

**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について  
第三次中間答申**

**平成 27 年 9 月 25 日付け諮問第 23 号**

**平成 29 年 1 月 27 日  
情報通信審議会**

# 目次

## 第1部 IoT 総合戦略

第1章 基本的枠組み .....	2
第2章 具体的施策 .....	5
(1) レイヤー別施策 .....	5
① ネットワーク層 .....	5
1. SDN/NFV の実装化 .....	5
2. 5G の実現 .....	5
3. ICT 人材の育成 .....	6
② プラットフォーム層 .....	7
1. 認証連携基盤の構築 .....	7
2. パーソナルデータの活用と個人の情報コントロール性の確保 .....	9
3. システミックリスクへの対応 .....	10
③ サービス（データ流通）層 .....	11
1. データ利活用の促進等に必要なルールの明確化等 .....	11
2. データ取引市場に関わるルール整備 .....	11
3. 分野横断的なデータ連携環境の整備 .....	12
④ 端末層 .....	12
1. 安心安全な自律型モビリティシステム .....	12
2. 多様な IoT 端末の効率的な管理運用 .....	13
3. 次世代 AI 技術の研究開発及び社会実装に向けた取組の推進 .....	13
(2) レイヤー縦断（垂直）型施策 .....	14
1. 地域における IoT の普及促進 .....	14
2. AI ネットワーク化の推進 .....	15
3. 国際的な政策対話と国際標準化の推進 .....	16
第3章 今後の取り組み .....	17
添付資料 IoT 総合戦略ロードマップ .....	18

## 第2部 人材育成

第1章 これまでの経緯 .....	20
(1) 政府の成長戦略等における位置づけ .....	20
(2) ネットワークを支える人材育成に関する検討 .....	20
(3) 中間提言と今後の審議 .....	20
第2章 IoT を支えるネットワークインフラのあり方 .....	21
第3章 ネットワークインフラを支える人材の技術・スキルのあり方 .....	22
(1) ネットワーク機器の操作・制御に関わる知識とスキル .....	22
(2) ソフトウェア化による変化に対する対応 .....	23

① 従来知識やスキル.....	23
② 今後求められる知識やスキル.....	23
第4章 人材育成に必要な環境.....	24
第5章 産学官が講ずべき具体的施策.....	25
(1) 学(大学等).....	26
(2) 産(ネットワーク企業等).....	26
(3) 官(総務省等).....	26
第6章 今後の審議における重点事項.....	26

# **第1部**

## **IoT 総合戦略**

## 第1章 基本的枠組み

2016年6月、政府は「日本再興戦略改訂2016」を閣議決定した。本戦略は2020年時点で実質GDP600兆円を目指すこととし、そのうち、IoT・ビッグデータ・AI・ロボットを軸とする第4次産業革命<sup>1</sup>の実現により30兆円の付加価値を創出することとしている。この第4次産業革命は、データ主導社会(Data Driven Society)を実現するものであり、データの生成・収集・流通・分析・活用を徹底的に図ることによって、製造過程はもとより、あらゆる社会経済活動を再設計し、社会の抱える課題解決を図るSociety 5.0<sup>2</sup>を目指すものである<sup>3</sup>。

データ主導社会の実現を目指す上でビッグデータの利活用が鍵となる。そしてビッグデータを収集するための手段がIoT(Internet of Things)であり、ビッグデータを分析・活用するための手段がAI(Artificial Intelligence)である。ビッグデータには、国や地方公共団体が提供するオープンデータ、農業やインフラ管理に係る暗黙知(ノウハウ)を形式知化(構造化)したデータ、M2M(Machine to Machine)から吐き出されるストリーミングデータ、個人の属性に係るパーソナルデータなど多種多様なものが含まれる。これら様々な静的・動的なデータを組み合わせ、従来は想定し得なかった新たな課題解決のためのソリューションの実現につなげる。このソリューションの実現には異なる領域のプレイヤーが連携したデザイン思考によるオープンイノベーションの実現が不可欠である。

我が国には、第3次産業革命たる「ICT革命」の波に乗り遅れ、1990年代の米国のような、継続的なICT投資拡大等による経済成長

---

<sup>1</sup> 「第4次産業革命」は、①紡績機・蒸気機関車の発明、②石油・電気による大量生産の開始、③IT・コンピューター・産業用ロボットによる生産の自動化・効率化に続いて、④あらゆるモノがインターネットにつなげ、そこで蓄積される様々なデータを、人工知能などを使って解析し、新たな製品・サービスの開発につなげる。と定義されている。(出典：未来投資会議「優先的に取り組むべきアジェンダについて」(2016年11月))

<sup>2</sup> 「Society 5.0」は、①狩猟社会、②農耕社会、③工業社会、④情報社会に続く、人類史上5番目の新しい社会、いわばSociety 5.0(超スマート社会)を、世界に先駆けて実現していく。(出典：未来投資会議「優先的に取り組むべきアジェンダについて」(2016年11月)、科学技術基本計画(2016年1月))

<sup>3</sup> 「第4次産業革命」と「Society 5.0」の関係については、“企業サイドの第4次産業革命(IoT、人工知能、ビッグデータ、ロボット)と個人のライフスタイル変革によって、生産・流通・販売、交通、健康医療、金融、公共サービスなど、あらゆる場面で快適で豊かに生活できる社会、いわゆる「Society 5.0」の実現を目指す。”とされている。(出典：未来投資会議「優先的に取り組むべきアジェンダについて」(2016年11月))

を実現できなかった経験がある。主な要因としては、

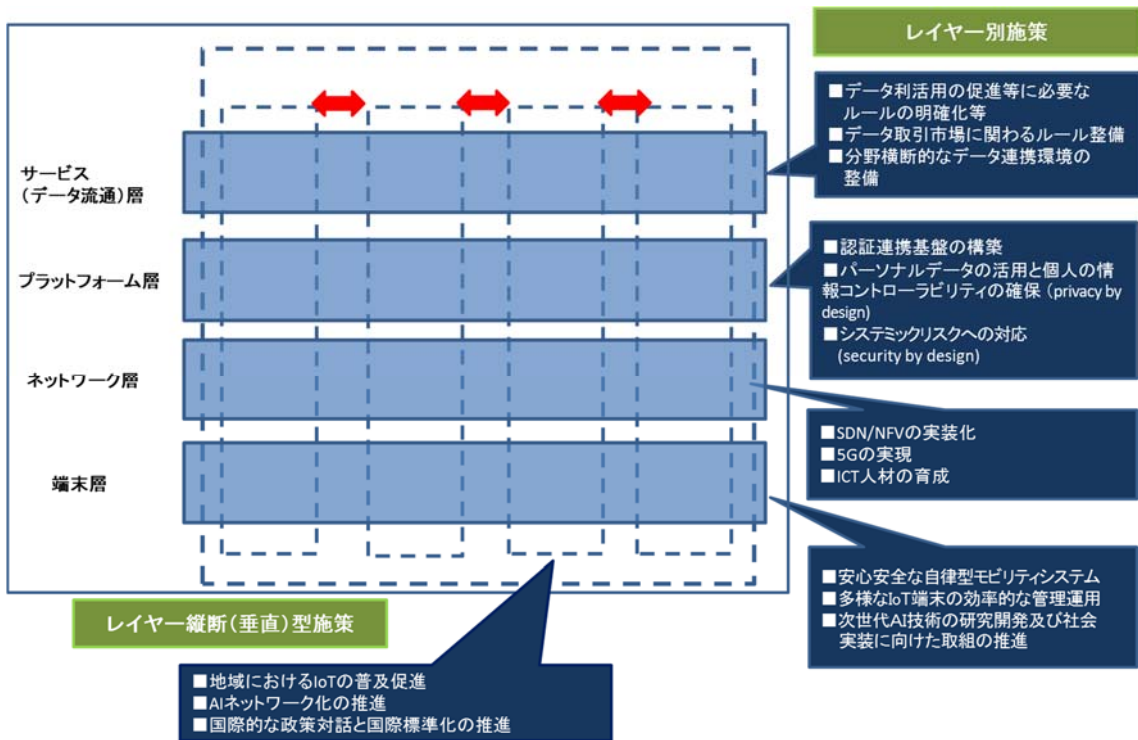
- 1) ICT 投資をコスト削減の手段と位置づける企業が多く、新たなサービス創出やビジネスモデル変革の手段として活用されなかったこと
  - 2) ユーザ企業において ICT 投資が加速せず、その利活用を進めるための人材も集積しなかったこと
  - 3) 「ポジティブリスト」を中心とする大陸法に近い制度環境の中で、「グレーゾーン」の新サービスを避ける傾向が強かったこと
- 等が指摘される。第4次産業革命が進む中、厳しさを増すグローバル競争に勝ち残っていくためには、こうした過去の経験も踏まえつつ、データ主導社会の実現に向け、可能なあらゆる政策手段を講じていかなければならない。

データ主導社会を実現する政策手段を考える際、端末・ネットワーク・プラットフォーム・サービス（データ流通）の4つの階層（レイヤー）に分けて整理する。このうち、

- ① 端末層には、センサーやアクチュエータなど多様な端末が含まれる。
- ② ネットワーク層にはデータ伝送機能が含まれ、固定・移動の様々な伝送路から構成される。
- ③ プラットフォーム層には端末や個人を識別する認証機能のほか、各種データを相互に連携させるための機能が含まれる。
- ④ サービス（データ流通）層には、上記のプラットフォームを介して接続されたデータやデータを活用して提供されるサービスが含まれる。

なお、IoT システムはこれらの4階層を含むシステムであり、IoT システムが相互に接続されたシステム(System of Systems)を構成する。

以下の具体的施策においては、ネットワーク層、プラットフォーム層、サービス（データ流通）層、端末層ごとに取り組むべき施策並びにレイヤー縦断（垂直）型の施策に大別するとともに、PDCAサイクルを確保する観点から、施策の目標、検討・実施の主体、スケジュール等について可能な限り明らかにした上で整理することとする。



## 第2章 具体的施策

### (1) レイヤー別施策

#### ① ネットワーク層

IoT の普及により幾何級数的にデータ流通量が増加する他、M2M 通信のように少量のデータが断続的に発生するケースや、逆に特定の地域や領域において一時的に大量のデータが発生・流通するバーストトラフィックの可能性等、データ流通量の可変性にも耐えられるネットワーク特性が求められる。

ビッグデータの処理を司るコンピューティング能力も柔軟な対応が求められる。基本的にはクラウドサービスによるデータ処理を原則としつつ、特に迅速なデータ処理が求められる場合にはエッジコンピューティングによる処理を組み合わせるなど柔軟なリソース配分が求められる。

以上の問題意識を踏まえ、ネットワーク層に係る施策については、以下を中心に展開する。

#### 1. SDN/NFV の実装化

IoT 時代におけるデータ流通環境を考えれば、商用ネットワークへの SDN(Software Defined Network) や NFV(Network Function Virtualization) の実装を急ぐ必要がある。このため、SDN/NFV を担う人材のスキルセットの明確化、当該スキルを身につけるための実習訓練環境の整備、獲得したスキルを認定する制度、こうした一連の取り組みを推進する体制の整備などを同時並行的に進める必要がある。

上記の具体的内容について、「IoT 政策委員会人材育成 WG」において引き続き検討を進め、2017 年夏までに結論を得て、2017 年中にスキルセットと推進体制を整備し、実習訓練を開始する。

#### 2. 5G の実現

IoT システムが社会インフラとして実装される中、モバイル通信をはじめとする通信基盤が当該社会インフラを担う重要な機能となる。

このため、大容量、低遅延、多数同時接続を実現する 5G 商用サービスを 2020 年に提供開始できるよう、産学官連携による研



究開発や ITU における標準化活動を行うとともに、2017 年度からは 5G の社会実装を念頭に、総合的な実証試験を実施する。併せて、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会において、5G 用の周波数確保に向けた基本戦略を、2017 年夏頃までにとりまとめる。

### 3. ICT 人材の育成

IoT が社会に実装され、社会インフラとして機能していくためには、システムの構築・管理・運用を担う人材の育成が急務となる。

このため、IoT 関連の情報システムに関する人材として、システム運用側の人材を中心とする IoT 人材（上記 1 の SDN/NFV 関連人材）、IoT システムを担うユーザー企業側の人材、IoT システムを含むセキュリティ人材など、求められる人材の類型ごとに、スキルセットの設定、こうしたスキルを身につけるための研修などの体制整備、獲得したスキルを認定する仕組みなどが必要となる。具体的には、以下の施策を推進する。

- 1) ユーザー企業等の人材に必要なスキルセットや講習会の在り方については、スマート IoT 推進フォーラムと連携しつつ、情報通信技術分科会の技術戦略委員会において検討し、2017 年夏までに結論を得る。
- 2) セキュリティ人材については、2017 年春に NICT にナショナルサイバートレーニングセンターを設けて実践的な人材育成を開始する他、セキュリティ関連の資格制度の取得促進を図る。併せて、2017 年 1 月から「サイバーセキュリティタスクフォース」を開催し、産学官が連携した人材育成のあり方の検討を行い、必要な施策を実施していく。
- 3) プログラミング教育については、IoT 社会においてより一層求められる論理的思考力や課題解決力、創造力を効果的に育むものであり、2020 年度から小学校で必修化する予定である。これを全国に普及するためには、「教材」や「指導者」の確保が課題となっている。

総務省では 2016 年度からクラウド活用や地元の人材を活用したプログラミング教育実施モデルの実証実験を開始しており、2017 年度中には、興味のある児童生徒はさらに高度な教育を受けられるとともに、障害のある児童生徒にもしっかりと学んでもらえる多様なモデルを確立する。併せて、これらの実証校から得られた実施モデルの全国展開を図る。これらの

成果は、2016 年度中に文部科学省、総務省、経済産業省が連携して設立する「官民コンソーシアム」に承継し、地域における指導人材の育成・確保、及び教材開発、クラウド活用の基盤となるネットワーク整備等を一体的に推進する。

## ② プラットフォーム層

IoT システムが普及し、ビッグデータ相互間の連携を実現していくためにはデータや情報の結節点となるプラットフォーム層、すなわち

- 1) 端末層で生成され、ネットワーク層を通じて収集される大量のデータ群を相互連携させ、解析結果を引き出す機能
- 2) 個人や端末を認証した上で、上記の解析結果も活用した上でサービス提供を行う機能。

等を担うシステムが重要な役割をはたす。

我が国の ICT 産業の国際競争力の低下の要因の一つとして、こうしたプラットフォーム機能の弱さが指摘されるところである。IoT 環境において、こうしたプラットフォームをいかに強化していくか、その際に、国がどのような関与を行っていくべきかは、我が国の今後の ICT 政策を検討する上で、最も重要な課題の一つである。

以上の認識に立って、プラットフォーム層に係る施策については、当面以下の基本的な考え方に沿って推進する。

- 1) 国民への普及が想定される安全な認証基盤である公的個人認証サービスの有効活用を図る。
- 2) 行政、医療、観光など公的主体が関与すべきサービス分野において、上記の機能を持つプラットフォームの構築を促進する。
- 3) その際、IoT で収集されるデータの利活用の推進等に係る所要のルールや制度面の環境整備を図るとともに、プラットフォームへのサイバー攻撃等のリスクを減殺するためのセキュリティ対策に配慮する。

具体的には、以下の施策の展開を図る必要がある。

### 1. 認証連携基盤の構築

個人が多種多様なサービスを安全に利用するためには、より利便性が高く、かつセキュリティ面の機能が強化された認証（個人や機器の真正性を確認する機能）基盤が重要になる。

プラットフォームの競争力は、その認証基盤がいかに利用者に支持され、普及するかにより左右され、こうした認証基盤の整備と利活用の促進が必要となる。我が国では、全国民が利用できる認証手段として、公的個人認証サービスが提供されており、2016年1月より、その基盤が民間事業者にも開放されている。我が国のプラットフォームの強化のためには、こうした基盤を可能な限り有効に活用していくべきである。認証基盤については、上記の公的個人認証サービスに加え、民間においても様々なサービスが提供されており、今後とも相互の競争によるサービス向上が期待されている。一方、相互運用性のない認証基盤が多数乱立すると、利用者の利便性が大きく損なわれる恐れもあることから、認証連携基盤の構築やこれを前提とした多要素認証によるセキュリティ強化も求められる。

以上を踏まえ、今後の具体策としては、まずは公的分野におけるプラットフォーム構築の取組の中で、公的個人認証サービスの活用事例を増やし、マイナンバーカードの有用性を国民の目に見える形で示していくことにより、その普及を加速していくことが必要である。取り組むべき施策とスケジュールの概要は以下のとおりである。

- 1) 2017年7月にマイナポータルが本格稼働することも念頭に置きつつ、マイナンバーカードに格納されている利用者証明機能をスマートフォンに格納し、公的個人認証サービスを活用したインターネットバンキング等の金融サービスや行政機関への申請を可能とするなど、実証実験やルール整備等を進める。
- 2) 2017年7月のマイナポータル本格運用開始時を目処に、一部地域において、医療、防災分野のサービス・プラットフォームの先行的な立ち上げを図る。こうした分野においては、既に一般社団法人が設立され、公的個人認証サービスを用いたサービス実施の実証実験が実施されている。その成果を継承し、自立的・継続的なサービス実施を可能とするよう、官民共同で推進体制の整備を図る。
- 3) 認証連携に関しては、公的個人認証基盤と民間部門の認証基盤とを連携させる官民 ID 連携により公的個人認証の活用を図るための制度整備や技術検証を推進する。

上記の検討については、引き続き本ワーキンググループにおいて、検討しつつ、「個人番号カード・公的個人認証サービス等の利活用推進の在り方に関する懇談会」において具体的な検

討を進め、アクションプランを2017年夏までに明確化する。

また、認証基盤への活用等を視野に入れてブロックチェーン技術の活用のあり方等について、基本戦略WGの下に新たな検討の場を設けて検討を行い、2017年夏を目処に第一次の取りまとめを行う。

## 2. パーソナルデータの活用と個人の情報コントロールABILITYの確保

IoTの技術革新の成果を利用者に還元していくためには、プラットフォームに収集される、様々なパーソナルデータが死蔵・破棄されることなく、最大限にその活用が促進されるための環境整備が重要な課題である。

政府は2017年春を目処とする改正個人情報保護法の施行に向けてガイドラインの策定等を進めている。今回の改正では匿名加工情報の活用などの制度整備が実現したが、データ流通環境の整備にあたってはプライバシーバイデザイン(Privacy by Design)原則に基づき個人の情報コントロールABILITYの確保を前提として組み込む必要がある。

パーソナルデータの活用と個人情報のコントロールABILITYの確保を同時並行的に促すためには、パーソナルデータを個人の許諾したルールに沿って提供し対価を得る代理人的機能として、いわゆる情報銀行に係る制度を検討することが求められる。

本検討については、「2020年に向けた社会全体のICT化推進に関する懇談会」において、情報銀行の機能を有する「IoTおもてなしクラウド事業」を通じて具体のプロジェクトとして推進している。現在、共通クラウド基盤を構築し、パーソナルデータの利活用に係る実証実験を通じてその機能検証を行うとともに、技術面・制度面の課題の洗い出しを行っているところであるが、本年夏を目途に、懇談会においてこうした検証結果のとりまとめを図る。その過程においては、内閣官房において関係府省の協力を得て開催されている「データ流通環境整備検討会」との連携を図り、所要の法制度の在り方について、検討を加速化していく。

こうした制度面の環境が整備されることにより、上記の「IoTおもてなしクラウド事業」が取り扱う訪日外国人向けのプラットフォームのみならず、個人の医療・健康等の情報のデータ連携を行うPHR(Personal Health Record)サービスのPHR

プラットフォーム等、様々な公的分野のプラットフォームの構築促進に資することが期待される。

### 3. システミックリスクへの対応

前章で指摘したように、IoT システムは多様なシステムが相互接続された System of Systems であり、特定の IoT システムにおける誤作動やサイバー攻撃の影響が他の IoT システムに波及して大きな影響が出るシステミックリスクを回避する仕組みを設けることが、社会インフラとして、特に重要な検討課題である。その際、プラットフォームに関する様々な IoT システムの設計段階からセキュリティ対策を実装するセキュリティバイデザイン(Security by Design)の考え方の普及を図る必要がある。

具体的には、IoT 機器のセキュリティ対策を抜本的に強化する必要がある。例えば IoT 機器の脆弱性を突いてマルウェアに感染させて大規模な DDoS 攻撃を仕掛ける手口が登場してきており、低機能の IoT 機器とインターネットの境界上にセキュアなゲートウェイを設置したセキュリティ対策の実証を 2017 年夏までに開始する。また、「サイバーセキュリティタスクフォース」において、IoT 機器の脆弱性に関する情報共有体制や脆弱性対策強化の施策等の IoT セキュリティ対策について検討を行い、必要な施策を実施していく。

スマートハウスは、IoT の活用によって利用者の利便性が大きく向上する分野として特に期待が高い分野であるが、上記のようなサイバー攻撃の影響が一般利用者の大きな被害に直結し得る可能性も大きく、そのサービスを支えるプラットフォームにおけるセキュリティ強化に向けた取り組みを進める必要性が大きい。IoT をベースとするスマートハウスは、宅内で複数の IoT 機器・アプリがネットワークを介して連携し、使い方や状況によっては IoT 機器・アプリが単独で動作する場合には想定できなかったリスクが生じることから、スマートハウスに係るリスクシナリオの具体化とこれに基づくリスク評価を行うことが必要であり、引き続き「スマートハウスのリスクマネジメントに関する検討会」において検討を進め、2017 年 4 月を目処に、リスクシナリオ、技術的対策、リスクをカバーする保険制度のあり方について、一定の結論を得るとともに、4 月以降、技術的対策については国際的な標準化団体への提案を目指す。

### ③ サービス（データ流通）層

IoT 環境においては、上記のプラットフォーム層の上で多種多様なデータ流通を通じたサービス提供が実現していく。しかし、規制の最小化に留意しつつ、IoT の活用で収集されたデータを、様々な実世界のサービスの利便向上に活かしていくため、主に制度面の環境整備を進める必要がある。その際、医療、農業など生活に身近な分野において先行的な取り組みを進めることにより、ルールや制度面の課題を明らかにするとともに、こうした課題解決を図る際には、政府が基本方針を定め民間部門における自主的なルール策定を尊重する「共同規制」など柔軟なアプローチを採用することが求められる。

以上の問題意識を踏まえ、サービス（データ流通）層に係る施策については、以下を中心に展開する。

#### 1. データ利活用の促進等に必要なルールの明確化等

IoT システムを活用した新たなソリューションが生み出される中、その前提となるデータ収集とその利活用を図ろうとした場合、従来の規制がその妨げとなったり、逆にルールが存在しないために利用者の安全性などが確保されない可能性がある。このため、「IoT サービス創出支援事業」を活用したルール整備など、民間の取組に対する政府の支援を一層強化する。同事業では、医療、農業、教育、都市/住まいなど生活に身近な分野を中心に、8つの実証プロジェクトが2016年6月より開始されている。これまでの審議会の検討においても、データ様式の標準化等ルール整備の必要性が指摘されているが、2020年度までに、必要なルールの明確化を20件実施するとともに、明確化されたルールについて、必要な整備、調整、働きかけ等を行う。

#### 2. データ取引市場に関わるルール整備

IoT システムの活用を通じて得られたデータの利活用を推進するためには、各種のデータを各種主体が個別に生成・収集することに加え、各主体が保有するデータを流通させるデータ取引市場を整備し、我が国におけるビックデータの流通環境の整備やデータの持つ価値の見える化を図る必要がある。

データの生成・収集の主体については、前述の「IoT おもてなしクラウド」のプロジェクトを通じ、様々な課題の明確化を図っているところであり、データ取引市場についても、既に一部

の民間企業の取組が始まっている。国の規制を導入することは市場の自由な発展を阻害する可能性があるため、健全かつ優良なデータ取引市場の要件や、市場のプレイヤーに求められる要件について、ガイドライン化や任意の認定制度を設けるなどの措置を検討することとし、当審議会において検討の場を設け、本年夏を目途に一定の結論を得ることとする。

### **3. 分野横断的なデータ連携環境の整備**

IoT を活用した新たなビジネス展開を促進するためには、分野横断的なデータの利活用を促進する必要がある。例えば、スポーツ×ICT を通じて収集したデータやノウハウを健康・介護分野で活用する等、「2020 年に向けた社会全体の ICT 化推進に関する懇談会」の下で検討を進めていく。

また、IoT デバイス間のデータ連携に資するネットワーク基盤技術の開発を行うとともに、国際的な標準化団体におけるデータ連携に向けた検討に積極的に参画し、デジュール標準やフォーラム標準の整備に我が国として貢献する。

## **④ 端末層**

IoT システムの普及に伴い、端末層においても従来とは異なる機能要件が求められる。IoT システムにおける端末（センサー）については、小型化・長寿命化が進むことが想定されるとともに、当該端末の機能追加がソフトウェアの更新によって行われたり、AI によって制御されるなど、端末層と上位層との連携を含め、多様な機能の進化が見込まれる。

以上の問題意識を踏まえ、端末層に係る施策については、多様な端末間の相互接続性を確保するための標準化の推進、端末の脆弱性対策などを講じることに加え、特に AI の活用等による端末制御の高度化を推進する。

### **1. 安心安全な自律型モビリティシステム**

我が国が超高齢化と労働人口減少を迎える中、多様な経済活動の生産性や過疎地も含めた高齢者の安全・安心な生活の確保等を図るため、様々なセンサー情報を基に通信ネットワーク技術と連携して高信頼・高精度に自動走行させる自律型モビリティシステム（電気自動車、電動車いす、自律ロボット等）は、多様な分野における持続的な成長の基盤として期待されている。

る。

このような安心安全な自律型モビリティシステムの実現のためには、移動体自身に搭載するセンサーだけでなく、高度な自己位置推定や周辺環境認知を可能とする高度地図データベース等の情報を、遅延なくリアルタイムに収集・把握する通信ネットワーク技術の確立が必要不可欠である。

このため、高効率な通信処理技術、自動走行等に必要高度地図データベースの更新・配信技術、緊急時の自動停止・再起動の高信頼化技術等の自律型モビリティシステムを支える通信ネットワーク技術を 2018 年度までに開発するとともに自動走行技術の早期の社会実装や観光、福祉等の多様な分野への展開に向けた取組を推進する。また、ネットワーク側で AI を活用してビッグデータ解析を行うことにより、端末を高度に制御し、利便性の高い新サービスの創出を目指す。

## **2. 多様な IoT 端末の効率的な管理運用**

IoT 時代には、様々な端末を通じて膨大なデータが収集・管理されるとともに、1つのデータが様々なサービスで利用されるため、特定サービスに依存しないデータ収集・利用、端末管理等を可能とする仕組みが必要となる。このため、多様な IoT 端末の効率的な管理運用を可能とする「IoT 共通基盤技術」の確立に向けて、2016 年度から研究開発を開始し、2018 年度までに IoT 共通基盤技術を開発するとともに、国際標準化に向けた取組を行う。

## **3. 次世代 AI 技術の研究開発及び社会実装に向けた取組の推進**

言語処理技術や脳情報通信技術等の次世代 AI 技術は、波及分野が広く、国際的にも AI 開発競争の主戦場となっている。また、多様な経済分野の発展基盤である AI の社会実装の加速は喫緊の課題である。このため、2019 年度までに情報通信研究機構 (NICT) が開発した言語処理技術などの最先端の AI 基盤技術の社会実装及び脳科学の知見を AI に適用した次世代 AI 技術の開発を行うとともに、引き続き「情報通信技術分科会技術戦略委員会」において、BMI (Brain Machine Interface) 等の脳情報通信技術や自然言語処理技術の社会実装に関する推進方策等を内容とする「次世代人工知能社会実装戦略」について検討し、2017 年夏を目処にとりまとめる。



## (2) レイヤー縦断（垂直）型施策

上記（1）においてはレイヤー別施策を整理したが、他方、レイヤーを縦断する垂直型施策を同時に推進する必要がある。特にリアル空間とサイバー空間の一体化が進む中、リアル空間におけるルールのサイバー空間への適用可能性や新たなルール策定の必要性に留意しつつ、垂直型施策の検討を進める必要がある。

以上の問題意識を踏まえ、レイヤー縦断（垂直）型施策については、以下を中心に展開する。

### 1. 地域における IoT の普及促進

#### 1) IoT の地域実装の推進

ICT/IoT の利活用に関する実証等の成果の地域への横展開を強力、かつ、迅速に推進するため、「地域 IoT 実装推進タスクフォース」において、2020 年度までに達成すべき目標と具体的な工程・手段等を盛り込んだ「地域 IoT 実装推進ロードマップ」を 2016 年 12 月に策定した。

あわせて同タスクフォースから提言を受けた「ロードマップの実現に向けた第一次提言」を踏まえ、全国展開に向けた総合的な推進体制の確立に向けて早急に実行に移すとともに、ロードマップを円滑に実現するための基盤となる地域における自律的実装、ICT 人材の確保、地域資源の活用の在り方について、検討を加速し、2016 年度末を目途に結論を得る。これらを踏まえ、IoT の全国の各地域への実装を着実に推進する。

#### 2) データ利活用型スマートシティの構築

総務省は、これまで ICT による地域の活性化のための施策展開を図り同時に、その横展開を図ってきた。こうした取り組みは有効であり、各地域から得られるフィードバックを政策に生かすなど、引き続きこれを推進するとともに、これに加えてインフラ整備を基礎とするスマートシティとは異なるデータ利活用型のスマートシティの構築を推進する。地域の課題解決のためのソリューションの多くは他の地域でも活用が可能なものであり、各地域で個別に構築するよりもクラウド型の共通基盤を活用することで維持負担の軽減を図り、ソリューションの持続可能性を高めることが期待される。

データ利活用型のスマートシティは、クラウド型の共通基

盤で多種多様なソリューションがその上で構築・展開されることを前提としたオープンなシステムとし、地域ベンチャーなども当該プラットフォームを活用したソリューションの提供を行うことも可能とする。また、2017年度内に産学官でスマートシティを推進する体制を構築しノウハウの共有やガイドラインなどを作成をするとともに、海外展開を視野に入れ、主要国の標準化機関等との連携を図る。

このため「ICT 街づくり推進会議スマートシティ検討 WG」において引き続き検討を進め、データ利活用型スマートシティの在り方について2017年3月までに具体化を図り、これを踏まえた先行的取り組みを推進する。

## 2. AI ネットワーク化の推進

収集・蓄積されたビッグデータを解析し、社会経済システムの抱える課題を解決するソリューションを開発・運用するため、AI の開発及びその成果の普及を図る必要がある。その際、産学官の連携による AI 研究開発を推進するとともに、AI ネットワーク化（AI 相互間のネットワーク化等をいう。）をめぐる社会的・経済的・倫理的・法的な課題について検討することが求められる。

総務省は、2016年2月から「AI ネットワーク化検討会議」を開催し、AI ネットワーク化の進展を通じて目指すべき社会像及びその基本理念の整理、AI ネットワーク化が社会・経済にもたらす影響及びリスクの評価や検討すべき課題の整理を行い、同年4月及び6月に報告書を取りまとめた。同年4月に香川県高松市で開催されたG7情報通信大臣会合において、上記検討会議の成果として、我が国から「AI 開発原則」を提唱し、参加各国から国際的な議論を進めることについての賛同を得た。また、同年6月にメキシコ・カンクンで開催された「OECD デジタル経済に関する閣僚級会合」においても、G7情報通信大臣会合の成果を紹介しつつ、AI ネットワーク化に関する国際的な議論の必要性を提唱した。

2016年10月からは、上記検討会議を発展的に改組した「AI ネットワーク社会推進会議」において、「AI 開発原則」を具体化した「AI 開発ガイドライン」（仮称）の策定に向けた検討及びAI ネットワーク化が社会・経済の各分野にもたらす影響やリスクに関する分析を進めており、2017年夏を目途に検討結果を取りまとめることとしている。こうした検討の結果を踏まえ、

G7 や OECD 等と連携しつつ、「AI 開発ガイドライン」（仮称）の策定に向けた国際的な議論を具体化・加速化させていく必要がある。

### 3. 国際的な政策対話と国際標準化の推進

IoT システムを通じて流通するデータには国境による制約がなく、信頼性のあるサイバー空間におけるデータの越境流通を促進する環境を整備するためには、国際的な議論を推進する必要がある。具体的には、二国間・多国間の枠組みを通じて、「情報の自由な流通」という基本理念を継続的に発信するとともに、過度のデータローカライゼーションの動きを牽制する必要がある。併せて、パーソナルデータの円滑な越境流通を促進するため、APEC における越境プライバシールール（CBPR<sup>4</sup>）の推進や EU 等との対話の推進を図るとともに、データの越境流通に関する ASEAN 各国との連携を図る。サイバー空間における国際法の適用等については、関係省庁と連携しつつ、国連等における議論に貢献する必要がある。

国際標準化に関しては、ITU 等の各国が投票権を有するコンセンサス重視のデジュール標準に加え、民間主導の各種フォーラム等におけるフォーラム標準化が活発化している。国際標準化は、ネットワークやサービス等に係る規格を共通化することによって、通信機器やネットワークの相互接続性や製品の適切な品質確保を図るとともに、世界的な市場創出や国際競争力強化につながる重要な政策課題である。

そのため、我が国のデジュール及びフォーラム標準化活動を一層強化するとともに、戦略的に国際標準化を進めるべく、1) 最新の動向を踏まえた戦略的な国際標準化を行うための体制整備、2) 定期的な標準化会合への継続的な対応や、日本提案への支持拡大等のための海外の IoT 関係団体との連携、3) 若手国際標準化人材の育成や国際的な会合の我が国への招聘などについて、政府として総合的な支援を行っていくことが求められる。併せて、貢献者への表彰をはじめ、企業経営者等にも標準化活動の重要性を認識してもらうための取組を進め、官民共同でフォーラム標準への対応を強化していく必要がある。

---

<sup>4</sup> Cross Border Privacy Rules 越境プライバシールール

### 第3章 今後の取り組み

IoT 総合戦略については、上記の基本的枠組み（第1章）を踏まえつつ、各施策（第2章）を中心に引き続き具体化を図る。検討に際してのロードマップは添付に掲げるとおりである。

なお、検討に際しては総合戦略としての性格に鑑み、「新たな情報通信技術戦略の在り方」第2次中間答申（2016年7月）及びこれを踏まえたその後の検討と整合性を確保しつつ進める。また、IoT政策委員会の場においてロードマップについては進捗状況のレビューを行い、当該結果を公表するとともに所要の見直しを行い、併せて政府全体の成長戦略へ反映するなど、政府全体の施策群と連携を図ることとする。



# **第2部**

## **人材育成**



## 第1章 これまでの経緯

### (1) 政府の成長戦略等における位置づけ

本審議会は、これまで2回の中間答申<sup>5</sup>において、IoT/ビッグデータ時代においては、求められるネットワークの機能や構築等の手法が抜本的に変化することや、こうした新たなネットワークの運用・管理に携わる人材を早急に育成していく必要があることについて指摘したところである。こうした提言を受け、平成28年6月に決定された成長戦略<sup>6</sup>では、「IoT 機器等を迅速・効率的にネットワークに接続するための技術等を活用したネットワークの運用・管理に求められるスキルの明確化やその認定のあり方について検討を行う」とされ、同月の「骨太方針<sup>7</sup>」においても「世界最高水準の IT インフラ環境、その運用を行う人材の確保」に官民あげて取り組む旨が明記されたところである。

### (2) ネットワークを支える人材育成に関する検討

以上を受け、本審議会においては、平成28年9月、IoT 政策委員会の下に「人材育成 WG」を設置し、以下の4点について検討を行ってきたところである。

- 1) 今後求められるネットワークと従来のネットワークからの変化
- 2) 今後のネットワークを担う人材に求められるスキルや知識のあり方
- 3) 上記 2) のスキルや知識を涵養するための環境整備(カリキュラム、教育・訓練の場、運営体制等)
- 4) 雇用の確保策を含めた、所要の環境整備を推進するための具体策及び産学官の役割分担

### (3) 中間提言と今後の審議

これまでの審議を通じて、IoT 時代のネットワークの運用・管

---

<sup>5</sup> 「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」(平成27年諮問第23号)に関する情報通信審議会からの中間答申(平成27年12月14日)(平成28年7月7日)

<sup>6</sup> 日本再興戦略2016(平成28年6月2日)

<sup>7</sup> 経済財政運営と改革の基本方針2016(骨太方針2016)(平成28年6月2日)

理を担う人材に求められるスキル、これを涵養するための体制、体制整備に向けた関係者の役割分担のあり方については、ある程度明確化されたものと考えられる。以下、その概要を示すこととするが、今後の審議において、今般の提言の一層の具体化を図ることとする。

## 第2章 IoTを支えるネットワークインフラのあり方

これまでのインターネットを支えてきた「ヒトとヒト」の間のコミュニケーションを前提とする従来型のネットワークは、「速度」「容量」「網羅性」という軸で発達してきたと考えられる。しかし、あらゆる「モノ」がインターネットに接続され、「モノとモノ」間のコミュニケーションまで対応しなければならない「IoT」の段階となれば、必要なネットワークの要件は大きく変わり、「柔軟性」という新たな軸が求められる。

ヒトのコミュニケーションに活用される場合、インターネットの通信に対するニーズは比較的限定されていた。トラヒックは音声、テキスト、画像等の範囲であり、それらを「速く」「安全に」「高品質に」伝達することが基本的なニーズであったと言える。IoTの段階では、こうしたトラヒックや、これに伴うユーザーニーズが大きく変化し、多様化が進むと考えられる。

例えば自動車がつながる場合、発信されるデータサイズは小さいが、ハンドルやブレーキ等の操作に即時に反映させるケースがあり、データ伝送の遅延を極小化することが求められる。また、監視用のウェブカメラがつながる場合、場所によっては4K8Kの画質が求められる場合もある一方、必要なデータに絞って通信するための情報処理に一定の時間を要するため、遅延に対するニーズは自動車に求められるものとは異なると考えられる。IoT時代には、このように様々なニーズに対し、柔軟に対応するネットワークが必要とされる。

柔軟性の確保のためには必要な技術も異なる。具体的には、従来のハードウェア中心のネットワークから、仮想化やソフトウェア技術による動的な設計・運用を可能とする、以下のような特徴を持つネットワークに変化していくと考えられる。

- ① 個別のネットワーク機器から、制御に係わる部分をソフトウェア化して分離し、簡易なGUIとコントローラによる集中制御を可能とするネットワーク（個別機器の設定や配線作業の軽減）。



- ② 従来は専用のハードウェアで実現されてきた機能を、汎用的なハード上に実装されるソフトウェアで実現するネットワーク。
- ③ このため、ソフトウェアによる制御・運用の比重が増加するとともに、制御・運用制御に関する API のオープン化により、その時々ユーザニーズに応じ、ネットワークの使い方を柔軟に変更することがより容易となるネットワーク。

このような IoT 時代のネットワークの進化の方向性については、すでに一部の電気通信事業者の事業計画の中にも明記されており、システム開発や投資が開始されている。

また、モバイル通信分野においては、以上の「ソフトウェア化」の技術と SIM、クラウド等の活用によって「モノ」間の通信ネットワークを構築し、IoT 通信の基盤として実際にユーザに提供する試みも始まっている。具体的には、通信ネットワークの制御・運用の一部 API を利用者に公開し、Web から速度の変更、利用量の把握、監視などを可能とすることにより、ユーザが、IoT デバイスを監視/管理するシステムを、自ら容易に構築できるサービスが開始されている。このように、IoT に対応した SDN/NFV<sup>8</sup>化に向けた動きは、もはや研究開発の段階ではなく、事業者のネットワークに実装されていく段階にあり、これを担う新たな人材育成が喫緊の課題となっているところである。

### 第3章 ネットワークインフラを支える人材の技術・スキルのあり方

#### (1) ネットワーク機器の操作・制御に関わる知識とスキル

ネットワークインフラを支える人材に必要な技術とは、一般的には、ネットワークの容量、品質、構成等に対する要求事項を整理し、これに応じて設計、構築を行う技術と整理できる。具体的には経路の設定、冗長化、障害検知、信頼性の向上等に関する要求に応じて必要な機器の選択、機器間の接続、設定等を行う技術であると考えられる。

従来、こうした技術はハードウェアに関するものが多く、電気通信事業者においては、これらの技術を担う人材によって設備や回線などハードの設計、その設置や接続のための工事や開通試験、これらの保守等の業務が実施されている。例えば、電気通信

---

<sup>8</sup> SDN : Software Defined Network、NFV : Network Functions Virtualization

設備の工事、維持、運用に関する専門知識を持つ電気通信主任技術者、端末設備等の接続に関する技能を持つ工事担任者等の人材が、ネットワークの運用・管理の業務に携わっている。

## (2) ソフトウェア化による変化に対する対応

こうした技術がハードウェアに関するものから、ソフトウェアに関するものに変化したことにより、人材に求められる知識やスキルが変化している。

### ① 従来知識やスキル

これまでのネットワークにおいては、機能が所与の機器の中から、条件に応じた機器を選定し、個別の機器の設定と、その組み合わせによってサービスに対する要求を実現するスキルが求められてきた。ネットワークを構成する伝送路、伝送装置、交換機、最近で言えばルーターやスイッチ等の機器の構造、機能、制御方法などに係わる知識が、運用・管理者に求められてきた知識と考えられる。

### ② 今後求められる知識やスキル

昨今、ネットワーク機器の操作・制御の自動化を進め、オペレーションの効率化を進める観点から、幅広い範囲のネットワーク機器を、ソフトウェアによって集中的に制御する、いわゆる SDN に対応した製品の導入が進められており、データセンター内ネットワーク、データセンター間ネットワーク、クラウド基盤、インターネット・エクスチェンジの運用・管理や地上デジタル放送の中継回線の制御など、一部の大規模ネットワークの運用・管理に導入が始まっている。

また、機能の定まった個々の機器の制御にとどまらず、ソフトウェアによる「ネットワークの機能の仮想化」(NFV)により、ネットワークを構成する機器の機能は「所与」のものでなく、機能分担を自由に決定、変更することも可能となってきた。これらの技術を活用すれば、ネットワークの構築に携わる者自身が、汎用的なハードウェアの上に、ネットワークの構成要素を自由に設計・制作(外注)することが可能となる。

これらの技術に求められる知識としては、アルゴリズム、プログラミング言語、オープンソース、機能の仮想化、クラウド活用

など、ソフトウェア全般に関する知識が重要となる。

## 第4章 人材育成に必要な環境

以上のようなスキル・技能を備えた人材の育成には、今後、産学官が共同・連携して、人材育成のための体制整備を急ぐ必要がある。具体的には、上記のスキルや技能の取得に対応する教育・訓練が大学等で実施され、こうした教育・訓練を経た人材が、ネットワークに関する企業に雇用されていく仕組みが確立していることが必要である。

企業側のこうした「出口」を確保するためには、上記の人材によって取得されたスキル・技能の内容を客観的に認定し、証明する一定のルールが整備され、教育機関と企業、企業相互で共有される必要がある。こうしたルール整備を通じて人材の流動性が確保され、ネットワークを運用・管理する企業のみならず、ユーザ企業においても、IoT のネットワークを担う人材の確保が促進されることが考えられる。

このルールとは、具体的には、1) 新たなネットワークの運用・管理を担う実務能力を「見える化」した指標(モノサシ)、及び2) こうした能力を涵養するために必要なカリキュラムや訓練環境、3) 指標を用いて実務能力を持つ者を認定する仕組みであり、企業側は、人材の採用・社内評価等に参考とする能力基準として活用することとなる。

なお、急速な技術革新に対応しつつ、こうしたルール整備・運用を進めていくためには、新技術に関する不断の調査研究とその結果を、育成すべき実務能力やその訓練過程に対し反映していく必要があり、人材育成の仕組みやルール自体が高度な研究開発の対象となる。その際、IoT 時代のネットワークに求められる技術の違いを踏まえることや、人材育成システムが国際的に通用するものとなることにも留意が必要である。

SDN/NFV においては、ソフトウェアによってネットワークサービスを構築する技能が必要となるが、その教育・訓練を行うにあたっては、以下のような要件を備えた実技訓練の場を用意することが必要となる。

- 1) 実際にインターネットを構成している IX(インターネット・エクスチェンジ)、データセンター・クラウド等が構成要素となって、企業の協力を得て、実際の通信トラヒックを扱える環境が構築されていること。また、センサーレベルの小規模デー

タから 4 K 8 K の大容量映像まで、多様なトラヒック環境が用意されていること。

2) ソフト・ハード両面のマルチベンダー環境において、データセンター間に跨るサービスの構築、IX を活用したネットワークの形成など、SDN/NFV を用いたネットワーク構築に関する演習が可能であること。

## 第5章 産学官が講ずべき具体的施策

IoT の人材育成に係る産学官共同の枠組みは、本委員会での検討対象とは異なる分野において、既に一部運用されている。例えば情報分析の技術者「データサイエンティスト」については、データサイエンティスト協会が「スキルチェックリスト」という形で平成 27 年 11 月に発表しており、こうした検討成果も活用しつつ、慶應義塾大学において、データ解析やマーケティングへの応用手法等を扱う寄付講座が開設・運営されている。また、サイバーセキュリティについては、情報処理推進機構が「情報処理安全確保支援士」として平成 29 年から資格試験を始めることとなっている。こうした状況を踏まえ、IoT を支えるネットワークの分野においても、早急に人材育成の枠組みを立ち上げることが必要と考えられる。

具体的には、産学官の適切な役割分担の下、前記第 4 章に示したルールを整備し、これを自律的・継続的に運用するための体制と、こうした体制の下に教育・訓練を受け、当該ルールの下に認定・証明を受けた者を一定数ネットワーク企業側でも受け入れる枠組みについて、遅くとも平成 29 年中には立ち上げることが必要と考えられる。

こうした枠組みの構築には、1) カリキュラムの策定とバージョンアップのための研究開発、2) カリキュラムに基づく講義・実技の場の整備と指導者の確保、3) 実務能力の認定制度と認定を受けた者に関する、インターンシップを含めた企業側の受け入れ体制の整備 4) 上記 1)～3) に要する資金の継続的な確保等の作業が必要となる。

今後、産学官の関係者の中で、継続的な運営体制として一般社団法人を設立することも視野に入れつつ、まずは以下のような役割分担を目安として検討を進め、平成 29 年 7 月のとりまとめにおいて、上記ルールの運営体制や、全体的な枠組みの具体化・明確化を図ることとする。

### **(1) 学(大学等)**

- ① 企業等と連携したカリキュラムの策定、カリキュラムを前提とした講座の設置と単位の発行
- ② カリキュラムを終了した学生が行うインターンシップ等に対する単位の発行

### **(2) 産(ネットワーク企業等)**

- ① 大学等と連携したカリキュラムの策定、当該カリキュラムを前提とした寄付講座等を通じた大学への講師派遣
- ② 上記で作成された過程を終了した学生について、インターンシップ受け入れや、雇用の促進

### **(3) 官(総務省等)**

- ① 上記第4章に示した実技環境の整備支援と、その円滑な運営体制の整備促進
- ② 上記(1)及び(2)を含む全体的な産学連携体制の構築の促進

## **第6章 今後の審議における重点事項**

今後の審議においては、大学における教育・訓練のカリキュラムの策定とその実施、習得したスキルの認定制度、企業におけるインターンシップや実際の採用まで、一貫した人材育成の枠組みのあり方について検討を進める。次のとりまとめにおいては、こうした枠組みについて、実際に参加する大学や企業の「顔の見える」具体的な姿を提言することを目標とする。

なお、今後の審議においては、これまでの審議等でなされた指摘も踏まえ、下記のような点にも留意していくことが必要である。

- 1) IoT 分野において求められるスキルや技能は多様であり、データ分析、セキュリティ、サーバ・クラウドの運用など、スキルや技能の内容が違えば、必要なカリキュラム其他人材育成の仕組みは大きく異なる。今般の検討は、IoT 分野で求められる全てのスキルを対象とするものではなく、IoT を支えるネットワークインフラ(SDN/NFV)に関する人材育成の育成策のとりまとめを目的とすること。

- 2) SDN/NFV を担う人材に求められるスキルも一律ではなく、サービス・ネットワークの基本設計を行う者、設計において定められた個々の構成要素の開発者、現場でソフトウェア等の実装等を行う技術者など、サービス・ネットワークの構築における役割に応じて、カリキュラムが構成、検討されていくべきこと。
  
- 3) 既に沖縄等の一部地域において、SDN/NFV の人材育成の枠組みが発足・運営されている例もあり、今後こうした分野の人材育成体制の新たな立ち上げを検討するにあたっては、これまでの取組みを通じて形成された経験と資産の活用に留意すべきこと。