

KPI インフォメーションモデル規定に関する白書
- 生産システムへの KPI(ISO 22400)適用検討

WP (White Paper)

目次

まえがき	3
概要	3
1 範囲	5
2 標準参照	5
3 用語と定義.....	6
4. 略語	7
5. KPI ELEMENT INFORMATION MODEL (KEI MODEL) の必要性	8
5.1 異なるレベルのエンジニアのコミュニケーションの困難性.....	8
5.2 KPI ELEMENT INFORMATION MODEL (KEI MODEL) の定義の必要性.....	9
6. KEI MODEL の導入手順	10
6.1 KPI 導入目的の明確化と評価する KPI の選定	10
6.2 KEI MODEL の構築	10
6.3 KPI の評価.....	10
6.4 KEI MODEL 導入事例.....	10
7. KPI 評価のためのシステム構築	16
7.1 KPI 評価のためのシステム	16
7.2 OPC UA IEC 62541	17
7.3 PLCopen®による PLC 関連技術仕様 IEC 61131-3.....	18
7.4 FDT® IEC 62453/ISA-103.....	18
7.5 AutomationML® IEC 62714	19
Annex A (informative) 工作機械での実施例.....	20

まえがき

本書は、IAFにより準備され、IAF 制御層情報連携意見交換会 制御層情報共有 WG(CLiC : Control Layer Informational Cooperation)の KPI 分科会によって採択された。

本規格書の附属書 Annex は、様々な生産システムにおける実施例の情報提供を目的とする。

なお、掲載中の団体名および技術名は、各社または各団体の商標または登録商標である。

概要

本書の目的は、MES や ERP などの ISA-95 (ISO/IEC 62264) で定義されたレベル 3 以上の上位のシステムに於いて、上位から下位までのレベル間の情報ギャップが少なく、精度が良い KPI (ISO 22400) を用いた生産システムを構築することにある。

そのために、まず実際に活用出来るエレメントを導出するための KPI の要素モデル (設備、人、マテリアル、ツール) にかかわるレベル 2~レベル 0 の情報モデルを作成し、様々な国際標準化されたオープン技術を活用する事で、生産システムを早く安価に構築し、更に生産システムの改善「Kaizen」による変更に対応できる生産システムを構築する方法を示す。

ISA-95 (ISO/IEC 62264) では、経営管理レベルから生産現場の制御レベルを統合的に扱うシステムを、レベル 4 からレベル 0 までの機能の階層に分解し、各階層で実施される活動を定義している。

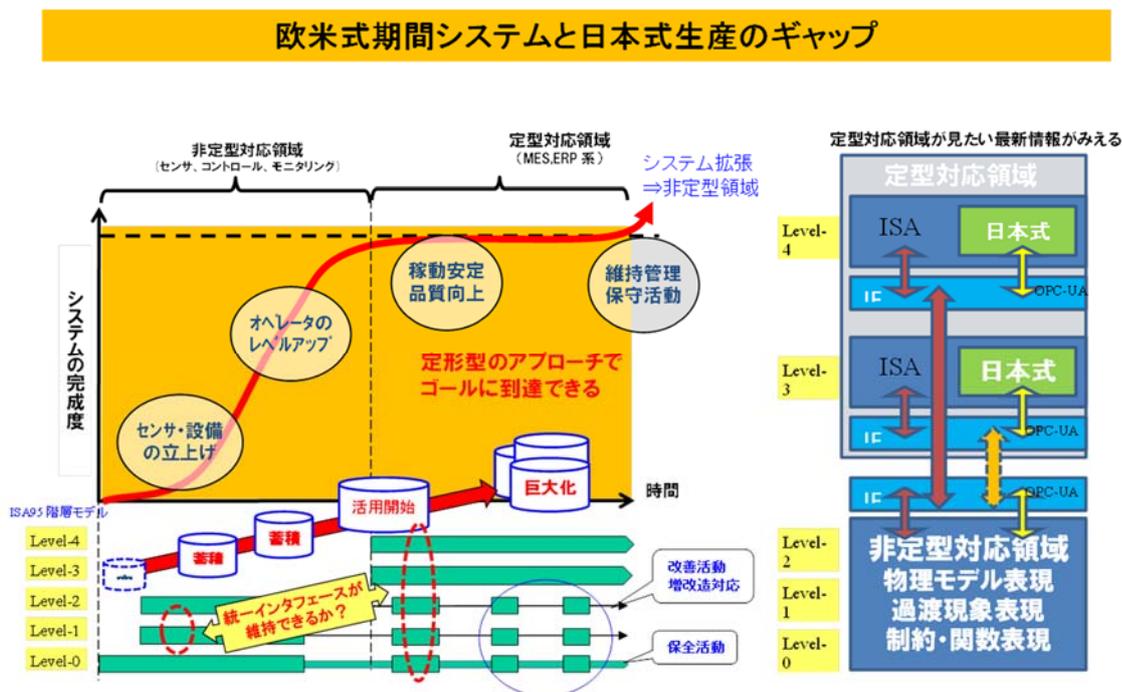


図1 日本の生産システムが立ち上がる工程例

図 1 のグラフは日本の生産システムが立ち上がる工程を示しており、横軸は時間を表す。縦軸は製造システムの完成度である。

また、図 1 のレベル 0 は工場社屋や倉庫。レベル 1 はセンサとアクチュエータ。レベル 2 はコントローラと SCADA。レベル 3 は MES などの生産スケジュールを管理する機器。レベル 4 は ERP や PLM などの事業全体を管理する設備を示す。

日本の生産システムは、品質と生産時間と生産コストのバランスが高い反面、図 1 のグラフに示すように Operation が開始されるまでのプロセスと時間が必要である。

その理由は、レベル 2 からレベル 0 は物理モデル (Physical Model) であり、高度な品質の製品を予定期間に製作するには、高度な生産プロセスとリソースの管理と実行が必要なためである。

高度な生産プロセスとリソースの管理と実行管理の情報は人の知識に構築されるが、その結果、ギャップが生まれる。

このギャップは、高度で複雑な生産プロセスにおいて、従来の MES では解析できない箇所が生じる。

従来の MES がこのギャップを解消しようとして、生産情報を採取して、AI などのツールを使用してモデルを作ろうとしても期待する精度の情報モデルは得ることはできない。

アプリケーション・エンジニアは線形時不変を要求しており、プラントは非線形で複雑であるため、理解する事が困難である。また、日本式生産システムには現場の「改善活動 KAIZEN」があり、日々プロセスは進化して、情報モデルは変化する。その結果、レベル 3 とレベル 2 に常にギャップが生じる。

その問題点を解決する為、KPI (ISO 22400) ISA-95 を用いて、MES や ERP などの上位のシステムで実際に活用出来る、レベル 2 からレベル 0 の情報モデルを作成する。

Annex A では、工作機械を使ったシステムの KPI の要素モデル (設備、人、マテリアル、ツール) 情報モデルの例を示す。

1 範囲

KPI (ISO 22400) を用いて、MES や ERP などの ISA-95 (ISO/IEC 62264) で定義されているレベル 3 以上の上位のシステムで実際に活用出来る KPI の要素モデル (設備、人、マテリアル、ツール) レベル 1 からレベル 2 の情報モデルを規定する。また、国際標準化されたオープン技術を活用する事で、生産システムを早く安価かつ柔軟に構築する方法を示す

2 標準参照

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 22400: *Standardization of Key Performance Indicator for Manufacturing Execution System*: Yoshiro Fukuda, Hosei University, Robrts Patzke, Messtechnik und Fertigungstechnologie GmbH

ISA-95 (ISO/IEC 62264) : Enterprise - Control System Integration Part1-Part2

Part 1: Models and Terminology : モデルと用語

Part 2: Object Model Attributes : オブジェクトモデルの属性

FA, 装置・ロボットと MES (MOM) での KPI 国際標準化の流れ: Manufacturing operations management–Key performance indicator, 法政大学福田好朗

3 用語と定義

重要業績評価指標 (Key Performance Indicator)

企業目標の達成度を評価するための主要業績評価指標。

改善「Kaizen」

少人数のグループ又は個人で、経営システム全体又はその部分を常に見直し、能力その他の諸量の向上を図る活動。

稼働時間 (Operating Time)

負荷時間から設備の故障や段取りなどで停止した時間を除いたもの。

価値稼働時間 (Valued Operating Time)

正味稼働時間から不良品を生産していた時間や不良品を手直しするのに要した時間を除いたもの。

時間稼働率 (Availability)

設備効率を阻害する停止ロスの大さを示す指標。

正味稼働時間 (Net Operating Time)

稼働時間からチョコ停時間や作業の待ち時間を除いたもの。

性能稼働率 (Performance rate)

チョコ停、速度低下などの性能ロスの大さを示す指標。

設備総合効率 (Overall Equipment Effectiveness)

設備の使用効率の度合を示す指標。

負荷時間 (Loading Time)

操業時間から定期点検等で計画的に停止した時間を除いたもの。

良品率 (Finished good ratio)

不良、手直しの不良ロスの大さを示す指標。

労働生産性効率 (Worker efficiency)

作業員が行った作業の効率度合を示す指標。

4. 略語

APAT	Actual Personnel Attendance Time
APWT	Actual Personnel Work Time
AutomationML	Automation Mark-up Language
DD	Device Description
DTM	Device Type Manager
ERP	Enterprise Resources Planning
FBD	Function Block Diagram
FDI	Field Device Integration
FDT	Field Device Tool
IICF	Industrial Internet Connectivity Framework
IIoT	Industrial IoT
IL	Instruction List
IoT	Internet of Things
KEI MODEL	KPI Element Information Model
KPI	Key Performance Indicator
LD	Ladder Diagram
MES	Manufacturing Execution System
MOM	Manufacturing Operations Management
OPC UA	OPC Unified Architecture
PLC	Programmable Logic Controller
PLM	Product Life cycle Management
RAMI4.0	Reference Architecture Model Industrie4.0
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SFC	Sequential Function Charts
ST	Structured Text
XML	Extensible Markup Language

5. KPI ELEMENT INFORMATION MODEL (KEI MODEL) の必要性

5.1 異なるレベルのエンジニアのコミュニケーションの困難性

ISA-95 (ISO/IEC 62264) には、生産システムを構成するレベルが以下のリスト及び図のように規定されている。

- ✓ Level 0 defines the actual physical processes.
- ✓ Level 1 defines the activities involved in sensing and manipulating the physical processes.
- ✓ Level 2 defines the activities of monitoring and controlling the physical processes.
- ✓ Level 3 defines the activities of the work flow to produce the desired products. It includes the activities of maintaining records and coordinating the processes.
- ✓ Level 4 defines the business-related activities needed to manage a manufacturing organization. Manufacturing-related activities include establishing the basic plant schedule (such as material use, delivery and shipping), determining inventory levels and making sure that materials are delivered on time to the right place for production. Level 3 information is critical to Level 4 activities.

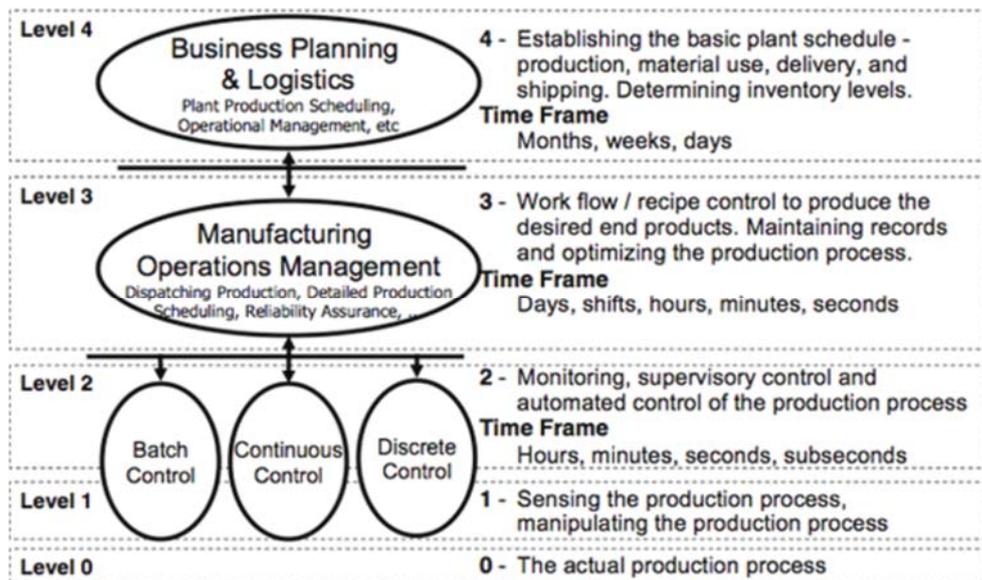


図 2 生産システムのレベル

Levels 1-2 のエンジニアやワーカーは装置や加工方法に詳しいが ERP や MOM に関する知識や IT の知識・経験に乏しく、Levels 3-4 のエンジニアはその逆である場合が多い。その結果、両者間でのコミュニケーションには多くの困難が伴うのが現状である。

上記に加えて、日本における生産システムの立ち上げにおいては、**エラー! 参照元が見つかりません**。に示すように、まずは現場に詳しい Levels 1-2 のエンジニアやワーカーがとにかく加工機が安定的に動くように機器配置や運用を定め、その後 Levels 3-4 のエンジニアが上位システムを構築する。Levels 1-2 のエンジニアやワーカーは、その初期の立ち上げに際して多くの暗黙知を得る。しかし、その暗黙知を前述したコミュニケーションの困難さが原因で、Levels 3-4 のエンジニアに伝えることがあまり出来ていないのが現状である。

仮に生産システム立ち上げの際に Levels 1-2 のエンジニアやワーカーから Levels 3-4 のエンジニアに知識譲渡が成功したとしても、現場では常に Levels 1-2 のエンジニアやワーカーによって改善活動が行われているため、それによる現場の変化を Levels 3-4 のエンジニアが的確に把握することは難しい。

5.2 KPI ELEMENT INFORMATION MODEL (KEI MODEL) の定義の必要性

ISO 22400 は、式 (1) のように KPI とそれを構成する Element と式が規定している。しかし、Element と工場に実際に存在する計画データや実績データとの対応関係が、式 (2) のように規定されていない。このため、KPI を導入するためには、式 (2) を定義する必要がある。

$$\text{KPI} : Y = f (X_p, X_a) \quad (1)$$

$$\text{Element} : X_p = f_p (X'_p) , X_a = f_a (X'_a) \quad (2)$$

ただし、 f, f_p, f_a は関数を、 X_p 及び X'_a は変数を意味する。

前節で述べたようなコミュニケーションの困難性を解消するため、工場から取得する情報のモデル化に加えて、KPI の Element との関係性も含めた情報モデルを、Levels 1-2 のエンジニアと Levels 3-4 のエンジニアが共同で構築することを提案する。本書では、この情報モデルを KPI Element Information Model (KEI MODEL) と呼ぶことにする。図 1 に KEI MODEL の概念図を示す。ISO 22400 に準拠する KPI 導入に当たっては KEI MODEL の作成が必須である。

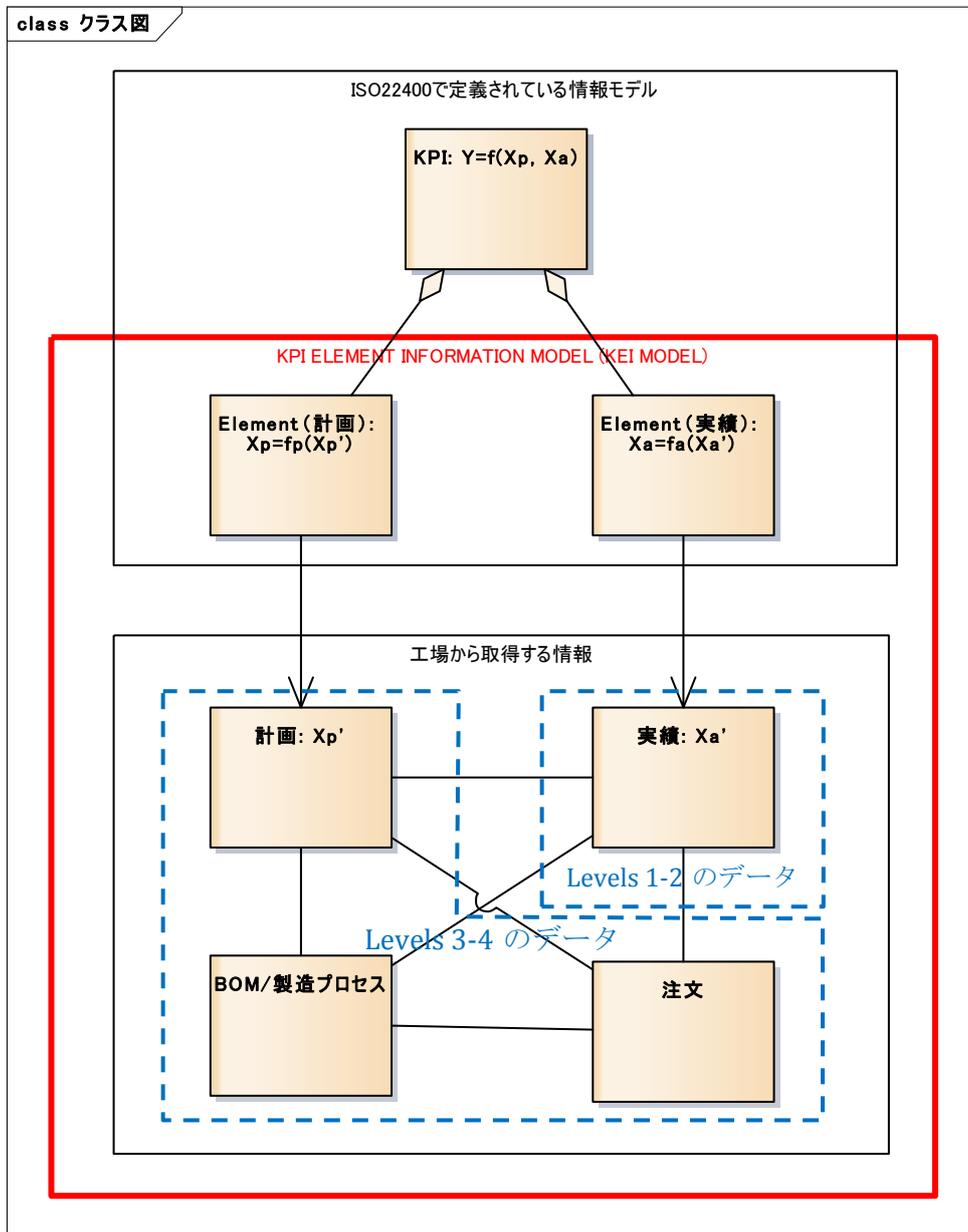


図 1 KPI を構成する要素と計画・実績データの関連モデル

6. KEI MODEL の導入手順

6.1 KPI 導入目的の明確化と評価する KPI の選定

KPI の導入に当たっては、その導入の目的を明確化する必要がある。自分たちのビジネスにとって品質が高いことが大切なのか、リードタイムが短いことが大切なのか、コストが安いことが大切のかなどをきちんと見極め、評価の目的を明らかにすることが重要である。その上で、目的に合致した評価指標を選定する。この際、評価対象の原状を把握し、無駄や改善点に関して仮説を立てることが重要である。

本章では、以下の例を挙げる。

評価目的：企業 A は価格の低さを売りにしているため、コストとスループットを評価したい。

選定した評価指標：Worker efficiency=APWT/APAT

6.2 KEI MODEL の構築

工場に存在する情報と Element の対応関係を記述する KEI MODEL を作成する。

表及び表に KEI MODEL の例を示す。表は、Element を得るための式を定義している。また、表は、工場から取得する情報を定義している。これらを定義することで KPI が評価可能となる。

表 1 Element と工場から取得する情報の関係定義の例

Element	式
APAT	作業員の就業終了時刻（実績）－作業員の就業開始時刻（実績）
APWT	Σ {作業員の作業終了時刻（実績）－作業員の作業開始時刻（実績）}

表 2 工場から取得する情報定義の例

工場から取得する情報	定義
作業員の就業開始時刻（実績）	タイムカードの出勤刻印時刻
作業員の就業終了時刻（実績）	タイムカードの退社刻印時刻
作業員の作業開始時刻（実績）	人の位置情報検知システムで、加工機の前に来た時刻。複数存在しうる。
作業員の作業終了時刻（実績）	人の位置情報検知システムで、加工機の前から離れた時刻。複数存在しうる。

6.3 KPI の評価

得られた KPI を評価する。評価に当たっては、過去との相対比較や目標の達成度の絶対比較などを行う。KEI MODEL は KPI を構成する Element と工場から取得する情報との間及び工場から取得する情報間の関連が表現されている。KPI の評価の結果問題点が発見されたら、KEI MODEL の関連を活用して原因把握を行うことができる。

6.4 KEI MODEL 導入事例

次に、各種設備の総合的な効率を数値化する KPI として OEE(Overall Equipment Effectiveness:設備総合効率)を例に取り上げ、OEE 算出のための Element を構成する「工場から取得する情報」を規定する。

なお、ここで取り上げる OEE は、ISO 22400-2:2014[E]の Annex B を用いることにする。

OEE は、設備の使用効率の度合いを示す指標で、以下の式で表される。

$$OEE = Availability * Performance Rate * Finished goods ratio \quad (3)$$

ここで、Availability は「時間稼働率」、Performance rate は「性能稼働率」、Finished good ratio は「良品率」を表す KPI である。この KPI を算出するための Element としては、

$$Availability = OPT / LT \quad (4)$$

OPT : Operating Time 稼働時間、 LT : Loading Time 負荷時間

$$Performance rate = NOT / OPT \quad (5)$$

NOT : Net Operating Time 正味稼働時間

$$Finished goods ratio = GQ / CM$$

GQ : Good Quantity、 CM : Consumed Material quantity

上記の Finished goods ratio の式は、Quality Ratio (良品率) を示しており、時間軸での表現に変えると、式 (6) のようになる。

$$Quality ratio = VOT / NOT \quad (6)$$

VOT : Valued Operating Time 価値稼働時間

これらの KPI の時間軸での関係は、図 4 の Time Model として ISO 22400 で示されている。また、KPI 算出に用いられる Element である OPT、LT、NOT、VOT の解説は付記されているが、定義はなされていない。実際に企業で KPI を利用することを想定すると、同じ尺度で KPI を比較評価すべきで、そのためにレベル 2 の「工場から取得する情報」を規定する必要がある。

レベル 2 に配置された SCADA がレベル 2 以下の「工場から取得する情報」についての演算とオブジェクト形式での保管を行い、レベル 3 に配置された MES から SCADA が保管するオブジェクトを参照する方法が考えられる。これは現在の IT 技術を利用すれば実現可能である。

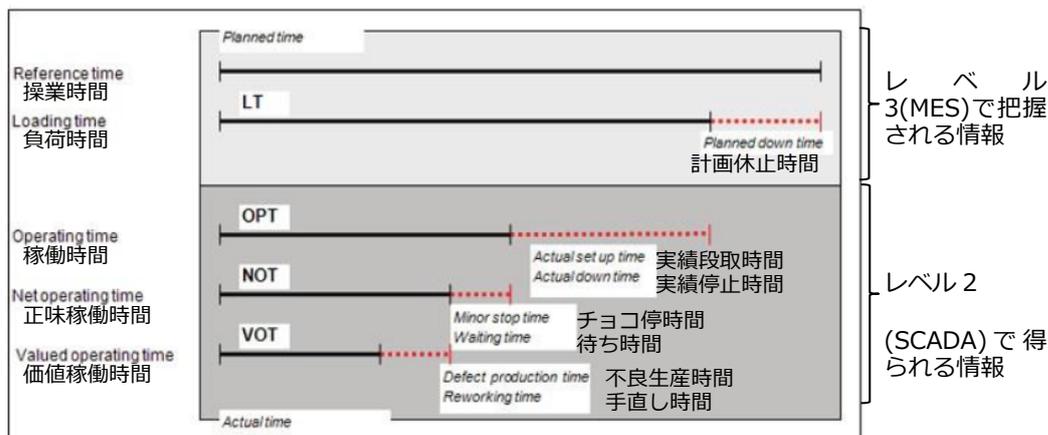


図 4 Time Model for Work Units (出展 : ISO 22400-2:2014[E] Annex B)

図 4 における LT は、操業時間から計画休止時間を除いた時間であり、MES で予めスケジューリングされている。計画休止時間は、設備の計画保全や生産調整を行うための時間であるため、LT は MES 側の管理情報である。一方、OPT、NOT、VOT は、レベル 2 の SCADA で計測される実績時間を基にそれぞれ算出される。この実績時間は、時間単位で表現される「工場から取得する情報」であり、ワークユニットの状態を表している。

図 4 で OPT は、LT から Actual set up time と Actual down time を引いた時間となっている。この 2 つの実績時間は、対象となるワークユニットがある特定状態を続けた期間を表しているので、実績時間の和を各特定状態ごとに求めることができればよい。これを「Status」と呼ぶことにする。

すなわち、NOT や VOT も同様で、

$$OPT = LT - \Sigma (\text{段取時間}) - \Sigma (\text{停止時間}) \quad (7)$$

$$NOT = OPT - \Sigma (\text{チョコ停時間}) - \Sigma (\text{待ち時間}) \quad (8)$$

$$VOT = NOT - \Sigma (\text{不良生産時間}) - \Sigma (\text{手直し時間}) \quad (9)$$

ここで、 $\Sigma()$ が各 Status となる。

上記 3 つの Element が求められると、式 (4) ~ (6) で、3 つの KPI が得られ、それを基に式 (3) から OEE が演算可能となる。

式 (7) ~ 式 (9) の各特定状態を細かく分類すると、表 3 のようになる。

表 3 特定状態の分類

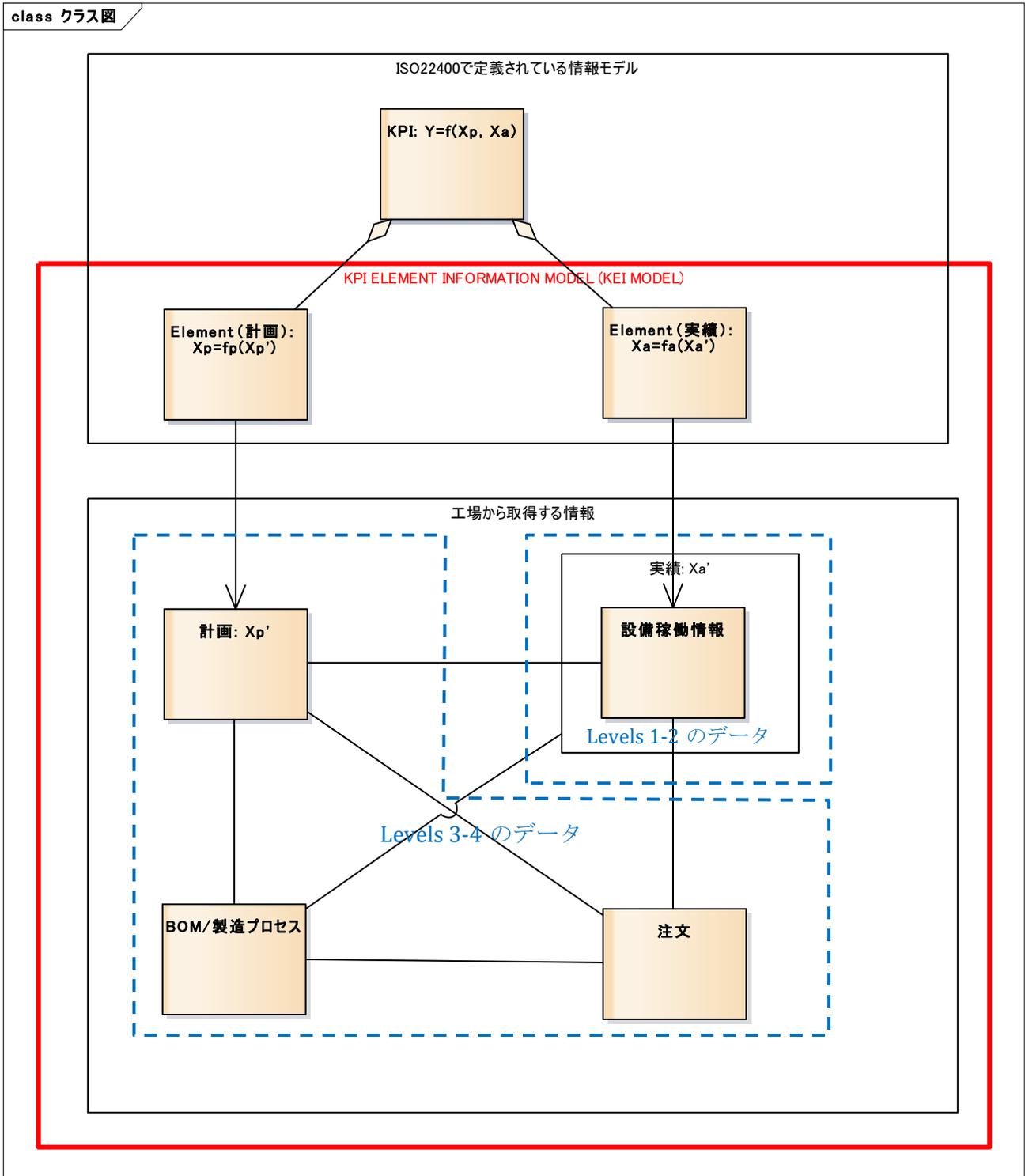
特定状態	分類	内容
(1)段取	(a)段取・調整	設備が稼働していない状態から、 作業者 がその設備周辺に滞留し、次の生産が開始されるまでの時間
	(b)刃具交換	刃具交換の必要を検知後、 作業者 が設備に駆けつけるまでの時刻と交換完了するまでの時刻の差
	(c)立上り	生産開始から設備周辺に 作業者 が滞留した時間
	(d)清掃点検	1 つのワークが完了して設備が止まった後で、 作業者 が設備の周辺で滞留した時間
	(e)指示待ち	設備が計画通りに一時停止してから 作業者 が設備周辺に滞留している状態で、設備が再稼働するまでの時間
	(f)材料待ち	設備の稼働前で、 作業者 が材料を搬送して装着するまでの時間
	(g)配員待ち	設備が 作業者 を必要とする状況になってから 作業者 が設備に駆けつけるまでの時間
	(h)品質確認待ち	設備の稼働が計画通り停止し、その後 作業者 が設備周辺に滞留する時間
(2)停止	(i)設備故障	計画にない設備の停止から 作業者 が駆けつけるまでの時間および復旧するまでの時間
(3)チョコ停	(j)空転・チョコ停	空転・チョコ停を検知してから 作業者 が発生場所に到着するまでの時間と、設備の再稼働までの時間
(4)待ち	(k)速度低下	基準生産レートあるいは基準サイクルタイムを守れない状態における生産に要する時間
(5)不良生産	(l)品質不良	基準品質に達しない製品を生産することに要した時間
(6)手直し	(m)再処理	工程バックにより遅延した時間

(出典:公益社団法人日本プラントメンテナンス協会「生産活動におけるロスの構造(16大ロス)を参考に分類を作成)

従来は、「設備稼働情報のみ」で KPI を求め、Level3 以上のエンジニアあるいは管理者が生産システムの状況を判断していた。しかし、実際の生産システムでは、設備だけの要因で計画と実績の間に差異ができていないわけではない。それは、上の表 3 の(a)から(j)から分かるように、太字斜体で示した作業者の行動が大きく関係している。設備の稼働状態だけでも特定状態が判別できる場合 ((k)から(m)) もあるが、多くはそれだけでは判別できない。従って、KPI を求める場合、設備の稼働状態だけではなく、これに作業者の状態も連携させる必要がある。

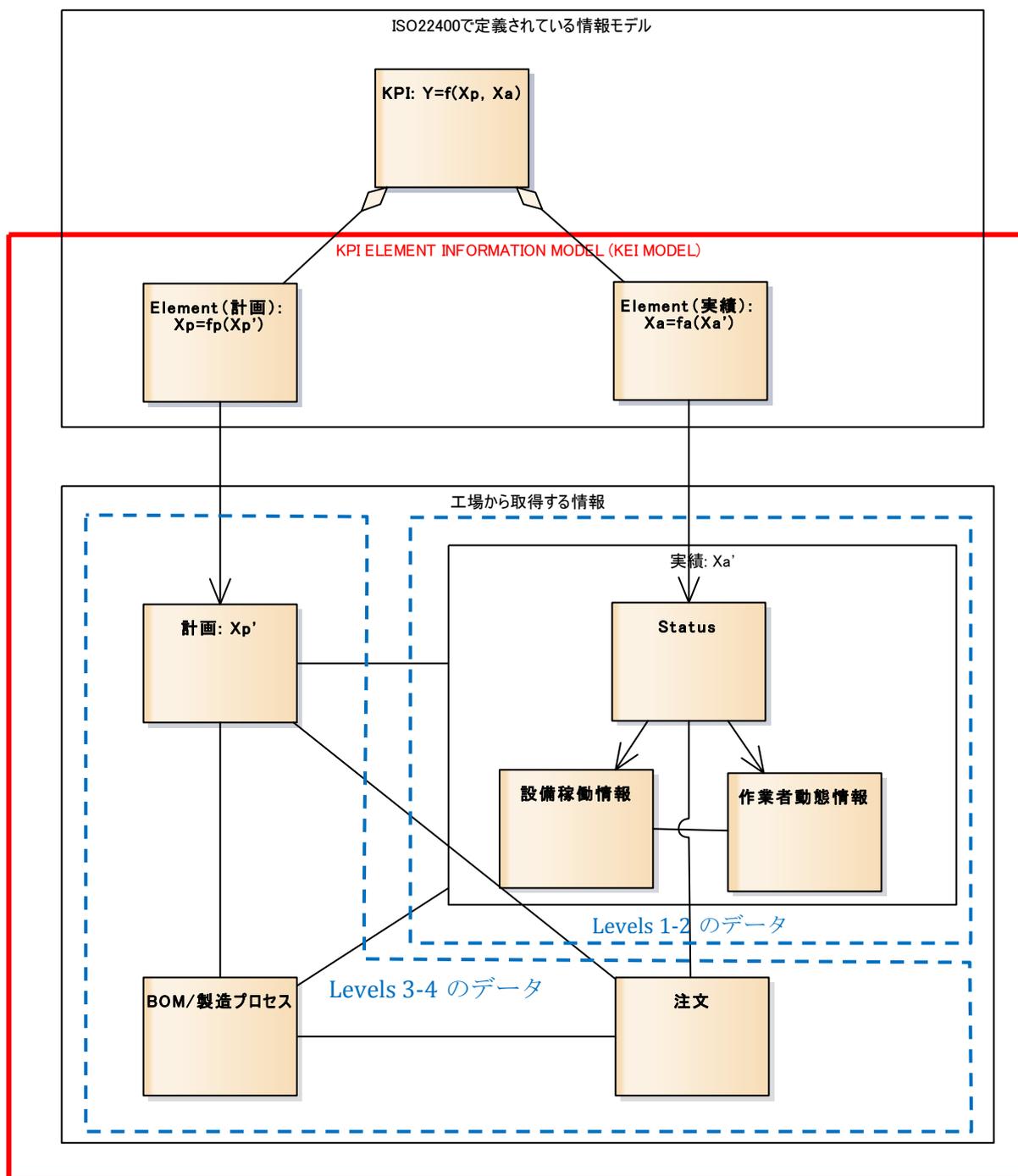
設備の稼働状態とともに熟練度や担当職務などの作業者個人の情報と、時々刻々の作業者の位置情報（これを動態情報と呼ぶ）から Status を得て、SCADA で変数(X_a)として MES に送信することで、生産システムの実態をより詳細に把握することが可能となる。

従来の KPI 算出と本章において提案している KPI 算出 (KEI MODEL) との違いを、5.2 の図 3 をもとに下の図 5 と図 6 で表す。



(注) 点線部分は要因調査の際に使用する。また、図中の Element は OEE に関するもののみ表示している。

図 5 設備稼働情報のみを用いた KEI MODEL



(注) 点線部分は要因調査の際に使用する。また、図中の Element は OEE に関するもののみ表示している。

図 6 作業者動態情報を加えた KEI MODEL

工作機械を例とした、この KEI MODEL の具体的な実現方法を Annex A に示している。

7. KPI 評価のためのシステム構築

7.1 KPI 評価のためのシステム

6章で定義した KEI MODEL のインスタンスの取得及び保管及び KPI の計算のためのシステムを構築する。図に構築するシステムの例を示す。

KEI MODEL の実装と伝達手段は、国際標準化技術を用いて実現するのが望ましい。国際標準を活用する意味としては、以下の2点がある。

- (1) グローバルに確立されている国際標準技術を活用することで、生産システムの構成要素の構築が効率的に行われる、
- (2) ERP, MOM, SCADA の環境下でのセンサや装置の供給に関して、相互運用性を維持したまま、様々な特徴を有する多様なベンダから供給することが可能となる

以下では KEI MODEL の実装と伝達に有効と考えられる国際標準規格について紹介する。

標準規格に適合させて生の情報を取る仕組みを検討 設備メタモデル

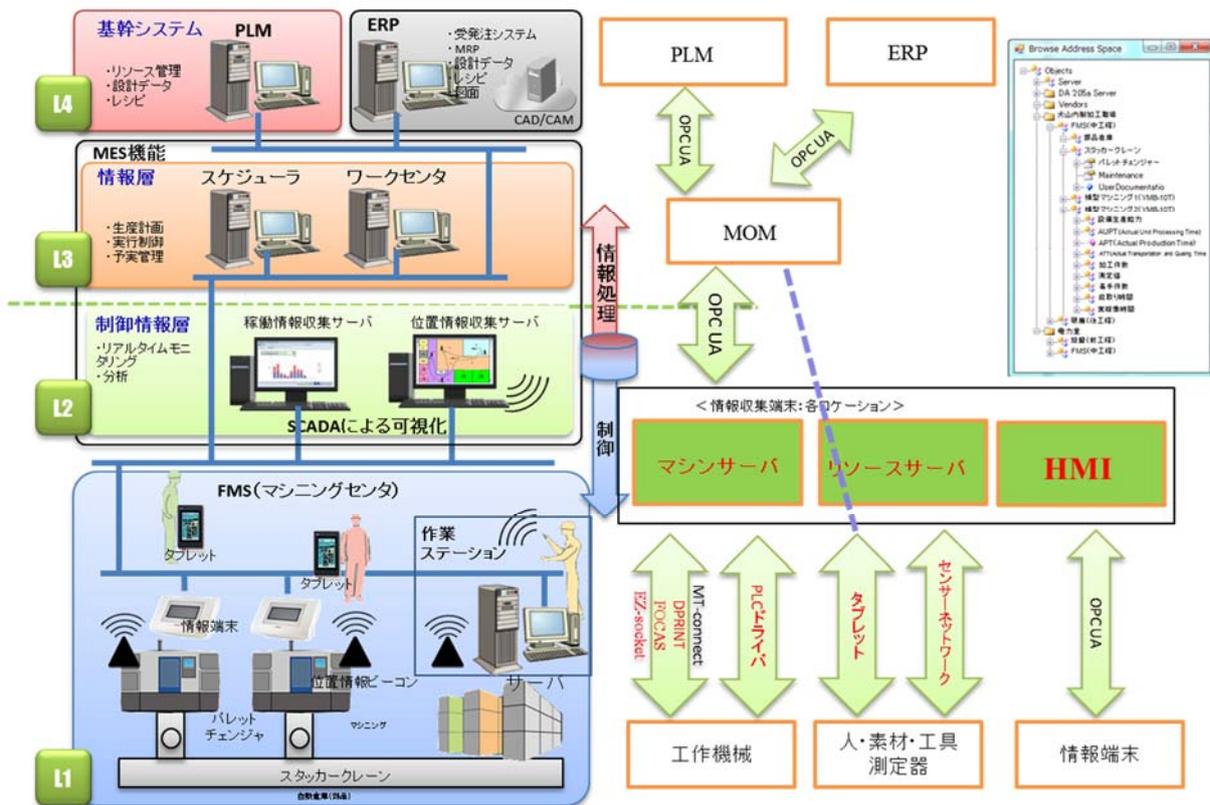


図7 KPI 評価のためのシステム例

7.2 OPC UA IEC 62541

OPC UA は、産業システム間の相互運用を実現する通信技術の国際標準である。近年、RAMI4.0 や IICF により参照され、海外のみならず、日本でも注目が高まっている。

OPC UA が目標とする相互運用は、3つの基本機能により実現される。一つ目は、**Connected** である。これは、システムが、堅牢で信頼できる通信経路により接続されることを意図している。OPC UA では、まず、システムを用途に基づき最適な物理経路で接続し、その上で、堅牢性と信頼性を備えた論理通信チャネルを確立する。これにより、物理経路の通信品質によらず安定した通信を実現している。二つ目は、**Communicated** である。これは、システム間で、複雑な情報を正確に交換できることを意図している。OPC UA では、データの構造や意味を、メタデータとして表すことができる。このメタデータを活用することで、システム間の複雑な情報交換を可能としている。三つ目は、**Secured** である。これは、システム間で、安全なメッセージ交換が行われることを意図している。OPC UA では、論理通信チャネルを介してメッセージ交換を行う。この際、E2E のレベルでメッセージの機密性と完全性が確保される。これらの相互運用に於ける基本能力の高さが、世界から注目される理由である。

本書では、ISO 22400 に規定される KPI を、MES コンポーネント上で活用するため、MES コンポーネントと Control コンポーネント間で交換すべき情報 (KEI MODEL) を提案した。

更に、OPC UA の相互運用性に着目し、成果として得られた KEI MODEL を、OPC UA の情報モデルとして定義した。これにより、KEI MODEL に従った MES コンポーネントと Control コンポーネント間の相互運用環境を整えることができる。また、OPC UA を利用することで、正確なデータ交換に加え、堅牢でセキュアな通信環境が構築できると考えている。

7.3 PLCopen®による PLC 関連技術仕様 IEC 61131-3

PLCopen は、PLC アプリケーションの開発効率化を目的とし、PLC プログラミングの国際標準 IEC 61131-3 の普及活動と関連技術仕様の策定及び認証を行う第三者機関である。

IEC 61131-3 は、PLC の標準プログラムアーキテクチャと、そこで利用できるプログラミング言語として、LD(ラダーダイアグラム)、FBD(ファンクションブロックダイアグラム)、ST(構造化テキスト)、IL(命令リスト)、SFC(シーケンシャルファンクションチャート)の仕様を定義したものである。その目的はベンダ毎に異なっていたプログラミング言語を統一することでエンジニアリングの効率化を図ることである。

PLCopen は具体的に、モーション、セーフティ、OPC UA などに関するベンダに依存しないファンクションブロックの仕様策定、IEC 61131-3 プログラムの OPC UA サーバのアドレス空間へのマッピング仕様の策定、グラフィカルなロジック表現を含む IEC 61131-3 プログラムの XML スキーマベースのデータフォーマット(PLCopen XML)の仕様策定、IEC 61131-3 における 3 種類のレベル (Reusability, Conformity, Base)に応じた認証及びロゴマークの発行などを行っている。

7.4 FDT® IEC 62453/ISA-103

FDT はオープンなソフトウェアインターフェース技術で、産業システムのフィールドデバイスに関するインテグレーションの用途で活用されている。他のインテグレーション技術である、FDI (フィールド機器統合) および DD (機器記述) のサポートも行っている。

産業システムにおいては、多くのフィールドデバイスが使用されるが、これらは、多くの異なるシステムに標準的な手法で統合されるべきである。

FDT の構成要素としてはシステムの役割を担う FDT/FRAME™ と、フィールドデバイスレベルの統合を担う、ソフトウェアコンポーネントである FDT/DTM™ デバイスドライバの位置づけからなり、両者の I/F を FDT 仕様として定義することで、システムとフィールドデバイスの相互接続性を保証している。

フィールドデバイスの各要素に対応した DTM を設けることで、異なるシステムに対して標準的な手法で統合が可能となる。DTM の機能としては、設定、コミショニング、モニタリング、診断、アセット管理、保全等、各要素のすべてのライフサイクルにわたる機能が対象となる。

また、DTM の仕様は FDT 仕様のみ満足すればよく、それ以外はフィールドデバイスの供給者が自由に定義可能で、そのため、システム統合の機能性・操作性に優れる特徴がある。このようにして、異なる製造者、機器タイプ、通信プロトコルの機器に対し、共通のプラットフォームが提供される。

最近では、産業システムの Industrial IoT/Industrie4.0 対応の FDT 技術の基本コンセプト「The FDT IIoT Server (FITS™)」が提唱されている。これらは、フィールドデバイスレベルのデータを MES や ERP などの ISA-95 (ISO/IEC 62264) で定義されているレベル 3 以上の上位レイヤを通し、

企業経営活動に有益に活用するためのコンセプトで「Web/OPC/Control」の3種類の切り口からなる。これらの活用によりフィールドデバイスレベルのデータに関する KEI MODEL の情報伝達が効果的に行われる。

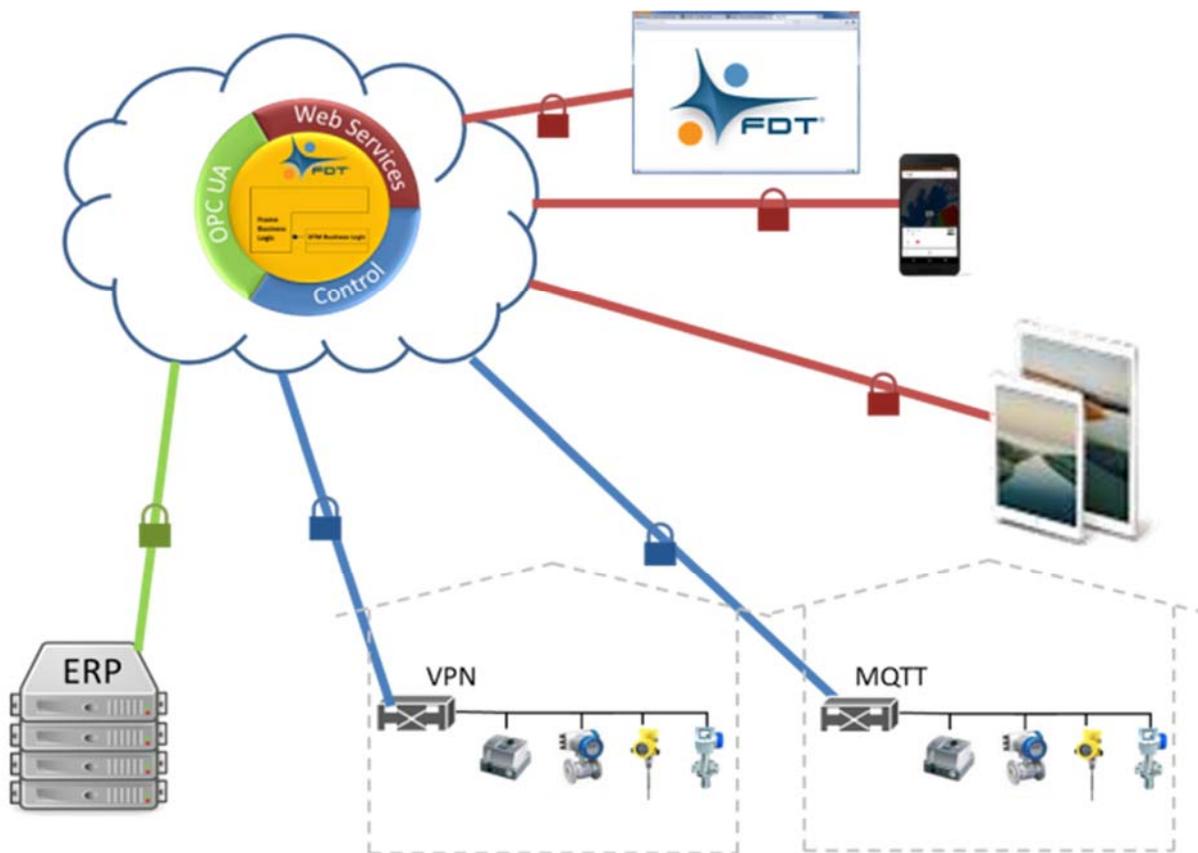


図 8 The FDT IIoT Server (FITS)

7.5 AutomationML® IEC 62714

AutomationML は、プラントエンジニアリング情報の保存のために設計された XML スキーマベースのベンダ非依存な中立的データフォーマットである。AutomationML の目的は、例えばメカ設計、電気系設計、HMI 開発、PLC 制御シーケンス、ロボット制御プログラムなどの、様々な規律に基づく様々な種類のエンジニアリングツール間での相互接続を実現することである。例えば AutomationML の制御ロジックの表現形式には、PLCopen XML が利用されている。

KEI MODEL の確立には、レベル 1 からレベル 2 において様々なエンジニアリングツールによって分散して取り扱われているプロセスデータを収集し、レベル 2 での KPI の要素の算出式に適用する必要がある。AutomationML を表現形式として利用することで、特定のエンジニアリングツールや特定のベンダ固有の表現形式への依存することなくレベル 2 のアプリケーション情報モデルを表現することが期待できる。

Annex A (informative) 工作機械での実施例

工作機械での作業員位置情報を用いた KPI 算出のためのシステム構築

作業員の位置情報については種々の測位方式が開発されている。現状では、測位方式ごとあるいはベンダごとにデータフォーマットが存在するため互換性がなく、広く産業界に普及しているとは言い難い。産業界に普及させる上では、これらの測位方式から算出される推定位置情報とそれにヒトに関する付随するデータを、MES の KPI を算出するために必要な形に変換し、情報モデルとして規定することが重要となる。このヒトに関する付随データとしては、図 A.1 に示すように ISA-95 (ISO/IEC 62264-2) に "Personnel Model" として構成要素が上げられている。

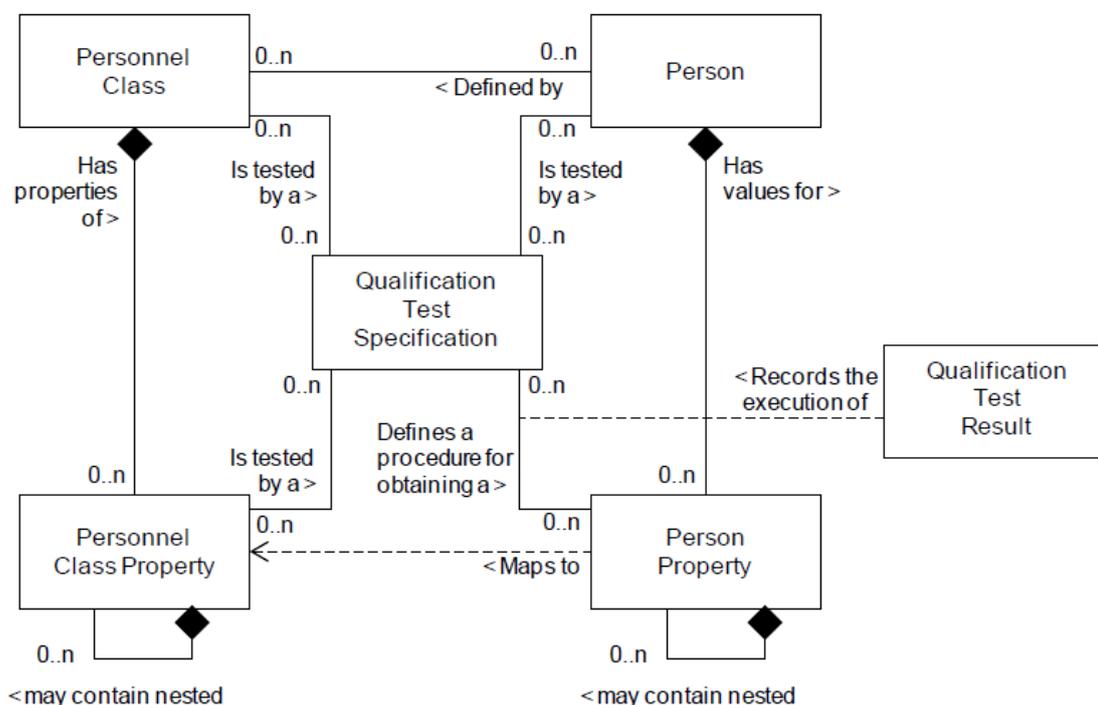


図 A.1 Personnel Model (出典: ISO/IEC 62264-2)

図 A.1 において、

- Person は、人の名前や社員コードなどの固有識別情報
- Personnel Class は調理機械メカニック、スライス機械操作者などの保有技能の分類
- Personnel Class Property は職能レベルの識別
- Person Property は個人に対する追加情報、例えば夜勤可能、労組加入などの情報

上記のような作業員の属性情報とともに、測位対象となる工場内のレイアウト図（設備等の配置寸法図）や測位範囲（ワークセンタ、ワークユニット等）などを設定し、測位の生データからレイアウト図に特定作業員の位置を落とし込む仕組みが必要となる。この位置データを取得・蓄積・処理する機能を「位置情報サーバ」と呼ぶことにする。

位置情報サーバでは、採取したデータから、作業員、時刻、位置（ピンポイントあるいはエリア）を特定し、SCADA にそのデータを引き渡す。SCADA では、PLC やセンサ等から取得した実際の設備稼働情報と、位置情報サーバからの動態情報を基に 6.4 で定義した Status を

算出し、変数 (X_a') として標準インターフェースを介して MES に伝送する。今後の業界動向としては、OPC UA が第一候補と考えられるため図 A.2 のようなシステム構成が考えられる。

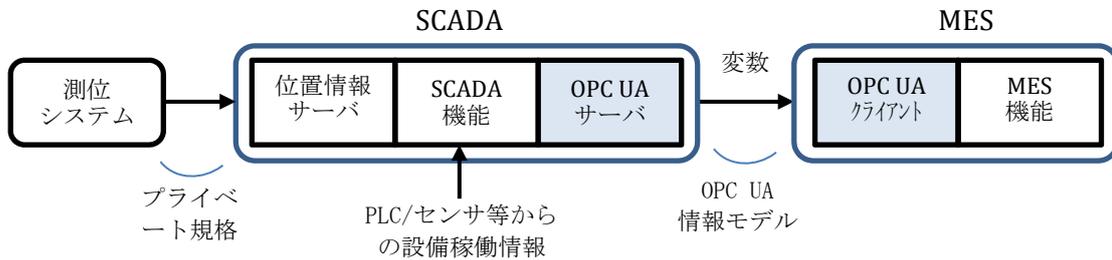


図 A.2 作業者動態情報を加えた KPI 算出システムの構成

この OPC UA の情報モデルを定義し標準化することで、世界共通で KPI を算出する仕組みが構築できるようになる。SCADA から MES に変数を渡し、MES で Element、KPI を演算する。

また、図 A.3 に SCADA に対する位置情報の入力データの形式と、MES への出力データ形式を案として示す。本案では、MES 側からオーダー、ワーク、期間のどれかを指定することで、対象となる Status を参照できるようになっている。

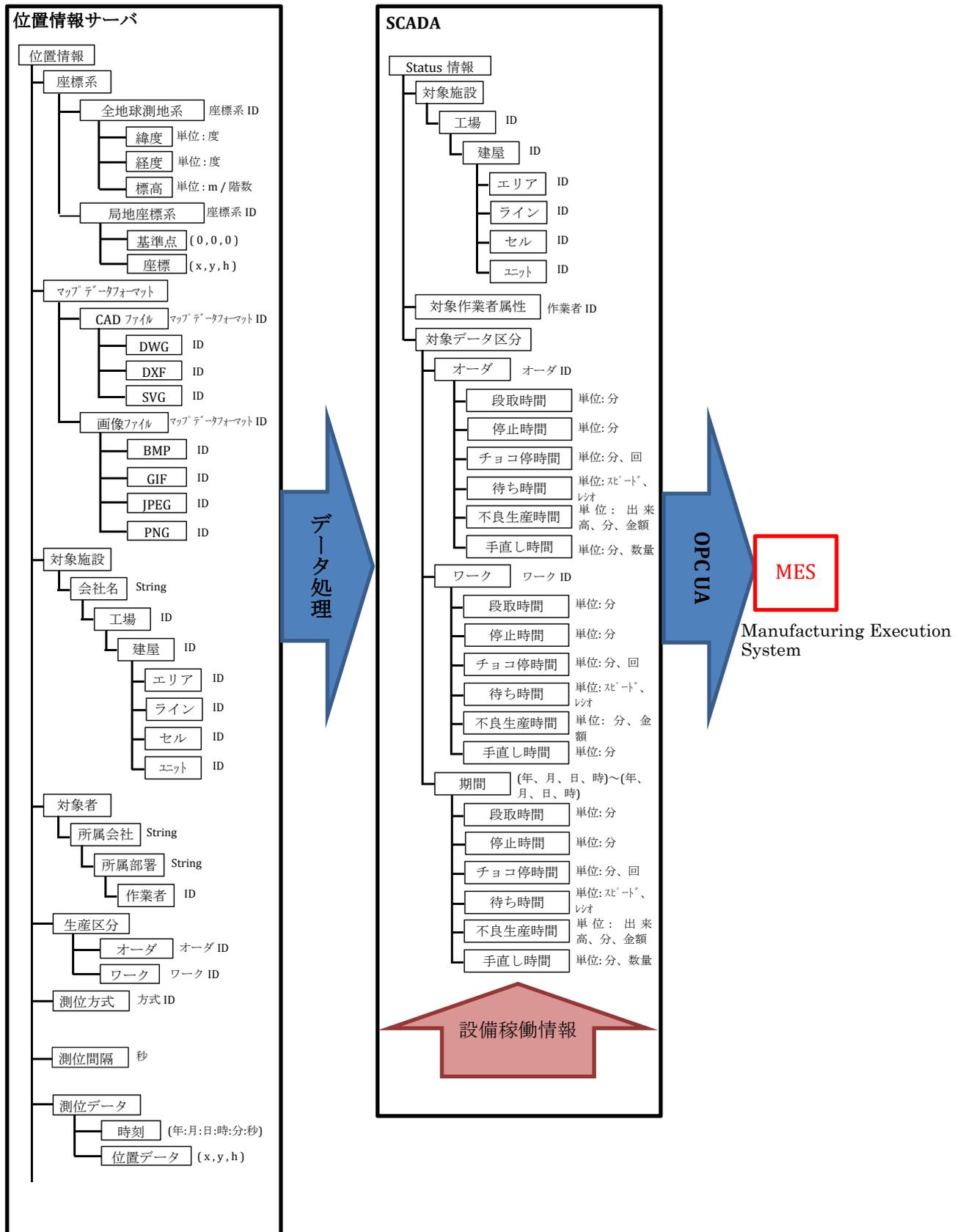


図 A.3 SCADA におけるデータ入出力形式案

禁無断転載

Industrial Automation Forum
制御層情報共有 WG
(CLiC : Control Layer Informational Cooperation)

KPI インフォメーションモデル規定に関する白書

発行日 2017年 10月 1日