

**「IoT／ビッグデータ時代に向けた
新たな情報通信政策の在り方」
中間報告書
～「データ立国ニッポン」の羅針盤～**

平成 27 年 9 月 25 日付け諮問第 23 号

平成 27 年 12 月 7 日

情報通信審議会
情報通信政策部会
IoT 政策委員会

目次

はじめに	2
■ 諮問の背景	2
第1章 IoT／ビッグデータの現状と課題	3
1 「IoT 革命」の概括的展望	3
2 政府における取組	13
第2章 「データ立国ニッポン」に向けて	17
1 検討の基本的視座	17
第3章 IoT／ビッグデータを支える情報通信インフラ	24
1 コア網について	24
2 アクセス回線について	27
第4章 IoT／ビッグデータ時代を担う人材	30
1 IoT ビッグデータ時代の専門人材の育成及び雇用促進	30
2 セキュリティ対策の抜本的見直し	32
第5章 IoT関連サービスの創出	36
1 テストベッド等	36
2 利活用ルール	39
第6章 国際化への対応について	42
1 国際標準化等	42
2 人材・技術交流（国際展開支援を含む）	44
今後の進め方	46

はじめに

■ 諮問の背景

我が国においては、公正競争環境の整備やデジタルデバイドの解消等を通じ、あまねく全国におけるブロードバンドの普及促進を進め、世界最高水準の ICT インフラが整備されてきた。これに基づき、電子商取引等のインターネット関連サービスによる経済活動の活性化、行政手続の電子化等による社会活動の効率化・利便性向上が図られてきたところである。

仮に、このような情報通信技術を用いた社会経済活動の効率化を「ICT 時代」の果実ととらえるのであれば、現下の環境は、あらゆるモノがネットワークにつながり、そこで生まれる多様で膨大なデータの利活用により、全く新しい価値やサービスが創造される「IoT／ビッグデータ時代」へ大きく変化しつつあるといえる。すなわち、携帯端末やテレビといった情報通信端末に加え、センサーやタグといった組み込みシステムや AI（人工知能）等により、あらゆる事物を通じてデータをやりとりすることが可能となり、そこで生まれるデータを利活用できるか否かが、革新的な成長分野の創出や産業構造の変化の成否を左右する時代が到来している。

このように、成長の源泉がデータであることから、その利活用を促進することがきわめて重要であるが、そのためには、IoT／ビッグデータ（AI を含む）の収集・活用を支える情報通信インフラの整備やプライバシー・セキュリティの確保といった様々な課題を克服する必要があり、国として果たすべき役割を早急に整理することが求められている。

以上を踏まえ、総務省は、IoT／ビッグデータ時代を見据えた我が国の情報通信政策の在り方について総合的に検討するため、本年 9 月、情報通信審議会に政策諮問を行った。当審議会においては、これを受け、情報通信政策部会の下に IoT 政策委員会を設置し、議論を進めてきたところである。本中間報告書は、主査による関係者ヒアリングを中心とする検討結果を踏まえ、IoT／ビッグデータによる経営革新・社会変革の実現方策について、中間的に取りまとめるものである。

第1章 IoT/ビッグデータの現状と課題

1 「IoT 革命」の概括的展望

IoT/ビッグデータが新たな成長の源泉であることは、一般論としては社会に浸透しつつあるものの、ユーザ企業を含めた全産業・各企業の経営層の隅々にまで、そのインパクトが切迫感を持って受け止められているわけではないのが実態である。国としてデータの利活用を促進するにあたり、実際に新たなサービスや経営効率化の実現に向けた取組を行う経営者等が、IoT 革命を我がこととして理解し、それに向けた対応を講じていくことが重要となる。

本項は、以上の問題意識を踏まえ、IoT/ビッグデータが社会にもたらしつつある「革命」について概括的な記述を試みたものである。

(1) マクロ経済への影響

IoT/ビッグデータがマクロ経済に与える影響については、世界の様々な機関による試算が存在する。アクセンチュアは、2030年までに、IoTの世界市場規模が14兆2千億ドルになると予測し、そのうち日本においては、GDP(国内総生産)の累積値で9600億ドル、現在の50%の追加投資を行うことにより1.1兆ドルに達するとしている。(図1-1)。

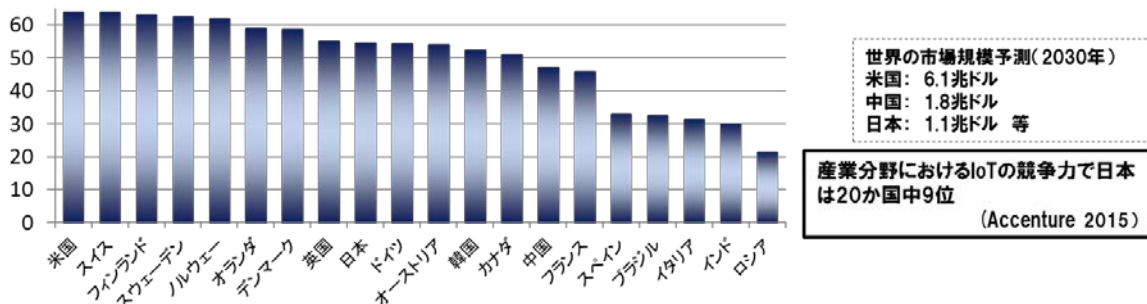


図1-1 Winning with the Industrial Internet of Things (アクセンチュア)

また、英国の政府首席科学顧問は、2014年に公表した提言報告書のなかで、2020年までの世界市場規模の増加分として、1.9兆ドル(ガートナー)、4.5兆ドル(マキーナ)、7.1兆ドル(IDC)、14.4兆ドル(シスコ)といった様々な試算を引用しており、調査主体によりばらつきはあるものの、相当規模の浮揚効果が期待されている(図1-2)。

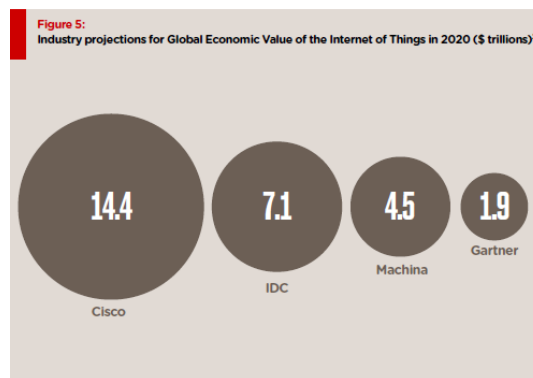


図1-2 Internet of Things: making the most of the second digital revolution (英国政府)

産業別に見ると、マッキンゼーが 2025 年までに世界 GDP に対し年間最大 11.1 兆ドルの経済波及効果の規模があるとした上で、分野別の予測を公表しており、IoT/ビッグデータが広範な産業分野に影響を与える可能性を示唆している（図 1-3）。



図 1-3 Mckinsey Institute Report (2015 年) における IoT の適用分野

このように、経済波及効果については、総体的に前向きな予測が行われているが、IoT/ビッグデータが雇用環境に与える影響については、同程度に定量的・包括的な見通しが得られているわけではない。そうしたなか、アクセンチュアが行った経営者に対するアンケートにおいて、経営者の過半数（約 52%）が、IoT/ビッグデータの活用により低スキルの業務が、人工知能を備えた機械によって置き換えられる一方、新産業の創出や新たなスキルへの配置転換等により、雇用増が雇用減を上回ると回答している（図 1-4）。

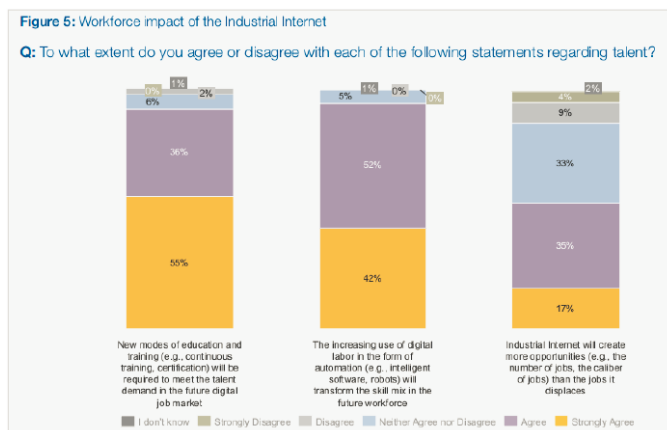


図 1-4 World Economic Forum Industrial Internet Survey 2014 (アクセンチュア)

また、韓国政府（未来創造科学部）は、中小・中堅の IoT 企業が、2013 年の 70 社から 2020 年には 350 社に増加することにより、約 3 万人の新規雇用が創出されると見積もっており、ベンチャーを中心として新規産業の創出による効果を期待する見方がある。

他方、英オックスフォード大学が約 700 の職業について行った分析によれば、AI の普及により約 47%の雇用がコンピュータ等によって代替される可能性が高いとの試算もあり、失われる雇用を補って余りある新たな雇用機会を生み出されるかが今後の課題となる。

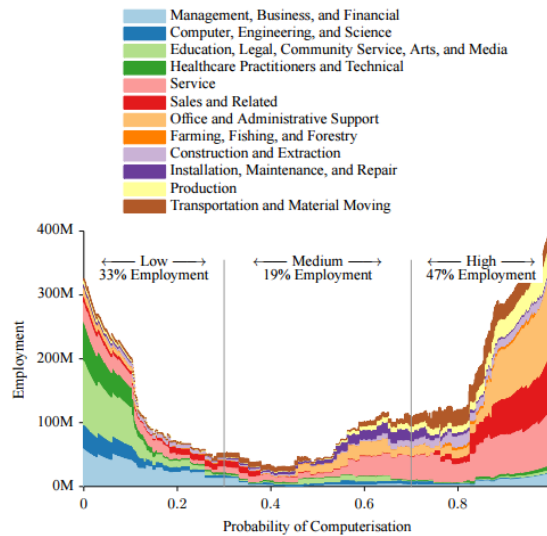


図 1-5 The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerization?

(2)「第4次産業革命」について

①個別分野(「T」)の動向

上記のとおり、IoT／ビッグデータが社会経済システム全体に変革をもたらすものである以上、これにより影響を受けない分野を想定することはおよそ困難である。しかしながら、個別分野(「T」)毎に、IoT／ビッグデータの利活用方策や既存ビジネスに与える影響の質・量は異なっており、具体的な対応方策を検討していく上で、分野毎に評価を行っていくことが有益である。

本委員会において行ったヒアリングや事例調査等を踏まえ、我々にとって身近なものを中心として、代表的な分野を例に挙げる。

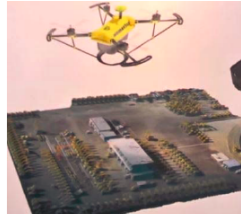
ア ドローン／自動走行

AI(人工知能)を搭載したロボットと通信サービスを組み合わせることによって、遠隔での操作や効率的な移動・物流が可能となり、次々と新たなサービスが出現している。

ドローン(小型無人機)は、その機動性と操作性から様々な分野で利用が拡大している(図1-6)。カメラや通信モジュールを搭載することにより、建設現場の空撮とクラウド上の設計図を照合させることで安全に施工を行ったり、森林の空撮と台帳を照合させることで生育状況の確認を行ったりといった活用事例が見られる。また、米アマゾンのように、ドローンを用いて過疎地・山岳地帯等の配達困難地域を対象として荷物の無人輸送を行うサービスについても、事業化に向けた実証実験が行われている。

コマツの無人建機システム ドローンと建機を組合せ、建設現場や鉱山でのフルオートメーションを目指している

- 小松製作所は、建設現場の省力化、無人化を事業計画に挙げている
- 建設現場を無人化するためには、建機⇄ドローン、建機⇄リモートコントロールセンターの間を、映像及び、制御信号を伝送する必要がある
- 数km から数千km の距離を（一部は無線区間で、無線区間を含む全体区間で）、高精細映像を送るといった、世界最新ながら、横展開も効く技術需要を持っている



コマツでは、ドローンが建設現場を3Dモデル化し、建機を制御する「目」として活用する事業計画を保有している



チリやオーストラリアの鉱山では、既に建機の無人化が進み始めている。人手での制御が必要な分野では、低遅延操作によるリモートコントロールが必要とされている

出所:コマツ

図1-6 IoT サービス事例（ドローン）

これまで、遊戯や競技を目的とする小型ヘリコプターは存在してきたが、ドローンのように、機体が様々なデータを収集・やりとりするようになったことにより、安全で効率的な作業ができるようになった結果、爆発的な普及につながったと考えられる。

一方、自動走行技術は、車体各部に搭載したセンサーやレーダー、カメラにより周囲の環境を捕捉するとともに、インターネットにより常時更新される地図情報や交通情報と照合することを通じて走行管理を行うことによって、人間による運転を代替することを目指している。すでに、加速、操舵・制動の作業の一部をシステムが代替する「運転支援システム」（レベル1）については一部実用化しているが、加速等を原則としてシステムが行い運転手はそれを補助する「準自動走行システム」（レベル2～3）や、加速等を全てシステムが行い運転手は全く関与しない「完全自動走行システム」（レベル4）の実現を目指し、研究開発や実証が行われている。政府は、2020年オリンピック・パラリンピックでの無人自動走行による移動サービスや、高速道路での自動運転が可能となるようにするため、2017年までに必要な実証を可能とすることを含め、制度やインフラを整備することとしている。

自動走行を実現するためには、自動車や路側に搭載されたセンサー等により収集された大量のデータを収集・分析し、安全な走行に反映していく高度なIoT関連技術が求められる。これにより、事故や渋滞の防止を通じた交通環境の改善が期待されるが、将来的に公道における完全自動走行システムが実現した場合、公共交通機関の無人運行や過疎地への輸送といった新たなサービスが可能となり、物流や交通の世界を大きく変える可能性がある。

このように、AI/ロボットを用いたドローンや自動走行等のIoTサービスは、人間が果たしてきた機能を代替するだけでなく、人やモノの流れを効率化する点で社会に新たな価値を付与するものといえる。（図1-7～8）

分野	アプリケーション	機械学習	自然言語処理	画像認識	2015年時点 (億円)	2020年時点 (億円)	2030年時点 (億円)
金融	与信管理	●			14	14	17
	不正検知	●			49	85	104
	アルゴリズムトレーディング				-	-	-
製造	投入量の最適化	●			1	24	90
	不良品検査			●	131	135	167
自動車	自動運転			●	0	0	46,031
情報機器	音声インターフェース		●		24,530	21,882	7,680
軍事	誘導兵器・無人機等			●	-	-	-
出版	記事の自動生成		●		0	6	6
	文章要約		●		-	-	-
	翻訳		●		20	50	143
セキュリティ	自律警備ロボット			●	10	44	1,278
	顔認識			●	-	-	-
医療・介護	診断代行(読影)			●	0	0	57
	診断支援(病気推定)		●		0	0	1,724
	介護用ロボット		●	●	14	120	2,770
コールセンター	応答支援・自動応答		●		16	117	1,903
広告・マーケティング	Web広告・レコメンデーション		●		5,666	9,568	16,301
ホテル・宿泊施設	コンシェルジェ		●		1	60	400
小売	配送自動化(ドローン)			●	0	0	1639
合計					30,452	32,105	80,310

図1-7 人工知能アプリケーション別市場規模（野村総合研究所推定）

単位：億円	具体例	2015年	2020年	2025年	2035年	年平均成長率 ('15-'20)	年平均成長率 ('20-'25)	年平均成長率 ('25-'35)
インダストリー		10,918	16,202	27,502	45,777	8.2%	11.2%	5.2%
製造	従来型産業用ロボット	10,018	12,564	15,807	27,294	4.6%	4.7%	5.6%
	次世代型産業用ロボット							
産業機械	食品加工 食品ハンドリング	260	980	2,225	3,383	30.4%	17.8%	4.3%
ロジスティクス	パレタイザ 無軌道台車システム	640	2,658	9,470	15,100	32.9%	28.9%	4.8%
サービス		526	1,845	4,471	14,064	28.5%	19.4%	12.1%
医療	手術支援 調剤支援	108	346	700	948	26.2%	15.1%	3.1%
	自立支援 介護・介助支援	167	543	1,239	4,043	26.6%	17.9%	12.6%
接客・セキュリティ・サービス	機械警備 施設警備	251	956	2,532	9,073	30.7%	21.5%	13.6%
インフラ・エンジニアリング	建機 社会インフラ	1,339	4,293	7,801	9,347	26.2%	12.7%	1.8%
農林水産業	酪農・畜産	466	1,211	2,254	4,663	21.0%	13.2%	7.5%
全体		13,249	23,551	42,028	73,851	12.2%	12.3%	5.8%

出所) 2010年4月 経済産業省/NEDO「ロボット産業の将来市場予測」に基づき、NRIが再分類

図1-8 国内 B2B ロボット市場規模（経済産業省）

今後の課題として、自動走行のように、安全性を確保するために多種多量のデータを収集する必要があるサービスについては、データ利活用に関する社会的ルールとの関係が整理されていない場合、企業側で利活用をためらう場面が多くなると考えられる。また、収集されたデータを新たなサービス開発につなげる人材の確保が課題となることはいうまでもない。

イ ウェアラブル／医療・健康

医療や健康に寄せられる関心は常に高いものがあるが、診断や助言、治療等を的確に行う上で、詳細な身体情報を収集・分析することが前提となる。これまで診療機関における検査

が主であった身体情報の収集・分析を、IoT／ビッグデータを用いて簡便・継続的に行おうとする動きが活発に行われており、ウェアラブル（装着可能）端末の普及の後押しとなっている。

この分野について見る場合、医療と健康を区別して考えることが重要である。

健康については、例えば、米グーグルが開発したスマート・コンタクトレンズは、眼内の涙液から血糖値を測定し、データをワイヤレス送信することにより、糖尿病患者の血糖値を継続的に測定することを可能とするものである。また、温度計や加速度センサーを内蔵し、健康状態（例：脈拍数、体温等）や行動（例：歩数等）を収集できる腕時計型デバイスは、シンプルなものからファッション性の高いものまで、様々な製品が販売されている。このように健康に関するアプリケーションは多岐にわたるが、現時点では様々なアイデアが提案されている段階であり、産業化は今後の課題との指摘もある。

一方、IoT／ビッグデータの活用による効率化でコストの削減が期待されているのが、医療分野である。例えば、広島県呉市では、国保被保険者のレセプト情報を活用して医療費の削減に取り組んでいる。糖尿病患者から重症化リスクの高い患者を抽出し、食事等の指導を集中的に行うことにより、年間10名程度の重症化を抑制し、医療費（透析治療の費用は1人当たり平均年間600万円）の削減につなげ、レセプト分析によるジェネリック医薬品の差額通知を継続的に行うことにより、通知を受けた患者の8割が切り替えに至る（直近の削減効果額は年間約2.0億円）等、年間平均で約2.9億円の医療費削減を実現した。ビッグデータ分析が目に見える成果につながる事例については、今後の横展開も期待される。（図1-9）

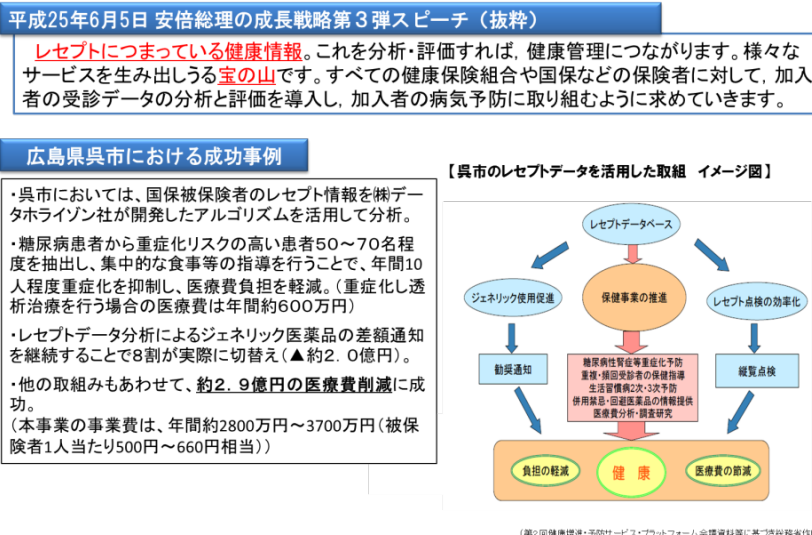


図1-9 広島県呉市における事例

こうしたサービスは、医療・健康関連産業の側から見れば、これまでのように、利用者が診療機関に自ら出向いて計測等を行い、診療行為を受けることを前提としたビジネスモデルに転換を促すものであり、経営者の側で、利用者に対してこれまでとは異なる価値を提供することが求められることとなる。

今後の課題としては、機関や患者毎に収集するデータのフォーマットや取扱い方法が異なる場合、その分析や利活用が円滑に進まないと考えられることから、広い関係者による標準化への対応が求められよう。

ウ スマートハウス

家のなかに点在する様々な電化製品や調度品等をインターネットに接続することにより総合的に制御する「スマートハウス」は、IoT／ビッグデータの事例としては比較的以前から存在し、典型的なアプリケーションとしては、家庭のエネルギー使用量の可視化・最適化を実現する HEMS¹が挙げられる。

HEMS は、東日本大震災による節電意識の高まりにより脚光を浴びた時期もあったが、単独では利用者に対する訴求効果として限定的であるため、外出先からの遠隔操作（例：帰宅直前に風呂炊きを指示等）、セキュリティ（例：施錠確認）といった様々なアプリケーションを組み合わせることにより付加価値を高める取組も行われている。

今後、スマートハウスとして欠かせない要素になると考えられるのが、世帯平均で一台以上あるテレビ端末を活用したサービスである。テレビをインターネットに接続することによって、放送では困難なきめ細やかな情報提供が可能になるだけでなく、テレビを通じた情報のやりとりにより視聴者の利便性を高めることが期待されている。総務省が平成 26 年度に実施した実証事業においては、災害時を想定し、視聴履歴（例：テレビのオン・オフ等）に基づいて、地方自治体が地域住民の安否状況を把握したり、放送事業者が個々人の状況に応じた避難指示・誘導情報を配信したりすることを可能とする共通プラットフォームを構築した。このようなサービスが実現すれば、高齢者を含め、家庭にいながらにして災害時に必要なサービスを受けることができるようになる。

高齢者に対する見守りとしては、例えば、家庭内の水道・ガス、トイレといった日常生活に欠かせない機器にセンサーを取り付け、または身体の動きを把握するレーダーを設置すること等により、収集されたデータから何らかの異常を検知した場合に、警備会社や親族・知人に連絡が行われるといったサービスも想定される。このような場合、例えば、水道が一定時間以上流しっぱなしになっていることや、在宅中であるにも関わらずトイレが一定時間以上使用されていないといったデータが異常事態の推測に役立つと考えられるが、これらのデータそれ自体は特段の価値を持っていないものの、IoT／ビッグデータとして利用されることによって始めて経済的価値を生み出すこととなる一つの事例である。

今後の課題として、様々な家庭内機器をウェブ等により統一的に操作することのできる環境づくりがカギとなることから、API 等の標準化の取組が重要となる。また、多様な機器やサービスの相互運用性を確保するため、多様な関係者が協働して開発・実証等の取組を行うことのできるテストベッド等の環境も重要である。

¹ Home Energy Management System

エ フィンテック

フィンテック（FinTech）という用語は、中小・ベンチャー企業のみならず既存金融機関によっても提供される ICT を用いた金融サービス全般に用いられるものであり、典型的には、電子マネーや仮想通貨、オンライン株取引等、金融サービスを仮想化することにより、利用者が時間や空間により制限を受けることなくサービスを受けられるようになることを指すと考えられる。このようなサービスは、利用者の利便性が高まるだけでなく、金融機関にとっても業務の効率化に繋がることから、手数料を引き下げたり、人員をより付加価値の高い業務に振り分けたりすることができるようになる。

IoT／ビッグデータとの関係では、利用者が口座取引情報や家計簿等をウェブ上で管理・閲覧することができることに加え、当該データを踏まえ、AI により投資や資産管理に関する助言を受けられるようなサービスも登場している。また、例えば、決済の分野では、 dongle と呼ばれる、携帯電話のジャックに差し込むことでクレジットカードを読み取ることができる端末が登場している。これにより、従来のような読取機械が無くてもカード決済が可能とされ、技術的には個人間でもクレジットカードによる決済を行うことが可能となっている（図 1-10）。



図 1-10 FinTech サービス事例（スクエア社による dongle 端末）

IoT／ビッグデータを活用した金融商品は、単なる電子化によるサービス効率化に加え、データの活用により利用者に新たな価値を提供しようとするものであり、こうした事業が拡大していくことにより、金融業の将来像に大きな変化をもたらす可能性がある。

オ スマートシティ

街灯、ゴミ収集箱、駐車場といった街中のあらゆるものにセンサーを設置し、インターネットに接続することで、市街の課題を解決する「スマートシティ」が IoT／ビッグデータの事例として見られるようになってきており、代表的なものとして、バルセロナとカンザスシティにおける取組が挙げられる。

バルセロナでは、wi-fi を共通インフラとして提供することによる公共サービスの効率化を実現しており、具体的には、街灯にセンサーを設置することによる明るさの自動調整及び省エネの実現、ゴミ収集箱にセンサーを設置し空き状況を把握することによるゴミ収集の経

費節減等を実現しているところである。(図1—11)

カンザスシティにおいても同様に街中のあらゆるものにセンサーを設置しており、例えば、街灯に設置したセンサーを利用した故障検知により定期メンテナンス費の削減を実現している。同時に、このようなIoT利活用環境をスタートアップ企業等に廉価に提供することで、新たな産業・技術創出の支援を実施しており、大手ICT企業が少ない同市の弱みを補完しながら、最先端のIoTスマートシティの実現を目指している。

このように、IoT/ビッグデータを活用した街づくりは、各地で取組が始まりつつある状況であり、街に共通の課題解決への貢献を含めた様々なデータ利活用の可能性があることから、今後の横展開も期待される。



図1—11 IoT サービス事例 (バルセロナ)

このように、分野によって違いはありつつも、既存のビジネスモデルを大きく転換させる環境変化が顕在化しつつある。ここで共通しているのは、これまで各産業が利潤を生み出してきた製品/サービスに代わり、顧客のデータを収集・分析することにより、全く新たな価値を提供するサービスが生まれているという点である。

IoT/ビッグデータを活用したサービスは、利用者に身近なデータを活用して提供されるものであり、顧客の支持を得た場合、地理的・文化的な制約なく、グローバル市場を席卷する可能性がある。その意味で、こうした変化は一面では大きな「チャンス」であるが、同時に、既存のビジネスモデルに立脚して企業が保有する設備や人材が急速に陳腐化する可能性がある等、経営の不確実性が高まることも予想される。

したがって、経営者としては、大胆な投資や人材確保を断続的・機動的に行う組織運営が求められることとなり、これを一つの「危機」として受け止める必要もあろう。

②インターネット経済(「I」)の動向

Internet of Things という言葉が示しているように、モノ Things から生み出されたデータが社会的・経済的な価値を生み出すためには、誰もが平等かつ安価に利用できるインターネット Internet を通じた利活用が不可欠である。

インターネットの持つオープン性は、これまでも独創的なイノベーションを育て、我々の生活を豊かなものとしてきたが、IoT／ビッグデータの文脈においても、各産業分野における価値創造・効率化に加え、それらに横串を刺すことにより新たな経済の地平を生み出しており、いくつかの事例を以下に示す。

ア マス・カスタマイゼーション

製造業においては、各社が特定の製品群を対象とする製造ラインを構築することにより、低コストでの大量生産を可能としてきた。同様にサービス業においても、顧客からの問い合わせ対応について、自動応答システムを活用して効率的に行うといったことが広く行われている。このような大量生産・自動化システムを前提としつつ、IoT／ビッグデータの活用により、低コストのまま、利用者の様々なニーズに対応した少量多種の製品・サービスの提供を目指す取組が活発化している。

マス・カスタマイゼーションを実現する上では、各社の製品ラインナップや生産設備・技術が限られている以上、同社の別施設はもとより、同業／異業種の他社が有するリソースとも有機的に連携することが必要となる。このためには、受注から製造指示、出荷に至るビジネス・プロセスを電子化し、連携施設間で共有することに加え、ウェブ API 等を通じて一元的に工程管理を行うことが不可欠であり、インターネットによるデータの共有によって初めて実現可能となるものである。

このように、マス・カスタマイゼーションは、IoT／ビッグデータが産業間連携を促す一例であるが、産業全体としては資源の最適化を通じた生産性の向上を実現するものであり、利用者としても多様なニーズに対応した製品・サービスが提供される環境づくりに寄与するものと考えられ、今後も様々な分野に広がっていくことが期待される。

イ シェアリング・エコノミー

増加する訪日外国人観光客による宿泊需要逼迫に対する一つの解決策として期待されているのが、民家の空き情報をリアルタイム・データベース化し、需給のマッチングを行う、「民泊」サービスであり、シェアリング・エコノミーの典型例として注目されている。また、米ウーバー・テクノロジーズが提供する業務用タクシーや空き自家用車のウェブ配車サービスも、事業化され、既存の業界を脅かす規模にまで成長した事例の一つであろう。

マス・カスタマイゼーションが B2B において空きリソースの最適化を行うものだとすれば、シェアリング・エコノミーはそれを B2C、C2C で実現するものであるといえる。ここで新たな価値を生み出しているのは、遊休資産を持つ一般人が提供するデータ（IoT／ビッグデー

タ)を集約し、ウェブ上で一覧可能な形で提供することにより、ニーズとのマッチングを行うプラットフォーム機能であり、インターネット経済の成功例といえる。

シェアリング・エコノミーは、社会全体の最適化を通じ、マッチング機会の向上や低廉なサービスを実現するものとして、経済活動において一定の役割を果たしていくことが期待されるが、その社会受容を高めるためには、旅館業法等の各種業法が担ってきた消費者保護の法的枠組みをどのように担保するか等の課題があり、現在、内閣官房 IT 総合戦略室において、そのルール化の在り方について検討が行われているところである。(図 1-13)

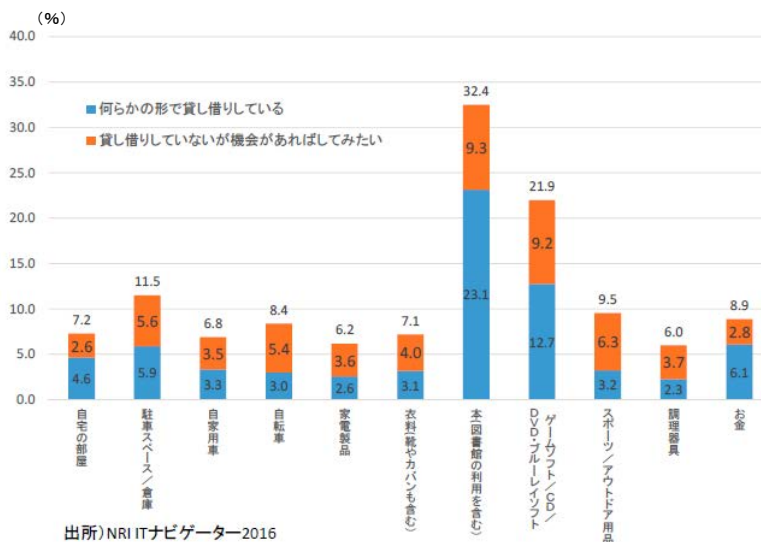


図 1-13 消費者のカテゴリーごとのシェア実施率及び実施意向

以上、インターネットが社会・経済を貫く普遍的なインフラとして機能し、そこで生まれるデータの利活用が社会に還元されることにより新たな価値を生み出す例を見てきた。機器間通信としての M2M²は流通するデータの量的な拡大をもたらしたが、新たなインターネット経済としての IoT は、生産性の向上と利用者ニーズへのきめ細かな対応により、データの質的な価値変革をもたらすものであり、かつてない規模で既存の産業構造に変化を迫るものであるといえよう。

2 政府における取組

政府においては、IoT/ビッグデータによるイノベーションを経済成長につなげていくため、政府方針における重点項目として明確に位置づけてきたところである。「日本再興戦略」改訂 2015 (平成 27 年 6 月 30 日閣議決定) (いわゆる成長戦略) において、以下のように記述されているところである。

² Machine to machine

第二 3つのアクションプラン

一. 日本産業再興プラン

1. 産業の新陳代謝の促進

(3) 新たに講ずべき具体的施策

v) 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

IoT・ビッグデータ・人工知能等をもたらす産業構造・就業構造の変革については、世界の動きに遅れをとることのないよう、まずは、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。

さらに、中長期的な観点からは、未来社会を見据えた研究開発や基盤技術の強化に向けた対応を進めるとともに、時間軸を意識した変革やその対応の明確化及びそれに伴う施策の推進が求められる。

また、産学官の関係者からなる推進体制の構築、自動走行や高度道路交通システム（ITS）等の推進、構造変革に遅滞なく対応するための方策（規制改革、研究開発等）といった取組を進めることが明記されている。

産学官による推進体制については、平成27年10月に「IoT推進コンソーシアム」が設立され、総務省及び経済産業省を初めとする関係省庁による連携の下、IoT関連技術の開発・実証、先進的なモデル事業の創出や規制改革等の環境整備、セキュリティ・プライバシー等の課題の整理といった活動を行っていくこととしている（図1-14）。

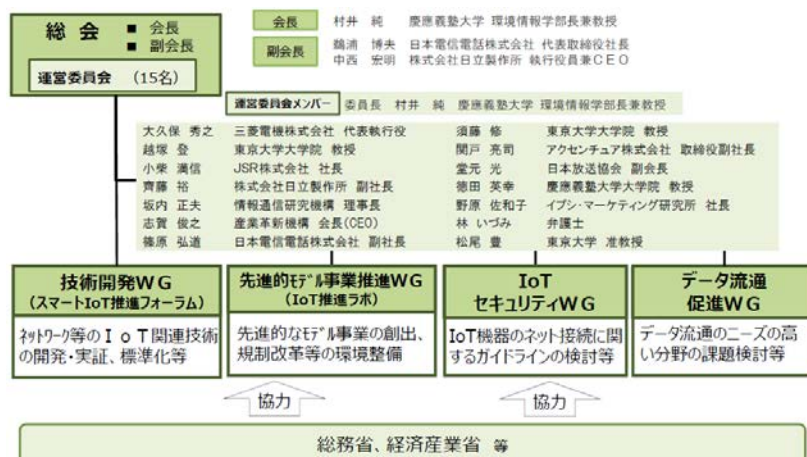
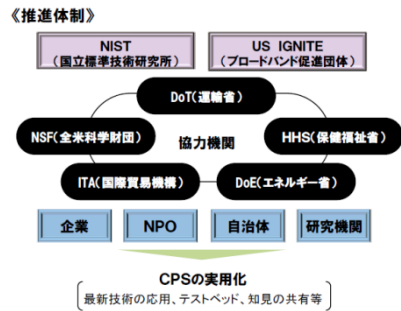


図1-14 IoT推進コンソーシアム

諸外国に眼を転じると、米国では、NIST（国立標準技術研究所）が旗振り役を務め、IoTによる都市機能や公共安全の向上を図る産学官のプロジェクト「Global City Teams Challenge」が、技術や知見の共有、標準化等を行っているが、民間企業の活動がより広範囲・大規模に行われており（図1-15）、その代表的な取組として、GE（ジェネラル・エレ

クトリック)が主導するIoT推進団体「Industrial Internet Consortium」が、会員企業向けにテストベッドの構築といった活動を行っている(図1-16)。

- 2013年、大統領府主導による産官学連携イニシアティブ「Smart America Challenge」を立ち上げ、CPS(サイバー・フィジカル・システム)が社会経済にもたらす便益を検証・普及するため、防災、製造、運輸、エネルギー等に関する24のプロジェクトを実施。
- 現在、後継プロジェクトとして、NIST(国立標準技術研究所)が旗振り役を務めるICT街づくり(公共安全、交通等も含む)に関するプロジェクト「Global City Teams Challenge」が活動中。



《デモイベント(2015年6月)》

ウィレム蘭国王夫妻の視察(メイ商務次官随行)

- 世界各国の51自治体・60チームが参加し、ICTを用いた社会的課題の解決事例を紹介。
- メイ次官(NIST所長)は、データの円滑かつ安全な流通のため標準化の取組が重要である旨表明。

- 2014年、GE(ジェネラル・エレクトリック)が提唱し、AT&T、IBM等4社とともに設立したIoT推進団体。(米政府は関与していない)
- Industrial Internetは、「インテリジェント機器」「高度なデータ分析」「つながった人々」を組み合わせることで、主要産業において業務の効率化を図ることを目標。主な活動として、**会員企業**のニーズに即した複数のテストベッドを構築・運営し、**知見を共有**している。



図1-15 Global City Teams Challenge

図0-16 Industrial Internet Consortium

ドイツでは、2013年に連邦教育研究省の諮問機関がIndustrie4.0に関する戦略文書を公表し、それに基づいて産学官の推進体「Plattform Industrie 4.0」を構築する等、政府が主導して研究開発や標準化等の活動を行っている(図1-17)。同国では、製造業に焦点を当て、生産プロセスの効率化やサプライ・チェーンの海外展開を通じた国際競争力の強化を目的としており、政府支援も、製造業に関する実証事業や研究開発等が中心となっている。

- 2013年4月、ICT活用により製造業におけるドイツの国際競争力を強化するため、**連邦教育研究省(BMBWF)の支援の下**、同省諮問機関である「研究連盟」が「未来プロジェクトIndustrie4.0への移行の提言書」を取りまとめ、**メルケル首相に手交**。
- 同提言書に基づき、Industrie4.0の概念を実用化するため、**産学連携による推進体制「Plattform Industrie 4.0」**が設立。2015年4月、新たに連邦経済エネルギー省・連邦教育研究省が指導グループに加わることが発表され、**産官学からなる新体制が発足**。

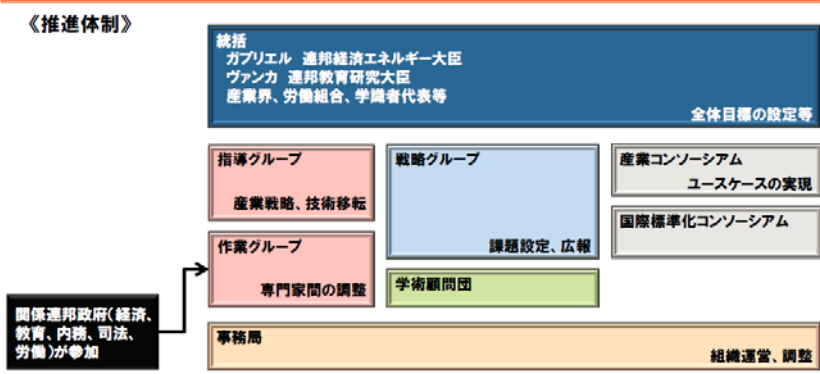


図1-17 Industrie 4.0の体制図

英国では、2014年に政府首席科学顧問がIoTに関する政策提言を公表し、IoT向けインフラの構築支援、標準化の推進、人材育成、セキュリティの確保といった政策課題を呈示している。また通信規制機関Ofcomは、周波数、個人データ保護、セキュリティ、IPv6の促進

等を課題として挙げた上で、周波数については、2014年4月、870MHz帯及び910-920MHz帯の一部を特定のIoT機器向けに免許不要とする等の促進策を講じている（図1-18）。

➤ 2014年12月、首相の委任を受けた政府首席科学顧問(Government Chief Scientific Adviser)は、IoTがもたらす経済効果を示すとともに、政府が果たすべき役割（10の提言）を内容とする**政策提言「IoT:第2のデジタル革命を最大限活用するために」**を公表。

➤ 関連し、通信規制庁Ofcomは、①周波数、②データ保護、③セキュリティ、アドレス管理を優先的課題とし、一部帯域（800MHz帯の一部等）において**特定のIoT機器を免許不要とすること等を措置**。

<p>《首席科学顧問の報告書概要》</p> <p><i>The Internet of Things: Making the most of the Second Digital Revolution (2014. 12)</i></p> <div style="background-color: #0070C0; color: white; text-align: center; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">10の提言</div> <ol style="list-style-type: none"> 1. ビジョンの明確化(英国を世界一のIoT国家に) 2. 野心的な目標設定、IoT普及の障壁となる要素の除去 3. 政府調達等を活用し、オープン標準や新規サービスを促進 4. 既存のネットワークに代わるIoTインフラの構築支援 5. 産官学連携による、オープンでセキュアな標準の普及 6. 算数教育を見直し、テータサイエンティスト等の育成を支援 7. エネルギー、交通等の公共テータのオープン化 8. 技術革新に柔軟に対応可能な規制(個人テータ保護を含む) 9. 「セキュリティ・バイ・テフォルト」(設計時からの安全確保) 10. 官民連携による投資の効率化、政策協調の推進 	<p>《Ofcomの報告書概要》</p> <p><i>Promoting investment and innovation in the Internet of Things (2015. 4)</i></p> <div style="background-color: #C00000; color: white; text-align: center; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">4の提言</div> <ol style="list-style-type: none"> 1. プライバシー保護及びリテラシー向上 2. ネットワークセキュリティ及び耐災害性向上 3. IoTネットワーク向け周波数の確保 (注) 4. 電話番号・アドレス(IPv6等)のモニタリング <p>(注) 周波数に関する最近の取組</p> <p>2014年4月、Ofcomは、870 - 876MHz及び915-921MHzの両帯域を免許不要とする旨決定</p>
---	---

図1-18 英国におけるIoT促進策

このように、国により、活動領域の重点や官民の役割等は異なるものの、IoT/ビッグデータの普及促進を戦略的に進めていく動きが活発となっている。

第2章 「データ立国ニッポン」に向けて

1 検討の基本的視座

(1) IoT による変革

これまでに示した例で明らかなおり、インターネットに接続される機器の中心がパソコンであった時代から、我々をとりまく ICT 環境は大きく変化している。

日常生活に身近なスマートフォン、テレビなど、従来から通信や放送のネットワークに接続して使われる前提で製造・販売されてきた機器は勿論、従来ネットワークに接続されることが前提となっていなかった各種センサー、白物家電、自動車に至るまで、IoT の環境では、様々な T（機器等）としてインターネットに接続され、情報の受発信を行うことが可能となっており、IoT／ビッグデータ時代を迎えている。

こうした技術進歩と、結果として通信やデータ処理に要するコストの大幅な低廉化が実現され、インターネットを通じて膨大なデータを収集し、その分析結果を多様な用途に活用することが技術的には可能となっており、その作業の中から生み出される様々な付加価値によって、我々の日常生活・社会活動に大きな変革が生まれる可能性が生じている。

(2) 今後の社会像

①参加・共同・協調が生み出す新たな社会

IoT／ビッグデータ時代の一つの特徴は、サービス利用者（ユーザ）やその周辺の機器から生成される膨大なデータを収集・分析することによって利用者の意思や嗜好が可視化され、サービス提供者のサービス行動に対し、これまでにない強い影響を及ぼすようになる点にある。すなわち、あらゆるサービスが、サービス提供者の意思のみで構築されるものではなく、ユーザの参加を得て、サービス提供者とサービス利用者が共同、協調して構築していく全く新たなサービスモデルに急速に変化していくことになる。

こうした新サービスが次々と登場し、普及していけば、リアルな社会においては「分散」しつつ「自律的」に活動している人、企業、地域コミュニティ等、社会経済の活動主体が、活動の場となる地理的な位置や相互の距離に制約されることなく、「協調」して新たな価値やサービスの創造に取り組むことが可能となり、新たな市場と雇用が生まれ、人と地域が飛躍的に活性化する社会が到来することが期待される。

②世界最高水準の ICT 基盤（インフラ資源、人、データ）による世界一の IoT 社会

政府の役割は、こうした変革を可能とする、世界最高水準の ICT 基盤を持つ社会を実現することにある。そして IoT／ビッグデータ時代において必要となる ICT 基盤においては、次の三つの要素が不可欠と考えられる。すなわち、

第一は、データ収集と利用を可能とする柔軟で信頼性の高い大容量のネットワーク・イン

フラと、高度な分析を可能とする高い処理能力を持つ分散型コンピュータ資源、

第二は、これらのインフラを構築し、使いこなすネットワーク・エンジニアやデータ・サイエンティスト、

第三は、付加価値創造の母体となる大量のデータの収集と利用を可能とする、制度を含めた社会的な基盤であると考えられる。

政府としては、こうした三要素を備えた社会、すなわち、

ア 「**ハード資源世界一**」(データの収集・分析を可能とするコンピュータやネットワークの処理能力、そのための資源が世界で一番高い品質で優れている国)、

イ 「**人材世界一**」(データ収集を可能とするネットワーク・エンジニア、それを分析・活用するサイエンティストの双方が世界で一番活躍する国)、

ウ 「**データ世界一**」(価値の源泉であるデータ収集と利用のための世界で最も優れた社会基盤を持ち、世界で一番データを活用する国)

という三つの要素を備えた社会の実現を目指して、IoT 政策の展開を図っていくべきである。

③IoT 政策の概要

上記に示した社会の実現に向け、政府が実施すべき IoT/ビッグデータ政策の在り方については、以下の2点に整理できると考えられる。

すなわち、①有線・無線等を問わず、多種多量のデータを支える効率的で柔軟なインターネットの制御、②飛躍的に増大しつつあるデータの利活用と、それによる新たな価値の創造の2点について、「安心して」かつ「効率的」に実現できる環境を整備することである。

ア インターネットの新たな制御

上記の政策については、ネットワーク・インフラに係る課題とネットワーク・サービスに係る課題が考えられる。

1) ネットワーク・インフラ

インフラについては、ネットワーク上でやりとりされるデータが多様化・増大することにより質量ともに大きく変化しつつある中、今後さらに多様化するニーズに対し、ネットワークをソフトウェアで効率的に制御する機能が必要となる。

インターネットの設計思想の基本は「自律」「分散」であり、インターネットに接続される、例えば地域毎、企業毎の「自律的」なシステムは、ネットワークの構成や容量についても自由に制御できることが当初の前提であった。

しかしながら、インターネットの利用者は当初の想定をはるかに上回る規模で増加し、

処理すべきトラフィックも増大する中で、インターネットの実際の運用は、高い処理能力を持つ専用のハードウェアに依存せざるを得ず、ネットワーク構成等の変更にはハードウェア自体の追加・変更が伴い、「自律的」なシステム毎の自由な制御は事実上困難な状況となっていた。

こうした状況下、IoT／ビッグデータ時代を迎え、ネットワーク資源の処理能力の大幅な向上とコストの低廉化が進み、廉価な汎用ハードウェア上であっても、ソフトウェア制御を行うことにより、従来の専用機器とほぼ同様のトラフィック制御等を行うことが可能となりつつある。そして、SDN³／NFV⁴等の基本的なコンセプトの下、通信キャリア、インターネット・サービス・プロバイダ、企業システムなどインターネットを構成する全ての活動主体において、こうした新たなインターネット制御の手法は着実に導入が始まっている。

政府としても、こうしたインターネット制御手法の変化と、それがもたらす影響を正しく捉え、認識していくことが不可欠である。

特に、1)インターネットが本来想定した、地域に分散して活動している企業、自治体等の自律的な主体による、「効率的」な「高品質」のネットワークの構築、2)ネットワークから収集されるデータの処理・分析を行うデータセンター等コンピューティング・リソースの地域分散等の状況が進捗すれば、昨今の重要な政策課題である「地方創生」「地域活性化」も大きく前進することが期待される。

以上のようなネットワーク・インフラの変革を支える、SDN／NFV を始めとするネットワーク技術の分野においては、技術開発やその成果の標準化について、既に世界各国の民間の企業や研究機関が参画し、グローバルマーケットでの技術の早いスピードでの発達に応じた実質的な標準化活動が始まっている。

ICT 分野の標準化について、日本としてはこれまで、ITU 等各国政府が主体となって活動する公的な標準化機関には積極的に参加し、各分野の標準化活動にも貢献し、主導的な役割を果たせるよう努めてきたところである。今後は、上記のようなグローバル市場の動向も踏まえ、特に SDN／NFV 等 IoT を支えるネットワーク・インフラに関わる分野については、日本として、民間主導の、実際のグローバル市場を背景とした技術開発や、標準化活動についても積極的に参加し、民の分野においても主導的な役割を果たしていくべきである。

以上を踏まえ、当審議会としても、ソフトウェアを基礎とする新たなインターネットの制御手法について、その普及に向けた投資の促進、人材育成等の方策を講じていくとともに、国際標準化における主導的な役割を果たすための体制づくりについて更に具体的な検討を行っていくこととする。

³ SDN (Software Defined Network) : 通信ネットワークを構成する機器をソフトウェアによって集中的に制御し、ネットワークの構成や設定を柔軟かつ動的に変更することを可能とする技術。

⁴ NFV (Network Function Virtualization) : これまで専用のハードウェアで実現していた機能 (例: セキュリティ・ファイアーウォール) を汎用機上においてソフトウェアで実現する技術。

2) ネットワーク・サービス

サービスについては、インターネットに参加し、「自律的」に活動している「個人」「法人」「コミュニティ」等全ての活動主体が、「安心して」データの受発信と、その利活用に取り組むことを可能とするサービスを実現し、普及することが重要である。

先に示したとおり、インターネットの基本は、「自律的」なシステム間の「協調」を可能とすることにある。すなわち、オープンな接続ルールを策定・公開し、そのルールを遵守する者は誰でも、相互に接続し、データの送受信を行うことを本来の目的とする。ここでは、「誰でも」参加できることのリスク、すなわちインターネット上の想定外の主体・経路から、データ漏洩やシステム・機器の破壊を目的とする悪意ある攻撃に晒されるリスクについては、参加する主体の自己責任に委ねられてきた側面があると考えられる。

しかしながら、当審議会が先に掲げた「新たな社会」の実現の前提は、様々な主体による膨大なデータの発信とその収集が、安定かつ円滑に行われることである。このためには、インターネットにおける「オープン」「自律」「協調」「分散」という原則は尊重しつつ、以下の2点に取り組んで行くことが重要と考えられる。

第一に、個人から企業まで、インターネットに参加し、自律的なシステムを運営する全ての関係者が、

- 1) 自己のシステムが攻撃に晒されているリスクの度合いを客観的に認識するための「目安(メトリック)」を共有するとともに、
- 2) それぞれ状況に応じた対処、すなわち攻撃への防御や、被害最小化のための具体的な措置の実行に取り組むことのできる環境を整備することが必要である。

インターネットがグローバルなインフラとして発展的に機能することを可能としている前提は、その「オープン性」である。したがって、「安全」「安心」の実現方策を考える場合、基本的には、インターネットへの接続や、関連する機器・システムを構築し、拡大していく方向を推進し、その方向に沿わない制限を先行させるべきではないと考えられる。

まずは個人、法人を問わず、インターネットを活用する全ての当事者が、各々のリスクを客観的に評価するための指標の策定を含め、いわゆるインターネット・セキュリティに係る知識とリテラシーの向上の取り組むことが重要である。

第二に、上記のように、インターネット上のリスク回避に自主的に取り組む利用者に対し、通信キャリア、インターネット・サービス・プロバイダ、通信機器メーカー等現在ネットワーク・インフラに係る機器やサービスを提供している事業者において、そうした利用者を支援するサービス・機器の一層の充実と、その普及に積極的に取り組むことである。

具体的には、インターネットに接続される機器や利用者の拡大に伴い、想定外の経路・方法による攻撃等の従来にないリスクが高まっていることから、利用者が安心してサービスを

行えるようにするため、ネットワーク側で利用者に対して注意喚起し、一定のセキュリティ措置を講じるといった対応が重要となる。

以上を踏まえ、政府としては、IoT 推進コンソーシアム等の取組と十分に連携を図りつつ、今後以下の2点について、重点的に検討を進める必要があると考える。

第一に、幅広い利用者に、インターネット上のリスク回避の重要性に関する認識を広め、自己のネットワークのセキュリティ確保等に積極的に取り組む利用者を支援するため、個人、地方公共団体、企業ユーザ等幅広い関係者が参加を前提として、以下のような施策の実現に取り組むことにより、インターネット利用者全体の課題解決力やセキュリティに関するリテラシーの向上を図っていくべきである。

1) セキュリティに関する措置の重要性に関する認識を広めることを目的とした、ネットワーク上の攻撃と、引き起こされる事態を擬似的に体験できる環境の整備

2) 情報漏洩や端末の乗っ取り等を引き起こすウィルスの侵入等、攻撃被害時が実際に生じた後の対処方法等の習得を目的とした、セキュリティに関する実践的な訓練体制の整備

第二に、ネットワーク・インフラに係るサービス事業者と機器メーカーが共同・協調して提供すべきサービスの在り方について、利用者の置かれたセキュリティ・リスクの状況を客観的に評価するための指標や、状況に応じてサービスを的確に提供していくための一定の目安となる基準の策定に取り組むことである。ガイドライン等を含め、一定の目安となる基準の策定に取り組むことである。

一般の個人や企業のインターネット利用者の急増に伴い、膨大な数の、かつ多様な機能を持つ通信機器が、利用者自身によってインターネットに接続されている。こうした環境の中で、通信サービス提供者、そして利用者自身によっても管理の行き届かない機器の範囲が拡大しており、こうした機器を踏み台とした外部からの攻撃リスクを高まっている状況にあると考えられる。政府としては、通信サービスの提供者に加え、機器メーカーも参加した共同・協調の検討体制を整備し、セキュリティに係るガイドライン策定等の取組を促進していくべきである。

こうした取組を通じ、我が国のインターネット利用者の高いレベルの要求水準に応えた、高品質のセキュリティ関連サービスを実現することができれば、我が国のサービス・モデルを、グローバル市場における一つの規範として、官民の標準化団体等に提案していくことも十分可能ではないかと考えられる。

イ データの利活用、価値の創造

IoT/ビッグデータ社会における制度を含めた社会基盤としては、我が国の成長・雇用につながり、各地域の社会経済にも裨益しうる分野を重点化した上で、こうした分野毎に民間の自主的ガイドラインを策定するなど、データ利活用に関するルール作りに取り組むことが不可欠である。こうした基盤整備を通じて、様々な新ビジネスの創出が期待される。

パーソナル・データ等に関するルールの不在については、当審議会のこれまでの検討において、次のような弊害が生ずる可能性が指摘されている。

第一は、ビジネス上の新たな価値を生み出す可能性があり、技術的に収集することが可能にもかかわらず、「廃棄」される可能性、

第二は、すでに収集されているにも関わらず、利活用されずに「死蔵」されているデータの存在の可能性、

第三は、特定の分野で収集され、利活用もされているものの、他分野との横断的な利用が困難なため、データの付加価値が大きく減殺されている可能性である。

こうした事態を回避し、データの利活用を促進していくためには、所要の制度基盤の整備に向け、政府としては次の観点から施策を検討し、各分野のデータの横断的な利活用と、これを通じた新たなイノベーション、新ビジネスの創出の促進に取り組むべきである。

第一に、重点分野の特定である。本審議会は、有望と考えられる「T」の事例として、当初、「IC カード、ネットワーク・ロボット、自動車、テレビ、ウェアラブル」等を例示し、検討に着手した。こうした「T」に係るこれまでの検討も踏まえた上で、今後成長が見込まれ、IoT／ビッグデータの活用によって国内に新たな投資と雇用をもたらすことが必要である。

第二に、こうした分野について、業界分野毎のデータ利活用や、業界の枠を超えた横断的な利活用を促進する自主的なガイドラインの策定を促すとともに、政府として、国際的な整合性も十分に考慮しつつ、ガイドラインの原則となる考え方として、例えば、利用者に対する分かりやすいメリットの還元や社会貢献といった、依拠すべき原則を明確化すること、

第三に、業界分野ごとのガイドラインについて、その目的や上記に示した諸原則との整合性の検証等を行う民の体制整備を促進することである。

第四に、先述したネットワーク・インフラの変革を先取りした環境を実現するテストベッドを早期に整備するとともに、先に示した重点分野に係る企業等の参加を得て先行的プロジェクトを早期に組成し、テストベッド上で実行することにより、上記のガイドラインに求められる具体的な内容や、現在運用されている法制度面の課題等を明らかにすることである。

当審議会としては、IoT／ビッグデータ時代の技術革新の利便を国民利用者に早期に還元していくため、特に上記ガイドラインや制度上の課題の具体化は喫緊の課題と考える。こうした観点から、本中間答申以降、

1) 重点分野の特定と明確化

2) 分野横断的に、関連する「産」「学」等幅広い関係者の参加を得た「参加者の顔の見える」「具体的な」プロジェクトの組成

3) 分野毎のデータ利活用に加え、分野横断的な利活用も視野に入れた上で、想定されるガイドライン等の具体化・明確化

等について、重点的に検討を進めることとする。

④ 今般の検討について

以上が、これまでに検討した IoT／ビッグデータ政策の目指すべき目標と、実現に向けた施策の概要である。以下の章において、先に掲げた「インフラ資源」、「人材」、「データ利活用」の項目に沿って、審議会における具体的な検討状況と、当面実施すべき事項に関する提言について、記載していくこととする。

第3章 IoT/ビッグデータを支える情報通信インフラ

1 コア網について

(1) 課題

インターネットは、1995年に完全に商用開放されて以来、定額のブロードバンド接続サービスの提供や携帯電話のネット接続等により、誰もが使える身近な存在となり、社会経済を支える不可欠のインフラとしての役割を果たしてきた。近年の大きな変化として挙げられるのが映像配信やモバイル機器の爆発的な普及であり、インターネット上で流通するデータの大容量化及び多様化を牽引している。これにより、当初のサービス設計が想定していなかった質及び量を持つデータへの対応が課題となってきている。

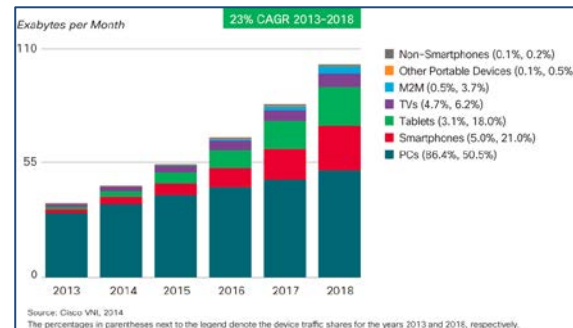
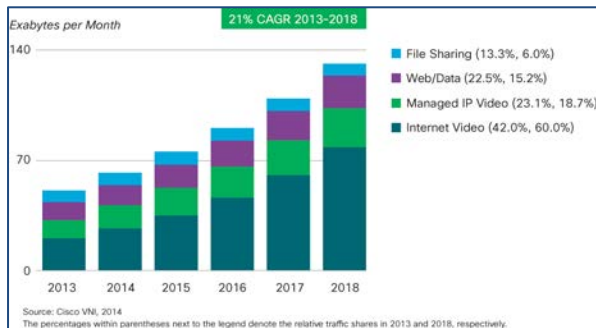


図3-1 アプリケーション別トラフィック予測⁵

図3-2 デバイス別トラフィック予測¹

こうした環境変化に対する事業者の対応は、主にネットワークの伝送能力を強化することに主眼が当てられ、電話網のIP化、アクセス回線の光化、携帯電話ネットワークの高度化（第5世代移動通信システムの実現に向けた研究開発等）といった取組が進められてきた。

全世界の年間IPトラフィックが2016年末にはゼタバイト（1000エクサバイト）の大台を超えるとの試算もあるように、今後も爆発的な増大傾向にあるインターネット・トラフィックの現状を踏まえれば、ブロードバンド化に向けた取組が引き続き求められることはいうまでもない。

他方、あらゆるモノがインターネットに接続されるIoT時代においては、これまでとは全く異なるネットワーク設計が必要となるとも考えられる。

ユーザ視点に立てば、人と人との通信を前提とした電話の時代では、一定のコストをかけて通信の品質や信頼性を確保する必要があったが、モノとモノをつなぐIoTの時代では、為替情報のやりとりといった低遅延・高品質を要するものから定点観測用センサーといった低容量・低品質で十分なものまで様々なニーズがあり、あらゆる場合を想定して大容量化する

⁵ Cisco Visual Network Index 2014

るのでは高コストとなることから、あらゆるトラフィックが共存することを前提とし、ネットワーク利用を最適化していく必要がある（図3-3）。

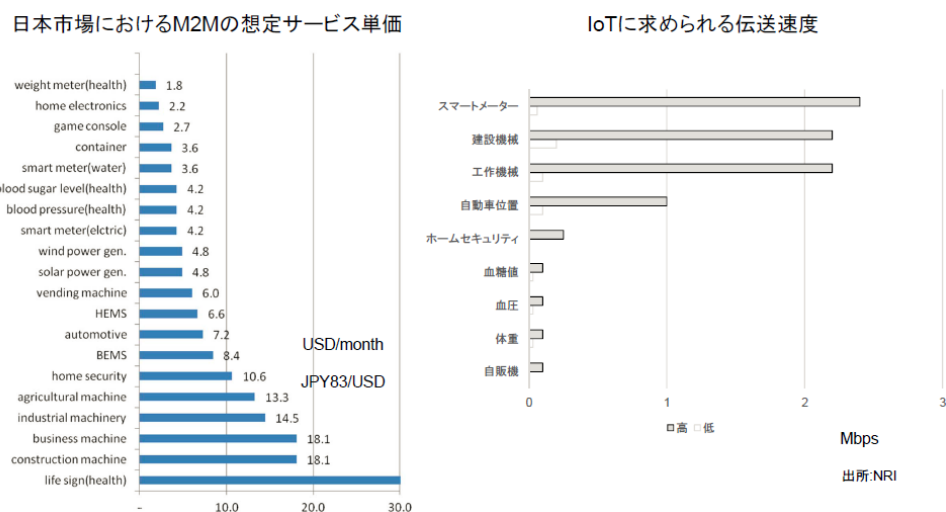


図3-3 IoT時代に求められるサービス単価・伝送速度の想定

供給側からみても、従来の投資判断は、数年単位で需要予測を行った上で長期の投資計画を立てることが可能だったが、IoT時代にはインフラが支えるべきデータの振れ幅が大きく、投資計画を立てることが困難であるため、利用状況やサービスの内容に応じて弾力的かつ効率的なネットワーク利用が可能となるように構成していくことが合理的である。

また、IoT/ビッグデータを支える情報通信インフラとして、大量かつ多様なデータの蓄積、分析にデータセンターが不可欠となる。IoT時代においては、トラフィックの変化が予測困難である中で、データの処理にはリアルタイム性が求められる場合があるため、IoT時代のデータセンターには、トラフィックの急激な変動にも対応できる柔軟性や頑健性等が求められる。また、我が国のデータセンターに関しては、首都圏への集中化傾向が続いており、耐災害性等を高めるためには、地方への分散化を促進する必要がある。

こうした新たな要求を満たし、IoT/ビッグデータを支える情報通信インフラを整備するためには、新たな設備・サービスに対する投資を促進するとともに、未来の技術を操る人材を育成していくことが求められる。

(2) 主な意見

- IoTは日本が巻き返すチャンス。通信インフラの分野は日本が進んでおり、IoTは新たなインフラを作る良い機会となる。
- IoTでは変動の激しいトラフィックを効率的に扱う必要があるため、ソフトウェアで定義可能なネットワーク（SDN）が必要である。
- データのトラフィックやバリエーションが増加するなか、ユーザが安全に安定的にビジ

ネスを行うためのインフラが必要であり、ネットワークの仮想化を行うべき。SDN/NFVにはコスト引下げ等のインパクトがあり、その実現に向けて国が何をすべきかについて、目標値やインデックスを設定した上で議論することが重要。

- NFVの標準化はETSI（欧州電気通信標準化機関）で進められており、EU（欧州連合）が主導的な役割を發揮している。日本からの貢献は減っているのが現状であり、積極的に参加することが重要。標準活動が持つ意義を正しく理解し、ある程度のコンセンサスを形成していく必要がある。
- IoTを支えるデータセンターの整備や使用電力の低コスト化が重要。また、データを国内に留めるのかという点も将来の課題になってくる。

(3) 考え方

IoT／ビッグデータを支えるインフラとして、効率化及び最適化による新たなネットワーク制御の実現がカギとなるが、その担い手となる通信事業者としては、当面の間、SDN/NFVの普及促進に向けた取組を強化していくべきである。その際、関連する設備やソフトウェアを積極的に導入していくこととなるが、我が国の成長機会を実現するために、国内の関連事業者の抜本的な競争力強化に向けて、新たな設備投資や新たな人材の確保が急務であり、具体的な支援策（投資促進策）を講じていくべきである。

ネットワークの構成要素にソフトウェアを搭載していくにあたり、各ソフトの相互接続性やウェブAPI等を通じた操作性が確保されない場合、ネットワーク全体の最適化が十分に実現できなくなる。関係事業者間で、まずは、データの振れ幅やソフト制御を行うべき要素の確定等、新たなネットワークについての標準設計を共有し、その上で関連機器やサービスに関する標準化を進めていくことが必要である。

SDN/NFVは主として専用線・自営網で提供されており、ソフトウェアや仮想化クラウド等の性能等を踏まえれば、当面の間は、一定の企業ニーズ向けに、ネットワークの末端から採用されていくものと想定される。他方、IoT／ビッグデータの社会的な流れを踏まえ、将来的に公衆網における利用が検討されていくことも視野に入れ、その影響や政策課題について検討していくことも必要となると考えられる。

また、膨大なデータを蓄積・分析する機能を担うデータセンターは、IoT／ビッグデータ時代においてその重要性を増しており（図3-4）、IoT時代に対応したサービスの柔軟性や対災害性等を向上させ、ユーザ企業の利便性や業務の安定性・継続性を確保する観点から、地方における整備を推進し、バックアップや分散処理を促進するなどデータセンターの分散化を推進すべきである。また、現在の市場環境をみると、この分野においては、米アマゾンのAWSや米マイクロソフトのAzure等が、価格やサービスの柔軟性等において圧倒的な競争力を有しており、日本企業の多くがそれらのサービスに依存せざるを得ない状況となっていることを踏まえ、国際競争力の強化の観点から注視していく必要がある。

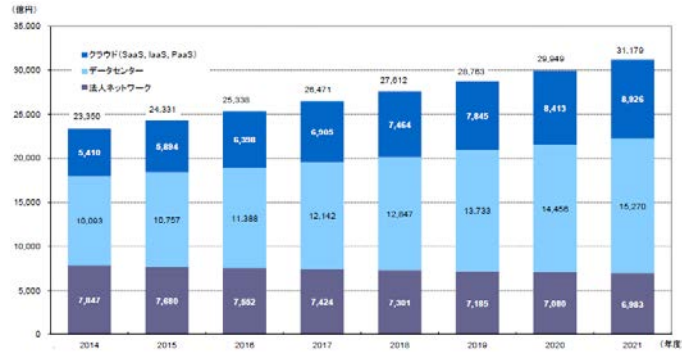


図3-4 クラウド・データセンター・法人ネットワーク市場の予測

2 アクセス回線について

(1) 課題

IoT／ビッグデータ時代においては、電話やFAXといった通信端末に加え、屋内外にあるあらゆるモノからデータが発せられるようになることから、それに合わせてアクセス回線の多様化が必要となる。

とりわけ、社会へのインパクトが大きい身近な「T」として、自動車（自動走行等）、ウェアラブル（医療・健康サービス等）といったものが挙げられるが、自動車の走行履歴や着衣者の行動履歴といったデータを継続的かつ網羅的に収集・分析しようとするれば、それを支えるワイヤレス環境の整備が不可欠である。

我が国においては、携帯電話・PHSの契約数が約1億2,350万台、データ通信専用契約を含めれば1億5,790万台（平成27年3月時点）となり、カバー率も一部の地域を除き100%となる等、相当程度普及が進んできている。特に、近年では、M2M通信の需要拡大に応じ、データ通信専用契約の伸びが顕著となっており、モバイル通信におけるトラフィックの増大への対応や安定的な通信の確保が課題となっている。

他方、今後爆発的な拡大が見込まれるセンサーやタグ等のIoTデバイスについては（図3-5～6）、接続される機器が多様であること、少量のデータを安価でこまめに収集するといったニーズが生じること等を踏まえれば、既存の携帯電話ネットワークに加え、公衆無線LAN等のワイヤレスインフラを利用することも有効である。

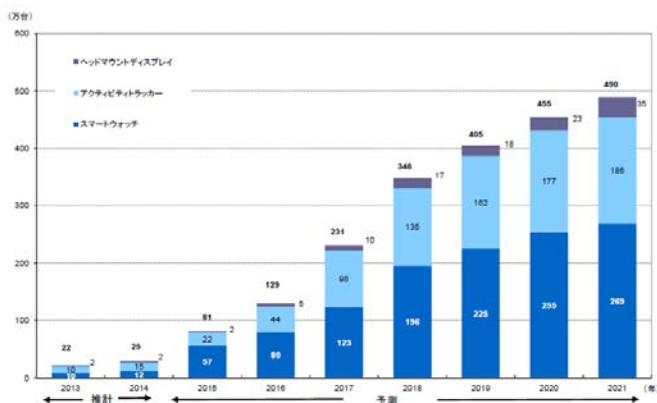


図3-5 IoT関連端末の市場の予測
(ウェアラブル端末市場)

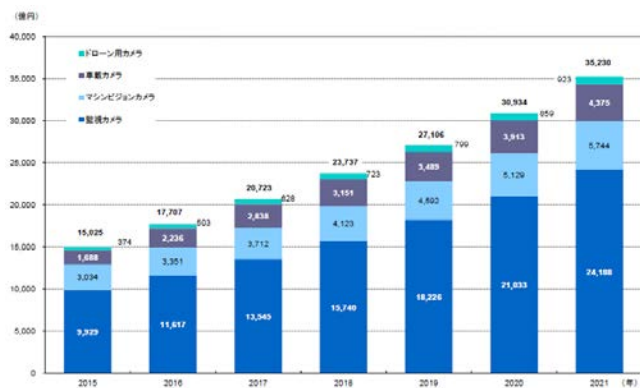


図3-6 IoT関連端末の市場の予測
(産業用イメージングデバイス市場)

これまで、2020年の東京オリンピック・パラリンピックに向けて訪日外国人旅行者が快適に利用できる公衆無線LAN環境を全国で整備する観点から、総務省においては、観光庁と連携し、自治体、駅・空港等の所有者等からなる「無料公衆無線LAN整備促進協議会」を設立し、エリアオーナーへのWi-Fi整備の働きかけや、政府による観光・防災拠点における整備支援、利用手続の簡素化等に向けた取組を行ってきた。また、民間事業者側においても整備が進められ、我が国のWi-Fi環境は近年かなりの向上も見られるところであるが、公共施設を中心に整備が遅れている状況にある⁶。

(2) 主な意見

- 店舗内でRFIDを活用して商品管理や決済の迅速化等を実現しているが、店舗外での顧客の行動も重要なデータであり、屋外のネットワーク環境の整備が重要。
- IoTにおいては、モノと場所が規定でき、相互運用性が確保できるような技術が必要であり、インターネットにおけるIPアドレスに相当するものを国家基盤として整備する必要がある。

(3) 考え方

携帯電話ネットワークについては、大容量のデータを安定的に伝送する手段として、第5世代移動通信システムの開発推進等による一層のサービス高度化が求められると考えられる。

また、携帯電話ネットワークの高度化に加え、それを支える制度の対応も重要となる。こ

⁶ Wi-Fiの整備状況は、空港86%、コンビニ74%、自然公園(国立・国定公園)26%、博物館11%、国指定文化財(国宝・重要文化財・史跡・名勝・世界遺産等)13%、避難所1%などとなっており、公共施設における整備が遅れている(「地方のポテンシャルを引き出すテレワークやWi-Fi等の活用に関する研究会 報告書」(平成27年5月))。

の点、情報通信審議会電気通信事業政策部会において、IoT時代に対応した携帯電話番号制度の在り方について検討を行っており、M2Mの特性に対応した「M2M等専用番号」の創設によりIoT／ビッグデータの進展を後押しするとともに、M2M等の大きな番号需要に対応できる制度の導入等を打ち出したところである。

一方、「IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会」（座長：齊藤忠夫東京大学名誉教授）においては、IoT／ビッグデータ時代に向けて、特に携帯電話サービス（ネットワーク、端末を含む）のIPv6対応を進めていく方向性について議論が行われている。このような、携帯電話サービスの利用等を促進し、オープンでセキュアな環境を構築していく取組について、一層の推進・強化を図っていく必要がある。

公衆無線LANについては、IoT／ビッグデータのサービスを切れ目なく享受できるための重要なワイヤレスインフラであることを踏まえ、2020年までに観光・防災拠点における全国整備を実現するため公的な支援措置の抜本的拡充を図る⁷とともに、利用開始手続の簡素化等によるシームレスな接続環境を確保することが必要である。

⁷ 公共的な観光拠点及び防災拠点のうち、費用対効果を踏まえた重点整備箇所全てに整備を実施した場合の整備費用は約311億円と推計されている（「地方のポテンシャルを引き出すテレワークやWi-Fi等の活用に関する研究会 報告書」（平成27年5月））。

第4章 IoT／ビッグデータ時代を担う人材

1 IoTビッグデータ時代の専門人材の育成及び雇用促進

(1) 課題

IoT／ビッグデータによる産業構造やそれを支えるインフラの変化を展望してきたが、これらに伴い、新たなインフラを運用する人材に加え、そこでやりとりされるデータを分析・活用して製品やサービスの開発を行う人材が求められ、これにより新たな雇用の創出につながることを期待されることである。

具体的には、IoT／ビッグデータの活用により、SDN/NFV の実装等によるネットワークの仮想化やソフトウェア制御が進み、通信事業者においてもソフトウェアの管理・運用に長じた新たなインフラの運用に耐えうる人材のニーズが急速に高まることが予想される。また、IoT の進展により、センサーや制御機器など、当初通信端末としての利用を想定せず設計されたセキュリティ上の脆弱性を保有するデバイスが大量にインターネットに接続される等、新たなネットワークセキュリティの脅威が増すことが考えられることから、これに対応する高度なセキュリティ人材の養成も必要となる。

また、データを利活用して製品やサービスの開発を行う分野においても、多種多量に収集されるデータを分析し、利便性の高いサービスにつなげる素養が求められる。典型的な利活用のケースとしては、利用者の購買履歴を中長期的に蓄積・分析することにより、本人の趣味・嗜好に即した商品やサービスを推薦するといったサービス等の事例が考えられる。データ分析を実際に行うのは AI（人工知能）であるが、人間の能力が求められる場面として、通常は相互に関連させることを想定していないデータを収集・分析することにより新たな価値を生み出すことや、これまでは経験知に基づいて提供していたサービスを集合知に基づいて客観化することによりサービスの価値を増大させること等が想定される。

新たなインフラ人材については、現在、複数の民間資格や企業内教育等により育成されているが、需要に比して供給が追いついていないとの指摘も見られる。この点、電気通信事業法は、電気通信事業者に対して事業用電気通信設備の工事、維持及び運用に関する事項を監督させるため、電気通信主任技術者を選任することを義務づけているが（同法第 45 条）、当該設備が適合すべき技術基準は、設備の損壊又は故障の防止や通信の秘密の確保等に限定されており（同法第 41 条。事業用電気通信設備規則第 17 条等）、上記技能を満たすことを目的としたものではない。また、電気通信役務の利用者については、端末設備又は自営設備を接続するにあたり、工事担任者による工事の実施・監督を義務づけているが（同法第 71 条）、ここでも、端末設備の接続の技術基準は通信の一体性を確保するための要件に限定されているのが現状である（第 52 条）。

(2) 主な意見

- これまではセキュリティという観点では、人の命に関わる話は少なかったが、IoT では自動運転等人の命に直結する事項となっている。建物では建築基準法があり、施工業者の資格がある。これまでのように、「IT システムは誰が作っても良い」という世界でいいのか、今後は資格のようなものが必要になってくるのではないか。
- Industrie4.0 については、AI によるディープ・ラーニングやアルゴリズム形成を国としての強みにしようとしている。他方、日本には AI の技術者が少なく、人材育成の必要がある。
- ソフトウェアのエンジニアをどう育てていくかが課題。
- 日本においては、データ・セントリックに物事を考える人がいないことが問題である。IT 部門が IT 戦略に長じていると考えていることが、経営者が IoT を活用する上での問題である。
- 人材育成に関しては、北欧のフューチャーセンターのような取組が日本では圧倒的に少ない。Industrie4.0 も、技術開発よりも場作りの意義の方が重要である。
- データを統計で処理することは昔から行われているが、そこから問題を発見して解いていくのが新しいタイプのデータサイエンスであり、クリエイティビティが必要。やわらかい頭でデータを見るには、問題を発見するための目の付けどころが必要であり、このような創造性が経営に必要だとすると、日本は苦手かもしれない。
- IoT サービスを「楽しい」ものにするために必要なのは人材。規制リスクを誰が取っていくのが課題。
- IoT 時代の到来は、音楽産業で起こったような激変が他の伝統的な産業にも波及することと考える。新しい産業の創出や産業そのものの再定義、それによる雇用への影響等について考えることが重要。
- データ・サイエンティストやエンジニアについては、初等・中等教育に加え、プログラミング教育や社会人教育による重点的な育成が重要。

(3) 考え方

新たなインフラ人材については、IoT/ビッグデータ時代にネットワークに求められる要件が大きく変わっていくことを踏まえ、抜本的な強化が必要となると考えられる。

まずは、個別の電気通信事業者や自らネットワークを構築・運用するユーザ企業が、企業内の研修等を通じて、ネットワークの仮想化、ソフトウェア制御等の新たな技術への対応や技術に相応したセキュリティ対策ができる人材の育成に努めることが期待される。こうした人材に対するニーズがますます増加すると考えられることから、継続的な人材供給を確保す

るため、将来的には、新たな法定資格として位置づけるといった可能性も含めて検討していくべきである。資格を得ることにより、企業による採用の機会が高まるような制度づくりを通じ、新たな雇用の機会に結びつく流れを作っていくことが重要である。

また、データの利活用により新たな製品やサービスの創出を行う人材については、計量経済学等の専門知識に加え、社会ニーズを先取るサービス開発等を行うことのできる高度な能力の持ち主が想定されるため、育成には息の長い取組が必要である。他方、IoT／ビッグデータによる新たなビジネスモデルの創出にとって決定的に重要な人材であることから、国としても、戦略的にその育成方策について検討していくべきである。具体的には、諸外国における事例も参照しつつ、初等・中等教育に加え、プログラミング教育や社会人教育等を通じて継続的にデータ利活用人材の育成を後押しするような取組が重要である。また、独創的な発想を募集し、その実現を後押しする観点から、いわゆる「アイデアソン・ハッカソン」のような「場作り」についても検討すべきである。なお、利活用人材を育成するにあたっては、そうした人材が各地域に広がることも重要である。

2 セキュリティ対策の抜本的見直し

(1) 課題

IoT／ビッグデータの普及に伴い、セキュリティ上のリスクについて大きな環境変化が見られる。これまでのように、当初から通信端末として設計され、セキュリティ対策をある程度組み込んだデバイスに代わり、これまでインターネットへの接続を必ずしも想定してこなかった多種多様なデバイスとの間でデータ流通が行われるようになることにより、セキュリティ上の脅威が増すことが懸念される。すなわち、こうしたデバイスは、端末そのものにセキュリティ上の脆弱性がある可能性があり、ウィルス対策ソフトやファイアウォール等が実装されていない可能性も高い。さらに、端末の種類も多種多様に存在し、長期に利用されセキュリティ上のアップデートが継続して行われない場合が多い等、必ずしも所有者による管理が行き届かないとも考えられる（図4-1）。

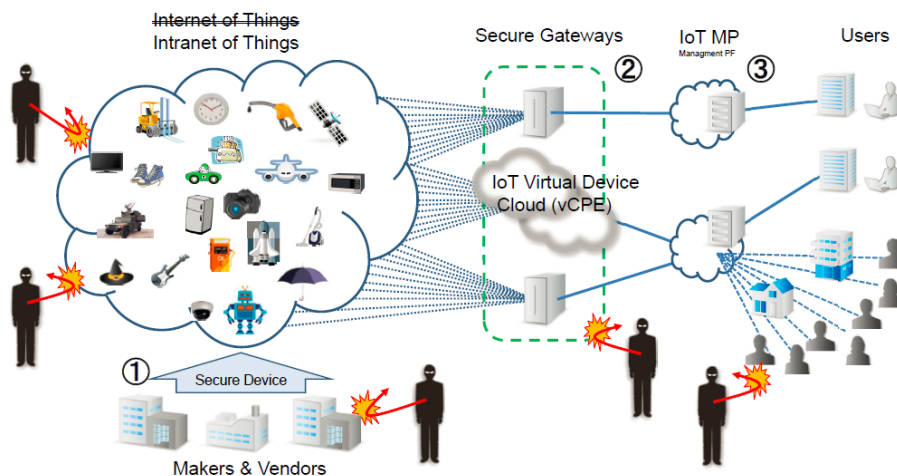


図4-1 IoT時代におけるセキュリティ対策の在り方

また、近年の傾向として、マルウェアによる攻撃やメールやブラウザを経由した攻撃に加え、一般利用者の端末を踏み台とした、なりすましの IP アドレスを用いた迂回攻撃が増加する等、手法が巧妙化・複雑化していることから、IoT の普及に伴い、日常的に操作していないモノを経由する等、想定外の方法や経路による攻撃が増えるおそれがある(図4-2)。

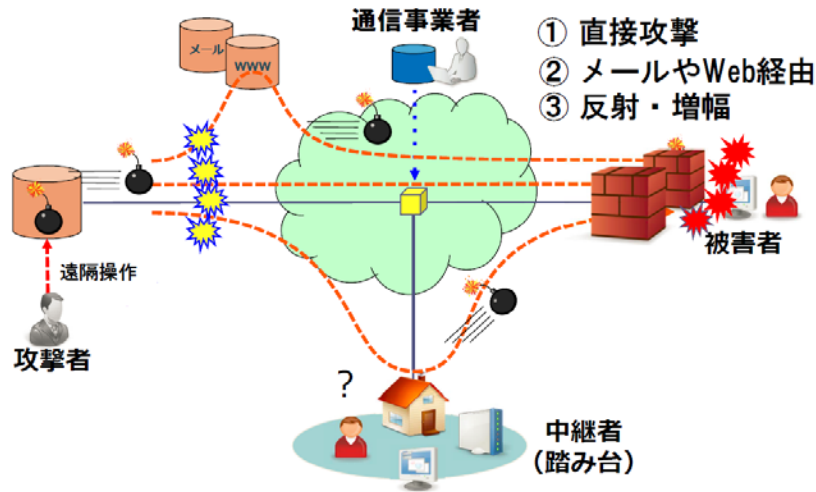


図4-2 近年の攻撃の傾向

このように、IoT/ビッグデータ時代にはセキュリティ上のリスクの高まりが見込まれていることから、これに対する有効な対策を早急に講じる必要があるとともに、これを克服することにより、世界で最も安全なIoT/ビッグデータ環境を実現し、ひいてはサービス開発を呼び込むことにより経済成長に寄与することも期待される。

(2) 主な意見

- グローバル化が進む中で全ての技術を日本だけで抑えることはできないので、どこを重点的に取り組むかを考えなければならず、AI やセキュリティはテクノロジーの観点で重要な分野だろう。
- セキュリティに関して、悪意のある企てをする者が多数いるにも関わらず、インターネットが維持されているのはオープンさの故であり、これを締め付ければ安全になるとは限らない。
- 今までインターネット接続を前提としていないモノがつながるようになることが、一番の問題。このような世界では、エンド＝エンドでセキュリティを担保することが難しいため、間にゲートウェーを挟むことになるが、そのために自由さが失われる可能性がある。
- セキュリティ対策として、ファームウェアの自動アップデートに賛成。関連するガイドラインの整備をお願いしたい。セキュリティ関連のアップデート情報を利用者向けに発信すると、リテラシーの低い人を中心に、「大丈夫なのか」という問い合わせが来るのが現状。

- セキュリティ対策として IoT デバイスの脆弱性の調査、評価分析が重要。さらにソフトウェア等の脆弱性を発見するためにはリバースエンジニアリングによる解析が極めて有効。
- 攻撃対策だけでなく、なりすましによる改ざん等への対応も重要。
- セキュリティ上のリスクに対して、予防・防御だけでなく、攻撃等があった場合でも速やかに復旧し、事業を継続するという観点も重要。

(3) 考え方

IoT／ビッグデータの進展による新たなリスク環境を踏まえ、セキュリティ確保に向けた取組を抜本的に強化していく必要がある。特に、標的となる機器・サービスが増加していることから、多くの関係者が課題や情報を共有し、協調して障害等を解決していく枠組みや実践的な対応が求められている。既に、総務省において、実際のサイバー攻撃における様々なパターンを想定した実践的サイバー防御演習（CYDER）⁸を行っているが、「サイバーセキュリティ戦略」⁹に基づき、国立研究開発法人情報通信研究機構等が有する対処能力向上のための演習基盤や技術的知見を活用し、対象の拡大や演習シナリオの多様化、安定的・継続的な運用体制の確保等の大幅な強化を図ることが必要である。

また、所有者による管理が困難なデバイスを経由した攻撃等が増加することを踏まえれば、ISP 等の電気通信事業者等が、通常の利用を妨げない範囲で、ファームウェアの自動アップデートや利用者への注意喚起といった取組を積極的に行うといったことも検討すべきである。その際、上記演習で得られた対応策等の知見を、上記注意喚起時に参照する等の好循環を確立することが有益である。

さらに、多種多様なデバイスの脆弱性等の分析を促進することが必要であるが、セキュリティ目的のリバースエンジニアリングに関して適法性の明確化に関する措置を速やかに講ずることとされており¹⁰、その際、例えば公的なセキュリティの研究機関である国立研究開発法人情報通信研究機構等を活用することも有益であると考えられる。

⁸ 総務省が平成 25 年度より、国立研究開発法人情報通信研究機構のクラウド環境等を活用し、中央省庁、重要インフラ事業者を主たる対象に実践的なサイバー防御演習を実施している。

⁹ 「サイバーセキュリティ戦略」（平成 27 年 9 月 4 日閣議決定）において、「大規模なサイバー攻撃への対処や人材育成のための実践的な演習・訓練などの面において、産学官が緊密に協力し、一定の知見等を有する者と積極的な連携を図る。これには、（中略）国立研究開発法人情報通信研究機構等が有するサイバーセキュリティに係る対処能力向上のための演習基盤や攻撃観測・分析に対する技術的知見を活用するための方策が含まれる。これらを実現するため、法制の整備を含め所要の措置を講じる」とされている。

¹⁰ 「サイバーセキュリティ 2015」（平成 27 年 9 月 25 日 サイバーセキュリティ戦略本部決定）において、「文部科学省において、著作権法におけるセキュリティ目的のリバースエンジニアリングに関する適法性の明確化に関する措置を速やかに講ずる」とされている。また、「知的財産推進計画 2015」（平成 27 年 6 月 19 日知的財産戦略本部決定）において、「サイバーセキュリティに関連する産業の発展に向け、例えば著作権法におけるセキュリティ目的のリバースエンジニアリングに関する適法性の明確化等について検討を行う。（短期・中期）（文部科学省）」とされている。

なお、上記 IoT 推進コンソーシアムにおいて、IoT セキュリティ WG を設置することとし、IoT 機器に特有のセキュリティ上のリスクに着目した対応策について検討することとしている。例えば、IoT 機器の設計・製造・管理等に加え、これらの機器の通信ネットワークへの接続についてもセキュリティ上求められる事項について、産学官の関係者の間で論点整理を行い、ガイドライン等を整備していくことが期待される。

加えて、IoT／ビッグデータ時代には、多様で身近な機器との通信が多く発生することから、サイバー攻撃に加え、なりすまし等によるデータの改ざんのリスクも大きい。こうした観点から、新たな環境に応じた認証の高度化が必要である。

第5章 IoT関連サービスの創出

1 テストベッド等

(1) 課題

インターネットは、汎用性のある言語やプラットフォームを用いて、誰もが利用することのできるオープン性により、多くのイノベーションを創出してきた。IoTがインターネットを通じたデータの流通により価値を生み出す社会現象である以上、ユーザ企業を含むサービス開発者、データ収集・分析者、通信事業者といったあらゆる関係者が幅広く参加・連携することのできるオープン性を確保することが重要である。特に、データの源泉である様々な“T”を扱うユーザ企業に対し、新たなサービスの開発や実証を容易に行えるテストベッド等の開かれた環境を整備することがカギとなる¹¹。

これらユーザ企業のなかには、すでに大規模な開発・実証環境を有する大企業も存在するが、中小・ベンチャー企業は、自らそのような環境を構築する経営体力がないことが多い。こうした開発・実証環境は、事業化に先立って試験的に用いられる性質のものであることから、採算の見通しがとれず構築に至らないケースも多いと考えられる。また、たとえ大企業であっても、自社のサービス等を通じたIoT／ビッグデータを利活用することはできても、企業や業種を超えてデータを組み合わせる機会は乏しいが、データはより多量、より多種のモノを立体的に組み合わせることによりその価値を増すものであることから、個社による対応がイノベーションの創出を潜在的に阻害しているおそれもある。

さらに、企業がこのハードルを越えて実サービスを提供するに至った段階で、扱うテーマが膨大になればなるほど、それを蓄積するサーバや分析を行うシステムは大規模となる。継続的なサービス提供を確保する上で、大企業から中小・ベンチャー企業に至るまで、こうしたリソースの確保や効率的な運用が必要となる。

このため、様々な企業が従来の枠組みを超えて結集し、様々なデータを組み合わせる新たなサービスの開発に結びつけるような、利活用環境の構築が求められている（図5-1）。

¹¹ ドイツでは、エネルギー、運輸、通信等11の「未来プロジェクト」を公表し、2012年以降、Industrie4.0を大項目として柱立てした上で、テストベッドを活用したモデル事業やユースケースの蓄積等の普及促進等の様々なプロジェクトに助成を行っている。

	メンバー	対象とする領域等	ユースケース、実施予定等
	<ul style="list-style-type: none"> リーダー: Infosys メンバー: Bosch, GE, IBM, Intel, PTC 	<ul style="list-style-type: none"> 製造業における各種の資産の効率的な運用を目的とし、リアルタイムな監視・分析に基づく故障検知等を実施 	<ul style="list-style-type: none"> テストベッドのユースケースとして、航空機のランディングゲアにおけるCondition Based Maintenanceの実証実験がおこなわれる。
	<ul style="list-style-type: none"> メンバー: IBM, National Instruments 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー、交通、軍事等の高価な機器を利用する産業を対象として、クラウドベースの機器メンテナンスや解析ツールを提供 	<ul style="list-style-type: none"> 2015年9月のIoT Solutions World Congress in Barcelonaにおいてデモされる予定 エネルギープラントにおける適用が言及されている
	<ul style="list-style-type: none"> リーダー: GE メンバー: Cisco, Accenture, Bayshore Networks 	<ul style="list-style-type: none"> 100ギガビットの光ファイバー回線、接続された無線機器を活用して、離れたフィールドにおける機器や従業員からのデータ収集や制御等を提供 	<ul style="list-style-type: none"> メンバーであるAccentureとBayshore Networksが電力監視制御分野における実証実験を実施している。
	<ul style="list-style-type: none"> メンバー: EMC Corporation, Cork Institute of Technology * INFINITEは(International Future Industrial Internet Testbedの略) 	<ul style="list-style-type: none"> Industrial InternetにおけるSDI (Software defined Infrastructure)の開発を実施 Vodafone、アイルランド政府等も関与 	<ul style="list-style-type: none"> テストベッドは2つのフェーズに分かれている。 最初のステップとして3つの離れたDCをEMCのネットワークでの接続を実施。第2ステップとして救急車と病院システムの接続のテストを実施予定
	<ul style="list-style-type: none"> メンバー: Real-Time Innovations, National Instruments, Cisco 	<ul style="list-style-type: none"> スマートグリッドを対象としたテストベッド。 リアルタイムでの分析、機器の制御等を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 3つのフェーズに分かれている。最初は基礎的なセキュリティ等の実証、次にシミュレーション環境におけるグリッド間のやりとり等のスケーラビリティの検証し、最後にSan Antonio市の実環境において実証を実施予定
	<ul style="list-style-type: none"> メンバー: Bosch, Cisco, National Instruments, TechMahindra 	<ul style="list-style-type: none"> 工場内における、生産性・業務の正確性の向上、ミスや事故の低減のために、工具の場所や利用履歴の管理を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 2年間の実施期間において、工場内における工具の場所の検知精度を現在の1メートルから30センチ程度までにすることを目標としている。

図5-1 IIC (Industrial Internet Consortium) において立ち上がっているテストベッド

(2) 主な意見

- 生活者の嗜好が多様化しているなかで、生活者の情報を多面的に集めることができれば、シームレスなレコメンデーションを提供できることに加え、生活者を守ることに活用することも可能。
- エンジニアが技術に閉じて考えるのではなく、社会的な視点を加えて新たなエコシステムが構築できるような方向にIoTが動いていけばよい。技術の要素部分に閉じることなく、それらが組み合わさって新たなバリューチェーンを作っていくようなこと、技術と社会、政策などが組み合わさることが重要。
- フィンテックのとらえ方として、新たにこの分野に取り組むプレイヤーや人材が増えているなかで、システムとしてどのように成長させていくかという観点からの議論が有効。
- 米国のIT企業は、経営戦略の深いところまで議論しながら企業間で競争している。欧州では国を超えた研究開発の連携がある。こうしたなか、日本においてはオープン・イノベーションについてどう考えるかが課題。
- IoTのタテ（業界）とヨコ（基盤）をつなげていくことで、オープン・イノベーションが起こる。医療と農業の関係、乗り物と健康の関係といったものを決められれば、今後進むべき方向性が明確になってくる。
- 各分野の横軸として、インフラ及びテストベッドの整備等に取り組むことが必要。テストベッドとしては、IoT技術と社会の整合面をテストする環境の整備が重要。
- ベンチャー企業は大手と比較してコスト管理が厳しいため、標準化されたものを利用するという発想になる。ベンチャーが得意なのは、特定のユースケースを具現化するとこ

ろであり、使い勝手のよい API があればツイッターのように爆発的に普及する。テストベッドについては、標準的でほしいものが揃っており、経済的に入りやすい状況であれば、日本だけでなく世界からもベンチャーも参入して、ユースケースが集まってくる。

- 自社だけで IoT をやろうとは思っておらず、ギブ・アンド・テイクの考え方にに基づき、差別化するところ以外は他社と協力できるようなプラットフォームを目指すべき。
- 欧米では、IoT／ビッグデータをどう使いたいかというユースケースが先にあり、企業がそれをフォーラム標準の場に提案するという事例が多い。ユースケースを考える上でも、企業が低廉で使えるテストベッドがあるとよい。
- ベンチャーを含む多様な企業間の連携により、ユースケースを作ることが重要。

(3) 考え方

IoT／ビッグデータの普及促進を図っていく上で、中小・ベンチャーを含む多様な企業が集まり、データ分析やサービス開発等を行うことを通じ、事業化につながるユースケースを蓄積することのできるテストベッド環境を構築することが有益である。

こうしたテストベッドは、一部の大企業や企業グループにおいては実例が見られるものの、現時点では、様々な関係者が平等かつオープンに参加可能な場は必ずしも整備されていないことから、大規模かつ高機能の公的テストベッド¹²を先行的に整備するとともに、波及効果の高いスマートシティ等の重点分野における民主導のテストベッドに対して国による支援を一定期間行うなど、積極的な構築を図っていくべきである。

テストベッドの構築にあたっては、これまで見てきた農業や医療といった分野やエンターテインメントも加えることにより、利用者や参加者の生活の満足度を高める「楽しい」アプリケーションが比較的容易に実現すると考えられ、こうしたユースケースの創出を促進することが重要である。そのため、事業化を重点的に進める分野を予め特定した上で、研究開発目的の公的テストベッドと事業化目的の民間テストベッドとの連携を図り（図5-2）、参加に際しては自由度の高いデータ利活用の許容や各種行政手続きの簡素化等を可能とするような特区的な権能をテストベッドに持たせる等の工夫¹³が有効である。その際、利用者の視点からは、データの新たな利活用方策が適用されるにあたり、利用者にとってのメリットが明確化される等、その活用を是認するインセンティブの仕組みが必要である。

¹² 情報通信分野の既存の公的テストベッドとしては、国立研究開発法人情報通信研究機構が運用する新世代通信網テストベッド『JGN-X』（JGN eXtreme）等が利用されている。

¹³ 例えば、欧州最大の研究機関である独・ブラウンホーファー研究所では、2G・3G・LTE・Wi-Fi・M2M等の様々な無線技術を一括して検証できる試験環境を有したテストベッドを提供している。

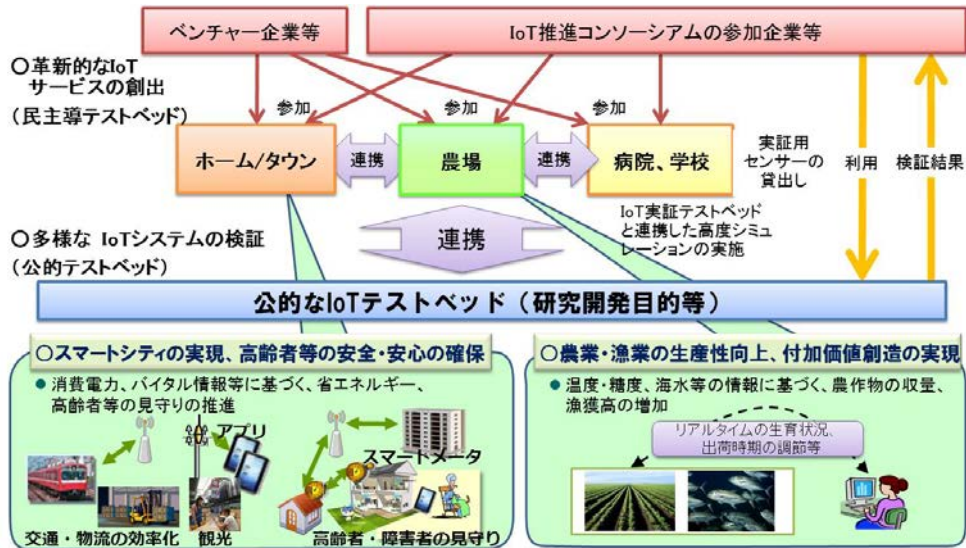


図5-2 公的テストベッドと民主導テストベッドの連携イメージ

2 利活用ルール

(1) 課題

データの利活用を促進するためには、サービスの開発時において様々な試行・連携を可能とするテストベッド環境を整備することに加え、サービスを実装する際に、利活用を可能とする社会的ルールとの整合性を確保することが必要となる。

IoT/ビッグデータは、個人の身体情報や行動履歴といった身近な情報を含む大量のデータを収集し、その利活用を図るものであることから、個人情報保護とのバランスを図ることが特に求められるが、IoTサービスが絶えず多様化・拡大していることもあり、サービス提供者の側で、どの範囲で、こういった条件で取り扱えば免責されるのか等、社会的ルールが統一されていない。こうした個人情報の取扱いの曖昧さのために、利活用を躊躇するケースも見られる。

こうした状況を踏まえ、本年の通常国会において、改正個人情報保護法が成立し、個人情報の定義を明確化するとともに、匿名加工情報については一定の規律の下で自由な利活用を認めることとされたが、IoT/ビッグデータとの関係については、ガイドライン等による具体化・明確化が期待されているところである。

一般論としては、利用者がその保有するデータによって生み出されたサービスにメリットを感じる場合、その利活用に対し、メリットを感じる範囲内で同意を与えることが期待される。この点、多種多様なデータの組み合わせ等により新たな価値を生み出すIoT/ビッグデータの特徴を踏まえれば、利用者がすべての利用目的を熟知した上でデータを利用に供するケースは稀であるとも考えられることから、利用者にとって透明性のある形で、積極的な利用を促すような仕組みづくりが課題となる。

(2) 主な意見

- 消費者が使える IoT として、プライバシーの問題も考えながら検討を進めていくことが重要である。
- 一般的に IoT は領域毎に作られるので、公益的に持続していくのは、経済モデルとして難しいことも多い。東日本大震災時に自動車走行データが開放されたように、元々ビジネスの基盤として収集されたものの一部が公益的なものとして開放されるような形には意味がある。データを出せばお金をもらえる、といった究極的な形を考えることで仕組みとして回るモデルが出てくるのではないか。その他、データの信託をする、公共性に基づいてデータを収集する、といった考え方もある。
- IoT 時代のプライバシーと公共の福祉の適切なバランスについては、例えば、個人のプライバシー保護を権利ではなくデータ保有者の遵守義務とすることにより、個々人に許諾を求めるのではなく、一般的な統一基準に基づいた取扱いができる可能性がある。

また、データのリガバランスとして、社会生活で生まれるデータが誰のものかという点について、複数のステークホルダー間で誰が権限を持つのか、IoT 時代における機器制御の結果責任は誰が取るのか、といった点について整理が必要。

- IoT という言葉が生まれた当時、ベネトン商品は商品に RFID を付けることを目指したが、反対する CM が制作される等、消費者からプライバシーの問題が提示されてきた。

(3) 考え方

データの利活用を促進していくためには、個人情報保護とのバランスを確保する上で、サービス提供者が遵守すべきルールを可能な限り明確化し、それにより利用者が予見可能性をもって自らのデータを利活用に供することができる環境を作っていくことが重要である。

この点、制度面での検討として、医療・健康等の分野において、各機関等から個人の情報を収集・管理する「代理機関（仮称）」制度を創設し、当該機関が保有するデータをサービス事業者が活用する取組について、検討を進めることとされている¹⁴。テストベッドを構築する上では、代理機関（仮称）に関する検討も十分に踏まえ、利用者が安心してユースケースを作っていけるような環境を検討すべきである。

他方、法制度以外の取組の方向性として、権利保護と利活用のバランスを図るための考え方がユースケース毎に異なることを踏まえ、各分野にデータ活用に関する自主的ガイドラインの策定を促すべきである。その際、各ガイドラインに共通する基本的な考え方として、公益的価値を有するデータの利用の促進、利用者に対するメリットの還元、アクセス権限の厳格化等の利用者保護対策を適切に講じること等を確立した上で、各分野の利用環境に応じた規定を設けるといったことが考えられる。

¹⁴ 「日本再興戦略改訂 2015」平成 27 年 6 月 30 日閣議決定

また、プライバシーに限らず、セキュリティを含めたガバナンスの問題、各分野における既存法令との整合性の問題等、利活用の場面（例：農業、小売等）によって具体的な課題や解決策が異なると考えられることから、事業化に際して直面している課題について検討するWGを設置し、引き続き、課題整理を行っていくこととすべきである。その際、内閣官房 IT 総合戦略室や経済産業省等の関係省庁、産学官により規制改革等の活動を行っている「IoT 推進コンソーシアム」（会長：村井純慶應義塾大学環境情報学部長兼教授）等とも有機的に連携を図っていく必要がある。

第6章 国際化への対応について

1 国際標準化等

(1) 課題

IoT／ビッグデータは、ありとあらゆる種類の機器からデータが収集される現象であり、そのフォーマットやAPI等も統一されていない。しかし、利活用を行う側とすれば、データを共通のプラットフォーム上で集約・分析することがサービス開発の観点から不可欠であり、また対顧客の観点からも、共通化によりコストを削減することにつながる。

こうした点から標準化の取組が重要となるが、通信インフラについては、ITU（国際電気通信連合）及び3GPP¹⁵等においてデジュール標準及びフォーラム標準の活動が活発に行われており、次世代ネットワークや第5世代移動通信システム等に関する標準化が精力的に進められている。

他方、IoT／ビッグデータについては、ウェブやインターネット上でのデータ操作性を確保することが不可欠であることから、インターネットに関する標準化団体IETF¹⁶及びウェブに関する標準化団体W3C¹⁷（World Wide Web Consortium）といったフォーラム標準の活動の占めるウェイトが増している。

我が国の取組を振り返ると、デジュール標準については一貫して主導的な役割を果たしてきたところであり、引き続き、技術の進展等を見据えた戦略的な対応を行っていく必要がある。昨今、インターネットに関し、デジュール標準とフォーラム標準の連携が進んでおり、デジュール標準への貢献を一層強化するためにも、フォーラム標準におけるイニシアティブを強化していくことが必要である。なお、フォーラム標準においても、日本企業・政府の存在感は限定的であり、長らく欧米主要ICT関連企業の後塵を拝しており、取組の強化が課題である。

(2) 主な意見

- 「デファクト」はマーケット標準だが、単独の企業が市場支配力を得たものと、デジュール等での標準化プロセスを経て形成されたものが含まれる。これに対し、複数のグループによる協調を指す「フォーラム」には善し悪しがあり、区別して対応する必要。
- 日本の労働生産性がOECDの平均以下である理由は、グローバル化のメリットを取り込めていないこと、ICTをビジネス戦略の中心として考える点で遅れていることによる。個々の要素よりも全体のシステムが重要。IoTの特徴は相互接続性であり、その観点では標準化が大事。

¹⁵ 3GPP（Third Generation Partnership Project）：移動通信システムの標準化を行うプロジェクト

¹⁶ Internet Engineering Task Force

¹⁷ World Wide Web Consortium

- オープン・イノベーションについては、国家標準識別子を日本の戦略として打ち出してはどうか。
- カルテの電子化によって記載されなくなった情報もあるが、国から見れば、医療費の削減という観点から標準化が最も重要なので、一定程度まではフォーマット化した方が利用が進むのは事実。
- IoTの世界では、つながり、いろいろな情報を交換することとなるので、最終商品だけでなく、調達やサプライ・チェーンといった様々な要素が関係してくる。日本がベスト・システムを作っても、グローバルで使えなければ問題。AIには共通のプラットフォームが必要。バラバラに進めると上手くいかない。
- 農業では、地方毎に同じ産品や作業の名前が違っており、プラットフォームが異なるのと同じ状況。国内外でも異なる場合がある。この点は、行政が努力すべき領域であり、ベンチャーに頑張らせるのは筋違いである。医療分野にも同様の課題がある。

たとえば、RFIDの最大の調達主体は航空業界であり、管轄は国土交通省になるが、官庁の枠を超えた基盤作りが重要。標準化の国際分野においては、総務省、経済産業省、国土交通省、農林水産省等が協力できれば良い。

- アプリケーション毎に標準が乱立しており、プラットフォームの標準化を進めるのは大変な作業。個別企業としては、異業種と連携しようという動機を持ちにくい。また、標準化は産業全体のコストを下げるが、個別分野で一定の権益を確保している企業からすると、現在の優位を捨てがたいという思いが強い。
- 農業のIoT化が進まない理由として、農産品の流通促進という標準化の目的を共有しないまま、ベンダがパッケージ販売するシステムを使っているだけで、ヨコの連携がないことが挙げられる。
- 北欧では政府が助成してシステムを構築した場合、受注した側にヨコ展開が義務づけられている。競争領域と競争領域を明確化した上で、共有できるものは共有し、コストを削減していくことが重要。

(3) 考え方

様々な機器から収集されたデータを活用するためには、ウェブによるオープンなアクセス制御を確立する必要があり、国際標準化の取組を強化していくべきである。その際、インターネット関連の標準化活動が、デジュール標準に加え、主としてフォーラム標準を通じて行われていることを踏まえ、ターゲットを絞った上で、国が主導的な役割を發揮してプレゼンスの強化に注力すべきである。

国際場裡で標準化に関する我が国の利害を反映させていくためには、粘り強い説得や人脈の形成等、継続的な議論への参加が求められる。政府としては、国内産業の積極的な支援を

得た上で、自走可能な国内体制の構築が必要となると考えられる。

加えて、そうした体制を構築する上で、日本の提案に基づいて合意形成を図っていく場合、中国、韓国を含む近隣アジア諸国を始め、どのプレイヤー、どの国とリエゾンを組んでいくかを戦略的に検討することが一層重要となっている。そうした戦略について、今後、オールジャパンで考えていく場とすべきである。

上記のような取組を進めるにあたり、関連する国際会議を活用することも効果的である。特に、来年4月には、我が国がホストするG7（主要7カ国）情報通信大臣会合を香川県高松市で開催し、先進国及び世界各国に対する情報発信として絶好の機会となると考えられる。具体的には、上記会合において、まずはIoT／ビッグデータがもたらしつつある経営革新・社会改革の世界的なインパクトを共有した上で、データの利活用による便益をグローバルに最大化する観点から、デジュール標準への貢献も視野にフォーラム標準における先進国間の連携を図っていくこととし、可能であれば首脳会合へのインプットも目指すこととすべきである。

2 人材・技術交流（国際展開支援を含む）

(1) 課題

IoT／ビッグデータのサービス展開を図っていく上では、標準化やルール作りといった協調領域において国際的な仲間作りを進めるとともに、各国の事情に応じたプロジェクトを組成する等、戦略的な国際展開を進めていくことも重要である。

その際、国毎にIoT／ビッグデータの重点分野やインフラ等社会の準備度合いが異なるため、人材や技術等において相当の格差が存在する。このため、我が国の国際展開を図っていく上でも、相手国の国情やニーズを踏まえた対応について検討していくことが課題となる。

(2) 主な意見

- Industrie4.0等欧米の話題が多いが、製造業や生産現場という観点ではアジア地域も重要であり、どのように連携できるかが課題。時間軸の観点では、2020年にどのような成果を示していけるかが重要である。
- 技術と社会、政策等が組み合わさることによる国際競争力の強化について議論すべき。
- サービスの質を上げて、コストを下げるのがITの特長。サービスの質を向上させるところは日本は得意だと思われるので、この観点でどう国際展開するかが課題。

(3) 考え方

IoT／ビッグデータの成功は、先端技術の開発のみならず、それを支えるインフラや標準化等様々な要素に依っており、国際展開を図っていく上でも、総合的な見地に立った戦略構築が不可欠となる。こうした観点から、相手国との間で共通の基盤の上に立った上で、

Win-Win の関係を構築していくことが課題となると考えられる。

具体的には、IoT／ビッグデータが世界経済に対して与えつつある影響について、ユースケースを紹介する等して認識の共有を図った上で、セミナーや人材派遣、実証事業等を通じて人材・技術面での交流を深めることに加え、上記データ利活用に関するルール作りや IoT／ビッグデータ時代に即した新たなセキュリティの取組等に関する協力を進めることにより、IoT／ビッグデータの新たなサービスの国際市場展開が円滑に行われる環境作りを進めていくことが重要である。

今後の課題としてはアジアを中心とする重点国について、社会ニーズやインフラの整備状況等の国情に応じ、個別の国際展開戦略を策定していく必要があると考えられる。

今後の進め方

今般の中間報告は、これまでの審議を踏まえ、IoT／ビッグデータを普及促進する観点から現時点で想定される課題を網羅的に呈示したものである。総務省においては、ここで示した考え方に沿って、IoT／ビッグデータがもたらす変化に乗り遅れることがないように、可能なものから順次、以下のステップを踏まえて実行に移していくことが必要である。

(1) 早期の具体化を図るもの

セキュリティ・リスクに対応するための実践的演習の抜本強化や新たなサービスの事業化を後押しするテストベッドの整備促進等については、IoT／ビッグデータの新たな基盤となる部分であり、特に対策を急ぐ必要がある。本分野の専門的な技術や知見を採り入れつつ、これらの課題に早期に対応するため、国立研究開発法人情報通信研究機構の業務範囲を見直す等の制度整備を先行的に進めることが適当である。

(2) 未来への投資・雇用を見据え、国の成長戦略に資するもの

IoT／ビッグデータの活用を通じた生産性の向上や雇用の創出が持続的な経済成長にとって不可欠であることに鑑み、IoT時代の新たなネットワーク整備に対する投資の促進や、ソフトウェア・データ利活用等の人材育成・雇用促進に向けた取組が必要である。また、ユースケースの分析等を通じて課題を整理し、データの利活用ルールを可能な限り明確化することによって、データ利活用によるビジネス機会の創出を阻害しないようにすることも重要である。これらの視点を国の成長戦略のなかで明確に位置づけ、今後の取組として重点化していくよう検討すべきである。

(3) G7情報通信大臣会合等で、国際連携を図るべきもの

IoT／ビッグデータのサービス展開を図っていく上では、標準化やルール作りといった協調領域において国際的な仲間作りを進めるとともに、各国の事情に応じたプロジェクトを組成する等、戦略的な国際展開を進めていくことも重要である。そのためには、国際標準化における共通理解の醸成や、IoT時代を見据えた人材・技術面等における交流・協力を積極的に推進する必要があるが、来年4月に予定されているG7情報通信大臣会合等の機会を活かし、各国への情報発信や国際連携の具体策を実現していくことを検討すべきである。

なお、諮問から約2ヶ月という審議期間に鑑みれば、各分野における利活用ルールの整備等、必ずしも十分な議論が尽くされていない論点も散見されるところであり、今後の報告に向けて、引き続き検討を進めることとする。利活用については、我が国に成長と雇用をもたらす分野が何かを特定し、重点的な取組を進めていく必要があることから、上記WGでの議論等を通じ、「誰が」「どこをターゲットとして」「何を」重点的に取り組んで行くのかといったアクションプランの策定も念頭に置きつつ、検討を深めていくことが望ましい。その場

合、IoT／ビッグデータの浸透度等に地域差があることも踏まえ、日常生活や地域の中小企業の活動にとって身近な成功事例を集約し、IoT／ビッグデータへの理解を得ていくことが重要である。

以 上

