調　査（DBJレポート）

IoT（Internet of Things）とは何か？

株式会社 日本政策投資銀行　産業調査部　課長　青木　崇

【要　約】

IoTとは（Internet of Things）の略で、新聞等でほぼ毎日報道される言葉だが、「モノのインターネット」と言っても、よくわからない言葉だと思う。モノがインターネットにつながると何が変わるのだろうか？また、IoTの取り組みはドイツや米国が進んでいて日本は遅れていると言われているが、果たしてそうなのだろうか？本稿では、IoTの語源から始め、国際連携の状況やIoT関係者の声を参考にしながら、IoTの現状について整理した。また、IoTの社会的必要性や既存産業の活性化などについてまとめた。

1．IoTの入り口

IoTとはInternet of Thingsの略で、新聞等でほぼ毎日報道される言葉だが、わかりにくいと思われている方は多いのではないだろうか。

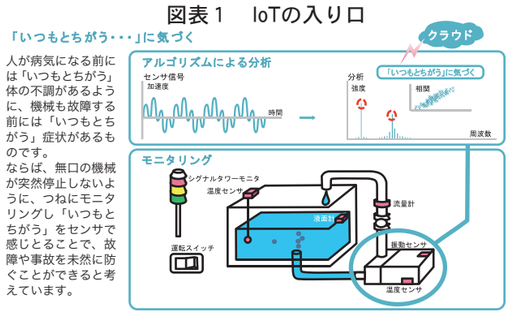
何か釈然としないまま、IoT関連の記事に目を通されている方も多いと思う。IoTの概念を理解するために、まずは、その語源から追っていきたい。

慶應義塾大学環境情報学部長である村井純教授によると、IoTという語は1999年に米国のマサチューセッツ工科大学（MIT）のケビン・アシュトン氏が使い始めた造語とされる。当時、MIT、英国ケンブリッジ大学、慶應義塾大学などが共同で、RFID（Radio Frequency Identifier）というICタグの研究開発と標準化を目指していた頃、村井教授とケビン・アシュトン氏らの間で、「すべてのモノにユニークIDが付いて個体識別が可能になるということは、まさにモノのインターネットをつくるということだよね」という会話から生まれたという。

モノのインターネットというのは比喩表現で、この言葉のみがメディアに氾濫しているのでわかりにくくなっているが、まず意識したいのは前半部分である。すなわち、IoTはモノの個体情報を認識するということから始まる。個体情報には、振動数、温度、湿度、材質、強度、輝度、色など様々な要素がある。これらの個体情報を認識するためには、各種センサが必要になる。

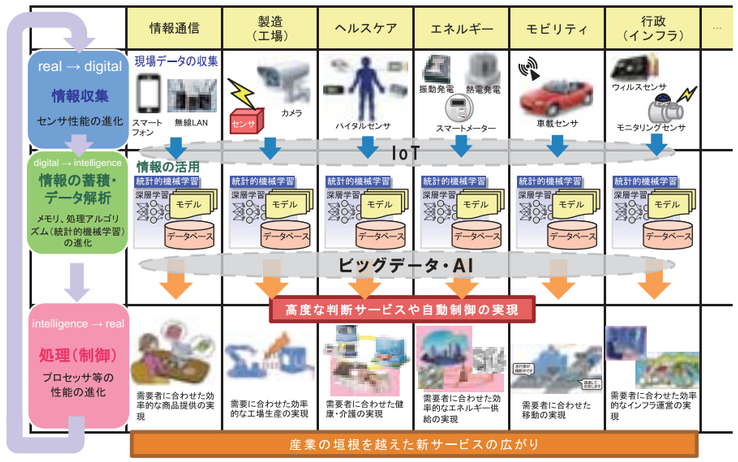
わかりやすい例を挙げたい。2016年10月に千葉の幕張メッセで開催されたCEATEC2016で、半導体・電子部品メーカーのローム株式会社（京都府）が、「IoTセット」を無料配布した。その内容は、①パンフレット、②センサ等のカタログ、③センサ等のリーフレットであった。パンフレットに非常にわかりやすいIoTの説明があるので、紹介したい（図表１）。「いつもとちがう…」に気づく、という表現でIoTが説明されている。「いつもとちがう」症状を把握できれば、故障や事故を未然に防ぐことができる。そのためには、「いつも」がどのような状態なのかを把握する必要があり、各種センサで「いつもの状態」をモニタリングし、データを蓄積しなければならない。

図表１　IoTの入り口



（備考）CEATEC2016　ローム㈱パンフレット

図表２　IoTの先にある世界（イメージ）



（備考）経済産業省商務情報政策局資料に加筆

2．IoTで社会はどう変わる？

モノの個体情報を認識することはわかったが、ではなぜ、インターネットにつなげる必要があるのだろうか？結論から申し上げると、必ずしも「インターネット」につなげる必要はない。IoTというからには、インターネットにつなげることが必須と思う方もいらっしゃるかもしれないが、社内利用であれば社内のイントラネットで十分である。不用意にインターネットにつなぐと、サイバー攻撃の脅威に晒される。セキュリティ対策を十分にした上でつなぐことが必要だ。知らないうちに自社の機器情報がインターネット上で公開されていることもあるので、注意しなければならない。

これを確かめるには、「SHODAN」という検索サービスがあり、インターネット上に世界中の何がつながっていて、どんなポートが開いているか分かるものである。ただし、これには賛否両論あり、ハッカーに攻撃対象を教えているようなものではないか、という意見もある。いずれにせよ、セキュリティ対策には十分留意した上で、IoTを構築すべきである。

蓄積した膨大な種類のデータをリアルタイムで分析するには、人間の能力では限界があり、そこでAI（人工知能）の登場となる。AIの活用が本格的になった社会はどのように変わるのであろうか。あらゆる現場からデータが集められ、セキュリティ対策を施した上で、インターネットでつながると、産業の垣根を越えた新しいサービスが生まれる可能性がある（図表２）。

現実社会（物理的な実世界ということでPhysical Worldと呼ばれる）からデータを収集し、膨大な情報を蓄積する（ビッグデータと呼ばれる）。ビッグデータを自社のサーバーで保有するには限界があるので、各種システムベンダー等が提供するクラウドサービス（電子空間、Cyber World）で保有することが多い。最近では、ビッグデータが現場（Physical World）とクラウド（Cyber World）間で行き来するとクラウド側での処理に負担がかかり時間もかかるため、その中間にデータサーバーを構築し、ある程度の情報処理は中間地点でできるようにシステム構成される場合もある（地上とクラウドの中間ということで、フォグ（霧）コンピューティングと呼ばれる）。

このような、現実社会（Physical）と電子空間（Cyber）でビッグデータをやり取りし分析する仕組みをサイバーフィジカルシステム（Cyber Physical System、CPS）と呼ぶ。CPSでは、最終的にはAIがビッグデータの分析を担う。それによって、従来思い付かなかったような新しいサービスが業界の垣根を越えて生まれることが期待されている。図表２の一番下にある新しい産業の想像図は、あくまで想像図であり、実際は現状から想像が付かないような全く新しいサービスが誕生する可能性がある。

図表３　IoTに関する各機関の提言

日付	機関名	タイトル	概要
2015年３月	JEITA（電子情報技術産業協会）	「人間中心のスマート社会実現に向けたIT・エレクトロニクス分野からの提言」	サイバーフィジカルシステム（CPS）の社会実装を提言
2016年１月	文部科学省	「第５期科学技術基本計画」	CPSやSociety5.0の実現を目指す（Society5.0：狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く社会）
2016年３月	JMF（日本機械工業連合会）	「H27年世界の製造業のパラダイムシフトへの対応調査研究」	ICTの徹底活用と新しい現場力“TAKUMI4.0”を目指す（人が大事）
2016年４月	経団連	「Society5.0の深化による経済社会の革新」	Society5.0の社会を実現するには５つの壁の突破が重要と提言（５つの壁：省庁の壁、法制度の壁、技術の壁、人材の壁、社会受容の壁）
2016年５月	JEMA（日本電機工業会）	「製造業2030」	Industry4.0（独）やIIC（米）の動向を冷静に分析し、日本の製造業の将来像について提言
2016年６月	産業競争力会議（内閣府）	「日本再興戦略2016」	名目GDP600兆円に向けた成長戦略として、IoT、ビッグデータ、AI、ロボットで第４次産業革命の実現を表明

（備考）日本政策投資銀行作成

3．日本におけるIoTの取り組み状況

（1）IoTの“大きな流れ”を整理

日本ではIoTについて、どのような議論がされているかを理解するために、主要機関の提言を時系列に整理した（図表３）。

ドイツや米国の動きを受けて、国内の主要機関から相次いで提言がなされたことがわかるだろう。この中でも、JEMA（日本電機工業会）は「製造業2030」の中で、「2030年の将来像とその対応策」という章を設け、プロダクトライフサイクルチェーン（商品企画→開発・設計→生産→保守）とサプライチェーン（調達→製造→物流→販売→サービス）の各機能上で求められる価値、提供される価値が、組織やシステム間の壁を越え、時にはビジネスモデルをも変化させる姿を想定している。それをFlexible Business and Manufacturing（FBM）として定義し、2030年にはFBMが社会を支えていると想定している。（筆者は、この概念に共感し、JEMAのFBMを考える、スマートマニュファクチャリング特別委員会に参画している。）

4．IoTの国際的なアライアンスの現状（日・独・米）

独・米の取り組みが進んでいると言われるが、現状の日・独・米のアライアンスについて確認しよう。

（1）独・米について

2015年４月、ドイツの「Plattform Industrie4.0」と米国の「Industrial Internet Consortium（IIC）」が相互協力の推進で合意した。

また、2016年３月、ドイツ・米国陣営は産業分野で規格標準化などに必要な工程表や見取り図を互いに持ち寄り、相互に運用できるようにすることで合意した。

(2) 日・独について

2016年３月の日独首脳会談において、両国間で製造業におけるIoT／Industrie4.0協力を推進していくことで合意した。その具体化のため、両国間での協議を進め、2016年４月28日に共同声明を締結した。政府間合意を踏まえて今後は実務レベルの議論を本格化させる予定である。

独米連携の加速もにらみつつ、民間企業を巻き込んだ産官学一体の推進体制の構築、具体的な検討項目とロードマップの策定を急ぐことが課題である。

(3) 日・米について

日本の「IoT推進コンソーシアム」が米国の２つのIoT推進団体とIoTに関する国際規格や技術標準の策定に向け、協力関係を構築することを明らかにした。2016年10月３日覚書（MOU）を締結した。

米国の２つのIoT推進団体とは、「IIC」と「オープンフォグ・コンソーシアム」である。

これでようやく日・独・米の世界的な連携が整ったことになる。プラットフォームの標準化を始め、議論は始まったばかりであり、今後の進捗に注目が集まっている。

５．各方面からの様々なコメント

IoTに関しては、様々な人が、様々な立場で発言しているので、ここでは筆者がIoTを考える上で参考になった調査結果・コメントをいくつか紹介したい（図表４）。

６．IoTで世界が変わる

ここからは、IoTの利用例としてセンサを活用した取り組みを紹介したい。

IoTでつながるデバイス数は2014年の38億個から2020年には208億個に達する見込みである（図表５）。

(1) 社会的必要性への対応

以下では、老朽化する社会資本や高齢化する人口動態など、社会的な対応が必要な項目について、センサの活用事例を紹介する。

①　老朽化する社会資本への対応

社会資本の老朽化が深刻な問題として迫っている。建設後50年以上経過する社会資本の割合をみると、現在から約７年後には、道路橋、河川管理施設（水門等）の約半数が建設後50年以上経過する資本となる（図表６）。最近はゲリラ豪雨等による河川の氾濫が頻繁に報道されるようになっていることからも、早急な対応が必要であろう。しかし、すべての資本を税金で修復することは、財源が逼迫（ひっぱく）している国や自治体には無理である。PFI（Private Finance Initiative）など民間の力も活用して対応しなければならない。

また、日本の技術力を活かし、センサやロボットで保守・点検することも考えられている（図表７）。このような保守・点検は、常に行われることが望ましいので、いかに低電力で動作するかが重要である。例えば、富士通(株)では、ゲリラ豪雨対策に活用できる下水道氾濫検知ソリューションとして、自然エネルギーを電力に変換する熱電変換ユニットをマンホールに搭載し、運用を大幅に効率化することに成功している（図表８）。昼夜の温度差から得られる熱エネルギーを電力に変換する仕組みである。これにより、バッテリーのみでセンサを駆動する方式と比較して、電池交換周期が10ヵ月から５年に延長できるという。

②　労働投入量制約への対応

若年労働者の不足により中途採用者（海外では移民）などの労働力に頼ることもあろう。OJTの代わりにウェアラブルの活用によって即戦力を期待することも考えられる。また、従業員の作業補助として、パナソニックの大泉工場（群馬県）ではブラザー工業の「AiRScouter」を採用し、業務効率を上げている。

③　労働環境への対応

従業員の健康状態を把握することは、企業の重要な義務である。大手ゼネコンの建設現場などでは、建設作業員がリストバンド型のウェアラブルを装着したり、作業着にセンサをつけることで、健康状態を把握している。また、パナソニックは導電性繊維メーカーのミツフジ（京都府）と共同で、睡眠状態や眠気、心拍数、呼吸数、ストレス、姿勢などの情報を収集できる「着衣型バイタルセンサ」と、それに適用するIoTクラウドシステムを開発し、企業向け新サービスを2017年度中に開始すると発表している。

(2) 既存産業の活性化　～農業～

IoTの農業での活用事例としては、株式会社エムスクエア・ラボ（第１回DBJ女性新ビジネスコンペティション「女性起業大賞」受賞）も活用している「フィールドサーバー」が挙げられる。「フィールドサーバー」では、カメラや各種センサ（温度、湿度、日射など）を搭載し、計測したデータをインターネット上で閲覧、分析することができる。

また、ドローンによる高精度の自動農薬散布など、農作業の負担軽減や高効率化も期待されている。

農業でIoTというと植物工場を頭に浮かべる方も多いと思うが、植物工場への参入は容易ではなく、周到な市場調査や販路の確保が必須である（図表９）。

一方で、今後の人口動態や技術革新の動向にも留意が必要だ。将来的に世界で大都市を中心とした「巨大都市化」の進行が予想されている（図表10）。健康志向も相まって、今以上に都市部に住む人達への食糧供給需要（機能性野菜など）が発生するであろう。また、AIにより物流が進展し、社会全体のコスト構造が変わる可能性があり、巨大市場を背景とした、IoTやドローンを活用する都市型農業の発展が予想される。

７．まとめ

これまでみてきたように、IoTといってもその解釈は立場によって異なっている。

本稿では、IoTとは、まずは固体情報を識別することが始まりで、それは何のために行う必要があるのか、どのような世界が期待されているのかをご紹介した。また、IoTだからといって必ずしもインターネットにつなぐ必要はないこともご案内した。インターネットにつなぐのであれば、目的や期待効果を整理し、セキュリティ対策を十分に施した上で、実施しなければならない。

中小企業におけるIoTの取り組み状況は、ドイツでも日本でも同じような状況であり、自治体は支援体制を早急に整備すべきであろう（自治体の対応はドイツの方が先を行っている）。

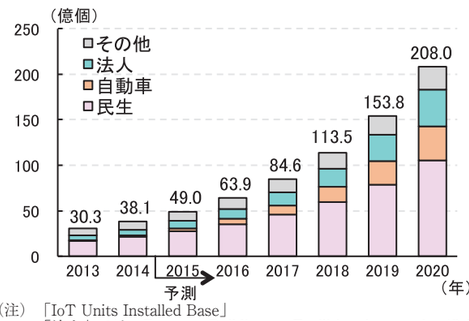
一方で、IoTにより産業の活性化が期待されている。これからさらに多様性が高まるであろう巨大都市圏の誕生や、IoTやAIの進化による社会的なコスト構造の大転換が始まろうとしている。今後のビジネスを検討していく上では、従来の考え方にとらわれない柔軟な発想が求められるだろう。

図表４　調査結果・コメント

発信・発言者	調査結果・コメント
DBJ「2016年度企業行動に関する意識調査」（製造業）	DBJが2016年８月に発表した、「2016年度企業行動に関する意識調査」によると、製造業でIoTを「活用している」または「活用を検討している」企業は３割であった。昨年度は2割だったので上昇してはいるものの、まだ７割は様子見である。
ITベンチャー企業 M社代表取締役	IoTとは、①情報を集める、②制御する、③効率化する、という3つがセットになっている。③はAIが行う。よく企業の方から、「工場の自動化や効率化はすでにやっており、ビックデータの統計分析もやっている。何が新しいのか？」と問われることが多い。新しいのは特に③の部分で、AIが多次元分析を行うこと。ファクターは20～30はある（温度、湿度、機械音、照度、等々）。とても人間が分析できない処理をリアルタイムで同時に行うので、むしろこれまで気付かなかった分析結果が得られる。そこに着目しなくてはならない。IoTは情報を取るためのきっかけにすぎない。そこに気付くかどうかで、経営に差がついていくだろう。
ドイツ カールスルーエ工科大学 情報マネジメント工学研究所 所長	Industrie3.0は、AutomationでIndustrie4.0はCyberisation（造語）である。最先端のテクノロジーにヒトがどのように関わっていくか、従業員への教育が重要となる。最終的には、「ヒト」が重要だ。
ドイツ エスリンゲン大学 学部長	“Industrie4.0 is a hype topic in Germany”（※hype：過剰宣伝、誇大広告）Industrie4.0は大企業主導で進んでおり、中小企業にとってハードルが高く、約5割はIndustrie4.0に慎重になっている。敬遠する理由は、①概念が難解、②導入にコストがかかりそう、③セキュリティが不安 というもの。そこで、当大学では地域と連携して中小企業の教育を支援している。また、技能承継の問題もあり、政府と連携して「Transfer Platform Industry 4.0」を立ち上げ、若年層への知識・技術の移転を支援している。

（備考）日本政策投資銀行作成

図表５　IoTでつながる世界のデバイス



（注）「IoT Units Installed Base」
「法人」には、Energy, Building or Facilities Automation/Other, Physical Security, Manufacturing & Natural Resources, Retail & Wholesale Tradeを含む

（備考）ガートナー“Forecast : Internet of Things — Endpoints and Associated Services,Worldwide, 2015”（2015年10月29日）により日本政策投資銀行作成

図表６　老朽化する社会資本

《建設後50年以上経過する社会資本の割合》

	H 25年３月	H 35年３月	H45年３月
道路橋［約40万橋（橋長２m以上の橋約70万のうち）］	約18％	約43％	約67％
トンネル［約１万本］	約20％	約34％	約50％
河川管理施設（水門等）［約１万施設］	約25％	約43％	約64％
下水道管きょ［総延長：約45万km］	約２％	約９％	約24％
港湾岸壁［約５千施設（水深－4.5m以深）］	約８％	約32％	約58％

（備考）国土交通省「国土交通白書2015」により日本政策投資銀行作成

図表７　センサやロボットでの保守・点検

（備考）NEDOウェブサイト

図表８　マンホールを活用した下水道氾濫検知システム

熱電変換ユニット　　センサノード

マンホール蓋への装置搭載イメージ

（備考）富士通㈱ウェブサイト

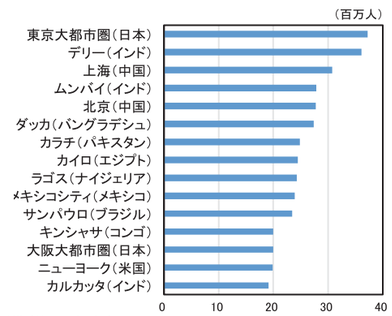
図表９　現状の課題整理

現状の課題整理

- 新規事業の候補に必ず挙がるのが植物工場。近年は装置を買えばすぐ栽培できるターンキーモデルで参入を支援する企業も増えているので安易に参入しがちだが、肝心の販売先確保が上手くできずに、計画通りに売れないケースがある。
- 卸売市場経由ではその先に固定客がついていないと露地物と同じ価格で取引されてしまい、原価割れする可能性大。
- 小売、外食と直接契約し価格を安定させることが一番望ましいが、大手小売の棚は既に先発組の商品で埋まっているうえ、小売・外食側からの値下げ圧力も強いため、契約を安定して獲得することは容易ではない。

（備考）日本政策投資銀行九州支店「九州における植物工場等ハイテク農業の成長産業化に向けた課題と展望」

図表10　2030年における巨大都市トップ15



（備考）国際連合“World Urbanization Prospects : The 2014 Revision”により日本政策投資銀行作成