

# スケーラブルM2M無線アクセス

NTT未来ねっと研究所ではモノへの通信手段の利用拡大に向け、標準方式を活用しつつ、ネットワーク主導でアクセスポイントや端末を制御することで運用管理を簡素化し、通信品質を向上させるM2M (Machine to Machine) 無線アクセスの実現を目指しています。本稿ではM2M無線アクセスの要求条件と必要な機能を概説するとともに、地域コミュニティネットワークを構築・制御する神経網としての利用方法の一例を紹介しします。

はらだ みつる くまがい ともあき  
原田 充 /熊谷 智明  
しみず よしたか すずき けんじ  
清水 芳孝 /鈴木 賢司  
もちづき のぶあき ふじの ようすけ  
やまぎし あきひろ  
山岸 明洋

NTT未来ねっと研究所

## M2M無線アクセス開発の背景

近年、宅内に限らずさまざまなモノとモノとの通信 (M2M通信) が注目され、さまざまなセンサからネットワークを介して収集・蓄積・解析した多様なモノの情報を活用した、新しい価値の創出があらゆるシーン (健康・医療、環境・エコ、安心・安全、物流・交通など) において期待されています。こういった状況において、M2M用無線システムはモノへのアクセス手段として重要な役割を担っており、920 MHz帯 (ARIB-STD108)<sup>(1)</sup> が2012年から使用可能となるなど、今後の利用拡大に向けてさらに注目が高まっています。

この920 MHz帯におけるM2M通信用の近距離無線システムの規格としてはマルチホップが利用可能で比較的消費電力な特徴を持つZigBeeが注目されています。ZigBeeはユーザ自身が設備を設置運営する自営の無線システムです。同様の無線システムに無線LANがありますが、これらは使用したいユーザがアクセスポイントを購入し、接続したい端末と購入したアクセスポイント間での認証を行うための接続キーを入力することで無線のアクセスが確立します。このように、ユーザご

とに独立した運営管理が必要な自営無線では、ユーザがアクセスポイントと端末間の認証設定を行う必要がありますが、多くの端末の収容が必要なM2M通信の場合に、端末を個別に手動で設定するのはユーザの負担が大きいといった問題があります。また、多数のユーザが独立に自営無線を運用すると、相互に干渉を起し、通信品質が安定しないという問題を引き起こします。さらには、M2M通信を使ってネットワークに接続したい端末はその目的によってIP (Internet Protocol) で接続したい場合もあれば、非IPで接続したい場合もあり、要求もさまざまであるという問題もあります。

スケーラブルM2M無線アクセスは、自営無線で用いられる標準方式にネットワーク主導でアクセスポイントと端末を制御する方式を付加することで、運営管理の集約と干渉の回避を行い、自営無線のメリットを損なわずに、これら問題を解決することを目指しています。

この無線アクセスの特徴は、その名のとおりにスケーラブルであることです。需要に応じて通信速度とセル半径をスケーラブルに変更可能とし、大きなセルから小さなセルまで柔軟なセル展開を可能とします。また、通信プロトコ

ルに対してもマルチプロトコル化することを目指しています。これによって端末を問わず、柔軟な端末収容が可能となります。さらに、ネットワーク側からのアクセスポイント・端末の集中管理により、セル間を端末が移動してもアクセスポイントの接続設定の変更なくサービスを継続的に利用し、アクセスポイント間を協調させることで通信品質を確保できるなどの特徴を持ちます (図1)。こうしたアクセスポイントを適用することで、標準に準拠した市販の無線チップを搭載した多様な端末を利用可能とし、安価な無線システムを構築することを目指します。

## スケーラブルM2M無線アクセスの特徴

### ■スケーラブルな無線アクセス

スケーラブルM2M無線アクセスでは、送信電力や通信速度を変更することで通信エリアをスケーラブルに変更できます。例えば、屋外にアクセスポイントおよび端末を設置した場合、伝送速度10 kbit/s、送信電力250 mWで約1 kmの通信エリアが実現でき、さらに通信速度を10分の1にすることで、無線セル半径を約2倍に伸ばすことができます。

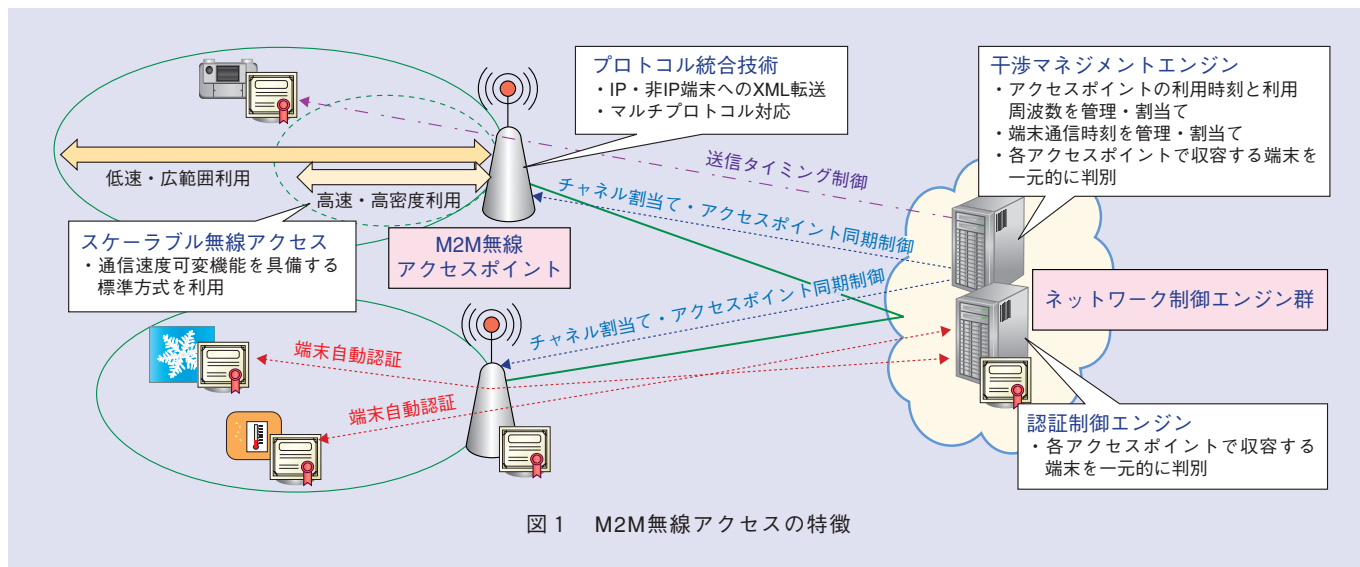


図1 M2M無線アクセスの特徴

さらに、複数のアンテナを集約し、その電力を合成するダイバーシチ技術\*1を適用することで、通信速度を維持したまま通信距離を拡大することを可能にします(図2)。

アクセスポイントと端末が見通せない見通し外の無線通信では、局所的に電波が弱くなるフェージングという現象が発生します。特に端末が固定されていることが想定されるM2M通信では、端末がそのまま移動しなければ、極端な場合は二度と通信できなくなる可能性があり、その対策が必要不可欠となります。一般的には、フェージングに対するマージンを十分に積むことで対策しますが、これでは通信エリアが制限されてしまいます。そこで、このM2M通信特有の課題を解決し、通信速度を低下させることなく通信距離を拡大するため、ダイバーシチ技術を適用します。M2M通信では複雑な信号処理を行えないためダイバーシチ技術を適用するのは一般には困難ですが、NTT未来ねっと研究所では複数アン

テナから周波数がわずかに異なる電波を送信するだけでダイバーシチ効果を得る周波数オフセットダイバーシチという手法(2)を開発し、M2M通信へのダイバーシチ技術の適用を可能にしています。このダイバーシチ技術の適用により、6本の基地局アンテナを用いた場合に最大で従来比1.8倍の無線セル半径拡大が可能になります。

### ■通信プロトコルのマルチプロトコル化

通信プロトコルに関しては、HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)/CoAP (Constrained Application Protocol) 変換機能をアクセスポイントに実装し、端末のプロトコルによらずにトランスパレントなXML (eXtensible Markup Language) 伝送を実現します(図3)。従来はM2M通信の各アプリケーションの要求に合わせて、HTTPや独自方式を用いてプロトコルが構成されています。私たちはこれをXMLベースのアプリケーションインタフェースに統一化することを目指しています。通常IP接続では転送プロトコルとしてHTTPが用いられていますが、M2M通信における低能力な端末では、IP接続を実現し、かつHTTPを実装すること

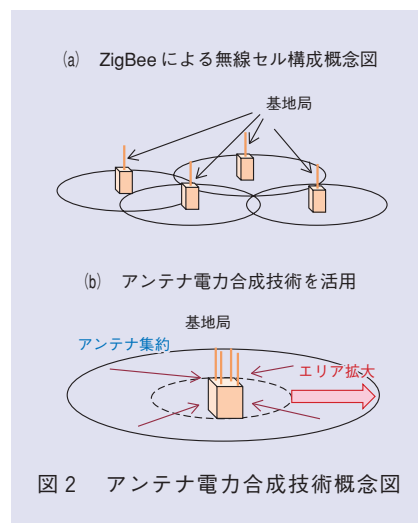


図2 アンテナ電力合成技術概念図

は非常に困難です。そこでM2M通信に適した転送プロトコルとしてIETF (Internet Engineering Task Force) においてCoAPの標準化が進められています。CoAPの特徴は、HTTPとの互換性を有していること、かつパケットヘッダやシーケンスの削減などを行い、M2M通信の低能力な端末でもXML伝送を可能としていることです。アクセスポイントにおいて、HTTP/CoAPの相互変換をサポートすることによって、非IP接続の端末に対してもXMLベースのアプリケーションインタフェースへの統一化が実現でき、ユーザは端末のプロトコルによら

\*1 ダイバーシチ技術：複数のアンテナを用いて送受信信号に特別な信号処理を行うことで複数のアンテナの電力を合成し、局所的に電波が弱くなる確率を減少させる技術。

ないアプリケーション開発を行うことが可能になります。

### ■ネットワーク主導の認証制御

極めて多数の端末を収容するM2M通信では、アクセスポイントと端末間の接続設定、および認証処理を簡易に、かつセキュアに行う必要があります。端末を個別に手動設定するのはユーザの負担が大きいため、これを不要化・低減することが望まれます。M2M通信に用いられる端末は、人が操作しないため、キーボードやマウスなどの入力手段がないことも想定され、このような端末においては、接続設定と認証処理を自動化することが必要です。現在検討中のシステムではプライベート認証局サーバから発行された電子証明書を、セキュアチップを内蔵した端末に配布します。各端末は、電源投入後自動的にネットワーク上の認証サーバと通信することで認証処理を行うとともに、アクセスポイントの接続設定も行います。耐タンパ性<sup>\*2</sup>を考慮したセキュアチップを用いることで安心・安全に無線接続環境を利用することが可能になります。

### ■ネットワークからのアクセスポイント、端末の集中制御

狭帯域で有限の周波数チャネルを利用するM2M無線アクセスでは、ネットワーク主導により複数のアクセスポイントを協調して動作させ、端末を効率的に収容する必要があります。例えば隣接するアクセスポイントどうしの干渉を抑え、少ない周波数チャネルを用いて、無線セルの面的展開を実現するため、アクセスポイント間の同期をとり、アクセスポイント、端末の利用周波数と通信タイミングをネットワーク主導で割り当てるなど、協調して動作させる技術が必要になります。また、トラフィックが集中した際には輻輳回避

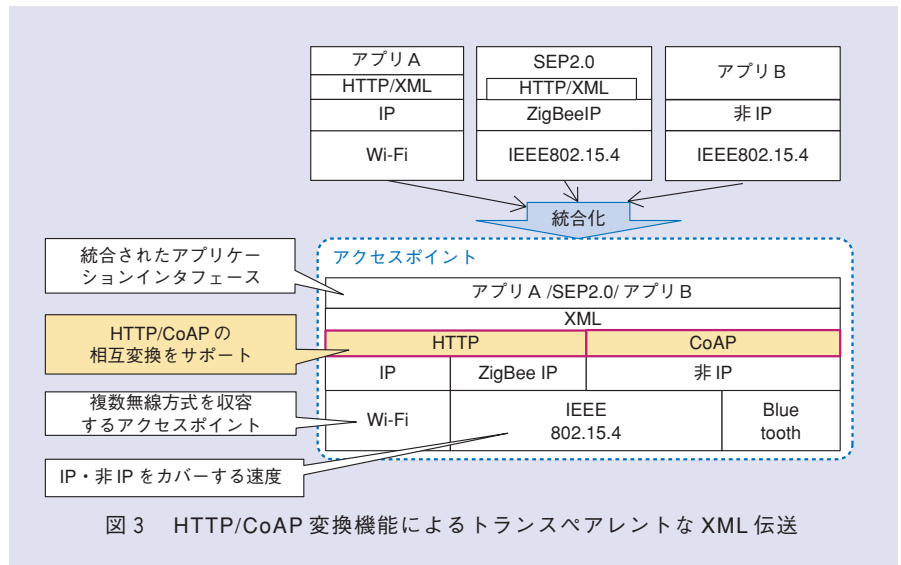


図3 HTTP/CoAP変換機能によるトランスペアレントなXML伝送

が可能となるように、端末の送信タイミングを分散し、即時性には限界があるものの、一定時間待てば必ず情報が伝わる仕組みを取り入れます。人の手による通信に比べて、即時性への要求がそれほど高くないアプリケーションの場合には遅延を許容することによってこのような特徴が実現でき、M2M通信ならではの活用方法といえるでしょう。

### M2M無線アクセスを用いた災害時活用

近年、無線LAN機能を搭載したスマートフォンの普及が急速に拡大しており、屋外では携帯電話ネットワークに、屋内では無線LANを介してホームネットワークにつないでインターネットを利用する人が増えています。ところが災害時には、携帯電話のネットワークが使えなくなったり、各家庭につながっている光ファイバなどのアクセス回線が断絶したりして、電話とインターネットが利用できなくなってしまうことも考えられます。そのような状況になると、電話やメールによる安否確認連絡ができなくなるばかりか、災害に関する種々の情報の入手なども困難になってしまいます。そのため、災害時

には、電話の復旧はもちろんですが、どれだけ迅速にインターネットが利用可能な通信環境を構築できるかが重要になります。

そこでNTT未来ねっと研究所では、M2M無線アクセスを神経網（制御網）として活用し、ユーザが持っているスマートフォンの無線LAN機能を使ってインターネットへのアクセスを可能とする無線アクセスネットワークを迅速に構築するシステムについて研究開発を進めています（図4）。

本システムでは、災害時に被災地に運び込んだM2M無線アクセスのアクセスポイントを、各家庭に設置されたM2M無線アクセスの端末を搭載した無線LANアクセスポイントと無線接続して遠隔制御し、無線LANのアクセスポイント間を中継接続することによって、M2M無線アクセスのアクセスポイント周辺の広いエリアをカバーする無線アクセスネットワークを構築します。被災地で使用されていた各家庭の無線LANアクセスポイントを用いて、M2M

\*2 耐タンパ性：ソフトウェアやハードウェアが備える、内部構造や記憶しているデータなどの解析の困難さ、非正規な手段による機密データの読み取りを防ぐ能力のこと。

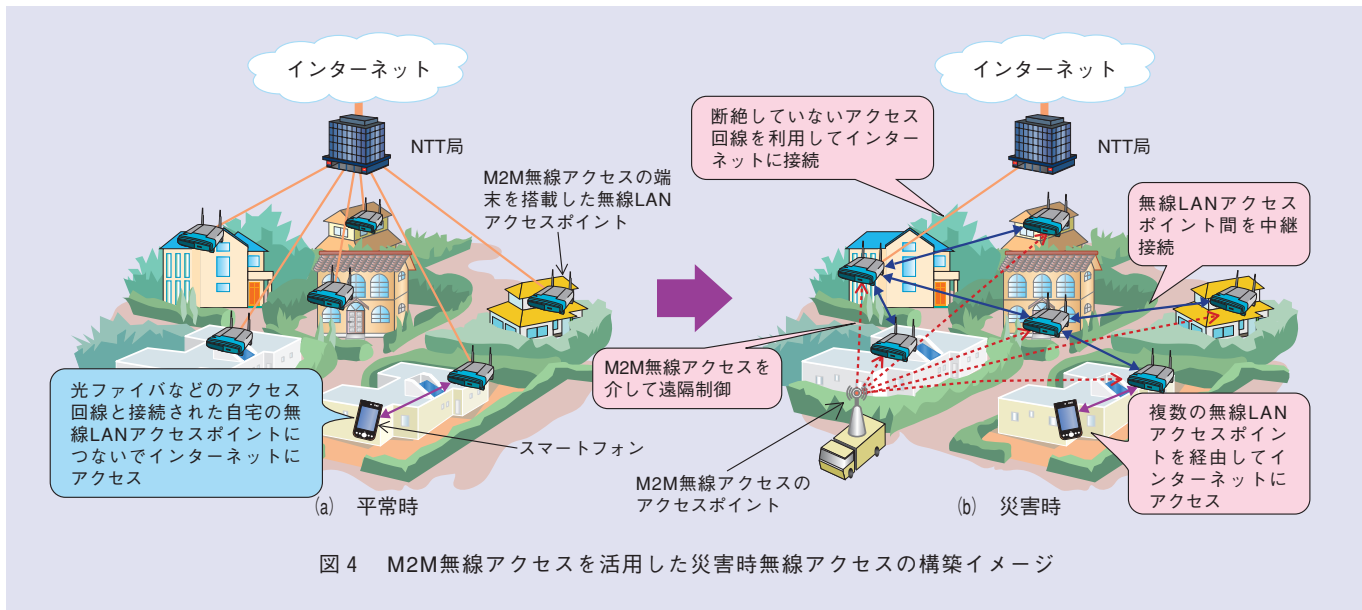


図4 M2M無線アクセスを活用した災害時無線アクセスの構築イメージ

無線アクセスからの遠隔制御で災害時のネットワークとして構築するため、新たにアクセスポイントを設置したり、各家庭にエンジニアが出向いて設定作業を行ったりする必要がなく、効率良く迅速にインターネット接続環境が整います。なお、この接続環境については、セキュリティの観点からの検討も必要ですが、例えば、スマートフォンを持っているすべてのユーザが無線アクセスネットワークにつなげられるような運用や、あらかじめ登録しておいたユーザのみが利用できるような運用などが考えられます。また、インターネットへの接続については、光ファイバなどのアクセス回線が断絶していない家庭の無線LANアクセスポイントを経由して接続することなどが考えられます。

さらに災害時には、利用可能な無線LANアクセスポイントやユーザの分布の状況が時々刻々と変化すると考えられます。そのため、災害時に多数のユーザを収容して通信トラフィックを効率良く処理するためには、状況の変化に応じてネットワーク構成や無線チャネルの割当てなどを適応的に制御する必要がありますが、これらの制御

もM2M無線アクセスを介して行うことで、効率良く実現できます。

技術面では、M2M無線アクセスネットワークの伝送速度は数～数百kbit/sと非常に低いため、多数の無線LANアクセスポイントに対して種々の制御を短時間で行うために、効率良く制御情報を伝送するための技術が必要になります。また、家庭で使われているさまざまな機種種の無線LANアクセスポイントを一元的に制御するための技術も必要になり、これらの技術を中心に研究開発を進めています。

今後、NTT研究所では、M2M無線アクセスネットワークのさまざまな活用法について、積極的に検討を進めていく予定です。

本研究開発の一部は、総務省委託研究「大規模災害時における通信ネットワークに適用可能なリソースユニット構築・再構成技術の研究開発」により進めています。

■参考文献

- (1) [http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/1-STD-T108v1\\_0.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/1-STD-T108v1_0.pdf)
- (2) 内田・松村・桑野・布・望月・小田部・鈴木・藤田・神谷：“広域ユビキタスネットワー

クを実現する技術開発の取り組み,” NTT技術ジャーナル, Vol.22, No.3, pp.12-16, 2010.



(上段左から) 望月 伸晃/ 藤野 洋輔/  
鈴木 賢司  
(下段左から) 清水 芳孝/ 原田 充/  
熊谷 智明/ 山岸 明洋

本稿のスケラブルM2M無線アクセスが普及すると、今まで以上に多種多様なモノからの情報を取得・蓄積可能となり、これらを活用した新たな市場の創出が期待されると考えています。

◆問い合わせ先

NTT未来ねっと研究所  
ワイヤレスシステムイノベーション研究部  
TEL 046-859-3350  
FAX 046-859-3351  
E-mail harada.mitsuru@lab.ntt.co.jp