M2M 技術のアーキテクチャ 及び oneM2M 標準化動向

山崎徳和 Norikazu Yamasaki KDDI 株式会社技術開発本部標準化推進室

1 はじめに

2012 年 7 月、欧米・アジアの七つの標準化機関の合意・協調の下に、グローバルな M2M (Machine to Machine) サービス層標準化を担う団体として oneM2M が発足した。この団体は、各地域で個別に行われてきた標準化活動の一つに統合することにより、標準化作業の重複や複数の標準規格の存在による市場のフラグメンテーション化を回避することを目的として設立された。本稿では、oneM2M 設立の背景、標準化の対象領域、組織を説明するとともに、その活動動向として、要求条件やアーキテクチャ等の検討状況について述べる。

2 oneM2M 設立の背景と目的

M2M 通信とは、必ずしも人間による直接の対応を必要としない、二つあるいはそれ以上の個数の「モノ」の間で行われる通信と定義することができる⁽¹⁾。つまり、複数のモノ間でのデータのやり取りを前提とするが、人間の介在を必ずしも排除するものではないというところが、現時点での M2M に関する概念となっている。

現在、M2M サービスは、エネルギー、自動車、輸送・交通、住居、環境、農業、健康・医療、公共等、既に多分野にわたり提供されており、携帯電話の 2G 時代から 20 年以上も運用されているものもある。しかし、実際にサービスを提供しているのは、主として大企業が多く、中小企業における潜在的な M2M 市場の開拓や M2M に関する新たなビジネスの誕生まで至っていないのが現状である。

この理由としては、まず M2M アプリケーション、プラットフォーム、ネットワーク及びデバイスというエンドツーエンドの M2M エンティティの開発・展開・管理が複雑で、M2M ビジネスの事業化のためのコストが膨大

となるため、往々にして M2M 事業への参入は大企業に限定されてきたことが挙げられる。また、市場が業界別に分断されており、市場ごとに垂直的なシステム統合はあるものの、業界の枠を越えて異業種との連携や M2M データの再利用や流通が行われず、M2M に関する新たなサービスや事業の創生のための環境が整っていないことも原因である。更に、世界で汎用的、共通的な標準の技術規格がないため、グローバルなインタオペラビリティの欠如も市場拡大の阻害要因となっている。

図 1 に M2M 技術の階層構造とその標準化対応について示す。M2M 技術は、おおむね、図のような六つの層に分けて議論されることが一般的である。M2M アプリケーションは、業界によっては標準化されるケースもあるが、基本的にサービス内容が多岐にわたるため、グローバルな標準化の対象とはされていないのが現状である。

M2M を支えるネットワークに関しては、3GPP/3GPP2 等の標準化団体で、M2M トラフィックに対するネットワークの最適化という点で検討が行われている⁽²⁾。

そのほか、Open Mobile Alliance (OMA) や Broadband Forum (BBF) では、デバイスのリモート設定やリモート診断のためのデバイス管理 (Device Management) 技術が標準化されている⁽³⁾。この技術は、基本的に、センサのような M2M デバイスとそれを束ねるゲートウェ

図 1 M2M 階層構造と oneM2M の対象領域

イ間のプロトコルとして利用されるが、この間の物理層、MAC 層のインタフェースとしては、Bluetooth, ZigBee 等の M2M エリアネットワークを用いることが想定されている。

「M2M サービス層の標準化」とは、図 1 に示す M2M サービスプラットフォームの規格化を意味する。つまり、M2M アプリケーションと M2M デバイス間でのデータ交換をサポートするためのデバイス設定、取得データ管理、課金、認証・暗号化等のセキュリティ、通信制御等の機能（ミドルウェア）の標準化のことである。

この標準化活動は、2009 年に欧州の ETSI M2M 技術委員会により初めて開始された。これは、EC（欧州委員会）からの指令により、スマートメタリングやスマートグリッドに関する M2M 通信技術の標準規格策定を ETSI に対し義務化したことが背景となっている。ETSI では、2011 年に M2M サービス層標準規格のリリース 1 を完成し、サービス要求条件、ハイレベル・アーキテクチャ及び M2M プロトコル等を規定した。

ETSI から 1 年ほど遅れて、TIA（北米）、TTA（韓国）、CCSA（中国）といった他地域の機関でもこの M2M 標準化が開始され、地域ごとに個別に標準化が進展する状態となった。その後、このような標準化作業の重複や複数の標準規格の存在による市場の分断に対する懸念が生じたため、日本を含む世界の標準化機関は、前述の M2M 普及の阻害要因の排除や本格的な M2M 市場の拡大のためには、世界の標準化作業の統合が急務と判断した。これが oneM2M というグローバルな M2M サービス層標準化団体の設立への動機付けとなった^{(4), (5)}。

3 oneM2M の活動領域と組織

oneM2M では、図 1 に示す M2M プラットホームやゲートウェイ機能等サービス層技術規格の策定をスコープとして活動している。設立当初、M2M デバイス（モジュール等）も対象領域とする提案が中・韓メンバーからあったが、欧米勢の反対でこの議論は延期され、現時点ではスコープとするかどうかは決まっていない。

oneM2M は、Steering Committee (SC；運営委員会) と Technical Plenary (TP；技術総会) から構成される（図 2）。TP 配下には現在、五つの WG が設立されている。WG1 は M2M 技術のユースケースの検討及びそれから共通に抽出されるサービス要求条件を規定する。WG2 では oneM2M の中心的な活動となるハイレ

図 2 oneM2M の組織構成と役割

ベルな機能アーキテクチャの策定が行われる。WG3 では M2M に用いられるプロトコルが検討される。WG4 は M2M に必要なセキュリティ要件を規定する。WG5 ではデバイスやデータの管理、抽象化及びセマンティクス化のために用いる手法が検討されている。

oneM2M では、ほかの標準化活動の既存成果をできる限り利用するとともに、関係の深いほかの団体と協調して標準化を進める体制をとっている。外部の標準化団体である OMA や BBF は、oneM2M のパートナーとして参加し、自らが開発したデバイス管理技術を oneM2M 標準化に活用する方向で取り組んでいる。また M2M 業界団体から eHealth を推進する Continua Health Alliance やスマートホームを推進する Home Gateway Initiative もパートナーとなり、既に寄与文書の入力を行っている。更に oneM2M では 3GPP/3GPP2 等の標準化団体ともネットワーク関連の標準化を協調して進めることを合意し、リエゾンを精力的に交換している。

oneM2M では、前述の M2M サービスプラットフォームの標準化を推進することにより、グローバルなインタオペラビリティの確保と M2M 事業に係わるコストの低減を図ることを目的としている。つまり、図 3 に示すとおり、これまで業界単位で垂直統合的にしか提供できなかった M2M ビジネスに対し、水平方向のサービス展開を図るとともに、新たなビジネスの創生のために、各分野のサービスに横串を刺して M2M 市場の変革を目指すことが目的だと言えよう。

oneM2M 設立当初は、各 WG から出力される技術仕様書を束ね、市場において最小限の実用化が可能な一組の仕様書として 2013 年末にリリースすることを目標に活動が開始された。だが、各地域の標準化機関の思惑の違いや要求条件やアーキテクチャの検討に予想以上の時間を要したことから、2013 年 10 月に、前述の仕様書の最初のリリースを 2014 年 8 月に延期した。

図3 oneM2M が目指す M2M 市場構造の変革

図4 M2M ユースケースの例 (HEMS)

図5 M2M ユースケースの例 (健康管理)

ユースケース TR には、合計 33 件の M2M 技術の応用事例が収集された。取り上げられたユースケースとしては、スマートグリッド／スマートメタリング等のエネルギー、健康管理、医療支援等の eHealth、輸送・交通、HEMS (Home Energy Management System) やホームネットワーク等の住居関連、公共サービスといった分野での利用例が多く提案された。

図 4 にユースケースの一例として、HEMS を示す。これは、Home Area Network と連携することにより、家庭内のエネルギー管理を行うシステムで、電力使用を効率化し、節電や二酸化炭素を削減して、エコロジーと快適な居住性を実現するものである。

また、図 5 には、健康管理のためのユースケース例を示す。スマートフォンをゲートウェイとして、家庭内のみならず、外出先でも病院やスポーツジム等の健康管理機器を自動的に検出し、必要な設定作業やアプリケーションのダウンロードを行うとともに、取得したデータをネットワーク上のサーバに転送して蓄積する。

各ユースケースには、そのサービスを実施するための潜在的な要求条件が記述される。複数のユースケースに共通に存在する潜在的な要求条件を抽出してまとめたものがサービス要求条件 TS である。その内容は、M2M システム全般に関するものが半数の 72 件で、そのほかに、デバイスやデータの管理、データの抽象化、データのセマンティクス (意味の解釈)、セキュリティ、課金、運用、通信要求の処理等、合計 144 件が含まれる。M2M システムのアーキテクチャやプロトコル検討は、これらの要求条件をベースとして行われる。

4 M2M ユースケースとサービス要求条件の規定

2013 年 10 月には、WG1 での検討結果として、M2M ユースケースの収集に関わる TR (Technical Report ; 技術報告書) ⁽⁶⁾ と oneM2M 最初の normative な仕様書となる M2M サービス要求条件 TS (Technical Specification ; 技術仕様書) ⁽⁷⁾ が完成した。

5 機能アーキテクチャの検討状況

WG2 では、M2M システムの機能アーキテクチャが検討され、2014 年 6 月を目途にアーキテクチャ仕様書が完成される予定である。まず、検討の第一段階として、欧米・アジア各地域の標準化機関で検討されてきた M2M アーキテクチャに関する比較分析結果とそれらの

統合に関わる検討結果に関する技術報告書が、共に2013年8月に承認された^{(8),(9)}。これらの作業においては、既に仕様書が完成していたETSIのM2Mアーキテクチャをベースとして、様々な検討が進められた。

(1) oneM2M 機能アーキテクチャモデル

現在, oneM2M で検討されている機能アーキテクチャを図6に示す。機能アーキテクチャは, Application Entity (AE), Common Service Entity (CSE) 及び Underlying Network Service Entity (NSE) から構成され, 各エンティティ間に, 参照点 (Mca, Mcc 及び Mcn) が規定されている。

AE は, M2M アプリケーションそのものに該当し, これらは, エネルギー, 健康・医療, 輸送・交通, 住居等各 M2M サービス業界で規定あるいは標準化されるものとして取り扱われ, oneM2M 標準化の対象外となる。これらの AE は, ネットワークインフラ上の M2M アプリケーションサーバや M2M デバイス/ゲートウェイにインストールされることを前提としている。

CSE は, いわゆる共通プラットフォームと呼ばれる複数の M2M サービスに共通に必要な機能である CSF (Common Service Function; 共通サービス機能) の集合として定義される。これらの CSF は, ミドルウェアとして, ネットワークインフラ上や M2M デバイス/ゲートウェイに組み込まれ, M2M デバイスとインフラ上の各種の AE との間での M2M データの交換の仲介・サポートを行う役割を担う。

NSE は, 通信事業者が提供する無線/有線のネットワークサービスを示す。いわゆる 3G/4G の無線サービスや固定ネットワークのサービスを示す。

図7には, 通信ネットワークインフラと M2M デバイス/ゲートウェイ間の機能アーキテクチャを示す。M2M デバイスとしては, デバイスの大きさ, プロセッ

サ能力, 消費電力等の制約のため, その内部に CSE を組み込むことが行われない ADN (Application Dedicated Node) と, 上記の制約がなく CSE を組み込むことが可能な ASN (Application Service Node) に分類される。そして, これらのデバイスが直接通信ネットワークと接続される場合 (case1, 4) と ZigBee や Bluetooth 等の M2M エリアネットワークを介してゲートウェイで集約されてから通信ネットワークに接続される場合 (case2, 3) に分けられる。

図7のとおり, CSE は, M2M デバイス/ゲートウェイやネットワークインフラに組み込まれるプラットフォームであり, 物理的な装置やシステムを示すものではない。つまり, ネットワーク上の AE とデバイス/ゲートウェイに組み込まれた AE とが直接会話をするのではなく, CSE により仲介されるとともに, M2M データ取得に必要な機能が提供され, M2M 通信が実現する。

(2) 共通サービスプラットフォームの機能

CSE を構成する個々の共通サービス機能 (CSF) としては, 図8に示すとおり, 現在 13 種類の機能要素が検討されている。それらは, デバイス管理, データ管理, アプリ・デバイス探索, セキュリティ, 課金, サービス

図7 デバイス～ネットワーク間アーキテクチャ

図6 oneM2M 機能アーキテクチャモデル

図8 共通プラットフォームの機能構成

登録, 加入・アクセス管理, アプリケーション・サービス層管理, 位置情報, 通信処理管理, グループ管理, ネットワークサービス実施管理, セッション管理である。

これらの CSF は更に幾つかのサブ機能に分けられ, プラットホームとして提供される詳細な機能が検討されている。例えば, CSF の一つであるデバイス管理(Device Management) CSF は, M2M デバイスの設定・管理に関わる能力を有し, その中で, デバイス設定, デバイス診断・監視, デバイスファームウェア管理及び M2M エリアネットワークポリシー管理の四つのサブ機能を持つ。

このほかに, 取得した M2M データの管理を行うデータ管理, ユーザが利用可能な M2M アプリケーションやデバイスを探索することができるアプリ・デバイス探索, 通信ネットワークの利用を管理する通信処理管理, ユーザの加入・アクセス管理, サービス登録等, M2M に特有の機能に加え, セキュリティ, 課金, 位置情報等の一般的な機能も M2M サービスに必要な共通機能として提供されることを目的に検討が進められている。

ここで各 CSF は特定の M2M サービスのみに特化して必要な機能ではなく, 全ての分野のサービスに共通に必要な機能であることを強調しておく。そして, この共通プラットフォームの機能を例えば通信事業者等が一括して提供したら, M2M 事業に参入しようとする企業はこれらを利用することができ, その企業はこれらに相当するプラットフォームを自らで構築せずに済む。すなわち, 企業にとって M2M ビジネス参入のためのコスト障壁が下がることになり, M2M 市場拡大にとって大きな利点となる。これが, 共通プラットフォーム機能の標準化を推進するモチベーションであると言える。

(3) 通信メッセージフローとリソース管理

M2M サービスは, 先述のとおり, 図 7 のアーキテクチャにおいて, M2M デバイ스에組み込まれた AE とネットワーク側のサーバ等にインストールされた AE との間で M2M データの交換等を行うことにより提供されるものである。この M2M データ交換用には, 参照点 Mca

図 9 M2M における通信メッセージフロー

及び Mcn 上で図 9 のような通信メッセージを用いることを検討している。つまり, 全てのメッセージフローは Request とそれに対する Response により規定され, このメッセージの中にデータの所在を示す情報等を載せることで, データのやり取りが可能となる。

この Request は, AE のみならず CSE からでも発することができる。Mcn 上のフローについては, アプリケーションや通信事業者により提供される既存のサービスや OMA, GSM Association など規定されるネットワーク API や 3GPP で検討中の MTC (Machine Type Communication) のインタワーキングやセキュリティに関する技術仕様を参照する方向で検討中である。

また, M2M で取り扱われる全てのデータはリソースとして規定される。現在, リソースのタイプ, アドレス付け, 構造等を検討している。M2M のリソースは, 図 10 に示すような RESTful 構造を持ち, ユニークにアドレス付けが行われる。REST (Representational State Transfer) とは, 2000 年に Roy T. Fielding によって定義された構造スタイルである。これは, 状態管理を行わない, いわゆるステートレス性を有し, M2M のような分散システムに対しより大きなスケーラビリティを与え, かつネットワーク, ゲートウェイ/デバイスに分散されたアプリケーションの機能拡張や変更を容易にすることから, M2M に適したデータ構造であると言われている⁽²⁾。

REST においては, Create, Read, Update, Delete の四つの基本動作(これらを総称して CRUD 処理という)に, Notify を加えた処理動作から構成されるようなインタフェースを用いてリソースが操作される。この操作の各々は, 前述のリクエストとレスポンスの 2 種類のメッセージを利用して伝達され, 同一の操作を複数組み合わせることにより, 多様化するリソースを取り扱うことができる。

このため, 専用のクライアントやインフラを開発する必要がなく, また, 同一のアーキテクチャやプラットフォーム

図 10 RESTful なデータ (Resource) 構造

ムを、異なるアプリケーション間で共用あるいは再利用することができる」とされている。

RESTの実装には、各操作をHTTP等の動作にマッピングして利用される。例えば、CreateはHTTP POSTに、ReadはHTTP GETに、UpdateはHTTP PUTに、DeleteはHTTP DELETEに各々対応付けられる。

6 プロトコル及びデバイス管理機能の検討状況

WG3では、oneM2Mアーキテクチャに適したプロトコルを標準仕様として規定するため、既存のM2Mシステムで利用されているプロトコルの比較検討を行っている。既存のプロトコルとしては、HTTP、CoAP⁽¹⁰⁾、MQTT⁽¹¹⁾、TIA TR-50プロトコル⁽¹²⁾等がある。

CoAP (Constrained Application Protocol) は、IETFで消費電力に制約があるデバイス用に開発されたもので、HTTPを簡略化してマルチキャストや低オーバーヘッド等の特徴を追加したM2Mでの利用において有力なプロトコルの一つと考えられている。

また、MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) は、IBM等が開発した方式で、低バンド幅・高Latencyのネットワークを対象に設計された簡潔さ、簡便さを追求したプロトコルで、ほとんどのセンサ・アプリケーションに適していると言われている。WG3では2014年8月を目途に、利用するプロトコルを仕様として規定する予定である。

また、WG5ではデバイス管理手法について検討が進められており、現在、OMAのDM (Device Management) のVer1.3/Ver2.0及びLWM2M (Light Weight M2M) やBBFのTR-069等の既存のDM機能の比較分析が行われている。こちらも2014年8月を目途に、上記OMAやBBFのDM機能の利用を前提とするoneM2Mデバイス管理技術に関する仕様書が完成する予定である。

7 あとがき

本稿では2012年7月に世界のM2Mサービス層標準化活動を統合して設立されたoneM2Mについて、その目的、組織、策定済みの仕様書及びアーキテクチャを中心に検討中の仕様書等の標準化動向について述べた。既

にユースケースの収集及び要求条件仕様書を完成し、2014年8月予定のInitial Releaseに向けて、現在、機能アーキテクチャ、プロトコル、デバイス管理技術等の検討を行っている。

oneM2Mの運営に携わっている一人として、本団体ができるだけ早急にM2M共通プラットフォームに関わる技術仕様の初期の策定を完了させ、今後のM2Mサービスの充実、M2M市場の拡大、そして新たなビジネスの創出等に貢献できるよう、働き掛けていきたいと考えている。

文献

- (1) ETSI, TS 102 689, “M2M:M2M service requirements,” V1.1.1, Aug. 2010.
- (2) 藤田隆史, 後藤良則, 小池 新, “M2Mアーキテクチャと技術課題,” 信学誌, vol.96, no.5, pp.305-312, May 2013.
- (3) 堀 賢治, 服部雅晴, 吉原貴仁, 井戸上 彰, 山崎徳和, “M2Mエリアネットワーク,” 信学誌, vol.96, no.5, pp.324-329, May 2013.
- (4) 山崎徳和, 服部雅晴, “国際統合標準化組織「oneM2M」の狙いと動向,” 2013 信学総大, BP-6-3, July 2013.
- (5) 山崎徳和, 服部雅晴, “oneM2Mの標準化動向,” 信学技報, SRW2013-20, pp.1-2, Aug. 2013.
- (6) oneM2M, TR-0001-Use Case v0.2.0, July 2013.
- (7) oneM2M, TS-0002-Requirements v0.5.0, Oct. 2013.
- (8) oneM2M, TR-0002-Architecture Analysis Part1 V0.2.0, July 2013.
- (9) oneM2M, TR-0003-Architecture Analysis Part2 V0.5.0, July 2013.
- (10) 小林 中, 内田訓雄, “M2M通信におけるデバイス管理,” 信学誌, vol.96, no.5, pp.341-346, May 2013.
- (11) IBM, <http://public.dhe.ibm.com/software/dw/webservices/ws-mqtt/mqtt-v3r1.html>
- (12) TIA, TR-50 TIA 4940.020 & TR-50 TIA 4940.000, Feb. 2013.

山崎徳和

京大・工学, 同修士課程了後, KDDIに入社。KDDI設立後, WAP Forum, OMA等の標準化業務, 2005から3GPP2 TSG-S議長を8年間拝命, 同時に関連国内標準化のLeadershipを担う。2011からETSI TC M2Mに参加, 2012からTTC oneM2M専門委員長, TTC/ARIB合同oneM2M会合議長, oneM2M Technical Plenaryの副議長に選出, MCPC モバイル M2M 委員会委員, 現在, KDDI 技術開発本部標準化推進室マネージャー。