



Expert Insights

—

スマートなファクトリー実現を目指して

スマート・ マニュファクチャリング

AIテクノロジーが導く
インテリジェントな洞察

IBM Institute for
Business Value



エキスパート紹介



Skip Snyder

skips@us.ibm.com
linkedin.com/in/skip-snyder/

IBM Global Business Servicesのバイス・プレジデント、パートナー兼Growth Leader。高度な技能を持つ実績重視型の経営プロフェッショナルとして、現在Global Watson IoT and Industry 4.0 Practice Leaderを務める。世界のテクノロジー市場で20年以上の経験を重ね、Fortune 500企業数社の経営陣ともコラボレーションを行うなど、多数の顧客の業績向上に寄与した実績を持つ。



David Meek

david.meek@us.ibm.com
linkedin.com/in/davidcmeek/

IBM Global Business Servicesのパートナー兼Digital Operations Center of Competency (Internet of Things) Global Leader。27年間のキャリアを通じ、エレクトロニクス、化学薬品、アグリビジネス、コンシューマー製品などのメーカーや石油・ガス会社に対してERP、サプライチェーン、アナリティクス、IoT、AIその他のソリューションを導入した経験を持つ。直近3年間では製造現場でのAI活用を推進し、インダストリー 4.0、IoT、コグニティブ技術などに関連したIBM製品やソリューションの開発をサポートしている。AIと機械学習を駆使して製造プロセスの業績を改善するIBM Cognitive Plant AdvisorソリューションのGlobal Leader。



Tomipekka Lehtonen

Tomipekka.lehtonen@ibm.com
linkedin.com/in/tomipekkalehtonen

IBM Global Business Servicesのエグゼクティブ・パートナー兼Connected Manufacturing Global Leader。製造・サプライチェーン分野で20年の業務経験を有し、工業・製造業の企業へのコンサルティング経験は10年に及ぶ。直近4年間では、IoTやAIなどの新テクノロジーを通じて顧客の事業変革をサポートし、インダストリー 4.0の大規模な実装を推進した。



Plamen Kiradjiev

Plamen_Kiradjiev@de.ibm.com
linkedin.com/in/plamenkiradjiev

IBM Global Marketsのインダストリー 4.0担当グローバルCTO兼IBM Distinguished Engineer。25年以上にわたって各種の高度な技術アーキテクチャーを開発・推進してきた経験を持つ。最近では、サービス指向アーキテクチャー、ビジネスプロセス管理、ビッグデータ、アナリティクス、コグニティブ技術等を伴う複雑なマルチベンダー環境での類例のないプロジェクトに重点的に取り組んでいる。また、講演や執筆活動、官民プロジェクトにも積極的に携わっている。

生産の迅速化を妨げる大きな要因は、 生産現場のネットワーク化不足と、 人手に頼る旧態依然としたプロセス

要旨

高度なテクノロジーを

強固に組み入れた生産現場から得られるデータは、
有益な洞察の源泉

今世界で言われているスマートファクトリーは、「インダストリー 4.0」に沿った各種の強力なテクノロジー（オートメーション、AI、IoT、エッジコンピューティング、クラウド、5G、3D、デジタルツインなど）を組み合わせて構築される。メーカーがこうしたテクノロジーを駆使して構造化データや非構造化データから得る洞察は、業界エコシステム全体での共有も可能だ。

「人と機械のパートナーシップ」で 工場の生産性は新たな高みへ

AIによってワークフローを自動化し、生産性を高めることで、働き手はより価値の高いタスク（デジタル技能の高度化など）を追求できるようになる。インテリジェント・オートメーションは、社員のリスクリング（新スキル獲得に向けた訓練）をサポートし、人材再活用の道を開いて、以前とまったく異なる職種に就く機会をも生み出す。

エコシステム拡大の柱は

「スマート・マニュファクチャリング」

スマート・マニュファクチャリングによって、生産現場のみならずエコシステム全体から示唆に富んだデータの収集、ロジスティクスとの連携、またリアルタイムで工場操業の舵取りが可能となる。その結果、品質、業務効率、予知保全、決断力などが向上し、労働生産性も高まる。

スマート・マニュファクチャリングの原動力： ネットワーク化、予知性、自己最適化

生産現場が1時間操業をストップすると、被害はどのくらいになるだろうか。最近の調査では、損害額を30万米ドル程度と見積もる企業がほぼ9割に上った。さらに4社に1社は、最大損害額が1時間当たり100万～500万米ドルに達しかねないと危惧している。¹ 非効率なプロセスによって生産の中断ないし停滞が起きた場合、最初に気づくのは技術者やオペレーターだが、事前に気づくケースはまれだ。また、トラブルの原因や対応策は解明できないまま終わることが多い。

生産現場のネットワーク化不足や人手に頼る旧態依然としたプロセスは、当然ながら生産性の向上を妨げる。システムの面から見ても、装置の多くが孤立し、ネットワーク化が図られていないことは大きな問題だ。調査に回答した全メーカーのうち39%は、インテリジェント・オートメーション実現を妨げる重大な障壁として、プロセスとワークフローの連携の欠如により、意思決定の自動化が進まないことを挙げている。²

IoTデバイスをネットワーク化し、コグニティブな能力を活用してワークフローとプロセスを連携させること—それがスマート・マニュファクチャリングの最も重要な機能である。しかし、そうした工場の拠りどころとなるテクノロジーは1つや2つではない。オートメーション、AI、IoT、エッジコンピューティング、クラウド、5G、3D、デジタルツインといった各種テクノロジーを強固に組み合わせ、オペレーションのあり方を変革して初めてスマート・マニュファクチャリングが生まれるのである。こうした各種テクノロジーの活用は複雑をきわめ、その構築と実践にはIT（情報技術）とOT（運用技術）の両方を駆使する必要がある。

そうした努力さえ惜しまなければ、必ず報われるだろう。スマート・マニュファクチャリングの導入により、製品欠陥の検出率は最大50%、歩留まりは20%向上する可能性がある。³ さらに調査対象のメーカー各社は、インテリジェント・オートメーションによって収益が8%近く増加した、と回答している。⁴

生産現場を最適にスマート化： 最終目標を明確に

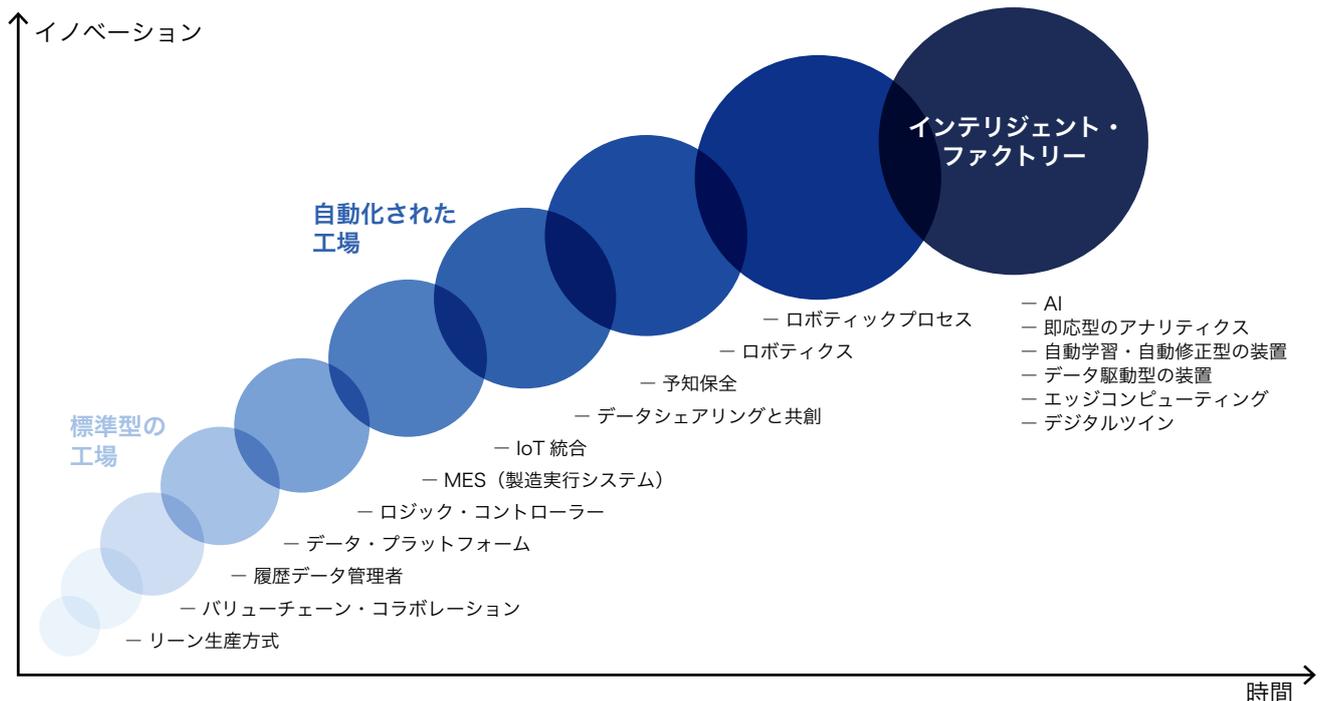
スマート・マニュファクチャリングのメリットを享受するには、ストラテジーを明確化する必要がある。スマート・マニュファクチャリングの事業目標が不鮮明なままだと、IoTによるデータ収集や先進的アナリティクスといった意欲的なプロジェクトを立ち上げて、迷走して頓挫するのが落ちだ。そればかりか、高度なアナリティクスは使い方を誤ると投資に見合う利益が得られず、かえってコストやリスクが増す場合すらある。企業として何を目標とし、どんなベネフィットを期待するかを明確にしておくことが肝心だ。それにはまず、経営陣が自社工場の現状を把握しておく必要がある。IBMでは、工場は標準化、自動化、スマート化という3段階の進化をたどると考えている(図1)。

標準的な工場：効率化に力点

標準的な工場では、過去の、リアルタイムではないデータを基に稼働状況をモニターするのが一般的だ。MES(製造実行システム)その他のテクノロジーやコンセプトを導入し、生産サイクルや業務のデータを追跡・監視して業務改善を図るなど、目標はあくまでプロセスの効率化に置かれている。⁵

生産現場の最適化への第一歩は、リーン生産方式だ。しかし標準的な工場では、リーン生産方式を取り入れたとはいっても、機械学習やIoT連携といった最先端技術の採用には至っていないところが多い。たとえばサプライチェーンとのコラボレーションでは、本来ならばブロックチェーンを利用して生産現場とサプライヤーネットワークの間に信頼性の高いエンドツーエンドのリアルタイム可視性を設けたいところだ。また、品質管理においても、作業指示灯による倉庫内の商品ピッキング、材料や商品の国内の追跡管理、予知アラートといった手法を用いるのが望ましい。

図1
インテリジェント・ファクトリーへの進化の過程



出典：IBM Institute for Business Value

工場は標準化、自動化、スマート化という 3段階の進化をたどる

それと並んで、顧客、サプライヤー、ロジスティクス・パートナーを含めたバリューチェーンのコラボレーションも重要だ。そうした連携があつてこそ、製造業者は需給の変化を俊敏にとらえ、生産スケジュールをいち早く更新することが可能となる。しかしそうした情報連携は、残念ながら過去のデータや粒度の粗いデータに基づいている場合が多い。実際に調査結果を見ても、リアルタイムのサプライチェーン・データが利用可能、と答えた企業は39%に過ぎなかった。⁶ サプライチェーンのデータストリームをリアルタイムで分析する能力が備われれば、品質、コスト、納期の面ですぐにも好ましい結果が出てくるはずだ。

標準的な工場は確かに効率的ではあるが、短納期化や小ロット生産への対応は苦手であり、スマート・マニュファクチャリングが躍進する今の時代に競争優位を維持・拡大することは望めない。

自動化された工場：ロボットを活用

標準的な工場から飛躍的な進歩を遂げたものが、自動化された工場だ。ロボットを使ってヒューマン・エラーなく一貫して作業をこなせるよう、ハードウェアとソフトウェアの両面から指示が定義される。結果として、リアルタイム・アナリティクスの精度が向上して、高度な予知モデルの生成が可能となる。

生産工程の自動化とロボットは、実は数十年も前から製造業と深いつながりがあつた。しかしインテリジェンスという要素が欠けていたため、飛躍的な進歩には至らなかった。かつての製造自動化を支えた制御システムやプログラミング言語は、内的・外的条件の複雑な変化には対応しきれなかったからだ。こうした孤立型のロボットや作業セルは、与えられたタスクを効率的に実行することはできるだろう。しかし、顧客の要求にフレキシブルに対応するのは苦手で、生産現場全体の総合設備効率(OEE)を大きく高めることは期待できない。

自動化の次段階では、個々のロボットや作業セルが相互接続され、最適な形で共同作業を行うようになる。すでにオートメーション業界ではプロトコルをオープン化する

動きが進んでおり、協働ロボット(コボット)をはじめとする画期的な技術が多数登場している。オートメーションがもたらすイノベーションとしては、このほかロットサイズワン(個別生産)、自己修復型の工場、人間の介入が必要な分野へのロボットの活用などが挙げられる。最新のオートメーション技術では、製造の枠組みの中でデータシェアリングや共創が行われ、事業部間で学び合つて工場全体の最適化が進むことになる。

インテリジェント・ファクトリー：AIが生産現場を監視

後ほど詳述するが、インテリジェント・ファクトリーはエッジコンピューティングとクラウド・コンピューティングのインフラを基盤とし、AIアルゴリズムを駆使して、つながる設備と工場の全体最適を推進する。こうした相互連携は、天気予報や市場の需要予測のような、原材料調達や在庫管理、さらにはエネルギー消費に影響を与える大量のデータを管理していく上での重要なキーとなる。

生産現場では、センサーを装備した設備、装置、機器のほか、AIが駆動するロボットなどから得たデータによって機械学習が進められる。そしてエッジ・アナリティクスにより、人間と機械がリアルタイムで容易に判断を下せるようになる。

さらに、実際の組み立てラインを仮想化したデジタルツインは、正確なシミュレーションによって予知保全の信頼度を高め、より高度な品質保証を可能にする。

SmartFactory^{KL}： 機械学習で品質管理をサポート⁷

インダストリー 4.0が目指す産学連携の好例が、SmartFactory^{KL}と呼ばれるプロジェクトだ。2005年に非営利として発足したこのプロジェクトには、50以上の企業と研究機関がパートナーとして参加し、インダストリー 4.0の実装に向けた最新のユースケースや関連するOT、ITのコンセプトを討議、開発、実践している。その結果、マルチベンダーによる初のインダストリー 4.0デモが実現し、世界最大級の産業見本市ハノーバーメッセで毎年実際の製造ラインを披露している。この展示は過去6年間で順調に拡大し、AIによる自動学習・自動修正機能も加わっている。

SmartFactory^{KL}はインダストリー 4.0のベストプラクティスを踏襲し、人間に意思決定の権限を残したまま自動最適化を行う、というスマート・マニュファクチャリングのあり方を示している。その前提となるのは機械、アプリケーション、人間の統合であり、AIによる自動学習プロセスの実現や、実行性のある洞察を獲得することも当然含まれる。SmartFactory^{KL}が触覚、聴覚、視覚情報を活用して品質検査を強化していること、装置や生産プロセスに関する情報を多言語で提供していることなどがその好例だ。

このほかSmartFactory^{KL}は、TSN (Time-Sensitive Networking)と5Gの接続性、エッジコンピューティング、マルチクラウドサービス、コンテナ化その他について、実証実験の機会をパートナーに提供している。

業界大手のある自動車メーカーでは、車体溶接の異常検知に機械学習のアルゴリズムを採用するとともに、可視光カメラと赤外線カメラによるビデオ映像とディープラーニングを用いて、溶接品質を評価している。さらに溶接時の音をマイクで拾い、汚れ、不完全施工、その他の不具合を感知して警告を出す仕組みも採用。各工程からのインプットを基に予知モデルを構築し、これを使ってデータを評価しながら必要に応じて溶接工程を調整することで、品質水準の維持とスクラップ率の低減を図っている。⁸

この自動車メーカーの例が示すとおり、スマート・マニュファクチャリングはもはやルールベースの慣行には従わず、学習ベースのモデルへと移行している。したがって、ここでは大量のデータをより高速、正確、継続的に処理することが求められる。スマート・マニュファクチャリングが必要とする学習スピードを維持するには、エッジコンピューティングとハイブリッドクラウド・コンピューティングが不可欠となる。このインフラは計算リソースのほか、高速データ転送、アナリティクス、インファレンス(推論)も提供する。

理想的なスマート・マニュファクチャリングの特長は、自動学習、自動修正、自動指示の3つである。これだけ見ると、内向性の強さが懸念されるが、相互接続性さえ十分確保できれば、スマート・マニュファクチャリングは積極的に外部との連携やエコシステム全体とのデータシェアリングが可能となる。さらにこのエコシステムには、外部ベンダーをはじめ世界中の官民パートナーシップが包含される可能性もある(「SmartFactory^{KL}：機械学習で品質管理をサポート」の事例を参照)。

最近IBM Institute for Business Value (IBV)が行った調査によれば、対象メーカーのうち56%は、AI駆動ロボット——すなわち内部データやIoTその他機器から得たデータに反応して学習や自律的判断を行う装置——を実装しているという。このほか83%の企業は、インテリジェント・オートメーションが戦略的課題の克服や業績改善に役立つ、と答えている。⁹

生産現場から生まれる膨大なデータが つながり合うと、 実りある新たな世界が開ける

シームレスな統合： 工場をインテリジェントにクラウド化

生産現場は工場の心臓部にあたる。しかしその鼓動は、工場外に広がるエコシステムから常に影響を受けている。工場に関する真にインテリジェントな洞察を得るには、ワークフロー、エネルギー、熟練者の知見やノウハウといった内部情報のみならず、地理的位置、パートナー、サプライチェーン、環境情報などの外的要因も考慮する必要がある。

生産現場から生まれる膨大な構造化・非構造化データと連携を図り、先進的アナリティクスを活用すると、実りある新たな世界が開かれる。その利点は、品質の向上、オペレーションの強化、重要業績評価指標(KPI)の改善、データに基づく洞察、迅速な意思決定など、枚挙にいとまがない。データ連携は双方向に作用するので、サプライチェーンやバリュー・ネットワーク全体の最適化にも寄与する。

図 2
統合テクノロジーを利用した
スマート・マニュファクチャリングは、
AI に裏打ちされた洞察を提供



出典：IBM Institute for Business Value

エッジコンピューティング、5G、 ハイブリッド・マルチクラウドの緊密な関係

エッジコンピューティングは分散コンピューティングの1形式で、計算の大半ないし全体を分散されたインテリジェントなデバイスまたはノード上で実行するものを指す。機能部分とストレージを末端装置の近辺に配置することで(装置自体に組み込まれる場合もある)、データ転送量の抑制、応答の迅速化、接続性への懸念解消などが期待される。エッジコンピューティングは、コンプライアンス情報や規制情報の収集・管理を自動化する一助にもなる。¹⁰ IBVのある調査によれば、回答した大手企業の40%近くがエッジコンピューティングを積極的に利用していると答え、応答の迅速化を最大の利点に挙げている。¹¹

ネットワークの高速・低遅延を特長とする5Gは、無線接続ならではの機動性とあいまって、工場内の機器の相互接続とIoTからの洞察獲得を促進する。5Gとエッジコンピューティングを利用する製造業者は、自動化された機械や産業用ロボットを素早く立ち上げ、生産現場でIoTデータのリアルタイム分析を行うことができる(図2)。機動性に優れた今日の製造業者の多くは、生産ラインや設備を日ごとないし週ごとに再構成することで、契約条件の変動や顧客からのカスタマイズ要求に対応している。5Gはその際のコスト低減に寄与し、データの流れも停滞させない。5Gは大規模な無線センサーネットワークの構築も可能で、拡張現実(AR) / 仮想現実(VR)アプリケーションを使った予知モニタリングにも対応できる。システムのバックボーンにはもちろんハイブリッド・マルチクラウドが用いられ、優先度の高いデータとバックエンド機能が一括して扱われる(「ハイブリッド・マルチクラウドの利点」を参照)。

ハイブリッド・マルチクラウドの利点¹²

ハイブリッド・マルチクラウドとは何か？これは、複数のクラウド環境とオンプレミス環境を一体化したハイブリッド環境で運用される、オープンで標準化されたクラウド基盤のことだ。これにより、オンプレミス/オフプレミスで複数のクラウドベンダーを通じた管理が可能となる。ハイブリッド・マルチクラウド・アーキテクチャーでは、ベンダーや環境を問わずワークロードを柔軟に移動でき、また、必要に応じてクラウド・サービスやベンダーを入れ替えて利用することができる。

人と機械の相互作用：AI+データ+自動化

ネットワーク化された最新鋭の工場では、時系列データなど膨大な量のデータが発生するため、従来型のアナリティクスではもはや価値を引き出せない。AIを使ってITインフラ全体からデータを収集、分析、モニター、学習し、データフローを管理することが必須となってくる。さらに、AI、機械学習、自動化を利用することで、状況に即したタイムリーな洞察を得ることが出来る。こうした理由から、調査対象となった大手メーカーの8割が、インテリジェント・オートメーション導入を今後数年間の事業目標のトップに掲げている。¹³ また機械学習については、これをパイロット導入中ないし採用済みの企業が55%、2021年までに同技術への投資を計画する企業は21%に達している。¹⁴

機械学習(教師あり学習または教師なし学習)を製造工程に利用すると、ディスクリット製造とプロセス製造の別を問わず改善が期待できる。AIは設備データと予知モデルを利用して機械稼働率を高め、保全スケジュールと人員配置を最適化することができ、さらに視聴覚モデルを使った製造ミスの検出や製品の品質チェックも行える。¹⁵ こうしたモデルをエッジコンピューティングで実行することで、迅速な対応と調整が可能になり、業務の最適化が図られる。このような効率化がもたらす経費節減は、将来の事業規模拡大やアップグレードの原資となる。

データ収集間隔は1秒に満たないことも多いため、時系列データの量は急増する。この場合、AIによる判断(推論)をエッジで行うほうが反応は早くなる。さらに、エッジ処理は遅延が少なく、ローカルおよびクラウドでのデータ処理量を軽減する効果もあるので、ネットワーク負荷が緩和され、大規模データクラウドの経費を抑えることができる。

AIは、大量のデータから有用なサブセットを切り出すほか、データのラベリングをサポートし、モデルや分類器の精度を確保する役目も果たす。たとえばある最新鋭工場の生産ラインには2,000台もの装置が使われており、各装置に搭載された100～200個のセンサーから絶えず収集されるデータの量は月間2,200テラバイトにも上る(図3)。¹⁶ AIはデータソース間に相関性を設け、新しいKPIとその相互依存関係を見出し、どのデータの欠損が障害予知を妨げたかを割り出す役目も果たす。

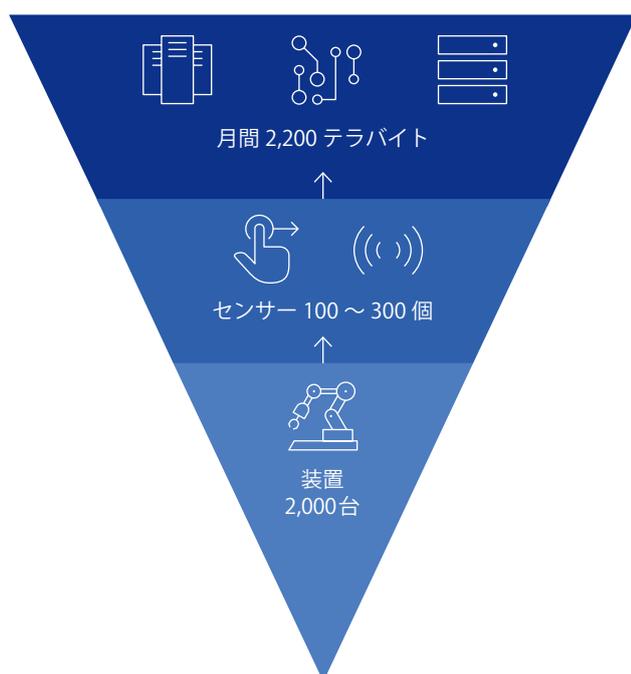
デジタルツインは、 ペアをなす実機に搭載されたセンサーから データを取得する

自動化とAIは不可分の関係にある。より多くの製品をより迅速に投入しなければならない大手メーカー各社は、製造プロセスの自動化推進を最重要課題に挙げている。¹⁷ 各社の業務担当役員を対象にIBVが最近行った調査では、デジタル化と機械のインテリジェント化につれて人間はより価値の高い仕事に就く、と見る回答者の割合は10人中7人、インテリジェントな機械は今後3年間に人間の職務や活動に有意義な影響をもたらす、と見る人は61%に上っている。¹⁸

成功の鍵はデジタルツイン

機械インフラのネットワーク化と、情報・プロセス処理のAI化は、働き手に余力をもたらし、より高度なタスクへの取り組みとスキル開発を促して、さまざまな可能性を生み出す。中でも最も期待されているものの1つに、デジタルツインがある。デバイスのネットワーク化を進めている企業の75%は、すでにデジタルツインを採用しているか1年以内に採用する予定だという。¹⁹

図3
急増するデータから洞察を抽出するには AI が不可欠



出典：IBM Institute for Business Value

デジタルツインとは、現実世界にある実機をバーチャルに再現したデジタルレプリカを指す。データサイエンティストやデザイナーはこれを使うことで、デバイス製作に先立ってデジタルプロトタイプを作成したり、実機で想定されるシナリオをシミュレートすることができる。ロボティクス、高度なアナリティクス、AI学習システムといった分野でも、各種の新しい技術がデジタルツインから生まれている。²⁰

デジタルツインは、現実世界でペアをなす実機に搭載されたセンサーからデータを取得する。そのデータを仮想環境で解析すると、例えば機器の異常を検知するなどの実機同様の反応を示す。デジタルツインは実機の試作品からも作成できるほか、デジタルツイン自体がプロトタイプの役目を果たすこともある。デジタルツインは、製品の改良に役立つ貴重なフィードバック情報を提供してくれる。²¹ デジタルツインが保全作業に用いられる場合は、実機を持たず、仮想の保全システム内にだけ存在する例も少なくない。

デジタルツインは、IoTで収集した関連データの価値を高める役目も果たす。具体的には、まずデータをAIと機械学習プロセスで集計・選別し、これをセンサーとつながった仮想シミュレーター（デジタルツイン）にかける。これにより、メーカーは製造品質の向上をはじめ大きな利点を得ることができる。また、デジタルツインで検証された予知保全を生産現場の機器に適用することも可能となる。その結果、機械、製品、製造プロセス、さらには施設全体の最適化が実現する。²²

挑戦から成功へ

真に価値あるものを得るには、さまざまな課題を克服する必要がある。スマート・マニュファクチャリングへの進化も例外ではない。あらかじめ課題を予測し対策を練っておくほど、成功の報酬は大きくなる。ネットワーク化されたインテリジェントな工場運用を目指す企業を悩ます主な課題は、以下の3つである。

1. 規模拡大に潜む落とし穴

冒頭にも述べたとおり、最終目標を意識することは製造業者にとってきわめて重要だ。明確なビジョンとロードマップ、そしてモデル運用ストラテジーが欠けていては方向性が定まらず、せっかくのスマート・マニュファクチャリングも実力を発揮できない。

そもそも工場のスマート化は容易ではない。企業によっては、パイロットプラントに1,000台の製造装置を設け、それぞれに5つの機械学習/ディープラーニング・モデルを設定する場合もあるだろう。さらに、この企業は全世界に350の工場を持っているかもしれない。また、大規模なAIモデルを管理するデジタルツールも必要となるので、複雑さはさらに増す。

しかしビジョンさえ明確なら、スマート・マニュファクチャリング化を支援するエンタープライズ・アーキテクチャーや一貫性のあるハイブリッドクラウドを開発することも可能だ。こうしたステップを踏むことで、オープンな環境、高い柔軟性、データの統合を実現し、成功をつかむことができる。包括的なデータ戦略、厳重なセキュリティ、万全のガバナンスも不可欠だ。

データ統合にはレガシー ERPと計画アプリケーションのデータを含めるだけでなく、製造エコシステム内の顧客、サプライヤー、ロジスティクス・パートナーを広くカバーする必要がある。そしてデータをシミュレーション、モデリング、予知アナリシスにかけ、在庫、ネットワーク、需要変動性、供給の入手可能性などを評価する。

これらの手段を講じれば、スマート・マニュファクチャ

リングは潜在力をフルに発揮し、成功と失敗の間で足踏みせず済むほか、革新的でアジャイルなデリバリーが可能となり、速やかに効果が得られる。このアジャイルなデリバリーは、スマートな製造実行に不可欠な要素といえる。

2. 生産現場のネットワーク化とセキュリティ

生産現場はかつて孤立した自己完結ユニットだったが、これがエコシステム情報の発信ハブへと進化するにつれて、より大きなポテンシャルが解き放たれつつある。その一方で、サプライヤー、メーカー、ロジスティクス・パートナー、顧客が共有する膨大なデータや知的財産は狙われやすくなり、サイバー・セキュリティのリスクが生じてくる。製造業者の社内ネットワークは、従来は広域ITネットワークやインターネットから独立していたため高いセキュリティを誇っていたが、IT（情報技術）とOT（運用技術）の統合が進むにつれて、リスクが高まってきた。

そこで、IT・OTともに厳重な監視が必要となる。インシデントや侵害を低減するには、サイバー・セキュリティ戦略とその実施計画が大きくものを言う。

効果的なサイバー・セキュリティ戦略には、以下が不可欠である。

- － ネットワークとデバイス全般にわたるデータフローの監視と制御
- － バリューチェーン全体をカバーするセキュリティ計画の策定と、知的財産の保護
- － インシデント対応計画と能力の確立、管理、テスト
- － ブロックチェーンやAIによるコグニティブ・セキュリティ・ソリューションなどのツール導入と、セキュリティリスクの検知および迅速な対応のサポート
- － 高度なサイバー・セキュリティ・モニタリングとアナリティクスを活用したインシデント検知および修復
- － IoT関連インシデント発生率、インシデント検知に要した日数、インシデント対応と復旧に要した日数の把握
- － セキュリティ・オペレーションセンターを通じた一元的な対応と管理

スマート・マニュファクチャリングの先駆者には 大きな見返りが

3. 人材の視点：再教育、再訓練、再配置

AIと自動化を通じてオペレーションを最適化することはスマート・マニュファクチャリングの基本であり、ヒューマンエラーの低減にもつながる。インテリジェント・オートメーションの活用例としては、ワークフロー、アクティビティ監視、設備稼働の自動化を挙げるメーカーが多い。²³

調査に応じたメーカーの26%は、まだインテリジェント・オートメーションをまったく利用していない。しかし2021年までには、これらの企業すべてが何らかの分野でインテリジェント・オートメーションを採用する予定だという。さらに56%は、部門内や全社規模のタスク、さらには問題解決に向けたエキスパート業務にAIを使う、と回答している。²⁴ こうした状況を踏まえ、経営陣は社員がテクノロジーを脅威ではなく有益なアセットとしてとらえる機運を醸成し、これらが十分な情報に基づく意思決定、ディープラーニング、問題解決に役立つこと、そして新たなスキルを獲得した社員の即戦力化に結びつくことを示すべきである。

新しいテクノロジーは新たなスキルや職種をも生む。製造業者を対象としたある調査によれば、「データサイエンティスト/データ品質アナリスト」を雇用している、と答えた企業は全体の43%、2024年までに雇用する意向を持つ企業は35%に達している。また、「機械学習エンジニア/スペシャリスト」を雇用している企業は全体の3分の1、2024年までに雇用すると答えた企業は70%に上った。「協業ロボティクス・スペシャリスト」、「データ品質アナリスト」、「AIソリューション・プログラマー/ソフトウェア・デザイナー」も増加している。²⁵

自動化が職を奪うのでは、という懸念も杞憂である場合が多い。自動化で脅かされると思われた職務が実際には必ずしもそうではなく、単なる誤解や誤報だったケースもある。²⁶ 熟練を要する職種には複雑なタスクが多く係わるので、それらを自動化するのはそう簡単ではない。おそらくメーカーと社員がこぞって自動化候補に挙げるのは、非衛生的、危険、ないし単調な業務だろう。自動化に応じた働き方改革を遂行するには、既存の能力にデータとAIを生かしたスキルを組み合わせ強化することが必須となる。

スマート・マニュファクチャリング： 先陣を切るメリット

スマート・マニュファクチャリングへの転換を図る製造業者にとってのメリットは、ますます増加するテクノロジーを、価値重視型のワークフローを通じていち早く組み込める点にある。最近IBVが行ったベンチマーク調査によれば、IoTと自動化を試験導入および本採用したメーカーは、導入をためらう同業他社よりも著しく大きなメリットを享受しているという。

大手メーカーの43%はインテリジェントIoTを利用しており、その範囲は在庫管理、設備の予知保全、予定外の生産課題の把握、施設およびエネルギー管理など多岐にわたっている。一方、インテリジェントIoTを利用していない企業は29%にとどまっている。²⁷

この投資は見返りを生んでいる。先駆者的なこれら企業の収益の伸びは、業界他社を32%も上回っているのだ。総資産利益率も17%に迫る高さで、これに対し他社は8.4%止まりである。さらに最終製品の在庫回転率は21回転で、消極的な他社の14回転を上回っている。これらメーカーの95%は、工場のさらなる自動化が有益かつ実用的だと答えている。²⁸

こうした企業は、納期、品質、コストのどれをとっても他社を大きくしのいでいる。これこそが業界を変革し、将来のバリューチェーンを掌握する企業になるだろう。他社に後れをとっている場合ではない。スマート・マニュファクチャリングにおいては、先陣を切る者が最大の利益を手にするのである。

活動の指針

スマート・マニュファクチャリング：
AIテクノロジーが導くインテリジェントな洞察

1. データをインテリジェントな行動に転換

サプライチェーンの可視化とオペレーションのインテリジェント化の鍵は、データにある。包括的で一貫性のあるエンタープライズ・アーキテクチャーを築き、ハイブリッドクラウドを活用して、オープンな柔軟性を担保しながら十分なセキュリティの下にデータ統合を進めるとよい。ITとOTの融合も、AIを活用した情報連携やレコメンデーションを活用する上で不可欠となる。

AIテクノロジーとコグニティブ・ソリューションを使って、人間が気づきにくいパターンを探り出すことも有用だ。AIシステムは、人間と同じようなやり方で非構造化情報を理解するだけではない。膨大な量の情報を超高速で処理し、対話を通じて学習することもできる。このインテリジェンスを工場の生産活動に生かす方法を見出し、リアルタイムで洞察を得ることで、決断力と実行力を強化すべきだ。

2. 「思考力」を備えた製造プロセスの創出

標準化されたサプライチェーンのプロセスやシステムを基盤とし、これをデジタル技術で補強することで、ワークフローの最適化を進め、エコシステムのパートナーやプラットフォームとの統合を図る。

作業パフォーマンス指標を評価する際には、ある程度のトラブルを見込んでバランスをとることも必要だ。IoTデバイスは、設備のパフォーマンスをリアルタイムで監視し、予知アナリティクスによって部品のアベイラビリティを割り出して障害を予見し、トラブルへの対処方法を提案する。あるいは、データの逸脱が見られた場合にAIモデルが製造プロセスの稼働パラメーターを最適値に戻す仕組みになっていれば申し分ない。こうした「思考力」を持たせることで、品質の問題やスループットの停滞が回避され、エネルギー効率も改善する。

3. デジタル・スキルセットの拡充

多くの企業が、予知アナリティクスやクラウド、AI、ネットワーク化されたデバイスなどを利用してスマート・マニュファクチャリングを運用・監視・改善するための専門的知見を社内を持ち合わせていない。こうした能力面でのギャップを埋める方法としては、既存社員に対する新技能習得の支援(リスクリング)、見習い/インターン制度による人材育成、社員のスキル向上に向けた新しい教育プログラム/プラットフォームなどがある。特に、データ管理、可視化、アナリティクスの能力を持つ人材を社内で育成するか、そうした人材をパートナー企業から得る必要がある。また、豊富な人材や経験、そして新しい視点を提供できる企業をビジネスパートナーに選ぶことが重要だ。同僚から重要なスキルを短時間で獲得できるようになれば、チームの力も向上する。また、AIとアナリティクスは今後、求められるスキルの需要と供給を予測するという重要な役目を担うほか、学習のパーソナル化にも威力を発揮するだろう。

日本語翻訳監修

新嶋若菜

日本アイ・ビー・エム株式会社
グローバル・ビジネス・サービス事業本部
コグニティブ・プロセス変革 マネージングコンサルタント

注釈および出典

- 1 “Hourly Downtime Costs Rise: 86% of Firms Say One Hour of Downtime Costs \$300,000+; 34% of Companies Say One Hour of Downtime Tops \$1 Million.” Information Technology Intelligence Consulting (ITIC). May 16, 2019. <https://itic-corp.com/blog/2019/05/hourly-downtime-costs-rise-86-of-firms-say-onehour-of-downtime-costs-300000-34-of-companiessay-one-hour-of-downtime-tops-1million/>
- 2 2020 IBM Institute for Business Value インテリジェント・オートメーション調査(未出版データ)
- 3 IW Staff. “Benefits of AI on Manufacturing: A Visual Guide. Industry Week.” February 8, 2019. <https://www.industryweek.com/technology-and-iiot/article/22027119/benefits-of-ai-on-manufacturing-a-visual-guide>
- 4 2020 IBM Institute for Business Value インテリジェント・オートメーション調査(未出版データ)
- 5 “What is a manufacturing execution system?” Workwise Software. Accessed February 11, 2020. <https://www.workwisellc.com/erp-software/what-is-mes/>
- 6 2020 IBM Institute for Business Value インテリジェント・オートメーション調査(未出版データ)
- 7 Hwang, Dr. Jongwoon. “Transforming manufacturing with artificial intelligence.” IBM cloud computing news. August 22, 2018. <https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2018/08/22/manufacturingartificial-intelligence/>; “About us.” SmartFactory^{KL}. Accessed April 3, 2020. <https://smartfactory.de/en/about-us/>; Internal IBM Institute for Business Value analysis.
- 8 IBMの顧客エンゲージメントに基づくIBM Institute for Business Valueの分析
- 9 2020 IBM Institute for Business Value インテリジェント・オートメーション調査(未出版データ)
- 10 Bilhardt, Kirsten. “Transforming Manufacturing with Edge and IoT Solutions.” CIO.com. February 5, 2020. https://www.cio.com/article/3519615/transformingmanufacturing-with-edge-and-iot-solutions.html#_edn1
- 11 Butner, Karen, Manish Goya, Julie Scanio, and Skip Snyder. “Six crucial strategies that define digital winners: The power of AI-driven operating models.” IBM Institute for Business Value. September 2019. <https://ibm.co/digital-winners>
- 12 IBM Cloud Education. “Hybrid Cloud.” October 16, 2019. ibm.com. https://www.ibm.com/cloud/learn/hybrid-cloud#toc-monocloud--_WTGOLNX
- 13 Butner, Karen, Manish Goya, Julie Scanio, and Skip Snyder. “Six crucial strategies that define digital winners: The power of AI-driven operating models.” IBM Institute for Business Value. September 2019. <https://ibm.co/digital-winners>
- 14 2020 IBM Institute for Business Value インテリジェント・オートメーション調査(未出版データ)
- 15 Kitain, Lior. “Digital Twin – The New age of Manufacturing.” Medium.com. November 5, 2018. <https://medium.com/datadriveninvestor/digital-twin-the-new-age-of-manufacturingd964eeba3313>
- 16 “3 Must-Haves For Intelligent Manufacturing.” Forbes.com. January 6, 2020. <https://www.forbes.com/sites/samsungsds/2020/01/06/3-must-haves-forintelligent-manufacturing/#6c4b9385670e>

- 17 “Winshuttle Releases State of Manufacturers’ Report Illustrating Continued Trend Toward Automation to Keep Up with Consumer Demand.” Press release. Winshuttle.com. January 20, 2020. <https://www.winshuttle.com/press-releases/winshuttle-releases-manufacturers-report-trendautomation-keep-up-with-consumer-demand/>
- 18 Butner, Karen, Dave Lubowe, and Grace Ho . “The human-machine interchange: How intelligent automation is reconstructing business operations.” IBM Institute for Business Value. October 2017. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institutebusiness-value/report/humanmachine#>
- 19 “Gartner Survey Reveals Digital Twins Are Entering Mainstream Use.” Press release. Gartner. February 20, 2019. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-02-20-gartner-survey-revealsdigital-twins-are-entering-mai>
- 20 Shaw, Keith and Josh Fruhlinger. “What is a digital twin and why it’s important to IoT.” Network World. January 31, 2019. <https://www.networkworld.com/article/3280225/what-is-digital-twin-technology-andwhy-it-matters.html>
- 21 同上
- 22 Buntz, Brian. “The Power and Pitfalls of Digital Twins in Manufacturing.” IoT World Today. February 20, 2019. <https://www.iotworldtoday.com/2019/02/20/the-power-and-pitfalls-of-digital-twins-inmanufacturing/>
- 23 2020 IBM Institute for Business Value インテリジェント・オートメーション調査(未出版データ)
- 24 同上
- 25 Atkinson, Robert D. and Stephen Ezell. “The Manufacturing Evolution: How AI Will Transform Manufacturing and the Workforce of the Future.” Information Technology & Innovation Foundation (ITIF). August 6, 2019. https://itif.org/publications/2019/08/06/manufacturing-evolution-how-ai-will-transformmanufacturing-and-workforce?_lrsc=7bf0d6ee-b719-4d5e-a55f-3c37371b9998&trk=li-leap&utm_source=social&utm_medium=elevate
- 26 “Will a robot really take your job?” The Economist. June 27, 2019. <https://www.economist.com/business/2019/06/27/will-a-robot-really-take-your-job>
- 27 2020 IBM Institute for Business Value 製造パフォーマンスデータ調査(未出版データ)
- 28 同上

Expert Insightsについて

Expert Insights は、ニュース価値の高いビジネスや関連テクノロジーのトピックについて、ソートリーダーの見解を伝えるレポートです。世界中の該当分野の優れた専門家との対話をもとに作成されます。詳細については、IBM Institute for Business Value (iibv@us.ibm.com)までお問い合わせください。

© Copyright IBM Corporation 2020

IBM Corporation
New Orchard Road
Armonk, NY 10504

Produced in the United States of America
January 2020

IBM、IBMロゴ、ibm.com は、世界の多くの国で登録されたInternational Business Machines Corporation の商標です。他の製品名およびサービス名等は、それぞれIBMまたは各社の商標である場合があります。現時点でのIBMの商標リストについてはibm.com/legal/copytrade.shtml (US)をご覧ください。

本書の情報は最初の発行日の時点で得られるものであり、予告なしに変更される場合があります。すべての製品が、IBMが営業を行っているすべての国において利用可能なわけではありません。

本書に掲載されている情報は特定物として現存するままの状態を提供され、第三者の権利の不侵害の保証、商品性の保証、特定目的適合性の保証および法律上の瑕疵担保責任を含むすべての明示もしくは黙示の保証責任なしで提供されています。IBM製品は、IBM所定の契約書の条項に基づき保証されます。

本レポートは、一般的なガイダンスの提供のみを目的としており、詳細な調査や専門的な判断の実行の代用とされることを意図したものではありません。IBMは、本書を信頼した結果として組織または個人が被ったいかなる損失についても、一切責任を負わないものとします。

本レポートの中で使用されているデータは、第三者のソースから得られている場合があり、IBMはかかるデータに対する独自の検証、妥当性確認、または監査は行っていません。かかるデータを使用して得られた結果は「そのままの状態」で提供されており、IBMは明示的にも黙示的にも、それを明言したり保証したりするものではありません。

本書は英語版「Smart Manufacturing」の日本語訳として提供されるものです。

07032207USEN-00

