

「第四次産業革命」(IoT時代のものづくり)
勉強会運営支援業務
報告書

平成 28 年 3 月
一般財団法人九州地域産業活性化センター

「第四次産業革命」(IoT時代のものづくり)勉強会運営支援業務 報告書

第1章	第4次産業革命及びIoTを巡る潮流	1
(1)	第4次産業革命及びIoTの概要	1
(2)	第4次産業革命及びIoTを巡る世界の動向	4
(3)	第4次産業革命及びIoTを巡る我が国の動向	17
第2章	セミナー概要	27
(1)	第1回セミナー	27
(2)	第2回セミナー	43
第3章	IoTやIndustrie4.0と地域経済	63
(1)	Industrie4.0による経済効果	63
(2)	製造業における最新事例	65
(3)	Industrie4.0導入条件と九州の製造業	67
(4)	おわりに	72

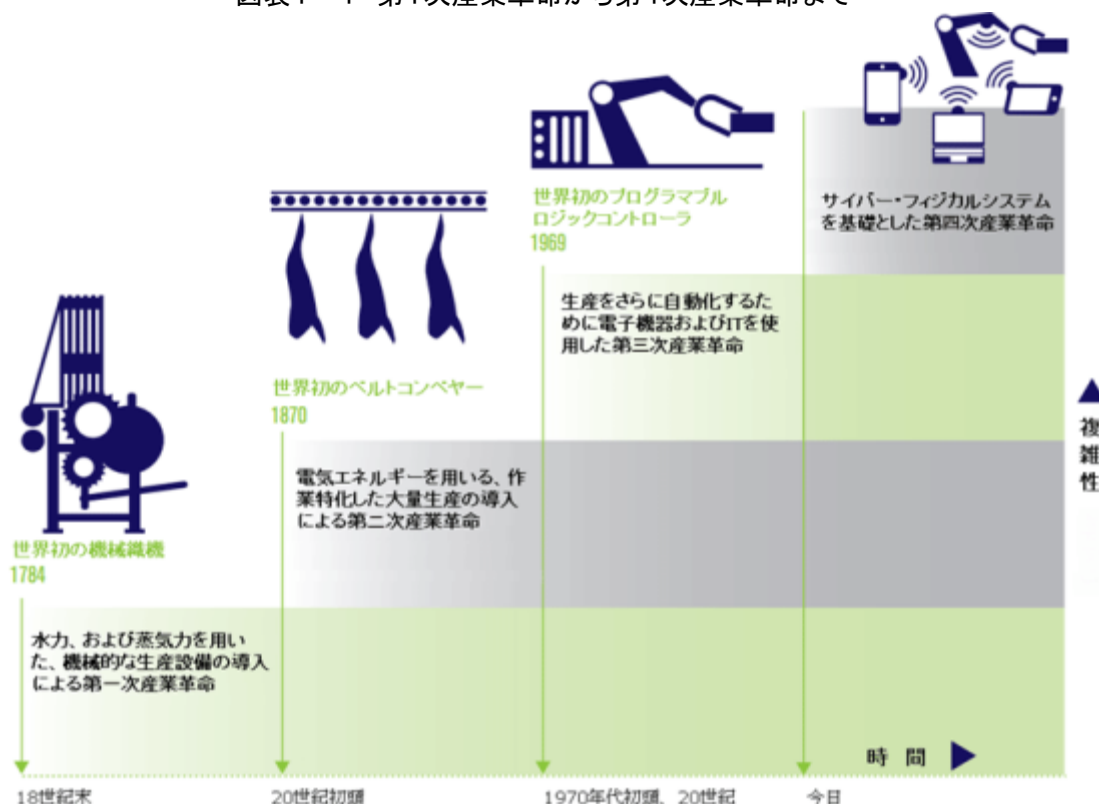
第1章 第4次産業革命及びIoTを巡る潮流

(1) 第4次産業革命及びIoTの概要

1) 第4次産業革命

第4次産業革命とは、ドイツ政府の提唱する(ドイツ語では”Industrie4.0”と言われる)次世代の製造業における概念である。ビッグデータという言葉が出現して久しいが、ITの進化とともに、それを製造業に応用した概念が第4次産業革命である。この第4次と言われるからには、第1次から第3次産業革命までを理解し、いかに第4次産業革命が以前のものとは違うのかを理解する必要がある。ドイツ政府は第1次産業革命から第4次産業革命を以下のように定める。第1次産業革命は、18世紀後半の蒸気による工場の機械化、第2次産業革命は20世紀初頭における、分業を基にした電力活用による大量生産、第3次産業革命は1970年代から始まった電力とITによる工場の自動化、そして第4次産業革命は今日のCPS(サイバーフィジカルシステム、以下CPS)を基にした製造業の革命である。第4次産業革命において、CPSこそが核であり、これは今日における情報技術革新によって実現されようとしている概念である。

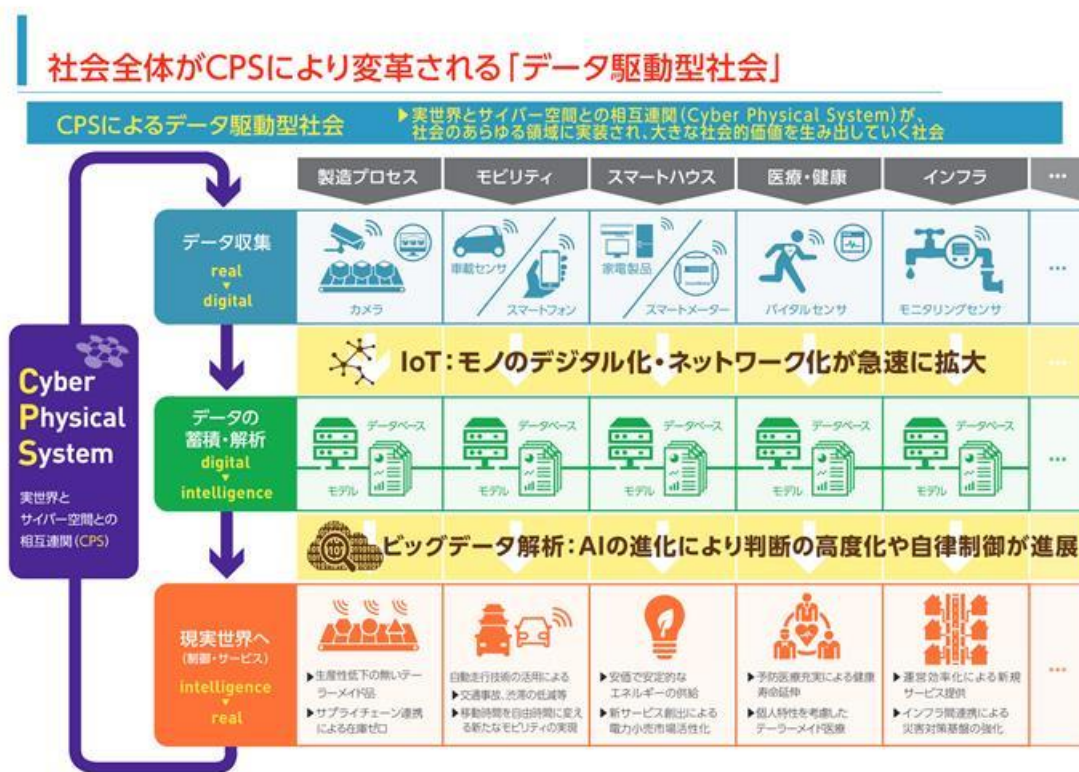
図表1-1 第1次産業革命から第4次産業革命まで



出典) https://sangakukan.jp/journal/journal_contents/2014/10/articles/1410-10/images/1410-10_fig_1.png

CPSとは、実世界のあらゆるモノがネットワークでつながる、これまでにないデジタルデータの収集、蓄積、解析結果の実世界へのフィードバックが社会規模で可能になる一連の流れのことを指す。CPS実現の背景には、急速な技術革新がある。クラウド、ビッグデータなどの概念・技術の浸透とともに、従来では考えられなかったモノやプロセスがデータ化され、蓄積される。サイバー空間に現実世界と近い世界を構築することで、シミュレーションや解析を通じてその結果を現実世界にフィードバックする。現実で生じた結果は再びサイバー空間にアップロードされ、さらなる効率化に貢献する。このCPSは後述するGEの「インダストリアル・インターネット」にも適用される。CPSは、Industrie4.0を実現するための最も重要な要素の一つであり、このCPSという概念は次世代の情報革命において核となるものである。

図表1-2 CPSによるデータ駆動型社会の概念図



出典) 経済産業省 ITによる社会変革の歩み

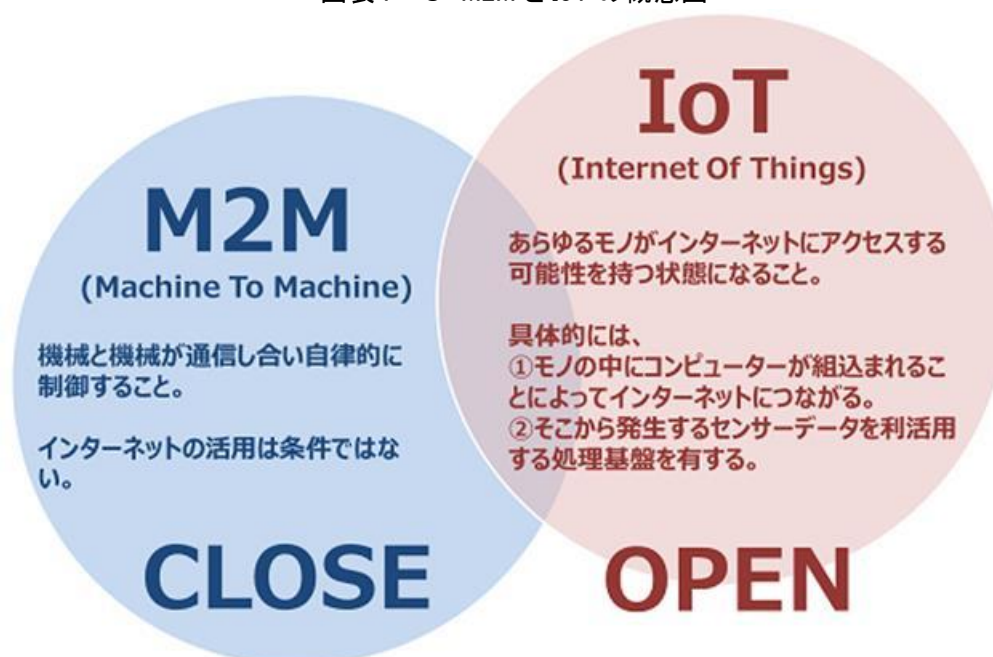
http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/pdf/004_06_00.pdf

2) IoT (Internet of Things)

IoT とは、日本語では「モノのインターネット」と訳され、様々なモノがネットワークに接続されることでビジネスを創出し、新規的・付随的価値を生み出すという考え方である。

背景には、インターネットをはじめとした情報通信技術の進化やセンサー機器の軽量・低価格化など、情報技術革新によって、従来では困難だった様々なモノをネットワークにつなげられるようになったことが挙げられる。類似した概念として、M2M(Machine to Machine)があるが、これは人の介在しない機械と機械の制御の運用形態である。各運用の形態は独立しがちであり、ネットワークにはつながっていないことが多い。一方、IoTはそのモノ自体がネットワークにアクセスする可能性を持ち、発生するセンサーデータを処理できる基盤を有する。また、M2M は特定の運用グループの中だけでモノがつながる場合が多く、IoT に比べてクローズドであると言える。IoT はクラウド上にデータがアップロードされる場合も多く、ネットワークのオープン性も有していることが多い。IoT により、現実世界の様々なデータがサイバー空間上に蓄積され、現実とサイバー空間がより統合したCPS が構築される。

図表1-3 M2MとIoTの概念図



出典) (株)シナノ電子技研

http://www.shinanoe.co.jp/activities_m2m_01.html

(2) 第4次産業革命及びIoTを巡る世界の動向

1) 第4次産業革命を進めるドイツ

そもそも、第4次産業革命の考え方がドイツを通じて世界に発信されたのは、2011年である。2011年11月にドイツ政府による高度技術戦略「ハイテク戦略2020行動計画」のイニシアティブとして、情報通信技術の製造分野への統合を目指す戦略「Industrie4.0」が採択された。この「Industrie4.0」こそ、ドイツの押し進める次世代の製造業である。ドイツの推進する第4次産業革命を以降、「Industrie4.0」とする。

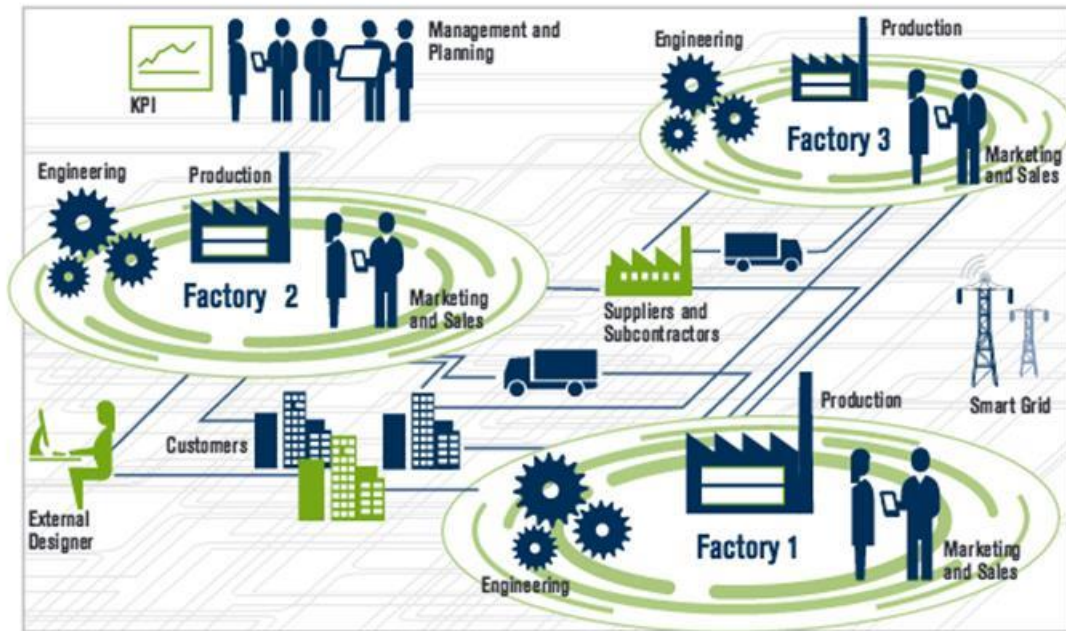
「Industrie4.0」では、製造業において、産業機器それぞれがネットワークにつながることによって生産のサプライチェーンが統合される。各工場もITによってつながり、つながれた工場の集団があたかも一つの工場のように連携し合い、全体が最適化される。

「Industrie4.0」を説明するにあたって、4つの要素が重要だろう。1つ目は「CPS」、2つ目は「工場の垂直・水平連携」、3つ目には「ダイナミックセル生産方式」、そして最後に「マスカスタマイゼーション」である。

まず、「CPS」であるが、これは前述(1)1)第4次産業革命にて記述している。

続いて、「工場の垂直・水平連携」である。これは、製造業全体において、全ての工場がサプライチェーンの垂直連携と、水平連携が形成されている状態のことを指す。工場の垂直連携は想像しやすいだろう。これは日本の製造業が従来採用してきた形である。トヨタのかんばん方式がその代表例である。トヨタは、各部品メーカーと連携し、サプライチェーンの垂直統合を実現している。それによって、ジャスト・イン・タイム型のものづくりによる効率化が実現している。一方、ドイツ政府の提唱する第4次産業革命では、垂直連携に加え、水平連携をも範囲に設定される。水平連携とは、各企業の枠を越えて必要な時に必要な分、必要なリソースを、全ての企業から調達しているような状態である。垂直・水平連携がICTによってなされると、国全体が一つの工場のようになり、製造業全体が効率化される、とドイツ政府は述べている。もちろん、垂直・水平連携は最終フェーズであり、今すぐ実現するものではない。しかし、ドイツ政府は、CPSによって最適化される範囲を製造業全体にまで定めている。

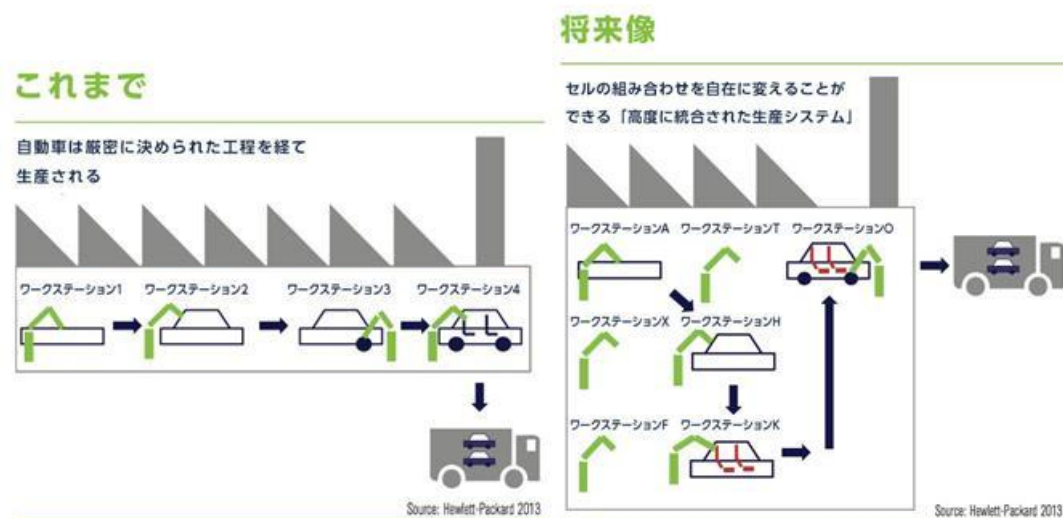
図表1-4 水平連携のネットワーク



出典) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE4.0
http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf

3つ目の「ダイナミックセル生産方式」は、工場内のオペレーションの最適化を達成する生産方式である。従来、製造業においては、生産ラインに則って厳密な手順のもと、製品を生産してきた。少品種大量生産を前提にすると、厳密に決められたラインでの生産の方が効率的である。しかし、ドイツの「Industrie4.0」が目指すシステムとは、各生産工程にあたるセルが組み合わせをその状況に応じて自在に変える、高度に統合された生産システムである。このシステムによって、需要の変化など、様々な事態に合わせてその都度オペレーションを柔軟に変化させることができ、工場内が最適化される。

図表1-5 ダイナミックセル生産方式



出典) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE4.0
http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf

最後に、「マスカスタマイゼーション」である。「マスカスタマイゼーション」とは、顧客それぞれにオーダーメイドのようにカスタマイズされた商品を、大量生産と同じようなコスト・時間で提供する生産方式を言う。日本語では、「大量個別化生産」とも呼ばれるこの概念は、「Industrie4.0」の中に含まれている。CPS や工場内のダイナミックセル生産方式、工場の垂直・水平連携によって、「マスカスタマイゼーション」が可能になる。最適化や、柔軟性を極限まで高めた「Industrie4.0」は、業務効率化によるコスト削減だけでなく、顧客の注文から生産に至るまでのプロセスでさえも劇的に変化させようとしている。「マスカスタマイゼーション」の言葉自体は第4次産業革命以前に定義されており、3つの要素を含む。1つは「市場までの時間」、次に「製品の種類」、最後に「規模の経済性」である。この3つの性質を高次元で満たすと、「マスカスタマイゼーション」になるという。

「Industrie4.0」は、CPS と垂直・水平連携、ダイナミックセル生産方式によって、この3つの指標を高めようとし、「マスカスタマイゼーション」を実現させようとしている。

2) IoTを進める米国

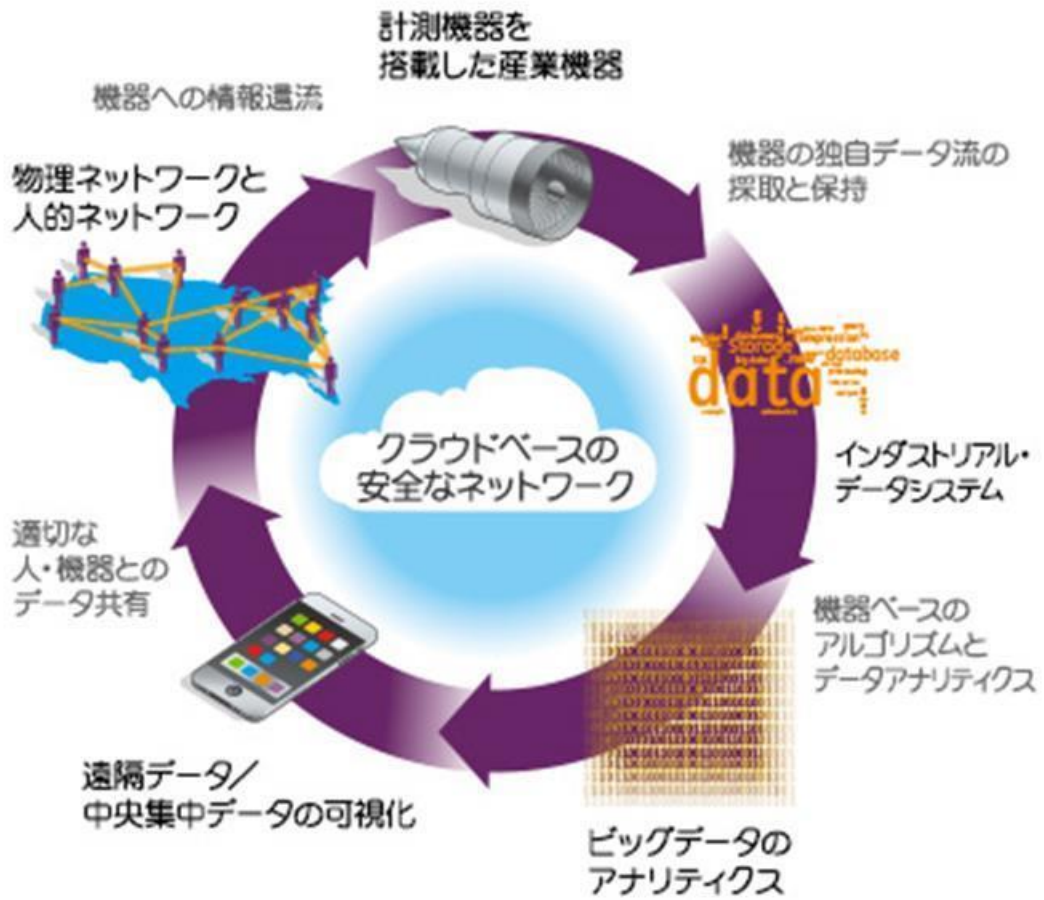
①Industrial Internet

米国における IoT の推進は、ドイツのそれと少し異なる。まず、ドイツの推進主体が政府であったのに対し、米国の推進主体は大手 IT 企業である。GE を中心とし、AT&T、CISCO、Intel、IBM の 5 社が 2014 年 3 月に「Industrial Internet Consortium」(以下 IIC) を設立した。これは、非営利団体であり、特定の標準・仕様を普及させるのではなく、産業毎の標準を相互運用できるようにするのが目的である。米国の IT 企業のみならず、日本では、富士通、日立製作所、トヨタ自動車なども含まれている。IIC は、設立メンバーでもある GE のエコシステム構築のために作られた組織である。GE は「Industrial Internet」という概念を提唱し、世界に普及させようとしている。

「Industrial Internet」とは、「機器それぞれがインターネットにつながることによって情報を集め、それを解析、現実に成果としてフィードバックさせる一連の流れを繰り返すことにより、様々な産業における生産性を高めるものである。」と定義される。すなわち、CPS によって、様々な産業が効率化されていくことを言う。「Industrie4.0」と違う点は、産業を製造業に限定していない点にある。エネルギーやヘルスケアなど、すべての産業に IoT を使った CPS による効率化の可能性があるとし、GE はその中核を担おうとしている。

GE は取り組みの一つとして、「Predix」という産業向けデータアナリティクス用クラウド製品を発表した。これは、様々な産業のデータを蓄積・解析するソフトウェアであり、「Industrial Internet」のプラットフォームになろうとしている。IIC はこの GE のエコシステムに乗ろうとしている企業の集合体とも解釈できる。

図表1-6 インダストリアル・インターネット: 基本的な情報の流れ



出典) 日本 GE(株)インダストリアル・インターネット
http://www.ge.com/jp/company/industrial_internet/

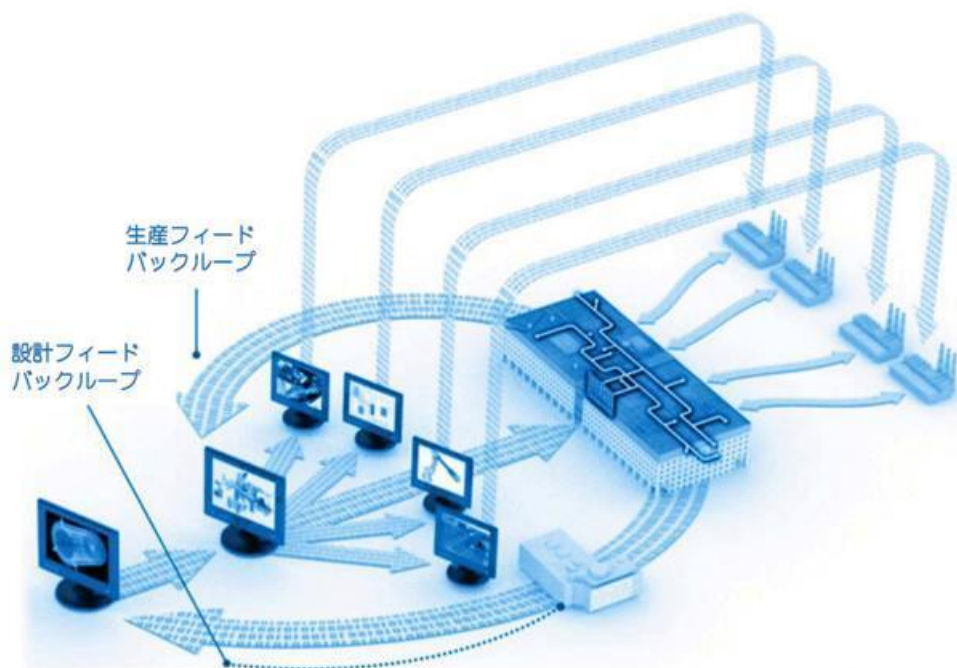
② 「Brilliant Factory」と「Advanced Manufacturing」

GEは「Industrial Internet」以外にも製造業に言及した「Brilliant Factory」と「Advanced Manufacturing」を提唱している。

「Advanced Manufacturing」とは、「製造業において、3Dプリンター等の新たな製造技術を使うことにより、設計、製造といったプロセスのスピードを上昇させることである」と定義される。すなわち、3Dプリンターなどにより、今までかかっていた工程が大幅に縮小され、さらにそのプロセスの簡素化に伴い、製造の柔軟性をも上昇させることを示している。

「Brilliant Factory」とは、「新技術によるプロセスの簡素化とデジタル化に伴い、CPSによってサプライチェーンが最適化されることによって、恒常的な変化に柔軟に対応できる工場のことを指す」と定義される。すなわち、①「Advanced Manufacturing」、②工場の垂直連携、③CPS活用の3つの特徴を持った工場であり、「Advanced Manufacturing」による工場の柔軟性向上により、「マスカスタマイゼーション」をも可能にするという。留意すべきは、「Industrie4.0」とは違い、工場の水平連携が無く、代わりに「Advanced Manufacturing」が追加されていることである。GEは、CPSによる「つながり」だけでなく、3Dプリンターなど次世代技術にも強い関心を抱いている。

図表1-7 Brilliant Factory イメージ図



出典) 日本 GE(株)The Future of Work
http://www.ge.com/jp/docs/1400636818144_The_Furute_of_Work_J_0510.pdf

3) 「中国製造 2025」を進める中国

前述のドイツの「Industrie4.0」、米国の「Industrial Internet」を受けて、世界第2位の経済大国である中国も独自の製造業の未来についての計画を打ち出した。2015年3月に「中国製造 2025」を発表した。李克強総理は、「製造業は我々の強みであり、『中国製造 2025』の実施を通じ、イノベーション型の経済成長方式へ転換し、基礎を固めるとともに産業のさらなる高度化を目指し、製造大国から製造強国への転換を加速する」との方針を示した。

この「中国製造 2025」には、スマートファクトリーや次世代技術の項もあるが、それ以前に、製造業の体質の転換を重視している。つまり、今までの「大而不強」（生産規模は大きいが技術的には強くない）状態から、コア技術を持ち、中国ブランドを有する、「強い」製造業への転換を目指す。そのための施策として、イノベーション牽引型製造業、低コストから高品質へ、環境にやさしいグリーン製造、生産型製造業からサービス型製造業への転換といった転換点を出し、具体的な目標数値まで算出している。

中国は、工場のスマート化にも言及しているが、現状、伝統的な工場の機械化・IT化は先進国のそれと比べて高くなく、未だドイツの提唱する第4次産業革命の段階ではない。まず、機械化やそれに伴う環境の整備が最優先であろう。中国自身も、工場のスマート化については、新中国成立100周年の2049年までの長期目標としているが、「Industrie4.0」についてドイツと提携を結ぶなどしており、IoTを議論する上で目を離すことのできないプレイヤーであることは間違いない。

図表1-8 「中国製造 2025」の一部概要

図表1 「中国製造2025」の一部概要	
目標	
中国製造から中国創造へ、中国スピードから中国質量へ、中国製品から中国ブランドへの転換を推進し、2025年に工業現代化を実現して、製造強国を目指す。	
転換点	
生産要素による牽引からイノベーションによる牽引へ転換。	
競争力の強みを今までの低コストから高品質へ転換。	
資源消費が高く、汚染物排出が多い粗放的發展方式からグリーン製造へ転換。	
生産型製造業からサービス型製造業へ転換。	
具体措置	
デジタル化、インターネット化、スマート化製造の推進	製品のデザイン能力の向上
製造業のイノベーションシステムの構築	製造業の基盤を固める
工業製品品質の向上	省エネ、環境にやさしいグリーン製造を推進する
世界的に競争力のある企業、産業を育成する	製造サービス業の発展を促進する

出典) (株)三菱東京 UFJ 銀行 トランザクションバンキング部 中国調査室 「中国製造 2025」(2015/4/1)
https://reports.btmuc.com/File/pdf_file/info001/info001_20150401_001.pdf

図表1-9 「中国製造2025: 具体的目標数値」

中国製造2025: 具体的目標数値

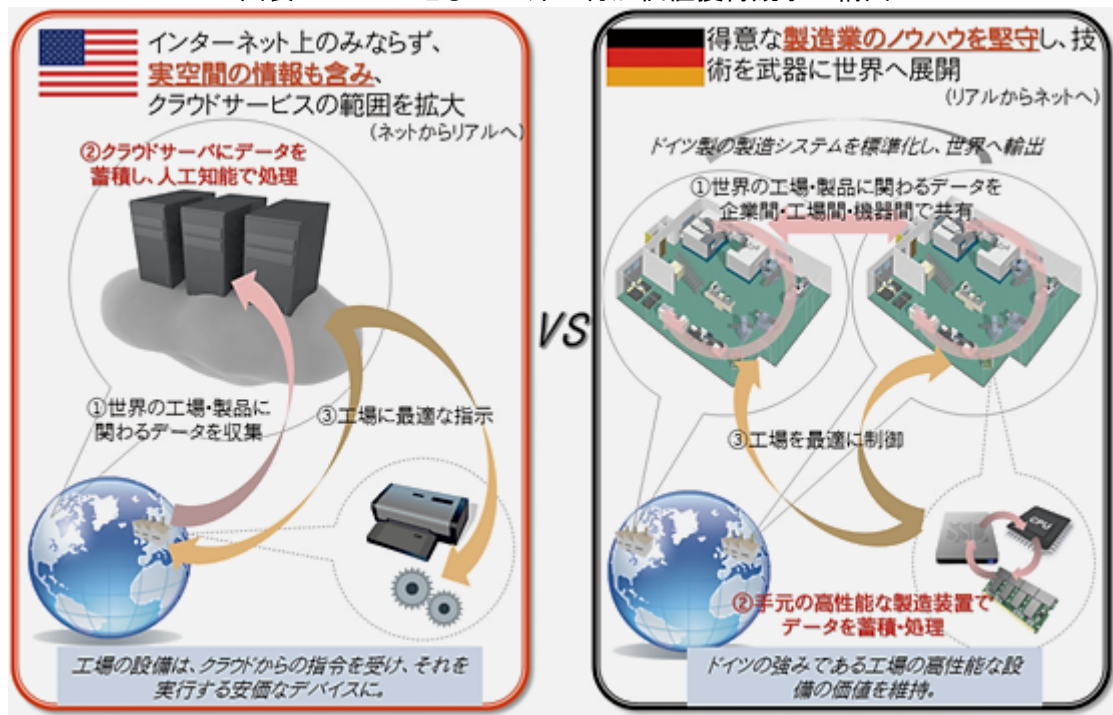
- 国家製造業イノベーションセンターの建設: 2020年までに 15の製造業イノベーションセンターを開設、2025年前までにはその数を40に。イノベーションセンターは主要産業をアップグレードさせることを目的とする。
- 知能化製造: 2025年までに、スマート工場運用計画によって運用コストを30%減、製造時間を30%減、不良品の割合を30%減。2025年までにはそれぞれさらに20%減。
- 工業基礎能力強化: 2020年までに40%の主要インフラの素材ならびに構成物質を中国製に。2025年までには80%に。
- グリーン製造: 2020年までに100の地域に1000の環境に配慮した工場を設立。そして主要環境汚染物質排出係数を20%削減する。
- ハイエンド設備イノベーション: 2020年までに主要部門における土地に根ざした研究開発を実現させる。2025年までには高付加価値製品の知的財産権の市場拡大を目指す。

出典) 経済産業省の資料などから九経調作成

4) ドイツ「Industrie4.0」と米国「Industrial Internet」の比較

ドイツ、米国、中国のIoT政策を述べてきたが、それらを牽引するドイツ、米国の二大巨頭がやはり注目されるだろう。この二つの国は主体もアプローチも異なる。ドイツの場合は政府主体、米国の場合は大企業主体である。また、「Industrie4.0」はリアルからネットへのアプローチ、「Industrial Internet」はネットからリアルへのアプローチ、と比較される場合もある。

図表1-10 IT ともものづくりの付加価値獲得競争の構図



出典) 平成 26 年度ものづくり基盤技術の振興施策

http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2015/honbun_pdf/pdf/gaiyou.pdf

また、最適化の範囲でも異なる。日本古来の「かんばん方式」も含め、「Industrie4.0」「Industrial Internet」「Brilliant Factory」各概念がそれぞれの範囲をカバーした概念なのか、グラフを用いて表す。「かんばん方式」、「Industrie4.0」、「Industrial Internet」、「Brilliant Factory」をそれぞれ定義する上で、3つの軸、および2色の色を用いて、グラフの可視化を試みた。以下、それぞれの軸および色を説明する。

①最適化される範囲

この軸は、どの範囲までそれぞれの概念が最適化を試みるのかという軸である。

「かんばん方式」においては、「製造業におけるサプライチェーンの垂直連携」と定義した。これは、上流から、下流の販売部門まで包括している。かんばん方式において、重要なのは需要を正確に把握することであり、販売部門と工場の連携は欠かせない。製造業におけるサプライチェーンは、部品・材料部門、製造部門、流通販売部門まで包括しており、その垂直連携による効率化がかんばん方式の要であるとした。

「Industrie4.0」においては、かんばん方式の「製造業におけるサプライチェーンの垂直連携」に加え、企業横断的な水平連携を前提にしているとした。水平・垂直連携により、全工場を含めた生産性の向上・最適化が見込まれる。

「Industrial Internet」においては、「製造業における」という前提を排除し、製造業のみならず、全ての産業とした。これは、CPSをもとに、特定の産業に拘らず、生産性を向上させるというGEのIndustrial Internetの姿勢を反映させたものである。

「Brilliant Factory」においては、水平連携の概念が示されていないため、「製造業におけるサプライチェーンの垂直連携」とした。

②IT化の度合い

この軸は、それぞれの概念がどの程度のIT化を前提としているのかを示したものである。

「かんばん方式」においては、当時はもちろんCPSなどなかったため、「自動化」ととどめている。「Industrie4.0」、「Industrial Internet」、「Brilliant Factory」においては、いずれもCPSを前提にした概念のため、「CPS」としている。

③マスカスタマイゼーションの度合い

この軸は、工場がCPSによってさらに効率的に、需要に柔軟になるにつれ、個々人の需要に合った生産が大量生産と同じような価格でできる、「マスカスタマイゼーション」と呼ばれる概念の度合いである。「Industrie4.0」ならびに「Brilliant Factory」においては、「マスカスタマイゼーション」を意識し、概念として内包していることから、「マスカスタマイゼーション」度合いを「高」に設定する。「かんばん方式」は、需要には柔軟であるが、少品種大量生産が前提であり、数種類の車しか一つのレーンで作っていないことが多いことから、「マスカスタマイゼーション」度合いを「低」に設定する。「Industrial Internet」に

においては、製造業のみならず、他の産業も包括していることから、「マスカスタマイゼーション」の概念は適用されず、「0」とし、高低による評価を行っていない。

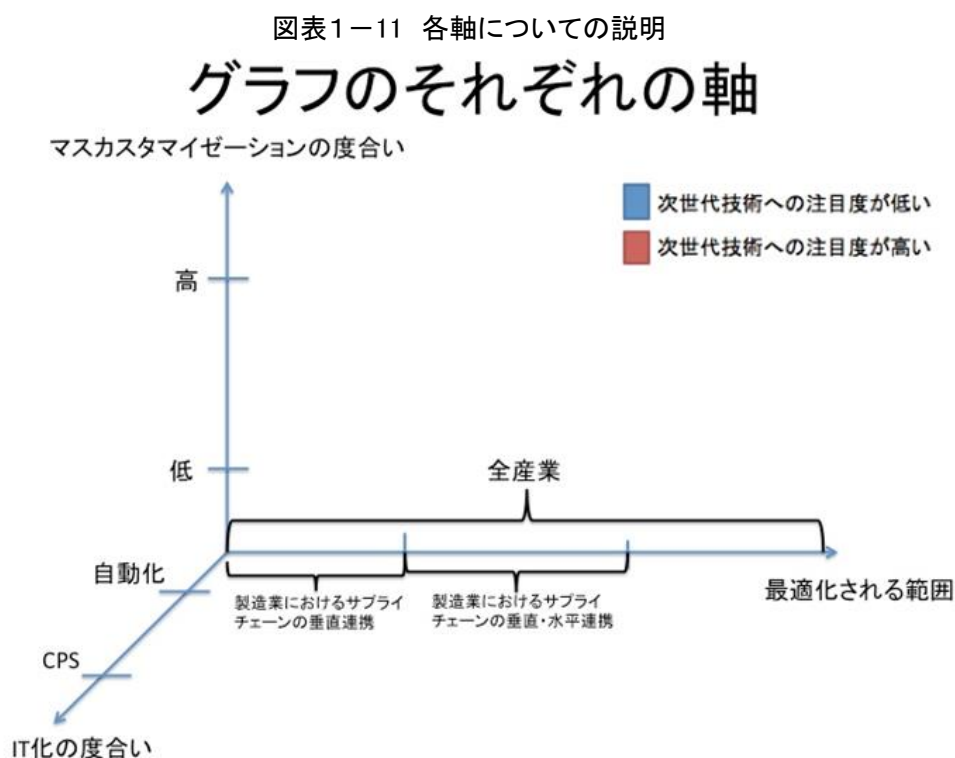
④次世代技術への注目度

これらの色は、どの概念が次世代の技術に注目しているかを示すものである。注目度の高いものは赤、注目度が低いものは青で表した。「Brilliant Factory」については、「Advanced Manufacturing」において3Dプリンター等の新技術を使い、設計、製造といったプロセスのスピードを上昇させることが言及されている。

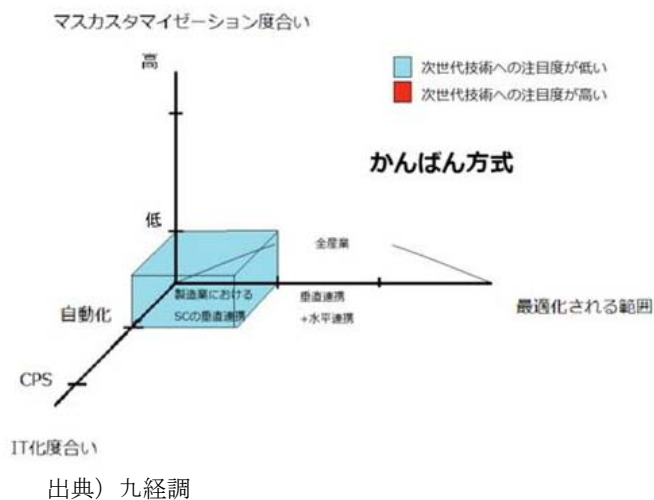
他の概念については、サプライチェーンの垂直連携により、設計、製造といったプロセスのスピードを上昇させることが言われているが、新技術に関する記述は特にない。

よって「Brilliant Factory」が最も次世代技術への注目度が高く、他の概念は比較的次世代技術への注目度が低い。

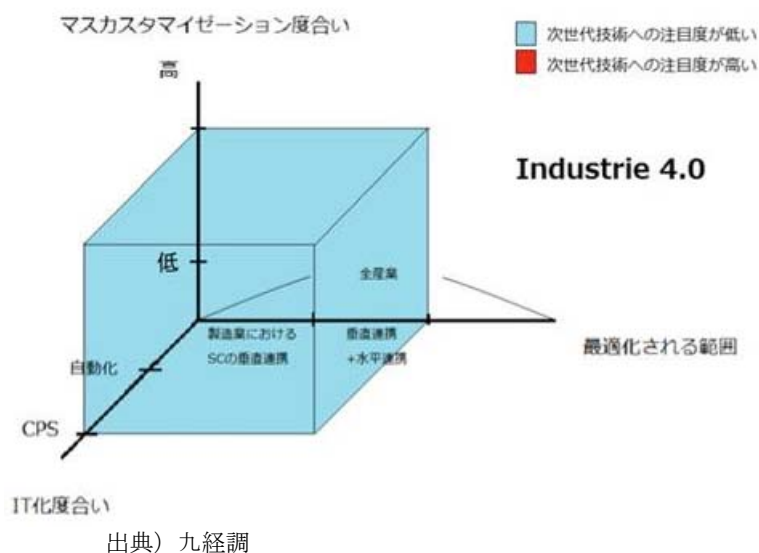
以上の概念をグラフに表すと、以下のようになる。



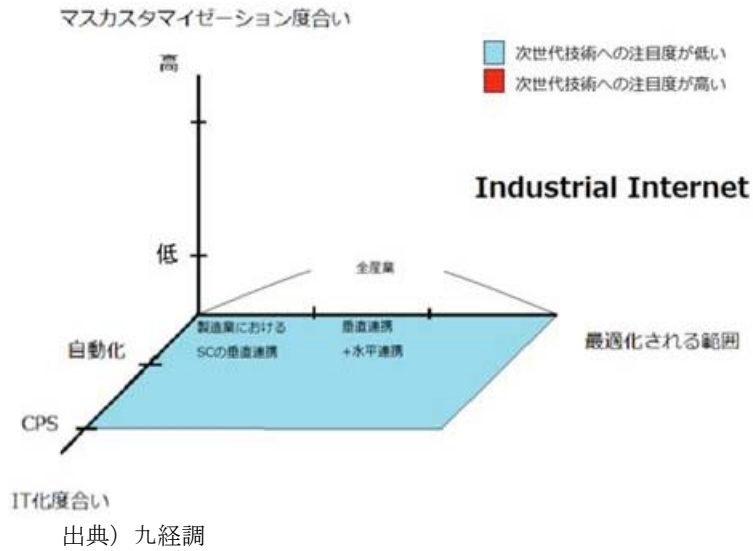
図表1-12 かんばん方式のグラフ



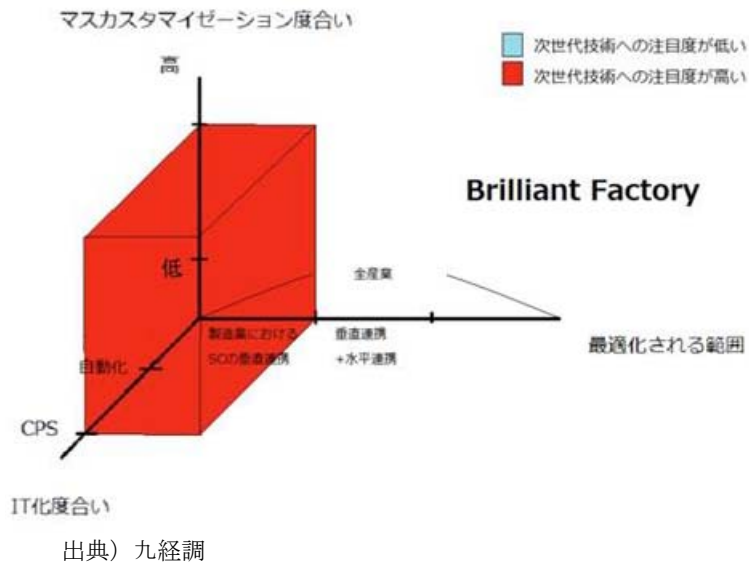
図表1-13 Industrie4.0 のグラフ



図表1-14 Industrial Internet についてのグラフ



図表1-15 Brilliant Factory についてのグラフ



今、IoT や Industrie4.0 について、様々な解釈や推論が飛び交っている。それらの概念をきちんと整理し、曖昧な概念をむやみに追随したり、惑わされたりしてはいけない。自国の強みや範囲をしっかりと理解し、自らの強みを損なうことなく、上手に IoT や Industrie4.0 の概念を利用しなくてはならない。後述する日本の IoT における取り組みでも、政府は日本的な製造業に合った枠組みで次世代の情報革命でイニシアティブを取ろうとしている。ビジョンをしっかりと定め、見据えて行動していくことが、今の IoT 黎明期には必要だろう。

(3) 第4次産業革命及びIoTを巡る我が国の動向

1) 我が国のICT、IT政策の動向

我が国のIT戦略は2001年から始まった。2001年には、「e-Japan戦略」と題し、主に通信事業の独占や利用規制など、制度面の問題から、インフラ・電子商取引・電子政府・人材に重点を置く政策を行った。これは、IT社会の基盤の整備であり、この時点では世界各国に比べ、IT化が遅れていると指摘されていた。2003年には「e-Japan戦略II」が発表され、具体的な7分野(医療、食、生活、中小企業金融、知、就労・労働、行政サービス)に絞り、IT利活用を促進させるとした。また、この時点でITの基盤整備は達成されつつあるとし、より生活に寄り添ったIT化を目指すとした。ここまでの情報化促進という意味で、日本のIT戦略はひと段落ついたと考えてもいいだろう。

2004年の「u-Japan戦略」では、生活に根付いたITの利活用からITによる価値創発への転換を明示し、課題解決としてITの活用を考えていくとした。2006年には「IT新改革戦略」を制定し、2010年までに、「いつでも、どこでも、誰でもITの恩恵を実感できる社会の実現」を目標に、ITの構造改革力の追求、IT基盤の整備、世界への発信を軸に次なる方針を示した。この改革により、さらに社会の隅々までITが行き渡り、また、その格差が出ない、平等で安心なIT社会の実現を見据えている。2008年にはICTによる産業改革・新事業の創出をテーマとした「xICTビジョン」が示された。これらはすべて、ICTと既存の分野を組み合わせ、より快適で効率的な社会を生み出そうとするものであり、2010年「ICT維新ビジョン2.0」にもそれは明記されている。

これらの考え方は、「ユビキタス」などと呼ばれ、2000年代前半から議論されていたが、今はIoTと名前を変え、注目されている。つながる「モノ」の爆発的な増加が将来予想されるが、Cisco社によると、今現実世界に存在するモノのうち、99.4%がインターネットに接続されていないと試算しており、IoTのコンセプトの潜在的な価値の大きさがうかがえる。

図表1-17 日本のIoT政策の歩み

国名	国策
日本	<ul style="list-style-type: none"> ● 経産省が2013年12月より「IoT時代に対応したデータ経営2.0」を議論、国策の必要性を指摘、必要な政策を整理 ● 産業競争力会議で、2015.1.29.「成長力戦略進化のための今後の検討方針」にIoTの文言が入る ● 産業構造審議会商務流通情報分科会情報経済小委員会中間取りまとめ「CPSによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革」平成27年4月 ● 総合科学技術イノベーション会議で、2015.4.10.「第5期科学技術基本計画の具体化に向けた考え方」に文言に「IoT」が入り世界の潮流として認識 ● IoT化されていないが日本の多くの社会インフラは世界的にレベルが高い <ul style="list-style-type: none"> ■ 気象、位置情報(G空間)、防災、国土強靱化(インフラメンテナンス)、エネルギー、交通管制/ITS ■ マイナンバーは今後インフラの一翼を担う ■ オープン/ビッグデータは国策で推進中 ■ 通信方式の標準化も国策で推進中

出典) 自由民主党 IT戦略特命委員会

http://activeictjapan.com/pdf/20150521/jimin_it-toku_document_20150521.pdf

2) IoT を巡る我が国の平成 28 年度予算概算要求

IoT を巡る我が国の平成 28 年度予算概算要求状況は以下のようになっている。IT による産業構造・経済社会の革新のために割り当てられる予算は去年の約 3 倍以上の 295 億円であり、政府が今、IT の転換期にあると強く意識していることが見て取れる。その中で、IoT に関わる予算は 139 億円である。図表内の括弧は平成 27 年度当初予算であるため、平成 28 年度新規で IoT に関する予算が組まれたことから、政府も平成 28 年度から本腰を入れて IoT の推進に力を入れ始める。

具体的には、「IoT 推進ラボ」の創設・運営や IoT の先進モデル実証事業などに予算が割り当てられる見通しだ。また、ロボット導入実証事業や次世代人工知能・ロボットの産業技術総合研究所等による研究開発の予算も去年より多く割り当てられていることにも注目である。これは前述の「世界最先端 IT 国家創造宣言」における 2015 年改訂版にて初めて IoT という言葉が使われはじめたことにも関連しており、これから国家レベルでのさらなる IoT 社会構築が進められるだろう。

図表 1-18 平成 28 年度 経済産業省 予算概算要求

()内は平成27年度当初予算	
2. イノベーションによる成長を実現—未来投資による生産性革命—【1166億(469億)】	
○ITによる産業構造・経済社会の革新	【295億(87億)】
:IoT・ビッグデータ、人工知能、ロボット、マイナンバー、サイバーセキュリティ	
・IoT・ビッグデータ、人工知能の研究開発の加速、社会実証を通じた活用促進	【139億(新規)】
・ロボット導入実証事業	【30億(新規)】
・次世代人工知能・ロボットの産総研等の研究開発の加速	【85億(70億)】
・政府機関、民間企業のサイバーセキュリティ対策の抜本的強化	【42億(18億)】
○イノベーションの担い手の強靱化:中小・中堅(地域中核)企業の成長力強化、ベンチャー【79億(15億)】	
・中小・中堅(地域中核)企業の成長力強化(3つの見える化プロジェクトの推進)	【30億(新規)】
・世界と連動したベンチャーエコシステム形成。国内外のベンチャーキャピタルを巻き込んだ研究開発型ベンチャーの支援	【30億(3億)】
・地域経済の新陳代謝を促す創業・第二創業補助の支援	【19億(12億)】
○未来への投資促進に向けた官民協働【198億(155億)】	
・オープンイノベーションの推進のための産総研等による産学の橋渡し機能の強化	【165億(139億)】
・人的資本の強化(女性の活躍推進、産学連携サービス経営人材育成、中小企業の人材支援)	【33億(16億)】
○内なる国際化/2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて【634億(212億)】	
・競技大会を契機とした水素社会、次世代交通、人工知能活用など未来社会に向けた取組みの推進	【568億(157億)】
・有望分野を中心にした対日直接投資促進、技術協力を活用したグローバル人材のネットワーク形成	【70億(55億)】

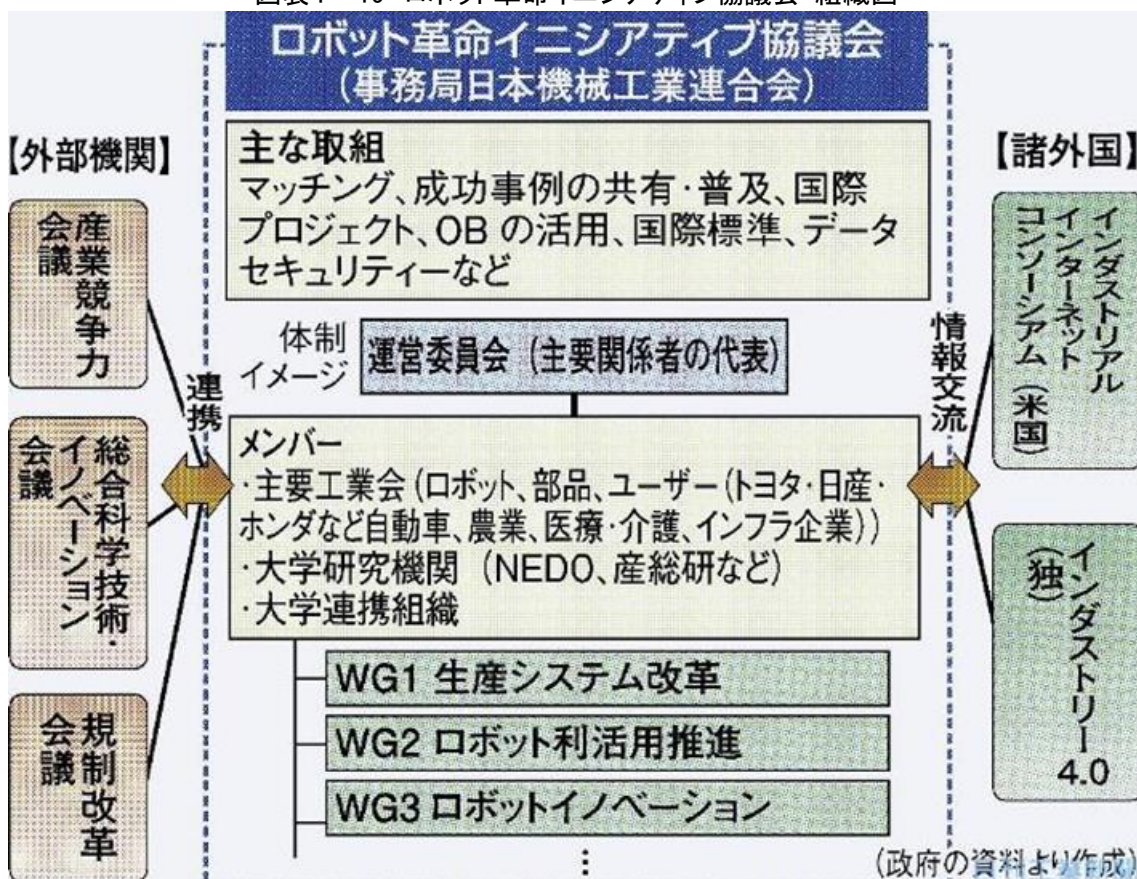
出典) 経済産業省 予算概算要求 イノベーションに関わる予算

http://www.meti.go.jp/main/yosangaisan/fy2016/pdf/01_2.pdf

3) ロボット革命イニシアティブ協議会

ロボット革命イニシアティブ協議会は、2015年1月23日にロボット革命実現会議より提案された、「ロボット新戦略（Japan's Robot Strategy—ビジョン・戦略・アクションプラン）」の中で設置が策定された。また、政府は同年2月10日、日本経済再生本部において「ロボット新戦略（Japan's Robot Strategy—ビジョン・戦略・アクションプラン）」を政府の方針として決定した。メンバーおよび運営委員会は、主要工業会（大手自動車企業、インフラ企業など）、大学研究機関などその代表者からなり、各種WG（ワーキンググループ）を構成している。また、国内の機関だけではなく、海外のIICやIndustrie4.0構成グループなどとも積極的に情報交換をしている。

図表1-19 ロボット革命イニシアティブ協議会 組織図



出典) (株)日刊工業新聞社 「ロボット革命イニシアティブ、200社・団体が参加、オール・ジャパン体制へ」 (2105/5/13)

<http://www.robonable.jp/news/2015/05/robolevolution-0513.html>

そもそも、ロボットと IoT の関係、また、ロボット革命イニシアティブ協議会に求められるものとは何であろうか。

従来、ロボットとは、センサー、知能・制御系、駆動系の 3 要素を備えた機械であると捉えられてきたが、劇的な変化を迎えつつある。第一に、AI(人工知能)の発展を背景に、単なる作業ロボットから自ら学習し行動するロボットへと「自律化」に向かって変化している。第二に、従来データで一方的に管理される側であったロボットが、自らデータを蓄積・活用することにより、新たなサービス等の付加価値の源泉となりうる、つまりパソコンなどの「情報端末化」の流れも起きている。最後に、ロボットが独立して動くのではなく、他のロボットと相互に連動して動くようになる、「ネットワーク化」の流れも進んでいる。IoT において、このネットワーク化されたロボットは重要なデバイスとなるであろう。これらの劇的なロボットの変化とともに、ロボットは活躍する範囲が増え、ますます社会の中に浸透していき、IoT 社会を推進する源泉になることが期待される。

これらの理解を前提として、ロボット革命イニシアティブ協議会は 2015 年に設立され、各他団体と連携している。「ロボット新戦略」の中では主たる機能は以下の 5 つとされる。

- ①産学官連携によるニーズ・シーズ等のマッチング推進、解決策の創出
- ②国際標準の戦略的な立案・活用、セキュリティへの対応
- ③ベストプラクティスの共有・普及等
- ④日米災害対応ロボット共同開発等の国際展開を見据えた国際プロジェクト等の企画立案
- ⑤国の研究開発機関等の積極利用、OB 人材の活用

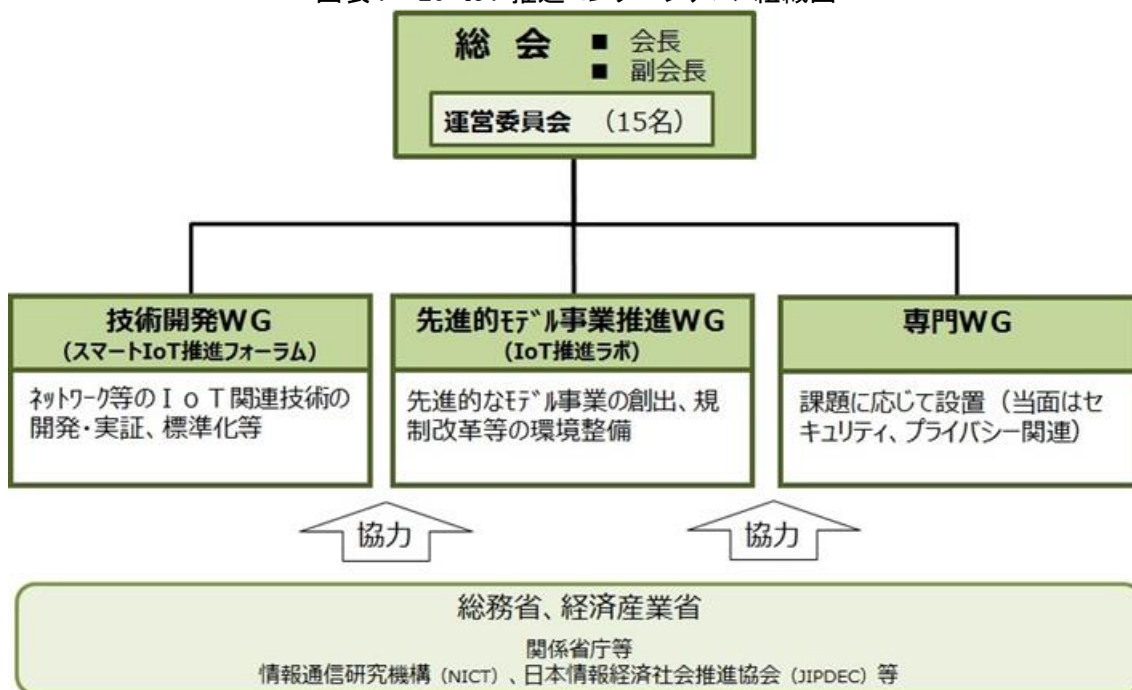
産学官連携や、ベストプラクティスの共有等、重要な情報交換の場として、ロボット革命イニシアティブ協議会は活動しており、様々な講演会、WG(ワーキンググループ)のキックオフを後押ししている。

4) IoT 推進コンソーシアム／IoT 推進ラボの設立

経済産業省と総務省は、2015年10月30日、IoTやビッグデータ、人工知能などに対応し、企業や業種を越え、産学官でのデータ活用を促進するための組織「IoT 推進コンソーシアム」を立ち上げた。あらゆる産業分野の事業者・研究機関が、技術開発や課題に向けた提言をすることにより、日本が一丸となってIoTへ取り組むための機関である。15名の運営委員会とその下の「技術開発」「先進的モデル事業推進」「専門」という3つのWG(ワーキンググループ)から成り、会長には「日本のインターネットの父」と称される慶應義塾大学 環境情報学部長 教授の村井純氏が就任している。また、NTT 代表取締役社長の鶴浦博夫氏、日立製作所 執行役会長 兼 最高経営責任者 (CEO) の中西宏明氏の2人が副会長を務める。

先進的な事例創出のために、IoT 推進コンソーシアムのメンバー内での情報交換や、マッチングイベントによるプロジェクト創出を支援する。プロジェクトも、ベンチャーを中心とした短期的なものから、社会への実装に向けた大規模プロジェクトまで、様々なプロジェクトがIoT 推進コンソーシアムを通じて組まれることを想定している。

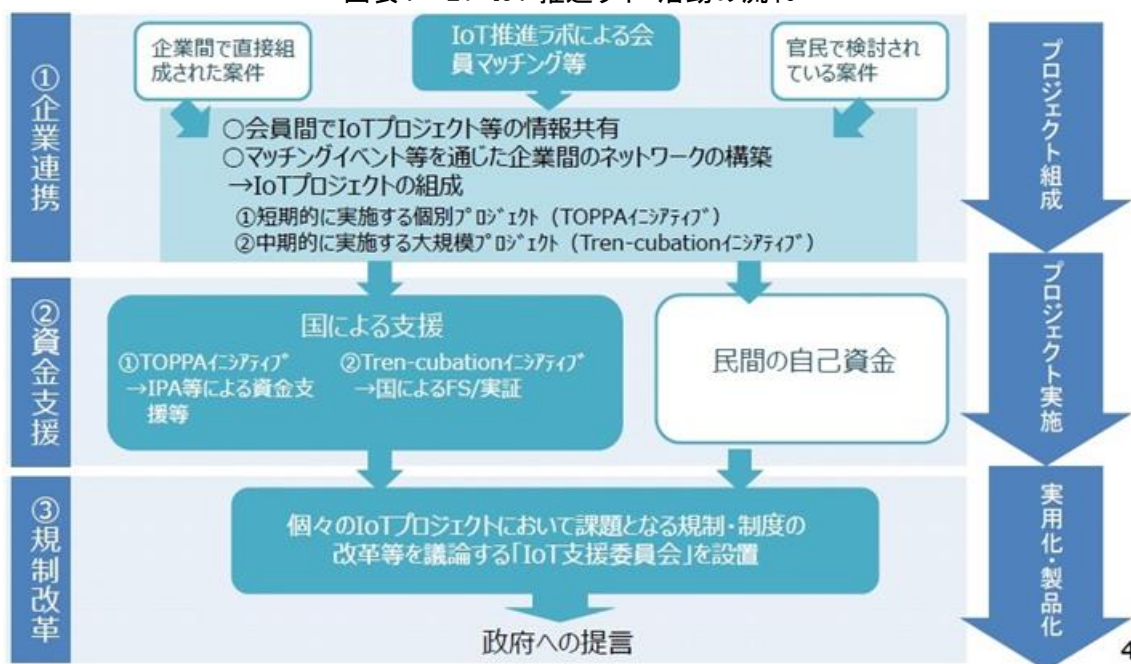
図表1-20 IoT 推進コンソーシアム 組織図



出典) IoT 推進コンソーシアム
<http://www.iotac.jp/>

中でも、先進的モデル事業推進 WG は「IoT 推進ラボ」と名付けられ、①企業間連携の強化に向けた環境整備、②IoT プロジェクトへの資金援助、③課題に対する規制改革、ルール形成、④IoT 推進に向けた分野別戦略の策定の政府への提言などが期待され、IoT 推進に向けた産学官の拠点として位置づけられている。データ活用ビジネス創出のためには、企業の IoT を活かした未来投資の加速、IoT の破壊的ユースケースの創出ができる環境を整備することが重要であると強調した上で、IoT 推進ラボは活動を加速していく見通しである。

図表1-21 IoT 推進ラボ 活動の流れ



出典) 商務情報政策局(2015/10)
http://jpca.jp/wp/wp-content/uploads/2015/10/Iotsuisin_gaiyo.pdf

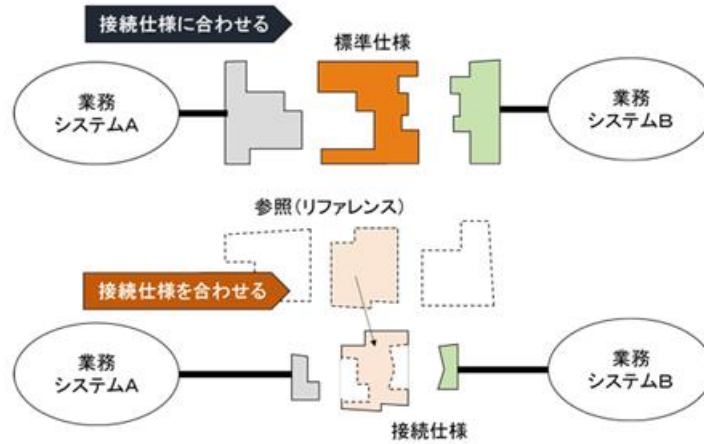
5) IVI

ドイツの「Industrie4.0」や米国の「Industrial Internet」を受けて、日本でもIoT とものづくりを繋げた次世代の「つながる工場」に対するアプローチが注目されている。そこで、2015年6月、国内でも企業間の垣根を越えて、協力を進めることを目的としたコンソーシアム、「Industrial Value Chain Initiative」(以下、IVC)が発足した。IVIは、日本機械学会生産システム部門の「つながる工場」分科会が母体となっており、発起人は、法政大学デザイン工学部 教授 西岡靖之氏が務める。IVIの目的は、「共通基盤（各企業で共通のやりかた、あるいは共通にすべきやりかた）と、競争領域（各企業の独自技術で競争すべき領域）を切り分け、前者を共通基盤として整理し共有することで、各企業の固有の技術が相互につながるしくみを構築すること」であり、ドイツの Industrie4.0 のようなトップダウンでも、米国のような大企業がイニシアティブを取る方法でもない。あくまで、日本に合った方法で「つながる工場」を実現させるとしている。「つながる工場」のポイントは、共通化・標準化である。

そもそも、日本の製造業において、企業内の共通化は達成されていることが多い。トヨタのかんばん方式は、部品メーカーから組み立てまで全てのレイヤーで標準化を行っており、それが需要に柔軟でコストのかからないトヨタ生産方式を実現させている。しかし、一方で企業間連携は無いに等しい。これは日本固有のクローズドな文化や自前主義であり、全てをブラックボックスにしてしまっているためである。それが競争力の源泉ではあるのだが、マーケットがグローバルに展開し、競争相手の多くが海外のグローバル企業を含むサプライチェーンとなったとき、これまで競合していた相手とも協調しながら、グローバルな土俵で戦わなくてはならなくなってきた。ここで必要なのは、共通基盤と、競争領域の切り分けであろう。日本はこの二つの領域を区別しておらず、結果、全ての領域をクローズドにしてしまっていた。この中の、共通基盤を厳格な標準とゆるやかな標準を駆使して、各企業の競争力を担保したまま、つながる工場の実現に寄与することが、IVIの主な目的となる。

厳格な標準とは、厳格なルールや規約にもとづいた標準であり、異なる装置と装置がダイレクトに接続する場合に用いられる。しかし、厳格な標準だけでは、生産現場など、改善活動をとまなう人が中心の仕組みでは、かえって人の創意工夫を阻害する可能性が考えられる。一方、ゆるやかな標準では、最低限の共通化する部分のみが規定され、個別の変更や部分的改良を許容する。日本のものづくりは、「擦り合わせ」と言われるように、現場の人々による絶え間ない改善によって成果をあげてきた。それに準ずるためには、厳格な標準だけでなく、ゆるやかな標準が必要である、ということがIVI設立にあたる大きな信念である。

図表1-22 ゆるやかな標準



出典) IVI ゆるやかな標準
<http://www.iv-i.org/standard.html>

具体的な活動としては、各ケースからリファレンスモデルの作成、各種 WG やセミナー等を通じての会員の情報交換、プロジェクトの支援などが挙げられる。また、リファレンスモデルでカバーしきれない個別化の部分で、「プロファイル」(機器や装置など、ネットワークにつながるしくみが、それぞれどのような機能や構造をもっているかを示す情報)として ICT に落とし込み、記録として持つことが重要とされている。これにより、リファレンスモデルの共有だけでなく、個別の業務の多様性もシステムティックに管理することを推奨している。

第2章 セミナー概要

本事業では、IoT等による社会経済の変化と波及に着目し、今後具体的にどのような変化が起き、そして九州経済がどう変わっていくのかをテーマとしたセミナーを2回実施した。実施内容は、以下の通りである。

(1) 第1回セミナー

1) 第1回セミナー式次第

平成27年度 第4次産業革命・IoTの動向と九州の産業研究セミナー

第1回セミナー: 新たな情報革命がもたらす産業と社会の変化 ～IoT時代における九州の産業と社会の課題～

主催: 九州経済産業局、九州大学、(一財)九州地域産業活性化センター、
(公財)九州経済調査協会、九州半導体・エレクトロニクスイノベーション協議会
後援: (一社)九州経済連合会、九州商工会議所連合会、九州経済同友会、九州経営者協会

会期: 2015年10月13日(火) 14:00～16:30
会場: 電気ビル共創館 3F カンファレンスルーム A

- 式次第 -

- 14:00～14:05 主催者挨拶
一般財団法人九州地域産業活性化センター
- 14:05～14:45 講演1 新たな情報革命がもたらす産業と社会の変化
～データ駆動型社会の到来を見据えた変革～
経済産業省 商務情報政策局 情報経済課 小林 正孝 氏
- 14:45～15:25 講演2 GEのインダストリアル・インターネット戦略
日本GE(株) 専務執行役員 政策推進本部 本部長
浅井 英里子 氏
- 15:25～15:35 小休憩
- 15:35～16:15 講演3 IoTで変わるビジネス、生活、社会
シスコシステムズ(合) 専務執行役員 シスココンサルティングサービス
鈴木 和洋 氏
- 16:15～ 質疑応答(～16:30)

以上

2) 第1回セミナー要旨

①講演1 新たな情報革命がもたらす産業と社会の変化

～データ駆動型社会の到来を見据えた変革～

経済産業省 商務情報政策局 情報経済課

小林 正孝 氏

同氏の講演では、IoT (Internet of Things)、ビッグデータ、AI/諸外国の動き/日本の状況/政策の動向の、主に4つについて話された。

まず、IoT等の概略について説明された。2000年代から急速に普及したインターネットとモバイル機器によって、多種多量のビッグデータを迅速に活用できるようになった。このビッグデータの利活用によって、事業運営の効率化(プロセスイノベーション)、潜在需要を喚起する新商品・サービス開発・提供(プロダクトイノベーション)、社会的課題への対応(ソーシャルイノベーション)がもたらされる。

さらに、従来型の人工知能(AI)にブレークスルーが起きつつある。ディープラーニング等の機械学習と呼ばれる自ら学ぶ人工知能が登場し、ビッグデータを教材として、複雑多様な現実社会でも幅広く応用される可能性が出てきている。

これらのデータ収集・蓄積・解析技術等の進歩により、実社会(IoT:モノのデジタル化・ネットワーク化)とサイバー空間(ビッグデータ解析:AIの進化による判断の高度化・自動制御)の相互連関があらゆる領域に実装され、大きな社会的価値を生み出すデータ駆動型社会(Cyber Physical System)となる。

あらゆるモノや情報がインターネットを通じて繋がり、それらが互いにリアルタイムで情報をやり取りしつつ(相互協調)、人の指示を逐一受けずに判断・機能し(自律化)、システム全体の効率性を高めるとともに新たな製品・サービスを創出する(高度化)ようなインパクトをもたらす。

この結果として、産業構造、就業構造及び経済社会システム自体の変革をもたらす。特に、ディープラーニングをベースとするAIが、人間や周囲環境の反応も踏まえて自動認識し、行動設計を行うような技術によって、これまで人が行っていた領域を代替していく。産業・就業構造さらに経済社会システムの変革は、個々人の働き方や生活様式を一変させる可能性が高く、これを少子化、地方創生、国際化、サステナビリティ等の課題解決に繋ぐ必要がある。

今後、IoTは、製造業、インフラ、ヘルスケア、小売、物流等の多様な産業分野で大きな波及効果が期待される。それは、これまで使われることがなかったモノ・コトがインターネット等でつながり、資源・資産の活用や人の果たす役割・機能自体を変化させる。これにより、従来の雇用の47%がコンピュータに代替される可能性も指摘されている。

次に、諸外国の動きについて説明された。海外では、ネット上の強み(サービスのプラ

ットフォーム) をテコにリアルな事業分野 (ロボット、自動車等) へ拡大を図るアメリカと、リアルの強み (現場の生産設備・ロボット等) をテコに現場の生産データ等のネットワーク化を通じた新たなプラットフォームを目指すドイツの、二つの動きがある。

IoT でリアルタイムなデータ活用、モノのデータ化が進むと、データを蓄積するプラットフォームが産業の垣根を越えて、破壊的イノベーションを創出し、広範な産業にインパクトを及ぼす。

米国ではビッグデータの活用による取り組み「Industrial Internet」を民間主導で行い、ドイツでは官民で「インダストリー4.0」に取り組んでいる。

次に、日本の状況について説明された。米国では Google や Amazon 等の企業がプラットフォームを確立し、製造業・サービス企業に対し優位性を確保しつつある。一方、日本では国内で一定のプラットフォームとなっている企業もグローバルでは小規模に留まっている。これは、インターネット、ソーシャルネットワーク、モバイルへの対応の遅れによる。また、日本企業は、データの使い方が分かっていない企業が多く、世界的にもデータの活用による新たなビジネス創出に遅れている。また、日本企業は事業戦略が固定的で、時代に応じて大胆な投資や機敏な変化の選択が困難なことが対応を遅らせている。また、経営トップが内部出身者に偏っていることもその一因である。

今後、「第四次産業革命」が世界的に進み、欧米による産業の標準化が展開され、対応が遅れると、日本の強みである自動車や工作機械等の製造業も競争力を失う恐れがある。そのため、今日、産業の垣根を越えた大変革が必要となっている。

最後に、政策の動向については、IT の進歩を前提としていない制度を変え、データを活用した新しいビジネスを創出する枠組みの整備やセキュリティ対策、CPS を支える基盤技術 (AI・自立センサシステム・大容量データ処理等) の強化、人材育成を行う。

また、自前主義に固執し、成長のエコシステムの構築・参画ができていない状況を打破するような企業間連携を進めていく。ベンチャーを含めて CPS にチャレンジするゲームチェンジを起こす環境を強化していく。

このためには、自動走行の社会実装、自律航行ドローン物流各分野等の IoT を活用した先進モデルを各分野で創出していくことが重要である。その際、IoT ベンチャーにとってハードウェアの垣根が高く、ソフトウェアとハードウェアの融合が必要だが、これをマネジメントする機能が弱い。こうしたこともあり、「IoT 推進ラボ」を 2015/10/23 に発足させ関係企業を集めて、IoT 実装プロジェクトを組成していく。あわせて、IoT に対応していくための官民の共有ビジョン (「新産業構造ビジョン」) を平成 27 年度内に策定する。

②講演 2 GE のインダストリアル・インターネット戦略

日本 GE 株式会社

専務執行役員 政策推進本部 本部長 浅井 英里子氏

GE は創業者エジソン以来、「今、世界が必要としているものを創る」という社是で事業に取り組んできた。このため事業の買収、売却で適切なポートフォリオを組んできた。現在、インダストリアル（製造）75%、キャピタル（金融）25%の割合だが、キャピタル部門を売却し、インフラを支える製造業中心の企業へと変わる。

製造業へ回帰するといっても古い製造業に帰るのではない。モノを造るだけでなくモノから生み出される情報を活用したサービスと一体となった製造業としての進化を図っていく。情報を活用したサービス事業の売上は、ここ 10 年で 2.0 兆円から 4.2 兆円となり、産業部門の利益の 75%までになっている。なお、18.9 兆円の受注残高があり、情報を活用することでさらに成長が期待される。GE のサービス事業は、まずは機器を販売先に対する部品の販売と修理であったが、次に長期の保守契約で安定した顧客との関係でリスクの共有、コスト低減を実現してきた。現在は、データを活用した適切な時期でのメンテナンス、これによるダウンタイムの解消、効率的運用のサポートを通じ、顧客の資産の最適化・最大能力の発揮を実現していく事業へと進化している。これにより顧客との関係は機器販売からビジネスパートナーへと変化した。

GE は製品、サービスを単体で売っていくハードウェア企業から機器から生まれてくるビッグデータ分析し顧客にソリューションを提案するハード+ソフト企業へと変化している。そのためには、社内文化、人材育成、意思決定等の社内プロセスの変化が必要であり、これに強く取り組んでいる。インターネットは BtoC で、インダストリアル・インターネットは BtoB での機会がある。GE は世界でこれまで数多くの産業機器を設置してきた。ガスタービン 3,900 基、風力タービン 22,800 基、航空機エンジン 28,200 基、石油・ガス掘削機器 20,700 基、医療診断装置 140 万台の実績がある。これらにセンサーを取り付けており、運転状況、部品の状況、使用条件等のビッグデータをリアルタイムで収集していく。

センサーの価格が低下したことより、センサーを通じた大量のデータが収集できる。これまではデータは企業内部では活用されてきたが、これからは外部とのデータ利用が進んでいく。技術的にはセンサーを介した医療も可能となってくる。

しかし、機器から情報を取るだけでは何の価値も生み出さない。膨大なデータを解析し知見に変えて新しいサービスを生み出していくこと、データから知見を生み、知見から成果を生み出していくことが「インダストリアル・インターネット」であり、GE はここにメーカーの強みを活かしていく。知見を生み出すために GE では独自のアルゴリズムを開発している。「インダストリアル・インターネット」において、データの解析に関する技術開発がコアとなってくる。産業機器はすでに高度に効率化されているが、インダストリアル・

インターネットによる情報解析にもとづく運用の効率化が1%でも効果は大きい。航空機の1%の燃料削減で15年間で300億ドル、発電で660億ドル、医療用機器で630億ドル、石油・ガス掘削で900億ドルの削減が見込みまれる。

航空機分野の事例では、現在、航空機の遅延による損害は4兆円に上っている。このうちの10%がメンテナンスの遅れによるもの。この部分はエンジン、航空機部品のセンサーからの情報を活用することにより問題の早期発見、予知などが可能であり適切なメンテナンスについては効率的な航空機の運用、管制に活かすことで改善できる。(Intelligent Operation) メンテナンスだけではなく、機器のセンサーから得られた情報を気象、運航状況等のデータと合わせて分析することでエンジンの最高の性能を発揮させるとともに最適な航空機の運航調整や飛行計画(航路等)の最適化に活用できる。GEはAccentureと合併でTalerisを設立し、ツールを開発し、28の航空会社に提供している。

エアアジアは、航路変更により10億円/年の節減を達成し、2017年に30億円の節減を目標としている。ブラジルでは2014年ワールドカップ、2016年オリンピックが開催される。空港は飽和状態だが飛行機による海外からの訪問客は2007年の2倍とみられている。この対策として主要航空会社共同でビッグデータを活用して現在の空港の状態を離発着のオペレーション改善のソリューションを開発し、10の空港で活用する。これにより、飛行経路・飛行時間短縮、燃料節減・CO2削減が図られている。今後、次世代のデジタル航空ナビゲーションシステム開発に繋いでいく。

火力発電ガスタービンには100個以上のセンサーが取り付けられており、稼働状況・部品の損傷などのデータが1基当たり500GB/日送られてくる、これが世界に3,900期ある。こうした機器から送られてくるデータはアトランタで監視している。また、風力発電用タービンでは、300基が稼働している地域があり300期の立地や環境に伴う相互干渉も考慮し、300機を一つのチームとして最適稼働による最大の出力を発揮するインテリジェント化を図り、発電量5%・信頼性向上を実現している。

GEはビッグデータの解析、ソリューションの開発といったソフトウェアを重視し、2011年11月にシリコンバレーに、10億ドルを投資し、1,000名のソフトウェア技術者を採用し、「グローバル・ソフトウェア・センター」を設立した。2015年にはソフトウェア技術者が14,000人となっている。

GEでは多くの産業機器(航空、医療、資源掘削、発電、輸送等)の最適運用(信頼性、経済性、生産性、効率化、生産性)のソリューションのプラットフォームとして、「Predix Cloud」を開発した。世界初の産業向けクラウドソリューションで高いセキュリティとスピーディな処理が可能である。2016年に商用サービスを開始する予定である。「Predix」をピツニーボウズに提供し、産業用アプリを共同開発しており、機器の故障・修理・保全の最適化、機器の生産性・効率化の評価等のツールを提供していく。今後、ソフトウェア、通信等の企業とグローバルなパートナーシップによる「エコシステム」を構築しインダストリアル・インターネットを進めていく。インダストリアル・インターネットは、機器・

生産の最適化による効率向上・コスト削減やリスクを発見していくのみならず、ビッグデータから生まれる知見による新たなサービスを創造し、新たな市場と顧客を創っていくという大きな意味がある。

産業機器メーカーの未来はハードウェアだけでなくソフトウェアを活用し膨大な情報を解析できる企業になること。このため、GEは2015年10月1日に、ソフトウェアセンターや各事業のソフトウェアチームを統合し、事業部門として「GEデジタル」として発足させる。2020年には「Predix」などにより150億ドルの売り上げを目指すとともに、GEを「デジタル・インダストリー・カンパニー」とし、「今、世界が必要としているものを創る」。

③講演 3 IoT で変わるビジネス、生活、社会

シスコシステムズ合同会社

専務執行役員 シスココンサルティングサービス 鈴木 和洋氏

シスコシステムズは 1984 年にスタンフォード大のコンピュータオペレーター 2 人により創業された。事業は当初のルーター、スイッチなどのネットワーク機器の生産・販売から IP 電話、ビデオ会議システムそしてデータセンターへ展開し、広くネットワークシステムとソリューションサービスが事業となっている。120 カ国に展開し、2015 年度の収益は 490 億ドル、現金 600 億ドル。これまで 180 社の M&A を行い事業を拡張してきた。

1960 年から 2010 年の 50 年間でフォーチュン 500 企業のうち 81% が入れ替わっている。現在進行している IoT でも同じことが起きると考えられる。また、オックスフォード大学によれば IT により現在の職業の 50% がなくなると言われている。(退場したもの：CHRYSLER、POLAROID、OTIS、QUAKER 等、残っているもの：IBM、GE、AT&T、ZEROX、CORNING、PEPSICO 等)

インターネットとビッグデータを使ったビジネスは加速度的に既存のビジネスを破壊しつつある。本の販売における AMAZON、タクシー配車の UBER、宿泊予約サイトの Airbnb、出版広告としての Googl、Facebook、決済サービスの Square、自動車における TESLA MOTORS とあらゆる分野に及び既存のビジネスモデルと企業を凌駕しつつある。

これは、その業界のこれまでの手法のみならず関連業界を一変するもので、例えば、TESLA MOTORS の電気自動車ではドライバーが不要であったり個々の利用の仕方が異なったりすることから、R&D のやり方が変わってきたり、広告も現在のようなメディアを通したものではない形になってくる。このように、IoE は既存のビジネスにとって広範で加速度的な破壊力を持って変化をもたらしてくる。

シスコシステムでは IoT ではなく IoE と言っている。機械と機械の M2M、人と人の P2P、機械と人 M2P を超え、人・機械・データといったあらゆるものがつながる、Internet of Everything (IoE) とするのがふさわしいのではないか。シスコシステムズは、現在はつながっていないものつなぐことでクオリティオブ・ライフ向上、安全・安心の実現といったビジネスの価値を創出する。

日本国内だけでも繋がる対象は 10 億を超え、IoT の実装価値は 87 兆円以上と見込みまれる。世界では 1,400 兆円。この、87 兆円、1,400 兆円の考え方はセンサーを取り付けた機器・部品とその利用による直接・間接のサービスによるものだけではなく、それによってもたらされる効果に対する対価（例えば、エアコンの制御とこれに連動した関連機器の制御・サービスにより電力使用が減り、それにより電力会社のコストが削減されればその報酬）を得、これが全国に波及したとの想定による。

また、IoT は航空事業の事例にもあるように、機材とメンテナンス事業から予防保守・予

兆補修、航空機機材の配置最適化という新規事業へ、さらにフライトプランの最適化とフライトのエコ化といった拡張性を持っている。日本においても多くの分野で IoE が価値を生み出すと考えられる。なかでもスマートファクトリーは 13.9 兆円と最も大きい。インテリジェントな製造装置・環境で、多様な材料の加工、カスタマイズ製品の生産が可能となり、品質・生産性の向上、生産ラインの小型化、コスト低減、省資源・省エネルギーによる収益向上。知識の共有によるスキル向上が期待される。

シスコシステムズの 2014 年度の日本での取り組みは、「Smart FOA」に資本参加、IoT イノベーションセンターの設立、東芝とのアライアンス、慶応大学の IoT 研究へのファイナディング、京都府と MOU 締結、「IoT System」の発表を行った。

工場内をつなぐシステムとして「スマートコネクテッドファクトリーソリューションズ」を提案している。この中で機器の稼働状況の監視によるダウンタイムをゼロやエネルギー管理、予防保全などを行っている。また、熟練工の作業をビデオマニュアルにした技能伝承も行っている。これによるロボット監視はファナックを通じて GM に導入している。公共分野では、シスコはシカゴ、ハンブルグ、バルセロナ、リオデジャネイロ等、世界 30 都市で街、交通、学校、病院、球場、空港、港湾等の都市機能をつないだスマートシティプロジェクトを支援している。特に、シスコシステムズは人に対する ICT 活用のリーダーとして評価されている。

バルセロナは ICT による多様な市民サービスに活用している (Smart Lighting、Smart Parking 等)。こうした取り組みが ICT の実証事業を提供するものとして、ICT ビジネスを起業しやすい都市として、企業、雇用、生産額の増加につながっている。

シカゴでは、ICT によるサービス・ビジネスのため積極的な情報公開を行っている。例えば犯罪履歴情報の公開し、この分析による対策で安全な都市としての認知が高まり人口増に転じている。また、交差点をカメラで監視し、交差点の信号の時間をリアルタイムで調整している。

コペンハーゲン空港では、スマホの登録により運航状況の情報提供を行うとともに、利用者の動線把握し、保安・税関要員の適正配置、空港レイアウト調整、空港内店舗の販売対策等に活用し、利用者、空港管理者、店舗の効率化、利便性、売上向上に反映させている。

スポーツ分野では、世界の 250 のスポーツ施設で、スタジアム・観客・プレーヤーを結んでサービスの価値を高めている。電波の角度を調整できるスタジアムに特化した WiFi と 800 ものデジタルサイネージを設置し、スタジアムのどこでもフィールドの映像が見られスマホでも受信できるようにしている。サッカーではゴールのリプレイを見ることができる。また、選手にセンサーを付け、選手目線の映像、衝撃度、選手の健康状態も見ることができる。これに広告を載せることで収益を出している。日本にはそうしたスタジアムはない。

このように、IoE は、ハードそのものを新しくすることなくハードが陳腐化しても価値を

上げる仕組みを創ることができる。IoEはこれまで見出されていなかった様々な時間、場所、分野等で新しい価値を生むことができるし、利便性を高めていくことでリピーターも増やせる可能性がある。どこに、新しいサービスがあるかを見出していくことが大事になってくる。

IoEは、これまでの産業構造を大きく変える。これにより、就業構造も大きく変わってくる。企業も必要な人材、狙っていくマーケット、提供するビジネスソリューション等が変わっていく。企業を変え、ビジネストランスフォーメーションを行っていくことが重要になる。IoEはそのドライバー（駆動力）になる。

3) 質疑応答

①事前準備質問：「IoTは我々の生活をどのように変えるのか？」

Ans. 経産省

プラットフォームをいかにして作るかが重要。プラットフォームだけを作っても何も動かない。各企業の強みと言える製品、システムや技術がある上で、プラットフォームを作ったところに人が集まり、そこから生活が変わる。

Ans. GE

GE 社内ではエンジンの開発技術をオープン化して社外から新しい技術のアイデアを募集した。募集の結果インドネシアの 22 歳の男性エンジニアが最優秀となった。当初、社内からは社外の間人がそんなに優秀なはずが無いなど、大変な反発があった。しかしながら、その男性エンジニアの技術（軽量化工技術など）は過去例が無いもので、当初反発していた社内の人間も次第に彼の技術に納得していった。このような事例のように IoT の世界では特段の技術や資金が無いと開発が出来ないというわけではなく、今後は無名のエンジニアが次々と現れる可能性がある。

Ans. シスコ

一時的に格差が生じる可能性がある。IoT を使える人々と使えない人々というふうには。ビジネスの世界では、IoT の分野は、アイデアとやる気次第でどんどん成長出来る分野になっていくだろう。

②会場内質疑応答：北九州市役所—石井様の質問

IoT が進展普及していく中で、市内企業の 9 割超の中小企業の中には IoT についていけない企業も出てきて、格差が生じる可能性もあるが、今後中小企業はいかに IoT と向き合えばよいのか

Ans. 経産省

経産省では IT 推進ラボというものをやっている。現状では、中小企業間の相互コミュニケーションは取りづらい状況であると認識している。しかし、今後 IoT を普及させていく中で、IT 推進ラボを中小企業などの意見を募る場にしたいと考えている。

Ans. シスコ

日本はとにかくモノを安く作るという技術がすごく、その分野では世界一。ただ、商売が下手でその技術を売り込むノウハウを向上させる必要がある。IoT を利用することにより

中小企業もそのノウハウを身に着けることが可能。

Ans. GE

3D プリンターの技術が大変進歩しており、資金力や人材が不足する中小企業でも大企業に劣らないような製品を作ることが可能になった。中小企業も IoT を十分に利用することが出来ると思う。

③会場内質疑応答：参加者からの質問（男性）

IoT を利用したシステム、実績には素晴らしいものがある。スポーツスタジアムや介護で海外事例の紹介があったが、日本にもすぐに導入したら良いと思うが、その可能性は？

Ans. GE

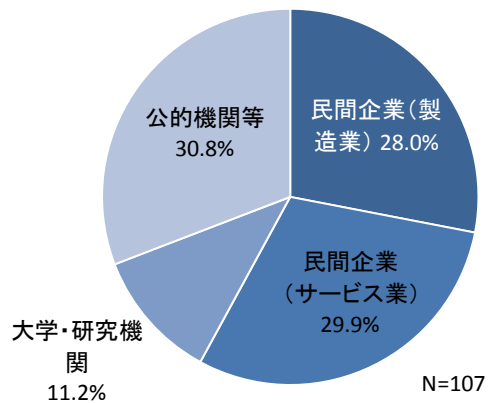
IoT を利用した見守りシステムなどは九州で実績がある。ただデータ量が不足しており、今後積み重ねていきたい。その結果が出せれば、日本全国に展開していきたい。

Ans. シスコ

スタジアムへの IoT 導入などは東京オリンピックを待たずに、すぐにでも機会があれば日本に導入したいと考えている。スタジアムの海外事例で言えば、アメリカのネブラスカ州の州立大学が運営するスタジアムは IOT の導入により年間 93 億円も売上げている。また、教育面で言えば従業員の意識改革が最も重要。日本への導入に向けてはそういった面をクリアして導入となっていこう。

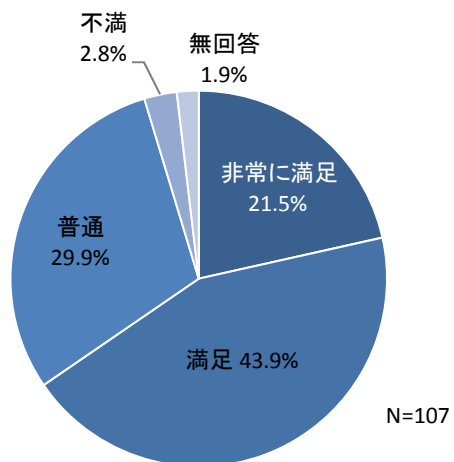
4) アンケート結果

①所属の業種を教えてください。

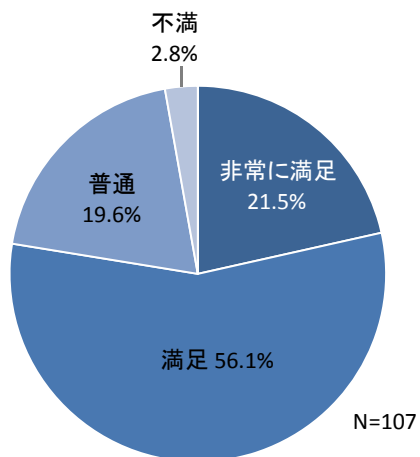


②本日の講演内容は、いかがでしたか。

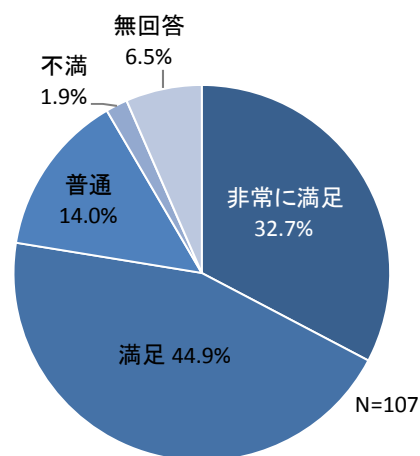
講演1 新たな情報革命をもたらす産業と社会の変化



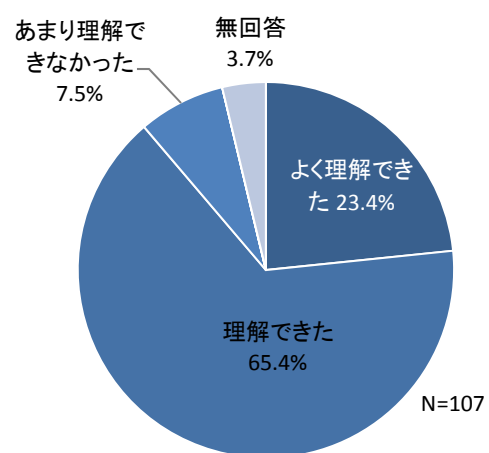
講演2 GEのインダストリアル・インターネット戦略



講演3 IoTで変わるビジネス、生活、社会

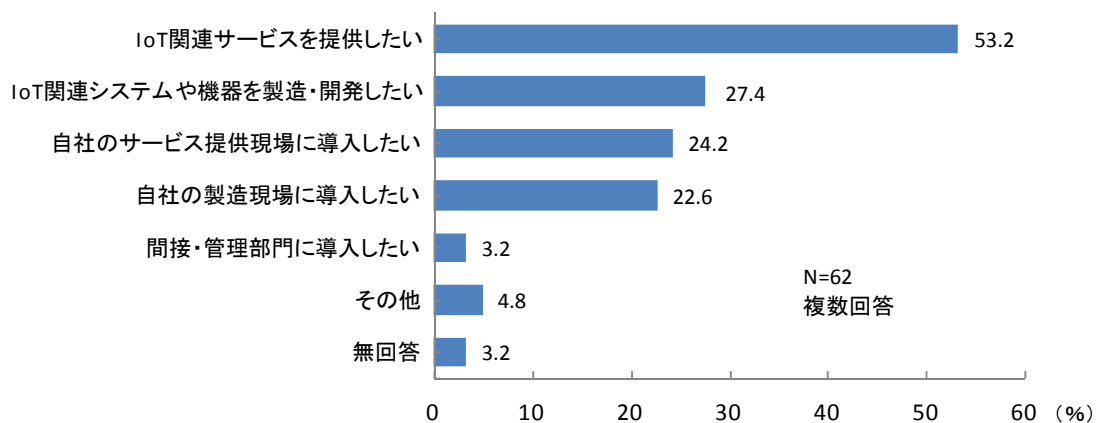


③ 今回のセミナーに参加して、第4次産業革命やIoTに関する理解は深まりましたか。

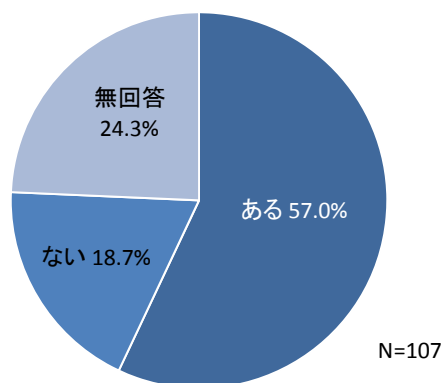


④民間企業の方に伺います。

第4次産業革命やIoTに関して、今後、どのような関わり方が考えられますか。



⑤今後も関連したセミナーを開催予定です。今後、知りたい内容はありますか。



⑥前問で「1. ある」と回答した方に伺います。具体的にどのような内容について知りたいですか。

- ・ BigData、Deep learning
- ・ IoT+サービスでサービス例にフォーカスした内容
- ・ IoTが進んだ場合の中小企業に対する影響
- ・ IoTで使用する通信技術
- ・ IoTとAIの融合。あるいは今後の方向性
- ・ IoTとインフラ。その整備。
- ・ IoTと医療、介護分野の活用について
- ・ IoTと社会の関わり方（わかりやすく）
- ・ IoTと端末について
- ・ ハードの企業とソフトの企業をむすぶためには
- ・ 端末に求められる工作

- ・ 開発のための金集めは？
- ・ IoT と地方創生、IoT がもたらすビジネスと人材の変化
- ・ IoT の事例紹介（中小企業中心に）
- ・ IoT 中での商材、IoT 中での地方創生のチャンス
- ・ IoT ベンチャーの具体例をもっと知りたいです
- ・ IoT をより分かり易いセミナーを開催して欲しい（初歩の初歩）
- ・ IoT を関連システムに参入するための方策、連携の進め方 AI がどのように普及していくのか
- ・ IoT を具体的に実業にいかすにはソフト+ハード+マネジメントが必要になるがまねじめんと部分を
- ・ どうしたらよいかを今後も情報として知りたい
- ・ IoT を実践した具体的な事例・実例をさらに知りたい（異業種が参考になる）
- ・ インダストリアルインターネット、インダストリー4.0、IoT で市場は拡大するのか？
- ・ 整理統合が進み、全体的な市場は縮小するのではないか？
- ・ 小さなベンチャーが乱立するだけで経済効果は小さいのでは？
- ・ 大企業は少数で一人勝ちし、淘汰されるのでは？この辺りが知りたい。
- ・ インダストリー4.0 への取り組み事例あれば。
- ・ インフラへの適用技術について
- ・ セキュリティ
- ・ センサー技術、半導体・エレクトロニクスなど
- ・ ビッグデータの活用
- ・ モノづくりの変化よりも、製造業のビジネスプロダクトがどう変わり得るか、IoT がもたらす新しいサービス、プロダクトの変化とその収益化モデルについて
- ・ ユースケースの事例。導入の課題。自治体の取り組みなど
- ・ ローカルサービスとの寒冷性、ディープデータとしての活用等
- ・ 各企業、自治体などが抱えているデータを集めてくるか、所有権はどうなるのか
- ・ 企業の取組の実例集をもっとききたい
- ・ 九州（より地場）に踏み込んだ IoT などのビジネス展開や動向について知りたいと考えます
- ・ 九州の IoT 関連事例
- ・ 具体的な成功・導入事例（一過性の補助事業とかではなく定着した事例）
- ・ 具体的事例
- ・ 建設業における IoT 活用について
- ・ 公共インフラ・サービスへの導入事例
- ・ 国の IoT、産業革命に対する考え方
- ・ 事例紹介

- ・ 時間が短いので、内容全般を深く知りたいと思う
- ・ 次回のセミナーに期待しています
- ・ 従来製造中心の会社が IoT, IoEwo 導入（自社工場向、自社製品の AS 向に）する際、関連部署の
- ・ 人材はどのような人材を集め、どのような教育をしなければならないか？
- ・ 成果とパフォーマンスに実際にどれだけ影響があるか。IoT がもたらす悪い面には何があるのか。
- ・ 製造業における AI、機会学習の事例等
- ・ 大型案件の他、地方の小さなところでも活用可能なソリューション
- ・ 第4次産業革命に関わる中小企業の動向
- ・ 第4次産業革命や IoT を製造業がどのように進め取り組んでいくか、知識のない分野についてどのように手を付けていくのか。
- ・ 地場で IoT に関わる取組をしている企業などの紹介（パートナーシップのため）
- ・ 導入もしくは開発された企業の実体験談など
- ・ 日本、特に、九州における IoT 取り組み事例
- ・ 日本企業（製造業）の取組について特に制御系の取組について
- ・ 未来予測の手法

- (2) 第2回セミナー
1) 第2回セミナー式次第

平成27年度 第4次産業革命・IoTの動向と九州の産業研究セミナー

第2回セミナー:情報革命がもたらす製造業の変革とその波及
～IoT時代における九州の産業の課題～

主催:九州経済産業局、九州大学、(一財)九州地域産業活性化センター、
(公財)九州経済調査協会、九州半導体・エレクトロニクスイノベーション協議会
後援:(一社)九州経済連合会、九州商工会議所連合会、九州経済同友会、九州経営者協会

会期:2015年11月17日(火) 14:00～17:00
会場:電気ビル共創館 3F カンファレンスルーム A

- 式次第 -

- 14:00～14:05 主催者挨拶
一般財団法人九州地域産業活性化センター
- 14:05～14:45 講演1 データ社会における製造業の新たな展開と将来像
経済産業省 製造産業局ものづくり政策審議室 課長補佐(総括担当)
川森 敬太 氏
- 14:45～15:15 講演2 第4次産業革命の実像
アーサー・D・リトル(ADL)ジャパン(株)
プリンシパル ミツ谷 翔太 氏、マネージャー 中司 佳輔 氏
- 15:15～15:25 小休憩
- 15:25～15:55 講演3 インダストリ4.0への取り組みの方向性 ―ロボットを中心として―
㈱安川電機 代表取締役専務執行役員
小笠原 浩 氏
- 15:55～16:25 講演4 インターコネクト技術から見た“Hyperconnected World”
富士通インターコネクトテクノロジーズ(株) 執行役員
横内 貴志男 氏
- 16:25～16:40 講演5 今後の九州経済とIoT/Industrie4.0との関わり
九州大学大学院経済学研究院教授 教授
実積 寿也 氏
- 16:40～ 質疑応答(～17:00)

2) 第2回セミナー要旨

①講演1 データ社会における製造業の新たな展開と将来像

経済産業省

製造産業局ものづくり政策審議室 課長補佐（総括担当）川森 敬太 氏

IoT/ビッグデータによるビジネスサイクルとは、色んな領域でデータを取って、サービスや製品の創出ができないかということである。

そうするとデータが色んなものが取れ、新たなビジネスサイクルが出来るのではないか。そのなかで、ものづくり、車など（自動運転）、スマートハウスなどいろんなものが出てくるのではないか。

IT 技術者の人材についてのデータ（2013）であるが、日米で差がある。日本では8割ぐらいのIT技術者がITサービス企業にいますが、製造業には2割しかいない。

一方、アメリカでは、IT技術者の7割ぐらいが製造業にいます。そして、これから2020年に向かってIoTのマーケットは指数関数的に伸びていく

1980年代からコンピューターを使った自動化が進んできており、製造現場を含めた企業全体のIT化が進んだ。

欧米企業のデジタル化に対する取り組み欧米企業は様々なデータを取っており、その情報を使ったサービスの仕組みづくりをしている。単純なモノの提供ではなく、モノに情報（付加価値）を付けた提供を目指している。特に、ドイツなど製造業に強みがある国は、製造業のシステムやノウハウを標準化しようとしている。

米国のグーグルやGEなどは運用保守などのデータを取得し、ものづくりの付加価値を高めている。ドイツのシーメンスなどは設計・生産などものづくりの生産工程データなどを取得しものづくりの付加価値を高める。製造業のデータ取得・活用を通じて得られる付加価値形態は異なるが、共通点としては顧客のニーズに合ったものを適時適切につくっていくということ（サービス）である。日本企業はいいものをつくることはできるが、マーケティングがうまくない。顧客のニーズに則したモノをつくる、といったことが不得意。今まではエレクトロニクス機器からしか情報が取れなかったが、今ではあらゆるものにセンサーを装着して、データを収集、管理、解析ができるようになった。

製造業のGDPは現在、90兆円弱ぐらい。20年程前の1997年頃は114兆円ぐらいでピークだった。

この10年程度で一番影響を受けているのはエレクトロニクス。エレクトロニクスの低迷にはものづくりを取り巻く大きな環境変化に対し、対応できなかった背景が存在している。日本では産業機械や自動車業界においても危機感が出てきている。

ドイツではシーメンスが直近10~15年でソフトウェア企業の買収を続けている。生産工程のデジタルプラットフォームづくりに必要な企業を次々と買収している。生産工程では、バーチャルとリアルの領域がある。

バーチャルとリアルでの生産工程をリンクさせることで、片方が最適化すると片方も最適になるといった仕組みをつくっている（サイバーフィジカルシステム）

リアルなニーズに応じてマーケットも変える必要がある。それを実現するためのプラットフォームをシーメンスは提供しようとしている。つまり、モノを売るというよりは、ノウハウ・システムを一体化したものを提供していくという方針に転換しつつある。モノ売りからソリューションビジネスへの転換をしているということである。

生産プロセスの革命、効率的な生産システムの構築を目指すといわれている日本の企業ではすでにやっている、と日本企業は考えている。ただ、ドイツの Ind4.0 が本当に目指しているものは、マス・カスタマイゼーションを実行するための仕組み作りである。生産コンセプト（多品種少量のモノを大量生産なみに安くする）を現実化するために、Ind4.0 がある。GE でもモノ売りのビジネスからモノから得られるデータを解析したノウハウを提供するビジネスといった仕組みになってきている。航空会社に提供するエンジンから得られるデータを収集・解析して航空会社に燃費効率などが最適な飛行経路を提供するサービスなどがある。

飲料水自販機の製造販売保守を手掛ける会社オードヴィでは、自販機の稼働率上昇や顧客満足度の向上などを行うためのデータを自販機センサーから収集・解析している。日本と世界で考え方が異なる。IoT によりビジネスモデルの変化があるのかという問いでは、世界では 7 割があると考えているが、日本では変化があると答える企業は 2 割に満たない IoT によるイノベーションは、新たな収益源の創出かオペレーションの効率化生産性向上かという問いには、世界では新たな収益源の創出になると 6 割弱が考えているが、日本ではオペレーション生産性向上になると 6 割強が考えている。

官民対話がますます必要とされている。新産業構造ビジョンでも IoT など変革を踏まえた、将来の経済社会のあるべき姿を提示している。政府では、ロボット革命イニシアチブ協会というものをつくって官民が現場におけるロボット革命実現のための産学官を巻き込んだ推進母体を設置している。

製造業界とサービス業界では求められているものが違う。製造業は、設計・開発、製造にいかん IoT が使えるのかということであり、サービス業は、販売、使用、保守整備にいかん IoT が使えるのかということである。

これから求められるのは両業界の IoT に対するニーズを横串でつないでいくこと。製造業もサービス業になろう、といっても自社にそんな余力はないという会社がよくあるが、今後は他社会社との連携、外注といったアウトソーシングが必要となってくるだろう。たとえば、コマツのコムトラックとかはある程度オープンイノベーションとなっている。今後、簡単な例でいえば自動車業界の効率的な生産システム（カンバン方式）を農業でやってみようなど新しい動きがあるかもしれない。シーメンスがやろうとしているのは、まさにそういうことではないか。

また、自社で得られた技術をブラックボックス化して外販するというやり方もあるので

はないか。コマツは建機の自動施工（IOT 施工）をやっているが、最初からできたわけではない。まずは動き出して、やりながら、模索しながら現在のところまで来ている。コムトラックも始まりは盗難防止というところから出発している。

②講演 2 第 4 次産業革命の実像

アーサー・D・リトル (ADL) ジャパン(株)
プリンシパル 三ツ谷 翔太 氏、マネージャー 中司 佳輔 氏

1886 年、マサチューセッツ工科大学 (MIT) 発祥の経営コンサルティング企業である。主に、企業の経営計画や公共機関の政策立案のサポートを主に行う。分野は幅広く、材料・エネルギー事業、コンポーネント事業、セット商品・ソリューション事業など多様な産業界の知見・ノウハウを有している。ADL は、政府系機関の政策立案のサポートも行っており、「第 4 次産業革命」に関しても、コンサルティング実績を持つ。

ものづくり産業は、あらゆる分野でパラダイムシフトが進行している。第 1 次から第 3 次産業革命の延長線上に、第 4 次産業革命がある。欧米の第 4 次産業革命の実態として、ドイツは、官民一体で製造業アーキテクチャ転換を目指している。アメリカは民主導で製造業のビジネスモデル革新を目指している。

ドイツは、「Industrie4.0」として、自国の強みである製造業の競争力を強化を狙っている。具体的には、つながる工場として、工場内／工場間連携、バリューチェーン連携に取り組む。複数工場の稼働状況の最適化やマス・カスタマイゼーションの実現を目指している。取り組みの中心は大企業だが、この潮流に中小企業も参画する動きを見せている。ただし、ドイツ国内でも取り組みに温度差がある。シーメンスや SAP 等のシステムベンダーが積極的な一方で、フォルクス・ワーゲン等の製造メーカーは慎重な動きを見せている。

アメリカは、「Industrial Internet」として、製造業のビジネスモデル革新を目指している。具体的には、センサーを介して、産業機器からデータを収集・分析し、運用・保守の意思決定に活かすことを目指している。これに取り組む主要な企業である GE は航空機部品の製造に加えて、遠隔メンテナンスの効率化や飛行計画のコンサルティングまでサービス領域を拡大した。元来、顧客側が行う業務を自社に取り組む形でサービス提供し、顧客側の経営改善にも寄与する。こうして、GE は、インフラ提供に加えて、新たな収益源を作り出すとともに、顧客に対して、燃油コストの削減や飛行計画の最適化という新たな付加価値を提供するようになっていく。GE は、「Industrial Internet」の推進に当たって、「ユーザの業務に関する知見の獲得」、「横展開可能なソリューションへの昇華」を特に意識した施策を展開している。

第 4 次産業革命の先進的事例として、言及されている欧米の取り組みについては、日本企業でも、IoT 関連での取り組みは既に実施している。また、欧米の方向性の中には、実現性の低い理想論も混在している。そのため、日本へのインパクトはそれほど強くないといえる。

しかし、製造業の標準化そのものが日系企業にとっては脅威である。ドイツ標準のコンテンツがグローバルに展開されることで、日系企業の製品／サービスが疎外される恐れがある。また、日系企業が良いモノを作るだけの既存ビジネスのみであり、発展性が乏しい

のも事実である。こうした IoT の潮流が、日本の従来のビジネスモデルを革新するための機会とも捉えられる。今後は、各企業で既存事業の中でのビジネスモデルを協業によって創出するとともに、官民一体となって、社会全体の仕組みを見直すことも必要である。

まず、セットメーカーについては、自社製品の使用シーンの再定義を通じたビジネスモデルの再構築である。これを、具体化するために、従来のベストプロダクト追及時の暗黙の了解を見直し、改めて戦略／組織／プロセスの全体像を設計することが必要である。

次に、FA ベンダーについては、今後、製造機器の検出系／出力系／制御系の境界線は曖昧になるため、相互に連携することで、自社事業領域をいかに広げるかが重要である。この際に、データを誰が握るかという点が最も需要になる。

次に、デバイスメーカーについては、IT 活用の進展は、製造業への追い風になる一方で、デバイスの付加価値の低下と、エンド市場のフラグメント化も想定される。そこで、メーカーは、さらなる付加価値の獲得と、展開範囲の拡大を図ることが重要である。デバイス提供に留まらず、ユーザの開発環境としてのモジュール提供への転換も必要になる。

総じて、日本企業に必要な視点として、①ユーザー側の知見を集積する②横展開可能性の担保③人材像や組織プロセスの設計の 3 つがある。これらを実現するために、技術革新のイノベーションから顧客との対話からのイノベーションへ転換する必要がある。また、ユーザーとメーカーが各々単独で考えるのではなく、共同でイノベーションを生み出すことが求められる。九州は、メーカー企業やオペレータ企業の集積があるとともに、大学等の集積もあるので、テストベッドとしての価値がある。

③講演3 インダストリー4.0への取り組みの方向性

株式会社安川電機

代表取締役 専務執行役員 技術開発本部長 小笠原 浩 氏

Id4.0はそもそも長いスパンの話であるのに日本は今年どうするか、と短いスパンで焦っている。

モーターは従来、炭鉱の会社で炭鉱からの石炭運搬に使われていた。この時は、モーターは動力源として使われていた。そこから、モーターを回す（動力源）のではなく、モーターを止める（制御する）という転換からメカトロニクス分野へ展開していった。

モーションコントロールは電子機器を制御するものであり、主要製品にACサーボモーターやインバータがある。システムエンジニアリングはプラント、工場など大規模のものをモーターで回すシステム構築のことであり、主要製品に鉄鋼プラント用電機システム、上下水道用電気計装システムなどがある。また、ロボットについては、よくあるおみくじロボットなどはConsumer向けであり、その意味での連想しやすいロボットは普及しにくいだろう。安川が主に手掛けているのは、溶接、塗装、搬送などを行う産業用ロボットや、半導体製造装置用、バイオ・メディカル用途向けロボットなどである。

売上構成比は海外へシフトしている。ロボット、モーションコントロールで売上をあげているが、id4.0における考え方としては、「中小企業」として戦略を立てていくべきだと考えている。また、そもそもアメリカ・ヨーロッパ・日本・中国は背景が違いすぎるため、個々の国に合わせた戦略・考え方が必要

インダストリー4.0の受益者はドイツであり、ドイツの国際競争力が一番のインダストリー4.0の動機。インダストリー4.0の適応される範囲は自動車、バイク
自動車の作り方が日本とヨーロッパで違う。日本は垂直統合だが、ヨーロッパは水平分業である。インダストリー4.0の適応されない産業（鉄・水、スマホ、家電）であり、（大量生産を仮定インダストリー4.0の効果は薄い。

インダストリー4.0に振り回されず、モーターを作っていく。ロボットそのものは繰り返し動くだけであり、どのように先を読んで、柔軟性を持たせるのか。この動きのパターンの多さ（アプリケーションの多さ）こそがロボットのこれからだと考えている。そのためには、AIなども手掛けていかなければならない。

中国のロボットへの政策について、政府がまる抱えで資金を投入している。文化的にも、ロボット中心の工場である。人の安全性よりロボットの生産性を追求すべきという慣習がある。

日本はロボットがインテリジェンスを持って生産性を上げるべきであり、日本の固有の文化の方向性を探るべきである。

様々なロボットが現状ある。リハビリ用ロボットは、10年後を見据えた投資だが、し

ばらくは赤字続きだろう。今は、宣伝広告としてやっているようなもの。

ロボットに求められることは、①人を超える正確性、②スキルの可視化③柔軟性・自在性である。

ロボットが効率的な範囲は意外と狭い。専門的すぎると専用機械になるし、柔軟的すぎるタスクには人が対応するしかない。この間の領域でロボットが活きる。

インダストリー4.0において、ある程度の繰り返し作業と柔軟性を持たせた産業機械のニーズがある。そこにロボットを使わせたい。また市場トレンドに違いがあり、それぞれに合ったロボットが必要である。例えば、新興国では大規模大量生産で低コスト化、先進国では多品種変量生産で高付加価値・アプリケーション多機能化といったトレンドが考えられるであろう。

④講演 4 インターコネクト技術から見た“Hyperconnected world”

富士通インターコネクトテクノロジーズ株式会社

執行役員 横内 貴志男 氏

講演者は、富士通研究所で材料開発研究や IC チップ周りをいかに高速で信号を流すかといったことを行っていた。現在の会社に移ってからは、安川とかに出す部材を供給したりなどもしている。

インターネットから IoT への変遷について、ENIAC（エニアック）という 1946 年に開発されたものが世界最初のコンピュータ、金額にして 15 億円程度のものである。とにかく計算をするための装置であった。

当初の開発からムーアの法則にのっとなってデバイス集積度はどんどん高まっていった。そうしてマイコンとかサブシステムとか進化していった。大型システム向け実装技術、大容量ネットワークが発展し、システムボードの高密度・高多層化も進んだ。富士通でも高密度・高多層化が進み、配線はシンプルになった。合わせて大容量ネットワークが構築されていった。

C PU の小型化、高速ネットワーク網の確立によりネット社会の基盤が確立されていった。インターネットの普及時を考えると、欧州の原子核研究所の World Wide Web（通称: ウェブ）の利用開放にはじまり、米国が初期のウェブブラウザ Mosaic を開発。電話とかが使えなくてもコミュニケーションができるようになった。

インターネット普及のインパクトとは何か。大組織のサーバールームはネットの普及によりクラウドセンターになった。そうしたことから、ハイエンドサーバーはモバイル機器へと進化した。

こうした社会背景から、社会の変革が起こり、新しいビジネスが出来た。それが、楽天、アマゾン、グーグルなどのビジネスである。

富士通はネットワークで稼いでいる。このネットワーク技術を使って、データマイニング、情報の検索、インターネットソーシャルサービスなどといったサービスを製造業（モノ）で出来ないかと考えている。

新しい市場、ビジネスの可能性について、農業であれば、センサーを使えば、作業現場の人を減らせる。農業重機の遠くからの遠隔操作ということが可能になるかもしれない。医療とかも遠隔での健康モニタリングということが出来るかもしれない。

一方で、一部では職業の喪失ということも起こるかもしれない。また、新しいリスクとしては、ダウンやシステム異常時の対応が遅れる、個人情報管理の問題などがある。

アマゾン、グーグルなど電子商取引が盛んになり、フェイスブックなどは、ひとつのつながりを変革した。これからは、GE やシーメンスなどがセンサーなどを活用して社会を変革していくだろう。

センサなどの製造特需が起こり、規格化、小型化が進む。そして、業界再編が加速する。富士通は、ホームサーバーなどで儲けようとしている。サブネットワークと知能コンピューティングによる空間で、人の行動支援、健康管理、安全管理などが出来るようになるのでは。

モニターによる家電管理機能により日常消耗備品が切れた際にジャストインタイムで届く仕組みをつくったものが儲けていく。例えば、GEの洗濯機（洗剤）など。

例えば、洗剤メーカーがこうした機能を開発する企業と連携すれば、注文を取りにいかなくてもよくなり、顧客の需要がつかめるといった効果がある。

また、インフラ（橋、トンネル）にセンサーをつけてネットワークで収集したら、一括でインフラの管理ができる。

富士通は色々なセンサーを作って実証、研究している。センサー、サーバーなど色々なものの需要が増加してくるとみている。2025年には1兆個のデバイスが出てくるとHuaweiは言っている。

Intel,Googleなどはいろんな企業を買収しており、ものづくりもやろうとしている。トリリオンセンサーといわれるように2030年ぐらいまでには100兆のセンサーが出てくると言われている。

情報量は、2020年には40ZB超えをする。この爆発的な情報増大をうけ、処理・記録する機器が必要となるであろう。また、外からの攻撃やハッキングに対する備えも必要となる。Connected “Things” 駆動モジュール

ものに組み込まれるセンサーには、色々なものがある。インテル、サムスンなどは小型・低消費電力のものを作っている。ウェアラブルなどでは皮膚に埋め込んで使うようなものもある。富士通も今から新しいものを開発していくつもりである。

⑤講演 5 今後の九州経済と IoT/Industrie4.0 との関わり

九州大学大学院経済学研究院

教授 実積 寿也 氏

同氏は、通信経済や通信政策が専門である。インターネットの研究を中心に、ドローンやビットコインの研究も行っている。

情報通信技術の進化をもたらすものは、「同じものが安くできる」から「今あるものが違うやり方でできる」という転換である。ここまでのプロセスで約 40 年間かかった。

新しい財・サービス、新産業が生まれるという IoT 革命が起きるには、同様に長い時間がかかる。産業構造の変化、労働の変化、人材の変化などが徐々に起きるので、喫緊で変化していく訳ではない。

ムーアの法則によると、現在は、一人で数百台のデバイスを使える時代になっている。タクシー配送サービスの Uber や宿泊情報サービス Air&b などのようなサービスが生まれた。期待される市場規模が 14.4 兆円もある。このパイをいかに得るかという競争が始まっているのが現状である。日本は、どう方向づけていくかを決める必要がある。ドイツは製造業、アメリカは情報通信業がリードしている。

マスカスタマイゼーション/IT 化度合い/最適化される範囲の 3 つの軸で日米独を比較した。最終的には、最適化範囲の違いである。

Base of the Economic Pyramid 層 (BOP) がローエンド層へ移行し、ハイエンド層に加えて、ローエンド層まで含めたマーケットを想定したビジネスを行う必要。こうしたマーケットに対応するためには、垂直統合型・自前主義型から水平分業型・イノベーションモデルへ変化が必要である。1 品モノを自由に作れることが理想像である。

ドイツは、スマートなマザー工場システムで製造システムを中国などの新興国に販売し、世界各地に展開していくことを目論む。新興国のマーケットの覇権争いである。九州の地域経済は、アジアから見ると、大きなスポットとなりえていない。九州内の企業にとっては、ビジネスチャンスの 1 つでしかない。

短期的なインパクトがあるとは言えないが、長期的な視点からは、安価な製造システムを展開している米独の企業と競合しなければならない。そのためには、中小企業は、独自技術を磨き、リーディング企業はオープンイノベーションを実施する。

九州内の企業がこの流れに乗っていくためには、新エコシステム内での地位確保を目指すコバンザメ戦略かトップを目指す成長戦略の 2 つがある。

3) 質疑応答 (~17:00)

①事前準備質問：地方行政として IoT に対してどのように対応すべきか？

Ans. 経済産業省

国として具体的な施策はまだない。今はモデルケースを作るフェーズであり、新たな試み・アイデアをとりあえず試していく。中小企業にとって IoT はまだ実践困難であるが、国としてはできるだけ民間の困難を取り除くよう、サポートしていく。

IoT の導入にあたり特定のセグメントを決めるのは、中小企業が多い日本でしてしまっているのか、という問題があるが、産業機械メーカーの暗黙知で稼ぐコンサル的なことをしてみてはどうだろうか。このようなトライアルを国も考えている。

Ans. ADL

将来の都市（スマートシティ）と企業の連携は IoT 時代に必要である。民間の第一歩を踏み出しやすいようにするサポートをすることが地方行政に必要ではないか、例えばテストベッドなど。さらに、スマートシティの試みで IoT のショーケースとして地方行政自体が IoT にチャレンジすることもあるのではないか。

Ans. 安川電機

中国はコピーされないものを作りたいと考えており、そのためには資金投入を惜しまない。アメリカはアイデアをカタチにしたい、ドイツは自動車に力を入れている。そこで、日本政府はどこを重点に置くか明言して欲しい。そして福岡もどこで儲けるのか、行政がはっきりと明示することが大切ではないだろうか。それで始めて、企業がドメインを設定するようになるだろう。

Ans. 富士通インターコネクテクトテクノロジーズ

行政には雇用の流動性など、企業が大きく変革しやすい環境を整えてほしい。（産業変換に際する一時的な失業へのサポートなど）例えば、長期的な視点を持った教育などである。

②会場内質疑応答：教育について、インダストリー4.0 もインダストリアルインターネットも裏には人材育成がある。日本行政はその人材育成に関して何かしているのか。

Ans. 経済産業省

やはり日本の方向性が決まらないと、どのような人材をどのくらい育てればいいのか決まらないため、鋭意努力します。

安川電機は人材を育てる面もあり、経済性が伴わない分野でも、それ以外の価値を見出して続けていって欲しい。

Ans. 安川電機

継続します。利益が出るまでやる。リハビリなどにおけるロボットは当面、学生への宣伝費の扱い。本社は九州のまま継続する。

③事前準備質問：IoTと製造現場導入は、製品特性やプロセスなどに依存する。その中で中小企業はこのようなIoTに対してどのように臨むべきか。

Ans. ADL

確かに、中小企業だと、縦・横のIoT統合は自社だけでは難しいため、他社の連携も考えていく場合も考えられる。

Ans. 安川電機

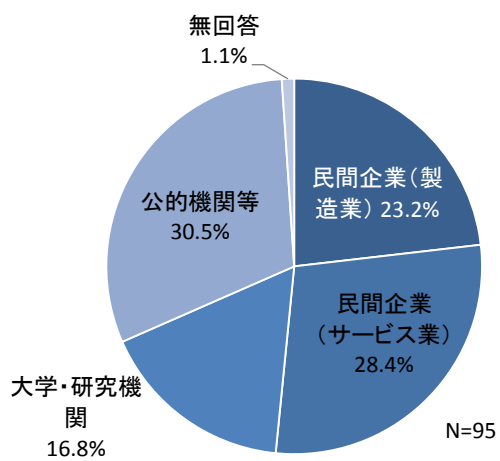
シンプルに、コスト削減を一番のプライオリティとし、IoTをその手段として考えるべき。B2Bの場合、顧客の声で、IoT導入の是非がわかりやすい。B2Cは、わからない。

Ans. 富士通インターコネクトテクノロジーズ

IoTの第一の価値は労働生産を向上し、利益を上げることに終始する。

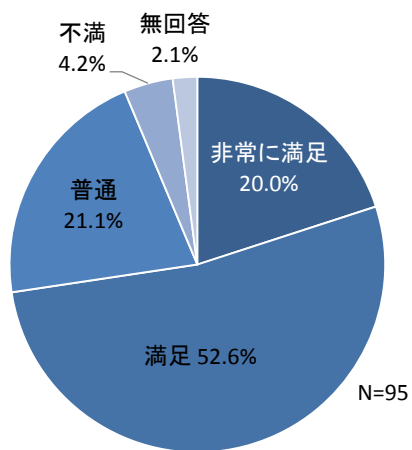
4) アンケート

①ご所属の業種を教えてください。

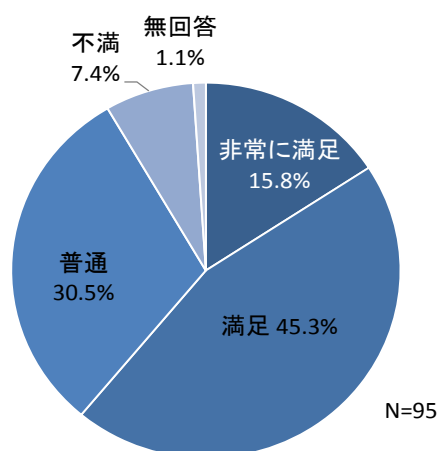


②本日の講演内容は、いかがでしたか。

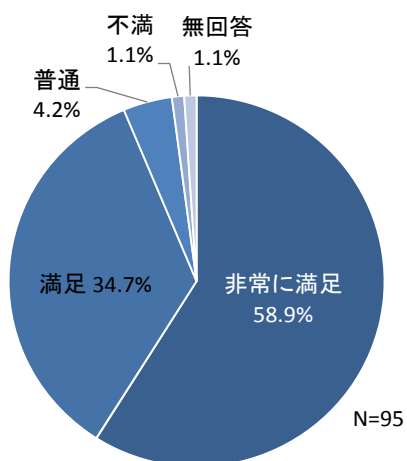
講演 1 データ社会における製造業の新たな展開と将来像



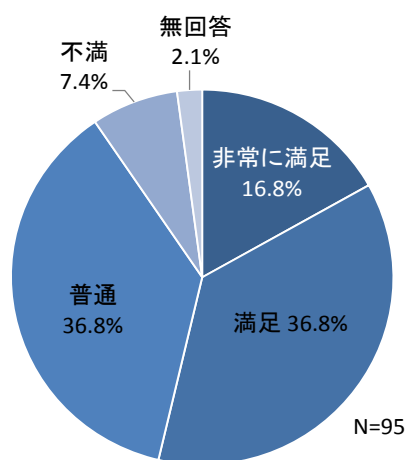
講演 2 第 4 次産業革命の実像



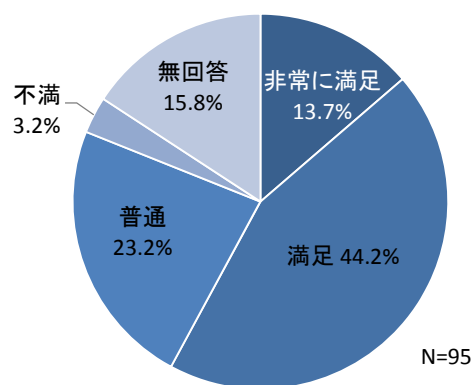
講演 3 インダストリ 4.0 への取り組みの方向性 —ロボットを中心として—



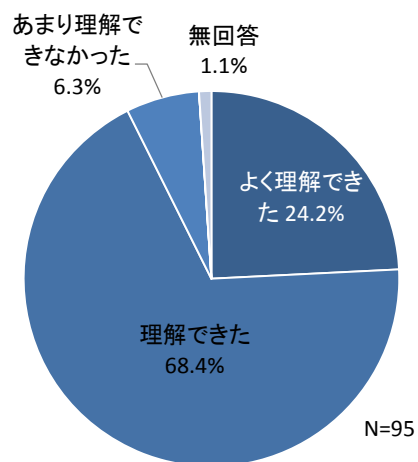
講演 4 インターコネクト技術から見た"Hyperconnected World"



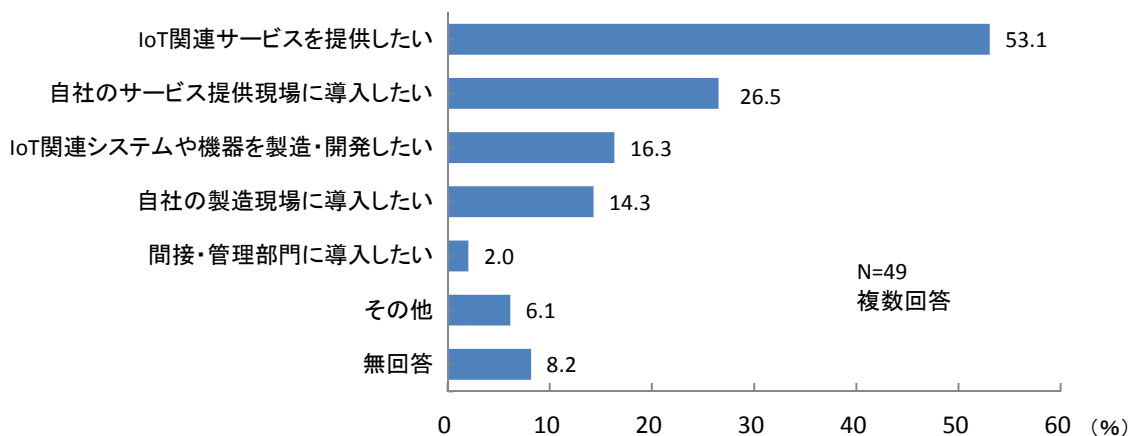
講演 5 今後の九州経済と IoT/Industrie4.0 との関わり



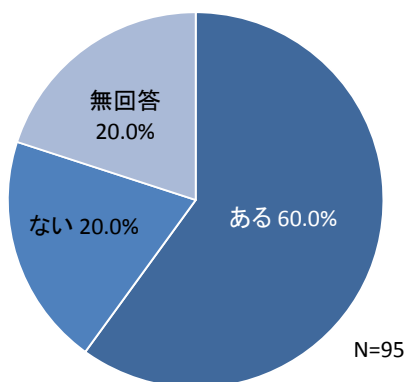
③ 今回のセミナーに参加して、第4次産業革命やIoTに関する理解は深まりましたか。



④民間企業の方に伺います。第4次産業革命やIoTに関して、今後、どのような関わり方が考えられますか。



⑤今後も関連したセミナーを開催予定です。今後、知りたい内容はありますか。



⑥前問で「1. ある」と回答した方に伺います。具体的にどのような内容について知りたいですか。

- ・ IOT ではインターネットにつながりますが、その I/F の主流はどんなものになるかを知りたい
- ・ データは、生データ・加工データとあるが IOT ではどちらが主流になるか?
- ・ IOT における、予想されるビジネス構造 (ソフト/ハード/データバンク/通信企業等) について知りたい
- ・ AI がらみ (ビックデータを含めた) 内容ができましたら、宜しくお願いいたします
- ・ Industrie4.0 と人材育成との関連を調査し、方向性の期待
- ・ IOT、Industrie4.0 の内容をより深い対応情報を知らせてほしい

- ・ IOT、Industrie4.0 又は 4.1J について
- ・ IOT、ビッグデータ、クラウドの実績（具体例、悪い例も）
- ・ IOT が労働市場に与える影響。Industrie4.0/IOT によって消えるビジネス、伸びるビジネス
- ・ IOT により、ニーズの変化をどうとらえるか
- ・ IOT の応用について
- ・ 具体的事例
- ・ IOT の具体的事例
- ・ IOT の具体的事例導入事例
- ・ 具体的な導入・取組事例（民間企業による事例紹介）
- ・ 日本企業が提供している具体的な IOT 製品
- ・ IOT の具体例（特に国内において）
- ・ 日本における具体的な IOT サービスの事例
- ・ 九州の事例
- ・ IOT の経済構造
- ・ IOT の世界における展開最新状況（実態）と将来像
- ・ IOT の盲点
- ・ IOT や 4.0 の事例、成功例、失敗例
- ・ IOT 利活用の事例
- ・ エコシステム、プラットフォーム創生に向けた取組事例など
- ・ ビジネスモデルがまだ描けない
- ・ ビッグデータを活用した事例
- ・ 医療、介護分野の IOT
- ・ 医療分野における IOT、インターフェイス標準化の方向性について
- ・ 各企業では個々に IOT の活用が始まっていますが、データ共有化の動きがあるのか否か、また国際標準化の動きはどうなっているか
- ・ 求められる機器（センサ・通信）
- ・ 九州（福岡などの県単位でも）の二次産業構造から 4 や IOT がどのような意味づけが考えられるか、データに基づく分析がなされれば興味があります
- ・ 九州の中小企業における取組事例や、中小企業向けの活用法など
- ・ 九州経済を活性化させる上で、解決すべき課題を広範囲で知ることによりビジネスのヒントを得られると良い
- ・ 具体的には現状はないです
- ・ 雇用体系、産業構造、製造現場への影響
- ・ 製造現場がどう変わって行けば良いのか？
- ・ 製造現場や工業現場への導入の先行企業の取組みを聞きたい

- 地域企業にとってのビジネスチャンス
- 導入の際の人的、費用的なコスト
- 独、米国の考え方は知り得た。中国、韓国はどう進捗しているか？
- 日本は **Industry Internet**、**Industrie4.0** に飲み込まれるべきか、従来通りがいいのか、それとも日本版の新しい「何か」をつくるべきなのか知りたいです

第3章 IoT や Industrie4.0 と地域経済

企業における ICT (Information & Communication Technology) の活用は、業務効率化や生産性向上だけでなく、ビジネスモデルの転換や事業価値の向上、新事業創出に関する取組へと変化しつつある。

これらを実現するテクノロジーキーワードとして、近年、IoT (Internet of Things) や Industrie4.0 が注目を集めている。これらテクノロジーの要は、モノやサービスをネットワークと融合させることにある。そして、このようなテクノロジーは、単に企業の事業価値を高めるだけでなく、地域課題解決の手法として地域経済に変革をもたらすものとしても期待されている。

それでは、このようなテクノロジーが社会に実装されることで、地域経済にどのような影響があるのか。そして、これらのテクノロジーをどのようにして地域経済の成長誘因として取込んでいけば良いのだろうか。本稿では、テクノロジードライバーである Industrie4.0 を地域経済の成長誘因とするための方向性について検討する。

(1) Industrie4.0 による経済効果

現在、Industrie4.0 というコトバは、製造業の生産革命として注目されがちである。なぜなら、Industrie4.0 が対象としている広範な市場のなかで、製造業が最も実現性の高い市場として注目されているためである。しかし、Industrie4.0 による経済効果は、生産革命だけではない。少なくとも、生産革命以外に2つの効果がある (図1)。

例えば、Industrie4.0 が普及すれば、これらのシステムを構成する通信機器の需要が増加することにより、ICT 関連機器や部品を製造するメーカーに対して生産波及をもたらすであろう。また、Industrie4.0 が普及すれば、データ分析やオペレーション改善などのコンサルティング市場の活性化も進むため、製造業以外のあらゆる生活シーンにおける新たなビジネス創出も期待される。

図3-1 Industrie4.0の経済効果

効果①: 製造業の生産・開発現場への導入による生産革命

効果②: 世界的なエレクトロニクス機器の需要増による生産波及

効果③: Industrie 4.0を使った機器・システムによる新たなビジネス創出

資料) 九経調作成

（２）製造業における最新事例

１）国内における事例

基本的な目的は全社の生産最適化

それでは、現時点で最も注目を集めている Industrie4.0 による生産革命は、製造業においてどのように活用されているのだろうか。

製造業における Industrie4.0 の目的は、工場生産の最適化にほかならない。ただしこれは、工場ごとの最適化ではなく、全社的な最適化を意味している点でこれまでの ICT 活用の概念とは決定的に異なる。製造業で Industrie4.0 を導入しているケースの多くは、工場にある装置や設備から得られた稼働率などのデータの可視化・分析することで、「生産性向上」や「品質改善」、「保守サービス向上」につなげている。

生産性向上に生かす事例

生産性向上については、主に工場を運営するセットメーカーが主体となって実施されていることが多く、生産技術のエンジニアの頭の中にあった関連情報（暗黙知）を可視化し、それを蓄積することで、個人の能力だけに頼らず、全社的に工場運営を改善することを目指している。例えば、オムロン（株）（京都府）は、草津工場（滋賀県）で生産ラインの各装置の稼働データや処理データを集約・解析して、生産ラインの無駄を見える化する取り組みを行っている。これにより同社は、生産ラインの改善を全社的に素早く実施することを可能とした。また、（株）島根富士通（島根県出雲市）は、ノートパソコン、タブレット製造、そしてそれらの設計・生産受託サービスを行っており、専用のシミュレーターに CAD データを読み込ませることで、製造プロセスのデジタルシミュレーションや、製造手順の CG アニメーション化を進めている。これにより同社の従業員は、視覚的に短時間で製造プロセスを習得できるようになり、新たなラインの立ち上げも効率良くなった。

品質改善に生かす事例

品質改善も、工場を運営するセットメーカーが主体となり、取組まれることが多い。例えば、パナソニックシステムネットワークス(株) (東京都中央区) は、パナソニックグループの機器を結ぶネットワークやシステム、ソリューション事業などのサービスを提供しているが、生産ラインにネットワークカメラを設置することで、高速の生産ラインでも製造プロセスを鮮明に撮影・録画することを可能としている。この録画は、事後の問い合わせに対する内容確認などで利用されることで、優れたトレーサビリティを発揮している。また、生産設備稼働監視システムと連携させてネットワークカメラを制御することで、異常発生箇所をタイムリーに録画することも可能としている。

保守サービス向上に生かす事例

保守サービス向上については、セットメーカーではなく、装置や生産設備などを提供しているメーカーが展開しているケースが多い。例えば、産業系システムメーカーである安川情報システム(株) (北九州市) は、IoT や M2M (Machine to Machine) ²などの関連技術を用いて、収集した機器の稼働情報をベースに関連情報を管理する、ライフサイクルマネジメント支援クラウドサービス「MMCloud」を提供している。これは、様々な機器の状態の遠隔監視機能に加えて、管理対象となる機器の企画から設計、生産、販売、保守に関わるあらゆる情報を一元管理できる統合データベースを提供するものである。顧客はデータベースを使って、機器トラブル時の迅速な復旧や事前の故障予測・解析、機器ユーザーの利用特性を分析したマーケティングなどをすることが出来る。また、建設機械・重機械のメーカーである(株)小松製作所(東京都港区)は、販売する建機にGPSと通信システムを組み込んでおり、ここから発信された位置情報データを蓄積・分析することで、建機的位置や車両状態、稼働状況、燃料、消耗品の状況などをリアルタイムで把握し、保守サービス向上に活用している。

2) ビジネスモデルの違いが Industrie4.0 を牽引

Industrie4.0によって、これまで以上に簡単に生産技術がコピーされ、海外にスマートファクトリー³が誕生すると、わが国の国際競争力は、相対的に減退する可能性が高い。そのため、わが国でも Industrie4.0 を活用した製造業の競争力強化に本格的に乗り出そうとする動きが見られる。

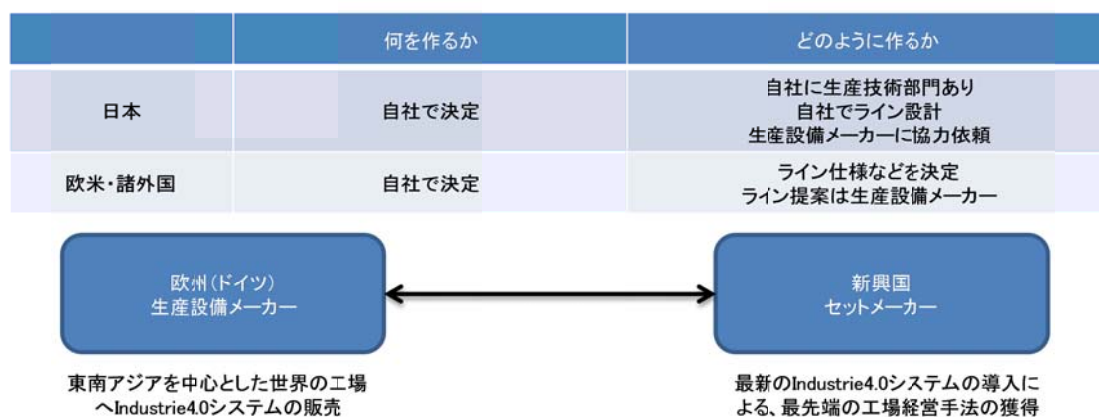
しかし、Industrie4.0 への取組は、既に国内よりもドイツやアメリカを中心に海外(欧米)の方が積極的である。何故、欧米では Industrie4.0 の取組が進んでいるのであろうか。それは、ものづくりに対する日本と欧米でのマインドの違いによるところが大きい(図2)。

² 個別に稼働している機器同士をネットワークでつなぎ、これらが相互でやりとりできるようにして、各々の機器で生成されたデータをリアルタイムで統合、制御し、活用することができるシステム

³ Industrie4.0により、センサーや設備を含めた工場内のあらゆる機器をインターネットに接続し、様々な情報の見える化や情報間の因果関係の明確化を実現する先進的な工場

日本も欧米も、「何を作るか」という点については、自社で決定するという点で共通している。しかし、「どのように作るか」という点については、日本はあくまで自社の生産技術を活用してライン設計する形で進めるが、欧米はラインの提案を生産設備メーカーが実施して進めるという決定的な違いがある。つまり、日本の Industrie4.0 に対する製造現場での意識は、「生産革命」ではなくセットメーカーを中心とした従来の「改善活動の延長線」上のものであり、欧米は、装置・設備メーカーを中心とした「市場創出活動」なのである。この両者のマインドの違いが、Industrie4.0 に対する取組の違いに現れるのである。

図3-2 日本と欧米のものづくりに対する認識



出典) 九経調作成

(3) Industrie4.0 導入条件と九州の製造業

1) 限定的な製造業への導入

製造業への Industrie4.0 導入により、メーカー及び調達関係にある企業を同一システムで繋ぎ受発注を一元管理できるようになれば、余剰在庫を抱えるリスクが低くなるためメーカーの経営体力は改善することが予想される。また、開発現場では、設計や検証、試作などが同一システムで実施されることにより、開発スピードの向上や開発費の削減などの効果が期待される。こうした Industrie4.0 導入により実現されることを要約すると、IoT を活用した製造業の高度化により、マスカスタマイゼーション⁴を低コスト且つ従来対比で短い時間で出来るということである。

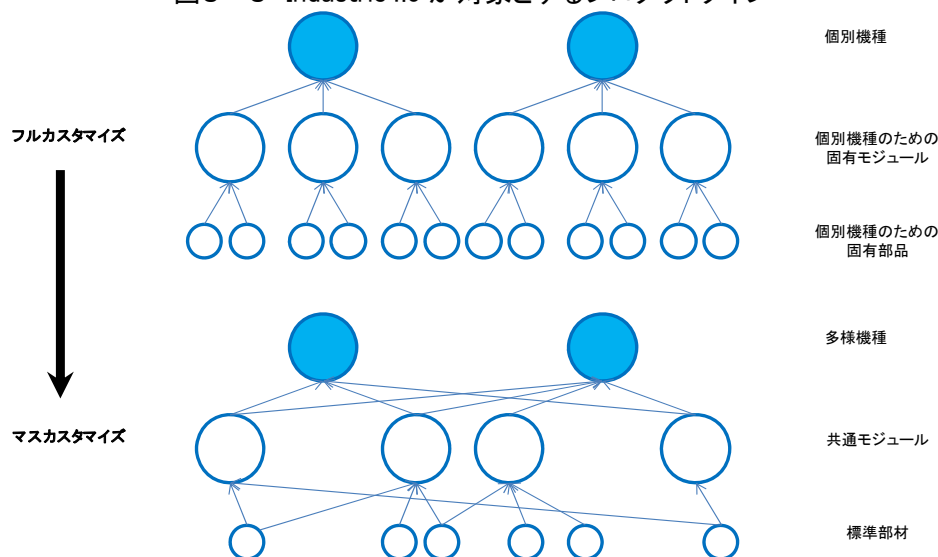
そして、これら Industrie4.0 の導入効果が高くあらわれるケースは、関係企業が多いことや設計・検証・試作に時間がかかること、つまり最終製品の部品点数が多い、調達先が多い、材料が高価、開発プロセスが多い、開発エンジニアの不足している状態などが挙げられる。これらのケースに該当するのは、最終製品を生産するセットメーカーを中心としたサプライチェーンに限られるのが実情である。九州では、半導体、造船、自動車などの業種が該当する。そのため、中小企業にとっての Industrie4.0 の導入は、セットメーカー

⁴ 低コストの大量生産プロセスと柔軟なパーソナライゼーションを組み合わせたシステムである

のサプライチェーン次第でその内容や効果が決まる。そもそも一品モノを製造する中小企業では、Industrie4.0の導入インセンティブが低いのではないかとの意見も根深い。

しかし、Industrie4.0導入におけるマスカスタマイゼーションへのシフトという流れにおいては、中小企業はものづくりの形態を変えていくことが求められる(図3)。現在、セットメーカーの製品の多くは、個別機種に対してその機種に対応する個別モジュールと個別部品を使っている(フルカスタマイズ)。しかし、製造にかける予算と時間の削減のため、今後は共通モジュールと標準部材を使っていく流れ(マスカスタマイズ)に変わってくる。この流れの中で、セットメーカーと取引をする中小企業は、これまでの特定機種のみに対応する一品モノ生産から、他の技術を取込んで多くの機種に対応する標準部材や共通モジュールを製造することが求められる。今後の中小企業は、既存事業にとどまらない新たな技術の獲得を進めないと、他社との競合に負ける可能性が生じるのである。

図3-3 Industrie4.0が対象とするプロダクトタイプ



出典) 九経調作成

2) Industrie4.0に対する中小企業におけるニーズ

セットメーカーを中心としたサプライチェーンに関係するもの以外でも、中小企業が効果を発揮するIndustrie4.0の導入方法は存在する。

例えば、3Dプリンタの導入があげられる。鍛造製品などの成型・加工製造を行う金属部品メーカーでは、これまでは製品の型枠のための木型を作成してきたが、この木型の作成に3Dプリンタを活用し、開発期間の短縮や木型の精度向上を進めることが可能となる。また、鋳造の製造プロセスにおける溶解現場などの危険区域への出入りを工具に警告するなど、労務管理で活用できる可能性もある。

また、製鋼メーカーのライン請負を行うプラントエンジニアリング企業では、現場へIndustrie4.0を導入することで、品質改善や生産性向上が期待できる。ただし、プラントエ

エンジニアリング企業は、顧客の製造ラインを勝手に変更できないため、導入ニーズはあっても実際には導入できていないという現状もある。そのほか、自動車部品メーカーでは、Industrie4.0の導入効果は分かっているものの、客先との厳格な情報守秘義務のため導入できないことや、そもそも費用対効果が把握困難といった課題がある。

中小企業（製造業）の Industrie4.0 に対するニーズは、確かに存在する。しかし、そのニーズは多種多様である。これまでの取引関係を踏襲すると、その導入に至るまでには、相当な時間を要するであろう。

3) 懸念される地域経済への影響

事業所の統廃合を進める手段にも

Industrie4.0 は、各事業所や事業所内の装置・設備、調達先などをネットワークによって連結し、全体最適化を図ろうというシステム概念である。従来の事業所運営では、本社から各地の事業所に運営プラットフォームが提供され、必要に応じてプラットフォーム上に各事業所に合わせたシステムを導入していた（図4）。つまり各事業所が最適化を図ることによって、全社的な経営の最適化を図っていた。そのため事業所は、システムのカスタマイズの権限を持っており、自立的な経営ができた。

Industrie4.0 の概念の下、各事業所を繋ぐシステムが導入された場合、本社からみると、各事業所の稼働率などのパフォーマンスが一目瞭然となり、全社的な経営判断が容易になる。例えば資材・商品在庫の管理が全社的に出来るようになるため、会社として必要以上の在庫を持つ必要がなくなる。そのため、倉庫は必要最低限で済むが、各事業所での調達権限が弱まる可能性がある。研究開発をみても、全社的なビジョンに合わせた研究開発を行えるようになる。つまり、事業所運営は本社で一括管理されるが、結果的にそれぞれの事業所の本社機能が弱まり、各事業所はより生産色を強めることになる。

Industrie4.0 は、地域経済にグローバル競争を持ち込むツールとなり得るが、各事業所の稼働率などが明示化されることで、地域事業所の統廃合のツールにもなり得る。

図3-4 Industrie4.0と事業所運営

	従来の事業所運営	Industrie4.0による事業所運営
運営方法	事業所運営のプラットフォームを各事業所に提供。必要なシステムは、各事業所が独自に導入	全ての事業所が単一のプラットフォームで運営
調達	必要な部品在庫を事業所の実績などを考慮して調達	本社から在庫の一元管理が可能。少なくとも共通部品在庫は、本社で一括調達
生産	納品実績などに合わせて、各事業所が生産量などの調整を実施	本社からの指示で、ジャストインタイムで生産
在庫管理	各事業所が倉庫を持ち、在庫を生産・保管	ワールドワイドに在庫管理が可能で、必要最小限の生産のみが行われるため、倉庫機能などを縮小
研究開発	各事業所の生産能力増強のための設備・装置開発などを実施	各事業所の稼働率データなどを元にマザー工場での権限を強化。研究開発を本社で一括推進
新事業	本社の新事業は、各事業所が本社に対して誘致を展開	本社が各事業所のパフォーマンスを見て決定
事業所経営	稼働率や経営状況を逐次報告	リアルタイムで本社が把握可能

資料) 九経調作成

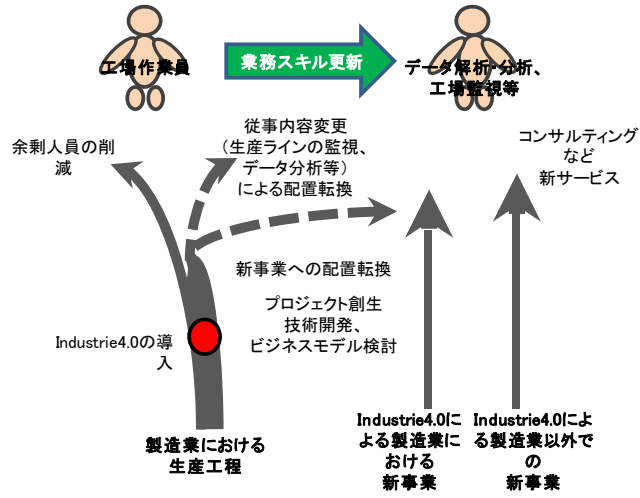
雇用への影響

わが国における、製造現場へ Industrie4.0 を導入すると雇用が減少するという疑念は根深い。もちろんこれらの導入により、繰返しの多い作業や付加価値の低い作業は、機械やコンピュータに置き換わることになる。一方で、人間にしかできない作業、例えば創意工夫が必要な作業、個性や感性が求められる作業、あらかじめ予測が出来ない状況に対応した作業などは、人間が引き続き担当することになる。つまり、Industrie4.0 の導入は、人間にしかできない高付加価値の作業ニーズを高めるともいえる。機械が得意なプロセスは機械に、人間は人間にしか出来ないことに注力させる流れが生まれるのである。

Industrie4.0 の導入により製造現場の担当人員が減るかどうかについては、その規模については導入した企業の判断次第であるが、大なり小なり確実に人員は減ることになり、人員の配置転換も必要になるだろう。例えば導入後の製造ラインでは、工員が実際に製造ラインに立つのではなく、製造ラインの監視やデータ分析などをする必要性が高まるだろう。生産効率が一段と高くなった製造ラインそのものを「プラットフォーム」として外販するというのであれば、これまでいた工員を営業に転置させる必要もあるだろう。また、工場全体の雇用者数を削らない方針を採るのであれば、工場内での新規事業を立ち上げる必要も出てくる。この際に必要とされる能力は、工員としてのスペックではなく企画能力などである。その他、得られたデータをもとにコンサルティングサービスを行うなど、元の事業とは全く別の新しい事業に展開するというケースも考えられる。

つまり、Industrie4.0 の導入は、単純に雇用の減少をもたらすのではなく、雇用の質に変化をもたらすのである。企業がこうした質の変化に対応できなければ、必然的に雇用の場は、Industrie4.0 に奪われることになるだろう。

図3-5 製造業での雇用の道筋



出典) 九経調作成

(4) おわりに

Industrie4.0 の導入による経済的効果は非常に大きい。経済効果の種類は、「生産革命」、「生産波及」、「新サービス創出」の3つあり、効果のすそ野も幅広い。3つの効果のうち、市場での実現性という点で現在は「生産革命」が注目を集めているが、いずれその他の効果についても明確になるだろう。

現在、最も注目を集めている生産革命は、導入したセットメーカーに大きなメリットをもたらす。フラッグシップとして導入したシステムをプラットフォーム化した上で、外販するというビジネスも勃興しつつある。部品供給を担う中小企業においては、「フルカスタマイズ」から「マスカスタマイズ」への変化の中において、市場からふり落とされないための新たな技術を獲得する必要も出てくる。そして、ニッチなニーズを実現するためのシステムの重要性はますます高まるであろう。

地域経済の視点からみると、製造業に限って言えば、必ずしも Industrie4.0 の導入効果が、地域経済にとってプラスとならない状況も想像しうる。Industrie4.0 の導入により最も懸念しなければならない点は、地域の雇用である。間違いなく Industrie4.0 を導入した製造ラインでの必要人員数は少なくなる。そのため、雇用を維持するためには、人材のアップデートもしくは、別の雇用の道筋を作らなくてはならない。

今後、製造業において競争力獲得を目的とした Industrie4.0 のシステム導入に対する政策的補助は必要であろう。しかし、それ以上に大事なものは、予想される雇用減に対して、どのように対応するかである。そのため、今後の政策的展開を考慮すれば、これまでの ICT 導入助成と異なり、設備導入補助に加えて、新事業を軸とした雇用対策もセットにする必要があるだろう。

「第四次産業革命」(IoT時代のものづくり)勉強会運営支援業務 報告書

平成 28 年 3 月

委託者

一般財団法人九州地域産業活性化センター

〒810-0004 福岡市中央区渡辺通 2 丁目 1 番 82 号

受託者

公益財団法人九州経済調査協会

〒810-0004 福岡市中央区渡辺通 2 丁目 1 番 82 号