

計測展2020 OSAKA【出展者セミナー】 E-336

10月23日(金) 13:00~13:40

1006・1007会議室

お時間のある方はパソコン又はスマートフォン
のブラウザで“SMKL”
と検索してみてください。

製造現場のIoT化／見える化を推進する SMKL指標について

(Smart Manufacturing Kaizen Level)

藤島光城 (三菱電機(株))

Industrial Automation Forum(IAF)

/制御層情報連携意見交換会(CLiC)/KPI分科会 主査



自己紹介

- ◆ 1993年三菱電機(株)入社
NC装置、ロボット制御装置、安全シーケンサ、現在: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(KPI委員長)
RRI(ロボット革命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
APSOM(APSモノづくり機構)/理事会、/産業応用委員会、/MESX-JP委員長
OPC Foundation 三菱電機窓口
FDT Group 三菱電機窓口、/日本支部/マーケティングWG、/FAーWG

- ◆ Industrial Automation Forum (IAF)の紹介(2分)
- ◆ IAF制御層情報連携意見交換会(CLiC)の紹介(3分)
- ◆ SMK(Smart Manufacturing Kaizen Level)の説明(30分)
- ◆ 補足説明および、質疑応答(5分)

はじめに

- ◆ **Industrial Automation Forum (IAF)**は、近年のIIoTに代表される製造業の情報化・高度化において、より効率的で正確な事業経営を課題とし、ものづくりにおける「モノとコトを繋ぐ」情報連携に基づいた自動化の推進を検討しています。
- ◆ **IAF**では、その技術コンセプトとして
 - ・生産システムにおける**KPI (ISO22400)**の活用
 - ・製造現場のIoT化／見える化を推進する**SMKL**指標
 - ・生産システムの自動化の構築に有効な**国際標準技術の活用**
(OPC, PLCopen, FDT, Automation ML)
 - ・**MBSE**の活用を提案しています。

KPI : **K**ey **P**erformance **I**ndicator = 重要経営管理指標

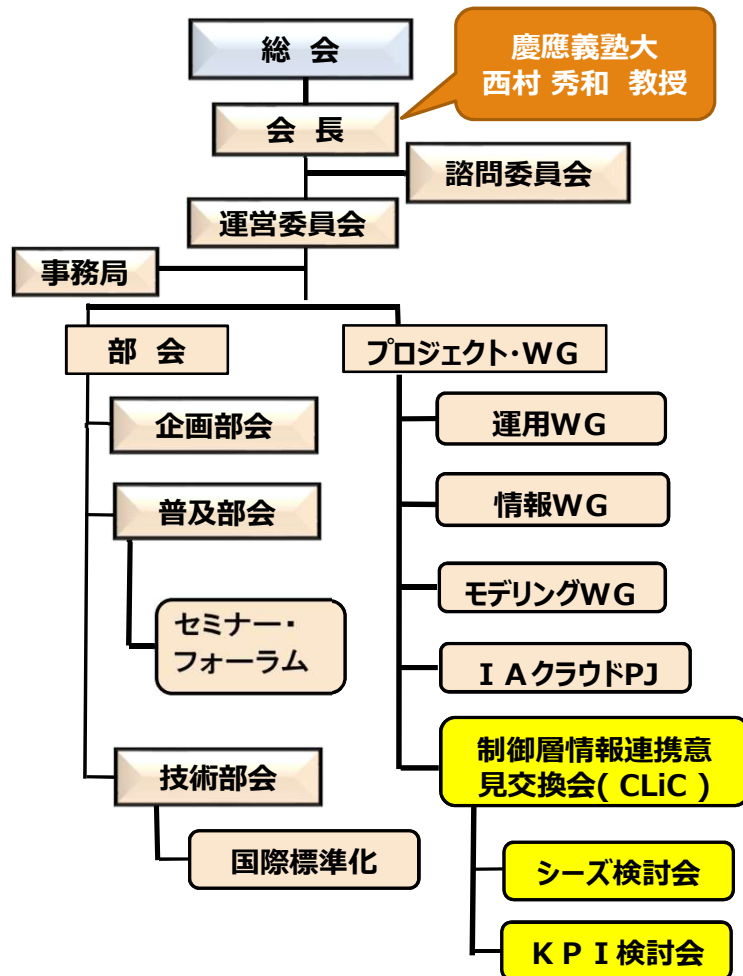
SMKL : **S**mart **M**anufacturing **K**aizen **L**evel

MBSE: **M**odel **B**ased **S**ystems **E**ngineering



IAF組織と会員（１）

IAFの組織図と事業活動



IAF会員

正会員
情報会員
学会会員
協力団体

■ 正会員（18社3団体）

- ◆ アットブリッジ コンサルティング
- ◆ (株)エス・ジー
- ◆ F Aオープン推進協議会
- ◆ オムロン(株)
- ◆ (株)ケー・ティー・システム
- ◆ 産業ノードサービス(株)
- ◆ シュナイダーエレクトリックフォールディングス(株)
- ◆ ショーダテクトロン(株)
- ◆ センチエリー・システムズ(株)
- ◆ (株)ヨコハマシステムズ
- ◆ ダッソー・システムズ(株)
- ◆ (株)立花エレテック
- ◆ dSPACE Japan(株)
- ◆ 東芝インフラシステムズ(株)
- ◆ 日本OPC協議会
- ◆ 日本精工(株)
- ◆ (株)日立製作所
- ◆ (株)ベルチャイルド
- ◆ 三菱電機(株)
- ◆ NPO法人ものづくりAPS推進機構
- ◆ トヨタ紡織(株)
- ◆ (株)ユー・アール・ディー



IAF組織と会員（2）

■ 情報会員（10社、18団体）

- ◆ (一社)IoTリサーチ&デザイン
- ◆ EtherCAT Technology Group
- ◆ (有)伊藤ソフトデザイン
- ◆ FDT Group 日本支部
- ◆ ODVA 日本支部
- ◆ (地独)神奈川県立産業技術総合研究所
- ◆ (一財)機械振興協会 技術研究所
- ◆ 技術知識基盤構築機構
- ◆ (株)クロワッサンパートナーズ
- ◆ (一社) Sercosアジア 日本事務所
- ◆ SICE - IA 計測・制御ネットワーク部会
- ◆ SICE - SI
- ◆ (国研)産業技術総合研究所
- ◆ CC-Link 協会
- ◆ (株)ソフトウェアプロダクツ
- ◆ 日本AS-i 協会
- ◆ (一社)日本電機工業会
- ◆ (公社)日本プラントメンテナンス協会
- ◆ NPO法人 日本プロフィバス協会
- ◆ (一社)日本ロボット工業会

- ◆ PLCopen Japan
- ◆ (株)ブリヂストン
- ◆ 村田機械(株)研究開発本部
- ◆ ヤマキ電気(株)
- ◆ アイテック阪急阪神(株)
- ◆ アイワークス
- ◆ (株)アナザーウェア

■ 協力団体

- ◆ (一社) IAI 日本

■ 学術会員

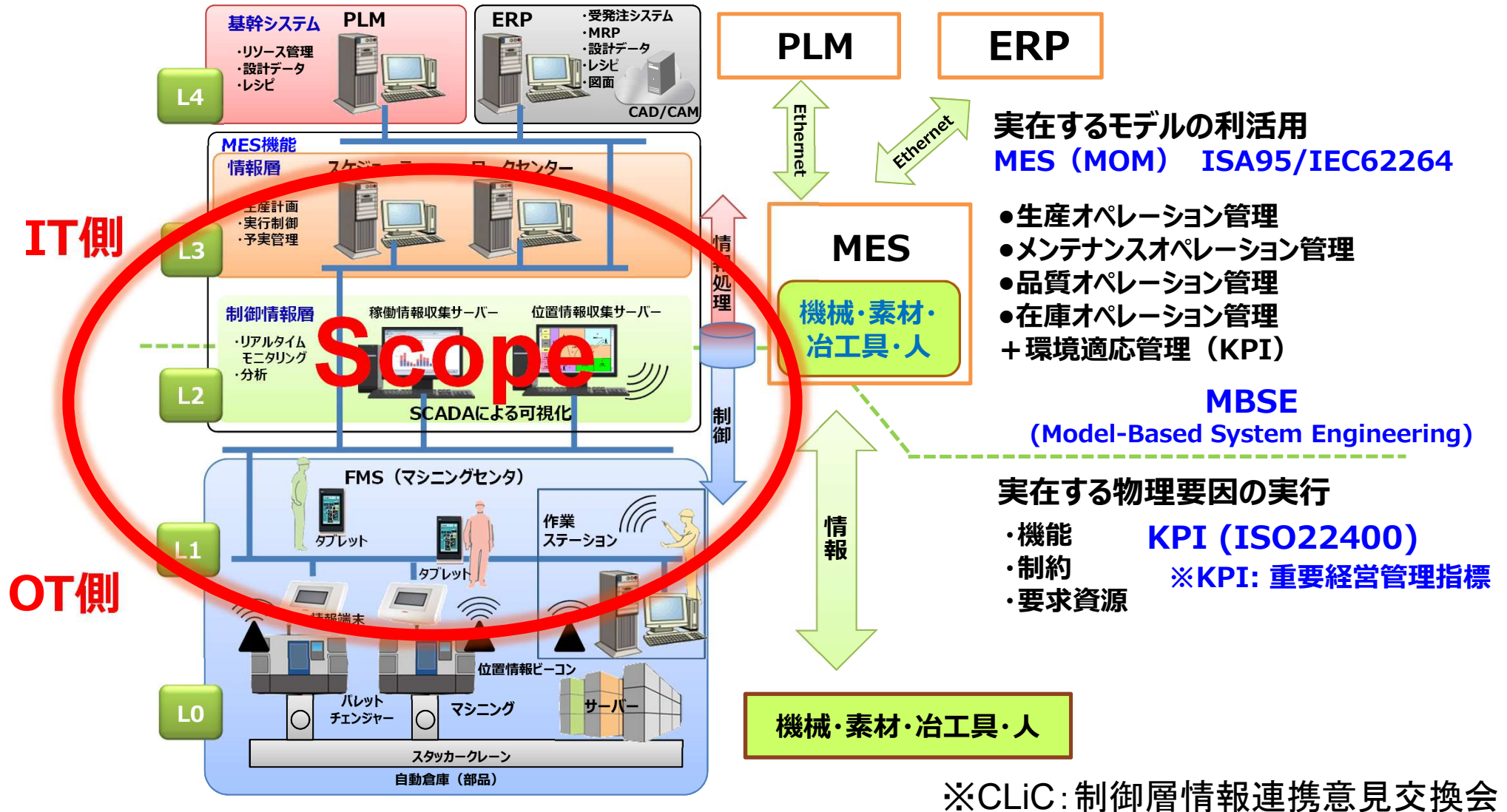
- ◆ 西村 秀和（慶應義塾大学 教授）（IAF会長）
- ◆ 西岡 靖之（法政大学 教授）
- ◆ 新 誠一（電気通信大学 名誉教授）
- ◆ 福田 好朗（法政大学 名誉教授）
- ◆ 水川 真（芝浦工業大学 名誉教授）

事務局：



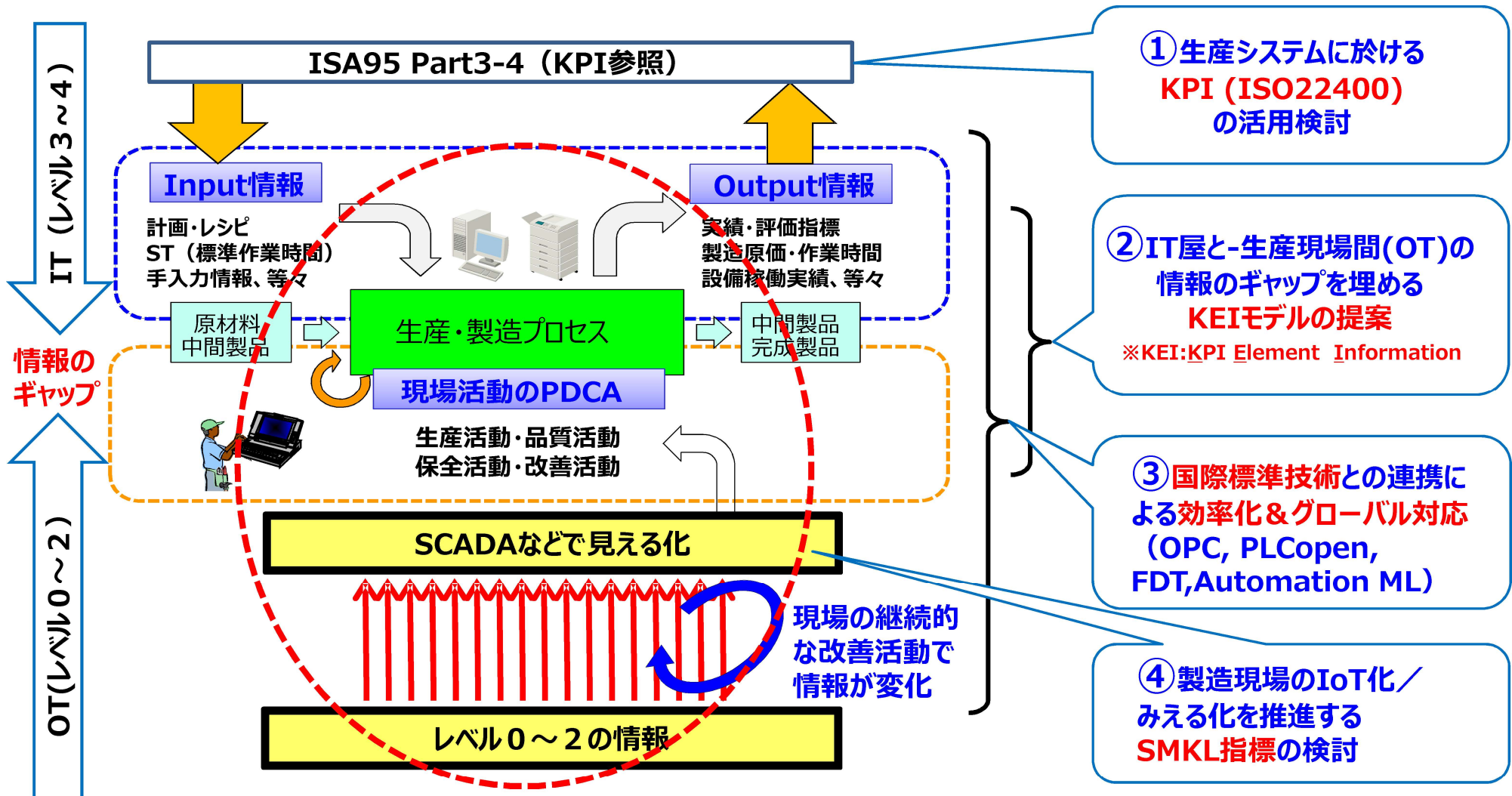
一般財団法人 製造科学技術センター
Manufacturing Science and Technology Center

IAF CLiC※の取り組みについて（検討範囲）



IAF CLiCの取り組みについて（検討項目）

目的：より効率的で正確な事業経営を実現



- ◆ 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。

つまり…

**うちの工場もIoT
化しろ！**

**おい！
もちろん効果も
出るんだろうな！**



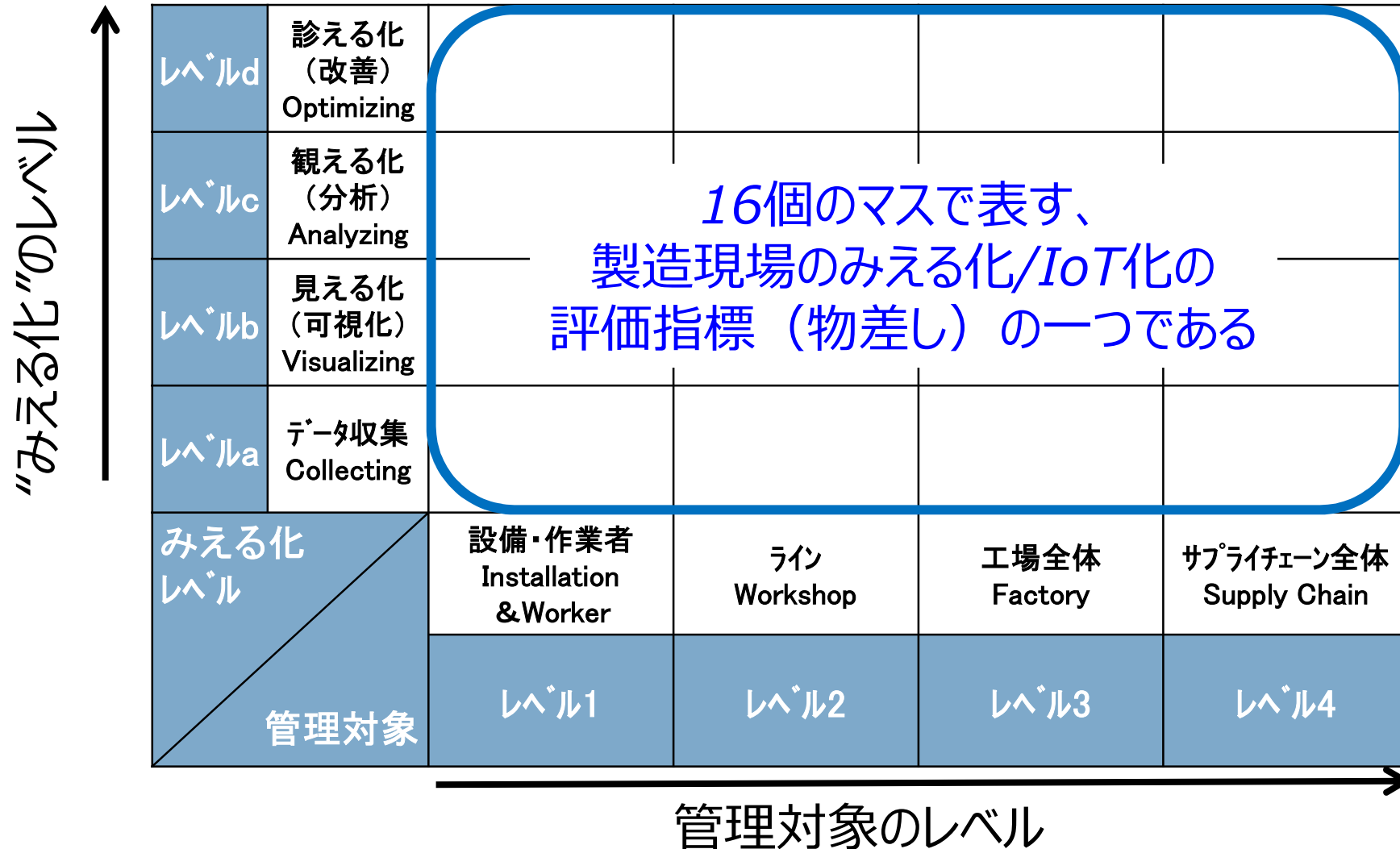
つまり…

何をしたらIoT化した
ことになるんだよ…
(ボスも納得してくれるんだ?)

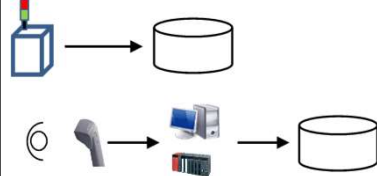
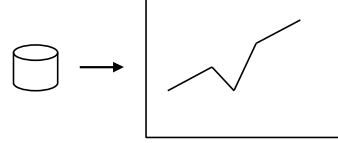
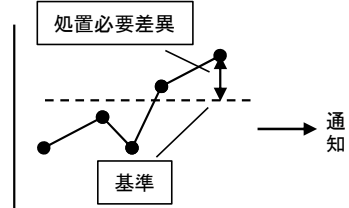
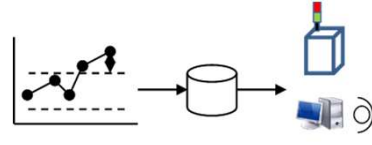
俺、専門家じゃない
んだし、何から手を
付けたらいいのか、
わかんないよ…



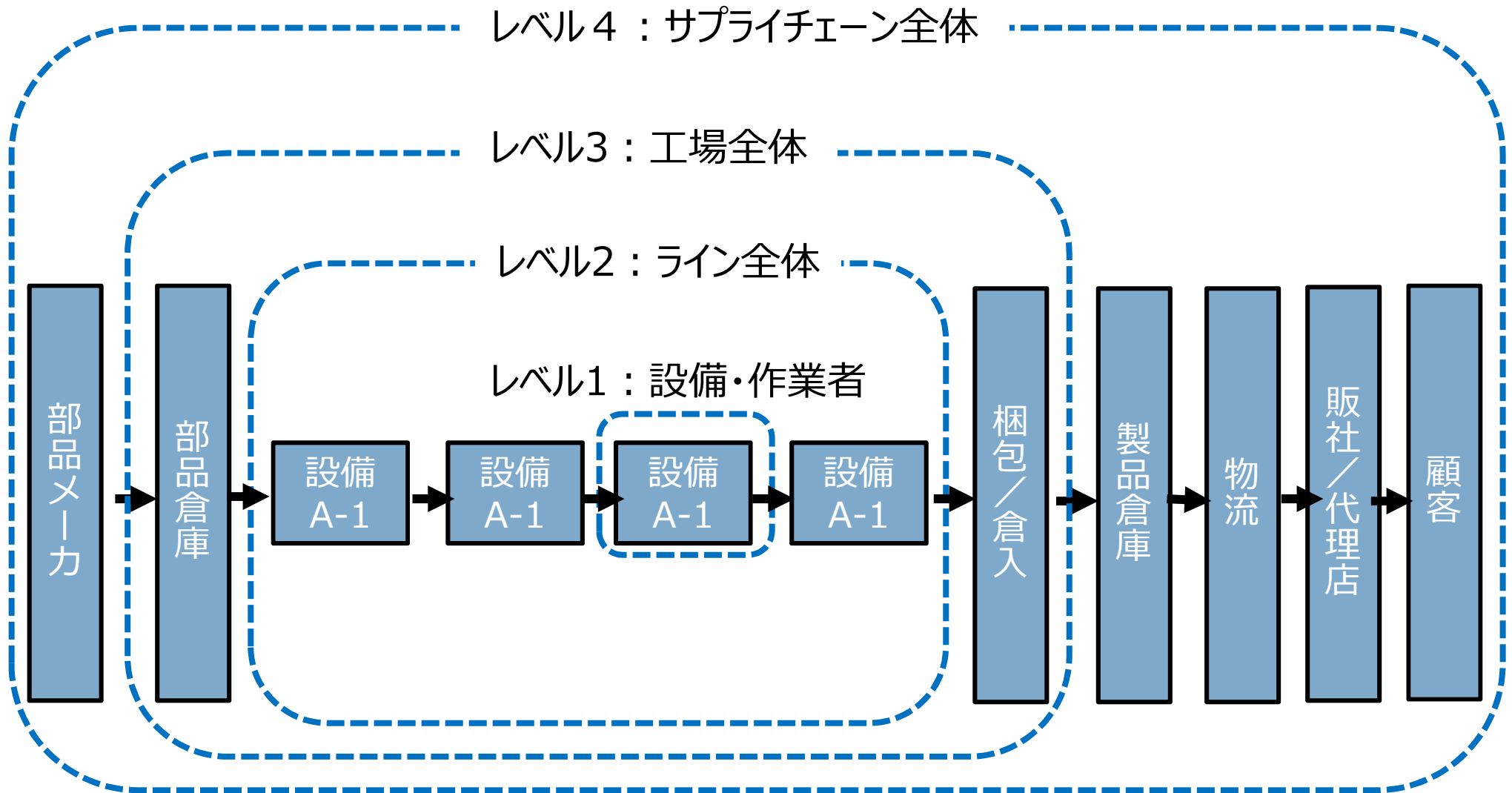
SMKLとは？



“見える化”のレベル

「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の対象外。	 - 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

「管理対象」の考え方



- ◆ 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

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



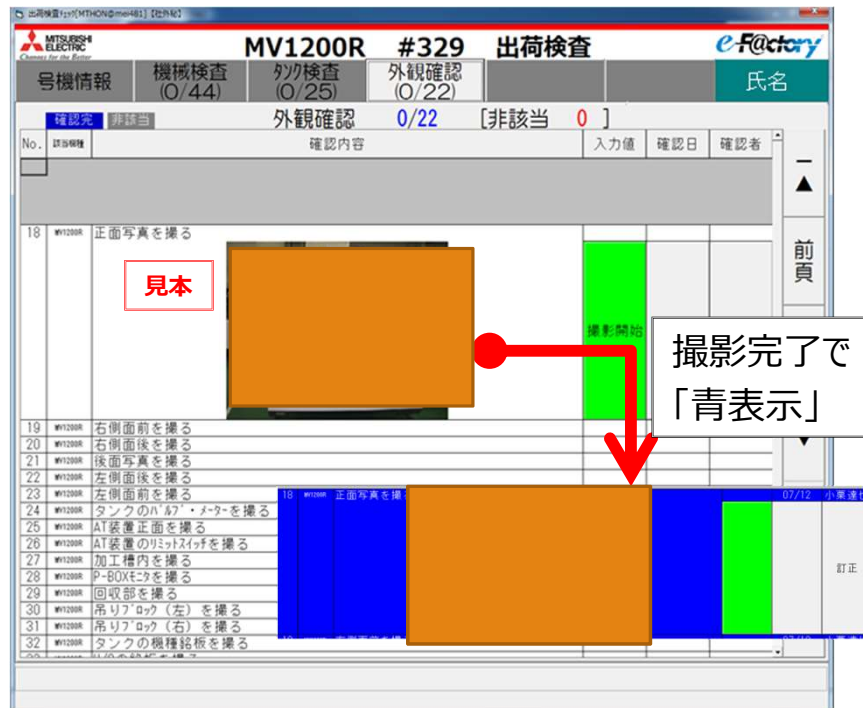
SMKL活用事例(設備投資計画書)

- 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	サプライチェーン
		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：タブレット活用による外観確認

- 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の活用事例(設備投資計画書)

- 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

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	サプライチェーン
		1	2	3	4

【1a→2b】

■導入事例：組立作業単位ツール

中断 MV2400R #408 作業名 STO3作業 e-Factory									
着手完了I/P 停滞情報 作業要領書 改造/図訂 号機情報 部品情報 担当者名									
(No. 10) シール板トイ取付									
No.	作業項目	標準T	作業者	開始	終了	時間			
1	下部アーム(ジャバラ含む)取付	36	永野T	07/26 14:39	07/26 15:32	37			
2	下部アームトイ取付	6	永野T	07/26 15:32	07/26 15:50	4			
3	下部フィーダー取付	15	永野T	07/26 15:36	07/26 15:50	14			
4	XYリミット取付・ドッグ取付	12	永野T	07/26 17:17	07/26 17:25	8			
5	シール遮断取付	36	永野T	07/26 15:50	07/26 16:11	21			
6	温度センサー取付	12	永野T	07/26 16:43	07/26 16:56	6			
7	回収取付板取付	9	永野T	07/26 16:12	07/26 16:17	6			
8	ワイヤ回収配線	30	永野T	07/26 16:17	07/26 16:43	26			
9	X軸Y軸リニアシャフト取付	27	永野T	07/26 17:25	07/26 17:47	22			
10	シール板トイ取付	15	林T	07/26 18:40	07/26 19:01	22			
11	定盤取付	24							
12	Y軸ブレーキ取付・ブレーキ板取	9							
13	コイル取付	30							

未習熟者は
赤表示

- 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）
- ・作業員の削減（xxxx千円/年）
- ・新人作業ダブルチェックによる不具合削減

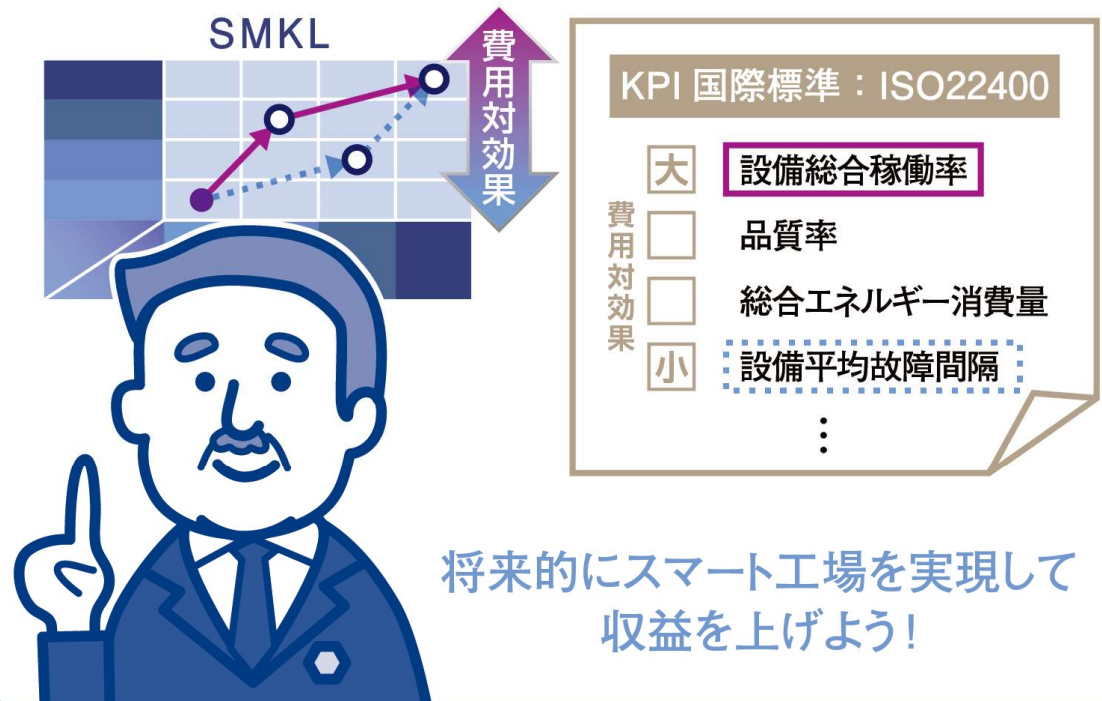
SMKL活用事例（工場経営者）

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

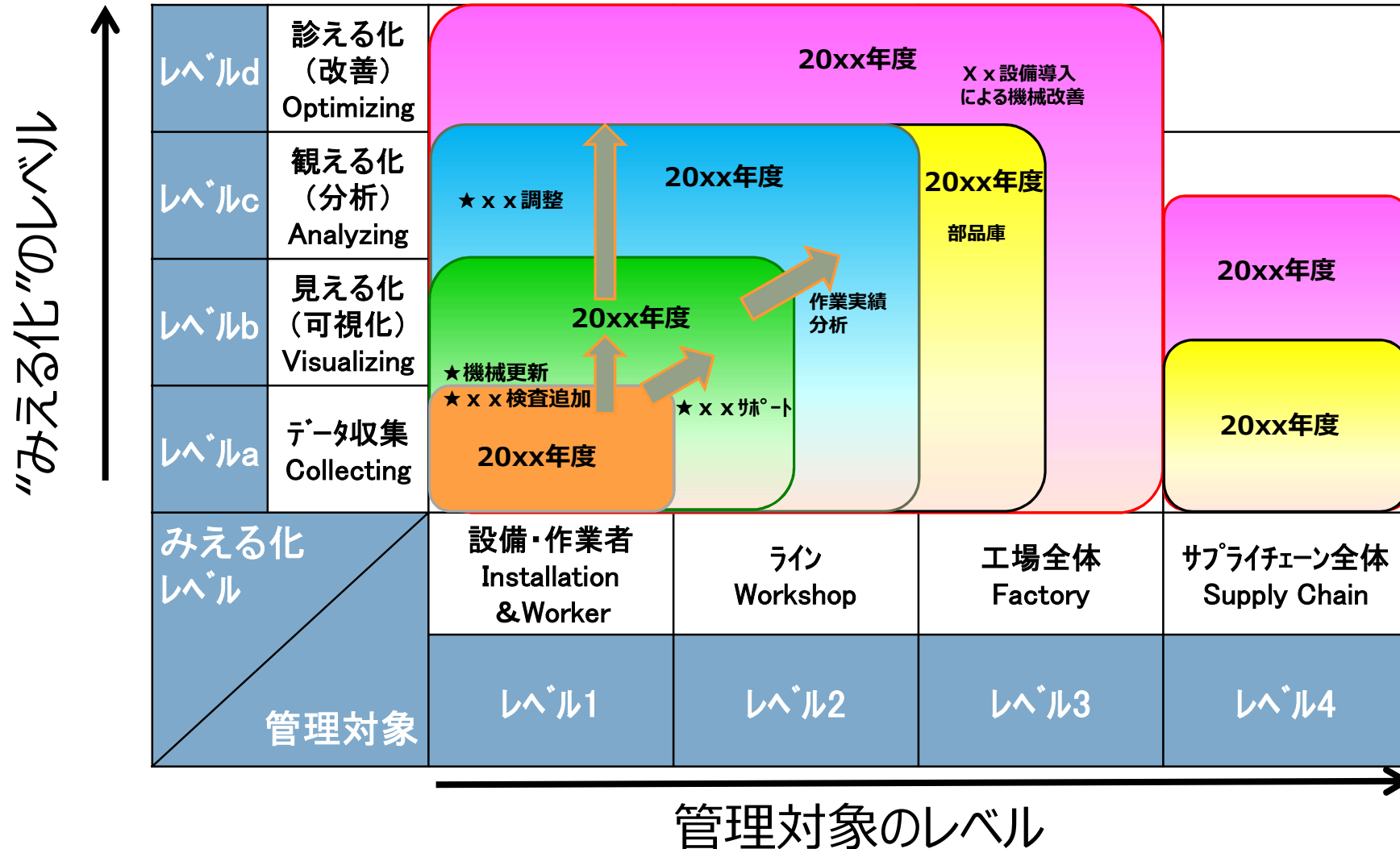
どうやって
会社の収益を上げよう？



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(中期IoT化設備計画)



SMKL活用例(工場のIoT適用による業務効率向上)

“見える化”のレベル

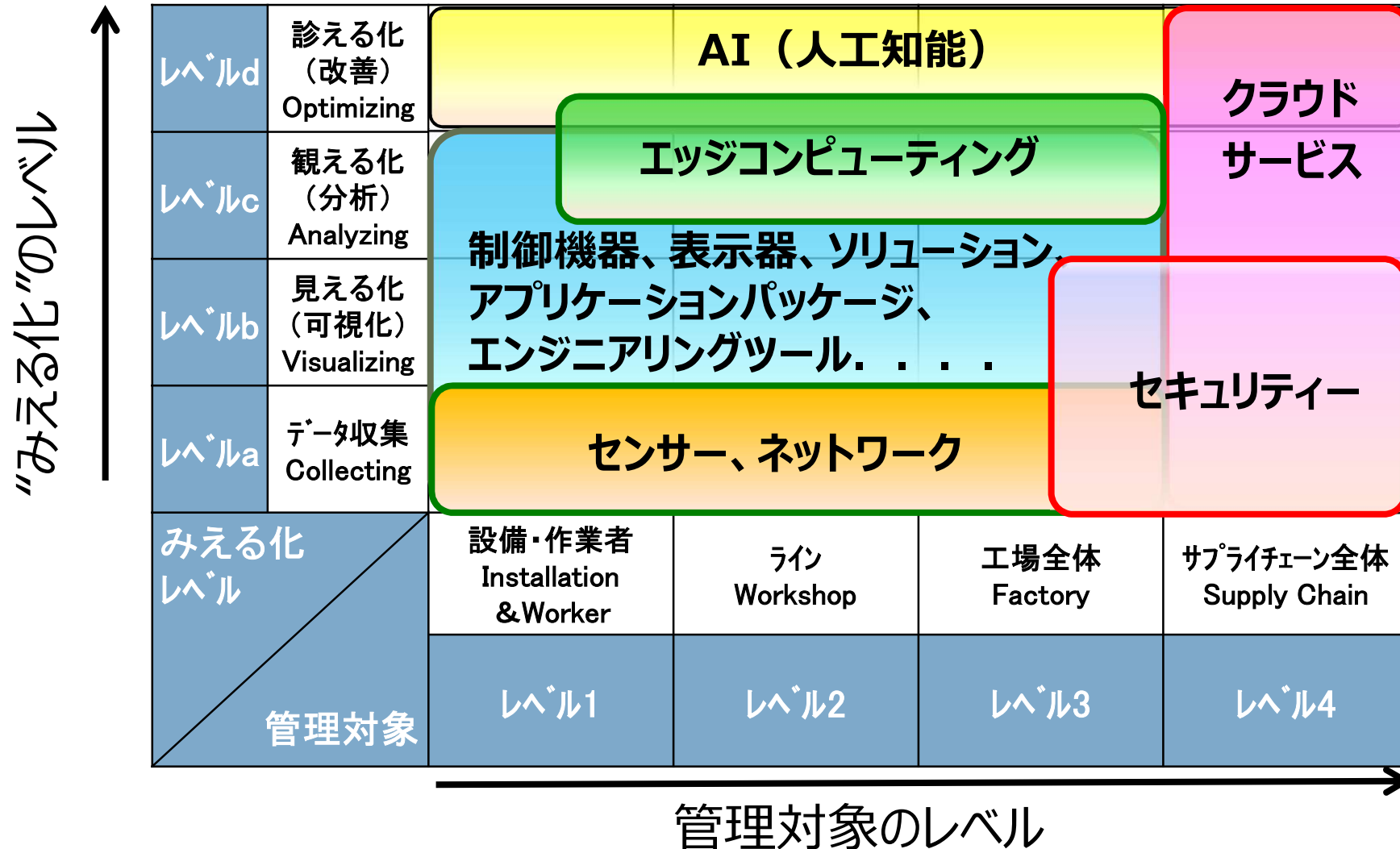


業務効率向上 : $(4810h - 1788h) / 4810h$
= 62.8%

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

SMKL技術マップ



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）

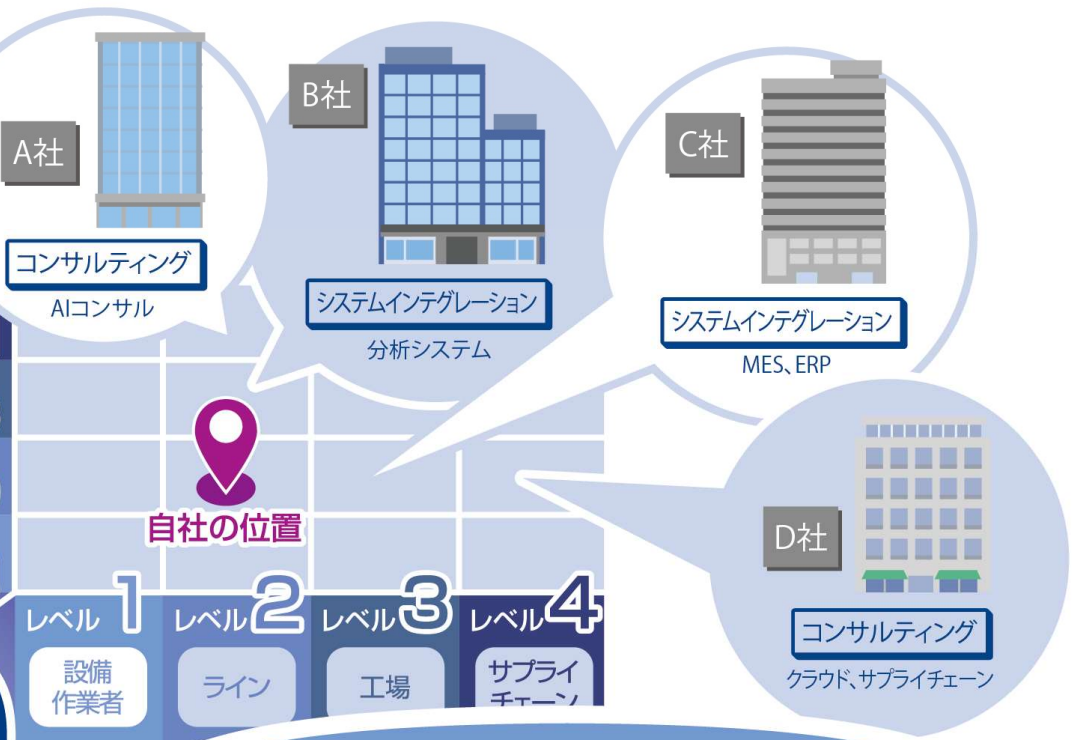
誰に相談しよう？



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



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（営業マン）

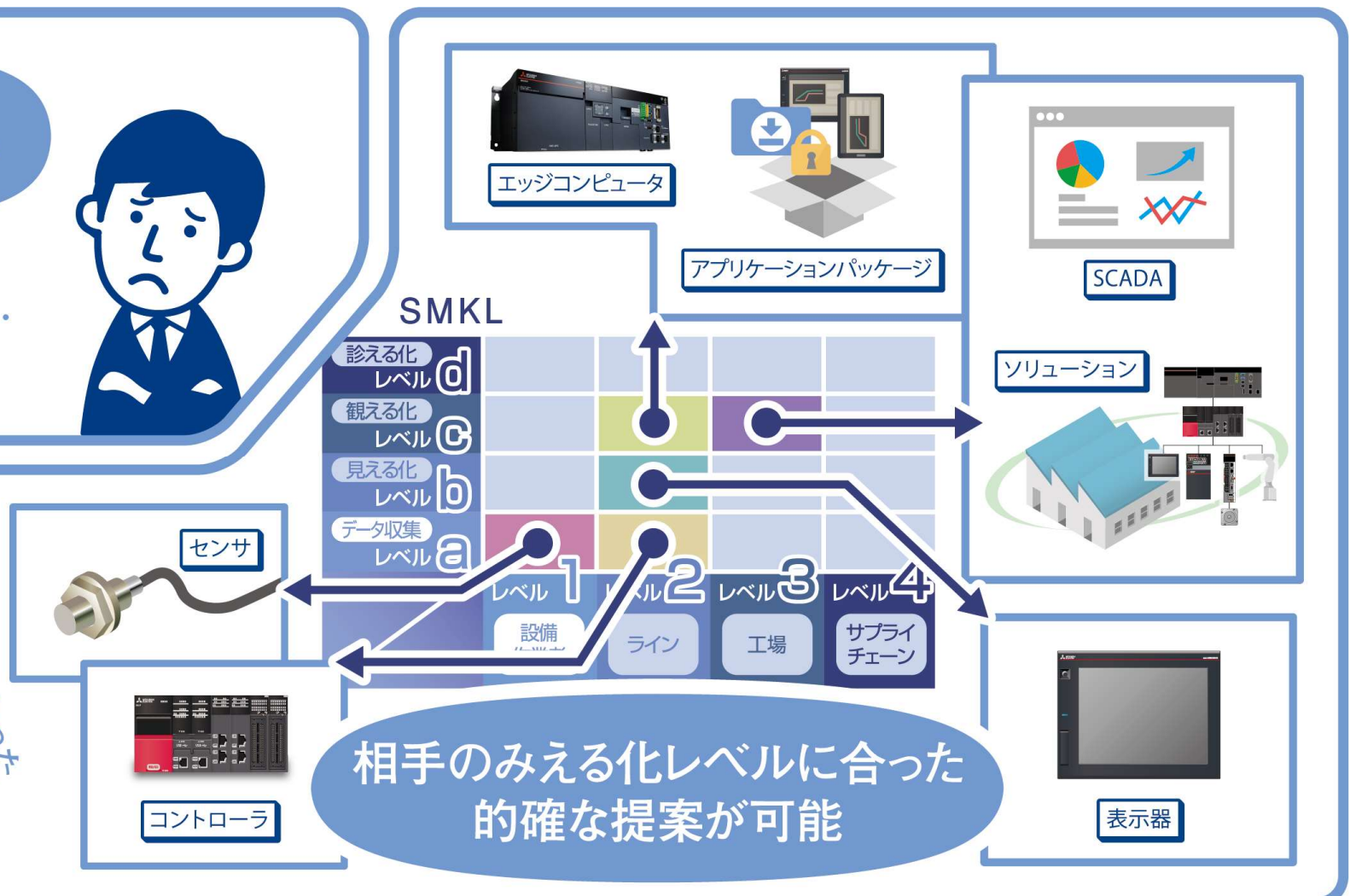
お客様のIoT化の成熟度レベルに合わせて、
代理店、販売店によるIoT製品販売への商談活用が可能

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（製品開発＆設計者）

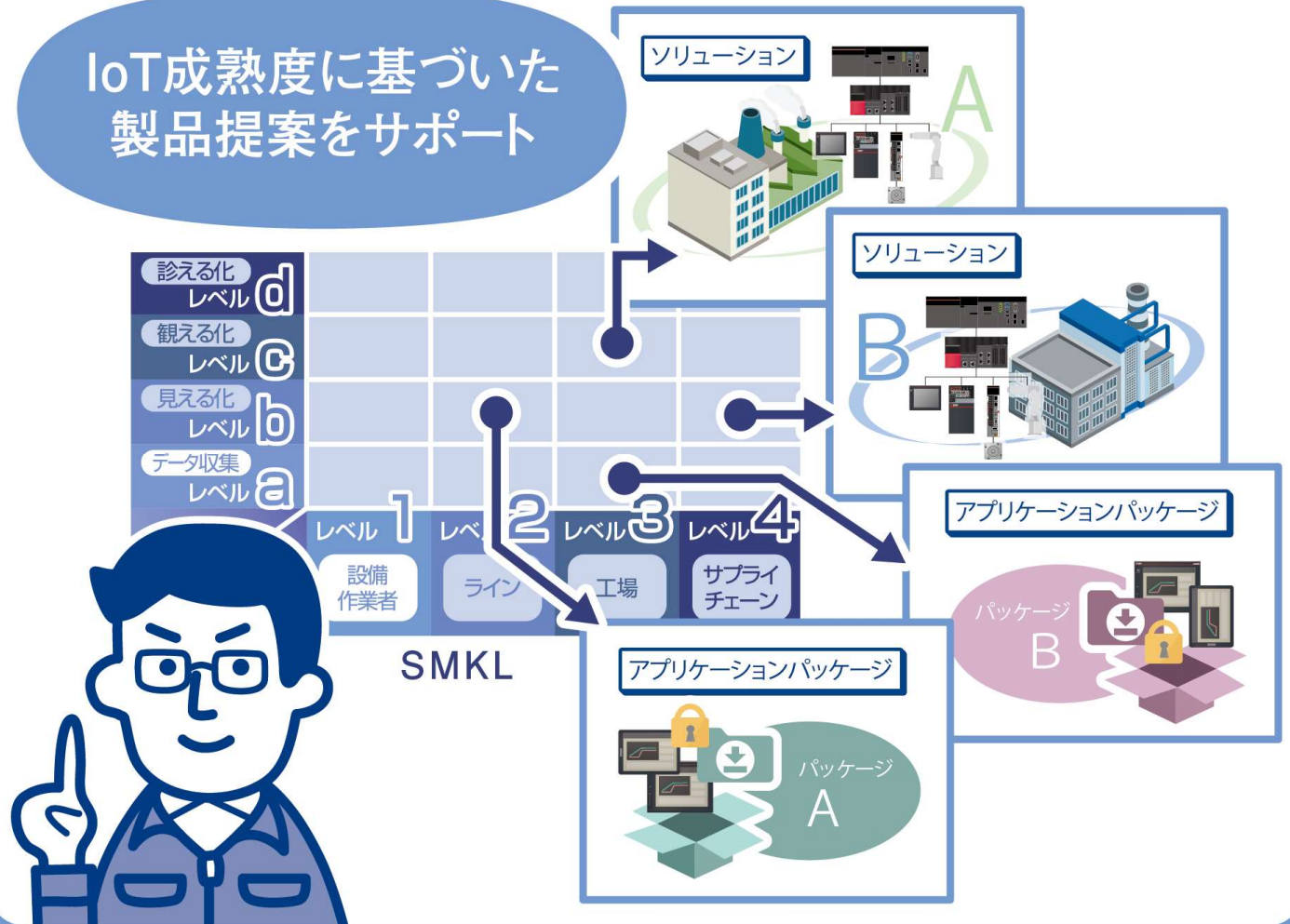
お客様のIoT成熟度レベルに合った、機能や製品、ソリューションを新たに提案可能
漏れやダブリなく、また、単独ではできない提案はパートナーと組む戦略も検討

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





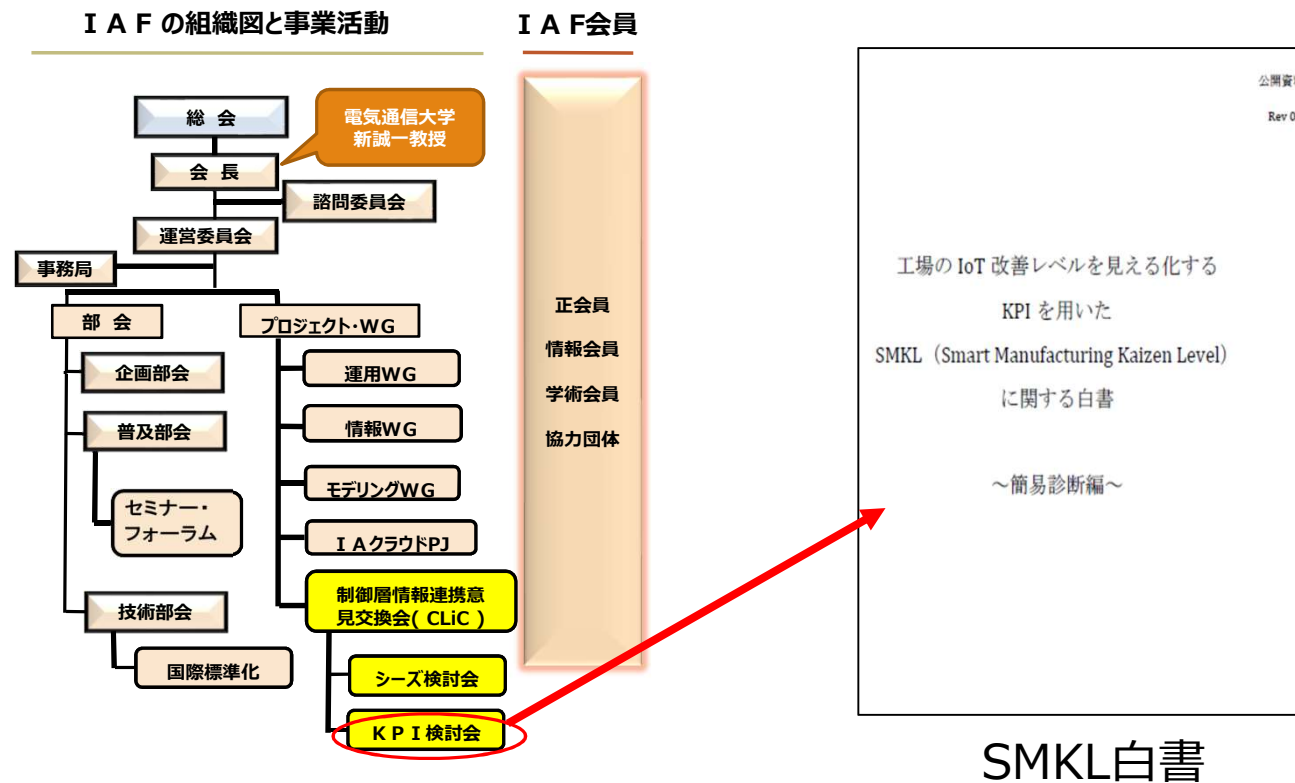
IAF その他 SMK活用に適するユーザシーン

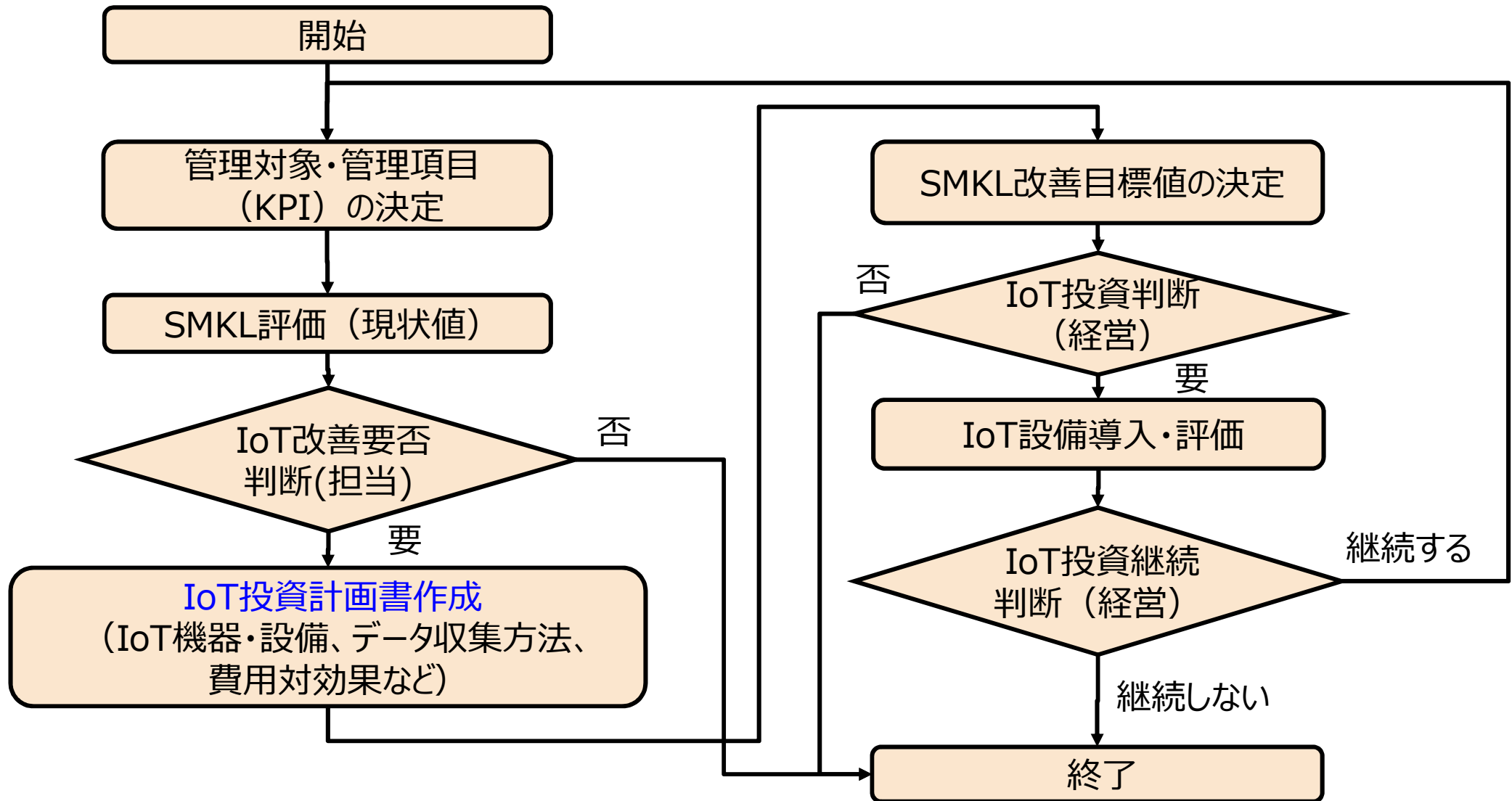
- ◆ 現場のIoT化を推進するように、経営者からの指示がある
- ◆ 生産性/品質の向上など具体的な経営管理指標に対する経営者からの改善指示がある
- ◆ 複数の関係工場で統一した基準でIoT化を推進するように経営者からの指示がある
- ◆ 現場での手入力や紙出力など、工場の管理データ電子化して改善したい
- ◆ 時々生産ラインが停止するため、センサー等でデータを集めて分析 & 改善したい
- ◆ 各設備の保守やメンテナンスなどの時期を把握して、保全効率を改善したい



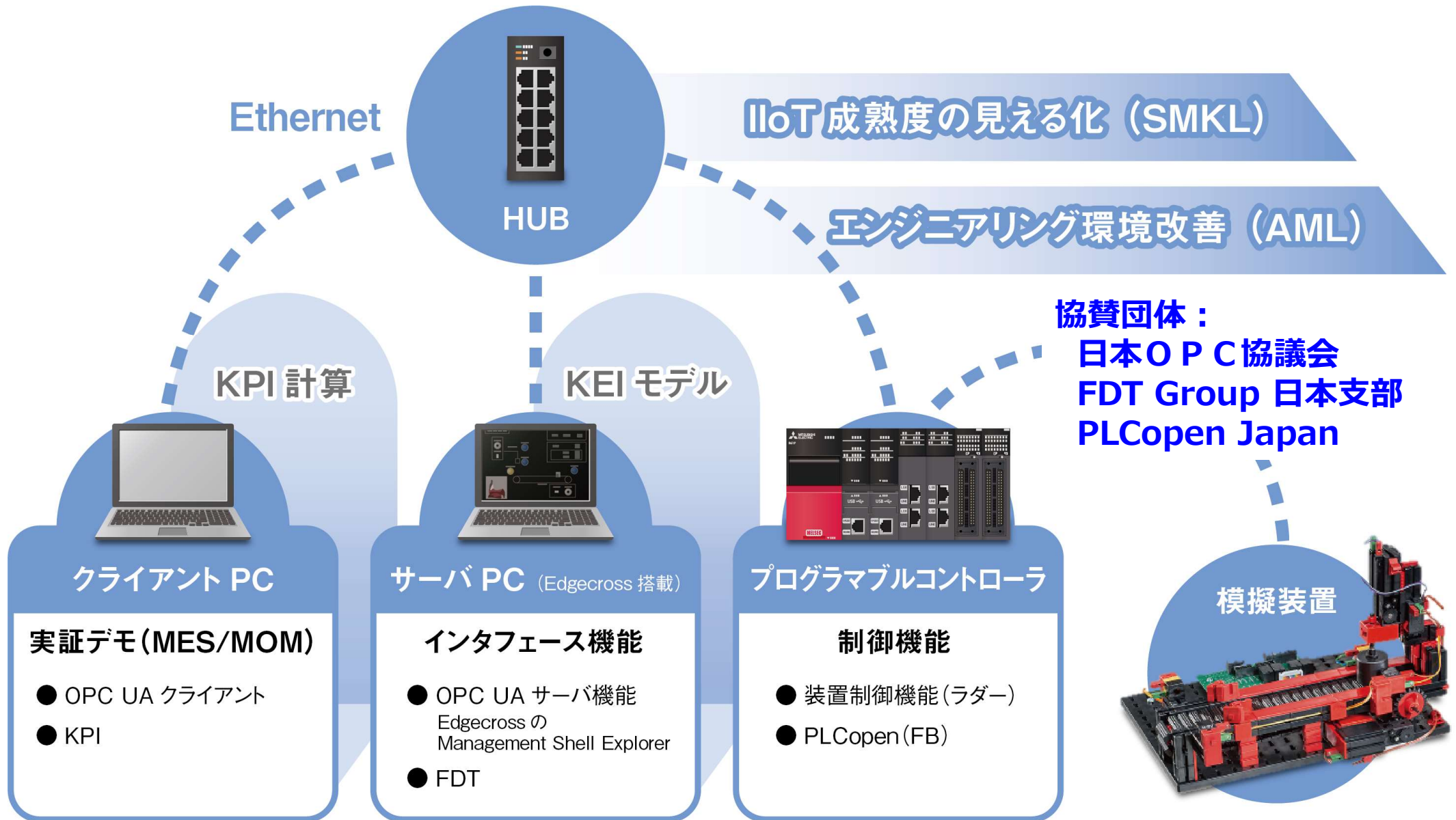
SMKLのIAFからの公開について

- ◆ IAF (Industrial Automation Forum) のKPI検討会で
KPIに基づいたSMKLによる工場のみえる化/IoT化の
評価方法の白書を審議し発行済み (Web公開: 2020/4)
<http://www.mstc.or.jp/iaf/clic/SMKLV1.pdf>





IIFESデモシステム構成





IIFESデモシステムにおける IIoT成熟度レベルの見える化(SMKL)

レベルd	診える化 (改善) Optimizing		今回のデモ展示		
レベルc	観える化 (分析) Analyzing			KPIを分析 経営者へ効率的で正確な改善を提案	
レベルb	見える化 (可視化) Visualizing			生産、品質、保全、納期、環境などの KPIを可視化	
レベルa	データ収集 Collecting			各種センサーやI/Oの情報を 国際標準化技術*で容易に収集	
見える化 レベル	管理対象	設置・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 1 : 製品説明書管理アプリ (トリセツ工場版) による製品管理とSMKLについて

無料 : iOS版、アンドロイド版、パソコンWeb版 →「トリセツ工場」で検索

無料で利用できる製品説明書管理サービス (トリセツ工場版※トライグル社様提供) で、様々なF A機器の情報 (カタログ、説明書、価格、日付け、CADデータ等) をスマートフォンアプリやWebで一元管理が可能。設備の一括登録に関するご相談も受付中。

- F A 機器の取扱説明書を一元管理
- 製品型番を入力するだけで、説明書や付帯情報が紐付く
(付帯情報に、**※SMKL値がある**)



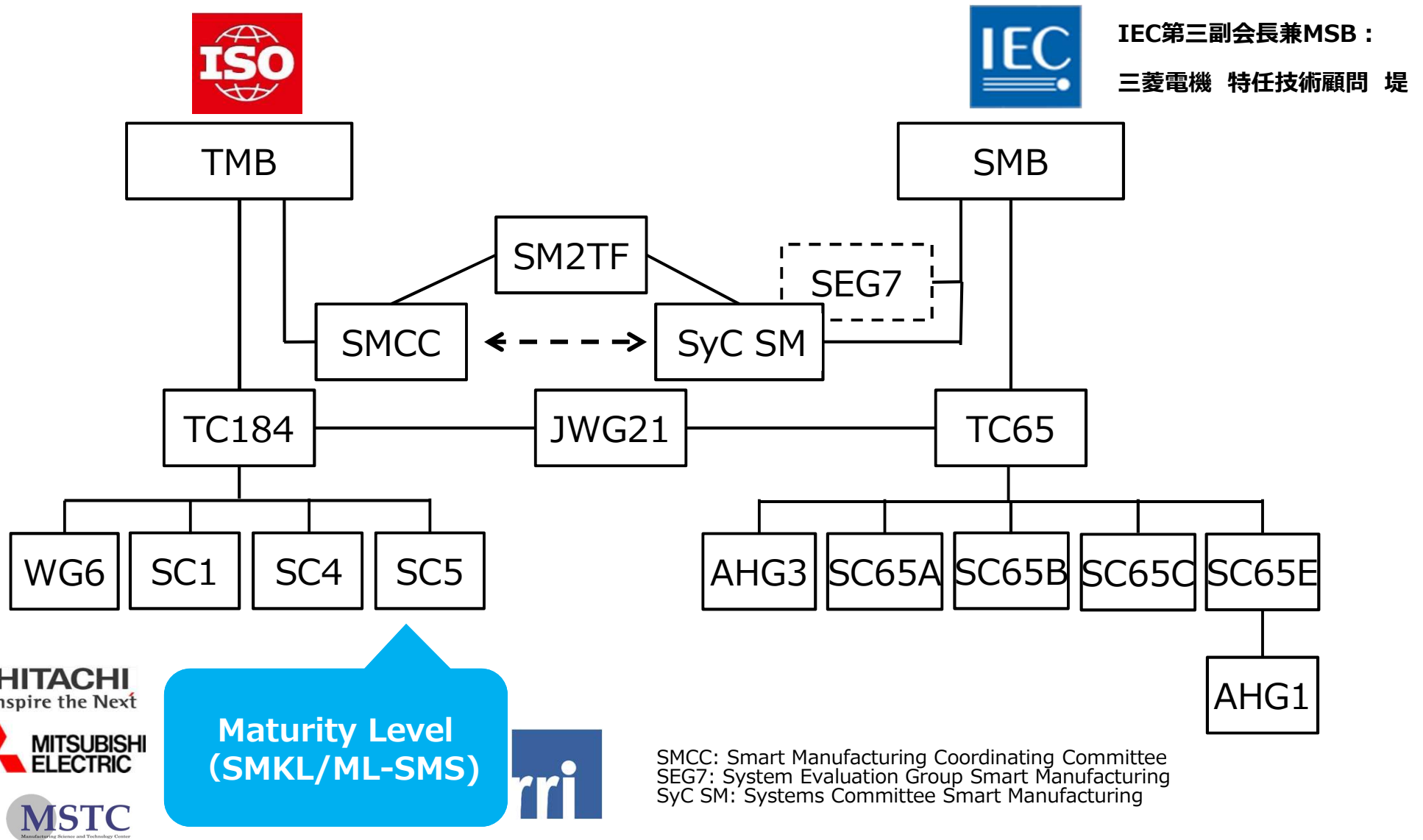
型番を入力するだけで、簡単に機器の登録が完了

担当するFA機器を客先毎に登録・表示

取扱説明書以外に、販売価格や写真なども登録可能

工場用 製品説明書管理アプリ (トリセツ工場版)

補足 2 : スマート製造関連国際標準化状況



補足3：SMKLオープン化経緯

2015/11 SMK Lの原案となるe-F@ctory ガイドラインを作成・運用開始
(三菱電機(株)名古屋製作所)

2017/04 企業標準から、一般公開(業界／国際標準)の
検討を開始 (SMKLと一般呼称化)



2018/02 ロボット革命イニシアティブ協議会 (RRI) WG1/標準化AGでSMKLを報告

→日立製作所と三菱電機共同で、国際標準化(Technical Report)の検討を開始(事務局MSTC)

2018/09 IVI研究分科会のKPI検討WGへ、KPIとSMKLの関係性の説明を実施

2018/11 SMK Lデファクト化の為、IAFへSMKL白書発行を提案し検討会を開始

2019/04 IAFからSMKL白書を発行(IAFホームページから無償ダウンロード可)

2019/04 IEEE 国際カンファレンス@中国杭州でSMKLを発表

→「優秀論文賞ファイナリスト」にノミネート

2019/09 IEEE ETFA 2019@スペインの国際学会でSMKLを発表

2020/09 SICE2020(タイ・チェンマイ：Web 開催)でSMKLを発表 →IEEE論文として登録

2020/10 計測展OSAKA2020でSMKLを発表予定

ご清聴ありがとうございました

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

補足資料

～SICE2020講演資料から抜粋～

4.1 IIFES2019 demonstration system overview

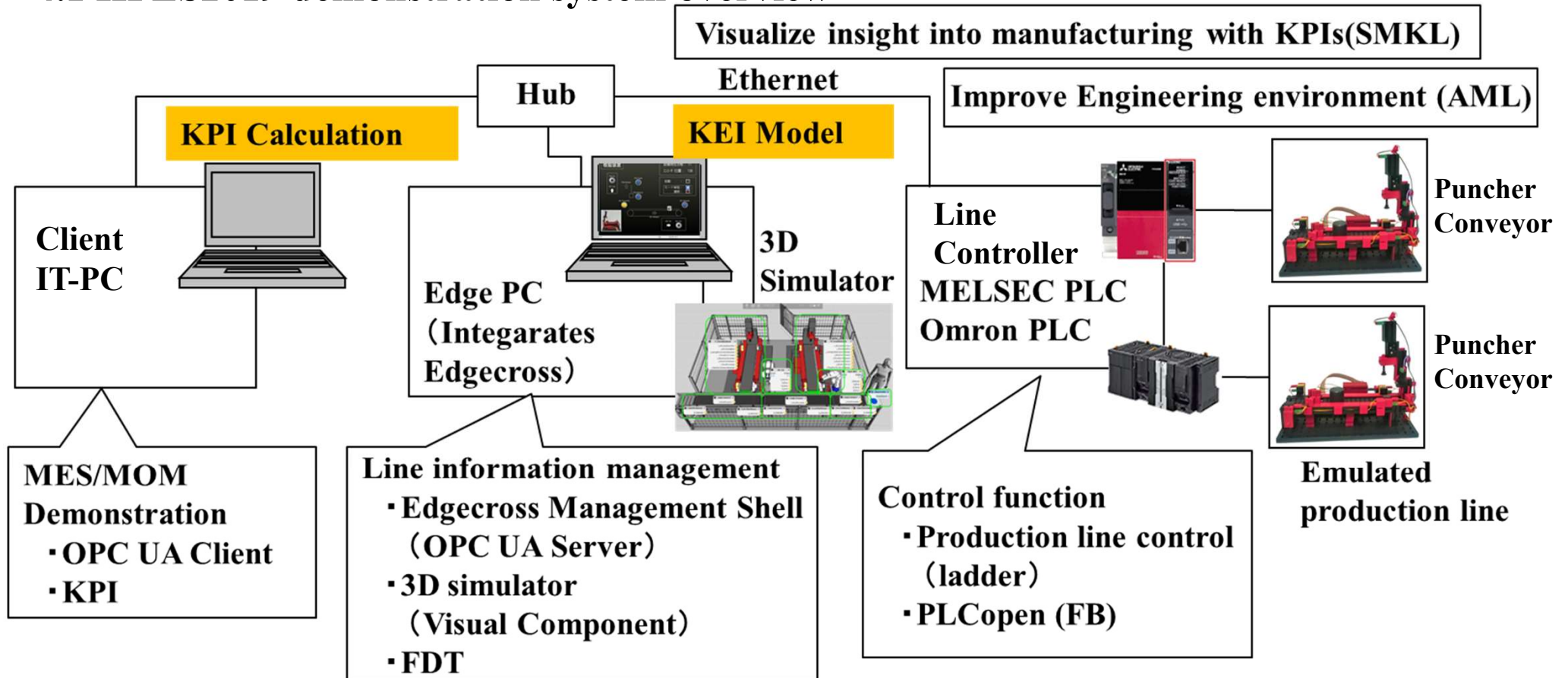


Fig.6 Overall system physical design



4.1 IIFES2019 demonstration system overview

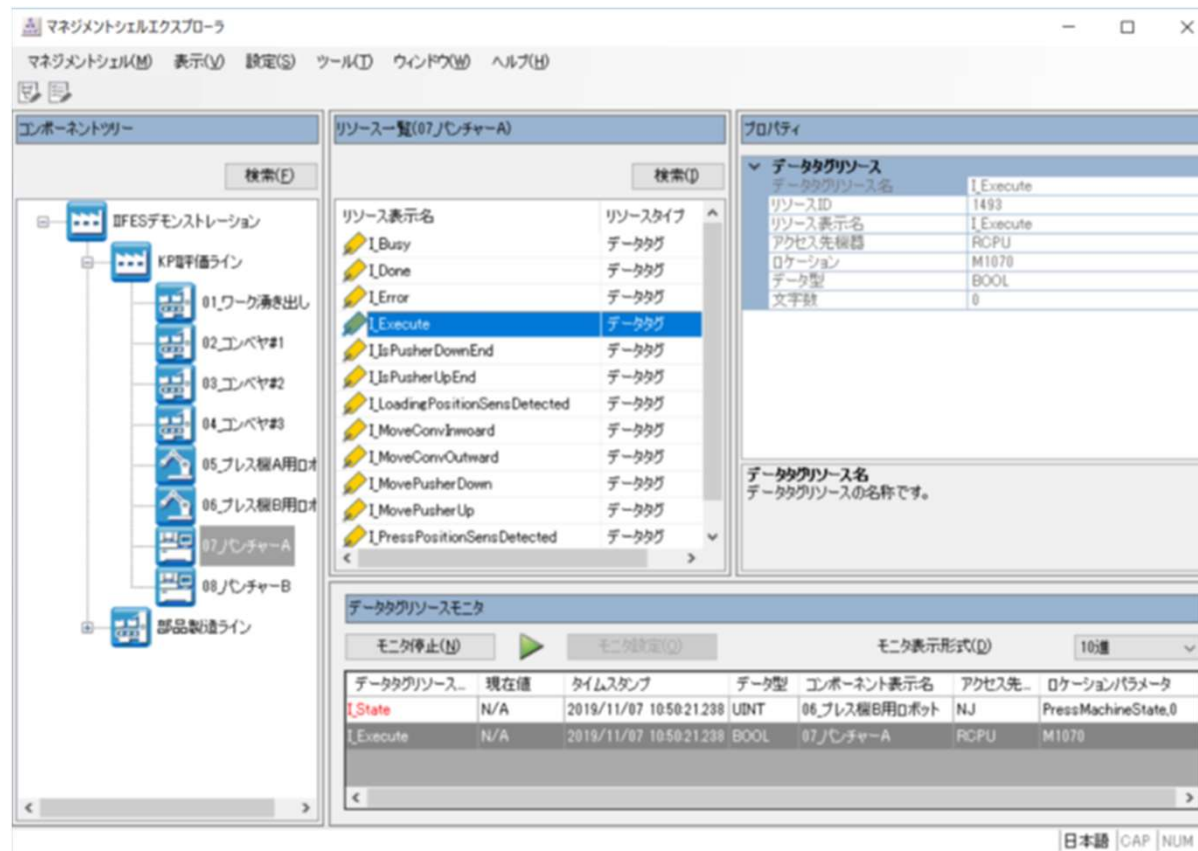


Fig.9 Line information view integrated with OPC UA on edge PC (Edgecross Management Shell)



4.1 IIFES2019 demonstration system overview

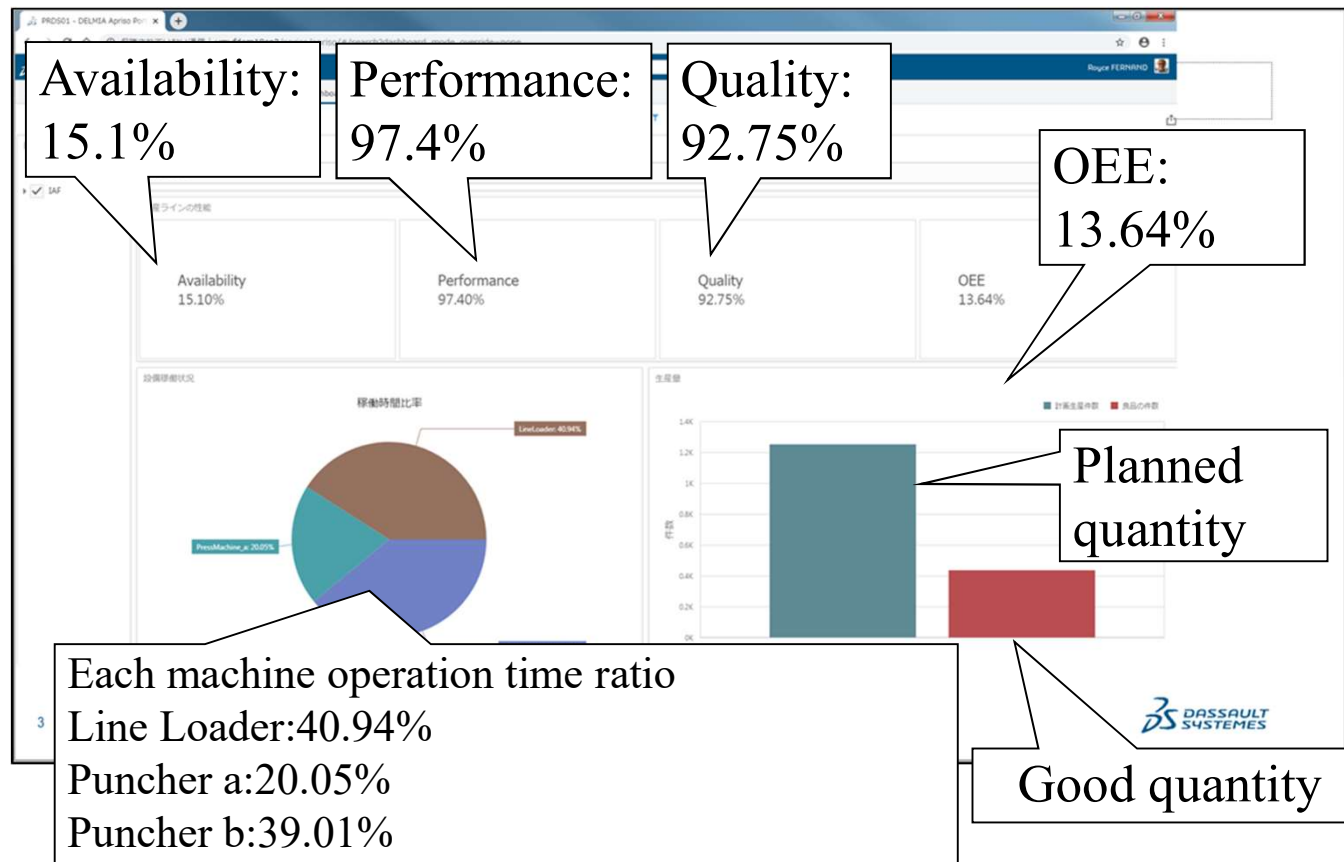


Fig10. KPI example information view by APRISO on client PC



4.2 SMKL use case demonstration (IIFES2019)

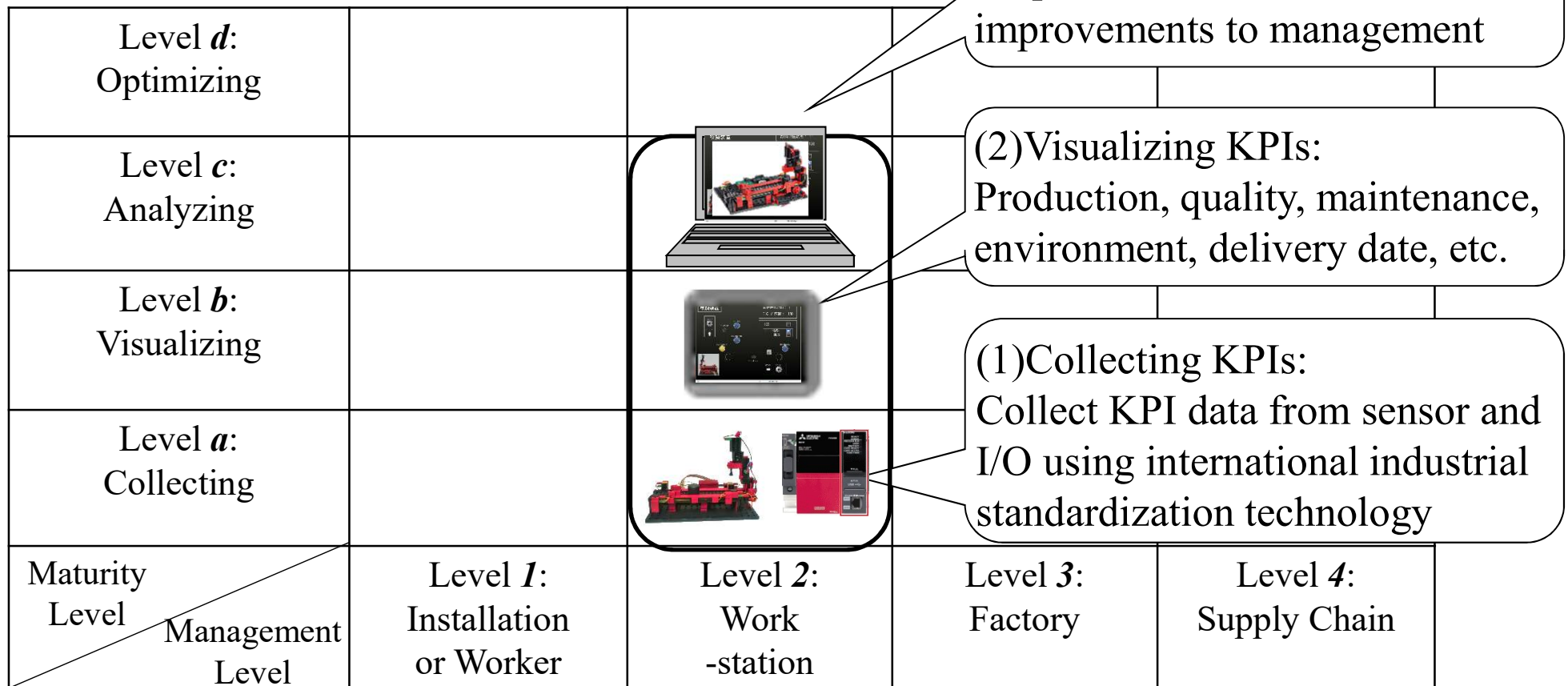


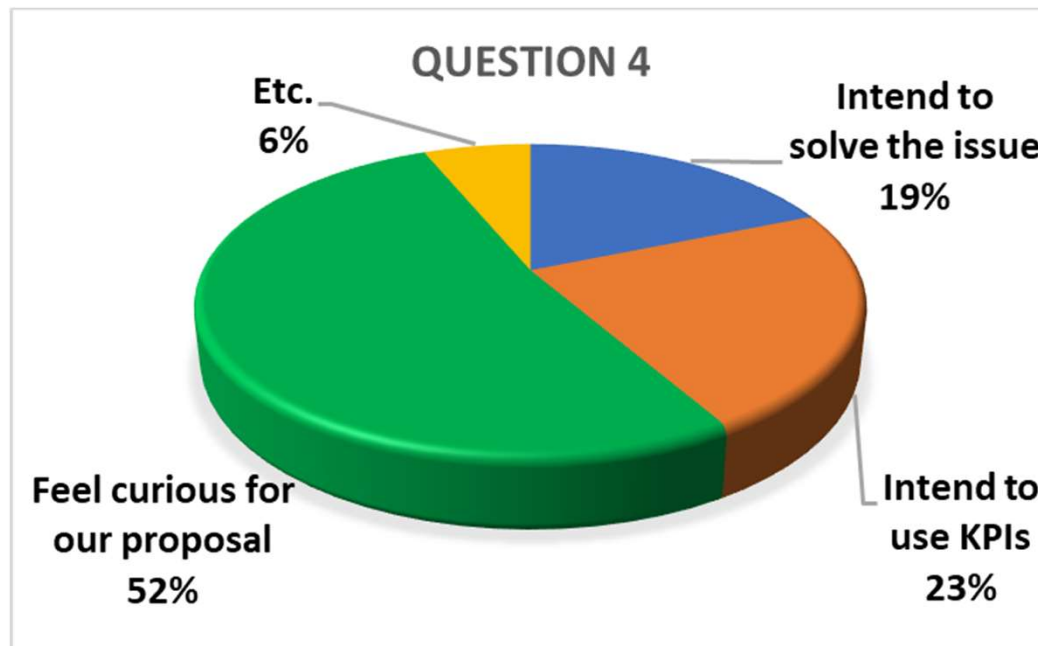
Fig.4 Use Case of SMKL

Source: IAF booth at IIFES2019 in Tokyo



4.3 SMKL use case evaluation (IIFES2019)

“Background of attending the seminar”



“What is the feedback after the seminar”

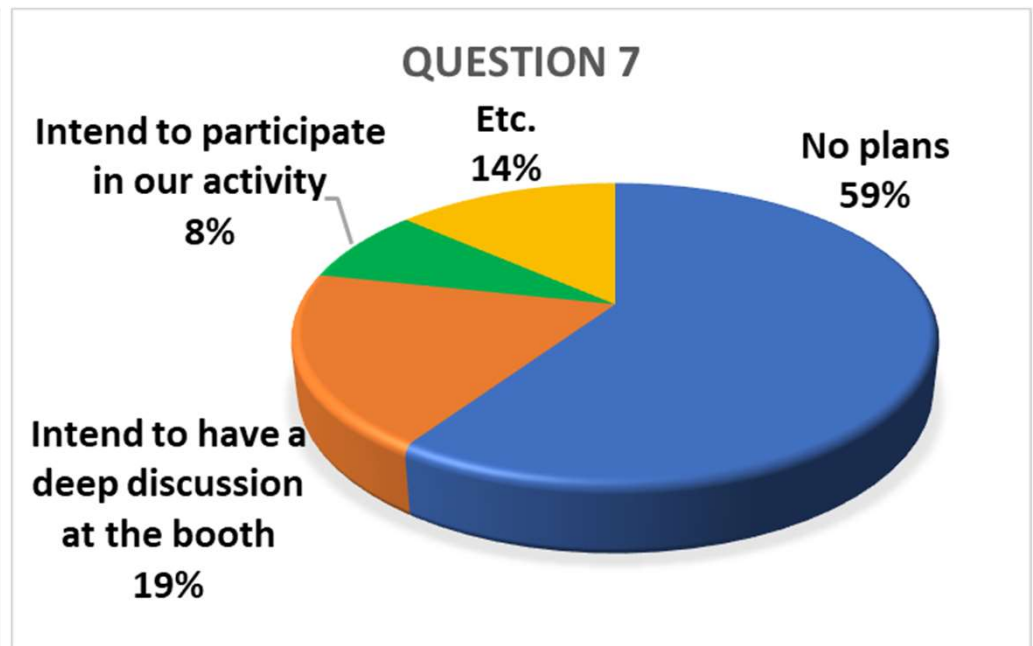


Fig. 11 Questionnaire about the proposal



5. SMKL TECHNOLOGY map

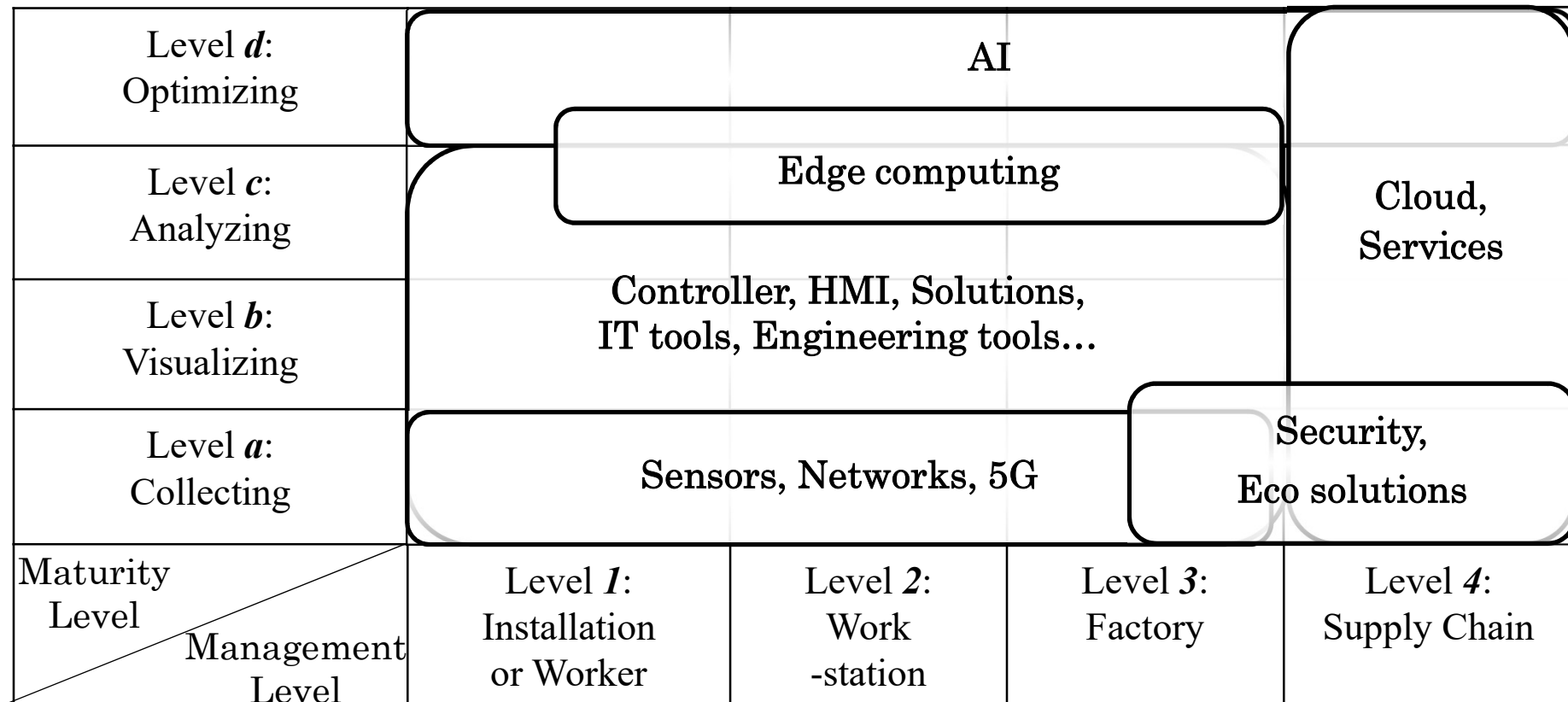


Fig.12 SMKL Technology Map



6. SMKL use case Evaluation related with MBSE

“KPIs based on SMKL” is used as seamless system model on MBSE approach

→ Efficient SM production line based on sustainable architecture throughout whole lifecycle can be achieved

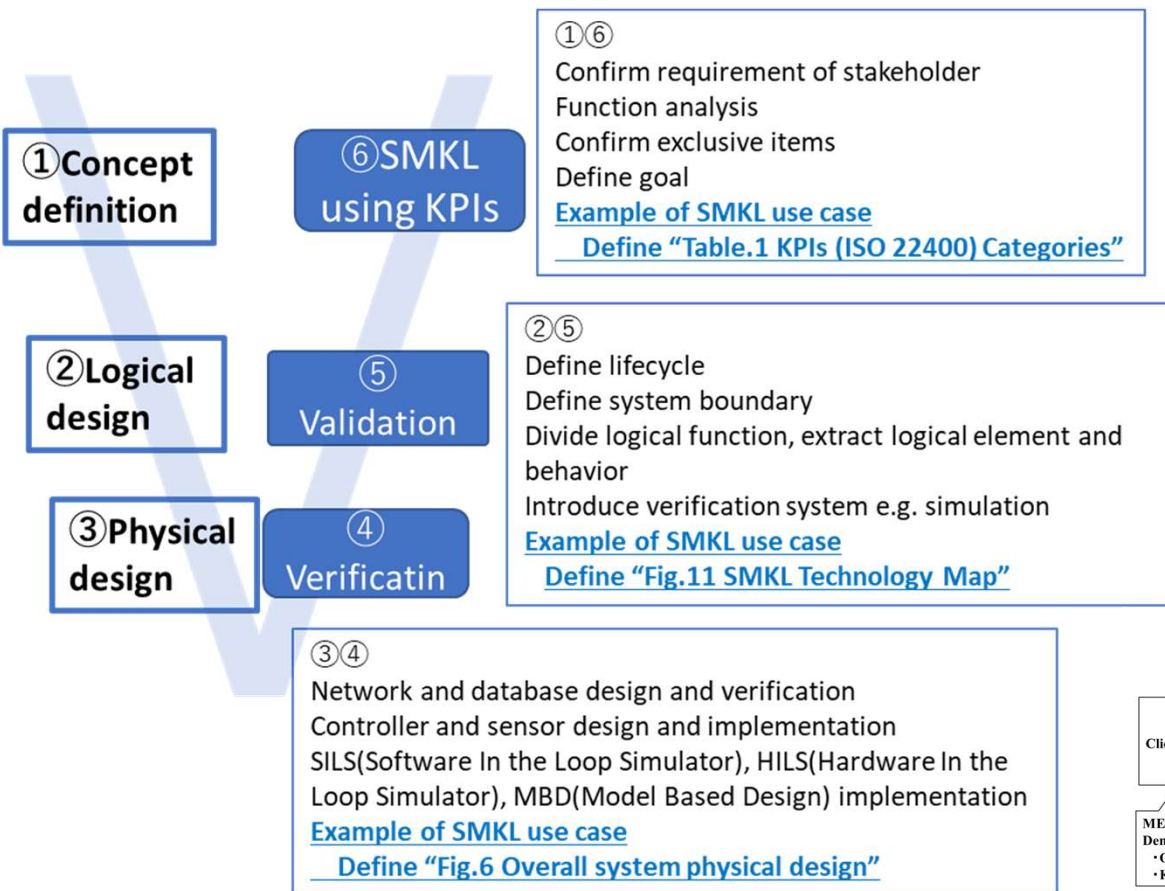


Table.1 KPIs (ISO 22400) Categories

Letter	Definition of the Categories	KPIs(ISO 22400) No.
1	Efficiency indicators	1 – 9
2	Quality indicators	10 – 18
3	Capacity indicators	19 – 22
4	Environmental indicators	23 – 26
5	Inventory management indicators	27 – 32
6	Maintenance indicators	33 – 35

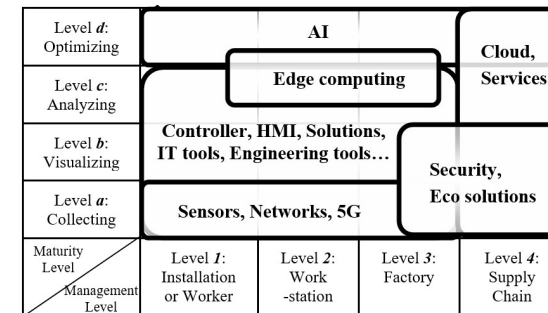


Fig.12 SMKL Technology Map

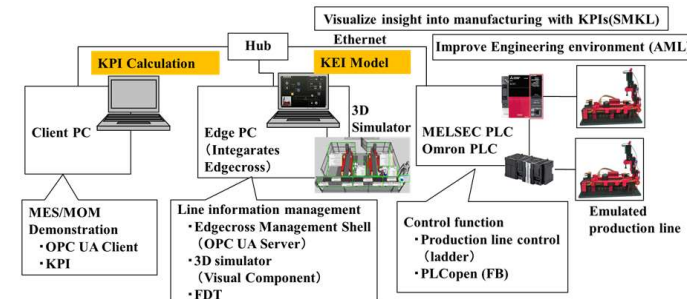


Fig.6 Overall system physical design

