

IoT導入レベル“SMKL”適用によるスマート工場の実現推進と産業用IoT製品の開発&販売促進

藤島光城*
Mitsushiro Fujishima

Realization of Smart Factory and Development & Sales Promotion of IIoT Products by Applying IIoT Introduction Level "SMKL"

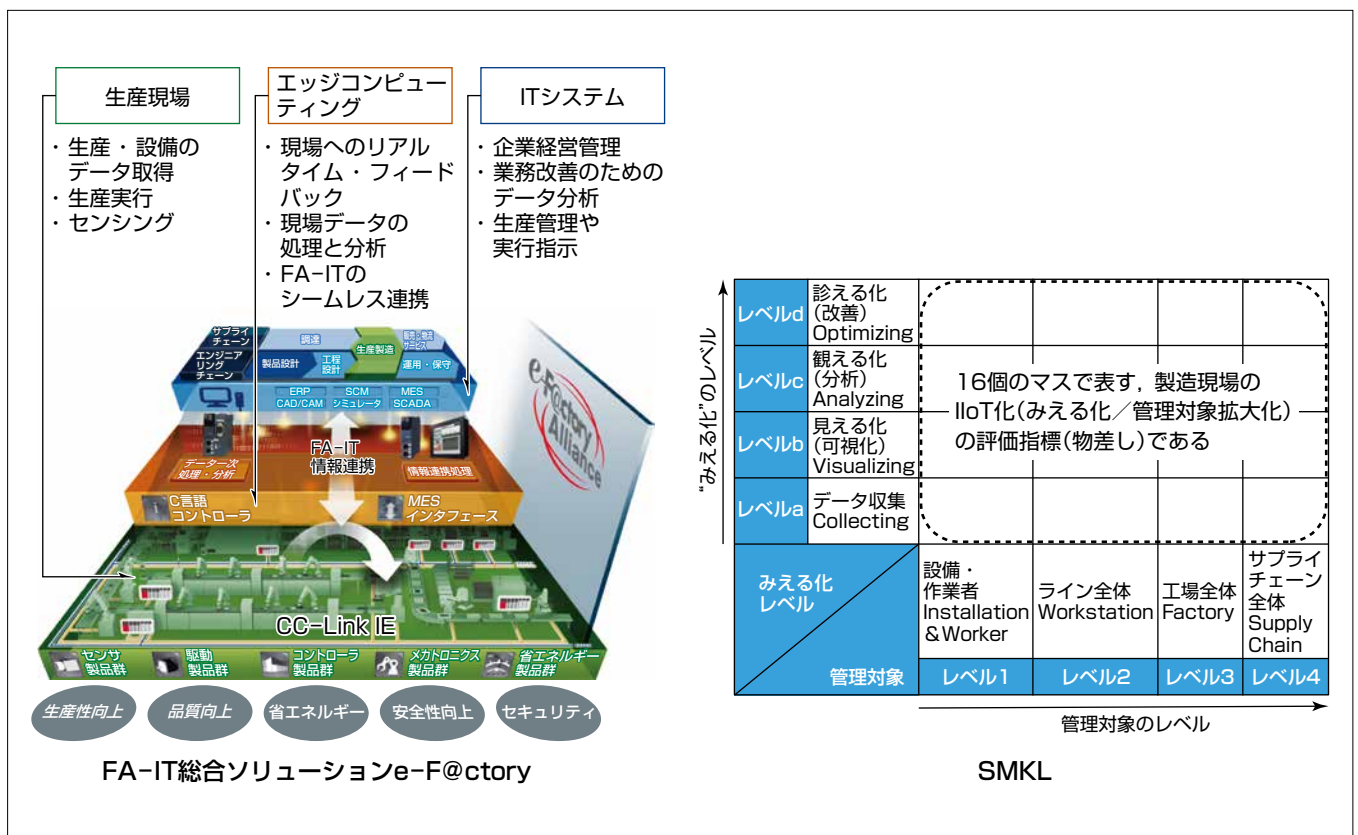
要旨

三菱電機では2003年頃からFA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”のコンセプトを打ち出し、生産現場の情報のみえる化によって生産性向上、品質向上、省エネルギー、安全性向上、セキュリティ対応など、あらゆる機器や設備をIoT(Internet of Things)でつなぎ、データを分析・活用することで、ものづくり全体を最適化する取組みを推進してきている。

2011年にドイツがIndustry 4.0を発表すると、この工場のIoT(Industrial IoT: IIoT)化は世界的な潮流となり、現在では独PI4.0や米IIC、日本のRRIやIVIなど、各国で様々なコンソーシアムが立ち上がり、活発な議論やテストベッドと呼ばれる試験、さらにはIIoT関連の国際標準の整理や規格化が進められている。

しかしながら、このIIoTを活用したスマート製造工場を実現するには幾つかの課題がある。一つは、IIoTへの投資に対する効果が分かりづらく、継続的な投資判断が難しいことである。もう一つは中小企業を中心にIIoTの専門家が少なく、相談できるサプライヤーも限られるため、製造現場のIIoT化が進まないことなどである。

そこで、当社内でe-F@ctory導入を推進するために考案したIIoT化の評価指標を“SMKL(Smart Manufacturing Kaizen Level)”としてオープン化し、専門知識がなくても現状のレベルを評価し、改善していける方法について提案する。このSMKLの活用によってIIoTへの継続的な投資判断が可能になるため、中小企業も含めて、将来的にIIoT市場を活性化させることが期待できる。



FA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”と“SMKL”

SMKLは、縦軸に4段階の生産現場情報のみえる化レベル、横軸に4段階の管理対象のレベルを表し、合計16個のマスをIIoT化の状況を評価可能な指標である。また、みえる化を行うデータは、生産、品質、在庫管理、保全、環境などの重要業績評価指標(Key Performance Indicator: KPI, ISO22400参照)に基づいている。

*名古屋製作所

1. ま え が き

Industry 4.0, スマート製造などのIIoT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”IIoT化が推進、及び改善できたかの“みえる化”ができていないため、経営側の継続的な投資判断が難しい。また、工場ではIIoTの専門家も少なく現場担当者もどうしてよいか分からない状況がある。

そこで、SMKLを用いて製造現場のIIoT化(みえる化/管理対象拡大化)を推進し、その推進方向性を評価することによって継続的な投資判断を可能にする。

SMKL活用の副次効果として製造現場のIIoT化によって従来の改善に比べてより早く、より効果が高い改善が期待できる。また、SMKLの応用として顧客の現状のレベルに合ったIIoT化製品(FA製品, FAソリューション, エッジコンピューティング製品など)の開発&販売や、コンサルタント, システムインテグレータ等を紹介することも期待できる。さらに、SMKLのオープン化は国際標準化を視野に入れ、日本のものづくりの国際的なプレゼンスも向上できる。

2. SMKLの定義

SMKLは縦軸に4段階のみえる化レベル、横軸に4段階の管理対象レベルの16個のマスで表し、製造現場のIIoT化を簡単に評価できる指標である(要旨の図)。

2.1 みえる化のレベル

みえる化のレベルは、レベルaを“データ収集”, レベル

表 1. みえる化の基準

“みえる化”レベル		評価基準	例
レベルa	データ収集 Collecting	・自動、又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Excel ^(注1) 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)値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Excel等で、その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、目標(基準)値データも自動表示され、差異の確認ができる。 ・かつ、差異に対して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

(注1) Excelは、Microsoft Corp.の登録商標である。

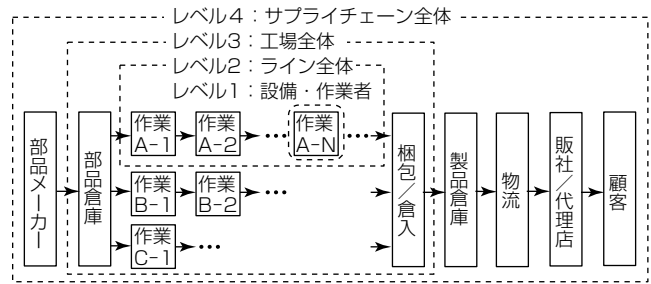


図 1. 管理対象の基準

bを“可視化”, レベルcを“分析”, レベルdを“改善”と定義し、製造現場の情報を紙や人手ではなく、電子化&自動化されていることが評価基準となる(表1)。

2.2 管理対象のレベル

管理対象のレベルはディスクリート工場^(注2)を対象とした場合、レベル1を“設備・作業者”, レベル2を“ライン全体”, レベル3を“工場全体”, レベル4を“サプライチェーン全体”と定義する(図1)。

(注2) プロセス工場など他業種では対象を変える必要がある。

3. SMKLの活用方法

3.1 設備設計者

設備設計者は、管理対象や、管理項目である重要業績評価指標(Key Performance Indicator : KPI, ISO22400参照)を決めて、現状のSMKLレベルの診断をする。そして、現状からレベルUPしたい対象や項目に関するIIoT投資計画書を作成し、経営者の判断を仰ぐ。また費用対効果もこの投資計画書に記載するが、目指すべきSMKLレベルも併せて記載して目標に向けてPDCA(Plan Do Check Action)を実行する(図2)。全体の流れを図3に示す。

3.2 工場経営者

工場経営者はSMKLを用いて自社に合った費用対効果の高い対象や項目からIIoT化し、将来的に収益の高いスマート製造工場の実現を目指す(図4)。

4. SMKLの標準化

IIoT市場をグローバルに発展させ、顧客の利便性を向

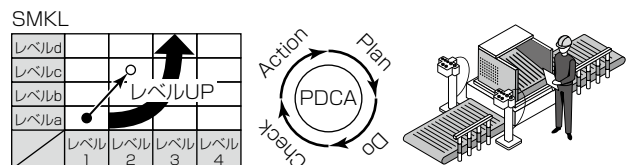


図 2. 設備設計者によるSMKLの活用

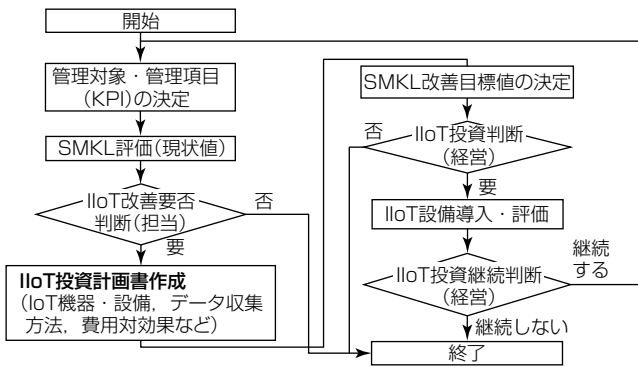


図3. SMKL活用の流れ

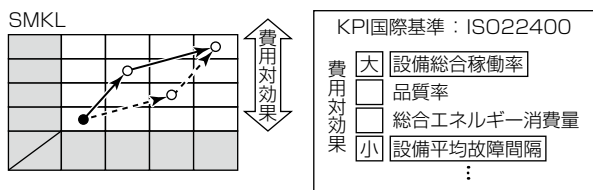


図4. 工場経営者によるSMKLの活用

上させ、IIoT製品の世界的な売上げ規模の拡大を目指すため、現在、デジュール標準化とデファクト標準化に取り組んでいる(図5)。

4.1 デジュール標準化

SMKLの世界的な認知度を上げるため、ISO/TC184で国際標準化に取り組んでいる。一方、既にカーネギーメロン大学が提案したソフトウェア開発・保守の能力成熟度を測定する品質管理基準であるCMM(Capability Maturity Model, ISO/IEC 15504)をベースにした同様の評価指標が欧米や中国、シンガポール等でも検討されているため⁽¹⁾、ISO規格化の難易度は高く、また承認までに時間が掛かることが想定される(3~8年)。したがって、まずは短期間で発行可能な技術報告書(Technical Report: TR)の一事例としてSMKLをISO/TC184国内委員会の承認を経て国際委員会へ提案中である。

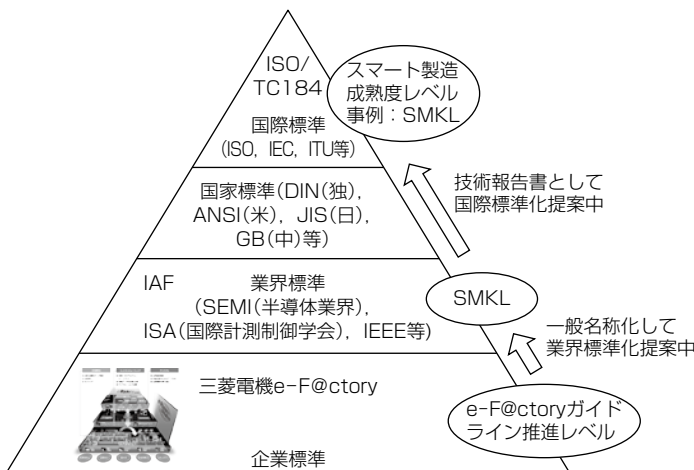


図5. SMKLの標準化戦略

4.2 デファクト標準化

また、先に述べたとおりデジュール標準化は時間が掛かるため、IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)学会での論文発表⁽¹⁾⁽²⁾や、国内ではKPIを検討しているIAF(Industrial Automation Forum)というコンソーシアムから発表や展示(IIFES2019)をして、SMKLのデファクト標準化を推進している⁽³⁾。

さらに、5.4節で詳しく述べるように、一般の営業マンやコンサルタント、システムインテグレータなどが、顧客のIIoT化に適した製品を提案&販売しやすくするアプリケーションを、e-F@ctoryアライアンス・パートナーメーカーとアジャイルに検討を進めている。

5. SMKLの応用について

SMKLはIIoT化に必要なAI(人工知能)やセキュリティ、エッジコンピューティングなど様々な技術のマッピングができる特長がある(図6)。まだ試行段階や検討中の案も多いが、今後SMKLの活用とともにこの特長を利用した様々なSMKLの応用が進めば、IIoT市場の更なる活性化が期待できる。

5.1 IIoT化の技術相談

IIoT化を推進するに当たり、社内に専門家がない場合は社外の専門家であるコンサルタントやシステムインテグレータ(SI)に相談する必要がある。SMKLで自社の位置を確認し、相談できそうな社外の専門家を探すツールとしてSMKLの活用が期待できる(図7)。

5.2 IIoT製品の開発促進

IIoT製品を開発する場合に、SMKLの16個のマスが埋まるように開発を推進することで、漏れなくダブリなく顧

レベルの 見える化	レベルd 診える化 (改善) Optimizing	AI(人工知能)		クラウド サービス
	レベルc 観える化 (分析) Analyzing	エッジコンピューティング		
	レベルb 見える化 (可視化) Visualizing	制御機器, 表示器, ソリューション, アプリケーションパッケージ, エンジニアリングツール...		セキュリティ
	レベルa データ収集 Collecting	センサ, ネットワーク		
見える化 レベル	設備・ 作業者 Installation & Worker	ライン全体 Workstation	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
管理対象のレベル				

図6. SMKLによる技術マッピング例

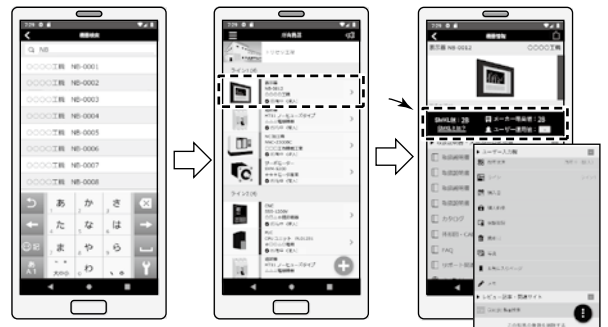
客のみえる化・管理対象レベルに合った的確な製品開発が可能になる(図8)。

5.3 IIoT製品の販売促進

IIoT製品(FA製品, FAソリューション, エッジコンピューティング製品など)を販売する場合に, 電子化が全く進んでない顧客に提案してもすぐには購入してもらえない。SMKLでIIoT化したい対象や項目を聞き出し, 顧客のみえる化・管理対象レベルに合った的確な製品提案が可能になる(図9)。

5.4 IIoT製品等の説明書管理アプリケーション“トリセツ工場版”

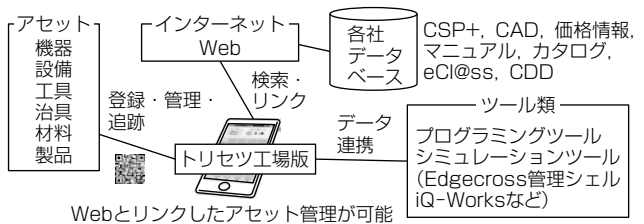
無料で利用できる製品説明書管理アプリケーション(トリセツ工場版, 株)トライグル提供)で, 様々なメーカーの機器情報(カタログ, 説明書, 購入価格, 購入日付, CADデータ等)をスマートフォンやパソコンのWebアプリケーションで一元管理ができる(図10)。



型番を入力するだけで, 担当するFA機器を簡単に機器の登録が完了 顧客ごとに登録・表示 取扱説明書以外に, 販売価格や写真なども登録可能

Web版アプリケーション <https://fa.torisetsumachi.biz/>

図10. トリセツ工場版とSMKL



Webとリンクしたアセット管理が可能

図11. IoTを活用したデータ連携例

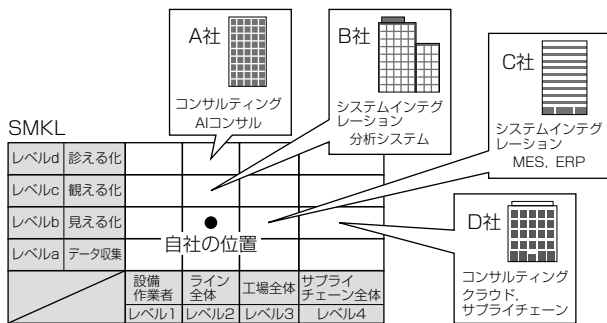


図7. SMKLによる技術相談例

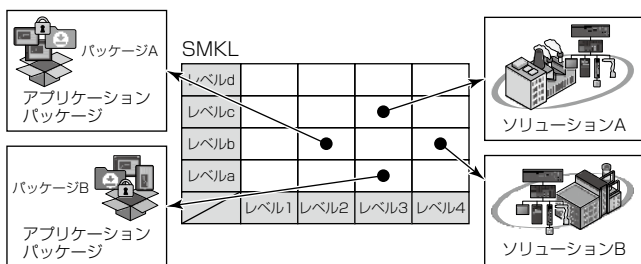


図8. SMKLによるIIoT製品の開発促進

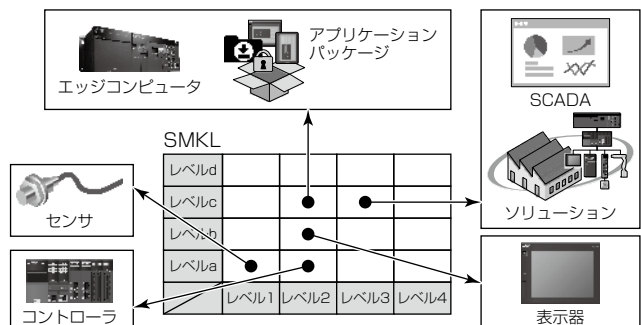


図9. SMKLによるIIoT製品の販売促進

このアプリケーションの付帯情報にSMKLレベルが記入できるようになっているため, 将来的にはこのアプリケーションで顧客設備のIIoT化のレベルを自動的に判断し, 改善事例とともにIIoT関連製品を提案するなど, 簡易的な自動コンサルティング支援アプリケーションとしての活用が期待できる。また, IIoTでの様々なデータ連携によるアセット管理アプリケーションとしても将来的に期待ができる(図11)。

6. むすび

IIoTを導入するには工場内の様々な電子データの収集が必要であり, またサプライチェーン全体を網羅するためには投資費用も大きく時間もかかる。本稿で述べたSMKLを活用すれば費用対効果を考えながら自社に適したステップで経営者も設備担当者もIIoT化を推進することが可能になる。

またIIoTでは“世界につながる”新製品や新しい価値(サービス)を創出する必要がある。SMKLはその応用も含めて, 大きな可能性を秘めている。

参考文献

- (1) SHI, X., et al. : A Maturity Model for Sustainable System Implementation in the Era of Smart Manufacturing, 24th IEEE International Conference on ETFA, 1649~1652 (2019)
- (2) SHI, X., et al. : Maturity Assessment: A Case Study toward Sustainable Smart Manufacturing Implementation, SMILE & ISMI 2019, 67~70 (2019)
- (3) IAF CLIC (制御層情報連携意見交換会) : 製造現場のIIoT化/見える化を推進するSMKL指標について, IIFES November 2019 http://www.mstc.or.jp/iaf/event/iifes2019s/SMKL_seminor.pdf