

米国における IoT(モノのインターネット)に関する取り組みの現状

八山 幸司
JETRO/IPA New York

1 はじめに

コンピューターの発達とともに様々な分野で機械の自動化やネットワーク化が進んできたが、IoT(Internet of Things:モノのインターネット)の登場によって、世界のあらゆる「モノ」がネットワーク化される社会が実現しようとしている。コンピューターの発達は個人の生活やビジネス活動の自動化へとつながり、インターネットの発達は大量の情報へのアクセスを可能とし、各ビジネス活動を結びつけるなど、我々の生活・ビジネスの活動範囲を飛躍的に拡大させた。これら IT 化の波は経済活動を大きく後押しするとともにビジネスモデルの変化を巻き起こしたが、さらに IoT では、製品が IT ネットワークの中に組み込まれることで、製品の新しい価値が創出され、従来のビジネスモデルからの大きな変革につながるという点で大いに注目されている。今号では、コンピューターとインターネットに続いて 3 つ目の IT 化の波となる IoT について取り上げる。

最初に、IoT の概要やビジネスへの影響について紹介する。IoT はあらゆるモノをネットワークでつなごうというコンセプトであり、IoT で社会全体の様々なデータを集め、クラウドやビッグデータによるデータ分析を現実世界へフィードバックさせるサイバー・フィジカル・システム(Cyber Physical System:CPS)の構想が基盤となっている。IoT によるビジネスへの影響は想像を超えるものであり、顧客のニーズ、製品価値、データの役割などあらゆる面で変化が起こると考えられている。このため、IoT は市場の大きさだけでなく、その経済効果にも注目が集まっている。

次に企業の取り組みや様々な事例を紹介する。Google 社は、傘下の Nest lab 社から様々なスマートハウス用 IoT デバイスを発売していることに加え、独自の IoT 環境の構築にも乗り出している。Apple 社は、iPhone に IoT 向けの様々な機能を集約している。Microsoft 社は、従来の OS の販売からクラウドサービスを中心としたビジネスへと転換しているため、開発者向けに IoT の利用者を引き込むための開発環境を整備している。そして、個人向け IoT の紹介では、ウェアラブル端末、スマートハウス、医療、防犯、防災における事例を紹介し、企業やインフラにおける IoT については、スマートシティ、輸送機関、スマート工場、エネルギー、インフラ、物流、小売り、企業内マネジメント、農業の事例を紹介する。

さらに、通信インフラや IoT の周辺技術についても紹介する。将来的な IoT の普及に対応するために新しい通信規格として 5G ネットワークの整備が急がれている。Intel 社、IBM 社、Qualcomm 社などが IoT 向けの技術開発を進めており、カーネギーメロン大学は Google 社からの支援を受けて IoT の研究を進めている。IoT の業界団体の目的は大きく分けて、標準化、プラットフォーム、IoT エコシステムの構築を目指す団体に分かれている。

最後に、IoT におけるセキュリティについて紹介する。連邦取引員会(Federal Trade Commission:FTC)は IoT のプライバシーとセキュリティに関するレポートを公表し、IoT 関連の企業に対してセキュリティとプライバシーへ取り組むように勧告した。IoT へのサイバー攻撃事例では、140 万台のリコールにつながった最新のコネクテッドカーへのハッキング研究について紹介する。

これまで機械のネットワーク化は産業分野や社会インフラなどで見られたが、その他の分野で導入された例は少なく、コストや通信インフラの関係から実現が難しかった。近年のスマートフォンの普及によるモバイル技術と無線通信インフラの発達と IT インフラの成熟によって、IoT はその基盤が出来上がりつつある。今回紹介した IoT の事例は、これまでとは異なる顧客のニーズ、データの役割、新しい製品価値を生み出し、

IoT の高い将来性と変化の大きさを示している。日本と同様に高度な IT インフラ基盤を持ち、様々なビジネスモデルに挑戦する米国の取り組みを紹介していく。

2 IoT とは

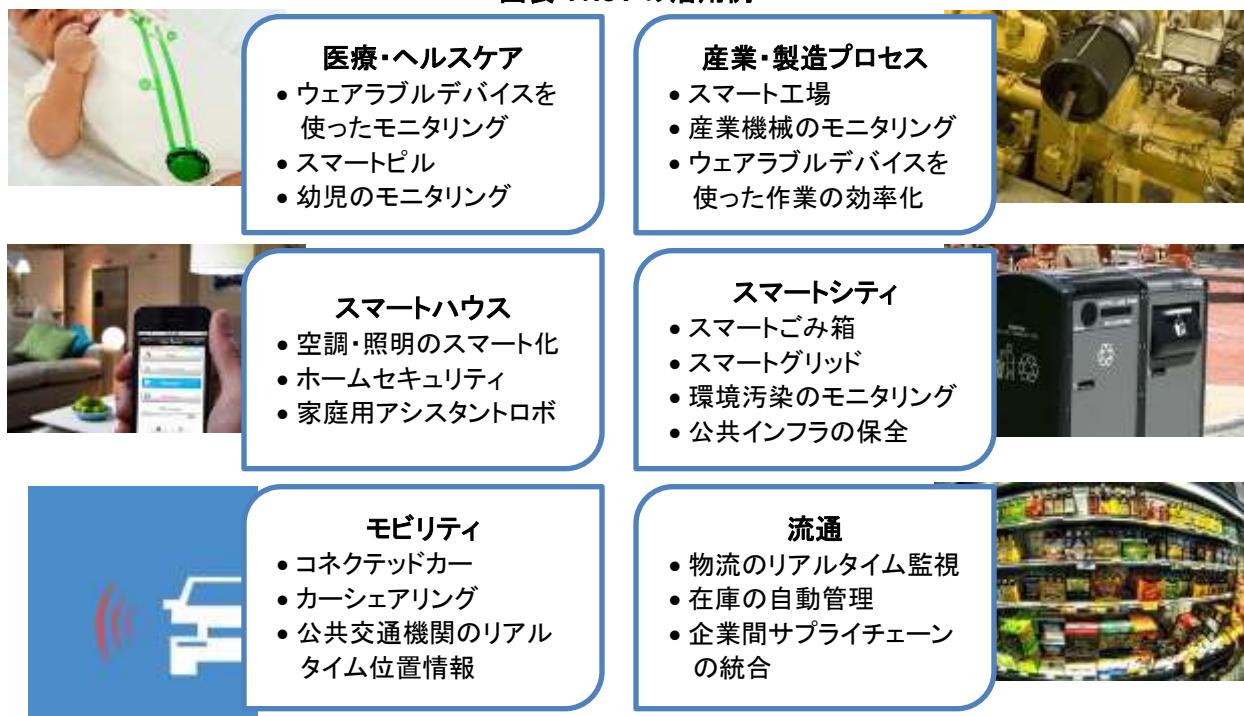
(1) IT 社会における IoT

a. IoT とは

IoT(Internet of Things)とは、人、動物、機械など、あらゆるモノをインターネットに接続させようとする構想であり、これまでのように人間がコンピューターを使ってインターネットへ接続するのではなく、様々なデバイスが自動でインターネットへ接続して情報をやり取りできる環境を指す。デバイスによって収集されたデータがインターネットを通して他のシステムと共有されることで、リアルタイムでの情報の分析や、デバイス同士での自律行動への活用が可能となる。例えば、ウェアラブルデバイスに取り付けられた生体センサーでユーザーの健康データを収集し、データをインターネット経由で病院へ送るなどにより医師が患者の健康状態をリアルタイムで把握するといったことができる。また、複数のデバイスがお互いのデータを共有・連携することで、システム全体が自律して稼働するスマートハウスやスマートシティなども実現できる¹。

図表 1 は IoT の代表的な活用例となっている。

図表 1: IoT の活用例



出典: Postscapes を基に作成²

¹ <http://whatis.techtarget.com/definition/Internet-of-Things>

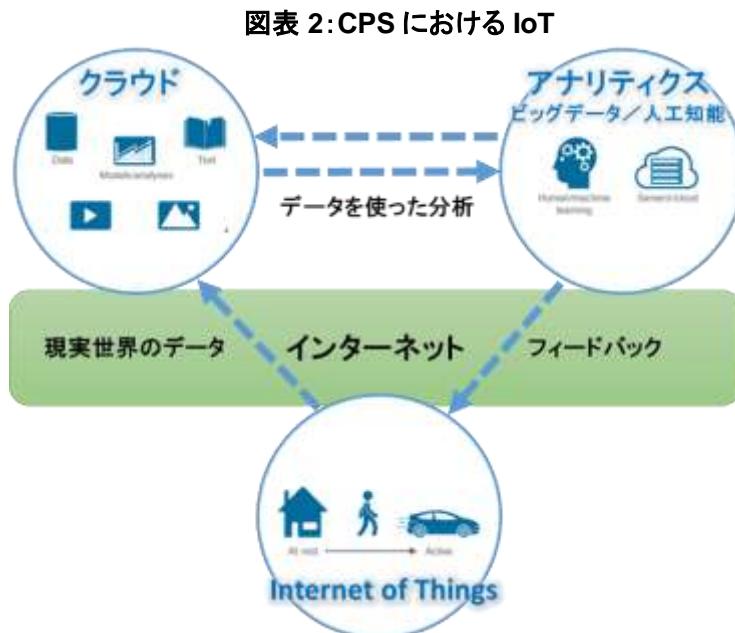
² <http://postscapes.com/>

b. IT エコシステムにおける IoT

現在 IoT に注目が集っている背景には、技術的な発達や IT インフラの成熟がある。これまで、産業機械や社会インフラの一部でしか機械のネットワーク化は進まなかつたが、近年、スマートフォンの普及によりモバイル技術が発達し、小型で性能の高い IoT デバイスの開発が可能となつたため、これまで取り組まれてこなかつた分野でも機械のネットワーク化が進み始めたのである。また、インターネットを経由して複数の機械を連携させるには技術的に難易度が高かつたものの、IT インフラの整備によって、安価な無線通信サービス、クラウド技術、ビッグデータを用いたアナリティクス、人工知能など、様々な IT 環境が整備されたことから、無数の機械がインターネットへ接続し、他の機械が集めたデータを共有することで機械同士が連携を取ることが可能となつた³。

IoT の実装においては、サイバー世界と物理世界の相乗効果を狙ったサイバー・フィジカル・システム (Cyber Physical System:CPS) の構想が参考される。CPS とは、現実世界のデータをサイバー空間で分析し、分析した情報を現実空間へフィードバックさせる仕組みであり、物理コンポーネント(現実世界)と計算コンポーネント(サイバー空間)を密接に連携させることにより、お互いの相乗効果を狙うというコンセプトである⁴。CPS では、例えば、街中に設置されたセンサーから交通状態に関するデータが集められ、データから得られた渋滞情報がナビゲーションのルート案内に利用されることで、分析した情報が現実世界へとフィードバックされる形となる。IoT の普及によって膨大なデータが現実世界から集められ、ビッグデータや人工知能を使った分析が社会の様々な場面で利用されると見られており、IoT は人々が意識せずに現実世界とサイバー空間を結びつけるための重要な役割を担っている⁵。

図表 2 は、CPS における IoT を表したものとなっている。



出典: Celent を基に作成⁶

³ <https://www.ibm.com/developerworks/library/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iot/>

⁴ <http://www.ibm.com/developerworks/jp/analytics/library/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iot/>

<https://www.ibm.com/developerworks/library/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iot/>

⁵ <https://www.ibm.com/developerworks/library/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iot/>

⁶ <http://www.celent.com/reports/internet-things-and-propertycasualty-insurance>

(2) IoT によるビジネスの変革

IoT は、ビジネスそのものを大きく変革させる可能性があると言われている。つまり従来型のビジネスと比較して、IoT の活用によって顧客のニーズや提供するサービス、データの役割などが大きく変わり、何をもって価値を創造するのか、という根本的なところが大きく変革すると考えられるからである。

a. 顧客のニーズの変化と新しいビジネスモデルの登場

IoT を活用した様々なサービスの登場は顧客のニーズの変化をもたらし、新しいビジネスモデルの登場につながる。従来のビジネスは製品販売が中心であったため、顧客のニーズへの対応は製品販売時点となっていた。それが IoT の世界では、ネットワークに接続されたデバイスを通して様々なサービスの提供が可能となるため、顧客のニーズにはリアルタイムで対応できるようになり、さらにはデータの分析などから将来的な予測に基づきサービスを提供することも可能となる⁷。

General Electric(GE)社では同社が製造した飛行機エンジンから送られてくるデータをリアルタイムで分析し、航空会社に対して飛行機の効率的な運用やエンジン操作方法を提案するサービス Flight Efficiency Services を提供している。GE 社は 2011 年からイタリアの航空会社 Alitalia 社と提携して航空エンジンのデータ分析を行っており、GE 社の分析と提案により、Alitalia 社はこれまでに 4,600 万ドルの燃料費の削減を実現している。また、GE 社はリアルタイムでエンジンを監視することで分解点検など時間がかかるメンテナンスを減らすことができると見ており、IoT を活用して新しいサービスの提供と製品価値の向上へつなげている⁸。

図表 3 は GE 社の航空エンジンモニタリングサービスとなっている。

図表 3:GE 社の航空エンジンモニタリングサービス



出典:GE Software、GE Aviation⁹

製品を通してサービスを提供するビジネスモデルは Product-as-a-service(サービスを提供のための製品)とも呼ばれ、従来の製品販売以外の利益を生み出す持続性のあるビジネスモデルであると言える。なお、Product-as-a-service の特徴の 1 つに、カーシェアリングのようにユーザー間で製品を共有できるというも

⁷ <https://hbr.org/2014/07/how-the-internet-of-things-changes-business-models>

⁸ <http://www.forbes.com/sites/ptc/2014/06/23/will-the-internet-of-things-revolutionize-the-aircraft-industry/>

⁹ <https://www.gesoftware.com/industrial-internet>

<http://www.geaviation.com/commercial/services/flight-efficiency-services/docs/case-study-AirAsia.pdf>

のがある¹⁰。自動車がインターネットにつながっていれば、ユーザーはスマートフォンなどを通してリアルタイムで利用可能か確認することができるため、ユーザーは製品そのものを所有せずとも好きな時に利用することが可能となる。

Zipcar 社が提供しているカーシェアリングサービスは、スマートフォンで使用可能な車を検索して予約すればいつでも自動車を利用が可能というものである。料金は時間制であるがガソリン代や保険代が含まれているため、ユーザーは煩雑な手続きや経費を考えずに利用料金だけで自動車をレンタルすることできる。自動車に搭載されているコネクテッドカー¹¹機能を使ってスマートフォンからドアの鍵を開けることができるなど、スマートフォンから検索、予約、利用、支払いまでを行える自動車へのアクセスにより、リアルタイムで顧客のニーズに答えるサービスを実現している¹²。

図表 4 は Zipcar のカーシェアリングサービスとなっている。

図表 4: Zipcar のカーシェアリング



出典:Tampa Bay Times, Zipcar¹³

b. IoT による新しい製品価値

IoT を活用したサービス提供により、持続的な製品価値が生み出せると期待されている。本来、製品価値は時間とともに減少していくものであり、従来のビジネスモデルでは顧客ニーズに対応した製品を生み出し販売した後に、製品の性能を向上させることができることが難しいという問題があった。IoT では、インターネットを通してソフトウェアの更新や追加が可能であるため、市場に出た製品であっても新しい機能を追加することで、製品の機能やパフォーマンスを向上させ製品価値を高めていくことが可能である。

米電気自動車メーカーTesla Motors 社では、通常であればディーラーでの対応が必要なソフトウェアの更新も、インターネットを通して自動更新できるという仕組みを取り入れている。購入後でもソフトウェアのアップデートにより新機能を利用することができるため、ユーザーにとっては常に新しい製品価値を感じることができるというメリットがある。不具合があった場合でもソフトウェアの更新で対応することができるため、機能面だけでなくメンテナンス面を自動更新できるといったメリットもある。2014 年 1 月に同社が出たリコールでは、問題に対してソフトウェアの更新で解決させることができたため、従来のようにディーラーへ車を預けるといった対応を求めることなく、ユーザーの手を煩わせずにリアルタイムで問題を解決している¹⁴。同

¹⁰ <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>

¹¹ インターネットや外部デバイスに無線通信で接続することができる自動車。自動車がネットワークに接続されることで様々なサービスが利用可能となる。

¹² <http://www.zipcar.com/how>

¹³ <http://www.tampabay.com/news/business/a-brave-new-zipcar-world/1235933>

<http://www.zipcar.com/how>

¹⁴ <http://www.theverge.com/2014/1/14/5308002/tesla-issues-recall-over-29000-power-adapters>

社は 2015 年 8 月中にはソフトウェアアップデートで自動運転機能 Autopilot を追加させる予定であり¹⁵、IoT を活用することで、販売後であっても製品価値を高める取り組みに成功している。

図表 5 は Tesla Motors 社の電気自動車となっている。

図表 5:Tesla Motors 社の電気自動車(販売後も IoT でソフトウェアをアップデート可能)



出典:Tesla Motors, Extreme Tech¹⁶

c. 大きくなるデータの役割

IoT では製品から送られるデータを活用することで様々なサービスが実現可能となるため、データの収集と活用に重点が置かれていることから、データそのものの価値がこれまでと比較して格段にあがっている。多くの企業はこれまでも顧客に関するデータを将来的な製品開発に利用してきたが、IoT では、データの活用が現在提供している製品の機能やサービスの向上にリアルタイムで活用される。例えば、保険業界は IoT によってコスト削減や業務効率化、保険加入者のリスク査定を向上できると考え、一部の保険会社はすでに IoT 機器を使った従量基盤保険(usage-based insurance: UBI)という商品を提供している。UBI では、IoT 機器を使って保険加入者の行動を追跡し、より安全またはより健康的な行動に対し、保険掛け金の割引や何らかの特典を提供するというものである。

米大手保険会社 Progressive 社では、同社が開発したデバイスを通してユーザーの運転状況を把握し、保険料を算出するサービス Snapshot を提供している。ユーザーが自動車のダッシュボードの下にある車両診断用のポートにデバイスを取り付けると、デバイスが 1 日の走行距離、急ブレーキの回数、事故率が高い時間帯にどれだけ運転しているなどを読み取り、携帯電話回線を通して Progressive 社へ送信する。結果、運転が安全と認められれば保険料に最大 30% の割引が適用される仕組みとなる。ユーザーの運転状況以外のデータを取得する必要はないため、走行した地域のデータなどは収集されないという¹⁷。

同様に米ベンチャー企業 Metromile 社でも走行距離に応じて保険料を適用する従量制自動車保険を取り扱っている。同社のサービスも車両診断用のポートに専用のデバイスを取り付ける方式となっているが、正しい走行距離を把握するためにデバイスには GPS が搭載され、走行した地域や距離が確認できる仕組みである。米国ではおよそ 70% の人が年間 1 万マイル以下しか運転しないといわれており、年間 5,000 マイル以下のドライバーが同社の保険を利用すれば、保険料を最大で半額にすることが可能とされている¹⁸。

図表 6 は Progressive 社と Metromile 社の IoT デバイスとなっている。

¹⁵ <http://www.cnbc.com/2015/08/06/tesla-autopilot-about-to-steer-model-s.html>

¹⁶ <http://www.teslamotors.com/models>

<http://www.extremetech.com/extreme/201026-what-is-vehicle-telematics>

¹⁷ <http://postscapes.com/insurance-device-snapshot>

¹⁸ <http://techcrunch.com/2014/07/16/per-mile-car-insurance/>

図表 6:Progressive 社(左)と Metromile 社(右)の自動車保険に関する IoT デバイス

出典:Progressive、Techcrunch¹⁹

なお、Metromile 社は 2015 年 1 月、Uber²⁰のドライバー向けに新しい従量制自動車保険を発表した。Uber のドライバーは個人所有の車を Uber のサービスに使用する必要があるが、乗客を乗せて運転している間は Uber 社による保険が適用される。しかしながら、乗客を乗せていないプライベートの間はドライバー自身の保険が必要となるため、Uber としての走行中も個人の保険料を支払っていることになる。そこで Metromile 社は、Uber 社と協力して Uber と個人利用の走行を区別し、個人利用の走行にのみ保険を適用する従量制自動車保険の提供を開始した。企業同士が必要なデータを集約させていくことで、お互いが提供しているサービスを向上させた例と言える²¹。

(3) IoT 市場の動向

IoT 市場は公共インフラや企業での活用を中心に成長が見込まれており、経済効果は非常に大きなものになると見られている。例えば、米調査会社 IDC 社は、IoT 市場の規模は 2020 年には 2014 年の 6,558 億ドルから 1 兆 7,000 億ドルに成長すると予測している。その中でも IoT デバイス、通信サービス、IT サービスが市場全体の 3 分の 2 を占め、IoT デバイスだけで市場の 31.8%になるという予測を示した。ウェアラブルデバイスのような個人向け製品は IoT へと大きくシフトしているものの、公共インフラや企業における IoT の活用には大きな余地が残されていると見られている²²。

IoT は市場規模だけでなく経済効果の大きさにも注目が集まっており、米大手コンサルティング McKinsey & Company 社の予測では、IoT による経済効果は 2025 年には 2015 年の 9,000 億ドルから最大 11 兆 1,000 億ドルになり、世界経済の 11%を占めるまでになると見られている。その中でも特に、産業分野が 3 兆 7,000 億ドルと最も大きく、これに続くのが医療・ヘルスケア(1 兆 7,000 億ドル)、インフラや交通などの公共分野(1 兆 6,600 億ドル)、小売(1 兆 1,600 億ドル)となっている。産業分野では、データ解析を活用した産業機械によって生産の最適化やヒューマンエラーの削減が進み、公共分野では、ロボットカーの活用や地域のモニタリングによって、交通事故、環境汚染、公害、市民の安全の向上が期待されている。小売に

¹⁹ <https://www.progressive.com/auto/snapshot/>
<http://techcrunch.com/2014/07/16/per-mile-car-insurance/>

²⁰ 米国のベンチャー企業 Uber 社により展開されている配車サービス。タクシーとは異なり、移動手段を必要とする個人間を結びつけるサービスで、乗車を希望する人がスマートフォンから近くを走っているドライバーへ乗車のリクエストを送る仕組みとなっている。ドライバーは Uber 社に登録する必要があり、商用車ではなく個人の車を使用する。

²¹ <http://techcrunch.com/2015/01/28/metromile-launches-uber-car-insurance-where-drivers-only-pay-for-personal-miles/>

²² <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS25658015>

おける IoT の活用では、消費者へのダイレクトな販促活動、在庫管理や顧客関係管理の自動化、店舗内のレイアウトの分析など、経済的な影響は多岐にわたる²³。

図表 7 は、IoT による各分野の予測される経済効果を示したものとなっている。

図表 7: IoT による各分野の予測される経済効果（単位:十億米ドル）



3 企業の取り組み

(1) IT 企業の取り組み

a. Google

Google 社は、傘下の Nest lab 社を通して様々なスマートハウス用 IoT デバイスを発売している。代表製品が空調設備を制御するコントローラ Nest Thermostat であり、これまでに 100 万台以上が販売されたヒット商品となっている。Nest Thermostat は、居住者の生活パターンを学習して効率的な室温調節ができるため、設置するだけで光熱費の節約につながるというメリットがある。既に電力会社とも連携して地域の電力使用量を管理するといった取り組みも進められており、2015 年 4 月には太陽光発電大手 SolarCity 社との提携が発表された。この提携では、ソーラーパネルを設置する消費者に無償で Nest Thermostat を提供しており、Nest Thermostat とソーラーパネルを連動させることで、曇りの時には家庭内の電力消費を抑え、晴れの時には空調設備を太陽光発電で稼動させるという仕組みを実現するものである²⁵。

図表 8 は Nest Thermostat となっている。

²³

http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_the_value_of_digitizing_the_physical_world

²⁴ http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_the_value_of_digitizing_the_physical_world

²⁵ <http://www.forbes.com/sites/aarontilley/2015/04/20/how-googles-nest-will-make-residential-solar-smarter/>

図表 8: 空調設備を制御するコントローラ Nest Thermostat

出典:Core77²⁶

Google 社は独自の IoT 環境の構築にも乗り出しており、2015 年 5 月には IoT デバイス用 OS「Brillo」が発表された。Brillo は Wi-Fi などの無線通信をサポートするほか音声認識をベースとする音声操作にも対応し、玄関ドアや赤ちゃんモニターなど幅広い製品への活用が想定されている。同時に発表された通信プロトコル「Weave」を利用することで、ドアの鍵が閉められると家電製品の電源をオフにするといったデバイス間の連携をプログラムすることも可能となっている²⁷。

b. Apple

2014 年 9 月に提供が開始された iPhone 用 OS の iOS 8 では、クレジットカードや会員カードの機能をまとめる Passbook、ウェアラブルデバイスと連携する健康管理アプリ Health、IoT デバイスを操作するアプリ開発ツール HomeKit、コネクテッドカーと連携するアプリ Carplay などが実装されており、IoT 向けの様々な機能をスマートフォン内に集約しようという同社の狙いを形にしたものである²⁸。2015 年 4 月に発表された Apple Watch でも iPhone と連携することで同様の機能を使うことが可能となっている²⁹。

図表 9 は iPhone と Carplay(左)、Apple Watch(右)となっている。

図表 9: Apple 社の iPhone と Carplay(左)、Apple Watch(右)



出典:BGR、Tesla Motors

²⁶ <http://www.core77.com/posts/20860/the-nest-learning-thermostat-20860>

²⁷ <http://techcrunch.com/2015/05/28/google-reveals-plan-to-get-android-powering-internet-of-things-devices/>
<http://www.engadget.com/2015/05/28/project-brillo-internet-of-things/>

²⁸ <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2458819,00.asp>

²⁹ <https://www.apple.com/jp/watch/built-in-apps/>

このほか、Apple Watch と同時に医療研究用アプリの開発ツール ResearchKit なども発表されており、研究に参加したユーザーのデバイスから様々なデータを集めることが可能となっている。例えば、iPhone に搭載されている加速度計、ジャイロスコープ、マイク、GPS などのデータを収集するほか、参加者がオプションすればウェアラブル端末から生体データも取得することができる。スタンフォード大学が開発した研究用アプリでは、アプリのリリースから 24 時間で 1 万 1,000 人が研究への参加に登録、従来であれば 1 年かけて行うリサーチに匹敵する成果と言われており、IoT による研究者とユーザーのつながりやすさを示すものとなっている³⁰。

c. Microsoft

Microsoft 社が 2015 年 7 月にリリースした Windows 10 では、PC 向けの製品以外に IoT デバイス向けのバージョンも用意されている。IoT 製品向けに用意されているのは、以下の 3 つである。

- Windows 10 IoT Core: 小型 IoT デバイス向け
- Windows 10 IoT Mobile: 携帯電話向け
- Windows 10 IoT Enterprise: 産業機械向け

このうち、小型 IoT デバイス向けの Windows 10 IoT Core は開発者向け小型コンピューターに対し無償で提供され、現在、Raspberry Pi 2³¹をはじめとした複数の製品をサポートしている。Windows 10 IoT Core は IoT 向けであるためパソコンのようなデスクトップ環境が用意されていないものの、ユニバーサル Windows アプリ³²の使用や、Microsoft 社のソフトウェア開発ソフト Visual Studio が使えるというメリットがある³³。

図表 10 は Windows 10 が稼動している Raspberry Pi 2 となっている。

図表 10: Windows 10 が稼動している Raspberry Pi 2



出典:SCOTT HANSELMAN³⁴

³⁰ <http://techcrunch.com/2015/04/14/apple-opens-researchkit-to-medical-research-app-developers/>

<http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-03-11/apple-researchkit-sees-thousands-sign-up-amid-bias-criticism>

³¹ イギリスのラズベリーパイ財団によって作られた安価な開発者向け小型コンピューター。カスタマイズを前提としているためモニターやキーボードなどは付属されず、コンピューター基板のみの提供となっている。

³² 従来の手動でインストールするソフトウェアではなく、Windows ストアからダウンロードして使用可能なアプリ。

³³ <http://intelligentsystem.com/its-time-for-windows-10-iot/>

³⁴ <http://www.hanselman.com/blog/SettingUpWindows10ForIoTOnYourRaspberryPi2.aspx>

Microsoft 社は IoT 向けのクラウドサービス Azure IoT Suite も用意しており、クラウド上でデータの管理、リアルタイム分析、機械学習、他のデバイスへのデータ送信などができるようになっている。Microsoft 社は従来の OS の販売からクラウドサービスを中心としたビジネス戦略を転換中であることから、今後、爆発的に利用が増えると予想される IoT デバイスを自社のクラウドへ接続させるために IoT デバイスの開発環境の整備を進めている³⁵。

(2) 個人向け IoT 製品

個人向け IoT 製品では、ウェアラブル端末やスマートハウス向け製品が数多く登場しているが、防犯、防災、医療向けにも注目が集まり始めている。

a. ウェアラブル端末

子供の見守り	センサー内蔵ウェア	障がい者サポート
<p>幼児の水難防止</p>  <p>iSWIMBAND 社が開発している腕時計型ウェアラブル端末は、子供がプールでおぼれた場合に親のスマートフォンへ連絡が自動的に行くようになっている。将来的には老人の見守りなど医療・介護分野への活用を視野に入れている。</p> <p>子供の位置情報モニタリング</p>  <p>Tinitell 社では子供の位置情報を把握するためのウェアラブル端末を開発しており、スピーカーに向かって「ママ」と言えば母親の携帯電話に簡単通話する機能も持っている。</p>	<p>スマートスポーツウェア</p>  <p>米大手アパレル Ralph Lauren が開発している Polo Tech は、シャツの中に編み込まれたバイオセンサーによりリアルタイムで、走行距離、消費カロリー、運動強度、心拍数、ストレス度などのデータを確認できる。シャツが収集したデータは外部デバイスに保存され、クラウドに転送される。</p> <p>センサー内蔵ジーンズ</p>  <p>2015 年 5 月、Google 社は米アパレル企業 Levi Strauss とスマートウェア共同開発プロジェクト「Project Jacquard」を発表した。生地にセンサーを織り込むことで、布をタップしてスマートフォンを操作するなど、ウェアラブル端末の小型化で操作性が悪くなる問題に取り組んでいる。</p>	<p>視覚障害者用ナビゲーション</p>  <p>デンマークの大学 Copenhagen Institute では、視覚障がい者の進行先をナビゲートするデバイスを開発している。Blind Maps と呼ばれるこの製品はスマートフォンと連動してルート決め、デバイス上で指を使って進行方向がわかるようになっている。工事などで進めない場合にはボタンひとつでルートを再設定できるなど、様々なアシスト機能が用意されている。</p>

³⁵ <http://www.zdnet.com/article/microsoft-fleshes-out-azure-windows-10-internet-of-things-plan/>

b. スマートハウス

スマートハウス

スマート照明

hue: 外部機器からコントロールが可能なスマート電球。

LIFX: 色合いの調整も可能なスマート電球。

Smart Bridge: スマートハウス用デバイスを操作するコントローラ。Siriによる音声操作に対応。

空調調節(サーモスタット)

Nest Thermostat: 学習機能のついたサーモスタット。

Honeywell Lyric: スマートハウス向けサーモスタット。室外の温度も考慮して温度調節。

Ecobee3: 多機能なサーモスタット。リモートセンサーが付属。

eve: 室内環境センサー。Apple HomeKit を通して他のサーモスタットと連動する。

エンターテイメント

Apple TV: Apple 社のスマート TV デバイス。

Chromecast: Google のスマート TV デバイス。スマートフォンから操作する。

Insteon Hub Pro: スマートハウス品のプラットフォーム

Bistro: 猫を顔認識で識別して給餌するデバイス。猫の健康管理をする機能も搭載。

Edyn: 地面の状態を自動で判断してスプリンクラーを作動させる。スマートフォンからも操作可能。

家庭用アシスタントロボット

会話しながらアシストするロボット

MIT の教授が開発した JIBO は、頭部のディスプレイで感情を表すことができるソーシャルロボット。内蔵されたカメラの顔認識で相手を認識しながら、日常生活の様々なシーンをサポートしてくれる。音声認識でスケジュール管理、食料品の注文、写真撮影、などができる、メールの送信やスマートハウス用デバイスの操作も可能。

様々な機能を持つアシスタントロボ

Amazon 社が販売している Echo は、音声認識で操作することができるロボット。ニュース、天気、交通情報、アラームの設定、ショッピングリストの作成など様々な情報確認やタスクに自然言語で対応する(例えは「今日の天気は?」など)。このほか、スマートフォン経由の音楽の再生や、Wi-Fi 経由でスマートハウス用デバイスを操作することも可能。

スマートハウス用プラットフォーム

開発者向けプラットフォーム

Gooee 社では、スマートハウスのプラットフォームとなるデバイスを開発している。同社が開発しているセンサーは、温度、一酸化炭素、明るさ、動作検知が可能となっており、集められたデータは同社から提供されている API を通して他のデバイスで使用可能となる。この他、双方向通信が可能な電灯や、デバイスを開発する開発者向けのチップも提供している。

c. 医療・ヘルスケア

スマートビル

スマートピルケース



Adhere Tech 社が開発しているセンサーと通信機能を持つスマートピルケース。製薬会社から直接患者へ提供される。患者が薬を飲んでいない場合、製薬会社へデータが送信され、患者に対して薬を飲むように電話やメールで通知する。また、患者が続けて薬を飲まないことを認識し、問題が起きていないかどうか患者へ連絡する機能もある。

体内の薬の状態がわかるスマートビル



Proteus Digital Health 社では、薬の錠剤と組み合わされたセンサーチップを飲み込んで、体内の薬の効果をモニタリング可能なスマートビルを開発している。胃液を動力源として稼動する仕組みとなっており、皮膚に貼り付けた受信用のセンサーでデータを受信する。患者のモニタリングだけでなく、臨床試験などへの活用も期待されている。

スマートホスピタル

IoT で医療機器のネットワーク化



フランスのクレルモン・フェラン大学病院は、Microsoft 社と協力して病院内の医療機器のネットワーク化を進めている。IoT を活用することで医療機器から集められたデータは以前の 56% 増えたという。看護師は患者から離れることなく医療機器のデータをシステムへと直接送信することができる。

埋め込み型デバイス

血糖値のリアルタイム監視



Medtronic 社では、患者の血糖値を遠隔からリアルタイムで確認することができるシステムを提供している。MiniMed Connect と呼ばれるこのシステムは、埋め込み型血糖値測定器からデータを受け取り、スマートフォン上でのデータの確認や、クラウドへのデータ送信が可能となっているため、リアルタイムで患者の状態を確認することができる。

救急現場における IoT の活用

救急現場から病院へデータを送信



Physio-Control 社が開発した救急現場で使用する心電図モニターと除細動器の機能を持った LIFEPAK 15 は、Bluetooth を通じて外部デバイスへデータを送信することができる。同製品を導入したテキサス州 Fort Worth の救急隊では、救急車で患者を搬送中に病院へ患者のデータを送ることができるようになっている。

データ活用による病院の効率化



フロリダ州の Florida Hospital Celebration Health では IoT で収集したデータを分析して病院内の効率化を進めている。例えば、手術を受ける患者が手術前に実際にどこにいるかを把握し、医療データを活用することで保険の適用内でどれだけ効果的な治療することができるか分析する。また、看護師の動向を調べることで病院内の設備や消耗品の偏り、看護師に負担がかかり疲労が大きくなっていないか調べることも可能という。

d. 防犯・防災分野

ホームセキュリティ

高画質セキュリティカメラ



Nest labs 社から新しく発売された Nest Cam は、フル HD の解像度で撮影が可能で 130 度の広範囲を監視することができる。音声や動きを検知することができるだけでなく、暗視装置により暗闇でもセキュリティを確保できる。サブスクリプションサービス Nest Aware を利用すると、10 日から 30 日の動画がクラウド上に保存される。

スマートキー



Kwikset 社が販売している kevo は、スマートフォンを使って扉のロックができる。複数の扉の鍵の管理をスマートフォン 1 台でできるため、鍵の締め忘れなどを防げる。知り合いやベビーシッターに入ってもらう際には電子キーを送ることも可能。鍵を開閉に使われる信号には複数の暗号化が施されているため、セキュリティも確保されている。

スマートフォンから応対できるドアベル



Ring 社の Ring Video Doorbell は、ドアベルと連携する形でスマートフォンへ来訪者の映像と音声を送り、外出先からでも訪問者の応対ができるようになっている。HD 解像度での撮影が可能で、暗視装置や動体検知機能もついているため、セキュリティカメラとしての役割も果たす。

防災

スマート煙探知機



Nest labs 社の Nest Protect は様々な機能を持った煙探知機となっている。煙を探知したら音声で知らせ、スマートフォンへの通知も行われる。製品が複数設置されていれば連携して動作するため、台所で検知した煙をベッドルームにいる人に知らせることができる。

防災に対応したスマート電話



Ooma 社では IoT デバイスと連携することが可能なスマート電話機を提供している。同社の Ooma Telo は、家の電話をインターネット回線経由で携帯電話へ転送できるようになっている。Nest 社の製品と連携することができ、煙を探知した場合にユーザーの携帯電話への連絡し、電話機が地域の消防局に直接連絡することも可能となっている。

煙探知機用スマートバッテリ



Roost 社の Roost Smart Battery は、従来の煙探知機に使用される乾電池に IoT 機能を組み込んだ製品となっている。同製品は乾電池として使用できるが、煙探知機が警報を発すると自動でスマートフォンへも通知する仕組みとなっており、従来の煙探知機を IoT 化させることができるようになっている。

(3) 企業、インフラ

機械のネットワーク化などは産業分野や社会インフラなどで多く導入されてきたが、IoT によってより様々な分野で活用され始めた。特に IoT が取り組まれている分野として、スマートシティ、輸送機関、スマート工場、エネルギー、インフラ、物流、小売り、企業内マネジメント、農業がある。

a. スマートシティ

スマートシティ

ミズーリ州カンザス・シティ



バルセロナ(スペイン)



2015 年 6 月、ミズーリ州 Kansas City は IoT を活用したスマートシティの計画に向けて、Cisco 社と Sprint 社の 2 社と提携したことを発表した。最初の 10 年で 2.2 マイル内の地域に 125 のスマート外灯を設置していくという。Cisco 社は IoT デバイスを提供し、Sprint 社が Wi-Fi の整備を行う予定となっている。

住民向けサービス

駐車場検索・支払いサービス



Park mobile 社では、スマートフォンを使って駐車料金の支払いが出来るシステムを提供している。スマートフォンで空いている駐車スペースを探し、駐車した後に駐車スペースの番号を打ち込むと料金が発生する仕組みとなっている。全米 1,400箇所の駐車場で利用可能となっている。

カーシェアリング・バイクシェアリング

カーシェアリング



バイクシェアリング



Car2Go はカーシェアリングサービスを提供している。スマートフォンで使用可能な車を検索して予約すれば使用可能となる。返却は駐車違反にならない場所に路上駐車して、車内のシステムでサービスを終了させれば返却となり、好きな場所で借りて好きな場所で返却することができる。

スマートフォンアプリ

交通機関のリアルタイム位置情報



Transit App は、様々な公共交通機関の情報が集約されており、例えば、地域のバスのリアルタイムの位置情報を知ることができる。その他、カーシェアリング、バイクシェアリング、配車サービス Uber などの情報もわかるようになっている。

b. 輸送機関

自動運転

ロボットカー



物流を変える自動運転トラック



完全な自律走行を目指すロボットカーの開発には Google 社の Google ドライブアーレスカーなどがある。いくつかの自動車メーカーは人間の操作なしで走行が可能なレベルの自動運転を実現しており、代表的なものとしてメルセデスベンツ社の Intelligent Drive や、Tesla Motors 社の Autopilot などがある。

IoT のデータの活用

IoT による製品ライフサイクルの向上



GE Aviation 社では、IoT を通して航空エンジンをモニタリングすることで燃費や実際のエンジンの性能の測定に役立てている。Alitalia 航空は GE Aviation 社の提案から飛行機の着陸時の操作などを改善させている。イギリスの航空会社 Virgin Atlantic でも飛行機にセンサーを取り付けて 1 度の飛行で約 0.5 テラバイトの情報を収集している。

c. スマート工場

スマート工場

GE 社の最新スマート工場



Industry 4.0 を目指す Siemens



GE 社がニューヨーク州に建設したパンテリー工場は、GE 社の Industrial Internet 構想のテストベッドとなる最新のスマート工場として注目されている。工場には 1 万以上のセンサーを設置され、製品間にわずかな差異でも発生すると、センサーが感知してオペレーターへ情報が送られ、分析した情報を基に工場内の気温や湿度の管理が行われる。

食品工場における IoT 化



ドイツ Siemens 社の工場では IC タグ (RFID) により製品ごとに製造工程がリアルタイムで管理されており、製造行程におけるあらゆる情報が生産ライン上の機械同士で共有されていく仕組みとなっている。また、新しい製品を生産する場合には製品のデータを入力するだけで、機械から集めたデータに基づいて製造工程を設計することが可能。

自律ロボット

IoT を活用した新しいビジネスモデルへの転換



採掘用重機を製造する Joy Global 社では、複数の重機が自動で採掘する Longwall System を提供している。同システムでは、地下鉱山で稼働する複数の重機がネットワーク化され、7,000 以上のセンサーによる監視とデータ分析により、システムが自律して採掘が進められる。同社では顧客が使用する Longwall System のデータを分析し、メンテナンス用バージョンの提供、重機の運用の最適化、人材育成など、効率的な採掘をするためのサービスを提供しており、IoT により顧客に対して製品の販売だけをしていた従来のビジネスモデルから、製品販売と製品ライフサイクルを向上させるサービスの提供へとビジネスモデルをシフトさせている。

d. エネルギー、インフラ

水道

水道管の水漏れを検知



AT&T 社と IBM 社は、都市部の水道をモニタリングするための新しいシステムを発表した。音響センサーを使って水漏れの音を検知するというもの。センサーから集められたデータは AT&T 社のネットワークを使って IBM 社のクラウドへ送られ、データを分析して水漏れが見つかった場合には管理者へ連絡して、節水と設備管理を効率化する。

災害

IoT デバイスを使った洪水モニタリング



Flood Beacon 社では洪水を監視するシステムを開発している。同社の半円版のデバイスを川の上に浮かべるだけで、川の水位や流れの向きが遠隔からわかるようになっている。

エネルギー

スマートメーターの活用



カナダの BC Hydro 社は 2011 年からスマートメーターへの切り替えを進めている。スマートメーターの導入によって盜電が劇的に減少し、停電検知システムによって、利用者の地域で停電が起きた際にメッセージを受けることができるようになった。データの収集が可能になったことで、低コストでサービスの改善を実現につながっている。

e. 物流・小売

物流

IoT とビッグデータ活用による配送の効率化



UPS 社では、保有する配送車 8 万台に 200 以上のセンサーを取り付け、速度、燃費、走行距離、停止回数、エンジンの状態を監視している。データの分析からアイドリング時間、燃費、環境負荷の軽減に役立てており、これまでに 3,900 万ガロンの燃料の節約と、約 343 万時間のアイドリングの防止につながっている。また、同社では最適な配送ルートを見つけ出す ORION プロジェクトを進めている。ドライバーは平均 120 の配送先を持ち選択できるルートは無数にあるため、様々な情報を集めたビッグデータを分析して最適な配送ルートをドライバーに与えている。ORION にはこれまでに 2 億～3 億ドルの投資が行われたが、配送ルートの最適化により年間 3 億～4 億ドルの節約につながっている。

配送荷物のリアルタイム監視



FedEx 社は、ベンチャー企業 SenseAware と提携して IC タグ型の荷物追跡システムを使用している。ユーザーはリアルタイムで荷物の場所を把握することができるだけでなく、温度、湿度、衝撃、光の状態も監視できる。現在、米国だけでなくヨーロッパにも同様のシステムを拡大している。

小売

食の安全のためのスマートボトル



米酒造メーカー Diageo 社では、同社の製品であるジョニーウォーカーのボトルに NFC 機能のある薄いセンサー・タグを貼り、高級ウイスキーの瓶がシールを開封されて栓を開けられたかどうかを検出するスマートボトルのプロトタイプを発表した。流通の確認、食の安全、消費者へのプロモーションなどに活が期待されている。

Facebook ハンガー



ブラジルのアパレル企業 C&A 社が開発した SNS 連携ハンガーは、販売店で売られている洋服が Facebook 上でどれだけ「いいね！」を押されているかを表示しており、ソーシャルメディアと連携した販売戦略が可能となっている。

店舗内における販売分析



宝飾チェーン Alex and Ani 社は、Bluetooth ビーコンを使ってプロモーションや販売分析に利用している。客が入店すると、その人に合わせたおすすめ商品の情報などを客のスマートフォンに送ることができる。また、複数のセンサーで来店者の店舗内での動きを追跡できるようになっているため、データを分析してディスプレイの配置など販売戦略に役立てている。

f. 企業内マネジメント

人の管理	ウェアラブルデバイス	
<p>企業内コミュニケーションツール</p>  <p>Theatro 社が開発する小売店向けバッジ型ウェアラブルデバイスは、バッジをつけた社員の会社内での位置情報や連絡を取り合うことができるようになっている。ボタンを押して連絡を取りたい相手の名前を呼ぶと音声認識で呼び出してくれる仕組みとなっている。また、「食器売り場に誰かいますか？」といった呼びかけにもシステムが返答してくれる。</p>	<p>カンファレンス用デバイス</p>  <p>Loopd 社はカンファレンスで利用するためのバッジ型ウェアラブルデバイスを開発している。参加している人の位置情報で混雑している場所や人気のブースを把握したり、スマートフォンにタップするだけで連絡先を交換したりすることが可能となっている。</p>	<p>食品工場での IoT デバイスの活用</p>  <p>SmartPick 社のメガネ型ウェアラブルデバイスは、作業の指示をグラス上に表示させることができるようになっている。2 次元バーコードを自動的に読み取って視界の上に重ねて表示させる仕組み。食品工場などで手を汚さずに作業手順を確認することができるなどのメリットがある。</p>

g. 農業

農業	畜産	
<p>農地の環境モニタリング</p>  <p>米大農業機械メーカー John Deere 社の John Deere Field Connect は、農地周辺のモニタリングが可能な環境センサーとなっている。農地の水分レベル、温度、風速、湿度、日射、植物の葉の湿度などのデータを集め、無線データを送る。これらのデータを分析することで作物の収穫時期や、季節の変化による水分の保持率を知ることができる。</p>	<p>穀物貯蔵庫のモニタリング</p>  <p>TempuTech 社は、IoT とビッグデータを活用して穀物貯蔵庫の不具合を調べるシステムを開発している。貯蔵庫の設備の故障を検知したり、貯蔵庫内部の湿度や温度を調べたりすることもできる。また、収集されたデータは農場の運営者にも送られるため、天候による貯蔵庫内部の変化の予測にも使用できる。</p>	<p>牛のモニタリング</p>  <p>Moocall 社が開発する畜産業者向けデバイスは、牛のしっぽにとりつけて牛の状態を把握できるようになっている。しっぽの動きやパターンによって牛が興奮状態であるなどを読み取り、管理者のスマートフォンへメッセージを送ることができる。1 度の充電で 30 日稼働する低消費電力となっている。</p>

4 通信・周辺技術

(1) 通信インフラ

将来的な IoT の普及に対応するための新しい通信規格として、第 5 世代の無線通信規格となる 5G の整備が急がれている。IoT ではデータ通信に様々な変化が起こると考えられており、例えば、動画配信のように 1 つのスマートフォンに大量のデータが送られるのではなく、データ量は小さいものの無数の IoT デバイスからの接続とデータ通信になる。様々な機関によって 5G の規格は検討されているが、様々な側面から IoT がデータ通信へ与える影響とデータ通信の変化への対応が図られており、その特徴は大きく分けて高速化、低遅延性、多数のデバイスの同時接続性となっている。

5G では、通信速度が 4G の数百倍にあたる 10G~50G bps へと大幅に高速化しつつ、時速 500 km でも通信が可能なモビリティを実現することが目標として掲げられている。また、通信の遅延は 4G の 50 ミリ秒から 1 ミリ秒以下に抑えることが求められ、低遅延の通信は交通機関や遠隔医療などへの活用が期待されている。デバイスの接続数も 1 平方キロメートルに 100 万個のデバイスが接続しても安定した通信が可能な性能で、スタジアムで 5 万人が同時に通信することが可能なレベルとなっている。この他、通信機器の省エネルギー化や、ソフトウェア・デファインド・ネットワーキング (Software Defined Networking)³⁶による柔軟なトラフィック制御なども必要と考えられている³⁷。

図表 11 は、これまでの携帯電話規格の遷移を表したものとなっている。

図表 11: 携帯電話規格の遷移



出典: European Commission³⁸

³⁶ 通信機器上でデータ通信の処理を行うのではなく、仮想ネットワークを構築して通信トラフィックを制御する方法

³⁷ <http://wirelesswire.jp/2015/01/17677/>

<http://networks.nokia.com/file/28771/5g-white-paper>

<http://www.wsj.com/articles/telecom-industry-bets-on-5g-1425895320>

³⁸ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-680_en.htm

(2) 周辺技術

企業や大学によって IoT デバイス向けの様々な技術開発が進められている。2014 年 9 月 Intel 社は、独自の IoT デバイスを簡単に作成することが可能な開発キット Intel Edison を発表した。これは、通信機能を持った小型のコンピューター基盤で、同社の省電力プロセッサ Atom が搭載されている点が特徴となっている。SD カードほどのサイズと小型であるため、ウェアラブルデバイスへの活用が想定されている³⁹。

同社以外にも、2015 年 2 月には IBM 社とイギリスの半導体大手 ARM 社からも IoT デバイスの開発キット ARM mbed IoT Starter Kit が発表されている。開発キットには ARM 社が前年に発表した IoT 向け OS の mbed OS が搭載され、IBM 社のクラウドサービス BlueMix に直接データを送ることができるなど、IoT 製品の開発に必要な環境が整っているのが特徴である⁴⁰。

図表 12 は Intel Edison(左)と ARM mbed IoT Starter Kit(右)となっている。

図表 12: Intel Edison(左)と ARM mbed IoT Starter Kit(右)



出典: The Inquirer, Youtube⁴¹

IoT 向けの通信チップでは、2015 年 5 月に半導体大手 Qualcomm 社から IoT 向け無線通信チップが発表された。省電力で低コストな小型デバイス向け製品と複雑な通信処理が可能な家電製品向けの 2 種類となっている。同社はスマートフォン向け製品の成長に陰りが見えてきたことから、IoT 分野に力を入れ始めている⁴²。

このほか、カーネギーメロン大学は 2015 年 7 月、Google 社の支援を受けてキャンパス内で IoT の研究を進めることを発表した。これは、Google 社の研究支援プログラム Open Web of Things イニシアチブを通じた 50 万ドルの支援にもとづくプロジェクトとなっており、キャンパス内のデバイスをネットワーク化して様々な研究を行う予定となっている。例えば、同大学で開発されたスマートフォン用アプリ Snap2It は、接続したいデバイスを撮影するだけで自動的に対象のデバイスと接続することが出来るようになっている⁴³。

図表 13 はカーネギーメロン大学の IoT 向けアプリとなっている。

³⁹ http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1323841

<http://www.theinquirer.net/inquirer/news/2397829/mwc-intel-edison-drives-voice-activated-motorcycle-helmet-and-smartphone-beer-pump>

⁴⁰ <http://www.arm.com/ja/about/newsroom/arm-connects-a-new-world-of-intelligent-devices-to-the-cloud.php>

⁴¹ <http://www.theinquirer.net/inquirer/news/2397829/mwc-intel-edison-drives-voice-activated-motorcycle-helmet-and-smartphone-beer-pump>

<https://www.youtube.com/watch?v=HioEWxQafN4>

⁴² <http://wirelesswire.jp/2015/05/30375/>

<http://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2015/05/19/qualcomm-strengthens-its-iot-footprints-with-duo-of-wifi-chips-for-connected-devices/>

⁴³ <http://www.cmu.edu/news/stories/archives/2015/july/google-internet-of-things.html>

図表 13: カーネギーメロン大学の IoT 向けアプリ

出典: Carnegie Mellon University⁴⁴

5 連邦政府、業界団体

(1) 連邦政府の取り組み

米国連邦政府における省庁間連携プログラムである「ネットワーキング及び情報技術研究開発プログラム (The Networking and Information Technology Research and Development: NITRD)」では、上級研究グループ(SENIOR STEERING GROUP)の 1 つとして CPS 研究グループが設置されている⁴⁵。CPS 研究グループは大統領科学技術諮問委員会(President's Council of Advisors on Science and Technology)からの勧告をもとに 2013 年に立ち上げられたものであるが、年々グループの規模、研究内容ともに拡大している。大統領府が進める IoT の研究プロジェクト Smart America と Global City Teams Challenges にも参加しており、この 2 つのプロジェクトは重点分野における官民連携研究プロジェクト「Presidential Innovation Fellows」の中にも含まれている⁴⁶。

2013 年 12 月には Smart America が発表され、IoT を活用したスマートシティの構築を目的として、公共交通機関、医療、産業分野、エネルギーなどの分野を対象に IoT を活用した研究プロジェクトが開始された。2014 年 6 月に 24 のチームから研究成果が発表され、Global City Teams Challenges として進められている。Global City Teams Challenges は 100 を超える企業、大学、研究機関で構成された 47 チームが参加する大規模なプロジェクトとして拡大している⁴⁷。

(2) 業界団体

現在、IoT の標準化やプラットフォームの構築を目指す企業によって様々な業界団体が設立されている。IoT の業界団体の目的はそれぞれ少しずつ異なっており、大きく分けて、標準化、プラットフォーム、IoT エコシステムの構築を目指す団体に分かれている。その中でもさらに各団体の目的は分かれており、2015 年 3

⁴⁴ <http://www.cmu.edu/news/stories/archives/2015/july/google-internet-of-things.html>

⁴⁵ SmartAmerica and Global City Teams Challenges: Foster innovations and solutions for smart cities;accelerate emerging Internet of Things (IoT) technologies across a range of applications

⁴⁶ <https://www.nitrd.gov/pubs/2016supplement/FY2016NITRDSupplement.pdf>

⁴⁷ <http://www.nist.gov/el/smartamerica.cfm>

<http://www.nist.gov/cps/sagc.cfm>

<https://www.us-ignite.org/globalcityteams/about/>

月には通信規格の標準化の策定を目指す Wireless IoT Forum が設立されるなど、IoT の業界団体は複雑化の一途をたどっている。

図表 14 は主要な IoT の業界団体となっている。

図表 14: IoT の業界団体

	団体名	目的
標準化／規格化	oneM2M	M2M (Machine-to-Machine) に関するハードウェア、ソフトウェア、サーバーの標準化を目指している。IBM、AT&T、Cisco をはじめとした 216 企業で構成されている。
	Thread Group	IoT 向け通信規格を策定、2015 年 7 月にはメッシュネットワーク規格 Thread の仕様を発表した。Nest Lab、Samsung など 97 社が参加。
プラットフォーム	Allseen Alliance	相互運用が可能な IoT プラットフォーム AllJoyn の普及促進を進めている。Qualcomm、Panasonic など 133 社が参加。
	Open interconnect Consortium	オープンソースプラットフォーム IoTivity による共通プラットフォームの促進。Intelを中心とした 62 社で構成される。
エコシステムの構築	Industrial Internet Consortium	GE 社が推し進める Industrial Internet 構想の普及を進める。産業分野が対象となっており、GEを中心とした 148 社が参加している。
	HyperCAT	異なるデバイス間でのデータのやり取りを容易にするための、オープンカタログを構築している。British Telecom などイギリス企業を中心とした 40 社が参加。
	FiWARE	EU の主導により開発が進められている IoT 製品むけのミドルウェア。フリーの API が提供されている。
	LoRA	IoT 製品向けの広域かつ低消費電力のネットワーク規格を促進。特に電池で動作する IoT 製品向けの規格となっている。

出典: More With Mobile を基に作成⁴⁸

⁴⁸ <http://www.more-with-mobile.com/2015/06/iot-alliances-and-interoperability.html>
<https://www.lora-alliance.org/What-Is-LoRa/Technology>
http://wirelesswire.jp/Watching_World/201409261500.html
<http://www.theinquirer.net/inquirer/news/2361250/hypercat-consortium-adds-gbp16m-to-its-iot-funding-kitty>
http://blog.vdcresearch.com/embedded_hw/2015/04/tech-giants-come-together-to-steer-the-iot.html
http://www.theregister.co.uk/2014/07/15/google_nest_thread_protocol
<https://www.fiware.org/about-us/>
<http://www.wireless-iot.org/why-we-do-it.html>
<http://www.cbronline.com/news/internet-of-things/consumer/top-5-iot-groups-fighting-for-standards-regulation-4619493>

6 IoT におけるセキュリティ対策

IoT が普及すればするほど大きな問題になってくるのが、サイバーセキュリティ対策や個人情報保護の問題である。特に、ウェアラブルなどの普及によるサイバー攻撃の侵入口の急増や、ネットで全てがつながることによるサイバー攻撃のダメージ度合の飛躍的な増大など、サイバーセキュリティ問題は IoT の利用拡大と共に今までとは比べ物にならないほど大きなものになることが考えられる。

(1) 連邦政府の動向

米連邦政府は IoT の将来性に高い期待を示しながらも、セキュリティとプライバシーの課題に様々な面から対応を取り始めている。2015 年 1 月、米連邦取引員会(Federal Trade Commission:FTC)は IoT のプライバシーとセキュリティに関するレポートを公表した。FTC はこの中で IoT 関連の企業に対してセキュリティとプライバシーへ取り組むように強く要請し、対応策について以下のような指針を示した⁴⁹。

1. セキュリティは後付けするのではなく、デバイスに最初から組み込む。
2. パートナー企業が個人情報をどのように扱っているか把握する。
3. ネットワーク上に保存された個人情報に承認されていないユーザーがアクセスできないようにする。
4. 製品のライフサイクルが終わるまで、IoT デバイスの監視と修正パッチの提供を続ける。

また、同レポートでは、消費者には企業がどの情報をどのような目的で収集するのかが知らされるべきであるほか、企業による情報の収集を拒否する機会が与えられるべきであると述べられている。また、企業に対して収集するデータを制限すること、一定期間が経過すればデータを廃棄することなどが勧告されている。しかしながら、FTC の委員の 1 人である Joshua Wright 氏は、レポートではセキュリティの費用対効果についての分析を行っていないと述べ、一部の保守派議員で構成される政治家のグループも FTC のアプローチは範囲が広すぎるため、IoT のイノベーションが阻害されてしまうと主張するなど、FTC の勧告には非難の声も上がっている⁵⁰。

(2) コネクテッドカーへのサイバー攻撃

IoT の普及により、IoT デバイスへのサイバー攻撃の懸念は大きくなる一方であるが、すでに懸念が現実になった事例も出てきている。2015 年 7 月にセキュリティ専門家が公表した自動車へのハッキングの実験では、インターネットを通して走行中の自動車からコントロールを奪えることが実証された。この実験では、米自動車メーカー Chrysler 社のジープ・チェロキー(コネクテッドカーシステム Unconnect が搭載された最新のコネクテッドカー車両で、通常であれば、ドライバーは Unconnect の機能を利用することでスマートフォンからエンジンの始動、車両の位置情報の取得、盗難防止装置を作動させることができ⁵¹)が利用されたが、セキュリティ面で脆弱性があることが明らかにされた。

Unconnect は米通信大手 Sprint 社の携帯電話ネットワークを使ってインターネットに接続しているため、実験では最初に、Unconnect の脆弱性を利用して Sprint 社のネットワークから Unconnect が搭載された車両の識別情報と位置情報を入手した。さらに、各車両に割り振られた IP アドレスをから自動車のシステムへ直接攻撃して制御を乗っ取ることに成功している。公開されている動画では、情報端末やオーディオシステムを操作する、ワイヤーを操作する、ブレーキをかける、車両のエンジンを停止させる、といった様子が映し出されている。さらに、ハンドルの操作(バックの時のみ)、GPS 情報を監視して追跡することもできたとい

⁴⁹ <http://blogs.wsj.com/digits/2015/01/27/ftc-recommends-limits-on-data-collection-via-internet-of-things/>

⁵⁰ <http://blogs.wsj.com/digits/2015/01/27/ftc-recommends-limits-on-data-collection-via-internet-of-things/>

⁵¹ <http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>

う。実験の様子が公開されて数日後には、Chrysler 社が Unconnect の脆弱性がある 140 万台のリコールを発表するといった事態にまで発展している⁵²。

これに続く 2015 年 8 月には GM 社のコネクテッドカーシステム Onstar が異なる方法でハッキングされた映像が公開されており、コネクテッドカーのハッキングに関する事例が続いている⁵³。図表 15 はコネクテッドカーへのハッキング実験の様子となっており、上の段はハッキングを行っている研究者で、下の段は走行中にハッキングを受けている様子となっている。なお、左下の画像は遠隔からワイパーを作動されたもので、右下の画像はブレーキを動作不能にさせられて道路外へ飛び出した様子となっている。

図表 15:コネクテッドカーへのハッキング実験の様子



出展:Wired⁵⁴

⁵² <http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>

⁵³ <http://www.reuters.com/article/2015/07/30/us-gm-hacking-idUSKCN0Q42FI20150730>

⁵⁴ <http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>

7 終わりに

IT 化が進む米国で、IoT が様々な分野でイノベーションを起こし、人々の生活やビジネスが大きく変革しつつある状況を紹介してきたが、これはビッグデータ、人工知能、クラウド、そしてセンサー・デバイスなど各技術の進歩に伴う相乗的な発展によるものである。つまり、各パーツの進歩を大きなシステムの発展につなげていくことが重要であり、今後も益々システム全体を考えていくことが重要になる。そのためには、従来のライフスタイル、ビジネススタイルにとらわれない、新しい発想が一層重要になり、それが IoT による経済成長をもたらすこととなる。

これまで我が国は、各パーツの技術開発は優れても、システム開発は必ずしも得意でなかったかもしれない。しかし、今後 IoT で大きなイノベーションが起き、産業構造も大きく変革していくことが予想される中、IoT を確実に経済成長につなげていくために、新しい発想力が問われているのではないだろうか。そして我が国には、その力が十分あると確信している。

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