

インダストリー 4.0 の登場により、製造業を始めとして流通など様々な業界に、今までにない新たな価値創造のチャンスが広がっています。本稿では、インダストリー 4.0 の登場の経緯、目指す姿、現在の動向、および、中小企業への支援施策について紹介し、インダストリー 4.0 が社会や経済にもたらす変革について解説します。

..... Title of an article

インダストリー 4.0 が もたらす社会経済変革に 中小企業も乗り遅れるな

谷萩ビジネスコンサルティング
代表

谷萩 祐之

URL <http://hiroy001.wix.com/-yahagi>
E-mail info@yahagibc.com

インダストリー 4.0 第四次産業革命とは

「インダストリー 4.0」の構想は 2011 年にドイツ政府が産官学共同で立ち上げたハイテクの競争力強化のための国家プロジェクト「ハイテク戦略 2020」の中で、中核となるビジョンとして登場しました。日本では「第四次産業革命」とも言われています。

・第一次産業革命…18 世紀後半に蒸気機関によって工場の機械化が進んだ
・第二次産業革命…19 世紀後半か

ら 20 世紀初頭に電力による大量生産が行われるようになった

・第三次産業革命…20 世紀後半コンピュータによってファクトリー・オートメーションが進んだ
・第四次産業革命…すなわち、インダストリー 4.0 は、その後に来する「スマート・ファクトリー」つまり、自ら考える賢い工場の時代を示す

蒸気機関や電力は、人力を機械に置き換えることで工場の生産量を飛躍的に増加させました。さらに、コンピュー

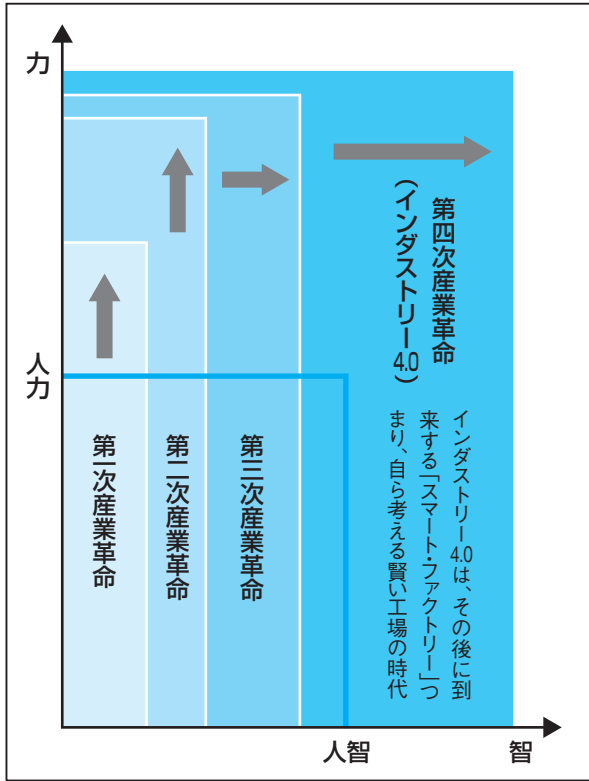
タを始めとする IT は、人間の判断を IT が助けることで工場のオペレーションの効率を向上させました。

それに対して、インダストリー 4.0（スマート・ファクトリー）は、工場の生産システムが自ら考えて自律的に最適化することを可能にします。つまり、人間の判断を超えてシステムが最適解を導き出し、速やかに生産工程の改善を行う賢い工場です。

それまでの産業革命が、人間を機械が助けることによって成し遂げられたのに対して、インダストリー 4.0 は、サイバー空間の知的能力を活用して人間の判断能力を超えることを可能にした人類史上初の産業革命と言えるでしょう。

第一次産業革命と第二次産業革命は、人力を超えることを可能にし、第三次産業革命は、人智を支援することを可能にしました。第四次産業革命（インダストリー 4.0）は、それらをさらに推し進めて、人智を超えることを可能にする産業革命なのです（図 1）。

図1 4つの産業革命



このインダストリー4.0を支える生産システムは「サイバー・フィジカル・システム(CPS)」と呼ばれています。サイバーはIoT (Internet of Things) ・モノのインターネット) や人工知能などのITの世界、フィジカルは文字通り物理的に実体のある工場や設備の世界です。

り、サイバー空間の中で人工知能などのITが情報分析して判断を行い、フィジカル空間に指示を出して設備の動作や生産工程を変更する、という2つの世界の有機的な連携が自律的で知的な工場を実現します。

ドイツはマイスター制度などを通じて物作りの技術を極めてきた長い歴史を持っています。そして、先進国経済がサービス化へ向い、その産業構造が第三次産業へシフト

トしている現代においてもなお、EUの中で最も強い製造業を持つ国です。加えて、IT産業においても、ERP*で世界的に高いシェアを持つヨーロッパ最大級のソフトウェア会社SAPを始めとして強い競争力を持つ企業が集積しています。

したがって、フィジカル空間とサイバー空間の融合によって新たな産業革命を創造することは、ドイツにとって製造業とIT産業の強みを活かし、世界経済の中での競争優位を確保するまたとない機会です。インダストリー4.0の構想がドイツから生まれたのは必然と言えるでしょう。

インダストリー4.0の目指す将来像とは

サイバー・フィジカル・システムでコントロールされる賢い工場は、製造コストの低減と共に「マスカスタマイゼーション」を実現します。

これは、マスプロダクション、

* ERP (Enterprise Resources Planning) : 企業全体を経営資源の有効活用の観点から統合的に管理し、経営の効率化を図るための手法・概念のこと

すなわち、大量生産と同等の生産性を維持しながら、同時に個々の顧客のニーズに合わせたカスタマイズを実現する生産方式です。

従来の工場ではマスとカスタマイズの両立は困難でした。一般に工場の生産性を上げるには、同一仕様の製品を大量生産する必要があり、多品種に対応しようとする

と生産ラインの頻繁な変更などによってコストが上昇し、生産性が低下するからです。

インダストリー4.0において、このマスカスタマイゼーションを可能にするのは、生産システムの垂直統合、バリエーションネットワークをまたがる水平統合、そして製品ライフサイクル管理システム(PLM)との連携です。

例えば、生産システムの垂直統合では、ERPによって作成された生産計画に基づいてMES(生産実行システム)が生産工程を最適化↓生産設備を自動的に制御↓その結果をフィールド機器に設置したセンサーなどが収集↑上位に位置するMESやERPにフィード

ドバックする、という流れになります。

このように、最上位層のERPからMES、制御、そして最下層の機器監視までが垂直に統合されることで、人間の判断を極力介さずに、生産ラインの変更や最適化を短時間に低コストで実現することができるようになります。

また、原材料や部品のサプライヤーからメーカー、物流、小売、消費者に至るバリューネットワークがデジタルに水平統合されることにより、消費者の注文や消費動向の変化、あるいは、小売での販売データの動向をリアルタイムにメーカーやサプライヤーに伝えることが可能となり、メーカーやサプライヤーは、市場動向に合わせた生産計画の変更が迅速に行えるようになります。

その結果、顧客からのカスタマイズの要請に短時間で対応をすることができるとともに、過剰在庫や機会損失のリスクを低減させて、流通、小売を含めたバリューチェーン全体のコストを抑えるこ

とができます。

さらに、設計から生産、販売、アフターサービスまでの製品ライフサイクル全体を管理するPLMと生産システムが連携することにより、設計変更を生産工程に即座に反映させたり、逆に、生産での問題を設計部門と共有して設計変更を促したりすることが容易になります。

一方、PLMがバリューネットワークと連携すれば、例えば、小売の販売情報を基に、生産だけでなく設計やアフターサービスを最適化することも可能です。

このように、生産現場を中心として、設計やサービスなどの生産以外の業務プロセスと連携し、さらに、流通や素材産業などの製造業以外の業界とも連携を深めることで、経済全体を巻き込んだイノベーションを創造する、それがインダストリー4.0の目指す姿です。そして、将来は「自ら考える賢い工場」だけでなく、「自ら考える賢いサービス」も出現することでしょう。現在でも人工知能を使

って自動的に金融取引をするサービスは実用化されていますが、インダストリー4.0の潮流の中で流通や公共サービスなど、広範な分野で自律的に最適化することのできる賢いサービスが続々と誕生してくることが期待されます。

インダストリー4.0に 取り組む世界の動向

インダストリー4.0を最初に提唱したドイツでは、その実用化に向けてシーメンスやボッシュなどの大規模製造業を中心に実証実験や実用化が進むとともに、標準化の動きが活発化しています。

ドイツの製造業は中小企業の比率が比較的高く、輸出比率も高いため、インダストリー4.0の普及には、国内外の多くの企業が連携する必要があります。そのためには、システムや装置を接続するインタフェースの標準化は欠かせません。ドイツは、国内はもとより、EU域内、あるいは、米国や中国も含めた国際的な標準化を積極的

に追求しています。

米国では2014年、GEやIBMなど民間企業5社が中心となり「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム（IIC）」を設立しました。民間企業が主導する組織ですが、米国政府も研究開発や実証実験の実施などを通じて積極的に支援しています。

IICは、製造業だけでなく公共インフラやヘルスケア、エネルギーなど多様な産業を対象としている点で、ドイツのアプローチとやや違いがあります。しかし、自動車や航空機のような製造業だけでなく、医薬品や石油産業のような業界も米国の強みであることを考えれば、自国の強みを活用して第四次産業革命における競争優位を確立しようとしているという点において、ドイツと米国の戦略は同じです。

IICとインダストリー4.0は2016年3月、それぞれの標準技術を体系化したリファレンスモデルの整合を取ることで合意しました。これにより、両者を包含す

る広範な国際標準化への道が開かれ、今後、両者のモデル間の連携が容易になることが期待できます。利害が一致するところでは協力し、差異化を図るべきところでは競争するという、米・独両国の合理的な戦略を伺い知ることのできる出来事です。

一方、日本政府は2017年3月、ドイツとの間で第四次産業革命に関する日独協力の枠組みを定めた共同声明である「ハノーバー宣言」に署名しました。この共同声明では、IoTやインダストリー4.0に関して、サイバーセキュリティ、国際標準化、研究開発、中小企業支援などで日独が協力することがうたわれています。

また同時に、経済産業省は「コネクテッド・インダストリーズ」と呼ばれるコンセプトを発表しました。コネクテッド・インダストリーズとは「様々なつながりにより新たな付加価値が創出される産業社会」であり、例えば、次のようなことを通じて付加価値を創造する社会です。

- ・モノとモノがつながる（IoT）
- ・人と、機械やシステムが協働、共創する
- ・人と技術がつながり、人の知恵と創意をさらに引き出す
- ・国境を越えて企業と企業がつながる
- ・世代を超えて人と人がつながり、技能や知恵を承継する
- ・生産者と消費者がつながり、ものづくりだけでなく社会課題の解決を図る

やや抽象的で総論的ではありませんが、ドイツのインダストリー4.0や米国のインダストリアル・インターネット・コンソーシアムの動向を踏まえた上で、日本の強みである技術力や現場力を活かすことに主眼を置いた国家戦略であると言えます。ただ、日本の現場力の強さは人に依存していた部分が大きかっただけに、人とITを始めとする技術とが、いかに協力して現場の競争力を維持、強化していくかが、これからの日本の課題となります。

インダストリー4.0と中小企業支援のあり方

2017年4月にドイツで開催されたハノーバーメッセ2017の日独経済フォーラムでは、インダストリー4.0の中小企業における先進事例をテーマとしたパネルディスカッションが行われました。

そこでは、中小企業によるインダストリー4.0への取り組みも増えてきているものの、大企業に比べてハードルは高いという指摘が共感を集めました。日・独ともに、製造業における中小企業比率が高いだけに、両国でインダストリー4.0が特定企業の枠を超えて国民経済のレベルで成功するか否かは、中小企業まで浸透するかどうかがかかっています。

このため、ドイツでは、中小企業からの相談をワンストップで受け付ける「インダストリー4.0コンピテンスセンター」を国内各地に設置し、賢い工場の課題とメリットを具体的に検証することが可能

な環境を整備しています。

同様に、日本の経済産業省は2016年、中小企業支援として全国5カ所に「スマートものづくり応援隊」を作りました。拠点の数は、2017年度には21カ所に拡大される予定です。「スマートものづくり応援隊」は、中小企業に専門家を派遣し、その企業の課題に応じた改善策や技術をアドバイスするもので、現場のカイゼン活動やIoT・ロボットなどの導入を支援します。

この他にも、国主導で先進事例集や低コストのツールの提供、実証実験の支援、IoT投資への資金援助など多様な支援施策が整備されてきました。

「2025年までに米国、中国に勝つ」というのが、当初ドイツがインダストリー4.0で掲げた目標でしたが、2025年まで待つまでもなく、これらの施策を活用して、まずは「何をなすべきか」について、それぞれの企業の立場で考え始める時期にきているのではないのでしょうか。