

# コグニティブ・ファクトリー

## 「匠」の技能を継承する工場プラットフォームの実現

近年の工場設備にはさまざまなセンサーや通信モジュールが実装され、状態監視や故障の未然防止に役立てられています。こうしたIoT (Internet of Things)に加えて、モバイル端末・ウェアラブル端末の普及や自然言語処理技術の進展によってIoP (Internet of People)が提唱されるようになり、モノと人の協調による生産環境が現実的になってきました。

本稿ではIoTやIoP、さらにはIoS (Internet of Services)による工場プラットフォームのユースケースとIBM内で取り組んでいるソリューションについて紹介します。さらに、それらを発展させたコグニティブ・ファクトリーについて解説します。

### ▶▶ 1. 日本の生産現場の課題

ドイツの「Industry 4.0」に続き、米国では「Industrial Internet Consortium (IIC)」、中国では「製造強国2025」が設立され、世界的に製造業の競争が激しくなってきました。出遅れていた日本でもIndustrial Value Chain Initiative (IVI)が発足し、ドイツで開催された「Hannover Messe 2016」で日本の製造業の価値源泉は「人」であり、この強みを生かした未来の生産方式への移行を目指すと発表しました。

資源に乏しい日本は、資源を輸入し、生産現場の人を育て、高品質な製品を輸出することで豊かな国を築き上げてきました。GDPの約20%を占める製造業は、次世代に受け継がれるべき基幹産業です。一方で、日本の生産者人口は、2010年から2025年までに約1,000万人減少することが予測されており、工場の効率化や「匠」と呼ばれる熟練者の技術を次世代に継承していくことが重要であると言えます。

### ▶▶ 2. 匠と一般作業者の違い

匠も最初は見習い作業員で、そこからスタートし年月を経て匠へと成長します。この過程には、大きく2つのステップがあると考えられます。

最初のステップは、一作業員として経験を積み、「準匠」となる段階です。この段階では、設備の扱い方やマニュアル類の読み方、工場で使われるシステムの操作方法、工場で働く同僚の得意技や特徴をよく知るようになります。徐々に効率良く作業ができるようになり、ベース・ナレッジが頭の中に定着していきます。さらに、自身の成功・失敗体験やマニュアルには記載されていない五感を活用した対処方法といった自身のベスト・プラクティスが形成され、効率的な行動様式が生まれ出されます。

そして、準匠から匠への成長が2つ目のステップです。準匠になると他の作業員から一目置かれリーダー的な役割を担うようになり、情報が集まりやすくなります。これが好循環を生み、「個人の知」に「集合知」が加わり、自身のベース・ナレッジやベスト・プラクティスが底上げされます。日常業務の成功・失敗経験から学んだ教訓や、システムには反映され難い情報がコミュニケーションを通じて身に付き、ベース・ナレッジやベスト・プラクティスを充実させます。

### ▶▶ 3. ユースケース

「プレス機で故障予兆が見つかり問題対応する」という具体的なユースケースを見ていきましょう。プレス機は、

高価なためバックアップ機がなく、停止すると甚大な影響がでます。図1は匠である「小川さん」のベース・ナレッジとベスト・プラクティスを学習したバーチャル・アシスタント「タクミくん」と対話しながら、一般作業「新人（あらと）さん」が問題対処する未来志向のシナリオです。

バーチャル・アシスタント「タクミくん」が一般作業「新人さん」との対話をリードすることで、円滑に問題対応に向っています。工場の5M (Man, Machine, Method, Material, Measure) の変化点、一般作業が気付かないことを教えてくれます。最後に、障害対応

の報告書作成も支援しています。

ここで紹介したユースケースには、4つの特徴があります。1つは故障の予兆をバーチャル・アシスタントというITが検知し教えてくれたこと。2つ目は、障害に対応し解決に向かうアプローチをバーチャル・アシスタントがリードしてくれたこと。3つ目は、そこに必要な情報をバーチャル・アシスタントが集めてきて提示してくれたこと。そして4つ目は、バーチャル・アシスタントが報告書作成を支援し、対応経験をナレッジとして蓄積し、次回の対応に生かそうとしている点です。

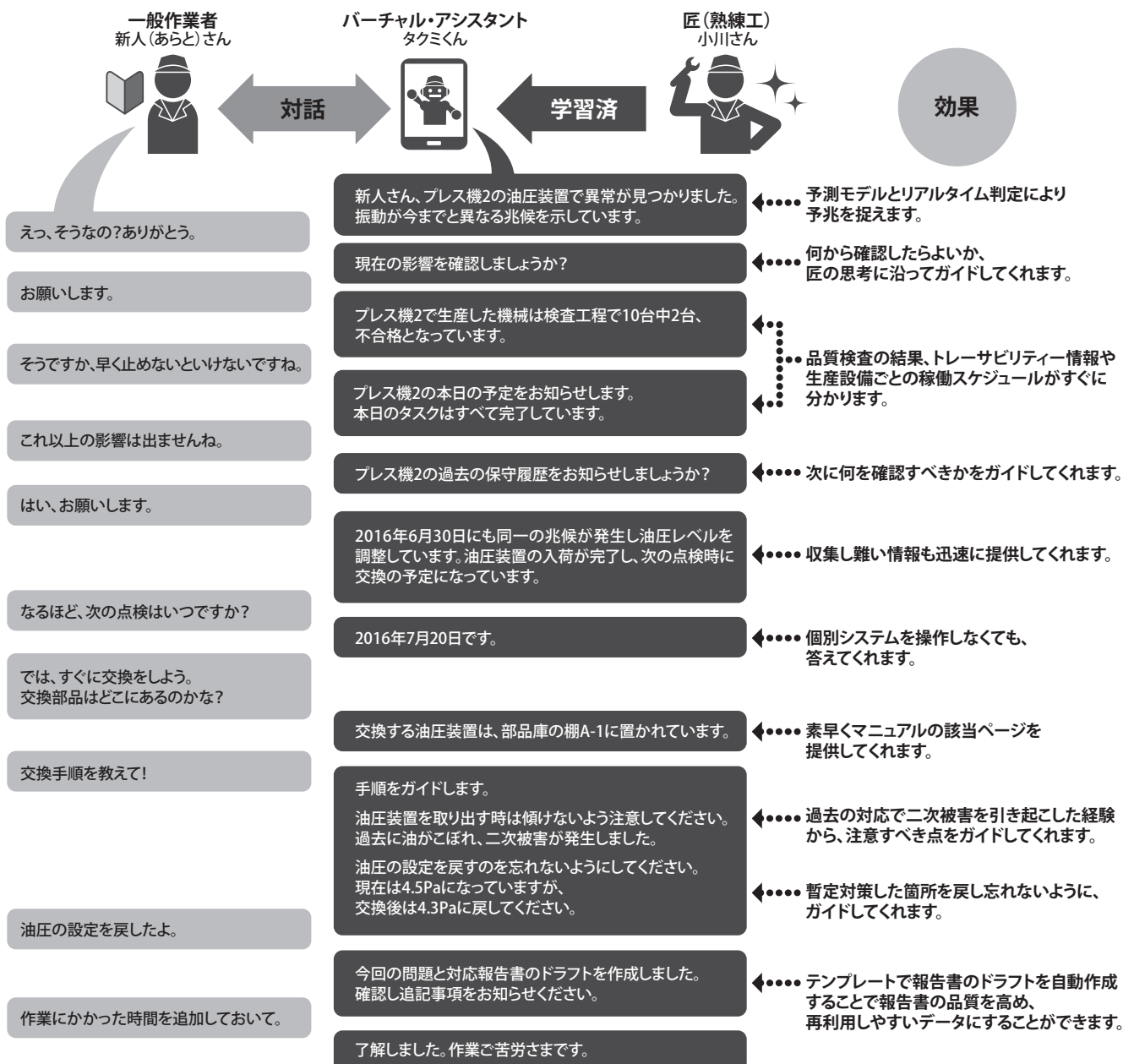


図1. プレス機で発生した障害対応ユースケース

## ▶▶ 4. システム要求とソリューション例

図2で示すように、これまで匠が五感(視・聴・嗅・味・触)で発見していた装置の異常は、センサーが匠の役割を果たして発見します。プレス機に取り付けられたセンサーは、加重(視)、音響(聴)、油温(嗅)、振動(触)やモーターの電流値などを検出し、これを分析システムへ送ります。分析システムでは、機械学習などの手法を用いて、故障につながるデータの規則性やパターンから予測モデルを抽出します。1サイクルのプレスで送信されてくるデータと、データが指し示す値の特徴や傾向から正常時のモデルを作成します。業務運用段階では、予測モデルによるリアルタイム判定を行い、正常時の特徴や傾向から外れた場合に故障予兆のイベントを送信します。ユースケースのように油圧装置の異常を検知できるのは、単純に油圧装置からセンサーデータが遅れて送信されてきたケース、送られてこなかったケース、油圧や油温がしきい値を超えたケース、時間経過に合わせてセンサー値の変化推移や他のセンサー値との相関関係がくずれたケースが想定されます。

ナレッジ・サービスは、工場の頭脳の役割を果たし設備の問題発生時に活用できるさまざまなデータを取り込み、知識源として活用します。人とのインターフェース

部分は、タブレット上のバーチャル・アシスタントを実装し、音声認識や音声合成、対話制御の仕組みを活用します。工場はさまざまなノイズが発生する場所であり、タブレットで手入力の方が良いケースも想定されます。

対話制御では、2つの工夫が必要となります。一つは、対話フローが問題発生時の匠の思考プロセスになる点です。匠との対話から学習し、対話フローを継続的に洗練させていくこととなります。もう一つは、対話のリードをバーチャル・アシスタントが行っている点です。人とバーチャル・アシスタントが自由な会話をするのはまだまだ難しいため、対話ストーリーを対話サービス側に登録し、そのフローに従って問題解決に導くようにします。

ナレッジ・サービスについて、もう少し詳しく解説しましょう(図3)。設備で発生した問題に対応するというシナリオを考えると、ナレッジとして蓄積するデータは、「問題」「現象」「原因」「対策手順」といったクラスに分類できます。単純な一問一答の質問応答ではなく、報告された問題もしくは現象からさまざまな確認手順を経て、より現象を鮮明化し原因を特定する、そして最終意図である対策手順につなげるというフローになります。

入力データがテキストデータの場合は、ある程度この構造に分類して取り込んだ方が使い勝手がよく精度の高い回答ができると言えます。業務システムデータや

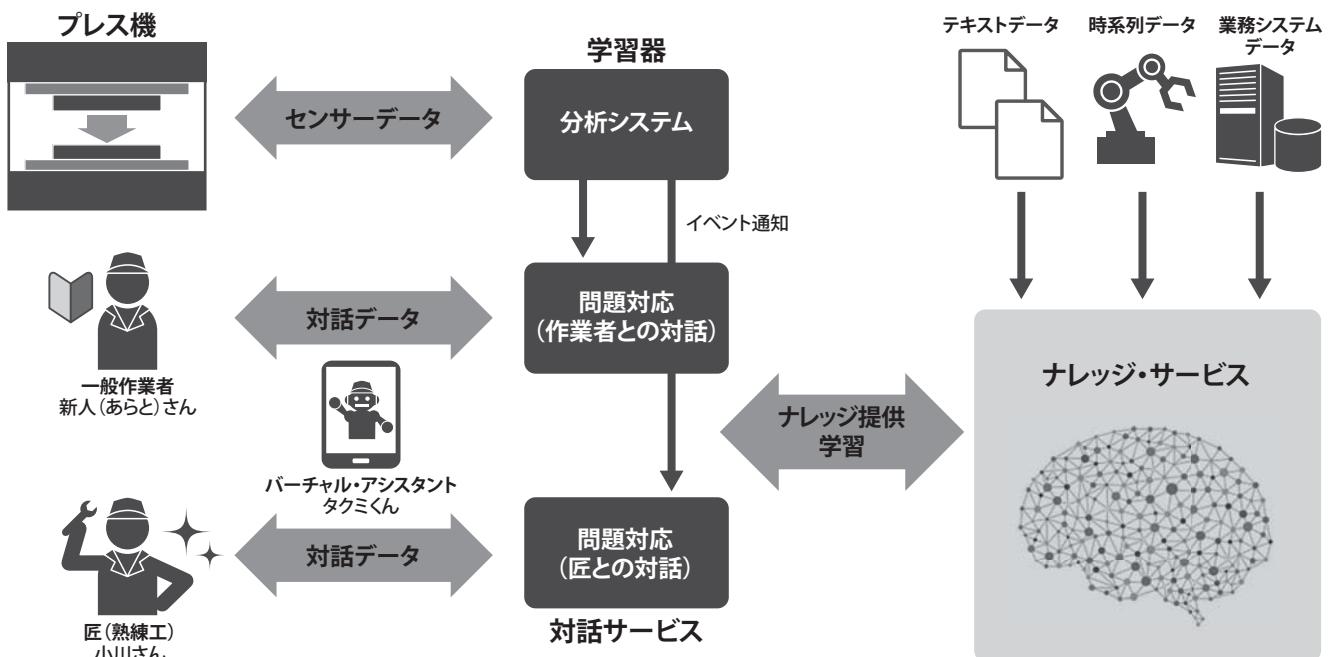


図2. システム実装イメージ

時系列データについては、KPI (Key Performance Indicator) や設備の現在の状況などビジネス活動で意味のある単位にAPI (Application Programming Interface) 化しておき、動的データや数値データを一連のプロセスの中から利用できるようにしておきます。発生した問題や対策を通じて学習し、関係性の深いオブジェクト間にリンクを貼っていくこと、対応報告書のような経験からナレッジを抽出して再活用できるようにすることが、主要な要件と言えます。

IBMは、ここで紹介したようなコグニティブ・ビジネスに力を入れています。Industry 4.0の重要なマイルストーンである「Hannover Messe 2016」では、生産現場における“人と機械の共生”をテーマにしたデモンストレーションを行いました。次章で、こういった「コグニティブ・ファクトリー」の考え方について解説します。

## 5. スマート・ファクトリーとコグニティブ・ファクトリー

ここ数年、スマート・ファクトリーが注目されてきました。スマート・ファクトリーは、IoT、loP、loSの3つ

の構成要素からCPS (Cyber-Physical System) を実装し、工場のオートメーション化を推し進めるものです。Industry 4.0では、お客様視点の価値提供を目的としたバリューチェーン全体の最適化を目指しており、スマート・ファクトリーは重要な役割を果たします。単調で反復的な活動は、その時点で利用可能な最新のテクノロジーとその組み合わせで置き換え、機械(システム)に任せることを検討します。デジタル・データという新しいリソースが生まれ分析することで、今までとはスケールの異なる見える化や予測、シミュレーション、意思決定支援ができるようになり、オートメーションの幅がより広がります。

一方、工場で働く人に着眼し、高度化していく機械(システム)が作業者を支援していく視点や、次世代の工場プラットフォームであるCPS上で、今までにない創造的な活動を人が行えるように支援していく視点がコグニティブ・ファクトリー(図4)です。

以前は人がプログラミングしないとタスクを実行できませんでしたが、コグニティブ・システムでは、コンピューターが人のやり取りを通じて学習し、ある意味、自らプログラミングすることで新しいタスクを実行します。こ

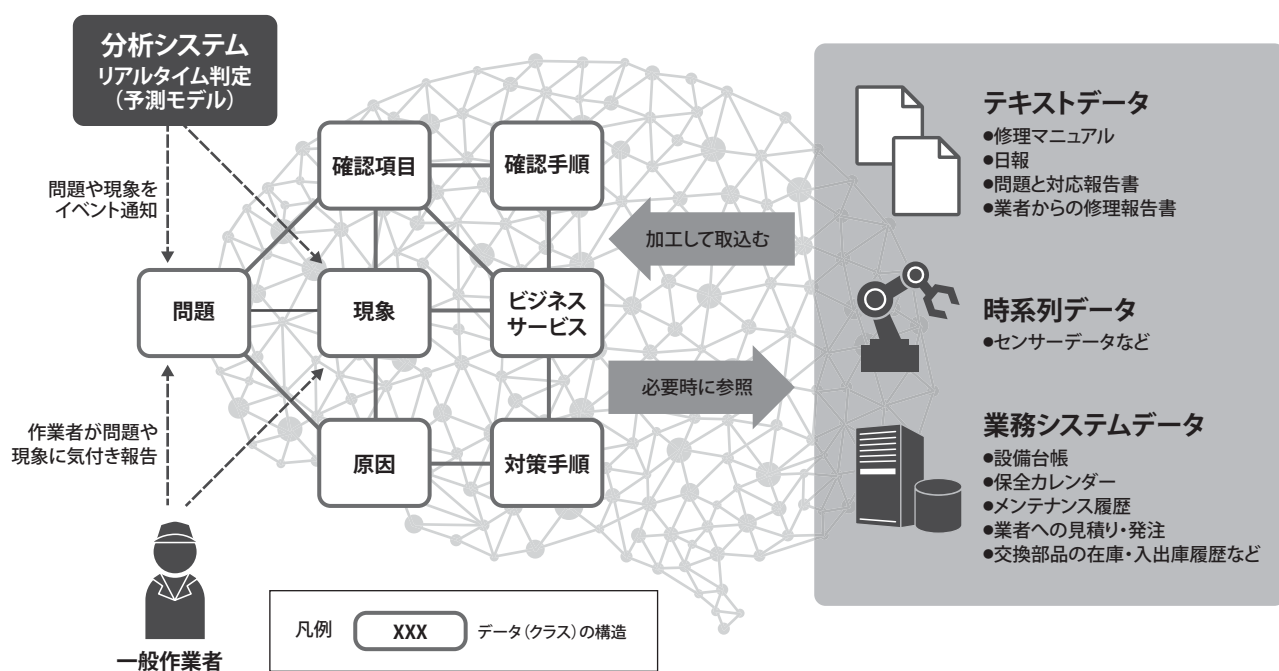


図3. ナレッジ・サービスの概念

ここでは、「対話」「推論」「学習」の3つが鍵となります。

この時にCPSの構成要素を結び付けることで、単独では成し得なかった集合知を提供できるようになるでしょう。そして、CPS上でデータから推論や学習し、より精度の高い推論や新たな推論を行えるようになり、人との自然な対話を通じて人がより高度な活動を行えるように支援します。

冒頭で述べたように、製造業の価値源泉が「人」でありながら生産者人口が減少する日本において次世代の生産方式を確立するためには、スマート・ファクトリーとコグニティブ・ファクトリーは両輪であると言えます。

[参考文献]

- [1] ジョン・E・ケリー3世, スティーブ・ハム: スマートマシンがやってくる, 日経BP社 (2014年)
- [2] ジェイ・リー: インダストリアル・ビッグデータ, 日刊工業新聞社 (2016年)
- [3] 林 雅之: スマートマシン〜機械が考える時代, 洋泉社 (2015年)
- [4] 高橋 宏知: メカ屋のための脳科学入門, 日刊工業新聞社 (2016年)
- [5] 山田 太郎: 日本版インダストリー4.0の教科書〜IoT時代のモノづくり戦略, 日経BP社 (2016年)
- [6] 山本 秀彦: 生産技術と知能化, 協立出版 (2009年)
- [7] インダストリー4.0を超えるシミュレーション統合生産の衝撃〜IoT時代に先見力を与える知識統合型のものづくり, 日経BP社 (2015年)

- [8] 柴田 英寿: 匠のモノづくりとインダストリー4.0〜第4次産業革命における日本の役割, 大河出版 (2015年)
- [9] 中村 昌弘: 生産エンジニアリングの「革新力」〜生産実体を「見える化」するリアルタイム・シミュレーション技術, JIPMソリューション (2010年)
- [10] 黒須 誠治: 次世代生産システム〜自律分散協調型の生産システム, 東京白桃書房 (1997年)
- [11] 人口知能&IoTビジネス, 日経BPムック (2016年)
- [12] JUDITH S. HURWITZ, COGNITIVE COMPUTING AND BIG DATA ANALYTICS, John Wiley & Sons, Inc. (2015年)



日本アイ・ビー・エム株式会社  
テクニカル・リーダーシップ  
技術理事 (IBMディステイニングイッシュト・エンジニア)、  
自動車産業CTO

**北山 浩透**  
Hiroyuki Kitayama

1988年日本IBM入社以来、自動車産業に関わりを持つ。1990年代はBOM、PLM、CAD/CAM開発に従事。2000年よりIT戦略やEAを手掛け、2010年以降、IBMセールス部門において、Smart Mobility、Smart Factoryなど新規ビジネス開発の技術リーダーを担う。現在、自動車産業CTOとしてIBMの技術企画・実行をリードする。

[執筆協力]

日本アイ・ビー・エム株式会社  
成長イニシアチブ推進

**中村 裕** Yutaka Nakamura

日本アイ・ビー・エム株式会社  
成長イニシアチブ推進

**高塚 一喜** Kazuyoshi Takatsuka

日本アイ・ビー・エム株式会社  
製造クライアントIT推進部

**小川 新人** Arato Ogawa

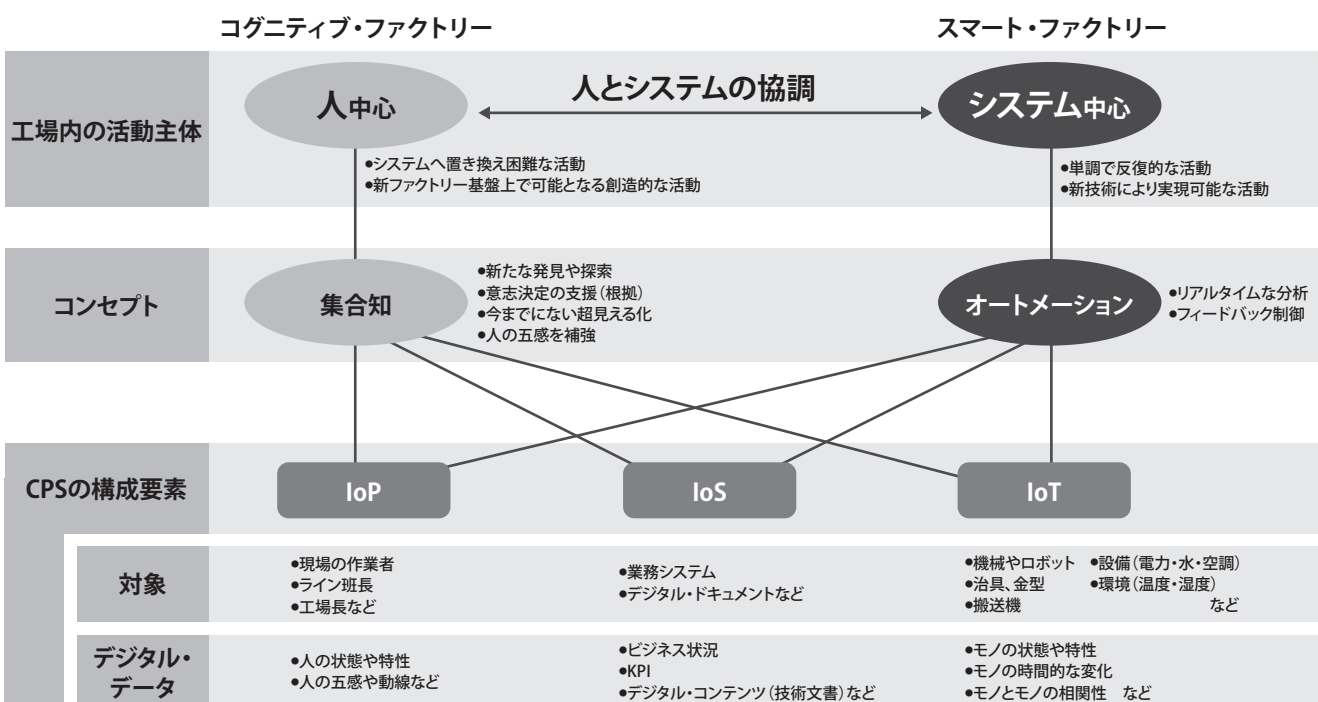


図4. コグニティブ・ファクトリーとスマート・ファクトリーの関係