

SEMINAR REPORT

Internet of Things 総論



日本電信電話株式会社
ネットワーク基盤技術研究所
主任研究員
後藤 良則 氏

本日は、IoT (Internet of Things) とは一体何なのか、どのような事が議論されているのか、といった観点でご紹介します。

本日この会場に来る前に、検索エンジンで色々調べてみました。「Internet of Things」で検索すると、某有名検索サイトのヒット数は7.5億件と、とてつもなく大きな値となります。ちなみに「M2M (Machine to Machine)」で検索すると、幾分下がって1,600万件ぐらいです。他のトピックスと比べてみると、例えば「ビッグデータ」、これはたぶん今年のIT業界の流行語大賞ナンバーワンだと思いますが、7.6億件と大層な値です。「クラウドコンピューティング」も意外や意外1.8億件です。「SDN (Software Defined Network)」は、弊社のような通信キャリアにとって非常に重要なものですが、意外と少なく8,600万件です。この結果を照らし合わせてみると、まさに今年はInternet of Things元年と言っても過言ではないぐらい、世間の注目度が高いのだと感じています。

はじめに

Internet of Thingsがなぜ突然話題になったのか、というところからご紹介したいと思います。

従来、通信会社は何をビジネスにしてきたのか。古くは電話があり、その前は電信でもありましたが、世の中は電話からインターネットへと大きくシフトしてきました。スマートフォンが普及して、ウェブがあって、動画があってというように、インターネットにも色々あっても、どれも人を対象にしています。人を対象にしている限り、例えば日本国内だと、人口は概ね1.2

億～1.3億人あたりが限界で、この人数が標準的なマーケットサイズということになります。

現在、携帯電話の普及台数は既にトータルで人口を超えていて、マーケットは完全に飽和状態になっています。人によってはプライベート用に1台、他に仕事用にもう1台持っているケースもあり、人口の2倍程度までは市場ポテンシャルがあるとしても、マーケットはほぼ飽和状態ではないかと思います。

ところが、世の中を見回してみると、他にもまだネットに繋がれそうなものが多々ありそうです。例えば、車は日本国内にどのぐらいあるのか？ 統計をとってみると、7,700万～8,000万台ぐらいで、人口の2/3程度はありそうです。

スマートメータはどのぐらいあるのか？ これもとある統計によると、概ね7,800万台あります。通常電気のあるところには、水道もあってガスもあるということなので、電気、水道、ガスを合わせると、大まかにはこの3倍ぐらいはあることになります。

あとは、興味を引かれそうなところでは家電で、家電をネットに繋ぐという話は10年ぐらい前からあちこちで語られていた夢です。家の中でネットに繋がれそうな家電はどのぐらいあるのか調べてみると、通常にはエアコンが2～4台はあって、テレビもあり、冷蔵庫もあって、洗濯機はネットに繋ぐものかどうかよくわからないが、ドアホンは多分繋がりそうだと考えてみると、普通の家では概ね10台前後はネットに繋がるのではないかと思います。ちなみに、日本の総世帯数は約5,000万世帯で、そう考えると、家電のポテンシャルは5億台ほどの規模になります。

本日、この後ご紹介のある健康機器、e-Healthの関係はとても新しい領域だと思いますが、これも繋がることになると思います。他のインフラ管理では、例えば、トンネル、橋などの物理インフラが壊れていないかを確認することや、信号機のメンテナンスというのも考えられます。

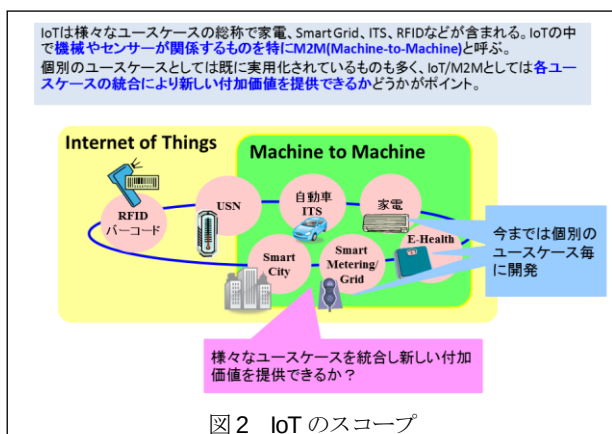
このような色々なものがこれからネットに繋がっていくと考えると、おそらく人口の10倍ほどがマーケットポテンシャルになりそうです。スマートフォンのように、これら全てが月額5,000～6,000円ほどお支払いいただけるサービスになるとは思っていませんが、ポテンシャルのあるマーケットなので、通信業界にとってはニューフロンティアなわけです。何か新しいことを手がけることで、関連業界の皆様と手を取りあって、産

業を大きく成長させていきたいという思いがあります。

図1がその概要です。



ちなみに、世界規模では大体500億になるのではないかと予測している人もいます。IoTのスコープはものすごく大きいです。およそモノは、ネットに繋がった瞬間にIoTのスコープだと言えるのではないかと思います。いま標準化等で議論されている中では、幾つかのユースケースに分けられると考えられています。大きくは、自動車関係、電力関係、家電の関係、e-Health、後はバーコードやUSN (Ubiquitous Sensor Networks) といったセンサネットワーク系もあると思います (図2)。

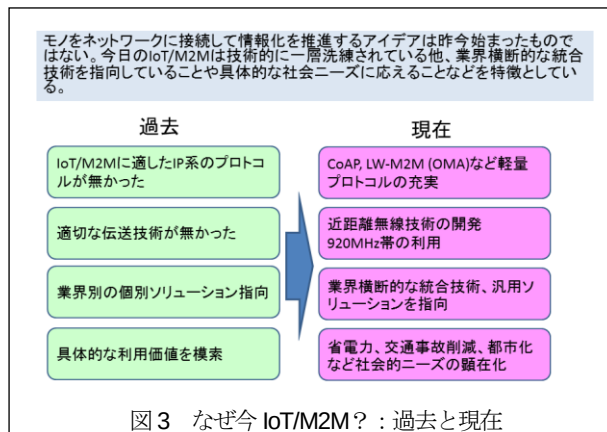


実は、車にせよ、家電にせよ、メータにせよ、既に個別にはネットに繋がっているものはとても多いです。しかし、従来は個別にシステム開発をしていて、通信はあくまでサブシステムであり、ツールであるに過ぎませんでした。例えば、家電も繋がる、電力も繋がる、車も繋がるということであっても、これらを組み合わせて何ができるのかという観点では、検討はほとんど行われていなかったというのが現状です。そういうわけで、IoT/M2Mの大きな特徴は、単に個別にモノを繋ぐというのではなく、これらを統合することで何か新しいことができるようになるのではないかと、ということがポイントです。

実のところ、IoT/M2Mのコンセプトはそんなに新しいものではなく、古くはコビキタスと呼ばれていた時代もあったり、ネット家電と呼ばれていた時代もあったりと、分野によっては様々で、長いものでは20年ぐらいの歴史があります。

しかし、なにゆえ突然こんなに話題になるようになったのか? この数年、突然話題になったわけを考えてみると、幾つかの理由があると思います。

図3に示すように、大きく4つの理由が上げられます。



一つ目は、かつてはIoTやM2Mに適したIP系のプロトコルはありませんでした。例えば、昔の情報家電やネット家電は、搭載しているマイコンがそれほど強力ではないので、IPで通信するには負担が大き過ぎて、IP系のプロトコルスタックをそのまま載せるとほとんど動かなくなってしまい、動かすにはそれに見合うマイコンが必要で、コストアップになってしまうと言われていました。それ故にnon-IPプロトコルしか載せられないので、間にゲートウェイが要と言われていたわけですが、昨今はそのようなパワフルなCPUでなくても動くような軽量系のプロトコルが幾つか開発されています。例えば、インターネット技術の標準化を推進する任意団体のIETF (Internet Engineering Task Force) で開発されているCoAP (Constrained Application Protocol) で、これはHTTPの軽量系のプロトコルです。他には、モバイル系の技術標準化団体のOMA (Open Mobile Alliance) が策定しているLW-M2M (Lightweight M2M) のような軽量プロトコルも最近はかなり充実してきました。

二つ目は、伝送技術の問題です。これといった伝送技術がなくて繋げられなかったり、無理やり配線を張り巡らすしかなかったりして、以前はあまり現実的な答えはなかったのですが、最近では近距離系の無線技術がかなり充実してきました。日本では920MHz帯が使えるようになって、無線で簡単に繋げるようになってきて、さほどワイヤリングのことを気にしなくてよくなったというのも大きいと思います。

三つ目は、産業のトレンドです。従来はあくまで個別にソリューションを構築していて、どちらかというと、IoT/M2Mのための全体システムを構築するのではなく、個別にあるものを組み合わせて構築するというやり方だったのが、最近は色々なモノが繋がるようになって、統合技術によるIoT/M2Mに適した新しいモノを作っていくということで、技術のトレンドの風向きが変わってきました。

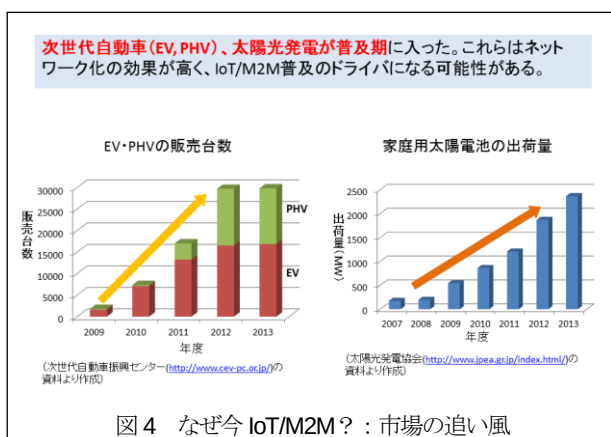
四つ目の一番大きなところでは、利用価値の問題があると思います。従来はとりあえずネットにモノを繋げてみようという議論は多々あったのですが、繋げてその先どうするのかというところが正直なところ分かっていなかったのですが、それでも繋げると多分何かいいことがあるのだらうという感じの議論が成されていました。それが最近では、省電力を実現しなければいけない、特に3.11東日本大地震以降、できることは何でもやらなければといった風潮で、省電力という具体的なテーマでモノをネットに繋ぐという議論ができるようになって、具体的な二

ーズが出てきました。

交通事故削減もそうです。これも国際的に大問題になっていて、国連が旗を振って交通事故削減を進めようという動きもあります。また、都市化という問題もあって、中国は特にそうですが、次々と都市部に人が集まってきて、都市のインフラをきちんと管理していかないと、多くの人口を都市部で吸収し切れないということもあります。

このように、日本国内の話があり、国際的な話もあって、今は世界中のあちこちで社会的ニーズが顕在化してきている段階にあると思います。

それでは、日本国内を見てみると、幾つか論点があると思います。例えば、一つの切り口としてお見せしたいのは、市場の追い風として図4のようなことが生じているという話です。



車をネットに繋ぐと何か良いことがありそうなのは、普通に考えればわかりそうな話ですが、例えば、普通の車をネットに繋ぐと位置情報は取れるにしても、それ以上のおもしろいユースケースは思い浮かびません。しかし、例えば電気自動車(EV)やプラグインハイブリッドカー(PHV)といった次世代型の車は、ネットとの相性がとても良いです。最近、ソーラーパネルがあまりにも増え過ぎて、電力会社の中にはもはや電力網で吸収し切れなくて、これ以上の電力は受け入れられなくなったようで、昨今の新聞にはそのような記事が見受けられるようになってきています。当然、蓄電すればよいのですが、蓄電するのにEVが使えるのではないかという話は、割とよく耳にするアイデアです。

このEVやPHVが今日ますます増えてきています。すさまじい勢いで増えていて、現在は年間3万台ほど売れています。一頃に比べるとかなりたくさん出回るようになってきました。また、家庭用の太陽電池の出荷量も毎年急激に増えて、急成長産業になってきています。家庭用太陽電池にしても、EVにしても、ネットに繋げることで何か新しいことができそうだという話ではなく、これらを組み合わせることで、増え過ぎたソーラーパネルの余剰電力を、EVに一旦蓄えておくという具体的な話ができるようになってきました。そういった意味では、EVやPHVがIoT/M2Mの推進ドライバーになっていく可能性があると考えています。

次に、IoT/M2Mは分野が多々あって、標準化にせよ何にせよ、技術を語るのがとても難しいところですが、どのように技術分類していくのかという切り口でお話したいと思います。

分類の仕方として、HorizontalとVerticalという言い方をしま

す。

図5左側は、技術分野的な分け方で、Horizontalに切っていく分け方です。IoT/M2Mはデバイスがあったり、近距離無線があったり、広域ネットワークがあったりして、上にはアプリケーションがあって、どちらかというところ、OSIの7層モデルのレイヤイメージでの切り方ができます。

これに対して図5右側のように、ユースケース別に家電、電力、自動車といった観点で切っていく分け方もあります。このような切り方の個別セクタのことをVerticalと呼び、oneM2MがおそらくこのVerticalという言葉を生み出して流行らせたのだと思っています。

このように色々な見方があることをご理解いただくと、本日の後程の講演を聴いていただいても分かり易いと思います。

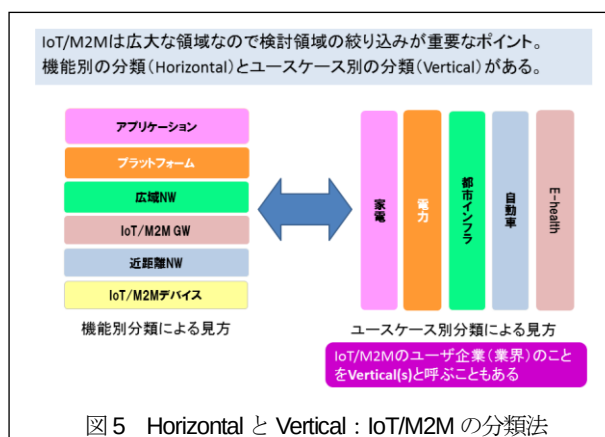


表1は、ユースケースを具体的に列挙したものです。全体はこれに限ったものではないですが、現在主に議論されているユースケースは概ねこのようなところでは。

まずは、ITSや交通関係です。都市やコミュニティは、いま中国がとても熱心に取り組んでいます。中国の都市化はものすごい勢いで進んでいて、次々と農村から都市に人が集まってくるので、巨大化する都市をいかにして管理していくかに、ICTを使っていこうという話です。ホームネットワークはかなり歴史のある話で、かれこれ20年来色々な場で議論されています。健康・医療はこの後の講演で詳しくご講演があるかと思いますが、最近、医療機器を繋げていくところがとても注目されています。メタリングも非常に重要で、日本では特に3.11東日本大震災以降、スマートメータが益々大量に導入されていくのではないかと考えられています。

表1 IoT/M2Mのユースケース	
M2Mユースケースは大きく6つのサービスカテゴリへと分類できる。それぞれ移動度、端末数、データ量などの点で大きく異なる特徴をもつ。多様な通信特性がM2M通信をサポートするネットワークの課題。	
【1. 移動交通】 自動車や公共交通機関の位置を監視し、車両管理やナビ、利用客やサービス事業者への情報通知等を行う。車両管理・遠隔診断・カーナビ・違法駐車通知・電圧監視など。	【2. 都市・コミュニティ】 信号や街灯などの広域設備制御や、交通インフラ連携、広域エネルギー管理、環境モニタリング、都市機能スマート化、社会インフラ(道路・橋梁・鉄道)の維持管理、防災など。
【3. ホーム】 HEMS・家電のスマート制御・ホームセキュリティ等に加え、新規家電設置支援や在庫情報に基づく買い物リスト作成など生活支援機能、個人の嗜好分析やリコメン機能など。	【4. 健康・医療】 人とともに移動し、遠隔制御による診療や日々の健康管理、薬の服用管理、高齢者・持病者の外出時の見守りや食事管理など。
【5. メタリング】 スマートメータを用いた電気・ガス・水道等の使用量計量、加入情報管理、システムの設置・保守、デマンドレスポンス、供給制御、緊急停止、利用履歴に基づく供給計画作成など。	【6. ソリューション】 農機具の稼働監視、工場機械の遠隔監視、農業における遠隔モニタリング、実店舗での商品在庫管理など(主にB2Bモデル)。

IoT/M2M 通信の方向性は、従来の通信の技術開発とはかなり異なってくると考えています。従来は移動体網にしても、固定網にしても、どちらかという帯域をさらに大きくして、遅延をなるべく小さくして、パケットロスもなるべく少なくなるようにして、マルチメディア通信をできるだけ高品質なものにする。その代わり少々出費がかさんでも構わないという考え方がトレンドでした。例えば図 6 に示すように、帯域を増やし、機能も増やし、その分多少コストがかかってもよいから右上の方向にさらにシフトさせていくという方向で進めていました。

ところが、IoT/M2M は端末の数が非常に多く、人口の概ね 10 倍ぐらいはありそうで、ユースケースは非常に多岐に渡っているの、一言では言い表せないほど様々なトラフィックの特性があって、データ量も全体的には少な目なのではないか。例えば、映像のように大量のデータをやり取りするのはあまりなさそう、技術開発の方向性、特にネットワーク側に関して言えば、図 6 の左下の方へシフトしていくような話のようです。

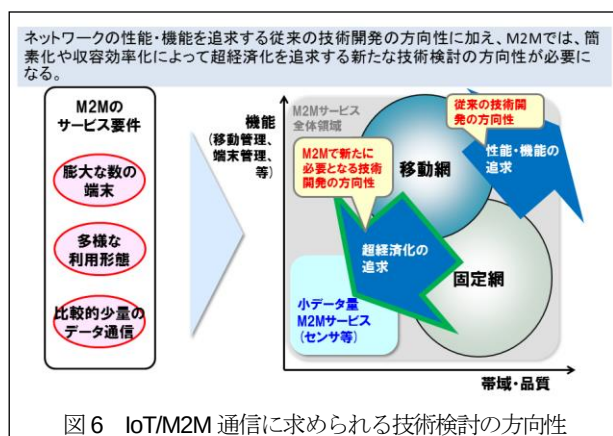


図 6 IoT/M2M 通信に求められる技術検討の方向性

帯域や品質は多少妥協しても構わないし、機能もそれほど大きなものは要らないが、その代わり少しでも安く提供する。しかし、大事なパフォーマンスはしっかりと守っていく。このように経済性を追求していくのが大きなトレンドではないかと思っています。

標準化・コミュニティの動向

標準化やコミュニティの動向で、世の中がどのように動いているのかというお話をしたいと思います。

IoT/M2M を図 7 のようなモデルで描いてみました。



図 7 IoT/M2M モデルと関連する標準化団体

図 7 の右端に M2M サーバがあって、続いて広域ネットワークがあって、左端にデバイスがあるが、ネットワーク・デバイス間にゲートウェイが置かれるケースが多いです。ゲートウェイでは色々な標準化団体等が活動していて、oneM2M の活動は元々 ETSI (European Telecommunications Standards Institute) の TC-M2M (Technical Committee M2M) がベースになっているので、そういう意味では ETSI の TC-M2M と oneM2M は非常に似たような領域で活動しています。

広域ネットワークのところは、やはりモバイルを使用しているケースが多く、3GPP の活動はとても重要ではないかと思っています。3GPP の中では MTC (Machine Type Communications) という活動があり、マシン向けに色々とカスタマイズというか、新しい機能を追加というか、最近では端末を少しプロファイルしてスマートフォンとは違う端末を作ることとも検討されているようです。また GSM Association でも、いかにしてモバイルで M2M をサポートしていくかの議論が成されています。

また、広域網の上で動作するプロトコルについては、歴史的には BBF (Broadband Forum) にてデバイス管理プロトコルの検討は進んでいて、有名などころでは TR-69 という HTTP ベースのプロトコルがあります。これは oneM2M でも検討しています。あとは、OMA (Open Mobile Alliance) でもモバイルベースのプロトコルを検討しています。

エリアネットワークには色々な技術がありますが、主に近距離無線であって、ここは米国の IEEE の影響力がとて強いところ、IEEE では無線技術を検討していますが、上位レイヤのプロトコルまで含めた検討は、例えば ZigBee Alliance などが行っています。他には有線系になってしまっていますが、国内では ECHONET (Energy Conservation and Homecare Network) にて昔から検討していて、10 年来この分野で活動しています。先ほども述べたように、家電などのマイコンの能力は脆弱なので、重い IP 系のプロトコルは難しいということで non-IP のプロトコルを使っていましたが、最近はどうも IP でも動作するようだというので、IP でも使える ECHONET Lite という規格も策定しています。また、oneM2M でもよく話題に上がりますが、Qualcomm のデバイス接続技術 AllJoyn という別の仕掛けも検討しています。

当然ながら、民間のフォーラムはとても活発に活動していますが、デジタリ系の標準化機関も別に手をこまねているわけではなく、ITU、ISO、IEC などの伝統的な標準化機関も、それぞれの立場でこの問題に取り組んでいます。

業界の中のコンソーシアム等の動きで、ここ最近目につくものを挙げてみました。

今とても注目されているのは、表 2 最上段の IIC (Industrial Internet Consortium) で、これは米国の団体です。色々なマシンをネットに繋げていくという、まさに IoT/M2M のところ、見た感じでは、これはコンシューマや家庭向けというよりは、どちらかという、産業界、特に重電・重機械系などをターゲットとしているような気がします。それというのも、この団体をリードしているのは米国の GE で、同社は日本でいえば日立のようなまさに総合電機メーカーで、どちらかという、AT&T や Cisco は同社に引けを取っている側だという話もあって、同社の産業界を狙った動きには注目しないといけないと思っています。

AllSeen Alliance というのは、どちらかというと、家電を繋いでいくような話だと考えています。

また、表2最下段にある iOS というのは Apple のことで、標準化というよりはどちらかというと、Apple 社自身がデファクトで色々なモノをネットに繋ぎ込もうと目論んでいるという意味で、この動きもやはり見過ごせないものだと考えています。

表2 業界アライアンスの動向

・デバイス管理系を中心にした業界アライアンスが今年になり続出。			
	注力エリア	主要参加者	コメント
Industrial Internet Consortium (IIC)	製造業、資源探査、医療分野、輸送分野などを対象としたインタストリアルインターネットアプリの実現が目的	AT&T, Cisco Systems, GE, IBM, Intel	コンシューマ・家庭向けではなく産業界向け
AllSeen Alliance	QualcommのAllJoyn技術(オープンソースコード)により家電機器接続を目的としたIoT標準化を目指す	Qualcomm, LG, Haier, Microsoft, Panasonic, Sharp, Cisco	オープンソースによるIoTグループと連携
Open Interconnect Consortium (OIC)	初期の目的はスマートホーム・オフィス。その後自動車やヘルスケア分野も狙う。	Intel, Samsung, Dell and Broadcom	AllSeenがうまく訴求できていないセキュリティ等に注力する
The Thread Group	GoogleのNest Labsにより開発された「Thread」を用いて、家庭内で低消費電力メッシュ網を構成し、WiFi, Bluetoothの置き換えを狙う	Google's Nest Labs, ARM, Samsung	IEEE 802.15.4などの既存技術の上で実現し、「Thread」に容易にマイグレートできることを狙う
iOS8	AppleはIBMと組みの最新OSでホームおよび自動車向けのIoTを提供。Appleのデバイスに事前設定された形でIBMによるビッグデータ解析を提供	Apple, IBM, Haier, Honeywell, Texas Instruments, Philips	標準化グループではないが、IoTマーケットへの影響大

ここではITU-Tのフォーカスグループとの関係をご紹介します。

ITU-T というのは、ご存じのとおり国連の専門機関で、元々は電気通信の伝統的なテーマを取り扱うとてもお堅い組織です。ここが10年ぐらい前にフォーカスグループという仕組みを作りました。どちらかというとフォーラムのようにフレキシブルな仕組みで、特に従来型の電気通信ではないテーマを色々取り扱っていかうということで、とても柔軟な組織です。

最近のテーマのトレンドを見てみると、表3に示すように、IoT/M2Mに関連したものがとても多いです。

表3 ITU-TのFGに見るIoT/M2Mのトレンド

ITU-TのFocus Groupは伝統的な電気通信の標準化テーマにとどまらない新しいテーマを柔軟に議論する仕組み。最近IoT/M2Mに関連したテーマが多く設立される傾向にある。		
Focus Group	内容	活動状況
Aviation Applications of Cloud Computing for Flight Data Monitoring (FG-ACC)	クラウドを利用した航空機の飛行データのリアルタイム監視の実現が狙い。	活動中
Smart Sustainable Cities (FG-SSC)	ICTを活用した都市のインフラ管理	活動中
Smart Water Management (FG-SWM)	ICTを活用した水道の管理を検討。	活動中
Machine-to-Machine Service Layer (FG-M2M)	M2Mサービスレイヤーの検討	終了
Driver Distraction (FG-Distract)	自動車のICT機器のユーザインターフェース	終了
From/In/To Cars Communication (FG-CarCom)	自動車関係のICTの検討	終了
Smart Grid (FG-Smart)	スマートグリッドの検討	終了

幾つかピックアップしてみると、表3の最下段にあるスマートグリッドというのは、まさにフォーカスグループの仕組みを最大限に活用するために設立されたグループです。スマートグリッドで元々想定していたのは、電力業界の人達を呼んできちんと議論したいということであって、ホワイトペーパー的な文書を数々と作成しました。

車の関係については、ITU-Tでもかなり昔から注目していて、From/In/To Cars Communication (車をネットに繋ぐときの様々なポイントを検討する) という話や、Driver Distraction (カー

ナビは長時間見続けると交通事故を起こす恐れがあるので、そのようなことがないカーナビのユーザインターフェースを検討する) という話もあります。

M2M と名のついたフォーカスグループもあって、FG-M2M (Machine to Machine Service Layer) でサービスレイヤについて検討していた時期もあります。

都市やインフラの関係では、Smart Sustainable Cities は中国が中心になって行っています。Smart Water Management は水管理のことで、途上国ではかなり深刻な問題のようです。日本では浄水場から水道管に水を注入すると、ほぼ100%蛇口から出てくるが、途上国ではかなりの量が管から滲み出てしまうそうで、これをネットで監視して、効率的に水管理したり、水質改善したりするという活動もあります。

面白いところでは、FG-AC (Aviation Applications of Cloud Computing for Flight Data Monitoring) はクラウドを利用した飛行データ追跡システムです。2014年の春にマレーシア航空機が行方不明になって未だに見つかっていませんが、その関係もあって、衛星を使ってクラウドでデータを逐次バックアップしておけば、フライトレコーダが見つからなくても飛行ルートや墜落の原因が分かるのではないかとということで、このようなフォーカスグループもできています。このグループは現在も活動中です。

ITU-T もIoT/M2M分野にとっても注目しており、世の中のトレンドとしても、この分野はこれから益々盛り上がっていくのではないかと考えています。

IoT はそれ程までに重要なので、しっかり取り組んでいかねばいけませんと世の中に示す必要もあって、今年のITU-Tでは、全権委任会議という最もハイレベルな会議を韓国で開催しましたが、その際にIoTに関する決議を行っています。

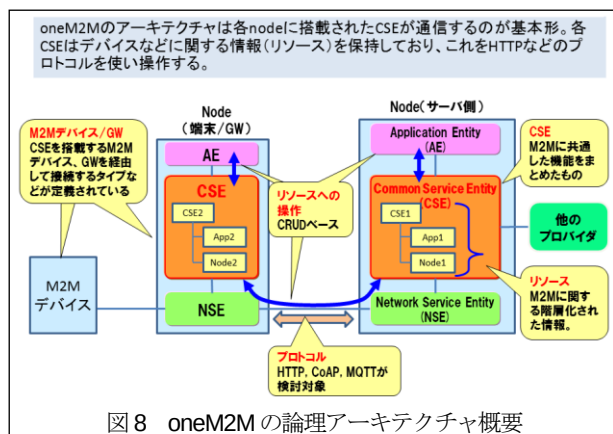
特に途上国は、インフラなどの色々なものをネットできちんと管理していきたいということで、IoT技術にとっても注目しています。先進国には多くのソリューションがあって、民間企業中心の取り組みで十分回していけるが、途上国にはそのようなノウハウの蓄積はない技術者も不足しているので、ぜひともITU-Tが中心になってしっかり取り組んでほしいということで、決議を行いました。

ここから先はoneM2Mのご紹介です。この後の講演でもっと詳しいご紹介があると思いますので、ここでは簡単にご紹介します。

M2Mの標準化が重要だということは数年前から認識されていて、日米欧、中国、韓国の7つの標準化団体が集まって、共通のM2Mの仕様書を作るための標準化活動を行う場として立ち上げたのがoneM2Mです。

パートナーシッププロジェクトという形態を取っていて、日本ではTTCとARIBがパートナーとなってここに集まろうということで、個別会員である各社はTTC、ARIBを経由してoneM2Mに参加できるようになっています。

図8はアーキテクチャの概要です。サーバとゲートウェイがあり、サーバとゲートウェイの中にはそれぞれCSE (Common Service Entity) というプラットフォームのような機能があり、それがデータをあれこれハンドリングして機械を制御するということです。



色々なノードが定義されています(図9)。Infrastructure Domain というところに Infrastructure Node というクラウドのサーバがあって、その下にゲートウェイやデバイスなどの色々な種類のノードが繋がるという構造になっています。

oneM2M は主にプラットフォームの CSE を中心に仕様を作成していますが、全体のアーキテクチャも規定していて、セキュリティの仕組みやプロトコルの仕組みについても規定しています(図10)。

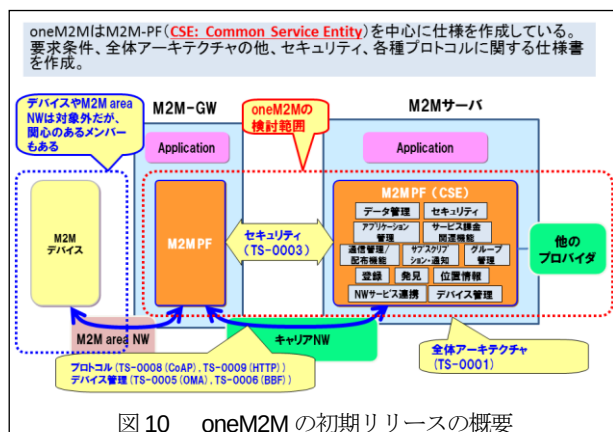
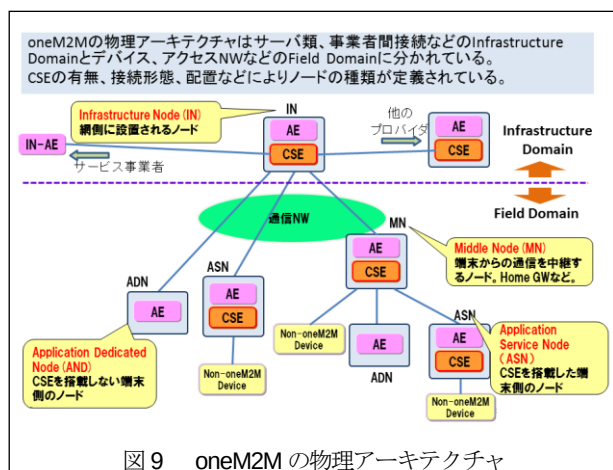
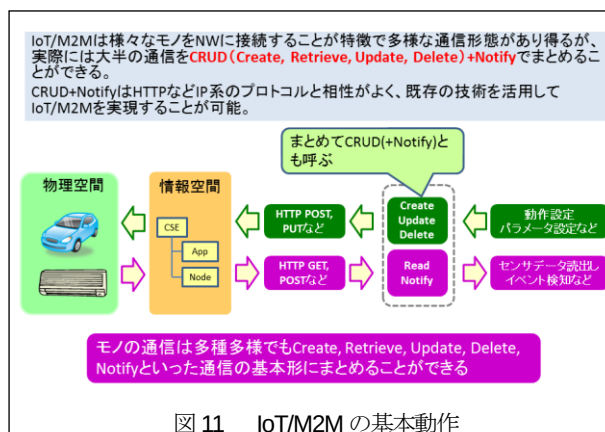


図11はIoT/M2Mの基本動作です。車や家電のデータをHTTPやCoAPなどのプロトコルを使って、遠隔であれこれと操作する仕組みです。このような仕組みのことを Resource Oriented Architecture と呼んでいますが、構造からして、IP系のプロトコルと相性が良いということで、今のインターネットに簡単に

乗り入れできる仕組みとなっています。



oneM2M ではテクニカルな活動を2年ほど行いましたが、ほぼ一段落ついて、年明けには最初の仕様書を承認することになっていて、その前祝いということで、実際にモノを作った人達が集まって Launch Event を開催しました。

仕様の完成度も上がってきたので、相互接続試験や製品認定などを検討しています。従来の標準化活動というのは、大概是仕様書を作って終わりでしたが、いま仕様書作りの先まで見据えた検討を色々進めているところです。

今後の進め方はどうかというと、oneM2M では仕様書を策定しましたが、この仕様書を単に作るだけでなく具現化した方が、実際にビジネスで使用する人達にとって取りつき易いだろうということで、オープンソースのコミュニティに、有名などころでは Open Daylight や Eclipse などに、働きかけを行う予定です。さらに、普及促進活動を行なうということで、色々なイベントを開いたり、展示会に出展したりするというのもあります。また、アプリケーション開発を促進するために、デベロッパ向けのガイドライン文書を作る、SDK (Software Development Kit) を作るというアイデアも出ています。そして、試験仕様を作ろうといった検討も話が進んでいます。

定義と特徴

ここから先は、IoTの定義、定義から見えるIoTとは何かについて話をしたいと思います。

IoTにはITU-Tで定めた定義があります。2~3年ほど前にIoTという言葉が今日ほど話題になっていなかった時期に、勧告Y.2060にInternet of Thingsの定義があり、「IoTは、物理的なモノやバーチャルなものを色々繋ぎ合わせることで、新しい先進的なサービスを可能とする。また、それをサポートするためのグローバルなインフラである。」といった内容が書かれています。ITU-Tで定義される前には、FP7という欧州の研究プロジェクトがあって、その中のCASAGRAS (Coordination and Support Action for Global RFID-related Activities and Standardization) がIoTの定義を検討していて、ITU-Tの定義はこれをベースにして作られたものです。

Y.2060の定義の中からいくつかポイントをピックアップして、そこから一体何が言えるのかを列記してみました。表4に示します。

表 4 IoT の定義から読み解く特徴

- **a global infrastructure**
 - ・ 個別ユースケースに特化したものではなく汎用的なグローバルなシステムを指向
- **enabling advanced services**
 - ・ 高度なサービスへの応用が重要
- **physical and virtual (things)**
 - ・ 対象とする“モノ”は物理的実体があるものに限らず仮想的な“モノ”(コンテンツなど)も対象になり得る
- **exploitation of identification, data capture, processing and communication capabilities**
 - ・ IDの活用、データ取得、データ処理の利用がポイント
- **a vision with technological and societal implications**
 - ・ IoTは技術進歩の到達点だけでなく、社会的な期待にICTが応えていくという側面がある

まず一つ、文頭にあるように、**global infrastructure** だということです。家電を遠隔監視するシステム、例えば、スマートメータシステム構築などの個別ソリューションは従来からありました。通信路として部分的に公衆網やモバイル網を使うことや、インターネットを使うことはありましたが、個別システムとして閉じているので、**global infrastructure** ではありませんでした。使用しているネットワークがたまたまインターネットであったとしても、インターネット自身はグローバルなインフラですが、あくまで個別最適化ソリューションを追求するという観点からくる選択でした。それに対して **IoT** というのは、グローバルを指向しています。色々なユースケースが同時に存在していて、当然地理的にもグローバルなカバレッジを有するものを狙っています。

enabling advanced services というのは、高度なサービスに応用することが重要だということです。故にサービスの発展性が重要なのであって、サービスにどのように貢献するのかという観点がとても重要になります。

もう一つ面白いところは、**physical and virtual** です。よくモノをネットに繋ぐ、モノのインターネットと言われていますが、モノというのは本当に物理的なモノの指しているのかというと、実はそうではなく、バーチャルなモノも対象になります。**IoT** というのは、モノを情報空間上に何らかの形で転写します。要するに、情報空間の中でデータとなるわけです。そのような仕掛けであるから、バーチャルなもの、例えばコンテンツなども扱えます。また、物理的には二つ以上のモノでも、あたかもそれを一つのモノであるかのごとく扱えるという意味では、なかなか示唆に富んだおもしろい話だと思います。また、データを利活用できるというのもとても重要な特徴です。

あとは、**technological and societal implications** ということです。単にテクノロジーの側面だけではなく、社会的な側面からも色々と考えていかなければいけません。この解釈は人によってまちまちですが、プライバシーのような技術だけでは解決できないような問題もきちんと考えていかなければいけないし、社会的な貢献にも応えていかなければいけないと思っています。

表 4 の中から三つほど、ポイントを挙げて解説したいと思います。

Global Infrastructure というのは、グローバルなインフラを指向していくことです。プロバイダは大概国ごとに分かれて存在しているので、相互接続できることが重要だということです。例えば **oneM2M** には、図 12 に示すように他プロバイダの **CSE** との間に **Mcc** というインタフェース参照点があり、プロバイダ間を相互接続する仕掛けもあります。このような機能を強化していくことは、重要なことのひとつだと思います。

IoTが既存の個別ソリューションと異なるポイントの一つにグローバルな情報インフラを指向していることがある。
oneM2Mで議論されているようなプラットフォーム間の相互接続はグローバルなインフラへ向けた可能性の一つと考えられる。

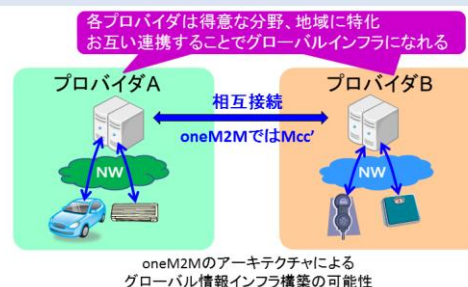


図 12 Global Infrastructure の可能性

Enabling Advanced Services というのは、データを単に読み出してどこか他の人に渡して終わりというのではなく、渡った先できちんとサービスが提供されたり、サービスに貢献したりと、**IoT** も含めて他にもサービスがあるという話であって、これは重要なことだと思います。

例えば、日本人が中心になって策定した **ITU-T** 勧告に **H.621** があり、**ID** を読み出してマルチメディアサービスを提供するものです。このようなサービスは 7~8 年ぐらい前から検討されていて、例えば図 13 では、ただ単に **ID** を読み出すだけではなく、アドレスを解決して **ID** を解決することで、この **ID** に関連したコンテンツが取り出せるというものです。全体が一つのシステムであり、**IoT** の部分は、例えばバーコードや **RFID** などで単に **ID** を呼び出すということに議論が留まるのではなく、最初からコンテンツなどとの連携がスコープに入っているところが重要なのです。

IoTは単に“モノ”と通信するだけでなく、コンテンツなどと連携して高度なサービスを提供することに意義がある。



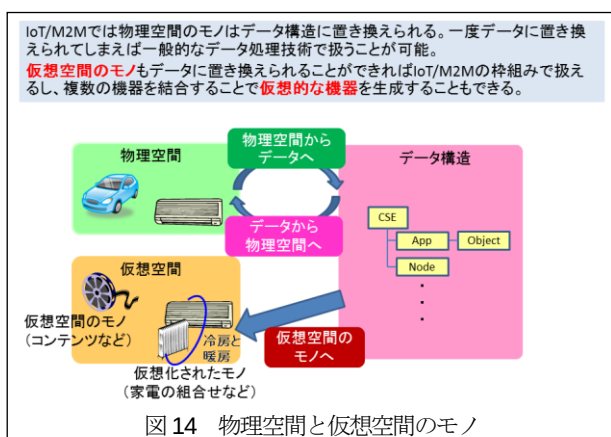
図 13 Enabling Advanced Services

共通プラットフォームを作っていくと、更におもしろいサービスも作れます。従来のシステムでは、例えば車の場合、自動車会社が独自のシステムやアプリケーションサーバを立てて、単にそれと連携していればよかったのが、共通プラットフォームを作ることによって色々なデータを吸い上げたり外部のシステムと連携したりして、サービスの発展性も向上させられます。そういったことが重要で、特に **oneM2M** で検討しているサービスプラットフォームではとても重要になると思います。

physical and virtual things というのは、**IoT/M2M** では、物理空間のモノは、例えば車や家電などは、全てデータの構造に置き換わることで仮想空間の方に移行します。仮想空間の表現の仕方は色々ありますが、例えば **oneM2M** では、図 14 のような

ツリー型のデータ構造に置き換えられます。物理空間から仮想空間に置き換わるので、本来仮想空間にしか存在し得ないようなコンテンツなどは、自然とその仕組みに適合します。また、若干 SF じみたところもありますが、実際には存在していないが仮想化されたモノを新たに編み出していくという発展も可能になると思います。

仮想的なデバイスの例としては、現在のエアコンは冷暖房ができるが、仮に冷房しかできないエアコンがあって、それとは別に暖房しかできないヒータがあって、この二つを組み合わせることで、冷房も暖房もできる仮想エアコンという使い方ができます。これこそまさに IoT/M2M ならではの仮想デバイスと言えます。



方向性と課題

IoT/M2M を考える上でいくつか重要なポイントがあると思っています。

一つは関連産業の規模です。日本の通信業界の規模は、年間売り上げベースで約 25 兆円です。その中で NTT グループは中核を占めていますが、無論 NTT グループ以外にも多くの会社があります。他の IoT/M2M 関連業界の規模はどれくらいか？ よく引き合いに出される自動車は、業界全体の産業規模で 50 兆円ほどです。トヨタ自動車だけでも結構な規模で、他には大きいところでも日産、ホンダなどがあって、物すごく巨大な産業です。家電業界はどれくらいかという、統計にもよりますが 60 兆円規模です。電力業界も結構大きくて 20 兆円規模です。

通信業界に生きている者として、考え方を変えていかなければいけないです。これらの業界の人達と組むためには、つき合い方や自らの立ち位置をしっかりと考えていかなければいけないし、そのためには、自らがいかにかしてこれらの業界に貢献していけるのか、という感覚を持つことが重要になってくると思います。また、彼の業界は彼の業界なりに、これまでの技術的資産があったり、規制や商慣習があったりと色々なものがあるので、それはそれとして尊重していくことがとても重要なことだと思います。

これらの関連業界との連携は、実のところ、通信業界のどこの会社も手探りで進めているのではないかと思います。標準化を進める上でこれはとても重要なところで、色々な活動が行われています。これらの関連業界にとっては、ISO や IEC などが国際的な標準化団体です。ITU-T は通信業界であって、重電関係、家電関係、自動車関係の業界とは住み分けてきましたが、

ユビキタスが提唱されてきた頃から、互いにオーバーラップするような状況が増えてきました。

表 5 は関連業界との連携についてまとめたものです。

表 5 関連業界との連携

IoT/M2Mは通信業界に閉じた活動では成功しない。電力、自動車など様々な関連業界（Verticals）との連携を強化することで産業界にインパクトを与えることができる。

標準化における関連産業との連携の例

標準化機関	内容
A.23	ISO, IECとの連携に関する規定。共通文書の作成が可能。
ITU-T Focus Group	これまでの電気通信の標準化の枠にはまらないテーマを柔軟に議論できる仕組み。 ITU-T会員（通信業界）以外の参加も可能。 M2M, Smart Grid, Smart Cityなどで実績あり。
Collaboration on ITS	ITSに関してISOとの連携を推進する活動。 試験的な活動で今後他のテーマへの適用が期待される。
oneM2M	関連業界の標準化団体の参加を呼び掛ける。 Continua, HGI, ESMIG, 米国運輸省などが参加。

一つは、ITU-T には ISO や IEC との間でコラボレーションする仕組みがあって、相互の連携作業を規定した勧告 A.23 により共通文書が作成できます。実際 IoT/M2M の分野では、既に多くの文書がこの仕組みで作られています、これだけでは不十分だろうとも言われています。

もう一つは、ITU-T 自身が主体的になって、色々な産業界の人に ICT を使ってもらうためのフォーカスグループです。ITU-T はメンバーシップ制を採っており、高い会費を払わないと会員にはなれませんが、会員以外の方にも気軽に参加してもらい、従来の電気通信のテーマに捉われない新しいテーマをフォーカスグループという仕組みの中で議論しようということです。IoT/M2M 関係では、M2M サービスレイヤ、スマートグリッド、スマートシティなどで実績があります。

これでもまだ不十分だということで、IT の営みの一つに ITS 活動があります。これに関しては Collaboration on ITS というジョイントグループがあり、そこで検討されています。どちらかという試験的な活動であって、これがうまくいくようだったら、他のテーマにも次々と広げていこうと今議論されています。ITS 自体は ISO でもかなり議論されているようで、そこには ITS を議論する仕組みもあります。ITS でなくても車載機を検討しているグループもあるようで、そのグループとは個別にテーマを決めて議論する仕組みがあります。

oneM2M も、関連業界の参加がとても重要だと考えています。oneM2M の中には、外部団体との連携やマーケティング的なことを行う専門のグループもあり、またその活動の結果、現在は Continua（医療機器メーカーや IT 企業からなる業界団体）や HGI（Home Gateway Initiative）、あるいはヨーロッパでスマートグリッドを検討している ESMIG（European Smart Metering Industry Group）といった団体が参加しています。役所関係では、米国の運輸省も時々顔を出しています。標準化のための連携は重要であって、このように部分的にはうまくいっているところもあります。

次は規制も含めたテクニカルな課題です。IoT は関連産業がとても大きいです。各業界は確立された商慣習や規制など、様々な歴史的なものを抱えています。検討すべきことは多々あり、IoT/M2M ならではの切り口でもいくつか課題があって、OECD がこれをうまくまとめていて、大きく分けて四つあると提言しています。

表6が課題のまとめです。詳しく知りたければ、OECDのホワイトペーパーを参照してください。

表6 M2Mに関する課題

IoTは様々な業界との連携が重要。技術面だけでなく連携先の業界の規模、市場構造(国際中心/国内中心)、規制/商慣習などさまざまな点を検討する必要がある。

M2Mに関する課題(OECDより)

(http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/machine-to-machine-communications_549c82a043-en)

項目	内容
公共データの活用	データの利活用による効果を一層推進するために公共目的に収集されたM2Mデータの公開を推奨
プライバシーとセキュリティ	M2Mに関するデータはプライバシーに関係するが、匿名化してもいくつかのデータを組み合わせると個人を特定できることもある。オランダではSmart Meterの15分毎の計測がプライバシー上の懸念をよんだ。
無線周波数の世代管理	一般のモバイル機器より長い“機械”の寿命のため周波数配分が硬直的になる可能性
ID	電話番号、IPv4アドレスなどの希少性。M2Mは1ユーザー辺り10個程度の機器を想定するので拡張が必要。

一つは、IoT/M2Mを発展させるためには、公共データを活用することが重要です。これの言わんとするところは、本質的にはIoT/M2Mはデータをどのように扱うか、特に機械に関するデータをどのように扱うかというビジネスであり、そのためには、まず公共のデータを開放する必要があるということです。

次は、プライバシーとセキュリティの問題です。これも最近では色々なところで認識されていますが、機械に関するデータ、例えば車にせよ、電力にせよ、家電にせよ、通信技術の中でもプライバシー問題は重要です。例えば、通信の秘密は守るということは、当然日本の法律でも決まっていることですが、おそらく、従来の通信の秘密とは色々な意味で次元の異なる難しさが出てくる話だろうと言われています。

色々なところで言われていることですが、例えば、車の位置情報を追跡すると、その人の日常の行動がことごとく分かっしまい、それは問題だということになります。メータについても、オランダでは15分に1回の割合で計測しているようですが、そのデータを調べると、その人が何時に起きて、何時に寝て、この日は家にいて、この日は家にいないというように、色々なことがかなり詳しく分かっしまいます。これはOECDのレポートにあることです。日本では30分に1回という話のようですが、15分や30分といった精度でさえ、人の行動を監視しているというか、色々な行動を見られてしまうというか、やはりとても危険なデータであって、よくよく考えていかなければいけない問題です。

セキュリティに関しても、例えば、自分のパソコン内のファイルが他人に見られてしまったという従来のセキュリティとは違う、全く別の難しさがあるかもしれないということが言えます。

その次は、通信ならではの話題として、無線周波数の世代管理はあまり検討されていないようですが、意外と重要なテーマだと思っています。

IoT/M2Mの中では、今は特にモバイル網を使用しているのが多いです。3GやLTEの移動体通信モジュールを機器に挿入して、ネットワークに繋げるという使い方が多いのですが、モジュールの技術的寿命は意外と短く、例えば3Gが始まったのは10年ほど前のことですが、徐々にLTEに移行してきており、この先あと何年使えるのかという感じになってきています。モバイル網の世代寿命は、一声10年ほどあると思われます。

それに対して機械の寿命はもっと長いです。例えば、自動車

は買ってスクラップにするまでに、通常10年ぐらいは要します。途上国ではもっと長くて、20年も乗っているというのはよくある話です。他にも、世の中には20年近く使う機械は多々あります。

一般的に、モバイル網の技術寿命より機械の寿命の方が長いのです。また、網と機械の更新タイミングが一致していないという問題もあります。例えば、機械にモバイルの通信モジュールを挿入して使っていると、ネットワーク側が3GをやめてLTEに移行してしまっ使用できなくなるという事態が、もしかしたらある日突然起きるかもしれない。あるいは、そのような機械がまだ使われているから、少数の通信モジュールのために従来型のネットワークをいつまでも維持しなければいけない。このような難しい問題が出てくるので、解決策は考えておいた方がよいだろうという課題です。

最後に、IDの問題も意外と重要だと言われています。もっとも、IPv6を使えば少なくともアドレス数は十分確保できるので、自ずとこれで解決されると思います。電話番号についても、M2M用の電話番号が色々と検討されているようなので、これも比較的容易に解決されるものと思っています。

IoT/M2Mの発展段階を考えてみました(図15)。

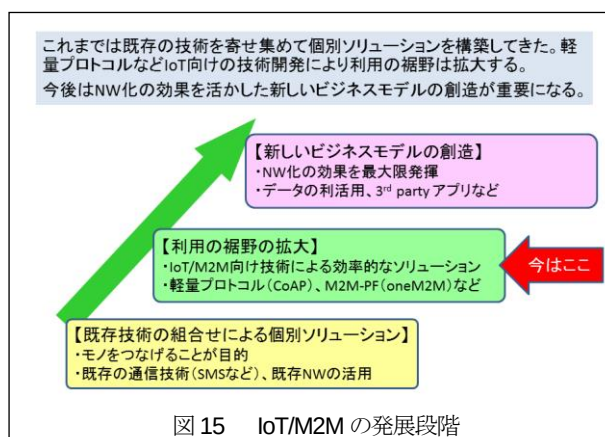


図15 IoT/M2Mの発展段階

従来、IoT/M2Mは既存のネットワークを使って繋げていくビジネスでした。レガシー系のIoT/M2Mを見てみると、GSMや3Gを使ってSMSで機械を制御するのが結構多いです。SMSはこの用途に作られたものではなく、元々人と人が携帯電話を使って簡単なメッセージをやり取りするためのシステムでした。GSMが広く普及して、SMSがデータをやり取りする仕組みであることに目を向けると、これはIoT/M2M用として便利に使えるものだという話になりました。

多分、初期のIoT/M2Mはあくまでモノを繋げることだけが目的であって、洗練されたソリューションを使うのではなく、既存のものを組み合わせてまずは繋げてみるという議論がその頃にはあったのだと思います。

現在は利用の裾野が拡大しつつあると同時に、IoT/M2M向けにより効率的なソリューションが徐々に整備されてきているフェーズだと思います。具体的に言うと、oneM2Mがプラットフォームの検討をしたり、軽量プロトコルであるCoAP(Constrained Application Protocol)やLW-M2M(Lightweight M2M)などが出てきたりする段階だと思います。

恐らく今年に入ってから、メディアがにぎやかにIoT/M2Mを取り上げるようになるのだと思います。世の中の人々が期

待しているのは、この段階のことではないかと思います。こうやって利用の裾野が広がってきて、新しいツールが次々と揃ってくると、ビジネスモデルそのものが大きく変わっていく。例えば、通信会社してみれば、単に通信トラフィックを右から左へ流して利益を上げるのではなく、データを利活用していく、色々な人達にアプリケーションを作ってもらおうというような、サービスの基盤となる新しいビジネスモデルを創造するところまでもっていかないと、IoT/M2Mは成功しないのではないかと考えています。

最後にハイブサイクルも絡めてご紹介します。現在のIoT/M2Mは流行期から、もしかしたら、これから幻滅期に入るところで、いささか厳しい局面に来ているのではないかと思います。現場の研究者が感じている感覚としては、世の中の期待と実際の技術の成熟度にまだ若干差があるように思います。このまま一本調子に右肩上がり伸びていくのではなく、失速するかもしれない難しい局面に来ているのではないかという見方もあります。そうは言っても、社会的ニーズは現実にあるわけで、今後は実際にビジネスになるようなユースケースを見つけしていくことや、そのための技術開発をしっかりと積み上げていくことがとても重要になるだろうと考えています。

図16ではハッピーシナリオと書いていますが、ICT業界というのはあまたのバズワードが出てくるところで、その後ほとんどのものは沈んでいくわけですが、うまくいけば本格的な成長路線に乗ってビジネスになっていくものもあるということです。そういう意味では、この1~2年がIoT/M2Mにとって正念場だと思っています。oneM2Mにとっては、今年から来年にかけて色々なところでイベントやセミナーを開催して、リアルなユースケースを見つけ出していくことがとても重要なことだと思っています。

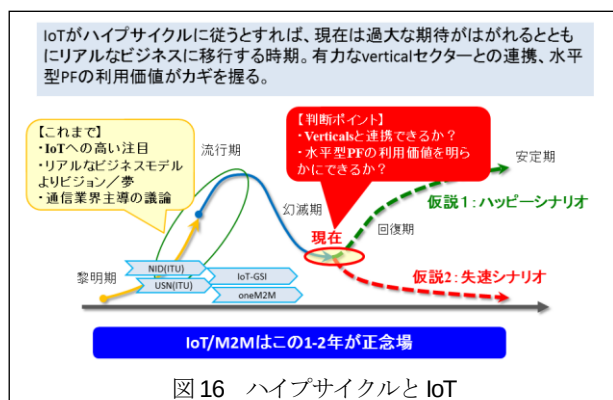


図16 ハイブサイクルとIoT

まとめ

従来、通信の対象はヒトでした。モノに拡大できるIoT/M2Mというのは、通信業界にとってとても大きな成長のチャンスです。しかし、さまざまな課題や問題があります。

現状は、プラットフォームやプロトコルなどの要素技術が出揃ってきて、本格普及の土台は整いつつあります。ただし、どの分野へと向かうべきか、関連業界と如何なる関係を築くべきかという課題がまだ残されたままです。しっかりと答えを出せる人はいないと思います。通信業界では、業界を横断した取り組みは従来からあまり行われていなかったことなので、これは最大のチャレンジなのです。

IoT/M2Mというのは、まだまだコンセプトの段階にあります。リアルなビジネスに持っていくには、この1~2年の努力が重要だと思っていますので、なんとか頑張って推し進めていきたいと考えています。

本講演録は、平成26年12月19日に開催されたSCAT主催「第94回テレコム技術情報セミナー」のテーマ、「IoTの最新動向」の講演要旨です。

*掲載の記事・写真・イラストなど、すべてのコンテンツの無断複写・転載・公衆送信等を禁じます。