

工場間データ連携で地域最適オペレーションを実現する次世代拠点プロジェクトの取り組み

Factory Data Integration Technology for Optimizing Regional Operations by a Next-gen Manufacturing Project

遠 近 祥 史 横 原 正
Yasushi Tochika Sei Makihara

要 旨

当社では将来のモノづくり環境変化を見越し、2019年度より「次世代拠点プロジェクト」を設置し、戦略地域である中国で地域ネットワーク型拠点の構想に着手した。事業別の最適化と地域軸での全体最適視点を掛け合わせ、変化に強いバリューチェーンを構築し、収益力最大化を目指すことが目的である。そのために各製造現場で発生する多様なデータの標準化ツールやデータ連携基盤の開発により、異なるプロセス間のデータ連携を合理的手法にて実現することを目指す。初年度の取り組みにおいては、経営管理情報を自動収集・一元化する実証環境と運用コストを低減するシステムを構想し、間接工数削減による効果創出の実証を行った。

Abstract

In anticipation of future changes in the manufacturing environment, we set up the “Next-Generation Manufacturing Project” in FY2019 and started concept making for regional networked factories in China. The objective is to build a value chain that is resistant to changes and maximize profitability by overall optimization on a regional axis. Therefore, we aim to achieve data linkage between different processes by developing standardization tools and an IoT platform for various types of data generated at each manufacturing site. In the first year, we verified the feasibility by creating results such as reducing indirect man-hours by automatically collecting and integrating management information.

1. はじめに

未来の製造拠点のあり方を描くに当たり、モノづくりを取り巻く昨今の環境変化をどのようにとらえるべきだろうか。国内市場が次第に縮小するなかで、グローバル市場においては、各市場に応じたモノづくりのグローバル化が進行しており、地域ニーズに応えられる技術者の確保、労働力の活用がますます必要な状況となっている。また現下のデジタルトランスフォーメーションやシェアリングエコノミーの拡大、eコマースによる顧客嗜好（しこう）のパーソナル化が進むと、既存の製造設備では製造対応できないリスクや資産価値の陳腐化が危惧される。COVID-19による人々の生活様式の変化、消費マインドの変化にも柔軟に対応できるモノづくりの体制構築が急務である[1]。

当社では各カンパニーのモノづくり責任者による議論や検討会において、未来の工場の姿を構想するための仮説として、当社のモノづくりを3つのモデルに分類し、価値創造のあり方、それに対応するモノづくりの課題整理を進めてきた（第1表）。

モデル0はグローバル水準での安全、品質・性能を追求するため、工場の状態をITで監視し、従来のモノづくりにおけるQCD（Quality, Cost, Delivery）を徹底して磨き上げることが必要なカテゴリである。モデル1はより地域に根差した顧客ニーズに対応するため、開製販の機能が

第1表 パナソニックのモノづくりの分類（仮説）

Table 1 Manufacturing process models in Panasonic (hypothesis)

	モデル0 モビリティ・ラスト10マイルへの挑戦	モデル1 『くらしのパナソニック』への挑戦	モデル2 現場プロセス改革 アップデート商品
顧客価値	安全、品質・性能	機能・デザイン カスタム性	オリジナルサービス UX・納期
主な地域	北米	中国	国内⇒グローバル
商品サイクル	長期（～5年）	短期（～1年）	都度変化
商品設計	グローバル標準	グローバル	ローケーションフリー
モノづくり 形態	ゼロディフェクト	マスカスタマイゼーション	パーソナライゼーション
	少品種大量	多品種大量	多品種少量 変品変量
生産設備	専用	標準化	汎用・転用
事業の 方向性	単品⇒システム 提供 グローバルNo.1 性能・品質	戦略地域軸 中国×くらし・空間 ソリューション 事業	全社横断 事業創 出軸 チャレンジャー 事業
モノづくり 検討ポイント	投資規模で負けない 持続的差別化	地域ネットワーク 型拠点構想	アジャイル型 モノづくり変革

一体となったオンデマンド型でのモノづくりがこれまで以上に必要で、地域ニーズに応える設計思想、タイムリーに注文を処理する受発注システムとデマンド変化に追従するモノづくりの構え方などサプライチェーン全体での俯瞰（ふかん）が課題となる。最後のモデル2領域では、現場プロセス事業に代表されるソリューション事業を行うためのモノづくり改革をコネクティッドソリューション

ンズ社がリードし全社横断的に進行中である。

上記のモデル1におけるモノづくり改革を進めるため、2019年度よりイノベーション推進部門傘下に「次世代拠点プロジェクト」を設置した。そのねらいは、当社の重点戦略地域である中国市場において、各製造現場のモノづくり力や製品の多様性を活（い）かしながら、デジタル（IT）の力をテコに高効率なバリューチェーンを構築し、高次元のQCD能力を永続的に高めることである。本論では当プロジェクトの課題認識と初年度の活動状況について概要を述べる。

2. 海外戦略地域における製造拠点の課題

当社ではこれまで事業ごとに海外製造拠点の展開を進めてきた経緯があり、グローバルで見ると中小規模の製造拠点が200箇所以上存在する。従来は、それらの各製造拠点を横断する統合的な管理は膨大なIT投資が必要になることから導入が困難であった。一方で昨今の製造IoT技術の急速な発展や導入費用の低下により、モデル1の戦略地域において事業をまたぐ製造プラットフォームの有効性を検証することができる環境が整ってきた。言うまでもなく、モノづくりオペレーション全体の改革は容易なことではなく、IT基盤に加え、調達改革、設備投資、組織再編、人材育成などさまざまな課題がある。そのなかでも技術革新が進む製造IoT領域での新たな取り組みにより製造現場を活性化させ、課題を解決に導く1つのトリガーを提供できると考える。

1章で述べたようにモデル1の海外戦略地域では、市場ニーズに機敏に反応し、商機を逃すことがないモノづくりの構えが必要である。とりわけグローバル規模でコモディティ化が加速する家電やくらしの事業領域では、単体のモノ売りではなく、自事業以外の商材を組み合わせるソリューションとして顧客へ提案する場面が増えてくる。新興国などの変化の激しい市場において機会損失を最小化するために、従来の製造拠点より1段階上のレイヤにて地域を統括する製造責任者が、自社拠点やパートナー工場をあたかも1つの工場群のように俯瞰し、サプライチェーン全体の最適オペレーションを遂行できることが理想である。

具体的には、下記の3点の実現が必要である。

- (1) これまで単独ではできなかった投資を、事業をまたぐ複数拠点の全体最適化の観点で実現する。
- (2) 事業動向によってリソースシフトする際にデータをもって合理的かつ定量的に意思決定を支援する。
- (3) 協力工場を含む複数拠点で4Mリソース^(注1)を融通し合うことでデマンド変化に素早く応える。

上記の実現に向けて、本プロジェクトで認識している海外製造拠点で早急に取り組むべき重点課題2点を述べる。

2.1 スケールメリットを活かしきれない製造インフラ

各製造拠点には樹脂成形、金属加工、金属プレス、基板実装などの事業を越えて共通性の高い製造工程が存在する。しかしながらこれらの既存製造資産は常時稼働しているわけではなく、商品需要の季節性や納期要望などの市場変動に影響を受ける。そこで各拠点に分散している製造設備の包括的な管理や資産情報の可視化、稼働状況、余力能力、品質レベルなどのQCDの実力値を一元的に把握できると、戦略的な設備投資の提案や、既存設備の稼働を最適化するなどの管理レベル向上が可能となる。

また事業個別の製造ITシステムやCAD/CAEやPDM^(注2)などの技術系ITソフトウェアにも同様の問題がある。全社としてERP（Enterprise Resources Planning）と呼ばれる基幹システムや品番体系の統一・標準化を進めているものの、各種ITツールの種類やバージョンが事業ごとに異なるため、個別ユーザーによる導入や管理コストが必要となり、ソフトウェアの活用負荷も平準化できないことが多くなる。

個別最適化が進むことによりトータルコストが増加してしまう問題に対して、拠点ごと、システム別のカスタマイズ費用を最小限にし、管理コストを極小化することが将来に向けた取り組み課題となる。

2.2 人海戦術に頼った現場オペレーション

当社の海外拠点における経営マネジメントの階層を構造化すると、下の階層が製造会社、これを束ねる事業部、さらに事業部を束ねる地域コーポレートと3階層から成り立っていることが多い。地域コーポレートが経営管理を行うには、まずは各製造会社がデータを集計し、上位階層の事業部が全ての製造会社からデータを集める。さらに地域コーポレートが地域単位で集計することで、地域全体の経営指標を算出する。例えば製造現場では、日々現場の実績データを担当者が手書きで記録し、生産終了時に、ライン長が現場PCに入力する。その後、工場管理系のスタッフが、集計やグラフ作成などの分析を実施する。部門責任者は分析結果をもとに、正常・異常を判断し、異常に対して対策を指示することでPDCAを回している。

(注1) Man, Machine, Material, Methodを指す。
モノづくりの基本となる4種のリソース。

(注2) Product Data Management。
商品設計支援に用いられる技術系ITシステム。

第2表はある製造拠点において定期的に集計している管理項目と、集計に要する人的リソースを調査したものである。バケツリレー方式のデータ集計では作業工数、集計時間、精度に問題があり、現場トラブル発生時の真因追及にも時間を要する。

第2表 製造拠点での管理項目とデータ収集・集計工数の例
Table 2 Examples of management items and data collection hours

集計頻度	集計項目例	データ収集・集計、 報告書作成工数 [時間/月]	平均作業人数 [人/日]
日次	総合能率	1000	5.6
	生産性		
	工程品質		
	出勤率		
	離職率		
月次	市場不良率	1500	8.3
	工程不良率		
	抜取検査		
	固定費	1000	5.6
	材料費		
	工数管理		
	合理化進捗		
	製品在庫	100	0.6
	仕掛在庫		
	材料在庫		
納期遵守			
工数合計		3600	17.4

上記は海外製造拠点における典型例であり、これまで現場のオペレーションは安価で豊富な労働力によって支えられてきた。近年の新興国における急激な賃金上昇の課題に対応しながらも、各拠点で導入しやすい簡便なツールの開発により大規模なIT追加投資を伴うことなく、各工場間の製造データ連携を実現することが本プロジェクトのねらいである。

3. 課題解決に向けた取り組み

課題解決に向けた取り組みとして、当社の中国華南地区における製造拠点を対象にコンセプトの実証活動を推進してきた。以下にその活動内容を示す。

3.1 製造IoTプラットフォームの設計

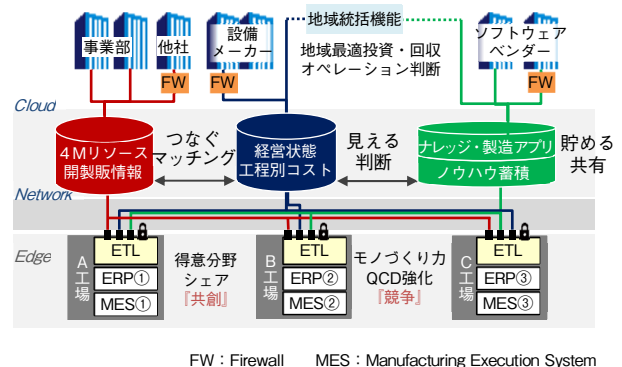
2.1節で述べたように、海外の各製造拠点では、さまざまなITシステムが使われ、その情報は一元化されていないことが多い。そこで多種多様なデータを一定のロジックを元に変換するETL^(注3)の開発により、異なる工場間のデータ連携を実現する。データ変換後は、目的別に加

工・分析しやすい状態で集約し、分散型データベース^(注4)に格納する。格納後は、データの可視化ツールであるダッシュボードを活用し、設備能力、稼働状況、品質歩留まりなどの情報を見える化し、ボトルネックプロセスを監視する。

各工場はモノづくりの得意分野をより簡便にシェアリングし、事業の盛衰に左右されない強い拠点を目指す。そのため、従来のQCD強化による合理化効果に加え、地域内の新規事業や生産委託などのニーズ案件を各工場の経営判断でスピーディーに取りこんでいくことが可能になるマッチングシステムを構築していく。マッチングシステムでは、社内外の技術ニーズやシーズ情報を含めた管理を行い、モノづくりの共創/競争実現に向けたサイクルを回し、技術探索コスト削減、自社リソース最大活用、事業スピード高速化を実現する(第1図)。

コア技術

- (1) 見える：地域俯瞰から製造現場まで可視化・データ活用
- (2) つなぐ：拠点の強みを事業を越えて繋ぐ
- (3) 貯める：システム間連携を通じて拠点ノウハウを蓄積し水平展開



第1図 製造IoTプラットフォーム構造

Fig. 1 Manufacturing IoT platform architecture

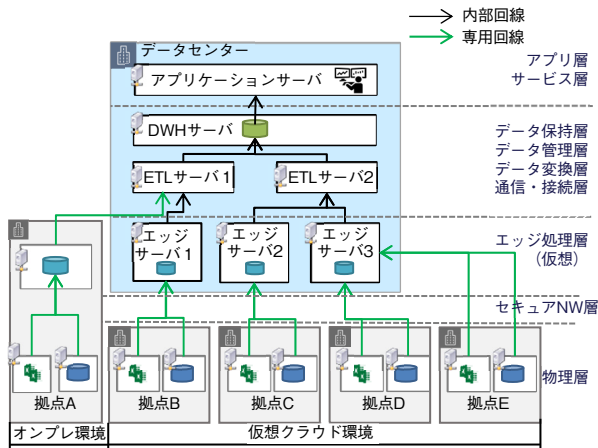
第1図の実現に当たり、各拠点製造現場の物理層でもつべき機能、拠点エッジサーバ側でもつ機能、中央のデータサーバ側にもつ機能、階層間の通信をセキュアに行う機能、データ変換・保持機能、アプリケーションなどのサービス機能について、各構成における性能評価やメリット・デメリット、運用費の検証環境を構築した(第2図)。

本プラットフォームの導入・運用コストに関しては最重要評価項目の1つであり、各拠点のユーザーにとってメリットがあり、かつリーズナブルな基本構成を設計して

(注3) データを抽出(Extract)、変換(Transform)、システムに格納(Load)するソフトウェア総称。

(注4) 複数存在するデータベースを、1つの仮想システムとして制御するデータ処理と蓄積方式。

いくことが必須となる。そこで、今回のコンセプト検証環境下に同等機能をもつ複数のソフトウェアやETLを配置し、性能とコストの比較検証を進めている。合わせて可能な限りOSS (Open Source Software) を活用するなど、スケーラビリティを考慮のうえで各工場における最小コンポーネントの運用コストを100千円/月以下にすることを目標にしている。



第2図 コンセプト検証フレームワーク
Fig. 2 Proof of the concept framework

3.2 拠点での経営情報の見える化、設備稼働情報の収集

2019年度の活動では、プロジェクトメンバーがこれまで製造現場革新活動で培ってきたノウハウを武器に工場全体のモノと情報の流れの分析から着手した。経営判断の基となる情報源の特定と情報の集約・加工プロセスをIE視点（工程管理技術，インダストリアルエンジニアリング）で把握し，工場側の経営判断・管理サイクルについて現状の業務フロー，あるべき姿を整理した。あるべき姿に向けたステップとして，稼働情報の自動収集や既存の基幹系ITシステムとのデータ連携試行を行い，製造データを一元的に収集・蓄積し，ダッシュボードにより可視化，分析する実証環境の整備を行った。

今回実証拠点にて構築した汎用システムによって，鮮度が高い情報を頻度良く収集し，施策を迅速に実行することが可能となる。第2表で示したデータ収集，集計，レポート作成時の作業時間は月あたり約250時間程度削減できる。効果は1.3人分の工数に相当し，各工場においては単年度ごとに投資を回収することができる。また今後も安価で汎用性の高いツールセットを追加開発・展開することにより，樹脂成形工程以外の金属加工，組み立て工程などへ適用していくことを目指す。

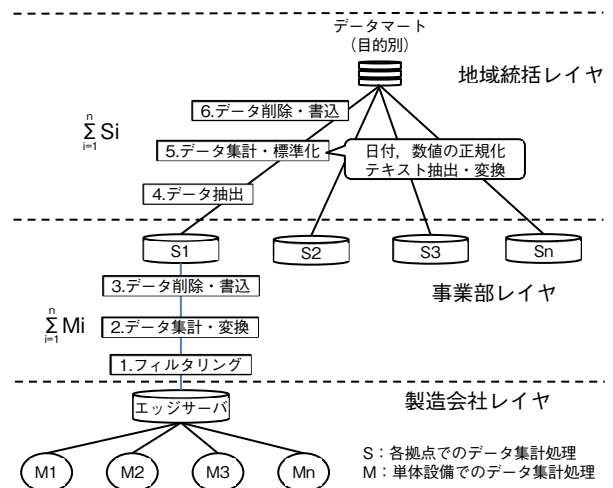
上記のように単拠点での投資回収の道筋が見えたこと，運用性の確認や既存ITシステムとの接続仕様の抽出

ができたことは初年度の成果であった。加えて本来のねらいである地域を俯瞰する見える化，調達，物流網の効率化，共通工程の生産余力の活用に関しても，モデル拠点での具体活動を通じて年間数億円規模の効果創出を2022年度より目論（もくろ）んでいる。今回のプラットフォーム構造は基本的にスケーラブルであり，ユーザーが増えるほど，管理コストの低下と効果の波及が見込まれる。

4. 適用技術と方法論

4.1 データ変換技術とツールの開発

検証環境の構築に当たっては，製造現場から収集される多種多様なデータに対応するための変換ロジックの開発を行った。各工場の経営状態や工程別コストを，集約して見える化し，経営判断に役立てるためには，3階層によるプラットフォーム構造が，実態の組織と整合性が高く有効である。第3図はETLツールによるデータ処理の流れを示している。製造会社レイヤにおいて製造現場から収集されるデータはエッジ側のサーバに1次集約される。次に事業部レイヤでデータ集計・変換処理がされ，最終的に地域統括レイヤにて標準化された後，使用目的に応じた格納エリアであるデータマートに保持される。このような3層構造は実際の地域オペレーションを実行するうえでの組織構造と整合することで運用性を担保していることが特徴である。



第3図 ETL変換のデータフロー図
Fig. 3 Data flow chart for ETL tools

4.2 システムズアプローチの採用

当プロジェクトが対象としている課題範囲は従来の製

造や生産技術部門が担当する領域を超える。複数領域が複雑に関係する課題の解決に当たり、複雑系システムの分析手法であるシステムズアプローチを取り入れ活動を推進した(第4図)。各アプローチの詳細は以下のとおりである。

(1) 領域の定義

戦略地域である中国華南地区をファーストモデルに設定

(2) システムの構造化

As-Is (現状), To-Be (目指す姿) 像の可視化, 複雑系システムの構造を分析

(3) ユースケースの分析・効果創出

実現可能な事例の分析, 実証による有効性検証

(4) 詳細システムのモデリング

効果が期待できるユースケース仕様をITシステムに実装

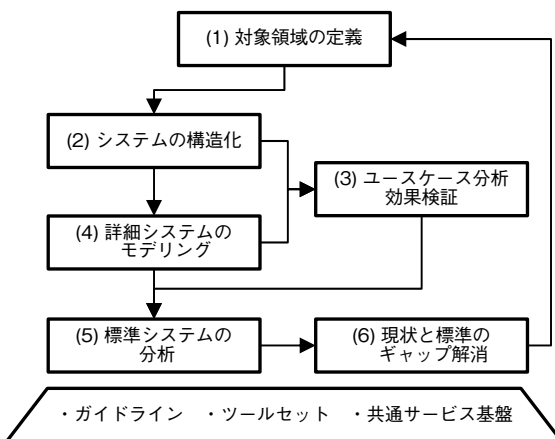
(5) 標準システムの分析

既存システムや標準モデルの分析と差異の明確化

(6) 現状と標準とのギャップ解消

効果の持続性と他システムとの相互運用性を確立

上記ループを回せる各種ガイドライン, ツールセット, 共通サービス基盤を当社情報システム部門との連携により整備し, 活動に合わせて拡充を図っている。



第4図 システムズアプローチの考え方

Fig. 4 Systems Approach

4.3 スマートマニュファクチャリング国際標準対応

今回構想している製造IoTプラットフォームは, 異なるシステム間のデータ連携, 相互運用性を最大限に担保する仕様にならなければならない。そこで, 現在検討が進んでいるスマートマニュファクチャリング分野における国際標準との整合性の観点, 他社工場ともつながる観点,

製造設備全体のオブジェクト化の観点で, 現在担保すべきことを検討しており, 「インダストリー4.0コンポーネントアセット管理シェル(AAS: Asset Administration Shell)」に準拠することを検討した。現時点でAASの詳細仕様はまだ決定していないため, IEC/ISOホワイトペーパーや各種ドキュメントを継続的に参照していく[2]。

将来的に他社の製造機器, 検査装置, 分析ツールなど周辺環境がIndustry4.0対応となった場合には, 当社既存工場も対応に迫られる可能性がある。また新たなビジネスモデルを行う新工場などはIndustry4.0への対応が必須となると思われ, さまざまな装置や機器のデータ, そのデータを扱うツール・アプリケーションがAAS形式に対応していくと予想される。

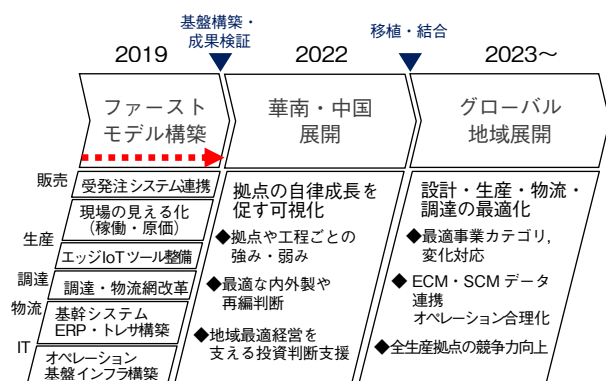
現在, 管理シェルの詳細は, IEC TC65で規格策定が進んでおり, 完了まで2~3年は掛かる見込みである。現時点では将来の規格を想定し, データ形式や通信方式の標準化への対応, セキュリティの担保, データやり取りの利便性などを考慮したシステム構造としている。合わせて業界団体や各工業会への働きかけなど, 将来の国際標準化を見据えた中期的視点での標準化取り組みを推進している[3]。

5. まとめ

初年度の活動では中国の事業特性をプロジェクトメンバーが理解し, 各シナリオの具体化やシステム化する際の課題検討を行うため, 現地の製造責任者に協力を求め, ワーキンググループによる議論や実証活動を実施してきた。現地事情に精通するメンバーから多くの知見や課題解決に向けたアイデアをヒアリングしながら, 複数拠点, 地域視点で経営成果が見込めるユースケースシナリオを策定し, それぞれの実現性の検証を進めている。まだ活動はスタートしたばかりであり, 一緒に活動を推進できる仲間を一人でも増やしていくことが必要な状況である。現地での活動定着や成果の早期刈り取りを目指し, 在中国拠点の物流・調達・経営企画などの各部門との連携体制の構築を急ぐ。

第5図は今後のロードマップである。2022年までに中国華南地域において各拠点の自律的な成長を促進する仕組みの構築を行い, 成果を華中や華北エリアへも展開する。2023年以降はグローバルの他の地域へも展開を進め, より環境変化に強いサプライチェーンの構築を進める。本プロジェクトとしては, まずはターゲット地域にて確実に成果を創出することが最優先である。

次世代拠点プロジェクトでは, これからの成長分野や衰退分野を筆者らなりに想定し, 来るべき環境変化に備



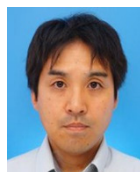
第5図 プロジェクトロードマップ

Fig. 5 Project roadmap

執筆者紹介



遠近 祥史 Yasushi Tochika
 マニュファクチャリングイノベーション本部 次
 世代拠点プロジェクト
 Next-Generation Manufacturing Project,
 Manufacturing Innovation Div.



横原 正 Sei Makihara
 マニュファクチャリングイノベーション本部 次
 世代拠点プロジェクト
 Next-Generation Manufacturing Project,
 Manufacturing Innovation Div.

えた競争力を維持・強化し続けていくために必要なモノづくりの重点課題を整理・実証し、成果の発信を続けていく。当社は、家電、住宅設備、車載機器、部品など多種多様なモノづくりを行っており、各工場の現場オペレーションにおいて日々多くの知見が蓄積されている。そのナレッジを蓄積し、活用できる製造IoTプラットフォームを構築し、社内外の多くの知見を結集・活用することで、業界全体のモノづくり力の向上に寄与していく。

参考文献

- [1] (一社)日本機械学会, つながるサイバー工場CPPS研究分科会・活動報告書「CPPSの技術コンセプトと2040年モノづくりビジョン」, https://www.jsme.or.jp/msd/sig/cpps/cpps_report20190531.pdf, 参照 Oct. 26, 2020.
- [2] ロボット革命イニシアティブ協議会, “Platform Industrie4.0 管理シェル の概要,” https://www.jmfrri.gr.jp/content/files/Open/2018/20180920_AdShell/Report_AdministrationShell.pdf, 参照 Oct. 26, 2020.
- [3] (一社)日本電機工業会, “IoTによる製造業の変革に関する提言「製造業2030」,” <https://www.jema-net.or.jp/Japanese/pis/manufacturing2030.html>, 参照 Oct. 26, 2020.