

# 米国における「ものづくりと IT」に関する取り組みの現状

八山 幸司  
JETRO/IPA New York

## 1 はじめに

製造業は大量生産の確立とコンピューターを活用した自動化により大きな発展を遂げてきた。特に、電気機械を使った産業機械の多くはコンピューター制御のものへと置き換えられ、単純な作業だけでなく、人間の技術を必要とした作業まで行えるようになった。しかしながら、製造工程の設計や生産管理は人間が行うものであり、自動化された産業機器はその一部を担っているに過ぎないという側面があった。そうした中、近年では IoT(モノのインターネット)やビッグデータといった次世代の IT を取り入れることにより、製造工程の設計を含めた高度な自動化や、大量生産と製品のカスタマイズ化を両立するマスカスタマイゼーション(Mass customization)の実現を目指す動きが出てきている。今号では、世界中で次世代の産業革命の動きが活発化する「ものづくりと IT」について紹介する。

最初に、製造現場における IT の活用経緯について紹介する。製造現場は IT 技術の発達とともに自動化が進み、2000 年代には企業内の IT システムの統合によって製造現場を含めた企業全体の IT 化が大きく進化した。最近では、IoT により産業機械やロボット同士がネットワークを通して連携し、ドイツの Siemens 社のように「考える工場」として機能するスマートファクトリーが登場している。また、3D プリンタを使って少量生産、カスタマイズ製品の製造、短時間での製造などを実現する 3D プリンタ工場も登場しており、以前は考えられなかった製造体制が確立されつつある。一方で、小規模の製造企業でも生産管理や統合システムが必要になってきているため、導入や管理が容易なクラウド型 ERP<sup>1</sup>システムを活用する例なども出てきており、クラウドが果たす役割も大きくなっていることがわかる。

次に、各国における次世代の製造体制に向けた取り組みを紹介する。ドイツでは既に、第 4 次産業革命を意味する Industry 4.0 を政策の 1 つとして推進しており、様々な IT を開発・活用することでドイツ経済の柱である製造業を新たなステージに進化させようとしている。米国でもゼネラルエレクトリック社(General Electric: GE)社を中心として、製品の運用・保守および新製品の開発に IoT とビッグデータを活用するというインダストリアルインターネット(Industrial internet)のコンセプトが打ち出されている。また、中国では人件費の上昇や環境問題などに製造業が対応するための 10 か年計画として Made in China 2025 が発表されている。

また、製造業を支援する政府や業界による取り組みを見るために、米国連邦政府の動向、IoT 業界団体の動向を確認すると共に、その経済効果についても紹介する。連邦政府はオバマ政権下で先進製造業への投資を推し進めており、2014 年 10 月には国内の製造業強化のために 3 億ドルの投資がなされている。GE 社や Intel 社などにより設立された Industrial Internet Consortium(IIC)では、新しい製造業のプラットフォームの構築が始まっている。こうした政府・業界をあげての取り組みの結果、大きな経済効果が期待されており、スマートファクトリーの市場規模は関連分野も合わせて 670 億ドルに達すると見られている。

なお、ものづくりに IT を積極的に取り入れる動きにより、製造業を中心として発展してきた米国の地域がハイテク産業の街へと生まれ変わりつつあるという例も出ている。例えば、自動車産業を中心とするデトロイトでは、自動車システムの高度化や新しい製造業の確立のためにソフトウェア開発を中心とした産業が生まれつつある。さらに自動車メーカーはシリコンバレーに研究所を設立し、新たな IT の開発に力を入れている。

<sup>1</sup> Enterprise Resource Planning の略。統合基幹業務システムと呼ばれ、調達、製造、物流、販売、財務会計、人事など、企業の経営資源を総合的に扱うことができるシステム。

鉄鋼の町として栄えたピッツバーグもハイテク産業が根付き始めており、ベンチャー企業を育てるためのエコシステムなども構築されつつある。

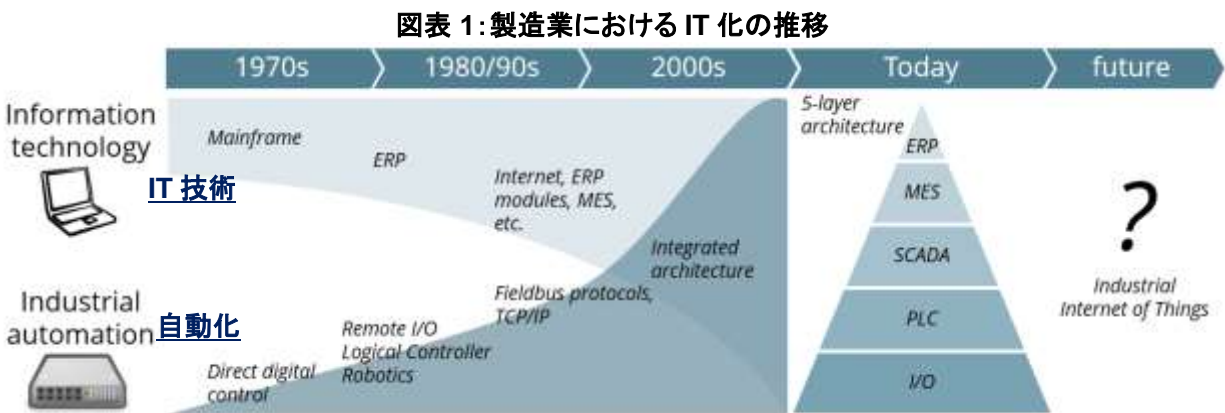
最後に、新しい「ものづくり」を目指すベンチャー企業を紹介する。Matterfab 社では、金属加工が可能な低価格の 3D プリンタの開発を行っており、実現すれば、現在 100 万ドルする金属加工用 3D プリンタの価格を 10 分の 1 に抑えることができるとされている。Variable 社が開発するスマートデバイス向けのワイヤレスセンサーは、当初、個人向けのデバイスとして開発されたものの、現在では様々な製造業の分野での活用が期待されている。Maker's Row 社や Sourceeasy 社では、インターネットを通して製品のデザインや設計を工場へ依頼することができるサービスを提供しており、そのサービスは小規模の製造企業向けの製造プラットフォームになる可能性を秘めている。

ヨーロッパで始まった産業革命の後、製造業は米国や日本など世界中で大きな発展を遂げてきた。その後 IT 革命がおき、いま「次世代のものづくり」技術へと変革の時を迎えている。特に米国では、ものづくりに IT を活用した大きなイノベーションが起きている。本号では、この「ものづくりと IT」の流れを紹介することで、ものづくりを中心として発展してきた日本が、今後どのように進むべきか、参考にしていきたい。

## 2 製造業と IT

### (1) 製造業による IT 活用の進化の経緯

製造業界は今、コンピューターを使った産業機械により製造プロセスの自動化が大きく進んだ時代から、IoT、3D 印刷、クラウドといった次世代 IT により、新しいものづくりを確立する時代に進化していく節目にある。多くの産業において電気機械はコンピューターへと置き換えられたように、製造現場でも 1980 年代からコンピューターを使った自動化が進むと共に、ERP に代表される企業の統合 IT システムの導入によって製造現場を含めた企業全体の IT 化が大きく進んだ<sup>2</sup>。図表 1 は製造業における IT 化の推移を示したものである。製造業の自動化が IT 技術とともに発達していることがわかる。



出典: IoT Analytics<sup>3</sup>

現在、多くの企業が製造現場への次世代 IT の導入に関心を示しており、米調査会社の IHS 社によると、次の 5 年間で IoT<sup>4</sup>、3D 印刷、クラウド/ビッグデータが製造業を大きく発展させる鍵になると見ている。例えば、IoT は産業機械同士を連携させることで自動化を高め、3D 印刷は多様な製品の製造を可能にし、ク

<sup>2</sup> <http://iot-analytics.com/industrial-internet-disrupt-smart-factory/>

<sup>3</sup> <http://iot-analytics.com/industrial-internet-disrupt-smart-factory/>

<sup>4</sup> あらゆるデバイスをネットワークへ接続させる構想

クラウドとビッグデータは全ての工程における効率的な生産管理やデータ分析を促進する<sup>5</sup>。これらの技術を使った試みはすでに始まっており、スマートファクトリーのコンセプトの実現に向けて動く企業、3D プリンタ工場を運用する企業、クラウドを活用した生産管理を進める企業は数多く登場している。

## (2) スマートファクトリー

スマートファクトリーとは、IoT により産業機械やロボット同士を、ネットワークを通して連携させることで実現する「考える工場」のことであり、既に様々な企業がスマートファクトリーの実現に向けて動いている。例えば、ドイツの南東に位置する Amberg 市で稼働する大手製造機器メーカー Siemens 社の工場は、IoT を活用することで高度な自動化を実現していることから、スマートファクトリーの先駆けとして注目を集めている。産業機械を製造しているこの工場では、生産プロセスの 75%が自動化されており、人間からの指示を受けることなく機械が部品を集めて製造を進めていく仕組みとなっている。具体的には、IC タグ(RFID)により製品ごとに製造工程がリアルタイムで管理されており、製造行程におけるあらゆる情報(はんだ付けの温度、基板上の部品の配置、製品検査の結果など)が生産ライン上の機械同士で共有されていく。このため、従業員の業務の多くは、今ではコンピューターの操作や生産プロセスの管理が主となっている<sup>6</sup>。図表 2 は Siemens 社のスマートファクトリー内部を示すものである。

図表 2: Siemens 社のスマートファクトリー



出典: Wall Street Journal<sup>7</sup>

このスマートファクトリーの最も大きな特徴は、先進的な PLM システム(Product lifecycle management: 新しい製品の生産工程の計画など、製品ライフサイクルの管理を行うシステム)を採用している点である。同社が採用した PLM システムは、生産工程の全プロセスで生産ライン上の機械からデータを収集・制御する機能を持っているため、製品開発を行うエンジニアが新しい制御基板を設計した場合、新製品のデータを入力するだけで最新の製造現場データに基づき製造工程をリデザインする仕組みとなっている。顧客のニーズの多様化により、注文に合わせて様々な製品を同一の生産ラインで製造することもあるため、通常、製造工程は複雑になりやすい。同工場だけで約 1000 種類の製品の製造を行っているため、PLM により製品

<sup>5</sup> <http://press.ih.com/press-release/technology/ih-identifies-technologies-transform-world-over-next-five-years>

<sup>6</sup> <http://www.zdnet.com/article/germanys-vision-for-industrie-4-0-the-revolution-will-be-digitised/>  
<http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digital-factories-defects-a-vanishing-species.html>

<http://www.wsj.com/articles/germany-bets-on-smart-factories-to-keep-its-manufacturing-edge-1414355745>

<sup>7</sup> <http://www.wsj.com/articles/germany-bets-on-smart-factories-to-keep-its-manufacturing-edge-1414355745>

開発と製造の連携を密接にすることで、多様な製品のライフサイクルに素早く対応することが可能となっているわけである<sup>8</sup>。

IoT を活用した自動化により、同工場のマネジメント面にも様々な効果が表れている。通常、製造工程が複雑になると作業に従事する従業員も多くなりがちであるが、同工場では自動化を推し進めたことによって、製造工程の複雑化が進んでも従業員の数は約 1,000 人のままであり、かつ従業員数はそのまま生産効率を過去 10 年間で 6 倍に伸ばしている。また、100 万個につき 500 個出していた不良品の数は 11 個にまで減少した。将来的には、機械同士が通信し合う環境を確立し、システムが納品の期限を守るためにはどの製造ラインを先に終わらせるべきかなどを自動判断できるような仕組み、生産ライン上の製品から機械に加工仕様に関する指示を出せるようにすることで、注文に応じたカスタム製品自動製造の仕組み、などの実現が期待されている<sup>9</sup>。

### (3) 3D プリンタ工場(3D プリンタを活用した製造工場)

3D プリンタを活用した製造工場の登場により、新しい製造形態が生まれようとしている。3D プリンティングは素材を積み重ねることで造形を行うため付加製造 (Additive manufacturing) 技術とも呼ばれ、複雑な形状を作り出すことができるというメリットをもつ。また、従来の製造方法では、3D モデルのデータを加工のためのプログラムに置き換える必要があったが、3D プリンタでは 3D モデルのデータをそのまま製造に使うことができるというメリットがある。このため、3D プリンタを製造ツールの 1 つとして活用する企業が急速に増えている<sup>10</sup>。

例えば、CloudDDM 社は 2015 年 5 月にケンタッキー州 Louisville に新しい 3D プリンタ工場を開設した。この工場では、100 台の工業用 3D プリンタを利用した 24 時間稼働の生産体制が整備されており、顧客からの注文に応じて製造を行う仕組みになっている。工場は米大手運送 UPS 社の配送拠点の 1 つである Supply Chain Solutions キャンパスの一角に設置されているため、製造された製品は UPS 社を使ってすぐに配送することができる。工場を UPS 社の配送拠点に置くことで、配送の受付にかかる時間の削減を実現したため、注目から配送までの処理に必要な時間は 6 時間も短縮しているという。現在では、顧客が午後 6 時まで注文を完了していれば次の日には製品を届けることが可能という。注文は 1 個から 1,000 個まで受け付けており、注文の段階で商品が届くまでのおおよそ時間もわかるため、スピードと生産量で顧客へ質の高いサービスを提供している。梱包や配送は UPS 社が行うものの、工場の管理は 8 時間ごとのシフトに 1 人だけとなっており、24 時間稼働の工場であっても従業員はわずか 3 人である。同社によると、将来的には新たな 3D プリンタ工場を開設し、1,000 台規模の 3D プリンタを稼働させる計画も進行中とのことである<sup>11</sup>。

以下の図表 3 は CloudDDM 社の 3D プリンタ工場の内部を示したものである。

<sup>8</sup> <http://www.zdnet.com/article/germanys-vision-for-industrie-4-0-the-revolution-will-be-digitised/>  
<http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digital-factories-defects-a-vanishing-species.html>

<sup>9</sup> <http://www.zdnet.com/article/germanys-vision-for-industrie-4-0-the-revolution-will-be-digitised/>  
<http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digital-factories-defects-a-vanishing-species.html>

<http://www.wsj.com/articles/germany-bets-on-smart-factories-to-keep-its-manufacturing-edge-1414355745>

<sup>10</sup> <http://additivemanufacturing.com/basics/>

<http://makezine.com/magazine/make-ultimate-guide-to-3d-printing/cnc-machining-vs-3d-printing/>

<sup>11</sup> <http://3dprint.com/62642/cloudddm-ups/>

<https://spendmatters.com/2015/05/08/cloudddm-gives-boost-to-3d-printing-supply-chain-opens-100-printer-factory-in-louisville/>

<http://money.cnn.com/2015/05/04/smallbusiness/cloudddm-3d-printing-factory-ups/>

<http://www.prweb.com/releases/2015/05/prweb12701445.htm>

図表 3: CloudDDM 社の 3D プリント工場



出典: CNN<sup>12</sup>

また、3D プリント製造の大手 Stratasys 社は 2015 年 5 月に傘下の企業を統合し、幅広い 3D 印刷のサービスを提供する Stratasys Direct Manufacturing 社を設立している。Stratasys Direct Manufacturing 社の 3D プリント工場は、一般素材である熱可塑性プラスチックだけでなく金属やカラーの 3D 印刷にも対応しており、北米最大規模の工業向け製品を製造する 3D プリント工場となっている。親会社の Stratasys 社は 2014 年に人工衛星用のパーツを 3D プリントで製作し、2015 年には Airbus 社が設計している飛行機の部品製作に選定されるなど、様々な分野で工業製品としての基準を満たした製品を提供してきており<sup>13</sup>、Stratasys Direct Manufacturing 社でも様々な 3D 印刷に対応することで、製品のプロトタイプだけではなく、工業製品を製造できる体制を築きつつある<sup>14</sup>。なお、工業製品としての 3D 印刷は、General Electric (GE) 社が作成したパーツが連邦航空局 (Federal Aviation Administration: FAA) から航空機部品として正式認可されるなど、3D プリントを使った製造は従来と並ぶ品質を生み出している<sup>15</sup>。

#### (4) クラウド

##### a. 製造企業によるクラウド活用のトレンド

より効率的な生産体制を実現するために、製造現場にクラウドを導入する動きが出ている。米調査会社の IDC 社が世界の製造企業 593 社に対して行った調査によると、回答した企業の 61.6%が従来のシステムと平行してクラウドの導入を進めていく姿勢を示しており、56.8%は既存の機能をクラウドに置き換えていくと回答している。また、クラウドを通して 2 つ以上のアプリケーションを使っている企業のうち、パブリッククラウドを利用している企業は全体の 66%、プライベートクラウドの利用は 68%であった。クラウドの活用が業務プロセス、製品開発、製造、サプライチェーンなどの領域で様々なソリューションにつながると製造企業は着目し始めており、IDC 社は次の 10 年でクラウドが製造業にとって新しい運用の標準になると見ている<sup>16</sup>。

クラウド型 ERP を提供する Plex 社では製造現場におけるクラウド活用実態に関する調査を行っている。世界の製造企業 130 社に対して行った同社の調査によると、企業の 66%がクラウドの導入によって工場の生産効率が上昇し、74%が業務プロセスの向上につながったと回答している。また、61%は品質向上につ

<sup>12</sup> <http://money.cnn.com/2015/05/04/smallbusiness/cloudddm-3d-printing-factory-ups/>

<sup>13</sup> <http://3dprintingindustry.com/2014/05/01/3d-printing-stratasys-redeye-lockheed-martin-satellite/>  
<http://www.finances.com/company-news/92814-stratasys-additive-manufacturing-solutions-selected-by-airbus-to-produce-3d-printed-flight-parts-for-its-a350-xwb-aircraft.htm>

<sup>14</sup> <http://www.rapidreadytech.com/2015/03/stratasys-direct-manufacturing-begins-operation/>  
<https://www.stratasysdirect.com/>

<sup>15</sup> <http://www.computerworld.com/article/2921583/3d-printing/ge-3d-prints-a-working-rc-jet-engine.html>

<sup>16</sup> [http://www.businesswire.com/news/home/20150413005165/en/IDC-Survey-Reveals-Majority-Manufacturers-Worldwide-Public#\\_VW-Vp1Iso20](http://www.businesswire.com/news/home/20150413005165/en/IDC-Survey-Reveals-Majority-Manufacturers-Worldwide-Public#_VW-Vp1Iso20)  
<http://siliconangle.com/blog/2015/04/15/idc-cloud-adoption-accelerates-in-manufacturing-industry/>

ながったと回答し、40%はクラウドの活用により企業内の新しいイノベーションにつながると考えている。回答した企業の 80%はモバイル端末を製造現場で活用しており、Plex 社は、新しい技術を最大限に活用していくためのツールとしてクラウドは非常に重要だと述べている<sup>17</sup>。

### b. Unionwear 社によるクラウド型 ERP の活用例

ニュージャージー州 Newark を拠点とする衣料品メーカー Unionwear 社は、数年前からクラウド型 ERP の導入を進め、生産効率の向上を実現している。120 人の従業員を抱える同社は、これまでは工場ごとにエクセルを使って生産状況の集計を行っていたため、企業全体を通じた生産管理が実現しておらず、また Salesforce 社の CRM システム<sup>18</sup>を導入していたものの、管理部門と製造現場とは切り離されていたため、企業全体を統合する IT システムが存在しない状態であった。そうした中、米国内で衣料品の生産と販売を行う小規模なメーカーとして数多くの競合がある同社は、生産に関する継続的な管理と分析を行うことができる生産管理システムの必要性を認識し、その結果、システム間のギャップを埋め、初期投資のコストが低く、新しい課題への対応にシステムのアップグレードが容易なクラウド型 ERP システムを全社的な生産管理システムとして選択した<sup>19</sup>。

クラウド型 ERP システムの導入効果は様々な面で現れた。まず、クラウドにより発注書などのペーパーワークが自動化されたため、時給 50 ドルの社員が 1 時間かかっていた業務が削減され、500 ドルのコスト削減につながった。また、これまで素材の在庫管理は定期的にしかな行われていなかったため、余剰在庫を保有する傾向があったが、リアルタイムでの在庫管理の実現により、ERP 導入の初年度だけで 22 万 5,000 ドル分の余剰在庫の削減につながった。さらに、生産スケジュールも工場のその時々々の生産力に合わせて視覚的に調整・管理できるようになったため、新しい注文に対応しやすくなっているという。同社の CEO Mitch Cahn 氏は、小さな自動化でも大きな経済効果につながり、売れ筋商品をタイムリーに生産することができるようになった、と述べている<sup>20</sup>。同社はクラウド型 ERP の導入の結果、利益幅を 15%~35%で維持できるようになっており、数年以内に世界へ進出しようとして計画している<sup>21</sup>。

図表 4 は Unionwear 社の工場と CEO の Mitch Cahn 氏である。

図表 4: Unionwear 社の CEO Mitch Cahn 氏



出典: CNBC<sup>22</sup>

<sup>17</sup> <http://www.businesswire.com/news/home/20150512005337/en/Plex-Study-Cloud-Emerging-Innovation-Platform-Manufacturing#.VW94ndJViko>

<http://www.chem.info/news/2015/05/survey-cloud-systems-boost-manufacturing-productivity-quality>

<sup>18</sup> Customer Relationship Management (顧客関係管理) の略。顧客情報の分析やコールセンターの管理など、顧客との関係を構築することに焦点を合わせたシステム。

<sup>19</sup> <http://www.cio.com/article/2892380/enterprise-software/how-cloud-erp-gave-a-manufacturing-operation-a-boost.html>

<sup>20</sup> <http://www.cio.com/article/2892380/enterprise-software/how-cloud-erp-gave-a-manufacturing-operation-a-boost.html>

<sup>21</sup> <http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/feature/Unionwear-becomes-global-competitor-through-Rootstock-cloud-ERP>

<http://www.cnbc.com/id/101664673>

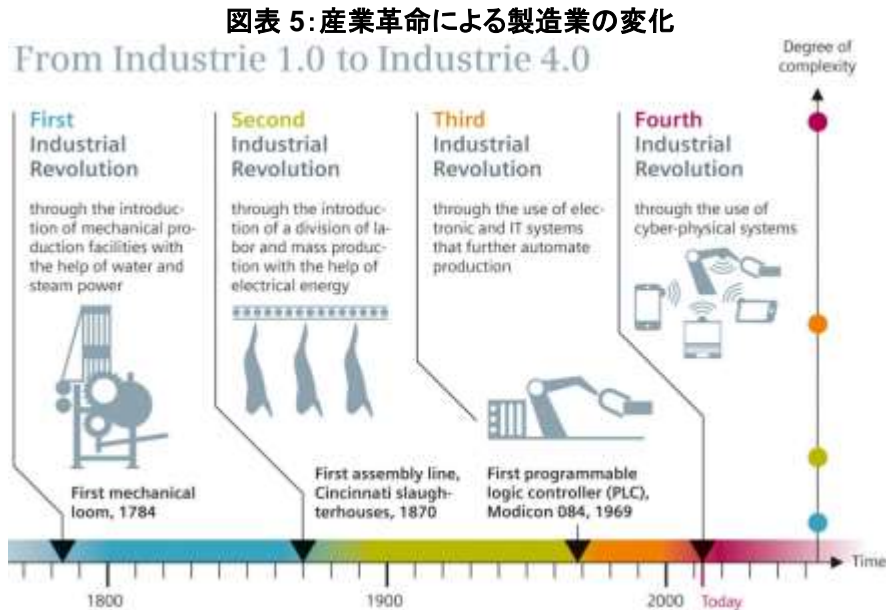
<sup>22</sup> <http://www.cnbc.com/id/101664673>

### 3 各国の製造業界における次世代の製造体制への取り組み

#### (1) Industry 4.0(ドイツ)

##### a. ドイツの新しい産業革命への挑戦

多くの製造業が集まるドイツでは、政府主導で Industry 4.0<sup>23</sup>と呼ばれる新しいものづくりに向けた取り組みが始まっている。Industry 4.0 は、機械と蒸気を使った製造業が確立された 1700 年代の産業革命、1800 年代の電気を使った大量生産の実現、1900 年代のコンピューターによる製造の自動化に続く、IoT などの次世代 IT を用いた第 4 次産業革命のことである。具体的には、次世代 IT を活用することで、高い生産効率と柔軟な生産体制を可能にすることを目的としている<sup>24</sup>。図表 5 は産業革命ごとの製造業の変化を示したものである。



出典: SIEMENS<sup>25</sup>

Industry 4.0 のコンセプトが登場した背景には、製造業を中心とするドイツの経済事情がある。中国の台頭により EU 全体の製造業が後退する中、ドイツの国内産業の中で製造業が占める比率は過去 5 年で最も高く、EU 内では落ち込みの少ないドイツの製造業の重要性が増していた。ドイツ政府は、生産コストが低い中国や米国に対抗するために、人件費やエネルギーコストを抑えつつ多様化する消費者のニーズに対応する効率的な製造体制の確立が必要と認識<sup>26</sup>、2010 年 6 月に発表した戦略的施策 High-Tech Strategy 2020 Action Plan の中で Industry 4.0 を提唱した。現在では Industry 4.0 Platform と呼ばれる事務局の中に設置されたワーキンググループにより、Industry 4.0 の実現に向けた取り組みが産官学の共同プロジェクトとして進められている<sup>27</sup>。

<sup>23</sup> ドイツ語では Industrie 4.0 と表記される。

<sup>24</sup> <http://blog.ihs.com/q13-industry-40-opportunities-and-challenges-for-smart-manufacturing>

<sup>25</sup> <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digital-factory-trends-industry-4-0.html>

<sup>26</sup> <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digital-factory-facts-and-forecasts-renaissance-in-manufacturing.html>

<http://www.bbc.com/future/bespoke/specials/connected-world/industry-4-0.html>

<sup>27</sup> <http://www.automation.com/automation-news/article/industry-40-only-one-tenth-of-germanys-high-tech-strategy>  
[http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Report\\_Industrie%204.0\\_engl\\_1.pdf](http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Report_Industrie%204.0_engl_1.pdf)

## b. Industry 4.0 の目標と影響

Industry 4.0 が目標とするのは、様々なテクノロジーを活用したスマートファクトリーの構築である。具体的には、IoT を始めとした次世代 IT を活用することで、製造の高度な自動化や、大量生産と製品カスタマイズ化を両立させるマスカスタマイゼーション(Mass customization)の実現を目指すものとなっている。また、スマートファクトリーの実現により、製造企業は消費エネルギーの節約、製品開発から製造までの一貫したバリューチェーンの構築、柔軟な製造ラインの構築など様々なメリットが得られるとも期待されている。このスマートファクトリーを実現する技術基盤には、以下の 9 種類がある<sup>28</sup>。

- **水平的・垂直的統合型システム**：企業内だけではなくパートナー企業を含めバリューチェーンを横断する形でデータのやり取りやネットワーク連携を行えるようにする。
- **IoT**：組み込みデバイスやセンサーによって、リアルタイムでの通信やレスポンスを実現する。
- **サイバーセキュリティ**：無数のデバイスが通信を行う新しいプラットフォームでは、サイバーセキュリティは最も重要な鍵となる。IT 専門家はセキュリティに数倍の時間を費やす必要になる。
- **ビッグデータとアナリティクス**：スマートファクトリーで生み出されるデータを解析することにより、イノベーション、マーケティング、意思決定といった要素をさらに製造プロセスの中に組み込むことにつながる。
- **シミュレーション**：ビッグデータやクラウドの処理能力を活用することで、製造プロセスのシミュレーションを行い、仮想的に設計することが可能となる。
- **3D プリンタ**：特注製品の少量生産という点で大きく活用が進むと見込まれており、3D プリンタを使ったミニ工場により過剰在庫や輸送の手間を削減することができる。
- **VR/AR(バーチャルリアリティ/拡張現実)**：Google 社の Oculus Rift<sup>29</sup>や Microsoft 社の HoloLens<sup>30</sup>といった仮想現実を体験できるヘッドマウントディスプレイによって、エンジニアの意思決定や生産力の向上につながると見られている。これらのデバイスの活用で、仮想空間で訓練や教育を受けることが出来るだけでなく、製造現場でも必要な情報を映し出すことが出来るようになる。
- **ロボット**：現在は組み立てラインで使われるアーム型のロボットが主流だが、知性が高まることで単純作業以外の役割も果たすようになる。

経済効果も大きく期待されており、米調査会社 Boston consulting group 社によると Industry 4.0 の実現により GDP は 1%増加、特に生産力、収益、雇用、投資の分野において効果が大きいとされている。Industry 4.0 はドイツ国内の多くの企業が推進するため、ドイツを中心に 900 億～1,500 億ユーロ分の生産力が増加し、逆に製造コストは 15%から 25%削減されると見られている。また、企業は新しい産業機器の導入やデータ分析を使った生産体制のカスタマイズを行うため、産業機器の購入が増えることで 300 億ユーロの収益につながるほか、生産力や収益の増加によって 39 万人分の雇用が創出されると見られている。さらに、企業による製造業分野への投資はドイツ全体で 1～1.5%増加し、次の 10 年間で 2,500 億ユーロに達すると見られている。Industry 4.0 の実現には 20 年ほどかかると見られているが、5 年から 10 年で取り組みの効果が現れてくると見る向きもある<sup>31</sup>。

<sup>28</sup> <http://www.zdnet.com/article/industry-4-0-its-all-about-information-technology/>

<sup>29</sup> 頭の動きに合わせて画面の表示を変えることで 3 次元のバーチャルリアリティを体験することができるヘッドマウントディスプレイ。

<sup>30</sup> 現実空間にコンピューターの画像を重ね合わせることで、仮想物体を表示させることが可能なヘッドマウントディスプレイ。

<sup>31</sup> <http://www.bcg.com/media/PressReleaseDetails.aspx?id=tcm:12-185717>

[http://www.voesi.or.at/wp-content/uploads/2013/02/Industry\\_40\\_Future\\_of\\_Productivity\\_April\\_2015\\_tcm80-185183.pdf](http://www.voesi.or.at/wp-content/uploads/2013/02/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm80-185183.pdf)

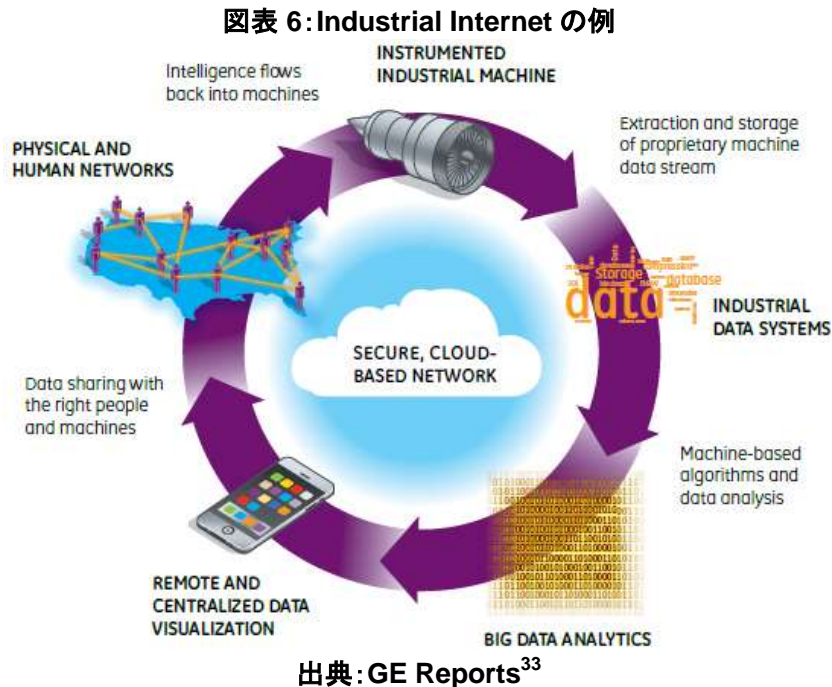


## (2) Industrial internet(米国)

米国では、GE 社が様々な製品から稼働データなどを収集しデータ分析をし、このデータを運用・保守や新製品の開発へとつなげるというインダストリアルインターネット(Industrial internet)構想を打ち出している。従来、企業がメーカーから購入した産業機器をどのように運用するのか、運用をどう効率化するのかなどの意思決定はユーザ企業に委ねられていたが、GE 社はビッグデータと IoT を使って自社の製品を効率よく安全に使うためのアドバイザリサービスへ乗り出そうとしており、その基盤としてインダストリアルインターネットを打ち出している。

例えば、顧客企業が使用している飛行機のエンジンから IoT ベースでデータを収集、ビッグデータ解析によりトレンドを把握することで、どのような操作であれば燃費効率がいいかなどを顧客へ提案していくという仕組みである。故障箇所などが見つかった場合には、顧客から注文を受ける前に新しいパーツの生産を行うなど、受け身ではなく能動的な保守を行うといった対応も GE 社が狙うところである。2011 年に GE 社は航空エンジンのデータを収集するアプリケーション myEngines を使用したメンテナンス契約をカナダの航空会社 Air Canada 社と結ぶなど、データ収集について顧客との協力関係の構築を進めている。米国では天候不良や整備不良によってフライトに遅れが出た場合、メンテナンスのコスト、搭乗員の人件費、ビジネスの機会喪失によって年間 110 億ドルの損失が出ている。メンテナンスのための時間や場所を最小限に抑えることで、様々なコストを削減できるのではないかと期待されている<sup>32</sup>。

以下の図表 6 はインダストリアルインターネットの例を示したものである。航空機のエンジンから集めたデータを分析し、メンテナンスなどへ活用していく様子が描かれている。



<sup>32</sup> <http://files.gereports.com/wp-content/uploads/2012/11/ge-industrial-internet-vision-paper.pdf>  
<http://blogs.wsj.com/cio/2014/11/10/using-the-industrial-internet-of-things-to-drive-revenue-growth/>  
<http://www.etherios.com/blog/tsm/customer-service-in-the-age-of-the-industrial-internet-from-reactive-to-preventative-cost-center-to-profit-center/>  
<http://blogs.wsj.com/cio/2012/11/26/ge-hopes-the-industrial-internet-will-mean-the-end-of-downtime/>

<sup>33</sup> <http://files.gereports.com/wp-content/uploads/2012/11/ge-industrial-internet-vision-paper.pdf>

なお、GE 社ではインダストリアルインターネットの構想を航空、エネルギー、ヘルスケア、鉄道、オイルとガスの分野に重点的に適用していく計画を発表している。これらの分野では、航空機のエンジンのようにデータを分析することで燃費を効率化できる機械が使用されている上に、産業の規模が大きいいため、たとえ 1% の効率があがっただけでも大きな経済効果が期待できるためである。例えば、航空機の燃費が 1% 向上しただけでも世界規模で見れば 15 年間で 300 億ドルのコスト削減につながり、発電所のガスタービンの効率が 1% 上がれば 660 億ドルのコスト削減が可能とされている。GE 社はインダストリアルインターネットの構想について、製造業と関連する分野の 46% にあたる 32.3 兆ドルの市場が望めるとしている<sup>34</sup>。

### (3) Made in China 2025 (中国)

中国からも次世代 IT を取り入れた新たな製造体制構想が発表されている。中国政府は 2015 年 5 月、今後 10 年間で製造業が必要となる技術の開発を後押ししていく計画として Made in China 2025 を発表、政府からの経済支援によりロボット、航空宇宙、次世代のエネルギーや輸送といった 10 の分野の研究開発を後押しし、企業による研究開発への投資の割合を 2013 年の 0.88% から 2025 年までに 1.68% にまで伸ばしていくことを目標としている。図表 7 は、Made in China 2025 で政府が支援する製造関連の 10 業種となっている。

図表 7: Made in China 2025 で開発を後押しする 10 分野



出典: People's Daily Online<sup>35</sup>

中国では国内の人件費が上昇する中で、海外からの投資の中でも製造業が占める割合が約 33% とサービス業の 55% と比べると低く、輸出の成長も鈍化し始めたことから、製造業では抜本的な変革が求められている。技術力の高い製品や世界に通用するブランドを生み出すことがあまりできていないほか、非効率なエネルギー消費や環境問題など様々な課題も山積みとなっており、こうした状況から政府は製造業をテコ入れする政策を打ち出したと言える。Made in China 2025 ではこうした問題に対応するために、イノベーションや最先端技術に焦点を当て、クリーンな製造業の確立なども目指している。Made in China 2025 は 30 年をかけて推し進められる 3 段階のプロジェクトのうちの第 1 フェーズであり、2049 年の建国 100 周年に向けた製造業改革は第一歩を踏み出したばかりである<sup>36</sup>。

<sup>34</sup> <http://files.gereports.com/wp-content/uploads/2012/11/ge-industrial-internet-vision-paper.pdf>

<sup>35</sup> <http://en.people.cn/n/2015/0522/c98649-8895998.html>

<sup>36</sup> <http://www.wsj.com/articles/china-unveils-blueprint-to-upgrade-manufacturing-sector-1432009189>  
<http://www.voanews.com/content/worlds-factory-aims-for-upgrade-with-made-in-china-2025/2779293.html>

## 4 新しい製造業への取り組みと影響

### (1) 連邦政府による投資

米国では、先進的な製造業の確立を目指すオバマ大統領の政策により、製造体制やプロセスを効率化する技術開発へ積極的な投資が行われている。2011 年 6 月に発表された大統領科学技術諮問委員会 (President's Council of Advisors on Science and Technology: PCAST) の報告書<sup>37</sup>において、製造業界に適用できる先進技術の必要性が示されたことで、オバマ大統領は産学連携で製造業界向けの技術を開発する枠組みとして先進製造業パートナーシップ (Advanced Manufacturing Partnership: AMP) を立ち上げた<sup>38</sup>。2012 年 2 月にはさらなる技術開発の強化のために新しいパートナーシッププログラム National Manufacturing Innovation Network Initiative (NMINI) を立ち上げ、10 億ドルの投資を発表している<sup>39</sup>。NMINI では当初、Institutes for Manufacturing Innovation (IMI) と呼ばれる研究開発ハブ拠点を国内 15 ヶ所に設置する計画であったが、2013 年 7 月には研究開発ハブ拠点の数を 3 倍の 45 ヶ所にまで増やすことを発表している。IMI は先進製造業の研究を行う研究施設であり、将来的な技術開発の地域クラスターの拠点となることを目的としている。IMI では産学官連携のプロジェクトが進められており、地域の製造業に合わせた研究が行われる<sup>40</sup>。図表 8 は IMI の新拠点開設について発表を行うオバマ大統領となっている。

図表 8: IMI の新しい拠点について発表を行うオバマ大統領



出典: The White House<sup>41</sup>

最近でも、2014 年 10 月にオバマ大統領より、国内の製造業の強化のために新たに 3 億ドルの投資が行われるとの発表があった。これは PCAST の新しい報告書<sup>42</sup>を受けてのものであり、報告書ではイノベーションの創出、熟練技術者の確保、企業の経営環境の改善を政府が行うべき施策として提案されている。航空宇宙局 (National Aeronautics and Space Administration: NASA) や国防総省 (Department of Defense: DoD) などの連邦省庁が先進素材や工業用センサーなどへ 3 億ドルの投資を行い、国立科学研究

<sup>37</sup> Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing

<sup>38</sup> <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-advanced-manufacturing-june2011.pdf>

<sup>39</sup> <http://www.manufacturingnews.com/news/national-network-for-manufacturing-innovation-228112.html>

<sup>40</sup> <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/07/30/remarks-president-jobs-middle-class-073013>

[http://www.manufacturing.gov/nmni\\_overview.html](http://www.manufacturing.gov/nmni_overview.html)

<sup>41</sup> <https://www.whitehouse.gov/blog/2014/02/25/putting-america-forefront-21st-century-manufacturing>

<sup>42</sup> Accelerating U.S. Advanced Manufacturing

所(National Science Foundation: NSF)は 2 箇所の基礎研究のための拠点を建設することとなるという。同発表の中では 3 億ドルの投資とは別に、労働省(Department of Labor)が先進製造技術を取り入れる企業へ 1 億ドルの支援を行い、商務省(Department of Commerce)が製造技術に限らずサプライチェーンや労働管理といった管理技術を含めた先進技術を取り入れた小規模工場のパイロットプログラムに 1 億 3,000 万ドルを支援することが発表されるなど、先進製造業の技術開発に様々な投資が進められている<sup>43</sup>。

## (2) IoT の業界団体

製造業による IoT 導入・活用を推進する業界団体により、新しい IoT プラットフォームの構築が始まっている。2014 年 3 月に GE 社や Intel 社などにより設立された Industrial Internet Consortium(IIC)は、現在約 150 社がメンバーとなっており、データやシステムの相互運用が可能な技術の開発を目指した活動を進めている。IoT で使われる技術やデータの標準化を策定する業界団体は多数設立されているが、同団体の取り組みは IoT の標準化の策定を行うのではなく、インダストリアルインターネットの構想を軸として製造業で相互運用が可能なプラットフォームの開発が中心となっている。ドイツの Industry 4.0 は取り組みの一端として IoT の標準化にも力を入れており、ドイツの Bosch 社のように IIC のプラットフォームの開発と IoT 標準化の両方を推進する企業もいる<sup>44</sup>。

IIC 内ではすでに 2 つの試験用プラットフォームが開発されている。そのうちの 1 つである Track and Trace はドイツの Bosch 社や米国の Cisco 社が中心となって開発したもので、コードレスの電動工具の位置情報に応じて作業に必要な設定を自動で変更する仕組みとなっている。この仕組みにより作業効率を上げ、作業員のミスを減らすことが可能になるとされている。もう 1 つの Communication and Control Testbed は小規模なスマートグリッド(マイクログリッド)用のシステムとなっており、リアルタイムでデータの分析を行い、従来の設備のままに配電設備の効率的な制御を目指すものである<sup>45</sup>。図表 9 の左は Track and Trace を示しており、右は Communication and Control Testbed となっている。

<sup>43</sup> <http://www.reuters.com/article/2014/10/27/us-usa-obama-industrialoutput-idUSKBN0IG0UR20141027>

<sup>44</sup> <http://www.iiconsortium.org/about-us.htm>

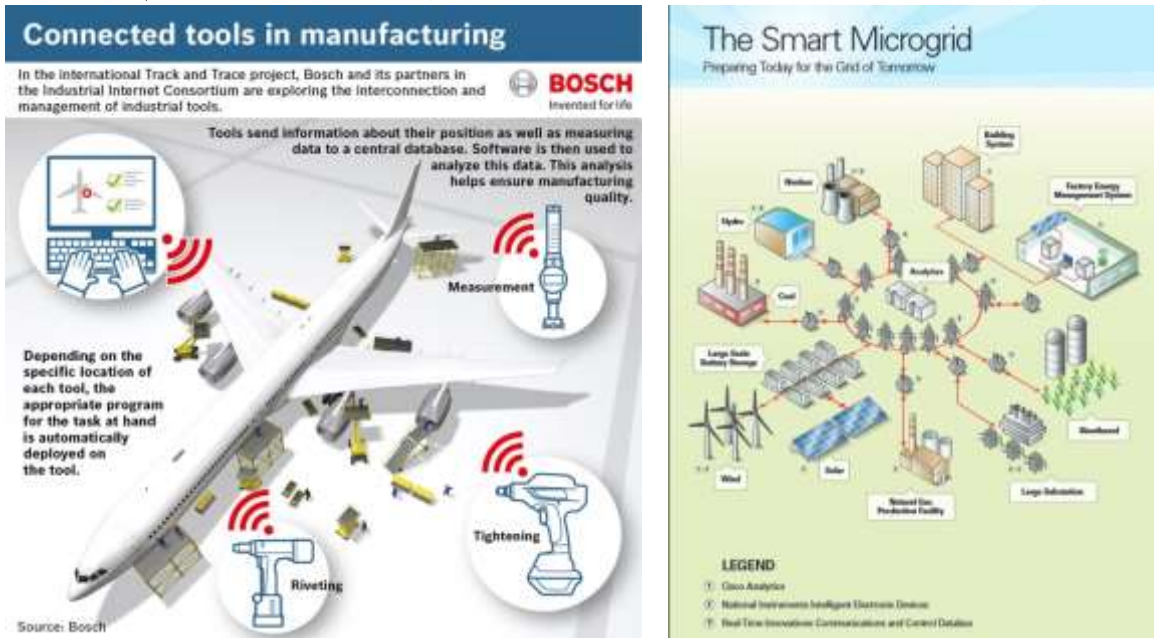
<http://www.wsj.com/articles/bosch-ceo-remakes-company-around-internet-of-things-1431336782>

<http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/news/2240230549/Industrial-Internet-Consortium-tackles-interoperability>

<sup>45</sup> <http://www.ceasiamag.com/article/track-and-trace-project-brings-industry-closer-to-smarter-manufacturing-vision/11010>

<http://m2mworldnews.com/2015/03/26/96121-industrial-internet-consortium-announces-smart-grid-testbed/>

図表 9: Track and Trace(左)と Communication and Control Testbed(右)



出典: Contineo Media<sup>46</sup>、Fierce Markets<sup>47</sup>

### (3) 経済的な影響

製造業に使用される次世代技術は多岐にわたっているため、関連する様々な企業が経済的な影響を受ける。米調査会社 Markets and Markets 社の調査によると、センサー、アクチュエーター、通信デバイス、産業ロボットなど、スマートファクトリーに使われる分野が今後成長していくと見られている。具体的には、今後世界全体で年間 6%の成長を続け、2020 年には 670 億ドルの市場規模に達すると推計されている。その中でも米国の GE 社と Rockwell Automation 社、ドイツの Siemens 社と Bosch 社、スイスの ABB 社、などが、この分野における主要なプレイヤーになっていくとされている<sup>48</sup>。

製造業の今後を担う技術を見ると、まず、3D プリンタ市場が急速に成長すると予測されている。具体的には、2014 年の 41 億ドルから 2020 年には 202 億ドルに市場が拡大すると見られており、急成長する市場の背景には、3D 印刷がこれまでにない分野に広まっており、価格の低下や品質の向上によって今後 5 年間で急速に普及すると見込まれる点があげられている<sup>49</sup>。

クラウドの利用も大きく広がると見られており、2016 年までに従来の ERP システムへの投資が 30%減少する一方で、クラウド型 ERP は 2 倍以上の 780 億ドルにまで増加すると見られている。なお、プライベートクラウドとパブリッククラウドを併用するハイブリッドクラウドを利用した場合、導入後 5 年間の運用コストは従来の ERP システムに比べ最大で 6 分の 1 にまで節約できるため、多くのユーザがハイブリッド型を採用しつつある。また、ビジネスの多様化や複雑化により新しいビジネスモデルの模索が必要ななか、クラウドであれば新たなビジネスモデルへの対応も柔軟かつ迅速に行えるというメリットがある点も、クラウド型が望ま

<sup>46</sup> <http://www.ceasiamag.com/article/track-and-trace-project-brings-industry-closer-to-smarter-manufacturing-vision/11010>

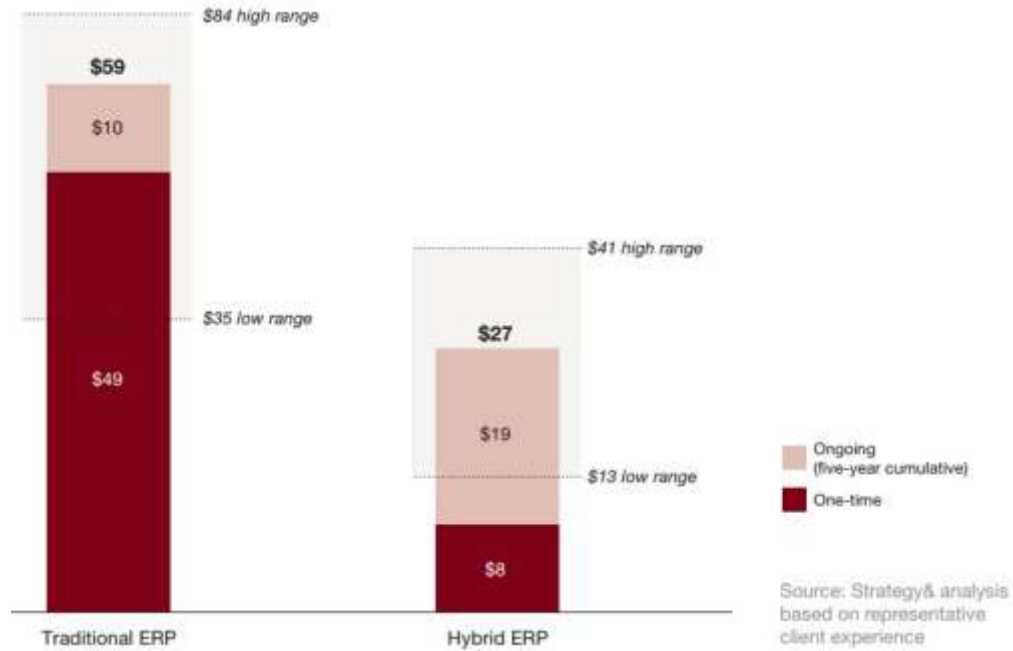
<sup>47</sup> <http://www.smartgridnews.com/story/industrial-internet-consortium-launches-first-grid-focused-testbed/2015-03-26>

<sup>48</sup> <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-factory-market-1227.html>

<sup>49</sup> <http://rt.com/business/253785-3d-printing-industry-growth/>

れている理由の 1 つである<sup>50</sup>。図表 10 は従来型とハイブリッド型の ERP システムの導入コストを比べたグラフとなっており、左が従来型 ERP で、右がハイブリッド型 ERP となっている。

図表 10: 従来型とハイブリッド型の ERP システムの導入・運用コスト



出典: Forbes<sup>51</sup>

<sup>50</sup> <http://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2015/01/27/five-catalysts-accelerating-cloud-erp-growth-in-2015/>

<sup>51</sup> <http://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2015/01/27/five-catalysts-accelerating-cloud-erp-growth-in-2015/>

## 5 ものづくりと IT の米国各地域動向

### (1) デトロイト

自動車工業の町として栄えたミシガン州デトロイト(Detroit)は、ソフトウェアベースの製造業の街へと変貌を遂げつつある。FORTUNE 誌は、デトロイトが次なるシリコンバレーになる可能性があると報じている。Ford 社など多くの自動車メーカーが集まるモーターシティとして名を轟せるデトロイトだが、製造現場の高度な自動化に対応するために、ソフトウェアを開発・活用する機会が多くなってきているからである。米シンクタンク Brookings 研究所の調査によると、米国では自動車産業とソフトウェア産業が GDP 全体の 17%を占め、雇用の 9%を生み出しており、米国の自動車産業の雇用の 3 分の 1 は高等技術職で占められている。デトロイトでも、約 3 万 2,000 人の高等技術職の多くが自動車産業のコンピューターシステム設計に携わるまでになっている。自動車メーカーもソフトウェアを中心とした製品開発に重点を置き始めており、GM 社が過去 5 年に取得した特許のうち、全体の 15%にあたる 592 件がソフトウェアに関連したものとなっている<sup>52</sup>。

この背景として、2000 年代の財政悪化により再建計画が進められ、企業への税金の優遇措置が取られたことにより、米国の IT 企業 Compuware 社やオンライン専門の大手金融企業 Quicken Loans 社といった様々な企業がデトロイトへ進出したことがあげられる<sup>53</sup>。さらに、早くからブロードバンドの整備が進められ、経済的な住環境に加えて IT 系の雇用が多いことから、工学部の学生や若いエンジニアが多く集まる環境が構築されている。若いエンジニア達はシリコンバレーよりも起業しやすいことから、デトロイトで起業を果たし、様々なベンチャー企業が生まれている<sup>54</sup>。

また、シリコンバレーとのつながりも強くなってきており、デトロイトの自動車メーカーがシリコンバレーでソフトウェア開発活動を活発化する動きも出ている。ドイツの自動車メーカーDaimler 社がサンフランシスコ近郊に研究所を設けたのは約 20 年前であるが、最近では車輛の制御に IT が果たす役割が大きくなっていることもあり、様々な自動車メーカーが次々にシリコンバレーにソフトウェア開発のための研究所を開設している。具体的には、2012 年に Ford 社がソフトウェア開発のための研究所を設立、2014 年 11 月にはホンダがカリフォルニア州 Mountain View の研究所とは別に小規模なスマートフォン用アプリ開発の拠点を設立した。この他、GM 社、Volkswagen 社、Audi 社、日産など、様々な大手自動車メーカーがシリコンバレーに研究拠点を置いている<sup>55</sup>。シリコンバレーで行われるソフトウェアの研究は自動運転システムやコネクテッドカー(Connected Car)<sup>56</sup>など次世代の車輛開発が中心であるが、Ford 社では Apple 社のエンジニアであった Dragos Maciucă 氏を研究所の中心とするなど、シリコンバレーの知見をもってユーザーインターフェースやアプリケーションなどの分野にも力を入れつつある。同研究所は 2015 年末までに研究員を 125 人にまで増やす予定となっている<sup>57</sup>。図表 11 はシリコンバレーを拠点とする自動車メーカーの研究所を示したものである。

<sup>52</sup> <http://www.brookings.edu/research/opinions/2015/04/08-detroit-silicon-valley-katz>

<sup>53</sup> [http://www.mlive.com/politics/index.ssf/2011/05/gov\\_rick\\_snyder\\_signs\\_michigan.html](http://www.mlive.com/politics/index.ssf/2011/05/gov_rick_snyder_signs_michigan.html)

<http://www.quickenloans.com/press-room/2013/01/16/quicken-loans-celebrates-10th-consecutive-year-on-fortune-magazines-list-of-the-100-best-companies-to-work-for/>

<http://www.emporis.com/buildings/100476/compuware-world-headquarters-detroit-mi-usa>

<sup>54</sup> [http://news.cnet.com/Michigan-winning-the-broadband-race/2100-1034\\_3-1026945.html](http://news.cnet.com/Michigan-winning-the-broadband-race/2100-1034_3-1026945.html)

<http://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2015/06/03/411765237/detroit-hopes-to-drive-tech-startups-away-from-silicon-valley>

<http://www.forbes.com/sites/joannmuller/2012/07/10/a-shocking-sight-in-downtown-detroit/>

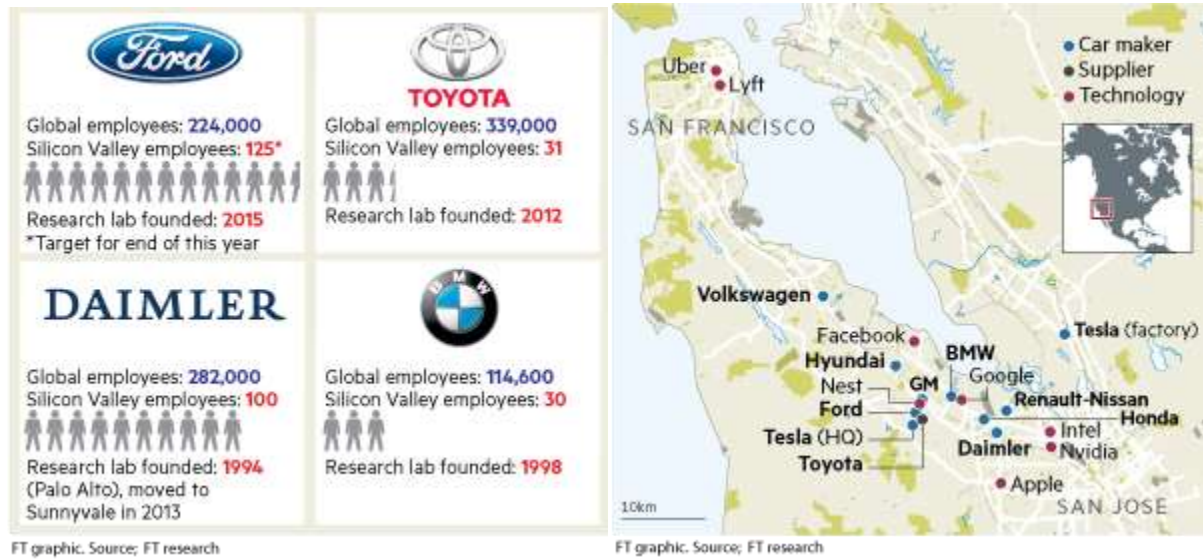
<http://www.craisndetroit.com/article/20140327/NEWS/140329885/detroit-shows-high-tech-promise-more-stem-grads-jobs-than-in>

<sup>55</sup> <http://www.svmagazine.net/auto-epicenter/>

<sup>56</sup> 他の車や道路交通システムと通信を行いネットワーク化する構想。

<sup>57</sup> <http://www.ft.com/cms/s/0/63c9d62a-a307-11e4-9c06-00144feab7de.html#axzz3cU257loV>

図表 11: シリコンバレー内の大手自動車メーカーの研究施設



出典: Financial Times<sup>58</sup>

## (2) ピッツバーグ

ペンシルバニア州ピッツバーグ (Pittsburgh) についても、鉄鋼業の街からハイテク産業地へとシフトしつつある。同市は 1900 年代前半に鉄鋼業によって大きく発展したが、1970 年代の鉄鋼業の衰退によって経済が大きく落ち込み、1983 年には失業率が 18% にまで達した。経済再生のためにピッツバーグ市がとった政策はハイテク産業へのシフトであり、新しいテクノロジー産業のエコシステムの構築へと乗り出した。製鉄所が撤去された場所には新しいビルが建てられ、ハイテク産業を支援する Pittsburgh Technology Council やエンターテインメントの技術開発を行うカーネギーメロン大学 (Carnegie Mellon University: CMU) の Entertainment Technology Center が入居している。長年放置されていた食品工場は Google 社のピッツバーグでの新しいオフィスとなり、隣にはベンチャー企業向けのテックショップ<sup>59</sup>が作られるなど、IT 産業中心とした新たな街に生まれ変わっている。これらはペンシルバニア州の経済開発を考える非営利団体 Allegheny Conference on Community Development による取り組みの成果であり、将来的なベンチャー企業の創出を目標としたエコシステムの構築を目指したものとなっている<sup>60</sup>。

ピッツバーグのハイテク産業の中でも特に大きな役割を果たしているのが CMU であり、同大学はロボットや人工知能の研究により、様々な企業を輩出している。CMU では工学、コンピューターサイエンス、アート、建築、コミュニケーションなど様々な学部の学生で構成されたチームでプロジェクトに取り組みせ、プロジェクトを円滑に進めるためのサポートや、プロジェクトからの商業化が可能な場合には支援を行っている。この取り組みから生まれた企業としては、ロボットアームを開発するベンチャー企業 Resquared 社などがある<sup>61</sup>。また、同大学では National Robotics Engineering Center で人工知能やロボットの研究を進めており、自動運転システムの開発では GM 社と提携している<sup>62</sup>。またソフトウェア開発やサイバーセキュリティ等に関して全米でも有数の研究を行う Software Engineering Institute も同大学の研究機関である。

<sup>58</sup> <http://www.ft.com/cms/s/0/63c9d62a-a307-11e4-9c06-00144feab7de.html#axzz3cU257loV>

<sup>59</sup> 様々な機械が置かれ、製品開発ができる工房。

<sup>60</sup> <http://www.networkworld.com/article/2687961/careers/pittsburgh-is-a-vibrant-ecosystem-for-high-tech-companies.html>

<sup>61</sup> <http://www.networkworld.com/article/2687961/careers/pittsburgh-is-a-vibrant-ecosystem-for-high-tech-companies.html>

<sup>62</sup> <http://www.wsj.com/articles/is-uber-a-friend-or-foe-of-carnegie-mellon-in-robotics-1433084582>



図表 12 はカーネギーメロン大学のキャンパスの位置をして示しており、川沿いに位置するのが、製鉄所の跡地に作られた同大学の Entertainment Technology Center である。また図表 13 は、ピッツバーグの Google 社の様子である。

図表 12:ピッツバーグ市のカーネギーメロン大学の位置



出典:カーネギーメロン大学ホームページ中の地図より作成<sup>63</sup>

図表 13:ピッツバーグの google 社の様子



出典:Google 社ホームページより<sup>64</sup>

<sup>63</sup> <http://www.cmu.edu/about/visit/campus-map-interactive/>

<sup>64</sup> <http://www.google.com/about/careers/locations/pittsburgh/>

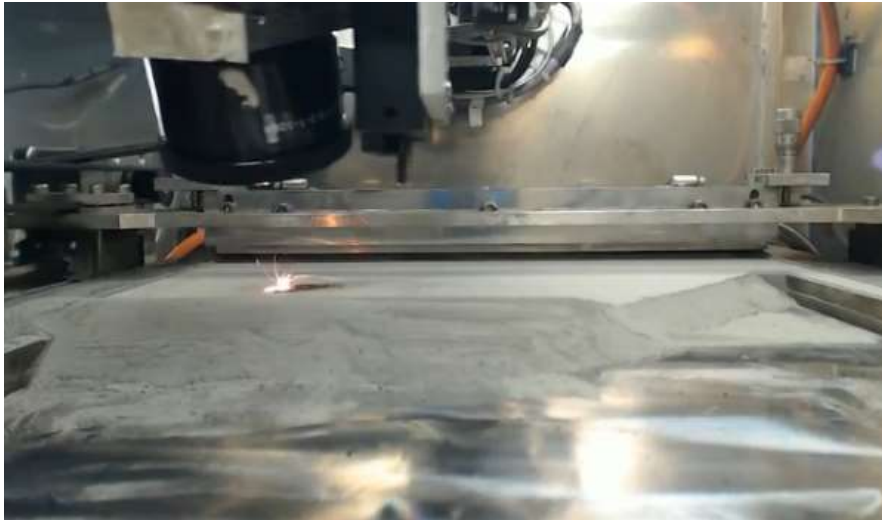
## 6 ものづくりを目指すベンチャー企業

効率性の高い大量生産を目指す企業とは異なり、これまでにない新しいものづくりの実現を目指すベンチャー企業が数多く登場している。

### (1) Matterfab 社

Matterfab 社は、金属加工が可能な低価格 3D プリンタの開発企業である。同社の 3D プリンタは高出力のレーザーを使って金属を溶かす方式を取っており、この方式により金属加工用 3D プリンタの低価格化を実現している。金属加工の工程は、素材となる金属の粉末を台座に平らに並べ、3D モデルのデータを基にレーザーで金属を溶かしていくというもの。金属を溶かし終わると新しい粉末を並べて同様の処理が行われ、金属加工の層を重ねていくことで 3D 印刷が行われる。現在、複数のベンチャーキャピタルや GE 社などから資金支援を受けて、印刷速度の向上など製品の改良を進めているところである。同社は 2015 年中には試作機をパートナー企業へ供給できるようにしたいと述べており、製品化が実現すれば、現在 100 万ドルする金属加工 3D プリンタと同等の品質のものが 10 分の 1 の価格で提供される見込みである<sup>65</sup>。図表 14 は Matterfab 社の金属加工 3D プリンタとなっている。

図表 14: Matterfab 社の金属加工 3D プリンタ



出典: 3Ders<sup>66</sup>

### (2) Variable 社

Variable 社は、スマートデバイス向けのワイヤレスセンサーを開発する企業である。NASA の技術者により設立された同社が開発するのは、NODE と呼ばれるセンサーモジュールであり、1 つのデバイスで様々なデータの計測が可能な環境センサーとしての機能を果たすものである。NODE は円筒型の小型デバイスで、スマートフォンにワイヤレスで接続することができ、先端部のセンサーを取り換えることで、光、色、ガスなど様々な情報を分析するセンサーとして機能する。同製品は当初個人向けのデバイスとして開発されたが、現在では様々な製造業の分野での活用が期待されている。例えば、製造した製品の色を統一したい場合、2 つの製品にセンサーを接触させることで色の違いを計測することができ、輸送中の製品の温度を厳密に測定したい場合にはコンテナに温度センサーを設置するといった使い方が出来る。この他、在庫の管理な

<sup>65</sup> <http://techcrunch.com/2015/05/27/matterfab-5-75m-ge-ventures/>  
<http://3dprint.com/9592/matterfab-reveals-their-affordable-metal-3d-printer-an-order-of-magnitude-cheaper/>

<sup>66</sup> <http://www.3ders.org/articles/20140719-matterfab-developing-affordable-metal-3d-printer.html>

ども NODE の活用機会があると見られており、用途に合わせて様々な環境データの分析が可能なスマートフォン用アプリの開発も進められている<sup>67</sup>。図表 15 は Variable 社の Node となっている。

図表 15: Variable 社の Node

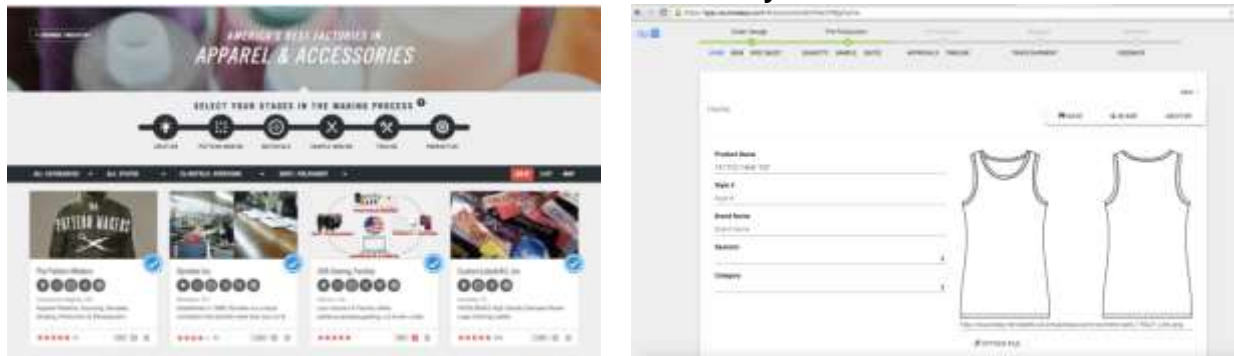


出典: Variable<sup>68</sup>

### (3) Maker's Row 社、Sourceeasy 社

インターネットを通して製品のデザインや設計を工場へ依頼することができるサービスが登場している。2012 年に設立された Maker's Row 社は、ユーザが同社のウェブサイトを通して衣料品、アクセサリ、家具などのデザインを工場へ送り、製品の製造を発注することができるサービスを提供している。発注する製品の設計はウェブサイト上でも行えるようになっており、アイデア、設計、素材、試作品、製造と、段階を追って発注処理を行うことができる。同社は 5,000 社以上の工場と契約し、これまでに 45,000 のブランドと 90 万点の製品を生み出している<sup>69</sup>。Sourceeasy 社も同様のサービスを提供しており、対象は衣料品に限定しているが、ウェブサイト上のテンプレートを使って製品のデザインや素材を選べるなど簡便性のあるサービスとなっている。将来的には、品質管理サービス、ロイヤリティプログラムによるデザインの使用、企業への直接販売も視野に入れており、試作品から製造や輸送まで一貫したサービスをウェブサイト上で行うプラットフォームの構築を視野に入れている<sup>70</sup>。図表 15 は Maker's 社、Sourceeasy 社のウェブサイトである。

図表 16: Maker's Row 社(左)と Sourceeasy 社(右)のウェブサイト



出典: Angel List<sup>71</sup>

<sup>67</sup> <http://nooga.com/169103/wtci-video-series-features-variable-incs-node/>

<sup>68</sup> <http://www.variableinc.com/>

<http://shop.variableinc.com/collections/bundles/products/node-therma-ios-only>

<sup>69</sup> <http://makersrow.com/>

<sup>70</sup> <https://angel.co/sourceeasy>

<sup>71</sup> <https://angel.co/makers-row>

<https://angel.co/sourceeasy>

## 7 終わりに

ものづくりは、日本が最も得意としてきた分野であり、その高い技術力で長く世界をリードしてきた。しかし近年、日本の製造業の国際競争力が低下してきている中、世界は、次世代のものづくりへ急速に変革しようとしている。キーとなるのが IoT、ビッグデータ、人工知能などの先端 IT であることは間違いなく、いかに「ものづくりと IT」を融合させた、新しい産業を構築していけるか、すでに次の競争は始まっている。

今回紹介したように、IT 革命を制した米国でも、官民あげて先端 IT を導入した革新的なものづくりを生み出す取り組みが進んでいる。本文中で、デトロイトやピッツバーグ等かつての米国製造業の中心都市の IT 化を紹介したが、IT 産業の中心であるシリコンバレーでは逆に製造業化が進んでいると言われており、大手 IT 企業が製造業に進出しており、またシリコンバレーの技術雇用の 46.1% (13 万 4000 人) は、半導体や電算機器、航空および防衛、製薬といった製造業の現場で雇用されているなど、米国では、ものづくりと IT の融合は確実に進んでいると言える<sup>72</sup>。

日本でも今後、日本の強みを生かした先進的な「ものづくりと IT」の取り組みが次々と生み出され、ものづくり日本が復権することを期待したい。

- ※ 本レポートは、注記した参考資料等を利用して作成しているものであり、本レポートの内容に関しては、その有用性、正確性、知的財産権の不侵害等の一切について、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる保証をするものでもありません。また、本レポートの読者が、本レポート内の情報の利用によって損害を被った場合も、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる責任を負うものでもありません。

<sup>72</sup> <http://fortune.com/2015/04/07/why-detroit-could-be-the-next-silicon-valley-and-vice-versa/>