

第1部 IoT の全体動向

IoT (Internet of Things) という言葉を新聞、雑誌、ニュースサイト等で目にする機会が日を増すごとに増えている。企業が自社の事業戦略に IoT を盛り込むケースも相乗的に増えている。2015 年 6 月 30 日に閣議決定された『日本再興戦略』改訂 2015¹では、重要施策の一つとして、IoT への取り組みが掲げられた。このように IoT という言葉が脚光を浴びる中、その 3 文字に含まれる広い概念と、その“万能さ”により、時として、時流の波に乗ってバズワード的に使用されるケースも多いような印象を受ける。そもそも IoT の本質とは何なのであろうか。

第 1 部では、IoT に関する世の中の注目、期待感が高まる中、第 1 節の IoT に関する基礎的な概念の整理からはじめ、第 2 節では海外の先行的な取り組みとして、ドイツの「Industrie 4.0」および米国 GE の「Industrial Internet」の事例を取り上げ、第 3 節では IoT の普及に向けた課題、第 4 節では日本企業の IoT への取り組みの方向性について、政府の IoT 政策と、“個”としての日本企業の戦略方向性を考察した。

この第 1 部が IoT への基礎的な理解を深めるための一助となるとともに、日本企業各社の IoT 時代の取り組みの方向性について、何らかの示唆を与えることができれば幸いである。

1. IoT とは

1.1 IoT の定義

(1) モノのインターネット

“Internet of Things”というフレーズは、RFID¹の標準化を推進したイギリスの Kevin Ashton が 1999 年に最初に提唱したと言われている。日本では一般的に「モノのインターネット」と直訳されるケースが多いが、この訳語自体からその意味をイメージしにくい。ヒトが通信手段として日頃利用するパソコンやスマートフォンだけでなく、あらゆるモノがインターネットに繋がること、さらに、新聞・雑誌、調査機関、企業等が IoT という言葉を使用する際の意図としては、インターネットに繋がる対象を“モノ”、“ヒト”、“サービス”と広く捉えるとともに、“繋がる”だけでなく、それにより生み出される“価値”まで含むことが一般的になってきている。そして、IoT で如何に価値を生み出すか、多くの企業が模索している状況にあることが、足許、IoT が注目される理由であろう。以上を踏まえ、本レポートでは、IoT を“モノ、ヒト、サービスの全てを包括したインターネット化による価値創造”と定義する。

IoT の概念を具体化していくと、図 1-1 のとおり、デバイス、ネットワーク、クラウ

¹ Radio Frequency Identification

ド²の3つの階層に分けられる。まず、「インターネットに繋がるモノ(=IoT デバイス)」とは、大まかに「センサ」と、「通信モジュール」を有していることが示される。センサがモノの状態をデジタル化・データ化し、通信モジュールのインターネット接続機能により、クラウドにデータを送信することで、遠隔でのモノの「観測・監視 (Monitoring)」が可能となる一方、受信したデータを分析・処理した結果をクラウド側から指示(データ送信)することにより、遠隔でのモノの状態の「制御 (Control)」も可能となる。更に、「監視・観測 (Monitoring)」、「制御 (Control)」機能、クラウドでの高度なデータ分析・処理の組合せにより、モノの稼働状況の「最適化 (Optimization)」、「自動化 (Automation)」も可能となる。

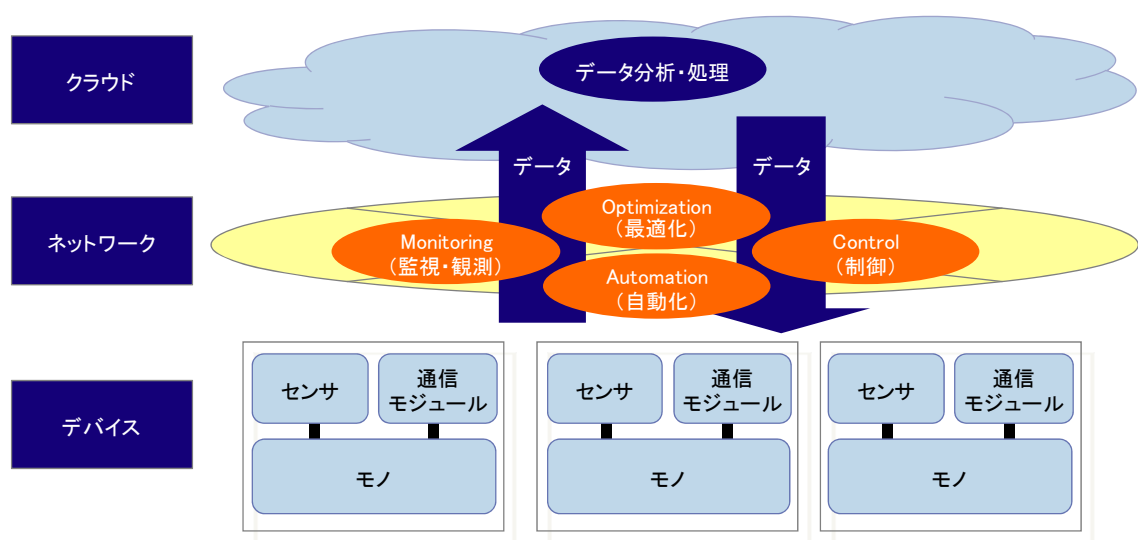


図 1-1 IoT のイメージ

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

(2) IoT の類似の概念

昨今注目が集まる IoT であるが、“あらゆるモノがインターネットに繋がる”といった概念自体は新しいものではない。IoT の類似の概念は予てより提唱されており(図 1-2)、古くは、米 Xerox のパロアルト研究所の Mark Weiser が 1988 年に提唱した「ユビキタスコンピューティング」が挙げられる。あらゆるものにコンピュータが組み込まれ、いつでも、どこでもコンピューティング環境を利用できる世界観を表した概念であり、日本においても、政府が 2001 年に掲げた「e-Japan 戦略」や、それに続く「u-Japan 戦略」で提唱された「ユビキタスネットワーク社会³」の構想のもと、センサネットワークと様々な

² 厳密には、クラウドコンピューティングだけでなく、自社でサーバー、ストレージ等を運用するオンプレミスも含むほか、階層構造として、IoT プラットフォーム、アプリケーションに分けられる。本レポートでは、IoT プラットフォーム、アプリケーションを合わせて「クラウド」と表記する

³ 「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」ネットワークに繋がることにより、様々なサービスが提供され、人々の生活を豊かにする社会

関連技術の研究が行われてきた（図 1-3）。その他、米 IBM が 2008 年に提唱した「Smarter Planet」や、米国の NSF⁴（米国国立科学財団）が 2009 年に研究支援プログラムを立ち上げた「CPS⁵」が挙げられる。また、IoT の“Things”について、モノだけでなくサービスを含めた包括的な概念として、米 Cisco Systems が 2012 年に「Internet of Everything (IoE)」を提唱するなど、IoT から派生した概念も生まれている。これらはそれぞれの提唱者によって、対象領域の広狭に細かな差異はあるものの、本質的には、前述の定義のとおり、“モノ、ヒト、サービスの全てを包括したインターネット化による価値創造”と解される。また、GE の「Industrial Internet」、ドイツの「Industrie 4.0」は、製造業にフォーカスした概念（詳細は第 2 節参照）であり、M2M⁶は、機器間の通信を対象としており、特定領域に特化した IoT と整理される。

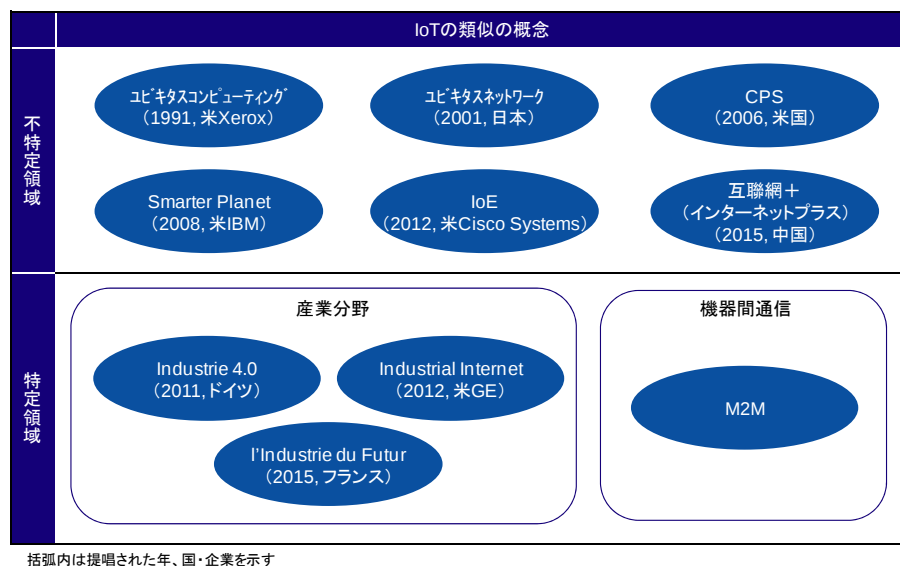


図 1-2 IoT の類似の概念

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

⁴ National Science Foundation

⁵ Cyber-Physical System; 実世界と仮想世界の融合（インターネット化以外も含む）による価値創造

⁶ Machine to Machine; 機器間通信

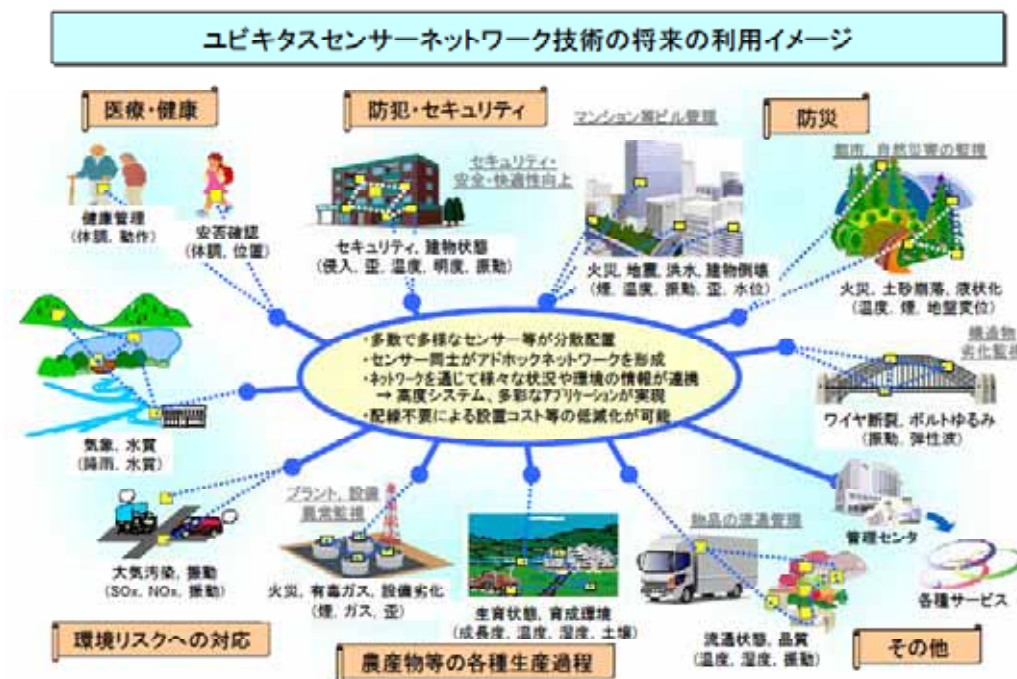


図 1-3 ユビキタスセンサーネットワーク技術の将来の利用イメージ

(出所) 総務省ホームページ⁷

1.2 IoT の実現をもたらす3つのイノベーション

予てより提唱されてきた概念が、IoT という言葉に名を変え、改めて注目を集めているのは、コンセプトの実現に向けた取り組みが加速するステージへと移行しつつあるからである。この IoT 時代の立ち上がりの背景として、センサ、ネットワーク、コンピューティングに関わる3つのイノベーションが要因となっていると考えられる(図 1-4)。その結果、合理的な経済的負担の下、大量かつ多種多様なデータをリアルタイムで収集するとともに、高度かつ高速なデータ分析・処理により、経済価値を生み出せるようになり、ビジネスモデルが成立するようになったのである。

(1) センサにおけるイノベーション

センサは、画像、位置、温度、振動等、様々なモノの内外の状態を把握するためのデバイスであるが、半導体の微細加工技術を応用した MEMS⁸技術の高度化等に伴う、センサの小型化、省エネ化(消費電力の低減)、低価格化の進展により、産業機器やコンシューマ向け機器(スマートフォン、ウェアラブルデバイス等)等の様々なモノにセンサを搭載することが可能となりつつある。

⁷ http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/chousa/yubikitasu_c/pdf/040325_2_sa1.pdf

⁸ Micro Electro Mechanical Systems

(2) ネットワークにおけるイノベーション

ISDN 回線（～64Kbps⁹）から ADSL（数 10Mbps）、FTTH（数 10Mbps～数 Gbps）への通信速度の飛躍的向上や、3G/4G 回線等のワイヤレスネットワークの通信エリアの拡大、これらの通信コストの低下等により、屋内外でのデータ通信が高速かつ安価に行えるような環境が整ってきた。また、新たなインターネットプロトコル IPv6 の登場により、使用可能な IP アドレス¹⁰数が飛躍的に拡大した。従来の IPv4 では、32bit のアドレス数（ 2^{32} ＝約 43 億個）の制約により、IP アドレスの枯渇の懸念があったものの、IPv6 のアドレス数は 128bit（ 2^{128} ＝約 3.4×10^{38} 個）と、ほぼ無限大とも言える数に拡張され、全世界のあらゆるものに IP アドレスを割り当てることが可能となった。

(3) コンピューティングにおけるイノベーション

CPU の高速化や CPU コアの増加による計算処理速度の向上、インメモリコンピューティング¹¹によるデータのアクセス速度の向上、Hadoop 等の分散処理技術の導入等、所謂ビッグデータ関連技術の進化に加え、これらのコンピューティング・インフラを“素早く”、“安価に”、“誰でも”利用可能なクラウド・コンピューティングが進展している。

身近な例として、計算処理速度の飛躍的な向上を実感できる事例を取り上げる。IBM が開発したスーパーコンピュータ「Deep Blue」は、1997 年に当時のチェスの世界チャンピオンに勝利を収め、世界的な注目を集めたが、今日では、Apple の iPhone 4S（2011 年発売）に搭載されたチップセット「Apple A5」の演算速度は「Deep Blue」を上回っている。大型で膨大な消費電力を要するスーパーコンピュータが、十数年の月日を経て、片手に収まるスマートフォンの演算性能に凌駕されてしまったのである。これがまさにテクノロジーのイノベーションの本質と言えよう。

⁹ bits per second

¹⁰ インターネットやイントラネットなどの IP ネットワークに接続されたコンピュータや通信機器の 1 台ずつに割り振られた識別番号

¹¹ ハードディスクに比べてデータの読み書きスピードが圧倒的に早い（約 10 万倍）メインメモリ上に、全てのデータ・プログラムを保持することにより、従来比飛躍的な高速処理を実現する技術

項目	概要
センサにおけるイノベーション	✓ センサの小型化 ✓ センサの省電力化 ✓ センサの低価格化
ネットワークにおけるイノベーション	✓ 通信速度の向上 (ISDN→FTTH、3G→LTE等) ✓ 通信コストの低減 ✓ 通信エリアの拡大 ✓ 割り当て可能なIPアドレス数の飛躍的拡大 (IPv4: $2^{32} \approx 43$億個→IPv6: $2^{128} \approx 3.4 \times 10^{38}$個)
コンピューティングにおけるイノベーション	✓ データ処理技術の向上 (ビッグデータ分析) - ーCPUの高速化・メニーコア化 - ー分散処理 - ーインメモリコンピューティング 等 ✓ クラウドコンピューティングの進展

図 1-4 IoT の実現をもたらす 3 つのイノベーション

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

1.3 IoT の階層構造・エコシステム

(1) IoT の階層構造 (機能別分類)

IoT は、デバイス、ネットワーク、クラウドの大きく 3 つの階層構造に分類されるが、主要な機能を①センサ、②通信・ネットワーク、③IoT プラットフォーム、④アプリケーションの 4 つに分けて解説する (図 1-5)。



図 1-5 IoT の階層構造 (機能別分類) (例)

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

センサ

IoT におけるセンサは、IoT デバイスの内部や周囲の様々な物理的・化学的な特性（温度、湿度、加速度、位置、pH 等）をデジタル化・データ化するための装置であり、計測対象とする状態や必要な精度に応じて多種多様なセンサが利用される。例として、産業機器の遠隔監視において、ガスタービンの稼働状況を把握するために多数の温度、圧力センサ、流量センサ等が設置されるほか、ウェアラブルデバイスでは、血圧センサ、脈拍センサ、歩数を計測するための加速度センサ等が使用され、農業分野では、気温、照度、雨量、CO₂濃度、土壌の水分、pH 等の農作物の生育に関連する様々な状態を計測するための各種センサが使用される。

ネットワーク

センサが収集したデータをインターネットに送信するための機能を提供する通信・ネットワークであり、無線、固定の 2 つに分類される。無線ネットワークでは、RFID（数 mm～数 m）、Zigbee（30m 程度）、Bluetooth（数 m～100m）などの短距離向けの WPAN¹²、Wi-Fi がデファクトスタンダードとなっている中距離向け WLAN¹³、通信キャリアの 2G/3G/4G 回線を利用した長距離向け WWAN¹⁴、固定ネットワークでは ADSL、FTTH や電力線を用いた PLC¹⁵があり、通信距離、通信速度、消費電力等の各通信規格の特性に応じて使い分けがなされている（図 1-6）。例えば、電源供給に制約があるウェアラブルデバイス、HEMS¹⁶、BEMS¹⁷では、一般的に短・中距離通信である WPAN、WLAN により、一旦 IoT ゲートウェイ¹⁸に接続し、IoT ゲートウェイ経由でインターネットに接続される。他方、これらの制約が少なく、ビジネスモデル上、通信料のコスト負担も可能な産業機器の遠隔監視、自動車のインフォテイメントシステム、自動販売機の在庫管理システム等は、通信キャリアが提供する 3G/4G などの M2M 回線によってインターネットに直接接続される（図 1-7）。

¹² Wireless Private Area Network

¹³ Wireless Local Area Network

¹⁴ Wireless Wide Area Network

¹⁵ Power Line Communication

¹⁶ Home Energy Management System

¹⁷ Building Energy Management System

¹⁸ プロトコルが異なるネットワーク間の通信を中継する機器

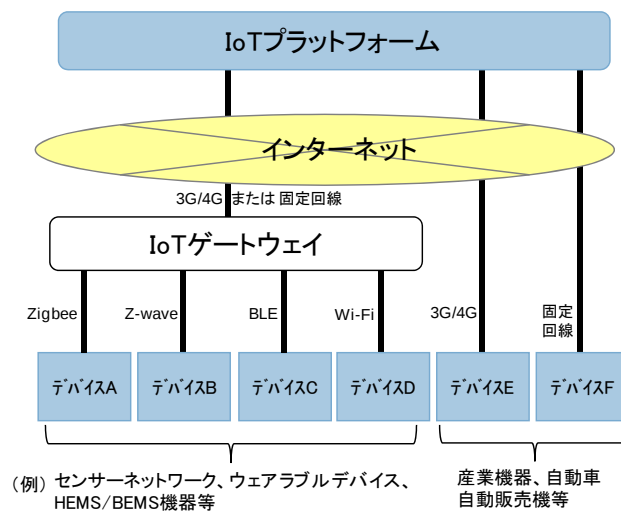


図 1-6 IoT デバイスの主な接続方法

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

	WPAN			WLAN	WWAN
	Zigbee	Z-Wave	BLE*	Wi-Fi	3G
周波数	2.4GHz 902～928MHz 868～870MHz	900MHz	2.4GHz	2.4GHz/5GHz	800MHz帯 900MHz帯 1.5GHz帯 1.7GHz帯 2.1GHz帯
通信距離	30m程度	30m程度	数m～100m程度	100m程度	数10km
通信速度	20kbps、40kbps、 250kbps	100kbps	1Mbps/ 0.2～0.4Mbps	11Mbps、54Mbps、 300Mbps	下り 14Mbps/ 上り 5.7Mbps
消費電力	小	小	小	大	大
主な接続用途	センサネットワーク、 HEMS、BEMS	センサネットワーク、 HEMS	PC、スマートフォン、 タブレット周辺機器、 ウェアラブルデバイス、 センサネットワーク、 HEMS、BEMS	PC、スマートフォン、タ ブレット、カメラ、デジ タル情報家電	携帯電話、スマート フォン、タブレット、 ノートPC、自販機、 自動車、産業機器、 ハンディターミナル等

* Bluetooth Low Energy

図 1-7 主要な M2M 無線通信規格

(出所) 各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

IoT プラットフォーム

IoT プラットフォームは、1)IoT デバイスのネットワーク接続等に関わる「コネクティビティ・プラットフォーム」 2) データ収集・処理等に関わる「サービスプラットフォーム」の大きく 2 つに分けられる。

ビジネスモデル上の重要性は後述するが、データの分析を担うこの領域が、IoT の核となることから、IoT ビジネスに関与しようとするプレイヤーの多くが、この領域の取り込みを模索している点で注目されている。

1) コネクティビティ・プラットフォーム

IoT デバイスのネットワーク接続に関わる機能を提供するプラットフォームであり、代表的な機能として SIM¹⁹プロビジョニングが挙げられる。例えば、通信キャリアの M2M 通信機能が組み込まれた産業機器をメーカーが販売する場合、回線の課金の都合上、メーカーの在庫時には回線は停止状態とし、ユーザー側で使用を開始する際に回線を利用可能とする必要がある。SIM プロビジョニングとは、このように M2M 回線の利用開始あるいは利用停止等のオペレーションを遠隔で実現する機能である。

2) サービスプラットフォーム

IoT デバイスからのデータ収集・蓄積、データ分析・処理機能や、分析結果の可視化、後述する④の個々のアプリケーションの管理、IoT デバイスのセキュリティ認証等の機能を提供するプラットフォームであり、IoT におけるビッグデータ分析およびアプリケーション提供に関わる共通基盤としての重要な役割を担う。

アプリケーション

IoT のシステム構成におけるアプリケーションは、製造業、ヘルスケア、エネルギー、自動車、金融、小売等、各産業や用途に応じた固有の機能を提供するものである。例として、産業機器の稼働データをリモートで収集し、機器の稼働状況を把握する遠隔監視や、収集したデータの分析による機器の故障の予兆検知、機器の稼働状況の最適化等の機能を提供するアプリケーションが挙げられるほか、家庭内の電力消費量の「見える化」や、家電等による電力消費量の制御を実現する HEMS など、様々なアプリケーションの開発が想定される（1.6 節にて産業別の IoT のユースケースを後述）。

(2) IoT 関連主要プレイヤー構成

IoT は、デバイス、通信・ネットワーク、プラットフォーム、アプリケーションで構成される巨大なエコシステムであり、更に細分化される階層毎あるいは階層を跨って多数のプレイヤーが存在する（図 1-8）。

¹⁹ Subscriber Identity Module

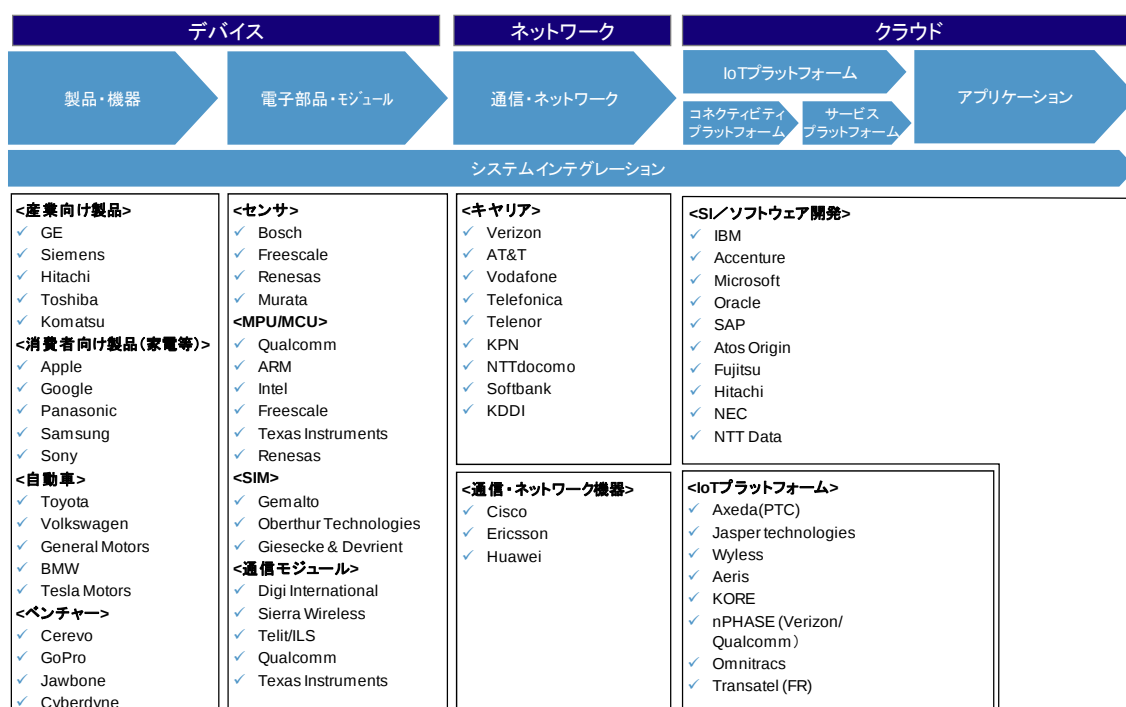


図 1-8 IoT 関連主要プレイヤーの構成

(出所) 各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

製品・機器

製品・機器関連のプレイヤーは、基本的には、既存の製品・機器に、センサや通信機能等を付加したうえ、稼働データの収集、データ分析結果に基づく高度な制御等により、製品・機器の性能向上や新たな機能の付加を実現するアプリケーションを提供し、新たな価値創造を狙う完成品メーカーで構成される。GE、Siemens 等のタービン、発電機、医療機器、建機等の産業向け製品メーカーや、Apple、Samsung、Google 等の家電・ウェアラブルデバイス等の消費者向け製品メーカー、BMW、Volvo 等の自動車メーカー等が挙げられる。一方で、IoT での活用を目的として、製品開発に参入する既存の完成品メーカー以外のプレイヤーも現れている。家電ベンチャーの Cerevo、GoPro、Jawbone などが挙げられる。

電子部品・モジュール

電子部品・モジュール関連のプレイヤーは、Bosch、Freescale 等のセンサメーカー、Qualcomm、Intel、ARM 等の MCU²⁰/MPU²¹メーカー、Gemalto、Oberthur Technologies 等の SIM メーカー、Digi international、Sierra Wireless 等の通信モジュールメーカー等、IoT 対応に必要な電子部品やモジュールを製造・販売するメーカーで構成される。

²⁰ Micro Controller Unit

²¹ Micro Processing Unit

通信・ネットワーク

通信・ネットワーク関連のプレイヤーは、IoT における主要な通信手段である M2M サービスを提供する Vodafone、AT&T 等の通信キャリアと、Cisco Systems、Ericsson 等の通信キャリアに通信・ネットワーク機器を提供するメーカーで構成される。

通信キャリア間では、自社単独でのサービス提供エリアを超え、グローバルでシームレスに M2M サービスを推進するためのアライアンスが形成されている（図 1-9）。各アライアンス団体では、ローミングコストの低減に加え、M2M 通信モジュールや eSIM²²等の規格の共通化等に取り組んでおり、これにより各通信キャリアは、自社のユーザーにグローバルベースでワンストップの M2M サービスを提供することが可能となる。M2M World Alliance は、Jasper Technologies（米国）の提供する M2M のプラットフォームを採用する NTT ドコモ、SingTel（シンガポール）、Telefonica（スペイン）等の 8 社、Global M2M Association は、ソフトバンクの他、欧州キャリアの Orange（フランス）、Deutsche Telekom（ドイツ）、Telecom Italia（イタリア）等の 6 社、Bridge Alliance は、M2M World Alliance の Singtel や Global M2M Association のソフトバンクも含むアジア・太平洋地域の通信キャリアで構成されている。KDDI は上記のいずれのアライアンスにも参加していないものの、M2M World Alliance のメンバーの Telenor Connexion（スウェーデン）とグローバルな M2M ソリューションの提供に関して提携関係にある。また、グローバルなカバレッジを強みとする Vodafone は、いずれのアライアンスにも参加していないが、2014 年 6 月にドコモとの提携が発表された。

なお、Global M2M Association と Bridge Alliance は、Ericsson（スウェーデン）と M2M プラットフォームの提供で提携関係にあり、M2M World Alliance の各社と提携関係にある Jasper Technologies と Ericsson とが M2M プラットフォームの領域で競争を繰り広げている状況にある。

²² Embedded SIM

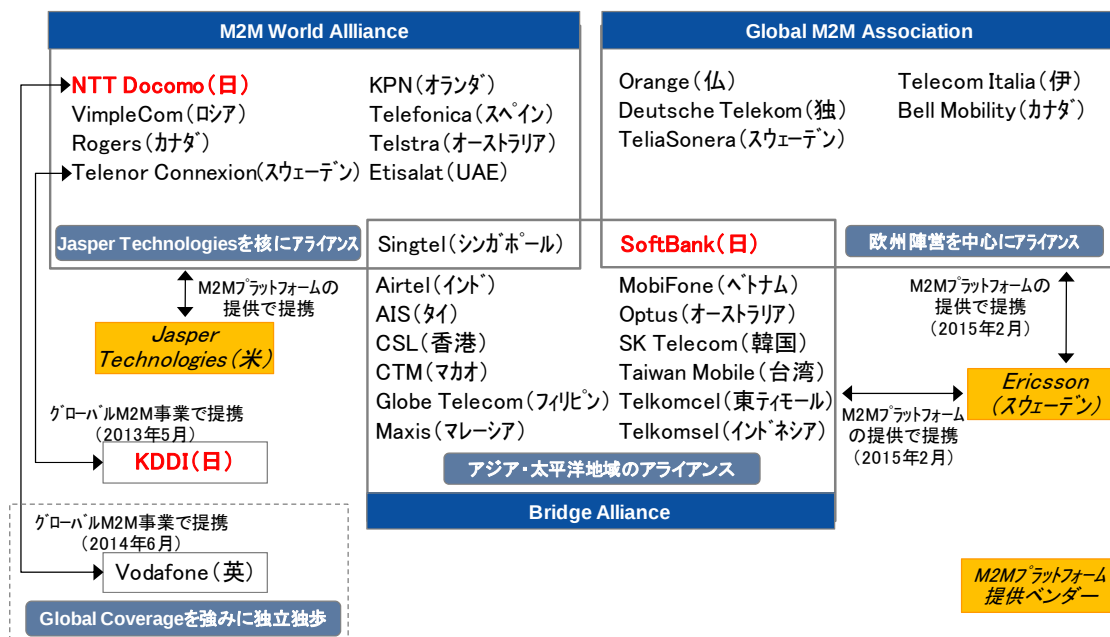


図 1-9 通信キャリア間の M2M アライアンス

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

IoT プラットフォーム / アプリケーション

IoT プラットフォーム、アプリケーションを一体で提供する IBM、Microsoft、Oracle、SAP 等の大手 SI/ソフトウェアベンダーは代表的なプレイヤーとして挙げられる。

一方、後述する GE のように、①で挙げた製品・機器だけでなく、IoT プラットフォーム、アプリケーションを垂直統合的に提供するケースもある。また、各産業・用途別に個別のアプリケーションを開発・提供するソフトウェアベンダーは多数存在する。なお、1.3 (1) ③のとおり、IoT プラットフォームは、デバイスの接続管理やデータ収集・分析等の共通基盤的な機能を担う重要な位置づけにあることから、その成長性に着目して多数のベンチャー企業が立ち上がっている領域であり、Jasper Technologies、Wyless、Aeris 等の IoT プラットフォーム専門ベンダーが多数存在する。これらの IoT プラットフォーム専門ベンダーは、その多くが既に高い企業価値評価を受けており、一方で、こうした専門事業者は、事業としてのマネタイズ化には苦戦している面もあり、垂直統合型の事業展開を目指す他レイヤーからの M&A 対象としての注目度が高まることが想定される。例として、米ソフトウェアベンダーの PTC による ThingWorx および Axeda の買収や、Samsung Electronics によるスマート家電分野の IoT プラットフォームベンダー SmartThings の買収等の垂直統合型ビジネスの展開を志向した買収や、Sierra Wireless や Kore のような規模拡大を目的とした同業間の買収も繰り返されている (図 1-10)。

年月	被買収企業 (IoT プラットフォーム関連)			買収企業
	企業名	設立年	買収金額 (\$M)	
2014 年 11 月	RACO Wireless (米)	1991	142	KORE Wireless (米)
2014 年 8 月	SmartThings (米)	2012	N/A	Samsung Electronics (韓)
2014 年 7 月	Axeda (米)	2000	170	PTC (米)
2014 年 1 月	In Motion Technology (カナダ)	2002	19	Sierra Wireless (カナダ)
2013 年 12 月	ThingWorx (米)	2009	130	PTC (米)
2013 年 9 月	ILS Technology (米)	1971	9	Telit Wireless Solutions (英)
2012 年 8 月	Sagemcom (M2M 事業) (仏)	1924	56	Sierra Wireless (カナダ)
2012 年 6 月	Hughes Telematics (米)	2009	694	Verizon Communications (米)
2011 年 4 月	Telenor Connction (スウェーデン) (プラットフォーム事業)	2008	N/A	Ericsson (スウェーデン)

図 1-10 IoT プラットフォームベンダーの主な M&A

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

1.4 市場規模・経済価値

IoT の市場規模の見通しについては、様々な調査機関・企業から公表されているが、本節ではまず、米コンサルティング企業 McKinsey、米通信・ネットワークシステムベンダーの Cisco Systems による市場予測を取り上げる。両社はいずれも、表現は異なるものの、IT・ソフトウェア企業や電子部品メーカー、通信キャリア等のサプライヤーによる IoT 関連の製品・サービスの直接的な売上のみを捉えるのではなく、IoT を導入する企業のオペレーションの効率化を通じて実現されるコスト削減効果やマーケティングの高度化に伴う売上増加等の“ユーザー側の経済効果”も含めた全体的な効果を“IoT によりもたらされる経済価値”として試算している。McKinsey は、2025 年における IoT による潜在的な経済効果 (economic impact) として、消費者余剰²³を含む経済効果を 3.9～11.1 兆ドルと予測、Cisco Systems は、2013 年から 2022 年までの 10 年間に IoE がもたらす民間および公共セクターにおける 経済価値 (Value At Stake) の合計を 19 兆ドルと算出している。

次に米 IT アドバイザリ企業 Gartner による市場予測を取り上げる。Gartner は前述の 2 社と異なり、IoT のサプライヤーによる IoT 関連サービスの市場規模²⁴のみを算出しており、同市場は 2014 年の 523 億ドルから 2020 年には 2,628 億ドルへと年率 31% の高い成長性で拡大することが予測されている。

以上の各社の公表値等を踏まえると、2025 年における IoT のもたらす経済価値は、8 兆ドルもの規模感に達するものと推計される (図 1-11)。これは直近 (2014 年) の日本

²³ 消費者の支払許容額から消費者が支払った価格を差し引いたもの

²⁴ Source: Gartner, "Forecast: Internet of Things, Endpoints and Associated Services, Worldwide, 2014", 20 October 2014
IoT 関連サービス: Connectivity Services、Consumer Services、Professional Services (コンサルティング、システム開発、運用) が含まれる。

の GDP（約 5 兆ドル）とドイツの GDP（約 3 兆ドル）を合算した額に匹敵する規模であり、IoT が如何に多大なる付加価値を創出し得るか、IoT への世の中の期待の高まりの裏付けあるいは各社の IoT への取り組みの動機付けとなる参考数値となろう。

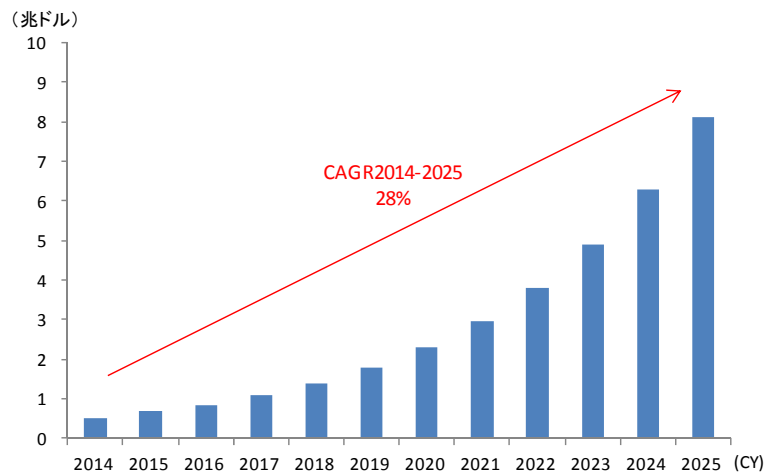


図 1-11 IoT が付加する経済価値（2014CY-2025CY）

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

但し、ここで、IoT のもたらす経済価値の意味を改めて考えると、IoT のサプライヤーの直接的な売上に対して、IoT の導入によるコスト削減効果や売上増等のユーザー側の経済効果の方が大きなウェイトを占めると考えられている点、留意が必要と考える。例えば、前述の Gartner の IoT 関連サービス市場予測と図 1-11 に示す IoT の経済価値予測を踏まえると、IoT の付加する経済価値全体のうち、IoT 関連サービスとして IoT のサプライヤーの売上が占める比率は約 1 割程度と推計される。残りの大宗は、ユーザー側の経済効果と推測されるが、このユーザー側の経済効果は GDP の拡大に直結するものではない。例えば、IoT のユーザー企業がコスト削減によって増加した利益が再投資に向けられるか、あるいは利益率向上が賃金の引き上げに繋がり、個人消費が拡大するなどの連鎖反応の結果として、その一部は GDP に寄与しうる。あるいは、IoT のサプライヤー側の視点に置き換えると、IoT の導入によりユーザー企業にもたらされたコスト削減効果を原資とした対価をユーザーから得ること、つまり課金モデル・マネタイズ化を実現できれば GDP の拡大に繋がる。そして、IoT のサプライヤーに適正な便益がもたらされることで、事業が安定化し、継続的な開発投資→サービスの高度化→ユーザーへの導入拡大といった好循環が回り、結果として IoT の更なる普及・進展を加速させる原動力になりえるものと考えられる。この点で IoT におけるマネタイズは重要と考えられ、IoT におけるマネタイズに成功しつつある GE の事例を 2.2 節 GE「Industrial Internet」にて取り上げるほか、IoT における課金モデル・マネタイズの論点について、4.3 節「日本企業の取り組みの方向性」にて後述する。

1.5 IoT による価値創造

あらゆるモノがインターネットに繋がり、多種多様なデータの取得が可能な IoT の時代において、IoT ビジネスの本質は、“モノ” から収集した“データ”の利活用により、新たな「価値」を創造し、コスト削減、売上拡大を通じて「経済的な利益」を得ることにある。Cisco Systems によれば、2020 年には世界で 500 億台の“モノ”がインターネットに繋がると予測されており、一人あたりに換算すると 6.58 台にものぼる。また、これらの IoT デバイスから生み出される膨大なセンサデータを含めると、2020 年には 40 ゼタバイト²⁵ものデータが生み出されると予測されている。IoT において、モノから収集する“データ”こそが付加価値の源泉であり、更に多種多様かつ膨大なデータの分析・処理（＝所謂ビッグデータ活用）により、付加価値を創造することが求められる。

この IoT による価値創造の類型として、コスト削減に繋がる（1）業務オペレーション最適化、（2）リスク管理、売上拡大に繋がる（3）マーケティング戦略の高度化、（4）新規事業創出の 4 点が想定される（図 1-12）。

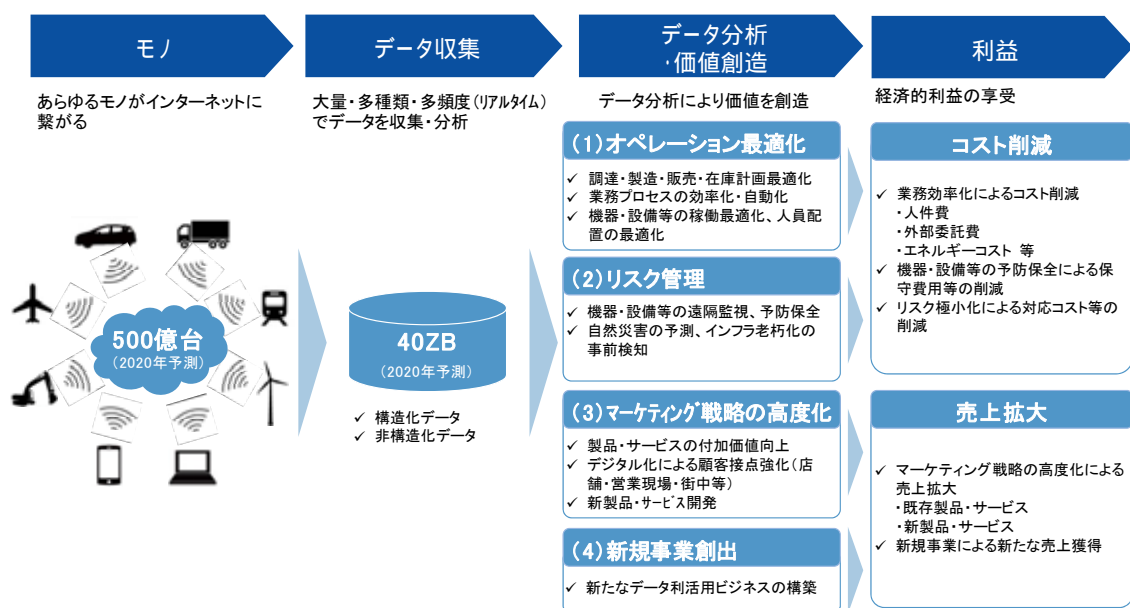


図 1-12 IoT による価値創造の類型

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

（1）オペレーション最適化

温度、気圧、降雨量等に関わるセンサの活用による天候予測の精緻化やソーシャルデータの分析等により、需要予測を高度化することで調達・製造・販売・在庫計画の最適化が見込まれる。また、各種部品、製造装置等に RFID、センサを搭載し、データ収集・

²⁵ ゼタバイト＝1 兆ギガバイト

分析ならびに製造装置の自動制御により、製造プロセスの効率化・自動化等が可能となるほか、産業機器の稼働データを分析し、稼働状況・環境に応じて高度に制御することで、稼働の最適化が可能となる。加えて、GPS やビーコン等の活用により、人の位置・行動データを分析することで、人員配置の最適化等の実現も可能となる。

(2) リスク管理

機器の稼働状況の遠隔監視や稼働データの分析の高度化により、機器の故障リスクを事前に検知する予兆検知の高度化が可能となり、故障発生による保守費用の削減が見込まれる。また、自然災害の予測やインフラ老朽化の事前検知により被害の未然防止や極小化も見込まれる。

(3) マーケティング戦略の高度化

マーケティングとは売れる仕組みを作ることであり、IoT が企業の製品あるいはサービスの売上増をもたらす様々な仕組み作り・戦略策定に貢献することが期待される。例として、製品（Product）、価格（Price）、流通（Place）、プロモーション（Promotion）の4P のフレームワークに従い、想定される効果を挙げてみよう。“製品”では、製品・サービスがインターネットに“繋がる”ことで、機能・利便性等の付加価値が向上し、他社製品・サービスとの差別化が可能となるほか、企業内外に分散した多種多様なデータの収集・分析により顧客の潜在的ニーズを明らかにし、新製品や新サービスの開発に活かすことも期待される。また、“価格”では、製造プロセスの高度化により製造原価を低減し、価格競争力の向上に繋がるだろう。“流通”、“プロモーション”では、WEB サイト、コールセンター等の従来のオンラインチャネルに加え、タブレットやスマートフォン、デジタルサイネージ等の利活用の高度化により、営業現場、店舗、街中などでの“デジタル化”による顧客接点の強化が見込まれる。

(4) 新規事業創出

IoT により、既存のビジネスモデルを超えた、新たなビジネスモデル・新規事業の創出が期待される。ベンチャー企業を中心に IoT のコンセプトに基づく様々なビジネスモデルが生まれているが、例として、スマートフォンを活用したタクシー配車サービスの米 Uber や、個人間での家・部屋の貸し借りを仲介する米 Airbnb など、スマートフォン、位置情報等を活用して、車や家などの資産を共有する「シェアリングエコノミー」と言われるビジネスモデルが注目を集めている。いずれの企業も売上高は開示されていないが、企業価値評価については、Uber は 500 億ドル、Airbnb は 250 億ドルと、そのビジネスモデルと成長性に対して、非常に高い評価がついている。

1.6 産業別のIoTのユースケース

IoTは“あらゆるモノがインターネットに繋がる”という広い概念であり、全ての産業に関わると言っても過言ではない。ここでは各産業において進められている、あるいは今後進むと想定される産業別のIoTのユースケースを例示する（図1-13）。

産業	IoTのユースケース(例)
産業機器 製造	✓ 機器の稼働状況の遠隔監視による稼働実績の把握、故障予兆検知、機器の稼働最適化 ✓ RFID、センサー等を活用した製造プロセスの高度化(産業オートメーション)
自動車	✓ インフォテイメント(マルチメディア、SNS、音声通信、位置情報を活用したサービス等)の提供 ✓ 車載センサ(カメラ、レーダー、加速度等)、位置情報等を活用した自動車車両制御の高度化(運転支援、自動運転等)
医療 ヘルスケア	✓ ウェアラブルデバイス等で収集したバイタルデータと、遺伝子データ、疾病・診断データの分析による予防医療の推進 *血圧、脈拍、血糖値、活動量、睡眠時間、食事内容
金融	✓ NFCによるモバイル決済、携帯電話によるモバイル送金サービス ✓ ドライバーの運転傾向に基づく自動車保険の保険料算定
小売	✓ RFIDによるトレーサビリティ、販売・在庫管理 ✓ 位置情報を利用したクーポン配布等の販売促進、人流解析による売り場の動線や商品陳列の最適化
物流	✓ 各種センサを活用した配送状況に関わるトレーサビリティの確保、渋滞予測等を活用した集荷・配送業務の効率化 ✓ 車両稼働データ、ドライバーの運転傾向分析等による故障・事故等の予兆検知
エネルギー	✓ 仮想発電所(VPP)による分散電源の電力供給調整、デマンドレスポンス(DR)による需要家の電力消費量の自動制御 ✓ 家庭内、ビル、工場内の電力消費量の制御・最適化(HEMS/BEMS/FEMS)
農業 畜産業	✓ 気象データ、土壌データ、農作物収量データ等を元にした収量予測、最適化 ✓ 家畜のバイタルデータ(体温・脈拍・活動量等)のモニタリングによる体調管理、分娩時期の把握
家電	✓ 照明、空調、HDDレコーダー等、ロボット掃除機等の遠隔操作、子供・高齢者の見守り家電 ✓ 調理家電とレシピサイトとの連携による自動調理
公共インフラ (道路・水道等)	✓ 道路・橋梁・建物・トンネル等の歪み・ねじれ等の遠隔監視による崩落事故等の予兆検知・異常検知 ✓ 水道配管の遠隔監視による漏水検知

図1-13 産業別IoTのユースケース(例)

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

(1) 産業機器、製造業

産業機器、製造分野では、GEのIndustrial InternetやドイツのIndustrie 4.0が代表的な事例として挙げられる。GEのIndustrial Internetは、産業機器にセンサと通信機能を搭載し、機器の遠隔監視による稼働状況の把握や、高度なデータ分析による故障の予兆検知、機器の稼働最適化を行うものであり、ドイツのIndustrie 4.0は、RFID、センサ等を部品、製造装置等に搭載し、データ収集・分析により、製品開発・製造プロセスの高度化を目指す取り組みである(詳細は第2節ご参照)。

(2) 自動車

自動車分野では、従来のカーナビゲーション・システムの機能の拡張による動画・音楽のストリーミング配信や音声認識システム、位置情報等の活用により、周辺の商業施

設を案内するようなコンシェルジュサービスの提供等、所謂インフォテイメント²⁶系のテレマティクス²⁷サービスの提供の進展が想定される。また、画像センサ、レーダー、加速度センサ、位置情報等の活用による自動車の運転支援の高度化や、近未来における自動運転の実現に向け、各社が検討を進めている（詳細は第2部第1節ご参照）。

(3) 医療・ヘルスケア

ヘルスケア・医療分野では、予防医療への活用が挙げられる。個人が装着したウェアラブルデバイスにより、血圧、脈拍、活動量、睡眠量、血糖値等のバイタルデータを日々収集し、医療機関の診療データや薬局の調剤データ、更には個人の遺伝子データを組み合わせた高度なデータ分析が想定される。これにより、個人の遺伝子配列の特性を踏まえた生活習慣と生活習慣病等の各種疾病との相関関係を明らかにすることで、予防医療への活用や One to One の効果的な治療法の選択が可能になることが想定され、個人の健康の推進とともに医療費の削減が期待される。

(4) 金融

金融分野では、NFC²⁸によるモバイル決済や、スマートフォンによるモバイル送金などのモバイルペイメントサービスが含まれる。また、自動車保険では、ドライバーの運転傾向を元に保険料の掛け金を算出するような商品も発売されている。具体的には、自動車にドライブレコーダーを設置し、ドライバーの運転実績を分析することで、速度超過、急発進・急ブレーキ等の危険運転の傾向が少ない優良ドライバーと判定されるケースでは、保険料を割引くような商品である。

(5) 小売

小売分野では、商品に RFID タグを付与することで、在庫、発注、販売管理の効率化、商品のトレーサビリティの確保等が可能となる。また、マーケティング面では、スマートフォンや自動車等の位置情報やビーコン等を利用して特定の場所に来訪した顧客に対してクーポンを配信する仕組みや、店舗内等に設置したデジタルサイネージの活用等の One to One マーケティングの高度化のほか、ネットワークカメラを用いて人流・導線の解析を実施し、売り場の導線や商品陳列方法の改善に活かすことが想定される。

(6) 物流

物流分野では、RFID、温度センサ、加速度センサ等の活用により、配送中の温度、衝撃等のコンディションのトレーサビリティの確保や、配送状況のリアルタイム追跡が可

²⁶ Information（情報）と Entertainment（娯楽）から作られた造語。情報と娯楽を融合したもの

²⁷ Telecommunication（通信）と Informatics（情報工学）から作られた造語。自動車などの移動体向けに通信システムを利用して、リアルタイムに情報サービスを提供すること

²⁸ Near Field Communication

能となる。また、トラックの位置情報、渋滞予測情報等の活用による集荷・配送業務の効率化や、ドライバーの血圧、脈拍、血糖値、居眠り、飲酒等をセンサで検知し、運転事故の防止に繋げることが期待される。将来的にはトラックの自動運転や、ドローン（無人機）を宅配に用いる革新的な構想など、様々な利活用が想定される。

(7) エネルギー

エネルギー分野では、電力会社の発電所だけでなく、企業の自家発電、家庭用の再生可能エネルギー、EV の蓄電池など、複数の分散電源を通信ネットワークで統合的に制御・管理し、システム全体の電力供給量を調整する仮想発電所（VPP²⁹）や、需要家の電力使用量を自動制御するデマンドレスポンス、家庭内、ビル、工場内の電力消費量の制御・最適化に関わる HEMS、BEMS、FEMS³⁰等、電力需給の制御・最適化に関する取り組みの進展が想定される。

(8) 農業・畜産業

農業分野では、気温、照度、CO₂ 量、土壌の pH、水分量等を各種センサでデータ収集・分析することにより、農業者の永年の経験や勘に依存せずに農作物の収量の安定化・最適化を実現する取り組みが進められている。また、畜産業では、家畜のバイタルデータ（体温・脈拍・活動量等）を遠隔モニタリングすることにより、家畜の体調の管理や分娩時期の予測による分娩事故の削減を実現した取り組みが進められている。

(9) 家電

家電分野では、照明、空調、ハードディスクレコーダー、ロボット掃除機等の遠隔操作、調理家電とレシピサイトとの連携による調理の自動化、子供や高齢者の安否確認用の見守り家電のほか、各種家電の稼働データの収集・分析による製品の品質改善や新製品開発への活用等のマーケティングの高度化等が想定される。

(10) 公共インフラ（道路・水道等）

近年発生したトンネル崩落事故が社会に与えた衝撃は記憶に新しく、日本各地の道路、橋梁、トンネル等のインフラの老朽化が進む中、事故の未然防止のためのインフラの点検・管理の徹底が求められる。そこで、道路、橋梁、トンネル等に各種センサを設置し、通信・ネットワークを介して常時モニタリングすることで、圧力センサによる歪みの検知、超音波センサによる劣化診断等、崩落事故の予兆検知を実現することが期待される。同様に水道配管の漏水時の振動や音を検知するセンサの設置も進められており、センサネットワークのインフラモニタリングへの活用の進展が期待される。

²⁹ Virtual Power Plant

³⁰ Factory Energy Management System

2. 世界の IoT の潮流 - 新たな産業革命の幕開け -

“IoT が新たな産業革命を起こす” といったドイツの「Industrie 4.0」や米国 GE の「Industrial Internet」などに代表されるビジョン、取り組みに産業界からの注目が集まっている。いずれも、18 世紀後半の蒸気機関を動力源とした工業化がもたらした「産業革命」を基点とし、ドイツは、電力利用による大量生産（第 2 次産業革命）、産業オートメーション（第 3 次革命）に次ぐ、“第 4 次産業革命” を標榜し、GE はインターネット革命（第 2 の波）に次ぐ“第 3 の波” と捉えている。

本節では、世界における IoT の潮流として、GDP の約 2 割を製造業が占め、ものづくりに強みを持つドイツが、企業の枠を超えて、産学官一体となって次世代のものづくりの実現を目指す「Industrie 4.0」と、世界最大のコングロマリットである GE が、自社の強いハード（航空機エンジン、ガスタービン、鉄道車輛、医療機器等）とソフトウェア・サービスとの融合により新たな付加価値の創造を目指す「Industrial Internet」の 2 つを代表的な IoT の取組事例として紹介する。

この 2 つの取り組みを概説すると、Industrial Internet は、IoT を活用した産業機器等の遠隔監視、予防保全の高度化、オペレーション最適化等を通じ、主としてアフターサービス領域で新たな付加価値の創出を図ろうとしているものであるのに対し、Industrie 4.0 は、製造プロセスの垂直統合と製品ライフサイクル及びバリューチェーンの水平統合を実現する高度な生産システムの構築により製造業の生産性を高める事を目的としたものである。この 2 つは、IoT を活用した製造業の高度化という共通点はあるものの、フォーカスしているビジネス領域が異なっているものと理解され（図 2-1）、次節より具体的内容を考察する。なお、Industrie 4.0 については、2015 年 6 月 10 日発行のみずほ産業調査「特集：欧州の競争力の源泉を探る ―今、課題と向き合う欧州から学ぶべきことは何か―」にて、“ものづくりの潮流変化「Industrie 4.0」” の項でとり上げているので、合わせて参照されたい。

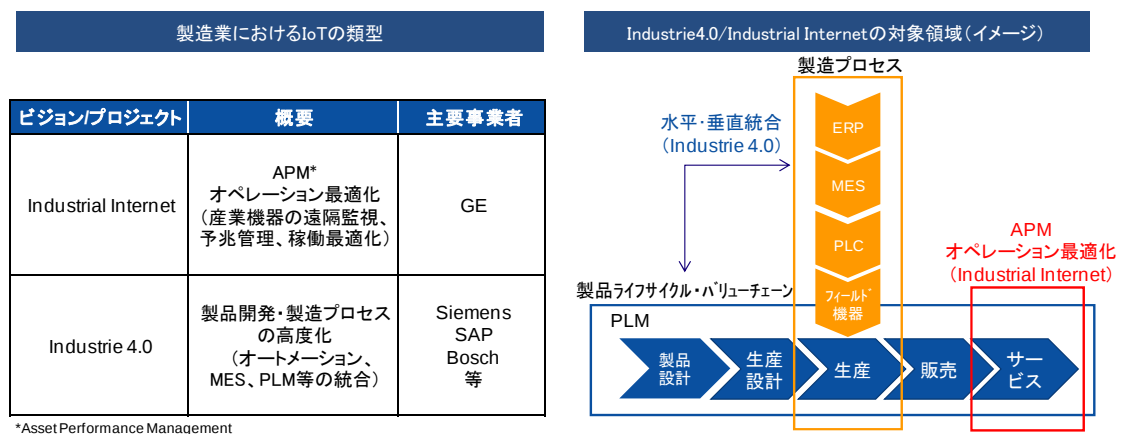


図 2-1 Industrial Internet と Industrie 4.0 の相違点

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

2.1 ドイツ「Industrie 4.0」

(1) Industrie 4.0 概要

ドイツの Industrie 4.0 は、ドイツのイノベーション推進政策の一部であり、ドイツの強みである機械、設備に関する生産技術と ICT を掛け合わせた次世代のものづくりを先導するための施策と位置付けられている。ドイツ政府は、Industrie 4.0 において、2 つの狙い（デュアル戦略）を掲げ、同時に達成していく事を目指している。第 1 の狙いは、ドイツの機械、設備産業が今後も世界市場で主導的な地位を維持することである。ICT と伝統的な製造業の生産技術を統合することにより、ドイツ企業がスマート製造技術・機器のリーディングサプライヤーになることを目指している。第 2 の狙いは、低賃金を背景とした中国等のアジア地域での低コスト生産が拡大する中、ICT と生産技術を組み合わせた高効率な生産を行い、ドイツの製造業の競争力強化を実現すると共に、生産拠点としてのドイツのポジションを維持・拡大しようとするものである。また、具体的な成果目標（KPI）として、「2025 年までに米国、中国を抜いて輸出世界第 1 位になる」との明確な目標を掲げている点は特筆すべき点と言えよう。

コンセプトは生産技術と ICT の統合、且つ企業を超えた連携体制の構築であり、製造業が直面している生産性向上等の課題を IoT を活用した高度な製造プロセスの構築によって解決していく方針である。ドイツは Industrie 4.0 という国家プロジェクトの下、IoT や生産の自動化（Factory Automation）技術を駆使し、生産プロセスに係る各種データや製品販売後の使用データ等を工場内外のモノやサービスと連携させることで、今までにない価値や新しいビジネスモデルの創出を目指している。

(2) Industrie 4.0 が目指す生産システム

Industrie 4.0 が目指す生産システムで核となる部分は、製造プロセスの垂直統合と製品ライフサイクル及びバリューチェーンの水平統合を行い、更にこの 2 つを統合することにある（図 2-2）。現状、工場内のソフトウェアや制御、フィールド機器間を繋ぐインタフェースは統一されておらず、生産ラインを変更する際は各機器やソフトを繋げていくエンジニアリングに多くの労力を要すると言われている。Industrie 4.0 では、これを解決するために機器に組み込まれたソフトウェア領域のインタフェースを標準化していく事で ERP³¹（統合業務パッケージ）や MES³²（製造実行システム）が位置する上位階層と制御やフィールド機器の下位階層をシームレスに繋げていくモデルを構築し、更にこのシームレスに垂直統合された生産システムを、水平統合された PLM³³（製品ライフサイクル管理）とも連携させることを目指している。こうした生産システムとバリューチェーンの融合により、エンドユーザーの需要に応じたマスカスタマイゼーション³⁴を可能とする生産システムの構築を目指しているのである。

³¹ Enterprise Resource Planning

³² Manufacturing Execution System

³³ Product Life cycle Management

³⁴ マスプロダクション（大量生産）並みの低価格でカスタムメイド、オーダーメイドを実現すること

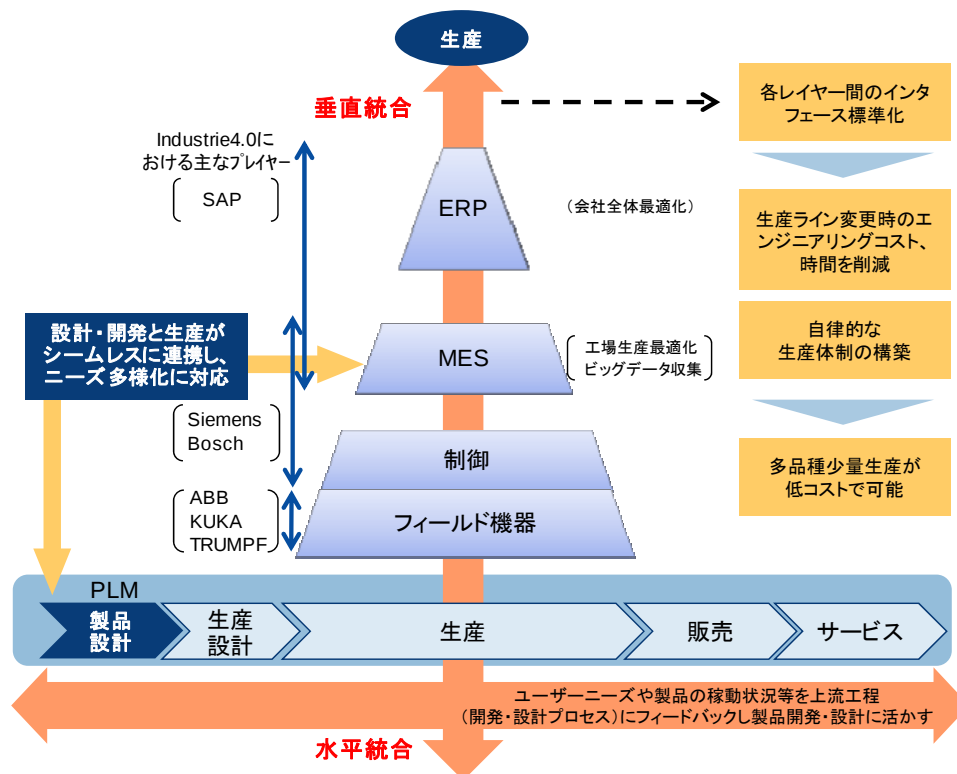


図 2-2 Industrie 4.0 における十字の連携体制（イメージ）

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

2.2 GE「Industrial Internet」

GE（General Electric Company）は 1878 年に発明家トーマス・エジソンが創業した世界最大のコングロマリッド企業であり、ダウ工業株 30 種平均の算出以降、継続して構成銘柄に残っている唯一の企業である。本節では、130 年以上の歴史を持つ GE の IoT 時代の到来を見据えた戦略「Industrial Internet」について考察する。

(1) Industrial Internet の概要

2012 年 11 月、GE はネットワークに接続された“産業機器”と、クラウドベースの高度な“分析”ソフトウェアを結びつけることにより、コスト削減等の付加価値を創造する「Industrial Internet」構想を公表した。具体的には、GE 製のガスタービン、航空機エンジン、医療機器等の産業機器にセンサを取り付け、インターネット経由で稼働データを収集・分析し、機器の保守・メンテナンスおよび稼働の最適化等に生かすものであり、“産業機器と IT の融合”とも言える取り組みである。GE は、Industrial Internet がもたらす経済効果のイメージとして、仮に各産業で 1%のコスト削減を実現した場合、世界で年間 200 億ドルものコスト削減効果を創出できるとの試算を公表している。

(2) Industrial Internet の特徴

この GE の Industrial Internet について、「機器の遠隔監視・保守サービス」と単純に捉え、“昔からある”、“新しくない”とする指摘も見受けられる。確かに、各種機器を通信・ネットワーク回線に接続し、リモート環境で稼働状況を監視する取り組みは予めより行われている。日本でも例えば、リコーは 1995 年に複写機の遠隔診断システムを開始し、機器の稼働状況をネットワークを通じて常時監視し、定期点検時期や紙詰まりの発生状況などのメンテナンス情報を遠隔管理するサービスを提供開始したほか、コマツは 2001 年より自社の建機の遠隔監視機能を標準装備した KOMTRAX を提供している。では、GE が改めて世界に向けて提唱した Industrial Internet の本質、狙いは何なのか。以下に Industrial Internet の特徴を挙げ考察する（図 2-3）。

項目	概要
顧客価値創造	✓ ハード・ソフト・サービス融合による新たな顧客価値の創造 - ー 予防保全の高度化…ダウンタイムの低減、逸失利益の極小化 - ー オペレーション最適化…燃費、電力コスト削減、出力最適化による売上増
課金モデル・マネタイズ	✓ Predictivity ソリューションの売上：顧客に与える経済的便益の対価 ✓ CSA の採算性向上：成果ベースの CSA の売上増、GE 側の保守コスト低減による利益率向上
ケイパビリティの獲得	✓ ソフトウェア技術者、専門職の大量採用、IT・ソフトウェア企業幹部の招聘 ✓ IoT プラットフォーム「Predix」、アプリケーション「Predictivity」の共同開発
プラットフォーム戦略	✓ IoT プラットフォーム「Predix」の外部提供
ビジョン	✓ 先見的ビジョンの顧客・パートナーとの共有、啓蒙による新たな市場の創造 ✓ 製造業における将来ビジョン「Future of Work」の新たな発信

図 2-3 GE の Industrial Internet の特徴（まとめ）

（出所）GE 公表資料等を基にみずほ銀行産業調査部作成

ハード・ソフト・サービス融合による新たな顧客価値の創造

IoT デバイスの原型とも言えるスマートフォンは、各種センサ、MPU、OS、通信機能等を搭載し、インターネット経由でのデータ送受信や、アプリケーションの追加・修正等が可能なデバイスであり、その機能・性能は、ハードウェア単体ではなく、ソフトウェア・サービスと融合することで発揮される。GE の Industrial Internet は、産業機器がインターネットに繋がる“IoT 化”の進展を想定し、ハードウェア単体の機能・性能競争を超え、高度なソフトウェア・サービスとの融合を図ることで新たな顧客価値を創造する取り組みと考えられる。具体的には各種センサを装着した産業機器から従来の遠隔監視を超える多量・多種類・多頻度のセンサデータを収集し、高度なデータ分析・処理を行う所謂ビッグデータ分析を通じて、1) 予防保全の高度化 2) オペレーション最適化を実現するものである。

1) 予防保全の高度化

製造業において、製品の売り切りではなく、製品販売後の保守・メンテナンスサービスを包括的に提供することは、安定的な収益の獲得、顧客との継続的な接点確保等の観点で重要であり、製造業における“サービス事業”の典型例である。GE は、前 CEO の Jack Welch の時代よりサービス契約（CSA³⁵）の獲得への注力を進めている。直近の 2014 年度業績を見ると、サービスが産業部門の売上の約 4 割、利益の 8 割超を占め、利益率は産業部門全体の 2 倍を誇るなど、サービスを中心とした収益構造となっていることがわかる（図 2-4）。この保守・メンテナンスサービスは、故障等の発生の都度に行う事後保全と、事故が起こる前に行う予防保全の大きく 2 つに分類される。更に、予防保全は一定期間に行う時間基準保全（Time based Maintenance）と、機器の状態に応じて効率的に行う状態基準保全（Condition based Maintenance）に分けられる。センサ、ネットワーク等を活用した機器の遠隔監視・保守サービスは、故障等の異常を事前に検知する状態基準保全を行うものであり、予てより GE を含む製造業各社が取り組んでいる。

GE が Industrial Internet で目指すのは、産業機器の稼動状況に関わるビッグデータ分析により、機器の劣化や異常等の予兆検知や部品の交換タイミング等の予測を従来よりも高い精度で実現することであり、データ分析による予防保全の高度化と解せられる。これにより、GE は顧客に対して想定外の機器のダウンタイムの低減とそれによる逸失利益の極小化（売上増）等の収益効果をもたらすことが可能となる。

(金額単位: \$B)

	Revenues			Segment Profit			Margin	
		(内訳) Service	比率		(内訳) Service	比率		(内訳) Service
Power & Water	27.6	13.0	47%	5.4			19%	
Oil & Gas	18.7	8.6	46%	2.6			14%	
Energy Management	7.3	2.0	28%	0.2			3%	
Aviation	24.0	11.5	48%	5.0			21%	
Healthcare	18.3	8.1	44%	3.0			17%	
Transportation	5.7	2.8	49%	1.1			20%	
Appliances & Lighting	8.4	0.5	6%	0.4			5%	
産業部門計	109.9	46.4	42%	17.8	14.8	83%	16%	32%

図 2-4 GE 産業部門業績（2014 年度 セグメント別）

（出所）GE 2014 Annual Report よりみずほ銀行産業調査部作成

2) オペレーション最適化

産業機器の稼動状況等に関するビッグデータ分析を元に高度なソフトウェアによるコントロールを実施することで、機器の予防保全だけでなく、機器の稼働を含むオペレーション全体の最適化を実現することが可能となる。これらは、GE の顧客に対して電力

³⁵ Contractual service agreement

コストや燃料費の削減、売上増加等の経済的利益をもたらすものであり、各産業分野・機能別に SaaS³⁶型の Predictivity³⁷ソリューションとして提供が進められている（図 2-5）。例として、航空事業では、「Flight Efficiency Services（FES）」の独自のアルゴリズムを用いて、機体、運航、気候、整備等に関する膨大なデータをタイムリーに分析することで、航空機の運航順序調整や飛行計画の最適化、および燃料効率の改善などの効果を訴求しており、AirAsia（マレーシア）への導入事例では、2017 年までに 3,000 万ドルの燃料削減効果が見込まれている。また、風力発電事業では、「Wind PowerUp」により風力タービンの設置された環境や立地の状態を考慮しながら、風力発電所の出力を最大 5%増加させることが可能と訴求しており、E.ON（ドイツ）への導入事例では、GE 製の 283 基の風力タービンの出力量が 4%増加したとの成果が公表されている。

産業分野	Predictivity ソリューション (例)	顧客	顧客の成果(見込み含む)
Oil & Gas	Intelligent Pipeline	Columbia Pipeline Group(米国)	15,000 マイルもの天然ガスパイプラインのリアルタイムモニタリングによるダウンタイム低減
Transportation	Movement Planner	Norfolk Southern(米国)	鉄道の運行速度を 10%改善
Aviation	Flight Efficiency Services	GOL Airlines(ブラジル)	5 年間で 9 千万ドルの燃費削減
		AirAsia(マレーシア)	2017 年までに 3 千万ドルの燃費削減
Power & Water	Advanced Gas Path	Dubai Aluminium(UAE)	3.4%の発電量増加、燃費向上
	Wind PowerUp	E.ON(ドイツ)	283 基の風力タービンの出力量を 4%増加
Healthcare	Hospital Operations Management	St. Luke's Medical Center(米国)	ベッドの空き時間や患者の待ち時間を 51 分間短縮

図 2-5 GE Predictivity ソリューション導入事例

（出所）GE 公表資料よりみずほ銀行産業調査部作成

課金モデル・マネタイズ

①に示した Industrial Internet がもたらす顧客側の利益に対して、GE 側の利益は主に 1) Predictivity ソリューションの売上 2) 既存の CSA の採算性向上の 2 点と考えられる。

1) Predictivity ソリューションの売上

GE の Predictivity ソリューションにより、顧客側にもたらされるコスト削減、売上増等の経済的付加価値の対価として、既存の CSA をベースに、プロフィットシェアのような課金モデルを新たに付加してパフォーマンスにコミットする契約体系で対価を得るものである。

³⁶ Software as a Service

³⁷ GE がエネルギー、運輸、航空、ヘルスケア分野の顧客に対して提供するアプリケーション。資産パフォーマンス管理（APM）およびオペレーション最適化等を実現。

2) CSA の採算性向上

既存の CSA の枠組の中で、GE 側の保守・メンテナンスに要するコストの低減や、成果ベースの CSA における売上増等により、CSA の採算性向上を実現するものである。一例を挙げると、既存の CSA において、一定期間に対して定額で保守・メンテナンスサービスを提供するようなケースでは、予防保全の高度化により、機器の保守・メンテナンスに関わる材料の使用量の削減、部品のライフサイクルの伸長等のコスト削減効果が発揮された場合、GE の CSA の利益率の向上に繋がる。また、機器の稼働時間に応じて料金が支払われるような成果ベースの CSA では、機器のダウンタイムの低減により CSA の売上増がもたらされる。

GE によれば、Predictivity ソリューションに関連する売上は、2013 年度の 8 億ドルから 2014 年度には 14 億ドルへと拡大し、更に 2017 年には 40～50 億ドルを見込むとしている。この数字には、Predictivity ソリューションから直接得る売上以外に、既存の CSA に包括されるものも含まれる。CSA については、2014 年度は 1,895 億ドルもの受注残を有していることから、CSA の採算性向上によって、将来に亘ってもたらされる効果の大きさが伺える。GE の Predictivity ソリューションは、グローバルなインストールベースを活かし、直接的な売上増だけでなく、既存の CSA から如何に利益を生みだすかを狙った戦略と考えられる。

ケイパビリティの獲得 - ソフトウェア開発体制強化とオープンイノベーション

GE は、2012 年 11 月に「Industrial Internet」構想を公表する一方、その実現に向けて必要なソフトウェア領域を中心に、不足するケイパビリティを獲得すべく、戦略的かつ着実に取り組みを進めている(図 2-6)。2011 年 11 月、Industrial Internet の公表に先立ち、10 億ドル以上の資金を投じてビッグデータ関連の分析ソフトやサービスを開発するソフトウェア・センターをサンフランシスコ郊外に開設するとともに、Cisco Systems の元幹部の William Ruh を同センターのトップに迎えたほか、大手ソフトウェアベンダー等からソフトウェア技術者、専門職を新たに約 400 人新規採用することを発表した。2013 年 6 月には、ビッグデータ分析の共通基盤となるクラウド型の IoT プラットフォーム「Predix」の提供を発表した。GE Predix は、図 2-7 に示すとおり、AWS³⁸等の IaaS³⁹基盤上に構成される PaaS⁴⁰基盤である。また、データベースは Pivotal⁴¹との共同開発を実施し、膨大なセンサデータの収集、蓄積、分析等の高度な機能の提供を実現している。さらに、Predix 上で展開するアプリケーションは、Accenture との共同開発を含め、GE のエネルギー、運輸、航空、ヘルスケア分野の顧客に対し、資産パフォーマンス管理 (APM⁴²) およびオペレーション最適化を実現する約 40 種の SaaS 型の Predictivity ソリューション

³⁸ Amazon Web Services

³⁹ Infrastructure as a Service

⁴⁰ Platform as a Service

⁴¹ EMC、VMware、GE による合併企業

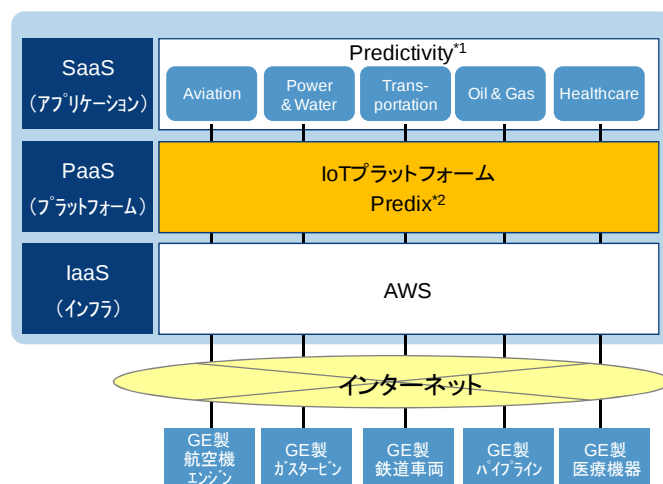
⁴² Asset Performance Management

を提供している。このように、GE は Industrial Internet の実現に向け、重要な鍵となるビッグデータ分析等の関連技術の開発体制を大規模な投資、外部人材登用等により強化したほか、他社の技術を利用するオープンイノベーションを積極的に活用し、IoT プラットフォーム「Predix」の構築およびアプリケーション「Predictivity」の開発を実現したのである。また、2014 年には Industrial Internet を推進するためのコンソーシアム「Industrial Internet Consortium」を GE、Cisco Systems、AT&T、IBM、Intel の 5 社で創設した。現状の参加企業は日本企業も含め 150 社を超えており、GE を中心とした巨大なエコシステムが形成されつつある。

年月	内容
2011 年 11 月	✓ 米カリフォルニア州サンフランシスコ近郊のサンラモンにビッグデータ関連の解析ソフトやサービスを開発するソフトウェア・センターを新設 ✓ Cisco の元幹部をソフトウェア・センターのトップに迎えたほか、ソフトウェア技術者と専門職 400 人を新規採用することを発表
2012 年 11 月	✓ Industrial Internet 構想を発表
2013 年 6 月	✓ AWS、Pivotal(GE、EMC、VMware による JV)、Accenture との提携により、クラウド型ビッグデータ向けプラットフォーム「GE Industrial Internet Analytics Platform」の提供を発表
2014 年 3 月	✓ Industrial Internet の普及推進団体「Industrial Internet Consortium(IIC)」を GE、AT&T、Cisco、IBM、Intel の 5 社が共同で設立
2014 年 5 月	✓ 制御システム向けセキュリティソリューションを提供するカナダの Wurdtech を買収
2015 年	✓ Industrial Internet における IoT プラットフォーム「Predix」を全ての企業にて利用可能に

図 2-6 GE の Industrial Internet における主な取り組み

(出所) GE 公表資料等よりみずほ銀行産業調査部作成



*1 石油・ガス、電力、鉄道、航空、医療等の各産業・機能別のアプリケーション

*2 Industrial InternetにおけるIoTプラットフォームであり、産業機器からのデータ収集、蓄積、分析等の機能を担う。
Pivotal (EMC、Vmware、GEによるJV)と共同開発

図 2-7 Industrial Internet プラットフォーム「Predix」イメージ

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

プラットフォーム戦略

GE は、2014 年 10 月、Industrial Internet における IoT プラットフォーム「Predix」を 2015 年には全ての企業で利用可能とすることを発表した。2015 年 7 月には、米 Pitney Bowes が GE との協業により郵便料金計器や紙折り機・開封機等の自社製品の予防保全、稼働最適化に関わるアプリケーションを GE Predix 上で開発し、自社顧客に提供することが発表されている。

GE は Predix を広く外部に提供することで、スマートフォンにおける Google の Android OS、Apple の iOS を中心としたエコシステムのように、Predix 上で稼働する各産業・機能別のアプリケーションのサードパーティによる開発と、アプリケーションラインアップの拡大を図ることで、プラットフォームの価値を高める戦略を採ったものと解される。今後の産業機器における IoT 化の進展を見据えると、GE 製・非 GE 製によらず、あらゆる産業機器を共通プラットフォームで統合的に管理したいといった顧客ニーズも想定される中、GE は Predix により、産業機器における IoT プラットフォーマーとしてのポジションを狙っているのではないかと（図 2-8）。また、こうした GE のプラットフォーム戦略は、他の企業にどのような影響をもたらすのであろうか。

まず、GE と競合する産業機器メーカーにおいて、自社の機器・サービスが、GE Predix 上で統合的に管理されるケースを仮定する。この場合、自社機器の IoT 化により顧客にもたらされる価値の対価を GE とシェアするだけでなく、自社機器・サービスの性能・機能が GE Predix の影響を受けることを意味する。このような従属的とも言えるポジションを容認しない GE の競合企業は、IT・ソフトウェア企業等との協業により、自社機器の顧客向けの IoT プラットフォームを準備するといった環境整備が必要となろう。なお、産業機器メーカーとして GE と双璧をなす Siemens は、SAP が提供する IoT プラットフォーム「SAP HANA Cloud Platform for the Internet of Things」を採用し、自社顧客向け IoT プラットフォーム「Cloud for Industry」を構築する計画（2015 年 11 月提供開始予定）を公表している。

次に、IBM、SAP 等の IT・ソフトウェア企業においては、今後の産業機器における IoT プラットフォームの提供を巡る競争という観点で、GE と直接的に競合すると考えられる。GE の強みであるグローバルなインストールベースを踏まえると、GE は顧客へのリーチの観点で比較優位なポジションにあるものと想定される。他方、プラットフォームの機能・性能面では、大手 IT・ソフトウェア企業が強みを有するのではないかと。今後、激しい競争が繰り広げられることが想定される。

他方、GE 製の産業機器のユーザー企業は、GE Predix 上で GE 製・非 GE 製の産業機器を統合的に管理することで利便性が高まることが想定される一方、GE Predix への依存度の高まりにより、スイッチングコストも高まることが想定される。

今後 GE は、競合する IBM、SAP 等の IT・ソフトウェア企業、Siemens 等の産業機器メーカーに対して、プラットフォームとしての競争優位性を高めるべく、Predix の機能・

性能向上のための継続的な開発投資や、サードパーティを活用した Predix 上で稼働するアプリケーションラインアップの拡大等、積極的な戦略をとるものと想定される。

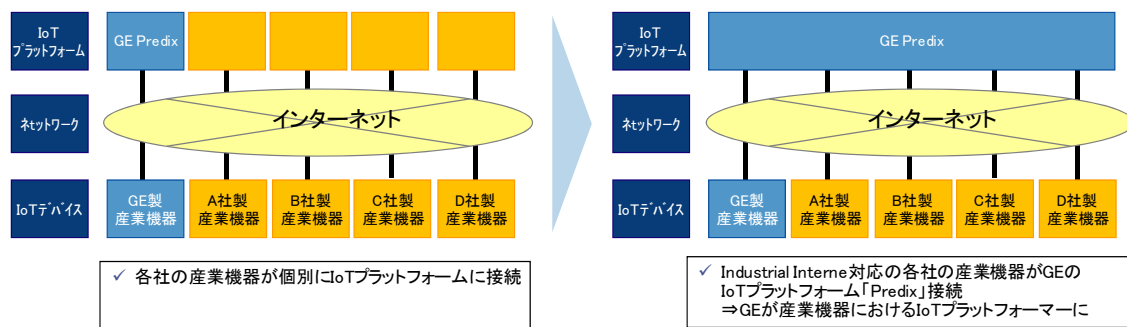


図 2-8 GE Predix による IoT プラットフォームの集約（イメージ）

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

ビジョン

Industrial Internet は、2012 年 11 月に「Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines（インダストリアル・インターネット 一人と機械の境界が融合する）」と題するレポートを世界に向けて発信した。18 世紀後半の産業革命、1990 年代後半のインターネット革命に続き、Industrial Internet を第 3 の波と位置付け、産業革命の結果として可能となったグローバル産業システムとインターネット革命の一部として開発されたオープンコンピューティング／通信システムの融合によって、世界に大きなイノベーションの波が到来し始めていることを示した。また、Industrial Internet が今後 20 年で全世界の GDP に 10～15 兆ドル上乗せする効果があるとの試算を公表し、如何に大きな変革をもたらすのか、その経済的効果のポテンシャルの大きさを示した。

GE は、Industrial Internet という新たな戦略の実行にあたり、GE の新事業・サービスをプロダクトアウト的に前面に広告・宣伝するのではなく、まずは、ビジョンとそれが顧客にもたらしうる付加価値、経済的効果等をオープンかつグローバルに発信することにより、顧客、パートナー企業等と新たな世界観を共有し、啓蒙することで、新たな市場を創造することを狙った。こうした GE の取り組みは、巧みなマーケティング戦略であり、かつ前述のケイパビリティ獲得に大いに寄与するところとなっている。

更に、GE は、Industrial Internet の取り組みが脚光を集める中、2014 年 5 月には、製造業における将来的なビジョンとして、新たに「Future of Work」を発表した（図 2-9）。従来の Industrial Internet に加え、新たな設計・製造技術と新素材の登場に関する「Advanced Manufacturing」、ものづくりにおける人の役割の変化に関する「Global brain」の 2 つの構想を加えたものであり、それぞれ要約すると、「製品開発・製造プロセスの高度化」、「自動化に伴う雇用問題への対応」と解せられ、ドイツの Industrie 4.0 と類似したコンセプトとも考えられる。ドイツの Industrie 4.0 は国全体を挙げた取り組みであり、利害関係

の調整等に相応の時間を要すると想定されるが、GE はまず製品開発・製造プロセスを対象としたビジョンを示し、将来的には自社の強大なエコシステムを基盤として、次世代のものづくりへの取り組みを迅速かつ強力に主導していく可能性があるのではないかと。

項目	発表内容(概要)	要約
物理的世界とデジタル世界の融合 Industrial Internet	✓ センサーの価格やデータ取得におけるコストの劇的な低減により、大量データの高度な分析が可能となり、生産性向上の新たな知見を得ることが可能に ✓ ガスタービン、航空機エンジン、鉄道機関車、医療診断機器等の産業機器が、自己発見型・予知型・感応型・ソーシャル型ともいべきこれまでにないモデルに変容 ✓ 物理的世界とデジタル世界が融合したインダストリアル・インターネットによって、例えば機械が故障する前に事態を収め、個々の機器だけではなく病院や電力系統、航空機や貨物列車の運行といったシステム全体の最適化を図ることが現実	APM* オペレーション最適化 ✓ 遠隔監視、予兆検知 ✓ 機器稼働最適化 *Asset Performance Management
新たな設計・製造技術と新素材の登場 Advanced Manufacturing	✓ 3Dプリンタ等の新たな製造技術により、航空機エンジン向けのより軽量で強靱な部品等、新たな部品や製品の開発が可能となるほか、試作品を素早く、安価に製作でき、設計、製造等のプロセスのスピードアップを実現 ✓ アドバンスド・マニュファクチャリングはデジタル技術によって設計、エンジニアリング、製造、供給、流通ネットワークが一体化した「プリリアント・ファクトリー」を創出 ✓ アドバンスド・マニュファクチャリングは生産機能を分散化させ、従来は限定的だったものづくりのカスタム化を大規模に行う動きを加速化	製品開発・製造プロセス高度化 ✓ プロダクトライフサイクルの短期化 ✓ マスカスタマイゼーションの実現
ものづくりにおける人の役割の変化 Global Brain	✓ 技術の普及に伴い、つらく反復的な業務から人が開放される一方で、人間よりも機械のほうが優れた業務をおこなう領域も拡大 ✓ 自動化によって、人の仕事が機械に置き換わるという現象に加え、これまでの技能が時代遅れになり、トレーニングや雇用対策といった側面で短期的コスト負担が発生するという結果も ✓ しかし例えば創造性や起業家精神、対人コミュニケーションスキルといった、機械より優れているような人間の特性を改めて活用しようと注目が高まっている	自動化に伴う雇用問題への対応

図 2-9 GE Future of Work 概要

(出所) GE 公表資料を基にみずほ銀行産業調査部作成

(3) まとめ

Industrial Internet は、IoT 時代の到来とその多大なる可能性に着目し、ハード・ソフト・サービスの融合により新たな顧客価値の創造を目指す取り組みである。具体的には、GE がメーカーとして強みを持つ産業機器に多数のセンサと通信機能を搭載し、従来の遠隔監視・保守を超える多量・多種類のセンサデータを高度かつリアルタイムで分析するビッグデータ分析と、ソフトウェアでの高度な制御を行うことで、産業機器のダウンタイムの低減による機会損失の極小化のみならず機器の稼働最適化による燃費・電力コスト低減等の経済的な利益を顧客が得られることを前面に訴求している。そして、その対価を GE が直接 Predictivity ソリューションの売上として得ることに加え、GE の既存の CSA の採算性向上を実現することで収益を挙げつつあることは、IoT におけるマネタイズを各社が模索する中、特筆すべき点と言えよう。また、こうした高度なサービス事業を組み合わせることで、産業機器分野での自社の製品の差別化を図り、他社比優位性を高めたいこうとする取り組みと見ることができる。

また、GE は Industrial Internet の実現に向けて不足するケイパビリティについて、ソフトウェア技術者、専門職の大量採用や IT 企業の元幹部の招聘等、IT 人材の高度化を着

実に進めたほか、ビッグデータ分析の基盤となる IoT プラットフォーム「Predix」やアプリケーション「Predictivity」の開発においては、IT 企業との共同開発等により実現した。今後、Predix を広く外部企業に提供していく方向であり、産業機器における IoT プラットフォームの覇権を狙った取り組みと考えられる。

なお、Industrial Internet の高い知名度は、ビジョンと世の中にもたらしうる経済効果のイメージをグローバルに示すだけでなく、自社サービス事業を高度化する形でビジネスとして着実に具体化し、その取り組みを世に発信し続けたことでもたらされたものと考えられる。顧客やパートナー企業とビジョンを共有し、啓蒙することで、新たな市場創出を図るという観点で巧みなマーケティング戦略であり、高い実行力があると言えよう。

3. IoT の普及・進展にあたっての課題・論点

3.1 IoT の普及に向けた課題・論点

1.2 節のとおり、センサ、ネットワーク、コンピューティングの 3 つのイノベーションにより、IoT を“構想”から“実現”に変えうる、ベースとなる要素技術が整ってきたと言える。しかしながら、今後 IoT が更に“普及”に向かうには、(1) 技術 (2) 制度において課題が残っていると考え (図 3-1)。

項目		課題
技術	人工知能 (AI)	✓ 画像・動画・音声データ等の非構造化データの解析技術の向上 ✓ ディープラーニング、量子コンピュータ、脳型AI等によるAIの技術革新
	セキュリティ	✓ 家電、ウェアラブルデバイス、自動車、産業機器、制御システム等に対するサイバー攻撃(データ詐取・改ざん・破壊、システムの乗っ取り等)の脅威への対応
	電源・省エネ	✓ 環境発電(エネルギーハーベスティング)、非接触給電における技術革新 ✓ 省エネ性能(MPU/MCU、センサ、通信プロトコル等)の更なる向上
制度	プライバシー・データ所有権	✓ 医療関連情報(バイタルデータ、健診データ、検査データ、レセプトデータ等)の活用 ✓ ウェアラブルデバイスによる撮影、ネットワークカメラのマーケティング活用
	規制	✓ 安全・人命に関わる各種製品・機器における許認可、法規制への対応 (例)自動運転、ドローン(無人航空機)、ウェアラブルデバイス等
	標準化	✓ IoT機器、IoTプラットフォーム間の接続仕様の標準化をめぐる関係者間の調整

図 3-1 IoT の普及に向けた課題・障壁

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

(1) 技術

人工知能（AI）

IoT デバイスから収集した膨大で複雑なデータを高度かつリアルタイムで分析し、付加価値を創出するためには、データの処理・分析技術の向上および人工知能（AI）の技術革新が求められる。例として、画像センサによる自動車車両制御の高度化（運転支援・自動運転）を実現するためには、動画画像の解析・認識技術の向上が不可欠であり、IoT デバイス化した自動車と人とのインタフェースとしての音声認識の性能向上も求められる。この解析・認識技術の性能向上の鍵となるのは AI の技術革新である。

近年の第3次 AI ブームとも言われる AI への注目の高まりは、人間の神経回路網を人工的に再現したニューラルネットを深層化するとともに、人間の思考、認識メカニズムに基づく、高度なアルゴリズムが実装された機械学習手法「ディープラーニング」が登場したことが背景にある。従来の機械学習手法と異なり、人手を介さずにデータから特徴量を自動的に抽出できる点が最大の特徴である。特徴量とは、機械学習における入力データの変数を意味し、例として、画像認識では、画像を分析する際に抽出する特徴的な量のことである。従来の機械学習では、人間が経験と勘により、変数を選択していたが、ディープラーニングでは、AI が大量データから特徴量を自動で抽出可能であり、言わばビッグデータを教材として自ら学習する AI と言える。人知の介在が困難な膨大かつ複雑なデータからも AI 自らが学習し、“価値”を創出できるようになれば、IoT の可能性も飛躍的に広がろう。

かかる状況下、欧米において、AI および関連する脳科学の研究に多くのヒト、カネが投じられ、個別企業では、IBM、Microsoft、Google などの IT 業界の巨人が AI の技術開発を競い合い、熾烈な人材獲得合戦も繰り広げられている。日本においても、2015 年 5 月に産業技術総合研究所に人工知能研究センターが設立され、産学官連携による取り組みが進められようとしているが、積極的な開発投資や企業買収等で先行する米国有力企業等の背中に追い付き、追い越して行けるのか、今後の取り組みの進展が求められよう。なお、AI について、詳細は第2部 4.2 節「注目される人工知能」を参照されたい。

セキュリティ

コンピュータウイルスなど、サイバーセキュリティの領域では、パソコン、スマートフォン、WEB サイト等をターゲットとして、攻撃側、防御側のいたちごっこが繰り広げられている。今後、IoT の進展により、これまでインターネットに接続されていなかったあらゆるモノが新たにサイバー攻撃（データの詐取・改ざん・破壊、システムの乗っ取り等）の危機に晒される可能性があるが、重大なセキュリティリスクを抱えたままでは、IoT が普及に向かうとは考え難い。例えば、冷蔵庫、洗濯機等の家電では、悪意のある第三者によるサイバー攻撃にあった場合、誤作動や稼働データの漏洩等が想定される。また、自動車、バス等の輸送機器の自動運転等を想定した近未来の都市交通システ

ムでは、サイバー攻撃による誤作動、乗っ取り等が発生した場合、搭乗者や周囲の人々の生命の危険に繋がるような甚大な被害を引き起こす可能性も想定されることから、最高度のセキュリティ対策が求められよう。セキュリティは IoT の普及に向けた最大の障壁の一つであり、IoT 時代に即したセキュリティ対策の進展が求められる。

なお、セキュリティについて、詳細は第 2 部 5 節「IoT 時代のセキュリティ」を参照されたい。

電源・省エネ

センサデータの収集、通信機能等が搭載された IoT デバイスを定常的に稼働させるための電源供給も重要な技術的課題である。家電、自動車、産業機器などの比較的安定した電源供給が受けられるデバイスでは特段問題にならないものの、ウェアラブルデバイス等の持ち運び型の小型のデバイスにおいては、高機能化故の電力消費量の増大に伴い、搭載が必要なバッテリー容量が増大し、その結果、デバイス全体の重量が増すことで携帯性が悪くなるというジレンマがある。また、道路・トンネル・水道等のインフラ設備のモニタリングのためのセンサデバイスでは、新たに安定的な電源供給を受けるための電源工事を行うことは困難であり、電源供給手段として電池の使用が想定されるが、定期的な電池交換に要する作業コストを削減するため、長期間の安定した電源供給が求められる。

かかる状況下、IoT における電源供給に関わる技術の中で、環境発電（エネルギーハーベスティング）と言われる技術や非接触給電が注目されており、今後の技術革新が期待される領域である。環境発電とは、光、熱、振動、圧力等の物理的エネルギーを電力に変換する技術であり、身近で実用化されている例では、太陽光発電における太陽電池、ライターの点火装置で使用する圧電素子などが挙げられる。非接触給電は、距離が離れた対象物への給電が可能な技術であり、主に電磁誘導方式、磁気共鳴方式、電波方式の 3 つの方式があるが、出力ワット数、伝送距離、変換効率等により特性が異なる。既に Qi（チー）という非接触給電の国際標準規格では実用化が進められており、身近なものでは、電動歯ブラシ、シェーバー、コードレス電話、スマートフォン等の充電に使用されている。しかしながら、Qi の伝送距離は 5mm 程度と密着した状態での使用が必要となり、利用可能な場面には制約があることから、より伝送距離の長い給電方式の実用化が求められる。また、電力供給と対極にある電力消費側の性能向上も重要であり、センサ、MCU/MPU、通信モジュール（通信プロトコル含む）等、IoT デバイスを構成する様々な電子部品・モジュールにおいて省電力性能の向上が求められる。

(2) 制度

プライバシー・データ所有権

IoT の付加価値の源泉たる“データ”の収集・活用にあたっては、プライバシーやデータの所有権が課題となるケースがある。例えば、第1節で述べたような予防医療の実現にあたっては、個人のバイタルデータ、遺伝子データ、診療データ、レセプトデータ等のセンシティブな医療関連情報の取り扱いが必要となる。医療関連情報の1次取得・利用にあたり、対象者本人からの同意取得は当然ながら、本人の同意のない、あるいは本人の意図しない形でのデータの2次利用、3次利用は厳格に制限しなければならない。

なお、IoT 時代におけるビッグデータの利活用の進展を見据えた制度・ルールの整備が求められる中、10年ぶりに個人情報保護法が改正される見通しとなっている（2015年7月現在）。今般の法改正により、本人の匿名性が担保されるように加工されたデータ（匿名加工情報）の2次利用、3次利用が可能となる見込みであり、ビッグデータの利活用の進展が期待される。他方、匿名加工情報の作成方法は、新設される第三者機関（個人情報保護委員会）が、その基準を定めることとされているが、ビッグデータの利活用を阻害することのないよう迅速かつ実効性のあるルールメイクと運用が求められよう。

規制

自動車等の輸送機器、医療機器に分類されるウェアラブルデバイス、昨今話題のドローン（無人航空機）など、安全・安心、人命等に関わる領域でのIoTのビジネス化にあたっては、国による許認可や法規制の議論は避けられない。不測の事態が発生した場合の影響度合いを考慮した慎重な議論が必要である一方、過度な規制によりイノベーションの停滞を引き起こすようなことがあれば、欧米諸国に対する日本の産業競争力の相対的低下にもつながりかねない。大局的な視座で検討が進むことが期待される。

また、セキュリティ対策については、「セキュリティリスクは100%排除できない」という指摘もある中、技術的な対策を追求する一方、慎重な検討・議論を行ったうえで、合理的かつ大局的な判断も必要となるのではないかと。例えば、自動車交通事故は、運転者による安全不確認、速度違反等の人為的な問題により引き起こされるケースが大半であることから、自動運転化による運転手の人為的な問題行動の排除により、自動車交通事故の大幅な減少が期待される。無論、自動運転化による利便性向上や渋滞解消等による経済的効果と引き換えに事故リスクが増加することはあってはならない。しかしながら、2重・3重の強固なセキュリティ対策の結果として、仮にセキュリティリスクの100%排除が不可能であったとしても、万一のリスク事象も考慮したうえで、現在の交通事故件数を大幅に減少しうるような効果が示せるのであれば、“自動運転化を推進する意義あり”とする大局的判断もありうるのではないかと。政府によるイニシアチブ、業界内のコンセンサスの形成が求められる。

標準化

あらゆるパソコン、スマートフォンからインターネットに接続し、WEB サイトの閲覧や電子メールの送受信を行うことができるのは、HTTP、POP、SMTP などのデファクトスタンダードといえる通信プロトコルが夫々存在するからである。IoT の世界において、異なる機器やプラットフォーム間でデータ送受信を行うためには接続仕様の標準化、デファクト化が必要であり、既に IoT 関連のコンソーシアム、標準化団体が多数立ち上がっている（図 3-3）。産業分野では、GE を核とし、IoT の普及を目的に設立されたコンソーシアム「Industrial Internet Consortium」が 150 社以上もの強大な勢力となっている一方、スマートホーム分野では、複数のコンソーシアム・標準化団体が乱立しており、今後の競争の様相は不透明と言える。

標準化の動向は、IoT に関連する企業に広く効率化等の恩恵をもたらす枠組みなのか、一定の排他性を伴い、一部のデファクトを握った企業に付加価値を集中させるものなのか、動向を見極めつつ、取り残されることのないように、積極的な関与が必要と考える。

	Industrial Internet Consortium	AllSeen Alliance	Open Interconnect Consortium	Thread Group
発足時期	2014 年 3 月	2013 年 12 月	2014 年 7 月	2014 年 7 月
概要	✓ GE、AT&T、Cisco、IBM、Intel の米国企業 5 社が創設したコンソーシアム ✓ Industrial Internet として IoT や機器のインテリジェント化、それらを使ったプロセスのイノベーションを推進することを目的に掲げる	✓ Qualcomm が開発した IoT 向けの共通言語／フレームワークである「AllJoyn」をベースに、Linux Foundation がホストを務めるオープンソースのプロジェクト ✓ AllJoyn は、ネットワークや OS を問わずデバイス間でのセキュアな通信を実現するために開発されたプロトコル	✓ 様々な産業分野において幅広い応用が可能な標準通信フレームワークを定義し、250 億個の次世代スマートデバイスの接続を促進 ✓ IoT 機器の相互運用性の促進のため、標準規格（接続フレームワークの仕様、認証、ブランディング）を定義し、規格のオープンソース実装を提供	✓ 家庭の周辺機器のセキュリティと相互運用の為にホームオートメーション向けネットワークプロトコル「Thread*」の普及を目指す *IEEE 802.15.4 や IPv6 通信規格「6LoWPAN」などをベースにしたネットワークプロトコル
主な適用分野	産業分野 (エネルギー、医療、製造、運輸)	スマートホーム	スマートホーム	スマートホーム
主要参加企業	GE、AT&T、Cisco Systems、Intel、IBM（以上、創設メンバー） 富士電機、富士フィルム、富士通、日立、三菱電機、NEC、トヨタ、東芝 全 150 社以上	Qualcomm、Haier、LG Electronics、Panasonic、Sharp、Silicon Image、TP-LINK	Intel、Atmel、Broadcom、Dell、Samsung Electronics、Wind River	Nest Labs (Google)、ARM、Big Ass Fans、Freescale Semiconductor、Samsung Electronics、Silicon Labs、Yale Security

図 3-2 IoT 関連の主なコンソーシアム・標準化団体

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

3.2 個別企業の取り組みにおける課題・論点

(1) ビジネスモデルの変革への対応

IoT の進展により、従来のビジネスモデルの枠組みを超えた非連続な変革がもたらされるとの認識のもと、次に挙げるような IoT 時代におけるビジネスモデルの変革への対応が必要と考える。

ハード・ソフト・サービスを融合した顧客価値の創造

あらゆるモノがインターネットに繋がる IoT の世界では、2.2 節の GE の取り組みで述べたとおり、ソフトウェア・サービスのもたらす付加価値を認識のうえ、ハードウェア単体の機器売りからソフトウェア・サービスを融合した新たな顧客価値の創造へと、ビジネスモデルの転換を図っていく必要がある。

担い手の変化（異業種参入）

ハードとソフト・サービスが融合する中で、その顧客に対するサプライヤーは必ずしも既存のハードの担い手とは限らない。むしろ、ソフト・サービスの担い手がハードの提供を行おうとする“異業種参入”も考え得る。例えば、自動運転では、Google が自らの持つ地図情報、画像認識技術、ソフトウェア技術等を武器に、自動運転車を開発・販売することや、自動運転車向けの OS を自動車メーカーに提供するといった、過去にスマートフォンで成功を遂げた戦略をとることが想定される。

他方、こうした変化と表裏をなして、IoT の受益者（典型的にはユーザー）側の、当該製品への期待値、価値の所在も変化する可能性がある。Google が目指す自動運転車を例にとれば、その期待は、運転する対象としてではなく、移動手段としてのものになるであろう。そして、形状・質感や材質をはじめハード（車体）よりも、狭い道でも安全に速く走り抜ける為の走行ソフトやセンサの性能の方に価値が見出されるかもしれない。その結果、異業種、新規の参入者の新たな価値創造により、既存の価値観が打破されるような事態が自動車分野においても起こる可能性がある。

大量生産からマスカスタマイゼーションへ

Industrie 4.0 に代表される IoT による高度な生産システムの構築により、大量生産を前提としたマスマーケティングから、大量生産並みの低コストでカスタムメイド、オーダーメイドを実現する“マスカスタマイゼーション”を前提とした One to One マーケティングへと、企業の製品開発・製造・販売プロセスの変革がもたらされることが想定される。

One to One マーケティングの実現にあたっては顧客ニーズの把握が重要となるが、顧客との直接の接点を持たないメーカーや、店舗を中心とした従来型の小売業態においては、製品の利用動向把握のためのデータ収集・分析や、オンラインチャネルを活用した

ビジネスモデルの変革等に取り組む必要性に迫られるだろう。

他方、顧客との直接の接点を持ち、顧客の趣味嗜好を押さえている Amazon や Alibaba 等の巨大な EC 事業者の存在感が更に増してくる可能性が想定される中、顧客との接点およびニーズ収集等を EC 事業者が担い、高度な生産システムによる低コストでのカスタムメイドをメーカーが担うような協業モデルも想定される。

新規ビジネスモデルの創出

IoT による生産性向上、製品の付加価値向上などの既存のビジネスモデルの延長上の効用だけでなく、昨今注目が集まるシェアリングエコノミーに代表されるような新たなビジネスモデルの創出も重要である。

(2) IoT のもたらす付加価値を巡る争い

(1) で見てきたようなビジネスモデル変革への対応は、IoT のもたらす付加価値を巡る争いでもある。1.3 節にて示したとおり、IoT のエコシステムにおいて、ハードウェア、通信・ネットワーク、プラットフォーム／アプリケーションの各レイヤーに様々な企業が存在するが、各レイヤーに属する代表的なグローバル企業について、IoT への取り組み状況を見ると、自社の従来のコア事業領域に加え、上位のプラットフォームレイヤーを垂直統合的に提供している事例が多数見受けられる（図 3-5）。ハードウェア、通信・ネットワークレイヤーに属する“非 IT 企業”が IoT プラットフォームに取り組む目的として、自社製品・サービス導入企業への垂直統合型ソリューションの提供によるワンストップサービスの提供が第一の目的だろう。そして、その真の狙いは、IoT の付加価値の源泉たる“データ”が集まる領域を押さえ、ビッグデータ分析等により価値を創出し、IoT のもたらす付加価値を自らが得る戦略と考える。更には、スマートフォンのエコシステムにおける Apple、Google のような強大なプラットフォーマーの存在を踏まえると、新たな IoT のエコシステムにおいて、従属的な立場になる可能性を回避する意図もあるのではないか。このように、IoT の付加価値領域としての IoT プラットフォームの覇権を巡る争いが繰り広げられている中、勝者の行く末は不透明であるものの、例として挙げた産業機器の領域では、GE が一歩先行している印象を受ける。

なお、Google は逆に上位から下位レイヤーへと、IoT デバイス、通信・ネットワークレイヤーの事業強化に取り組んでいるが、IoT デバイスは、ユーザーからのデータ収集の起点かつ広告表示のディスプレイとしての位置付けであり、通信・ネットワークはインターネットを利用可能な環境整備の意味合いがあるものと想定され、最終的な目的は広告事業の拡大を狙ったものと考えられる。

		ハードウェア						通信・ネットワーク		プラットフォーム／アプリケーション					
		GE	Apple	Digi International	Gemalto	Freescall	Intel	Cisco	Vodafone	Jasper Wireless	Axeda	Google	SAP	Microsoft	IBM
アプリケーション															
IoTプラットフォーム	サービスプラットフォーム					APIを提供	APIを提供								
	コネクティビティプラットフォーム														
通信・ネットワーク	サービス														
	インフラ機器														
IoTゲートウェイ						リファレンスモデルを提供	リファレンスモデルを提供								
IoTデバイス	OS・組み込みソフト														
	製品・機器														
	MCU/MPU														
	SIM														
	通信モジュール														
	センサ														

従来からのコア事業領域
新たな戦略的事業領域

図 3-3 IoT 関連主要プレイヤーの事業領域

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

4. 日本企業における IoT の取り組みの方向性

4.1 日本企業の IoT への取り組み状況

日本企業の足許の IoT への取り組み状況について、ガートナー ジャパン株式会社が 2015 年 3 月に日本企業へ実施した調査 (図 4-1) によれば、「IoT が自社の製品やサービスそのものを変える (3 年以内)」との認識を持つ企業は過半数を占めており、IoT が自社にもたらす影響を認識している企業が相応に多いことが見受けられる。他方、IoT の推進体制については、「IoT の専門部署やグループができた」とする企業は 8.5%に留まっており、2014 年 10 月のグローバルでの同様の調査結果 (約 2 割が該当) と比較すると、日本企業の IoT の推進体制の構築に出遅れ感があると言わざるを得ず、今後、早急な体制整備が求められよう。

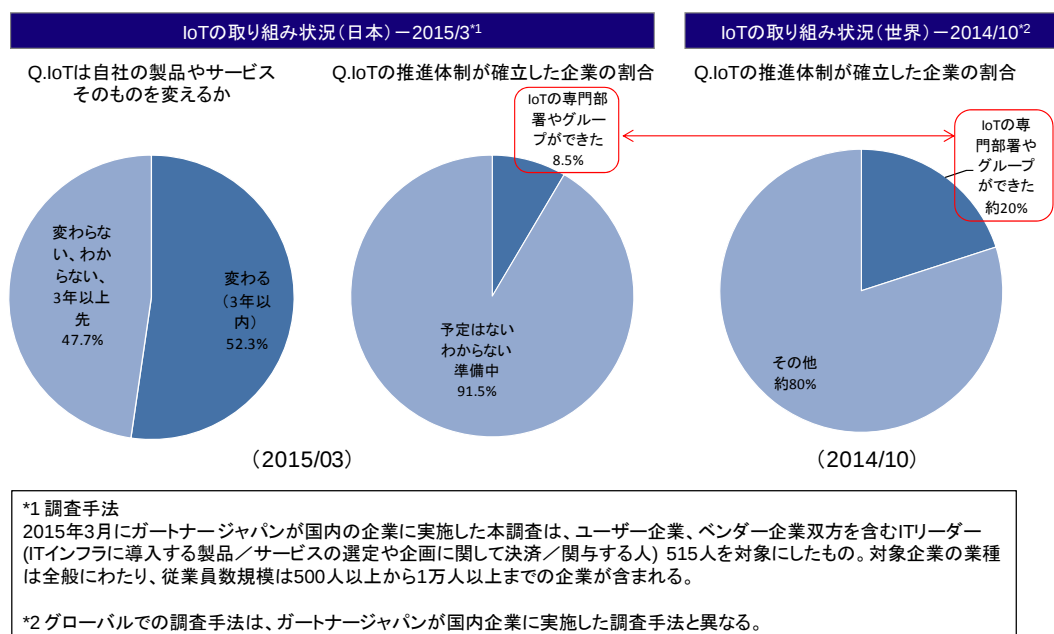


図 4-1 IoT の取り組み状況

(出所) ガートナー プレスリリース 「ガートナー、日本におけるモノのインターネット (IoT) に関する調査結果を発表」、2015 年 5 月 11 日

<http://www.gartner.co.jp/press/html/pr20150511-01.html>

図はガートナー・リサーチ(プレスリリースの内容)に基づきみずほ銀行産業調査部作成

4.2 日本政府の IoT 政策

(1) 産業構造審議会における検討状況

GE を中心とした Industrial Internet、ドイツの Industrie 4.0 等、世界的な IoT の潮流を踏まえ、日本政府として日本における IoT への取り組みの方向性を検討すべく、産業構造審議会商務流通情報分科会にて検討が開始⁴³されている。2015 年 4 月の中間取りまとめ案「CPS によるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革」では、「CPS によるデータ駆動型社会を我が国が世界に先駆けて実現することが、新たな情報革命によって激化する国際競争において我が国経済が競争力を保っていく上で重要である」との認識が示された(図 4-2)。また、構想実現のための制度整備、ベンチャーや大企業等の様々なプレイヤーが連携した推進体制の整備、幅広い分野において新しいビジネスモデルにつながるユースケースの創出、新たなビジネスモデルを支えるコアテクノロジーの研究開発や、セキュリティ対策、人材育成の強化といった主要な施策の方向性も示されている。

⁴³ 2014 年 12 月 第 1 回会合開催

社会全体がCPSにより変革される「データ駆動型社会」

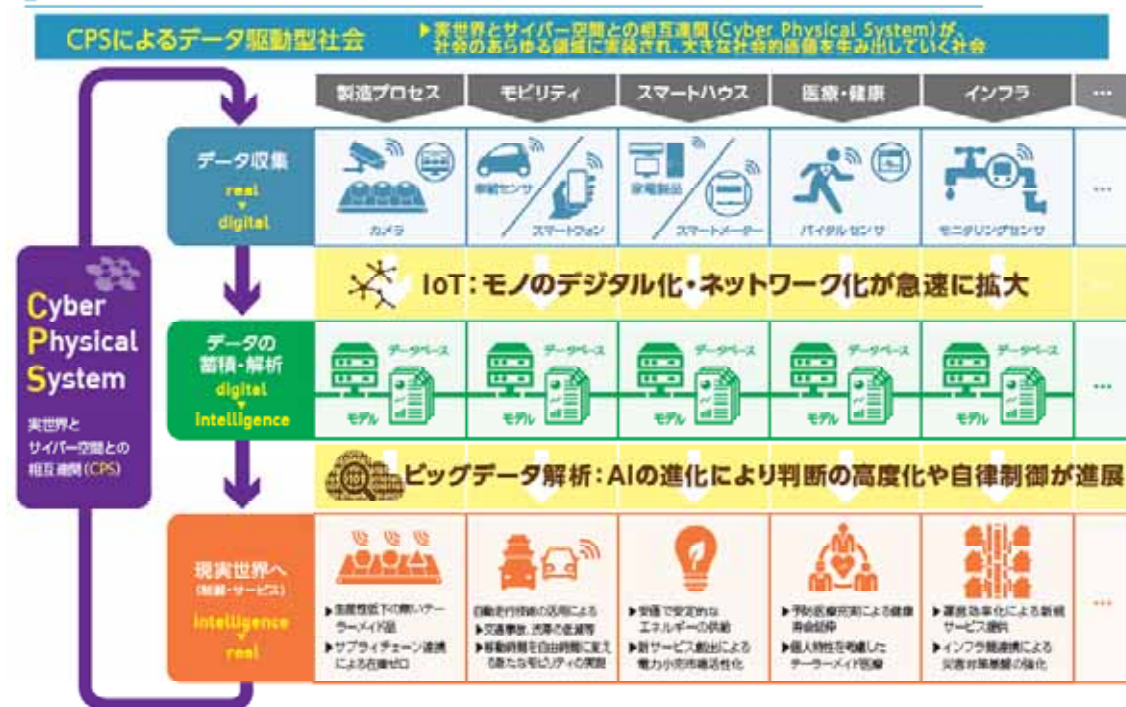


図 4-2 CPS によるデータ駆動社会の概念図

(出所) 経済産業省ホームページ⁴⁴

(2) 「『日本再興戦略』改訂 2015」における IoT の位置付け・具体的施策

2015 年 6 月 30 日に閣議決定された「『日本再興戦略』改訂 2015」では、上記の産業構造審議会における検討内容等を踏まえ、鍵となる施策の一つとして、「IoT・ビッグデータ・人工知能等による産業構造・就業構造の変革の検討」が掲げられた。ここに至る環境認識として、以下に示す強い危機感が挙げられている。

- ・ ビジネスや社会の在り方そのものを根底から揺るがす、「第四次産業革命」とも呼ぶべき大変革が着実に進みつつある
- ・ 世界のデータは 2 年ごとに倍増し、人工知能が非連続な進化を遂げる中、今後数年間で社会の様相が激変したとしても不思議はない
- ・ こうした事態に手をこまねいていたのでは、これまで国際競争を戦ってきた企業や産業が短期間のうちに競争力を失う事態や、高い付加価値を生んできた熟練人材の知識・技能があつという間に陳腐化する事態が現実のものとなるおそれすらある
- ・ IoT・ビッグデータ・人工知能による変革は、従来にないスピードとインパクトで進むものと予想されるが、やや出遅れがちな我が国に試行錯誤をする余裕はない

⁴⁴ http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/report_001.html

その上で、民間企業に対して、「スピード感ある大胆な挑戦にふみきるかどうか」が勝敗を分ける鍵となる」とのメッセージを示すとともに、「産学官の幅広い関係者が連携を進めつつ、足下で既に動きつつある新たなビジネスモデル等への対応を進め、IT を活用した産業競争力の強化に取り組むとともに、人材育成やセキュリティ対策などの喫緊の課題に取り組む必要がある」との認識が示された。具体的な施策項目とその概要を図 4-3 に示す。

項目	施策概要
IT を活用した産業の競争力の強化	✓ 産学官連携による推進体制の構築（「CPS 推進協議会（仮称）」の創設） ✓ 足下で動きつつある新たなビジネスとその対応
人材の確保・育成	✓ IT 分野における外国人材の活躍促進 ✓ 若年層に対するプログラミング教育の推進
サイバーセキュリティの確保に向けた基盤強化	✓ 技術力の強化・産業育成 ✓ 人材育成
未来社会を見据えた共通基盤技術の強化	✓ 新たな時代を支える共通基盤技術（IoT、ビッグデータ解析、人工知能、センサー、素材、ナノテク等）の検討および研究開発の実施 ✓ 世界最先端の技術・知見を集積するためのコアテクノロジーの確立及び社会実装の推進（人工知能、情報処理、高性能デバイス、ネットワーク技術、電波利用技術等） ✓ IoT・ビッグデータ・人工知能に関する次世代プラットフォームの整備に必要な研究開発や制度整備改革 ✓ 新たなビッグデータ利活用と高精度・高速シミュレーションを実現する最先端スーパーコンピュータの利用に係る研究開発と産業利用の促進
産業構造・就業構造の変革への遅滞ない対応	✓ IoT・ビッグデータ・人工知能のもたらす影響と対応に係る時間軸を含めた検討の実施 ・ 産業構造、就業構造、経済社会システムの変革の時期・内容 ・ 企業におけるビジネスチャンス ・ 政府や民間企業で進めておくべき対応（規制制度改革、研究開発・人材投資等）

図 4-3 IoT・ビッグデータ・人工知能等による産業構造・就業構造の変革への対応に係る施策

（出所）『『日本再興戦略』改訂 2015』資料を基にみずほ銀行産業調査部作成

上記施策のうち、「IT を活用した産業競争力強化」については、国内外のビジネスモデル・技術革新を踏まえた対応の方向性と具体的な課題解決を産業横断的に進めるため、ベンチャーや大企業等を含む産学官連携による推進体制として CPS 推進協議会（仮称）が年内に創設される予定である。同協議会では、ビッグデータを活用した新たなビジネスモデルの創出等に向け、企業間データ連携・共有を促進するための標準契約モデルを本年度内に策定するほか、ビッグデータを活用したビジネスモデルに関わる国際標準化を進める予定である。加えて、大企業とベンチャー企業のマッチングを行うとともに、データを核とした国内外のビジネスモデルの変革に関する最新状況の調査分析等に関わる中核的機能（日本版 ACATECH⁴⁵（仮称））の確立等を推進するとしている。また、「未

⁴⁵ IT を含めた様々な技術革新の産業への導入を進めるために、民間で進めるべき取り組みや政策への提言を行うドイツの専門機関。2008 年よりドイツ政府が積極的に支援している

来社会を見据えた共通基盤技術の強化」については、新たな時代を支える IoT、ビッグデータ、人工知能等の共通基盤技術の研究開発および次世代プラットフォームの整備に必要となる研究開発、制度整備改革等を行うとしている。

(3) 政策への期待・今後の方向性

上記のとおり、日本政府として、「IoT が産業構造・ビジネスモデルの変革をもたらす」との認識を示したうえ、成長戦略の重要施策の一つとして IoT への取り組みを掲げたことについて、まずはスタートラインに着いたという評価ができよう。また、図 4-3 に挙げた具体的施策についても、ビッグデータを活用したビジネスモデル創出のためのベンチャー・大企業を含む産学官連携による推進体制の確立や人材の確保・育成、共通基盤となる IoT・ビッグデータ・AI に係る技術開発、必要となる制度整備等の施策が挙げられており、日本の産業競争力の強化に向けた支援施策として今後の取り組みの進展が期待される。

他方、世界に目を向けると、GE、Cisco Systems 等の強固な事業基盤を持つ大手グローバル企業が、IoT に関する先進的なビジョンを早期かつ大々的にグローバルレベルで情報発信し、自社の付加価値の極大化を目したエコシステムの形成を強力に推し進めようとしている。また、Uber や AirBnB のように、新たなビジネスモデルを創出し、その企業価値が既に数兆円とも目されるようなベンチャー企業が米国で次々と立ち上がっていることに加え、今後の基盤的かつ重要な技術である AI の領域では、IBM、Microsoft、Google 等の IT 業界の巨人が多額の資金、優秀な人材を多数投入し、AI の覇権を巡る争いが繰り広げられている。斯かる状況を踏まえると(2)に挙げたような“やや出遅れがちな我が国”との政府の足許の現状認識がはたして適正か、議論の余地があろう。具体策の実行と取り組みのスピードアップが求められる。

また、IoT の時代において、日本の産業界が後追いあるいは従属的なポジションに留まることなく、欧米の大手グローバル企業に伍していくには、目指すべき期待水準として、“世界に対抗しリードしていく”といった高い次元のチャレンジングな目線を持つべきであり、ドイツが Industrie 4.0 にて、「2025 年までに米国、中国を抜いて輸出世界第 1 位になる」との明確な目標を掲げているように、成果目標（KPI）として「世界第 1 位」を掲げるといった「攻めの姿勢」が必要ではないか。我が国産業界が世界を相手に対抗していくべく、産業横断的なリーダーシップの発揮、資金面での競争優位な支援施策、制度・規制面での迅速な整備等、政府に期待される役割は非常に大きいと考える。

4.3 日本企業の取り組みの方向性

前節のとおり、政府に期待される役割は大きいものの、国の政策が GE、Apple、Google のような強大な企業を育成するわけではない。各企業においては、最後には“個”の勝負となることを改めて認識し、政府や業界団体等での検討と並行して、“個”としての戦略を描いていかねばならない。これまで述べてきたように、IoT がもたらしうる多大なる経済価値に鑑み、業界・企業によりその深淺、時間軸は異なるであろうが、今後あらゆる企業が自社の戦略に IoT を取り込むことが求められるものと考ええる。斯かる認識のもと、日本企業各社の IoT への取り組みの方向性について、2.2 節「Industrial Internet」にて考察した項目であり、多くの企業に共通して考慮が必要と考える次の 5 つの共通項目（図 4-4）、すなわち①顧客価値創造、②課金モデル・マネタイズ、③ケイパビリティの獲得、④プラットフォーム戦略、⑤ビジョンに沿って考察する。また、個別に考慮が必要な事項について、IoT のエコシステムにおける①サプライヤー、②メーカー、③ユーザーの 3 つの視点に分け捕足する。

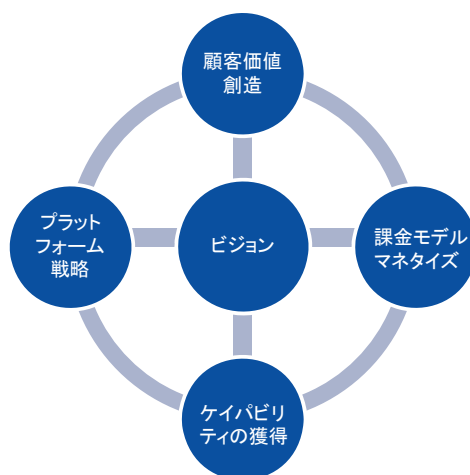


図 4-4 IoT への取り組みの方向性に関わる 5 つの共通項目

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

(1) 各企業における共通の検討事項

顧客価値創造

自社の既存事業領域において、自社製品・サービスをインターネットに繋ぎ、高度なデータ分析等を行うことで、顧客のコスト削減や売上増を実現するなど、新たな顧客価値を創造できる領域がないか、悉皆的に検証する必要がある。すなわち、IoT によって可能となった大量データ・非構造化データ等のビッグデータの収集と分析を行い、顧客ニーズや嗜好を把握したうえ、顧客支持を受ける製品・サービスの開発に繋げることが重要である。他方、顧客企業の業界や個別業務の十分な理解が必要であり、ノウハウ獲

得のための外部からの人材登用等も求められよう。

また、IoT がもたらしうる多大なる可能性に鑑み、既存事業の延長ではなく、新規事業の創出に取り組むことも重要であり、企業内での新事業創造に向けた内部のイノベーション人材の発掘・登用や外部企業からの招聘等による組織化、ベンチャー投資の活用等も検討すべきと考える。

課金モデル・マネタイズ

様々なモノをインターネットに接続することで、遠隔地でのデータ収集やモノの制御等、モノの利便性向上に資するような様々な IoT 活用のアイデアが想定されており、実証実験等も行われているが、実用化にあたってはマネタイズが課題となる。つまり、IoT への対応に伴う研究開発費、通信料等のコストの増加分を上回る対価（コスト削減効果、価格転嫁等）を得られなければならない。この点について、GE の Industrial Internet では、主に故障・停止等による経済的損失が大きく、費用対効果が得られやすい設備・機器（航空機エンジン、ガスタービン、建機等）の予防保全、稼動最適化にフォーカスしているほか、顧客に提供したコスト削減効果等の付加価値額をシェアする成果ベースの課金モデルが収益を挙げつつあり、日本企業においても参考にすべき点と考える。

他方、一般消費者を対象とした B to C 向けの製品・サービスについては、照明、エアコン、ハードディスクレコーダー等の外出先等からの遠隔操作、インターネット上のレシピと調理家電との連動、ヘルスケアデバイスで収集した体温、血圧、活動量等の WEB 上での管理等、“モノ”の利便性を向上させる様々な付加機能が想定されるものの、利用者に提供する利便性に対して直接対価を得る（課金）のは難しいと考えられる。このようなケースでは、利用者と支払者が異なるビジネスモデルの構築が想定される。例えば、今般の個人情報保護法改正案にて取り扱いが明確化される匿名化データの第3者提供や、広告型のビジネスモデルなど、個人から収集する“データ”に価値を見出す企業を含めたビジネスモデルを構築し、当該企業からフィーを得るモデルなどである。他方、マネタイズポイントの異なる異業種からの参入者により、従前の収益モデルを破壊される可能性があることにも留意が必要となる。

ケイパビリティの獲得

IoT の広範なエコシステムの中で、自社の事業領域を見定めること、また、その実現のためのケイパビリティをどのように獲得すべきかは重要なテーマである。IoT の時代では、ハードウェア単体ではなく、ソフトウェア・サービスとの融合によりその付加価値がもたらされることから、従来のものづくり偏重からソフトウェア・サービスの開発体制の強化が求められる。例として GE は、2.1 節で示したように、ソフトウェア技術者、専門職の大量採用、IT 企業の幹部人材の招聘や IT 企業とのプラットフォーム、アプリケーションの共同開発など、必要なケイパビリティを大規模投資により戦略的に獲得し

ている。また、GE は 2014 年 9 月に家電部門を売却することを公表したが、このような成熟・縮小領域（家電）からの脱力と、成長・注力領域（産業機器の IoT 化）への再投資という観点でも日本企業にとって参考になろう。

また、IoT への対応にあたり、全て内製化することは多くの企業では技術面かつ費用対効果の観点で非現実的であり、IT/ソフトウェア企業等のサプライヤーとの協業が必須となる。しかしながら、サプライヤーへの丸投げあるいは提案を丸呑みにするのではなく、自らが主体的にあるべき姿を描き、競争優位性のある製品・サービスを実現することが必要であり、そのためには、高度な IT 人材の確保が課題と考えられる。この点について、一つの例として、ユニクロを運営するファーストリテイリングとアクセンチュアとの協業の事例が参考になるのではないかと。2015 年 6 月、ファーストリテイリングは消費者向けサービスにおけるデジタルイノベーションの実現に向け、将来的には合併会社の設立を視野に、アクセンチュアと共同で取り組みを進めることを公表した。ビッグデータアナリティクス、モバイルアプリケーション、クラウド等の最新テクノロジーに精通した高度 IT 人材の採用・育成の支援等を目的とした協業である（図 4-5）。ファーストリテイリング柳井会長によれば、「アクセンチュアとの協業により、従来の小売業の枠を超えた全く新しい産業の可能性を国内外に示し、世界最高水準のビジネスモデルを構築するとともに、デジタル時代に求められる革新的な消費者体験を実現するための店舗の構築や物流網の整備、イノベーションを創出できる人材の育成に取り組んでいく」としている。日本企業（非 IT 企業）にとって、IoT 時代における高度な IT 人材を確保するため、IT 企業との戦略的なアライアンスが有力な戦略オプションの一つになるものと考えられる。

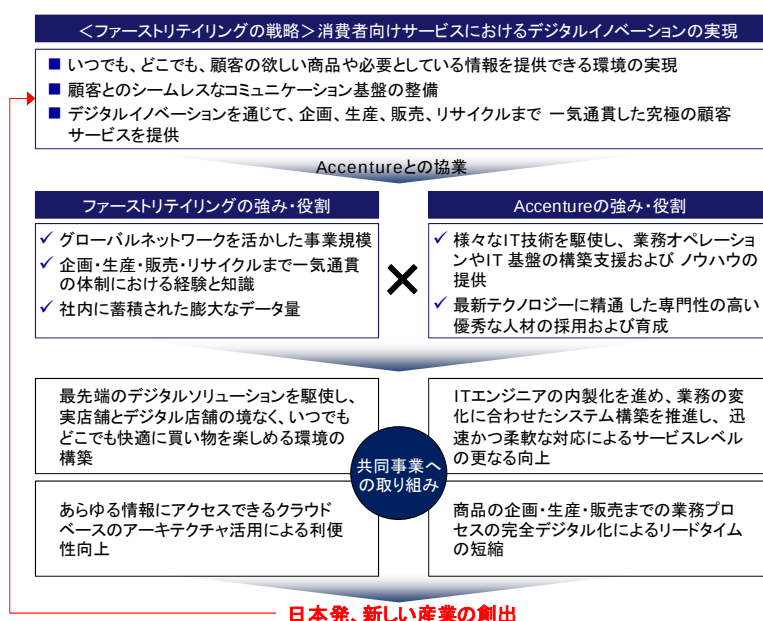


図 4-5 ファーストリテイリングと Accenture との協業について

（出所）ファーストリテイリング公表資料よりみずほ銀行産業調査部作成

プラットフォーム戦略

1.3 (2) ④で示したように、IoT のエコシステムにおいて、プラットフォームレイヤーを垂直統合的に提供する事例が多数見受けられる。これらは、ワンストップサービスの提供による顧客利便性だけでなく、付加価値の源泉たるデータが集まる領域を押さえ、ビッグデータ分析等により価値を創出し、その対価を自らが得る戦略と考えられる。全ての企業に共通する戦略ではないが、自社製品の市場シェアが高く、支配的ポジションにあるケースや、ビッグデータ分析等において自社の業務ノウハウが活かせる場合等、自社の強みによりプラットフォームとしての競争優位性の発揮が期待できる場合、IoT プラットフォーム専門企業の買収や IT・ソフトウェア企業との JV 設立による共同開発の内製化等により、事業機会拡大の観点から、垂直統合型モデルを志向することも有効な選択肢と考える。

ビジョン

GE、Cisco Systems、IBM 等の大手グローバル企業のように、IoT のもたらす変革の波を捉える先見性を持ち、ビジョンを社内だけでなく、顧客やパートナー企業と共有し、啓蒙あるいは共同開発をするなど、自らが狙う新たな市場の創出に向け、顧客やパートナーを巻き込んで行くことが重要と考える。

他方、ビジョンを打ち出し、戦略を実行するタイミングも重要である。1.1 (2) で示したとおり、IoT のコンセプト自体は新しくなく、あらゆるモノがインターネットに繋がる便利な未来の社会像は過去より描かれてきた。しかしながら、新たな市場が立ち上がり普及に向かうためには、そのための必要条件として、技術面、法制度面などの外部環境要因が整うことが前提となり、一見優れたビジョンでも、市場化の時間軸が合わない構想では、絵に描いた餅である。産業毎に異なる市場の立ち上がりのための必要条件を意識し、構想の実現に向けた周到な準備と戦略実行のタイミングを計ることが重要となろう。そのためには、テクノロジー・社会の動きに対する地道な情報収集とその有効活用が必要と考える。

項目	考慮すべき事項	考え方
顧客価値創造	✓ IoTにより新たな顧客価値を創造可能な事業領域、具体的な顧客価値の検討	✓ 自社の事業ポートフォリオの悉皆的検証 ✓ 顧客業務、ニーズ理解、ノウハウ獲得のための外部人材登用
	✓ 新規事業の創出	✓ イノベーション人材の育成・登用 ✓ ベンチャー投資の活用
課金モデル マネタイズ	✓ 研究開発費、通信料等のIoT対応コストを上回る対価を得られるか	✓ 費用対効果が得られやすい事業領域に着目(例:産業機器等) ✓ 顧客に提供する付加価値額のシェア⇒リスクシェアも必要に ✓ 受益者と対価の支払者が異なるマネタイズモデルの構築(家電、ヘルスケア等)
ケイパビリティ の獲得	✓ 自社の事業領域の見極めと、必要なケイパビリティ(人材、技術等)の獲得	✓ ソフトウェア技術者、専門職の育成・採用、マネジメント人材の招聘 ✓ 企業買収による技術の獲得、JV設立による共同開発 ✓ 成熟・縮小領域からの脱力と、成長・注力領域への再投資 ✓ 高度IT人材確保のためのIT・ソフトウェア企業とのアライアンス
プラットフォーム 戦略	✓ IoTプラットフォームを自社で提供するか、他社のものを利用するか	✓ 自社の強み(シェア、ノウハウ等)により、競争優位性を発揮できる場合、企業買収、JV設立等による垂直統合型モデルを志向
ビジョン	✓ IoT時代のビジョンの必要性	✓ 変革の波を捉える先見性と、ビジョンの顧客・パートナーとの共有、啓蒙による新たな市場の創造 ✓ ビジネス化のタイミングは、市場の立ち上がりに必要な必要条件(技術、規制、法整備等)も考慮

図 4-6 IoT への取り組み方向性（共通項目）

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

(2) 個別企業における検討事項

前述の①IoT サプライヤー ②IoT メーカー ③IoT ユーザーの定義を図 4-7 のとおり定め、個別に考慮が必要な事項について捕足する。

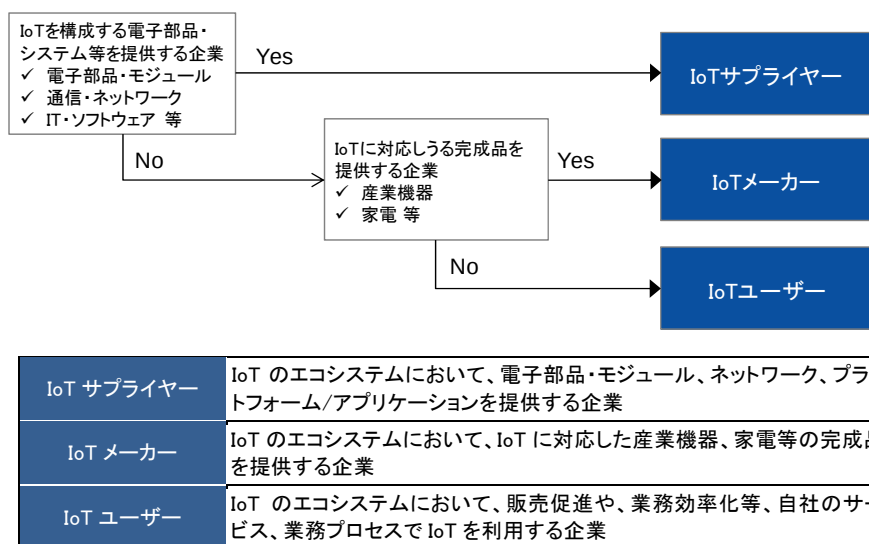


図 4-7 IoT における企業の分類

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

IoT サプライヤーの取り組み方向性

IoT サプライヤーの戦略に共通する前提事項として、IoT の進展は、自社が提供する電子部品・モジュール、通信・ネットワーク、SI/ソフトウェア等の提供機会（IoT 市場）が直接的に広がることを意味する。したがって、IoT サプライヤーは成長市場を積極的に取りに行く戦略が求められる。IoT サプライヤーを 1)電子部品・モジュール 2)通信キャリア 3)SI/ソフトウェアの3つに分け、それぞれの戦略方向性を考察する。

1) 電子部品・モジュール

2020 年には 500 億台の“モノ”がインターネットに繋がるとも言われる IoT 時代において、多様な“モノ”に応じた製品開発、性能向上（小型化、省電力化等）、低コスト化等の実現が求められる。また、今後の IoT の成長市場と想定される製造業、医療・ヘルスケア、車載製品等の分野への新たな取り組みや、SIM・通信モジュールベンダーの Gemalto のような IoT プラットフォームの提供による垂直統合型ソリューションの提供等の取り組みも想定される。

2) 通信キャリア

IoT 時代における通信量の拡大にかかわらず、通信キャリアの通信インフラ提供のみでは収益性に限界があると考えられる。Vodafone 等の先行する大手グローバルキャリアの戦略を踏まえると、IoT のエコシステムにおける通信キャリアの事業領域として、M2M 回線の提供だけでなく、通信モジュール、IoT プラットフォーム、アプリケーション等の近接する事業領域を垂直統合的に提供し、自社の事業機会の拡大を図る戦略が想定される。ワンストップサービスの提供により、顧客の IoT の導入障壁の低減による M2M 回線事業の拡大に加え、IoT プラットフォーム、アプリケーション領域での収益機会を狙った戦略である。事業領域の拡大にあたり、不足するケイパビリティの補完の観点では、IT・ソフトウェア企業の買収や JV 設立が有効となろう。また、M2M のグローバル事業拡大の観点より、1.3 (2) ③で述べた通信キャリア間のアライアンスの更なる強化も必要と考える。

3) SI/ソフトウェア

IoT はあらゆる産業において、様々な用途での活用が想定されることから、SI/ソフトウェアベンダーは、産業別の個別のアプリケーション開発や IoT プラットフォーム開発などの役割期待に鑑み、各産業・企業毎に特有の課題に対応するための業務ノウハウやコンサルティング能力の強化、商圏獲得、ソリューションラインアップの拡充等が求められる。そのための手段として、IoT における有望領域と考えられる製造業、医療・ヘルスケア、エネルギー等の各産業分野に強みを持つコンサルティング企業、ソフトウェアベンダーとのアライアンスや買収が有効な選択肢と考える。

また、IoT により興隆するビッグデータ分析やセキュリティに関する事業機会を捕捉するべく、機能・性能向上のための積極的な技術開発や、不足するケイパビリティの獲得のための M&A の活用が想定される。

IoT メーカーの取り組み方向性

完成品メーカー各社は、2.2 節「Industrial Internet」で示したとおり、ハード・ソフト・サービス融合型のビジネスモデルによる新たな顧客価値の創造に取り組む必要がある。GE の Industrial Internet は、GE の産業機器のグローバルなインストールベースを活かした戦略であり、同じ土俵（GE 製品が強い市場）での競争は困難が想定される。予防保全の高度化、オペレーションの最適化に留まらない新たな顧客価値を創出することで対抗していくのか、あるいはむしろ GE のプラットフォームを活用することで自社のビジネス領域の拡大を図っていくのか等、とるべき自社の戦略を定め、必要な手を打つことが急務と言えよう。

他方、日本が世界市場で強みを持つ領域（例えば自動車、ロボット、FA 機器、高品質な家電、複写機等）については、これまで培った実績・基盤、すなわち、製品・機器の性能、品質、販売チャネル、ブランド力等を活かしつつ、競合メーカーからの攻勢や他レイヤーからの新規参入の脅威を座して待つのではなく、IoT に先んじて取り組むことで、競争優位性を発揮していくことができるのではないか。自動車×IoT、ロボット×IoT といった視点からの発想に留まるのではなく、IoT の普及による社会環境の変化による自社の主力製品の位置付けの変化といったことも視野に入れたクリエイティブな顧客価値を提供することで、今後の競争をリードしていくことを期待したい。自動車を例にすると、広範にわたるバリューチェーンや安全、環境、エネルギー面での社会との密接な関係性等、自動車を中心に織りなすエコシステムは裾野が広く、その一部の変容が自動車関連ビジネスのありようを変化させるドライバーとなり得る。これは他レイヤーからの侵食の脅威をもはらむものであるが、現在このエコシステムの頂点に立つ完成車メーカーは、従来築いてきた前述の優位性を活かしてエコシステムの変化を次なるビジネスチャンスに繋げる最も優位なポジションにあるものと考えられる。中長期的なビジョンのもと、自社の事業領域を明確に定めるとともに、不足するケイパビリティについては、オーガニックな体制強化のみならず、積極的なアライアンスの活用も必要と考える。

他方、自社内の製造プロセスの高度化の観点では、Industrie 4.0 に代表される高度な生産システム、バリューチェーンの構築等について、内製に拘らず、FA ベンダー、IT・ソフトウェア企業との協業に加え、バリューチェーンを構成する各社の英知を結集し、次世代のものづくりの在り方、ビジョンを構築していくべきであろう。

IoT ユーザーの取り組み方向性

IoT に関連する部品、製品、サービスの提供等、自社のコア事業に直結する「IoT サプライヤー」および「IoT メーカー」と比較すると、IoT 関連製品・サービスの提供を受ける側である「IoT ユーザー」は、IoT に対して受動的なスタンスを取る企業が相対的に多いかもしれない。しかしながら、IoT の多大なる可能性を認識し、業界内で横並びではなく、主体的かつ革新的な取り組みが必要と考える。IoT を活用した新たなビジネスモデルの創出に取り組むベンチャー企業が米国を中心に次々と立ち上がっている中、IoT を活用して生産性向上を目指すだけでなく、マーケティングの高度化や新規事業の創出等の「攻めの姿勢」が重要ではないか。

4.4 まとめ

前節にて、日本企業の戦略方向性について述べたが、各企業の事業内容、事業規模、業界内ポジション、コアコンピタンス、IoT への取り組み状況等は千差万別であり、一概に論じるのは雑多すぎるかもしれない。しかしながら、多くの企業に共通するメッセージを改めて次に述べ、まとめとしたい。

IoT は事業戦略の実現のための手段であり、イノベーション実現の原動力となる多大なる可能性を秘めている。IoT のビジネスモデルへの有効活用が企業の競争力に直結し、しかもそのマグニチュードは極めて大きなものになるだろう。

今、世の中で何が起きようとしているのか、起きつつあるのか、自社にどう影響するのか、IoT のもたらす大きな変革の波にのまれることなく、その波に乗って大海を航行していくには、競合他社や業界内外の先進的企業の動向等を注視しつつ、舵手たる経営者が明確なビジョンを掲げ、企業としての進むべき大きな方向性を定めねばならない。IoT の概念のもと、自社のコアコンピタンスとケイパビリティを評価し、顧客にどのような新たな付加価値を提供できるのか、自社を中心としたエコシステムを如何に構築するか、そのために不足するケイパビリティとリソースはどのように確保するのかを再認識する必要がある。自社の事業領域を定めただけで、内製に拘らず、オープンイノベーション、アライアンスを積極的に活用すべきである。そのための戦略投資には一定のリスクテイクも必要であり、成熟・縮小事業からの脱力と成長領域への再投資を大胆に実行する決断力も求められる。欧米グローバル企業のように、自社にはない優れた技術、先進的なビジネスモデルをベンチャー投資により積極的に取り入れるといったことも重要と考える。

また、多くの企業にとって、今後の IoT 時代に向けた戦略策定・実行のために死活的に重要なものは、経営者をはじめ、幹部、従業員における“IT への理解”ではないか。舵手たる経営者が企業としての進むべき大きな方向性を定めるには、経営者自身に羅針盤としての“IT への理解”が求められるほか、具体的な戦略立案・実行部門としての企画・IT 部門における IT 人材の高度化も必要条件と言えよう。また、スマートフォンに

より、個人のライフスタイルにインターネットが溶け込んだように、将来的に IoT が一般化し、様々なビジネスを構成する製品・サービスに IoT が融合していく段階では、営業、事務、研究、開発等のあらゆる部門において、ビジネスリテラシーとしての“IT への理解”の向上が必要になるだろう。そのための人材育成・採用、外部人材の登用や、非 IT 系企業においては IT 企業との戦略的アライアンスによる人材確保等、“モノ”、“サービス”に注目が集まる新たなインターネットの時代において、“ヒト”に回帰した取り組みが求められよう。

みずほ銀行産業調査部
電機・IT・通信チーム 大堀 孝裕
takahiro.oohori@mizuho-bk.co.jp

©2015 みずほ情報総研株式会社・株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊社が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊社はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。

本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊社の書面による許可なくして再配布することを禁じます。