



# JAPAN PACKセミナー

【セッション番号：DX-16】

DXやGXを段階的に実現するSMKL指標について

※SMKL (Smart Manufacturing **Kaizen** Level)

開催日時:10/10(金) 15:40～16:30

会場名:DXステージ【東8ホール内】



IAF/SMKLプロジェクトホームページ  
はこちらからアクセスできます。



## 自己紹介

藤島 光城 一般財団法人製造科学技術センター IAF SMKLPプロジェクト 主査  
三菱電機（株）名古屋製作所 開発部 規格標準化推進グループ Associate Expert

**<略歴>** 1993年に三菱電機(株)名古屋製作所に入社。  
NC装置、ロボット、安全シーケンサ等の設計/開発を経て、現在、開発部に所属。  
スマート製造関連の標準化会議や、様々な国内コンソーシアムの活動※に参加し、  
産業用IoTや製造業DXに関する規格や標準化活動に従事。

### ◆国際標準化

IEC/SyC\_SM/ahG9国内専門委員会委員長

### ◆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

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

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、SyC\_SM企画G リーダ

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

GxDコンソーシアム/価値化WG/データ要件SWG/主査

### ◆大学関連

東京科学大学MOT標準化戦略実践コース 講師(2019/7～)

早稲田大学嘱託（2020/6～）IONL（FDTセクション・メンバー）

北九州工業高等専門学校「第4次産業革命ものづくりマネジメントビジネススクール他」 講師(2023/2～)

### ◆論文

[三菱電機技報2020年4月号 論文03](#) ⇒SMKL関連

[三菱電機技報2024年4月号 論文05](#) ⇒サイバーセキュリティ関連

## 目次

1. スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXとは？
2. SMKЛとは？
3. SMKЛの適用方法と事例
4. SMKЛ簡易診断 Webツール紹介
5. SMKЛのオープン化、国際標準化の経緯
6. SMKЛを使ったGXについて
7. SMKЛとIoT、DX、AIとの関係
8. まとめ

## スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXとは？

～赤字が本日の話題～

～沢山のパスワードがあるが、その多くはデジタルの世界～

## デジタル・トリプレット

## 知識・モデル世界を融合



## 製造DX

## 製造ビジネスモデル変革

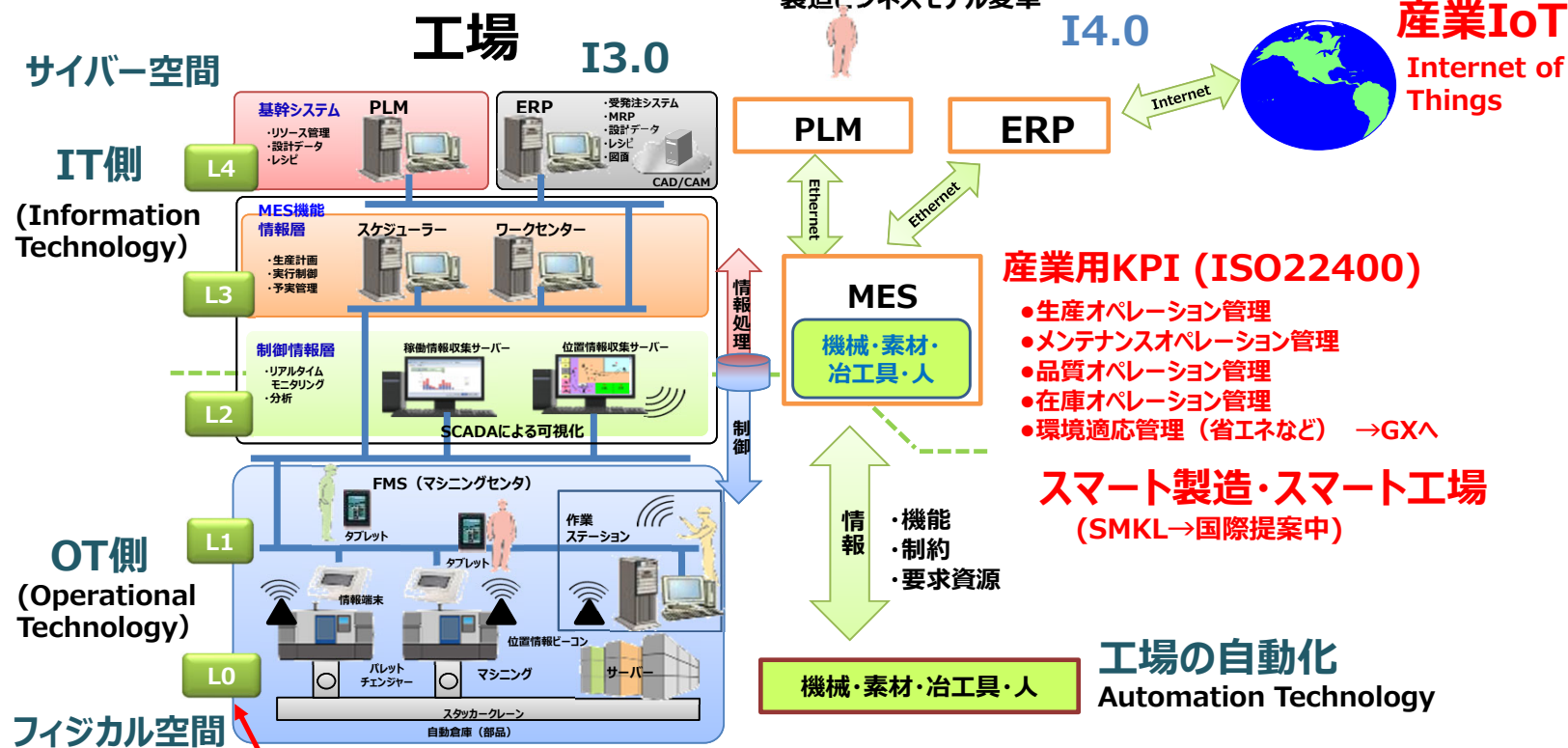
## I5.0? 人・環境？

## 人・環境？

## Connected Industry

**SDGs**  
**Society 5.0**

**産業IoT**  
Internet of Things

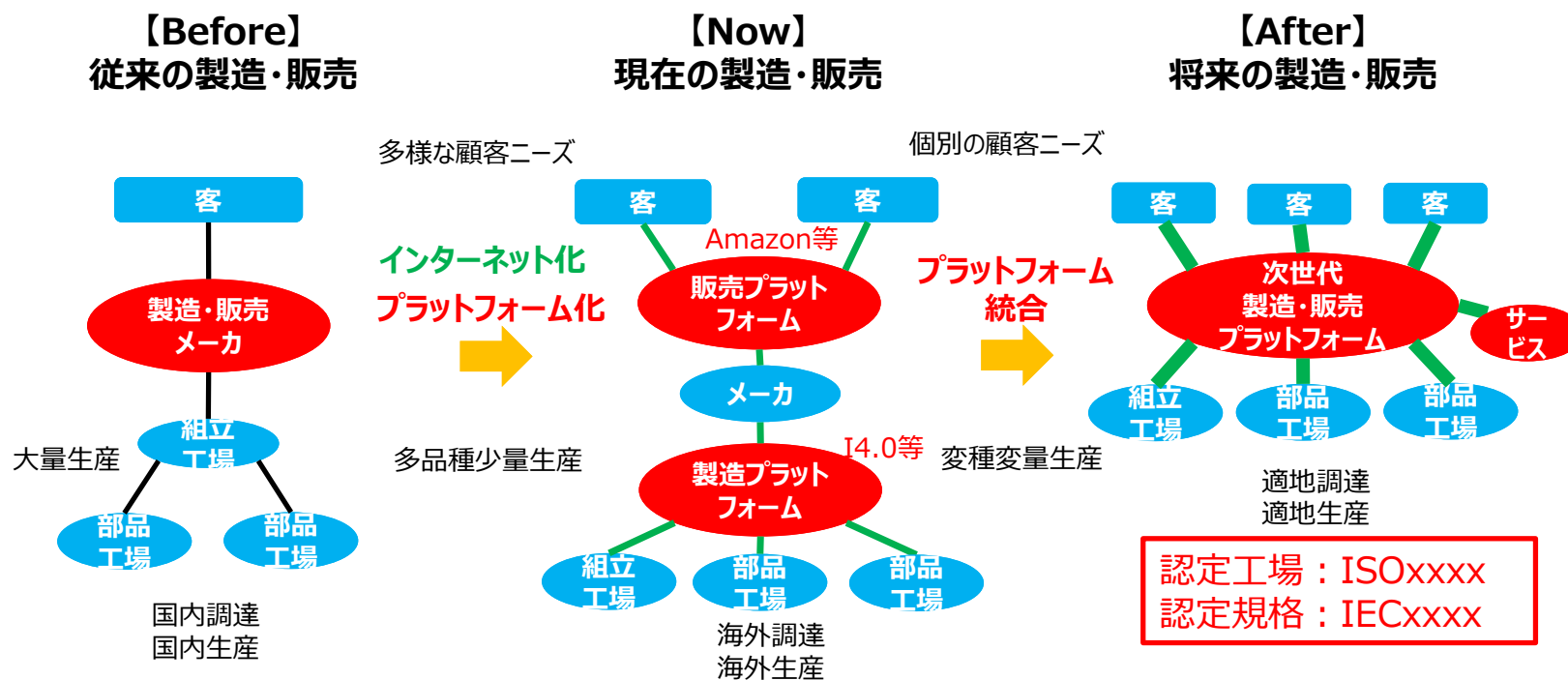


# ISA95/IEC62264

参照：<https://iaf.mstc.or.jp>

# スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXを実現したらどうなるか？

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。



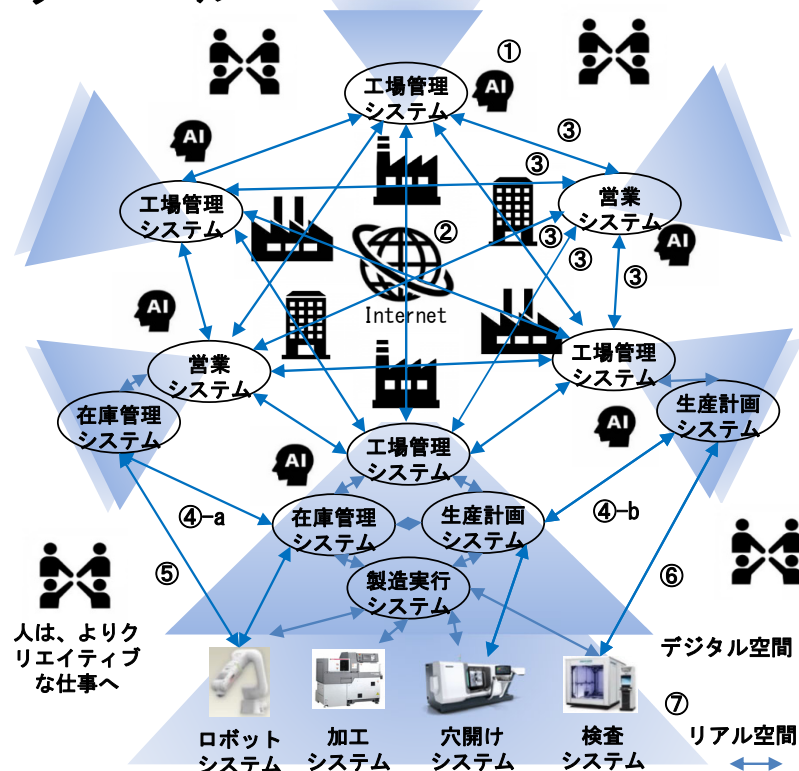
**次世代の製造・販売プラットフォームとはどのようなものか？ 早期に見極め対応する事が重要**

- 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>

# スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXを実現したらどうなるか？

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、JISB3951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

この理想世界を早期に実現する事が、日本産業界の競争力となる

# 三菱電機の手組みについて

## <e-F@ctory>

FA技術とIT技術を活用することで、開発・生産・保守の全般にわたるトータルコストを削減し、お客様の改善活動を継続して支援するとともに一歩先のものづくりを指向するソリューション提案

2003年から  
提唱

### アーキテクチャ

- 生産現場のデータを  
リアルタイムに収集  
見える化 可視化
- FAで収集したデータを一次処理し  
(エッジコンピューティング)  
ITシステムへシームレスに連携  
観える化 分析
- ITシステムによる分析・解析結果を  
生産現場にフィードバック  
診える化 改善

生産現場の「みえる化<sup>3</sup> (キューブ)」：  
見える、観える、診える」と  
「使える化」により企業価値向上を支援します

### SMKLの基本的な考え方

#### ITシステム

#### エッジコンピューティング

#### 生産現場



FA : Factory Automation, IT : Information Technology





# スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXを実現するには？

とりあえずデータを集めてみたけど、  
「投資に見合う効果がでない」という課題がある

LESSONS LEARNED:

**Dream big, start small.**



投資に見合う効果 ROI: Return on Investment



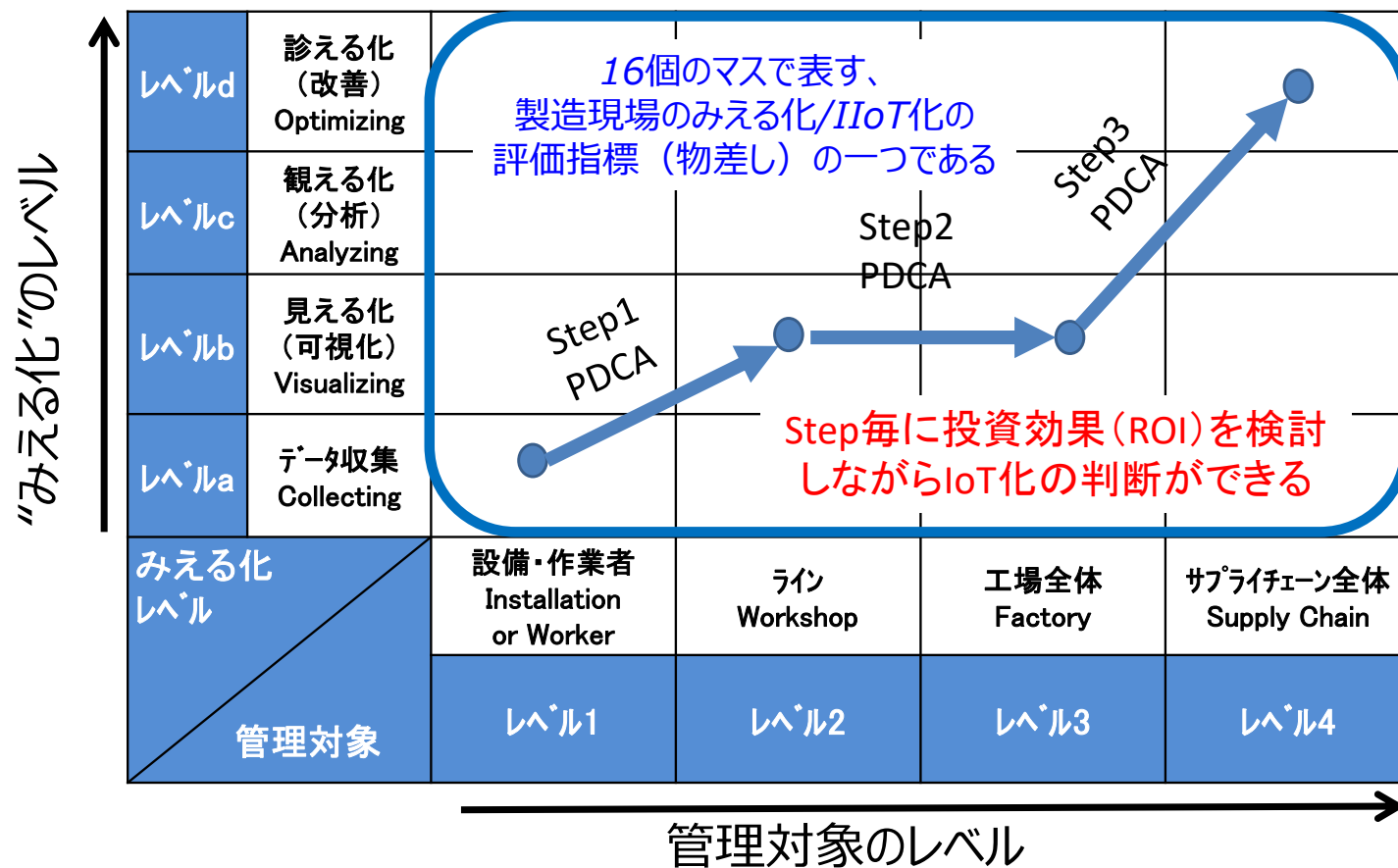


## 目次

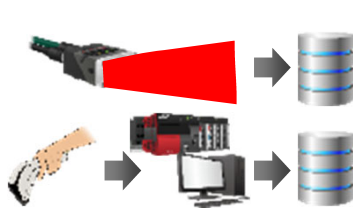
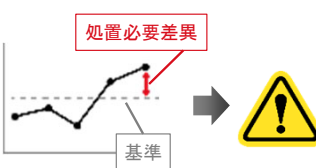
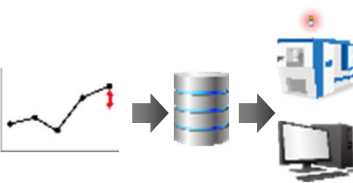
1. スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXとは？
2. SMKLとは？
3. SMKLの適用方法と事例
4. SMKL簡易診断 Webツール紹介
5. SMKLのオープン化、国際標準化の経緯
6. SMKLを使ったGXについて
7. SMKLとIoT、DX、AIとの関係
8. まとめ

# SMKLとは？

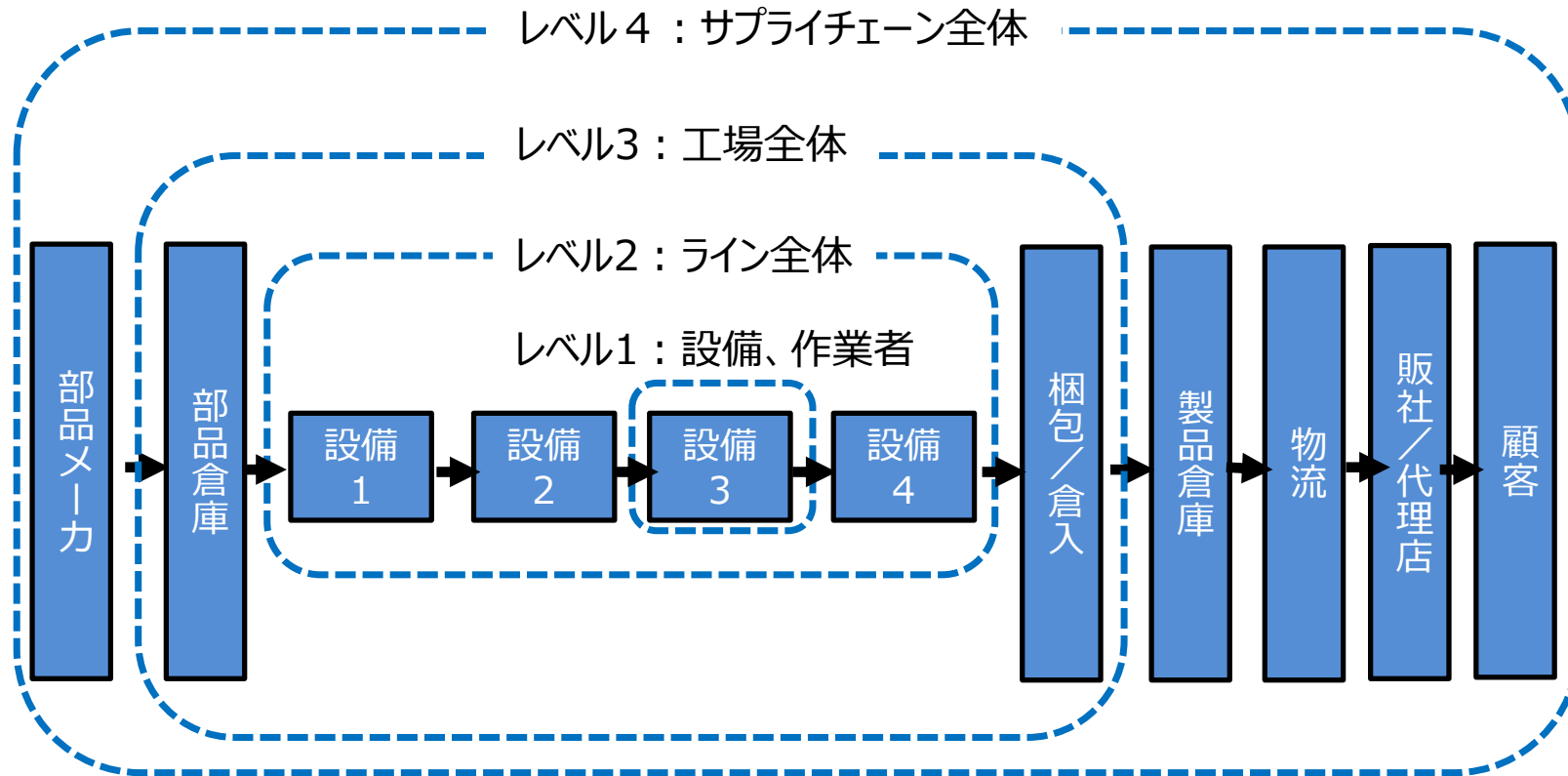
## SMKL (Smart Manufacturing **Kaizen** Level)



## “見える化”のレベルの考え方

| 「見える化」レベル |                              | 評価基準                                                                                                                                                   | 例                                                                                                                                                                           |
|-----------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| レベルa      | データ収集<br>Collecting          | <ul style="list-style-type: none"> <li>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、<b>管理に必要なデータを電子的に自動収集、蓄積</b>している。</li> <li>※手書き日報等のエクセル等への入力対象外。</li> </ul>       |  <ul style="list-style-type: none"> <li>データベース管理</li> <li>CSV等のファイル管理</li> </ul>         |
| レベルb      | 見える化<br>(可視化)<br>Visualizing | <ul style="list-style-type: none"> <li>レベルaのデータ、及び目標(基準)データを<b>表やグラフで自動表示</b>できる。</li> <li>※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。</li> </ul>       |  <ul style="list-style-type: none"> <li>リスト表示</li> <li>グラフ<br/>(ヒストグラム、トレンド)</li> </ul>  |
| レベルc      | 観える化<br>(分析)<br>Analyzing    | <ul style="list-style-type: none"> <li>レベルbの状態に、<b>基準や目標データも自動表示され、差異の確認</b>ができる。</li> <li>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<b>処置を促す通知を自動で行う</b>。</li> </ul> |  <ul style="list-style-type: none"> <li>工程飛び管理</li> <li>工程忘れ管理</li> <li>処置警告</li> </ul> |
| レベルd      | 診える化<br>(改善)<br>Optimizing   | <ul style="list-style-type: none"> <li>レベルcの処置を必要とする差異を抑制するために、<b>人、設備、物に対し、自動的にフィードバック</b>を行う。</li> </ul>                                             |  <ul style="list-style-type: none"> <li>AI活用</li> </ul>                                |

## “管理対象”のレベルの考え方（組立工場）



### 1) 管理対象（ドメイン）やKPIが変われば管理対象は変えても良い

例1) 農業： [SAKL\(Smart Agricultural Kaizen Level\)](#) [早稲田大学](#)

その他、医療、ビル、プラント、運輸などでも管理対象は変わる

例2) KPIが環境系（電力、炭素量など）の場合はレベル1、3入替

### 2) 国際規格との関連

レベル 1 = IEC 62264, Levels 0-2, Work Units

レベル 2 = IEC 62264, Levels 3, Work Centres, Area

レベル 3 = IEC 62264, Levels 4, Enterprise, Site

レベル 4 = Enhancement Industrial 4.0, Connected World



## SMKLでみえる化する情報

# 産業用 Key Performance Indicators (ISO22400)

- KPI

- 34 KPI definition on this standard (Part2 9.1~9.35)

|                                   |   |      |
|-----------------------------------|---|------|
| ✓ Efficiency indicators           | 9 | 生産効率 |
| ✓ Quality indicators              | 9 | 品質   |
| ✓ Capacity index                  | 4 | 生産能力 |
| ✓ Environmental indicators        | 1 | 環境   |
| ✓ Inventory management indicators | 6 | 在庫   |
| ✓ Maintenance indicators          | 5 | 保守   |

設備→ラインや工程→工場→企業→企業間で、統一したものさしで評価が可能



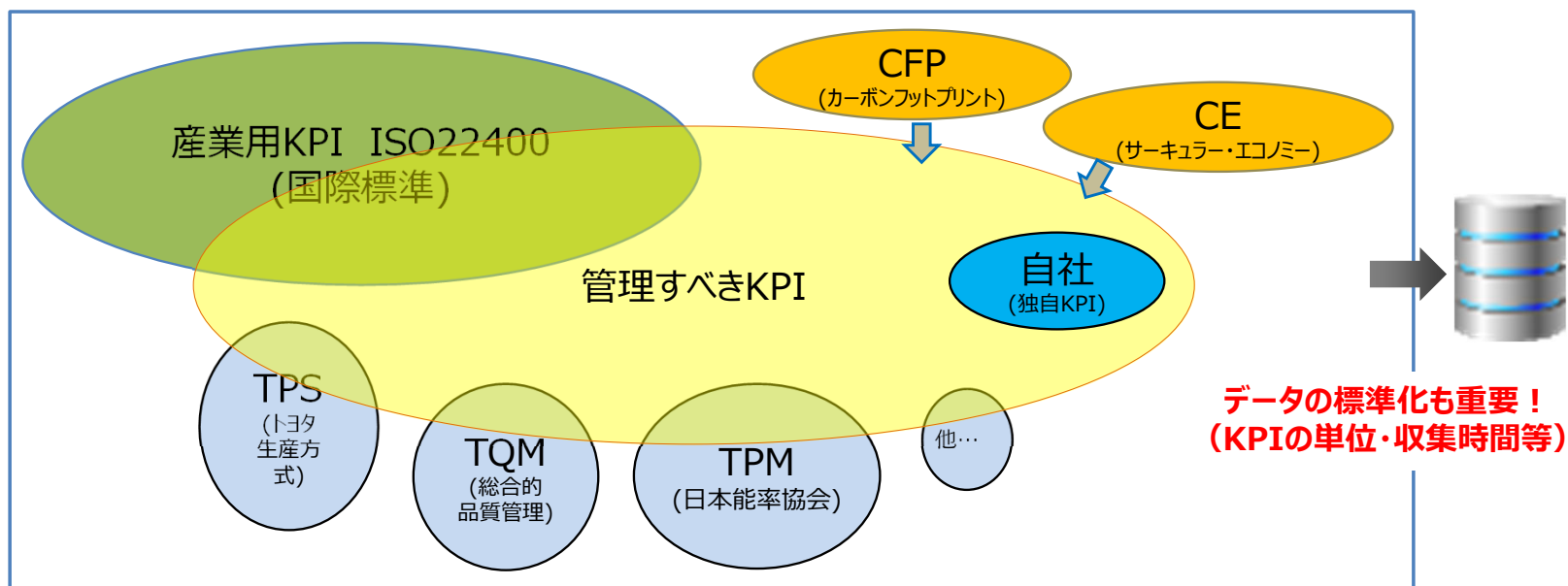
## SMKLでみえる化する情報

- 1) Worker efficiency (労働生産性効率)
- 2) Allocation ratio (負荷度),
- 3) Throughput rate (生産量比率)
- 4) Allocation efficiency (実稼働/稼働計画 比率)
- 5) Utilization Efficiency (利用効率)
- 6) OEE Index (設備総合効率),
- 7) NEE Index (正味設備効率)
- 8) Availability, (設備有効性)
- 9) Effectiveness (工程効率)
- 10) Quality ratio (品質率; 良品率)
- 11) Setup ratio (段取率)
- 12) Technical usage level (設備保全利用率)
- 13) First pass yield (直行率)
- 14) Scrap degree (廃棄度合)
- 15) Scrap ratio (廃棄率)
- 16) Production process ratio (工程利用率)
- 17) Rework ratio (手直率)
- 18) Fall-off ratio (減衰率)
- 19) Machine capability index (機械能力指数: Cm)
- 20) Critical machine capability index (クリティカル機械能力指数: Cmk)
- 21) Process capability index (工程能力指数: Cp)
- 22) Critical process capability index (クリティカル工程能力指数: Cpk)
- 23) Comprehensive energy consumption (総合エネルギー消費量)
- 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 lost ratio (製品廃棄率)
- 28) Storage and transportation lost ratio (在庫輸送廃棄率)
- 29) Other lost ratio (その他廃棄率)
- 30) Equipment load rate (設備負荷率)
- 31) Mean operating time between failures (平均故障間隔)
- 32) Mean time to failures (平均故障時間)
- 33) Mean time to repair (平均普及時間)
- 34) Corrective maintenance ratio (改良保全率)

## 生産活動で管理すべきKPIについて

経営視点・現場改善視点で有効なKPIから（役立つものから）取り入れていく

- 1) 世界の工場を繋げる為には国際標準であるISO22400のKPIを最初に検討する
- 2) その業界や取引のマネジメントに必要なKPIを選定する（TPM、TPS、TQM、CFPなど）
- 3) 上記1) 2) に無いが、自社の生産活動にとって重要なKPIは独自に定義する
- 4) 取引先からの要望が想定される新たな環境系KPIの取り込みをする（CFP、CEなど）



自社にとって必要・重要・有効なKPIをみえる化する（費用対効果）



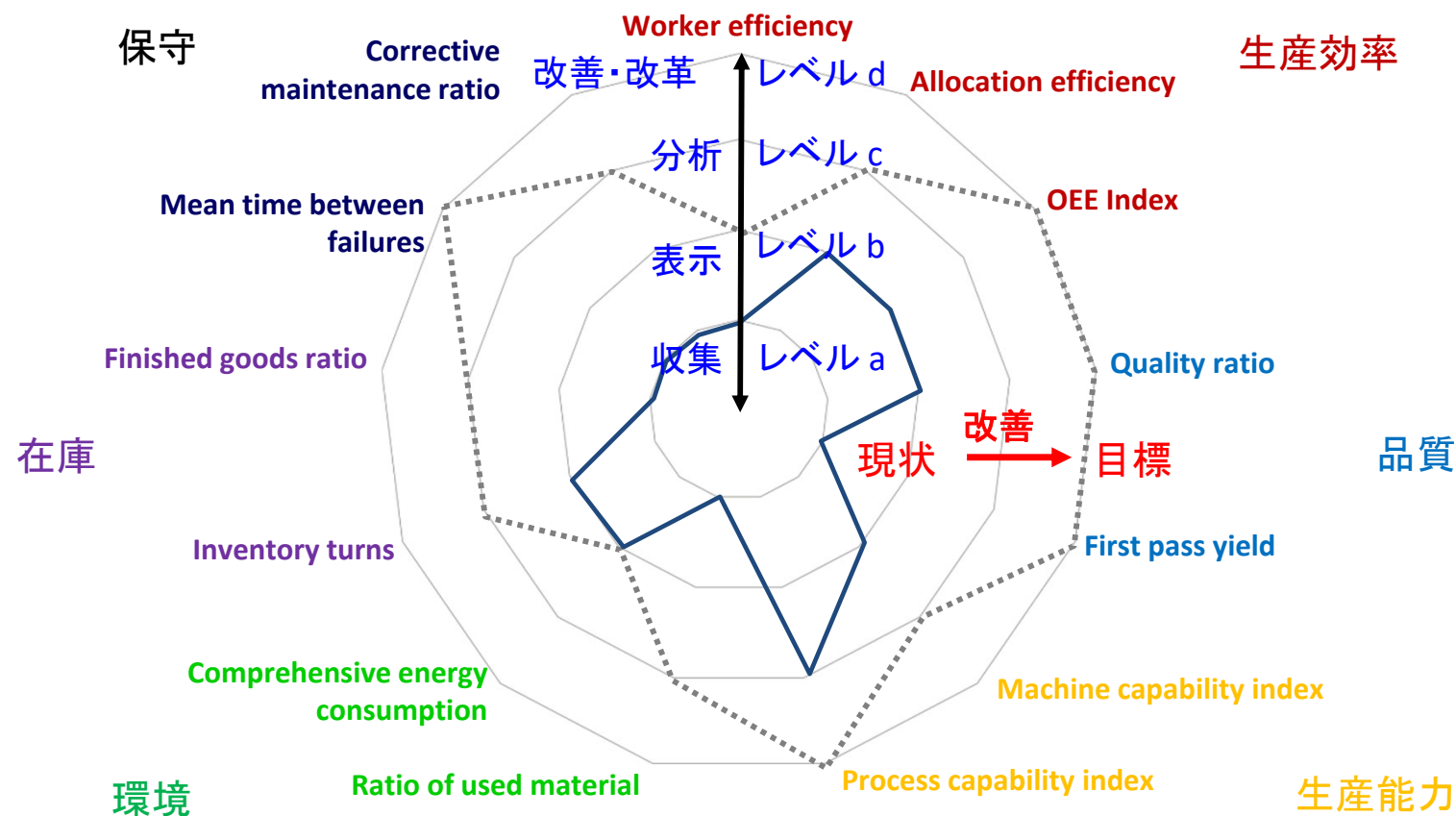
## KPIの選定方法について

- ◆選定するKPIが多ければそれだけデータ収集のためのセンサやデータ収集機器、大容量サーバなどが必要になり投資が大きくなる。
- ◆自社の生産活動にとって重要なKPI選定に迷った場合は、**製造現場の困りごとや、やりたい事**などをヒヤリングし、「**選定理由**」を明確化して、優先順位を費用対効果(ROI)で考えて投資する。

| 分類と機能の定義 |                                  | 管理項目 (KPI)  | KPI選定理由                                                    |
|----------|----------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|
| 生産       | 生産に必要な設備の状態を管理する機能               | (1) 設備稼働管理  | チョコ停などによりどのラインや工程が多く停止しているかをリアルタイムで分析したい                   |
| 在庫       | 生産に必要な仕掛品の状態を管理する機能              | (2) 現品管理    | 仕掛品の状況をリアルタイムで把握し、改善したいので現品管理で分析したい                        |
| 納期       | 納期・製品の特長・設備の制約等を加味して、生産計画を作成する機能 | (3) 日別生産管理  | 客先への正確な納期回答をするため現場の生産管理情報のリアルタイムな見える化をしたい。また、リソースの計画を立てたい。 |
|          |                                  | (4) 時間別生産管理 | 計画と実績の差異に応じて、リソースの再配分や、配送時間などと連動できるように製造指示をリアルタイムで変更したい    |

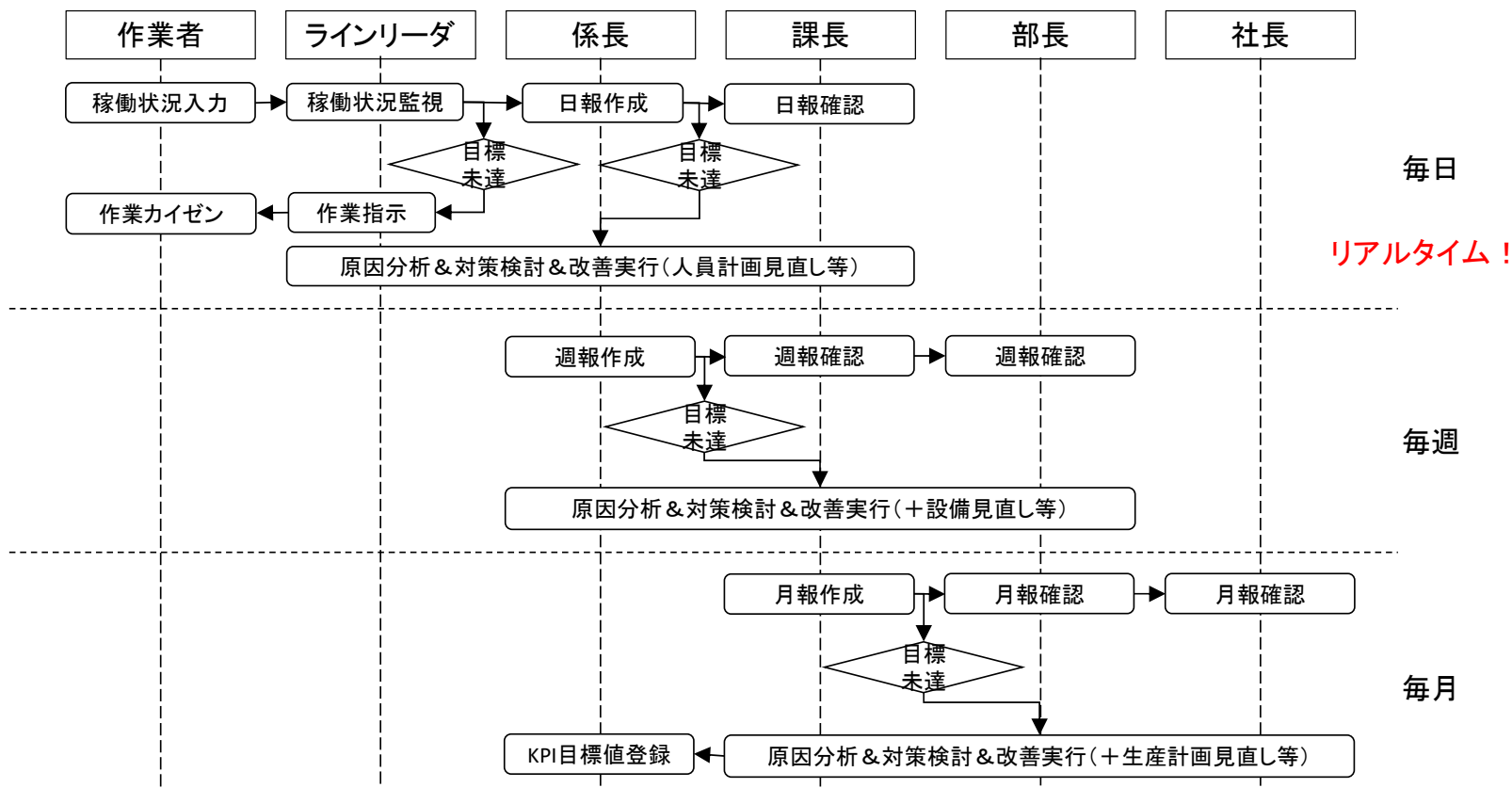
## 見える化レベルの目標設定について

現状の見える化レベルを診断し、目標を設定し、投資効果を検討して、改善活動を実施する費用対効果(ROI)で考える。→**全てのKPIの見える化で100点満点を取る必要はない**



# 誰がKPIをみるのか？

## SMKL白書での業務フロー（例）



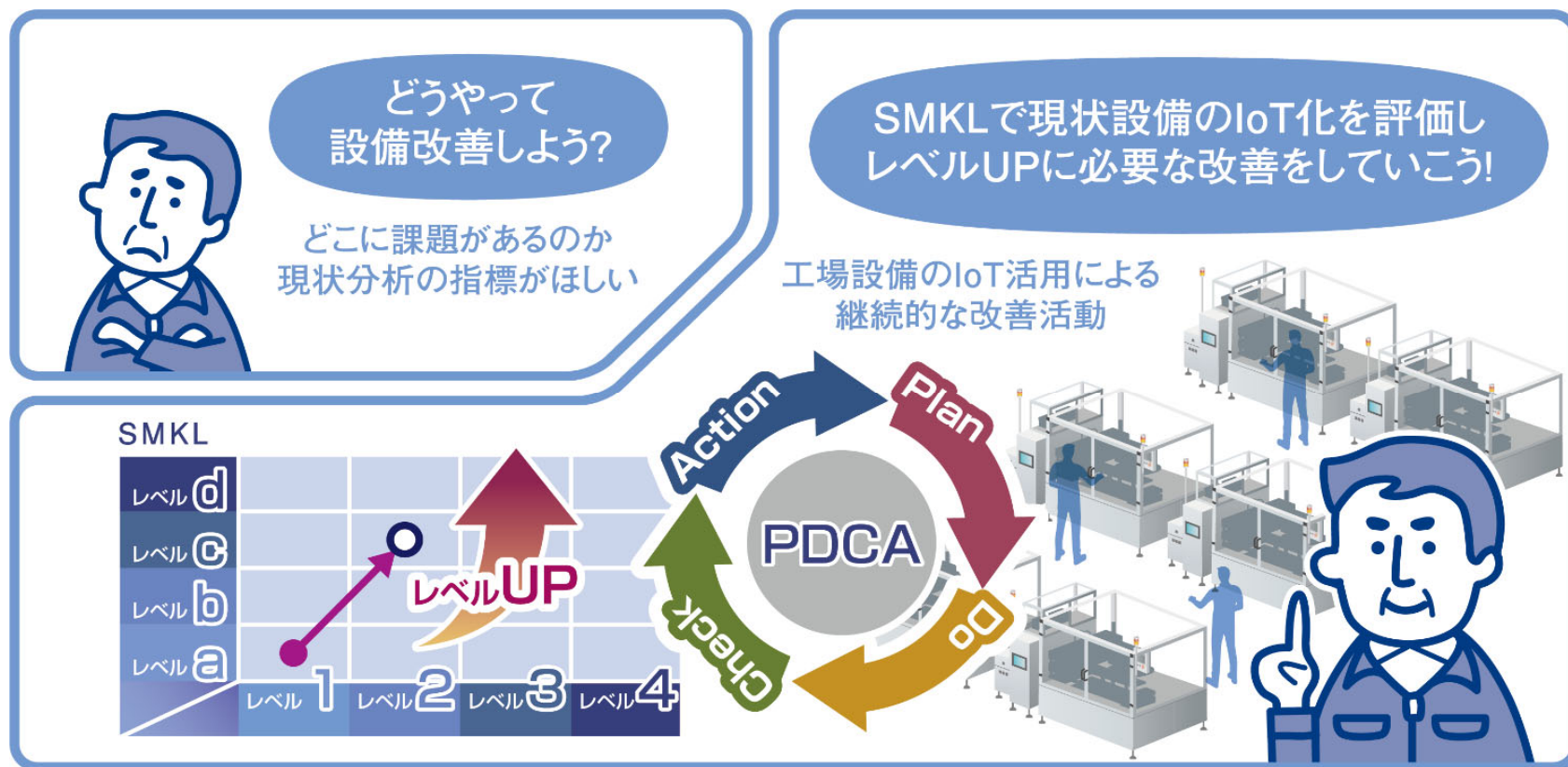


## 目次

1. スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXとは？
2. SMKLLとは？
3. SMKLLの適用方法と事例
4. SMKLL簡易診断 Webツール紹介
5. SMKLLのオープン化、国際標準化の経緯
6. SMKLLを使ったGXについて
7. SMKLLとIoT、DX、AIとの関係
8. まとめ

## 設備導入・中期計画（設備設計者）

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



# 工場導入事例(三菱電機、設備投資計画)

- 対象工程：xx装置組立（メイン組立）
- 狙い：作業効率化、指示・実績管理推進

■ 改善  
レベル  
KPI：生産性  
・品質

|   |       |     |     |          |
|---|-------|-----|-----|----------|
| d | 診える化  |     |     |          |
| c | 観える化  |     |     |          |
| b | 見える化  |     |     |          |
| a | データ収集 |     |     |          |
|   |       | 作業者 | ライン | 工場       |
|   |       | 1   | 2   | 3        |
|   |       |     |     | サブライチェーン |
|   |       |     |     | 4        |

【1a→2b】

## ■ 導入事例：組立作業サポートツール



- ① 作業者の手元タブレットにて  
図面・要領書が見れる  
(班長の図面入手時間も削減)
- ② 作業工程ごとに着手・完了計画を指示
- ③ 作業実績データとして着手・完了を収集  
※収集データは作業実績分析ツールで活用
- ④ 作業習熟管理機能を装備
- ⑤ その他情報もタブレットにて確認可能
  - ・号機情報：オプション仕様、小日程計画
  - ・板金部品確認：現物写真の直感的確認

### ■ 費用と効果

- ・投資額（xxx千円）
- ・作業ロスの削減（xxxx千円/年）
- ・新人作業ダブルチェックによる不具合削減

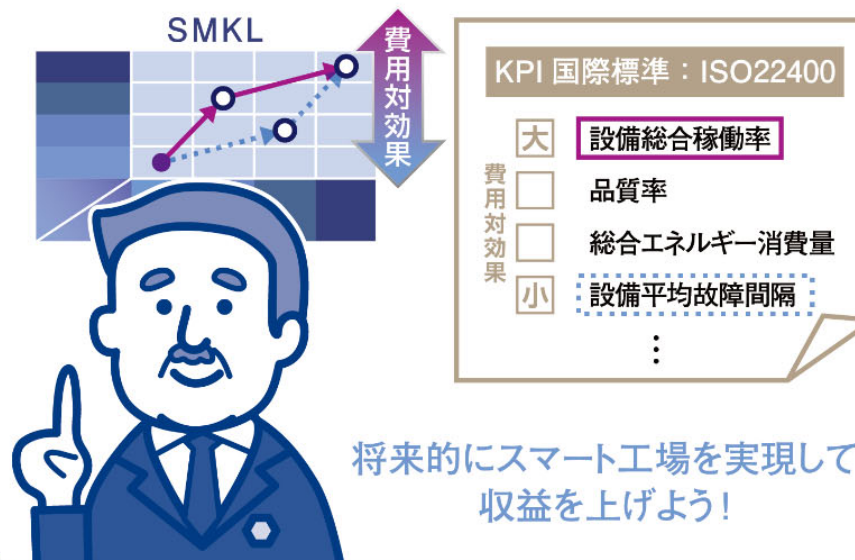
## 経営判断（工場経営者）

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？

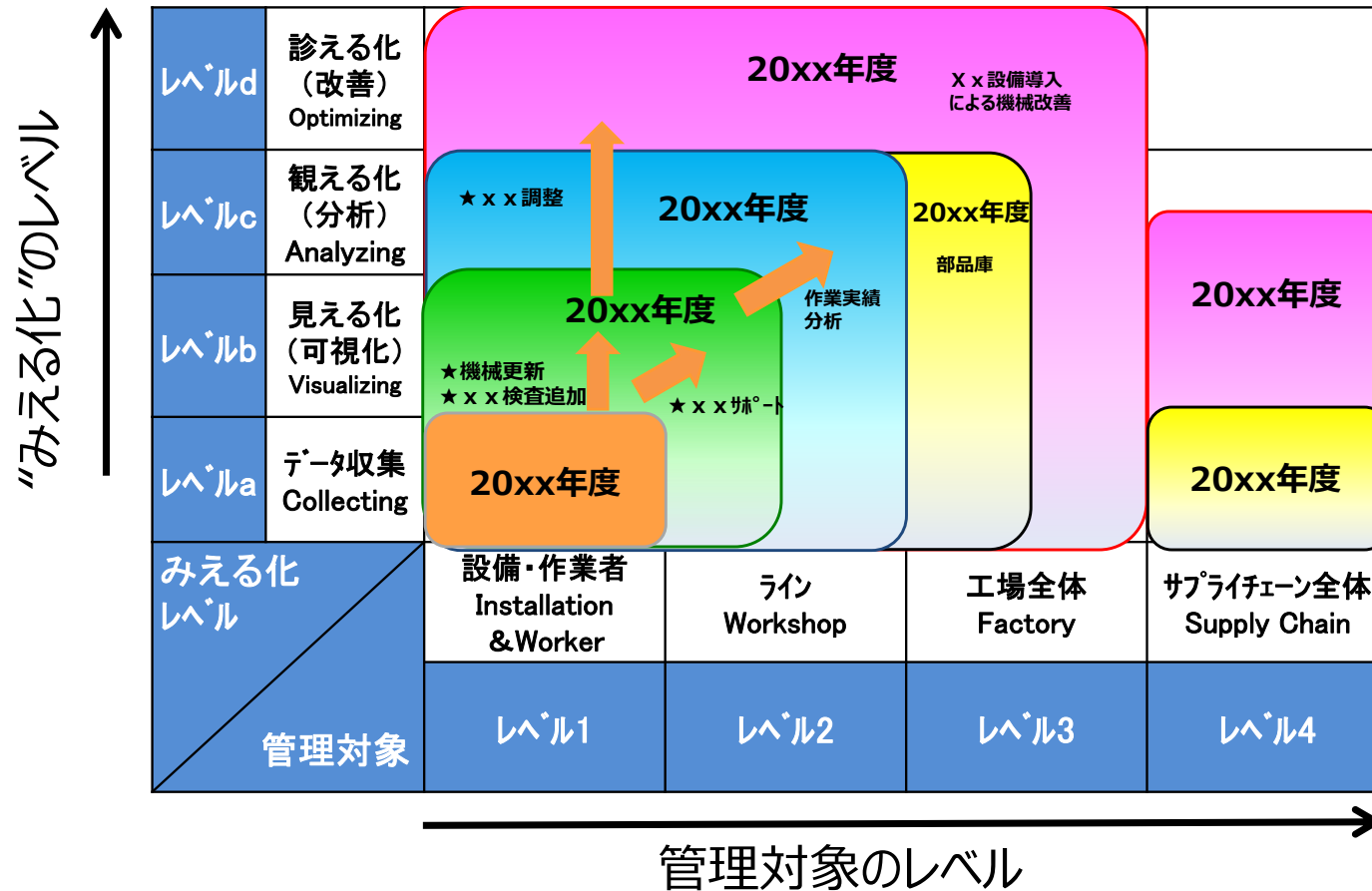


KPI に基づいた SMKL の見える化で  
費用対効果を考慮しながら工場を改善！



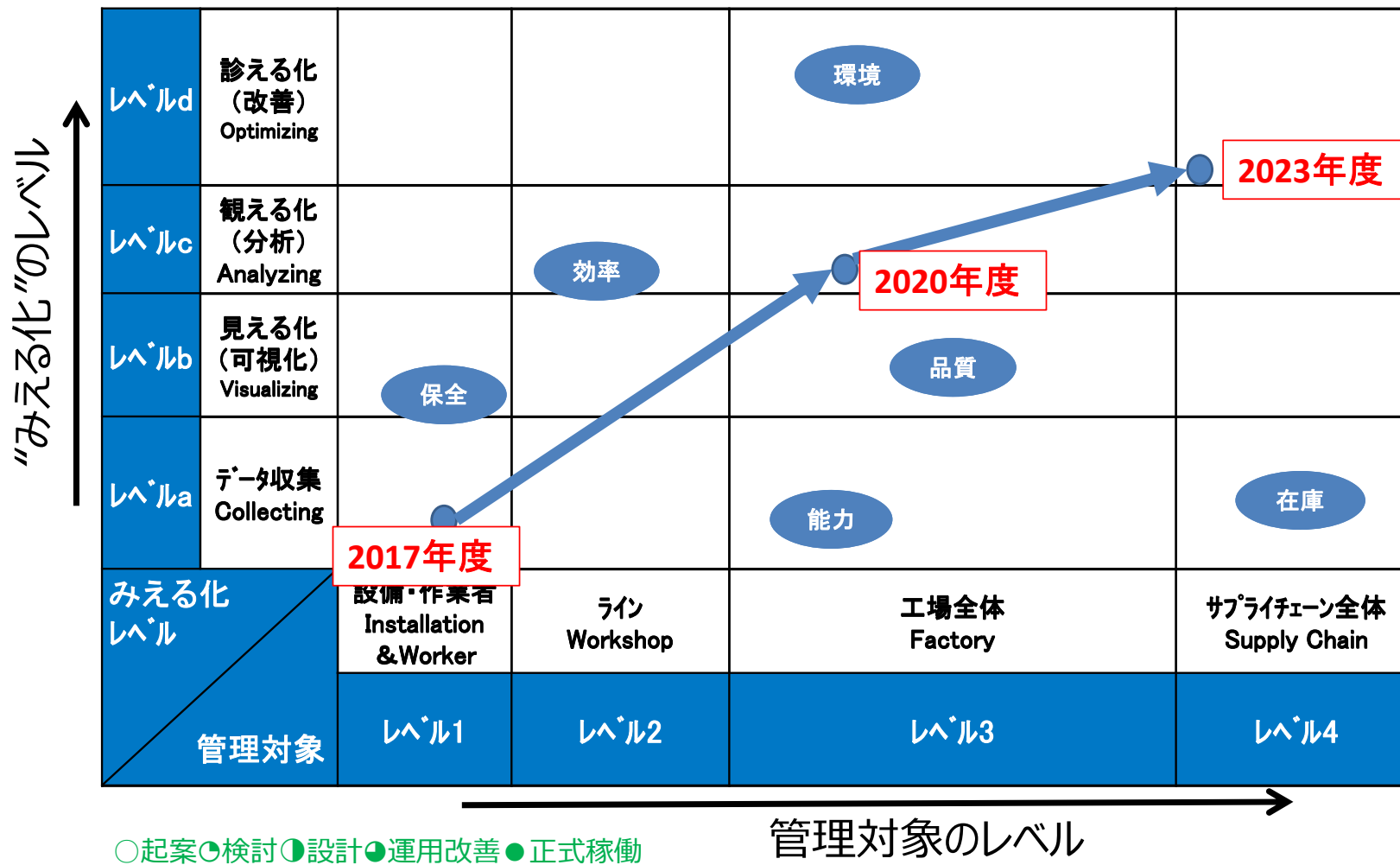


## 工場導入事例(三菱電機、中期設備投資計画)





# 工場導入事例(三菱電機：スマート工場化事例)

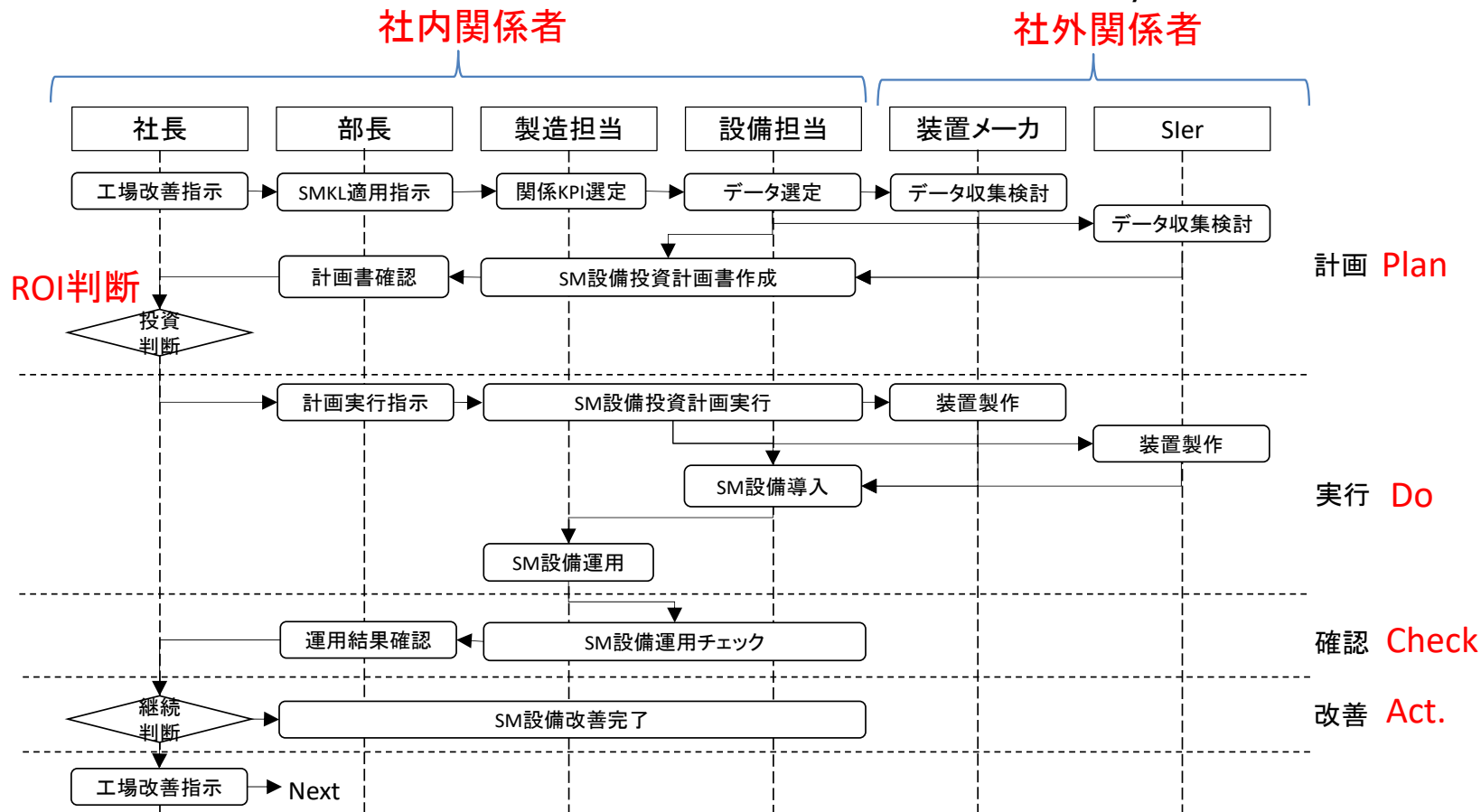


KPI's



## SMKLの使い方（みんなで目標を共有できる）

SMKLは社内関係者から社外のベンダーまで、共通のコンセンサスを得ながらIoT/DX化を推進できる会話ツール



SMKL白書(工場導入編): <https://iaf.mstc.or.jp/wp-content/uploads/2022/07/SMKLv1.pdf>

# スマート製造（SM）設備投資計画書

## 「スマート製造(SM)投資計画書」

- 1) 件名：食品系工場
- 2) 管理対象：A棟（包装工程）
- 3) 管理項目(KPI)：消費電力及びCO<sub>2</sub>排出量
- 4) 改善前(Before)：工場内のさまざまな設備から  
使用電力量などを収集していた（●）
- 5) 改善後(After)：AI機能で、詳細電力量と生産数を  
使用して分析し、具体的に改善すべき  
箇所を把握できるようになった（◎）
- 6) 課題：設備から電力のデータは集めていたがデータ量が1000以上と多く、  
人での分析や改善が困難
- 7) 改善ポイント：設備から電力のデータをAIを使って見える化＆分析し、  
改善アドバイスをもらえるようになった。
- 8) 改善効果：投資費用＝800万円※、改善費用＝400万円/年  
→**2年で回収が可能**
- 9) 副次効果：省エネに関心が無かったスタッフが関心を持つようになった
- 10) その他：殺菌工程や出荷工程での対応も進める予定（☆）

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| d |   | ◎ | ☆ |   |
| c |   |   |   |   |
| b |   |   |   |   |
| a | ● |   |   |   |
| 0 |   |   |   |   |
|   | 1 | 2 | 3 | 4 |

現状レベル：「●」  
 改善目標レベル：「◎」  
 将来目標レベル「☆」  
 レベル0：何もしていない

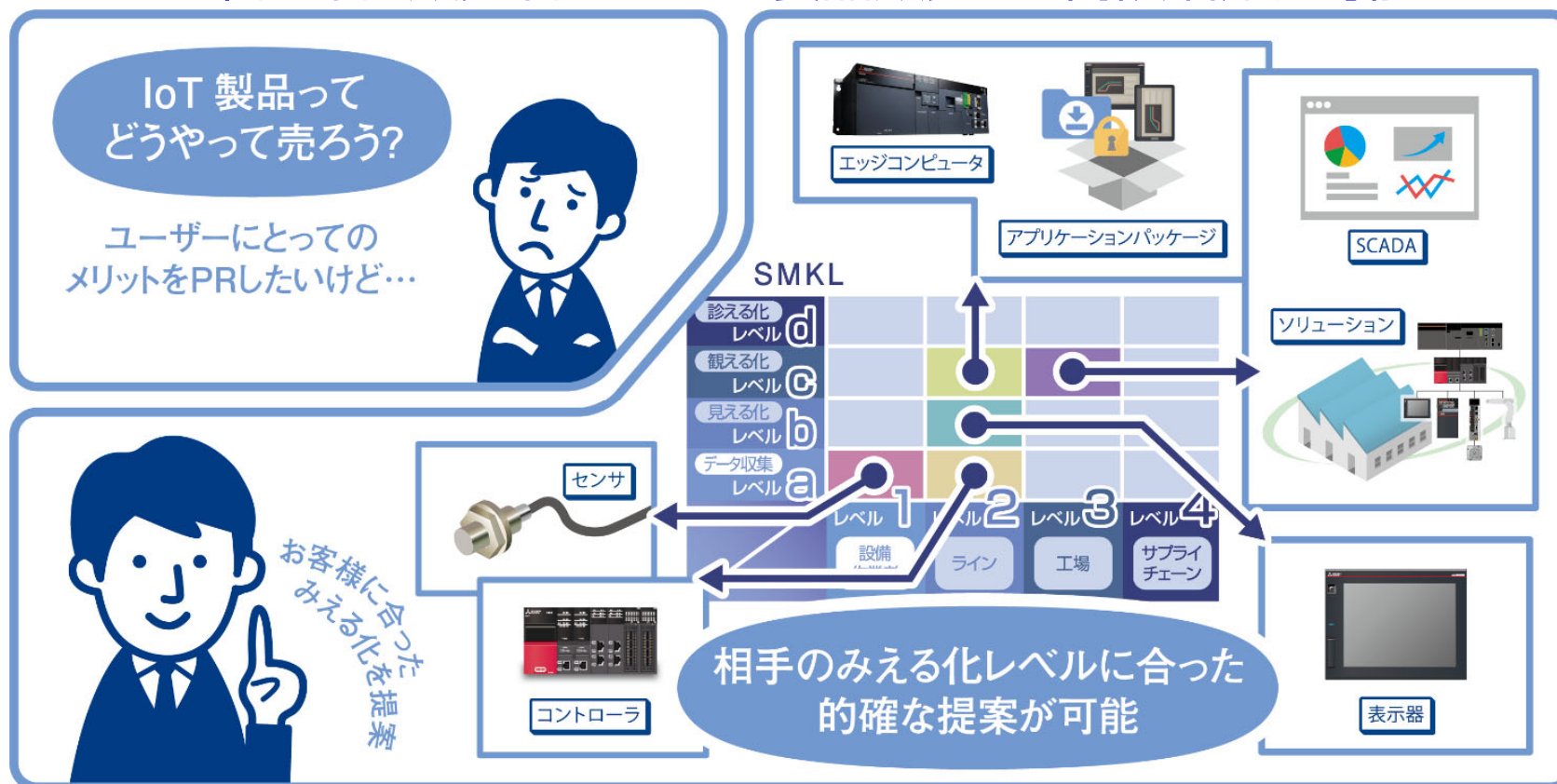
### ※AIで算定

| EcoAdviser導入費用（1000点規模工場向け）概算 |                                |                             |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 項目                            | 内容                             | 概算費用（税別）                    |
| EcoAdviserソフトウェア<br>導入        | AI診断用（WEB-GAP-AI）              | ¥12万円（税込）※                  |
| データ収集装置                       | MEI/MELCO/三菱、電力、インフラ<br>への接続など | ¥100万円～1500万円（点検・修<br>繕費は別） |
| サーバ・ネットワーク構築                  | MEI/MELCO/LAN接続、UPSなど          | ¥100万円～300万円                |
| 診断・改善・実践                      | 現場にて、システム設定、動作確認               | ¥100万円～300万円                |
| 竣工サポート・実証サ<br>ポート             | システム・G2説明、改善支援                 | ¥100万円～150万円（オプション）         |

※ 施設規模：約3000㎡～10000㎡程度

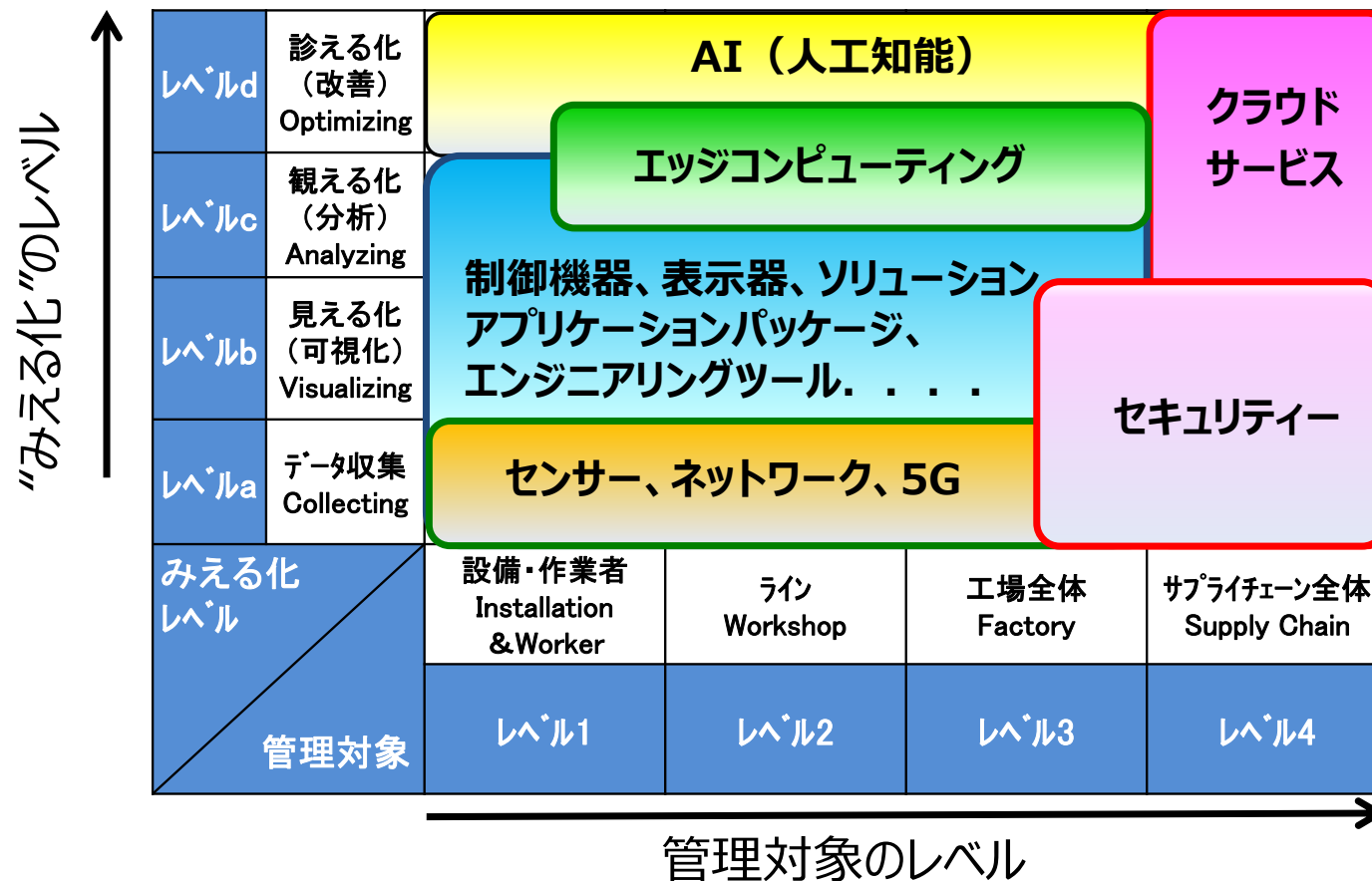
## 販売・長期継続商談（ベンダー営業マン）

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



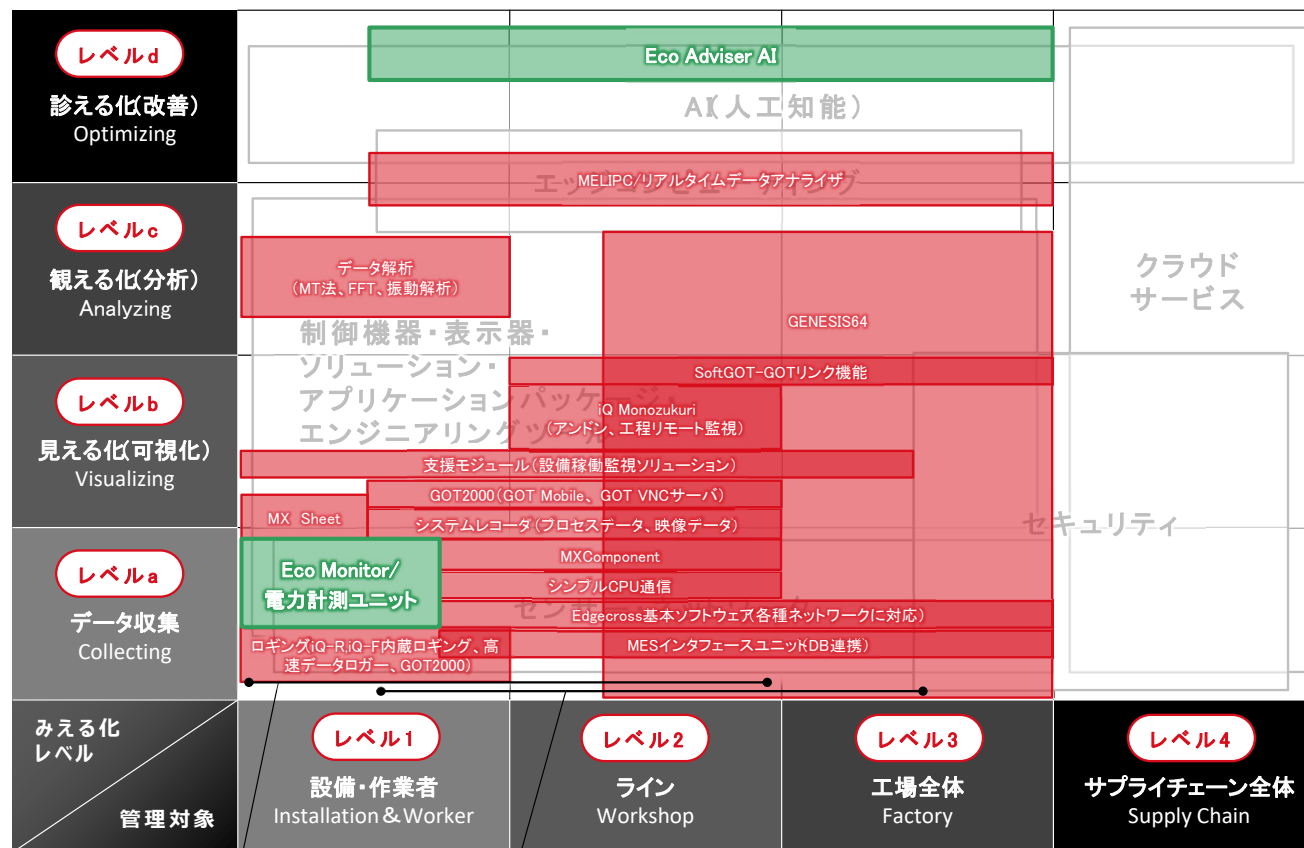
## ベンダー活用 (SMKL技術マップ例)

最新のIoT/DX技術のマッピングが可能。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）



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）



## IoT カタログ

**IoT機器  
選定ポイントのご提案**

IoT化をスムーズに  
お客様の一助となる各種情報をご提供

Ver.2.0

三菱電機株式会社



## カーボンニュートラル カタログ

**CARBON  
NEUTRAL  
PROPOSAL**

カーボンニュートラル提案書

Ver.2.0

三菱電機株式会社

**IoT化 現状確認シート** 社外秘

IoT化への取り組み方  
SMKLでの当社製品位置付け

| レベル  | レベルd<br>見える化(改善)<br>Optimizing | レベルc<br>見える化(分析)<br>Analyzing | レベルb<br>見える化(可視化)<br>Visualizing   | レベルa<br>データ収集<br>Collecting             |
|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| 管理対象 | Eco-Adviser AI<br>AI (人工知能)    | クラウドサービス                      | セキュリティ                             | レベル1<br>設備・作業員<br>Installation & Worker |
|      | レベル2<br>ライン<br>Workshop        | レベル3<br>工場全体<br>Factory       | レベル4<br>サプライチェーン全体<br>Supply Chain |                                         |

**CN導入に向けた評価指標(当社製品)**

カーボンニュートラル企業への取り組み方  
SMKLでの当社製品位置付け (カーボンニュートラル関連)

| レベル  | レベルd<br>見える化(改善)<br>Optimizing | レベルc<br>見える化(分析)<br>Analyzing | レベルb<br>見える化(可視化)<br>Visualizing | レベルa<br>データ収集<br>Collecting                   |
|------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| 管理対象 | レベルa<br>工場全体<br>Factory        | レベルb<br>ライン<br>Workshop       | レベルc<br>設備<br>Installation       | レベルd<br>生産品<br>(カーボンフットプリント)<br>Product (CFP) |

取り組みのステップ。IoT化とは管理対象が反対のイメージ(大→小)。



# SMKLベンダー活用事例（三菱電機）

 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

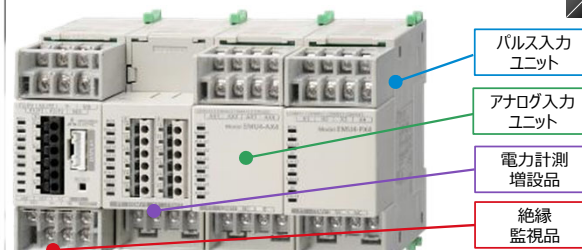
● 手軽で低コスト！とりあえず計測に最適



- 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

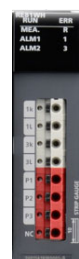
● 段階的な拡張もかんたん！多回路対応



|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| d |   |   |   |   |
| c |   |   |   |   |
| b |   |   |   |   |
| a |   |   |   |   |
|   | 1 | 2 | 3 | 4 |

## MELSEC iQ-R series 電力計測ユニット

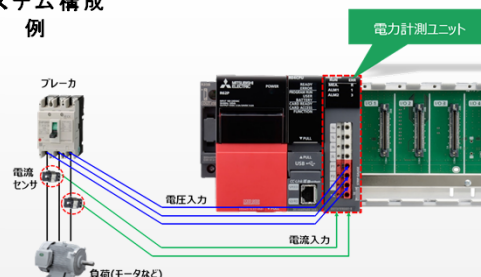
● 電力計測/絶縁監視による予防保全を実現



- 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](https://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/products/cnt/plcr/pmerit/technology/energy_measuring.html)

<https://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/solutions/efactory/smkl/index.html>

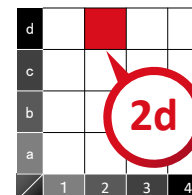


# SMKLベンダー活用事例（三菱電機）



## エネルギーロス改善

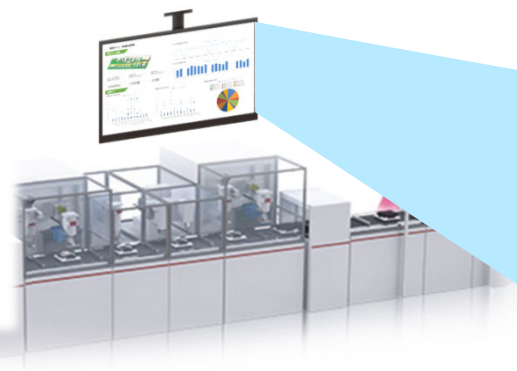
省エネ重点5視点に着目し、それぞれの視点におけるエネルギーロスを自動算出します。



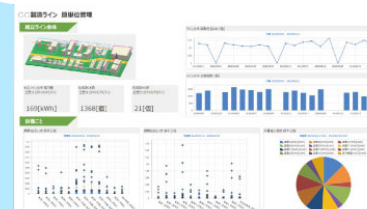
追加PLC  
EcoServer III

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



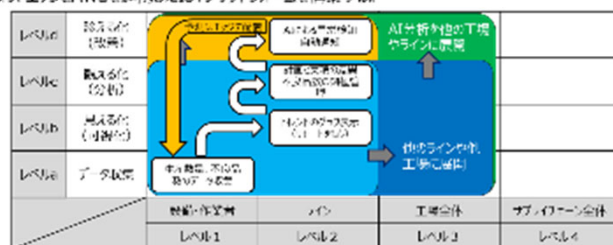
画像やグラフ・現在値は自由にカスタマイズ可能

## SMKLベンダー活用事例（他4社）

## 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て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。エッジとAWSを連携したIoTプラットフォームを構築する。



DOI: 10.1002/anie.201511073

＜経緯＞ ① 17 歳のスマートフォンが2006年秋のAWA5の3月、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」にて「パートナーアライアンス」発表により、15カ国パートナー2社と提携。発表後、



## 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



SMKL3

出典(JAFにて検索):

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  
～工場導入編～

Copyright © 2001 Full Text Journals Corporation. All Rights Reserved.

[illegible]

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

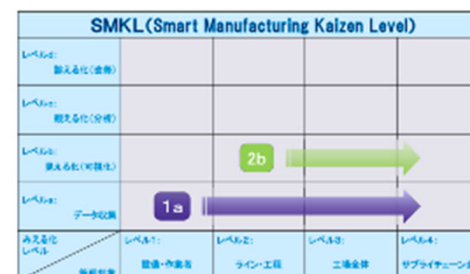
**SMKL指標を**  
取り入れています

## SMKLベンダー活用事例 (味の素エンジニアリング様)

14F/SMKLプロジェクト  
15th NOV. 2021

15th NOV 2021

## データを集める

[illegible]

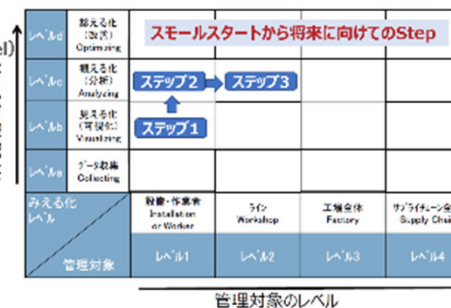
## SMKLベンダー活用事例（立花エレクトック様）

◆SMKLを活用した提案  
(Smart Manufacturing Kalzen Level)

工場のデータ活用の度合いを見える化  
16個のマスを表す製造現場の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



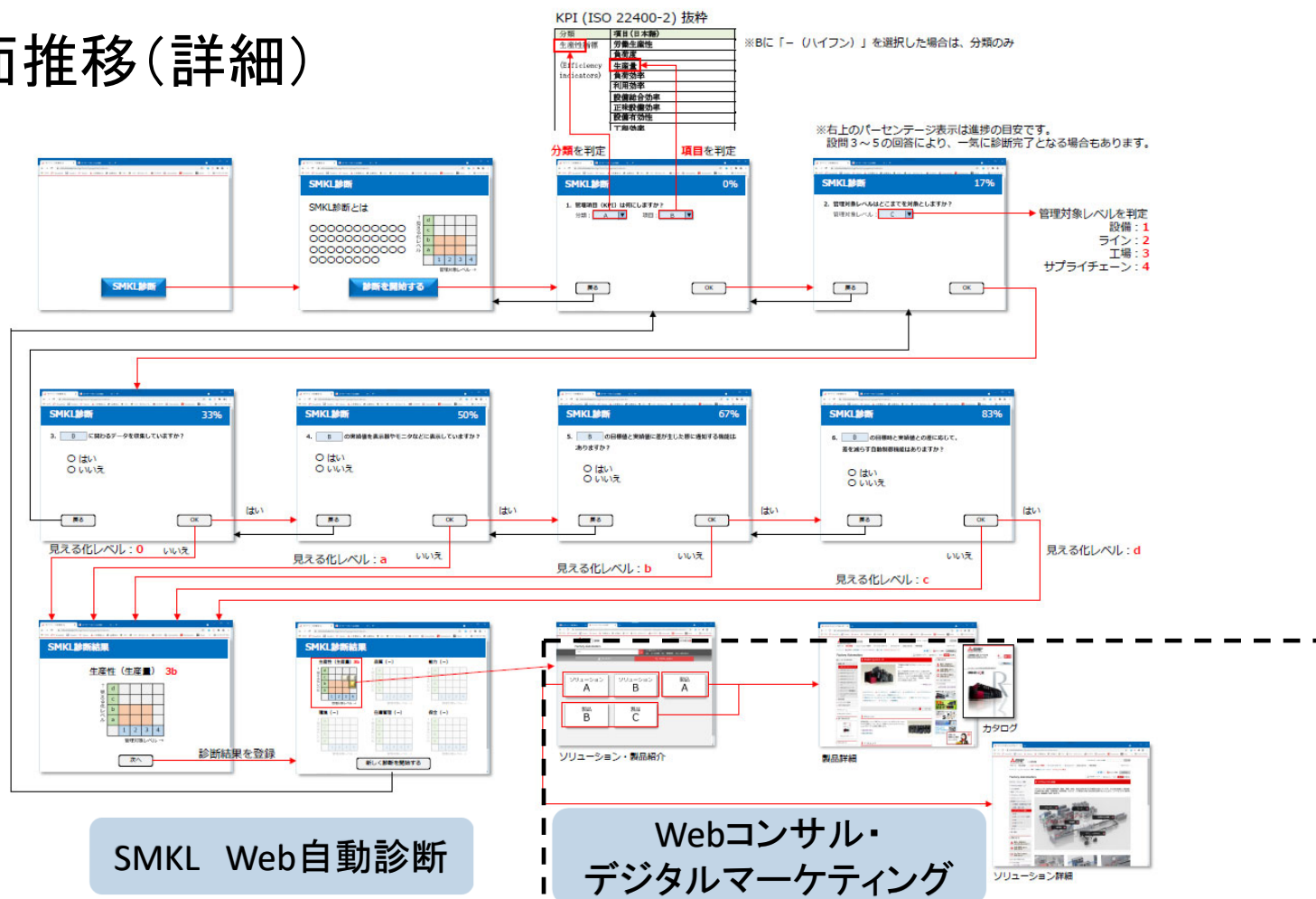


## 目次

1. スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXとは？
2. SMKЛとは？
3. SMKЛの適用方法と事例
4. SMKЛ簡易診断 Webツール紹介
5. SMKЛのオープン化、国際標準化の経緯
6. SMKЛを使ったGXについて
7. SMKЛとIoT、DX、AIとの関係
8. まとめ

# SMKL簡易判定ツール

## 画面推移(詳細)



# SMKL簡易判定ツール（データ集計）

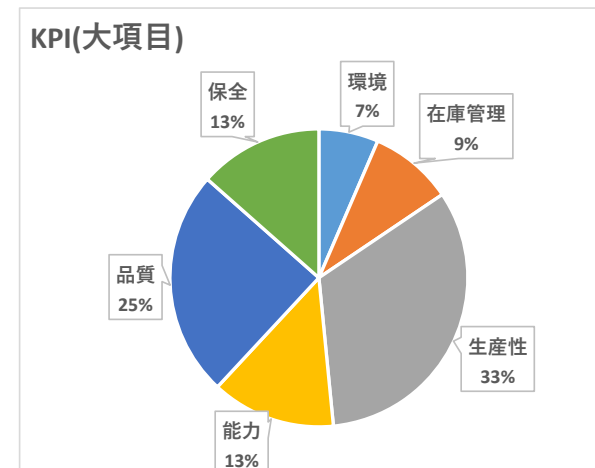
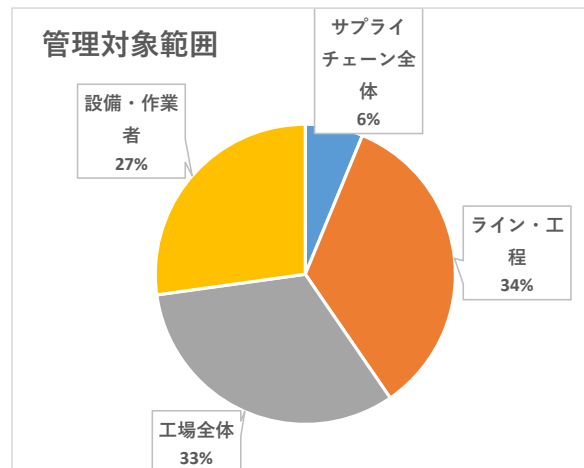
## ◆SMKL簡易分析結果グラフ('22/7~'23/7、443件)

見える化

|                     |   |            |            |      |                |
|---------------------|---|------------|------------|------|----------------|
| 診える化（改善）            | d | 18         | 15         | 1    | 6              |
| 観える化（分析）            | c | 5          | 34         | 17   | 1              |
| 見える化（可視化）           | b | 25         | 79         | 37   | 17             |
| データ収集               | a | 42         | 18         | 86   | 3              |
| なにもしていない            | 0 | 35         | 3          | 0    | 1              |
| 見える化<br>レベル<br>管理対象 |   | 1          | 2          | 3    | 4              |
|                     |   | 設備・作業<br>者 | ライン・工<br>程 | 工場全体 | サプライチェー<br>ン全体 |

管理対象

日本の実力はここ

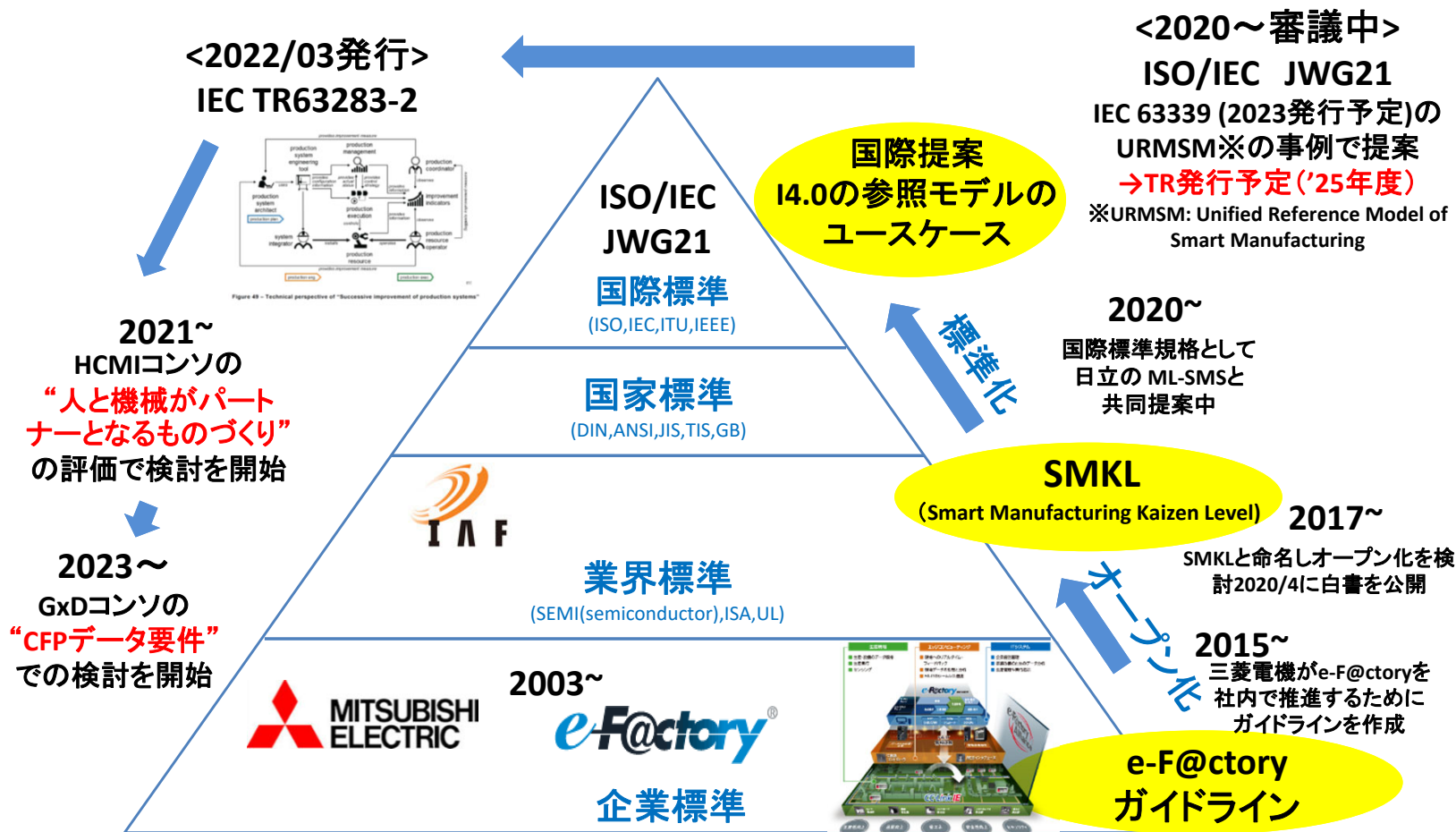




## 目次

1. スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXとは？
2. SMKЛとは？
3. SMKЛの適用方法と事例
4. SMKЛ簡易診断 Webツール紹介
5. SMKЛのオープン化、国際標準化の経緯
6. SMKЛを使ったGXについて
7. SMKЛとIoT、DX、AIとの関係
8. まとめ

# SMKLの経緯と最新状況（ルール・メイキング）



## IEC TR63283-2 (2022/03発行済み)

多くの関係者が製造状況を把握しながら、SMKL指標を使って現場改善を実施するユースケースを国際提案

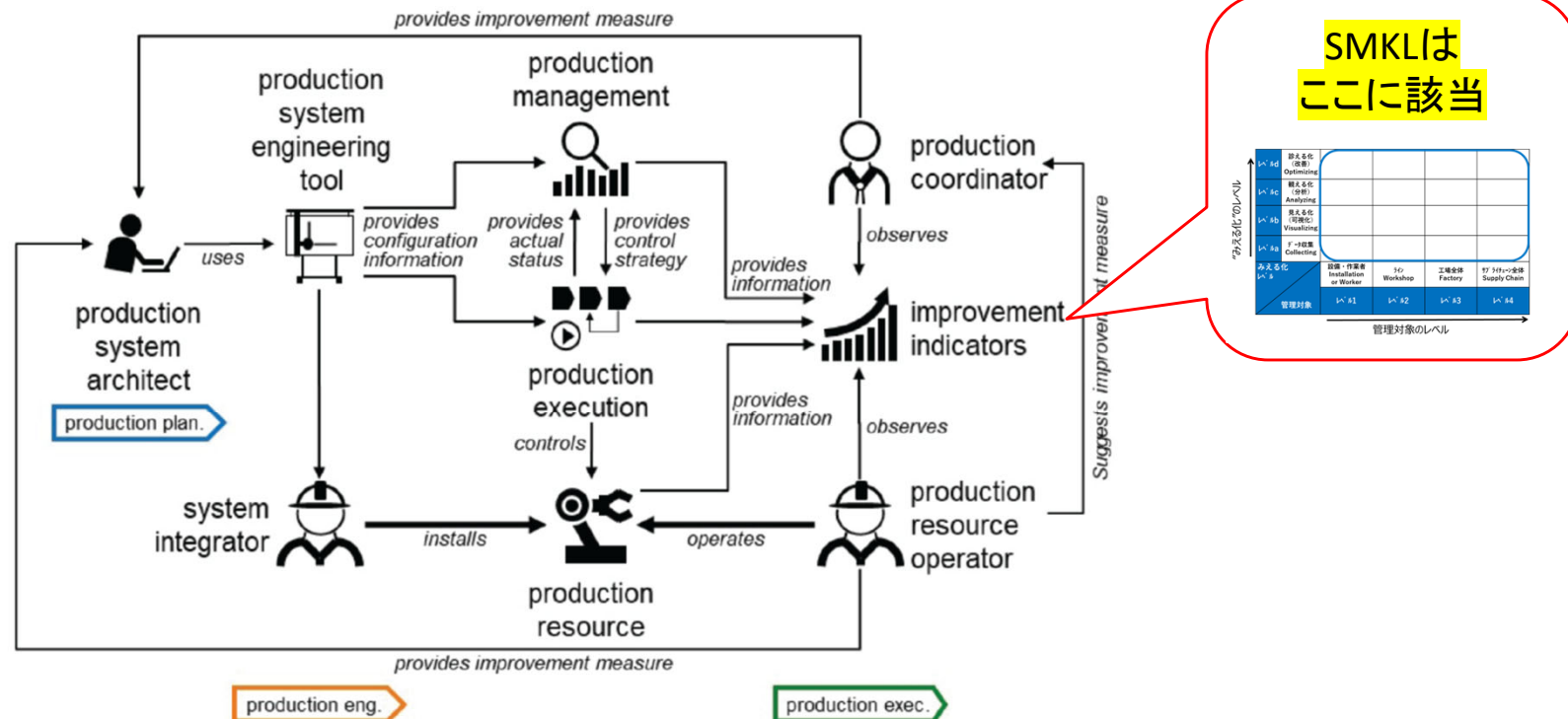


Figure 49 – Technical perspective of “Successive improvement of production systems”



## 目次

1. スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXとは？
2. SMKLLとは？
3. SMKLLの適用方法と事例
4. SMKLL簡易診断 Webツール紹介
5. SMKLLのオープン化、国際標準化の経緯
6. SMKLLを使ったGXについて
7. SMKLLとIoT、DX、AIとの関係
8. まとめ

## 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)

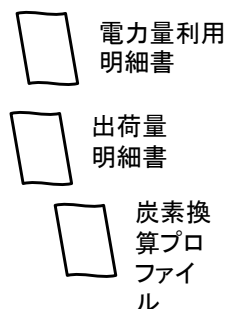
また、このエネルギー量と炭素量の換算プロフィール(電力会社等から入手)から製品単位の平均的な炭素量を手計算する

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

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

### <補足>

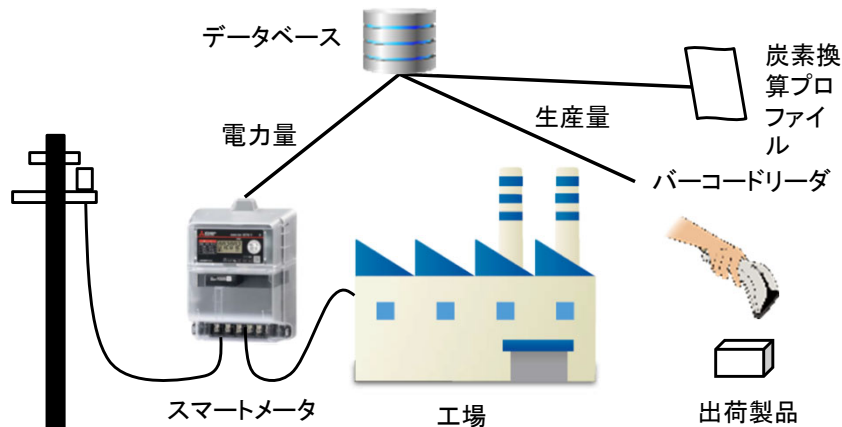
・自動化やIoT化が進んでいない小規模工場や、他の業種・業界も多くあり、このような方法での炭素排出量計算も認められるべき  
(自動車業界など条件が厳しい場合は?)

## 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<br>(改善)<br>Optimizing         |                 |                 |                            |  |
| レベルc        | 観える化<br>(分析)<br>Analyzing          |                 |                 |                            |  |
| レベルb        | 見える化<br>(可視化)<br>Visualizing       |                 |                 |                            |  |
| レベルa        | データ収集<br>Collecting                |                 |                 | ②レベル3a<br>工場単位             |  |
| みえる化<br>レベル | 設備・作業者<br>Installation<br>& Worker | ライン<br>Workshop | 工場全体<br>Factory | サプライチェーン全体<br>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)<br>手計算             |  |

### <補足>

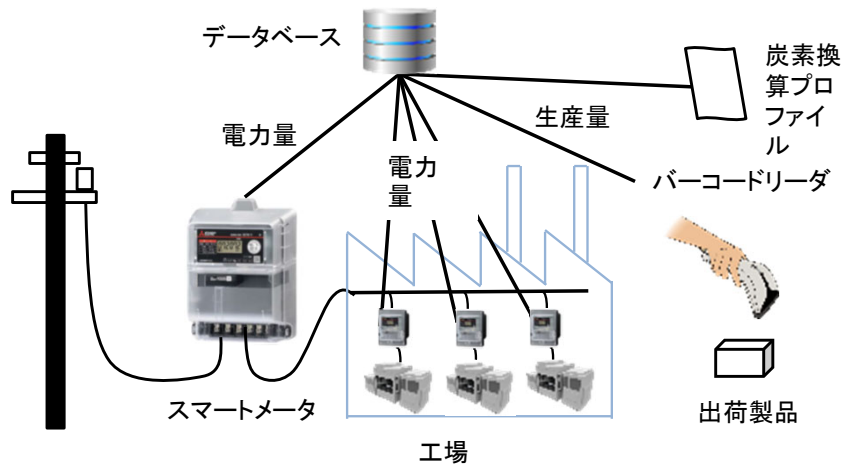
手計算は不要となり工数が削減できるが、工場内の設備までの情報が得られないため、改善活動に結び付くような効果は限定的である。

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



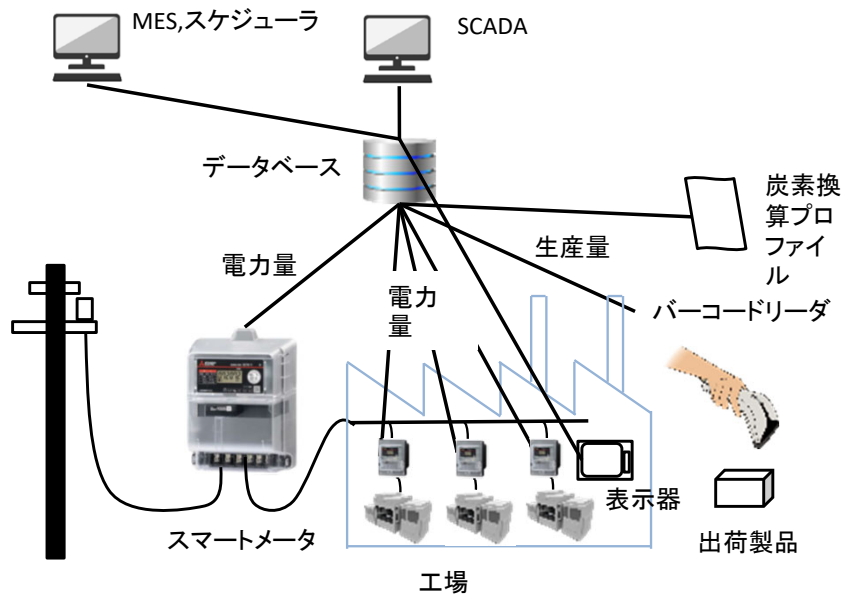
### <補足>

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

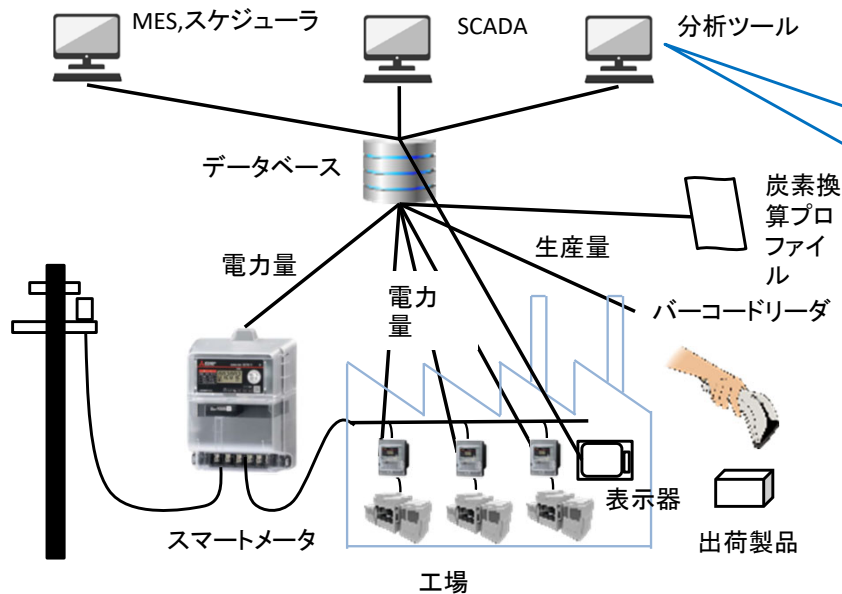
### <補足>

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。

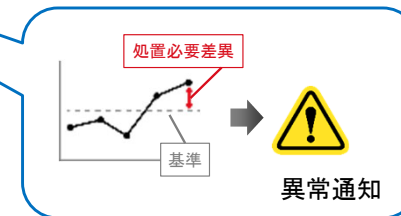
## 炭素排出量のみえる化(レベル1a~3c)

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



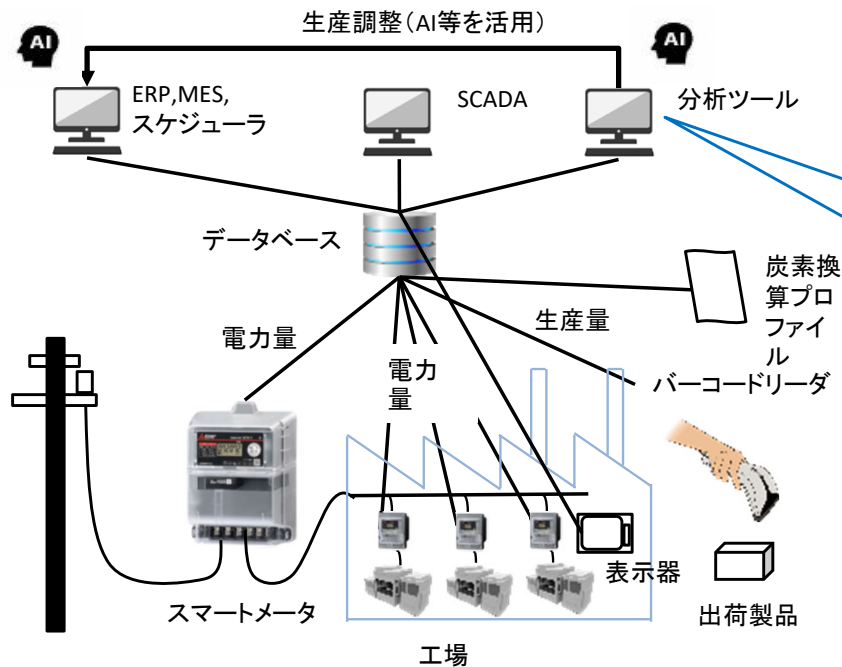
### <補足>

これにより早期に異常状態への対策が可能となる。

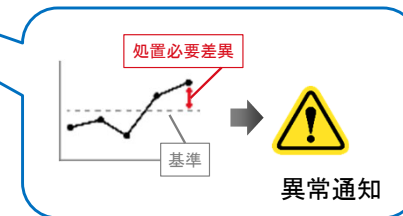
## 炭素排出量のみえる化(レベル1a~3d)

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



### <補足>

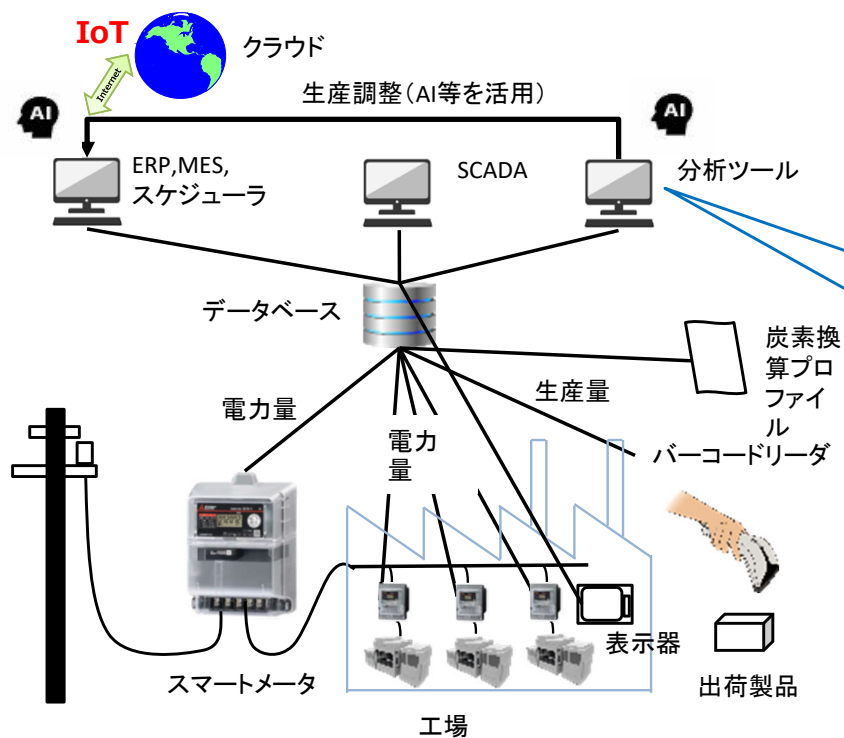
この場合多くのシステムからの情報を複合的に判断する必要がある為、AIなどを活用して分析・改善する事が望ましい。

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。

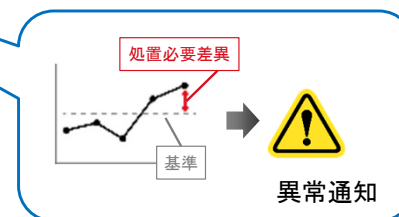
## 炭素排出量のみえる化(レベル1b~4d)

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



### <補足>

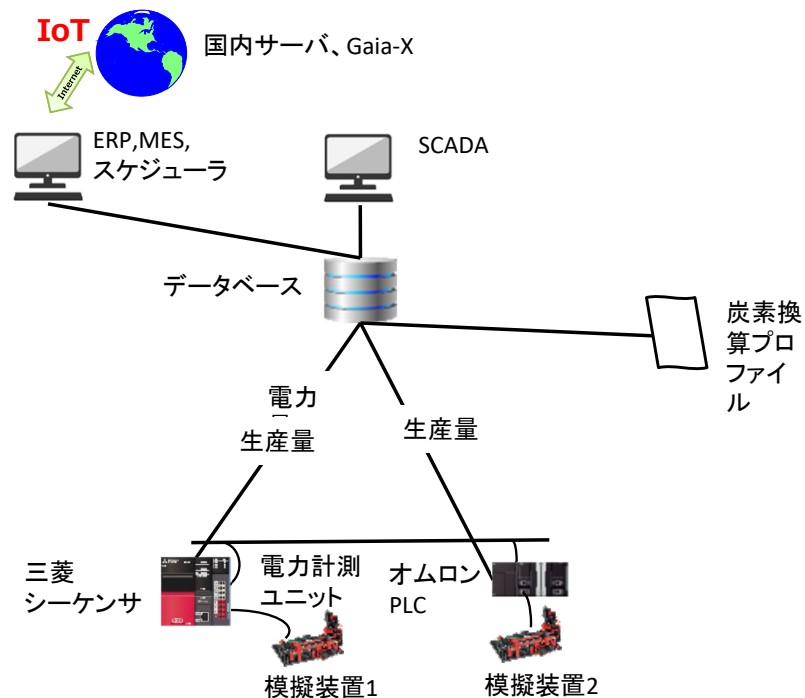
単にクラウドに接続するだけではなく、  
炭素排出量に関してクラウドでの可視化、  
分析、改善するような新たなサービスが  
今後期待できると考える。



## 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。

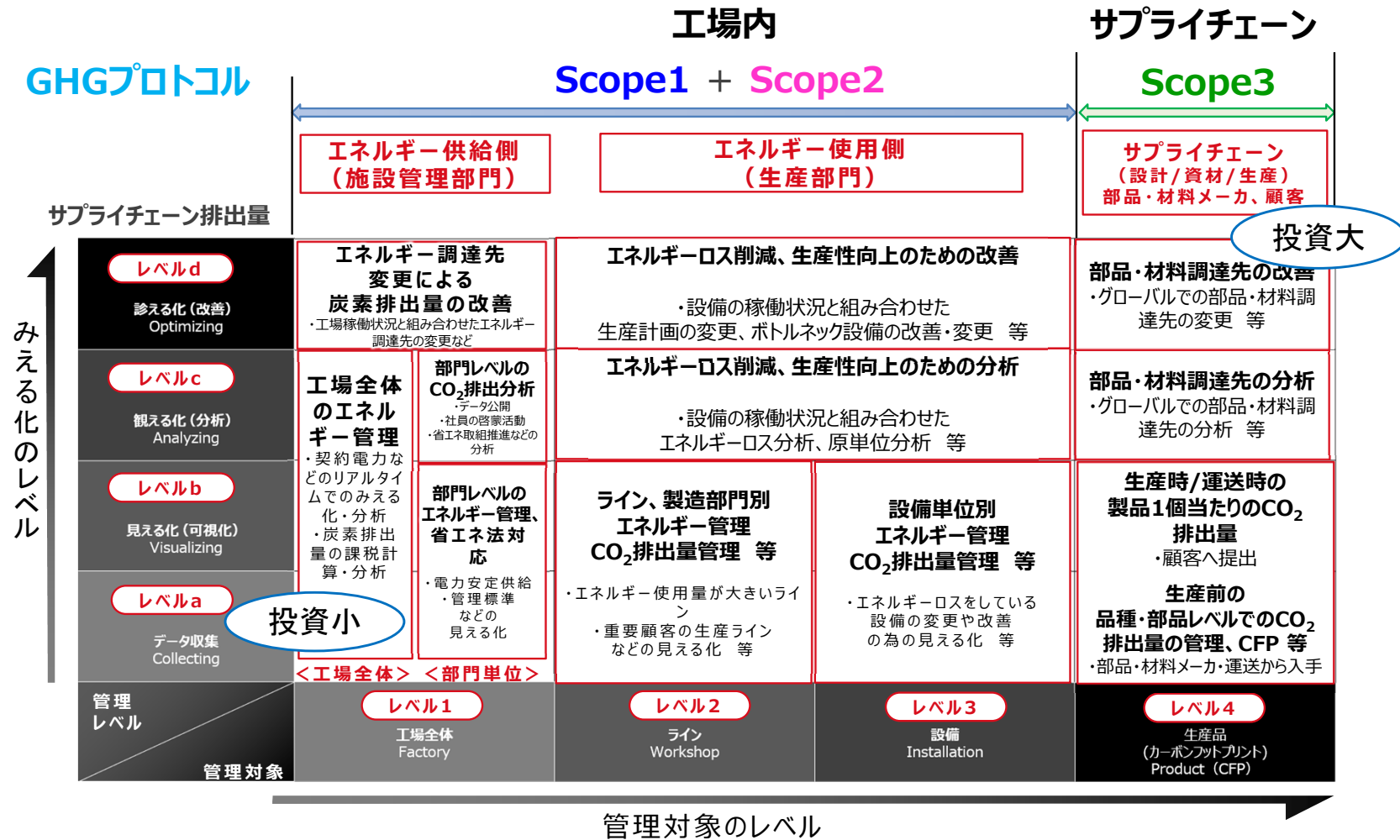


|             |                                    |                        |                 |                            |                                   |
|-------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|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

# SMKLを使った、GX（カーボンニュートラル）検討



**注意：環境系KPIはレベル1とレベル3を入れ替えた方が投資対効果が検討しやすい**

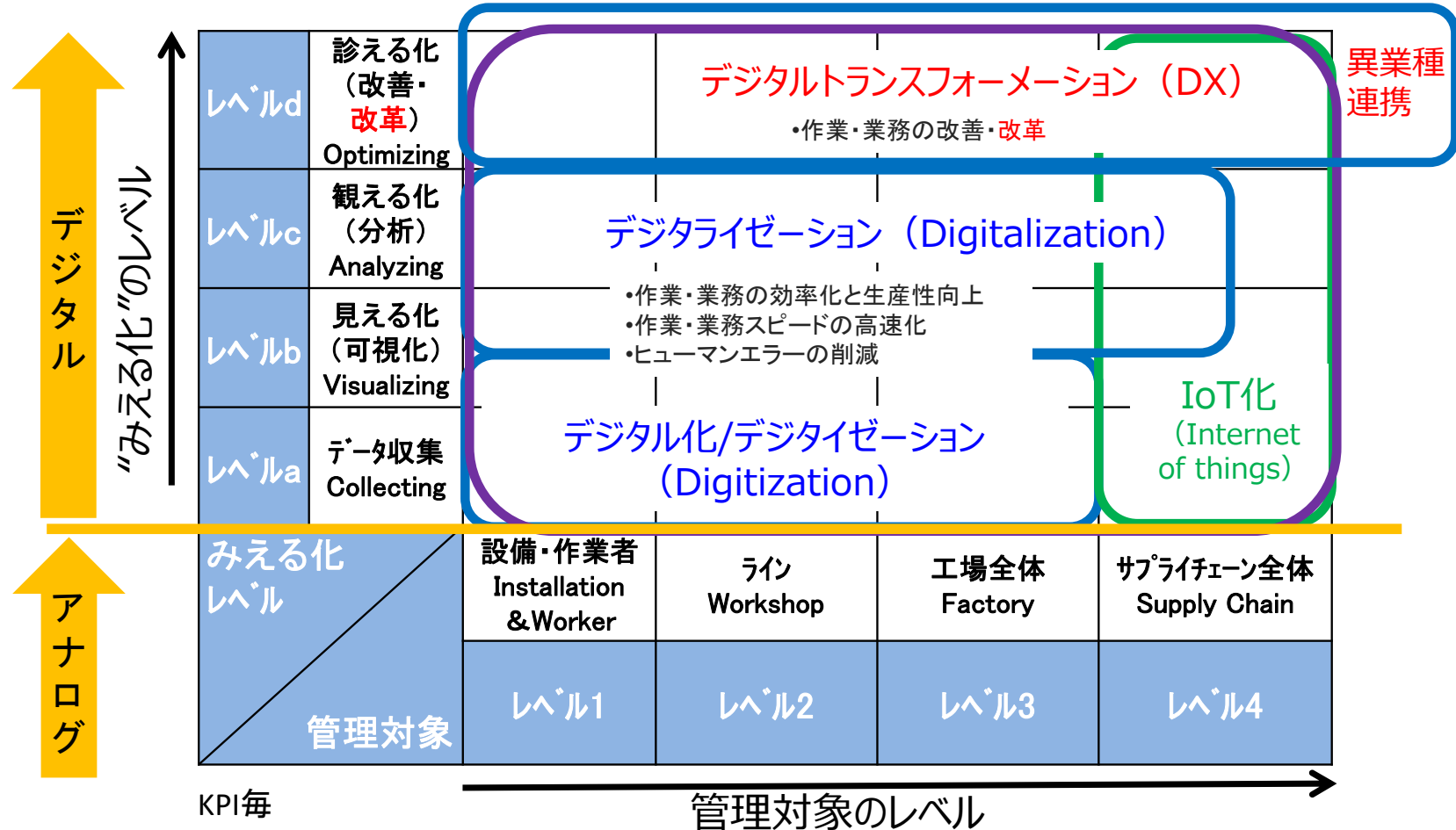


## 目次

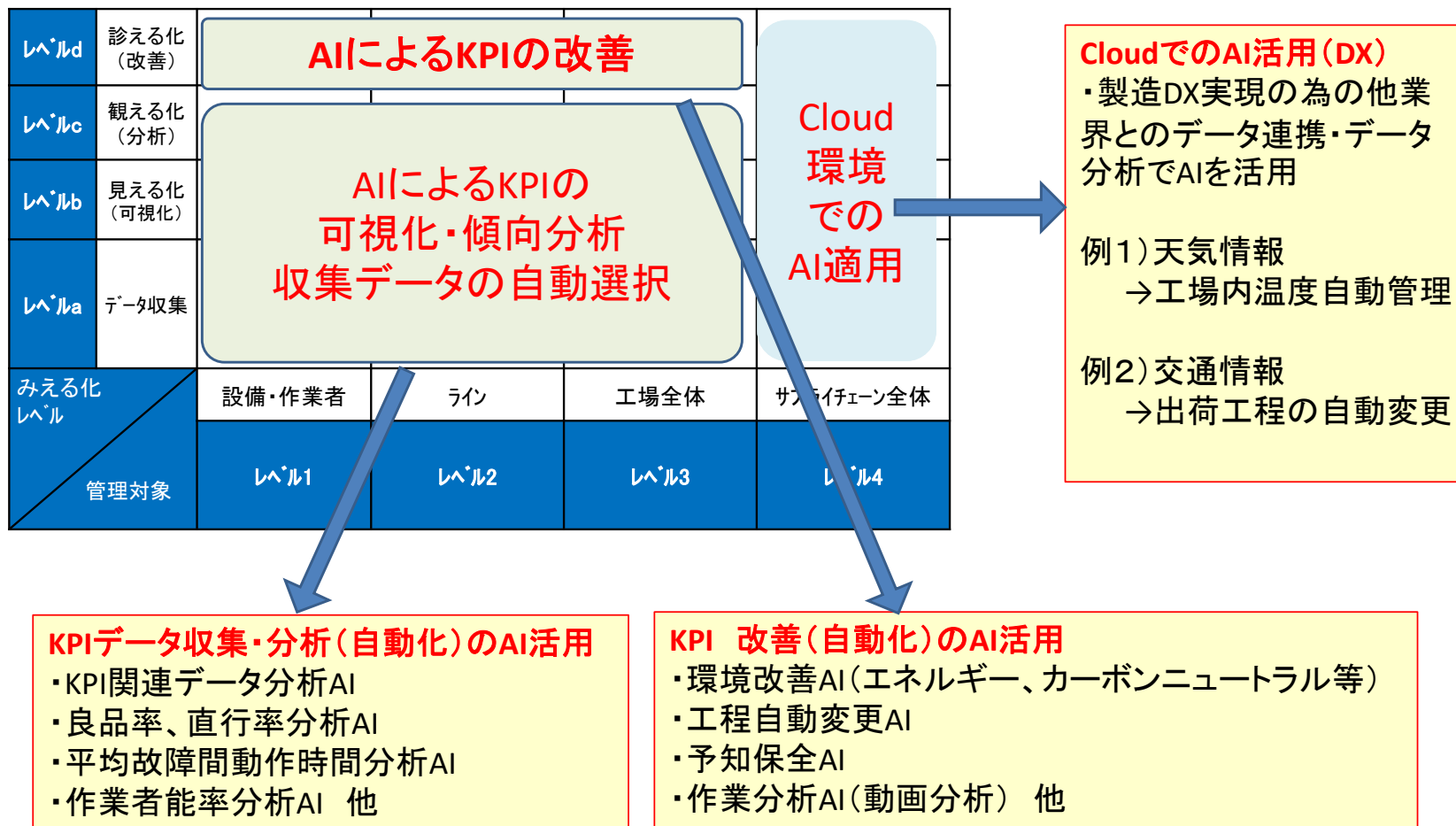
1. スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXとは？
2. SMKLLとは？
3. SMKLLの適用方法と事例
4. SMKLL簡易診断 Webツール紹介
5. SMKLLのオープン化、国際標準化の経緯
6. SMKLLを使ったGXについて
7. SMKLLとIoT、DX、AIとの関係
8. まとめ

# SMKLとデジタルツイン、IoT化、製造DXの関係

スマートファクトリー/スマートマニュファクチャリング (Smart Factory/Smart Manufacturing)



# SMKLとAI活用



## 目次

1. スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXとは？
2. SMKЛとは？
3. SMKЛの適用方法と事例
4. SMKЛ簡易診断 Webツール紹介
5. SMKЛのオープン化、国際標準化の経緯
6. SMKЛを使ったGXについて
7. SMKЛとIoT、DX、AIとの関係
8. まとめ



## まとめ

1. SMKILは工場内の見える化(デジタル化)を  
段階的に推進するために日本で考案
2. 国内のIAFでオープン化され、ISOやIEC等の国際標準化を推進中
3. スマート製造やI4.0、IoT、DX、GXを推進するユーザ企業や  
ソリューションや製品を提供するベンダー企業でも活用を開始
4. SMKIL簡易診断ツールを運用中
5. SMKILで日本の現場力を活かしたスマート工場を早期に実現



ご清聴ありがとうございました





## ～お願い事項～

IAF/SMKLプロジェクト  
ホームページはこちら  
からもアクセスできます。



### 1. SMKLご活用をお願い

詳細な利用方法はSMKL白書をご参照下さい

工場導入編 <https://iaf.mstc.or.jp/wp-content/uploads/2022/07/SMKLV1.pdf>

ベンダー活用基礎編 [https://iaf.mstc.or.jp/wp-content/uploads/2022/07/SMKL\\_WP\\_Vendor\\_Rev1.1.pdf](https://iaf.mstc.or.jp/wp-content/uploads/2022/07/SMKL_WP_Vendor_Rev1.1.pdf)

ベンダー活用応用編 [https://iaf.mstc.or.jp/wp-content/uploads/2023/11/SMKL\\_WP\\_Vender\\_Oyo\\_Rev1.0.pdf](https://iaf.mstc.or.jp/wp-content/uploads/2023/11/SMKL_WP_Vender_Oyo_Rev1.0.pdf)

★本年度SMKL無料セミナー情報(IIFES2025、JAPANPACK2025)

<https://iaf.mstc.or.jp/index.php/smkl/>

### 2. SMKL診断アプリケーションのご利用について

無料公開していますので是非ご利用ください

<https://pc2.gsensor-unet.ocn.ne.jp/SMKL/login>

### 3. IAF/SMKLプロジェクトへのご参加のお願い(隔月2hオンライン開催)

SMKL普及に向けたご協力(ユーザ視点、事例の公開など)

(ベンダー企業数社、ユーザ企業様が多数参加中)

<https://iaf.mstc.or.jp/index.php/smkl/>

→YouTuberものづくり太郎の紹介動画もあります