

M2Mクラウド向け ワイヤレスセンサネットワーク

Wireless Sensor Network for M2M Cloud Computing

志村 隆則 羽生 広 石岡 伸之
Shimura Takanori Hanyu Hiroshi Ishioka Nobuyuki
福井 琢也 岡山 健一郎
Fukui Takuya Okayama Kenichiro

モノ、人、環境などに配置された各種センサーから得られる、大量のデータを集中管理するための環境がM2Mクラウドである。これらの大量のデータを活用することにより、高信頼、安全・安心、快適、高効率な社会を実現するためのサービスの創生が期待されている。ワイヤレスセンサネットは、各種センサーの配置や移動の自由度が高く、きめ細かなセンシングを実現するソリューションであり、効果的にM2Mクラウドにデータを提供することが可能となる。日立グループは、M2Mクラウドに向けたワイヤレスセンサネットワークの開発を推進している。

1. はじめに

クラウドコンピューティングの一つとして、モノや環境の情報を収集し、そのデータを活用できる環境を提供するM2M(Machine to Machine)クラウドが注目を集めている。M2Mクラウドは、モノ、人、環境などに設置されたセンサーとそのセンサー情報を基に制御する制御機器などをネットワークで接続し、センサーや制御機器の状態を監視しながら、高度な制御を実現するためのクラウド環境である。M2Mクラウドを実現するためには、大量のデータを効率よく収集できる利便性の高いネットワークが必要である。ワイヤレスセンサネットワーク（以下、センサネットワークと記す。）は、大量のセンサーを無線で接続してデータ収集するものであり、M2Mクラウドとの親和性が高い。

ここでは、M2Mクラウドに適したワイヤレスセンサネットワークについて述べる。

2. M2Mクラウド

従来は、アプリケーションごとにシステムが垂直統合型で構築されていたため、アプリケーション間でのセンサデータの共有が十分ではなかった。M2Mクラウドは、システムを水平統合型にし、センサデータを一元管理できる

ようにしたものであり、次の機能から構成されている（図1参照）。

(1) センサー(デバイス)

設備や環境情報を計測する各種のセンサーがある。

(2) センサネットワーク

数百メートルの範囲をカバーするWPAN (Wireless Personal Area Network) で、近くに設置されたセンサデータを収集する。

(3) 広域ネットワーク

センサネットワークで収集されたデータをM2Mプラットフォーム(サーバ)に転送する広域ネットワークである。

(4) M2Mプラットフォーム

センサデータを蓄積・管理し、検索・解析・認識する機能を有するクラウド型プラットフォームである。

(5) アプリケーション

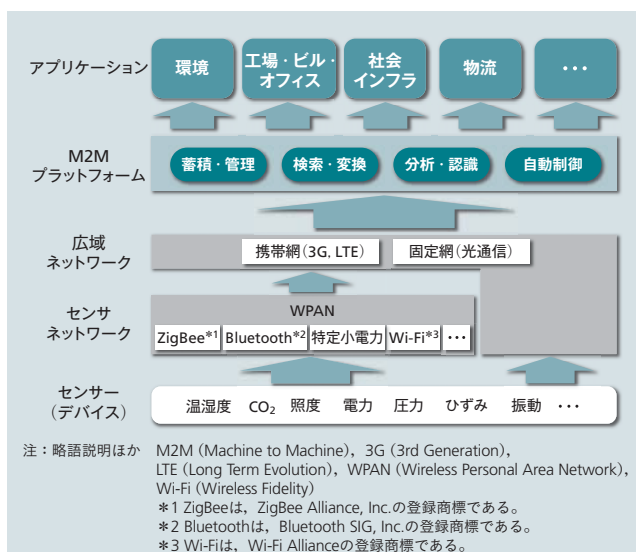


図1 | M2Mクラウドの構成

M2Mプラットフォームにより、従来はアプリケーションごとに収集していたセンサデータの共有が可能になる。

収集したデータを活用して現場を「見える化」し、機器を高度に制御する各種アプリケーションである。

M2Mクラウドは、センサノードなどから収集したデータを共有し、各種アプリケーションが、さまざまなデータを活用できるクラウド環境を提供するものである。これにより、アプリケーションが活用できるデータの種類や量が増大し、これらのデータの中から有効なデータを組み合わせることにより、従来は実現できなかった新たなサービスを創生できる可能性が広がっている。

また、センサネットワークの無線技術、時系列のストリームデータをリアルタイムに解析する技術、大量に蓄積したデータを検索・解析する技術、データ解析やマイニング環境の技術の進展、スマートフォンやタブレット端末などのデータ表示端末の発達により、M2Mクラウド環境を適用したシステム構築が容易になってきている。

3. センサネットワーク

3.1 センサネットワークの構成

センサネットワークは、モノ、人、環境など、さまざまな場所に無線通信機能を持つセンサノードを設置し、現場の状態を「見える化」する技術である。日立グループは、センサー情報を無線通信でリアルタイムに収集し、統合管理するセンサネット情報システム「日立AirSense」を提供している（図2参照）。センサネットワークは、無線通信によるデータ転送を行うため配線が不要で、センサーの配置や移動の自由度が高く、センサーをきめ細かく配置できる。センサネットワークは、機器からのセンサー情報を収集するM2Mと、人からの情報を収集するH2M (Human to Machine) を同じ無線ネットワークで実現することが可能であり、汎用性が高い。

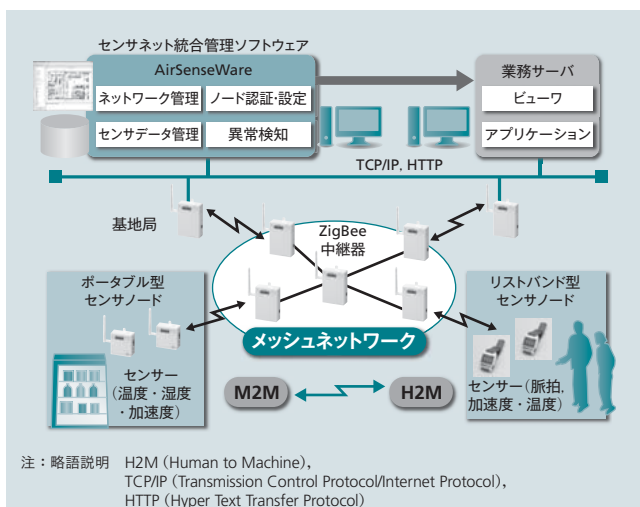


図2 「日立AirSense」の構成

日立AirSenseは、センサー情報を無線通信でリアルタイムに収集し、統合管理するセンサネット情報システムである。

センサネットワークのシステムは、以下の要素で構成される。

(1) センサノード

センサノードは、センサー、無線部、制御用マイコン、電池を備えた小型無線端末である。また、外部センサーとの接続のためのインタフェースを持つ。センサノードは、計測時以外はマイコンと無線部を停止させる省電力制御を備えている。

(2) 中継器

センサノードと基地局の間の送受信データを無線でつなぐ役割を有する無線端末である。

(3) 基地局

センサノードや中継器から構成される無線ネットワークを管理する機能と、センサノードからのセンシング情報をミドルウェアに転送する機能を有する無線端末である。

(4) ミドルウェア

PC (Personal Computer) サーバ上に搭載されるソフトウェアであり、センサノード、中継器、基地局の管理と、無線ネットワークの品質・障害監視を行う。また、センシング情報の意味づけ、各種アプリケーションとの連携機能を有するソフトウェアである。

日立AirSenseは、ZigBeeを採用している。ZigBeeは、一つのネットワークに数多くのセンサノード（約6万5,000個まで）を接続することが可能であり、大量のデータ処理を想定するM2Mクラウドのデータ収集ネットワークに適している。ZigBeeは、2.4 GHz帯を利用しており、無線通信範囲は数百メートル程度である。また、ZigBeeには次のような特徴がある。

(1) 低消費電力、低コスト

低消費電力のため、電池で動作させることができる。無線の制御が容易で、小さなシステムリソースで実現でき、低コスト化が可能である。

(2) マルチホップ

マルチホップは、データを無線伝送する際に、送信端末から受信端末に直接伝送するのではなく、中継器を経由する方式（リレー方式）である。中継器を追加することにより、無線ネットワークがカバーする範囲を拡張できる。

(3) メッシュネットワーク

メッシュネットワークは、複数の無線端末の間にメッシュ状の無線伝送路を構築し、無線端末どうしが相互に通信を行う方式である。目的の無線端末にデータを伝送する場合に、メッシュ状の無線伝送路から最適な伝送路を選択することができる。このため、一方の無線伝送路が切断された場合でも、他方の無線伝送路でデータを送ることができる。無線ネットワークの信頼性が確保される。

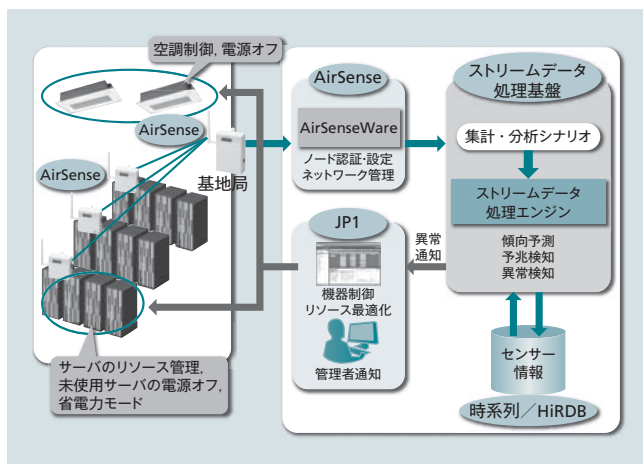


図3 | データセンターへの適用例

日立AirSenseによってデータセンター内の温度をきめ細かく監視し、熱だまりなどの異常を早期発見する。

3.2 センサネットワークの適用事例

日立AirSenseが採用されている主な分野は、以下のとおりである。

- (1) HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) 対応、食品管理
- (2) データセンターの温湿度管理
- (3) 工場・店舗の電力省エネルギー管理

これらの中で、データセンターに適用した温湿度管理の構成例を説明する（図3参照）。データセンターにはいろいろな種類のサーバやラックが設置され、サーバの追加設置もある。また、サーバの負荷も時々刻々と変化することが予想される。このため、データセンター内のきめ細かな温度管理（熱だまり検知）と、それに応じた運用が必要である。この例では、温湿度などのデータ収集にセンサネットワーク、収集したデータのリアルタイムでの解析にストリームデータ処理基盤uCosminexus Stream Data Platform、アラームの通知に統合システム運用管理「JP1」をそれぞれ適用した構成としている。

4. M2Mクラウドへの適用

日立グループは、M2Mクラウドを適用する分野の一つとして、社会インフラを想定している（図4参照）。社会インフラの分野としては、道路、鉄道、電力設備、プラント設備、構造物（土木建設）、都市・地下街、農業などを想定して技術開発を進めている。

国内の社会インフラは、高度成長とともに整備されてきたが、それらの老朽化が新たな問題となってきた。M2Mクラウドとセンサネットワークの適用によって、設備の状態を「見える化」することで、社会インフラの管理や長寿命化を、適正な管理費で運用できる可能性がある。

M2Mクラウドにより、広域に及ぶ社会インフラのセン

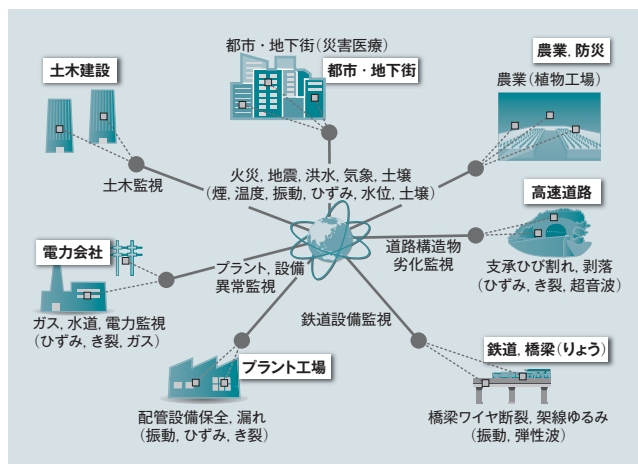


図4 | 社会インフラ向けセンサネットワーク

社会インフラの老朽化、維持管理の増大、技術者の減少を解決できるソリューションとして、センサネットワークが期待されている。

サデータを一括管理し、各データを共有できる。

センサネットワークは、メッシュネットワークに各種センサーを低コストで接続することが可能である。これまでネットワークにつながっていなかった既存の設備やセンサー、新規の設備やセンサーを無線で接続し、収集可能なセンサデータを容易に増やすことができる。

既存の設備は、監視・制御対象やセンサーの種類により、リアルタイム性が必要なものや長期間計測が必要なものであり、システム構成はさまざまである。日立AirSenseは、いろいろな種類の既存設備にセンサネットワークを接続できるように、次の機能を有している。

(1) データ収集系／リアルタイム制御系への対応

データ収集系（データ重視）向けでは、無線によるデータ欠損がなく、確実にデータをデータベースに格納できる無線制御を行っている。リアルタイム制御系向けでは、再送回数の制御や、通信品質のよい無線伝送路を確保する無線制御を行っている。

(2) 上位システムとのインタフェース

上位システムからデータをポーリングするプル方式と、上位システムへリアルタイムにデータを送信するプッシュ方式（イベント方式）を選択でき、どちらのシステムにも対応可能である。

(3) 省電力制御方式

センサネットワーク全体を間欠周期で動作させ、低消費電力化する方式を採用している。この方式により、通常は商用電源で動作させる中継器などのバッテリー動作が可能であり、社会インフラなどの屋外でのシステム構築を容易にしている。

日立AirSenseでは、これらの機能を実現できる無線制御方式、電力制御方式、データ蓄積制御方式の開発を進めている。

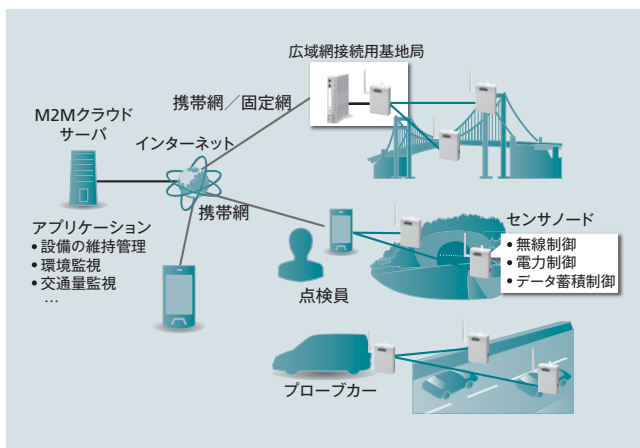


図5 道路向けセンサネットワーク

地域や場所に適したデータ収集をワイヤレスで実現できる。

4.1 道路・鉄道

道路や鉄道は、敷設されている範囲が広く、求められるセンサーの種類や運用管理方法が、地域や地形に応じて異なることが想定される。このため、データ収集方法は、広域網によるデータ収集、プローブカー・点検車両によるデータ収集、点検員によるデータ収集など多様になり、いろいろな経路でデータがサーバに転送されることが考えられる（図5参照）。日立グループは、これらのデータ収集方法に対応できるセンサネットワークシステムの開発を進めている。

また、M2Mクラウドにより、収集したセンサデータを一括管理し、設備の維持管理、環境監視、交通量監視などのアプリケーションにデータを活用できる。

4.2 植物工場

日立グループでは、農業分野向けセンサネットワークの開発を進めている（図6参照）。センサネットワークによって、植物工場の環境監視、植物の育成監視、ハウス内の設

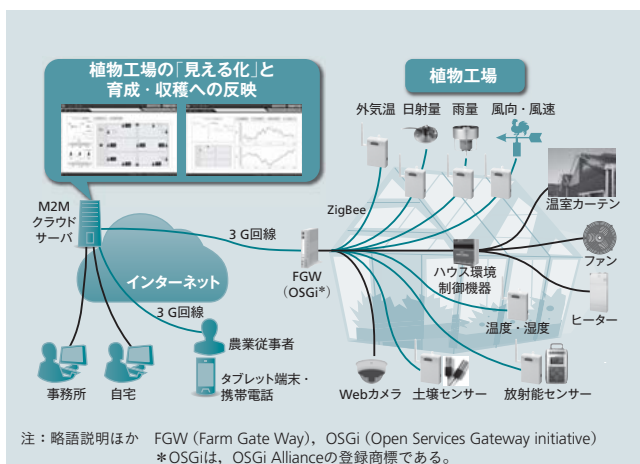


図6 植物工場向けセンサネットワーク

植物工場の環境監視、植物の育成監視を行う。ハウス内の設備の制御をワイヤレスで実現できる。

備の制御がワイヤレスで可能になる。

M2Mクラウドにより、植物工場の省エネルギー管理、作物の育成管理、収穫・出荷のスケジュール管理、安全・安心のためのトレーサビリティが実現する。また、M2Mクラウドでは、複数の植物工場を一括管理することができ、気象情報などのデータは、周辺地域との共有も可能である。

5. おわりに

ここでは、M2Mクラウドに適したワイヤレスセンサネットワークについて述べた。

センサネットワークは、現実データを自由に取得できるネットワークであり、M2Mクラウドを支えるキー技術の一つである。無線周波数としては920 MHz帯やホワイトスペースの活用も検討されており、センサネットワークに対する期待は大きい。MEMS (Micro-electro Mechanical Systems) センサーや振動発電のようなエネルギーハーベスト技術の実用化が期待されており、これらのセンサーや電源技術との組み合わせにより、さらに使い勝手のよいセンサネットワークの開発を進めていく予定である。

執筆者紹介



志村 隆則

1990年日立製作所入社、情報・通信システム社 ワイヤレスインフォ統括本部 センサネット事業開発部 所属
現在、センサネットの製品開発に従事



羽生 広

1990年日立製作所入社、情報・通信システム社 ワイヤレスインフォ統括本部 営業推進センタ 所属
現在、センサネットの製品開発に従事



石岡 伸之

2001年日立製作所入社、横浜研究所 生産技術研究センタ 回路システム研究部 所属
現在、センサネットの研究開発に従事



福井 琢也

2005年日立製作所入社、情報・通信システム社 ワイヤレスインフォ統括本部 センサネット事業開発部 所属
現在、センサネットの製品開発に従事



岡山 健一郎

2002年日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社（現 株式会社日立ソリューションズ）入社、プロダクトソリューション事業本部 エンベデッドシステム事業部 エンベデッドシステム事業推進本部 企画部 所属
現在、組込み分野の新事業開拓（農業、M2M）に従事