

東京大学 公共政策大学院

ワーキング・ペーパーシリーズ

GraSPP Working Paper Series

The University of Tokyo

GraSPP-P-13-001

M2Mに関するテクノロジー・アセスメント

谷口智哉 大久保翔太

2013年1月

GraSPP
THE UNIVERSITY OF TOKYO

GraSPP Policy Research Paper 13-001

GRADUATE SCHOOL OF PUBLIC POLICY
THE UNIVERSITY OF TOKYO
HONGO, BUNKYO-KU, JAPAN

GraSPP
THE UNIVERSITY OF TOKYO

M2Mに関するテクノロジー・アセスメント

東京大学 公共政策大学院
事例研究(テクノロジー・アセスメント)2012年度

公共管理コース2年 谷口智哉
公共管理コース2年 大久保翔太

GraSPP ポリシーリサーチ・ペーパーシリーズの多くは
以下のサイトから無料で入手可能です。
<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/research/wp/index.htm>

このポリシーリサーチ・ペーパーシリーズは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある
論文草稿である。著者の承諾なしに引用・配布することは差し控えられたい。

東京大学 公共政策大学院 代表 TEL 03-5841-1349

2012 年度 事例研究（テクノロジー・アセスメント）

M2Mに関するテクノロジー・アセスメント

2013 年 1 月 10 日

東京大学公共政策大学院 谷口智哉、大久保翔太

目次

目次.....	2
報告書概要.....	5
1 はじめに.....	6
1. 1 背景.....	6
1. 2 本報告書の位置付け.....	7
2 インタビューの実施内容について.....	9
3 M2M の概要.....	10
3. 1 M2M の定義.....	10
3. 1. 1 情報セキュリティ政策会議.....	10
3. 1. 2 総務省.....	10
3. 1. 3 ICT 共通基盤技術検討ワーキンググループ.....	10
3. 1. 4 NTT データ.....	10
3. 2 M2M の基本構成.....	11
4 M2M を用いて実現されるサービス.....	12
4. 1 顔認識機能付き自動販売機.....	12
4. 2 ヘルスケア.....	13
4. 3 インフラ管理.....	14
4. 4 農業.....	15
4. 5 サービスの4分類.....	16
4. 5. 1 グループ1:「人に関係する情報」×「常に同じものから収集」.....	16
4. 5. 2 グループ2:「人に関係しない情報」×「常に同じものから収集」.....	16
4. 5. 3 グループ3:「人に関係する情報」×「不特定多数から収集」.....	16
4. 5. 4 グループ4:「人に関係しない情報」×「不特定多数から収集」.....	17
4. 6 ビッグデータとの組み合わせで実現するサービス.....	17
5 現状と課題.....	18
5. 1 個人情報とプライバシー.....	18
5. 1. 1 個人情報やプライバシーへの懸念.....	18
5. 1. 2 法律的な保護の現状.....	19
5. 1. 3 過剰な保護意識への危惧.....	23
5. 2 雇用問題.....	24
5. 2. 1 雇用に与える影響の懸念.....	24
5. 2. 2 雇用の喪失に対する法律的保護.....	25
5. 2. 3 新規雇用創出による喪失分の吸収.....	27

5. 3	データの所有権・著作権.....	28
5. 3. 1	所有権と著作権の関係.....	28
5. 3. 2	法制度の現状.....	28
5. 3. 3	関係者の認識.....	29
5. 4	ビッグデータの進展が M2M に与える影響.....	30
5. 4. 1	ビッグデータと M2M の関係.....	30
5. 4. 2	ビッグデータの将来性.....	30
5. 4. 3	ビッグデータの実用サービス.....	31
5. 5	使用周波数帯.....	32
5. 5. 1	M2M と電波の関係の位置付け.....	32
5. 5. 2	周波数の割当の必要性.....	32
5. 5. 3	周波数割当の現状.....	33
5. 5. 4	周波数割当の変更について.....	33
5. 5. 5	周波数帯から見た M2M の課題.....	34
5. 5. 6	電波利用料金の問題.....	35
5. 6	ネットワーク制御技術.....	35
5. 7	無線通信方式の規格.....	36
5. 7. 1	現状について.....	36
5. 7. 2	課題について.....	37
5. 8	暗号化と M2M.....	38
5. 8. 1	暗号化方式.....	38
5. 8. 2	M2M における暗号化の問題.....	38
5. 9	低消費電力化.....	39
5. 9. 1	M2M における低消費電力の重要性.....	39
5. 9. 2	現状の技術動向.....	39
5. 10	センサの小型化と低コスト化.....	41
5. 10. 1	センサの小型化.....	41
5. 10. 2	低コスト化.....	41
5. 11	標準化.....	42
5. 11. 1	標準化の重要性.....	42
5. 11. 2	標準化の動向.....	42
5. 12	M2M に関する横断的な協力の場.....	43
5. 12. 1	M2M に関する組織間の連携について.....	43
5. 12. 2	横断的な人材育成.....	44
5. 13	M2M を用いたサービスの創出及び実現について.....	46
5. 13. 1	M2M を用いたサービスの創出及び実現への懸念.....	46

5. 1 3. 2 M2M を用いたサービスの創出及び実現に関する現状と課題.....	46
5. 1 4 M2M を悪用した犯罪等について.....	47
5. 1 5 M2M の普及の際の国家安全保障について.....	49
6 政策に取り入れ得る要素について.....	51
6. 1 国が保有する情報の公開.....	51
6. 2 M2M が扱うデータの保護.....	52
6. 2. 1 法的な側面からの保護.....	52
6. 2. 2 個人情報及びプライバシー保護に関する検討の場.....	54
6. 2. 3 技術的な側面からの保護.....	55
6. 3 標準化に向けた検討.....	56
6. 4 犯罪等への対策.....	56
6. 5 国家安全保障への配慮.....	57
6. 6 国としての検討の場の必要性.....	57
6. 7 政府による M2M 整備政策.....	58
7 おわりに.....	59
Appendix.....	60
A. 本報告書の概要図.....	60
B. 1 電波とは.....	61
B. 2 電波の一般的な性質.....	61
B. 3 周波数帯の利用状況の概要.....	62
参考文献.....	64

報告書概要

M2M (Machine To Machine) とは、ネットワークに繋がれた機械同士が、人間を介在せずに相互に情報を交換し、最適な制御や情報処理などを自動的に行うシステムである。M2M は情報通信技術 (ICT) 産業の中でも近年特に注目される、ビッグデータの活用やスマートコミュニティの構築のための基盤技術で、政府内でも総合科学技術会議等で重要な技術として議論が進められている。一方で当該技術については、プライバシーや今後のサービス展開方法等に関し課題も多く指摘されている。

そこで本テクノロジー・アセスメント (TA) 報告書では、第 4 期科学技術基本計画に基づき ICT に関する検討を行う内閣府 ICT 共通基盤技術検討ワーキング・グループ (WG) をクライアントとして想定し、M2M に関する技術的・社会的な課題について、推進・抑制のいずれにも属さない中立的な立場からの情報提供を行った。

本 TA の実施にあたって、我々は文献調査や、行政機関関係者、研究者等へのインタビューを行なうとともに、我々の間でも課題の検討を行った。

本 TA の報告書において、まず、M2M の定義や基本的な技術構成、M2M を用いて現在実現されている、または今後実現されることが予測されるサービスについて述べた。その上で、サービスを「人に関係する情報を収集するかどうか」、「情報を収集する対象が常に同じものか、不特定多数か」という 2 つの観点から分類した。

次に、現在 M2M に関し指摘されている課題とその現状について、法制度や技術等の側面から可能な限り多面的に提示した。具体的には、個人情報とプライバシー、雇用への影響、データの所有権と著作権、使用周波数帯、暗号化、低消費電力化等の課題とその現状について、情報提供を行った。

以上を踏まえ、最後に、これから M2M を社会に導入していく上で、政府としてどのような要素を政策に取り入れ得るか提示した。具体的には、政府保有情報の公開、M2M が扱うデータの法的・技術的な保護、標準化に向けた検討、犯罪や安全保障面での対策、M2M に関する政府内での検討の場の設置、政府による M2M 整備政策等の要素について、考察を行った。

なお、報告書全体を説明するための概要図を Appendix として添付してあるので、参考とされたい。

1 はじめに

1. 1 背景

M2M (エム・トゥー・エム) とは Machine To Machine の略であり、「ネットワークに繋がれた機械同士が、人間を介在せずに相互に情報を交換し、最適な制御や情報処理などを自動的に行うシステム」のことである。ここでいう機械とは、パソコンやサーバなどのコンピュータに限定されず、自動販売機や工事用車両、工場内の工作用機械、さらに建築物に設置された小型のセンサなども含む幅広いものである。この M2M を用いることで様々なサービスが実現可能となるが、例えば、現在実現しているものとしては、自動販売機が携帯電話網を利用して在庫状況を自動的に送信し、その情報を在庫センターのサーバが蓄積し、在庫が少ないなど配送が必要な状況かを自動的に判断して補充指示を配送センターの端末に表示するというシステムがある。また、近く実現が予想されるものとしては、電気の計測器であるメーター同士が通信を行い、電気使用量の制御や料金設定等を行うスマートメーターが挙げられる。

また、M2M は産業の観点からも重要と考えられる。M2M を含む情報通信技術(以下「ICT」という) 産業は、一部停滞があるものの、依然国内生産額規模で見ると自動車に比肩する基幹産業として日本経済をけん引している¹。また、けん引のルートとしても、① ICT 産業の生産・雇用誘発等による経済けん引力の強化、② ICT ユーザー企業などの各部門への ICT 実装強化によるサービス革新・生産性向上の 2 つ²があり、生産誘発効果が大きいとされている。

加えて、ICT はあらゆる領域に活用される万能ツール、すなわち GPT (General Purpose Technology) として、先進国、新興国、開発途上国などあらゆる国で成長のエンジンとして期待されている³。

この ICT の中で現在注目されているものとして、ビッグデータ (ICT 技術の進展により生成・収集・蓄積等が可能・容易になる多種多量のデータ) の活用や、スマートコミュニティ (家庭やビル、交通システム等をネットワークで繋ぐなど、ICT を活用することによりエネルギーの最適化等の持続的な社会システムを構築しようとする取り組み)⁴⁵⁶があるが、M2M は、これらにとっての基盤技術となっている。

日本の競争力という観点から見ても、日本は Web サービス領域のデータ収集では Google、Amazon、Facebook などに現在遅れをとっているのに対して、M2M の普及によりこれから始まる現実世界のデータを収集する領域では日本も競争が可能であり、特に M2M を用いて現実のデータを膨大に集め、予測・発見・整理などの深い分析を行っていく仕組みを推進していくことが有望である⁷。

政府の動きにおいても、総合科学技術会議 (日本の総合的・基本的な科学技術政策の企画立案及び総合調整を行うことを目的とした「重要政策に関する会議」の 1 つ) の中で、現在、ICT は課題解決を志向した科学技術政策のすべてに関する基盤技術として重要視されている。

一方で、M2M について、課題も懸念されている。サイバー空間で頻繁に問題となるプライバシーや個人データの保護については、M2M が人の手を介さずにデータを収集する性質を持つことに伴う問題の発生が懸念されている。また、収集した後のデータの活用方法やその所有権についても定まったものがなく、誰が市場でデータを使いニーズを引き出し、利活用の担い手になるか不明であるという問題もある。加えて、M2M の普及による産業の変化で、雇用関係でも変化が起これ、既存の雇用に関して問題が発生することも懸念される。また、M2M のサービス展開が、携帯電話で起こったような垂直統合型かそれとも水平統合型か、どちらの流れが良いのかという問題もある。そして、M2M に関する規格についても、日本での M2M の活用が始まったばかりの状況で、今後どのように展開するかを検討していく必要もある。

このように M2M は日本にとって期待も課題もあるが、世界的に見ても、ITU-T で通信ネットワークの技術、運用方法に関する国際標準の策定や、これに必要な技術的検討が行われている上、新たな取り組み分野として、2012 年（平成 24 年）1 月の電気通信標準化アドバイザリーグループに、M2M のサービス展開を促進するための検討を行う「Focus Group on M2M Service Layer」が設置されるなど、動きが活発化している。

また、通信技術の標準規格の策定に取り組む全世界の 7 つ（日本、アメリカ、イギリス、中国、韓国、EU）の標準化団体が、M2M 通信の共通規格の策定に向けて提携することを 2012 年初めに合意⁸、その後、2012 年 7 月 24 日に「oneM2M 連携協定」に署名が行われ、正式に oneM2M が発足された⁹。

1. 2 本報告書の位置付け

本テクノロジー・アセスメント(以下「TA」という)報告書は、このように近年重要性の高まっている M2M という科学技術に着目し、今後日本社会に導入する際の効果や課題を検討する場に向けて、不偏不党な立場から、関係する情報や整理した論点を示し検討の基礎を提供することを目的として作成した。これにより、M2M の効果的な導入や課題の解決が図られることを期待する。

この報告書のクライアントを検討するにあたっては、日本全体の中期の科学技術計画である第 4 期科学技術基本計画に注目し、その中でも、当該計画に掲げられた課題の達成に向け横断的に活用され得る ICT の検討や国際競争力の視点からの ICT の強化促進を目指している内閣府 総合科学技術会議 科学技術イノベーション政策推進専門調査会 ICT 共通基盤技術検討ワーキンググループ（以下「ICT 共通基盤 WG」という）の場に注目した。そして、このワーキンググループ（以下「WG」という）の相田主査にインタビューを行ったところ「現在、WG は ICT が普及した時の課題までは検討していないが、今後 WG で技術の正負の両面から検討を行うことは重要だと考えており、TA のような情報提供は望ましい」との考えを聞くことができたため、この WG をクライアントとして報告書を作成した。

加えて、当該 WG は 7 月現在では技術指向の検討を行っているが、今後は課題解決のため、ニーズ指向である WG とリエゾンを図ることとなっており、その点でも社会への導入を検討する TA が当該 WG にとって有用となると考える。

2 インタビューの実施内容について

本TAの実施にあたっては、次の(1)～(5)の方にインタビューを行った。

インタビューは対面形式で実施し、主には、TAにおいて、我々が検討している観点についてインタビューイー（インタビュー対象者）の考えを聴取するとともに、我々が見落としている観点がないかを確認するようにし、さらに後半に行ったインタビューでは他のインタビューで明らかになった課題についても意見を伺うようにした。加えて、各インタビューイーがM2Mを検討する際に見落としている点が何かを探るように留意した。

インタビューイーの選定方法については、WGの主査である相田先生からスノーボーリング方式で、森川教授や内閣府を選定し、さらに内閣府から総務省、NTTデータを選定するとともに、文献調査やインタビュー内容から産業面でのインタビューが必要だと判断し、経済産業省を選定した。

- (1) 東京大学大学院工学系研究科教授、ICT共通基盤WG委員 相田仁教授
インタビュー日時：2012年6月20日 17:00-18:30
- (2) 東京大学先端科学技術研究センター教授、ICT共通基盤WG委員 森川博之教授
インタビュー日時：2012年7月6日 19:30-20:45
- (3) 内閣府政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）付 伊丹俊八参事官
笠井裕之上席政策調査員
インタビュー日時：2012年7月11日 13:30~14:45
- (4) 総務省情報通信国際戦略局 情報通信政策課 恩賀一補佐
通信規格課 橋本昌史補佐
インタビュー日時：2012年7月19日 13:35~14:45
- (5) 経済産業省商務情報政策局情報経済課 佐々木康裕係長
インタビュー日時：2012年8月16日 14:35~14:45
(肩書きはいずれもインタビュー当時)

この他、NTTデータにはインタビューをできなかったものの、橋梁システム及びM2M、M2M・ビッグデータの方向性と課題に関する資料の提供を受けた。

なお、本文中にインタビューで聴取した内容を記載しており、発言者の氏名も併せて記載しているが、インタビューにあたっては、各人が所属する団体の意見としてではなく、各人の個人的な立場からの意見として聴取していることに留意されたい。

3 M2M の概要

3. 1 M2M の定義

M2M には、厳格に定まった定義はないようであるが¹⁰、本報告書では、次節以降に述べる各主体の定義の内容を踏まえ、「ネットワークに繋がれた機械同士が、人間を介在せずに相互に情報を交換し、最適な制御や情報処理などを自動的に行うシステム」と定義する。

政府や企業における定義は次のようなものがある。

3. 1. 1 情報セキュリティ政策会議

情報セキュリティ政策会議が作成した「情報セキュリティ 2012」¹¹では、「ネットワークに繋がれた機械同士が人間を介在せずに相互に情報交換し、自動的に最適な制御が行われるシステムを指す。例としては、各種センサ・デバイス（情報家電、自動車、自動販売機、建築物、スマートフォン等）を、ネットワークを通じて協調させ、エネルギー管理、施設管理、経年劣化監視、防災、福祉等の多様な分野のサービスを実現するなど。」と定義している。

3. 1. 2 総務省

総務省の「平成 24 年版 情報通信白書」では、「人間を介在せずに相互に情報交換し、様々な機器に埋め込まれたセンサネットワークにより自動的に最適な制御が行われるシステム」と定義している。

また、M2M の実証実験の計画書である「[モノのインターネット]時代の通信規格の開発・実証 基本計画書」においては、「人の操作を介さず、端末装置等の機械のみで、安定かつ高品質の通信を可能とする技術」と定義している。

3. 1. 3 ICT 共通基盤技術検討ワーキンググループ

ICT 共通基盤 WG においては、その議事録において、森川構成員から「インターネット、ユビキタスがインターネット 40 年、ユビキタスは 10 年から 20 年といった流れの中で Machine-to-Machine、Cyber Physical System、Internet of Things、ビッグデータ、物聯網といったあたりが ICT としての方向感かなと思っています。このあたり厳密な定義はしないで、ほぼ一緒だということで話は進めさせていただきます」と発言しており、M2M をインターネットやユビキタスという世界のネットワーク全体という概念で捉えている。

3. 1. 4 NTT データ

事業者の 1 つであり、M2M サービスも行っている NTT データ¹²は、M2M を利用した社会基盤整備事業のプレスリリース¹³の中で、M2M を「無線・有線網を利用し、遠隔の機器と IT システムの間で、人手を介さず行われる双方向通信サービスのこと」としている。

3. 2 M2Mの基本構成

M2Mの基本構成は、外界から情報を受け取る側の機械（センサ部）、外界への作用や情報処理等を行う側の機械（情報処理・制御機器部）、この機械の間を繋ぐ通信（通信部）の大きく分けて3つの部分で構成される（図1）。例えば、M2Mを利用している自動販売機や工事用車両などには、このセンサ部や通信部としてモジュールが搭載されており、管理部署にあるコンピュータ等が情報処理・制御部となって、M2Mを構成しているのである。

各部について説明する。

センサ部は情報の入力部分であり、その用途によって色々なものが想定される。センサ部に必要な技術としては、外界からの情報を電気的な信号に変えて処理する技術やそれを駆動させるためのエネルギー技術などが必要となる。センサ部の働きとしては、例えば、温度センサ、湿度センサ、光量センサなどを用いることで農業に重要な情報を取得できる。前述の自動販売機の例では、使用されているセンサはカメラであり、画像を取得していることになる。また、橋の維持管理のシステムでは、橋に物理的な振動を検知するセンサが付いている。これらセンサ部が得た情報は通信部に伝えられる。

通信部は、詳細は後述するが、有線や無線や受発信の機器で構成されている。センサ部の情報は、通信部の働きによりから情報処理・制御部に送信され、到達する。

情報処理・制御部では、受信した情報を処理し、外界に作用する。情報処理・制御部に関係する技術としては、データベースのような蓄積技術や機械学習のような分析技術、機械的な作用を行なうのであればロボティクス技術が必要となる。例えば、蓄積した情報を分析することで新たな情報を作り出し、条件に従って自動的に表示したり、機械的な動作をしたり、音を鳴らしたりするのは情報処理・制御部である。農業の例では、自動的に機械を動作させ、水を撒くなどする。

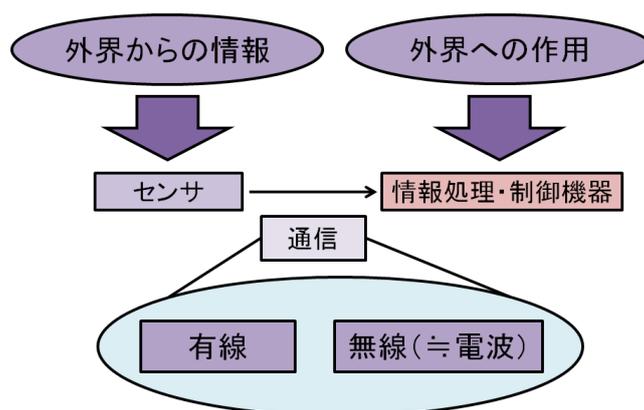


図1 M2Mの基本構成図

4 M2M を用いて実現されるサービス

M2M に関する技術は発展中ではあるものの、既存の技術でも M2M を実現可能な部分があり、既に実用化されている M2M を用いたサービスもいくつかある。実用化の例としては、農業、交通、インフラ、流通、設備機器など様々な分野のものがある。また、関係者からのインタビューや、各企業の公開する資料などから、M2M を用いたサービスの将来像を予測することができた。

本章では、既に実用化されている、あるいは今後実現し得るサービスの一例を紹介するとともに、サービスで集められるデータの種類によってそれらを 4 つのグループに分類する。さらに、M2M の発展に欠かすことのできないビッグデータと関係したサービスについても触れる。

4. 1 顔認識機能付き自動販売機

JR 東日本ウォータービジネスが展開する「次世代自販機」(次ページ図 2) は、既に実用化されている M2M サービスの一例である。自動販売機は M2M の例としてしばしば取り上げられてきたが、その場合は次ページ図 3 のような遠隔での在庫管理という機能であることが多かった。しかしこれよりも進んだものである「次世代自販機」には大型タッチパネルディスプレイが搭載されたことで、商品サンプルが廃止されるとともにデジタルサイネージとして活用されている。

また M2M に関わる特徴として、顔認識機能を応用した販売方法がある。その販売方法とは、まず自動販売機に搭載されたカメラで客の顔の画像を取得して年齢と性別を判定し、そのデータとどのような商品を購入したかというデータをセンターに送信し、蓄積していく。そして、その蓄積されたデータを基に、客の年齢、性別に合った商品を分析し、購入前にはそれを「おすすめ」として提示することで、購買意欲を高めるというものである。もともと用意されたデータベースを用いるのではなく、自動販売機とセンターが通信し合うことでデータがリアルタイムに更新され、常に最新の情報を取り入れることができる。

このサービスには、今後さらに高度なシステムが取り入れられる可能性もあると考えられる。「おすすめ」を提示するためのデータベースに、販売した季節、曜日、時間帯などの時期や時間の情報、さらにはセンサで読み取った温度、湿度、光度などの情報や、設置地域、設置場所の状況などの情報を組み合わせることにより、状況に応じた「おすすめ」の提示のように、より高度な分析も可能となる。他にも、自動販売機間での情報共有だけでなく、店舗販売の際に得られる POS データとの組み合わせも考えられる。

さらに以前から利用されている在庫管理システムを、これらのシステムと組み合わせれば、天候に応じて在庫を補充するなど、商品の補充効率をより良くすることも可能となるだろう。



図 2 次世代自販機¹⁴



図 3 自動販売機の在庫管理システム¹⁵

4. 2 ヘルスケア

現在でも電子カルテなど医療分野における ICT の活用は盛んに行われているが、M2M についても医療の高度化への貢献が期待されている。例えば、M2M を用いて人の健康管理を効率的に行うことができる。具体的には、日々の食事、運動量、体重、血圧等のデータを M2M のセンサにより収集し、自動的に分析することで、その時々々の健康状態や、改善方法、病院での診療を受けるべきか否かなど、健康管理の手助けとなる情報を得ることができる(次ページ図 4)。

その際に懸念されることは、プライバシーの問題である。5 章で詳しく述べるが、人間の生体情報はプライバシーに深く関わるものであり、これらのシステムを実現させるには、セキュリティ強化が特に重要な課題となる。また、情報収集の際、体重計や血圧計などの外部のセンサの他に、体内にチップを埋め込むタイプのセンサが用いられる可能性もあるが、これには倫理的な問題があり、慎重な対応が必要だという意見もある。

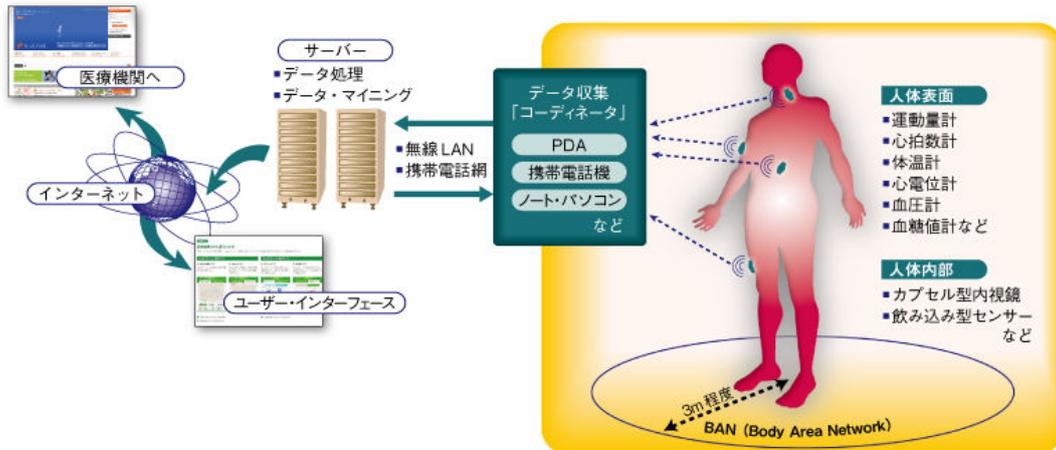


図4 ヘルスケアにおける人体データの収集¹⁶

4. 3 インフラ管理

インフラ管理の分野でも M2M は有用である。例えば、最近のものとして、東京ゲートブリッジに設置された「ひずみセンサ」がある。

東京ゲートブリッジは中央防波堤外側埋立地と江東区若洲を結ぶ橋梁であるが、この橋には、伸縮や傾きの度合い、振動の様子、通過する車両の数や重量などを感知する様々なセンサが設置されており、これらセンサが自動的に通信を行って情報が集められ、その情報を分析することで、異常を自動的に検知できるようになっている¹⁷ (次ページ図 5)。このシステムを利用して橋の老朽化の度合いを把握することで、適切な維持や修繕を行うことが可能となり、インフラを長寿命化したり、その保守管理のトータルコストを削減したりできる。さらに、災害時には損傷等を瞬時に判断することで、どのインフラが利用可能かを判定したり、回復までのコストを予想したり、直ちに最適な策を講じる手助けとなる。

現在全国各地で高度経済成長期に造られた橋の老朽化が問題となっており、20 年後には国内の全ての橋のうちの半分以上が建設後 50 年を超え、寿命を迎えることになる見通しである。それらの橋に、東京ゲートブリッジと同じようなセンサを設置することで、その疲労度などの状態を把握しやすくなり、点検や補修などをするべき箇所や時期を正確に判断することが可能となる。

その他、同様の日本製の M2M システムは、ベトナムや中国の橋梁においても利用されており、インフラについて高度な技術を有する日本が、世界的に進出する際に強みとなる技術にもなっている。

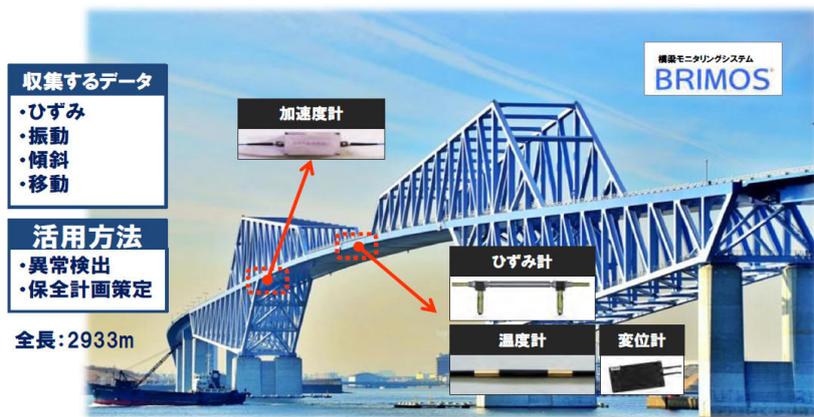


図5 東京ゲートブリッジへの適用例¹⁸

4.4 農業

M2Mの技術は農業でも活用することができる。既に、個々の農家に試験的に実装されているシステムもあり、遠隔地での作物の成長状態の把握や、病気の早期発見などに役立っている。将来的には、大規模な農地において、成長状況やそれらの位置情報、天候、気温、湿度などあらゆるデータを収集し、栽培のみならず、適切な収穫時期の判断や、商品としての流通までを管理することもできる。これらの農業と従来の単純にオートメーション化されただけの農業との大きな違いは、集められたデータを蓄積し利用することで、より正確な分析を行うことができるという点である。

ただし、このようなコンピュータによる管理は、農作物の栽培形態に影響するため、特に小規模な農家や農業組合などからの反発の可能性が考えられる。

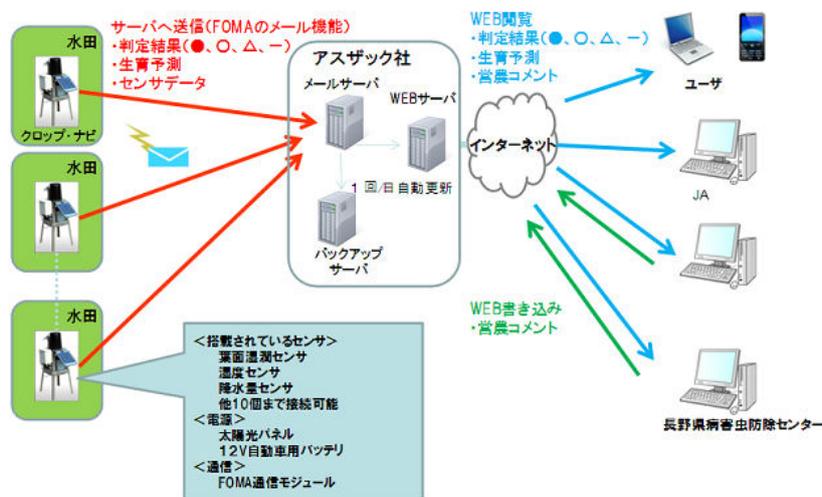


図6 農業での実用例¹⁹

4. 5 サービスの4分類

M2M を利用したサービスには様々なものがあり、それぞれ特徴も異なっている。そこで、これらのサービスを、収集する情報によって4つに分類する。

その分類方法とは、収集する情報が「人に関する情報かどうか」という点と、情報を集める対象が「常に同じものか、不特定多数か」という点に着目し、その2つの組み合わせで下表のように4つのグループに分けるというものである。それぞれのグループの特徴は以下のとおりである。

	人に関する情報	人に関係しない情報
同じものから収集	<グループ1> 例：ヘルスケア	<グループ2> 例：農業
不特定多数から収集	<グループ3> 例：自動販売機	<グループ4> 例：東京ゲートブリッジ

表1 サービスの4分類

4. 5. 1 グループ1：「人に関する情報」×「常に同じものから収集」

このグループは、1人の特定の個人から情報を収集することになり、個人情報扱うことになる。そのため、センサ設置の際の十分な説明や、徹底した情報の管理など、収集する情報の取り扱いには十分な配慮が必要である。上記の例の中では、ヘルスケアに関するサービスがこれに当てはまる。

4. 5. 2 グループ2：「人に関係しない情報」×「常に同じものから収集」

このグループでは、人ではない「モノ」に関する情報を扱う。しかし、それらが個人や特定の一企業の利益に関わる場合は、盗み見等への対策はやはり必要である。ただし、個人情報と異なり、ある1つのセンサによる情報だけでは意味を成さない場合が多いとも考えられる。上記の例では、農業に関するサービスがこれに当てはまる。また、東京ゲートブリッジの例の一部も当てはまる。

4. 5. 3 グループ3：「人に関する情報」×「不特定多数から収集」

このグループでは、個人情報を扱うものの、不特定多数の人から情報を集め、個人を特定する情報を目的としないことが多い。そのため、グループ1のように特定の一個人から情報を集める場合ほど、慎重になる必要はないこともある。しかし、情報の中に個人が特定できてしまうものが存在する場合などは、十分な配慮が必要となる。また、1つの情報では特定できない場合でも、複数の情報の組み合わせによる特定が行われなくようにする必要がある。不特定多数から集める場合、情報を収集されている人が、そのことに気づいて

いない恐れもあり、その場合は絶対に個人が特定されないようにするか、事前にしっかりと同意を求める必要がある。上記の例では、自動販売機の例がこれに当てはまる。

4. 5. 4 グループ4 : 「人に関係しない情報」 × 「不特定多数から収集」

このグループには、4つのグループの中では、比較的セキュリティレベルが低くても良い場合がある。また、グループ3と同様に1つの情報だけでは意味を成さない場合も多い。ただし、車両の識別番号等を用いて情報を収集する場合など、個人情報にもなり得るものもあるため、注意が必要である。東京ゲートブリッジの例の中で述べた、道路を通過する車両の重量や台数などを感知するものは、このグループに当てはまる。

4. 6 ビッグデータとの組み合わせで実現するサービス

ビッグデータ活用（多量多様の情報の分析・蓄積等）の技術と、広大な空間から情報を収集するM2Mの技術を組み合わせれば、さらに多様なサービスが実現可能となる²⁰。

実現しているものとしては、NTTドコモと東京大学が行った「モバイル空間統計」がある。これは、携帯電話が行う基地局との定期的な交信により、携帯電話の位置登録情報が運用データとしてNTTドコモに大量に発生するため、これを性別、年齢等の属性情報で分類するなどし、人口分布や人口構成等を推計するものである。この統計を用いれば、学校や医療福祉施設など、既存の公共公益施設の利活用や機能転換などの計画をより効率的に提案することが可能となる²¹。この例において、携帯電話の位置登録情報の収集はM2Mの一種と考えられ、また推計がビッグデータの活用に該当すると考えられる。

また、将来的な可能性を考えれば、ホンダが収集しているような車両の位置情報、さらには運転情報や電気自動車の蓄電池の情報と、気象庁や民間企業が取得している気温等の気象情報、将来的に多数の設置が予想されるCO₂の環境観測の情報、スマートグリッドにより把握される電力状況情報、道路状況情報などが、M2Mの技術により収集され、ビッグデータ活用の技術で分析できるようになり、様々なサービスが提供可能になると考えられる。例えば、NO_xの発生状況が多いときには、車のスピードを自動的に調整することでNO_x濃度を下げるようなサービスや、スマートグリッドにより電気使用量を推測し、電気自動車の蓄電池状況の情報と組み合わせることで、エネルギー供給量を地域ごとに管理したり、効率の良い時間帯や場所で電気自動車へ充電したりするエネルギー運用サービスが考えられる。他にも、気象情報と道路状況の情報を組み合わせることで過去のデータと分析・比較することで、自然災害や事故が発生しそうな道路の使用を避けるようなサービスが考えられる。

政府の動向としても、総務大臣の元に設置された懇談会において、ICTを活用した新たな街づくりの姿として「ICTスマートタウン」が掲げられており、センサ等を通じて収集したビッグデータが地域間や複数の利用分野間で流通・連携することにより、街の機能の効率化、魅力向上、新たなビジネスや産業の創出に寄与等することを目指すとされている²²。

5 現状と課題

1、3、4章では、M2Mの概要や動向、M2Mにより実現されるサービスやその将来像について述べた。本章では、M2Mを利用したサービスが本格的に実現するなど、M2Mが社会に導入される際に課題となる事項を明らかにし、同時に現在の状況等の課題に関する情報を提供する。

ただし、本報告書は研究者等によって構成された技術志向のWGを想定クライアントとしていることから、本報告書においては、M2Mに関わる幅広い技術に関して詳細な事項を記載するよりも、技術的な内容に関しては重要かつ根本的な事項に留め、WGのメンバーが専門としておらず現在注目していないと考えられる社会的課題についての記述を詳細に行った方が、今後の多面的な議論のためには有用であると考えた。したがって、本章においては、M2Mの技術が与える社会的影響について現状と課題を記述する際に、技術的な内容は概要を記述し、社会的なものを特に詳細に記述することに留意されたい。

5.1 個人情報とプライバシー

5.1.1 個人情報やプライバシーへの懸念

M2Mが社会に導入されるに際して懸念される大きな課題として、個人情報やプライバシーの問題がある。これは、M2Mが直接個人情報やプライバシーを扱う場合だけでなく、M2Mにより個人の位置情報のような断片的な情報が第三者によって集積されることで、本人が意図しないうちに個人が特定され、さらには個人の行動に関する詳細なデータまでも把握される可能性があることなどからも生じる。

この問題は、M2Mの社会導入がある程度進んだときに表面化するものと考えられる。M2M導入の初期段階においては、橋の耐久性に関する情報等、人間に関与しないデータ(4.5の分類では、グループ2と4)の収集が主になるものと想定される。その際に個人情報やプライバシーが大きな問題になることはないだろう。しかし社会への導入がある程度進み、いよいよ人間が関与するデータを収集・分析する段階(グループ1と3)になったときに、これらの問題は顕在化してくると考えられる。

それが最もセンシティブな形で登場すると予測されるものの1つが、生体情報の取り扱いである。現在医療の分野では、センサチップを多数の患者の体内に埋め込むことで、医師が脈拍や血圧等の統計情報を集められるようにする技術が研究されている。ここで取り扱われる生体情報は利用者にとって究極的な個人情報であり、それらをどう収集・管理するかは重要な問題となる。もし、収集・管理の仕組みが適切に構築されなければ、利用者に強い不安感を引き起こすおそれがあり、M2Mの社会導入に対する障害となるだろう。

このように、今後のM2Mの社会導入に際して、個人情報やプライバシーに関する議論は避けられない状況である。そこで本節では、技術志向のWGに対して社会的側面からの情報を提供するという意識の下、これらに関する考察を行う。具体的には、個人情報やプラ

イバシーという問題に対して、①その保護に重きを置く視点と、②過剰な保護意識に危惧を抱く視点の双方を提示し、これから本格化することが予想される多面的な議論に向けた材料を提供したい。

5. 1. 2 法律的な保護の現状

個人情報やプライバシーの保護に重きを置くという視点に立つ場合、(ア) これらに対してどのような法律的保護が与えられているか、(イ) 裁判所においていかなる解釈・適用がなされてきたかを検討することが有用である。

まず、(ア) の法律的保護という側面について考えると、個人情報の保護について規定した法制度として、「個人情報の保護に関する法律」(以下「個人情報保護法」という)がある。この法律は、個人情報に関して、「国及び地方公共団体の責務等を明らかにするとともに、個人情報を取り扱う事業者の遵守すべき義務等を定めることにより、個人情報の有用性に配慮しつつ、個人の権利利益を保護すること」(第1条)を目的としている。具体的には、個人情報を「生存する個人に関する情報であつて、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述等により特定の個人を識別することができるもの(他の情報と容易に照合することができ、それにより特定の個人を識別することができることとなるものを含む)」(第2条)と定義し、国や地方公共団体、個人情報取扱事業者に対して個人の権利保護のための義務を課している。

さらに情報通信分野に特化して考えると、法的なプライバシー保護が問題になり得る場合として、事業者側がユーザーとの契約上の同意を得ている範囲を超えて情報を収集する場合は考えられる。一方で、カーナビゲーション・システムにおける混雑情報のように、匿名化して統計データとして蓄積する場合には、契約上の同意がなくても法的なプライバシー保護の問題は生じないと考えられる。これは後述のように省庁が作成する個人情報保護のガイドラインに、統計データは個人情報ではないと記されていることとも合致する。

また、「個人情報公開されない」というプライバシー保護を実現している法制度として、「行政機関の保有する情報の公開に関する法律」(以下「情報公開法」という)がある。この法律では、行政機関の保有する情報は原則的に公開することとしているが、その例外となる不開示情報として個人に関する情報を掲げている。この「個人に関する情報」は、当該法律の第5条1項において「個人に関する情報(事業を営む個人の当該事業に関する情報を除く。)であつて、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述等により特定の個人を識別することができるもの(他の情報と照合することにより、特定の個人を識別することができることとなるものを含む。)又は特定の個人を識別することはできないが、公にすることにより、なお個人の権利利益を害するおそれがあるもの。」と定められており、上述の個人情報保護法よりも幅広い情報が保護されており、個人情報の範囲は完全に決まっているものではないと言える。

具体的に幅広くなっている点として、情報公開法での個人に関する情報には、死亡した

個人に関する情報も含まれる。ただし、個人情報保護法においても、政府が作成した各事業者における個人情報保護法のガイドライン等で、死亡した者に関する情報も保護をできるように求められているものもある。例えば、厚生労働省が作成した医療・介護関係事業者のガイドラインにおいては「当該患者・利用者が死亡した後においても、医療・介護関係事業者が当該患者・利用者の情報を保存している場合には、漏えい、滅失又はき損等の防止のため、個人情報と同等の安全管理措置を講ずるものとする」²³との記載がある。

加えて、個人情報保護法よりも情報公開法が幅広く保護している情報としては、行政機関の保有する情報の中には、無記名の個人の著作物等のように個人の人格と密接に関連し、開示すれば財産権など個人の正当な利益を害するおそれがあると認められるものがあることから、特定の個人を識別できないものであっても開示することにより個人の権利利益を害するおそれがある場合は、不開示情報となるとされている²⁴。

次に（イ）の裁判所による解釈・適用という側面に焦点を当てて考える。例えば個人のプライバシーの利益について、東京地裁はその定義や要件を次のように判示している。

「宴のあと」事件²⁵

三島由紀夫の連載小説「宴のあと」が、原告の私生活を描き、または描いているように読者に受け取られることがプライバシーの侵害にあたるとして、謝罪広告と損害賠償を請求した事例。

裁判所は、プライバシーの利益を「私生活をみだりに公開されない法的保障ないし権利」と定義し、その侵害に対し法的な救済が与えられるためには、公開された内容が（イ）私生活上の事実または私生活上の事実らしく受けとめられるおそれのあることがらであること、（ロ）一般人の感受性を基準にして当該私人の立場に立った場合公開を欲しないであろうと認められることがらであること、（ハ）一般の人々に未だ知られていないことがらであることを必要とすると判示した。

さらに近年では、「公開を欲しない」情報について、その範囲が広く認められる傾向にある。例えば、最高裁は早稲田大学名簿提出事件判決において、氏名や住所、電話番号のような個人識別のための単純な情報についても法的保護の対象になると判示した。

早稲田大学名簿提出事件²⁶

江沢民国家主席（当時）の講演開催にあたり、早稲田大学が参加学生の氏名、学籍番号、住所及び電話番号を記入した名簿を警察に提出したことで、原告がプライバシーの侵害を理由に損害賠償を請求した事例。

裁判所は個人識別のための単純な情報も法的保護の対象になるとし、原告らの同意の手続きを取らず、情報の適切な管理についての期待を裏切った開示はプライバシーの侵害で不法行為とあたると判示した。

また情報通信分野においても、個人のプライバシーの権利について訴訟に発展した事例が複数あり、次のような判断がなされている。

銀座で撮影された写真がウェブサイト上に掲載され、肖像権の侵害だと認定された事例 ²⁷
被告が銀座を歩く原告を無断かつ個人が特定できる形で写真撮影した上、これをウェブサイト上に掲載したことで訴訟が提起された事例。 裁判所は、ウェブサイト上への写真掲載によって、原告の姿が周囲の人に一時的に認識され得る範囲を越えて人々に知られることになる点、さらに原告の全身像に焦点を絞り込む撮影方法が、偶然特定の個人が写り込んだ場合とは異なり、被写体となった原告に強い心理的負担を覚えさせる点を根拠に、肖像権侵害による損害賠償請求を認容した。
自動車 N システムの違法性が否定された事例 ²⁸
自動車ナンバー自動読取りシステム（自動車 N システム）について、犯罪捜査等の N システムの目的は正当であり、同システムによる無差別撮影及び記録も、個人の容貌が写っている可能性のある画像ではなく、車両ナンバープレートの文字情報のみを抽出して記録・保存していることから、手段として相当であり、国民の私生活上の自由が違法に侵害されているとはいえないとした。
「ストリートビュー」で洗濯物が撮影された事例 ²⁹
Google が提供する「ストリートビュー」によって、原告の住居のベランダに干してあった洗濯物を撮影されたことにより、精神的苦痛を受けたとして、不法行為に基づく損害賠償を求めた事例。 裁判所は、プライバシー侵害となる撮影の対象について「人に知られると想定されていない私的な営みに関する事柄も、撮影によって生活上の平穏が乱される場合はプライバシー侵害にあたる」と指摘した。しかし画像ではベランダにある物が何か釈然とせず、表札や看板等個人名の分かるものも映っていないこと、さらにベランダに焦点を当てて撮影・公開していないことから、私生活の平穏が侵害されたとはいえないとした。

これらの判例は、M2M 導入に際しての個人情報やプライバシーの保護問題を考える上で、有用な視点を提供する。例えば、プライバシーの権利が認められる情報の範囲が広がっても、個人を識別できない情報については、誰のプライバシーに関するものなのかを特定することができないため、プライバシー侵害の成立が認められていない。このことから、個人を識別できないよう処理され、さらに集団を単位とした情報に加工するのであれば、そのような情報を提供・活用したとしても個人のプライバシーが侵害されないとされることが示唆される³⁰（実際に厚生労働省・経済産業省の「個人情報保護に関する法律についての経済産業分野を対象とするガイドライン」では、特定の個人を識別することができない統計情報は個人情報に該当しないことが記載されている）。

ただし情報通信分野の判例は、まだ蓄積が十分ではないことにも留意が必要である。例

例えば、ウェブサイトの閲覧情報や位置情報のような断片的な個人情報を集積させた場合に、それを分析すれば個人の特定に繋がるような場合には、保護すべき個人情報に該当する可能性があることが指摘されている³¹。インタビューの中でも、「ビッグデータは周りにある大量のデータから何か法則を見つけようとするものなので、個々に見れば何でもない情報でも、組み合わせればプライバシー侵害が起きる可能性がある」（相田氏）との意見があった。これについての裁判所の判例はほぼ無い状況であり、今後の判断には注視する必要がある。

この状況下で、総務省内に設置された「利用者視点を踏まえた ICT サービスに係る諸問題に関する研究会」は、次に示すように、事業者に対して行動履歴や位置情報等の取扱いについて透明性を高めることや、利用停止や取得停止等の利用者関与の手段を提供するなどの配慮を行うことで、利用者側の不安感を軽減するよう求めている。

プライバシーに関する配慮原則（研究会提言）³²

① 広報、普及・啓発活動の推進

対象事業者その他の関係者は、利用者のリテラシーの向上や不安感や不快感の払拭に資するべく、対象情報を活用したサービスの仕組みや、本配慮原則に基づく取組について、広報その他の啓発活動に努めるものとする。

② 透明性の確保

対象事業者その他の関係者は、対象情報の取得・保存・利活用及び利用者関与の手段の詳細について、利用者に通知し、又は容易に知り得る状態に置く（以下「通知等」という。）よう努めるものとする。通知等に当たっては、利用者が容易に認識かつ理解できるものとするよう努めるものとする。

③ 利用者関与の機会の確保

対象事業者は、その事業の特性に応じ、対象情報の取得停止や利用停止等の利用者関与の手段を提供するよう努めるものとする。

④ 適正な手段による取得の確保

対象事業者は、対象情報を適正な手段により取得するよう努めるものとする。

⑤ 適切な安全管理の確保

対象事業者は、その取り扱う情報の漏えい、滅失又はき損の防止その他の対象情報の安全管理のために必要かつ適切な措置を講じるよう努めるものとする。

⑥ 苦情・質問への対応体制の確保

対象事業者は、対象情報の取扱いに関する苦情・質問への適切かつ迅速な対応に努めるものとする。

5. 1. 3 過剰な保護意識への危惧

個人情報やプライバシーの保護に重きを置く視点がある一方で、社会において共有されている過剰な保護意識が、M2M の発展を阻害するのではないかという危惧を抱く視点もある。

我々が行ったインタビューの中でも、「日本では社会全体が個人情報やプライバシーの保護に過敏になっており、個人情報管理のトラブルによりイメージを傷つけない民間企業側は、M2M への参入に対して非常に慎重になっている」（森川氏）という意見があった。さらに、その例として「契約上の同意を得ていたとしても、個人情報の問題が発生する」リスク」（森川氏）が挙げられ、具体的には、「民間企業等による個人情報の収集については、契約によってユーザー側からの同意を得ていれば法的に問題はない。しかし実際に情報を集める段階になると、プライバシーに対する不安を持ったユーザーから反発を受ける可能性があり、企業としても容易に個人情報を収集できない」（森川氏）という内容であった。さらに、このような状態について、「19 世紀のイギリスで赤旗法という法律が施行され、自動車の道路通行に対して過剰な規制がなされたことで、イギリスの自動車産業が衰退する一因となった。日本の M2M 産業においても同様の問題が発生するのではないか」（森川氏）と意見があった。

これに関連し、企業等がプライバシーに関して慎重な対応を行っている例として挙げられるのが、NTT ドコモと東京大学が共同研究を進める「モバイル空間統計」である。これは前述（4. 6 参照）のとおり、携帯電話の端末がどこでも着信できるように定期的にネットワークに位置情報を通知していることを利用し、ユーザーの持つ携帯電話端末のデータを集積させて特定の地域の時間ごとの人口変化を推定し、都市空間のデザインに結びつけようというものである。

この「モバイル空間統計」で使用されるデータは、非識別化処理、集計処理、秘匿処理を行った上で、集団の人数のみを表す人口統計情報として表示される。厚生労働省・経済産業省の「個人情報保護に関する法律についての経済産業分野を対象とするガイドライン」では、特定の個人を識別することができない統計情報は個人情報に該当しないとされているが、NTT ドコモ側では、ユーザーのプライバシー保護に関する自主ルールとして、「モバイル空間統計ガイドライン」³³³⁴を作成し、公表している。

過剰な個人情報意識については、別のインタビューイヤーからも危惧する意見があった。それは「個人情報の扱いについて、Google や Facebook のような外資系企業は、グレーゾーンについてもリスクを取って踏み込み、問題が発生したら対処するという姿勢でサービスを次々と展開する一方で、日本企業は保守的に判断し、問題の発生自体を回避しようとするため、グレーゾーンには踏み込まない。例えば判例に対する解釈が分かれた際に、日本企業は保守的に捉え、新規サービスに着手しないという傾向がある」（佐々木氏）というものであった。

5. 2 雇用問題

5. 2. 1 雇用に与える影響の懸念

M2M の社会導入とそれによるビッグデータの活用の拡大は、雇用にも大きな影響を与えると考えられる。

現在 M2M そのものに注目して、雇用にいかなる影響を及ぼすかという問題が語られることは少ないが、M2M の社会導入と関係が深い「ビッグデータの活用」も考えた場合、市場創出やそれによる新規雇用の拡大を期待する意見は数多い。例えば、政府の国家戦略会議が公表した「日本再生戦略」では、ビッグデータの利活用による 10 兆円の市場創出が記載されている³⁵。さらに海外でも、アメリカのマサチューセッツ州とマサチューセッツ工科大学が共同して行うビッグデータ関連の研究プロジェクトによって、2018 年末までに最大 5 万件の雇用が創出されるものと期待されている³⁶。

一方で、M2M の導入自体が既存の雇用に与える影響について、政府の審議会等で公に議論がなされている様子は見受けられない。我々が行った行政機関関係者へのインタビューにおいても、「現状では検討していない」（佐々木氏）、「M2M 技術によりビッグデータの利用が進展し、多様な新規サービスが創成されると考えられるが、現状では定量的な雇用創出効果の検討は行っていない」（伊丹氏）という発言があった。しかし、特に、人に関係しない情報を集めるもの（4. 5 のグループ 2 と 4、例えば保守管理部門）については、現在はそのような情報を人が集めていることから、既存の雇用に影響を与える可能性があると考えられる。インタビューの中でも、「将来的に雇用を奪われるアクターから反発が上がる可能性がある」（森川氏）という指摘があった。具体的には「自動車への M2M 技術の導入により、定期的な修理や車検の必要性が減少した場合に、自動車修理業者から反発が上がる可能性」、「農業への M2M 技術導入による合理化で、既存の農業従事者が市場から淘汰された場合に、JA 等の農業団体から反発が上がる可能性」（森川氏）などである。

現状では自動車や農業への M2M 技術の導入が本格化していない状況であり、JA や自動車修理業者の業界団体である日本自動車整備振興会連合会からは、M2M 技術に対する明確な反対意見は表明されていないものの、M2M が実装される段階になった場合には、何らかの反発が生じることは考えられる。

加えて、今後スマートグリッドが普及していくと考えた場合、M2M の機器であるスマートメーターが各家庭・企業に設置されることで、これまで検針員が電力量計を見て行っていた電力使用量の確認が、機械によって行われると予想される。スマートグリッドの普及については、各家庭へのスマートメーターの設置費用を電力会社の検針員の労務費削減だけで賄うのは困難であり、実現性は低いではないかという意見も存在する³⁷ものの、中長期的にスマートメーターの価格が低下していった場合、またはスマートメーターの導入促進のための政策的支援が行われた場合には、実現性は高くなる。そのときには、検針員の雇用問題が表面化する可能性を否定することはできないと考えられる。既に、東京都のように、スマートメーターの導入に際して、検針員の雇用削減により労働組合が反発すること

を想定するケース³⁸も見られる。

このほかにも、収集する情報の源が人に関係するか否か、情報源が単数か複数かを問わず、M2Mの社会導入に伴って雇用に何らかの悪影響を及ぼす可能性が考えられる。そのため雇用問題への対応について、一定の議論を行っておく必要があると考えられる。そこで本節では、M2M技術の社会導入に伴う雇用への影響について、①雇用の喪失に対する法律的保護という視点と、②失われる雇用よりも新規の雇用に重視する視点の双方から情報を提供する。

5. 2. 2 雇用の喪失に対する法律的保護

前節で述べたとおり M2M が雇用に対して与える悪影響については、関係者の間でほとんど議論されていない状況にある。そのため、現時点で分野横断的な視点を述べることは困難である。そこで本節では、M2M の導入が予想される個別分野に焦点を当て、M2M 導入の際に懸念される法律的問題を提示することで、同様の特徴を持つ他の分野についても示唆を与えることとする。

今回は、M2M 技術の導入による雇用の喪失として、スマートメーターの設置に伴う電気料金検針員の雇用削減の問題に焦点を当てる。その理由は、需要減によって市場から淘汰される自動車修理業者や農業従事者と異なり、電力料金の検針員は経営合理化の過程で会社側から解雇されるという構図を取るため、法律的な問題を議論しやすいためである。さらに経営合理化の過程での解雇に伴う法律的問題は、他の分野において M2M を導入していく際にも発生し得るものであり、その点でも電気料金検針員の問題を検討する意義がある。

電気料金の検針員は、その多くが電力会社と請負・委託契約を結んで業務に従事する形態をとっている。このような契約の場合、検針員はあくまでも電力会社と対等な事業主として扱われることになるが、裁判所は、検針員が実質的に電力会社側の指揮監督下にあることを根拠に、両者の契約を雇用契約として認定し、検針員を事業主ではなく労働者として扱っている。

九州電力委託検針員解雇事件³⁹

九州電力と請負契約を結び電気料金の検針に従事していた原告が、その実質において雇用契約と変わらないとして、解雇の無効を訴えた事例。

裁判所は、会社側から就労時間を事実上制約されていた点や、原告が労働組合を結成し会社側と交渉していた点等を根拠に、原告が実質的に会社側の指揮監督下にあったとして、両者の契約は雇用契約に相当し、原告は労働基準法上の労働者の地位を有するものとした。

請負・委託契約と雇用契約の適用の違いは、検針員に対する労働法の適用の有無に反映される。請負・委託契約の場合、検針員は電力会社と対等の地位に立つ事業主として、会社から独立して検針業務を行うものとされ、労働法が適用されない。そのため、解雇はあ

くまでも「対等な当事者間での契約の解除」という形となり、検針員に対して労働法上の保護は与えられない。一方で雇用契約の場合、会社の指揮監督下で業務に従事するという扱いになり、労働法上の適用対象となる⁴⁰ため、電力会社が検針員を解雇する際にも、以下に掲げたような一定の制約が課されることになる。そしてこの制約に反した解雇は、会社側の解雇権の濫用として無効になる。

労働契約法及び労働基準法（抜粋）

労働契約法

第 16 条 解雇は、客観的に合理的な理由を欠き、社会通念上相当であると認められない場合は、その権利を濫用したものとして、無効とする。

労働基準法

第 19 条 使用者は、労働者が業務上負傷し、又は疾病にかかり療養のために休業する期間及びその後三十日間並びに産前産後の女性が第六十五条の規定によつて休業する期間及びその後三十日間は、解雇してはならない。（略）

第 20 条 使用者は、労働者を解雇しようとする場合においては、少なくとも三十日前にその予告をしなければならない。三十日前に予告をしない使用者は、三十日分以上の平均賃金を支払わなければならない。（略）

さらに会社側の人員が余剰になったことによる整理解雇に対しても、裁判所が、以下に挙げたような要件を満たすことを求めた判例がある。

東洋酸素事件⁴¹

裁判所が、会社の余剰人員の整理解雇について、以下の 4 つの要件に適合しないと不当解雇に相当すると判示した事例。

①人員整理の必要性

余剰人員の整理解雇を行うには、会社の合理的経営上やむを得ない必要に基づくものと認められる必要がある。

②解雇回避努力義務の履行

雇用契約においては、解雇は最終選択手段であることを要求され、従業員を他の事業部門や職種に充当する余地がない、あるいは配置転換を行ってもなお余剰人員の発生が避けられない場合に限られる。

③被解雇者選定の合理性

解雇するため的人選が客観的・合理的であること。

④手続の妥当性

整理解雇については、労働組合の合意や協議を経たものであること、また手続が信義則上妥当なものであることが必要とされる。

もっともこれらの要件は、実際の裁判において必ずしも厳格に運用されているわけではなく、特に「人員整理の必要性」については、経営上の高度な困難から人員削減が要請されるという程度で足りる（人員削減が経営困難を打開するための唯一絶対の方策であることまでは要求しない）とされることが多い⁴²。

しかし、それでも電力会社にとっては、スマートメーターを導入しようとしても容易に検針員を解雇できるわけではなく、人員の合理化のために、訴訟など一定の金銭的・時間的コストが生じるリスクが存在する。さらに非制度的な側面にまで視点を広げて考えると、検針員が電力会社と雇用契約を結ぶ労働者として扱われる以上、その削減に際しては労働組合の反発が想定され、M2Mの導入に対する障害となり得る。

そしてこれらの労働法上の問題は、前述のとおり、他の分野においてM2Mを導入し雇用の削減を含む経営合理化を図っていく際にも発生し得るものである。

5. 2. 3 新規雇用創出による喪失分の吸収

M2Mの社会導入による雇用への悪影響が懸念される一方で、我々の行ったインタビューの中では、「産業高次化や経営合理化により、短期的に雇用が奪われるとしても、長期的には新たな雇用が創出させていく必要があり、失われた雇用を新たに生まれた雇用で吸収していけばよい」（伊丹氏）、「インターネットの普及による経済成長への寄与という観点では、インターネットは1人分の仕事を奪う代わりに、2.6人分の仕事を創出するという調査結果もある」（恩賀氏）、「産業高次化や経営合理化が生産性向上につながり、雇用が一時的に消失したり、雇用の移転を促すのは必然的なことである。一企業の雇用が短期的に奪われるとしても、新たに創出されるM2M関連の市場でマクロ的に吸収していけば良いのではないか」（佐々木氏）というコメントが得られた。

この際に持ち出された例の1つが、農業の6次産業化における雇用である。6次産業化とは、農業（第1次産業）と食品加工（第2次産業）や流通販売（第3次産業）の融合等により地域ビジネスの展開と新たな業態の創出を行なう取り組みで、日本再生戦略の枠組みの中でも4つのプロジェクトのうちの1つとして進められている⁴³。この考えに沿った意見として、「M2M技術の導入によって第1次産業の部分で雇用が減少するとしても、そこから創出される第2次産業、第3次産業での市場によって、トータルとしての雇用は増加し、第1次産業での雇用喪失分も吸収できるのではないか。ただし、第1次産業で雇用を失った者を新しい雇用に繋ぐための人材育成が必要になる可能性もある」（伊丹氏）というものがあつた。

農業へのM2Mの導入についてJA等の団体から積極的な協力が得られない可能性については、「農作物の買い取り価格が一定である既存の流通網を介さず、独自の流通網で高付加価値の作物を販売するビジネス志向の農家も一定数存在するため、彼らにとっての後押しになればいいのではないか」（佐々木氏）という意見が存在した。また、「総合科学技術会議科学技術イノベーション政策推進専門調査会の下に設置されている戦略協議会において

は、各省庁をはじめ、様々なステークホルダーが参加しており、業界団体の意見も含め、研究開発によるイノベーションを雇用や産業に繋げていくということに関しての相互調整を行うことが可能なのではないか」（伊丹氏）という意見もあった。

5. 3 データの所有権・著作権

5. 3. 1 所有権と著作権の関係

M2M の社会への導入においては、M2M によって収集・分析されたデータについて誰が所有権を持つのか、またデータの著作権が認められるのかという点が重要となる。我々が行ったインタビューの中でも、データの所有権と著作権という問題は複数のインタビューイーから言及されており、関心の高いトピックの1つであった。

まず、所有権と著作権の違いについて説明を行う。所有権とは有体物を排他的に支配する権利、すなわち「モノを自由に使用・収益・処分する権利」である。一方で、著作権は著作物に付随した思想や感情という無体物を排他的に支配する権利、すなわち「著作物を通して表現された思想または感情という形の無いものを、著作者だけが自由に使用・収益・処分できる権利」を意味する。

これら 2 つの権利を M2M の導入に即して考えた場合、それぞれ異なる段階で登場してくるものと考えられる。まず、導入の初期段階では、M2M の機器は主に人間が関与しない情報（例えば、橋の耐久性に関する情報）を収集するものと予測される。その際には、著作権というよりはむしろ、データの所有権を誰が得ることになるのかという問題がクローズアップされることになるだろう。しかし M2M の社会導入がある程度進んだ段階では、人間が関与する情報のように多様な属性を持つ情報を膨大に収集されることになり、収集だけでなく分類が必要となるため、データの集合体が、単純な事実の羅列というよりはむしろ、創作性を持った著作物と称した方が良いという場合も出てくる。この段階では、データの所有権に加え、データの著作権という問題が顕在化してくることになる。

そこで本節では、想定したクライアントに対する社会的側面からの情報提供という位置付けを踏まえ、データの所有権や著作権に関する制度の現状を考察し、そこから関係者の認識について記述を行う。

5. 3. 2 法制度の現状

ここでは収集・分析されたデータの所有権と著作権について、法制度の現状を考察する。

所有権を誰が持つのかについては、センサを設置した者が権利を得ることやセンサを設置した場所の所有者が得ることなど様々な可能性が想定されるが、それらを具体的に定めたガイドラインはまだ整備されていない⁴⁴。

一方で著作権については、著作権法第 12 条の 2 で、「データベースでその情報の選択又は体系的な構成によって創作性を有するものは、著作物として保護する。」と定められてい

る。これはデータベースに創作性が認められる場合には著作物として保護されることを示す一方で、一般的な分類や構成でデータベースを構築したとしても創作性を有さないことを意味し、単純な事実の羅列（ファクトデータ）についても著作物としての保護の対象にならないことを示唆している⁴⁵。

なお、データベースの創作性については、数は少ないものの、裁判所で具体的な判例がいくつか示されている。

タウンページデータベースがデータベースの著作物であると判示された事例 ⁴⁶
「タウンページ」のデータをデジタル化して販売していた被告が、タウンページの著作権を侵害しているとして、原告である NTT から訴訟を提起されたという事例。 裁判所は、「タウンページ」のデータベースが、職業分類方法等の点で独自の工夫を行った創作性のある著作物であると認定した。
自動車部品のデータベースが著作物として認められなかった事例 ⁴⁷
マーケット・リサーチによって得た自動車部品のデータを記載した原告出版の書籍を、被告がそのまま盗用したことで、侵害行為の差止めと損害賠償を求めた事案。 裁判所は、原告の掲載したデータは客観的なデータの集積に過ぎず、思想性を帯びていないことを根拠に、著作物として認められないとした。

5. 3. 3 関係者の認識

データの所有権・著作権に関しては、我々の行った文献調査やインタビューの中で、多様な意見が表明されていた。

第一に、所有権については、データの所有権に関する法制度が未だ整備されていないことに対して、危機感を抱く研究者が存在した⁴⁸。この背景には、かつての検索エンジン分野での失敗がある。日本では 2010 年に法改正がなされるまで、検索エンジンの作成のためにウェブサイトの情報を収集・蓄積し、インデックスを作成する行為が、著作権法上それぞれ複製行為、編集行為と解釈され、違法行為と判断されていた。そのため日本企業は独自の検索エンジンを開発することができず、Google 等海外企業に比べ遅れをとった。そのため、この研究者は、今後データの所有権についての法制度が整備されず、企業が新規ビジネスに参入しにくい状況が続いた場合、検索エンジンと同様の失敗を招くのではないかと危惧している。

また行政機関の担当者へのインタビューの中では、「今後様々な者が M2M を活用して膨大なデータを取り扱っていく以上、誰がデータを所有して、管理していくのかを明確化する必要があるのではないか」（伊丹氏）という意見があった。

その一方でインタビューでは、「データの所有権」を一律的に定めることに対しては疑問を示す関係者もいた。具体的には、「データにも様々な種類があり、第三者に使ってもらっても良いというデータもあれば、営業秘密に関わり公開したくないというデータもあるた

め、所有権として一律に制度化することは難しいのではないか」（恩賀氏）という意見であった。

第二に、著作権については、既に著作権法でデータベースに関する規定が整備されている一方で、例えば、企業等により多大な資本が投下されているファクトデータベースについては、現行制度では創作性を有しないと判断されるために、著作物としての保護の対象にはならない。これに関してインタビューでは、「欧州ではこのようなデータベースを保護するための著作権法類似の制度化がなされている一方で、日本でもかつて同様の制度とするのか、それとも不正競争防止関連の制度で対応するのかの検討がなされたが、現在に至るまでどのような制度で対応するのかの方向性は決まっていない」（恩賀氏）というコメントがあった。

5. 4 ビッグデータの進展が M2M に与える影響

5. 4. 1 ビッグデータと M2M の関係

M2M と関連が深く、将来的に M2M を活用する上で重要になる技術として、ビッグデータの活用に関する技術がある。ビッグデータにとって、M2M が集める大量かつ多様なデータは、主要な情報源になると政府、企業の双方が予想している。例えば、総務省情報通信審議会 ICT 基本戦略ボードでは、ビッグデータの情報源として M2M に注目し、その技術の向上について述べている。また、NEC は、「今後は、M2M から得られる「ビッグデータ」を集計・分析・活用し、意味ある情報としてどう企業活動に取り込むかが勝負」と述べている⁴⁹。また、インタビューにおいても、全員が「M2M とビッグデータを結びつけて検討を行っている」との考えであった。

以下、本節では、ビッグデータの将来性と実現されるサービス、課題について提示する。

5. 4. 2 ビッグデータの将来性

「ビッグデータ」については、国内外の主なシンクタンクによる調査において、2012 年以降の ICT 分野における重要な潮流や戦略的な技術として位置づけられ、関係事業者等において取り組みが活発化している⁵⁰。例えば、ガートナー社は 2012 年以降の展望を予測・提言した一連のレポートの中で、「2012 年に向けて企業が利用できる情報量は増えるものの（「ビッグ・データ」）、これらの情報を理解することが課題」、「2015 年までを通じ、Fortune 500 企業の 85%以上が、ビッグ・データを競合優位性確保のために効果的に活用することに失敗する」とし、その重要性と将来の可能性に言及している⁵¹。また、野村総合研究所はビッグデータを ICT 分野における大きな潮流の 1 つと捉えており、2012 年 7 月末には、ビッグデータを企業の業務改革支援に活用することを目的とした「NRI ビッグデータ・ラボ」の開設を発表している⁵²⁵³。体制面では NEC も、ビッグデータ専門要員について今後 3 年間で 200 名体制にする計画である⁵⁴。

さらにビッグデータは、政府からも期待されている技術である。例えば、前述の ICT 共通基盤 WG においても M2M とビッグデータの両方が検討されていることに加え、総務省に設置されている情報通信審議会 ICT 基本戦略ボードにおいて、今後成長が期待される ICT サービス・システムとして、ビッグデータの検討を行っており⁵⁵、その検討の中でも ICT 進展によるビッグデータの将来性や現在の企業の活発な取り組みに言及しているところである⁵⁶。また、経済産業省に設置されている産業構造審議会の情報経済分科会において 5 つある横断的課題の 1 つとして、「ビッグデータから価値を生み出す基盤となる技術強化や利活用促進」が挙げられるなど、注目されている。

5. 4. 3 ビッグデータの実用サービス

現在、ビッグデータの活用については、検索やソーシャルメディア（Facebook、Google）等のウェブ上に存在するデータを扱い、それぞれのサービスの提供のために活用することが中心である。例えば、商品の閲覧・購入状況から、誰に、何を、いつ売れば良いのかを分析し、販売促進に使うことが考えられる。サービスの事例としては Amazon の「おすすめ」などがある。

さらに最近では、コンテンツ・アプリケーション、プラットフォーム、ネットワーク、デバイス等の各レイヤにおける ICT の進展により、多種多量のデータの生成・収集・蓄積等が可能となり、容易化している状況である。特に M2M が活用されれば、実社会分野において系横断的かつリアルタイムに情報を収集・蓄積することができるため、上述の Web 上のデータとの組み合わせることで、新たな異変の察知や近未来の予測等を行い、利用者個々のニーズに即したサービスの提供、業務運営の効率化や新産業の創出等が可能となる。

5. 4. 4 ビッグデータの M2M 応用にあたっての課題

ビッグデータと M2M を組み合わせることで多様なサービスの創出が期待されるが、その実現には課題も存在する。

前提として、ビッグデータの活用においては、ビッグデータの分析により何が得られるかが重要であるが、現在、その分析方法については研究が必要な状況であることに留意が必要である。

この M2M から得られるデータの価値が判然としない現状においては、コストがかかる M2M の設置を市場に任せるだけで普及するとは考えることは難しい。その上、研究に利用できるような M2M のビッグデータが存在しないため、研究も進まないという悪循環が生じている。インタビューの中でも、「M2M のビッグデータがほぼ存在しないため研究が行われておらず、あったとしても特定の者のみしか使えただけであり、研究が促進されない」（森川氏）という意見があった。一方で、「初期はそれぞれの分野のサービスが発生し、それがだんだんと広がっていくことで、幅広いデータが分析され新たなサービスが生まれる」（佐々木氏）という意見もあった。

なお、これらビッグデータの系横断的な活用を行う際には、系横断を見据えたデータフォーマットが規格化されていないと、データ間の連携を取ることが難しくなると考えられる。

5. 5 使用周波数帯

5. 5. 1 M2M と電波の関係の位置付け

前述の M2M の基本構成（3. 2 参照）において、M2M では機械同士が通信すると述べた。M2M という通信とは、「郵便・電信・電話などによって情報を伝達すること」（デジタル大辞泉）という広い意味である。

M2M では機械同士が情報を伝達するが、この情報を運ぶために、通信システムが存在する。一般的な通信システムの構成は、次の図 7 のようになる。まず、片方の機械が情報源となり、その情報源からの情報が送信機により伝送しやすい形に変換され、伝送路に送り出される。例えば、電話では、一方の者が発した音声は、電話機という送信機で電気信号に変換、発信され、電話機同士を結ぶ電話線を伝送路として通って、伝送される。そして、受信機である相手の電話機が、伝送路より信号を受け取り情報に変換することで受信情報が作られ、話す相手に情報が伝わるのである⁵⁷。

この伝送路には、有線によるものと、無線によるものが存在する。有線であれば、電話機から建物の外に伸びる電話線のように 2 つを結ぶ実体のある線となる。無線通信であれば、ラジオのように送受信アンテナとその間にある空間が伝送路である。無線によるものの代表は電波によるものである。

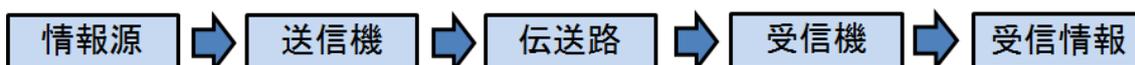


図 7 通信システムの構成

5. 5. 2 周波数の割当の必要性

電波の特性により、通信や放送に適した電波の周波数帯は限られている（電波の特性に関する技術的な説明については Appendix を参照されたい）。また、電波の直進性や干渉性により、ある周波数の電波を発射すれば、その電波は空間を専有してしまい、他の電波を発すると混信して双方が利用できない結果となってしまう。その上、出力を上げれば、電波の到達距離や他の電波への影響が大きくなる。加えて国境も関係なく電波は伝搬する。

そのため、使用する電波の出力や周波数について、政府が割当を行っており、さらには国同士で取り決めを行っている⁵⁸。日本では、電波法により、公平かつ能率的な電波利用の確保による公共の福祉の増進という観点から電波の割当を総務大臣が行うこととなっている。実際には、総務省が使用周波数の用途とその使用主体を決めており、その割当単位は

かなり細かくなっている⁵⁹。

なお、国際的に電波を管理する組織として、国際連合の専門機関である国際電気通信連合（ITU）がある。

5. 5. 3 周波数割当の現状

前述のとおり、電波には、割当が必要であり、その割当は総務大臣及び委任を受けた総務省が行っている。現在、電波は図 8 のように割り当てられている。これは、周波数帯ごとの電波の主な用途と、簡単な特徴を図示したものである。詳細には、例えば、714-750、895-915、940-960MHz（後者 2 つの周波数帯は 2012 年 7 月 25 日から）は携帯電話に割り当てられており⁶⁰、更に詳しく言えば 900-915、945-960MHz はソフトバンクがその電波を発する基地局を開設できることとなっている⁶¹。また、2400-2483.5、2471-2497MHz などが無線 LAN 等小電力データ通信システムに割り当てられている⁶²。（各周波数帯の利用状況については Appendix を参照されたい）

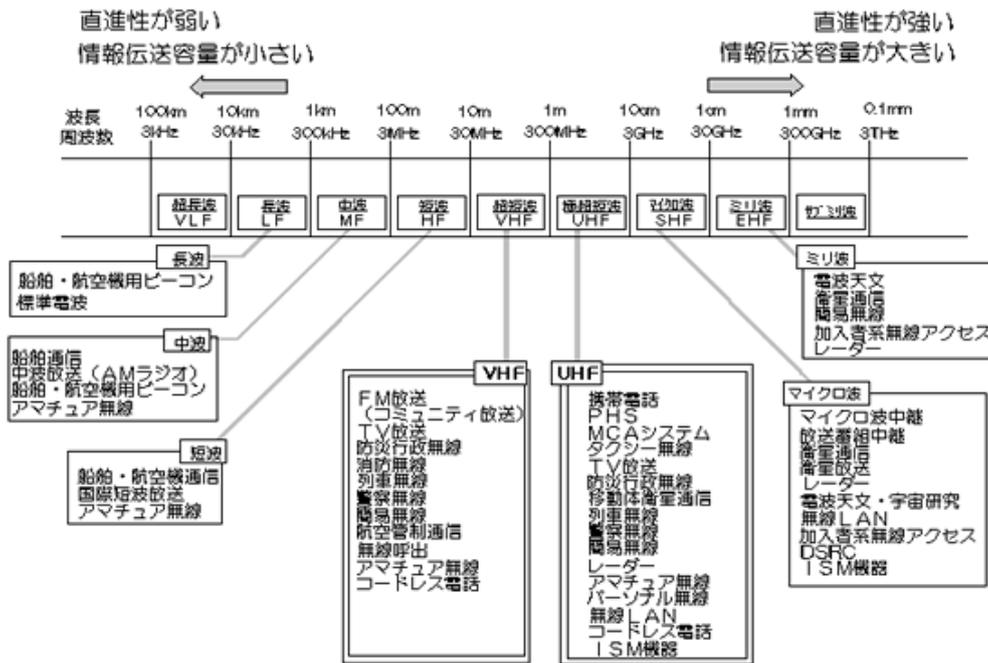


図 8 周波数帯ごとの主な用途と電波の特徴⁶³

5. 5. 4 周波数割当の変更について

電波の割当は総務大臣・総務省が行うが、その割当について、総務省では、有限希少な電波資源の有効利用を促進するとともに、新たな電波利用システムの導入や周波数の需要増に対応するため、定期的に電波利用状況の調査・評価を行っている。また、利用状況調査の評価結果に基づき、周波数再編アクションプランを策定、公表し、見直すことにより、透明性及び予見可能性を確保しつつ、周波数の円滑かつ着実な移行・再編を推進している⁶⁴。

ほかに「電波開放戦略」もこの流れの1つである。この戦略では、電波の利用状況調査・評価が2011年7月13日に行われ、周波数再編アクションが改定され、2012年からそれに沿って周波数帯が移行し、2018年3月には移行が完了する予定である⁶⁵。その中で、RFIDは、スマートメーター等の新たな利用ニーズや国際的な周波数との協調を踏まえ、現行の使用周波数である950-958MHzから915-928MHzへ周波数の移行及び拡張を図ることとなっており、2012年7月25日にはその移行が行われ、この移行によって空いた周波数帯は、上述の携帯電話に割り当てられた。

5. 5. 5 周波数帯から見たM2Mの課題

前述のとおり、M2Mの「通信する」という機能において、周波数は重要な要素であり、使用される周波数帯によってその性質が変わるため、適切な周波数帯をM2Mが使用する必要がある。

現在実現しているサービスでは、M2Mが使用する周波数帯は既存の機器（携帯電話網や無線LAN網）が利用しており、それら既に割り当てられている周波数帯で他のサービスと共用している状況である。

インタビューの中でも、「電波の割当は、柔軟に行っており、M2Mのために電波の割当が必要という状況になれば、割り当てられる」（橋本氏）、「現時点では将来のM2Mトラフィックが明確ではないこともあり、喫緊に新たな周波数割り当てをしなければならないという状況にはない。M2Mが立ちあがる中で、M2M向け周波数割り当ての議論を進めていくことになろう」（森川氏）との意見があり、M2M関係者において、現時点で周波数の割当が問題視されている状況は伺えなかった。

しかし、ここで問題となる可能性が考えられるのは、M2Mをビッグデータの文脈で使用するのであれば、ある規模以上のデータを集めないと効果が不明であり、したがって、サービスに割当が必要となった際に検討する現在の方針では、適切な割当が判明しないことである。つまり、現時点で利用が進んでいないM2Mやビッグデータという技術に十分な周波数帯が割当てられなければ、そもそもその技術が発展せず、その技術が発展していない状況では利用が進まないため、その技術に電波が割り当てられないという悪循環に陥る可能性も考えられるということである。ただし、将来的な可能性についてどこまで先行的に割り当ててののかには検討が必要であろう。

また、M2Mとして、多くのセンサを導入する場合や橋にセンサを埋め込む場合など、一旦機器を設置してしまうと後に変更することが難しい状況となる。そのため、M2Mの社会導入にあたっては、その利用方法によっては、長期間M2Mが使用可能な周波数帯の割当を検討する必要があると考える。

さらに、今後M2Mが普及していくと考えた場合、トラフィック量の増加により、既存の周波数帯では不十分になる可能性が無いというわけではない。そのため、周波数帯の割当が必要かどうかを常に把握し、必要になった場合にはすみやかに割り当てを再検討する必

要があろう。

5. 5. 6 電波利用料金の問題

周波数帯の割当に関連した問題として、電波利用料金の問題がある。電波を使用する機器を運用する場合には、電波利用料を総務省が徴収しているが、M2M は大量に設置されることが前提であり、1つあたりの情報取扱量（つまり電波使用時間）も人間が使用するものに比べ少ない。この状況下で M2M については1つのセンサが携帯電話1台分と同じだけの電波利用料を支払うとなると、ARPU（月間電気通信事業収入）が低い M2M のセンサでは収支が成り立たなくなるため、M2M の普及のためには電波利用料の引き下げが必要との指摘がある⁶⁶。

インタビューの中でも、「携帯電話のネットワークを使えば、大抵のところでは情報は集まるが、車とか自販機ではなく、小さいセンサをたくさん付けるような M2M の場合、電波使用料が高くなる」（相田氏）との意見があった。

5. 6 ネットワーク制御技術

M2M においては、複数の機械同士が通信することで、機械を結節点とした通信が網の目のように行われるネットワークが構築される。M2M が進展すれば、大量のセンサや機器が通信を行うことになる。その際に、膨大な数のセンサがネットワーク上に存在する場合でも安定的かつ安全・安心に通信が可能となるネットワーク制御の技術が重要となる。インタビューの中でも、「今後は、多数出現したデバイスをネットワークで繋ぐときに何が起こるかが問題になると考えている。また、M2M のローカルなネットワークが、既存のネットワークに入ってきた時の問題もある」（橋本氏）との意見があった。

なお、インターネット（TCP/IP）網等の既存のネットワークを利用して M2M を実現する場合には、同一ネットワーク上に存在する通信に悪影響を与えないように配慮する必要がある。

また、携帯電話網等の人間が使用するネットワークを利用する場合には、M2M 等の機械からの情報発信のトラフィックは、人間のようにランダムではなく、多数の小容量のデータが一定の時間帯に集中することが予想されるため、時間ごとにトラフィックを平準化することも必要となる。例えば、ネットワーク制御のために、情報の発信に制限を与えるか（正午など特定時間に情報発信をしないなど）について検討が必要と考えられる。加えて M2M では、通信量の少ないセンサ機器のようなものから比較的情報量の多い映像監視カメラのようなものまで、トラフィック量がそれぞれの機器によって異なり、更に同じセンサ機器の中でも、雨量センサのように常時計測するものから建築物のひび割れセンサのように危険時のみに情報を創出するものまで、提供サービスによってトラフィック量が異なる⁶⁷。したがって、ネットワーク制御技術も、より複雑になると考えられる。また、シスコシス

テムズは、2020年には500億台のデバイスがネットワークに接続され、その大半をM2M関連のデバイスが占め、2016年のM2Mデータトラフィックは、2011年の22倍に増加すると予測している⁶⁸。これも、制御技術の複雑化に繋がると考えられる。

加えて、将来的には、M2M等の進展により、あらゆるモノやシステムは抽象化されたネットワークを構成するノードとリンクになり、これら大量に発生した新たなノードとリンクをどのように再構成して新たなシステムを作り上げるかが重要になるとされている⁶⁹。よって、ネットワーク形態も既存のものとは異なり、動的なものや重複的なもの等になると予想されることから、新たなネットワーク制御技術についても検討が必要と考えられる。

なお、関係する技術として、ネットワーク制御のために、M2Mの各機器の時刻を同期する技術も重要である。特に、センサの用途であれば、その情報の取得時刻が分析に必要となることから、時刻は更に重要である。

5. 7 無線通信方式の規格

5. 7. 1 現状について

M2Mにおいて、無線通信は重要な役割を果たす。その無線通信方式の規格は、既に多数のものが存在しており、中にはM2Mでの利用を見越して作成されたZigBeeのようなものもある。M2Mに用いる主な無線通信方式を挙げると次ページ図9のようになる。これらに加え、新たに規格が作られたり、更新されたりしている。例えば、業界団体が主導する短距離高速デジタル無線伝送方式であるWiGigは、2011年にVer1.1に更新されている⁷⁰。また、屋内で使用する規格であれば、ETSIが1992年に策定したデジタルコードレス電話機用の無線通信規格DECTも、M2Mの一部で利用できる。

無線通信方式には多くの種類があるが、M2Mシステムを構築する際には、通信速度や利用エリアの広さ、どのような用途を想定するのかを考慮した上で無線方式を選択することが重要となる。例えば、屋外と屋内のどちらに設置するかで求められる特性が異なり、例えば住宅内であれば、前述のDECTはM2Mに利用でき、Wi-Fi等の2.4GHz帯から干渉を受けにくいという利点がある⁷¹。また、主にスマートメーターのデータを収集する屋外系であれば、「高信頼（通信の安定性）」、「大規模」、「到達性の高さ（通信範囲の広さ）」、「低消費電力」といった指標が重要となり、大規模かつ低消費電力の無線ネットワークに適した周波数帯である920MHz帯が適していると言える。ただし、この周波数帯には、(ネットワーク層に対応する)無線通信規格がなく、920MHz帯を使用し、新たに策定されたIEEE 802.15.4g/eを物理層/MAC層に使うZigBeeの規格の策定が進められている⁷²。

区分	区分の特徴	方式	通信速度	通信距離	方式の特徴	代表的な用途
自前構築方式 (無線局免許は不要)	① 通信費が無料 ② 通信距離が短い ③ 利用者間で干渉が起きうる ④ セキュリティ機構などを独自に構築する必要あり	無線 LAN (Wi-Fi) (2.4GHz、5GHz帯)	高速	屋内は届かない場所もある	・最も普及 ・ハードウェア、ソフトウェアとも対応製品が豊富	デジタルサイネージ 監視カメラなど
		特定小電力無線 (400MHz、900MHz帯)	低速	屋内のどの場所にもほぼ届く	・低消費電力 ・汎用的に利用可能	防犯センサー スマートメーターなど
		ZigBee (2.4GHz帯)	低速	屋内では届かない場所が多い	・低消費電力 ・通信プロトコルを規格化	防犯センサー スマートメーターなど
		RFID (非接触ICを含む)	低速	1m以下	・用途に応じたさまざまな規格が存在 ・2012年度中には920MHz帯が利用可能に	在庫、物流管理、 電子決済など
		Z-Wave (2.4GHz帯)	低速	屋内では届かない場所が多い	・ZigBeeの特徴に類似 ・欧州で普及	電気製品の制御など
		Bluetooth (2.4GHz帯)	中速	同一室内	・携帯電話やPCの周辺機器間の通信方式として普及	無線キーボードなど
		IrDA	中速	1m以下	・電波法の規制対象外 ・電磁ノイズに強い	携帯やPDA間通信など
通信事業者網 利用方式 (無線局免許が必要)	① 通信費が有料 ② 広域で利用可能 ③ 干渉から法的に保護される ④ セキュリティ機構などは事業者側で一定レベルのものが用意されている	携帯電話サービス (3G、LTEなど)	中速 (3G) 高速 (LTE)	人口カバー率はほぼ100%	・利用エリアが広い ・通信品質が安定している	車両運行管理 自動販売機管理など
		BWA (Broadband Wireless Access) (2.5GHz帯)	高速	人口カバー率は85% (2011年度末)	・データ専用方式で「常時接続」が可能 ・低速のセンサー系から高速の動画系まで幅広い用途で利用可能	監視カメラ スマートメーターなど

※高速：10Mbps以上、中速：数Mbps程度、低速：百kbps以下（通信速度は電波環境、規格のバージョンなどにより異なる。数字は普及規格によるおおよその目安）
 ※通信可能距離は、通信路上の遮蔽物やその素材などにより変化する。表内は典型的な戸建住宅内で通信するケースにおける、おおよその目安

図9 M2M に用いる主な無線通信方式⁷³

5. 7. 2 課題について

様々な無線通信方式の規格が存在しているが、日本での使用を前提としているものではないため、日本国内での M2M の構築にあたっては、どの規格が適しているかを検討するだけでなく、日本のような有線ネットワークが発達した環境に適した無線通信方式の規格を検討したり、それを世界標準にするよう働きかけたりする必要がある。しかし、M2M の開発を各企業のサービス開発に任せている状況では、既存の無線通信方式を使用するメリットが強くなり、新たに規格を提案するメリットが弱くなってしまい、新たな規格の検討は行われにくいと考えられる。実際に、各企業は新たな周波数帯（920MHz）に対応する機器を製造しているが、通信方式は独自のものとなっているようである⁷⁴。一方、政府や団体が中心となって新たな方式を検討したり、有効な方式を調査したりする体制は、現在はまだ存在していないようである。

したがって、今後は無線通信方式についても、単なるユーザーとしてではなく、開発する側としての視点が盛り込まれるようにする必要がある。これについては、企業が中心となって、IEEE802.15.4 に関して、日本の 950MHz 帯を利用できるように IEEE802.15.4d と呼ばれる物理層の修正規格を追加させた事例が参考になると考えられる。

5. 8 暗号化と M2M

暗号化とは、インターネットなどのネットワークを通じてデータをやり取りする際に、通信の途中で第三者に通信内容を盗み見されないようにするため、決まった規則に従ってデータを変換することである。

M2M を用いたサービスでは、前述のようにプライバシーへの配慮などから暗号化は非常に重要となる。

5. 8. 1 暗号化方式

無線通信の暗号化の方式には様々なものがあるが、現在主に用いられているのは、WEP、TKIP、AES の 3 種類である。WEP は、多くの機器が対応しているものであるが、何年も前から脆弱性が指摘されており、セキュリティ強度は低い。TKIP は、ファームウェアのアップグレードによりほとんどの機器で対応可能となる方式であり、WEP よりもセキュリティ強度は高いものの脆弱性も指摘されている。AES はセキュリティ強度が高く、2012 年現在利用されている暗号化方式の中では最も安全だと言われている。従来機器の中には AES に対応していないものもあるが、今後は主流になっていくと予想されている。

これらの暗号化方式や、ユーザー認証の機能などをまとめたものを暗号化規格といい、WPA、WPA2 などがある。WPA では暗号化方式に TKIP を、WPA2 では AES を採用している。また、WEP は暗号化規格の名前としても用いられることがある。

5. 8. 2 M2M における暗号化の問題

M2M において通信されるデータには個人情報が含まれる場合があり、それらのデータには暗号化が必要となる。一方で、個人情報でないデータ、例えば橋の交通量のような場合でも、データの改ざんや盗用などを防ぐために、やはり暗号化は必要となるだろう。また、M2M には、クローズド・ネットワークを想定しているものもあるが、M2M の設置場所では、盗聴や改ざんの対策は、やはり必要となると考えられる。

前項でも説明したように、現在最も安全とされる暗号化方式は AES であるが、一般にセキュリティ強度が高くなるにつれ、消費電力量も大きくなるという問題がある。特に、無線通信を行う M2M の機器は、電力の供給量が非常に少ない場合がある。電力供給が少ない環境で AES のようなセキュリティ強度が強い暗号化方式を用いるためには、その他の部分の低消費電力化や、電力供給量の向上などが必要となる。

前述のとおり、個人情報を扱わない場合でも暗号化はある程度必要ではあるが、個人情報の場合ほどセキュリティを強化する必要がないとも考えられる。特にあまり重要でない情報であれば、セキュリティレベルを下げることで、低コスト化や低消費電力化を図ることもできる。M2M において、どの暗号化方式を用いるかは、情報の種類や重要性、コストや電力の問題等を考慮した上で決定する必要がある。

5. 9 低消費電力化

5. 9. 1 M2Mにおける低消費電力の重要性

M2Mの社会への導入に際しては、前述のように、センサの低消費電力化が重要な課題になる。

具体的に言うと、M2Mは農業や交通、ヘルスケア等の領域で利用拡大が期待されているが、実際にセンサを設置しようとした場合、センサにどのような方法で電力を供給するのかが問題になる。例えば、ヘルスケアの分野では、人体にセンサを取り付け、常時無線通信を介して生体情報を収集しようとする動きがあるが、患者の生活の質を維持しようと考えた場合、常に電源ケーブルでセンサに電力を供給することは困難である。したがって、人体内部に設置したセンサで継続的かつ長期間データを取得するためには、電源ケーブルや電池が不要なセンサを実用化することが求められる。また農業分野においても、より広大な土地に大量のセンサを設置するためには、各センサにワイヤレスで電力を供給することが必要となる。

このエネルギー供給の解決策として想定されている技術が、光・熱（温度差）・振動など自然環境中に存在する微弱なエネルギーを電力に変換するエネルギー・ハーベスティングや、金属接点やコネクタ等を介さずに電力を伝送するワイヤレス給電である。しかしいずれの技術も発生または伝送する電力が小規模であり、センサの低消費電力化は不可欠の状況である。

5. 9. 2 現状の技術動向

M2Mの低消費電力化に関する技術には、大きく分けて、センサの消費電力を小さくするというアプローチと、発生させる電力を大きくするというアプローチの2つがある。

第一に、センサの消費電力を小さくするというアプローチであるが、低消費電力化のためには、無線通信に要する電力を低くする必要がある。現状では、低消費電力を特徴とする無線通信規格が複数規格化されており、それぞれの規格に対応した無線チップが市場に存在する状態である。無線通信規格はその用途や利用周波数帯等によって多岐に渡るため、ここでは低消費電力化が特に重要な課題となっている人体無線網の分野での低消費電力化の動きに焦点を絞りたい。

この分野に対応する無線通信規格としては、Bluetoothの低消費電力規格である「Bluetooth Low Energy」（消費電力数mW）や、「IEEE 802.15.4」（消費電力数十mW以下）等が規格化、製品化されている⁷⁵。さらに2012年5月には、伝送距離や伝送速度等の点で人体無線網に対応することを意識した「IEEE 802.15.6」が発行されており、それらに対応した製品の開発も進められている他、アメリカでは医療機器向け無線通信用として採用することが決定している⁷⁶（次ページ表2）。

今後に向けた課題としては、設計サイクルが長く、当局による認証も必要となる医療用機器に対して、この規格をいかに早く、かつ信頼性を維持しながら導入していくかという

ものになる。

第二に、発生させる電力を大きくするというアプローチであるが、まず、エネルギー・ハーベスティングについては、日本国内では企業レベルで温度差や振動等を用いた要素技術の開発が進められている段階である⁷⁷。これらが生み出すことのできる電力は小規模なものであるが、学術研究レベルでは、人体や自然界の振動を利用して可能な限り大きな電力を生み出すことに主眼を置いた「ジャイロ型発電機」や「自励振動型マイクロ風力発電機」の試作⁷⁸が行われている。

今後に向けた課題としては、現状で 1W 程度の発電量の増大や、企業や学術レベルで開発されている要素技術について、相互の情報交換を行うことで、無線技術等との統合度の高い製品を実用化することにある⁷⁹。

次に、ワイヤレス給電については、コイルの間を貫く磁束の強さの変化によって発生する起電力を利用した「電磁誘導方式」、電波を整流回路で直流に変換する「電波方式」、電磁界の共鳴現象を利用した「電磁界共鳴方式」といった方式がある⁸⁰。現状では電磁誘導方式を用いた、送電電力 5W 以下の機器向けの規格である「Qi」のみが規格化されている状況である⁸¹。また 2012 年 5 月には韓国 Samsung や米国 Qualcomm が、「Qi」に代わる国際規格の策定を推進していくための標準化団体「A4WP」を設立している⁸²⁸³。さらに学術研究レベルでは、眼球に埋め込んだ人工網膜用の集積回路にワイヤレスで給電するシステム等が試作されている⁸⁴。

今後に向けた課題としては、近距離であっても給電効率が低いという問題点の克服や、標準規格に準拠した M2M 機器の開発等が考えられる。さらに使用周波数帯や設置手続、技術基準等の明確化、さらに標準化規格に関する国際的な調整を求める意見も存在する⁸⁵。

ただし、我々が行ったインタビューの中では、「低消費電力化や発電・給電技術の技術発展よりはむしろ、提供したいサービスとの関係でどのような製品を開発するかの方が重要である」（森川氏）という意見も存在した。例えばセンサのセキュリティ機能を強化した場合、必然的に消費電力は増大することになる（5. 8. 2 参照）。そのため、「どのようなサービスを展開するかによって、セキュリティを重視するか、ワイヤレスによる利便性を重視するか選択していくことになる。他の分野でも同様の選択をすることになっていくのではないか」（森川氏）という認識であった。

	伝送距離	伝送速度	消費電力
Bluetooth Low Energy	10m 程度	最大 300k ビット/秒	数 mW
IEEE 802.15.4	10m 程度	最大 250K ビット/秒	数十 mW
IEEE 802.15.6	3m 程度	最大 10M ビット/秒	数十 mW

表 2 主な無線通信規格

5. 10 センサの小型化と低コスト化

センサの小型化と低コスト化は、どちらも M2M が現在発展しつつある背景にある要因と言える。この 2 つはともに、前節の低消費電力化と並んで、センサに関する重要な要素でもある。本節では、小型化と低コスト化それぞれについて、現状や課題を述べる。

5. 10. 1 センサの小型化

センサ技術においては、近年でも大幅な小型化が進んでいる。センサを小型化することの大きなメリットの 1 つは、小型の機器への設置が可能となることである。最近では、スマートフォンへのセンサの設置も考案されており、その際にはセンサの小型化は必須となるだろう。また、小型化は軽量化に繋がることも多く、その点でも設置機器の幅を広げることができる。

しかし、小型化にはデメリットも存在する。例えば、小型機器に合わせて既存のセンサを小型化しようとした場合、センサの機能の一部が失われたり、精度が低下したりすることも考えられる。また、使用する部品を減らすことによる小型化では、次項で述べる低コスト化を実現できる場合もあるが、大幅な小型化の際には、より高価な部品が必要となることもある。特に、機能を維持したまま小型化する場合などは、コスト増大に繋がってしまうだろう。

したがって、センサの小型化は、設置する場所との兼ね合いだけでなく、必要な機能や許容されるコストの高さなども考慮に入れることが必要である。言い換えれば、提供するサービスについて、センサを小型化することのメリット、デメリットを正しく把握した上で判断することが必要となる。センサの小型化よりも、設置機器の大きさや構造を変更することによる解決が望まれる場合も考えられる。

5. 10. 2 低コスト化

M2M にとって、センサにかかるコストは非常に大きな要因の 1 つである。インタビューの中では、「ユビキタス関連のサービスがあまり市場に進出しなかったのは、コストによる影響が大きい」（佐々木氏）という意見もあった。どれほど良いサービスが提案されたとしても、利益に見合わないコストがかかってしまえば、導入は難しくなる。

4. 5 で述べた M2M サービスの分類の中で、グループ 1 やグループ 2 に属するものは、1 つのセンサが 1 つのものからしか情報を集めない。充実したサービスを提供するためには、かなり多くの人やモノからのセンシングが必要になるため、これらのグループでは使用するセンサの量も膨大になると考えられる。したがって、例え数円、数十円の差であったとしても、センサ 1 つにかかるコストが高くなれば、システム全体で見た場合に大幅なコスト増となる恐れがある。ただし、センサの機能や精度などが満たすべき基準によっては、低コスト化が難しい場合もあるため、やはり前項の小型化の場合と同様に、提供するサービス全体を考えた上での適切な低コスト化が望まれる。

5. 1 1 標準化

5. 1 1. 1 標準化の重要性

M2M は様々な産業で取り入れられているが、用いられる各種デバイスや通信方式などは、業界やソリューションごとに検討されている状況であり、同じ分野でも国によって違いがあることが多い。しかし、将来的には産業や国を跨いだサービス展開も考えられており、その際には現時点で統一されていない各要素を繋ぐ手段が必要となる。

この問題の解決法の 1 つに、標準化がある。標準化とは、複数の仕様の中から「標準」とされる仕様を選んで統一させることであるが、これが実現すれば、サービスに産業間や国際間での繋がりを持たせる際に、スムーズな運用が可能となる。

特に、M2M 通信サービスにおいては、アプリケーション、プラットフォーム、コアネットワーク、ゲートウェイ、デバイスの各レイヤが相互に連携し、多種多様で膨大な情報の受け渡しを実現する必要があることから、各レイヤ間のインターフェースの標準化が必要と考えられる⁸⁶。

現在、M2M 関連のサービスにおいては、それぞれの業界ごとの標準化は行われている場合もあるが、業界間、国際間での調整は準備段階である。国際標準化については次節で詳しく述べる。

なおここで注意すべきことは、標準化はあくまで一手段であり、目的ではないということである。インタビューの中では「目的は、統一されていない各要素を繋げることであり、これが達成されるのであれば、特に標準化は必要ない」（佐々木氏）という意見もあった。例えば、センサの仕様が大きく異なっても、送られた情報を変換しファイルフォーマット等を統一するシステムを作ることができるのであれば、センサの仕様を統一する必要はなくなる。つまり、標準化が必要かどうかは、標準化以外の方法の提案と、それらの比較によって決められるべきである。

5. 1 1. 2 標準化の動向

世界的な動向としては、前述（1. 1 参照）のように、oneM2M が 2012 年に設置された。これには日本から ARIB（Association of Radio Industries and Businesses：社団法人電波産業会）、TTC（Telecommunication Technology Committee：社団法人情報通信技術委員会）の 2 団体、欧州は ETSI（European Telecommunications Standards Institute）などが参加している。

oneM2M では、アプリケーションインターフェース（API）、データ構造、端末識別/管理、共通サービスレイヤ、アクセス方式、物理インターフェースなどの共通プラットフォーム化に向けた標準化が行われることとなっている。

また、各国の M2M 関連の標準化の動きとしては、欧米をはじめとする先進国が取り組んでいる。標準化を進める団体としては、アメリカの ATIS、TIA、欧州の ETSI、日本の ARIB、TTC、韓国の TTA、中国の CCSA などがある。

特に EU では、EU 指令によって加盟国に対する目標を定めており、M2M の標準化に関連するものとして Smart metering 等に関する EU Mandate を出し、行政による欧州各標準化機関への標準化規格制定を義務付け、既に 2009 年 1 月に ETSI（欧州の通信に関する標準化組織）内に M2M に関する専門技術委員会が設置されるなど、検討を先んじて行っている。

5. 1 1. 3 標準化の課題

M2M 標準化に関する連携に関しては、EU 等に比べると日本の動きは目立ったものがない。現時点で、政府が M2M に関する実証実験（移動通信システムにおける周波数の高度利用に向けた要素技術の研究開発）を行ったり、情報経済社会における基盤整備（融合新産業創出に向けた動向調査事業）⁸⁷を行ったりしており、これに基づき標準化を検討しようとしている段階である。また、経済産業省においても、標準化よりも情報の取扱いをサービス実現時の大きな課題と見て取り組んでいる状況である。したがって、日本では検討は進んでいないものと考えられる。

また、oneM2M に参加している団体は、通信に関係するものが多いようであり⁸⁸、日本からも電波関係、通信関係の団体が出席している。そのため、今後は oneM2M に様々な主体が関わることが予想されるものの、現時点の体制では M2M 全体の標準化を行うための組織は存在しない状況と言える。

さらに、M2M 全体の標準化だけでなく、前述の通信規格のように、Wi-Fi や PLC などの標準化など、M2M と独立して策定されるが、M2M にとって重要となるものがあることにも注意が必要である。

5. 1 2 M2M に関する横断的な協力の場

5. 1 2. 1 M2M に関する組織間の連携について

M2M に関する検討を行っている場は、政府の中に複数存在する。しかし、どの場においても、M2M だけを取り扱っているわけではなく、その一部で M2M が扱われる形であり、その頻度も異なる。これは、M2M のみで実現されるサービスがないため当然の結果と考えられる一方で、M2M は社会インフラとなり得るような重要で大きく複雑な分野であるため、総合的に検討することが必要と考えられる。

政府の検討の場としては、次のようなものがある。

- (1) 内閣官房 IT 推進室においては、IT に関する政府全体の政策をまとめており、その中に、総務省が実施する M2M も記載されている。
- (2) 内閣官房情報セキュリティ室においては、政府全体の情報セキュリティに関する政策をまとめており、その年次行動計画において、M2M 等の新技術に対応したセキュリティ技術を研究開発することとなっている。

- (3) 内閣府総合科学技術会議において、科学技術基本計画に基づく、アクションプランや予算配分方針等が検討されている⁸⁹。その検討のなかで、前述の ICT 共通基盤 WG が M2M 等の ICT について検討を行っている。
- (4) 総務省においては、情報通信国際戦略局等が、ICT を活用した街づくりとグローバル展開に関する懇談会⁹⁰や情報通信審議会情報通信政策部会新事業創出戦略委員会⁹¹において、M2M を活用した街づくりが提案されており、また ICT 政策の今後の方向性を示す「総合戦略」に M2M が含まれている。
- (5) 経済産業省商務情報政策局においては、産業構造審議会情報経済分科会が M2M 等を前提として新規事業創出に関する中間とりまとめの報告書を作成し⁹²、さらに今年度の検討においても、多種多様なモノがネットワーク化された世界を議論の前提としている⁹³。
- (6) 個別の施策についても検討の場が設けられている。例えば、ユビキタス健康医療技術推進事業を総務省、厚生労働省がそれぞれ実施しており、RFID 等を含む遠隔医療については、その推進方策に関する懇談会を、厚生労働省、総務省、経済産業省が共同で実施している。

このように、各省庁で政策を立案、実施しており、一部、遠隔医療のように連携して行っているものもあるが、M2M やそれを利用したサービスについて、全体の方針を決定する場は存在しない。また、総務省と経済産業省には、共に新規産業の検討の場があるが、経済産業省は M2M 等の要素技術の存在を前提として、産業化等の課題をある種ブレイン・ストーミング的に考える場である一方で、総務省は開発される技術を用いてどのようなサービスを実現するかを議論する実務的な検討の場となっている状況であり、それぞれの議論をまとめる場が見当たらない。

さらに、内閣官房の施策は、各省庁の施策の取りまとめに留まっており、また内閣府の総合科学技術会議においても、研究開発の根本となる技術開発の目的や方針が見当たらない状況である。したがって、他の省庁の政策を横断的に検討し、国家としての方針を決定する場が不在な状況である。

5. 1 2. 2 横断的な人材育成

M2M を用いた新たなサービスの創出に関連して、前節で述べた組織間の連携に加え、複数分野において専門性を持つ横断的な人材の育成も課題となっている。M2M の場合、その適用分野は医療や農業など多岐に渡る。そのため M2M の研究開発に携わる人材についても、要素技術に対する専門性だけでなく、その適用分野に関する専門性や、産業界のニーズへの熟知が求められる。

横断的な人材育成の方向性は、次ページ図 10 のように、大きく 3 つに分類することができる。第一に考えられるのが、IT・医療・農業など複数の研究分野を持つ「学際的

人材」である。第二に、複数の産業に精通した「産業横断的人材」が挙げられる。そして第三に、学術研究と産業の双方を熟知した「ニーズとシーズを繋ぐ人材」を想定できる。

その中でも特に政策的な課題になると思われるのは、ニーズとシーズを繋ぐ人材の育成である。M2M はまだ発展途上の技術であり、技術開発がサービスの創出に直接結びつく。我々のインタビューの中でも、人材育成の話題の中ではニーズとシーズを繋ぐ人材について触れられることが多く、「研究者は技術以外にサービスのデザインなどに手を広げていくべきである」（森川氏）や、「大学の研究室でイノベーションが生まれることもあり、それを市場にどう繋ぐかが重要である」（佐々木氏）という意見が存在した。

ニーズとシーズを繋ぐ人材の育成については、「大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律」（大学等技術移転促進法、TLO 法）などの法整備に合わせて産学官連携が進められており、実際に NTT データと慶應義塾大学 SFC 研究所が M2M の技術開発や IT 分野での人材育成について共同で推進していくことに合意した例などがある⁹⁴。しかし関係者の間では、必ずしも横断的な人材の創出が進んでいると認識されているわけではない。例えば前述の森川氏の発言は、研究者の観点が技術開発に偏りがちであるという文脈の中から出たものであり、佐々木氏も「研究者の側も産業界のニーズを意識して技術開発をした方がいいと思うのだが、そう考える研究者が多いとは言えないかもしれない」という意見を述べていた。

産業横断的人材や学際的人材については、新たなサービスの提案には直接結びつくわけではないが、経済産業省商務情報政策局が提唱する「IT 融合」にも見られるように、将来的には様々な産業、様々な研究分野が融合したサービスの実現も大いに考えられ、これらの人材が活躍する場面が増えるとも考えられる。さらにこの 2 つの人材は、M2M 関連サービスに限らず多様な方面で活躍する可能性を秘めており、その育成には十分な意義があると言える。

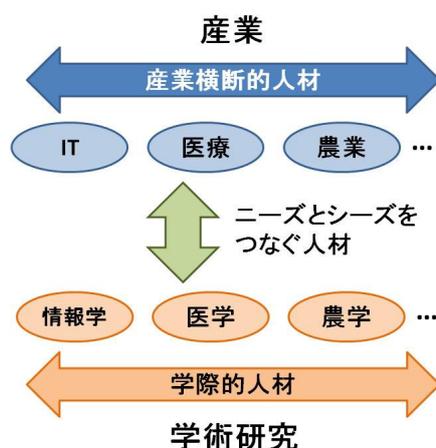


図 10 横断的な人材育成

5. 13 M2M を用いたサービスの創出及び実現について

5. 13. 1 M2M を用いたサービスの創出及び実現への懸念

M2M に類似するものにユビキタスネットワークという技術がある。ユビキタスネットワークとは、「いつでも、どこでも、何でも、誰とでも」繋がるネットワークであり、多くの機械同士が繋がるという M2M に似ているものと言える。インタビューの中でも、「ユビキタスと M2M は概念としてはほぼ同じである」（森川氏）、「ユビキタスと M2M の比較には意味がある」（佐々木氏）との発言があった。ユビキタス社会については、2000 年台始めに政府でもその検討が行われたが、結果としてユビキタスを利用したサービスや産業が十分に社会に浸透しなかった。ユビキタスが普及しなかった原因として、コストや、デバイスの種類が豊富でなかったこと、現在のクラウドのように大規模データの処理に適したものがなかった⁹⁵と指摘するものもある。

M2M についても、このユビキタスに類似するため、同様に産業の創出に結びつかない可能性があると考えられることから、サービス創出等における課題を検討し、そのサービスの普及を促進する手段が必要と言えるだろう。

5. 13. 2 M2M を用いたサービスの創出及び実現に関する現状と課題

現状では、4 章で述べたように、企業が M2M を利用したサービスを創出しており、一部の企業（NEC や NTT データなど）では M2M への体制を強化している状況である。政府としても、経済産業省が IT 全体のものではあるが、IT 融合のサービス創出の促進を行っており、総務省も実証実験の形ではあるが促進している。また、総合科学技術会議でも、ICT 共通基盤 WG が「グリーンイノベーション戦略協議会」等に M2M を含む ICT を報告し、課題解決に活用するような形となっている。

しかし、このように M2M について動向がある状況でも、その技術を実際のサービスに結びつけることは、非常に難しいと考えられる。

インタビューの中でも、「総合科学技術会議の下にも、「グリーンイノベーション戦略協議会」のようなニーズの会議と、ICT 共通基盤 WG のように技術シーズの WG はあるが、それを繋ぐ役割を誰が担うのが問題となっている。特にグリーン等ニーズ側が、かなりメタなレベルで検討している」（森川氏）との意見があった。この状況下では、ニーズ側の会議では、重点的に取り組む事項が曖昧で、総論的なものとなり、特定の技術を組み合わせるサービスを作るような具体的なものを検討することは難しいと予想される。

また、総務省の実証実験の目的は、想定した M2M サービスでの課題発見に過ぎず、新たなサービスの創出でないため、技術的な課題を発見し、将来的に生じ得る障害を取り除くことはできると考えられるが、サービス自体の創出には繋がらないであろう。

経済産業省で行なっているコンソーシアム方式の推進は、異業種・異分野の企業及び大学、研究機関からなるコンソーシアムの組成を支援し、分野毎のシステム研究開発プロジェクトを実施させるものである。そのコンソーシアムの参加主体がニーズ側シーズ側の双

方が参加するものであればサービス創出が期待されるが、この政策は提案を集める形式で実施されているとともに M2M に関するものになるかも不確実であるなど、その M2M サービス創出への効果は不透明な状況である。

また、ビッグデータに関しては、日本電信電話株式会社のように、新たな技術に関して様々な試みを実施させ、その価値を評価する形のコンテスト⁹⁶を開催するなど、要素技術の組み合わせを試行させるアプローチも存在するが、M2M に関するものは現在日本に存在しないようである。

さらに、M2M を利用したサービスの創出には多様な技術や社会科学、経済的な観点が必要であることから、それを担う人材の中には、複数分野における専門性を持つ者も求められると考えられる。インタビューの中でも、「学際的に様々な分野に精通している人材が必要」（伊丹氏）、「複数の分野の人をまとめられる人材、デザインにまで踏み込める研究者が必要である」（森川氏）との意見があった。

いずれにせよ、M2M の中にも様々な技術が存在し、また組み合わせるべき技術も多種多様に存在しており、それを利用するサービスを想定することはできるが、それを具体的なサービスとして実現させ、普及させるためには、何らかの政策が必要となると考えられる。

加えて、ニーズとシーズを繋げるという問題以外にも、将来的に M2M を社会に浸透させるときの課題として、現状の垂直統合型ではなく、インフラを共通して利用するため様々なサービスを創出しやすい水平分離型に移行していくという問題がある。インタビューの中でも「存在している問題は、ユビキタスのときから変わっていない。結局ビジネスが先行して垂直統合型のシステムになってしまっている。ビジネスとして、ある企業だけがうまくいって、社会全体のインフラとしてうまくいっているわけではない。ここでの問題は水平展開（皆がデータを使える）をどうやってやるか。そこでは、標準化、センサを誰が設置するか、という問題がある」（笠井氏）との意見があった。

5. 14 M2M を悪用した犯罪等について

M2M が社会に幅広く普及した場合には、その M2M を悪用した犯罪や、M2M のサービスを阻害する犯罪等の発生が想定される。しかし、政府の中では、情報セキュリティの技術についての検討はされているものの、悪用や犯罪等そのものについての検討はされていないようである。ここでは、想定されるものを例示することで、M2M を実用化する際に大きな被害を受けないよう対策が行われることを期待する。

ただし、概してサービスの黎明期にはその普及が優先され、犯罪への対応は、犯罪が発生し、被害が生じた後に行われる場合が多かったことにも留意されたい。

M2M が扱う情報の機密性の観点からは次のものが考えられる。

- ・ 通信の暗号化が不十分であれば、センサ設置・維持者でないのに、そのセンサから発

信される情報を途中で傍受、収集して利用できてしまう。センサの設置や維持にはコストがかかるにも関わらず、その生産物である情報を利用されることとなり、設置・維持者は対価を得ることができなくなる。特に、その情報を売買していた場合には、被害が大きくなる。特に、M2M の機器は、公の場所に設置され、第三者が物理的アクセスをしやすい状況であるため、情報の盗用等は危険性が高い。

- M2M を含むシステムがサイバー攻撃を受けたり、管理者が操作ミスをしたり、セキュリティホールに適切に対処できなかつたりすれば、個人情報を含んだ状態の情報（例えばどのレストランに誰といるかなど）が漏洩してしまう可能性がある。個人情報の漏洩によりプライバシーが侵害される。
- 上述と同様に盗用等され又は漏洩した場合、個人情報ではなく、ある時点のある地域の人口情報が漏洩するだけでも、不在状況などが推測できてしまい、プライバシーが侵害されたり、侵入窃盗等の他の犯罪が容易に実行可能となったりする。
特に、画像等を撮影していた場合等その情報量が多い場合には、高度な分析が行われ行動が把握されてしまうなど、重大な被害が生じるおそれがある。

M2M の可用性、完全性からは次のものが考えられる。

- M2M システムに、ウィルスなどを仕込むことによって、M2M の機能を麻痺させる。特に、医療系のシステムや交通系システムなどの機能が麻痺した際には、重大な結果をもたらす得る。対策としては、M2M からの情報だけで機器が動作しないようにしたり、重要なものは、外部とのリンクを制限したりすることが考えられる。
- M2M システムに、無線等の通信路を利用して誤った情報を流すことによって、M2M 機器に誤動作を起こしたり、逆に、機械を自分の好きなように動かしたりしてしまう。例えば、農業の場合に、温度や湿度に誤った情報を流せば、発育を阻害することができる。また、スマートグリッドであれば、停電を人為的に発生させることが考えられる。医療系であれば、殺人等に発展する可能性もあるだろう。
- M2M のセンサ等を物理的に破損することにより、その機能を止めたり、弱めたりする。業務妨害だけでなく、例えば、商品等の位置情報サービス機能を弱めれば、その商品を盗んだ際に、追跡が難しくなる。
- センサ等の M2M 機器が高価であったり、取り外しが容易であったりすれば、盗まれる可能性が高くなる。特に、レアメタル等を利用していた場合には、注意が必要である。対策を講じる際には、周囲を破壊する等の手段にも留意が必要である。

M2M を悪用したものとしては、次のものが考えられる。

- M2M が安価になり、設置時の管理が不十分であれば、ストーカー等が M2M のセンサを対象の周囲に設置するなどし、プライバシーを積極的に侵害するおそれがある。さらにその情報を用いれば、大きな犯罪を起こしてしまう。

- ・ M2M が小型化された場合に、本人の許可無く、その人自身や所有物等にシステムが設置され、情報が収集されてしまい、その情報が利用・売却されてしまうおそれがある。
これは、意図的に利用規則等を包括的にしたり、曖昧にしたりした場合も同様である。
- ・ 社会的混乱を企図する者が、M2M の機器を一箇所に短時間で大量に設置すれば、M2M のネットワークが輻輳し、一時的に混乱させることができる。特に、ラッシュ時の駅などで発生した場合には被害が大きい。
- ・ M2M を他人のものに無断で接着したり、他人の敷地内や公的な空間に無断で設置したりする。特に、小型化が進めば、広範囲に設置される M2M の発見や回収は難しくなってしまう。これは、プライバシーの問題や土地の占有にもなるとともに、管理者が不明となれば、ゴミとなり不法投棄のようになってしまう。

なお、本件の検討にあたっては、自立移動支援プロジェクトが行ったリスクの検討⁹⁷など、ユビキタス社会を検討した際の資料が参考になると考えられる。

5. 15 M2M の普及の際の国家安全保障について

M2M を幅広く整備した際には、スマートシティのようにありとあらゆる場所から情報が取得されることになり、その情報が戦争やテロに悪用されるおそれがあると考えられる。近年、軍事力においては、科学技術が大きな影響を持ち、特に情報をいかに支配し、収集し、利用するかが軍事能力に重要となってきている。さらに、加えて軍事革命により戦争目標が「敵軍隊の撃破」から「敵国家の無能化」に移りつつあるとされる⁹⁸。したがって、M2M による情報が、国家安全保障上重要となってきていると考えられる。

また、米国において、ワイヤレス・センサ・ネットワークが、軍部と本土防衛アプリケーションの主要技術であるとされており、我が国においても、国家安全保障上重要であると考えられる⁹⁹。

さらに、M2M の情報はビッグデータに代表されるように膨大であり、敵国が持つ分析能力が高ければ、我が国では予想できない分析結果を敵国に与えることになる。また、普段は、プライバシーに配慮する形で加工されている情報が、システムのハッキング等により加工されない形で敵国に奪取されれば、我が国の動向を敵国に詳細に知られてしまうおそれがある。

また、国家安全保障の観点で言えば、情報セキュリティの保護の技術には、一般的なレベルでは破れないとされるものであっても、国家レベルであれば破られる可能性があることに留意が必要である。加えて、国家安全保障の問題は、リスクが表面化した際には、事後的に修正できるものではないため、他のリスクと異なり、予防原則的な対応が求められることに留意する必要がある。

このように、国家安全保障の観点から、M2M の初期のサービス段階では問題にならない

ことであっても、大規模化、サービス間の連携可能性を予測し、その普及時における対策を講じておく必要がある。

しかし、政府内の M2M の検討においては、このような国家安全保障の観点からの検討がされていないようである。今回のインタビューの中でも、国家安全保障の観点からの意見はなかった。

6 政策に取り入れ得る要素について

本報告書の最後に、今後 M2M を社会に導入していく上で、政府としてどのような政策を取ることができるか、具体的に政策に取り入れ得る要素を提示したい。

6. 1 国が保有する情報の公開

これまで、M2M の普及に際しては、M2M が収集した情報をビッグデータの分析技術と組み合わせて、有用な情報を作ることができるかどうかことが重要となると述べてきた。しかし、有用なデータを創出できる分析技術の研究や開発は、実際の情報を使って分析を行い、その結果を評価しないと分からない部分がある。また、M2M に情報を収集させることの有用性が予測できない状況では、企業が M2M への投資を始めることが難しい。

そこで考えられる手段が、行政機関の持つ M2M が収集した情報や行政機関が業務上集めたデータなど、行政機関のビッグデータを（機械判読による 2 次利用が可能で）公開し、分析させてみることである。我々のインタビューの中でも、「国土交通省の持つ河川センサーや、保健所の持つ飲食店のデータ等を公開することで、企業が新たなサービスを展開するための有用なリソースを提供できるのではないか」（森川氏）という意見が存在した。

そこで参考事例として、行政情報の公開に特に積極的であると言われるイギリスについて取り上げると、2001 年に公共情報登録所において政府機関が保有する情報資産を非公開だった情報を含めて公開¹⁰⁰しており、その後も 2010 年には、行政が再利用可能かつ機械判読可能な形でデータの公開を行うこと、営利目的も含め自由に活用可能にすること等を掲げた「透明性原則」を発表している¹⁰¹。これに対して民間企業の側も、郵便番号から地図を検索するサービスなど、比較的小規模なアプリケーションから順次サービスを開始している。また将来的には、地理空間情報や気象情報を用いたサービスの提供も可能になると言われている。

日本国内の動向としても、行政機関等が持つデータを公開し、広く国民が活用できるようにする動きが政府内にある。内閣府に設置された高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部電子行政に関するタスクフォースは「電子行政オープンデータ戦略に関する提言」¹⁰²を策定しており、これを受け、高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（本部長：内閣総理大臣）は「電子行政オープンデータ戦略」¹⁰³を決定し、政府が保有する公共データを機械判読可能な形式で自ら積極的に公開することで、営利目的、非営利目的を問わず活用を促進する方針である。今後、各府省実務者会議において、各種検討や実証事業、ロードマップ策定等が行われ、データが公開されることとなっている。

具体的には、上述の「電子行政オープンデータ戦略」の中では、公共データの活用のニーズを把握したり、二次利用可能なデータについて概要、データ形式等のメタ情報を集積したデータカタログを整備したりすることになっている。この中で、政府が保有する M2M が収集しているデータに何が存在するについても調査を行うように働きかけることが重要であろう。

さらに戦略の中では、公共データの活用を「独立行政法人、地方公共団体、公益企業等の取組に波及させていくものとする」とある。M2Mにより収集されたデータの保有主体としては、政府というよりも研究所や研究管理団体が、実験等でM2Mを設置してデータ（例えば水汚染度情報等）を取得していると考えられる。そのため、政策の手法としては、これらの研究所についても、保有データの状況について調査を行うことが有効であると考えられる。例えば、SPEEDIのようにその存在が国民には認識していないものがあると考えられるため、M2Mのデータの存在を一元的に知ることができることは、サービス創出に貢献すると考えられる。

6. 2 M2Mが扱うデータの保護

本節では、M2Mに関する政策を決定する際に考慮する必要があるとされる「M2Mが扱うデータの保護」について取り上げるとともに、その中でも大きな課題である個人情報やプライバシーの問題について、今後政策の中に取り入れ得る要素としてどのようなものが考えられるか、多面的な検討を行いたい。

6. 2. 1 法的な側面からの保護

M2Mが収集したデータを、法的にどのように保護するか考える上では、データの所有権を誰が持つのか、データについて著作権が認められるのかという2点から検討を行うことが有用であろう。

第一に所有権に関して検討を行うと、現状では、前述（5. 3. 2参照）のようにデータに関する所有権は規定されていない。そこでM2Mが収集したデータを盗み出された場合、法的にどのような保護が与えられるのかを考える必要があるが、刑法上では窃盗罪や横領罪の適用対象に「情報」が含まれておらず、情報を窃盗した加害者を処罰することができない。これまでは、裁判所が刑法を柔軟に適用することにより情報の窃盗犯を処罰してきた。例えば機密資料である新薬の情報が入ったファイルを窃取した行為を、ファイルの窃盗として窃盗罪の成立を認めた事例¹⁰⁴や、コンピュータ・システムに関する会社の秘密資料をフロッピーにコピーして社外に持ち出した行為を、フロッピーディスクの横領として横領罪の成立を認めた事例¹⁰⁵等がある。また、不正競争防止法が改正され、顧客情報等の営業秘密の不正取得等に対する刑事罰の導入が行われるなど、情報の所有権に関して部分的には法制度整備もされている。

今後M2Mを導入していった際に生じる情報の窃盗についても、これまでと同様に、裁判所で刑法を柔軟に適用することによって対処することが考えられる。しかし抜本的な解決を試みるのであれば、刑法の窃盗罪や横領罪の適用対象に情報を含めるという手段もあり得る。例えばアメリカの連邦法では「個人情報窃盗・乱用阻止法」というものが制定されており、個人情報の窃盗それ自体を犯罪として認定している¹⁰⁶。日本においても、M2Mに

よって収集されたデータの保護のために、このような情報窃盗の可罰化を行うことは手段として十分想定され得るだろう。

さらに刑法の改正ではなく、既存の不正アクセス禁止法を適用するという手段も考えられる。現状では M2M の導入が本格化していないこともあり、収集したデータへの不正アクセスに対してどのように法を適用できるか政府内でほとんど議論がなされていないが、この方法は情報窃盗の可罰化とは異なり法改正の必要もなく、今後政策に取り入れ得る要素として検討に値すると思われる。

第二に、データの著作権に関する新たな法制度の整備について検討する。現状では、前述（5. 3. 2 参照）のようにファクトデータベースについては創作性が認められず、著作物としての保護の対象にならない。しかし我々のインタビューでもあったように、創作性を有さないファクトデータベースであっても、その作成に多大な資本が投下されていることも事実である。そのため、ファクトデータベースを著作物として保護しないことが悪質なフリーライダーを黙認することに繋がるのではないか、その結果としてデータベース作成への投資を抑制するのではないかという指摘もなされている。

そこで 1 つの手段として、ファクトデータベースに独自の権利を設定することが考えられる。これに関してはインタビューの中でも「著作権に似た制度の整備」という形で触れられていたが、ここではより具体的に、EU で規定されているスイ・ジェネリス権を参考事例として取り上げる。

スイ・ジェネリス権とは、創作性を有さないデータベースの製作者に対して認められる、著作権とは別個の知的財産権である。これは 1996 年の「データベースの法的保護に関する EU 指令」で規定されたもので、一部例外はあるものの、EU 諸国はこの指令に準拠して法律の整備を行っている。

スイ・ジェネリス権を有する製作者には、データベースの全体または実質的な部分について、その一部または全部を抽出・再利用する行為を差し止める権利が与えられる。この権利はデータベースの作成が完了した翌年の 1 月 1 日から 15 年間適用される。また継続的にデータベースを追補、削除又は改変を行う等、新たに実質的な投資を行っているとは判断される場合は、新たな保護期間が与えられる。

スイ・ジェネリス権は、著作権との 2 本立て、すなわち創作性を有するものについては著作権で保護し、有さないものについてはスイ・ジェネリス権で保護するという形で運用される。このような二重構造というやり方は、日本においても、ファクトデータベースの製作者保護のための 1 つの手段として考慮することができるであろう。

以上のように新たな権利を創設する一方で、創作性を有さないものであっても著作物として保護するという手段を取ることも考えられる。ただしこれに関しては、EU でスイ・ジェネリス権が形成された経緯について留意しておく必要がある。そもそもイギリスやアイルランドなどの EU 諸国では、ファクトデータベースの保護について「額に汗 (sweat of the brow)」理論と呼ばれるものが慣習法上採用されており、データベース作成のために投資を

行ったのであれば、創作性が認められなくても著作権上の保護が認められてきた。しかし1991年にアメリカ連邦最高裁が、名前や住所を単にアルファベット順に並べただけの電話帳に創作性を認めず、その結果著作物として保護に値しないという判決を下したことにより、EUでも著作権とは別個の制度でデータベースを保護していく必要に迫られた。スイ・ジェネリス権も、このような流れの中で形成されていったものである¹⁰⁷。日本の裁判実務でも、前述（5. 3. 2参照）のように創作性の有無により著作物としての保護を判断していることを考慮すると、創作性を有さずとも保護するのは容易なことではないと思われる。

6. 2. 2 個人情報及びプライバシー保護に関する検討の場

前述（5. 1参照）のように、個人情報やプライバシーの問題は、M2Mが社会に普及する上で重要な問題であるが、5. 1. 2で述べたように個人情報の保護やプライバシーの保護の法制度は、1つの法律で決まるような単純なものではなく、保護の範囲も具体的に明確になっていると言える状況ではない。また、社会における保護の期待も大きくなっている。

そこで、政策に取り入れ得る要素の1つとして、プライバシーや個人情報について、どのようなものが保護されるかを検討し、具体的な範囲を明確にするガイドラインを作成する場を、内閣府に設置することを提言する。

なぜなら、海外にその本拠を持つ企業は、Googleのストリートビューに代表されるようにプライバシーに対する概念が日本企業と異なるため、具体的な範囲に関してガイドラインがないと、慎重な対応をし、保守的な判断をする日本企業が不利になってしまう。また現在は、総務省や経済産業省など個別の省庁がそれぞれ場を設けて検討しているが、日本全体に関する課題については、全体で共通した認識を検討する場が必要と考えられる。加えて、海外サーバに情報が収集される場合についてなど、議論が鈍りやすい海外への対応の検討を促すため、政府全体で議論を行う場が必要である。インタビューの中でも、前述のように「個人情報の扱いについて、主に米国の企業と違い、日本企業はコンプライアンスに配慮し、グレーゾーンには踏み込まない傾向にある」（佐々木氏）との意見があった。また、国民の感覚と実際の保護の範囲に齟齬があるのであれば、検討の場に国民を参加させる必要があるが、このような国民全体の議論を行うには、内閣府のような複数省庁をまとめられ、責任を持った発言を行える機関の下に設置することが望ましいだろう。国民の参加については、2012年7～8月に実施されたエネルギー・環境の選択肢に関する討論型世論調査¹⁰⁸を参考に行うことなどが考えられる。ただし、討論型世論調査については、問題点も散見されることから、第三者検証委員会の報告等を参考にするなど注意する必要があるだろう。

その他、政策に取り入れ得る要素として考えられることは、事業者が個人に関する情報を使用したサービスを展開する前に、申請に応じて情報の扱いについて審査を行うような

第三者機関を設置することである。ただし、審査には時間がかかり、検討過程は公開されるため、個別のサービスというよりも、事業者間で審査要望を調整する必要があるだろう。また、民間の団体として、企業が行う匿名化の適正性を点検確認し、システムの安全性を検証するという「匿名化委員会」¹⁰⁹が設置されているが、このように個別のサービスごとに審査を行う機関を民間に設置させることも考えられる。

6. 2. 3 技術的な側面からの保護

M2M が収集したデータには価値があり、その収集のためにはコストが払われている。6. 2. 1 で述べたように、法的に保護が行われたとしても、技術的にデータの窃取やアクセスの侵害が容易であったり、実際に保護が破られたときに気付かなかつたりすれば、法的保護はその実効性を失ってしまうことになる。そこで本節では保護に必要となる技術について提示することで、これらの技術が推進されることを期待したい。

技術については、大きく 2 つに分類できる。データ窃取のような保護が破られることを防止するための技術と、実際に窃取や侵害が発生した際に、発見、追跡できるようにする技術であり、それぞれの具体的内容は次のとおりである。どれを重点的に行うかは選択によるが、普及するサービスの形態が不透明な現状では、防止と発見、追跡のそれぞれを満遍なく行うことが良いと考えられる。

(1) 保護侵害の防止の技術

- ・ 通信の途中で情報を盗まれないようにする技術（暗号化技術等）
- ・ 偽センサや偽受信機を防止する技術（通信するデバイスの認証技術等）
- ・ デバイスへのコントロールの権限付与やその権限の認証技術
- ・ デバイスの異常動作を防ぐ技術（ウィルス感染防止技術）
- ・ 保護を破られた場合の被害を少なくするようにデータの価値を意図的に下げる技術（データから不必要な個人情報を排除するためのデバイス通信上の匿名化のためのプロキシ技術、データの信頼性を落とすような虚偽データを紛れ込ませておく技術等）
- ・ データを提供する際に、分析後に提供相手にデータが残らないようにプログラムを動作させる技術（データの自動消去技術、プログラム動作場所を共通クラウド上に限定する技術（提供先には分析結果のみが渡る）など）

(2) 発見、追跡の技術

- ・ センサ状態を監視する技術（物理的な移動感知技術、処理・動作状況の通知技術等）
- ・ 不正操作が分析できるようなログを記録する技術（大量に発生するログの保存技術や効率的なログ情報の設計技術等。制度との組み合わせが必要）
- ・ 提供していないデータの使用を検知する技術（分析結果から分析に使用したデータを特定する技術等。制度との組み合わせも必要）
- ・ センサの設置場所の管理技術（センサ設置場所の情報を一元的に収集する技術、周囲に存在するセンサの探知技術等）

6. 3 標準化に向けた検討

前述（5. 1 1 参照）のとおり、標準化の動きは日本では始まったばかりである。しかし、日本の重要な産業となり得る、またインフラとなり得る M2M に関する標準化については、現時点から政策を考えていく必要がある、そのために取り入れ得る要素を提示する。

第一に、標準化はコストがかかるものであり、どの範囲で標準化するかなど検討が必要なことから、現状でも oneM2M に参加している団体があるように、日々状況を確認していくことである。

そして第二に、実証実験だけではなく、研究開発レベルや実現されているサービスレベルのものも見込みながら、早いタイミングで、日本として標準化を行うかを検討する場を設定する必要がある。その際には、どの範囲、レイヤでの標準化なのか、標準化により M2M の普及にどのようなメリットがあるのか、またコストはどれくらいなのか、他の手段ではできないのかなどを検討できるよう、政府主導でなく民間へ働きかけるもあり得る。

6. 4 犯罪等への対策

前述（5. 1 4 参照）のように、M2M を悪用した犯罪や問題が起こる可能性があり、一旦普及した後では対策が困難になるおそれがある。本節では、その対策に取り入れ得る要素を示す。

まず、犯罪等を防ぐためには、第一段階の方策として、どのような悪用があるかを事前に調査し、その対策技術や制度を導入することを検討できるようにすることが必要になる。そのため、科学技術の研究開発、産業推進等の検討の場に、警察職員等の犯罪に詳しい者や、消費者センターのように悪用された被害をよく知る者を出席させ、情報を得るようにすることが1つの手段として考えられる。

また、犯罪等が発生した際に、次の犯罪等の発生を防ぐため、それを実行した者等を特定することができるような技術や仕組みを用意しておくことも手段の1つである。これは、防止技術による対策だけだと、犯罪者等がその技術を破るといったちごっこに入ってしまうため、犯罪等を企図する者が実行を決断しないように、その実行主体を特定させる技術や仕組みが必要である。特に、記録として何をどの期間保存するかが重要な要素となる。

加えて、悪用した者を刑事的に罰するようにして、犯罪等の発生を防ぐことも手段の1つである。前述のデータ保護の法的な考察で触れたように、刑法の適用対象に情報を含めておければ、司法的な手続きにより追跡等が可能となるし、刑罰による抑止効果が期待される¹¹⁰。

さらに、犯罪等によって M2M ネットワークに障害が発生した際に、被害が最小限となるように、M2M システムを設計するよう義務付けることも重要である。例えば、交通網に M2M を利用する際に、M2M が止まったり誤作動したりしても、重大な事故に繋がらないように安全装置を設置することなどである。

なお、犯罪等の対策に関する技術的なものとして、前述の技術開発を推進することや、内閣官房情報セキュリティ政策会議が策定した「情報セキュリティ 2012」¹¹¹にあるように、M2M に関する情報セキュリティ技術の研究を推進することは、従前どおり重要である。

6. 5 国家安全保障への配慮

前述（5. 1 5 参照）のとおり、M2M の普及により安全保障上の懸念が存在する。しかし、国家安全保障については、技術の初期段階において検討することが少なく、M2M に関しても国家安全保障について検討がないようである。しかし、M2M は一旦普及した場合に、その数の多さや設置場所の広さゆえに、対策が難しくなってしまうため、現時点で国家安全保障に関する影響を検討することが必要と考えられる。

これについての方策としては、防衛省が内部で検討し、その結果を普及する際の制限や技術基準として反映させることや、有識者会議等を設置してその中で技術者と安全保障研究者と防衛省職員を含めて検討することが考えられる。加えて、日本製の M2M サービスが海外進出する可能性を考えれば、米国等の国家安全保障上の協力の可能性がある国と共同して対策を検討することも 1 つの手段であろう。

6. 6 国としての検討の場の必要性

5. 1 2 で述べたとおり、おおまかに言えば、科学技術の開発であれば総合科学技術会議、産業の面であれば経済産業省、通信や電波の統制であれば総務省と、各府省が独立して検討している状況となっている。しかし、M2M を含む ICT について、これら科学技術、産業等は一体のものであり、それぞれが国家目標に向けて動く必要がある。

したがって、各府省や企業等の関係者を集めた検討の場を設定することが 1 つの方策となる。

これには、3 つの利点がある。1 つは、全体の方向性を話せることであり、各府省の取り組みの目的が近くなれば、研究を実施している段階で、実用した際の規制の問題点を見つけながら、さらに産業でも実際に活用しやすいものを作れるようになることが期待できる。加えて、産業の促進の政策を実施する段階になったときにも、促進したい技術につながる研究が既に存在しているため、促進が行いやすくなる。

2 つめとして、課題について共通の認識を話し合う場としても期待できる。府省庁だけでなく、民間も含めた形で検討を行えば、例えば Google のプライバシーポリシーの統一についても、先んじて検討を始め、日本としての対応を検討できたのではないだろうか。

3 つめとして、分担されていない点の明確化についても議論することができるであろう。

この検討の場としては、例えば、総合科学技術会議がまとめても良いと考えられる。なぜなら、意思疎通を促進し施策への影響力を持つために、予算や施策に影響を与えられる

ようなまとめ役である内閣府が適していると考えからである。これについては、アメリカにおいて OSTP (科学技術政策局) がビッグデータの取り組みの中心を担っていることが参考になるだろう。2012 年 3 月に OSTP は「Big Data Research and Development Initiative」を発表し、2 億ドル以上をかけてビッグデータへの取り組みを行うことを発表した。この取り組みにアメリカの各機関 (米国防総省、米国立科学財団、米国立衛生研究所、米エネルギー省、米国防高等研究計画局) がサポートしている¹¹²。

また、関係者共通の検討の場としては、共通する課題に特化した比較的小規模のものを作ることを選択肢として考えられる。例えば、M2M が収集するデータとプライバシーの関係については、多くの関係者が懸念しており、各府省でそれぞれの段階やそれぞれの産業分野に関して検討されようとしているが、そもそもプライバシーとは何なのかという基礎を検討する場を設定することが考えられる。

実際には、各府省で検討したい課題を調整する必要があると考えるが、上流工程である研究開発段階を担う総合科学技術会議がその課題の調整を提案し、実行することは考慮に値するだろう。

6. 7 政府による M2M 整備政策

本節では、テクノロジー・アセスメントとしては多少挑戦的な記載ではあるが、M2M を社会的なインフラと捉えて政府が先導して整備を進めることには、大きなメリットがあるため、取り入れ得る要素として提言する。

具体的には、政府が現有するインフラや今後整備するインフラへのセンサの設置である。政府が現有する構造物は、老朽化が進んでいる一方で予算が限定されているため、今後は、どの部分をいつ修繕すべきか判断したり、優先順位をつけたりする必要があるが、24 時間の監視は人的には不可能であるため、機械的に監視できる M2M の設置にはメリットがある。加えて、政府が保有する構造物であれば、設置許可の問題やデータの権利の問題についても、公的なものとして問題をクリアすることができるメリットもある。一方で、すべてのインフラに対して M2M を設置することがコスト的に見て評価が高いのか (道路の全長だけ考えても膨大な距離がある) や、現時点の未成熟な技術のものを国民の生命にかかわるようなインフラに設置すべきなのかについては検討する必要がある。

また、政府が持つセンサの M2M 化も挙げられる。これは、センサが既にあるため、またセンサの駆動に既に電源等が整備されている場合が多いため、通信ユニットの設置等でコストを抑えて M2M を整備することができるメリットがある。

従前のおり、これらの選択肢はいずれも、政府投資により民業を活性化する効果も期待できる。一方で、民業を圧迫することがないように留意する必要がある。

7 おわりに

以上、本報告書では、M2M が社会に導入される際の影響について述べ、その課題や解決のために政策に取り入れ得る要素などについて検討した。

本報告書で取り上げた課題は、M2M が社会に与える幅広い影響や必要となる技術進展の上で、重要と考えられるものについて述べたものである。また、M2M に関する多くの技術は急速に発展している。

したがって、社会情勢の変化や技術進展の状況に応じて、本報告書に記載された情報以外について追加の調査や検討を要することや本報告書の情報についても修正があり得ることに留意すべきである。

A. 本報告書の概要図



B. 1 電波とは

電波とは、電波法によれば、その 2 条 1 号において『三百万メガヘルツ以下の周波数の電磁波をいう。』と定義されている。

電磁波とは、一言で言えば、電界と磁界がともに時間的に変動する波動現象である。

電界と磁界は我々の周りの空間に存在することができ、また電界と磁界は相互に影響しあうが、電磁波は、電界と磁界の変化の波が次々に空間を伝わっていくことで空間を伝搬することができる。また、電磁波は、我々の周りに普通に存在しているものであり、例えば、光も、赤外線も、レントゲン線も、ガンマ線も電磁波である¹¹³¹¹⁴。

電磁波の性質として、すべての電磁波は真空中及び物資中を光速で進む。また、電磁波は波動現象であるので、その変化に周期が存在するが、この周期を 1 秒間という時間で区切って計算したものが周波数となる。つまり、1 秒間に何回波の振動を繰り返したかというもので、単位は Hz（ヘルツ）である。また、電磁波の 1 回の振動の長さが波長となる。電磁波は速度が一定のため、周波数が決まれば、波長が決まる。その逆も同様である。

電波は、この周波数によって、通信に適したものを定義している。

B. 2 電波の一般的な性質

電波には、いくつかの特徴が存在し、通信もその特性を利用している。また、周波数帯によって性質が変化するため、用途に合わせた周波数帯が使用される。まず、電波の一般的な性質について 5 つ述べる¹¹⁵。

(1) 電波の直進性

電波は障害物が無い限りひたすら直進し、自分から方向を変えて曲がることはない。直進とは、別の視点で考えれば、ある 2 点を最短時間で移動するとも言える。周波数の高い方が直進性は高く、逆に周波数の低いものは直進性が弱く、周囲に広範囲に伝達することに向いていると言える。

(2) 電波の反射性

電波も光と同様に反射する。反射とは、ある方向性を持って進んでいる波などが、別の物質などにぶつかって跳ね返る現象のことである。

電波の反射は、反射する物質や電波の周波数によって異なり、同じ物質でも電波の全てが反射するわけではない。一般的に、電波の場合は金属製のものがよく電波を反射する。

(3) 電波の屈折性

電波は光と同様に屈折する。屈折とは、ある状態の中を進む光や波が、異なった状態の中へ入る時その境界面で進行方向を変えて進む現象である。通常、電波は空中を進むが、電波は空気による屈折がほとんどない。ただし、電波は水滴などに当たると

屈折し、同時に減衰するため、雨の日などには伝わりにくく、水中で使用するにも不向きである。

(4) 電波の干渉性

2 つ以上の波が同じ点に到達して重なり、お互いに強め合ったり弱め合ったりする現象を「干渉」という。電波の場合も、干渉が起こる。そのため、反射や回折などで複数の電波を受信する場合には、受信しにくくなる。

(5) 電波の回折性

「回折」とは、波が障害物の後ろに回り込んで伝わる現象であり、電波も回折する。大きく言えば、波長の長い方が回折は起こりやすい。例えば、波長の長いラジオの電波は、山を回折し、山の裏側にも届くが、波長の短いテレビの電波は建物や山の影では受信しにくくなる。

次に周波数による電波の性質の変化を述べる。電波には、幅広い周波数があり、前述の電波の性質でも少し触れたが、次のとおり、周波数によりその特徴が異なる。したがって、M2M で使用する電波の周波数についても、考慮が必要である。

- (1) 周波数が高ければ高いほど（波長が短ければ短いほど）、光と同じように直進して伝わり、特定方向への送信が有利になるが、障害物を超えにくくなる。
- (2) 周波数が高ければ高いほど、水滴や水蒸気に吸収されやすくなり、遠くに伝わらない。
- (3) 周波数が高ければ高いほど、伝送できる情報量が多くなる。

B. 3 周波数帯の利用状況の概要

各周波数帯の利用状況の概要についていくつか述べる。

まず、極超短波（UHF）については、波長が 10cm～1m の電波であり、超短波に比べて直進性が更に強くなるが、多少の山や建物の陰には回り込んで伝搬可能である。伝送できる情報量が大きく、小型のアンテナと送受信設備で通信できるため、携帯電話など多種多様な移動通信システムを中心に、空港監視レーダーや電子レンジ等に幅広く利用されている。最近では、RFID（電子タグ）への利用も期待されている周波数帯である。

なお、アナログ TV 放送では超短波に合わせて極超短波を利用したが、デジタル TV 放送では、この極超短波のみを利用している。

マイクロ波（SHF）は、波長が 1～10cm で、直進性が強い性質を持つため、特定の方向に向けて発射するのに適している。伝送できる情報量が非常に大きいことから、主に電話局間や放送の送信所間を結ぶ固定の中継回線、衛星通信、衛星放送や無線 LAN に利用されている。この帯域は無線 LAN や FWA などの無線アクセスシステム、次世代移動通信シス

テムなどの移動通信システムへの需要が大きいことから、一部の周波数利用について見直しを行い、移動通信システムへの需要に応え、ワイヤレスブロードバンドを推進するための「電波開放戦略」が進行中である。この他、レーダーもマイクロ波の直進性を活用した利用システムのひとつで、気象レーダーや船舶用レーダー等に利用されている。

その他、各周波数帯については、需要と特性に応じた割当が行われている。

参考文献

- 1 総務省、「平成 24 年版情報通信白書」、P252
- 2 総務省、「平成 24 年版情報通信白書」、P2-3
- 3 総務省、「平成 24 年版情報通信白書」、P4
- 4 和田恭、「米国におけるスマートシティを巡る最近の動向」、
<http://www.ipa.go.jp/about/NYreport/201102.pdf> (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 5 経済産業省、「スマートグリッド・スマートコミュニティとは」、
http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/smart_community/about/fallback.html
(2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 6 IBM、「北九州スマートコミュニティ創造事業を通じた、スマートな都市を支える ICT 基盤」、
http://www-06.ibm.com/innovation/jp/smarterplanet/cities/kitakyusyu_201205.html (2012
年 8 月 19 日閲覧)
- 7 ICTWG 議事録、P13、<http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/innovation/ICT/2kai/giji2.pdf>
(2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 8 EETIMES JAPAN、<http://eetimes.jp/ee/articles/1201/23/news030.html> (2012 年 8 月 19
日閲覧)
- 9 一般社団法人情報通信技術委員会、「oneM2M 専門委員会の発足について」、
<http://www.ttc.or.jp/i3c/i3cnews/oneM2M20120705/> (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 10 「米国における M2M の動向」、http://www.csaj.jp/government/other/2012/120329_jetro.pdf
(2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 11 情報セキュリティ政策会議、「情報セキュリティ 2012」、
<http://www.nisc.go.jp/active/kihon/pdf/is2012.pdf> (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 12 NTT データ、「M2M」、<http://www.nttdata.com/jp/ja/services/M2M/index.html> (2012 年 8
月 19 日閲覧)
- 13 NTT データ、「被災地復興支援に向けた社会インフラデータ活用基盤整備事業を実施」、
<http://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2012/031200.html> (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 14 JE 東日本ウォータービジネス、「次世代型新飲料自販機」、
<http://www.acure-fun.net/innovation/index.html> (2012 年 8 月 20 日閲覧)
- 15 NEC、「ワイヤレス M2M サービス 活用事例」、
http://necmagnus.jp/m2m/m2m_practical.html (2012 年 8 月 20 日閲覧)
- 16 EE Times Japan、「活用始まる人体無線網、ヘルスケアから新市場が立ち上がる」、
http://image.itmedia.co.jp/l/im/ee/articles/0812/01/l_sm_0812Cover1_zu01.jpg (2012 年 8 月
20 日閲覧)
- 17 NTT データ、「橋梁モニタリングシステム BRIMOS」、NTT データ提供資料 (2012 年 8
月)
- 18 NTT データ、「BRIMOS 概要説明書」、NTT データ提供資料 (2012 年 8 月)
- 19 新世代 M2M コンソーシアム、「事例紹介 アスザック株式会社」、
http://ngm2m.jp/~ngm2m-jp/m2m/m2m/case_info?id=2 (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 20 総務省、「平成 24 年版情報通信白書」第 1 部第 2 章第 1 節、
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/pdf/index.html> (2012 年 8 月 19
日閲覧)
- 21 NTT ドコモ、「「モバイル空間統計」を活用したまちづくりに関する共同研究を東京大学と
実施」、http://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2010/09/15_00.html (2012 年 8 月 19
日閲覧)
- 22 ICT を活用した街づくりとグローバル展開に関する懇談会、「ICT を活用した街づくりとグ
ローバル展開に関する懇談会 報告書」、平成 24 年 6 月
- 23 厚生労働省、「医療・介護関係事業者における個人情報の適切な取扱いのためのガイドラ
イン」、平成 22 年 9 月 17 日改正
- 24 国家公安委員会・警察庁、「国家公安委員会・警察庁における行政機関の保有する個人情報

-
- の保護に関する法律に基づく処分に係る審査基準」、平成 21 年 4 月 1 日一部改正
- 25 東京地裁判例 昭和 39 年 9 月 28 日
- 26 最高裁判例 平成 15 年 9 月 12 日
- 27 東京地裁判例 平成 17 年 9 月 27 日
- 28 東京高裁判例 平成 17 年 1 月 19 日
- 29 福岡高裁判例 平成 24 年 7 月 13 日
- 30 モバイル空間統計による社会・産業の発展に関する研究会、「社会・産業の発展に寄与する「モバイル空間統計」利活用のあり方に関する報告書」、P.27、
http://www.moba-ken.jp/pdf/research10_01.pdf (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 31 総務省、「利用者視点を踏まえた ICT サービスに係る諸問題に関する研究会(第二次提言)」、P.40、http://www.soumu.go.jp/main_content/000067551.pdf (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 32 総務省、「利用者視点を踏まえた ICT サービスに係る諸問題に関する研究会(第二次提言)」、P.47-53、http://www.soumu.go.jp/main_content/000067551.pdf (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 33 NTT ドコモ、「モバイル空間統計に関する情報」、
http://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/ (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 34 NTT ドコモ、「モバイル空間統計ガイドライン」、
http://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/guideline/ (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 35 内閣官房国家戦略室、「日本再生戦略～フロンティアを拓き、「共創の国」へ～」、P87、
<http://www.npu.go.jp/policy/policy04/pdf/20120730/shiryo1.pdf> (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 36 CIO Online、「ビッグデータ研究に乗り出すマサチューセッツ州」、
<http://www.ciojp.com/technology/t/737/12364> (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 37 今泉大輔、「標準化で読み解く日本型スマートグリッドの未来」、
http://www.tel.co.jp/museum/magazine/environment/120401_topics_07/index.html (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 38 東京都、「再生可能エネルギーの拡大に向けた政策検討のための電力系統に係る基礎調査」、P152、<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/attachement/houkokusho.pdf> (2012年8月19日閲覧)
- 39 福岡地裁判例 昭和 50 年 2 月 25 日
- 40 菅野和夫 (1995)、『労働法 [第四版]』、P66、弘文堂
- 41 東京高裁判例 昭和 54 年 10 月 29 日
- 42 菅野和夫 (1995)、『労働法 [第四版]』、P406-407、弘文堂
- 43 「日本再生戦略」(平成 24 年 7 月 31 日閣議決定)、
<http://www.npu.go.jp/policy/pdf/20120731/20120731.pdf> (2012 年 10 月 22 日閲覧)
- 44 喜連川優、「ビッグデータ時代の到来」、http://e-public.nttdata.co.jp/topics_detail2/id=658 (2012 年 8 月 7 日閲覧)
- 45 財団法人データベース振興センター、「データベースの法的保護について」、
http://www.jipdec.or.jp/archives/dpc/trend/dpcDBlaw_conf.pdf (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 46 東京地裁判例 平成 12 年 3 月 17 日
- 47 名古屋地裁判例 平成 12 年 10 月 18 日
- 48 IBM、「特別インタビュー 第 4 のメディアが作り出すビッグデータの時代」、
http://www-06.ibm.com/ibm/jp/provision/no72/pdf/72_s_interview.pdf (2012 年 8 月 19 日閲覧)
- 49 NEC、「M2M で新しいビジネスを創造する!」、M2M ソリューション CONNEXIVE (コネクティブ) 資料 (2011 年 12 月現在)
- 50 「ビッグデータの活用に関するアドホックグループの検討状況」、
http://www.soumu.go.jp/main_content/000157828.pdf (2012 年 8 月 19 日閲覧)

-
- 51 ガートナージャパン株式会社、「ガートナー、2012年以降にIT部門およびユーザーに影響を与える重要な展望『Gartner Predicts 2012』を発表」、
<http://www.gartner.co.jp/press/html/pr20111214-01.html> (2012年8月19日閲覧)
- 52 IT Media ニュース、「NRIがビッグデータ活用の企業支援活動を開始」、
<http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1207/30/news075.html> (2012年8月19日閲覧)
- 53 野村総合研究所、「2016年度までのITロードマップ(ビッグデータ編)を発表」、
<http://www.nri.co.jp/news/2011/110524.html> (2012年8月19日閲覧)
- 54 NEC、「NEC、ビッグデータ活用に関するコンサルティングサービス「ビッグデータディスクバリエーションプログラム」を提供」、http://jpn.nec.com/press/201207/20120717_02.html (2012年8月19日閲覧)
- 55 情報通信審議会 情報通信政策部会 新事業創出戦略委員会・研究開発戦略委員会、「ビッグデータの活用に関するアドホックグループについて」、
http://www.soumu.go.jp/main_content/000160630.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 56 情報通信審議会 ICT基本戦略ボード ビッグデータの活用に関するアドホックグループ、「ビッグデータの活用の在り方について」、
http://www.soumu.go.jp/main_content/000160628.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 57 増田義雄監修(1994)、無線データ通信入門解説、ソフト・リサーチ・センター
- 58 電波政策研究会、「電波利用読本」第1章、(株)クリエイト・クルーズ
- 59 総務省、「日本の電波使用状況」、
<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/usecondition/wagakuni.pdf>
- 60 総務省、「使用状況の詳細(平成24年4月現在) 335.4MHz～960MHz」、
<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/335m.pdf> (2012年8月19日閲覧)
- 61 総務省、「900MHz帯MCA無線の周波数が変わります。」、
http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ref/portal/full_ver.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 62 総務省、「使用状況の詳細(平成24年4月現在) 960MHz～3000MHz」
<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/960m.pdf> (2012年8月19日閲覧)
- 63 総務省、「周波数帯ごとの主な用途と電波の特徴」、
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/search/myuse/summary/index.htm> (2012年8月20日閲覧)
- 64 総務省、「周波数再編アクションプラン」(平成23年9月改定版)、
http://www.soumu.go.jp/main_content/000128692.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 65 総務省総合通信基盤局 電波部移動通信課「周波数再編実施の流れ」P.17、
<http://www.arib.or.jp/osirase/seminar/no88konwakai.pdf> (2012年8月19日閲覧)
- 66 吉川尚宏、「M2Mの成長戦略と電波利用料問題」、
http://www.soumu.go.jp/main_content/000161575.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 67 大宮 知己、織毛 直美、「M2Mを取り巻く標準化動向」、
<http://www.ntt.co.jp/journal/1204/files/jn201204063.pdf> (2012年8月19日閲覧)
- 68 シスコシステムズ合同会社、「Cisco Visual Networking Index:全世界のモバイル データトラフィックの予測、¥2011～2016年アップデート」、(2012年8月19日閲覧)
http://www.cisco.com/web/JP/solution/isp/ipngn/literature/pdf/white_paper_c11-520862.pdf
(2012年8月19日閲覧)
- 69 経済産業省情報経済課、「ITを活用した街づくりに関する経済産業省の取組」、
http://www.soumu.go.jp/main_content/000145750.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 70 EE TIMES Japan、「60GHz帯通信のWiGigが最新仕様を承認、コンプライアンステストに備える」、<http://eetimes.jp/ee/articles/1106/29/news033.html>
- 71 EE TIMES Japan、「【M2M展2012】「ZigBeeは競合技術」、コードレス電話規格のDECTが宅内ネットに展開」、<http://eetimes.jp/ee/articles/1205/14/news115.html> (2012年8月19日閲覧)
- 72 EE TIMES Japan、「2012～13年は目が離せない!! 新たな社会インフラ導入へ無線技術

-
- の準備整う」、http://eetimes.jp/ee/articles/1207/02/news012_5.html (2012年8月19日閲覧)
- 73 住吉浩次、「通信とセンサに見る最新技術動向 PART 3」、
<http://www.bizcompass.jp/e/2012/02/14/4179> (2012年8月19日閲覧)
- 74 沖電気、「920MHz帯無線マルチホップネットワーク 商品紹介」、
<http://www.oki.com/jp/920m/product/unit/> (2012年8月19日閲覧)
- 75 EE TIMES Japan、「活用始まる人体無線網、ヘルスケアから新市場が立ち上がる」、
<http://eetimes.jp/ee/articles/0812/01/news132.html> (2012年8月19日閲覧)
- 76 EE TIMES Japan、「人体通信網向けの新規格、策定開始から5年で正式に発進」、
<http://eetimes.jp/ee/articles/1205/23/news034.html> (2012年8月19日閲覧)
- 77 エネルギー・ハーベスティング・コンソーシアム、「エネルギー・ハーベスティングの技術事例」、
<http://www.keieiken.co.jp/ehc/example/index.html> (2012年8月19日閲覧)
- 78 東京大学新領域創成科学研究科人間環境学専攻環境情報マイクロシステム学分野 保坂・佐々木・森田研究室、
<http://www.ems.k.u-tokyo.ac.jp/j/research/group/energy/index.html#girotype> (2012年8月19日閲覧)
- 79 エネルギー・ハーベスティング・コンソーシアム、「EHCについて」、
<http://www.keieiken.co.jp/ehc/consortium/index.html> (2012年8月19日閲覧)
- 80 日経エレクトロニクス 2007年3月26日号、日経BP
- 81 EE TIMES Japan、「「Qi」規格に集うワイヤレス給電、5W以下のモバイルから普及へ」、
<http://eetimes.jp/ee/articles/1102/11/news010.html> (2012年8月19日閲覧)
- 82 A4WP、<http://www.a4wp.org/about-us.html> (2012年8月19日閲覧)
- 83 TECHSPOT、Samsung、Qualcomm join forces on wireless charging standard、
<http://www.techspot.com/news/48496-samsung-qualcomm-join-forces-on-wireless-charging-standard8206.html> (2012年8月19日閲覧)
- 84 小柳光正・田中徹、『人工網膜用LSIへの非接触給電』、『まぐね』Vol.4 No.9(2009)、P426-434、日本磁気学会)
- 85 総務省、「電波の有効利用の促進に向けた検討課題の意見募集の結果について」、
http://www.soumu.go.jp/main_content/000162010.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 86 情報通信審議会 ICT基本戦略ボード ビッグデータの活用に関するアドホックグループ、「ビッグデータの活用の在り方について」P20、
http://www.soumu.go.jp/main_content/000160628.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 87 経済産業省商務情報政策局、「平成24年度我が国情報経済社会における基盤整備(融合新産業創出に向けた動向調査事業)」、
http://www.meti.go.jp/information_2/downloadfiles/2012052410350105.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 88 風間博之、「M2Mの標準化動向」、
http://www.nttdata.com/jp/ja/insights/trend_keyword/2012052401.html (2012年8月19日閲覧)
- 89 「総合科学技術会議 Web ページ」、<http://www8.cao.go.jp/cstp/index.html> (2012年8月19日閲覧)
- 90 「ICTを活用した街づくりとグローバル展開に関する懇談会」
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/ICT-machi/index.html (2012年8月19日閲覧)
- 91 「情報通信審議会情報通信政策部会新事業創出戦略委員会」、
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/shinjigyo/index.html (2012年8月19日閲覧)
- 92 経済産業省、「融合新産業」の創出に向けて～スマート・コンバージェンスの下でのシステム型ビジネス展開～」
http://www.meti.go.jp/committee/summary/ipc0002/report01_02_00.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 93 経済産業省、「IT融合新産業の創出に向けて～ビッグデータ・ブームの次を見据えて～」

-
- http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/shoujo/it_yugo_forum/pdf/001_04_00.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 94 NTT データ、「NTT データと慶應義塾大学 SFC 研究所がアジアの大学における IT 分野の技術開発と人材育成に関する取り組みを共同で推進」
<http://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2012/061501.html> (2012年8月20日閲覧)
- 95 野村総合研究所、「M2M 最前線」、
http://www.nri.co.jp/publicity/mediaforum/2012/pdf/forum174_2.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 96 日本電信電話株式会社、「データ分析アイデアコンテスト「Jubatus Challenge Japan 2012」の開催」、<http://www.ntt.co.jp/news2012/1207/120710a.html> (2012年8月19日閲覧)
- 97 自立移動支援プロジェクト、「自律移動支援システムで想定されるリスクの概要」
<http://www.jiritsu-project.jp/material/html/20060210/siry05.html> (2012年8月19日閲覧)
- 98 防衛大学校安全保障研究会、「最新版安全保障学入門」第4章、亜紀書房 2003
- 99 NICT ワシントン事務所 (委託先 Washington CORE)、「米国ワイヤレス通信分野における R&D 活動について」、http://www2.nict.go.jp/int_affairs/int/images/stories/pdf/re0703.pdf、2007年3月
- 100 経済産業省、「海外におけるオープン・ガバメントの取り組み」、
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/e-meti/opengov/opengovreport.html#_Toc249760633 (2012年8月19日閲覧)
- 101 電子行政に関するタスクフォース、「電子行政オープンデータ戦略に関する提言」、
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/denshigyousei/honbun.pdf> (2012年8月19日閲覧)
- 102 電子政府タスクフォース、「電子行政オープンデータ戦略に関する提言」、
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/denshigyousei/honbun.pdf> (2012年8月19日閲覧)
- 103 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部、「電子行政オープンデータ戦略」、
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/pdf/120704_siry02.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 104 西田典之・山口厚・佐伯仁志、『判例刑法各論 [第五版]』、P142、有斐閣
- 105 西田典之・山口厚・佐伯仁志、『判例刑法各論 [第五版]』、P292、有斐閣
- 106 中川かおり、「米国における個人情報保護の動向—個人情報窃盗対策を中心に—」、「外国の立法」231 (2007)、P59-70、国立国会図書館調査及び立法考査局
- 107 長塚隆、「第10回：データベースの保護制度の現状と課題」(「情報管理」46 (2004)、P816-827、独立行政法人科学技術振興機構)
- 108 エネルギー・環境会議、「エネルギー・環境の選択肢に関する討論型世論調」、
<https://www.kokumingiron.jp/dp/> (2012年8月20日閲覧)
- 109 匿名化委員会、「匿名化委員会とは」、<http://www.makino-law.jp/tokumeika/qa.html> (2012年8月20日閲覧)
- 110 岩井宜子 (2011)、「刑事政策 (第5版)」第2部第1章、尚学社
- 111 情報セキュリティ政策会議、「情報セキュリティ 2012」、
<http://www.nisc.go.jp/active/kihon/pdf/is2012.pdf> (2012年8月19日閲覧)
- 112 Office of Science and Technology Policy, Executive Office of the President、「OBAMA ADMINISTRATION UNVEILS “BIG DATA” INITIATIVE: ANNOUNCES \$200 MILLION IN NEW R&D INVESTMENTS」
http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/big_data_press_release_final_2.pdf (2012年8月19日閲覧)
- 113 電波政策研究会 (1991)、「電波利用読本」第1章、(株) クリエイト・クルーズ
- 114 後藤尚久 (2003)、「電波がわかる本」、オーム社
- 115 吉村和明・倉持内武・安居院猛 (2004)、「図解入門 よくわかる最新電波と周波数の基本と仕組み」、秀和システム