02/03 12:16:13	PN0001	PO0004	2	True	7.1	完了	
9	2023/02/03 12:16:16	2023/02/03 12:16:55	PN0002	PO0005	1	True	7.3	完了	
10	2023/02/03 12:16:57	2023/02/03 12:17:51	PN0003	PO0006	1	True	10.6	完了	



ロット
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotcount [integer]	carbonfootprint [real]	cflotmax [real]	cflotmin [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:56	PN0001	PO0001	1	7.1	7.1	7.1	完了	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:13:00	PN0002	PO0002	3	21.9	7.3	7.3	完了	
3	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:14:54	PN0003	PO0003	2	21.2	10.6	10.6	完了	
4	2023/02/03 12:14:57	2023/02/03 12:16:13	PN0001	PO0004	2	14.4	7.3	7.1	完了	
5	2023/02/03 12:16:16	2023/02/03 12:16:55	PN0002	PO0005	1	7.3	7.3	7.3	完了	
6	2023/02/03 12:16:57	2023/02/03 12:17:51	PN0003	PO0006	1	10.6	10.6	10.6	完了	



品番
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	productcount [integer]	carbonfootprint [real]	cflotmax [real]	cflotmin [real]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:16:13	PN0001	3	21.5	7.3	7.1	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:16:55	PN0002	4	29.2	7.3	7.3	
3	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:17:51	PN0003	3	31.8	10.6	10.6	

炭素量関連データ例

設備毎ワーク
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotserial [integer]	lotseriallast [boolean]	equipmentid [text]	carbonfootprint [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:18	PN0001	PO0001	1	True	ShapeFeeder	0.2	完了	
2	2023/02/03 12:10:26	2023/02/03 12:10:26	PN0001	PO0001	1	True	Conveyor1	1.2	完了	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	



ワーク
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotserial [integer]	lotseriallast [boolean]	carbonfootprint [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:56	PN0001	PO0001	1	True	7.1	完了	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:11:37	PN0002	PO0002	1	False	7.3	完了	
3	2023/02/03 12:11:39	2023/02/03 12:12:19	PN0002	PO0002	2	False	7.3	完了	
4	2023/02/03 12:12:21	2023/02/03 12:13:00	PN0002	PO0002	3	True	7.3	完了	
5	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:13:57	PN0003	PO0003	1	False	10.6	完了	
6	2023/02/03 12:13:59	2023/02/03 12:14:54	PN0003	PO0003	2	True	10.6	完了	
7	2023/02/03 12:14:57	2023/02/03 12:15:34	PN0001	PO0004	1	False	7.3	完了	
8	2023/02/03 12:15:36	2023/02/03 12:16:13	PN0001	PO0004	2	True	7.1	完了	
9	2023/02/03 12:16:16	2023/02/03 12:16:55	PN0002	PO0005	1	True	7.3	完了	
10	2023/02/03 12:16:57	2023/02/03 12:17:51	PN0003	PO0006	1	True	10.6	完了	



ロット
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotcount [integer]	carbonfootprint [real]	cflotmax [real]	cflotmin [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:56	PN0001	PO0001	1	7.1	7.1	7.1	完了	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:13:00	PN0002	PO0002	3	21.9	7.3	7.3	完了	
3	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:14:54	PN0003	PO0003	2	21.2	10.6	10.6	完了	
4	2023/02/03 12:14:57	2023/02/03 12:16:13	PN0001	PO0004	2	14.4	7.3	7.1	完了	
5	2023/02/03 12:16:16	2023/02/03 12:16:55	PN0002	PO0005	1	7.3	7.3	7.3	完了	
6	2023/02/03 12:16:57	2023/02/03 12:17:51	PN0003	PO0006	1	10.6	10.6	10.6	完了	



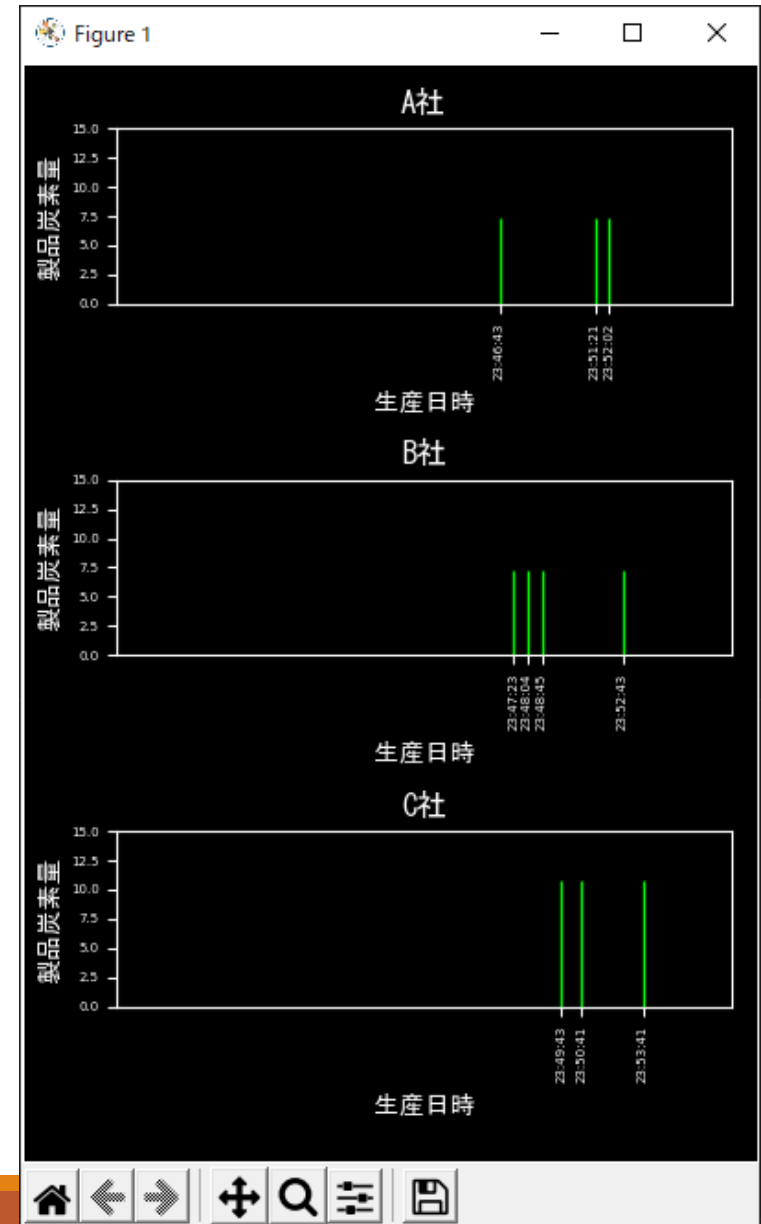
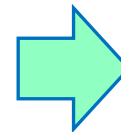
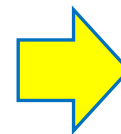
品番
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	productcount [integer]	carbonfootprint [real]	cflotmax [real]	cflotmin [real]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:16:13	PN0001	3	21.5	7.3	7.1	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:16:55	PN0002	4	29.2	7.3	7.3	
3	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:17:51	PN0003	3	31.8	10.6	10.6	

ワーク毎のカーボンフットプリントグラフ

ワーク二酸化炭素排出量

no	start datetime	end datetime	product id	lot name	lot serial	lotserial last	carbon footprint	status	remarks
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:56	PN0001	PO0001	1	True	7.1	完了	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:11:37	PN0002	PO0002	1	False	7.3	完了	
3	2023/02/03 12:11:39	2023/02/03 12:12:19	PN0002	PO0002	2	False	7.3	完了	
4	2023/02/03 12:12:21	2023/02/03 12:13:00	PN0002	PO0002	3	True	7.3	完了	
5	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:13:57	PN0003	PO0003	1	False	10.6	完了	
6	2023/02/03 12:13:59	2023/02/03 12:14:54	PN0003	PO0003	2	True	10.6	完了	
7	2023/02/03 12:14:57	2023/02/03 12:15:34	PN0001	PO0004	1	False	7.3	完了	
8	2023/02/03 12:15:36	2023/02/03 12:16:13	PN0001	PO0004	2	True	7.1	完了	
9	2023/02/03 12:16:16	2023/02/03 12:16:55	PN0002	PO0005	1	True	7.3	完了	
10	2023/02/03 12:16:57	2023/02/03 12:17:51	PN0003	PO0006	1	True	10.6	完了	



◆ 制定団体

- ISO/TC 184/SC 5/WG 9

◆ 構成

- Part1 (2014年制定): Overview, concepts and terminology
概要を記載。
- Part2 (2014年制定): Definitions and descriptions
34種のKPIの定義を記載。
- Part2 Amendment 1 (2017年制定): Key performance indicators for energy management
修正事項として4種の定義を追加。ISOとしての定義は38種となる。
- TR Part10 (2018年制定): Operational sequence description of data acquisition
生産管理および監視用の主要業績評価指標の公式を適用するための実用的な使用法を記載。

ISO 22400で定義されている指標

KPIの国際標準であるISO 22400には、38種類定義されている

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(容量指標)	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	-

規定されているKPI (ISO 22400-Part2)

Efficiency indicators: 効率指標

- (1) Worker efficiency: 労働生産性
- (2) Allocation ratio: 負荷度
- (3) Throughput rate: 生産量
- (4) Allocation efficiency: 負荷効率
- (5) Utilization efficiency: 利用効率
- (6) Overall equipment effectiveness index: 総合設備効率
- (7) Net equipment effectiveness index: 正味設備効率
- (8) Availability: 設備有効性
- (9) Effectiveness: 工程効率

Quality indicators: 品質指標

- (10) Quality ratio: 品質率、良品率
- (11) Setup ratio: 段取率
- (12) Technical efficiency: 設備保全利用率
- (13) Production process ratio: 工程利用率
- (14) Actual to planned scrap ratio: 計画実績廃棄率
- (15) First pass yield: 直行率
- (16) Scrap ratio: 廃棄率
- (17) Rework ratio: 手直率
- (18) Fall off ratio: 減衰率

Capacity indicators: 容量指標

- (19) Machine capability index: 機械能力指数
- (20) Critical machine capability index: クリティカル機械能力指数
- (21) Process capability index: 工程能力指数
- (22) Critical process capability index: クリティカル工程能力指数

Inventory management indicators: 在庫管理指標

- (24) Inventory turns: 在庫回転率
- (25) Finished goods ratio: 良品率
- (26) Integrated goods ratio: 総合良品率
- (27) Production loss ratio: 製造廃棄率
- (28) Storage and transportation loss ratio: 在庫輸送廃棄率
- (29) Other loss ratio: その他廃棄率

Maintenance indicators: メンテナンス指標

- (30) Equipment load ratio: 設備負荷率
- (31) Mean operating time between failures: 平均故障間動作時間
- (32) Mean time to failure: 平均故障時間
- (33) Mean time to repair: 平均復旧時間
- (34) Corrective maintenance ratio: 良品保全率

Energy Management: エネルギー管理

- (23) Comprehensive energy consumption: 総合エネルギー消費量
- (35) Direct energy consumption effectiveness: 直接エネルギー消費効率
- (36) Direct net energy consumption effectiveness: 直接正味エネルギー消費効率
- (37) Direct energy efficiency: 直接エネルギー効率
- (38) Direct net energy efficiency: 直接正味エネルギー効率

注) (35)~(38)は ISO 22400-Part2 Amendment 1に記載

注) 青文字: 総合設備効率(OEE)

注) 赤文字: エネルギー関連KPI

ISO22400の総合エネルギー消費量に関連するKPIは以下で表される。

◆ 総合エネルギー消費量 (Comprehensive energy consumption)

$$E = \sum M_i \times R_i + Q \quad \dots(\text{式1})$$

$$e = E/PQ = (\sum M_i \times R_i + Q) / PQ \quad \dots(\text{式2})$$

- E: 総合エネルギー消費量
- e: ユニット単位のエネルギー消費量
- PQ: 生産量 (produced quantity)
- M_i : 測定可能な実エネルギー消費量
- R_i : エネルギー変換係数
- Q: 環境とのエネルギー交換量

(ISO 22400-2より引用、邦訳は独自)

KPI (ISO 22400エネルギー消費量と二酸化炭素排出量)

◆ ISO22400の総合エネルギー消費量 (Comprehensive energy consumption)

$$E = \sum M_i * R_i + Q$$

$$e = E/PQ = (\sum M_i * R_i + Q) / PQ$$

- 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
- M_i: 測定可能な実エネルギー消費量
- R_i: エネルギー変換係数
- Q: 環境とのエネルギー量交換

◆ 上記に模して、総合二酸化炭素排出量 (Comprehensive carbon dioxide emission) に関するKPIを算出する。

$$C = \sum M_i \times RC_i + QC$$

$$c = C/PQ = (\sum M_i \times RC_i + QC) / PQ$$

- C: 総合二酸化炭素排出量
- c: ユニット単位の二酸化炭素排出量
- PQ: 生産量 (produced quantity)
- M_i: 測定可能な実二酸化炭素排出量
- RC_i: 二酸化炭素変換係数
- QC: 環境との二酸化炭素交換量

- ◆ 直接エネルギー消費効率 (Direct energy consumption effectiveness)
$$DECE[\%] = (PDEI \times PQ / ADEC) \times 100$$
- ◆ 直接正味エネルギー消費効率 (Direct net energy consumption effectiveness)
$$DNECE[\%] = (PDEI \times GQ / ADEC) \times 100$$
- ◆ 直接エネルギー効率 (Direct energy effectiveness)
$$DEE = ADEC / PQ$$
- ◆ 直接正味エネルギー効率 (Direct net energy effectiveness)
$$DNEE = ADEC / GQ$$
 - DECE: 直接エネルギー消費効率 (direct energy consumption effectiveness)
 - DNECE: 直接正味エネルギー消費効率 (direct energy consumption effectiveness)
 - DEE: 直接エネルギー効率 (direct energy consumption effectiveness)
 - DNEE: 直接正味エネルギー効率 (direct energy consumption effectiveness)
 - PDEI: 直接エネルギー消費量原単位計画値 (planned direct energy consumption per item)
 - ADEC: 直接エネルギー消費量実績値 (actual direct energy consumption)
 - PQ: 生産量 (produced quantity)
 - GQ: 良品量 (good quantity)

(ADEC: 前出の「E」の実績値にあたる。 PDEI: 前出の「e」の計画値から導き出す。)

(ISO 22400-2AMDより引用、邦訳は独自)

KPI（二酸化炭素排出量へ拡張）

- ◆ 直接二酸化炭素排出効率（Direct carbon dioxide emission effectiveness）

$$DCDEE[\%] = (PDCDEI \times PQ / ADCDE) \times 100$$
 - ◆ 直接正味二酸化炭素排出効率（Direct net carbon dioxide emission effectiveness）

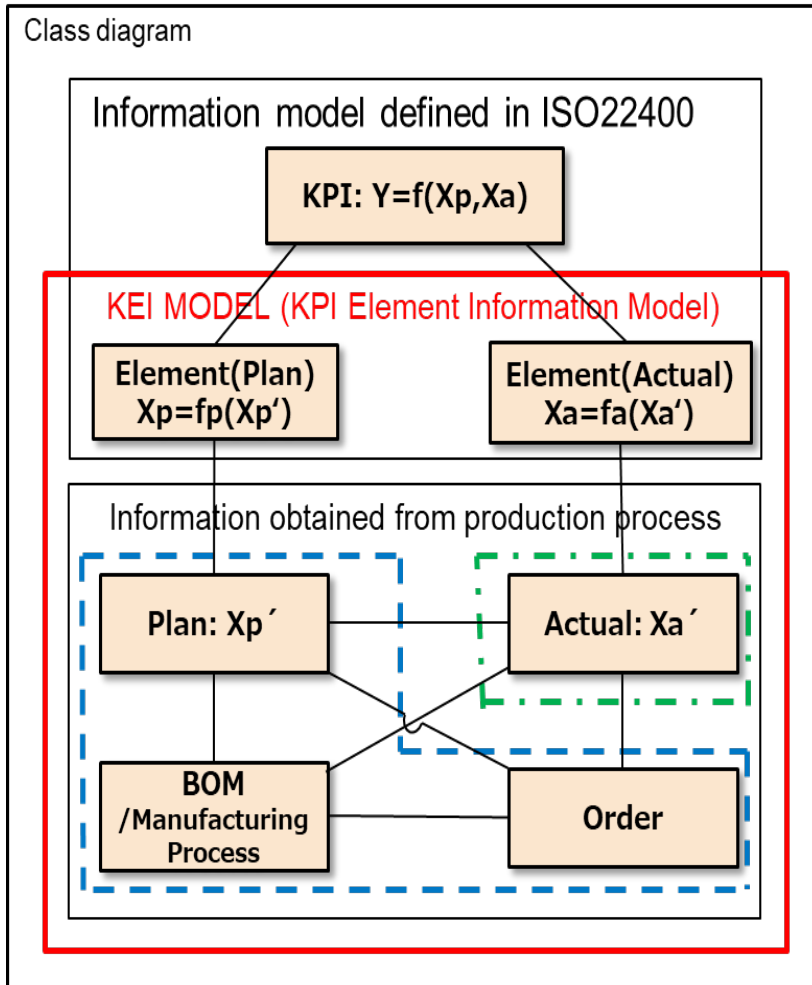
$$DNCDEE[\%] = (PDCDEI \times GQ / ADCDE) \times 100$$
 - ◆ 直接二酸化炭素効率（Direct carbon dioxide effectiveness）

$$DCDE = ADCDE / PQ$$
 - ◆ 直接正味二酸化炭素効率（Direct net carbon dioxide effectiveness）

$$DNCDE = ADCDE / GQ$$
- DCDEE: 直接二酸化炭素排出効率（direct carbon dioxide emission effectiveness）
 - DNCDEE: 直接正味二酸化炭素排出効率（direct net carbon dioxide emission effectiveness）
 - DCDE: 直接二酸化炭素効率（direct carbon dioxide effectiveness）
 - DNCDE: 直接正味二酸化炭素効率（direct net carbon dioxide effectiveness）
 - PDCDEI: 直接二酸化炭素排出量原単位計画値（planned direct carbon dioxide emission per item）
 - ADCDE: 直接二酸化炭素排出量実績値（actual direct carbon dioxide emission）
 - PQ: 生産量（produced quantity）
 - GQ: 良品量（good quantity）
- （ADCDE:前出の「C」の実績値にあたる。 PDCDEI:前出の「c」の計画値から導き出す。）
 （ISO 22400-2AMDより引用、邦訳は独自）

KPIのためのKEIモデル

Class diagram



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

KEIモデル：計画値と実績値の比較結果を評価（KPI）

- KPI: $KPI=f(X_p, X_a)$
- X_p : Element(plan) $X_p=fp(X_p')$
- X_a : Element(actual) $X_a=fa(X_a')$
- X_p' : Control Domain data(Plan)
- X_a' : Control Domain data(actual)
- Order: 受注関連情報
- BOM/BOP: 生産設備

受注・生産指示関連データモデル

◆ 特徴

- PSLXデータモデルを採用(公開データモデル)
- DB(PostgreSQL)にて実装

◆ 受注関連データテーブル(PSLX準拠)

□ 動的情報

- 受注情報(非PSLX)
- 受注 **[PQ]**

□ 固定値

- 販売品目
- 得意先
- 事業者

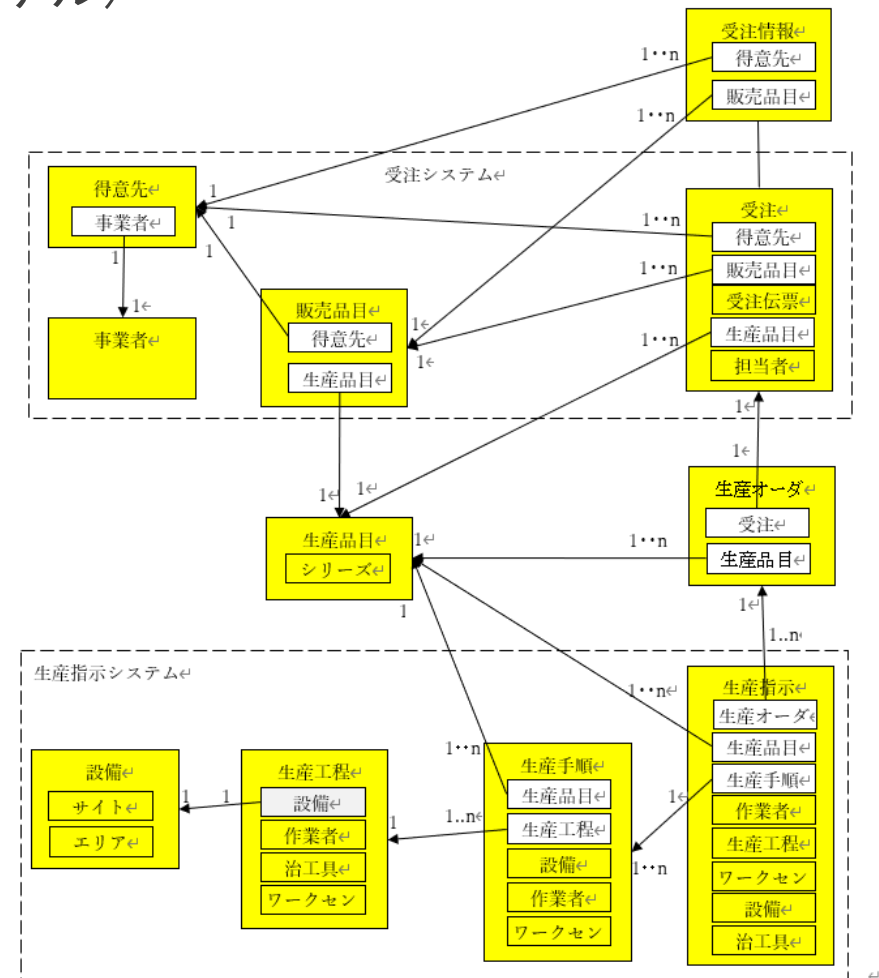
◆ 生産指示関連データテーブル

□ 動的情報

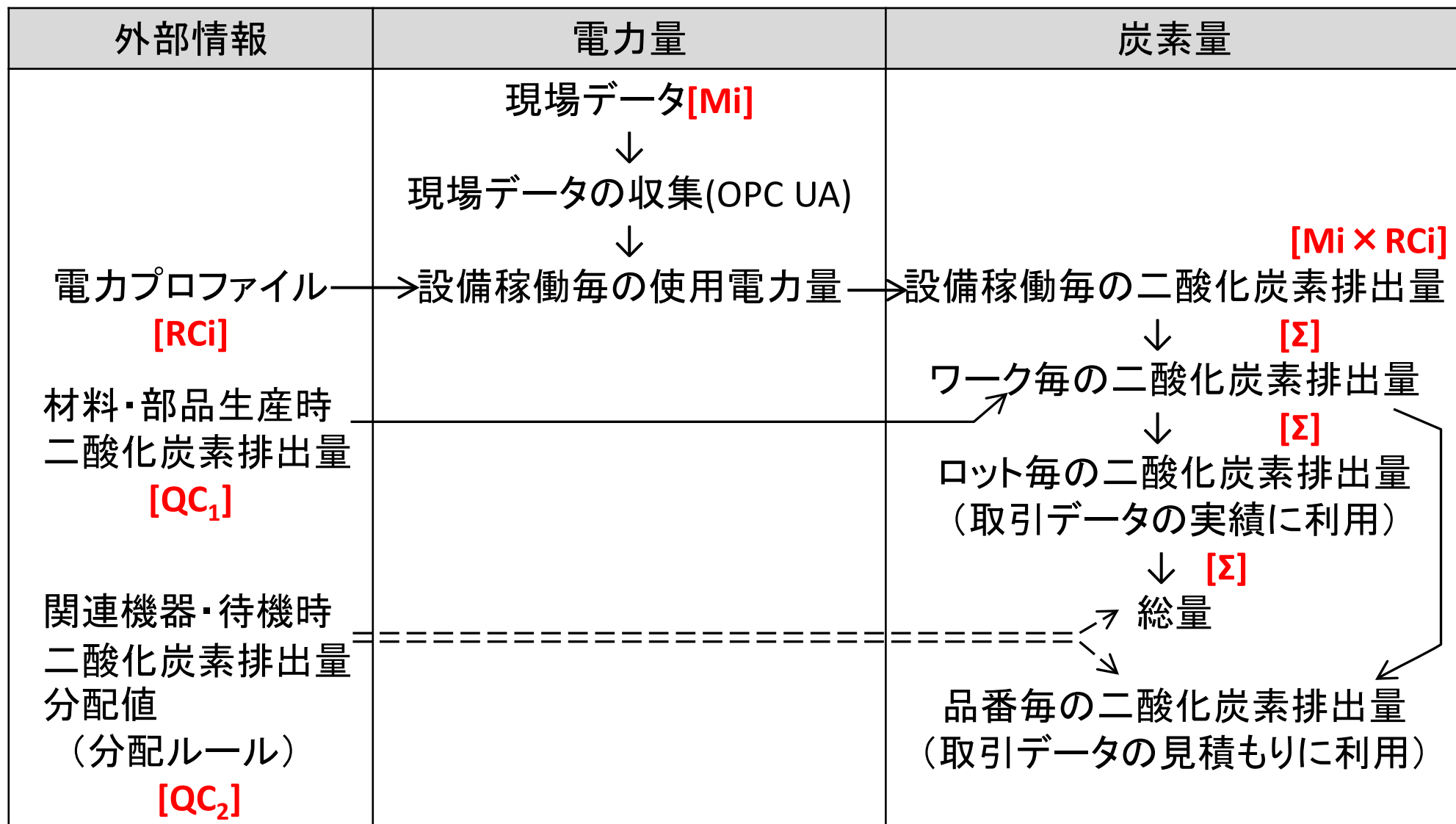
- 生産オーダ
- 生産指示

□ 固定値

- 生産品目 **[PQ]**
- 生産手順
- 生産工程 **[Mi]**
- 設備



二酸化炭素排出量算出処理



データモデル(DBテーブル全体)

No	区分	テーブル名	備考
1	受注関連情報	受注情報	
2		受注	PSLX準拠
3		販売品目	PSLX準拠
4		販売見積	PSLX準拠
5	顧客関連情報	得意先	PSLX準拠
6		事業者	PSLX準拠
7	生産指示関連情報	生產品目	PSLX準拠(拡張:標準重量)
8		生産オーダ	PSLX準拠
9		生産指示	PSLX準拠
10	製造関連情報 (生産現場)	生産手順	PSLX準拠
11		生産工程	PSLX準拠(拡張:標準消費電力)
12		設備	PSLX準拠
13	二酸化炭素排出量 関連情報	設備毎ワーク消費電力量	
14		設備毎ワーク二酸化炭素排出量	
15		ワーク二酸化炭素排出量	
16		ロット二酸化炭素排出量	
17		品番二酸化炭素排出量	
18		電力プロファイル	

CFP計測システムへのマッピング

	22400名称	計画値 (plan)	実績値 (actual)	備考
1	C	総二酸化炭素排出量の予測値 [Cp]	総二酸化炭素排出量の実績値 [Ca]	
2	c	単位二酸化炭素排出量の予測値 [cp]	単位二酸化炭素排出量の実測値 [ca]	
3	PQ	受注テーブルで示される受注内容の重量総和(ton)。数量は受注テーブルの数量から、各受注品の重量は、生産品目テーブルの重量項(追加項目)のデータから得る。 (*1) [PQp] → 受注テーブル:数量 * 生産品目テーブル:重量 (*1)	ワーク二酸化炭素排出量テーブルで示される生産内容の重量の総和(ton)。数量はワーク二酸化炭素排出量テーブルの生産量から、各生産品の重量は、生産品目テーブルの重量項(追加項目)のデータから得る。(*1) [PQa] → ワーク二酸化炭素排出量テーブル:生産量 * 生産品目テーブル:重量項(追加項目)	歩留まり等がに影響を及ぼす。
4	Mi	各工程での電力消費量は、生産工程テーブルの電力消費量項に記載されているものを使用。 [Mpi] → 生産工程テーブル:電力消費量項 (*2)	ワークを処理時に各工程で計測した電力消費量を使用。 [Mai] → 設備毎ワーク消費電力量テーブル:電力量	歩留まり、スケジューリング情報などが影響を及ぼす。
5	RCi	計画した電気を使用した際の電力二酸化炭素排変換係数。生産条件によって異なる。ex.炭素量優先、コスト優先、納期優先、等。 [RCpi] → 想定電力量係数 (*3)	その作業を行った際に利用した電力の変換係数。生産条件によって異なるソースの電力を利用する。ex.太陽光やCN電力、通常電力、ピークカット時の自家発電、等 [RCai] → 設備毎ワーク消費電力量テーブル:電力量係数	生産条件や天候、外部の電力需要状況による電力会社からの要求などが影響を及ぼす。
6	QC	工場・企業の様々な計画値から算出した環境との効果的二酸化炭素交換量。材料などの生産や生産していない時、空調、建屋維持に係る二酸化炭素排出量の予測値が含まれる。 [QCp] → 0	工場・企業の様々な実測値から算出した環境との効果的二酸化炭素交換量。確定する時間は遅れるため、暫定的には計画値を用い、確定後に再計算する必要がある。材料などの生産や生産していない時、空調、建屋維持に係る二酸化炭素排出量の実績値が含まれる。 [QCa] → 0	各生産物への分配方法が重要となる。

*1,*2: PSLXデータモデルの拡張

*3: 電力会社等の発表している係数を使用

受注関連・生産指示データ： 受注関連

受注	no	受注id [text]	得意先id [text]	販売品目id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	受注日 [timestamp with time zone]	納入希望日 [timestamp with time zone]	出荷予定日 [timestamp with time zone]	出荷日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
	1	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	1	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
	2	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	3	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
	3	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	2	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
	4	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	2	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
	5	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
	6	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None

得意先

no	得意先id [text]	無効 [boolean]	事業者id [text]	備考 [text]
1	CU0001	False	CO0001	None
2	CU0002	False	CO0002	None
3	CU0003	False	CO0003	None

販売品目

no	販売品目id [text]	販売品目名 [text]	無効 [boolean]	生産品目 [text]	備考 [text]
1	IN0001	戸井津Part01	False	PN0001	None
2	IN0002	永石Part02	False	PN0002	None
3	IN0003	布津谷Part03	False	PN0003	None

事業者

no	事業者id [text]	事業者名 [text]	無効 [boolean]	省略名 [text]	備考 [text]
1	CO0001	戸井津社	False	A社	None
2	CO0002	永石社	False	B社	None
3	CO0003	布津谷社	False	C社	None

生産品目

no	生産品目id [text]	生産品目名 [text]	無効 [boolean]	重量* [float]	備考 [text]
1	PN0001	A0001	False	400	None
2	PN0002	B0001	False	500	None
3	PN0003	C0001	False	600	None

受注関連・生産指示データ： 生産手順関連

生産手順

no	生産手順id [text]	生産手順名 [text]	無効 [Boolean]	生産工程id [text]	生産品目id [text]	追番 [integer]	備考 [text]
1	PS0001	品目A0001生産手順01	False	PR0001	PN0001	1	WF
2	PS0002	品目A0001生産手順02	False	PR0002	PN0001	2	BC1
3	PS0003	品目A0001生産手順03	False	PR0005	PN0001	3	RB1
4	PS0004	品目A0001生産手順04	False	PR0007	PN0001	4	PS1
5	PS0005	品目A0001生産手順05	False	PR0005	PN0001	5	RB1
6	PS0006	品目A0001生産手順06	False	PR0003	PN0001	6	BC2
7	PS0007	品目A0001生産手順M1	True	PR0006	PN0001	7	無効
8	PS0008	品目A0001生産手順M2	True	PR0008	PN0001	8	無効
9	PS0009	品目A0001生産手順M3	True	PR0006	PN0001	9	無効
10	PS0010	品目A0001生産手順07	False	PR0004	PN0001	10	BC3
11	PS0011	品目B0001生産手順01	False	PR0001	PN0002	1	WF
12	PS0012	品目B0001生産手順02	False	PR0002	PN0002	2	BC1
13	PS0013	品目B0001生産手順M1	True	PR0005	PN0002	3	無効
14	PS0014	品目B0001生産手順M2	True	PR0007	PN0002	4	無効
15	PS0015	品目B0001生産手順M3	True	PR0005	PN0002	5	無効
16	PS0016	品目B0001生産手順03	False	PR0003	PN0002	6	BC2
17	PS0017	品目B0001生産手順04	False	PR0006	PN0002	7	RB2
18	PS0018	品目B0001生産手順05	False	PR0008	PN0002	8	PS2
19	PS0019	品目B0001生産手順06	False	PR0006	PN0002	9	RB2
20	PS0020	品目B0001生産手順07	False	PR0004	PN0002	10	BC3
21	PS0021	品目C0001生産手順01	False	PR0001	PN0003	1	WF
22	PS0022	品目C0001生産手順02	False	PR0002	PN0003	2	BC1
23	PS0023	品目C0001生産手順03	False	PR0005	PN0003	3	RB1
24	PS0024	品目C0001生産手順04	False	PR0007	PN0003	4	PS1
25	PS0025	品目C0001生産手順05	False	PR0005	PN0003	5	RB1
26	PS0026	品目C0001生産手順06	False	PR0003	PN0003	6	BC2
27	PS0027	品目C0001生産手順07	False	PR0006	PN0003	7	RB2
28	PS0028	品目C0001生産手順08	False	PR0008	PN0003	8	PS2
29	PS0029	品目C0001生産手順09	False	PR0006	PN0003	9	RB2
30	PS0030	品目C0001生産手順10	False	PR0004	PN0003	10	BC3

← A社向け製品製造手順
(パンチャーシステム1のみ使用)

← B社向け製品製造手順
(パンチャーシステム1のみ使用)

← C社向け製品製造手順
(パンチャーシステム1と2を使用)

生産工程

no	生産工程id [text]	生産工程名 [text]	省略名 [text]	無効 [Boolean]	設備id [text]	加工時間 [integer]	段取時間 [integer]	消費電力量 [integer]	備考 [text]
1	PR0001	ワークフィーダー工程	PR WF	False	EQ0001	0	2	4	None
2	PR0002	コンベヤ工程1	PR BC1	False	EQ0002	0	5	25	None
3	PR0003	コンベヤ工程2	PR BC2	False	EQ0003	0	5	25	None
4	PR0004	コンベヤ工程3	PR BC3	False	EQ0004	0	5	25	None
5	PR0005	ロボット工程1	PR RB1	False	EQ0005	0	5	20	None
6	PR0006	ロボット工程2	PR RB2	False	EQ0006	0	5	20	None
7	PR0007	パンチャーシステム工程1	PR PS1	False	EQ0007	3	12	30	None
8	PR0007	パンチャーシステム工程2	PR PS2	False	EQ0008	3	12	30	None

設備

no	設備id [text]	設備名 [text]	省略名 [text]	無効 [boolean]	ステータス [text]	備考 [text]
1	EQ0001	ワークフィーダー	WF	False	None	None
2	EQ0002	コンベヤ1	BC1	False	None	None
3	EQ0003	コンベヤ2	BC2	False	None	None
4	EQ0004	コンベヤ3	BC3	False	None	None
5	EQ0005	ロボット1	RB1	False	None	None
6	EQ0006	ロボット2	RB2	False	None	None
7	EQ0007	パンチャーシステム1	PS1	False	None	None
8	EQ0008	パンチャーシステム2	PS2	False	None	None

受注から生産指示までの流れ

受注

no	受注id [text]	得意先id [text]	販売品目id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	受注日 [timestamp with time zone]	納入希望日 [timestamp with time zone]	出荷予定日 [timestamp with time zone]	出荷日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	1	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	3	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	2	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	OR0001	CU0001	IN0001	処理済	2	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	OR0002	CU0002	IN0002	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	OR0003	CU0003	IN0003	処理済	1	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None



生産 オーダー

no	生産オーダーid [text]	生産品目id [text]	受注id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	実績値 [integer]	開始日時 [timestamp with time zone]	終了日時 [timestamp with time zone]	着手日時 [timestamp with time zone]	完了日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	PO0001	PN0001	OR0001	処理済	1	0	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	PO0002	PN0002	OR0002	処理済	3	0	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	PO0003	PN0003	OR0003	処理済	2	0	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	PO0004	PN0001	OR0001	処理済	2	0	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	PO0005	PN0002	OR0002	処理済	1	0	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	PO0006	PN0003	OR0003	処理済	1	0	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None



生産 指示

no	生産指示id [text]	生産オーダーid [text]	生産手順id [text]	生産品目id [text]	生産工程id [text]	ステータス [text]	数量 [integer]	実績値 [integer]	予定日時 [timestamp with time zone]	実施日時 [timestamp with time zone]	着手日時 [timestamp with time zone]	完了日時 [timestamp with time zone]	備考 [text]
1	PI0001	PO0001	PS0000	PN0001	PR0001	完了	1	0	2022/05/10 10:00:00	2023/02/03 12:10:14	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
2	PI0002	PO0002	PS0000	PN0002	PR0001	完了	3	0	2022/05/10 10:00:00	2023/02/03 12:11:00	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
3	PI0003	PO0003	PS0000	PN0003	PR0001	完了	2	0	2022/05/10 10:00:00	2023/02/03 12:12:23	2022/05/10 10:00:00	2022/05/20 10:00:00	None
4	PI0004	PO0004	PS0000	PN0001	PR0001	完了	2	0	2022/05/20 10:00:00	2023/02/03 12:14:04	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
5	PI0005	PO0005	PS0000	PN0002	PR0001	完了	1	0	2022/05/20 10:00:00	2023/02/03 12:15:00	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None
6	PI0006	PO0006	PS0000	PN0003	PR0001	完了	1	0	2022/05/20 10:00:00	2023/02/03 12:15:38	2022/05/20 10:00:00	2022/05/30 10:00:00	None

炭素量関連データ例

設備毎ワーク
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotserial [integer]	lotseriallast [boolean]	equipmentid [text]	carbonfootprint [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:18	PN0001	PO0001	1	True	ShapeFeeder	0.2	完了	
2	2023/02/03 12:10:26	2023/02/03 12:10:26	PN0001	PO0001	1	True	Conveyor1	1.2	完了	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	



ワーク
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotserial [integer]	lotseriallast [boolean]	carbonfootprint [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:56	PN0001	PO0001	1	True	7.1	完了	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:11:37	PN0002	PO0002	1	False	7.3	完了	
3	2023/02/03 12:11:39	2023/02/03 12:12:19	PN0002	PO0002	2	False	7.3	完了	
4	2023/02/03 12:12:21	2023/02/03 12:13:00	PN0002	PO0002	3	True	7.3	完了	
5	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:13:57	PN0003	PO0003	1	False	10.6	完了	
6	2023/02/03 12:13:59	2023/02/03 12:14:54	PN0003	PO0003	2	True	10.6	完了	
7	2023/02/03 12:14:57	2023/02/03 12:15:34	PN0001	PO0004	1	False	7.3	完了	
8	2023/02/03 12:15:36	2023/02/03 12:16:13	PN0001	PO0004	2	True	7.1	完了	
9	2023/02/03 12:16:16	2023/02/03 12:16:55	PN0002	PO0005	1	True	7.3	完了	
10	2023/02/03 12:16:57	2023/02/03 12:17:51	PN0003	PO0006	1	True	10.6	完了	



ロット
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	lotname [text]	lotcount [integer]	carbonfootprint [real]	cflotmax [real]	cflotmin [real]	status [text]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:10:56	PN0001	PO0001	1	7.1	7.1	7.1	完了	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:13:00	PN0002	PO0002	3	21.9	7.3	7.3	完了	
3	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:14:54	PN0003	PO0003	2	21.2	10.6	10.6	完了	
4	2023/02/03 12:14:57	2023/02/03 12:16:13	PN0001	PO0004	2	14.4	7.3	7.1	完了	
5	2023/02/03 12:16:16	2023/02/03 12:16:55	PN0002	PO0005	1	7.3	7.3	7.3	完了	
6	2023/02/03 12:16:57	2023/02/03 12:17:51	PN0003	PO0006	1	10.6	10.6	10.6	完了	



品番
二酸化炭素排出量

no	startdatetime [timestamp with time zone]	enddatetime [timestamp with time zone]	productid [text]	productcount [integer]	carbonfootprint [real]	cflotmax [real]	cflotmin [real]	remarks [text]
1	2023/02/03 12:10:18	2023/02/03 12:16:13	PN0001	3	21.5	7.3	7.1	
2	2023/02/03 12:10:58	2023/02/03 12:16:55	PN0002	4	29.2	7.3	7.3	
3	2023/02/03 12:13:03	2023/02/03 12:17:51	PN0003	3	31.8	10.6	10.6	

KEIモデルによるKPI算出例

KPIとして予実管理を対象とした「直接正味二酸化炭素排出効率」を採用
ワーク単位のKPIの算出例を以下に記す

◆ $DNCDEE = (PDCDEI \times GQ / ADCDE) \times 100$

□ PDCDEI: ユニット単位の二酸化炭素排出量の計画値cpにあたる

→ $cp = (\sum Mpi \times RCpi + QCp) / PQ$

Mpi: 製造に使用する工程の「生産工程」テーブル「消費電力」項(計画値)

RCpi: 製造の際に利用する電力の二酸化炭素変換係数

QCp: 環境との二酸化炭素量交換 (今回の実証では0と仮定している)

PQ: 製造対象の重量 (計画値として全て良品とするとキャンセルされる)

□ GQ: KPI算出対象としたワークの重量

→ 「生產品目」テーブルの「重量」項にあたる(PSLXをCF対応に拡張)

□ ADCDE: ワークを製造する際の実測値Caにあたる

→ $Ca = \sum Mai \times RCai + QCa$: 「ワーク二酸化炭素排出量」テーブル「CF値」項に相当

◆ 整理後の式

$$DNCDEE = \frac{\sum \left(\begin{array}{l} \text{製造に使用する工程の「生産工程」テーブル「消費電力量」項} \\ \times \text{製造の際に利用する予定の電力の二酸化炭素変換係数} \end{array} \right)}{\text{「ワーク二酸化炭素排出量」テーブルの「CF値」項}}$$

KEIモデルによるKPI算出例

KPIとして予実管理を対象とした「直接正味二酸化炭素排出効率」を採用
ワーク単位のKPIの算出例を以下に記す

◆ ワークにおける評価

$$\text{DNCDEE} = \frac{\sum \left(\text{「製造に使用する工程」の「生産工程」テーブル「消費電力量」項} \times \text{製造の際に利用する予定の電力の二酸化炭素変換係数} \right)}{\text{「ワーク二酸化炭素排出量」テーブルの「carbonfootprint」項}}$$

◆ ロットにおける評価

$$\text{DNCDEE} = \frac{\sum \left(\text{（製造に使用する工程の「生産工程」テーブル「消費電力量」項} \times \text{製造の際に利用する予定の電力の二酸化炭素変換係数）} \right) \times \text{「受注」テーブルの「数量」項}}{\text{「ロット二酸化炭素排出量」テーブルの「carbonfootprint」項}}$$

※ 製造に使用する工程：「生産手順」テーブルの、該当する「生產品目id」項の手順のうちで、
「無効」項がfalseである手順の「生産工程id」で示される工程

※ 電力の二酸化炭素炭素変換係数：電力会社などが発表している値

◆ 今回の発表のまとめ

- 現場データからカーボンフットプリント計測を行うシステムを構築。
- カーボンフットプリントのKPI評価システムの実装案を提示。

◆ 今後の展開

□ KEIモデルのさらなる展開

- ISO 22400で規定されている他のKPIへの展開と実証
- 機能開発: KPIへの対応、シミュレーション環境への機能拡充

□ カーボンニュートラル関連

- CFP低減のためのスコープ1/2の改善策の評価方法としてのKPIの適用(分配への対応、他)
- スコープ3への対応(サプライチェーン全体でのCFP低減のための機能提言)

□ 他のコンソーシアムとの連携

- RRI、IVI、OPCF、Green x Digitalコンソーシアム、他

ご清聴ありがとうございました