

IIFES2022

スマート製造のSMKL指標と、 脱炭素に向けたGAIA-X接続

スマート製造実現のため工場に適切なKPIを選定し、現状レベルをSMKL指標で簡単診断。目標レベルに向けて経営者、担当者、Sier、ベンダー、コンサルタントが費用対効果を考えながらPDCAで計画的に実現する方法の説明と、脱炭素社会に向けた実践的なGAIA-X接続デモシステムをご紹介します。

2022年1月27日 11:20～12:00

藤島光城（三菱電機（株））

Industrial Automation Forum(IAF)
/SMKLプロジェクト主査



自己紹介

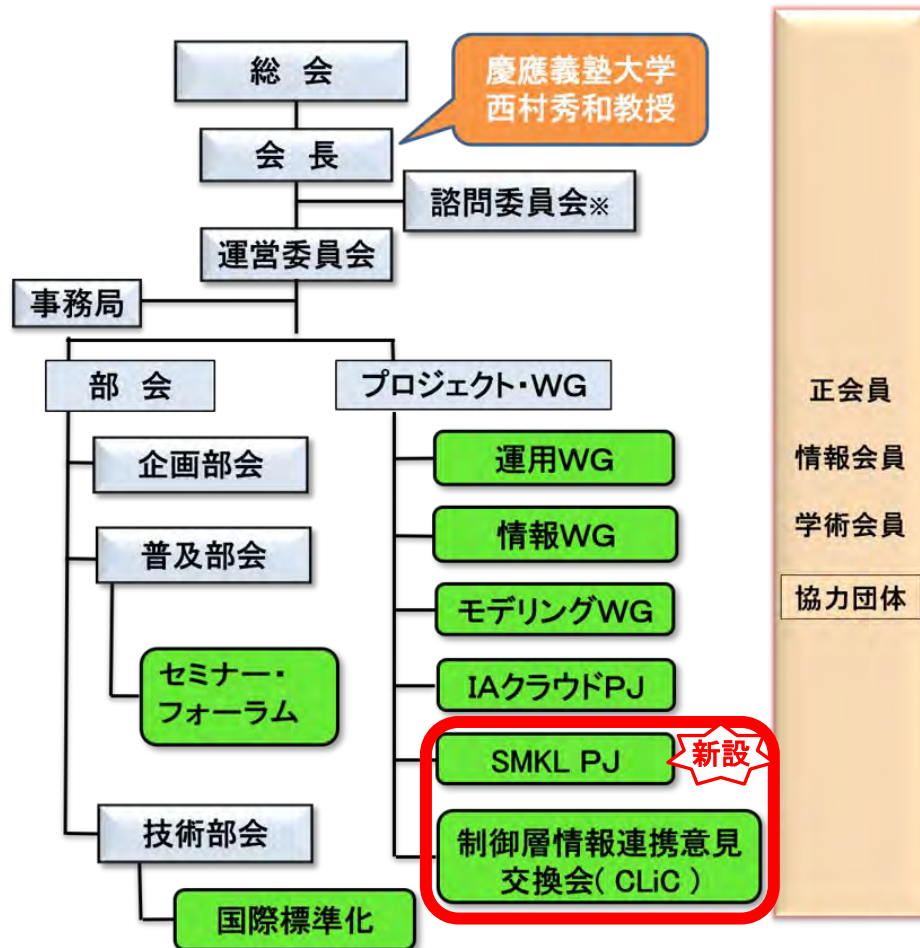
- ◆ 1993年三菱電機(株)入社 名古屋製作所でFA関連の設計・開発に従事
NC装置、ロボット制御装置、安全シーケンサ、現在：開発部規格標準化推進グループマネージャー
- ◆ **国際標準化**
 - ＜スマート・マニュファクチャリング関連＞
 - IEC/TC65/WG16(Digital Factory)国際/国内委員
 - IEC/TC65/JWG21(Smart Manufacturing Reference Model(s) linked to ISO/TC 184) 国際/国内委員
 - ＜フィールド・ネットワーク関連＞
 - IEC/SC65C/WG12(Functional Safety for Fieldbus)国際/国内委員
 - IEC/SC65C/MT9(Fieldbus maintenance)国際/国内委員
 - IEC/SC65C/JWG10(Industrial Cabling)国際/国内委員
- ◆ **コンソーシアム (国内)**
 - IAF(インダストリアル オートメーション フォーラム)/運営委員会、/CLiC委員/SMKLプロジェクト主査
 - RRI(ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会)/WG1/標準化AG1委員、/SWG8委員
 - IVI(インダストリアル バリューチェーン イニシアティブ協議会)/業務WG
 - FAOP(FAオープン推進協議会)/MESX (生産システムの効率的な連携の検討) 委員長
 - OPC Foundation 三菱電機窓口
 - FDT Group 三菱電機窓口、/日本支部/ステアリング委員、マーケティングWG委員、FA-WG委員
 - HCMIconソーシアム /ビジネスコネクティング部会委員、/研究開発部会委員
- ◆ **大学関連**
 - 東工大MOT標準化戦略実践コース 講師(2019/7～)
 - 早稲田大学嘱託教員 (2020/6～)

- ◆ IAF紹介(5分)
- ◆ スマート製造について(5分)
- ◆ スマート製造を実現する為のSMKLについて(15分)
- ◆ 脱炭素社会に向けたGAIA-X接続デモシステムの説明(10分)
- ◆ 質疑応答(3分)
- ◆ 最後に(2分)

IAFの紹介

IAFの組織図と事業活動(: 事業活動)

IAF会員



※ 諮問委員会（ユーザ企業・ベンダー企業数社の役員クラスで構成）はIAFの運営等について助言をおこなう。

- ・ IAFは次世代の工場を考える製造業関係者が、多くの標準化団体と協力して新しい生産技術を模索していこうと考え設立
- ・ ユーザとベンダーが協調して、市場に直結したものの造り技術の開発をFA/PAの分野を越えて、広い連携と変化に即応できるプロジェクト体制で推進
- ・ 現在、IAFではユーザとベンダーが参加してWG活動を推進

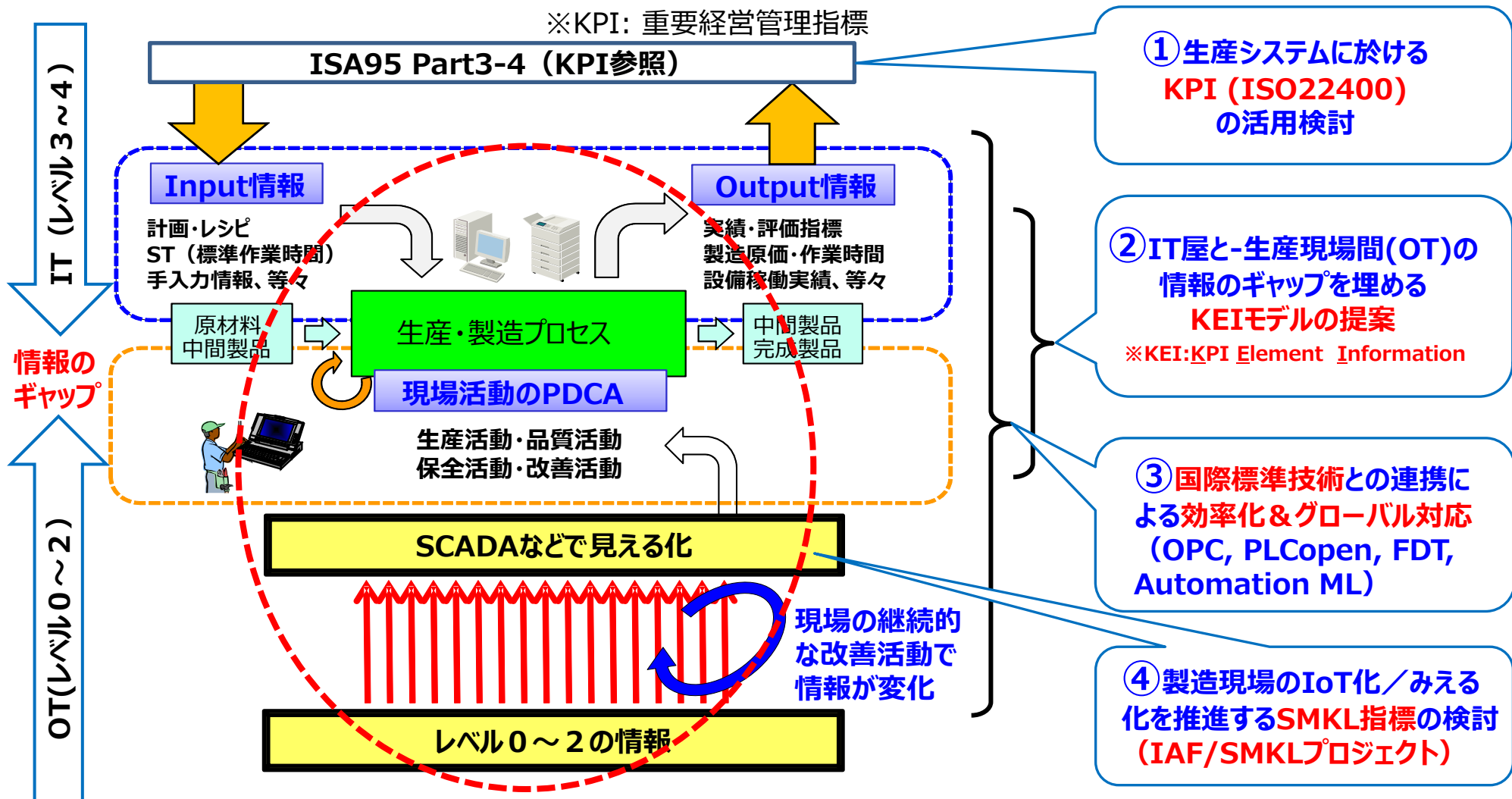
皆さまの、ご参加をお待ちしております。

※ IAFの会員(正会員、情報会員、学術会員)はすべてのWGに参加可能

事務局:  一般財団法人 製造科学技術センター
Manufacturing Science and Technology Center

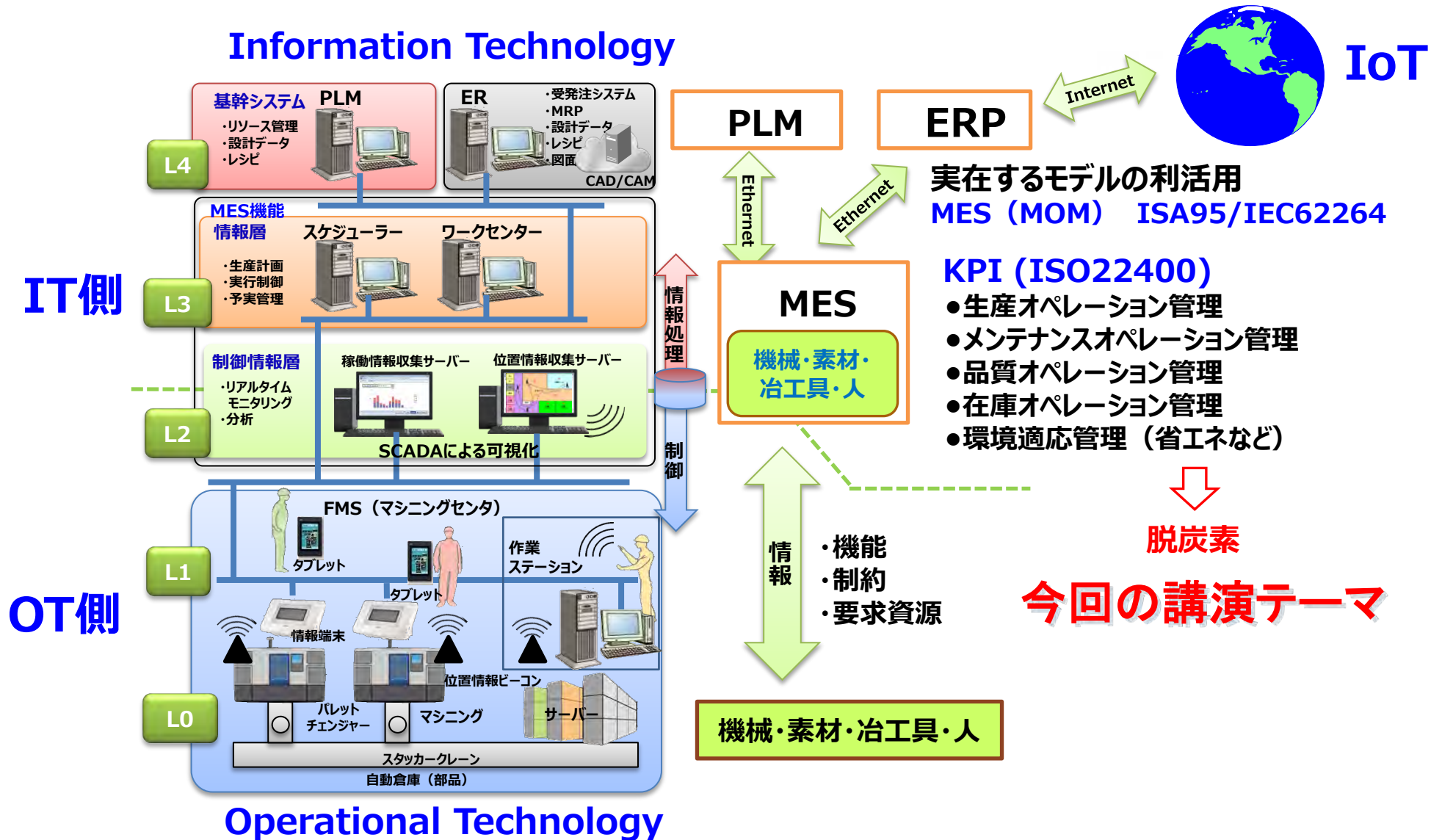
目的：より効率的で正確な事業経営を実現

※CLiC: 制御層情報連携意見交換会



- ◆ IAF紹介(5分)
- ◆ スマート製造について(5分)
- ◆ スマート製造を実現する為のSMKLについて(15分)
- ◆ 脱炭素社会に向けたGAIA-X接続デモシステムの説明(10分)
- ◆ 質疑応答(5分)

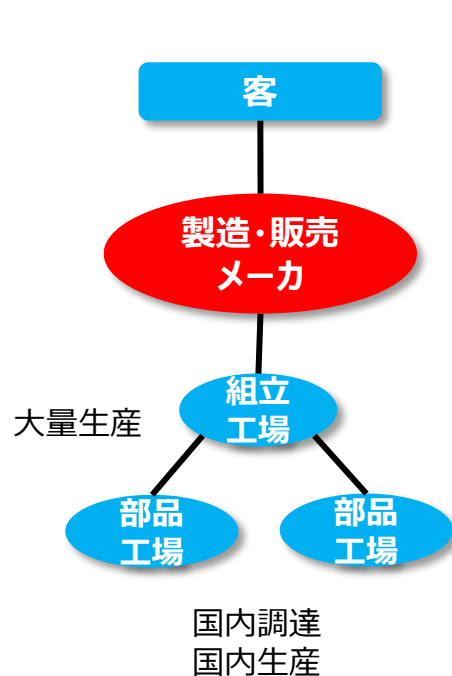
スマート製造とは？



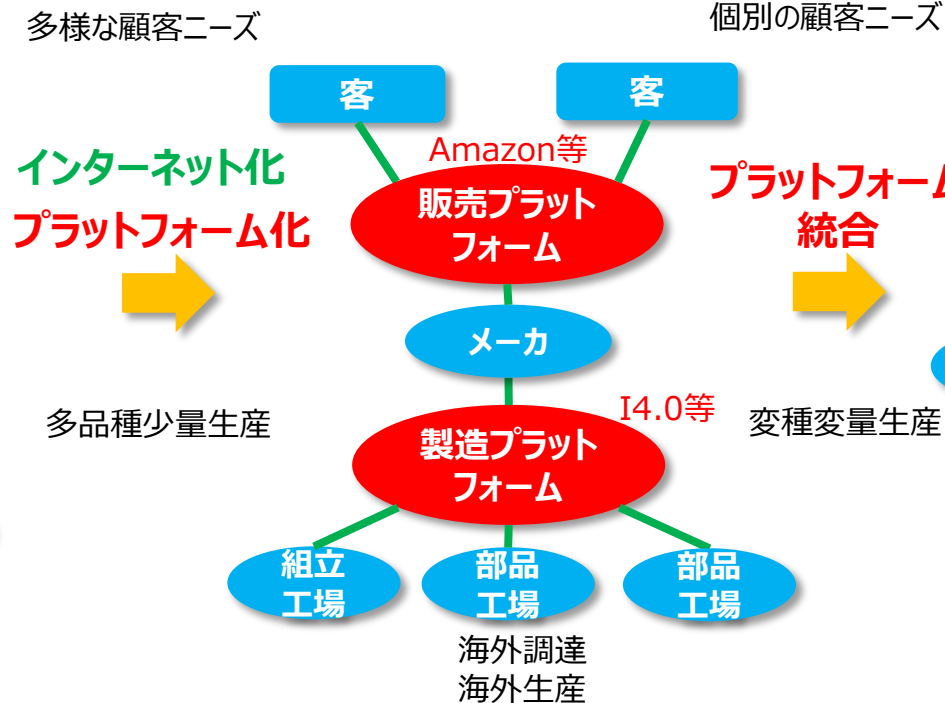
スマート製造で何が変わるか？

製造業のパラダイムシフトにより、メーカーが作った製品を買うだけではなく、ユーザが欲しい物やサービスを依頼すれば、直接手に入る時代が来る。

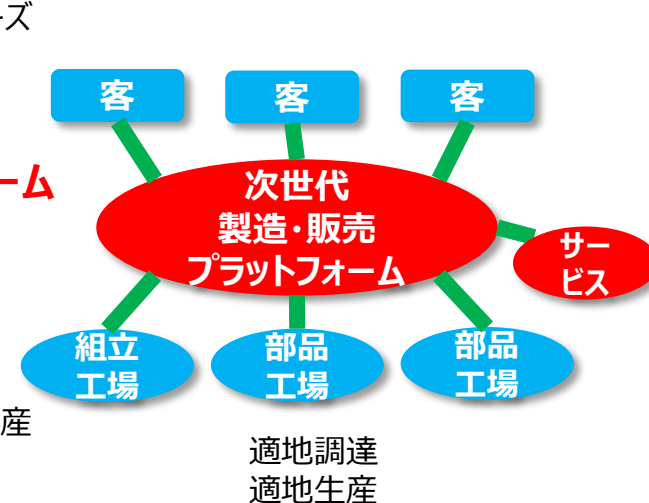
【Before】 従来の製造・販売



【Now】 現在の製造・販売



【After】 将来の製造・販売



認定工場：ISOxxxx
認定規格：IECxxxx

次世代の製造・販売プラットフォームとはどのようなものか？ 早期に見極め対応する事が重要

- 参考図：国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター「次世代ものづくり」

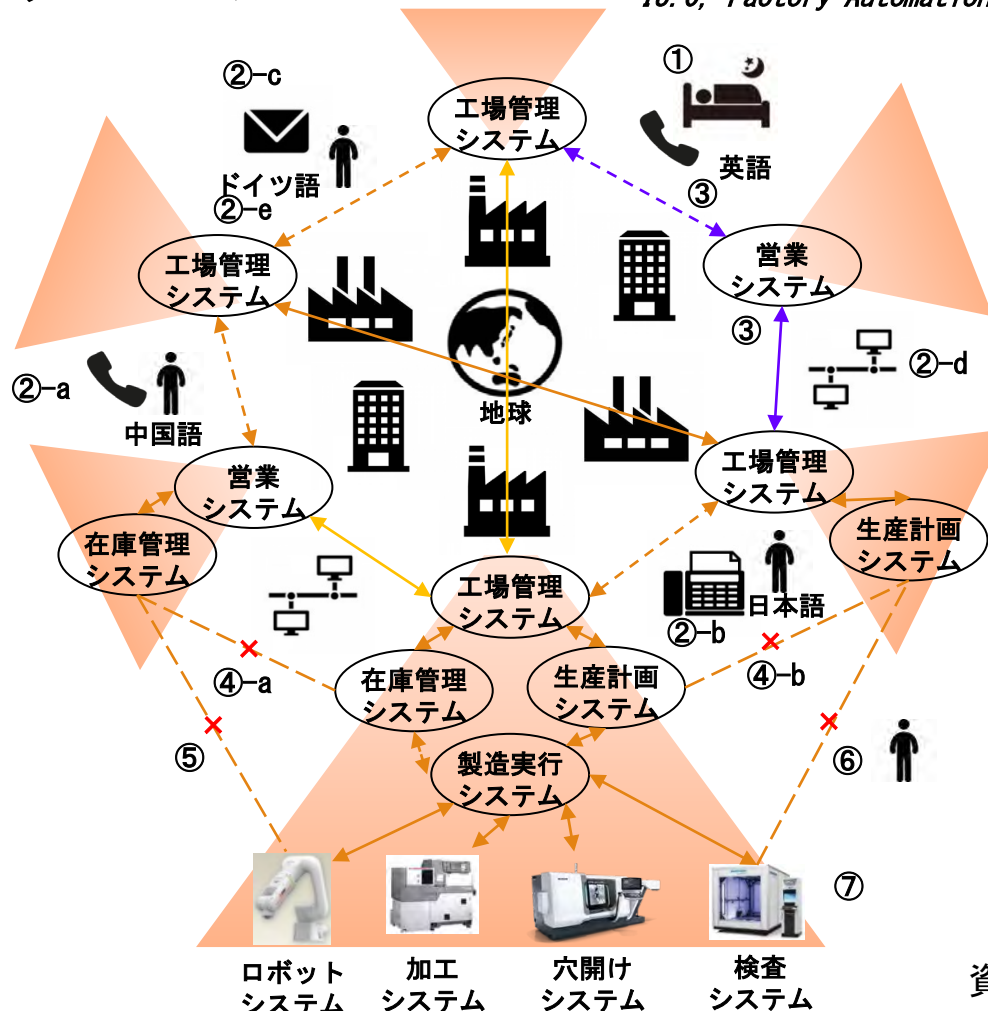
URL：<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/SP/CRDS-FY2015-SP-01.pdf>

スマート製造をIoTで世界をつなげるとは？ (現在、As Is、Before)

まだまだ工場内のデジタル化や企業間のデータ連携が進んでいない

グローバル

13.0, Factory Automation



<課題>

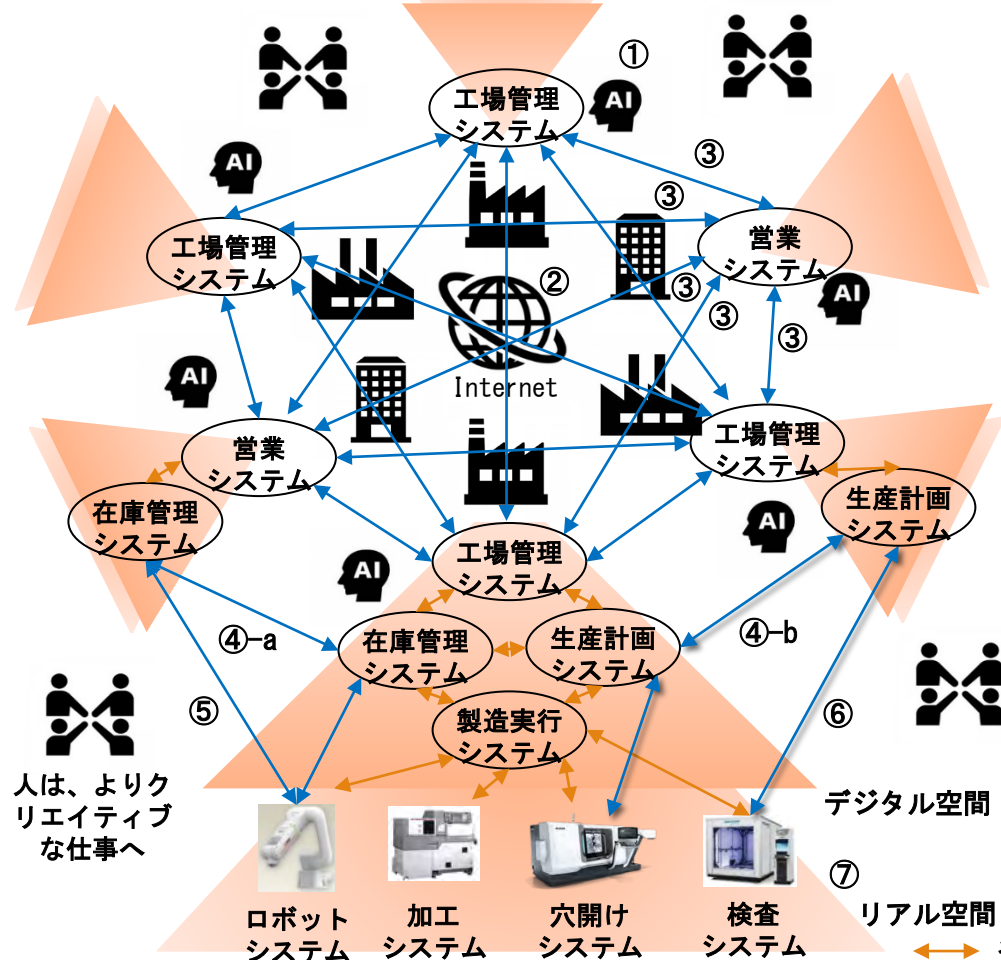
- ①グローバルでの生産活動(24時間365日)では**時差によるタイムロス**が発生
- ②通信手段や言語がバラバラで自動化が困難
a) 電話、b) FAX、c) メール、
d) ネットワーク、e) 多言語
- ③②の課題で、**発注先のフレキシブルな変更(BCP対策)**が困難
- ④部品のグローバル調達化に伴い**適正なa) 在庫管理やb) 生産計画**が困難
- ⑤予知保全などと連動した**保守パーツの自動発注**が困難
- ⑥他工場、他企業の**遊休システムや設備、人材などの空き状況**が分からないため、有効活用が不十分
- ⑦SDGs、**低炭素社会の実現**において生産活動における**環境KPIデータ(消費電力、炭素や温暖化ガス排出量)**を、グローバルで見える化できていない。生産現場のシステムから上流のシステムにリアルタイムにデータ連携する仕組みの構築が必要

資料ソース: FAOP/「生産システムの効率的な連携の検討」研究会

スマート製造をIoTで世界をつなげるとは？ (将来、To Be、After)

企業の枠を超えてシステム間でリアルタイムにデータ連携される状態

グローバル *DX, I4.0, IoT, Digital Twin, Connected Industry, SDGs, Society5.0, etc...*



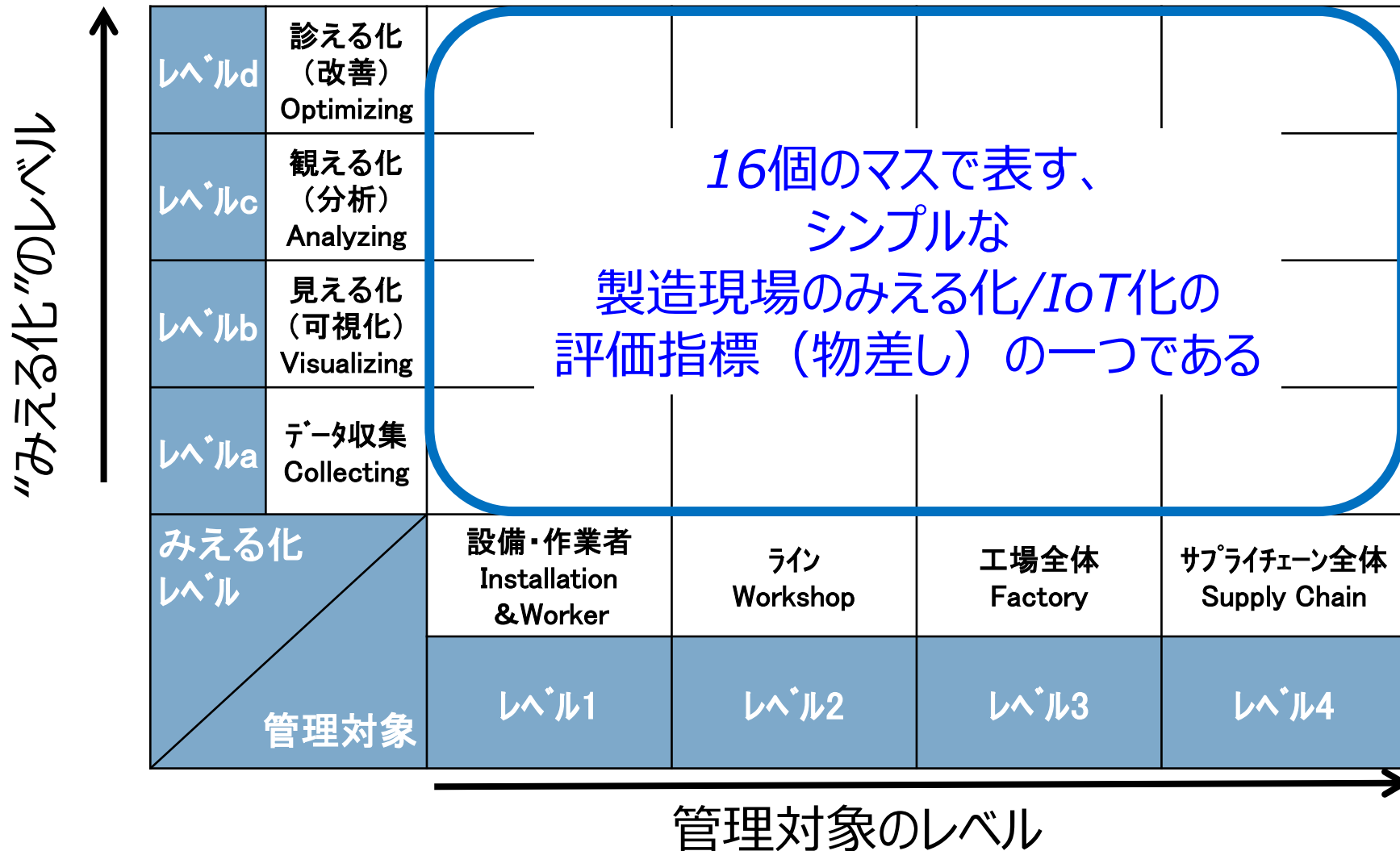
<あるべき姿>

- ① 24時間365日リアルタイムに受発注するシステム構築が可能。自動契約・自動発注(AI等)技術と組み合わせる事で更に効率化が可能
- ② グローバルな通信はインターネット、本規格で規定するプロトコルによりシステム間連携の共通手段を提供
- ③ ②によりグローバルで多くの工場・企業と本規格で繋がることで受託先システムのフレキシブルな変更が可能(BCP対策)
- ④ 他工場、他企業との在庫管理システム連携によるa) 適正在庫化、及びBCP対策(コロナや震災対応)、b) 生産計画システム間のリアルタイム連携による効率的なジャストイン・ジャストアウト生産
- ⑤ 予知保全などと連動した保守パーツの自動発注が可能
- ⑥ 他工場の遊休システムや設備、人材との連携により生産計画のボトルネックを解消
- ⑦ 生産活動における環境KPIデータ(消費電力、炭素や温暖化ガス排出量)の見える化が進み、製造現場のリアルシステムからデジタルシステムまで、グローバルでの連携が容易となり、改善活動を通じてSDGs(No. 9, 8, 12)、低炭素社会に貢献

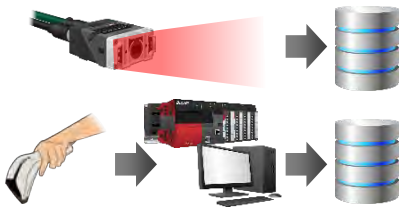
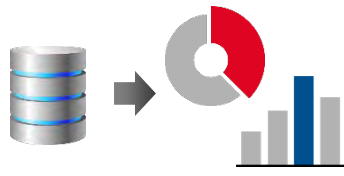
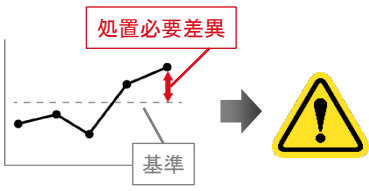
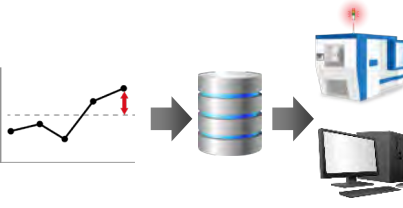
- ◆ IAF紹介(5分)
- ◆ スマート製造について(5分)
- ◆ スマート製造を実現する為のSMKLについて(15分)
- ◆ 脱炭素社会に向けたGAIA-X接続デモシステムの説明(10分)
- ◆ 質疑応答(3分)
- ◆ 最後に(2分)

- ◆ Industrie4.0、Smart Manufacturingなどの工場のIoT化が進む中で、製造現場では「何を」、「いつまでに」、「どのくらいの費用を投資したら」、「どのレベルまで」、IoT化が推進、及び改善できたかの“見える化”ができていないため、経営側の投資判断が難しい。
- ◆ 工場のIoTの専門家も少ないため、現場担当者もどうしてよいか分からない。

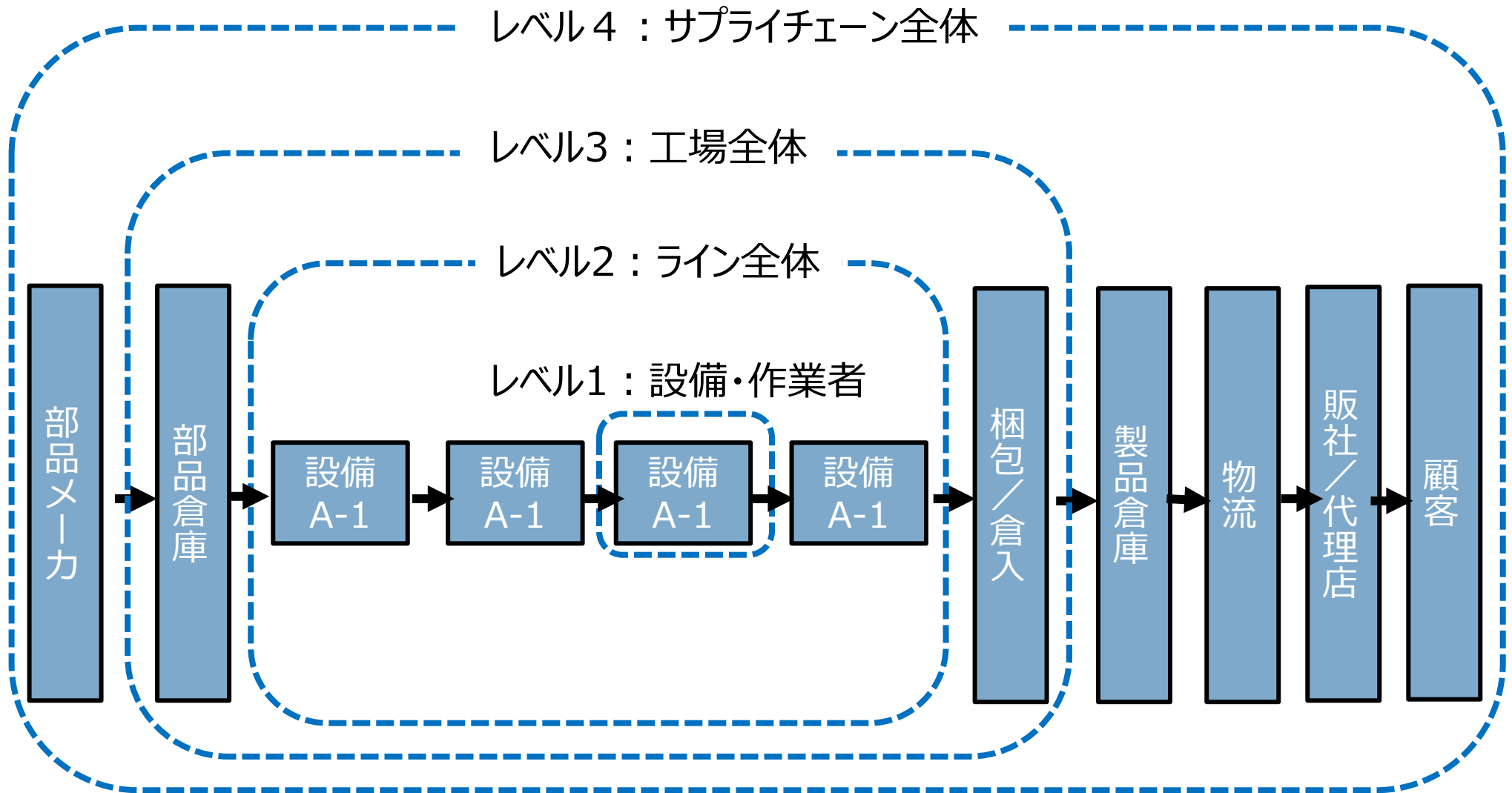
SMKLとは？



SMKL“見える化”のレベルの定義

「見える化」レベル		評価基準	例
レベルa	データ収集 Collecting	- 自動、若しくは作業者によるバーコードスキャン等の簡易操作で、管理に必要なデータを電子的に自動収集、蓄積している。 ※手書き日報等のエクセル等への入力対象外。	 - データベース管理 - CSV等のファイル管理
レベルb	見える化 (可視化) Visualizing	- レベルaのデータ、及び目標(基準)データを表やグラフで自動表示できる。 ※データを手動でダウンロードし、表やグラフをエクセル等で、都度作成する場合は対象外。	 - リスト表示 - グラフ (ヒストグラム、トレンド)
レベルc	観える化 (分析) Analyzing	- レベルbの状態に、基準や目標データも自動表示され、差異の確認ができる。 且、差異に対し処置を必要とする差異に対しては、関係者に処置を促す通知を自動で行う。	 - 工程飛び管理 - 工程忘れ管理 - 処置警告
レベルd	診える化 (改善) Optimizing	レベルcの処置を必要とする差異を抑制するために、人、設備、物に対し、自動的にフィードバックを行う。	 AI活用

SMKL「管理対象」の定義



- 1) 設備設計者 (その1)
- 2) 工場経営者
- 3) ベンダー営業マン
- 4) 設備設計者 (その2)
- 5) 製品開発&設計者

SMKL活用事例（設備設計者その1）

SMKLを用いて、工場のIoT化の成熟度レベルを評価し、
設備改善の方向性を検討する



どうやって
設備改善しよう？

どこに課題があるのか
現状分析の指標がほしい

SMKLで現状設備のIoT化を評価し
レベルUPに必要な改善をしていこう！

工場設備のIoT活用による
継続的な改善活動

SMKL



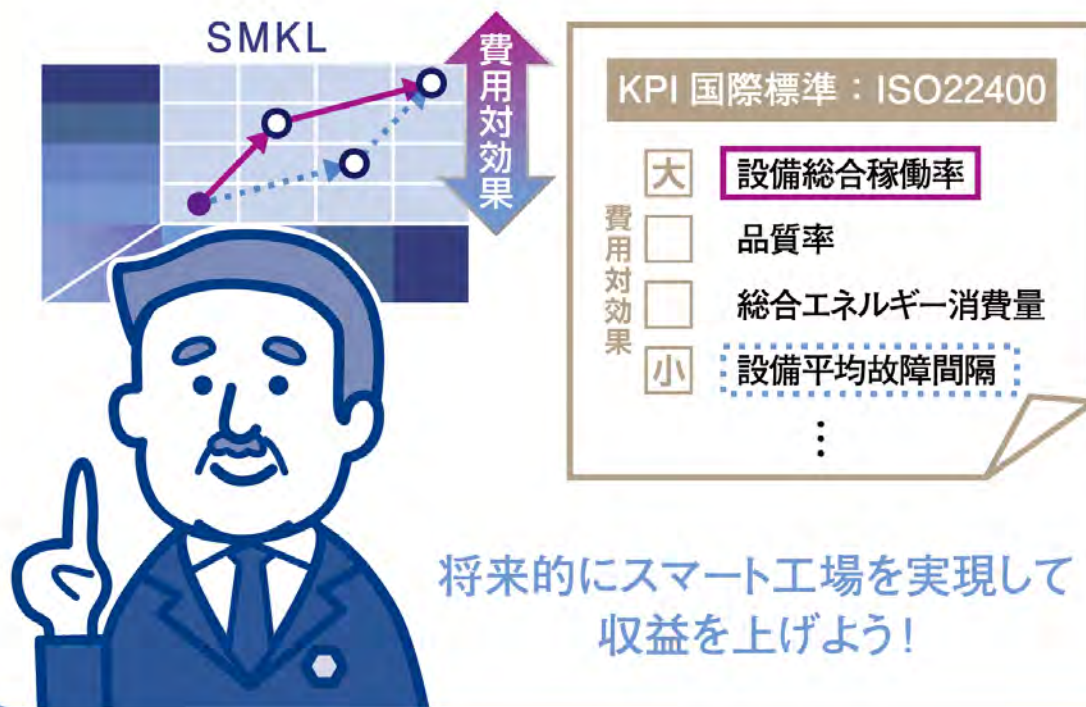
SMKL活用事例（工場経営者）

重要経営管理指標のKPIに基づいたSMKLを用いて、工場のIoT成熟度レベルを評価し、費用対効果の高い管理情報や設備からIoT化し、将来的に収益の高いスマート工場を実現する

どうやって
会社の収益を上げよう？



KPI に基づいた SMKL の見える化で
費用対効果を考慮しながら工場を改善！



SMKL活用事例（ベンダー営業マン）

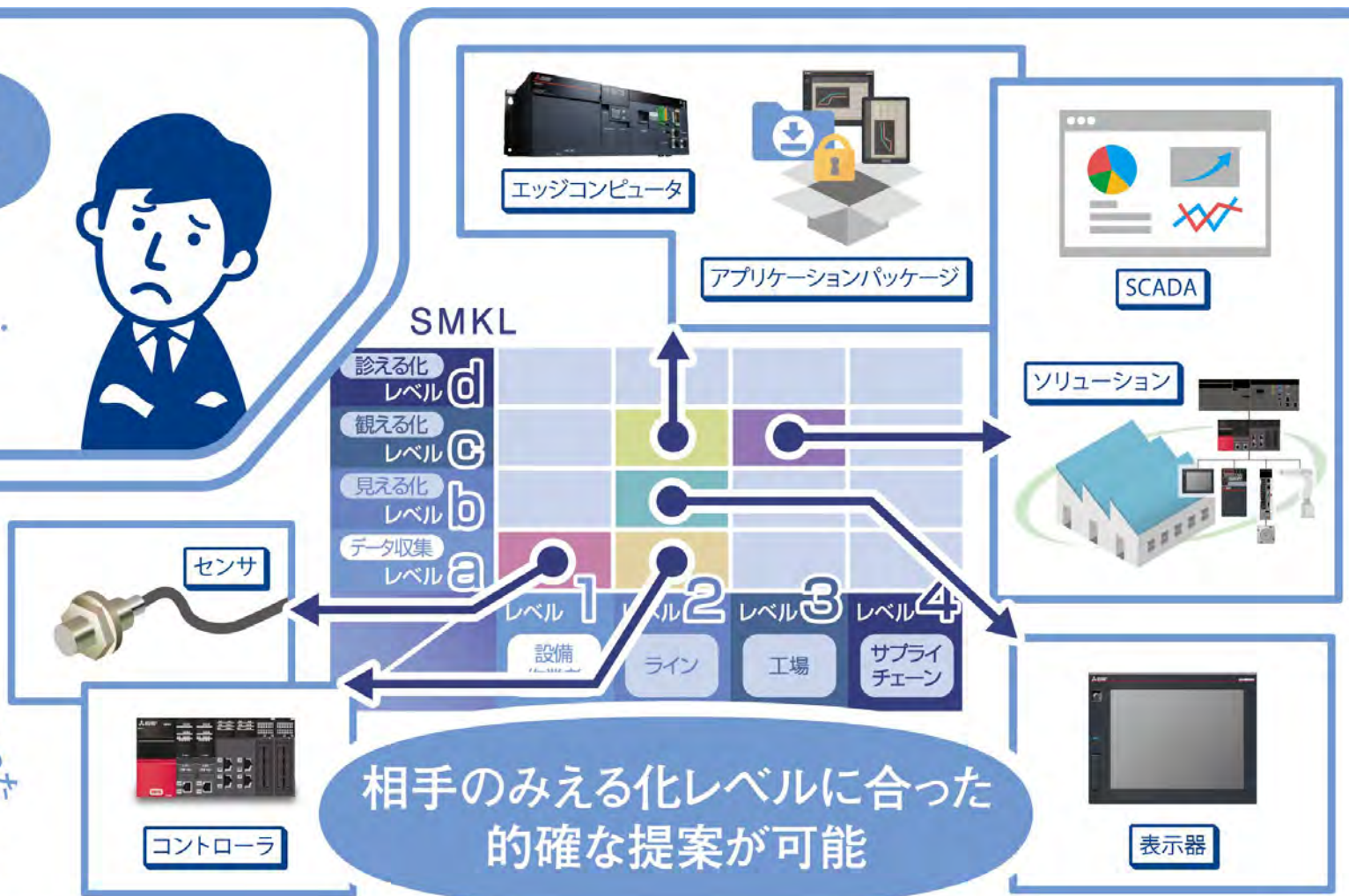
お客様のIoT化の成熟度レベルに合わせて、
代理店、販売店によるIoT製品販売への商談活用が可能

IoT 製品って
どうやって売ろう？

ユーザーにとっての
メリットをPRしたいけど...



お客様に合った
見える化を提案



SMKL活用事例（設備設計者その2）

お客様のIoT成熟度レベルに合った、IoT化事例を検索し、
請負可能なコンサルティングや、システムインテグレータ(SI)を紹介（将来構想）

誰に相談しよう？



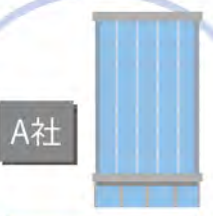
自社にマッチした
IoT化の提案をしてほしい

SMKL

診える化
レベル d
観える化
レベル c
見える化
レベル b
データ収集
レベル a

レベル 1 設備
作業者
レベル 2 ライン
レベル 3 工場
レベル 4 サプライ
チェーン

自社の位置



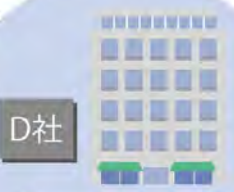
コンサルティング
AIコンサル



システムインテグレーション
分析システム



システムインテグレーション
MES、ERP



コンサルティング
クラウド、サプライチェーン



SMKLで診断したレベルを基準に
適したコンサルやSIを探そう！

SMKL活用事例（製品開発＆設計者）

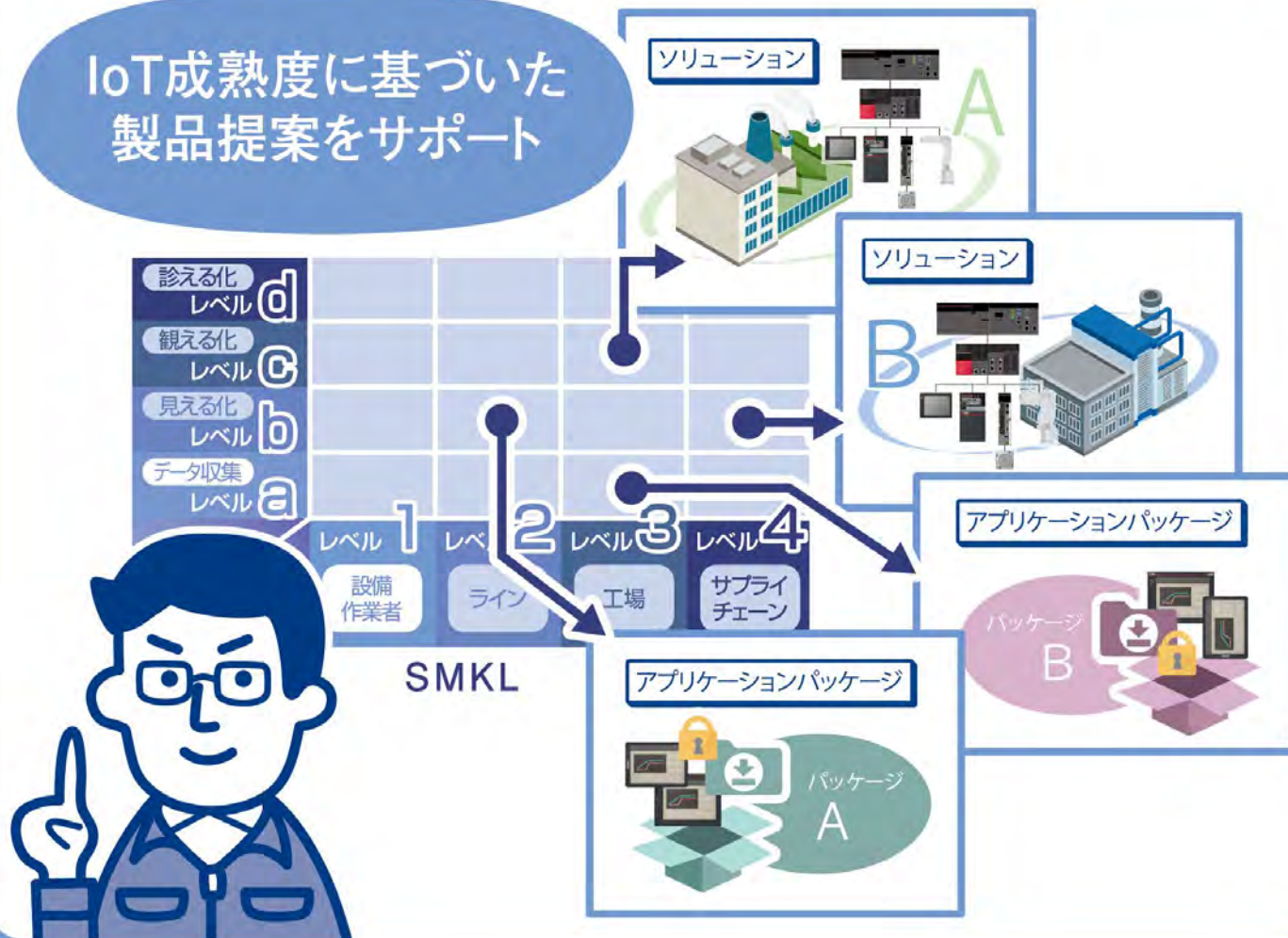
お客様のIoT成熟度レベルに合った、機能や製品、ソリューションを新たに提案可能
漏れやダブリなく、また、単独ではできない提案はパートナーと組む戦略も検討

どんな製品を
提案しよう？



IoT化を図るユーザーの
ニーズを捉えたい

IoT成熟度に基づいた
製品提案をサポート



- 1) 三菱電機様 設備設計
- 2) IAF会員企業様 設備設計
- 3) 三菱電機様 IoT製品の紹介
- 4) AWS様 IoTソフトウェアの紹介
- 5) 味の素エンジニアリング様 データ収集の説明
- 6) アドソル日清様 DX事例の紹介
- 7) 立花エレテック様 IoT製品の紹介

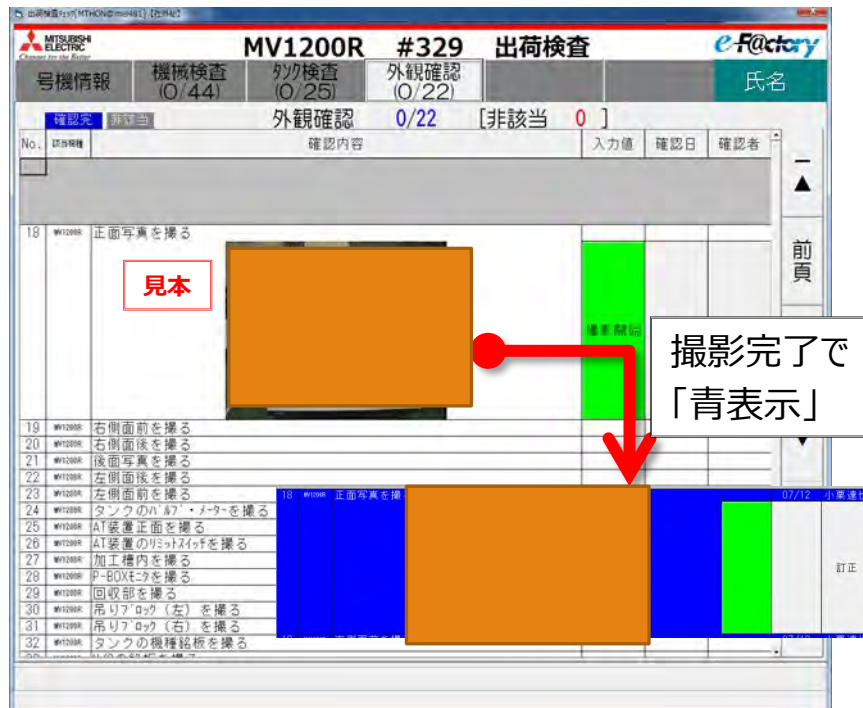
SMKL活用事例(三菱電機様、設備計画)

- 対象工程：x x 装置出荷準備
- 狙い：作業実績管理、作業効率化

■改善
レベル

d	診える化				
c	観える化				【0→1b】
b	見える化				
a	データ収集				
		作業者	ライン	工場	サブライチオン
		1	2	3	4

■導入事例：出荷検査サポ-ツール



Step-1：チェックシートの電子化

- ①サーバ内チェックシートマスタ更新による
チェックシート差替え作業削減
- ②電子チェックシートにより検査進捗度の
リアルタイム把握
- ③進捗度管理によるチェック漏れ削減

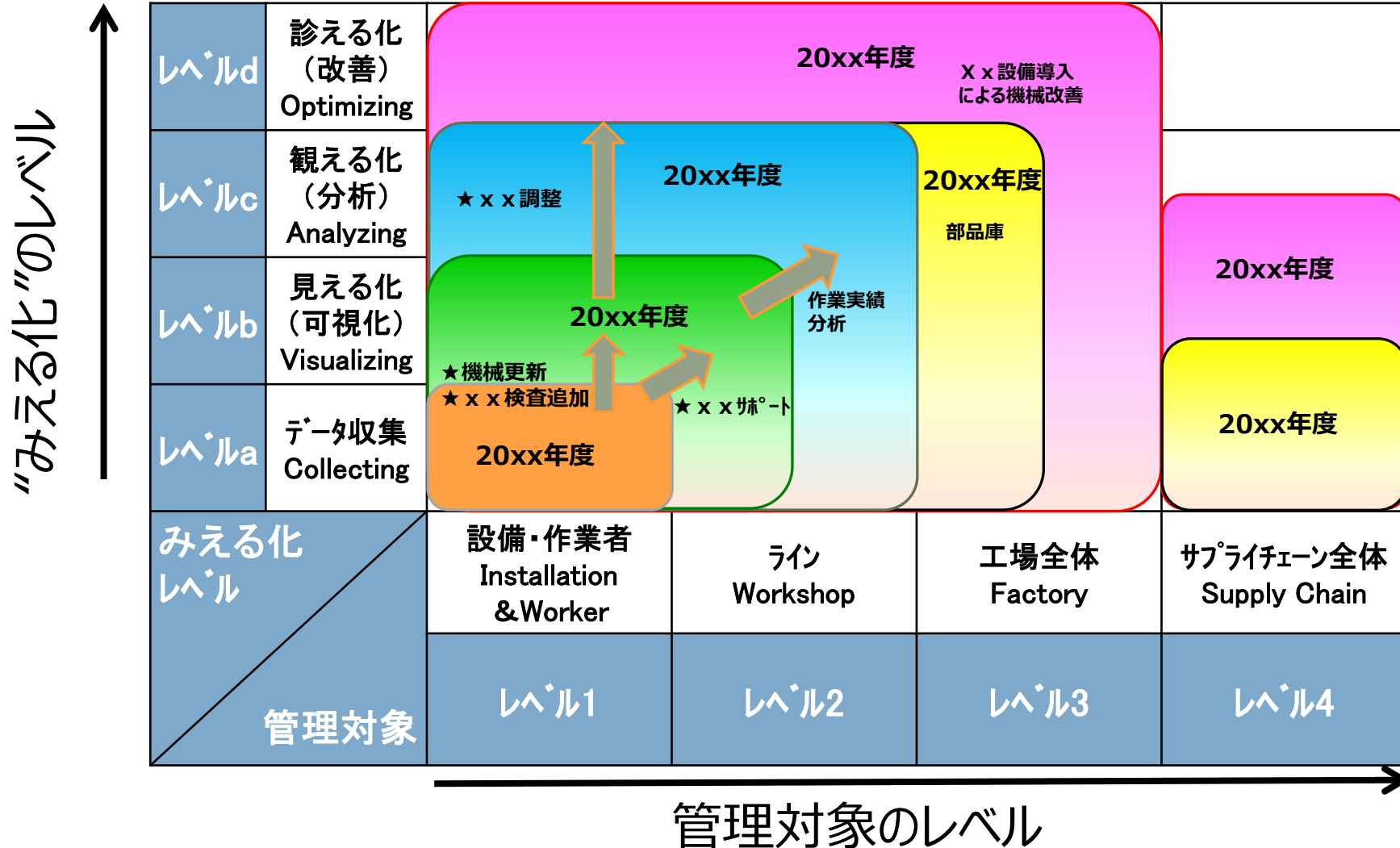
Step-2：タブレット利用による外観確認

- ①外観確認見本をデフォルト表示
- ②確認データは、生産管理システム経由し
機種・号機ごと自動保管

■費用と効果

- ・投資額 (xxx千円)
- ・出荷検査作業効率化 (xxx千円/年)
- ・導入後据付不具合ゼロ継続 (出荷検査責)

SMKL活用事例(三菱電機様：中期設備計画)



SMKL活用例(三菱電機様：業務効率向上)

“見える化”のレベル



レベルd	診える化 (改善) Optimizing	出来高管理 生産進捗管理	
レベルc	観える化 (分析) Analyzing	湿度自動管理 面実装稼働管理	
レベルb	見える化 (可視化)	工程流れ管理	

AIを使った仕掛品台車識別により、製品の先入先出を確保

業務効率向上：(4810h-1788h) / 4810h
= **62.8%**

レベル	Installation & Worker	Workshop	Factory	Supply Chain
管理対象	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4

管理対象のレベル

課題解決のための施策

現状

1. Excelのチェックシートに基づいて記入
2. 手作業で不良解析プロセスの連結票作成



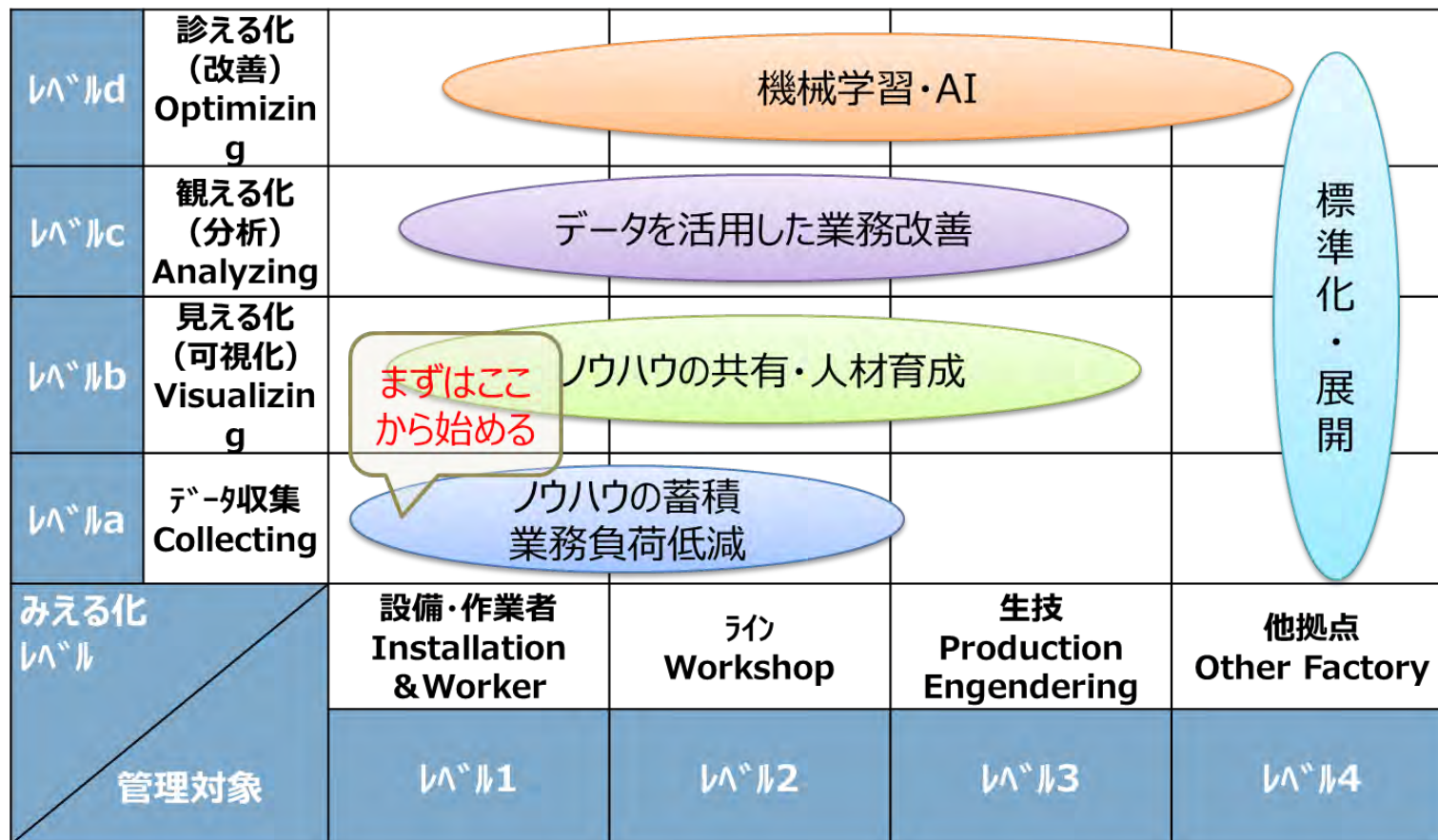
目指す姿

1. 不良解析のチェックプロセスをデータとして蓄積出来るようにする
2. データをグラフで表示したり、自由分析できるような見える化の仕掛けを作る



SMKL活用事例（IAF会員企業様）

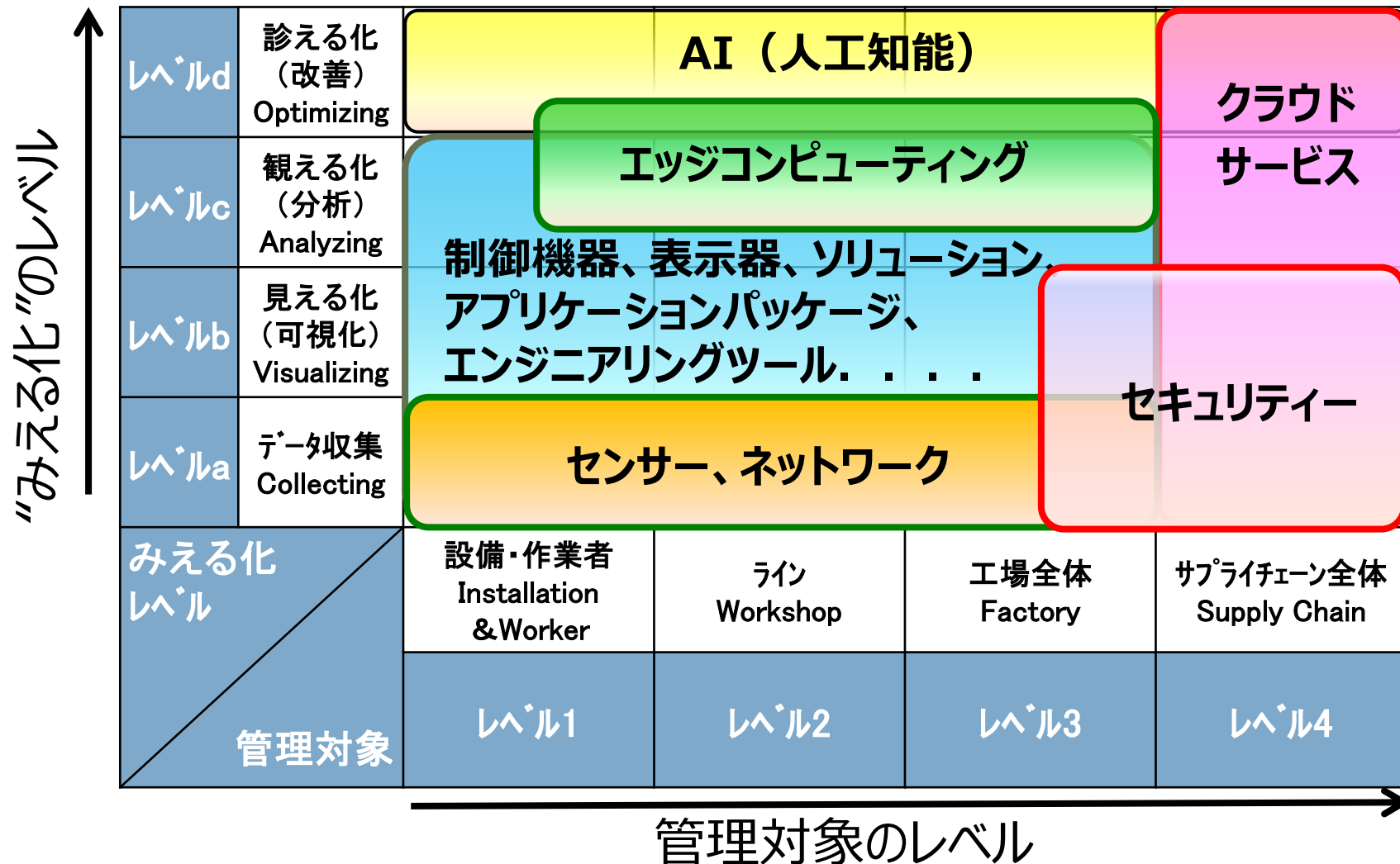
活動STEP



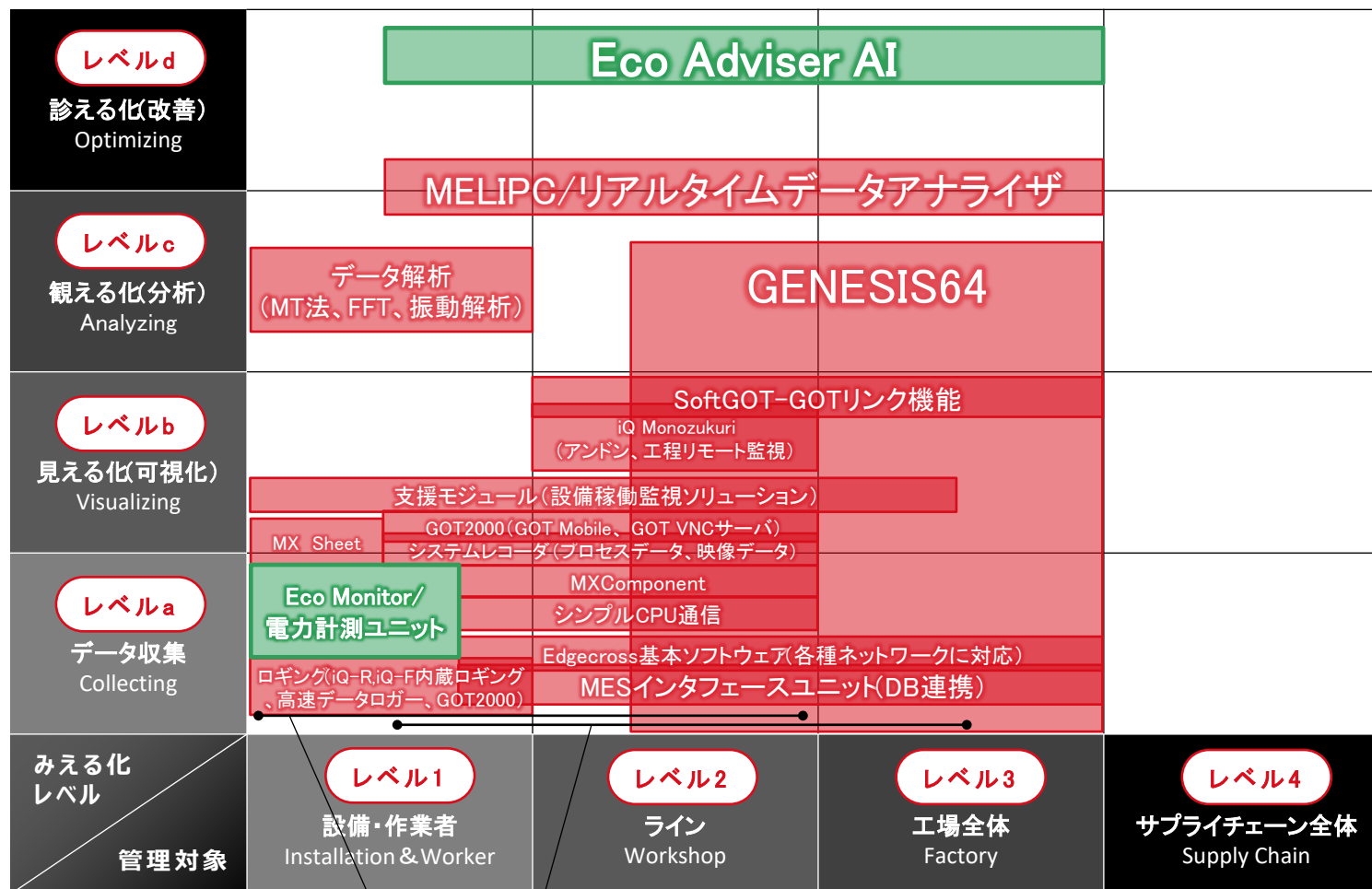
引用：IAF SMKL白書を一部改変

SMKL技術マップ

最新のIoT技術のマッピングが可能。IoT製品やソリューションとの紐づけができる。



SMKLベンダー活用事例（三菱電機様）



センサネットワークユニット(IO-Link、AnyWire ASLINK)
各種ネットワークユニット(CC Link IETSN、フィールド、コントロール、他ネットワーク)

※ 本書に掲載の製品/機能をマッピングしております。
その他製品/機能につきましては弊社営業までお問合せください。

SMKLベンダー活用事例（三菱電機様）



データを収集する（センサー：電力計測 → 脱炭素の元データ）

Eco Monitor Light

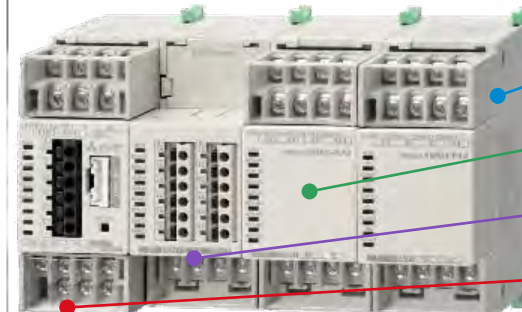
● 手軽で低コスト！とりあえず計測に最適



- ① 安くてもかんたん機種選定
- ② ロギングユニット（SDカード）でデータ収集可能 ※オプションユニット（別売）
- ③ MODBUS® RTU通信標準搭載
※CC-Link・CC-Link IEフィールドネットワークBasic・B/NET通信にも対応（オプションユニット（別売））
- ④ パルス・接点入出力機能により周辺機器との連携も可能※高機能品のみ

Eco Monitor Plus

● 段階的な拡張もかんたん！多回路対応



パルス入力
ユニット

アナログ入力
ユニット

電力計測
増設品

絶縁
監視品

d				
c				
b				
a				
	1	2	3	4

1a

MELSEC iQ-R series 電力計測ユニット

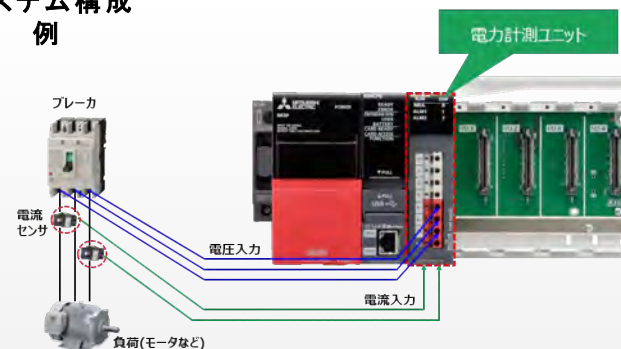
● 電力計測/絶縁監視による予防保全を実現



- ① 計測データ更新周期の高速化（10ms）を実現
- ② 電流・電圧は“実効値と瞬時値”の2種類の計測値を計測可能
- ③ エンジニアリングツール（GX Works3）対応によるエンジニアリング工数削減

RE電力計測ユニット
RE81WH(1回路)

システム構成例



MELSEC iQ-Rシリーズ 電力計測ユニット製品特長 https://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/products/cnt/plcr/pmerit/technology/energy_measuring.html

SMKLベンダー活用事例（三菱電機様）

AIによる改善

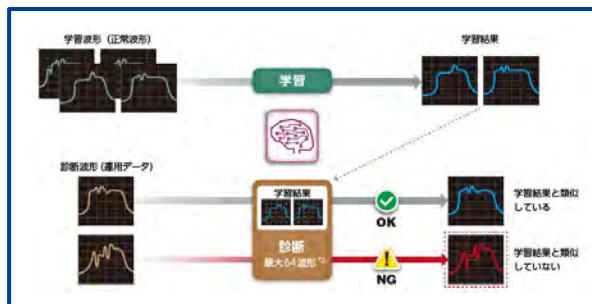
熟練技術者の経験と勘に頼ってた製法をデータ化し安定した生産を実現する。

d			
c			
b			
a			
	1	2	3

類似波形認識

Maisart

三菱電機のAI技術



どこが異常かな？

異常検出時には直ちにフィードバック

CC-Link IE Field

Ethernet

Aシリーズ等

SMKLベンダー活用事例（三菱電機様）



ラインの見える化

事務所から複数ラインのGOT画面を、一括して見える化ができる。



工程リモート監視

事務所

GT SoftGOT2000



どこが異常かな？

d				
c				
b				
a				
	1	2	3	4

2b

Ethernet



RS-232/422
変換ケーブル
(市販)



装置A



装置B

Ethernet

稼働状況総合一覧

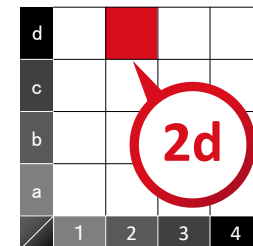
装置名	稼働率	不良率	不良数	不良品名
1 got1	13	272	20	272
2 got2	21	456	48	456
3 got3	9	257	59	257
4 got4	24	244	38	244
5 got5	21	346	60	346
6 got6	11	190	60	190
7 got7	13	57	57	57
8 got8	15	434	46	434
9 got9	6	147	40	147
10 got10	13	375	60	375

SMKLベンダー活用事例（三菱電機様）



エネルギーロス改善

省エネ重点5視点に着目し、それぞれの視点におけるエネルギーロスを自動算出します。



どこが異常かな？

EcoAdviser

エネルギーロス診断画面



診断期間

診断する期間を選択するだけでエネルギーロスの抽出が可能です。

省エネ重点5視点

日ごとに、省エネ重点5視点をそれぞれのエネルギーロスを表示します。

エネルギーロス抽出画面

日ごとのエネルギーロス時間単位：分や、原単位、生産ロス時間割合を一括表示しいつもより悪い日にちをハイライト表示。

ランキング表示

エネルギーロスの多い設備順で自動的にランキング表示。

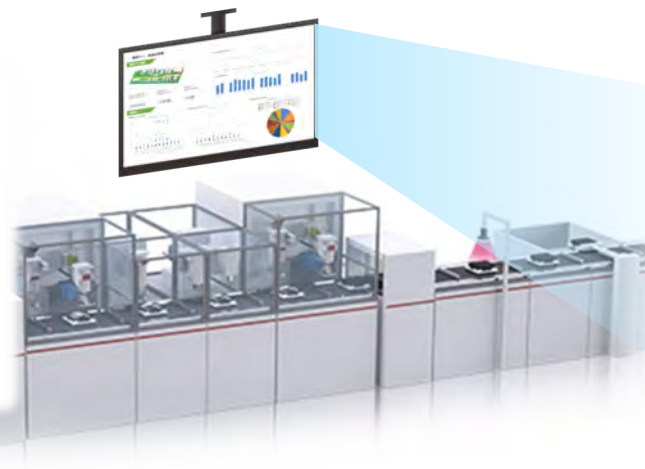
追加PLC
EcoServerⅢ



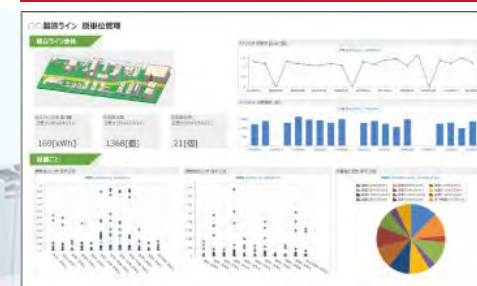
生産情報

Ethernet
MCプロトコル通信

既存PLC
三菱シーケンサ



ダッシュボード画面



画像やグラフ・現在値は自由にカスタマイズ可能

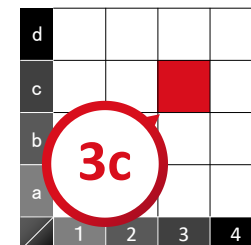
SMKLベンダー活用事例（三菱電機様）



複数工場の見える化・分析

複数の工場の情報を一括して見える化。
稼働状況や生産数などを事務所から確認できる。

GENESIS64™



データベース連携
GridWorX



ダッシュボード作成
KPIWorX

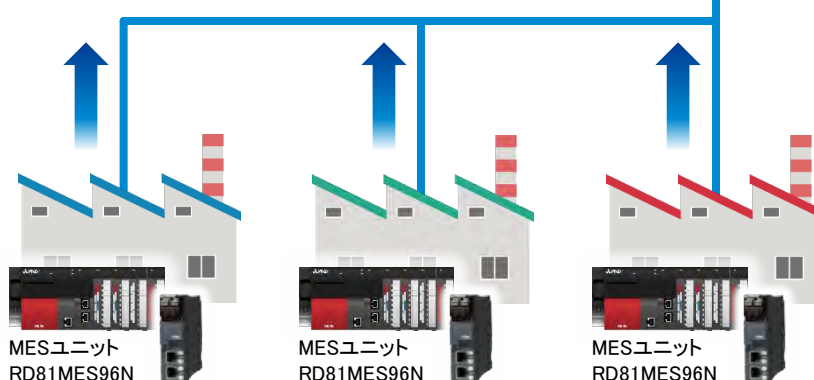
どこが異常かな？



エネルギー消費量の見える化、分析
Energy AnalytiX



品質管理
Quality AnalytiX



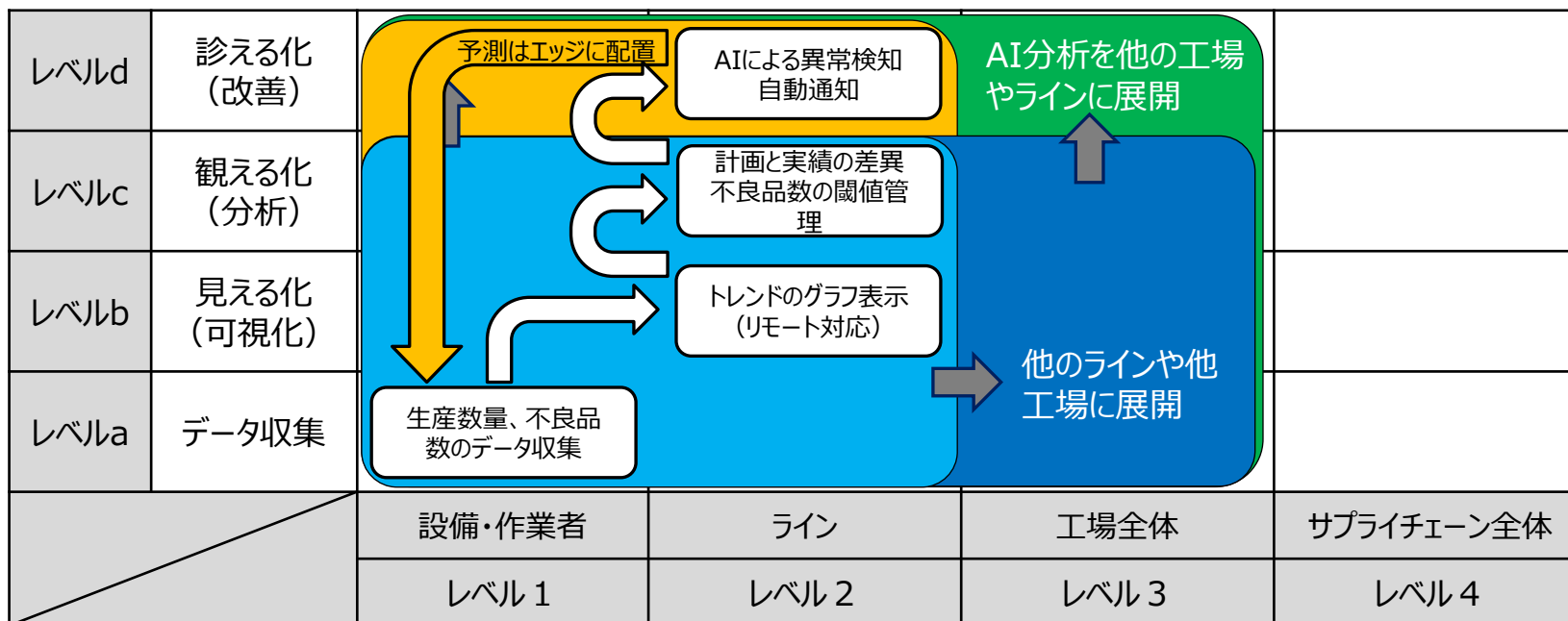
SMKLベンダー活用事例（AWS様）

閾値管理では対応できない設備故障や品質異常へのAI利用

課題例）設備稼働率の向上：設備の異常を事前に把握し、生産量や良品数を向上したい

管理項目例）生産量、良品数、設備稼働率

蓄積したデータを利用したAIモデルの学習にはクラウドを利用し、学習済みモデルを使った予測はエッジで行うよう、エッジとAWSを連携したIoTプラットフォームを構築する。



参照資料：[工場のスマート製造化を“見える化”する KPI を用いたSMKL \(Smart Manufacturing Kaizen Level\) に関する白書](#)

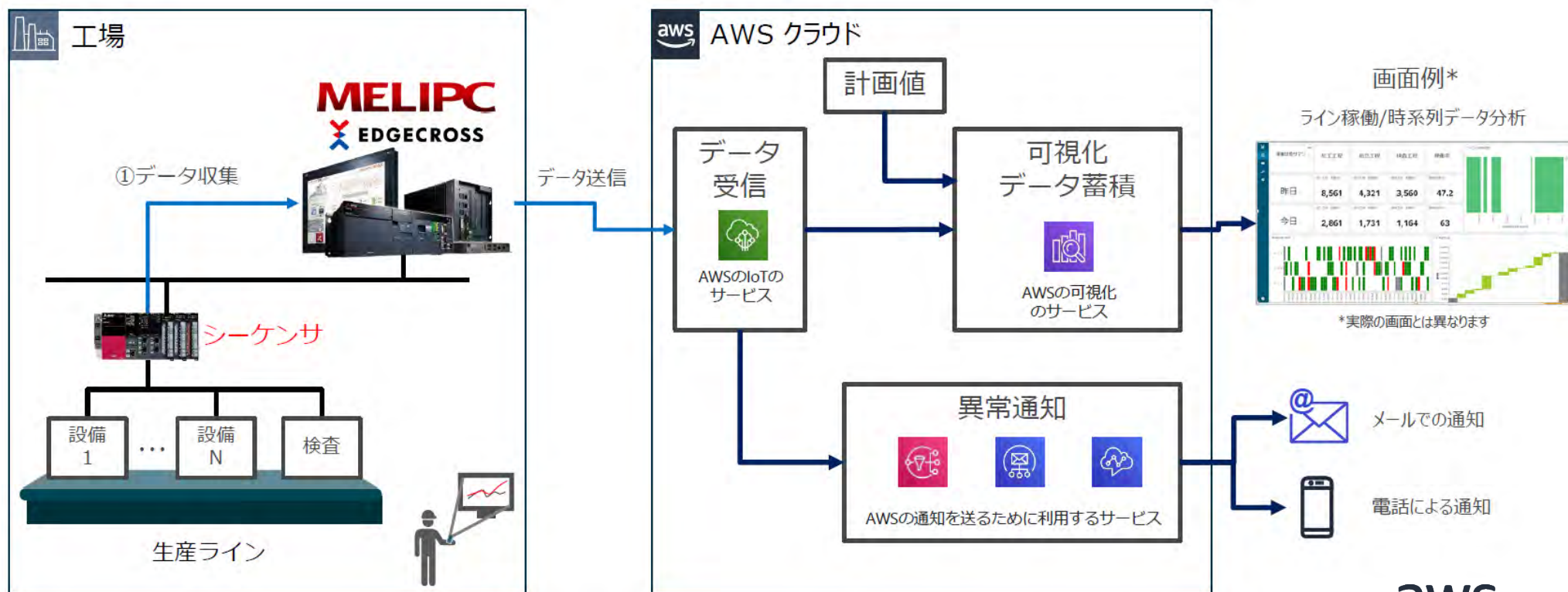
<資料ソース> 「工場のスマート製造化とDXにおけるAWSの活用」 2021年9月8日オンラインセミナー

アマゾンウェブサービスジャパン株式会社 パートナーアライアンス統括本部 ISVパートナー本部製造業担当 柳澤 政夫 様

SMKLベンダー活用事例（AWS様）

実際の構築例：みえる化レベル 1a -> 2b -> 2c

- Edgexcrossのデータコレクタでデータ収集を行い、1秒周期で設備稼働のデータをAWSに送信（1a）。
- AWS上に構築した可視化のダッシュボードにより、設備稼働の状態を確認できるようになった（2b）。
- 閾値を超えた時にはメールや電話で通知がされるため、品質異常への対応が速くなった（2c）。
- AWSクラウド上のサーバレスサービスを組合わせて『スモールスタート』＆『拡張性確保』を実現している（工場レベルに拡張可能）。



<資料ソース> 「工場のスマート製造化とDXにおけるAWSの活用」 2021年9月8日オンラインセミナー
アマゾンウェブサービスジャパン株式会社 パートナーアライアンス統括本部 ISVパートナー本部製造業担当 柳澤 政夫 様

SMKLベンダー活用事例 (味の素エンジニアリング様)

IAF/SMKLプロジェクト
15th NOV. 2021

食品製造業にビッグデータが無い

原料が不安定



数値化が困難

味 香り
食感 照り

情報がアナログ



味の素エンジニアリング株式会社

目的が定まらない

AIが欲しい?



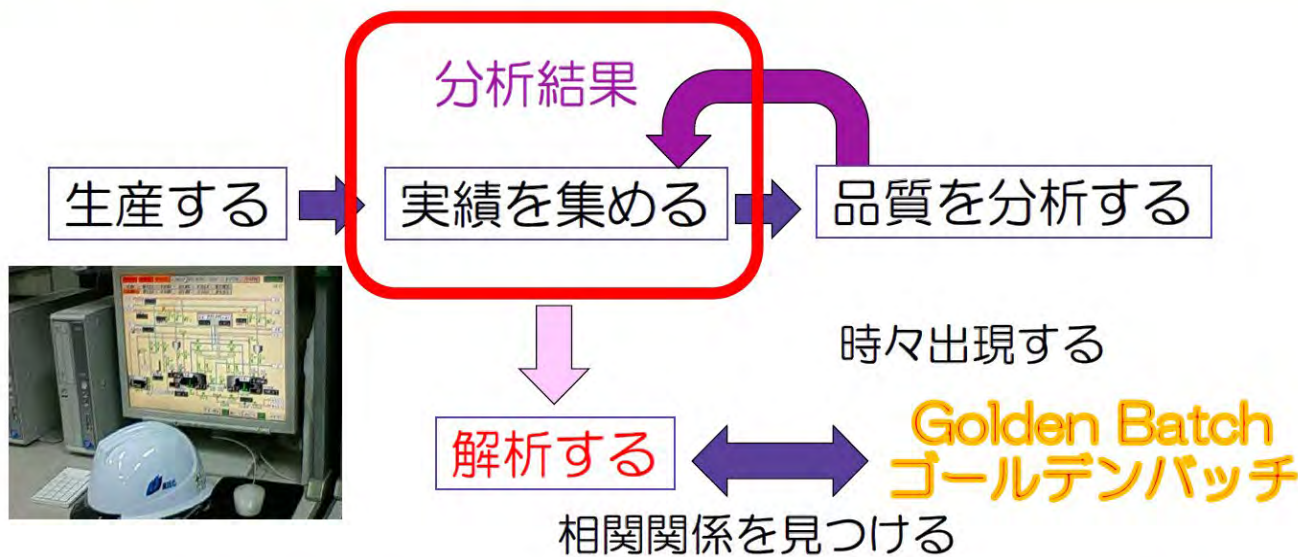
IOTを導入する?

<資料ソース> 味の素エンジニアリング株式会社 ソリューション事業部 エンジニアリング事業部 電装システム部 渡辺 秀治 様

SMKLベンダー活用事例 (味の素エンジニアリング様)

IAF/SMKLプロジェクト
15th NOV. 2021

製造ビッグデータを活用する目的



ゴールデンバッチの
常態化

人手では不可能な
プラチナバッチの実現

SMKLベンダー活用事例 (味の素エンジニアリング様)

IAF/SMKLプロジェクト
15th NOV. 2021

データを集める

SMKL(Smart Manufacturing Kaizen Level)				
レベルd: 診える化(改善)				
レベルc: 観える化(分析)				
レベルb: 見える化(可視化)		2b		
レベルa: データ収集	1a			
みえる化 レベル 管理対象	レベル1: 設備・作業者	レベル2: ライン・工程	レベル3: 工場全体	レベル4: サプライチェーン全体

SMKLベンダー活用事例（アドソル日進様）

分析・予測とカイゼン活動へのフィードバック

レベルd	診える化 (改善) Optimizing				
レベルc	観える化 (分析) Analyzing			目標	
レベルb	見える化 (可視化) Visualizing				
レベルa	データ収集 Collecting	現在			
みえる化 レベル	管理対象 レベル	設備・作業 Installation or Worker	ライン・工程 Workstation	工場全体 Factory	サプライチェーン全体 Supply Chain
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4

SMKL指標

出典(IAFにて検討):

工場のスマート製造化を“みえる化”するKPIを用いたSMKL
(Smart Manufacturing Kaizen Level)に関する白書
～工場導入編～

単に見える化するのではなく
いまだのような状態なのか
なにかから着手すべきか

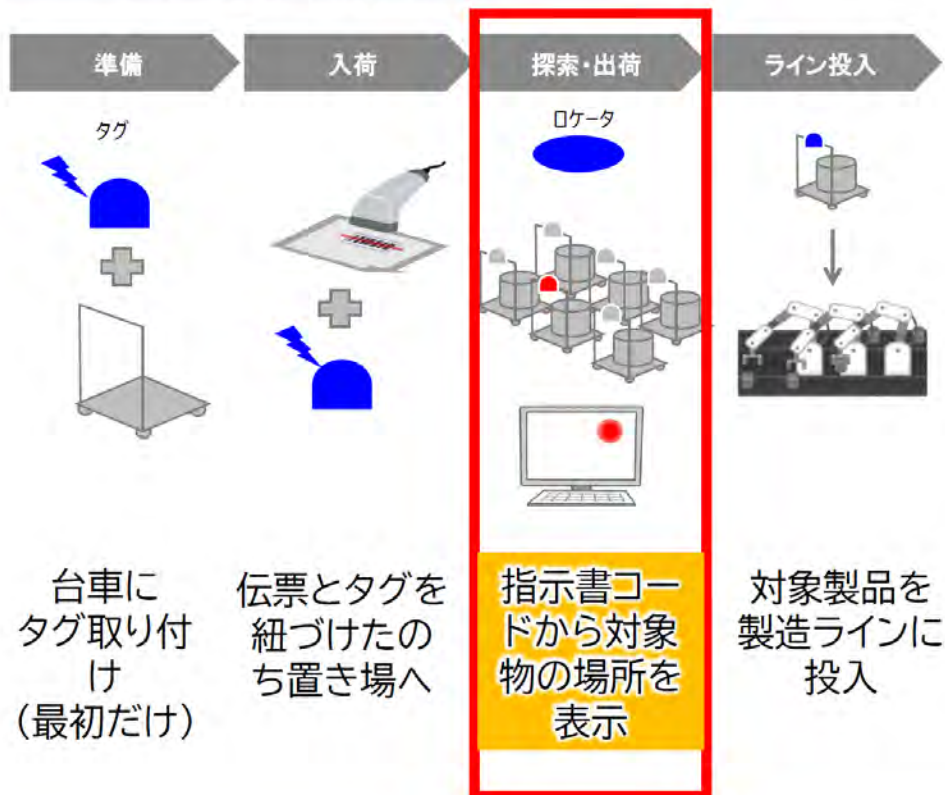


SMKL指標を
取り入れています

SMKLベンダー活用事例（アドソル日進様）

DX事例メッキ加工業 置き場

AFTER(SMKL:2c)



課題

ライン投入品の探索時間が膨大
(毎回20～30分、探索専任者配置)



• KPIを設定(SMKL:2c)

探索時間を20%(約5分)以下に

「稼ぐ工場」



• 探索時間90%削減
20～30分が2～3分程度に

「稼ぐ工場」



• ライン投入遅延もカイゼン

• 複数工場に展開中



SMKLベンダー活用事例（立花エレテック様）

GOT Mobile 機能活用 導入事例のご紹介①

お客様の目的

予知保全

設備データを可視化し、設備停止時間を削減したい。

保守作業工数の削減

事務所で現場のデータを監視したい。

提案内容

データ収集

既設機器にアナログ出力機能が2点ある為、モータのトルク値と回転数のデータ収集を実施。但し、設備についている機器が古い為、ネットワークシステムの構築に課題。

遠隔監視

現場に設置した集中監視盤のPLCにデータを集め、GOT Mobile機能を活用し遠隔で監視。

スモールスタートから将来に向けてのStep

Step1

設備データの収集、事務所で遠隔監視を対象2ラインで実施。

Step2

収集データの分析＋閾値設定をし異常値が出た場合は、アラーム発報をするシステムの構築。

Step3

同工場の別ラインへの展開＋他工場への展開を実施。

＜資料ソース＞ 株式会社 立花エレテック 名古屋支社 名古屋FAシステム部技術部長 辰巳 寛 様

GOT Mobile 機能活用 導入事例のご紹介①

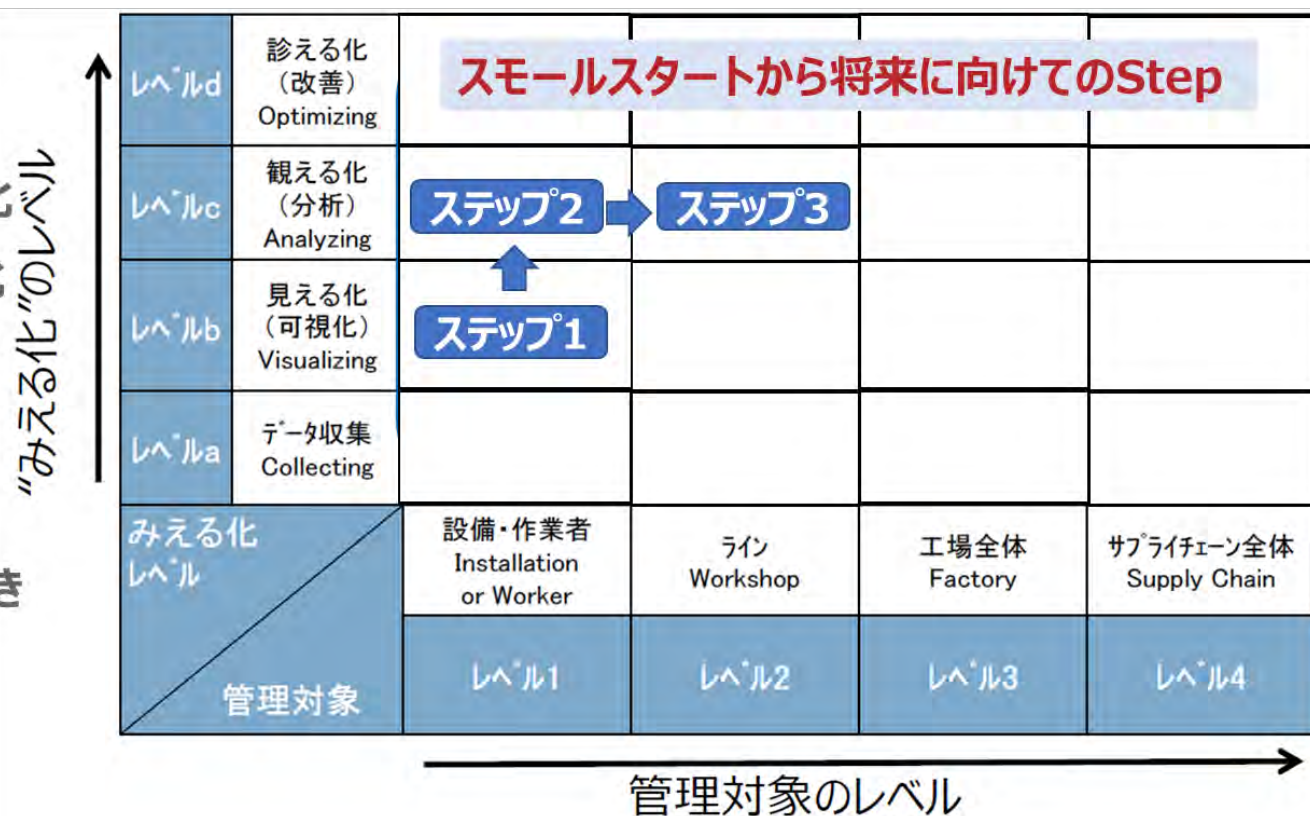
GOT Mobile 機能活用 導入事例のご紹介①

◆SMKLを活用した提案

工場のデータ活用の度合いを見える化
16個のマスで表す製造現場のIoT化
（見える化/管理対象）の評価指標



スモールスタートから将来ビジョンを描き
ステップ1～3で提案



<資料ソース> 株式会社 立花エレテック 名古屋支社 名古屋FAシステム部技術部長 辰巳 寛 様

- ◆ 製造現場の見える化/IoT化の推進方向性の評価による継続的な投資判断が可能
- ◆ 従来の改善(Kaizen)活動だけでなく、新たに“IoTを活用”することにより改善を飛躍的に加速
- ◆ 製造現場の評価レベルに合った、IoT化の製品、サービス、コンサルティングを紹介
- ◆ 国際標準化を視野に入れ、日本の物づくりの国際的なプレゼンスを向上

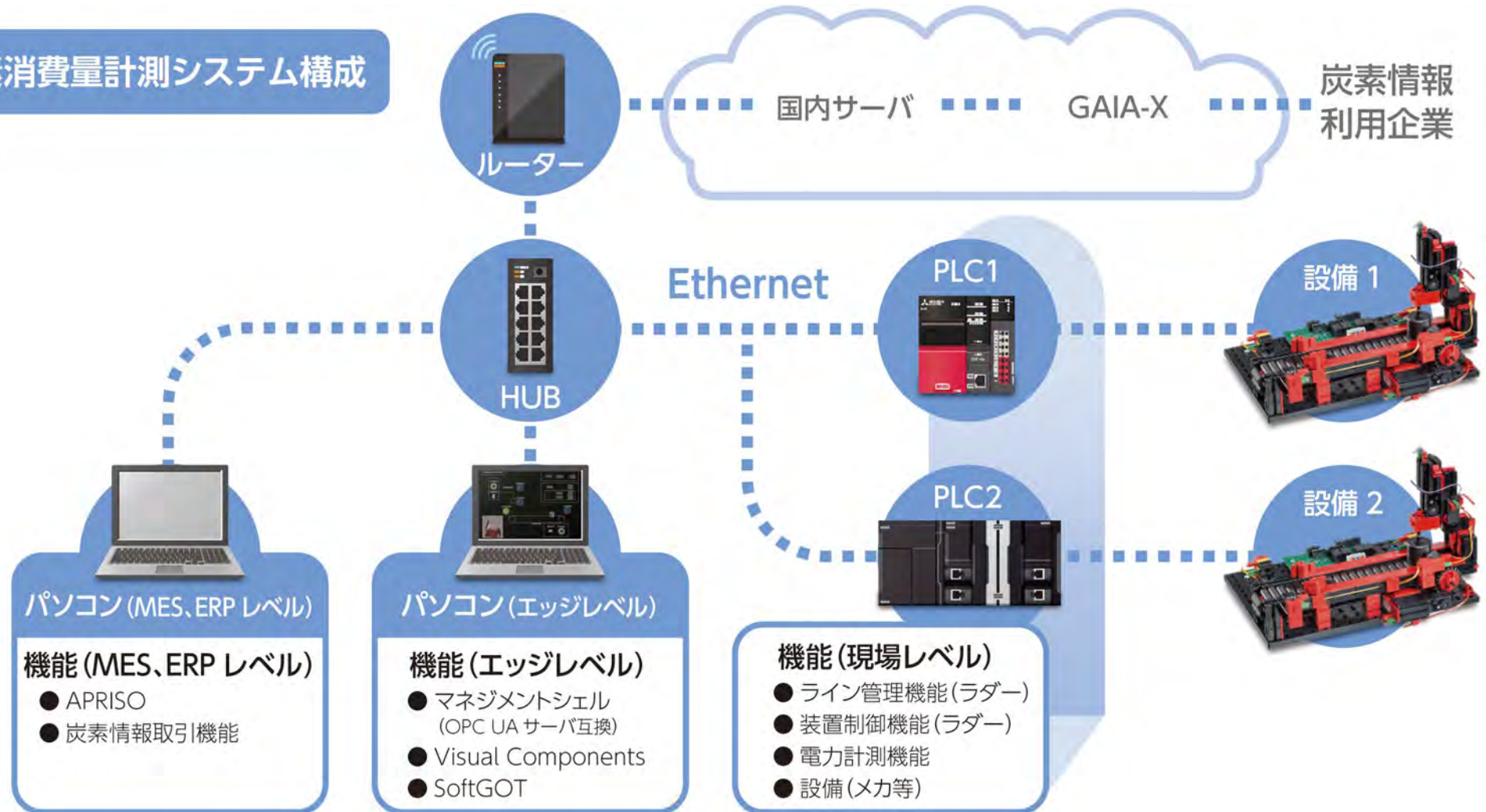
- ◆ IAF紹介(5分)
- ◆ スマート製造について(5分)
- ◆ スマート製造を実現する為のSMKLについて(15分)
- ◆ 脱炭素社会に向けたGAIA-X接続デモシステムの説明(10分)
- ◆ 質疑応答(3分)
- ◆ 最後に(2分)

脱炭素社会の実現に向けて

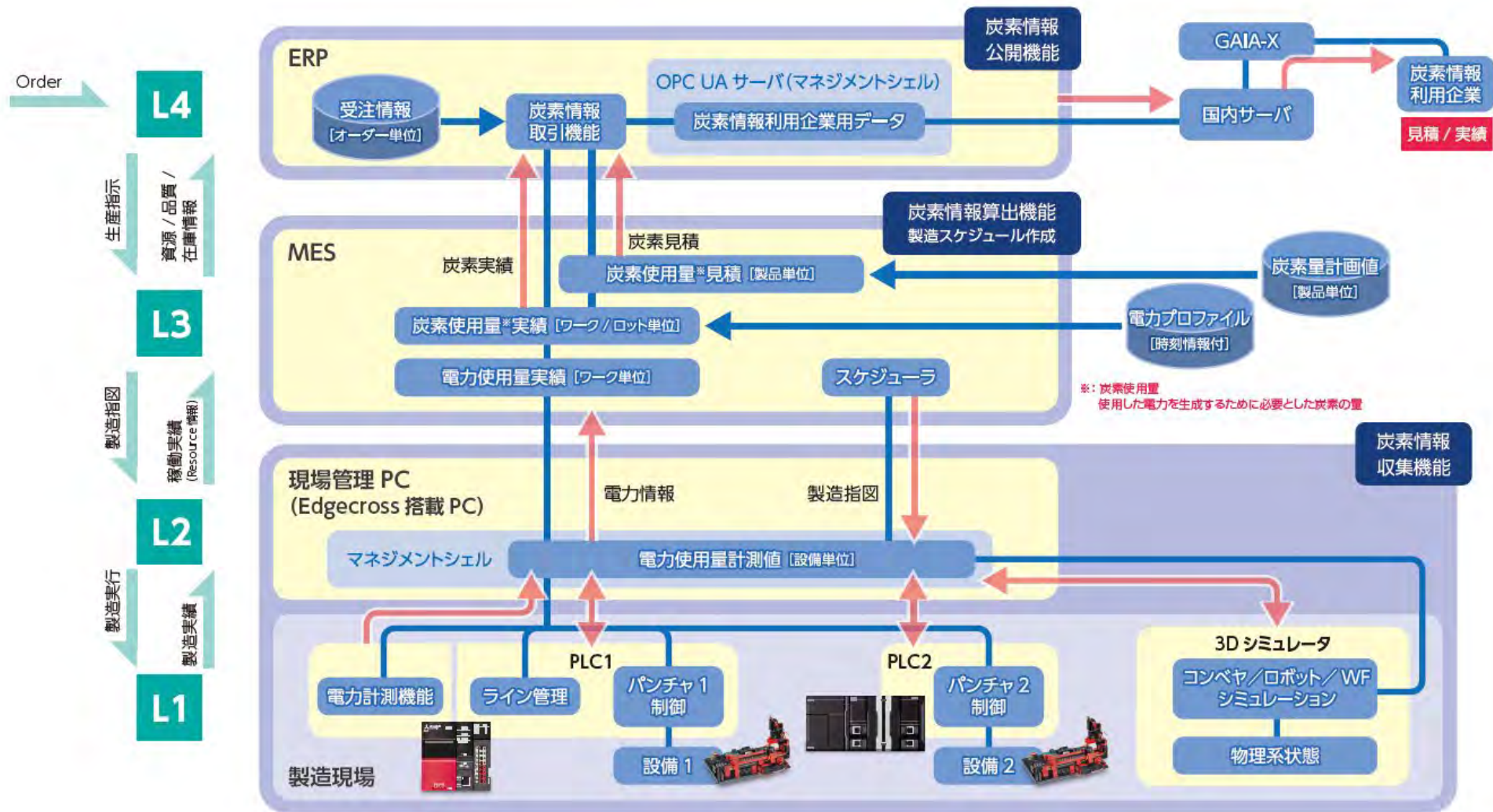
- ◆ 工場の炭素排出量計測システムとして、取引企業からコストと同じ精度で製品単位の炭素情報が求められる可能性がある
- ◆ グローバルでの公正な炭素情報の取引をするには、厳格な炭素排出量の測定、及び炭素情報の算出と、管理・運用面での審査や認証が必要となる可能性がある
- ◆ 従ってクローズな技術を使うのではなくオープンな技術や国際標準規格で国際的に認められている技術を使ったシステム構築をすべきと考える
- ◆ IAFでは工場のKPIとして炭素情報を選定し、既にオープン化されている技術（OPC UA, Edgex, Gaia-X等）を利用してグローバルな炭素情報のデータ流通のデモシステムを構築

炭素量計測システム構成例

炭素消費量計測システム構成



炭素量計測システム例 データの流れ



炭素排出量のみえる化(レベル・ゼロ)

<手計算方法>

設備投資費用をかけられない場合は、月単位で「工場全体」の総合エネルギー消費量(電力会社の利用明細など)と生産量(出荷量明細)から製品単位のエネルギー量を割り出す(式1)

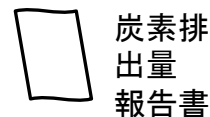
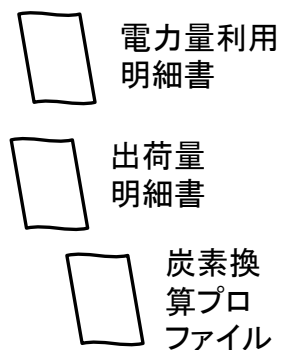
また、このエネルギー量と炭素量の換算プロフィール(電力会社等から入手)から製品単位の平均的な炭素量を手計算する

$$e = E / PQ \dots\dots\dots \text{式1(ISO22400参照)}$$

e: 製品単位のエネルギー消費量

E: 総合エネルギー消費量

PQ: 生産量



レベルd 診える化 (改善) Optimizing				
レベルc 観える化 (分析) Analyzing				
レベルb 見える化 (可視化) Visualizing				
レベルa データ収集 Collecting				
みえる化 レベル 管理対象	設備・作業者 Installation & Worker	ライン Workshop	工場全体 Factory	サプライチェーン全体 Supply Chain
	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4

①レベル(0)
手計算

<補足>

・自動化やIoT化が進んでいない小規模工場や、他の業種・業界も多くあり、このような方法での炭素排出量計算も認められるべき
(自動車業界など条件が厳しい場合は?)

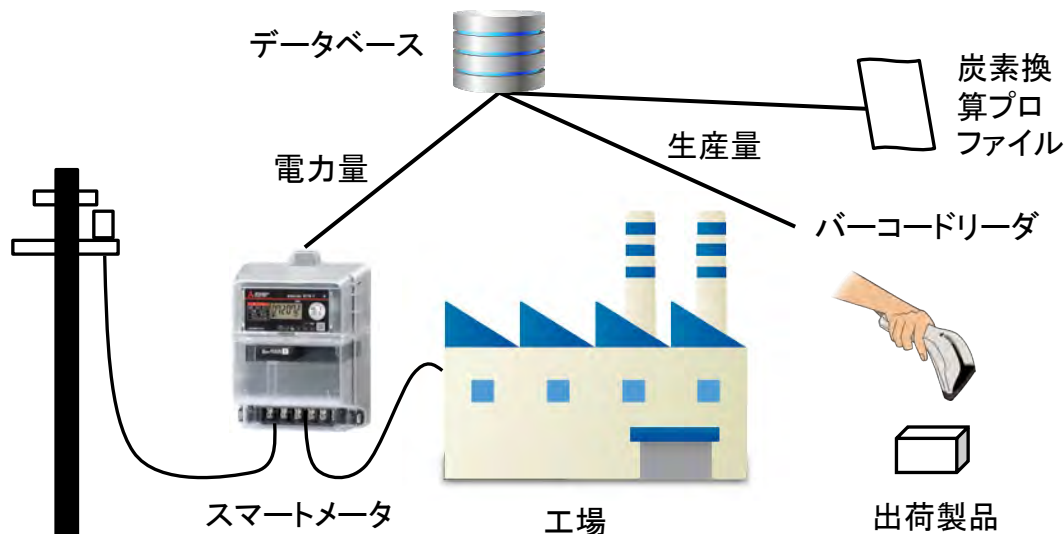
炭素排出量のみえる化(レベル3a)

＜データ収集方法(工場単位)＞

工場全体の電力量を原単位で自動的にデータ収集してデータベースに蓄積。

日々の生産量もバーコード等で自動的にデータ集計および炭素換算し、日々の炭素排出量を工場単位で“データ収集”する。

レベルd	診える化 (改善) Optimizing				
レベルc	観える化 (分析) Analyzing				
レベルb	見える化 (可視化) Visualizing				
レベルa	データ収集 Collecting			②レベル3a 工場単位	
見える化 レベル	設備・作業 Installation & Worker	ライン Workshop	工場全体 Factory	サプライチェーン全体 Supply Chain	
	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	
管理対象					①レベル(0) 手計算



＜補足＞

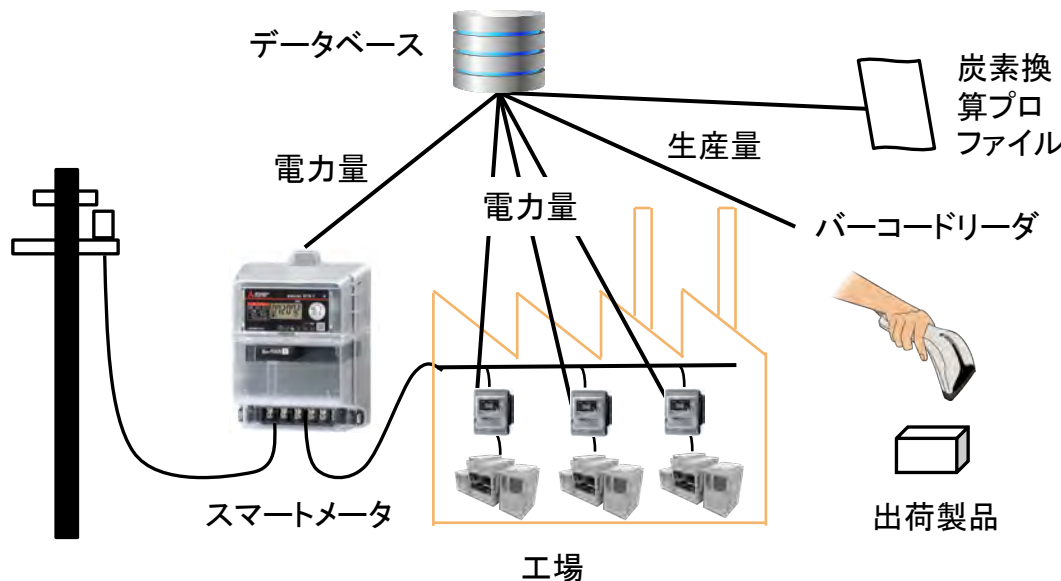
手計算は不要となり工数が削減できるが、工場内の設備までの情報が得られないため、改善活動に結び付くような効果は限定的である。

炭素排出量のみえる化(レベル1a~3a)

<データ収集方法(機器・設備単位)>

それぞれの機器や設備にエネルギー計測センサを付けて、ラインや設備単位でのデータ収集が可能となり、改善活動に結び付けられる情報が多く集まる。

レベルd	診える化 (改善) Optimizing				
レベルc	観える化 (分析) Analyzing				
レベルb	見える化 (可視化) Visualizing				
レベルa	データ収集 Collecting	③レベル1a~3a 機器・設備単位	②レベル3a 工場単位		
みえる化 レベル	管理対象	設備・作業者 Installation & Worker	ライン Workshop	工場全体 Factory	サプライチェーン全体 Supply Chain
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4



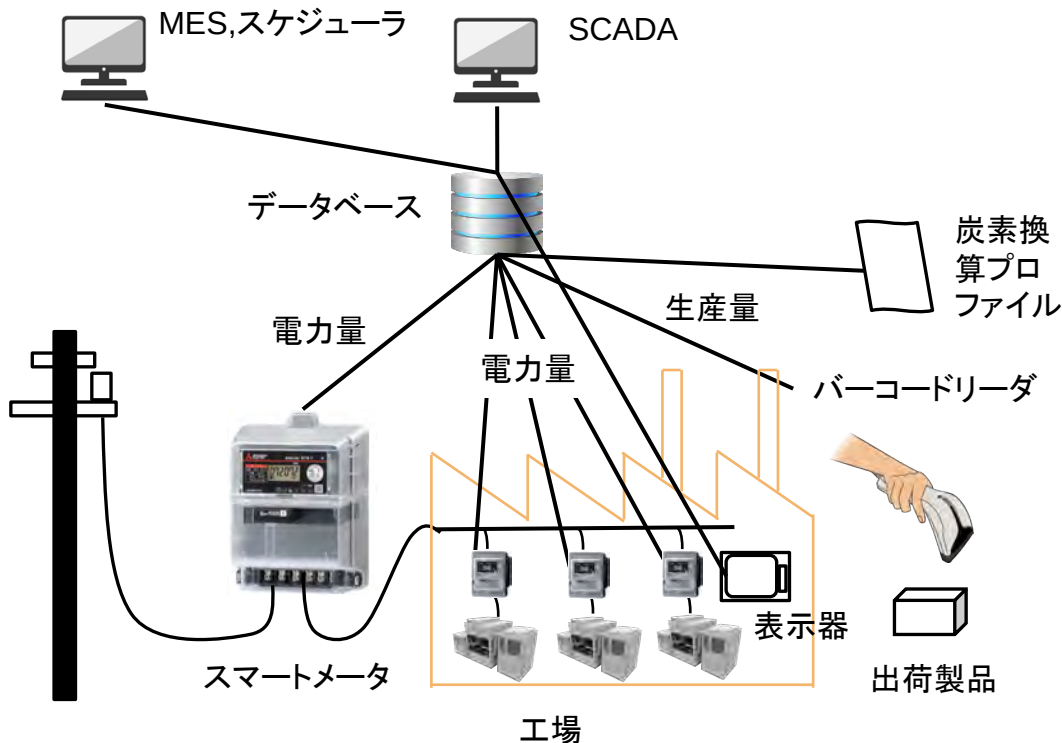
<補足>

データは自動収集できるが、データベースからの情報(csvファイル等)を手で分析して改善していくため、工場の規模が大きくセンサ数が増えれば分析工数も増大する。

炭素排出量のみえる化(レベル1a~3b)

＜製品単位の可視化方法＞

データベースの情報をSCADAや製造現場の表示器などでリアルタイムに表示。更にスケジューラやMES等の情報を連携表示し、製品単位やロット単位で炭素排出量を自動表示できる。



レベルd	見える化 (改善) Optimizing				
レベルc	見える化 (分析) Analyzing				
レベルb	見える化 (可視化) Visualizing	④レベル1a~3a 製品単位の可視化 ③レベル1a~3a 機器・設備単位			
レベルa	データ収集 Collecting				
見える化 レベル 管理対象		設備・作業者 Installation & Worker	ライン Workshop	工場全体 Factory	サプライチェーン全体 Supply Chain
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4

＜補足＞

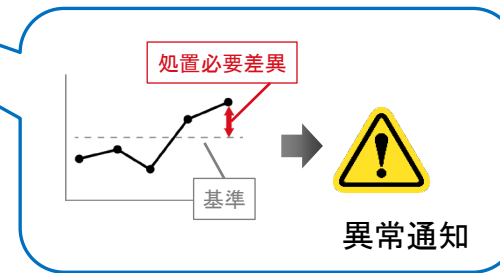
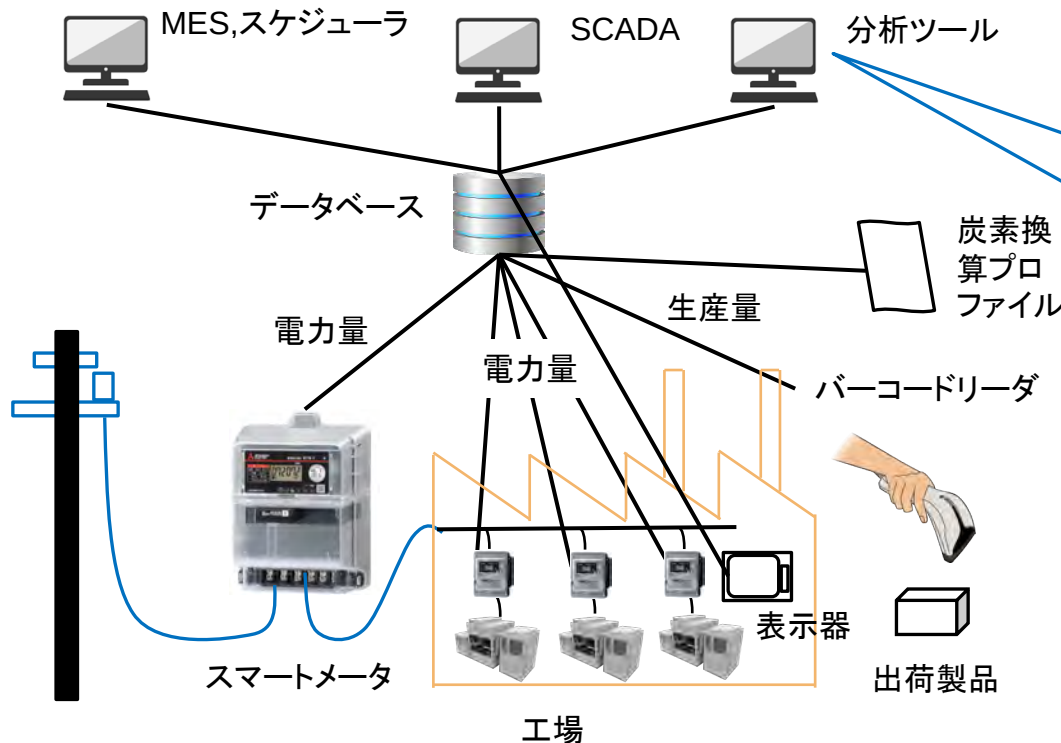
製品単位、ロット単位での正確な炭素排出量が自動計算できるため、早く改善ポイントが見つけれられる。

炭素排出量のみえる化(レベル1a~3c)

＜製品単位の分析方法＞

各種分析ツール(パレート図, ヒストグラム, 散布図)や生産計画や実績の差異などから, 設定した目標値から逸脱した炭素量が排出された場合に, 自動的にオペレータなどへ通知をする。

レベルd	診える化 (改善) Optimizing				
レベルc	観える化 (分析) Analyzing	⑤レベル1a~3a 製品単位の分析 ④レベル1a~3a 製品単位の可視化			
レベルb	見える化 (可視化) Visualizing				
レベルa	データ収集 Collecting				
見える化 レベル		設備・作業者 Installation & Worker	ライン Workshop	工場全体 Factory	サプライチェーン全体 Supply Chain
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
管理対象					



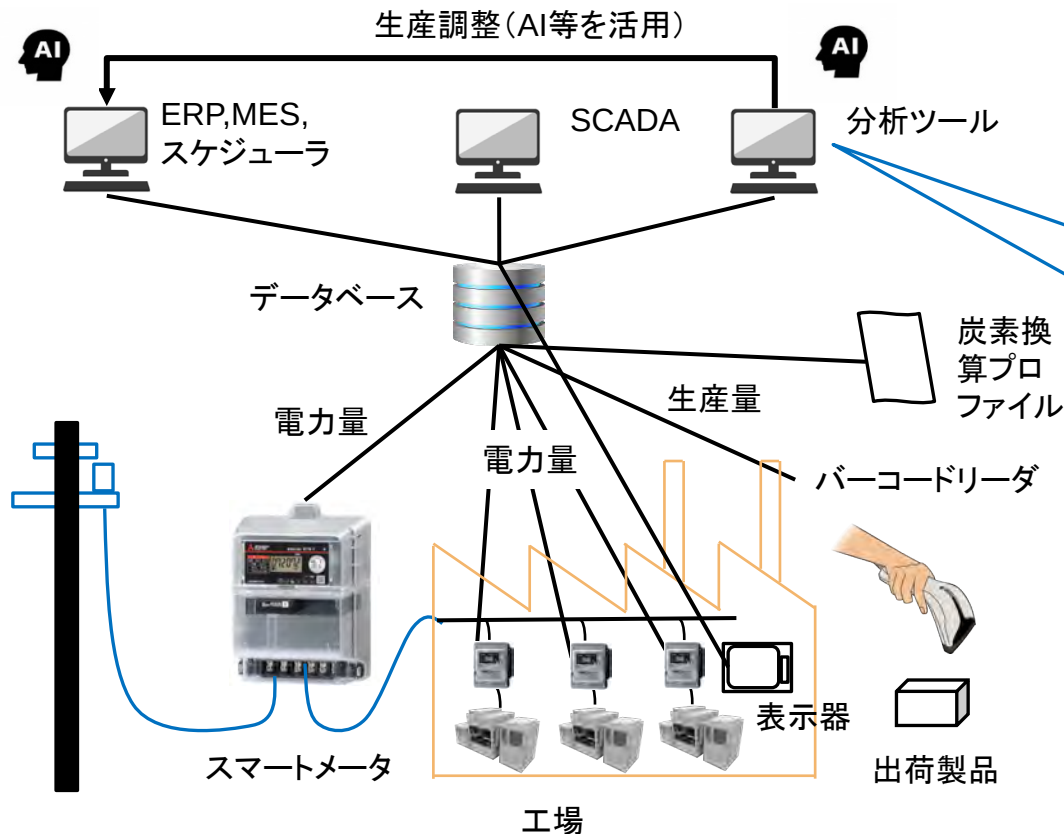
＜補足＞

これにより早期に異常状態への対策が可能となる。

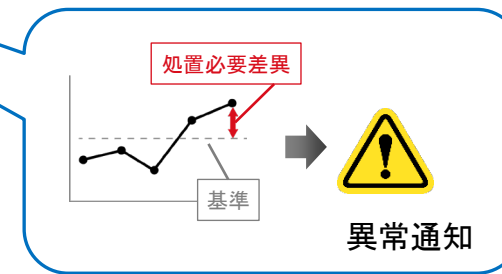
炭素排出量のみえる化(レベル1a~3d)

<自動改善について>

目標の炭素排出量から逸脱する場合は, ERPやスケジューラ, MESなどと連携して自動的に生産調整を実施する。



レベルd	診える化 (改善) Optimizing	⑥レベル1a~3a 自動改善 ⑤レベル1a~3a 製品単位の分析			
レベルc	観える化 (分析) Analyzing				
レベルb	見える化 (可視化) Visualizing				
レベルa	データ収集 Collecting				
みえる化 レベル		設備・作業者 Installation & Worker	ライン Workshop	工場全体 Factory	サプライチェーン全体 Supply Chain
管理対象		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4



<補足>

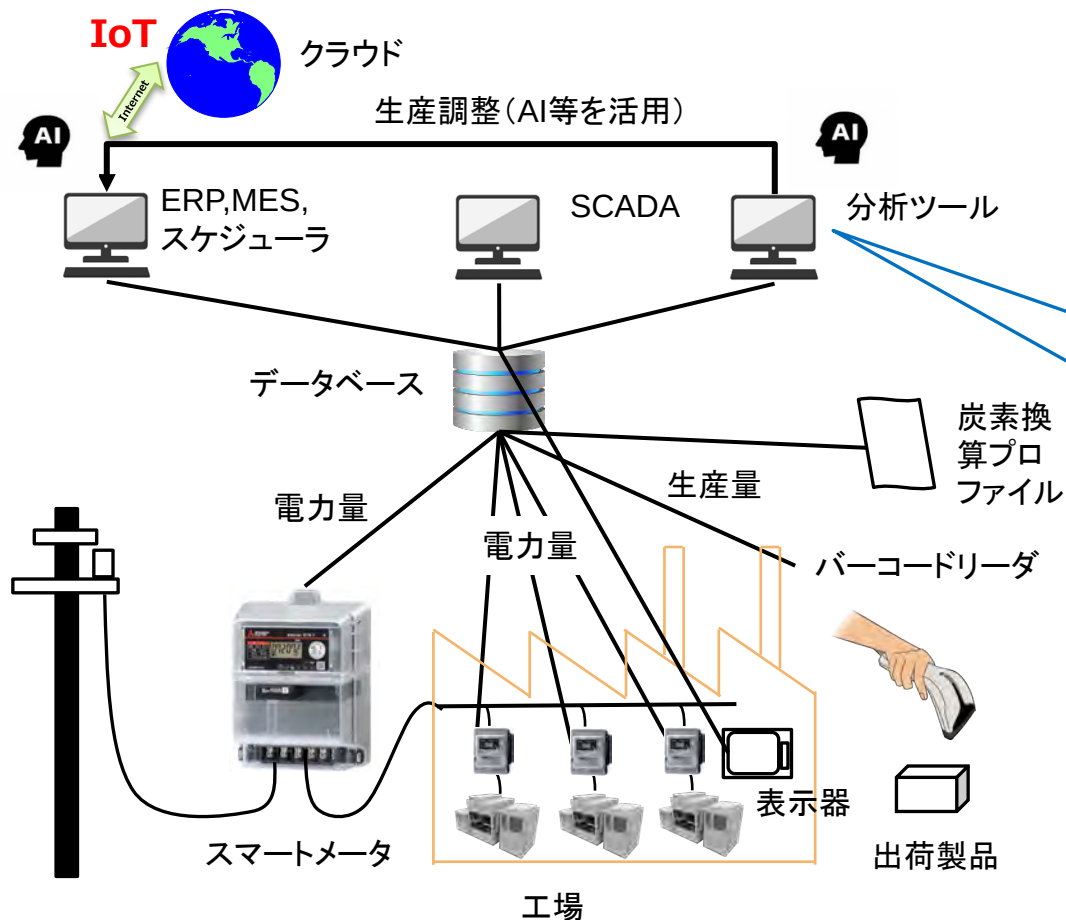
この場合多くのシステムからの情報を複合的に判断する必要がある為, AIなどを活用して分析・改善する事が望ましい。

但し, AIが発達途上の現在では経営に影響を与えるような重要な情報はハイブリッド的にAIの判断を参考に人が判断しても良い。

炭素排出量のみえる化(レベル1b~4d)

＜クラウドへの接続＞

グローバルなクラウドへ接続(GAIA-Xなど)して炭素排出情報を取引企業へ伝達する。



レベルd	診える化 (改善) Optimizing	⑥レベル1a~3a 自動改善				④~⑥ レベル2b~4d クラウドでの みえる化	
レベルc	観える化 (分析) Analyzing						
レベルb	見える化 (可視化) Visualizing						
レベルa	データ収集 Collecting						
見える化 レベル		設備・作業者 Installation & Worker	ライン Workshop	工場全体 Factory	サプライチェーン全体 Supply Chain		
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4		
管理対象							

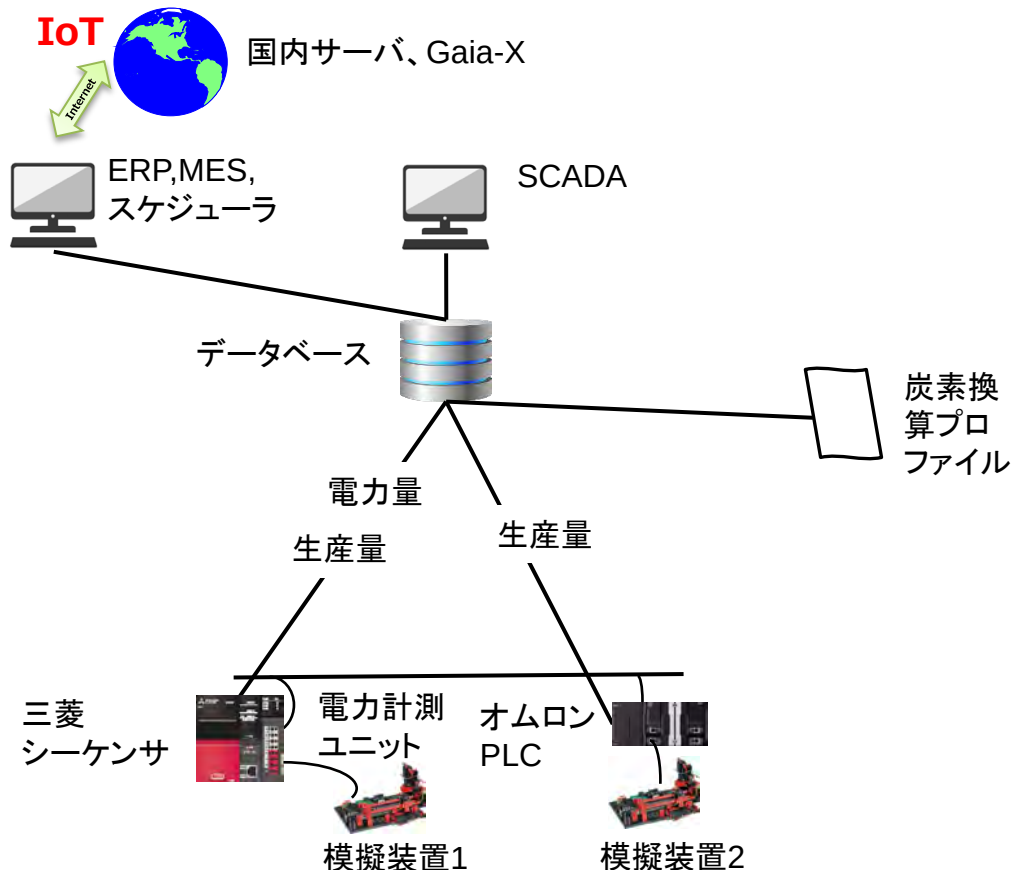
＜補足＞

単にクラウドに接続するだけではなく、炭素排出量に関してクラウドでの可視化、分析、改善きるような新たなサービスが今後期待できると考える。

炭素排出量のみえる化(IIFESデモ展示)

<製品単位の可視化>

SCADAや製造現場の表示器などでリアルタイムに製品単位やロット単位で炭素排出量を自動表示。また欧州クラウド(GAIA-X)へ接続する。

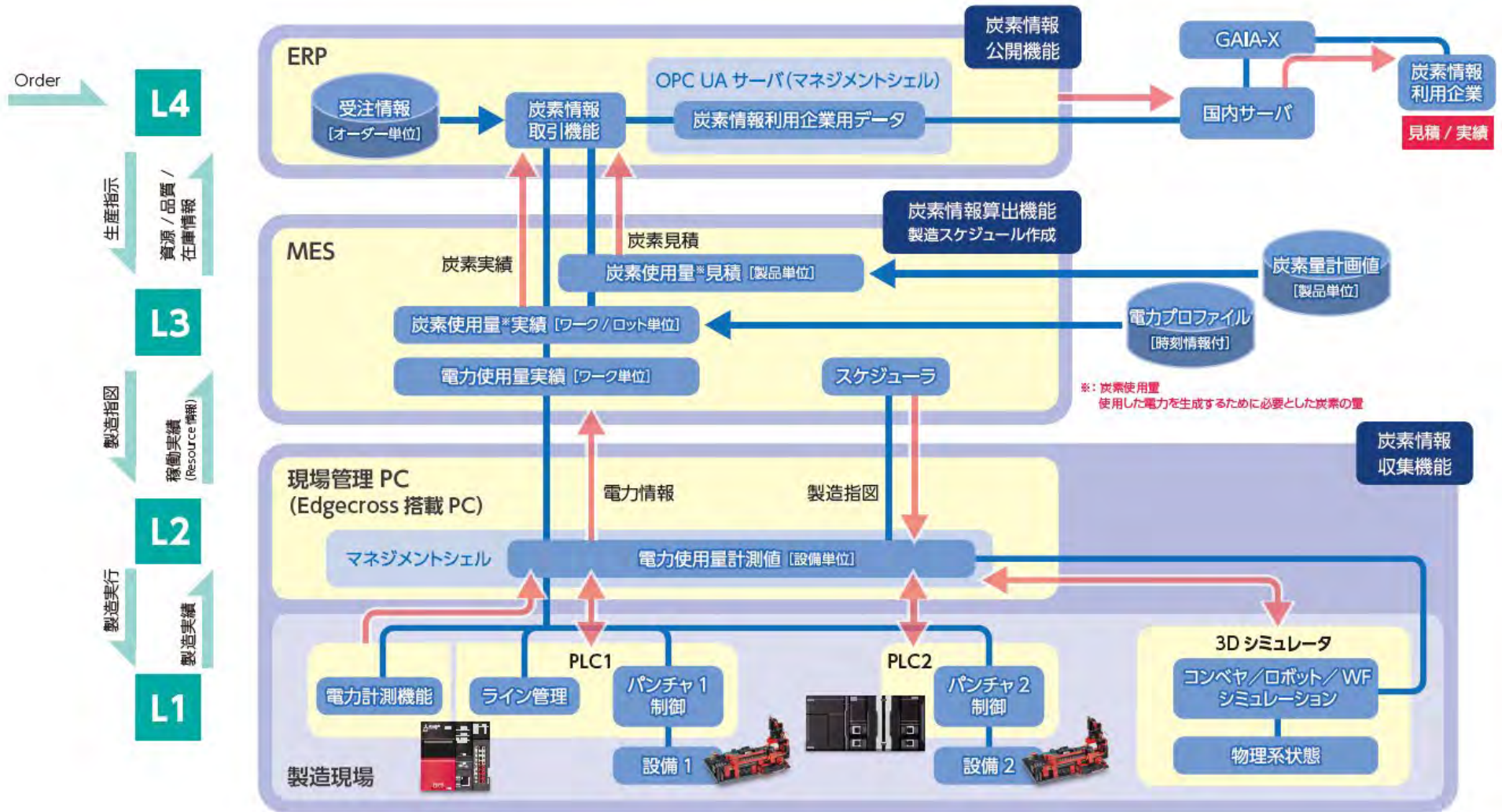


レベルd 見える化 (改善) Optimizing				
レベルc 見える化 (分析) Analyzing				
レベルb 見える化 (可視化) Visualizing	④レベル1a~3a 製品単位の可視化			④~⑥ レベル1b~4b クラウドでの 見える化
レベルa データ収集 Collecting				
見える化 レベル 管理対象	設備・作業 Installation & Worker	ライン Workshop	工場全体 Factory	サプライチェーン全体 Supply Chain
	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4

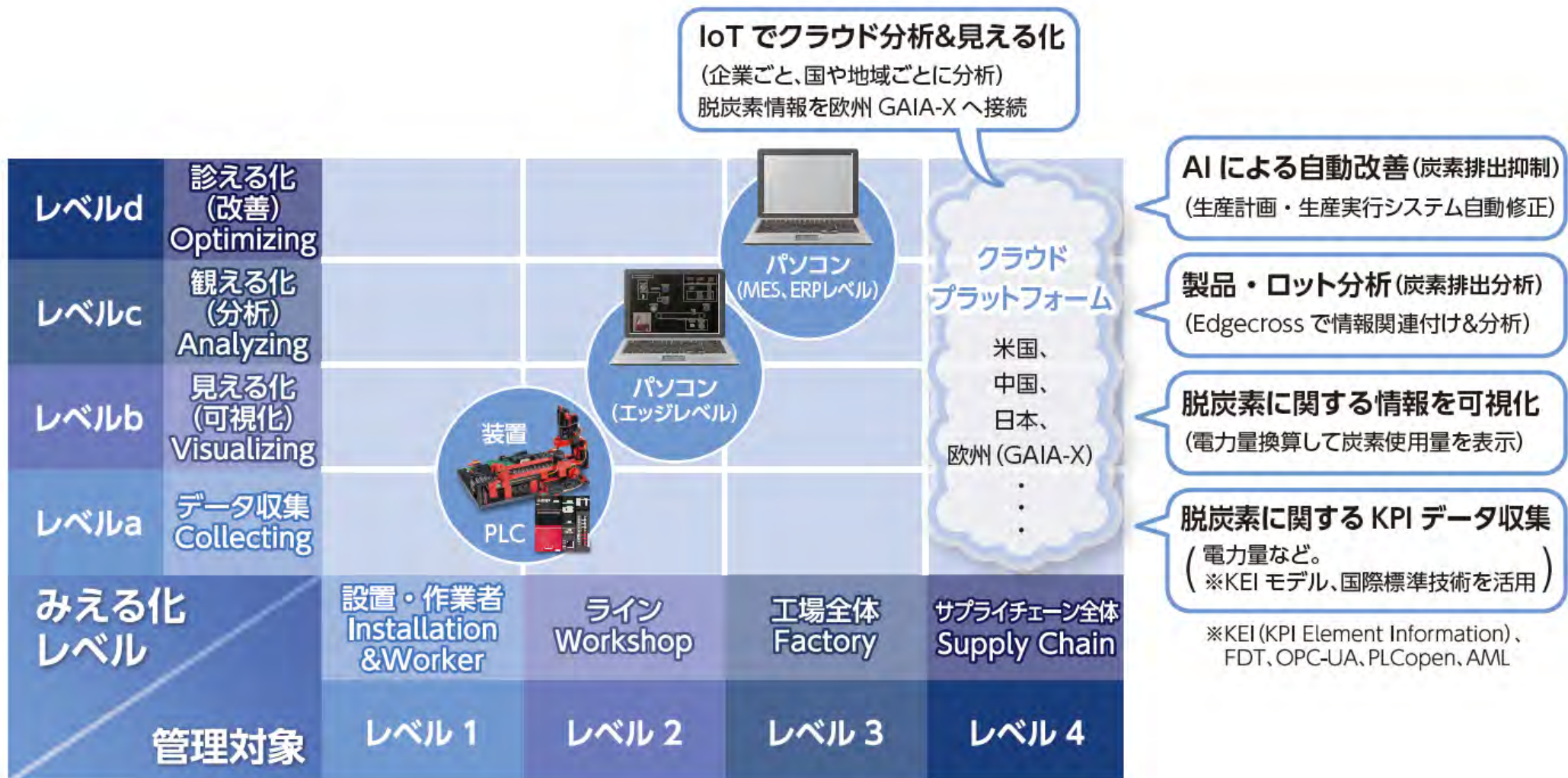
<補足>

工場は模擬装置やPLCを使い電力量を収集。

炭素量計測システム例 (SMKLLレベル4c)

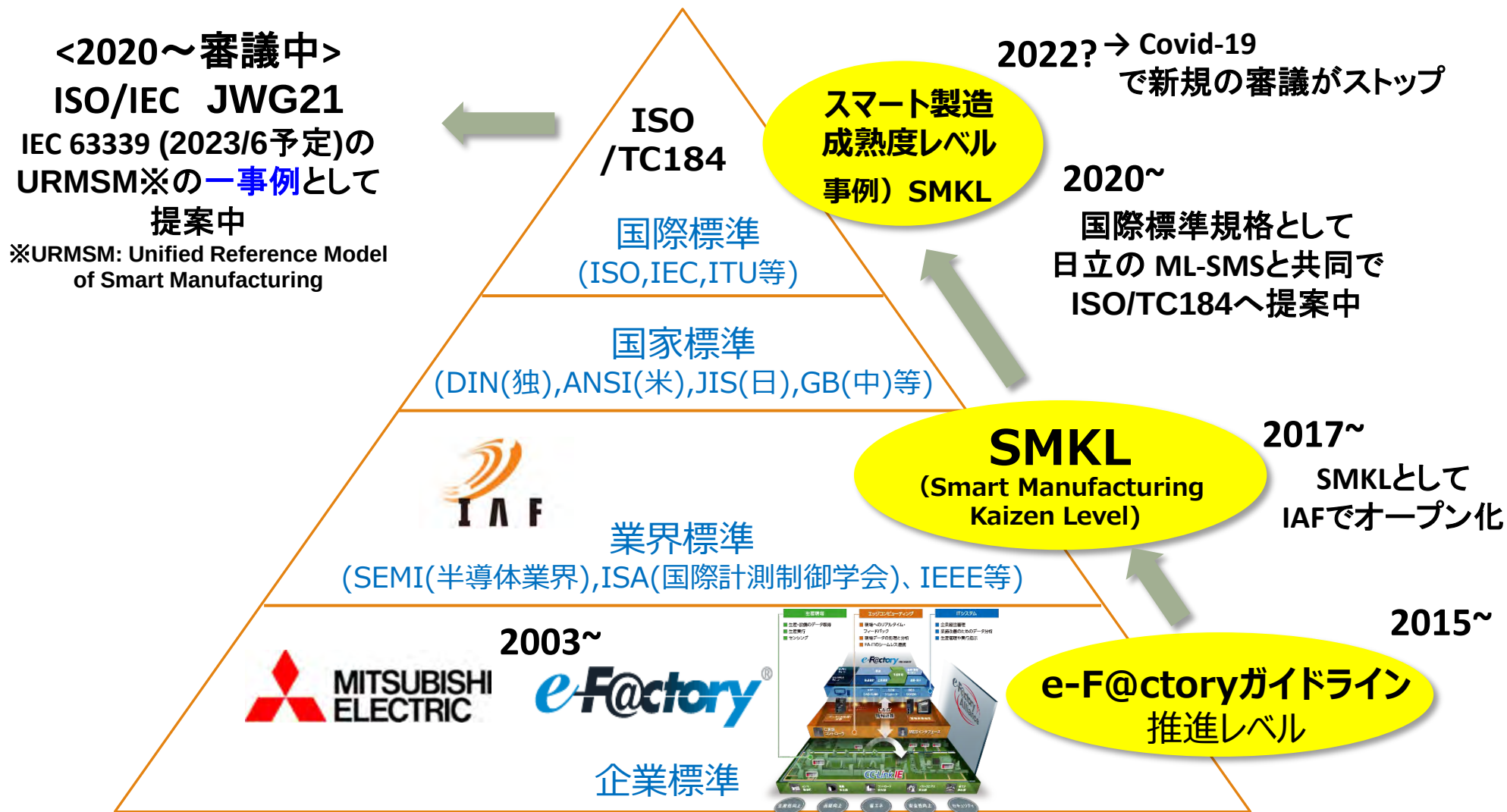


IIFESデモシステムにおける IIoT成熟度レベルの見える化(SMKL)



- ◆ IAF紹介(5分)
- ◆ スマート製造について(5分)
- ◆ スマート製造を実現する為のSMKLについて(15分)
- ◆ 脱炭素社会に向けたGAIA-X接続デモシステムの説明(10分)
- ◆ 質疑応答(3分)
- ◆ 最後に(2分)

SMKLの海外展開とオープン化経緯



最後に

- ◆ 脱炭素社会など※の実現に向けて、工場をスマート製造化し、企業の枠を超えて世界中の企業をつなげて行く必要がある

※DX, I4.0, IoT, Digital Twin, Connected Industry, SDGs, Society 5.0…

- ◆ OT側の変更によるITの情報ギャップを埋めるKEIモデルを提案
- ◆ 炭素情報など、企業に必要なKPIを選定して、費用対効果を考えながら段階的にスマート製造化を推進するSMKLを提案
- ◆ 工場のKPIとして炭素情報を選定し、既にオープン化されている技術（OPC UA, Edgecross, Gaia-X等）を利用してグローバルな炭素情報のデータ流通のデモシステムを構築
- ◆ 今後も日本が積極的に関与してオープン化、標準化すべき案件であり、IAFとして活動を推進する

→参加企業や団体があれば是非ご連絡をお願いします

ご清聴ありがとうございました

以上