

M2M (Machine to Machine) 技術の 動向と応用事例

清 尾 克 彦

要 旨

センサを含む機器同士または機器とクラウド上のサーバをネットワーク経由で接続し、様々なサービスを提供する M2M (Machine to Machine) システムが注目されている。M2M システムを実現するには、センサなどの機器から、ワイヤレスネットワークやクラウド上のサービスプラットフォームなどの様々な技術を組み合わせて実現する必要がある。また、M2M システムの発展には標準化が必要である。本研究報告では、M2M システムを実現するときに必要となる要素技術の概要と標準化動向について報告するとともに、応用事例について紹介する。

キーワード：M2M 技術, センサネットワーク, M2M クラウド, M2M ゲートウェイ, M2M 機器

1. はじめに

M2M (Machine to Machine) システムは、センサを含む機器同士または機器とクラウド上のサーバをネットワーク経由で接続し、様々なサービスを提供する。従来からユビキタスコンピューティング／ネットワークとして語られてきた世界であるが、最近のセンサや機器の小型化・低コスト化、ワイヤレスネットワークの実用化・低コスト化、および、クラウドコンピューティングの発展により、実用的な応用事例が出てくるようになってきた。

このような M2M システムを実現するには、センサを含む機器から、ワイヤレスネットワークやクラウド上のサービスプラットフォームなどの様々な技術を組み合わせて実現する必要がある。また、M2M システムの発展には、従来の分野毎にカスタマイズされた垂直統合型から相互に接続可能な水平統合型への転換のために標準化が求められている。本研究報告では、M2M システムを実現するために必要となる要素技術の概要と標準化動向についてまとめ、主な応用事例を紹介する¹⁾⁻⁴⁾。

サイバー大学 IT 総合学部・教授

原稿受付日：2013年1月21日

原稿受理日：2013年1月28日

2. M2M 技術の全体像

M2M は、機械や電気機器の間で、人間が介在することなく収集されたデータを送受信することによってサービスを提供するものである。図1に示すように、機器（デバイス）にはマイコン等のコンピュータが内蔵され、接続されたセンサからのデータが、必要に応じてゲートウェイを経由し、ネットワークを介してサーバに送信される。

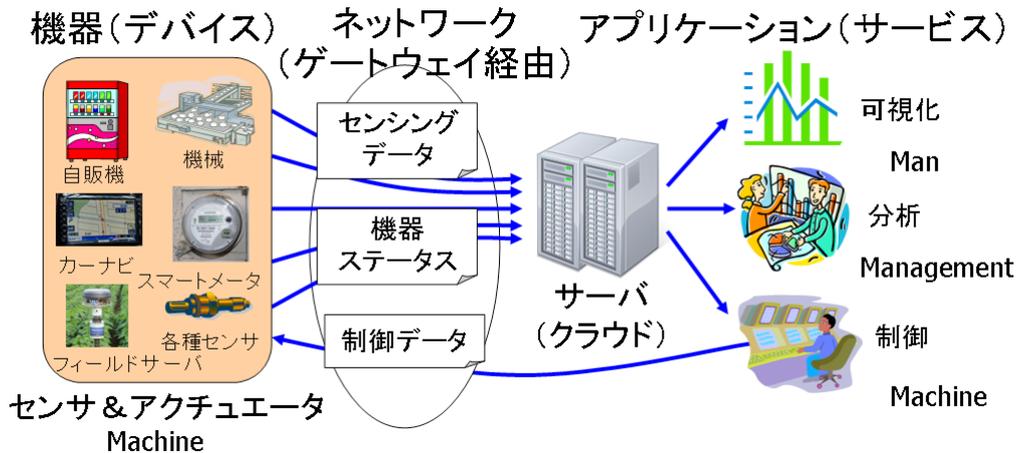


図1 M2M システムのイメージ

センサのデータはサーバに蓄積され、クラウド上のアプリケーションにより、集積されたデータを可視化したり、分析をしてマネジメントの判断材料にしたり、分析結果から自動的に機器の制御をしたりするサービスが実現される。M2Mの「M」は、MachineのかわりにManやManagementに読みかえて使われる場合もある。

2.1 M2M フレームワーク

M2M 技術の全体像を俯瞰するための M2M フレームワーク⁴⁾ を図2に示す。

M2M フレームワークは、3つのドメインから構成される。

- ① M2M 機器は、センサからのデータを M2M ゲートウェイ経由または直接、M2M サービスに送信する。また、M2M サービスの結果として、受信した制御データに基づいて、接続されているアクチュエータを駆動する。M2M 機器は、大量に電源のないところに配置される場合が多く、低消費電力化・低コスト化が求められる。
- ② M2M ゲートウェイは、M2M 機器が直接 M2M サービスに接続できない場合に、M2M サービスとの間で、データの集積・中継・変換機能の役割を担う。接続された M2M 機器を含めて、機能の起動・停止・追加・変更などの遠隔管理機能が求められる。
- ③ M2M サービスは、クラウド環境のもとで、M2M 機器から収集した大量のデータ

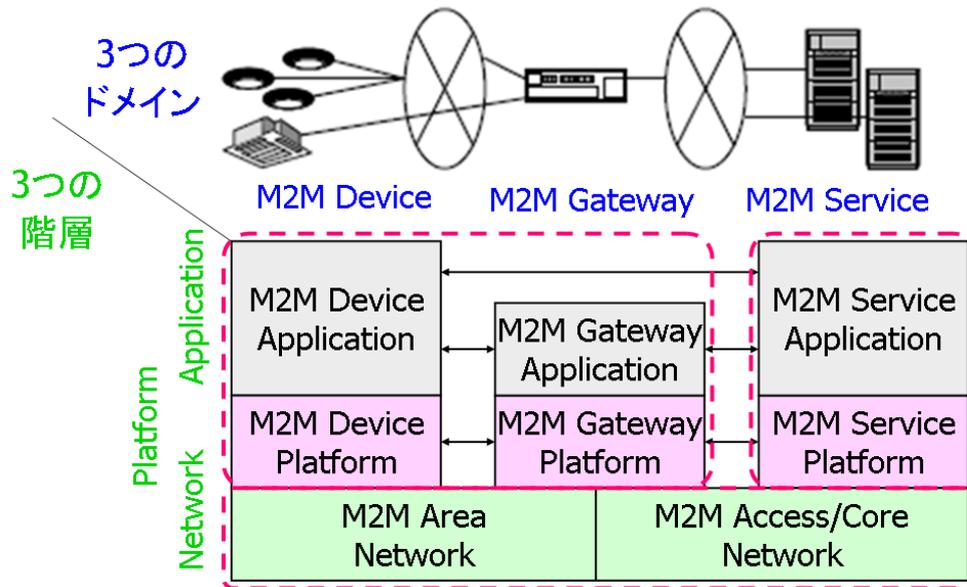


図2 M2Mフレームワーク⁴⁾

に対してリアルタイムまたはバッチで分析・評価を行うことにより、必要なサービスを提供する。評価の結果から、必要に応じてアクチュエータを駆動する制御データをM2M機器に送信する。

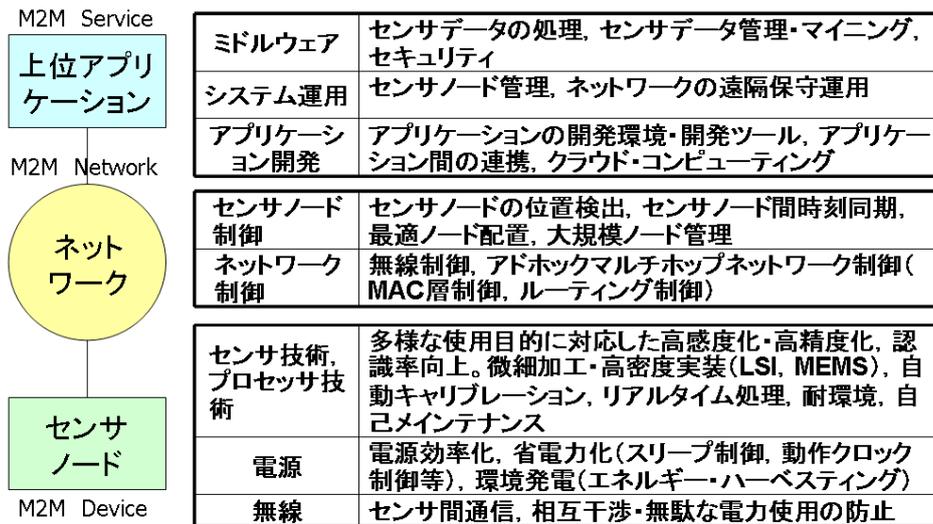
各ドメインはアプリケーション層、プラットフォーム層、ネットワーク層の3層のサブシステムから構成される。

- ① アプリケーション層は、各ドメインのプラットフォーム機能を利用して、個々のドメインでのアプリケーションを実現する。
- ② プラットフォーム層は、各ドメイン毎の共通機能を提供する。
- ③ ネットワーク層は、以下の2つに分類される。
 - M2M エリアネットワークは、M2M 機器と M2M ゲートウェイを結ぶ。M2M 機器が低消費電力化・低コスト化を求められる場合には、それに対応したネットワークが必要となる。通信プロトコルとして、ZigBee や 6LoWPAN/CoAP 等が使用される。
 - M2M アクセスネットワークは、M2M ゲートウェイ/M2M 機器と M2M サービスを結ぶ IP をベースとしたネットワークである。

2.2 M2M 要素技術の分類

M2M で実現する世界は、従来から検討されてきたユビキタス・センサ・ネットワークで実現する世界と共通点がかなり多い。総務省の「ユビキタスセンサネットワーク技術に関する調査研究会」の最終報告書⁵⁾では、図3に示すように3つの層に分けて検討すべき要素技術をまとめている。

上位アプリケーション、ネットワーク、センサノードは、それぞれ M2M フレームワー



ユビキタスセンサーネットワークの実現に向けて, ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会, 平成16年7月, 最終報告http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/258151/www.soumu.go.jp/s-news/2004/pdf/040806_4_b2_5.pdfより引用・修正

図3 ユビキタスセンサーネットワークの要素技術⁵⁾

クの M2M サービス, M2M ネットワーク, M2M 機器に対応している。なお, 上位アプリケーションは, 最近のクラウドコンピューティングの発展により, M2M クラウドとして位置付けられており, 大きく変化してきている。

本報告では, 3章で M2M 機器/M2M ゲートウェイ, 4章で M2M ネットワーク, 5章で M2M サービス (M2M クラウド) における主な技術要素について述べる。

3. M2M 機器/M2M ゲートウェイ

M2M 機器は, センサからのデータを M2M ゲートウェイ経由または直接, M2M サービスに送信する。また, M2M サービスの結果として, 受信した制御データに基づいて, 接続されているアクチュエータを駆動する。M2M 機器は, 大量に, しかも電源環境が悪いところで使用されることから, 低消費電力・低コストが求められる。図4に M2M 機器のプラットフォームの例を示す。M2M 機器のプラットフォームとして MOTE⁶⁾ が有名である。最近ではオープンハードウェアである Arduino⁷⁾ を利用したものをはじめ, 多くの実装例が発表されている。本章では, 図4に示した以下の4項目に絞って説明する。

3.1 センサ/アクチュエータとの接続

図5に M2M 機器におけるセンシングデータの処理の流れを示す。アナログ系のセンサの場合, 計測対象の物理変化を電圧に変換し, A/D 変換によりデジタル値に変換する。さらに, 温度等の値に換算して測定値を求める。測定値を送信プロトコルに埋め込み, ベースバンド信号にして搬送波にのせて送信する。センサ部とのインタフェースにおいて, アナログのセンサ機器を, プラグアンドプレイで使えるようにした IEEE1451.4 規格

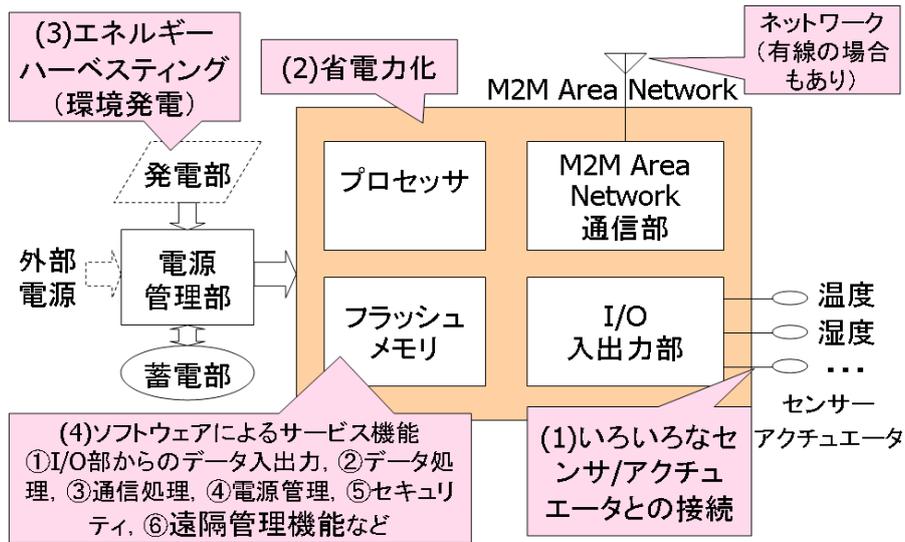


図4 M2M 機器のプラットフォーム

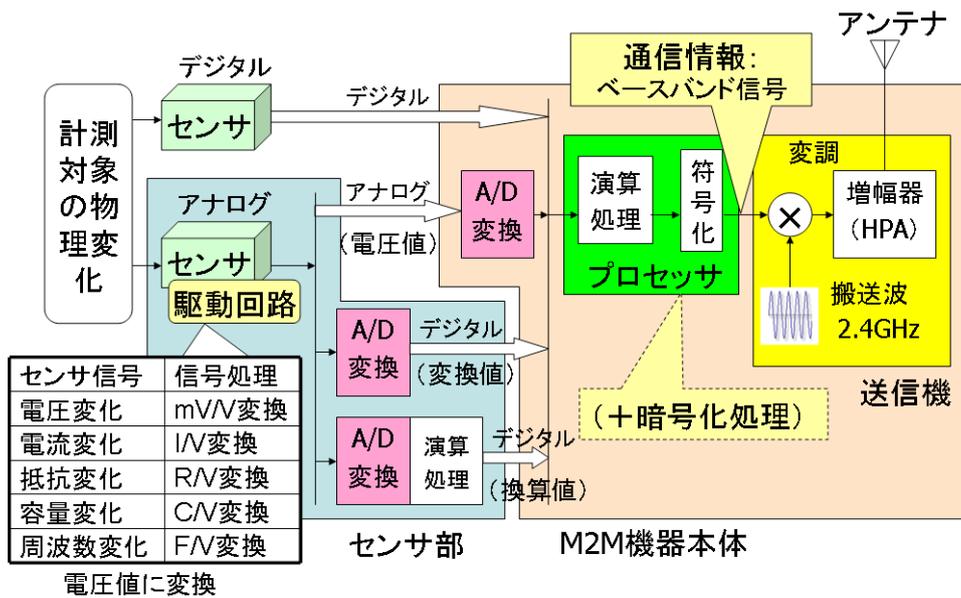


図5 M2M 機器におけるセンシングデータ処理の流れ

が制定されている。また、センサ部でデジタル化してシリアルインタフェースで接続する1線式の1-Wireや2線式のI²C、3線式のSPLが使われるようになり、センサの取り扱いが容易になってきている(図6参照)。

3.2 省電力化

M2M 機器で消費電力が高いのは、プロセッサの動作時とワイヤレスネットワークの通信時である。プロセッサの動作時の消費電力の削減とともに、スリープ機能による非動作

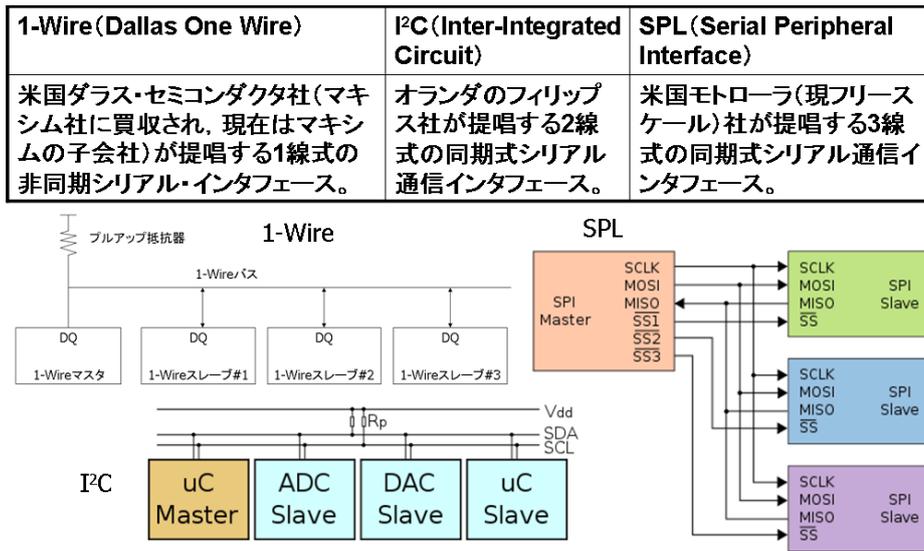


図 6 デジタル化されたシリアルインタフェース

時の超低消費電力化が必要である。プロセッサの動作時の消費電力は、ソフトウェアによるサービス機能の実行時間に比例することから、実行時間を減らすために、実行コードやデータの軽量化が求められる。また、通信時の送信電力は、プロセッサの動作時の電力よりもかなり高いことから、通信処理時間を短くすることが必要となる。通信のためのプロトコルやデータの軽量化が求められる。これを実現するための標準化の取り組み (IETF 6LowPAN, CoAP : 4.1 参照) が行われている。

3.3 エネルギーハーベスティング (環境発電)

エネルギーハーベスティングは、外部電源がなく、バッテリー交換が難しい場合に、振動や光 (照明, 室内光), 熱, 電磁波など、周辺に存在する小さなエネルギーを収穫して活用する技術である。取り出せる電力が非常に小さいことから、徹底した機器の低消費電力化が必要となる。一例として太陽電池を組み込んで事務所の明るさで動作可能なソーラー発電型無線圧力発信器⁸⁾の例がある。この例では無線部のほかに A/D 変換部も間欠駆動させ、さらにスリープ電流の抑制を図ることで低消費電力化を実現している。

3.4 ソフトウェアによるサービス機能 (遠隔管理機能)

M2M 機器には、センサやアクチュエータとの入出力処理、測定値の算出等のデータ処理、ネットワークとの通信処理が必須機能であり、さらに電源管理、セキュリティや遠隔管理機能等が盛り込まれる。以下、遠隔管理機能について説明する。

遠隔管理機能は、M2M 機器や M2M ゲートウェイにおけるソフトウェアによるサービス機能を遠隔から制御 (起動・停止・追加, 変更, 削除など) する機能である。膨大な数の機器がある場合や、アクセスが困難なところに設置されている場合には、遠隔管理が必

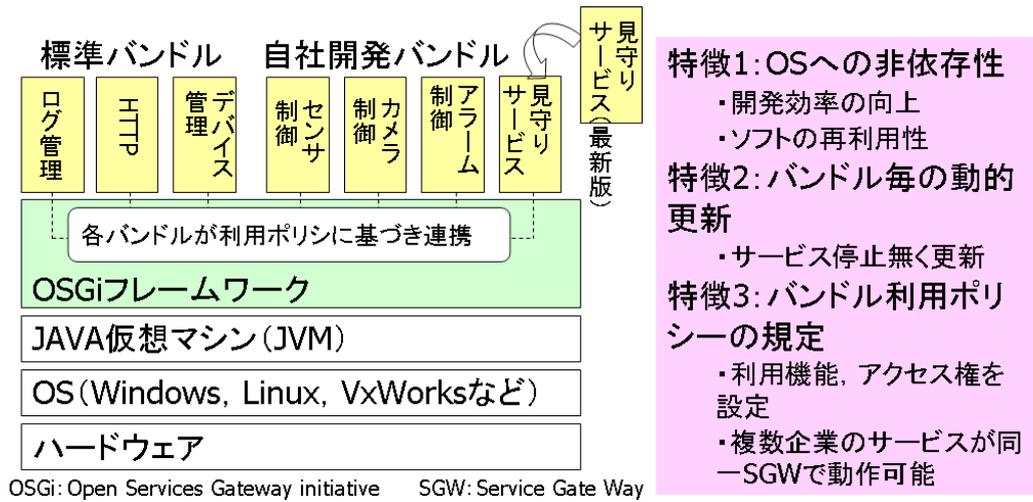


図7 OSGi フレームワークの概要と特徴

要となる。特に、サービス機能を異なる事業者が提供するような場合には、標準化が必要である。既に、外部からネットワークを介して機器を遠隔管理する標準プロトコルとして TR-069⁹⁾ が制定されている。また、OSGi アライアンス (1999 年発足)¹⁰⁾ によって、機器の中のサービス機能を Java に基づく汎用でオープンなバンドル (コンポーネント部品) として定義し、バンドルを遠隔から管理する OSGi フレームワークが標準化されている。OSGi フレームワークの概要と特徴を図7に示す。

4. M2M ネットワーク

M2M ネットワークは、M2M 機器と M2M ゲートウェイとの間の M2M エリアネットワークと、M2M 機器/M2M ゲートウェイと M2M サービスとの間の M2M アクセスネットワークから構成されている。

M2M ネットワークで使われるネットワーク方式を表1に示す。

4.1 M2M エリアネットワーク

M2M エリアネットワークにおける無線ネットワークでは、無線局免許は不要 (通信費が無料) で、通信距離が比較的短く、同じ周波数帯では利用者間で干渉が起きうる可能性があり、セキュリティ機構等を独自に構築する必要がある。有線としては、Ethernet や電力線の IEEE1901 (高速 PLC: Power Line Communication) 等がある。これらの様々な通信媒体が、目的に応じて使い分けられている。なお、高い信頼性、安定性、リアルタイム性が要求される場合 (FA 分野など) には有線の Ethernet が使われる。また、電力線により電源が供給されている場合には、PLC が使われる場合がある。業界団体「G3-PLC Alliance」¹¹⁾ が推進する電力線通信方式である「G3-PLC」が、スマートグリッドの構築に向けた狭帯域電力線通信の新たな標準として承認されている。

表 1 M2M ネットワークで使われるネットワーク方式

分類		特徴	方式	通信速度
M2M エリア ネットワ ーク	無線	自前接続方式(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セキュリティ機構の独 自構築の必要あり	無線LAN(WiFi)(2.4/5GHz帯)	高速
			特定小電力無線(400/900MHz帯)	低速
			ZigBee(2.4GHz帯, 920MHz)	低速
			RFID(非接触ICを含む)	低速
			Z-Wave(2.4GHz帯)	低速
			Bluetooth(2.4GHz帯)	中速
			IrDA	中速
	有線	自前接続方式 ・信頼性, 安定性: LAN	PLC(電力線通信)	中速
		Ethernet	高速	
M2M アクセス ネットワ ーク	無線	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 ④セキュリティ機構は事 業者側で提供	携帯電話サービス (PHS, 3G, LTEなど)	中速(3G) 高速(LTE)
			BWA(Broadband Wireless Access: Mobile WiMAX)(2.5GHz帯)	高速
	有線	通信事業者網利用方式	xDSL, FTTx, HFC	高速

M2M エリアネットワークにおいては、動作条件が厳しい M2M 機器（低 CPU 性能、低コスト、低消費電力等）が多数存在し、通信条件の厳しいネットワーク環境（多数のノード、低通信帯域、高パケット損失、直接保守の困難性等）で、サービスを提供することが求められる。また、既に多様な互換性のないネットワークが並存し、接続するためのゲートウェイも乱立し、相互接続性が困難で、センシング情報の共有化を困難にしている。

このようなネットワーク環境に対して、IETF (Internet Engineering Task Force) では、リンク技術に依存しないアドレス体系・メッセージ配送技術・セキュリティ技術や多様な伝送メディア・リンク技術との相互接続性を実現するために、豊富な実績がある IP 技術との親和性を持つ 6LoWPAN (IPv6 over Low power WPAN)¹²⁾ (ネットワーク層) プロトコルと CoAP (Constrained Application Protocol)¹³⁾ (アプリケーション層) プロトコルを策定した。

6LoWPAN は IEEE802.15.4 規格を物理層とし、IPv6 を使って小電力・低価格・低通信帯域であるセンサやスイッチ等をネットワーク化した無線近距離通信網 (WPAN) のプロトコルである。CoAP は制約された機器（低消費電力、低コスト）とネットワーク (6LoWPAN 等) を対象に Web の REST アーキテクチャを踏襲した M2M 向けのアプリケーションプロトコルである。HTTP で定義されているメソッドと応答コードに対して、1 対 1 に対応しており、HTTP のライトウェイト（軽量）版となっている。

6LoWPAN と CoAP に、既存の UDP を組み合わせて、低 CPU 性能・低コスト・低消費電力に対応可能なネットワークを実現することが可能である。図 8 に既存の HTTP/TCP/IP プロトコルと CoAP/UDP/6LoWPAN プロトコルの対応を示す。6LoWPAN は

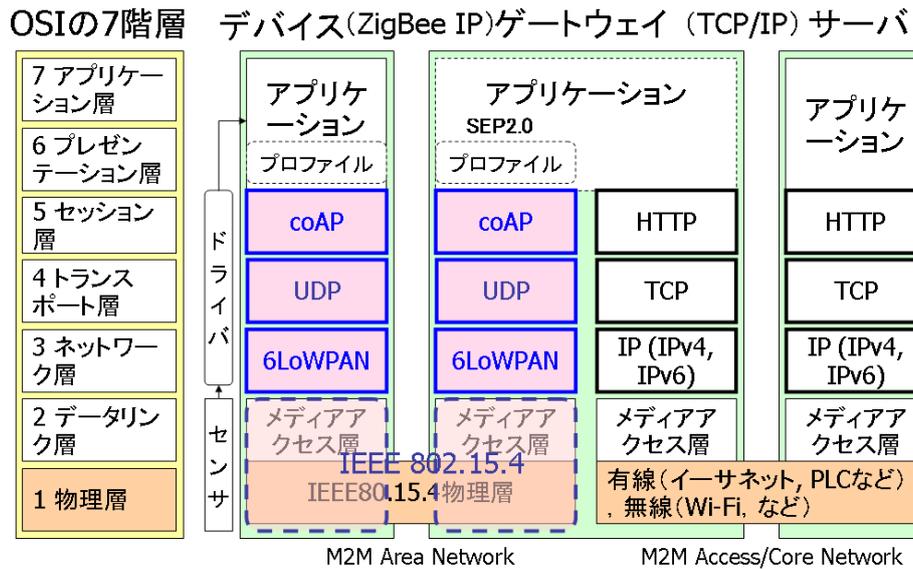


図8 HTTP/TCP/IP プロトコルと CoAP/UDP/6LoWPAN プロトコルの対応

IP プロトコルのヘッダの圧縮を，UDP と CoAP はヘッダの圧縮と通信手順の簡略化を可能にしている。

4.2 M2M アクセスネットワーク

M2M アクセスネットワークでは，無線として携帯電話サービス（PHS, 3G, LTE 等）や WiMAX が，有線として xDSL, FTTH 等が目的に応じて使い分けられている。この中で，携帯電話の通信モジュールが，2008 年の約 2～2.5 万円から 2010 年の約 0.6～1 万円へ低価格化が進み，契約数が 2008 年の約 32 万件から 2010 年の約 142 万件と急速に需要が増加している¹⁴⁾。さらに，通信モジュールの低価格化と低消費電力化が進むと，M2M 機器から M2M ゲートウェイを介さずに M2M サービスへ直接接続する利用形態が増加すると予想される。

5. M2M サービス (M2M クラウド)

多くの M2M 機器から収集された大量のいろいろなデータ（最近ではビッグデータと呼ばれている）を，クラウドコンピューティング環境において，蓄積し，サービスの目的に応じた分析を行い，分析結果から特定のイベントを検出して，目的とするサービスを提供する M2M クラウドが注目されている。M2M クラウドの概要を図9に示す。

M2M クラウドのアプリケーションに共通な機能はプラットフォーム（システム基盤は PaaS）として提供される。このプラットフォームでは，データ収集，データ分析，イベント検知のための API が提供され，セキュリティ管理やデバイス管理，認証，監視などの機能が実行される。

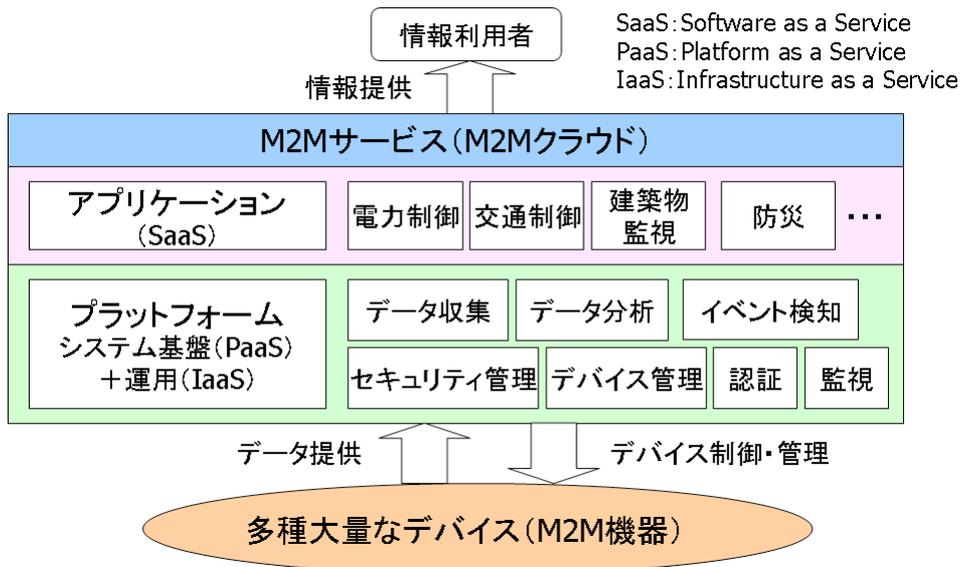


図9 M2Mクラウドの概要

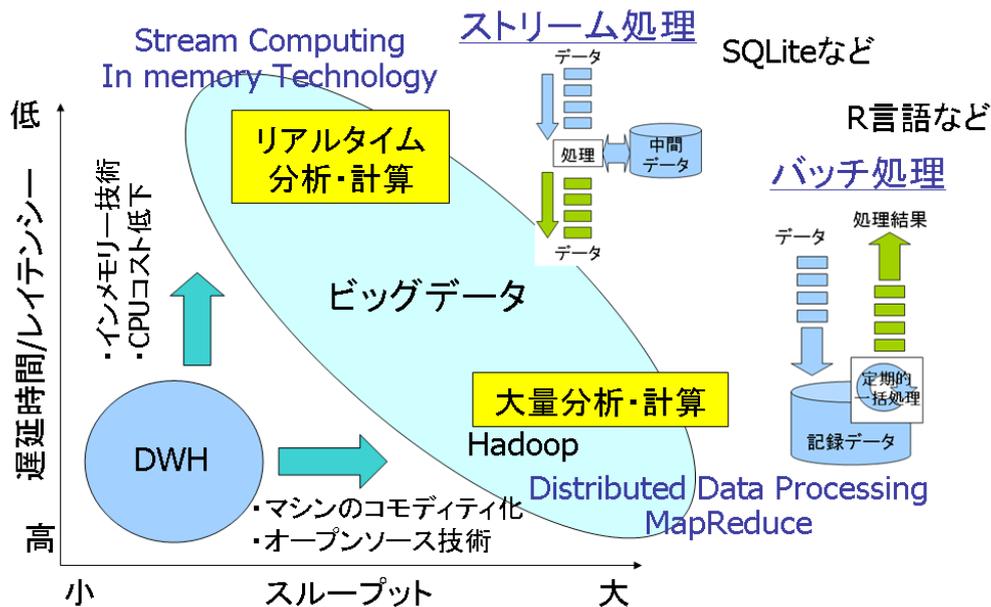


図10 M2Mクラウド上の分析/計算基盤

個々のアプリケーションは、プラットフォーム上に SaaS として実現され提供される。アプリケーションの実行により、情報利用者に対して、分析結果をビジュアルに表示したりアラームを発信したり、M2M 機器に対して、接続されたアクチュエータを駆動する信号を送信したりする。

クラウド上の大量のデータ（ビッグデータ）に対する分析・計算基盤を図10に示す。リアルタイム分析・計算では、時々刻々入力されてくるデータに対して、インメモリ技術を使ってリアルタイムに処理するストリーム処理技術が注目されている。大量分析・計算

では、大規模データの分散処理を支えるオープンソースの Hadoop や MapReduce により、効率良く並列分散処理するバッチ処理技術が注目されている。また、バッチ型データの分析ツールとしてオープンソースの R 言語¹⁵⁾ も注目されている。

6. M2M に関する標準化の動向

6.1 標準化の狙い

図 11 に示すように、従来の M2M システムでは、特定分野やソリューションに特化した垂直統合型の取り組み（パーティカル領域ごとにそれぞれ独自のシステム構築）が行われてきた。このため、現状では、同じような処理をそれぞれ独自に開発する必要があり、収集したデータを相互に活用できない状況にある。M2M 市場の拡大、M2M 市場への参入の容易化、M2M 関連事業の拡大など、M2M の発展を図るために、水平統合型の M2M システム基盤の構築を目指した標準化（共通のデータ形式・通信方式・プロファイル等）の取り組みが行われている。

M2M に関連する標準化は、当初はセンサネットワークなどの M2M ネットワークが中心であったが、その後 M2M サービスを実現する M2M プラットフォームの標準化活動が活発化している。

6.2 M2M ネットワーク関連

M2M のために新たに標準化を制定するのではなく、既存の標準化活動の成果を取り入れて活用することが行われている。

M2M エリアネットワークでは、4.1 で述べたようにいろいろな方式が標準化され、

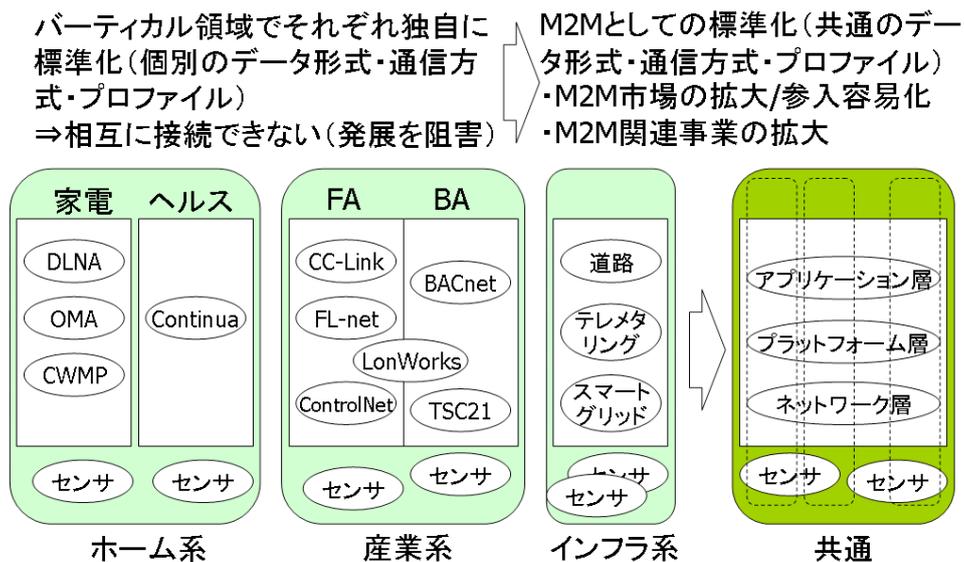


図 11 現状の課題と標準化の狙い

M2M システムで活用されている。M2M エリアネットワークに接続される M2M 機器は数が多く低消費電力・低コスト化が求められることから、従来のプロトコルに比べてより軽量のプロトコルが求められており、4.1 で述べた IETF による 6LowPan や CoAP プロトコルなどが既に標準化されている。

IEEE では、M2M 関連の無線通信として、IEEE802.11 (Wireless LAN) と IEEE802.15 (Wireless PAN) で継続的に標準化活動が行われている。2012 年 7 月から新たに国内で開放された 920 MHz 無線は、2.4MHz 帯等と比べ、到達性が良い、干渉が少ない、低消費電力、低コスト、大規模マルチホップという利点があり注目されている。IEEE802.15.4 における 920 MHz 帯の位置付け (周波数と用途の関係) を図 12 に示す¹⁶⁾。

また、低コストで低消費電力指向の無線ネットワークである ZigBee Alliance¹⁷⁾ による ZigBee 規格 (物理層とデータリンク層は IEEE802.15.4) が標準化され、応用分野ごとのプロファイルの策定により実用化が進んでいる。特に、米国の国立標準技術研究所 (NIST) が ZigBee Alliance の SEP2.0 (Smart Energy Profile 2.0) をスマートグリッドの標準プロファイルとして採用したことにより、HEMS (Home Energy Management System) 分野においても省エネの観点から注目されている。既に実用化されている SEP1.x と現在策定中の SEP2.0 のスタック構成を図 13 に示す¹⁸⁾。

国内では、経産省のスマートハウス標準化検討会¹⁹⁾ において、ECHONET Lite を HEMS における公知な OSI5 層以上の標準インタフェースとして推奨することが決定され、普及活動が進んでいる (図 14 参照)。

M2M アクセスネットワークでは、4.2 で述べたようにいろいろな方式が標準化され、目的に応じて使い分けられている。ネットワークの上位層では IP ベースの HTTP プロトコルが利用されている。IEEE1888 (東大グリーン ICT プロジェクト)²⁰⁾ では、SOAP (HTTP) 通信プロトコルを採用し、電力管理の BEMS (Building Energy Management System) や施設・設備管理などでの利用を目指している。また、M2M 機器と M2M サービス間での双方向通信を効率よく実現するものとして、W3C (World Wide Web Consor-

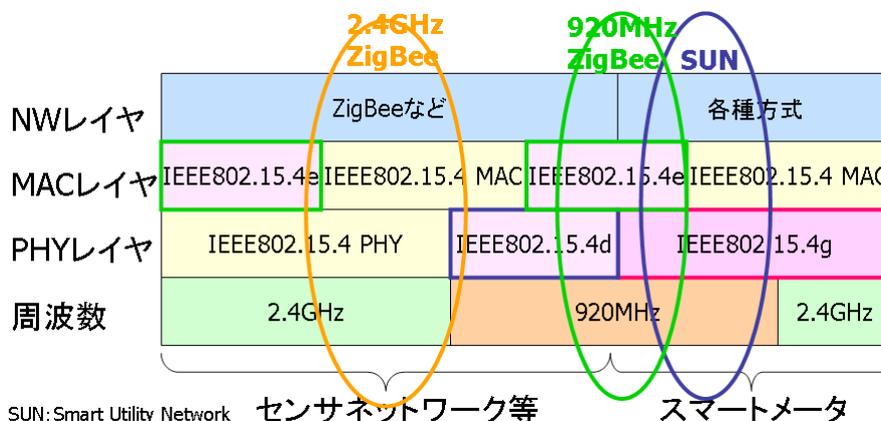


図 12 IEEE802.15.4 における 920MHz 帯の位置付け (周波数と用途の関係)¹⁶⁾

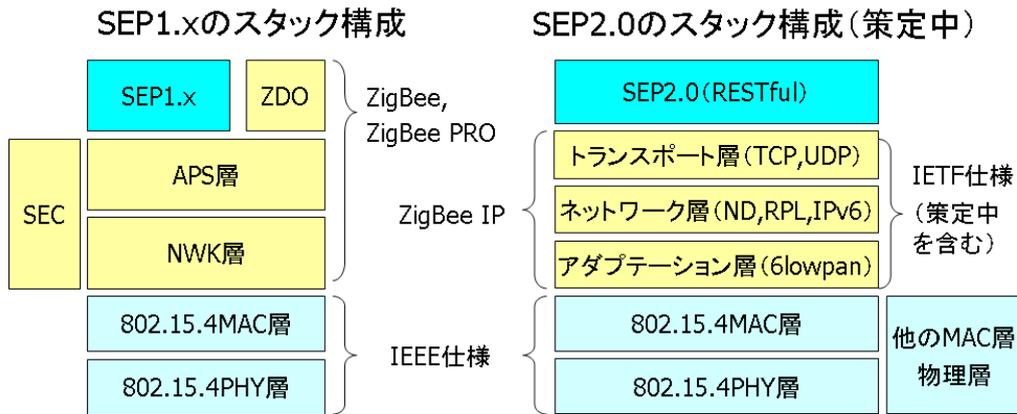


図 13 SEP1.x と現在策定中の SEP2.0 のスタック構成¹⁸⁾

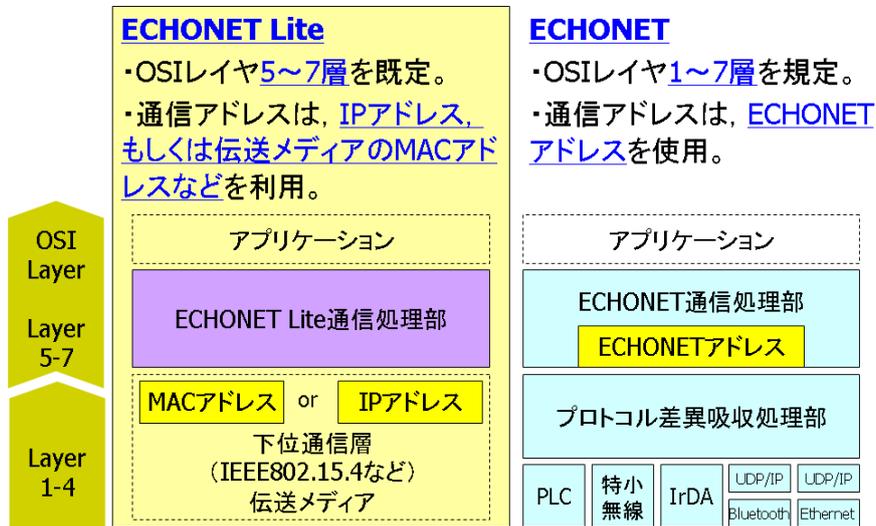


図 14 ECHONET Lite¹⁹⁾

tium) で標準化が進められている HTML5 の WebSocket が注目されている。さらに、M2M 機器や M2M ゲートウェイを遠隔から管理するためのプロトコルとして、BBF (Broadband Forum) では TR-069 の標準化が、OMA (Open Mobile Alliance) ではモバイルネットワークでのデバイス管理として OMA DM (Device Management) の標準化が行われている。

6.3 M2M プラットフォーム関連

アプリケーションにサービスを提供するのに必要な機能や共通に利用できる基本的な API (Application Program Interface) の提供を目指した検討が進んでいる。欧州の ETSI (European Telecommunication Standards Institute)²¹⁾ では、TC M2M (Technical Committee M2M) を 2009 年に設置し、M2M の様々な分野のユースケースを調査し、サービス要件 (M2M service requirements : TS 102 689) や機能アーキテクチャ (M2M

functional architecture : TS 102 690) などのドキュメントを発表している。米国の TIA (Telecommunication Industry Association) では, TR50 SDC (Smart Device Communications) としてスマートデバイスや他のデバイスとアプリケーションとの間のモニタリングや双方向コミュニケーションのためのアクセス非依存のインタフェース標準に取り組んでいる。3GPP (3rd Generation Partnership Project) では, 2008 年より MTC (Machine Type Communication) という名称で検討を開始し, 移動体ネットワークへの適用を前提としたユースケースやサービス要求, アーキテクチャについて検討し, 関連するドキュメントを発行している。また, ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector) では, IoT (Internet of Things) の呼称で検討を行っている。

このように, 従来のアプリケーションを含めた検討は欧州をはじめ, 米国, アジアなどの地域標準化団体 (SDOs : Standard Developing Organization) で標準化が個別に進められてきたが, 作業の重複やマーケットの断片化が危惧され, これらの標準化活動を国際的に統合する動きが活発になってきた。欧州の ETSI の呼びかけを契機に各国の SDOs (米国 : TIA と ATIS-Alliance for Telecommunications Industry Solutions, 中国 : CCSA-China Communications Standards Association, 韓国 : TTA-Telecommunications Industry Association, 日本 : TTC-The Telecommunications Technology Committee と ARIB-Association of Radio Industries and Businesses) が集まり, M2M-Consolidation の設立に向けた会合を積み重ね, 2012 年 7 月にグローバルイニシアティブ「oneM2M」²²⁾ が発足した。

oneM2M では, 複数の M2M アプリケーションに跨る共通のユースケースとアーキテクチャに基づき, 最初に「M2M サービスレイヤ」の仕様の策定を目指している。oneM2M のアーキテクチャのレイヤ構成案²³⁾ を図 15 に示す。

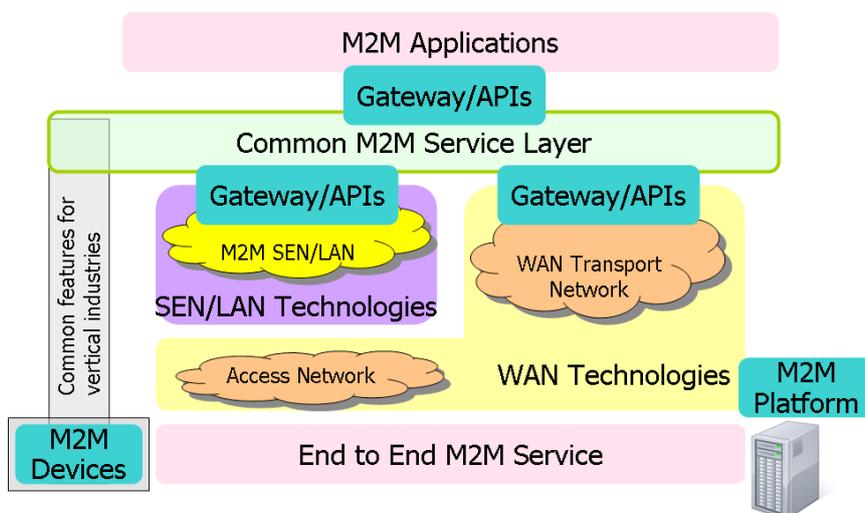


図 15 oneM2M アーキテクチャのレイヤ構成案²³⁾

7. M2M の市場と応用事例

7.1 M2M 市場動向

携帯電話の需要の伸びは人間の利用のみに依存していると鈍化し成長が止まる可能性があることから、通信事業者を中心に人間を介在しないモノとモノとの通信 (M2M システム) の拡大に期待がかかっている。総務省の資料では、M2M サービスの需要の潜在母体について、表2のように国内で総計 31 億 7 千万個と推計している¹⁴⁾。

現在予想されている国内の M2M 関連市場と世界の M2M 関連市場を図 16 に示す²⁴⁾。国内 M2M 関連市場の売上高は 2011 年から 5 年で 3 倍の約 3,300 億円規模へ、世界 M2M 関連市場の売上高は 5 年後の 2015 年には約 4.5 兆円規模へ拡大すると予測されている。

表 2 想定される M2M サービスの需要母体¹⁴⁾

No.	もの	推計数	出所/算出根拠
1	電子書籍端末	690万	シード・プランニング社『電子書籍端末と関連市場の動向』より電子書籍端末の国内市場規模予測台数(230万/年)を元に、今後3年間の需要数を推計。
2	デジタルフォトフレーム	300万	シード・プランニング社『2010年版携帯電話の法人市場展望』より将来的ポテンシャル数(100万/年)を元に、今後3年間の需要数を推計。
3	屋内外電子公告	200万	デジタルサイネージ端末台数は、世界で2008年75万8000台、2010年推計122万台。国内は金額換算でこれの18%のため、20万台と推計。未電子化のものが10倍あると想定
4	自動車 (二輪車、貨物・特殊用途含む)	7800万	H22年8月保有台数 http://www.airia.or.jp/number/index.html
5	自転車	7900万	H22年保有台数 http://www.jbpi.or.jp/?sub_id=4&category_id=236&dir_no=TOP_ROOT:160:236
6	IT・白物家電	6億	年間販売台数(2億台)×耐用年数(3年)として算出
7	パソコン	5200万	年間販売台数(1300万台)×耐用年数4年として算出
8	自動販売機	520万	H21年普及台数 http://www.jvma.or.jp/information/2_01.html
9	電気・ガス・水道メーター	2億4000万	H20年の電気メーター数(8000万)×3として算出 http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g100831a07j.pdf
10	街路灯	4700万	東京都が管理している街路灯から推計
11	自然環境調査用センサ (地震、CO2濃度等)	3800万	日本面積37.7万平方km、1平方kmあたり100個として算出
12	河川流量監視センサ	100万	河川300mあたり1個として算出 http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/index.html
13	農業用センサ	18億5100万	耕地面積463万ha、25平方mあたりに1個として算出 http://www.stat.go.jp/data/nihon/07.html
14	その他	1億6690万	飼育されている犬・猫、パチンコ台、昇降機、駐車場、POS等
	計	31億7000万	

出典：平成22年度「将来の電気通信番号に関する調査研究」(NTTアドバンステクノロジー(株))

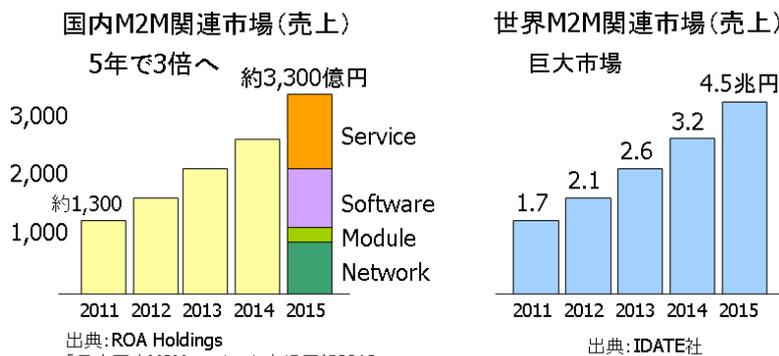


図 16 M2M 市場動向²⁴⁾

7.2 応用分野

M2M の応用分野については、ETSI が6分野（安心／安全， エネルギー管理， 運輸， 健康， 製造業， シティ・オートメーション， 供給とプロビジョニング）²⁾ に分類し， それぞれユースケースを検討している。また， 国内においては， M2M の前身に位置づけられるユビキタス・センサ・ネットワークの取り組みの中で図 17 に示すように対象となるアプリケーションが提示されている⁵⁾。このように， M2M システムの応用分野は大変広いといえる。

M2M システムでは， M2M 機器からのセンサ情報を収集し， M2M サービスでその情報を分析して必要なサービスを提供するが， 収集したデータの扱いとして， 図 18 に示すよ

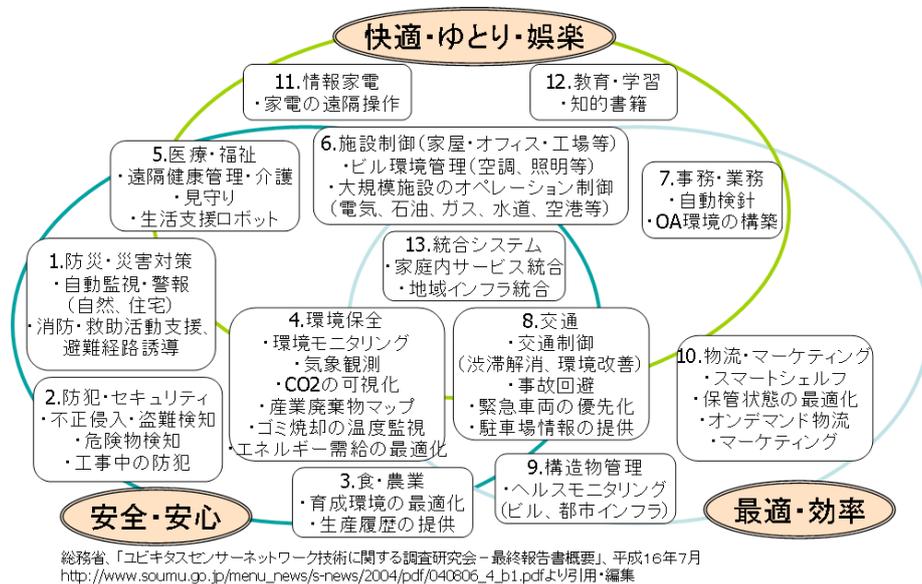


図 17 ユビキタス・センサ・ネットワークを利用したアプリケーション⁵⁾

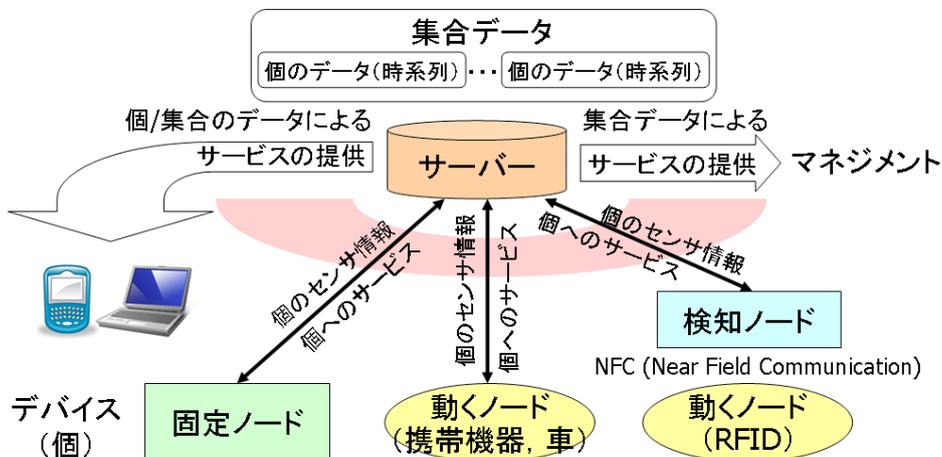


図 18 M2M システムにおけるデータの活用

うに2通り存在する。個々のM2M機器からのセンサデータを収集し分析をおこない、そのM2M機器(または関連した機器)にサービスを提供する場合と、多くのM2M機器から収集されたセンサデータの集合を分析しサービスを提供する場合がある。前者は閉じた世界で個別情報が扱えるが、後者ではデータ共有されることから匿名性などの考慮が必要となる。

7.3 応用事例

主な分野ごとに応用事例を簡単に紹介する。

7.3.1 小松製作所の「KOMTRAX」²⁵⁾

世界中で稼働している建設機械(動くノード)の情報を通信衛星/携帯電話を介して遠隔で収集し、機械の稼働状況の集計、機械のメンテナンスや警告情報の管理、機械の管理情報(日報、月報)の作成などのサービスを顧客(個別)に提供している。また、販売した建設機械の稼働情報や位置情報を集めて、集合データにより現地の建設作業の実態を可視化し、経営判断に利用したり、販売促進につなげている(2001年より稼働)。

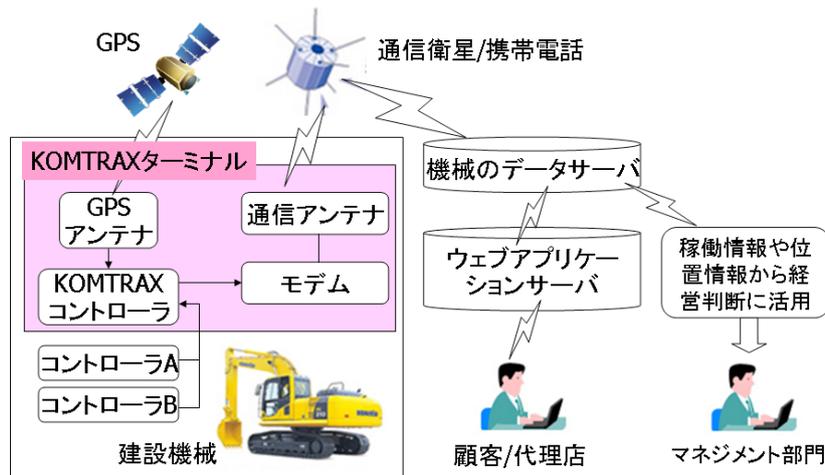


図 19 小松製作所の「KOMTRAX」システム

7.3.2 JR 東日本ウォータービジネスの次世代自動販売機²⁶⁾

「次世代自動販売機」は、搭載したカメラセンサーで利用者の年代や性別といった属性を判定し、サーバから高速無線通信網(WiMAX)を通じて配信されるリコメンド用DBとマッチングし、お薦め商品をディスプレイ上に表示する。さらに、センサで取得した顧客属性とPOS情報(RFID)をサーバに送信し、サーバではそれらを集約・分析してDBを更新し、自販機に配信する。利用者がいないときに、時刻や季節に合わせた広告を表示する。



図 20 JR 東日本ウォータービジネス次世代自動販売機

7.3.3 NEC による農業 ICT サービス²⁷⁾

農地に設置したフィールドサーバ（固定）のセンサデータ（温度・湿度・日照量・土中温度等）を収集し、分析・集計を行う。異常があればあらかじめ設定した処理（通報等）を行う。収集されたデータを踏まえ、アドバイザーからの農作物の生育に関するアドバイスや生育ノウハウの支援を行うことにより、生産量の向上や安定に貢献することができる。

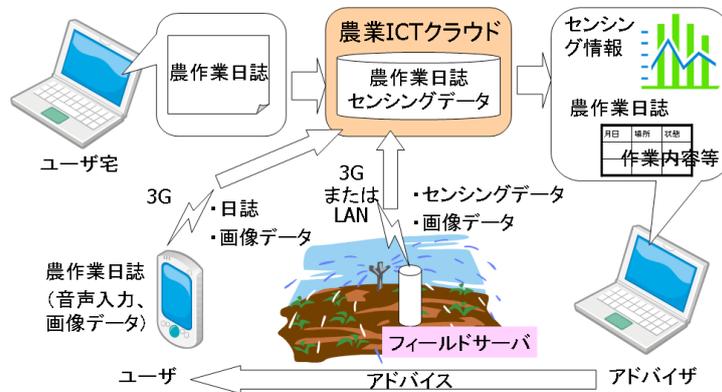


図 21 NEC による農業 ICT サービスの例

7.3.4 プローブ情報（フローティングカーデータ：FCD）の活用²⁸⁾

実際に走行している自動車をセンサとして得られたデータ（プローブ情報）を、交通管理や自動車の走行支援に利用するサービスが実用化されている。車速から生成される渋滞・混雑情報以外に、ワイパーから天候情報などいろいろな情報生成が期待されている。本田技研工業のインターナビ、日産自動車のカーウイングス、トヨタ自動車のG-BOOKや野村総合研究所の数千台のタクシーや携帯カーナビ利用者を対象にした全力案内などがある。FCDを利用して、最適ルート案内などによる円滑なドライブの実現、災害時にお



図 22 プローブ情報の共有化²⁸⁾

ける情報提供（豪雨地点・凍結予想など）、道路行政への活用（渋滞対策、急ブレーキ箇所の対策）などが行われている。バラバラに収集されてきたこれらのプローブ情報を共有化して、誰でもどこでも快適に移動できる社会を目指した取り組みが検討されている（図 22 参照）。

7.3.5 M2M クラウドのプラットフォーム事例

(1) ビジネスの世界

ビジネスとして提供されている主な M2M サービス (M2M クラウド) のプラットフォームには、NEC の CONNEXIVE クラウドサービス、NTT データの Xrosscloud、日立製作所の Harmonious Cloud、富士通のコンバージェンスサービス / FENICS II M2M サービスなどがある。

(2) オープンな世界

無料でオープンに利用できる M2M クラウドのプラットフォームの例²⁹⁾ を表 3 に示す。ソースが公開されているものがあり、独自のプラットフォームを構築可能である。

NPO 法人 M2M 研究会³⁰⁾ では、教育・研究・ビジネス・趣味の分野で、多岐にわたる M2M 技術を利用して容易に M2M クラウドシステムを構築し評価できるように、オープンソフトウェアとオープンハードウェアを活用した M2M クラウドシステムのプロトタイプを構築している（図 23 参照）。

8. まとめ

本研究報告では、ますます発展が期待されている M2M システムのキーとなる M2M 技術と標準化動向、および、応用分野と応用事例について報告した。今回、M2M における

表3 オープンな M2M クラウドプラットフォームの例²⁹⁾

Name	Features	Source		URL
		Free	Open	
Cosm	Visualize and store sensor data online	Yes	No	https://cosm.com/
Nimbits	Data Logging on the Cloud	Yes	Yes	http://www.nimbits.com/
ThingSpeak	Visualize and store sensor data online	Yes	Yes	https://www.thingspeak.com/
iDi	Device Cloud platform	Yes	No	http://www.idigi.com/
SensorCloud	Visualize and store sensor data online	Yes	No	http://www.sensorcloud.com/
Open.Sen.Se	Internet of Everything platform	Yes	No	http://open.sen.se/
Exosite	Platform and Portals for Cloud-based data and device management	Yes	No	http://exosite.com/
EVRYTHING	Software Engine and Cloud Platform	Yes	No	http://evrythng.net/
Paraimpu	Social tools for this	Yea	No	http://paraimpu.crs4.it/
Manybots	Collect and manage information from various devices	Yes	No	https://www.manybots.com/
Lelylan	Focused on home automation and monitoring	Yes	--	http://lelylan.com
Live E!	IEEE1888ベースのオープンプラットフォーム	Yes	Yes	http://www.live-e.org/

Charalampous Doukas, "Building Internet of Things with the ARDUINO", Createspace (2012/3/19)に追記

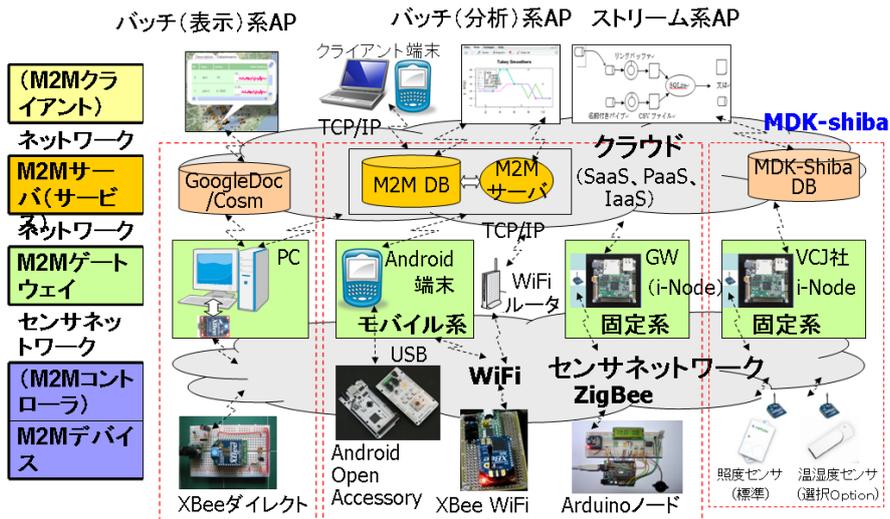


図23 オープンな M2M クラウドシステムのプロトタイプ構成例

セキュリティについては触れなかったが、内閣官房情報セキュリティセンター (MISC) が公開した「情報セキュリティ2012」³¹⁾ では、「M2Mにおけるセキュリティのあり方」が取り上げられており、今後の大きな課題である。

本研究報告の成果を踏まえ、M2Mクラウドシステムのプロトタイプの構築を通じて、教育と研究の分野でM2Mシステムの発展に寄与していく所存である。

なお、本研究報告の作成においては、電気学会M2M技術調査専門委員会およびNPO法人M2M研究会の活動を通じて得られた情報を参考にしており、関係者に感謝の意を表する次第である。

引用文献

- 1) 辻秀一：「M2M 技術調査専門委員会活動報告—全体活動報告—」, 平成 24 年 電気学会 電子・情報システム部門大会講演論文集, 電気学会 電子・情報システム部門, pp. 239-240 (2012)
- 2) 澤本潤, 辻秀一：「M2M 技術調査専門委員会活動報告—M2M 応用分野の調査結果—」, 平成 24 年 電気学会 電子・情報システム部門大会講演論文集, 電気学会 電子・情報システム部門, pp. 241-244 (2012)
- 3) 清尾克彦：「M2M 技術調査専門委員会活動報告—M2M 技術動向の調査結果—」, 平成 24 年 電気学会 電子・情報システム部門大会講演論文集, 電気学会 電子・情報システム部門, pp. 245-248 (2012)
- 4) 北上眞二：「M2M 技術調査専門委員会活動報告—標準化動向報告—低コスト接続性・双方向通信・マルチアプリケーション—」, 平成 24 年 電気学会 電子・情報システム部門大会講演論文集, 電気学会 電子・情報システム部門, pp. 249-253 (2012)
- 5) 総務省ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会：“ユビキタスセンサーネットワークの実現に向けて最終報告” (2004)
- 6) クロスボー株式会社：“無線センサーネットワーク MOTE”, <http://www.xbow.jp/01products/index.html>
- 7) Arduino HP：<http://www.arduino.cc/>
- 8) 木下靖彦, 瀬川進, 田辺樹, 鄭立：“無線圧力発信器低消費電力化技術の開発”, azbil Technical Review 2011 年 1 月号, pp. 16-21 (2011)
- 9) DSL Forum：“TECHNICAL REPORT DSL Forum TR-069 CPE WAN Management Protocol”, <http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-069.pdf> (2004)
- 10) OSGi Alliance：<http://www.osgi.org/Main/HomePage>
- 11) G3-PLC Alliance：<http://www.g3-plc.com/>
- 12) Z. Shelby, S. Chakrabarti, and Cisco Systems: “Neighbor Discovery Optimization for Low Power and Lossy Networks (6LoWPAN) draft-ietf-6lowpan-nd-18”, IETF 6LoWPAN Working Group (2011)
- 13) Z. Shelby, K. Hartke, C. Bormann, and B. Frank: “Constrained Application Protocol (CoAP) draft-ietf-core-coap-08”, IETF CoRE Working Group (2011)
- 14) 総務省：“携帯電話の電話番号数の拡大に向けた電気通信番号に関わる制度等の在り方（説明資料）”, http://www.soumu.go.jp/main_content/000117351.pdf (2012)
- 15) R project HP：<http://www.r-project.org/>
- 16) ZigBee SIG ジャパン：“920MHz 制度化動向の解説と関連標準の紹介”, ワイヤレスジャパン 2012 (2012)
- 17) ZigBee Alliance：<http://www.zigbee.org/>
- 18) 原誠一郎：“スマートコミュニティを支える ZigBee の技術” (2012), ワイヤレスジャパン 2012 (2012)
- 19) スマートハウス標準化検討会：“スマートハウス標準化検討会中間取りまとめ（案）”, 経済産業省 JSCA 国際標準化 WG EMS-SWG (2012)
- 20) IEEE1888 (東大グリーン ICT プロジェクト)：<http://www.gutp.jp/>
- 21) ETSI：<http://www.etsi.org/>
- 22) oneM2M：<http://www.onem2m.org/>
- 23) 第 99 回電波利用懇話会：“oneM2M パートナーシップ設立の取組みと今後の動向”, ARIB (2012), <http://www.arib.or.jp/osirase/seminar/no99konwakai.pdf>
- 24) 荒木健吉：“ソフトバンクの M2M 戦略”, SoftBank World 2012 (2012), <https://softbanktelecom.smartmarketing.jp/public/file/document/download/62>

M2M (Machine to Machine) 技術の動向と応用事例

- 25) KOMTRAX : <http://www.komatsu-kenki.co.jp/service/product/komtrax/>
- 26) 次世代自動販売機 : <http://www.jre-water.com/pdf/100810jisedai-jihanki.pdf>
- 27) 農業 ICT サービス : <http://www.nec.co.jp/press/ja/1109/2701.html>
- 28) ITS Japan : “民間の ITS の取り組み — 新たな情報通信技術戦略の実現に向けて”, 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 ITS に関するタスクフォース第 1 回資料 7 (2010), <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/its/dail/siryou7.pdf>
- 29) Charalampos Doukas : “Building Internet of Things with the ARDUINO”, Createspace, pp.59-60 (2012)
- 30) M2M 研究会 : <http://www.m2msg.org/>
- 31) 内閣官房情報セキュリティセンター (NISC)・情報セキュリティ政策会議 : <http://www.nisc.go.jp/conference/seisaku/index.html>